

# 製品含有環境負荷物質規制の動向と分析技術

環境・分析センター 尾 鍋 和 憲<sup>1</sup>

## Trends in Regulation of Environmentally Hazardous Substance in Products and Analytical Techniques

K. Onabe

製品含有化学物質規制は、2006年7月のRoHS指令施行以降も、改正RoHS指令の公布、ハロゲンフリー化の進展、REACH規則の発効などの形でますます厳しいものとなっています。本報では、これら環境負荷物質規制の動向と技術的対応状況について紹介します。

Restriction on substances of concern in products become increasingly strict since the introduction of RoHS Directive on July 2006, such as the publication of the revised RoHS Directive, the generalization of “Halogen Free” products and the effectuation of REACH Regulations. In this report, we introduce the trend of these restrictions on substances of concern in the products and our recent analytical technique.

### 1. ま え が き

環境問題への関心が高まっているなか、地球環境や人の健康に負荷を与える物質（環境負荷物質）の使用を制限し、環境品質の高い製品を提供することが企業にとって重要なミッションとなっています。とりわけ、電気・電子機器を対象に2006年に施行された欧州RoHS指令は、日本、中国、韓国などのアジア諸国をはじめ、米国（カリフォルニア州）、ノルウェー、インドなど世界中へ瞬く間に広がり、各国で同様な環境負荷物質規制が導入されており、グローバルに活動をおこなう企業にとって、RoHS適合に向けた管理体制を整えることは今では必須事項となっています。当社環境・分析センターでは、RoHS指令をはじめとする環境負荷物質規制について、最新規制動向の把握をおこない管理対象とされる物質の分析技術を先行開発するとともに、フジクラグループの主要拠点に対し定期的な分析技術指導をおこなうことで、グループ全体の分析能力向上に努めています。本報では、当社に関わりの深い製品中の環境負荷物質規制の動向と、技術的対応状況について紹介します。

### 2. RoHS指令の動向とRoHS対応分析技術

RoHS指令は、欧州における電気・電子製品中の特定有害物質使用を制限する指令として2006年7月1日に施行されました。規制物質は、鉛（Pb）、カドミウム（Cd）、水銀（Hg）、六価クロム（Cr（VI））、ポリ臭化ビ

フェニル（PBB）、ポリ臭化ジフェニルエーテル（PBDE）の6物質であり、それぞれ最大許容濃度（しきい値）が定められています。RoHS指令で要求される製品中の微量元素分析に関しては、金属材料、高分子材料、ガラス材料などに応じた前処理（分解・溶液化）技術とICP発光分光分析法（ICP-OES）などによる精密化学分析技術が必要となりますが、当社では、それまでに開発したさまざまな分析技術<sup>1) 2)</sup>を適用することで、即座にRoHS分析対応を開始しました。

RoHS指令に関する分析方法については、国際電気標準会議（IEC）による国際分析規格「IEC 62321 Ed 1.0:2008」が2008年12月に発行されました。この規格では、蛍光X線分析法（XRF）によるスクリーニング分析とICP-OESなどによる精密化学分析法の2段階分析が定められています。XRFは、試料形状によらない非破壊測定が、簡便・短時間でおこなえる特徴があり、膨大な製品・部品を測定しなくてはならないRoHS分析のスクリーニング法として非常に有用な方法といえます。当社では、XRFによるスクリーニング分析技術とICP-OESなどによる精密化学分析技術を確立することで、IEC 62321に合った分析体制を整えています（図1）。また、XRFによるスクリーニング分析は、各製造拠点における材料検査に有用であることから、フジクラグループ製造拠点に対する分析技術指導をおこなうことで、グループ全体の分析能力向上にも努めています。

また、RoHS指令への遵守を果たすにあたり、近年では分析試験結果の信頼性や国際性（海外でも通用するか）などの品質を保証することが重要になってきました。当社では、社内事業部へ信頼性の高い分析データを

1 センター長

略語・専門用語	正式表記	説明
RoHS指令	Restriction of the use of certain Hazardous Substances	電気・電子機器への特定有害物質の含有を制限する法律
ISO/IEC 17025 試験所認定	同左	当該試験所を権威のある第三者認定機関が審査し、試験所の能力(試験の実施・結果報告)を認定する制度
REACH規則	Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals	化学物質の登録・評価・認可・制限に関する規則
SVHC	Substances of Very High Concern	認可対象候補物質リストとも呼ばれ、この中から認可物質が選ばれる

提供する目的で、2004年に国際規格であるISO/IEC 17025 試験所認定を取得済みであり、本認定の維持・拡大をおこなうことで、国際的に通用する、信頼性の高いデータ提供が可能となっています(表1)。

