



資料No. 安研審5-6-1

安全研究センターの将来展望

— 今後の5～10年を俯瞰して —

安全研究センター
石島清見

平成20年8月27日

安全研究審議会

「将来展望」に関する議論の背景

- ・ 安全研究審議会の評価報告書で以下のご指摘を受けた。
 - ✓ 全体として今後安全研究をどのようにしていくつもりなのか、という**戦略が不明**である。すなわち、**どのような技術基盤をどのようにして構築し、どのように維持していくのか、それを担うべき人材をどのように確保し育成していくのか**、このような戦略がないままに規制当局のその時々**の要望に**応えるだけでは、単なる「便利屋」「御用聞き」になってしまう。(18年度)
 - ✓ 長期的視点で重点安全研究を考える上で、**次世代炉**のような次の時代に向けた安全論理の構築も考慮することを切望する。(19年度)
- ・ 本年3月、理事長から「センターの将来展望」について検討指示。
- ・ 原子力安全委員会では、**次期「原子力の重点安全研究計画」**の策定の準備が進められつつある。また、機構では、**次期中期計画(2010-2014年)**の策定に向けた議論が既に開始されている。

機構の「安全研究」に関する経緯

- 原研時代の昭和40年代より、「安全性研究」を開始。実証的研究等を通して安全規制体系の確立を支援。多くの国際協力活動を通じて世界の安全研究を先導。⇒初期の目的を概ね達成。
- OECD加盟国では、1980年代初頭より、原子力産業が成熟し「重要な安全問題が解決されてきたこと」等に伴い安全研究予算が減少。機構の安全研究予算も、1990年代後半より、急激に減少。
- 各国とも施設の維持が困難となり、多くの大型試験施設が閉鎖。
 - OECD/NEA(原子力機関)は、1990年代初頭より、国際協力による施設の維持について検討(⇒OECD/NEAプロジェクト)。産業界のR&D予算も減少する中、産業界との協力の重要性を指摘。
 - 機構はOECD/NEA ROSAプロジェクトを提案・実施(国際的外部資金の獲得)
- 中央省庁再編(2001年)以降、安全研究センターの予算構造が大きく変化。研究予算の約90%は保安院、JNESからの受託事業となる。⇒ 研究基盤(施設・人材)の維持が困難な状況となりつつある。



原子力を廻る国内外の状況(1/4)

- 世界各国はエネルギー安定供給、地球温暖化対策から原子力回帰へ
 - 米国では、21サイトで5つの炉型(AP1000, USEPR等)32基の新設計画。
 - OECD/NEAではMDEP(多国間設計評価プログラム)が進捗。
- 「原子力立国計画」が「エネルギー基本計画改定」の主要部分として取り込まれ、閣議決定(H19.3)。⇒10項目の柱:
 - 電力自由化時代の原子力発電の新・増設、既設炉リプレース投資の実現
 - 安全確保を大前提とした既設原子力発電所の適切な活用
 - 核燃料サイクルの着実な推進とサイクル関連産業の戦略的強化
 - 放射性廃棄物対策の着実な推進 ・その他
- 経済省、電事連及び電工会は「世界標準を獲得し得る次世代軽水炉の開発について」を発表(H19.9.12)
 - 総開発費は800億円(官民合計)／8年間。安全当局と連携し規制高度化を一体的に推進。六つの「コンセプト」:
 - 濃縮度5%超燃料、免震技術、プラント寿命80年(新材料開発と水化学)、パッシブ系とアクティブ系の最適組み合わせ、デジタル化技術等



原子力を廻る国内外の状況(2/4)

- OECD/NEA CSNI(原子力施設安全委員会)は「規制における安全研究の役割Ⅱ」を開催(2007.12)。「新型炉実験施設」に関する新しいタスクグループの設置を提案。
 - 新型炉の規制研究は、規制の俎上に上がった時点から始めるのでは遅い。
 - 既存の技術基盤の活用が不可欠。少なくとも、「既存の施設・人材を活用したいと考えた時に、それが閉鎖されていた」という事態は避けるべき。
 - 産業界との協力が重要。
- 既設炉の高経年化が進み、30年炉は2009年には20基、2015年には30基を超える。
 - 新検査制度(来年早々開始)⇒高経年化対策の充実、24ヵ月の長サイクル運転、リスク情報活用(保全重要度等)
 - 高経年化対策研究分野では、産官学の連携という新たな方向が進捗。
 - 米国では既に2回目の供用期間延長(80年運転)について検討。NRCは、EPRI(電力研究所)との共同研究(規制当局と産業界のマッチングファンド)やDOEと共同研究を推進。



原子力を廻る国内外の状況(3/4)

- 各国とも、電力自由化による競争環境下、経済性向上に向けた既設炉の高度利用を推進
 - 米国では、2008年8月までに延べ124炉で5,640MWeの出力増加(Power Uprate)を認可。我が国の産業界でも実施を検討。
 - 2010年度末までに、16～18基でのプルサーマル導入を計画。大間ABWR(全炉心MOX)は2011年度営業運転開始を目指す。
 - 我が国を始め諸外国でも燃料の高燃焼度化が順次進捗。
- 熱水力安全解析の高度化: 最適評価コードの許認可解析への適用
 - 米国、欧州では、AP1000の申請解析等に「最適評価コード+不確実さ評価」を適用。日本原子力学会は、「統計的安全評価の実施基準」を策定。
 - OECD/NEAでは、CFD(数値流体力学)解析コードの適用について検討。
- 核燃料サイクルの着実な推進
 - 六ヶ所再処理工場(2008年11月竣工を目指す)、中間貯蔵施設(2010年までに操業開始予定)、MOX燃料工場(2012年中の操業開始を目指す)
 - 第二再処理工場: 2010年頃からの検討に向けた予備的な調査・検討を開始。
 - FaCTプロジェクト(高速増殖炉サイクルの実用化研究開発)の進展



