

# 「今後推進すべき安全研究の分野及びその実施方針」について

平成30年7月18日

原子力規制委員会

## 1. これまでの経緯

「原子力規制委員会における安全研究の基本方針」（平成28年7月6日原子力規制委員会）において、安全研究プロジェクトの企画に関し、原子力規制委員会は、原則として毎年度、次年度以降を対象とした「今後推進すべき安全研究の分野及びその実施方針」（以下「実施方針」という。）を策定することとしている。

## 2. 今後推進すべき安全研究の分野及びその実施方針

「原子力規制委員会第1期中期目標」（平成27年2月12日原子力規制委員会）において、安全研究に関して「東京電力福島第一原子力発電所の廃炉工程における規制課題、重大事故に至る共通原因故障を引き起こす自然現象への対策及び重大事故等対策に係る科学的・技術的知見の拡充並びにこれらを支える技術基盤の整備に重点を置く」としていることや、東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故（以下「1F事故」という。）から得られた教訓、国際原子力機関（IAEA）の総合規制評価サービス（IRRS）における指摘、審査、検査等の原子力規制活動の経験、海外規制機関の動向等を踏まえ、今後推進すべき安全研究の分野を「今後推進すべき安全研究の分野及びその実施方針」として選定し、それぞれの分野における平成31年度以降の安全研究の実施方針を、以下の5つのカテゴリーに分けて整理した。各カテゴリーの実施方針の詳細については別紙に示す。

- 横断的原子力安全
- 原子炉施設
- 核燃料サイクル・廃棄物
- 原子力災害対策・放射線規制等
- 技術基盤の構築・維持

## 3. 今後の進め方

原子力規制庁の技術的独立性のためには、原子力規制庁自身が推進側から独立した研究基盤を持つ必要があり、原子力規制庁職員が実験施設を用いた研究活動を効果的に行えるよう研究機関との連携（共同研究、人材育成など）を強化していく。

また、原子力規制庁以外の安全研究を実施する研究機関においても、必要となる試験研究施設や装置の維持・拡張等を含む今後の安全研究技術基盤の構築・維持を進め、安全研究の実施体制が強化されるべきである。

## 「今後推進すべき安全研究の分野及びその実施方針」 (平成 31 年度以降の安全研究に向けて)

「原子力規制委員会における安全研究の基本方針」(平成 28 年 7 月 6 日原子力規制委員会)に基づき、平成 31 年度以降を対象とした「今後推進すべき安全研究の分野及びその実施方針」(以下「実施方針」という。)を以下のように定める。

### 1. 平成 31 年度以降の実実施方針

#### 【 横断的原子力安全 】

#### A) 外部事象(地震、津波、火山等)

##### 1) 研究の必要性

外部事象のうち我が国において原子力安全への影響が大きい地震・津波等はそれらの規模、発生頻度等の不確かさが大きく、また、1F 事故の教訓から稀頻度ではあるが影響の大きい事象が発生する可能性が否定できないことが認識された。このため、地震・津波等の規模や発生頻度(ハザード)に係る研究について過去の安全研究で得られた知見等の蓄積を基に継続的・発展的に実施するとともに、これから重要性が増していくリスク評価を考慮した地震・津波に対する建屋、機器、防潮堤等の応答及び耐力に基づく損傷の度合い(フラジリティ)に係る評価の精度向上等に係る研究に取り組むことは重要である。

#### A-1 <ハザード関連>

##### 2-1) これまでの研究の動向

地震については、震源断層の大きさの事前評価の確認のために、熊本地震の震源域を対象に重力探査等による予察的調査を行い、地下構造データを取得した。また、断層の活動性評価の手法整備のために、深部ボーリングにより採取した断層破碎物質の分析結果から、断層の定量的な年代評価に関する知見を、さらに、地震動評価手法の整備に資するために、内陸地殻内地震に関する震源断層パラメータの既往の経験式との整合性等に関する知見を蓄積した。

津波については、津波の発生要因となる地震の規模や発生頻度に係る不確かさが確率論的津波ハザードに与える影響に関する知見を蓄積した。また、海底地すべり起因の津波を対象とした模型実験を行い、既往の地すべり安定性評価手法の適用性に関する知見を蓄積した。

火山については、過去の火山活動の詳細履歴や、噴火開始から終息までの噴火進展プロセス等に関する知見を蓄積した。

### 3-1) 当該分野における研究課題

上記の研究の必要性及びこれまでの研究の動向を踏まえ、今後の研究の課題を以下のとおり設定する。

#### (短期的課題)

- A-1-1 地震規模の推定精度を向上するために震源域の地下構造情報を分析し、震源断層の大きさの事前評価手法の適用性を検証する。
- A-1-2 断層の活動性評価に資するため、断層面と鉱物脈等との接触・切断関係の判断材料及び鉱物脈の生成深度評価に関する知見を得る。

#### (中長期的課題)

- A-1-3 震源が近い場合の地震動特性を評価するための手法を整備する。
- A-1-4 火山モニタリング指標を具体化するために、過去の巨大噴火時のマグマ溜まりの深さやマグマ滞留時間等の知見を得る。
- A-1-5 地震及び津波に係る震源断層パラメータ、その不確実さの取扱い方法等を検討し、確率論的ハザード評価の信頼性向上を図る。
- A-1-6 火山灰等を用いた断層の活動性評価手法を整備する。

### 4-1) H31 年度以降の実施方針

3-1) に述べた課題に対応するため、H31 年度以降の当該分野の研究の実施方針を以下のとおりとする。

震源断層の大きさの事前評価では、熊本地震の震源域を対象に浅層反射法地震探査等の地球物理学的調査を実施し、それらの調査方法の適用性を検証する(課題 A-1-1)。また、震源近傍の地震動評価では、地震発生層以浅の断層破壊による影響及び断層モデル法を検証する。(課題 A-1-3)

断層の活動性評価では、ボーリング調査等により断層破碎物質を採取し、断層面と鉱物脈等との接触・切断関係など微細構造の特徴から断層の活動時期を評価する方法を策定する(課題 A-1-2) とともに、火山灰や古環境学的イベントに係る地質情報に基づく活動性評価手法を整備する。(課題 A-1-6)

火山の活動性評価及びモニタリング指標の整備では、過去に大規模噴火を起こした火山を対象に、マグマ溜まりの深さやマグマ滞留時間等の噴火に至る準備過程に関する知見の蓄積等を行う。(課題 A-1-4)

さらに、確率論的ハザード評価の信頼性向上の観点から、断層モデルによる地震ハザード評価手法、海底地すべり起因の津波ハザード評価手法を整備する。(課題 A-1-5)

上記を踏まえ以下のプロジェクトを実施する。

- 外部事象分野 ハザード関連における安全研究プロジェクト
  - ① 地震ハザード評価の信頼性向上に関する研究 (H29-H31) (課題 A-1-1、A-1-3、A-1-5 対応)
  - ② 津波ハザード評価の信頼性向上に関する研究 (H29-H32) (課題 A-1-5 対応)

- ③ 地震の活動履歴評価手法に関する研究 (H29-H31) (課題 A-1-6 対応)
- ④ 断層破碎物質を用いた断層の活動性評価手法に関する研究 (H25-H31) (課題 A-1-2 対応)
- ⑤ 大規模噴火プロセス等の知見の蓄積に係る研究 (新規) (H31-H35) (課題 A-1-4 対応)

## A-2 <フラジリティ関連>

### 2-2) これまでの研究の動向

防潮堤を対象に、設計条件を超える津波までを模擬した水理試験及びシミュレーション解析を実施し、防潮堤への作用荷重、洗掘及び津波漂流物による影響等を評価した。また、建屋・構築物の3次元挙動に係る評価手法の整備のために、原子炉建屋及びその建屋周辺地盤の地震応答解析を行い、建屋応答に影響を与えるモデル化影響因子を抽出した。また、埋め立て地盤の液状化については、試解析等により知見を拡大した。

さらに、飛翔体等の衝突に対する建屋・構築物の局部損傷及び全体損傷に対する試験並びにシミュレーション解析を行い、衝突時の耐力評価手法を検討した。

### 3-2) 当該分野における研究課題

上記の研究の必要性及びこれまでの研究の動向を踏まえ、今後の研究の課題を以下のとおり設定する。

(短期的課題)

- A-2-1 津波漂流物が防潮堤に及ぼす影響に係る知見を拡充するとともに、津波による砂丘の砂移動等が防潮堤に与える作用荷重を評価する手法を整備する。
- A-2-2 鉛直地震動による水平励起現象等に対する建屋耐震評価手法を整備する。また、岩砕で埋め立てた地盤等を含んだ防潮堤の周辺地盤について、地震時の液状化等の挙動を評価する手法を整備する。
- A-2-3 建屋・構築物等を対象に、飛翔体等の衝突時における衝撃波伝播特性及び機器設備の衝撃振動に対する限界加速度に関する最新知見を蓄積する。

(中長期的課題)

- A-2-4 機器・配管系の水平2方向及び鉛直方向の地震力の組合せに関し、地震応答の3次元的な挙動を踏まえ、適切な手法を整備する。

### 4-2) H31 年度以降の実施方針

3-2)に述べた課題に対応するため、H31 年度以降の当該分野の研究の実施方針を以下のとおりとする。

津波については、防潮堤に作用する津波波圧や砂移動に伴う荷重に係るフラジリティ評価手法を整備する(課題 A-2-1)。また、地震については、建屋応答に影響を与えるモデル化影響因子の検討等で得られた知見等に基づき、建屋耐震評価手法及び液状化等の地震時挙動の評価手法を整備する(課題 A-2-2)とともに、機器・配管系の水平2方向及び鉛直方向の地震力の組合せに関する手法を整備する(課題 A-2-4)。

また、衝突・衝撃については、建屋の衝撃波伝播に係る解析手法の適用性、衝撃に対す

る機器設備の評価手法の適用性等を確認する（課題 A-2-3）。

上記を踏まえ以下のプロジェクトを実施する。

○ 外部事象分野 フラジリティ関連における安全研究プロジェクト

⑥ 地震・津波及びその他の外部事象等に係る施設・設備のフラジリティ評価に関する研究（H29-H32）（課題 A-2-1、課題 A-2-2、課題 A-2-3、課題 A-2-4 対応）

## B) 火災防護

### 1) 研究の必要性

火災は共通原因故障を引き起こす起因事象の中でも重要な事象の一つであることから、様々な火災事象（火災起因の事象も含む）について一層のリスク低減を図るための研究を継続的に行うことが重要である。

### 2) これまでの研究の動向

東日本大震災時の東北電力女川原子力発電所で発生したアーク火災に着目し、高エネルギーアーク損傷（HEAF）試験を実施し、対策の検討に向けたデータを取得するとともに、ケーブル等の可燃物について火災データの取得と解析コードの整備をしてきた。また、電気ケーブルの熱劣化評価手法の整備にあたっては、発熱速度、輻射熱及び想定シナリオに基づく火災影響のデータを取得した。

