資 料

MOX 燃料製造設備のプラズマ切断時に発生する エアロゾルの粒径分布

北村 哲浩^{*1}, 中道 晋哉^{*1}, 嘉代 甲子男^{*1}

(2011 年 1 月 6 日受理)

(2011 年 10 月 18 日再受理)

Size Distribution of Aerosols Dispersed during Plasma Cutting of MOX Fuel Fabrication Equipment

Akihiro KITAMURA,^{*1} Shinya NAKAMICHI^{*1} and Kashio KASHIRO^{*1}

Diameter of aerosols dispersed during the plasma cutting of plutonium-contaminated metal components of MOX fuel fabrication equipment was measured. The plasma cutting is performed by workers equipped with air fed suits within the glove box dismantling facility. The aerosols are introduced into multi-stage cascade impactors, enclosed in a small glove box to prevent cross-contamination. The size distribution and the median diameter of the dispersed aerosols were obtained. The activity median aerosol diameter was found to be around 6 micrometers, with a geometric standard deviation of 2.0. Also, the trapping performance of the HEPA filter on this particulate was confirmed by conducting radiological measurements on the outer surface of HEPA filter.

KEY WORDS: aerosol, contamination, decommissioning, dismantlement, glovebox, plasma, plutonium, segmentation.

I 緒 論

MOX 燃料製造設備で用いられているグローブボックスは、その中でプルトニウムを含む核燃料物質を非密封で取り扱うため、内部は α 線を放出する放射性物質で汚れている。そのため、MOX 燃料の取扱施設においては、この放射性のエアロゾルを施設外へ放出するのを防止するため設備排気系にフィルタを設置している。フィルタの健全性については古くから各種 DOP 試験が実施されており、HEPA フィルタの透過率は発生するエアロゾルの粒径に依存し、 $0.15\ \mu\text{m}$ 付近に最大の透過率を持つこと¹⁾、及び流速が早いほど径の小さい粒子が透過しやすくなることなどが知られている²⁾。フィルタの性能が粒径に依存することから、作業環境におけるエアロゾルの

粒径について把握することは、フィルタの健全性を確認する上で重要である。また、同時に、フィルタの設置によって作業環境から発生するエアロゾルの有意量が施設外に漏洩しないことを確認することは、安全確保上不可欠である。

プルトニウムを取り扱う施設におけるエアロゾルの調査・研究としては、例えば山本ら³⁾が核燃料施設のプルトニウムエアロゾルの粒径分布を広く調べており、固体状のプルトニウムを取り扱う加工施設のような施設では放射能基準空気力学的中央径 (AMAD) は $3\ \mu\text{m}$ 前後が平均的な値であるとしている。切断工具の使用時に火花が生じるような状況では、そこで発生したエアロゾルが粉末取扱時と必ずしも同じ粒径分布を示すとは限らず、別途評価が必要となる。田崎ら⁴⁾は、再処理工程設備を何種類かの切断工具 (バンドソー、ニブラ、ディスクグラインダー、電気丸のこぎり等) で解体した時に発生したエアロゾルの粒径について評価を行い、フィルタユニットや炉心管汚染部、グローブボックス、廃液蒸発缶の切断時に発生する酸化プルトニウムのエアロゾルの AMAD は $2\sim 4\ \mu\text{m}$ であると報告している。また、標準

^{*1} (独) 日本原子力研究開発機構核燃料サイクル工学研究所プルトニウム燃料技術開発センター; 茨城県那珂郡東海村村松 4-33 (〒319-1194)

Plutonium Fuel Development Center, Nuclear Fuel Cycle Engineering Laboratories, Japan Atomic Energy Agency; 4-33 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-1194, Japan.
E-mail: kitamura.akihiro@jaea.go.jp

