

# 重電材リスク小委員会活動中間報告

重電材リスク小委員会

## 1、はじめに

創立50周年を契機に、時代にあった新たな発展めざし、当工業会の名称を「電気機能材料工業会」と変更し、工業会の存在意義の再確認と関連業界の活性化に向けた活動を始めている。<sup>1) 2)</sup>

その過程で、当業界の関係者から、電力供給システムの安定性確保は、きわめて重要な課題であって、関連業界の技術の衰退は社会インフレに係わる社会的リスクの問題と捉えるべきである、としてリスクマネジメントの必要性が提唱された。<sup>3) 4)</sup>

そこで、当工業会の創立以来の活動目標である「業界の発展と公益性への寄与」の視点から、公益性に係わるテーマとして、「重電用絶縁材料・技術」を取り上げ、「リスクマネジメントの必要性に関する実態調査」を行うこととし、運営委員会の中に、昨年5月開催の理事会の承認を得て、それを担当する重電材リスク小委員会（正式名：重電用絶縁材料・技術リスクマネジメント検討小委員会）を発足させた。まずは、ユーザーである電気機器製造者や電気供給者を対象とした調査から活動を開始した。以下関連担当部門に行ったヒヤリング調査概要を中心に中間報告する。

## 2、重電関連機器、関連絶縁材料の生産現況

### (1) 重電関連機器等の生産動向

リスクマネジメントの必要性調査の前に、電力送配電システムに係わる事業規模を確認することとし、その第一歩として重電関連機器・材料の生産動向について調べた。

電力設備投資額の推移（図1）<sup>5)</sup>から、国内電力10社の行う設備投資額は1993年をピークに減少しており、それに対応した形で、重電機器（回転電気機械、静止電気機械器具、開閉制御装置・開閉機器）の生産高（図2）<sup>6)</sup>も1991年をピークに減少傾向を示している。回転電気機械（直流器、発電機、電動機他）やその中の発電機だけの状況をみても同様の傾向であった。

一方、日本電機工業会の統計（2004年）によると、日本の電気機器総生産額26.1兆円に対し、ボイラや原動機を含めても、重電機器では、3.1兆円（11.9%）であり、発電機、電動機、直流機に限っては、その十分の一の3,096億円（1.2%）である。<sup>6)</sup> 総生産額の約80%が電子関係で占められている。

### (2) 絶縁材料の生産動向

当工業会の資料等をベースに各材料の生産動向を示す。マイカの2000年代の生産高は、詳細なデータは省略するが、1980年代に比べて金額で四分の一、物量で半分（約1000t）に減少している。この間、フレークマイカから集成マイカへの転換などが行われている。