### 3) 当該分野における研究課題

上記の研究の必要性及びこれまでの研究の動向を踏まえ、今後の研究の課題を以下のとおり設定する。

（短期的課題）

B-1 HEAF 初期の爆発現象における圧力の急激な発生及び伝播に関する知見を取得する。

（中長期的課題）

B-2 熱劣化による計装・制御ケーブルの誤信号、電気ケーブルの外部被覆が損傷することによる短絡・地絡・混触等に関する最新知見に基づき、電気ケーブルの熱劣化評価手法を整備する。

### 4) H31 年度以降の実施方針

3) に述べた課題に対応するため、H31 年度以降の当該分野の研究の実施方針を以下のとおりとする。

HEAF に関しては爆発現象等に着目した試験データの取得を行い、現象等を定量的に把握することで、爆発事象に係る影響評価手法を整備する。また、原子力施設における火災防護対策の有効性評価の精度向上に資するため、原子力施設の火災による二次的な影響を評価するための事象進展評価モデルの構築等を進める（課題 B-1）。

さらに、電気ケーブルに関しては火災に至る前までの技術的知見を取得するため熱劣化

等に着目した試験データを取得する（課題 B-2）。

上記を踏まえ以下のプロジェクトを実施する。

- 火災防護分野における安全研究プロジェクト
  - ⑦ 火災防護に係る影響評価に関する研究（H29-H32）（課題 B-1、課題 B-2 対応）

## C) 人的組織的要因

### 1) 研究の必要性

原子力施設は機器設備と共に人間や組織も構成要素の一部を成している。人間や組織は柔軟性や緊急時の対応能力等に優れる一方で、パフォーマンスにばらつきが大きく不安定な面がある。原子力施設の高い安全性を維持、向上させていくに当たっては、人間や組織の長所及び短所を踏まえて人的過誤の発生を抑制し信頼性を向上させる方策を評価するための研究が重要である。また、IRRS において、人的組織的要因を設計段階で体系的に考慮することが重要であるとの指摘があった。

### 2) これまでの研究の動向

人的組織的要因を設計段階から体系的に考慮する規制要件を明確にするため、関連する規制や技術の最新動向を調査した。その結果、人間の活動が直接関わる原子炉制御室等の設計を評価する人間工学の適用のあり方及び組織のパフォーマンスの維持向上に資する安全文化や原因分析施策のあり方について技術的知見を蓄積した。特に人間工学に関しては、重大事故において、不確実な状況に対応する人間の複雑な認知行動を評価する方法論について研究課題が見いだされた。

### 3) 当該分野における研究課題

上記の研究の必要性及びこれまでの研究の動向を踏まえ、今後の研究の課題を以下のとおり設定する。

(短期的課題)

- C-1 重大事故時の対応における原子炉制御室等の人間工学設計を評価するための技術的根拠を整備する。

(中長期的課題)

- C-2 重大事故時の対応において人間工学設計の評価に適用する人間信頼性解析手法を整備する。

### 4) H31 年度以降の実施方針

3) に述べた課題に対応するため、H31 年度以降の当該分野の研究の実施方針を以下のとおりとする。

原子炉制御室、現場制御盤、可搬型設備を含む重大事故等対処設備等に関する重大事故時の人間工学設計を評価するために、重大事故に適用するヒューマンマシンインタフェース、手順書、教育訓練プログラムの妥当性を確認する手法及び施設運用中の人的パフォー

マンスを監視する手法の技術的根拠を整備する（課題 C-1）。特に重要な人間信頼性解析手法については、最新知見に基づく人的過誤データを整備し、重大事故時の状況の不確実性や複雑化する人間の認知行動を分析評価するための解析ツールを開発する。（課題 C-2）。

上記を踏まえ以下のプロジェクトを実施する。

- 人的組織的要因分野における安全研究プロジェクト
  - ⑧ 人間工学に基づく人的組織的要因の体系的な分析に係る規制研究（新規）（H31-H34）（課題 C-1、課題 C-2 対応）

## 【 原子炉施設 】

### D) リスク評価

#### 1) 研究の必要性

リスク評価に関する研究は、安全確保の重要な技術基盤であり、今後の原子力規制の中心となる手法を提供することが期待される。特に、平成 32 年度より施行される新たな検査制度におけるリスク情報の活用に向けた研究が重要である。

#### 2) これまでの研究の動向

リスク情報を活用した新たな検査制度に向けて、事業者の取組の実効的な監視・評価のために、確率論的リスク評価(PRA)から得られる情報に基づいた性能指標(PI)、個別事項の重要度等の指標となりうる要素及び項目を検討し、検査官が使用するリスク指標ツール等の整備を進めた。

また、PRA 実施手法の成熟状況に応じ、段階的に拡張していくとされる技術分野である内部火災及び内部溢水 PRA 手法、外部事象 PRA（地震 PRA、津波 PRA、その他の外部事象、多数基立地サイトの PRA）手法の整備を行った。

#### 3) 当該分野における研究課題

上記の研究の必要性及びこれまでの研究の動向を踏まえ、今後の研究の課題を以下のとおり設定する。

##### (短期的課題)

D-1 新たな検査に適用する内部事象の PRA モデルを用いたリスク評価手法及びリスク指標ツール、火災・溢水に対する重要度評価手法等を整備する。

##### (中長期的課題)

D-2 内部火災 PRA 手法及び内部溢水 PRA 手法の開発を進める。また、内的事象について、人的過誤確率の計算ツール及びレベル 1.5PRA までの一貫した解析手法を整備する。

D-3 起因事象を精緻化した地震 PRA 手法、建屋内浸水挙動を考慮した津波 PRA 手法等を整備する。

#### 4) H31 年度以降の実施方針

3)に述べた課題に対応するため、H31 年度以降の当該分野の研究の実施方針を以下のとおりとする。

H32 年度より施行される新たな検査制度に向けて、検査に適用するリスク評価手法及びリスク指標ツール、火災・溢水の個別事項の重要度評価手法等の整備を進めるとともに、手法の継続的な精緻化を進める（課題 D-1）。また、将来的な活用に向けた内部火災及び内部溢水 PRA 手法、外部事象 PRA 手法の高度化を行うとともに、レベル 1.5PRA までの一貫した解析手法及びダイナミック PRA 解析ツールを整備する（課題 D-2、課題 D-3）。

原子炉施設において用いているレベル 1PRA については、PRA の基本的な技術的要素を含んでいることから、できるだけ多くの職員が携わることで、PRA 技術の習得や理解を深める機会であることに留意して研究プロジェクトを運営する。

上記を踏まえ以下のプロジェクトを実施する。

##### ○ リスク評価分野における安全研究プロジェクト

- ⑨ 規制への PRA の活用のための手法開発及び適用に関する研究（H29-H33）（課題 D-1～課題 D-3 対応）

#### E) シビアアクシデント（軽水炉）

##### 1) 研究の必要性

1F 事故の教訓を踏まえ、重大事故時の重要物理化学現象を支配する要因及び解析上の不確実さの程度を把握するために、重大事故時の現象の解明とそれら現象を考慮した解析コードを整備していく研究が重要である。

##### 2) これまでの研究の動向

重大事故時の物理化学現象等について国内外の施設を用いた実験を行い、最新知見を継続的に拡充してきた。また、不確実さの大きな物理化学現象を定量化するために、溶融燃料-冷却材相互作用（FCI）、溶融炉心-コンクリート相互作用（MCCI）、デブリベッド形成及び冷却性、デブリベッドからの放射性物質放出等の解析コードを開発してきた。さらに、PRA の知見の蓄積を進めるため、重大事故等対処設備を含めた事故緩和系の作動・不作動の組合せに沿って各事故シーケンスの事故進展解析を行い、事故シーケンスの特徴の整理を進めてきた。

##### 3) 当該分野における研究課題

上記の研究の必要性及びこれまでの研究の動向を踏まえ、今後の研究の課題を以下のとおり設定する。

（中長期的課題）

E-1 重大事故対策の有効性等に関する実験的知見を拡充し、これにより解析手法を



整備する。これらの成果により、レベル 2PRA における事故進展解析及びソースターム解析に関する手法を整備する。

E-2 PRA 及び事故進展解析から得られる知見を活用し、重大事故に係る事故シーケンスの類型化、ソースタームのデータベース等の技術基盤を整備する。

#### 4) H31 年度以降の実施方針

3) に述べた課題に対応するため、H31 年度以降の当該分野の研究の実施方針を以下のとおりとする。

格納容器破損防止対策等の重大事故時対応に影響を及ぼす可能性がある溶融デブリの冷却性、MCCI、放射性物質の化学的挙動を考慮した移行、除去効果等の現象解明と解析コードの整備を継続的に進める。また、これらの現象解明及び解析コードに係る成果をレベル 2 PRA (ソースターム評価) 及びレベル 3PRA (環境影響評価) に活用する (課題 E-1)。

また、事故進展解析に基づき、事故シーケンスにおける炉心損傷、原子炉 (圧力) 容器の損傷、格納容器破損等の事象発生時期、ソースターム等の解析結果を集約して、事故シーケンスの類型化を進める (課題 E-2)。

上記を踏まえ以下のプロジェクトを実施する。

##### ○ シビアアクシデント (軽水炉) 分野における安全研究プロジェクト

- ⑩ 軽水炉の重大事故の重要物理化学現象に係る実験 (H24-H31) (課題 E-1 対応)
- ⑪ 軽水炉の重大事故時における不確実さの大きな物理化学現象に係る解析コードの開発 (H29-H34) (課題 E-1 対応)
- ⑫ 軽水炉の重大事故における格納容器機能喪失及び確率論的リスク評価に係る解析手法の整備 (H29-H34) (課題 E-2 対応)
- ⑬ 重大事故の事故シーケンスグループに係る事故進展解析 (H29-H31) (課題 E-2 対応)

## F) 熱流動・核特性

### 1) 研究の必要性

事業者が講じた安全対策によって生じた安全余裕を定量的に把握し規制に適切に反映させるためには、原子炉施設の「運転時の異常な過渡変化」、「設計基準事故」及び「重大事故に至るおそれがある事故」を対象に事業者が実施する解析評価の妥当性確認に必要な解析手法を整備するとともに、整備した解析コードを用いて、事故時の現実的なプラント挙動の知見を拡充・取得していく研究が重要である。

### 2) これまでの研究の動向

原子炉の安全評価、異常発生時対応等に資するため、既存の最適評価コードを用いて重大事故に至るおそれがある事故等の解析を行うとともに、最新知見等に基づいた解析機能を適時に反映できる熱流動解析コードを開発してきた。核特性解析コード開発については、解析手法の選定並びにプロトタイプの開発及び検証を行ってきた。

