

参考資料

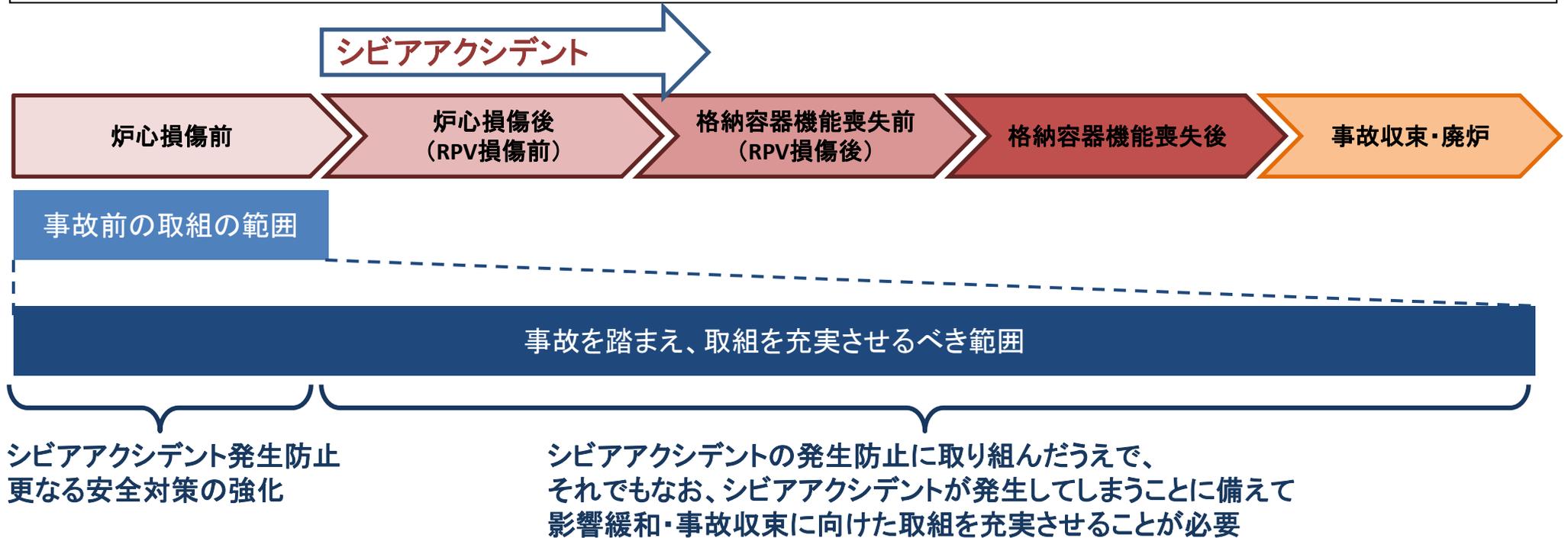
— 政府における原子力の更なる安全性向上 — のための研究開発

2014年2月
資源エネルギー庁

経済産業省における軽水炉関連研究

経済産業省における原子力の更なる安全性向上のための研究

福島第一原子力発電所事故の経験を踏まえ、「規制を満たせば安全は担保され事故は起きない」との認識を改め、事故の発生防止に向けた研究開発に加えて、シビアアクシデントを含む事故への対応能力の強化、さらに事故収束や廃炉に向けた研究開発についても充実させることが必要。



①技術基盤を整備し共有する観点から、国が主導し、事業者や研究機関と協力して実施すべき研究開発

(例)モデリング・シミュレーション技術、確率論的リスク評価、評価手法の検討 等

②技術的に困難で開発リスクが高いものの、実現した際の安全向上への寄与が大きく、我が国産業界及び国民の利益に資するものであり、事業者の取組を国が支援するもの。

(例)過酷事故時においても格納容器内の水位や温度が測定できる計装機器の技術開発
過酷事故時に水素発生や発熱反応が生じないセラミック素材の燃料被覆管の技術開発
廃止措置技術(遠隔操作技術、地下水流入抑制技術 等)の開発 等

