

福島第二／柏崎刈羽原子力発電所 保安規定審査資料	
資料番号	④－２
提出年月日	令和２年３月１６日

福島第二／柏崎刈羽原子力発電所

燃料管理・運搬について

令和２年３月

東京電力ホールディングス株式会社

1 燃料の検査に係る事項（第81条 燃料の検査）

1. 1 燃料集合体外観検査について

保安規定第81条第1項は、炉心に継続装荷予定の照射燃料に対する外観検査について定めている。本検査は、燃料集合体の外観検査を実施することにより、技術基準第23条第1項及び第2項に係る機能の健全性を確認するものである。

燃料管理を実施する長（設備所管）である燃料GMが、燃料の健全性を確認するなど、燃料管理プロセスとして実施する行為を記載しているが、検査のプロセスは第2項にて施設管理条項を引用しているように、「第8章施設管理」に基づき実施する。ここで、検査の独立性を考慮した検査実施責任者が判定を実施し、その結果を燃料GMに通知する。

1. 2 シッピング検査条項の削除について

今回、保安規定の審査基準の改正により「燃料体に関する定期事業者検査として、装荷予定の照射された燃料のうちから選定した燃料の健全性に異常のないことを確認すること、燃料使用の可否を判断すること等が定められていること。」と変更された。これを踏まえ、シッピング検査は技術基準適合性の確認を行う定期事業者検査ではないことから、本条項から削除し、第8章の施設管理の実施事項として整理した。なお、従前より、シッピング検査は定期事業者検査と整理していない。

2. 取替炉心の安全性（第82条 燃料取替実施計画）

2. 1 取替炉心の安全性評価項目の追加について

日本電気協会の「取替炉心の安全性確認規程」の改訂（JEAC4211-2018）を反映し、取替炉心毎に確認する安全性評価項目を10項目に追加した。各項目について、サイクルを通して、原子炉設置（変更）許可申請における安全評価時に設定した安全解析の解析入力値又は制限値を満足していることを確認する。

取替炉心の安全性評価項目の内容と目的は以下の通り。

評価項目	内容及び目的
① 停止余裕	当該サイクルの評価結果が、事前の安全評価時に設定した制限値を満足することを確認する。 通常運転の低温停止状態から最大反応度値をもつ制御棒1本（ABWRの場合は同一の水圧制御ユニットに属する制御棒一組又は1本）が引き抜かれた状態における炉心の未臨界度。通常運転時及び異常状態において原子炉の安全停止への移行を確実にするために、制御棒1本が引き抜かれた状態でも臨界未満であることを取替炉心設計及びサイクル初期の原子炉起動前における原子炉停止余裕検査により確認する。
② 最小限界出力比	当該サイクルの評価結果が、事前の安全評価時に設定した制限値を満足することを確認する。