また、事故時の熱流動挙動の把握、解析コードの妥当性確認や複雑な現象の物理モデルの開発等のため、熱流動実験を実施して、事故時の重要現象の詳細な機構解明に係るデータを取得してきた。

さらに、不確かさを考慮した最適評価手法（以下「BEPU手法」という。）についての課題抽出のために予備的な調査・検討を行ってきた。

### 3) 当該分野における研究課題

上記の研究の必要性及びこれまでの研究の動向を踏まえ、今後の研究の課題を以下のとおり設定する。

(中長期的課題)

F-1 設計基準事象から重大事故に至るおそれのある事故までを対象とした熱流動・核特性最適評価コード及びBEPU手法を整備する。

### 4) H31年度以降の実施方針

3)に述べた課題に対応するため、H31年度以降の当該分野の研究の実施方針を以下のとおりとする。

熱流動分野については、これまで整備してきた熱流動最適評価コードについて、取得した実験データに基づく物理モデルを導入するとともに、これを用いた設計基準事象及び重大事故に至るおそれがある事故を対象に詳細現象を考慮した解析により、事故時の現実的なプラント挙動の知見を拡充する。また、事故時の重要現象及びプラント挙動に係る実験的知見を拡充する。さらに、設計基準事象に対しては、BEPU手法を整備して適用することにより、不確かさを考慮したプラント挙動を評価する。

核特性分野については、最適評価手法の整備として、過渡及び事故時の炉心挙動をより詳細に評価することが可能な3次元詳細炉心動特性解析コードの開発を実施する。(課題F-1)。

上記を踏まえ以下のプロジェクトを実施する。

#### ○ 熱流動・核特性分野における安全研究プロジェクト

- ⑭ 原子力プラントの熱流動最適評価に関する安全研究（新規）（H31-H34）（課題F-1対応）

## G) 核燃料

### 1) 研究の必要性

燃料の燃焼が進むことにより、従来知見とは異なる燃料被覆管の照射成長挙動、異常な過渡変化時の燃料破損形態、設計基準事故時の燃料破損挙動等が観察されている。このため、高燃焼度化の影響に関して、試験データ等を取得する研究を行い、最新知見に基づいて現行基準の妥当性を確認するとともに必要に応じて規制基準等の見直しを検討してい

くことが重要である。

## 2) これまでの研究の動向

高燃焼度対応改良ジルコニウム合金被覆管の照射成長試験を実施した。また、水素吸収した燃料被覆管の延性及び外面割れ破損発生条件の定量化のための炉外試験を実施した。冷却材喪失事故（LOCA）時挙動については、照射済高燃焼度燃料被覆管の LOCA 模擬試験を実施するとともに、国際協力プロジェクトへ参加し、燃料破損挙動変化に関する技術情報を入手・評価した。また、反応度投入事故（RIA）時挙動については、改良ジルコニウム合金被覆管を用いた高燃焼度対応改良燃料の RIA 模擬試験（パルス照射試験）を実施した。

## 3) 当該分野における研究課題

上記の研究の必要性及びこれまでの研究の動向を踏まえ、今後の研究の課題を以下のとおり設定する。

（短期的課題）

G-1 照射成長や外面割れ破損等の改良ジルコニウム合金被覆管を用いた改良燃料を含む高燃焼度燃料に対する技術知見を取得する。

（中長期的課題）

G-2 RIA 及び LOCA において発生しうる燃料棒外への燃料ペレット片放出等の燃料破損挙動が炉心の冷却性等に及ぼす影響を評価するために必要な技術知見を取得する。

## 4) H31 年度以降の実施方針

3) に述べた課題に対応するため、H31 年度以降の当該分野の研究の実施方針を以下のとおりとする。

高燃焼度燃料の照射成長や炉内での被覆管外面割れ破損発生条件について、照射後試験や解析を行い、高燃焼度燃料に対する技術知見を取得する（課題 G-1）。

事故時の燃料挙動については、これまでの研究において、現行基準等制定時には考慮していない新たな燃料破損挙動が明らかとなっており、それが原子炉の冷却性等に及ぼす影響を評価するために必要な知見の取得を目的とした RIA 模擬試験及び LOCA 模擬試験等を実施する（課題 G-2）。また、事故を経験して劣化した燃料の冷却可能形状維持の観点から、事故後の燃料耐震性評価に必要な燃料部材の機械特性についても、試験を行い知見を取得する（課題 G-2）。

上記を踏まえ以下のプロジェクトを実施する。

### ○ 核燃料分野における安全研究プロジェクト

⑮ 燃料健全性に関する規制高度化研究（H19-H33）（課題 G-1 対応）

⑯ 事故時炉心冷却性に対する燃料破損影響評価研究（新規）（H31-H35）（課題 G-2）

対応)

## H) 材料・構造

### 1) 研究の必要性

運転期間延長認可申請及び高経年化技術評価の審査では、発電所の長期供用に伴い顕在化し、機器・構造物の機能低下を引き起こす可能性がある経年劣化事象に対して、最大60年にわたって規制基準等に適合することを確認している。これらを確認する上で必要となる経年劣化事象に対する最新知見を拡充するための研究が重要である。

また、重大事故時の原子炉格納容器の安全裕度を確認するための技術的な知見の取得が重要である。

### 2) これまでの研究の動向

原子炉圧力容器等の金属材料、ケーブルの劣化予測等に関する研究を実施してきた。原子炉圧力容器の中性子照射脆化については、破壊じん性等の機械特性データを取得するとともに、監視試験データに対して統計的解析手法を用いて、鋼材の化学成分、中性子照射条件等が脆化に及ぼす影響について評価した。

また、電気・計装設備の健全性評価手法の整備については、安全上重要なケーブルについて、経年劣化を付与したケーブルの重大事故模擬環境下における絶縁性能に係る知見を取得するとともに、重大事故時の原子炉格納容器の終局的耐力の評価に係る知見を取得するための要素試験を実施してきた。

### 3) 当該分野における研究課題

上記の研究の必要性及びこれまでの研究の動向を踏まえ、今後の研究の課題を以下のとおり設定する。

(短期的課題)

H-1 原子炉圧力容器の中性子照射脆化に係る知見を拡充する。

H-2 電気ペネトレーションの供用期間中の経年劣化及び重大事故環境を考慮した健全性評価手法を整備する。

(中長期的課題)

H-3 原子炉格納容器の終局的耐力の評価に資する知見を取得する。

H-4 廃止措置中の実用炉から取り出した実機材料を活用し、これまで整備してきた経年劣化事象に対する知見を検証する。

### 4) H31年度以降の実施方針

3)に述べた課題に対応するため、H31年度以降の当該分野の研究の実施方針を以下のとおりとする。

原子炉圧力容器の中性子照射脆化及び重大事故時の原子炉格納容器の終局的耐力の評価に係る知見を取得するとともに、電気・計装設備の経年劣化及び重大事故を考慮した電気絶縁性能の健全性評価の妥当性確認に活用できるデータを取得する(課題H-1、課題H-2、課題H-3)。

また、今後は、国内において 40 年程度運転したプラントが廃炉となる際に生じる実材料を活用した研究計画を立案する（課題 H-4）。

上記を踏まえ以下のプロジェクトを実施する。

- 材料・構造分野における安全研究プロジェクト
  - ⑰ 軽水炉照射材料健全性評価研究（H18-H31）（課題 H-1 対応）
  - ⑱ 重大事故時等の原子炉格納容器の終局的耐力評価に関する研究（H29-H33）（課題 H-3 対応）
  - ⑲ 電気・計装設備用高分子材料の長期健全性評価に係る研究（H29-H31）（課題 H-2 対応）

## I) 特定原子力施設

### 1) 研究の必要性

東京電力福島第一原子力発電所の廃炉作業の安全性向上に資するため、燃料デブリ取出し時の核特性評価に使用する知見及び放射性物質の放出による作業被ばく等の評価に資する知見を取得していく研究が重要である。

### 2) これまでの研究の動向

1F 事故により、様々な性状（燃料デブリの組成、ウラン含有率、水分含有率、不均一性、形状等）の燃料デブリが生じていることから、臨界基礎データベース（燃料デブリの性状をパラメータとした解析により臨界特性データをとりまとめたもの）等を作成するなど、燃料デブリ取出し・保管時の臨界管理に向けての技術知見の取得を行ってきた。

### 3) 当該分野における研究課題

上記の研究の必要性及びこれまでの研究の動向を踏まえ、今後の研究の課題を以下のとおり設定する。

（中長期的課題）

- I-1 東京電力福島第一原子力発電所では様々な性状（燃料デブリの組成、ウラン含有率、水分含有率、不均一性、形状等）の燃料デブリが生じていることから、燃料デブリの性状をパラメータとした核特性評価及び取り出し作業時の線量評価などに使用する基礎データを整備する。

### 4) H31 年度以降の実施方針

3) に述べた課題に対応するため、H31 年度以降の当該分野の研究の実施方針を以下のとおりとする。

燃料デブリの性状を踏まえて臨界条件の判断や取り出し作業時の線量、取り出し後の管理等に資する臨界基礎データベースを解析と実験により整備する。また、燃料デブリ中の未燃焼 Gd の分布等が臨界管理に及ぼす影響について検討し、臨界基礎データベースの拡充を図る（課題 I-1）。

なお、廃炉措置に対する事業者の具体的計画について情報収集を行い、これに合わせて検討項目を適時見直しする。

上記を踏まえ以下のプロジェクトを実施する。

- 特定原子力施設分野における安全研究プロジェクト
  - ⑳ 福島第一原子力発電所燃料デブリの臨界評価手法の整備（H26-H33）（課題 I-1 対応）

## 【 核燃料サイクル・廃棄物 】

### J) 核燃料サイクル施設

#### 1) 研究の必要性

加工施設及び再処理施設に対する将来的なリスク情報の活用に資するために、内部火災等に関するリスク評価手法の整備を行うとともに、これらの施設で発生する可能性のある重大事故等について、より詳細な解析及び試験を実施し、リスク評価を行う上での不確かさを低減させていく研究が重要である。

#### 2) これまでの研究の動向

内部事象及び地震を対象としたリスク評価手法の整備を行うとともに、グローブボックス火災の事象進展及び影響評価に適用する解析コードの妥当性確認等により、重大事故等に関する科学的・技術的知見を取得した。また、内部火災に関するリスク評価手法の整備を開始した。

#### 3) 当該分野における研究課題

上記の研究の必要性及びこれまでの研究の動向を踏まえ、今後の研究の課題を以下のとおり設定する。

(中長期的課題)

