

ケミトックス環境ニュース(Vol. 56)

2020年1月23日
株式会社ケミトックス
住田智希
河戸淳仁

施行された EU の RoHS 指令のその後

RoHS 指令はハロゲンフリー化を要求した訳ではない！

今回のケミトックス環境ニュースは、新年特大号として皆さんにお届けいたします。

電気・電子機器に含まれる特定有害物質使用制限指令 (RoHS=Restriction of Hazardous Substances)で規制した物質は、最初は、6物質でした。包装廃棄指令や自動車の廃棄指令(ELV指令)で規制対象となった4物質(「鉛」、「水銀」、「カドミウム」、「六価クロム」)に特定臭素系難燃剤(「PBB」、「PBDE」)が加わった形で決まったものと思って良いでしょう。つまり、6物質が対象で2006年から始まりました。その後、フタル酸エステル類の4物質が加わり、2020年現在、RoHS指令は10物質が規制対象となっています。

このような動きに対して、読者から RoHS 指令に関する素朴な質問がくるようになりました。例えば、

- 1.「何故、RoHS 指令で6物質に決ったのでしょうか？」
- 2.「難燃化が厳しくなった背景を知りたいのですが・・・」
- 3.「ハロゲンフリー化を要求した背景はなんのでしょうか？」
- 4.「RoHS 指令はハロゲンフリー化を要求した指令でしょうか？」
- 5.「ハロゲンフリー化を要求した根拠を知りたいのですが・・・」
- 6.「RoHS 指令の規制対象物質は10物質となった背景はなんのでしょうか？」
- 7.「今後、RoHS 指令で規制対象となる可能性の物質を知りたいのですが・・・」

以前にもこの背景を環境ニュースで個別に紹介しましたが、環境関係業務を新たに担当するようになった方から以上のような質問を受けるようになりました。RoHS 指令が施行されて13年以上が経過しました。RoHS 指令は1990年代後半頃から議論されて策定されましたが、その背景をご存知の方達が定年を迎えて、世代交代によって環境規制に関して背景を知りたい方が増えたのではないかと推察しています。例えば、EUのRoHS指令があたかもハロゲンフリー化を要求した指令と勘違いされている方もいることに気がきました。そこで、今回、あらためてその根拠となった有害物質の種類と規制の対象となった背景を時系列で紹介して、誤解を解きたいと思います。

1. RoHS 指令が策定された背景

電気・電子機器の使用が増加するにつれ、使用できなくなった電子機器の廃棄問題が欧州で1990年代に浮上してきました。その対策に乗り出したのが欧州連合(EU)で、具体的には電気・電子機器の廃棄物指令(WEEE指令)の策定でした。

少しでも廃棄物を少なくするために WEEE 指令(Waste Electrical and Electronic Equipment Directive)の策定が検討され、リサイクルについて検討されました。リサイクルする材料・部品など

にはなるだけ有害物質を含有しないことが好ましく、その有害物質として過去、検討された内容を吟味して選ばれました。リサイクル率はなるだけ高い方が良く、リサイクル率の目標値の下限を決めて、それ以上のリサイクル率は各国が実施すれば良いとのスタンスでした。

一方、有害物質に関してはなるだけ少ないことが好ましいものの各国でバラバラの規制値(閾値)では問題があることから各国で統一の閾値が決められました。これが決定される前は、欧州の国によって閾値が異なっていた例もありました。

WEEE 指令は EU 条約第 175 条(環境保護)がベースとなっており、加盟国は裁量権が広く、変更も認められています。一方、RoHS 指令は EU 条約第 95 条 (域内市場の統一)がベースで加盟国の裁量権は限定されているという違いがあります。そのため有害物質の使用制限に関しては WEEE 指令から切り離して RoHS 指令として成立しました。各々の施行日は表 1 のようになりました。RoHS 指令は 2011 年に改正されたためそれ以前を RoHS1、改正後を RoHS2 と呼称されるようになりました。このような略号が今後とも使用されるのであれば、次回の改訂は RoHS3 となります。

表 1 WEEE/RoHS 指令の施行日

指 令	施 行 日
WEEE 指令 (Directive2002/96/EC)	2005 年 8 月 23 日
RoHS1 指令 (Directive2002/95/EC)	2006 年 7 月 1 日
RoHS2 指令 (Directive2011/65/EU)	2011 年 7 月 21 日
RoHS2 指令 ((EU) 2015/863)	2019 年 7 月 22 日

