JAEA-Technology 2022-005 DOI:10.11484/jaea-technology-2022-005



# 東海再処理施設小型試験設備の試験セル内廃棄物の 搬出作業の完遂

Completion of Waste Removal Work from the Hot Cell of Operation Testing Laboratory in Tokai Reprocessing Plant

> 後藤 雄一 鈴木 快昌 堀籠 和志 宮本 敏彦 薄井 真人 森 英人 久野 剛彦

Yuichi GOTO, Yoshimasa SUZUKI, Kazushi HORIGOME, Toshihiko MIYAMOTO Masato USUI, Eito MORI and Takehiko KUNO

> 核燃料・バックエンド研究開発部門 核燃料サイクル工学研究所 再処理廃止措置技術開発センター 施設管理部

Facility Management Department TRP Decommissioning Center Nuclear Fuel Cycle Engineering Laboratories Sector of Nuclear Fuel, Decommissioning and Waste Management Technology Development

July 2022

Japan Atomic Energy Agency

日本原子力研究開発機構

本レポートは国立研究開発法人日本原子力研究開発機構が不定期に発行する成果報告書です。 本レポートの転載等の著作権利用は許可が必要です。本レポートの入手並びに成果の利用(データを含む)は、 下記までお問い合わせ下さい。 なお、本レポートの全文は日本原子力研究開発機構ウェブサイト(<u>https://www.jaea.go.jp</u>)

より発信されています。

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 JAEA イノベーションハブ 研究成果利活用課 〒 319-1195 茨城県那珂郡東海村大字白方 2 番地 4 電話 029-282-6387, Fax 029-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

This report is issued irregularly by Japan Atomic Energy Agency. Reuse and reproduction of this report (including data) is required permission. Availability and use of the results of this report, please contact Institutional Repository and Utilization Section, JAEA Innovation Hub, Japan Atomic Energy Agency. 2-4 Shirakata, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-1195 Japan

Tel +81-29-282-6387, Fax +81-29-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

© Japan Atomic Energy Agency, 2022

東海再処理施設小型試験設備の試験セル内廃棄物の搬出作業の完遂

日本原子力研究開発機構

核燃料・バックエンド研究開発部門 核燃料サイクル工学研究所 再処理廃止措置技術開発センター 施設管理部

後藤 雄一、鈴木 快昌+、堀籠 和志、宮本 敏彦\*、薄井 真人\*、森 英人\*、 久野 剛彦

#### (2022年3月1日受理)

東海再処理施設の分析所小型試験設備の試験セルでは、昭和 49 年から平成 26 年にかけ て、再処理技術の高度化等に係る試験を実施したことにより、試験セル内に放射性廃棄物 が発生し堆積されていた。このため、交替勤務体制により廃棄物の搬出作業を強化し、試 験セル内の廃棄物減少に努めたものの、その後に実施した試験セル内機器の解体工事によ り再び廃棄物が発生した。

平成 18 年からは、試験セル内の廃棄物搬出方法の改善として、廃棄物缶に未収納の廃 棄物を低放射性固体廃棄物として、試験セル側面のグローブボックスからバッグアウトす る方法を確立した。これにより、従来のカスク No. 10 による年間の廃棄物搬出実績から試 算される約 14 年の搬出期間を約 5 年に短縮することができた。さらに、平成 28 年からは、 カスク No. 10 による試験セル内の廃棄物搬出作業を促進させるため、作業員の意識向上に 向けた取り組みとして、関連部署(放射線管理部門、運搬部門、廃棄物取出し部門)を巻 き込んだソフト、ハードの様々な改善、改良を実施した。

廃棄物搬出作業の促進にあたっては、作業員のスキル向上、増強及びカスク No. 10 にお ける設備、機器の点検整備等(予防保全)を実施した。その他、放射線管理部門とは、過 去に発生したトラブルの再発防止策等について、検討を積み重ね手順化した。また、運搬 部門とは、搬出サイクルを堅持するため、他課の運搬スケジュールを考慮した調整及び運 搬に係る安全操作指導を受けた。さらに、主工場における廃棄物取出し部門とは、廃棄物 取出し作業が滞らないための日程及び作業場所の確保に係る調整を実施した。これらの 様々な改善の取り組み、改良を実施したことで、当初計画した廃棄物搬出期間約5年を約 3年に短縮することができ、試験セル内廃棄物の搬出作業を令和2年3月に完遂した。

核燃料サイクル工学研究所:〒319-1194 茨城県那珂郡東海村大字村松 4-33

+ 再処理廃止措置技術開発センター 技術部

\* 株式会社 E&E テクノサービス

JAEA-Technology 2022-005

# Completion of Waste Removal Work from the Hot Cell of Operation Testing Laboratory in Tokai Reprocessing Plant

Yuichi GOTO, Yoshimasa SUZUKI<sup>+</sup>, Kazushi HORIGOME, Toshihiko MIYAMOTO<sup>\*</sup>, Masato USUI<sup>\*</sup>, Eito MORI<sup>\*</sup> and Takehiko KUNO

Facility Management Department,

TRP Decommissioning Center, Nuclear Fuel Cycle Engineering Laboratories, Sector of Nuclear Fuel, Decommissioning and Waste Management Technology Development Japan Atomic Energy Agency Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received March 1, 2022)

Radioactive wastes were generated and stored in the hot cell of Operation Testing Laboratory of Tokai Reprocessing Plant due to the experiments related to the reprocessing technology development from 1974 to 2014. Waste removal work was strengthened by the shift work in the past, however another wastes were generated by the equipment dismantling.

From 2006, an improved waste removal method was established by using bag-out technique and wastes were taken from the glove-box connected to the hot cell. The removal period, estimated from the conventional method using Cask No. 10, was reduced from 14 to 5 years. From 2016, upgrade of worker's awareness including related departments was performed by various software and hardware improvements.

Also, the worker's skills were improved and equipment in Cask No.10 was checked for preventive maintenance. The prevention measures for past troubles were discussed with Radiation Control Department. In addition, transportation schedule including safety operation with Transportation Department and Waste Receiving Department was optimized to maintain the waste removal cycle. The removal period was reduced from 5 to 3 years by the above efforts. Finally, the work was completed in March 2020.

Keywords : Waste Removal Work, Reprocessing Plant, Hot Sell

<sup>+</sup> Technology Development Department, TRP Decommissioning Center

<sup>\*</sup> E&E Techno Service Co., Ltd.

