

## 核燃料リサイクル施設

### 核燃料サイクル施設の事故・故障

### 海外における事故・故障・トラブル

### 核燃料物質等の輸送および貯蔵中の事故

#### <概要>

原子力施設の事故では放射能は非居住地域という緩衝地帯を経て公衆に届くが、輸送事故では公衆が放射能と直に接触する可能性がある。それだけに公衆の事故に対する不安や危惧は、原子炉事故に対するものより場合によっては大きいといえる。さらに、核燃料物質等輸送の特殊性として、事故の現場が原子力施設と直接関連のない一般公衆の生活の場所でありうることから、事故処理に最初にあたる当事者が放射能に関して経験のない人達である可能性も高い。したがって、核燃料物質等の輸送の安全規制、安全評価等は極めて重要である。米国において起った主要な輸送事故例および1998年4月に発覚して話題になったドイツからフランスのラアーグ再処理工場への輸送時の汚染事故などについて解説する。

また、過去に日本の原子力発電所において使用済燃料の取扱いの際に生じた事故についても付記する。

#### <更新年月>

2000年03月 (本データは原則として更新対象外とします。)

#### <本文>

##### 1. 核燃料物質輸送の安全性評価の重要性と特殊性

核燃料物質等輸送の安全性は、原子力施設の核燃料物質に関連する事故にくらべて規模は小さいが、直接公衆に関連するという点で他の原子力施設の事故とは質的に異なる。通常の原子力施設の事故の場合は、放射能は非居住地域という緩衝地帯を経て公衆に届くが、輸送事故の場合は、公衆が放射能と直に接触する可能性がある。それだけに公衆の事故に対する不安や危惧は、原子炉事故に対するものより場合によっては大きいといえる。また、接触する可能性のある放射性物質も通常の原子力施設で問題となる核分裂生成物のみならず、ウランやプルトニウム ( $^{239}\text{Pu}$ ) などの $\alpha$ 放射体が問題になってくる。さらに、核燃料輸送の特殊性として事故の現場が原子力施設と直接関連のない一般公衆の生活の場所でありうることから、事故処理に最初にあたる当事者が放射能に関して経験のない人達である可能性が高いということが問題になってくる。つまり、原子力施設の設置県では国の原子力防災計画のもとで訓練された専門職員が処理にあたるのに対して、当事者能力をもたない非設置県の訓練されていない消防や警察の職員が処理にあたらざるをえない場合が考えられる。

これらのことから核燃料物質等の輸送の安全規制、安全評価が如何に重要であるか理解できる。

##### 2. 世界における主な輸送事故

米国において1971年から1985年まで起きた事故・故障をまとめた資料を表1に示す。また英国の放射線防護庁(NRPB)がまとめた1958年から1994年までの37年間の英国における核燃料物質および放射性物質の輸送に関連する507事例についての総括を表2に示す。

つぎに、米国およびフランスにおいて起った主要な輸送事故例(表3参照)および1998年4月に発覚して話題になったドイツからフランスのラアーグ再処理工場への輸送時に起きた汚染事故などについて簡単に解説する。

###### (1) 1977年3月31日

米国ノースカロライナ州ロッキングハムで、六フッ化ウラン(UF<sub>6</sub>)を詰めたシリンダー2基を列車で運搬中に脱線、貨物が散乱した。シリンダー1基の付近で火災が発生した。最初の報告では汚染があったとされたが、最終的な調査では汚染はなく、シリンダーは破損していないこと

が分かったという。

(2) 1977年9月27日

米国コロラド州南東部のスプリングフィールドの高速道路で、**イエローケーキ**（天然ウラン精鉱石：U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>粉末）を積載したトラックトレーラが、道路を横切っていた野生の馬3頭に衝突し、横転した。イエローケーキは、55ガロン（208リットル）の鋼製ドラム缶50本に収納されていたが、この事故によってドラム缶32本が放り出され、そのうち17本のドラム缶の蓋の部分が損傷し、外れた。車上に残った18本のうち12本も蓋が損傷した。この結果、5.5トンのイエローケーキがドラム缶の外に漏れ出した（文献2のp.961）。