評価項目	内容及び目的
	<p>通常運転の出力運転時における燃料の限界出力比の最小値。運転時の異常な過渡変化が生じた場合においても、燃料被覆管に過熱が生じない（炉心内の99.9%以上の燃料が沸騰遷移を起こさない）ように、通常運転時の制限値が定められている。この制限値が、異常状態の解析において事象発生前の炉心の初期熱的特性の入力条件として使用される。</p>
③ 燃料棒最大線出力密度	<p>当該サイクルの評価結果が、事前の安全評価時に設定した制限値を満足することを確認する。</p> <p>通常運転の出力運転時における単位燃料棒長さ当たりの熱出力の最大値。運転時の異常な過渡変化が生じた場合においても、燃料被覆管に過度のひずみが生じない（燃料被覆管の円周方向平均塑性ひずみが1%以下である）ように、通常運転時の制限値が定められている。この制限値が、異常状態の解析において事象発生前の炉心の初期熱的特性の入力条件として使用される。</p>
④ 燃料集合体最高燃焼度	<p>当該サイクルの評価結果が、事前の安全評価時に設定した制限値を満足することを確認する。</p> <p>サイクル末期における燃料集合体タイプごとの燃焼度の最大値。原子炉での燃料の使用状態を十分包含するように設定した燃料集合体最高燃焼度の制限値が、燃料の熱・機械設計解析において入力条件を設定する際に使用される。</p>
⑤ 燃料の出力履歴	<p>当該サイクルの評価結果が、事前の安全評価時に設定した安全解析の入力値を満足することを確認する。</p> <p>通常運転の出力運転時における線出力密度をペレット燃焼度の関数として整理したもの。原子炉での燃料の使用状態を十分包含するように設定した設計出力履歴が、燃料棒の熱・機械設計解析において入力条件として使用される。</p>
⑥ 核熱水力安定性（チャンネル水力学的安定性、炉心安定性及び領域安定性）	<p>当該サイクルの評価結果が、事前の安全評価時に設定した制限値を満足することを確認する。</p> <p>通常運転の出力運転時における反応度フィードバック及び／又は熱水力学的な振動現象の影響により生じる出力及び／又は流量振動の減幅比。出力運転範囲の中で発生する振動が発振に至らないことを確認する。</p>
⑦ 減速材ボイド係数	<p>当該サイクルの評価結果が、事前の安全評価時に設定した安全解析の入力値を満足することを確認する。</p> <p>通常運転の出力運転時における減速材のボイド率変化に対する反応度の変化割合を示す反応度係数。原子炉での燃料の使用状態を十分包含するように設定した減速材ボイド係数が、異常状態の解析において入力条件として使用される。</p>
⑧ スクラム反応度曲線	<p>当該サイクルの評価結果が、事前の安全評価時に設定した安全解析の入力値を満足すること又は安全解析の入力値を積分したスクラムインデックスを満足することを確認する。</p> <p>通常運転の出力運転時からのスクラムによる出力抑制効果を、制御棒の炉心内への挿入割合と添加反応度の関係で表した曲線。原子炉での燃料の使用状態</p>

評価項目	内容及び目的
	を十分包含するように設定した設計用スクラム反応度曲線が、異常状態の解析において入力条件として使用される。
⑨ 制御棒の最大反応度値	<p data-bbox="432 320 1386 409">当該サイクルの評価結果が、事前の安全評価時に設定した安全解析の入力値を満足することを確認する。</p> <p data-bbox="432 421 1386 640">通常運転（原子炉起動時）において、最大価値をもつ制御棒1本が落下した場合に添加される反応度。反応度の異常な添加又は原子炉出力の急激な変化において、炉心及び原子炉冷却材圧力バウンダリの健全性が損なわれないように制限値が定められている。この制限値が、異常状態の解析において入力条件として使用される。</p>
⑩ ほう酸水注入時の実効増倍率	<p data-bbox="432 663 1386 752">当該サイクルの評価結果が、安全評価時に設定した安全解析の制限値を満足することを確認する。</p> <p data-bbox="432 763 1386 875">通常運転の出力運転時から制御棒が動作しない場合におけるほう酸水注入系による停止能力。高温待機状態又は高温運転状態から炉心を臨界未満にでき、かつ、高温状態で臨界未満を維持できることを確認する。</p>

2. 2 計算コードの妥当性確認について

保安規定第82条第2項では、取替炉心の安全性評価には妥当性を確認した計算コードを用いること、妥当性を確認する体制をあらかじめ定めることとしている。計算コードの妥当性の確認では、計算コードが取替炉心の特性を適切に取り扱うことができることを確認する。計算コードの妥当性確認は評価結果を担保する上で重要であり、十分な力量を持った要員を含めた体制を構築し、確認を行う。

3. 使用済燃料貯蔵ラックへの収納が適切でない場合の措置（第85条 使用済燃料の貯蔵）

「第81条 燃料の検査」条文から SHIPPING 検査条項を削除したことに伴い、第81条第4項にて定める「使用済燃料貯蔵ラックに収納することが適切ではないと判断した燃料については、破損燃料容器に収納する等の措置を講ずる」ことについて、第81条第1項の燃料集合体外観検査の結果に限らず適用するよう、第85条にも追記した。