# 目次

1.	は	じめに1			
2.	小型試験設備の概要2				
3.	試	験セルの概要			
4.	試	験セル内廃棄物の搬出・運搬4			
5.	試	験セル内廃棄物の搬出作業の促進6			
ł	5.1	試験セル内における廃棄物の保管状況6			
ł	5.2	低線量放射性廃棄物のバッグアウトによる搬出			
ł	5.3	作業体制の強化・意識向上7			
ł	5.4	設備機器の改善			
6.	作	業実績12			
7.	ま	とめ13			
謝	謝辞13				
参	参考文献				

# Contents

1.	In	troduction1			
2.	Overview of Operation Testing Laboratory				
3.	Hot cell overview				
4.	. Carrying out and transporting waste in the hot cell				
5.	A	cceleration of waste removal work in hot cell			
ł	5.1	Storage status of waste in the hot cell			
ł	5.2	Carrying out low radioactive solid waste by bag-out			
ł	5.3	Strengthening work system and raising worker's awareness7			
ł	5.4	Improvement of equipment			
6.	W	ork log			
7.	Co	onclusion13			
Ac	Acknowledgments				
References					

# 図リスト

Fig. 1	東海再処理施設内 カスク No. 10 運搬経路	.16
Fig. 2	分析所1階平面図と小型試験設備(OTL)の配置図	.17
Fig. 3	小型試験設備(OTL)試験セルの鳥瞰図	.18
Fig. 4	廃棄物缶の概略と主な仕様	.20
Fig. 5	水密性容器の概略と主な仕様	.21
Fig. 6	カスク No. 10 試料搬入装置とチルター機構との関係	.23
Fig. 7	カスク No. 10 への水密性容器の収納	.24
Fig. 8	試験セル内高放射性廃棄物の搬出サイクルの流れ	.28
Fig. 9	試験セル内廃棄物の保管状況	.29
Fig. 10	バッグアウト時の線量率測定方法	. 30
Fig. 11	セル換気と水密性容器の搬出入の関係	. 32
Fig. 12	カスク No. 10 後部に設置したグローブポート付作業用ボックス	. 32
Fig. 13	大型ビニルバッグとカスク No. 10 の寸法	.33
Fig. 14	カスク No. 10 シャッターとセルポートとの関係	.34
Fig. 15	ビニルバッグの状態とカスク No. 10 シャッター操作	.34
Fig. 16	カスク No. 10 シャッターの構造及び設置状況	.35
Fig. 17	カスク No. 10 内部点検用ビニルバッグ	. 36
Fig. 18	カスク No. 10 シャッター点検整備の概要	.37
Fig. 19	カスク No. 10 内部点検の概要	.38
Fig. 20	カスク No. 10 内シャッターの点検整備の概要	. 39

# 表リスト

Table 1	小型試験設備(OTL)試験等の実績	15
Table 2	試験セルからのバッグアウト実績	
Table 3	試験セル内廃棄物の搬出作業に係る2次廃棄物発生量	

# 写真リスト

Photo 1	試験器具の解体	19
Photo 2	抽出器の解体	19
Photo 3	試験器具の解体後	19
Photo 4	抽出器の解体後	19
Photo 5	チルターと水密性容器	22
Photo 6	セルポートへの接続	22
Photo 7	新ビニルバッグ取付け(カスク No. 10 側)	25
Photo 8	新ビニルバッグ取付け(セル側)	25
Photo 9	新ビニルバッグ取付け後	25
Photo 10	旧ビニルバッグ取外し	25
Photo 11	新ビニルバッグ手繰り寄せ	25
Photo 12	カスク No. 10-セルポート接続後	25
Photo 13	継足棒の搬入(ビニルバッグ交換)	26
Photo 14	カスク No. 10 内台車との接続	26

Photo 15	カスク No. 10 内台車と継足棒の接続	26
Photo 16	セル内への水密性容器の押込み	26
Photo 17	水密性容器への廃棄物缶収納	26
Photo 18	カスク No. 10 内への水密性容器の収納	26
Photo 19	カスク No. 10 とセルポートの分離	27
Photo 20	ビニルバッグのシール溶着	27
Photo 21	ビニルバッグの切り離し	27
Photo 22	作業後のセルポートとカスク No. 10	27
Photo 23	継足棒の接続	33
Photo 24	継足棒の取外し	33
Photo 25	カスク No. 10 内部	40
Photo 26	台車搬出入口	40
Photo 27	シャッター左側面の台車擦れ痕	40
Photo 28	シャッター右側面の台車擦れ痕	40
Photo 29	シャッター上部カムフォロア	40
Photo 30	シャッター上部ローラウェイ	40
Photo 31	シャッター下部ローラウェイ	40
Photo 32	汚損したローラウェイ	40
Photo 33	浸水防止扉設置後の安全操作指導	41
Photo 34	作業計画・手順書の打合せ	41
Photo 35	分離精製工場での廃棄物の取出し	41
Photo 36	廃棄物搬出前の試験セル	41
Photo 37	廃棄物搬出後の試験セル	41

This is a blank page.

### 1. はじめに

東海再処理施設分析所小型試験設備(Operation Testing Laboratory: OTL)は、東海再処理工場の安全・安定運転の支援及びピューレックス再処理技術の高度化を目的とした試験設備(昭和 47 年竣工)である <sup>1)</sup>。OTL には、電動マニプレータを備えたコンクリート製の試験セル、複数のグローブボックス、ヒュームフードが設置されており、これまで 30 年以上にわたり、使用済燃料の溶解 <sup>2),3)</sup>、六ヶ所再処理工場の設計支援のための溶媒抽出等の試験 <sup>4,5)</sup>、安全対策のための放射性廃液から発生する水素濃度の評価<sup>6,7)</sup>、JCO 臨界事故の高濃縮ウラン溶液の受入・分析<sup>8)</sup>、東京電力ホールディングス株式会社福島第一原子力発電所の事故発生直後のタービン建屋内汚染水の受入・分析<sup>9)</sup>等を実施してきた。Table 1 にその試験内容及び実績を示す。

これらの試験に伴い、試験セル内で使用した試験機材や試料(使用済燃料片であるハル等)については、高放射性固体廃棄物として処理するため、廃棄物缶(材質:ステンレス鋼(SUS 304)、容量:約14 L)に収納した後、試験セルから自走台車付きの専用輸送容器であるカスク No. 10 に取出し、トレーラー牽引により東海再処理施設の分析所(CB)から分離精製工場(MP)に運搬後、濃縮ウラン溶解槽装荷セル(R131)内に搬入する(Fig. 1)。その後、濃縮ウラン溶解槽装荷セル(R131)内に搬入する(Fig. 1)。その後、濃縮ウラン溶解槽装荷セル(R131)

