



## WEEE/RoHS 指令対応標準物質

中野 和彦, 中村 利廣

### 1 はじめに

近年、製造物の高度環境対応化・廃棄物のトレーサビリティの保証およびリサイクルとリユースの普及が、環境試料の分析の様子を変化させつつある。特に欧州連合 (EU) で制定された、使用済みの家電電子機器の回収・リサイクル指令案である WEEE (waste electrical and electronic equipment) 指令<sup>1)</sup>、及び 2006 年 7 月以降に上市するすべての電気電子機器に対して Pb, Cd, 六価クロム, Hg, 臭素系難燃剤 (PBB, PBDE) の使用を制限した RoHS (restrictions on hazardous substance) 指令<sup>2)</sup>により、欧州諸国だけでなく欧州を市場としている我が国においても、分析値のトレーサビリティの付与が義務化されつつある。

このような流れの中、分析値や分析方法の信頼性を確保するための標準物質が重要視されてきている。ISO の定義によれば、標準物質 (reference material: RM) とは「測定装置の校正、測定方法の評価又は材料に値を付与することに用いる一つ以上の特性値が確定されている材料または物質」を指す<sup>3)</sup>。標準物質の中でも、特性値のトレーサビリティが確立された手順で保証され、各認証値に、表記された信頼水準での不確かさがついているものを認証標準物質 (certified reference material: CRM) と呼ぶ (図 1)。また、標準物質として認証を受けずに、特定の組織内のみで使用しているようなものを所内 (室内) 標準物質 (in house reference material) と呼ぶ。

標準物質の主な使用目的は、(i) 分析装置・機器の校正用、(ii) 分析値もしくは分析方法の信頼性評価用 (化学分析用)、(iii) 分析値の値付け用 (検量用) などである。WEEE/RoHS 指令の対象となる機器の種類・量は膨大であることから、今後、分析値を証明のための標準物質の需要もまた大きくなることが予想される。

この進歩総説では、WEEE/RoHS 指令に対応したプラス

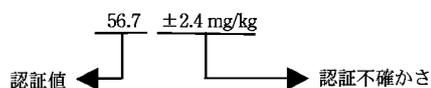


図 1 認証標準物質の例

Reference Materials for WEEE/RoHS Directive.

チック標準物質について、1995 年以降の文献を中心に紹介する。また、RoHS 指令に適用可能な金属、ガラス、塗料などの標準物質についても触れるとともに、標準物質使用に関する注意点や分析方法なども併せて述べる。

### 2 WEEE/RoHS 指令対応標準物質

#### 2.1 プラスチック標準物質

WEEE/RoHS 指令により最も問題となっているのが、プラスチックに含まれる有害金属である。表 1 に現在頒布中、もしくは頒布予定の金属分析用のプラスチック標準物質を示す。WEEE/RoHS 指令に対応したプラスチック標準物質の特徴として、他の標準物質に比べて蛍光 X 線分析用のものが多いことが挙げられる。これは、蛍光 X 線分析が、迅速・非破壊的・多元素同時 (エネルギー分散型) であり、一次スクリーニング分析として優れた利点を持っているためである。

IRMM (Institute for Reference Material and Measurement) からは、Cd を一定量含む認証標準物質 VDA 001-004<sup>4)</sup> と、As, Br, Cd, Cl, Cr, Hg, Pb, S を一定量含む認証標準物質 BCR 680, BCR 681<sup>5)~7)</sup> が頒布されている。VDA 001-004 および BCR 680, 681 とともにポリエチレンを基材としたペレット状の標準物質であり、ポリエチレン粉末に金属顔料を添加して加熱混合を繰り返して作製している。BCR 680, BCR 681 の認証値を表 2 に、試料作製方法を以下に示す。これらの標準物質は、いずれも化学分析用の標準物質であるが、VDA 001-004 は、Cd が 40.9~407 mg/kg まで 4 段階の濃度範囲を持っているため、検量用の標準としても使うことができる。

- (i) : ポリエチレン (HDPE Lupolem K 1800S; BASF) 及び添加する試薬 (主に顔料) を粒径 1 μm 以下に揃え<sup>そろ</sup>ネイルミルで混合する。
- (ii) : 得られた混合物を 200°C で加熱しながら押出成型を 2 度繰り返す。これを一次バッチ (masterbatch) とする。
- (iii) : ポリエチレンの粉末を一次バッチに再度加え混合を行う。
- (iv) : (iii) により得られた混合物を 3 回押出成型し、均一にする。
- (v) : 得られた混合物を 10 mg 程度のチップに切断する。このチップを 220 L の<sup>かきはん</sup>攪拌機で 2 時間攪拌した後、100 g ごとのユニットにボトル分けして最終製品とする。