更なる安全性向上のための研究開発事例

福島第一原子力発電所1～4号機の事故を踏まえて、既設原子力発電所の安全対策高度化に資する技術開発として、平成25年度予算で54.0億円を計上。

■ 発電用原子炉等安全対策高度化技術開発費補助金【平成25年度予算額 22.0億円】

(事業例) 過酷事故時原子炉水位計の開発

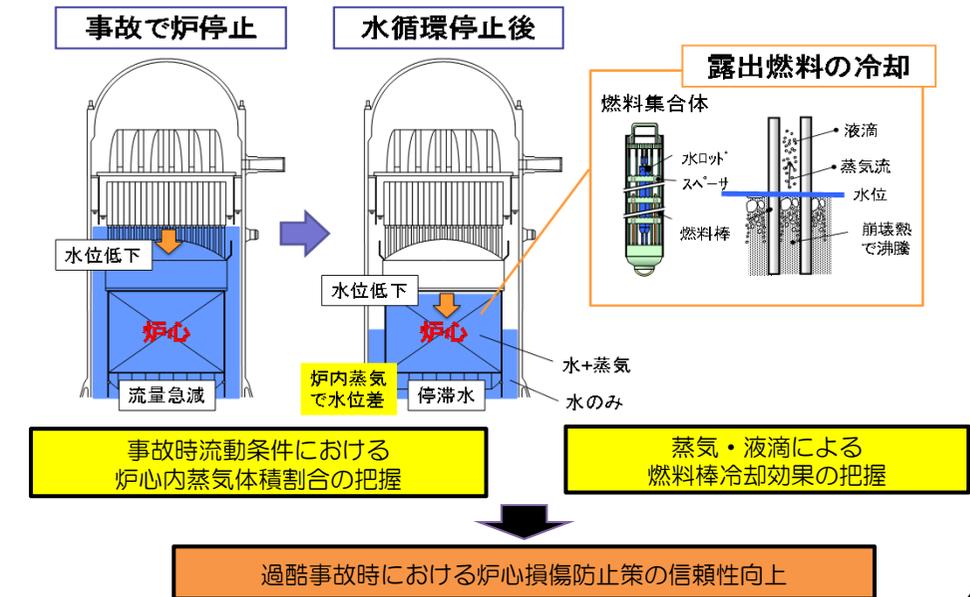
- 過酷事故環境下(高温、高圧、高放射線)において、要求機能を維持できる原子炉水位計を既設とは異なる新方式センサで開発する。
→プラントにおいて重要なパラメータの計測を可能とし、過酷事故事象への進展抑制に資する。

	差圧式(従来)	差圧式(キャピラリー式)	超音波式			熱電対式
			下方設置	壁面設置	ガイド波式	
構成						
原理説明	容器液体中の基準レベルでの圧力と、液面上部に満たされた蒸気やガス圧力の差圧から液面を測定。現状方式。	シールセンサ付ダイヤフラム式差圧伝送器にて水位を検出。	超音波センサから音波を送受信。水/空気の音響インピーダンス差から発生する反射波を測定し、到達時間差から水面位置を計測。	容器(RPV、計測管)側面に超音波センサを配列、超音波の反射エコーの信号強度から気相/液相を判別。	炉内貫通管、計測管、導波棒からガイド波(表面超音波)を入射し、水面からの反射信号を受信し、水面位置を測定。	水/気体の温度(熱伝導率)差から水面を検出。

■ 発電用原子炉等安全対策高度化技術基盤整備委託費【平成25年度予算額 32.0億円】

(事業例) 燃料露出過程における熱流動現象の解析手法の高度化

- 原子炉水位が低下して燃料が水面上に露出した場合の露出燃料の冷却特性をモデル化する。
→炉心損傷回避策(設備、マネジメント)の有効性評価をより適切なものとし、炉心損傷防止策の信頼性を向上させる。



