

原子力機構における放射線利用 —量子ビームテクノロジー研究開発の概要—

平成21年12月10日

独立行政法人 日本原子力研究開発機構

理事 岡田 漱平



はじめに①:原子力機構の主な放射線、RI利用施設



はじめに②: 原子力機構における放射線利用研究のねらい

原子力政策大綱

3-2-2 各分野における進め方

- ・放射線は基礎研究や様々な科学技術活動を支える優れた道具として重要であり、引き続き我が国の科学技術や学術水準の向上に資する活動において積極的に利用されるべきである。量子ビームテクノロジーは、今後、ナノテクノロジーやライフサイエンス等最先端かつ重要な科学技術・学術分野から、医療・農業・工業等の幅広い産業までを支えていくことが期待されている。

環境・エネルギー:

- ・植物由来のカーボンニュートラル材料の開発
- ・環境浄化や有用資源回収に有用な高性能金属捕集材の実現
- ・貴金属フリーな排気ガス触媒の開発
- ・画期的な再処理プロセスを目指した分離抽出剤の開発 など



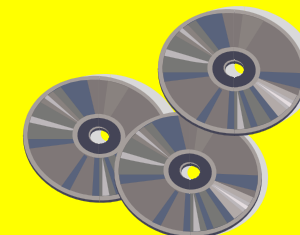
生命科学・先進医療・バイオ技術:

- ・生体高分子の機能解明による新規治療法や効果の高い薬剤の創出
- ・レーザー駆動粒子線加速器の実現 ・放射線治療の高度化
- ・遺伝子資源の開拓、イオンビーム育種技術の革新
- ・バイオ農薬・肥料、環境浄化植物の開発 など



物質・材料:

- ・水素社会で必須の燃料電池材料・水素貯蔵材料の開発
- ・超伝導材料や高密度磁気記録材料等、次世代機能性材料の創出
- ・新しい概念に基づく新規触媒の開発
- ・非破壊・非接触の診断技術の開発 など



量子ビームフロンティア:

- ・光速飛翔鏡による新たな量子ビーム源開発
- ・宇宙誕生の謎に迫る強誘電性氷の研究 など

原子力政策大綱

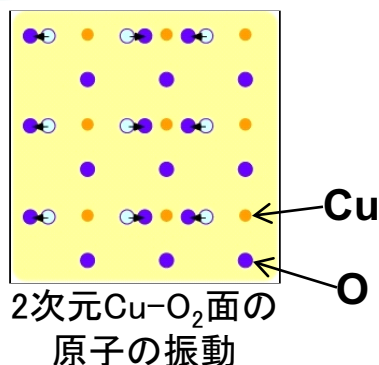
3-2-2 各分野における進め方

・量子ビームテクノロジーは、ナノテクノロジーやライフサイエンス等最先端かつ重要な科学技術・学術分野を支えていくことが期待されている。

4-1-1 基礎的・基盤的な研究開発

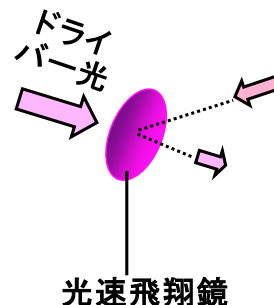
・RI等を利用した放射線利用研究や量子ビームテクノロジーに関しては、革新技术の探索や新しい利用分野を開拓する研究、原子力以外の広範な分野での利用を開発する研究等を着実に推進することが必要である。

中性子 放射光 高温超伝導機構の解明研究



放射光と中性子を用いた観察により、高温超電導体La_{2-x}Sr_xCuO₄で、結晶格子の異常な振動や歪が超伝導に関与していることを発見

光子 光速飛翔鏡による新たな量子ビーム源開発

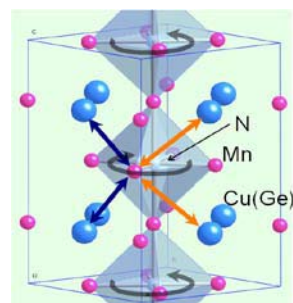


ガス中へのレーザー照射で生成した光速で飛ぶ電子の塊(光速飛翔鏡)に別のレーザーを照射すると、波長とパルス幅が圧縮されることを実証

⇒アト秒パルスX線発生
の可能性

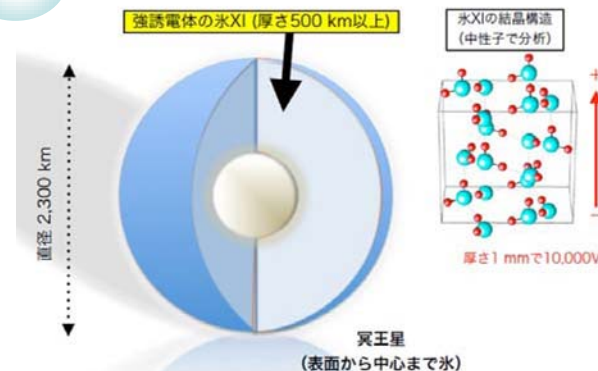
中性子 放射光 負の熱膨張の要因となる局所ナノ構造の解明研究

パルス中性子回折、広域X線吸収微細構造(EXAFS)解析等により室温で世界最大の負の熱膨張を示すマンガン化合物(Mn₃Cu_{1-x}Ge_xN)において、格子歪みにより負の熱膨張が生じることを世界で初めて解明



Mn₆N八面体の回転によって歪んだMn化合物の結晶格子

中性子 宇宙誕生の謎に迫る強誘電性氷の研究



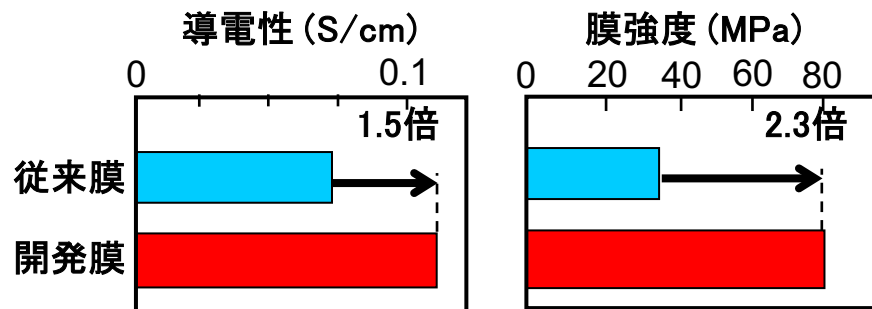
⇒宇宙進化の
機構解明へ
の可能性

原子力政策大綱

3-2-2 各分野における進め方

・放射線による新材料の創製技術や新しい加工技術・測定技術等の研究開発成果が産業界で効果的に活用されるよう、これらを周知する活動を強化することが重要である。このため、研究協力の推進や円滑な技術移転を進めるための民間による先端施設の利用等の産学官の連携・協働活動を一層推進するべきである。

ガンマ 電子 燃料電池用高耐久性電解質膜の開発



熱・放射線2段グラフト重合技術を創出
80℃、4万時間以上の安定作動を実証(加速試験)

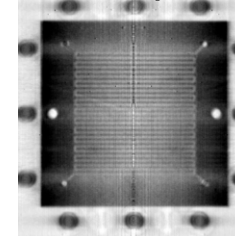
中性子

中性子による透視(ラジオグラフィ)で燃料電池の機能解析

燃料電池



セパレータ部のCT像



燃料電池膜内の水の動きのその場観察に成功

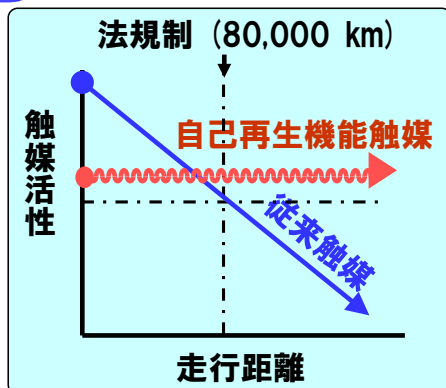
中性子 放射光

中性子・放射光を用いた工業材料の応力解析



残留応力解析用中性子回折装置等を用いて産業界のニーズに対応

放射光 自己再生機能を持つ排気ガス触媒の開発



貴金属が固溶・析出を繰り返すために高分散状態が維持されることを放射光により解明し、触媒活性がほとんど劣化しないインテリジェント触媒を開発

原子力政策大綱

3-2-2 各分野における進め方

・放射線医学の研究開発成果に基づく患者の負担が少ない放射線治療についての情報が医療や医学教育の現場において広く共有・教育され、適正な放射線治療が普及していくよう、所要の措置を講じるべきである。

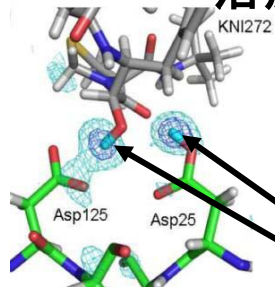
4-1-2 革新的な技術概念に基づく技術システムの実現可能性を探索する研究開発

・量子ビームテクノロジーについても、小型加速器がん治療システム等革新的技術概念に基づく技術システムの開発に同様の考え方で取り組むべきである。

中性子 放射光

生体高分子の機能解明による新規 治療法や効果の高い薬剤の創出

中性子と放射光の相補的利用により、創薬標的タンパク質の全原子構造解析から「活性部位」を特定し、創薬に不可欠な情報を提供

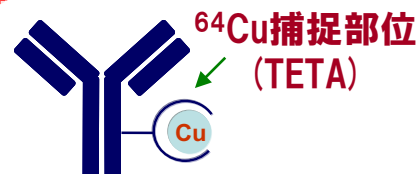


[HIV-プロテアーゼ]

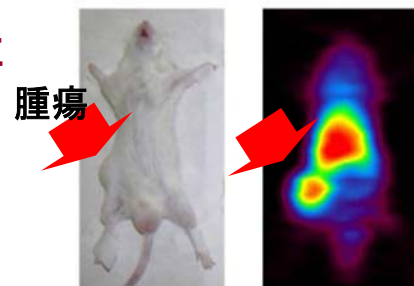
タンパク質の活性部位

イオン

新規がん診断・治療用RIの開発



悪性リンパ腫標的薬剤
(^{64}Cu -TETA-NuB2)