日本分析化学会からは、Cd, Cr, Pb を含む円盤状標準物質

表1 WEEE/RoHS 対応プラスチック標準物質

供給・頒布機関	標準物質名	マトリックス	形状	認証元素	用途	備考
IRMM	BCR-680	PE	ペレット	As, Br, Cd, Cl, Cr, Hg, Pb, S	化学分析用	高濃度, (CRM)
	BCR-681	PE	ペレット	As, Br, Cd, Cl, Cr, Hg, Pb, S	化学分析用	低濃度, (CRM)
	VDA 001-004	PE	ペレット	Cd	化学分析用	4段階(Cd: 40.9-407.0 mg/kg), (CRM)
日本分析化学会	JSAC 0601-1, 0601-2	ポリエステル	チップ	Pb, Cd, Cr, Hg	化学分析用	低濃度, (CRM)
	JSAC 0602-1, 0602-2	ポリエステル	チップ	Pb, Cd, Cr, Hg	化学分析用	高濃度, (CRM)
	JSAC 0611-0615	ポリエステル	Disk	Pb, Cd, Cr	XRF 用	5段階, (CRM)
	JSAC 0621-0625	ポリエステル	Disk	Hg	XRF 用	5段階, (CRM)
産業技術 総合研究所	NMIJ 8102-a	ABS	ペレット	Pb, Cd, Cr	化学分析用	低濃度, (CRM)
	NMIJ 8103-a	ABS	ペレット	Pb, Cd, Cr	化学分析用	高濃度, (CRM)
	NMIJ 8105-a	ABS	Disk	Pb, Cd, Cr	化学分析用	頒布準備中, (CRM)
	NMIJ 8106-a	ABS	Disk	Pb, Cd, Cr	化学分析用	頒布準備中, (CRM)
JFE テクノロジー	KPW 001-1	PE	チップ	Cd, Pb, Hg, Cr, As, (Br, Cl, S)*	化学分析用	低濃度 (Cd, Pb, Hg, Cr: 5 µg/g 程度)
	KPW 001-2	PE	チップ	Cd, Pb, Hg, Cr, As, (Br, Cl, S)*	化学分析用	低濃度 (Cd, Pb, Hg, Cr: 110 µg/g 程度)
PANalytical	TOXEL SRM 1-4	PE	Disk	Cr, Ni, Cu, Zn, As, Br, Cd, Ba, Hg, Pb	XRF 用	4段階 (Cd: 0-28.4 ppm, Pb: 0-22.3 ppm)
SII ナノテクノロジー	環境規制用標準物質 PE プランク PE25, PE50, PE100, PE200, PE500, PE1200, PE100/1000	PE	Disk	Cd, Pb, Cr	XRF 用	8段階 (0-1200 mass ppm), JAB 認定
	環境規制用標準物質 PVC プランク PVC25, PVC50, PVC100, PVC200, PVC500, PVC1200, PVC100/1000	PVC	Disk	Cd, Pb, Cr	XRF 用	8段階 (0-1200 mass ppm), JAB 認定
住化分析センター	PVC-5E6	PVC	Disk	Cd, Pb, Hg, Br, Cr	XRF 用	6段階 (Cd: 0-300, Pb, Hg, Br, Cr: 0-1200 ppm)
	PE-5E6	PE	Disk	Cd, Pb, Hg, Br, Cr	XRF 用	6段階 (Cd: 0-300, Pb, Hg, Br, Cr: 0-1200 ppm)
	PVC-CD6	PVC	Disk	Cd	XRF 用	6段階 (Cd: 0-300 ppm)
	PVC-PB6	PVC	Disk	Pb	XRF 用	6段階 (Pb: 0-1200 ppm)
	PE-CD6	PE	Disk	Cd	XRF 用	6段階 (Cd: 0-300 ppm)
	PE-PB6	PE	Disk	Pb	XRF 用	6段階 (Pb: 0-1200 ppm)
	PVC-5E2	PVC	Disk	Cd, Pb, Hg, Br, Cr	検量線校正用	2段階
分析センター	PVC Cd 0-500	PVC	シート	Cd	XRF 用	7段階 (Cd: Blank-507.8 mass ppm)
	PVC Pb 0-500	PVC	シート	Pb	XRF 用	7段階 (Pb: Blank-498.9 mass ppm)
	HDPE Cd 0-500	PE	シート	Cd	XRF 用	5段階 (Cd: Blank-125.8 mass ppm)
	HDPE Pb 0-500	PE	シート	Pb	XRF 用	5段階 (Pb: Blank-125.5 mass ppm)
	HDPE DeBDE 0.1%	PE	シート	DeBDE	化学分析用	
	ABS DeBDE 0.1%	ABS	シート	DeBDE	化学分析用	
	ABS DeBDE 1%	ABS	シート	DeBDE	化学分析用	
	ABS DeBDE 10%	ABS	シート	DeBDE	化学分析用	
	PVC 00, 31-36	PVC	シート	Cd, Pb, Br, Cr	XRF 用	7段階 (Blank -1000 mass ppm 程度)
	PVC 00, 41-46	PVC	シート	Hg	XRF 用	7段階 (Hg: Blank-1250 mass ppm)
	ABS 00, 31-36	ABS	シート	Cd, Pb, Br, Cr	XRF 用	7段階 (Blank-1000 mass ppm 程度)
ABS 00, 41-46	ABS	シート	Hg	XRF 用	7段階 (Hg: Blank-1160 mass ppm)	
多摩分析センター	PVC 2-5, 2-7, 2-8, 2-9	PVC	シート	Cd, Pb, Hg, Cr	XRF 用	4段階 (Cd, Pb, Hg: Blank-100 ppm)
	PVC 2-1, 2-7, 2-8, 2-9 (階段状試料)	PVC	シート	Cd, Pb, Cr	XRF 用	4段階, 試料厚 1, 2, 3 mm
	ABS 2-1, 2-2, 2-3, 2-4	ABS	シート	Cd, Pb, Cr, Br	XRF 用	4段階 (Cd, Pb, Hg: Blank-100 ppm)
	ABS 2-1, 2-2, 2-3, 2-4 (階段状試料)	ABS	シート	Cd, Pb, Cr	XRF 用	4段階, 試料厚 1, 2, 3 mm
	PVC 系 Cd & Pb 標準試料	PVC	シート	Cd, Pb	XRF 用	5段階 (5-100 ppm)
	PE 系 Cd & Pb 標準試料	PE	シート	Cd, Pb	XRF 用	5段階 (0-120 ppm)