(参考) 更なる安全性向上のための研究開発

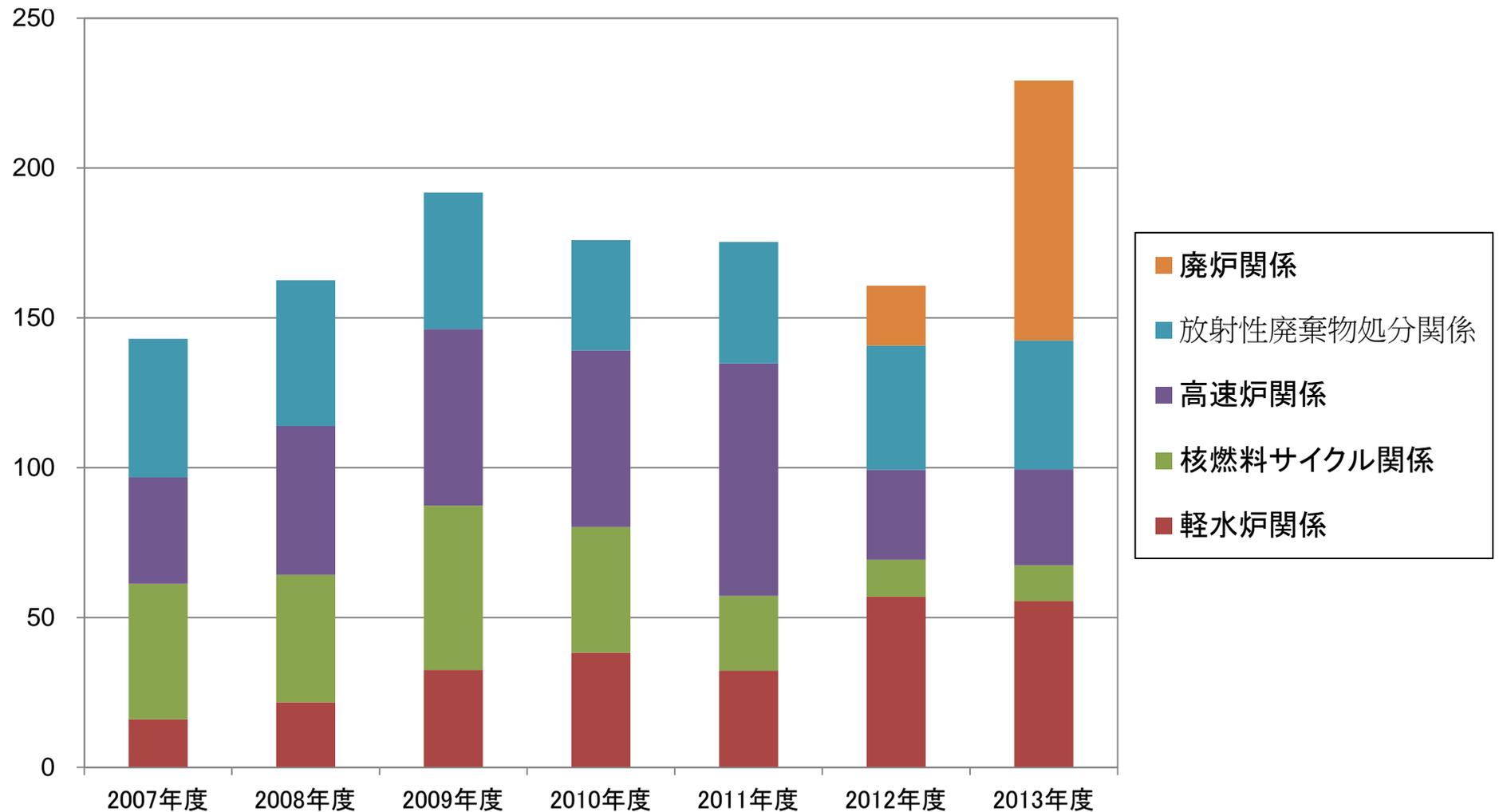
事業名	概要
過酷事故用計装システムに関する研究	福島事故を念頭に過酷事故対応への要求仕様を再整理し、過酷事故が発生した場合においても原子炉水位や圧力などのプラント重要パラメータの計測を可能とする計装システムを開発。
プラント安全性高度化	福島第一事故を踏まえ、深層防護の観点から発電用原子炉施設の安全を更に高度なものとするため必要な、免震システムの評価手法、静的格納容器冷却システム、熔融デブリ炉内保持(IVR)等の技術を開発。
燃料露出過程における熱流動現象の解析手法の高度化	評価対象とする燃料露出シナリオの選定と、過酷事故解析に基づく低圧並びに高圧シーケンスの起因条件設定を行い、燃料露出試験を実施し、得られた試験結果によって燃料露出過程評価モデルを構築し、過酷事故緩和策の最適化を図る。
原子力安全対策高度化に資する技術マップの策定	既設の原子力施設の安全性向上に向けた取組について、「技術」の観点から、どのような課題が存在し、その課題解決に向け産学官がどのように取り組んでいくべきか全体を網羅した技術マップを作成し、産学官で広く共有する。
原子力緊急時対応資機材の整備・運用	世界最高水準の安全を追求していく観点から、国としても、事故発生時に対応すべきミッションを踏まえ、レスキュー部隊の機能向上が期待される研究開発課題等について検討し、課題の抽出、検討に取り組む。
モデリング・シミュレーションの高度化	原子力施設プラントのモデリング・シミュレーション技術の開発や高度化に向けて、我が国の原子力施設の安全を支える重要な技術基盤として、我が国独自のモデリング・シミュレーション技術を開発し、その成果を反映した解析コードやソフトウェア等の開発、それを継続的に活用していくための体制について検討を行う。
水素安全対策高度化	原子力における水素濃度の管理の重要性について指摘されていることから、今後の廃止措置、廃棄物管理における水素安全評価・対策に適切に対応するための基盤技術の高度化整備を図る。
燃料露出過程における熱流動現象の解析手法の高度化	評価対象とする燃料露出シナリオの選定と、過酷事故解析に基づく低圧並びに高圧シーケンスの起因条件設定を行い、燃料露出試験を実施し、得られた試験結果によって燃料露出過程評価モデルを構築し、過酷事故緩和策の最適化を図る。