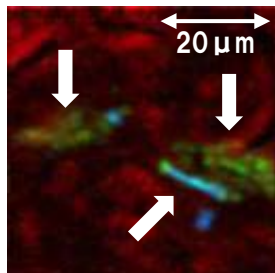


新規薬剤 ^{64}Cu -TETA-NuB2を高収率で合成することに成功、悪性リンパ腫への明瞭な集積を確認

イオン

イオンマイクロビームを用いたアスベスト 肺診断技術の開発

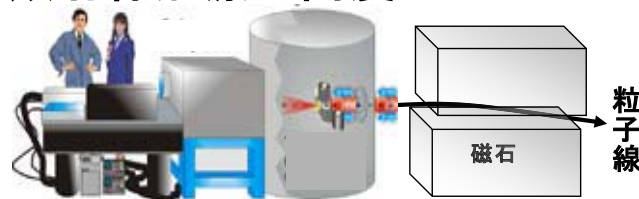
大気マイクロPIXE技術の開発



マイクロPIXE分析により肺組織内のアスベストの検出・種類の特定に成功

光量子

レーザー駆動粒子線加速器の実現・ 放射線治療の高度化



レーザー駆動粒子線を用いることにより、超小型で局所照射が可能な陽子線照射治療装置の開発を目指した研究

⇒20MeV加速
に成功

原子力政策大綱

3-2-2 各分野における進め方

・農業分野の利用活動のうち放射線育種については、国民生活の水準向上や産業振興に寄与できる品種の作出を目指し、技術開発及び事業を引き続き推進していくべきである。

イオン 遺伝子資源開拓・イオンビーム育種技術開発



無側枝性
輪ギク(新神2)

新花色
(ヴィエント・
フラミンゴ)

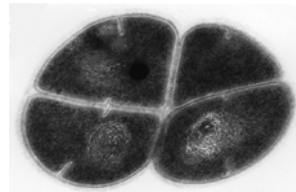


NOx高
吸収化
ヒメイタビ

イオンビームやガンマ線を利用して、植物の新しい品種を開発

イオン DNA損傷・修復機構の解明

放射線抵抗性細菌



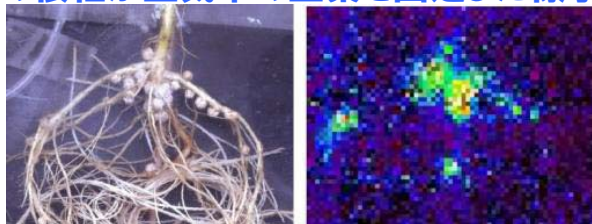
放射線損傷修復機構
の解明研究



高性能DNA修復試薬

イオン ポジトロンイメージングによる植物機能の定量的解析

^{13}N 標識窒素ガスの迅速な製造・精製・投与法を開発し、共生的窒素固定の画像化に初めて成功
ダイズの根粒が空気中の窒素を固定した様子の可視化



ガンマ 電子 海産資源の放射線加工による植物活力剤開発



海産資源(かに
殻)の有効利用



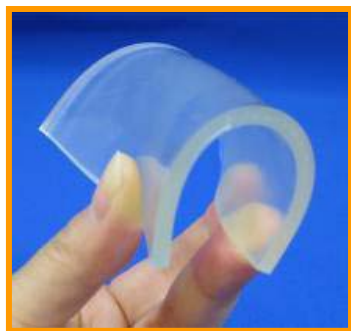
シクラメンなどの花卉や
ゴルフ場の芝に有効

原子力政策大綱

3-2-2 各分野における進め方

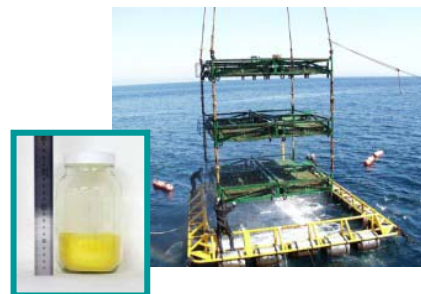
・放射線を利用した環境浄化技術や有用金属捕集材の製造技術については、国は技術の高度化を進めるとともに、その実用化に取り組む者を適切に支援していくべきである。

ガンマ 電子 植物由来のカーボンニュートラル材料の開発



電子線やガンマ線を利用して、分子間に橋かけ構造を導入し、曲げて折れない、熱に強い優れた特性を持つ高分子材料の研究開発

ガンマ 電子 環境浄化や有用資源回収に有用な高性能金属捕集材の実現



海水からのウラン捕集

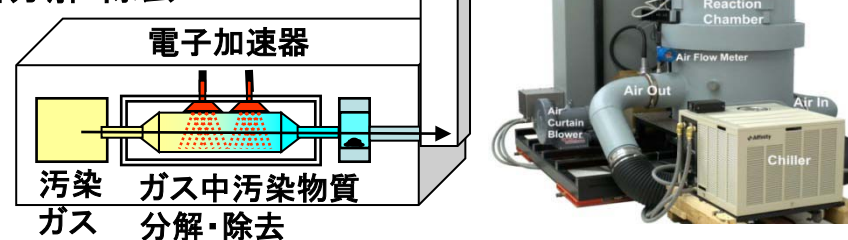
希少金属や有害金属だけを選択的に吸着できる分子を放射線を利用して基材に結合させ、環境浄化や有用資源回収に役立つ高分子材料を開発

ガンマ 電子 ガンマ線や電子線を利用した橋かけ技術でハイドロゲル創傷被覆材の実用化



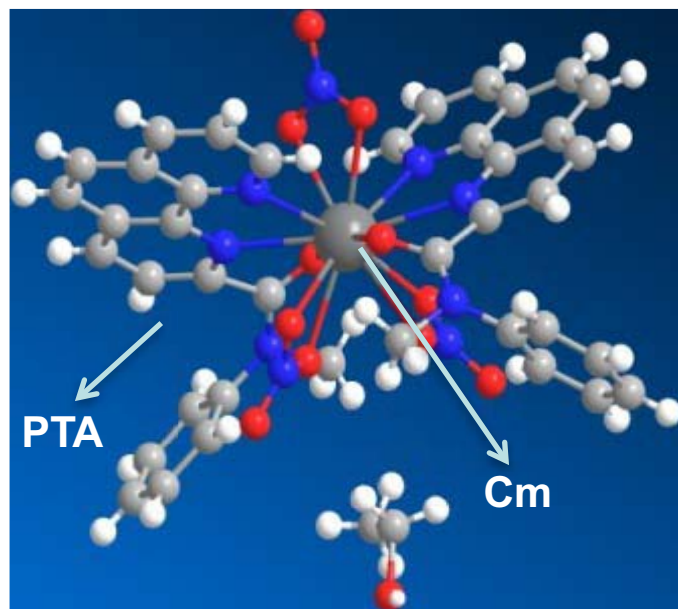
電子 環境汚染物質の浄化プロセスの開発

電子ビームによりダイオキシン等を分解・除去



放射光

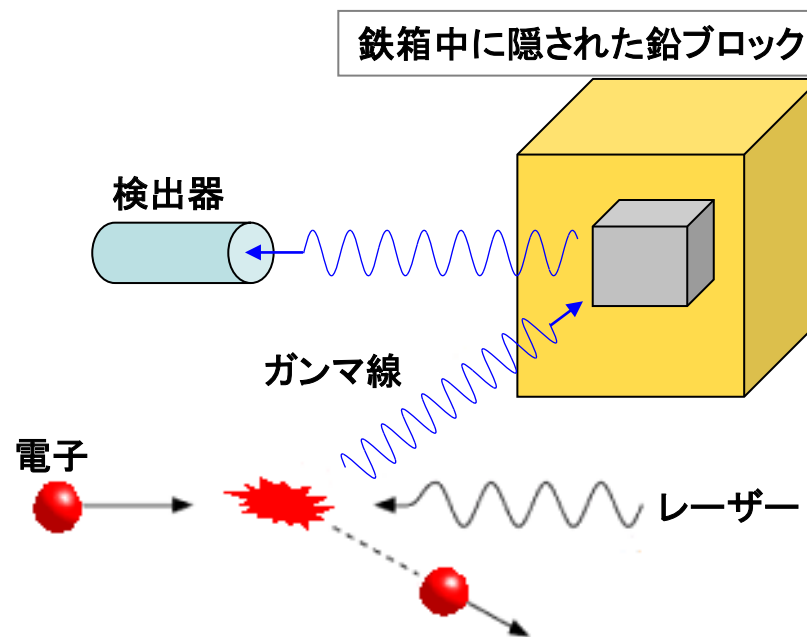
画期的な再処理プロセスを目指した
分離抽出剤の開発



PTA-Cm錯体

アクチノイドイオン認識化合物としてフェナントロリンアミド (PTA)を創製。再処理・高レベル廃棄物処理におけるステップ数の簡素化に向けた研究開発

ガンマ光量子 非破壊・非接触の診断技術の開発



放射性廃棄物の処理処分、核燃料サイクルの計量管理などに向けて、レーザーコンプトンガンマ線による非破壊分析法を研究開発



今後の放射線利用研究における留意点

社会・国民に支持され、成果を還元する科学技術を目指し、説明責任と戦略性を一層強化していくため、質の高い研究を層厚く生み出す人材の育成、科学技術の発展と絶えざるイノベーションの創出に向けた戦略的な研究開発の推進、研究成果の社会還元に向けた取組みの強化が必要

○留意点

- ・研究開発を進めるに当っては、新しいシーズを創出するための挑戦的な基礎的研究と社会のニーズを的確に把握した応用研究を戦略的に推進し、継続的かつ効率的な研究成果の社会・国民への還元を図る。
- ・世界最先端の量子ビーム施設、量子ビーム技術を研究ニーズに応じて継続的に発展させるとともに、それらを最大限に活用した先進的な研究開発を推進する。
- ・基礎的研究では、大学や研究機関との研究協力や人的交流等の連携を強化し、量子ビーム利用によるシーズ探索を積極的に展開する。
- ・応用研究では、地域や産学官連携の取組みを強化して、新しいニーズを掘り起こすとともにニーズを的確に反映した応用研究を推進し、技術移転等を通して研究成果を効率的、効果的に社会に還元する。

