



IMITSUBISHI
ELECTRIC

Changes for the Better

家庭から宇宙まで、エコチェンジ。 

研究開発

Research & Development

2018

三菱電機株式会社

研究開発 目次

・ 研究開発	1
・ 注目の研究・技術	6
・ 産業用ロボット<AI力覚制御>	8
・ 産業用ロボット<AI力覚制御>	12
・ 産業用ロボット<AI力覚制御>	14
・ 発電機用薄型点検ロボット	16
・ 発電機用薄型点検ロボット：技術紹介	19
・ 発電機用薄型点検ロボット：開発NOTE	22
・ 発電機用薄型点検ロボット：開発NOTE	24
・ サイバー攻撃検知技術	26
・ サイバー攻撃検知技術：技術紹介	28
・ サイバー攻撃検知技術：開発NOTE	31
・ サイバー攻撃検知技術：開発NOTE	33
・ 直流大電流の高速遮断技術	35
・ 直流大電流の高速遮断技術：技術紹介	37
・ 直流大電流の高速遮断技術：開発NOTE	41
・ 直流大電流の高速遮断技術：開発NOTE	43
・ 5G基地局向け超多素子アンテナシステム技術	46
・ 5G基地局向け超多素子アンテナシステム技術：技術紹介	48
・ 5G基地局向け超多素子アンテナシステム技術：技術紹介	52
・ 5G基地局向け超多素子アンテナシステム技術：開発NOTE	54
・ 5G基地局向け超多素子アンテナシステム技術：開発NOTE	56
・ 高性能センサーデータベース	58
・ 高性能センサーデータベース：技術紹介	61
・ 高性能センサーデータベース：技術紹介	63
・ 高性能センサーデータベース：開発NOTE	66
・ 高性能センサーデータベース：開発NOTE	68
・ MRI用高温超電導コイル	70
・ MRI用高温超電導コイル：技術紹介	72
・ MRI用高温超電導コイル：開発NOTE	75
・ MRI用高温超電導コイル：開発NOTE	78
・ 海水アンテナ「シーエアリアル®」	81
・ 海水アンテナ「シーエアリアル®」：技術紹介	83

研究開発 目次

・ 海水アンテナ「シーエアリアル®」：開発NOTE	86
・ 海水アンテナ「シーエアリアル®」：開発NOTE	88
・ 部分一致対応秘匿検索基盤ソフトウェア	90
・ 部分一致対応秘匿検索基盤ソフトウェア：技術紹介	92
・ 部分一致対応秘匿検索基盤ソフトウェア：開発NOTE	95
・ 部分一致対応秘匿検索基盤ソフトウェア：開発NOTE	97
・ 次世代超大型望遠鏡TMT「分割鏡交換ロボット技術」	99
・ 次世代超大型望遠鏡TMT「分割鏡交換ロボット技術」：技術紹介	101
・ 次世代超大型望遠鏡TMT「分割鏡交換ロボット技術」：技術紹介	103
・ 次世代超大型望遠鏡TMT「分割鏡交換ロボット技術」：開発NOTE	105
・ 次世代超大型望遠鏡TMT「分割鏡交換ロボット技術」：開発NOTE	107
・ 超高速エレベーターを支える技術	109
・ プリント基板穴あけ用レーザ加工機	114
・ 放射能分析技術	118
・ IoT時代に向けたセキュリティー技術	123
・ 気液界面放電による新水処理技術	127
・ SiCパワーデバイス開発	131
・ 関数型暗号	137
・ BD・HDD内蔵液晶テレビ・ユーザーインターフェース	142
・ 光アクセスシステム	146
・ X線吸収効果を利用したRoHS指令対象物質高速除去技術	149
・ 蒸気レスIHジャー炊飯器	154
・ ユニバーサルデザイン開発評価ツールUD-Checker	158
・ 研究開発・技術一覧	161
・ 重電システム	162
・ オゾン高濃度化システム	163
・ 汚泥減容システム	165
・ 蓄電池性能オンライン診断技術	167
・ オゾン水を利用した膜分離バイオリアクターによる水処理技術	169

研究開発 目次

・ 太陽光発電向けシステム安定性向上技術	171
・ エレベーター群管理システム	175
・ 産業メカトロニクス	177
・ 器用に制御するAI	178
・ 高速レーザ加工機技術	180
・ マルチワイヤ放電スライス技術	183
・ 産業用リアルタイムネットワーク技術	185
・ マイクロスパークコーティング技術MSCoating	186
・ 階調制御型インバーター	188
・ 情報通信システム	189
・ 新方式アレーランテナREESA	191
・ レーダーによる津波監視支援技術	195
・ 機械学習を用いた漫然運転検知アルゴリズム	198
・ 情報セキュリティ技術	199
・ 共通鍵暗号	202
・ 暗号アルゴリズムMISTY	205
・ 設計概念	206
・ MISTYの概観	207
・ MISTYの安全性	208
・ MISTYの構造	211
・ MISTYの性能	212
・ 世界最先端の暗号アルゴリズム「MISTY」の基本特許を国内初の無償化	215
・ 参考文献	217
・ 暗号アルゴリズムKASUMI	218
・ 暗号アルゴリズムCamellia	219
・ Camelliaの性能	220
・ 公開鍵暗号	223
・ 論文リスト	224
・ 社外表彰	227
・ 量子暗号	228
・ 論文リスト及び社外活動	230

研究開発 目次

・ 暗号評価技術	233
・ 共通鍵暗号強度評価ソフトウェア	234
・ 公開鍵暗号強度評価ソフトウェア	235
・ 暗号アルゴリズムIP	236
・ Camellia-IP	238
・ MISTY-IP	239
・ KASUMI-IP	240
・ 暗号利用モード-IP	242
・ SHA-1-IP	243
・ SHA-256-IP	244
・ 内部情報漏洩防止技術	245
・ セキュアストレージシステム	247
・ ETC車載SAM技術	249
・ PKI暗号ライブラリ	250
・ 組み込み機器向け暗号ライブラリ	252
・ ユーザーインターフェース設計ツール	254
・ デジタルサイネージ～映像情報配信／表示技術～	256
・ 宇宙ステーション補給機「HTV」ランデブ技術	258
・ 新幹線デジタル列車無線技術	260
・ 光通信用誤り訂正技術	262
・ 電子デバイス	264
・ SiCパワー半導体素子	265
・ フルSiCパワー半導体モジュール	267
・ 大容量ハイブリッドSiCパワーモジュール	269
・ 高効率GaN_on_GaNトランジスター	271
・ GaN高出力増幅器	273
・ 家庭電器	275
・ 摩擦帶電方式空気清浄デバイス	276
・ 空気質センサー	278
・ 欧州ヒートポンプ式温水暖房システム向け暖房制御技術	280
・ 液晶テレビの音響技術	282
・ 欧州ヒートポンプ式給湯システム向けスケール制御技術	284

研究開発 目次

・ NCV高音質スピーカー振動板	286
・ エアコン快適・省エネ制御「ムーブアイ」	288
・ プラスチックマテリアルリサイクル	290
・ 共通基盤技術・その他	293
・ 金融バックオフィスの自動化	295
・ 豪雨早期予測向け水蒸気・風計測ライダー	297
・ コンパクトなハードウェアAI	299
・ 遠方物体認識技術	302
・ リアルタイム混雑予測技術	304
・ モバイル端末による3次元モデル再構成技術	307
・ 車内音声通話の雑音除去技術	310
・ スマートエアコーティング	311
・ ハイブリッドナノコーティング	313
・ EMC設計・評価技術	316
・ デザイン	319
・ ユニバーサルデザイン	322
・ 1. 姿勢2. UDの目標3. UD開発視点の応用展開4. UDの取り組み	323
・ 5. UD開発プロセス6. UDチェック7. ユーザーテスト(UWS)	325
・ 8. UD基本配慮項目	327
・ 9. UD配慮事例	329
・ 10. 高齢化する世界11. 障がいへの正しい理解	332
・ 小型陽子線治療装置「MELTHEA（メルセア）®」	334
・ ネットワークカメラ「CCTVカメラ MELOOK®3シリーズ」	336
・ ヒートポンプ室外機「ecodan PUHZ-AA series」	338
・ エアーコンディショナー「霧ヶ峰Style®」	339
・ お部屋に出しておくスティッククリーナー「iNSTICK（インスティック）®」	341
・ ヨーロピアンスタイルIH	343
・ 扇風機「SEASONS」	345

研究開発 目次

・ シーケンサ「MELSEC iQ-Rシリーズのデザイン」	347
・ 冷蔵庫「MR-WXシリーズ」	350
・ 高効率タービン発電機「VP-Xシリーズ」	352
・ デザインで選んでもらう車載機器「ETC端末のデザイン」	354
・ 海外向け標準形エレベーター「NEXIEZ（ネクシーズ）」	356
・ 産業用ロボット「RV-Fシリーズのデザイン」	358
・ 数値制御装置「M800／M80シリーズ」	360
・ 気軽に炊飯を楽しむアプリ「らく楽炊飯™アプリ」	361
・ 粒子線治療装置〔MELTHEA〕位置決め計算機	363
・ 鉄道を快適に利用するためのアプリ「JR東日本アプリ」	365
・ 発電プラント計制御システム「MELSEPシリーズ、MELTACシリーズ」	367
・ カーナビのシンプルマップ「NR-MZ60PREMI、NR-MZ60など」	369
・ JR東日本 新津駅「エコステ」省エネモニター	371
・ 成田国際空港デジタルサイネージ「コンセプト構築からデザイン開発まで」	373
・ トレインビジョン「鉄道車両内情報提供サービスの創出」	375
・ アニメーション誘導ライティング	377
・ 次世代コミュニケーションツール「しゃべり描き®UI（ユーザーインターフェース）」	378
・ 途上国の暮らしに向けたデザインプロジェクト	380
・ 自動車向け「路面ライティング」	382
・ 研究所紹介	384
・ 先端技術総合研究所	385
・ トピックスバックナンバー	391
・ 情報技術総合研究所	410
・ トピックスバックナンバー	416
・ 学会発表バックナンバー	426
・ デザイン研究所	440
・ 2018年度グッドデザイン賞	447
・ 第12回キッズデザイン賞	449
・ Red Dot Design Award 2018	450

研究開発 目次

・ MERCE (France/U.K)	451
・ MERL (USA)	453
・ 表彰実績-2018年	456
・ 表彰実績-2017年	459
・ 表彰実績-2016年	462
・ 表彰実績-2015年	465
・ 表彰実績-2014年	468
・ 表彰実績-2013年	470
・ 表彰実績-2012年	472
・ 表彰実績-2011年	474
・ 表彰実績-2010年	476
・ 表彰実績-2009年	478
・ 表彰実績-2008年	480
・ 表彰実績-2007年	481
・ 表彰実績-2006年	482
・ グッドデザイン11月期選定	484
・ グッドデザイン賞	485
・ グッドデザイン7月期選定	486
・ 表彰実績-2005年	487
・ グッドデザイン11月期選定	489
・ グッドデザイン賞	490
・ グッドデザイン7月期選定	491
・ 株式会社日刊工業新聞社機械工業デザイン賞第35回	492
・ iF_Design_Award_CHINA	493
・ 表彰実績-2004年	494
・ グッドデザイン11月期選定	495
・ グッドデザイン賞	496
・ グッドデザイン7月期選定	497
・ 全国発明表彰「恩賜発明賞」	498
・ 2003年度市村産業賞本賞	500

研究開発



Maisart

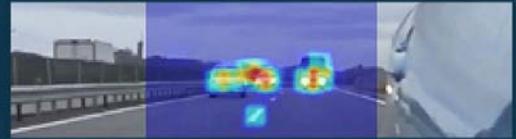
産業用ロボット <AI力覚制御>

力覚制御にAIを活用し、
より速い動作、より速い学習を実現。

[> 詳細ははこちら](#)

遠方物体認識技術

車両後側方の物体を素早く認識。
「Maisart」で低演算量化を実現しました。



[> 詳細ははこちら](#)



Maisart

あらゆるモノをAIで賢く、
小さなAIがやがて世界を大きく変える。

[> Maisart \(マイサー卜\)](#)

三菱電機の研究開発

研究開発については、成長戦略を推進する要として、短期・中期・長期のテーマをバランスよく推進していきます。

現在の事業を徹底強化するとともに、総合電機メーカーならではの強みを生かした、技術シナジー・事業シナジーを通じた更なる価値創出や、あるべき姿の実現に必要な未来技術の研究開発にも取り組んでいきます。

これらに加え、当社の全ての製品の土台となる共通基盤技術の研究開発にも注力していきます。

また、大学など社外研究機関とのオープンイノベーションを積極的に活用し、開発の効率化を進めることで、成果を最大化していきます。



先端技術総合研究所

豊かな未来を創造するために、全事業のR&D拠点として、幅広い分野の研究開発を行っています。



情報技術総合研究所

情報・通信技術のR&D拠点として、暗号やAIなどのIT分野を中心とした研究開発を推進しています。



デザイン研究所

人中心の視点から新たな価値を創出し、新しい事業や製品・サービスにつなげます。



注目の研究・技術

数多くの研究成果の中から、いま最も注目される最先端テクノロジーをクローズアップしました。



産業用ロボット<AI力覚制御>

力覚制御にAIを活用し、より速い動作、より速い学習を実現。



発電機用薄型点検ロボット

発電機のわずかな隙間を走行できる厚さ19.9mm、高精度かつ短期間で発電機内部を点検。



サイバー攻撃検知技術

無数にあるウイルスの攻撃手口を50個程度に分類し、サイバー攻撃を高精度で検知。

› [注目の研究・技術アーカイブはこちら](#)

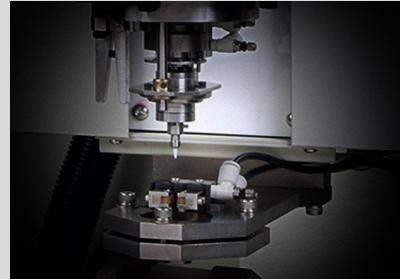
分野別 研究開発・技術一覧

家庭から宇宙まで、より良い製品づくりを目指して前進を続ける三菱電機の研究開発・技術をそれぞれの分野ごとにご紹介します。



重電システム

電力システム、交通システム、ビルシステム、公共システム



産業メカトロニクス

FAシステム、自動車機器



情報通信システム

宇宙システム、防衛システム、通信システム、映像監視システム、ITソリューション



電子デバイス

パワーデバイス、高周波・光デバイス、TFT液晶モジュール



家庭電器

空調冷熱システム、住宅設備、キッチン家電・生活家電



共通基盤技術・その他

AI(IoT)、省エネ、自動運転などの社会基盤を支える技術

デザイン

人中心の視点から、新たな価値を創出



表彰実績

技術やデザインにおいて、受賞した実績をご覧いただけます。

› 表彰実績はこちら



ニュースリリース

RSS

2019年04月12日 「第68回 電機工業技術功績者表彰」重電
部門優秀賞を受賞

2019年04月10日 “「人」が主役となるものづくり革新推進
コンソーシアム”を設立

2019年03月25日 京都大学と三菱電機、先端機械工学分野
を核とした産学共同講座を開設

2019年03月05日 話した言葉をスマホ画面に3D表示する
「空中しゃべり描きアプリ」を開発

2019年02月13日 三菱電機 研究開発成果披露会

更新情報

RSS

2019年05月22日 情報技術総合研究所 学会発表を更新しました。

2019年05月22日 先端技術総合研究所 トピックスを更新しました。

2019年05月14日 「Maisart」ブランドサイトを更新しました。

2019年04月01日 先端技術総合研究所 所長メッセージを更新しました。

2019年04月01日 情報技術総合研究所 所長メッセージを更新しました。

› ニュースリリース一覧はこちら

注目の研究・技術

新しい社会のために、これからの暮らしのために、研究・開発に取り組む三菱電機。
いま最も注目される最先端テクノロジーをクローズアップしました。



産業用ロボット<AI力覚制御>

産業用ロボットの力覚制御にAIを適用。製品組立作業を飛躍的に高速化できます。さらにAIにより産業用ロボット自らが最適な動作を学習するため人による調整に比べ、短時間で調整が可能。より速く動作し、より速く学習し、生産性向上を支援します。



発電機用薄型点検ロボット

新開発の走行機構などで厚み19.9mmを実現。人の入り込めない隙間を走行し、高精度かつ短期間で発電機内部を点検します。発電機の信頼性確保、精密点検周期の延長による稼働率の向上、点検コストの削減などに貢献します。



サイバー攻撃検知技術

相次ぐ企業へのサイバー攻撃。侵入したウイルスの活動を50個程度の攻撃手口に分類し、検知する「サイバー攻撃検知技術」。想定される攻撃シナリオにそって攻撃手口が発生しているかをチェックし、高精度でサイバー攻撃を識別。情報漏洩を未然に防止します。

直流大電流の高速遮断技術



5G基地局向け超多素子アンテナ
システム技術



高性能センサーデータベース



MRI用高温超電導コイル



海水アンテナ「シーエアリアル®」



部分一致対応秘匿検索基盤ソフト
ウェア



次世代超大型望遠鏡TMT「分割
鏡交換ロボット技術」



超高速エレベーターを支える技術



プリント基板穴あけ用レーザ加工
機



放射能分析技術



IoT時代に向けたセキュリティー
技術



気液界面放電による新水処理技術



SiCパワーデバイス開発



関数型暗号



BD・HDD内蔵液晶テレビ・ユー
ザーアンタフェース



光アクセスシステム



X線吸収効果を利用したRoHS
指令対象物質高速除去技術



蒸気レスIHジャー炊飯器



ユニバーサルデザイン
開発評価ツール
UD-Checker



注目の研究・技術

産業用ロボット<AI力覚制御>



力覚制御にAIを活用し、
より速い動作、より速い学習を実現

先端技術総合研究所



労働人口の減少などにより、世界のものづくりの現場で産業用ロボットへの期待が急速に高まっています。三菱電機では当社のAI技術「Maisart（マイサーク）※1」を産業用ロボットの力覚制御に適用しました。

※1 「Maisart」は三菱電機AI技術ブランドの名称であり、独自のAI技術ですべてのモノを賢く（Smart）する思いを込めた、Mitsubishi Electric's AI creates the State-of-the-ART in technologyの略です。



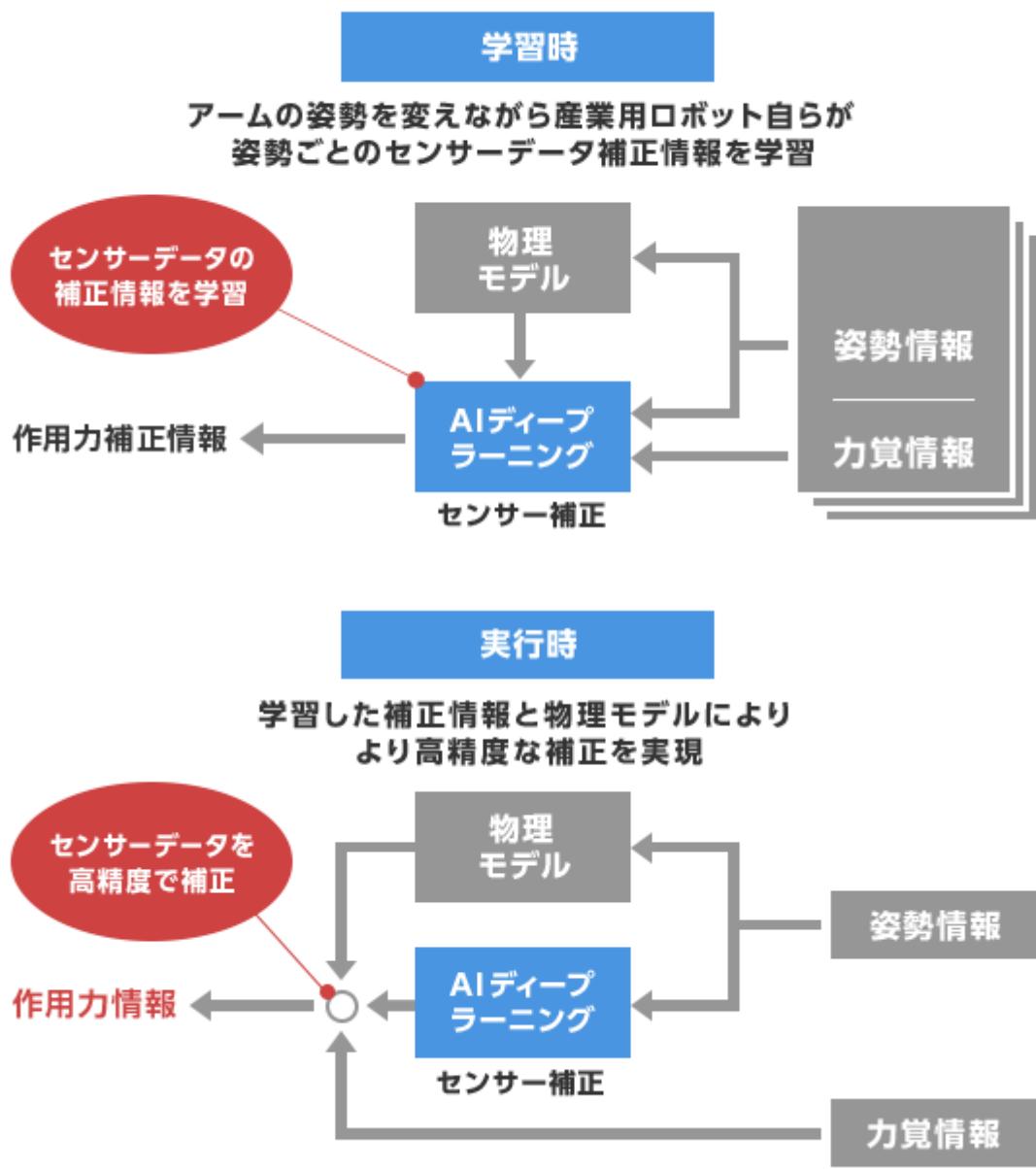
[解説ムービーを見る](#)

AIを活用したのは、ひとつめが「センサー補正」です。

組立作業等をする際、産業用ロボットはアームをさまざまな姿勢に変えて作業します。ロボットには、ロボットの手先にかかる力を検出する力覚センサーが付いていますが、ハンドの重量など余計な力がかかります。この余計な力は姿勢によって異なります。従来は、この余計な力を補正するため、姿勢を変えるごとにアームを一時停止しなければなりませんでした。

この「センサー補正」という行程に今回、AIを活用。姿勢に関する各種データにより生成された物理モデルと、さまざまな姿勢をとり、産業用ロボットが自ら学んだデータを併用することで高精度な「センサー補正」が可能になりました。これにより姿勢を変えるごとに動きを止めることなく、停止レスで次の作業に進むことができ、作業時間を短縮できます。

「センサー補正」概念図

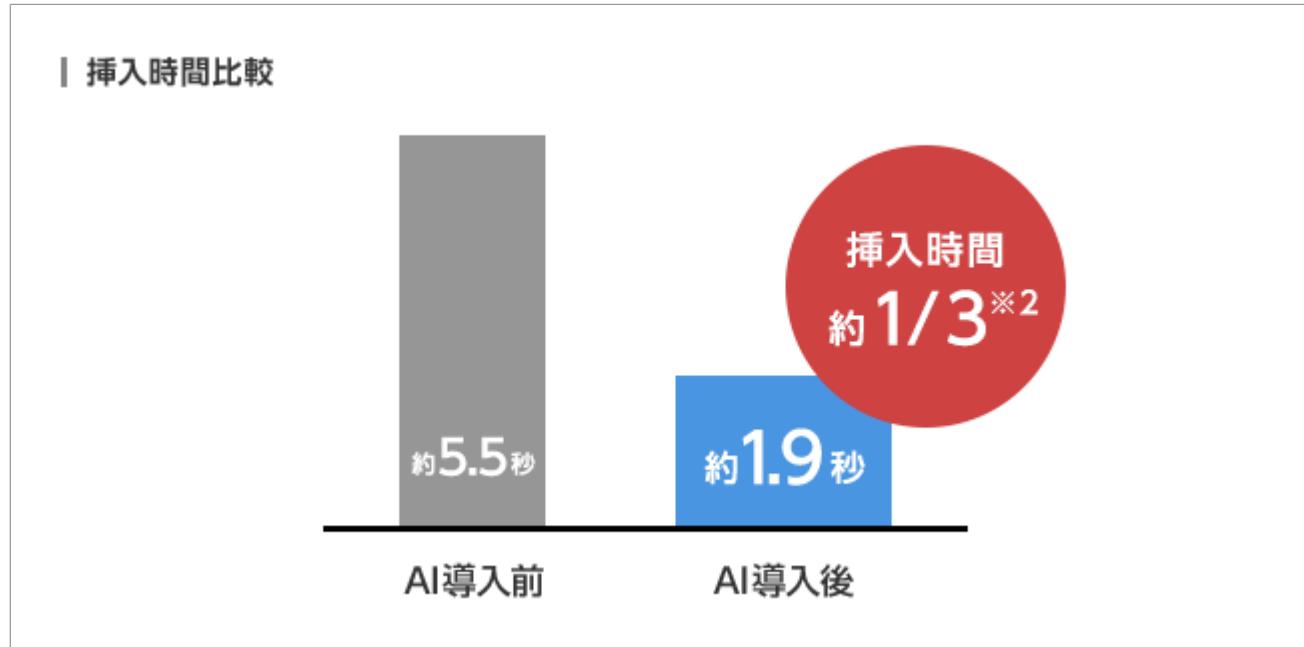


ふたつめが「挿入速度最適化」です。

力覚制御とは部品などの対象物にかかる力を制御しながら組立作業を行うための技術です。

組立作業の中でも「はめあい作業」は部品の突起部を穴に挿入する作業です。突起部と穴の隙間が非常に小さい場合に、部品に大きな力をかけず挿入するには極めて繊細な動作が必要になります。そのため従来の調整方式ではひとつの部品を挿入するのに約5.5秒かかりましたが、今回AIを活用したことであくまで高速化することに成功しました※2

※2 当社での挿入動作実験での事例。

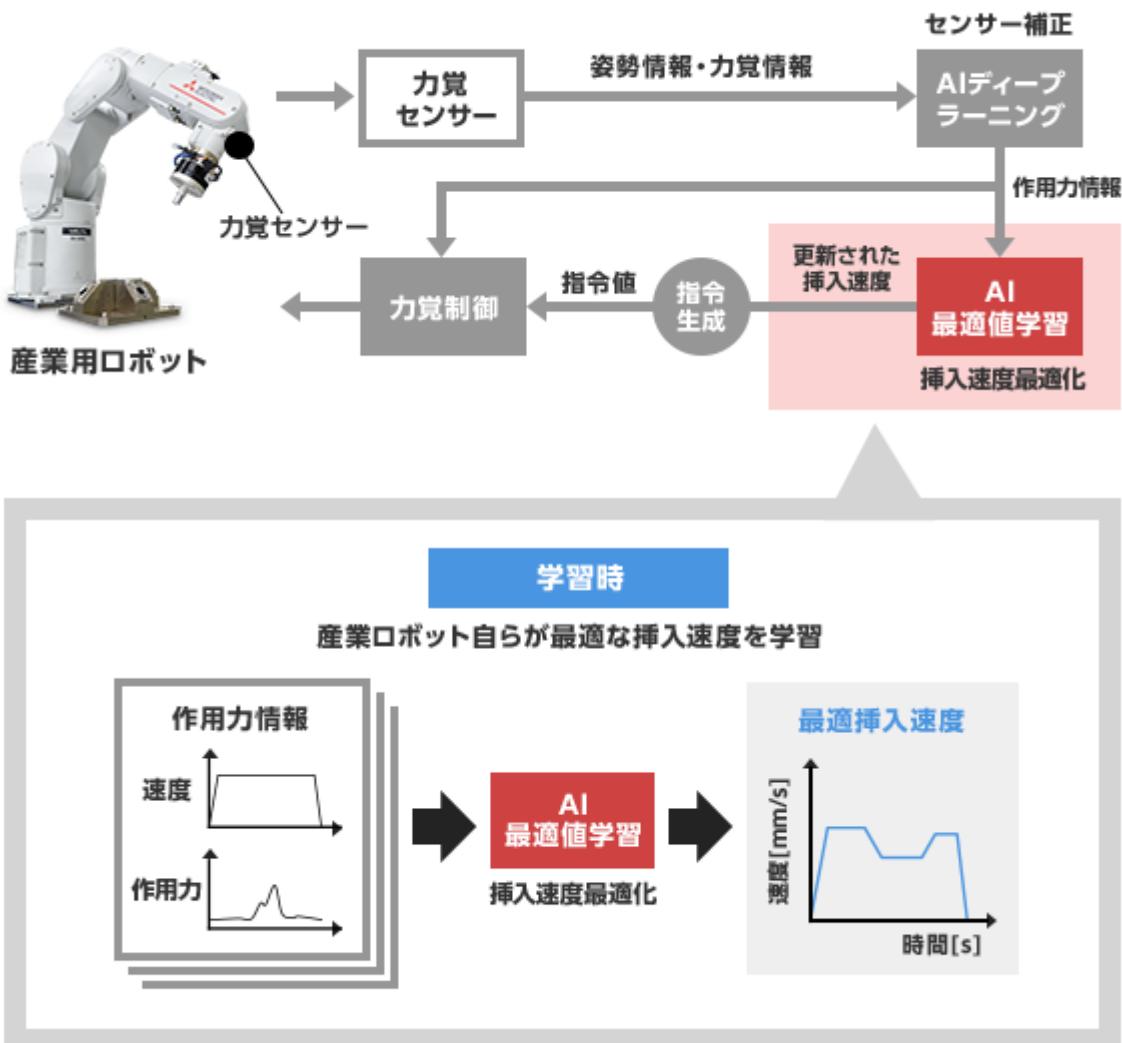


AIで挿入動作を産業ロボット自らが短時間で学習。

このような挿入動作を産業用ロボットに覚えさせるには従来は部品に過大な作用力をかけないという制約を満たすために人による試行錯誤で微妙な調整をする必要があり、多くの時間を要しました。

しかし今回の技術では最短約5分間、産業用ロボットが試行動作を繰り返すことで自ら最適な動作を学習します※2。AIを活用した「センサー補正」により、作用力の制約を満たしつつ速く挿入する、速く学習することが可能になり、生産性向上に貢献します。

「挿入速度最適化」概念図



次のページ

＜開発NOTE＞ 可能性を秘めたAIをツールとしてもっと使いこなしていきたい。

1

2

3

注目の研究・技術

産業用ロボット<AI力覚制御>

 Maisart

開発NOTE

可能性を秘めたAIをツールとして
もっと使いこなしていきたい。



先端技術総合研究所 白土 浩司

どんなに優れた技術でもお客様からの距離が遠いモノでなく、使いやすいモノでないと広まっていかない、そう考えています。産業用ロボットを今後さらに普及させるには、何がボトルネックになっているか。現場の方々の多くの声を聞き、その答えのひとつが速さであることに気づきました。

お客様が求める速さと従来の力覚制御の間には溝がある。その溝を埋めるには今までとは違う大胆なアプローチが必要だと考えました。それがAIの活用です。

AIを活用するといっても正直、不安もありました。AIと聞くと、「問題の最適解や方策を与えてくれるが、ブラックボックスで本質が見えにくいもの」というイメージを持っていました。その先入観による不安は研究を続けるうちに期待に変わりました。

具体的なアプリケーションを試したことで、いろいろなところで応用できるのではと、AIの可能性を肌で感じました。「AIはおもしろい使い方ができるはず。これからの時代はツールとしてAIを使いこなせないといけない」、そう思いました。

どう使えばAIが活きてくるか、ひとつの事例を提示できたと思います。

AIは近年とても注目を集めていますが「どこに使ったらいいのか、まだはっきりと見えてこない」という声をお客様から聞くことがあります。こんな使い方をすればAIは活きてくるんだ、そんなひとつの事例を提示できたのではないでしょうか。

我々の意識として、技術力をアピールするだけでは意味がない、現場にとってどれだけうれしいかが、開発を進める上で重要な判断基準です。ものづくりの現場で即戦力として役立つAIを目指し、研究しています。

AIが産業用ロボットの性能を最大限に引き出す、それによって組立工程における生産性が向上し、さらに産業用ロボット活用の裾野も大きく広がっていく、この技術はそんな期待の持てる技術だと思っています。



先端技術総合研究所 加藤 健太



次のページ

<開発NOTE> 必要十分な小さなAIアルゴリズムの構築がポイントでした。

1

2

3

注目の研究・技術

産業用ロボット<AI力覚制御>

 Maisart

開発NOTE

必要十分な小さなAIアルゴリズムの構築がポイントでした。



AIをどういった形で取り入れるのが適切なのか。それを見きわめるのに苦労しました。産業用ロボットに熟知した我々とAIに精通したメンバーでチームとして、多くの時間をかけ議論を重ねました。

当社のAI技術ブランドである「Maisart」はAIのコンパクト化が特長のひとつになっています。産業用ロボットは計算能力が高いとは言えません。そのためコンパクトさも開発の当初から課題として上がっていました。

学習のための試行回数を減らし、少ない計算量で質の高い学習結果を得るためににはどうすればいいか、必要十分な小さなAIアルゴリズムをどのように構成するか、さまざまな工夫を凝らしアルゴリズムのコンパクト化に取り組みました。

ロボット技術とAIがひとつになれば、新しい何かが生まれそうな気がする。

この技術を発表後、非常に多くの反響がありました。展示会のときに説明員としてお客様の反響を聞き、こういった技術が必要とされているんだと実感でき、現場で活きる技術を開発しなければと改めて思いました。

そのためにも今後、私たちロボット技術者もより深くAIを理解する必要があると思います。ロボット技術とAI、2つの最先端を組み合わせることでイノベーションがおきると確信しています。

先の時代のために、後輩たちのため、いい結果を残していきたい。

現在も製品化に向けて、どんな環境でどんなお客様が使っても安定して学習結果を得るために検証などに取り組んでいます。

人口減少で、産業用ロボットの活用が世界中で広がっており、いまはロボット技術者にとって自分たちの力で社会に貢献できる大きなチャンスだと思っています。

AIの進歩、安価になったセンサーなど、それらによって「化学反応」がおき、ロボット技術は大きく進歩しようとしています。産業用ロボットだけでなく、ロボットが社会に広く普及する、そんな時代の入口に私たちは立っている気がします。先の時代のために、後輩たちのために、より多くの成果を残していきたいと思っています。



この技術に関するお問い合わせはこちらから

1

2

3

注目の研究・技術

発電機用薄型点検ロボット

厚みわずか19.9mm、
高精度かつ短期間で発電機内部を点検。

先端技術総合研究所



社会に、暮らしに電力を供給し続ける発電機、その安全性・信頼性を守るには高い技術が要求されます。三菱電機では人の入り込むことができない発電機の固定子と回転子のごくわずかな隙間を走行できる厚み19.9mmの発電機用薄型点検ロボットを開発。6日間という短期間で高精度に発電機内部を点検できます。

従来の一般的な点検ロボットは厚みが30mm程度あり、当社製の発電機のうち、約3割の機種では固定子と回転子の隙間が狭くロボット点検を行うことができませんでした。今回開発した点検ロボットは走行ベルトによる独自の走行機構や打診でウェッジの緩みを評価するタッピング機構の改良などにより、大幅な薄型化を実現。当社製の中・大容量発電機全機種でロボット点検が可能になりました。



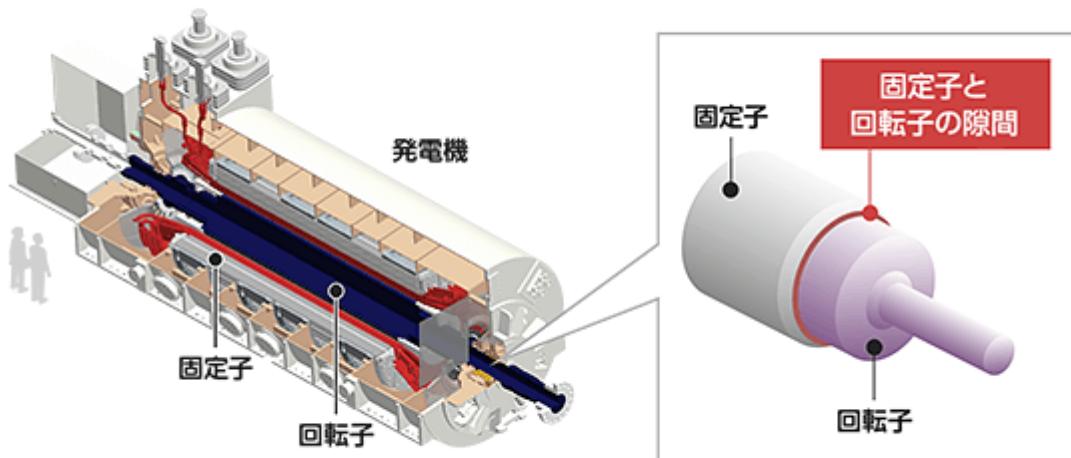
[解説ムービーを見る](#)

厚みわずか 19.9mm、6日間で高精度な点検を実現。



発電機用薄型点検ロボット

発電機構造図

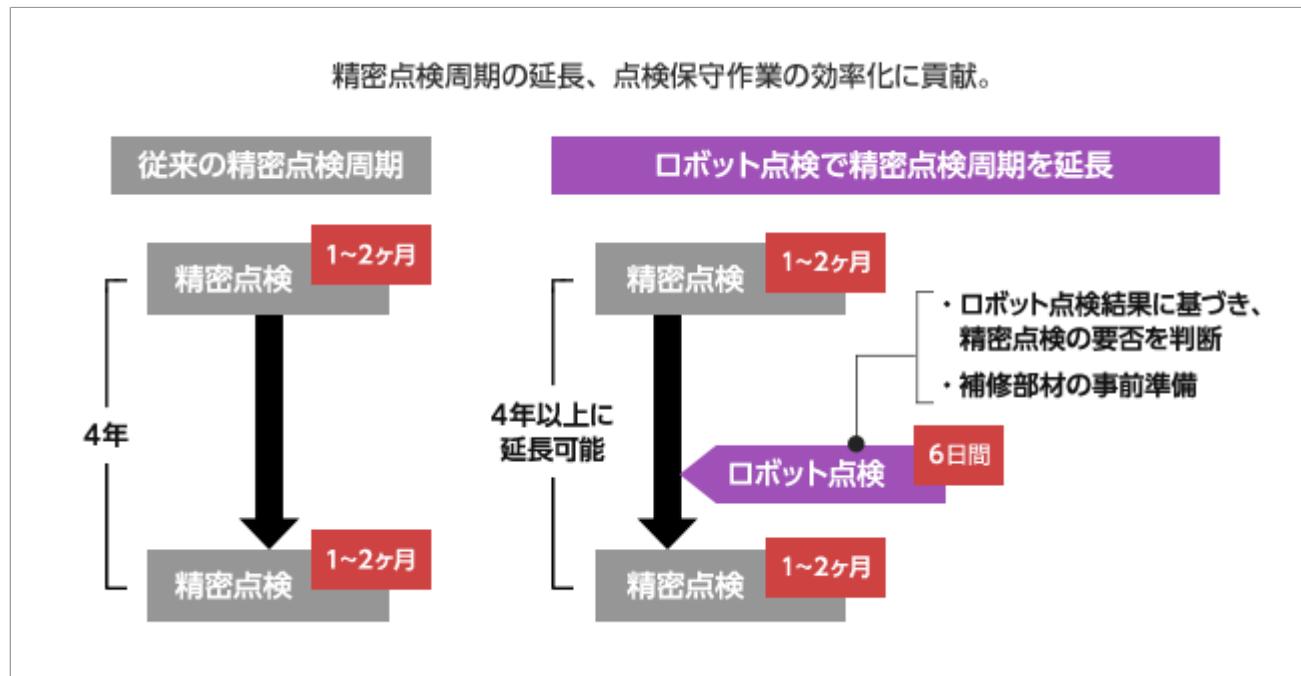


回転子を引き抜かずして短期間で点検でき、発電機の稼働率向上に貢献。

発電機は通常、4年※ごとに精密点検を行います。精密点検は発電機から回転子を引き抜く必要があるため1~2ヶ月の日数を要します。今回の点検ロボットは、回転子を引き抜くことなく短期間で「ウェッジ緩み評価」「カメラによる目視点検」「発電機固定子鉄心の欠陥検出試験」が行えます。

点検ロボットの導入により、精密点検周期の延長が可能になるほか、点検の結果に応じて精密点検前に補修部品を準備でき、点検保守作業の効率化が図れます。発電機の信頼性確保、発電機の停止期間削減による稼働率の向上、点検コストの削減など、さまざまな課題に応えるのが今回の点検ロボットです。

※当社推奨年数



次のページ

<技術紹介> 本体の薄さと低振動での走行を両立した新機構。

注目の研究・技術

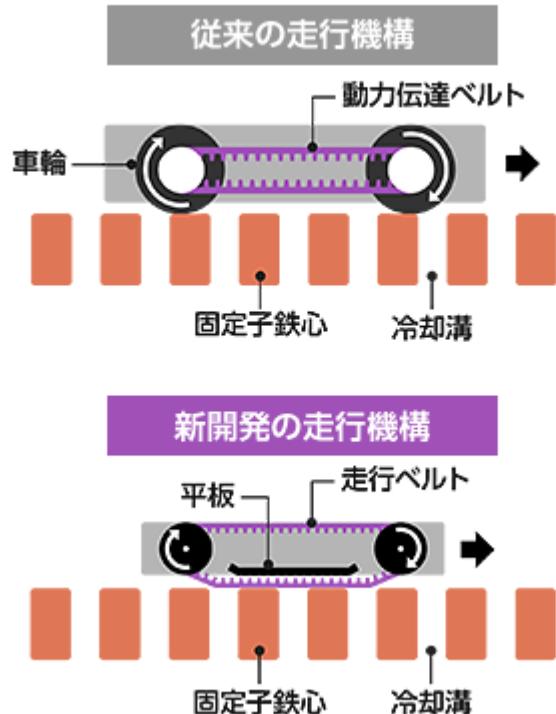
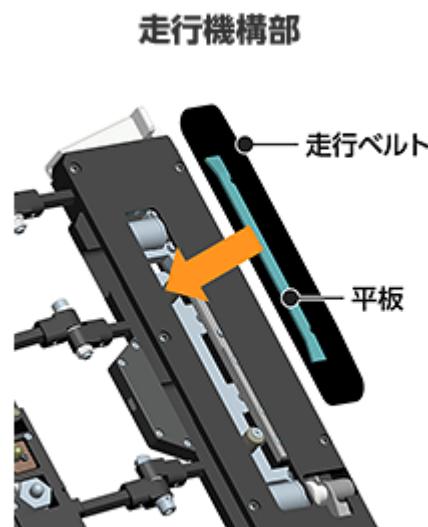
発電機用薄型点検ロボット

技術紹介

本体の薄さと低振動での走行を両立した新機構。



従来の一般的な点検ロボットは車輪と動力伝達ベルトで走行しますが、今回は独自の走行ベルトを用いた機構を採用しています。重機などでよく見かけるクローラと似た機構です。クローラの場合は車軸の間の滑車（ブーリー）がクローラを地面に押しつけて走行しますが、今回の点検ロボットは平板で走行ベルトを支え、磁力で走行面に密着することで安定した走行を実現しています。この新機構により、飛躍的な薄型化を実現するとともに、凹凸のある発電機内部を低振動で走行でき、高精度な検査が可能になりました。

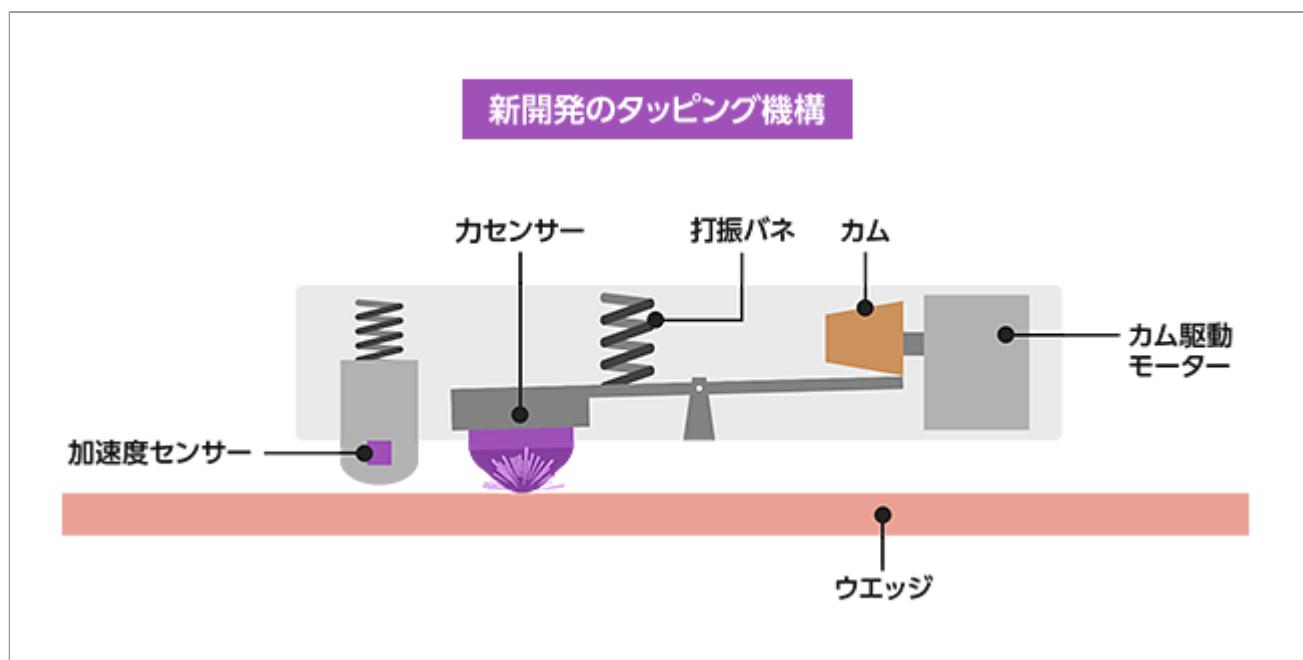
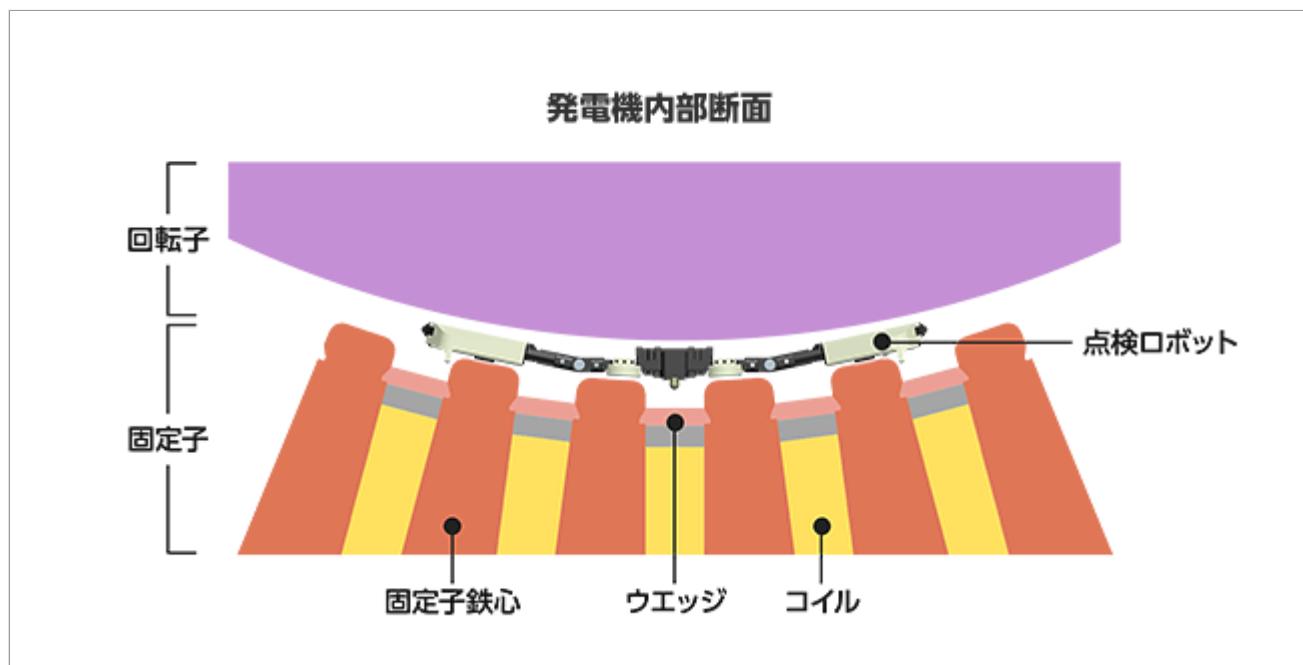


より薄型で、より強く叩ける独自のタッピング機構。

発電機の固定子には電磁誘導により電気を発生するコイルが埋め込まれています。コイルはウエッジと呼ばれる樹脂部材で蓋をするように固定されています。長期使用によりウエッジに緩みが生じるとコイルが振動してトラブルの原因になります。

今回の点検ロボットでは「ウエッジ緩み評価」を行うためのタッピング機構を独自に開発し、薄型化に成功しました。また「ウエッジ緩み評価」は打診によって行われますが、その打撃力が従来の10倍※にまで向上。より強く叩くことで緩みの程度をはっきりととらえ、振動解析技術と組み合わせることで、従来は3段階であった緩み評価を5段階と、よりきめ細かく判定できるようになりました。

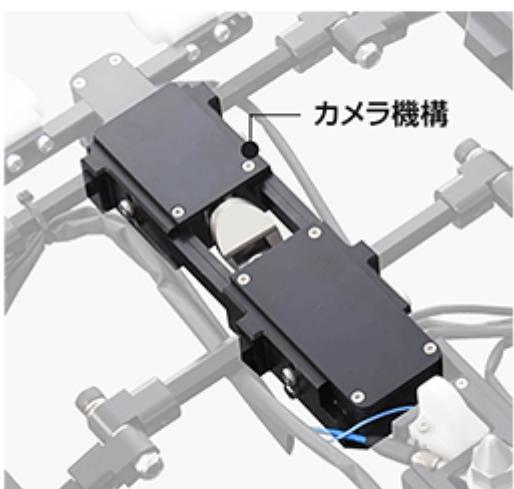
※ 市販の点検ロボットとの比較（2017年1月25日現在、当社調べ）



短期間の検査で、精密点検の約6割の点検項目をクリア。

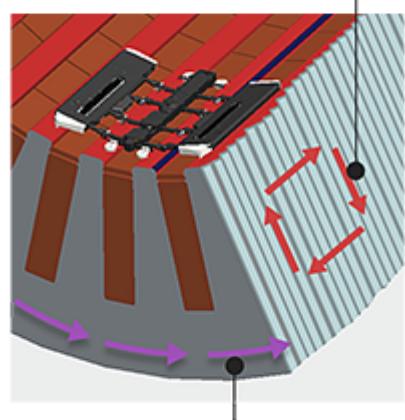
「ウェッジ緩み評価」の他に、今回の点検ロボットは「カメラによる目視点検」と「発電機固定子鉄心の欠陥検出試験」を行うことができます。「カメラによる目視点検」は一台のカメラと鏡を使い固定子側・回転子側の両方を撮影でき、傷や構造物のズレなどを確認できます。また「発電機固定子鉄心の欠陥検出試験」は試験的に電流を流し、固定子鉄心の劣化により短絡電流が発生していないかをチェックします。点検ロボットは6日間という短期間で発電機の状態を最大限知ることができます。

カメラによる目視点検



発電機固定子鉄心の欠陥検出試験

固定子鉄心の層間絶縁不良による
短絡電流



試験的に電流を流すことによって磁束が発生



次のページ

<開発NOTE> 冷却溝のある凸凹道でも少ない揺れで走行できます。

1

2

3

4

注目の研究・技術

発電機用薄型点検ロボット

開発NOTE

冷却溝のある凸凹道でも
少ない揺れで走行できます。



先端技術総合研究所 水野 大輔

たびに振動が発生しますが、平板であればより振動を抑えることもできます。またシンプルな構造なのでコンパクト化・軽量化にも貢献します。

課題は平板でどれくらいの力で走行ベルトを支えればうまく走るか、ということでした。点検ロボットは磁力によって円柱形の発電機内部を360度、密着して走行します。逆さまになって走ることも、真横になって走ることもあるのです。どんな姿勢でも安定して走るためにには磁力の調整など、さまざまな工夫が必要でした。

薄さのなかで、十分な力を出すために突き詰めていきました。

タッピング機構を開発するにあたり、まず行ったのはハンマーで実際にウエッジを叩いてみることでした。評価に必要なデータを取るにはどれくらいの強さで叩けばいいかを知るためです。人なら必要な強さで叩くためにさほど力はいりませんが、この強さを点検ロボットで実現するのは大変だと、その時に実感しました。しかも厚み20mm以下にすべての機構を収めなければならぬのです。この薄さのなかで、十分な力を出すために突き詰めていったのが今回のタッピング機構です。

従来の点検ロボットのように直線的に打撃部が上下する直動型では必要な強さは得られないことは当初から分かっていたため、カムを使った回転型で開発を進めることにしました。カムとは運動の方向を変える部品のことです。構造はシーソーのようになっており、シーソーの一方にはカムが、反対側には打撃部が接します。カムの断面は巻き貝のような形をしており、モーターによってカムが回転するとカムの半径が変化します。それによって打撃部を上げ下げし、ウエッジを叩きます。通常、このような機構で使うカムは円柱形ですが、今回は独特な円錐形をしています。これにより点検ロボットの形状に合わせてモーターや打撃部などを直線的に配置することが可能になりました。



先端技術総合研究所 森本 貴景

独特の円錐形カム



次のページ
<開発NOTE> 人の代わりではなく、人のできないことをするロボットです。

注目の研究・技術

発電機用薄型点検ロボット

開発NOTE

人の代わりではなく、
人のできないことをするロボットです。



電力システム製作所 門田 直也

「エッジ緩み評価」は人では常に一定の基準で評価することは困難です。この点検ロボットなら正確に、客観的に評価できるのです。

人の手で「エッジ緩み評価」を行う場合、ハンマーで叩いてその打音で評価します。まさに熟練の技ですが、人によって評価にばらつきがでることもあります。今回の点検ロボットは振動解析技術により、検査結果を数値化して明確な基準のもとで、ばらつきを抑えた五段階での評価を実現しています。

フィールドロボットには「人に代わって作業をする」ものもありますが、今回の点検ロボットは「人のできない作業をする」のです。人が入れない場所で作業するという点もそうですが、「ウ

フィールドロボット分野で当社が一歩前に踏み出す、きっかけになればと思っています。

2017年の2月に、この点検ロボットを使ったはじめての点検をインドネシアで行いました。入念な試験をして挑んだとはいえ不安もありましたが、結果は良好でとても満足しています。すでにインドネシア以外でも導入が決まっており、出だしは順調です。今後の課題は大きく分けてふたつです。ひとつは現在の3つの点検項目をさらに広げていくこと。もうひとつは6日間の検査期間の短縮です。



ロボット開発は今後ますます注目される分野であることには間違いないありません。フィールドロボットはどこで使うか、何に使うかによってまったく異なるため今回の技術をそのまま他分野に展開できるとは限らず、カスタマイズが必要です。しかしこの開発で得た経験やノウハウが、当社がフィールドロボット分野で大きく前へ踏み出す助けになれば、そう願っています。



この技術に関するお問い合わせは[こちらから](#)

[1](#) [2](#) [3](#) [4](#)

注目の研究・技術

サイバー攻撃検知技術

ウイルスの攻撃手口を
50個程度に分類し、
サイバー攻撃を高精度に検知。

情報技術総合研究所



近年、サイバー攻撃による情報漏洩が相次いでいます。企業の信頼性を揺るがす深刻な脅威であると同時に個人情報流出にもつながり、私たちの暮らしを守るために見逃すことはできません。サイバー攻撃から情報システムを守るためにウイルス対策ソフトなどが導入されていますが、ウイルスは1日あたり100万種類以上※1増えていると言われ、感染を完全に阻止することは日々難しくなってきています。そのため従来のウイルスの侵入を防ぐ対策に加え、万が一ウイルスの侵入を許した場合でも、情報漏洩を水際で防ぐ新たな対策が必要になっています。

三菱電機ではウイルスの活動をわずか50個程度※2の攻撃手口に分類し、それぞれをログ分析で検知する分析ルールを定義しました。さらにサイバー攻撃はいくつもの攻撃手口を組み合わせて行われるため、攻撃手口の相関関係をチェックすることで、ハッカーの攻撃か正規ユーザーの活動かをより高精度で識別します。

三菱電機はこの「サイバー攻撃検知技術」の基本アイデアを2013年に他社に先駆けて考案。2016年に特許を取得しました（特許5972401号, 6000495号, 6053948号, 6058246号）。サイバー攻撃から企業を守る、暮らしを守る有望な技術として期待されています。

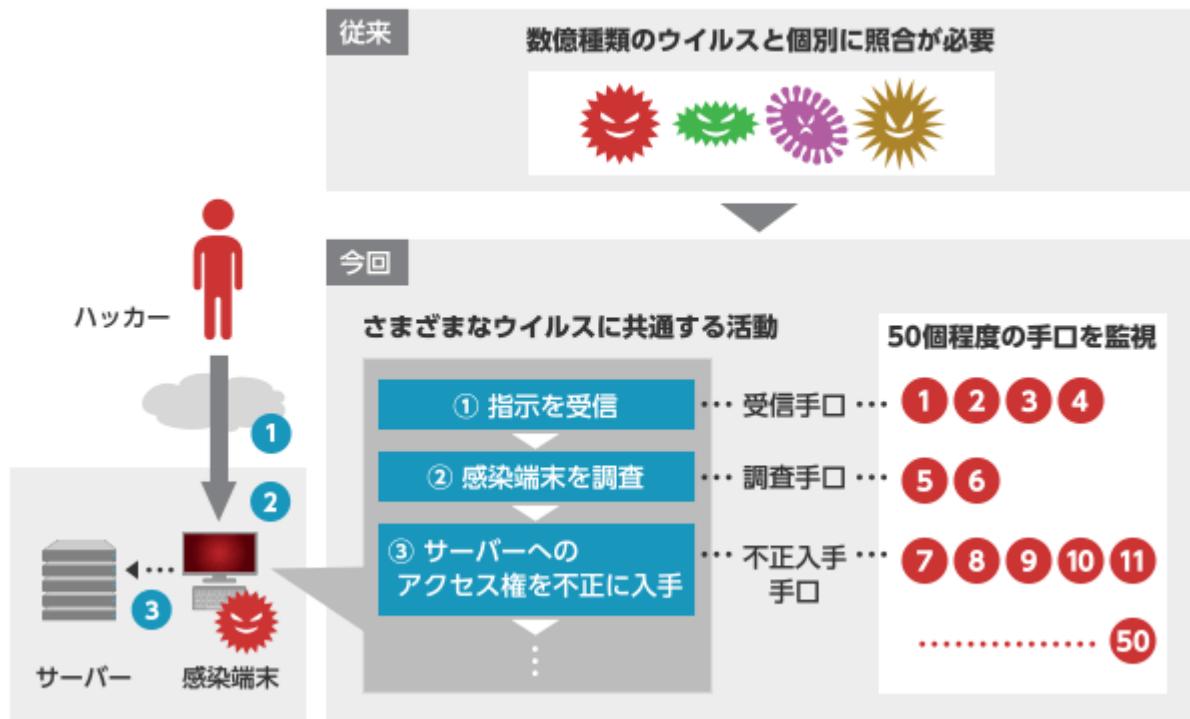
※1 出典:シマンテック社「2015年インターネットセキュリティ脅威レポート」

※2 2016年2月17日現在



[解説ムービーを見る](#)

1 ウイルスの活動を50個程度に分類して監視



次のページ

＜技術紹介＞ ウィルス自体ではなく、攻撃手口からウィルスの侵入を検知。

1 2 3 4

注目の研究・技術

サイバー攻撃検知技術

技術紹介

ウイルス自体ではなく、
攻撃手口からウイルスの侵入を検知。

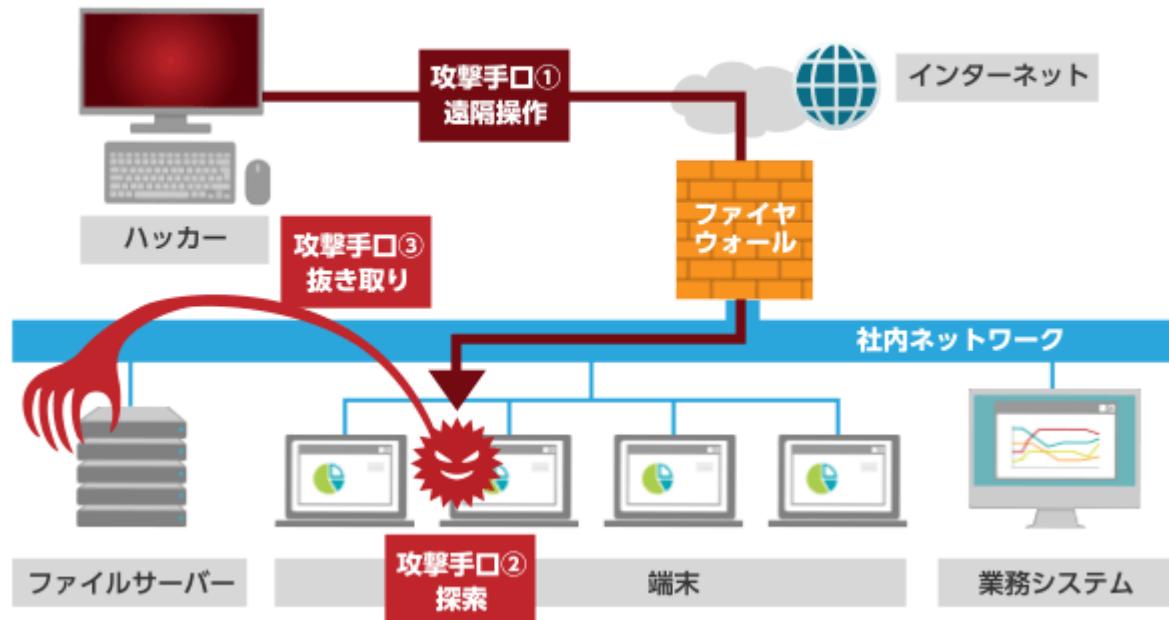


ウイルスは日々膨大な新種が発生していますが、機密情報の入手など悪事を働く活動はいくつかの共通する攻撃手口に分類することができます。ウイルスに感染した端末は、インターネットを介してハッカーから攻撃指示を受けます。これには「Web潜伏通信」という手口が用いられます。また指示を受けた端末は他の端末にもアクセスできるようIDやパスワードを盗もうとします。これが「ユーザーID密偵」です。種類の異なるウイルスでも使われている攻撃手口自体は似ています。

今回の技術は過去に起こったサイバー攻撃を詳細に分析。50個程度に分類した攻撃手口を監視します。ウイルス自体を見つけるのではなく、その活動からウイルスの存在を検知します。ウイルスの種類一つひとつに対応する必要がある従来のウイルス対策に比べ、限られた攻撃手口を監視することで、膨大な数のウイルスに対応できます。新しい攻撃手口は年に十数件※3しか増えていません。それらを分析ルールに加えていくことで、今後も増え続けるさまざまなウイルスから情報を守ることができます。

※3 当社調べ

複数の攻撃手口により行われるサイバー攻撃

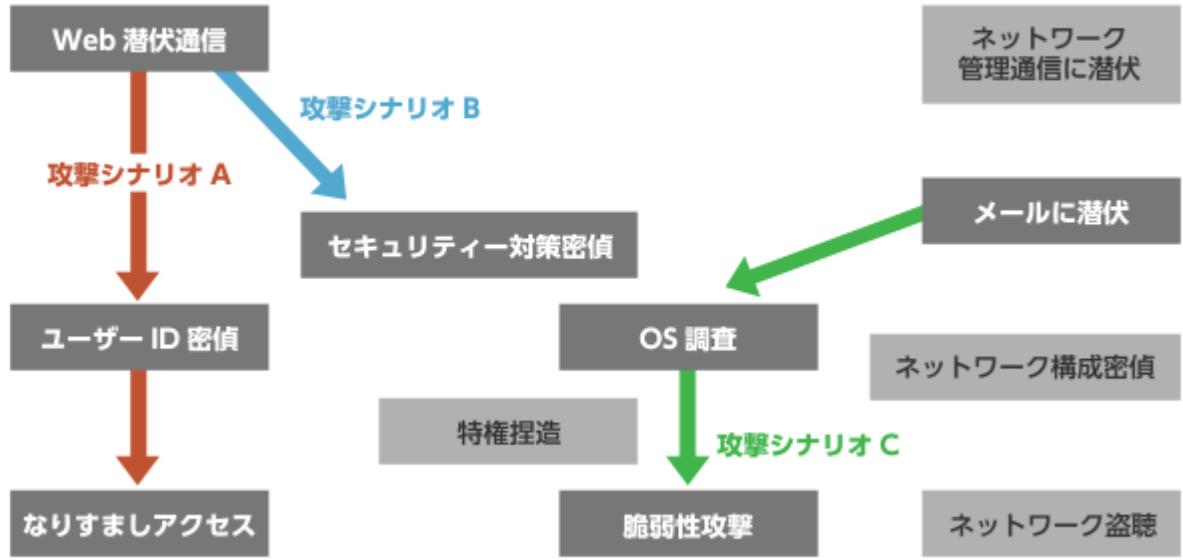


攻撃手口が攻撃シナリオにそっているかをチェックし、サイバー攻撃を識別。

攻撃手口の検知は、コンピューターやネットワークの使用状況を記録したログと呼ばれるデータを分析することで行います。ログはインターネットへのアクセスが記録されたもの、IDやパスワードでの認証を記録したものなど、多くの種類があります。分析にはそれらのなかから「Web潜伏通信」や「ユーザーID密偵」など、攻撃手口に応じたログを用います。

ログ分析によるウイルス検知はいままでも行われてきましたが、常に問題がありました。それはログの内容がハッカーによる活動を示すものなのか、正規のユーザーによるものなのかを正確に判断するのが困難な点です。例えば「Web潜伏通信」とアプリケーションの自動アップデートなど、バックグラウンドで行われる通信はパターンがよく似ているのです。今回の技術では攻撃手口が想定される攻撃シナリオにそって発生しているかをチェックします。つまりひとつのログを分析した結果だけで判断するのではなく、その前後にどのような活動が行われていたかを別のログ分析により調べ、総合的に判断します。これにより正規ユーザーの活動をハッカーの活動と見誤る誤検知を抑え、サイバー攻撃を高精度に識別できます。

Ⅰ 攻撃シナリオにそって攻撃手口が発生しているかチェック



次のページ
<開発NOTE> 「標的型攻撃」から企業を守るには新たな技術が必要でした。

注目の研究・技術

サイバー攻撃検知技術

開発NOTE

「標的型攻撃」から企業を守るには
新たな技術が必要でした。



この開発に着手した当時、密かに組織内ネットワークに侵入して端末やサーバー内部を探り情報を盗み出す「標的型攻撃」により、海外の大きな企業で立て続けに情報漏洩が起り始め、これからは既存のウイルス対策だけでは情報を守りきれないのではという不安が広がっていました。ウイルスの侵入を防ぎきれないとすれば、常に情報システムを監視するしかない、しかしどのような方法が有効なのか、その答えは見つかっていませんでした。

この「標的型攻撃」に対処するために、当社がいち早く着目したのが「攻撃手口を検出し、想定される攻撃シナリオと照らし合わせる」という今回の技術の考え方です。既存のウイルス対策と、万が一の時も情報漏洩を防止できるこの技術を併用することで、「標的型攻撃」に対してより盤石なセキュリティー対策が可能になると考えたのです。

攻撃手口を見つけ出し分類するために、今までの経験が活きました。

開発に際してまず始めたのは、どのような攻撃手口があるかを洗い出すことです。過去に公開されたサイバー攻撃のレポート一つひとつに目を通して、使われた手口を人の手で整理していきました。地味な作業ですが、この技術のベースとなるものなので、レポートにじっくり目を通し、ひとつでも見逃さないように作業を行いました。

次は攻撃手口の分類です。例えば「このふたつの攻撃手口は一見別物に見えるが同じ種類ではないのか」、「この攻撃手口は本当に使われる可能性があるのか」など、一つひとつの事象を明らかにすることで、この技術を確立していきました。攻撃手口の洗い出しや分類は、機械的に行える作業ではありません。そのため今までの知識や経験がものをいいます。私はWebサーバーへの不正アクセスなど、長くサイバー攻撃に関する研究に携わってきました。そこで培ってきた経験が大いに役立ったと思っています。このようにして分類した攻撃手口を攻撃シナリオにそって、組み合わせていったのです。



情報技術総合研究所 榊原 裕之



次のページ

＜開発NOTE＞ 攻撃手口の痕跡は膨大なログデータのなかに隠れている。

1

2

3

4

注目の研究・技術

サイバー攻撃検知技術

開発NOTE

攻撃手口の痕跡は膨大なログデータのなかに隠れている。

次の段階は、それぞれの攻撃手口をどうやってログ分析で見つけ出すかです。ログは膨大なデータです。そのうちどの部分を分析に活かすのか、どの部分は除外するのか、検討する必要があります。これならという方法を見つけても実験で試してみると思い通りに進まず、試行錯誤の繰り返しでした。

またログ分析においてハッカーの活動と正規ユーザーの活動を見分ける基準をどこに設けるかは非常に難しい問題です。あまり基準を厳しくすれば、正規ユーザーの活動も怪しい活動と見なされ誤検知が起こります。逆に基準が緩すぎれば、ハッカーの活動を見逃してしまいます。例えばID・パスワードによる認証エラーがどれくらいの頻度で発生したかなど、判断の基準をしきい値として設定するのですが、その設定は今までに起こったサイバー攻撃の例をもとに値を決めます。しかし最終的な微調整は経験・ノウハウが必要になります。このしきい値の設定は、攻撃の手口を漏らさず検知しつつ、なおかつ誤検知を抑えるという相反する要求を両立する上で、非常に重要になってきます。



情報技術総合研究所 河内 清人

情報を守る技術から社会インフラを守る技術まで。活用分野を広げていきたい。



現在、実証実験を行う準備に取りかかっています。今後、この技術を実用化するにあたって、導入先の情報システムにどうマッチングさせていくかは課題のひとつです。どのようなログを取得しているかは情報システムによって異なるためです。もし想定したログが取得できなければ、どのログで補完するのか、どのように分析ルールを変更するのかなど、ケースバイケースでの対応が必要になってくると思います。

今はまずこの技術を世に送り出すことが先決ですが、将来的には他分野への展開も可能だと考えています。例えば電力設備など、社会インフラの情報システムをサイバー攻撃から守ることです。企業の情報を守る技術から暮らしを支えるインフラ設備を守る技術まで。今後さらに社会貢献できる技術として成長する可能性を秘めていると思っています。



この技術に関するお問い合わせはこちらから

1

2

3

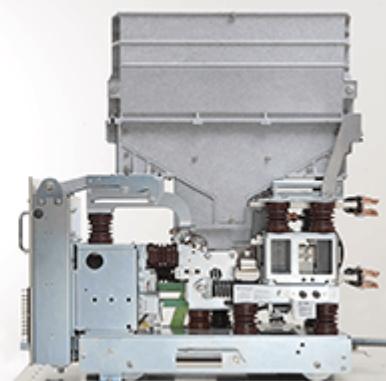
4

注目の研究・技術

直流大電流の高速遮断技術

世界最速で短絡電流を検出・遮断。
高密度で運行する鉄道の
安全に貢献。

先端技術総合研究所



人・モノの移動を支える鉄道は暮らしに欠くことのできない重要なインフラのひとつです。近年では人口が集中する都市部において列車ダイヤの高密度化が進んでおり、使用電力量が増加傾向にあります。そのため発電所からの交流電流を鉄道向けの直流電流に変換する変電所も大電流への対応が必要になっています。三菱電機では鉄道向け直流高速度遮断器において遮断容量100kAに対応するとともに、世界最速※の遮断時間13ms未満を実現する技術を開発しました。

直流高速度遮断器とは架線の断線などにより発生する短絡電流を遮断する装置です。事故が起きた箇所だけを切り離すことで、周辺機器の損傷や他路線での運転停止といった被害拡大を防止します。今回の技術では短絡電流を瞬時に検出して遮断し、遮断容量100kAの大容量で国内規格（JIS E 2501-2 種類H2）に対応しました。三菱電機は長年の経験にもとづく確かな技術力でより安全で正確な列車運行を支えます。

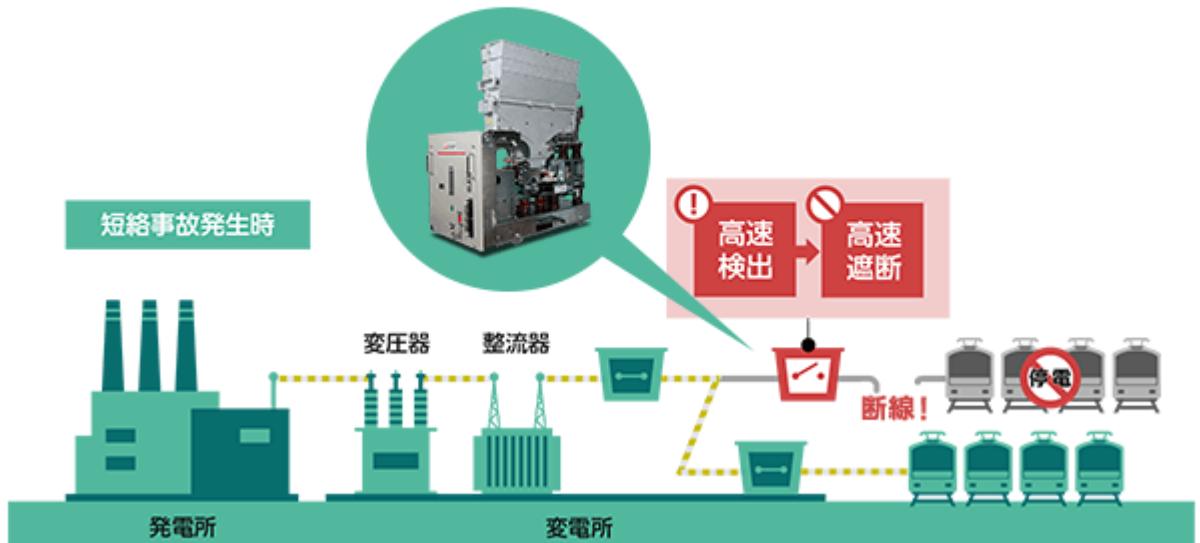
※ 2017年1月30日現在（当社調べ）、気中遮断器（遮断容量100kA）において。



[解説ムービーを見る](#)

事故のあった箇所を切り離すことで被害を最小限に

直流高速度遮断器



次のページ

＜技術紹介＞ より速い応答と、より速い遮断で鉄道システムを安全に保護。

1

2

3

4

注目の研究・技術

直流大電流の高速遮断技術

技術紹介

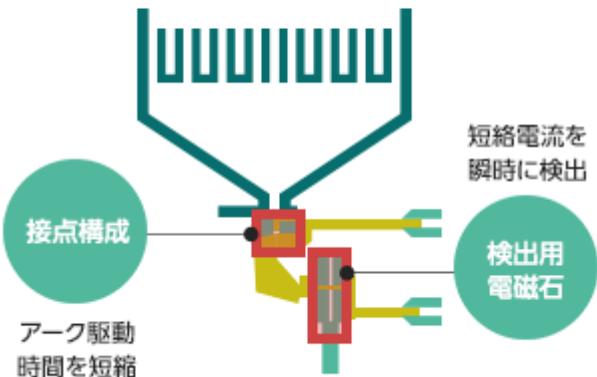
より速い応答と、より速い遮断で
鉄道システムを安全に保護。



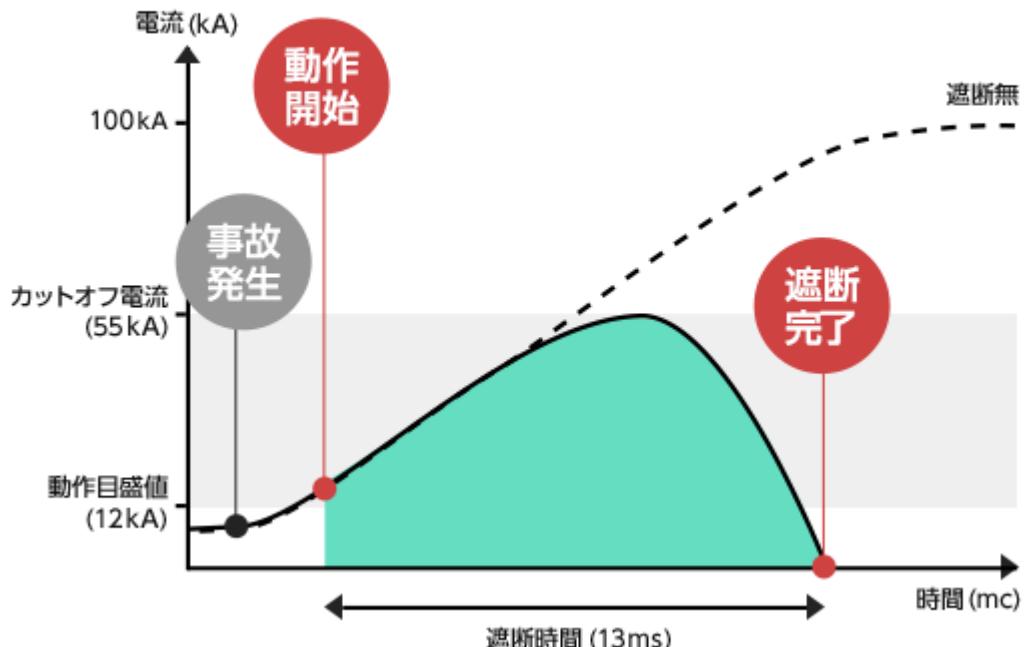
直流高速度遮断器は、検出用電磁石が短絡電流を検出すると接点を開いて遮断動作を開始します。接点の間にはアーカ（強い発光を伴って発生する高温の放電）が発生し、短絡電流はアーカを介して流れます。アーカを消さなければ短絡電流を遮断することはできません。

直流高速度遮断器は、接点の間に発生したアーカを、アーカを消すグリッドまで移動させて短絡電流を遮断します。またアーカを消す時間も重要です。短絡電流は時間とともに大きくなるため、すみやかに遮断しなければさまざまな機器に影響をあたえかねません。JIS E 2501-2 種類 H2では、遮断容量100kAに対しては短絡電流が55kAに上がる前に遮断するよう定められており、これを実現した装置はこれまでありませんでした。当社ではすみやかな遮断を実現するため、2つのアプローチを試みました。ひとつは短絡電流を検出する検出用電磁石をより速く応答させること、もうひとつは接点間のアーカをより速く駆動させることです。

高速遮断を可能にした2つの新技術。



■ 本技術の遮断波形

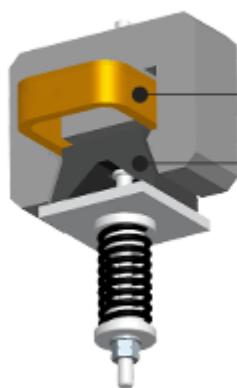


「U字型導体」の2つの磁界ループで、検出用電磁石の応答時間を3ms未満に短縮。

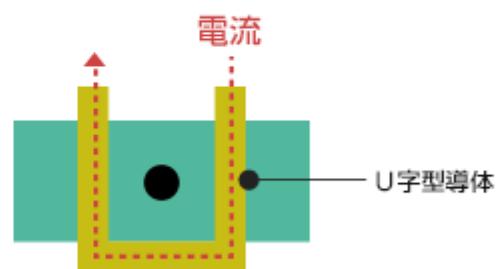
まず、短絡電流の高速検出を可能にしたのが検出用電磁石に採用した「U字型導体」と軽量化された「可動鉄心」です。検出用電磁石は、導体に流れる短絡電流の磁界を利用し、出力軸を動作することで接点を開く指令を出します。短絡電流が発生すると検出用電磁石の鉄心と可動鉄心の間に平常時よりも強い磁力が発生し、鉄心と可動鉄心の間に吸引力が発生します。その吸引力によって可動鉄心が動くことで、可動鉄心と一緒に出力軸が動作します。従来の「I字型導体」では導体を中心に発生する磁界ループはひとつだけです。しかし「U字型導体」では2つのループをつくりだすことができ、「I字型導体」に比べ2倍に相当する強い磁界の発生により出力軸を高速に駆動できます。

また、可動鉄心については、軽量化を追求するとともに磁力を効率的に利用できるよう設計されています。「U字型導体」の2つの磁界ループと軽く素早く動作する「可動鉄心」、この当社独自の技術が応答時間3ms未満の高速化を可能にしました。

検出用電磁石

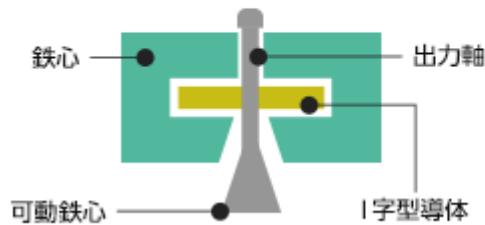


断面図(上面)

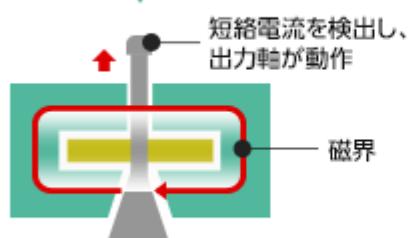


断面図(前面)

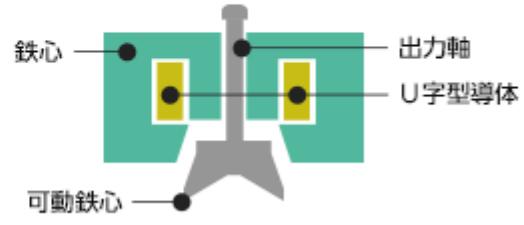
従来の検出用電磁石



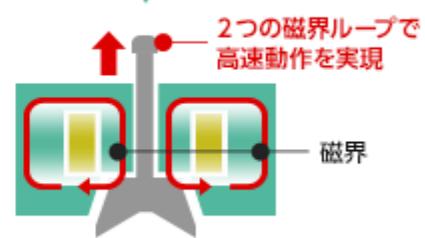
短絡電流発生



新開発の検出用電磁石

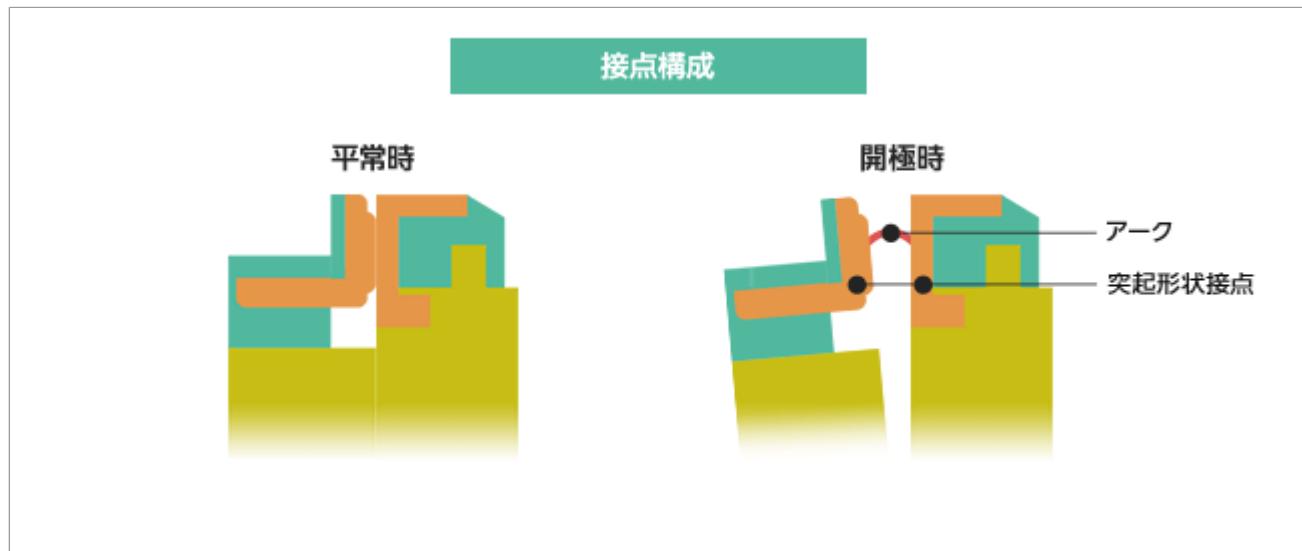


短絡電流発生



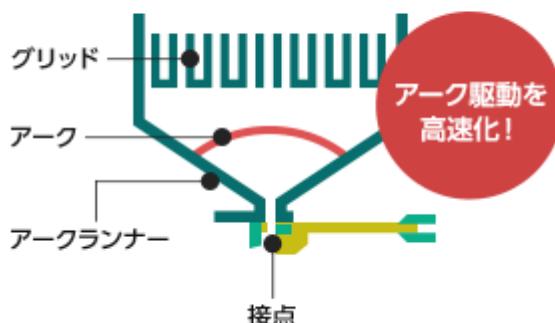
接点材料や形状の改良などで、アーク発生から遮断までの時間を10ms未満に高速化。

次にアークをより速く駆動させる技術です。それが「接点構成」の最適化です。接点で発生したアークは、アークランナーと呼ばれるガイドにそって、アークを消すための装置であるグリッドへ移動します。アークをより短時間で消すためにはグリッドまで移動する時間を短縮する必要があります。



今回、接点に突起形状を採用しています。アークは電磁力を受けることで駆動力が発生します。突起形状の接点を採用することで電磁力を高めることができになりました。さらに駆動性能に優れた接点材料を採用しました。これらに加えアークランナーやグリッドの構造に工夫を加えることで、アークの発生から遮断までの時間が10ms未満という、飛躍的な高速化が可能になりました。

アーチランナーやグリッドの構造を改良。



次のページ
<開発NOTE> 若いメンバーが一丸となって、世界一に挑みました。

注目の研究・技術

直流大電流の高速遮断技術

開発NOTE

若いメンバーが一丸となって、
世界一に挑みました。



先端技術総合研究所 中田 勝志

鉄道向け直流高速度遮断器のフルモデルチェンジは実に約40年ぶりです。そのため前回の開発に携わったメンバーのほとんどはすでに現場を退いています。今回の開発は若いメンバーを中心に、先端技術総合研究所と受配電システム製作所の研究者・技術者が所属部署の垣根を越え、世界一という大きな目標に向かって取り組んできました。

開発メンバーはそれぞれFA、ビル設備などの分野で遮断器開発を行ってきた精鋭です。しかし鉄道向けという初めての分野に挑戦するため、開発はゼロからのスタートと言っても過言ではありませんでした。まずは製品を知るために、アークの挙動や各機構の動作など、基本的なことから徹底的に調べ上げました。解析モデルひとつをとっても、従来の機種のデータを収集し、それを参考に新しい構造を解析モデルで検討するなど、手間と時間をかけ一歩ずつ前へと進んできました。

一枚のスケッチが、難問を解く鍵になりました。

世界最速の遮断を可能にした要素のひとつが、新たに開発した検出用電磁石です。この開発には非常に苦労しました。短絡電流を高速で検出するには、検出用電磁石の応答時間を短縮する必要があります、そのためには強力な磁力を発生させなければなりません。従来と同じ形状の導体でも鉄心の大型化により、強い磁力を発生させることは可能ですが、検出器が大きく重くなってしまいます。

当時は磁力をより効率的に利用するために鉄心構造を見直し、従来の導体でも応答時間を短縮できないか、検討を続けていましたが思うようにはいきませんでした。導体自体を見直すにしても一体どうすればいいのか悩んでいた時、従来の導体は平たい一枚の板ですが「なぜ一枚でなければいけないのか」ふとそう思ったのです。一枚の導体をU字型に曲げれば二枚分使うことができ、より強い磁力を発生できます。

私は入社当時、電磁石の設計を担当していました。電磁石による動力を利用するソレノイドアクチュエーターなどでは、コイルを何重にも巻くことで、磁力を発生させます。導体をU字型に曲げて二重にすれば、コイルを重ねて巻くのと同じような効果が得られると思ったのです。さっそくこのアイデアを手書きでスケッチに起こし、開発メンバーに送りました。この一枚のスケッチが悩み続けていた課題の突破口になりました。



受配電システム製作所 佐々木 央



次のページ

＜開発NOTE＞ 様々な分野で培ってきた技術を集結して高速遮断性能を実現しました。

1

2

3

4

注目の研究・技術

直流大電流の高速遮断技術

開発NOTE

様々な分野で培ってきた技術を
集結して高速遮断性能を実現しました。



先端技術総合研究所 相良 雄大

今回の遮断器では接点構成にも、従来にない新しい試みを取り入れています。接点構成を改良する上で、一番の核となるのが接点材料の選定です。これによってアーク駆動時間が大きく変わってきます。まず候補のひとつであった材料で試験を行ってみました。ところがアークが接点からある一定の地点に移るまでに約10msも時間がかかってしまったのです。目標ではアークが消え、電流を遮断するまでの時間を10msと定めていました。この材料では目標に遠くおよびません。新たな材料を求める論文などで情報を集める日々が続きました。その結果、ある材料に行き着いたのです。

この材料はいままであまり使われたことがなく、開発メンバーの中でも「本当にそれを使うのか」と思った人もいたはずです。しかし試験結果はその疑念を打ち払うものでした。

新しい材料が見つかったことで課題解決へ光が見えてきましたが、目標の時間をクリアするためには、さらに改良が必要でした。それが突起形状の採用です。この突起形状は従来、小電力向けの遮断器に使われてきたものです。これを鉄道向けに採用することにしました。今回の開発メンバーは、各分野の遮断器のプロの集まりです。それぞれのメンバーが他分野で培ってきた技術やノウハウ・経験、それらすべてを集結して高速遮断性能を実現しました。

直流100kAの電流をはじめて流した時の緊張感は忘れられません。

JIS規格取得のための最終試験はドイツにある施設に遮断器を持ち込んで行いました。国内には100kAの直流電流で遮断試験を行える施設がないのです。それまでに数え切れないほどシミュレーションを繰り返し、できうる限り試験を行ってきましたが、実際の100kAの直流電流を流すのは、ドイツでの試験がはじめてでした。

アークが発生した際のエネルギーはとても大きく、もし試験に失敗すれば遮断器を壊す恐れがあります。また場所がドイツのため、何度も試験に行くことはできません。まさに一発勝負といった心境でした。試験装置のスイッチが入る瞬間は、非常に緊張したのを憶えています。試験に成功した後、試験員が私たちに向かってひと言「Fast（速い）」と言ってくれました。世界の各メーカーがこの施設に遮断器を持ち込んで試験を行います。数多くの遮断器の試験を見てきた試験員が私たちの技術を認めてくれた、そんな思いがしてとても印象に残っています。



開発メンバーの熱い思いがあつてこそ、ここまで来られたと思います。



今回の開発メンバーのモチベーションは非常に高く、世界一を目指すというひとりひとりの熱い思いがあつてこそ、ここまで来られたと思っています。鉄道向け直流高速度遮断器の開発は数十年ぶりで苦労したので、今回の経験やノウハウを次の製品に、次の世代に継承していくのも私たちの使命だと思っています。世界最速の遮断、すなわち世界一の技術を開発したという自負はあります。それは研究者・技術者として、とても大きな自信になりました。

今回は鉄道向けですが、直流電流の送電系統は増えていく傾向にあります。例えばビルの受配電や太陽光発電システムなどです。この技術をそういった分野にも将来的には広げていけたらと思っています。鉄道向け直流高速度遮断器は世界中のメーカーがライバルです。国内はもちろん世界に目を向け、今後もさらに技術を磨いていきたいと思います。



この技術に関するお問い合わせはこちらから

1 2 3 4

注目の研究・技術

5G基地局向け超多素子アンテナシステム技術



第5世代移動通信を
独自の発想と技術でさらに快適に。

情報技術総合研究所

スマートフォンの普及などにより、移動通信におけるトラフィックが近年急激に増加しています。今後も増加のスピードはさらに加速の一途を辿ると考えられており、その対策として第5世代移動通信（5G）の研究が世界各国で活発に行われています。5Gの実用化は2020年以降と見込まれており、その実現にはさまざまな技術の高度化が必要です。



[解説ムービーを見る](#)

三菱電機では、「5G基地局向け超多素子アンテナシステム技術」の研究に取組んでいます。5Gでは、アンテナに設置された素子の一つひとつから出る電波を組み合わせてビームを形成し、各端末に向けてビームを照射することで、一人ひとりにとって快適な通信環境を作り出します。しかし、既存の技術の適用では、基地局の設置が困難なほど装置規模が大きくなってしまうことが課題でした。当社は、小型化の厳しい要求を満たす「アナログ-デジタルハイブリッド構成」と高周波回路部品の高集積化という画期的な技術で、超多素子で構成されるアンテナを実現します。また従来比50倍※の伝送速度を実現する「マルチビーム多重技術」と、混雑した街中でも一人ひとりにとって快適な通信を実現する「非線形多重対角化プリコーディング技術」によって、5Gを実用化するためのシステムにも目処を得ました。

社会は今後、IoTであらゆる機器がネットワークでつながる時代を迎えようとしています。社会インフラとしてますます重要度を増す移動通信の分野でも、当社は新しい発想と高い技術力で、一步先を行くソリューションを提供します。

※2016年10月時点における最新第4世代携帯基地局比



本成果には、総務省から委託を受けて実施した「第5世代移動通信システム実現に向けた研究開発」の成果の一部が含まれています。



次のページ

＜技術紹介＞ 高周波数帯を利用する5G実現のキーとなる超多素子アンテナ。

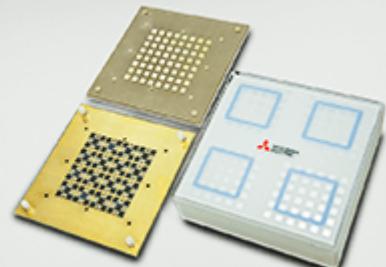
1 2 3 4 5

注目の研究・技術

5G基地局向け超多素子アンテナシステム技術

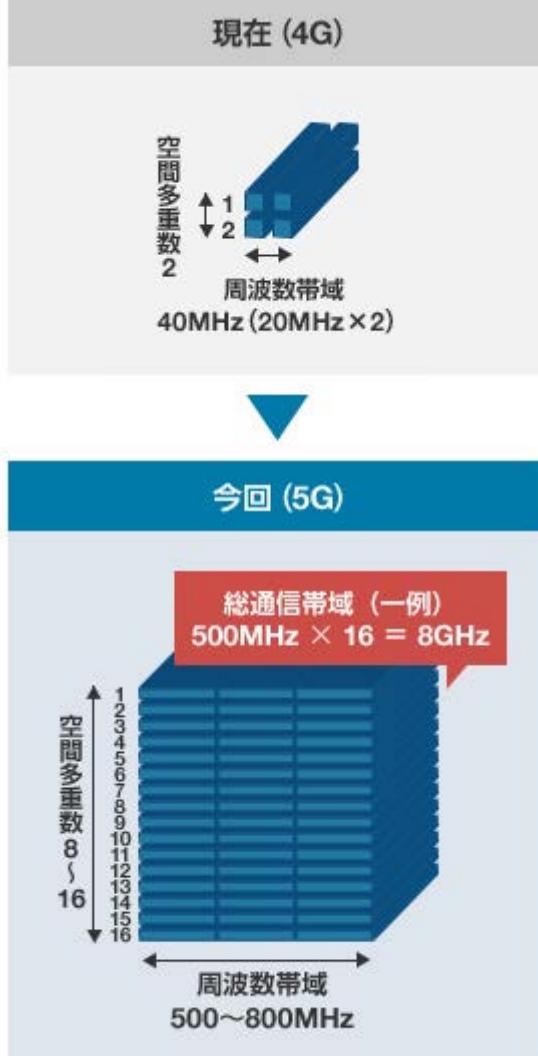
技術紹介

高周波数帯を利用する5G実現のキーとなる超多素子アンテナ。



5Gでは高SHF※帯などの高周波数帯の利用が見込まれています。高い周波数の電波は減衰しやすく、遠くまで届きにくいという性質があります。それを補うためには従来の基地局のように電波を広範囲に放射するのではなく、電波のエネルギーを集中させた細いビームとして電波を飛ばす方式が検討されています。超多素子アンテナは一つひとつの素子から出る電波を組み合わせてビームを形成し、それぞれの素子からの電波を制御することでビームの方向をコントロールできます。

また5Gでは高速通信を実現するために広い周波数帯域が必要です。しかし周波数資源は有限であり、限られた帯域で高速通信を行うには、別の角度からのアプローチが必要です。それが空間多重という考え方です。それぞれの端末に向けた細いビームを用いて、端末毎に異なるデータを並列に送信することで、無線通信を空間的に多重化します。第4世代移動通信（4G）に比べ、5Gでは空間多重数を上げることで、さらなる大容量化を実現しようとしています。たくさんのアンテナがひとつにまとまつた超多素子アンテナは、より高精度なビームを生成でき、高密度な空間多重を実現します。高周波数帯の電波を遠くまで飛ばす、空間多重により大容量化を実現する、5Gのふたつの課題をクリアできるのが超多素子アンテナなのです。



当社では、人工衛星などで培ったアクティブ・フェーズド・アレー・アンテナ（APAA）技術を応用して、高精度なビームを形成する超多素子アンテナを実現します。

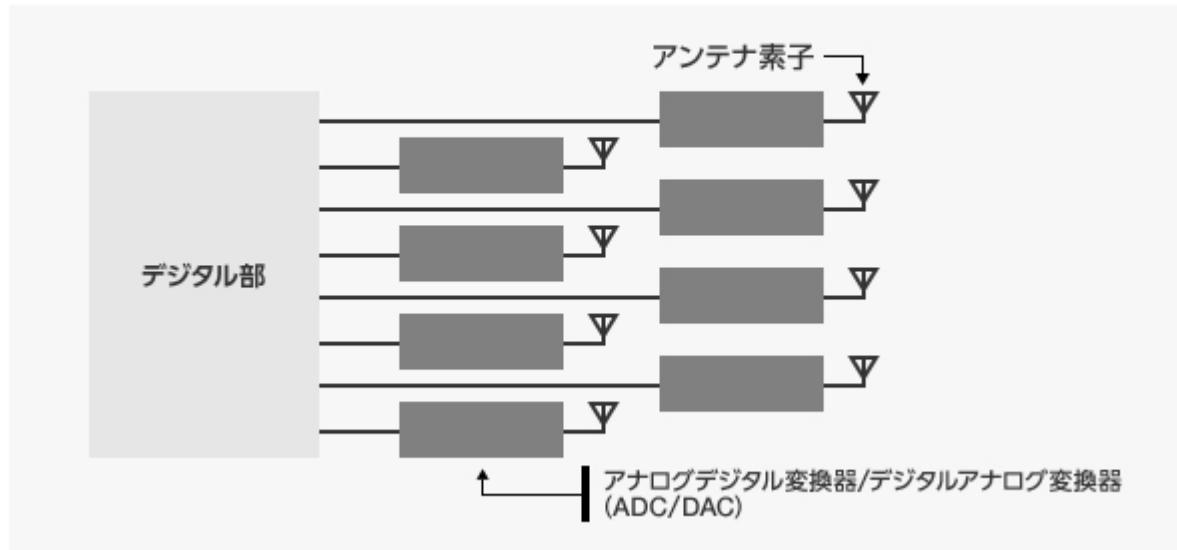
※SHF（Super High Frequency、3～30GHzの無線周波数）

