

平成27年3月20日判決言渡 同日原本交付 裁判所書記官

平成22年(ワ)第591号 MOX燃料使用差止請求事件

口頭弁論終結日 平成27年1月16日

判 決

原告らの表示 別紙原告目録記載のとおり

原告ら訴訟代理人弁護士	冠	木	克	彦
	武	村	二三	夫
	大	橋	さゆ	り
同訴訟復代理人弁護士	谷		次	郎
同 補 佐 人	小	山	英	之

福岡市中央区渡辺通2丁目1番82号

被 告	九 州 電 力 株 式 会 社
同代表者代表取締役	瓜 生 道 明
同訴訟代理人弁護士	堤 克 彦
	山 内 喜 明
	松 崎 隆
	斉 藤 芳 朗
	永 原 豪
	熊 谷 善 昭
	池 田 早 織

主 文

- 1 原告らの請求をいずれも棄却する。
- 2 訴訟費用は原告らの負担とする。

事 実 及 び 理 由

第1章 請求

被告は、被告が設置し稼働している玄海原子力発電所3号機原子炉において

メロックス社製MOX燃料を使用して運転してはならない。

## 第2章 事案の概要

第1 本件は、被告が玄海原子力発電所（以下「玄海原発」という。）3号機原子炉（以下「本件原子炉」という。）でプルトニウム・ウラン混合酸化物燃料（以下「MOX燃料」という。）を使用すると、ギャップ再開（\*1）による重大事故の危険性があること、及び使用済MOX燃料を長期間保管すれば健康・環境被害が生じることを主張して、原告らが、人格権及び環境権に基づき、本件原子炉において、MOX燃料を使用して運転することの差止めを請求した事案である。なお、（\*）の付いた語句は、別紙用語集にその意味の説明を記載している。

第2 争いがない事実等（証拠により容易に認められる事実は、末尾に証拠を掲記した。）

### 1 当事者等

原告らは、129名であり、九州各県に居住し、うち66名は、佐賀県内に居住しており、更にそのうち15名は、玄海原発所在の佐賀県東松浦郡又は隣接する同県唐津市に居住している。

被告は、佐賀県東松浦郡玄海町大字今村に玄海原発3号機（電気出力118万kW）を設置し、平成6年3月18日に同3号機の営業運転を開始し、平成21年12月2日、MOX燃料（メロックス社製A型燃料。以下「本件MOX燃料」という。）を用いるプルサーマルによる営業運転を開始した。

### 2 玄海原発3号機プルサーマルの基本構造

(1) 原子力発電所（以下「原発」という。）は、原子炉において核燃料（ウラン235など）を用い、核燃料の核分裂によって発生した熱で蒸気を発生させ、その蒸気でタービンを回し、これによって発電をするものである。そして、プルサーマルとは、軽水炉のような熱中性子炉（サーマル・リアクター）でMOX燃料を使用することである。

(2) MOX燃料ペレットは、二酸化ウラン粉末と二酸化プルトニウム粉末を混合し、焼き固めてセラミックにし、一定の寸法になるように研削する工程を経て造られる。ここで用いるウランは劣化ウランであるため、燃えるウランは0.2%程度しか含まれていない。それゆえ、MOX燃料で燃えるのはほとんど専らプルトニウムである。

(3) 1本の燃料棒は、MOX燃料ペレット約320個を約4m(ペレット部分の有効長約3.7m)の燃料被覆管(以下「被覆管」という。)に入れて造られる。また、MOX燃料集合体1体は、燃料棒を17×17形(289本)に組み立てて造られる。また、MOX燃料集合体1体中には、プルトニウム含有率の異なる3種類の燃料棒が配置され、プルトニウム含有率の低い燃料棒がMOX燃料集合体の外側にくるように配置される。

(4) 燃料集合体の1体中には24本の制御棒案内管と1本の電気ケーブル案内管があるため、燃料集合体1体中の燃料棒は264本(=289本-25本)である。そのため、MOX燃料集合体1体中には、MOX燃料ペレットが約8万5000個(≒264本×320個)含まれている。

このMOX燃料集合体を従来のウラン燃料集合体とともに並べて炉心を構成するが、炉心内では、MOX燃料集合体とウラン燃料集合体は別の位置に配置される。出力120万kW級(118万kW)の玄海原発3号機では、炉心中の燃料集合体全193体のうち、MOX燃料集合体は、最大で48体(1/4)である。

(5) 玄海原発3号機では、運転サイクルを3サイクルとし、各サイクルごとに炉心内の燃料集合体の配置は入れ替えられる。また、燃料集合体を構成する燃料棒の出力は、炉心内における燃料集合体の配置された位置によって異なり、同様に燃料棒を構成するペレットの出力も異なる(甲1, 乙B42, 証人小山)。

(6) 玄海原発3号機用のMOX燃料はフランスのメロックス工場で造られた

ものであるところ、メロックス工場でのMOX燃料の製造は、MIMAS法と呼ばれる二段階混合法が用いられている。

### 3 原発の安全設計

#### (1) 深層防護という基本思想

原発の安全設計とは、①原子炉のエネルギーを管理し、②放射性物質を隔離することにより、原子炉施設の安全性を確保するという観点からみた原発の設計のことである。安全設計は、「深層防護」という基本思想に基づいている。これは、安全対策を何段構えにもする、すなわち、何段もの安全対策を講じておくことにより安全性を確たるものにするという思想である。具体的には、次の三つの段階に区分できる。

ア 異常な状態の発生自体を未然に防止する。

イ 異常な状態が発生した場合には、これを早期に発見し、速やかに対策を講じて、その波及・拡大を防止する。

ウ 異常な状態が事故に発展したような場合においても、放射性物質の環境への異常な放出を防止する。

#### (2) 放射性物質の隔離

##### ア 燃料の健全性

##### (ア) 燃料と被覆管の健全性

原発の危険性は、放射能の危険性にあるところ、原子炉の運転により発生する膨大な放射能は、燃料の中で生成され、蓄積されているが、この放射能を燃料の中に閉じ込めることができるかどうかは、第一に燃料と被覆管の健全性に依存しており、この健全性が原発の安全性の根本的基礎である。

原子力安全白書平成3年版(甲8)では、「原発は、その運転により原子炉内に放射性物質が生成され、蓄積されるが、その放射性物質が異常に漏えいしたりすると、周辺公衆に影響を及ぼしかねないとい

う潜在的な危険性を有している。このため、この潜在的な危険性を顕在化させないように、平常運転時には放射性物質の放出を合理的に達成できる限り低くするように管理し、万一の事故に際しては放射性物質を閉じこめることによって多量に放出されるのを防止することが、原発における安全確保の基本的方針となっている」旨報告され、さらに、平常運転時の放射線防護の考え方として、「原発は、原子炉の運転によって発生する放射性物質を内部に閉じこめる設計となっている。具体的には、被覆管の健全性を確保して燃料棒内に蓄積した核分裂生成物が冷却材中に漏出しないようにする」旨報告されている。

このように、燃料と被覆管の健全性を確保することは、原発の安全性にとって最も基礎的に重要な事柄である。発電用軽水型原子炉の設置許可申請(変更許可申請を含む。)に係る安全審査において、安全性確保の観点から設計の妥当性について判断する際の基礎を示すことを目的として定められた「発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針」(平成2年8月30日原子力安全委員会決定。一部改訂・平成13年3月29日原子力安全委員会)(甲9、以下「軽水炉安全設計審査指針」という。)でも「指針12.燃料設計」において、「1.燃料集合体は、原子炉内における使用期間中に生じ得る種々の因子を考慮しても、その健全性を失うことがない設計であること。」とされ、また、同指針の解説「指針12.燃料設計」でも「「生じ得る種々の因子」とは、燃料棒の内外圧差、燃料棒及び他の材料の照射、負荷の変化により起こる圧力・温度の変化、化学的効果、静的・動的荷重、燃料ペレットの変形、燃料棒内封入ガスの組成の変化等をいう」と解説されている。

#### (イ) 被覆管の役割

加圧水型原子炉(以下「PWR」という。)において燃料となる二酸

化ウランの融点は極めて高いため、融解加工によって製作することが困難である。そこで、二酸化ウラン粉末をプレス成型後、これを円柱状に焼き固めた二酸化ウラン焼結ペレットとして直径約9 mm強の被覆管内に収めている。このペレット自体で、放射性物質が保持され、核分裂によって発生した放射性物質は、その大部分がペレット内にとどまるが、一部はペレットから放出される。しかし、放出された放射性物質も、被覆管の中に閉じ込められる。被覆管の役割には、このような放射性物質を閉じ込めるということのほか、燃料と冷却材の反応を妨げるということがある。被覆管の材料には、ジルコニウム合金が用いられている。ジルコニウム合金は、内外圧差による変形等に耐えられ、一次冷却材、二酸化ウラン、核分裂生成物等による変形等に対して高い耐性を有する。

#### イ 原子炉冷却材圧力バウンダリ

原子炉冷却材圧力バウンダリとは、原子炉の通常運転時に一次冷却材を内包して原子炉と同じ圧力条件となり、異常状態において圧力障壁を形成するものであって、それが破壊されると一次冷却材喪失となる範囲の施設をいう。原子炉冷却材圧力バウンダリは、被覆管から一次冷却材中に核分裂生成物が漏えいしてきても、これを閉じ込めるという機能を期待されているものであり、一次系の圧力、温度等に耐えるものでなければならない。原子炉容器には、内面にステンレス鋼を溶接した低合金鋼（クロム・モリブデン鋼）が、一次冷却材管等にはステンレス鋼が、蒸気発生器伝熱管にはインコネル600や690等が使用されている。

#### ウ 工学的安全施設

工学的安全施設とは、放射性物質を閉じ込める機能を有する原子炉冷却材圧力バウンダリが破損するような異常状態が発生した場合に、放射性物質の環境への異常な放出を防止できるような機能を有することを目

的とした施設である。工学的安全施設は、安全保護系からの信号により、必要な作動をするものであり、非常用炉心冷却設備（ECCS）などがある。

### (3) 安全審査

平成24年法律第47号による改正前の「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」（以下「原子炉等規制法」という。）23条は、発電の用に供する原子炉を設置しようとする者は、経済産業大臣の許可を受けなければならない旨定め、また、同法24条は、経済産業大臣が許可をするにあたっては、原子炉施設の位置、構造及び設備が核燃料物質（使用済燃料を含む。）、核燃料物質によって汚染された物（原子核分裂生成物を含む。）又は原子炉による災害の防止上支障がないものであるという条件に適合していると認められない場合には、設置の許可をしてはならない旨定めており、これらの規定は、許可を受けた申請書に記載した事項を変更する場合にも準用される（同法26条4項）。

そして、上記の許可をするに当たっての審査を安全審査というところ、原子力安全委員会は、「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」等を定め、これに基づいて安全審査を行ってきたものである（平成24年9月19日以降は、専門的知見を有する委員長及び委員により構成される原子力規制委員会が原子力利用の安全確保のための施策の策定等を掌握している。）。

## 4 ギャップ再開について

### (1) ギャップ再開とは

ア MOX燃料ペレットが詰められた燃料棒において、被覆管内部で核分裂反応によって発生した熱は、燃料棒を囲んでいる一次冷却材により蒸気発生器に運ばれて発電に用いられるところ、一次冷却材は、燃料の熱を奪い取ることによって燃料温度の上昇を抑え、ペレットの熔融及び被

覆管の溶融を防止し、原子炉が重大な事故に至らないように防護している。

イ 燃料ペレットとそれを詰めている燃料棒の被覆管の間には、当初、直径で約0.17mmの隙間（ギャップ）が開いている。

ウ 原子炉の運転後、燃料ペレットは、固体や気体の核分裂生成物が内部に蓄積することによって膨張するが、ペレットと被覆管が接触した状態で運転されている場合、燃料棒内部の核分裂によって生じた熱が一次冷却材に伝達されるため、燃料棒内部の温度が加熱上昇することはなく、燃料の健全性は保たれる。

エ 原子力安全委員会により昭和63年5月12日に了承された「発電用軽水型原子炉の燃料設計手法について」（甲11、以下「燃料設計手法報告書」という。）では、PWR燃料棒の内圧基準について、「燃料棒の内圧は、通常運転時において被覆管の外向きのクリープ変形によりペレットと被覆管のギャップが増加する圧力を超えないこと。」とし、その説明として、「(1)サーマルフィードバック（\*2）の発生防止 通常運転時には、燃料棒の燃焼初期において燃料棒の内圧は運転中冷却材圧力（以下「外圧」という。）を下回っており、被覆管は内向きのクリープ変形により径が減少しペレットとの接触に至る。その後燃焼中期以降放出FPガス（核分裂生成ガス）（\*3）の蓄積により内圧が増加し、高燃焼度領域では内圧が外圧を超える可能性がある。このような内圧支配に至った状態では被覆管は外向きのクリープ変形により径が増加し、一旦接触したペレットと被覆管にギャップが生じる可能性がある。このギャップが開くことによりギャップコンダクタンスが低下し燃料温度が上昇すると、更にFPガスが放出され内圧が上昇し、その結果更にギャップが広がるといったいわゆるサーマルフィードバックを起こす可能性がある。このような状態での燃料使用は、燃料温度の過大な上昇を招くこと



となる。新しい燃料棒内圧基準は、サーマルフィードバックを避けるために設けられている。」としている。

なお、クリープ変形とは、比較的低い弾性領域応力を長時間受けて、徐々に被覆管が変形する現象をいい、ギャップコンダクタンスとは、ペレットと被覆管の隙間（ギャップ）の熱の伝わりやすさ（熱伝導係数）をいう（弁論の全趣旨）。

(2) 被告による設置変更許可申請及び輸入燃料体検査申請におけるMOX燃料棒最大内圧値等

ア 被告は、平成16年5月28日、玄海原発3号機でのMOX燃料使用について、設置変更許可申請書（甲1）を提出し、さらに、平成17年1月18日に補正書を提出し（甲13、乙B9の2-1及び2-2）、原子力委員会及び原子力安全委員会への諮問及びその答申を経て、経済産業大臣は、同年9月7日、設置変更を許可した（乙B12）。

イ 被告は、前記設置変更許可申請書（甲1）8-3-13頁の「b. 燃料棒内圧」の項において、「最高燃焼度を有する燃料棒内圧でも、通常運転時において、別紙1の第3.2.5(4)図に示すように過大となることはなく、被覆管の外向きのクリープ変形によりペレットと被覆管のギャップが増加する圧力である約19.0MPa～約19.7MPa（約194kg/cm<sup>2</sup>～約201kg/cm<sup>2</sup>）を超えることはない」と評価し、ギャップ再開は起こらない旨説明した。

ウ 被告が本件原子炉でメロックス社製のMOX燃料を使用するために申請した平成19年9月3日付輸入燃料体検査申請書では、燃料棒内圧評価値の最大値は19.5MPa（1MPa（メガパスカル）＝10.197kg/cm<sup>2</sup>Gである。1kg/cm<sup>2</sup>Gは1cm<sup>2</sup>当たり1kgの重量がかかるような圧力をいう。）、燃料棒内圧設計基準値は19.7MPaとしていた（甲12・2-50頁表3-8）。

第1回製造分の被告の申請については平成21年7月10日、第2回製造分の被告の申請については平成22年9月1日、いずれも平成26年法律第72号による改正前の電気事業法（以下「電気事業法」という。）51条3項の規定に基づき、経済産業大臣の検査に合格した（乙B18、19）。

エ 燃料棒の内圧とは、被覆管内の気体が及ぼす圧力のことであり、その気体としては、初期ヘリウムガス、FPガス及びアルファ線等由来のヘリウムガス等があり、内圧評価にはペレット内に蓄積されたFPガスの放出率が影響する。

現在の安全評価において採用が認められている燃料棒設計コードにはFINEコード及びFPACコードがある。これらの燃料棒設計コードは、燃料諸元、燃料棒内初期ガス量及び成分の他、燃料棒平均線出力密度、軸方向発熱分布、冷却材入口温度、流量及び圧力を入力し、燃料棒全長にわたって解析計算を行うものであり、燃料温度、ペレット-被覆管ギャップ、燃料棒内圧、被覆管応力、被覆管の歪等の挙動を評価するものである（乙A2・965頁）。燃料設計手法報告書にいう「燃料棒設計コード」とは、三菱製燃料の場合はFINEコードを意味する（乙A2・911頁/燃料設計手法報告書「（付録2）PWR燃料設計手法」参考文献(4)、乙B1の4「MAPI-1019改1三菱PWRの燃料設計計算コードの概要」（1頁））。

被告は、内圧評価を燃料棒設計コードであるFINEコードを用いて行った。

## 5 放射線被ばく

### (1) 放射線被ばくと人体への影響

原子核の崩壊や核分裂反応のときに高エネルギーで飛び出してくる素粒子などの超高速の微粒子を放射線といい、放射線には、アルファ線（ヘリ

ウムの原子核), ベータ線 (高速の電子), ガンマ線 (光子), 中性子線 (中性子) などがある。放射線は, 細胞のDNAなどに直接当たったり (直接作用), 細胞内の水や有機物質などを電離することにより酸化力の強い物質 (フリーラジカル) を発生させ, そのフリーラジカルがDNAなどを傷つける (間接作用) ことで生体に影響を与える。損傷を受けた細胞が死ぬなどして本来の働きを失い, 生体の有する自己修復の能力を超えると, その細胞が構成している中枢神経系や臓器, 造血器官などの機能が損なわれ, ときには被ばく者が死に至る。DNAが損傷を受け, 自己修復に失敗して細胞分裂の統制が失われると, 被ばく者がガンに罹患することもある。

平成12年版の国連放射線影響科学委員会報告によれば, 0.5シーベルトの全身被ばくで末梢血中のリンパ球が減少し, 1シーベルトの全身被ばくで10%の人に悪心, 嘔吐が出現し, 7ないし10シーベルトの全身被ばくで死亡に至るとされている。国際放射線防護委員会 (ICRP) の平成2年勧告は, 一般公衆の防護のための線量限度として, 実効線量限度を1年当たり1ミリシーベルトなどとすることを勧告している。我が国においても, 実用発電用原子炉の設置, 運転等に関する規則 (昭和53年12月28日通商産業省令第77号) 1条2項6号, 8条3号, 同規則の規定に基づく線量当量限度等を定める告示 (平成13年3月21日通商産業省告示第187号) 3条1項1号により, 周辺監視区域 (管理区域の周辺区域であって, 人の居住が禁止され, 業務上立ち入る者以外の者の立ち入りが制限される区域) の外側において, 実効線量が1年間に1ミリシーベルトを超えないことを求めている。さらに, 「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に関する指針」 (昭和50年5月13日原子力委員会決定) では, 発電用軽水炉施設周辺の公衆の受ける線量についての目標値を, 実効線量で年間1000分の50ミリシーベルトとする旨が定められている。

## (2) 原発の重大事故による放射線被ばく

ア 事故によって原子炉内の放射性物質が外部に放出されると、周辺公衆は、放射性煙霧からのガンマ線外部照射、放射性煙霧を吸入して放射性物質が体内に取り込まれることにより身体各部が受ける内部照射、放射性煙霧が直接農作物に沈着して汚染し、それを食べることによって起こる内部照射、放射性煙霧が沈着して土地を汚染し、そこにできる農作物やそこに育つ家畜などを食べることによって起こる内部照射などの過程を通じて、放射線に被ばくする。

イ 昭和36年に原子力産業会議が科学技術庁から委託されて行った調査「大型原子炉の事故の理論的可能性及び公衆損害に関する試算」の報告書においては、1000万キュリーの放出を想定し、低温放出では、数百名の致死者、数千名の障害者、100万人程度の要観察者が生じ得る、物的損害は、最高では、農業制限地域が幅20ないし30km、長さ1000km以上に及び、損害額は1兆円以上に及ぶとされている。

ウ 福島第一原子力発電所1号機から3号機は、平成23年3月11日に東日本を襲った地震及びこれに引き続く津波によって、圧力容器内の燃料棒が溶けて崩れ落ちる炉心損傷に至った。原子力安全・保安院は、福島第一原子力発電所事故を国際原子力事象評価尺度で「レベル7」に相当すると暫定評価したが、「レベル7」に相当する事故は、過去には旧ソ連のチェルノブイリ原発事故しかない。また、原子力安全・保安院は、福島第一原子力発電所事故で大気中に放出された放射性物質の量を77万テラベクレルと、原子力安全委員会は63万テラベクレルと推定した。同事故により、警戒区域及び計画的避難区域が指定され、多くの住民が避難生活を余儀なくされている。

### 第3章 争点及び争点についての当事者の主張

1 被告が輸入燃料体検査申請書において申請した燃料棒内圧評価値(\*4) 1

9. 5 MP a 及び燃料棒内圧設計基準値 (\* 5) 19. 7 MP a が信用できるかどうか。

(原告らの主張)

