



文部科学省

MINISTRY OF EDUCATION,
CULTURE, SPORTS,
SCIENCE AND TECHNOLOGY-JAPAN

資料1-1

科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会
原子力科学技術委員会
原子力研究開発・基盤・人材作業部会（第2回）
R1.11.28

原子力イノベーションの実現に向けた 研究開発事業の見直しについて

研究開発局 原子力課

文部科学省における現行の原子力研究開発事業

＜原子力システム研究開発事業＞ 令和元年度予算額 1,212百万円（平成30年度予算額 1,164百万円）

＜概要＞

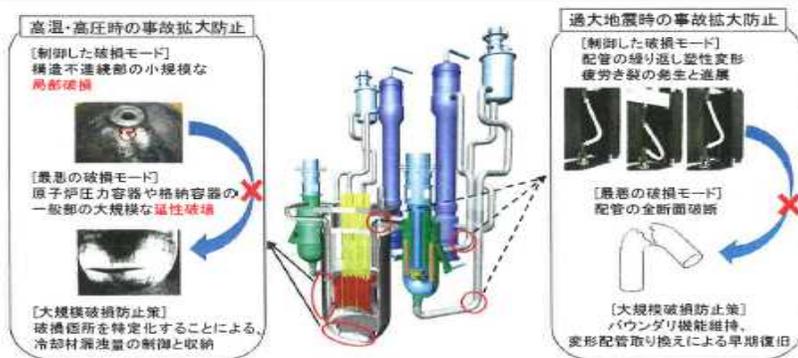
- 原子力が将来直面する様々な課題に的確に対応し解決するとともに、原子力分野における我が国の国際競争力の維持・向上のため、多様な原子力システム(原子炉、再処理、燃料加工)に関し、基盤的研究から工学的検証に至る領域における革新的な技術開発を実施。
- 特に、東電福島第一原子力発電所事故及び「エネルギー基本計画」(平成30年7月3日閣議決定)を踏まえ、大学等研究機関における既存原子力施設の安全対策強化等に資する共通基盤的な技術開発、放射性廃棄物の減容及び有害度低減に資する技術開発を引き続き支援する。

安全基盤技術研究開発

- 原子力発電所事故を踏まえ、革新的原子力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
- 期 間:4年以内
- 経 費:タイプA 年間1億円以内(1課題あたり)
タイプB 年間2千万円以内(1課題あたり)
- 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】

「破壊制御技術導入による大規模バウンダリ破壊防止策に関する研究」(タイプA)

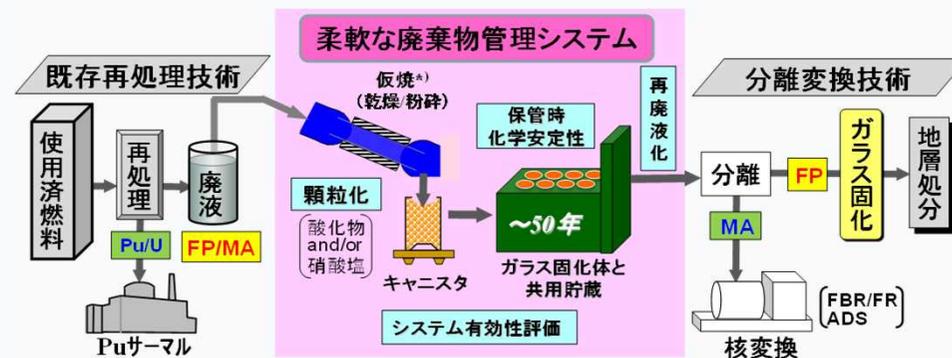


放射性廃棄物減容・有害度低減技術研究開発

- 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
- 期 間:4年以内
- 経 費:タイプA 年間1億円以内(1課題あたり)
タイプB 年間2千万円以内(1課題あたり)
- 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】

「MA分離変換技術の有効性向上のための柔軟な廃棄物管理法の実用化開発」(タイプA)