目指したのは、超多素子アンテナをどこまで小型にできるか。

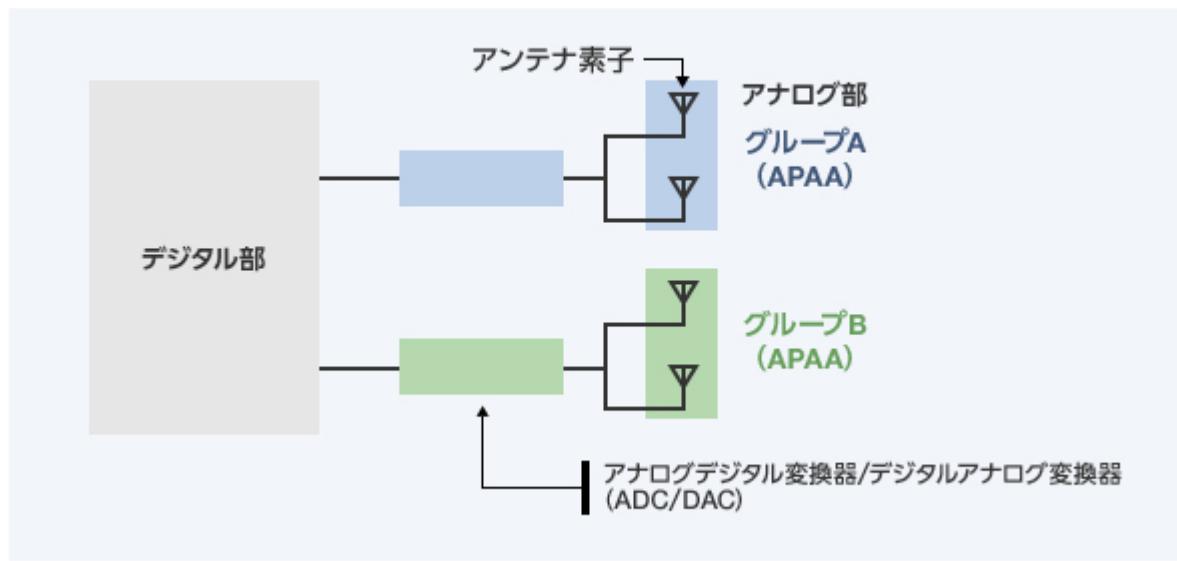
超多素子アンテナを街なかに設置する5G基地局に適用するためには、小型化が不可欠です。そのため当社で開発を行っている「高SHF帯超多素子アンテナシステム」には「アナログ-デジタルハイブリッド構成」という新しい方式を採用しています。低SHF帯の多素子アンテナシステムで多く提案されている従来のフルデジタル構成の場合、アンテナ一本に対して、デジタル信号との変換用にアナログデジタル変換器（ADC）とデジタルアナログ変換器（DAC）が一組必要でした。「高SHF帯超多素子アンテナシステム」でフルデジタル構成を採用した場合、アンテナ素子の数だけADC/DACが必要になるため、装置のサイズや消費電力、コストが大きくなりすぎてしまい、現実的ではありませんでした。

当社が取り組んだ「高SHF帯超多素子アンテナシステム」では複数の素子をグルーピングしてAPAAを構成し、1つのAPAAの電波を一組のADC/DACで変換することで、従来のフルデジタル構成に比べて劇的にADC/DACの数を減らせます。ビーム形成はアナログで、信号処理はデジタル、それが「アナログ-デジタルハイブリッド構成」です。この構成により、超多素子アンテナシステムの小型化が可能になりました。

Ⅰ フルデジタル構成



Ⅱ アナログ-デジタルハイブリッド構成



次のページ

＜技術紹介＞ 高周波回路部品の集積化で、さらなるコンパクト化を実現。

注目の研究・技術

5G基地局向け超多素子アンテナシステム技術

技術紹介

高周波回路部品の集積化で、さらなるコンパクト化を実現。

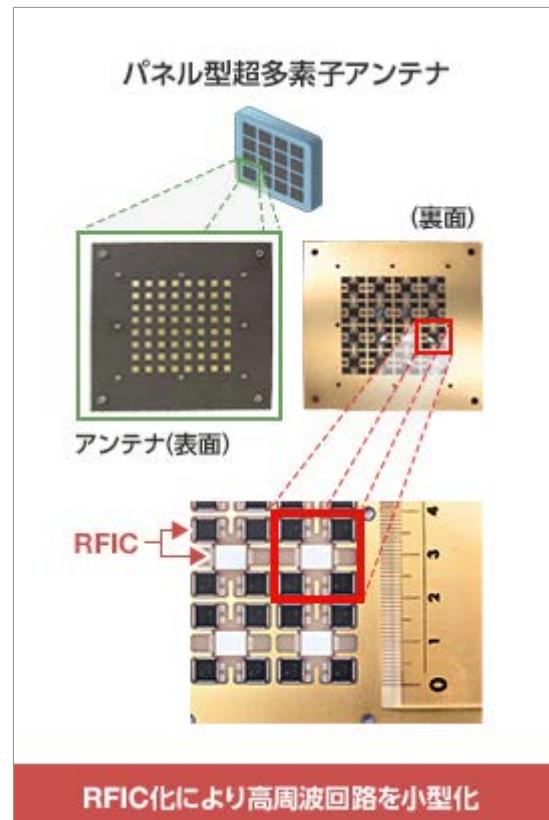
「アナログ-デジタルハイブリッド構成」に加え、さらなる小型薄型化を実現するために、当社では高周波回路部品の集積化に取り組みました。

従来の超多素子アンテナでは、アンテナの後ろに、ビームを形成するための移相器や電波を増幅する電力増幅器などの複数の高周波回路部品を搭載した、立体構造のモジュールが並んでおり、奥行きに厚みが生じます。今回の開発ではこの厚みを根本的に解消するための試みを行いました。それが高周波回路部品の徹底した集積化です。

複数の高周波回路を集積した小型・高性能なRFIC※を独自に開発し、アンテナの裏面にRFICを平面実装してアンテナと高周波回路を一体化することで、大幅な薄型化を実現しました。例えるなら、テレビがブラウン管から液晶へ、飛躍的に薄型化を遂げたような大きな進化だと言えます。

「アナログ-デジタルハイブリッド構成」と高周波回路部品の集積化、このふたつの技術により実現したのが「パネル型超多素子アンテナ」です。実用化されればビルの壁面などを利用して基地局を簡易に設置でき、5Gの普及に貢献します。

※RFIC (Radio Frequency Integrated Circuit、高周波集積回路)



RFIC化により高周波回路を小型化

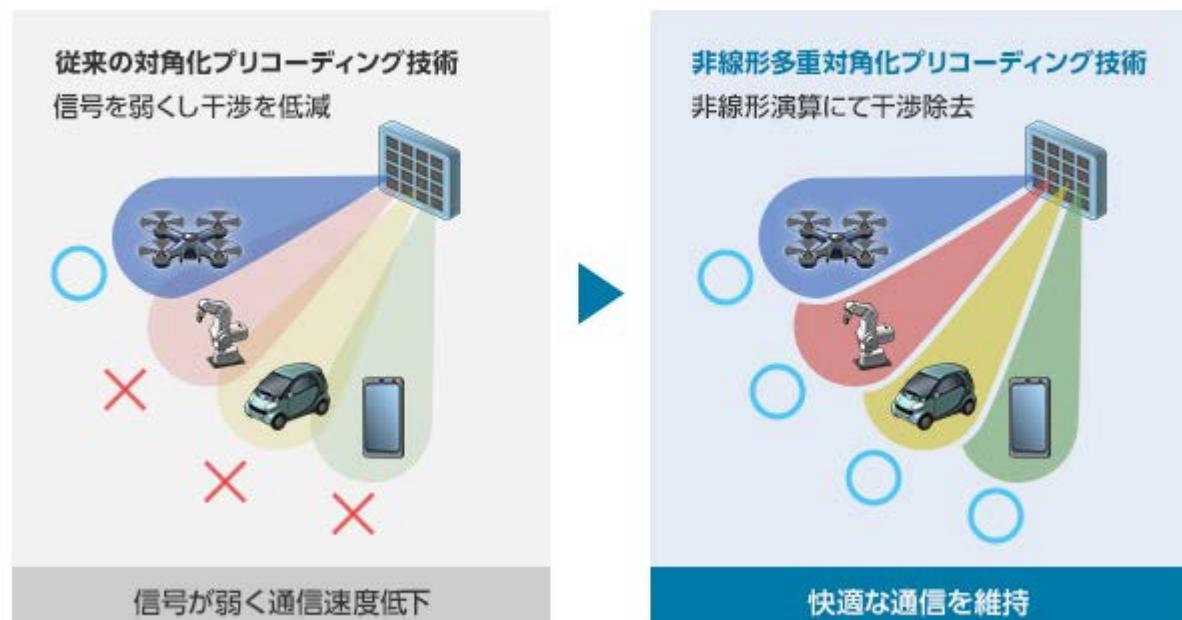
混雑した環境でも、一人ひとりに快適な通信を提供。

従来の基地局は周辺のエリアに広く電波を放射するのに対し、5Gで用いられる超多素子アンテナは端末一つひとつにビームを照射します。アナログでビームを形成する場合、遠くへ強い電波を飛ばせるものの照射したい方向以外にも不要な電波が漏れ出し、他の端末へ干渉を与えてしまいます。「アナログ-デジタルハイブリッド構成」では、デジタルのプリコーディング処理で不要な電波を抑圧して干渉を防ぐ「マルチビーム多重技術」により、複数の端末へ同時にデータを送ることが可能になりました。

さらにより快適な通信を実現するために開発したのが「非線形多重対角化プリコーディング技術」です。「マルチビーム多重技術」で端末それぞれにビームを飛ばしても、たくさん的人が集まる場所など、端末同士が近接した環境では、ビームが重なり合い干渉を起こすため、通信速度が低下します。ビームが重なり合った部分をカットすることで干渉を防ぐ、それが「非線形多重対角化プリコーディング技術」です。

この技術では多重対角化演算と非線形演算というふたつの信号処理を組み合わせています。多重対角化演算では、隣の端末のビームと重なり合うことを前提に強いビームを飛ばします。しかし強いビームは干渉を起こします。そこで非線形演算で余分なビームを除去します。従来の「対角化プリコーディング技術」では干渉を避けるためにビームを弱めるしかありませんでした。この技術は強いビームを飛ばし、しかも干渉を起こさず、快適な通信を実現します。これまで学術的検討が中心であった非線形演算型プリコーディングの実現に目処を得たことは画期的なことだと言えます。この「マルチビーム多重技術」と「非線形多重対角化プリコーディング技術」により、混雑した街中でも従来比の約50倍である20Gbpsの大容量通信の実現が可能となりました。

端末近接イメージ



次のページ

＜開発NOTE＞ 宇宙開発の技術を移動通信へ。とても大きなチャレンジでした。

注目の研究・技術

5G基地局向け超多素子アンテナシステム技術

開発NOTE

宇宙開発の技術を移動通信へ。
とても大きなチャレンジでした。



鎌倉製作所
山口 聰

当社では、災害時などに地上局を経由せずに人工衛星を介して地上と通信を行うシステムなど、超多素子アンテナを使ったさまざまな技術を開発してきました。超多素子アンテナは人工衛星や陸域観測技術衛星2号「だいち2号」（ALOS-2）のレーダーにも使われています。携帯電話の基地局に超多素子アンテナを使うと初めて聞いたときは正直「本当にできるか？」そう思いました。超多素子アンテナは装置として決して小さなものではありません。それを街なかの基地局に設置できるサイズまで、小さくするのは非常に困難だと思ったからです。その疑問の答えとなったのが「アナログ-デジタルハイブリッド構成」や「パネル型超多素子アンテナ」という新しい技術でした。

アナログ高周波は独特の世界です。技術の蓄積がないと難しい分野です。当社は30年、40年にわたってこの分野で開発を続けており、先程の「だいち2号」のように豊富な実績もあります。超多素子アンテナを基地局に適用するという、こんなに大きなチャレンジを実現できるのは、当社だからこそと言えるかもしれません。

高性能・薄型・低消費電力のすべてを実現するための試み。

宇宙開発などでも超多素子アンテナの小型薄型化は求められます。これまで厳しいものではありませんでした。今回の開発ではサイズを小型にしつつ、さらに宇宙開発で求められるものと同等の性能を実現する必要があります。それを可能にしたのがRFIC※化でした。高精度なビーム形成、薄型、さらには低消費電力まで、すべてを実現するための試みです。今回開発したRFICには、私たちが今まで培ってきた高周波回路設計のノウハウが詰まっています。RFICに限らずこの開発すべてが私たち開発部門の技術の結晶だと思っています。

いま世界中で注目されている5Gという新しい技術フィールドに挑戦できることは、技術者にとってとてもやりがいのあることです。5Gの要素技術には、当社が得意とする技術がずらりと並んでいます。実用化まではまだまだ長い道のりですが、培った経験を活かしつつ、一つひとつの技術をさらに磨いていく必要があると思っています。

※RFIC (Radio Frequency Integrated Circuit、高周波集積回路)



情報技術総合研究所

中溝 英之



次のページ

＜開発NOTE＞ 快適な通信を提供するための信号処理技術を、それが与えられたミッションでした。

注目の研究・技術

5G基地局向け超多素子アンテナシステム技術

開発NOTE

快適な通信を提供するための信号処理技術を、それが与えられたミッションでした。

5G実現に向けての新しい提案として「アナログ-デジタルハイブリッド構成」に加え、より快適な通信を実現するプリコーディング技術を開発すること、それが私に与えられたミッションでした。私は学生の頃、MIMO※空間多重に関する技術を専門に学んできました。しかしいまから十年近くも前のことです。長いブランクを埋めるために、まずはいろいろな技術資料を調べることから始めました。その中で気が付いたのはこの分野はまだまだ大きな可能性を秘めているということでした。

今回開発した「非線形多重対角化プリコーディング技術」は、「アナログ-デジタルハイブリッド構成」の特徴をうまく活かせるプリコーディング技術とは何か、そんな考え方がベースになっています。社内でもこの分野を掘り下げて研究している研究者はあまりいないように思います。学生時代を含め、今までの経験がこの技術によって実を結んだと思っています。

※MIMO (Multiple-Input Multiple-Output、送信機と受信機の双方で複数のアンテナを使う方式)



情報技術総合研究所
西本 浩

5Gには今までにないイノベーションを生むチカラがあると思っています。



要素技術については、徐々に確立しつつあります。今後はそれらを組み合わせて、実証実験の段階へと進んでいきます。当面の目標は2018年のシステム実証です。そこではまたさまざまな課題がでてくると思いますが、それらを解決しながら、前へと進んでいきたいと思っています。その先には2020年以降の実用化が見えてくるはずです。

人工知能やIoTなど、今後の社会を変えるであろういくつものキーワードが飛び交っています。5Gもそんなキーワードのひとつです。これまで考えられないような高速通信・大容量通信をどこでも利用できるようになることで、交通システムや医療、さらには家庭のなかでも、大きなイノベーションが起きるはずです。その新しい社会づくりに私たちも貢献したいと思っています。



この技術に関するお問い合わせはこちらから

1 2 3 4 5

注目の研究・技術

高性能センサーデータベース

安価なハードウェアで
膨大なセンサーデータを高速蓄積、
高速検索・集計。

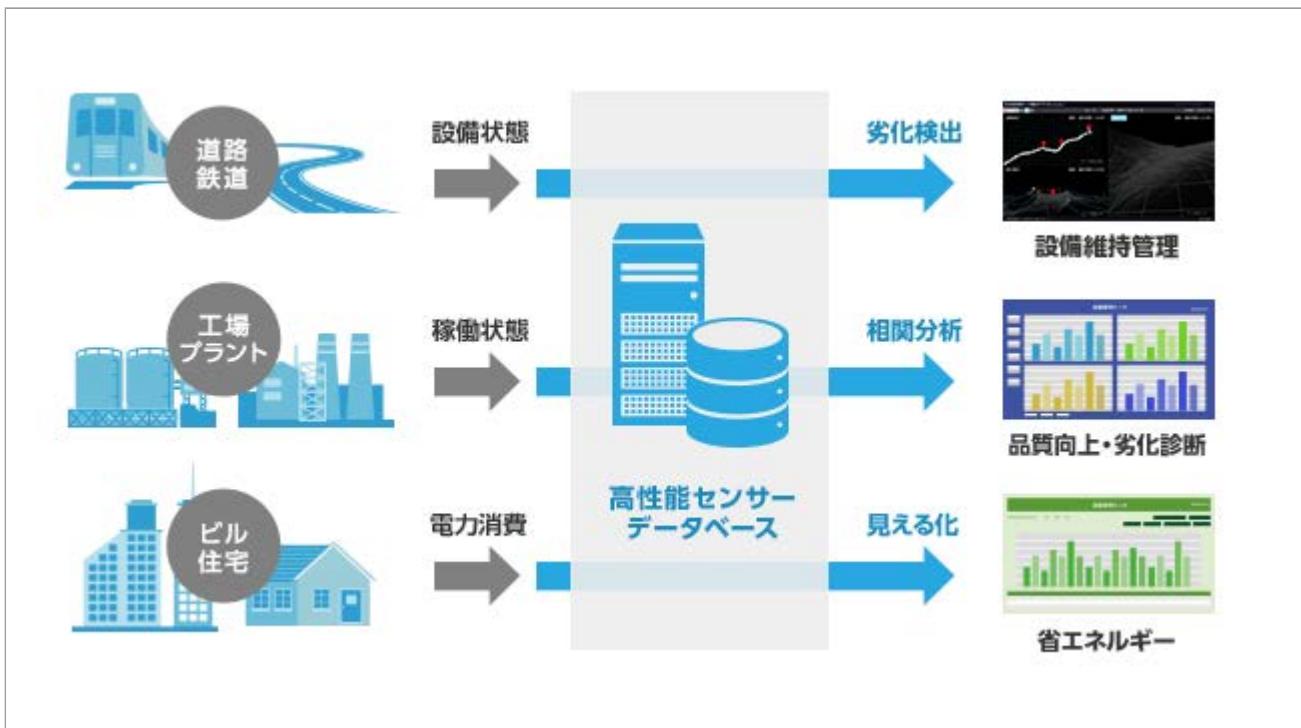
情報技術総合研究所



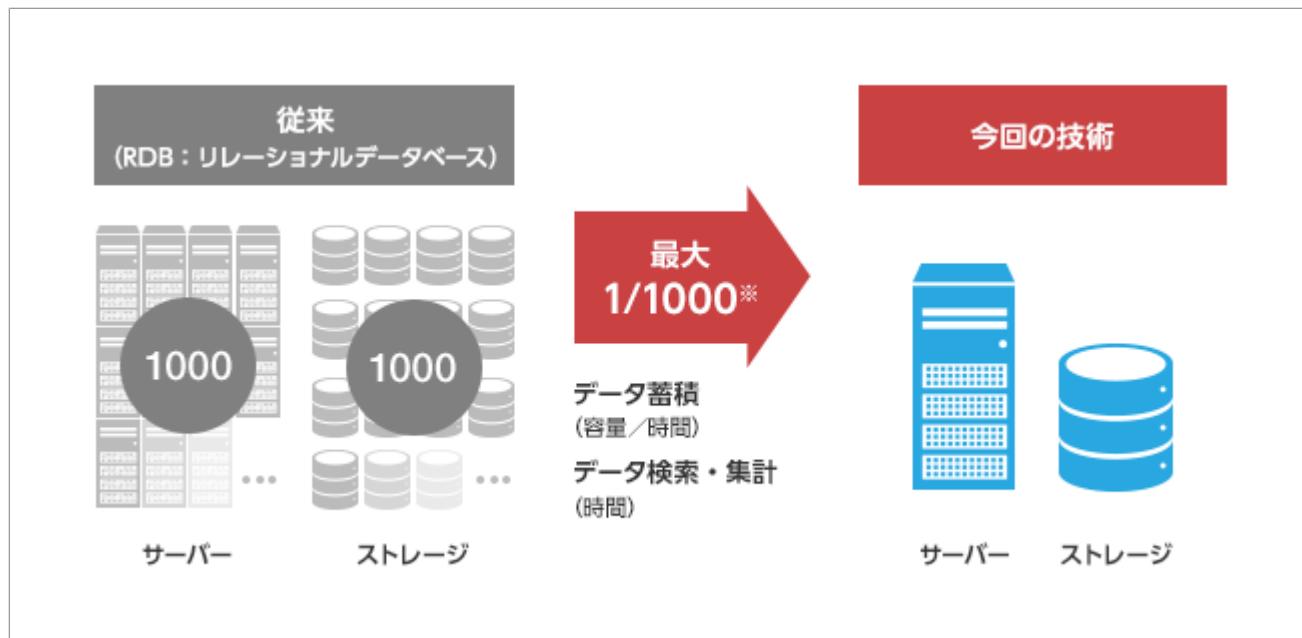
IoT (Internet of Things: モノのインターネット) が急速に普及するなか、さまざまな機器に組み込まれたセンサーからのデータを有効活用するための技術開発が進んでいます。道路や鉄道の設備維持管理、工場やプラントの稼働状況の分析による製品品質の向上や劣化診断、ビルや住宅における省エネルギーなど、センサーデータの活用分野は大きく広がっています。膨大に発生するセンサーデータを蓄積、検索・集計するためには今まで高性能なサーバーや大容量ストレージなど、高価なハードウェアが必要とされてきました。



[解説ムービーを見る](#)



三菱電機では安価なハードウェアでセンサーデータの高速な蓄積、検索・集計を実現する「高性能センサーデータベース」を開発。データ圧縮方式・データ配置・データ処理単位、この3つを最適化することで、データ蓄積に要する容量と時間を最大1/1000※に、さらにデータの検索・集計に要する時間も最大1/1000※に削減することに成功しました。高価なシステムを導入せずにセンサーデータを迅速かつ有効に活用できます。



※ 1/10~1/1000に削減。広く使われているデータベース（リレーショナルデータベース=RDB）との比、当社調べ。



次のページ
<技術紹介> センサーデータの性質を考慮した3つの最適化。

注目の研究・技術

高性能センサーデータベース

技術紹介

センサーデータの性質を考慮した
3つの最適化。



データベースとして、最も一般的に使われているのはデータを行・列の表形式で管理するリレーショナルデータベース（RDB）と呼ばれるものです。RDBは財務管理や業務管理などの基幹系システムの処理に広く用いられていますが、膨大なセンサーデータの管理・処理といった用途には必ずしも適していません。今回のデータベースは当社が長年開発を続けてきたデータベース向け高速集計検索エンジンをもとに、センサーデータ向けに最適化を図ったものです。特長はデータ圧縮方式・データ配置・データ処理単位の3つの最適化にあります。

データ圧縮方式：約700通りの中から、符号化方式の最適な組合せを選択。

1つ目の特長は、データ圧縮方式の最適化です。データを圧縮してより小さくできれば、ストレージ容量が少なくてすむだけでなく、処理速度も向上します。しかしセンサーデータの場合、時系列で連続的に小さく変化するもの、非連続的なものなどさまざまです。このような性質の異なるセンサーデータをより小さく圧縮するには、データの性質に合った符号化方式を選ぶ必要があります。例えば同じデータが並んでいたらそこは省く、よく使われるデータを短いデータで置き換えるなど、いくつかある符号化方式の中から圧縮方式を選択します。今回のデータベースでは、さまざまなセンサーデータに対応するため、これらの符号化方式の中からデータの性質に合わせて数種類の圧縮方式をサイズが最小になるように選びます。その組み合わせは約700通り以上にのぼります。

全ての組み合わせを別々に計算していたのでは時間がかかってしまいます。異なる組み合わせについて同時に圧縮後のサイズを計算することにより、圧縮処理時間を最小限に抑え、ストレージにデータを格納する際の時間を短縮できます。

I データ圧縮方式の最適化概念図



次のページ

＜技術紹介＞ データ配置：データ読み出しの高速化で、検索・集計をスピーディーに。

注目の研究・技術

高性能センサーデータベース

技術紹介

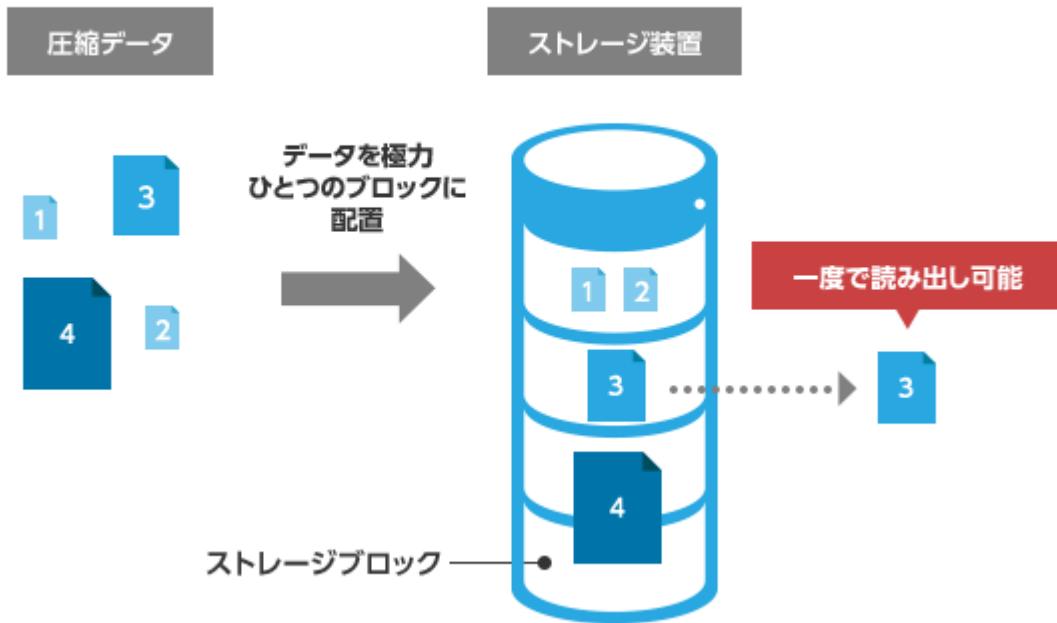
データ配置：データ読み出しの高速化で、検索・集計をスピーディーに。

2つ目の特長は、データ配置の最適化です。今回のデータベースはRDBと同様に行・列の表形式でデータを管理します。RDBは基本的に行指向ですが、今回のデータベースではセンサーデータの活用に向いた列指向を採用しており、列を単位にデータを圧縮します。検索・集計の際には必要な列だけを読み出せば済みます。

データを格納するストレージ装置はストレージブロックと呼ばれるブロック単位で読み出しを行います。そのためとびとびのブロックに分割されたデータを読み出そうとしても、一度では読み出すことができず時間がかかります。このような状態を防ぐのがデータ配置の最適化です。

列毎にデータの性質がさまざまなるため、圧縮されたデータのサイズはまちまちになります。ひとつのストレージサイズに格納できるサイズのデータはできるだけひとつのブロックに格納します。サイズの小さなデータはまとめてひとつのブロックに無駄なく格納し、ストレージ容量を有効に使います。一方、ブロックサイズを超えるサイズの大きなデータは複数のブロックに分割し、かつデータ同士を連続したブロックに格納することで、読み出し時間を短縮します。

■ データ配置の最適化概念図



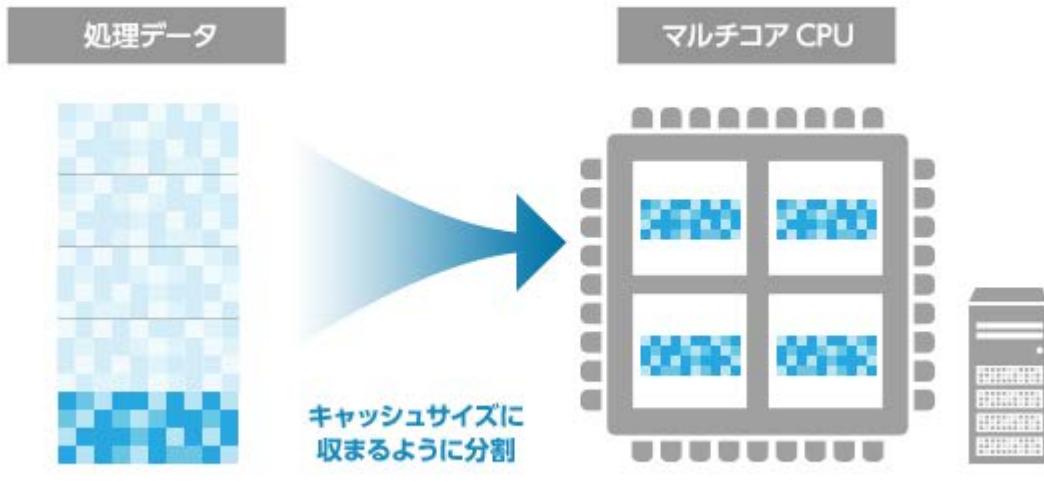
■ データ処理単位：多数のCPUコアをフル稼働して、膨大なセンサーデータを高速処理。

3つ目の特長がデータ処理単位の最適化です。近年、サーバーには多数のCPUコアが搭載されています。今回のデータベースではデータを最適なサイズに分割し、多数のCPUコアで効率的に並列処理することで高速化を実現します。これがデータ処理単位の最適化です。

データ集計などの処理を行う場合、処理するデータはCPUコア内のキャッシュメモリに入ります。その際、1回に処理するデータの大きさをキャッシュメモリに最適なサイズになるように調整します。処理するデータがキャッシュメモリに収まらないと、処理に必要なデータを何度も読み出す必要があり、処理速度が低下します。また逆にキャッシュメモリのサイズより小さすぎるデータが入ると、効率的に並列処理を行うことができません。

並列処理自体は一般的な技術ですが、CPUコア数に応じた一回の処理毎に処理単位を細かく調整する技術の重要性が近年高まってきました。当社では独自の工夫でこれを実現しました。

■ データ処理単位の最適化概念図



■ 100兆件のセンサーデータを効率的に管理。

このほかにも、センサーデータの管理に最適化し、さまざまな工夫がなされています。通常のRDBの列は1000程度しか定義できませんでした。しかし例えば、大規模なプラントでは数十万のセンサーが設置されます。そこで今回のデータベースは最大で100万の列までを定義できるようにしました。

さらに既存のRDBとの統合化も実現しています。センサーの種類、センサーの設置場所、センサーの仕様などのRDBで管理するデータを蓄積されたセンサーデータと連携することで、より使いやすいシステムが構築できます。



次のページ

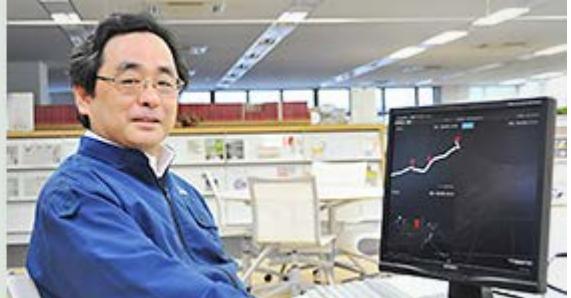
＜開発NOTE＞ 常に時代の一歩先を見つめ、研究を続けてきました。

注目の研究・技術

高性能センサーデータベース

開発NOTE

常に時代の一歩先を見つめ
研究を続けてきました。



情報技術総合研究所 郡 光則

今回の「高性能センサーデータベース」の基礎となった「データベース向け高速集計検索エンジンの開発」をスタートしたのは1996年頃です。当時はまだメインフレームやオフィスコンピュータが使われておりデータベースとしてRDBがようやく普及してきた段階でした。「データウェアハウス※」という新しい考え方があと登場したころで、高速集計検索エンジンのような技術は主流ではありませんでした。しかし当社ではこれから時代に必要な技術として、いち早く開発をスタートしたのです。

目指す方向が決まっていても新しい分野の技術なので開発を始めた当時は分からぬこと、予想外のことなどがありました。データ圧縮ひとつをとっても、データベースの圧縮は非常にスピードが要求されるため、当時の方々そのままではうまくいき工夫が必要でした。その結果、高速処理が可能な単純な符号化方式を組み合わせるという、今回のデータベースで採用している考え方に行きつきました。

※ データを蓄積・分析し、企業の意思決定に役立てるという考え方。

社会の変化に応じたアプリケーションを提供してきました。

高速集計検索エンジンの技術をもとに、その後も時代の変化に合わせて販売分析、セキュリティログ解析などのアプリケーションを提供してきました。今回のデータベースの開発を始めたのはビッグデータというワードをよく耳にするようになった2013年頃で、増え続ける多種多様なタイプのセンサーを想定したデータベースがこれからは必要だと考えたからです。

また一方でハードウェアも進化を続けており、それに適用することも重要でした。多数のコアを搭載したCPUに対応した処理単位の最適化は、その一例です。当社が20年程かけて蓄積した豊富な技術や経験を活かして、社会のニーズやハードウェアの進化に対応したのが今回の「高性能センサーデータベース」です。



次のページ

＜開発NOTE＞ 安価なハードウェアで高い性能を、それがこだわりです。

[1](#) [2](#) [3](#) [4](#) [5](#)

注目の研究・技術

高性能センサーデータベース

開発NOTE

安価なハードウェアで高い性能を、それがこだわりです。

膨大なセンサーデータをどう扱っていくか、いまではいろいろな取り組みが行われています。しかしストレージの大容量化やマシーンパワーに頼る傾向が強く、データベース設計自体をセンサーデータに最適化することで、処理効率を上げる、コストパフォーマンスを上げる、という考え方はず意と重要視されていないように思います。

あるセンサーデータの例では、従来約1,700秒かかっていた検索・集計が約2秒で実行でき、しかもそれを安価なハードウェアで実現できるのです。処理効率・コストパフォーマンスに優れた今回のデータベースが、センサーデータの活用を拡大する推進力になってくれればと思います。



このデータベースは幅広いフィールドで活かせると思っています。



すでに今回開発したデータベースは実用化の段階に入っています。今後はさらに適用分野を増やしていきたいと思っています。技術として基本的な部分では大きな区切りがつきました。しかし適用分野によっては、思っていたものと違う、ここを改善した方がいいなど、新しい技術的な課題が出てくるはずです。それらひとつひとつの課題を解決しつつ、次の開発に活かしていくことで、完成度を高めていきたいと思います。

当社は社会インフラ、産業、家庭向け製品まで、幅広い分野で事業を展開しています。それらすべてがこのデータベースを活かせるフィールドになります。このデータベースを適用した新しい製品と、さらにそれらの製品を含めた新しいソリューションが、当社の事業を広げるチカラとなることを期待しています。



この技術に関するお問い合わせはこちらから

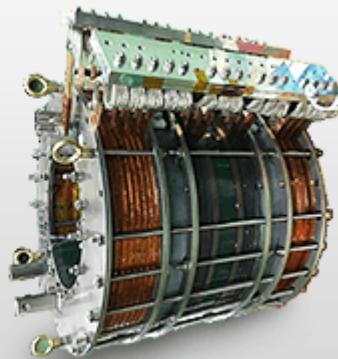
1 2 3 4 5

注目の研究・技術

MRI用高温超電導コイル

世界初、高温超電導コイル搭載の
MRIミニモデルで
磁界強度3テスラのMRI磁場を実現。

先端技術総合研究所



医療の現場でいまや欠くことのできない存在となつた医療診断装置MRI^{※1}。より高精細な画像を撮像するため、現在では強い磁界強度を発生させることができる超電導コイルを使ったMRIが主流となっています。

超電導とは特定の物質を極めて低い温度まで冷却すると電気抵抗がゼロになる現象を言います。電気抵抗がなくなることで、無損失で大電流を通電でき、強い磁界強度を発生させることができます。

従来の低温超電導コイルは冷却に液体ヘリウムを使用します。今回、三菱電機では希少な液体ヘリウムを使わない高温超電導コイルを開発し、1/3スケールのMRIミニモデルに搭載。世界で初めて^{※2}磁界強度3テスラ^{※3}の高安定かつ高均一MRI磁場を実現しました。コイルの巻き線精度を高める独自の技術を開発し、磁界強度の誤差を抑え、ゆがみのない高精細な撮像に成功しました。

※1 MRI : Magnetic Resonance Imaging (磁気共鳴画像撮像装置)

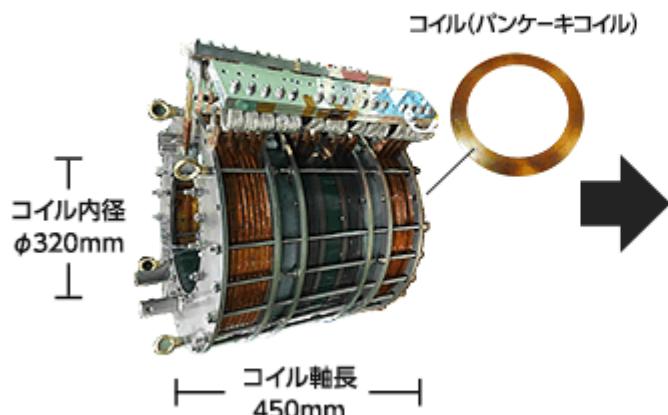
※2 2016年5月24日現在（当社調べ）。高温超電導コイルを搭載した機器において。

※3 テスラ : 磁界強度を表す単位、1テスラ=1万ガウス

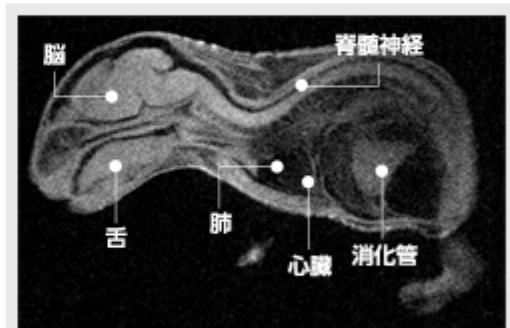


[解説ムービーを見る](#)

高温超電導コイル



磁界強度3テスラで
高精細な撮像を実現。



マウス胎児の撮像画像 (全長約25mm)

●本件は、高温超電導コイルを応用した医療機器の実現を念頭に、経済産業省「高温超電導コイル基盤技術開発プロジェクト」および国立研究開発法人日本医療研究開発機構（AMED）「未来医療を実現する医療機器・システム研究開発事業高安定磁場コイルシステム基盤技術の研究開発」の支援によって開発した成果です。

第66回電機工業技術功績者表彰 優良賞を受賞

「液体ヘリウムを使用しないMRI診断装置向け
高温超電導電磁石の研究開発」にて、（社）日本電機工業会 第66回電機工業技術功績者表彰
優良賞 重電部門を受賞しました。



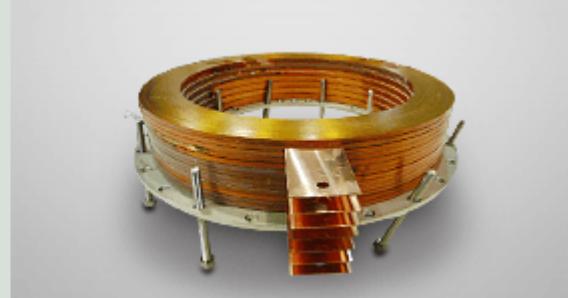
次のページ
<技術紹介> 液体ヘリウム不要で、強い磁界強度を発生。

注目の研究・技術

MRI用高温超電導コイル

技術紹介

液体ヘリウム不要で、
強い磁界強度を発生。



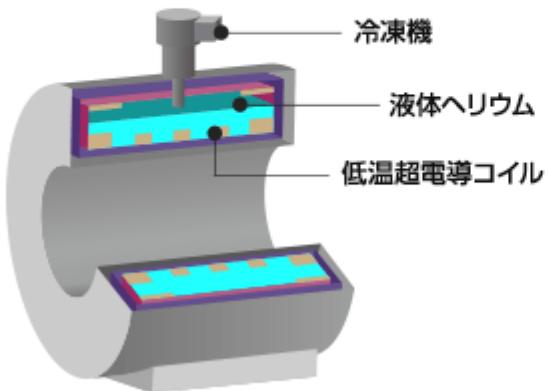
超電導には低温超電導と高温超電導の2種類があります。低温超電導はコイルに金属を使用し、超電導状態を維持するために-269度以下まで冷却しなければなりません。そのため極低温の冷却剤として広く使われる液体ヘリウムをこの製品に使用します。液体ヘリウムは原料となるヘリウムガスを採取できるガス田が少なく、世界的な供給不足が続いている、将来的に備蓄が底をつく可能性が指摘されています。

一方、高温超電導はコイルにレアアースを含む金属酸化物を使用します。-180度以下で超電導状態を維持できるため、液体ヘリウムは必要ありません。今回のMRIミニモデルでも、小型冷凍機から伝導冷却板を通してコイルを冷やしています。

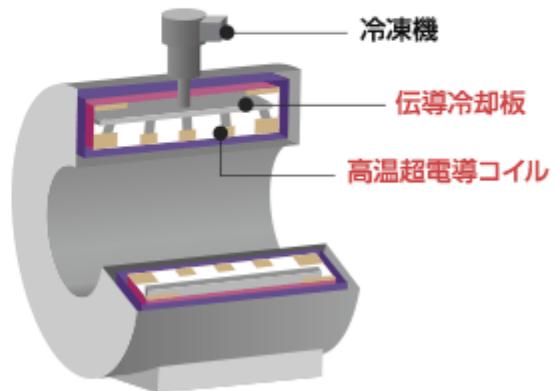
高温超電導はこの他にも、低温超電導に比べて小さなコイルで強い磁界強度を発生して装置を小型化できる、冷却のための電力が少ないなど、さまざまな優れた特性を備えており、次世代の技術として大きな期待を集めています。

Ⅰ 超電導コイル構造比較

低温超電導コイル



高温超電導コイル



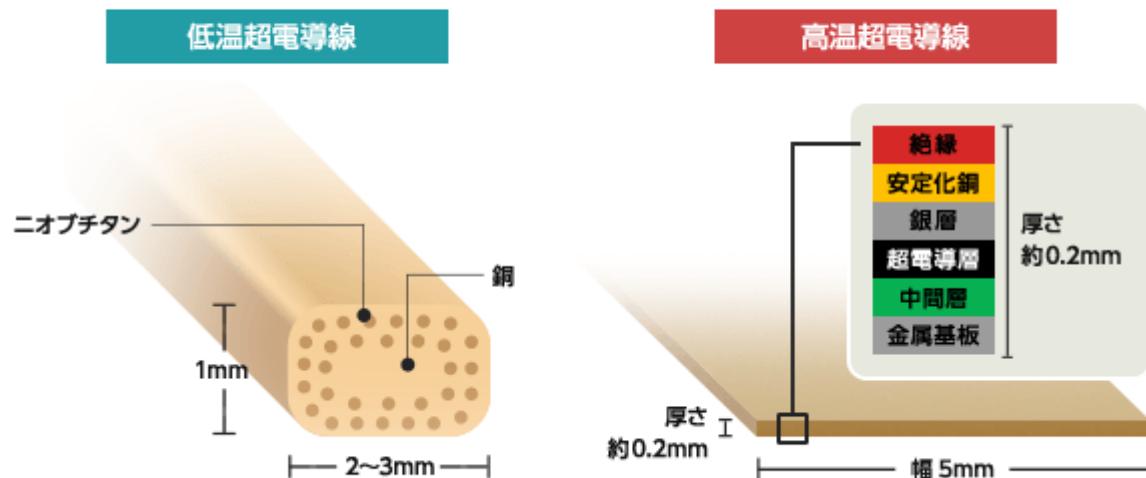
巻き線精度の向上により、磁界強度を均一化。

強い磁界強度でゆがみのない撮像を行うためには磁界強度の誤差を100万分の2以下に抑える必要があります。高温超電導コイルは従来、磁界強度の均一化が難しいとされてきました。高温超電導線を巻く際に生じる巻き高さ（コイル中心からの高さ）の誤差がその原因です。

高温超電導線は厚さ約0.2mmの薄いテープ状のもので、超電導層などいくつもの層を重ねてつくるため、厚さを完全に均一にすることは困難です。1枚の厚さの誤差はごくわずかでも、コイルは高温超電導線を数百周も巻くため、設定通りの巻き高さでコイルを仕上げることが難しかったのです。

当社では高温超電導線を一周巻くごとに、レーザ変位計で巻き高さを測定し、補正シートで高さを調整する技術を開発。コイル外径約400mmに対して、誤差0.1mmという極めて高い巻き線精度を実現し、3テスラという強い磁界強度での撮像を実現しました。

I 超電導線の構造



次のページ

＜技術紹介＞ 長年培った技術が、このコイルには凝縮されています。

1

2

3

4

注目の研究・技術

MRI用高温超電導コイル

開発NOTE

長年培った技術が、
このコイルには凝縮されています。



先端技術総合研究所 山本 和男

ています。冷却用の液体ヘリウムを蒸発させずに閉じ込める装置を世界で初めて開発するなど、さまざまな新しい技術も開発してきました。また巻き線技術については、低温超電導コイルの以前からモータや変圧器などの分野で当社は豊富な実績を誇ります。低温超電導コイル開発で培ったコイル設計や磁場設計などのノウハウ、さらには長い歴史をもつ巻き線技術など、これらすべてを凝縮したのが今回の技術だと言えます。

補正シートで巻き高さを調整する、それだけ聞くと容易に思えますが、豊富な経験がなければ、たやすく実現できる技術ではありません。磁界強度の誤差100万分の2以下が要求されるシビアなこの世界で、多くの実績を積んできた当社だからできた技術だと自負しています。

現在、当社では年間300～400台のMRI用低温超電導コイルを製造しています。そのシェアは国内トップです。MRI用低温超電導コイルの開発を始めたのが1984年、当初は0.5テスラから始まり、いまでは1.5テスラ、3テスラのコイルを製造し

超電導はいくつもの分野がひとつになった世界、そこが面白いところです。

巻き高さを補正シートで調整する技術は、低温超電導コイルの製造で経験を積んできました。とはいえ高温超電導線は素材がまったく違い、さらに補正シートも薄いため、調整に非常に苦心しました。巻き高さの誤差も0.1mm以下という厳しい条件でしたが、高温超電導線を重ねた際の左右のズレも0.1mm以下にしなければならず、とても神経を使う作業でした。

またコイルをつなぐ作業にも別の苦労がありました。隣同士のコイルをはんだ付けするのですが、低温超電導コイルであれば簡単な作業も、高温超電導コイルは電気抵抗を最小限に抑えなければならず、まさにトライ＆エラーの繰り返しでした。頭ではわかっていてもなかなか思うようにいかず、自分なりに方法を工夫しました。

超電導に携わるようになって10年程になります。超電導はいくつもの分野の技術がひとつになって完成する世界で、そこが面白いところです。私自身もMRI検査を受けた経験がありますが、超電導は人の暮らしを支える重要な技術です。この技術をもっと多くの人に知ってもらい、社会に広めていきたいと思っています。



系統変電システム製作所 赤穂工場 井上 達也

このプロジェクトは、オールジャパンでの世界への挑戦です。



先端技術総合研究所 横山 彰一

め細かさや、人を思いやる気持ちを活かし、日本ならではのものづくりで世界に挑戦していく、それがこのプロジェクトに秘められた思いであり、我々の大きな目標です。

今回、従来とは異なる素材を高温超電導線に採用しました。この電導線はとてもデリケートなため、電導線自体を、さらにはそれを巻いたコイルをコーティングする特殊な技術を線材メーカーとともに開発しました。

その他にも今まで国内では製造できなかった特殊な電源など、ご協力いただいた企業はすべて国内メーカーです。このプロジェクトはいわばオールジャパンです。当社は低温超電導コイルの分野において国内トップメーカーですが、世界には強力なライバルが多数存在します。日本人特有のき



次のページ

＜開発NOTE＞ 世の中にはないものを、社会に貢献できるものをつくりたい。

1 2 3 4

注目の研究・技術

MRI用高温超電導コイル

開発NOTE

世の中ないものを、社会に貢献できるものをつくりたい。

学生時代から35年近く、超電導分野に携わってきました。魅力をひと言でいうのは難しいですが、電気抵抗がない素材は極めて稀です。この物性を使って世の中ないものをつくりたい、社会に貢献できるものをつくりたいと思ってきました。

高温超電導は液体ヘリウムの供給リスクへの不安を解消するだけでなく、MRIのさらなる普及を可能にする技術です。液体ヘリウムの取り扱いには特別な資格や専用の設備が必要ですが、高温超電導は電気さえあればMRIを使用できます。液体ヘリウムを入手しにくい奥地でも詳細な画像診断が受けられるようになるのです。また液体ヘリウムが不要なので、車載による移動も可能になるかもしれません。巡回医療などにもMRIが導入できるのです。これはまだまだ先の話ですが、高温超電導は社会に貢献する技術であることは間違いないありません。



強いリーダーの存在と連帯感が、このプロジェクトの大きなチカラになりました。



今回の開発は京都大学、東北大学のお力添えをいただきながら進めてきました。我々だけではなし得なかった、産学連携ならではの成果だと思います。大学の先生方にはさまざまな面でサポートいただき、そのご意見を実際のものづくりにどう反映するかを、我々で考えながら進めてきました。

どんなに優秀な人材が集まっても、プロジェクトを成功させるには、皆を同じ方向に導くリーダーが必要です。その役割を果たしたのが当社で言え

ば横山であったと思います。それを強く感じたのは、コイル焼損という思わぬトラブルに見舞われたときでした。幸い別のコイルを並行してつくっていたので、開発スケジュールに大きな影響はでませんでしたが、トラブルの原因を突き止めなければ先には進めません。次はどう動くのか、各方面との調整、対応の検討から実施まで横山が引っ張っていってくれました。また今回のプロジェクトの強いチームワークを感じたのもこのときでした。対策会議では大学の先生方から、当社の設計者や現場の人間までが一堂に会し、なんとかしようという強い機運が溢れていきました。この強い連帯感こそが、この開発をここまで導いたチカラになったと言えます。

今後は実機サイズのコイルへ、さらには3テスラを超える磁気強度へ。

今後の開発については、まず実機の1／2サイズのMRIを試作することです。できるだけ早くホールボディー、つまり人の全身を撮像する実機サイズのコイルをつくりたいと思っています。これまでに基礎となる部分はほぼ確立できたと思っていますが、課題も多くあります。そのひとつが時間経過による磁場強度のみだれ対策です。これは物理現象で高温超電導はみだれの幅が大きいと言われています。難しい課題ですが、各大学の先生方と対策を考えており、ある程度の目処は立っています。



京都大学、東北大学のご協力のもと、今後も開発に取り組んでいきます。

さらにその先のターゲットとしては、3テスラよりも磁界強度を高めていくことです。それができれば、いま以上に小さなもののが判別できるようになり、画像診断の内容が大きく変わってきます。また現在のMRIは水の濃淡を画像で見ているのですが、違う物質が見えるようになれば、それと水の画像を重ね合わせることで、より高精度な医療診断ができるようになります。

開発にはまだまだ時間も努力も必要です。まずは1／2サイズのMRI試作という次のステップに向かって、各大学の先生方にご協力をいただきながらこれからも開発に取り組んでいきます。



この技術に関するお問い合わせはこちらから

1 2 3 4

注目の研究・技術

海水アンテナ「シーエアリアル®」

海水の水柱がアンテナになる
新技術「シーエアリアル®」。

情報技術総合研究所



三菱電機は海水を空中に噴き出し、その水柱をアンテナとして利用する「シーエアリアル®」を開発。海水を使ったアンテナとして世界で初めて※地上デジタル放送（フルセグメント）の受信実験に成功しました。

アンテナの大きさは送受信する電波の周波数によって決まります。低い周波数の電波ほどアンテナが大きくなり、大規模な施設が必要です。

「シーエアリアル®」は海水とポンプさえあれば、必要な場所で必要なときに必要な大きさのアンテナを設置できるため、災害時の通信システムやイベント時の臨時アンテナに利用できます。またコンパクトで運びやすいため、船の通信アンテナなどの幅広い用途で活用が見込めます。

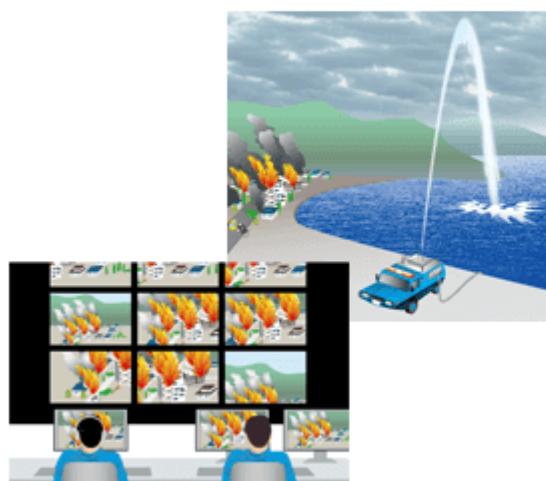
金属製アンテナに匹敵する高いアンテナ性能を実現した「シーエアリアル®」。海水をアンテナにするというユニークなアイデアと、それを実現した高い技術力がさまざまな方面で注目を集めています。



[解説ムービーを見る](#)

※2016年1月現在（当社調べ）。

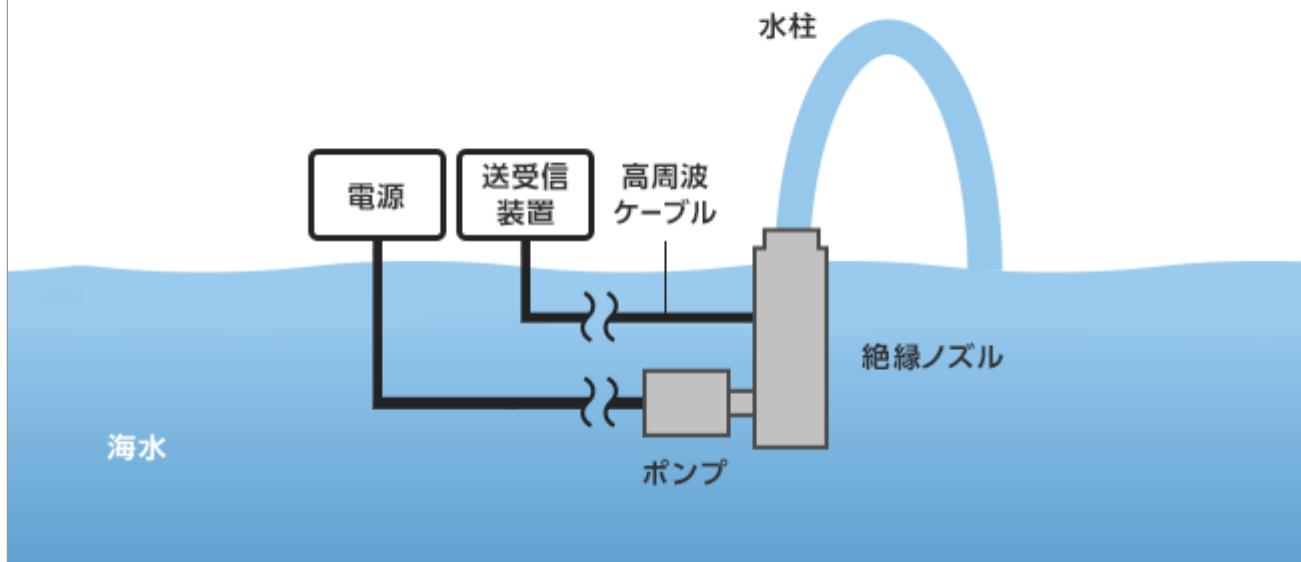
【災害時の通信システムに】



【イベント時の臨時アンテナに】



【システム構成】



次のページ
<技術紹介> 海水アンテナという
ユニークなアイデアを実現した「絶縁ノズル」。

注目の研究・技術

海水アンテナ「シーエアリアル®」

技術紹介

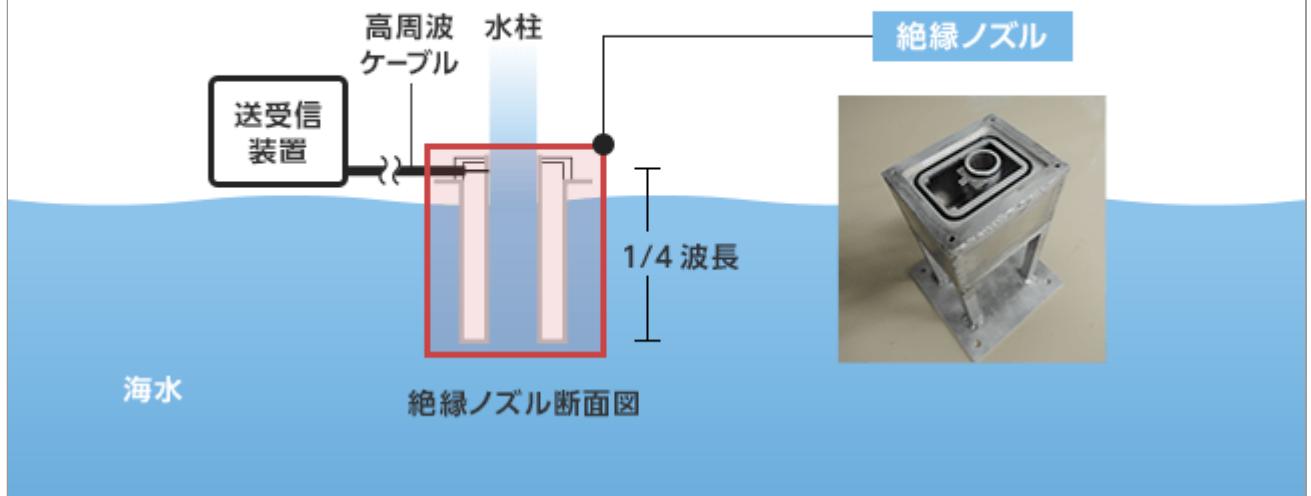
海水アンテナという
ユニークなアイデアを実現した
「絶縁ノズル」。



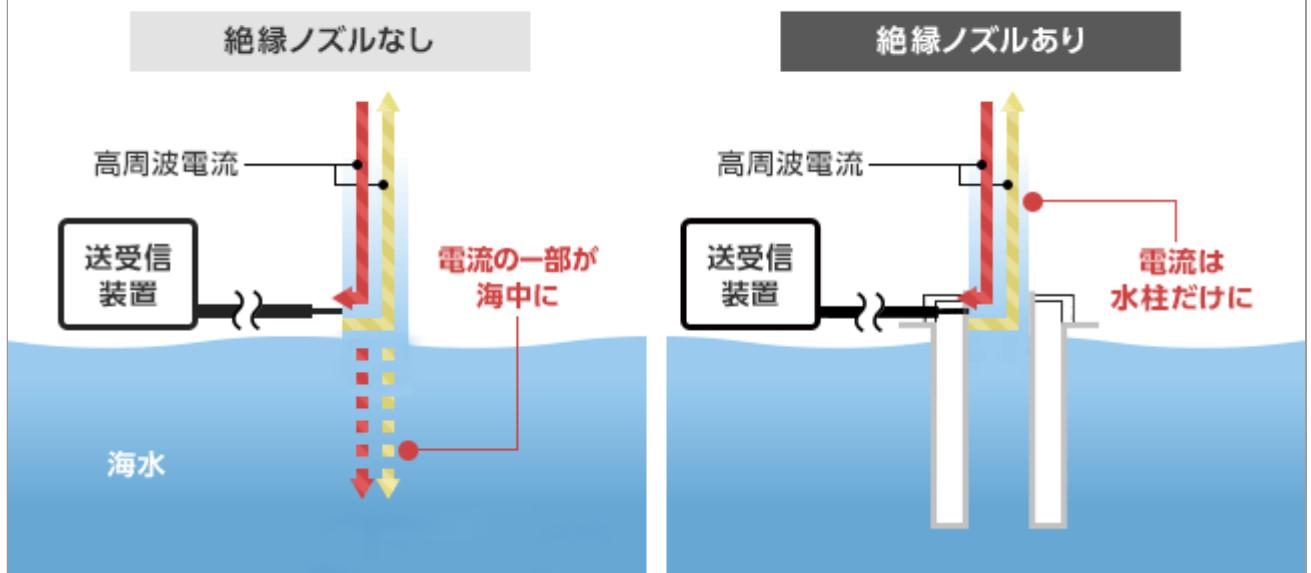
アンテナにはいろいろな形状のものがありますが、一般的な垂直型アンテナの場合、その高さを電波の波長の1/4程度にすると効率的に電波を送受信できます。今回受信に成功した地上デジタル放送の場合、10~15cmの高さが必要になります。この高さに水柱を噴き上げることは容易でも、アンテナとしての性能を確保するにはいくつもの難題を解決する必要がありました。海水は3~4%程度の塩分を含む導体で、電気を通す性質をもっています。導体だからこそアンテナになる一方で、導体だから起きる問題もあります。

噴き上がる水柱をアンテナとして動作させるには、高周波電流を流す必要があります。しかし水柱に電流を流そうとしても、電流が海中に逃げてしまうのです。それがひとつめの課題でした。これを解決したのが「絶縁ノズル」です。一見、ごくシンプルな金属製の筒のように見えますが、「絶縁ノズル」には高周波電流の特性を利用した独自のアイデアが詰まっています。ノズルの長さを波長の1/4程度にすることで、海中への電流の流れを断ち切り、水柱に効率的に電流を流すことができるのです。

Ⅰ 絶縁ノズル断面図



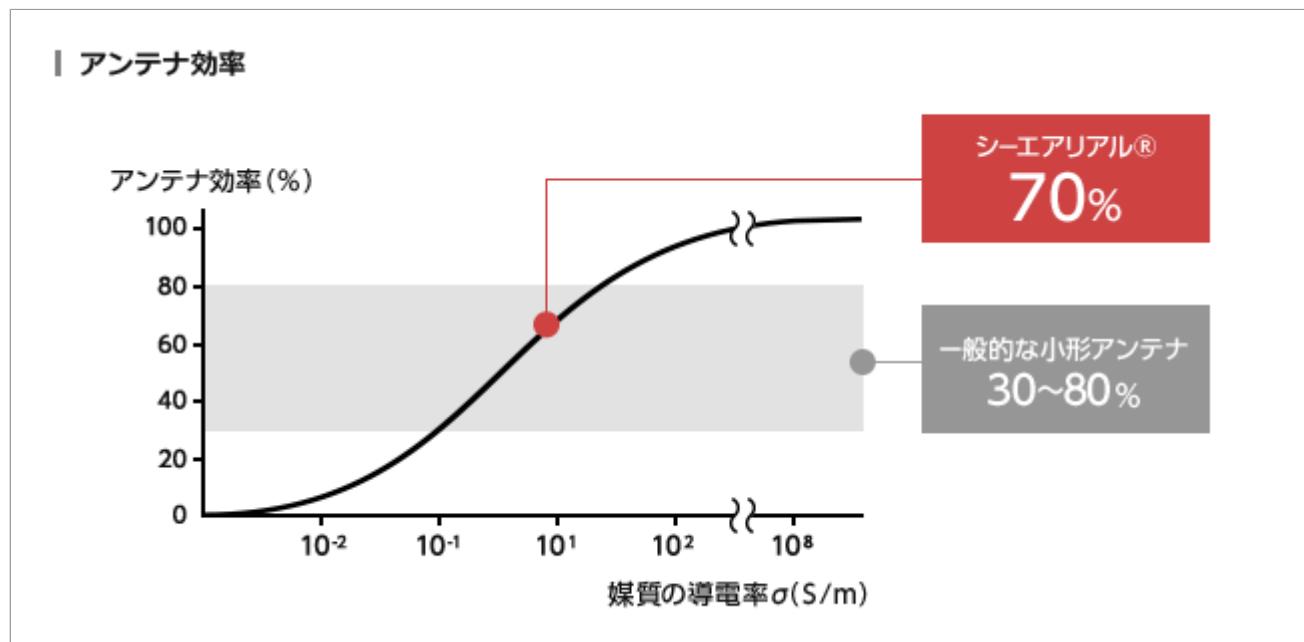
Ⅱ 電流の流れ方の比較



海水の導電率の低さを解決するキーは水柱の太さにあった。

ふたつめの課題は、海水の導電率です。海水は導体と言っても、金属に比べ導電率が低い媒体です。その導電率の低さを補う必要があります。その答えは水柱の太さにありました。徹底してシミュレーションで検討し、高いアンテナ性能を実現する最適な水柱の太さを割り出すことに成功しました。

携帯端末などの小形アンテナのアンテナ効率が30~80%であるのに対し、「シーエアリアル®」のアンテナ効率は70%です。実用レベルの高いアンテナ性能を実現しました。今後、海水を噴き上げる高さを変えることで数メガから数ギガ周波数帯への対応も可能だと考えています。海水を利用する「シーエアリアル®」は海に囲まれた日本にとって、実用性が高い有効な技術だと言えます。



次のページ

＜開発NOTE＞ 「水柱を切り離す」から「電流を海中に流さない」へ、発想を転換。

1

2

3

4

注目の研究・技術

海水アンテナ「シーエアリアル®」

開発NOTE

「水柱を切り離す」から
「電流を海中に流さない」へ、
発想を転換。



今回の技術の最大のポイントは「絶縁ノズル」です。通常、金属製の垂直型アンテナは、立てる土台に電流が逃げないように、土台とは切り離されて固定されます。しかし「シーエアリアル®」は周囲の海水をポンプで噴き上げてアンテナとして動作させるため、周囲の海水と水柱が物理的につながっています。そのため水柱に高周波電流を流しても、電流が海中へ逃げてしまいます。土台にあたる周囲の海水と水柱を切り離すにはどうしたらしいか。水柱を間欠的に噴き上げて、噴き上げた瞬間に電流を流す。そんなアイデアも考えましたが現実的ではなく、正直行き詰っていました。

解決の糸口となったのは、当時たずさわっていた別のある研究でした。それは基板の伝送回路上で、特定の周波数の電流だけを流さないようにする技術でした。この基板の回路をノズルの構造に置き換えるれば、物理的につながっていても海中に電流が流れなくなる。つまり電気的には切り離せる、そう思ったのです。それまでは「水柱と周囲の海水をいかに切り離すか」そればかり考えていました。それを「電流を海中に流さない」という発想に変えたのです。その結果が「絶縁ノズル」です。このノズルなら特殊な部品はいっさい必要なく金属の形だけで電流を遮断できます。問題の答えは意外にもシンプルなものでした。これに気が付いたときはまさに目から鱗でした。

まずは海水の特性を知ることから。この研究は初めてのことばかりでした。



通信機製作所
秋元 晋平

この研究はペットボトルに入れた海水がアンテナとして動作するのか、そんな基本的な実験からスタートしました。海水自体が導体なので、水柱さえうまく噴き上げれば、アンテナとして動作するだろう、最初はそう思っていました。しかし何度もシミュレーションを繰り返しても思うような結果は得られませんでした。なぜうまくいかないのか皆目見当がつかず、さまざまな方法を試していくうちに「水柱を太くすればどうだろう」とふと思つたのです。結果は今までとは大きく異なっていました。水柱がアンテナとして動作していたのです。

海水は導電率が低いため細い水柱だと受信した電波が通り抜けてしまいます。しかし水柱を太くすれば、金属と同じように電波をしっかりとらえられるのです。太くすれば性能が上がる、当たり前のことのようですが、この発見は今後アンテナ性能の向上を図っていく上でも、とても重要なことなのです。

海水はおろか液体をアンテナの素材に利用するのは初めての経験です。まず海水の特性を知ることから始め、同じ部署の方々に協力をいただきながら、ここまでたどり着くことができました。アイデアはひとりで考えていてもなかなか出てくるものではありません。多くの人と話し、その方々から得た知識が新しいアイデアを生む源になるのです。



次のページ

＜開発NOTE＞ 失敗を恐れずに挑戦する、そんな姿勢が大切だと思う。

注目の研究・技術

海水アンテナ「シーエアリアル®」

開発NOTE

失敗を恐れずに挑戦する、そんな姿勢が大切だと思う。

この研究を始めたきっかけは、アイデアミーティングの後のお酒の席で「海水は電流が流れますよね」、そんなひと言からでした。「シーエアリアル®」ができた理由のひとつは、当社の気風にあります。「海水をアンテナにする」という大胆なアイデアも「面白いからやってみろ」と、後押ししてくれる環境があってこそ、生まれた技術だといえます。研究にGoサインが出たときはアイデアを出した本人の私でさえ、驚いたほどです。アンテナ技術は成熟した分野です。だからこそ既成概念にとらわれない柔軟な発想が必要なのです。

当社には失敗を恐れず新しいことに挑戦できる、若い研究者にとって恵まれた環境があります。

今回、テレビの受信実験に成功しましたが、なぜテレビだったのか。それには理由があります。テレビを受信するには高いアンテナ性能が必要になります。私と同じ分野の方々にはこのアンテナの性能の高さを証明でき、また一般の方々には「海水アンテナでテレビが映る」というのはインパクトがあり、この技術をより広く理解してもらえると思ったからです。

この技術に「シーエアリアル®」という名前をつけましたが、私には入社した時からの目標があります。それは自分の名前のついたアンテナをつくることです。一般に使われているテレビ用アンテナは開発者の名前から八木宇田アンテナと呼ばれています。私も何十年経っても名前が残る技術、社会に残る技術をつくりたい、それが私の最終目標です。



さまざまな方の知恵を借りながら、実用化というゴールを目指していきます。

「シーエアリアル®」をどう社会に役立てていくか。用途についてはアイデアを広く募っています。ひとつは災害時の利用を考えています。地震をはじめ自然災害が起きた際、通信手段をいかに確保するかは極めて重要です。普段は使わなくても、必要なときに必要な場所で利用できるこの技術は、災害時の備えに最適だと思います。

今後の課題はアンテナ性能をより一層高めていくことです。水柱の太さだけでなく、どういう形状で海水を噴き出せば性能が向上するかなど、さまざまな角度からアプローチしていきたいと思っています。またこの装置は屋外での使用がメインになります。そのため風や雨などの対策も検討していく必要があります。

この技術はまだまだこれからです。海水を噴出する方法ひとつにしても改良の余地があり、それには専門的な知識が必要になります。当社には各分野に一流の技術者がいます。海水を噴出する技術に限らず、今後多くの方たちの知恵を借りつつ、実用化というゴールに向かっていきたいと思います。

※「シーエアリアル」 「SeaAerial」は三菱電機の登録商標です。



この技術に関するお問い合わせはこちらから

1

2

3

4

注目の研究・技術

部分一致対応秘匿検索基盤ソフトウェア



近年、別々に管理されてきた個人情報を相互に関連づけ、健康促進など我々の暮らしを豊かにするビッグデータの活用が期待されています。ビッグデータの処理にはクラウドの利用が一般的ですが、個人情報をクラウドで利用する場合、安全性への配慮が不可欠です。そのため、クラウドで機密情報や個人情報を活用する場合、暗号化して保存することが望されます。しかし検索などの処理の際は、一般的にはクラウド上で一旦復号し処理するため、一瞬でも元の文書がクラウド上に現れ第三者に情報を盗み見られる可能性があります。

三菱電機は、データを暗号化したまま検索する「秘匿検索」の研究開発に注力してきました。2013年には、検索キーワードとデータの完全一致判定を暗号化したまま実現した「秘匿検索基盤ソフトウェア」を発表しました。しかし電子カルテのコメント文などの自由形式文書を暗号化したまま全文検索するには、キーワードをあらかじめ抽出し暗号化する必要がありました。

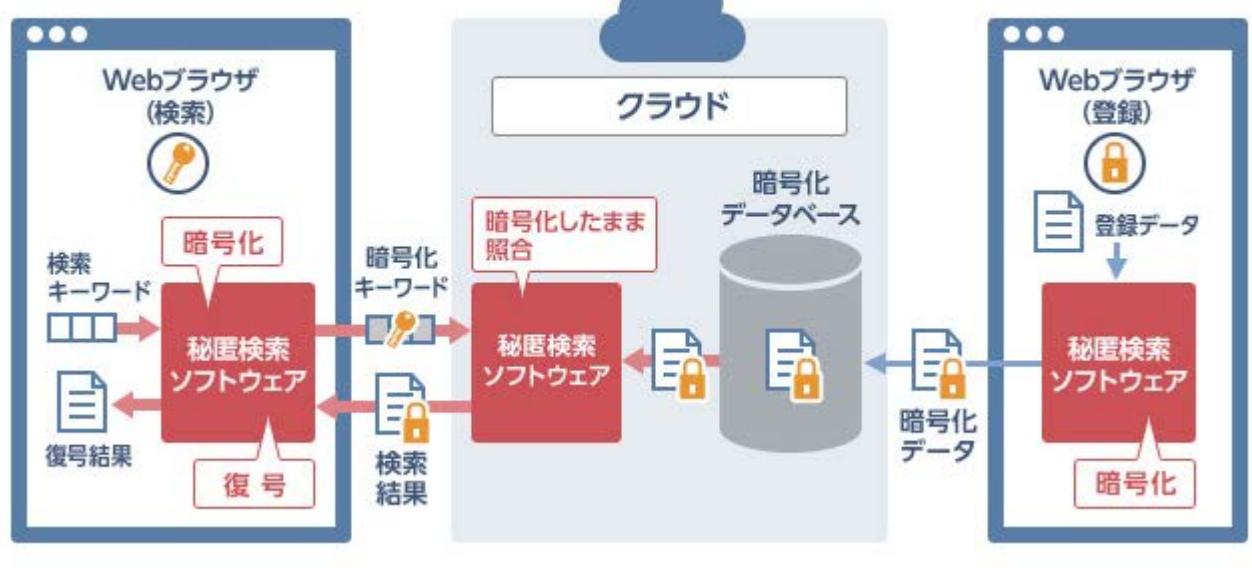
今回、秘匿検索をさらに進化させ、暗号化されたデータの中に一致する文字列があるかを、暗号化されたキーワードをずらしながら検索可能な世界初※の「部分一致対応秘匿検索基盤ソフトウェア」の開発に成功しました。ますます加速するクラウド時代・IoT時代に、当社の情報セキュリティー技術が貢献します。

※公開鍵暗号に基づく秘匿検索分野において、2016年2月4日現在（当社調べ）。



[解説ムービーを見る](#)

| システムイメージ図



次のページ

＜技術紹介＞ 「文字位置」を暗号文に埋め込むという発想が、秘匿検索をさらに進化させた。

1

2

3

4

注目の研究・技術

部分一致対応秘匿検索基盤ソフトウェア

技術紹介

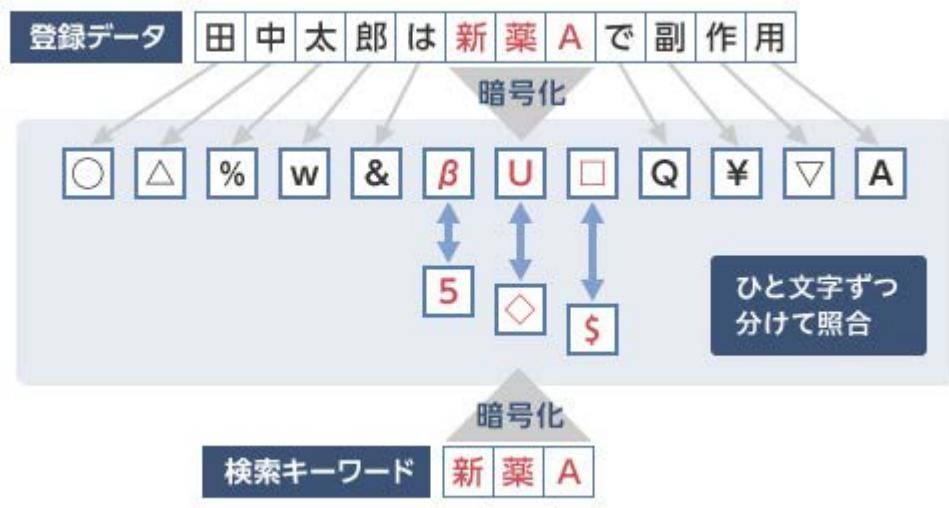
「文字位置」を暗号文に埋め込むという発想が、秘匿検索をさらに進化させた。



2013年に発表した「秘匿検索基盤ソフトウェア」は完全一致検索に対応していました。電話帳のような、氏名、住所、電話番号などが決まったフォーマットでデータベースに格納される場合、各項目のデータと検索キーワードを暗号化することで、秘匿検索に容易に対応できました。しかし一般的な文書データ、例えば病院のカルテのような自由書式で書かれたデータでは、検索キーワードを事前に定め、文書から抽出し暗号化しなければならず、適切なキーワードの選定に手間がかかることや事前に決めたキーワードでしか検索できないことなどの課題がありました。

当社では登録データ、検索キーワードを暗号化する際、特殊な「文字位置」を暗号文に埋め込むことで、登録データと検索キーワードをひと文字ずつずらしながら照合する独自の手法を開発。事前のキーワード抽出が必要ない部分一致検索を実現しました。秘匿部分一致検索としては、従来、登録データや検索キーワードを文字単位で暗号化し、文字単位で照合する方式が一般的でしたが、情報が漏れやすいという課題があります。当社の方式は文字単位の照合を不可にしつつ、文字位置の情報を活用して、文字列単位の照合を実現しており、高い安全性を確保しています。

| 単純な部分一致検索は…



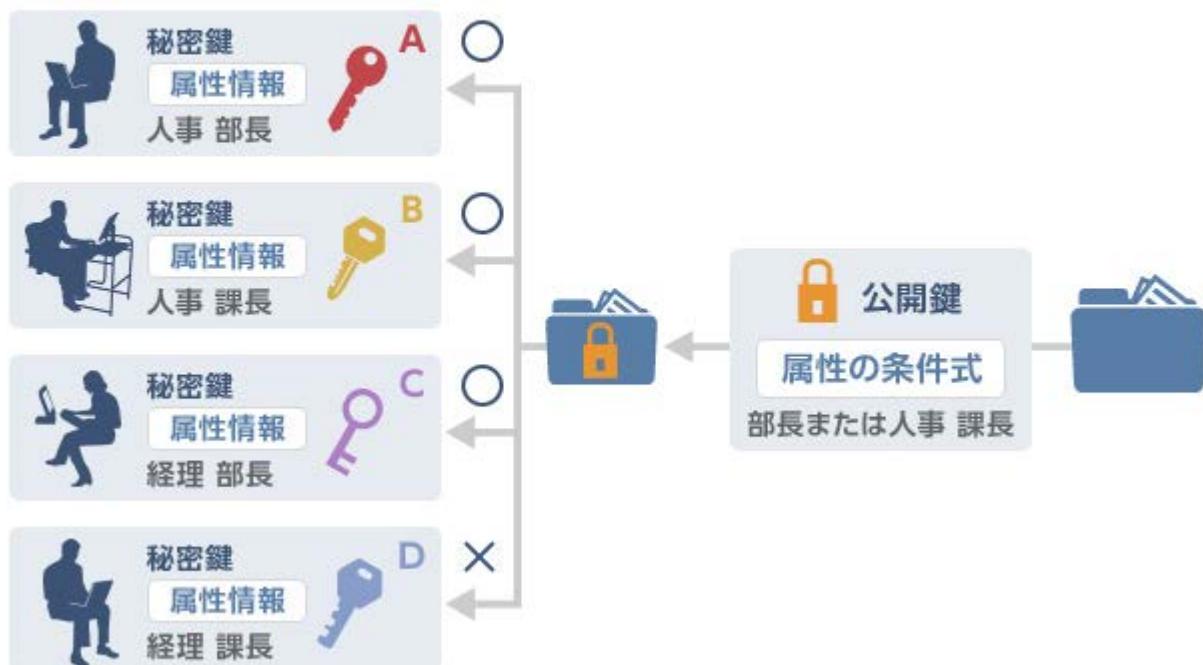
| 今回の部分一致検索は…



研究を積み重ねてきた「関数型暗号」をベースに開発。

関数型暗号イメージ

様々なグループ宛の暗号文を1つで実現



今回開発した技術は当社が研究を続けてきた「関数型暗号」という公開鍵暗号技術がベースとなっています。データ登録に公開鍵（暗号化）、データ閲覧に秘密鍵（復号）を用いる「関数型暗号」は、同じ文書でも暗号化するたびに毎回異なった暗号文になるため解読が困難であるなど、安全性の高さが特徴です。さらに例えば秘密鍵に、所属（人事部、経理部）や役職（部長、課長）といった個人の所属や役職などの属性情報を含めることができます。また、暗号文の生成時に条件式を使って復号できる人を指定できます。例えば「部長 OR （人事部 AND 課長）」のように、論理式を使って属性情報を組み合わせることで、様々なグループ宛の暗号文を作ることができます。このように、関数型暗号は暗号化とアクセス権限を同時に実現できます。

ひとつしかない秘密鍵でデータ登録・データ閲覧の両方を行う方式に比べ、公開鍵で誰でもが容易にデータを登録でき、閲覧は秘密鍵で厳格に制限できるなど、「関数型暗号」は実用面でも優れています。当社の秘匿検索技術はこの「関数型暗号」の特徴を引き継ぎ、検索できるデータを組織・人物レベルでアクセス制限可能です。これにより権限がない人には、たとえ検索キーワードが登録データに含まれていたとしても、検索結果を閲覧することができないようにし、安全性を高めました。



次のページ

＜開発NOTE＞ 暗号のさらなる高機能化と安全性の両立の追求。それが開発の基本です。

注目の研究・技術

部分一致対応秘匿検索基盤ソフトウェア

開発NOTE

暗号のさらなる高機能化と
安全性の両立の追求。
それが開発の基本です。



情報技術総合研究所
平野 貴人

2013年の「秘匿検索基盤ソフトウェア」発表後に「安全性が高く安心だが、完全一致だけでなく、もっと柔軟に検索したい」といった声を多くいただきました。そういった要望に応えるために部分一致検索機能の開発を始めました。まず考えたのは暗号化された登録データと検索キーワードそれぞれをひと文字ずつ分けて照合する方法です。しかし文字をバラバラにすれば、安全性が損なわれると私たちは考えました。

例えばアルファベットは26文字しかありません。悪意ある誰かがバラバラになった暗号を集め、文法や文字の出現頻度などで「この暗号はa、この暗号はe」というように、解析される危険性があります。より安全に部分一致を実現するには文字を完全に分けて、文字同士の関係性を維持したまま検索する必要がありました。その答えが

「文字位置」も暗号化し、隣同士の文字をくっつけておくという方法です。

データの保護のみの用途であれば、データを暗号化すれば高い安全性を保障できます。しかし暗号化したまま検索などの情報処理ができるような暗号技術は、通常の暗号の使い方では現れなかった危険性が生じ得ます。私たちセキュリティー研究者が一番苦労することは、暗号化したまま情報処理ができる新しい暗号技術が、本当に安全であることを示すことです。暗号の利便性を高めることで、どのような攻撃が新たに考えられるのか、どのような理由で情報が漏れるのかについて、ごく小さな可能性も見逃さずに解析しなくてはなりません。考えられるどのような状況にも耐え得る高い安全性を持つ方式を設計するとともに、本当にその耐性を持つか数学的に証明しなくてはなりません。

「文字位置」もデータの属性だと気づいたとき、解決策が見えてきました。

今回、最も頭を悩ませたのは、暗号文をひと文字ずつずらす方法です。今回はクラウドで「文字位置」を示す数値に対して何か演算をすることで、「文字位置」の情報を更新し、元は1文字目であった文字を3文字目へ、といったようにずらすことを考えていました。その演算は検索キーワードの中身の文字を知らずともできる必要があり、尚且つずらす方法が外部にわからないようにしなければなりません。もしその内容が第三者にわかれば情報が漏れる恐れがあるからです。

本来、暗号文は自由に動かせないものです。そこにずらすという性質を持たせたうえで、しかも数学的に安全性を証明しなければならないのです。解決のヒントになったのは、以前に研究していた「関数型暗号」の暗号文に埋め込む属性や条件式を復号することなく、書き換える技術です。「この文字は先頭から何文字目」ということも、データの属性のひとつだと気づいたのです。「関数型暗号」の優れた数学的特性と今まで続けてきた議論が、解決の道を開いてくれたと言えます。



情報技術総合研究所
川合 豊



次のページ

＜開発NOTE＞ 暗号技術は、純粋数学とモノづくりのコラボレーション。

注目の研究・技術

部分一致対応秘匿検索基盤ソフトウェア

開発NOTE

暗号技術は、純粋数学とモノづくりのコラボレーション。

私は学生のころからずっと純粋数学を学んできました。私にとって暗号技術の魅力は、理論を突き詰めることが中心で一見、現実社会から距離があるように思われがちな純粋数学を社会に役立つ技術として応用できることです。暗号技術の研究開発の道を選んだ理由もそこにあります。また暗号技術はまさに理工学と言える分野だと思っています。純粋数学を駆使する理学的なアプローチ、社会や使う人の立場に立ったモノづくりの視点を考慮した工学的なアプローチ、その両方が必要な分野です。このふたつが融合したとき、新しい技術が生まれるコラボレーションの世界です。



今回の開発でもコアとなる部分は数学的に組み立てつつ、現場のニーズに合わせてどう仕上げていくかについて多くの議論を行ったことで、アルゴリズム開発・ソフトウェア開発メンバーの連携が非常にうまくいったと思っています。当社はこれまで暗号技術の分野において、世界に先駆けていくつもの新しい技術を開発してきました。今回の開発がここまでこぎ着けられたのも技術・ノウハウの蓄積はもちろんですが、暗号技術のリーディングカンパニーとして、常に新しいチャレンジをする社風が大きな後押しになったと言えます。暗号技術開発者にとっては、やりがいのある環境だと思っています。

暗号でどこまで情報を守れるか、社会の問い合わせにこれからも答えていきます。



この技術の発表後、国際会議や学会など各方面から大きな反響がありました。見過ごしがちだった暗号文を分離した場合のリスクに正面から向き合い、具体的な解決策を提示した姿勢と技術をご評価いただいたのだと思います。

今後の課題のひとつは処理速度です。IoTのように桁違いの量のデータを扱うには、今まで以上に処理速度を上げていく必要があります。秘匿検索はIoT社会で重要な役割を担う技術だと思っています。カーナビの位置情報ひとつをとっても、単なる位置情報というだけでなく、その人の行動パターンや志向までがわかるプライバシー情報です。その管理には高い安全性が要求されます。また医療分野にも貢献できると思っています。極めて機密度の高い医療データをクラウドで安全に扱うことができれば、医療データを有効に利活用でき、新薬の開発や遺伝子医療にも貢献できると考えています。

今回の技術が最終ゴールではありません。情報漏洩などのニュースを耳にするたび、暗号技術でどこまで情報を守れるのかを問われている気がします。そういう社会の声にしっかり答えていかなければなりません。ある意味で戦いです。これからも暗号技術で社会に貢献できるようトライしていきます。



この技術に関するお問い合わせはこちらから

1

2

3

4

注目の研究・技術

次世代超大型望遠鏡TMT「分割鏡交換ロボット技術」

世界初の技術で、
492枚の分割鏡を効率的に交換。

先端技術総合研究所



壮大な宇宙の謎に挑む日本・米国・中国・カナダ・インド5カ国による共同プロジェクトが世界で注目を集めています。それがハワイ・マウナケア山頂に建設予定の次世代超大型望遠鏡「TMT (Thirty Meter Telescope)」です。数々の発見で天文学の常識を覆したすばる望遠鏡の主鏡は口径8.2mの一枚鏡です。それに対し TMTは492枚の分割鏡からなる口径30mの主鏡を備え、従来の望遠鏡の10倍を超える圧倒的な集光力で宇宙誕生138億光年の謎に、宇宙で最初に生まれた星「ファーストスター」を捉え、新たな生命の存在に迫ろうとしています。



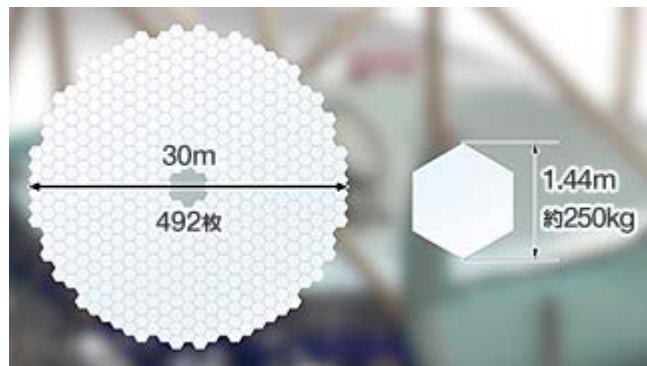
[解説ムービーを見る](#)

宇宙像を一新するであろう、この世界規模のプロジェクトにおいて三菱電機はTMTの望遠鏡本体構造に加え、分割鏡の交換作業を自動化する世界初の分割鏡交換システムの開発を担います。すばる望遠鏡などで培った豊富な経験と高い技術力で、天文学のさらなる発展に貢献します。

交換作業の効率化で、より多くの天体観測時間を確保。

TMTの492枚の分割鏡は2年に1回、全て交換されます。分割鏡の金属蒸着が酸化し、反射率が低下するためです。

鏡交換は観測の合間に縫って行われるために、多くの時間を割くことができません。仮に人手で492枚の鏡を交換した場合、膨大な時間と人手を要し、観測活動を妨げかねません。



今回開発した「分割鏡交換ロボット技術」をキー テクノロジーとする分割鏡交換システム（SHS）

は、1日に10枚の鏡を交換でき、作業に必要なオペレーターもわずか3名だけです。光学性能を維持するために不可欠な分割鏡の交換作業を効率化することで、より多くの観測時間を確保できます。



次のページ

＜技術紹介＞ 分割鏡交換ロボットの「目と手」が、宇宙で最初に生まれた星「ファーストスター」を捉える観測に貢献。

[1](#) [2](#) [3](#) [4](#) [5](#)

注目の研究・技術

次世代超大型望遠鏡TMT「分割鏡交換ロボット技術」

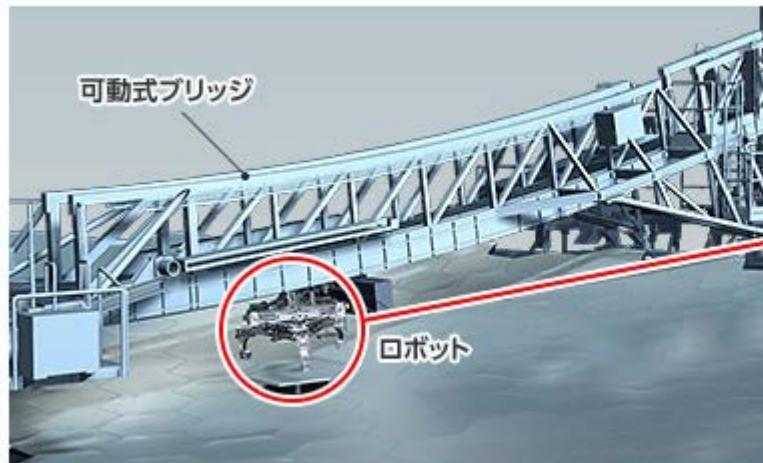
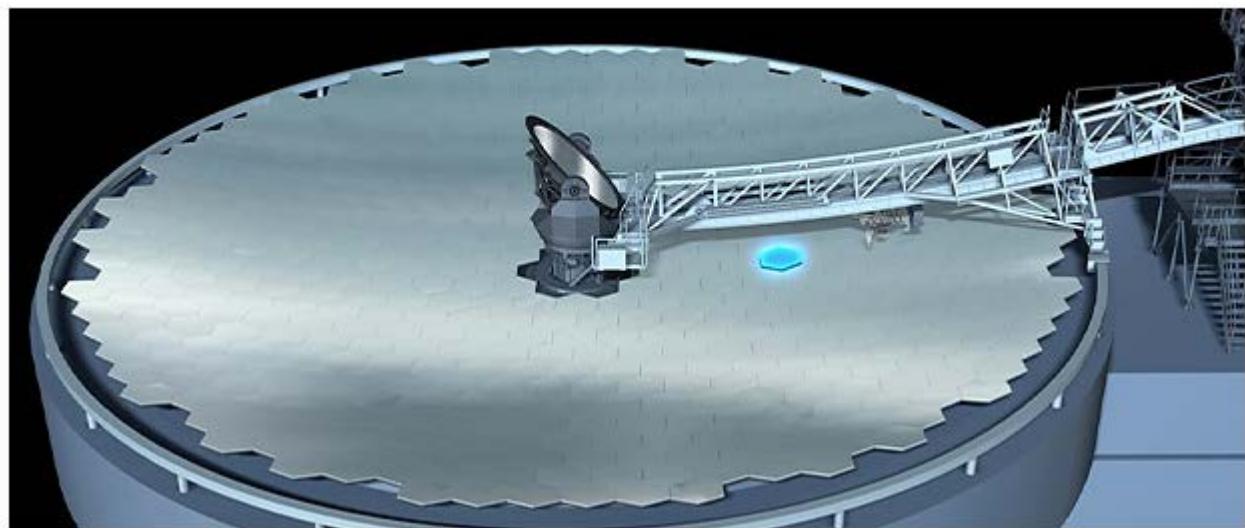
技術紹介

分割鏡交換ロボットの「目と手」が、
宇宙で最初に生まれた星
「ファーストスター」を捉える観測に貢献。



機構・駆動技術
ビジョンセンサー技術
力覚制御技術

システムイメージ図



センサーの「目」で鏡とロボットの位置を認識する「ビジョンセンサー」。

鏡交換作業を行う際、ロボットは可動式ブリッジにより交換する鏡の上へと移動します。交換する鏡は鏡下のジャッキで押し上げられますが、カメラで上から見ただけでは、鏡の反射により鏡の位置を正確に特定するのは困難です。

それを解決するのが「ビジョンセンサー」です。まずチェックマークを鏡に投影し、どこに交換する鏡があるかを検出し、鏡とロボットの位置を正確に合わせます。対角1440mmの鏡の位置を3mm以下の高い精度でとらえることができ、人で言えば「目」の役割を果たす技術です。



次のページ
<開発NOTE> まるで人の「手」のようにやさしく、しっかり鏡を掴む
「力覚制御技術」。

1 2 3 4 5

注目の研究・技術

次世代超大型望遠鏡TMT「分割鏡交換ロボット技術」

技術紹介

まるで人の「手」のようにやさしく、しっかりと鏡を掴む「力覚制御技術」。

人は物を持ち上げるとき、指先の感覚でバランスを自然に調整します。ロボットの爪「タロン」がまるで人の「指」のような動きをする、それが「力覚制御技術」です。

鏡を掴むとき「1つのタロンだけが鏡にからない」「鏡に対してタロンが斜めになっている」など、微妙なズレが生じます。鏡はお椀形の主鏡の形状に合わせて微妙にカーブしています。さらに構造がたわむこともあります。それらがズレの原因です。

ズレを補正し、バランス良く持ち上げるには3つのタロンそれぞれにかかる荷重を正確に知る必要があります。

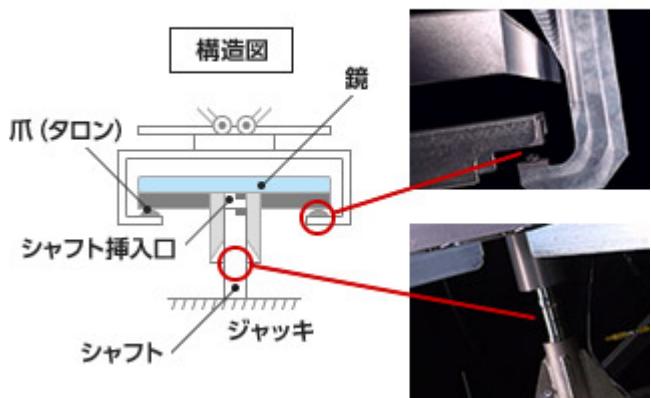
「力覚制御技術」は鏡を少しずつ持ち上げながら荷重を測定し、それが鏡の重さによるものか、ロボット自身の動きによるものかを判断し、タロンの動きを微妙に調整することで、鏡をしっかりとやさしく掴むことができるのです。

また取り付けの際はジャッキのシャフトを鏡背面の挿入口に差し込みます。少しでもシャフトと挿入口がズレれば、鏡に負荷がかかります。どんな軌道を取れば鏡に負荷をかけずにスムーズに挿入できるか、ロボット自身が判断するのです。

シャフトと挿入口の隙間はわずか0.5mmです。「力覚制御技術」は250kg程の鏡に対して、1kg以下のわずかな負荷も検知し、その負荷による構造変形の影響も考慮しながら、鏡に大きな負荷をかけずに交換作業が可能です。

取り外しも取り付けも、カメラでモニターしづらい鏡背面での作業です。人が何かを掴んだり、差し込んだりするとき、視覚情報により微妙に調整しますが、このロボットはいわば指先の感覚だけで正確に作業を行うことができるのです。

「分割鏡交換ロボットのインターフェース

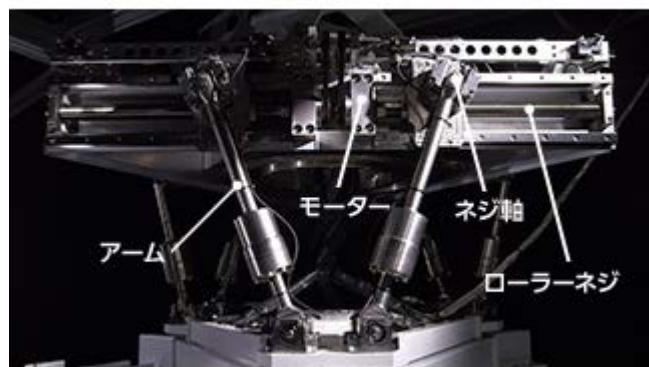


「6自由度パラレルリンク駆動」でコンパクト化とロングストロークを両立。

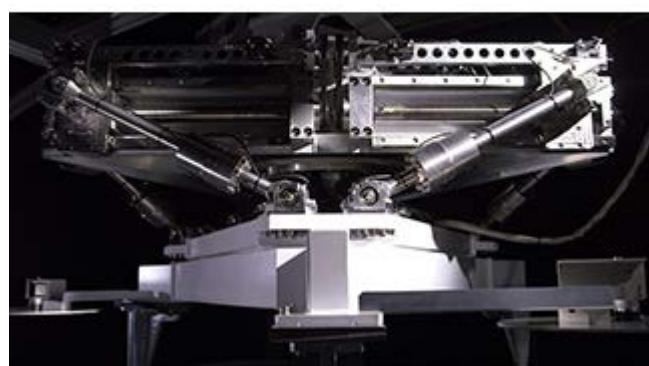
TMTに限らず望遠鏡では観測装置のスペースが優先されるため、その他の装置を設置できる空間は限られています。そのため今回開発したシステムもコンパクトであることが要求されました。また取り外した鏡を移動する際、万が一同じ軌道上の別の鏡がジャッキアップされていても衝突しないように安全策として、鏡を高く持ち上げる「ロングストローク」を確保する必要がありました。さらにハワイ・マウナケアでは地震が起り、耐震性も課題のひとつでした。

これらを一気に解決したのが独自の「6自由度パラレルリンク駆動」です。鏡を掴むためのタロンは計3つです。それぞれのタロンは、各2本のアームによって上下します。アームは個別のモーターで駆動し、計6個のモーターが搭載されています。ポイントはアームをどう動かすかです。単に垂直方向にアームを上げ下げしたのでは、鏡を持ち上げた際にアームが上部に突き出し、縦方向にスペースが必要になります。

| ストローク:長い



| ストローク:短い



「6自由度パラレルリンク駆動」では、水平に配置されたローラーネジの上をアームと一緒にになったネジ軸が横方向に移動することでアームを動かします。

ネジ軸がローラーネジの中心に近いほどストロークは長く、ネジ軸が端に行くほどストロークは短くなります。逆三角形の底辺が短いほど爪先（タロン）は下に、底辺が広がるほど爪先（タロン）が上がる仕組みです。これであれば鏡を持ち上げてもアームが上に突き出すことがなく、コンパクト化とロングストロークを両立できます。

さらにローラーネジとネジ軸には非常に細かい溝が掘られており、ネジとナットのような関係になっています。もし地震が起きて電源を消失してもネジとナットのようにしっかりと固定されているので、アームが動かず鏡を落とすことがありません。



次のページ

＜開発NOTE＞ 自然科学の新たなページを開くTMT、世界初の技術を自分たちの手で。

注目の研究・技術

次世代超大型望遠鏡TMT「分割鏡交換ロボット技術」

開発NOTE

自然科学の新たなページを開くTMT、世界初の技術を自分たちの手で。



先端技術総合研究所
春名 正樹

TMTのプロジェクトを初めて耳にしたとき、エンジニアなら誰しも思うでしょうが、私も「是非参加したい」と強く思いました。「分割鏡交換ロボット技術」はTMTサイドに我々から提案した技術です。自然科学のページを書き換えるであろうプロジェクトに「自分たちの技術を活かしたい」「世界初の装置を自分たちの手で」、そんな思いを持って積極的に提案活動を行ってきました。TMTサイドも当初は世界初の技術ということで、不安もあったようでした。それを払拭したのが2014年のフルスケール試作機によるデモンストレーションでした。世界中の各分野のプロがデモンストレーションを見て感動してくれました。彼らの多くは技術者です。ここまでこぎ着けるのがどれほど大変だったか言葉にせずとも理解してくれ、苦労が報われた想いでした。

このロボットはすばる望遠鏡やALMA／ACAなど、当社の大型望遠鏡開発の集大成と言えるものです。ローラネジとネジ軸による駆動方式から3つの爪の形状まで、至る所に長年培ってきたノウハウが活かされています。

鏡を掴む「力覚制御技術」は産業用ロボットで実績のある当社保有技術を応用したものです。大型望遠鏡開発とファクトリーオートメーション両方の技術・経験を有する当社だからこそ、今回の技術は実現できたと言えます。