2. 規制物質が決まった背景

RoHS 指令で最初に決った対象物質は 6 物質でした。6 物質の内、「鉛」、「水銀」、「カドミウム」、「六価クロム」の 4 物質については、既に別の指令で規制対象となっていました。4 物質の規制根拠は、実は EU の包装廃棄物指令で、「鉛」、「水銀」、「カドミウム」、「六価クロム」の 4 物質の総和規制で始まったのがルーツとなります。個別ごとの規制ではなく、4 物質の総和規制値(閾値)を決めて規制したとみて良いかと思えます。包装に使用された包装紙や段ボールなどは、製品を輸送し、顧客が手にした後には不要となります。年々、包装材料の量が多くなり、処分困っていました。廃棄処分するとなると焼却処分や埋め立て処分が行われますが、包装材料から有害物質が検出されるようになり問題となりました。そのため、まずは有害物質を少しでも削減するために総和規制を設けることで対策をとりました。選ばれた有害物質は、「鉛」、「水銀」、「カドミウム」、「六価クロム」の 4 物質です。1994 年 12 月 20 日に採択された指令が「包装廃棄物指令(94/62/EC)」です。表 2 に示すように段階的に規制をかける方式が採用され、現在は、4 物質(「鉛」、「水銀」、「カドミウム」、「六価クロム」)の総和が 100ppm 以下となっています。

表 2 包装廃棄指令の総和規制の推移

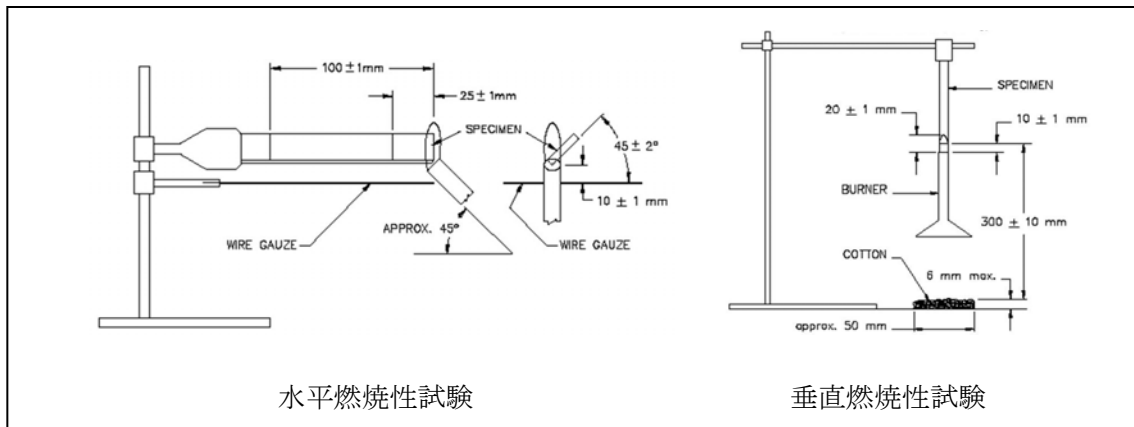
包装廃棄物指令(94/62/EC)				
総和規制 600ppm	➡	総和規制 250ppm	➡	総和規制 100ppm
施行 2 年後 1996 年		施行 3 年後 1997 年		施行 5 年後 2001 年

この 4 物質に関しては、その後、自動車廃棄指令(ELV 指令)が 2000 年 10 月 21 日に発効し、

18ヶ月以内に加盟各国が国内法を施行する事を決めて採択されて個別規制となりました。

3. 臭素系難燃剤が多用されるようになった背景

臭素系難燃剤は、プラスチックを難燃化するために広く採用されるようになりました。1970年頃、米国でカラーテレビによる火災事故が発生したのが臭素系難燃剤採用の大きなきっかけとなりました。しかも安全規格に認証されたカラーテレビで火災事故が発生したために、認証機関は事態を重大と受け止め、安全規格の見直しが始まり、難燃性試験も従来の水平難燃性試験に、垂直難燃性試験を追加して、より厳しい難燃性規格を設け、試験規格として UL94 (Tests for Flammability of Plastic Materials for Parts in Devices and Appliances) が策定されました。