ワニスの生産高推移及びワニスの種類別生産高推移を見るとやはり最近は物量的にも金額的にも減少傾向にあり、特に、重電用一般ワニスの低下が目立つ。ワニスの主

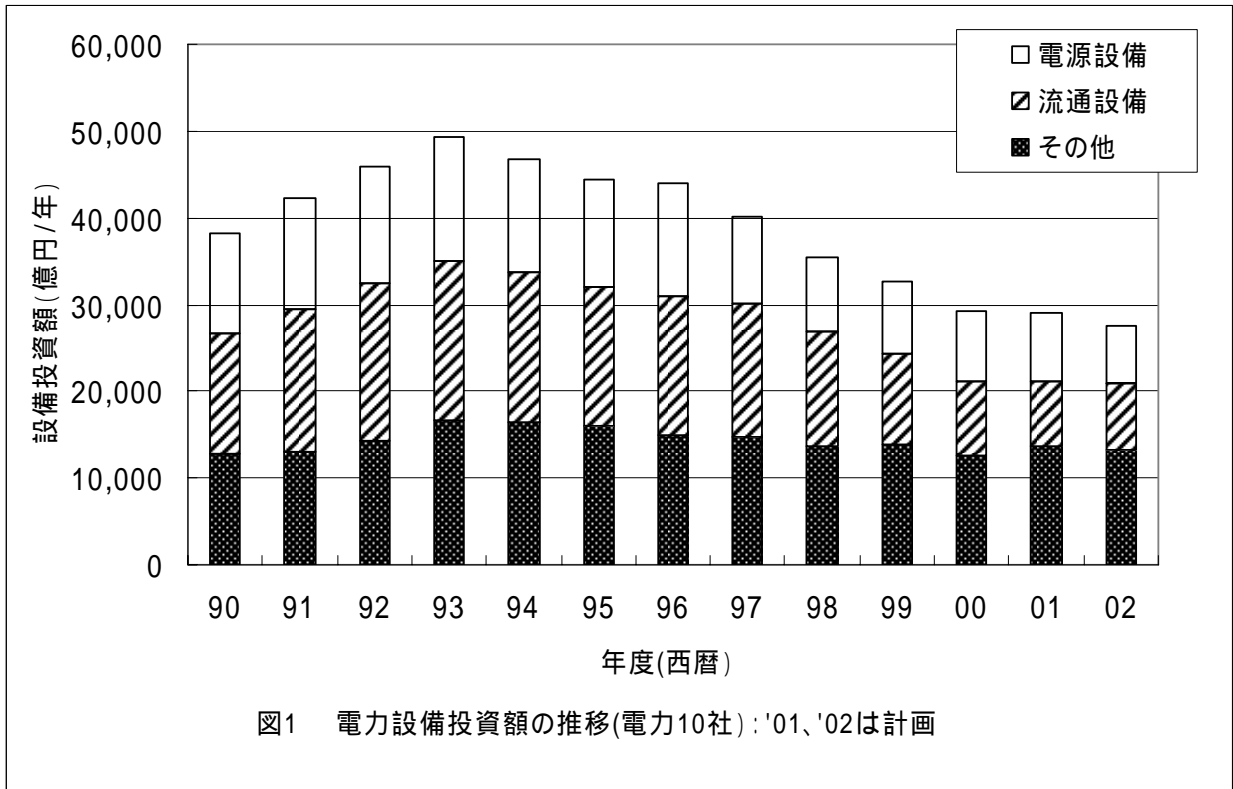


図1 電力設備投資額の推移(電力10社) : '01、'02は計画

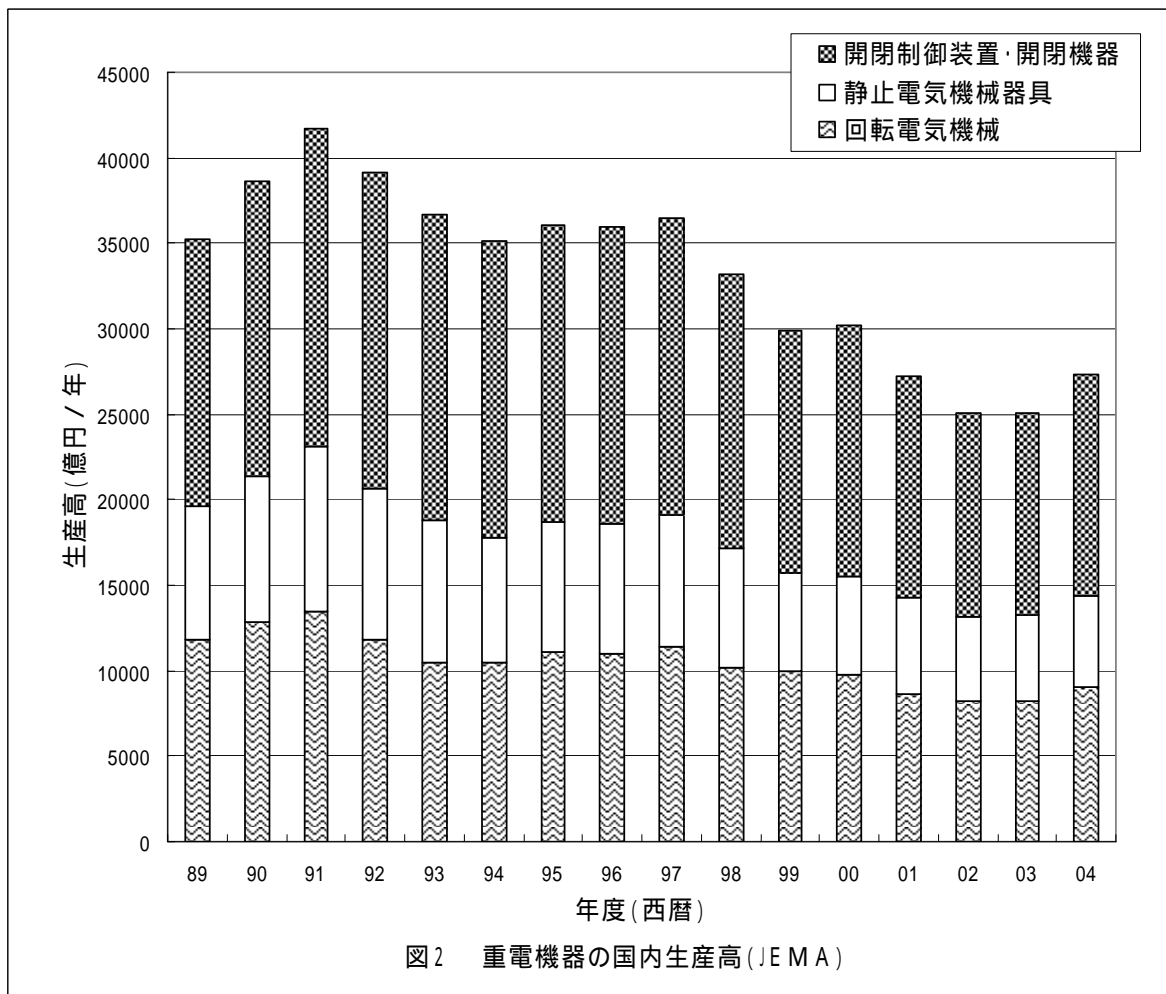


図2 重電機器の国内生産高(JEMA)

用途は、相変わらず電線用である。

大中形回転電気機械用積層板の生産高は、2000年がピーク（2100t）で、その後大幅減少がなく、1500t強で推移しており、使用樹脂はエポキシとポリエステルが主である。基材はガラスクロスやガラスマットが大半で、適用部位によって使い分けされている。FRP成形品は、発電機の固定子支持リング、スロットアーマなどである。生産金額は多くても年間10億円程度と少ない。各種テープ・シート類からなる薄葉材料については、各機器製造者からの要求に応じて多種多様なものが小規模ながら生産されているが、生産量は不明である。

### （3）絶縁材料の使用実態

ここでは、国内電気機器製造者（発電機、電動機）の使用材料について、各種部品の適用材料、海外調達比率などについて調査した。