偏差は2前後であり、切断工程や切断方法に関わらず、ほぼ同様の傾向を示したとしている。施設や設備の解体では、厚みと表面積の大きな金属性の構成物を切断する必要があり、作業の迅速性の観点から、プラズマ切断による熱的切断方式が有効な手法の一つと考えられている。しかし、この切断方式では切断物を溶かすことで溶けた部材から蒸気が発生し、ヒューム状のエアロゾルが飛散する恐れがある。プラズマ切断で生じるエアロゾルの研究として、島田ら⁵⁾は、原子炉施設の解体に関連し、炉内構造物であるライザ中枠、気水分離器、銅板類をプラズマ切断したときに生じたエアロゾルの粒径分布を求め、AMADとして $0.1\mu\text{m}$ と $2.0\mu\text{m}$ 付近に2つのピークが存在し、溶融・蒸発を伴う熱的切断において典型的とされるバイモダル分布を示したことを確認している。プルトニウム粉末取扱時や炉構造物のプラズマ切断時におけるエアロゾルの粒径分布については解明が進んでいるものの、MOX燃料製造設備のプラズマ切断エアロゾルに関する報告例はない。

また、温度の高い環境で生じるエアロゾルのAMADとしては、上記のように小さい値を取る可能性もある一方、グローブボックス内でプルトニウム金属を燃焼させた際に $13.9\mu\text{m}$ という大きなAMADを得たという結果もある³⁾。このように発生条件によって、エアロゾルの粒径が異なることが報告されていることから、MOX燃料製造設備をプラズマ切断したときの粒径がどのような分布となるかは、実際に、そのMOX設備構造物を用いて調べる必要がある。特にHEPAフィルタの捕集効果を確認する上でもフィルタの最透過粒子径 $0.15\mu\text{m}$ に対するエアロゾルの粒径分布を把握することが重要である。

本研究では、実際のMOX燃料製造設備の構成物についてプラズマ切断を行い、その際発生するエアロゾルの粒径等を測定するとともにHEPAフィルタの捕集性について評価し、同類作業の安全性を確認することを目的とする。

II HEPAフィルタによるエアロゾル捕集性能確認試験とエアロゾル粒径分布測定試験

1. 試験試料と試験設備

本試験では、MOX燃料製造設備の構成物である焙焼還元設備の構成部材の一部（SS400鋼）をプラズマ切断試験用サンプルとして使用した。本サンプルについては、スミヤ法による α 線表面汚染の測定で 2×10^6 dpm以上の値を示し、核燃料物質による汚染付着物であることを確認した。

実際のMOX燃料設備の解体作業は、解体現場外への汚染を防止するための汚染コントロールを十分に施した状態で行われている。本試験でも、解体作業同様、MOXで汚染した物体をプラズマ切断することから、負圧管理でき、かつ不燃性材料で構成された「グローブボックス解体設備」内で作業を行うこととした。グローブボックス解体設備はFig. 1に示すように、給気系統としてプレフィルタとHEPAフィルタを1つずつ直列に配置したものを2系統有している。排気系統としてはHEPAフィルタとバイパスフィルタを並列に配置したものを2系統有し、さらに解体設備内の排気系統としてプレフィルタとHEPAフィルタを1つずつ直列に配置している。最終的に排気ガスは、2段のHEPAフィルタを有する施設排気フィルタでろ過され、排気筒より建屋外部へ放出される。

本試験では、解体設備の中に試験装置を搬入し、その中で試験を実施した。

試験装置をFig. 2に示す。試験装置はグローブボックス構造をしており、3つのインパクターA、B、Cとそれに付属する3つの真空計、3つのHEPAフィルタA、B、C及びエアロゾルを装置内へ導くためのプロアにより構成されている。インパクターについては、 $0.06\mu\text{m}$ から $12.1\mu\text{m}$ まで12段に分級可能な東京ダイレック（株）製アンダーセン型ロープレッシャーインパクターLP-20Zを使用した。インパクターのメカニズムをFig. 3に、用いたインパクターの仕様をTable 1に示す。また、HEPAフィルタについては、日本ケンブリッジフィルタ株式会社HEPAフィルタ1GC-50を使用した。仕様をTable 2に示す。

グローブボックス構造の中にインパクター、HEPA

Fig. 1 Schematic view of glovebox dismantling facility and photo of air fed suit worker cutting contaminated metal equipment with plasma cutting device.