原子力を廻る国内外の状況(4/4)

- **放射性廃棄物対策の着実な推進**
 - NUMOは2030年代頃の処分場操業開始を目標とした最終処分候補地の選定に向けた公募を実施中。
 - 保安院は「放射性廃棄物の地層処分に係る安全規制のあり方について」(2006年9月)を取りまとめ、2007年6月、これを踏まえ炉規法を改正。規制制度の整備が進捗。
- **クリアランス制度及び廃止措置規制の進捗**
 - 2005年5月、クリアランス制度の確立に向けた炉規法改正案公布。ただし、「サイト解放基準」については今後の検討課題。

「Goal(目的)」の明確化について

- ・ 「**安全規制の技術的支援**」は、公金を使って行う機構の「安全研究」の目的として適切。国民からの信頼が得られるよう、中立性・透明性の確保に特段の留意。
 - ・ 科学的・合理的規制には最新の技術的知見が不可欠。
- ・ 軽水炉技術は成熟し、残された安全上の課題は少なくなりつつある。一方、研究ニーズは多様化し、「地震」「津波」といった外的事象や「人的・組織要因」等の人文科学の知見も必要とする分野が重要となってる。これらにどう対応すべきか？⇒検討課題
- ・ 新型炉・新技術等の新しいニーズに対応するためには、早い段階からの開発側・産業界との協力が不可欠。人材育成にも有効。
- ・ こうした環境下で、安全研究センターは、**安全規制に不可欠な基盤的研究分野**に重点を置くとともに、機構内の多様な技術基盤を活用。さらに、JNESや大学、学協会等と協力しつつ、役割分担を明確化。国際協力も活用。国全体として最終「目的」を達成。

「Mission(任務)」の明確化について

- ・ 従来のミッション：
 - ・ 指針、基準類の策定及び安全審査の実施に必要な試験データの取得、解析手法の開発・整備、解析結果の取得等。
 - ・ 安全の専門家として、規制行政庁の主催する委員会等に参加貢献。
 - ・ 国等からの要請を受け、事故の原因究明等に貢献。
 - ・ 民間規格やロードマップ等の策定への貢献も期待されている。
- ・ **施設の維持**には、新型炉開発を視野に入れた中・長期的戦略が必要。安全研究実施者である安全研究センターは、これをミッションと考えて取り組む(JMTR, NSRR, ホットラボ、NUCEF等)。
 - ・ 現行の原子力規制・行政体制に起因する、解決が困難な問題。
- ・ 安全研究には、個別分野での技術力に加えて、安全問題の解決のための「**安全論理の深い理解とその適用能力**」が不可欠。その両者を備えた**人材の育成**は、安全研究センターの重要なミッション。

戦略的に対応する領域

- **長期運転(LTO: Long Term Operation)における安全確保**
 - 高燃焼度燃料・MOX燃料の利用、長サイクル運転に関する燃料安全評価
 - 80年運転という未知の領域を含む機器・構造物の信頼性予測・評価
 - 放射線に係る材料劣化事象の解明、確率論的評価手法の開発等
 - 基盤的安全評価技術の継承: PSA技術(特にレベル3PSA: 環境影響評価)、熱水力実験・解析技術、事故・故障分析と運転経験の反映等
- **新型炉・新技術の安全評価**
 - 次世代軽水炉の総合安全性実証、新しい解析ツールの開発等
 - これまでの知見の活用: シビアアクシデント、PSA、燃料・材料研究等
 - 既存施設の活用: ROSA/LSTF, THINC, NUCEF, NSRR, JMTR等
- **核燃料サイクル施設のリスク情報活用**
 - PSA手法の開発・整備、施設毎の性能目標(安全目標)の策定及び活用
 - リスク上重要な事象(火災、爆発、臨界等)の評価手法の高度化
- **放射性廃棄物処分の安全の論理の構築**
 - 人工バリア、天然バリアの長期信頼性評価手法の確立とその適用
- **安全研究の施設・人材基盤の維持・向上、知識基盤の継承**

機構内外の組織との連携の強化

- 機構内の連携
 - 新型炉・新技術分野では、「次世代原子力システム研究開発部門」「HTTR: 高温ガス試験研究炉」等と連携。国際協力活動にも協力して参加。
 - 新JMTRの利用研究では大洗・照射試験炉センターと連携。SCC関連研究では「原子力基礎工学研究部門」との連携が重要。国際協力も推進。
 - 「地層処分研究開発部門」と連携し、JNES及びAIST(産業技術総合研究所)との共同研究を実施中。役割分担を更に明確にしつつ連携を更に強化。
 - 「計算科学」との連携(複雑現象のナノレベルでの素過程の理解、大型機器・構造物の耐震シミュレーション等)⇒重要性が増す。
- JNESとの協力
 - JNESは保安院の技術支援機関(TSO: Technical Support Organization)。安全研究センターは安全規制行政全体のTSOの役割が期待されている。
 - 喫緊の課題についての保安院支援はJNESの主要な役割。安全研究センターは、やや将来を見据えた安全評価手法の開発、データの取得等を推進。
 - 施設の維持に向けて、協力して戦略的に対応。
 - 相互人材育成、研修への協力等の分野での多面的な協力関係を築く。