J-PARCの原理と特徴

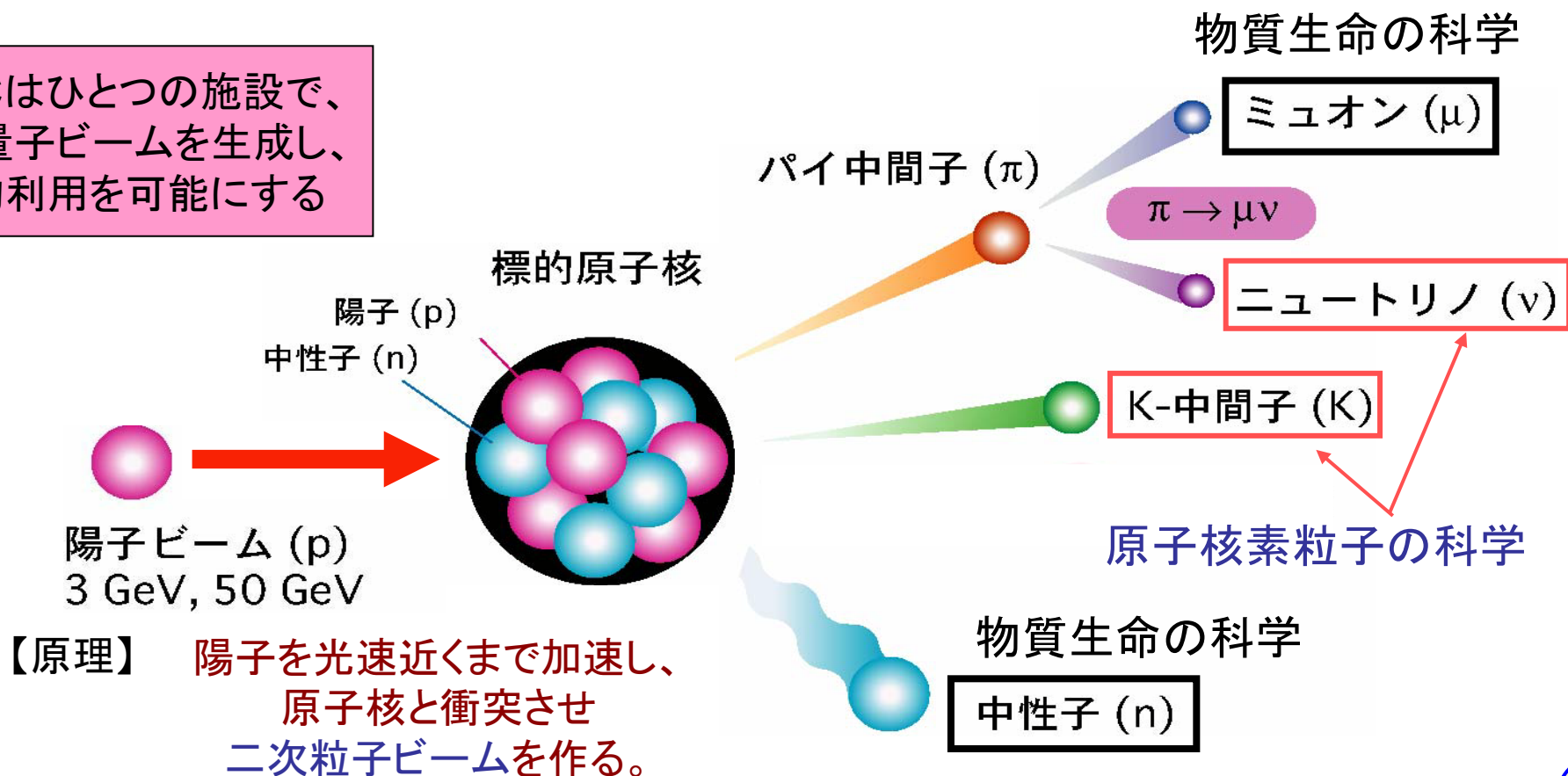
原子力政策大綱

1-2-9 放射線利用

・高強度で高品位な光量子、放射光等の電磁波や、中性子線、電子線、イオンビーム等を用いて高精度な加工や観察等を行う利用技術からなる「量子ビームテクノロジー」と呼ぶべき技術領域が形成されてきている。これらの技術は、様々な科学技術水準の飛躍的向上に寄与することが期待されている。

