



令和元年度業務実績の概要 (原子力規制委員会共管部分)

令和2年7月21日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

業務の概要

業務の方針(中長期計画の抜粋)

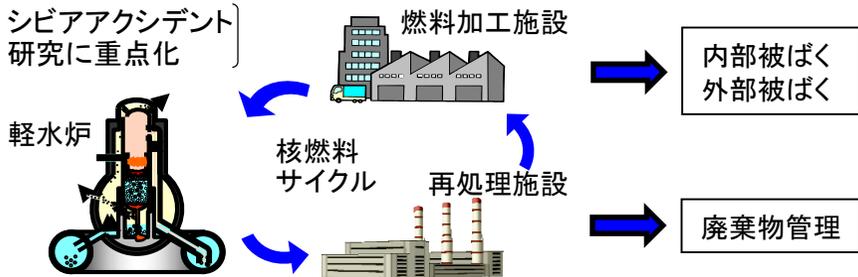
- 原子力安全規制行政を技術的に支援することにより、我が国の原子力の研究、開発及び利用の安全の確保に寄与する。
- 関係行政機関及び地方公共団体の原子力災害対策の強化に貢献する。

(1) 原子力安全規制行政への技術的支援及びそのための安全研究

以下の内容を始めとする研究を実施し、指針類の整備等に貢献

- 軽水炉事故時の熱水力挙動や燃料挙動
- 軽水炉の材料劣化や機器の健全性評価
- 1F燃料デブリの臨界管理 等

〔シビアアクシデント
研究に重点化〕



(2) 原子力防災等に対する技術的支援

指定公共機関として人的・技術的支援を行い、以下の内容に取り組む

- 機構内専門家や国内の原子力防災関係要員の育成
- 原子力防災訓練への協力
- 国際的な専門家活動支援 等



中長期計画期間を通じたアウトカム

- 科学的合理的な規制基準類の整備
- 原子力施設の安全性確認
- 原子力の安全性向上
- 原子力に対する信頼性の向上

中長期計画期間を通じたアウトカム

- 国内全域にわたる原子力防災関係要員の人材育成
- 我が国の原子力防災体制の基盤強化
- 原子力防災分野における国際貢献

主なインプット情報	H27年度	H28年度	H29年度	H30年度	R1年度
決算額(百万円)	7,770	8,273	9,563	8,550	7,726
従事人員数	84	93	100	104	106

スケジュールの概要 1/2

細目	中長期 終了目標	H27 (実績)	H28 (実績)	H29 (実績)	H30 (実績)	H31/R1	R2	R3		
技術的支援のための中立性及び透明性の確保、研究資源の維持・増強 参考3、4		規制支援審議会で実施状況を確認、研究資源の維持・増強					規制支援審議会による審議を受け、中立性及び透明性を確保			
（1）原子力安全規制行政への技術的支援及びそのための安全研究	参考4	事故進展や安全対策の有効性等の評価、事故条件までの燃料挙動評価	大型装置整備 [CIGMA (~H27)、HIDRA (~H28)]		HIDRAを用いた炉心伝熱データ取得		<ul style="list-style-type: none"> ・CIGMA, HIDRA, LSTF, NSRR等データ取得 ・事故時熱水力評価手法の整備・高度化 ・LOCA時燃料挙動データ取得 ・燃料挙動評価モデルの高度化 ・軽水炉安全に関するコードの実用化 			
			LSTF、CIGMA (H28~) 及び個別効果装置による熱水力データ取得、炉心熱伝達モデル開発		二相流計測器開発、格納容器熱水力モデル開発					
	6/12	原子炉	RIA時及びLOCA時の被覆管挙動データ取得及びモデル検討		NSRRを用いた燃料破損限界データ取得		<ul style="list-style-type: none"> ・LOCA時燃料挙動評価試験装置の整備 			
			LOCA時燃料挙動評価試験装置の整備							
	4/12	材料劣化及び構造健全性評価手法の高度化、外部事象に対する評価技術基盤の強化	原子炉压力容器鋼の破壊靱性データ等取得及び確率論的健全性評価手法の開発					<ul style="list-style-type: none"> ・監視試験片の活用、破壊靱性等評価手法の高度化 ・原子炉機器及び配管の健全性評価手法の高度化及び実用化 ・地震や飛翔体衝突を対象とした原子炉建屋及び機器の健全性評価手法の整備 		
			加圧熱衝撃(PTS)模擬試験装置整備		PTS模擬試験データ取得					
			照射材データ取得・解析、飛翔体衝突影響評価手法整備、飛翔体衝突試験データ取得 (H30~)							
			建屋の3次元地震応答詳細解析モデルの整備		地震観測システム整備					
	5/12	再処理施設・臨界安全	Ru等放射性物質の化学形、放出及び移行挙動データの取得、燃料デブリの臨界挙動評価手法整備、STACYの更新		燃料デブリ分析手法検討			<ul style="list-style-type: none"> ・Ru移行挙動等把握、影響緩和策の有効性評価、事象進展解析手法整備 ・1F燃料デブリ等の臨界挙動評価手法整備及び高度化 ・STACY更新及び臨界実験データ取得 		
			火災時ガス発生データ等取得、火災事故時影響評価コード整備		グローブボックス材料燃焼データ取得					
6/12	リスク評価	1F事故解析、格納容器内溶融炉心冷却性評価、原子炉冷却系FP化学に関する実験データ取得					<ul style="list-style-type: none"> ・ソースターム評価手法及びSA対策有効性等評価手法の高度化 ・事故時影響評価手法の高度化、経済的影響等の評価 ・緊急時被ばく線量評価手法等の開発 			
		OSCAARの高度化、緊急時モニタリングに関する技術開発		ソースターム実験装置整備						
6/12	シビアアクシデント時のリスク評価、原子力防災における防護戦略立案	THALES2の計算機能強化、無人航空機モニタリング用検出器等開発、避難時被曝線量評価					<ul style="list-style-type: none"> ・THALES2とOSCAARの連携のためのインターフェースコード作成及び検証計算、動的PRA手法の開発 			
5/12	廃棄物処分	1F事故汚染物管理・除去土壌等再生利用基準の検討		地下環境の長期評価手法等整備、フォールアウト影響の分析手法整備、新規対象物のクリアランスレベル評価			<ul style="list-style-type: none"> ・地下環境の長期評価手法及び処分施設設計の妥当性判断のための手法の整備 ・廃止措置終了時のフォールアウト影響分析手法、濃度分布評価手法整備、新規対象物クリアランスレベル評価 			
		廃棄物保管容器の腐食や放射線劣化等の知見蓄積、1F燃料デブリ処分シナリオ検討		ボーリング孔等の閉塞確認に係るデータ取得						
				廃棄物処分の安全評価等手法整備、火山活動性評価、廃止措置コード改良						
4/12、参考5	保障措置	IAEA保障措置試料分析、化学状態分析技術開発、濃縮ウラン粒子の精製時期決定法の開発					<ul style="list-style-type: none"> ・保障措置環境試料分析 ・保障措置分析技術の高度化 			
				LG-SIMS分析法開発						
4/12、参考5	関係行政機関等への協力	原子力規制委員会等の要請を受けた安全研究の実施、関係行政機関への研究成果提供と人的支援					<ul style="list-style-type: none"> ・関係行政機関等のニーズを捉えたタイムリーな協力 			
				原子力規制庁との共同研究の実施						