4. 運搬について（第79条 新燃料の運搬，第86条 使用済燃料の運搬，第88条 放射性固体廃棄物の管理，第105条 発電所外への運搬）

4. 1 核燃料物質等の運搬に係る検査について

核燃料物質等の運搬においては、要求事項への適合性を検証するために、ホールドポイントを適切に設けて、「自主検査等」※1を実施する。

※1：要求事項への適合性を判定するために事業者が行う合否判定基準のある自主的な検査等をいう。

（品管規則の解釈第19条第3項）

(1) 基本的な考え方

核燃料物質等の運搬の主要プロセス・工程を添付－1～3に示す。新検査制度導入後においては、核燃料物質等の運搬に係る業務プロセスを従来どおり QMS により適切に管理するとともに、原子力安全上の重要度を踏まえ、運搬物に係る要求事項（運搬物に対する技術基準）への適合確認をホールドポイントと位置づけ、自主検査等と整理するとともに、その実施にあたっては、品管規則第48条第6項に基づき、重要度に応じて信頼性を確保する。

なお、実用炉規則第88条第1項に基づく措置の実施状況の運搬前の確認は、運搬に係る業務プロセスにおいて保安のために必要な措置が講じられていることを確認する行為であり、自主検査等としない。

(2) 自主検査等の範囲

前項の考え方を踏まえ、自主検査等を具体的に整理した結果を以下に示す。

- ・使用済燃料及び新燃料の事業所外運搬における、炉規法第59条第1項に基づく発送前検査
- ・使用済燃料の事業所内運搬における、炉規法第59条第1項に基づく発送前検査に準じて実施する発送前検査相当
- ・事業所外運搬における、外運搬規則適合検査

4. 2 自主検査等の信頼性確保の考え方

収納物の性状や IAEA 規則に定められている収納限度・重要度等を踏まえ、放射線障害等の公衆へのリスクに応じて、以下のとおり、自主検査等の信頼性を確保する。（添付－4 参照）

(1) 独立性確保の考え方

核燃料物質を含む放射線障害等の公衆へのリスクが高い使用済燃料の事業所外（内）運搬における、発送前検査（発送前検査相当）は、組織的独立を確保する。

また、新燃料の事業所外運搬における発送前検査及び、事業所外運搬における、外運搬規則適合検査については、公衆へのリスクが低いことから、直接の工事担当者からの独立、又は発注者と受注者の関係による独立を確保する。

(2) 記録の信頼性確保の考え方

事業所外（内）運搬における発送前検査（発送前検査相当）及び事業所外運搬における外運搬規則適合検査において、立会わない範囲の記録を用いて合否判定を行う場合、その記録の信頼性について、記録確認とする対象業務（データ採取）の実施状況を、独立のグレードに応じた体制により、抜き打ちによるオブザーベーションとして実施する。

(3) 独立性及び記録の信頼性以外の管理方法の考え方

事業所外（内）運搬における発送前検査（発送前検査相当）においては、個別案件毎に検査要領書や検査体制表等を作成する。

また、事業所外運搬における外運搬規則適合検査においては、個別案件ごとに検査要領書や検査体制表等は作成せず、恒常的な体制により2次文書等に定める方法で実施する。

以上

- 添付－1 使用済燃料の事業所外運搬／事業所内運搬（号機間運搬）に関する主要プロセス・工程の例
- 添付－2 ウラン新燃料の事業所外運搬に関する主要プロセス・工程の例
- 添付－3 A型、L型、IP型の運搬物の事業所外運搬に関する主要プロセス・工程の例（核燃料物質を封入しているもの除く）
- 添付－4 核燃料物質等の運搬における自主検査等の信頼性確保の考え方