- J-1 内部火災等による重大事故等を対象としたリスク評価を行う上で、必要となる科学的・技術的知見を取得する。

#### 4) H31 年度以降の実施方針

3) に述べた課題に対応するため、H31 年度以降の当該分野の研究の実施方針を以下のとおりとする。

内部火災等を起因としたリスク評価手順を検討するとともに、火災事象について、グローブボックス火災試験、試験結果に基づく火災評価システムの構築及び解析用基礎データを整備する。また、蒸発乾固事象及び経年劣化事象については、試験を実施し、リスク評価のための事象進展、影響評価等に関する科学的・技術的知見を取得する(課題 J-1)。

上記を踏まえ以下のプロジェクトを実施する。

○ 核燃料サイクル施設分野における安全研究プロジェクト

- ① 加工施設及び再処理施設の内部火災等に関するリスク評価手法に関する研究  
(H29-H32) (課題 J-1 対応)

## K) 放射性廃棄物埋設施設

### 1) 研究の必要性

廃炉等に伴う放射性廃棄物の埋設のうち、中深度処分に係る規制については、これまでの第二種廃棄物埋設等に関する研究の成果を用いて規制の考え方が取りまとめられ、さらに規制基準等の検討が進められている。今後、整備された規制基準等に基づく審査で必要となる科学的・技術的知見を取得する研究が重要である。また、中深度処分施設のモニタリング等に関する審査ガイドの策定に向けて、水理・地質学的事象等を把握する研究が重要である。

### 2) これまでの研究の動向

中深度処分の規制基準に関連する審査ガイド等の整備として、隆起・侵食、断層等の自然事象に関する長期の評価に係る科学的・技術的知見、さらに、バリアシステムの長期性能の評価に係る科学的・技術的知見、廃棄物埋設施設の閉鎖措置の際の性能確認モニタリング等の地下水流動や核種移行へ影響する要因の分析に係る科学的・技術的知見等の取得を進めてきた。

### 3) 当該分野における研究課題

上記の研究の必要性及びこれまでの研究の動向を踏まえ、今後の研究の課題を以下のとおり設定する。

(短期的課題)

- K-1 第二種廃棄物埋設施設のうち、中深度処分の規制基準等の整備に向けた廃棄物埋設施設の位置の要件に係る科学的・技術的知見を取得する。

(中長期的課題)

- K-2 人工バリア及び天然バリアの長期性能評価を含む、中深度処分の適合性審査等に活用できる科学的・技術的知見の取得に加え、閉鎖措置段階及び廃止措置段階における廃棄物埋設地からの放射性核種の漏えいを監視するために実施する性能確認モニタリングに係る妥当性の判断指標に関する科学的・技術的知見を取得する。さらに、指定廃棄物埋設区域設定の際に必要な地質環境の評価に関する科学的・技術的知見を取得する。

### 4) H31 年度以降の実施方針

3) に述べた課題に対応するため、H31 年度以降の当該分野の研究の実施方針を以下のとおりとする。

廃棄物埋設施設の位置の要件を判断する上で必要な自然事象に関する科学的・技術的知見を取りまとめる(課題K-1)。

また、人工バリア及び天然バリアに係る長期性能評価について科学的・技術的知見の取得を進めるとともに、廃棄物埋設施設の閉鎖の際の性能確認モニタリングなどの地下水流動や核種移行へ影響する要因の分析に必要な科学的・技術的知見を取りまとめる。さらにこれらの知見も踏まえて、指定廃棄物埋設区域における掘削制限に関して検討する上で必要な地質環境として廃棄物埋設施設近傍の地下水流動の評価に必要な項目等を検討する(課題K-2)。

上記を踏まえ以下のプロジェクトを実施する。

- 放射性廃棄物埋設施設分野における安全研究プロジェクト
  - ② 廃棄物埋設に影響する長期自然事象の調査方法及びバリア特性長期変遷の評価方法に関する研究 (H29-H32) (課題K-1、課題K-2 対応)

## L) 廃止措置・クリアランス

### 1) 研究の必要性

放射性廃棄物の確認、廃止措置の終了確認及びクリアランスの検認に係る事業者の申請が、規則等で定める基準を満足しているかについて確認を行う上で、必要となる科学的・技術的知見を取得する研究が重要である。また、IRRSにおいて、廃止措置の終了確認に関する指摘があった。

### 2) これまでの研究の動向

放射化金属を含む新たな廃棄体等に対する放射能濃度評価方法の妥当性を確認する方法を検討中である。また、アスベスト及びPCBの新規クリアランス対象物に対する放射能濃度評価方法の妥当性の確認方法の検討及び濃度上限値の設定を実施中である。さらに、廃止措置の終了確認に関して年線量基準に相当する放射能濃度を導出する方法を検討中である。

### 3) 当該分野における研究課題

上記の研究の必要性及びこれまでの研究の動向を踏まえ、今後の研究の課題を以下のとおり設定する。

(短期的課題)

- L-1 廃棄物管理等に係る放射能濃度の測定・評価の妥当性、測定の不確かさに係る留意事項等を明確にする。

(中長期的課題)

- L-2 廃止措置の終了確認について、サイトの放射能濃度の測定方法及び測定結果から放射能濃度への換算方法等に関する科学的・技術的知見を取得する。



#### 4) H31 年度以降の実施方針

3) に述べた課題に対応するため、H31 年度以降の当該分野の研究の実施方針を以下のとおりとする。

廃棄物管理等に係る放射能濃度の測定、評価手法の妥当性確認のため、新たに発生する廃棄体の中で、従来は評価の対象となっていない核種に対する廃棄物分析方法の留意事項を整理する。ケーブル・配電盤の新規クリアランス対象物に対する濃度上限値を試算し、クリアランスレベルを整備する(課題 L-1)。

廃止措置の終了確認については、地形等のサイト固有の条件が被ばく線量から放射能濃度への換算方法に及ぼす影響に係る科学的・技術的知見を取得する。研究の実施にあたっては、実際の放射線測定に係る不確かさ評価、校正及び測定装置選定の適切さを考慮する。(課題 L-1、L-2)。

上記を踏まえ以下のプロジェクトを実施する。

- 廃止措置・クリアランス分野における安全研究プロジェクト
  - ㊸ 放射性廃棄物等の放射能濃度評価技術に関する研究 (H29-H32) (課題 L-1 対応)

### 【 原子力災害対策・放射線規制等 】

#### M) 原子力災害対策

##### 1) 研究の必要性

原子力災害対策の実効性を一層向上させていくために、屋内退避による防護措置の有効性の把握、迅速かつ合理的な防護措置の判断及び対応を可能とする科学的・技術的知見の取得などを継続的に推進していく研究が重要である。

また、IRRS において放射線防護に関する資源配分の強化を行う必要性を指摘されたことを踏まえ、放射線防護措置の改善等に資する調査研究を体系的・効率的に取り組むことは重要である。

##### 2) これまでの研究の動向

緊急時活動レベル(以下「EAL」という。)については、海外の実用炉における EAL に係る規制文書、技術的根拠を記述した民間のガイダンス文書及び原子力発電所サイトにおける運用文書を調査・分析した。また、安定ヨウ素剤服用による被ばく線量の低減効果を評価するための解析手法を整備した。

さらに、放射線防護措置の改善等に資する調査研究を行う放射線安全規制研究戦略的推進事業において「放射性ヨウ素等の迅速・高精度な内部被ばくモニタリング手法の開発」に関する 2 件の調査研究を推進している。また、平成 30 年度は、「原子力災害等における公衆や災害対応者等の防護の実践力向上のための調査研究」に関し、包括的被ばく医療の体制構築に関する調査研究、染色体線量評価手法の標準化に向けた画像解析技術に関する調査研究、原子力災害拠点病院のモデル BCP 及び外部評価等に関する調査研究を開始した。

### 3) 当該分野における研究課題

上記の研究の必要性及びこれまでの研究の動向を踏まえ、放射線安全規制戦略的推進事業において原子力災害対策の実効性向上のための調査研究を推進するとともに、今後の研究の課題を以下のとおり設定する。

(短期的課題)

M-1 EAL に該当する緊急事態の事象と炉心損傷、格納容器機能喪失、早期大規模放出等のリスク指標との関係を整理する。

(中長期的課題)

M-2 原子力災害時における屋内退避による被ばく線量の低減効果等に係る技術的な知見を取得する。

### 4) H31 年度以降の実施方針

3) に述べた課題に対応するため、H31 年度以降の当該分野の研究の実施方針を以下のとおりとする。

深層防護に対するリスク情報を活用した EAL の実効性向上の観点から、重大事故の事故シーケンスグループに係る事故進展解析の結果等を踏まえて、EAL の判断基準とリスク情報（炉心損傷頻度、格納容器機能喪失頻度、早期大規模放出頻度等）との対応を分析し、EAL に係る技術的知見を取得する（課題 M-1）。

また、建物別の換気率、遮蔽係数等の最新知見から現実的な屋内退避による被ばく線量の低減効果を評価するための解析手法を検討し、屋内退避による被ばく線量の低減効果等に係る技術的知見を取得する（課題 M-2）。

さらに、放射線安全規制戦略的推進事業において、原子力災害等における公衆や災害対応者等の防護の実践力向上のための調査研究を実施する。

上記を踏まえ以下のプロジェクトを実施する。

#### ○ 原子力災害対策分野における安全研究プロジェクト

- ㊸ 緊急時活動レベル（EAL）に係るリスク情報活用の研究（H29-H31）（課題 M-1、課題 M-2 対応）
- ㊹ 放射線安全規制研究戦略的推進事業（H29-）

## N) 放射線規制・管理

### 1) 研究の必要性

IRRS において放射線防護に関する資源配分の強化を行う必要性を指摘されたことを踏まえ、放射線障害防止に係る規制等に資する調査研究を体系的・効率的に取り組むことは重要である。

## 2) これまでの研究の動向

医療等に用いられている加速器が装置の耐用年数を迎え、今後更新に伴う廃棄が見込まれることを踏まえて、放射線障害防止法におけるクリアランスの制度運用のための調査研究や、核医学施設等で用いられる短寿命 $\alpha$ 核種の合理的な放射線規制のための調査研究を行ってきた。また、眼の水晶体に係る新しい等価線量限度の国内規制への取り入れのため、眼の水晶体の被ばくの実態把握、線量評価手法の確立、適切な防護手段の策定等に係る調査研究を行った。

## 3) 当該分野における研究課題

上記の研究の必要性及びこれまでの研究の動向を踏まえ、放射線安全規制戦略的推進事業において放射線規制の改善に資する調査研究を推進する。

## 4) H31 年度以降の実施方針

3)に述べた課題に対応するため、H31 年度以降の当該分野の研究の実施方針を以下のとおりとする。

放射線安全規制戦略的推進事業において、平成 30 年度実施の結果を踏まえ、方向性を精査した上で規制の基盤となる研究及び規制の整備・運用に必要な調査研究を実施する。