アプローチ(2/4)

- 産業界との協力
 - OECD/NEA ROSAプロジェクト、NSRRでのRIA試験、再処理施設のリスク評価等で、産業界との協力が進捗。透明性に配慮した枠組みの構築を進める。
 - 短期的には、次世代軽水炉開発に関し、ROSA/LSTF、NUCEF等を用いた試験の可能性を検討。
 - JMTR利用研究では、産業界からの協力を得ることが最重要課題。
 - 産業界が先導する技術開発への協力は、人材確保・育成、技術力の維持・向上に有効。
- 大学との協力
 - 高経年化対策研究分野では産官学の協力が進捗。
 - 基礎的な分野(現象解明と機構論的モデルの開発等)で大学との共同研究が有効。

国際協力活動への積極的参加とその活用

- 国際動向を適時・適切に研究計画に反映
 - OECD/NEAでの多国間協力や、米国NRC、仏IRSNとの二国間協力を通して国際動向を入手、研究計画に反映・提案。
 - 国際で活躍できる人材を、各分野で長期的に育成
- 国際レベルでの役割分担による効率的研究の遂行
 - 国際レベルで、重複を排除し役割分担。国際的な研究ニーズに応える優れた研究成果を産出することが前提。それには施設の維持が前提。
- 国際共同プロジェクトへの積極的な提案
 - 総額の半分をホスト国が、残りを参加国が分担する枠組み。各国にとって魅力のある課題が提案できるか否かがキー。
 - OECD/NEA ROSAプロジェクト第二期を実施。NSRR試験データの提供による仏Cabri水ループ計画への参加。
 - 長期的には、JMTR、HTTR試験等の提案を検討。
 - 人材育成にも活用。
 - 各国研究者との交流による技術力の向上、国際的ネットワークの構築。
 - 国際プロジェクト運営経験の蓄積。

「施設基盤」の維持

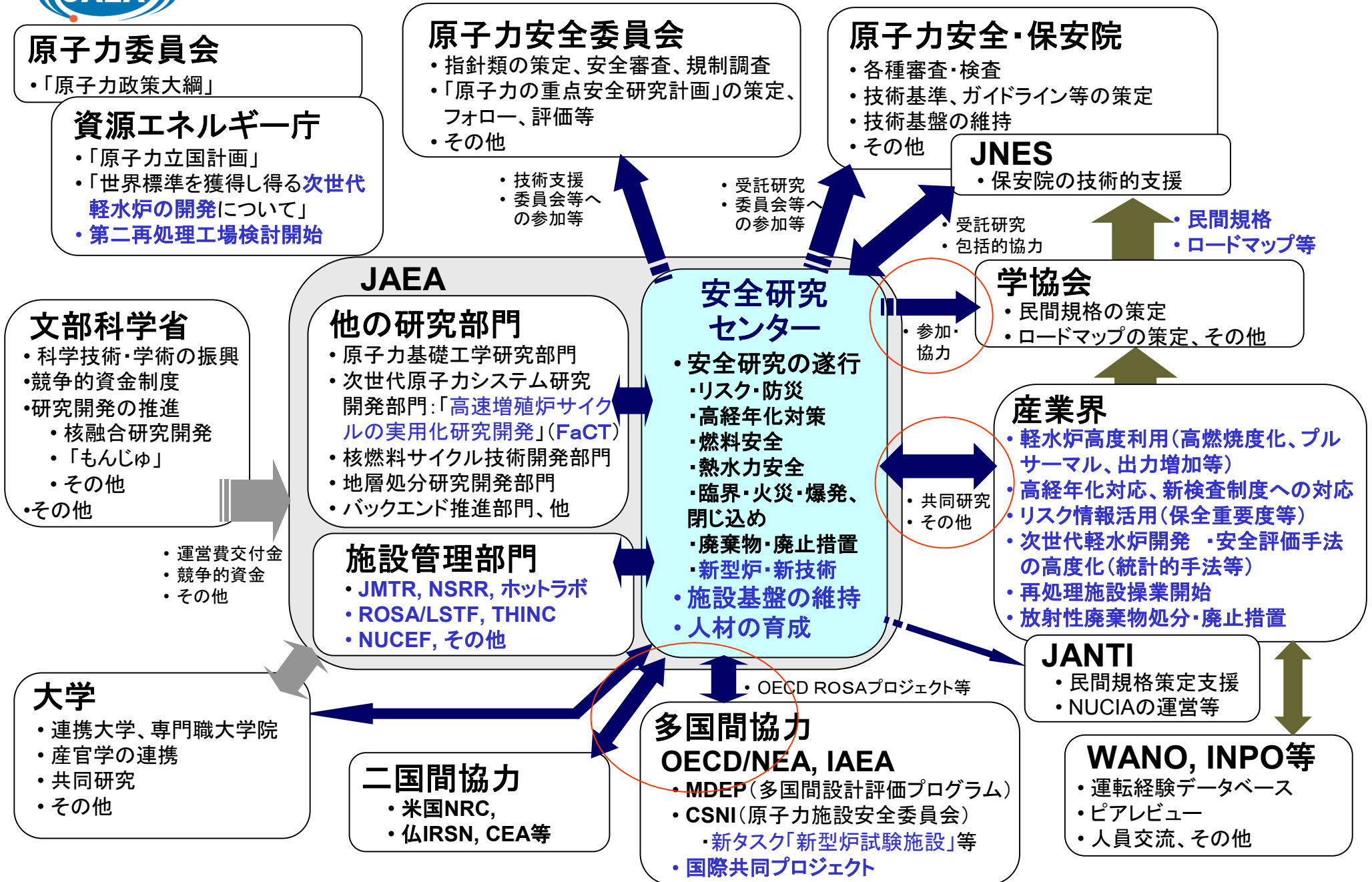
- ロードマップ(RM)による研究ニーズの明確化
 - 高経年化対策及び燃料安全研究RM ⇒ JMTR, NSRR, ホットラボ等
 - 熱水力安全研究RMの策定を提案・着手 ⇒ ROSA/LSTF, THINC等
 - 核燃料サイクル施設安全研究RMの策定を準備中 ⇒ NUCEF等
- JNESとの連携による戦略的対応
- 次世代軽水炉開発プロジェクト等との連携
- 国際共同プロジェクトへの提案(国際的外部資金の獲得)
- 産業界との協力(マッチングファンド等)