運送者と州関係当局によって、2週間にわたってグリーンハウスを建て、真空掃除機を使用して**除染**および土地浄化作業が行われた。14日目に最終的サーベイを行い、立入制限を解除した。この作業に従事した警察官や作業員27人を検査した結果、公衆や除染作業員が**吸入**したU<sub>3</sub>O<sub>8</sub>の量は、許容線量に比べてはるかに少なかったと報告されている。

(3) 1979年3月22日

米国カンザス州ウィチタの高速道路で、20トンのイエローケーキの入った55ガロン（208リットル）の鋼製ドラム缶54本を積載した貨物トレーラの横転事故があった。51本のドラム缶が放り出され、このうち22本のドラム缶の蓋の部分が損傷し、約800kgのイエローケーキが漏れ出した（文献2のp.962）。州関係当局の指導の下に、広範囲にわたっての除染作業が実施され、除染作業に数週間かかったという。その間道路は閉鎖された。

(4) 1984年8月25日

ベルギーのオステンデ沖で、六フッ化ウラン（UF<sub>6</sub>、濃縮度最高0.9%）を充填した**輸送容器**48 Y型シリンダー（[図1](#) 参照）30基と濃縮ウランを引き取って帰るための空容器30 B型シリンダー（[図2](#) 参照）22基を積んだ貨物混載船モンルイ号がフランスからソ連へ向けて航行中、後方右舷に西独のカーフェリーが激しく衝突した。モンルイ号は約15mの海底に沈没したが、船倉前方部の積み荷の48Y型シリンダーなどに直接の損傷はなかった。

回収作業で29番目のシリンダ容器を引き上げる際、損傷したバルブからごく僅か（数立方センチ）の非放射性ガス（フッ化水素）が漏れ出した。充填剤で漏えいを塞ぎ、大きな容器に入れ、ピエールラット（仏）に送られたが、そこでは、もう漏えいは止まっていた。この漏えいは、容器の引き揚げの際生じたものであり、したがって海は汚染されなかった。この事故で、容器は耐えることが証明され、輸送容器に対する規制の信頼性が示されたとの解説記事（フィガロ紙）も掲げられた。10月4日最終の30番目の容器が引き揚げられ、回収作業は終了した。

(5) 1985年8月2日

米国ノースダコタ州ボードンにおいて、カナダのサスカチワンから米国オクラホマ向けのイエローケーキを充填したドラム缶53本を積載したトラックが貨物列車と衝突し、トラック運転手が死亡するという事故が起き、約10本のドラム缶が破損して内容物が飛散した。事故現場には、連邦環境保護庁からの緊急対策チームと原子力規制委員会からの保健専門グループが、カナダからも緊急対策チームが派遣された。汚染面積は約1,800平方メートルであったという。飛散したイエローケーキを回収するために大型の吸引機械が出動して、数日間除染作業が行われた。このとき、30余人が**汚染検査**を受けたが、被ばく障害は起らなかったと報じられた。

(6) 1991年12月12日

米国マサチューセッツ州スプリングフィールドで、ジェネラルエレクトリック（GE）社の工場からバーモントヤンキー原子力発電所へ**燃料集合体**を運搬していたトラックに、高速道路を誤って逆方向から走ってきた乗用車が正面衝突し、火災が発生した。事故発生後15分に現場へ到着した消防隊は、積み荷がウランであることを知らされ、情報を求めたが得られず、GE社や原子力発電所との連絡の結果、「車両に接近せず、火災を放置し、人を近づけないよう」との指示を受ける。火災は3時間近く燃え続け、輸送容器のいくつかはトレーラから落下していたが、放射能の漏れはなかった。

(7) フランスにおける使用済燃料輸送時の汚染事故

1998年4月にフランスの原子力施設安全局（DSIN）からドイツの環境大臣に伝えられた情報によると、1997年にドイツの原子力発電所からラアーグ再処理工場（仏）まで実施された使用済燃料の輸送で、4Bq/平方cmを超える汚染が11件あった。このうち6件は、小さなコインほどの面積に最高値13,400Bqの局所汚染が輸送車両内部の人の立ち入れない箇所で発見され、残り5件は最高値13,000Bqの汚染が車両の床から検出された。1998年に入っても汚染事故はあり、4件中2件において輸送車両の床に最高10,000Bqの局所汚染があったが、車両の外側に許容レベルを超える汚染は1件もなかった。

