

# *Brominated flame retardant Analysis*

受託試験

臭素系難燃剤分析のご案内



JFE テクノリサーチ 株式会社

# EU規制とは？

- ELV** (End-of-Life-Vehicles)  
使用済み自動車指令
- WEEE** (Waste Electrical & Electronics Equipment)  
廃電気・電子機器指令
- RoHS** (Restriction of the use certain Hazardous Substance in electronics & electric equipment)  
電気・電子機器中の特定有害物質の使用禁止令

# 規制物質

- ELV** Pd,Cd,Hg,Cr(VI)
- WEEE & RoHS** Pd,Cd,Hg,Cr(VI),  
PBB,PBDE  
HBCDD

## 臭素系難燃剤(PBB,PBDE,HBCDD,TBBPA,TBP)の分析

当社ではPBB,PBDE,HBCDDに加え  
その他の臭素系難燃剤の分析も行っております！

- PBB; ポリ臭素化ビフェニル      TBBPA; トリプロモビスフェノールA
- PBDE; ポリ臭素化ジフェニルエーテル      TBP; 2,4,6-トリプロモフェノール
- HBCD; ヘキサプロモシクロデカン

臭素系難燃剤は安価で難燃性が高いため、現在世界中で最も多く使用されている難燃剤の一つです。しかし、人体残留性が指摘されたため、2006年7月より欧州有害物質使用制限(Restriction on Hazardous Substances; RoHS)指令で使用が制限されています。

また、2011年7月より改定されたRoHS2.0指令では、欧州加盟国内に上市する電気電子機器に対し臭素系難燃剤3種(ポリ臭素化ビフェニル:PBB,ポリ臭素化ジフェニルエーテル:PBDE,ヘキサプロモシクロデカン:HBCDD)です。定められた閾値(有害物質の最大許容含有量)は、「鉛、水銀、六価クロム、PBB、PBDE、HBCDD」は1000ppm(0.1%)、「カドミウム」は100ppm(0.01%)となっています(Deca BDEの除外決定(2005/717/EC)が無効となりました。2008年7月1日以降、Deca BDEも規制の対象になります)。

対象となる製品の範囲 (交流1000V及び直流1500Vを超えない定格電圧で使用される製品に適用)	
△ 大型家電製品(冷蔵庫、洗濯機、電子レンジなど)	△ 照明関連機器(蛍光灯など)
△ 小型家電製品(アイロン、掃除機、ドライヤーなど)	△ 電動工具(電気ドリルなど)
△ IT・通信関連機器(パソコン、プリンター、電話機など)	△ 玩具(ゲーム機など)
△ AV機器(テレビ受信機、ラジオなど)	△ 自動販売機
含有禁止となる物質 物質名	除外される主な用途
Pb(鉛)	・陰極線管、電子部品及び蛍光灯のガラス内に含まれる鉛 ・高融点ハンダ中の鉛(鉛が85%以上のSn-Pb共晶ハンダ) ・サーバやストレージ装置、ネットワーク・インフラストラクチャーを構成する通信装置などのハンダに含まれる鉛 ・セラミックス製電化部品中の鉛
Hg(水銀)	・小型蛍光灯に含まれる1本あたり5mg未満の水銀 ・特殊用途の直管蛍光灯に含まれる水銀など
Cd(カドミウム)	・「76/769/EEC」の改定指令である「91/338/EEC*1」で禁止されている用途を除く表面処理のカドミウムなど
Cr <sup>6+</sup> (六価クロム)	・コンプレッサを使わない吸収式冷蔵庫内で使われる銅製配管の冷却システムの防錆用として作動液に混ぜられる六価クロム
PBB(ポリプロモビフェニル)	除外なし
PBDE(ポリプロモジフェニルエーテル)	除外なし (現在のところ、Penta-BDEとOcta-BDEが禁止とされています)
*1)「91/338/EEC」では、PVC(ポリ塩化ビニル)への着色用途などが禁止となっています。	

## ■ 臭素系難燃剤 関連指令等 ■

～欧州～

- ・RoHS指令； 電気・電子機器中の特定有害物質の使用禁止令
- ・WEEE指令； 廃電気・電子機器指令
- ・ELV指令； 使用済み自動車令
- ・REACH規制
- ・包装品・包装廃棄物指令
- ・玩具の安全性に関する理事会指令