OTL では、平成 10 年以前は、試験業務を優先していたため、試験セル内の廃棄物搬出が滞り、 廃棄物缶が長期にわたり試験セル内で保管、堆積していた。その後、監督官庁からの指摘を受け、 交替勤務体制による廃棄物搬出作業を実施し、一時的に廃棄物は減少したものの、平成 18 年か ら平成 22 年にかけて実施した試験機器等の解体工事により、廃棄物の搬出作業が停滞したため、 再度、試験セル内の廃棄物量が増加した。また、工事終了後には、小型試験設備に係る予算・人 員の削減、作業経験者の異動による人員の削減に伴い、交替勤務による搬出作業体制の構築も困 難となり、廃棄物の搬出は益々滞ることとなった。さらに、平成 23 年 3 月の東日本大震災によ り発生した試験セルの背面遮蔽扉の不具合(ズレ)、運搬に使用する構内道路の陥没箇所の復旧、 分析所(CB)や分離精製工場(MP)への浸水防止扉の設置工事、高経年化に伴う設備機器類の不具 合発生による搬出作業の停止のため、平成 27 年までの約 4 年間、廃棄物缶の搬出作業が停止し た。このため、従来のペースで試験セル内の廃棄物搬出作業を実施した場合、全ての廃棄物の搬 出が完了するまでには少なくとも 20 年近くは掛かることが予想された。

著者らは、このような状況を解消するため、試験セル内に保管している廃棄物の搬出につい て、作業体制を再構築するとともに、過去のトラブル事象の手順書への反映及び予防保全を目的 とした設備機器類の改善による不具合発生の防止、運搬に携わる関連部署との綿密な連携を図り、 作業の効率化を向上させた。これにより、試験セルからの廃棄物搬出作業を当初の見込みより 11年前倒しの令和2年3月に完遂したので、その取組み内容を報告する。

#### 2. 小型試験設備の概要

小型試験設備は、東海再処理施設の建設時に付属施設として、分析所内に設置された施設である。Fig.2 に分析所 小型試験設備の配置を示す。

小型試験設備では、レッド区域である試験セル(R145A、R145B)、アンバー区域である試験セル(R145A、R145B)、アンバー区域である試験セル保守区域(A146)及びクレーンエリア(A240)、グリーン区域である試験セル操作区域(G144)、プルトニウム精製室(G142)及び事務室(G143)から構成される。

グローブボックスは、グリーン区域である G144 に 2 基、G142 に 6 基ずつ設置されている。 全てのグローブボックスは、ステンレス鋼(SUS 304L)で製作されており、パネルにはアクリル 又はポリカーボネートが使用されている。また、ヒュームフードは、グリーン区域である G144 に 2 基、G142 に 2 基ずつ設置されている。

グローブボックス及びヒュームフードの中で、小型試験設備において最も特徴的なものとし ては、G144の試験セル R145B とセル/グローブボックス間ポートで接続されている U 型グロー ブボックスが挙げられる。U 型グローブボックスは、試験セルへの物品の搬入、セル内備品の 修理等の保守用グローブボックスとして使用されている。なお、セル/グローブボックス間ポー トには、試験セル内からの放射線の遮蔽のため、厚み 110 mm の鉛扉が設置されており、さら に U 型グローブボックスのパネル表面にも厚み 30 mm の鉛が設置されている。

なお、小型試験設備の各区域のうち、試験セル内で発生した高放射性の固体廃棄物をカスク No. 10に取り出す作業は、A146にて実施する。

#### 3. 試験セルの概要

試験セルの鳥瞰図を Fig. 3 に示す。試験セルは、主に使用済燃料の溶解工程試験を実施するための高放射性の試験セル R145A と溶媒抽出工程試験のための中放射性の試験セル R145B の遮へい厚の異なる 2 室から構成される。また、試験セル内に配置される機器は、試験セル操作区域(G144)から MS マニプレータの遠隔操作により行われる。

2 つの試験セル(R145A、R145B)の間には、セル間扉が設置され、試験セル内の天井に設置さ れたクレーンによりセル内の物品、廃棄物等の移動が行えるようになっている。以下、各セルの 寸法、形式等の仕様及びセル内クレーンの仕様を示す。

【試験セルR145Aの仕様】

i) 寸 法: 横 4000 mm × 奥 2000 mm × 高 3900 mm

ii)形 式:重コンクリート及び普通コンクリート遮へい(最大遮へい厚:1200mm) ステンレス鋼(SUS 304L)ライニングセル(鉛ガラス製のぞき窓付)

iii) 遠隔治具: MSマニプレータ(4基)

【試験セルR145Bの仕様】

- i) 寸 法: 横 4000 mm×奥 2220 mm×高 3900 mm
- ii)形 式:普通コンクリート遮へい(最大遮へい厚:730mm)

ステンレス鋼(SUS 304L)ライニングセル(鉛ガラス製のぞき窓付)

iii) 遠隔治具: MSマニプレータ(4基)

#### 4. 試験セル内廃棄物の搬出・運搬

試験セル内で発生した大型の高放射性固体廃棄物(試料採取装置、試験器具類)は、Photo. 1~4 に示すように、MS マニプレータによる遠隔操作にて電動器具等を用いて解体、小型化し、Fig. 4に示す廃棄物缶に収納後、セル内クレーンにより水密性容器(Fig. 5)に廃棄物缶2缶を装荷する。 その後、Photo. 5~6に示すように、水密性容器をセルポートに接続後、R145A と A146の壁間 に設置される試料搬入装置を経てカスク No. 10 内に収納する。カスク No. 10、試料搬入装置と チルター機構との関係を Fig. 6 に示す<sup>10,11</sup>。

カスク No. 10 への水密性容器の収納は、分析所 A146 において、カスク No. 10 とセル接続ポ ートを接続するため、Fig. 7 に示すように、自走台車によりセルポートに近接させた後、ビニル バッグ交換の手順に準じて、両者に取り付けてあるビニルバッグを接続用ビニルバッグに交換し て実施する(Photo. 7~12)。