当時のカラーテレビには、紙フェノール銅張積層板を使った片面プリント配線板が使用されていました。NEMA/ANSIグレードでは、難燃タイプのFR-2、FR-1、非難燃タイプのXXXPC、XPCなどのグレードが混在して使用されていましたが、徐々に難燃タイプのFR-2やFR-1のみが使用されるようになりました。カラーテレビが原因で火災事故となり、その対策に筐体やプリント配線板の難燃化対策が重要視されるようになりました。初期の頃は、臭素系難燃剤と三酸化アンチモンとの併用タイプが一般化しました。そしてテトラブロモビスフェノールA (TBBA)、ポリブロムジフェニルエーテル (PBDE)、臭素化エポキシ樹脂など様々な臭素系難燃剤がフェノール樹脂の難燃化に使用されました。WEEE指令の草案を策定している段階では全ての臭素系難燃剤を規制する案でしたが、製品安全の観点から「難燃化は重要な技術」との指摘から蓄積性がある人体に対して影響を及ぼす特定臭素系難燃剤のみを規制の対象とするようになりました。つまり、ポリブロモビフェニル (PBB) と PBDE のみを対象としました。

しかし、企業によっては臭素系難燃剤の使用を避けるようになり、会社方針でハロゲンフリーを要求する企業も出て来ました。RoHS指令は全ての臭素系難燃剤を対象にしたものではなく、ハロゲンフリー化を要求した指令でもありません。あくまでも企業が要求したに過ぎません。

4. 特定臭素系難燃剤が問題となった背景

色々な臭素系難燃剤がある中で、一部の臭素系難燃剤が人体に対して悪影響を及ぼすとして指摘されました。その一例として、古くは経済協力開発機構 (OECD)が 1991 年より環境に悪影響の可能性のある物質として 5 物質をあげたのが、以下の物質でした。

1. 特定臭素系難燃剤 (PBB、PBDE、TBBA)
2. 鉛
3. 水銀
4. カドミウム
5. 塩化メチレン

ここでは特定臭素系難燃剤として PBB、PBDE、TBBA などが挙げられ、これらの物質はリスクがあるため、できるだけ使用を避けるように指摘しました。北欧には Nordic Swan というエコラベルがあります。エコラベルを取得するのに PBB や PBDE の使用規制が 1990 年代の初めに複写機やプリンターなどの OA 機器に対して設定されました。また、北欧のバルト海の汚染問題をスウェーデンやデンマークなどの環境省が問題提起して、PBBとPBDEを対象にして対策の必要性を訴えるようになりました。そして人体に対して蓄積性のある難燃剤として挙げられたのが「PBB」や「PBDE」でした。そのため臭素系難燃剤では、この 2 物質が RoHS 指令で使用制限の対象物質となりました。

5. フタル酸エステルが対象となった背景

1970 年にベトナムのダナンにあった米軍の野戦病院で多くの兵士が肺浸潤を発病して死亡する事件があり、地名をとって「ダナン肺」と言われました。この病気の原因は輸血に用いた塩ビ製パックから保存血液に「フタル酸エステル」が溶けたことが原因であったことが判明しました。また、同じ時期にデンマークの病院で塩ビ管を使った人工透析で肝障害が生じ、調査した結果、塩ビからの「フタル酸エステル」の溶出が原因と判明し、早くから可塑剤として使用されてきたフタル酸エステルが問題となりました。その後、各国でフタル酸エステルの有害性に関して議論されました。そして 1996 年になると米国、シーア・コルボーンらの「奪われし未来」が出版され、「環境中に存在する微量の化学物質が、野生生物やヒトのホルモンの正常な作用を乱し、生殖あるいは子孫の健康に取り返しのつかない影響を与えている」との仮説を公表と同時に大反響と論争を呼び、世界 16 개국で訳書が出版(日本語訳は 1997 年に発刊)され「環境ホルモン」問題を世に知らしめることになった記念碑的書物ともなりました。



奪われし未来

一方、米国では、2007 年に子供用ペンダント等のアクセサリで発生した「鉛」問題のリコール対象が 105 件もありました。その内、102 件が中国製品による鉛問題でした。余りにもリコールが発生するために米国内で問題となり、消費者製品安全法(CPSA=Consumer Product Safety Act)の

