

**変圧器等への微量PCBの混入可能性に関する
調査結果について**

2003年11月

三菱電機株式会社

【 目 次 】

ペ - ジ

1. はじめに	3
2. 当社の電気機器製造担当について	3
3. 調査の実施にあたって	3
4. サンプル調査結果	8
5. 調査結果の分析	8
6. 微量PCB混入の要因.....	11
7. 検出事例に対する保守履歴の調査	12
8. 絶縁油メーカーの調査.....	12
9. 混入要因に関する考察および見解.....	13
10. まとめと今後の対応	15

1. はじめに

平成14年7月12日付製造産業局長通達(平成14・07・11製局第2号)、および平成14年7月12日付環境大臣通達(環産第393号)にて、PCB含有の有無の判別を行う調査、原因の解明、関連ユーザーへの情報提供等の指示を受けました。日本電機工業会(以下JEMA)に設けられた「微量PCB検出変圧器等対策委員会」にも参画し、微量PCBの混入可能性に関する調査を実施してきましたので、その結果を報告いたします。

2. 当社の電気機器製造担当について

当社においては複数の製作所が今回対象の電気機器を製作しており、表2 - 1に製作担当機種と範囲を示します。

【表2 - 1:当社における電気機器の製作担当】

製作所	機種	製造時期
名古屋製作所	変圧器、リアクトル(2000kVA以下)	～現在
伊丹製作所	変圧器、コンデンサ、計器用変成器、リアクトル、放電コイル(2000kVA以上)	～1986年9月(1972年6月から順次赤穂製作所へ移管)
赤穂製作所	変圧器、コンデンサ、計器用変成器、リアクトル、放電コイル(2000kVA以上)	1972年6月～現在

3. 調査の実施にあたって

事前確認として、PCB混入の要因として当社単独で調査可能な、使用電気絶縁油、電気絶縁油入り電気機器の種類と生産台数の把握、製造ラインの状況と製造工程における人的作業、および電気機器に使用した部品・材料等の実態調査をおこないました。

なお、柱上変圧器は、JEMA報告書に記載の通り、新たな問題となる事項はないと考え、調査対象外としました。

3.1 事前確認事項

使用電気絶縁油、電気絶縁油入り電気機器の種類と生産台数、製造工程での混入可能性は、以下のとおりです。

(1) 使用絶縁油の状況

当社は、JIS規格に基づいた電気絶縁油(以後、絶縁油という)の調達を行っており、当社として把握している範囲で、現在までに大別して表3 - 1に示す3種類の絶縁油を購入して電気機器に使用していました。

【表3 - 1:電気機器への充填用に購入した絶縁油の種類】

種類	定義	当社使用時期
新油	JIS C2320-1999(最新版)に定義されている原油を精製した鉱油からなる使用前の絶縁油	～現在
再生絶縁油	JIS C2320-1974 で、再生絶縁油と記載のもので、使用済み絶縁油を原料として再精製した絶縁油(以降、再生油という)	1978～1988年
PCB油	JIS C2321 で定義されているもの	1955～1972年

なお、電気機器の絶縁油としては、原則として新油を使用してきましたが、表3 - 1が示す通り、一時期、PCBおよび再生油を使用しました。ただし、PCBは1973年以降、再生油は1989年以降購入・使用していません。

注：JISC2320-1974、-1978の材料および加工法では、「絶縁油は、鉱油を精製した淡黄色、透明の油で、水分、浮遊物その他有害なものを含まないようにつくらなければならない」とあり、JISC2320-1978Rの用語の意味では「原油を精製したもの」とあり、1993年以降のJISC2320では、「原油を精製したもの、未使用の電気絶縁油」とされていますので、JISに従えばいずれの場合でもPCB混入はないと考えていました。

(2) PCB不含確認状況

当社は絶縁油の種類および仕様を指定して購入していましたが、柱上変圧器の微量PCB混入問題が起きる1989年以前は絶縁油の受入れ時にPCB分析をおこなっていませんでした。

1990年以降については、絶縁油メーカーより「PCB不含証明書」を絶縁油メーカーの製造ロット毎に入手し、更には絶縁油の受入れ時(絶縁油メーカーの製造ロット毎)や製品の出荷時(抜き打ち)にPCB分析を実施し、管理を強化しました。

当社では、1962年から現在までの絶縁油調達先は11社ですが、PCB油を調達していた鐘ヶ淵化学を除く全メーカーから過去に遡って「PCB不含見解書」または「PCB不含証明書」を入手しています。