【原子力システム研究開発事業の見直しについて】

- 現行の事業における成果とうまくいかなかった点を分析し、今後どういう成果に持っていか、またそれを達成するための新たな事業イメージを示すと、非常に説得力がある。(ギャップ分析の必要性)
- 現行の事業は、提案者と評価者間のクローズな研究の世界になっていたが、見直し案においては、NEXIPにおける経産省との連携、産業界との連携、人材の活用といった観点があり、方向性として据えておくべき。
- テーマの選定がこの事業の成否の胆になる。例えば、最近のニーズであれば廃炉事業に向く傾向にあり、イノベーションといえばSMRs (Small Modular Reactors) といったことが思い浮かぶが、本当にそういう方向性だけでいいのかというところを考えていく必要もある。
- アメリカのEPRI (Electric Power Research Institute) では、1週間企画会議を行い、ユーザーのニーズを徹底的に吸い上げ、ユーザーに支持されるようなテーマを設定すると聞く。こういったプロセスをどう組むか。また、一度テーマを決めた後でも、数年かけて、実施する内容を収束していくという柔軟性もあってよい。

原子力システム研究開発事業の見直しの方向性

<研究開発に関する政策の方向性>

- 「安全性・信頼性・効率性の一層の向上」「多様な社会的要請の高まりも見据えた原子力関連技術のイノベーションを促進」「産学官の垣根を越えた人材・技術・産業基盤の強化」（第5次エネルギー基本計画）
- 「壁を越えた知識基盤の構築」「新しい技術を迅速に市場に導入するための連携や協働」（原子力委員会「原子力利用に関する基本的考え方」）

<国内基盤のぜい弱化>

- 原子力関係学科・専攻の減少
- 試験研究炉の運転稼働時間減やそれに伴う人材育成の機会減少等

<国際動向>

- 欧州や米国においては、技術開発そのものの推進に加え、技術開発の実用化を促進するような分野横断的な研究開発プロジェクトも並行して推進。

<見直しに向けた視点>

- 戦略的なテーマ設定ができていないのではないか。
- シーズプッシュ型の課題が多く、実装につなげる視点が不足しているのではないか。一方、斬新なアイデアをどのように拾い上げるか。
- 原子力以外の分野の優れた知見を積極的に取り込めていないのではないか。
- 事業の管理においては、個々の課題の研究進捗確認に重きが置かれているのではないか。

①戦略的なテーマ設定

- 事業運営会議の新設
- 炉型別の視点だけでなく、横断分野も意識したテーマ設定
例：計算科学（モデリング・シミュレーション）、燃料、材料、ロボティクス等
- 経済産業省事業との連携を強化

②公募メニューの見直し

- 実用化につなげる戦略的な基盤研究と斬新なアイデアを活かす仕組みを両立するため、公募メニューを再編

③他分野の知見の積極的な取込み

- 募集要項で他分野との連携を奨励
- JST等との連携を強化、他分野の新興技術領域との間で知見の取込みやスピナウトを促進

④PD・POのマネジメント強化

- 課題の進捗管理に加え、PD・POが課題の運営に積極的に関与する仕組みの導入
- 課題間の連携、他分野からの知見の取込み、ニーズの把握や実用化に向けてPD・POがアドバイス

原子カシステム研究開発事業の見直しについて

[第1回原子力研究開発・基盤・人材作業部会(令和元年8月30日)資料]

エネルギー基本計画(平成30年7月)を踏まえ、多様な社会的要請に応えつつ、原子力イノベーションを支える基礎基盤研究を戦略的に推進するため、下記の方角で原子カシステム研究開発事業を見直し。