スケジュールの概要 2/2

(2) 原子力防災等に対する技術的支援

細目	中長期 終了目標	H27(実績)	H28(実績)	H29(実績)	H30(実績)	H31/R1	R2	R3
人材育成 7/12	国内全域にわたる原子力防災関係要員の人材育成	<ul style="list-style-type: none"> ・機構内外研修等の実施 ・中核要員研修プログラムを整備し研修を試行 ・中核要員研修の拡充 ・専門研修課新設 ・防災支援研修ディビジョン新設 					<ul style="list-style-type: none"> ・防災要員等の人材育成 ・中核要員研修プログラムの新たな展開 	
防災基盤の強化 7/12	訓練等を通じた我が国の防災基盤の強化	<ul style="list-style-type: none"> ・原子力防災訓練、緊急時モニタリングセンター活動訓練等への参加・支援 ・地域防災計画の改訂、防災基本計画の修正、原子力災害対策マニュアルの改訂等への助言 ・原子力総合防災訓練での緊急時航空機モニタリングの実施 ・原子力防災支援グループ新設 ・防災体制の強化への支援 					<ul style="list-style-type: none"> ・防災訓練への参加 ・原子力規制委員会、内閣府、地方公共団体等との連携強化 ・地域防災計画支援 ・原子力災害時における人的・技術的支援 	
調査・研究 8/12	防護措置の実効性向上と緊急時モニタリング体制等の構築	<ul style="list-style-type: none"> ・航空機モニタリング準備室を新設、航空機モニタリング事業開始 	<ul style="list-style-type: none"> ・1F 80km圏内外の航空機モニタリング実施 ・緊急時の航空機モニタリング支援体制を構築 ・北朝鮮核実験時の大気中放射性物質拡散計算結果を原子力規制庁へ報告 	<ul style="list-style-type: none"> ・防災研究開発ディビジョン新設 ・モニタリング技術開発グループ新設 	<ul style="list-style-type: none"> ・1F沿岸海域における放射性物質分布の調査 ・帰還困難区域の放射線量率等の実測・評価 ・緊急時モニタリングセンター訓練高度化 	<ul style="list-style-type: none"> ・防護措置の実効性向上に向けた調査研究 ・緊急時対応研究課を新設 ・1F事故後の空間放射線量率分布調査 	<ul style="list-style-type: none"> ・航空機モニタリング ・防護措置の実用化・実効性向上 ・1F周辺の放射性物質分布状況調査 ・統合マップの作成等モニタリングの実効性向上 	
国際協力・支援 11/12	原子力防災分野における国際貢献	<ul style="list-style-type: none"> ・IAEAやOECD/NEAの会合での指針類の策定へ参加、協力 ・IAEAの緊急時モニタリングに関するワークショップ、国際緊急時対応訓練への参加、協力 ・IAEAアジア原子力安全ネットワークへの参加、協力 ・KAERI等と情報交換 ・日米緊急事態管理WGへの参加 ・IRS環境放射線モニタリングに関するワークショップ開催 ・中国、UAE等への防災体制に係るWS参加と情報提供 ・KAERIとの共同研究 ・日米緊急事態管理WGへの参加 					<ul style="list-style-type: none"> ・IAEA、OECD/NEA等との原子力防災に関する連携強化 ・原子力防災に係る研究協力等の推進 	

年度評価

(1)原子力安全規制行政への技術的支援及びそのための安全研究

ニーズに呼応した安全研究を実施するとともに人材育成を進め、規制活動等へ貢献

【令和元年度当初計画】

- ・規制基準類の整備等に貢献する。
- ・規制行政機関等からの要請に応じた人的・技術的支援を行う。
- ・規制活動等に資する規制情報の収集・分析を行う。



【成果】

- ・国や学協会等へ基準類整備のため最新知見を提供した。
- ・原子力規制委員会や環境省における検討会等の審議への参加による技術的支援及び原子力規制庁からの外来研究員の受入れ等を実施した。
- ・原子力規制委員会の技術情報検討会に参加し、個々の海外事例からの教訓を分析した。

○原子力規制委員会等の技術的課題を解決するための安全研究を実施した(受託事業:22件)。

- ・研究成果は成果報告書として原子力規制委員会等へ報告した。

○原子力規制委員会の検討会等への専門家派遣(47人回)を通じて技術的支援を行った。

○研究成果の提供を通じて規格・基準類の整備へ貢献した(貢献した基準類の数:12件)。

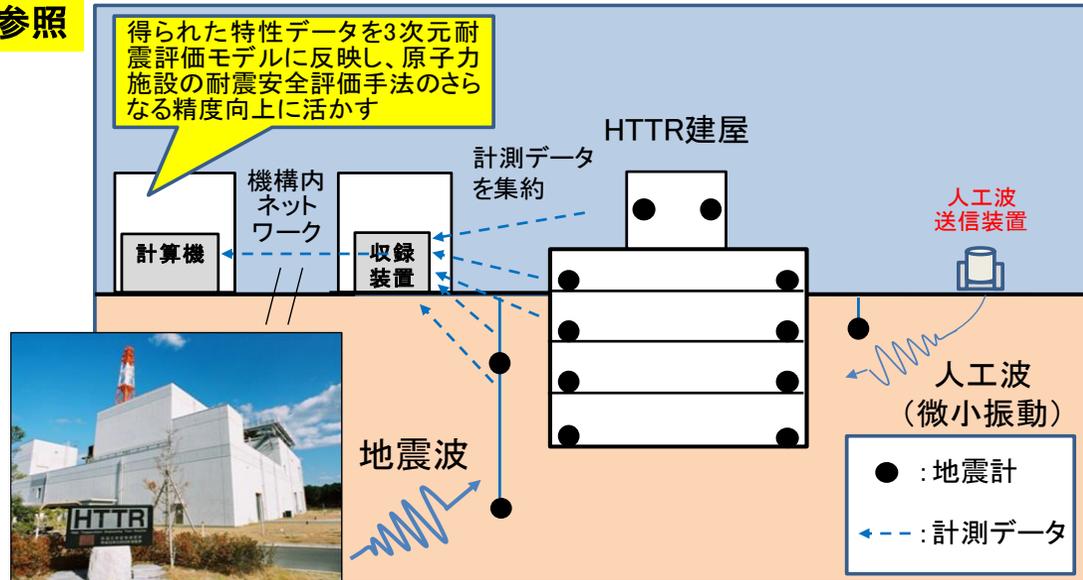
- ・技術情報は8件の基準整備等で活用された。⇒参考5参照
- ・学協会における規格基準等の検討会に専門家を延べ180人回派遣し、米国機械学会(ASME)の「Boiler & Pressure Vessel Code, Section XI」の規格改訂など4件の基準類の整備のための技術的支援を実施した。

○原子力規制庁職員の人材育成に貢献した。

- ・原子力規制庁より外来研究員等12名を受け入れるとともに、原子力施設の耐震評価、燃料挙動評価、ソースターム評価等に関する5件の新規テーマを含む6件の共同研究を、機構内への研究設備の整備と併せて実施し、原子力規制庁職員の人材育成に貢献した。

H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30
18件	11件	13件	15件	23件	22件	28件	24件
13件	15件	36件	9件	18件	14件	7件	16件

↑ 1F事故 関係法令の大きな改定



原子力施設の耐震評価に関する原子力規制庁との共同研究「原子力施設耐震評価用モデルの妥当性確認に関する研究」において、地震時の加速度応答波形等を詳細に観測するための世界初の大規模観測システムを高温工学試験研究炉(HTTR)へ整備した(令和2年3月にプレス発表)。