「人材基盤」の維持

- 若手研究者にとって「魅力のある安全研究」へ
 - 資金の多様化を目指し、基盤的・先行的研究や開発的な研究を強化。
 - 新型炉・新技術といった新しい分野への積極的関与。
 - 国際協力への積極的参加による各国研究者との交流、ネットワーク構築。
 - 産業界との連携による先進的な技術開発等への貢献等。



合理的・科学的安全規制への技術的支援



まとめ

- 最新の技術的知見は、科学的・合理的規制に不可欠。安全研究センターは、引き続き、「安全規制の技術的支援」という目的を維持。
- 軽水炉技術は成熟し、残された課題は減少。既設炉に関する残された研究ニーズに対応しつつ、安全規制に不可欠な技術基盤を維持し、新型炉に関する新たなニーズに備える。
- 機構内の多様な基盤を活用するとともに、JNES、産業界、大学、学協会との協力を強化し、目的を達成。透明性・中立性の確保に留意し、国民からの信頼を得る。
- 国際協力活動に積極的に参加。諸外国の研究動向を研究計画に反映。国際レベルでの役割分担、共同出資により、研究の効率的遂行を図る。国際で活躍できる人材を長期的に育成。
- 先行的・開発的な研究も基盤の維持・向上に不可欠。新型炉・新技術開発とも連携し、若手にとって「魅力のある安全研究」へ。

検討課題

- 今後、安全規制上重要となる地震、火災、津波等の外的事象のリスク評価にどう取り組むべきか？
 - 地震PSAについては、安全研究センターは評価手法(手順及び解析コード)を開発し、JNESに移管した経緯がある。JNESはこれを発展・活用。
 - 火災、津波等については、JNESで手法整備が進められている。
 - 安全研究センターとしては、これらのための新たな資源の確保は困難。
- 人的・組織因子、安全文化、品質マネジメントシステム等についてはどうか？
 - 平成元年に「人的因子研究室」を設置。その後、社会技術に移行・終了。
 - JNESや大学、事業者(電中研、INSS等)が中心となって検討。
 - 安全研究審議会で、「安全を議論する際に人的因子は避けて通れない」といった意見も頂いているが、適切な研究テーマの設定、人員の確保が困難。
- 放射線防護、被ばく評価分野の基盤は維持すべき。
 - 施設の放射線管理部門、原子力基礎工学研究部門との連携
- 今後重要性を増すであろう「デジタルI&C」「セキュリティ」等への対応は？



原子力機構が果たしてきた役割と現状の総括

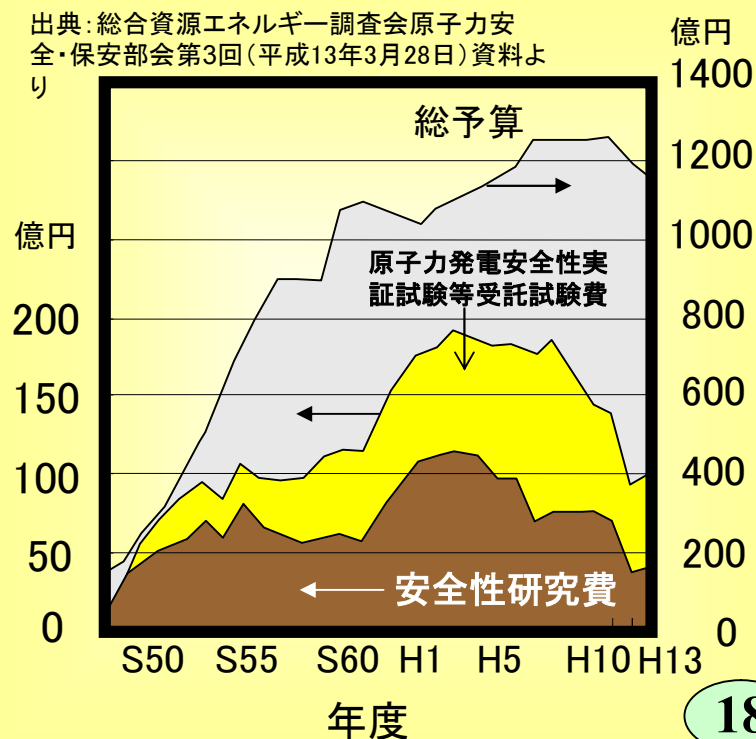
原子力機構は原研時代の昭和40年代より、

- LOCA時の非常用炉心冷却系(ECCS)の有効性評価研究を開始
- TMIやチェルノブイリ事故、美浜2号機のSG細管破断事故などに対応して、軽水炉の熱水力、燃料、構造・材料、シビアアクシデント、リスク評価及びサイクル施設並びに放射性廃棄物管理に係る安全研究を着実に実施