Fig. 2 Photo of test equipment and schematic view of HEPA filter trapping performance test.

フィルタを配置しているため、これらは汚染雰囲気への解体設備内にあっても、非汚染エリアの中におかれた状態となる。これは後述する「HEPA フィルタによるエアロゾル捕集性能確認試験」を実施するにあたり、試験開始前に HEPA フィルタが雰囲気により汚染されていない状況を作り出す必要があったためである。切断はフード内で行い、発生エアロゾルはフードから配管を経由して試験装置へ導かれる。また、実際の設備には火災対策上の観点から **Fig. 1** に示した解体エリア内のプレフィルタの前に金属のケーシングを設置し、エアロゾルが直接フィルタに衝突しない構造としている。そこで、本試験においてもフードと HEPA フィルタ A の間に火花除去用の邪魔板の入った配管を取り付けた。

試験の実施にあたっては、**Fig. 1** のようなエアラインスーツ（呼吸式防護具）および防火服を着用した装備で

Table 1 Specification of Andersen Low Pressure Impactor.

Item	Specification
Classification range	0.06 ~ 12.1 μm
Number of stages	12
Air flow rate	20 L/min $\pm$ 10%
Air flow pressure	-550 mmHg
Paper filter size	ϕ 80 mm

Table 2 Specification of HEPA filter.

Item	Specification
Efficiency	over 99.97% in 0.15 μm DOP
Rated flow rate	1.5 m ³ /min
Pressure loss	under 250 Pa (fresh)
Size (W $\times$ H $\times$ D)	203 $\times$ 203 $\times$ 150 mm

Fig. 3 Mechanism of the impactor.

行った。作業者はさらに、汚染コントロールの観点から RI ゴム手袋を 5 重に装着した。また上記のような作業装備に伴う身体的な負荷及びグローブボックス解体設備内での作業による空間線量率の高さから試験時間は制約されたものとなった。

2. HEPA フィルタによるエアロゾル捕集性能確認試験

本試験で用いた装置の模式図を **Fig. 2** に示す。ブローアおよびインパクトアに取り付けた真空ポンプを作動させ、切断物をプラズマ切断した際に発生するエアロゾルを装置内に採取した。切断時間は、切断を開始してから HEPA フィルタ A の圧力損失が 2 倍になるまで吸引することとし、吸引には約 14 分を要した。採取したエアロゾルは、直列 3 段の HEPA フィルタを通過する一方で、HEPA フィルタ A および B を通過した排気の一部を、それぞれインパクトア A および B に吸引した。その後、HEPA フィルタ A, B の下流側面およびインパクトア A, B の一段目ろ紙の放射能測定を行うことにより、HEPA フィルタによるエアロゾルの捕集性能の確認を行った。

原子力機構プルトニウム燃料技術開発センターにおける MOX 燃料製造グローブボックスは負圧を担保するためにボックス内をブローアにより排気し、その空気は 2 段の HEPA フィルタでろ過した後外部へ放出される。なお一般に、HEPA フィルタを通過する風速が大きくなるほど HEPA フィルタの捕集効率が下がることが知られており、当センターの MOX 燃料製造用グローブボックスの換気風量は、HEPA フィルタ定格風量の 0.2 ~ 0.5 の割合で管理されている。そこで本試験では、現状のグローブボックスの換気状況の中で捕集効率の最も小さくすると

考えられる条件である定格風量の0.5の流量を試験流量の条件として設定した（ブロー流量：0.75 m³/min, フィルタでの面速度は45.9 cm/s）。試験条件を **Table 3** にまとめた。

本試験を1回行うと装置内（HEPA フィルタ手前まで）は汚染してしまい、2回以上の試験を行うためには配管等の除染作業を要することとなる。先に述べたように、本試験は空間線量の高い作業環境であり除染作業を行うには作業性の悪さから多くの時間を要することとなるため、被ばく管理上の観点を考慮して、試験は1回のみとした。