年度評価

(1)原子力安全規制行政への技術的支援及びそのための安全研究

国際協力研究等を通して国際的に高い水準の安全研究成果を創出

【令和元年度当初計画】

東京電力福島第一原子力発電所(1F)の廃止措置時の臨界安全評価のため、燃料デブリの臨界リスク評価手法を整備する。



【成果】

燃料デブリの連続で乱雑な性状を扱える臨界計算手法を世界で初めて整備した。

○国際水準に照らした研究成果の創出状況

- 燃料デブリの連続で乱雑な性状をモデル化して臨界計算を行うことのできるモンテカルロ計算ソルバーを世界で初めて整備するとともに、平成27年度から平成30年度までの平均の発表実績(75報)を上回る査読付論文数78報のうち71報を英文誌論文として公表した。招待講演15件のうち5件を国際会合で実施した。また、機器・配管の健全性評価手法に係る成果は、米国機械学会の規格基準へ反映された。
- OECD/NEAの国際研究プロジェクト、IAEAプロジェクト等の3件の新規プロジェクトを含む56件の国際協力を推進した。

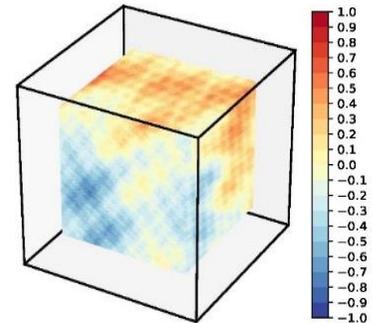
○国内外への成果の発信状況

- ・論文発表96報(査読付論文数78報)、技術報告書5件、口頭発表数105件、プレス発表2件の成果発信、開発した解析コードについて17件(うち1件は国外の研究機関)の外部提供を行ったほか、日本原子力学会等から8件(うち4件は国際的に認められた英文誌論文)の表彰を受けた。

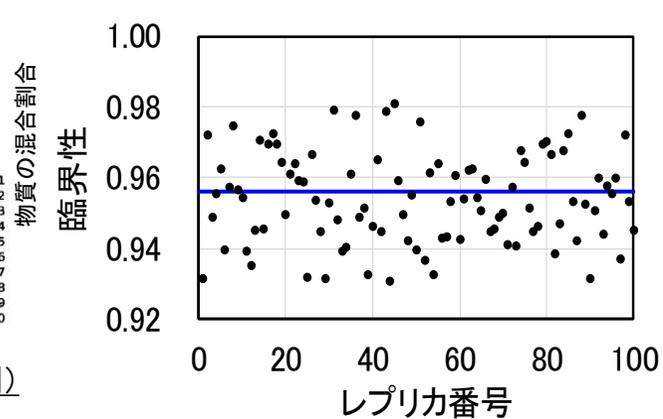
【例】モンテカルロ臨界計算ソルバー(Solomon)の整備

(平成31年度原子力施設等防災対策等委託費(東京電力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)事業の成果の一部)

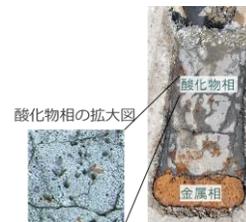
- ・燃料デブリの連続で複雑な性状分布を少数の統計・確率パラメータで表現して性状分布レプリカを生成し、臨界計算を繰り返すことにより臨界特性の不確かさ(ゆらぎ)を評価した。
- ・本手法により、燃料デブリの複雑な性状分布であっても、高速で中性子輸送計算が可能となった。
- ・燃料デブリの臨界評価手法を模索しているフランス原子力・代替エネルギー庁(CEA)等より、二国間やOECD/NEAの枠組みでの研究協力の提案があり、実施に向けて検討中。



乱雑性状分布の燃料デブリのモデル化(例)



Solomonによる燃料デブリにおける増倍率のゆらぎの評価例



ドイツKITの模擬MCCI実験における溶融物の状態

【アウトカム】国の重要な政策である1Fの廃止措置に向けて、リスクの考え方を取り入れた燃料デブリの臨界管理に係る技術基盤を強化した。

年度評価

(1)原子力安全規制行政への技術的支援及びそのための安全研究

規制ニーズに対応し、幅広い分野の安全研究成果を創出

【令和元年度当初計画】

- 事故条件下での燃料の破損限界等に係るデータを取得する。
- 原子炉施設における重大事故後の被ばく線量評価手法の高度化を行う。

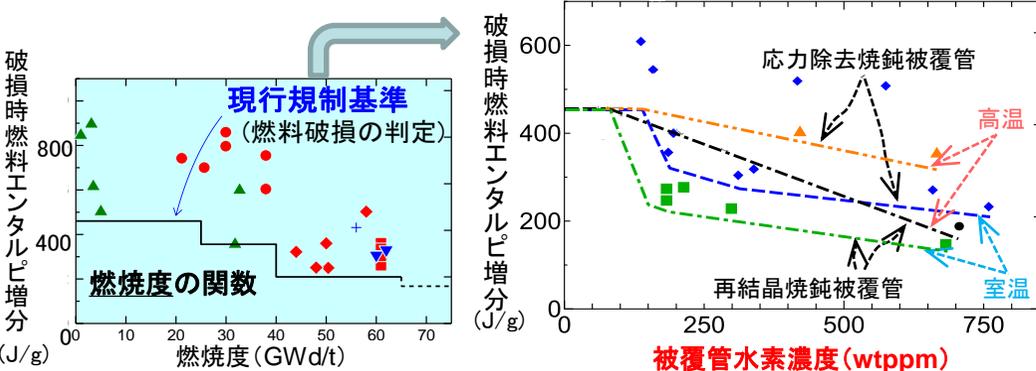
反応度投入事故時の被覆管破損限界に係る知見を集約し、現行基準のペレット-被覆管機械的相互作用(PCMI)破損しきい値に代わり得る基準改定案を提案した。(日本原子力学会核燃料部会奨励賞を受賞)

【成果】

- 高燃焼度添加物入りBWR燃料等の破損限界や破損メカニズム等に関するデータ及び知見を取得した。
- 現存被ばく状況下における住民の被ばく影響について、地域の違いや生活習慣等の違いを考慮した確率論的評価手法を整備した。

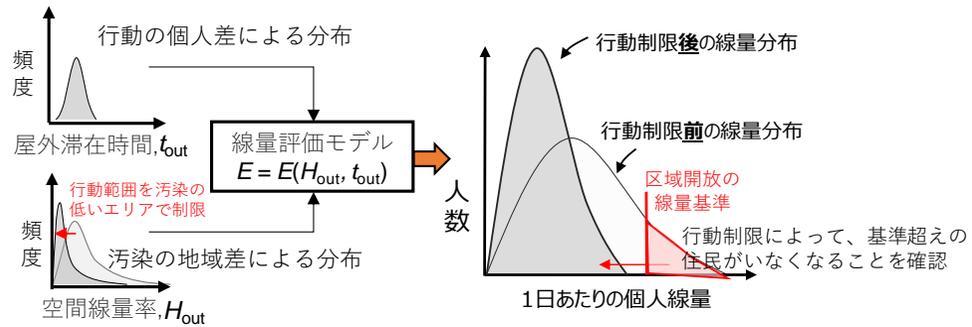
住民が帰還した後、日常生活を再開した場合、(i)汚染の地域差と(ii)生活行動の個人差によって住民の線量分布にばらつきが生ずる。

地域差や個人差を考慮した確率論的線量評価手法を開発した。



(平成29年度原子力施設等防災対策等委託費(燃料等安全高度化対策)事業の成果の一部)

- 設計や照射条件により変動する破損リスクを適切に評価した。
- 我が国で適用可能な基準改定案を具体化した。
- 並行して、前年度に実施したNSRR実験で破損した高燃焼度改良型燃料の被覆管中に析出した水素化物の配向状態の解析及び定量化を進め、径方向水素化物と破損限界低下との関係を裏付けた。



- 特定復興再生拠点に帰還した場合に住民がどのくらいの線量を受けるか、汚染の地域差と行動の個人差を考慮して評価した。
- 行動範囲を制限することによって、どのくらいの線量になるか、定量的に評価して、住民が行動してもよいエリアを模索した。