上記を踏まえ以下のプロジェクトを実施する。

### ○ 放射線規制・管理分野における安全研究プロジェクト

#### ㊦ 放射線安全規制研究戦略的推進事業 (H29-)

## 0) 保障措置・核物質防護

### 1) 研究の必要性

保障措置については、我が国の原子力平和利用を国際社会に示す観点から、国際的要請等を勘案し、IAEA に認定されたネットワークラボの一員として国際的な取組に貢献する必要がある。本件は、中立性や独立性への配慮、研究資源の投入についての優先付け、成果の評価方法等について、原子力安全規制に係る安全研究とは異なる扱いが必要となる。

核物質防護については、最新の IAEA 勧告の内容を国内規制に取り入れ、おおむね国際的水準に遜色のない枠組みが確立されているところ、引き続き防護措置水準の維持・向上と国内規制の一層の高度化を図ることが必要である。

なお、保障措置・核物質防護分野については、原子力安全規制に係る安全研究とは性質が異なることから、安全研究プロジェクトの枠外で実施するものとする。

### 2) これまでの研究の動向

保障措置については、IAEA に認定されたネットワークラボの一員として国際的な取組に貢献するため、少量の核燃料物質の取扱いが許可されている化学処理設備や極微量分析装置を備えたクリーンルーム実験施設において、環境サンプル試料の分析技術を維持した。

核物質防護については、防護措置水準の維持・向上と国内規制の一層の高度化を図るため、国内外における核物質防護に対する取組の動向について情報収集等を行った。

### 3) 当該分野における研究課題

上記の研究の必要性及びこれまでの研究の動向を踏まえ、保障措置については、環境サンプル試料の分析に関する他国のネットワークラボと同等の技術の維持及び高度化のための研究を実施する。核物質防護については、海外の規制動向を踏まえて、原子力施設等の核物質防護規制の高度化を図るため、核物質防護に対する取組の動向の情報収集等を実施する。

### 4) H31 年度以降の実施方針

3)に述べた課題に対応するため、H31 年度以降の当該分野の研究の実施方針を以下のとおりとする。

保障措置については、引き続き、環境サンプル試料の分析技術を維持しつつ更なる高度化を継続的に図る。核物質防護については、引き続き、国内外における核物質防護に対する取組の動向について情報収集等を継続していく。

## 【 技術基盤の構築・維持 】

原子力規制を行う上で必要となる技術分野については、当面のところ緊急性が高い研究課題が無い場合であっても、長期的な技術基盤の構築・維持のための研究を推進し、技術の空洞化を防ぐとともに、日々の原子力規制のなかで必要となる技術課題等に即応できる環境を整備していく。

## 2. 平成 31 年度の安全研究プロジェクト

表 1 に平成 30 年度に実施中の安全研究プロジェクトと平成 31 年度に実施すべき安全研究プロジェクトを示す。平成 30 年度に行っている 26 件の安全研究プロジェクト（参考）を実施中であるところ、平成 31 年度の安全研究プロジェクトは 25 件となった。その概要を別添のとおり整理した。

なお、平成 31 年度に実施する個々の安全研究プロジェクトは、今後、原子力規制庁が研究テーマの設定及び研究実施内容の策定を行う過程において、本実施方針に基づき具体的に企画するものであるが、その際、情勢の変化等を踏まえ、当該概要から必要に応じて研究の実施概要が適宜変わる可能性があるものである。

表1 平成30年度および平成31年度の安全研究プロジェクト

黄色網掛け；平成30年度終了プロジェクト、緑色網掛け；平成31年度新規プロジェクト

| No | 平成30年度 安全研究プロジェクト                           |
|----|---------------------------------------------|
| 1  | 地震ハザード評価の信頼性向上に関する研究                        |
| 2  | 津波ハザード評価の信頼性向上に関する研究                        |
| 3  | 地震の活動履歴評価手法に関する研究                           |
| 4  | 断層破砕物質を用いた断層の活動性評価手法に関する研究                  |
| 5  | 火山影響評価に係る科学的知見の整備 (H30 終了)                  |
| 6  | 地震・津波及びその他の外部事象等に係る施設・設備のフラジリティ評価に関する研究     |
| 7  | 火災防護に係る影響評価に関する研究                           |
| 8  | 人間・組織に係るソフト面の安全規制への最新知見の反映 (H30 終了)         |
| 9  | 規制へのPRAの活用のための手法開発及び適用に関する研究                |
| 10 | 軽水炉の重大事故の重要物理化学現象に係る実験                      |
| 11 | 軽水炉の重大事故時における不確実さの大きな物理化学現象に係る解析コードの開発      |
| 12 | 軽水炉の重大事故における格納容器機能喪失及び確率論的リスク評価に係る解析手法の整備   |
| 13 | 重大事故の事故シーケンスグループに係る事故進展解析                   |
| 14 | 国産システム解析コードの開発 (H30 終了)                     |
| 15 | 事故時等の熱流動評価に係る実験的研究 (H30 終了)                 |
| 16 | 燃料健全性に関する規制高度化研究                            |
| 17 | 事故時燃料安全性に関する規制高度化研究 (H30 終了)                |
| 18 | 軽水炉照射材料健全性評価研究                              |
| 19 | 重大事故時の原子炉格納容器の終局的耐力評価に関する研究                 |
| 20 | 電気・計装設備用高分子材料の長期健全性評価に係る研究                  |
| 21 | 福島第一原子力発電所燃料デブリの臨界評価手法の整備                   |
| 22 | 加工施設及び再処理施設のリスク評価手法の高度化に関する研究               |
| 23 | 廃棄物埋設に影響する長期自然事象の調査方法及びバリア特性長期変遷の評価方法に関する研究 |
| 24 | 放射性廃棄物等の放射能濃度評価技術に関する研究                     |
| 25 | 緊急時活動レベル (EAL) に係るリスク情報活用等の研究               |
| 26 | 放射線安全規制研究戦略的推進事業                            |

| No | 平成31年度 安全研究プロジェクト                           |
|----|---------------------------------------------|
| 1  | 地震ハザード評価の信頼性向上に関する研究                        |
| 2  | 津波ハザード評価の信頼性向上に関する研究                        |
| 3  | 地震の活動履歴評価手法に関する研究                           |
| 4  | 断層破砕物質を用いた断層の活動性評価手法に関する研究                  |
| 5  | 大規模噴火プロセス等の知見の蓄積に係る研究 (H31 新規予定)            |
| 6  | 地震・津波及びその他の外部事象等に係る施設・設備のフラジリティ評価に関する研究     |
| 7  | 火災防護に係る影響評価に関する研究                           |
| 8  | 人間工学に基づく人的組織的要因の体系的な分析に係る規制研究 (H31 新規予定)    |
| 9  | 規制へのPRAの活用のための手法開発及び適用に関する研究                |
| 10 | 軽水炉の重大事故の重要物理化学現象に係る実験                      |
| 11 | 軽水炉の重大事故時における不確実さの大きな物理化学現象に係る解析コードの開発      |
| 12 | 軽水炉の重大事故における格納容器機能喪失及び確率論的リスク評価に係る解析手法の整備   |
| 13 | 重大事故の事故シーケンスグループに係る事故進展解析                   |
| 14 | 原子炉プラントの熱流動最適評価に関する安全研究 (H31 新規予定)          |
| 15 | 燃料健全性に関する規制高度化研究                            |
| 16 | 事故時炉心冷却性に対する燃料破損影響評価研究 (H31 新規予定)           |
| 17 | 軽水炉照射材料健全性評価研究                              |
| 18 | 重大事故時等の原子炉格納容器の終局的耐力評価に関する研究                |
| 19 | 電気・計装設備用高分子材料の長期健全性評価に係る研究                  |
| 20 | 福島第一原子力発電所燃料デブリの臨界評価手法の整備                   |
| 21 | 加工施設及び再処理施設の内部火災等に関するリスク評価手法に関する研究          |
| 22 | 廃棄物埋設に影響する長期自然事象の調査方法及びバリア特性長期変遷の評価方法に関する研究 |
| 23 | 放射性廃棄物等の放射能濃度評価技術に関する研究                     |
| 24 | 緊急時活動レベル (EAL) に係るリスク情報活用の研究                |
| 25 | 放射線安全規制研究戦略的推進事業                            |