使用済燃料の事業所外運搬に関する主要プロセス・工程の例

		主要プロセス					備考			
		(1)空容器受取	(2)輸送物仕立	(3)発送前検査	(4)構内輸送※4	(5)事業所外運搬（発地側）※1		(6)輸送物の船積※5		
						準備	運搬			
現場作業		<ul style="list-style-type: none"> 緩衝体取外し※2 建屋搬入 輸送容器受取検査 	<ul style="list-style-type: none"> 蓋開、入水準備 キャスク吊下ろし 燃料装荷 蓋仮閉め キャスク吊上げ 蓋閉め、除染 水位調整 建屋外搬出 緩衝体取付※2 封印取付※2 	<ul style="list-style-type: none"> 外観検査 線量当量率検査 表面密度検査 温度測定検査 圧力測定検査 収納物検査 重量検査 未臨界検査 気密漏えい検査 吊上げ検査 	<ul style="list-style-type: none"> 発電所長承認 転倒、転落防止 標識 見張人配置 徐行 知識/経験を有する者の同行 危険物混載有無 線量当量率※3 表面汚染密度※3等 	<ul style="list-style-type: none"> 発電所長承認 携行資機材類確認 標識、灯火、固縛状況 車両積付時の <ul style="list-style-type: none"> 外観検査 表面密度検査 線量当量率検査 他 隊列編成状況 要員配置 等 	<ul style="list-style-type: none"> 隊列輸送 	<ul style="list-style-type: none"> 【船積前】輸送物 <ul style="list-style-type: none"> 線量当量率検査 表面密度検査 船積作業 【船積後】船内 <ul style="list-style-type: none"> 線量当量率検査 	<ul style="list-style-type: none"> ※1：公道輸送を実施する場合 ※2：建屋内外での実施は、プラントにより差異あり ※3：発送前検査を兼ねる場合有り ※4：公道輸送を実施しない場合 ※5：船舶輸送を実施する場合 	
					確認		確認	確認	確認	
許認可関係	原子炉等規制法	①車両運搬確認申請	電力、輸送会社※6 → 原子力規制委員会							
		②核燃料輸送物運搬確認申請 ※1	電力【発地側】、輸送会社※6【着地側】 → 国交省自動車局							
		③核燃料物質等運搬届出 ※1	電力【発地側】、輸送会社※6【着地側】 → 都道府県公安委員会							
		④取決めの締結確認	事業者間で取決め締結後申請（電力→原子力規制委員会）							
	原賠法	⑤原子力損害賠償補償契約 原子力損害賠償責任保険契約	付保手続（電力→文科省/原子力保険プール）							
	船舶安全法	⑥放射性輸送物運送計画・安全確認申請※5	船長（運航会社） → 国交省海事局							
		⑦放射性物質等運送届※5	船長（運航会社） → 管区海上保安本部							
		⑧危険物積付検査申請※5	船長（運航会社） → 国交省海事局							

 : 自主検査等
 : 官庁検査

使用済燃料の事業所内運搬（号機間運搬）に関する主要プロセス・工程の例

		主要プロセス						備考				
		搬出側号機		(3)構内運搬 (実入容器)	搬入側号機		(6)構内運搬 (空容器)					
現場作業	(1)空容器搬入	(2)燃料装荷、実入容器搬出			(4)実入容器搬入	(5)燃料取出、空容器搬出						
		<ul style="list-style-type: none"> ・緩衝体取外し ※2 ・建屋搬入 	<ul style="list-style-type: none"> ・蓋開、入水準備 	<ul style="list-style-type: none"> ・キャスク吊下ろし ・燃料装荷 ・蓋仮閉め ・キャスク吊上げ 	<ul style="list-style-type: none"> ・蓋閉め、除染 ・水位調整 ・建屋外搬出 ・緩衝体取付 ※2 	<p>発送前検査相当 ※1</p> <ul style="list-style-type: none"> ・外観検査 ・線量当量率検査 ・表面密度検査 ・温度測定検査 ・圧力測定検査 ・収納物検査 ・重量検査 ・未臨界検査 ・気密漏えい検査 ・吊上げ検査 	<ul style="list-style-type: none"> ・転倒、転落防止 ・標識 ・見張人配置 ・徐行 ・知識/経験を有する者の同行 ・危険物混載有無 ・線量当量率 ※3 ・表面汚染密度 ※3 等 <p>【運搬前確認】 実用炉規則 88 条 (事業所内運搬)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・封印取外 ※2 ・緩衝体取外 ※2 ・建屋搬入 	<ul style="list-style-type: none"> ・入水準備 	<ul style="list-style-type: none"> ・キャスク吊下ろし ・蓋開 ・燃料取出 ・蓋仮締 ・キャスク吊上げ 	<ul style="list-style-type: none"> ・蓋締め、除染 ・内部水排水 ・建屋外搬出 ・緩衝体取付 ※2 	<ul style="list-style-type: none"> ・転倒、転落防止 ・標識 ・危険物混載有無 ・線量当量率 ・表面汚染密度 等 <p>【運搬前確認】 実用炉規則 88 条 (事業所内運搬)</p>
許認可関係	原子炉等規制法											