被告が挙げる燃料棒最大内圧等の数値は大きく変遷しており、計算根拠も示されておらず、安全性は全く検証できず、到底安全であるとはいえない。

すなわち、被告は、平成16年5月28日、玄海原発3号機でのMOX燃料使用について、設置変更許可申請書(甲1)を提出した。被告は、同申請書において、「最高燃焼度を有する燃料棒内圧でも、通常運転時において、別紙1の第3. 2. 5(4)図に示すように過大となることはなく、被覆管の外向きのクリーブ変形によりペレットと被覆管のギャップが増加する圧力である約19. 0 MP a ~ 約19. 7 MP a を超えることはない」としていたところ、同図によれば、燃料棒内圧の最大値は、約16. 1 MP a と読み取ることができ、これがギャップ再開内圧に関する被告の評価値である前記約19. 0 MP a ~ 約19. 7 MP a を超えることはないので、ギャップ再開はないとしていたものである。ところが、現在被告が装荷して運転している燃料は、その後の平成19年9月3日付けの輸入燃料体検査申請書(甲1. 2)に基づいており、同申請書における「燃料棒の内圧」は、前記設置変更許可申請書(別紙1の第3. 2. 5(4)図)における16. 1 MP a を約1. 21倍も高めた19. 5 MP a になっている。他方、被告は、ギャップ再開内圧(燃料棒内圧設計基準値)について、前記設置変更許可申請書(甲1)では約19. 0 MP a ~ 約19. 7 MP a としていたが、これを前記輸入燃料体検査申請書では、19. 7 MP a と変更している。そして、この結果、0. 2 MP a という約1. 0%の安全余裕があるとした。これらの数字だけを見れば、最大内圧の変動に合わせてギャップ再開内圧も適当に調整したかのように見える。

(被告の主張)

被告は、原子炉設置変更許可申請の段階では、三菱重工業製MOX燃料と原

子燃料工業製MOX燃料のいずれも採用することができるよう、三菱重工業製MOX燃料の燃料棒内圧設計基準値である19.7MPaと、原子燃料工業製MOX燃料棒内圧基準値である19.0MPaを併記する形で「約19.0MPa～19.7MPa」と記載した。他方、輸入燃料体検査申請書においては、三菱重工業製MOXを採用することが決まったため「19.7MPa」を燃料棒内圧設計基準値とした。したがって、原告らが主張するような「調整」をしたものではない（なお、原告らが指摘する原子炉設置変更許可申請書の燃料棒内圧評価値（16.1MPa）は、原子炉設置変更許可申請書に記載されている「燃料棒内圧の燃焼度変化（ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料）（3号炉）」（別紙1の第3.2.5(4)図）から読み取ったものと推測されるが、正しくは16.2MPaである。）。

一方、輸入燃料体検査申請における内圧評価結果は、代表炉心ではなく、三菱重工業製MOX燃料について、実際の炉心を前提に、3サイクルにわたり変化する出力条件を考慮した燃料棒の詳細設計を基に評価した結果である。すなわち、ウラン燃料棒と同様、MOX燃料棒についても出力が高いほどFPガス放出率は高くなる傾向があることから、輸入燃料体検査申請では、解析に用いる燃料棒の出力履歴について、炉心毎に燃料棒出力が変動する可能性を踏まえ、燃料棒内圧評価の観点で安全側となるように出力履歴を厳しい条件としている（原子炉設置変更許可申請の際には、このような評価は行っていない。）。したがって、輸入燃料体検査申請における燃料棒内圧評価においては、より厳しい条件を設定して評価を行っているのであるから、原子炉設置変更許可申請時と輸入燃料体検査申請時とで燃料棒内圧評価値が異なる（後者が高くなる）ことは当然である。以上のとおり、被告は、それぞれの規制段階において適切に内圧評価を行っている。

- 2 MOXペレットとウランペレットがスエリング（\*6）において同等と評価することが相当であるといえるか。

(原告らの主張)

被告は、輸入燃料体検査申請書における「MOX及びウランペレットの密度変化」と題する図面（別紙2の図3-3(2)）において見落としをしている。正確に核燃料の数値を拾い出してみれば、MOX燃料はウラン燃料より密度が高くなる傾向があることから、体積（又は直径）の膨張率がウランより低い傾向にあることになる。そして、正確に核燃料の数値を拾い出した上で、別紙2の図3-3(2)に基づけば、ウラン燃料のギャップ再開時期が運転末期から約5日後であるのに対し、MOX燃料のそれは運転末期より約56日前に訪れ、内圧19.0MPaの段階で生じうる。

(被告の主張)

被告は、燃料棒内圧設計基準値の設定はFINEコード(\*7)を使って行っており、FINEコードにおいては、ウラン燃料との比較におけるMOX燃料の特性は考慮されているが、MOXペレットのスエリングについては、ウランペレットと同等であるとして特別な考慮はしていない。このことは、原子力安全委員会においても妥当性が確認されており、また、MOXペレットのスエリングがウランペレットと同等であることは、一般的に定着した見解である(乙A2p964~966)。そして、FINEコードを使って算出したMOXペレットの体積変化の予測値と、照射済ペレットの体積変化の実測値とがほぼ一致しており(別紙3の図9「ペレット体積変化の実測値と予測値の比較」)、前記考えの正しさは実証されている。

- 3 別紙4の図3-8(FPガス放出率の実測値と予測値の比較(輸入燃料体検査申請書))のプロットのうち、予測値と実測値との乖離が最も大きいプロットの予測値と実測値との比率(約2.24倍)を基に、被告が想定したFPガス放出率を約2.24倍に増えるとみるのが相当かどうか。

(原告らの主張)

被告の引用するデータによっても、燃料最大内圧は燃料棒内圧設計基準値1

9. 7MPaを上回る可能性がある。燃料棒最大内圧の評価はFINEモデルを使用してなされるところ、被告の引用するデータにあるベズナウ炉のデータによるFPガス放出率は実測値は予測値の2.24倍となる。これに、MOX燃料のFPガス放出率をウラン燃料のその1.3倍としていることを加味すると、結局ウラン燃料の約3倍ものFPガスが、ペレット外の隙間に放出されることになる。そして、ガス全体量のうちFPガスの占める割合を控えめに30%とすると内圧は1.372倍となり、燃料棒内圧評価値は22.1MPaとなり、燃料棒内圧設計基準値をはるかに上回ることになる。

(被告の主張)

被告は、MOX燃料採用に係る原子炉設置変更許可申請の時点で、ベズナウ炉のデータについても考慮して設計しており、安全審査においても考慮された上で、その妥当性が確認されている。このことは、「「発電用軽水型原子炉施設に用いられる混合酸化物燃料について」に係る追加データ等の整理について」(平成19年7月24日原子力安全基準・指針専門部会)にも明記されている。また、ベズナウ炉における燃料は、玄海原発3号機の燃料棒内圧評価に用いた条件と比べ、仕様及び照射条件が全く異なるため、同炉のデータのみを玄海原発3号機に直接あてはめて計算したとしても、何ら信頼性のある数値は算出されない。

- 4 被告が初期ヘリウム加圧量を、輸入燃料体検査申請時点で低減させたことに、相当性はあるか。また、これにより、被覆管が外圧に押されてつぶされるクリップコラプスが起きるかどうか。

(原告らの主張)

被告は、輸入燃料体検査申請書において、設置変更許可申請のときよりも出力履歴を厳しい条件に設定した結果、燃料棒内圧評価値が燃料棒内圧設計基準値19.7MPaを上回ったため、これを引き下げるために、初期ヘリウム加圧量を強引に低減させるという「禁じ手」を使っている。もし、輸入燃料体検



査申請時も設置変更許可申請時と同じ初期ヘリウム加圧量であるならば、燃料棒内圧評価値はより高いはずであり、燃料棒内圧設計基準値を超えることになる。

(被告の主張)

初期ヘリウム加圧は、被覆管が外圧に押されてつぶされる現象であるクリープコラプスを起こさないようにするために行うものであるところ、被告は、設置変更許可申請時と比べて輸入燃料体検査申請の段階で初期ヘリウム加圧量の低減を行ったが、その際に、本件MOX燃料の初期ヘリウム加圧量でクリープコラプスが発生しないことを確認しているばかりでなく、実績としても本件MOX燃料においてクリープコラプスが発生したことはない。したがって、被告が初期ヘリウム加圧量の低減を行ったことは何ら問題とはならない。

- 5 燃料棒内圧評価値の算出にあたり、被告の行ったプルトニウム組成における3パターンの評価は、十分なものかどうか。

(原告らの主張)

燃料棒内圧評価値の算出方法に関して、被告はプルトニウム組成について、低組成(\*8)・代表組成(\*9)・高組成(\*10)の3パターンの評価を行っているが、この典型的な3パターン以外の組成の場合の燃料棒内圧評価値はこれらの最高値を上回らないという保証はない。しかも、燃料が特定された後の輸入燃料体検査申請の場合は、MOX燃料の組成の特定ができているのであるから、その組成を前提として燃料棒内圧評価を行うことができるものであったところ、被告は、それすらしておらず、内圧評価として十分であるとは到底いえない。

(被告の主張)

被告は、実際に調達し得るMOX燃料のプルトニウム組成の範囲(核分裂性プルトニウム割合55.00wt%~81.60wt%)において、内圧が最大となる低組成(核分裂性プルトニウム割合63.77wt%)の燃料棒内圧

評価値が本件MOX燃料の燃料棒内圧評価値の最大値(19.5MPa)を下回り、従って燃料棒内圧設計基準値(19.7MPa)を下回ることを確認している。なお、輸入燃料体検査申請の燃料棒内圧評価値は、実際には代表組成および高組成の燃料の出力履歴が低組成の出力履歴を辿ることはないが、仮定的に安全側の評価を行うため、全ての組成について、低組成の出力履歴を用いて評価を行った。その結果、代表組成の燃料棒内圧評価値19.5MPaが最も高くなった。

6 燃料棒内圧設計基準値(19.7MPa)は、ギャップが再開しないための安全余裕として十分であるかどうか。

(原告らの主張)

被告提出の輸入燃料体検査申請書(甲12)では、燃料棒最大内圧19.5MPa、ギャップ再開内圧(燃料棒内圧設計基準値)19.7MPaとなっており、その差はわずか0.2MPaであり、ギャップが再開しないという安全余裕がわずか1.0%であるところ、玄海原発3号機プルサーマルは安全余裕を切り詰めており、到底安全とはいえない。すなわち、玄海原発3号機プルサーマルでは、燃料ペレット、燃料集合体及び炉心の各レベルで核特性の異なるプルトニウムの不均一が存在すること、MOXペレットから放出される気体が多く、燃料棒の内圧が高くなることが指摘されていること、玄海原発3号機は、海外のプルサーマル原発と比べてPu-f富化度が高く、世界にも類を見ない危険性を有していること、もともと90万kW級原発で実験をし、さらに商業運転をする予定であったところ、実験を省略し、しかも120万kW級でいきなり商業運転を開始するというものであることに照らし、ギャップが再開しないという安全余裕がわずか1.0%では、到底安全とはいえない。

(被告の主張)

燃料設計手法報告書では、燃料棒内圧についてサーマルフィードバックが発生しないような設計基準を定めており、被告はこれに基づいて「燃料棒内圧設

計基準値」を設定しFINEコードを使って内圧評価を行い、燃料棒内圧評価値が燃料棒内圧設計基準値を超えないことを確認して、国の安全審査を受けているのであるから、サーマルフィードバックが発生することはない。燃料棒内圧設計基準値（19.7MPa）は、解析における不確定性（設計コードの不確定性及び製造公差に起因する不確定性）を安全側に考慮している。また、燃料棒内圧評価においては、実際のプルトニウム組成の燃料棒について、燃料棒内圧評価値が最も厳しくなるような燃料棒出力条件を用いた評価を行っている。こうした安全側に立った燃料棒内圧評価に加え、解析における不確定性（設計コードの不確定性及び製造公差に起因する不確定性）を考慮して評価を行っており、燃料棒内圧設計基準値及び燃料棒内圧評価値のいずれにも不確定性を考慮し、合計で数10%の安全余裕を含んでいる。以上のとおり、原告らの主張するような「安全余裕を切り詰めている」事実はなく、ギャップが再開しないための安全余裕として十分である。

7 ギャップ再開によりサーマルフィードバックが起こるか。

（被告の主張）

仮にギャップ再開が起こる事態を想定しても、燃料棒の内圧が相当程度高まらない限りは、燃料ペレットの温度は有意に上昇せず、継続的なギャップの増加は生じないから、サーマルフィードバックにまでは至らない。

（原告らの主張）

ギャップ再開が起こり、ペレットと被覆管との間に再びギャップができると、外部の冷却材への熱伝達が低下し、ペレットの温度が上昇し、ペレット内の熱運動でさらに多くの気体がペレットから隙間に放出されて、さらにギャップを押し広げるサーマルフィードバックが起こる。

8 試験研究炉（ノルウェーのハルデン炉）で実施された試験の結果が、本件原子炉でのMOX燃料使用の適否に関連するか。

（被告の主張）

試験研究炉（ノルウェーのハルデン炉）において、PWRの環境（冷却材圧力及び冷却材温度）を模擬したうえで、燃料棒内にガスを入れて加圧することで、FPガスにより内圧が上昇した状態を模擬し、その後、更なる加圧により内圧を段階的に上昇させた場合に、内圧がどの程度高まった時点でペレットの持続的な温度上昇を引き起こすのかを確認する試験が実施されたところ、燃料棒の内圧が25.5MPa（冷却材圧力である15.5MPaを10MPa上回る圧力）を上回って初めてペレットの温度が有意に上昇し始めたとの結果が出ている。また、同様に燃料棒内にガスを入れて加圧し、内圧を段階的に上昇させた場合に、内圧がどの程度高まった時点で、ペレットにおける継続的なギャップ増加を引き起こすのかを確認する試験が実施されたところ、燃料棒の内圧が45.5MPa（冷却材圧力である15.5MPaを30MPa上回る圧力）となる状況においても、継続的なギャップの増加は生じなかったとの結果が出ている。

したがって、ハルデン炉における「燃料棒内圧が45.5MPaとなる状況においても継続的なギャップ増加が生じなかった」という試験結果からすると、応力の観点から見れば、本件原子炉では「燃料棒内圧が39～42MPa程度となる状況においても継続的なギャップ増加が生じない」と考えることができる。そして、この圧力は、燃料棒内圧設計基準値の19.7MPaに比べるとはるかに高く、本件原子炉においても、ハルデン炉の試験結果と同様に、「燃料棒の内圧が相当高まらない限りは、更にギャップが押し広げられるサーマルフィードバックに至るわけではない」といえる。

（原告らの主張）

ハルデン炉では、ただ1本の燃料棒が設置され、また、外部から被覆管内にアルゴンガス（又はヘリウムガス）を送ることにより内圧を高める操作をするなど、本件原子炉でギャップ再開が起こる場合と状況が基本的に異なる。したがって、ハルデン炉と本件原子炉とでは、燃料と被覆管の条件に大きな違いが

あるので、ハルデン炉でギャップ再開の内圧が高まったからといって、本件原子炉でも同様になると結論することはできない。

9 ギャップ再開により燃料溶融の危険があるか。

(被告の主張)

本件原子炉において、運転時の異常な過渡変化時の燃料中心温度は、約2250℃であって、燃料中心温度設計基準値である2510℃を下回っており、また、燃料の温度上昇は緩やかであり、原告らの主張するように3サイクル末期にギャップ再開が発生したと仮定しても、運転終了までに燃料ペレットの溶融に至ることはない。また、仮にギャップ再開からペレット溶融が始まる事態を想定しても、通常運転中の原子炉においては、燃料棒の外側は冷却水に接し冷却されているため、被覆管の温度が急激に上昇することは考えられず、被覆管の温度が900℃に達することはなく、燃料溶融の危険はない。

(原告らの主張)

被告の評価においても、MOX燃料ペレットの溶融点は燃焼度に依存し、プルトニウム含有率が集合体平均値9.1%の場合は、3サイクル目末期頃には溶融点は2330℃まで落ち(甲12・2-49図3-16)、溶融点を超える危険性が生じる。また、被覆管(ジルカロイ)の融点は約1800℃(1767℃)と低く、先に溶融して崩れ落ちる可能性が高い。

また、ギャップ再開によりサーマルフィードバックが起こり、その後、ペレット中心温度が通常より600℃程度上昇してペレットが溶け始めると、ペレット内の熱が被覆管に伝わり被覆管外表面の温度が約30℃上昇した段階から、核沸騰状態、混合沸騰状態、さらには膜沸騰状態への移行が起こり、その結果、被覆管温度は急速に上昇し、被覆管外表面温度が900℃以上に上昇して、水-ジルコニウム反応が激しく起こり、わずか30分ほどで被覆管は融点に達する。

10 燃料溶融による原子炉容器破壊の危険があるか。

(被告の主張)

原告らは、水蒸気爆発によって燃料集合体1体から機械エネルギー約9000 kJが発生し、原子炉容器が破壊されると主張するが、原子炉容器を破損させるには、9400 kJよりはるかに大きい120万kJ程度のエネルギーが必要とされている。原子炉容器に吸収される歪エネルギーが9400 kJよりも小さければ、加わる力(応力)がなくなれば元の形に戻り、一方、原子炉容器に吸収される歪エネルギーが9400 kJを超えたとしても、吸収したエネルギーに応じて原子炉容器の塑性変形が生じるだけであり、原子炉容器の破損には至らない。

(原告らの主張)

ギャップ再開が起こると、燃料ペレットの温度が上昇して溶融点に達すると燃料集合体が崩れ落ちる危険等があり、その結果、溶融燃料が冷却材と直接接触して蒸気爆発を起こす危険がある。このような場合、熱エネルギーのうち圧力波などの機械的エネルギーに変換される割合(機械的エネルギー変換係数)は、数%から20%に達するとされているが、仮に1%と見積もって計算すると、1本分の溶融燃料から発する機械的エネルギーは約34 kJとなるが、MOX燃料集合体1体中には264本の燃料棒があるので、1体が発する機械的エネルギーは約9000 kJとなる。これは、被告の前記設置変更許可申請書(甲1)の原子炉容器の吸収可能な歪エネルギー9400 kJに相当しているから、機械的エネルギー変換係数が1%よりわずかに大きければ原子炉容器は破壊されうることになり、まして、複数の燃料集合体が同時に溶融すれば、原子炉容器は確実に破壊される。

1.1 使用済MOX燃料の超長期保管について安全性は確保されているか。

(原告らの主張)

玄海原発3号機用貯蔵ピットでは、原子力安全委員会の指針50「燃料の臨界防止」の条件を満たすとされる、ラック間の距離を縮めて圧縮して詰めるた

めの工事（リラッキング）が計画されているが、それはラックの幾何学的形状が超長期に保たれることが前提になっているところ、超長期保管の間に劣化が進んで地震で崩れるような場合の検討はなされていない。また、推測では、プール内に約1.3 tのプルトニウムが含まれ、そのうちの400 kgはスラッジとしてプールの底に堆積しているところ、プルトニウムは10 kg程度が凝縮すれば核分裂連鎖反応を起こす臨界に達するおそれがあるので、400 kgもの場合、堆積状況によっては臨界に達するおそれがある。そして、使用済燃料ピットの冷却系は、耐震Bクラスであるから地震に弱く、冷却不能により重大事故が発生する危険性は高い。

（被告の主張）

使用済燃料ピットの構造上、万一、燃料集合体が落下しても使用済燃料ラック等の上部に落下し、燃料集合体が直接ピット底部のステンレス内張に接触することはない。仮に燃料集合体が最大吊上高さから、ピット底部のステンレス製内張まで落下したと仮定しても、解析上ステンレス製内張り及び底部コンクリートが破損することなく、著しいピット水の減少を引き起こすような損傷を避けることができる設計としている。

また、MOX燃料を貯蔵する使用済燃料ピットの未臨界性の評価値の算出に当たっては、不確定性を考慮し、また、通常ピット水に用いられているほう酸水の代わりにピットが純水で満たされるなど、臨界評価上厳しい条件を想定し、さらに、MOXペレットの最大プルトニウム含有率を14 wt%として保守的な評価を行っている。

12 玄海原発3号機用使用済燃料ピットから、大量漏えいが起こり、原告らの健康を侵害する具体的危険があるか。

（原告らの主張）

被告の前記設置変更許可申請書（甲1）使用済燃料ピットの項では、漏えい対策として内面をステンレス製板で内張りすること、漏えい探知装置を設置す

るとしているが、アメリカのセーレム原発では、検知溝がほう酸などで詰まったために漏えい水が検知溝から脇にそれて地中に漏れ5年間以上も検知できずに漏えいしていたのであるから、検知装置があっても大量漏えいが起こり得、広範な住民に健康上の被害を及ぼす。

(被告の主張)

玄海原発3号機のピットにおいてはステンレス製のラックの耐腐食性や中性子による機械的強度に関する劣化は小さく、ステンレス製ラックの構造健全性は確保できる。そのため、ステンレス製ラックの劣化が進んで、崩れるような状況は考えられない。また、玄海原発3号機においては、使用済み燃料ピットから漏えいのないことを日常パトロールで1日1回確認し、万一漏えいが発生した場合にも、漏えいした液体が漏えい検知装置に集まり、外部に汚染が広がらない構造となっている。さらに、玄海原発では、被告及び佐賀県がそれぞれ発電所周辺のダム水、井戸水及び環境モニタリングによって、環境試料中の放射能分析を行っているが、その結果、玄海原発外において異常な影響は認められない。

- 1 3 被告による使用済みMOX燃料貯蔵について、原子炉等規制法23条2項、環境基本法1条及び同法3条違反があるか。

(原告らの主張)

原子炉等規制法23条2項によれば、原子炉設置の許可を受けようとする者は、「使用済み燃料の処分の方法」を記載した申請書を経済産業大臣に提出しなければならないとされ、実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則2条1項5号では、「法23条2項8号の使用済み燃料の処分の方法については、その売渡し、貸付け、返還等の相手方及びその方法又はその廃棄の方法を記載すること」とされているにもかかわらず、被告の原子炉設置変更許可申請においては、再処理の委託先が記載されていないから、同法23条2項に違反している。また、被告は、超長期にわたって、多くの放射線を出す使用済みMOX燃料を玄