現行の事業概要

【募集テーマ】

- 安全基盤技術研究開発
- 放射性廃棄物減容・有害度低減技術研究開発

【応募対象者】

大学、独立行政法人、社団・財団法人、民間企業等

【課題審査】

外部有識者等で構成される審査委員会において採択課題候補を選定

※研究開発公募事業における標準的な審査基準

- ①研究目標の妥当性、②革新性、独創性、新規性、
- ③研究効果、発展性、④研究計画の妥当性、効率性、
- ⑤ワーク・ライフ・バランス等の取組

【研究開発規模】

- タイプA:年間1億円以内、4年以内
- タイプB:年間2000万円以内、4年以内

【プロジェクト管理】

PD・POを配置し、採択課題候補案の審査、研究管理、中間評価・事後評価を実施

※国際協力

米国DOEの示す課題に即した提案については、アイダホ国立研究所の新型試験炉(ATR)と過渡事象試験炉(TREAT)を活用することが可能

新たな事業イメージ

【研究開発目標・テーマ】

原子力イノベーションに関する情報を収集・分析し、最新の科学技術動向や将来的な社会ニーズを踏まえた研究開発目標・テーマを設定

経済産業省のNEXIP事業(産業界等からの技術提案の実現可能性調査)との連携強化

【課題審査において重要視する事項】

- ◆ 将来の社会実装に向けた道筋を示していること
- ◆ 実用化に向けたボトルネックを解消する革新性があること
- ◆ 原子力イノベーションの創出を目指した挑戦的な内容であること

【研究開発規模(P)】

- ◆ 基盤チーム型:年間1億円以内、4年以内(ステージゲート在り)
- ◆ ボトルネック課題解決型:年間3000万円以内、3年以内
- ◆ 新発想型:年間2000万円以内、2年以内

【運営体制】

- ◆ 議長をPDとし、PO、文部科学省、経済産業省、外部有識者で構成する「事業運営会議」を設置し、産業界のニーズや他分野の科学技術動向を踏まえた公募分野・テーマ、審査基準を設定し、事業の全体方針を決定
- ◆ PD・POによるプロジェクトマネジメントを強化
- ◆ 採択された研究者・研究機関間の横断的情報交換・WSの強化

事業推進会議(議長:PD) 公募の分野・テーマ、審査基準を設定



※国際協力については、現行の日米共同公募の実施状況を踏まえ、将来的な発展方策について検討

NEXIPイニシアチブにおける事業の位置づけ

NEXIP (Nuclear Energy × Innovation Promotion) イニシアチブ

開発に関与する主体が有機的に連携し、基礎研究から実用化に至るまで連続的にイノベーションを促進

MEXT 基礎・基盤研究開発

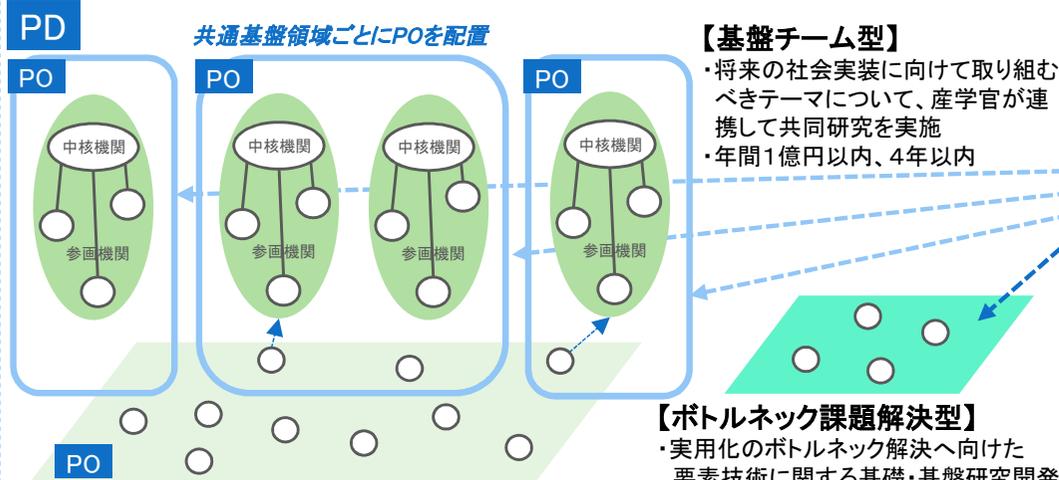
<大学・研究機関等の取組を推進>

原子力システム研究開発事業 (令和2年度事業見直し)