 : 自主検査等

ウラン新燃料の事業所外運搬に関する主要プロセス・工程の例

		主要プロセス						備考		
		(1)空容器受取	(2)輸送物仕立	(3)発送前検査	(4)構内輸送※3	(5)事業所外運搬（発地側）※1			(6)輸送物の船積※4	
						準備	運搬			
現場作業		<ul style="list-style-type: none"> ・ 建屋搬入 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 蓋開 ・ 新燃料収納 ・ 蓋閉め 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 外観検査 ・ 線量当量率検査 ・ 表面密度検査 ・ 収納物検査 ・ 重量検査 ・ 未臨界検査 ・ 吊上げ検査 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 発電所長承認 ・ 転倒、転落防止 ・ 標識 ・ 見張人配置 ・ 徐行 ・ 知識/経験を有する者の同行 ・ 危険物混載有無 ・ 線量当量率※2 ・ 表面汚染密度※2等 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 発電所長承認 ・ 携行資機材類確認 ・ 標識、灯火、固縛状況 ・ 車両積付時の <ul style="list-style-type: none"> - 外観検査 - 表面密度検査 - 線量当量率検査 他 ・ 隊列編成状況 ・ 要員配置 等 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 隊列輸送 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 【船積前】輸送物 <ul style="list-style-type: none"> - 線量当量率検査 - 表面密度検査 ・ 船積作業 ・ 【船積後】船内 <ul style="list-style-type: none"> - 線量当量率検査 	<ul style="list-style-type: none"> ※1：公道輸送を実施する場合 ※2：発送前検査相当を兼ねる場合有り ※3：公道輸送を実施しない場合 ※4：船舶輸送を実施する場合 	
	許認可関係	原子炉等規制法	<p>【運搬前確認】 実用炉規則 88 条 (事業所内運搬)</p> <p>車両運搬確認申請 → 電力、輸送会社※5 → 原子力規制委員会</p> <p>核燃料物質等運搬届出 ※1 → 電力【発地側】、輸送会社※5【着地側】 → 都道府県公安委員会</p> <p>取決めの締結確認 → 事業者間で取決め締結後申請 (電力→原子力規制委員会)</p>						<ul style="list-style-type: none"> ※5：電力より運搬を委託された者 ・ 着地側の事業所外運搬に係る申請手続は輸送会社が実施 [電力は連名申請] 	
	原賠法	<p>原子力損害賠償補償契約 原子力損害賠償責任保険契約 → 付保手続 (電力→文科省/原子力保険プール)</p>								
	船舶安全法	<p>放射性輸送物運送計画・安全確認申請※4 → 船長 (運航会社) → 国交省海事局</p> <p>放射性物質等運送届※4 → 船長 (運航会社) → 管区海上保安本部</p> <p>危険物積付検査申請※4 → 船長 (運航会社) → 国交省海事局</p>						<ul style="list-style-type: none"> 確認 		