発電機用主要絶縁材料の部品別使用量一覧を表1a、表1bに示す。これらの調査結果から、発電機では、同じ部品でも適用材料に特徴があり、そこには、設計思想の相違等が反映されており、長い歴史の跡が感じられる。「固定子」や「ワニス・レジン」においては、層間絶縁用集成マイカ、トップ及びサイドリップスプリング、鉄心塗布皮膜等には海外調達品が使われている。その中で水溶性ワニスの採用等は、環境問題に厳しい欧州の姿勢の反映と考えられる。

大中形回転電気機械に使われている絶縁材料は、全絶縁材料使用量のおよそ30%強程度と推定され、その金額はおよそ80億円程度と考えられる。今回は、重電機器のうち、大中形回転機のみを使用量に限定して調査した結果をベースに全体像を概略推定した。社会インフラを支える電気機器および電力送配電システムに関連した絶縁材料全使用量を把握するには、調査対象を拡大する必要がある。

## 3、ユーザー業界のリスク意識概要

### （1）重電関連機器メーカー

#### 電気機器設計について

国内受注物件減から、材料発注量が減少し、材料メーカーを維持しにくい状況がでている。RoHS対応新材料開発の必要も感じている。また、材料メーカーとの共同開発の場合が多く、切り替えや標準化が難しいとの認識も多い。新規材料の評価試験は人員が少なく行えないという問題もある。