## 安全研究プロジェクトの概要

## (1) 横断的原子力安全

## ①外部事象（地震、津波、火山等）

| 番号 | 安全研究プロジェクト           | 計画期間    | 概要                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----|----------------------|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 地震ハザード評価の信頼性向上に関する研究 | H29-H31 | <p>基準地震動の策定に関連し、震源断層パラメータ及びその不確実さに係る知見を継続的に蓄積していくことが重要である。そのため、熊本地震を含め国内の内陸地殻内地震を対象に、平成 29 年度から平成 30 年度に渡り震源域における地球物理学的調査や地震動再現解析等を実施し、特に、平成 30 年度は地表地震断層近傍の永久変位の再現に着目した地震動解析等を行う。平成 31 年度は、引き続き地球物理学的調査結果の分析や震源近傍の地震動評価を行うとともに、震源断層パラメータのばらつきを考慮した地震動検証解析を実施し、震源断層パラメータの不確実さについて評価を行う。また、プレート間地震及びプレート内地震を対象に、平成 29 年度は震源特性調査及び地震動解析、平成 30 年度は短周期地震動に着目した地震動再現解析、平成 31 年度は、地震動の再現解析及び検証解析を行い、震源断層パラメータの精緻化及び不確実さについて検討する。</p> <p>震源を特定せず策定する地震動に関し、平成 29 年度は、観測記録に基づく予備解析を行った。平成 30 年度は、該当対象地震の範囲を拡張し、観測記録を収集・解析し、標準応答スペクトルを策定する。</p> <p>さらに、確率論的地震ハザード評価の信頼性向上の観点からは、震源が敷地に近い場合において、断層モデルに基づく地震ハザード曲線の具体的な作成方法及び手順を明確にすることが重要である。そのため、平成 29 年度は課題整理や感度解析、平成 30 年度は震源断層パラメータの不確実さを考慮した地震動計算及びハザード解析を行う。平成 31 年度は、ハザード結果等を分析し、震源断層パラメータの不確実さの取扱い方法を検討し、断層モデルによる確率論的地震ハザード評価に係る知見を得る。</p> |
| 2  | 津波ハザード評価の信頼性向上に関する研究 | H29-H32 | <p>津波に対する確率論的リスク評価（津波 PRA）の高度化のため、その構成要素である確率論的津波ハザード評価について、種々の津波発生要因とその不確実さを適切に評価し同評価の信頼性向上を図ることが重要である。これまでにプレート間地震に伴う津波を対象に津波波源モデルの改良等を実施してきたが、そのほかの地震発生様式の違いや地震規模設定に係る不確実さの取扱い、地震以外の発生要因の特性も踏まえて、確率論的津波ハザード評価に反映していくことが必要である。</p> <p>そこで、確率論的津波ハザード評価の信頼性向上を図るため、主に平成 29 年度には津波波源や地震活動のモデル化に係る不確実さの影響評価を行い、平成 30 年度には津波地震による海底地殻変動を模擬した水理試</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|   |                            |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---|----------------------------|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                            |         | <p>験及び海底地すべりを模擬した模型実験を行う。平成 31 年度以降には津波地震による津波の特性化波源モデルの設定方法及び海底地すべり起因津波の確率論的津波ハザード評価手法を整備する予定である。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 3 | 地震の活動履歴評価手法に関する研究          | H29-H31 | <p>地震 PRA 及び津波 PRA の信頼性向上の観点から、地震履歴（活動時期、活動間隔等）の情報に係る技術的根拠を明確にすることが重要である。海域における地震は、調査の実施が困難であることから統計的に推定された活動間隔及び歴史記録が用いられることが多く、評価結果に与える不確実さの幅が大きくなることが課題である。また、陸域で地表に明瞭な痕跡を残さない活断層の活動履歴については、地層中の火山灰を用いて推定する方法があるが、火山灰の年代誤差が活動間隔の評価結果に大きく影響することが課題である。</p> <p>そのため、海域における地震を対象に、活断層の活動履歴及びプレート間地震の発生履歴の評価に関する知見を得る。平成 29 年度は利用可能な資料及び海洋堆積物試料を調査し、地震イベントの認定において有用な堆積構造、物理化学的特徴等を整理した。平成 30 年度は予備検討を通じて地震イベントの候補を抽出する。その結果を踏まえ、平成 31 年度に測定、分析等を通じて、地震履歴の情報としての適用性を検討する。</p> <p>また、地表に明瞭な痕跡を残さない活断層については、断層変位の指標となる地形面・地層を編年するための、海域・陸域の地域的テフラ（火山噴出物）を対比する手順に関する知見を得る。平成 29 年度は、海底コア中の地域的テフラに含まれる火山ガラスの化学特性を把握し、地域的火山灰の噴出年代、層序を構築した。平成 30 年度は、風化に抵抗性のあるテフラ粒子（鉱物）の化学特性を確認する。平成 31 年度は風化に抵抗性のある鉱物の化学組成を指標にした海域・陸域の火山灰対比の可能性及び精度を把握する。</p> |
| 4 | 断層破碎物質を用いた断層の活動性評価手法に関する研究 | H25-H31 | <p>断層の活動年代は通常、断層の上部に堆積した地層の年代に基づき評価するが、地域によってはそのような地層が欠如している等の理由により、通常の手法の適用が難しい場合がある。このように断層の活動性評価が困難な場合には、断層を含む地質構造全体の把握、断層破碎物質の性状の把握及び断層の活動性の評価に関する知見の蓄積が必要である。</p> <p>そのため、平成 28 年度までに、トレンチ調査、深部ボーリング調査、物理探査等を行い、断層を含む地質構造全体の把握及び断層浅部の断層破碎物質を採取し、一部の浅部試料について年代測定を実施した。平成 29 年度は、これまでの成果を基に異なる深度での中～深部の断層破碎物質の採取を実施した。平成 30 年度は、異なる深度の断層から採取した断層破碎物質について、地中の自然放射線の照射量に基づく年代分析を実施する。また、断層露頭から最新活動面を含む断層試料を採取し、鉱物脈の形態及び最新活動面との切断関係を把握し、微細構造観察、鉱物同定を行う。平成 31 年度には断層面と鉱物脈等との接触・切断関係、微細構造の特徴に基づく断層の活動時期を評価する方法を策定する。</p>                                                                                                                                                                                                                 |

|          |                                                |                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------|------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>5</p> | <p>大規模噴火プロセス等の知見の蓄積に係る研究</p>                   | <p>H31-H35<br/>(新規)</p> | <p>平成 31～35 年度の事業では、大規模噴火の準備過程をより詳細に調査する。具体的には、噴火に至るまでのマグマ溜まりの時空間変化及びこの変化を捉える物理探査手法等に関する調査・研究を実施し、鉱物分析等の岩石学的手法に基づくマグマプロセスやマグマ溜まりの探査手法などの大規模噴火のプロセスに関する知見の蓄積に係る研究を行う。得られた知見を基に、火山の長期評価指標及びモニタリング評価のための指標を整備する。</p> <p>平成 31 年度は、過去に大規模噴火した火山の噴火準備過程と噴火層序を把握するための地質調査やボーリング調査に着手する。また、過去に大規模な噴火（カルデラ形成噴火）をした火山が噴火に至るまでのマグマプロセスについて岩石学的な調査として、マグマの温度・圧力条件や組成の変化からマグマの時空間変化の検討に着手する。さらには、過去の火山活動を捕らえた火山モニタリングに関する文献調査結果を整理し、それらの手法を基に地震波トモグラフィやネットワーク MT による地球物理学的手法によるモデルケースとなるカルデラ火山の継続的監視に着手するとともに、地球化学的手法としての地下水等の深部流体の分析を実施し、カルデラ火山のモニタリングに有効な探査手法を整備する。また、地表で観測される地殻変動とマグマの状態変化を評価するためのシミュレーションモデルを構築、海底下の地下構造、地殻変動を観測する手法を確立するための研究に着手する。</p>                                                                      |
| <p>6</p> | <p>地震・津波及びその他の外部事象等に係る施設・設備のフラジリティ評価に関する研究</p> | <p>H29-H32</p>          | <p>新規制基準適合性審査等に資するよう、地震・津波、その他の外部事象等に対する構造健全性評価の精度向上及び適用性に関する研究を実施する。さらに、確率論的リスク評価における地震・津波に対する建屋、機器等の応答及び耐力に基づく損傷の度合い（フラジリティ）に係る評価の精度向上に関する研究を実施する。</p> <p>① 津波に対するフラジリティ評価手法の検討（3年間）</p> <p>平成 29 年度は、津波越流時の防潮堤作用荷重に係る試験を実施した。平成 30 年度は、津波越流時の防潮堤作用荷重に係る評価手法の整備並びに津波漂流物の衝突及び津波による砂移動に係る影響を評価する。</p> <p>平成 31 年度以降は、平成 30 年度までの成果に基づいて、設計条件範囲及び設計条件を超える津波までを考慮し、防潮堤に作用する津波波圧や砂移動に伴う荷重に係るフラジリティ評価手法を精緻化し整備する。</p> <p>② 地震に対するフラジリティ評価手法の検討（3年間）</p> <p>平成 29 年度は、建屋等の三次元モデル化手法に係る影響因子を抽出した。また、地盤の液状化に関する知見を収集した。さらに、機器耐力に係る既往試験データの再整理等を実施した。平成 30 年度は、原子炉建屋及び周辺地盤の 3D-FEM モデル化に係る影響因子について分析・評価を行う。地盤の液状化については、試験等による知見の拡大を行う。また、既往の機器設備の耐力試験データを分析・評価してデータベースを構築するとともに、静的設備の耐力評価に係る分析を実施する。平成 31 年度以降は、引き続きモデル化の</p> |



|  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  | <p>検討を行い、ガイドラインとしてまとめる。地盤の液状化については、評価の妥当性判断に資する知見をまとめる。また、耐震重要設備の耐力に係る分析・評価を実施する。</p> <p>③ 外部事象等による衝突・衝撃に対する評価手法の検討（4年間）</p> <p>平成29年度は、建屋を模擬した衝撃に係る試験体の設計・製作及び機器設備の要素試験を実施した。また、輸送容器のスラップダウン落下試験に係る試験体設計及び要素試験を実施した。平成30年度は、飛翔体形状、衝突速度等をパラメータとした試験及び解析を行って、衝突時の建屋耐力及び衝撃波伝播に係る分析を実施する。また、電気品の衝撃耐力に係る試験を実施する。さらに、輸送容器のスラップダウン落下試験を行う。平成31年度以降は、平成30年度までの成果に基づいて、建屋の衝撃波伝播及び衝撃に対する機器設備の評価手法並びに輸送容器のスラップダウン落下に対する構造健全性評価手法の適用性を確認する。</p> <p>④ 地震時亀裂進展評価手法の検討（3年間）</p> <p>平成29年度は、設計を超える複数回の地震の影響を考慮した亀裂進展に係る試験を実施した。平成30年度は、配管のシミュレーション解析による亀裂進展速度に係る既往知見との比較検討を実施する。平成31年度以降は、亀裂進展評価手法を検証し、亀裂を有する機器設備のフラジリティ評価に係る知見を拡充する。</p> |
|--|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

②火災防護

| 番号 | 安全研究プロジェクト        | 計画期間    | 概要                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----|-------------------|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7  | 火災防護に係る影響評価に関する研究 | H29-H32 | <p>火災は共通原因故障を引き起こす起因事象の中でも重要な事象の一つであることから、様々な火災事象について一層のリスク低減を図るための研究を継続的に行う。</p> <p>高エネルギーアーク損傷(HEAF)は、爆発とアーク火災発生との2段階が存在する。この中でHEAFの第二段階であるアーク火災の発生防止に関する研究成果については、「高エネルギーアーク損傷(HEAF)に係る電気盤の設計に関する審査ガイド」の新規制定及び関連するガイドの改定に活用された。これらのHEAFに係るガイド類は平成29年8月に施行された。今後は機器等の損傷評価に重要なHEAFの第一段階の爆発現象の知見を拡充するための安全研究を引き続き実施する。</p> <p>平成30年度は、HEAFによる爆発現象の把握のために筐体の開口部(閉じ込め性)等を変えた試験及び原子力施設で使用されている電気ケーブルのトレイ内での配置を変えた熱劣化試験を実施する。</p> <p>平成31年度以降は、HEAFの爆発現象に係る定量的評価手法の整備に加え、アークエネルギーが熱に変換する割合等についても知見を拡充する。また、電気ケーブルの熱劣化試験データを拡充して絶縁低下予測式等を構築するとともに、電気ケーブルの熱劣化評価手法を整備する。さらに火災PRA手法に資する火災影響評価手法・解析コード等を整備する。</p> |