【アウトカム】 被覆管に析出した水素化物の形態を考慮した破損限界モデルの構築や現行のPCMI破損しきい値の見直し検討への活用が見込まれる。

【アウトカム】 住民の線量評価や行動制限の効果に関する知見は、大熊町・双葉町・富岡町の特定復興再生拠点区域の先行解除の検討に貢献した。

年度評価

(2)原子力防災等に対する技術的支援

研修と訓練支援を多様化し、国内全域にわたる原子力防災体制と機構自らの支援体制の両輪を強化

【令和元年度当初計画】

- ・機構内外の原子力防災関係者への研修等を通じた人材育成を図る。
- ・原子力防災訓練への支援を通じ、原子力防災体制の基盤強化を支援する。

【成果】

- ・多様な研修プログラムを開発し、幅広い要員毎に研修を展開した。
- ・目標を大きく上回る訓練参加と、運営への助言・評価で支援した。

○原子力防災体制基盤強化の支援

全国の原子力防災関係者への研修

90回・2,042人(目標は56回、H30年度83回)

質の向上

警察、消防等現地活動要員のみならず、対策本部で活動する意思決定者の育成に活用した。

- ・想定外事態への対処等研修プログラムを開発した。
- ・班長等563人を対象とした多様な研修を展開した。
- ・新たにe-ラーニング研修システムを開発し、気象庁、経産省、環境省等271人へ配信、受講を管理した。
- ・有識者6名からなる評価委員会を設置し、随時改善した。
- ・共同研究による新たな研修手法を開発した。

- ・国要員を対象 : 初級研修、中級研修、セミナー、e-ラーニング
- ・地方要員を対象 : 初級研修、中級研修、セミナー、e-ラーニング
- ・実務要員研修 : 避難退域時検査等対応、バス避難対応等

①多様な研修の試行と実施

③アンケートや評価委員意見の分析

1F事故時の対応の調査

国際動向の調査、等

②我が国独自の研修プログラムの開発

継続的に改善

原子力防災訓練等への支援

12回(目標は5.8回、H30年度8回)

国の原子力総合防災訓練等(3回)、道府県防災訓練等(9回) + 緊急時モニタリングセンター訓練(8回)

- ・企画段階から参画した。
- ・モニタリング、汚染検査の専門家を派遣した。
- ・運営への助言と評価を実施した。
- ・実働、評価、理解促進等への礼状: 4件



汚染検査用の特殊車両を派遣



汚染検査

○支援体制の維持・向上への取組

機構専門家の研修、訓練を多様化

165回・930人(目標は44回、H30年度161回)

- ・緊急時に活動する機構職員への研修
- ・緊急時モニタリング訓練
- ・防災支援システム操作訓練
- ・特に、訓練参加を通じたOJTを推進

航空機モニタリング支援体制を充実

- ・規制庁、防衛省と連携プロセスを検証した。
- ・全国の原発周辺のバックグラウンド測定を概ね完了した。

目標を大きく上回るレベルで年度計画を完遂した。

【アウトカム】

我が国の原子力防災体制の強化と災害時対応要員の育成に貢献した。

- ・地域防災計画の改訂等への助言を行った。
- ・道府県原子力防災担当者会議等へ継続的に出席し、技術的助言を行った。

年度評価 (2)原子力防災等に対する技術的支援

機構内連携をもって外部資金を獲得し、原子力災害対策の実効性向上に係る研究開発を推進

【令和元年度当初計画】

原子力防災に関する調査・研究を行い、原子力災害時等の防護措置の実効性向上等に貢献する。

【成果】

・モニタリング計画や避難区域解除の判断のための最新知見を提供した。
 ・防護措置や防災資機材の技術基準整備に必要な知見を創出した。

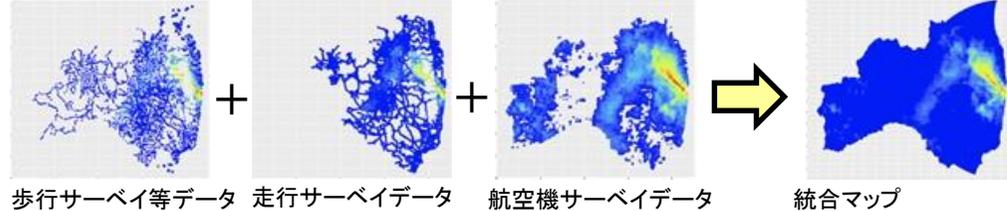
原子力規制委員会のニーズに呼応した取組:

- ・1F事故後の空間放射線量率分布の調査を継続した。
- 限られた人材を最大限活用するため、4センター(原子力緊急時支援・研修センター、安全研究センター、福島環境安全センター、システム計算科学センター)共同で必要な専門家を結集させ、新たに3件の研究開発を推進した:
- ・1F沿岸海域における放射性物質分布を調査した。
- ・帰還困難区域の放射線量率、被ばく線量を実測・評価した。
- ・事故対応訓練に用いる仮想モニタリングデータを整備した。

↓ プロジェクトを統括し、効率的に運営
 モニタリングの最適化や常磐線の全区間開通を含む特定復興再生拠点区域の先行解除の判断に貢献した。

1F事故後の空間放射線量率分布を調査

- ・様々なデータの統合化手法を開発した。
- ・モニタリングの最適化手法を提示した。
- ・報告書「陸域における放射性物質モニタリングの在り方について」等を取りまとめた。



→ モニタリングの実効性向上に活用

内閣府のニーズに呼応した取組:

- ・屋内退避措置の被ばく低減効果を評価した。
- 「放射線防護施設の運用及び維持管理マニュアル 個別施設編において記載すべき事項」を内閣府と連名で取りまとめた(令和元年9月)。
- 「原子力災害発生時の防護措置—放射線防護対策が講じられた施設等への屋内退避—について[暫定版]」を取りまとめた。
- ・原子力防災資機材に要求される性能を調査した。
- 「関係自治体が資機材を調達する際の標準仕様書(案)」を取りまとめた。
- ・住民や車両の汚染検査手法等の評価方法を検討した。

↓ 成果を随時国等へ提供
 避難計画の作成や原子力災害対策の基盤整備に不可欠な技術的よりどころとして活用されている。

車両の汚染検査手法を検討



市販の車両ゲート型放射線モニターの検証試験

- ・性能評価試験方法を提案した。
- ・性能基準を取りまとめた。
- ・運用時の留意事項を抽出した。
- サーベイメータによる測定との検査効率を比較

↓ 地方公共団体への説明等で活用

【アウトカム】 国、地方公共団体が推進している原子力災害対策を技術的に支援した。
 ・原子力発電所の再稼働に対応し、原子力防災関係者や住民の理解促進に貢献している。