カスク No. 10 内への水密性容器の押し込みに使用する継足棒は、カスク No. 10 とセルを接続 後、カスク No. 10 後部に設置されるビニルバッグを交換して内部へ搬入し、カスク No. 10 内台 車に接続後、継足棒を介してセル内へ水密性容器を押し込む。その後、マニプレータ及びセル内 クレーンを用いて、R145A セル内のチルター機構を操作し、水平方向から垂直方向に水密性容 器の位置を変更させた後、廃棄物缶を水密性容器内に収納する。さらに、垂直方向から水平方向 へ水密性容器の位置を変更させた後、継足棒を引き、水密性容器をカスク No. 10 内に収納後、 自走台車を後退させセルポートと分離する。その上でセルポートとカスク No. 10 間のビニルバ ッグの中央部を高周波プラスティックシーラーにてシール溶着、切り離し後、自走台車ごとカス ク No. 10 をトレーラーに積載して分離精製工場へ運搬する(Photo. 13~22)。

分離精製工場に運搬したカスク No. 10 は、分析所と同様の方法で濃縮ウラン溶解槽装荷セル (R131)のセル接続ポートと接続し、試験セルからの廃棄物搬出とは逆の操作により、カスク No. 10 から濃縮ウラン溶解槽装荷セル(R131)へ廃棄物缶を取出し、ハル缶に収納した後、高放射性 固体廃棄物貯蔵場(HASWS)へ搬出する。廃棄物缶を取出したカスク No. 10 は、分析所 A146 へ 戻される。これら一連の作業は、Fig. 8 に示すように、基本形として 4 日サイクル(カスク No. 10 への廃棄物の収納:1 日目、分析所から分離精製工場への運搬:2 日目、カスク No. 10 から 廃棄物の取出し:3 日目、分離精製工場から分析所への運搬:4 日)で廃棄物缶 2 缶を搬出するも のである。

以下、廃棄物の搬出、運搬に使用するカスク No. 10、自走台車、試料搬入装置、チルター機構、セル内クレーンの主な仕様を示す。

【カスク No. 10】 i) 遮 へ い 厚 : 206 mm (Pb) ii) 寸 法 : 蓋 φ1200 mm、本体 φ798 mm × 1835 mm iii)総 重 量 : 10t iv) 最大収納放射能 : 1.1×104 Bq v)最大収納燃料 : 2.5 kg/U、40 g/Pu vi) 収納方式:水密性収納方式 vii)密 閉 方 式:ブーツ密閉方式 【自走台車の仕様】 i)積 載 能 力:10 t ii)走行速度:5m/min iii)駆 動: 電動機 3.7 kW、交流 3 相 200 V、50 Hz iv)カスク高さ調整: 手動油圧方式 【試料搬入装置】 i)方 式: 回転式開閉機構 ii)材 質: ステンレス鋼 (SUS 304L) 缶体に Pb 充填 ⅲ)操 作:手動操作 【チルター機構】 i) 垂直, 水平作動 : 空気作動シリンダー方式 ii)材 質 : ステンレス鋼 (SUS 304L) 缶体に Pb 充填 作: MS マニプレータ ⅲ)操 【セル内クレーン】 i)定格荷重:1000kg ii) 吊り上げ長さ : 3800 mm iii) 横行スパン : 2210 mm iv) 走行スパン : 8.59 m v)巻き上げロープ: φ8 mm 2 本掛 vi) 巻き上げ速度 : 2 m/min vii) 巻き上げ電動機 : 1.5 kW viii)横行速度:2m/min ix) 横行電動機 : 0.4 kW x)横 行 速 度:2m/min xi)走行速度:2m/min

xii)走行電動機 : 0.4 kW×2

#### 5. 試験セル内廃棄物の搬出作業の促進

試験セルには、過去に実施した様々な試験に伴う多くの廃棄物が保管されており、これらを 早期に搬出するため、前述のカスク No. 10 による搬出に加え、U 型グローブボックスからの低 線量放射性廃棄物のバッグアウトによる搬出を実施した。また、カスク No. 10 による搬出作業 においては、カスク No. 10 付帯設備の改善及び点検整備等、搬出に係る関連部署との連携強化 等の対策を実施した。以下、その詳細を示す。

#### 5.1 試験セル内における廃棄物の保管状況

試験セル内には、過去に実施した試験器具類及び解体工事で小型化した装置類等の一部が廃 棄物缶に収納されて山積みに保管されていた(約40缶)。また、廃棄物缶に未収納の廃棄物も多数 存在しており、試験セル内のスペースがひっ迫していた(Fig.9)。これら未収納の廃棄物の重量と、 これまで搬出した廃棄物缶1缶当たりに収納されている重量(約13kg)から廃棄物収納缶の発生量 を推算した。その結果、未収納の廃棄物による廃棄物缶の発生数は約110缶、既に収納済の廃棄 物缶と合わせると約150缶分を搬出する必要があることが分かった。これをもとに、カスク No. 10による搬出実績(8缶/年)から搬出期間を推算すると、約20年が必要となった。この状況では、 試験セル内の廃棄物搬出の完遂が見通せないことから、従来の搬出方法に改善を加えて廃棄物搬 出作業の効率化を図り、搬出期間を短縮して試験セル内廃棄物の保管状況を改善する必要があっ た。

### 5.2 低線量放射性廃棄物のバッグアウトによる搬出

これまで試験セルからの廃棄物は、廃棄物の線量率に関係なく全てカスク No. 10 を用いて搬 出を行っていた。しかし、前述のとおり、全ての廃棄物搬出までには約 20 年の期間を要するこ とから、廃棄物搬出作業の効率化と搬出期間の短縮が求められていた。そこで、廃棄物缶に未収 納の廃棄物のうち、低線量の放射性固体廃棄物について、試験セル R145B に隣接する U 型グロ ーブボックスからバッグアウトする方法を検討した。

はじめに、試験セル内で廃棄物缶に未収納の廃棄物に対し、CCD カメラ(ELMO 製)を用いて 外観確認として廃棄物表面への汚れの付着、廃棄物収納袋の変色の程度等を観察した。その結果、 多数の廃棄物について試験液等の付着による汚れや放射線劣化による変色がなく、廃棄物の放射 線量もバッグアウトしても問題ない程度に低いのではないかと推測された。