ABS: Acrylonitrile Butadiene Styrene copolymer, \*( ): 参考値

JSAC 0611-0615 (40 mmφ, 4 mmt, プランクを含む 5 水準, 蛍光 X 線分析用, 図 2a) と, Cd, Cr, Hg, Pb を含むチップ状標準物質 JSAC 0601-1, 0601-2, 0602-1, 0602-2 (粒径 1~2

mm, 高低 2 水準, 化学分析用, 図 2b) を開発・頒布している<sup>8)</sup>。また, Hg を含む蛍光 X 線分析用の標準物質 (JSAC 0621-0625) も頒布予定である。これらの標準物質は, ポリエ

表2 微量金属分析用プラスチック標準物質 BCR 680, 681<sup>5)~7)26)</sup>

元素	認証値 (mg/kg)	
	BCR-680	BCR-681
As	30.9 ± 0.7	3.93 ± 0.15
Br	808 ± 19	98 ± 5
Cd	140.8 ± 2.5	21.7 ± 0.7
Cl	810 ± 16	92.9 ± 2.8
Cr	114.6 ± 2.6	17.7 ± 0.6
Hg	25.3 ± 1.0	4.50 ± 0.15
Pb	107.6 ± 2.8	13.8 ± 0.7
S	670 ± 70	78 ± 17

表3 微量金属分析用プラスチック標準物質 JSAC 0601, 0602 および JSAC 0611-0615<sup>8)</sup>

蛍光 X 線分析用 (ディスク状)

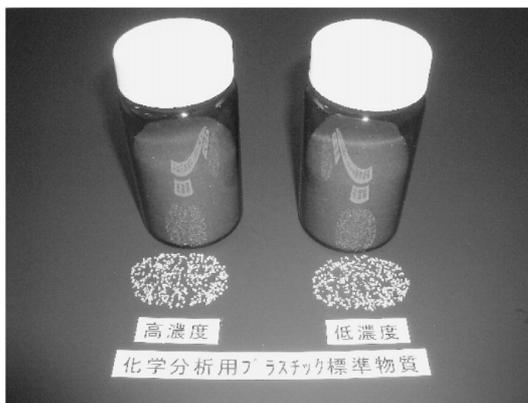
No.	含有量 mg/kg		
	Pb	Cd	Cr
JSAC 0611	(<1)	(<1)	(<1)
JSAC 0612	26.1 ± 0.7	4.5 ± 0.1	25.5 ± 0.5
JSAC 0613	54.6 ± 1.4	10.0 ± 0.2	52.0 ± 1.1
JSAC 0614	106.8 ± 2.8	23.8 ± 0.4	98.6 ± 2.0
JSAC 0615	202.2 ± 3.2	43.4 ± 0.9	212.8 ± 4.3