海原発3号機使用済燃料ピットに貯蔵するものであるが、臨界を完全に防止できるものではなく、また、漏えいにより地下水等の環境や原告らの健康が害される危険は決して少なくなく、環境基本法1条及び3条に違反する。

(被告の主張)

被告は、原子炉設置変更許可申請書において「使用済燃料の処分の方法」として、「使用済燃料は、国内の再処理事業者において再処理を行うことを原則とすることとし、再処理されるまでの間、適切に貯蔵・管理する。再処理の委託先の確定は、燃料の炉内装荷前までに行い、政府の確認を受けることとする。ただし、燃料の炉内装荷前までに使用済燃料の貯蔵・管理について政府の確認を受けた場合、再処理の委託先については、搬出前までに政府の確認を受けることとする。海外において再処理を行う場合は、これによって得られるプルトニウムは国内に持ち帰ることとする。また、再処理によって得られるプルトニウムを海外に移転しようとするときは、政府の承認を受けることとする。」旨記載して、平成16年5月28日に原子炉設置変更許可申請を行い、平成17年9月7日に原子炉設置変更許可を受けている。

そして、環境基本法は、「基本法」として環境保全に関する基本理念を定めたものであり、同法1条及び3条は施策の方向性を示すプログラム規定に過ぎず、国民の具体的な権利義務を定めたものではない。したがって、被告の行為が同条に違反するというようなことはそもそも観念できない。また、被告は使用済MOX燃料を適切に貯蔵・管理しており、原告らが主張するような事実も存在しない。

#### 第4章 当裁判所の判断

##### 第1 差止請求の根拠について

個人の生命、身体及び健康という重大な保護法益が現に侵害されている場合、又は侵害される具体的な危険がある場合には、その個人は、その侵害を排除し、又は侵害を予防するために、人格権に基づき、侵害行為の差止めを求めること



ができると解される。

これに対し、「環境権」については、実体法上の明確な根拠はなく、その権利の内容及びこれが認められるための要件も明らかではないから、実体法上独立の差止請求の根拠となり得ると解することは困難である。

したがって、原告らの前記主張は、本件原子炉で本件MOX燃料を使用した運転をすること及び使用済MOX燃料の長期保管により、原告らの生命、身体及び健康が侵害される具体的危険があり、その侵害が受忍限度を超えて違法である場合には、人格権に対する侵害を予防するためにその運転の差止めを求めることができるという限度で採用できるが、その余は採用できない。

## 第2 原告らの生命、身体、健康が現に侵害されているか又は侵害される具体的危険があることについての主張立証責任について

人格権に基づく原発の運転差止訴訟においては、当該原発に安全性に欠けるところがあって、原告らの生命、身体、健康が現に侵害されているか又は侵害される具体的危険があることについての主張立証責任は、人格権に基づく差止訴訟の一般原則どおり、原告らが負うものと解するのが相当である。

しかしながら、本件原子炉を含め、原発は、放射性物質を内蔵する施設であり、その運転は、原子炉の出力を一定にするため、高度かつ複雑な科学技術を用いて、核燃料の放射性物質の核分裂反応の量が一定に維持される（臨界）ように制御しながら行われるものであるから、常に潜在的な危険性を内包しており、このような技術利用の前提となる安全管理が不十分である場合は、この潜在的危険が顕在化し、放射性物質が原子炉の外部へ排出される可能性を有するものである。そして、極めて微量の放射線でも細胞やDNAの損傷をもたらし得ることからすれば、放射性物質が原子炉の外部へ排出された場合、この放射性物質により、原告らのうち少なくとも本件原子炉の周辺に居住する住民の被ばくの可能性が存在するというべきである。

そしてまた、原子炉施設の安全管理の方法は、各原子炉ごとに異なり、かつ、

その資料はすべて原子炉設置者の側が保持していることなどの点を考慮すると、玄海原発3号機の安全性については、被告において、まず、その安全性に欠ける点のないことについて、相当の根拠を示し、かつ、必要な資料を提出した上で主張立証する必要がある、被告がこの主張立証を尽くさない場合には、玄海原発3号機の安全性に欠ける点があり、その周辺に居住する住民の生命、身体、健康が現に侵害され、又は侵害される具体的危険があることが事実上推認されるものというべきである。そして、被告において、玄海原発3号機の安全性について前記説示の主張立証を尽くした場合は、主張立証責任を負う原告らにおいて、玄海原発3号機の安全性に欠ける点があり、原告らの生命、身体、健康が現に侵害され、又は侵害される具体的危険があることについて、その主張立証責任に適った主張立証を行わなければならないとするのが相当である。

### 第3 判断の進め方

証拠（甲1、11、12、乙B9の1-1ないし1-28、乙B12、18、19）及び弁論の全趣旨によれば、経済産業大臣、原子力委員会及び原子力安全委員会が、玄海原発3号機に係る設置変更許可申請及び輸入燃料体検査申請に対して、それぞれ行った本件各安全審査においては、平常時のみならず、異常時においても、一般公衆及び従業員に対して放射線障害を与えず、かつ、万一の事故を想定した場合にも一般公衆の安全が確保されることを基本方針とし、本件訴訟の争点との関係では、①燃料設計に関する審査及び②使用済燃料ピットの設計に関する審査をしたことが認められる。

そこで、以下では、まず、本件訴訟の争点に関する、玄海原発3号機の①燃料設計に関する安全確保対策、及び②使用済燃料ピットの設計に関する安全確保対策について、それぞれ、本件各安全審査における審査指針等の定める安全上の基準を満たしているかどうか検討することとする。そして、これらが満たされていることが確認された場合には、被告は、本件訴訟の争点に関し、玄海原発3号機の安全性に欠ける点がないことについて、相当の根拠を示し、かつ

必要な資料を提出した上での主張立証を尽くしたことになるため、次に、主張立証責任を負う原告らにおいて前記具体的危険性についてその主張立証責任に適った主張立証を果たしているか否かを検討することとする。

#### 第4 被告の安全確保対策が安全上の基準を満たしているかどうかについて

##### 1 燃料設計に関する安全確保対策

後掲の証拠及び弁論の全趣旨によれば、以下の事実が認められる。

##### (1) 審査基準

実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（平成25年6月28日号外原子力規制委員会規則第5号。以下「設置許可基準規則」という。）15条5項は、「燃料体は、通常運転時における圧力、温度及び放射線に起因する最も厳しい条件において、必要な物理的及び化学的性質を保持するものでなければならない。」と規定し、実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈（以下「基準規則解釈」という。）15条7項は、設置許可基準規則15条5項について、具体的な評価は燃料設計手法報告書等によとし、同報告書では、PWR燃料の燃料棒内圧基準について「燃料棒の内圧は、通常運転時において被覆管の外向きのクリープ変形によりペレットと被覆管のギャップが増加する圧力を超えないこと」と定め、燃料棒内圧設計基準値を以下の①～③の方法により求めることとしている（ZA2・905頁，909頁）。

##### ① 解析条件

評価対象の燃料棒仕様に対して実際の炉心運用で考えられる燃料棒出力履歴のうち燃料棒内圧が厳しくなる複数の燃料棒出力履歴を用いる。

##### ② ギャップが増加しない最大内圧

燃料棒設計コードによるペレットと被覆管のギャップ変化の解析結果からギャップが増加する（あるいは一旦閉じたギャップが開く）時点を求め、この時の燃料棒内圧を最大内圧値とする。

### ③ 燃料棒内圧設計基準値

上記②の方法で求めた各出力履歴に対する最大内圧値の下限を包絡する内圧値を設定し、更に解析における不確定性（設計コードの不確定性及び製造公差に起因する不確定性）を考慮して、これを燃料棒内圧設計基準値とする。つまり、燃料棒内圧設計基準値とは、「これよりも低い内圧値でペレットと被覆管のギャップが増加することはないという下限値」である（乙B43，証人小鶴）。

### (2) MOX燃料に関する報告書

ア 原子炉安全基準専門部会報告書「発電用軽水型原子炉施設に用いられる混合酸化物燃料について（平成7年6月19日原子力安全委員会了承。以下「1/3MOX報告書」という。）」の（付録1）「燃料設計手法について」では、MOXペレットの焼きしまり及びスエリングについては、ペレットの体積変化等の燃焼度依存性がウランペレットと同様であることから、FINEコードでもウラン燃料と同じモデルを用いているところ、この点については、実用炉及び試験炉における照射データ等により、妥当性が確認されている（乙A2・964頁以下）。すなわち、前記「燃料設計手法について」では、MOX燃料の「照射挙動については、製法の異なるMOX燃料について、FPガス放出率を始めとし、各種の照射試験データが採取されており、ウラン燃料と類似した挙動を示すことが確認されている。また、照射中のペレットの体積変化もウラン燃料と同様であることが確認されている。」とした上で、「PWR燃料設計手法について」として、「燃料設計手法報告書」に従い、現在の安全評価において採用が認められている燃料棒設計コードであるFINEコード及びFPACコードは、燃料諸元、燃料棒内初期ガス量及び成分の他、燃料棒平均線出力密度、軸方向発熱分布、冷却材入口温度、流量及び圧力を入力し、燃料棒全長にわたって解析計算を行うものであり、燃料温度、ペレット-被覆管ギャップ、

燃料棒内圧、被覆管応力、被覆管の歪等の挙動を評価するものである。」

「なお、MOXペレットの焼きしまり及びスエリングについては、ペレットの体積変化等の燃焼度依存性がウランペレットと同様であることから、両コードともウラン燃料と同じモデルを用いている。」「MOX燃料の機械設計においても、ウラン燃料の場合と同様に、燃料棒内圧評価等においては、燃料の製造上のばらつき及びコードの予測の不確かさを考慮する。」旨の報告がなされている（乙A2・964ないし966頁）。

なお、焼きしまり及びスエリングは、いずれも照射下におけるペレットの体積が変化する現象であり、焼きしまりは、製造時気孔の収縮及び消滅、あるいは粒界への拡散・消滅に関係した体積減少現象で、スエリングは、核分裂生成物が燃焼とともにペレット内に蓄積することと関係した体積膨張現象である（甲12、乙B20の9）。

イ 「1/3MOX報告書」では、MOX燃料について、FPガス放出率は現時点の知見ではウランペレットよりも若干高めであるとし、同報告書の（付録1）「燃料設計手法について」では、「FPガス放出率については、ウラン燃料のFPガス放出モデルをベースに様々な製法のMOX燃料のデータを包絡するモデルにより求める」とし、「MOX燃料FPガス放出率検証例」として、別紙5の図1-4（PWR-FINE）、別紙6の図1-5（PWR-FPAC）を紹介し、実用炉及び試験炉における照射試験データ等によりこれらのコードの妥当性が確認されている旨報告している（乙A2・954頁、965頁、970頁）。

(3) 被告の設計方針(甲12、乙B20の9。各項末尾の括弧内の頁数だけの表示は、乙B20の9の頁数を示す。)

#### ア 燃料棒の設計基準

(ア) 通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時において、燃料棒内圧については、サーマルフィードバックによる燃料温度の過大な上昇を防ぐこ

とを基本的考慮事項として、通常運転時において、被覆管の外向きのクリープ変形により、ペレットと被覆管のギャップが増加する圧力を超えないことという設計基準を満足するように燃料棒を設計する（2-3、2-4頁）。

- (イ) 当該基準は、原子力安全委員会安全審査指針「発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針(平成2年8月30日原子力安全委員会決定)」, 「燃料設計手法報告書」, 「1/3MOX報告書」及び原子炉安全専門審査会内規「加圧水型原子炉に用いられる17行17列型の燃料集合体について(昭和51年2月16日原子炉安全専門審査会。以下「17×17燃料報告書」という。)」に記載されている考え方に基いている(2-3頁)。

イ 燃料棒の強度評価に用いるコード

燃料棒の強度評価には、燃料棒設計計算コード(FINEコード)を用いる(2-5頁)。

ウ コードに用いるモデル及び計算方法

- (ア) ペレットの寸法変化は、熱膨張と燃焼による焼きしまり及びスエリングを考慮して計算する(2-6頁)。
- (イ) MOXペレットの焼きしまり/スエリング特性は二酸化ウラン燃料と同等であることから、MOXペレットにおける焼きしまりによる寄与及び固体スエリング率は、二酸化ウランペレットと同じとする(2-7頁)。
- (ウ) MOXペレットのFPガス放出モデル

FPガス放出率は、MOXペレットの製造法に依存すると考えられる。照射試験データにおいても、プルトニウム均一性の良くない旧製法と、MOX粉末混合法の改良により、よりプルトニウム均一化を図った製法を比較すると、後者ではFPガス放出率が低下することが示されている。今回のMOX燃料設計では、MOXペレットのFPガス放出率は、旧製

法の照射試験データをも包絡するように、ウランペレットのモデルの1.3倍とする(2-29頁)。

(4) 被告による評価(甲12, 乙B20の9。各項末尾の括弧内の頁数だけの表示は, 乙B20の9の頁数を示す。)

ア ペレットの焼きしまり, 固体及びガスバブルスエリングによる体積変化予測に対するFINEコードの実証性

この点について, 被告は, 照射済ペレットの密度測定データに基づき, ペレット体積変化の実測値と予測値を比較し, その結果を別紙3の図9と同一の図に示した上で, FINEコードにおけるペレットの焼きしまり及びスエリングモデルは実測値を適切に予測していると評価し, 予測のばらつきは不確定性として評価に考慮することとした(2-7頁)。

イ MOXペレットのFPガス放出モデルの実証性

この点について, 被告は, 被告の設定したMOXペレットのFPガス放出モデルによるFPガス放出率の実測値と予測値の比較を別紙4の図3-8に示した上で, FPガス放出モデルは実測値を適切に予測していると評価し, 予測のばらつきは不確定性として評価に考慮することとした(2-29頁)。

ウ 内圧評価の実証性

この点について, 被告は, FINEコードによる内圧の実測値と予測値の比較を別紙7の図3-9に示した上で, これにより, FINEコードは実測値を適切に予測していると評価した(2-29頁)。

エ 強度評価結果

被告による燃料棒の強度評価において, FPガスの発生, 放出, ペレットのスエリング及び熱膨張, PCI(ペレット-被覆管相互作用)等の原子炉運転中に生じる諸現象を考慮し, 燃料温度, 内圧, 被覆管応力, 歪み及び疲労が, プラントの運転上与えられる条件下においても, 設計



基準を満足していることを示していた（2-39頁）。

被告は、強度評価に用いる設計出力履歴について実際の取替炉心での運用を想定し、取替炉心ごとの出力の変動を考慮した履歴を設定した（2-39頁）。また、被告が燃料棒の強度評価に用いた燃料諸元は、核分裂性プルトニウム割合67.50wt%の代表プルトニウム組成（以下「代表組成」という。）、核分裂性プルトニウム割合81.60wt%の高プルトニウム組成（以下「高組成」という。）、核分裂性プルトニウム割合63.77wt%の低プルトニウム組成（以下「低組成」という。）、核分裂性プルトニウム割合55.00wt%の55wt%組成（以下「55%組成」という。）であった（2-39, 2-40頁）。

なお、被告において実際に調達し得るMOX燃料のプルトニウム組成比における核分裂性プルトニウム割合は、55.00wt%から81.60wt%までである（甲1, 乙B9の1-26, 乙B43）。

#### オ 燃料棒内圧評価結果

被告は、燃料棒の内圧評価について、核燃料棒の内圧評価結果を、実炉心において想定される照射条件を基に計算したギャップが増加しない限界内圧と比較することで行った（2-50頁）。

##### （ア）ギャップ増加限界内圧

被告は、ペレットと被覆管のギャップが増加しない限界内圧を、FINEコードを用いてギャップ変化を計算することにより求めた。すなわち、仮想的に初期ヘリウム圧力を順次高くすることにより、内圧を高くした場合の計算を行い、このときペレットと被覆管のギャップ変化を求め、ギャップが最小となる、あるいは、一旦閉じたギャップが開き始めるギャップを求めることにより、この時点での内圧を限界内圧とするという方法に基づき、FINEコードにより、MOX燃料装荷炉心における炉心運用に基づく燃料棒出力履歴を用いて評価を行

い、限界内圧の下限を包絡する内圧値を設定した上で、さらに解析における不確定性を考慮して、燃料棒内圧設計基準値を19.7MPaに設定し、この値を判断基準として評価を行った(2-50頁)。

(イ) 内圧評価

製造時の燃料棒は、ヘリウムが加圧封入されているが、燃焼によるFPガスの放出等によって、燃料棒内圧は徐々に上昇する。被告は、最大内圧を示す燃料棒内圧に、評価上の製造公差や評価モデルの不確定性を考慮した結果、燃料棒内圧評価値は19.5MPaとなり、種々の不確定因子を考慮しても、燃料棒の内圧は設計基準を満足していると評価した(2-50頁)。

「燃料棒内圧評価値」とは、「炉心内のいずれの燃料棒においても、これよりも高い内圧値とはならない」最大値をいう(乙B43, 証人小鶴)。被告は、FINEコードを使って、炉心の中で最も内圧が高くなる代表的な燃料棒における「3サイクル終了時の燃料棒内圧値」を求め、この「3サイクル終了時の燃料棒内圧値」に、さらに厳しい評価となるよう、不確定性を加えて高くした値を「燃料棒内圧評価値」(19.5MPa)とした(乙B20の5, 乙B43)。

すなわち、燃料棒内圧に影響を与える要因としては、出力、熱伝導率及び熱中性子吸収性があるところ、出力についてはプルトニウム含有率が高い方が高くなり、プルトニウム含有率が同じ場合、混合するプルトニウムのうち核分裂性プルトニウムの割合が高い方が出力が高くなる。被告はMOX燃料の反応度(燃料が核分裂するための能力(燃えやすさ))を約4.1wt%濃縮ウラン相当としていることから、核分裂性プルトニウム割合の低いプルトニウムの場合、混合するプルトニウムの全体重量を多くしているため、別紙8の図15のとおり、低組成及びそれより核分裂性プルトニウム割合が高い組成において

は、プルトニウム含有率は低組成が最も高くなり、出力も低組成が最も高くなる（甲12、乙B9の1-4、乙B10の10、乙B43）。一方、低組成及びそれより核分裂性プルトニウム割合が低い組成では、プルトニウム含有率は最大で13wt%という制限があることから、低組成より核分裂性プルトニウム割合が低い組成では、別紙8の図15及び別紙9の図16のとおり、プルトニウム含有率は上限に達しており同一であるため、核分裂性プルトニウム割合が最も高い低組成において出力が最大となり（甲12、乙B43）、結局、低組成において出力が最も高くなる。そこで、被告は、輸入燃料体検査申請における燃料棒内圧評価について、安全側の評価を行うため、高組成、代表組成、低組成及び55%組成の全てについて、仮定的に、出力が最も高くなる低組成のMOX燃料の出力を基に設定した出力履歴を用いて評価を行い、その内圧評価の結果、燃料棒内圧評価値は、いずれも不確定性を考慮した上で、高組成では19.0MPa、代表組成では19.5MPa、低組成では19.3MPa、55%組成では18.9MPaとなり、輸入燃料体検査申請書には、出力履歴については、計算により各評価項目で最も厳しくなるものを示すとした上で、代表組成の燃料棒内圧評価値をもとに、最確値と不確定性の合計19.5MPaとし、燃料棒内圧設計基準値19.7MPaを下回る旨記載した（甲12、乙B20の5、乙B43）。

(ウ) クリープコラプス評価

燃料棒が非加圧又は低加圧で燃料ペレットに大きな焼きしまりが生じると、ペレットスタックの一部に軸方向のギャップが生じる可能性があるところ、その位置で一次冷却材圧力による被覆管の外圧クリープで扁平化し、座屈して破損に至る現象をクリープコラプスという。

被告は、初期のPWR燃料で発生したクリープコラプスについては、

ヘリウム加圧の採用、燃料ペレットの焼きしまり特性の改善により、現在では発生していないこと、MOX燃料ではウラン燃料よりも初期ヘリウム加圧量を下げているが、被覆管クリープコラプスが発生した初期のPWR燃料のように非加圧ではなく、今回のMOX燃料と同程度のヘリウムを加圧したMOX燃料が海外で健全に照射された実績があること、また、比較的初期ヘリウム加圧量の低いウラン燃料についても、特異な外径変化は観察されていないことから、MOX燃料のクリープコラプスは発生しないと考えられる旨評価した(2-74頁)。なお、今回のMOX燃料と同程度のヘリウムを加圧したMOX燃料が海外で健全に照射された実績については、D. ハースによる「PRIMO MOX燃料研究開発計画の現状」という文献がある(乙B38)。

(5) 輸入燃料体検査申請と同検査の合格

電気事業者が燃料体を輸入して使用する場合、経済産業大臣の検査を受け、これに合格しなければならないところ(電気事業法51条3項)、玄海原発3号機へのMOX燃料の採用に当たっては、第1回製造分については、平成19年9月3日に検査を申請し(乙B20の1)、平成20年7月28日に補正申請し、また、第2回製造分については、平成20年9月9日及び平成21年12月24日に検査を申請した。

被告による、第1回製造分の申請については平成21年7月10日、第2回製造分の申請については平成22年9月1日、いずれも電気事業法51条3項の規定に基づき、経済産業大臣の検査に合格した(乙B18, 19)。