一方、RoHS指令では4年毎に適用除外項目の見直しや、対象カテゴリの追加、新規禁止物質の追加などを検討することが定められており、2011年7月に最初の改正RoHS指令が公布されました。今回の改正では、適用除外項目の大幅な見直しや対象カテゴリの拡大がなされたのみで、新たな禁止物質の追加はありませんでしたが、優先的に禁止を検討すべき物質として臭素系難燃剤

1種とフタル酸エステル類3種の4物質が挙げられています。

臭素系難燃剤は、安価で優れた難燃性能が得られることから、現在世界中で最も多く使用されている難燃剤です。しかし、人体残留性が指摘されたことを機に、RoHS指令にてPBB、PBDEが禁止物質に定められ、今回の改正ではヘキサブロモシクロドデカン(HBCD)が優先検討物質として挙げられました。また、その他にテトラブロモビスフェノールA(TBBPA)も候補物質として検討された経緯があります。当社では、新たな禁止物質として追加される可能性が高いこれら臭素系難燃剤について分析技術を開発し<sup>3)</sup>分析体制を整えています(図2、表2)。

フタル酸エステル類は、主にポリ塩化ビニル(PVC)に柔軟性を与える可塑剤として多用されていますが、女性ホルモンに似た作用を誘発する内分泌かく乱物質(いわゆる環境ホルモン)の疑いがあると指摘されているこ

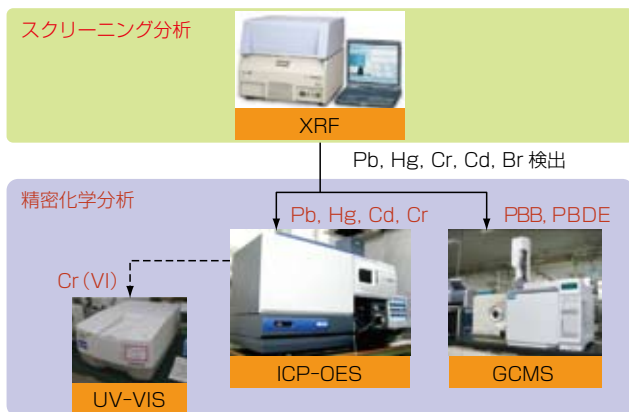


図1 当社におけるRoHS分析体制  
Fig. 1. Evaluation system for RoHS

表1 RoHS指令6物質の分析法と定量下限  
Table 1. Analytical methods and the lower limit of quantitative analysis for regulated substances by RoHS

禁止物質	しきい値 (ppm)	分析方法	定量下限 (ppm)
鉛 (Pb)	1,000	密閉系酸分解 / ICP-OES	10
カドミウム (Cd)	100		1
水銀 (Hg)	1,000		10
六価クロム (Cr (VI))	1,000	アルカリ分解 / ジフェニルカルバジド吸光光度法	2
ポリ臭化ビフェニル (PBB) ポリ臭化ジフェニルエーテル (PBDE)	1,000	ソックスレー抽出 / GCMS	40