年度評価 業務実績の概要

評価軸等	業務実績等	平成31年度計画(概要)
<p>【評価軸】 ①組織を区分し、中立性、透明性を確保した業務ができてきているか</p>	<ul style="list-style-type: none"> ●安全研究・防災支援部門(以下「部門」。)を原子力施設の管理組織から区分する組織とした。⇒【参考3】 ●コンプライアンス等の分野に精通した外部有識者6名から成る規制支援審議会(審議会)を令和2年1月に開催し、部門の活動等について受託事業実施に当たってのルールを遵守し、中立性と透明性が担保されていることが確認された。また、安全研究に係る予算配算の考え方や収支の開示について了承されるとともに、被規制側の部門長を兼務する部門長の決裁についても審議を受け、中立性が担保されていることが確認された。⇒【参考3】 ●定年制職員8名を採用して人員を確保した。さらに、外部資金によりSTACYの更新を行うとともに、NSRR、CIGMA、HIDRA等を用い、運転・維持管理費を確保した上で試験を実施し、大型施設基盤の増強・維持を図った。⇒【参考4】 	<p>2. 原子力安全規制行政等への技術的支援及びそのための安全研究</p> <ul style="list-style-type: none"> ・組織の区分、研究資源の継続的な維持・増強 ・業務の実効性、中立性及び透明性の確保 ・原子力規制庁からの研究職職員の受入や研究を通じた人材育成への貢献
<p>【評価軸】 ②安全を最優先とした取組を行っているか</p>	<ul style="list-style-type: none"> ●安全パトロール、業務リスク分析、消火訓練や通報訓練等の実施等により、安全確保に努めた。 ●安全文化の醸成及び法令順守等について教育・周知を行い、安全意識の向上に努めた。 ●事故事例をセンター会議等で分析・討議するなど、安全確保及び情報の共有強化を図った。 	
<p>【評価軸】 ③人材育成のための取組が十分であるか</p>	<ul style="list-style-type: none"> ●若手職員による国際学会口頭発表の実施31人回、機構外向け広報誌(アニュアルレポート)の取りまとめ、安全研究センター報告会の開催・運営等を通じた情報発信能力の育成などにより、原子力安全に貢献できる人材の育成を図った。 ●若手職員の海外研究機関への派遣4名、IAEA等による研修への参加2名、IAEA主催国際緊急時対応訓練への参加8名、原子力規制庁への研究員派遣3名等を行い、広く社会からのニーズに対応可能な研究者の育成に努めた。 ●東京大学との共同研究を通じて人材交流・人材育成に係る連携を強化し、安全研究の総合力強化や学位取得の促進等を図るため、国立研究開発法人連携講座設置に関する契約準備を進め、令和2年度から講座を開設する。 ●原子力規制庁から外来研究員等12名を受け入れるとともに、5件の新規テーマを含む6件の原子力規制庁との共同研究を、機構内への研究設備の整備と併せて実施した。構造健全性評価に係る研究では、外来研究員が第27回原子力工学国際会議(ICONE27)において論文発表を行った。東京大学専門職大学院等への講師76人回の派遣等を行った。 	

年度評価 業務実績の概要

評価軸等	業務実績等	平成31年度計画(概要)
<p>【評価軸】 ④安全研究の成果が、国際的に高い水準を達成し、公表されているか。</p>	<p>(1) 原子力安全規制行政への技術的支援及びそのための安全研究</p> <ul style="list-style-type: none"> ●多様な原子力施設のシビアアクシデント対応等に必要な安全研究を実施し、年度計画を全て達成した。 ●成果を査読付論文等で積極的に発信し、科学的合理的な規制基準類の整備、原子力施設の安全性確認等へ貢献した。 ●燃料デブリの連続で乱雑な組成分布をモデル化して臨界計算を行うことのできるモンテカルロ計算ソルバーを世界で初めて整備⇒【5/12】したほか、事故時燃料挙動に関する研究成果が、OECD/NEAで作成中の事故時燃料挙動に係る最新知見レポート(SOAR)に反映された。平成27年度から平成30年度までの平均発表数(75報)を上回る査読付論文78報のうち71報を英文誌論文として公表した。機器・配管の構造健全性評価に関する研究成果は、米国機械学会(ASME)のポイラ及び圧力容器基準へ反映された。新規3件を含む56件の国際協力を推進した。⇒【5/12】 ●論文発表96報(査読付論文78報)、技術報告書5件、口頭発表105件の成果公表のほか、機構が開発した解析コードについて、官公庁、大学等への17件(うち1件は国外の研究機関)の外部提供を行った⇒【5/12】2件のプレス発表を実施した{HIDRAを用いたデータ取得開始(令和元年5月)、HTTRへの大規模地震観測システム整備(令和2年3月)}。国際会合での5件の講演依頼を含む15件の招待講演、国際会議の組織委員等で16件の貢献を行ったほか、学会等から8件の表彰を受けた。 	<p>(1) 原子力安全規制行政への技術的支援及びそのための安全研究</p> <ul style="list-style-type: none"> ・シビアアクシデント対応等に必要な安全研究の実施 ・科学的合理的な規制基準類の整備等への貢献 ・国内共同研究及び国際協力を利用した協力研究等の実施
<p>【評価軸】 ⑤技術的支援及びそのための安全研究が規制に関する国内外のニーズや要請に適合し、原子力の安全の確保に貢献しているか。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ●国内外のニーズへの適合：研究ニーズを的確に捉え、2件の新規受託を含む原子力規制庁からの22件の受託事業を原子力基礎工学研究センター等と連携して実施した。 ●規制基準類の整備等への貢献や技術的支援：これまでの燃料破損挙動研究の成果をとりまとめ、<u>現行のPCMI破損しきい値に代わり得る基準改定案を提案した。</u>⇒【6/12】また、現存被ばく状況下における住民の線量評価等に関する知見を原子力規制庁及び内閣府に提供し、特定復興再生拠点区域の先行解除の実施に貢献するなど、研究成果は8件の基準整備等で活用された。⇒【6/12、参考5】 ●原子力規制委員会の基準類整備のための検討会等に専門家を延べ47人回派遣、学協会における規格基準等の検討会に専門家を延べ180人回派遣することにより、国内規格等の整備のための技術的支援を行った。⇒【4/12】 ●IAEAの専門家会合へ8人回、OECD/NEAの上級者委員会へ専門家を28人回派遣したほか、51試料の保障措置環境試料分析結果を報告してIAEAの保障措置強化に貢献するなど、国際機関の活動への人的・技術的貢献を行った。 	<ul style="list-style-type: none"> ・基準類の整備等への貢献 ・規制行政機関等からの要請に応じた人的・技術的支援
<p>【研究開発課題に対する外部評価結果、意見内容等】</p>	<p>外部有識者からなる安全研究委員会において、「HIDRAやCIGMA等の装置を用いて取得したデータは炉心損傷前後の熱水力解析の高精度化に役立つ」、「NSRRにおける現行基準を下回る燃料破損の要因を明らかにするなど、規制基準見直しへの活用が期待できる」、「動的確率論的リスク評価手法の整備において進展が見られたほか、OSCAARコードの公開により原子力災害時の防護措置対策の立案に役立つことが期待できる」、「1F燃料デブリの臨界管理の高精度化が期待できる」、「活動全般に対して、研究成果の活用、人材育成等による規制への貢献が顕著である」など、高い評価を示す意見を得た。</p>	