(6) 本件MOX燃料の設置許可基準規則15条5項への適合性

ア 燃料棒内圧設計基準値の求め方について

(ア) 解析条件

前記(4)エによれば、被告は、実際の取替炉心での運用を想定し、実

際に調達しうるMOX燃料の核分裂性プルトニウム割合の範囲内で4種類の燃料棒を評価対象として用い、また、前記(4)オ(イ)によれば、被告は、評価対象の燃料棒本来の出力履歴に加えて、出力が最大で燃料棒内圧が最も厳しくなる低組成の出力履歴を評価対象の燃料棒全てに対して用いているのであり、以上によれば、被告は、燃料棒内圧設計基準値を求めるに当たり、燃料設計手法報告書の解析条件に則ったものと認められる。

(イ) ギャップが増加しない最大内圧

前記(4)オ(ア)によれば、被告は、仮想的に初期ヘリウム圧力を順次高くすることにより内圧を高くしてFINEコードを用いて計算し、ペレットと被覆管のギャップ変化を求め、ギャップが最小となる、あるいは、一旦閉じたギャップが開き始めるギャップを求めることにより、限界内圧を求め、限界内圧の下限を包絡する内圧値を設定する手法によっている。

まず、前記(2)アによれば、「1/3MOX報告書」の(付録1)「燃料設計手法について」では、FINEコードにおいて、MOXペレットの焼きしまり及びスエリングについては、ウランペレットと同じモデルを用いるとされているところ、前記(3)イ及び前記(3)ウ(イ)によれば、被告は、燃料棒の強度評価にFINEコードを用いる際、MOXペレットにおける焼きしまりによる寄与及び固体スエリング率を二酸化ウランペレットと同じとしている。また、前記(4)アによれば、被告は、ペレット体積変化の実測値と予測値の比較を別紙3の図9と同一の図に示した上で、FINEコードにおけるペレットの焼きしまり及びスエリングモデルが実測値を適切に予測していることを確認しているのであり、被告がMOXペレットにおける焼きしまりによる寄与及び固体スエリング率を二酸化ウランペレットと同じとしている点は、前記

「燃料設計手法について」における手法に則っていることが認められる。

次に、前記(2)イによれば、前記「燃料設計手法について」では、「F Pガス放出率については、ウラン燃料のF Pガス放出モデルをベースに様々な製法のMOX燃料のデータを包絡するモデルにより求める」としているところ、前記(3)ウ(ウ)によれば、被告は、MOXペレットのF Pガス放出率は、旧製法の照射試験データをも包絡するように、ウランペレットのモデルの1.3倍とし、また、前記(4)イによれば、被告は、F Pガス放出率の実測値と予測値の比較を別紙4の図3-8に示した上で、被告のF Pガス放出モデルが実測値を適切に予測していることを確認しているものであり、被告の採用したF Pガス放出モデルは、前記「燃料設計手法について」における手法に則っていることが認められる。

そして、前記(4)ウによれば、被告は、FINEコードによる内圧の実測値と予測値の比較を別紙7の図3-9に示した上で、内圧評価について、FINEコードが実測値を適切に予測していることを確認している。

以上によれば、被告は、燃料設計手法報告書に則って、ギャップが増加しない最大内圧を求めたものと認められ、かつ、その手法は、「1/3MOX報告書」に則ったものと認められる。

#### (ウ) 燃料棒内圧設計基準値の設定

前記(4)オ(ア)によれば、被告は、限界内圧の下限を包絡する内圧値を設定した上で、さらに解析における不確定性を考慮して、燃料棒内圧設計基準値を19.7MPaに設定しており、被告は、燃料設計手法報告書に則って、燃料棒内圧設計基準値を設定していることが認められる。そして、前記(4)オ(イ)によれば、被告は、最大内圧を示す燃料棒

内圧に、評価上の製造公差や評価モデルの不確定性を考慮した結果、燃料棒内圧評価値は19.5MPaとなり、種々の不確定因子を考慮しても、燃料棒の内圧は設計基準を満足していると評価していることが認められる。

イ 以上によれば、被告は、基準規則解釈15条7項に則り、燃料設計手法報告書に従って、燃料棒内圧設計基準値を求めており、また、前記(5)によれば、輸入燃料体検査に合格していることが認められていることからすると、被告の燃料設計は、「燃料棒の内圧は、通常運転時において被覆管の外向きのクリープ変形によりペレットと被覆管のギャップが増加する圧力を超えないこと」という基準を満たし、設置許可基準規則15条5項の「燃料体は、通常運転時における圧力、温度及び放射線に起因する最も厳しい条件において、必要な物理的及び化学的性質を保持するものでなければならない」という基準を満たしているものと認められる。

## 2 使用済燃料ピットの設計に関する安全確保対策

後掲の証拠及び弁論の全趣旨によれば、以下の事実が認められる。

### (1) 審査基準

設置許可基準規則54条1項は「発電用原子炉施設には、使用済燃料貯蔵槽の冷却機能又は注水機能が喪失し、又は使用済燃料貯蔵槽からの水の漏えいその他の要因により当該使用済燃料貯蔵槽の水位が低下した場合において、貯蔵槽内燃料体等を冷却し、放射線を遮蔽し、及び臨界を防止するために必要な設備を設けなければならない」旨規定し、同条2項は「発電用原子炉施設には、使用済燃料貯蔵槽からの大量の水の漏えいその他の要因により当該使用済燃料貯蔵槽の水位が異常に低下した場合において貯蔵内燃料体等の著しい損傷の進行を緩和し、及び臨界を防止するために必要な設備を設けなければならない」旨規定する。そして、軽水炉安全設計審査指針の「指針50. 燃料の臨界防止」(乙A2)では、燃料の貯蔵設備及び取扱設備は、幾何学

的な安全配置又はその他の適切な手段により、想定されるいかなる場合でも、臨界を防止できる設計であることとされている。

(2) 被告の設計方針

ア 使用済燃料ピット水浄化冷却設備について

(ア) 使用済燃料ピット水浄化冷却設備の概要 (甲1・8-6-1頁)

玄海原発3号機の使用済燃料ピット水冷却設備は、2つの使用済燃料ピットに2系列の冷却系と2系列の浄化系を設け、使用済燃料ピット冷却器、使用済燃料ピットポンプ、使用済燃料ピットスキマポンプ、使用済燃料ピット脱塩塔、使用済燃料ピットフィルタ、使用済燃料ピットスキマフィルタ、配管及び弁類からなる閉回路で構成する。玄海原発3号機の使用済燃料ピット水浄化冷却設備は、使用済燃料ピット内に貯蔵した使用済みのウラン燃料及びMOX燃料(以下、これらを併せて「使用済燃料」という。)から発生する崩壊熱を除去し、また使用済燃料ピット水の浄化を行う機能を持つ。

(イ) 使用済燃料ピット水浄化冷却設備についての被告の設計方針 (甲1・8-6-2頁)

(i) 使用済燃料ピット水浄化冷却設備は、使用済燃料ピット水を冷却し、玄海原発3号機では使用済燃料ピットに貯蔵した使用済燃料からの崩壊熱を十分除去できる能力を持つ設計とする。

(ii) 使用済燃料ピット水に含まれる固形状及びイオン状不純物を除去し浄化するために、脱塩塔及びフィルタを設ける。

(iii) 使用済燃料ピット水浄化冷却設備のうち、使用済燃料ピットポンプは多重性を考慮した設計とする。

(iv) 使用済燃料ピットに接続する配管等が使用済燃料ピット外で破損して使用済燃料ピット水が流出しても、玄海原発3号機では貯蔵中の使用済燃料が露出せず、遮蔽上十分な使用済燃料ピット水位が保てるよ



うに設計する。

イ 使用済燃料取扱及び貯蔵設備について

(ア) 使用済燃料取扱及び貯蔵設備の概要 (甲 1・8-6-5 頁, 乙 B 4 3)

原子炉停止後, 原子炉容器より取り出す使用済燃料は, 燃料取替クレーン, 燃料移送装置, 使用済燃料ピットクレーン等を使用して, ほう酸水を張った原子炉キャビティ, 燃料取替チャンネル及び燃料移送管を通して使用済燃料ピットに移す。そして, 次の再処理過程までの間, 原発内に設置された使用済燃料ピットで貯蔵し, 管理する。

(イ) 使用済燃料取扱及び貯蔵設備についての被告の設計方針 (甲 1・8-6-6 ないし 8-6-10 頁)

玄海原発 3 号機の使用済燃料の貯蔵設備は, 使用済燃料ピット水浄化冷却設備を有する設計とする。使用済燃料ピットは, 冷却用の使用済燃料ピット水の保有量が著しく減少することを防止する設計とする。耐震性については, 十分な考慮を払った設計とし, 使用済燃料ピットに接続する配管は, 使用済燃料ピット水の減少を引き起こさないように設計する。また, 使用済燃料ピット内張りからの漏えい検知のための装置及び使用済燃料ピット水位監視のための水位警報装置を有する設計とする。さらに, 万一漏えいが生じた場合には, 玄海原発 3 号機では燃料取替用水タンクから, ほう素濃度 3100 ppm 以上のほう酸水を補給できる設計とする。

玄海原発 3 号機の使用済燃料ピットは, 燃料取扱棟内に設け鉄筋コンクリート造とし, 耐震設計 A s クラスの構造物で, 壁は遮蔽を考慮して十分厚くする。使用済燃料ピット内面は, 漏水を防ぎ保守を容易にするために, ステンレス鋼板で内張りした構造とする。使用済燃料ピット水の減少防止のために, 使用済燃料ピット水浄化冷却設備の取水のための配管は使用済燃料ピット上部に取り付け, また, 注水のための配管には

サイフォンブレーカを取り付ける。さらに、使用済燃料ピット底部には排水口は設けない。使用済燃料ピットのスチレンス鋼板内張りから、万一漏えいが生じた場合に漏えい水の検知ができるように漏えい検知装置を設置し、玄海原発3号機は燃料取替用水タンクから、ほう素濃度3100ppm以上のほう酸水を補給できる設計とする。また、使用済燃料ピットには水位及び温度警報装置を設けて、水位高、水位低及び温度高の警報を中央制御室に発する。使用済燃料ピット内には、玄海原発3号機では原子炉容器から取り出した使用済燃料を鉛直に保持し、ほう素濃度3100ppm以上のほう酸水中に貯蔵するためのキャン型の使用済燃料ラックを配置する。使用済燃料ラックは、各ラックのセルに1体ずつ燃料集合体を挿入する構造で、耐震設計Asクラスとし、ラック中心間隔は、たとえ設備容量分の新燃料を貯蔵し、純水で満たされた場合を想定しても実効増倍率（燃料集合体に単位時間に発生する中性子数と、単位時間に消費される中性子数の比。実効増倍率が1.0未満であれば、使用済燃料ピット中で燃料集合体は臨界に達することはないとされる。）は0.98以下になるように設計する。

### (3) 被告の評価

#### ア 使用済燃料ピット水浄化冷却設備に対する被告の評価（甲1・8-6-3, 8-6-4頁）

玄海原発3号機の使用済燃料ピット冷却器は、使用済燃料ピット水の浄化ができ、使用済燃料ピットに全貯蔵容量の使用済燃料を貯蔵した場合にも使用済燃料から発生する崩壊熱を十分除去する能力があり、全ての燃料を使用済燃料として評価した場合においても、使用済燃料ピット水平均温度を52℃以下に、また、使用済燃料ピットポンプ1台の運転でも65℃以下に保つことができる。

#### イ 使用済燃料取扱及び貯蔵設備に対する被告の評価（甲1・8-6-12

頁)

使用済燃料ピットは、耐震設計A sクラスの設計とするとともに、ピット底部には排水口を設けないので冷却水が著しく減少することはない。使用済燃料ピットは、必要なラック中心間隔を取っていることから想定されるいかなる状態でも未臨界を確保できる。さらに、玄海原発3号機の使用済燃料ピットは、ほう素濃度3100ppm以上のほう酸水を満たしている。

(4) 経済産業大臣の許可

被告は、平成16年5月28日、経済産業大臣に対し、本件原子炉にMOX燃料を装荷する目的で原子炉設置変更許可申請を行い、また、平成17年1月18日、同申請の一部補正を行った(甲1、乙B9の2-1、9の2-2)。同申請において、使用済燃料ピット水浄化冷却設備、使用済燃料取扱及び貯蔵設備については、前記(2)及び(3)の内容であったところ、経済産業大臣は、同申請について、平成17年2月10日、原子炉等規制法第24条1項の基準に適合しているか否かについて、原子力委員会及び原子力安全委員会へ諮問した。両委員会は、審査の上基準に適合している旨の答申を行い、同年9月7日、経済産業大臣は同申請を許可した(乙B12、弁論の全趣旨)。

(5) 使用済燃料ピットの設置許可基準規則54条への適合性

ア 前記(2)ア(イ)によれば、被告は、使用済燃料ピット水浄化冷却設備について、使用済燃料ピット水を冷却し、玄海原発3号機では使用済燃料ピットに貯蔵した使用済燃料からの崩壊熱を十分除去できる能力を持つ設計とすることなどを方針とし、前記(3)アによれば、被告による調査の結果、使用済燃料ピットに全貯蔵容量の使用済燃料を貯蔵した場合にも使用済燃料から発生する崩壊熱を十分除去する能力があり、全ての燃料を使用済燃料として評価した場合においても、使用済燃料ピット水平均温度を52℃以下に、また、使用済燃料ピットポンプ1台の運転でも65℃以下に保つこと

ができる旨評価し、安全性を確認していることが認められる。

イ 前記(2)イ(イ)によれば、被告は、使用済燃料ピットは、冷却用の使用済燃料ピット水の保有量が著しく減少することを防止する設計とし、また、耐震性については、十分な考慮を払った設計とし、使用済燃料ピットに接続する配管は、使用済燃料ピット水の減少を引き起こさないように設計することなどを方針とし、前記(3)イによれば、被告による調査の結果、使用済燃料ピットは、耐震設計A sクラスの設計とするとともに、ピット底部には排水口を設けないので冷却水が著しく減少することはなく、また、使用済燃料ピットは、必要なラック中心間隔を取っていることから想定されるいかなる状態でも未臨界を確保できる旨評価し、安全性を確認していることが認められる。

ウ そして、前記(4)によれば、使用済燃料ピット水浄化冷却設備、使用済燃料取扱及び貯蔵設備についての被告の設計方針及び評価は、原子力安全委員会から、原子炉等規制法第24条1項3号（技術的能力に係る部分に限る）及び4号に規定する許可の基準に適合している旨の評価を受け、経済産業大臣の許可を受けていることが認められる。

エ 以上によれば、玄海原発3号機における使用済燃料ピット水浄化冷却設備、使用済燃料取扱及び貯蔵設備は、前記「指針50. 燃料の臨界防止」が定める「燃料の貯蔵設備及び取扱設備は、幾何学的な安全配置又はその他の適切な手段により、想定されるいかなる場合でも、臨界を防止できる設計であること」という条件を満たしており、設置許可基準規則54条1項及び同条2項の基準を満たしているものと認められる。

### 3 小括

以上の検討によれば、玄海原発3号機の①燃料設計に関する安全確保対策及び②使用済燃料ピットの設計に関する安全確保対策について、それぞれ、審査指針等の定める安全上の基準を満たしているということができる。

したがって、前記審査指針等の合理性・相当性やその指針等への適合性について原告らから被告の前記主張立証を揺るがす反論反証のない限り、被告は、①本件燃料設計に関する安全確保対策及び②使用済燃料ピットの設計に関する安全確保対策について、その安全性に欠ける点がないことについて、相当の根拠を示し、かつ、必要な資料を提出した上で主張立証を尽くしたといえる。そこで、以下において、前記反論反証が有効になされているか否かの観点、及び、①本件燃料設計に関する安全確保対策及び②使用済燃料ピットの設計に関する安全確保対策には安全性に欠ける点があり、原告らの生命、身体、健康を侵害する具体的危険があるとの主張立証がなされているか否かの観点から、原告らの主張立証について検討することとする。

#### 第5 争点に対する判断

1 争点1（被告が輸入燃料体検査申請書において申請した燃料棒内圧評価値19.5MPa及び燃料棒内圧設計基準値19.7MPaが信用できるかどうか。）について

(1) 後掲の証拠及び弁論の全趣旨によれば、以下の事実が認められる。

##### ア 設置変更許可申請書の記載等

(ア) 被告は、平成16年5月28日付の設置変更許可申請書の添付書類八において、最高燃焼度を有する燃料棒内圧でも設計基準である約19.0MPaから約19.7MPaまでの値を超えることはないとし(乙B9の1-9)、参考文献として(37)「三菱PWR4ループプラント装荷MOX燃料機械設計」MHI-NES-1030改1(三菱重工業)(以下「三菱設計資料」という。)及び(38)「MOX燃料の機械設計」NFK-8125改1(原子燃料工業)(以下「原燃設計資料」という。)を挙げた(乙B9の1-10)。

(イ) 三菱設計資料では、燃料棒内圧設計基準値を19.7MPaとしている(乙B10の7,10の10)。また、原燃設計資料では、燃料棒

内圧設計基準値を19.0 MPaとしている(乙B13の3)。

(ウ) 被告は、前記設置変更許可申請書の添付書類八において、燃料棒内圧評価について、別紙1の第3.2.5(4)図に示すように通常運転時において過大になることはなく、燃料棒内圧設計基準値を超えることはないとしている(乙B9の1-9)。同図には、「文献(37)のモデルで計算」との記載があるところ、文献(37)は、前記のとおり、三菱設計資料である。同文献では、燃料棒内圧評価として、「通常運転時の燃料棒内圧は、評価手法及び燃料の製造公差に基づく不確定性を考慮して、別紙10の表4-4及び別紙11の図4-10(1/3)に示すとおり設計基準を満足している。」旨記載され(乙B10の10・36頁)、別紙10の表4-4では、燃料棒内圧設計基準値が19.7 MPaであったのに対して、設計比(燃料棒内圧評価値を燃料棒内圧設計基準値で割った比率)が初期ヘリウム加圧量約2.4 MPaの場合、高組成0.70、代表組成0.82、低組成0.99であったことから、高組成が約13.8 MPa、代表組成が約16.1 MPa、低組成が約19.5 MPaとなる(甲1、乙B10の7、10の8、10の10)、別紙11の図4-10(1/3)では、燃料棒内圧の燃焼度変化(代表組成炉心、初期ヘリウム加圧量約2.4 MPa)として、前記設置変更許可申請書における別紙1の第3.2.5(4)図と同一のグラフを図示している(乙B10の10)。

#### イ 輸入燃料体検査申請書の記載等

(ア) 被告は、輸入燃料体検査申請において、初期ヘリウム加圧量を設置変更許可申請時よりも低減させた(争いが無い)。そして、輸入燃料体検査申請では、燃料棒内圧評価について、安全側の評価を行うため、高組成、代表組成、低組成及び55%組成について、仮定的に、低組成のMOX燃料の出力を基に設定した出力履歴を用いて評価を行い、

輸入燃料体検査申請書に、強度評価に用いる設計出力履歴は実際の取替炉心での運用を想定し、取替炉心ごとの出力の変動を考慮した履歴を設定する旨、燃料棒の強度評価に用いた燃料諸元は、核分裂性プルトニウム割合67.50wt%の代表組成、核分裂性プルトニウム割合81.60wt%の高組成、核分裂性プルトニウム割合63.77wt%の低組成、核分裂性プルトニウム割合55.00wt%の55%組成である旨、出力履歴については、計算により各評価項目で最も厳しくなるものを示す旨記載した(乙B20の9)。そして、内圧評価の結果、燃料棒内圧評価値は、いずれも不確定性を考慮した上で、高組成では19.0MPa、代表組成では19.5MPa、低組成では19.3MPa、55%組成では18.9MPaとなり、輸入燃料体検査申請書には、代表組成の燃料棒内圧評価値をもとに、最確値と不確定性の合計19.5MPaとし、燃料棒内圧設計基準値19.7MPaを下回る旨記載した(甲12、乙B20の9、乙B43)。

(イ) 被告は、平成19年9月3日付輸入燃料体検査申請書の添付書類二燃料体の強度計算書において、燃料棒内圧設計基準値19.7MPa、燃料棒内圧評価値19.5MPaとしており(乙B20の9・2-50頁)、同添付書類の参考文献には、三菱設計資料が挙げられているが、原燃設計資料は挙げられていない(乙B20の11・2-109頁)。

(2) 原告らは、被告が輸入燃料体検査申請書において申請した燃料棒内圧評価値と燃料棒内圧設計基準値とが信用できず、設置許可基準規則15条5項に適合していない旨主張する。

そこで検討するに、前記(1)アのとおり、設置変更許可申請書には、参考文献として三菱設計資料及び原燃設計資料が挙げられているところ、三菱重工業製MOX燃料の燃料棒内圧設計基準値は19.7MPaで、原子燃

料工業製MOX燃料の燃料棒内圧設計基準値は19.0MPaであることからすると、被告は、設置変更許可申請の段階では、三菱重工業製MOX燃料と原子燃料工業製MOX燃料のいずれを採用するか決定していなかったことから、いずれにも対応できるように、燃料棒内圧設計基準値を「約19.0MPa～約19.7MPa」としたものと認めるのが相当である。これに対し、前記(1)イのとおり、輸入燃料体検査申請書では、参考文献として三菱設計資料が挙げられているが、原燃設計資料は挙げられておらず、三菱重工業製MOX燃料の燃料棒内圧設計基準値は19.7MPaであることからすると、被告は、輸入燃料体検査申請の段階では、三菱重工業製MOX燃料を採用することが決まったため、燃料棒内圧設計基準値を「19.7MPa」としたものと認めるのが相当である。