：自主検査等 ：官庁検査

A型、L型、IP型の運搬物の事業所外運搬に関する主要プロセス・工程の例（核燃料物質を封入しているもの除く）

		主要プロセス					備考	
現場作業	(1)空容器受取	(2)輸送物仕立	(3)外運搬規則適合検査	(4)構内輸送※2	(5)事業所外運搬（発地側）※1			(6)輸送物の船積※5
					準備	運搬		
現場作業	・ 建屋搬入	・ 蓋開 ・ 蓋閉め	<div style="border: 2px dashed red; padding: 5px;"> ・ 放射エネルギー確認 ・ 法令に適合した容器への収納 ・ 線量当量率測定 ・ 表面汚染密度測定等 </div>	・ 発電所長承認 ・ 転倒、転落防止 ・ 標識 ・ 危険物混載有無 ・ 線量当量率※4 ・ 表面汚染密度※4等	・ 発電所長承認 ・ 携行資機材類確認 ・ 標識、灯火、固縛状況 ・ 車両積付時の - 外観検査 - 表面密度検査 - 線量当量率検査 他	・ 輸送	<div style="border: 2px dashed black; padding: 5px;"> 【船積前】輸送物 - 線量当量率検査 - 表面密度検査 ・ 船積作業 【船積後】船内 - 線量当量率検査 </div>	※1：公道輸送を実施する場合 ※2：発地側で公道輸送を実施しない場合 ※3：必要に応じて実施 ※4：外運搬規則適合検査を兼ねる場合有り ※5：船舶輸送を実施する場合
許可関係	規制法 原子炉等	<div style="border: 2px dashed red; padding: 5px;"> 外運搬規則 3条～5条 8条～10条 </div>		【運搬前確認】 実用炉規則 88条 （事業所内運搬）				
	原賠法	原子力損害賠償補償契約 原子力損害賠償責任保険契約		付保手続（電力→文科省/原子力保険プール）				
	船舶安全法	放射性輸送物運送計画・安全確認申請※3 放射性物質等運送届※3		船長（運航会社）→国交省海事局 船長（運航会社）→管区海上保安本部	危険物積付検査申請 船長（運航会社）→国交省海事局	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">確認</div>		

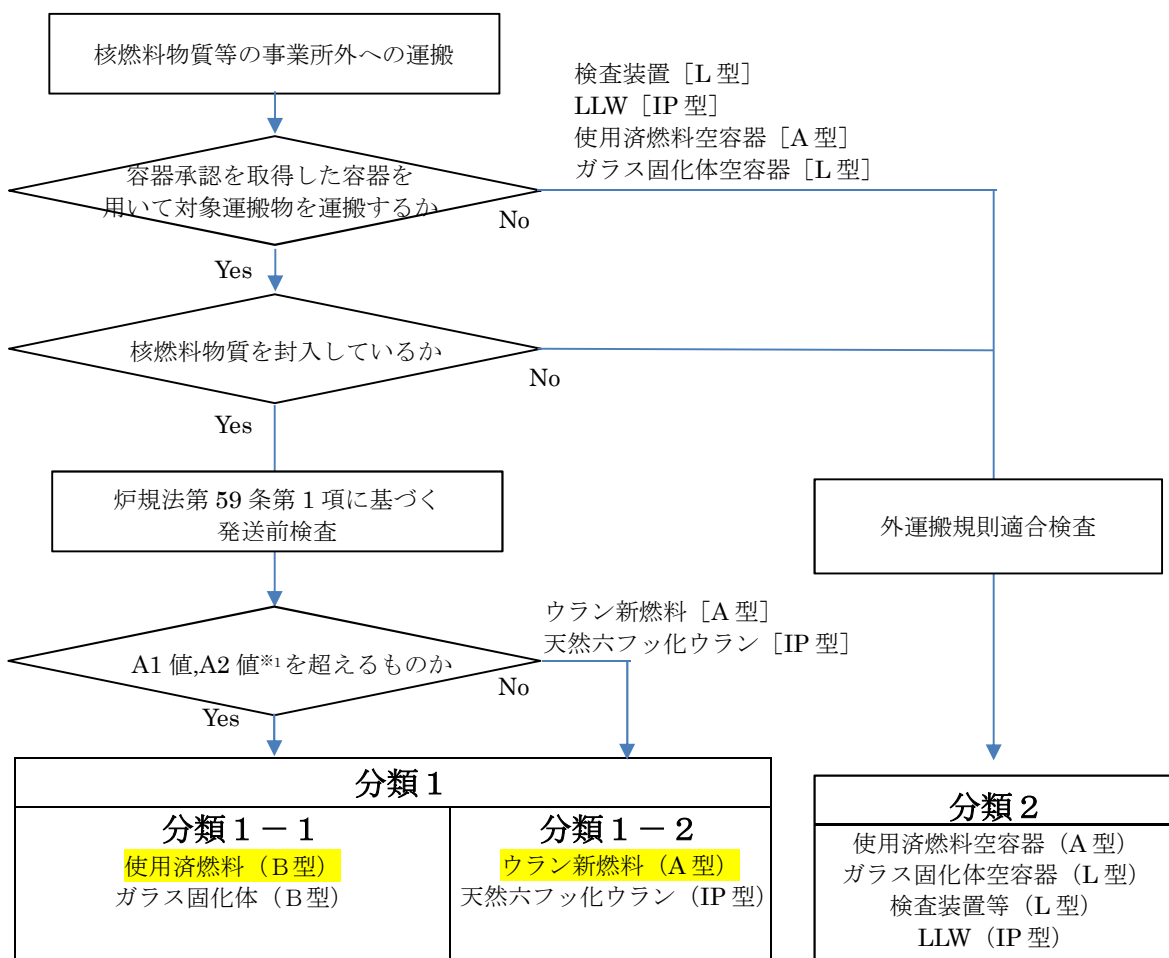
核燃料物質等の事業所内運搬に関する主要プロセス・工程の例（核燃料物質を封入しているもの除く）