見直しのきっかけとなり、その改善された法案が消費者製品安全改善法 (CPSIA=Consumer Product Safety Improvement Act) となりました。この時、“鉛”のみならず“フタル酸エステル”も問題にして規制をかけることが米国でも検討され、フタル酸エステルは「第二の PCB」とも言われ、その種類によっては環境ホルモン物質として疑われています。

また、欧州では、2011年7月1日にEU官報が公布され、7月21日に改正RoHSが発効しました。これにより、旧RoHS指令(2002/95/EC 通称RoHS1指令)は2013年1月2日に廃止となり、翌1月3日から改正RoHS指令(2011/65/EU 通称RoHS2指令)に置き換わりました。RoHS2の制限物質を定めた2011/65/EUのAnnexII(付属書II)を置き換える官報「(EU)2015/863が2015年6月4日に公布され、新たにフタル酸ビス-2-エチルヘキシル (DEHP)、フタル酸ブチルベンジル (BBP)、フタル酸ジブチル (DBP)、フタル酸ジイソブチル (DIBP)の4物質を決定し、2019年7月22日から適用となりました。以下表3に、従来の6物質と追加された4物質の最大許容濃度を示します。

表3 RoHSの有害物質の最大許容濃度(閾値)

区分	物質	略号	最大許容濃度 (閾値)	
			(%)	(ppm)
従来の対象物質	鉛	Pb	0.1	1,000
	カドミウム	Cd	0.01	100
	水銀	Hg	0.1	1,000
	六価クロム	Cr ⁶⁺	0.1	1,000
	ポリ臭化ビフェニール	PBB	0.1	1,000
	ポリ臭化ジフェニールエーテル	PBDE	0.1	1,000
新規の対象物質	フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	DEHP	0.1	1,000
	フタル酸ブチルベンジル	BBP	0.1	1,000
	フタル酸ジ-n-ブチル	DBP	0.1	1,000
	フタル酸ジイソブチル	DIBP	0.1	1,000

6. 製品含有物質の管理様式の変遷の背景

電子情報産業技術産業協会 (JEITA)の中にグリーン調達調査共通化協議会 (JGPSSI=Japan Green Procurement Survey Standardization Initiative)が発足し、JEITAの会員でなくてもJGPSSIに参加が出来、欧米を含めて3極のガイドライン (JIG=Joint Industry Guide)としてまとめられました。JGPSSIは欧州連合(EU)のRoHS指令対応を目的に設立された経緯があり、法規制に該当する物質に絞って伝達する仕組みでした。一方、アーティクルマネジメント推進協議会 (JAMP=Japan Article Management Promotion Consortium)は、旭化成、三菱化学、富士フィルム、松下電器、東芝、日立製作所、日本自動車工業会など70以上の企業・団体が参加する協議会で、化学物質管理の共通フォーマットを作成するために設立されました。RoHS指令、REACH規則などの規制によって、製品含有化学物質規制の実施国・対象物質範囲は拡大しつつあり、サプライチェーンにわたる使用化学物質報告の仕組みを各企業・団体ごとに構築するとしたら、複数のスキームが存在し、多重投資・運用コスト高になってしまうという問題が一方で発生し、対処に苦慮しました。また、独自基準にすると国際競争力の低下原因の一つになると考え、2013年から業界関係者を集めて標準化の議論を開始しました。そこで、経済産業省が主導して開発を進めた民間用の共用情報伝達スキームとして構築したのが「ケムシェルパ(chemSHERPA)」です。ChemSHERPAは、CHEMical information SHaring and Exchange under Reporting

Partnership in supply chain の略に由来し、登山時の案内役や荷物運搬を担うシェルパ (sherpa) に、化学を意味する chem- を付けた造語で、製品含有化学物質の情報伝達を託す意味を込めて”chemSHERPA”となったものです。2015年10月より運用を開始し、検証を踏まえて、データ作成支援ツールの正規版をリリースしてケムシェルパの本格運用が2016年4月からスタートしました。“chemSHERPA”は、情報の提供側と受領側の双方の負担軽減に資することで開発されました。“chemSHERPA”は、開発当初から、日本標準だけでなく国際標準(デジュール・スタンダード)となることを目指し、IEC、IPC等の国際的な枠組と連携して活動しています。JAMPが2016年4月に“chemSHERPA”の運営組織となり、経済産業省は、2018年3月末までの2年間を移行期間として、順次“chemSHERPA”の利用を進めていく作業を進めました。これに合わせ、JAMPの現行スキームにおける物質リストの更新は2017年度をもって終了し、各企業ではchemSHERPAの利用が進展しています。