フィルタベントの性能評価のための技術基盤整備	スケール効果を確認する実条件中規模実験を実施することを視野にいれつつ、フィルタベントの除染能力評価ツールの開発と、環境への放射性物質放出量評価に取り組む。
シビアアクシデント時の燃料破損・熔融過程解析手法の高度化	シビアアクシデントにおける炉心損傷の解析手法の高度化に向けて、起こりうる種々の化学反応を考慮した燃料及び制御棒の破損・熔融の素過程の理解とモデル化を実施する。さらに、得られた成果を活用して、事故耐性の高い制御棒概念など、シビアアクシデント対策の多様性・柔軟性・操作性の確保に向けた具体的な方策を検討する。
特殊環境下で使用可能な監視システム高度化	原子力施設でシビアアクシデントが発生した際に、プラント状態を監視するため、過酷環境下でも高解像度で監視できる耐放射線性カメラ、計測線、撮影した映像を伝送するシステム等の基盤構築に向けた研究開発課題の抽出、検討を実施する。
原子力緊急事態における作業支援機器に係るフィージビリティスタディ	原子力施設における緊急時対応において、作業員が行う支援等も含めた作業シナリオを設定し、そうした場におけるパワーアシストスーツの実用可能性を検討するとともに、実用化に向けた研究開発課題の抽出と検討を行う。
高エネルギー密度蓄電池の火災防護対策に向けた基盤整備	原子力発電所への導入を視野に入れたりチウムイオン電池モジュールを収納した耐震盤を試験供試体として製造し、原子力発電所に設置する場合を模擬した構成で加熱試験を行い、火災防護対策に向けた基盤データの整備を行う。
シビアアクシデント時の水素処理システムの開発に向けた基盤整備	シビアアクシデント時に発生する水素について、酸素を必要としない方法で迅速に処理し、格納容器を過圧から防護することにより環境への放射性物質の放出を最低限に抑える方策について検討を行う。
薄型コアキャッチャーの開発に向けた基盤整備	既設炉の格納容器床面に設置することで、熔融炉心-コンクリート相互作用による不凝縮性ガスの発生を防止する薄型のコアキャッチャーを開発する。既設炉に限られたスペースに設置することを前提に、分割可能な形態とするとともに、コアキャッチャー内部に冷却材を通すことで炉心溶融物の冷却能力向上を図る。
原子力発電施設に適用する制震装置開発に向けた基盤整備	高減衰特性を有する流体を用いた制振構造要素について、一般建築物において使用実績を重ねており、原子力発電施設への適用可能性が高いと想定されるものを選定し、その特性を確認し、今後の研究開発に向けた基盤技術を整備するため、必要な試験を行い、その有効性を確認する。