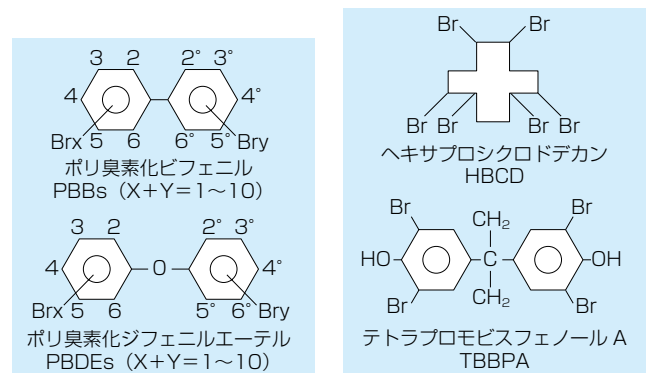


図2 臭素系難燃剤の構造  
Fig. 2. Chemical structure of brominated flame retardants

表2 臭素系難燃剤の分析体制  
Table 2. Evaluation system for brominated flame retardants

物質	スクリーニング分析	精密分析
PBB	XRF (Br分析)	溶媒抽出 / GCMS
PBDE		
HBCD		溶媒抽出 / LCMSMS
TBBPA		

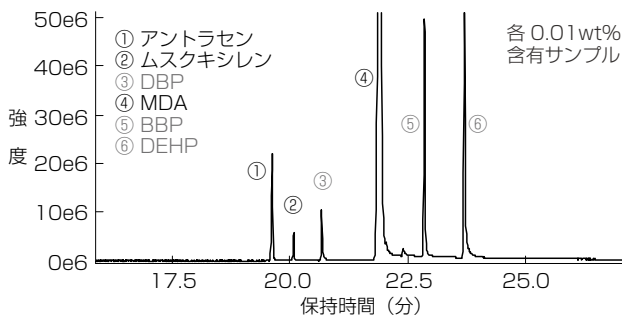


図3 熱抽出/GCMSによるポリエチレン中フタル酸エステル類の一斉分析結果

Fig. 3. Thermal extraction-GCMS chromatogram of phthalates in PE

表3 フタル酸エステル類の分析体制  
Table 3. Evaluation system for phthalates

物質	スクリーニング分析	精密分析
DBP	熱抽出/GCMS	溶媒抽出/GCMS
BBP		
DEHP		

とから、玩具・育児用品への使用が規制されている物質です。また、後述のREACH規則における認可物質リストにも収載されたことから、今後は用途ごとの認可を受けない限り、欧州域内での輸入や使用が原則禁止されることとなります。一方で、現状ではフタル酸エステル類に関するリスク評価はさまざまであることから、今後玩具・育児用品以外への規制がどのように拡大してゆくかを見極めてゆくことが重要です。当社では、非フタル酸エステル類代替材料の開発やフタル酸エステル類の分析技術の開発をおこなうことで先行対応を進めています。特に、フタル酸エステル類はハロゲンや金属などの特徴的な元素を持たない有機化合物であるため、RoHS分析で培ったXRFによるスクリーニング分析技術を適用できない問題がありましたが、熱抽出/GCMSによるスクリーニング分析技術を開発することで<sup>4)</sup>分析体制を整えています(図3, 表3)。

### 3. ハロゲンフリー化の動向

電子・電気機器用部品には火災防止の観点からハロゲン系難燃剤が広く使用されてきましたが、難燃剤の種類によっては環境蓄積性が高く、また廃棄時に低温で焼却処分をすると、臭素系ダイオキシンやフランが発生する懸念が指摘されたことを背景に、これら特定の難燃剤の使用を禁止する法律としてRoHS指令が施行されました。一方で、このような環境への配慮および今後の化学物質規制動向を踏まえて、塩素や臭素などのハロゲンを含有しないハロゲンフリー製品を開発する機運が高まり、各メーカーの自主規制としてハロゲンフリー化も推進されるようになりました。ハロゲンフリー材料の規格と

しては、日本電子回路工業会(JPCA)や米国電子回路協会(IPC)にて、塩素 900 ppm以下、臭素 900 ppm以下、塩素+臭素 1500 ppm以下と定義しています。いずれにしても、ハロゲンフリー化の進展は、各メーカーの環境方針の中で要求となったものであり、環境法規制で規定されている訳ではないことから、顧客要求に沿った分析対応を行うことが重要となります。当社では燃焼フラスコ法や燃焼管法によるハロゲン分析技術を確立することで、各種規格に従った分析が可能な体制を整えています。

### 4. REACH 規則の動向

REACH 規則は、欧州における化学物質の総合的な登録、評価、認可、制限に関する規則として 2007 年 6 月 1 日に発効されました。REACH 規則の基本概念は、サプライチェーン全体を通じた化学物質情報の円滑な伝達システム構築であり、化学物質の分析に関してはあまり言及されていません。REACH規則では、安全性に関して高い懸念が示される化学物質を高懸念物質(SVHC)と指定し、SVHC が成形品中に 0.1 wt% を超えて含有される場合には、成形品の供給者が川下企業に対し情報提供することを義務付けています。SVHCは、2007 年の発効以降、現在までに 73 の物質がリスト化されていますが、最終的には 1500 を超える物質が管理対象になるとも言われています。REACH規則への遵守を果たすためには、常に最新の規制動向や顧客要求事項を把握し、膨大な化学物質情報を円滑に伝達する体制を整えることが重要となります。

### 5. む す び

電気・電子機器をはじめとする家庭用製品のライフが短くなるにつれて、製品中の環境負荷物質を制限した上で、使用後の廃棄・回収・リサイクルに関するルールを遵守し、環境負荷を低減することがますます重要となります。当社環境・分析センターでは、今後も厳しくなると考えられる環境負荷物質規制に対し、より高精度で信頼性の高い分析データの提供を継続することで、安全・安心な製品の供給を支援してゆきます。

### 参 考 文 献

- 1) 近藤奈穂子・田中勝麿・宮田裕之：フジクラ技報第101号, p57-60 (2001)
- 2) 宮田裕之・田中勝麿：日本分析化学会第51年会講演要旨集, p265 (2002)
- 3) 市川進矢・尾鍋和憲：日本分析化学会第59年会講演要旨集, p307 (2010)
- 4) 鈴木大輔・尾鍋和憲：フジクラ技報第117号, p43-47 (2009)