これらの汚染事故は、事故の発覚したことで問題となった。1998年5月13日に公表された使用済燃料輸送容器に関するDSIN（原子力施設安全局）の調査報告では、輸送容器および輸送車両内

外の汚染値は、管理基準値の4Bq/平方cmを超えていたものの、輸送に関わった従業員の被ばく線量は、欧州の基準値である20mSv/年をはるかに下回っていた。従業員への健康影響は、無視できる程度のもので大きな問題はないと結論付けられた。

一方、スイスでもDSINからの通報で過去5年間にスイスからフランスに運ばれた使用済燃料の輸送時に放射能汚染が検出されていたことが明らかになった。9回の輸送のうち、4回は容器の外側で許容値の2～15倍の汚染が、また5回は車両内で3～360倍の汚染が発見された。ただし、スイス安全当局も公衆への影響は全くないことを確認している。

(8) 日本の原子力発電所における核燃料物質輸送時の事故

わが国では、これまでに起った世界における主な輸送事故を教訓として万全の対策がとられている。年間数百回に及ぶ核燃料物質の輸送が行われているが、輸送に関する事故は輸送容器の損傷を伴わない単なる車両追突あるいは接触事故以外、全く起っていない。

3. 日本の使用済燃料取扱い時および貯蔵時の事故

わが国は、原子力発電所における使用済燃料の貯蔵に関しては30年以上にわたる実績と経験を有しており、プールおよび金属キャスクによって安全に貯蔵する技術とノウハウを十分に蓄積している。原子力発電所における使用済燃料に関するトラブルをみても、使用済燃料の取扱いの際に生じたものが、1998年現在20件報告されているが、貯蔵中におけるトラブルについては報告されていない（表4-1 および 表4-2 参照）。なお、20件中11件は、1998年3月に運転停止した日本原子力発電・東海発電所（ガス炉）において発生している。また、1984年4月以降軽水炉における使用済燃料の取扱いに係るトラブルは報告されていない。

---

### <関連タイトル>

[六フッ化ウランおよび二酸化ウランの輸送 \(11-02-06-03\)](#)

[使用済燃料の輸送 \(11-02-06-04\)](#)

[核燃料輸送容器の臨界安全性と遮蔽安全性 \(11-02-06-12\)](#)

---

### <参考文献>

- (1) 青木 成文：放射性物質の輸送のすべて、日刊工業新聞社（1990年6月），p.216-223
  - (2) A.W.Grella: A Review of Selected Nuclear Transport Event Case Histories, Proc. Inter. Symp. on Packaging and Transportation of Radioactive Materials, PATRAM 1983, p.958-963
  - (3) 吉村 佐一郎：モンルイ号の沈没、原子力工業、30（12），p.47-51（1984）
  - (4) 原子力産業新聞、1998.5.21および6.4日付き
  - (5) Nucleonics Week 日本語版、39（20），p.7および39（22），p.12-13（1998）
  - (6) 原子力産業会議：原産マンスリー、No.32, p.10-11（1998年7月）
  - (7) 電力中央研究所バックエンド研究会（編）：核燃料輸送工学、日刊工業新聞社（1998年3月）
  - (8) 松岡 理：核燃料輸送の安全性評価、日刊工業新聞社（1996年11月），p.1およびp.99-105
  - (9) 原子力産業会議：原産マンスリー、No.33, p.40-41（1998年8月）
-