【特徴】

J-PARCはひとつの施設で、
様々な量子ビームを生成し、
多目的利用を可能にする



J-PARCの建設

原子力政策大綱

3-2-2 各分野における進め方

- ・国は、大強度陽子加速器といった世界最先端の量子ビーム施設・設備を我が国の基幹的な共通科学技術インフラとして整備していくことに継続して取り組む

【成果】

- ・順調に稼働開始
- ・現在120kWの陽子ビームを出力
- ・今年度前期で
126課題、延べ1165人の
ユーザが利用した

【課題】

- ・更なるビームラインの整備
- ・ユーザサポートの充実
- ・ビーム強度の増力

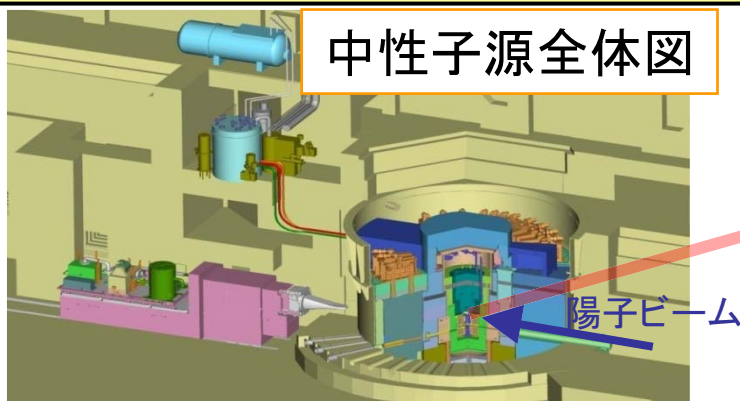


最高分解能の中性子源の実現

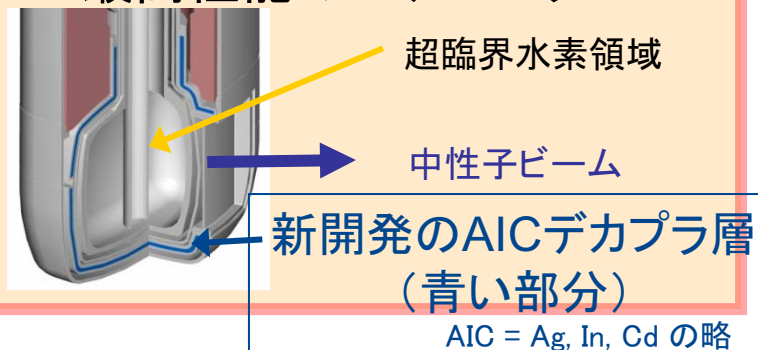
原子力政策大綱

3-2-2 各分野における進め方

- ・国は、大強度陽子加速器といった世界最先端の量子ビーム施設・設備を我が国の基幹的な共通科学技術インフラとして整備していくことに継続して取り組む



最高性能のモデレータ

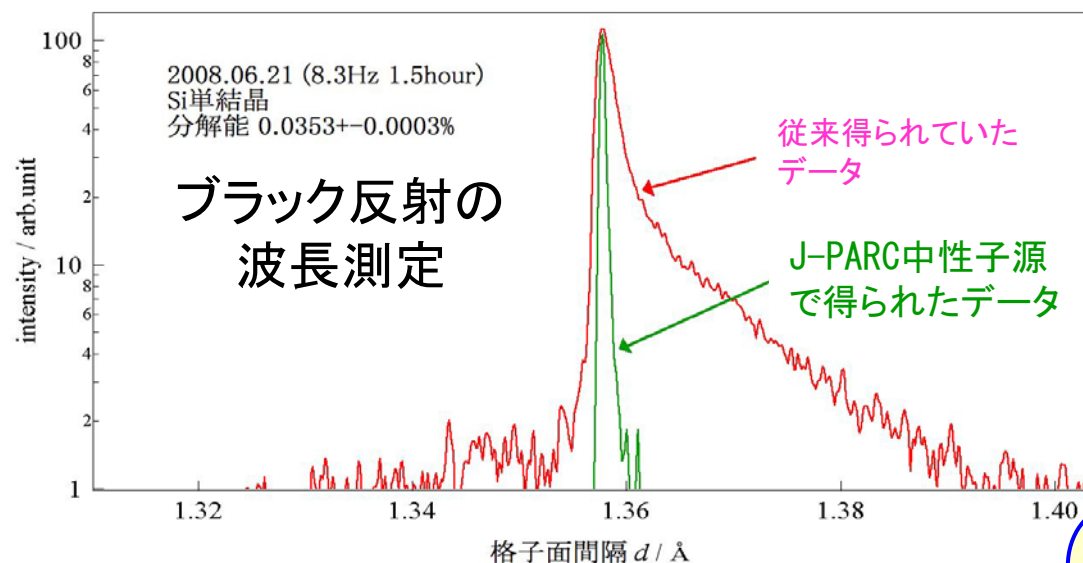


【成果】

- ・世界で最も単色性の高い中性子ビームの出力に成功し、分解能の要求される複雑系分子(例: フラーレンの動的性質)の研究を可能にした。

【課題】

- ・他のモデレータも駆使した、更なる中性子源の高性能化



幅広い国際競争力の確保

原子力政策大綱

3-2-2 各分野における進め方

- ・国は、大強度陽子加速器といった世界最先端の量子ビーム施設・設備を我が国の基幹的な共通科学技術インフラとして整備していくことに継続して取り組む

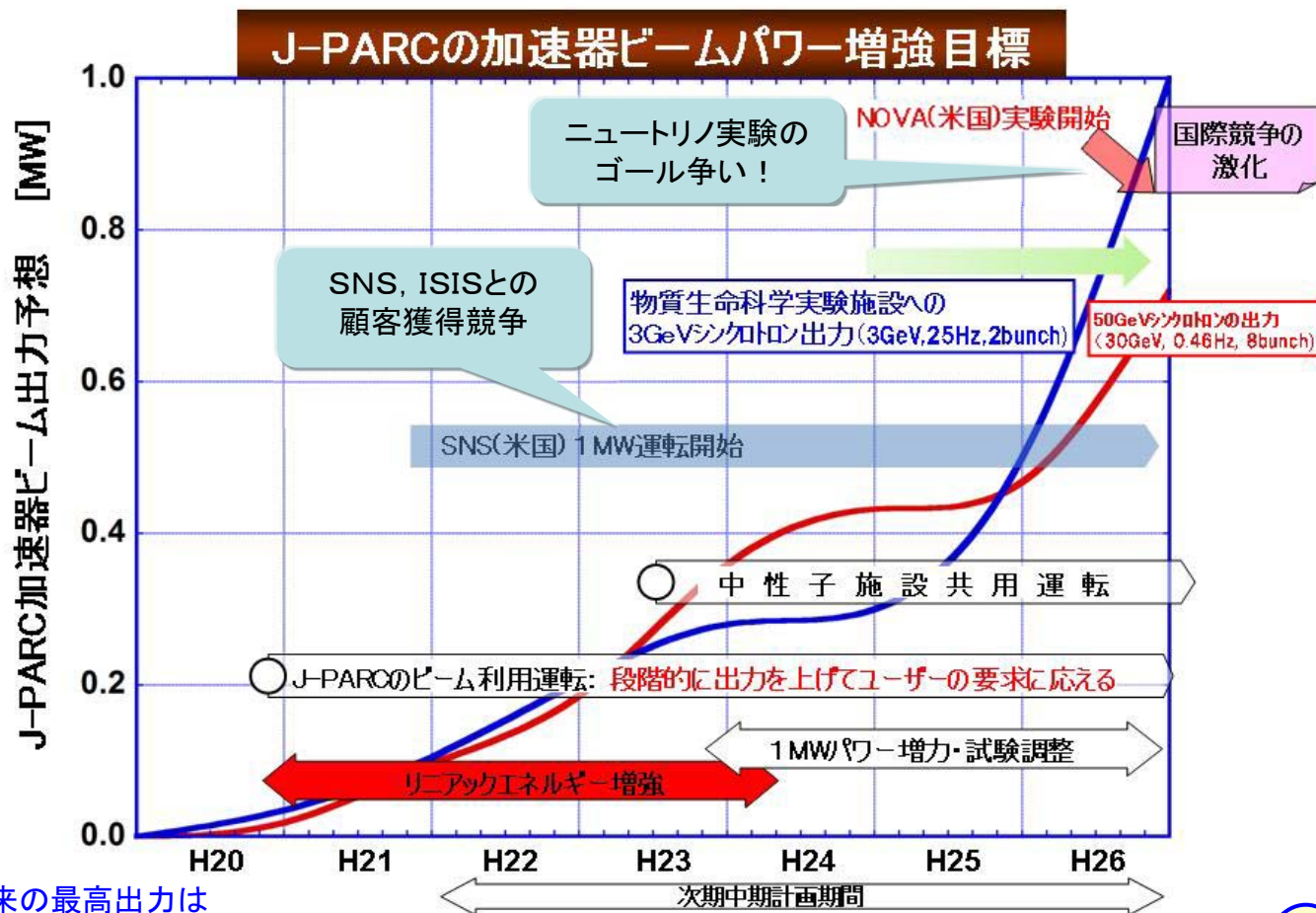
【課題】

- ・効率的な多目的利用に不可欠なビームパワー増強
- ・先端物理探究の競争勝利に不可欠なビームパワー増強

継続的に行う
加速器の高性能化と
低放射化技術開発が
不可欠

リソースの確保

(予算の不足。
物理系人材は得られるが、
施設改良や維持に不可欠な
工学系人材の確保に難)



平成19年度から4年間で原子炉施設を改修し、平成23年度(2011年度)から再稼働します。
再稼働後は約20年間利用し、平成42年度(2030年度)頃まで運転を予定しています。

原子力政策大綱

4-2 大型研究開発施設

- ・国は、施設が多くのユーザに開放されるべきものとして、施設を利活用するユーザの利便性の向上や、様々な研究分野のユーザが新しい利用・応用方法を拓きやすい環境を整備する。

魅力的な照射試験の提案

新技術の開発、近隣の照射後試験施設群の活用等により、技術的価値の高い照射データを提供

ユーザーフレンドリーな運営

技術支援体制の充実等により、多くの利用者にとって使いやすい環境を実現

原子力政策大綱

4-4 日本原子力研究開発機構の発足と原子力研究開発

- ・原子力研究開発機構には、施設の供用を通じて、我が国の原子力研究開発活動に寄与することが求められる。

軽水炉利用の長期化対策

- ・現行軽水炉の高経年化対策
- ・次世代軽水炉の開発

科学技術の向上

- ・核融合炉用材料、機器等の開発
- ・高温ガス炉用燃料・材料の開発
- ・原子力エネルギー基盤研究 等

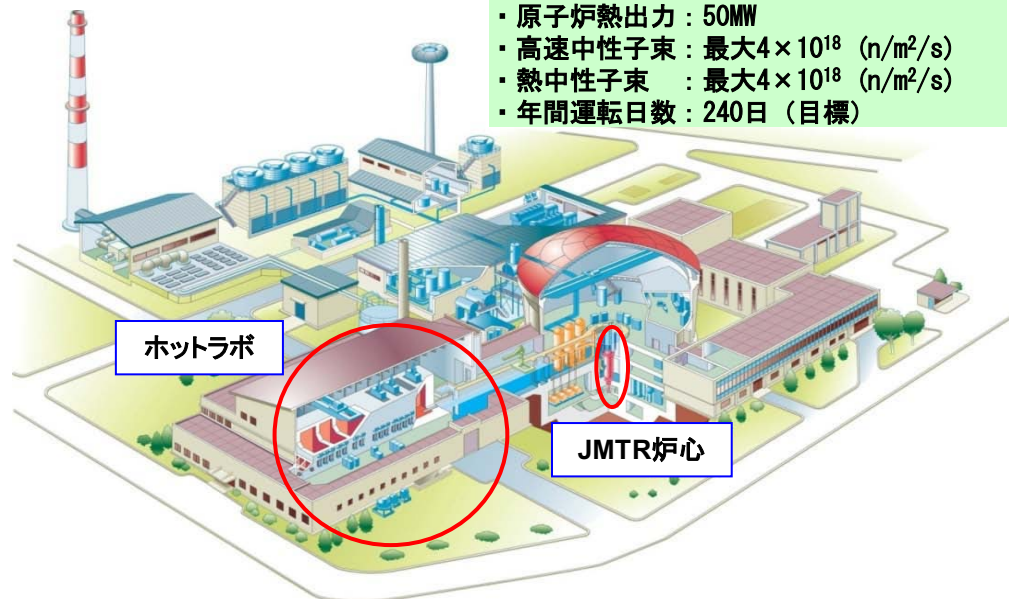
産業利用の拡大

- ・シリコン半導体製造
- ・医療診断薬の⁹⁹Mo製造等

原子力人材育成

JMTRの概要

- ・臨界年 : 1968年3月
- ・共同利用開始 : 1971年7月
- ・原子炉熱出力 : 50MW
- ・高速中性子束 : 最大 4×10^{18} (n/m²/s)
- ・熱中性子束 : 最大 4×10^{18} (n/m²/s)
- ・年間運転日数 : 240日 (目標)



今後の課題—研究炉におけるMo-99等のRI製造

- JMTRを用いてMo-99製造のための照射装置を新たに設置する必要があるが、そのための費用は運営費交付金では手当てできず、利用者が負担することとなっている。このため、Mo-99製造をする際の課題の一つとして利用者からその資金負担があげられている。
- 国内での安定した供給を図るために、JMTRとJRR-3といった研究炉の定期検査などによる停止期間を調整することが必要である。また、近隣アジアの試験研究炉とのネットワークにより、安定した供給網を構築することが必要である。

研究施設等廃棄物※埋設事業

※研究施設等から発生する低レベル放射性廃棄物

原子力政策大綱

2-3-2 管理処分を行う放射性廃棄物

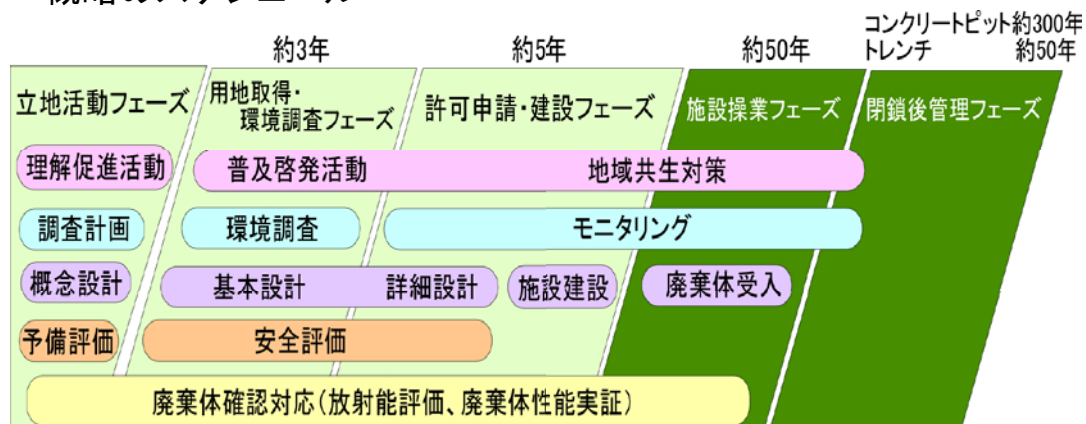
- ・(余裕深度処分の・・・、速やかに安全規制を含めた制度を検討)
- ・研究所等廃棄物、TRU廃棄物及びウラン廃棄物の安全規制制度の準備状況を踏まえて、処分の実施に向けて取り組むべき
- ・(処理処分は発生者や発生源によらず性状に応じて一元的になされることが効率的かつ効果的である・・・処理処分することが可能となるように諸制度を運用)

○改正機構法により、埋設事業の実施主体として当該廃棄物の処分事業を推進

- ・研究用原子炉、核燃料使用施設、RI使用施設等の廃棄物を埋設処分する計画
- ・処分方法はトレンチ処分、ピット処分(総費用は約2000億円、積立金制度創設)

○埋設処分業務に係る実施計画の認可(H21.11)を受け、埋設施設の設計等処分事業着手

概略のスケジュール

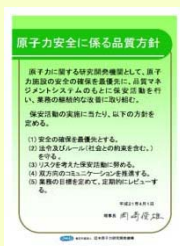


処分場概念



○原子力施設の安全の維持・向上

原子力施設の安全確保を最優先に業務を推進するとともに、原子力安全監査、マネジメントレビュー(MR)等の実施に加え、法令遵守や安全文化の醸成活動を通して安全最優先のマインドを培い、自律的かつ継続的な改善を推進。



○一般安全や環境配慮への取組み

安全最優先のマインドのもと、職場のリスクアセスメント、各種保安教育、安全衛生パトロール等を実施。

- 全国安全週間(7月)、全国労働衛生週間(10月)及び年末年始無災害運動(12月～1月)等を通じて安全活動を展開。
- 2008年4月から2009年3月までの環境配慮活動について、環境報告書を取りまとめ。



○放射線安全への取組み

作業者の被ばく管理、施設内の放射線管理、施設からの排気・排水管理、環境モニタリングを実施。

○「放射線管理検討会」を設置し、機構としてより良い日常管理ができるよう、放射線管理のあり方について、常に検討・改善。



○原子力災害に備えた取組み

万一の場合に備え、各種訓練の実施、通報連絡体制・機材等を整備。

○機構は災害対策基本法、武力攻撃事態対処法の指定公共機関として、国、地方公共団体及び防災関係機関が進める防災活動に対する技術的支援を行うため、支援・研修センターを設置し、各種訓練・教育等を実施。





放射線利用に関する産学連携

共同研究

(民間企業、大学、地方自治体、公的研究機関)

共同研究件数

年度	17	18	19	20
件数	126 (64)	242 (53)	221 (55)	234 (73)

括弧内は民間との共同研究数

共同研究相手方:

民間: 日立製作所(株)、日産自動車(株)、協和発酵キリン(株)等
大学: 東大、京大、阪大、東北大、茨大、群大等
研究機関: 物産機構、理研、JAXA、群馬県農業技術センター等

技術移転に向けた展開

特許出願67件、登録44件、実施許諾30件(平成20年度)

遺伝子資源開拓・イオンビーム育種技術開発
イオンビームやガンマ線を利用して、植物の新しい品種を開発

有用資源捕集材の開発
温泉水からの高効率スカンジウム捕集を実証

地域連携

茨城県中性子利用促進研究会

中性子の産業利用の有効性や研究開発手法の検討などの活動を通じた
利用促進(平成16年度開始、継続中)

地域結集型共同研究事業

家畜排泄物のエネルギー転換及び資源化(平成17年度開始、継続中)

地域新生コンソーシアム研究開発事業

温泉水中のスカンジウムの捕集に関する研究開発
(平成18年度開始、19年度終了)

光医療研究連携センター

「光医療産業バレー」拠点創出(平成19年度開始、継続中)

施設共用

先端研究施設共用イノベーション創出事業

放射光を利用したナノ構造・機能の計測・解析(平成19年度開始、継続中)

先端研究施設共用促進事業

明日を創り、暮らしを守る量子ビーム利用支援事業
(平成19年度開始、継続中)

研究用原子炉JRR-3の中性子利用による施設共用促進
(平成21年度開始、継続中)

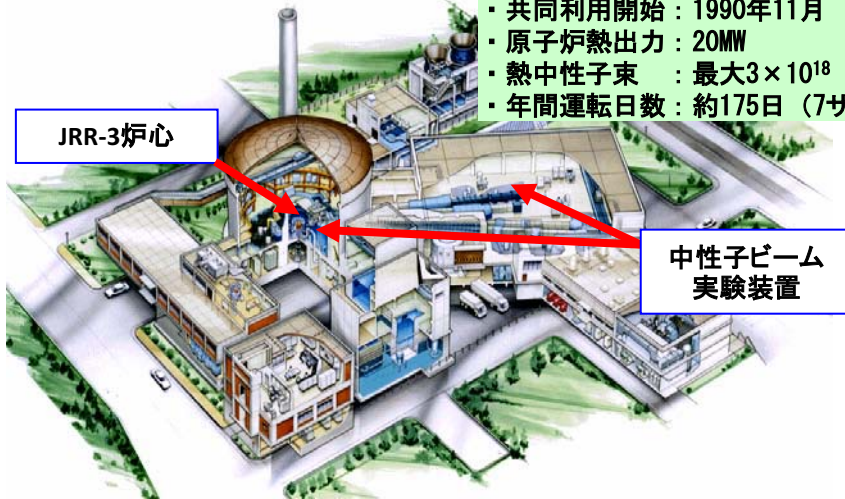


JRR-3における産学連携の取り組み

主に、中性子散乱実験による構造解析、中性子ラジオグラフィによる透視撮像、残留応力解析などに活用

JRR-3の概要

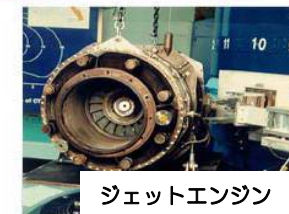
- ・ 臨界年 : 1990年3月
- ・ 共同利用開始 : 1990年11月
- ・ 原子炉熱出力 : 20MW
- ・ 熱中性子束 : 最大 3×10^{18} (n/m²/s)
- ・ 年間運転日数 : 約175日 (7サイクル)



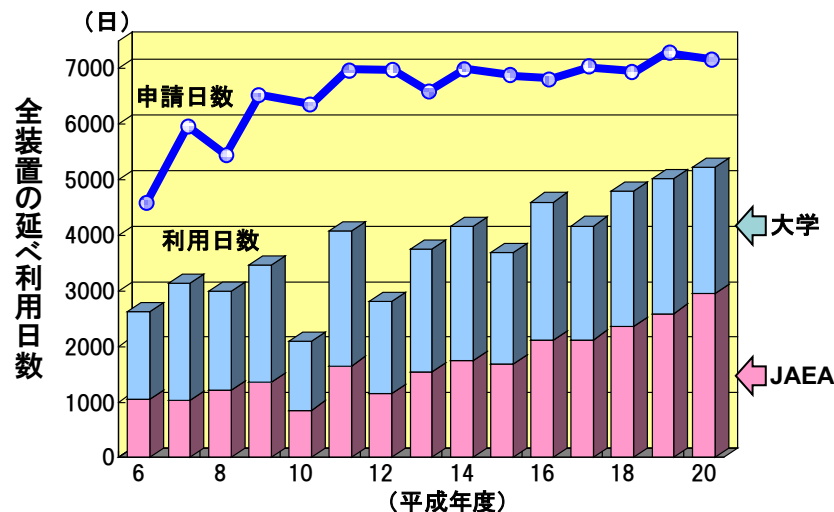
産業利用の例ー中性子によるエンジン内部の残留応力解析



中性子残留応力解析装置 (RESA)

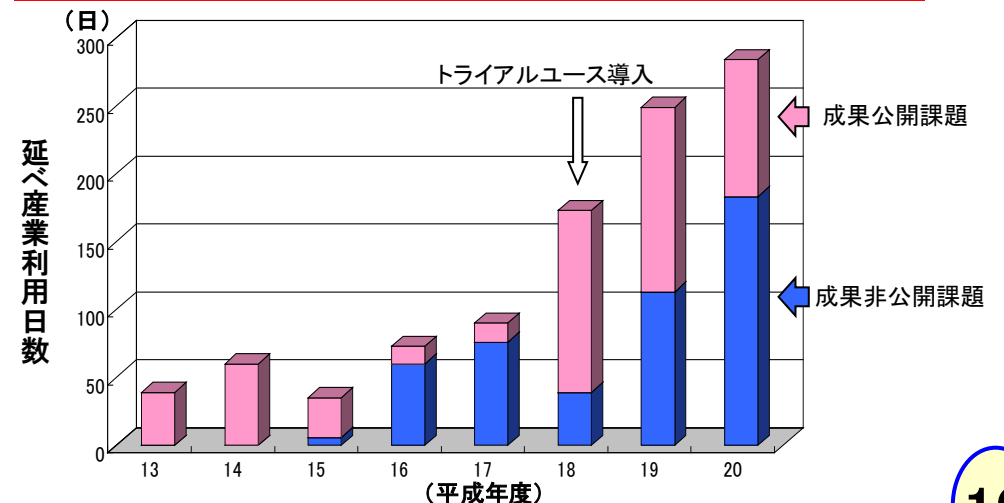


利用日数の増加とそれを上回る申請日数



全装置の延べ利用日数と申請日数の推移

トライアルユースでの中性子の有用性が認識されることによって
産業利用の有償利用による施設供用に発展



産業利用のべ日数の年度推移



放射線利用に関する人材育成

- 連携大学院制度への協力
茨城大学大学院 理工学研究科:材料評価解析学、アクチノイド科学(教授3名)
群馬大学大学院 工学研究科:物質創製工学(教授4名、准教授2名)
医学研究科:生体機能解析学(教授3名)
兵庫県立大学大学院 物質理学研究科:物質基礎解析学、物質構造制御学(教授3名、准教授1名)
東北大学大学院、京都産業大学大学院、岡山大学大学院、関西学院大学
- 専門職修士課程への協力 東京大学大学院 工学系研究科原子力専攻(専門職大学院)
講義科目「放射線利用」
- 大学院講義への協力
福井大学、茨城大学、京都大学、東京工業大学、お茶の水女子大学、埼玉大学等
- 全国の国公立大学と共同研究を実施(396件)平成17~21年度の延べ数
- 全国の大学から学部学生、大学院生を積極的に受け入れ
東京大学、茨城大学、群馬大学、京都大学等
特別研究生(139名)、学生実習生(118名):平成17~21年度の延べ数



次代を担う人材の育成・確保に貢献

放射線利用に関する理解醸成

理数科教育支援(未来を担う人材のために)

○理科教育支援

- ・実験教室、出張授業、・サイエンスキャンプ、サイエンス倶楽部
- ・スーパーサイエンスハイスクール、サイエンスパートナーシッププログラム

○実績の推移(JAEA全体、() が放射線関係の題材)

平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度
37 (1) 回	125(49)回	325 (63) 回	382 (83) 回



京都府立
城南菱創
高校での
出張授業



京都府立
南陽高校
での出張
実験教室



サイエンスキャンプ関西研
レーザーを使用した実験の様子



サイエンスキャンプ東海センター
JRR3について学ぶ様子

サイエンスカフェ(気軽に聞いてもらうために)

○サイエンスカフェでの講演

- ・サイエンスカフェinリコッティ、科学技術週間サイエンスカフェで講演

○実績推移(JAEA全体、() が放射線関係の題材)

平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度
— (—) 回	2 (—) 回	5 (2) 回	17 (5) 回



科学技術週間(関西播磨)



サイエンスカフェinリコッティ(J-PARC)

施設公開、報告会など(広く知ってもらうために)

○成果の発信

- ・成果報告会、シンポジウム等
- ・ホームページでの成果公開
- ・施設公開・見学会、実験教室



高崎研施設一般公開
「第33回花と緑の見学会」



東海センター施設見学会・実験教室
とJ-PARC公開



みんなの暮らしと放射線展
(大阪)にブース
出展



放射線利用に関する国際協力

アジア原子力協力フォーラム (FNCA)

Forum for Nuclear Cooperation in Asia

近隣アジア諸国との農業・工業分野における放射線利用の国際協力

IAEAの原子力地域協力協定 (RCA)

Regional Cooperative Agreement for Research, Development and Training Related to Nuclear Science and Technology

農業・工業・医療等の分野におけるRI・放射線利用の国際協力

二国間協力

○米国 エネルギー省

日米科学技術協力

・オークリッジ国立研究所

* 中性子散乱

○米国 エネルギー省

原子力科学及びエネルギーにおける研究開発の協力のための取決め

・オークリッジ国立研究所

* 核破碎中性子源開発

・サンディア国立研究所

* 電子回路の放射線照射効果の研究

・アルゴンヌ国立研究所

* シンクロトロン放射光研究協力

○米国 スタンフォード大学

○英国 ラザフォード・アップルトン研究所

○ドイツ 重イオン研究所

○フランス ラウエランジュバン研究所

○欧州放射光施設

○中国科学院

量子ビーム科学研究分野における研究協力のための取決め

・物理研究所

* 中性子科学技術

* レーザー科学技術

・上海応用物理研究所

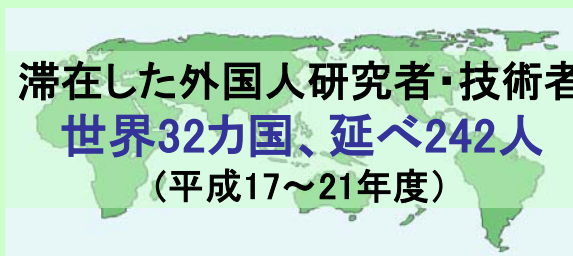
* 放射光を用いた材料科学

* 環境保全及び材料開発のための荷電粒子・RI 応用

○韓国原子力研究所

○マレーシア原子力研究所

○ベトナム ダラット原子力研究所



◎量子ビームサイエンス&テクノロジーの確立

- ・科学技術基本計画に貢献する先導的な基礎・応用研究から産業利用
 - ・国際拠点形成を目指した量子ビーム利用研究の推進
 - ・新しい利用分野(量子ビームフロンティア)の開拓
- 国内外への普及