行き詰ったとき、思ひぬ所に課題を一気に解決するヒントが。

ここまで辿り着くには、多くの苦労がありました。例えばパラレルリンク駆動について、ストロークの問題、空間の問題、鏡の重さの問題などで行き詰った時期がありました。ヒントは思ひぬ所にありました。自宅のピアノを動かすためにパンタグラフのジャッキを使っていたときです。その構造を見ながら、これを応用すれば狭い空間でも長いストロークが確保できる。ひらめいた瞬間、心の中で「これだ！」とつぶやいたことを覚えています。それまでスタッフ全員でさまざまなアイデアを出し合ってきましたが、ひとつの課題を解決できても別の課題が残り、前に進むことができませんでした。この新しいアイデアは全ての課題を一気に解決できるものでした。



通信機製作所
川口 昇

しかしアイデアはあくまでアイデアでしかなく、それをカタチにできるかは別問題です。

そのためにはCAD化が必要なのですが、当社には腕利きのCADオペレーターが何人もいます。一つ言えれば十わかってくれる、頼もしい方々です。私が描いたスケッチをあつという間にCAD化してくれたのです。私のアイデアが実現に向け、大きく一步前進した瞬間です。もうひとつ当社の経験・人材の豊富さを実感した瞬間がありました。フルスケールの試作機を組み立てたときです。これほど大規模かつ複雑な装置が組み立てからテスト運転まで、一度も滞ることなく進行していったのです。このように今回の技術は本当に多くの方々の支えによって成り立っているのです。



次のページ

＜開発NOTE＞ 素晴らしい望遠鏡を完成させたい、スタッフ皆一様に気持ちは同じです。

注目の研究・技術

次世代超大型望遠鏡TMT「分割鏡交換ロボット技術」

開発NOTE

素晴らしい望遠鏡を完成させたい、スタッフ皆一様に気持ちは同じです。

多くのライバルメーカーがしのぎを削るなかで「技術では負けない」という自信はあります。またそう言えるだけの実績を当社は積んできました。それらは先輩たちが長い時間をかけて築き上げてきたものです。我々も続いていかなければなりません。まずは今回の技術を完成させることです。今後もさまざまな困難が待ち構えているに違いありませんが、スタッフ皆一様に「素晴らしい望遠鏡を完成させたい」という気持ちは同じです。



TMT完成までの長い道のりのなかで、常にモチベーションを高く持ち続けることは大変なことです。すばる望遠鏡などもそうですが「小学校の教科書に載るような意義ある仕事をしている」「社会や自然科学の発展に貢献する技術を開発する」、そんな自信や自覚を持って今後も開発に全力を注いでいきます。

これまでの経験を分野を問わず、社会の抱える問題解決に活かしたい。



今まで数多くの大型望遠鏡開発に携わってきました。この経験を日々の暮らしに役立つようなもっと身近な分野で活かせないだろうか、漠然ですがそう思うことがあります。TMTもそうですが、限られたスペースに必要なメカニズムをどう収めるか。長年、試行錯誤を繰り返してきました。例えば当社はセンサー技術においても優れた技術力をもっています。メカニズムをコンパクトにまとめる技術と高度なセンサー技術を組み合わせれば、社会が抱える問題解決に役立つのではないかと考えています。

制御技術についても今回の開発を通じて新しい発想を得ることができました。「人を中心としてシステムをつくる」という考え方です。全てに自動化を求め、高コストで複雑なシステムをつくるのではなく、機械の正確性と人の適用能力や柔軟性を組み合わせて、いかにシンプルで低コストなシステムに仕上げるかということです。世界にはまだまだ発展途上にある国々が多くあります。人と機械が融合したシステムこそが、世界の国々が抱える課題を解決するヒントになるのではないかでしょうか。今回の開発は今後の研究活動にひとつの方針性を与えてくれた気がします。



この技術に関するお問い合わせはこちらから

1 2 3 4 5

※ 本技術開発は、大学共同利用機関法人 自然科学機構 国立天文台との契約のもとで実施されました。
TMTはTMT観測所公社の米国における登録商標です。

注目の研究・技術

超高速エレベーターを支える技術

分速1,000mを超える高速走行でも快適な乗り心地を実現。



第66回電機工業技術功績者表彰 最優秀賞を受賞しました。

先進モーター制御技術により、世界最高速エレベーターの高品質な乗り心地を実現したことが、高く評価されました。



技術紹介

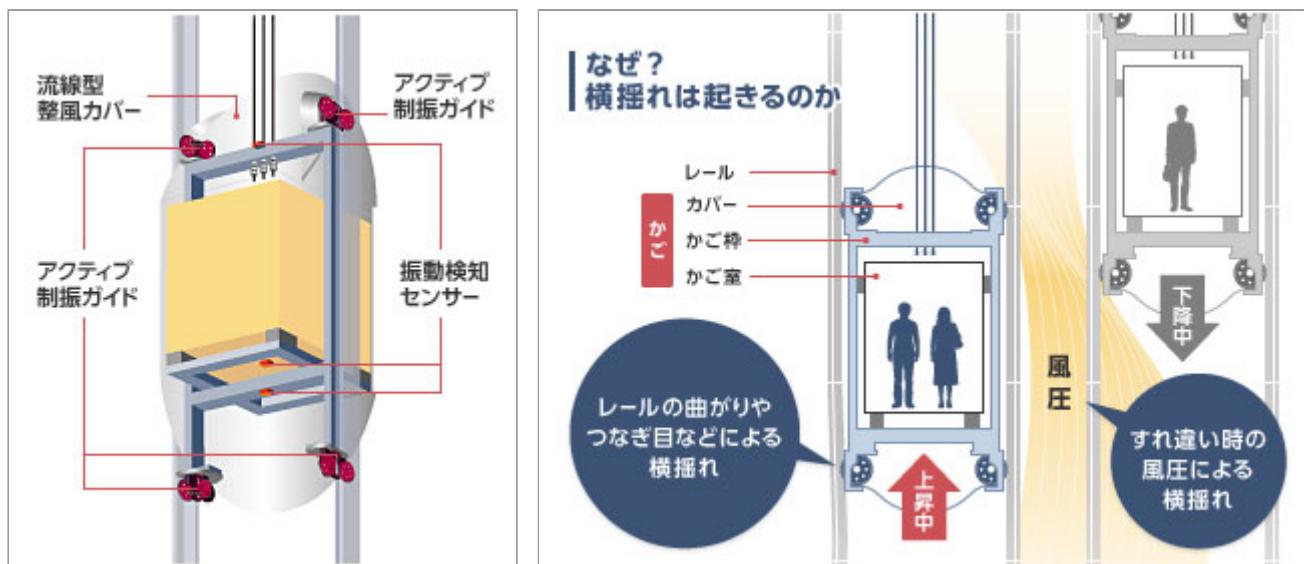
世界最高※1分速1,230mの超高速走行と快適性を両立。

エレベーターの性能は速さだけでなく、乗る人にとっての快適性が不可欠です。超高速エレベーターにおいて快適性を保つ上で課題となつたのが「横揺れ」と「騒音」でした。今回開発した「新型アクティブローラーガイドシステム」は独自の制振技術により超高速走行で起る横揺れを大幅に抑え、乗客が揺れを感じることはほとんどありません。また「超高速向け低騒音化技術」は分速1,000m超でありながら、一般のエレベーター並みの静かさを実現しました。この技術は中国上海市の中国最高層ビル「上海中心大厦（地上632m）」に納入した三菱電機の技術の粋を集めた分速1,230mの世界最高速※1エレベーターに搭載されました。世界一の速さと快適な乗り心地を両立した最新鋭のエレベーターのデビューです。

※1 2016年10月現在（当社調べ）。

超高速走行による「横揺れ」と「騒音」を大幅に低減。

エレベーターにおいて、なぜ横揺れは起きるのか。その原因のひとつは、エレベーターのかごが走行する際の軌道となるレールです。レールの小さな曲がりやつなぎ目のわずかなズレが超高速走行時には大きな振動となってかご室内に伝わるのです。さらに超高速走行では、かご同士がすれ違う時の風圧も横揺れの原因になります。「新型アクティブローラーガイドシステム」はこれらの振動をセンサーで検知し、上部・下部計4箇所のアクティブ制振ガイドによって、横揺れを大幅に低減します。また高速になるほど、昇降路内を走行するかごの周囲で強い気流が生じ、気流やその乱れによって騒音が発生します。「超高速向け低騒音化技術」は新開発の流線型整風カバーなどにより、気流をコントロールして騒音を大幅に低減しました。三菱電機は豊富な経験に基づく独自の技術をさらに進化させ、分速1,000m超という新たな世界で起る「横揺れ」と「騒音」という難問を解決しました。



開発NOTE

分速1,000m超の世界では何が起きるのか、それを知ることから開発は始まりました。

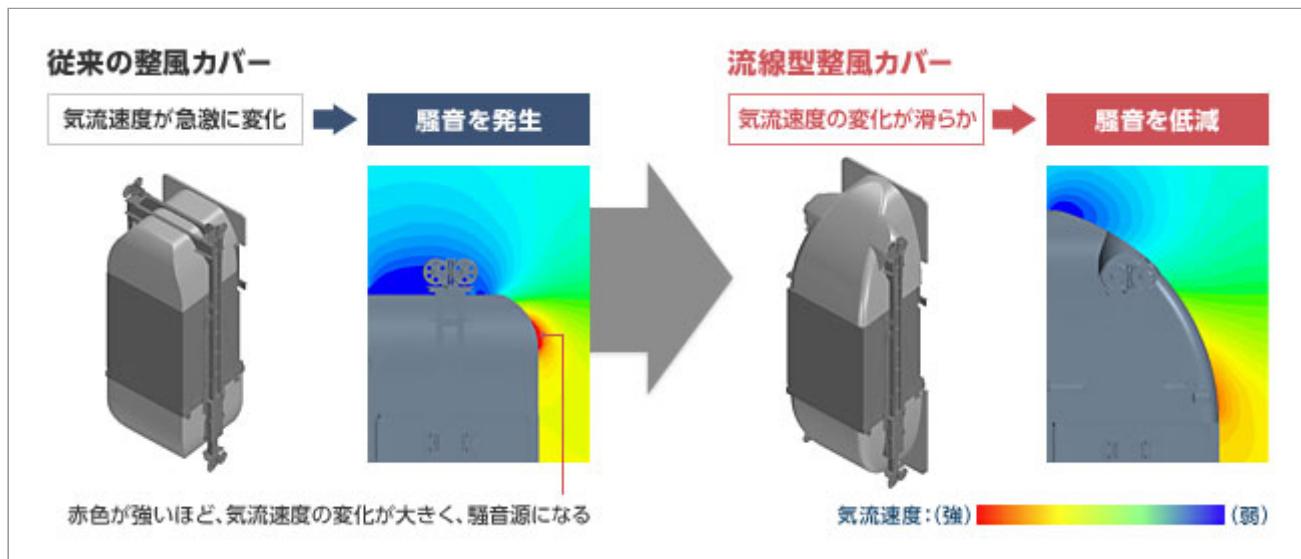
「新型アクティブローラーガイドシステム」の開発にあたり、まず最初に課題となつたのが"分速1,000m超の世界では何が起きるのか"。それを知るため、開発したシミュレーションモデルを用いて、今までの速度では起きなかつたかご室の揺れが生じることを確認したのです。レールに起因する横揺れの場合、従来の速度では人が乗るかご室とそれを支えるかご枠は同一方向に揺れていたのですが、分速1,000m超ではかご室とかご枠が例えば逆方向にも揺れるなど、別々に揺れることがわかりました。またかご同士がすれ違つた時も、やはりかご室とかご枠が別々に揺れるのです。分速300~540mを対象とする高速エレベーター向けの従来のアクティブローラーガイドシステムでは、振動を検知するセンサーがかご枠だけに付いています。しかし超高速走行に対応するには、異なる方向に揺れるかご室とかご枠それぞれにセンサーを設置しなければなりません。同一方向の揺れを抑える、同時に起きる別々の方向の揺れを抑える。この2つの制御は意味合いがまったく異なり、難易度が数段高くなるのです。さらに、同じエレベーターでも走行条件は一定ではありません。またエレベーターは長年使用するものです。乗車人数でかごの重量は変わり、微小な揺れを抑える防振ゴムは経年変化するなど、様変わりする条件の中で常に安定した制振性能を発揮する制御プログラムを開発する必要もありました。このように、様々な実験やシミュレーションを繰り返して日々積み重ね、開発は試行錯誤の連続でした。



先端技術総合研究所
宇都宮 健児
秋吉 雅夫

騒音を減らす、騒音をかご室に入れない。2つのアプローチで開発に取り組みました。

自動車でトンネルを通過すると「ゴー」という風切り音が聞こえます。エレベーターも昇降路という狭いトンネルを高速で走るものなので、かごの周囲に気流の乱れが生じ、騒音を引き起こします。気流により発生する騒音は走行速度の6乗に比例して増加することが知られており、分速1,000m超ともなると従来の速度とは比較にならないほど騒音対策が重要になります。今回の「超高速向け低騒音化技術」のコアとなるのは流線型整風カバーです。風をできるだけスムーズに流して騒音の発生を抑えるよう、かご上の形状を設計しました。風で発生する騒音を減らす、騒音をかご室に入れない、この2つのアプローチによって一般的なエレベーター並みの静かさを実現しました。開発当初から低騒音化の目標値はあったのですが、正直ハードルが高い値でした。対策をし尽くしたとしても、あと一歩、目標に届かない。その時、突破口となつたのが風洞実験による音源探査でした。精密なかごの模型と、ダクトの外から音源をピンポイントで特定できる特殊な装置を作り実験をしました。それまではかご上部の形状に目がいきがちだったのですが、音源探査によって新たな騒音源が見つかったのです。また、今回の開発では騒音源となる気流の発見に、今までエレベーター開発では用いられたことのない新しいシミュレーション技術を採用するなど、分速1,000m超という未経験の速度に挑むにあたり、さまざまな新しい試みを行ってきました。



世界一のエレベーターをつくるという夢の実現へ

「新型アクティブローラーガイドシステム」と「超高速向け低騒音化技術」に共通して言えるのは、当社ではこれまで分速1,000m超で走行するエレベーターを製品として製造していなかったので、テスト・評価のための環境づくりに苦心した、ということです。「新型アクティブローラーガイドシステム」に関しては、円盤をレールに見立てて分速1,000m超での揺れを再現したり加振器で風圧による揺れを再現する「振動模擬試験装置」を新たに開発しました。また当社稻沢製作所の世界最高レベルのエレベーター試験塔「SOLAÉ（ソラエ）」でも、実際の昇降路を用いて数多くのテストを行っています。エレベーターに限らずさまざまな分野で培ってきたシミュレーション技術、「SOLAÉ（ソラエ）」をはじめとする最先端の研究・開発施設など、当社の総合力が、今回の開発を成功に導いています。私は今回「新型アクティブローラーガイドシステム」を担当しましたが、入社以来エレベーターの開発にずっと携わってきました。入社の時、世界一のエレベーターを自分の手でつくることが夢でしたが、今回の開発で夢が実現しました。



■上海中心大厦（イメージ図）

表彰実績

第66回電機工業技術功績者表彰 最優秀賞を受賞

「世界最高速エレベータの高品質な乗り心地を実現した先進モータ制御技術の開発」にて、第66回電機工業技術功績者表彰 最優秀賞を受賞しました。



プリント基板穴あけ用レーザ加工機

デジタル機器の高機能化を支える微細穴加工技術。



技術紹介

高密度ビルトアップ基板に最大6,000穴／秒で穴あけ加工。

急速に普及を続けるさまざまなモバイルツール。携帯電話やスマートフォンを高機能化・小形化するには高密度な電子回路が不可欠です。それを可能にするのが電子回路を幾層にも積み重ね、小さな基板でも複雑な電子回路が形成できるビルトアップ基板の技術です。三菱電機では多層構造のビルトアップ基板において、それぞれの層を電気的につなぐ穴を最大毎秒6,000穴の速さで正確にあける「プリント基板穴あけ用レーザ加工機」を開発。永年幅広い分野で培ってきた技術を活かし、レーザ発振器からレーザ位置決め装置、さらにはfθレンズに至るまで、キーとなる技術をすべて独自で開発。その高い技術力は各方面で認められ、各賞を受賞しています。三菱電機の「プリント基板穴あけ用レーザ加工機」は優れた性能から世界各国で広く採用されています。いまや常に私たちの身近にある携帯電話やスマートフォン、タブレットPC。その中には三菱電機の技術が随所に使われているのです。

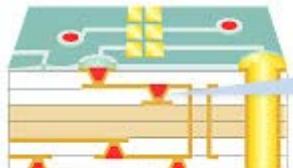
高ピーク大出力CO₂レーザ発振器をはじめ、独自の技術を結集。

三菱電機の「プリント基板穴あけ用レーザ加工機」にはいくつもの当社独自の技術が採用されています。まずひとつが「高ピーク短パルスCO₂レーザ発振器」です。高ピーク短パルスとは瞬時に高いパワーのレーザを照射することです。低ピークで長いパルスのレーザでは加工に時間がかかるため、穴周辺にまでレーザの熱が広がり、樹脂などが溶けてきれいな穴があきません。また高ピーク短パルスレーザは銅を材料とする配線部の穴あけも可能にします。通常、銅はレーザを反射してしまい、穴をあけにくいのですが高ピーク短パルスなら一気に加工できるのです。次に「高速デジタルガルバノスキャナ」です。この装置はレーザを照射する位置決めを、例えば100m先にあるパチンコ玉を正確に射抜く精度で、1秒間に3,500回以上も行うことができます。さらにこの「高速デジタルガルバノスキャナ」を2つの加工ヘッドそれぞれに備え、2枚のプリント基板を同時に加工することで、最大で毎秒6,000穴という高い生産性を実現したのです。また生産性だけでなく、数十μmの微細な穴を正確な真円に安定して加工するために、光学機器メーカー並みの高度なレンズ設計技術と超高精度な加工技術を自社で保有し、高性能なfθレンズも内製化しています。

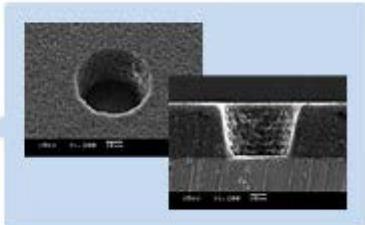
プリント基板穴あけ用レーザ加工機



ビルトアップ基板の構成



レーザ加工穴 (φ50μm)



開発NOTE

1号機の開発以来、市場ニーズとともに成長してきました。

ビルドアップ基板のレーザ穴あけ技術の開発をスタートしたのは1988年でした。当時はビルドアップ基板がまだ普及しておらず、プリント基板メーカーさんの反応もよくありませんでした。しかしほんの数年で状況は大きく変わりました。高性能化・小型化が進む携帯電話などのデジタル機器分野で、ビルドアップ基板が急速に広まったのです。開発を始めた当時「これからは必ずレーザ加工によるビルドアップ基板が広がっていく」と確信していましたが、それが現実になったのです。今回のレーザ加工機のベースとなった1号機の性能は毎秒400穴程度でした。それ以来、高速化はもちろん市場の声をもとにさまざまな視点で開発に取り組んできました。今回開発した独自技術の数々も市場の要求に応え、信頼性の高い、真に役立つ生産装置を追求・実現していくには、部品メーカーからの購入品に頼っていてはブラックボックス的な部分が残り、目指す目標を達成し得ないとの考え方から、研究所と製作所の技術者が協力しながら長い年月をかけて具現化したものです。この私たちの姿勢や技術は産業界への貢献と市場からの信頼に繋がっていると自負しています。

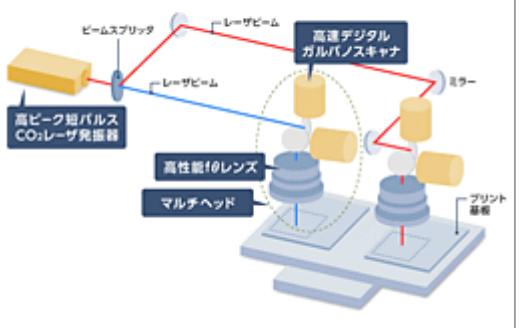


先端技術総合研究所

西前 順一
高橋 梯史

設計システム技術センター 竹野 祥瑞

レーザ加工機の構成



 [扩大表示](#)

永年、積み重ねてきた各分野の技術がバックボーンにあります。

「高ピーク短パルスCO2レーザ発振器」は当社だから開発できたと言っても過言ではありません。レーザ発振器には放電技術と電源技術が必要なのですが、この2つの分野で当社は多くの実績をもっています。放電技術については、高圧電流の放電によりオゾンを発生させ、水を浄化する「オゾナイザ」という技術が当社にはあります。今回の開発でもこの開発経験が大きな財産になっています。また電源には高い電圧で繰り返し放電できる特殊なパワーエレクトロニクス技術を採用しています。これらのバックボーンとなる技術を上手く活かすことで世界に二つとない、プリント基板の穴あけ加工に最適な「高ピーク短パルスCO2レーザ発振器」を実現できました。「高速デジタルガルバノスキャナ」については、ファクトリーオートメーションで多用される数値制御（NC）の技術が下地になっています。工作機械を自動化するための制御方式なのですが、当社はこの分野を永年、得意としています。しかし工作機械の制御とレーザ加工機の制御では、求められる精度も速度も桁違います。開発にあたってはレーザを走査するミラーを動かすためのモータやセンサ、ソフト開発などなど、ジャンルを越えて多くの技術者と協力してきました。

レーザだからできる“付加価値”を求め、今後も開発を続けていきます。

高速で、高品質な穴あけ加工を安定して、いかに実現するか、今後の開発においても目指す方向に変わりはありません。速さ・高品質・高信頼化を実現することで、プリント基板を低成本で大量生産できる環境を提供する、つまり高性能な製品を低成本で皆さまに届けることができるのです。開発を始めた当時はプリント基板のことすらよく知りませんでした。しかし当時のドリルによる穴あけや薬剤を使うエッチングによる穴あけではできない、レーザだけの「附加価値」に着目し、開発にトライしました。今後も現在の加工機で採用している赤外線レーザの可能性をさらに追求するとともに、より微細な加工ができる紫外線レーザまでを視野に入れ「レーザだからできる何か」を求め、チャンレンジを続けていきたいと思います。

表彰実績

第57回（平成22年度）大河内賞 大河内記念生産特賞

受賞対象：高密度ビルドアップ配線板加工用高速マイクロ穴あけレーザ加工機の開発と実用化



第41回（平成21年度）市村産業賞 功績賞

受賞対象：プリント基板穴あけレーザ加工機の高速化技術



その他の受賞歴

第58回 十大新製品賞（2015年）

第11回 “超”ものづくり部品大賞「機械部品賞」（2014年）

第25回 中日産業技術賞「経済産業大臣賞」（2011年）

第3回 レーザー学会産業賞「優秀賞」（2011年）

注目の研究・技術

放射能分析技術

先進の信号復元技術により高速で、高精度な分析を実現。



(財) 日立財団 (株) 日刊工業新聞社

平成27年度 第42回 環境賞「環境大臣賞・優秀賞」を受賞。

環境保全、被災地復興への貢献が認められ本技術は「迅速測定が可能な放射能分析技術」として環境賞「環境大臣賞・優秀賞」を受賞。放射能分析技術が同賞を受賞するのは初めてのことです。

詳しくはこちら（日立財団ホームページ） [□](#)



技術紹介

信号復元技術によりシンチレーターの放射能分析能力を飛躍的に向上。

福島での事故以降、自治体や流通業者による食品などの放射性セシウム測定が行われるようになりました。食の安全・安心のために、さらには風評被害を防ぐためにも、さまざまな食品を短時間で高精度に検査できる放射能分析装置が求められています。

三菱電機は九州大学との共同開発により、ヨウ化ナトリウムシンチレーターに独自の信号復元技術を適用し、ごく微量の放射性セシウムを高精度・短時間で測定でき、しかもイニシャルコスト・ランニングコストを抑えた装置を開発し、製品化することに成功しました。

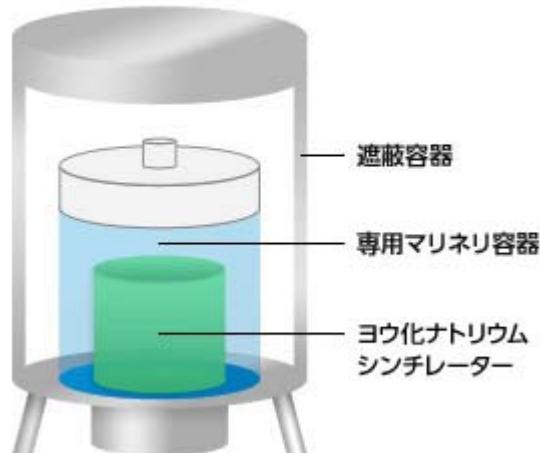
従来、放射能分析には主にゲルマニウム半導体検出器が用いられてきました。ゲルマニウム半導体検出器は分析能力は高いものの、放射性セシウムが微量なケースでは測定に時間がかかり、また液体窒素による冷却が必要なためランニングコストが高い、装置が高価であるといった課題がありました。またヨウ化ナトリウムシンチレーターについては短時間で安価に測定できる反面、分析能力が低いという難点がありました。

今回の装置では信号復元技術に放射線・光学連成解析による独自のシミュレーション技術を用いることで、ヨウ化ナトリウムシンチレーターの分析能力が飛躍的に向上。ゲルマニウム半導体検出器の優れた分析能力とヨウ化ナトリウムシンチレーターのスピード・手軽さをあわせもつ革新的な放射能分析装置となりました。

システム概念図



検出部の構造



■従来の検出器との比較

検出器	従来のゲルマニウム半導体検出器	従来のヨウ化ナトリウムシンチレーター	今回の開発成果（ヨウ化ナトリウムシンチレーター+信号復元技術）
測定時間※1	10~15分	2~5分	1分
核種分析（セシウム134と137の分離定量）	可	不可	可
装置重量（遮蔽体含む）	1500~2000kg	150~250kg	30~160kg（設置環境による）
ランニングコスト	高い（液体窒素での冷却が必要）	低い（冷却不要）	低い（冷却不要）

※1：試料重量2kg、検出限界：25Bq/kgの場合（ゲルマニウム半導体検出器は相対効率15%の値）。

「検出器の物理特性」による信号のばらつきを解析し、放射線エネルギー固有の信号に復元。

ヨウ化ナトリウムシンチレーターは、ヨウ化ナトリウムの結晶と放射線が衝突した際に発生する光（シンチレーション光）の量を電気信号に変換して放射線を検出する装置です。

ヨウ化ナトリウムシンチレーターの分析能力を改善する上で問題となるのが「検出器の物理特性」による信号のばらつきです。

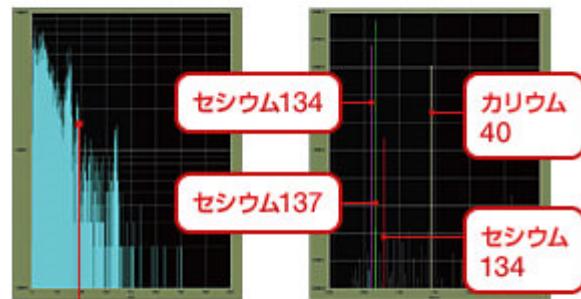
例えばセシウム137は662keVなど、放射性物質は固有のエネルギーを持つ放射線（ガンマ線）を放出します。その放射線エネルギーを測定することで、種類・量を特定するのです。しかし「検出器の物理特性」により、検出器に吸収されるエネルギーが一定にならず、さらに発生する光量と伝搬される光量がばらつくため高精度かつ迅速に測定することは極めて困難でした。これを解決したのが今回開発した信号復元技術です。

この技術は放射線のエネルギーごとに、どのようなばらつきが起こるかをあらかじめ放射線の物理挙動解析とシンチレーター内の光線追跡によりシミュレーションし、データベース化。実測信号とデータベースを照らし合わせ、それぞれの放射線エネルギー固有の信号に復元することで、その種類や量を特定します。

今回の装置では2kgの一般食品の場合、検出限界25Bq/kg（ベクレル/キログラム）を1分で測定できます。これは一般的なゲルマニウム半導体検出器の約1/10という速さです。

玄米認証放射能標準物質の測定例

< 信号復元前 > → < 信号復元後 >



セシウム134と
セシウム137の
信号が重なり、
測定が困難

開発NOTE

震災の年の夏、「私たちにできることは何か」という思いから開発をスタートしました。



先端技術総合研究所
西沢 博志
林 真照
東 哲史

開発を社内でスタートしたのは2011年の夏です。この年、福島第一原子力発電所で事故が起こり、「何か私たちにできることは何か」ずっと考えていました。震災当時、さまざまな学会や会合で「放射能分析装置が足りない、測定に時間がかかる、装置の使い方が面倒」など、福島からの声を耳にすることがありました。そんな現状に対し、以前から開発を続けてきた放射線・光学連成解析というシミュレーション技術を信号復元技術に適用すれば、より高精度で、より早く放射線エネルギーを測定できるのではないかと考えたのです。

2012年には九州大学の方々と共同で科学技術振興機構（JST）の支援を受けて本格的に開発を開始し、2015年には製品化へとこぎ着けました。比較的短期間で製品化できたのは、福島にこの装置を早く届けたいという思いとともに、当社が長年培ってきた技術がベースにあつたからです。

放射線・光学連成解析もそうですが、信号処理部の回路設計や解析アルゴリズムもその一例です。理論値通りに出力でき、使用環境に左右されないなど、今回の装置ではソフトウェアだけでなく、ハードウェアである回路にもシビアな条件が要求されます。通常このような回路をゼロからつくれば、数年必要だったかもしれません。それを短期間で完成できたのは放射能検出の分野での当社の豊富な経験とノウハウがあったからこそです。

トライ＆エラーを幾度となく重ね、データベースの精度を高めていきました。

放射線は自然由来のものや宇宙線などさまざまな種類があり、それぞれ固有のエネルギーを持っています。これらを網羅するためにエネルギーを300階調に分け、300階調すべてのエネルギーに対して「検出器の物理特性」をデータベース化する。それが最大の課題でした。精度が少しでも落ちれば、最終的には大きなズレになってしまうのです。

その中でとりわけ苦労したのが光学解析でした。放射線・光学連成解析は当初はプラスチックシンチレーターへ適用するために開発を続けてきました。形状や大きさ・発光特性が異なるヨウ化ナトリウムシンチレーターにこの技術を適用するには当然、見直しが必要になります。

プラスチックシンチレーターは平たい円盤状であるのに対して、ヨウ化ナトリウムシンチレーターは円柱形です。この形状の違いにより散乱・屈折など、シンチレーション光が異なる動きをするのです。

光の物性を十分に理解しなければ、正確なシミュレーションは不可能です。光の物性に関するいろいろな文献も調べましたが、それだけでは解決策は得られず、自分たちの手でテストを行いトライ＆エラーを幾度となく重ね、問題点をひとつずつ解決していきました。

「検出器の物理特性」という難題をクリアするには、放射線だけでなくシンチレーション光の特性まで解析できる高度なシミュレーション技術が必要だったのです。



徹底して性能評価を行い、フィールドテストは福島で実施しました。



測定スピードや分析能力、コストなど、この装置は優れた特長を備えていますが、それらの特長に加え、私たちがこだわったのは装置の信頼性です。放射能は極めてナイーブな問題です。測定結果が風評被害など、大きな影響を及ぼしかねません。

そのために今回の開発では性能評価を徹底して行いました。テストに使う食品は何が適しているのか、まずヒヤリングから始めました。JSTの技術統括をされている平井先生からもアドバイスをいただき、放射能濃度が正確に値付けされた「標準物質」を使うことにしました。米や大豆、椎茸、肉など、いろいろな食品の標準物質でテストを行い、さらに食品の種類だけでなく容器への詰め方を変えるなど、慎重に慎重を重ねました。その結果、測定結果に影響する食品の密度を設定できるように工夫を加えました。また遮蔽容器の壁の厚さが異なる基本タイプ、鉛遮蔽容器強化タイプを用意し、さまざまな環境で正確に測定できるように配慮しました。

最終段階のフィールドテストは福島県内の2カ所の機関に実際の装置を持ち込んで行いました。測定結果は地元の機関で測定した結果と同様の値を示し、この装置の信頼性を証明することができました。福島の方々からも「ヨウ化ナトリウムシンチレーターで、ここまで測定できるのか」など、大変ご評価いただきました。

受賞は驚きと同時にこの技術への期待の大きさを実感しました。

今回、おかげさまで環境賞「環境大臣賞・優秀賞」を受賞することができました。まだまだこれからの中でも関わらず高い評価をいただき、大変驚くと同時にこの技術に対する期待の大きさを実感しました。この装置はすでに発売を開始していますが、測定の現場でより使いやすい装置へと今後も改良に取り組んでいきます。

フィールドテストの際、離れているとなかなか聞こえてこない福島の方々の声を直にお聞きし「まだまだやれることがある」と感じました。今回は食品の測定を中心に行いましたが、土壤や水などの測定にも今後活用できればと考えています。広域にわたる各地区の数多くのサンプルを短時間で測定でき、ランニングコストも安いこの装置は、長期にわたりモニタリングが必要な環境中の放射線測定にも適していると思います。

またこの装置は軽量なので、機動的なモニタリングにも将来的には対応できればと考えています。食品や環境に対して安全・安心を求める気持ちは国内だけでなく、海外でも共通の願いです。これからは海外の市場へも目を向けていくつもりです。



謝辞

この開発は、国立研究開発法人科学技術振興機構の研究成果展開事業（先端計測分析技術・機器開発プログラム）による成果です。本技術を共同で開発しました九州大学大学院総合理工学研究院・渡辺研究室の皆様、フィールドテストにご協力いただきました株式会社環境分析研究所（福島市）、福島県農業総合センター（郡山市）の皆様に深く感謝いたします。

IoT時代に向けたセキュリティー技術

LSIの指紋「固有ID※1」がネットワーク機器の安全・安心を守る。



技術紹介

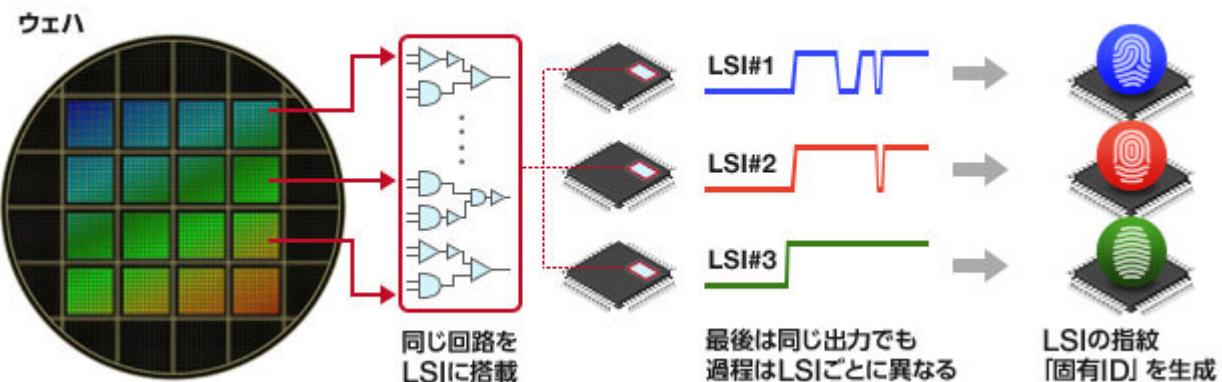
あらゆる機器がつながる「IoT時代」のためのセキュリティー技術。

パソコンやスマートフォンなどの情報通信機器だけでなく、あらゆる機器がインターネットを介してつながるIoT（Internet of Things）時代がいよいよ本格化しています。「つながる」ことで利便性が向上する一方で、セキュリティリスクとして不正プログラムの混入やなりすましなどの対策が求められています。従来のリスクは銀行の不正送金など仮想社会での被害だったのに対して、IoTでは自動車を含めさまざまなシステムとつながり、被害にあれば直接人命に関わります。

一般的に電子機器はLSI（大規模集積回路）に組み込まれたプログラムにより機器の動作が制御されています。もしそのプログラムが改ざんされれば、ネットワークにつながるすべての機器に危険がおよびかねません。

三菱電機では製造段階で生じるLSIの個体差を利用して、LSIの指紋とも言える固有IDを生成する「IoT時代に向けたセキュリティー技術」の研究に早くから取り組み、立命館大学と共同で試作LSIの開発にも成功しました。強固なセキュリティーを実現するとともに、ID生成・暗号・復号の回路を一部共有化することで、それぞれを個別に実装する場合に比べ、回路面積を約1/3にまで削減。社会インフラから家電製品まで、ますます広がるIoT機器への適用に向け、着実に歩みを進めています。

LSIに生じる個体差により固有IDを生成



LSIの個体差を利用した「見えないID・複製できないID」。

LSIは同じ回路であっても個体差により、同じ出力でも個体ごとに過渡状態での電圧上昇パターン「グリッチ」が異なります。これを用いてLSIの指紋とも言える固有IDを生成するのが今回の技術です。

LSIの中の秘密情報を守るには条件が2つあります。まずひとつは「LSIを分解・解析しても情報が漏れないこと」です。これまでID情報は暗号化した上で、不揮発性メモリー（電力供給がなくともデータを保持できる記憶素子）に格納するのが一般的でした。しかしこれでは分解・解析することでメモリーの情報を盗み見られる可能性があります。今回の技術では固有IDはLSIが動作している時にしか現れず、仮に分解しても秘密情報はどこにも存在しないのです。

もうひとつの条件は「回路を複製されても秘密情報を複製できない」ということです。「グリッチ」の違いは不規則な個体差によって発生します。つまり回路を複製しても、同じIDにはなりません。 「見えないID・複製できないID」という安全性を証明する2つ条件を今回の技術はクリアしています。

危険なプログラムの混入や不正アクセスをシャットアウト。



拡大表示

固有IDを利用すれば、機器に対する危険なプログラムの混入などを防ぐことができます。例えばインターネットを介して機器にプログラムを送る際、LSIの固有IDで復号できるように暗号化してプログラムを送信します。もし固有IDで復号できないプログラムが送られてくれれば、不正なプログラムと見なし動作を拒否することで、悪意ある攻撃から機器を守ります。

もうひとつの利用方法は認証鍵を用いた相手認証です。認証鍵は製造メーカーなどが独自に設定するもので、機器の信頼性を証明します。

接続する機器同士は互いの認証鍵を使って乱数を暗号・復号しあうことで相手の認証鍵を確認し、同じ認証鍵をもつ機器同士であれば接続を許可します。

この手法で大切なのは認証鍵です。もし漏れれば、不正な接続を許すことになります。そこで認証鍵をそのまま格納するのではなく、固有IDで暗号化して格納しておきます。

開発NOTE

以前に行ったLSI評価実験の中に今回の技術のヒントがありました。

今回の技術について具体的な開発を始めたのは2007～2008年ごろです。暗号技術はその数年前あたりから、一般的な製品にも広がりつつありました。主な目的は相手を特定する認証機能に暗号技術が必要になったからです。しかし業務用や家庭用などの製品に暗号技術を実装するためには、根本的な課題がありました。それは「暗号に使う秘密情報をどうやって機器の中に置いておくか」という問題です。製品内部を解析すれば秘密情報を盗み見ることができる、そんな場所に秘密情報を置いたのでは暗号の安全性が損なわれます。

暗号技術普及にとって避けては通れないこの課題を解決するために、製品に搭載される半導体の個体差を暗号技術に利用する
るPUF (Physical Unclonable Function) という手法がそのころ世界的に注目を集めていました。そこで私たちはほとんどの製品に使われているLSIに着目しました。

ただLSIの個体差といつても何で個体差を計り、それをどう利用するかが問題です。しかし私たちはすでにひとつのヒントを得ていました。

た。LSIのサイドチャネル攻撃と呼ばれる、動作時の消費電力や電磁波などの変化により秘密情報・暗号回路を特定するという評価実験が、大きなヒントとなつたのです。具体的には、LSI内の秘密情報を守るために技術開発の一環として、LSIにどんな負荷を加えたら、どう反応するかという実験を行つてたのですが、その中にLSIに異常なクロック（動作周波数）を与えるという実験がありました。

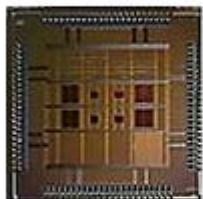
異常なクロックを与えるとLSIは誤った振る舞いをする、その誤り方はLSIの個体ごとに異なることに気づいたのです。この現象は私たちにとって今まで知らなかつた初めての発見でした。この時の経験が今回の技術の出発点になつています。



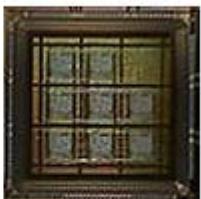
情報技術総合研究所
鈴木 大輔

各分野の方々と連係した研究活動はとても新鮮な経験でした。

■ 試作開発したLSI



65nmCMOS
プロセス技術
(2.1mm角)



180nmCMOS
プロセス技術
(2.5mm角)

この技術を確立する上で最も重要であり、かつ最も苦労したのが、どうすれば常に安定してIDを生成できるかという点でした。LSIの使用環境はその時々でまちまちです。例えば温度によってもその振る舞いは変わること可能性がありますし、長年使用することで起こる経年劣化によって振る舞いに変化が生じることもあります。IDがズレることなく常に安定的に使い続けるには、誤り訂正など、さまざまな技術が必要になります。いろいろな細かい項目をひとつひとつクリアし「これなら使える」というレベルに達するまでには、多くの時間を要しました。

開発の課程では幾度となく評価試験を繰り返したのですが、その際にチカラとなっていたのが生産技術を担当する部署の方々でした。例えば経年劣化の試験では加速試験と言って、模擬的に何年も経過したような現象を起こす試験をするのですが、その試験方法や評価方法をはじめ多くのことを学びました。設計畠をずっと歩んできた私にとって、実際のモノとして仕上げていくためには、どういう試験や評価が必要なのかなど、新しいことを知り非常に有意義な経験でした。

またLSIの試作についても立命館大学の方々と共同で行うなど、今回の技術がここに至るまでには、ほんとうに多くの人々に協力をいただきました。

■ 多種多様なIoT機器に適用できる可能性をこの技術は秘めています。

あらゆる機器がネットワークにつながるIoT時代のセキュリティ技術として、もちろん安全性が第一ですが、さまざまな機器に適用できる汎用性や実用性も極めて重要だと思っています。この技術の優れた点はそこあります。

今までの多くのPUF技術は、半導体ベンダーにしかできない微細な加工をLSIに施す必要がありました。これに対して私たちの技術はLSIの設計段階で組み込むことができ、シミュレーションでの評価も可能なので機器それぞれの要求に、容易に適用させることができます。今後ますます増える多種多様なIoT機器への対応を考えると、これは極めて大きなメリットだと考えています。また対象となる組み込みプログラムを新たに開発する必要がありません。例えば、エアコンのプログラムなどの既存のプログラムに、本機能のプログラムを追加するだけで適用でき、汎用性・実用性が高いと言えます。

そしてもうひとつ特筆すべきは、次代への対応力です。この技術はLSIの個体差を利用しています。今後LSIの製造技術が進歩すれば個体差は減ると思われがちですが、実はプロセスが微細化するほど、増える傾向にあります。つまり時代が進んでも適用できる、将来性をこの技術は備えているのです。



■ 当社が暗号分野で培ってきたチャレンジ精神が、今回の開発を成功に導いたと言えます。

研究開発にはふた通りあると思っています。具体的な製品開発などのための技術開発と、多少のリスクがあっても将来のために取り組むべき技術開発です。今回は後者にあたります。当社は長年、暗号分野で先頭を走り続けてきました。そこで培ったチャレンジ精神が今回の研究を前に進めるチカラになったと思っています。私自身も当初は「ほんとうにできるのか」という不安な面がありましたが、前向きに努力を重ね、研究が進むにつれて「できる」という確信へと変わっていました。

今後については、ベースとなる技術はある程度の水準まで達成できたため、どういう分野の製品に適用していくか、個別機器への対応が課題だと考えています。用途によって求められる厳しさが変わってきます。例えば車載用の機器では、温度条件がより厳しくなるなど、個別の課題があり、それをひとつひとつ解決していく必要があります。より多くの分野のより多くの製品にこの技術を広めていくために、ここからが勝負だと思っています。まずは自社製品への適用が目標ですが、いつかこの技術を搭載したLSIが広がっていき、IoT時代のセキュリティのコアとなる技術として成長してくれれば、そう夢見ています。

※1 ID : identification

- 本開発の一部は、独立行政法人 科学技術振興機構（JST）の戦略的創造研究推進事業（CREST）「ディペンダブルVLSIシステムの基盤技術」（研究総括 浅井彰二郎）における研究課題「耐タンパディペンダブルVLSIシステムの開発・評価」（研究代表者 立命館大学 理工学部 藤野毅教授）での成果です。

注目の研究・技術

気液界面放電による新水処理技術

“OHラジカル”を高効率に生成。高度な水処理を低成本で実現。



技術紹介

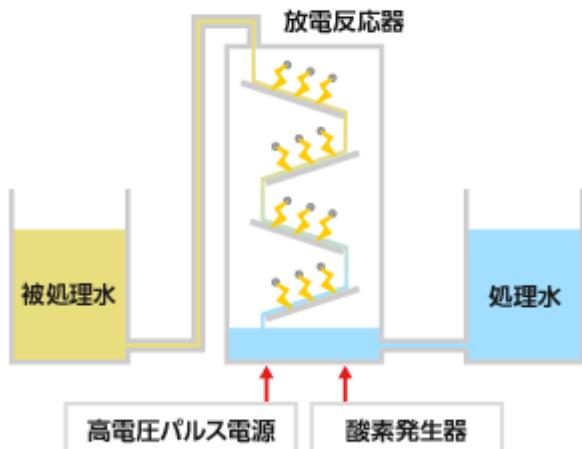
工業廃水に含まれる難分解性物質を酸化力の強いOHラジカルで分解。

都市化の進行に伴う人口集中による水資源の枯渇、河川の水質汚染など、水資源に関わるさまざまな課題を解決する技術として「水処理」の重要性が高まっています。暮らしや社会のあらゆる場所で必要とされる水処理技術。その中でも工業廃水には除去が難しい難分解性物質が多く含まれており、より高度な技術が要求されます。

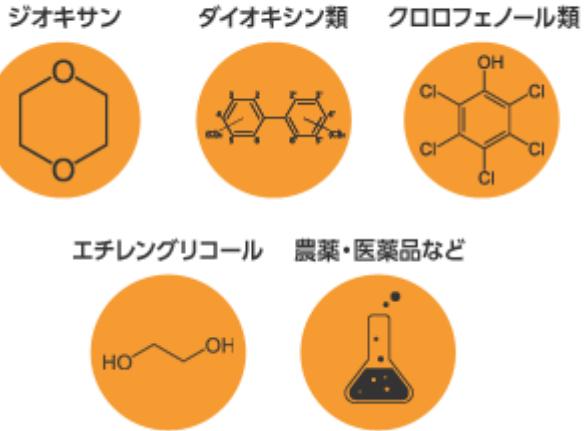
三菱電機では廃水中の難分解性物質を処理するOHラジカルを高効率に生成し、シンプルな構造で水処理を行う「気液界面放電による新水処理技術」を開発しました。この技術は傾斜面を流れる廃水に対し、直接放電することで気体中や気体・液体の境界層である「気液界面」において、さらには液体中においてもOHラジカルを生成し、効率的に水処理を行うことが可能です。

使い捨てから、水処理によるリサイクルへ。この技術が実用化されれば、工業廃水を低成本で再利用することが可能になります。水処理にとって画期的な一步となる独自の技術で、三菱電機は水資源の有効活用をさらに推進し、環境保全に貢献します。

「気液界面放電水処理実験装置概念図



「工業廃水に含まれる難分解性物質の例



OHラジカルを高効率に発生させ、既存の促進酸化処理に比べてコストを飛躍的に削減。

従来、水処理にOHラジカルを利用する場合、促進酸化処理という方法が用いられてきました。オゾンと過酸化水素や紫外線などを組み合わせることでOHラジカルを生成する方法です。しかしこの促進酸化処理には「コスト」という課題がありました。オゾンに加え、過酸化水素などが必要になるため、高額な運転コストがかかるのです。

「気液界面放電による新水処理技術」は、OHラジカルを高効率に生成できるため、コストの大幅な削減が可能です。例えば過酸化水素を利用する場合と比べ、過酸化水素自体が不要になるのはもちろんですが、今回の技術では水面に直接放電し、オゾン・OHラジカルをつくりだすので、酸素使用量を従来の1/10まで減らすことができます。またエネルギー効率も従来の2倍に向上し、運転コストを削減できます。

「既存技術(促進酸化処理)に比べ…



開発NOTE

高度な水処理をシンプルな構成で実現できるのが、この技術の大きな特長です。

この技術の特長は非常に「シンプル」であることです。水処理と言えば、水中での化学反応を用いる方法が主でした。もちろんこの技術も水中での反応を利用していますが、放電によって気体中や水面でOHラジカルが生成されるため、気液界面の反応でも水処理が進むことが今までの技術との大きな違いです。

OHラジカルの生成を段階的に説明すると、まず放電により気中や水面の水分からOHラジカルがつくられます。それによって水面近くの難分解性物質が分解されます。さらにOHラジカル同士が結合して過酸化水素ができます。放電でできたオゾンと過酸化水素が水に溶け込んで反応し、そこで新たなOHラジカルができるのです。一度の放電で気体中・水面でも、水中でもOHラジカルが生成される、つまり少ないエネルギーでより効率的に難分解性物質を処理できるのです。

また貯水槽に貯めた廃水を処理するというのが水処理の一般的なイメージですが、この技術では傾斜面に廃水を流して処理します。貯めた廃水に放電しても水面近くの分解は進みますが、貯水槽の底近くの廃水は処理しにくいのです。それに対し、傾斜面を流れる薄い水の層に直接放電することで、廃水にまんべんなくOHラジカルが行きわたり、効果的に処理できるのです。



先端技術総合研究所
生沼 学／中村 保博／山内 登起子

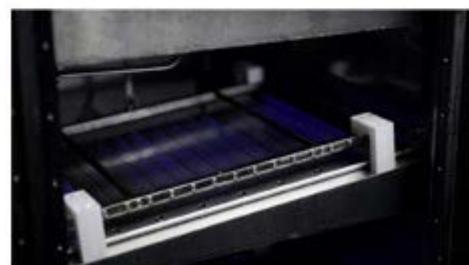
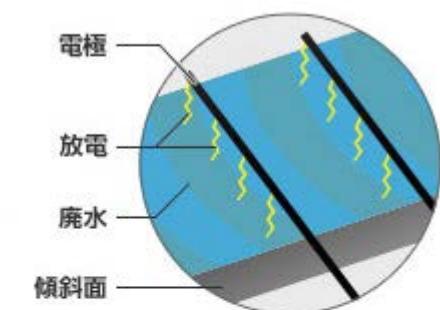
■ 気液界面で起こる現象の重要性の気づいたことが、ターニングポイントになりました。

この技術はシステム構成自体は非常にシンプルですが、水処理が進む原理はとても複雑です。放電で生じるプラズマは、固体、液体、気体に次ぐ「物質の第4の状態」と言われています。この水処理装置には、これら4つ全てが含まれているのです。廃水が流れる傾斜面や放電を形成する電極は固体ですし、廃水は液体です。さらに処理槽の中は気体ですし、放電プラズマも形成されます。しかもそれぞれが相互に影響するので、ますます複雑になります。

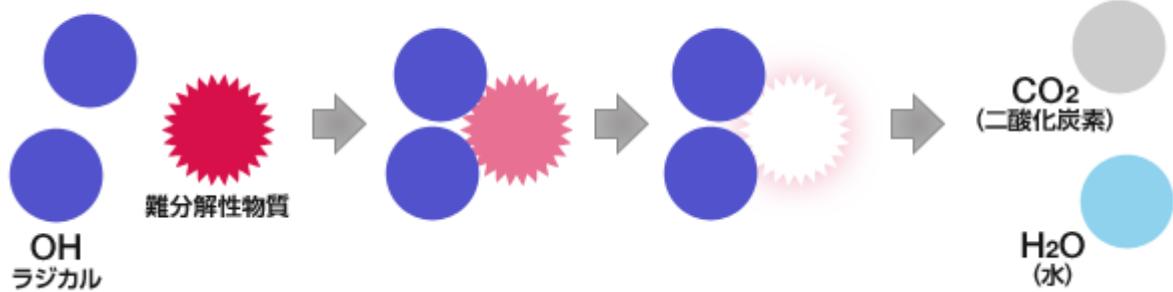
装置の性能を向上させるには原理を理解することがとても重要ですが、こんなに複雑な現象を理解するのはとても難しく、開発の当初は途方に暮れています。放電プラズマの専門家は、放電でOHラジカルをつくることばかり考えていましたし、水処理の専門家は水の中の反応のことばかり考えていたからです。

このような状態を打開するために、それぞれの専門家が知識と経験を持ち寄って議論を重ねました。そして、気体と液体の界面で起こる現象の重要性に思い至ったのです。複雑な原理を全て理解することはできませんが、その中で特に重要な点を見抜いて着目できたことが、この開発のひとつのブレークスルーに繋がりました。

■ 放電反応器傾斜面の構造



■ OHラジカルによる難分解性物質処理



■ “水処理は三菱”と言われるように、これからも技術向上に努めていきます。

開発チームには放電技術や水処理など、各分野の専門家が参加していますが、それぞれの研究者にとって、この開発は戸惑いと驚きの連続でした。

放電技術の開発を長年続け、水処理に初めて携わる研究者にとって、まず化学の知識を学ぶことからスタートする必要がありました。また促進酸化処理などの水処理の専門家にとって、このようなシンプルな装置で難分解性物質が処理できるというのは驚きのひととで、さらに傾斜式についても廃水を貯めて処理する従来の水処理の常識を覆すものでした。長年水処理に関わってきた研究者が驚きを感じるほど、今回の技術は斬新だと言えるかもしれません。

今後の実用化に向けての最大の課題は、大量の廃水を処理できるように、大容量化を実現することです。また実際の廃水は工場によってさまざまな物質が混ざっており、いろいろな阻害要因が存在する場合もあります。実際の廃水を確実に処理できるように、検証作業も入念に行っていかなければなりません。

この技術の可能性は工場の廃水処理だけにはとどまらないと思っています。身近なところではビルで使う水の処理、家庭廃水の処理など、そのほかにも適用範囲はまだまだあると考えています。この画期的な技術を一日も早く実用化し、「水処理は三菱」と言っていただけるように、この技術をしっかりと育てていきたいと思っています。

SiCパワーデバイス開発

飛躍的な省エネ性向上で、低炭素社会の実現に貢献。



第48回 市村産業賞 功績賞を受賞しました。

3.3kV フルSiC モジュールを鉄道車両用推進制御装置に世界で初めて適用し、大幅な省エネと装置の小型化を実現したことが評価されました。



技術紹介

SiからSiCへ、パワーデバイスは新たな領域に。

鉄道、自動車からエレベーター、家電製品まで、現在社会においてパワーエレクトロニクス機器に課せられた使命、それは省エネです。

電気をいかに効率的に使い、低炭素社会を実現するか、そのためのキーとなるのがパワーデバイスです。CPUやメモリなどのデバイスは「演算」や「記録」の働きをするのに対し、パワーデバイスは電力を制御する機能を担っています。

従来、パワーデバイスの素材にはSi（シリコン）が使用されてきました。しかし今、新しい時代の主役としてSiC（炭化ケイ素）に注目が集まっています。SiCはSiに比べ、電気を通しやすく、電力損失が発生しにくい特性があります。

つまり電力を無駄なく供給する、無駄なく交流・直流に変換することで、パワーエレクトロニクス機器の飛躍的な省エネ化を実現します。

さらにSiCは高温でも安定して動作するため、大電力を使用する産業機器やインフラ設備など、幅広い分野での活用が可能です。低炭素社会実現のために、Siの限界を超えるSiCの可能性に大きな期待が寄せられています。



いち早く開発に取り組み、現在では幅広い分野で製品化に成功。

SiCについて、当社が初めて開発に着手したのは1990年代前半のことです。国家プロジェクトとしてSiCと言う素材そのものの開発からスタートしました。

その後はパワーデバイスの開発、2000年代には製品への適用へと歩みを進めてきました。

SiCパワーデバイスを初めて搭載したのはルームエアコンです。これは世界初※1のことでした。その後も鉄道車両や産業機器向けなど、世界に先駆けてさまざまな製品に搭載してきました。

当社はSiの時代からモーター・産業機器などに使用されるIGBTにおいて、世界トップシェア※1を占めるなど、パワーエレクトロニクスの分野で多くの実績を残してきました。

SiCという新素材の登場に際しても、いち早く開発をスタートさせたことで、その成果がいま各分野で実を結んでいます。今後もより高性能に、より省電力に向かって開発を加速していきます。

開発NOTE

製品開発に加え、次の基本技術を開発することが我々のミッションです。



先端技術総合研究所
田中 梨菜
三浦 成久
田中 貴規

我々の研究開発は大きく2方向に分かれます。ひとつは新製品のための開発です。ルームエアコンのケースでは、省エネ性向上の切り札として、既存のSiパワーデバイスをSiCに切り替えたいという製作現場からの強い声に対し、ウェハからチップ製造までの開発を担当しました。

パワーデバイスのみを製造している企業では、汎用性や大量生産のしやすさなどが開発の重要なポイントになります。それに対して、当社の特徴は、製品設計の現場と研究所が直接リンクしているという点にあります。

現場の要望や個々の製品に合わせて、より最適なパワーデバイスを開発することができます。

そしてもうひとつの我々の重要なミッションは、今後の当社のデバイス事業を支える“次世代技術の開発”と“基礎技術の強化”に取り組むことです。その一例として、トレンチ型のSiC-MOSFET※2や化学気相成長法（CVD法）によるSiCのエピタキシャル成長などの技術があります。

次世代「トレンチ型MOSFET」の実用化にとって、大きな一歩となる技術だと自負しています。

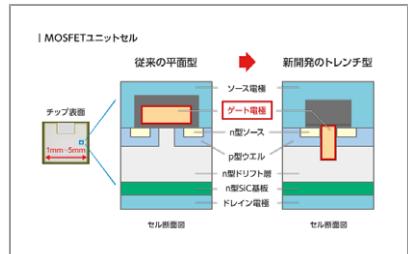
MOSFETとは、ゲート電極に加える電圧を制御し、ソース電極とドレイン電極間の電流の流れをON/OFFするパワーデバイスの一種です。

従来の構造は平面型と呼ばれ、ゲート電極を横に配置します。現在、我々が開発に挑んでいるのは次世代のトレンチ型SiC-MOSFETです。このトレンチ型はゲート電極をSiCの内部に縦に埋め込む構造で、電力損失が少なく省エネ性が高い、デバイスを小型化できるなど、さまざまな利点がある反面、非常に難しい技術を必要とします。

特に高い電圧がかかる時に素子が壊れやすいという問題があり、実用化の大きな壁となっていました。この弱点を克服するために、我々はゲート電極下に保護層を設置し、これを電気的に接地する電極の配置を見直すなど、革新的な構造を開発しました。本技術により、製品化に向けて大きな一歩を踏み出したと考えています。

この研究はパワーデバイスに関する権威ある国際学会「ISPSD※3 2014」において、最も優れた若手研究者に贈られる「シャリタット・アワード」を受賞しました。これは、当社として、初めてであり、とても名誉に思います。

今回の受賞は、デバイス性能だけに力点を置くのではなく、デバイスの一番大事なところとも言える信頼性を製品化できるレベルまで高めたという、新しい着眼点でのデバイス設計をご評価いただき、受賞後も各方面から大きな反響がありました。



拡大表示

デバイスの性能と信頼性をいかに両立するかが、大きな課題でした。



田中 梨菜
ISPSD 2014
シャリタット・アワード受賞

パワーデバイスは裸眼では見えないほど小さな構造を作り込んで作製します。そこに流れる電流も同様、直接見ることはできないので、デバイスのなかで何が起きているか、シミュレーションで模擬し、設計・試作・評価を行っていきます。トレンチ型の開発で苦労した点は、信頼性を高めるための保護性能とデバイス性能をいかに両立するかということでした。

信頼性とひとことで言っても多くの項目があります。それらを広い範囲に目を配りながら、最適な構造を見つけるために日々研究を続けてきました。

パワーデバイスの研究開発は時間のかかる作業です。ひとつ素子を作るのにも半年近く必要なため、フィードバックされた試作の結果を得るためにさらに半年かけなければなりません。よって、さまざまな状況を想定し、シミュレーションや試作品の解析を念入りに行い、盲点がないよう素子設計する必要があります。それでも熟慮とは裏腹にうまくいかず、悔しい思いをしたことは何度となくありました。しかし自分が設計し、思い通りの結果が得られた時の喜びは格別なものです。

SiCパワーデバイス開発の根底を支える技術、それがSiCエピタキシャル成長技術です。

次にSiCエピタキシャル成長技術についてです。

エピタキシャル成長技術とは、下地となる半導体基板の原子配列に合わせて新たな原子をその配列通りに積み上げてエピタキシャル膜を形成するプロセス技術です。SiCパワーデバイスは、SiC基板の上に、数マイクロメートルから数十マイクロメートルのSiCエピタキシャル膜を成長させ、そこにデバイス構造を作り込み、完成します。そのため、このエピタキシャル膜をいかに高品質なものに仕上げるかが、デバイス性能の向上にとって重要となります。

現状ではまだ、SiC基板の結晶性は完全とは言えず、基板中にはシリコン（Si）と炭素（C）原子間の結合の欠けやズレなどの結晶欠陥が存在しています。この結晶欠陥の一部は、エピタキシャル膜の原子配列に引き継がれると、デバイスの性能を低下させることが知られており、エピタキシャル成長によって、これらの有害な結晶欠陥を無害なものに変換する技術開発が求められています。

この分野についても、我々は確実に成果を上げており、学会発表などでも大変ご評価いただいている。SiCエピタキシャル成長技術はSiCデバイスにおける基礎技術であり、根幹を支える技術です。この技術の高度化がより信頼性の高い、高品質なSiCデバイスにつながります。



田中 貴規

地道に実験を積み重ねていくことが、成功へのただ一つの方法です。

SiC積層構造



[拡大表示](#)

SiCエピタキシャル成長は化学気相成長法（CVD法）と呼ばれる手法を用いて行われます。

CVD法とは、高温加熱したSiC基板上に数種類の原料ガスを流し込み、熱エネルギーによる化学反応を利用して基板表面に膜を形成する手法です。研究では実際にCVD装置を使用し、成長と評価を繰り返しながら進めています。

同じ条件で実験をしたつもりでも異なる結果がでたり、これまで上手くできていたことが急にできなくなるなど、進歩が足踏みしてしまうこともあります。その原因のひとつひとつを丁寧に調査、解明し、品質改善を重ねていく毎日です。

原子が整然と一つ一つ並んでいく、そんなシーンを思い描きながら、原子と対話をするような気持ちで、結晶欠陥のないエピタキシャル膜の実現と、より信頼性の高いものづくりに向けて地道に研究を続けています。

それぞれの基礎研究がいつの日か融合し、社会に役立つチカラになるはずです。

トレンチ型SiC-MOSFETは、デバイス構造自体のポテンシャルを考えると、まだまだ伸びしろがあると思います。そこをどう伸ばしていくかが今後のテーマです。

固定概念に捕らわれることなく、柔軟にいろいろなアイデアを取り入れて、トレンチ型のみならず、さらには新しいデバイス構造にも挑戦していきたいと思っています。エピタキシャル成長技術については、結晶欠陥の密度をよりゼロに近づけることが大きな課題ですが、さらにその先としては、ますます複雑化・高度化するであろうデバイス構造にも対応できるエピタキシャル成長技術の研究にも取り組んでみたいと考えています。

トレンチ型デバイスの開発やエピタキシャル成長技術の強化など、高性能なデバイス構造と高品質なプロセス技術を組み合わせることが、真に競争力のある製品づくりにつながると信じています。自分の仕事の成果が世の中に出で、役に立つていると実感できる瞬間は、研究者にとって喜びあり、モチベーションのひとつです。

次や、次の次の社会に必要とされる製品を予見し、その実現に必要な基本要素技術の開発に勇気を持って挑戦する、そんな気概を持って、これからも研究開発に取り組んでいきます。

表彰実績

第48回 市村産業賞 功績賞を受賞

「3.3kV フルSiC 適用鉄道車両用推進制御装置」にて、第48回 市村産業賞 功績賞を受賞しました。



参考

三菱電機のSiCパワーデバイスの開発と搭載製品

※1 2010年10月、当社調べ。

※2 MOSFET : Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor 金属酸化膜半導体電界効果トランジスター

※3 ISPSD、International Symposium on Power Semiconductor Devices & ICs

※ 本開発の一部は国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の委託を受けて実施しました。

関数型暗号

クラウド時代に求められる高度のセキュリティーを実現。



技術紹介

クラウド環境におけるセキュリティー課題を解決。

近年、情報処理の新しい形態としてクラウド・コンピューティングが急速に普及しています。クラウドでは企業の機密情報やプライバシー情報をアウトソーシング先のサーバに渡すため、覗き見や情報漏えいなどの不安を払拭する強固なセキュリティーが必要になります。当社では日本電信電話株式会社との共同研究により、暗号文のアクセス権限を制御する機能を暗号文自体に組み込んだ「関数型暗号」を開発。従来の暗号技術をさらに発展させた次世代の暗号技術として、クラウド時代に求められる高度なセキュリティーを実現します。当社は暗号アルゴリズム「MISTY®」や量子暗号通信システムなど、暗号技術の分野で長年、世界をリードしてきました。今回の「関数型暗号」も暗号分野の新しい扉を開く技術として大きな期待を集めています。

※「MISTY」は三菱電機株式会社の登録商標です。



従来のさまざまな方式を包括する一般的な機能を備えた世界初の暗号方式。

「関数型暗号」は暗号文とそれを復号する鍵に属性情報やアクセス権限を制御する条件文を組み込むことができます。属性情報とは例えば会社名・部署・役職などで、条件文はアクセス権限をAND・OR・NOTなどを使って記述します。例えば「（人事部AND課長）OR部長」と記述した場合は「人事部の課長と全部署の部長」がその暗号文にアクセスできます。従来は暗号化とアクセス制御には別々のシステムが必要でしたが「関数型暗号」はそれを同時に実現できるのです。既存の暗号方式では復号鍵1個に対して、暗号文を1個作る必要がありました。100人の社員に文書を開示するには100個の復号鍵に対応する100個の暗号文が必要なのです。社員全員が同じ復号鍵を持てば、暗号文は1個で済みますが、それでは復号鍵の紛失といったリスクが高まります。「関数型暗号」は条件式を組み込んだ1個の暗号文に対して、社員それぞれの属性を含んだ複数の復号鍵で復号できます。つまり安全でしかも暗号化の手間が減り、またデータ量も抑制できるのでアウトソーシング先のサーバコストの削減にも貢献します。「関数型暗号」は柔軟性に優れた暗号方式です。

「暗号文に条件式・復号鍵に属性情報」「暗号文に属性情報・復号鍵に条件式」どちらにも対応でき、企業の情報管理やネットワークによるコンテンツ配信など、幅広い分野での利用が期待できます。また条件式に「NOT」が使用できるのも大きな特長です。「関数型暗号」は従来の方式をすべて包括する一般的な機能を備えた世界初の暗号方式なのです。「NOT」の排除機能によって、例えばアクセス権限を変更して「人事部を除きたい」といった場合にも容易に対処できます。またA～Zの属性情報に対し、Zだけを除きたい時は従来の「A AND B AND … Y」の記述が「NOT Z」だけで済むなど、シンプルに条件式が作成でき、データ量もコンパクトにできます。

■従来の暗号方式は・・・

■利用者数に応じて、暗号文を生成。



拡大表示

■関数型暗号は・・・

■暗号文一つで、複数の復号鍵に対応。

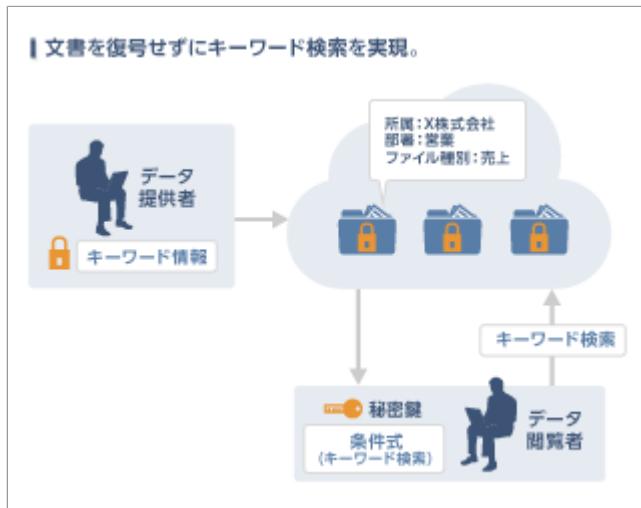


拡大表示

「検索可能暗号」や「属性ベース署名」などにも発展。

「関数型暗号」の応用として「検索可能暗号」や「属性ベース署名」の開発も進んでいます。「検索可能暗号」は世界中で研究が進む注目の技術です。従来はサーバ上の暗号化された文書に対して利用者が検索を行う場合、いったん文書を復号する必要がありました。その時点でわずかですが情報漏えいのリスクが生じるのであります。当社の「検索可能暗号」では、暗号文に属性情報の代わりに文書内容を示すキーワード情報を組み込み、利用者はAND・OR・NOTなどによる条件式を用い、閲覧したい文書を検索します。文書自体は復号されることなく、キーワードマッチングによる検索が行えるので医療情報などの機密性の高い情報のデータベース化などに有効です。また「属性ベース署名」は個人名などのプライバシー（匿名性）を守りつつ、属性情報により一定の身元保証がされたデジタル署名が可能となり、匿名によるアンケートなどの用途が考えられます。

■検索可能暗号イメージ



■属性ベース署名イメージ



④ 拡大表示

④ 拡大表示

「双線型写像ベクトル空間」という土台づくりから始めました。

今回の「関数型暗号」は双線型写像ベクトル空間という数学的な仕組みを用いた従来にない暗号技術です。双線型写像ベクトル空間という仕組みは言わば暗号開発の土台のようになります。暗号開発には既存の技術を組み合わせるなど、さまざまなアプローチがありますが、まったく新しい暗号を開発するために、その土台から作り上げたのです。私たち自身の手で暗号用に開拓した数学的仕組みの上でいろいろなことを考え、開発を行う。それは今まで誰もやったことのない新しいことばかりで、開発者にとって非常に刺激的な経験です。現在の暗号技術のトレンドのひとつに「暗号技術の高度化」があります。情報を隠すという暗号本来のコンセプトを超えて、別の機能を付加することです。私たちは「関数型暗号」という切り口で、暗号の高度化に取り組んでおり、アクセス制御や検索可能暗号もその一例です。付加機能の開発やさらなる安全性の向上などに日々取り組んできましたが、その都度感じるのは、双線型写像ベクトル空間という土台の確かさです。研究の成果を従来の方式と比べるたびに、私たちが開拓した数学的仕組みの優位性や大きな可能性を実感しています。



情報技術総合研究所
高島 克幸

安全性と利便性、それを両立できるのが「関数型暗号」です。

セキュリティーやインターネットの分野は、技術の進歩が目ざましく、5年10年先の正確な予測は困難です。暗号技術はいまの社会だけでなく、将来という未知の環境を見すえ、開発を進める必要があります。それにはどんな小さなリスクも見逃さず、あらゆるシナリオを想定し、数学的に安全性を証明しなければなりません。安全性の評価は実験などで結果ができるものではなく、ある意味目には見えないので、証明が本当に正しいかをいつも反芻しながら、何度も繰り返します。もしどこかに穴があれば、暗号が価値のないものになるからです。暗号技術の第一義の目的は当然安全性です。しかし安全性を高めるために、厳しいアクセス制御などで手間が増えてしまっては、使いづらいものになってしまいます。本来トレードオフの関係にある安全性と利便性をいかにして共に高めていくか。「関数型暗号」は、まさにそのいいとこ取りできる方式なのです。アクセス制御も暗号アルゴリズムに委ね、高いレベルの安全性が保証され、しかも使いやすい。それが「関数型暗号」なのです。

近い将来の実用化に向け、安全性・処理性能・機能の向上に取り組んでいます。

今回の開発で三本柱となるのが、安全性・処理性能・機能です。研究をスタートしたのは4~5年前になりますが、この3本柱を中心とし実用化に向け開発を続けてきました。例えば処理性能で言えば、当初より格段に向かっています。情報を守る乱数を減らしても安全性を落とさないアルゴリズムを開発し、暗号文のサイズや復号時間を大幅に改善することに成功しました。また“暗号を安全・便利に使う”技術だけでなく、“鍵を安全・便利に発行する”技術の開発も行なっています。それが「分散型複数鍵発行センター方式」です。従来はセントラルオーソリティと呼ばれる機関を中心として属性情報を含んだ鍵発行が行われてきました。一元集中型の場合、そこが攻撃されると被害が広範囲におよびかねません。「分散型複数鍵発行センター方式」ではセントラルオーソリティなしで誰もが鍵発行センターになれ、しかもそれぞれのセンターが発行した鍵が一体となって利用できるのです。例えば役所が発行した住民票と企業が発行した在籍証明、この2つがそれぞれ間違なく本人のものとして紐付けるのです。今後もまだまだ開発は続きますが、かならずや近い将来「関数型暗号」は社会に貢献する技術になると確信しています。

■処理性能の向上



 [拡大表示](#)

BD・HDD内蔵液晶テレビ・ユーザーインターフェース

高度な機能をもっと使いやすく、もっと楽しく。



技術紹介

ユニバーサルデザインを追求したオールインワン液晶テレビ。

高機能をらくに使いこなして、暮らしをもっと楽しく。三菱電機では家電製品の使い勝手を向上する「らく楽アシスト」機能を幅広い製品に採用してきました。液晶テレビ「REAL」MDR1シリーズは3Dが楽しめ、さらにハードディスク・ブルーレイも内蔵したオールインワン液晶テレビです。オールインワンモデルはテレビと録画機の配線の必要がない、リモコン1つでテレビと録画機能を操作できるなどの理由から、デジタルAV初心者にも使いやすいテレビとして好評を得ています。MDR1シリーズは「録る」「見る」「残す」を簡単に操作できる「らく楽アシスト」機能をはじめ、インターフェースデザインの細部に至るまでわかりやすさ・使いやすさを徹底して追求しました。三菱電機では2009年に世界初のハードディスク・ブルーレイ内蔵液晶テレビを発売して以来、ユニバーサルデザインの考え方をもとにオールインワンモデルの開発に取り組んできました。MDR1シリーズはその集大成とも言える製品です。



三菱液晶テレビ「REAL」
MDR1シリーズ

らく楽アシスト

リモコンもインターフェースも使う人の目線でデザイン。

MDR1シリーズの使いやすさの象徴のひとつが「予約する」「見る」ボタンを中央に配したリモコンです。従来のリモコンは難しい機能名がぎらりと並んでいましたが、MDR1シリーズではよく使うボタンを目立つ場所にして、ボタン名称もよりわかりやすくするなど、使う人の目線でデザインされています。もちろんリモコンだけでなく、操作手順にも使いやすい工夫を凝らしています。例えば従来、録画した番組を見たい場合は、まずハードディスクやブルーレイなどのメディア切換が必要でした。デジタルAVを使い慣れた人にとっては当たり前なこの操作が、高齢者などにとってはわかりづらい操作のひとつです。MDR1シリーズでは「見る」ボタンを押せば、あとは対話形式のインターフェースに従って操作を進めるだけで、迷うことなく見たい番組を再生できます。その他にも画面上の文字を読み上げる「しゃべるテレビ機能」を番組表だけでなく録画一覧やダビング操作にまで拡大したほか、文字がはっきり見えるアウトラインフォントを採用するなど、MDR1シリーズは使いやすさが大幅に進化しています。

■録画番組・再生操作



開発NOTE

仕様検討の段階から、製品開発に携わってきました。

インターフェースデザインというとメニュー画面などのデザインが主な仕事だと思われがちですが、製品をより使いやすくするにはどんな機能が必要か、操作手順をどのようにすればよいかなど、製品仕様を決める段階から開発に携わっています。どの分野でも同じですが製品開発のベースはやはりお客様の声です。MDR1シリーズにもさまざまの方の声が活かされていますが、そのひとつがダビング操作の改善です。高齢者の方などにお聞きするとダビング操作は難しいという声が多くありました。その理由はフォーマット形式やダビングモードの設定です。ブルーレイディスクの場合はどのモードを選べば1枚のディスクに収まるのか、DVDの場合はVRやAVCRECなどフォーマット形式がたくさんあり、どの形式を選べばよいかを多くの方が悩むそうです。MDR1シリーズは従来のように最初にフォーマット形式やモードを選ぶのではなく、まずダビングしたい番組を選んでいただき、録画時間などに応じて自動的にフォーマット形式やおすすめモードを提示する方法を採用しています。つまりテレビが最適な設定を選んでくれるのでです。また操作自体も空のディスクを挿入すれば、ダビングの操作画面が表示されます。「空のディスクを入れる行為＝目的はダビング」とテレビが使う人の気持ちを判断するのです。



デザイン研究所

石塚 健彦

岡田 麻美

わかりやすさと美しさのバランスが、デザインのポイントです。

インターフェースデザインではレイアウトや色使いはもちろんですが、言葉選びも重要な要素です。例えば、MDR1シリーズでは3Dの効果を調整できる「奥行きアジャスター」機能を搭載しています。開発当初は奥行きの程度を「-1」「+1」などの数字のみで表示していましたが、もっとわかりやすくするために「奥に」「手前に」という表現を併記しました。インターフェースは単に美しくデザインすればよいわけではありません。見やすさ・わかりやすさと美しさの両方のバランスが取れたデザインが必要なのです。見やすさにこだわったその他の例としては、録画一覧画面の「2行表示」があります。通常は1行表示ですが、カーソルを合わせた番組だけが2行表示になり、少ない視線移動で情報がひと目でわかるように工夫しました。この「2行表示」を実装するには、単純に考えるとソフトウェアを大幅に書き換える必要がありました。どうすればうまくソフトウェアに落とし込んでいいけるのか、どのようにすれば効率的に実現できるか、ソフトウェア開発者とディスカッションを重ねました。今回の開発では、前モデルの開発で得た知識を役立て、また議論の中で新たな知識を学びながら、たくさんのポイントでひとつひとつ丁寧に改善を実現することができました。

■奥行きアジャスター画面



■録画一覧画面（2行表示）



機能が自然に使いこなせる、使って楽しい。そんなインターフェースが理想です。

今回のMDR1シリーズの開発では、操作の手順を定める操作フローを含め、画面デザインを全て見直しました。MDR1シリーズの操作フローは当社の液晶オールレインワンテレビのスタンダードになっていくと思います。現在、幅広い製品に「らく楽アシスト」機能が搭載されていますが、そのベースとなっているのは、「UD設計ガイドライン」です。このガイドラインは、シニアの方を標準として新しく策定されました。MDR1シリーズも「UD設計ガイドライン」や当社独自の「UDチェックカーチ」によって検証し、使いやすさ・わかりやすさの向上に努めてきました。今後の課題は「らく楽アシスト」機能をいかに進化させていくかです。製品に触れているうちに多彩な機能が自然に使いこなせ、そして使って気持ちいい・楽しいと感じる理想のユーザーインターフェースを目指し、これからも取り組んでいきます。

光アクセスシステム

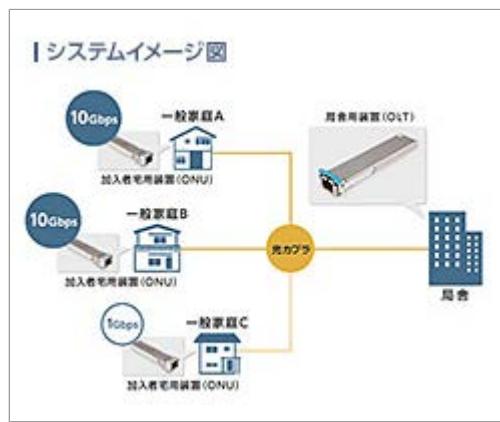
双方向10Gbpsの超高速伝送を実現する10G-EPON。



技術紹介

10G-EPONシステムの開発にいち早く成功。

電話線によるADSLサービスを抜き、いまや国内におけるブロードバンドサービスの主役となったFTTH（Fiber To The Home）。FTTHが急速に広まった要因のひとつに1本の光ファイバーを複数のユーザーで共有し、安価でシステム構築ができるPON（Passive Optical Network）技術があります。1990年代のSTM（Synchronous Transfer Mode）-PONから現在の主流であるGE（Gigabit Ethernet）-PONまで、三菱電機はPON技術の開発に永年取り組み、業界トップベンダーとしての地位を築いてきました。新しいアプリケーションやコンテンツが次々と登場し、ますますインターネットトラフィックが増加するであろうこれからの社会を見据え、三菱電機ではこの度GE-PONの10倍、10Gbpsの伝送速度を実現する10G-EPONシステムの開発に成功。電話局などとユーザを結ぶアクセス・ネットワークのさらなる高速化を目指し、開発を続けています。



GE-PONが導入された環境で、既存設備を活かしたシステム構築が可能。

10G-EPONの特長は双方向（上り／下り）10Gbpsの伝送速度に加え、既存のGE-PONが混在する環境でも導入できる点にあります。10G-EPONのベースとなるPONとは、局舎用装置（OLT）につながる1本の光ファイバーを光カブラーで分岐し、複数の加入者宅用装置（ONU）につなげ、光ファイバー網を構築することです。今回のシステムでは例えば、加入者Aが10G-EPON、加入者Bが既存のGE-PONであっても、1台のOLTで対応が可能です。商用化に向けて、この特長はとても重要です。なぜならGE-PONによる光ファイバーなどの既存システムを活用しつつ、10G-EPONにスムーズに低コストでシフトできるからです。また今回のシステムは世界標準規格であるIEEE 802.3-2012に準拠しています。

開発NOTE

光信号を高速かつ高感度で認識し、処理できる新型ICを開発しました。

開発のキーとなったのがOLTに使用する新型ICの開発でした。光通信は光の点滅が速いほど一定の時間内に多くのデータを送信でき、伝送速度が向上します。GE-PONに比べ、10G-EPONは高速で点滅するため、ひとつひとつの光はとても小さいのです。新しいICには、その小さな光をとらえる優れた感度が要求されます。また遠くの光は小さく、近い光は大きく見えるのと同じで、長い距離の光ファイバーから届いた光は弱く、短いと強くなります。距離の異なる加入者宅からの光を正確に識別するためには、IC側で弱い信号は大きく增幅し、強い信号は小さく增幅し、均一にする必要があります。またGE-PON・10G-EPONの混在もIC開発にとって難問でした。つまり10G-EPONの光、GE-PONの光、それぞれの点滅速度の信号の強さを瞬時に判断し、処理する必要があるのです。10G-EPON専用のICとGE-PON専用のICをOLTに組み込めば、解決は簡単にできますが、2つのICを使用したのではコストが高くなります。当社では、この複雑な処理を1つのICで実現し、OLTの低コスト化を可能にしました。



情報技術総合研究所

名倉 健一

吉間 聰



④ 拡大表示

高速化に対応するためにすべてを再構築しました。

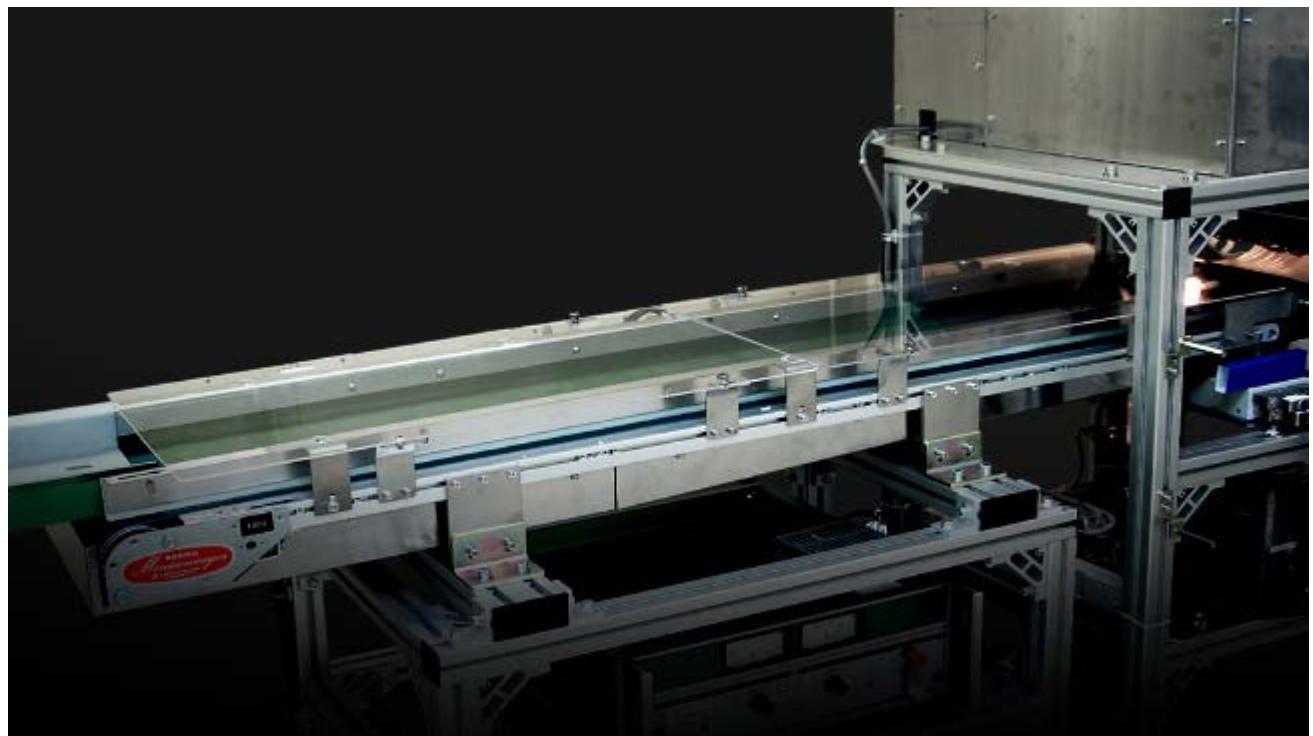
10G-EPONは既存のGE-PONと基本的なアーキテクチャは同じですが、速度を10倍速くするためには、ICだけでなく当然、システム側もすべてを再構築する必要がありました。例えばPON方式では局舎側から加入者宅側にデータ送信のタイミングを指示するのですが、速度が10倍になればタイミングの計算も変わってきます。特に今回のシステムは1Gbpsと10Gbpsが混在しているため、計算がとても複雑でした。またデータ送信のタイミングを設定する上で、1Gbpsユーザと10Gbpsユーザの公平性も課題のひとつでした。同じ容量のデータを送った場合、1Gbpsユーザの方が速度が遅いぶん、回線を占有する時間が長くなってしまい、公平だとは言えません。すべてのユーザが不公平なく、より速く快適に利用できるシステムを設計することは、光ファイバーや機器を共有する、つまりコストをユーザ同士でシェアするPON方式にとってとても大切なことです。

10Gbps通信の今後の普及にとって、大きなブレークスルーだと自負しています。

開発をスタートしたのは今からおよそ10年前。当時はGE-PONの商用サービスがやっと始まっただばかりで、10G-EPONの規格標準はまったくの白紙でした。当社では10G-EPON標準化に向けた提案活動と平行して、技術開発を進めてきました。局舎側・加入者宅側一対一での10Gbps通信はすでに実用化されていますが、PON方式で実現したことは、今後の10Gbps通信の普及にとって大きなブレークスルーだと思っています。既存のGE-PONがベースになっているとは言え、今までにない新しいICの設計など、開発はゼロからのスタートといつても過言ではありませんでした。開発は試行錯誤の繰り返しでしたが、PON技術における当社の開発実績や開発資産が大きなチカラとなりました。さらなる低コスト化・低消費電力化など、課題は残されていますが確実に訪れるであろう10G-EPON時代に向け、スピードを緩めることなく今後も開発に邁進していきます。

X線吸収効果を利用したRoHS指令対象物質高速除去技術

臭素系難燃剤を含有するプラスチック破碎片を
高速検知・除去。



技術紹介

プラスチックの自己循環リサイクルを推進する技術を開発

三菱電機は、地球の環境保全や資源の有効活用を目的とし、使用済み家電製品から回収されるプラスチックを自社製品に再利用する自己循環リサイクルに積極的に取り組んでいます。手解体後の複合部品を破碎選別して回収される混合プラスチック（微小金属や複数種類のプラスチック等の混合物）を選別回収する**比重選別、静電選別技術**※を既に開発しています。この技術を用いて、家電製品に使用されている主要3大プラスチックであるPP、PS、ABS※1の自己循環リサイクル量の増大を進めてきました。これらの技術に加え、X線透過像方式を用いたRoHS指令対象物質※2を高速検知・除去する技術を開発し、プラスチックの自己循環リサイクル量のさらなる増大を実現しました。



第45回 市村産業賞 功績賞を受賞しました。

使用済みの家電プラスチックの高度回収・再生技術を業界で初めて開発し、「自己循環リサイクル」を大幅に拡大するリサイクル技術を確立したことが評価されました。

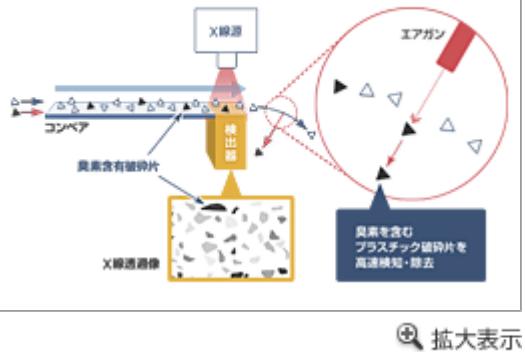


※ 参考 : [プラスチックマテリアルリサイクル](#)

※1 PP : ポリプロピレン、PS : ポリスチレン、ABS : アクリロニトリル-ブタジエン-スチレン

※2 電気・電子機器に含まれる特定有害物質の使用制限に関する指令。鉛、水銀、カドミウム、六価クロム、ポリ臭化ビフェニル、ポリ臭化ジフェニルエーテルの6種類の有害物質使用を制限。

システム概念図



拡大表示

大量の破碎片の臭素含有有無全数検査を実現

回収されたプラスチックを家電製品へ自己循環リサイクルするためには、RoHS指令対象物質が規制値以下であることを保証しなければなりません。RoHS指令対象物質の中でも、臭素系難燃剤を含むプラスチック破碎片の除去はリサイクル量増大への大きな壁となっていました。「RoHS指令対象物質除去技術」は臭素系難燃剤に含まれる臭素に着目し、PP、PS、ABSそれぞれの破碎片の中からX線透過像方式により臭素を含む破碎片、つまりは臭素系難燃剤を含むであろう破碎片を一つ一つ検出し、エアガンでピンポイントに除去します。この技術を**比重選別・静電選別技術**※と組み合わせることで、RoHS指令適合化のために制限していた比重範囲を拡大することが可能になり、本技術適用前と比較し、RoHS指令適合のリサイクルプラスチック回収率が約1.3倍※3にアップしました。X線透過像方式は高速で臭素を検出できるため、量産レベルの大量処理にも対応できました。

※ 参考：プラスチックマテリアルリサイクル

※3 PS、ABSの回収において。

開発NOTE

数千の破碎片の詳細調査からスタート

比重・静電選別後の回収PP、PS、ABS破碎片を原料にした再生ペレットについて、従来よりRoHS指令対象物質の含有評価を行ってきました。回収量を増大させるために比重選別の上限値を上げて比重差による臭素系難燃剤の排除を緩和すると、多大な時間と費用をかけて、検出された臭素が規制対象の難燃剤由来ではないことを証明するための詳細な分析が必要となります。そこで開発に先立ち、臭素の混入経緯を明らかにするため、再生前の破碎片の詳細調査を実施しました。数千個の破碎片すべてを調査した結果、(1) 大部分の破碎片には臭素は含まれておらず、ごくわずかの破碎片に含まれている数%レベルの高濃度の臭素が再生ペレットの臭素濃度を押し上げていること、(2) 高濃度臭素含有破碎片についてのさらなる調査の結果、RoHS規制対象の臭素系難燃剤はほとんど含まれていないこと、また、(3) RoHS指令対象物質のうち、鉛、水銀、カドミウム、六価クロムの4物質についてはまったく問題がないこともわかりました。つまり高濃度の臭素を含むごくわずかの破碎片を比重差に依らない別の何らかの方法で取り除くことができれば、非含有を証明するための多大な時間と費用をかけることなくRoHS指令に十分対応できる再生ペレットを大量に生産することができるのです。「高濃度臭素含有破碎片だけを検出・除去すればよい」という、詳細な調査結果から得られた発想が、この技術の開発の原点になっています。



先端技術総合研究所

中 慶朗

平野 則子



写真上段左から混合破碎片、比重・静電選別後のPP・ABS・PS破碎片、PP再生ペレット

多くの関係者の協力で完成できたシステム

臭素の検出方法としては、蛍光X線分析が一般的に利用されています。この方法は数ppmレベルの低濃度の臭素も検出できる反面、検出に時間要するため大量（量産レベル）の破碎片処理には適しません。

高濃度臭素含有破碎片のみが検出対象であるため、蛍光X線分析と比較し感度は低いですが、X線透過像方式（レントゲン撮影）でも検出できるのではないかと考えました。X線透過像方式は臭素検出に使われた例がなかったため、リサイクルの現場から種々のサンプルの提供を受けながら多くのデータを積み重ね、高速処理に最適なX線源や検出器の選定と条件調整に辿りつくことができました。また、検出した臭素含有破碎片の除去には、多くの装置技術者の協力により、小さな破碎片を瞬時に吹き飛ばすことのできるエアガン方式を採用した高精度除去装置を作り上げることができました。まさに、さまざまな関係者の協力があってこそ完成できたシステムです。

プラントでの運用開始

スケールアップと検出・除去精度改善を盛り込んだ、より大量の破碎片を高精度で処理できるシステムを、2010年にはPP選別ラインに、また2011年にはPS、ABS選別ラインに導入し、大規模プラスチックリサイクル工場（（株）グリーンサイクルシステムズ）での運用を開始しました。環境保護が重要な課題である昨今、「RoHS指令対象物質除去技術」の実用化は当社だけでなく、社会にとっても大きな意義があります。この技術は当社が開発を続けてきたさまざまなプラスチックマテリアルリサイクル技術の土台があってこそ生きる技術です。すなわち、**比重選別・静電選別技術**※があるからこそ、検知・除去対象を臭素系難燃剤に特化して技術開発を行うことができました。またプラスチックを均一な大きさに破碎できる技術があるからこそ、エアガンで破碎片を除去する際の軌道計算が容易になり、ピンポイント除去が可能になりました。

今後も自己循環リサイクルの更なる拡大、選別精度の高度化を目指して、改善を続けていきます。

※ 参考： [プラスチックマテリアルリサイクル](#)



表彰実績

第45回 市村産業賞 功績賞を受賞

「循環型社会を創生する家電プラスチックの高度選別回収・再生技術」にて第45回 市村産業賞 功績賞を受賞しました。



環境賞 環境大臣賞・優秀賞を受賞

「使用済み家電プラスチックの高度回収・再生技術」にて（財）日立環境財団 日刊工業新聞社 第37回 環境賞 環境大臣賞・優秀賞を受賞しました。

エネルギー資源学会 技術賞を受賞

「使用済み家電のプラスチックマテリアルリサイクル技術の開発」にて、（社）エネルギー資源学会 第23回 技術賞を受賞しました。

プラスチック成形加工学会「青木 固」技術賞を受賞

「使用済み家電 回収プラスチックの高純度選別・再生 素材化技術」にて、プラスチック成形加工学会 第21回 「青木 固」技術賞を受賞しました。

注目の研究・技術

蒸気レスIHジャー炊飯器

微量の気体が本体から出ますが、高温や結露になることはありません。※1

世界初※2の蒸気レス、かつてない斬新なデザイン。



技術紹介

今までの炊飯器の常識を覆したフォルムとおいしさ。

暮らしをより快適に、より豊かにするために、ますます進化する家電製品。三菱電機では世界初の「水冷式蒸気回収システム」を搭載した蒸気レスIHジャー炊飯器を開発。従来の丸みのあるデザインの炊飯器とは対極と言ってもいいスクエアなフォルムは、デザイン性だけでなく、棚などにすっきり収まる優れた収納性を実現しました。さらに蒸気レスだからできる大火力による連続大沸騰やうまみを逃さない内蔵カートリッジなど、

「おいしく炊く」という炊飯器の基本性能も大幅に向上しました。また、蒸気によるお子さまのやけどを防止する商品として、その安全性などが高く評価され第3回キッズデザイン賞・キッズデザイン大賞（経済産業大臣賞）を受賞。炊飯器は蒸気が出るものという、従来の常識を覆した斬新な発想と技術がデザイン、使い勝手、おいしさ、安全性まで、炊飯器を大きく変えました。

※1 蒸気カット率約95%。炊飯前後の本体重量測定による比較（当社調べ）。

※2 2009年2月1日発売 水冷式蒸気回収システムによる（当社調べ）。



蒸気レスだからできた、使い勝手の良さとデザイン性。



炊飯器といえば丸みのあるデザインが一般的ですが、テーブルや食器棚など、直線的なデザインの家具が多いキッチンで丸いデザインはマッチしていると言えるのだろうか。また炊飯器はキャビネットなどに収納されることも多く、どちらかと言えばキッチンでは「隠れた」存在です。ダイニングテーブルやカウンターに置いてもインテリアにマッチするデザイン性の高い炊飯器ができないものだろうか。しかし問題は炊飯時に出る「蒸気」です。安全性やカビなどの不安から、蒸気が出る以上はおのずと置き場所が限られます。もし蒸気が出なければ、炊飯器のデザインも使い勝手も変わる。そんな発想が蒸気レスIHの原点になっています。そして、蒸気を水に戻すという技術を開発したことで、以前から思い描いていた炊飯器の新しいスタイルが実現できました。

開発NOTE

世界初の商品にふさわしい色を追求しました。

スタイリングとともに、この炊飯器の大きな特長は、そのカラーリングです。カラーバリエーションはキッチンのアクセントになる鮮やかなルビーレッドと、どんなインテリアにもマッチするダイヤモンドシルバーの2色ですが、特にルビーレッドの色味にはこだわりました。それは蒸気レスIHという世界初の商品らしいインパクトのある色にしたかったからです。また、赤は調理家電に似合う色であり、女性が好む色でもあります。赤とひとことで言ってもさまざまがあり、試作の段階では数種類の色味の違う赤を検討しましたが、そのなかでも鮮やかで深みのある色味を選びました。塗装にはツーコートという方式を採用しています。ツーコートは通常の塗装に比べて手間がかかりますが、キッチンのアクセントとして空間を明るく変え、調理が楽しくなるような色を実現するには、どうしてもゆずれないポイントでした。なぜなら魅力的な赤に仕上げたいという強い思いがあったからです。



デザイン研究所

中町 剛

小川 孝

河村 玲永子

高いデザイン性と使いやすさの両方を求めてました。

いま市場ではデザイン家電と呼ばれる商品が人気を呼んでいますが、デザインがどんなに優れていっても、機能や使いやすさが犠牲になってしまは意味がありません。この開発ではデザイン性と使いやすさの両立がテーマのひとつでした。まず蒸気回収タンクや内蔵カートリッジなど、全てを洗えるようにしました。清潔さを重視する主婦の方にとって、とても大切なことです。また蒸気回収タンクの位置も取り出しあやすさを考えて何度も試作を行い検討しました。操作ボタンの配列にも今までにない工夫を施しています。従来の炊飯器は液晶表示画面の左右にボタンが配置されており、わかりづらい場合がありました。この炊飯器では炊飯は左から右に、予約は上から下にボタンを押して設定するようにしました。デザインが良くて使いやすいものができたと自負しています。



蒸気回収タンク



大型二重液晶・操作ボタン

ユーザーのおいしさへのこだわりをカタチにしました。

開発の過程で、試作機などによるユーザー調査を計5回行いました。そのなかであらためて実感したのは主婦の方々のおいしさへのこだわりの強さです。デザインや安全性だけでなく、蒸気レスIHだからできる「おいしさ」を実現できないものか、それを実現したのが連続大沸騰であり、うまみを逃さない内蔵カートリッジです。そのおいしさを、このスクエアデザインというカタチにしました。開発では、私たちデザイナーが部品構成や構造に関する提案も多く行いました。フラットな面が多く、部品の取り付け方ひとつで歪みなどができる可能性があったからです。すべてはかつてないスクエアなデザインをより完成度の高いものにしたいという思いからです。今後も、従来の発想にとらわれないデザイン開発で新たな価値を創出したいと考えます。

※ 参考 : [ジャー炊飯器](#)