表 1 米国における燃料サイクル事故報告の総括（1971～1982年）

物質分類	報告数	事 故				非 事 故		
		輸送中	漏えい数	取扱中	漏えい数	表面汚染	その他	漏えい数
ウラン鉱石	2	1	1	0	0	0	1	1
U 精鉱（イエローケーキ）	21 (7)	6 (1)	4 (1)	5	5	0	10 (6)	10 (4)
濃縮ウラン UF <sub>4</sub> , UF <sub>6</sub> , UO <sub>2</sub>	22 (4)	11	0	3 (2)	0	2	6 (2)	2 (1)
トリウム物質	5 (3)	1 (1)	1 (1)	0	0	0	4 (2)	2
新燃料	5 (3)	1	0	0	0	0	4 (3)	1
使用済燃料充填キャスク	19 (1)	2	0	0	0	16	1 (1)	0
使用済燃料空キャスク	20	2	0	0	0	18	0	0
低レベル廃棄物	317 (22)	26 (6)	1 (1)	3	1	208 (2)	80 (14)	28 (8)
超ウラン核種	2	1	0	0	0	0	1	0
空トレーラ / 輸送物	28 (2)	1	0	0	0	26 (1)	1 (1)	0
その他	5 (1)	2	0	0	0	2 (1)	1 (1)	0
統 計	446 (43)	54 (8)	7 (3)	11 (2)	6	272 (4)	109 (30)	44 (13)

（注）括弧内の数字は、市街地で起った事故を示す。

【出典】E.L.Emerson, : U. S. ACCIDENT/INCIDENT EXPERIENCE IN THE TRANSPORTATION OF NUCLEAR FUEL CYCLE MATERIAL (1971-1982), Proc. Inter. Symp. on Packaging and Transportation of Radioactive Material, PATRAM 1983, p.787



表 2 英国における過去37年間の核燃料物質および  
放射性物質輸送関連事故（1958～1994年）

物質分類	放射能汚染 のない事故	放射能汚染を伴う事故			合 計
		評価不能 （極低）	低い方の分類 （<1mSv）	高い方の分類 （>1mSv）	
精製ウラン鉱	13	17	1	0	31
核燃料原料	12	0	0	0	12
新燃料	1	2	0	0	3
使用済燃料	49	13	0	0	62
鉱石残渣	32	40	0	0	72
放射性廃棄物	10	2	0	0	12
ラジオアイソトープ	221	18	8	3	250
放射線源	36	5	1	15	57
空容器	8	0	0	0	8
合 計	382	97	10	18	507

【出典】 松岡 理：核燃料輸送の安全性評価、日刊工業新聞社（1996年11月）、p. 104

表3 世界における核燃料物質の主要な輸送事故（1970～1991年）

日 時	場 所	事故の種類	積載物質	汚染の有 無
1970年12月 8日	米国 テネシー州 クリントン	トラック転覆	使用済燃料	無
1977年 3月31日	米国 ノースカロライナ州 ロッキングハム	貨車脱線、炎上	UF <sub>6</sub>	無
1977年 7月 6日	米国 ケンタッキー州	貨車脱線	濃縮 UF <sub>6</sub>	無
1977年 9月27日	米国 コロラド州 スプリングフィールド	トラックと馬との衝突	U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> 粉末	有
1979年 3月22日	米国 カンザス州 ウィチタ	トレーラの転覆	U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> 粉末	有
1983年 6月17日	フランス シェルブール	船舶衝突、固縛装置破損	使用済燃料	無
1984年 8月25日	ベルギー オステンデ沖	船舶衝突、輸送船沈没	UF <sub>6</sub>	無
1985年 8月 2日	米国 ノースダコタ州 ボードン	トレーラと貨物列車の衝突	U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> 粉末	有
1987年 6月15日	フランス レリーアン・バル	牽引トラックの側溝への横転	使用済燃料	無
1991年12月12日	米国 マサチューセッツ州 スプリングフィールド	トラックと乗用車の衝突、火災	燃料集合体	無

（注） 下記の出典をもとに作成した。

〔出典〕 青木 成文：放射性物質の輸送のすべて、日刊工業新聞社（1990年6月）、p. 27 および  
松岡 理：核燃料輸送の安全性評価、日刊工業新聞社（1996年11月）、p. 102-104

表4-1 使用済燃料取扱いに関するトラブル報告の概要(1998年3月末現在)(1/2)