そこで、U型グローブボックスから、これら廃棄物のバッグアウト作業による搬出にあたって、 作業者への過度の放射線被ばくを防止するため、東海再処理施設の放射線管理部門(放射線管理 第2課)とバッグアウト物の線量率の測定方法、作業継続の可否を判断するためのホールドポイ ントの設定等に係る事項について勘案した。その結果、Fig. 10 に示すように、段階的に線量率 を測定することとし、試験セルと U 型グローブボックス間にあるセル/グローブボックス間ポー ト(Fig. 10 中の Position 1)及び U型グローブボックスのパネル表面(Fig. 10 中の Position 2)におい ては、一定の距離を保ち近接時間を短縮するため、可搬型エリアモニタにより簡易的な線量率測 定を行った後、ビニルバッグ表面(Fig. 10 中の Position 3)にて詳細な線量率を電離箱式サーベイ メータにて測定することで合意した。なお、当該部屋の y 線エリアモニタへの影響を考慮し、y 線の線量率のしきい値を Position 1 では、y:0.7 mSv/h、Position 2 では、y:1.5 mSv/h、Position 3 では、y:2.0 mSv/h に設定し、各位置で線量率がしきい値を超える場合には、廃棄物のバッグ アウトによる試験セルからの搬出は実施せず、カスク No.10 を用いて搬出することとした。ま た、過去に実施した試験セルからの環境サンプリング試料のバッグアウト等の経験を踏まえた汚 染検査のタイミング<sup>12)</sup>、過去に発生したトラブル等への安全対策を反映した作業手順書を作成す ることで、バッグアウト作業時間を短縮して作業者の放射線被ばくの低減を図った。なお、本バ ッグアウト作業は、「日本原子力研究開発機構 核燃料サイクル工学研究所の放射線障害予防規程 に定められた特殊放射線作業計画書」(以下、「特殊放射線作業計画書」)を起案して実施した。

従来のカスク No. 10 を用いた廃棄物の搬出から、試験セルに隣接する U 型グローブボックス からのバッグアウトによるセル内の低線量の放射性廃棄物を搬出する方法へ変更することにより、 Table 2 に示すように、平成 18 年度から平成 28 年度までの作業期間(実作業 5 年)に約 330 回のバ ッグアウトを実施し、廃棄物の総重量として約 1.4 t、廃棄物缶換算で約 110 缶分の廃棄物を低放 射性固体廃棄物として東海再処理施設の第一低放射性固体廃棄物貯蔵場へ搬出した。

#### 5.3 作業体制の強化・意識向上

平成 28 年度からは、試験セル内の廃棄物の搬出作業を課の重要課題と位置付け、従来の小型 試験設備を所掌していた1チームでの作業体制から課全体の体制として取り組むこととした。こ のため、従前よりカスク No. 10 を用いた搬出作業に係っていた作業員のみならず、課の他チー ムの作業員についても搬出作業が可能となるような体制を構築する必要があった。このため、他 チームの作業員については、まず初めに試験セルからの廃棄物の搬出が課の重要課題であること を意識付け、モチベーションの維持向上を図った。

具体的には、他チームの作業員については、カスク No. 10 を用いた廃棄物の搬出作業に従事 していたベテラン作業員による設備機器の構成、作業上の留意事項等の机上教育(過去の特殊放 射線作業計画書の説明)により、三現主義に基づくモックアップ指導、育成を約 1 か月の期間を 掛けて行った。これにより、搬出作業に従事可能な作業員を従来の 5 名から 10 名に増員し、他 の業務と並行しながらの搬出作業が可能となった。また、作業経験のある作業員についても、他 チームの作業員への教育対応に伴い、各人の更なるスキルアップも図ることができた。これらの 結果、カスク No. 10 による試験セルからの廃棄物搬出作業については、要員が確保され、作業 員の不足に伴う作業の停滞、中断がなくなり、効率的で実効性のある廃棄物の搬出を実施できる 体制を構築した。なお、作業員のモチベーション、意識の向上については、作業実施時に常に他 チーム員を組み合わせた作業体制とすることで、従来からの作業員と新たな作業員間で共通目標 を認識させることで醸成した。

#### 5.4 設備機器の改善

4章にて述べたとおり、試験セル内の廃棄物の搬出サイクルは、「1日目:試験セルからカスク No. 10 への廃棄物収納」、「2日目:分離精製工場へ運搬」、「3日目:濃縮ウラン溶解槽装荷セル (R131)への廃棄物取出し」、「4日目:分析所へ運搬」の4日間が必要であり、特殊放射線作業計 画書を起案して実施しているが、他の運搬業務(廃棄物、クレーン検査用ウェイト等)との兼ね合 いにより、日程のスライド、変更が不可となっている。しかし、過去の作業実績を確認すると、 設備機器の不具合発生による作業の停滞、中断が頻発して4日間のサイクルが維持できず、スケ ジュールの週単位での遅れが発生していたことがわかった。

そこで、この要因を排除するため、過去に発生した設備機器の不具合及び想定される事象を 洗い出し、以下のような予防保全を目的とした機器の改良、改善を行った。

#### ① カスク No. 10 付帯設備の改良

先述のとおり、廃棄物缶を収納した水密性容器の搬出入は、まず、試験セル背面に設置され る廃棄物搬出用のセルポートとカスク No. 10 を大型のビニルバッグで接続し、密閉状態を担保 しながらカスク No. 10 後部に設置されるビニルバッグ内にステンレス鋼(SUS 304L)の 3 本の継 足棒をバッグ交換により取付ける。その後、ビニルバッグ内にて継足棒を脱着しながら水密性容 器の収納及び取出しを行う構造、方式となっている(Fig. 7)。

カスク No. 10 後部に設置されるビニルバッグの内部は、Fig. 11 に示すように試験セルとカス ク No. 10 の接続によりセル換気系(負圧)の影響を受けて収縮状態となる。このため、継足棒の脱 着を行う際に、収縮状態のビニルバッグが継足棒の脱着部に挟み込まれ、ビニルバッグが損傷し て汚染が発生するリスクがあった。また、収縮状態下での継足棒の脱着作業は、作業時間を要し 効率が悪く、さらに作業員の労力を費やすものであった。

そこで、カスク No. 10 後部に Fig. 12 に示すようなグローブポート付の作業用ボックス(アクリ ル製)を設置し、作業の安全性(汚染防止)と効率化(作業時間短縮)を図った。作業空間が確保され た作業用ボックスにグローブを設けたことで、Photo. 23~24 に示すように継足棒の脱着が容易 に行えるようになった。本改良後に実施した作業において、継足棒脱着時の汚染トラブル等の発 生はないことから、ビニルバッグの損傷による汚染発生リスクを大幅に低減できた。さらに、当 該作業における作業時間は約 90 分から 30 分に短縮され、作業性が格段に向上し、被ばくリスク の低下、並びに作業効率の大幅な改善が図れた。