- ・戦略的にテーマを設定
- ・PD・POのマネジメント強化
- ・経済産業省事業との連携
- ・他分野の知見の取込強化

事業運営会議(新設)

- ・プログラムディレクター(PD)、プログラムオフィサー(PO)、外部有識者、文部科学省、経済産業省
- ・公募分野・テーマ、審査基準を設定



【新発想型】

- ・原子力イノベーションの創出を目指す挑戦的・ゲームチェンジングな技術開発を推進
- ・年間2000万円以内、2年以内

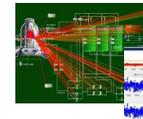
METI 技術開発支援

<民間企業等の取組を支援>

原子力の安全性向上に資する技術開発事業

安全性向上に資する技術の例

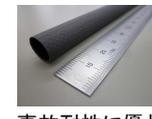
- 事故耐性燃料
 - 製造技術・新材料適用
 - データ・IT、新通信システム活用による安全高度化
 - 安全高度化基盤技術
- 等



AI活用による故障予兆監視



水素処理システム



事故耐性に優れた燃料被覆管

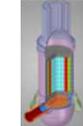
社会的要請に応える革新的な原子力技術開発支援事業 (令和元年度新規)

革新的な原子力技術の例

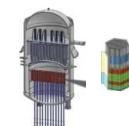
- 小型モジュール炉
 - 高温ガス炉
 - 高速炉
 - 熔融塩炉
- 等



安全性・経済性に優れた小型炉



水素や熱の利用が可能な革新炉

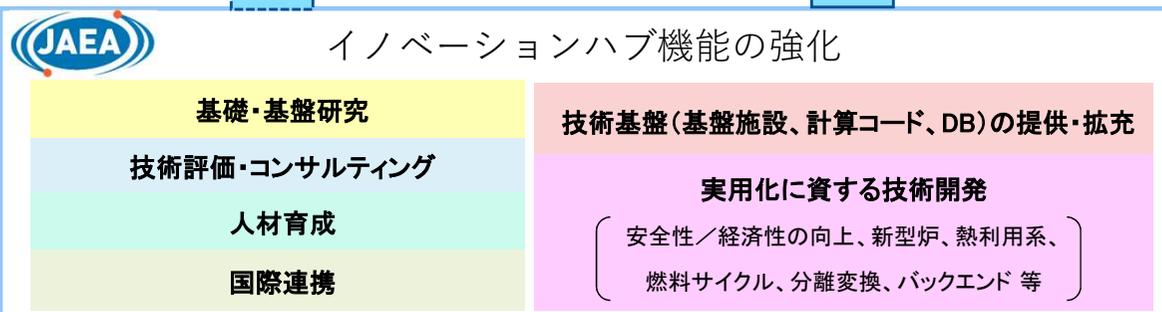


長半減期核種を燃焼可能な軽水炉

※両事業とも、2020年度に向けて予算要求中。

選考過程を経てプロジェクトに参画

技術基盤・知見を提供し民間を支援



原子力イノベーションの創出

原子力研究開発分野の俯瞰図（イメージ）

原子力エネルギー利用						福島原発 廃炉	放射線利用						
軽水炉 (第3世代)	次世代原子炉 LWR-SMR HTGR SFR MSR その他			サイクル	群分離 核変換		処理 処分	その他	照射炉	ビーム炉	加速器	RI利用	その他
プラント・システム・機器 のライフサイクル	設計・開発												
	試験												
	製造・建設												
	運転・保守												
	廃止措置（解体）												
	利用系												
共通基盤技術	材料開発												
	燃料開発												
	炉物理・核データ												
	伝熱流動												
	構造												
	計測・分析・制御・ロボティクス												
	安全工学												
	計算科学・AI・IoT												
						規制・安全基準							
						放射線影響評価							