化学分析用 (チップ状)

No.	含有量 mg/kg			
	Pb	Cd	Cr	Hg
JSAC 0601	10.4 ± 0.3	4.8 ± 0.1	9.8 ± 0.3	1.1 ± 0.1
JSAC 0602	102.0 ± 1.8	47.2 ± 1.0	99.8 ± 1.7	11.8 ± 0.5



(a) 蛍光 X 線分析用プラスチック認証標準物質 JSAC 0610-0615。



(b) 化学分析用プラスチック認証標準物質 JSAC 0601-1 および 0602-1。

図2 プラスチック認証標準物質

ステルを基材とする液状のポリマー樹脂から作られており、均一性と耐 X 線性に優れた特性を持つ。また、試料作製も成型器などの装置を使用せず、比較的容易であることから、所内標準物質としても用いられている<sup>9)~11)</sup>。表3に、JSAC 0611-0615 および JSAC 0601-1, 0602-1 の認証値を示す。産業技術総合研究所からは、ABS樹脂を基材とする Pb, Cd, Cr 認証標準物質 NMIJ 8102-a, 8103-a (ペレット状：化学分析用) が頒布されている<sup>12)</sup>。また、ディスク状の標準物質 NMIJ 8105-a, 8106-a も頒布予定である。

日本国内では上記に示した認証標準物質以外にも、各分析メーカーで独自に標準物質を開発・頒布を行っている。SII ナノテクノロジーでは、RoHS 指令対応の標準物質 (PE, PVC：蛍光 X 線分析用) を市販している<sup>13)</sup>。この標準物質は JAB (日本適合性認定協会) の認定を受けており、標準物質の信頼性は高い。PANalytical では、有害金属分析用のプラスチック標準物質 TOXEL SRM 1-4 を市販していて、微量金属定量用の仕様となっている<sup>14)</sup>。この標準物質も含有量の値付けを

ISO 規格に基づいて行っており、標準物質としての信頼性は高い。JFE テクノリサーチからは、化学分析用の標準物質 KPW 001-1, 002-1 を市販している<sup>15)</sup>。住化分析センターからは、PE および PVC を基材とした Cd, Pb, Hg, Br, Cr 定量用の標準物質を<sup>16)</sup>、分析センターからは、PE, ABS樹脂および PVC を基材とした Cd, Pb, Hg, Br, Cr 定量用の標準物質を市販している<sup>17)</sup>。多摩分析センターからも、PE, ABS樹脂および PVC を基材とした Cd, Pb, Br, Cr 定量用の標準物質を市販しており、濃度範囲はやや低いものの、試料厚さが 1, 2, 3 mm と段階的になっているのが特徴である<sup>18)</sup>。

## 2.2 鉄鋼および Al・Cu 合金<sup>19)~21)</sup>

RoHS 指令では、鉛の含有量が 0.35% 以下の鉄鋼、0.4% 以下のアルミニウムおよび 4% 以下の銅については適用除外項目となっている。言い換えれば、この閾値を超える可能性がある製品には分析が必要ということになる。表4に Pb を含む鉄鋼・Al 合金および Cu 合金の標準物質を示す。特に NIST (米