内蔵カートリッジ

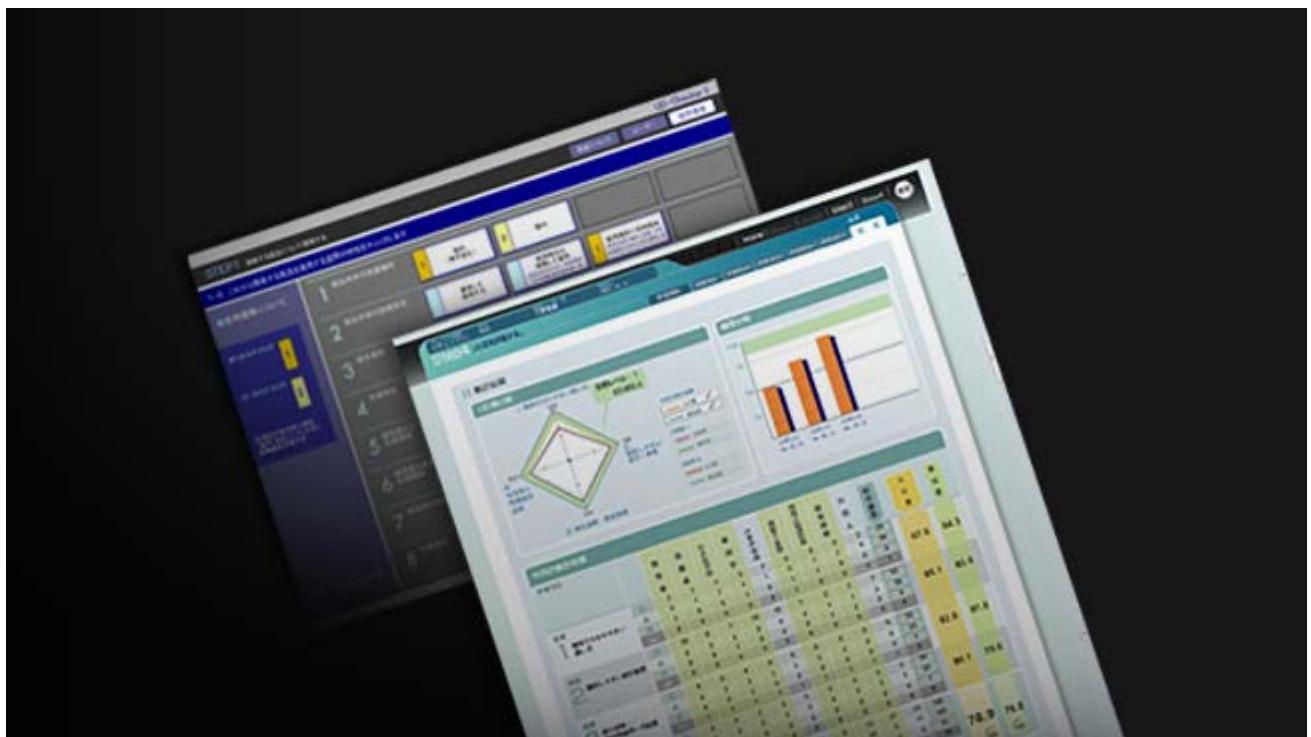
タンク



イメージ図

ユニバーサルデザイン開発評価ツール UD-Checker

使いやすく、人・生活環境にやさしい
製品デザイン開発を支援。



技術紹介

ユニバーサルデザイン達成度の定量的評価を実現。

JISやISOによりガイドライン整備や国際規格化が進むなど、製品開発におけるユニバーサルデザイン（UD）の重要性は日増しに高まっています。しかしその反面、UDはエネルギー消費効率などのように定量的な評価が難しく、評価基準が明確化されていません。三菱電機では長年のノウハウをもとに作成したUD配慮指針リスト「ユーザビリティセルフチェック－UD編」を活用し、製品開発時のUD目標レベル設定や定量的な達成度評価が行える「UD-Checker」を開発しました。

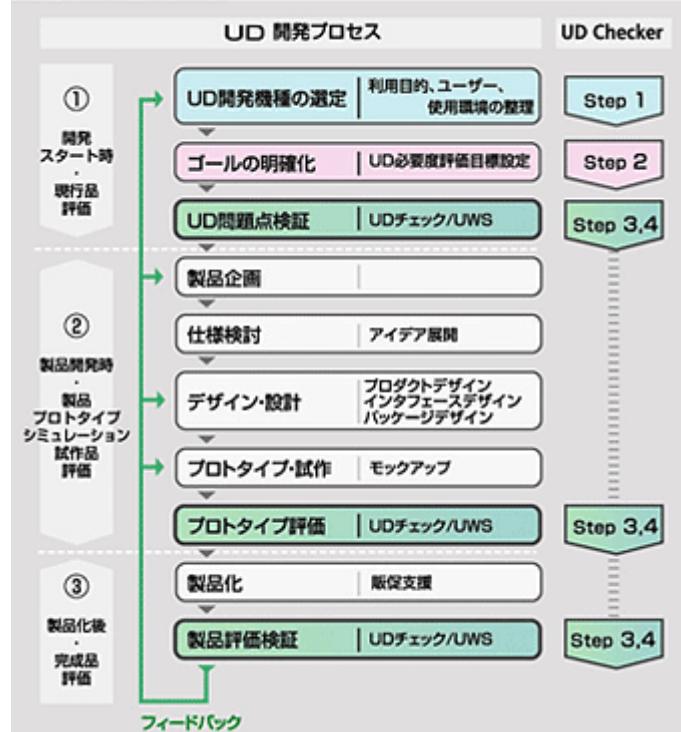


UD-Checker画面

評価結果をフィードバックし、確実な目標達成を推進。

「UD-Checker」はStep1～4で構成されています。まずStep1・2では製品特性の整理、目標レベルの設定を行います。例えば、エレベーターは高齢者や障がい者などに配慮した設計、家電製品では多様なユーザー志向に対応できるものづくりなど、製品により目標レベルが異なります。「UD-Checker」はそれぞれの製品特性を十分に踏まえた的確な目標設定が可能です。つぎにStep3・4で目標達成の評価を行います。評価は開発スタート時（従来品など）、製品完成後、さらには必要に応じて開発過程（プロトタイプ）でも実施されます。各段階の評価で明らかになった課題や改善策は開発にフィードバックされ、確実な目標達成へと導きます。三菱電機では「UD-Checker」の活用により、家電製品から公共機器まで、UDのレベル向上に取り組んでいます。

UD開発プロセス



開発NOTE

全製品へのUD普及を目指し、ツール開発に取り組みました。

バリアフリーデザイン研究をスタートしたのが1996年。10年を超える長年の積み重ねが「UD-Checker」という大きな成果につながったと言えます。「UD-Checker」開発の目的は、UDの重要性を理解していても「どこまで配慮すればUDと言えるのか分からない」、そんな開発現場の声に応えるために具体的な評価方法の確立が必要だと考えたからです。開発に際しては、従来からの「ユーザビリティセルフチェック-UD編」をもとに評価項目を再検討しました。また運用試験にも時間をかけ、デザイナー・開発者の意見を取り入れた実用性の高いツールに仕上げました。現在では家電・情報機器はもちろんですが、エレベーター・FAなどに至るまで、デザイン研究所で開発されている主な製品全てにこの「UD-Checker」が使用されています。



デザイン研究所
沢田 久美子



テレビリモコン



エレベーター
側面壁操作盤

障がい者の方々の声が研究に活かされています。

私たちが研究を開始した当時は、まだユニバーサルデザインという考え方が広がりはじめたころで、文献も多くありませんでした。そこで実際にユーザの声をお聞きするのが一番であるという判断から、障がい者の方々にふだん家電製品を使っていて不便に感じる点や当社の製品を使っていただいた感想などをお聞きし、研究の参考にしました。このような地道な研究活動をベースに、家電製品を中心とする幅広い分野へのUD浸透を目指したのが「ユーザビリティセルフチェック-UD編」であり、それを定量的評価が可能なツールとして完成させたのが「UD-Checker」なのです。

「UD-Checker」は、今後もさらに進化を続けます。

2005年完成の「UD-Checker」は表計算ソフトを使用したツールでした。しかし開発スタート時から、サーバコンピュータによるデータの一元管理を実現するという大きな構想がありました。それが実現したのが2006年です。データの一元管理など、ツールのとしての使いやすさが飛躍的に向上したと言えます。さらに今後は「UD-Checker」の適用範囲を一層広げていきたいと考えています。対応製品の拡大だけでなく、エンドユーザからメンテナンス作業員、施工者などのサブユーザを含めたUDの実現が今後の大きな課題です。

研究開発・技術一覧

社会インフラから家庭電器まで、より良い製品づくりを目指して前進を続ける三菱電機の研究開発・技術をそれぞれの分野ごとにご紹介します。

重電システム



電力、交通、昇降機、ビル管理などの社会インフラ技術。

産業メカトロニクス



FAシステムや自動車用電装品などの産業向けテクノロジー。

情報通信システム



宇宙開発から携帯電話まで、幅広い分野における情報通信技術。

電子デバイス



パワーデバイスや高周波デバイスなどの半導体や液晶関連技術。

家庭電器



もっと快適な暮らしを提案する、さまざまな家庭電器技術。

共通基盤技術・その他



安心、安全、省エネなど、これからの社会基盤を支える技術。

▶ デザイン

使いやすさ、暮らしやすさを追求した三菱電機のユニバーサルデザイン。



重電システム

研究・技術紹介



▶ 直流大電流の高速遮断技術

世界最速※で短絡電流を検出・遮断。高密度で運行する鉄道の安全に貢献。

※2017年1月30日現在（当社調べ）、気中遮断器（遮断容量100kA）において。



▶ MRI用高温超電導コイル

液体ヘリウムを使わず強い磁界強度を発生させることができる高温超電導コイル。



▶ 気液界面放電による新水処理技術

“OHラジカル”を高効率に生成。高度な水処理を低コストで実現。

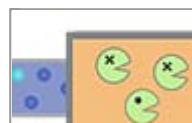


▶ 超高速エレベーターを支える技術

分速1,000mを超える高速走行でも快適な乗り心地を実現。



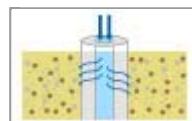
▶ オゾン高濃度化システム



▶ 汚泥減容システム



▶ 蓄電池性能オンライン診断技術



▶ オゾン水を利用した膜分離バイオリアクターによる水処理技術



▶ 太陽光発電向けシステム安定性向上技術



▶ エレベーター群管理システム

オゾン高濃度化システム

暮らし

環境対策

マーク説明

超高濃度オゾンを効率的に生成。
高品質な酸化プロセスを提供します。

概要

| オゾナイザとオゾンブルー



高濃度オゾナイザ



超高濃度オゾン

高効率高濃度オゾナイザとシリカゲルの吸脱着特性を利用し、オゾンを濃縮・貯蔵する技術を開発しました。この技術により50vol%以上の高濃度オゾンガスの生成が可能となります。生成されたオゾンは高濃度オゾン特有の青色（オゾンブルー）が確認されます。高濃度オゾンは、水処理分野のみならず、我々の生活環境に密着する広範な分野に高品質な酸化プロセスを提供します。

[拡大表示](#)

技術ポイント

高濃度オゾンの製造プロセス（1）吸着

オゾナイザで生成された混合ガス（酸素+オゾン）を吸着塔に導入（オゾン濃度は10%程度）。混合ガスは吸着塔内のシリカゲルに圧力P1*で吸着されます。オゾンの方が酸素より優先的にシリカゲルに吸着されやすい性質のため、吸着塔の後段からは吸着されなかった酸素だけが漏れ出します。漏れ出した酸素はオゾナイザの原料ガスにリサイクルされます。



扩大表示

高濃度オゾンの製造プロセス（2）濃縮



拡大表示

混合ガスの吸着が完了するとオゾナイザからの混合ガス供給は停止されます。その後、オゾンの方がシリカゲルから脱着されにくい性質を利用して、真空ポンプにより吸着塔の圧力をP1から徐々に低下させ、酸素のみを選択的に引き抜きます。引き抜いた酸素はオゾナイザの原料ガスにリサイクルされます。

高濃度オゾンの製造プロセス (3) 脱着

吸着塔の圧力がP1からP2※になり大半の酸素が引き抜かれ、吸着塔内のオゾン濃度が相対的に高められます。酸素の引き抜きが完了した段階（圧力P2）で真空ポンプの出口を切り替え、供給対象（例えば汚泥減容プロセス）へ濃縮されたオゾン（50～100%）を供給することができます。



扩大表示

高濃度オゾンの事業応用

- 淨水処理、下水処理、プール・水族館净化
 - し尿処理
 - パルプ漂白
 - 工業分野（各種排水処理、酸化処理、洗浄処理）

※P1、P2 脱着時の吸着塔圧力

重電システム

汚泥減容システム

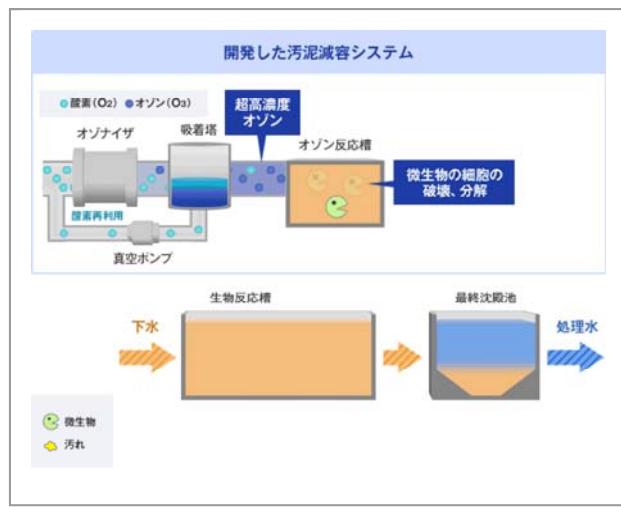
暮らし

環境対策

マーク説明 

廃水処理に伴う余剰汚泥の発生を抑制。
アジア新興国での汚泥処分問題を解決します。

概要



 拡大表示

技術ポイント

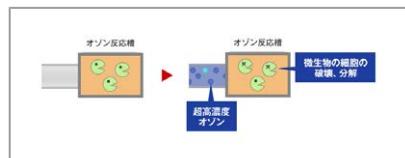
従来の下水処理プロセス

下水中の汚れ（有機物）を生物反応槽の微生物が食べて下水を浄化する方法は、従来から広く採用されています。しかし微生物は有機物を食べるので、どんどん成長、分裂して増えています。増えすぎた微生物は余剰汚泥となり、埋め立て廃棄すると土壤汚染・悪臭発生の原因になります。



[拡大表示](#)

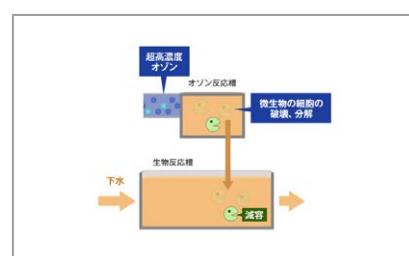
汚泥減容システムの下水処理プロセス（1）



[拡大表示](#)

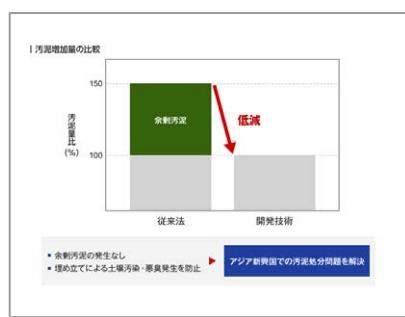
オゾンの強力な反応力で微生物細胞を分解します。分解された微生物は有機物として他の生きている微生物が食べることができます。

オゾン高濃度化システム



[拡大表示](#)

汚泥減容システムのメリット



[拡大表示](#)

生物反応槽を含めたシステム全体の汚泥の総量をほとんど増やさずに処理を続けることが可能で（汚泥の減容）。余剰汚泥の廃棄量が減り、土壤汚染・悪臭発生を防止します。さらに汚泥の廃棄コストも大幅にカットできます。これらの効果によりアジア新興国での汚泥処分問題を解決します。

重電システム

蓄電池性能オンライン診断技術

電力

高精度

省エネ

マーク説明

蓄電システムを停止せずに、
蓄電池の「今」の性能を可視化できます。

概要



蓄電池を使用中に性能をリアルタイムに診断できる「蓄電池性能オンライン診断技術」を開発しました。蓄電池の性能（蓄電容量、内部抵抗）の劣化度をリアルタイムに診断し、蓄電池の残量を誤差1%以下で推定できるため、蓄電システムの稼働率向上と用途拡大に貢献します。

拡大表示

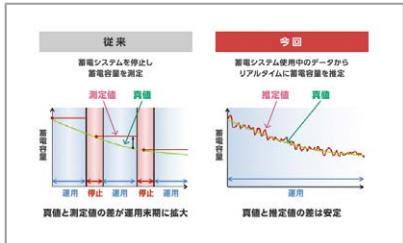


解説ムービーを見る

蓄電池性能オンライン診断技術の概要を動画でわかりやすく解説します。

技術ポイント

蓄電池を使用しながら性能の劣化度をリアルタイムに推定

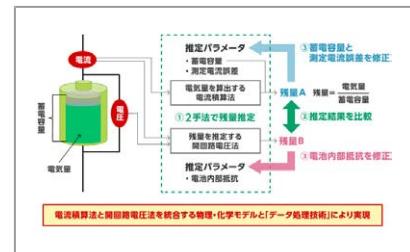


拡大表示

従来は蓄電容量を測定するために蓄電システムを長時間停止していました。今回開発した技術では、蓄電システムを使用中に計測した蓄電池の電流と電圧を当社独自のアルゴリズムで処理。蓄電池の性能（蓄電容量、内部抵抗）の劣化度をリアルタイムに推定できます。蓄電システムの設備停止が不要となるため、システムの稼働率向上に貢献します。

蓄電池の残量を誤差1%以下で高精度に推定

蓄電池性能をリアルタイムに診断し、蓄電池の残量を誤差1%以下で推定できます。電流を積算して残量を算出する手法と電圧および電池特性から残量を算出する手法の二つを統合し、測定電流と蓄電池性能の誤差を同時に推定・補正するアルゴリズムを開発。蓄電池の残量が高精度に分かるため、蓄電システム全体の効率的な制御が可能となります。



拡大表示

発電プラントなど、さまざまな分野での適用を検討中

今後は太陽光・風力発電等の大規模発電プラントや自動車・鉄道車両向け蓄電システムへの搭載を目指し、開発を推進します。

重電システム

オゾン水を利用した膜分離バイオリアクターによる水処理技術

産業

省エネ

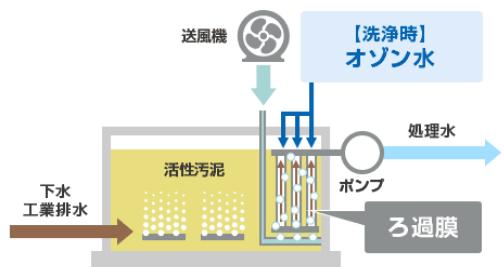
省スペース

マーク説明

下水や工業排水を高速ろ過。
水処理設備の省エネ化・コンパクト化を実現します。

概要

■ Eco-MBR



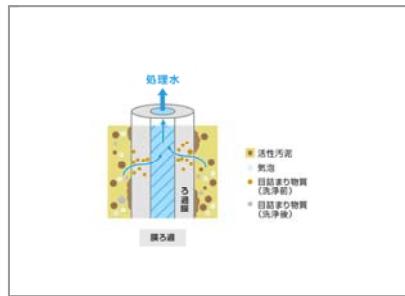
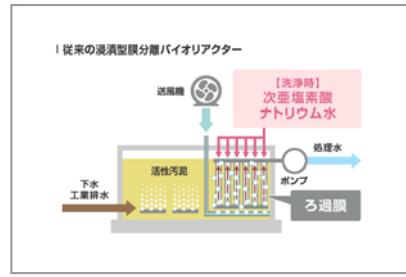
ろ過膜をオゾン水で洗浄する「浸漬型膜分離バイオリアクター（Eco-MBR※1）」を開発しました。膜表面積当たりの処理水量を従来比約2倍に増量した高速ろ過により、ろ過膜の使用本数を半減し、コンパクト化と従来比25%※2の省エネを実現します。

[拡大表示](#)

技術ポイント

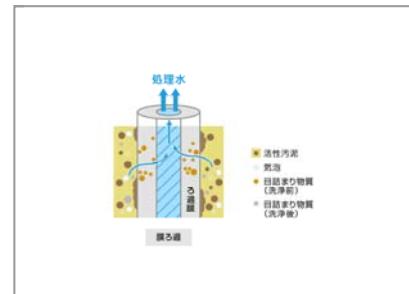
従来の浸漬型膜分離バイオリアクターにおける課題

浸漬型膜分離バイオリアクターは、活性汚泥中に浸漬したろ過膜を用いて活性汚泥と処理水を分離します。



拡大表示

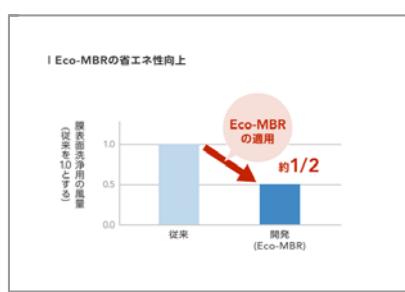
ろ過を継続するとろ過膜に目詰まり物質が蓄積するため、圧力損失が増大します。そのため従来の浸漬型膜分離バイオリアクターでは、ろ過とは反対方向から次亜塩素酸ナトリウム水を供給し、目詰まり物質を除去してろ過膜を洗浄します。しかし、ろ過速度が大きいほどろ過膜が目詰まりしやすくなるため、洗浄効果の小さい次亜塩素酸ナトリウム水では高速ろ過はできませんでした。また膜表面に付着した活性汚泥を剥離するためには、ろ過膜の下部から大量の気泡を供給する必要があります、エネルギー消費量が大きくなります。



拡大表示

目詰まり物質を効果的に除去する「Eco-MBR」

今回開発した「Eco-MBR」はオゾン水を使用してろ過膜を洗浄します。オゾンは次亜塩素酸ナトリウムの1.4倍の酸化力があります。またオゾン水の濃度を高めることで、洗浄に必要な水量やオゾン量を低減でき、目詰まり物質を効果的に除去することができます。



拡大表示

「Eco-MBR」は繰返しオゾン水で洗浄することで、ろ過膜の目詰まり物質を効率的に除去するとともに、等量の水がろ過膜を通過する時間を短縮できます。これにより高速ろ過を実現し、ろ過膜の使用本数を半減することができます。その結果、送風機からろ過膜の下部に供給する膜表面洗浄用の風量を半減し、省エネ性が向上すると期待されます。「Eco-MBR」を下水や工業排水の再生に適用することで、国内のみならずグローバルで持続可能な水循環社会の実現に貢献します。

※1 Eco-Membrane BioReactor

※2 当社調べ

重電システム

太陽光発電向けシステム安定性向上技術

電力

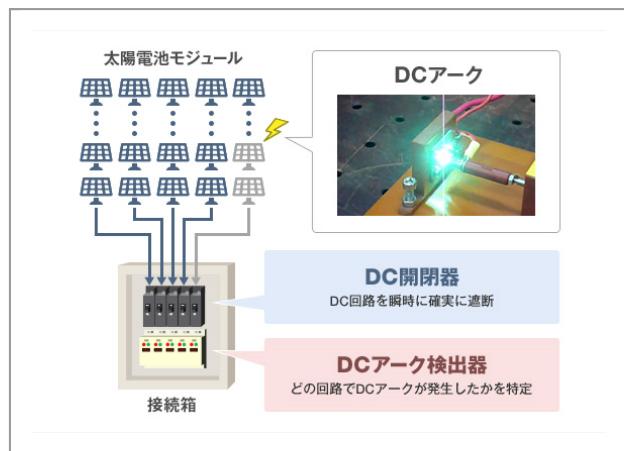
安心

安全

マーク説明 

故障発生回路を特定して瞬時に遮断。
もしものトラブル時に発電量の低下を抑えます。

概要



太陽光発電システムにおいて、DC（直流）回路の接続不良などによるDCアーケ^{※1}の発生回路を早期に特定し、その故障発生回路だけを瞬時に遮断する技術を世界で初めて^{※2}開発。

システム全体を停止することなく、故障範囲を特定することで早期に復旧できるため、発電量低下を最小限に抑制し、安定した発電に貢献します。

 拡大表示

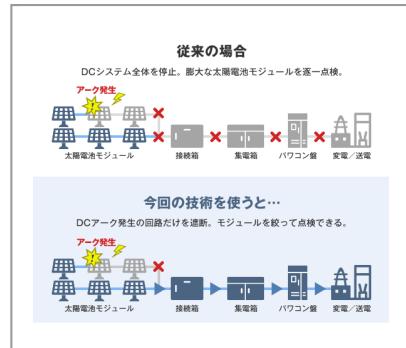
技術ポイント

DCアークの発生回路を特定し、発電量の低下を最小限に抑制

電流波形の振動に加え、電流・電圧の変化を監視することで、DCアークの発生有無だけでなく、発生した回路までを特定。

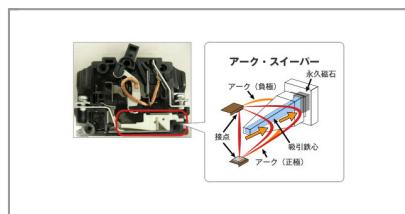
高速検出（検出保護時間0.25秒以下）により、故障回路を瞬時に遮断し、故障範囲の拡大を防止します。

また健全回路での発電継続と復旧時間短縮が可能となり、発電量低下を最小限に抑制することができます。



[拡大表示](#)

新遮断技術でDC回路を瞬時に遮断



[拡大表示](#)

磁石による磁気作用の効果を大幅に高めた新遮断技術「ARC SWEEPER®」（アーク・スイーパー）を開発。通電方向に関係なく、DC回路を瞬時に、確実に遮断します。

表彰実績

R&D 100 Awardsを受賞

「直流高電圧対応ノーヒューズスイッチ」がR&D Magazine社2015 R&D 100 Awardsを受賞しました。

[ニュースリリース]

直流高電圧対応ノーヒューズスイッチがR&D 100 Awardsを受賞 (PDF : 487KB) 



直流高電圧対応ノーヒューズスイッチ
(KB-HDA)



R&D 100 Awards 2015 受賞

電機工業技術功績者表彰 奨励賞を受賞

「通電方向に指定がなく高信頼性を確保した直流開閉機器の開発」にて、(社)日本電機工業会 平成27年 電機工業技術功績者表彰 奨励賞を受賞しました。

電気関係事業従業員功績者表彰 考案表彰 最優秀賞を受賞

「接続方法を指定しない太陽光発電用開閉装置の開発」にて、(社)日本電気協会 関東支部 電気関係事業従業員功績者表彰 考案表彰 最優秀賞を受賞しました。

電気学術振興賞 進歩賞を受賞

「通電方向に指定がなく高信頼性を確保した直流遮断技術の発明及び実用化」にて、(社)電気学会 電気学術振興賞 進歩賞を受賞しました。

放電学会優秀論文発表賞を受賞

「細隙空間における駆動時および絶縁物衝突時のアーク電圧特性」にて、(社)放電学会 放電学会優秀論文発表賞を受賞しました。

IEEE INTELEC Excellent Poster Presentation Awardを受賞

「A Novel Simple Technology for Power Switching in HVDC System」にて、37th IEEE International Telecommunications Energy Conference Excellent Poster Presentation Awardを受賞しました。

電気設備学会全国大会発表奨励賞を受賞

「太陽光発電向け直流アーク検知の高精度化」にて、（社）電気設備学会 全国大会発表奨励賞を受賞しました。

電気学会優秀論文発表賞A賞を受賞

「太陽光発電システム内の直流アーク発生回路特定技術」にて、（社）電気学会 優秀論文発表賞A賞を受賞しました。



※1 電流が流れている回路が切り離された際に強い発光を伴って発生する高温の放電（数千℃）。

※2 2015年2月現在（当社調べ）。

※ 「ARC SWEEPER®」は三菱電機株式会社の登録商標です。

重電システム

エレベーター群管理システム

昇降機

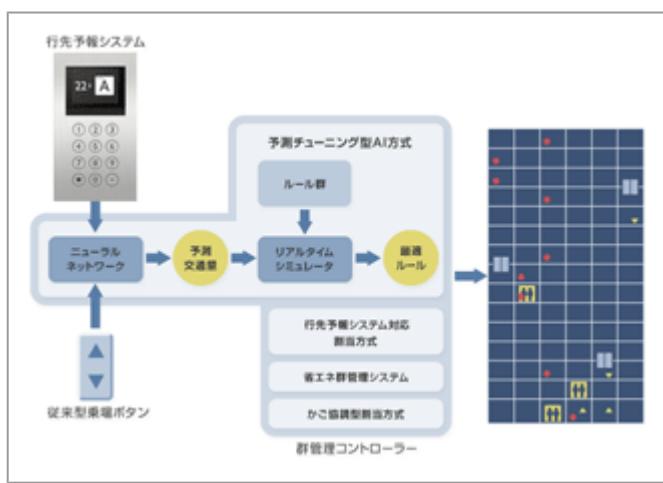
快適

省エネ

マーク説明

高度な運行制御により、輸送効率の向上と省電力化をサポートします。

概要



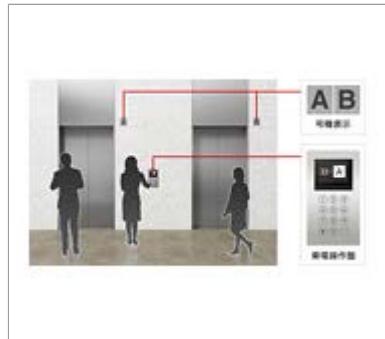
ビル内交通シミュレーションを用いたエレベーター運行解析技術を適用して、エレベーターの輸送効率や利便性を向上させる運行制御方式を開発。群管理システムΣAI-2200Cは輸送効率の大幅な向上と走行用消費電力の削減を達成しています。

拡大表示

技術ポイント

交通流に合わせて最適化する「予測チューニング型AI方式」

実システム上でシミュレーション評価を行い、運行制御ルール群を選択するリアルタイムシミュレーターを開発。多様な利用状況での最適運行を可能にしました。



拡大表示

行先階別に乗り分けを実現する「行先予報システム」※1

乗場操作盤など新しいマン・マシンインターフェースに適した運行制御アルゴリズムを開発。運行効率の向上を実現しました。

将来の呼びを考慮した「かご協調型割当方式」※2

実在の多様な利用状況におけるエレベーターの運行状況を解析。その結果に基づいて新たな運行制御アルゴリズムを開発し、待ち時間の低減を実現します。

利便性はそのまま省エネを実現する「省エネ群管理システム」

混雑度に合わせて利便性と省エネ性の優先度を自動調整する運行制御方式を開発。エレベーターの省エネに貢献します。

※ 参考 :

[三菱エレベーター 群管理システム](#)

※1 乗場で行先階を入力し、行先階ごとにエレベーターの配車を行います。特に混雑時に行先階の同じ乗客を同じかごに誘導することによって、運転効率を高めます。

※2 近い将来に発生すると長待ちとなる潜在的な乗り場呼びを予測・検出し、評価します。複数台のかごを協調させて、ビル内のどの階に乗り場呼びが発生しても輸送効率を低下させることなく、最適な運行管理を実施します。

産業メカトロニクス

研究・技術紹介



▶ 産業用ロボット<AI力覚制御>

力覚制御にAIを活用し、より速い動作、より速い学習を実現。



▶ 発電機用薄型点検ロボット

厚みわずか19.9mm、高精度かつ短期間で発電機内部を点検。



▶ 次世代超大型望遠鏡TMT「分割鏡交換ロボット技術」

世界初の技術で、492枚の分割鏡を効率的に交換。



▶ プリント基板穴あけ用レーザ加工機

デジタル機器の高機能化を支える微細穴加工技術。



▶ 器用に制御するAI



▶ 高速レーザ加工機技術



▶ マルチワイヤ放電スライス技術



▶ 産業用リアルタイムネットワーク技術



▶ マイクロスパークコーティング技術 MSCoating



▶ 階調制御型インバーター

器用に制御するAI



暮らし

産業

安心

安全

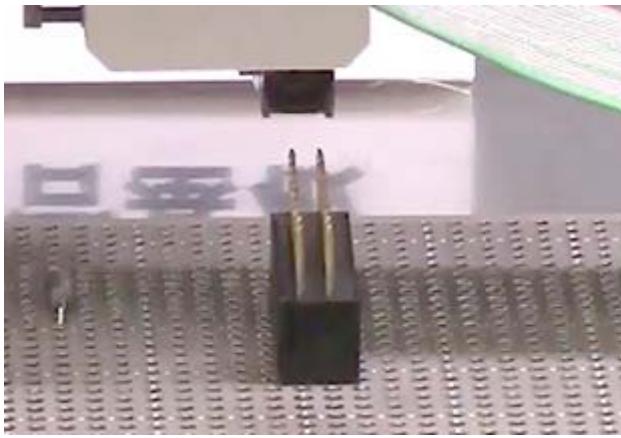
快適

マーク説明

部品の形状や状況の変化に賢く対応。

ロボットがAIで人のように器用に進化します。

概要



ロボットは人手不足という社会問題に対する切り札として期待されていますが、事前に想定された動作を繰り返し行うように設定されています。今回、当社AI技術「Maisart®（マイサート）※1」を適用した「スマートに学習できるAI」を活用し、対象物の形状や状況が変化してもリアルタイムに対応する「器用に制御するAI」を開発。

本技術を、工場の生産ラインで活躍するロボットアームに適用した例をご紹介します。

ニュースリリース

スマートに学習できるAI

器用に制御するAI

技術ポイント

AI技術「Maisart」と複数センサーで対象物の状況をリアルタイムに把握

ロボットには、センサーとしてカメラと力覚センサーが取り付けられており、センサーからの画像や荷重等のデータで位置情報や力のかかり具合を把握します。

今回の技術では、例えばケーブルコネクタの嵌め込み作業の場合、人の操作など外的要因によりコネクタの位置関係やケーブルの張り具合などの状況が変化すると、複数センサーが変化を検知し、「Maisart」が状況変化に追従した制御指令値を決定、駆動部を制御します。

「Maisart」のディープラーニングと当社が培ってきた機器の知見を生かすことで、わずか数msのリアルタイム制御を実現しました。



■ 拡大表示

部品の形状や状況の変化にスムーズに追従



外的要因で嵌め込む側のコネクタが動いても、AIが位置の変動を検知し、追従してスムーズな嵌め込みを実現します。

ケーブルルコネクタの嵌め込み作業にとどまらず、間隔がわずか数msというリアルタイムな追従により、従来は困難であった形状が変化する柔軟物や状況が大きく変わる対象物を扱う作業の自動化に貢献します。

▶ 解説ムービーを見る

※1 Maisart (マイサート) : Mitsubishi Electric's AI creates the State-of-the-ART in technologyの略
全ての機器をより賢くすることを目指した当社のAI技術ブランド

「Maisart」は三菱電機株式会社の登録商標です。

高速レーザ加工機技術

産業

生産

高精度

マーク説明

金属を非接触により高速・高精度で切断。
ワンランク上の高速加工を実現しました。

概要



人工の光であるレーザ光を極限まで集光し、金属材料を非接触で高速・高精度で切断する高速レーザ加工機技術の開発を行っています。発振器と加工機を高速・高精度に同期制御するF-CUT®※1を開発し、ワンランク上の高速加工を実現。高速レーザ加工機は製造現場での生産性向上に貢献します。

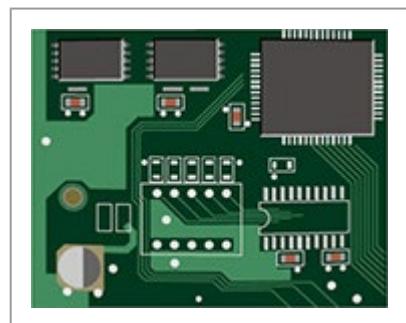
技術ポイント

精確なビームON／OFFを実現するタイミング演算機能

機械駆動系からの切断位置や切断速度情報に基づき、ビームをON／OFFするタイミングを精確に算出する演算機能を開発しました。



高精度なビームON／OFF指令を発生する高速制御基板



演算結果に基づき、100万分の1秒の精度でビームのON／OFFを指令することが可能な高速制御基板を開発しました。

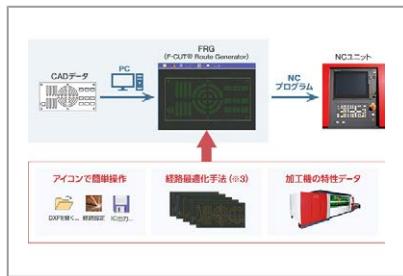
さらなる高速加工を可能にするF-CUT®

発振器と制御装置の高速通信により、加工ヘッドを停止させることなく、ビームON／OFFを制御するF-CUT®加工を開発。従来加工より加工時間を45%※2短縮しました。



[拡大表示](#)

加工時間を最短にする加工経路を自動生成



拡大表示

アイコンで簡単に操作が可能です。CADデータをもとに加工機の特性データも利用し、経路最適化手法※3を適用することで加工時間を最短にする加工経路を自動生成するソフトFRG※4を開発しました。

※1 F-CUT®は、三菱電機株式会社の登録商標です。

※2 当社ベンチマーク加工において。

※3 さまざまな経路から最も加工時間が短くなる経路を選択。

※4 FRG : F-CUT® Route Generator

マルチワイヤ放電スライス技術

産業

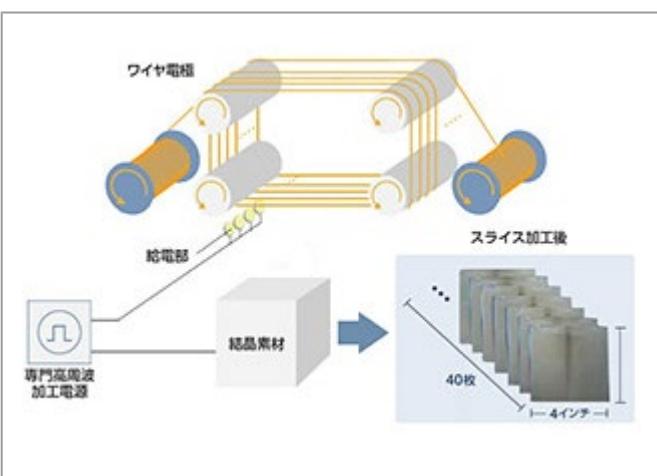
高精度

省コスト

マーク説明

堅固な素材を切り出す電気の刃。
GaNおよびSiCスライス加工の生産性向上に貢献します。

概要



GaNおよびSiCのインゴットを40枚同時にスライス加工できるワイヤ放電加工技術を開発。

本開発により、GaNやSiCスライス加工の生産性向上とGaNやSiCの結晶素材の有効活用が期待されます。

拡大表示

技術ポイント

世界最高※40並列のワイヤ放電加工

Ø0.1mmのワイヤ電極線を0.6mm間隔で周回させ、同時に40カ所でスライス加工することができます。

非接触加工でウエハー収量が向上

熱による非接触加工のため、接触式加工に比べて高速かつ狭い切り代でのスライスが可能となります。

これにより、GaNやSiCのインゴットから、より多くのウエハーがとれるため、高価な結晶素材を効率的に活用することができます。



拡大表示

スライス加工専用電源を開発

同時に40箇所の給電部に均一のエネルギーが供給可能な、GaNやSiCのスライス加工専用の高周波電源を開発。Ø0.1mmの細いワイヤ電極線でも断線することなく、連続加工が可能です。

※1 2017年12月15日現在、当社調べ。

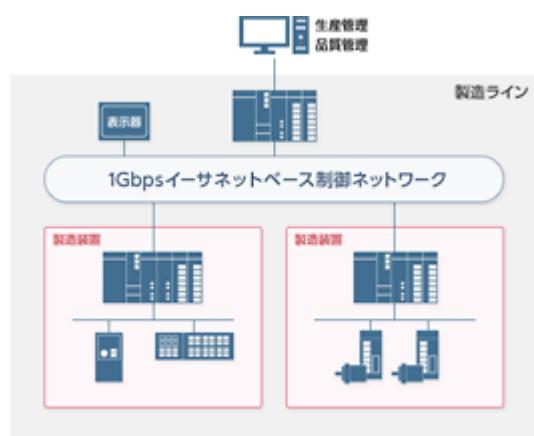
産業用リアルタイムネットワーク技術

産業 生産 通信 高信頼性 高精度

マーク説明

高度化するFA制御用ネットワークに対応する
大容量・高信頼な通信環境を構築します。

概要



工場の製造装置・製造ラインの制御用ネットワークにも近年ではオフィスで広く普及しているイーサネットが適用されつつあります。制御用ネットワークでは高精度加工や工程手順の制御を行うために1ミリ秒以下オーダーのリアルタイムな伝送保証が不可欠です。また生産管理などの情報系システムとのデータ通信を高速かつシームレスに行うことも望まれます。当社では長年に渡り培った制御用ネットワーク技術を活用し、1Gbpsイーサネットをベースにリアルタイム・大容量・高信頼な伝送を実現する通信プロトコル及び通信ハードウェアを開発。全世界への製品普及を目指し、国際標準化活動にも積極的に取り組んでいます。

拡大表示

技術ポイント

1Gbpsイーサネットによる超高速制御用ネットワーク

制御に必要となるリアルタイムな伝送保証をしつつ、製造ログデータや機器診断データなど製造に関わるあらゆるデータを1Gbps超高速ネットワークで送信します。また100台以上の制御機器間でリアルタイムな通信が可能です。

二重ループやデータ冗長送信で高信頼な伝送を実現

制御用の基幹ネットワークに対しては二重ループ伝送路による高信頼通信を提供します。また制御データを冗長送信することで、工場で発生しがちなノイズによるデータ損失の影響を抑制します。

パソコンや機器からTCP/IP※1で簡単に製造データを収集

インターネットにも使われているTCP/IP通信を利用することで、制御用のネットワークであることを意識する必要がありません。これによりパソコンや機器から簡単に製造データを収集できます。

※1 Transmission Control Protocol/Internet Protocol、インターネットやインターネットで標準的に使われる通信規約

マイクロスパークコーティング技術 MSCoating^{※1}

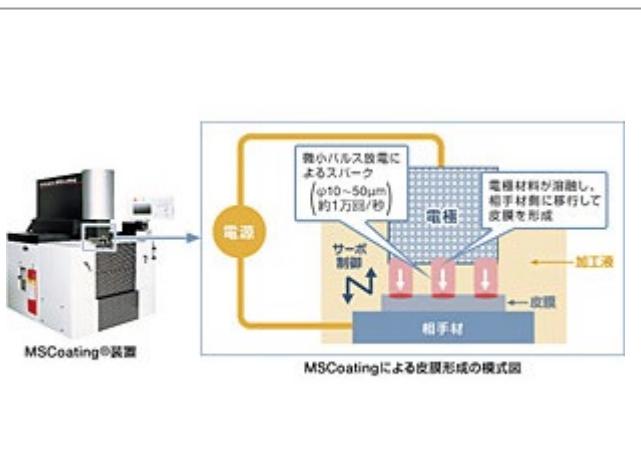
産業

高信頼性

マーク説明

微小パルス放電を利用した当社独自の革新的コーティング技術。

概要



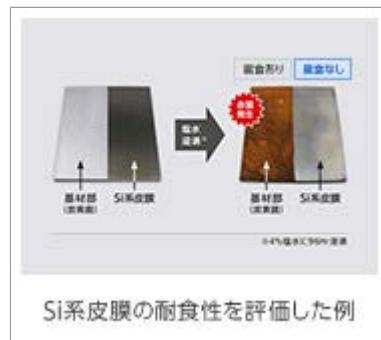
金属粉末や導電性セラミックス粉末から作製した電極を油中で微小なパルス放電により溶融。電極材料を相手材側に移行させて必要な箇所に皮膜を形成するマイクロスパークコーティング技術を開発しました。信頼性が高く、航空機ジェットエンジン部品、機械部品、医療部品などに利用され始めています。

拡大表示

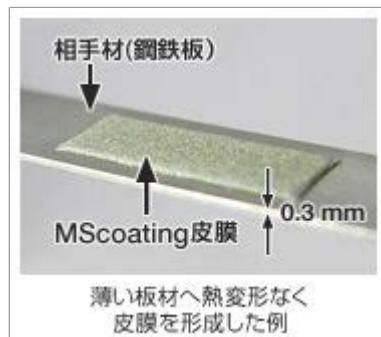
技術ポイント

電極材料の選択により、多様な機能性皮膜を形成

Co系高温耐摩耗皮膜やSi系耐食皮膜などの金属系皮膜をはじめ、TiC系硬質皮膜などのセラミックス皮膜の形成ができます。また、複数の材料を組み合わせた電極を使うことで、高硬度、高耐食性、高耐酸化性などの機能を複合的に有した皮膜の形成もできます。（写真は、Si系皮膜の耐食性試験結果の例）



拡大表示



相手材の熱的ダメージが小さく、密着力も強い

微小なパルス放電を利用して薄板にも熱的ダメージを与えることなくコーティングすることができます。しかも溶着※2による高い密着力が得られます。（写真のMSCoating皮膜の材質はCo系合金）



円筒内面への処理が可能

PVD※3、溶射等では困難な円筒の奥深い内面などに均一に皮膜を形成できます。（写真のMSCoating皮膜の材質はTiC）

※1 MScoating : Micro Spark Coatingの略

※2 溶けた材料が相手材側へ移行し、相手材の表面と溶け合って固まること。

※3 Physical Vapor Depositionの略

階調制御型インバーター

産業

省エネ

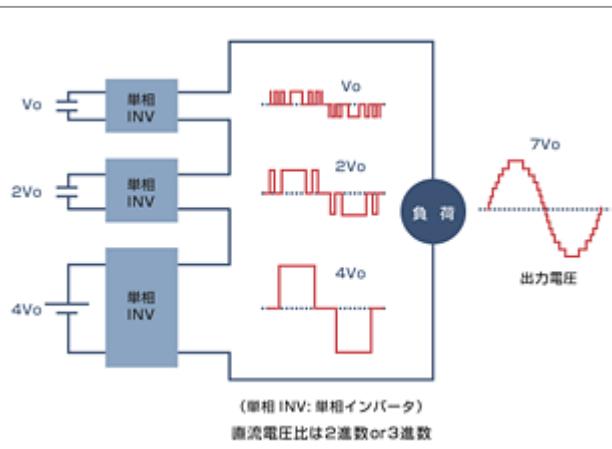
省コスト

省スペース

マーク説明 

新世代のインバーター技術開発に成功。
最先端のパワーエレクトロニクス機器ニーズに応えます。

概要



従来のパルス幅変調(PWM)方式インバーターに代わる
「新世代の階調制御型インバーター」を開発しました。

直流電圧が異なる複数のインバーターを直列接続することにより、正弦波の電圧波形が出力可能。

無停電電源装置(UPS)や瞬時電圧低下保護装置など、正弦波電圧出力が必要とされるパワーエレクトロニクス機器に最適です。

 拡大表示

技術ポイント

瞬低保護装置など、世界で初めて実用化に成功

世界で初めて「階調制御型インバーター」を用いた瞬低保護装置、無停電電源装置、太陽光発電用パワーコンディショナ、レーザ加工機用電源の製品化に成功しました。



 拡大表示

正弦波電圧を出力でき、機器の小型化を実現

疑似的な正弦波電圧の出力を実現。高調波電圧成分除去用のフィルター回路を小型化し、機器の軽量化を可能にしました。

省スペース、軽量化が求められる電源装置への応用研究を進めています。

スイッチング損失を抑え、電力変換効率が向上

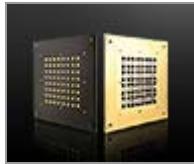
使用するパワーデバイスのスイッチング損失を低くでき、電力変換効率が極めて高い機器を実現しました。複数のインバーターが電圧を分担するため、より低耐圧なパワー半導体の適用が可能になります。

情報通信システム



▶ サイバー攻撃検知技術

ウイルスの攻撃手口を50個程度に分類し、サイバー攻撃を高精度に検知。



▶ 5G基地局向け超多素子アンテナシステム技術

第5世代移動通信を独自の発想と技術でさらに快適に。



▶ 高性能センサーデータベース

安価なハードウェアで膨大なセンサーデータを高速蓄積、高速検索・集計。



▶ 部分一致対応秘匿検索基盤ソフトウェア

高い安全性と柔軟性を両立。世界初の秘匿検索技術。



▶ IoT時代に向けたセキュリティ技術

LSIの指紋「固有ID」がネットワーク機器の安全・安心を守る。



▶ 関数型暗号

クラウド時代に求められる高度のセキュリティを実現。



▶ 光アクセスシステム

双方向10Gbpsの超高速伝送を実現する10G-EPO。



► 新方式アレーアンテナREESA



► レーダーによる津波監視支援技術



► 機械学習を用いた漫然運転検知アルゴリズム



► 情報セキュリティ技術



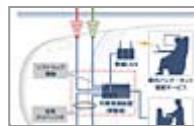
► ユーザーインターフェース設計ツール



► デジタルサイネージ～映像情報配信／表示技術～



► 宇宙ステーション補給機「HTV」ランデブ技術



► 新幹線デジタル列車無線技術



► 光通信用誤り訂正技術

情報通信システム

新方式アレーアンテナREESA

移動体通信

通信

安心

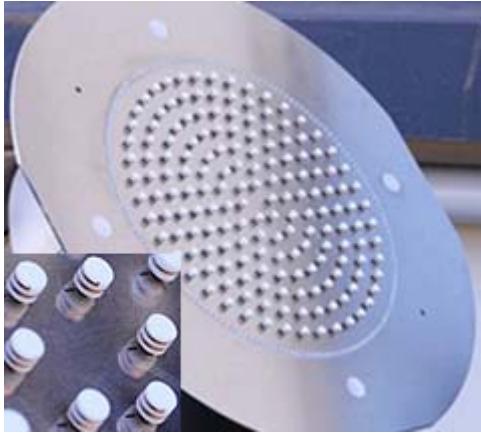
省コスト

省スペース

マーク説明

モーターでアンテナ素子を個別に回転制御。
ビーム走査アンテナの小型化・低価格化を実現します。

概要



多数のアンテナ素子を個別にモーターで回転させてビーム走査^{※1}できるアレーアンテナ^{※2}「REESA^{※3}（リーサ）」を開発しました。

小型化・低価格化により、従来の空港レーダーや航空機などの移動体衛星通信の分野に加え、ドローンなどに搭載して映像を長距離伝送する装置や工業用マイクロ波加熱装置などの新しい分野への展開も期待できます。

技術ポイント

ビーム走査アンテナを新発想により小型化・低価格化

従来のビーム走査アンテナは機械駆動式パラボラアンテナや高周波モジュールを用いていましたが、サイズや価格面で課題がありました。

今回、モーターで個々のアンテナ素子を回転制御するという新発想で、ビーム走査アンテナの小型化・低価格化を実現しました。



拡大表示

アンテナ素子を個別にモーターで回転させてビーム走査



「REESA」では高周波モジュールよりも安価なモーターを使用し、それぞれのアンテナ素子から電波を放射する位相を調整します。

例えば、正面方向へビームする場合はアンテナ素子はすべて同じ回転角度に設定します。また、斜め方向にビームする場合は隣り合うアンテナ素子の回転角度をしかるべき間隔で設定します。

▶ [解説ムービーを見る](#)

「REESA」を使用してBS放送の受信実験に成功

「REESA」を使用してBS放送の受信実験を行いました。この実験により、高精度にビームの向きを変えられることを証明できました。

「REESA」はアンテナ素子が並ぶ面の角度を変えてもビーム方向を変化させ、BS放送の電波を確実に受信できます。



▶ [解説ムービーを見る](#)

小型化・低価格化で様々な分野への適用が可能



[拡大表示](#)

小型・低価格という特徴を活かし、様々な分野への適用を検討しています。

通信分野では高速移動体搭載衛星通信やドローン活用リアルタイム映像伝送など、インフラ分野では空港面監視レーダーやドローン活用三次元計測など、さらには化学分野ではマイクロ波加熱など、エンターテイメント分野ではボール軌道追跡&確認アプリなどへの適用が期待できます。

「REESA」は安全・安心でより快適な社会の実現に貢献します。

※1 アンテナから放射する電波（ビーム）の向きを変えること（走査）

※2 多数のアンテナ素子を配列して形成したアンテナ

※3 Rotational Element Electronically Scanned Arrayの略、商標出願中

レーダーによる津波監視支援技術

防災

安心

安全

マーク説明

海洋レーダーで用いる電波を利用し、早期に津波を検知。
避難行動に必要な時間の確保を支援します。

概要



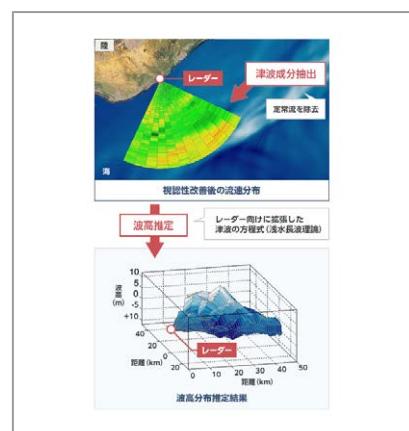
設置イメージ

三菱電機株式会社は、1999年から海流観測のための海洋レーダーを開発してきました。津波により多大な被害が発生した2011年3月11日の東日本大震災をきっかけに津波を捉えるための検討を始め、レーダーで観測した海表面の流速から津波成分を抽出して見える化とともに、波高を推定する世界初※1の津波監視支援技術を開発しました。平均水深300mの海洋では沖合50kmの津波は時速約195kmにもなり、わずか15分間※2ほどで沿岸に到達します。避難にかけられる時間があるか否かの目安時間は10分間※3と言われており、この技術により、早期の津波検知と避難行動に必要な時間の確保を支援します。

技術ポイント

海表面の流速から津波成分を抽出し、早期の津波検知を支援

光学センサーや周波数の高いレーダーを用いた海表面の観測では、地球の曲率により、20km程度までの測定が限界でした。海洋レーダーで用いる短波帯の電波は、海表面に沿って伝搬する性質があり、20km以遠も観測でき、観測領域内の面的な流速情報を得ることが可能です。今回の技術は観測された海表面の流速の中で大きな割合を占める定常流の動きを予測して除去し、津波成分を抽出することで見える化を実現。監視員の津波検知にかかる時間を短縮し、避難時間の確保に貢献します。例えば、平均水深300mの海洋において沖合50kmで津波を捉えることができれば、約15分前の早期に津波を検知でき、避難に必要な10分間の時間を確保可能です。



拡大表示

拡張した浅水長波理論により、津波の波高をリアルタイムで推定

従来、1台のレーダーで観測される流速情報（視線流速）から観測領域内の津波の波高を推定するのは困難でした。今回、流速情報と浅水長波理論から波高を推定する技術を開発。津波伝搬解析で用いられる波高分布と流速分布に関する基礎方程式である浅水長波理論を1台のレーダーから得られる視線流速情報だけで解析できるモデルにし、この方程式を解くことで波高をリアルタイムに推定します。

※1 2015年2月17日現在（当社調べ）。

※2 津波速度は重力加速度に水深を乗じた値の平方根になります（津波の辞典（朝倉書店）より）。よって、50kmを伝搬するのに要する時間は $50000 \text{ (m)} / \sqrt{9.8 \text{ (m/s}^2) * 300 \text{ (m)}} / 60 \text{ (s)} \approx 15 \text{ (分)}$ 。

※3 都市再生機構による試算（2014年）。

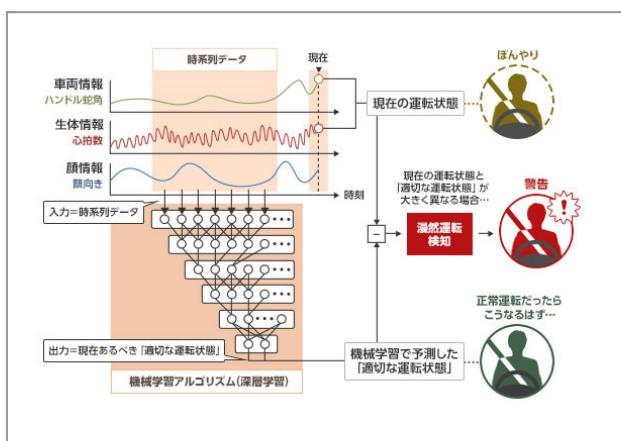
情報通信システム

機械学習を用いた漫然運転検知アルゴリズム



車両情報と生体情報をもとに運転状態を検知。
安全運転を支援し、事故防止に貢献します。

概要



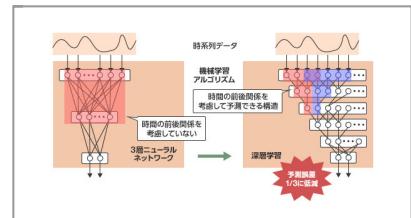
安全・安心で快適な自動車社会への期待の高まりから、ドライバーの安全運転を支援する先進運転支援システム市場は成長を続けており、2022年には1兆円を突破すると予測（富士キメラ総研調べ）されています。自動運転の実現に向けた多くの技術開発が進められていますが、ドライバーが運転に全く関与しない完全自動運転（レベル4）の実用化は2030年以降と言われていることからも、ドライバーの状態をセンシングして不注意運転を検知する技術の向上・発展が求められています。2014年の警察庁の統計によると、交通事故の原因の1位が居眠り運転を含めた漫然運転（ぼうっとした状態での運転）で17.9%、2位が脇見運転で14.0%となっています。居眠り運転以外の漫然運転は居眠り運転よりも多く発生しており、漫然運転の検知が交通事故発生の抑止につながります。当社は、機械学習※1の仕組みを用いて車両情報とドライバーの生体情報などから漫然運転を検知する「漫然運転検知アルゴリズム」を開発。不注意運転とされている居眠り運転・脇見運転だけでなく、これまで難しかった漫然運転を検知することで自動車事故防止に貢献します。

拡大表示

技術ポイント

時系列データから「適切な運転状態」を予測し、漫然運転を検知

ドライバーの状態予測に用いる時系列データのうち、車両情報（ハンドル舵角など）と生体情報（心拍数など）の収集には、容易に情報取得が可能なCAN※2と非接触の生体センサーを採用。簡単に漫然運転検知機能を導入できるようにしました。また顔情報（顔向きなど）には、車内設置のカメラを活用。さらに状態予測に用いるデータには、単一のセンサーから取得した一時のデータではなく、複数センサーによる時系列データを用いることで、現在あるべき適切なハンドル舵角や心拍数を高精度に予測。これまで難しいとされてきた漫然運転の検知を可能にしました。



拡大表示

業界初※3、漫然運転検知の機械学習アルゴリズムに「深層学習」を採用

深層学習は、時系列データを時間の前後関係を考慮して予測できる構造を持っているため、時間の前後関係を考慮しない当社従来法（3層ニューラルネットワーク）に比べて予測誤差を3分の1に低減することが可能です。

※1 コンピューターを用いて大量の複雑なデータを分析し、人間の介在なしに優れた意思決定と的確な行動を導くことを可能にする技術。

※2 CAN (Controller Area Network)：業界標準の車載ネットワーク通信規格。

※3 2015年度10月27日現在（当社調べ）

情報通信システム

情報セキュリティ技術



MISTYをはじめ、世界最高水準の技術で、
安全・安心な社会環境構築に貢献しています。

暗号技術

- ▶ 共通鍵暗号
- ▶ 公開鍵暗号
- ▶ 量子暗号
- ▶ 暗号評価技術
- ▶ 暗号アルゴリズムIP

セキュリティシステム構築技術

- ▶ 内部情報漏洩防止技術
- ▶ セキュアストレージシステム
- ▶ ETC車載SAM技術

コアセキュリティ技術

- ▶ PKI暗号ライブラリ
- ▶ 組み込み機器向け暗号ライブラリ

概要



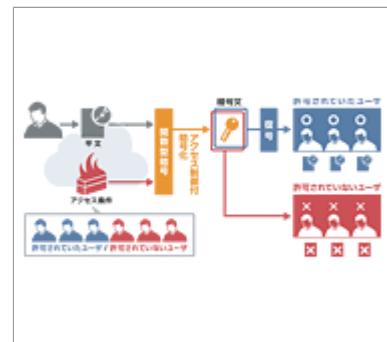
⊕ 拡大表示

三菱電機ではMISTY®、KASUMI、Camellia®、そして量子暗号に代表される世界最高水準の研究開発を進めています。MISTY®とは1994年に当社研究員が、それまで一度も破られなかった米国の標準暗号「DES」を解読し、その経験を生かして開発した暗号アルゴリズムです。MISTY®を基に開発したKASUMIは第三世代携帯電話や海外携帯電話の規格GSM®※1に採用されており、暗号技術を活用する基盤整備に取り組んでいます。またMISTY®とCamellia®はISO/IEC国際標準規格に採用されており、暗号技術を広く活用するための普及活動にも力を入れています。更に、近年では関数型暗号、秘匿検索などの最先端暗号技術を開発し、国際的に評価されています。これらの暗号技術を基礎として組込機器に対するセキュリティ技術、耐タンパーアルゴリズム実装技術など情報セキュリティに関する研究開発を行い、三菱電機は安全・安心な社会環境構築に貢献しています。

技術ポイント

クラウド時代に求められる高度なセキュリティーを実現する関数型暗号

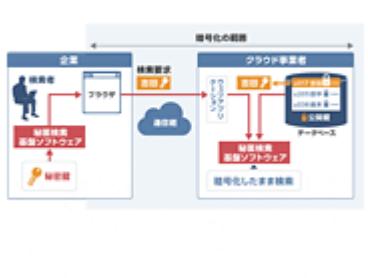
関数型暗号は、暗号文を復号できるユーザを、所属や役職などの複数のアクセス条件（肩書き）で指定できる新しい暗号方式です。従来別々に行っていた暗号化とアクセス制御を、1つの暗号で同時に実現できることが特徴です。三菱電機では、安全性が極めて高く、実用的な演算効率をもつ方式を開発しました。この方式は、権威ある国際会議で高い評価を受けています。



拡大表示

暗号化したまま検索とアクセス制御が可能な秘匿検索技術

機密保護のために、暗号化した情報を復号せずに検索でき、かつ検索者を限定することができる「秘匿検索技術」を開発しました。また、この機能を「秘匿検索基盤ソフトウェア」として実装することで、秘匿検索に対応したwebアプリケーションの開発が容易になりました。



拡大表示

解読不可能な秘匿通信を実現する究極の将来の暗号技術

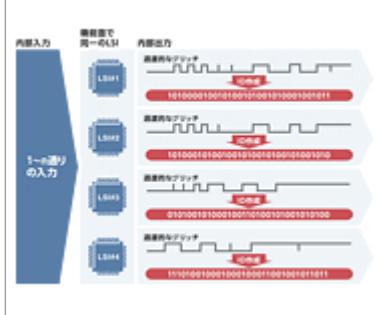
計算機性能の向上に伴い、現在使用されている暗号方式もいずれ解読されてしまう可能性が指摘されています。量子力学の原理を利用する量子暗号は、ある対象を観測するとその状態は必ず観測により影響を受けるという不確定性原理を応用したもので、計算機性能が向上しても影響を受けず、解読が不可能な秘匿通信を実現する将来の暗号と期待されています。また、当社ではこの暗号技術のアプリケーションとして、携帯電話への応用にも取り組んでいます。

量子暗号の携帯電話アプリケーションでは、先ず送受信側双方の量子鍵配達装置を光ファイバで接続し、互いに暗号鍵（乱数）を共有します。乱数転送用PCから共有した暗号鍵を携帯電話へ転送し、携帯電話で全区間暗号化通信を実施しています。



拡大表示

LSIの製造ばらつきを利用したデバイスID生成技術



拡大表示

LSI内のトランジスタの遅延分散を利用し、特殊な製造技術や個別の後処理を行うことなく、LSI毎に異なるIDを付与できるID生成技術を開発しました。LSI内にID生成回路を設け、過渡的なグリッチ（信号変化）を検出します。グリッチはLSIごとに異なる特性を持っており、LSIそれぞれのIDとして割り当てる事ができます。本技術は、機器に搭載されるプログラムの不正コピー防止や機器の純正品認証への応用が考えられます。

世界最高水準のセキュリティを身近な製品に適用

三菱電機の暗号技術は車の電子キー、映像機器、ICカードなどの身近な製品に採用されています。



当社暗号製品の写真

※1 Global System for Mobile Communications

※2 ISO/IEC: International Organization for Standardization/
International Electrotechnical Commission

※3 CRYPTREC: Cryptography Research and Evaluation Committees

※4 NESSIE: New European Schemes for Signature, Integrity, and Encryption

※5 3GPP®: Third Generation Partnership Project

※6 IETF: The Internet Engineering Task Force

※7 ETSI/GSMA: European Telecommunications Standards Institute/
GSM® Association

※ 3GPP®は、European Telecommunications Standards Instituteの登録商標です。

※ GSM®は、GSM MoU Associationの登録商標です。

※ Camellia®は、日本電信電話株式会社と三菱電機株式会社の登録商標です。

※ MISTY®は、三菱電機株式会社の登録商標です。

共通鍵暗号

「情報セキュリティ技術」のトップに戻る

共通鍵暗号技術開発の経緯

1993年01月	線形解読法発表
1994年08月	世界初のDES解読実験
1995年09月	暗号アルゴリズム MISTY発表
1996年11月	MISTY1の ISO9979への登録
1998年08月	MISTY1の基本特許無償化
2000年01月	KASUMIがW-CDMA標準暗号に採用
2000年03月	暗号アルゴリズム Camellia発表 (NTT、三菱電機)
2001年05月	MISTY、KASUMIなどのIPの技術供与発表
2002年07月	KASUMIがGSM標準暗号に採用
2003年02月	MISTY1、Camelliaが日本の電子政府調達暗号に認定
2003年02月	MISTY1、CamelliaがNESSIEで公式認定

線形解読法

- 1993年に発表した差分解読法と並ぶ共通鍵暗号の代表的な暗号解析技術。
- 世界で初めて米国標準暗号であったDES (Data Encryption Standard) の計算機による解読実験に成功。
- 線形解読法の解読指標である線形確率を用い、暗号強度評価技術の研究を実施。

共通鍵暗号アルゴリズム

三菱電機は、3種類の共通鍵暗号アルゴリズムを発表しています。

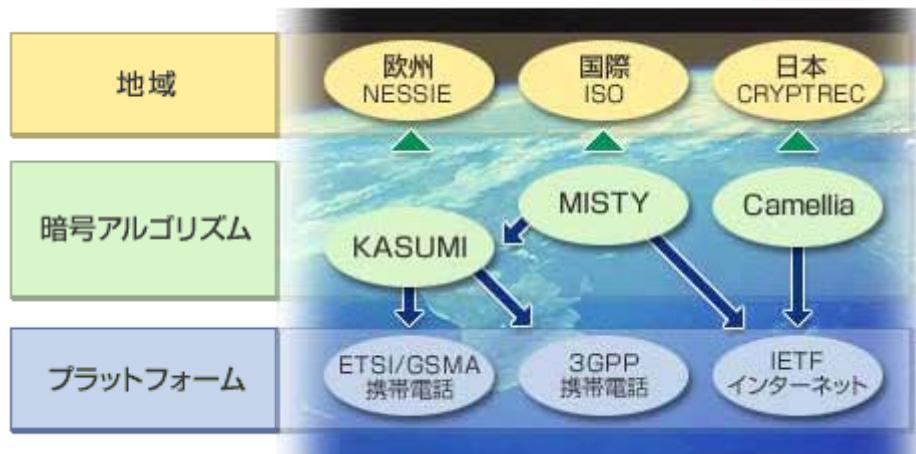
暗号アルゴリズム MISTY

暗号アルゴリズム KASUMI

暗号アルゴリズム Camellia

標準化活動

三菱電機では、上記の暗号アルゴリズムを様々な標準化に提案し、高い技術レベルを示しております。



NESSIE

NESSIE (New European Schemes for Signatures, Integrity, and Encryption) とは、2000年より開始された欧州を中心とする暗号技術評価プロジェクト。本プロジェクトは、暗号アルゴリズムに関する産学のコンセンサスを形成することにより、今後の欧州の情報セキュリティ研究ならびにビジネスの発展に貢献することを目的とする。その評価結果に基づき、2003年2月27日、MISTYおよびCamelliaがNESSIEコンソーシアムの推奨する強固な暗号アルゴリズムの一つとして認定された。

[NESSIE \(New European Schemes for Signatures, Integrity, and Encryption\)](#) 

CRYPTREC

CRYPTRECは、平成15年度（2003年度）を目途としてその基盤を構築することとされている電子政府システムに適用可能な暗号技術をリストアップするために、平成12年度に開始された。暗号技術評価は、暗号の専門家で構成される「暗号技術評価委員会」によって実施。

その評価結果に基づき、2003年2月20日に総務省と経済産業省から発表された「電子政府推奨暗号リスト」にMISTYおよびCamelliaが掲載された。

[CRYPTREC](#) 

ISO (/JTC1/SC27)

ISO (International Organization for Standardization) は国際標準化機関であり、その中のJTC1/SC27は、暗号を含めた情報セキュリティの標準化を進める専門委員会。共通鍵暗号アルゴリズムは、2005年に規格化予定であり、現在MISTY、Camelliaともに有力候補となっている。

[DIN ISO/IEC JTC 1/SC 27](#) 

3GPP

3GPP (third generation partnership project) は 第三世代移動通信システムの国際規格検討機関であり、世界の通信標準化団体（欧州ETSI、米国TI、日本ARIB、TTC、韓国TTA）により結成されている。KASUMIは、3GPPにおいて唯一の国際標準暗号として認定されている。

[3GPP](#) 

暗号アルゴリズムMISTY

[「共通鍵暗号」のページに戻る](#)

特徴

「MISTY」は、1995年に当社が開発した共通鍵暗号アルゴリズムです。

「MISTY」は当社の持つ世界最高水準の暗号強度評価技術に基づいて設計されたもので、差分解読法や線形解読法に対して、米国標準の商用暗号DESよりも十分な安全性を持つことが定量的に証明されています。

設計概念

[MISTYの概観](#)

[MISTYの安全性](#)

[MISTYの構造](#)

[MISTYの性能](#)

[世界最先端の暗号アルゴリズム「MISTY」の基本特許を国内初の無償化](#)

「MISTY」は、2つの暗号アルゴリズム「MISTY1」及び「MISTY2」の総称です。

参考文献

※ MISTYの詳細は、参考文献 [1], [2] をご参照下さい。

設計概念

[「暗号アルゴリズムMISTY」のページに戻る](#)

Requirements to Security

インターネット&イントラネット

通信ネットワークは、オープンかつ安全である必要があります。

安全性

暗号アルゴリズムの安全性は定量的に測られるべきで、「相対的に弱く、安価」なものから「非常に強く、かなり高価」なものまでの非常に広い範囲を網羅する必要があります。

技術の進歩

暗号化鍵の長さが56ビットのDESは、もはや安全とは言えません。

ソフトウェア及びハードウェアの両面において、高速な処理性能

Design Goals

アルゴリズムは公開され、かつ安全であること

DESの構想と同じように、暗号アルゴリズムは公開され、かつ充分に安全である必要があります。

DESより安全であること

暗号化鍵の長さが56ビットのDESは、充分な安全性を保持しません。強力な暗号解読法に対して、より安全である必要があります。

暗号強度が定量的であること

暗号アルゴリズムの暗号強度は、定量的に証明される必要があります。

高速な処理性能を有すること

暗号アルゴリズムは、ソフトウェアにおいてもハードウェアにおいても高速な処理性能が求められています。

参考文献

暗号アルゴリズムMISTY

MISTYの概観

[「暗号アルゴリズムMISTY」のページに戻る](#)

共通鍵ブロック暗号アルゴリズム

MISTYは、現実的な共通鍵ブロック暗号アルゴリズムです。

- ブロックの長さ : 64 ビット
- 暗号化鍵の長さ : 128 ビット
- 段数 : 可変 (4の倍数)

強力な3つの暗号解読法に対する高い安全性

MISTYは強力な暗号解読法に対する高い安全性を保持しています。

- 暗号化鍵の全数探索法に対する安全性
- 差分解読法に対する証明可能安全性
- 線形解読法に対する証明可能安全性

ハードウェア及びソフトウェアにおける高速な処理性能

MISTYは、ハードウェア及びソフトウェア実装において、高速処理を可能とします。

- 再帰構造
- 並列構成

参考文献

暗号アルゴリズムMISTY

MISTYの安全性

[「暗号アルゴリズムMISTY」のページに戻る](#)

ブロック暗号アルゴリズムに対しては、3つの強力な暗号解読法があり、MISTYはそれらに対して充分な安全性を保持しています。

暗号化鍵の全数探索法

100万ドルのDES解読装置が提案（Wiener 1993）

差分解読法（Biham, Shamir 1990 [4]）

DESに対する暗号化鍵の全数探索法より高速な最初の解読法

線形解読法（Matsui 1993 [5]）

DESの解読に初めて成功した計算機実験 [6]

Against exhaustive key search

MISTYの暗号化鍵の長さは128 ビットで、これは暗号化鍵の全数探索法に対して充分な安全性を保持する長さです。

表 1. 1年以内に暗号アルゴリズムを解読するために必要な計算機性能[3]

暗号化鍵の長さ	1995年	2000年	2005年
56ビット	\$ 64000	\$ 16000	\$ 2000
64ビット	\$ 16M	\$ 4.1M	\$ 510000
128ビット	\$ 3.0 x10 ²⁶	\$ 7.5 x10 ²⁵	\$ 9.4 x10 ²⁴

Against differential cryptanalysis

差分解読法はDES型の暗号に適用される選択平文攻撃で、1990年BihamとShamirにより提案されました[4]。この解読法は、暗号化鍵の全数探索法より高速な初めての解読法です。

MISTYは、差分解読法に対して証明可能な安全性を保持しています。

表2は、2つの指標「差分特性確率」と「平均差分確率」を利用してDESとMISTYの差分解読法に対する強度を示しています[7]。

表 2. 差分解読法に対する暗号強度

アルゴリズム	差分特性確率	平均差分確率
DES	2^{-62} [8]	未知
MISTY	2^{-140} 以下[1]	2^{-56} 以下[1]

差分特性確率は、差分解読法に対する暗号強度を概略で表しています。差分解読法に対して、強い暗号は小さい差分特性確率をもつ必要があります。表2は、MISTYの差分特性確率がDESよりもずっと小さいことを示しています。

平均差分確率は、差分解読法に対する暗号強度を厳密に表しています。強い暗号は小さい平均差分確率をもつ必要があります。表2は、MISTYの平均差分確率が充分小さいのに対して、DESの平均差分確率は未知であることを示しています。

平均差分確率は概略で差分特性確率の集合ですので、最大の差分特性確率が低い場合でも、差分解読法に対して、強いとは言えません。MISTYは、最大平均差分確率が充分小さい（この性質は証明可能安全性と呼ばれます[7]）、最初の現実的な暗号です。

Against linear cryptanalysis

線形解読法は、DES型の暗号に適用される既知平文攻撃で、1993年当社の松井により提案されました[5]。線形解読法は最も強力な解読で、私共は計算機によるDESの解読実験に初めて成功しました[6]。

MISTYは、線形解読法に対する証明可能な安全性を保持しています。

表3は、2つの指標「線形特性確率」と「平均線形確率」を利用してDESとMISTYの線形解読法に対する強度を示しています[9]。

表 3. 線形解読法に対する暗号強度

アルゴリズム	線形特性確率	平均線形確率
DES	1.5×2^{-24} [8]	未知
MISTY	1.0×2^{-71} 以下[1]	1.0×2^{-28} 以下[1]

線形特性確率は、線形解読法に対する暗号強度を概略で表しています。線形解読法に対して強い暗号は小さい線形特性確率をもつ必要があります。表3は、MISTYの線形特性確率がDESよりずっと小さいことを示しています。

平均線形確率は、線形解読法に対する暗号強度を厳密に表しています。線形解読法に対して強い暗号は、小さい平均線形確率をもつ必要があります。表3は、MISTYの平均線形確率が充分小さいのに対して、DESの平均線形確率が知られていないことを示しています。

平均線形確率は概略で線形特性確率の集合ですので、最大の線形特性確率が低い場合でも、線形解読法に対して、強いとは言えません。MISTYは、最大平均線形確率が充分小さい（この性質は証明可能安全性と呼ばれます[9]）、最初の現実的な暗号です。

参考文献

暗号アルゴリズムMISTY

MISTYの構造

[「暗号アルゴリズムMISTY」のページに戻る](#)

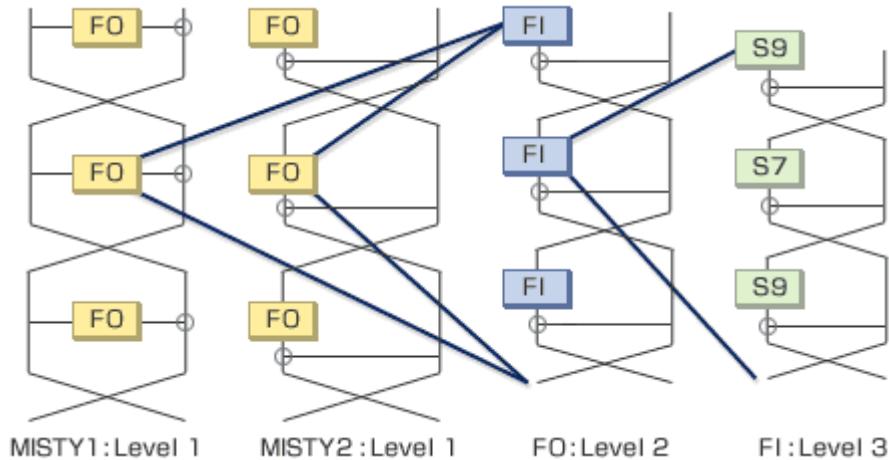
MISTYの構造は、2つの原理に基づいています。

F関数(段関数)の位置の変更

DES型暗号の構造で適用されていたF関数（段関数）の位置を変更しました。これにより、差分解読法及び線形解読法に対する暗号強度を増加させ、段関数の並列計算を可能としています。

再帰構造の導入

再帰構造を導入しました。これにより、内部のF関数のサイズを縮小し、2段以上の段関数の処理を並列に計算することを可能としています。



MISTY1及びMISTY2のデータ攪拌部の基本構造

詳細は参考文献[1][2]をご参照下さい。

参考文献

MISTYの性能

[「暗号アルゴリズムMISTY」のページに戻る](#)

Hardware Performance

MISTYのハードウェア実装評価結果を以下に示す。

実装評価環境

● 開発言語 Verilog-HDL

● シミュレータ Verilog-XL

● (1) ASIC

(デザインインライブラリ)	三菱電機0.18μm CMOS ASICライブラリ
(論理合成及び性能評価)	Design Compiler (Version 2000.11-SP1)

● (2) FPGA

(ターゲットFPGA)	Xilinx社製Virtex1000Eシリーズ
(論理合成)	Synplify version 6.2.4
(性能評価)	Alliance version 3.3.08i

(1) ASIC実装評価結果 (注: パイプライン実装なしの場合)

● (Throughput優先)

Throughput	2800.9 [Mbps]
Area size	71.11 [Kgates]
Throughput/Area	39.39 [Kbps/gate]
Latency	1 [cycle]

● (Area優先)

Throughput	78.4 [Mbps]
Area size	6.10 [Kgates]
Throughput/Area	12.85 [Kbps/gate]
Latency	35 [cycles]

● (Throughput/Area優先)

Throughput	1642.7 [Mbps]
Area size	16.94 [Kgates]
Throughput/Area	97.00 [Kbps/gate]
Latency	8 [cycles]

(2) FPGA実装評価結果

● (Throughput優先) (注: パイプライン実装)

Throughput	13330.6 [Mbps]
Area size	6432 [Slices]
Throughput/Area	2072.5 [Kbps/Slices]
Latency	82 [cycles]

● (Area優先)

Throughput	250.9 [Mbps]
Area size	1462 [Slices]
Throughput/Area	171.6 [Kbps/Slices]
Latency	8 [cycles]

● (Throughput/Area優先) (注: パイプライン実装)

Throughput	13330.6 [Mbps]
Area size	6432 [Slices]
Throughput/Area	2072.5 [Kbps/Slices]
Latency	82 [cycles]

Software Performance

MISTY1 (8段) の暗号化速度は、以下の通りです。

プラットフォーム	Pentium III (800MHz)
使用言語	アセンブラー
鍵スケジュール	230 [cycles/key]
暗号化	207 [cycles/block]
鍵スケジュール (Bitslice 実装)	46 [cycles/key]
暗号化 (Bitslice 実装)	169 [cycles/block]

プラットフォーム	Alpha 21264 (667MHz)
使用言語	アセンブラー
鍵スケジュール	200 [cycles/key]
暗号化	197 [cycles/block]
鍵スケジュール (Bitslice 実装)	17 [cycles/key]
暗号化 (Bitslice 実装)	71 [cycles/block]

プラットフォーム	M16C (20MHz)
使用言語	アセンブラー
鍵スケジュール	743 [cycles/key]
暗号化	1877 [cycles/block]
ROMサイズ	3400 [bytes]
RAMサイズ	64 [bytes]

プラットフォーム	H8/300 (3.57MHz)
使用言語	アセンブラー
鍵スケジュール	1240 [cycles/key]
暗号化	6018 [cycles/block]
ROMサイズ	1934 [bytes]
RAMサイズ	43 [bytes]

プラットフォーム	Z80 (5MHz)
使用言語	アセンブラー
鍵スケジュール	3283 [cycles/key]
暗号化	13553 [cycles/block]
ROMサイズ	1992 [bytes] (内SBOXは1152 [bytes])
RAMサイズ	72 [bytes]

[参考文献](#)

世界最先端の暗号アルゴリズム「MISTY」の基本特許を国内初の無償化

[「暗号アルゴリズムMISTY」のページに戻る](#)

三菱電機株式会社は、通信ネットワークにおける個人のプライバシや機密情報を保護するための必須技術である暗号方式について、当社の開発した暗号アルゴリズム MISTY の基本特許を無償許諾にすることにいたしました。

MISTYは、米国標準暗号DESを解読した当社の持つ世界最高水準の暗号強度評価技術をもとに1995年に設計された暗号方式です。

1996年7月には第三者による安全性評価研究の目的で仕様を公開しました。当社ではMISTYをもちいたインターネット・インターネットセキュリティ製品群を開発しております。仕様の公開に先立ち、暗号アルゴリズム MISTYの基本特許を主要各国に向け出願いたしましたが、このたび、MISTYの一層の普及をめざし、前述の出願により得られる MISTYの基本特許を無償で許諾することを決定いたしました。なお、日本国内において、企業が保有する暗号技術の特許許諾を無償化する試みは今回が初めてです。

又、この無償許諾の方針は、情勢、その他の事情により将来変更する場合があります。

その場合も、締結済みの上記無償実施許諾契約につきましては、方針変更後も有効に存続させる所存です。

背景と狙い

インターネットの普及と共に、オープンな環境で情報の安全性を確保することが重要な課題となっています。この情報の安全性を確保するためには、安全性の高い暗号方式を使用した使いやすい製品や情報システムの開発が急務です。当社ではMISTY仕様公開以来、これを核としたセキュリティ製品群を提供してまいりました。MISTYは発表以来内外からその安全性と高速性に関して高い評価をうけており、社外からもMISTYを利用したいと要望が増加しています。

今回の基本特許の許諾の無償化は、これらの要望にこたえるとともに、MISTYの一層の普及による暗号製品の相互接続性を高め、各ベンダーのMISTY搭載製品の開発・製品化が容易になり、それらベンダーの暗号製品市場、更には、暗号を必要とする情報通信市場への参入を促すことをめざしてます。暗号方式の特許実施料の無償化の例としては米国標準暗号DESがありますが、日本国内では今回が初めてです。

■ 無償許諾について

ご存知のとおり弊社は、すでにこの暗号アルゴリズムMISTYの仕様を下記のとおり、学会などを通じて公開しております。

学会発表情報

松井充, : " ブロック暗号アルゴリズムMISTY",
電子情報通信学会 情報セキュリティ研究会 ISEC96-11 (1996) (PDF : 206KB) 

Matsui, M., : " New Block Encryption Algorithm MISTY ",
Proceedings of forth international workshop of fast software encryption,
Lecture Notes in Computer Science 1267, Springer Verlag (1997) (PDF : 166KB) 

■ MISTYについてのお問い合わせ

MISTYについては下記までお問い合わせください。

Mail : islweb@rf.MitsubishiElectric.co.jp 

※ 上記のアドレスは、弊社暗号アルゴリズムMISTYに関してのみのアドレスです。
他の御用件につきましてはお受けしかねますのでご了承願います。

参考文献

「暗号アルゴリズムMISTY」のページに戻る

1. 松井 充.: ブロック暗号アルゴリズム MISTY, 信学技報, ISEC96-11 (1996-07).
[ブロック暗号アルゴリズム \(PDF : 208KB\)](#) 
2. Schiner, B.: Applied Cryptography Protocols, Algorithms, and Source Code in C, John Wiley & Sons, Inc.
3. Biham, E., Shair,A.: Differential Cryptanalysis of Data Encryption Standard, Springer-Verlag.
4. Matsui, M.: Linear Cryptanalysis Method for DES, Proceedings of Eurocrypt '93, Lecture Notes in Computer Science 765, Springer-Verlag (1994).
5. Matsui, M.: The First Experimental Cryptanalysis of the Data Encryption Standard, Proceeding of CRYPTO '94, Lecture Notes in Computer Science 839, Springer-Verlag (1994).
6. Nyberg, K., Knudsen, L.: Provable Security against Differential Cryptanalysis. Journal of Cryptology, Vol. 8, No. 1 (1995).
7. Matsui, M.: On Correlation Between the Order of S-boxes and the Strength of DES, Proceedings of Eurocrypt '94, Lecture Notes in Computer Science 950, Springer-Verlag (1995).
8. Nyberg, K.: Linear Approximation of Block Ciphers, Advances in Cryptology -Eurocrypt '94, Lecture Notes in Computer Science 950, Springer-Verlag (1995).
9. 1993年に発表した差分解読法と並ぶ共通鍵暗号の代表的な暗号解析技術。

共通鍵暗号

暗号アルゴリズムKASUMI

[「共通鍵暗号」のページに戻る](#)

特徴

「KASUMI」は、2000年に次世代移動体通信方式であるW-CDMAの標準暗号化アルゴリズムとして、開発された共通鍵暗号アルゴリズムです。

「KASUMI」は、第三世代移動通信システム（W-CDMA）の国際規格標準化プロジェクト3GPP※1において、唯一の国際標準暗号として認定されました。

また「KASUMI」は、三菱電機の暗号アルゴリズム「MISTY」※2をベースとして、MISTYが持つ安全性及びマルチブロックフォーム暗号としての特徴を保ちながら、携帯電話システム向けにカスタマイズされています。

高度な信頼性

SAGEと、当社MISTY設計者により開発
中立的な研究者に安全性評価を依頼し、安全性を確認

ソフトマクロのライセンスを開始

三菱電機によるソフトマクロ（Verilog-HDL記述）のライセンス供与を開始
様々な設計プロセスへ容易に対応可能とし、システムLSI等への組込みを実現

※1 3GPP : third generation partnership project. 第三世代移動通信システムの国際規格検討機関。
世界の通信標準化団体（欧州ETSI、米国TI、日本ARIB、TTC、韓国TTA）により結成。

※2 MISTY : 三菱電機が開発した世界最高水準の安全性と実用性を備えた暗号アルゴリズムの総称。

表彰実績

2003年度 市村産業賞本賞を受賞

暗号アルゴリズムCamellia

[「共通鍵暗号」のページに戻る](#)

特徴

「Camellia」は、2000年に当社とNTTが共同で開発した共通鍵暗号アルゴリズムです。

「Camellia」は当社が保有している小型／高速ハードウェア処理に適した暗号設計のノウハウと、NTTが保有している高速ソフトウェア実装に適した暗号設計のノウハウ、並びに両社が持つ世界最高水準の暗号安全性評価技術を結集して設計開発されたもので、差分解読法や線形解読法に対して、解読が事実上不可能であるように設計されています。

さらに「関連鍵攻撃」「丸め差分解読」や「スライド攻撃」といった最新の暗号解読技術に対しても、その安全性が十分であるよう設計されています。

関連リンク

[Camelliaの性能](#)

[NTTのCamelliaのホームページ](#) 

Camelliaの性能

[「暗号アルゴリズムCamellia」のページに戻る](#)

Hardware Performance

Camelliaのハードウェア実装評価結果を以下に示します。

実装評価環境

● 開発言語 Verilog-HDL

● シミュレータ Verilog-XL

● (1) ASIC

(デザインインライブラリ)	三菱電機0.18μm CMOS ASICライブラリ
(論理合成及び性能評価)	Design Compiler (Version 2000.11-SP1)

● (2) FPGA

(ターゲットFPGA)	Xilinx社製Virtex1000Eシリーズ
(論理合成)	Synplify version 6.2.4
(性能評価)	Alliance version 3.3.08i

(1) ASIC実装評価結果（注：パイプライン実装なしの場合）

● (Throughput優先)

Throughput	3200.0 [Mbps]
Area size	355.1 [Kgates]
Throughput／Area	9.0 [Kbps/gate]
Latency	1 [cycle]

● (Area優先)

Throughput	71.6 [Mbps]
Area size	6.37 [Kgates]
Throughput／Area	11.2 [Kbps/gate]
Latency	40 [cycles]

● (Throughput／Area優先)

Throughput	1051.0 [Mbps]
Area size	11.9 [Kgates]
Throughput／Area	88.5 [Kbps/gate]
Latency	21 [cycles]

(2) FPGA実装評価結果（注：パイプライン実装なしの場合）

● (Throughput優先)

Throughput	223.7 [Mbps]
Area size	1678 [Slices]
Throughput／Area	133.3 [Kbps/Slice]
Latency	21 [cycles]

● (Area優先)

Throughput	79.7 [Mbps]
Area size	1124 [Slices]
Throughput／Area	70.9 [Kbps/Slice]
Latency	40 [cycles]

● (Throughput／Area優先)

Throughput	223.7 [Mbps]
Area size	1678 [Slices]
Throughput／Area	133.3 [Kbps/Slice]
Latency	21 [cycles]

Software Performance

Camelliaの暗号化速度は、以下の通りです。なお、本結果は128ビット鍵の場合について測定しています。

プラットフォーム	Pentium III (1GHz)
使用言語	JAVA
鍵スケジュール	9091 [cycles/key]
暗号化	793 [cycles/block]
鍵スケジュール (Bitslice 実装)	46 [cycles/key]
暗号化 (Bitslice 実装)	169 [cycles/block]

プラットフォーム	Pentium III (650MHz)
使用言語	アセンブラ
鍵スケジュール	141 [cycles/key]
暗号化	326 [cycles/block]

プラットフォーム	M32Rx/D
使用言語	アセンブラ
鍵スケジュール	642 [cycles/key]
暗号化	1236 [cycles/block]
ROMサイズ	8684 [bytes]
RAMサイズ	44 [bytes]

プラットフォーム	H8/3113
使用言語	アセンブラ
鍵スケジュール	2380 [cycles/key]
暗号化	4100 [cycles/block]
RAMサイズ	208 [bytes]

プラットフォーム	Z80
使用言語	アセンブラ
鍵スケジュール	5146 [cycles/key]
暗号化	28382 [cycles/block]
ROMサイズ	1698 [bytes]
RAMサイズ	62 [bytes]

暗号技術

公開鍵暗号

「情報セキュリティ技術」のトップに戻る

三菱電機は、RSA暗号、楕円曲線暗号など、公開鍵暗号アルゴリズムの安全性評価技術、高効率実装技術などの研究開発に取り組んでいます。

公開鍵暗号アルゴリズムは、デジタル署名や相手認証などに用いられ、安全で信頼できるIT社会を構築するために欠かせない要素技術です。

公開鍵暗号技術に関する研究開発成果は、ソフトウエアやハードウエアとして実現され、電子政府/電子自治体システムやユビキタス社会などに導入されています。

楕円曲線暗号技術

CRESERC

日本電信電話株式会社、株式会社日立製作所との共同プロジェクトにより、楕円曲線デジタル署名アルゴリズムECDSA※の実装方式CRESERC（クレサーク）を開発しました。

楕円曲線暗号は、暗号強度を確保しつつ、短い鍵長で高速にデータを暗号化できるため、RSA暗号に次ぐ次世代公開鍵暗号として注目されています。ECDSA※は、楕円曲線暗号による電子署名のアルゴリズムであり、NESSIEやCRYPTRECでも推奨暗号として選定されています。

CRESERCは、電子政府やユビキタス関連システムなど、情報セキュリティ技術が必要となるさまざまな応用分野に導入されることが期待されています。

※ECDSA : Elliptic Curve Digital Signature Algorithm

研究論文

三菱電機では、RSA暗号、楕円曲線暗号など、公開鍵暗号アルゴリズムの安全性評価技術、高効率演算アルゴリズムなどの研究発表を行っています。以下の参考文献をご覧下さい。

社外表彰

電子情報通信学会や応用数理学会などから研究論文の表彰を受けています。

参考文献

[論文リスト](#)

[社外表彰](#)

[CRYPTREC暗号技術評価委員会](#) 

参考文献：論文リスト

[「公開鍵暗号」のページに戻る](#)

学会論文（査読付）および国際会議論文（査読付）

2003年度

楕円曲線暗号高効率演算アルゴリズム

Yasuyuki Sakai, Kouichi Sakurai,
"An Efficient Representation of Scalars for Simultaneous Elliptic Scalar Multiplication,"
IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences,
E86-A, No.5, (2003), 1135--1146

RSA暗号安全性評価技術

Yasuyuki Sakai, Kouichi Sakurai,
"Timing Attack against Implementation of a Parallel Algorithm for Modular Exponentiation,"
First International Conference, ACNS 2003,
LNCS, 2846, (2003), Springer-Verlag, 319--330,
Kunming, China, October 16-19, 2003

2002年度

楕円曲線暗号高効率演算アルゴリズム

Yasuyuki Sakai, Kouichi Sakurai,
"Speeding Up Elliptic Scalar Multiplication Using Multidoubling,"
IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences,
E85-A, No.5, (2002), 1075--1083 (letter)

Yasuyuki Sakai, Kouichi Sakurai,
"Algorithms for Efficient Simultaneous Elliptic Scalar Multiplication with Reduced Joint Hamming Weight
Representation of Scalars,"
5th International Conference, ISC 2002,
LNCS, 2433, (2002), Springer-Verlag, 484--499,
Sao Paulo, Brazil, Sep 29-Oct 2, 2002

超楕円曲線暗号技術

高島 克幸
"虚数乗法論を用いた種数2超楕円曲線暗号の効率的な構成について
(Improvements in the CM-method of genus 2 hyperelliptic curve cryptosystems) ",
日本応用数理学会論文誌, Vol. 12, No. 4, 2002, pp. 269-279 (平成15年度論文賞受賞)

2001年度

楕円曲線暗号高効率演算アルゴリズム

Yasuyuki Sakai, Kouichi Sakurai,
"Efficient Scalar Multiplications on Elliptic Curves with Direct Computations of Several Doublings,"
IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences,
E84-A, No.1, (2001), 120–129

Yasuyuki Sakai, Kouichi Sakurai,
"On the Power of Multidoubling in Speeding Up Elliptic Scalar Multiplication,"
Eighth Annual Workshop on Selected Areas in Cryptography, SAC 2001,
LNCS, 2259, (2001), Springer-Verlag, 268--283,
Toronto, Canada, August 16-17, 2001

2000年度

楕円曲線暗号高効率演算アルゴリズム

Yasuyuki Sakai, Kouichi Sakurai,
"Efficient Scalar Multiplications on Elliptic Curves without Repeated Doublings and Their Practical Performance,"
The 5th Australian Conference on Information Security and Privacy, ACISP 2000,
LNCS, 1841, (2000), Springer-Verlag, 314--324,
Brisbane, Australia, July 10-12, 2000

超楕円曲線暗号技術

Yasuyuki Sakai, Kouichi Sakurai,
"On the Practical Performance of Hyperelliptic Curve Cryptosystems in Software Implementation,"
IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences,
E83-A, No.4, (2000), 692--703.

1999年度

楕円曲線暗号高効率演算アルゴリズム

T.Hasegawa, J.Nakajima, M.Matsui,
"A Fast and Small Software Implementation of Elliptic Curve Cryptosystem over GF(p) on a 16-bit Microcomputer", IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, E82-A, No.1, (1999), 98-105

超楕円曲線暗号技術

酒井 康行、櫻井 幸一、
有限体F2n上の超楕円曲線暗号のソフトウエア実装
IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, J82-A, No.8, (1999), 1305--1306.

Yasuyuki Sakai, Kouichi Sakurai,
"Over Fp vs. over F2n and on Pentium vs. on Alpha in software implementation of hyperelliptic curve cryptosystems,"
LNCS, 1787, (1999), Springer-Verlag, 82--101,
The 2nd International Conference on Information Security and Cryptology, ICISC'99,
Seoul, Korea, December 9-10, 2000

1998年度

超楕円曲線暗号技術

Yasuyuki Sakai, Kouichi Sakurai,
"Design of Hyperelliptic Cryptosystems in Small Characteristic and a Software Implementation over F2n,"
Advances in Cryptology -- ASIACRYPT'98,
LNCS, 1514, (1998), Springer-Verlag, 80--94,
Beijing, China, October 18-22, 1998

Yasuyuki Sakai, Kouichi Sakurai, Hirokazu Ishizuka,
"Secure Hyperelliptic Cryptosystems and their Performance,"
First International Workshop on Practice and Theory in Public Key Cryptography, PKC'98,
LNCS, 1431, (1998), Springer-Verlag, 164--181,
Pacifico Yokohama, Japan, February 5-6, 1998

公開鍵暗号

参考文献：社外表彰

[「公開鍵暗号」のページに戻る](#)

学会論文（査読付）および国際会議論文（査読付）

1. 高島 克幸：平成15年度日本応用数理学会論文賞受賞
受賞論文 “虚数乗法論を用いた種数 2 超橙円曲線暗号の効率的な構成について
(Improvements in the CM-method of genus 2 hyperelliptic curve cryptosystems)”、
日本応用数理学会論文誌, Vol. 12, No. 4, 2002, pp. 269-279
2. 高島 克幸：平成12年度電子情報通信学会情報セキュリティ研究会SCIS論文賞
受賞論文“虚数乗法論を用いた種数 2 超橙円曲線の効率的な構成について”
3. 酒井 康行：平成11年度電子情報通信学会情報セキュリティ研究会SCIS論文賞
受賞論文“橙円曲線暗号系に対するソフトウエア向け高速算法”
4. 長谷川 俊夫：平成10年度電子情報通信学会情報セキュリティ研究会SCIS論文賞
受賞論文“16bitマイコンでのGF(p)上の橙円暗号の実装”

暗号技術

量子暗号

「情報セキュリティ技術」のトップに戻る

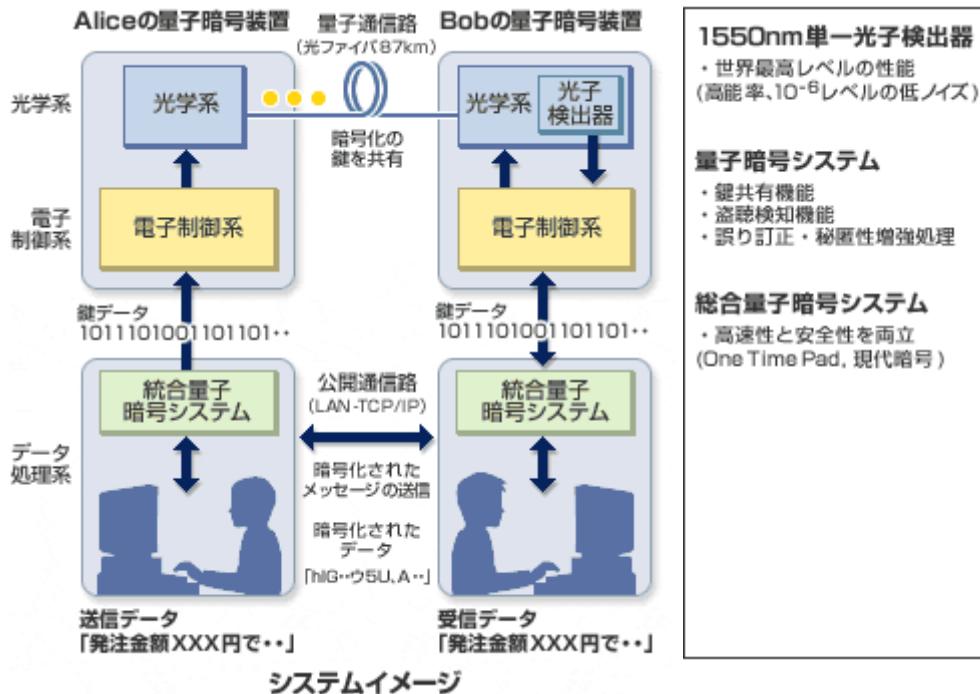
量子暗号は、非常に微弱な光が不確定性原理※1に従う一 個一個の「光子」として振る舞うことを利用し、これを情報伝達の媒体としてすることで、盗聴不可能な「絶対安全な暗号技術」です。

研究內容

- 量子暗号実験とシステム開発
(单一光子生成・検出、物理乱数発生、量子鍵配布システムなど)
 - 安全で高効率なデータ処理技術 (誤り訂正機能、プライバシ増幅機能など)
 - 理論研究 (安全性解析や新しい量子プロトコルなど)

研究成果

- 国内初、量子暗号通信システム実験に成功（2000年9月）
 - 世界最長距離87kmでの長距離量子暗号通信システム実験に成功※2（2002年11月）
 - 既存のセキュリティと融合した統合量子暗号システムの開発（2002年11月）





87km量子暗号システムの実験装置



総合量子暗号通信システム

学会論文発表や社外活動

論文リスト及び社外活動

※1 ここで不確定性原理とは、ミクロの世界では、ある対象を観測すると、その状態は必ず観測による影響を受けてしまうという物理の基本原理である。

※2 2002年11月広報発表時において

※3 IPA : 情報処理振興事業協会 (Information-technology Promotion Agency, Japan)

※4 TAO : 通信・放送機構 (Telecommunications Advancement Organization of Japan)

但し、2004年1月より下記に名称変更。

NICT : 情報通信研究機構 (National Institute of Information and Communications Technology)

論文リスト及び社外活動

[「量子暗号」のページに戻る](#)

学会論文誌・国際会議（査読付き）

1. T.Hasegawa, T.Nishioka, H.Ishizuka, J.Abe, M.Matsui and S.Takeuchi, "Experimental Realization of Quantum Cryptosystem over 87km" , Conference on Laser and Electro-optics/Quantum Electronics & Laser Science Conference (CLEO/QELS2003), QTuB1, Baltimore, Maryland, USA, June 3, 2003.
2. T.Nishioka, H.Ishizuka, T.Hasegawa and J.Abe, "Circular Type Quantum Key Distribution" , IEEE Photonics Technology Letters, Vol.14, No.4, April 2002.
3. T.Nishioka, H.Ishizuka and T.Hasegawa, "Circular type quantum key distribution" , QIPC, October 2001.
4. T.Hasegawa, T.Nishioka, H.Ishizuka, J.Abe, K.Shimizu, M.Matsui and S.Takeuchi, "An Experimental Realization of Quantum Cryptosystem" , IEICE Trans. Fundamentals ,VOL. E85-A No.1, 149, January 2002.