発生年月日	発電所名	状況
S43.7.20	日本原子力発電(株) 東海発電所	燃料取替用スタンドパイプ、クロージャのシール部不良。調査のため、原子炉手動停止。
S44.10.9	日本原子力発電(株) 東海発電所	燃料取替機燃料グラブ不動。調査のため、原子炉手動停止。
S53.10.27	東京電力(株) 福島第一原子力発電所1号機	定期検査中、使用済燃料移送時、使用済燃料プール内で燃料集合体を落下。
S54.4.4	関西電力(株) 美浜発電所2号機	定期検査中、燃料取替クレーン調整作業時に発生した中性子源の破損を発見。
S55.9.10	中部電力(株) 浜岡原子力発電所2号機	定期検査準備作業中、燃料交換機の誤操作により、使用済燃料プール内で、模擬燃料を落下。原子炉の運転には支障なし。
S56.4.23	関西電力(株) 大飯発電所1号機	定期検査中、燃料集合体内挿物の入替作業時、使用済燃料プールで、制御棒クラスタを落下。
S56.9.25	東京電力(株) 福島第一原子力発電所2号機	定期検査中、燃料集合体取出時、燃料プール内において燃料集合体を落下。
S57.4.6	東京電力(株) 福島第一原子力発電所4号機	使用済燃料集合体からチャンネルボックスを取り外すための作業時、作業不手際により、チャンネルボックスと燃料集合体を変形させる。
S57.9.29	日本原子力発電(株) 東海発電所	燃料取替機の分解点検後の作業試験中、燃料取替機内のガス冷却装置伝熱管からの漏えいを発見。
S58.5.3	日本原子力発電(株) 東海発電所	燃料取替中、燃料取替機燃料グラブの不具合発生。燃料グラブ交換の間、取替中チャンネル内燃料の浮揚防止のため出力抑制。
S58.8.1	日本原子力発電(株) 敦賀発電所1号機	使用済燃料移送作業中、使用済燃料が使用済燃料貯蔵池内に落下。

[出典] 原子力産業会議：原産マンスリー、No.33, p40-41(1998年8月)

表4-2 使用済燃料取扱いに関するトラブル報告の概要(1998年3月末現在)(2/2)

発生年月日	発電所名	状況
S58.10.27	東京電力(株) 福島第一原子力発電所3号機	定期検査中、照射燃料集合体外観検査の際、2体のスぺーサ部を損傷。
S58.12.21	日本原子力発電(株) 東海発電所	燃料取替中、燃料取替機燃料グラブの不具合発生。燃料グラブ交換の間、取替中チャンネル内燃料の浮揚防止のため出力抑制。
S59.1.28	日本原子力発電(株) 東海発電所	燃料取替中、燃料交換機ループサーキットの不具合が発生したため、出力抑制。
S59.3.19	東京電力(株) 福島第一原子力発電所1号機	定期検査中、漏えい燃料棒の非破壊検査中、使用済燃料貯蔵池内に落下。
S59.9.22	日本原子力発電(株) 東海発電所	燃料取替作業中、「荷重なし」等の警報が発信し、燃料取替機が燃料を保持したまま自動停止。点検のため原子炉手動停止。
S59.12.20	日本原子力発電(株) 東海発電所	燃料取替中、燃料取替機の警報発信(No.1ソレノイドショート)。燃料取替機点検、修理の間、取替中チャンネル内燃料の浮揚防止のため出力抑制。
H2.9.11	日本原子力発電(株) 東海発電所	燃料取替の準備作業中、新燃料1本がつかみ具から外れ落下し、新燃料4本が損傷。原因は、燃料つかみ具の軸受が一部欠損し、不完全な状態で吊り上げたため。
H3.3.26	日本原子力発電(株) 東海発電所	運転中、燃料取替機によるスタンドパイプ閉止蓋のつかみ状態が確認できなかったため、原子炉手動停止。原因は、シールリングが溝からはずれ、閉止蓋の上に落下したため。
H8.2.6	日本原子力発電(株) 東海発電所	計画出力14.4万キロワットで運転中、燃料交換作業を実施していたところ、燃料取替機に不具合が生じ、使用済燃料の収納ができなくなった。原因は、燃料取替機内にある燃料取納筒ロック機構のリニア型ベアリングが損傷したため。

[出典] 原子力産業会議：原産マンスリー、No.33, p40-41(1998年8月)