(3) 絶縁油入電気機器の種類と生産台数

当社が生産した絶縁油入電気機器(PCB使用機器は除く)の種類、生産台数、絶縁油使用量について調査した結果を表3 - 2に示します。調査対象機種は、JEMAで取り決めた通り、電気事業法の電気関係報告規則に記載の変圧器、コンデンサ、計器用変成器、リアクトル、放電コイルとしました。

【表3 - 2： 油入電気機器の生産台数と使用絶縁油量】

< 生産台数 >

〔(生産台数(万台)および使用絶縁油量(百万リットル))〕

機 種		製造時期(注1)				合 計
		A時期	B時期	C時期	D時期	
変圧器	生産台数	5.1	14.8	48.1	41.7	109.6
	使用電気絶縁油量	7.5	46.3	103.7	80.0	237.5
コンデンサ	生産台数	0.0	1.3	0.9	0.1	2.3
	使用電気絶縁油量	0.0	0.3	0.2	0.04	0.5
計器用変成器	生産台数	0.0	0.7	0.5	0.2	1.3
	使用電気絶縁油量	0.0	0.7	0.6	0.6	1.9
リアクトル	生産台数	0.0	0.2	0.3	0.1	0.6
	使用電気絶縁油量	0.0	1.7	2.7	1.0	5.4
放電コイル	生産台数	0.0	0.004	0.007	0.001	0.01
	使用電気絶縁油量	0.0	0.002	0.004	0.001	0.007
合 計	生産台数	5.1	16.9	49.7	42.1	113.9
	使用電気絶縁油量	7.5	49.0	107.2	81.6	245.3
	残存台数(注2)	0.1	7.9	48.8	42.1	98.9
	残存絶縁油量(注2)	0.1	22.2	104.2	81.6	208.1

注1：製造時期の定義は以下の通り

時期	定 義	使用油	名古屋製作所	伊丹製作所 (~1986年9月)	赤穂製作所 (1972年6月~)
A 時期	PCB 機器 並行生産前	鉱油 (新油)	1952年4月~ 1964年6月まで	1952年4月~1954 年12月まで	製作所 設立以前
B 時期	PCB 機器 並行生産時期	PCB・鉱油 (新油)	1964年7月 ~ 1972年8月	1955年1月 ~ 1972年8月	PCB 機器生産 なし(72年6月 設立)
C 時期	PCB 機器 生産中止後	鉱油 (新油・ 再生油)	1972年9月 ~ 1989年12月	1972年9月 ~ 1986年9月	1972年9月 ~ 1989年12月
D 時期	同上+ 絶縁油管理強化	鉱油 (新油)	1990年1月 以降	(赤穂製作所へ 生産移管)	1990年1月 以降

注2： 推定残存率は、1976年以降は100%残存しており、1975年の93%から1962年の2%までは7%/年の割合で減少し、1961年以前は1%とした。

(4) 製造工程での混入の可能性

新油とPCBを並行使用していた時期での混入の可能性

PCBは1972年に行政指導により実質的に使用が禁止されましたが、それ以前には当社で新油使用機器とPCB使用機器を並行生産していた時期がありました。このことから新油使用機器にPCBが混入する可能性を確認するため、新油使用機器とPCB使用機器の製造ラインについ

ての調査を行い、その結果を表3 - 3に示します。

【表3 - 3：製造ラインの調査(1)】

工場名	PCB使用 機器の生産	PCB 使用機器の 生産期間	製造ライン				PCB 混入の 可能性
			タンク	配管	浄油機	注入口	
名古屋製作所	有	1964年～1972年	分離	分離	分離	分離	無
伊丹製作所	有	1955年～1972年	分離	分離	分離	分離	無
赤穂製作所	無						

調査の結果、新油使用機器とPCB使用機器の製造ラインは、完全に分離されており、製造ラインにおいて新油使用機器にPCB混入の可能性はありませんでした。当時のレイアウト図を添付資料1、2に示します。

新油と再生油を並行使用していた時期での混入の可能性

当社では、新油使用機器と再生油使用機器を並行生産していた時期がありました。その時期の製造ライン調査を実施し、その結果を表3 - 4に示します。なお、当社が購入した再生油については、過去に遡って不含見解書を入手しています。

【表3 - 4：製造ラインの調査(2)】

工場名	再生油使用の有無	製造ライン				新油と再生油の 混入の可能性	設備共用 期間
		タンク	配管	浄油機	注入口		
名古屋製作所	有	分離	一部共用	分離	分離	混入する可能性がある	1978～ 1988年
伊丹製作所	有	分離	分離	分離	分離	なし	
赤穂製作所	無	---	---	---	---		