◎量子ビームプラットフォームの構築

- ・先進的かつ安定な量子ビーム利用のための量子ビーム開発拠点との協同
- ・横断的量子ビーム利用の基盤形成

原子力機構が豊富な技術基盤と経験に基づき開発・整備・運転する先進的な大型量子ビーム施設や最先端の研究設備を「量子ビームプラットフォーム」として国内外の利用者に提供するとともに、自らは、これらの施設群を横断的に利用し、多彩な量子ビームが持つ「観る」「創る」「治す」という優れた機能の総合的な活用を先導する。これにより、基礎・応用研究から広範な産業分野等における利用までの領域において、量子ビームサイエンス&テクノロジーの機能と有用性を示し、国の施策である科学技術・学術と産業の振興に貢献する。

量子ビームプラットフォームの構築

プラットフォームに求められる機能

- ・ワンストップ窓口機能
- ・研究計画立案・実験支援
- ・各種ビーム利用研究の課題公募実施
- ・メールインサービス等の分析代行業務
- ・成果の広報・普及活動
- ・人材育成機能(専門家派遣含む)
- ・各ビーム施設の横断的連携とりまとめ



横断的利用の促進

課題

- ・人員確保(人数のみならず、幅広い分野に跨る人材が必要)
- ・プラットフォームを構成する研究施設・設備の運転維持費の確保

量子ビームサイエンス & テクノロジー

重要な科学技術・学術分野から幅広い産業までを支える基盤として研究開発を推進

豊かな国民生活への貢献

安全・安心な社会の実現

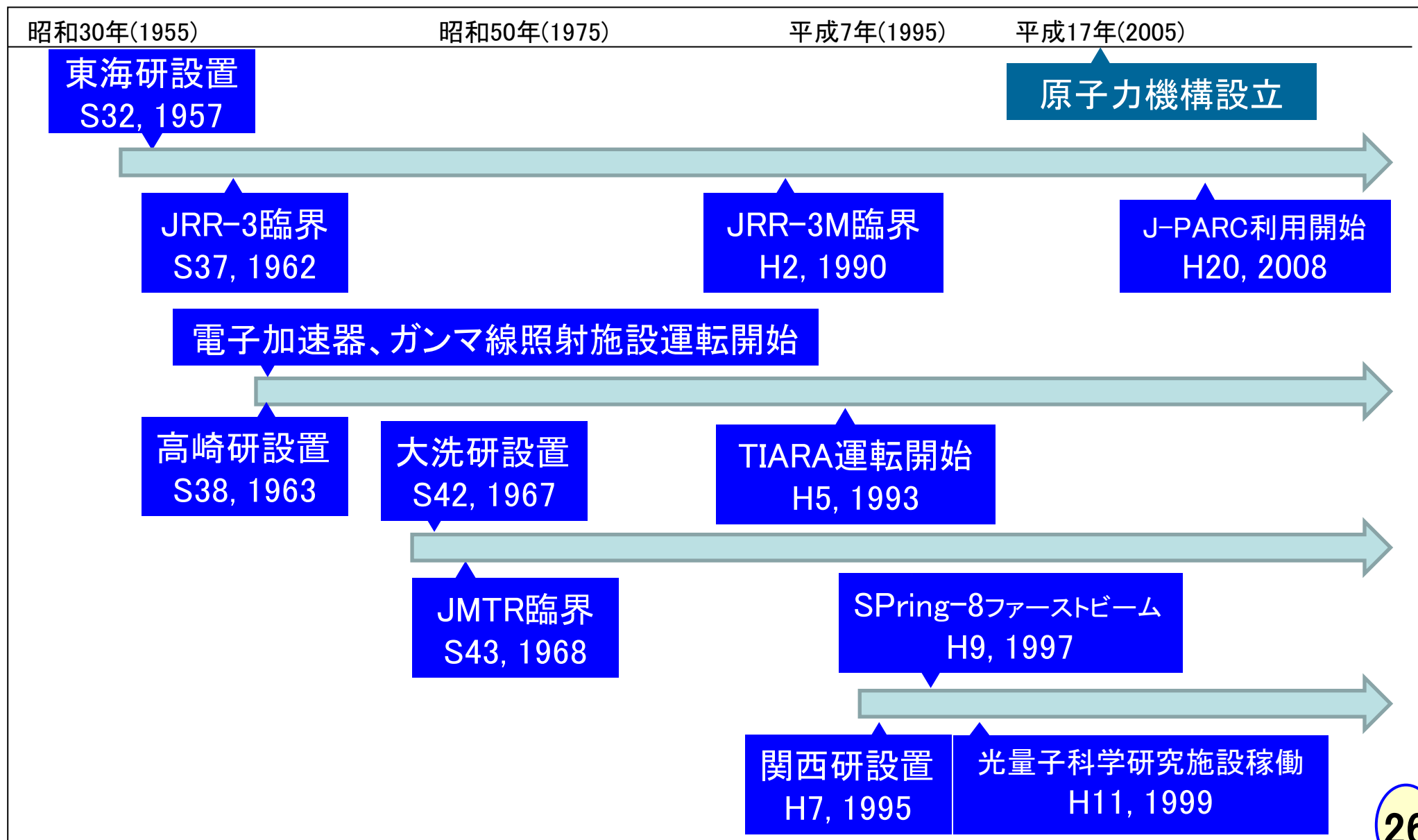
産業の国際競争力の維持強化

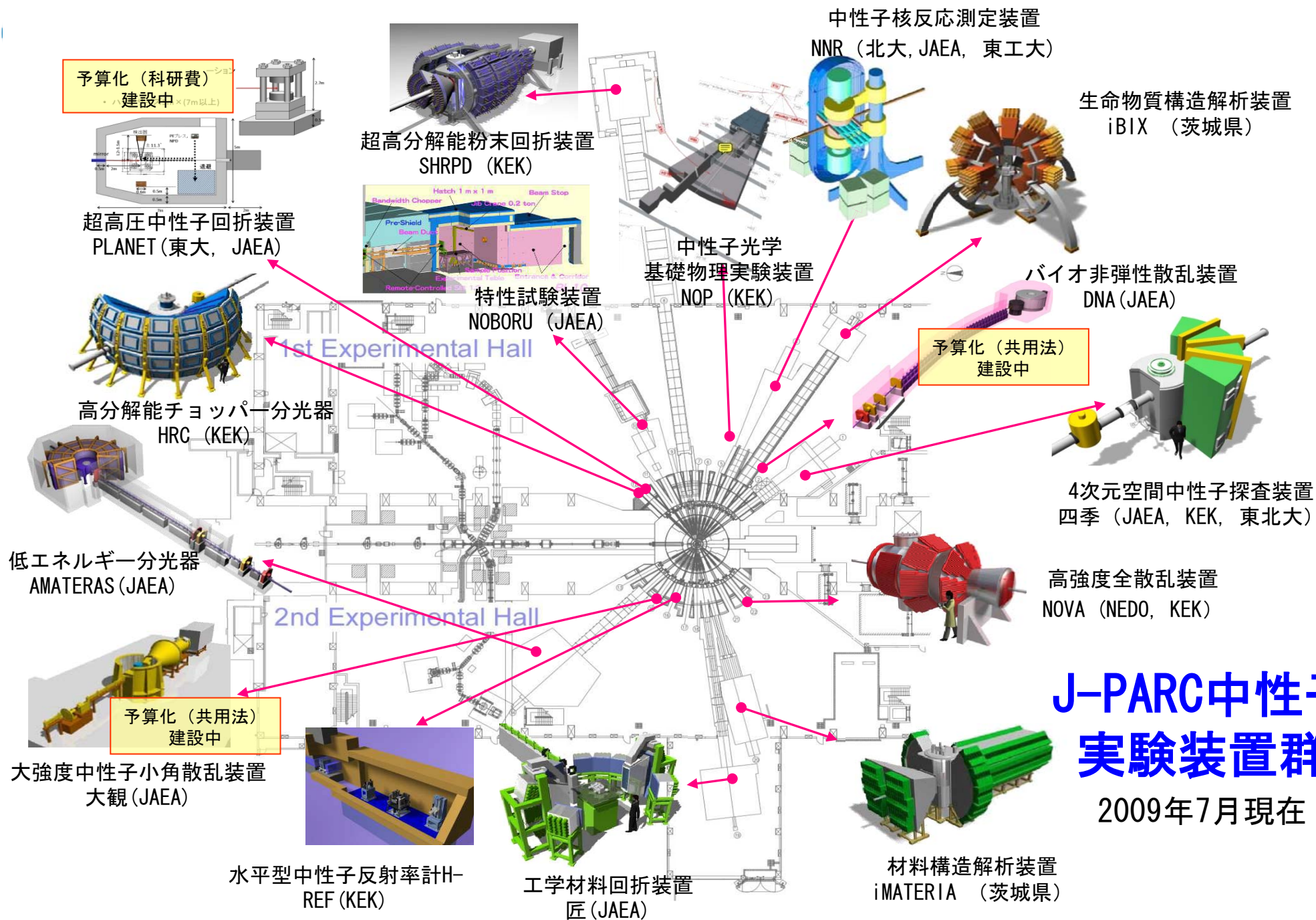
国際社会におけるリーダーシップの発揮



別添 参考資料

研究開発の経緯





J-PARC中性子 実験装置群

2009年7月現在

J-PARCにおける近年の進捗

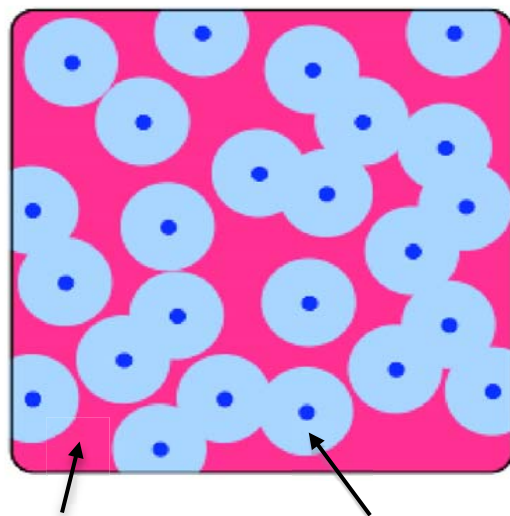


ミュオンを使った新しい磁場測定法

ミュオン・スピン回転法を用いて新しい超伝導の姿を発見
 —磁性の海に島状に発達する、鉄ヒ素系超伝導体の局所的超伝導—