次に、燃料棒内圧評価値については、被告は、設置変更許可申請書では、前記(1)アのとおり、別紙1の第3.2.5(4)図「燃料棒内圧の燃焼度変化(ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料)(3号炉)を図示して、燃料棒内圧設計基準値を超えることはないとしているところ、同図は、三菱設計資料の別紙11の図4-10(1/3)と同一であり、別紙11の図4-10(1/3)では、表題が「燃料棒内圧の燃焼度変化(代表組成炉心 初期He加圧量約2.4MPa)」とされていることから、代表組成炉心に基づくデータを示していると認められる。そして、被告は、前記のとおり、設置変更許可申請において、三菱設計資料を参考に行っているところ、同資料では、燃料棒内圧評価値について、高組成が約13.8MPa、代表組成が約16.1MPa、低組成が約19.5MPaとしており、これらの燃料棒内圧評価値と輸入燃料体検査申請書における燃料棒内圧評価値とを比較すると、被告は、同検査申請では、初期ヘリウム加圧量を低減させており、低組成では燃料棒内圧評価値が約0.2MPa(=19.3MPa-19.5MPa)減少しているが、高組成では約5.2MPa(=19.0MPa



a-13.8 MPa), 代表組成では約3.4 MPa (=19.5 MPa-16.1 MPa), 逆に燃料棒内圧評価値がそれぞれ増加している。これは, 被告は, 輸入燃料体検査申請の際には, 燃料棒内圧評価について安全側の評価を行うため, 高組成, 代表組成, 低組成及び55%組成の全てについて, 仮定的に最も出力が高くなる低組成の出力履歴を共通に用いて評価を行った結果, いずれも不確定性を考慮した上で, 高組成では19.0 MPa, 代表組成では19.5 MPa, 低組成では19.3 MPa, 55%組成では18.9 MPaとなったことから, 輸入燃料体検査申請書には, これらのうち最も高い値となった低組成の出力履歴を基にした代表組成の燃料の燃料棒内圧評価値19.5 MPaを記載したことによるものと認めるのが相当である。したがって, 被告は, 燃料棒内圧評価値について, 設置変更許可申請書では, 「代表組成」の出力履歴による代表組成の燃料に基づくデータのグラフを図示し, 輸入燃料体検査申請書では, 「低組成」の出力履歴による代表組成の燃料の燃料棒内圧評価値19.5 MPaを記載したものと認められる。

以上によれば, 原告らが主張するような, 被告が輸入燃料体検査申請に当たり燃料棒内圧設計基準値を適当に調整したとは, 本件全証拠によっても認めるに足りず, 被告が輸入燃料体検査申請書で申請した燃料棒内圧評価値19.5 MPa及び燃料棒内圧設計基準値19.7 MPaはいずれも信用できるというべきである。

2 争点2 (MOXペレットとウランペレットがスエリングにおいて同等と評価することが相当であるといえるか。) について

(1) 後掲の証拠及び弁論の全趣旨によれば, 以下の事実が認められる。

ア 被告は, 輸入燃料体検査申請において, 燃料棒内圧設計基準値及び燃料棒内圧評価値を設定するに当たり, FINEコードを用いる際, MOX燃料ペレットの体積変化について, ウラン燃料の場合と同一の計算モ

デルを使用した。そして、その妥当性を検証するため、被告において、「美浜1号炉」，「BR3炉」及び「ベズナウ炉」の実測値と、当該実測値が得られた際の条件を同一の計算モデルを使用したFINEコードに入力して算出した予測値とを比較した結果、別紙3の図9のとおり概ね一致した（乙B43）。

イ また、被告は、輸入燃料体検査申請に当たり、同申請書添付書類一「燃料体の耐熱性，耐放射線性，耐腐食性その他の性能に関する説明書」において、「MOXペレット中のウラン235，プルトニウム239及びプルトニウム241は原子炉運転時に熱中性子を吸収し，核分裂する。MOXペレットには照射により焼結時の気孔が一部消滅することによって焼きしまり現象が発生し，その体積が収縮する。また，一回の核分裂により，約0.3個のガス状の核分裂生成物（以下「FP」という。）と約1.7個の個体状のFPが生じ，これらがMOXペレット中に蓄積することによって体積増大すなわちスエリングが発生する。その結果，原子炉運転中MOXペレットには焼きしまりによる体積減少とスエリングによる体積増大が重畳し，その体積（すなわち寸法）が変化する。」とした上で，「MOX及び二酸化ウランペレットの照射による密度変化を別紙12の図3-3(1)に示す。別紙12の図3-3(1)で焼きしまり挙動が飽和していると考えられる燃焼後半では，両者のスエリング挙動（密度変化の右下がりの傾き）は同等であり，別紙2の図3-3(2)に示すMIMAS法MOXペレットの照射データでも同様であることが確認できる。さらに別紙13の図3-3(3)では，SBR法MOXペレットのスエリング率として， $0.85\% \text{ vol.} / (10,000 \text{ MWd} / \text{t})$ を得ているが，二酸化ウランペレットのスエリング率は，約 $0.5 \sim 1\% \text{ vol.} / (10,000 \text{ MWd} / \text{t})$ とされており，SBR法MOXペレットも二酸化ウランペレットと同等である。これより，設計ではMO



Xペレットの焼きしまり／スエリングについて、二酸化ウランペレットと同じとする。」旨記載した(甲12・1-11, 1-12頁)。

ウ 輸入燃料体検査申請書添付書類一の前記別紙2の図3-3(2)の出典となる文献は、パトリック・ブランパンらによる「フランスにおけるMOX燃料の原子炉内での最新使用実績及び改良プログラム」であり、同文献では、「サンローランB1原子炉及びサンローランB2原子炉における調査は、被覆管外面腐食及び燃料棒寸法の観点から、MOX燃料棒はウラン燃料棒と同様の挙動であることを示しているが、MOX燃料棒のパンクチャー試験データは、ウラン燃料棒に比べて少々高いガス放出を示している。」「プルサーマルの開始以来、EDF(フランス電力公社)では、MOX燃料をウラン燃料と同じ燃焼率で燃やすことを目標としている。我々の目標である、1/4MOX取替炉心管理を実現するためには、高燃焼度において、核分裂生成ガス放出データと同様に、燃料棒全体の挙動を示すデータの更なる収集が必要とされる。このため、グラブリーヌ4号機では、4体のMOX燃料集合体が、さらに4サイクル目の照射を受けている(燃料棒平均燃焼度52GWd/tM)。4本の4サイクル照射燃料棒及び4本の3サイクル照射リファレンス燃料棒に関して最近得られたホットセル試験データは、燃焼に伴ういかなるガス放出の上昇も示していない。4サイクル照射後の核分裂生成ガス放出は、最終照射サイクルで経験した出力が低かったことから、3サイクル照射リファレンス燃料と同程度であった。全ての結果については、ウラン燃料に関して得られた結果と比較され、以下の図に示されている。」旨報告され、前記別紙2の図3-3(2)が「燃焼度に伴う燃焼密度変化」として紹介されている(乙B27の1ないし3)。

- (2) そこで検討するに、前記第4の1(2)のとおり、MOX燃料の照射挙動については、各種の照射試験データが採取されており、ウラン燃料と類似し

た挙動を示すことが確認され、また、照射中のペレットの体積変化もウラン燃料と同様であることが確認されている。そして、前記第4の1(2)のとおり、FINEコードでは、MOXペレットの焼きしまり及びスエリングについては、ペレットの体積変化等の燃焼度依存性がウランペレットと同様であることから、ウラン燃料と同じモデルを用いているところ、その解析計算の結果である、MOXペレットの体積変化の実測値と予測値の比較を示した別紙3の図9、FPガス放出率の測定と解析の比較を示した別紙5の図1-4及び燃料棒内圧の実測値と予測値の比較を示した別紙7の図3-9は、いずれも予測値ないし計算値が実測値とほぼ一致していることからすれば、FINEコードにおける解析計算に当たり、MOXペレットの焼きしまり及びスエリングについて、ウラン燃料と同じモデルを用いることの妥当性は確認されている旨の「燃料設計手法について」における報告は信用性が十分に認められ、MOXペレットとウランペレットが焼きしまり及びスエリングにおいて同等と評価することは相当であって、FINEコードにおいて、MOXペレットの焼きしまり及びスエリングについて、ウラン燃料と同じモデルを用いることは妥当であると認めるのが相当である。したがって、被告において、前記(1)アのとおり、燃料棒内圧設計基準値及び燃料棒内圧評価値を設定するに当たり、FINEコードを用い、その際、MOXペレットの体積変化について、ウランペレットと同一の計算モデルを使用したことは、妥当であると認めるのが相当である。

そして、被告は、前記(1)イのとおり、輸入燃料体検査申請書添付書類において、設計ではMOXペレットの焼きしまり／スエリングについて、二酸化ウランペレットと同じとするとし、その根拠として、別紙12の図3-3(1)、別紙2の図3-3(2)及び別紙13の図3-3(3)を示しているが、上記のとおり、MOX燃料の照射挙動については、各種の照射試験データが採取されており、ウラン燃料と類似した挙動を示し、照射中のペレット

の体積変化もウラン燃料と同様であることなどを踏まえると、被告は、燃料設計においてFINEコードを用いるに当たり、MOXペレットのスエリングとウランペレットのスエリングとを同じとすることの妥当性を説明するために、統計的評価として、別紙2の図3-3(2)を別紙12の図3-3(1)及び別紙13の図3-3(3)とともに用いたものとするのが相当である。

- (3) これに対し、原告らは、被告が輸入燃料体検査申請書添付書類の別紙2の図3-3(2)において、9つのプロットを無視し、あるいは見落としをしており、これら9つのプロットのデータを加えた上で、同図のMOXペレットとウランペレットのデータをもとに多項式近似により密度変化線を求めると、9つのプロットのデータを加える前の密度変化線、ウラン密度： $y_U = -1.30 \cdot 10^{-10} x^2 + 1.68 \cdot 10^{-6} x + 10.41$ 、MOX密度： $y_M = -1.30 \cdot 10^{-10} x^2 + 1.95 \cdot 10^{-6} x + 10.45$ から、ウラン密度： $y_U = -1.309 \cdot 10^{-10} x^2 + 1.685 \cdot 10^{-6} x + 10.405$ 、MOX密度： $y_M = -1.111 \cdot 10^{-10} x^2 + 0.926 \cdot 10^{-6} x + 10.451$ に変化するため、ウランペレットとMOXペレットでは焼きしまり及びスエリングを同等とはいえない旨主張する。

しかし、前記(1)ウのとおり、別紙2の図3-3(2)の出典となる文献では、MOX燃料棒はウラン燃料棒と同様の挙動であることを示しているとして、別紙2の図3-3(2)と同一の図を「燃焼度に伴う燃焼密度変化」として紹介している。したがって、別紙2の図3-3(2)の出典となる文献においても、同図は、ウランペレットとMOXペレットでは焼きしまり及びスエリングを同等とする根拠として紹介されているのであり、被告が同図におけるプロットを見落とししているか否かにかかわらず、同図がウランペレットとMOXペレットでは焼きしまり及びスエリングを同等とする根拠として用いられていることに何ら変わりはないから、被告が同図におけるプ

ロットを見落としていることなどから、同等とは認められない旨の原告らの主張は採用できない。また、前記(2)のとおり、FINEコードにおいて、MOXペレットの焼きしまり及びスエリングについて、ウラン燃料と同じモデルを用いることの妥当性は認められるところ、別紙2の図3-3(2)をもって、その妥当性を揺るがすものとは認められない。

また、原告らは、独自に、別紙14の第3.2.6(4)図の折れ線の右端の横軸地点を運転時間 $29.44 (\times 10^3 \text{ EFPH})$ とし、別紙2の図3-3(2)の右端の○の横軸地点を燃焼度6万2000MWd/tとし、それぞれが対応関係にあるものとみなして変換した上で、本件MOX燃料のギャップ再開時期は運転終了時点の約56日前と算定されるなどと主張する。燃料ペレットの燃焼度は、燃料ペレットにおける出力と燃焼時間の積であるから、別紙2の図3-3(2)の各プロットについて、各燃料ペレットがたどってきた出力が全て同一であれば、各燃料ペレットの燃焼度と燃焼時間は比例関係にあることから、燃焼度を燃焼時間に置き換えることも可能であると考えられる。しかしながら、前記(1)ウのとおり、別紙2の図3-3(2)の各プロットはグラブリーヌ4号機における4サイクル照射燃料棒4本及び3サイクル照射燃料棒4本から得られたデータであるところ、各燃料ペレットがたどってきた出力は明らかではない上、前記第2章第2の2(5)のとおり、炉心内の燃料集合体の配置は各運転サイクルごとに異なるため、各運転サイクルごとに燃料集合体中の燃料棒を構成するペレットの配置場所も異なることになり、これによりペレットの出力は異なってくることからすれば、別紙2の図3-3(2)の横軸の燃焼度(MWd/t)と別紙14の第3.2.6(4)図の横軸の運転時間( $\times 10^3 \text{ EFPH}$ : EFPHは全出力換算時間)とは比例関係にあるとは認められない。したがって、別紙2の図3-3(2)の横軸の燃焼度(MWd/t)を別紙14の第3.2.6(4)図の横軸の運転時間( $\times 10^3 \text{ EFPH}$ )に置き換えることはできない。

被告は、前記のとおり、FINEコードを用いて燃料棒内圧設計基準値及び燃料棒内圧評価値を設定したのであって、統計的評価を示す別紙2の図3-3(2)のデータそのものを直接用いて設定したものではないこと、別紙2の図3-3(2)の各プロットは、グラブリーヌ4号機のデータであり、その各プロットについては、ペレットの仕様や出力履歴が明らかではないことからすれば、別紙2の図3-3(2)のMOXペレットのデータそのものを本件原子炉における本件MOX燃料に直接適用することはできない。しかも、別紙14の第3.2.6(4)図の折れ線の右端の横軸地点を運転時間29.44( $\times 10^3$ EFPH)とし、別紙2の図3-3(2)の右端の○の横軸地点を燃焼度6万2000MWd/tとし、それぞれが対応関係にあるものとみなし、置き換えることができない同図の燃料ペレットの燃焼度を原子炉の運転時間に置き換えるなどして、本件MOX燃料のギャップ再開時期を運転終了時点の約56日前と算定する旨の原告らの主張は採用できない。

3 争点3 (別紙4の図3-8 (FPガス放出率の実測値と予測値の比較(輸入燃料体検査申請書))のプロットのうち、予測値と実測値との乖離が最も大きいプロットの予測値と実測値との比率(約2.24倍)を基に、被告が想定したFPガス放出率を約2.24倍に増えるとみるのが相当かどうか。)について

(1) 後掲の証拠及び弁論の全趣旨によれば、以下の事実が認められる。

ア 原子力安全基準・指針専門部会が平成19年7月24日に了承した「「1/3MOX報告書」に係る追加データ等の整理について」と題する書面では、「軽水炉へのMOX燃料の装荷については、「1/3MOX報告書」に基づく安全審査の結果、同報告書に示された安全設計や安全審査の考え方を再確認する参考文献や実験データ等の知見が得られてきている。しかしながら、「1/3MOX報告書」の参考文献や実験デ

一タ等は同報告書が作成された平成7年当時のものであり、今後も「1／3MOX報告書」は安全審査に使用されることを考えると、安全審査を通じて得られた参考文献や実験データ等の整理を行うことは、今後の安全審査の効率化や説明性の向上のために有効と考えられる。また、「1／3MOX報告書」においても、「MOX燃料の拡大使用に先立って更なる知見や実績等の蓄積に基づいて見直しがなされるものとする。」とされている。このため、これまでの安全審査実績を踏まえ、参考文献や実験データ等の追加を行うこととした。追加するデータ等は、九州電力株式会社玄海原発や四国電力株式会社伊方発電所、及び中部電力株式会社浜岡原発におけるMOX燃料装荷に係る安全審査において審査され、その妥当性については確認されている。参考文献や実験データ等の追加による「1／3MOX報告書」で示された結論に変更はなく、その妥当性がこれら多くの実績や実験データ等によって再確認されている。」

「安全評価におけるPWRに対する燃料棒設計コードとしてFINEコード及びFPACコードの採用が認められている。ウラン燃料の高燃焼度化に伴い、両燃料棒設計コードは高燃焼度用に改良され、両コードの計算結果の実測値に対する実証性が確認されている。さらに高燃焼度用コードはMOX燃料についても妥当な結果を与えることが確認されている。そこで、FPガス放出率の測定と解析の比較について、PWRに対する知見を追加する。なお、FINEコード及びFPACコードについても平成7年以降に追加されたデータに対して、妥当な結果を与えることが確認されている。」などとした上で、MOX燃料FPガス放出率検証例（PWR-FINE）に関連して、高燃焼度用FINEコードに対するMOX燃料FPガス放出率検証例について、「別紙15の図1-2 MOX燃料FPガス放出率検証例（高燃焼度用FINE）」を追加し、その中でBR3炉（旧製法）、同（MIMAS法）、ハルデン炉（MH



法), サクストン炉(旧製法), 美浜1号炉(旧製法), BR3炉(MIMAS法, 高出力), ハルデン炉(SBR法), BR2炉カリストループ(SBR法), 同(SBR法: 12時間ランプ), NOK-M308(MIMAS法), 同(MIMAS法: 24時間ランプ), NOK-M501(SBR法)の各データとともに, NOK-M109(MIMAS法)のデータも紹介している(甲19の1, 乙A2)。

なお, NOK-M109(MIMAS法)は, 北東スイス電力ベズナウ炉である(乙B43)。

イ 被告は, 輸入燃料体検査申請書の添付書類二「燃料体の強度計算書」において, MOXペレットのFPガス放出モデルについて, 「FPガス放出率は, MOXペレットの製造法に依存すると考えられる。照射試験データにおいても, プルトニウム均一性の良くない旧製法と, MOX粉末混合法の改良により, よりプルトニウム均一性を図った製法を比較すると, 後者ではFPガス放出率が低下することが示されている。今回のMOX燃料設計では, MOXペレットのFPガス放出率は, 古い製法の照射試験データをも包絡するように, ウランペレットのモデルの1.3倍としている。以上のようなモデルによるFPガス放出率の実測値と予測値の比較を別紙4の図3-8に示す。FPガス放出モデルは実測値を適切に予測している。予測のばらつきは不確定性として評価に考慮する。」と説明し, 「別紙4の図3-8 FPガス放出率の実測値と予測値の比較」を示し, その中でBR3炉(旧製法), 同(MIMAS法), ハルデン炉(MH法), サクストン炉(旧製法), 美浜1号炉(旧製法), BR3炉(MIMAS法, 高出力), ハルデン炉(SBR法), BR2炉カリストループ(SBR法), 同(SBR法: 12時間ランプ), NOK-M308(MIMAS法), 同(MIMAS法: 24時間ランプ), NOK-M501(SBR法)の各データとともに, NOK-M109

(MIMAS法 ベズナウ炉) のデータも紹介している。同図のNOK-M109 (MIMAS法 ベズナウ炉) のデータのプロットは、約10個あるところ、一つは、実測値が予測値の2.24倍になっているが、その他は、ほぼ実測値と予測値は一致しており、うち5つは、実測値が予測値を下回っている(乙20の9・2-29, 2-30頁)。

ウ 燃料有効長さは、ベズナウ炉が約3mであるのに対し、本件原子炉は約3.7mである。また、燃料棒出力(炉心平均線出力)は、ベズナウ炉が16.7kW/mであるのに対し、本件原子炉は17.9kW/mである(乙B43)。

- (2) そこで検討するに、前記(1)ア及びイのとおり、被告は、多数の他の原子炉のデータとともにベズナウ炉のデータも踏まえた上で、今回のMOX燃料の設計では、MOXペレットのFPガス放出率を、旧製法の照射試験データをも包絡するように、ウランペレットのモデルの1.3倍とし、また、FPガス放出モデルによる予測のばらつきは不確定性として評価して、燃料棒内圧評価値及び燃料棒内圧設計基準値を設定しており、この手法は、前記(1)アのとおり、原子力安全基準・指針専門部会が平成19年7月24日に了承した「「1/3MOX報告書」に係る追加データ等の整理について」に適合するものであり、相当なものである。

そして、前記(1)ウのとおり、ベズナウ炉のMOX燃料の仕様は、本件原子炉のそれと異なっており、かつ、前記(1)ア及びイによれば、ベズナウ炉のデータは、FPガス放出率の実測値と予測値とを比較する上で、他の多数のデータとともにその統計的価値を有するものと位置づけられ、また、前記(1)ウのとおり、「別紙4の図3-8 FPガス放出率の実測値と予測値の比較」におけるNOK-M109 (MIMAS法 ベズナウ炉) のデータのプロットは、約10個あるところ、その中の一つは、実測値が予測値の約2.24倍になっているが、その他は、ほぼ実測値と予測値は一致

しており、うち5つは、実測値が予測値を下回っていることからすれば、本件原子炉とは仕様が異なるベズナウ炉のFPガス放出率に関するデータの中のしかもたった1つのプロットを根拠にして、本件原子炉において本件MOX燃料を使用する場合のFPガスの放出率が約2.24倍に増えるとするのが相当でないことは明らかであるし、そのプロットの存在が、FINEコードの信頼性に疑問を生じさせるものともいえない。よって、この点の原告らの主張は採用できない。