表4 鉄鋼・Al合金・Cu合金標準物質

種類	標準物質名	形状	認証元素 (参考値を含む)	Pb含有量	用途	認証・頒布機関	文献
低合金鋼 鉛快削鋼 ステンレス鋼	SRM 664	ロッド	Pb, Cu, Ni, Cr 等 33 元素	0.024 mass %	EPMA 用	NIST	19)
	JSS 519	チップ	Pb, Cr, Cu, Ni 等 9 元素	0.097 mass%	化学分析用	日本鉄鋼連盟	
	SRM C1151a, C1152a, C1153a, C1154a, 1155, 1287, C1288	Disk	Pb, Cu, Ni, Cr 等 19 元素	0.001-0.017 mass%	XRF 用	NIST	19)
Al 合金	SRM 87a	チップ	Pb, Sn, Mn, Cr 等 16 元素	0.10 mass%	化学分析用	NIST	19)
	SRM 855a	チップ	Pb, Sn, Mn, Cr 等 16 元素	0.019 mass%	化学分析用	NIST	19)
	SRM 856a	チップ	Pb, Sn, Mn, Cr 等 16 元素	0.10 mass%	化学分析用	NIST	19)
	GAL1-6	Disk	Pb, Cd, Fe, Ni 等 14 元素	0.007-0.116 mass%	XRF 用	住友金属テクノロジー	21)
Cu 合金	SRM 158a	チップ	Pb, Sn, Mn, Cr 等 16 元素	0.097 mass%	化学分析用	NIST	19)
	SRM 460	チップ	Pb, Sn, Mn, Cr 等 16 元素	0.258 mass%	化学分析用	NIST	19)
	SRM 872	チップ	Pb, Sn, Mn, Cr 等 16 元素	4.13 mass%	化学分析用	NIST	19)
	GBR1-6	Disk	Pb, Cd, Cr, Zn, Fe, Mn	0.001-0.120 mass%	XRF 用	住友金属テクノロジー	21)
真鍮	SRM 1776-1780	Disk	Cu, Pb, Fe, Sn 等 11 元素	0.006-0.33 mass%	XRF 用	NIST	19)
	SRM 1781-1785	Disk	Pb, Sn, Mn, Al 等 12 元素	0.51-3.78 mass%	XRF 用	NIST	19)
	SRM 1786-1790	Disk	Fe, Pb, Ni, Mn 等 17 元素	0.0065-0.33 mass%	XRF 用	NIST	19)

\* 主に文献 19-21 から引用

表5 ペイント・ガラス標準物質

種類	標準物質名	形状	認証元素	用途	認証機関	文献
ペイント	SRM 2579a (SRMs 2570-2575)	sheet	Pb	XRF 用	NIST	19)
	SRM 2580, 2581, 2582, 2589	powder	Pb	化学分析用	NIST	19)
	BCR 620, 623	powder	As, Ba, Cd, Cr, Pb, Sb, Se	化学分析用	IRMM	7, 22)~24)
ガラス	SRM 1833	thin film	Fe, Pb, K, Si, Ti, Zn	XRF 用	NIST	19)
	SRM 89	powder	SiO <sub>2</sub> , PbO, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 等 17 成分	化学分析用	NIST	19)
	SRM 1413	plate	SiO <sub>2</sub> , PbO, CdO 等 14 成分	化学分析用	NIST	19)
	SRM 610-617	wafer	Pb, Rb 等 31 元素 (参考値を含む)	化学分析用・校正用	NIST	19)
	BCR 664	plate	As, Ba, Cd, Co, Cl, Cr, Pb, Sb, Se	化学分析用	IRMM	7, 20, 22)~24)

国標準技術研究所)の鉄鋼・非鉄金属標準物質は、その種類、水準ともに豊富である。日本鉄鋼連盟からは、0.097 mass%のPbを含む鉛快削鋼 JSS 519 (チップ状：化学分析用)が頒布されている。住友金属テクノロジーからは、認証標準物質ではないが、WEEE/RoHS 指令に対応した Al・Cu 合金の標準物質 CAL 1-6 および GBR 1-6 が蛍光 X 線分析用として頒布されている<sup>21)</sup>。

### 2.3 ペイント・ガラス<sup>19)20)22)~24)</sup>

ペイント材料の標準物質として、NIST からは Pb を含む粉末状の標準物質 SRM 2580, 2581, 2582, 2589 (化学分析用)が頒布されている。SRM 2579a (SRMs 2570-2575) は、ペイント中に Pb を 0.3~3.5 mg/cm<sup>2</sup> 含むシート状 (7.6 cm×10.2 cm) の標準物質で、可搬型の蛍光 X 線分析装置用である。IRMM からは、As, Ba, Cd, Cr, Pb, Sb, Se を含むアルキド樹脂塗料の標準物質 BCR 620, 623 が作製されている<sup>7)22)~24)</sup>。

ガラス材料の標準物質として、NIST からは蛍光 X 線分析用のガラス薄膜標準物質 SRM 1833 が頒布されている<sup>7)</sup>。SRM 89 (粉末：化学分析用)は鉛ガラスを基材としており、Pb を 17.50 mass% 含む標準物質である。SRM 610-617 は、厚さ 1 mm もしくは 3 mm のウェハー状の標準物質であり、Pb, Rb, Sr, Mn のほか、U, Th などの元素にも認証値が付いて