7. RoHS 指令での今後の規制対象物質は？

RoHS 指令の規定によれば、2014年7月22日以降は定期的に、EUメンバー国の提案に従って改訂を実施することとなっています。対象物質の見直しに関しては、オーストリア環境省に委託され、検討結果は2014年1月に最終報告書 (Study for the Review of the List of Restricted Substances under RoHS2 - Final Report 2014-01)として発表しました。この最終報告書によると電気・電子機器で使用される物質は738種類あり、うち31種類は既に制限されており、また27種類の物質は「使用可能」「わからない」または「使用しそえない」物質として記載されています。ナノ物質を含むようなCAS(化学情報検索サービス機関の Chemical Abstracts Service)に分類されない物質も30以上もあります。このような状況の中で、表4に示すように優先順位を6段階に分類し、24種類の次期候補物質としてリストしました。

表4 使用制限物質の候補物質とその優先順位

優先順位	物質分類	略号/分子式	英語名
第1優先順位 (8物質)	臭素系難燃剤	HBCDD	Hexabromocyclododecane
		BrCH ₂ CH(Br)CH ₂ OH	2,3-Dibromo-1-Propanol
	塩素系難燃剤	TCEP	Tris(2-chloroethyl) Phosphate
	フタル酸エステル	DEHP	Di-(2-ethylhexyl) Phthalate
		DBP	Di-n-butyl Phthalate
		BBP	Butyl benzyl Phthalate
		DIBP	Diisobutyl Phthalate
臭素化グリコール	HOCH ₂ C(CH ₂ Br) ₂ CH ₂ OH	Dibromoneopentyl-Glycol	
第2優先順位 (4物質)	三酸化アンチモン	Sb ₂ O ₃	Antimony Trioxide
	フタル酸エステル	DEP	Diethyl Phthalate
	テトラブロモビスフェノール A	TBBPA	Tetrabromobisphenol A
	中鎖塩素化パラフィン	MCCP	Medium-chain Chlorinated Paraffins
第3優先順位 (1物質)	ポリ塩化ビニル	PVC	Poyvinylchloride
第4優先順位 (5物質)	金属ベリリウム	Be	Beryllium Metal
	酸化ベリリウム	BeO	Beryllium Oxide
	硫酸ニッケル	NiSO ₄	Nickel Sulphate

	スルファミン酸ニッケル	$H_4N_2NiO_6S_2$	Nickel Sulfamate
	リン化インジウム	InP	Indium Phosphide
第 5 優先順位 (4 物質)	五酸化二ヒ素	As_2O_5	Di-arsenic Pentoxide
	三酸化二ヒ素	As_2O_3	Di-arsenic Trioxide
	塩化コバルト	$CoCl_2$	Cobalt Dichloride
	硫酸コバルト	$CoSO_4$	Cobalt Sulfate
第 6 優先順位 (2 物質)	金属コバルト	Co	Cobalt Metal
	ノニルフェノール	$C_{15}H_{24}O$	Nonylphenol.
出典	オーストリア環境省 最終報告書 <2014 年 1 月>		

改正 RoHS 指令にフタル酸エステル^①の 4 物質が追加されて、2019 年 7 月から施行されるようになりましたが今後、どのような物質が決定されるかが大きな関心事になっています。この 6 段階に分けられた物質で、第 2 優先物質にテトラブロモビスフェノール A (TBBPA)、三酸化アンチモン (Sb_2O_3)、フタル酸エステル (DEP)、塩素化パラフィン(MCCP)などがリストされたことにより、次の改正 RoHS となる RoHS3 の候補になる可能性が大きいということで、実装業界では話題となっています。しかし、具体的に決まった訳ではありません。今後、注視しておくべき物質となります。現在、使用している企業は代替材料への切り替え、または代替技術の開発などが必要となってきます。