		主要プロセス		備考
現場作業	(1)空容器受取	(2)輸送物仕立	(3)構内輸送	
	現場作業	・ 建屋搬入	・ 蓋開 ・ 蓋閉め	・ 転倒、転落防止 ・ 標識 ・ 危険物混載有無 ・ 線量当量率 ・ 表面汚染密度 等

 : 自主検査等
 : 官庁検査

核燃料物質等の運搬における自主検査等の信頼性確保の考え方

○外運搬に係る自主検査等の信頼性確保の分類



分類 1： 発送前検査

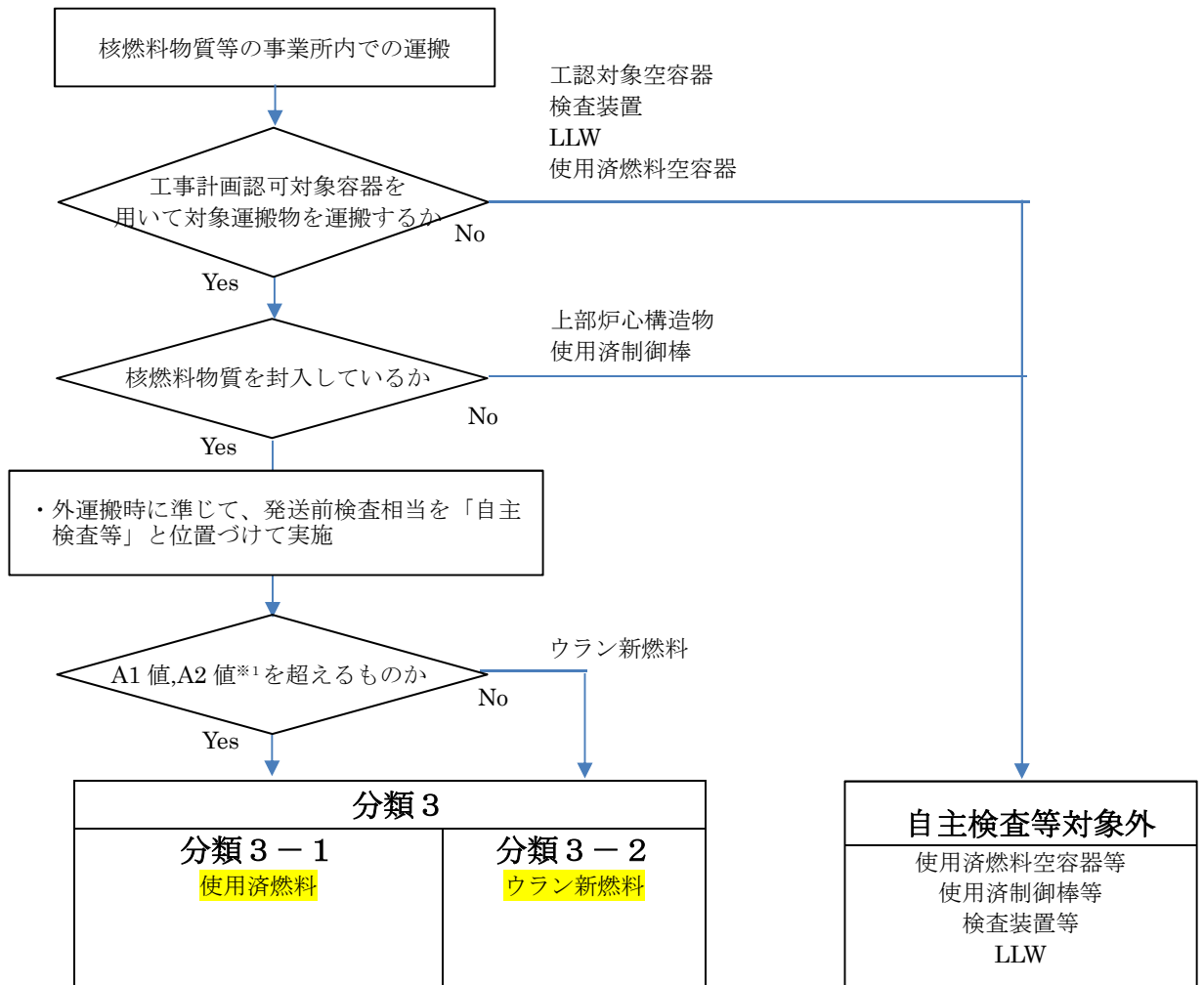
- ・ 独立性：放射線障害等の公衆へのリスクが高いことから、厳格な独立性を確保し、信頼性を担保するため、組織的独立を確保。[分類 1-1](#)
放射線障害等の公衆へのリスクが比較的低いことから、直接の工事担当者（電力社員以外含む）からの独立を確保。[分類 1-2](#)
- ・ 記録の信頼性：立会わない範囲の記録を用いて合否判定を行う場合、その記録の信頼性について、記録確認とする対象業務（データ採取）の実施状況を、独立のグレードに応じた体制により、抜き打ちによるオブザベーションとして実施
- ・ 上記以外：個別案件毎に検査要領書や検査体制表等を作成。

分類 2： 外運搬規則適合検査

- ・ 独立性：放射線障害等の公衆へのリスクが低いことから、直接の工事担当者（電力社員以外含む）からの独立を確保。