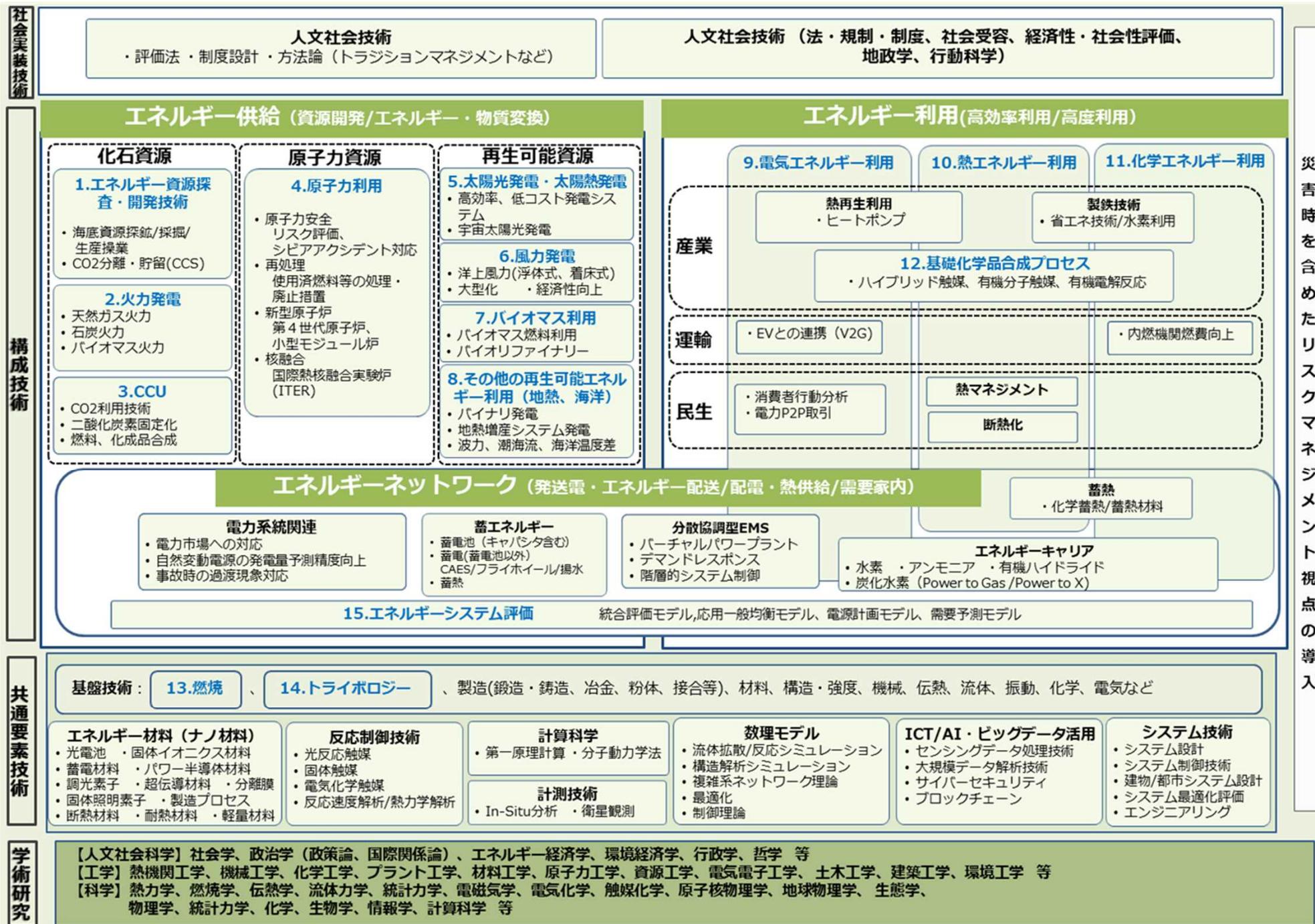
基礎となる学問分野

【基礎】 数学、物理学、化学、生物学、電気学、電磁気学、材料化学、熱力学、量子力学、流体力学、放射化学、原子核物理、物性物理学、放射線物理学等