対策案として、材料のデータベース化や絶縁仕様・材料仕様の統一等があげられている。

#### 材料メーカーの生産設備について

多種・少量生産や発注量の減少により設備が老朽化しても、設備更新が出来ない状況がある。また、老朽設備のため生産効率が低下している。

対策案として、各材料メーカー間での得意技術を生かした集中生産や分業化等があげられているが、「機器材料は社外秘」という機器メーカーの壁もある。

#### 人材について

理論より経験が重要で、一人前になるまで長時間要するが、絶縁材料技術者は年々少なくなっている。増員がなく、最低必要人数を確保するのみで、技術の継承者も

極めて少ない。発電機などの絶縁材料に関する大学の研究も少なくなってきたりしている。

今後は、成熟市場のため各企業での対応が難しい分、社会インフラを支える重要性のPRを行い、国及び学会レベルの支援が得られるような働きかけが必要である。電力供給者への要望

電力自由化による電力設備に対するコストダウン圧力もあるが、予防保全費用を含めた生涯コストからの価格設定も認めて欲しい。また、使用限界の明確化に関する技術的な検討を進めることで、要求仕様の緩和をお願いしたい。コストアップ要因のひとつである診断用機器などの特殊スペックを見直して欲しい。

海外調達課題と国内材料メーカーへの要望

為替リスク、納期、受け入れ検査、クレーム対応に時間がかかり、特に、材料の特急入手が困難となり、発電所の発電停止期間が長くなる恐れあり。また、材料メーカーのM&Aや生産拠点の変更等で品質バラツキや供給不安に陥る可能性がある。

材料の生産中止や、材料価格の高騰のため、発電機の製作に支障が出ているケースがある。材料メーカー同士の水平分業や協業化、海外生産拠点の確保等によるコストダウンで安定供給の継続をお願いしたい。

## (2) 電力供給者

絶縁材料について

絶縁材料の国内生産中止が、重電機器そのものの国内生産中止、撤退に結びつく恐れあり。部品調達の緊急対応が難しくなり、また、計画的な補修プランの立案が困難になる。

欧米における同じような問題の有無について調査を行うとともに、安定した電力供給における絶縁材料の重要性を社会にPRして欲しい。

電力機器について

高品質材料を前提にした現行電力機器の生産中止に結びつく危険があり、その場合、故障の増加、既設品の増設・改造等が困難となる恐れあり。高精度の寿命診断技術開発の進展を望む。

これから更新時期を迎えて、取替え需要が発生すると予想されるのに、機器開発が停滞していると感じている。「新材料開発 高機能型電力機器の開発 機器更新の促進」という前向きなサイクルを動かすように期待している。

高品質材料を使用した電力機器を適正価格で購買することによるライフサイクルコスト効果の優位性検証とPRが重要である。

海外調達課題

初期性能、長期寿命が国内品に比べ低下した事例があり、診断やメンテナンスコストが増大する恐れあり。問題が発生した場合のトレーサビリティ確保等に不安がある。あわせて、これまで築きあげてきた日本の規格や基準が陳腐化する危険がある。

機器メーカーは、海外材料メーカーの品質コントロールを国内材料と同レベルでは行えない可能性があるため、実績ある高信頼性材料(国内品)の継続供給を望む。

人材について

絶縁材料に関する技術が継承されず、技術者の確保も困難になれば、レベルが低下し、絶縁システムの保守・運用にも支障を来し、故障・事故の増加に結びつく心配がある。

電力関係の技術者（指導者、学生）が少なくなっており、新しい材料等の研究開発力も低下している。魅力ある分野への変換と若手の人材確保が急務である。

#### 電力消費者への要望

現在、電力設備の老朽化（絶縁不良含む）に伴って、停電リスクがあることを一般の電力消費者は理解して欲しい。

電力供給への信頼性が低下すれば、系統電力への不信感から自家発電等への移行が起こる恐れがある。停電による補償問題の増加も懸念される。安定した電力供給の維持に必要な「リスク回避策とコスト削減努力」についても理解をお願いしたい。

### 4、むすび

#### （1）ユーザー業界のリスク認識状況

今回のヒヤリングで、電力供給に直接、間接的にかかわる関係者には、エネルギーの多様化・規制緩和の進展・インフラの老朽化を迎える中で、「国産絶縁材料の安定供給が不可となれば、海外調達だけでは解決できず、絶縁システムの健全な維持が難しくなる」、という共通認識があり、この結果、「停電リスクの増大」を懸念する声が多く、「安定供給を望んでいる」ことが分かった。