3. エアロゾル粒径分布測定試験

本試験では2項の「HEPA フィルタによるエアロゾル捕集性能確認試験」で用いた装置について、エアロゾルが直接インパクターに導かれるよう **Fig. 4** のように入り口付近の配管をつなげ変えて、測定を行った。

プラズマ切断時に発生するエアロゾルの粒径分布測定は、インパクターC用真空ポンプを起動し、プラズマ切断で発生したエアロゾルをインパクターCへ導いた。真空ポンプを5分間起動させ、この間にプラズマ切断を3分間実施した。また、プラズマ切断時のエアロゾルの吸引手法は、試験環境のバックグラウンドのエアロゾルも採取することとなるため、バックグラウンドのみについての粒径分布も測定する必要がある。そこで、プラズマ切断実施後にシステムを組み替えて、プラズマ切断エアロゾル用に用いたインパクターとは異なるインパクターBに解体設備内の雰囲気を直接吸引した。吸引は5分間実施した。

インパクターに取り付けたろ紙の回収の際には、各々のろ紙の接触によるクロスコンタミネーションに注意した。回収したろ紙はZnS(Ag) α 線用サーベイメータで計測できるように、一枚ずつラミネート加工を行った。またラミネートを数枚重ねてサーベイメータで計測ができるよう（ 2×10^6 dpm 検出上限）、カウント数を減衰させ

た。²⁴¹Am 標準線源を用いてラミネートの減衰率を実測し、そこから得られた減衰率を本試験のデータに適用した。**Fig. 5** に本試験の測定に使用したラミネートの重ね合わせによる減衰率の関係を示す。さらに、回収したろ紙については、ゲルマニウム半導体検出器による γ 線エネルギーの測定を行った。

なお、粒径分布の測定結果についてはJIS K 0302（排ガス中のダスト粒径分布の測定方法）に基づき評価を行った。

III 結 果

1. HEPA フィルタによるエアロゾル捕集性能確認試験

HEPA フィルタA, Bの下流側面およびインパクターA, Bの一段目ろ紙の線量を α 線用サーベイメータにより測定した。サーベイメータによる測定からは汚染の検出は確認されなかった。

これら2つのろ紙について、インパクターろ紙へのエアロゾルの付着のないことをより詳細に調査するために、ゲルマニウム半導体検出器により60分間のろ紙測定を行った。これは、MOXが付着しているとすれば、その中の²⁴¹Puの β 崩壊により比較的放射能が高い²⁴¹Amも生成するので、このAmの γ 線測定により、汚染の判別を行うためである。インパクターAの1段目ろ紙についての測定結果を **Fig. 6** に示す。一方で、HEPA フィルタを介さずに試験環境のバックグラウンドのエアロゾルを採取したインパクターろ紙を測定した際には、**Fig. 7** のように²⁴¹Amのピークが現れることを確認している。これらの結果から、プラズマ切断時に発生する放射性エアロゾルはHEPA フィルタにより捕集されたものと考えられる。

2. エアロゾル粒径分布測定試験

本試験を行った解体設備内のバックグラウンド及びプラズマ切断時に発生するエアロゾルの α 線用サーベイ

Table 3 Experimental conditions.

Condition	Verification of HEPA filter capability	Measurement of diameter of aerosols generated during plasma cutting	Measurement of diameter of background aerosols
Time of plasma arc cutting	Until the pressure loss of HEPA filter A becomes twice as large as that of fresh filter	Three minutes	—
Air flow rate	0.75 m ³ /min	20 L/min	20 L/min
Measurement point	First stage paper filter in impactor A, B & backsides of HEPA filter A, B	All paper filters in impactor A, B	All paper filters in impactor A, B

Fig. 4 Schematic view of aerosol size distribution measurement.

Fig. 5 Dependency of count decrement on the number of laminate film.