4 争点4（被告が初期ヘリウム加圧量を、輸入燃料体検査申請時点で低減させたことに、相当性はあるか。また、これにより、被覆管が外圧に押されてつぶされるクリープコラプスが起きるかどうか。）について

(1) 後掲の証拠及び弁論の全趣旨によれば、以下の事実が認められる。

ア 燃料棒においては、被覆管が外圧に押されてつぶされることを防止するためにヘリウムガスを加圧充てんするが、他方で、ペレットと被覆管との間のギャップが増加する圧力を超えないようにするために、ヘリウムガスによる加圧は一定程度以下とする必要がある（争いが無い）。

イ 被告は、前記設置変更許可申請に際し、平成16年5月28日付設置変更許可申請書において、被覆管の一次冷却材定格運転圧力による圧縮応力及びクリープを低減するため、燃料棒にヘリウムを加圧充てんすること、ヘリウム加圧及びペレットの焼きしまりへの考慮により、燃料寿命中、被覆管にコラプスが起こればならないこと、初期加圧量の設定に当たっては、燃料棒内圧が、通常運転時において、被覆管の外向きのクリープ変形によりペレットと被覆管のギャップが増加する圧力を超えないように考慮している旨記載し、前記のとおり、経済産業大臣の許可を受けた（乙B9の1-27、乙B12）。

ウ 被告は、輸入燃料体検査申請においては、設置変更許可申請におけるよりも、初期ヘリウム加圧量を低減している（争いが無い）。

(2) そこで検討するに、前記第4の1(4)オ(ウ)のとおり、MOX燃料ではウラン燃料よりも初期ヘリウム加圧量を下げている。また、前記(1)ウのとおり、輸入燃料体検査申請においては、設置変更許可申請におけるよりも、初期ヘリウム加圧量を低減していることが認められる。しかしながら、前記(1)ア及びイによれば、ヘリウム加圧は、被覆管が外圧に押しつぶされる現象であるクリープコラプスを防止する目的で行われるが、その加圧の限度は、ペレットと被覆管との間のギャップが増加する圧力を超えないものとされており、初期ヘリウム加圧量の低減の関係からは、クリープコラプスが起らない限度までは低減することが可能であると解される。そうすると、燃料棒の外圧は一定であるところ、燃焼に伴って被覆管内のFPガスの量が増えて内圧が高まっていくため、燃焼初期にクリープコラプスが生じなければ、その後もクリープコラプスは生じないと考えられるところ、これまでの実績において、本件MOX燃料についてクリープコラプスは生じていないことや、前記第4の1(4)オ(ウ)のとおり、本件MOX燃料と同程度のヘリウムを加圧したMOX燃料が海外の実験においてクリープコラプスが生じていないことが実証されていることを考慮すると、本件全証拠によっても、被告が輸入燃料体検査申請にあたり、初期ヘリウム加圧量を低減させたことが不相当であり、これによりクリープコラプスが起るとは認めるに足りず、被告が輸入燃料体検査申請において燃料棒内圧評価値が燃料棒内圧設計基準値を上回ったために初期ヘリウム加圧量を強引に低減させるという禁じ手を使ったという原告らの主張は採用できない。

5 争点5（燃料棒内圧評価値の算出にあたり、被告の行ったプルトニウム組成における3パターンの評価は、十分なものかどうか。）について

(1) 後掲の証拠及び弁論の全趣旨によれば、以下の事実が認められる。

ア 前記第4の1(4)オ(イ)のとおり、被告は、輸入燃料体検査申請における燃料棒内圧評価に際し、安全側の評価を行うため、高組成、代表組成、

低組成及び55%組成について、仮定的に、その中で出力が最も高くなる低組成のMOX燃料の出力を基に設定した出力履歴を用いて評価を行い、内圧評価の結果、燃料棒内圧評価値は、いずれも不確定性を考慮した上で、高組成では19.0MPa、代表組成では19.5MPa、低組成では19.3MPa、55%組成では18.9MPaとなった(甲12, 乙B20の5, 乙B43)。

イ 仮定的に低組成のMOX燃料の出力を基に設定した出力履歴を用いて評価を行った場合において、代表組成に基づく燃料棒内圧評価値(19.5MPa)が低組成に基づく燃料棒内圧評価値(19.3MPa)より高くなった理由は、熱中性子吸収性と熱伝導率のうち、熱中性子吸収性の影響が支配的であったためである。すなわち、熱中性子吸収性は、プルトニウム含有率の高い低組成ほど高いが、熱中性子吸収性が高くなると、ペレットの表面付近で吸収される中性子が多くなり、ペレットの表面付近を通過してペレット中心部に至る中性子が少なくなるため、ペレット中心部の核分裂反応が少なくなり、ペレット中心部の発熱量が低下し、FPガスの運動エネルギーが減少して熱拡散が小さくなり、ペレット外へのFPガスの放出が減り、その結果、代表組成に比べ、低組成の内圧が低くなるからである(乙B43, 証人小鶴)。

また、低組成のMOX燃料の出力を基に設定した出力履歴を用いて評価を行った場合において、代表組成に基づく燃料棒内圧評価値(19.5MPa)が高組成に基づく燃料棒内圧評価値(19.0MPa)より高くなった理由は、熱中性子吸収性と熱伝導率のうち、熱伝導率の影響が支配的であったためである。すなわち、熱伝導率は、プルトニウム含有率が高い代表組成の方が低いところ、熱伝導率が減少するほど、冷却水によってペレットから除去される熱量が減少し、ペレット中心温度は上昇するが、中心温度が上昇すると、ペレット中心部において、FPガ

スの運動エネルギーが増加して熱拡散が大きくなり、ペレット外へのF Pガスの放出量も増加し、その結果、高組成に比べ、代表組成の内圧が高くなるからである(乙B43, 証人小鶴)。

ウ 被告は、輸入燃料体検査申請における燃料棒内圧評価は、仮定的に、低組成のMOX燃料の出力を基に設定した出力履歴を用いて評価を行ったものであるが、各組成に応じた出力履歴を用いた場合の燃料棒内圧評価値は、高組成が13.0MPa、代表組成が16.2MPa、低組成が19.3MPaである(乙B43)。

(2) 原告らは、本来、被告は本件MOX燃料の実際の組成及び出力履歴により燃料棒内圧評価を行うべきであるにもかかわらず、それを行っていないから、燃料棒内圧についての基準適合性について立証を放棄している旨主張する。しかしながら、前記第4の1(6)で検討したとおり、その評価手法に問題があるとは認められず、原告らの上記主張は採用できない。

また、原告らは、被告が、仮定的に低組成の出力履歴を共通に用いて評価を行った場合には、低組成、代表組成及び高組成以外の組成で燃料棒内圧評価値が最大になり、燃料棒内圧設計基準値19.7MPaを超える可能性がある旨主張する。

しかしながら、仮定的に低組成の出力履歴を共通に用いて評価を行った場合において、代表組成の燃料棒内圧評価値が最大となったのは、前記のとおり、熱中性子吸収性ないし熱伝導率の影響によるところ、前記(1)ア、ウによれば、仮定的に低組成の出力履歴を各組成に共通に用いた場合の燃料棒内圧評価値と各燃料棒の組成に応じた出力履歴を用いた場合の燃料棒内圧評価値との差は、高組成では6MPa(=19.0MPa-13.0MPa)、代表組成では3.3MPa(19.5MPa-16.2MPa)であるのに対し、仮定的に低組成の出力履歴を各組成に共通に用いた場合の内圧評価において代表組成の燃料棒内圧評価値が低組成の燃料棒内圧評

価値を上回ったのは、熱中性子吸収性の影響が支配的であったためであるが、その差は0.2MPa (=19.5MPa - 19.3MPa) に過ぎず、また、仮定的に低組成の出力履歴を各組成に共通に用いた場合の内圧評価において代表組成の燃料棒内圧評価値が高組成の燃料棒内圧評価値を上回ったのは、熱伝導率の影響が支配的であったためであるが、その差は、0.5MPa (=19.5MPa - 19.0MPa) に過ぎない。したがって、出力、熱伝導率及び熱中性子吸収性のうち、燃料棒内圧評価に最も大きな影響を与えるのは出力であり、かつ内圧評価に与える影響の程度は、熱伝導率ないし熱中性子吸収性と比較して顕著に大きいと認められる。また、実際のMOX燃料の燃焼では、各組成に応じた出力履歴を用いた場合の燃料棒内圧評価値が問題となるところ、前記(1)ウのとおり、各組成に応じた出力履歴を用いた場合の燃料棒内圧評価値は、高組成が13.0MPa、代表組成が16.2MPa、低組成が19.3MPaである。そうすると、低組成の出力履歴を仮定的に共通に用いて評価を行った場合において、低組成、代表組成及び高組成以外の組成において燃料棒内圧評価値が最大になることがあったとしても、実際のMOX燃料の燃焼における各組成に応じた出力履歴による燃料棒内圧評価値は、低組成のMOX燃料の燃料棒内圧評価値を上回ることはないと考えられるから、燃料棒内圧評価値が燃料棒内圧設計基準値19.7MPaを超える可能性があることは、本件全証拠によっても認めるに足りない。

- 6 争点6 (燃料棒内圧設計基準値(19.7MPa)は、ギャップが再開しないための安全余裕として十分であるかどうか。) について

前記第4の1(6)で検討したとおり、被告は、本件MOX燃料の燃料棒内圧評価においては、実際のプルトニウム組成の燃料棒について、低組成の出力履歴を仮定的に共通して用いるなど、燃料棒内圧評価値が最も厳しくなるような燃料棒出力条件を用いた評価を行っている上、燃料棒内圧設計基準値及

び燃料棒内圧評価値のいずれにも、解析における不確定性（設計コードの不確定性及び製造公差に起因する不確定性）を安全側に考慮して評価をしており、以上によれば、燃料棒内圧設計基準値と燃料棒内圧評価値との差が0.2 MPa であることなどから到底安全ではない旨の原告らの前記主張は採用できない。

## 7 小括

以上によれば、本件MOX燃料の設置許可基準規則15条5項への適合性について原告らの反証は有効になされていないものと評価するのが相当である。また、本件全証拠によっても、本件燃料設計に関する安全確保対策の安全性に欠ける点があり、かつ、それにより原告らの生命、身体、健康を侵害する具体的危険があるものと認めるに足りない。

また、本件MOX燃料について、燃料棒内圧評価値が燃料棒内圧設計基準値を上回るということは、本件全証拠によっても認めるに足りない。したがって、争点7ないし10については、本件MOX燃料について、運転期間中にギャップ再開が起きるとは認められず、それによるサーマルフィードバックの発生及び燃料溶融の危険の発生も、また本件原子炉容器破壊の危険も認められず、試験研究炉（ノルウェーのハルデン炉）で実施された試験の結果と本件原子炉でのMOX燃料使用の適否との関連性を検討する必要性も認められない。

## 8 争点11（使用済MOX燃料の超長期保管について安全性は確保されているか。）について

(1) 後掲の証拠及び弁論の全趣旨によれば、以下の事実が認められる。

ア 原子炉停止後、原子炉容器から取り出された使用済燃料は、燃料取替クレーン、燃料移送装置、使用済燃料ピットクレーン等を使用して、ほう酸水を張った原子炉キャビティ、燃料取替チャンネル及び燃料移送管を通して使用済燃料ピットに移され、次の再処理過程までの間、原発内に



設置された使用済燃料ピットで貯蔵し、管理される(甲1, 乙B43)。

イ 本件原子炉で使用される燃料棒の被覆管には、水中における腐食に強いジルコニウム合金が用いられている。すなわち、被覆材(ジルカロイ-4)は、小さな吸収断面積を有し中性子経済性に優れ、ペレット-被覆管の相互作用や内外圧差による変形に十分耐える高い強度を有し、一次冷却材、二酸化ウラン、ガドリニア入り二酸化ウラン、ウラン・プルトニウム混合酸化物、核分裂生成物等に対して高い耐食性を示し、かつ、高い信頼性を有する材料である(甲1・8-3-9)。

ウ 独立行政法人日本原子力研究開発機構による「平成22年度プルサーマル燃料再処理確証技術開発成果報告書」によれば、使用済ウラン燃料の再処理により回収したプルトニウムが、商業規模で軽水炉で利用されるようになり、軽水炉使用済MOX燃料の再処理に係る研究開発も盛んに行われ、プルトニウム含有量が使用済ウラン燃料に比較して多いことなどから、軽水炉使用済MOX燃料の再処理に向けて技術的に検討すべき事項として、MOX燃料の溶解性が指摘されているところ、近年では、MOX燃料製造方法の改良と最適な溶解条件の採用等により、軽水炉使用済MOX燃料においても良好な溶解性が得られることが分かっており、フランスでは商業用軽水炉からの使用済MOX燃料の再処理が工業規模で行われた。そして、フランスでは、平成4年から平成20年までの間に合計約75tHMの使用済MOX燃料を再処理した実績があり、また、日本でも、昭和61年から平成19年までの間に、新型転換炉「ふげん」の使用済MOX燃料を合計約29tHM再処理した実績がある(乙B53の1ないし3)。

また、政府は、平成26年4月11日、エネルギー基本計画の中で、「高レベル放射性廃棄物の最終処分へ向けた取組を強化し、国が前面に立ってその解決に取り組むが、そのプロセスには長期間を必要とするこ

となどから、使用済燃料の貯蔵能力の拡大を進め、具体的には、発電所の敷地内外を問わず、新たな地点の可能性を幅広く検討しながら、中間貯蔵施設や乾式貯蔵施設等の建設・活用を促進するとともに、そのための政府の取組を強化する」旨、閣議決定をした(乙B52の1ないし3)。

- (2) 原告らは、被告において、使用済燃料の超長期保管の間に使用済燃料ピットのラックが劣化し、地震で崩れるような場合の検討がなされていないとして、設置許可基準規則54条に適合していない旨主張する。しかしながら、前記第4の2で検討したとおり、被告は、玄海原発3号機の使用済燃料ピットを、鉄筋コンクリート造りとし、耐震設計Asクラスの構造物で、壁は遮蔽を考慮して十分厚くし、また、使用済燃料ピット内の使用済燃料ラックは、各ラックのセルに1体ずつ燃料集合体を挿入する構造で、耐震設計Asクラスとし、ラック中心間隔は、たとえ設備容量分の新燃料を貯蔵し、純水で満たされた場合を想定しても実効増倍率は0.98以下になるように設計するなどし、使用済燃料貯蔵施設の設計について、「指針50. 燃料の臨界防止」の定める安全上の基準を満たしていることが認められるのであり、使用済燃料ピットの耐震性や使用済燃料の臨界防止については検討され、その安全性が確認されている。

また、原告らは、「使用済MOX燃料の場合、炉内から取り出して以降の発熱量は、使用済ウラン燃料の10年後のレベルに達するのに100年以上かかり、また、使用済ウラン燃料の場合には地層処分に回すまで地上施設で40ないし50年保管するといわれているから、使用済MOX燃料であれば地層処分ができるまで、400ないし500年にわたり地上施設で保管することになる」旨主張する。しかしながら、前記(1)ウのとおり、政府は、高レベル放射性廃棄物の最終処分へ向けた取組を強化し、国が前面に立ってその解決に取り組むとともに、中間貯蔵施設や乾式貯蔵施設等の建設・活用を促進する旨閣議決定をしていること、フランスでは、合計

約75 t HMの使用済MOX燃料を再処理した実績があり、日本でも、新型転換炉「ふげん」の使用済MOX燃料を合計約29 t HM再処理した実績があることなどが認められ、原告らが主張するように400ないし500年にわたり地上施設で保管することになるということは、本件全証拠によっても認めるに足りない上、原告らの主張する超長期保管の間に劣化が進んで地震で崩れるという点については、その具体的内容は明らかでない。

そしてまた、原告らは、「イギリスの使用済み燃料貯蔵プールB30では、腐食により燃料形状が崩れて、推測では、プール内に含まれる約1.3 tのプルトニウムのうち、400 kgはスラッジとしてプールの底に堆積しているところ、堆積状況によっては臨界に達するおそれがある」旨主張する。しかしながら、イギリスの再処理施設では、当時、マグノックス燃料を屋外貯蔵プールに貯蔵しており、また、長期間にわたり再処理が停止したため、貯蔵プールでの水中保管が通常よりも長期間となり、マグノックス燃料が貯蔵プール内で腐食したとされており(乙B42)、かつ、マグノックス燃料の被覆材には、マグネシウム合金(マグノックス)が用いられているが、マグネシウム合金は、水と反応するため、使用済燃料の長期間にわたる使用済燃料プールでの保管は困難とされている(乙B40, 41)。これに対し、本件MOX燃料の被覆材は、水中における腐食に強いジルコニウム合金を用いており、かつ、前記第4の2のとおり、屋内の、水位・水温等を適切に管理した使用済燃料ピット内で安全に貯蔵されていることなどからすれば、本件MOX燃料がマグノックス燃料の上記事例のように腐食により形状が崩れてしまうことは、本件全証拠によっても認めるに足りない。

さらに、原告らは、使用済燃料ピットの冷却系は、耐震Bクラスであるから地震に弱く、冷却不能から重大事故が発生する危険性は高い旨主張するが、その具体的な機序及び内容は明らかではない。

以上によれば、本件争点について、玄海原発3号機の使用済燃料ピットの設置許可基準規則54条に適合性について、原告らの反証は有効になされていないと評価するのが相当である。また、本件全証拠によっても、使用済燃料ピットの設計に関する安全確保対策には安全性に欠ける点があり、原告らの生命、身体、健康を侵害する具体的危険があるものと認めるに足りない。

9 争点12（玄海原発3号機用使用済燃料ピットから、大量漏えいが起こり、原告らの健康を侵害する具体的危険があるか。）について

原告らは、米国のセーレム1号機で平成14年9月に発覚したプール水漏えい事故、インディアン・ポイント2号機で平成17年9月に発覚したプール水漏えい事故、バーモント・ヤンキー原発で平成22年1月に発覚した漏えい事故(甲24, 25)、伊方原発で、平成12年3月に使用済燃料貯蔵庫内壁に貫通する穴が発見された件、美浜原発で平成19年3月に発覚したプール水漏えい事故等(甲26, 27)を挙げて、玄海原発3号機において、使用済燃料ピットから大量の使用済燃料ピット水の漏えいが起こりうる旨主張する。しかしながら、甲24ないし27号証によっても、原告らが挙げる各原発のプール水漏えい事故等によって住民の健康が侵害される具体的危険について明らかではなく、かつ、玄海原発3号機における大量漏えいの機序及び大量漏えいにより原告らの健康が侵害される具体的危険については何ら主張立証されていない。したがって、本件争点について、玄海原発3号機の使用済燃料ピットの設置許可基準規則54条に適合性について、原告らの反証はなされていないと評価するのが相当である。また、本件全証拠によっても、使用済燃料ピットの設計に関する安全確保対策には安全性に欠ける点があり、原告らの生命、身体、健康を侵害する具体的危険があるものと認めるに足りない。

10 争点13（被告による使用済MOX燃料貯蔵について、原子炉等規制法

23条2項、環境基本法1条及び同法3条違反があるか。)について

原子炉等規制法26条、23条2項8号、同法施行令14条及び実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則3条1項1号は、原子炉設置の変更の許可を受けようとする者は、「使用済燃料の処分の方法」の変更に係る場合にあっては、「その売渡し、貸付け、返還等の相手方及びその方法又はその廃棄の方法」を記載した変更許可の申請書を主務大臣である経済産業大臣に提出し、その許可を受けなければならない旨規定しているところ、これらの規定の趣旨は、使用済燃料の処分の方法について、主務大臣の許可にかからしめて、その適正を図ることにあると解される。そうすると、被告は、平成16年5月28日付設置変更許可申請書(甲1・17頁)において、「使用済燃料の処分の方法」として、「再処理の委託先の確定は、燃料の炉内装荷前までに行い、政府の確認を受けることとする。ただし、燃料の炉内装荷前までに使用済燃料の貯蔵・管理について政府の確認を受けた場合、再処理の委託先については搬出前までに政府の確認を受けることとする。」旨記載し、再処理の委託先について政府の確認を受けて、適正を担保する旨明らかにして、経済産業大臣の許可を受けているのであるから、原子炉等規制法26条、23条2項8号、同法施行令14条及び実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則3条1項1号の違反は認められない。

なお、平成24年法律第47号による改正後の原子炉等規制法(以下「改正原子炉等規制法」という。)43条の3の8第1項、43条の3の5第2項8号及び43条の3の5第1項の規定は、変更許可の申請書を原子力規制委員会に提出し、その許可を受けなければならない旨規定しているが、その趣旨は、同様に、使用済燃料の処分の方法について、原子力規制委員会の許可に係らしめて、その適正を図ることにあると解されるから、被告には、改正原子炉等規制法の違反は認められない。

また、原告らは、使用済MOX燃料を使用済燃料ピットに長期にわたって

貯蔵することにより、臨界やピット水の漏えいがかかることを前提にして環境基本法1条及び3条に違反する旨主張しているが、前記のとおり、その前提事実自体が認めるに足りないから、原告らの上記主張は採用できない。