～日本～

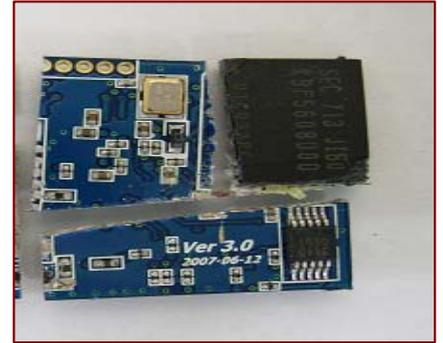
- ・J-Moss； 電気・電子機器の特定の化学物質の含有表示方法
- ・JIG； JGPSSI(グリーン調達調査共通化協議会)指定物質(レベルA管理及びレベルB管理)

～中国～

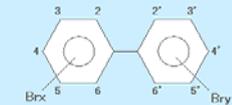
- ・中国版RoHS「電子情報製品汚染抑制管理弁法」

～国際～

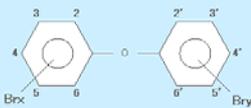
- ・ストックホルム条約(POPs条約)



### PBB, PBDEの構造



ポリ臭素化ビフェニル  
PBBs (X+Y=1~10)



ポリ臭素化ジフェニルエーテル  
PBDEs (X+Y=1~10)

PBBは2つのベンゼン環が直接結びついたものでベンゼン核に臭素が1~10個結合しています。一方、ベンゼン核の間に酸素をはさんで結びついているものがPBDEであり、PBBと同様、1~10個の臭素が結合します。

PBB, PBDEの分析には大きく分けて、EDX(エネルギー分散蛍光X線分析法)等を用いた非破壊スクリーニング法とGC/MS(ガスクロマトグラフ質量分析計)等を用いた精密分析法があります。PBB, PBDEの精密分析にはGC/MSを用いたものが一般的ですが、いまだ公定法がなく、試料の前処理方法などは様々です。

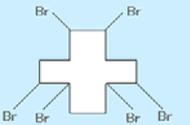
当社では分析法の検証を数多く行い、高分解能GC/MSを用いた高感度・高精度な分析を行っております。

ヘキサブロモシクロドデカン(HBCDD)はRoHS規制で対象物質となっているPBDEの代替物質のひとつで、様々な異性体が存在しています。化学物質審査規制法(化審法)第1種監視化学物質であり、製造又は輸入の許可、使用の制限等の措置が規定されています。用途としては、発泡ポリスチレン等の難燃剤や接着剤の効果促進剤、繊維のコーティング等があります。

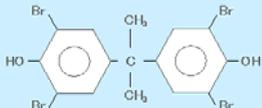
テトラブロモビスフェノールA(TBBPA)はABS、エポキシ、ポリカーボネート、耐衝撃性ポリスチレン(HIPS)、フェノール樹脂などのプラスチックの難燃剤としての用途があります。過熱工程で臭素化ダイオキシン類あるいはフラン類を生成する可能性があり、臭素系ダイオキシン類の発生源として最も可能性の高い物質とされています。

2,4,6-テトラブロモフェノール(TBP)は樹脂用の添加剤が主な用途であり、防腐剤、殺菌剤、木材防腐剤、難燃剤の中間体、ポリジブロモフェニレンオキサイド(難燃剤)の合成に用いられているとされています。