調査の結果、名古屋製作所において、新油使用機器と再生油使用機器の製造ラインにおいて、一定の期間一部共用部分がありました。仮に、再生油そのものにPCBが混入していたとすれば、新油使用機器へのPCB混入の可能性が否定できません。

(5) 製造工程における人的要因の調査

電気機器の製造工程の大半は人手作業に委ねられており、新油使用機器とPCB使用機器並行生産時期での人的要因(組立作業、注油作業、試験作業)による微量PCB混入の可能性について、当時の作業要領等ドキュメント類の有無確認およびヒアリングを実施しました。その結果、ヒアリングを含む調査の範囲内では、微量PCB混入の可能性を示す作業は見つかりませんでした。しかし、30年以上前のことでもあり、ドキュメントやヒアリングの内容どおりに確実に作業が進められていたという確証は得られず、作業上の不注意に起因した微量PCB混入を完全には否定できません。(添付資料3参照)

また、再生油に微量PCBが混入していた場合、上記記載の内容と同様、作業上の不注意に起因

した微量PCB混入を完全には否定できません。なお、1990年以降は再生油を使用しておりません。

しかし、作業上の不注意として想定される、治工具の共用による混入、作業着・手袋等への付着による混入でのPCB含有量は極微量であり、真の要因とはなり得ません。継続的な微量PCB混入の要因としては、貯蔵タンクに誤ってPCBを入れてしまうようなことが想定されますが、この場合においても、その後の絶縁油補充によって希釈されることから、検出事例レベルの微量PCB混入には至らず、継続的な微量PCB混入の要因とはならないと考えます。(添付資料4参照)

(6) 電気機器に使用した部品・材料等の調査

絶縁油入り電気機器の内部構成部品・材料としては、電磁鋼板、鋼板(容器等)、銅線、絶縁紙、プレスボード、木材、プラスチック成型部品、塗料、ワニス等が使用されていましたが、いずれもPCBは使用されておらず、これらの部品・材料等からPCBが溶出することはありません。

さらに、内部構成部品・材料にはPCBをはじめ塩素類は含まれないこと、および原油から精製された絶縁油中にも塩素類が含まれないことから、PCB生成に必要なビフェニルや塩素ガスを生成するものが無く、稼動中の電気機器内部でPCBが生成する可能性は無いと考えます。

3.2 サンプル調査の方法

通達にもとづく微量PCB混入の可能性および微量のPCB検出事例の原因解明についての調査を以下のとおりおこないました。

3.2.1 微量PCB検出事例の原因解明に関するサンプル調査

(1) 通達の指示内容

「調査により、万一PCBが検出された場合には、速やかに原因の解明に努めること。また、過去に検出事例がある場合には、速やかに原因の解明に努めること。」

(2) 目的

「PCB不含見解書」、または「PCB不含証明書」がある絶縁油を使用し、PCB使用機器とのラインが分離した工程で製造された機器からも検出事例があり、原因の解明と微量PCB混入可能性のある範囲の特定を図る。

(3) 調査要領

過去の検出事例において、微量PCBが検出された機器については、重電機器の種類、製造年、メーカー名、製造工場、型式、絶縁油メーカーを調査した上で、当該機器の製造年およびその前後年に製造された機器からサンプルを抽出する。

調査期間および検体数は、過去の検出事例期間で重電機器の種類毎、製造工場毎に1検体以上/年を目標とし、必要に応じて、上記調査以外でも調査検体数を設定する。絶縁油管理強化を実施した1990年以降に関し、工場出荷時のPCB微量混入の対象期間外と判断できるかの検証をおこなうため、過去の工場出荷時の抜き打ち検査結果もサンプル検査の調査結果に含める。

検体については、電気機器納入後の油の保守履歴(油交換履歴)を確認する。

4. サンプル調査結果

サンプル調査の結果を、製造時期別に区分して表4 - 1に示します。サンプル調査を実施した総数547台については、内59台から微量PCBが検出されました。(添付資料5参照)

【表4 - 1: サンプル調査の結果】

	製造時期				合計	当社が絶縁油を購入していた 絶縁油メーカー(注1)
	A時期	B時期	C時期	D時期		
検出数	10	23	26	0	59	出光興産、コスモ石油、ブリクツ、新日本石油、 富士興産、関西テック、ジャパソナジー、 昭和シェル石油、ダイセキ、中部油研
調査数	26	71	111	339	547	