学会・研究会

1. T.Nishioka, T.Hasegawa, H.Ishizuka, K.Imafuku, H.Imai, "Security of Y-00 Protocol", QIT2003, Technical Report, IEICE, Dec 2003.
2. T.Nishioka, T.Hasegawa, H.Ishizuka, K.Imafuku, H.Imai, "How much security does Y-00 protocol provide us?", quant-ph/0312029v2.
3. J.Abe, T.Mizuuchi, K.Motojima, "A Study on the Transmission Rate and Distance in Quantum Cryptosystems", QIT2003-49, Technical Report, IEICE, July 2003.
4. T.Nishioka, T.Hasegawa, H.Ishizuka, "Key Disclosing in Multiphoton with Quantum Cloning", QIT2003-2, Technical Report, IEICE, July 2003.
5. J.Abe, T.Mizuuchi, "A Study on the Transmission Rate and Distance in Quantum Cryptosystems", The 2003 Society conference of IEICE, March 2003.
6. T.Hasegawa, T.Nishioka, H.Ishizuka, J.Abe, M.Matsui and S.Takeuchi, "Experimental Realization of Long-Distance Quantum Cryptosystem", SCIS2003, January 2003.
7. T.Nishioka, T.Hasegawa and H.Ishizuka, "Study of "Cascade" type error correction on QKD without PAB", SCIS2003, January 2003.
8. T.Hasegawa, T.Nishioka, H.Ishizuka, J.Abe, M.Matsui and S.Takeuchi, "Telecom wavelength Quantum Cryptosystem", QIT2002-56, Technical Report, IEICE, November 2002.
9. T.Hasegawa, T.Nishioka and H.Ishizuka, "Key Reconciliation Protocol in Quantum Cryptography", SCIS2002, January 2002.
10. T.Nishioka, H.Ishizuka, T.Hasegawa and J.Abe, "Circular type quantum key distribution", SCIS2002, January 2002.
11. T.Hasegawa, T.Nishioka, H.Ishizuka, J.Abe and S.Takeuchi, "Experimental Analysis of Errors in Quantum Cryptosystem", QIT2001-9, Technical Report, IEICE, November 2001.
12. T.Nishioka, H.Ishizuka, T.Hasegawa and J.Abe, "Circular type quantum key distribution", QIT2001-8, Technical Report, IEICE, November 2001.
13. T.Nishioka, H.Ishizuka and T.Hasegawa, "Circular type quantum key distribution", quant-ph/0106083.
14. H.Ishizuka, A.Yamamura, T.Nishioka and T.Hasegawa, "On the Security of Quantum Cryptography", SCIS2001, January 2001.
15. T.Hasegawa, T.Nishioka, H.Ishizuka, J.Abe, K.Shimizu, M.Matsui and S.Takeuchi, "Experimental Quantum Cryptography", SCIS2001, January 2001.
16. T.Hasegawa, T.Nishioka, H.Ishizuka, J.Abe, K.Shimizu, M.Matsui and S.Takeuchi, "Experimental Quantum Cryptography", QIT2000-42, Technical Report, IEICE, November 2000.
17. M.Matsui, "On Future of Software and Quantum Cryptography", The 2000 Society conference of IEICE, PA-3-7, October 2000.

招待講演・レビュー・解説記事

1. T.Ozeki, K.Katsuyama, T.Nakakawaji, T.Tokita, S.Fujii, K.Miyazaki and T.Hasegawa, Security and Information Technology(II), Section 1, Secure the ubiquitous network society (Quantum Cryptography)" , FED(Future Electron Device) Review, 2003-1, FED Online, Research and Development Association for Future Electron Devices, 2003.
2. T.Hasegawa and T.Nishioka, "Quantum Cryptography" , Mitsubishi Electric ADVANCE, Vol.100, Dec, 2002.
3. T.Hasegawa, "(Invited Talk) Experimental Realization of Quantum Cryptosystem and its Future View" , MC4-2, Electronics, Information and Systems Society, The Institute of Electrical Engineers of Japan(IEEJ), September 3, 2002.
4. T.Hasegawa, "(Invited Talk) On Experiment and Its Realization as Total System of Quantum Cryptography" , 12th Symposium of CRAFT, Center for Research in Advanced Financial Technology(CRAFT), Tokyo Institute of Technology , June 12, 2002.
5. T.Nishioka, "(Invited Talk) On New Optic Scheme of Quantum Cryptography" , 12th Symposium of CRAFT, Center for Research in Advanced Financial Technology(CRAFT), Tokyo Institute of Technology , June 12, 2002.
6. T.Hasegawa and T.Nishioka, "Quantum Cryptography and Its Future View" , IPSJ Magazine, Vol.43, No.8, 2002.
7. T.Hasegawa, T.Nishioka, H.Ishizuka and J.Abe, "Quantum Cryptography" , Mitsubishi Electric Technical Reviews, Vol.76, No.4, 27, 2002.
8. T.Hasegawa, "(Invited Talk) An Experimental Realization of Quantum Cryptosystem" , International Symposium on Advanced Photonic Science (Third RIES-Hokudai Symposium with "SAI"), December 2001.
9. T.Nishioka and T.Hasegawa, "Quantum Cryptography -- Theory and Experiment" , Mathematical Sciences, No. 457, September 2000.

新聞雑誌記事・取材対応等

日経新聞、読売新聞、日経エレクトロニクス、イミダス2004など40件以上

暗号技術

暗号評価技術

「情報セキュリティ技術」のトップに戻る

背景

暗号利用者にとって暗号アルゴリズムはプライバシーを守る重要な要素技術でありながら、その原理が高度な数学に基づいていて難解なことが多いため、安全性（暗号強度）及び処理効率（速度性能）に関する理解し易い公平で客観的な情報が不足しており、またその情報を提供する技術的道具立ても不足しているのが現状です。

目的

現在最も広く利用されている、共通鍵ブロック暗号アルゴリズムと、素因数分解問題、有限体上離散対数問題及び楕円曲線上の離散対数問題に基づく公開鍵暗号に着目し、これらの安全性及び処理効率に関する公平で客観的な情報の提供を可能とするソフトウェアを、設計/開発することを目的としています。

ソフトウェアの概要

本ソフトウェアは大きく共通鍵暗号強度評価ソフトウェアと、公開鍵暗号強度評価ソフトウェアの2つに分けられます。共通鍵暗号強度評価ソフトウェアは、共通鍵ブロック暗号の安全性及び処理効率を評価するソフトウェアです。

詳細については、「[共通鍵暗号強度評価ソフトウェア](#)」をご参照ください。

公開鍵暗号強度評価ソフトウェアは、素因数分解問題、離散対数問題及び楕円曲線上の離散対数問題に基づく公開鍵暗号アルゴリズムについて強度評価するソフトウェアです。

詳細は、「[公開鍵暗号強度評価ソフトウェア](#)」をご参照下さい。

参考文献

天田 誠一、反町 亨、中嶋 純子、酒井 康行、高島 克幸、今井 秀樹、
暗号性能評価ソフトウェアの開発、
2000年暗号と情報セキュリティシンポジウム (SCIS 2000), SCIS2000-A51

暗号評価技術

共通鍵暗号強度評価ソフトウェア

[「暗号評価技術」のページに戻る](#)

ソフトウェアの概要

共通鍵暗号強度評価ソフトウェアは、対象となる暗号アルゴリズムの安全性及び処理効率に関する評価を実行し、利用者に客観的な評価情報を提供するソフトウェアです。共通鍵暗号強度評価ソフトウェアの構成を図1に示します。

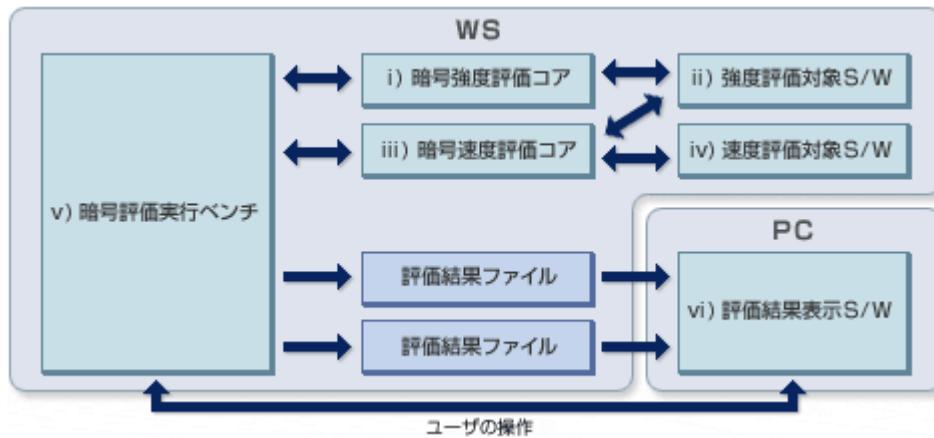


図1：共通鍵暗号強度評価ソフトウェアの構成

i. 暗号強度評価コア

差分解読法及び線形解読法に対する評価情報として、差分特性確率及び線形特性確率と、暗号アルゴリズムの出力データの乱数性を検定する統計情報として頻度検定、衝突検定及び線形複雑度を算出し、その結果を出力するソフトウェアです。

ii. 強度評価対象ブロック暗号ソフトウェア

暗号強度評価コア及び暗号速度評価コアの絶対速度評価の評価対象となる共通鍵ブロック暗号アルゴリズムの暗号化/復号処理及び鍵スケジュール処理を実現するソフトウェアです。

iii. 暗号速度評価コア

実際の計算機プラットフォーム上で暗号化/復号処理を実行し、その処理速度を計測して絶対速度を算出する機能と、パラメータの指定により仮想的な計算機プラットフォームを構成し、そこでの処理時間を見積もり、その値から相対速度を算出する機能とを有するソフトウェアです。

iv. 速度評価対象ブロック暗号ソフトウェア

暗号速度評価コアの相対速度評価の評価対象としている共通鍵ブロック暗号アルゴリズムの暗号化/復号処理及び鍵スケジュール処理を実現するソフトウェアです。

v. 暗号評価実行ベンチ

評価対象となる暗号アルゴリズムのソフトウェアであるii)及びiv)と、評価実行する評価ソフトウェアであるi)及びiii)とを統一的な画面インターフェイスにより結び付け、暗号アルゴリズムの評価環境を提供するソフトウェアです。

vi. 評価結果表示ソフトウェア

各評価コアが出力した評価結果をグラフ表示を実行するソフトウェアです。暗号強度評価コア及び暗号速度評価コアの評価結果をグラフ表示します。また、強度評価及び速度評価の両方の評価結果を総合評価として合わせて評価します。

公開鍵暗号強度評価ソフトウェア

[「暗号評価技術」のページに戻る](#)

ソフトウェアの概要

公開鍵暗号強度評価ソフトウェアは、素因数分解問題、有限体上の離散対数問題及び楕円曲線上の離散対数問題に基づく公開鍵暗号の強度評価を実行するソフトウェアです。公開鍵暗号強度評価ソフトウェアの構成を図2に示します。



図2：公開鍵暗号強度評価ソフトウェアの構成

i. 公開鍵暗号基本演算ライブラリ

公開鍵暗号の処理に共通する演算をライブラリ化し、処理の効率化を図る基本演算ライブラリです。実装している演算は、拡張GCD演算、Jacobiシンボル演算及び素数判定です。

ii. 素因数分解型暗号強度評価ソフトウェア

素因数分解問題の困難さに安全性の根拠をおく公開鍵暗号の強度評価を実行するソフトウェアです。2次ふるい法及び楕円曲線法に基づく安全性評価を実行します。

iii. 離散対数型暗号強度評価ソフトウェア

有限体上の離散対数問題に安全性の根拠をおく公開鍵暗号の強度評価を実行するソフトウェアです。Pohlig-Hellman法及びIndex Calculus法に基づく強度評価を実行します。

iv. 楕円曲線暗号強度評価ソフトウェア

楕円曲線上の離散対数問題に安全性の根拠をおく暗号の強度評価を実行するソフトウェアです。楕円曲線位数計算、トレース計算及びMOV帰着次数計算に基づく強度評価を実行します。

暗号技術

セキュリティLSI開発用 暗号アルゴリズムIP

「情報セキュリティ技術」のトップに戻る

三菱電機株式会社では、暗号機能を内蔵したセキュリティLSI開発用の設計情報：IP（Intellectual Property）の技術供与を行っております。

開発の背景と概要

現代のネットワーク社会では、インターネットや携帯電話、DVD（Digital Video Disc）、ICカードなど様々なところで暗号機能を持ったLSIが使われ始めています。しかし、このようなセキュリティLSIを開発するには、現代の高度な暗号アルゴリズムを理解するだけでなく、小型高速処理のための実装ノウハウが必要であり、開発期間や費用面での問題がありました。暗号機能をブロックとしてIP化し、ブラックボックスとして利用することができれば、セキュリティLSIを短期間で開発する有効な手段となります。

三菱電機では、MISTY※1やNTT情報流通プラットフォーム研究所と共同開発した暗号アルゴリズムCamellia※2などのIPを、当社が長年にわたり培った暗号技術の経験を生かして使いやすくコンポーネント化し、安価なライブラリとして提供しています。

特徴

種々の製品への対応が可能

IPは、LSI開発の業界標準となっている米国Synopsys製Design-Compiler用ライブラリの形態で提供しますので、LSI製造プロセスに依存せず、開発効率を向上させることができます。また、用途に応じて基幹系ネットワーク装置にも対応できる高速版IPや、携帯電話/情報端末、ICカードに最適な超小型版IPなど、様々なIPを用意します。さらに、お客様の設計に合わせてカスタマイズやコンサルティングなども承ります。

最新暗号技術のサポート

Camellia、AES※3などの最新128bit共通鍵ブロック暗号技術を提供します。

小型・高速処理

当社が世界に誇る暗号アルゴリズムのハードウェア実装技術により、小型・高速処理を可能にします。

評価版の提供

論理合成、タイミング／面積検証などにお使い頂ける評価版を提供します。

レパートリー

共通鍵暗号アルゴリズム

[Camellia-IP](#)

[MISTY-IP](#)

[KASUMI-IP](#)

AES

DES※4

Triple-DES※5

暗号利用モード-IP

公開鍵暗号アルゴリズム

[RSA※6暗号アクセラレータ](#)

ハッシュ関数

[SHA-1-IP※7](#)

[SHA-256-IP※8](#)

※1 MISTY：当社が1995年に発表した64bitブロックの共通鍵暗号アルゴリズムです。

※2 Camellia：NTT情報流通プラットフォーム研究所と当社が共同で開発した、次世代128bitブロックの共通鍵暗号アルゴリズムです。

※3 AES：2001年度制定を目指している次世代の米国連邦政府標準暗号アルゴリズムです。

※4 DES：1977年にアメリカ政府標準技術局(NIST)によって連邦情報処理基準に採用された共通鍵暗号アルゴリズムです。

※5 Triple-DES：共通鍵暗号アルゴリズムDESを三重に適用するようにした方式です。

※6 RSA：Rivest、Shamir、Adlemanが1978年に発明した公開鍵暗号方式です。

※7 SHA-1：米国政府標準のハッシュ関数です。

※8 SHA-256：米国政府標準のハッシュ関数です。

Camellia-IP

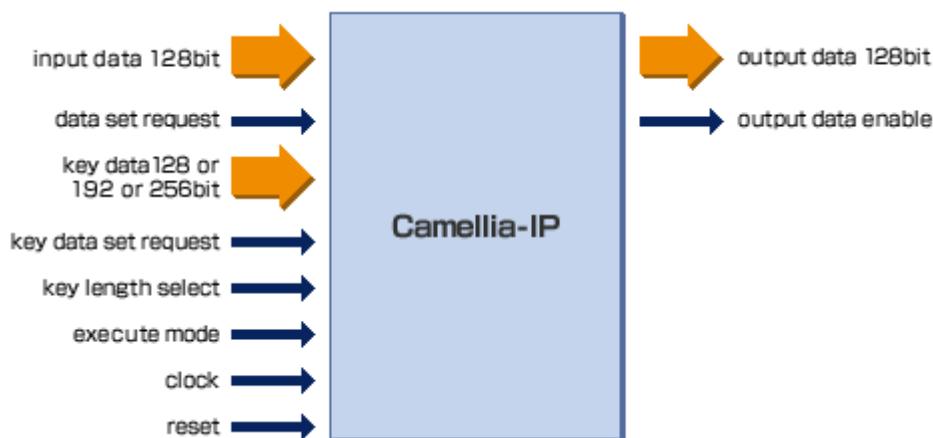
[「暗号アルゴリズムIP」のページに戻る](#)

概要

現在利用されているほとんどの共通鍵ブロック暗号は64ビットを処理単位として暗号化を実現しています。しかし、今後これとともに、より安全性を高めた128ビットを処理単位とするブロック暗号が求められており、米国の新しい連邦政府標準暗号AESも128ビットブロック暗号となっています。

Camelliaは、NTT情報流通プラットフォーム研究所と当社が開発した128ビット共通鍵ブロック暗号アルゴリズムです。AESと同じく次世代128ビットブロックインターフェイスを採用するとともに、鍵サイズも128ビットから256ビットまで幅広く対応が可能です。

Camellia-IPは、10Kgateの回路規模で暗号化／復号処理を実現します。これは128ビットブロック暗号のハードウェアとしては世界最小クラスです。



ハードウェアサイズ及び処理性能例

IPタイプ	ターゲットデバイス	回路規模	処理性能
高速版	ASIC 0.18μm	355 Kgates	3,200 Mbps
小型版	ASIC 0.18μm	6.4 Kgates	71 Mbps
	FPGA Xilinx VirtexE	1400 slices	95 Mbps

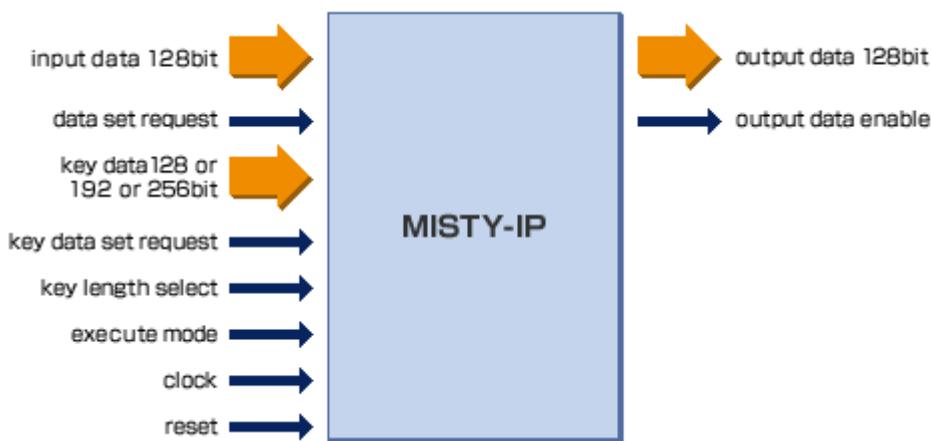
MISTY-IP

[「暗号アルゴリズムIP」のページに戻る](#)

概要

MISTY1は1995年に三菱電機によって開発された、128ビット鍵長の64ビット共通鍵ブロック暗号です。共通鍵暗号には、全数探索法、差分解読法、線形解読法という3つの強力な攻撃法がありますが、MISTY1は全数探索法に対しては十分な128ビットの鍵長を持ち、また差分解読法と線形解読法に対しては数学的に証明可能な安全性を有しています。

MISTY-IPは業界標準の論理合成ツールであるSynopsys社DesignCompilerのライブラリの形態で提供され、小さな回路サイズ（5.4Kゲート）から高速処理（2,800Mbps）までをカバーする幅広いコアアレパートリーがあります。



ハードウェアサイズ及び処理性能例

IPタイプ	ターゲットデバイス	回路規模	処理性能
高速版（1）	ASIC 0.18μm	31 Kgates	1,465 Mbps
高速版（2）	ASIC 0.18μm	71 Kgates	2,800 Mbps
	FPGA Xilinx VirtexE	3,600 slices	455 Mbps
小型版	ASIC 0.18μm	4.6 Kgates	59 Mbps
		5.4 Kgates	70 Mbps
	FPGA Xilinx VirtexE	656 slices	74 Mbps

暗号アルゴリズムIP

KASUMI-IP

[「暗号アルゴリズムIP」のページに戻る](#)

概要

「KASUMI」は、2000年に次世代移動体通信方式であるW-CDMA※1の標準暗号化アルゴリズムとして、開発された共通鍵暗号アルゴリズムです。また、2002年には携帯電話システム（GSM※2）の標準化機関であるGSM Associationにおいても、標準暗号として利用されることが決定しました。

KASUMI-IPはMISTYで培ったハードウェア実装技術を利用し、高速・小型化を実現したものです。3GPPにて規定されたF8※3、F9※4それぞれの暗号利用モードを用意し、各モードを10数Mbps以上の高速で演算します。また、ゲート規模も超小型化したものを提供します。

特徴

端末機向け超小型コア、及び基地局向け高速コアの2種をラインアップがあります。

端末機向け超小型コア

- F8、F9の2つの利用モード毎に2種のコアを準備しています。
- 入出力インターフェースは16ビットです。
- ハードウェアサイズ及び処理性能例

ターゲットデバイス	回路規模	処理性能
ASIC 0.18μm	6.5 Kgates	130 Mbps
FPGA Xilinx XC4000	230 CLBs	35 Mbps

基地局向け高速コア

- 利用モード毎に2種、また両利用モードをサポートする1種の計3種のコアを用意しています。
- 入出力インターフェースは32／64ビットです。
- ハードウェアサイズ及び処理性能例

ターゲットデバイス	回路規模	処理性能
ASIC 0.18μm	14 Kgates	850 Mbps
FPGA Xilinx Virtex	850 slices	160 Mbps

※1 CDMA : Code Division Multiple Accessの略。携帯電話などの無線通信に使われる方式。

※2 GSM : Global System for Mobile Communicationの略。デジタル携帯電話に使われている無線通信方式。

※3 F8 : データの秘匿を目的に使用されます。無線通信データの秘匿を行います。

※4 F9 : データのINTEGRITY（完全性）の保証に使用されます。データに電子的に署名を行うことにより、改ざんなどを検出します。

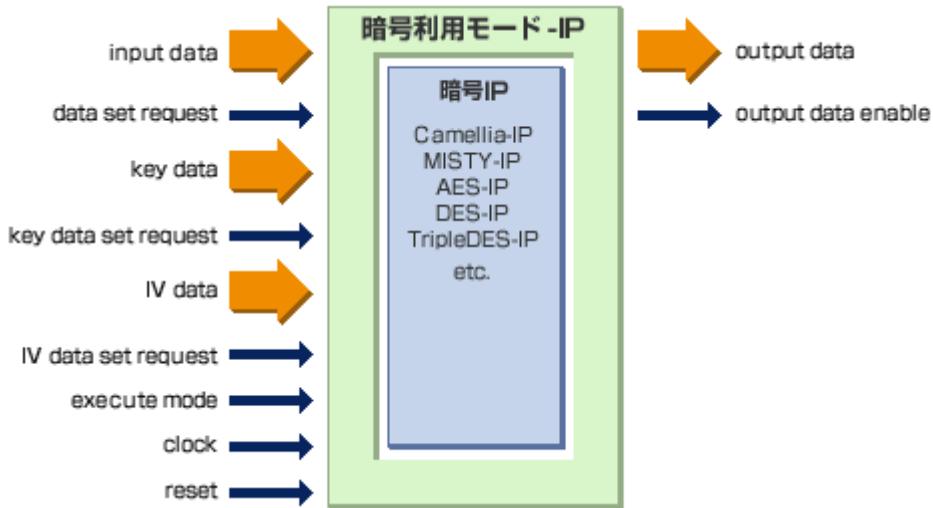
暗号利用モード-IP

[「暗号アルゴリズムIP」のページに戻る](#)

共通鍵ブロック暗号を使用して暗号処理を行う際には、安全性の向上を図る目的で暗号利用モードと呼ばれる方法を用いることが一般的です。

暗号利用モード-IPは、ISO／IEC 10116に規定されている、以下に示す4つの共通鍵ブロック暗号利用モードをサポートします。

- ECB (Electric Code Book) : 基本モード
- CBC (Cipher Block Chaining) : 暗号文ブロック連鎖モード
- CFB (Cipher Feed Back) : 暗号文フィードバックモード
- OFB (Output Feed Back) : 出力フィードバックモード



SHA-1-IP

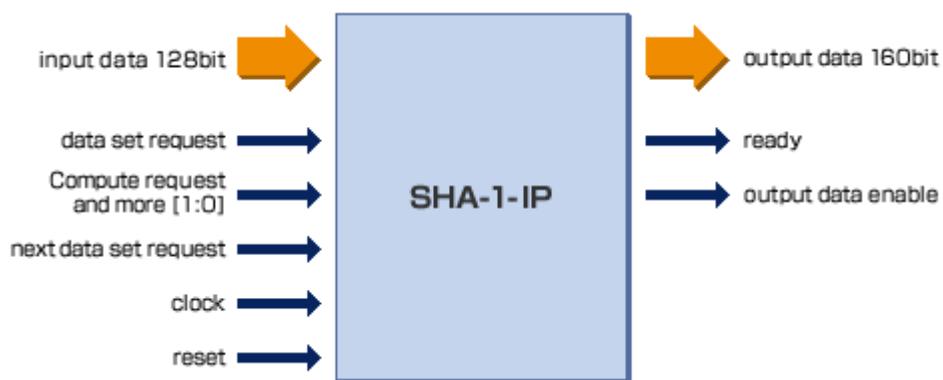
[「暗号アルゴリズムIP」のページに戻る](#)

概要

SHA-1は認証やデジタル署名などに使われるハッシュ関数のひとつであり、1995年に米国標準技術局（NIST）によってアメリカ政府の標準ハッシュ関数として採用されています。

利用用途としては、インターネット上で安全に通信を行なうためのIPsecやSSLなどに応用されています。SHA-1-IPは、要求される回路規模や処理性能及びインターフェースに応じて幅広いデザインがあります。

また、実装プラットフォームに合わせた最適化により、各環境で効果的な実装を実現します。



SHA-256-IP

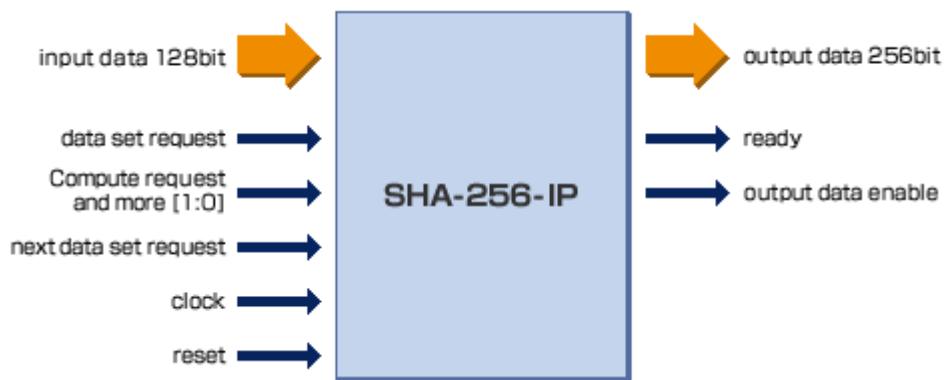
[「暗号アルゴリズムIP」のページに戻る](#)

概要

SHA-256は米国標準技術局（NIST）によってアメリカ政府の標準ハッシュ関数として採用されているアルゴリズムです。128bitの鍵長を持つブロック暗号と同程度のセキュリティレベルを確保することが可能になります。

利用用途としては、インターネット上で安全に通信を行なうためのIPsecやSSLなどに応用されています。SHA-256-IPは、要求される回路規模や処理性能及びインターフェースに応じて幅広いデザインがあります。

また、実装プラットフォームに合わせた最適化により、各環境で効果的な実装を実現します。



内部情報漏洩防止技術

「情報セキュリティ技術」のトップに戻る

コンテンツの不正コピー防止・内部情報漏洩防止を実現するライブラリ

特徴

- コンテンツをカプセル化して不正コピー防止・外部流出防止を実現するカプセルライブラリを提供。

カプセル生成ライブラリ

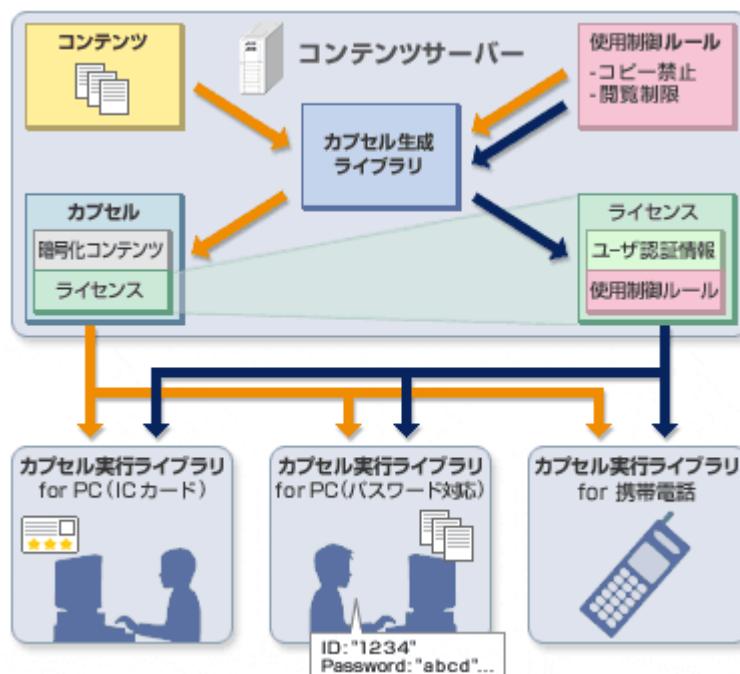
コンテンツを暗号化し、カプセル化するライブラリ。

カプセル実行ライブラリ

カプセルからコンテンツを抽出して利用するためのライブラリ。

- コンテンツをMISTYで暗号化することによって強力に保護。
- 複数のユーザ認証方式（ユーザID+パスワード、PKI）に対応。
- ユーザによるコンテンツの使用を制限する使用制御ルール（コピー禁止、閲覧期限等）をライセンスに設定可能。
- ライセンスは、ユーザの要求に応じて配信することも可能。
- 携帯端末からPCまでマルチプラットフォームをサポート。
- ソニーとの共同開発によるカプセルファイルフォーマットをサポート。

システム構成



用途

- 機密文書管理
- 携帯電話向けコンテンツ配信サービス

セキュアストレージシステム

「情報セキュリティ技術」のトップに戻る

電子文書の長期間における真正性保証システム

特徴

原本性保証機能

保存されているデータ（原本）の改ざんを防止
参照したデータが原本と一致することを保証

公証機能

電子証書を発行 → データの内容や存在、時刻、アクセスした事実を証明
タイムスタンプを発行 → データの内容や存在時刻を証明

電子署名有効性延長機能

電子署名の有効性を自動的に延長
長期間にわたりデータの真正性を保証

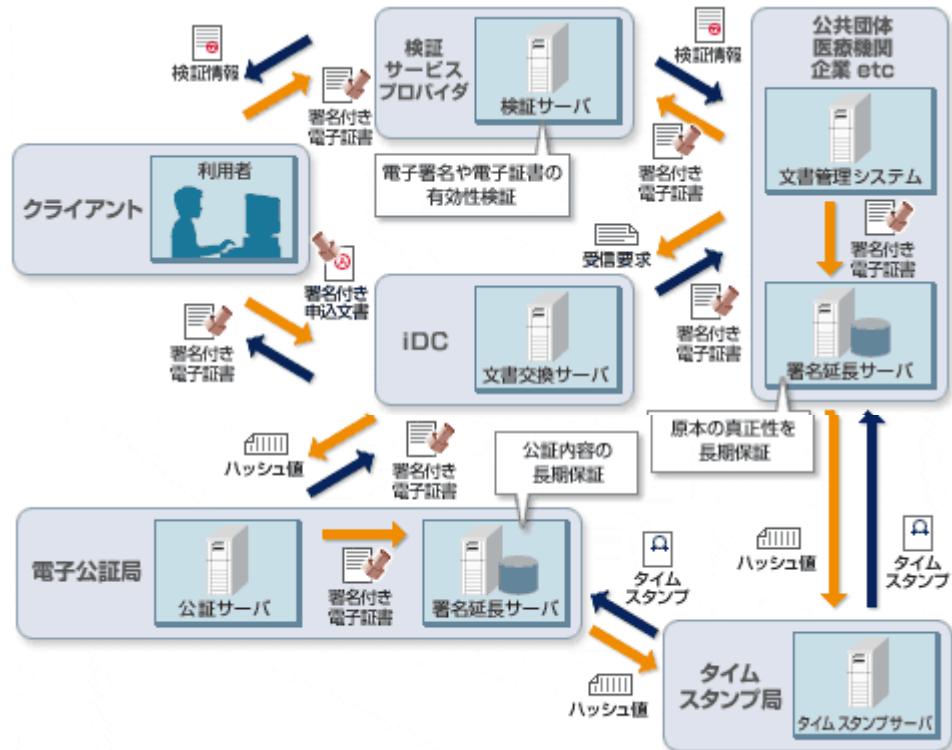
検証機能

複雑な検証処理をクライアントに代わって行うことが可能
検証に伴う複雑な運用管理をサーバに一元化することが可能

秘匿機能

データにアクセス可能な利用者を制限
通信路の盗聴を防止
保存するデータを暗号化

システム構成



用途

- 電子政府／電子申請システム
- 電子公証システム
- 電子カルテシステム
- 原本保管システム

セキュリティシステム構築技術

ETC車載SAM技術

「情報セキュリティ技術」のトップに戻る

特徴

- 料金所での渋滞を解消するETC用車載SAM技術を開発
- 当社暗号技術を採用した信頼性の高い車載SAM
- 路側機とICカード間の高速通信と高性能な暗号／認証処理を実現
- 監視／診断機能による優れた耐改ざん性を提供

用途

- 高速道路及び駐車場での料金収受、ロードプライシング
- 車及び歩行者への情報提供（経路案内など）



料金所



車載器

ETC : Electronic Toll Collection system, SAM : Secure Application Module

問い合わせ先

本件に対するお問い合わせは、下記までお願い致します。
三菱電機株式会社 情報技術総合研究所 情報セキュリティ技術部

E-Mail : mpd.sec@pc.MitsubishiElectric.co.jp 

コアセキュリティ技術

PKI暗号ライブラリ

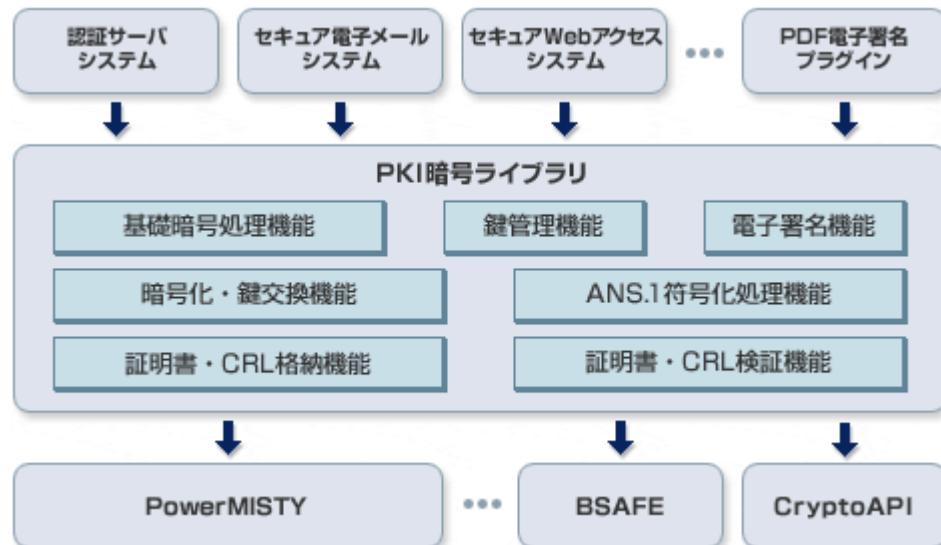
「情報セキュリティ技術」のトップに戻る

**PKI※1セキュアアプリケーション開発を短期間、
低コストで実現する開発ツールキット**

特徴

- セキュアアプリケーションの多様なニーズに応える広範囲な機能の実現
- 他社システムとの相互接続を可能とする業界標準の採用
- 短期間の開発を可能とする高水準の洗練されたAPIの提供
- 暗号処理を行うモジュールを交換可能（暗号アルゴリズム非依存）
- 相互認証、ICカード、日本語化証明書に対応
- 高度な証明書の有効性検証機能の実現。カスタマイズにより様々なアプリケーションに対応可能
- セキュアメッセージ形式のインターネット標準規格CMS※2のサポート
- 公開鍵暗号アルゴリズムRSA-PSS※3※4、RSA-OAEP※5のサポート
- 共通鍵ブロック暗号アルゴリズムMISTY※6、Camellia※7、AES※8のサポート
- 楕円曲線暗号ECDH※9、ECDSA※10のサポート
- 指紋認証との連携

システム構成



用途

電子政府／電子申請システム、PDF電子署名プラグイン、セキュアコンテンツ配布システム、セキュアWebアクセス／電子メールなど安全なメッセージ交換を必要とするシステムの開発

※1 PKI : Public Key Infrastructure

※2 CMS : Cryptographic Message Syntax

※3 RSA : Rivest, Shamir, Adlemanが考案した公開鍵暗号アルゴリズム

※4 OAEP : Optimal Asymmetric Encryption Padding

※5 PSS : Probabilistic Signature Scheme

※6 MISTY : 三菱電機株式会社が考案した共通鍵ブロック暗号アルゴリズム

※7 Camellia : 日本電信電話株式会社と三菱電機株式会社が共同で開発した共通鍵ブロック暗号アルゴリズム

※8 AES : Advanced Encryption Standard

※9 ECDH : Elliptic Curve Diffie Hellman Key Agreement

※10 ECDSA : Elliptic Curve Digital Signature Algorithm

MISTY, PowerMISTYは、三菱電機株式会社の登録商標です。

Camelliaは、日本電信電話株式会社と三菱電機株式会社の登録商標です。

RSAは、RSA Security Inc.の登録商標、BSAFEは、RSA Security Inc.の米国およびその他の国における登録商標です。

その他のすべての商標は、それぞれ各所有者に帰属します。

コアセキュリティ技術

組み込み機器向け暗号ライブラリ

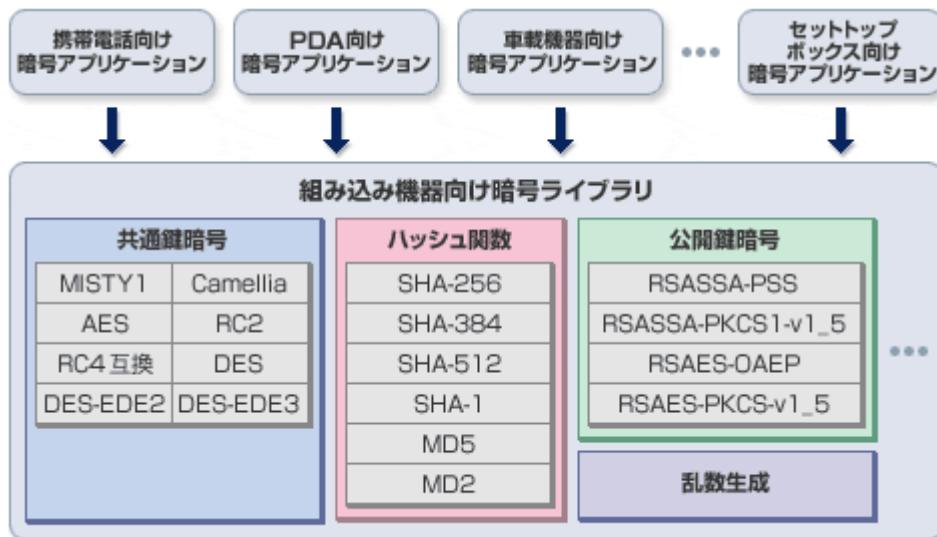
「情報セキュリティ技術」のトップに戻る

最適な組み込み機器向け 暗号アプリケーション開発を実現する開発ツールキット

特徴

- メモリ容量およびモジュールサイズを小さくする組み込み機器向け暗号アプリケーションを開発可能
- 利用者が必要とする機能に応じて柔軟にカスタマイズ可能
- プラットフォーム毎に最適化された暗号化アルゴリズムにより高速化可能
- 他社システムとの相互接続を可能とする業界標準の採用
- 公開鍵暗号アルゴリズムRSA-PSS※1※2、RSA-OAEP※3のサポート
- 共通鍵ブロック暗号アルゴリズムMISTY※4、Camellia※5、AES※6のサポート

システム構成



用途

携帯電話およびPDA等の携帯端末、車載機器、セットトップボックスなど安全なメッセージ交換を必要とする組み込み機器における暗号アプリケーションの開発

※1 RSA : Rivest, Shamir, Adlemanが考案した公開鍵暗号アルゴリズム
※2 PSS : Probabilistic Signature Scheme
※3 OAEP : Optimal Asymmetric Encryption Padding
※4 MISTY : 三菱電機株式会社が考案した共通鍵ブロック暗号アルゴリズム
※5 Camellia : 日本電信電話株式会社と三菱電機株式会社が共同で開発した共通鍵ブロック暗号アルゴリズム
※6 AES : Advanced Encryption Standard
※7 RC2 : RFC2268において規定された共通鍵ブロック暗号アルゴリズム
※8 PDA : Personal Digital Assistance
※9 RC4互換 : RC4という共通鍵ストリーム暗号と互換性のある暗号アルゴリズム
※10 DES : Data Encryption Standard
※11 DES-EDE : DES Encryption Decryption Encryption (Triple-DES)
※12 SHA-256 : Secure Hash Algorithm 256
※13 SHA-384 : Secure Hash Algorithm 384
※14 SHA-512 : Secure Hash Algorithm 512
※15 SHA-1 : Secure Hash Algorithm 1
※16 MD5 : Message Digest 5
※17 MD2 : Message Digest 2
※18 RSASSA-PSS : PKCS #1 v2.1において規定されたPSSを用いた署名アルゴリズム
※19 RSASSA-PKCS1-v1_5 : PKCS #1 v2.1において規定された署名アルゴリズム
※20 RSAES-OAEP : PKCS #1 v2.1において規定されたOAEPを用いた暗号化アルゴリズム
※21 RSAES-PKCS1-v1_5 : PKCS #1 v2.1において規定された暗号化アルゴリズム

RSAは、RSA Security Inc.の登録商標です。

MISTYは、三菱電機株式会社の登録商標です。

Camelliaは、日本電信電話株式会社と三菱電機株式会社の登録商標です。

その他のすべての商標は、それぞれ各所有者に帰属します。

情報通信システム

ユーザーインターフェース設計ツール

暮らし

カーナビ

情報

情報家電

快適

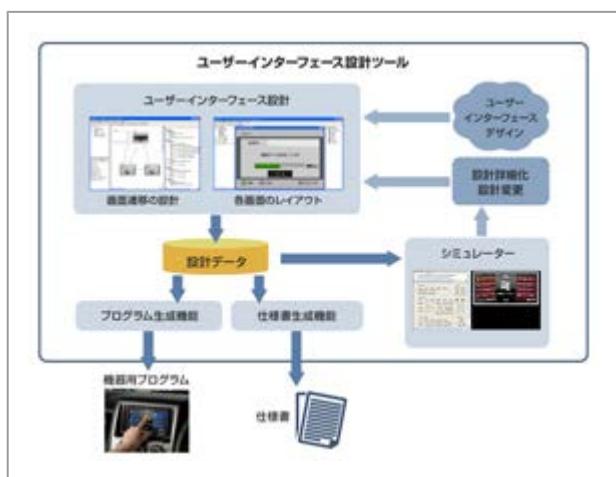
ユニバーサルデザイン

開発効率化

マーク説明

グラフィカルで使いやすい
ユーザーインターフェースのスピード開発を実現します。

概要



デジタルTVやカーナビなど、各種組み込み機器のユーザーインターフェースを効率的に設計できる独自のツールを開発しました。タッチパネル、音声入力などさまざまな入力デバイスにも対応しています。

拡大表示

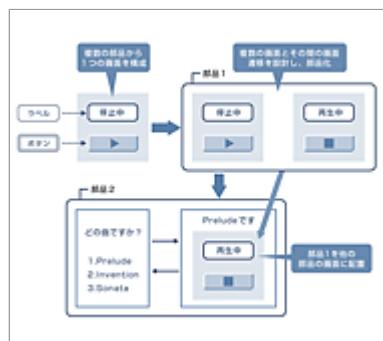
技術ポイント

直感的なユーザーインターフェース設計が可能

ドローツールのように作成した画面を矢印で結び、どのボタンで移動するかといった条件や動作を記述していきます。



拡大表示



拡大表示

ユーザーインターフェース設計の部品化を実現

同じような表示・動作を行う部分を部品化し、画面に貼り付けることで、設計の繰り返しが不要になります。



拡大表示

「動く仕様書」で、設計品質が向上

PC上のシミュレーターで設計データを確認ができます。問題があった場合もすぐに修正できるので、設計品質が向上します。



拡大表示

ソフトウェア開発のコスト・時間を削減

動作確認された設計データからプログラムを自動生成するので、機器上での開発・デバッグ作業が不要になります。

情報通信システム

デジタルサイネージ～映像情報配信／表示技術～

映像

暮らし

航空

交通

情報

防災

安心

安全

快適

高画質

高信頼性

高精度

ネット社会

マルチメディア

マーク説明

高精度な表示同期で一体感のある高解像度マルチ大画面デジタルサイネージを実現します。

多彩な表現で時刻・場所・目的に応じた情報を視聴者の皆様にお届けします。

概要



リアルタイムのライブ映像や事前に配信された映像コンテンツをはじめ、テロップによる文字情報も自由に配置し、合成表示できます。また必要に応じて緊急情報（地震、台風、交通情報他）もリアルタイムに配信し、合成表示可能です。さらに専用のハードウェアを用いずに表示端末間の高精度な同期を可能にする技術を開発。ディスプレイを複数台組み合わせて、一体感のある高解像度マルチ大画面デジタルサイネージを実現します。

拡大表示

技術ポイント

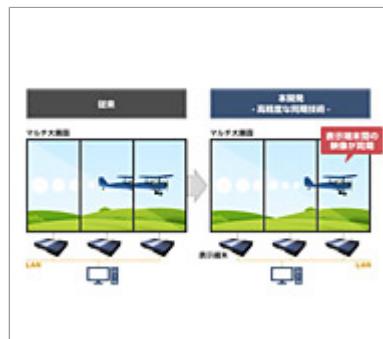
美しく多彩な表現力を実現した高機能描画エンジン

静止画、テロップ、フルHD（1920×1080）までの動画などを自由に配置・重畳します。ライブ映像上に株価、交通情報などをリアルタイムに合成し表示することも可能です。さらにコンテンツの切替効果や静止画にアニメーションなどの特殊効果をつけるなど、自由に演出できます。



[拡大表示](#)

モニタ台数に制限のないマルチ大画面サイネージを実現



[拡大表示](#)

ソフトウェアで複数の表示端末の表示タイミングを高精度に同期する技術を開発しました。専用のハードウェアを用いずに同期が可能です。またモニタの台数及び表示端末を制限なく増やすことができ、1台の端末では性能的に実現できない高解像度なマルチ大画面を構築できます。

スケールフリー配信でコンテンツを短時間に配信

情報を受信した表示端末が別の表示端末へ再配信することで、配信管理サーバーの負荷を低減します。運用中でも従来の1/5（当社比※1）の短時間で配信が可能です。



[拡大表示](#)

※1 サーバーが全ての端末に配信する方式との比較です。ネットワーク状況や表示端末の台数により変動します。

宇宙ステーション補給機「HTV」ランデブ技術

宇宙

安心

安全

高信頼性

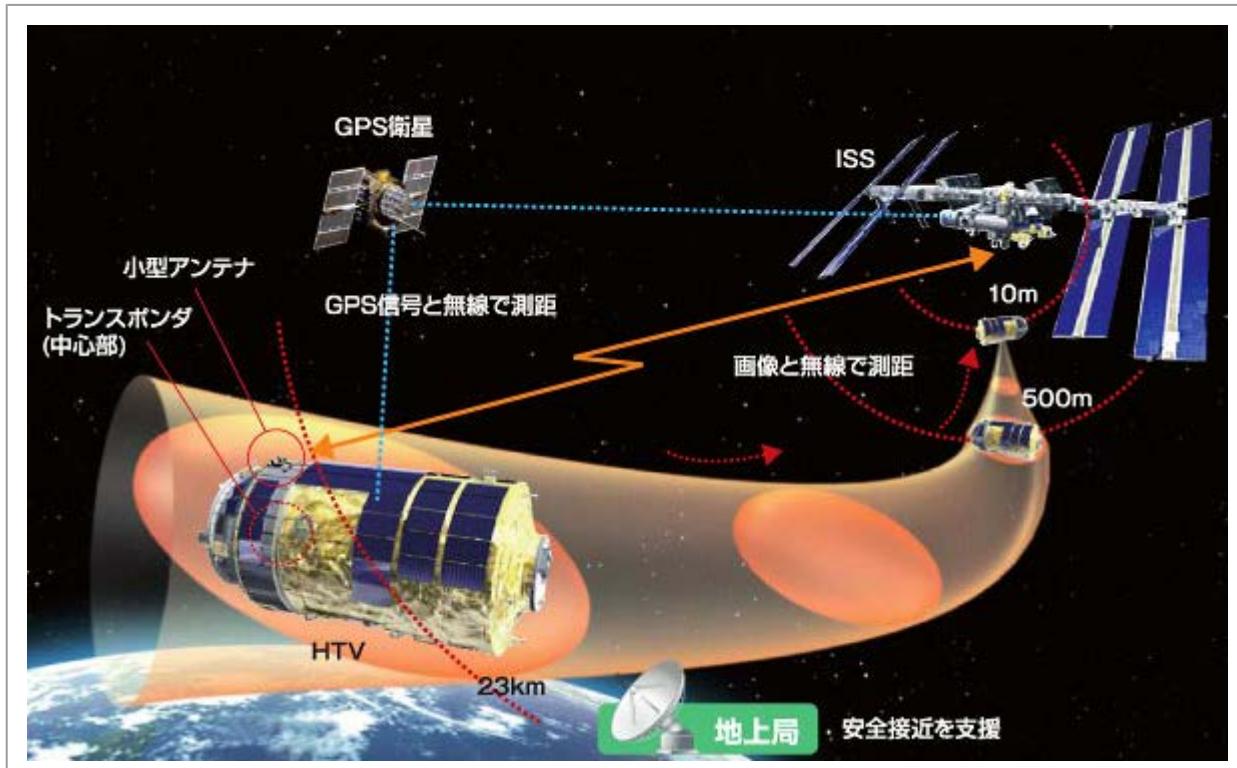
高精度

マーク説明

国際宇宙ステーションへの
安全・確実な物資輸送を可能にしました。

概要

秒速8kmで地球を周回する国際宇宙ステーション（ISS）。その直下10mにHTV（宇宙ステーション補給機）を安全・正確にランデブさせる信頼性の高い自律制御技術を開発しました。



衛星、ISSの写真はJAXA提供
GPS衛星の写真はAFRL提供

HTV関連ページ

[キーテクノロジーサイト 宇宙まで自動で届ける宅配便](#)
[宇宙システムサイト HTV](#)

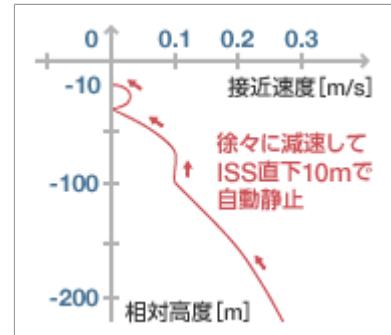
技術ポイント

ISSとの通信で接近経路を正確に把握

ISSと通信を行い、ISSとHTVの双方が受信したGPS信号の差分を基にISS直下500mまで正確に接近します。

徐々に減速して直下10mに相対停止

ISSへの衝突の危険や推薦消費量の増大を回避しつつ、徐々に減速してISS直下10mに相対停止させます。



運用手順生成ツールで安全接近を支援

これまで運用手順書や運用フロー図の作成・確認には多くの手間が必要でしたが、一元管理された情報から運用手順書を正確に自動で生成し、運用フロー図を自動レイアウトするツールを開発。安全なランデブ運用に貢献しました。



拡大表示

月や惑星の探査機などに展開が可能

自律制御技術を発展させ、月や惑星への探査機や月面基地への物資輸送手段として、さらなる開発を進めます。

情報通信システム

新幹線デジタル列車無線技術

移動体通信

安心

安全

快適

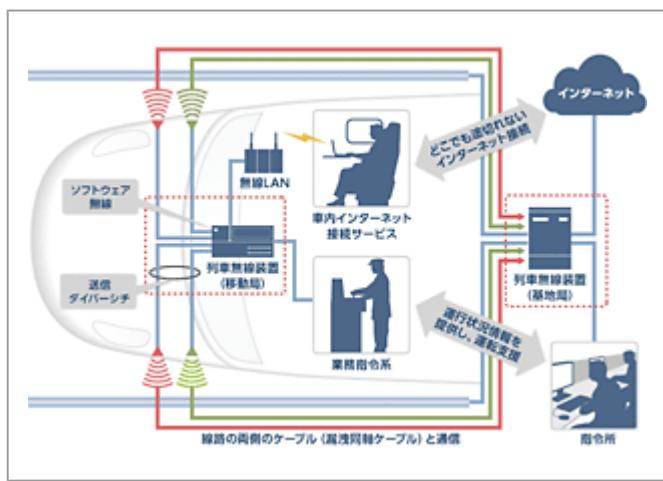
高信頼性

省スペース

マーク説明

デジタル通信・アナログ通信を1台の無線機で対応。
省スペース化と高い信頼性を実現しました。

概要



列車無線装置をソフトウェアで実現する「ソフトウェア無線機」を開発。ソフトウェアを切り替えることにより、1台の無線機でデジタル通信方式とアナログ通信方式の両方に対応でき、省スペース化を実現しました。また独自の信号送信技術により、通信の信頼性も向上しました。

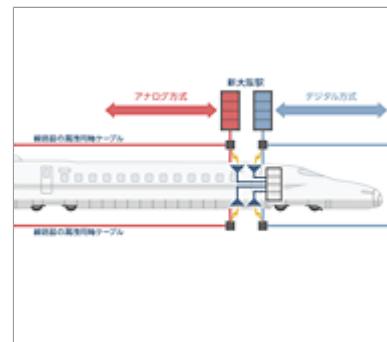
参考：新幹線デジタル列車無線技術
(PDF : 965KB)

拡大表示

技術ポイント

ソフトウェア無線技術※1により省スペース化を実現

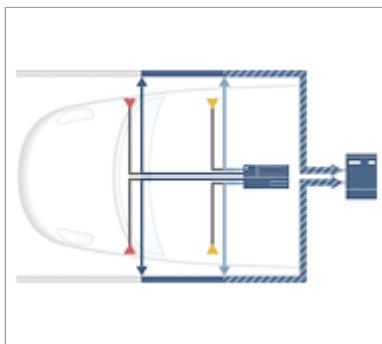
デジタル通信とアナログ通信の両方式に1台で対応可能なソフトウェア無線機を開発し、省スペース化を実現しました。



⊕ 拡大表示

独自の送信ダイバーシチ技術※2で通信の信頼性が向上

1つのデータを複数の送信アンテナからそれぞれ異なる信号で送信する送信ダイバーシチ技術を開発。電波の受信強度変動を補償し、高速移動時も安定した通信を実現します。



⊕ 拡大表示

安定したインターネットサービスを提供

高信頼の列車無線システムを利用し、最大2Mbpsの安定した車内インターネット接続サービスを乗客に提供しています。

※1 無線方式を切替えるため、複数の無線方式（アナログ／デジタル）をソフトウェアで実現する技術

※2 複数の送信アンテナを使用することで通信の信頼性向上を図る技術

光通信用誤り訂正技術

通信

高信頼性

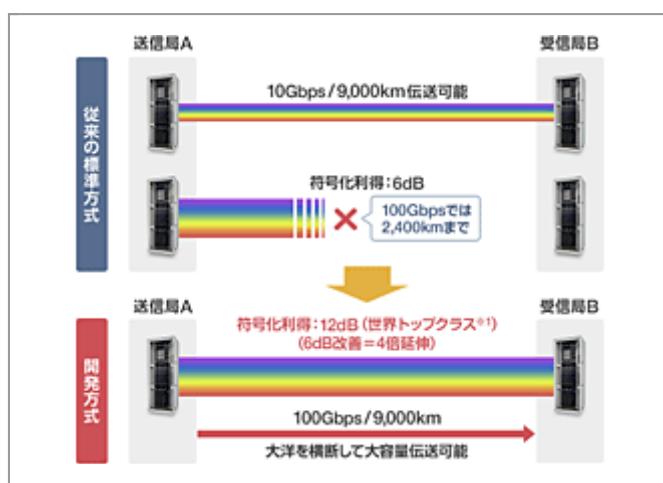
ネット社会

プロードバンド

マーク説明 

世界トップクラスの誤り訂正技術で、
100ギガビット／秒超の大洋横断伝送を可能にします。

概要



100ギガビット／秒超の長距離・光ファイバ通信を可能とする、世界トップクラス^{※1}の誤り訂正技術^{※2}を開発しました。

長距離・大容量光ファイバ通信では伝送信号の減衰や雑音の重畠などにより、伝送情報のビット誤り^{※3}が多発します。従来の標準方式の誤り訂正技術では、大洋横断伝送（9,000km）などの長距離伝送において10ギガビット／秒の信号しか送信できませんでした。

開発した新しい誤り訂正技術を用いることで、100ギガビット／秒での大洋横断伝送が可能となり、国際通信の超高速大容量化に貢献します。

 拡大表示

技術ポイント

軟判定技術、LDPC符号及びBCH符号を組み合わせることで訂正性能が飛躍的に向上

軟判定技術と誤り訂正符号の一種である低密度パリティ検査（LDPC）符号※4、BCH符号※5を組み合わせて開発した誤り訂正技術により、100ギガビット／秒超の大容量の長距離通信が可能になりました。軟判定技術とは、“0に近い1”や“1に近い1”など、“確からしさ”を表す情報を併せ持つ判定方法です。

今回開発したLDPC符号は、軟判定技術を活用して検査行列中の性能劣化要因の発生を抑えた独自の「空間結合型LDPC符号※6」で、さらに、BCH符号を組み合わせることで、LDPC符号の残留誤りを訂正し、世界トップクラスの符号化利得※712.0dBを実現しました。

従来の標準方式の誤り訂正符号であるReed-Solomon符号では、100ギガビット／秒での伝送は2,400kmが限界でした。しかし今回開発した技術により、100ギガビット／秒での伝送距離を4倍に延伸し、9,000kmの大洋横断伝送を可能としました。また、光ファイバ通信の400ギガビット／秒や1テラビット／秒への大容量化を見据えた誤り訂正技術の開発も進めています。本技術は光通信分野における誤り訂正技術を大きく進展させましたが、更なる長距離・大容量光通信システムを低電力で実現するため、今後も研究開発を進めます。



④ 拡大表示

④ 拡大表示

※1 2018年7月 当社調べ

※2 送信したい情報ビットに一定の規則に従った情報（パリティビット）を付加。受信側において付加した情報をもとに、ビット誤りを検出し訂正する技術です。光通信システム以外にもDVDや携帯電話などに幅広く使われています。

※3 デジタル情報ビットは0か1の2値で区別されますが、1を送信したのに0として受信される、またその逆をビット誤りと呼びます。

※4 LDPC (Low-Density Parity-Check) 符号。行列内の“1”的密度が低いパリティ検査行列を用いることを特徴とする符号。並列処理による復号が可能で超高速信号の誤り訂正に適しています。

※5 BCH (Bose-Chaudhuri-Hocquenghem) 符号。代数系で定義される誤り訂正符号です。

※6 規定する行列（パリティ検査行列）の構成方法を制約することで性能を向上させたLDPC符号です。

※7 誤り訂正符号化する場合に必要な信号対雑音比が、誤り訂正符号化しない場合に比べて向上する割合です。

電子デバイス

研究・技術紹介



▶ SiCパワーデバイス開発

飛躍的な省エネ性向上で、低炭素社会の実現に貢献。



▶ SiCパワー半導体素子



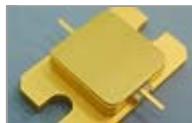
▶ フルSiCパワー半導体モジュール



▶ 大容量ハイブリッドSiCパワーモジュール



▶ 高効率GaN on GaNトランジスター



▶ GaN高出力増幅器

電子デバイス

SiCパワー半導体素子

産業

省エネ

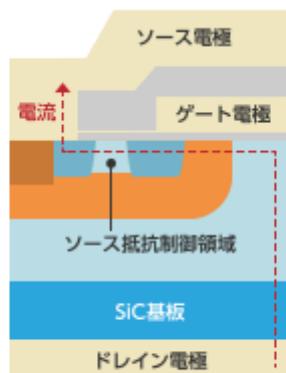
高信頼性

マーク説明 

独自の構造で電力損失を低減。

パワーエレクトロニクス機器の高信頼性と省エネに貢献します。

概要



開発したSiC-MOSFETの断面構造

パワー半導体モジュールに搭載される素子として、電流を高速に遮断する保護回路無しで使用でき、電力損失が世界最小※1のSiC ※2パワー半導体素子（SiC-MOSFET ※3）を開発しました。

独自の構造により素子のオン抵抗を40%、電力損失を20%以上改善。世界最小の電力損失を実現しました。パワーエレクトロニクス機器の高信頼性と省エネの実現に貢献します。

技術ポイント

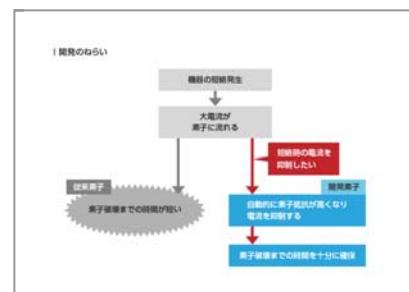
SiCパワー半導体素子の課題と開発のねらい

パワーエレクトロニクス機器では、さらなる高効率・小型化が求められており、キーパーツであるパワー半導体モジュールの素子にSiC-MOSFETを採用し、電力損失の低減を実現しています。

搭載機器で短絡が発生した場合、パワー半導体素子に大きな電流が流れ破壊につながるため、この電流を短時間で遮断する必要があります。特にSiCはSiと比較して素子の抵抗が低いため、短絡時に発生する電流が大きくなり、パワー半導体素子が破壊されるまでの時間（短絡許容時間）が短くなります。そのため、電流をより高速に遮断する保護回路を用いる対策などが不可欠です。

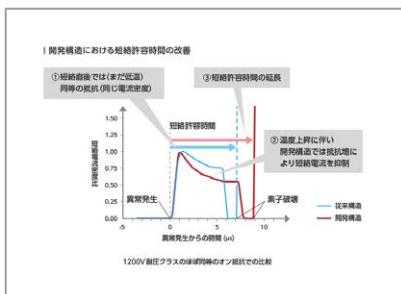
またSiC-MOSFETでは、短絡許容時間とオン抵抗はトレードオフの関係にあるため、短絡許容時間を長くするためには、素子抵抗もしくはチップサイズを増加する必要がありました。

当開発では、低抵抗を維持しつつ、短絡発生時の電流を抑制できる素子の実現を目指しました。



拡大表示

独自構造により、短絡許容時間を改善



SiC-MOSFETのソース領域を複数に分け、ソース抵抗制御領域を形成する独自構造を開発しました。これにより、同一オン抵抗素子の比較において、短絡発生時に素子破壊につながる過剰な短絡電流が抑制されるため、短絡許容時間を長くすることができます。

パワーエレクトロニクス機器では、短絡許容時間が長いほど短絡保護回路設計への制約が少なくなり、高い信頼性を得られやすくなります。

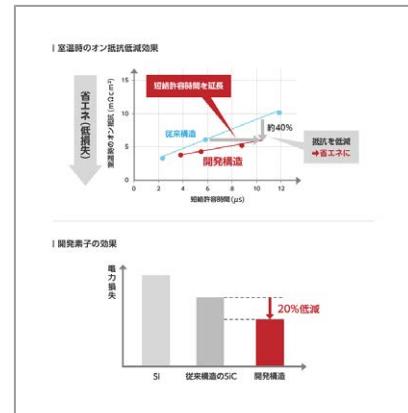
新開発の素子は、様々な耐圧のSiC-MOSFETに適用でき、すでに技術が確立済みのSiパワー半導体で使用されている短絡保護回路を活用することで、短絡時の安全な保護動作が可能です。

電力の低損失化を実現

新開発の素子は、短絡許容時間とオン抵抗のトレードオフ関係を改善し、短絡許容時間を長くすることができます。

Siパワー半導体で用いられている一般的な短絡許容時間の比較では、Siパワー半導体比で60%程度、従来構造のSiC-MOSFET比で約40%のオン抵抗低減となり、20%以上電力の低損失化を実現できます。

今後、素子の信頼性とモジュールとしての評価を含め、実用化を目指した開発を進めます。



※1 短絡許容時間8マイクロ秒以上の1200V耐圧パワー半導体において。2017年9月22日現在、当社調べ。

※2 Silicon Carbide (炭化ケイ素)

※3 Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor : 金属酸化膜半導体電界効果トランジスター

電子デバイス

フルSiCパワー半導体モジュール

産業

昇降機

環境対策

省エネ

省スペース

マーク説明

大容量化・小型化で産業用途への適用範囲を拡大。
さらなる低炭素社会の実現に貢献します。

概要



大容量フル SiC パワー半導体モジュール

パワー半導体素子をすべてSiC※1で構成したフルSiCパワー半導体モジュールの大容量化技術を開発。定格電圧1200Vのモジュールとして世界最大容量※2となる定格1200Aの検証用モジュールで、その動作を実証しました。

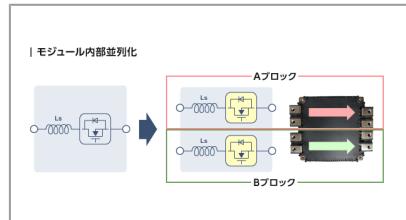
技術ポイント

世界最大容量のフルSiCパワー半導体モジュールを開発

SiC-MOSFET※3とSiC-SBD※4を搭載した1200V／1200A、2素子入りのパワー半導体モジュールを開発しました。

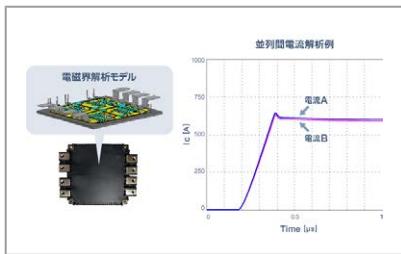
モジュール内部構造を最適化しサージ電圧を抑制

モジュール内部を2ブロックに分け、並列化することで高速スイッチング時に課題となるサージ電圧を抑制しました。



拡大表示

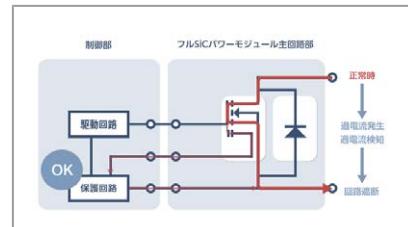
内部構造の最適構成で電流均等化



2ブロック間の電磁干渉を均一となるよう、チップ、各種配線を構成し、モジュール内部電流の均等化を実現しました。

高速短絡保護により、SiCパワー半導体素子の破損を回避

電流センス機能を内蔵したMOSFETを採用することで、短絡時に素子を破損する恐れのある大電流を高速で遮断。これにより、低抵抗素子の適用が可能となり、パワー半導体モジュールの電力損失低減に貢献できます。



動作検証において、電力損失低減を実証



検証用モジュールでの動作検証の結果、電力損失の約75%低減※5を実証しました。冷却器の大きさを半減できるなど、適用機器の小型化・軽量化に貢献し、FA機器・昇降機などの産業用途への適用拡大が期待できます。

※1 SiC (Silicon Carbide) : 炭素とケイ素が1:1の化合物

※2 2013年2月14日当社調べ。

※3 MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) : 金属酸化膜半導体電界効果トランジスター

※4 SBD (Schottky Barrier Diode) : 半導体と金属の接合部に生じるショットキー障壁を利用したダイオード

※5 同一運転条件でのSiモジュールとの比較。

※ 本開発の一部は国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の委託研究の成果を活用しています。

大容量ハイブリッドSiCパワーモジュール

交通

環境対策

省エネ

省スペース

マーク説明

ハイブリッドSiCパワーモジュールを適用したインバーターを
鉄道車両に搭載し、営業運転で省エネを実証。

概要



ハイブリッドSiCパワーモジュール

大容量ハイブリッドSiC※1パワーモジュールを開発。このパワーモジュールを適用した鉄道車両用インバーターを世界に先駆けて製品化しました。

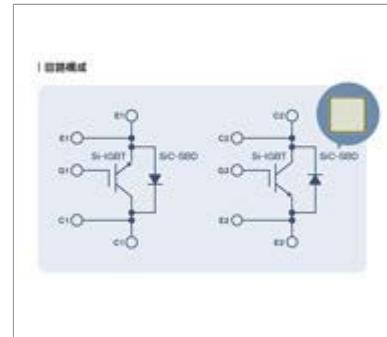
このインバーターを搭載した鉄道車両は2012年2月より営業運転を開始しており、SiCを適用することによる省エネ効果を世界で初めて※2実証しました。

技術ポイント

大容量ハイブリッドSiCパワーモジュールを開発

SiC-SBD※3とSi-IGBT※4を組み合わせたハイブリッド構造による定格1200A／1700Vの大容量パワーモジュールを開発。

SiC-SBDを搭載したIGBTモジュールとしては世界最大容量※5です。



拡大表示

SiCパワーモジュール適用鉄道車両用インバーターの製品化

大容量SiCパワーモジュールを適用することで、従来製品と比べ、電力損失を30%低減しました。

体積・質量は従来製品と比較して40%低減しました。



SiCパワーモジュール適用鉄道車両用インバーター

世界初、営業運転車両での省エネを実証

2012年2月より、東京メトロ銀座線01系車両での営業運転を開始。実証実験の結果、従来の01系車両に比べ、38.6%※6の省エネを実証しました。

また、電力回生率を51.0%まで向上し、従来よりも高効率なエネルギー利用が可能となりました。

SiCパワーモジュールを適用した鉄道車両用インバーター装置の営業運転車両での省エネ実証は、世界初です。



省エネを実証した東京メトロ銀座線01系車両

※1 SiC (Silicon Carbide) : 炭素とケイ素が1:1の化合物

※2 2012年2月現在、当社調べ

※3 SBD (Schottky Barrier Diode) : 半導体と金属の接合部に生じるショットキー障壁を利用したダイオード

※4 IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) : 絶縁ゲート型バイポーラトランジスター

※5 2010年1月現在 当社調べ

※6 電力回生ブレーキ方式の変更による省エネを含む

本開発の一部は国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の委託研究の成果を活用しています。

高効率GaN on GaNトランジスター

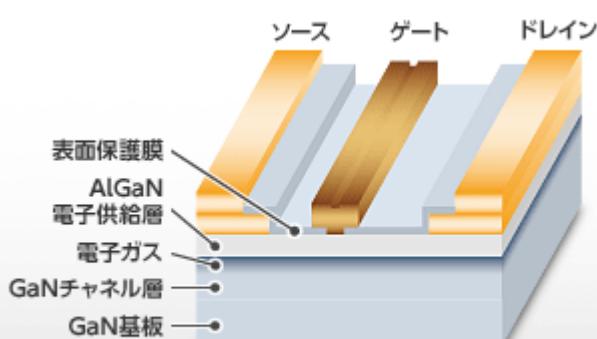
通信

ネット社会

マーク説明

高効率な高周波トランジスターへの道を拓く、先進のテクノロジーです。

概要



ワイドバンドギャップ半導体である窒化ガリウム (GaN) を用いたトランジスターは、耐電圧が大きく、電子移動度が高いため、高出力な高周波増幅器への応用に適しています。今回、GaN基板上にGaN結晶を成長したホモエピタキシャルウェハー※1を用いて高効率なトランジスターを開発しました。従来のSiC基板上にGaN結晶を成長した場合よりも、さらに高性能な次世代高周波トランジスターへの道を拓く最新技術です。

技術ポイント

ホモエピタキシャルウェハーを採用

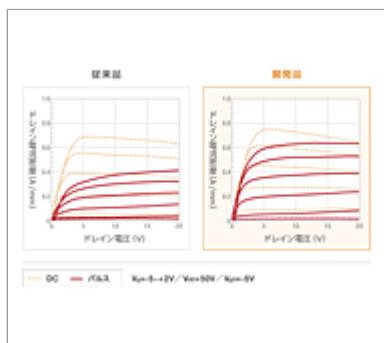
従来のGaN系トランジスターは、炭化ケイ素(SiC)、ケイ素(Si)やサファイア等の異種結晶基板上にGaN結晶を成長して形成されていました。しかしながら、これらの異種結晶基板とGaNの間で原子配列の間隔が異なるため、成長時に多量の結晶欠陥が導入されてしまうという課題を抱えています。今回、GaNのホモエピタキシャルウェハーを用いて、結晶欠陥が極めて少ないトランジスターを実現しました。



拡大表示

電流コラプスを1/2に抑制

GaN系トランジスターには、「電流コラプス」と呼ばれる電気特性上の問題があります。この問題は、欠陥準位への電子捕獲により形成される電界が、出力電流を低下させる事に起因します。高効率化のためには、この電流コラプスを抑制することが重要です。結晶欠陥が極めて少ないホモエピタキシャルウェハーにより、電子の捕獲を抑制しました。その結果、従来のSiCを基板に用いたトランジスターと比較して電流コラプスをおよそ1/2に抑制することに成功しました。



拡大表示

※1 基板とその上に成長する半導体を同一に揃え、結晶欠陥が最も少ないウェハー。

電子デバイス

GaN高出力増幅器

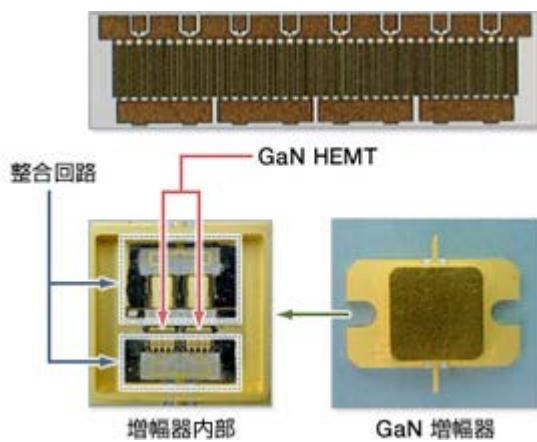
通信

省エネ

マーク説明

先進技術による高効率・増幅器が、
レーダー機器などの省エネ化・小型化を実現します。

概要



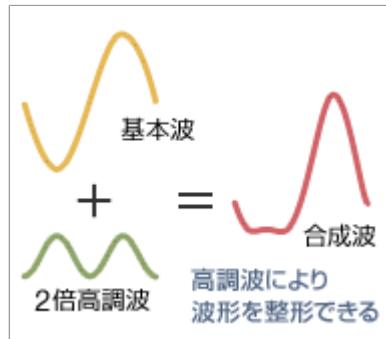
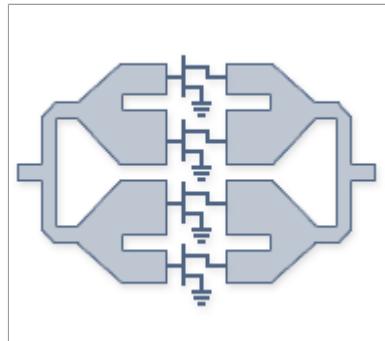
マイクロ波レーダーの探知距離拡大や衛星通信の大容量化には送信機の高出力化が必要です。三菱電機では高出力化を可能にするGaN^{※1}HEMT^{※2}による増幅器の基礎技術開発を行っています。GaN HEMTは従来の送信機用増幅器に使用されるGaAs^{※3}に比べて絶縁破壊耐圧が高く、高電圧で動作できるため高出力化に適しています。

GaNを使った増幅器は、供給された直流電力を出力信号の高周波電力に変換する効率（電力付加効率）が高く、消費電力の低減や機器の小型化が可能なため移動体通信機器や衛星など電源環境や実装環境で採用されています。しかしながら広帯域で高い効率を得るには、整合回路の改善が必要でした。三菱電機では非対称レイアウトの整合回路や高調波を効率よく反射する高調波反射回路を採用したGaN HEMT増幅器を開発。C帯^{※4}とX帯^{※5}において40%以上の高い電力付加効率を達成しました。これによりレーダー機器、通信用機器の省エネ化とともに廃熱機構の簡素化により、さらなる機器の小型化が可能となります。

技術ポイント

非対称レイアウトの整合回路

従来は高周波電力を増幅素子に分配する回路に対称なレイアウトの整合回路を用いていました。今回新たに非対称レイアウトの整合回路を開発。効率を高めることに成功しました。



高調波を効率よく反射する高調波反射回路

増幅器内部で発生する高調波が不適切に基本波に重畳されると効率が低下します。そこで整合回路内に2倍の高調波を効率よくトランジスタに反射させ、効率を改善させる高調波反射回路を開発しました。



C帯・X帯で40%以上の高い電力付加効率を達成

非対称レイアウトの整合回路や高調波反射回路などの新技術を採用した整合回路によるC帯の増幅器を開発。52%の電力付加効率を達成しました。従来のGaAsを用いた増幅器の出力電力20W 電力付加効率35%に比べて出力電力が3倍、効率が1.5倍にまで向上。X帯においても43%の高い電力付加効率を実現しました。

※1 Gallium Nitride、窒化ガリウム

※2 High Electron Mobility Transistor、高電子移動度トランジスタ。通常のトランジスタより高周波特性に優れる

※3 Gallium Arsenide、砒化ガリウム

※4 C帯、4GHzから8GHzの周波数帯の総称

※5 X帯、8GHzから12GHzの周波数帯の総称

研究・技術紹介



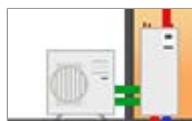
- ▶ **X線吸収効果を利用したRoHS指令対象物質高速除去技術**
臭素系難燃剤を含有するプラスチック破砕片を高速検知・除去。



- ▶ **摩擦帯電方式空気清浄デバイス**



- ▶ **空気質センサー**



- ▶ **欧洲ヒートポンプ式温水暖房システム向け暖房制御技術**



- ▶ **液晶テレビの音響技術**



- ▶ **欧洲ヒートポンプ式給湯システム向けスケール制御技術**



- ▶ **NCV高音質スピーカー振動板**



- ▶ **エアコン快適・省エネ制御「ムーブアイ」**



- ▶ **プラスチックマテリアルリサイクル**

摩擦帯電方式空気清浄デバイス

空調

暮らし

ビル管理

快適

環境対策

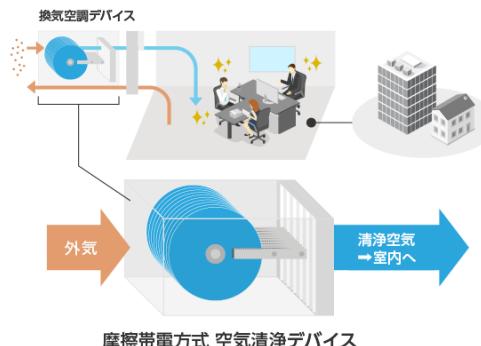
健康

マーク説明 

こする・あつめる・キレイが続く。

静電気を利用してダストを捕集し、快適空間を実現します。

概要



摩擦帯電による静電気を利用して、外気中のPM2.5や花粉・ホコリなどのダストを捕集し、清浄な空気を実現する空気清浄デバイスを開発しました。

自動清掃と再帯電により、省メンテナンスを実現。清浄で快適な空間の提供に貢献します。

拡大表示

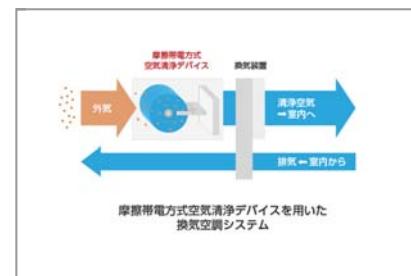
技術ポイント

換気空調システムへの搭載により、快適で清浄な空間を提供

摩擦帯電による静電気を利用して、外気中のPM2.5や花粉・ホコリなどを除去する摩擦帯電方式の空気清浄デバイスを開発しました。

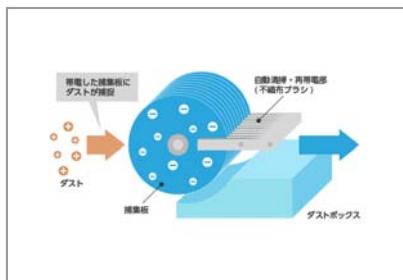
今後、換気空調システムへの搭載により、世界保健機関の環境基準（PM2.5濃度 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下）を満たす清浄空気による換気と、約10年間の継続使用を可能とする省メンテナンスの実現を目指します。

また、一般的な電気集塵機とは異なり、放電しないため、火災のリスクやオゾン・窒素酸化物の発生を低減します。



拡大表示

静電気を利用して、PM2.5や花粉・ホコリなどをキャッチ

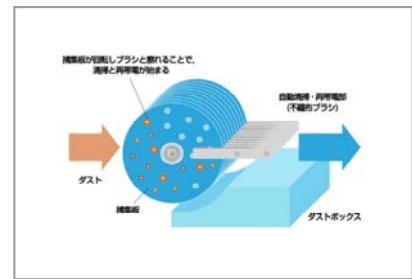


[拡大表示](#)

捕集板を回転させ不織布ブラシとの摩擦により静電気を発生させます。プラスに帯電した外気中のダストが、マイナスに帯電した捕集板に付着します。

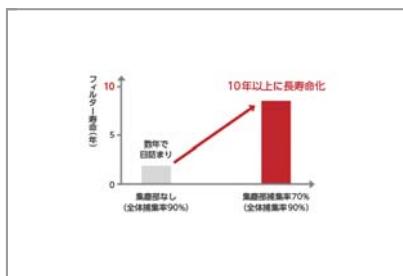
自動清掃と再帯電で、継続的に捕集

自動的かつ同時に捕集板表面の清掃と再帯電を行うので、性能を低下させることなく、継続的なダストの捕集ができます。



[拡大表示](#)

フィルターの目詰まりを抑え、省メンテナンスを実現



[拡大表示](#)

摩擦帯電を用いた集塵部で70%以上のダストを捕集するため、フィルターの目詰まりが低減。約10年間の使用が可能となり、省メンテナンスが期待できます。

空気質センサー

空調

安心

快適

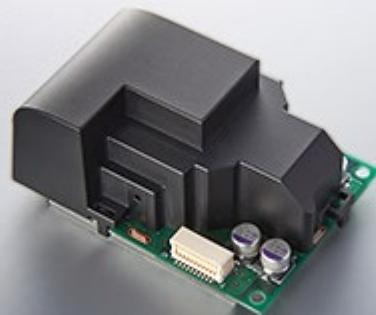
環境対策

高精度

マーク説明

PM2.5の濃度に加え、花粉・ホコリも識別。
見えない空気_ADDRESSに含まれる微粒子がわかって安心です。

概要



空気質センサー（開発試作機）

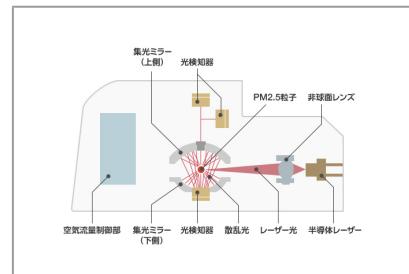
2.5ミクロン以下の粒子径の微粒子（PM2.5）の濃度を高精度に検出する「空気質センサー」を開発。

独自の構造でPM2.5の濃度だけではなく、花粉とホコリも識別することができます。空気中に浮遊する微粒子の濃度を正確に知ることで、目で見ることができない空気環境を実感できます。

技術ポイント

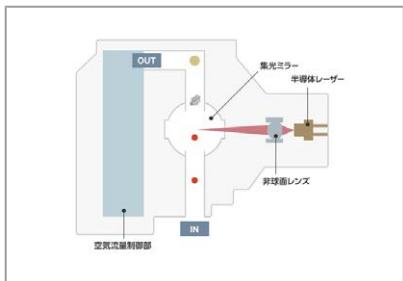
独自の構造でPM2.5の濃度を高精度に検出する小型センサーを開発

集光ミラーをダブルで採用し、微粒子がレーザー光源から光を散乱して生じる散乱光を高効率に集光し、空気_ADDRESSに含まれる微粒子の浮遊量を高精度に検出することができます。空気の流量制御とレーザー光の光路をともに確保する適正配置で、小型化も実現しました。



拡大表示

PM2.5以外に花粉とホコリの識別も可能



散乱光の変化度合を検知する形状判別アルゴリズムで、類似の大きさで形状の異なる花粉とホコリの識別をします。1つの光学系で3種類の微粒子を識別できるセンサーです。

[拡大表示](#)

家庭から公共施設まで、快適な空間を実現

空調機器と連携し、空気質に応じた運転制御を行うことで、快適な生活空間づくりや空調機器の省電力化に関する実証実験を開始します。また、家庭環境に限らず、ビル・病院・工場・車などの高い空気質やその管理を求められる施設への展開を検討していきます。



[拡大表示](#)

欧州ヒートポンプ式温水暖房システム向け暖房制御技術

空調

快適

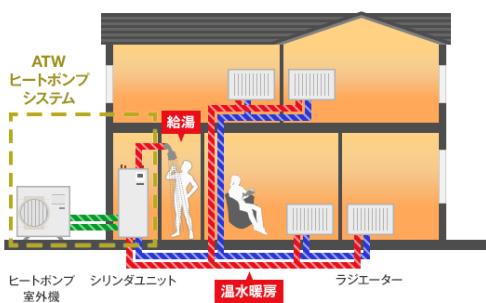
省エネ

マーク説明

建物の熱特性を学習して利用する温水暖房制御。
快適性・省エネ性向上に貢献します。

概要

■ Air To Water ヒートポンプ式温水暖房・給湯システム



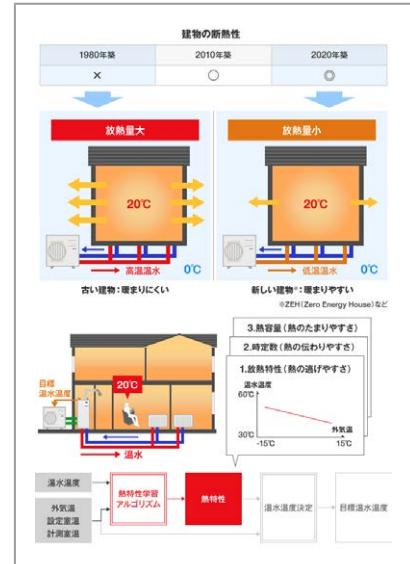
欧州向けAir To Water (ATW) ヒートポンプ式温水暖房・給湯システムに適用する温水暖房制御技術を開発しました。ATWシステムでは、ヒートポンプで生成した温水を各部屋に流して、住宅全体を温水暖房します。本開発技術では、建物ごとに異なる熱特性に合わせて温水暖房制御を行い、快適性と省エネ性の両立を実現します。

拡大表示

技術ポイント

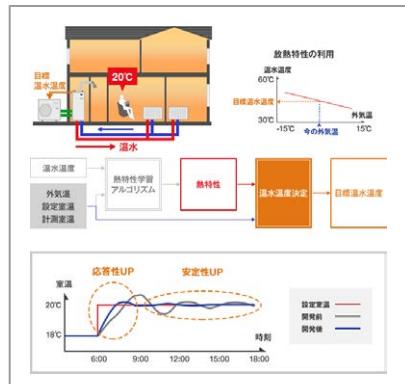
建物ごとに異なる熱特性を学習

建物の断熱性などの熱特性は建築年代によって異なり、年々向上しています。このため、快適な室温（例えば20°C）を保つために古い建物では高温の温水を流す必要があるのに対し、新しい建物では低温の温水を流しても同じ室温（20°C）にすることができます。今回、温水温度・外気温・室温の関係をモデル化し、ヒートポンプの運転データから放熱特性や時定数などの建物の熱特性を学習する熱特性学習アルゴリズムを開発しました。



拡大表示

熱特性を考慮して温水温度を決定



拡大表示

今回開発した温水暖房制御技術では、学習した建物の熱特性を考慮し、外気温・室温の変動に応じて適切な目標温水温度を決定します。これにより、設定室温を変更したときの応答性が向上するとともに、設定室温に到達してからの室温変動も小さくなり快適性が向上しました。またヒートポンプのムダな動きを削減することができるため、効率的にヒートポンプを運転でき、省エネ性も向上しました。

スコットランドの「住宅型空調冷熱システム評価施設」で効果を検証

本開発技術の効果は、スコットランドの「住宅型空調冷熱システム評価施設」で検証しています。



拡大表示

液晶テレビの音響技術

映像

暮らし

快適

省スペース

デジタル放送

マルチメディア

マーク説明 

液晶テレビの枠を超えたクリアで臨場感のある音質を実現する技術開発に取組んでいます。

概要

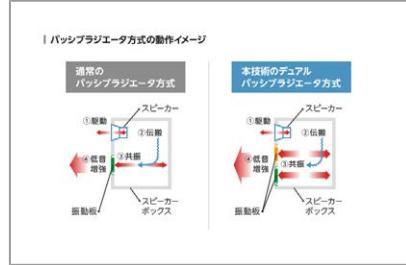


液晶テレビは大型化や高画質化と共に、まさにその場に身を置いたようなリアリティの高い再生音が求められています。当社ではDIATONE®※で培ってきたスピーカー技術と最新のデジタル信号処理技術を駆使し、テレビ内蔵スピーカーの枠を超えた高音質化を進めています。さらにデジタル放送で用いられる圧縮して伝送される音声信号の高音質化にも取組んでいます。

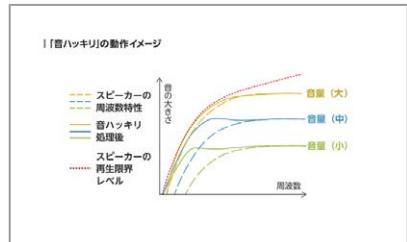
技術ポイント

DIATONE®の伝統と最新技術が融合した高音質スピーカー

DIATONE®スピーカーのナチュラルで繊細な音づくりの思想を忠実に継承しつつ、最新のシミュレーション技術を駆使し、液晶テレビのための高音質スピーカーを開発しました。当社の液晶テレビの一部のモデルでは、迫力のある低音が再生可能なスピーカー方式として、パッシブラジエーター方式を採用しています。パッシブラジエーター方式とは、通常のスピーカーに加え、駆動力を持たない振動板のユニットをスピーカーボックスに配置し、スピーカーの振動に合わせて振動板を共振させることで、低音のエネルギーを増強して再生するものです。今回、低音の再生効率をさらに高めるために、共振周波数の異なる2つの振動板を備えたユニットを用いたデュアルパッシブラジエーター方式を採用しました。この方式は、2つの振動板ユニットの共振周波数の組み合わせ方によって特性が大きく変化するため、従来は何度も試作を行い、試行錯誤を繰り返して最適な構成を探る必要がありました。そこで当社ではスピーカーと2つの振動板ユニットの挙動や特性を同時に、かつ正確に解析できる独自のシミュレーション技術を開発。この技術を設計に活用することで最適なユニット構成を得ることに成功しました。



拡大表示

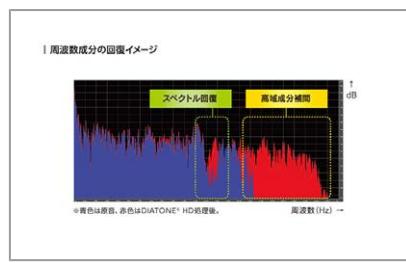


拡大表示

スピーカーの能力を限界まで引き出す信号処理「音ハッキリ」

スピーカーの動作をリアルタイムに把握し、再生音が歪み始める限界ギリギリまでスピーカーが本来もつ低音再生能力を引き出す、新しい信号処理技術「音ハッキリ」を開発しました。迫力のある低音を再生するためには、スピーカーに大きな信号を入力する必要があります。一方、スピーカーの振動板の振幅は低音ほど大きいという特徴があり、低音域に大きな信号が入力されると振幅の限界を超えて音が歪んだり、最悪の場合には破損に繋がります。そのため従来は、いかなる再生音量でもスピーカーの振幅限界に至らないよう低音域の入力信号をフィル

ターで大胆にカットし、低音域の再生を控えめにする設計が一般的でした。しかし、これではスピーカー本来の低音の再生能力を生かしきれません。特に小さな音量で聴くときには、スピーカーの動作に余裕があるにも関わらず、貧弱な低音しか再生できないという欠点にも繋がります。当社が新たに開発した「音ハッキリ」では、入力信号のレベルや周波数成分からスピーカーの動作を常に予測し、スピーカーの振幅限界を超えないように低音の再生帯域を瞬時に自動制御します。これにより大きな音量域でも歪を発生させることなく、小さな音量域では豊かな低音が再生できるという、これまでの二律背反の課題を解決することに成功しました。



拡大表示

失われた音を再現する音声補間技術「DIATONE® HD」

スピーカー高音質化に加え、再生する音源のさらなる高音質化を行う技術「DIATONE® HD」を開発しました。デジタル放送などに用いられる圧縮音声は、圧縮過程で高音成分や音の拡がりを表現する成分がカットされる傾向があり、圧縮前の音声に比べ立体感や奥行感が損なわれる可能性があります。圧縮過程で失われた音の成分を予測補間する技術「DIATONE® HD」により圧縮前の音声が有する立体感や奥行感を再現し、臨場感のある音を実現しました。

※ 「DIATONE®」 「ダイヤトーン」 および、そのロゴは当社の登録商標です。

欧州ヒートポンプ式給湯システム向けスケール制御技術

空調

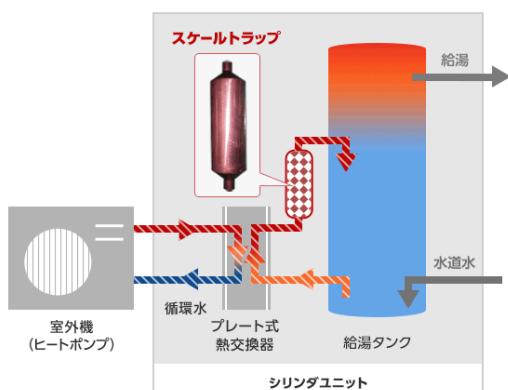
高信頼性

マーク説明

スケール※1付着からプレート熱交換器を保護し、
欧州ヒートポンプ式給湯システムを高効率化します。

概要

わき上げ時



スケール付着からプレート式熱交換器を保護する「スケールトラップ」を開発しました。これにより、欧州ヒートポンプ式給湯システムへのプレート式熱交換器の搭載を実現し、本システムを高効率化できました。

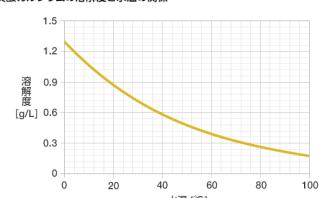
拡大表示

技術ポイント

スケールの主成分は炭酸カルシウム

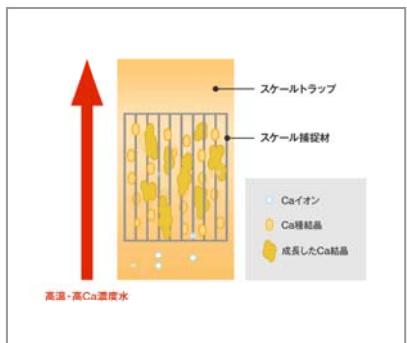
給湯機の性能を低下させる原因となるスケールは、炭酸カルシウムが主成分です。欧州の水は硬度が高く、炭酸カルシウムが多くまれています。炭酸カルシウムは水温が高いほど溶解度が小さくなるため、水に溶けずにスケールとして沈殿しやすくなります。プレート式熱交換器は流路が狭く、発生したスケールが付着して効率低下や流路閉塞が懸念されます。最も水温の高いプレート式熱交換器の出口にスケールトラップを設置して、効率的にスケールを捕捉します。

炭酸カルシウムの溶解度と水温の関係



拡大表示

結晶成長を利用したスケール捕捉



[拡大表示](#)

今回開発したスケールトラップには、金属繊維のスケール捕捉材が内蔵されています。捕捉材表面に付着したカルシウムの種結晶を核とし、結晶成長させて水中のカルシウムを除去します。捕捉したスケールは全てトラップ内に保持し、15年間メンテナンスフリーです。

※1 カルシウム化合物などが沈殿、付着した固体物。

NCV高音質スピーカー振動板

暮らし

高信頼性

高精度

マルチメディア

マーク説明 

高い伝搬速度と適度な内部損失を実現する新素材を開発。
音源により近い音の再生に成功しました。

概要

NCVスピーカー振動板



1.中低音用振動板



2.高音用振動板

カーボンナノチューブを樹脂に配合した射出成形可能な新素材により、金属製振動板に匹敵する高い伝搬速度と紙製振動板同等の適度な内部損失をあわせもつNCV※1高音質スピーカー振動板を開発しました。

低音用から高音用までスピーカー振動板素材を同一にすることができる、音質が統一された音源により近い音の再生を実現します。

ニュースリリース

- ▶ 2017年10月20日 [三菱電機車載用DIATONEスピーカー「DS-G300」発売のお知らせ](#) 
- ▶ 2016年10月11日 [三菱電機車載用DIATONEスピーカー「DS-SA1000」発売のお知らせ](#) 
- ▶ 2014年10月02日 [三菱電機車載用DIATONEスピーカー「DS-G500」発売のお知らせ](#) 

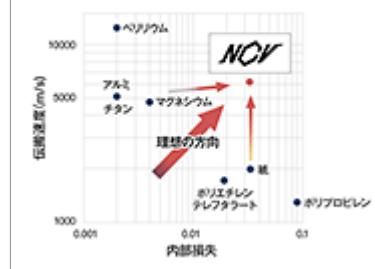
技術ポイント

高い伝搬速度と適度な内部損失の両立に成功

カーボンナノチューブと数種類の樹脂を最適配合し、射出成形による薄肉成形が可能な新素材を開発しました。

金属製振動板を代表するチタン、アルミニウムを凌ぐ毎秒6,300m以上の高い伝搬速度を達成するとともに、紙製振動板と同等の適度な内部損失を有する樹脂成形振動板を実現。高音質振動板に求められる伝搬速度と内部損失の特性を両立しました。