## 第6 結論

以上によれば、原告らの請求はいずれも理由がないから、これらを棄却すべきである。よって、主文のとおり判決する。

佐賀地方裁判所民事部

裁判長裁判官 波 多 江 真 史

裁判官 坂 本 寛

裁判官 稲 垣 雄 大

## 別紙一覧

- ・ 原告目録
- ・ 用語集
- 1 第3. 2. 5(4)図 燃料棒内圧の燃焼度変化 (ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料) (3号炉)
- 2 図3-3(2) MOX及び二酸化ウランペレットの密度変化
- 3 図9 ペレット体積変化の実測値と予測値の比較
- 4 図3-8 FPガス放出率の実測値と予測値の比較
- 5 図1-4 MOX燃料FPガス放出率検証例 (PWR-FINE)
- 6 図1-5 MOX燃料FPガス放出率検証例 (PWR-FPAC)
- 7 図3-9 燃料棒内圧の実測値と予測値の比較
- 8 図15 MOX燃料に含まれる核分裂性プルトニウム割合とプルトニウム含有率の関係 (イメージ図) (集合体平均)
- 9 図16 ペレット全体重量に対するプルトニウムの割合 (集合体平均)
- 10 表4-4 燃料棒内圧評価結果
- 11 図4-10.(1/3) 燃料棒内圧の燃焼度変化 (代表組成炉心 初期He加圧量約2.4MPa)
- 12 図3-3(1) AUPUC法及びOCOM法によるMOXペレットとERU (二酸化ウラン) ペレットの焼きしまり/スエリング
- 13 図3-3(3) SBR法MOXペレットの照射による体積変化
- 14 第3. 2. 6(4)図 燃焼径の燃焼度変化 (ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料) (3号炉)
- 15 図1-2 MOX燃料FPガス放出率検証例 (高燃焼度用FINE)

## 別紙 用語集

### \* 1 ギャップ再開

燃料ペレットと燃料棒の被覆管の間の当初の隙間（ギャップ）が，燃焼初期において，被覆管の内向きのクリープ変形によりペレットと接触した後，燃焼中期以降，放出FPガス（核分裂生成ガス）の蓄積によって燃料棒の内圧が増加し，高燃焼度領域において，被覆管の外向きのクリープ変形が生じ，これにより，一旦接触したペレットと被覆管に，再度ギャップが生じる事象。

### \* 2 サーマルフィードバック

ギャップ再開によりギャップコンダクタンスが低下して燃料温度が上昇することにより，更にFPガスが放出され，内圧が上昇する結果，更にギャップが広がる事象。

### \* 3 FPガス

ウラン燃料又はMOX燃料が燃焼するにつれて発生するキセノン，クリプトン等の核分裂生成ガスのこと。

### \* 4 燃料棒内圧評価値

炉心内のいずれの燃料もこれよりも高い内圧値とならない上限値。FINEコードで求めた「3サイクル終了時の燃料棒内圧値」に不確定性を加算して求められた値。

### \* 5 燃料棒内圧設計基準値

FINEコードで求めた「ギャップ再開が起きない最大内圧値」から不確定性を差し引いて求められた値。

### \* 6 スエリング

核分裂により発生した気体状及び固体上の核分裂生成物がペレット内に蓄積することにより，ペレットの体積が増大する現象。

### \* 7 FINEコード

三菱重工業製燃料における燃料棒設計計算コード。入力データとして，燃料



仕様、プラント条件、照射条件の情報を入力すると、入力された条件に基づき、コードに内蔵された種々の計算モデルにより、燃料中心温度、燃料棒寸法変化、燃料棒内圧が計算され、出力データとして、燃料棒の温度、内圧、応力、歪などが出力される。FINEは、Fuel Rod Integrity Evaluationの略語である。

\* 8 低組成

MOX燃料に含まれるプルトニウムのうち、核分裂性プルトニウムの割合が63.77%と低いプルトニウム組成。

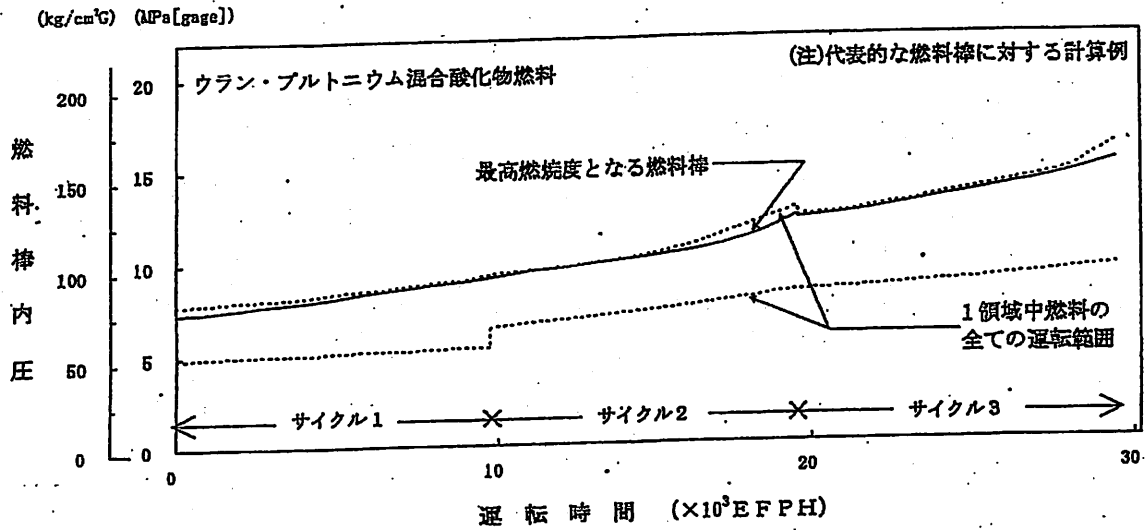
\* 9 代表組成

MOX燃料に含まれるプルトニウムのうち、核分裂性プルトニウムの割合が67.50%と平均的なプルトニウム組成。

\* 10 高組成

MOX燃料に含まれるプルトニウムのうち、核分裂性プルトニウムの割合が81.60%と高いプルトニウム組成。

別紙 1



(注) EFPH: 全出力換算時間

第3.2.5(4) 図 燃料棒内圧の燃焼度変化 (ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料) (3号炉)  
(文献(1)、(37)のモデルで計算)

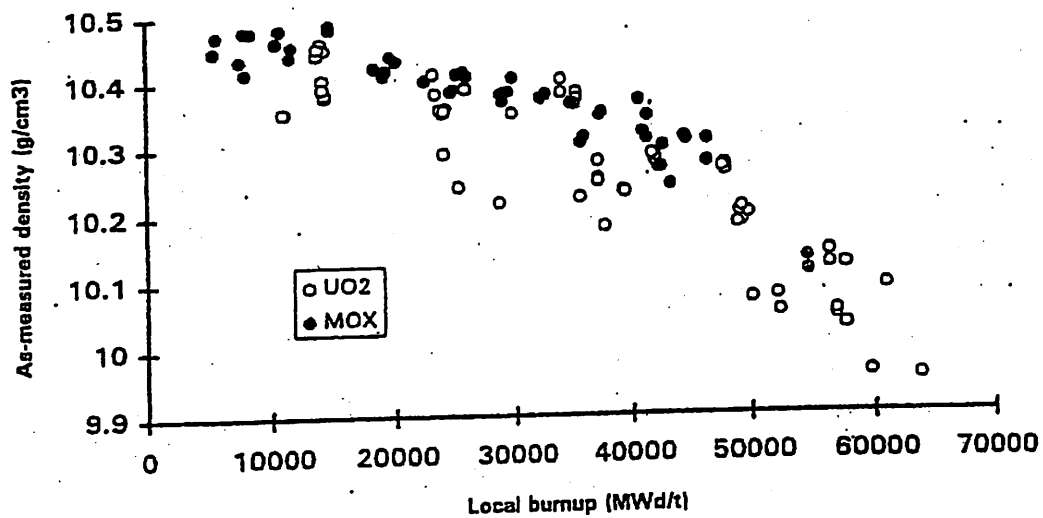


図 3-3 (2) MOX 及び二酸化ウランペレットの密度変化<sup>(20)</sup>

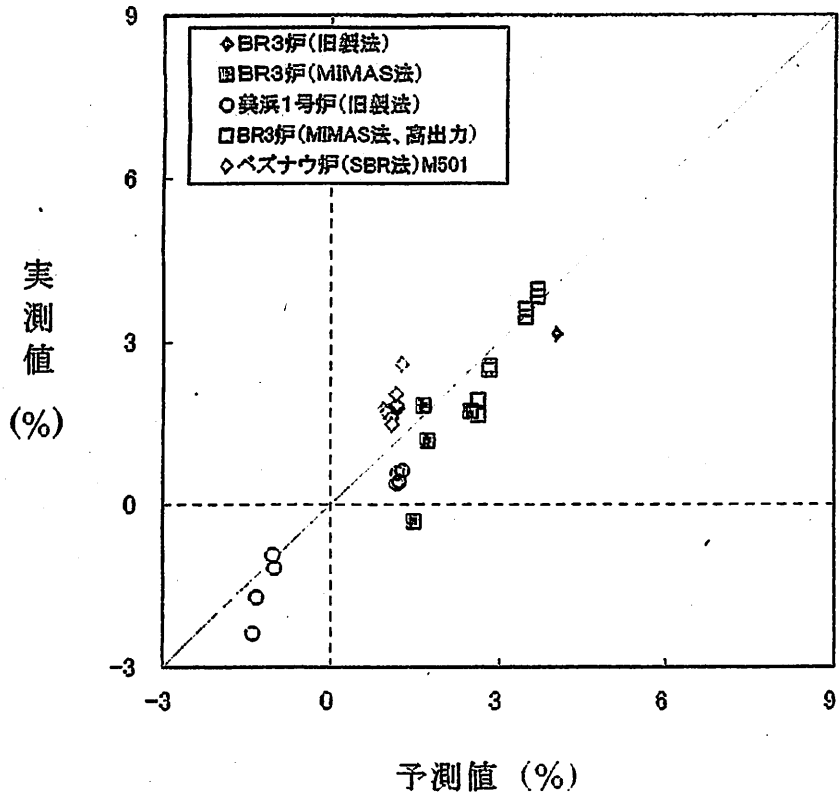


図9 ペレット体積変化の実測値と予測値の比較

- ◆ BR3炉(旧製法)
- BR3炉(MIMAS法)
- ▲ ハルデン炉(MH法)
- サクストン炉(旧製法)
- 美浜1号炉(旧製法)
- BR3炉(MIMAS法、高出力)
- △ ハルデン炉(SBR法)
- × BR2炉カリストループ(SBR法)
- \* BR2炉カリストループ(SBR法:12時間ランプ)
- + NOK-M109(MIMAS法)
- NOK-M308(MIMAS法)
- ◇ NOK-M308(MIMAS法:24時間ランプ)
- ◇ NOK-M501(SBR法)

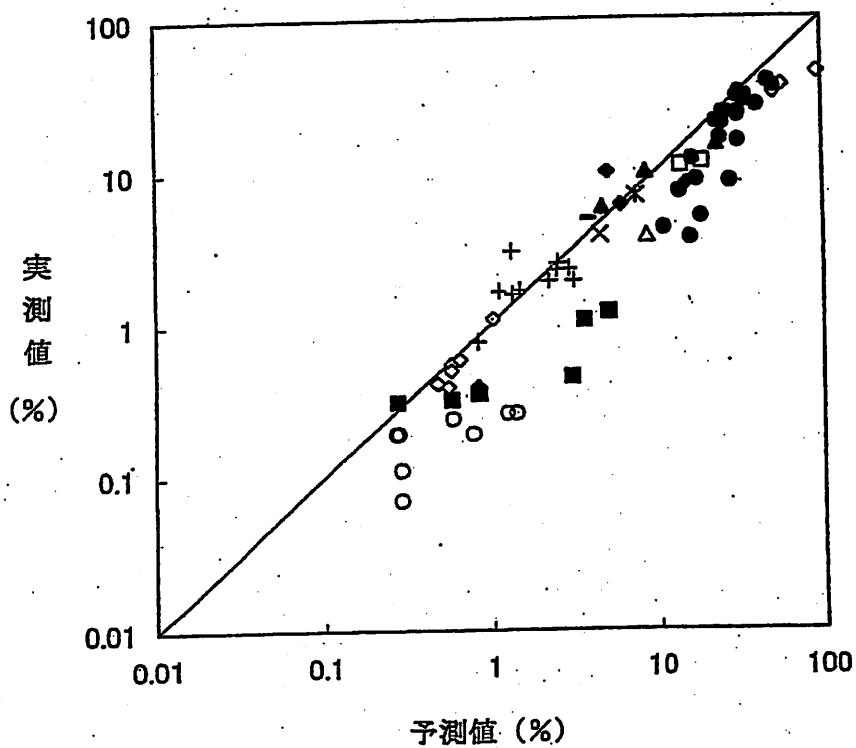


図3-8 FPガス放出率の実測値と予測値の比較<sup>(7)</sup>

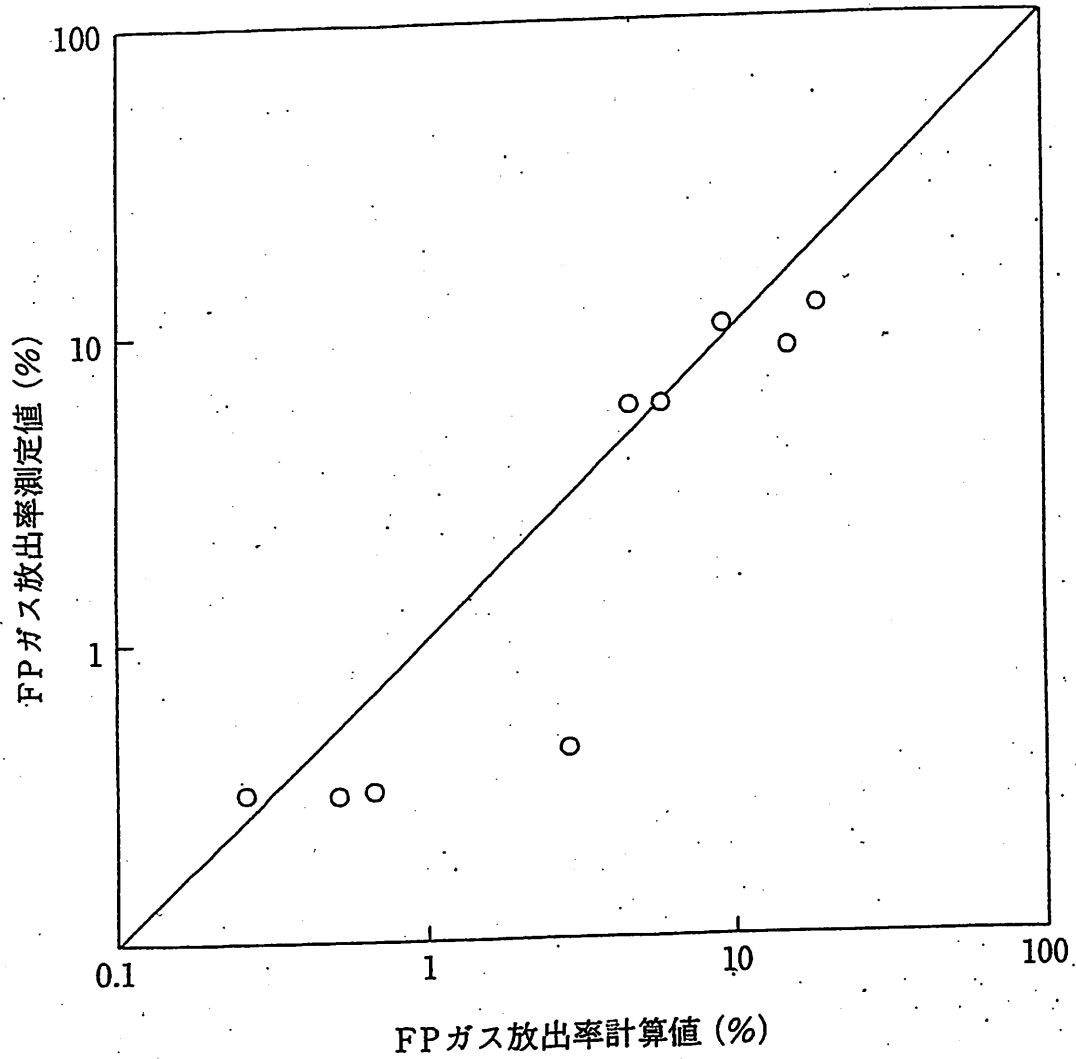


図1-4 MOX燃料FPガス放出率検証例 (PWR-FINE)

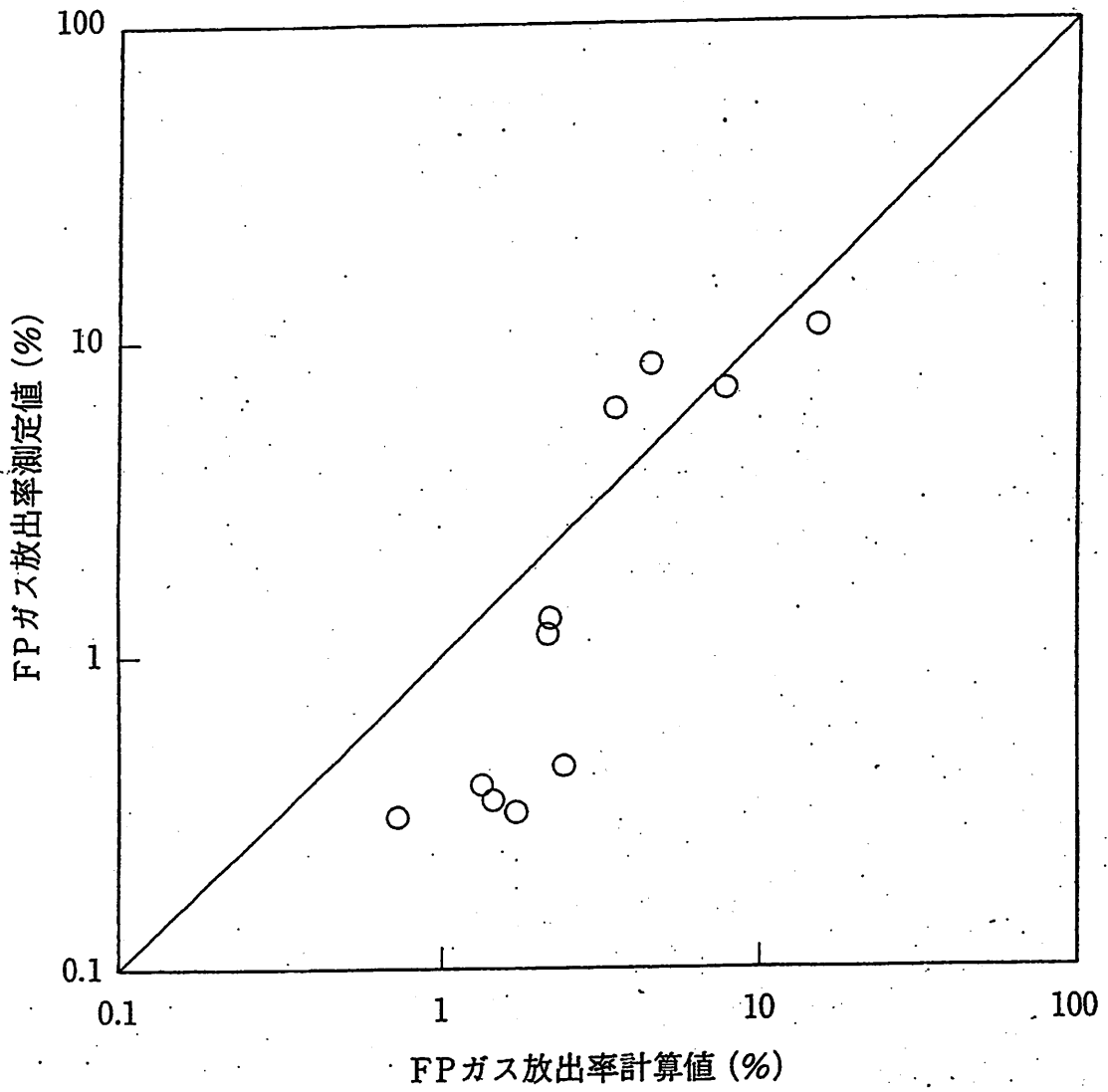


図1-5 MOX燃料FPガス放出率検証例 (PWR-FPAC)