いる。IRMM からは、As, Ba, Cd, Co, Cl, Cr, Pb, Sb, Se を含むプレート状の標準物質 BCR 664 が頒布されている。また、認証値の付いた標準物質ではないが、P & H 社からは、蛍光 X 線用および EPMA 用のガラス標準物質が市販されている。

### 3 標準物質の使い方<sup>25)</sup>

標準物質の認証書には、その使用目的や用途などが明示されており、当然、その目的以外に標準物質を使用するのは避けるべきである。例えば、蛍光 X 線分析用の標準物質を化学分析して分析方法の評価を行うのは適当ではない。また、標準の数が少ないからといって、校正・バリデーション用の標準物質を幾つか組み合わせ、検量用の標準として使用することも本来の使用目的ではない。

例として、プラスチック標準物質の BCR 680, 681 を蛍光 X 線法で測定する際の注意点を以下に述べる。

- (1) BCR 680, 681 は本来、バリデーション用の標準物質であり、標準の数も 2 水準のみであるので、この標準物質を検量用の標準に使用することはできない (VDA 001-004 は 4 水準あるので検量用標準として使用することは可能である)。
- (2) ホットプレスなどの加熱処理は、認証値の信頼性を著しく損なう恐れがある (BCR 680, 681 は、加熱処理を前提として作製されていない)。

(3) 認証値を保証するためには、試料量が BCR 680 で 500 mg, BCR 681 で 600 mg 以上を必要とする<sup>25)</sup>。このため、標準物質 1 粒を分析するような場合、認証値の確度が十分に保証されていないことに注意しなければならない。

#### 4 プラスチック中有害金属の分析法

##### 4.1 化学分析法 (湿式分析法)

湿式分析によるプラスチック中有害金属の分析は、ICP-発光分光法<sup>26)</sup>、ICP-MS<sup>27)</sup>、AAS (原子吸光度法)<sup>28)~33)</sup>が一般的である。通常、これらの分析法で定量する場合には試料の分解・溶液化が必要となる。プラスチック試料の分解には、乾式灰化<sup>31)</sup>や湿式灰化<sup>26)27)32)33)</sup>、アルカリ融解<sup>34)</sup>、有機溶剤による分解<sup>29)30)</sup>などが報告されているが、現在では試料分解時に元素の飛散が少ないケルダール分解法<sup>35)</sup>かマイクロウェーブ分解法<sup>36)37)</sup>を用いることが多い。

##### 4.2 蛍光 X 線分析法

蛍光 X 線分析で分析を行う場合、測定試料の組成に合わせた標準試料を用いて検量線を作成し定量を行うが、蛍光 X 線分析は試料の形状や厚さの違いによっても測定結果に大きく影響を及ぼす。図 3 に示すように、X 線強度が一定となる厚さ (有効厚さ) は、プラスチックの種類や元素によっても異なるが、数 mm 以上を要する場合が多い。分析するプラスチック製品の形状は様々ではないので、試料組成、形状、厚さなどの影響を考慮に入れ、必要に応じて補正を行わなければならない。補正法には、コンプトン強度やバックグラウンド強度による散乱線内標準補正<sup>11)38)</sup>、密度補正法<sup>11)</sup>、FP 法 (ファンダメンタルパラメータ法)<sup>39)</sup>などが報告されており、これらの補正法を組み合わせて分析を行う必要がある。

#### 5 おわりに

WEEE/RoHS 指令に対応した標準物質は、ここ数年間で飛躍的に頒布・市販されてきている。標準物質は、研究・開発の基盤技術として科学技術の根幹をなす重要な物質であり、国の技術水準を推し量る材料でもある。今後、WEEE/RoHS 指令だけにとどまらず、様々な場面で分析値のトレーサビリティ確保が予想される中、標準物質が果たす役割もより重要視されるであろう。

#### 文 献

- 1) Directive 2002/96/EC (2003).
- 2) Directive 2002/95/EC (2003).
- 3) ISO Guide 30-1992.
- 4) J. Pauwels, A. Lamberty, P. De Bièvre, K.-H. Grobceker, C. Bauspies: *Fresenius' J. Anal. Chem.*, **349**, 409 (1994).
- 5) W. Van Borm, A. Lamberty, P. Quevauviller: *Fresenius' J. Anal. Chem.*, **365**, 361 (1999).
- 6) A. Lamberty, W. Van Borm, P. Quevauviller: *Fresenius' J. Anal. Chem.*, **370**, 811 (2001).
- 7) P. Quevauviller: *Trend Anal. Chem.*, **20**, 446 (2001).
- 8) 社団法人日本分析化学会: 有害金属成分化学分析用プラスチック標準物質及び有害金属成分蛍光 X 線分析用プラスチック標準物質開発成果報告書, (2004).
- 9) K. Nakano, T. Nakamura: *X-Ray Spectrom.*, **32**, 452 (2003).
- 10) 中野和彦, 本村和子, 松野京子, 中村利廣: X 線分析の進歩, **35**,