注1: 社名はいずれも現在の名称。

4.1 サンプル調査で判明したこと

サンプル調査の結果から、次の事項が明らかになりました。

「不含見解書」を入手している絶縁油を使用した時期(A～C時期)、また、PCBを使用していない時期(A、C時期)に製造した機器からも検出されており、A～C時期においては20%～40%の確率で検出されました。

D時期(1990年以降)に製造した機器では、調査数339台中で検出事例がなかった。

5. 調査結果の分析

5.1 ユーザーからの検出事例連絡

2003年7月末までにユーザーから連絡があった検出数は278台で、電気機器別の分類を表5 - 1、製造時期別の分類を表5 - 2に示します。

【表5 - 1: 電気機器別の分類】

電気機器	変圧器	コンデンサ	リアクトル	計器用 変成器	遮断器	整流器	合計
検出数	226	2	16	22	6	6	278

【表5 - 2: 製造時期別の分類】

	製造時期					合計
	A時期	B時期	C時期	D時期	不明(注1)	
検出数	8	143	120	4	3	278

注1: 不明の3台は、銘板の傷みがひどく製造時期を確認できませんでした。

電気機器の種類は、JEMAで取り決めた調査対象の5機種のほか、遮断器と整流器についても検出事例が判明しました。製造時期については、B時期とC時期に集中し、更にA時期とD時期からも検出

事例の報告がありました。

表5 - 1と表5 - 2に示すとおり、サンプル調査での検出数以上に検出事例が報告され、また、当初予想の5機種以外の新たな機種からも検出されたことから、原因の解明にはサンプル調査のみならず、ユーザーから連絡があった検出事例も加えた調査を行いました。サンプル調査およびユーザーからの連絡による微量 PCB 検出台数の合計は337台となりました。(添付資料6参照)

5.2 調査結果の分類

微量 PCB が検出された全ての事例を、製造時期別毎に、絶縁油種別、電気機器別、検出濃度別に分類した結果を表5 - 3と表5 - 4に示し、以下に分析をおこないました。

【表5 - 3:絶縁油種別の検出事例分類】

製造時期		製造時期					合計	検出濃度(ppm)	
		A時期	B時期	C時期	D時期	不明			
絶縁油種別	新油	検出台数	18	166	121	4	3	312	0.095 ~ 80
		検出濃度	0.6 ~ 80	0.33 ~ 62	0.5 ~ 56	0.095 ~ 0.6	1.3 ~ 36.0	0.095 ~ 80	
	再生油	検出台数			25			25	0.6 ~ 28
		検出濃度			0.6 ~ 28			0.6 ~ 28	
	合計	検出台数	18	166	146	4	3	337	0.095 ~ 80
		検出濃度	0.6 ~ 80	0.33 ~ 62	0.5 ~ 56	0.095 ~ 0.6	1.3 ~ 36.0	0.095 ~ 80	

注:「新油」「再生油」は、製造時に充填した絶縁油を示す。

【表5 - 4:機種別の絶縁油種別検出事例分類】

製造時期		製造時期					合計	検出濃度(ppm)	
		A時期	B時期	C時期	D時期	不明			
機種別	変圧器	新油	18	125	113	4		260	0.095 ~ 80
		再生油			25			25	0.6 ~ 28
		合計	18	125	138	4		285	0.095 ~ 80
	コンデンサ	新油		2				2	8.9 ~ 52
		再生油							
		合計		2				2	8.9 ~ 52
	リアクトル	新油		12	4			16	0.5 ~ 51
		再生油							
		合計		12	4			16	0.5 ~ 51
	計器用変成器	新油		15	4		3	22	0.6 ~ 42
		再生油							
		合計		15	4		3	22	0.6 ~ 42
	遮断器	新油		6				6	0.9 ~ 35
		再生油							
		合計		6				6	0.9 ~ 35
	整流器	新油		6				6	0.6 ~ 9.6
		再生油							
		合計		6				6	0.6 ~ 9.6

注:「新油」「再生油」は、製造時に充填した絶縁油を示す。

5.2.1 製造時期別分類

製造時期別に見ると、再生油の使用を中止し、絶縁油の管理強化を実施したD時期(1990年以降)での検出事例は4台あるのみで、1989年以前のA～C時期と比較して少なく、また、検出事例の検出濃度の最大値もA～C時期より低い結果(最大0.6ppm)でした。