原子力技術開発予算額の推移

3. 11以降は、東京電力福島第一原子力発電所の事故で得られた教訓を踏まえ、原子力発電所の更なる安全対策高度化に資する技術開発や、東京電力福島第一原子力発電所の廃炉に向けた技術開発を主に実施。

(億円)

経済産業省における原子力技術開発予算額の推移



文部科学省における原子力関連研究

原子力基礎基盤戦略研究イニシアティブ

26年度予定額：710百万円
(25年度予算額：710百万円)

<概要>

- 東電福島原発事故を踏まえ、原子力安全の一層の高度化や新たに顕在化した課題の早期解決とともに、原子力を支える技術基盤の確保・充実のためには、大学等研究機関における基礎的・基盤的研究を推進し、我が国の原子力研究の裾野の拡大を図ることが重要。
- このため、政策ニーズに即した研究対象領域・テーマを設定し、競争的な環境の下で、課題解決に資する新たな科学的知見の創出や、機関や分野を超えた連携による取組を推進する。

戦略的原子力共同研究プログラム

概要:社会課題を解決するため、政策ニーズに即した基礎的・基盤的研究を推進するとともに、組織や研究領域を超えた連携により、有機的かつ相乗的な効果を生み出すための共同研究活動を促進する。

実施事業(例):

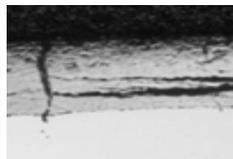
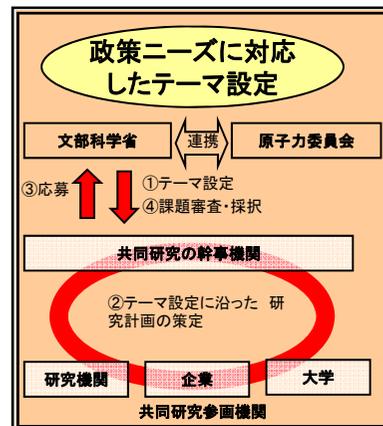
- 原子炉材料の劣化挙動に係る基礎基盤研究
- 放射線医学の高度化に向けた基礎研究
- 植物への放射線照射による突然変異に係る基礎研究

実施期間:3年間

実施規模:新規2課題(計 約0.6億円)

対象機関:大学、民間企業、独立行政法人 等

【選定スキーム】



(材料の安全研究)



(低線量被ばく研究)

復興対策基礎基盤研究プログラム

概要:事故を踏まえ、新たに顕在化した課題への対応や、原子力安全の一層の高度化に資する基礎的・基盤的研究を重点的に推進する。

実施事業(例):