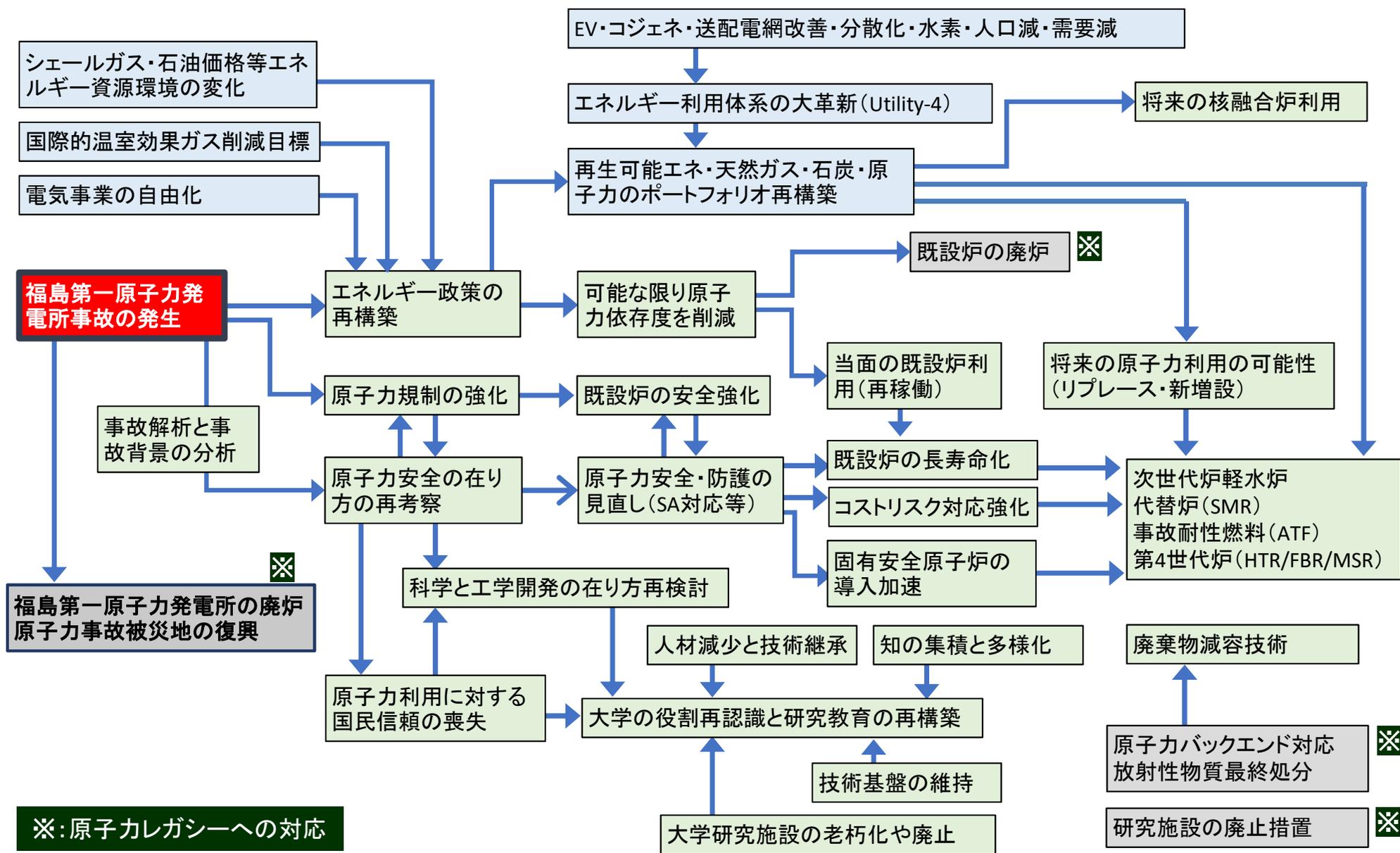
【応用】 原子炉物理、原子核化学・放射線化学、核燃料・サイクル、原子力プラント・制御安全、原子炉熱流動、放射線計測・防護、原子力材料等