### ② 大型ビニルバッグの形状最適化

試験セル背面に設置される廃棄物搬出用のセルポートとカスク No. 10 を接続する大型ビニル バッグは、ポリ塩化ビニルで製作されており、気密性を向上させるため Fig. 13 に示すように、 胴部の寸法はカスク No. 10 の外径 φ1200 mm より 16 mm 程小さい φ1184 mm となっている。

セルポートとカスク No. 10の接続は、大型ビニルバッグを用いてセルポート側とカスク No. 10 側の双方をゴムバンドとステンレス鋼(SUS 304)バンドを用いて固定し、カスク No. 10を少しず つ前進させながら大型ビニルバッグの手繰り寄せを繰り返して接続させる。接続後、水密性容器 の搬出入を行うため、ビニルバッグ越しに廃棄物搬出入扉(以下、「シャッター」)を開閉する必 要があるものの、Fig. 14 に示すようにセルポート内径が φ1230 mm に対し、カスク No. 10 外径 は、φ1200 mm であるため、シャッター端部がビニルバッグと接触し、上下左右のセルポートま での距離 15 mm 程度分伸ばすことになる。冬季の低室温時(約6°C)の作業環境下で、手繰り寄せ た大型ビニルバッグの厚みに加え、ビニルバッグの硬化によって、カスク No. 10 内シャッター の開操作が十分にできない事例が発生していた。これにより、Fig. 15 に示すように、カスク No. 10 内の台車がシャッターに接触し、廃棄物缶を収納するための水密性容器の搬入ができず、作 業が停滞、中断した場合があった。

そこで、大型ビニルバッグの製作メーカーと形状及び寸法、気密性等について検討を重ねた 結果、胴部径状を変更し、カスク No. 10 と同径(φ1200 mm メーカー製作上の技術的最大径)とな るように改良した。その結果、低室温の作業環境下においても、裕度をもってシャッターの開操 作を行えるようになり、これまで発生していた不具合事象が解消された。これにより、従来のビ ニルバッグと同様の性能でカスク No. 10 の気密性を維持したまま作業が可能となり、作業の停 滞、中断はなくなり円滑に作業を実施できるようになった。

#### ③ カスク No. 10 シャッターの点検整備

カスク No. 10 のシャッターは、扉(2 枚)が重なり合うことで遮へい効果を維持するが、これは、 重量約 450 kg の鉛製扉で構成されている。その開閉操作を人力で行えるように、両扉の上下面 には、側面保持用のカムフォロア(8 個/扉)と移動用ローラウェイ(4 個/扉)が設置されている(Fig. 16)。2001 年に、上記のうち移動用ローラウェイが破損し、作業中断が生じた。そこで、カスク No. 10 の点検として、内部に異物、損傷等がないかを確認するとともに、シャッターの点検整備 作業を行った。

本作業は、作業対象箇所(シャッター近傍)の最大線量率が、y:20 mSv/h、by:50 mSv/h(過去 類似作業時の実測値)と高いため、特殊放射線作業計画書を起案して実施した。

点検整備作業における作業員の装備は、汚染と被ばくの防護対策として、半面マスク、タイ ベックスーツ、鉛エプロン(厚さ:0.5 mm)等とするとともに、TLD(熱ルミネッセンス線量計)、 APD(警報付ポケット線量計)を装着し、作業時間を制限することで被ばく量を管理した。加えて、 汚染拡大防止として、作業場所周辺にグリーンハウスを1室設営し、フィルタ付排気ブロアを用 いてグリーンハウス内部を換気することで負圧状態とし、放射線物質を閉じ込めるようにした。 さらに、点検時のカスク No. 10 は試験セルと連結させることで内部を常時負圧状態に維持する とともに、Fig. 17 に示す専用のビニルバッグ(手袋付)を考案・製作し、シャッター部の整備と CCD カメラを用いたカスク No. 10 内部の点検の際に用いた。また、シャッターは、重量物であ ることから、Fig. 18 に示すように、これらを支持するための専用の架台と点検整備用ローラウ ェイ付バスケットを考案、製作した。

以上の資機材とビニルバッグ(手袋付)を併用し、Fig. 19~20 に示すように、カスク No. 10 内部 の点検及びシャッターの点検整備を行った。カスク No. 10 内部の点検結果を、Photo. 25~28 に 示す。カスク No. 10 内底面には、台車ローラー痕、シャッター部側面には台車の擦れ痕が確認 されたが、内部には異物等はなく廃棄物の搬出機能に影響を及ぼすものではないことを確認した。 また、シャッターの動作確認では、Photo. 29~32 に示すように、両シャッターのカムフォロア は健全な状態を維持していたが、下部に設置されるローラウェイ3個は、上部のローラウェイと 比べて汚れの付着が多く確認された。このため、予防保全として新品のローラウェイと交換し、 シャッターの動作は、交換前よりスムーズになったことを確認した。

本作業における作業員の最大被ばくは、計画実効線量:0.3 mSv に対し、0.1 mSv 以下であり、 被ばく低減化措置として適切な防護具の選定、作業性の向上(作業時間の短縮)を目的として製作 した専用の架台、ローラウェイ付バスケットの使用は有効であった。また、グリーンハウス、専 用のビニルバッグ(手袋付)等の資機材を用いたことで汚染の拡大もなく、本作業を通じて一般災 害、放射線災害は発生せずに安全に作業を終了することができた。これにより、シャッターの健 全性を確認し、予防保全として部品交換を実施したことで、カスク No. 10 による廃棄物搬出作 業時の不具合発生の恐れを解消した。

## ④ 関連部署との連携強化

カスク No. 10 の搬出作業においては、小型試験設備を所掌する分析課のみならず、東海再処 理施設の廃棄物の運搬を実施する施設保全課、放射線管理を実施する放射線管理第2課、カスク No. 10 による廃棄物受入先の担当部署である前処理施設課と連携して実施する必要があった。以 下、各課との連携向上に向けた取り組みを示す。