5.2.2 絶縁油種別分類

絶縁油を新油と再生油別に分類して見たとき、新油、再生油のいずれからも検出されています。「新油」、「再生油」は、製造時に充填した絶縁油を示す)

5.2.3 電気機器別分類

検出事例は、変圧器、コンデンサ、リアクトル、計器用変成器、遮断器、整流器において確認されています。

5.2.4 検出濃度別分類

検出事例数を、PCB濃度別に分類した結果を表5-5に示します。検出事例は、2.0ppm以下が全体の約37%、5.0ppm以下が約50%を占めています。また最高濃度は80ppmでした。製造時期別、絶縁油種別、電気機器別の検出濃度については前掲の表5-3と表5-4を参照ください。絶縁油種別の検出濃度などでは、特徴的な結果が得られませんでした。

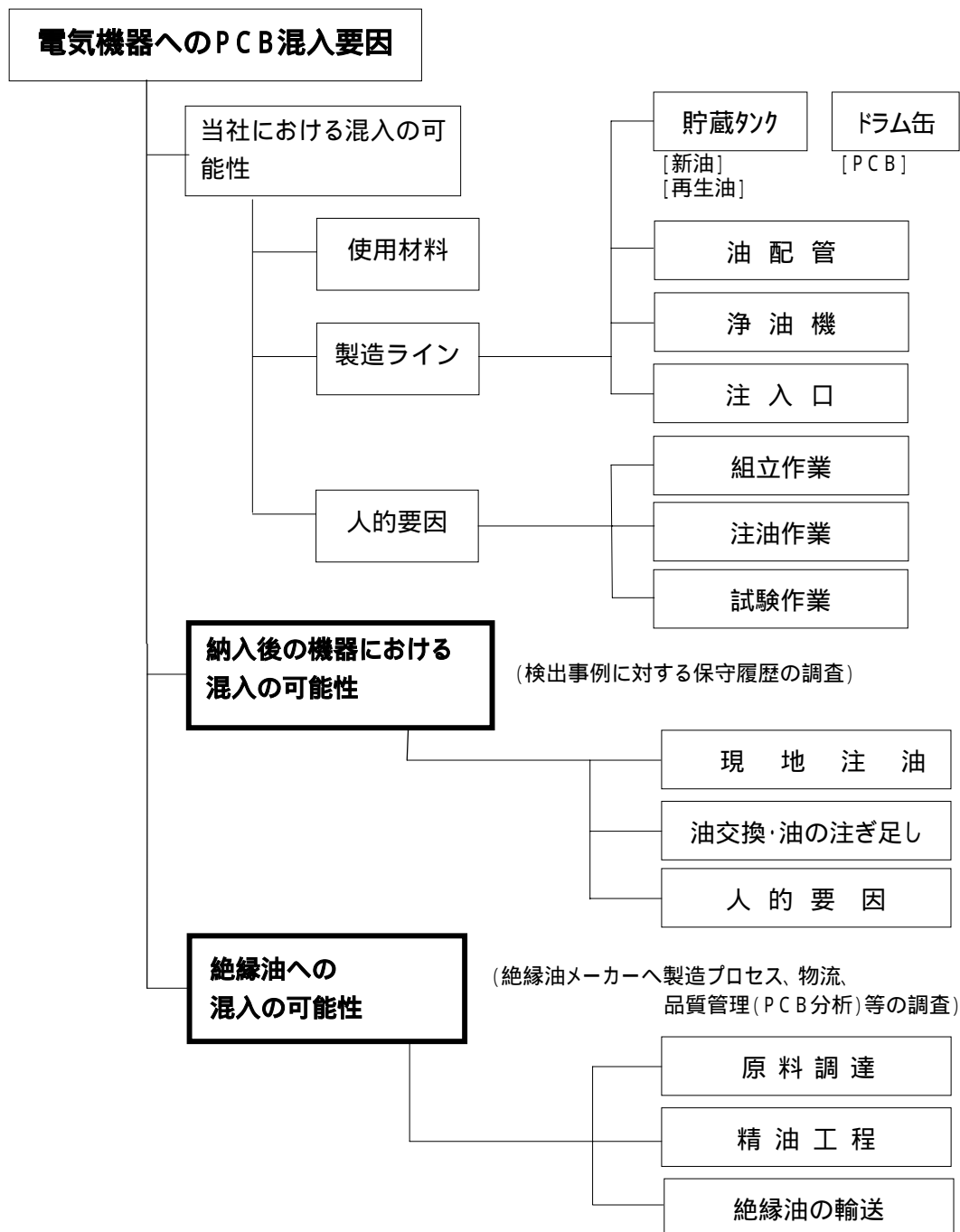
【表5-5:検出濃度別分類】

検出濃度 (ppm)	0.5 以下	0.5 超 2.0 以下	2.0 超 5.0 以下	5.0 超 10 以下	10 超 20 以下	20 超 30 以下	30 超 40 以下	40 超 50 以下	50 超 100 以下	100 超	合計
検出台数	19	106	44	47	63	26	20	4	8	0	337
構成比(%)	5.6	31.5	13.1	13.9	18.7	7.7	5.9	1.2	2.4	0.0	100
累計(%)	5.6	37.1	50.2	64.1	82.8	90.5	96.4	97.6	100	100	-

6. 微量PCB混入の要因

ここまでの調査で、「PCB不含証明書」または「PCB不含見解書」のある新油からも微量PCBが検出されたことなどから、当社における混入の可能性は低いと考えられます。そこで JEMA に設置された「微量 PCB 検出変圧器等対策委員会」として考える全ての要因を抽出し、混入の可能性を検討しました。微量PCBが電気機器に混入する可能性として考えられる要因は以下の通りです。

ここで、当社での混入の可能性については 3.1(4)、(5)、(6)で説明済みであり、他の要因である、納入後の機器における混入の可能性の調査、および絶縁油への混入の可能性の調査について次章以降に記します。



7. 検出事例に対する保守履歴の調査

納入後の機器における微量PCB混入の可能性を検討するために、全検出事例337台について保守履歴を調査した結果を表7-1に示します。