③人的・組織的要因

| 番号 | 安全研究プロジェクト                    | 計画期間            | 概要                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----|-------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8  | 人間工学に基づく人的組織的要因の体系的な分析に係る規制研究 | H31-H34<br>(新規) | 原子炉制御室、現場制御盤、可搬型設備を含む重大事故等対処設備等に関する重大事故時の人間工学設計を評価する方法論として、重大事故に適用するヒューマンマシンインタフェース、手順書、教育訓練プログラムの妥当性を確認する手法や、施設運用中の人的パフォーマンスを監視する手法の技術的根拠を整備する。また、これらの方法論のうち特に重要な人間信頼性解析手法について最新の技術的知見を導入し、重大事故時の状況の不確実性や複雑化する人間の認知行動を分析評価する解析ツールを開発するとともに、解析に必要な人的過誤データを整備する。 |

(2) 原子炉施設

①リスク評価

| 番号 | 安全研究プロジェクト                     | 計画期間    | 概要                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----|--------------------------------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9  | 規制への PRA の活用のための手法開発及び適用に関する研究 | H29-H33 | <p>原子炉施設の確率論的リスク評価 (PRA) に係る評価の高度化に資するため、レベル 1PRA に関する知見の蓄積を進める。</p> <p>平成 30 年度は、ダイナミック PRA の解析ツールに係る基本設計を行うとともに、内部火災、内部溢水、地震、津波等の PRA モデルを整備し、PRA に係る知見を蓄積する。また、検査制度で用いる事業者 PRA の適用性の確認方法を検討する。さらに、検査制度で用いる簡易リスク評価ツールを整備する。</p> <p>平成 31 年度以降は、ダイナミック PRA 解析ツールの開発を継続するとともに、内部火災 PRA、内部溢水 PRA、地震 PRA、津波 PRA について引き続き知見の蓄積を図る。また、検査制度で用いる事業者の PRA モデルの適用性を確認するとともに、簡易リスク評価ツールのデータを拡充し、簡易リスク評価ツールの試運用を行う。さらに、内部火災及び内部溢水に係る重要度評価手法を検討する。</p> |

②シビアアクシデント (軽水炉)

| 番号 | 安全研究プロジェクト             | 計画期間    | 概要                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----|------------------------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10 | 軽水炉の重大事故の重要物理化学現象に係る実験 | H24-H31 | <p>重大事故等対策の有効性評価等における物理化学現象の解析上の不確実さを低減するとともに、関連する解析コードの検証及び改善に活用するために、国内外の施設を用いた実験を行う。平成 30 年度は、研究テーマを (1) プールスクラビング実験、(2) 重大事故時格納容器熱流動実験、(3) ソースターム実験、及び (4) デブリベッド形成過程個別現象実験に分類し、平成 29 年度までの成果をもとに、重大事故評価手法整備及び不確実さの大きな物理化学現象に係る解析コードの開発の妥当性確認のために必要なデータベースを</p> |

|    |                                                  |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----|--------------------------------------------------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                  |         | <p>拡充する。平成 31 年度は、計画の最終年度であることから前年度までの補完を含めた実験データベースの拡充を行うとともに、計画期間を通じて得られた知見について取りまとめを行う。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 11 | <p>軽水炉の重大事故時における不確実さの大きな物理化学現象に係る解析コードの開発</p>    | H29-H34 | <p>発電用軽水型原子炉施設の重大事故時における解析上の不確実さの大きな物理化学現象を定量化するために、重大事故に係る解析コードを開発する。平成 30 年度において、熔融燃料-冷却材相互作用 (FCI)、熔融炉心-コンクリート相互作用 (MCCI)、デブリベッド形成及び冷却性、デブリベッドからの放射性物質放出等の解析コードの開発を継続する。デブリベッド形成及び冷却性解析コードの開発では、複数モジュール間の結合によるデブリベッド形成と冷却性の評価を実施する。また、国内外の既存実験データと共に、「軽水炉の重大事故の重要物理化学現象に係る実験」等で取得した最新の試験結果を活用した妥当性確認を行う。平成 31 年度以降は、前年度に引き続き FCI、MCCI、デブリベッド形成及び冷却性、デブリベッドからの放射性物質放出等の解析コードの開発及び妥当性確認を継続する。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 12 | <p>軽水炉の重大事故における格納容器機能喪失及び確率論的リスク評価に係る解析手法の整備</p> | H29-H34 | <p>原子炉施設の安全性に係る評価の高度化に資するため、格納容器破損防止対策評価モデル、レベル 2 及びレベル 3 確率論的リスク評価 (PRA) モデルを整備する。</p> <p>格納容器破損防止対策評価手法の整備については、平成 30 年度において、総合重大事故解析コードを用いた最新知見を踏まえたソースターム評価手法を整備し、国内の代表的な炉型に対する解析を通じて、重大事故の進展に係る特徴、ソースターム解析結果等のデータベースを整備しリスク評価に活用する。また、重大事故に関係する個別の物理化学現象に関する解析手法並びに格納容器負荷の評価手法の整備を継続し、リスク評価の分岐確率への活用を検討する。平成 31 年度以降は、平成 30 年度に整備した知見とリスク評価との連携をより強固なものとするべく、各評価手法を通じて得られる知見とリスク評価での分岐確率の設定のインターフェイス等について引き続き実現手段を検討する。</p> <p>また、レベル 2 及びレベル 3PRA 手法の整備については、平成 30 年度において、レベル 1PRA-レベル 1.5PRA の一貫した連携手法及びレベル 2PRA-レベル 3PRA の一貫した連携手法を検討することにより、将来的な統一リスク評価手法の整備に活用する。また、将来的に原子炉施設においてサイト特性を踏まえたリスク評価を行うためのリスク指標 (放射性物質の地表面濃度、実効線量等) を引き続き検討する。平成 31 年度以降は、リスク指標を評価する手法を整備するとともに、防護措置による被ばく低減効果、複数基立地の影響等に係る知見を取得する。</p> |
| 13 | <p>重大事故の事故シーケンスグループに係る事故進展解析</p>                 | H29-H31 | <p>重大事故における事故シーケンスグループの検討のために、PRA で用いられる炉心損傷前後のイベントツリーを基に、重大事故等対処設備を含めた事故緩和系の作動・不作動の組合せに沿って各種事故シーケンスの事故進展解析を行う。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

|  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  | <p>平成 30 年度は、代表的な PWR 及び BWR プラントの重要な事故シーケンス（LOCA 及び過渡）を選定し、事故進展解析を行うとともに、感度解析を行って成功基準を策定する。解析結果に基づき、PRA で使用する緩和設備の台数等の条件、緩和操作開始までの余裕時間の変化等を事故シーケンスごとに整理する。</p> <p>平成 31 年度以降は、代表的な PWR プラントの 2 次冷却系からの除熱機能喪失の事故シーケンス及び代表的な BWR プラントの高圧注水・減圧機能喪失の事故シーケンスを対象に事故進展解析を行うとともに、感度解析を行って成功基準を策定する。解析結果に基づき、PRA で使用する緩和設備の台数等の条件、緩和操作開始までの余裕時間の変化等を事故シーケンスごとに整理する。また、これらの結果から、各事故シーケンスの特徴を整理する。</p> |
|--|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### ③熱流動・核特性

| 番号 | 安全研究プロジェクト              | 計画期間            | 概要                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----|-------------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 14 | 原子力プラントの熱流動最適評価に関する安全研究 | H31-H34<br>(新規) | <p>設計基準事象から重大事故に至るおそれのある事故までを対象として、その現実的なプラント挙動を評価できる熱流動・核特性解析コードを整備するとともに、その妥当性確認のために、高圧熱流動ループ HIDRA 及び PWR 総合効果実験装置 LSTF 等の試験施設により事故時の重要現象及びプラント挙動に係る実験データを取得する。</p> <p>また、設計基準事象における安全余裕をより詳細に把握するため、海外で安全解析への導入が進められている不確かさを考慮した最適評価手法の適用に向けた研究を実施する。具体的には、上記で整備した最適評価コードを用いて、不確かさの評価のための統計手法を高度化する。</p> |

### ④核燃料

| 番号 | 安全研究プロジェクト       | 計画期間    | 概要                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----|------------------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 15 | 燃料健全性に関する規制高度化研究 | H19-H33 | <p>燃料の高燃焼度化により影響を受ける通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時における燃料挙動に関する技術的知見を取得する。</p> <p>平成 29 年度までは、通常運転時の燃料健全性に関連して、改良ジルコニウム合金被覆管試験片の照射成長に関する知見を拡充するため海外試験炉にて照射試験を実施した。また、運転時の異常な過渡変化時の被覆管外面近傍への水素拡散析出挙動等を調べ、外面割れ破損発生条件を定量化した。</p> <p>平成 30 年度は、照射成長試験後の試験片の分析を実施する。また、解析等を実施して、外面割れ破損機構と発生条件に関する技術的知見を取得する。</p> <p>平成 31 年度以降は、照射成長試験後の試験片の分析を継続するとともに、照射成長挙動に関する技術的知見を取得する。また、外面割れ破損に技術的知見の取得を進める。</p> |

|    |                        |                 |                                                                                                                                                                                                                      |
|----|------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 16 | 事故時炉心冷却性に対する燃料破損影響評価研究 | H31-H35<br>(新規) | LOCA 時及び RIA 時に発生する燃料ペレット片の燃料棒外への放出等、これまでの研究で明らかとなった新たな燃料破損挙動が炉心の冷却性に及ぼす影響の評価に必要な知見を、原子炉安全性研究炉 (NSRR) 等の施設を使用して RIA 模擬試験及び LOCA 模擬試験等により取得する。また、事故時及び事故後の燃料形状維持の観点で、事故時に想定される高温での燃料棒破損形態や事故を経験した燃料の耐震性について知見の取得を進める。 |
|----|------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