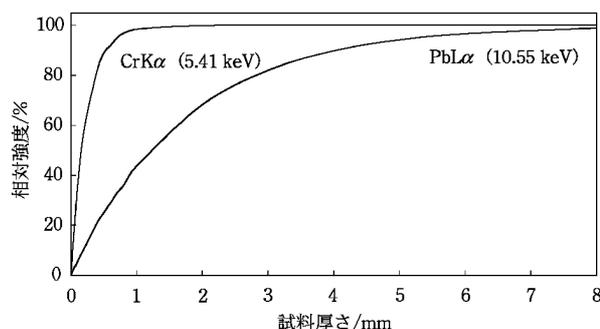


図 3 FP (ファンダメンタルパラメータ) 法理論計算によるプラスチック試料 (ポリエステル) 厚さと蛍光 X 線強度の関係。

101 (2004).

- 11) 千葉晋一, 保倉明子, 中井 泉, 水平 学, 赤井孝夫: X 線分析の進歩, **35**, 113 (2004).
- 12) 大畑昌輝, 野々瀬菜穂子, 鈴木俊宏, 日置昭治, 千葉光一: 第 66 回分析化学討論会講演要旨集, 130B (2005).
- 13) 望月保彦: Personal communication.
- 14) PANalytical homepage: <http://www.panalytical.jp/content/product/xrf/epsilon5/techTexel.htm>
- 15) JFE テクノリサーチ homepage: <http://www.jfe-tec.co.jp/product/hyo.html>
- 16) 武田直樹: Personal communication
- 17) カイマナソリューション homepage: <http://www.kaimana-sol.com/kankyo/1g.html>
- 18) 多摩分析センター homepage: <http://www.tama-analysis.com/stsample.html>
- 19) NIST Standard Reference Materials Catalog 1998-99.
- 20) IRMM CERTIFIED REFERENCE MATERIALS catalog 2004.
- 21) 西進商事 homepage: <http://www.seishin-syoji.co.jp/hyojun2/hyojuninfo.htm>
- 22) K. G. Darrall, A. Pindar, P. Quevauviller: *Fresenius' J. Anal. Chem.*, **357**, 833 (1997).
- 23) A. Lamberty, H. Schimmel, J. Pauwels: *Fresenius' J. Anal. Chem.*, **360**, 359 (1998).
- 24) P. Roper, R. Walker, Ph. Quevauviller: *Fresenius' J. Anal. Chem.*, **366**, 289 (2000).
- 25) ISO Guide 33-2000.
- 26) A. Lamberty, W. Van Borm, P. Quevauviller: EUR 19450—The certification of the mass fractions of As, Br, Cd, Cl, Cr, Hg, Pb and S
- 27) R. Meininghaus, T. Salthammer, M. Bahadir: *Fresenius' J. Anal. Chem.*, **354**, 27 (1996).



中野和彦 (Kazuhiko NAKANO)

大阪市立大学大学院工学研究科 (〒585-8585 大阪市住吉区杉本 3-3-138)。明治大学大学院理工学研究科工業化学専攻博士後期課程修了。工学博士。<現在の研究テーマ>高感度 3D-蛍光 X 線分析装置の開発。<趣味>読書, 時計収集。  
E-mail: nakano@chem.eng.osaka-cu.ac.jp



中村利廣 (Toshihiro NAKAMURA)

明治大学理工学部工業化学科 (〒214-8571 川崎市多摩区東三田 1-1-1)。明治大学大学院工学研究科工業化学専攻修士課程修了。工学博士。<現在の研究テーマ>環境試料の状態分析。<趣味>謡, 富貴蘭栽培, 鉱物収集, 散歩。  
E-mail: toshina@isc.meiji.ac.jp