■振動板用素材と伝搬速度と内部損失の関係



拡大表示

統一感のある音源により近い音を再生

開発したNCVスピーカー振動板は、低音から高音までの全音域を正確に再生することができ、各音域用の振動板を同一素材にすることができます。

また音域分割した複数のスピーカーを使用した場合でも、従来の異なる振動板素材を使ったスピーカーでは困難な全音域で統一感のある音源により近い音の再生を実現します（左写真は、DS-G300）。

車載用DIATONEスピーカーに搭載

開発したスピーカー振動板は、車載用DIATONEスピーカーとして市販4機種（DS-SA1000、DS-G500、DS-G300、SW-G50）、ディーラーオプション5系統に搭載されています。

参考：車載用 DIATONEスピーカー

※1 Nano Carbonized high Velocity

エアコン快適・省エネ制御「ムーブアイ」

空調

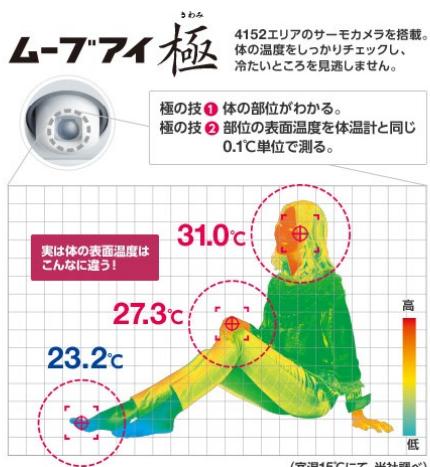
省エネ

快適

マーク説明

人の位置や生活エリアのすみすみまで検知。
ムダな運転を抑え、大幅な省エネ化を実現しました。

概要



床の温度や人のいる位置だけでなく、体の姿勢・部位を検知し、業界で唯一※1、0.1°C単位で手足の温度を直接計測する赤外線センサー「ムーブアイ極」を開発し、当社ルームエアコン「霧ヶ峰」に搭載しています。手足の先までのきめ細やかなセンシングで、冷え（冬季）や冷えすぎ（夏季）のない快適空調を実現しました。

拡大表示

技術ポイント

手足の温度を直接見る唯一のセンサー

4152エリアのサーモカメラを搭載し、人の手足の温度を体温計と同じ0.1°C単位で計測。体感温度を瞬時に判断して、足冷え（冬季）、冷えすぎ（夏季）を検知し、手足の先まで快適な気流制御を可能にしました。

また、ピンポイントで気流を届けることで快適性と省エネ性を同時に実現しています。



[拡大表示](#)

360°センシングで部屋のすみずみまで見はる



[拡大表示](#)

従来の160°から業界初の360°センシングを実現。

部屋のすみすみだけでなく、エアコン設置面のふく射も見張ります。

進化し続けるセンサー ムーブアイ

独自のセンシング技術に磨きをかけ、これからも進化し続けるムーブアイで、さらなる快適をお届けします。

2000	業界初 [広射センサー]搭載	
2005	ワイドリビングを見はる [ムーブアイ]誕生	
2007	人を捉えて温度を届ける [人感ムーブアイ]誕生	
2013	ハイブリッド温凍で快適 [エコムーブアイ]誕生	
2015	業界初*の360°センシング [ムーブアイ]誕生	

*2014年10月15日現在、当社調べ。国内ルームエアコンにおいて。

[拡大表示](#)

※1 2014年10月15日当社調べ。体表温度を直接測る技術。国内ルームエアコンにおいて。

プラスチックマテリアルリサイクル

空調

暮らし

環境対策

マーク説明 

プラスチックの大規模・高純度なリサイクル技術を開発し、家電製品への適用を進めています。

概要



 拡大表示

使用済み家電製品の破碎処理により発生する混合プラスチック（破碎片）から、高純度な単一プラスチックを回収し、新たに製造する家電製品に再利用するマテリアルリサイクル技術を開発しました。

破碎処理で発生する混合プラスチックは、複数種のプラスチックが混在するため素材価値がほとんど無く、焼却や埋立により処理されていました。

当社はこの混合プラスチックから家電製品の主要3大プラスチックであるポリプロピレン（PP）、ポリスチレン（PS）、アクリロニトリル-ブタジエン-スチレン（ABS）を大規模・高純度に自動選別する独自の比重選別技術、静電選別技術とRoHS指令対象物質除去技術を開発し、さらにリサイクル材の高付加価値化のための改質技術や意匠部品適用可能な調色技術も開発しました。

これらにより使用済み家電から回収されるプラスチックの約70%の再利用が可能になります。

技術ポイント

ポリプロピレン、ポリスチレン、ABS樹脂を純度99%以上で回収

混合プラスチックから独自の比重選別、異物除去でポリプロピレン樹脂を高純度に回収（99%以上）、さらに独自の比重選別、静電選別、異物除去でポリスチレンやABS樹脂を高純度に回収（99%以上）する技術を確立しました。

X線吸収効果を利用してRoHS指令対象物質を除去

X線透過像方式を用いて、RoHS指令対象物質である臭素系難燃剤を含有するプラスチック破砕片の全数を高速で検知し、除去する技術を確立しました。

赤外光を利用して回収プラスチックの純度を自動検査

株式会社島津製作所と共に、赤外線の反射スペクトルから、瞬時にプラスチックの種類を判別する技術を開発し、リサイクル現場での自動純度検査を実現しました。



[拡大表示](#)

リサイクル材の調色による意匠性向上



[拡大表示](#)

混色プラスチック破砕片から、白色系プラスチック破砕片を選別し、選別された白色系プラスチック破砕片に白色顔料を適量配合することにより、意匠部品に適用可能な白色系リサイクル材を開発しました。

更に、リサイクル材に改質剤を添加し、難燃性（UL94 0.8mm V-0）、耐候性および耐熱性（70°C10年相当）を付与した高付加価値材料を開発。リサイクル材の適用を拡大しました。

新たな家電製品での再利用を推進

耐久性や機能性を付与する改質技術を用い、耐久消費財である家電製品（当社製ルームエアコン、テレビ、冷蔵庫、掃除機等の部品）でのリサイクル材の再利用を推進しています。



[拡大表示](#)

表彰実績

「2017年（第27回）日経地球環境技術賞 優秀賞」を受賞



「家電リサイクルにおけるプラスチック循環の拡大」で日経地球環境技術賞 優秀賞を受賞しました。

詳しくは [こちら](#) (PDF: 488KB)



「第45回 市村産業賞 功績賞」、「資源循環技術・システム表彰 経済産業大臣賞」を受賞



産業分野の進展に貢献があった者に授与される「市村産業賞」において、当社の「循環型社会を創生する家電プラスチックの高度選別回収・再生技術」は、2013年4月に「第45回功績賞」を受賞しました。

また、同年10月には、「平成25年 資源循環技術・システム表彰」において、最高位の経済産業大臣賞を受賞しました。

その他の受賞歴

(財) 日立環境財団／日刊工業新聞社「第37回 環境賞」環境大臣賞・優秀賞 (2010年)

(社) エネルギー資源学会「第23回技術賞」 (2010年)

(社) プラスチック成形加工学会 第21回「青木固」技術賞 (2011年)

(公財) 発明協会 平成27年度近畿地方発明表彰 発明奨励賞 (2016年)

研究・技術紹介



▶ 海水アンテナ「シーエアリアル®」

海水の水柱がアンテナになる新技術「シーエアリアル®」。



▶ 放射能分析技術

先進の信号復元技術により高速で、高精度な分析を実現。

新事業提案



▶ 金融バックオフィスの自動化

センシング



▶ 豪雨早期予測向け水蒸気・風計測ライダー

共通基盤技術



▶ コンパクトなハードウェアAI

センシング



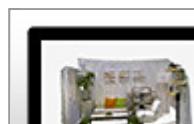
▶ 遠方物体認識技術

メディアインテリジェンス



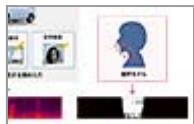
▶ リアルタイム混雑予測技術

新事業提案



▶ モバイル端末による3次元モデル再構成技術

メディアインテリジェンス



▶ 車内音声通話の雑音除去技術

材料技術



▶ スマートエアコーティング

材料技術



▶ ハイブリッドナノコーティング

共通基盤技術



▶ EMC設計・評価技術

共通基盤技術・その他

金融バックオフィスの自動化



暮らし

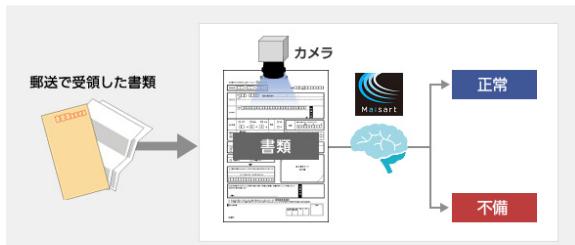
快適

マーク説明

AIが書類の不備を自動的にチェック。
書類作業の負荷を大幅に低減します。

概要

書類自動不備チェック/自動登録

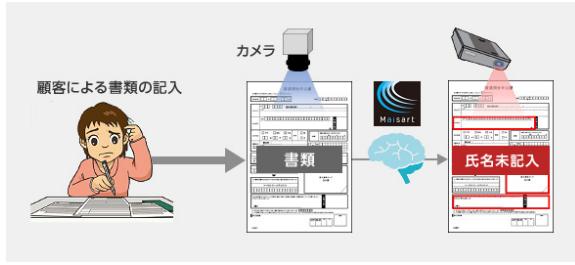


当社AI技術「Maisart®（マイサート）※1」を用いて、バックオフィス（主に書類管理の対応をしている部署）や窓口業務での書類作業を効率化し、作業量を1/5に低減する「金融バックオフィスの自動化」を開発しました。

今回開発したのは、郵送で受領した書類などに対応する「書類自動不備チェック／自動登録」と窓口などの顧客による書類記入を支援する「書類記入ナビゲーション」の2つの機能です。

バックオフィスの方にとって、書類作業の負荷が高いという課題がありました。また、銀行や役所等で記入が必要な書類が多く、混乱した経験がある方も多いと思います。今回の技術は書類を管理する方、作成する方の双方にとっての負荷低減に貢献します。

書類記入ナビゲーション（プロジェクトマッピング）



拡大表示

技術ポイント

「書類自動不備チェック／自動登録」機能

多種・大量の書類をチェックしなければならないバックオフィス等の部署において、最初に種類ごとに書類を仕分けする作業をAI化することで、作業負荷を軽減できます。

「書類自動不備チェック／自動登録」機能では、書類を抽象的に捉え、その特徴量をカメラで取得し、「Maisart」のディープラーニングによって判定するという書類の仕分けを実施します。

これにより、口座開設申請書、住所変更申請書などの書類を仕分けた上、カード添付がない、お届け印がないといった不備のある書類と、不備がなく正常な書類を、自動で分類することができます。さらにこの機能では、書類の登録も自動で行います。



▶ 解説ムービーを見る

「書類記入ナビゲーション」機能



「書類記入ナビゲーション」機能では、銀行や役所の窓口等での顧客による書類記入を支援します。この機能は、書類の特徴量をカメラで取得し、口座開設申請書、住所変更申請書などのいずれかに判定した上で、記入すべき箇所、記入に不備のある箇所をプロジェクトマッピングで指摘します。

またこの機能が書類やカードの特徴量を正確に把握しているので、もし書類を動かしたとしても所定の箇所をプロジェクトマッピングで追従することができます。

[▶ 解説ムービーを見る](#)

仕分けから確認までの作業を1/5に低減

「金融バックオフィスの自動化」の技術により、書類の仕分けから、記入内容のチェック、データ登録、確認までの作業全体にかかる時間が1/5に軽減できることを実測により確認しました。

「書類自動不備チェック／自動登録」機能、「書類記入ナビゲーション」機能ともに演算量が少なく、パソコン等で用いられている汎用プロセッサでの実施が可能であり、導入が容易なため普及が見込めます。

従来もテンプレートマッチングなどの技術により、同様の機能は可能でしたが、膨大なプログラミング作業が必要でした。

今回、「Maisart」のディープラーニングを適用することで、膨大なプログラミング作業が不要となりました。書類作業による負荷低減を通して、快適で活力ある社会の実現に貢献します。

※1 Maisart（マイサート）: Mitsubishi Electric's AI creates the State-of-the-ART in technologyの略
全ての機器をより賢くすることを目指した当社のAI技術ブランド

「Maisart」は三菱電機株式会社の登録商標です。

豪雨早期予測向け水蒸気・風計測ライダー

暮らし

防災

安心

安全

快適

高齢化社会

マーク説明 

水蒸気量の僅かな変化を捉えて豪雨を早期に予測。
迅速な避難を実現し、人・暮らしの安全を守ります。

概要



▶ [解説ムービーを見る](#)

大気中の水蒸気量を高精度に計測し、豪雨の早期予測を可能にする水蒸気・風計測ライダー※を開発しました。

近年、地球温暖化に伴う異常気象が世界中で増加しており、特にゲリラ豪雨については、住民の安全な避難行動を促すために、より早期の警報発令が求められています。ゲリラ豪雨の際、安全に避難するために豪雨発生の90分以上の予測が必要とされていますが、従来の気象レーダーの観測では積乱雲の発生から予測するため、豪雨発生の約30分前しか予測できませんでした。

当社では風計測ライダーの技術を応用した、「水蒸気・風計測ライダー」の開発に取組んでいます。今回、水蒸気・風計測ライダーから、水蒸気に吸収される波長と吸収されない波長のレーザーを同時に送信し、それらがエアロゾル（大気中のちり）に当たって跳ね返ってきた際の受信強度比から水蒸気量を精度 $0.8\text{g}/\text{m}^3$ で計測する技術を開発しました。さらに、当社がこれまで培ってきた風計測ライダーの技術で上昇気流も同時に計測することで、積乱雲の発生前の“雲の卵”をいち早くキャッチ。ゲリラ豪雨の約90分前の予測を支援することを目指し、研究開発を推進しています。

ニュースリリース

[風力発電向けの風計測ライダを開発](#) 

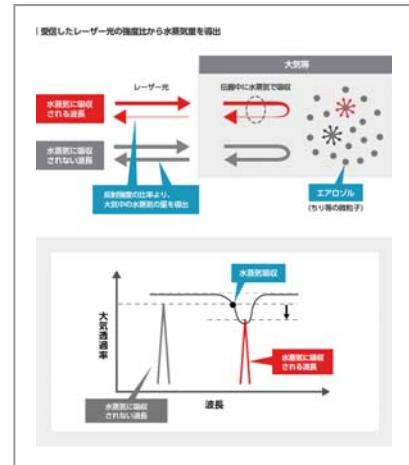
[早期の豪雨予測に貢献する水蒸気・風計測ライダーの実証実験を開始](#) 

技術ポイント

ライダーによる水蒸気検出の原理

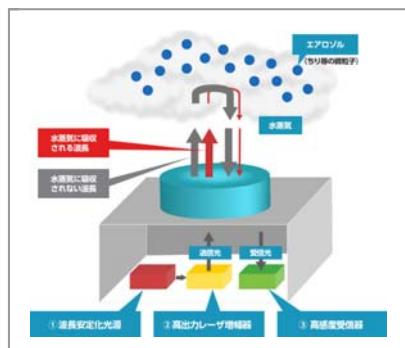
まず、ライダーから大気に向けて、二つの波長のレーザー光を同時に出力します。一つの波長は大気中の水蒸気に吸収される波長、もう一つの波長は大気中の水蒸気に吸収されない波長です。

これら二つの波長のレーザー光を同時に出し、大気中のちりに当たって跳ね返って戻ってきたレーザー光を同時に受信。レーザー光の受信強度を比較することで水蒸気量を計測します。



[拡大表示](#)

水蒸気計測ライダーの開発



[拡大表示](#)

今回、水蒸気を計測するために（1）波長安定化光源（2）高出力レーザー増幅器（3）高感度受信器を開発しました。

- (1) 波長安定化光源は、送信するレーザー光の波長を高精度で一定に保つことが可能です。
- (2) 高出力レーザー増幅器は、30kmまで到達するレーザーを出力します。
- (3) 高感度受信器は、微弱な反射光のわずかな波長の変化を受信します。

これらの開発により、水蒸気量の精度0.8g/m³という豪雨の早期予測に必要な僅かな変化を捉えることに成功しました。

さらに今回の開発では、水蒸気量の計測と併せて、当社がこれまで培ってきた風計測ライダーの技術で上昇気流を同時に検出することも可能であり、積乱雲の発生前の“雲の卵”をキャッチし、豪雨の早期予測に貢献します。

今後も災害の予防に役立てるよう研究開発を推進していきます。

※ ライダー : LIDAR (LIght Detection And Ranging)

コンパクトなハードウェアAI



映像

空調

暮らし

交通

産業

昇降機

情報

ビル管理

安全

安心

快適

省コスト

マーク説明

小規模なFPGA^{※1}にコンパクトなAIを実装。
AIの適用分野が大幅に拡大します。

概要



▶ 解説ムービーを見る

当社のAI技術「Maisart®（マイサート）^{※2}」には、すべてのモノを賢くする「コンパクト化」という特長があります。当社では機械学習のひとつ「ディープラーニング」の推論に用いるネットワーク構造と計算方法を分析。推論精度を保つまま、推論処理の演算量・使用メモリー量を90%削減^{※3}することに成功しました。

さらに計算順序の効率化と回路構成の最適化により、小規模なFPGAにも実装できる「コンパクトなハードウェアAI」を開発。「Maisart」をFPGAに実装することで、低コスト化やリアルタイム性が向上しました。

ニュースリリース

コンパクトな人工知能

コンパクトなハードウェアAI

技術ポイント

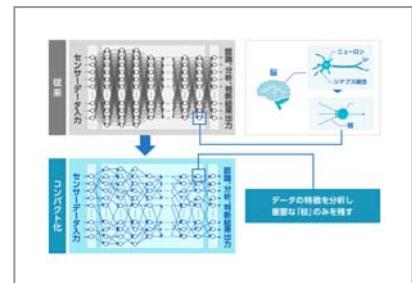
「ディープラーニング」の計算方法を分析し、コンパクト化

「ディープラーニング」とは、人間の脳神経の接続を模擬した何層もの深いネットワーク構造を持つ機械学習のことで、データの特徴をより深いレベルで学習し、非常に高い精度で特徴を認識できます。

従来は入力データの特徴を人間が抽出して、プログラム化し、コンピュータに教え込んでいました。「ディープラーニング」ではコンピュータが自ら特徴抽出を行い、判断や推論ができるということが現実のものとなりました。

「ディープラーニング」によりAIは大きく発展しました。しかし多層のネットワーク構造を用いて計算を行うため、処理に必要な演算量・メモリー量が膨大になります。そのため大規模なサーバーが必要となり、サーバーやネットワーク設備のコストが増大するという問題がありました。

そこで当社では「ディープラーニング」のネットワーク構造と計算方法を分析。ネットワークにおいて重要な「枝」のみを残して、他の「枝」は省略しても計算精度を保つことができるような計算方式を開発しました。これにより演算量・使用メモリー量を90%削減し、コンパクト化することに成功しました。



□ 拡大表示

AIで身の回りの様々な機器を賢く



□ 拡大表示

AIのコンパクト化により身の回りの様々な機器にAIを搭載することが可能となります。

例えば、車載機器への搭載によりドライバーの普段の運転から漫然運転（ぼんやり運転）が検知でき、工作機械では工場現場での人の作業分析が可能になります。

大量のデータをサーバーに集約して処理していた従来の方法と比べ、AIを機器内に搭載することで、従来のサーバー処理のようにネットワークを介する必要がないため、ネットワーク環境に依存せずに高速処理を実現できます。さらに機密情報をサーバーにアップロードする必要がないため、高いセキュリティ環境を構築できます。

コンパクトなAIで身の回りの機器を賢くし、リアルタイム性の向上、高いセキュリティ環境の構築により、安心・安全・快適な社会の実現に貢献します。

「Maisart」のFPGA搭載により、処理速度10倍を実現

さらに当社では「Maisart」をFPGAに実装するために適したアルゴリズムを開発しました。従来は「ディープラーニング」の重要でない「枝」を切り、演算量を削減するという手法が用いられていましたが、「枝」の接続が不規則であるという特徴がありました。

CPUへの実装では問題にはなりませんでしたが、FPGAの「計算を並列で処理する」という特長を活かした効率的な実装が困難でした。そこで今回、「枝」の間引きに一定の規則性をもたせたアルゴリズムを開発し、FPGAへの効率的な実装を可能にしました。

今回の技術を用い、走行車両から撮影した道路標識が何の標識かを認識する画像認識の実証実験を行いました。今後の自動運転の時代に向けて、高精度地図を自動作成するために必要となる技術です。

FPGAに従来のAIを実装した場合と、「Maisart」を実装した場合を比較すると、「Maisart」は映像が滑らかです。従来のAIでの認識処理が約6fps^{※4}に対して、「Maisart」では60fpsを達成。約10倍の高速化を実現しました。

FPGAの「並列処理」という特長を活かした実装を可能にすることで、リアルタイム性の向上や低コスト化を見込めることが可能、「Maisart」の適用分野の拡大に貢献します。

※1 FPGA : Field Programmable Gate Arrayの略。プログラミングによって動作変更が可能なLSI

※2 Maisart（マイサート）: Mitsubishi Electric's AI creates the State-of-the-ART in technologyの略
全ての機器をより賢くすることを目指した当社のAI技術ブランド

※3 当社比較

※4 fps : frame per secondの略 1秒間に何コマを処理できているのかを示す

「Maisart」は三菱電機株式会社の登録商標です。

本技術は情報技術総合研究所と設計システム技術センターの共同開発です。



▶ [解説ムービーを見る](#)

遠方物体認識技術



暮らし

交通

安心

安全

快適

高精度

マーク説明

車両後側方の物体を素早く認識。

「Maisart」でさらなる低演算量化を実現しました。

概要



当社のAI技術「Maisart®（マイサー卜）※」を活用した「遠方物体認識技術」を開発しました。この技術を「電子ミラー」に適用した場合、車両後側方の物体を100m程度の遠方から早期にカメラで認識でき、業界最高性能を実現します。

自動車のバックミラーやサイドミラーをカメラとモニターで代替するシステム「電子ミラー」は、2016年6月に欧州や日本で認可されました。この認可に伴い、車両周囲の映像を表示するだけでなく、映像解析により近づいてくる物体の認識という、さらなる付加機能の創出を検討しています。

▶ 解説ムービーを見る

従来、高速道での自車他車間の相対速度が大きい場合、遠方での物体認識が必要でしたが、遠方の物体は見かけの動きが

小さく、物体検知を行うことは困難でした。

当社では独自のアルゴリズム「視覚認知モデル」により、遠方の物体でも早期に検知する技術を開発。同時に検知した物体の種類（人、乗用車、トラックなど）を識別し、ドライバーに注意を促すことで車線変更時などの事故防止に貢献します。

今後、多様な走行環境での評価に基づき、より精度の高いアルゴリズムへの改良を図り、安全性を確保できるよう研究開発を推進します。

ニュースリリース

「電子ミラー向け物体認識技術」を開発

技術ポイント

独自のアルゴリズム「視覚認知モデル」を開発

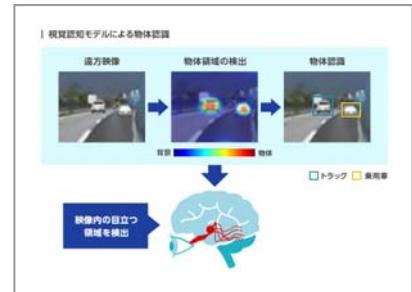
今回、視野内の目立つ領域に優先的に着目するという人間の「視覚的注意」を模倣した独自のアルゴリズムである「視覚認知モデル」を開発しました。

人の認知機能のうち、視覚特性は際立って優れています。例えば、特に意識していないなくても、赤色や黄色はパッと目に入ってきます。車のブレーキランプや停止信号は赤色、工事現場のヘルメットや小学生がかぶる帽子は黄色をしています。

これは、目の「誘目性」とよばれる性質を利用しておおり、特に意識しなくとも人は瞬時にこれらの色は気付き、行動することができるからです。

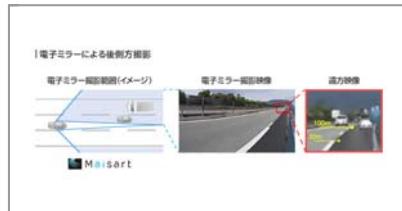
こうした視野内の目立つ領域に無意識下でも優先的に着目するという性質を「視覚的注意」といい、この「視覚的注意」を模倣したアルゴリズムが独自に開発した「視覚認知モデル」です。

「遠方物体認識技術」では「視覚認知モデル」により、映像内の目立つ領域のみを検出することで演算量を削減し、人の視覚と同じく高速に物体を検出することができます。



[拡大表示](#)

「Maisart」により、リアルタイムに物体を検出・識別



[拡大表示](#)

今回の「視覚認知モデル」では低演算量を実現し、さらに「Maisart」を取り入れています。「Maisart」の演算量をコンパクトにするという特長を活かし、さらなる低演算量化を実現しています。

それにより車載機器などの組み込みシステム上でリアルタイムに動作させることができになりました。さらに、カメラに写る画素数が非常に少ない（20ピクセル程度）場合であっても重要な情報として認識し、検知した物体の種類（人、乗用車、トラックなど）を識別することも可能としました。

今回の開発では、従来は30m程度であった最大検出距離を業界最高性能となる100m程度にまで拡大し、検出精度を14%から81%にまで向上させることに成功しました。

交通事故全体のうち、車線変更時の事故が多くを占めています。単に後側方映像をドライバーに見せるだけでなく、センシング技術によって危険を認識してドライバーに注意を促すといった付加機能の実現が期待されています。

当社ではドライバーへの危険を早期に警告し、安心・安全な社会の実現を目指し、これからも研究開発を推進します。

※ Maisart (マイサート) : Mitsubishi Electric's AI creates the State-of-the-ART in technologyの略
全ての機器をより賢くすることを目指した当社のAI技術ブランド

「Maisart」は三菱電機株式会社の登録商標です。

リアルタイム混雑予測技術



暮らし

セキュリティ

安心

安全

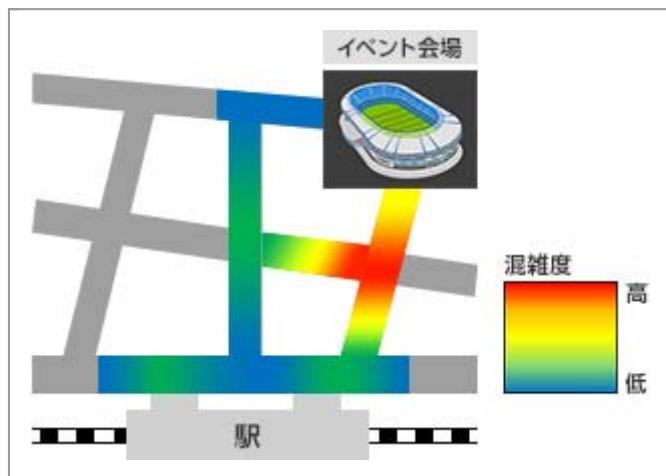
快適

マーク説明

現在の人の流量から少し先の混雑状況を予測。

世界初※1の技術がイベントの安全・安心に貢献します。

概要



監視カメラ映像をリアルタイムに解析して人の流量を推定し、イベント会場と最寄駅を結ぶ経路などの混雑状況を予測する「リアルタイム混雑予測技術」を開発しました。

近年はイベントの大規模化が進み、例えば、東京都の予測では2020年東京オリンピック開催期間中の1日あたりの顧客動員数は最大92万人にも上ります。これは、人の集中による雑踏事故発生リスクを増大させるとともに、警備エリアの拡大に伴う多数の警備員導入によるコストアップにもつながります。

当社は、長年にわたる映像監視システムの研究開発を通して、映像に関するコア技術（映像圧縮、伝送・記録、ネットワーク、画像解析等）を蓄積してきました。今回、これらの知見を活用し、現在の人の流量を用いて混雑状況を予測する世界初の「リアルタイム混雑予測技術」を実現しました。

ニュースリリース

「リアルタイム混雑予測技術」を開発

技術ポイント

世界初、現在の人の流量から混雑状況を予測する「高速群集移動シミュレーター」

今回、世界で初めて、経路上に設置した監視カメラの映像を解析し、現在の人の流量を用いて少し先の混雑状況をリアルタイムに予測する「高速群集移動シミュレーター」を、国立大学法人 東京大学 西成研究室と共同で開発しました。

従来の混雑予測では、過去の人の流量を「群集移動シミュレーター」に入力し、混雑状況を予測していました。例えば、毎年行われているイベントの場合、一年前の同じイベントの人の流量等の混雑情報から今年のイベントの混雑状況を予測していました。

しかし、同じ場所で開催される、同じ時刻の、同じイベントであっても、人の流量はその年ごとに変わることは珍しくなく、従来の予測方法では混雑時の安全確保に懸念が残されていました。

今回開発した「高速群集移動シミュレーター」は、独自のアルゴリズムである

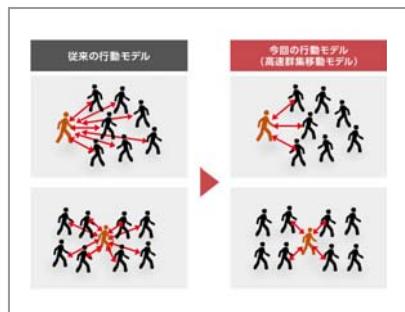
「高速群集移動モデル」と当社AI技術「Maisart®（マイサー卜）※2」を活用し、監視カメラ映像の解析により得られる人の流量を用いて、高精度な混雑状況のリアルタイム予測を実現します。

過去のデータではなく、現状の混雑状況のデータから10分後ぐらいの少し先の混雑状況を予測するので、より高い安全性確保に貢献します。従来手法では50%程度の予測精度でしたが、本シミュレーターにより80%にまで高めることができました。



「拡大表示

「高速群集移動モデル」により計算量を削減し、高速処理を実現



「高速群集移動シミュレーター」では「高速群集移動モデル」という行動モデルを採用しました。

従来の行動モデルでは、周囲の全ての人の動きを考慮していたため、膨大な計算量が必要でした。

「高速群集移動モデル」では近くの人のみの情報を使用することで、計算量の削減と高速処理を実現し、短時間で混雑状況を予測することが可能となりました。また、人は前が空いているときだけ進むという大きなルールと、目的地までの最短ルートの選択や動きの方向を維持する特性などの小さなルールを組合せることで、混雑予測の高精度化に成功しました。

今回の技術導入により、過去のデータには現れない事件・事故発生の可能性に対しても、現状に即した混雑状況の予測が可能となり、本予測に基づく回避経路設定などの早期対策を行うことで、混雑時の安全性確保が可能になります。

世界初の技術で、大規模イベントにおける来場者の安全・安心の確保や警備作業の効率化による人件費削減に貢献します。

※1 2016年8月18日現在

※2 Maisart (マイサー) : Mitsubishi Electric's AI creates the State-of-the-ART in technologyの略
全ての機器をより賢くすることを目指した当社のAI技術ブランド

「Maisart」は三菱電機株式会社の登録商標です。

共通基盤技術・その他

モバイル端末による3次元モデル再構成技術

暮らし

昇降機

ビル管理

防災

省コスト

マーク説明

3次元センサーとタブレットPCでモデルを構築。
面情報の活用により、高精度化・高速化を実現しました。

概要



3次元センサーを接続したタブレットPCで、空間を高精度かつ高速に3次元画像化する技術を開発。従来のように点の集合のみからなるデータを収集するのではなく、面情報を追加することで、3次元画像を容易に構成することが可能となりました。

拡大表示

技術ポイント

部分的な3次元データを正確につないで空間全体を再構成

3次元センサーを接続したタブレットPCで、比較的広い空間の3次元モデルを再構成。複数の部分的な3次元データを正確につなぎ合わせることで空間全体を再構成します。



拡大表示

1秒間に4フレームのデータをつなぐ高速処理を実現

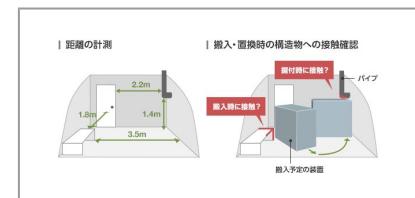


拡大表示

3次元点群とともに、人工構造物における平面を有効利用する独自のアルゴリズムで、1秒間に4フレームのデータをつなぐ高速処理が可能です。

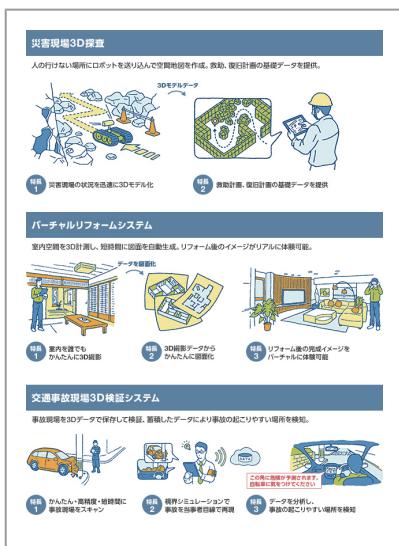
構築した3次元モデル上で寸法計測が可能

再構成した3次元モデル上で寸法計測が可能です。オフィス、工場などでの計測作業や設備の搬入・移動の検証作業など、本技術を利用することで、あらゆる作業効率の向上が期待できます。



拡大表示

さまざまなアプリケーションへの展開を検討



拡大表示

モバイル端末で本技術を利用するさまざまなアプリケーションの検討を進めています。

ビジネス広告大賞2部門で金賞・銅賞を受賞

第54回ビジネス広告大賞 変形広告部門において金賞、見開き広告部門において銅賞を受賞しました。

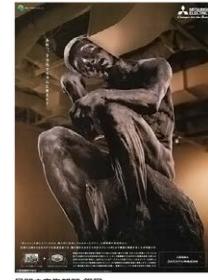
<受賞広告>

変形広告部門 金賞

3次元モデル再構成技術（成功事例編）

見開き広告部門 銅賞

3次元モデル再構成技術（失敗事例編）（PDF：548KB）



見開き広告部門 銅賞
3次元モデル再構成技術（失敗事例編）

[拡大表示](#)

車内音声通話の雑音除去技術

 Maisart

カーナビ

通信

快適

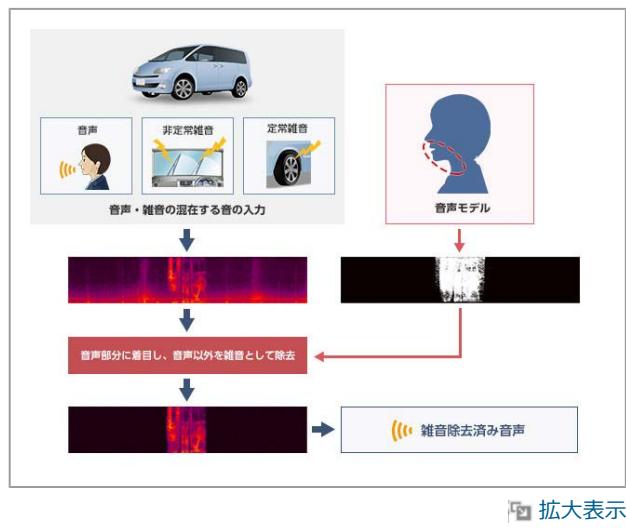
ネット社会

マルチメディア

マーク説明 

様々な雑音を除去し、目的の音声信号のみを抽出。
聞き取りやすい音声通話を実現しました。

概要



三菱電機株式会社では、カーナビゲーションなどに搭載されるハンズフリーでの通話時に生じる雑音による音声通話品質の劣化を大幅に改善する雑音除去技術を開発しました。今回、精密な音声モデルを構築し、様々な雑音が混在する音から目的の音声信号のみを抽出する機械学習技術を確立。従来技術では困難であったワインカーやワイパーの作動音などの非定常雑音を含む雑音を96%取り除き、聞き取りやすい音声通話を可能にしました。雑音除去技術は、電話機のエコーキャンセル機能をはじめ、ヘッドホンの外来雑音の抑止機能であるノイズキャンセリング機能などで実用化されています。また車内におけるハンズフリーでの通話では、車の走行などに関わる定常雑音（走行音・エアコン音など）を除去する技術が実用化され、既に車に搭載されています。しかしワインカーオン・ワイパー音・対向車の走行音などのダイナミックに変動する非定常雑音に関しては、これまで有効な雑音除去技術はありませんでした。

技術ポイント

精密な音声モデルを構築し、機械学習技術を確立

雑音には無数の種類が存在するため、全ての雑音を詳細に表現できるモデルを開発することは大変困難です。本技術では声帯・呼気・声道により構成される人の音声生成メカニズムに着目して音声モデルを構築。例えば、“ま”という音声は肺から出る呼気の強さや声帯の振動で決まる周波数と声道の形で決まる音韻特性の組み合わせで規定することができます。これら音声固有の特徴は雑音のパターンと異なることを利用して、雑音が付加された音声入力から人の音声に対応する信号のみ抽出し、残りの信号を雑音として除去する機械学習技術（ニューラルネットワーク）を確立しました。

雑音を96%除去し、聞き取りやすい音声を実現

音声モデルの構築により、定常雑音だけでなく、これまで除去が難しかった非定常雑音も効率よく除去することができ、聞き取りやすい音声通話の実現に貢献します。大量の実データを用いた音声モデルの学習により、実際に車を運転する際に含まれる様々な雑音、例えば走行音・エアコン音などの定常雑音のみならず、ワインカーオン・ワイパー音・対向車の走行音などの非定常雑音にも対応可能です。実環境で収録された車内雑音が混じった音声入力を用いた実験では、雑音の96%を除去することを実証しました。

スマートエアコーティング

空調

暮らし

産業

生産

快適

環境対策

省エネ

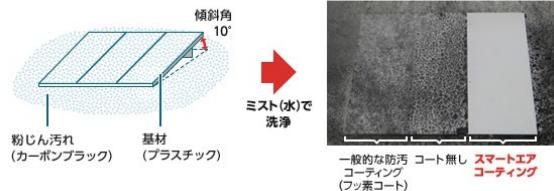
健康

マーク説明

超撥水材料と凹凸構造のコーティングで、
粉じん・水滴・冰雪を寄せ付けず、「きれい」を維持します。

概要

スマートエアコーティングによる汚れや水の付着抑制効果



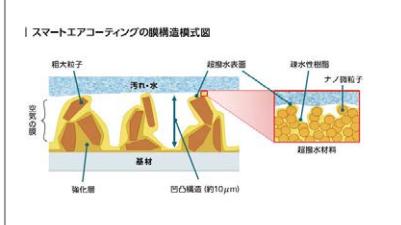
金属やプラスチックなどの表面に塗布する新しいコーティング技術として、乾燥した粉じんやほこりだけでなく、水分を多く含んだ湿った汚れや水滴、あるいは冰雪などの付着を抑制できる「スマートエアコーティング」を開発しました。

拡大表示

技術ポイント

空気の膜で粉じん・水滴・氷雪などを寄せ付けない

ナノ微粒子を疎水性樹脂へ分散させる技術を高度化した独自の超撥水材料を開発。マイクロメートルサイズの凹凸構造を形成できるコーティング技術と組み合わせることで、汚れ・水と基材の間に空気の膜を形成し、粉じん・水滴・氷雪などの汚れ付着量を低減します。

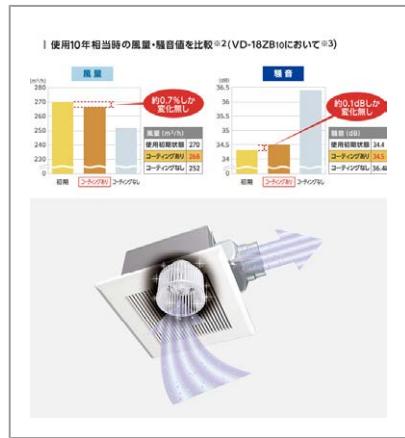


[拡大表示](#)

金属・プラスチック・紙などにも成膜が可能

金属・プラスチック・紙など、基材を選ばず塗布が可能です。粗大粒子を分散させた強化層を下地としてコーティング膜に挿入することで、基材とコーティング膜との密着性や耐磨耗性を向上しました。

羽根の汚れ・目詰まりを抑え、風量の低下や運転音の悪化を抑制



[拡大表示](#)

ダクト用換気扇シロッコファンに採用※1。10年間※2使い続けても「風量低下」も「騒音悪化」もほとんどありません。

※1 2015年発売商品のうち、台所用を除く全商品に「ハイブリッドナノコーティングプラス」として採用。

※2 リンティング試験（当社基準による湿度を含んだほこりや砂じんを用いた10年相当の加速試験）による。実際の汚れ付着具合は設置環境・使用頻度・機種により異なります。

※3 特性は60Hz、パイプ長さ20m相当時。

ハイブリッドナノコーティング

空調

暮らし

産業

生産

快適

環境対策

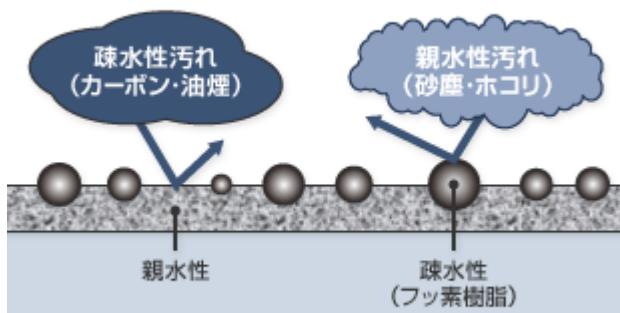
省エネ

健康

マーク説明

環境負荷の少ないコーティング剤で汚れを防止。
エアコンの性能劣化を抑え、省エネ化に貢献します。

概要



親水性と親油性がミクロに入り混じった状態に表面をコーティング。親水性と親油性は水と油の関係なのでお互いになじみにくく、どんな性質の汚れの付着も抑制できます。このハイブリッドナノコーティングはすでにルームエアコンに適用され、汚れによる性能劣化の抑制を実現しています。

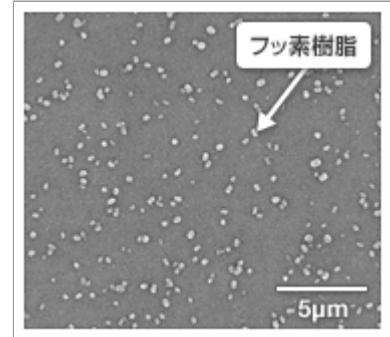
技術ポイント

多様な汚れ物質の付着を抑制

親水性、疎水性※1がミクロに入り混じった表面を形成。親水性、疎水性どちらの汚れ付着も抑制することができます。

環境負荷の低い水系コーティング剤

VOC※2を発生させない環境負荷の低い水系のコーティング剤を実現しました。金属からプラスチックまで、さまざまな素材への処理が可能です。



下地の色調を損ねない透明薄膜

透明な無機薄膜をベースとしているため、下地表面の色調を変化させないで防汚効果を得ることができます。

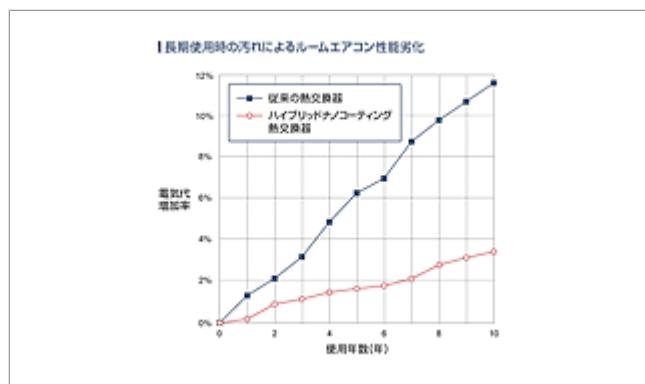
ルームエアコン部品への適用



汚れやすい熱交換器、通風路、ファンを処理し、汚れ付着を抑制しています。

ルームエアコンの汚れによる経年劣化抑制※3

汚れによってルームエアコン熱交換器の風の通りが悪くなり、ムダな電気代が増加してしまいます。ハイブリッドナノコーティングは余分な電力消費を大きく抑制できます。



拡大表示



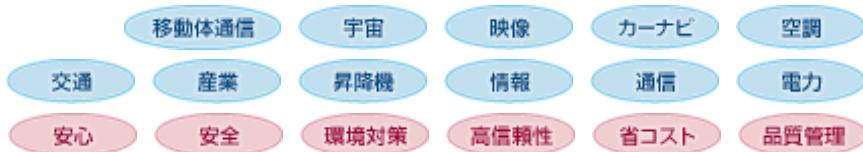
※1 水にぬりやすい性質、水ではじかれる性質

※2 揮発性有機化合物 (Volatile Organic Compounds)

※3 2009年製以降の霧ヶ峰に搭載

共通基盤技術・その他

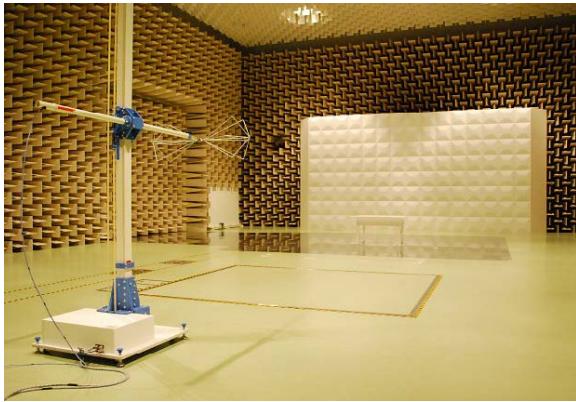
EMC設計・評価技術



マーク説明

電磁両立性（EMC※1）の向上で、受信障害や機器の誤動作を防止します。

概要



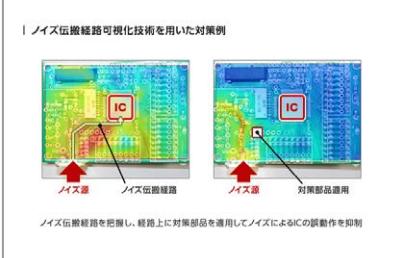
デジタル化が進んだ電気・電子機器から発生する不要電磁波が放送受信などを妨害したり、強力な通信電波などの影響で機器が誤動作するケースがあります。これらの干渉を起こさない機器を製造するために設計と試験評価の両面から電磁両立性（EMC※1）向上の研究開発を進めています。

拡大表示

技術ポイント

EMC性能の向上と開発期間の短縮に貢献

製品の開発初期段階からEMC設計を実施することにより、製品のEMC性能向上と開発期間の短縮に貢献しています。



EMC評価・解析技術により問題解決を効率化

測定や電磁界シミュレーションに基づく評価・解析技術を用いて原因分析、対策立案を行うことにより、迅速なEMC問題の解決を実現します。

拡大表示

※1 Electromagnetic Compatibility

デザイン

研究・技術紹介



▶ BD・HDD内蔵液晶テレビ・ユーザーインターフェース

高度な機能をもっと使いやすく、もっと楽しく。



▶ 蒸気レスIHジャー炊飯器

微量の気体が本体から出ますが、高温や結露になることはありません。※1

世界初※2の蒸気レス、かつてない斬新なデザイン。

※1 蒸気カット率約95%。炊飯前後の本体重量測定による比較（当社調べ）。

※2 2009年2月1日発売 水冷式蒸気回収システムによる（当社調べ）。



▶ ユニバーサルデザイン開発評価ツール UD-Checker

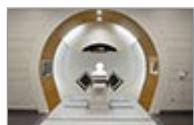
ユニバーサルデザイン開発プロセスにおいて、目標レベルへの達成度を定量的に評価。

▶ ユニバーサルデザインについて

より多くの人に使いやすいものづくり・生活しやすい環境づくりのために



プロダクトデザインの事例



- ▶ 小型陽子線治療装置
「MELTHEA (メルセア) ®」



- ▶ ネットワークカメラ「CCTVカメラ
MELOOK®3シリーズ」



- ▶ ヒートポンプ室外機「ecodan
PUHZ-AA series」



- ▶ エアーコンディショナー
「霧ヶ峰Style®」



- ▶ お部屋に出ておくスティッククリーナー
「iNSTICK (インスティック) ®」



- ▶ ユーロスタイルIH



- ▶ 扇風機
「SEASONS」



- ▶ シーケンサ
「MELSEC iQ-Rシリーズのデザイン」



- ▶ 冷蔵庫
「MR-WXシリーズ」



- ▶ 高効率タービン発電機
「VP-Xシリーズ」



- ▶ デザインで選んでもらう車載機器
「ETC端末のデザイン」



- ▶ 海外向け標準形エレベーター
「NEXIEZ (ネクシーズ)」



- ▶ 産業用ロボット
「RV-Fシリーズのデザイン」

インターフェースデザインの事例



- ▶ 数値制御装置「M800/M80シリーズ」



- ▶ 気軽に炊飯を楽しむアプリ
「らく楽炊飯™アプリ」



- ▶ 粒子線治療装置「MELTHEA」
位置決め計算機



- ▶ 鉄道を快適に利用するためのアプリ
「JR東日本アプリ」



- ▶ 発電プラント計制御システム
「MELSEPシリーズ、MELTACシリーズ」



- ▶ カーナビのシンプルマップ
「NR-MZ60PREMI、NR-MZ60など」

ソリューションデザインの事例



▶ JR東日本 新津駅「エコステ」省エネモニター



▶ 成田国際空港デジタルサイネージ
「コンセプト構築からデザイン開発まで」



▶ トレインビジョン
「鉄道車両内情報提供サービスの創出」

アドバンストデザインの事例



▶ アニメーション誘導ライティング



▶ 次世代コミュニケーションツール
「しゃべり描き®UI（ユーザーインターフェース）」



▶ 途上国の暮らしに向けたデザインプロジェクト



▶ 自動車向け
「路面ライティング」



▶ デザイン研究所 研究所紹介

デザイン研究所について詳しくご紹介いたします。

▶ 詳細はこちらへ

デザイン

ユニバーサルデザイン

ユニバーサルデザインについて

より多くの人に使いやすいものづくり・生活しやすい環境づくりのために

私たちは、真の「使いやすさ」と「生活しやすさ」を実現するため、
より多くの方に満足度の高い製品と生活環境の提供を目指します。



1. 真の使いやすさ、生活しやすさを目指して
2. ユニバーサルデザインの目標 共用品・共生空間の創出
3. ユニバーサルデザイン開発の視点を様々な分野に応用展開
4. ユニバーサルデザインの取り組み
5. ユニバーサルデザイン開発のプロセス
6. ユニバーサルデザイン開発評価システム「UD-Checker」
7. ユーザーテスト（ユーザビリティ評価）
8. ユニバーサルデザインの基本配慮項目
9. ユニバーサルデザイン配慮事例
10. 高齢化する世界
11. 障がいへの正しい理解

事例紹介



▶ 三菱電機の
ユニバーサルデザイン配慮

ユニバーサルデザイン

1. 真の使いやすさ、生活しやすさを目指して

[「ユニバーサルデザイン」のトップに戻る](#)

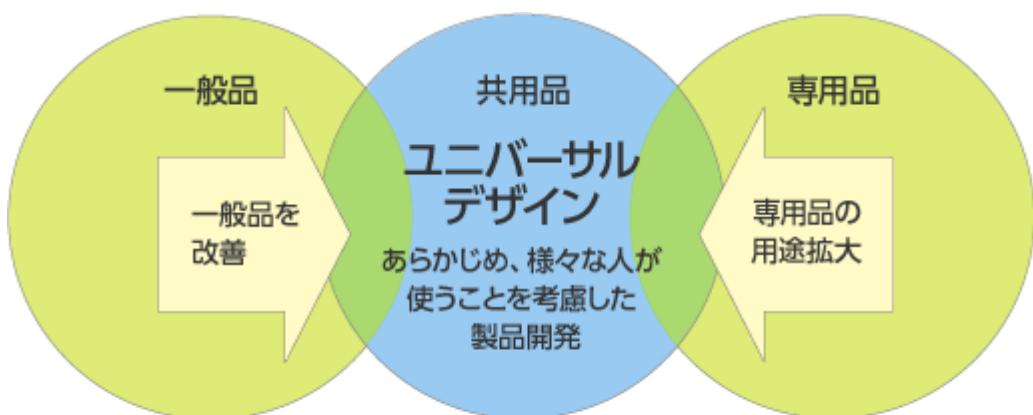
日本では2005年に65歳以上の高齢者の割合が20%を超える、「本格的な高齢社会」になっています。今後、2013年には「4人に1人」、2035年には「3人に1人が高齢者」となることが予測されています。歳をとれば誰でも心身の機能の低下は避けられないばかりか、病気や事故により障がいを負うこともあります。

しかし、歳をとっても、障がいがあっても、快適で充実した生活を送りたいという願望は誰にも共通した思いに違いありません。

国や自治体は、高齢者も若者も、障がい者も健常者も全ての人にとって、過ごしやすい生活環境づくりに向け、様々な法律・条例・規格やインフラの整備を進めています。私たちもメーカーの立場から、できるだけ多くの人々にとって使いやすく、満足度の高い製品と生活環境を提供していきたいと考えています。

2. ユニバーサルデザインの目標 共用品・共生空間の創出

ユニバーサルデザイン（UD）では、できるだけ多くの人々が使えるように配慮された「共用品」、いろいろな状況の人々が共に活動できるように配慮された「共生空間」の実現を目指します。



一般品：主に健常者を対象とした製品

専用品：特定の人向けに作られた製品（福祉機器、プロ用機器など）

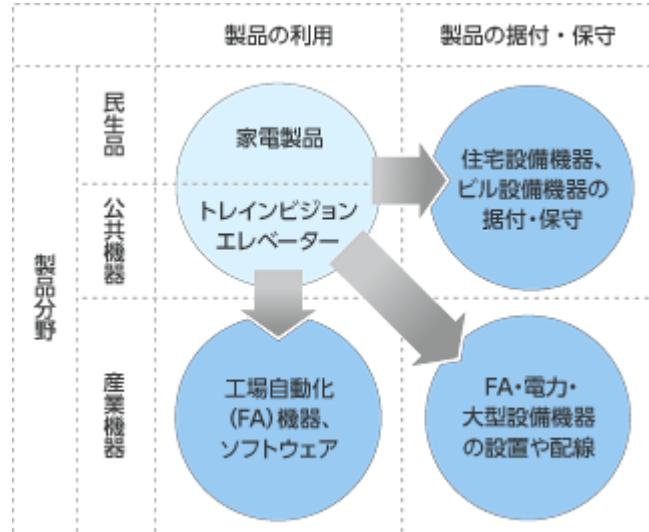
共用品：人々が共に使えるように配慮された製品

3. ユニバーサルデザイン開発の視点を様々な分野に応用展開

熟練作業者の高齢化、雇用形態の変化に伴う未熟練作業者の増加など、労働環境が変化しています。

私たちは、家電製品や公共機器の分野で蓄積してきたUDのノウハウやツールを、工場自動化（Factory Automation）機器やソフトウェア等の産業機器分野や、製品の据付・保守の場面にも応用展開しています。

未熟練者にも使いやすいものを作ることにより、熟練者にとっても使いやすく効率を上げ、更にヒューマンエラーを削減することを目指し、UDの視点を導入することにしました。



4. ユニバーサルデザインの取り組み

● ユニバーサルデザイン教育

三菱電機グループ社員を対象にした研修

- ・基礎講座（e-ラーニング）
- ・高齢者や車いすの疑似体験
- ・ユーザー評価の実践講座など

● ガイドライン

ユーザーインターフェース（UI）設計上の基本事項や開発中の評価結果を基に、分野ごとに「UI設計ガイドライン」を整備しています。開発者（エンジニア、デザイナーなど）がUDの基本やコツを共有し、製品の使いやすさを向上させることを目指します。

● 情報の共有

UDに関する基本情報や関連規格へのアクセスを容易にする、ポータルサイトをインターネット上に開設しています。



車いす体験



高齢者疑似体験

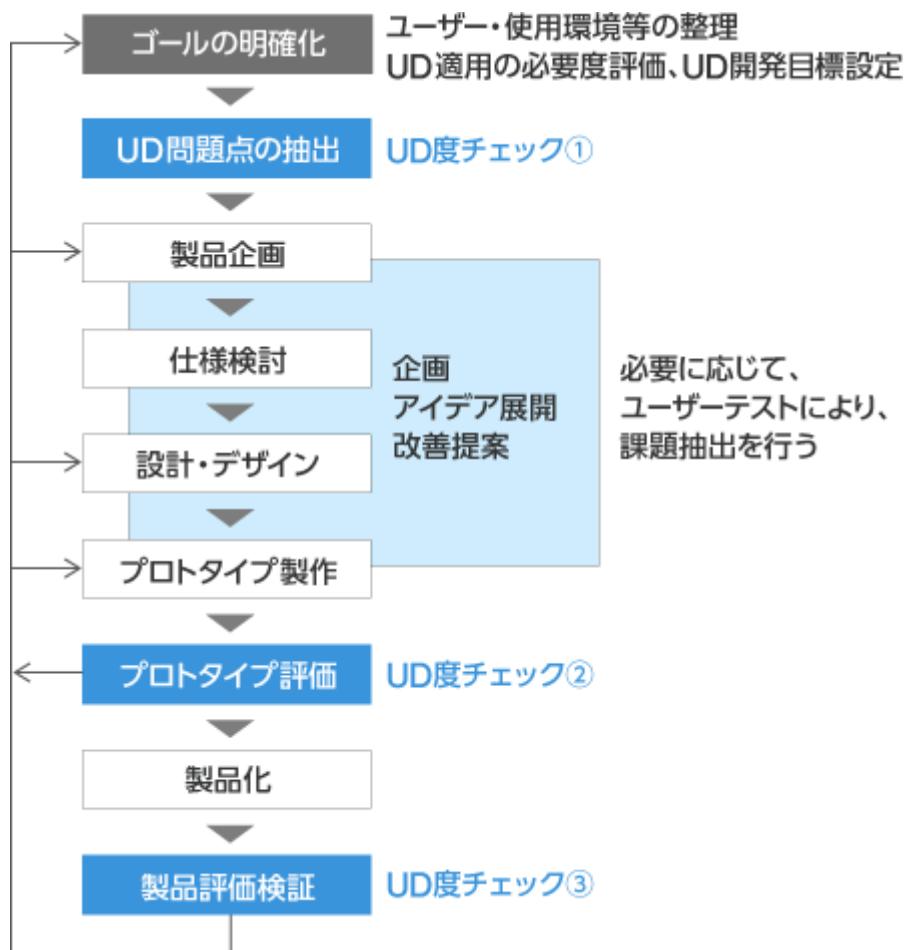


高齢者疑似体験

ユニバーサルデザイン

5. ユニバーサルデザイン開発のプロセス

「ユニバーサルデザイン」のトップに戻る



6. ユニバーサルデザイン開発評価システム「UD-Checker」

製品デザイン開発の過程で、UD達成度を開発者がセルフチェックします。開発目標を明確化し、開発のポイントや改善すべき項目を見出します。



UD達成度評価シート



結果シート



受配電機器の保守作業

7. ユーザーテスト（ユーザビリティ評価）

高齢者や未熟練者など様々な方に、製品やプロトタイプを使っていただき、自然に使っている様子を観察する等の方法で、使い勝手の課題を抽出します。



IH調理器の操作性（高齢者）



グループインタビュー（高齢者）



弱視者による製品チェック

◀ 1. 真の使いやすさ、生活しやすさを目指して

8. ユニバーサルデザインの基本配慮項目 ▶

8. ユニバーサルデザインの基本配慮項目

[「ユニバーサルデザイン」のトップに戻る](#)

日常生活で人々が感じている不便さや問題点を調査抽出し、これを基に整理した「基本配慮項目」がUD-Checkerの基本構成になっています。

どんな問題点があるのか

● わかりにくさ

なじみのない用語や表示内容が理解できない
一度に多くの事柄を覚えられない
理解、納得、記憶に時間がかかる

● 見えにくさ、聞こえにくさ

見えない、見にくい
細かい表示やコントラストの低い表示が見にくい
近くのものにピントが合いにくい
高齢者や車いす使用者の視線の高さは低い
聞こえない
高い音や小さい音が聞きとりにくい
火災等の緊急時に危険を察知しにくい

基本配慮項目

ゴールの明確化

まず前提条件を確認すること

簡単でわかりやすい使い方

誰にでも理解しやすい操作方法

識別しやすい表示・表現

見て、聞いて、触って確実に認識できること

UD-Checker（抜粋）

- ・何をするための製品ですか？
- ・ユーザーはどんな人ですか？
- ・どんな環境で使いますか？

- ・見ただけで使い方がわかる
- ・わかりやすくなじみのある用語や表現
- ・操作ボタンの数、配列を適切に
- ・操作手順をわかりやすく簡単に
- ・動作状況のわかる明確なフィードバックを用意する
- ・ユーザーのペースで操作できるようにする

- ・情報の表現手段は複数用意する
- ・操作部は識別しやすくする
- ・文字や図などは見やすく（大きさとコントラスト）
- ・配色、色数を適切に（色に頼った表示になってないか）
- ・表示する情報量は適切に
- ・報知音や音声ガイダンスは聞き取りやすく

どんな問題点があるのか

● 扱いにくさ、動きにくさ

力が無い、つかむ力が弱い
細かい動作や素早い動作ができない
両手を使わないと使えない
手の届く範囲が限られる。高いところや低いところに手が届かない
かがんだ姿勢での長時間作業が困難
バランス感覚が弱く、姿勢が不安定

基本配慮項目

楽な姿勢・身体的負荷への配慮

からだに負担をかけずに無理なく使えること

UD-Checker (抜粋)

- ・無理のない力で操作できる
- ・持ち運びや設置に対する配慮
- ・製品あるいは身体を確実に保持できるよう配慮する
- ・大まかな動作で操作できる、素早い動作を必要としない
- ・片手で、かつ左右どちらの手でも使える
- ・身体寸法の大小にかかわらず、使いやすい
- ・負担のかかる姿勢や長時間同じ姿勢を強いない
- ・車いす使用でも楽に使えるように配慮する

● 安全性・利便性が確保されない

誤操作に対処できない
消し忘れを起こしやすい
準備や後片付け、メンテナンスが大変

安全性と利便性の追求

安全性と新たな利便性追求は開発の大前提

- ・誤操作防止への配慮
- ・誤操作した時ややり直したい時に容易に復帰できる
- ・危険防止への配慮
- ・準備や後片付けのしやすさ、収納性への配慮

使う人の気持ちに配慮

「持ってうれしい、使って楽しい」を忘れずに

- ・製品としての完成度、魅力はありますか？
- ・入手・利用が容易ですか？
- ・価格は妥当ですか？
- ・長く使えるように配慮されていますか？
- ・不便さが解消されたり、省力化になりますか？

◀ 5. ユニバーサルデザイン開発のプロセス

9. ユニバーサルデザイン配慮事例 ▶

ユニバーサルデザイン

9. ユニバーサルデザイン配慮事例

[「ユニバーサルデザイン」のトップに戻る](#)

見ただけで使い方がわかる

文字と色で操作ボタンが目立つようにし、また、1・2・3と表示することで操作手順が分かるように工夫しました。



間違いを少なくする

戸開ボタンの誘目性を向上させるため、大型で緑色のボタンとし、「ひらく」とひらがなで文字表示しました。



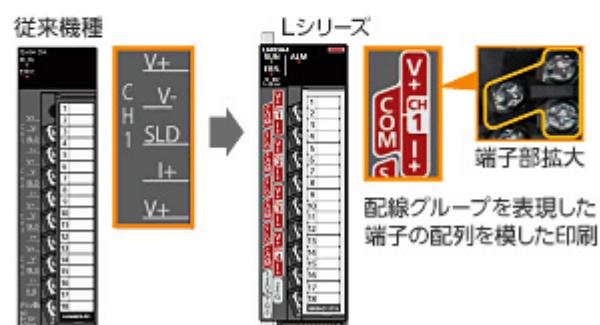
未熟練者にも間違えにくい

配線部分の表示を見やすく分かりやすく改善することで、間違いを減らしたり、作業の効率を上げることができます。大きく、コントラストのある印刷などを採用しました。

※ シーケンサ：工場などの自動機械の制御に使用される装置



第40回機械工業デザイン賞 最優秀賞・経済産業大臣賞を受賞



自分が使いやすいように

よく使う機能のボタンを選んで表示するなど、自分の使い方に合わせてメニュー画面を変更できるようにしています。



よく使うボタンを設定できる
メニュー画面

カーナビゲーションシステム NR-MZ10シリーズ

大きな文字、見やすい文字

エアコンのリモコンでは、バックライト付の大型のフルドット液晶を採用し、最もよく見る温度設定表示を、業界最大級の文字高さで表示します。風向きや予約等の設定では、アイコンや図を使って直感的に分かりやすい表現をしています。

ぼやけても見間違えの少ない形の書体（UDフォント）を選ぶことも大切です。



ルームエアコン
ZWシリーズ他の
リモコン

1234567890

1234567890

判別しづらい書体例 (Helvetica)

1234567890

1234567890

判別しやすいと思われる書体例
(Gill Sans Medium)



トレインビジョン（列車内乗客向け映像情報システム）
デモシステムと画面の例

色弱者に不便が無い（カラーUD）

色の見え方の違いをシミュレーションソフトなどでチェックします。テレビのリモコンのカラーボタンでは、識別しやすい色を用い、識別に必要な面積を確保しました。

※ 色弱者は日本人男性の約5%（約300万人）、欧米では約8%と言われています。



一般的
の
見え方

色弱者の
見え方の例



改善前のカラーボタン
MZW200シリーズ



レコーダー内蔵テレビ
BHR300シリーズから

音声でサポート

液晶テレビでは、電子番組表（EPG）の番組タイトルや番組内容、予約状況などを音声で知らせる「しゃべるテレビ」機能を搭載しています。テレビを楽しむ視覚障がい者の助けになります。



「PM2:00~」は
ごご2じ ちょうどから
と聞いてわかりやすい
言葉に変えて読み上げる。

液晶テレビ「REAL」シリーズ

少ない身体的負荷

らくに使える重さを目標値として、部品構成や作り方を見直して軽量コンパクトにし、更に大きなハンドルで持ちやすいクリーナーを作りました。



クリーナー TC-FJ・FKシリーズ

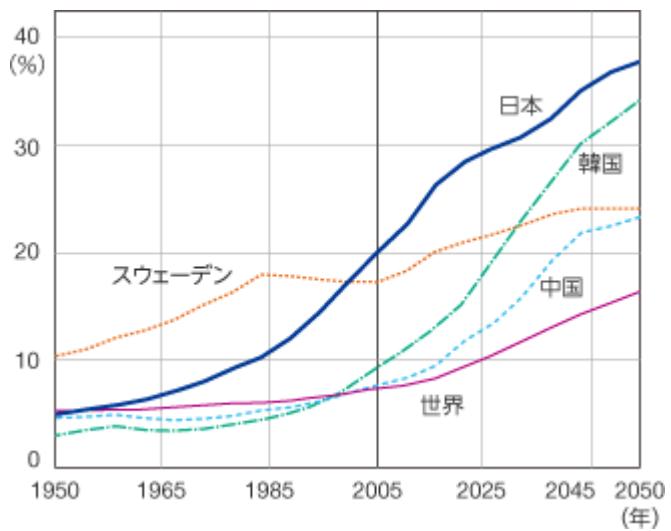
◀ 8. ユニバーサルデザインの基本配慮項目

10. 高齢化する世界 ▶

10. 高齢化する世界

[「ユニバーサルデザイン」のトップに戻る](#)

日本は急速に高齢化が進み、2013年には25%を超える、約4人に1人は高齢者という「本格的な高齢社会」を迎えると予測されています。



主要国と世界の高齢人口（65歳以上）の割合の推移と予測

データ出所：国連 World Population Prospects, The 2008 Revision

加齢による変化

- A. 感覚機能の変化：聞こえにくい、見えにくい、話しにくい、感じにくい
- B. 運動能力の低下：歩きにくい、立ったり座ったりしにくい、早く反応できない、不器用になる
- C. 平衡感覚の低下：転倒しやすい、バランスを失いやすい
- D. 記憶力の低下と混乱：覚えにくく忘れやすい、混乱しやすい

出展：日経BP社「ユニバーサルデザインの教科書」を参考にした

11. 障がいへの正しい理解

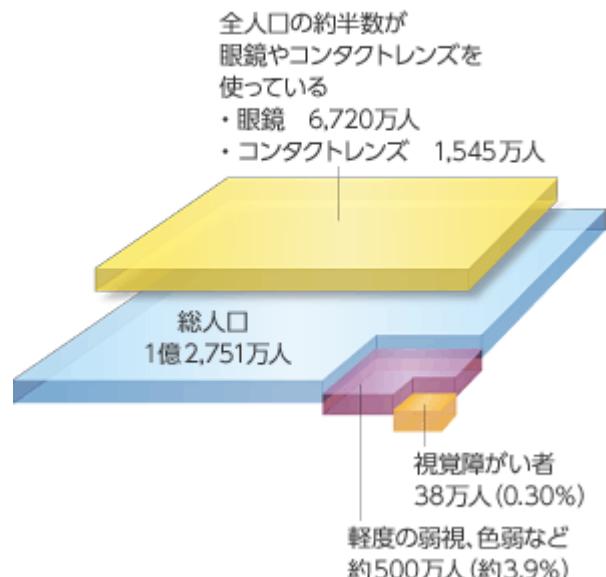
視覚を例にすると、視覚障がい者と共に、軽度の弱視、色弱や白内障で色の見え方に違いがある人、近視・遠視や老眼など、視覚に不自由さを持っている人はたくさんいます。眼鏡やコンタクトレンズを使用している人は5~6割、生活上の大きな助けになっています。一時的なものも含めれば、日常生活に不便さを感じている人は多数います。

障がい者の数（手帳交付台帳登載数、2009年3月）

	(四捨五入)	(対全人口)
身体障がい	5,032千人	3.94%
視覚障がい	383千人	0.30%
聴覚・平衡機能障がい	449千人	0.35%
音声・言語・そしゃく機能障がい	60千人	0.05%
肢体不自由	2,788千人	2.19%
内部障がい	1,353千人	1.06%
知的障がい	786千人	0.62%

厚生労働省：平成20年度社会福祉行政業務報告、2009年10月公表

約半分の人が視覚に不自由さを持っている



データ出所：

総人口：総務省「推計人口」平成21（2009）年10月1日

眼鏡・コンタクトレンズ装用人口（2008）：株式会社シード調べ

弱視、色弱など：カラーユニバーサルデザイン機構（CUDO）

9. ユニバーサルデザイン配慮事例

デザイン

小型陽子線治療装置「MELTHEA（メルセア）®」

※ 2018年6月1日より、粒子線治療システム事業は日立製作所に事業統合いたしました。

概要



粒子線治療はがん治療のひとつです。臓器温存が可能なことから早期普及が求められています。しかし大型・高価格なため大型病院に設置が限られていました。本製品は大幅な小型・低価格化により、設置環境を選ばず都市部の狭小な敷地への設置が可能です。病院の運用面にも着目し、ひとつの照射室で患部の位置や形状に合わせ短時間かつ高精度な照射による治療を行うことにより、小規模な施設でも多くの患者の治療機会をつくりだすことが可能となりました。高精度の照射は患部以外の正常な臓器へのダメージが少なく患者の負担軽減にもつながります。病院と患者の両方に配慮した本製品により、粒子線治療装置の普及に貢献していきます。

デザインのポイント

- (1) 粒子線治療装置は大型加速器、ビーム輸送系、照射室から成り、照射室1室の場合30×40mの敷地が必要です。本製品はビーム輸送系の最適化により敷地を約35%削減し、導入コストも低減します。都市部や民間病院への導入を促進し粒子線治療を身近な存在にします。
- (2) 複数の照射方法の中から最適な照射方法を短時間で切替えできます。時短化により多くの患者が治療を受けられるようになります。
- (3) 治療空間の圧迫感軽減や間接照明採用など、患者のストレス軽減に配慮しました。
- (4) 治療台の可動域表示や装置のメンテナンスカバー大型化など、治療スタッフの作業性に配慮しました。



デザイナーの一言



日本人の2人に1人ががんに罹患するといわれています。体にメスを入れない粒子線治療は、臓器温存が可能など身体への影響が少ないため、治療後のQOL（生活の質）を維持し健全な社会形成に貢献できます。しかし国内の粒子線治療施設の多くは、郊外や地方都市の大型病院向けに限られているのが現状です。多くの病院が導入しやすくするために粒子線治療装置の小型・低価格化が重要と考え、本製品は開発されました。また患者のストレス軽減や治療の円滑化など、現場の観察に基づいて細やかな要求に応えています。

デザイン研究所
山田 亘

※ 「MELTHEA（メルセア）」は三菱電機株式会社の登録商標です。

デザイン

ネットワークカメラ「CCTVカメラ MELOOK®3シリーズ」

概要

MELOOK 3

コンビニエンスストアなどの商業施設を中心とした公共空間で使用されるCCTV（監視）カメラシリーズです。食品を扱うコンビニエンスストアや、食品工場などでも安心して設置できるよう凹凸や隙間を極力なくし、すっきり清潔に使い続けることのできるデザインを目指しました。また、近年のCCTVカメラの設置台数の増加、マーケティング利用を目的とした設置も考慮し、抑止力とともに見守るやさしさを備えた、空間に調和するデザインとしました。また、同じ空間に複数機種が併設されることも考慮し、シリーズとしてのデザインの統一にも注力しました。

デザインのポイント

CCTVカメラは、安全な生活を守る事を目的とした機器である一方、過度な威圧感は監視社会の殺伐としたイメージを与えてしまう要因にもなります。CCTVカメラの空間との調和は今後、更に重要視される要件であるものの、一方でカメラの存在を隠すような解決策も望ましいものではありません。本製品では設置環境下でユーザーが安心して快適に過ごす事のできる適正な存在感の実現を目指しました。



デザイナーの一言



「人と関わり合いながら、ものの周辺も含めてデザインする」
本製品のデザイン開発は、CCTVカメラの用途拡大など、市場の潜在ニーズに応えることを目指した先行デザイン提案から製品に繋がった事例です。製品化の段階では携帯電話事業の最盛期に意匠設計を担当していたチームと開発を行い、結果、非常に高い精度で仕上げられたミニマムなデザインを実現できました。また、この製品を発表するタイミングで製品のプロモーションに使用するロゴデザインも刷新することで、製品のコンセプトが市場に広く、かつ端的に伝わることを目指しました。自身の専門性を手がかりにしながら開発関係者の協力を得ることで自分の力だけでは実現できない、多岐に渡るデザインワークを担える経験はかけがえの無いものです。

デザイン研究所
引間 孝典

※ 「MELOOK」は三菱電機株式会社の登録商標です。

デザイン

ヒートポンプ室外機「ecodan PUHZ-AA series」

概要



本製品は欧州の住宅向けヒートポンプ式温水暖房・給湯システムであるAir to Water (ATW) 用の室外機です。欧州では環境規制の強化に伴い、従来の燃焼系ボイラーから、ヒートポンプへの代替が進んでいます。その中、住宅用の大型室外機として開発された本製品は以下の特徴があります。 (1) 従来は本体から飛び出していたファンガードと本体の一体化や、運搬用のハンドル位置の工夫により、凹凸をなくしてすっきりさせた外観。 (2) ファン周囲をファンと同色にしてブラックアウトさせる事により、存在感を軽減させたファン。 (3) 従来品から騒音値を10dB削減させた高い静音性。

デザインのポイント

この製品の開発は、本体から突出しているグリルガードをフラットにするための検討からスタートしました。それにはベースとなった空調用室外機を部品構成から見直す事が必要なのですが、安全性や耐久性などの品質基準と目標コストを満たすために、技術者と幾度も検討を重ねました。その結果、外装板金の一部を凹ませてグリルガードをフラットに納める手段に辿り着きました。この構成をベースに、部品を2つに分けて片方をファンと同じ色にする手段にも辿り着き、課題となっていたファンの存在感を軽減させる効果も実現しました。これらの開発で得たノウハウは、他室外機にも展開していくたいと考えています。

従来のデザイン 本製品



デザイナーの一言



「理想の社会を創造できる仕事」

デザイナーは素晴らしい職業です。なぜなら理想の社会を描くことが出来るからです。もちろん、理想の社会をデザイナーだけで創りあげることは難しく、様々なプロフェッショナルの方々と協力し合い、共に創ります。その過程もまた楽しいです。私の描く理想の社会は、お年寄りや障害者など生活に不自由を感じている人が楽しく生活できる社会、環境に優しいサステナブルな生活を過ごすことが出来る社会です。この2つのビジョンを常に持ちながら、これからも様々な開発に携わっていきたいと思います。

デザイン研究所

前谷 典輝

デザイン

エアコンディショナー「霧ヶ峰Style®」

概要



「霧ヶ峰Style®」は、壁掛けエアコンの理想形であるスクエア形状の実現を目指し、細部までデザインに拘ったエアコンです。省エネ性と快適性を高いレベルで保持したまま、空間に調和する直線・平面基調のデザインを実現しました。主な特徴は次の通りです。

- ・直線・平面を基調にしたプリミティブな形状と、格納式フラップ構造により実現した正面から吹出し口の見えないデザイン
- ・停止時は本体に格納されるセンサーや、最小限の表示部
- ・本体の薄型化に必要となる正面からの吸気を、スクエアデザインのアクセントとして正面中央に配置

デザインのポイント

エアコンは、一年中部屋に設置される製品で、本来は家具と同様のインテリア性が求められると考えています。しかし、従来のエアコンは、省エネ性能を達成するために本体が大型化し、デザインは本体のボリューム感を軽減させる為の曲面が多用されるなど、理想形とはかけ離れたものになっていました。「霧ヶ峰Style®」は、デザイン研究所が理想のデザインを提案し、それに向けて開発メンバーが目標を共感、共有することで、協力して課題を乗り越え、理想のスクエアデザインを実現することができました。



デザイナーの一言



デザイン研究所
加藤 弘之

デザイン研究所では、未来を描くことから始まり、実際の製品として世の中に送り出すまで、研究や設計、営業など様々な分野のプロフェッショナルの方々と共に開発を行っています。

「霧ヶ峰Style®」は、デザイン研究所から提案したコンセプトモデルがほとんどそのままに製品化となった事例です。開発には、5年もの歳月を要し、様々な関係者と共に数え切れないほど多くのハードルを乗り越えることで、ようやく製品化にたどり着きました。このように自分たちの提案したモノが実際の製品につながるデザイン研究所の仕事は、難しいけれどやりがいがある仕事です。

※ 「霧ヶ峰Style」は三菱電機株式会社の登録商標です。

デザイン

お部屋に出ておくスティッククリーナー「iNSTICK（インスティック）®」

概要



インテリアの一部としてお部屋に出ておくことができる、新しいスタイルのコードレススティッククリーナーです。常にリビングに置いておくことで、汚れが気になったときにサッと取り出し、いつでも気軽に掃除をはじめることができます。インテリアと調和するデザインなので、片づける必要がありません。

充電台には業界ではじめて空気清浄機能を搭載しました。これまで不満の多かった掃除中に浮遊するホコリや花粉も取り除き、常にお部屋の空気を清潔に保てます。この1台で、お部屋の床も空気もキレイがつづきます。

デザインのポイント

生活の中に隠れた矛盾を見つける

掃除が好きではないという方にアンケートを取った結果「クリーナーを出してくるのが億劫だから」という理由が最も多く、嫌いなのは掃除そのものではなく、使う場所に運んでくる手間が煩わしいことが分かりました。だったら、よく使う部屋の中に置いたままにできて、むしろ見せたくなるクリーナーという製品コンセプトが生まれ、部屋に置いておけるデザインと、本体を持ち上げるだけで掃除を手軽に始められるようにしました。



インテリアに溶け込む形と色をつくる

リビングや寝室など様々な住空間や家具と調和するように直線と円柱を組み合わせたシンプルな形としました。また、自然光が差し込むリビングの窓辺や、玄関を開けると灯るダウンライトなどの色んな光にも似合う温かみのある優しいメタリックの色を作りました。

デザイナーの一言



デザイン研究所
四津谷 瞳

デザイナーの強みを活かせるものづくりの現場

新しい掃除スタイルを提案したiNSTICK®のものづくりにおいて、私たちデザイナーは「部屋におけるクリーナーを作りたい」という生活者視点のアイデアの種を生み出しました。種から製品に育てる過程が最も重要で、様々な分野のプロフェッショナルが携わり、時間をかけて製品にしています。

設計のプロからは、空気を気づかう消費者のために本格的なサイクロン構造を採用すると、クリーナーの排気をキレイにできる技術を採用し、営業のプロからは、開発途中の段階で販売現場や消費者からのフィードバックをもらい、より良い製品を消費者の元へ届けるために反映する作業を繰り返しました。

様々な分野のプロフェッショナルが携わり、お互いの強みをぶつけあうことで生まれるアイデアが製品となっていく過程は学ぶことも多くとても楽しいです。

※ 「iNSTICK（インスティック）」は三菱電機株式会社の登録商標です。

デザイン

ユーロスタイルIH

概要



グリルが搭載されていないシンプルなビルトインIHクッキングヒーター。難しい機能ボタンを整理しつつ、主電源にタッチすると次に操作するボタンが順番に表示されるガイド操作を採用し、初めてでも迷わず操作ができるように配慮しました。また、基本的な加熱機能には当社独自の分割加熱コイル技術を搭載し、対流煮込み機能など本格調理も失敗せず簡単にできます。さらに使わないときは主電源以外の操作部が消灯し、黒い天板ガラス一色のシンプルな外観になることで、キッチン空間にスッキリと調和します。

デザインのポイント

キッチンは家族・友人が集うコミュニケーションの場となっていました。IHクッキングヒーターも主婦だけでなく様々な人が使う家電になってきました。このような変化を受け、「何でも出来る多機能／高性能な調理道具」という価値ではなく、「空間との調和」と「簡単で使いやすい」といった豊かな生活を実現する新しい価値を高めることを目指し、使わないときはキッチンと同化するように製品の段差を極限まで小さくするとともに、機能を見直し本当に必要な機能だけを残し操作ボタンを最小限にまとめました。



デザイナーの一言



このIHクッキングヒーターは使っていないときでもキッチンと調和し、美しく見えるように凹凸を最小限にする事を目指しました。そのためガラスフレームには繋ぎ目が少なく厚みも薄い、アルミの押し出し部材を随所に使用しています。この形状を実現するために設計部門とアルミ加工メーカーを探しだし、最先端の加工技術をメーカーに通いながら勉強し、いくつもの試作を重ね理想とする形状を作り上げることができました。このような新しい知見は他の製品のデザイン開発にも大いに役立ちデザイン品質の向上に寄与しています。

デザイン研究所
梶島 山青

デザイン

扇風機「SEASONS」

概要



扇風機は省エネ意識の高まりで市場が拡大し、冷暖房時の温度ムラ解消目的等、用途も広がってきています。しかし、元来サーキュレーターとしては風量が不十分で、仮に風量を満たそうとすると動作音が大きくなってしまう問題がありました。そこで、扇風機としてもサーキュレーターとしても十分満足する性能を持つ製品を開発し、季節商品である扇風機を「季節を問わず心地よさを提供する新しい家電」に進化させたいと考えました。静かさと送風性能の両立のため、低騒音ファンと整流ガードを新開発し、強風時も弱風時も圧倒的な静かさ（強風時 他社40dB、当社30dB）を実現しました。また、用途や置き場所を選ばない自由自在な風を提供するため、サーキュレーションに適した低い位置に変更できる支柱脱着方式や、真上方向にも送風可能な3D首振り機能を搭載しています。性能を最大限に発揮するための構造を、ひとつひとつコンパクトかつシンプルに仕上げ、ユーザーの生活に溶け込みながら、年間を通じ、快適を提供する気品あるデザインを目指しました。

デザインのポイント

1年を通して部屋に置かれることを想定しましたので、落ち着いた表面質感や家具のようなダークブラウン色をラインナップに加え、空間に溶け込む印象になるよう工夫しました。スタイリングは、高性能を実現する機構であっても、極力機械的になりすぎないよう、構造ひとつひとつを設計者と見直しながら、細部の調整を重ねました。例えば、従来の真上首振り機構はモーターカバーを左右から支える構造で機構部が大型化してしまうため、機構を内蔵する新真上首振り構造を提案しました。さらに、横首振り機構も支柱ごと回転する構造にすることで、モーターカバー周囲のシンプル化を徹底しました。圧倒的な静かさを実現するための羽根やガードも、性能を発揮させる仕様を守りつつ、武骨になりすぎないようにデザインしています。



デザイナーの一言



当たり前の話ですが、製品は一人の力で生み出せるものではありません。それぞれの分野のプロフェッショナルが何十人、何百人も関わり、少しでも良いものを世に届けるために奮闘します。今回の開発でも、競合他社が続々と高性能扇風機を売り出した後の苦しいスタートでしたので、どのような製品だったらお客様に受け入れてもらえるかを、企画、営業、設計者、製造責任者と、とことん考えてコンセプトと仕様を検討しました。工場のあるタイの現地スタッフとも夜遅くまで量産調整を重ねて品質を高めました。カタログ作成や販促支援でも、関係会社や本社メンバーと、どうしたらこの製品の良さを伝えられるか知恵を絞りました。こうしたプロフェッショナルたちに多くのことを学びながら、その思いをカタチにできることが、デザイナーの仕事の喜びだと感じています。

デザイン研究所
嶋田 あづみ

デザイン

シーケンサ「MELSEC iQ-Rシリーズのデザイン」

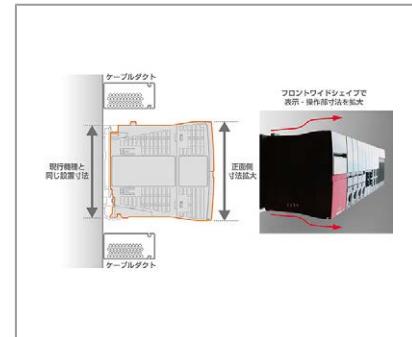
概要



シーケンサは工場で使う機械などを自動制御する機器で、MELSEC iQ-Rシリーズは当社汎用シーケンサの次世代フラッグシップモデルです。MELSECブランドは高いシェア（国内約60%）を有し、国内の製造業を支えるスタンダード製品として定着しています。MELSEC iQ-Rシリーズでは、熟練技術者だけでなく未熟練技術者や海外ユーザーなど多様化するさまざまなユーザーに配慮するユニバーサルデザイン（以降UD）の視点で開発を進め、現行機種からMELSEC iQ-Rシリーズへの置き換えが可能なコンパクトサイズであります。操作性と視認性を大きく向上させました。

デザインのポイント

正面を広げた筐体形状により正面の表示部や操作部の面積を拡大し、現行機種と同じ設置寸法で視認性と操作性を向上させました。



[拡大表示](#)



問題の原因究明を容易にする初期診断用LED表示を全ユニット最上段の見やすい位置に横一列に配置し、一覧性を高めました。未熟練技術者でも問題箇所を見つけやすくなりました。

また、機能表示を見やすくするため、視認性の良いUDフォントを採用しました。上下に大きく開放できる扉構造で操作部や配線部へのアクセス性を向上しました。左右どちらの手で操作してもカバーが邪魔になりません。左右に隣接するユニットの部品やケーブルとの干渉も軽減できます。



デザイナーの一言



一般的にシーケンサなどの機器は熟練技術者だけが使用する専用品というイメージが定着しており、使いやすさという視点はコンシューマ製品と比較して遅れています。MELSEC iQ-Rシリーズは専門性の高いプロユースの製品ですが、より多くのユーザーの使いやすさに配慮した開発を行うことで、熟練技術者を含めたユーザー全体の作業効率を高め、工場の生産性向上に寄与しています。

デザイン研究所
三宅 高徳

デザイン

冷蔵庫「MR-WXシリーズ」

概要



WXシリーズは、住空間と調和するすっきりとしたデザイン、高い省エネ性能、整理しやすい庫内が特長のプレミアム大容量冷蔵庫です。独自の薄型断熱構造により、同等の接地面積の冷蔵庫より30L以上の大容量化と高い省エネ性能を実現しています。外観は、フラットなガラスドアが見せる高級感と、使いやすさに配慮した柔らかなハンドルの造形を融合させ、インテリアに調和した美しさ・豊かさを表現しました。冷蔵室の2つの大型チルドケースは、自然に整理・保存ができる冷蔵室を目指して開発しました。生鮮食品や食べかけの食品など、これまで1つの冷蔵室でまとめて保管されていた食品を、保存目的に応じて入れる場所を分類できるようにしています。

デザインのポイント

冷蔵室は「自然と整理・保存ができる、気持ちが“アガる”冷蔵室」がコンセプトです。冷蔵庫を開けてパッと目に入る位置にショーケースのようなゆるやかにラウンドした大きなチルドケースを用意しました。早く食べた方が良い食品を入れたくなり、早く食べたくなるように、そのレイアウトと併まいにこだわっています。デザインをする上で、スタイリングの美しさだけでなく、その形状がユーザーにどのような印象を与え、どのような行動をしたくなるかを意識しています。「ごちゃごちゃしがちの庫内が無理なく整理・保存できて、気持ちが“アガる”」ことを目指したMR-WXシリーズの冷蔵室はユーザーの行動の先にある“気持ち”を大切にしています。



デザイナーの一言



想いを共にしたプロフェッショナルチームと“いい”ものづくり

このWXシリーズでは開発の初期段階から設計や技術のメンバーと一緒に取り組みました。エンドユーザーと正面から向き合うことから始め、一緒にコンセプトをつくり、開発を進めてきました。様々な部門のメンバーが集まるため、意見がぶつかることもありましたが、同じひとつの目標があったからこそ、ブレずに開発を進めることができました。エンドユーザーが真に求める“いい”ものをつくりたいという同じ想いを持ち、それぞれが役割を果たすプロフェッショナルが混ざり合う、そんな開発体制が“いい”ものづくりに繋がると感じ、やり甲斐を感じています。

デザイン研究所
河村 玲永子

デザイン

高効率タービン発電機「VP-Xシリーズ」

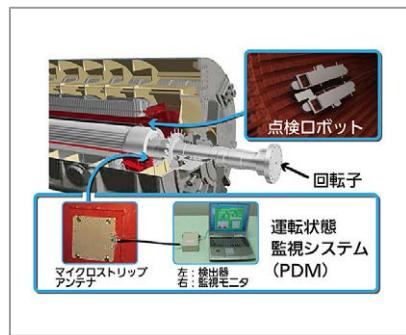
概要



火力発電所用の大型水素間接冷却タービン発電機です。コンパクトながらも世界最高レベルの効率と世界最大出力（従来製品比で約120%）を実現すると共に、世界各地に提供できるように輸送性や組立性に優れたデザインとしました。さらにシンプルで簡単に設置できるマイクロストリップアンテナ式PDM（Partial Discharge Monitor：部分放電監視装置）などの運転状態監視システムを備え、保守点検の必要性を正確に判断します。また小型点検口ボットによる発電機内部の自動点検を実現し、点検の為に発電機を解体するといった手間を無くすなど、電力の安定供給を実現する工夫と共に作業員に安全で快適な現場環境を提供しています。これらにより、高まる電力需要に応え経済・産業の発展に寄与しています。

デザインのポイント

性能だけでなく、輸送・組立・保守点検が容易で作業の安全性が高いなど、発電機の運用面全体の「在り方」をデザインしました。また、輸送や組立を容易にするため外付部品や配管が無くコンパクトな構造を考案しました。凹凸の少ない形状で、組立や点検を行う作業員の危険性を低減し、威圧感が少ない外観デザインとしました。そして、点検の必要性や点検を行うタイミングを判断する運転状態監視システムや小型点検口ボットにより、点検に伴う停止期間の短縮と作業員の負担減と安全確保に寄与しています。さらに、高出力を実現するため、大型製品でありながら0.01mm単位の超精密な部品精度を確保しました。



[拡大表示](#)

デザイナーの一言



その製品に関わる人々にとって何が「必要な機能」かを考えたデザイン

世界中の、多くの人の暮らしを支える電力をつくることがこの製品の役割であると考え、どこにでも輸送ができる設置しやすいこと、できるだけ途切れることなく運転し続けること、そこで働く人々にも配慮していることが「必要な機能」だと考えました。この製品は多くの人の目に触れることがありませんが、電気を使う多くの人と繋がっていることを考え、「必要な機能」を満足するデザインを心掛けました。

デザイン研究所
山田 亘

デザイン

デザインで選んでもらう車載機器 「ETC端末のデザイン」

概要



ETC端末は、料金の支払いが便利に行えるだけではなく、渋滞解消による環境負荷の低減や省エネルギーにも大きく貢献している製品です。従来のETC端末は実体積を小さくすることばかり考えて、単純な箱型のものがほとんどでした。新しいETC端末では、シンプルでありますながらも、ラウンド形状を加えた柔らかなフォルムで、直線の少ない車のインテリアに合うコンパクトなデザインを目指しました。また、少しでも使いやすくなるように、ボタンの大きさやLEDの位置などにも配慮しています。

デザインのポイント

ETC端末の購入を検討する人にとって、機能や価格以外にも「デザイン」は大きな判断ポイントになると考えました。ETC端末の多くは、車を乗り換えるまで、長いものでは10年以上も継続して使われる機器です。新しいETC端末では、長期間満足できる飽きのこないシンプルなフォルムと、所有する満足感を得られる高い質感を追求して、他社デザインとの差別化を図りました。またETC端末の主要な操作である「カードの取り出し」にもデザインの配慮をしています。取り出し口は指が入りやすい造形にし、また暗い車内でも取り出し口が見えるように、インジケータ用のLEDが照明の機能を兼ねるような形状にしました。



デザイナーの一言



デザイン研究所
崔 銀珍

新しい自分に出会えるデザイン開発

今回の開発ではコンパクトなボディーにできるだけ大きくボタンを配置したり、照明を兼ねるLEDで効果的に光らせたり…外観デザインにとどまらず技術部門のメンバーとさまざまな議論を重ね内部実装を見直すなど、目標に向かって一つ一つ積み上げることを心かけました。

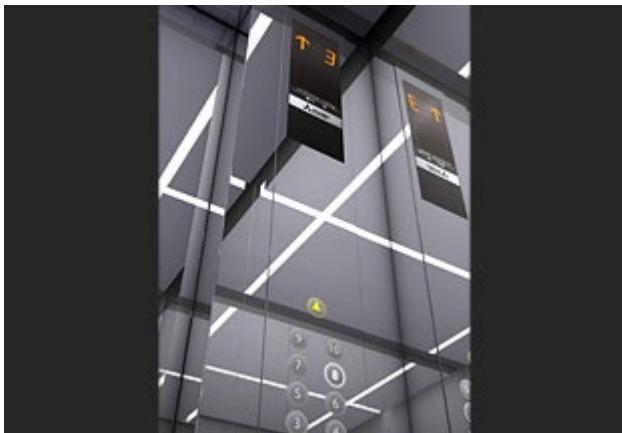
私は入社後、初めて担当した分野が車載機器でした。分からぬことが多い戸惑いましたが、周りの先輩に助けてもらい、とても好きな分野になりました。当時の車載機器は主に男性をターゲットに開発されていましたが、女性をターゲットにした製品提案を自ら行い、関係部門の方々から高く評価されて嬉しかった思い出があります。その時の経験は自分にとって大きな自信になり、今まで想像もしなかった自分に出会えたと感じています。これからも、たくさんチャレンジしていきたいと思います。

※ ETCは一般財団法人道路システム高度化推進機構の登録商標です。

デザイン

海外向け標準形エレベーター 「NEXIEZ（ネクシーズ）」

概要



NEXIEZ（ネクシーズ）は、海外のマンションやオフィス、病院など様々な場所に設置されるエレベーターです。

2013年にモデルチェンジした新型NEXIEZは、省エネ機能の充実、移動性能の大幅な向上、世界各地域の建築に調和したインテリアデザインを特長としています。LED照明の採用や待機電力を減らすことにより、大幅な省エネを実現することができました。また動作中の速度を適度に制御させることで待ち時間と乗車時間を短縮し、これまでの機種に比べ、イライラを少なくしています。そして、直線基調のスリット型照明やステンレス製ボタンの採用により世界各地域の建築に求められる機能美ある上質な空間を追求しました。

デザインのポイント

この製品は全世界の国や地域をターゲットにしています。そのため、これらのユーザーに、より良い使いやすさを提供できるよう、優しく触り心地の良いボタンや、分かり易いマークの採用など、操作パネルのデザインにこだわりました。

また各地域の人々に親しみのある様々なインテリア・バリエーションを用意することで、上質な空間を提供することができました。そのために各国の現地販売会社の営業担当者へのインタビューやアンケートなどを行って現地のニーズを探りました。また外国人デザイナーやエンジニアとのやりとりでは、事前に打ち合わせしたものと出来てきた試作品が全く違っていたこともあります。それでも根気強く修正を何度も繰り返しながらそうした意識や認識の隔たりを乗り越えて、デザインコンセプトと、ものづくりの融合を実現することができました。



デザイナーの一言



デザイン研究所
中平 尚志

世界をつなげるデザイン

エレベーターは様々なユーザーが使用する公共性の高い製品です。そのため、私たちは世界のより多くのユーザーに安全で快適に使っていただけるよう、信頼性の高い技術や機能をシンプルで分かりやすいデザインにまとめることを目指しました。こうした考え方を実現するには外国人スタッフとの密接なコミュニケーションや、エンジニアとの長期に渡る地道な作業、営業担当者との細かな折衝など、さまざまな努力が必要でした。その努力の甲斐もあって、無事製品発売に漕ぎつくことができました。これらの経験によって世界のあらゆる価値観や文化の差をデザインでつなげる面白さを感じることができました。今後、当社は更にグローバル化を進めていきます。そのためエレベーターに限らず、どの製品でもそういった面白さを感じることができるようになると思います。

産業用ロボット「RV-Fシリーズのデザイン」

概要



RV-Fシリーズは主に電子部品の組立などをおこなう産業用ロボットです。従来、人がおこなっていたセル生産現場の複雑な組立作業をロボットに代替させることにチャレンジした製品です。知能化をさらに進め、周囲の状況から次の動作を判断する賢いロボットです。人のような柔らかな動きができるのも特徴です。ハンド部センサやアクチュエータへの配線・配管をアーム内部に内装化できる構造ながらコンパクトボディを実現し、ケーブルの干渉や断線等の問題を解決しました。ケーブルの内装化により機械の信頼性も高まり、生産現場の狭い空間への設置も可能になります。さらに凹凸を極力少なくした清掃性の良い滑らかなボディ形状で外観の美しさと機能性を両立したデザインとなっています。

デザインのポイント

ロボットは関節が複雑に動くため、各部の干渉を様々な角度から確認する必要があり、デザイナーにとって非常に手強い製品です。RV-Fシリーズでは従来製品以上のコンパクト化、清掃性の良い滑らかな本体形状、世界で通用する美しい外観デザインがさらに求められ、非常にハーダルの高い開発でした。デザイナーも開発の上流より参画し、関節回転軸位置の調整や内部部品の配置などを設計者と何度も議論することでカバー内に綺麗に実装し、目標とするデザインを実現することができました。



デザイナーの一言



工場のイメージは今日でも「3K」を払拭できておりらず、工場で使われる製品も依然使いやすさや美観を十分配慮されたものが少ないのが現状です。ロボットのような産業機器の開発にデザイナーが関わるのも当社の特長で、機能性とデザインを両立した製品デザインで工場環境をより良いものに変えていこうと考えています。

デザイン研究所
三宅 高徳

デザイン

数値制御装置「M800／M80シリーズ」

概要



数値制御装置とは、金属や樹脂の塊を自動車やスマートフォンなどの部品に切削する際に、コンピューター数値制御を行う機械の頭脳であり、主に工作機械に組み込まれて使用されるものです。

工作機械の操作には高い専門性が求められますが、近年、製造の現場ではベテラン作業者の退職で、専門知識を持たないユーザーが工作機械を使用するようになっており、操作に対するハードルを下げることが課題となっていました。

そこで、熟練度や専門知識に依存しない、理解し易い表現や操作方法の実現に加え、実際に使いやすいだけでなく、新たなユーザーが「これなら使えそう」と思ってもらえるようなデザインを取り入れています。

デザインのポイント

- ・機械が正常に作動しているかを視覚的に分かり易く表現することで、機械から離れていても稼働状況が把握しやすくなっています。
- ・操作に不慣れな人に向けて、必要な情報のみに絞った「シンプル画面」を設けました。
- ・プログラムの知識がなくても、切削形状を選択肢の中から順番に選択していくだけで機械の設定が可能です。
- ・加工方法や寸法入力の際にイラストやアニメーションによって操作をガイドし、分かりやすい操作を実現しました。