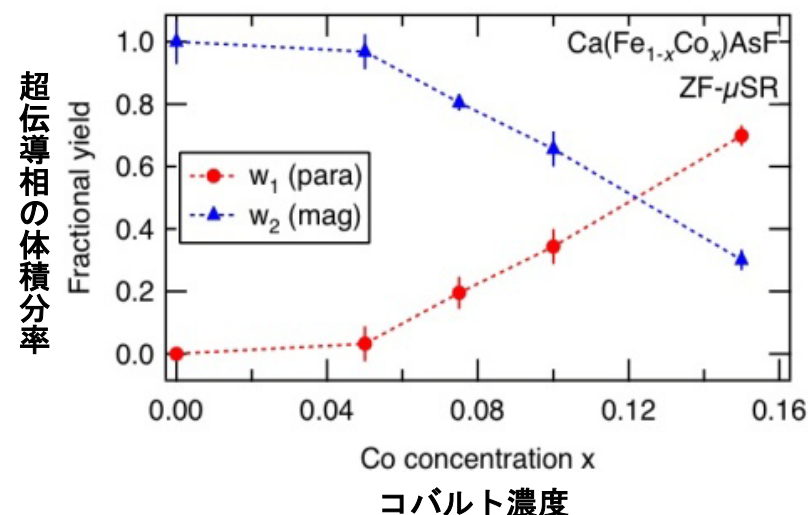
超伝導材料の開発への応用



磁性相

超伝導相

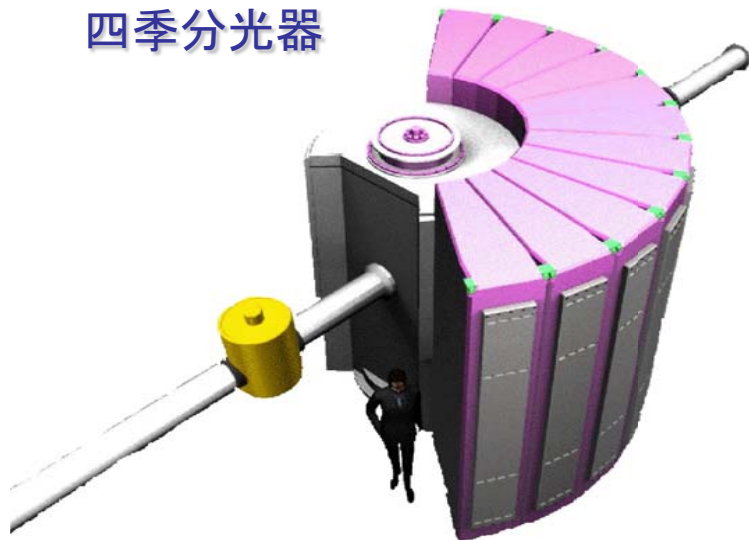
「島状（局所的）超伝導状態」。反強磁性の「海」（ピンク）の中にコバルトを中心とした超伝導の「島」が存在する。



超伝導体積分率（赤丸）のコバルト濃度による変化。

新しいパルス中性子非弾性散乱法

四季分光器

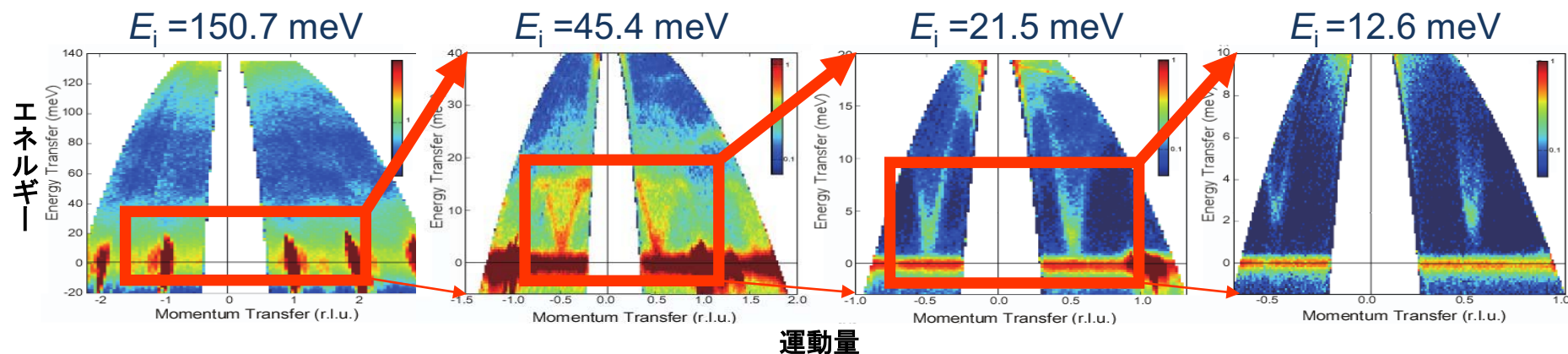


J-PARC中性子実験装置「四季」において
物質内原子運動の全体像と詳細を一挙に捉える
新規手法の実証実験に成功

—中性子により視覚化された原子運動情報を
自在にズームイン・アウト—



新機能材料の開発への応用



「四季」で測定された非弾性中性子散乱データ。4種類の二次元像が1回の測定で得られた。



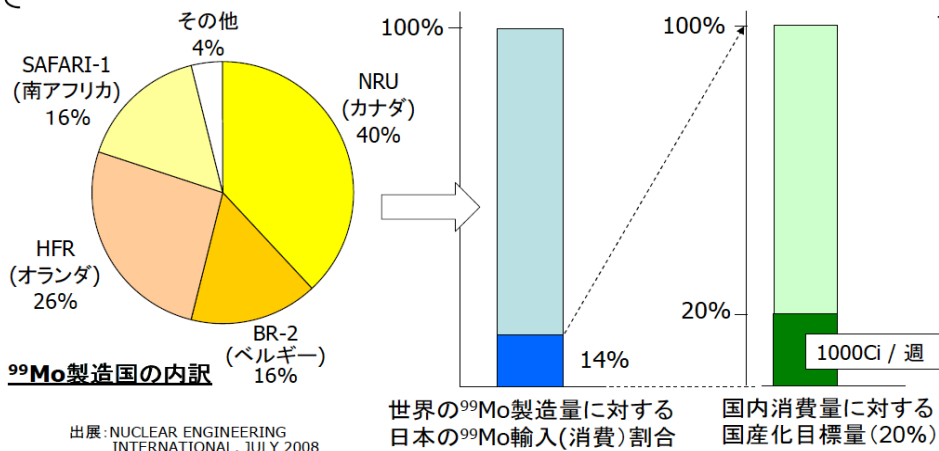
JMTR

医療診断用Mo-99の製造について

世界のMo-99の製造量と国内輸入割合

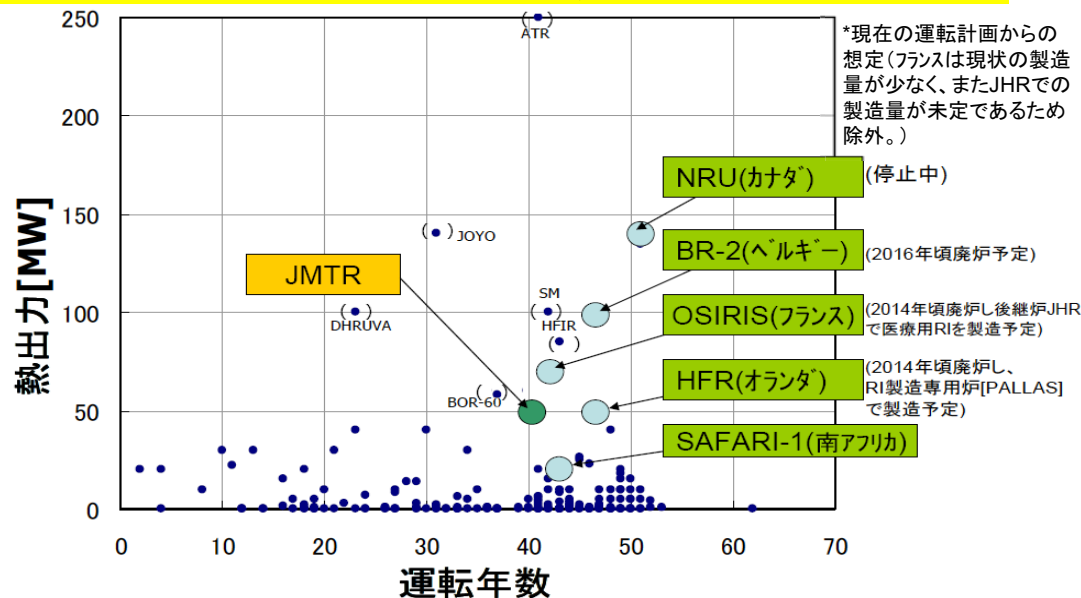
<NRU炉からの輸入停止例>

- 2001年9月頃に1週間程度 : 米国同時多発テロ
- 2007年11月中旬から12月中旬 : カナダ研究炉の安全不備
- 2009年5月中旬から停止中 : カナダ研究炉の安全不備



Mo-99を製造している主な原子炉の運転年数

数年後の主なMo-99製造国は、オランダと南アフリカになる。*



(n,f)法と原子力機構が提案する(n,γ)法の比較

	(n,f) 法	(n, γ) 法
製造方法	Uを中性子照射し、核分裂後のFPより99Moを抽出	98Moの中性子照射により生成した99Moを抽出
価 格	1	1/10程度
核不拡散性	×	○
比放射能	大 (生産地から遠くの消費地へ輸送可能)	小 (消費者の近郊に生産地が必要)
不純物濃度	大 (多種のFP等が生成、廃棄物の問題)	小 (n,f法の5%程度)