#### (1) 運搬(施設保全課との連携)

カスク No. 10 による運搬作業にあたっては、他施設からの運搬業務とスケジュール等が重な ると作業が滞り、場合によっては作業停止が発生する可能性がある。そこで、過去の運搬実績か らカスク No. 10 の運搬作業に要する詳細時間等を見積り、他の運搬業務とスケジュールが重複 することのないように施設保全課と運搬予定を予め調整した。これにより、カスク No. 10 にお ける分析所~分離精製工場間の効率的な運搬日程を立案することができた。また、東日本大震災 により分離精製工場へ設置された浸水防止扉による搬出入口の狭所化に伴う影響については、施 設保全課の熟練作業員から安全操作指導を受けることで対応し、効率的かつ安全に作業を実施す ることができ、無災害で当該運搬作業を完遂することができた(Photo. 33)。

### (2) 放射線管理(放射線管理第2課との連携)

カスク No. 10 の運搬作業を含む一連の放射線作業について、放射線管理第2 課員と綿密な打 ち合わせを行った。その結果、放射線管理第2 課員からコメントを受けた適切な放射線量率の測 定、汚染検査のタイミング等について、手順書への反映を行った。また、汚染発生時の具体的な 対応、処置方法の考案・手順化、さらに、日本原子力研究開発機構内の他施設等で過去に発生し た汚染トラブルに係る教訓、再発防止策についても手順へ反映を行った。これにより、カスク No. 10 による廃棄物の搬出作業時における不測の汚染発生はなく、安全に作業を実施することで きた(Photo. 34)。

# (3) 廃棄物の取出し(前処理施設課との連携)

分離精製工場における廃棄物の取出し作業においては、当該作業場所の確保のため、前処理施設課で実施する他作業の日程調整及び廃棄物の搬入、空容器の取出しにおける設備保安に係る対応について綿密に調整を行った。これにより、分離精製工場内でカスク No. 10 による廃棄物の搬出作業が滞ることがなくなり、円滑に作業を実施することができた(Photo. 35)。

### 6. 作業実績

前章で示した各改善・改良を実施しながら、試験セルからの廃棄物搬出作業を実施した。

監督官庁からの指摘を受けた平成 10 年から、廃棄物の搬出作業を完遂した令和 2 年までに、 廃棄物缶で約 180 缶(期間内に発生した廃棄物含む)の廃棄物を搬出した。特に、平成 28 年から令 和 2 年 3 月に掛けて実施したカスク No. 10 を用いた試験セル内の廃棄物搬出作業は、作業工程 の変更を伴う作業の中断、遅延及びトラブルの発生はなく効率的に計画通り作業を実施すること ができた。廃棄物搬出前後の試験セルの様子を Photo. 36~37 に示す。

各改善・改良前後における廃棄物の搬出実績は、過去の8缶/年を上回る13缶/年と搬出ペース を促進させることができ、当初5年を要する作業期間を3年に短縮することができた。また、本 作業で使用したRIゴム手袋、ビニルシート、養生袋等の2次廃棄物(可燃、難燃、不燃)について は、梱包した廃棄物袋内のエア抜き、必要に応じ解体等の減容化を行い、収納効率を高めた。そ の結果、Table 3に示すように、平成14年度~令和元年度の期間における2次廃棄物の発生量は、 定容の廃棄物袋(約 50L)換算で総数約 615 個であり、1 運搬作業当たりの廃棄物の発生量は、約 10 個であった。これらは、低放射性固体廃棄物として東海再処理施設の第一低放射性固体廃棄 物貯蔵場~搬出した。

### 7. まとめ

東海再処理施設 分析所 小型試験設備において、昭和 49 年から長期にわたり保管されてきた 試験セル内の廃棄物の搬出作業を完遂した。試験セル内の廃棄物については、従来のカスク No. 10 を用いた分離精製工場への搬出をバッグアウト方式による搬出を併用したことで、低放射性 固体廃棄物としての処理を可能とした。また、これまでのカスク No. 10 による搬出実績(8 缶/年) から算出すると、約 14 年間分の廃棄物の搬出期間に相応し、なお且つ、被ばく・汚染トラブル 無しに約9年間分の短縮が図られた。

カスク No. 10 による廃棄物の搬出については、平成 23 年の東日本大震災の影響等により停滞 したが、搬出作業が可能となった平成 28 年からは、試験セル内の廃棄物の搬出作業を課の重要 課題と位置付け、従事可能な作業員の増員、効率的で実効性のある廃棄物の搬出を実施できる体 制を構築した。さらに、過去に発生した設備機器の不具合から想定される事象を洗い出し、機器 の改良、改善を行い廃棄物搬出作業の効率化を図ったことで、不測事象の発生はなく、円滑に作 業を行うことができた。

また、カスク No. 10 の運搬については、関連部署との綿密な連携を強化したことで、一連の 作業は計画通りに進み、搬出ペースも従前より向上したことにより、当初見込まれていた 5 年 の搬出期間が2年短縮され、令和2年3月末に試験セル内廃棄物の搬出を完遂した。

セル内廃棄物の堆積、搬出の停滞については、機構の共通課題であり、本件は、この課題を 解決した先行事例である。今後、予定されている東海再処理施設の本格的な廃止措置に向けて、 試験セル内の廃棄物を完全に搬出することができた。今後は、試験セル内の既存の試験機器類の 撤去・解体、並びに試験セル内の除染等を行い、試験セルの廃止措置に向けた作業を実施してい く。

#### 謝辞

本件の実施にあたっては、株式会社 E&E テクノサービスの小野瀬拓氏に多大なご協力とご支援を頂きましたことを深く感謝いたします。また、本作業においては、前処理施設課、施設保全課、放射線管理第2課に多大なご協力を頂きましたことを深く感謝いたします。