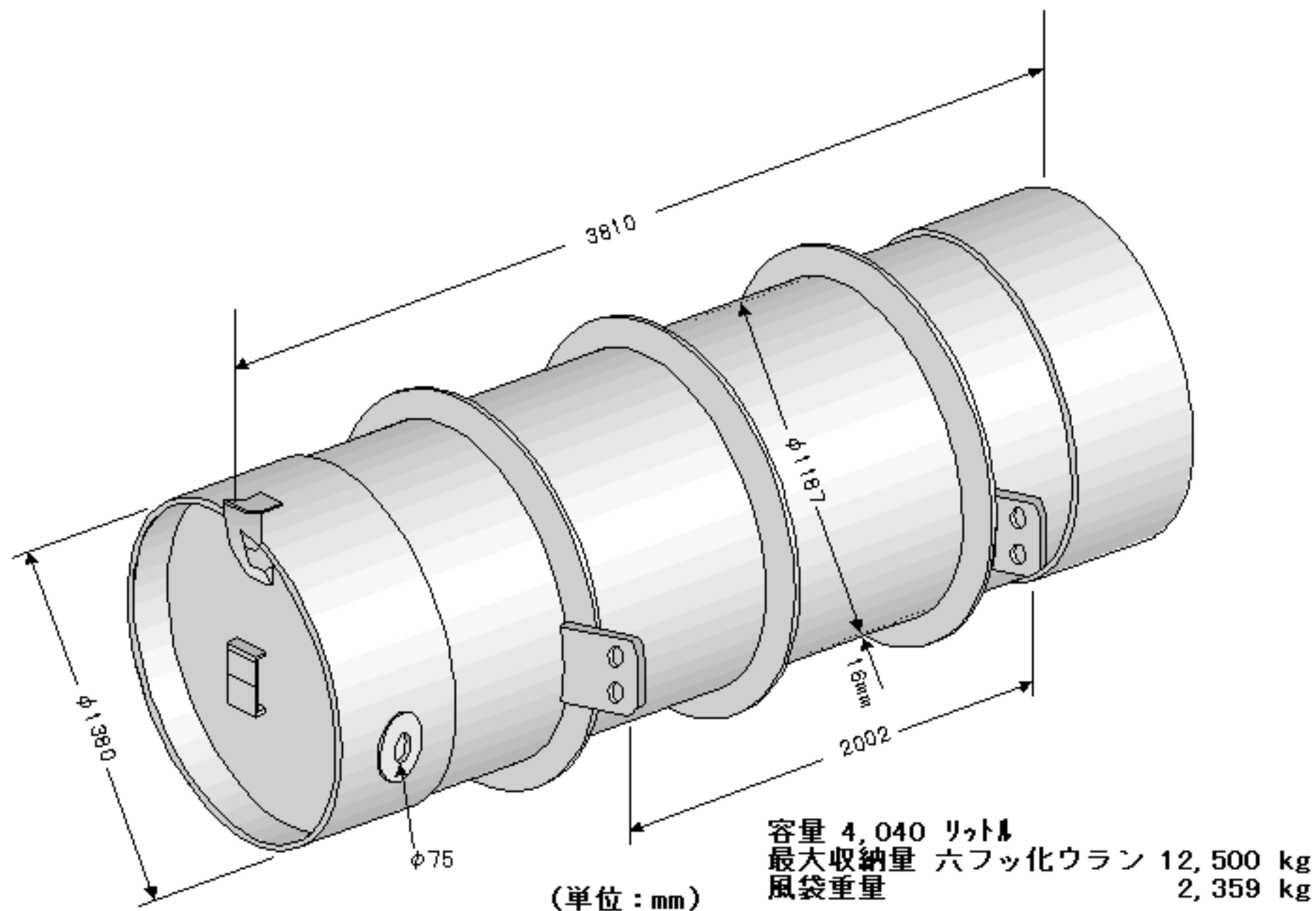


図1 仏コジェマ社48Y型容器規格図

[出典] 吉村 佐一郎: モンルイ号の沈没、原子力工業、30(12)、p 48



長さ：約2 m  
直径：約76cm (30 ㇔)

## 図 2 30B 型容器 (保護容器付き)

[出典] 科学技術庁原子力安全局核燃料規制課：核燃料輸送の安全性  
パンフレット、p 8