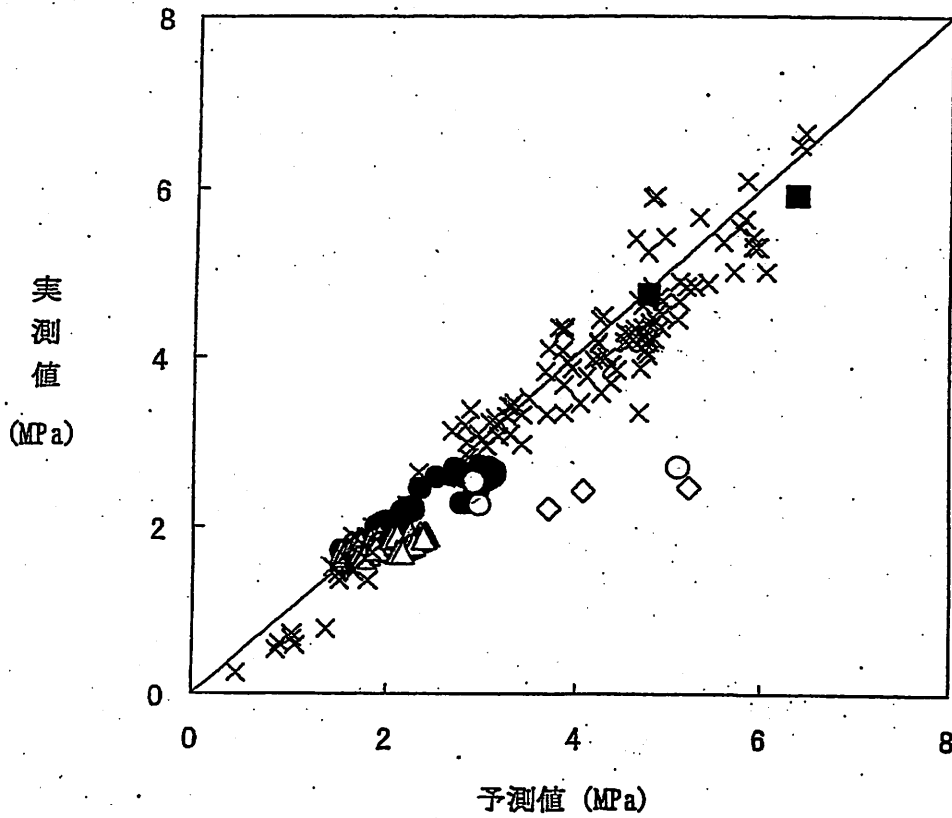
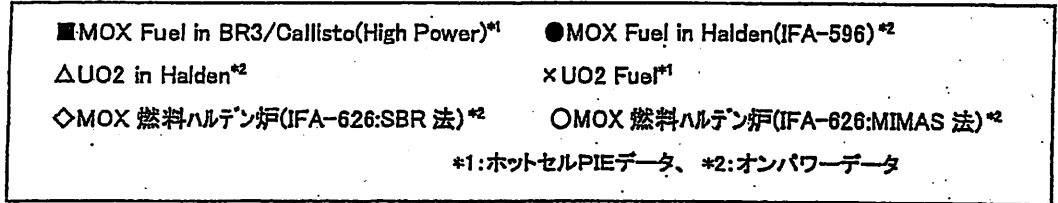


図 3 - 9 燃料棒内圧の実測値と予測値の比較 (7)



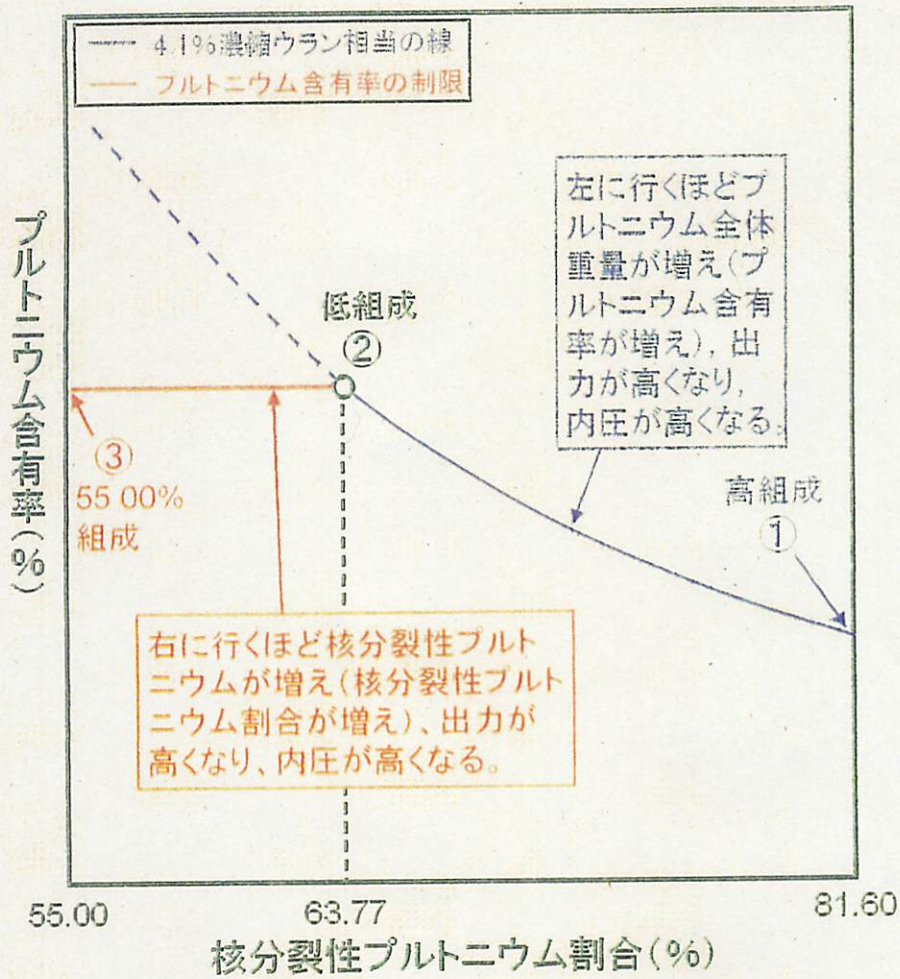


図 15 MOX 燃料に含まれる核分裂性プルトニウム割合とプルトニウム含有率の関係 (イメージ図) (集合体平均)

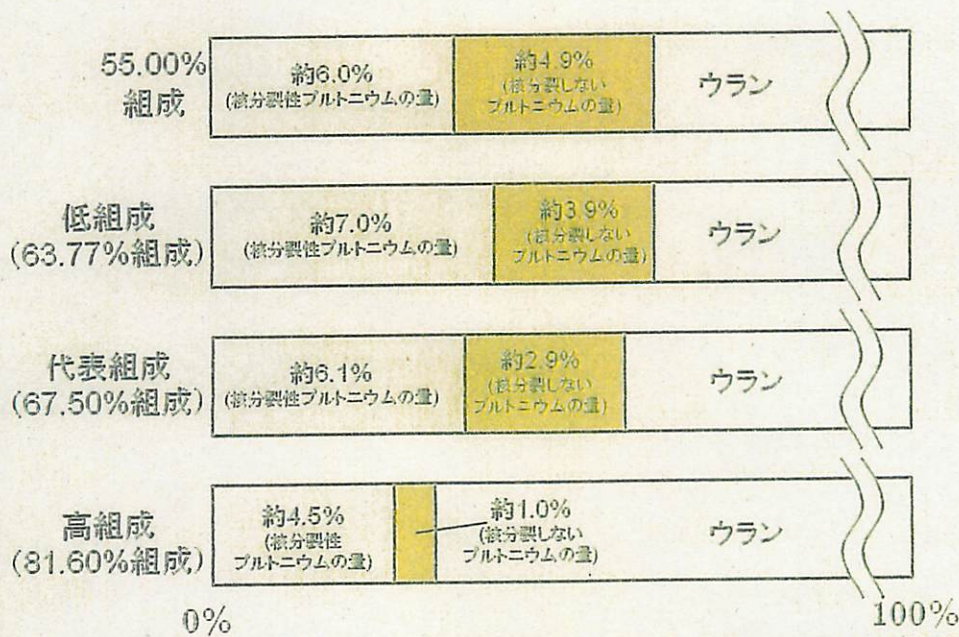


図16 ペレット全体重量に対するプルトニウムの割合 (集合体平均)

表4-4 燃料棒内圧評価結果

炉心	条件	燃料	設計比*1	判定	判定基準
代表組成 炉心	通常運転時	MOX燃料棒	0.82*2	≤	1
		UO <sub>2</sub> 燃料棒	0.83*3		
		ガドリニア入り燃料棒	0.69*3		
高組成 炉心	通常運転時	MOX燃料棒	0.70*2		
低組成 炉心		MOX燃料棒	0.99*2 0.93*4		

\*1 設計比とは評価値と基準値の比である。

\*2 初期He加圧量約2.4MPa [gage]

\*3 初期He加圧量約3.1MPa [gage]

\*4 初期He加圧量約2.0MPa [gage] (各組成の中のワースト値)

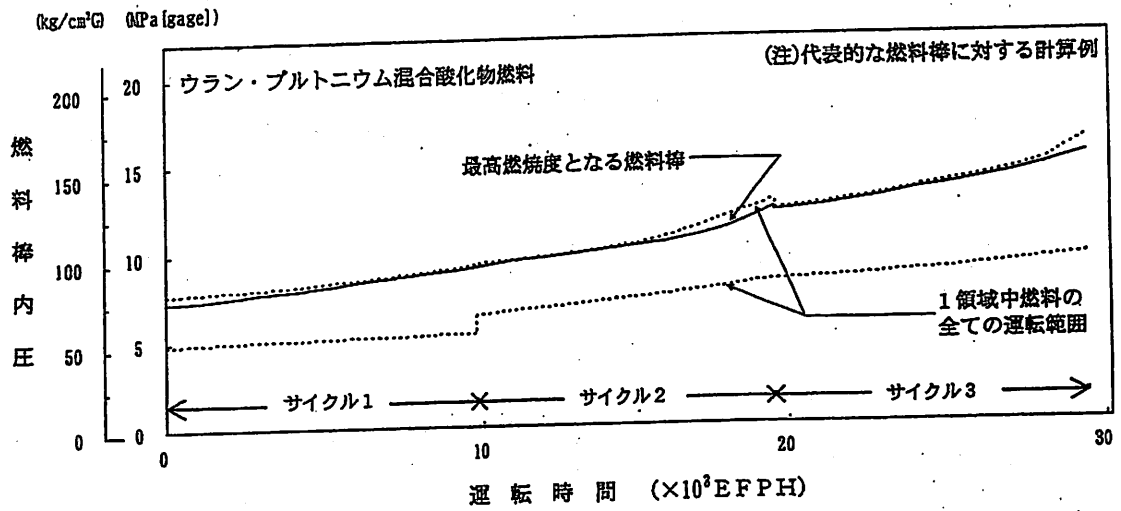


図 4-10 (1/3) 燃料棒内圧の燃焼度変化 (代表組成炉心 初期He加圧量約2.4MPa)

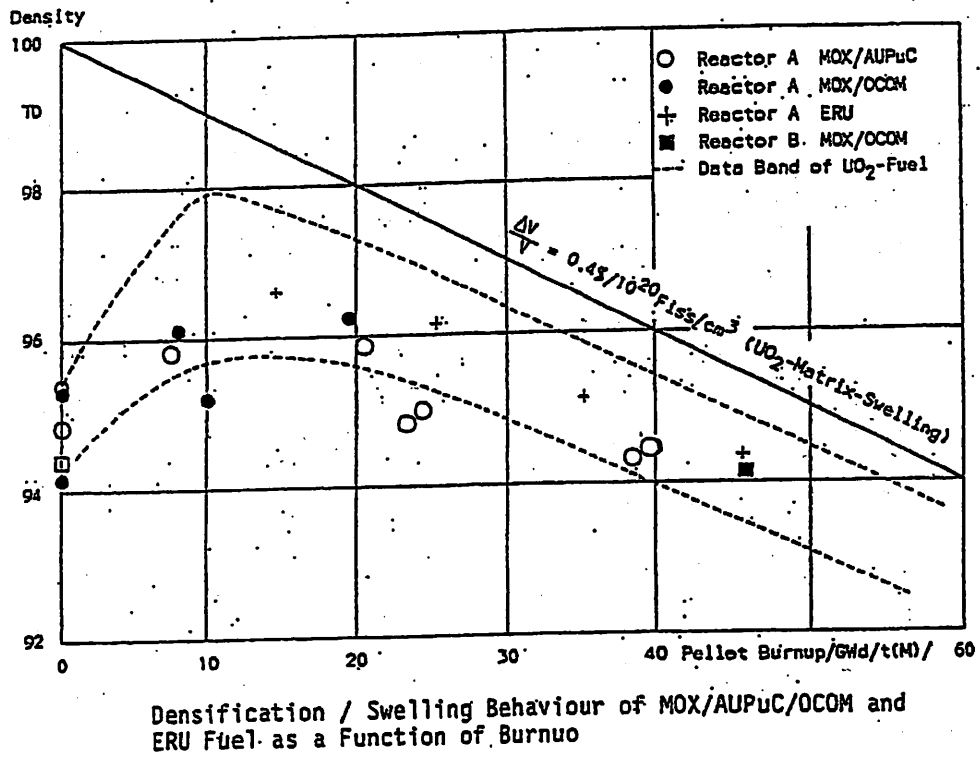


図 3-3 (1) AUPuC 法及び OCOM 法による MOX ペレットと ERU (二酸化ウラン) ペレットの焼きしまり/スエリング (19)

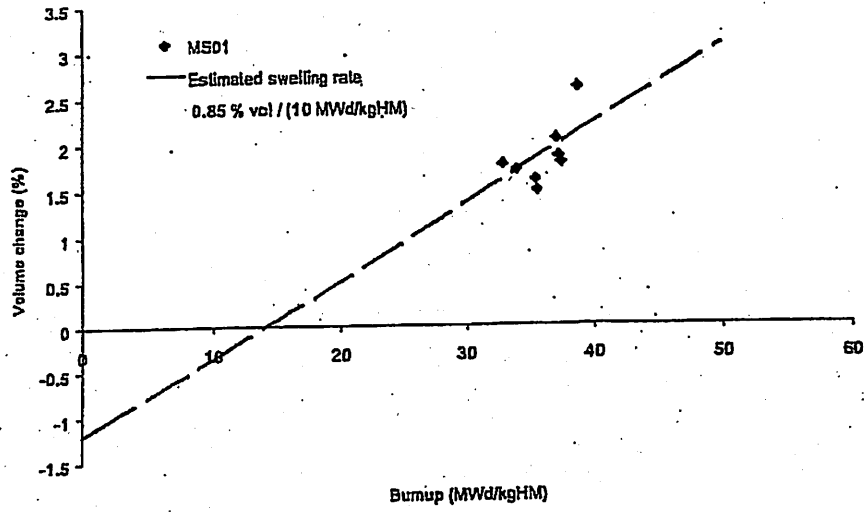
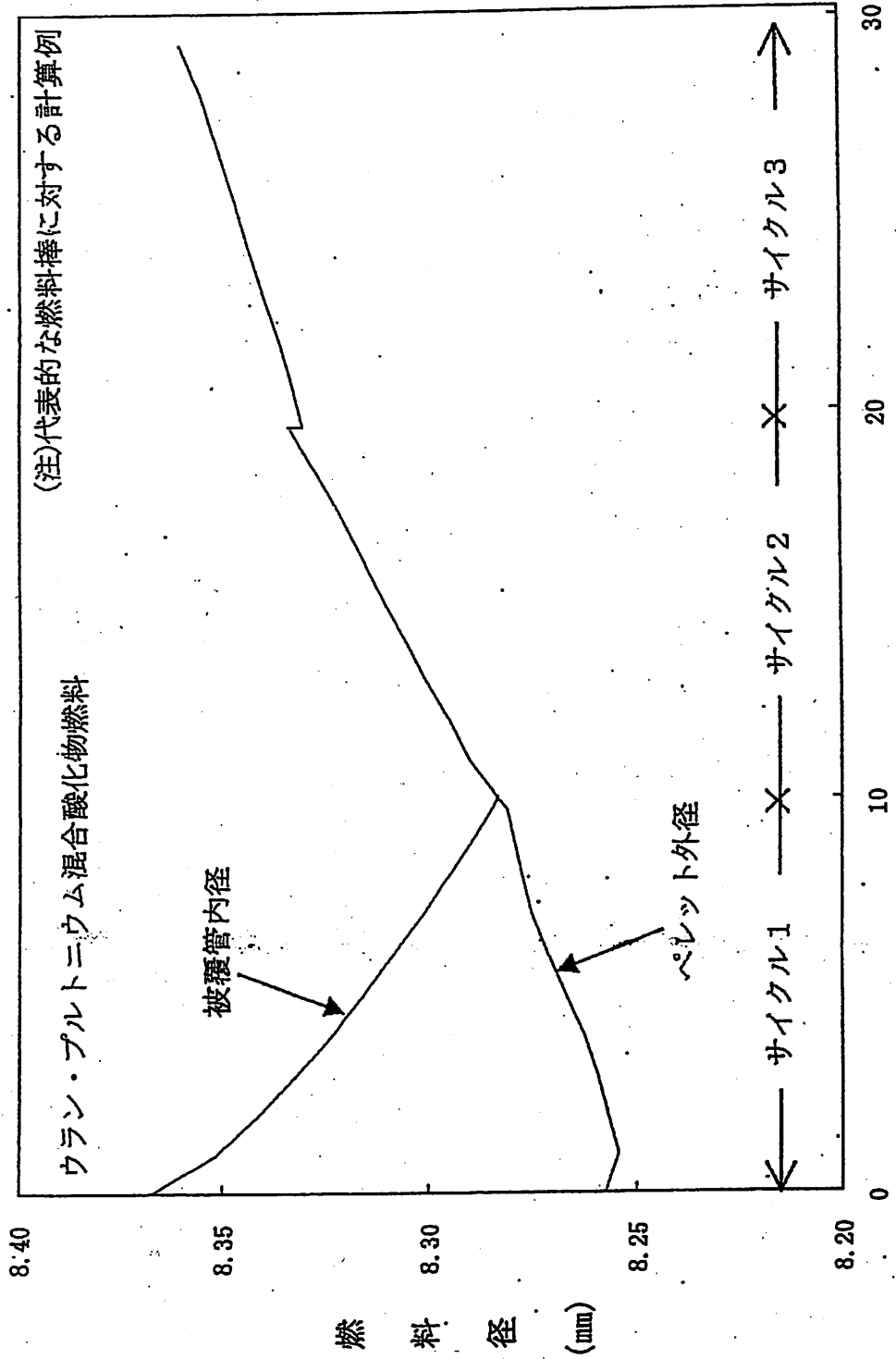


図 3 - 3 (3) SBR 法 MOX ペレットの照射による体積変化<sup>(21)</sup>



第3.2.6(4) 図 燃料径の燃焼度変化 (ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料) (3号炉)  
(文献(1)、(37)のモデルで計算)

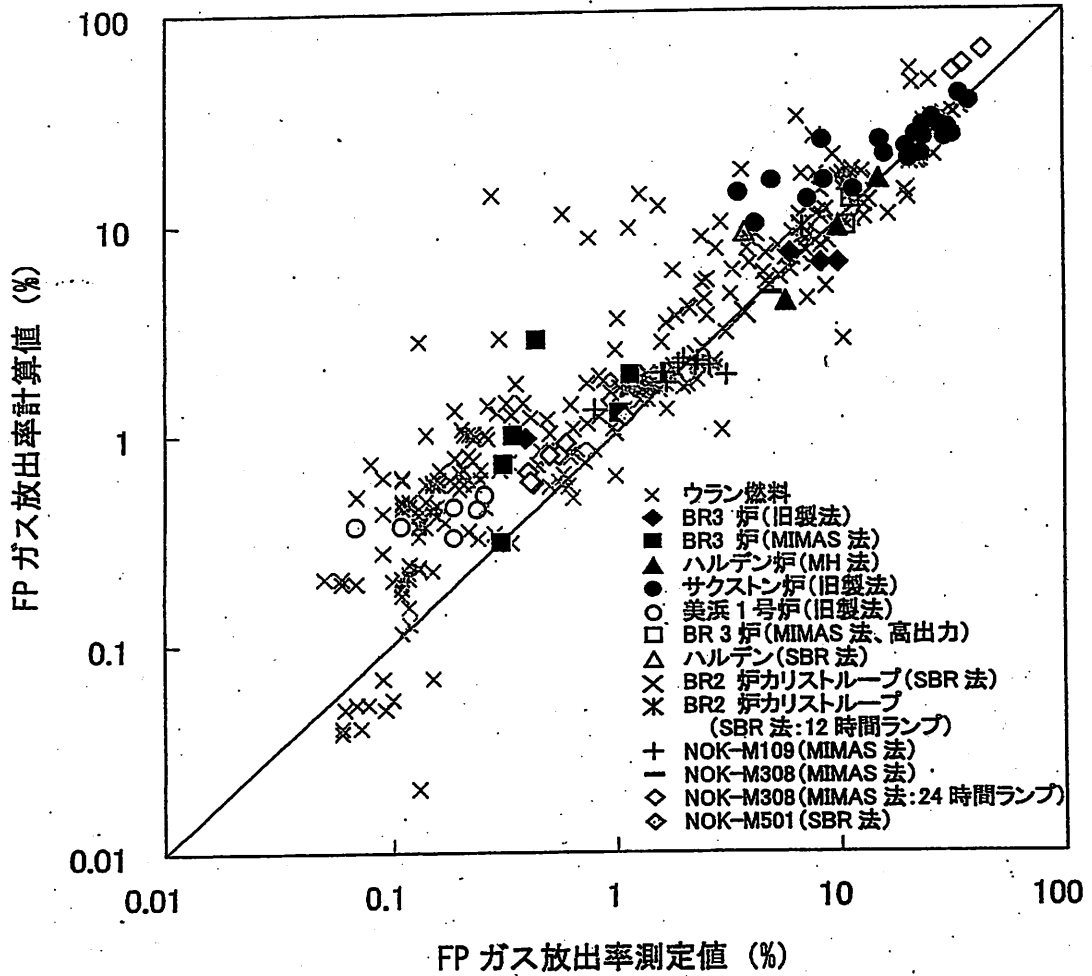


図 1-2 MOX 燃料 FP ガス放出率検証例 (高燃焼度用 FINE)



これは正本である。

平成27年3月20日

佐賀地方裁判所民事部

裁判所書記官 田中雅行