【全体共通】 安全工学、計算科学、ソフトウェア技術、材料技術、法学、社会学、倫理学、公共政策学、環境経済学

(参考) 環境・エネルギー分野の研究開発の俯瞰図



(参考) 福島第一原子力発電所事故後の展開



(参考) 原子力研究開発支援に関する米国の例

In FY 2019, Department of Energy invested nearly \$50 million in nuclear energy research, facility access, crosscutting technology development, and infrastructure awards in 25 states. These awards provide funding for nuclear energy-related research through the Nuclear Energy University Program (NEUP), Nuclear Science User Facilities (NSUF), and **Nuclear Energy Enabling Technology (NEET)** programs.

FY2020 CINR FOA: https://neup.inl.gov/SiteAssets/FY2020_Documents/FY2020_Webinar_Presentations/FY2020_CINR_Overview.pdf (accessed on November 22, 2019)

The Nuclear Energy Enabling Technologies (NEET) program conducts research and development (R&D) and makes strategic investments in research capabilities to develop innovative and crosscutting nuclear energy technologies to resolve U.S. industry nuclear technology development issues. Collectively, NEET-sponsored activities support the goals, objectives, and activities of the Gateway for Accelerated Innovation in Nuclear (GAIN) initiative to make these technology advancements accessible to U.S. industry through private-public partnerships.

Program Elements

1. Crosscutting Technology Development: (分野横断的な技術開発)

- Advanced Sensors and Instrumentation (革新炉等をモニタリングするための検出機器)
- Advanced Methods for Manufacturing (より早く経済的に炉や部品を製造・建設するための技術)
- Advanced Cooling (冷却材の使用・消費を最小限にするための技術)
- Hybrid Energy Systems (原子力以外のエネルギー源も加えた総合的なエネルギーシステムの開発)
- Cybersecurity (サイバーセキュリティ)

2. Advanced Modeling and Simulation (モデリング・シミュレーション)

3. Nuclear Science User Facilities (NSUF) (原子力研究施設の活用)

NEET Crosscutting Technology Development: <https://www.energy.gov/ne/nuclear-energy-enabling-technologies/reactor-materials> (accessed on November 22, 2019)

(参考) 原子力のイノベーション創出に向けた課題と取組の方向性

[総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 第20回原子力小委員会(平成31年4月23日)資料]

①技術開発の方向性の共有 ステークホルダーとの対話

- 国、開発主体、ユーザー等、各主体間での連携が不十分

- 政府はエネルギー基本計画等を通して、原子力政策全体の方向性を提示。
- 技術開発の方向性や、ユーザーニーズなどの多様な認識を、関係者間で議論・共有し、認識の共有化を図る。

②技術開発支援

- これまで画一的かつ硬直的な支援を実施

- 技術の成熟度や開発主体に応じた、きめ細かい支援策を講じ、多様な技術開発を推進する。
- ユーザーの視点も取り入れた適切な評価・絞り込みを実施する。

③研究基盤の提供

- 民間による技術開発において、JAEAのリソースの活用が十分でない

- JAEAが産業界・大学・海外等を繋ぐハブの役割を果たし、多様な技術開発に設備・知見を提供。
- 原子力に限定しない多様な分野の知見を取り入れ。

④人材育成

- 関係者間や他分野との連携が不十分
- 薄く広く様々な取組を支援

- 他組織・他分野との融合や国際協力を通じて、人材育成の拠点を形成。
- 育成プランの修正・統合を進め、効果的な人材育成を実施。

⑤規制との対話

- 民間主体の開発の促進のためには、規制の予見性の確保が不可欠

- 規制当局を含む関係者が、今後の規制との対話のあり方を検討。

➤ 開発に関与する主体が有機的に連携し、基礎研究から実用化に至るまで連続的にイノベーションを促進していくことが必要 ⇒ **NEXIP(Nuclear Energy × Innovation Promotion)イニシアチブ**