[拡大表示](#)

デザイナーの一言



産業製品の画面デザインは、生産性の向上やヒューマンエラーの防止などが重要視される分野です。単なる見た目だけでなく、実利を伴ったデザインが必要になるため、対象となる製品の操作方法や用途などをしっかり理解した上でデザインを行います。民生品とは違い地味な分野ではありますが、縁の下の力持ちとして、経済や社会を支える一端を担っています。

デザイン研究所
佐藤 聰

デザイン

気軽に炊飯を楽しむアプリ「らく楽炊飯™アプリ」

概要



らく楽炊飯™アプリは、炊飯を気軽に楽しむためのアプリです。主婦や高齢者、視覚障がい者といった幅広いユーザーに対して、使い続けることで自分や家族のお米の好みを発見し、毎日の食事に豊かさを感じてほしいという思いで開発しました。アプリで炊き分けや予約の設定を行った後、炊飯器にスマホをかざすと設定内容の通りに炊飯することができます。さらに、様々な炊き方にチャレンジしてみたくなるような仕掛けを散りばめることで、長く使ってもらえるアプリを目指しました。また、スマホの普及が進んでいる視覚障がい者に対し、今まで困難だった炊飯器の全機能操作を実現するため、普段のスマホの操作方法を調査し、開発しました。

デザインのポイント

このアプリは、炊飯に関わる生活シーンでユーザーと自然な接点を持つアプリという位置づけを目指しました。レシピを見て献立を考える、炊飯終了に通知で気づく、履歴を見て昨日のご飯と味を比べる、といったユーザーの行動を思い描きながらアプリならではの機能を考え、炊飯を自然と楽しむ工夫を取り入れています。また、健常者・視覚障がい者の両者にとって簡単で使いやすいアプリを目指すため、音声ナビや音声入力に注力し、視覚障がい者にとって一般的な使い方に沿うように操作方法を定義しました。



デザイナーの一言



この開発では、「視覚障がい者は、画面のどこを手掛けりにどのような操作をするか?」「音声入力をした場合、どのような返しが適切か?」など、考えることが山ほどありました。しかし、エンジニアの方々や先輩デザイナーたちと協力し、何十という試作品によって操作方法を逐一確かめることで乗り越えることができました。チームでものづくりをする重要さや、頭の中ではなく実際に作り、動かして使いやすさを検証するというプロセスの大切さを、この開発で学ぶことが出来たと考えます。

デザイン研究所
田代 彩花

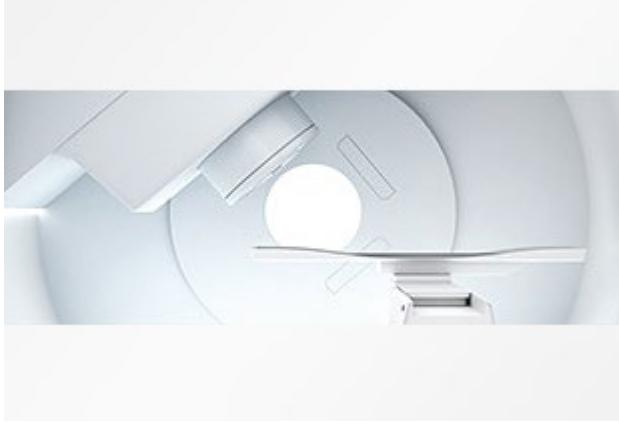
※ 「らく楽炊飯」は三菱電機株式会社の商標です。

デザイン

粒子線治療装置 [MELTHEA] 位置決め計算機

※ 2018年6月1日より、粒子線治療システム事業は日立製作所に事業統合いたしました。

概要



位置決め計算機は、がん治療で使われる粒子線治療装置の一部です。

粒子線は人に照射すると体の表面からある程度の深さで最大のエネルギーを放つ特性があって、患部以外のダメージが軽微になります。この特性を活かすには、綿密な治療計画と、粒子線の照射方向と治療台の位置関係を、正確に計画通りに合わせる必要があります。

位置決め計算機は、計画で作成した基準画像と、治療時に撮影するレントゲン画像を操作画面で重ね合わせて、画像の移動量から逆算して、治療台を正確な位置に移動させます。

そのような大切な役割を持つ位置決め計算機の操作画面を、位置合わせと治療記録を残す機能が見渡せて、少ない手数で無理なく作業時間が短縮できるようにデザインしました。

デザインのポイント

表示切替えの手数を減らすため、状態表示やボタンの大半を同じ平面に並べました。並んだ沢山の要素がパッと見つけられるように色数を抑えて、変化する値を水色にするシンプルなルールを適用しました。

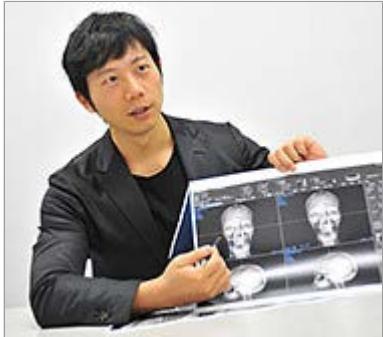
直線と四角をベースに画面を構成して、機器の精度の高さや信頼性を表現しました。MELTHEAは、MitsubishiElectricTherapyに由来する当社の粒子線治療装置のブランドです。ロゴの下線は、粒子線のエネルギー放出の特性（プラグピク）を表現しています。

起動画面には、先進医療の旗艦ソフトであり続けたい気持ちを、複数の粒子線が織りなす旗で表現して、使い手が誇りを持って治療にあたれるように表現の細部まで作りこみました。



 [拡大表示](#)

デザイナーの一言



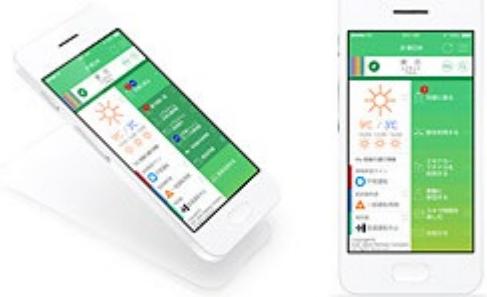
位置決め計算機は、患者さんの目に触れることはなくても、治療を受ける患者さんと、治療をする放射線技師さんをつなぐ大切なインターフェースであると感じています。位置を合わせるだけのシンプルな機能ですが、その正確さが命に関わるので、患者さんからも、放射線技師さんからも信頼される操作画面でありたいという想いで、奇を衒わず、使いやすさの基本を真面目に積み重ねました。

デザイン研究所
樋口 博彦

デザイン

鉄道を快適に利用するためのアプリ「JR東日本アプリ」

概要



JR東日本アプリは、ユーザーに鉄道を快適に利用していただくためのスマートフォン用アプリです。経路検索アプリなどの他の交通系アプリとは異なり、ユーザーの現在位置やよく利用する駅などに応じて、ユーザーがその場・その時に必要としている情報を厳選して提供するのが特徴です。例えば、起動するだけで最寄駅の天気や自分がよく利用する路線の運行情報が表示されます。また、列車の走行位置を初め、軽微な遅れや車両別の混雑具合、車内温度といった、これまで鉄道会社内の利用に留まっていた情報だけでなく、駅の施設や店舗のような鉄道利用時に有益な付帯情報など、鉄道会社の公式アプリならではの情報を簡単な操作で素早く入手することが可能です。

デザインのポイント

アプリのトップ画面においては、左側にすぐに知りたい情報を配置し、右側にメインメニューを配置し、左右独立にスクロールできるようにしました。これにより、情報の一覧性と操作性を向上させました。また、「路線上の全ての電車の位置」や「1分からの遅れ」、「号車別混雑具合」、「車内温度」といった詳細な情報もグラフィカルに表示するので、電車の状況が一目でわかります。デザインにおいても、JR東日本のコーポレートカラーである緑を基調とした親しみのある優しい色遣いにして、気軽に使えるようなイメージを目指しました。



デザイナーの一言



このサービスでは、複数のシステムに分散された情報を統合することが必要となり、開発では多くの課題が発生しました。しかし、ユーザーが求める快適性を第一に考えて開発しました。例えば、鉄道に関する情報に、天気予報やエキナカショップの情報などを合わせて提供することなどは、単なる移動の利便性だけではなく、ユーザーが求める快適なサービスを目指して取り組んだことの一例です。アプリのデザインにはグラフィックの美しさや使い勝手の良さはもちろん必要ですが、サービスの本質を見失うことなく常にユーザーが使いたいと思うような「カタチ」を模索し続けることが大切であると、この開発で学ぶことができました。

デザイン研究所
山崎 聰

デザイン

発電プラント計装制御システム「MELSEPシリーズ、MELTACシリーズ」

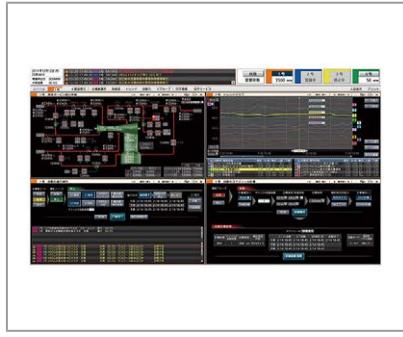
概要



本製品は、発電所内の機器を制御するためのシステムです。ヒューマンエラーが電力の安定供給に重大な影響を及ぼす恐れがあるため、従来はユーザーへの高度な教育を必要としてきました。しかし熟練者の減少やシステムの高度化により、ユーザーの習熟度向上を支援すると共に、使いやすさへの配慮が必要となってきています。本製品では、ハードウェア（機器の筐体）とソフトウェア（監視制御を行う画面）の両面にユニバーサルデザインを適用し、幅広いユーザーの使いやすさを追求しました。

デザインのポイント

システムの計算処理や制御を行う機器のデザインでは、筐体に表示する情報の表示位置と並び順を統一しました。また、作業の優先度に合わせて情報の目立ちやすさを変え、メリハリを付けました。これにより、同じ形状の機器が沢山並ぶ制御盤内でも、個々の機能を一目で理解することが出来ます。作業員が監視制御を行う画面のデザインでは、プラント全体の情報と詳細情報を別々のエリアに表示し、左から右へ順を追って操作を進めれば設定が行えるよう、表示要素の配置を整理しています。また、一目で監視対象が分かるような配色を行うなど、勘違いや取り違いを抑制します。さらに、ハードウェアとソフトウェアの両方に読みやすい形状のフォントを採用し、適切な文字サイズとコントラストによって視認性を確保しました。



[拡大表示](#)

デザイナーの一言



社会インフラを支えるというやりがい

本製品は専門性の高いシステムであるため、現行システムの課題を発見するための情報収集が難しい分野でした。しかし、関係者へのヒアリングや、実際の業務状況の評価などを粘り強く進め、実態に即した使いやすいシステムとなるようこだわりました。デザインの力で、このような大規模な社会インフラシステムの運用に貢献出来ることを、やりがいに感じています。

デザイン研究所
深川 浩史

カーナビのシンプルマップ 「NR-MZ60PREMI、NR-MZ60など」

概要



運転しながらルート案内表示をチラッと見て、どこをどの方向に曲がるのか、現在位置はどこなのかを確認することができます。

これまでの地図表示では、特に、都市部や不慣れな地域を走行している運転手は次のような苦労をしていました。コンビニなどのたくさんの施設アイコンやルート線などが重なりあって表示され、地図が見にくく混乱するケース。実際には運転手からは見えない場所にある施設も一律に表示されるので、走行中のルートに面しているかのように誤解してしまうケース。

運転中のユーザーは、どんなケースでも、地図をチラッと見るだけでルートを理解したいはずです。シンプルマップは、こうしたユーザーの気持ちに着目して開発した「わかりやすい地図表示」です。

デザインのポイント

大事な施設の強調表示

ルート近辺の施設は大きなアイコンで表示しています（曲がるところは特に大きく表示）。実際に運転手から見やすい場所にあり、目印にしやすい施設を優先して表示するよう工夫しました。また、通過する信号や交差点名称も表示するようこだわりました。

重なりを回避した施設表示

施設アイコンは吹き出しをつけて他の表示と重ならないように移動しています。遠くに移動すれば重なりにくいのですが、移動しすぎると本来の位置が分かりにくく、吹き出しの見た目が悪くなります。そこで、本来の位置とルートにできるだけ近い位置に配置するよう工夫しています。

ルート近辺を強調した道路のグラデーション

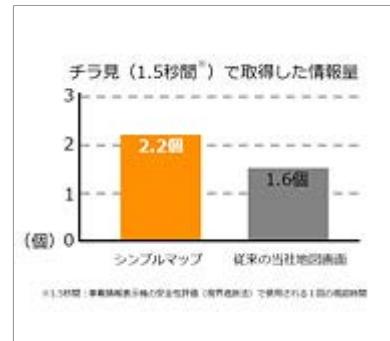
ルートに近い道路ほど濃い色で表示し、通過する交差点などのわかりやすさに配慮しています。



拡大表示

効果

実際に運転しながら地図をチラッと見る実験をしました。シンプルマップは1回のチラ見で平均2.2個の情報が理解できました（従来品では1.6個）。1回のチラ見で、曲がるために最低限必要な情報「曲がる場所・方向」が理解できることが分かりました。



拡大表示

デザイナーの一言

デザインを実現する醍醐味

デザインのアイデアを実際に実現するのはとても大変です。処理速度の限界、イレギュラーな状況で想定通りにはならないなど、多くの問題が発生します。紹介したデザインのポイントも言葉や絵にするには簡単ですが、実現するのは大変でした。シンプルマップが実現できたのは、デザイナーと技術者が「わかりやすい地図をつくる」という1つの目的を共有して、一緒に開発したからだと感じています。デザイナーはコンセプトや要求仕様、最後のグラフィックデザインを担当しました。技術者はそれらを実現するアルゴリズム設計や実装を担当しました。目的の実現にむけ、デザイナーと技術者が互いに良い意味で口を出し合ったことで、役割分担を超えた開発ができました。印象としては、毎日が文化祭の前日のような開発で、新しいモノをつくる醍醐味を感じることができました。



デザイン研究所
泉福 剛

デザイン

JR東日本 新津駅「エコステ」省エネモニター

概要



三菱電機は、駅の省エネ・環境保全の取組としてJR東日本が推進している「エコステ」の事業に関わっており、これまでにJR東日本 平泉駅、福島駅、新津駅の3駅で省エネや創エネなどの設備・システムとともに、駅でその取り組みを紹介する「省エネモニター」のコンテンツデザインに取り組んできました。

新津駅エコステでは、車両間で融通出来なかった余剰回生電力を駅で活用する仕組みとして、三菱電機の駅舎補助電源装置蓄電タイプが採用されました。

その他の取り組みも含めて、見るだけでなく、駅を利用するお客様にも参加して頂き、理解を深めていただくことをコンセプトにコンテンツを企画、デザインしました。

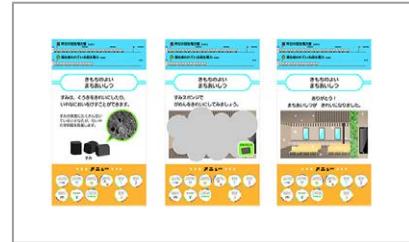
デザインのポイント

「タッチして学ぶエコ」

生活に身近な駅という場で、気軽に繰り返してタッチポイントが生まれるよう、分かりやすく、親しみを感じてもらえる画面デザインにしました。

また、60インチタッチパネルを採用し、見る・読むだけでなく、クイズに答えた
り画面をなぞったりする遊びや、駅で活用した余剰回生電力の大きさで電車のグラフが動くなど、子どもが楽しめる仕掛けを取り入れました。

日常的に利用する駅を「環境教育」の場としてこれらの取り組みを子供が興味を
持て理解できるよう、駅コンコースや待合室に、見た目にも楽しく、触って遊
べるコンテンツを企画、デザインしました。



[拡大表示](#)

デザイナーの一言



「様々な立場で考えるデザイン」

デザイン研究所は、事業を通してその先のお客様のビジネスや生活がより便利に、
楽しく、豊かになることを目指して、プロダクトやGUI、コンセプト等をデザイン
します。

今回は現地調査し、利用者の様子を把握するとともに、JR東日本の立場にたって、
駅を利用するお客様へのメッセージをデザインしました。誰のために、何を目的に
デザインするのかを、仕事のたびに考えることは、世界観が広がるような楽しみで
あるとともに、自分の知見の狭さも思い知らされます。学生のうちから、是非自分
なりの知見の広げ方を工夫してみて下さい。

デザイン研究所
高橋 明子

デザイン

成田国際空港デジタルサイネージ 「コンセプト構築からデザイン開発まで」

概要



近年、駅や空港等の公共施設、大型商業施設等に案内や広告を表示するディスプレイ「デジタルサイネージ」が設置されるようになってきました。特に空港は国籍や年齢、目的の異なる様々な人が利用する空間であり、平常時はもとより、非常時にも広い空港内にいる全ての人が、必要とする情報をいち早く入手できる仕組みが必要です。これらの課題を解決した成田国際空港デジタルサイネージは、国内最大規模（端末台数100台、画面枚数334面）のシステムとして、2012年6月より稼働を開始しています。

デザインのポイント

成田国際空港を、顧客満足度が高く、収益性も高い世界トップレベルの空港にすることを目指し、「シームレス・ストレスフリー」、「プラスバリュー」、「フロンティア」という3つのキーワードを掲げてデザイン開発を行いました。

(1) シームレス・ストレスフリー

旅客の動線に応じた最適な情報提供の実現

(2) プラスバリュー

「また来たい」と思っていただけるようなおもてなしの演出で、日本を訪れる人、世界に旅立つ人にメッセージを伝達

(3) フロンティア

次世代空港のあるべき姿を示し、将来に向けた可能性を提示



デザイナーの一言



デザイン研究所は、家電などの製品デザインだけでなく、コンセプトデザインをベースとしたビジネス企画提案活動にも参画しています。三菱電機やグループ会社の様々なビジネスシーンに対し、デザインの視点から、顧客ニーズや社会環境予測を踏まえた今までにない製品／サービスを提案しています。また、それらの最終イメージを実動デモなどでわかりやすく表現することも私たちの仕事です。ご紹介した成田国際空港デジタルサイネージのように、コンセプトから配置計画、製品デザイン、インターフェースデザインに至るまで一貫してデザインできる仕事は、非常にやりがいのある楽しい仕事の一つです。

デザイン研究所
鶴 直樹

※ 「WORLD SKY GATE NARITA」は成田国際空港株式会社の登録商標です。

トレインビジョン 「鉄道車両内情報提供サービスの創出」

概要



車両内の音声アナウンスによる乗換え案内などの案内情報は、車両内がうるさい状況では聞き取ることができませんでした。また、音声アナウンスを聞き逃してしまうことや、不慣れな人が音声アナウンスを理解できないこともあります。これらの課題を解決し、誰にでも理解できるわかりやすい表示を目指して開発されたトレインビジョンは、鉄道事業者に高く評価され、多くの車両に採用されています。

また、鉄道分野における70年にもよぶ当社の実績とノウハウに、社会や時代のニーズ分析に基づくユーザー視点でのデザイン提案を取り込むことで、2002年の導入以来、トレインビジョンは進化しつづけています。

デザインのポイント

トレインビジョンは左右2つの画面で構成され、案内情報（旅客が必要とする情報）と広告（旅客に見せたい情報）をそれぞれの画面に表示しています。案内情報の画面では、従来、車両内の音声アナウンスでしか入手できなかつた遅延情報や停車駅案内などに加え、乗車位置に合わせた乗換案内、出口案内などを表示しています。これらは「多言語で見える化」することで、より多くの人へ同時に最新情報を提供しています。また、広告の画面は、隣の画面に表示している案内情報の画面が旅客の視線を集めるため、単独の広告表示に比べ、高い視聴率を獲得しています。このトレインビジョンで培った高い視聴率を得るためのノウハウは、デジタルサイネージビジネスなどの様々な企画提案活動に活用しています。



デザイナーの一言



トレインビジョンなどをデザインしている私達は、将来のあるべき社会インフラの姿を電機メーカーの立場で描いていくことを目標に、営業系、技術系、製造系をはじめ様々な立場の社員と力を合わせて日々活動を続けています。社会インフラ系事業におけるデザインについて、地味な存在というイメージを持つ方が多いかもしれません。それでも、トレインビジョンなどのデザインには「社会インフラの新たなスタンダードを創っていく」という醍醐味があります。三菱電機では、5~10年後をじっくりと見据えながら社会の為に取り組んでいくスケールの大きなフィールドでも、デザイナーの活躍の場が十分に用意されています。トレインビジョンはまさにその好例の一つだと思います。

デザイン研究所
浅岡 洋

デザイン

アニメーション誘導ライティング

概要



近年、商業施設や公共施設を親子三世代での利用が増加する一方で、施設は複合化し複雑になりエレベーターやトイレなどの目的地へ辿り着きにくくなっています。また、子供やベビーカーユーザー、車椅子ユーザーなどの目線が低いユーザーは、壁や天吊りのサインは見つけにくいという課題があります。

アニメーション誘導ライティングは、灯具やプロジェクターを用いてアニメーション図形を投射し、目線の低いユーザーでも気が付きやすい案内サインです。

デザインのポイント

コンセプトの開発にあたって、実際の施設において実証実験を行いました。実験を通じて得られたフィードバックを受けてコンセプトのブラッシュアップを重ねるとともに、アニメーションによるサインが子供や車椅子ユーザー、外国人利用者にとって効果的であることが分かっています。特に小さな子供は、アニメーションを適用した図形に注目し内容を理解できるため、文字が読めなくても誘導できる直感的な案内となり得ることが分かっています。

また、本コンセプトで想定している光のアニメーションは広く一般への普及を目指し、国立研究開発法人産業技術総合研究所と共同で標準化を推進していきます。



デザイナーの一言



デザイン研究所
坂田 礼子

「コンセプトを形にすることが、開発の第一歩」

このサインは、コンセプトが未熟な段階から直接ユーザーの方の利用する施設に持ち込み、実証実験を行い、ユーザーの意見や実感を得ながら開発を進めてきました。一番初めは、車椅子バスケットボール選手や関係者の方が練習している体育館に行き、まだパラック状態の機材でサインを出して意見を頂きました。その後、当社のショールームMEToA Ginza（メトア ギンザ）®での活用や、社内保育園に通うお子さんに体験頂くなど、社内外の様々な方のご協力を頂きながらブラッシュアップを重ねています。

こういったトライアンドエラーに近い取り組みを続けたことで、目的がはっきりとした開発をすることが出来たように思います。このような開発プロセスは、コンセプトを形にする能力に長けたデザイナーだからこそ実践できるものであり、とても楽しかったので、今後も続けていきたいと思っています。

デザイン

次世代コミュニケーションツール「しゃべり描き®UI（ユーザーインターフェース）」

概要



「しゃべり描き®UI」は、外国語や手話ができなくても外国人や聴覚障がい者との円滑なコミュニケーションを実現するタブレット・スマートフォン向けアプリです。好きな場所に絵を描くように、話した言葉を指でなぞった軌跡に表示することで、筆談より手軽で直感的な操作ができます。また、お絵かきや画像と組み合わせて表示できるので、文字だけに頼らない分かりやすい表現が行えます。さらに、多言語翻訳により、外国人ともより楽しくより深く想いを伝え合うことができます。このように、しゃべり描き®UIは音声認識技術を活用した次世代のコミュニケーションツールです。

▶ [解説ムービーを見る](#)

デザインのポイント

耳の不自由な方は、指さしながら説明されても説明している人の唇の動きと指先を同時に見ることができないので、話しを理解するのが難しいという課題がありました。一方で、筆談ボードを使うと、文字とお絵かきを組み合わせて表現することにより、耳の不自由な方や外国人とコミュニケーションがとれるという特徴があります。

このふたつに着目し、話した言葉を指先に表示し、文字とお絵かきを組み合わせて表現できる次世代コミュニケーション技術「しゃべり描き®UI」を開発しました。アプリを作る上で大切にしたのは、直感的で気持ちの良い操作感、そしてしゃべり描き®UIによって生まれる人と人のあたたかい繋がりです。



デザイナーの一言



デザイン研究所
平井 正人

耳の不自由なインターン生との出会いと、デザイナーの自主研究プロジェクトから生まれた「しゃべり描き®UI」

このアプリは、様々な専門領域のデザイナーによる自主研究プロジェクトから生まれました。きっかけは、耳の不自由なインターン生との出会いです。「もっと話したい」そんな想いから、自主研究プロジェクトが始まりました。

最初の想いを最後まで大切にしながらプロジェクトを進め、耳が聞こえないという「障がいの壁」だけでなく、言語が異なるという「国境の壁」も乗り越えられる、人と人の気持ちが繋がるコミュニケーション技術が完成しました。

今までにない新しいUIの実現、応用展開の広さや有効性などが評価されて、CEATEC® AWARD 2016でグランプリを受賞しました。（暮らしと家でつながるイノベーション部門）

※ 「しゃべり描き」は三菱電機株式会社の登録商標です。

※ 「CEATEC JAPAN」は一般社団法人電子情報技術産業協会の登録商標です。

デザイン

途上国暮らしに向けたデザインプロジェクト

概要



2050年には、世界の人口は93億人に到達し、その内の約86%は発展途上国・開発途上国に暮らすと言われています。企業の持つ製品やテクノロジーを、先進国向けの価値だけでなく、世界に暮らす多くの人の生活やその課題の改善のために活用したいと考え、新たにプロジェクトを立ち上げました。

現在は、インドネシア漁村地域の魚売りにフォーカスした取り組みを行っています。炎天下の中、常温で販売する魚は、あっという間に鮮度が落ち、販売価格の低下や売れ残りによるロスに繋がっています。現地で見つけたこのような課題を解決し、ユーザーの暮らしのベースとなる所得の安定や向上を目指しています。

デザインのポイント

実際に開発メンバーが現地に渡航して、調査や検証を進めています。インタビューや観察調査、プロトタイプの実験ももちろんですが、それ以外にも、例えば無電化地域のお宅に泊めてもらったり、そこで夕飯をご馳走になったりと、そういうたりアルな体験を通して、ユーザーのライフスタイルや、その背景にある文化や習慣、価値観を探っています。

プロトタイプを用いた実験も、ユーザーと共に行います。バイク電源で稼働する小型冷蔵庫のプロトタイプを用いた、鮮魚の移動販売テストでは、ユーザーの1日あたりの収入が1.5倍に増えたケースもありました。このような現地での体験や、ユーザーを巻き込んだプロセスを大切にしています。



デザイナーの一言



プロジェクトはまだまだ初期フェーズですが、ここで創出した価値を実際に社会にリリースするためには、設計や製造といったエンジニアリング要素だけにとどまらない、様々なパートナーとの連携が必要になってきます。例えば現地でのリサーチでは、インドネシアを中心に活動を行うNPOのコペルニクに協力頂くことで、途上国地域におけるリアルなユーザーの暮らしに接することができました。ビジネスや流通の仕組みなど、社内の技術や枠組みだけに限らず、社外との新しい関係の構築も含めたアプローチの中で、社会に対して魅力ある価値を提供できればと思っています。

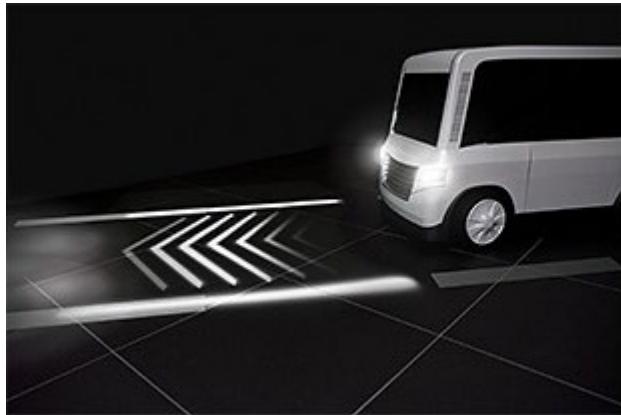
デザイン研究所
松山 祥樹

デザイン

自動車向け「路面ライティング」

概要

「路面ライティング」は、路面に光の図形を描き、車の次の動きを周囲の歩行者や他車に伝えるというコンセプト提案です。安全・安心で快適な車社会を実現するために、今後、車とその周囲とのコミュニケーションを促進することが重要であると考え、このコンセプトを提案しました。



デザインのポイント

車がドアを開けたり、前進・後退する際に、道路へ光で図形を描いて、車の動きを直感的に分かり易く表示します。最大の特長はアニメーションによる表現です。例えば、車のドアが開く前に、光のアニメーションでこれからドアが開くことを伝えて、周囲の歩行者や車に注意を促します。

ドライバーの顔が見えない状況でも車の動きが素早く理解でき、周囲の迷いや立ちを低減して道路環境の安全性が向上すると考えています。



デザイナーの一言



今回のコンセプト提案は、ユーザー視点で安全な交通社会実現のために、車の機器で何ができるかを考えました。

近年の車の機器は、ドライバーへ情報提供するものは沢山ありますが、車の周囲の歩行者への情報提供はあまり多くありません。しかし、近くにいる歩行者や他車が車の動きを予測できず、不安を感じたり、危険な状況になってしまることがあります。そのため、車の周囲へのケアとして、今回のコンセプトを提案しました。

また、検討において車以外の様々な分野のデザイナーが参加しました。三菱電機という多様な製品を扱う会社だからこそ、色々な発想が集まって新たなアイデアを生むことが出来ると感じた瞬間でした。

デザイン研究所
坂田 礼子

研究所紹介

研究開発については、成長戦略を推進する要として、短期・中期・長期のテーマをバランスよく推進していきます。現在の事業を徹底強化するとともに、総合電機メーカーならではの強みを生かした、技術シナジー・事業シナジーを通じた更なる価値創出や、るべき姿の実現に必要な未来技術の研究開発にも取り組んでいきます。これらに加え、当社の全ての製品の土台となる共通基盤技術の研究開発にも注力していきます。また、大学など社外研究機関とのオープンイノベーションを積極的に活用し、開発の効率化を進めることで、成果を最大化していきます。

先端技術総合研究所



豊かな未来を創造するために、全事業のR&D拠点として、幅広い分野の研究開発を行っています。

情報技術総合研究所



情報・通信技術のR&D拠点として、暗号やAIなどのIT分野を中心とした研究開発を推進しています。

デザイン研究所



人中心の視点から新たな価値を創出し、新しい事業や製品・サービスにつなげます。

海外拠点

▶ MERCE (France/U.K.)

Mitsubishi Electric R&D Centre Europe B.V.

英仏2つの研究拠点を有し、欧州における先進的なR&Dコミュニティと連携を図りながら通信・情報、パワーエレクトロニクス、環境・エネルギーの研究開発を行っています。

▶ MERL (USA)

Mitsubishi Electric Research Laboratories, Inc

北米ボストンにある当社研究開発拠点であり、信号処理、制御、最適化、モデリング&シミュレーション、AIの技術分野において、応用を見据えた基礎研究および先進技術の研究開発を行っています。



研究開発



所長メッセージ

私たちは、三菱電機グループの最先端技術の研究開発拠点として、事業を支える基盤技術から次世代製品やサービスの技術開発、将来の新事業の芽となる研究開発に取り組んでいます。常に、世の中の根源的な流れを見極め、社会課題に正面から向き合い、社内外の連携も活用し、持続的成長に向けた開発を推進しています。「これまで世界の誰も成し得なかった技術と価値を創出する」これが私たちの目標です。

先端技術総合研究所 所長 田中 博文



トピックス



2019年04月11日

「発電機稼働率向上に貢献する発電機用薄型点検ロボット」が第68回 電機工業技術功績者表彰において「重電部門 優秀賞」を受賞しました。



2019年02月13日

三菱電機 研究開発成果披露会を開催しました。



2019年02月07日

【広報発表】「高層ビル向けエレベーター用ロープ制振装置を開発」に関する広報発表をおこないました。

➤ トピックスバックナンバーはこちら

研究紹介

三菱電機グループの幅広い事業分野のコア技術・最先端技術の研究開発を行っています。

パワーエレクトロニクス、電気、機械、メカトロニクス、環境、材料、エネルギー、デバイス、システムソリューション、映像・表示などの分野において、

新たな時代を切り拓くキー・テクノロジーを提供しています。

重電システム

電力、交通、昇降機、ビル管理などの社会インフラ技術。



直流大電流の高速遮断技術



MRI用高温超電導コイル



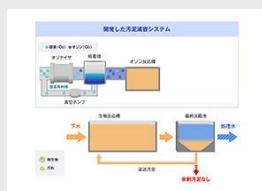
気液界面放電による新水処理技術



超高速エレベーターを支える技術



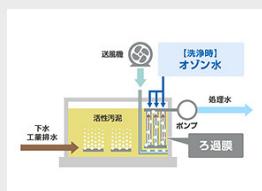
オゾン高濃度化システム



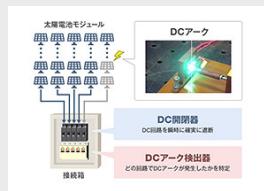
汚泥減容システム



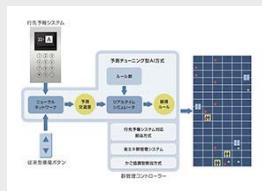
蓄電池性能オンライン診断技術



オゾン水を利用した膜分離バイオリアクターによる水処理技術



太陽光発電向けシステム安定性向上技術



エレベーター群管理システム

産業メカトロニクス

FAシステムや自動車用電装品などの産業向けテクノロジー。



産業用ロボット<AI力覚制御>



発電機用薄型点検ロボット



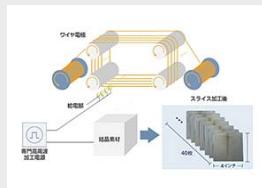
次世代超大型望遠鏡TMT「分割鏡交換ロボット技術」



プリント基板穴あけ用レーザ加工機



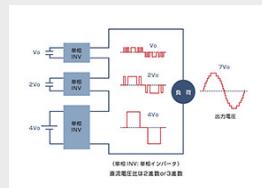
高速レーザ加工機技術



マルチワイヤ放電スライス技術



マイクロスパークコーティング技術 MSCoating



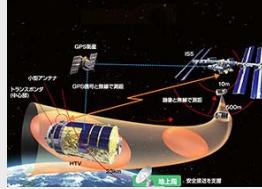
階調制御型インバーター

情報通信システム

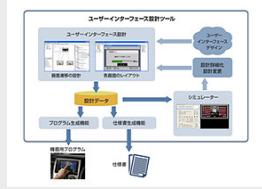
宇宙開発から携帯電話まで、幅広い分野における情報通信技術。



レーダーによる津波監視支援技術



宇宙ステーション補給機「HTV」ランデブ技術



ユーザーインターフェース設計ツール

電子デバイス

パワーデバイスや高周波デバイスなどの半導体や液晶関連技術。



SiCパワーDEバイス開発



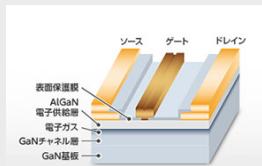
SiCパワー半導体素子



フルSiCパワー半導体モジュール



大容量ハイブリッドSiCパワーモジュール



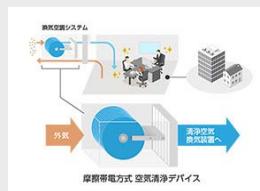
高効率GaN on GaNトランジスター

家庭電器

もっと快適な暮らしを提案する、さまざまな家庭電器技術。



X線吸収効果を利用したRoHS指令対象物質高速除去技術



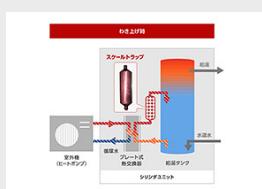
摩擦帯電方式空気清浄デバイス



空気質センサー



欧州ヒートポンプ式温水暖房システム向け暖房制御技術



欧洲ヒートポンプ式給湯システム向けスケール制御技術



NCV高音質スピーカー振動板



エアコン快適・省エネ制御
「ムーブアイ」



プラスチックマテリアルリサイクル

共通基盤技術/その他

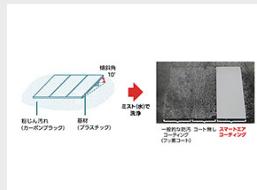
安心、安全、省エネなど、これからの中堅企業を支える技術。



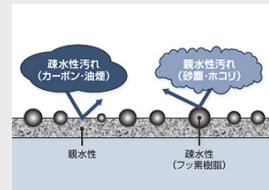
放射能分析技術



モバイル端末による3次元モデル再構成技術



スマートエアコーティング



ハイブリッドナノコーティング

アクセス

〒661-8661 兵庫県尼崎市塚口本町8丁目1番1号 TEL : (06) 6491-8031

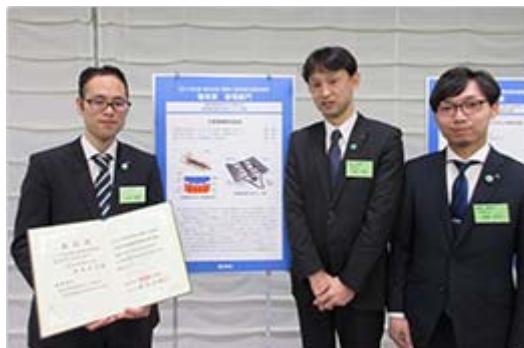


トピックスバックナンバー

先端技術総合研究所と研究者の活動を紹介します。

2019年04月11日

「発電機稼働率向上に貢献する発電機用薄型点検ロボット」が第68回 電機工業技術功績者表彰において「重電部門 優秀賞」を受賞しました。



4月11日(木)に経団連会館にて、一般社団法人 日本電機工業会主催第68回 電機工業技術功績者表彰授賞式が行われ、「発電機稼働率向上に貢献する発電機用薄型点検ロボットの開発」が重電部門で優秀賞を受賞しました。

当社が開発した発電機用薄型点検ロボットは、発電機の固定子と回転子のごく狭い隙間を走行可能な厚み19.9mmの薄型を特長とし、回転子を引き抜くことなく内部を短時間で高精度に点検可能としたことで発電機の稼働率向上、保守効率化へ貢献する点が高く評価されました。

ニュースリリース 2019年04月12日（金） 開発No.1923
「第68回 電機工業技術功績者表彰」重電部門優秀賞を受賞
(PDF : 259KB) [PDF](#)

2019年04月10日

【広報発表】“「人」が主役となるものづくり革新推進コンソーシアム”を設立に関する広報発表を行いました。

国立研究開発法人 産業技術総合研究所、沖電気工業株式会社、日鉄ソリューションズ株式会社、三菱電機株式会社は、「人」が主役となる新たなものづくりの手法確立と普及を目指す“「人」が主役となるものづくり革新推進コンソーシアム（HCMiコンソ）”を新たな産総研コンソーシアムとして4月10日に設立しました。

今後、参加機関を募集し、産総研 情報・人間工学領域長（理事） 関口 智嗣氏をHCMiコンソの会長とし、参加機関により活動を推進していきます。なお、HCMiコンソの設立総会を2019年6月に開催予定です。

ニュースリリース 2019年04月10日（水） (PDF : 172KB) [PDF](#)

産総研プレスリリース 2019年04月10日（水） [PDF](#)

沖電気工業プレスリリース 2019年04月10日（水） [PDF](#)

日鉄ソリューションズプレスリリース 2019年04月10日（水） [PDF](#)

2019年03月25日

(一社)日本電気協会 関東支部 電気関係事業従業員功績者表彰「考案表彰最優秀賞」を受賞しました。



3月25日に東京 八芳園にて、(一社)日本電気協会 関東支部主催、平成31年電気記念式典が執り行われ、「独自の低電磁ノイズ技術を搭載したベルト駆動式MGの開発」が電気関係事業従業員功績者表彰「考案表彰最優秀賞」を受賞しました。

独自の電磁界解析技術と回路解析技術を用いて、機器の大型化とコストアップなく電磁ノイズを低減したモータジェネレーターを開発したことが高く評価されました。

今後、さらなる開発を推進し、安心・安全な自動車社会の普及や低炭素社会の実現に貢献します。

2019年03月25日

【広報発表】「京都大学と三菱電機、先端機械工学分野を核とした産学共同講座を開設」に関する広報発表を行いました。

国立大学法人京都大学と三菱電機株式会社は、京都大学大学院工学研究科に、継続的なイノベーションの創出とイノベーションを担う人材の育成を目標とした産学共同講座「進化型機械システム技術産学共同講座（三菱電機）」を2019年4月に開設します。

幅広い知を有する京都大学と、幅広い電機製品・システムを手掛ける三菱電機が組織的に連携することで、学際的な知見の活用により多様な社会の課題を解決する「進化していく機械システム」の研究開発と、イノベーションを担う人材育成に取り組みます。

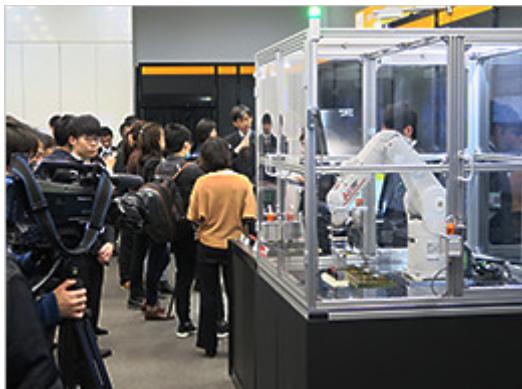
ニュースリリース 2019年03月25日（月） (PDF : 212KB)

京都大学工学部・大学院工学研究科

進化型機械システム技術産学共同講座（三菱電機）設置 (2019.4.1)

2019年02月13日

三菱電機 研究開発成果披露会を開催しました。



三菱電機 研究開発成果披露会

「スマート生産」「スマートモビリティ」「快適空間」「安全・安心インフラ」「共通技術」の5つの分野で、研究開発成果を披露しました。

先端技術総合研究所 出展案件

■スマート生産

A-3 人のわずかな動作の違いも見つける行動分析AIを開発
(PDF : 359KB)

■スマートモビリティ

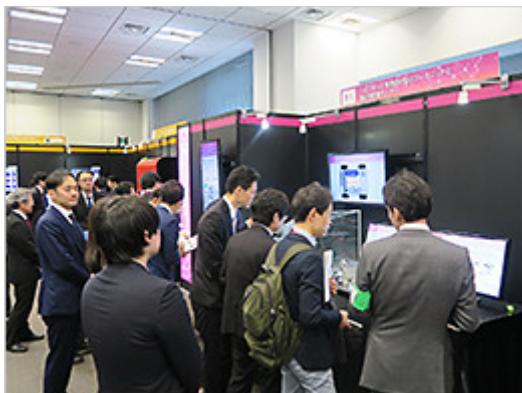
B-1 ハイブリッド車用超小型パワーユニットと高出力密度モーターを開発 (PDF : 272KB)

■快適空間

C-1 家電ごとの電気の使い方見える化技術 (PDF : 386KB)

C-2 R32冷媒と水を利用したビル用マルチエアコン (PDF : 424KB)

C-4 高層ビル向けエレベーター用「ロープ制振装置」 (PDF : 303KB)



■安全・安心インフラ

D-1 電気自動車のバッテリーを有効活用するエネルギー・マネジメント技術 (PDF : 502KB)

D-2 電力用ガス絶縁開閉装置向け遮断・絶縁技術 (PDF : 282KB)

■共通技術

E-5 世界最高感度のグラフェン赤外線センサー (PDF : 352KB)

2019年02月13日

【広報発表】「人のわずかな動作の違いも見つける行動分析AIを開発」を広報発表しました。



拡大表示

当社AI技術「Maisart®（マイサート）※1」を用いて、事前の機械学習なしに人のわずかな動作の違いも見つける独自の「行動分析AI」を開発しました。

人が自分自身では気付きにくいわずかな動作の違いを自動的に見つけることができるので、例えば、工場の生産現場では、作業者の手順の違いや無駄な動作の検出により、一人ひとりに合わせた作業改善ができ、生産性向上に貢献します。

※1 Mitsubishi Electric's AI creates the State-of-the-ART in technologyの略。全ての機器をより賢くすることを目指した三菱電機のAI技術ブランド

ニュースリリース 2019年02月13日（水）開発No.1915
人のわずかな動作の違いも見つける行動分析AIを開発（PDF : 359KB）

2019年02月13日

【広報発表】「ハイブリッド車用超小型パワーユニットと高出力密度モーターを開発」を広報発表しました。



ハイブリッド車用 超小型パワーユニット（開発品）



ハイブリッド車用 高出力密度モーター（開発品）

フルSiCパワー半導体モジュールと高密度実装技術の適用により、出力容量400kVA 機種において、世界最小※1の体積2.7Lと世界最高の電力密度150kVA/Lを実現した「ハイブリッド車用超小型パワーユニット」と、非対称回転子構造により世界最高クラス※2の出力密度23kW/Lを達成した「高出力密度モーター」を開発しました。

車両への設置の自由度向上と車内空間拡大に加え、燃費向上にも貢献します。

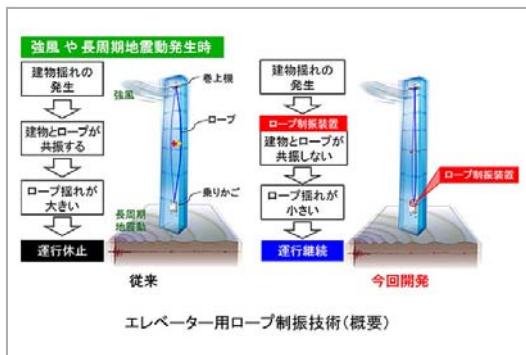
※1 2019年2月13日現在、当社調べ。2モーター方式ハイブリッド車に対応した2つのインバーターと1つのコンバーター構成のパワーユニット

※2 2019年2月13日現在、当社調べ。2モーター方式ハイブリッド車に対応した駆動用モーターの同一条件での比較の場合

ニュースリリース 2019年02月13日（水）開発No.1916
ハイブリッド車用超小型パワーユニットと高出力密度モーターを開発（PDF : 272KB）

2019年02月07日

【広報発表】「高層ビル向けエレベーター用ロープ制振装置を開発」に関する広報発表をおこないました。



「 拡大表示

強風や長周期地震動発生時に起きた高層ビルのエレベーターロープの揺れを抑制する「ロープ制振装置」を開発しました。

ロープの揺れによるエレベーターの運行休止頻度を低減することで安定運行を実現し、利用者の利便性の向上に貢献します。

ニュースリリース 2019年02月07日（木）開発No.1911
高層ビル向けエレベーター用「ロープ制振装置」を開発 (PDF : 356KB)



2019年02月05日

【広報発表】国立研究開発法人 産業技術総合研究所（産総研）の辻井人工知能研究センター長、同 麻生副研究センター長と、工場での生産準備作業を効率化するAI技術に関する広報発表を行いました。



産総研と共同で、FA（ファクトリーオートメーション）機器の調整やプログラミングなどの生産準備作業を大幅に効率化するAI技術を開発しました。開発成果は、「AIによる最適化（サーボシステム）」、「AIによる品質判定（レーザー加工機）」、「AIによる異常判定（産業用ロボット）」の3つの技術です。

三菱電機のFA機器・システムに関する技術と産総研のAI技術との融合により、生産準備作業にかかる時間を短縮できます。

今回の開発成果は、産総研の保有するAI技術が三菱電機との連携によりFA分野で有用となったものであり、今後、三菱電機のAI技術「Maisart®（マイサート）※1」のひとつとして、三菱電機のFA機器・システムに実装を進め、工場の生産性向上に大きく貢献します。

※1 Mitsubishi Electric's AI creates the State-of-the-ART in technologyの略。全ての機器をより賢くすることを目指した三菱電機のAI技術ブランド

ニュースリリース 2019年02月05日（火）

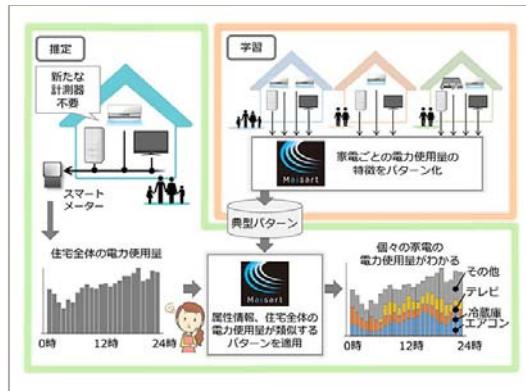
工場での生産準備作業を効率化するAI技術を開発 (PDF : 343KB)

産総研プレスリリース 2019年02月05日（火）

工場での生産準備作業を効率化するAI技術を開発

2019年01月29日

【広報発表】「家電ごとの電気の使い方見える化技術」に関する広報発表を行いました。



[拡大表示](#)

当社AI技術「Maisart®（マイサート）※1」を使い、新たな計測器を取り付けることなく、スマートメーターで計測した住宅全体の電力使用量から、家電ごとの電力使用量を高精度で推定する「家電ごとの電気の使い方見える化技術※2」を開発しました。

スマートメーターの計量値を活用するため、蓄積データ量を1%以下に抑えることができ、推定にかかる計算量を減らすことができます。これにより、電力会社による新たな電力データ活用サービスの提供や家庭における省エネ意識の向上に貢献します。

なお、本技術は、東北電力株式会社が2018年7月から実施している実証実験「よりそうスマートプロジェクト」の省エネアシストサービスに採用されています※3。

※1 Mitsubishi Electric's AI creates the State-of-the-ART in technologyの略。全ての機器をより賢くすることを目指した三菱電機のAI技術ブランド

※2 本件は、東北電力株式会社との共同研究により開発した成果

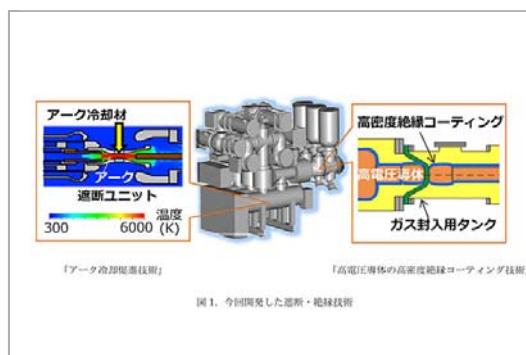
※3 東北電力ニュースリリース [□](#)

ニュースリリース 2019年01月29日（火）開発No.1907

「家電ごとの電気の使い方見える化技術」を開発（PDF：440KB）[□](#)

2019年01月17日

【広報発表】「電力用ガス絶縁開閉装置向け遮断・絶縁技術」に関する広報発表を行いました。



[拡大表示](#)

高電圧の電力系統に用いられるSF₆※1ガス絶縁開閉装置の電流遮断性能を25%向上させる「アーカ冷却促進技術」と、絶縁性能を30%向上させる「高電圧導体の高密度絶縁コーティング技術」を開発しました。

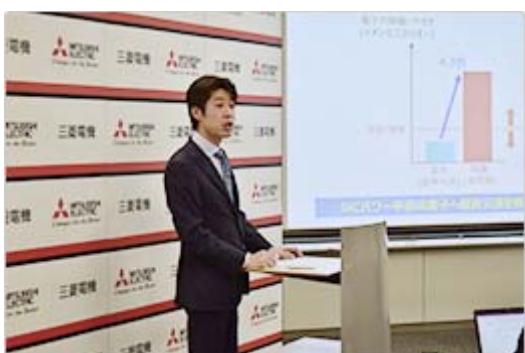
開閉装置の小型化を推進し、地球温暖化係数が高いSF₆ガスの使用量の削減に貢献します。

※1 六フッ化硫黄。地球温暖化係数がCO₂の22,800倍

ニュースリリース 2019年01月17日（木）開発No.1902
電力用ガス絶縁開閉装置向け遮断・絶縁技術を開発（PDF：333KB）[□](#)

2018年12月04日

【広報発表】東京大学と共同で、「電磁ノイズの影響を受けにくい動作原理を世界で初めて考案」に関する広報発表を行いました。



国立大学法人東京大学大学院工学系研究科 マテリアル工学専攻 喜多 浩之准教授と共同で、「電磁ノイズの影響を受けにくい動作原理を世界で初めて考案」に関する広報発表を行いました。

SiCパワー半導体素子内に硫黄元素を加えることで、電流経路内の電子の一部が捕獲され、素子の電気抵抗を増大させることなくスイッチング動作開始時の制御電圧を高められることを実証しました。今回考案した動作原理の適用により、外部からの電磁ノイズへの耐性が高まり、SiCパワー半導体素子の誤動作が低減することで、パワーエレクトロニクス機器の信頼性を高めることができます。

なお、本研究成果を「IEDM2018 (The International Electron Devices Meeting)」(於：アメリカ San Francisco)にて発表しました。

ニュースリリース 2018年12月04日 (火)

電磁ノイズの影響を受けにくい動作原理を世界で初めて考案

(PDF : 323KB)

東京大学大学院工学系研究科 プレスリリース 2018年12月04日



2018年11月20日

「電磁操作式真空遮断器の開発グループ」が第63回「滋澤賞」を受賞しました。



受賞者の高橋氏（中央）

11月20日（火）に東海大学校友会館にて、（一社）日本電気協会「滋澤賞」授賞式が行われました。本賞は、電気の保安・信頼性向上に優れた業績を挙げた人を表彰するものです。

今回、独自の部品配置による長寿命化と設計上流段階での品質工学適用により、部品の寸法ばらつきや温度変動に強い電磁操作式真空遮断器を開発し、電力供給の安定化に寄与したことが評価されました。

今後も電気の保全・信頼性向上に貢献します。

2018年11月14日

第66回電気科学技術奨励賞を受賞しました。



「パワーエレクトロニクス時代の電磁ノイズ対策設計を革新する技術の研究開発」受賞者の白木氏（左）と明石氏（右）



「高圧需要家向け新型力率改善装置の開発と実用化」受賞者の高野氏

11月14日（水）に学士会館にて、第66回電気科学技術奨励賞の授賞式が行われました。電気科学技術奨励会が電気科学技術に関する発明、改良、研究、教育などで優れた業績を挙げ、日本の諸産業の発展および国民生活の向上に寄与し、今後も引き続き顕著な成果の期待できる人を表彰するものです。

先端技術総合研究所からは、「パワーエレクトロニクス時代の電磁ノイズ対策設計を革新する技術の研究開発」が受賞しました。

[ニュースリリース2018年10月30日（火）開発No.1825](#)

平成30年度「第66回電気科学技術奨励賞」を2件受賞（PDF : 505KB) 

また、東北電力株式会社および株式会社トーエネックと共同で「高圧需要家向け新型力率改善装置の開発と実用化」においても電気科学技術奨励賞を受賞しました。

2018年10月25日

【広報発表】「電気自動車のバッテリーを有効活用するエネルギー・マネジメント技術」に関する広報発表を行いました。



駐車中の電気自動車（EV）や蓄電池などの蓄電設備と、太陽光発電（PV）や発電機などの発電設備を組み合わせた需要家向けのエネルギー・マネジメント技術を開発しました。

EVの充放電スケジュールの最適化計算により、建物の電力コストを5%削減することをEV10台を活用したシミュレーションで確認しました。段階的な制御により、EVの使用予定が変わっても電力コストの増加を抑制することができます。

本技術の適用形態の一つとして、EV普及が見込まれる中国でのフィールド実証実験を、三菱電機自動車機器（中国）有限公司の工場（中国・常熟市）において、2018年11月から三菱電機（中国）有限公司と共同で実施しています。

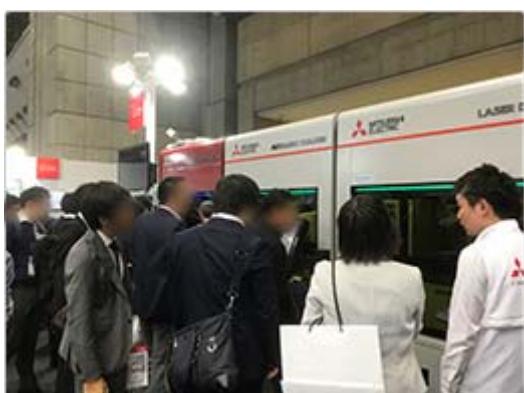
ニュースリリース2018年10月25日（木）開発No.1824
電気自動車のバッテリーを有効活用するエネルギー・マネジメント技術を開発（PDF：275KB）[PDF](#)

2018年10月23日

【広報発表】「金属三次元造形を高精度化する点造形技術を開発」に関する広報発表を行いました。



加工中の様子 左：連続造形（従来）右：点造形（新開発）



JIMTOF2018出展の様子

空孔がほとんどない高品質な三次元構造を高速で造形するレーザーワイヤーDED^{※1}方式を採用した金属3Dプリンターにおいて、レーザー技術、数値制御（CNC）技術、CAM技術を連携させ、高精度な造形を実現する独自の点造形技術を開発しました。

航空機や自動車の部品製造におけるニアネットシェイプ^{※2}化や肉盛補修など幅広い用途での生産性向上に貢献します。

本開発成果を搭載した金属3Dプリンターは、「第29回日本国際工作機械見本市（JIMTOF2018）」に参考出品いたしました。

※1 Directed Energy Deposition（指向性エネルギー堆積法）：集束された熱エネルギーを利用して材料を溶解・積層する造形プロセス

※2 最終形状に近い状態に仕上げること

ニュースリリース2018年10月23日（火）開発No.1823
金属三次元造形を高精度化する点造形技術を開発（PDF：395KB）[PDF](#)

2018年10月15日

三菱電機 Biz Timeline シナジーコラムに「Maisart×産業用ロボット～「AIの働く工場」が今、目の前に～」が掲載されました。



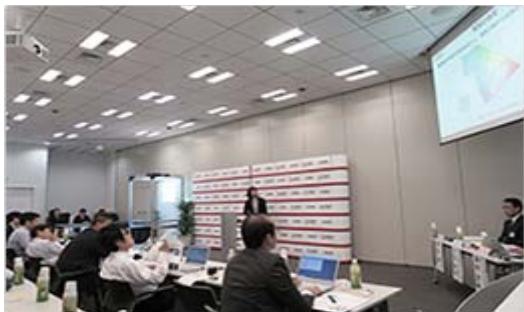
工場で使われる産業用ロボットに三菱電機AI技術「Maisart」を適用し、生産性を向上する「力覚制御の高速化技術」について、ロボットシステム開発担当者にインタビューしました。

[シナジーコラム：Maisart×産業用ロボット \[前編\]](#)



2018年09月27日

【広報発表】「青空を模擬するライティング技術」に関する広報発表を行いました。



エッジライト方式※1の薄型青空パネルとフレームを組み合わせた厚さ100mm以下の独自の照明構造で、室内にて奥行き感のある青空と自然光を表現する「青空を模擬するライティング技術」を開発しました。

オフィスや公共施設などの室内空間の快適性向上に貢献します。

※1 パネルの端面に配置したLEDの光をパネル内部で導光させる方式

本技術は、「CEATEC JAPAN 2018」

(10月16日～19日、於：幕張メッセ) に出展しました。

ニュースリリース2018年09月27日（木）開発No.1821
「青空を模擬するライティング技術」を開発（PDF：447KB）



▶ 時の移ろいを感じさせる色変化の様子（Movie）

2018年07月12日

京都府立洛北高等学校で、「表面の科学」の講義を行いました。



日経サイエンスと日本経済新聞社のご支援のもと、7月12日（木）に京都府立洛北高等学校で「表面の科学」のサイエンス講義を行いました。

理系志望の高2生80名に、表面を理解することの重要性、表面張力、親水性と撥水性などについて説明した後、紙やすりを用いて超撥水を作製する実験や、先端技術総合研究所が開発したコーティング液を使った超撥水実験を行い、実際に「超撥水」を体感していただきました。

また、汚れない表面を目指した防汚コーティング技術とその効果を応用事例とともにご紹介し、理解を深めていただきました。

講義に参加した方からは、「ふだんの授業では聞けない内容で、とても刺激になった。実験でも効果を見ることができたのでよかったです。」

「身近な悩みが、化学の技術で改善することに興味がもてた」などの感想をいただきました。

2018年06月07日

【広報発表】超小型・高機能な「LEDヘッドライト用光学モジュール」に関する広報発表を行いました。



LED光源からの光を集光・投射する独自のダイレクトプロジェクション方式の光学系を搭載した超小型・高機能な「LEDヘッドライト用光学モジュール」を開発しました。

ヘッドライトのデザイン自由度を向上するとともに、高度な配光制御機能によるライティングで安心・安全な夜間走行を支援します。

ニュースリリース 2018年06月07日（木）開発No.1819
超小型・高機能な「LEDヘッドライト用光学モジュール」を開発
(PDF : 380KB) [\[PDF\]](#)



2018年05月17日

【広報発表】「火花がほとんどでないファイバーレーザー溶接技術」に関する広報発表を行いました。



多田電機株式会社と共同で、「火花がほとんどでないファイバーレーザー溶接技術」を開発しました。

ファイバーレーザー溶接の不良や溶接速度低下の原因となる溶けた金属（溶融金属）が火花状態で飛び散る量（飛散量）を95%以上削減※1し、鉄鋼、自動車や電気機器など高出力のファイバーレーザー溶接を行う製造現場での溶接品質と生産性の向上に貢献します。

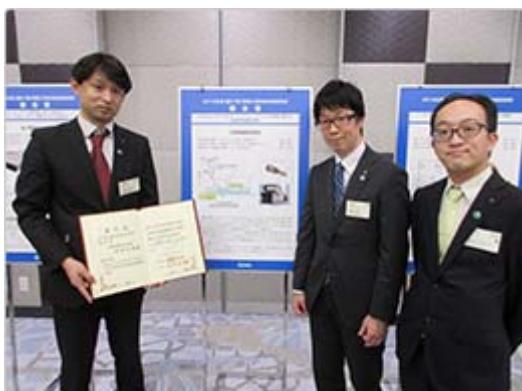
※1 溶接材料にSPHC（熱間圧延材）を使用した溶接時の当社従来技術との比較

ニュースリリース 2018年05月17日（木）開発No.1817
「火花がほとんどでないファイバーレーザー溶接技術」を開発
(PDF: 483KB) [PDF](#)



2018年04月12日

「Change of Mind対応アイドリングストップシステムを安価に構成する回転数同期機構の開発」が
(社)日本電機工業会 第67回電機工業技術功績者表彰 優良賞（重電部門）を受賞しました。



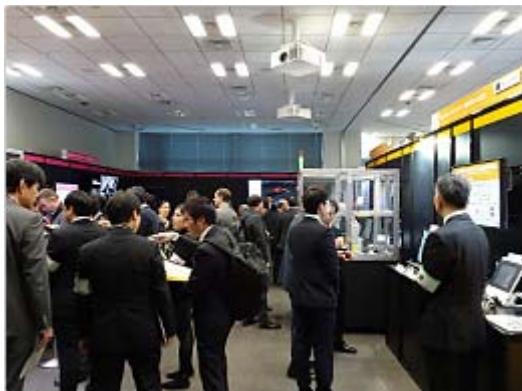
自動車の燃費向上技術の1つとして、車両が一時停止しているときに、所定の条件が成立すれば自動的にエンジンを停止するアイドリングストップシステムを搭載した車両が拡大しています。更に燃費向上させるために、停止する前の低速走行時にもエンジンを停止することが要求されており、エンジン完全停止前の再始動（Change of Mind）における始動時間や音などのフィーリングが課題となっています。

Change of Mind時でも停止へ向かうエンジンの回転速度を検出しながら、所定の条件が成立したところでスタータと駆動する制御と、エンジン側が回転していてもスムーズにスタータのピニオンギヤとエンジン側のリングギヤと噛み合わせられるピニオン機構を搭載することにより、エンジンが完全停止するまで待たない再始動を可能にしました。

本方式とスタータにより、停車速でのアイドリングストップを違和感なく、安全に実施することで、燃費の1~3%アップが可能な低速走行時のアイドリングストップを実現しました。

2018年02月14日

三菱電機 研究開発成果披露会を開催しました。



三菱電機 研究開発成果披露会

「スマート生産」「スマートモビリティ」「快適空間」「安全・安心インフラ」「共通技術」の5つの分野で、研究開発成果を披露しました。

先端技術総合研究所 出展案件

■スマート生産

A-1 AI活用によるロボット力覚制御の高速化 (PDF : 220KB)

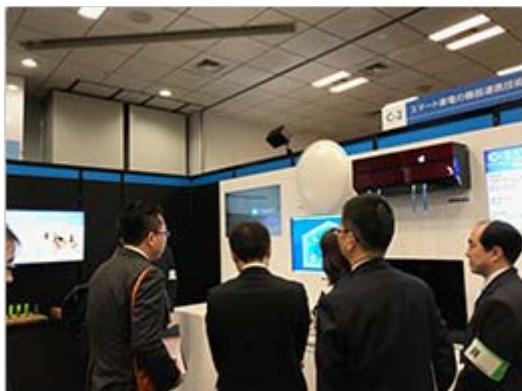


■スマートモビリティ

B-3 電動車両を支えるコンポーネント技術 (PDF : 380KB)



B-4 悪天候でも安全な自動運転技術 (PDF : 208KB)



■快適空間

C-1 静電気が創る快適空間 (PDF : 332KB)



C-2 スマート家電の機器連携技術 (PDF : 184KB)



C-4 快適空間を支えるビル空調技術 (PDF : 280KB)



■安全・安心インフラ

D-1 電力取引入札策定支援技術 (PDF : 564KB)



D-3 3.3kVフルSiC適用HVDC変換器セル技術検証 (PDF : 260KB)



■共通技術

E-1 6.5kV耐圧フルSiCパワー半導体モジュール (PDF : 200KB)

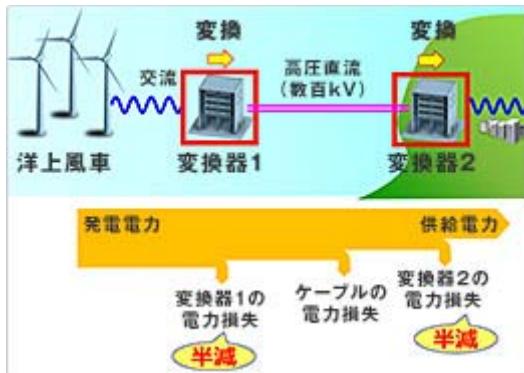


E-5 物体の質感をリアルに表現する技術 (PDF : 260KB)



2018年02月14日

【広報発表】「SiCを適用したMMC型HVDC変換器セルの技術検証実施」の広報発表を行いました。



世界で初めて^{※1}、3.3kV SiCパワー半導体モジュールを適用したMMC型HVDC変換器セル（サブモジュール）の技術検証を実施し、変換器の大幅な電力損失低減と小型・軽量化を実現しました。

洋上風力発電における長距離・大容量送電を高効率化するとともに、設置面積の制約が大きい洋上プラットフォームへの設置などに貢献します。

※1 2018年2月14日現在、当社調べ

ニュースリリース 2018年02月14日 開発No.1811

世界で初めてSiCを適用したMMC型HVDC変換器セルの技術検証を実施 (PDF: 260KB) [\[PDF\]](#)

2018年02月14日

【広報発表】「物体の質感をリアルに表現する技術『Real Texture』」の広報発表を行いました。



物体の質感をディスプレイにリアルに表現する質感表現技術「Real Texture（リアル テクスチャー）」を開発しました。

車のインストルメント・パネルやデジタルサイネージに本技術を適用することで、金属など光沢のある素材を実物のように表現し、高級感のある表示を演出します。

ニュースリリース 2018年02月14日 開発No.1815

物体の質感をリアルに表現する技術「Real Texture」を開発 (PDF: 260KB) [\[PDF\]](#)

▶ Real Textureを見てみよう (Movie)

2018年01月31日

【広報発表】「6.5kV耐圧フルSiCパワー半導体モジュール開発」の広報発表を行いました。



独自の1チップ構造と新パッケージの採用により、世界最高※1の定格出力密度を実現した6.5kV耐圧フルSiC※2 パワー半導体モジュールを開発しました。

本モジュールを適用することで、高耐圧が求められる鉄道・電力向けパワーエレクトロニクス機器の小型化・省エネに貢献します。

※1 高耐圧パワー半導体モジュールとして（2018年1月31日現在、当社調べ）

※2 Silicon Carbide（炭化ケイ素）

ニュースリリース2018年01月31日（水）開発No.1804
6.5kV耐圧フルSiCパワー半導体モジュールを開発（PDF : 244KB）



2018年01月29日

【広報発表】「スマート家電の機器連携技術」に関する広報発表を行いました。



スマート家電がそれぞれのセンサーと機能を、ネットワークを通じて融通し合うことで役割を分担・協調させ、クラウドを介さずに家電単体ではできなかった新しいサービスを提供する機器連携技術を開発しました。

IoT技術により多彩なスマート家電が連携することで、新しいサービスを提供し、より快適で便利な暮らしを提案します。

ニュースリリース2018年01月29日 開発No.1803
スマート家電の機器連携技術を開発（PDF : 244KB）

2018年01月25日

【広報発表】「電力取引入札策定支援技術」に関する広報発表を行いました。



発電事業者・小売電気事業者が一般社団法人日本卸電力取引所（以下、日本卸電力取引所）への入札時の意思決定を支援する技術を開発しました。

電力の市場価格の変動を考慮した発電設備の運用と電力市場への入札を決定することができます。これにより、発電事業者・小売電気事業者の収益の向上と安定化に貢献します。

ニュースリリース2018年01月25日 開発No.1802

電力取引入札策定支援技術を開発 (PDF: 608KB) [PDF](#)



2017年12月21日

【広報発表】「摩擦帯電方式の新しい空気清浄デバイス」に関する広報発表を行いました。



摩擦帯電による静電気を利用して、大気中のPM2.5や花粉・ホコリなどを除去する摩擦帯電方式の空気清浄デバイスを開発しました。

当デバイスを換気空調システムに搭載することで、清潔で快適な空間の提供に貢献します。

ニュースリリース2017年12月21日（木）開発No.1723

摩擦帯電方式の新しい空気清浄デバイスを開発 (PDF: 372KB) [PDF](#)



2017年12月05日

【広報発表】東京大学と共同で、SiCパワー半導体素子の抵抗要因に関する広報発表を行いました。



本社にて、国立大学法人東京大学大学院工学系研究科 マテリアル工学専攻 喜多 浩之准教授と共同で、SiCパワー半導体素子の抵抗要因の影響度解明に関する広報発表を行いました。

世界で初めて、パワー半導体モジュールに搭載されるSiCパワー半導体素子の抵抗の大きさを左右する電子散乱を起こす3つの要因の影響度を解明し、電荷による電子散乱の抑制により、界面下の抵抗が従来比3分の1に低減することを確認しました。

今回、三菱電機が抵抗評価用素子を設計・製造し、東京大学が開発した装置で抵抗を測定して、その評価結果を解析した結果、世界の常識を覆す新たな発見につながりました。

ニュースリリース 2017年12月5日 (火)

世界で初めてSiCパワー半導体素子の抵抗要因の影響度を解明
(PDF : 308KB) [PDF](#)

東京大学工学部 プレスリリース 2017年12月5日

世界で初めてSiCパワー半導体素子の抵抗要因の影響度を解明 [PDF](#)

本研究成果を「IEDM2017 (The International Electron Devices Meeting)」(於: アメリカ San Francisco) にて発表しました。

2017年11月28日

「タービン発電機の絶縁監視システムの開発グループ」が第62回「滋澤賞」を受賞しました。



去る11月28日(火)に東海大学校友会館にて、(一社)日本電気協会「滋澤賞」授賞式が行われました。滋澤賞は、広く電気保安に優れた業績を挙げた人を表彰するものです。

小型で軽量の平面アンテナをタービン発電機の中に設置して、絶縁異常の予兆とされる部分放電を、発電中でも高感度に検出できます。これまで難しかった絶縁故障の防止ができるようになりました。

今後も電気保全に貢献します。

タービン発電機 (総合カタログ) (PDF : 1.45MB) [PDF](#)

2017年11月21日

【広報発表】「AIを活用したロボットの力覚制御の高速化技術」に関する広報発表を行いました。



11月21日（火）、当社のAI技術を活用したロボットの力覚制御の高速化技術に関する広報発表を行いました。

当社のAI技術「Maisart（マイサーク）」を産業用ロボットのアームの力覚制御に適用し、動作時間の大幅短縮を実現します。

これにより、はめあい作業やコネクタ・基板の挿入作業などの高速化を図り、電機・電子製品の組み立て工程の生産性向上に貢献します。

ニュースリリース2017年11月21日（火）開発No.1721
AIを活用したロボットの力覚制御の高速化技術を開発（PDF : 260KB）[!\[\]\(a521ead9b47f61ef0ba9a4e3b2f52afe_img.jpg\)](#)

2017年11月20日

「家電リサイクルにおけるプラスチック循環の拡大」が2017年日経地球環境技術賞 優秀賞を受賞しました。



11月20日（月）に、2017年日経地球環境技術賞の授賞式が日本経済新聞社にて開催されました。

三菱電機は、使用済みの家電製品から出る多量の混合破碎プラスチックを高純度の単一素材に再生し、自社の家電製品に再利用する自己循環リサイクルを推進しています。

今後も再利用する割合を拡大し、循環型社会の形成、地球環境の保全に貢献していきます。

お知らせ

「家電リサイクルにおけるプラスチック循環の拡大」
2017年日経地球環境技術賞 優秀賞を受賞（PDF : 485KB）[!\[\]\(1e9a831c127b72e1616e1eb5032dbb80_img.jpg\)](#)



2017年11月02日

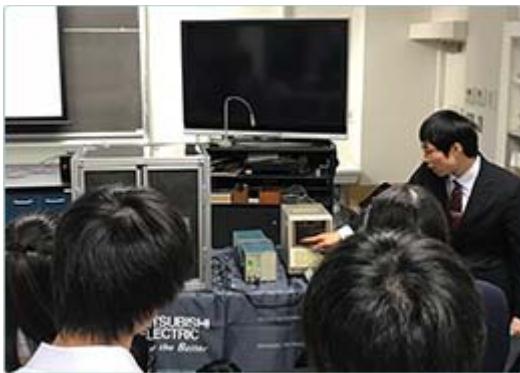
東京都立日比谷高等学校で、「プラズマとその応用事例」の講義を行いました。



日経サイエンスと日本経済新聞社のご支援のもと、11月2日（木）に東京都立日比谷高等学校で、スーパーサイエンスハイスクール（SSH）産学連携講座「プラズマとその応用事例」の講義を行いました。

講義では、太陽や雷など自然に起こる身近なプラズマの例を挙げて、プラズマの発生原理やその応用について説明した後、沿面放電を利用した水処理の実演と水中パルス放電による発光の実演を行いました。

空気中での放電によるプラズマ生成の様子や、オゾンによる脱色効果、水中パルス放電による発光と電圧・電流波形の変化を実際に体感していただきました。



2017年09月22日

【広報発表】「SiCパワー半導体素子」に関する広報発表を行いました。



9月22日（金）本社にて、電力損失が世界最小のSiCパワー半導体素子の開発に関する広報発表を行いました。開発したSiCパワー半導体素子は、独自の構造で20%以上の電力の低損失化を実現し、パワーエレクトロニクス機器の高信頼性と省エネに貢献します。詳しくは、ニュースリリースをご参照下さい。

[ニュースリリース 2017年9月22日（金）開発No.1716
電力損失が世界最小のSiCパワー半導体素子を開発
\(PDF : 308KB\)](#)

本開発は「ICSCRM 2017 (The International Conference on Silicon Carbide and Related Materials)」（於：アメリカ Washington, D.C.）においても発表しました。



2017年07月30日

当社と中部大学、中京大学の合同チーム「MC²」がAmazon Robotics Challengeに出場しました。



7月27日（木）～30日（日）に名古屋市国際展示場（ポートメッセなごや）において、「Amazon Robotics Challenge (ARC)」が開催されました。

ARCでは、多数の商品群が置かれた物流倉庫を想定し、各チームが開発したロボットが、指定された商品を早く正確に取りだし、収納ができるかを競います。日米独など世界十ヶ国・地域の16チームが事前審査を通過、当社と中部大学、中京大学の合同チーム「MC²（エム・シー・スクエアード）」は第1回、第2回に引き続き参加し、Stow Task部門第3位という、輝かしい成績を収めることができました。

三菱電機（株）先端技術総合研究所

中部大学 機械知覚&ロボティクスグループ [□](#)

中部大学 知的センシング研究室 [□](#)



（左から）中京大学 橋本教授、三菱電機 堂前主席研究員、中部大学 藤吉教授

2017年06月12日

「回転電機の偏心推定方法と偏心推定システムの発明」が平成29年度 全国発明表彰「朝日新聞社賞」を受賞しました。



去る6月12日（月）に、平成29年度 全国発明表彰の授賞式がホテルオークラ東京にて、常陸宮殿下ご臨席のもと開催されました。

回転電機（モータ）が使用する総電力量は、国内消費電力の約1/2を占めるといわれており、モータの高効率化は省エネ化社会の実現に向けて極めて重要です。

この度全国発明表彰「朝日新聞社賞」を受賞考案した「回転電機の偏心推定方法と偏心推定システムの発明」は、モータの構成要素である巻線を偏心推定センサとして活用し、高精度かつ短時間でモータの回転子位置を推定する手法です。

これにより、偏心※がほぼゼロのモータの量産化が可能となり、本技術を適用した換気扇用モータは、効率は3%向上、体積は15%低減し、低騒音化も実現しました。

※偏心 モータの軸ずれ

平成29年度 全国発明表彰「特許庁長官賞」「朝日新聞社賞」を受賞 (PDF : 719KB) [□](#)

2017年06月30日

先端技術総合研究所の若手研究員チーム「MITs」がSpace Robotics Challengeに挑戦します！



Space Robotics Challengeは、「NASA100周年チャレンジ（NASA's Centennial Challenges）」の1つで、有人火星探査に必要な技術の開発促進を狙い、仮想環境にて、火星表面に置かれた仮想R5ロボットを使用し、通信アンテナの角度調整・火星基地の空気漏れの修理などのミッションを達成するプログラミング競技です。

事前審査を通過し、ファイナリスト20チームに選ばれたMITsは、6月末に予定されている最終競技会に向け、準備を進めています。めざせ！優勝！

[NASA's Centennial Challenges: Space Robotics Challenge](#)

2017年06月14日

三菱電機の「電磁開閉器のカドミウムフリー化」が平成29年度「環境賞」優秀賞を受賞しました。



環境賞は、環境保全や環境の質の向上に貢献する研究、技術開発を表彰するものです。電磁開閉器とは電気回路を遠隔で開閉（ON／OFF）する産業用スイッチで、高信頼でかつ小型であることが求められています。

従来、そのキーパーツである電気接点には優れた電流遮断性能をもつ銀酸化カドミウムが用いられていましたが、有害なカドミウムを含んでいることが課題でした。

今回、構造の改良で電流遮断性能を従来品と比べ20%以上向上し、業界最小クラスの本体サイズでカドミウムフリー化したことが評価され、「環境賞」優秀賞を受賞することができました。

今後も新製品開発を通して、環境負荷の低減と安心・安全な生活が両立する豊かな社会の実現に貢献していきます。

[製品紹介ページはこちら](#)

研究開発

三菱電機 情報技術総合研究所

最先端の情報通信技術で未来を拓き、
新しい安全・安心を世界に届けます。



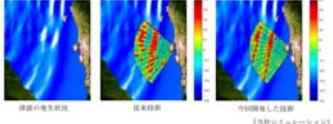
所長メッセージ

情報技術総合研究所は古都・鎌倉にあって
三菱電機、三菱電機グループの幅広い製品群を情報通信技術で支えています。
情報セキュリティやネットワークなどIoT時代の情報処理技術、
AIや映像・音声処理などのメディア・インテリジェンス技術、
光・電波による通信技術や応用技術など、
これら最先端の情報通信技術を切り開くことで、
来るべき時代にふさわしい安全安心を届けるインフラの実現に貢献してまいります。

情報技術総合研究所 所長 楠 和浩

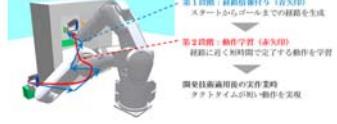


トピックス



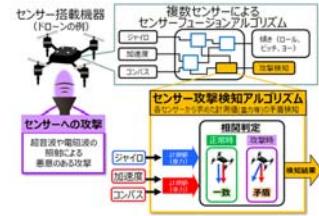
2019年01月25日

「レーダーによる津波多波面検出
技術」を開発



2019年02月13日

「段階的に素早く学ぶAI」を開発



2019年02月07日

センサーへの攻撃を高精度に検知
する「センサーセキュリティー技術」
を開発

▶ トピックスバックナンバーはこちら

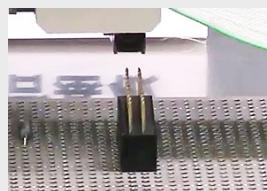
研究紹介

人工衛星からレーダーシステムやさまざまな分野のセキュリティー技術、人工知能まで、人・社会に貢献する最先端の技術を生み出しています。

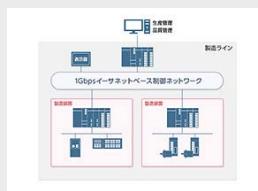
情報、メディアインテリジェンス、光電波・通信技術分野の研究開発と共に、ITを活用した提案型開発も行っています。

産業メカトロニクス

FAシステムや自動車用電装品などの産業向けテクノロジー。



器用に制御するAI



産業用リアルタイムネット
ワーク技術

情報通信システム

宇宙開発から携帯電話まで、幅広い分野における情報通信技術。



サイバー攻撃検知技術



5G基地局向け超多素子アンテ
ナシステム技術



高性能センサーデータベース



部分一致対応秘匿検索基盤ソ
フトウェア



IoT時代に向けたセキュリ
ティー技術



関数型暗号



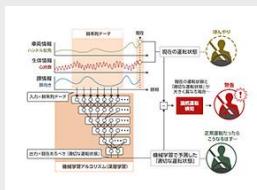
光アクセスシステム



新方式アレーランテナREESA



レーダーによる津波監視支援技術



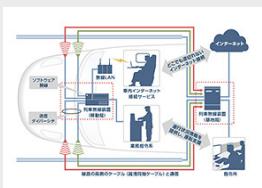
機械学習を用いた漫然運転検知アルゴリズム



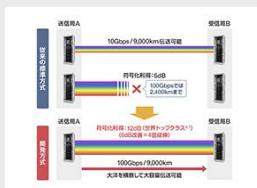
情報セキュリティ技術



デジタルサイネージ～映像情報配信／表示技術～



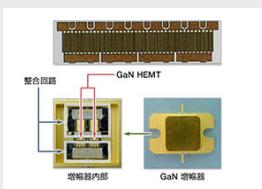
新幹線デジタル列車無線技術



光通信用誤り訂正技術

電子デバイス

パワーデバイスや高周波デバイスなどの半導体や液晶関連技術。



GaN高出力増幅器

家庭電器

もっと快適な暮らしを提案する、さまざまな家庭電器技術。



液晶テレビの音響技術

共通基盤技術・その他

安心、安全、省エネなど、これからの中堅基盤を支える技術。



海水アンテナ「シーアリアル[®]」



金融バックオフィスの自動化



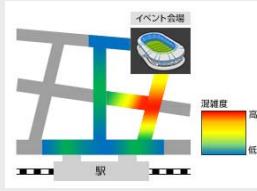
豪雨早期予測向け水蒸気・風計測ライダー



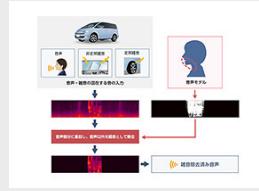
コンパクトなハードウェアAI



遠方物体認識技術



リアルタイム混雑予測技術



車内音声通話の雑音除去技術



EMC設計・評価技術

学会発表

- CPSのシステム開発・システム導入・デバイス開発のドメイン連携による拡張ホワイトリスト型侵入検知方式

小林 信博, 他

情報処理学会論文誌, Vol.60 No.2 pp.618-632 (2019/2)

- Network resource abstraction for 5G radio access network

Kenichi Nakura, et al.

SPIE photonic west, 10946-15 (2019/2)

➤ 学会発表バックナンバーはこちら

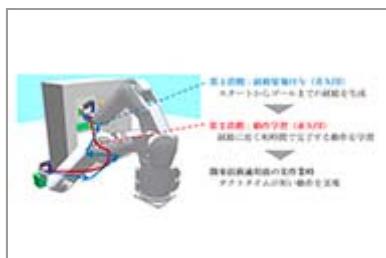
アクセス

〒247-8501 神奈川県鎌倉市大船5-1-1 TEL: (0467) 41-2111



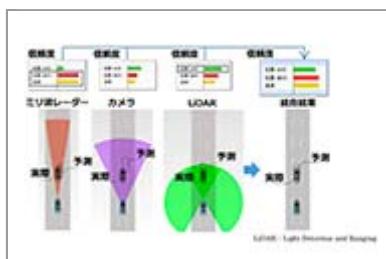
トピックスバックナンバー

2019年



2019年02月13日

【広報発表】「段階的に素早く学ぶAI」を開発



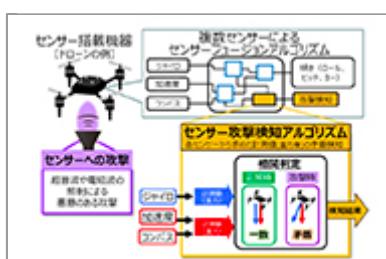
2019年02月13日

【広報発表】「悪天候に対応可能な車載向けセンシング技術」を開発



2019年02月13日

【広報発表】「ZEBを運用するためのビル・シミュレーション技術」を開発



2019年02月07日

【広報発表】センサーへの攻撃を高精度に検知する「センサーセキュリティ技術」を開発

2019年01月31日

【広報発表】「コンパクトなGAN」を開発



2019年01月30日

【広報発表】ZEB関連技術実証棟建設のお知らせ



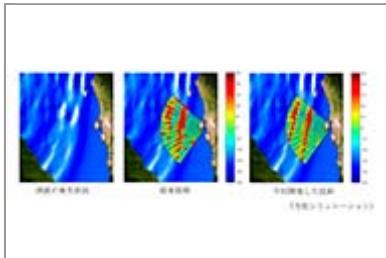
2019年01月25日

【広報発表】「樹脂成形導波管スロットアレーアンテナ」を開発



2019年01月25日

【広報発表】「レーダーによる津波多波面検出技術」を開発



2019年01月22日

【広報発表】「車載システム向け多層防御技術」を開発



2019年01月22日

【広報発表】「気が利く自然なHMI技術」を開発



2019年01月10日

【広報発表】移動通信基地局向け「超広帯域デジタル制御GaN増幅器」を開発



2018年



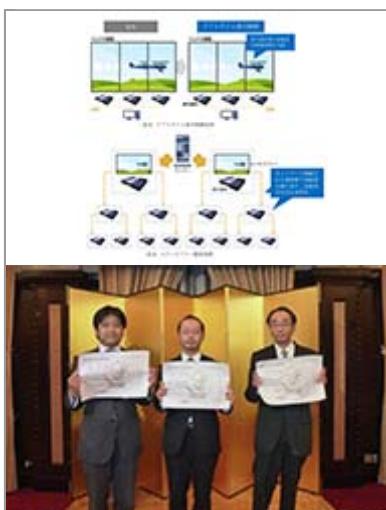
2018年11月22日

【広報発表】5Gの屋外実験において通信速度27Gbpsに成功 (PDF : 418KB) [PDF](#)



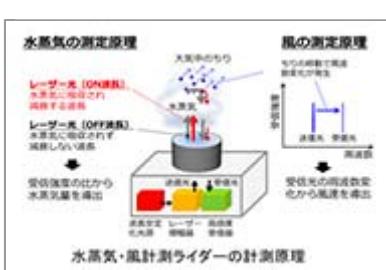
2018年11月16日

【表彰】米国R&D Magazine主催 2018 R&D 100 Awards Winners Deep Learning Based Water Gauge, "MAISART" [PDF](#)



2018年10月30日

【表彰】(財)電気科学技術奨励会 第66回電気科学技術奨励賞
「大型映像表示向け表示制御技術とサイネージシステムの開発」椿 泰範、
前田 慎司、吉田 浩 (PDF : 505KB) [PDF](#)



2018年10月11日

【広報発表】早期の豪雨予測に貢献する水蒸気・風計測ライダーの実証実験を開始



2018年03月12日

【表彰】FTTH装置が「第50回市村産業賞」功績賞を受賞



2018年02月14日

【広報発表】5G 基地局向け「16 ビーム空間多重技術」により通信速度 25.5Gbps を実証



2018年02月14日

【広報発表】「コンパクトなハードウェアAI」を開発



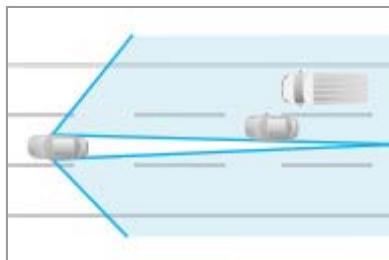
2018年02月8日

【広報発表】「器用に制御するAI」を開発



2018年2月6日

【広報発表】新方式のアレーアンテナ「REESA」を開発



2018年1月17日

【広報発表】「電子ミラー向け物体認識技術」を開発

2017年

2017年10月

【発表】革新的研究開発推進プログラム ImPACT 「社会リスクを低減する超ビッグデータプラットフォーム／ファクトセキュリティ・プロジェクト」で、当社のセキュリティ技術が貢献

[ImPACT 「社会リスクを低減する超ビッグデータプラットフォーム／ファクトセキュリティ・プロジェクト」について](#)

活動紹介動画： [日本語](#) [English](#)

2017年09月15日

【発表】電子情報通信学会 電子情報通信学会マイルストーンの「偉業リスト」に選定

- 「光通信用軟判定誤り訂正技術」水落 隆司、吉田 英夫、久保 和夫
- 「野辺山45mミリ波アンテナ」立川 清兵衛
- 「通信衛星搭載複モードホーンアンテナ」武市 吉博、水澤 丕雄、片木 孝至
- 「成形ビームホーンリフレクタアンテナ」片木 孝至
- 「デジタル情報の暗号化技術の発明／第3世代移動体通信W-CDMA国際標準暗号の開発」松井 充、時田 俊雄、山岸 篤弘
- 「映像符号化技術の開発と実用化」村上 篤道、浅井 光太郎、関口 俊一

2017年09月13日

【表彰】電子情報通信学会 通信ソサイエティ ソサイエティ活動功労賞

「通信ソサイエティ投稿論文の査読委員としての貢献」深沢 徹

2017年07月30日

【表彰】Amazon Robotics Challenge 2017、Stow Task部門第3位

南本 高志、井對 貴之、毬山 利貞、他

2017年07月14日

【表彰】2017年度 ISEC研究会活動貢献感謝状 受賞

「長年にわたる専門委員としての研究会運営のご協力」高島 克幸

2017年06月30日

【表彰】情報処理学会DICOMO2017実行委員会 ヤングリサーチャ賞

「身体的特徴と行動的特徴の組み合わせによる圧力センサシートを用いたドライバ認証方式」有井 茉

2017年06月01日

【表彰】電子情報通信学会 平成28年度電子情報通信学会論文賞
「Adaptively Attribute-Hiding (Hierarchical) Inner Product Encryption」高島 克幸
インタビュー記事が掲載 

2017年05月24日

【広報発表】三菱電機AI技術ブランド「Maisart」展開開始のお知らせ

2017年05月24日

【広報発表】IoTを支える「電波見える化技術」を開発

2017年05月24日

【広報発表】「スマートに学習できるAI」を開発

2017年05月24日

【広報発表】マイク1本で録音した複数話者の同時音声の分離・再現に成功

2017年05月19日

【広報発表】世界初、次世代移動通信基地局向け「超高速GaN 電源制御増幅器」を開発 (PDF : 448KB) 

2017年05月17日

【広報発表】「サイバー攻撃検知技術」を開発

2017年04月13日

【表彰】(社)日本電機工業会 第66回電機工業技術功績者表彰 奨励賞 重電部門
「マイクロ波電力伝送装置の開発」後藤 準、他

2017年03月24日

【表彰】電子情報通信学会 平成28年度学術奨励賞
「5Gにおける高SHF帯・広帯域Massive MIMOのSU-MIMO時のアンテナ構成技術」中川 兼治

2017年03月24日

【表彰】電子情報通信学会 平成28年度学術奨励賞
「励振位相差切り替え構造装荷2次元放射指向性可変アレーランテナ」渡辺 光

2017年03月24日

【表彰】電子情報通信学会 平成28年度学術奨励賞
「ダブルリッジ導波管と矩形導波管の接続回路における低姿勢化に関する検討」
「Ka帯2周波矩形導波管円偏波発生器の試作評価」牛嶋 優

2017年03月24日

【表彰】電子情報通信学会 平成28年度学術奨励賞
「混雑状態解析・可視化に基づくイベントセキュリティシステムの提案」服部 亮史

2017年03月24日

【表彰】電子情報通信学会 平成28年度学術奨励賞
「SAR画像再生処理におけるGPUベース並列Fast Factorized BackProjectionの検討」後町 将人

2017年03月24日

【表彰】電子情報通信学会 平成28年度学術奨励賞
「受信光制御BFNにおけるマルチビーム分離の原理実証」尾野 仁深

2017年03月24日

【表彰】電子情報通信学会 平成28年度学術奨励賞
「Si基板中キャリアの温度特性を考慮したGaN-on-Siのモデリング」、
「Si基板中RFリード電流の温度特性を考慮したGaN-on-Siの大信号モデル」山口 裕太郎

2017年03月24日

【表彰】電子情報通信学会 平成28年度学術奨励賞
「室内コントローラ連携における家電機器位置情報管理に関する検討」高橋 大佑

2017年03月03日

【表彰】IEEE 2016 Supporting Friend of IEEE Member and Geographic Activities Award
「IEEE東京支部およびJapan Councilの幹事会社としての貢献」河東 晴子

2017年01月12日

【広報発表】世界初、次世代移動通信システム向け「超広帯域GaNドハティ増幅器」を開発

2016年

2016年12月18日

【表彰】公益社団法人 計測自動制御学会 SI2016優秀講演賞

「地中観測向け合成開口レーダにおける地層クラッタ抑圧方式の検討」高柳 優、星野 趟寛、原 照幸

2016年11月25日

【表彰】電子情報通信学会 ICSANE2016 Young Scientist Award

「An Experimental Study of Compressive Sensing for Synthetic Aperture Radar」星野 趟寛

2016年11月07日

【広報発表】「3次元モデルARを用いた保守点検作業支援技術」を開発

2016年11月

【表彰】電子情報通信学会 平成27年度電子情報通信学会論文賞

「Dual Pairing Vector Spaces and Their Applications」高島 克幸

インタビュー記事が掲載 

2016年10月14日

【広報発表】「ディープラーニングの高速学習アルゴリズム」を開発

2016年10月07日

【広報発表】世界初「ディープラーニングの自動設計アルゴリズム」を開発

2016年09月21日

【表彰】電子情報通信学会 通信ソサイエティ活動功労賞

「通信ソサイエティ投稿論文の査読委員としての貢献」長谷川 文大、中島 昭範、柳 崇、平 明徳

2016年09月21日

【表彰】電子情報通信学会 通信ソサイエティ活動功労賞
「通信ソサイエティ論文編集委員としての貢献」平 明徳

2016年09月21日

【表彰】電子情報通信学会 通信ソサイエティ活動功労賞
「通信ソサイエティ会員事業企画幹事としての貢献」武 啓二郎

2016年09月21日

【表彰】電子情報通信学会 通信ソサイエティ活動功労賞
「通信ソサイエティ無線通信システム研究専門委員会幹事としての貢献」岡崎 彰浩

2016年09月21日

【表彰】電子情報通信学会 通信ソサイエティ活動功労賞
「通信ソサイエティ研専運営会議総務幹事としての貢献」高橋 徹

2016年09月13日

【表彰】日本応用数理学会 2016年度日本応用数理学会論文賞
「楕円曲線暗号の進展」高島 克幸

2016年09月09日

【表彰】京都大学サマーデザインスクール デザイン学賞
「「測って、分かって、育てる」ためのQOL評価を考える」日野 泰子

2016年09月09日

【表彰】京都大学サマーデザインスクール 最優秀賞、待望賞
「「デジタルで温故知新」～新たな京都の観光を創造する～」伊藤 香織

2016年09月09日

【表彰】レーザ・レーダ研究会
第34回レーザセンシングシンポジウム 最優秀ポスター賞
「海中3Dイメージング向けTOFレーザセンサの開発」今城 勝治、落水 秀晃、辻 秀伸、亀山 俊平、他

2016年08月18日

【広報発表】「リアルタイム混雑予測技術」を開発

2016年07月09日

【表彰】OECC/PS 2016 Best Paper Award

「Field demonstration of modulation format adaptation based on pilot-aided OSNR estimation using 400Gbps/ch real-time DSP」杉原 堅也、亀谷 聰一朗、久保 和夫、杉原 隆嗣、他

2016年07月07日

【表彰】電子情報通信学会 通信方式研究会 2015年度通信方式研究会奨励賞

「Frame Preemption方式を用いた低遅延イーサネットスイッチの試作評価」

井上 礼子、別所 浩資、堀田 善文、川手 竜介

2016年06月21日

【表彰】一般社団法人情報通信技術委員会 (TTC) 功労賞

「ホームネットワークの下位層通信インターフェースに関する標準化活動にかかわる功績」松田 哲史

2016年06月21日

【表彰】一般社団法人情報通信技術委員会 (TTC) 感謝状

「5Gモバイル推進に向けた技術調査及び技術戦略分析活動にかかわる功績」松田 哲史

2016年06月02日

【表彰】電子情報通信学会 平成27年度電子情報通信学会論文賞

「Dual Pairing Vector Spaces and Their Applications」高島 克幸

2016年05月18日

【表彰】一般社団法人レーザー学会 第8回産業賞 奨励賞

「手術顕微鏡用レーザー照明装置」柳澤 隆行、高田 ゆかり、他

2016年05月13日

【表彰】電子情報通信学会通信ソサイエティ 2015年 Best Tutorial Paper Award

「S-Parameter Method and Its Application for Antenna Measurements」深沢 徹、他

2016年04月20日

【表彰】JIEP/IEEE CPMT ICEP2015 IEEE CPMT Japan Chapter Young Award

「The Study of Suppression Method for Power Radiation between」板倉 洋

2016年03月25日

【表彰】日本電気協会 考案表彰 優秀賞「スマートメータ用小形アンテナ技術の開発」

秋元 晋平、牧村 英俊、柳 崇、深沢 徹、他

2016年03月18日

【表彰】電子情報通信学会 環境電磁工学専門委員会

平成27年環境電磁工学研究会若手優秀賞表彰

「非接触型ノイズ検出プローブの評価～様々な配線方向に感度を持つバタフライ型プローブの検討～」小林 遼大

2016年03月17日

【表彰】電子情報通信学会 平成27年度学術奨励賞

「1.3μm帯高速EMLモジュールを用いた53.2 Gb/s NRZ伝送特性」白尾 瑞基

2016年03月17日

【表彰】電子情報通信学会 平成27年度学術奨励賞

「C帯DFB-LD搭載10Gbit/sバースト光送信器のTWDM-PON適用に向けた分散補償に関する検証」峯藤 健司

2016年03月17日

【表彰】電子情報通信学会 平成27年度学術奨励賞

「マンチェスタ符号の前後半部を検出するクロック抽出型パターン判定回路を用いた起動回路」中村 圭佑

2016年03月17日

【表彰】電子情報通信学会 平成27年度学術奨励賞

「3bit移相器を内蔵したKa帯自己注入同期VCO-ICの試作」川崎 健吾

2016年03月17日

【表彰】電子情報通信学会 平成27年度学術奨励賞

「レーダの流速観測値を用いたカルマンフィルタによる津波データ同化方式」山田 哲太郎

2016年03月17日

【表彰】電子情報通信学会 平成27年度学術奨励賞

「レイトレースと統計モデルを併用した屋内伝搬推定における見通し外領域の分類条件」橋本 貴博

2016年03月17日

【表彰】電子情報通信学会 平成27年度学術奨励賞
「時間変調アレーランテナによるモノパルスパターンの低サイドローブ化」松木 誠

2016年03月11日

【表彰】日本機械学会 関西支部 関西支部賞(技術賞)
「海洋レーダーを用いた津波到達・波高予測技術」酒巻 洋、山田 哲太郎、他

2016年03月07日

【表彰】電子情報通信学会 フォトニックネットワーク研究専門委員会
JPNコンテスト優秀賞
「サブキャリアアグリゲーションネットワークにおける収容効率の検討」高山

2016年02月17日

【広報発表】「コンパクトな人工知能」を開発

2016年02月17日

【広報発表】「衝突を回避する先進運転支援システム技術」を開発

2016年02月17日

【広報発表】「サイバー攻撃検知技術」を開発

2016年02月15日

【広報発表】伝送速度1Tbpsを実現する「マルチサブキャリア光送受信技術」を開発

2016年02月12日

【広報発表】無線LANと音波による屋内位置検出システムを開発

2016年02月04日

【広報発表】「部分一致対応秘匿検索基盤ソフトウェア」を開発

2016年02月03日

【広報発表】「高性能センサーデータベース」を開発

2016年01月27日

【広報発表】海水の水柱で電波を送受信可能な海水アンテナ「シーエアリアル」を開発

2016年01月25日

【広報発表】GaN増幅器モジュールを加熱源とする産業用マイクロ波加熱装置を開発 (PDF : 305KB) 

2016年01月21日

【広報発表】伝送速度20Gbps以上を実現する5G向け新「マルチビーム多重技術」を開発

学会発表バックナンバー

2019年

● **CPSのシステム開発・システム導入・デバイス開発のドメイン連携による拡張ホワイトリスト型侵入検知方式**

小林 信博, 他

情報処理学会論文誌, Vol.60 No.2 pp.618-632 (2019/2)

● **Network resource abstraction for 5G radio access network**

Kenichi Nakura, et al.