軽水炉の安全性を実証し、安全規制体系の確立を支援 \Rightarrow 初期の目的は概ね達成

重点安全研究計画に示されているように、軽水炉の高度利用や長期利用に対応した安全評価技術の高度化に向けた研究など、解決すべき残された研究課題があり、これに応えるための基盤強化が必要。

出典:総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会原子力安全基盤小委員会(第7回)



3.1 諸外国の安全関係研究予算の推移

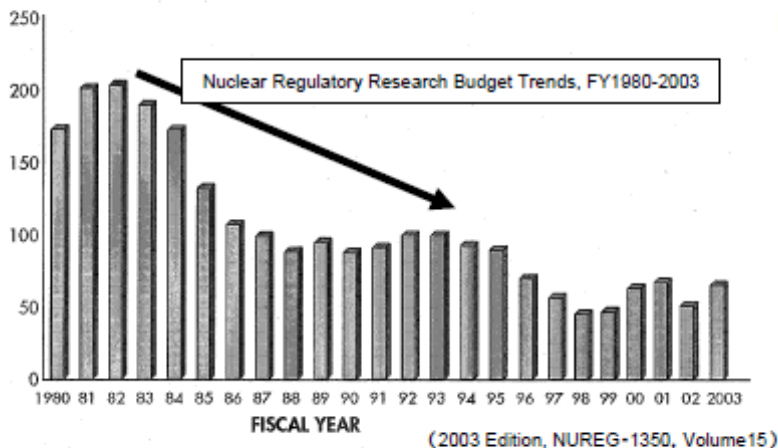
○米国など諸外国では、これまで安全関係研究予算は全体的に減少傾向であった。
 (ただし、近年、諸外国において原子力エネルギーを再評価する動きが活発化していることに留意する必要。)

●米国NRCの原子力規制研究の予算

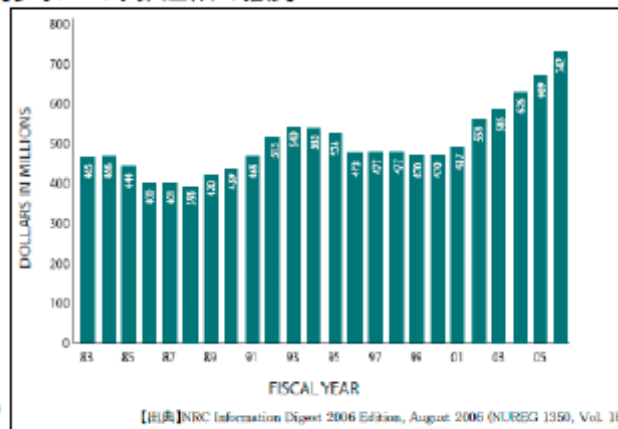
長年に亘って、研究プログラム予算は、原子力産業の成熟化等により、減少傾向であった。

DOLLARS IN MILLIONS

(注: FY2004以降は、原子力規制研究の予算として集計がなされていないため不明)