その結果、納入後において「絶縁油交換あり」が確認されたものが52台(15%)、「絶縁油交換なし」が確認されたものが29台(9%)あり、いずれの場合からも、微量PCB混入が確認されました。なお、調査した範囲内では、納入後における交換用絶縁油については、JIS規格に適合した絶縁油が購入されており、PCB混入を考慮する必要がないことからPCB分析は実施していませんでした。

また、256台(76%)については保守履歴(絶縁油交換の有無)のそのものを確認することができませんでした。

【表7-1 保守履歴の調査】

			製造時期					合計	検出濃度 (ppm)
			A時期	B時期	C時期	D時期	不明		
保守履歴別	交換あり	記録あり	1	15	3			19	0.4~20.1
		記録なし	6	16	11			33	1.1~48
	交換なし	記録あり						-	-
		記録なし	1	10	12	3	3	29	0.095~52
	交換不明			10	125	120	1		256

8. 絶縁油メーカーの調査

微量PCB混入の原因解明を進める過程で、「PCB不含証明書」または「PCB不含見解書」が得られている絶縁油を使用した機器から微量PCBが検出されました。また、当社がPCBを使用していなかったA、C、D時期に製造した機器から検出事例が報告されました。PCB混入の可能性を把握するため、JEMAから(社)潤滑油協会を通じて、絶縁油を生産し供給する絶縁油メーカーに対し、原料調達から精製、出荷試験、注油、輸送に至る工程の品質管理状況などについて調査を依頼しました。回答を得た18社には、当社が絶縁油を購入していた絶縁油メーカー11社(表8-1参照、購入時の社名ベース)中10社も含まれています。含まれていない1社は、1972年までPCB油を購入していた鐘ヶ淵化学です。

【表8-1: 当社が購入していた絶縁油メーカー(1962年以降)】

	絶縁油メーカー(現社名)	種類	使用製作所	時期
1	丸善石油(コスモ石油ルブリカンツ)	新油	名古屋、伊丹、赤穂	62~74年
2	富士興産(同左)	新油	名古屋	62~78年
3	日本石油(新日本石油)	新油	名古屋、伊丹、赤穂	62~85年
4	三菱石油(新日本石油)	新油	名古屋、伊丹、赤穂	62~89年
5	共同石油(ジャパンエナジー)	新油	名古屋、伊丹、赤穂	62~89年
6	昭和石油(昭和シェル石油)	新油	名古屋、伊丹、赤穂	62~89年
7	関西テック(同左)	新油	名古屋、伊丹、赤穂	73~89年
8	出光興産(同左)	新油	名古屋	62~76年
9	中部油研(同左)	再生油	名古屋	79~88年
10	大同石油化学(ダイセキ)	再生油	名古屋、伊丹	78年、81~83年
11	鐘ヶ淵化学(同左)	PCB油	名古屋、伊丹	62~72年