メータによる線量測定結果を Tables 4, 5 に示す。また、得られたエアロゾルの放射能基準の粒径分布を Fig. 8 に示す。(a) はプラズマ切断時に採取したエアロゾルの粒径を、(b) はプラズマ切断を行わず、解体設備内のダストを採取したバックグラウンドを、(c) はプラズマ切断時に採取した結果から、バックグラウンド分を差し引いた粒径分布を示す。バックグラウンドエアロゾルの最大捕集粒子径は $3.9 \sim 5.7 \mu\text{m}$ にあり、一方で、プラズマ切断時に発生したエアロゾルの最大捕集粒子径は $5.7 \sim 8.5 \mu\text{m}$ となっており、異なる値を示した。またこのとき、バックグラウンド測定用に用いたろ紙の最大カウント数は約 0.6×10^6 dpm を示し、解体設備内の空間ダスト濃度が高いことが判る。しかしプラズマ切断時に発生するエアロゾルの放射能濃度はバックグラウンドよりも 1 桁大きな値であるため、Fig. 8 (c) のようにバックグラウン

Fig. 6 Gamma-ray spectrum of aerosol sample passed HEPA filter.

Fig. 7 Gamma-ray spectrum of aerosol sample collected from the workspace in the glovebox dismantling facility.

ドの影響を取り除いた結果は、バックグラウンドの影響を取り除いていない Fig. 8 (a) の分布と類似するものとなった。

Fig. 9 は Fig. 8 (c) についての積算分布を示したものである。このグラフより本試験でのプラズマ切断時に発生したエアロゾルの 50% 径 (空気力学的中央径) は約 $6 \mu\text{m}$ であった。また、標準偏差は 2.0 であった。同図にはプラズマ切断をしていないバックグラウンドの積算分布も示している。バックグラウンドについては AMAD の値は約 $4 \mu\text{m}$ と求められた。また、標準偏差は 1.6 であった。

IV 考 察

1. HEPA フィルタ捕集性能確認試験

HEPA フィルタの最透過粒子径は、Fig. 10 に示すよう

Fig. 8 Diameter distribution of collected aerosols.

に吸引速度に依存し、山田ら²⁾は流速と最透過粒子径には

$$\text{Log}(MPPS) = -0.2 \text{Log}(V) - 0.82 \quad (1)$$

の関係式が最もよく実験結果を反映することを報告している。ここで、MPPSは最透過粒子径 (μm)、 V は面速度 (cm/s)を表す。MPPSは面速度に依存するが、その値は $0.15 \mu\text{m}$ 付近にあることが指摘されている¹⁾。本試験条件における HEPA フィルタにおける面速度 45.9 cm/s から最透過粒子径を導出すると、本試験における最透過粒子径は (1) 式より $0.07 \mu\text{m}$ となる。

先に示したように HEPA フィルタ下流側のろ紙の放射線測定結果は検出下限値以下であった。これは本試験におけるエアロゾルの平均粒径は Fig. 9 より約 $6 \mu\text{m}$ であり、試験条件から予想される最透過粒子径 $0.07 \mu\text{m}$ とは大きく異なっていたこと、さらに、HEPA フィルタの

Fig. 9 Integrated distribution of aerosol diameter.

Fig. 10 Relation between most penetrating particle size and face velocity.

透過率と粒径の関係式として最透過粒子径の透過率を頂点にした上に凸の放物線で近似できることが知られていることから²⁾、本試験の平均粒径では最透過時に比べて2桁程度 HEPA フィルタの捕集効率がよくなったためと考えられる。採取したエアロゾルの密度による補正を考慮する必要性も考えられるが、例えば、重量基準中央値について PuO_2 の密度 11.5 g/cm^3 を用いて補正を行っても粒径は $1 \sim 2 \mu\text{m}$ であり、保守的に見積もっても最透過粒子径とされる $0.15 \mu\text{m}$ よりも十分大きな値である。よってエアロゾルは HEPA フィルタにより十分に捕集されたものと考えられる。

2. エアロゾル粒径分布測定試験

本試験では、各段のろ紙の放射能強度を測定し、エアロゾルの放射能強度評価での粒径分布を求めた。その結果、 $6 \sim 8 \mu\text{m}$ 付近に1つピークを有した。今回の試験で得たプラズマ切断時の AMAD の $6 \mu\text{m}$ という値は、緒論で述べたように、これまでに知られている核燃料加工施設のエアロゾルの平均的な値 ($2.3 \sim 4.1 \mu\text{m}$) に比べ

Table 4 Radioactivity data of aerosols collected with Andersen Low Pressure Impactor during background measurement.