### HBCD, TBBPAの構造



ヘキサブロモシクロドデカン  
HBCD



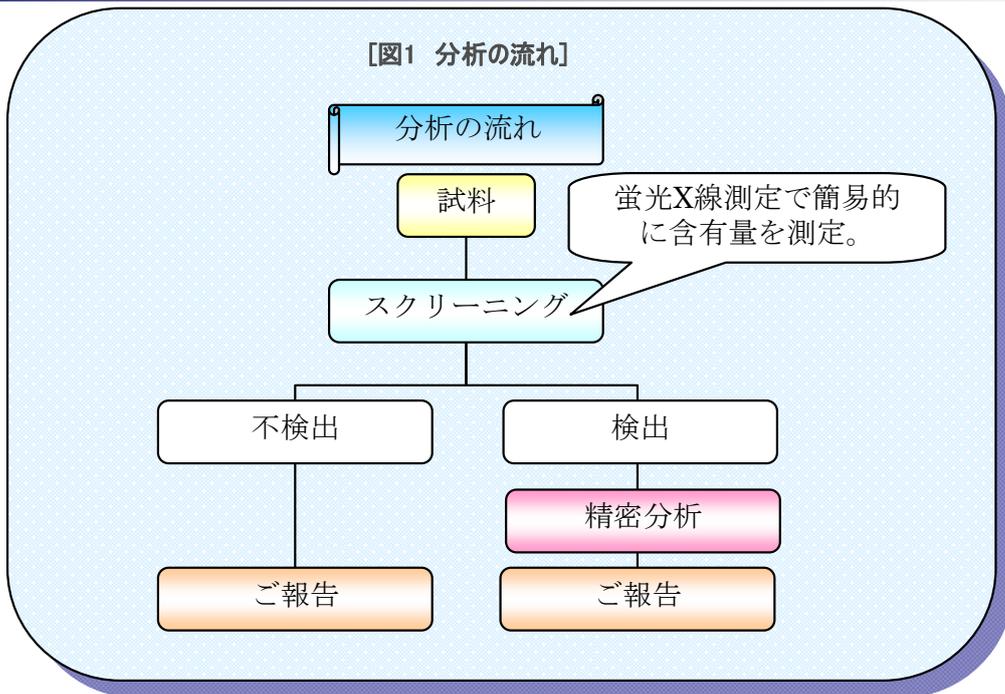
テトラブロモビスフェノールA  
TBBPA

## ■ 当社の特徴 ■

- PBB, PBDEが添加された試料は数~数十%含有されています。これら高濃度試料からのクロスコンタミネーションを防止するため、溶媒抽出法を採用し、使用するガラス器具は使い捨てにしております。
- ダイオキシン類を測定する高分解能GC-MSを用いて測定を行いますので、樹脂など妨害物質等の影響をほとんど受けず、正確な数値が得られます。また、高感度の分析が可能のため、少量のサンプルで分析できます。
- 高臭素化体は光や熱などにより分解することが知られていますが、内部標準物質法で分析を行い、分解による数値への影響を防いでいます。



高分解能ガスクロマトグラフィ質量分析計



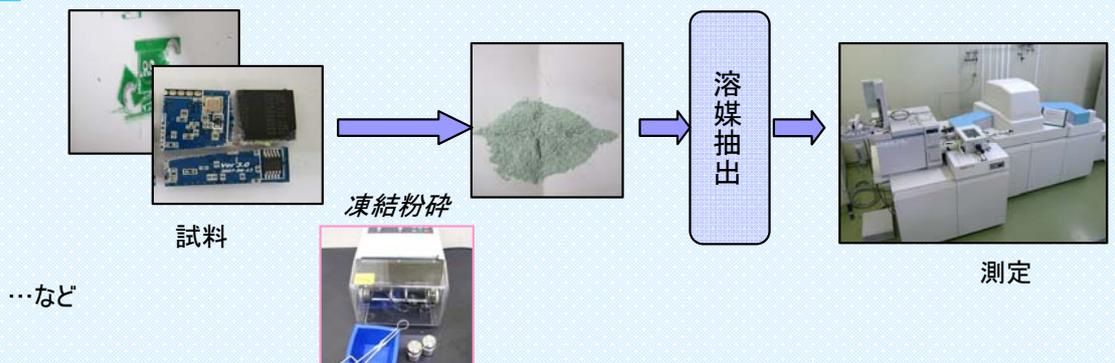
[表2 当社で分析可能な化合物と精密分析方法一覧]

化合物名	規制等*	分析方法
PBB (ポリ臭素化ビフェニル)	RoHS, WEEE, J-Moss, JIG-A, 化審法(1監), POPs新規追加物質	溶媒抽出 →高分解能GC-MS
PBDE (ポリ臭素化ジフェニルエーテル)	RoHS, WEEE, J-Moss, JIG-A, POPs新規追加物質	溶媒抽出 →高分解能GC-MS
HBCDD (ヘキサブロモシクロデカン)	RoHS, REACH	溶媒抽出 →高分解能GC-MS
TBBPA (テトラブロモビスフェノールA)	化審法(3監), JIG-B	溶媒抽出 →LC-MS
TBP (2,4,6-トリブロモフェノール)	PRTR制度	溶媒抽出 →LC-MS

\*略称 RoHS; 欧州有害物質使用制限指令  
 WEEE; 廃電気・電子機器指令  
 PoHS; ノルウェーRoHS指令  
 化審法; 化学物質審査規制法  
 J-Moss; 電気・電子機器の特定の化学物質の含有表示方法  
 JGPSSI; グリーン調達調査共通化協議会 指定物質レベルA、B

■ 分析対象例 ■

- 臭素系難燃剤
  - プラスチック板
  - 電気製品の基盤
  - チューブ・銅線被服類
  - 鋼板
  - インク
- …など



お問い合わせ

お気軽にお問い合わせください。  
ご依頼内容についてご相談させていただきます。

お見積り

納期、費用などのお見積りをさせていただきます。

お見積り内容をご承認いただければ、  
直ちに業務に着手いたします。

ご依頼

結果の報告書を提出させていただきます。  
お問い合わせには詳細にご説明いたします。

ご報告

秘密保持には万全の配慮をいたします。



JFE テクノリサーチ 株式会社

<http://www.jfe-tec.co.jp>

 0120-643-777