しかし、これまで、「関連材料の国内調達不能と電力にかかわる社会インフラの危機発生」という問題が大きく表面化して来なかった理由には、関連市場の低迷・縮小下での価格競争重視という当事者の切迫した現実があった、と考える。

その対応策として、各社各様の歴史を背負った仕様をもとに構築した設計思想を統一する困難はあるものの、「ライフサイクルコスト意識を含んだリスクマネジメントの必要性」PR、新たな枠組みでの協業化の推進、更新時期を睨んだ次世代重電機器開発、それを支える新材料開発促進等示唆に富んだ建設的なご意見をいただいた。

#### （2）絶縁材料メーカーの状況

ユーザーのヒヤリングを通して、絶縁材料は、独立した事業として、成立困難な状態に陥っている局面が推測された。しかし、国内絶縁材料メーカーの実態がまとまった形で把握できていないのも現実である。社会インフラの一翼を担う材料供給者としての意識はあっても、これまで海外移転含む事業転換促進の最中であって、「リスク回避」に果たす役割を考える余裕がなかったものと思う。

#### （3）今後の進め方

「現有社会インフラに根ざすリスク」を顕在化させ、リスクマネジメントの必要性を現実的に即して理解するためには、電力供給を支える送配電設備およびメンテナンス関係含め調査対象を増やす必要がある。あわせて、これらの実体に影響を及ぼす規制緩和や国際規格化の状況、関連官・学会等の動向等の把握にも注力したい。

一方、これまでの調査で示されたユーザーのリスク意識を踏まえ、当工業会関連材料メーカーについての実態調査を行う予定である。このことを通して、重電関連材料含む絶縁材料全般について、リスクの現状把握や安定供給実現のための課題明

確化をはかり、ユーザー業界等との「リスクマネジメント」対応策共有化の環境づくりに役立てたい。

(文責；向山吉之、神谷宏之)

小委員長：神谷宏之(工業会アドバイザー)

委員：池田聡(理事長)、堀内忠彦(理事)、向山吉之(運営委員長)、  
中島和秀(事務局長)

<参考文献>

- 1) 電気絶縁材料工業会 50年史(2002年11月)
- 2) 再生化委員会：「電気機能材料工業会の再生をめざして(最終答申)」(JEIA,第581号,4,2004年)
- 3) 工業会OB座談会「絶縁材料開発物語」：電材ジャーナル第585号、34,(2005)
- 4) 吉田 允他「高電圧絶縁部品としてのエポキシ注型品の開発を振り返って」：電材ジャーナル第589号、43(2006)
- 5) 電気事業連合会統計資料(2001年版)
- 6) (社)日本電機工業会：「日本の電機産業、平成17年」(2005,9)

表1a 発電機用主要絶縁材料等部品別使用量一覧

区分	NO.	部品名称	使用材料	単位	使用量		比率(%) 国内/海外	合計
					国内	海外		
回 転 子	1	界磁コイル 導体	TPC	t/年	308	0	100/0	840
			OFC		49	0	100/0	
			Ag入りTPC		385	0	100/0	
			Ag入りOFC		88	10	90/10	
	2	ターンの絶縁	エポキシガラス積層板	kg/年	3,024	2,380	56/44	6,860
			ポリエステルガラス積層板		182	0	100/0	
			ポリアミド紙ガラス積層板		224	0	100/0	
			ポリアミドプリプレグシート		504	0	100/0	
			ポリアミド紙積層板		126	0	100/0	
			プリプレグエポキシマイカ		420	0	100/0	
	3	対地絶縁	エポキシガラス積層板	kg/年	4,340	2,575	63/37	7,055
			L形積層板		0	140	0/100	
	4	対地絶縁(ポール絶縁)	ポリアミド紙	kg/年	2,030	0	100/0	4,130
			ポリエステルガラスマット積層板		1,400	0	100/0	
			プリプレグエポキシアミド		700	0	100/0	
	5	クハージ ブロック	エポキシガラス積層板	kg/年	11,660	5,540	68/32	17,200
6	絶縁カラー	FRP成形品	kg/年	1,400	0	100/0	4,200	
		ポリエステルガラス積層板		2,800	0	100/0		
7	スパーサ	エポキシガラス積層板	kg/年	17,470	0	100/0	18,310	
		ポリアミド紙ボード		560	0	100/0		
		ポリエステルガラス積層板		280	0	100/0		
8	保持環下 絶縁	FRP成形品(RET.1)	kg/年	8,130	0	100/0	14,430	
		プリプレグエポキシガラス		6,300	0	100/0		