Stage No.	Disintegration per minute	Number of laminate film	Fraction (%)	Particle capture range in each stage (μm)
0	38,500	1	2.2	>12.1
1	80,300	1	4.6	8.5 ~ 12.1
2	308,000	1	17.6	5.7 ~ 8.5
3	627,000	1	35.8	3.9 ~ 5.7
4	473,000	1	27.0	2.5 ~ 3.9
5	166,100	1	9.5	1.25 ~ 2.5
6	36,300	1	2.1	0.76 ~ 1.25
7	8,910	1	0.5	0.52 ~ 0.76
L-1	8,250	1	0.5	0.33 ~ 0.52
L-2	2,640	1	0.2	0.22 ~ 0.33
L-3	715	1	0	0.13 ~ 0.22
L-4	110	1	0	0.06 ~ 0.13

Table 5 Radioactivity data of aerosols collected with Andersen Low Pressure Impactor during plasma cutting.

Stage No.	Disintegration per minute	Number of laminate film	Fraction (%)	Particle capture range in each stage (μm)
0	1,078,000	1	7.1	>12.1
1	2,747,500	3	18.1	8.5 ~ 12.1
2	4,140,000	4	27.3	5.7 ~ 8.5
3	3,601,800	4	23.7	3.9 ~ 5.7
4	1,863,000	4	12.3	2.5 ~ 3.9
5	737,900	3	4.9	1.25 ~ 2.5
6	308,000	1	2.0	0.76 ~ 1.25
7	264,000	1	1.7	0.52 ~ 0.76
L-1	159,500	1	1.1	0.33 ~ 0.52
L-2	143,000	1	0.9	0.22 ~ 0.33
L-3	74,800	1	0.5	0.13 ~ 0.22
L-4	70,400	1	0.5	0.06 ~ 0.13

若干大きな数値を示していた。一方でバックグラウンドのエアロゾルの AMAD は過去に知られている値と同程度であった。しかし、**Fig. 8** より、プラズマ切断時のエアロゾルの方がバックグラウンドのエアロゾルよりも広範囲の粒径を取ることが判る。すなわち、プラズマ切断時のエアロゾルは平均的な粒径としては大きな値を取るものの、小さい粒径のものも比較的多く発生していることが判る。

さて、島田⁵⁾は原子炉内構造物のプラズマ切断の際に発生するエアロゾルには、2つのピークをもった粒径分布（放射能強度評価）になると報告しており（ $0.1\mu\text{m}$ と $2\mu\text{m}$ 付近に2つのピークが存在）、小野寺ら⁶⁾も JPDR の解体の際、放射性物質に汚染された配管をプラズマ切断した時に、2つのピークを得たとしている（ $0.2\sim 0.5\mu\text{m}$ と $5\sim 6\mu\text{m}$ に2つのピークがあり、

AMAD = $2\mu\text{m}$ ）。池沢⁷⁾はバイモーダルな粒径分布の発生は、金属の蒸発、凝縮による粒子の生成過程に起因するものとしている。今回の試験では明確には1つのピークしか観察されなかったが、2つできるはずのピークのうちの1つのみを計測した可能性もある。本件についてはさらに広範囲の粒径を測定できる測定器を用いることも必要と思われる。また今回の試験では特定できなかったが、試験装置の配管の形状や邪魔板の影響について、明らかにできれば、微粒径のエアロゾルを効果的に取り除く方法を確立できる可能性があり、今後この方面での試験の実現が望まれる。