- プラントの安全性向上に係る基礎基盤研究
- 放射線影響・低減に係る基礎基盤研究
- 原子力と社会の関わりに係る人文・社会科学的研究

ワークショップ開催



実施期間:3年間

実施規模:継続17課題(計 約4.7億円)

新規4課題(計 約1.0億円)

対象機関:大学、民間企業、独立行政法人 等

※この他、上記課題の管理(審査・評価等)を行うための委託業務(0.8億円)を実施。

原子カシステム研究開発事業

(国が直接実施する必要のある国家課題対応型研究開発推進事業として一体的に推進)

平成26年度予定額	: 1,940百万円
エネルギー特会予定額	: 1,940百万円
(平成25年度予算額)	: 2,093百万円)

<概要>

- 原子力が将来直面する様々な課題に的確に対応し解決するとともに、原子力分野における我が国の国際競争力の維持・向上を図るため、多様な原子カシステム(原子炉、再処理、燃料加工)に関し、基盤的研究から工学的検証に至る領域における革新的な技術開発を実施。
- 特に、東電福島第一原子力発電所事故を踏まえ、大学等研究機関における既存原子力施設の安全対策強化等に資する共通基盤的な技術開発を支援するとともに、放射性廃棄物の減容及び有害度低減等の環境負荷低減に資する技術開発を支援する。

実施主体:文部科学省 選定方法:専門家からなるPD・PO及び審査員による審査のうえ採択(競争的資金制度)

安全基盤技術研究開発 (13.7億円)

◆原子力発電所事故を踏まえ、革新的原子カシステムと既存原子力施設の安全性向上に関する共通基盤技術の強化・充実に資する研究開発を実施する。

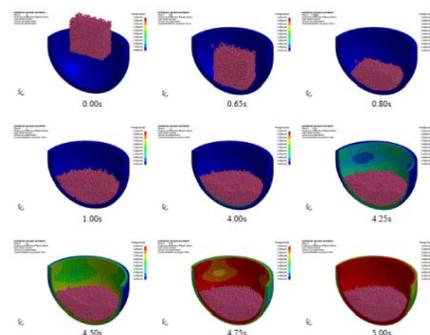
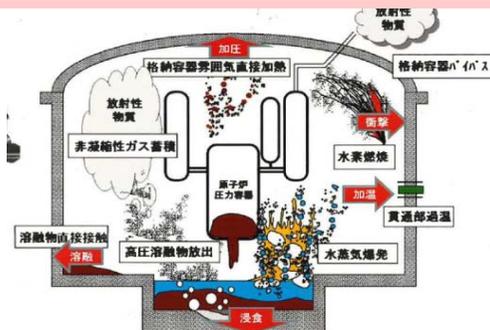
◆考慮すべき重点事項

- 原子力安全基盤技術の維持強化
- 原子力基盤を支える人材育成の強化

◆期間 : 4年以内

◆対象機関: 大学、独立行政法人、
社団・財団法人、民間企業等

◆実施方式: 国からの研究委託



【研究例】極限荷重に対する原子炉構造物の破損メカニズム解明と破局的破壊防止策に関する研究開発

環境負荷低減技術研究開発 (3.9億円)