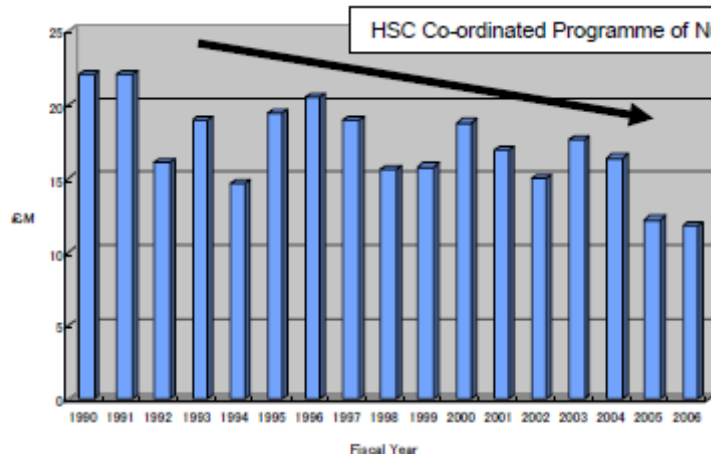


【参考: NRC予算(全体)の推移】



●イギリスの原子炉安全研究予算

事業者による原子炉関係の技術は成熟し、必要な研究は計画的に減少。

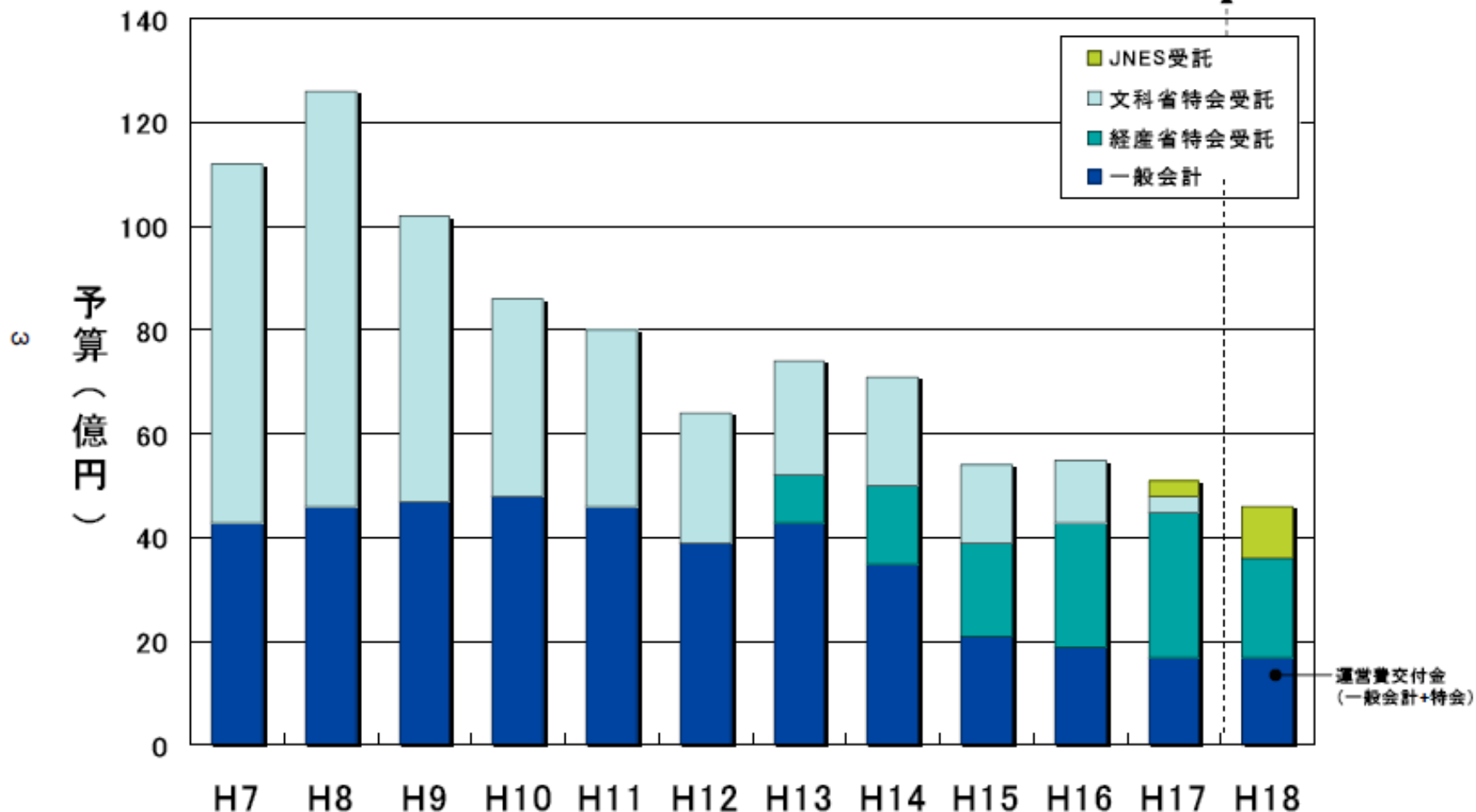


(注: 表の英国の原子炉安全研究予算は、直接事業者により実施されるもの等が含まれる。)

(“HSC Programme of Nuclear Safety Research Update on 2006/07 Programme & Proposed Programme for 2007/08”, Feb. 2007 HSEより事務局作成)