V 結 論

MOX 燃料製造施設のグローブボックスの解体に関連して、プラズマ切断時に発生するエアロゾルの HEPA

フィルタによる捕集確認試験および粒径分布測定試験を行い、以下の結果を得た。

- ・プラズマ切断時に発生するエアロゾルは HEPA フィルタにより十分に捕集でき、HEPA フィルタでろ過することで施設における安全性は十分に担保できることが確認できた。
- ・プラズマ切断時に発生するエアロゾルの AMAD は約 $6\mu\text{m}$ となった。また、プラズマ切断する環境下でのバックグラウンドのエアロゾルの AMAD は約 $4\mu\text{m}$ であった。一方でバックグラウンドのエアロゾルに比べ粒径分布は広範囲にひろがっていた。このことはプラズマ切断によりバックグラウンドよりも、相対的に小さい粒径のエアロゾルが多く発生したことを示すものである。

本研究は文部科学省の安全研究、「グローブボックス等解体技術の開発（核燃料施設の安全性に関する研究）」の成果の一部である。

参 考 文 献

- 1) Y. YAMADA, K. MIYAMOTO and A. KOIZUMI; Collection efficiency and decontamination factor of HEPA filter, *Jpn. J. Health Phys.*, **21**, 237–244 (1986).
- 2) Y. YAMADA, A. KOIZUMI, K. MIYAMOTO and J. INABA; Studies on collection performance of HEPA filter against Pu aerosols, *Jpn. J. Health Phys.*, **29**, 283–289 (1994).
- 3) H. YAMAMOTO, Y. ASANO and H. MATSUI; Particle size distributions of plutonium aerosols produced in and released from nuclear fuel facilities (literature survey), *Jpn. J. Health Phys.*, **19**, 25–32 (1984).
- 4) T. TASAKI and J. ISHIDA; Particle size distributions of radioactive aerosols generated in the decommission process of equipments in a nuclear fuel reprocessing plant, *Jpn. J. Health Phys.*, **32**, 387–391 (1997).
- 5) T. SHIMADA, M. TACHIBANA and S. YANAGIHARA; Study of aerosol diffusion behaviors in dismantling nuclear facilities, *JAERI-Tech* 2001–060 (2001).
- 6) J. ONODERA, H. YABUTA, T. NISHIZONO, C. NAKAMURA

and Y. IKEZAWA; Characterization of aerosols from dismantling work of experimental nuclear power reactor decommissioning, *J. Aerosol Sci.*, **22**, Suppl. 1. S747–S750 (1991).

- 7) Y. IKEZAWA; Characteristics of aerosol under reactor decommissioning, *J. Jpn. Air Cleaning Assoc.*, **33**, 178–185 (1995).

北村 哲浩（きたむら あきひろ）

（独）日本原子力研究開発機構プルトリウム燃料技術開発センター廃止措置技術開発課課長代理。MOX 燃料製造施設の廃止措置に関連し、残存核燃料物質の処理及び不稼働グローブボックス設備機器

の解体撤去に係わる計画策定、工程管理等の業務に従事。博士（工学）慶応義塾大学。

E-mail: kitamura.akihiro@jaea.go.jp

中道 晋哉（なかもち しんや）

2005 年東北大学大学院修士課程修了後、旧核燃料サイクル開発機構（現（独）日本原子力研究開発機構）へ入社。プルトリウム燃料技術開発センター廃止措置技術開発課にてグローブボックスの解体に

係わる技術開発、同センター燃料技術開発課にて MOX 燃料に関する物性研究に従事。

E-mail: nakamichi.shinya@jaea.go.jp

嘉代 甲子男（かしろ かしお）

茨城県生まれ。1973 年に旧動力炉・核燃料開発事業団入社。組織改組を経て、現在（独）日本原子力研究開発機構プルトリウム燃料技術開発センター環境技術課主査。主な業務は、核燃料使用施設で

発生するプルトリウム系廃棄物の処理技術開発。

E-mail: kashiro.kashio@jaea.go.jp