TPC;タフピッチ銅、CFC;無酸素銅

表1b 発電機用主要絶縁材料等の部品別使用量一覧

区分	NO.	部品名称	使用材料	単位	使用量		比率(%) 国内/海外	合計
					国内	海外		
固定子	1	鉄心	無方向性電磁鋼板	t/年	8,190	420	95 / 5	13,650
			方向性電磁鋼板		3,500	0	100 / 0	
	2	導体の絶縁 (素線絶縁)	単・二重ガラス巻電線	t/年	770	825	48 / 52	1,740
			ガラス・ポリエステル巻電線		145	0	100 / 0	
	3	層間絶縁	エポキシガラス積層板	kg/年	9,520	0	100 / 0	23,240
			ドライ集成マイカ		0	13,720	0 / 100	
	4	対地絶縁	フレークマイカ	m <sup>2</sup> /年	21,000	0	100 / 0	648,200
			集成マイカ		432,880	138,600	76 / 24	
	5	コロナ防止材	低抵抗テープ (ガラス、フリース裏打ち)	m <sup>2</sup> /年	21,140	10,920	66 / 34	43,750
			非線形高抵抗テープ		3,360	8,330	29 / 71	
	6	ウエッジ	エポキシガラス積層板	kg/年	10,640	0	100 / 0	18,480
			ポリエステルガラス積層板		7,140	0	100 / 0	
フェノール布積層板			700		0	100 / 0		
7	トップリップス スプリング	ホリイミドガラス積層波板	kg/年	0	840	0 / 100	1,570	
		エポキシガラス積層波板		670	60	92 / 8		
8	サイドリップス スプリング	エポキシガラス積層波板 (クラフト入)	kg/年	980	1,070	48 / 52	2,050	
9	頭部絶縁 (キャップ、絶縁 巻回など)	ポリエステルガラスモールド	kg/年	1,470	0	100 / 0	5,110	
		エポキシガラスモールド		3,150	0	100 / 0		
		集成マイカシート		490	0	100 / 0		
10	支持リング	エポキシガラスモールド	kg/年	17,900	800	96 / 4	17,780	
11	コイル支え	エポキシガラス積層板	kg/年	16,240	0	100 / 0	27,580	
		ポリエステルガラスマット積層板		11,340	0	100 / 0		
12	絶縁ホース	PTFE(ポリテトラフルオロエチレン)	本/年	1,120	0	100 / 0	1,120	
ワニス・ レジン	1	鉄心塗布皮 膜(打抜き後 ワニス)	フェノール樹脂 (無機入・水溶性)	t/年	0	95	0 / 100	137
			フェノール樹脂(溶剤性)		24	0	100 / 0	
			アルキッド/メラミン系樹脂		0	18	0 / 100	
			エポキシ系樹脂		0	0	0 / 100	
	2	主絶縁樹脂 (単注、全含 浸、レジンリッチ)	エポキシ系樹脂	t/年	109	11	91 / 9	120
			エステルイミド系樹脂		0	0	-	
	3	仕上ワニス	エポキシエステル+メラミン系樹脂	kg/年	2,000	0	100 / 0	14,700
			エポキシ系樹脂		4,000	0	100 / 0	
			エポキシ系/ポリエステル系樹脂		700	0	100 / 0	
			アクリル系樹脂		3,000	0	100 / 0	
			アルキッド系樹脂		5,000	0	100 / 0	
	4	半導電性 樹脂	半導電性(SiC)塗料	kg/年	900	80	92 / 8	980