安全研究予算は10年間で半減しており、ここ数年は約50億円で横ばいである。

二法人統合による組織改正



(注)平成17年10月に日本原子力研究所と核燃料サイクル開発機構が統合した。

(日本原子力研究開発機構の認可予算参考書に基づき原子力安全・保安院が作成)

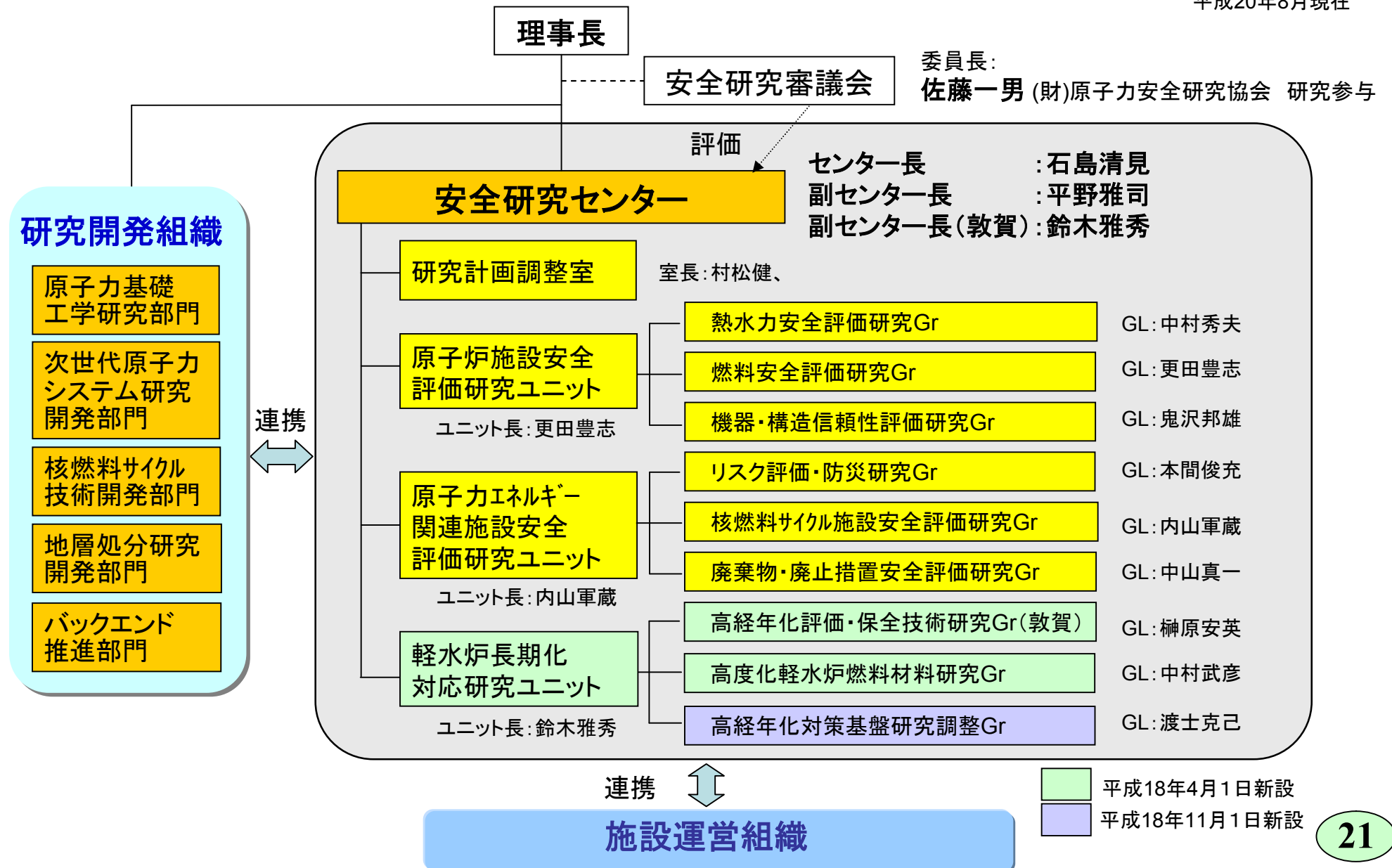
出典:総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会
原子力安全基盤小委員会(第3回)資料2