◆放射性廃棄物の減容及び有害度の低減等を目的とした専焼炉や使用済燃料の処理技術等の環境負荷低減技術に関する革新的な技術開発を実施する。

◆考慮すべき重点事項

○放射性廃棄物の減容、有害度低減等の技術開発

○原子力基盤を支える人材育成の強化

◆期間 : 4年以内

◆対象機関: 大学、独立行政法人、
社団・財団法人、民間企業等

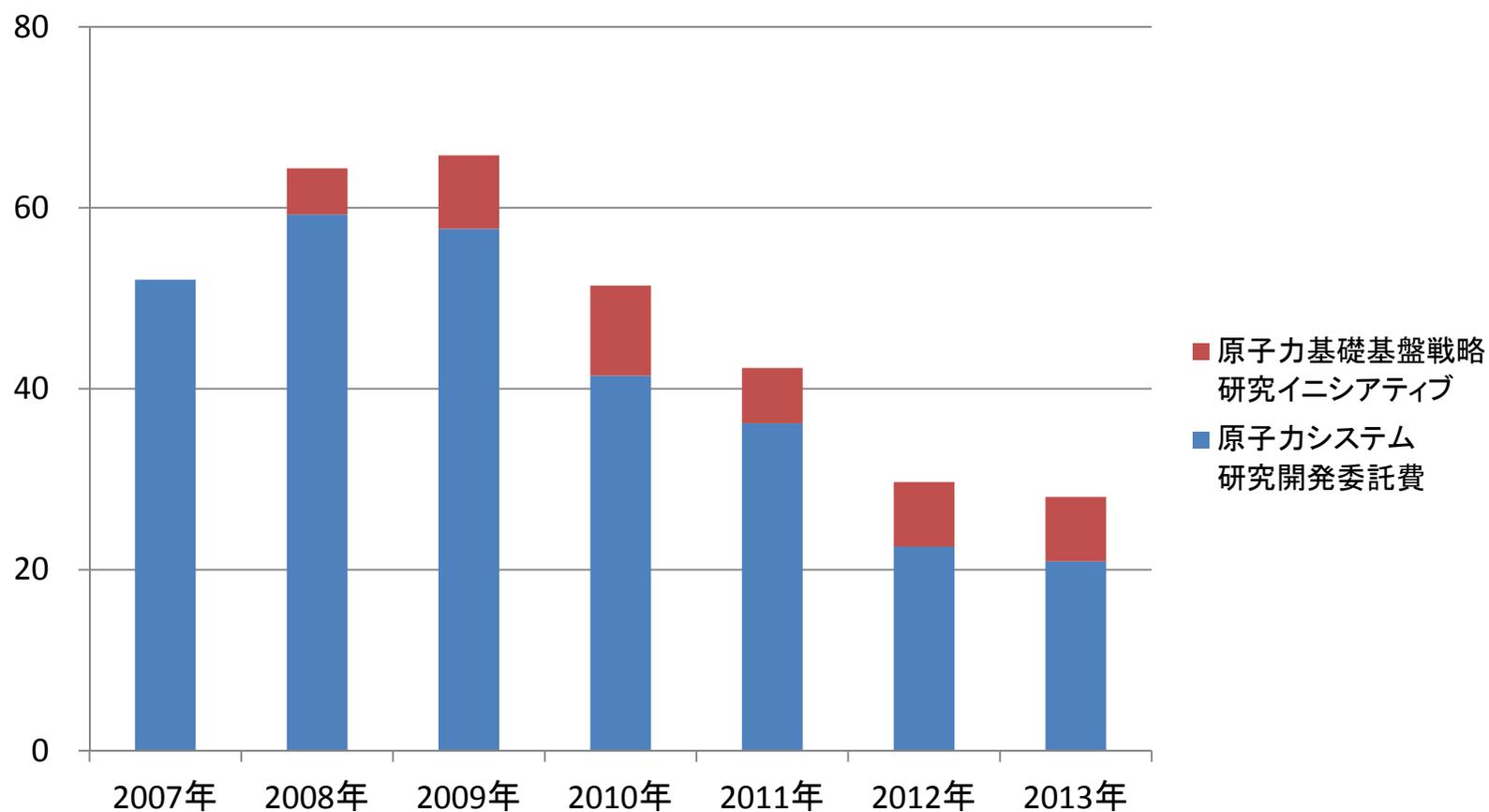