- ・ 記録の信頼性：立会わない範囲の記録を用いて合否判定を行う場合、その記録の信頼性について、記録確認とする対象業務（データ採取）の実施状況を、独立のグレードに応じた体制により、抜き打ちによるオブザベーションとして実施
- ・ 上記以外：個別案件毎に検査要領書や検査体制表等は作成せず、恒常的な体制により 2 次文書等に定める方法で実施。

※1 A1,A2 値は、輸送容器が事故で破損し、その一部が漏えいして、その内容物の一部を人が摂取しても影響を与えないよう、IAEA 規則にて定められた収納限度

○内運搬に係る自主検査等の信頼性確保の分類



分類3：発送前検査相当

- ・独立性：公衆への放射線障害リスクが高いことから、厳格な独立性を確保し、信頼性を担保するため、組織的独立を確保。[分類3-1](#)
公衆への放射線障害リスクが比較的低いことから、直接の工事担当者（電力社員以外含む）からの独立を確保。[分類3-2](#)
- ・記録の信頼性：立会わない範囲の記録を用いて合否判定を行う場合、その記録の信頼性について、記録確認とする対象業務（データ採取）の実施状況を、独立のグレードに応じた体制により、抜き打ちによるオブザベーションとして実施。
- ・上記以外：外運搬規則に準じて、個別案件毎に検査要領書や検査体制表等を作成。

※1 A1,A2 値は、輸送容器が事故で破損し、その一部が漏えいして、その内容物の一部を人が摂取しても影響を与えないよう、IAEA 規則にて定められた収納限度