安全研究センターの組織と機構内の他の組織との連携

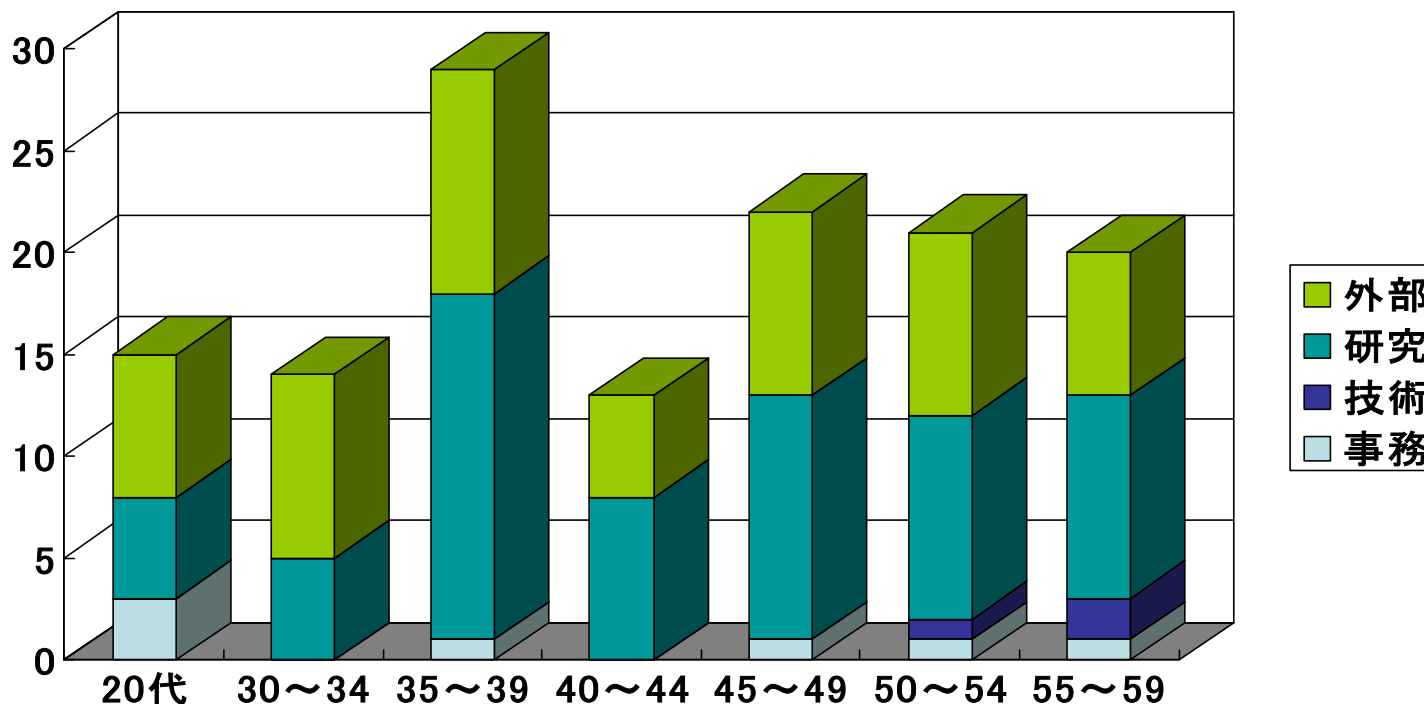
参考4

平成20年8月現在

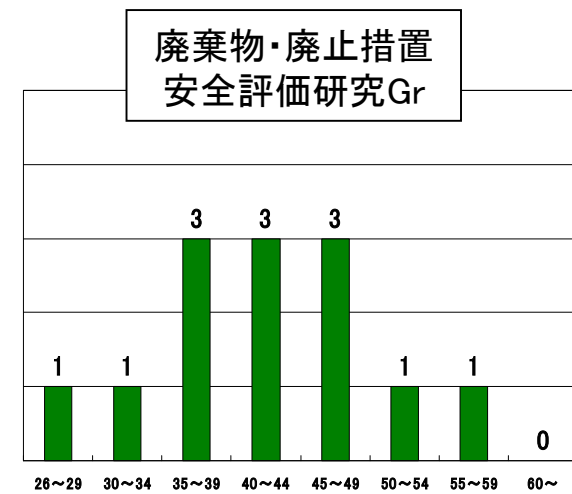
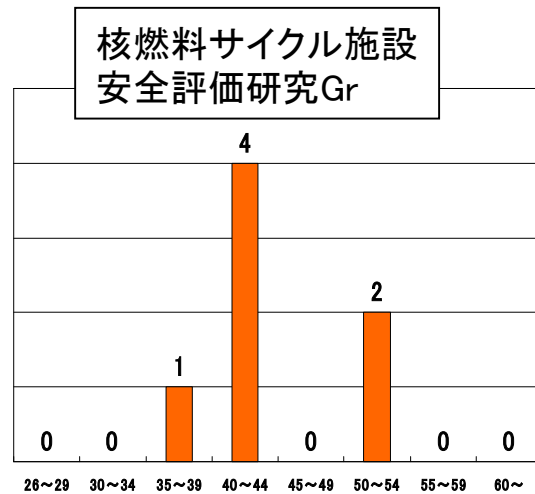
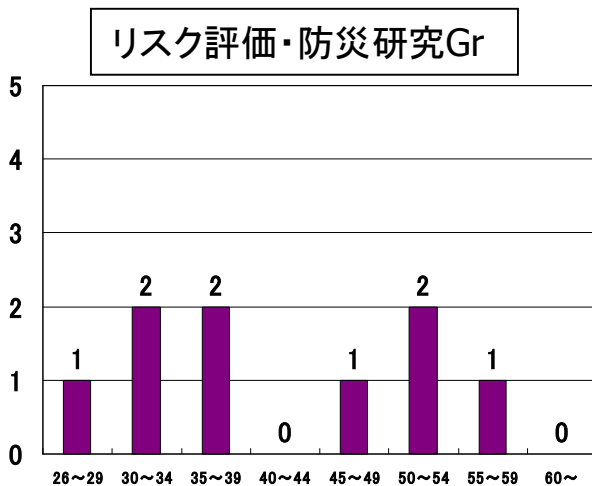
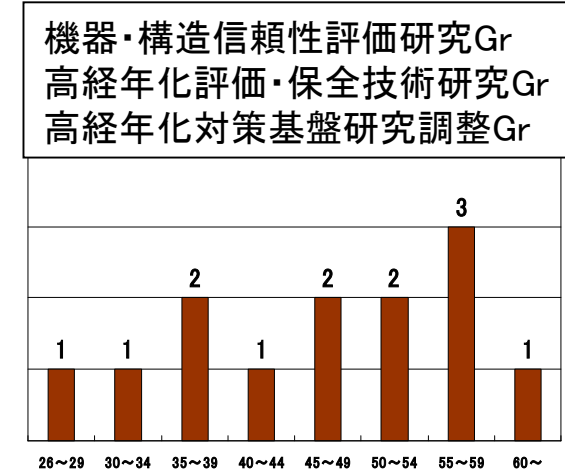
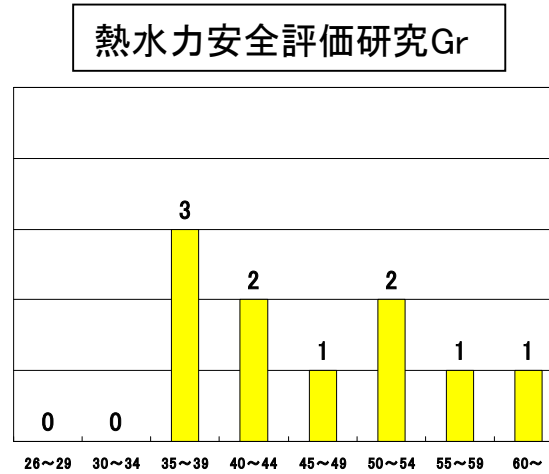
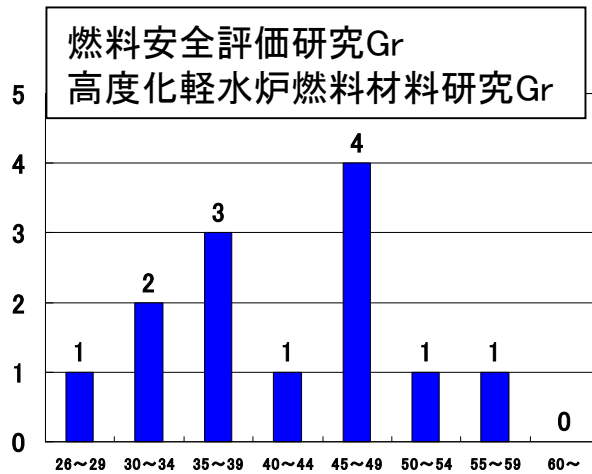


安全研究センターの人員構成

事業推進のために外部から採用する特定課題推進員等の数は、研究系職員と同程度。



安全研究センター: 職員数134名(職員75人(事務職7人)、外部57人)
 ※研究主幹24名、研究副主幹15名



特に、熱水力安全評価研究Grに若手研究員が必要。リスク評価・防災研究Gr、核燃料サイクル施設安全評価研究Grは人員構成のバランスが悪い。