年度評価 業務実績の概要

評価軸等	業務実績等	平成31年度計画(概要)
<p>【評価軸】 ⑥原子力防災に関する成果や取組が関係行政機関等のニーズに適合しているか、また、対策の強化に貢献しているか。</p>	<p>(2) 原子力防災等に対する技術的支援</p> <ul style="list-style-type: none"> ●1F事故の教訓を踏まえた我が国独自の多様な研修プログラムを開発・展開し、その結果が消防、警察等実務要員の育成だけでなく、原子力災害対策本部で意思決定を担う中核人材に求められる判断能力の育成に活用されるなどの特に顕著な業績をもって、国と地方公共団体が進める原子力災害対応体制の強化に貢献した。⇒【7/12】 ●地域防災計画の作成を後押しする内閣府のニーズに呼応して実施した、原子力緊急事態における屋内退避の被ばく低減効果、原子力発電所立地自治体が調達する原子力防災資機材に要求される性能、原子力災害時の避難退域時検査場における住民や車両の汚染検査・除染の手法等に係る研究成果は、原子力防災に貢献する成果の蓄積に留まらず、避難計画等の作成における防護対策等の定量的な判断指標となるものであり、我が国の原子力災害対策の基盤整備に不可欠な技術的よりどころとして国等で活用されている。⇒【8/12】 ●原子力規制委員会のニーズに呼応して、新たに3件の研究開発プロジェクト(1F沿岸海域における放射性物質分布調査、帰還困難区域における被ばく線量の実測・評価及び事故対応訓練に用いる仮想モニタリングデータ整備)を部門内外と連携しつつ推進させ、部門を跨ぐプロジェクトを統括するとともに限られた専門家の最大限の活用をもって、特定復興再生拠点区域の先行解除の判断等に貢献する特に顕著な成果を創出した。⇒【8/12】 ●IAEA、OECD/NEA等の国際技術会合に専門家を派遣し、安全指針文書の策定や国内外の原子力防災対応体制の強化に貢献するとともに、原子力防災の最新状況の提供及び収集・分析を行った。 ●IAEA緊急時対応訓練(ConvEx)への参加により支援プロセスを確認するとともに、IAEAの緊急時対応研修への支援等を通じて国際的な人材育成に貢献した。 <p>○主な参考指標</p> <ul style="list-style-type: none"> ・機構内専門家を対象とした研修や訓練等の実施回数: 165回・930人(目標44回) ・国内の原子力防災関係要員を対象とした研修や訓練等の実施回数: 90回・2,042人(目標56回) ・国、地方公共団体等の原子力防災訓練等への参加回数: 12回+緊急時モニタリングセンター訓練8回(目標5.8回) 	<p>(2) 原子力防災等に対する技術的支援</p> <ul style="list-style-type: none"> ・機構内外の原子力防災関係者への研修・訓練の実施 ・国、地方公共団体の原子力防災体制の基盤強化支援 ・原子力防災に関する調査・研究等の実施 ・国内外の原子力防災対応体制の強化支援 ・海外で発生した原子力災害への技術的支援、国際的な人材育成支援

年度評価

自己評価

評価

A

(1) 原子力安全規制行政への支援及びそのための安全研究

【自己評価「A」】

- ・外部資金を獲得してNSRR, HIDRA等を用いてデータを取得したほか、多様な原子力施設のシビアアクシデント対応等に必要の安全研究を実施した。
- ・OECD/NEAプロジェクト等の国際協力や産学との連携による成果の最大化に取り組み、燃料デブリの乱雑な性状分布を扱える計算ツールを世界で初めて開発する等の成果を得たほか、平成27年度から平成30年度までの平均発表数を上回る査読付論文の公表、国内外の研究機関への解析コードの外部提供を行い、研究成果が米国機械学会の基準に採用されるなど、国際的に高い水準の顕著な成果を創出した。
- ・多くの受託事業を獲得して規制ニーズに対応し、RIA基準改訂案の提案や特定復興再生拠点区域の先行解除の実施に貢献したほか、原子力規制委員会の検討会への専門家派遣等を通じて国の規制基準類の整備等のための人的・技術的支援を行うなど、顕著な成果を挙げた。
- ・外部有識者から「基盤施設の整備・更新に努めている、研究成果の活用や人材育成等による規制への貢献が顕著である、国際的な枠組みでの研究協力等が広く進められている」等、高評価の意見を得た。

(2) 原子力防災等に対する技術的支援

【自己評価「S」】

- ・原子力防災体制の強化、機構の緊急時支援体制の強化、人材育成等の支援業務を拡大かつ多様化することにより、全ての定量的目標を1.6倍から3.8倍上回るレベルで達成した。
- ・我が国独自の多様な研修プログラムを開発した。原子力災害対策本部で意思決定を担う中核人材の育成に活用されるなど、特に顕著な業績をもって国と地方公共団体が進める原子力災害対応体制の強化に貢献した。
- ・地域防災計画の作成を後押しする内閣府のニーズに呼応して実施した、屋内退避の被ばく低減効果等の研究成果は、避難計画等における防護対策の定量的な判断指標となるものであり、我が国の原子力災害対策の基盤整備に不可欠な技術的よりどころを与えた特に顕著な成果に値する。
- ・原子力規制委員会のニーズに呼応して、新たに3件の研究開発を部門内外と連携しつつ推進し、部門を跨ぐプロジェクトの統括及び限られた専門家の最大限の活用をもって、モニタリングの最適化や特定復興再生拠点区域の先行解除の判断に貢献する特に顕著な成果を創出した。

年度計画の達成に加え、世界初となる燃料デブリの臨界計算ツールを整備するとともに、RIA基準改訂案の提案、特定復興再生拠点区域の先行解除へ貢献するなど、原子力安全規制行政を技術的に支援する上で顕著な成果を創出した。

目標を大きく上回るレベルで年度計画を達成するとともに、東京電力福島第一原子力発電所事故を経験した我が国において政策的に重要な原子力防災を大きく推進させた特に顕著な成果を創出した。

年度計画を達成し、研究資源の増強、国内外の研究協力の推進、規制ニーズを的確に捉えた受託事業の遂行及びそれらの成果の活用等、研究開発成果の最大化に取り組み、国際水準の顕著な安全研究成果を創出するとともに、原子力防災に対する支援を拡大し、原子力安全規制行政等への実効的かつ顕著な技術的・人的支援を行ったことを総合的に判断し、自己評価を「A」とした。

【令和元年度業務における課題】

- ① 研究成果の最大化の促進、業務の効率化
- ② 緊急時対応の実効性向上に必要な人材と体制の強化

【今後の対応】

- ① 原子力規制庁との人員相互派遣を含む人材の確保・育成、横串機能強化のための研究体制の強化、技術継承のための知識基盤の構築、大型装置等を核とした国際協力の連携強化を行う。
- ② 原子力防災に係る人材育成、調査・研究等を進め、より実効的な緊急時対応体制の構築に取り組むとともに、拡大する原子力規制委員会や内閣府のニーズを技術的に支援するための更なる体制強化を図る。

參考資料

年度評価

原子力安全規制行政及び原子力防災等への技術的支援

【平成30年度主務大臣評価結果への対応状況】

・NSRRによるデータ取得は評価できるが、メカニズム解明等の適切な考察を行い規制に貢献できる高い技術水準の成果創出を期待する。また、引き続き、大型実験装置や解析コードを活用し研究を推進していくべき。

✓ 燃料破損メカニズム解明のため、ペレット挙動に着目した要素試験や被覆管破損過程の詳細解析等を実施したほか、最新知見に基づく破損マップ等の形で整理して、より合理的な規制基準の考え方の検討を進めた。

STACY整備やCIGMA等の大型装置を用いた実験を原子力規制庁からの受託事業で実施するとともに、FEMAXI-8による燃料挙動評価等の解析コードを活用した研究を進めた。

・多くの論文を発表しているが、機構としての強みを生かし、より質の高い論文を発表する等の成果創出に取り組むべき。

✓ OECD/NEA等の国際協力を積極的に活用する等して国際水準の成果を創出したほか、それらの成果を取りまとめて発表した論文に対して学会等より4件の論文賞を受賞する等、質の高い論文発表に取り組んだ。

・原子力防災について、訓練・研修回数等による評価のみでなく、それらにより自治体の防災力がどう強化されたのか評価すべき。

✓ 緊急時放射線モニタリングセンターでのデータ解析や試料分析等に関する指導を通じて自治体の緊急時対応能力が向上していることを確認したほか、研修後に受講生の理解度を確認して対応能力の向上を確認した。

・機構は原子力安全規制行政等への技術支援に係る人員や予算の情報を毎年度提示し、予算配分の考え方・決算についても自ら説明責任を果たす必要がある。

✓ 安全研究センターとNEATそれぞれの会計をその他のものと区分し、原子力規制委員会国立研究開発法人審議会の機構部会において人員や予算・決算の収支に係る情報を提示した。また、令和2年1月に開催した規制支援審議会において、安全研究に係る予算配算の考え方や収支の開示について了承された。