絶縁油メーカーからの回答、およびPCB混入に対する品質管理について判明した内容の詳細についてはJEMA報告書に委ねます。また、この調査から、当社が入手していた「PCB不含見解書」は、1989年以前には絶縁油中の微量PCBの分析法も確立されておらず、あくまで状況証拠からの見解書であることが判り、PCB分析証明書などの定量的データに基づくものではありませんでした。

9. 混入要因に関する考察および見解

9.1. 当社における混入の可能性

9.1.1 A時期(新油のみ使用時期)

当社がPCBを使用する以前のA時期に製造された機器における検出事例は、機器の製造に使用した絶縁油、あるいは納入後における保守・メンテナンス時に使用した絶縁油に微量PCBが混入していたと断定できますが、A時期にPCBが存在していたか、さらにはリサイクルされる再生油の原料となる油がどのようなものであったかなどについては当社では確認できませんでした。

9.1.2 B時期(新油とPCBの並行使用時期)

製造ラインの調査

表3-3に示すとおり、新油使用機器とPCB使用機器の製造ラインは、完全に分離されており、製造ラインでのPCB混入の可能性はありませんでした。

製造工程における人的要因の調査

3章に記載のとおり、継続的な微量PCB混入の要因とするのは現実的ではないと考えます。

9.1.3 C時期(新油と再生油の並行使用時期)

PCB使用中止後は、PCB機器製造設備を完全に撤去し、その後の「廃棄物の処理および清掃に関する法律(以下「廃掃法」という)」に則り現在まで厳重に保管・管理していることから、A時期と同じく機器の製造に使用した絶縁油、あるいは納入後における保守・メンテナンス時に使用した絶縁油に微量PCBが混入していたものと考えます。

万一、再生油に微量PCBが混入していた場合、3.1(4)に示すとおり、新油への微量PCB混入の可能性は否定できません。

9.1.4 D時期(新油のみ使用時期)

D時期は、製造工程上新油しか使用していないこと、絶縁油メーカーより「PCB不含証明書」を絶縁油メーカーの製造ロット毎に入手していること、および絶縁油の受入れ時(絶縁油メーカーの製造ロット毎)や製品の出荷時にPCB分析を実施していることから、微量PCBの混入要因は製造工程以外によるものと考えます。

以上より、当社における製造工程は微量PCB混入の要因の一つとして可能性は否定できないものの、主要因ではないと判断します。

9.2 納入後の機器における混入の可能性

納入後の機器における微量PCB混入の可能性を検討するために、全検出事例337台について保守履歴を調査しました。その結果、納入後において絶縁油交換ありが確認されたものが52台(15%)、交換なしが確認されたものが29台(9%)あり、いずれの場合からも、微量PCB混入が確認されました。また、256台(76%)については保守履歴(絶縁油交換の有無)そのものを確認することができませんでした。

以上より、微量PCB混入の可能性については、保守要因(油交換・注油)によるものか、納入時の要因(元々出荷時に微量PCBが混入)によるものかは特定できませんでした。

9.3 絶縁油への混入の可能性

(1)ユーザーからの連絡ならびにサンプル調査の検出事例から、次の3点が推測できます。

A時期における検出事例は、当社がPCBを使用する以前に機器の製造に使用した絶縁油(新油)、あるいは納入後における保守・メンテナンス時に使用した絶縁油(新油もしくは再生油)に、微量PCBが混入していた可能性を示しています。

PCBの製造・使用が禁止されたC時期における検出事例は、新油および再生油に微量PCBが混入していた可能性を示しています。

1990年には再生油の使用を中止し、以後新油のみを購入して使用しており、1990年以降当社および絶縁油メーカーでPCB分析をおこなうなど管理強化をおこないました。また、D時期の検出事例は相対的に少数です。

したがって、1989年以前の新油および再生油に微量PCBが混入していた可能性が高く、これらの絶縁油を電気機器の製造や納入後における保守・メンテナンス時に使用したことが原因ではないかと考えられます。

(2)JEMAによる絶縁油メーカーの調査で明らかになった事項から、次の3点が推測できます。

再生油を製造していたメーカーは、一部を除き再生原料(元油)の受入れ時および製品出荷時にPCB分析を実施していなかったことから、再生油へのPCB混入の可能性を否定できません。新油および再生油を並行生産していた絶縁油メーカーで、生産ラインを一部共用していたメーカーがあったことから、再生油そのものにPCBが混入していたとするならば、新油へのPCB混入の可能性を否定できません。