# 参考文献

- K. Fukuda, Y. Tanabe, I. Nojiri: "Operation Experience and Future Plan of the Operation Testing Laboratory in the Tokai Reprocessing Plant", Proceedings of International Conference on Advanced Nuclear Energy and Fuel Cycle Systems (GLOBAL 2003), pp.115-118 (2003).
- 2) 権田浩三, 根本剛, 芝原鉄朗: "使用済燃料の溶解過程", PNC TN841 79-06 (1979), 27p.
- 3) 根本剛, 権田浩三, 岩上透: "PuO<sub>2</sub>・UO<sub>2</sub>混合酸化物燃料の溶解性の調査", PNC TN842 82-01 (1982), 114p.
- K. Gonda, K. Oka, T. Nemoto: "Characteristics and Behavior of Emulsion at Nuclear Fuel Reprocessing", Nucl. Technol., 57, pp.192-202 (1982).
- 5) 星野忠也, 権田浩三, 安正三, 川島暢吉: "高速炉燃料(未照射)の再処理抽出工程確性試験", PNC TN841 71-22 (1971), 30p.
- 6) H. Kinuhata, M. Yamamoto, S. Taguchi, N. Surugaya, S. Sato, T. Kodama, Y. Tamauchi, Y. Shibata, K. Anzai, S. Matsuoka: "Study on the Behavior of Radiolytically Produced Hydrogen in a High-Level Liquid Waste Tank of a Reprocessing Plant: Comparison between Actual and Simulated Solutions", Nucl. Technol., 192, pp.155-159 (2015).
- 山本昌彦, 駿河谷直樹, 森英人, 田口茂郎, 佐藤宗一: "高レベル放射性廃液から発生する水素の 測定及びその定量的評価", JAEA-Research 2015-013 (2015), 27p.
- 8) 金盛正至,河田東海夫,渡辺均,飛田吉春,杉山俊英,宮部賢次郎,小林博英,他 26名: "JCO 臨界 事故に対するサイクル機構の支援活動", JNC TN8450 2003-009 (2004), 506p.
- 9) 浅井志保, 岡野正紀, 亀尾裕: "福島第一原子力発電所タービン建屋たまり水中の <sup>89</sup>Sr 及び <sup>90</sup>Sr の分析", 放射化学ニュース, 25, pp.25-28 (2012).
- 10) 権田浩三,根本剛,安正三,宮地重彦: "再処理小型試験設備(I)-試験用燃料受入装置および廃 棄物搬出装置について", PNC TN841 78-60 (1978), 29p.
- 権田浩三,根本剛,安正三,宮地重彦: "再処理小型試験設備(Ⅱ)-試験用燃料溶解装置および溶 媒抽出装置について", PNC TN841 79-05(1979), 32p.
- 12) 山本昌彦, 森英人, 駿河谷直樹: "東海再処理施設におけるホットセルからの保障措置環境サン プリング(作業報告)", JAEA-Technology 2015-024 (2015), 19p.







Fig. 1 東海再処理施設内 カスク No. 10 運搬経路



Fig. 2 分析所 1 階平面図と小型試験設備(OTL)の配置図



Fig. 3 小型試験設備(OTL)試験セルの鳥瞰図 (Fig. 2 失視のセル)





Photo.1 試験器具の解体

Photo.2 抽出器の解体



Photo.3 試験器具の解体後

Photo. 4 抽出器の解体後



廃棄物缶(SUS304 製)



Fig. 4 廃棄物缶の概略と主な仕様



Fig. 5 水密性容器の概略と主な仕様



Photo. 5 チルターと水密性容器

Photo.6 セルポートへの接続





- 24 -



Photo. 7 新ビニルバッグ取付け(カスク No. 10 側) Photo. 8 新ビニルバッグ取付け(セル側)



Photo.9 新ビニルバッグ取付け後



Photo. 10 旧ビニルバッグ取外し



Photo. 11 新ビニルバッグ手繰り寄せ



Photo. 12 カスク No. 10-セルポート接続後





Photo. 13 継足棒の搬入(ビニルバッグ交換)

Photo. 14 カスク No. 10 内台車との接続



Photo. 15 カスクNo. 10内台車と継足棒の接続 Photo. 16 セル内への水密性容器の押込み





Photo. 17 水密性容器への廃棄物缶収納 Photo. 18 カスクNo. 10 内への水密性容器の収納





Photo. 19 カスク No. 10 とセルポートの分離

Photo. 20 ビニルバッグのシール溶着



Photo. 21 ビニルバッグの切り離し



Photo. 22 作業後のセルポートとカスク No. 10





Fig.9 試験セル内廃棄物の保管状況



作業期間	バッグアウト回数	重量(kg)	廃棄物   缶換算(缶)	
亚成18年度	191	453	25	
十成10年度	121		12	
平成10年度	41	330	14	
十成19年度	21		9	
亚成91年度	46	220	12	
十成21年度	15		5	
平成23年度	33	85	11	
亚成99年度	29	270	9	
十四20十反	25	210	10	
合計	331	1358	107	

# Table2 試験セルからのバッグアウト実績







Photo. 23 継足棒の接続



Photo. 24 継足棒の取外し



Fig.13 大型ビニルバッグとカスク No. 10 の寸法



Fig.14 カスク No. 10 シャッターとセルポートとの関係



(右図矢視の写真)

Fig.15 ビニルバッグの状態とカスク No. 10 シャッター操作







- 36 -







## JAEA-Technology 2022-005



Photo. 25 カスク No. 10 内部



Photo. 27 シャッター左側面の台車擦れ痕



Photo. 29 シャッター上部カムフォロア



Photo. 31 シャッター下部ローラウェイ



Photo. 26 台車搬出入口



Photo. 28 シャッター右側面の台車擦れ痕



Photo. 30 シャッター上部ローラウェイ



Photo. 32 汚損したローラウェイ



Photo. 33 浸水防止 扉設置後の 安全操作指導



Photo. 35 分離精製工場での廃棄物の取出し



Photo. 37 廃棄物搬出後の試験セル



Photo. 34 作業計画・手順書の打合せ



Photo. 36 廃棄物搬出前の試験セル

年度	作業計画書番号	可燃物(個)	難燃物(個)	合計	運搬回数
H14	A1-02-003	20	36	56	4
LJ15	A1-03-001	16	28	44	3
	A1-03-002	16	24	40	4
LI16	A1-04-001	18	12	30	2
	A1-04-002	20	24	44	5
L10	S2-06-002	24	30	54	6
	S2-06-006	15	16	31	3
L120	S2-08-004	6	11	17	2
Π20	S2-08-006	2	17	19	4
H21	S2-09-002	5	8	13	2
H22	S2-10-002	10	13	23	2
H27	S2-15-011	16	18	34	2
L120	S2-17-013	25	39	64	5
Π29	S2-17-019	8	20	28	4
LI20	S2-18-004	13	14	27	3
<b>H</b> 30	S2-18-018	13	13	26	1
РŦ	S2-19-015	14	14	28	3
КЛ	S2-19-019	17	20	37	4
総数		258	357	615	59
1運搬当たりの廃棄物発生量				約10	)個

Table3 試験セル内廃棄物の搬出作業に係る2次廃棄物発生量