⑤材料・構造

| 番号 | 安全研究プロジェクト                 | 計画期間    | 概要                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----|----------------------------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 17 | 軽水炉照射材料健全性評価研究             | H18-H31 | <p>原子炉材料（原子炉圧力容器 (RPV)、炉内構造物）の放射線による劣化事象について、中性子照射脆化及び応力腐食割れ亀裂進展速度の評価手法に係る知見の拡充のため、破壊に対する材料の抵抗値（破壊靱性）や亀裂進展等に関するデータを取得する。</p> <p>平成 29 年度までは、既往研究で中性子照射された材料を活用して RPV 鋼の破壊じん性等の基礎的な機械的特性データを取得するとともに、監視試験データに対して統計的解析手法を用いて照射脆化に及ぼす因子の検討及び RPV 鋼の微細組織観察等に着手した。</p> <p>平成 30 年度は、前年度に引き続き、監視試験データに対して統計的解析手法を用いて照射脆化に及ぼす因子の検討及び RPV 鋼の微細組織観察等を実施するとともに、RPV の加圧熱衝撃 (PTS) 事象の模擬試験に着手する。</p> <p>平成 31 年度は、監視試験データに対して統計的解析手法を用いた検討及び RPV 鋼の微細組織観察等を実施し、高照射領域の脆化因子及び照射脆化予測に関する知見をまとめるとともに、PTS 事象の模擬試験を実施して破壊評価に係るデータを取得し、RPV の破壊力学評価に係る知見を拡充する。</p> |
| 18 | 電気・計装設備用高分子材料の長期健全性評価に係る研究 | H29-H31 | <p>安全系の電気・計装設備のうち、常設重大事故等対処設備に属する電気ペネトレーションの供用期間中の経年劣化及び重大事故時環境を考慮した電気絶縁性能の健全性評価に係る知見を取得する。</p> <p>平成 29 年度までは、電気ペネトレーションのポッティング材（電気ペネトレーション内部の導体間の隙間を埋める封止材）及びケーブル絶縁材に用いられている高分子材料の熱及び放射線劣化特性の試験等を実施した。</p> <p>平成 30 年度は、引き続きケーブル絶縁材に用いられている高分子材料の熱及び放射線劣化特性の試験等を実施するとともに、通常運転時相当の劣化を付与した電気ペネトレーション供試体を作製する。</p> <p>平成 31 年度は、通常運転時相当の劣化を付与した電気ペネトレーション供試体の重大事故模擬環境下での絶縁性能に係る試験、及び試験前後の高分子材料の劣化状態の変化を機器分析及び状態監視手法による評価</p>                                                                                                                   |

|    |                              |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----|------------------------------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                              |         | を実施し、それらの結果を踏まえ電気ペネトレーションの電気絶縁性能に係る健全性評価に係る知見をまとめる。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 19 | 重大事故時等の原子炉格納容器の終局的耐力評価に関する研究 | H29-H33 | <p>原子炉格納容器の安全裕度評価の高度化に資するため、構造不連続部の局部破壊及び機械接合部等からの漏えいを含む原子炉格納容器の総合的な安全裕度を把握する終局的耐力の評価に係る知見を取得する。</p> <p>平成 29 年度までは、平成 30 年度以降に実施する破損試験を想定した非線形構造解析及び破損評価を実施し、試験体の形状・寸法及び試験条件の検討等を実施した。</p> <p>平成 30 年度は、材料の破損特性を取得する材料試験を実施するとともに、要素試験を想定した非線形構造解析及び破損評価等に着手する。</p> <p>平成 31 年度以降は、構造不連続部の破損試験及び機械接合部等のシール挙動試験等を実施し、それらの結果を踏まえ原子炉格納容器の総合的な安全裕度を把握する終局的耐力の評価に係る知見をまとめる。</p> |

⑥特定原子力施設

| 番号 | 安全研究プロジェクト                | 計画期間    | 概要                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----|---------------------------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 20 | 福島第一原子力発電所燃料デブリの臨界評価手法の整備 | H26-H33 | <p>東京電力福島第一原子力発電所の燃料デブリの取出しに係る様々な局面で事業者が行う臨界管理に関して、安全性を確認するために活用できる基礎データを解析及び実験により取得する。</p> <p>平成 29 年度までは、コンクリート、鉄を含有した燃料デブリの臨界特性に係る基礎データとしてとりまとめるとともに、燃料デブリの臨界制限量の評価を行った。また、燃料デブリを模擬した臨界実験の準備のため、燃料デブリが取り得る性状範囲を考慮した炉心構成の検討、臨界実験装置の改造等を実施した。</p> <p>平成 30 年度は、燃料デブリの臨界特性に係る基礎データの精緻化及び燃料デブリの臨界制限量の評価を継続して実施するとともに、臨界実験装置の改造等をさらに進める。また、燃料デブリ中の未燃焼 Gd の分布が臨界特性に与える影響を評価する。</p> <p>平成 31 年度以降は、臨界実験装置の改造を完了し、燃料デブリを模擬した臨界実験を実施することにより、平成 30 年度までに整備した燃料デブリの臨界特性に係る基礎データの妥当性を確認する。</p> |

(3) 核燃料サイクル・廃棄物

①核燃料サイクル施設

| 番号 | 安全研究プロジェクト            | 計画期間    | 概要                                                                       |
|----|-----------------------|---------|--------------------------------------------------------------------------|
| 21 | 加工施設及び再処理施設の内部火災等に関する | H29-H32 | 将来的なリスク情報の活用資するため及び事業者の保全活動の監視・評価に資するため、リスク評価及び機器の経年劣化に係る科学的・技術的知見を取得する。 |

|                       |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>るリスク評価手法に関する研究</p> |  | <p>平成 29 年度には、内部火災等に関するリスク評価に係る科学的・技術的知見を取得するため、代表的な事故シナリオの検討に着手した。また、火災、蒸発乾固等の重大事故等におけるリスク評価の不確実性の低減のために、これらの事象進展等を把握するための予備試験及び異材接合継手部の経年劣化挙動を把握するための試験装置の整備を関係機関と協力して実施した。平成 30 年度には、内部火災等を起因としたリスク評価手法に係る技術的知見の取得として、平成 29 年度に実施した検討から得られた課題に対する検討等を行っている。また、火災事象について、グローブボックス (GB) 火災による事象進展解析及び影響評価コードの妥当性検討を実施するとともに、GB 火災時の影響評価に必要なデータの取得及び蒸発乾固事象について、沸騰晩期及び乾固段階で発生が想定される揮発性 Ru 等の挙動評価のための試験並びに経年劣化について経年劣化の影響因子に関するデータを取得するための試験を実施している。</p> <p>平成 31 年度以降においては、引き続き内部火災等を起因としたリスク評価手順を検討するとともに、火災事象について、GB 火災試験、試験結果に基づく火災評価システムの構築及び解析用基礎データを整備する。また、蒸発乾固事象及び経年劣化について、引き続き、試験を実施し、リスク評価のための事象進展、影響評価等に関する科学的・技術的知見を取得する。</p> |
|-----------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

②放射性廃棄物埋設施設

| 番号 | 安全研究プロジェクト                                         | 計画期間    | 概要                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|----------------------------------------------------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 22 | <p>廃棄物埋設に影響する長期自然事象の調査方法及びバリア特性長期変遷の評価方法に関する研究</p> | H29-H32 | <p>廃炉等に伴う放射性廃棄物の埋設のうち、中深度処分に係る規制基準等の検討が進められている。今後、位置に係る審査ガイドや設計プロセス等に係る審査ガイド等に資する技術的知見の整理のほか、廃棄物埋設に関する地盤調査に係るガイドや廃棄物埋設施設の閉鎖に係る確認に関するガイド等に反映できる地質及び水理要件等の科学的・技術的知見を取得する。</p> <p>平成 29, 30 年度は、廃棄物埋設施設の位置の要件を判断する上で必要な自然事象に関する科学的・技術的知見を取りまとめる。また、天然バリアや人工バリアの長期評価に係る知見の取得を進めつつ、閉鎖確認に必要な地下水及び核種移行モニタリング評価に係る技術的知見の取得も開始した。平成 31 年度以降は、これらの成果を取りまとめるほか、指定廃棄物埋設区域の範囲を検討する上で必要な地下水移行等へ影響する地質環境の状態評価や関連する調査方法等を検討する。</p> |

③廃止措置・クリアランス

| 番号 | 安全研究プロジェクト                     | 計画期間    | 概要                                                                                               |
|----|--------------------------------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 23 | <p>放射性廃棄物等の放射能濃度評価技術に関する研究</p> | H29-H32 | <p>廃棄物確認については新たな廃棄体に対する確認方法の整備、クリアランスについては新たな対象物の具体的判断基準の策定、廃止措置の終了確認については具体的な確認方法の整備が必要である。</p> |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | <p>平成 29 年度には、放射能測定性能及び放射能濃度評価方法、新規クリアランス対象物の種類・物量及び払い出し後の処理経路の整理等を実施した。平成 30 年度には、放射化金属を含む廃棄体及び容器に封入されないコンクリート等廃棄物に対する事業者が選択した放射能濃度の測定・評価方法の妥当性確認の方法、新たなクリアランス対象物であるアスベスト、PCB についての検討等に着手している。</p> <p>平成 31 年度以降においては、新たに発生する廃棄体の中で、従来評価対象となっていない核種の分析方法の留意事項、クリアランスレベル、放射能濃度評価手法の妥当性、測定の不確かさ評価等に係る留意事項を整理する。また、地形等のサイト固有の条件が及ぼす被ばく線量評価の影響を定量的に把握し、原子力施設の敷地を対象とした放射能濃度の測定方法の妥当性判断のための知見を取得する。</p> |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

(4) 原子力災害対策・放射線規制等

①原子力災害対策

| 番号 | 安全研究プロジェクト                  | 計画期間    | 概要                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----|-----------------------------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 24 | 緊急時活動レベル(EAL)に係るリスク情報活用等の研究 | H29-H31 | <p>原子力災害対策指針で要求される緊急時活動レベル（EAL）の実効性の検討にリスク情報を活用する。平成 30 年度においては、代表的な PWR 及び BWR の事故進展解析結果について、EAL を構成するプラントパラメータ及びその指標値到達時期、事故の発生頻度を分析し、EAL の緊急事態区分への割り付けの妥当性を評価するための尺度であるリスク指標について検討する。</p> <p>平成 31 年度においては、重大事故の事故シーケンスグループに係る事故進展解析の結果等を踏まえて、代表的な PWR 及び BWR プラントの事故シーケンスグループに対して、EAL に該当する緊急事態とリスク指標を分析し、EAL の判断基準とリスク指標との対応について検討を進め、EAL に係る技術的知見を取得する。</p> |

①原子力災害対策、②放射線規制・管理

| 番号 | 安全研究プロジェクト       | 計画期間 | 概要                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----|------------------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 25 | 放射線安全規制研究戦略的推進事業 | H29- | <p>IRRS において、放射性同位元素等に係る規制の再構築、一層の資源配分を行う必要性が指摘されたことを踏まえ、放射線障害防止に係る規制及び放射線防護措置の改善に資する調査研究を体系的・効率的に推進するため、平成 29 年度に「放射線安全規制研究戦略的推進事業」を開始した。同事業では、放射線障害防止に係る規制等を最新・最善のものにするため、年度毎に原子力規制委員会が示す重点テーマに基づいて、研究機関等からの提案を踏まえつつ、規制等の改善に資する知見を継続的に創出する。</p> <p>本事業では、規制等の基盤となる知見の創出に向けた領域（例：内部被ばく線量評価コードの研究開発）、規制等の整備・運用に資する知見の創出に向けた領域（例：放射線業務従事者に対する健康診断のあり方に関</p> |



|  |  |  |                                                                                 |
|--|--|--|---------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  | する検討)、国際的な最新知見の収集・展開に係る横断的領域の調査研究を推進するとともに、規制等の改善活動を支える関係研究機関によるネットワークの構築を推進する。 |
|--|--|--|---------------------------------------------------------------------------------|