・主務大臣評価書で指摘された事項への対応状況を明確にすること。

✓ 主務大臣からの指摘事項への対応状況がわかるように、自己評価書の作成及び説明に努めた。

・規制研究の取り組みについて国民に理解してもらうための広報活動のあり方の模索が必要である。

✓ 平成30年度から部門内に広報担当の役割を設け、機構内外の広報関係者との交流等を通じてアウトリーチ活動の質の向上や範囲拡大等に取り組んだほか、広報部との連携によるプレスリリースの発信や広報誌への記事掲載等を行った。また、報道関係者向けに機構の安全研究に関する勉強会を初めて開催した。

年度評価

原子力安全規制行政及び原子力防災等への技術的支援

【中間評価主務大臣評価結果への対応状況】

・NSRRによる注目すべき試験データが得られているほか、CIGMA装置の稼働による格納容器内熱水力現象解明に係る重要なデータが得られている。今後とも、これらの成果を規制に関する知見の充実及び規制基準への反映等に展開するべき。

✓ NSRR実験で破損した燃料について破損メカニズム解明のための要素試験や詳細解析を行うとともに、得られた最新知見に基づいたより合理的な規制基準の考え方の検討を進めたほか、CIGMA装置を用いて格納容器の過温破損に係る熱水力挙動等のデータ取得を進めた。引き続き原子力規制委員会や学協会等への最新知見の提供、原子力規制委員会等における検討会等への参加を通じて、規制基準類整備のための技術的支援を行っていく。

・原子力防災に対する技術的支援について、今後は、各自治体の防災に対する意識向上や防災計画の充実等、具体的な成果につながるよう取り組むべき。

✓ 原子力防災に対する技術的支援として、緊急時放射線モニタリングセンター及び一時移転者の避難退域時検査の対応を通じて、各自治体の原子力防災に対する意識向上等に努めた。

・安全研究・防災支援部門の研究資源の維持・増強については、今後も安全研究センターとNEATの会計をその他のものと区分して管理し、研究資源に係る情報を毎年度提示するとともに、予算配分の考え方・決算について自ら説明責任を果たす必要がある。

✓ 安全研究センターとNEATそれぞれの会計をその他のものと区分し、原子力規制委員会国立研究開発法人審議会の機構部会において人員や予算・決算の収支に係る情報を提示した。また、令和2年1月に開催した規制支援審議会において、安全研究に係る予算配算の考え方や収支の開示について了承された。

・東京電力福島第一原子力発電所事故を踏まえて重要性が増した過酷事故、外的事象などを含め、広範囲にわたる原子力安全に関する研究課題について、規制のニーズを考慮しつつ、機構自ら問題意識を持って、さらに積極的に研究を進めるべき。

✓ シビアアクシデント評価及び地震・飛翔体衝突等の外部事象に係る研究は、当センターの重点課題と位置付けて、機構内他部門、他機関や大学等と連携・協力しながら進めるとともに、引き続き質の高い研究成果を挙げられるよう努めた。

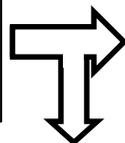
年度評価

原子力安全規制行政及び原子力防災等への技術的支援

中立性及び透明性を確保しつつ安全研究を進め、規制支援活動を推進

【令和元年度当初計画】

- ・業務を行うための組織を原子力施設の管理組織から区分するとともに、研究資源の継続的な維持・増強に努める。
- ・規制支援審議会において、当該業務の実効性、中立性及び透明性を確保するための方策の妥当性やその実施状況について審議を受け、業務を実施する。

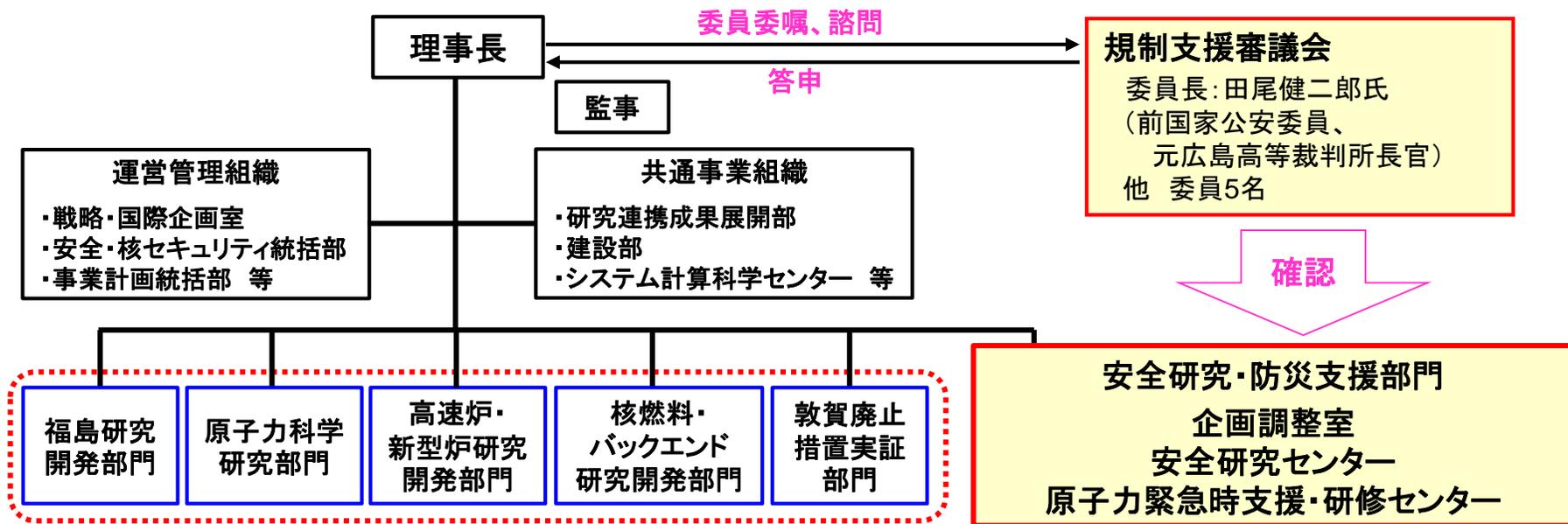


【成果】

外部資金を活用した職員採用、新たな研究ニーズに対応する大型試験装置の整備等により研究資源を増強するとともに、実効性、中立性及び透明性を確保した規制支援業務を達成した。

規制支援審議会を令和2年1月に開催し、当該業務の妥当性について確認を受け、中立性と透明性を確保した規制支援業務を達成できた。

- ・受託研究、共同研究、委託研究の実施については、平成27年2月に策定(平成30年4月改定)した「[規制支援に直結する原子力規制委員会からの受託事業の進め方について－中立性・透明性の確保について－](#)」(受託事業実施に当たってのルール)を遵守していることが確認された。
- ・被規制側の部門長を兼務する安全研究・防災支援部門長の具体的な決裁状況についても審議を受け、中立性が担保されていることが確認された。



【アウトカム】 中立性及び透明性を確保して業務を実施し、規制支援活動に対する信頼性の向上を図った。

年度評価

原子力安全規制行政及び原子力防災等への技術的支援

外部資金により研究資源を維持・増強することにより新たな実験データ等を取得し、規制支援活動を推進

【令和元年度当初計画】
【成果】

・研究資源の継続的な維持・増強に努め、技術的能力を向上させる。



- ・安全研究や規制支援業務の実効性をより一層高めるため、定年制職員8名を採用した。
- ・外部資金による研究施設を整備するとともに維持管理費を確保した上で試験を実施し、大型施設基盤の増強・維持を図った。