SPIE photonic west, 10946-15 (2019/2)

● **シミュレータによる動的ホワイトリストを用いたサイバーフィジカル型攻撃検知方式**

立床 雅司, 他

情報処理学会論文誌データベース(TOD), Vol.12 No.1 pp.11-16 (2019/1)

● **SQLiteのファイル固定長化による更新処理時間の評価**

藤井 雄規, 他

情報処理学会論文誌データベース(TOD), Vol.12 No.1 pp.17-23 (2019/1)

● **Proxy Re-Encryption That Supports Homomorphic Operations for Re-Encrypted Ciphertexts**

Yutaka Kawai, et al.

IEICE Transactions, 102-A(1): 81-98 (2019/1)

● **秘匿検索の頻度分析対策としての複数DB活用について**

伊藤 隆, 他

情報処理学会 論文誌, Vol.60, No.1, pp.240-249 (2019/1)

2018年

- **CANを用いた階層統合型車載ネットワークの提案**

徳永 雄一, 他

情報処理学会論文誌, Vol.59, No.11, pp.2074-2084 (2018/11)

- **A Method of Transport Abstraction for 5G Radio Access Networks**

Akiko Nagasawa, et al.

IEEE CNSM 2018, Poster Session 2 (2018/11)

- **Digital Signatures from the Middle-Product LWE**

Ryo Hiromasa

ProvSec 2018, LNCS vol.11192 239-257 (2018/10)

- **Formal Treatment of Verifiable Privacy-Preserving Data-Aggregation Protocols**

Satoshi Yasuda, et al.

The 12th International Conference on Provable Security (ProvSec2018), LNCS 11192, pp.415-422 (2018/10)

- **Reducing Uplink Transmission Latency for Applying TDM-PON to Mobile Fronthaul**

Hiromu Sato, et al.

ECOC 2018, Tu3B.5 (2018/9)

- **Multi-Key Homomorphic Proxy Re-Encryption**

Satoshi Yasuda, et al.

21st Information Security Conference (ISC2018), LNCS 11060, pp.328-346 (2018/9)

- **Efficient Trapdoor Generation from Multiple Hashing in Searchable Symmetric Encryption**

Takato Hirano, et al.

The 14th International Conference on Information Security Practice and Experience (ISPEC 2018), LNCS 11125, pp. 160-175 (2018/9)

- **Evaluation of the process on omitting message verification of V2X communication**

Masamichi Tanji, et al.

25th ITS World Congress Copenhagen 2018, AP-TP1181 (2018/9)

- **Proposal of a scheme for omitting message verification of V2X communication**

Manabu Misawa, et al.

25th ITS World Congress Copenhagen 2018, AP-TP1197 (2018/9)

- **Privacy-Utility Tradeoff for Applications Using Energy Disaggregation of Smart-Meter Data**

● Teacher-student Deep Clusteringに基づくシングルチャネル音声分離の低遅延化

相原 龍, 他

日本音響学会2018年度秋季研究発表会, 日本音響学会講演論文集 pp. 185 – 188 (2018/9)

● 移動体向け自律分散型コンテンツ配信制御方式の評価

森 郁海, 他

DICOMO2018シンポジウム, pp. 1492 – 1499 (2018/7)

● Development of I2V Information Collection/Distribution System Using Edge Server to Support Autonomous Driving System

Takeshi Suehiro, et al.

ITS AP Forum 2018, TS13-101 (2018/5)

● Digital Beamforming Receiver for Analog Phased Array by Rotating Element Phase

Tasuku Kuriyama, et al.

12th European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP 2018) , 2018 page (3 pp.) (2018/4)

● フェーズドアレーランテナを用いて変調処理を行う送信システムにおける変調方式の検討

後藤 準, 他

電子情報通信学会論文誌B, Vol. J101-B, No. 2, pp. 187-193 (2018/2)

● Accuracy Improvement of Characteristic Basis Function Method by using Multilevel Approach

Tai Tanaka, et al

電子情報通信学会論文誌C, Vol. E101-C, No. 2, pp. 96-103 (2018/2)

● V2X通信のメッセージ検証簡略化方式による処理効率の評価

三澤 学, 他

暗号と情報セキュリティシンポジウム(SCIS 2018), 3E2-1 (2018/1)

● SHアレイ探触子を用いた鋼板腐食部の残存肉厚測定法

木村 友則, 他

JSNDI, Vol.67, NO.1, pp.40-46 (2018/1)

● **Sequence Adversarial Training and Minimum Bayes Risk Decoding for End-to-end Neural Conversation Models**

Wen Wang, et al.

DSTC6(Dialog System Technology Challenges) workshop (2017/12)

● **Open-End Microstrip Line Terminations Using Lossy Gray-Scale Inkjet Printing**

Yasuo Morimoto, et al.

IEEE Trans. Microwave Theory Tech, Vol. 65, No. 12, pp. 4861-4870 (2017/12)

● **フェイズドアレーの誤差解析とキャリブレーション技術**

高橋 徹

電子情報通信学会論文誌B, Vol. J100-B, No. 9, pp. 748-763 (2017/9)

● **Experimental Investigation into Burst-Mode Wavelength Drift of a Mass-Produced 10 Gbit/s EML for TWDM-PON**

Takanori Kawanaka, et al.

ECOC2017 W.1.E.2 (2017/9)

● **Sandwich Construction for Keyed Sponges: Independence between Capacity and Construction Queries**

Yusuke Naito, et al.

IET Information Security pp. 1-10 (2017/8)

● **N2a-compliant SFP+ OLT Transceiver for High Power Budget XG-PON Systems**

Daisuke Mita, et al.

OECC2017 Oral 2-2K-5 (2017/7)

● **Privacy-Utility Tradeoff for Applications Using Energy Disaggregation of Smart-Meter Data**

Mitsuhiko Hattori, et al.

22nd Australasian Conference on Information Security and Privacy (ACISP 2017) pp. 214-234 (2017/7)

● **New Proof Techniques for DLIN-Based Adaptively Secure ABE**

Katsuyuki Takashima, et al.

22nd Australasian Conference on Information Security and Privacy (ACISP 2017) pp. 85-105 (2017/7)

● **Indifferentiability of Double-Block-Length Hash Function without Feed-Forward Operations**

Yusuke Naito, et al.

22nd Australasian Conference on Information Security and Privacy (ACISP 2017) pp. 38-57 (2017/7)

● Efficient Algorithms for Isogeny Sequences and Their Cryptographic Applications

Katsuyuki Takashima, et al.

CREST Crypto-Math Project, Mathematical Modelling for Next-Generation Cryptography pp. 97-114 (2017／7)

● Integrating the Front End: A Highly Integrated RF Front End for High-SHF Wide-Band Massive MIMO in 5G

Shintaro Shinjo, et al.

IEEE Microwave Magazine, vol. 18, no. 5, pp.31-40 (2017／6)

● Study of Radiation Characteristics for Reflector Antennas using the Planar Near-Field Measurements of Primary Feed with Area Truncation Level

Michio Takikawa, et al.

IEICE Communications Express, Vol. 6, No. 6, pp. 336-340 (2017／6)

● Microstrip line to waveguide transition with quarter-wavelength open stubs

Hiromasa Nakajima, et al.

IEICE Communications Express, pp. Vol.6, No.6, 309-308 (2017／6)

● CANを用いた階層統合型車載ネットワークの提案

徳永 雄一, 他

情報処理学会マルチメディア, 分散, 協調とモバイルシンポジウム (DICOMO2017) (2017／6)

● A Trusted Approach to Design a Network Monitor

Koichi Shimizu, et al.

5th International FME Workshop on Formal Methods in Software Engineering (FormaliSE 2017) pp. 17-23 (2017／5)

● Buffer overflow attack with multiple fault injection and a proven countermeasure

Shohei Nashimoto, et al.

Journal of Cryptographic Engineering Vol. 7, Issue 1, pp 35-46 (2017／4)

● Protection System for optical access network

Takashi Nishitani, et al.

IEEE Journal of Lightwave Technology Vol. 35, No. 6 p.1197-1203 (2017／3)

● 変更要求に対する論理的な影響範囲分析に基づくソフトウェア動作検証方式の提案

磯田 誠, 他

情報処理学会ソフトウェア工学研究発 (SE) 研究報告ソフトウェア工学 (SE) , 2017-SE-195, 5, pp.1-8 (2017／3)

● V2X通信のメッセージ検証簡略化方式に関する評価

丹治 雅道, 他

● **V2X通信のメッセージ検証の簡略化方式の提案**

三澤 学, 他

情報通信システムセキュリティ研究会 (ICSS) 信学技報, vol. 116, no. 522, ICSS2016-62, pp. 135-140 (2017／3)

● **Mitigation of Nonlinear Effects on WDM QAM Signals Enabled by Optical Phase Conjugation With Efficient Bandwidth Utilization**

Satoshi Yoshima, et al.

IEEE Journal of Lightwave Technology Vol. 35, No. 4 p.971-978 (2017／2)

● **複数開発支援システムのパッケージ化と配付運用方法の提案**

塚本 良太, 他

電子情報通信学会 ソフトウェアサイエンス研究会 (SIGSS) 信学技報, Vol. 116 No.425, MSS2016-71, SS2016-50, pp. 83-87 (2017／1)

● **Sandwich Construction for Keyed Sponges: Independence Between Capacity and Online Queries**

Yusuke Naito

15th International Conference on Cryptology and Network Security (CANS 2016) pp. 245-261 (2016/11)

● **Whitelisting Intrusion Detection Systems for System-level Cyber-attacks in Industrial Control Systems**

Tsunato Nakai, et al.

ISA Process Control and Safety ymposium and Exhibition (PCS2016) Security Session, 59 (2016/11)

● **A practical attack to AINA2014's countermeasure for cancelable biometric authentication protocols**

Takato Hirano, et al.

International Symposium on Information Theory and Its Applications (ISITA2016) pp. 315-319 (2016/10)

● **Probabilistic Generation of Trapdoors: Reducing Information Leakage of Searchable Symmetric Encryption**

Kenichiro Hayasaka, et al.

15th International Conference on Cryptology and Network Security (CANS 2016) pp. 350-364 (2016/10)

Toyohiro Tsurumaru1, et al.

New Journal of Physics Vol. 18, 103043 (2016/10)

● **Protection Systems for optical access networks**

Takashi Nishitani

ECOC 2016 M.1.E.3 (2016/9)

● **Experimental Investigation of an Optically-superimposed AMCC in 100 Gb/s Coherent WDM-PON for 5G Mobile Fronthaul**

Satoshi Yoshima, et al.

ECOC 2016 Th.1.D.1 (2016/9)

● **Simple, Secure, and Efficient Searchable Symmetric Encryption with Multiple Encrypted Indexes**

Takato Hirano, et al.

International Workshop on Security (IWSEC2016) pp. 91-110 (2016/9)

● **GHz超帯向け多段SIW共振器装荷非接触型電磁波シールド構造**

米田 諭, 他

電子情報通信学会 和文論文誌B, Vol.J99-B, No.3, pp.115-123 (2016/03)

● **ソフトウェア向け機能テストケース生成方式の提案**

磯田 誠, 他

情報処理学会 研究報告 ソフトウェア工学 (SE) , Vol.2016-SE-191, No.30, pp.1-8 (2016/03)

● 文脈と意味の対応密度最大化による教師なし語義曖昧性解消

谷垣 宏一, 他

情報処理学会 論文誌 (ジャーナル) , Vol.57, No.3, pp.1069-1079 (2016/03)

● 標本部分列を用いた時系列データ異常検知方式

中村 隆顕, 他

電気学会 論文誌C (電子・情報・システム部門誌) , Vol.136, No.3, pp.363-372 (2016/03)

● 低ランクDNN音響モデルの騒音下音声認識での評価と系列の識別学習

太刀岡 勇気, 他

情報処理学会 論文誌 (ジャーナル) , Vol.57, No.3, pp.1080-1088 (2016/03)

● Nonlinear-error-free Optical Quantization Using Dense Spectral Slicing

Takahiro Kodama, et al.

電子情報通信学会 英文論文誌 Institute of Electronics, Information and Communication Engineers (IEICE) TRANSACTIONS on Communications Vol.E99-B No.3, pp.647-653 (2016/03)

● 機械操作におけるスキルの差の評価

魚住 光成, 他

サービス学会 第4回 国内大会 (2016/03)

● 習熟を必要とする機械操作における学習支援－セーリングボート操船における力学的解析によるガイドライン生成－

日野 泰子, 他

サービス学会 第4回 国内大会 (2016/03)

● 需要家向けエネルギーサービスを実現するためのセキュリティ要件と相互運用性について

魚住 光成

電気学会 電気学会全国大会シンポジウム (2016/03)

● ZooKeeper™を用いた高可用性システムの評価

※Apache ZooKeeper and ZooKeeper are trademarks of The Apache Software Foundation.

渡邊 和樹, 他

2016年電子情報通信学会 総合大会, D-10-8 (2016/03)

● Replacing SHA-2 with SHA-3 Enhances Generic Security of HMAC-SHA-3

Yusuke Naito, et al.

RSA Conference Cryptographers's Track (CT-RSA 2016) Springer Lecture Notes in Computer Science (LNCS) Vol.9610, pp.397-412 (2016/02)

● A Limitation on Security Evaluation of Cryptographic Primitives under Fixed Keys

Yutaka Kawai, et al.

Wiley Online Library Journals of Security and Communication doi/10.1002 (2016/02)

● Transmit Diversity with Single RF Front-end Using CIOD

Tomoya Yamaoka, et al.

電子情報通信学会 英文論文誌 Institute of Electronics, Information and Communication Engineers (IEICE) Communications Express (ComEX) , Vol.5, No.2, pp.44-48 (2016/02)

● Flattop beam illumination for 3D imaging lidar with simple optical devices in the wide distance range

Hiidenobu Tsuji, et al.

Optical Review 10.1007/s10043-016-0194-x (2016/02)

● Asymmetric Leakage from Multiplier and Collision-Based Single-Shot Side-Channel Attack

Takeshi SUGAWARA, et al.

IEICE Transactions 99-A (7) : 1323-1333 (2016) pp. 1323-1333 (2016/1)

● 光衛星通信用の光コヒーレント受信フロントエンド

安藤 俊行, 他

レーザ研究 Vol.44 No.1 pp.52-55 (2016/01)

● **Improved Primary Characteristic Basis Function Method for Monostatic Radar Cross Section Analysis of Specific Coordinate Plane**

Tai Tanaka, et al.

IEICE TRANSACTIONS on Electronics, Vol.E99-C No.1, pp.28-35 (2016/01)

● **A Novel Directional Coupler Loaded with Feedback Capacitances and Its Applications**

Motomi Abe, et al.

IEICE TRANSACTIONS on Electronics, Vol.E99-C No.1, pp.85-94 (2016/01)

2015年

● SEPM: Efficient Partial Keyword Search on Encrypted Data

Yutaka Kawai, et al.

International Conference on Cryptology and Network Security (CANS2015) Springer Lecture Notes in Computer Science (LNCS) , Vol.9476, pp.75-91 (2015/12)

● 拡散系列タイミングと周波数オフセットを同時に推定する直接スペクトル拡散通信用初期捕捉方式

東中 雅嗣, 他

電子情報通信学会 和文論文誌B, Vol.J98-B, No.12, pp.1277-1288 (2015/12)

● 機械操作における個人差の定量評価

魚住 光成, 他

計測自動制御学会 SI2015 pp.968-973 (2015/12)

● DOA推定のためのHQR法による圧縮センシングにおけるスパースパラメータの設定法

高橋 善樹, 他

電子情報通信学会 和文論文誌B Vol.J98-B, No.12, pp.1266-1276 (2015/12)

● Design of Via Structure for High-speed Signal Transmission in MultiLayer Circuit Board

Hiroshi Itakura, et al.

Transactions of The Japan Institute of Electronics Packaging, Vol.8 No.1, pp.85-102 (2015/12)

● フェーズドアレーアンテナの全移相状態における振幅位相誤差を考慮した励振位相制御による指向性合成

中本 成洋, 他

電子情報通信学会論文誌B, Vol.J98-B, No.12, pp.1255-1265 (2015/12)

● Tighter Security for Efficient Lattice Cryptography via the Renyi Divergence of Optimized Orders

Katsuyuki Takashima, et al.

International Conference on Provable Security (ProvSec2015) Springer Lecture Notes in Computer Science (LNCS) , Vol.9451, pp.412-431 (2015/11)

● Full PRF-Secure Message Authentication Codes Based on Tweakable Block Cipher

Yusuke Naito

International Conference on Provable Security (ProvSec2015) Springer Lecture Notes in Computer Science (LNCS) , Vol.9451, pp.167-182 (2015/11)

● 進化型多目的最適化による空調制御

太田 恵大, 他

進化計算学会 論文誌, Vol.6, No.2, pp.118-125 (2015/11)

● Radar Data Assimilation for a Tsunami Simulation Model Using Kalman Filter

Tetsutaro Yamada, et al.

International Conference on Space, Aeronautical and Navigational Electronics 2015 (ICSANE 2015) , vol. 115, no. 320, SANE2015-63, pp.75-80 (2015/11)

● Selecting Direct-path Signal Originated TDOA in Multipath Environment

Takeshi Amishima, et al.

International Conference on Space, Aeronautical and Navigational Electronics 2015 (ICSANE 2015) , vol. 115, no. 320, SANE2015-55, pp.33-38 (2015/11)

● 最適化手法を用いた移動体の順序付け方式 –公平性を考慮した遅延最小化–

澤田 めぐみ, 他

情報処理学会論文誌, Vol.56 No.11 pp.2072-2082 (2015/11)

● Indoor Propagation Estimation Combining Statistical Models with Ray-Tracing

Takahiro Hashimoto, et al.

2015 International Symposium on Antenna and Propagation (ISAP2015) , pp.355-357 (2015/11)

● Wideband Decoupling Network for Antenna Coupling with Large Group Delay

Hidetoshi Makimura, et al.

2015 International Symposium on Antenna and Propagation (ISAP2015) , pp.244-247 (2015/11)

● A Dual Polarized Suspended stripline Fed Open-Ended Waveguide Antenna Subarray for Phased Arrays

Narihiro Nakamoto, et al.

2015 International Symposium on Antenna and Propagation (ISAP2015) , pp.479-482 (2015/11)

● HF帯受信アンテナへのスーパーディレクティブアレーの適用

紀平 一成, 他

電子情報通信学会論文誌B, Vol.J98-B, No.11, pp.1230-1232 (2015/11)

● 在室者を考慮したオフィスビル設備の省エネ制御方式

金子 洋介, 他

電気学会 論文誌C (電子・情報・システム部門誌) , Vol.135, No.10, pp.1210-1221 (2015/10)

● 四つのポートに相違なる基準インピーダンスを設定した1/4波長結合線路型カプラの設計理論

大島 毅, 他

電子情報通信学会 和文論文誌C, Vol.J98-C, No.10, pp.193-202 (2015/10)

● 電波環境観測データを用いた伝送シミュレータの提案と開発

小篠 大輔, 他

電気学会 論文誌C (電子・情報・システム部門誌), Vol.135, No.10, pp.1189-1195 (2015/10)

● マルチホップ無線電力伝送における電力分配比率の設定と切り替えに関する検討

早馬 道也

電子情報通信学会 和文論文誌B, Vol.J98-B, No.10, pp.1137-1145 (2015/10)

● 誤差共分散による送信割当を行なう分散型データ融合

松崎 貴史, 他

計測自動制御学会論文集, Vol.51, No.10 pp.724-735 (2015/10)

● Enumeration of Highly-Correlated Radar Targets with Eigenbeam-space Post-Doppler CFAR

Ryuhei Takahashi, et al.

IEEE Radar Conference, pp.255-259 (2015/10)

● 四つのポートに相異なる基準インピーダンスを設定した1/4波長結合線路型カプラの設計理論

大島 毅, 他

電子情報通信学会論文誌 C, Vol.J98-C, No.10, pp.193-202 (2015/10)

● Side Lobe Suppression for Air-Coupled Ultrasonic Transducer with Parabolic Horn

Koji Ibata, et al.

2015 IEEE International Ultrasonics Symposium, pp.1-4 (2015/10)

● HEVCに基づくスクリーンコンテンツ向け高能率符号化方式

関口 俊一, 他

電子情報通信学会 和文論文誌D, Vol.J98-D, No.9, pp.1190-1200 (2015/09)

● 衛星画像アーカイブを用いたDEM生成におけるステレオペア選択

石渡 要介, 他

画像電子学会 学会誌, Vol.44, No.4, pp.644-648 (2015/09)

● EBRRパケットスケジューリングアルゴリズムの拡張提案

松田 哲史

情報処理学会 論文誌（ジャーナル）, Vol.56, No.9, pp.1905-1915 (2015/09)

● 初期化処理を含む待ち行列を用いた計算機リソースサイジング

佐藤 尚也, 他

FIT2015 第14回情報科学技術フォーラム (2015/09)

● 大規模IoTシステムにおける計算機リソースサイジングの研究

小杉 優, 他

FIT2015 第14回情報科学技術フォーラム (2015/09)

● A Second Trip Echo Suppression Method for Radars Using Two Kinds of Code Sequence

Marie Kato, et al.

AMS (37th Conference on Radar Meteorology), Poster No.24 (2015/09)

● Parked vehicle detection and status evaluation on X-band spotlight-mode SAR interferometry

Takehiro Hoshino, et al.

IEEE Radar Conference (EuRAD), 2015 European, pp.149-152 (2015/09)

● Fast Implementation of Sparse Reconstruction for CS-based DoA Estimation

Masato Gocho, et al.

IEEE Radar Conference (EuRAD), 2015 European, pp.165-168 (2015/09)

● High Efficiency Ultra Broadband GaN Amplifier Using Series-Shunt Inductor Matching Network

Eigo Kuwata, et al.

2015 10th European Microwave Integrated Circuits Conference, pp.448-451 (2015/09)

● A 0.85-2.7 GHz two-cell distributed GaN power amplifier designed for high efficiency at 1-dB compression

Christer M. Andersson, et al.

2015 45th European Microwave Conference, pp.223-226 (2015/09)

● Improved Primary-Characteristic Basis Function Method for Analyzing the Radar Cross Section Characteristics of Specific Coordinate Plane

Tai Tanaka, et al.

2015 International Conference on Electromagnetics in Advanced Applications (ICEAA), pp.252-255 (2015/09)

● **Waveguide Loop-type Directional Coupler Using a Coupling Conductor with Protuberances**

Hidenori Ishibashi, et al.

Proceedings of the 45th European Microwave Conference, pp.1026-1029 (2015/09)

● **複数のFractional-N PLLシンセサイザを用いたフェーズドアレーランテナ**

橋川 雄亮, 他

電子情報通信学会論文誌 B, Vol.98-B No.9 pp.1016-1024 (2015/09)

● **メアンダ状伝送線路型近距離通信アンテナを用いた書棚管理RFIDシステムの検討**

柳 崇, 他

電子情報通信学会論文誌B, Vol.J98-B, No.9, pp.958-966 (2015/09)

● **Ultra Wide Band Dual Polarized Tapered Slot Array with Nested Sub Band Elements**

Hikaru Watanabe, et al.

2015 IEEE-APS Topical Conference on Antennas and Propagation in Wireless Communications (APWC) , pp.585-588 (2015/09)

● **An Optimum Inductive Matched Cascode LNA in 60GHz-Band**

Hiroyuki Mizutani, et al.

2015 IEEE International Symposium on Radio-Frequency Integration Technology, pp.28-30, TH1A-4 (2015/08)

● <標準化現場ノート> HEVC/H.265スクリーンコンテンツ拡張規格

峯澤 彰

映像情報メディア学会 学会誌, Vol.69, No.6 (2015/07)

● **マルチチャネル合成開口レーダにおける雑音電力増幅を軽減する疑似逆行列を用いる復元アルゴリズムに関する一検討**

山岡 智也, 他

電子情報通信学会 和文論文誌B, Vol.J98-B, No.7, pp.727-736 (2015/07)

● **Recent Activities of Japanese Microwave Industry**

Koji YAMANAKA

電子情報通信学会 英文論文誌 Institute of Electronics, Information and Communication Engineers (IEICE) TRANSACTIONS on Electronics, Vol.E98-C, No.7, pp.621-629 (2015/07)

● **Adaptively Phase-Shift Controlled Self-Injection Locked VCO**

Masaomi Tsuru, et al.

電子情報通信学会 英文論文誌 C Institute of Electronics, Information and Communications Engineers (IEICE) TRANSACTIONS on Electronics, Vol.E98-C No.7, pp.677-684 (2015/07)

● **A 2.5Gbit/s Burst-mode Receiver with Rapid Response and High Tolerance to CIDs for PON Systems**

Daisuke Mita, et al.

Institute of Engineering and Technology (IET) Electronics Letters, Vol.51, No.15 (2015/07)

● **Productivity improvement and stress reduction by the information presented to workers**

Mitsunari Uozumi, et al.

SICE Annual Conference 2015, p.1413 (2015/07)

● **Altitude Estimation Using Particle Filter with Monopulse Radars in a Multipath Environment**

Yuki Takabayashi, et al.

IEEE/ASME AIM (Advanced Intelligent Mechatronics) 2015, pp.202-207 (2015/07)

● **Productivity Improvement and Stress Reduction by Showing Information to Surveillance Worker**

Mitsunari Uozumi, et al.

サービス学会 ICServ 2015, W2-2-1 (2015/07)

● **Adaptively Phase-Shift Controlled Self-Injection Locked VCO**

Masaomi Tsuru, et al.

IEICE TRANSACTIONS on Electronics, Vol. E98-C No.7 pp.677-684 (2015/07)

● **マルチチャネル合成開口レーダにおける雑音電力増幅を軽減する疑似逆行列を用いる復元アルゴリズムに関する一検討**

山岡 智也, 他

電子情報通信学会論文誌B, pp.727-736 (2015/07)

● **A Feed Circuit-integrated Planar Array Antenna Using Anisotropic Conductive Paste**

Shimpei Akimoto, et al.

2015 IEEE AP-S International Symposium and USNC/URSI National Radio Science Meeting, pp.1902-1903 (2015/07)

● **Four-Element Array Antenna based on Pattern Reconfigurable Yagi-Uda Antenna with Complementary Parasitic Elements**

Takashi Maruyama, et al.

2015 IEEE Asia-Pacific Conference on Antennas and Propagation (APCAP 2015) , pp.187-188 (2015/07)

● **橢円曲線暗号の進展（サーベイ）**

高島 克幸

日本応用数理学会 (Japan Society for Industrial and Applied Mathematics) 論文誌, Vol.25, No.2, pp.117-133 (2015/06)

● **PONシステムにおけるトラヒック監視を用いたONU省電力制御方式の評価**

田野 文彦, 他

電子情報通信学会 和文論文誌B, Vol.J98-B, No.6, pp.526-529 (2015/06)

● **Novel Dynamic and Static Methods for Out-of-Band Power Suppression in SC-OFDM**

Fumihiro Hasegawa, et al.

Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) IEEE Wireless Communications Letters Vol.4 No.6, pp.313-316 (2015/06)

● **An Energy-Saving Control System of Lighting and Air-Conditioning Linked to Employee's Entry/Exist in the Zone of the Office**

Yosuke Kaneko, et al.

Scientific & Academic Publishing International Journal of Energy Engineering, Vol.5, No.4, pp. 67-73 (2015/05)

● **A 0.3-to-5.5 GHz Digital Frequency Discriminator IC with Time to Digital Converter**

Akihito Hirai, et al.

2015 IEEE MTT-S International Microwave Symposium, WE1B-2 (2015/05)

● **Dual polarized open-ended waveguide using 7-layer PTFE board**

Takashi Maruyama, et al.

IEICE Communications Express, Vol.4, No.5, pp.161-166 (2015/05)

● **Discriminative method for recurrent neural network language models**

Yuuki Tachioka, et al.

IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP) , pp.5386-5390 (2015/04)

● モーメント法に基づく電磁波問題の数値解析におけるFQMRIDR法とFGMRES法の収束性比較

千葉 英利, 他

電子情報通信学会 和文論文誌C, Vol.J98-C, No.5, pp.130-134 (2015/04)

● 作業者への情報提示による生産性向上とストレス軽減

魚住 光成, 他

サービス学会 第3回 国内大会, p.114 (2015/04)

● In-phased second harmonic wave array generation with intra-Talbot-cavity frequency-doubling

Kenichi Hirosawa, et al.

Optics Express, Vol.23, pp.7703-7712 (2015) (2015/03)

● 情報通信社会における安全・安心の実現に向けたSpecific Emitter Identificationの一提案と実証

山岡 智也, 他

電子情報通信学会論文誌B, pp.319-330 (2015/03)

● Prototype of Uplink Transceiver for IFDMA-PON System by FPGA Emulation

Kiyoshi Onohara, et al.

Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) IEEE Photonics Technology Letters, Vol.27, No.1, pp.81-84 (2015/01)

● Novel Phased Array-Fed Dual-Reflector Antenna with Different Orthogonal Cross-Section by Imaging Reflector Antenna and Ring-Focus Cassegrain Antenna

Michio Takikawa, et al.

IEICE TRANSACTIONS on Electronics, Vol.E98-C, No.1, pp.8-15 (2015/01)

研究開発



所長メッセージ

「デザインの行き先は、人。」これは三菱電機デザインのDNAです。
デザイン研究所は社会生活や技術進歩から、未来社会への変化の兆しを敏感に感じ取り、
人々のまだ気がついていない新しい価値を創出していくことを目指します。
家庭電器、重電システム、産業メカトロニクス、情報通信システムの分野で、
美しいモノとワクワクするコトとの新しい関係をデザインします。
それが、安心、安全、快適な社会生活を支える
三菱電機グループ製品の行き先にいる人々の笑顔や幸福につながると信じて。

デザイン研究所 所長 阿部 敬人



トピックス



2018年10月03日

2018年度グッドデザイン賞を12件受賞



2018年09月25日

第12回キッズデザイン賞で男女共同参画大臣賞、キッズデザイン協議会会長賞、他3件受賞



2018年07月09日

Red Dot Design Award 2018で、Best of the best を受賞、他3件受賞

バックナンバー

2018年09月20日 International Design Excellence Awards 2018 を1件受賞 [↗](#)

2018年02月06日 iF デザインアワード2018 を1件受賞 [↗](#)

研究紹介

家庭電器から重電システム、産業メカトロニクス、情報通信システムまで幅広い分野で、開発上流の企画から製品化に至るまで、すべてのプロセスに関わり、人を中心の視点から取り組んでいます。

プロダクトデザイン

市場の動向を注視しながら新しいライフスタイルを予測し、ユーザーニーズや新しい技術を、細部にまでこだわって魅力ある製品にしています。



ネットワークカメラ
「CCTVカメラ MELOOK®3シリーズ」



ヒートポンプ室外機
「ecodan PUHZ-AA シリーズ」



エアコンディショナー「霧ヶ峰
Style®」



スティッククリーナー「iNSTICK®」



IH クッキングヒーター「ユーロスタイル
IH」



扇風機「SEASONS」



シーケンサ「MELSEC iQ-R シリーズ」



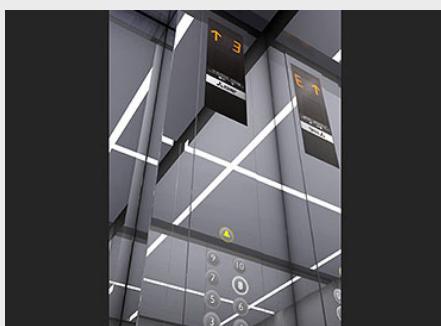
冷蔵庫「MR-WXシリーズ」



高効率タービン発電機「VP-Xシリーズ」



ETC 車載用端末「EP-8000 シリーズ」



海外向け標準型エレベーター「NEXIEZ」



産業用ロボット「RV-F シリーズ」

インターフェースデザイン

使いやすく、わかりやすく、楽しく。ユーザーの気持ちとテクノロジーを繋ぎ、複雑化する機能を誰もが思うままに使えるインターフェースを目指しています。



数値制御装置「M800／M80シリーズ」



らく楽炊飯™ アプリ



粒子線治療装置「MELTHEA 位置決め計算機」



JR東日本アプリ



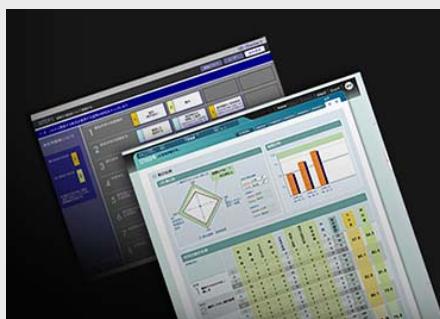
発電プラント計制御システム
「MELSEPシリーズ、MELTACシリーズ」



カーナビ「NR-MZ60PREMI、NR-MZ60」

ユニバーサルデザイン

より多くの人が使いやすく、生活しやすい環境を目指し、ユーザーの身体負荷の軽減から気持ちにまで配慮した製品・サービスを作り出しています。



ユニバーサルデザイン開発評価ツール
「UD-Checker」

人を中心の発想により、BtoCからBtoBまで競争力の高い製品・サービスの創出や事業化を支援しています。



JR東日本 新津駅 省エネモニター「エコステ」



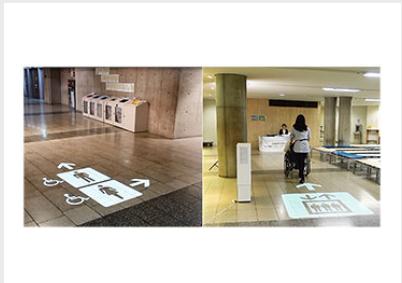
成田国際空港デジタルサイネージ
「コンセプト構築からデザイン開発」



トレインビジョン
「鉄道車両内情報提供サービスの創出」

アドバンストデザイン

人・社会・文化・技術への深い洞察から、新しい価値を創出し提案しています。



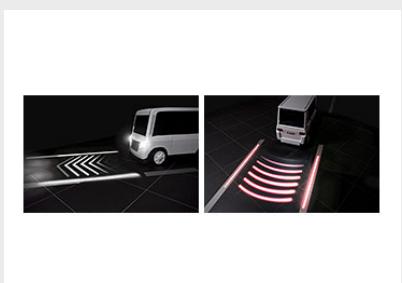
アニメーション誘導ライティング



次世代コミュニケーションツール
「しゃべり描き®UI」



途上国暮らしに向けたデザインプロジェクト



自動車向け「路面ライティング」

アクセス

〒247-8501 神奈川県鎌倉市大船5-1-1 TEL : (0467) 41-2111



研究開発

2018年度グッドデザイン賞

公益財団法人日本デザイン振興会（JDP）が主催する2018年度グッドデザイン賞において、「ワイヤ放電加工機 MX シリーズ」ほか12件が、「グッドデザイン賞」を受賞しましたのでお知らせします。



ワイヤ放電加工機
MX シリーズ

[› Learn more](#)



ワイヤ放電加工機
MP シリーズ

[› Learn more](#)



産業用PC
MELIPC MI5000

[› Learn more](#)



冷凍冷蔵庫 FX シリーズ

[› Learn more](#)



電子冷蔵庫 RP-24B

[› Learn more](#)



循環型社会の実現に向けた
リサイクルの取組

[› Learn more](#)



車載用スピーカーシステム
DIATONE DS-G300

[› Learn more](#)



自動車向け
安心・安全ライティング

[› Learn more](#)



エレベーター行先予報システム
エレ・ナビ

[› Learn more](#)



東京タワー
トップデッキエレベーター

[› Learn more](#)



アニメーションライティング
誘導システム

[› Learn more](#)



エレベーター、エスカレーター
据付教育支援活動

[› Learn more](#)

研究開発

第12回キッズデザイン賞

特定非営利活動法人キッズデザイン協議会が主催する第12回キッズデザイン賞において、三菱レンジグリル「ZITANG（ジタング）RG-HS1」が男女共同参画担当大臣賞を、「安心・安全ライティングに関する研究」がキッズデザイン協議会会長賞を受賞しましたのでお知らせします。このほか、当社の3製品がキッズデザイン賞を受賞しました。今回で、当社は10年連続の受賞となります。



三菱レンジグリル
(オープンレンジ) RG-HS1
優秀賞
男女共同参画担当大臣賞



安心・安全ライティングに関する研究
奨励賞
キッズデザイン協議会会長賞



ムーブアイ光ガイド
衣類乾燥除湿機 サラリ MJ-120MX



ジェットタオルミニ
JT-MC105J



鳥の視点を体験できる
「東京タワートップデッキエレベーター」

[Learn more](#)

[Learn more](#)

研究開発

Red Dot Design Award 2018

国際的なデザイン賞である「Red Dot Design Award（レッド・ドット・デザイン・アワード）」において、耐環境型IoT通信ゲートウェイ「三菱通信ゲートウェイ XS-5R/XS-5T」（2017年9月販売開始）が、プロダクト・デザイン部門の最高部門賞「Best of the Best」を受賞しましたのでお知らせいたします。「Best of the Best」の受賞は当社として初めてです。このほか、3製品が同部門の部門賞「Product Design 2018」を受賞しました。



Communication Gateway
XS-5 Series
Best of the Best

[Learn more](#)



Room air conditioner
MSZ-AP / MXZ-AP Series

[Learn more](#)



Air To Water Outdoor Unit
ecodan PUHZ-AA Series

[Learn more](#)



Air Conditioner
MLZ-KP Series

[Learn more](#)

概要

MERCeは欧州における先進的なR&Dコミュニティに基づく英仏2つの研究拠点を有し、環境・エネルギー技術および通信技術の研究開発を行っています。

主な開発テーマ

- 冷熱機器関連技術
- パワーエレクトロニクス関連技術
- 次世代通信技術

アクセス

France

1 allée de Beaulieu, CS 10806, 35708 Rennes Cedex 7, France
Phone : +33 (0)2 23 45 58 58

U.K.

17 Firth Road, Houstoun Industrial Estate, Livingston, EH54 5DJ, U.K.
Phone : +44 (0)1506 446970

研究紹介

環境・エネルギー技術

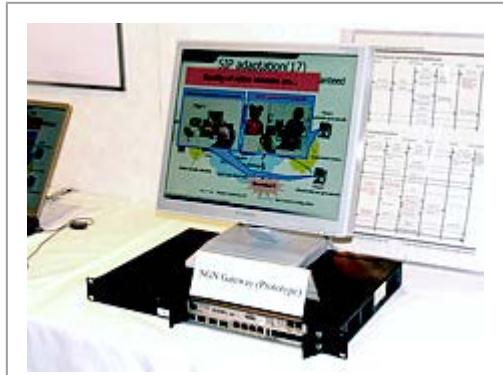
HVAC (Heating, Ventilating and Air-Conditioning) システム関連技術／パワーエレクトロニクス関連技術

通信技術

無線通信技術／光通信技術／ネットワーク技術



B3G-高速移動体通信プロトモデル



最先端SIP技術を適用したNGN向けホームゲートウェイ

概要

MERLは北米ボストンにある当社研究開発拠点であり、エレクトロニクス、通信、メディア信号処理、データ解析、空間情報処理、メカトロニクス、最適化の技術分野において、応用を見据えた基礎研究および先進技術の研究開発を行っています。

主な開発テーマ

- エレクトロニクス・通信
- マルチメディア
- データ解析
- 空間解析
- メカトロニクス
- アルゴリズム

アクセス

201 Broadway, Cambridge, MA 02139, U.S.A.

Phone : +1 (617) 621-7500

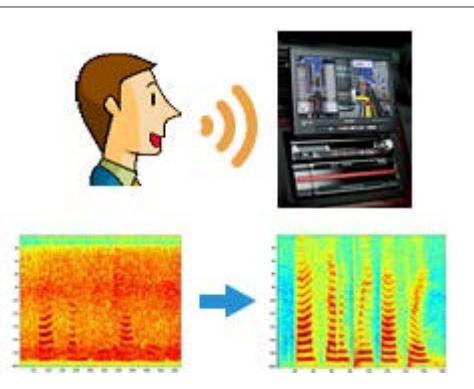
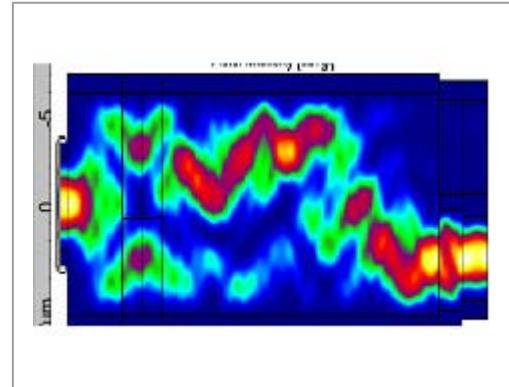
URL : <http://www.merl.com> 

研究紹介

MERLはそれぞれの技術分野に特化した6つのグループから構成され、革新的な研究成果を生み出すため相互に連携しつつ研究開発を行っています。また、米国的主要大学との活発な連携、国際標準化活動への積極的な貢献にも継続的に取り組んでいます。それぞれのグループは以下の分野での研究を行っています。

エレクトロニクス・通信

- 1) 先端無線・光通信、2) 高信頼性機器間ネットワーク、3) 符号化・復号処理、4) 適応信号処理、5) スマートグリッド技術と標準化活動

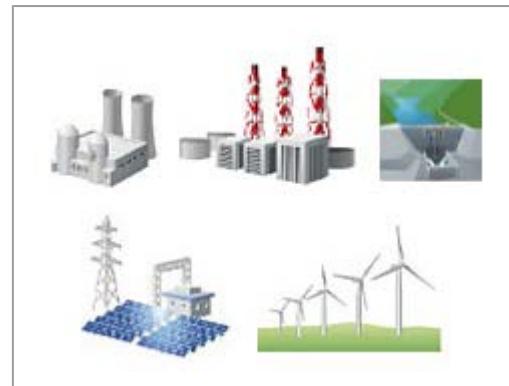


マルチメディア

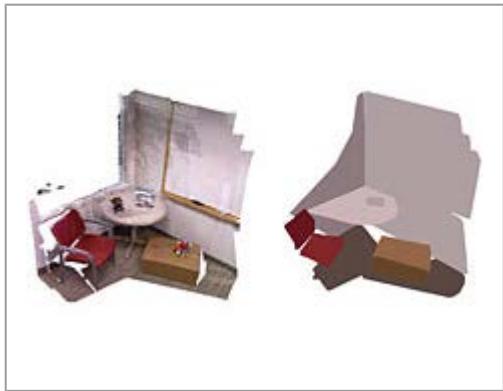
- 1) デジタル映像処理（映像圧縮、画像処理）、2) 音声・音響処理（音声検索、音声強調、音響のモデル化・分析）、3) 情報セキュリティ（プライバシー保護データ分析、セキュア信号処理）、4) センシング（圧縮センシング、アレイ信号処理）

データ解析

- 1) 予測解析（統計的機械学習、データ解析）、2) 意思決定（最適化、スケジューリング、制御）、3) S/W基盤（分散型S/Wシステム、データストリーム処理）



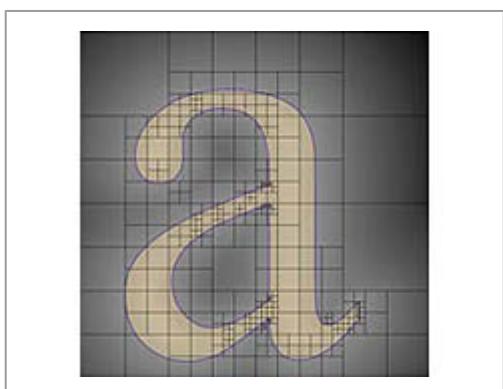
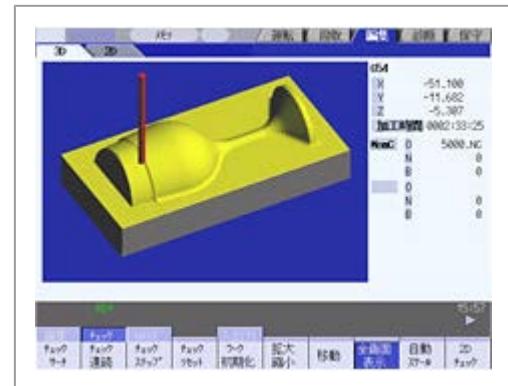
空間解析



- 1) 機械学習と物理モデリングに基づく検出・分類・認識、2) 3次元再構成・位置推定・形状推定、3) 最適情報保存のためのコンピューターショナルフォトグラフィ、4) 画像・信号処理向け辞書学習、5) 物体追跡、マルチモーダルセンサ統合

メカトロニクス

- 1) 先端制御アルゴリズム、2) 非線形動的システム、3) システムのモデル化・動的解析、4) メカトロニクス設計、5) 先進システムコンセプト、6) 3D形状表現モデル応用



アルゴリズム

- 1) 超多変数問題を含む、制御、画像／信号処理、通信、推論、学習などの分野における最適問題のための解法、2) 先端文字フォント表示システム (Saffron)

表彰実績

2018年

表彰名	内容
(社) 日本電気協会 第63回滋澤賞	電磁操作式真空遮断器の開発グループ
(財) 電気科学技術奨励会 第66回電気科学技術奨励賞	パワーエレクトロニクス時代の電磁ノイズ対策設計を革新する技術の研究開発 (PDF : 505KB) 
(財) 電気科学技術奨励会 第66回電気科学技術奨励賞	大型映像表示向け表示制御技術とサイネージシステムの開発 (PDF : 505KB) 
米国R&D Magazine主催 2018 R&D 100 Awards Winners	Deep Learning Based Water Gauge, "MAISART" 三菱電機エンジニアリング株式会社 プレスリリース 画像式水位計測装置「フィールドエッジ®」新製品の受注開始 
(社) 日本電気工業会 第67回電機工業技術功績者表彰 優良賞 重電部門	Change of Mind対応アイドリングストップシステムを 安価に構成する回転数同期機構の開発
(財) 新技術開発財団 第50回市村産業賞 功績賞	FTTH (Fiber to the home) 装置の開発と実用化 (PDF : 212KB) 

デザイン関連

表彰名	内容
IDEA 2018 Finalist	三菱エレベータータッチパネル式乗場登録操作盤
	冷凍冷蔵庫 FX シリーズ
	車載用スピーカーシステム DIATONE DS-G300
	路面ライティング 自動車向け「安心・安全ライティング」
	ワイヤ放電加工機 MPシリーズ
	ワイヤ放電加工機 MXシリーズ
	産業用PC MELIPC MI5000
	電子冷蔵庫 RP-24B
	エレベーター 東京タワー トップデッキエレベーター
	エレベーター行先予報システム エレ・ナビ
グッドデザイン賞	ライティングシステム アニメーションライティング誘導システム
	教育支援活動 エレベーター、エスカレーターの据付教育支援活動
	循環型社会の実現に向けたリサイクルの取組

表彰名	内容
キッズデザイン賞優秀賞「男女共同参画担当大臣賞」	三菱レンジグリル（オープンレンジ） RG-HS1
キッズデザイン賞奨励賞「キッズデザイン協議会会長賞」	安心・安全ライティングに関する研究
キッズデザイン賞	ジェットタオルミニ JT-MC105J
	ムーブアイ光ガイド衣類乾燥除湿機 サラリ
	東京タワートップデッキエレベーター
平成30年度 全国発明表彰 「発明賞」	インテリア指向型エアコンの意匠
平成30年度 関東地方発明表彰 「発明奨励賞」	簡単設置が可能な高精度計測装置の意匠
	安全と快適を提供するカーナビモニター
	自然の風を生成する空気調和機の風向構造と制御

表彰実績

2017年

表彰名	内容
(社) 日本電気協会 第62回滋澤賞	タービン発電機の絶縁監視システムの開発グループ
(財) 電気化学技術奨励会 第65回電気科学技術奨励賞	波長1.5μm帯風計測ライダーの開発と実用化 (PDF : 284KB) 
日本経済新聞社 日経地球環境技術賞	家電リサイクルにおけるプラスチック循環の拡大 (PDF : 488KB) 
平成29年度 全国発明表彰 朝日新聞社賞 発明実績功績賞	回転電機の偏心推定方法と偏心推定システムの発明 (PDF : 720KB) 
国立環境研究所 日刊工業新聞社 平成29年度 環境賞 優秀賞	電磁開閉器のカドミウムフリー化
(財) 新技術開発財団 第49回市村産業賞 貢献賞	電動パワーステアリングの性能・機能向上による普及率拡大 (PDF : 196KB) 
(財) 大河内記念会 大河内記念技術賞	小形誘導モータの横流れ電流を低減する加工法の開発 (PDF : 119KB) 
(社) 日本電機工業会 第66回電機工業技術功績者表彰 最優秀賞 重電部門	世界最高速エレベータの高品質な乗り心地を実現した先進モータ制御技術の開発
(社) 日本電機工業会 第66回電機工業技術功績者表彰 優良賞 重電部門	液体ヘリウムを使用しないMRI診断装置向け高温超電導電磁石の研究開発
(社) 日本電機工業会 第66回電機工業技術功績者表彰 奨励賞 重電部門	マイクロ波電力伝送装置の開発

デザイン関連

表彰名	内容
iF Design Award 2018	エレベーター NEXIEZ-S
Red Dot Best of the Best Award 2018	Gateway XS-5 series
Red Dot Award 2018	ecodan PUHZ-AA series
	エアーコンディショナー MSZ-AP／MXZ-AP series
	エアーコンディショナー MLZ-KP series
IDEA 2017 Bronze	エアーコンディショナー 霧ヶ峰 MSZ-FL シリーズ、MSZ-LN シリーズ、MSZ-JL シリーズ
IDEA 2017 Finalist	保護継電器 MELPRO-D
グッドデザイン賞 ベスト100	タブレット・スマートフォン向けアプリ しゃべり描きUI（ユーザーインターフェース）
	粒子線治療装置 小型陽子線治療装置 MELTHEA（メルセア）

表彰名	内容
グッドデザイン賞	耐環境型通信ゲートウェイ 三菱通信ゲートウェイ XS-5シリーズ
	津波監視用海洋レーダー レーダーによる津波監視支援技術
	ワイヤ放電加工機 MV-Rシリーズ
	工業用電子ミシン PLK-J6040R (Jシリーズ)
	エアーコンディショナー 一方向天井カセット形 MLZ-RXシリーズ、MLZ-GXシリーズ、MLZ-HXシリーズ
	エアトゥーウォーターヒートポンプ室外機 ecodan PUHZ-SW／SHW-AAシリーズ
	車載用スピーカーシステム DIATONE DS-SA1000
	エアーコンディショナー 霧ヶ峰 MSZ-ZWシリーズ、MSZ-ZXVシリーズ
キッズデザイン賞奨励賞「キッズデザイン協議会会長賞」	エアーコンディショナー MSZ-APシリーズ
	冷凍冷蔵庫 MR-CXシリーズ
	新津駅工コステ省エネモニター
	しゃべり描きUI (ユーザーインターフェース)
キッズデザイン賞	アニメーション誘導ライティング
	子育てママをサポートする6ドア冷凍冷蔵庫 RXシリーズ
	三菱IHクッキングヒーター CS-G217D シリーズ
	三菱エアコン霧ヶ峰 MSZ-FZシリーズ
IAUD アワード 2017 金賞	障がいを持った方が快適に利用できる三菱エレベータータッチパネル式乗場登録操作盤
	ユーザーの操作負荷と衝突時の危険性を低減するカーナビゲーション (NR-MZ300PREMI)
平成29年度 関東地方発明表彰「発明協会会長賞」	喉や肌を潤すパーソナル保湿機
平成29年度 関東地方発明表彰「発明奨励賞」	設置空間に調和するネットワークカメラ
	住空間に調和するIHクッキングヒーター

表彰実績

2016年

表彰名	内容
(財) 電気科学技術奨励会 第64回電気科学技術奨励賞 (旧オーム技術賞)	次世代超大型望遠鏡TMT 「分割鏡交換ロボット技術」
(財) 新技術開発財団 第48回市村産業賞 功績賞	3.3kVフルSiC 適用鉄道車両用推進制御装置
(社) 日本電機工業会 第65回電機工業技術功績者表彰 家電部門 優秀賞	「圧倒的省エネ性能」及び「革新的気流制御搭載」のエアコン 霧ヶ峰 FZシリーズの開発
(社) 日本電機工業会 第65回電機工業技術功績者表彰 重電部門 優良賞	太陽光発電システムや商用電力と連携動作可能な EV用パワーコンディショナの開発
(社) 日本電機工業会 第65回電機工業技術功績者表彰 重電部門 奨励賞	ガス絶縁開閉装置向けアーク磁界駆動遮断技術の開発
日刊工業新聞社 第58回十大新製品賞 本賞	基板穴あけ用レーザ加工機 ML605GTF3-5350UM
(社) 発明協会 平成28年度全国発明表彰	給油所用ガソリンベーパー回収装置の発明

デザイン関連

表彰名	内容
iF Design Award 2017	ファイバー二次元レーザー加工機 eX-Fシリーズ
Red Dot Award 2017	エレベーター NEXIEZ-S
グッドデザイン特別賞 [未来づくり] グッドデザイン賞 ベスト100	大型望遠鏡用分割鏡交換口ボット 30m望遠鏡 TMT®向け 分割鏡交換口ボット
グッドデザイン賞 ベスト100	エアーコンディショナー 霧ヶ峰 MSZ-FL シリーズ、 MSZ-LN シリーズ、 MSZ-JL シリーズ
グッドデザイン賞	天井・壁設置型 循環ファン 「ヘルスエアー機能」搭載循環ファン JC-10Kシリーズ
	IHクッキングヒーター CS-T34BFR
	冷凍冷蔵庫 MR-CXシリーズ
	ハンドドライヤー ジェットタオルスマート JT-S2AP, JT-S2A
	ハンドドライヤー ジェットタオルスリム JT-SB216JSH2, JT-SB216KSN2
	ヘッドアップディスプレイ ヘッドアップディスプレイ DU-200HU
	車載用スピーカーシステム 08603-K2007 (タント®用) / 08603-K2008 (ウェイク®用)
	高精度GPS移動計測装置 モービルマッピングシステム MMS-G
	ファイバー二次元レーザー加工機 ファイバー二次元レーザー加工機 eX-Fシリーズ
	エレベーター メンテナンスツール ブレーキメンテナンス用マット
キッズデザイン賞審査委員長特別賞	配電盤 三菱D形コントロールセンタ
	保護継電器 MP31形マルチリレー
キッズデザイン賞	仮設型ワイヤレスカメラシステム 無線ネットワークシステムを用いたセキュリティシステム提供の取り組み
	冷凍冷蔵庫 MR-CXシリーズ
	天井・壁設置型 循環ファン 「ヘルスエアー機能」搭載循環ファン JC-10Kシリーズ
IAUD アワード 2016 銀賞	ジェットタオルブチ (壁取付タイプ)
	患者と作業者が安心して快適に利用できる粒子線治療室デザイン
	話した言葉を指でなぞった軌跡に表示する 「しゃべり描きUI」ツール

表彰名	内容
IAUD アワード 2016	冷凍冷蔵庫 MR-CXシリーズ
	スマートフォンアプリケーション 三菱ジャー炊飯器 音声操作「らく楽炊飯」
	エアコン ZW/ZXVシリーズ
	音声らく楽クイックガイドの取り組み（音声による家電製品のクイックガイド）
	家庭用エネルギー・マネジメントシステム 三菱HEMS
第46回 機械工業デザイン賞「審査委員会特別賞」	三菱数値制御装置 M800/M80シリーズ
平成28年度 関東地方発明表彰「神奈川県知事賞」	空気清浄機能付きスティッククリーナー インスティック HC-VXシリーズ
平成28年度 関東地方発明表彰「発明奨励賞」	誰にでもわかりやすいエレベーター用表示器 ELEVATOR INFORMATION DISPLAY
	作業性を向上させた板金レーザ加工機 eXシリーズ
	空間に調和するエアーコンディショナー MFZシリーズ
	映像と音にこだわった4Kテレビの意匠 REAL 4K TV LCD-65LS1, LCD-58LS1

※ 「TMT」はTMT観測所公社の米国における登録商標です。

※ 「タント」はダイハツ工業株式会社の登録商標です。

※ 「ウェイク」はダイハツ工業株式会社の登録商標です。

表彰実績

2015年

表彰名	内容
R&D Magazine社 2015 R&D 100 Awards	Highly reliable, superior economic switch for HVDC System (PDF : 487KB) 
経済産業省 平成27年度 工業標準化事業表彰	IEC1906賞 (PDF : 238KB) 
(財) 日立財団 (株) 日刊工業新聞社 平成27年度 第42回 環境賞 環境大臣賞・優秀賞	迅速測定が可能な放射能分析技術
(社) 日本電機工業会 第64回電機工業技術功績者表彰 家電部門 優良賞	暖房能力の向上及び冷気カットによる省エネ改善を実現させた エアコン 霧ヶ峰Zシリーズの開発
(社) 日本電機工業会 第64回電機工業技術功績者表彰 重電部門 優良賞	次世代シーケンサMELSEC iQ-Rシリーズの開発
(社) 日本電機工業会 第64回電機工業技術功績者表彰 重電部門 奨励賞	通電方向に指定がなく高信頼性を確保した直流開閉機器の開発
(社) 日本電機工業会 第64回電機工業技術功績者表彰 重電部門 奨励賞	製造時の再調整が不要な遮断器機構の開発・製品化
(財) 新技術開発財団 第47回市村産業賞 貢献賞	自律型セル生産ロボット
日刊工業新聞社 第57回十大新製品賞 日本力 (にっぽんぶらんど) 賞	ワイヤ放電加工機 MPシリーズ (MP1200、MP2400、MP4800)

デザイン関連

表彰名	内容
第9回キッズデザイン賞	三菱HEMS HEMSコントローラーアプリ
	三菱パーソナル保湿機
	空気清浄機付きスティッククリーナー「インスティック」
	事業所内託児施設「ダイヤモンドキッズ湘南」
	「らく楽アシスト」によるキッズデザイン推進の取組み
IDEA 2015 Finalist	グラフィックオペレーションターミナル GOT2000シリーズ
	シーケンサー「MELSEC」 iQ-Rシリーズ
2015グッドデザイン賞	映像監視システムカメラ MELOOK3シリーズ
	映像監視システムレコーダー MELOOK3シリーズ
	プリンター (CP-W5000DW)
	液晶テレビ「REAL 4K」 (LCD-65LS1、LCD-58LS1)
	CNC数値制御装置 M800Sシリーズ・M80シリーズ
	プログラマブルコントローラ「MELSEC」 iQ-Fシリーズ
	粒子線治療装置位置決め計算機「MELTHEA」
	CNC数値制御装置 M800Wシリーズ
	パーソナル保湿機 SHシリーズ
	扇風機「SEASONS」 (R30J-DS)
	コードレススティッククリーナー「インスティック」 HC-VXシリーズ
	冷凍冷蔵庫 MR-Fシリーズ
	エアコンディショナー「霧ヶ峰」 MSZ-ZWシリーズ・MSZ-ZXVシリーズ
	エアコンディショナー「霧ヶ峰」 MSZ-FZシリーズ
	エアコンディショナー「霧ヶ峰」 MSZ-Lシリーズ
	エアコンディショナー SLP-2FAシリーズ・SLP-2FALMシリーズ・SLP-2FAEシリーズ
	電子冷蔵庫「グランペルチェ」 RK-201シリーズ
	カーナビゲーションシステム「DIATONE SOUND.NAVI」 (NR-MZ100PREMI)
	カーナビゲーションシステム「DIATONE SOUND.NAVI」 (NMZM-W66D)

	<p>CCTVカメラシリーズ CCTVカメラ MELOOKシリーズ（固定カメラ1：NC-7000, NC-7020／ドームカメラ：NC-7600, NC-7620）</p>
	プログラマブルコントローラ「MELSEC」 iQ-Fシリーズ
平成27年度近畿地方発明表彰 京都発明協会会長賞	広い色再現範囲のレーザー光源液晶表示装置
	空港到着便情報表示器
	住宅用太陽光発電システム向け発電モニター
	音声ガイダンス機能を搭載した家電製品
平成27年度関東地方発明表彰 発明奨励賞	プログラマブル表示器
	国内向けエアコンディショナー
	曲面構成による一体感ある冷蔵庫用食品収納容器
IAUDアワード2015大賞 事業戦略部門	らく楽アシスト ～あん心してらくに楽しく使える製品開発の取り組み～
IAUDアワード2015銀賞 プロダクトデザイン部門	コードレススティッククリーナー「インスティック」 (HC-VXE20P)
IAUDアワード2015 住宅設備部門	EV（電気自動車）用パワーコンディショナ「SMART V2H」
	IHクッキングヒーター
IAUDアワード2015 プロダクトデザイン部門	三菱電機エアコン FZシリーズ・FZVシリーズ
IAUDアワード2015 実現技術部門	リアルタイム3Dデータ生成装置
IAUDアワード2015 事業戦略部門	三菱電機テレビ用スマートフォンアプリ 「REAL Remote 音声操作」
	カーナビゲーションシステム「DIATONE SOUND.NAVI」 NR-MZ100シリーズ
iF Design Award 2016	プログラマブルコントローラ「MELSEC」 iQ-Fシリーズ
	CCTVカメラ MELOOKシリーズ
Red Dot Award 2016	CCTVカメラ（NC-7000、NC-7020、NC-7600、NC-7620）
	プログラマブルコントローラ「MELSEC」 iQ-Rシリーズ
第45回 機械工業デザイン賞「日本産業機械 工業会賞」 Red Dot 2016	三菱汎用シーケンサ MELSEC iQ-Rシリーズ

表彰実績

2014年

表彰名	内容
R&D Magazine社 2014 R&D 100 Awards	MELFA-3D Vision
R&D Magazine社 2014 R&D 100 Awards	Sensor-less Servo
経済産業省 平成26年度工業標準化事業表彰 経済産業大臣表彰	IEC/TC100/TA2関連の標準化に対する貢献
(社)日本電機工業会 第63回電機工業技術功績者表彰 優良賞	脱レアアースを実現した ハイブリッド自動車用可変磁束モータの開発
(社)日本電機工業会 第63回電機工業技術功績者表彰 奨励賞	手足の温度まで見つめる唯一のエアコン 霧ヶ峰 ZW/ZXVシリーズの開発

デザイン関連

表彰名	内容
グッドデザイン賞 Red dot Award	エレベーター行先予報システム (DOAS) タッチパネル式乗場操作盤
グッドデザイン賞	需要家向けエネルギー管理システム 三菱電機スマートコミュニティシステム (MELSmart)
グッドデザイン賞	プログラマブル表示器 GOT2000シリーズ
グッドデザイン賞 IAUD アワード 2014 iF DESIGN AWARD 2015	プログラマブルコントローラ MELSEC iQ-Rシリーズ
グッドデザイン賞	スマートフォン用鉄道情報アプリ JR東日本アプリ ※東日本旅客鉄道株式会社、ジェイアール東日本コンサルタント株式会社、NTTソフトウェア株式会社との共同受賞です。
グッドデザイン賞	データ収集アナライザ MELQIC IU1シリーズ
グッドデザイン賞	EV (電気自動車) 用パワーコンディショナ SMART V2H
グッドデザイン賞	エアコンディショナー MSZ-SFシリーズ、MSZ-MXシリーズ
グッドデザイン賞 Red dot Award	エアコンディショナー Kirigamine ZEN MSZ-EFシリーズ

表彰名	内容
グッドデザイン賞	冷凍冷蔵庫 WXシリーズ
グッドデザイン賞	インバータ FREQROL-A800シリーズ
グッドデザイン賞	エネルギー計測ユニット EcoMonitorLight
グッドデザイン賞 IAUD アワード 2014	カーナビゲーションシステム MITSUBISHI DIATONE SOUND.NAVI NR-MZ90PREMI
グッドデザイン賞	タービン発電機 高効率タービン発電機 VP-Xシリーズ
グッドデザイン賞	可動柵 パイプフレーム可動柵 ※東海旅客鉄道株式会社との共同受賞です。
グッドデザイン賞	冷凍冷蔵庫 MR-F26/F23/F21/18/17/14
グッドデザイン賞	エアコンディショナー MFZシリーズ
グッドデザイン賞	電子冷蔵庫 グラン・ペルチエ RP-20A-W
グッドデザイン賞	発電プラント計装制御システム MELSEPシリーズ、MELTACシリーズ
キッズデザイン賞 IAUD アワード 2014	MEリモコン PAR-F30ME
キッズデザイン賞 IAUD アワード 2014	三菱ハンドドライヤー ジェットタオル NEWスリムタイプ
機械工業デザイン賞	ワイヤ放電加工機 MXシリーズ
関東地方発明表彰 「神奈川県知事賞」	掃除機 Be-K
関東地方発明表彰 「発明奨励賞」	産業用ロボット RV-Fシリーズ
関東地方発明表彰 「発明奨励賞」	エレベーター操作盤 AXIEZ
関東地方発明表彰 「発明奨励賞」	大空間対応エアコンディショナー MSZ-Fシリーズ
IAUD アワード 2014 大賞	UD 視点による現場作業性改善
IAUD アワード 2014 銀賞	蒸気レス IHジャー炊飯器
IAUD アワード 2014 銀賞	成田空港向け検索端末 ※成田国際空港株式会社との共同受賞です。
IAUD アワード 2014	身体負荷を軽減するクリーナーのグリップハンドル

表彰実績

2013年

表彰名	内容
内閣府 第11回産学官連携功労者表彰 内閣総理大臣賞	100ギガビット級超高速光伝送システム技術の研究推進及び成果展開
(財) 電気科学技術奨励会 第61回電気科学技術奨励賞 (オーム技術賞)	ロバストアクティブ制振技術による世界最高速エレベータの実現
(財) 電気科学技術奨励会 第61回電気科学技術奨励賞 (オーム技術賞)	40Gbps予等化光伝送技術の開発
(財) 新技術開発財団 第45回市村産業賞 功績賞	循環型社会を創生する家電プラスチックの高度選別回収・再生技術
(社) 日本電機工業会 第62回電機工業技術功績者表彰 ものづくり部門 優秀賞	電機・電子分野の組立作業用生産システムの開発
(社) 日本電機工業会 第62回電機工業技術功績者表彰 重電部門 奨励賞	次世代電力系統制御システムの開発と実用化
(社) 日本電機工業会 第62回電機工業技術功績者表彰 家電部門 奨励賞	すぐにムダな電気をカットするエアコン 霧ヶ峰 ZW/ZXVシリーズの開発

デザイン関連

表彰名	内容
グッドデザイン賞	カーナビゲーション NSZM-W64D
グッドデザイン賞	カーナビゲーション 7インチWVGAディスプレイメモリーナビゲーション[MMCS]
グッドデザイン賞	ルームエアコン 霧ヶ峰 ZWシリーズ、ZXVシリーズ、ZDシリーズ、HXVシリーズ
グッドデザイン賞	ETC車載用端末 DSRC ETC
グッドデザイン賞	HEMS コントローラタブレットアプリ
キッズデザイン賞	エコガイド®TAB
機械工業デザイン賞	産業用ロボット RV-Fシリーズ
関東地方発明表彰 「神奈川県発明協会会長賞」	洗面カウンター設置型ハンドドライヤー ジェットタオルブチ
関東地方発明表彰	レンジグリル ZITANG RG-FS1
関東地方発明表彰	IHクッキングヒーター らく楽IH CS-G20AKS
IAUD アワード 2013 金賞	トレインビジョン
IAUD アワード 2013 金賞	視覚障がい者のQOL (Quality of Life) 向上を目指した音声読み上げ商品の普及活動 ～競合企業によるユニバーサルデザイン理念に基づく垣根を越えた取り組み～ ※パナソニック株式会社との共同受賞です。
iF Product Design Award 2014	ロスナイ VL-100U5-E/ VL-100EU5-E
iF Product Design Award 2014	BS-3101 MI Base Station
iF Product Design Award 2014	MITSUBISHI GOT 2000Series HMI DEVICES

表彰実績

2012年

表彰名	内容
(財) 電気科学技術奨励会 第60回電気科学技術奨励賞 (オーム技術賞)	ガス絶縁開閉装置の小形化とSF6ガス削減を実現する ガス／固体ハイブリッド絶縁の開発と実用化
(社) 電気学会 電気学会フェロー称号授与	空間情報システムの技術進歩とその普及
第55回十大新製品賞 モノづくり賞	iQPlatform対応C言語コントローラ ハイエンドモデル (Q24DHCCPU-V)
第5回 ロボット大賞 日本機械工業連合会会長賞	知能化組立ロボット「Fシリーズ」
(社) 日本電機工業会 第61回電機工業技術功績者表彰 重電部門 奨励賞	人工衛星姿勢制御用コントロールモーメントジャイロ および衛星運動模擬装置の開発
平成24年度全国発明表彰 発明賞	PONシステムの動的帯域割当方式の発明
(社) 日本機械工業連合会 優秀省エネルギー機器表彰 日本機械工業連合会会長賞	マルチジェット方式を用いたビル空調用フィルター 自動洗浄装置
(社) 日本機械工業連合会 優秀省エネルギー機器表彰 資源エネルギー庁長官賞	高生産性三軸直交型炭酸ガスレーザ加工機 (eXシリーズ)

デザイン関連

表彰名	内容
グッドデザイン賞	カーナビゲーション DIATONE SOUND. NAVI NR-MZ60 PREMI
グッドデザイン賞	産業用ロボット RV-Fシリーズ
グッドデザイン賞	ワイヤ放電加工機 MVシリーズ
グッドデザイン賞	ロスナイセントラル換気システム（天井カセット形） VL-11ZF、VL-95ZF-SH
グッドデザイン賞	ルームエアコン Fシリーズ
キッズデザイン賞	冷蔵庫 R／RXシリーズ
キッズデザイン賞 機械工業デザイン賞	標準形エレベーター AXIEZ
キッズデザイン賞	蒸気レスIHジャー炊飯器 NJ-XW103J／XS103J
Design For Asia Award 「銅賞」	蒸気レスIHジャー炊飯器 NJ-EXSA10JH-R
関東地方発明表彰	BDリモコン BZ450シリーズ

表彰実績

2011年

表彰名	内容
平成23年度 工業標準化事業表彰 経済産業大臣表彰	工業標準化事業
R&D Magazine社 2011 R&D 100 Awards	Compact Injection Accelerator for Proton Therapy System
R&D Magazine社 2011 R&D 100 Awards	Diamond Vision OLED
(社) 日本電機工業会 第60回電機工業技術功績者表彰 ものづくり部門 優秀賞	受配電設備絶縁物の余寿命診断技術
(社) 日本電機工業会 第60回電機工業技術功績者表彰 優良賞	長周期地震動に対応し、退避運転を実施する業界初のエレベーター 管制運転方式の開発
(財) 大河内記念会 大河内記念生産特賞	高密度ビルトアップ配線板加工用高速マイクロ穴あけレーザ加工機 の開発と実用化
(社) 日本機械工業連合会 優秀省エネルギー機器表彰 資源エネルギー庁長官賞	加圧冷却・吸着式給油所用ガソリンベーバ液化回収装置（エコステージL,D）

デザイン関連

表彰名	内容
グッドデザイン賞 省エネ大賞 「省エネリギーセンター会長賞」	レンジグリル ZITANG RG-FS1
グッドデザイン賞	冷蔵庫 1ドア／2ドアシリーズ
グッドデザイン賞	掃除機 TC-BXA
グッドデザイン賞	浴室用換気暖房乾燥機
グッドデザイン賞	液晶ディスプレイ ヴィセオ・スマート
グッドデザイン賞	アンプ内蔵サーボモーター インテリジェントサーボモーター
グッドデザイン賞	二次元レーザ加工機 eXシリーズ
グッドデザイン賞	標準形エレベーター AXIEZ
グッドデザイン賞 キッズデザイン賞 食品産業技術功労賞	ジェットタオル NEWスリムタイプ JT-SB116JH／KNシリーズ、JT-SB216JSH／KSNシリーズ
キッズデザイン賞	IHクッキングヒーター らく楽 IH CS-G20AKS

表彰実績

2010年

表彰名	内容
平成22年度近畿地方発明表彰 文部科学大臣発明奨励賞	周波数最適制御を適用したオゾナイザ用電源
(財) 電気科学技術奨励会 第58回電気科学技術 (オーム技術賞)	粒子線治療装置の磁石レス新型線形加速器の開発と実用化
(財) 日立環境財団 日刊工業新聞社 平成22年度 第37回 環境賞 環境大臣賞	使用済み家電プラスチックの高度回収・再生技術
(財) 日立環境財団 日刊工業新聞社 平成22年度 第37回 環境賞 優秀賞	使用済み家電プラスチックの高度回収・再生技術
(社) 日本電設工業協会 2010電設工業展製品コンクール 国土交通大臣賞	三菱ノーヒューズ遮断器・漏電遮断器World Super-Vシリーズ
(財) 新技術開発財団 第42回市村産業賞 貢献賞	受配電用ドライエア絶縁開閉装置シリーズ化によるSF6ガス撤廃
(社) 日本電機工業会 電機工業技術功績者表彰 優秀賞	高速エレベーター用アクティブ制振装置を世界で初めて標準適用化
(社) 日本電機工業会 電機工業技術功績者表彰 優良賞	親水性と疎水性双方の汚れ付着を防止するハイブリッドナノコートィング材の開発
日刊工業新聞社 第39回日本産業技術大賞 文部科学大臣賞	HTV/H-II Bロケットの開発
(社) 日本機械工業連合会 優秀省エネルギー機器表彰 日本機械工業連合会会長賞	上下給電電流個別制御式高性能ワイヤ放電加工機 (NAシリーズ)

デザイン関連

表彰名	内容
グッドデザイン賞	冷蔵庫 MR-Z65R
グッドデザイン賞	冷蔵庫 Cシリーズ、BFシリーズ
グッドデザイン賞	掃除機 TC-EK／FKシリーズ
グッドデザイン賞	IHクッキングヒーター らく楽IHCH CS-G20AKS
グッドデザイン賞	液晶ディスプレイ VISEO
グッドデザイン賞	ETC車載用端末 EP-8000シリーズ
iF Product Design Award	ルームエアコン Kirigamine ZEN EFシリーズ
iF Product Design Award	主軸モーター SJ-Dシリーズ
キッズデザイン賞	液晶テレビ REAL
関東地方発明表彰	BDリモコン BZ330シリーズ
機械工業デザイン賞 「最優秀賞・経済産業大臣賞」	シーケンサ MELSEC Lシリーズ
JIIDAデザインミュージアムセレクションVol.12	蒸気レスIHジャー炊飯器 NJ-XWA10J-K

表彰実績

2009年

表彰名	内容
第4回モノづくり連携大賞 特別賞	自律型セル生産ロボットシステムの研究開発
(財)日本産業デザイン振興会 2009年度 グッドデザイン賞 金賞【経済産業大臣賞】	枠付主軸モーター SJ-Dシリーズ
(社)発明協会 平成21年度関東地方発明表彰 発明奨励賞	センターサークルクリーナー「ラクルリ」
(財)日本産業デザイン振興会 2009年度 グッドデザイン賞	受賞デザイン 8点
キッズデザイン協議会 第3回キッズデザイン賞 キッズデザイン大賞【経済産業大臣賞】	蒸気レスIHジャー炊飯器
第3回ものづくり日本大賞 優秀賞	微細レーザー加工技術を応用した世界最高効率多結晶シリコン太陽電池の開発
平成21年度全国発明表彰 21世紀発明奨励賞	階調制御型インバータ技術
日刊工業新聞社 第39回機械工業デザイン賞 日本産業デザイン振興会賞	ワイヤ放電加工機 DIAx NAシリーズ
キッズデザイン協議会 第3回キッズデザイン賞	受賞デザイン 3点
第16回 半導体・オブ・ザ・イヤー 2009 グランプリ	11kWインバーター動作時の電力損失70%低減を達成したSiCパワーデバイス技術
(財)新技術開発財団 第41回市村産業賞 功績賞	プリント基板穴あけレーザ加工機の高速化技術
(社)日本電機工業会 電機工業技術功績者表彰 家電部門最優秀賞	マイクロバブルを利用した配管洗浄機能付給湯機の開発
(社)日本電機工業会 電機工業技術功績者表彰 優良賞	プラントライフ延長に貢献するマイクロ波検出絶縁監視装置の開発

表彰名	内容
(社)日本電機工業会 電機工業技術功績者表彰 優良賞	行先予報機能付きエレベーター群管理システム 「ΣAI-2200C」の開発
(社)日本電機工業会 電機工業技術功績者表彰 優良賞	省エネを「見える化」したルームエアコン
(社)日本機械工業連合会 優秀省エネルギー機器表彰 日本機械工業連合会会長賞	階調制御型パワーエレクトロニクス機器 (UPS、パワーコンディショナ)
日刊工業新聞社 第51回 十大新製品賞 日本力(にっぽんぶらんど)賞	レーザTV LASERVUE

表彰実績

2008年

表彰名	内容
(社) 日本電気協会 第53回滋澤賞	MT法診断技術の開発
(財) 大阪デザインセンター 2008年度11月期 工業デザイン部門 グッドデザイン商品	受賞デザイン 2点
(財) 電気科学技術奨励会 第56回電気科学技術奨励賞 (オーム技術賞)	熱センサによる人体・空間検知技術を用いたルームエアコン向け省エネルギー技術
(財) 日本産業デザイン振興会 2008年度 グッドデザイン賞	受賞デザイン 9点
日刊工業新聞社 第38回機械工業デザイン賞 日本電機工業会賞	炭酸ガス二次元レーザ加工機 NXシリーズ
(財) 大阪デザインセンター 2008年度7月期 工業デザイン部門 グッドデザイン商品	受賞デザイン 3点
(社) 電子情報技術産業協会 グリーンIT推進協議会 グリーンITアワード 2008 グリーンIT推進協議会会長賞	SiCパワーデバイス技術
文部科学省 文部科学大臣表彰 科学技術賞	撮像装置の高速露出制御技術の開発
(社) 日本電機工業会 電機工業技術功績者表彰 優秀賞	電磁操作真空遮断器用CBM技術の開発によるライフサイクルコストの削減
(社) 日本電機工業会 電機工業技術功績者表彰 優良賞	ブッシュ型設計書チェック技術の開発と機器設計への適用
(社) 日本電機工業会 電機工業技術功績者表彰 優良賞	映像監視セキュリティシステム
(社) 日本電機工業会 電機工業技術功績者表彰 優良賞	マイクログリッド向け需給制御技術の確立
(財) 日本インダストリアルデザイナー協会 デザインミュージアムセレクションVol.9/2008選定	クリーナー「ラクルリ」 TC-C3ZG

表彰実績

2007年

表彰名	内容
(財) 大阪デザインセンター 2007年度11月期 工業デザイン部門 グッドデザイン商品	受賞デザイン 2点
(財) 日本産業デザイン振興会 2007年度 グッドデザイン賞 特別賞 ユニバーサルデザイン賞 (経済産業大臣賞)	携帯電話 NTT DoCoMo FOMA D800iDS
(財) 日本産業デザイン振興会 2007年度 グッドデザイン賞	受賞デザイン 5点
(財) 大阪デザインセンター 2007年度7月期 工業デザイン部門 グッドデザイン商品	受賞デザイン 5点
(社) 日本電機工業会 電機工業技術功績者表彰 発達賞	世界初ワイヤ放電加工機用芸上制御電源の開発
(社) 日本電機工業会 電機工業技術功績者表彰 発達賞	受配電盤自己予知システム(メタクラ用心棒)の開発
(財) 日立環境財団 日刊工業新聞社 第34回環境賞 優良賞	マイクロバブルを用いた洗浄技術の開発と実用化
日刊工業新聞社 第36回 日本産業技術大賞 内閣総理大臣賞	短ギャップ・高濃度オゾン発生器
(社) 日本機械工業連合会 優秀省エネルギー機器表彰 日本機械工業連合会会長賞	円筒多管式短ギャップ高濃度オゾン発生器
日刊工業新聞社 2006年十大新製品賞	三菱広域侵入検知センサー「MELWATCH」

※ FOMAはNTTドコモの登録商標です。

表彰実績

2006年

表彰名	内容
(財) 電気科学技術奨励会 第54回電気科学技術奨励賞 (オーム技術賞)	ETC/DSRC車載技術の開発と実用化
(財) 電気科学技術奨励会 第54回電気科学技術奨励賞 (オーム技術賞)	業務無線用音声コーデックの開発
(財) 大阪デザインセンター 2006年11月期 工業デザイン部門 グッドデザイン商品	受賞デザイン7点
R&D Magazine社 R&D 100 Awards	Helicopter Television System
(財) 日本産業デザイン振興会 2006年度 グッドデザイン賞	受賞デザイン12点
(財) 大阪デザインセンター 2006年7月期 工業デザイン部門 グッドデザイン商品	受賞デザイン8点
R&D Magazine社 R&D 100 Awards	Fingerprint Identification Device Using Scattered Transmission Light
R&D Magazine社 R&D 100 Awards	Microbubble Cleaning Process and System
社団法人 発明協会 全国発明表彰 21世紀発明賞	高効率・高濃度オゾン発生技術に関する発明
社団法人 発明協会 全国発明表彰 21世紀発明貢献賞	高効率・高濃度オゾン発生技術に関する発明
社団法人 発明協会 全国発明表彰 発明賞	ワイヤ放電加工機の加工技術
社団法人 発明協会 全国発明表彰 発明賞	色変換技術の発明
(財) 新技術開発財団 第38回市村産業賞 貢献賞	民間航空機搭載用Ku帯衛星通信アンテナサブシステム

表彰名	内容
文部科学省 文部科学大臣表彰 科学技術賞	電動パワーステアリングモーター・コントローラの開発
(社)日本電機工業会 電機工業技術功績賞表彰 会長賞	世界初の電子化強制減速機能付最高速度可変駆動技術の実用化
(社)日本電機工業会 電機工業技術功績者表彰 奨励賞	逆阻止GCTサイリスタ用小型高性能ゲートドライバの開発
(社)日本電機工業会 電機工業技術功績者表彰 発達賞	映像監視セキュリティシステム
(社)日本電機工業会 電機工業技術功績者表彰 発達賞	電動パワーステアリング用低騒音モータの開発と実用化
大河内記念会 大河内記念生産賞	トランスファーモールド形インテリジェントパワーモジュールの開発と生産
日刊工業新聞社 第48回十大新製品賞本賞	ドーム型シームレスマルチプロジェクタ映像表示システム「プロジェクションクラスタ」

表彰実績 2006年

グッドデザイン11月期選定

[前のページに戻る](#)

(財) 大阪デザインセンター 2006年11月期 工業デザイン部門 グッドデザイン商品



▶ 携帯電話 NTT DoCoMo
FOMA® D903i



▶ 液晶ディスプレイ
RDT261WH



▶ 指透過認証装置 デスクトップ
タイプ DT-TP



▶ 指透過認証装置 ゲートタイプ
OPG-TP



▶ 顔認証付き指透過認証装置
OPG-FACE-TP



▶ カメラインターホン付マルチ
カードリーダー UCR-9202



▶ カードリーダー UCR-
8212、UCR-8202

※ 「FOMA」はNTTドコモの登録商標です。

表彰実績 2006年

グッドデザイン賞

[前のページに戻る](#)

(財)日本産業デザイン振興会 2006年度 グッドデザイン賞



▶ 携帯電話機 NTT DoCoMo
FOMA® D902iS



▶ 携帯電話機 NTT DoCoMo
MUSIC PORTER X



▶ 液晶ディスプレイ
RDT1713S、RDT1713V、RDT197



▶ オープンレンジ RO-DG1



▶ IHクッキングヒーター CS-
B11C



▶ 冷凍冷蔵庫 MR-H26M



▶ 全熱交換型換気扇 ロスナイ
VL-08PS2、VL-10ES2、VL-
12ESH2シリーズ



▶ ETC車載用端末 EP-736、726



▶ 安全シーケンサ制御ユニット
MELSEC Safetyシリーズ



▶ 安全シーケンサリモート入出
力ユニット MELSEC
SafetyリモートI/O



▶ プラント制御システム用ブ
ラットフォーム化制御卓、筐
体、内部器具



▶ 無停電電源装置 三菱小容
量UPS

※ 「FOMA」はNTTドコモの登録商標です。

表彰実績 2006年

グッドデザイン7月期選定

[前のページに戻る](#)

(財) 大阪デザインセンター 2006年7月期 工業デザイン部門 グッドデザイン商品



▶ 携帯電話機 NTT DoCoMo
FOMA® D702i



▶ 携帯電話機 NTT DoCoMo
FOMA® D902iS



▶ 携帯電話機 NTT DoCoMo
MUSIC PORTER X



▶ ETC車載用端末 EP-736



▶ 液晶ディスプレイ
RDT1713S、RDT1713V、RDT197



▶ 液晶テレビ LCD-H37MX60



▶ 除湿機 MJ-H100AX、MJ-
100AX



▶ 冷凍冷蔵庫 MR-H25J

※ 「FOMA」はNTTドコモの登録商標です。

表彰実績

2005年

表彰名	内容
(財) 大阪デザインセンター 2005年11月期 工業デザイン部門 グッドデザイン商品	受賞デザイン4点
(財) 電気科学技術奨励会 第53回電気科学技術奨励賞 (オーム技術賞)	超広帯域・超小形マイクロ波集積チップセットの開発
R&D 100 Magazine社 R&D 100 Awards	Airborne Ku-Band Antenna Subsystem for Satellite Communications
(財) 日本産業デザイン振興会 2005年度 グッドデザイン賞	受賞デザイン13点
(財) 大阪デザインセンター 2005年7月期 工業デザイン部門 グッドデザイン商品	受賞デザイン8点
日刊工業新聞社 第35回機械工業デザイン賞 日本産業機械工業会賞	形彫放電加工機 EA12V
International Forum Design GmbH iF Design Award CHINA	携帯電話端末 M800
(財) 新技術開発財団 (市村財団) 第37回市村産業賞 貢献賞	ディスプレイ用カラーマネジメント技術の開発と実用化
(社) 日本電機工業会 電機工業技術功績者表彰 会長賞	小形固体高分子形燃料電池の導入普及のための各種規制緩和の実現
(社) 日本電機工業会 電機工業技術功績者表彰 奨励賞	HS-X型脱SF6ガス複合絶縁スイッチギヤの開発
(社) 日本電機工業会 電機工業技術功績者表彰 奨励賞	下水消毒システム用大腸菌センサーの製品化
(社) 日本電機工業会 電機工業技術功績者表彰 発達賞	変圧器投入位相制御装置の実用化

表彰名	内容
(社)日本電機工業会 電機工業技術功績者表彰 発達賞	新形態ファンの開発
(社)日本電機工業会 電機工業技術功績者表彰 進歩賞	低圧配電用階調制御方式瞬低補償装置の開発
(社)日本電機工業会 電機工業技術功績者表彰 奨励賞	列車統合管理装置のソフトウェア開発手法の革新
大河内記念会 大河内記念生産特賞	DVD記録用赤色高出力レーザの開発と生産
日刊工業新聞社 2004年十大新製品賞	インテリジェント検査ユニット「MELQIC」

表彰実績 2005年

グッドデザイン11月期選定

[前のページに戻る](#)

(財) 大阪デザインセンター 2005年11月期 工業デザイン部門 グッドデザイン商品



▶ 携帯電話機 NTT DoCoMo
FOMA®D902i



▶ HDD内蔵DVDレコーダー
DVR-HE50W



▶ パイプ用ファン V-08PWXD



▶ オープンレンジ RO-B1C

※ 「FOMA」はNTTドコモの登録商標です。

表彰実績 2005年

グッドデザイン賞

[前のページに戻る](#)

(財)日本産業デザイン振興会 2005年度 グッドデザイン賞



▶ 携帯電話機M800 [\[拡大\]](#)



▶ DVDレコーダーDVR-HG865 [\[拡大\]](#)



▶ DVDレコーダーDVR-HE760 [\[拡大\]](#)



▶ 空気清浄機MA434 [\[拡大\]](#)



▶ パイプ用ファンV-08PWBD [\[拡大\]](#)



▶ ETC車載用端末EP-524B [\[拡大\]](#)



▶ ETC車載用端末EP-534B [\[拡大\]](#)



▶ 形彫放電加工機DIAx EA12V [\[拡大\]](#)



▶ マイクロスパークコーディング装置MSCoating [\[拡大\]](#)



▶ マイクロシーケンサーMELSEC FX3Uシリーズ [\[拡大\]](#)



▶ 無停電電源装置 三菱小容量UPSシリーズ [\[拡大\]](#)



▶ ハンドドライヤー Jet Towel JT-SB108E [\[拡大\]](#)



▶ 機械室レス・エレベーター AXIEZ [\[拡大\]](#)

表彰実績 2005年

グッドデザイン7月期選定

[前のページに戻る](#)

(財) 大阪デザインセンター 2005年7月期 工業デザイン部門 グッドデザイン商品



▶ HDDカーナビゲーションシステム CU-H9700MD [\[拡大\]](#)



▶ HDD付きDVDビデオレコーダー DVR-HE760 [\[拡大\]](#)



▶ ETC車載器 EP-524B [\[拡大\]](#)



▶ ETC車載器 EP-534B [\[拡大\]](#)



▶ 食器洗い乾燥機 EW-DE1 [\[拡大\]](#)



▶ 液晶テレビ 37型 LCD-37MX5 [\[拡大\]](#)



▶ 洗濯乾燥機 MAW-HD88X [\[拡大\]](#)



▶ 冷凍冷蔵庫 MR-W55H [\[拡大\]](#)

表彰実績 2005年

株式会社日刊工業新聞社機械工業デザイン賞第35回

[前のページに戻る](#)

株式会社日刊工業新聞社 機械工業デザイン賞 第35回



▶ [形彫放電加工機DIAX EA12V](#)


日本産業機械工業会賞

表彰実績 2005年

iF Design Award CHINA

[前のページに戻る](#)

International Forum Design GmbH



▶ 携帯電話端末 M800

iF Design Award CHINA

表彰実績

2004年

表彰名	内容
(財)電気科学技術奨励会 第52回電気科学技術奨励賞（オーム技術賞）	光通信用誤り訂正技術の開発
(財) 大阪デザインセンター 2004年11月期 工業デザイン部門 グッドデザイン商品	受賞デザイン5点
(財) 電気科学技術奨励会 電気科学技術奨励賞(オーム技術賞)	集中回路遮断器用遮断技術の開発と実用化
(財) 電気科学技術奨励会 電気科学技術奨励賞(オーム技術賞)	マイクロエアフローセンサーの開発
(財) 日本産業デザイン振興会 2004年度 グッドデザイン賞	受賞デザイン12点
(財) 大阪デザインセンター 2004年7月期 工業デザイン部門 グッドデザイン商品	受賞デザイン8点
(社)発明協会 平成16年度全国発明表彰 恩賜発明賞	デジタル情報の暗号化技術の発明
(社)日本電機工業会 電機工業技術功績者表彰 奨励賞	負イオン／オゾン冷温高湿庫の開発
(社)日本電機工業会 電機工業技術功績者表彰 奨励賞	省エネルギー型硝化制御システム
(社)日本電機工業会 電機工業技術功績者表彰 進歩賞	IDレス高速検索照合が可能なバイオメトリクス複合認証システム
(社)日本電機工業会 電機工業技術功績賞表彰 進歩賞	モバイルECなどへの多用途展開を指向したETC通信技術の汎用化と製品化開発

表彰実績 2004年

グッドデザイン11月期選定

[前のページに戻る](#)

(財) 大阪デザインセンター 2004年11月期 工業デザイン部門 グッドデザイン商品



▶ ホームセキュリティシステム [\[拡大\]](#)



▶ 携帯電話機 NTT DoCoMo
ムーバ® D253i [\[拡大\]](#)



▶ 空気清浄機 MA-434 [\[拡大\]](#)



▶ 冷凍冷蔵庫 MR-A41 F-W/MR-A37 N F-W [\[拡大\]](#)



▶ 掃除機 TC-DD10P [\[拡大\]](#)

※ 「ムーバ」はNTTドコモの登録商標です。

表彰実績 2004年

グッドデザイン賞

[前のページに戻る](#)

(財)日本産業デザイン振興会 2004年度 グッドデザイン賞



▶ 携帯電話機 NTT DoCoMo
ムーバ® D252i



▶ 携帯電話機 NTT DoCoMo
ムーバ® D506i



▶ 携帯電話機 NTT DoCoMo
FOMA® D900i



▶ 携帯電話機 vodafone V401D



▶ 携帯電話機 vodafone
enjorno V102D



▶ 携帯電話機 M342i/M350



▶ 冷凍冷蔵庫 MR-A414NF-W/MR-A37NF-W



▶ ETC車載用端末 EP-433、EP-423、EP-403



▶ ETC車載用端末 EP-233



▶ CNC操作表示器 CNC700シリーズ



▶ インバータ F700シリーズ



▶ ホームセキュリティシステム

※ 「ムーバ」 「FOMA」 はNTTドコモの登録商標です。

表彰実績 2004年

グッドデザイン7月期選定

[前のページに戻る](#)

(財) 大阪デザインセンター 2004年7月期 工業デザイン部門 グッドデザイン商品



▶ 車載情報システム CU-H9000MD



▶ ETC車載用端末 EP-433、EP-423、EP-403



▶ 液晶テレビ LCD-H27MX4



▶ HDD付きDVDビデオレコーダー DVR-HE700、HE600、HE500



▶ 携帯電話機 vodafone V401D



▶ 携帯電話機 NTT DoCoMo ムーバ® D506i



▶ 冷凍冷蔵庫 MR-G50NE、G45NE、G40NE



▶ ホットプレート HL-WK9

※ 「ムーバ」はNTTドコモの登録商標です。

表彰実績 2004年

全国発明表彰「恩賜発明賞」

[前のページに戻る](#)

安全で高性能な暗号化技術に関する発明で

三菱電機株式会社の暗号化技術に関する発明が、平成16年度全国発明表彰で最も優れた発明として評価され、発明者である当社 情報技術総合研究所（神奈川県鎌倉市）の松井充ならびに時田俊雄が恩賜発明賞を受賞しました。表彰式は、発明協会創立100周年記念式典にあわせ、5月26日（水）にホテルオークラにて開催されました。

暗号化技術は、情報システムや通信ネットワークにおけるデータの信頼性を高め、個人のプライバシー保護や経済活動の円滑化などに貢献する、現代社会において必要不可欠な基盤技術です。暗号化技術は現在、コンピューター、交通、通信、家電など我々の身近なものに幅広く利用されています。

今回、受賞の対象となった発明【特許第3035358号「データ変換装置」、2000年2月18日登録】は暗号方式の設計手法を示したもので、それまでの方式に比べ、安全性が高く少ない計算量でデータを暗号化できる、処理性能に優れた暗号方式の実現を可能にしました。当社は1995年にこの設計手法をもとに新暗号アルゴリズムMISTY（ミスティー）を開発し、これを核とする情報セキュリティー技術の製品への搭載を進めるとともに、国内外の団体に標準として採用するよう提案してまいりました。

この結果、MISTYを携帯電話用にカスタマイズした暗号アルゴリズムKASUMI（カスミ）が、2000年に第三世代携帯電話の通信方式であるW-CDMA※1の世界標準暗号として採用されたほか、2002年には第二世代携帯電話GSM※2の標準暗号としても採用されました。さらにMISTYは、2003年に欧州産学暗号評価プロジェクトNESSIE※3からの認定を受け、日本の電子政府推奨暗号リスト※4にも掲載されました。今回の受賞は、本発明とこのような当社の暗号化技術普及への取り組みが高く評価されたものです。

※1 Wideband Code Division Multiple Access

※2 Global System for Mobile Communication

※3 New European Schemes for Signatures, Integrity, and Encryption : 欧州委員会の資金援助を受け2000年から開始された、第一線の暗号研究者が中心となり暗号アルゴリズムに関する産学のコンセンサス形成を目的とするプロジェクト。

※4 総務省及び経済産業省が共同実施した暗号技術評価プロジェクトにおいて認定された、「電子政府」における調達のための推奨すべき暗号。

受賞者

恩賜発明賞 三菱電機株式会社 情報技術総合研究所 松井 充

恩賜発明賞 三菱電機株式会社 情報技術総合研究所 時田 俊雄

発明実施功績賞 三菱電機株式会社 執行役社長 野間口 有

三菱電機の暗号技術開発の経緯

線形解読法発表	1994年01月
世界初のDES解読実験	1994年08月
暗号アルゴリズムMISTY発表	1995年09月
MISTY1のISO9979への登録	1995年11月
MISTY1の基本特許無償化	1998年08月
KASUMIがW-CDMA標準暗号に採用	2000年01月
暗号アルゴリズムCamellia発表 (日本電信電話株式会社、三菱電機株式会社)	2000年03月
MISTY, KASUMIなどのIP技術供与発表	2001年05月
KASUMIがGSM標準暗号に採用	2002年07月
MISTY1, Camelliaが日本の電子政府調達暗号に認定	2003年02月
MISTY1, CamelliaがNESSIEで公式認定	2003年02月
新機能暗号実装技術CRESERC開発 (日本電信電話株式会社、株式会社日立製作所、三菱電機株式会社)	2003年07月

参考：全国発明表彰について

全国発明表彰は皇室より毎年御下賜金を拝受し、社団法人発明協会が主催し、我が国における発明、考案又は意匠の創作者並びに発明の実施及び奨励に関し、功績のあった方々を顕彰することにより、科学技術の向上及び産業の発展に寄与することを目的として大正8年より行っているものです。このうち最も優れた発明の完成者に恩賜発明賞が贈呈され、本賞を受賞する発明が法人におけるものである場合に当該法人の代表者に発明実施功績賞が贈呈されます。

関連リンク

全国発明表彰の詳細は、「[社団法人発明協会ホームページ](#)」にて公開されています。 

[「情報セキュリティ技術」の詳細はこちら](#)

2003年度 市村産業賞本賞を受賞

[前のページに戻る](#)

第3世代携帯電話W-CDMA用国際標準暗号の技術開発と実用化で

三菱電機株式会社が開発した「第3世代携帯電話W-CDMA用国際標準暗号の技術開発と実用化」が、財団法人新技術開発財団（市村財団）から第35回市村産業賞本賞を受賞いたしました。授賞式は4月25日ホテルオークラにて同財団総裁寛仁親王臨席のもと行なわれました。

当社は1995年に新暗号アルゴリズムMISTYを開発して以来、MISTYを中心とする情報セキュリティ技術の製品化と国内外の標準化団体への提案活動を行ってまいりました。MISTYの高い安全性と性能が国内外から認められた結果、その技術は2000年に第3世代携帯電話W-CDMAの必須の暗号として標準化されたほか、2003年2月には欧州暗号評価プロジェクトNESSIEからの認定をうけ、さらに日本の電子政府暗号推薦リストにも掲載されることが決まりました。このような当社の暗号技術への取り組みが今回の受賞では高く評価されたものです。

受賞者

事業経営者	三菱電機株式会社 社長 野間口 有
技術開発者	三菱電機株式会社 情報技術総合研究所 松井 充
技術開発者	三菱電機株式会社 情報技術総合研究所 山岸 篤弘
技術開発者	三菱電機株式会社 情報技術総合研究所 時田 俊雄

三菱電機の暗号技術開発の経緯

線形解読法発表	1994年01月
世界初のDES解読実験	1994年08月
暗号アルゴリズムMISTY発表	1995年09月
MISTY1のISO9979への登録	1995年11月
MISTY1の基本特許無償化	1998年08月
KASUMIがW-CDMA標準暗号に採用	2000年01月
暗号アルゴリズムCamellia発表（NTT, 三菱電機）	2000年03月
MISTY, KASUMIなどのIP技術供与発表	2001年05月
KASUMIがGSM標準暗号に採用	2002年07月
MISTY1, Camelliaが日本の電子政府調達暗号に認定	2003年02月
MISTY1, CamelliaがNESSIEで公式認定	2003年02月

参考：市村財団と市村産業賞について

市村財団は、リコー（株）創立者である故市村清氏によって昭和43年に設立されました。同財団は故人の遺志によりその所有財産の寄贈を受け、以来35年間にわたり新技術開発の助成ならびに市村産業賞・市村学術賞の贈呈などをおこなってきました。市村産業賞は、本賞・功績賞・貢献賞からなり、このうち本賞は35年間で14件のみに与えられた名譽ある賞です。