新油メーカーの中には、新油および再生油を並行生産していた絶縁油メーカーの新油を委託・購入していたメーカーがあり、また新油のPCB分析が行われていなかったことから、これらの新油メーカーが販売していた新油へのPCB混入の可能性を否定できません。

(3)B時期とC時期におけるPCB混入の可能性(添付資料7参照)

B時期は、PCBの有害性について認識されていなかったため、その製造・使用が広くおこなわれており、絶縁油(新油、再生原料(元油))およびPCBを取り扱っていた過程において、再生油およ

び新油にPCBが混入した可能性があります。

C時期は、再生原料(元油)にはPCBが含まれていないものとして、再生利用されていたため、仮に再生原料にPCBが含まれていた場合、再生利用の際に再生油へのPCBの混入が拡大した可能性があります。

以上より、絶縁油のライフサイクル(原料調達(再生油に限る)、製造、輸送の工程を含む)上で微量PCB混入の可能性が考えられ、当社およびユーザーが絶縁油(新油と再生油)を購入した段階で既に絶縁油そのものに微量PCBが混入していた可能性を否定できません。

10.まとめと今後の対応

10.1 調査結果のまとめ

10.1.1 1989年以前に製造した機器について

第9章で述べた内容とJEMAにおける調査結果から、微量PCB混入要因として、「絶縁油への混入の可能性」は「当社製造工程における混入の可能性」、「納入後の機器における混入の可能性」に比べ高いと推察します。

しかしながら、絶縁油のライフサイクルのどの段階でPCBが混入したかについては、絶縁油メーカーによる原油調達時(再生油に限る)並びに出荷時、当社による絶縁油調達時並びに電気機器の出荷時、納入後の現地作業時のいずれにおいてもPCB分析が実施されていないこと、さらに当社が微量PCBの検出された電気機器製造時に使用した絶縁油の絶縁油メーカーが多岐にわたっており、これらに係る当時の記録も少なく、膨大な数の各ユーザーでの保守履歴も十分に把握できないことから、エビデンスにもとづく特定はできませんでした。

当社として可能な限りの調査を実施してきましたが、微量PCB混入の段階が特定できないことから、過去に遡ってこれ以上の原因解明と汚染範囲の特定は困難です。

10.1.2 1990年以降に製造した機器について

1990年以降、再生油の生産が中止され、当社は新油のみを使用していること、および絶縁油メーカーは絶縁油出荷時にPCB分析を実施していること、並びに当社として絶縁油メーカーより「PCB不含証明書」を絶縁油メーカーの製造ロット毎に入手していること、絶縁油の受入れ時または製品の出荷時、あるいは工場によっては受入れ時と出荷時の両方でPCBの分析を実施していること等、絶縁油に対する品質管理が強化されたことから、当社の製品出荷時における微量PCBの混入はないと判断します。

なお、ユーザーから連絡のあった検出事例において1990年以降に若干の検出事例がありますが(最大検出濃度0.6ppm)、継続する事例ではないと考えます。

10.2 今後の対応

10.2.1 絶縁油の管理

今後製造する機器については、1990年以降実施している絶縁油管理 絶縁油メーカーより「PCB不含証明書」を入手、絶縁油の受け入れ時または製品の出荷時、あるいは受け入れ時と出

荷時の両方でPCB分析の実施を継続することにより、微量PCB混入が発生せぬよう努めます。

10.2.2 PCB処理等に関連する技術協力

当社として、今後ユーザーの設備廃却が進むにつれてPCB処理対象機器が増加することが想定されることから、今後、微量PCB混入問題は大きな社会的問題に発展していくとの認識にたち、引き続き微量PCB混入事例の把握に努めるとともに、微量PCB混入機器の処理に向けた国の機関での検討(機器メーカーとして貢献可能な技術的課題、例えば処理技術、処理方法等の検討)に積極的に協力していきます。

また、PCBの簡易分析法の早期開発に対する協力もおこなっていきます。

10.2.3 ユーザー窓口体制の継続と個別対応

微量PCB混入機器に関する情報の公開とユーザー対応が重要となることから、現在設けている「お客様対応窓口体制」の継続とユーザーへの情報公開をホームページへの記載等と合わせて実施するとともに、修理・点検・絶縁油の交換などのメンテナンス履歴等のエビデンスの管理が重要なことから、これらについての情報提供や助言をおこなっていきます。

10.2.4 保守・メンテナンス等に関連する技術情報の提供

さらに、保守・メンテナンス時の電気機器等の取り扱いについての情報の提供、微量PCB混入機器に関する技術情報の提供、PCB分析機関の情報の提供もおこないます。

以上