- 28) P. J. Fordham, J. W. Gramshaw: *J. Anal. Atom. Spectr.*, **10**, 303 (1995).
- 29) 武者宗一郎, 宗森 信, 中西良之: 分析化学, **13**, 330 (1964).
- 30) M. A. Belarra, J. M. Anzano, J. R. Castillo: *Fresenius J. Anal. Chem.*, **334**, 118 (1989).
- 31) D. Druckman: *At. Absorption Newslett.*, **6**, 113 (1967).
- 32) J. Anwar, I. L. Marr: *Talanta*, **29**, 869 (1982).
- 33) M. A. Belarra, M. Carmen zofra, J. M. Anzano, J. R. Casillo: *J. Anal. At. Spectr.*, **3**, 591 (1988).
- 34) J. V. G. Adelantado, V. P. Martinez, F. B. Reig, M. T. D. Carbó, F. B. Mossi: *Fresenius J. Anal. Chem.*, **276**, 39 (1993).
- 35) 住吉雅紀, 田中美穂: ぶんせき, **2005**, 369.
- 36) 小島 功: ぶんせき, **1992**, 14.
- 37) 野網靖雄, 小笠原 弘: ぶんせき, **2005**, 373.
- 38) 山田康治郎, 森山孝男, 井上 央: X線分析の進歩, **35**, 51 (2004).
- 39) 中野和彦, 中村利廣: 第38回X線分析討論会講演要旨集, p. 95 (2002).

### 標準物質頒布のお知らせ

『ダイオキシン類分析用焼却炉ばいじん標準物質  
[JSAC 0511, JSAC 0512]』  
頒布価格: 各1瓶当たり本会団体会員 52,500 円, その他は 78,750 円。

『有害金属成分分析用プラスチック標準物質  
① [化学分析用 (チップ状) JSAC 0601-2, JSAC 0602-2], ② [蛍光 X 線分析用 (ディスク状) JSAC 0611~0615 (5 枚組)]』  
頒布価格: ①=各1瓶当たり, 本会団体会員 29,400 円, その他は 44,100 円。②=5 枚セット, 本会団体会員 105,000 円, その他は 157,500 円。

『微量金属成分分析用アルミニウム標準物質  
JSAC 0121-B (ブロック状), JSAC 0121-C (チップ状)』  
頒布価格: 各形状とも, 本会団体会員 12,600 円, その他は 18,900 円。

『微量酸素分析用鉄鋼標準物質 JSAC 0111』  
頒布価格: 本会団体会員 15,750 円, その他は 23,625 円。

『ダイオキシン類・PCB 同族体分析用海域底質標準物質  
低濃度 (JSAC 0451), 高濃度 (JSAC 0452)』  
頒布価格: 60 g 瓶入り各1本につき本会団体会員 105,000 円, その他は 157,500 円。

『ダイオキシン類・PCB 同族体分析用河川底質標準物質  
低濃度 (JSAC 0431), 高濃度 (JSAC 0432)』  
頒布価格: 60 g 瓶入り各1本につき本会団体会員 105,000 円, その他は 157,500 円。

『農薬成分分析用土壌標準物質 (シマジン, ディルドリン)  
S-高濃度 (JSAC 0441), S-低濃度 (JSAC 0442)』  
頒布価格: 60 g 瓶入り1本につき本会団体会員 52,500 円, その他は 78,750 円。

『ダイオキシン類分析用フライアッシュ標準物質  
高濃度 (JSAC 0501), 低濃度 (JSAC 0502)』  
頒布価格: 50 g 瓶入り1本につき本会団体会員 105,000 円, その他は 157,500 円。

『ダイオキシン類分析用土壌標準物質  
低濃度 (JSAC 0421), 高濃度 (JSAC 0422)』  
頒布価格: 60 g 瓶入り1本につき本会団体会員 105,000 円, その他は 157,500 円。

『金属成分分析用土壌標準物質  
添加 (JSAC 0401), 無添加 (JSAC 0411)』  
頒布価格: 50 g 瓶入り1本につき本会団体会員 52,500 円, その他は 78,750 円。

『無機成分分析用河川水標準物質  
無添加 (JSAC 0301-1), 添加 (JSAC 0302)』  
頒布価格: 「無添加」「添加」の1セットで本会団体会員 52,500 円, その他は 78,750 円。

\*詳細につきましては下記申込先までお問合せください。

申込方法 希望標準物質名, 氏名 (団体会員の場合は会員番号), 所属, 電話番号, 送付先, 請求書宛名を明記のうえ, 下記にお申込下さい。なお, 価格は送料込みです。

申込先 〒141-0031 東京都品川区西五反田1-26-2 五反田サンハイツ 305号 日本分析化学会標準物質係 [電話: 03-3490-3351, FAX: 03-3490-3572, E-mail: shomu@jsac.or.jp]