◆実施方式: 国からの研究委託

注)このほか、研究課題の進捗管理等を行う課題管理として、1.8億円がある。

原子力研究開発予算額の推移

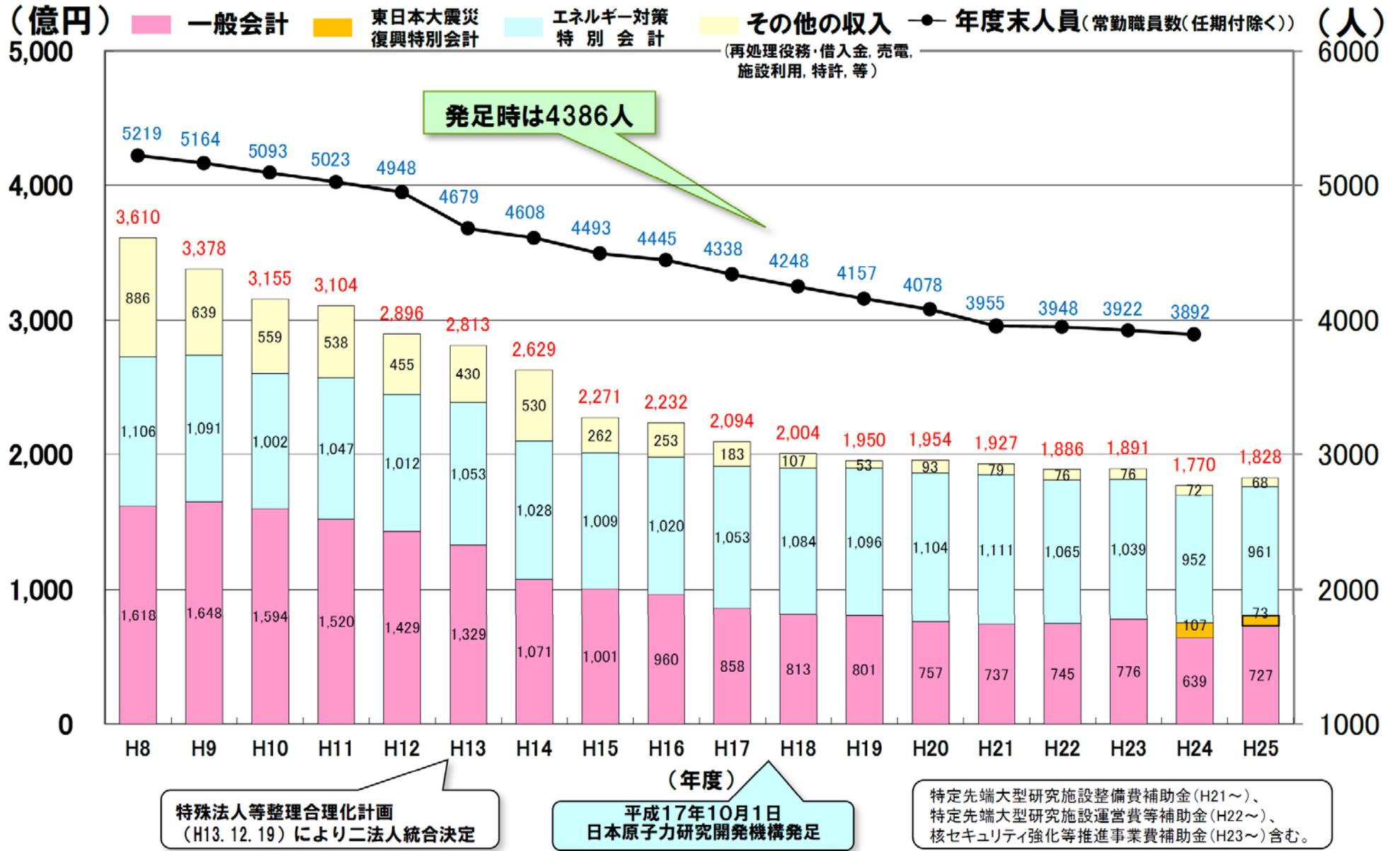
文部科学省における原子力研究開発予算額の推移

(億円)



日本原子力研究開発機構(JAEA)における 研究開発予算推移

旧二法人と人員・予算推移



研究費の推移