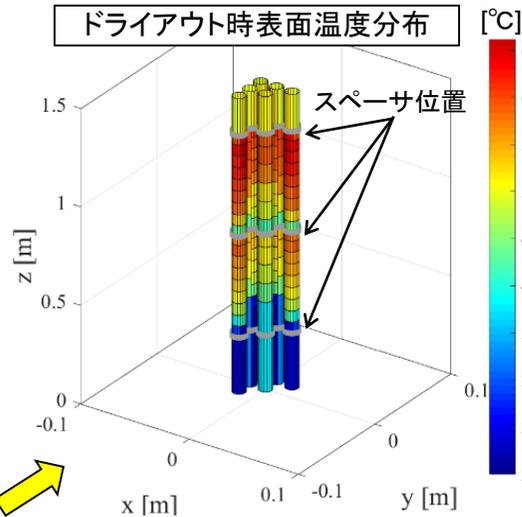
軽水炉の事故時熱流動における炉心熱伝達のメカニズム解明のための実験(令和元年5月にプレス発表)

(平成31年度原子力施設等防災対策等委託費(軽水炉の事故時熱流動調査)事業の成果の一部)

熱的に厳しい沸騰遷移後条件における炉心熱伝達メカニズムの解明と評価モデル構築を目的とした研究を実施した。目的に応じた複数の実験装置を整備し、数値解析による検討と共に、機構論的な熱伝達評価モデルを構築した。

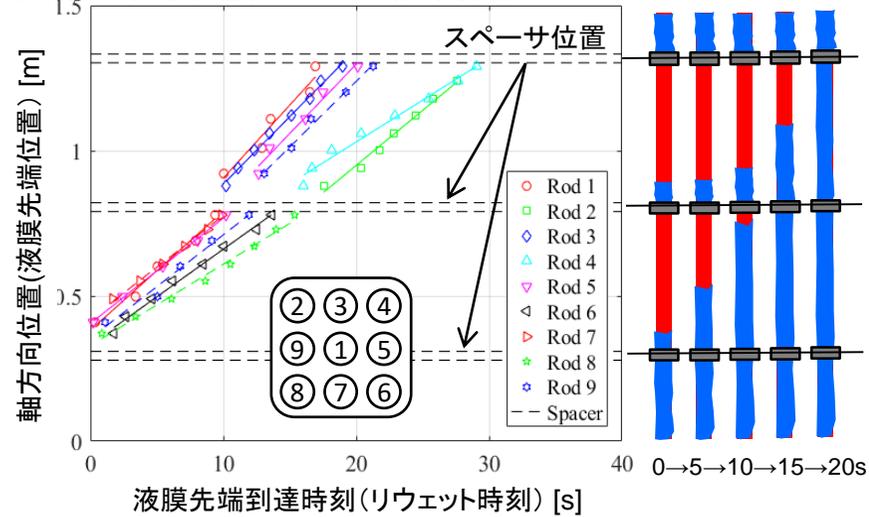
- ・先行冷却可視化装置: 可視化及び詳細計測に基づき、現象の物理的なメカニズムを把握した。
- ・高圧単管実験装置: 単純な試験形状で実機熱水力条件によりモデルを構築するとともに、検証データを取得した。

- ・HIDRA装置(平成29年度完成): 実機BWRの炉心形状を模擬したバンドル試験部を備える高圧熱流動ループ実験装置。スクレーピングや形状効果、スペーサの効果等を含む評価モデルの実機適用性を検証した。



3x3バンドル試験部の燃料棒表面温度計測に基づく可視化画像。高温部分が液膜のドライアウト(乾き)領域を示し、スペーサの存在によって湯き面が分断される様子が確認された。

液膜
リウエット



ヒータ出力を低下させ、燃料棒をリウエットさせることで液膜冷却を回復させる。液膜の進展が、スペーサや流路壁により影響を受ける様子が確認された。広範な事故時熱水力条件でのデータベースを構築し、最適評価の予測性能を向上させるための技術的知見を提供した。

上記のほか、外部資金による定常臨界実験装置(STACY)更新、原子炉安全性研究炉(NSRR)、大型格納容器実験装置(CIGMA)等による実験を実施した。

【アウトカム】 人員強化や施設整備等を通して研究資源の増強を図ることにより、原子力施設における重大事故対策の有効性確認等、原子力の安全性と信頼性の向上への寄与が期待される。

年度評価

(1)原子力安全規制行政への技術的支援及びそのための安全研究

ニーズに呼応した安全研究を実施し、規制活動等へ貢献

○研究成果等の活用による基準類や規制への貢献

No.	技術情報名	提供先	貢献の具体的内容
1	原子炉圧力容器溶接継手の供用期間中検査への確率論的破壊力学評価の適用事例及び感度解析	原子力規制委員会	国内原子炉圧力容器の確率論的健全性評価が可能な唯一の解析コードPASCAL4による解析結果が、原子力規制委員会で決定された維持規格の技術評価書に引用された。 ⇒ 原子力規制委員会による民間規格の技術的妥当性の判断に貢献した。
2	配管の弾塑性耐震評価に関する研究内容	日本機械学会	配管の弾塑性耐震評価のためのベンチマーク解析結果が、日本機械学会の発電用原子力設備規格設計・建設規格の事例規格「弾塑性応答解析に基づく耐震Sクラス配管の耐震設計に関する代替規定」において、地震時の配管系の損傷部位等を評価する手法の妥当性検証に活用された。
3	放射状に分布する内部複数亀裂のモデル化手法	ASME Code Section XI, Code Case N-877	ASME Code Section XIの他機関の委員とともに、放射状に分布する内部複数亀裂のモデル化手法を提案し、2019年6月に定められた事例規格N-877に反映された。
4	飛翔体衝突による原子力施設への影響評価に関する研究内容	ISO	飛翔体衝突による影響評価に係る成果(既往試験結果の再現解析結果等)をまとめた論文が、ISOで策定中の衝撃荷重(偶発作用)にかかる国際標準規格「ISO10252: Bases for Design of Structures – Accidental actions」の航空機衝突の節において引用された。
5	原子力施設の耐震安全性評価に関する研究内容	日本地震工学会、日本原子力学会	原子力施設の地震時の3次元挙動やフラジリティーの考え方等の耐震安全性評価に係る研究で得た知見が、日本原子力学会の標準書籍「原子力発電所の地震安全の原則 ～地震安全の基本的な考え方とその実践による継続的安全性向上～(AESJ-SC-TR016:2019)」の適用事例に反映された。
6	原子炉圧力容器の破壊靱性試験結果に及ぼす試験片の形状・寸法等の影響に関する解析結果	原子力規制委員会	原子炉圧力容器の破壊靱性評価に関する解析結果を、原子力規制委員会による日本電気協会電気技術規程の技術評価検討チーム会合に提供した。 ⇒ 原子力規制委員会による民間規格の技術的妥当性の判断に貢献した。
7	生活行動パターンのデータベース化	内閣府原子力被災者生活支援チーム/原子力規制庁	確率論的線量評価手法を用いた解析結果を内閣府原子力被災者生活支援チーム及び原子力規制庁に提供し、「特定復興再生拠点区域における放射線防護対策について」の策定において検討された結果、令和2年3月に特定復興再生拠点区域の先行解除が実施された。 ⇒ 我が国の地域防災計画・避難計画の策定に貢献した。
8	原子力災害発生時の防護措置—放射線防護対策が講じられた施設等への屋内退避—について [暫定版]	内閣府原子力防災	屋内退避の考え方や建屋構造別等の屋内退避による被ばく線量の低減効果、屋内退避時の留意点等について取りまとめた。これらの成果は、屋内退避施設整備に関する技術基準案の策定に活用される見込み。 ⇒ 我が国の地域防災計画・避難計画の策定に貢献した。



【アウトカム】 規制行政における最新の技術的知見等に基づく技術的支援及び人材育成に貢献した。