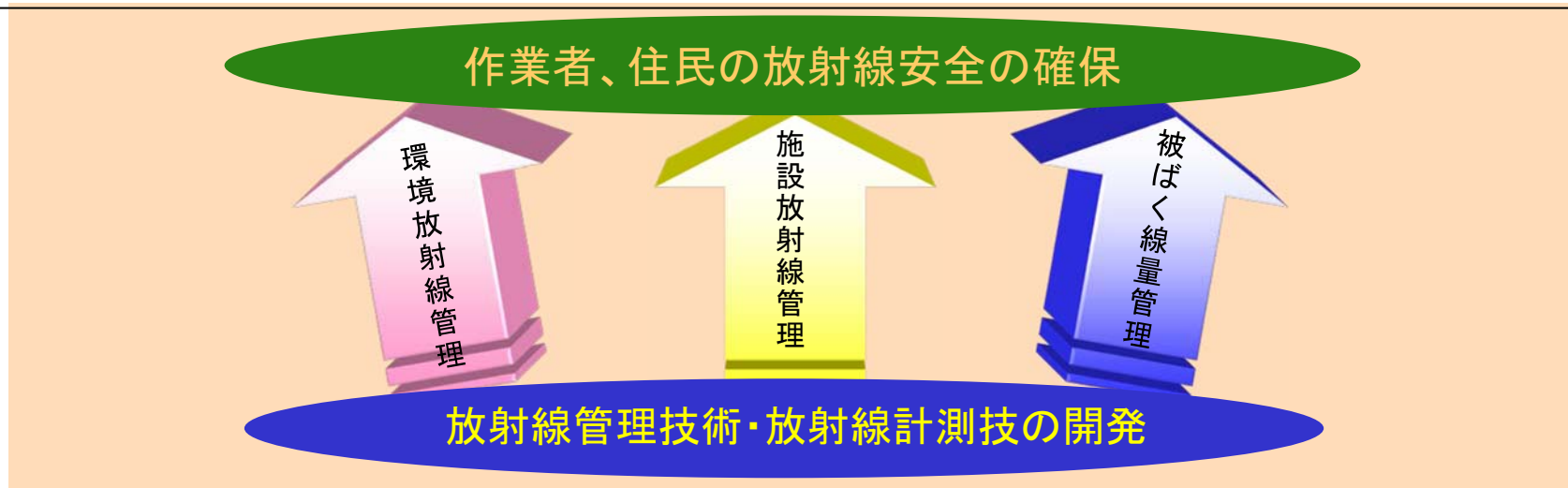
○JMTRでのMo製造に関しては、日本の製法はウランを用いない方法なので、核不拡散上有効であるが、(n,f)法によるMo-99よりも比放射能が低く、日本国内のみへの供給を予定している。

○原子力機構の試験研究炉(JMTR、JRR-3)だけでなく、近隣のアジア・環太平洋諸国との国際協力推進が必要である。

○課題として、Mo-99製造について、照射後の薬剤抽出に至るまでの処理フローの検討を加速させ、照射試験の具体化。

原子力科学研究所における安全管理体制

原子炉や核燃料取扱施設等の研究施設を用いて研究開発を進める上で、放射線に対する作業員や周辺住民の安全確保は最優先事項です。原子力科学研究所では様々な研究施設やその周辺における放射線の管理、作業員の被ばく線量の測定評価を適切に行い、放射線に対する作業員や周辺住民の安全確保に努めています。



環境放射線管理



環境試料の採取



環境中の放射能濃度の測定

土壌、農畜産物、海産物等の試料を定期的に採取し、放射能濃度を測定します。

施設放射線管理



放射線モニタ監視

研究施設の管理区域において、作業環境の放射線モニタリングを行っています。

被ばく線量管理



被ばく個人線量計



体内放射能測定

放射線作業に従事する人の外部被ばく及び内部被ばく線量の測定・評価を行っています。

J-PARCの安全への取り組み

- 日本で初めて、線量分布の監視を義務づけられた加速器である
(これまでは、遮蔽能力が十分であることの確認で担保していた)
- 運転条件を変更するたびにサーベイを行い、線量分布を確認
(計画的な段階的出力上昇を図っている)
- 各エネルギー領域に最適な複数種の線量計を設置
(例: 鉛ブリーダ付レムモニタを開発)
- 運転開始以来、安全に運転を行っている



写真1 J-PARCの放射線エリアモニタ



写真2 J-PARCのゲートモニタ

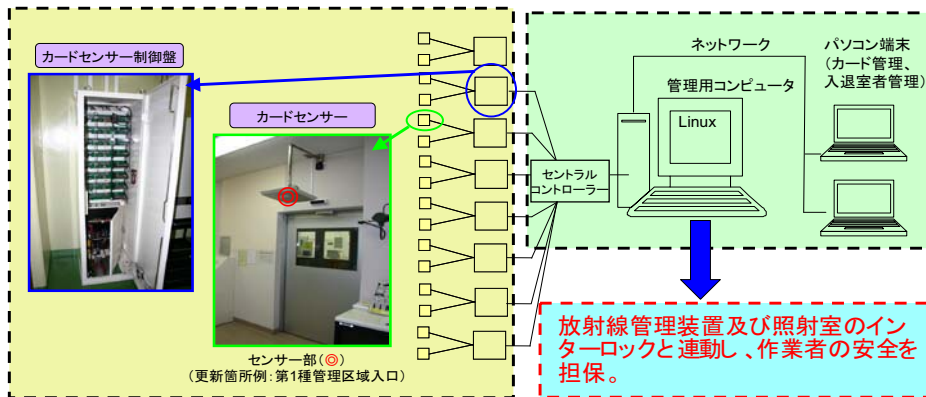
【イオン照射研究施設(TIARA)】



管理区域入域管理

IDカードを用いた入退室管理システムにより、管理区域内における放射線従事者の作業位置をタイムリーにモニターしている。また、IDカードとガラスバッチを一体化することでガラスバッチの所持を確認している。

本システムは加速器施設の安全監視システムに情報を提供し、作業従事者の安全を確保している。



照射室等での安全管理

照射室扉は人間の目視を第一に作業スイッチの作業中信号と入退室管理システムからの入室中信号および加速器の運転状態信号等で管理している。

作業中および入室中信号によって扉は閉じる事が出来ない。また、扉が開いている状態では加速器を運転したり、ビーム照射はできない。

【電子線・ガンマ線照射施設】



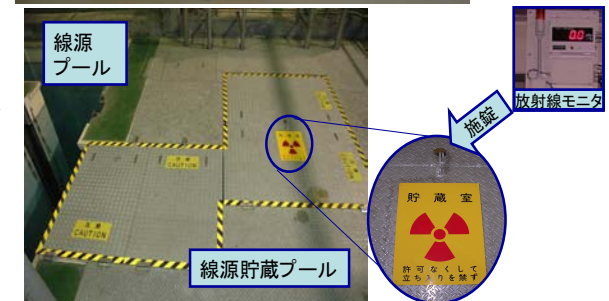
管理区域入域管理

管理区域入口において、線量計着用を義務づけ、それに付したバーコードを読み込むことで、入域管理している。また、扉にはテンキーを設置し施錠管理をすることで入域者を制限管理している。



照射室等での安全管理

照射室内ではインセルモニター、それ以外の管理区域ではエリアモニターにより、タイムリーに線量をモニターしている。ガンマ線源はプール格納が確認された後に、インターロック解除となる。



警報管理システム

高崎量子応用研究所の各施設を一般施設も含めてケーブルでつなぎ、放射線警報だけでなく施設警報、運転警報等を一括管理し24時間体制で監視。その一環として法令に基づく設置義務のない排水放射線モニタ及び環境放射線モニタも自主的に設置し、一層の放射線管理に努めている。

研究施設等廃棄物埋設事業

我が国の研究施設等廃棄物の処分を安全かつ早期に行い、我が国の原子力の研究開発等を確実に推進

研究施設等廃棄物※に係る現状

<発生>

※研究施設等から発生する低レベル放射性廃棄物

- 昭和20年代から現在まで、既に約55万本(200Lドラム缶換算)分が発生
- 全国の約2,400もの多様な事業所で発生
(研究機関／大学／医療機関／民間事業者)

<課題>

- 近い将来、各施設の保管能力を超える恐れ
- これに伴い新たな研究・開発に支障
- 老朽化施設の解体が困難



現在の
廃棄物
保管状況



処分場がない
ことから、老
朽化施設の
解体が困難

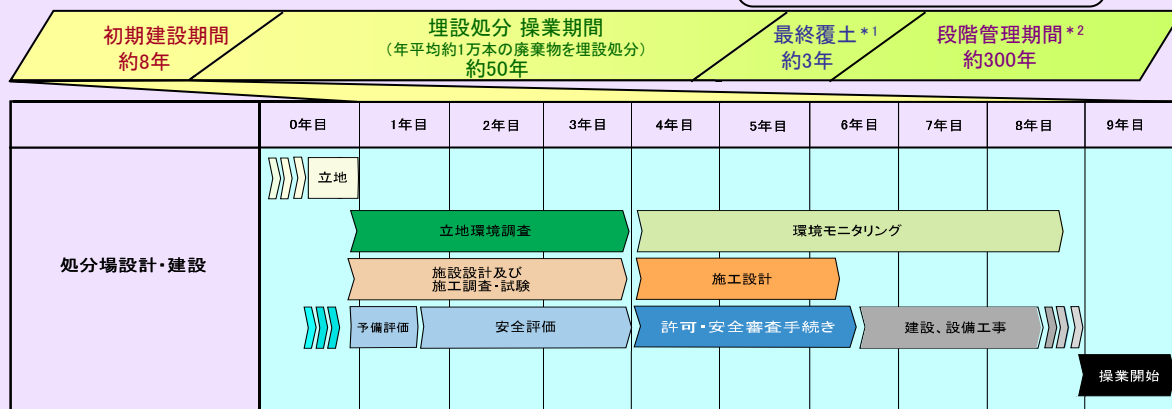
埋設事業の概要

- 原子力機構法改正(H20.6)*により、原子力機構を、研究施設等廃棄物埋設事業の実施主体として明確に位置づけ
*衆参両院全会一致にて可決
- 原子力機構は、廃棄物埋設施設を建設・操業及びその施設の閉鎖後管理を実施
- 全国の他事業者の廃棄物も対価を得て、自らのものと併せて埋設処分:廃棄体(廃棄物を処分に適した形態に処理)の受入本数は約53万本、うち、機構分:約43万本

埋設施設のイメージ



埋設事業スケジュール



*1: 覆土は埋設段階毎に行われる。この3年は全ての埋設を完了させるための最終的な覆土を指す。

*2: 段階管理期間は、トレンチ処分では50年間、ピット処分では300年間と設定されている。

○国が定めた基本方針に即して、埋設処分業務に係る実施計画を策定

第1期事業として

- 立地活動
- (立地の合意後)初期建設期間は、各施設の設計・建設を 約8年と想定(施設の設計や建設等実施)
- 操業期間は約50年と想定
- 最終覆土(3年)後、約300年の閉鎖後管理へ移行