

照射試験炉JMTRの挑戦

平成20年12月9日

日本原子力研究開発機構

目 次

1. 新JMTRに期待される役割
2. 新JMTRの運営
3. JMTRの改修
4. 利用性の向上
5. 照射利用に係る検討状況
6. まとめ

1. 新JMTRに期待される役割

基幹施設として、幅広い分野からの最大限の利用を進めるべく、JMTRの改修、利用性向上の検討等を着実に実施している。

照射ニーズ	具体的課題
軽水炉利用の長期化対策	<ul style="list-style-type: none">・軽水炉長期利用のための軽水炉の高経年化対策・世界最高の稼働率実現等を目指した軽水炉用燃料・材料の開発
基礎基盤研究の推進	<ul style="list-style-type: none">・ITERや発電実証プラントのための核融合炉用材料、機器等の開発・耐熱性を向上させた高温ガス炉用燃料・材料の開発・照射損傷機構の解明など原子力エネルギー基盤研究
産業利用の拡大	<ul style="list-style-type: none">・ハイブリッド自動車等で利用される大口径シリコン半導体の製造・国内生産により安定生産・安定供給のための医療診断薬の⁹⁹Mo製造
原子力人材の育成	<ul style="list-style-type: none">・次の時代を担う人材を育成するための実務技術者の養成 等

2. 新JMTRの運営

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^{*1}**の活用等により、技術的価値の高い照射データを提供

(^{*1}) 近隣の照射後試験施設群に関しては、参考資料集p26を参照

(^{*2}) 参考資料集p37~p39参照

国際的拠点化の達成

欧米やアジアの**中核試験炉^{*2}**として、国際的に活用される研究基盤を構築

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

新JMTRの運営に係る基本的考え方

- 顧客第1主義により、「使いたくなる」JMTRを目指し、ビジネスマインドを持って運営する。
- 利用者等が参画したJMTR運営・利用委員会を設置し、JMTRの運営等に対して利用者等の意見が的確に反映されるよう、透明性をもった運営を行う。

3. JMTRの改修(1) -計画-

- 原子炉機器の一部更新：経年変化による劣化や交換部品の調達が困難となる等の観点から必要な更新を実施中。
- 照射利用のための準備：利用者からの資金負担により整備。規制ニーズによる軽水炉用燃料・材料の試験装置を整備中。

項 目	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	H31
中期目標期間	第 1 期					第 2 期					第 3 期				
国による評価															
JMTRの運転	運 転										運 転				
原子炉機器の一部更新 (約60億円)			制御系、冷却系等												
照射利用のための準備 (利用者からの資金負担)			平成20年度まで順調に原子炉機器の一部更新を進めている。												
・ 材料照射装置/軽水炉															
・ 燃料異常過渡試験装置															
・ 燃料通常試験装置															
・ 新たな産業利用/99Mo製造、 Si半導体製造															

(上記改修の具体的な進捗状況は、参考資料集p22とp23を参照)

3. JMTRの改修(2) -炉心配置案-

材料照射試験装置 (大型試験片照射キャプセル)

軽水炉構造機器の健全性評価に係わる基準等の整備のため、破壊靱性の寸法効果等を評価

^{99}Mo 製造装置

医療診断薬の $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 等の製造(主たる利用者は国内メカ:既存照射装置等を活用)

通常照射試験装置(検討中)

燃料試験体を照射し、高燃焼度ウラン及びMOX燃料に対して運転条件の多様化等に伴う燃料健全性への影響を確認

異常過渡試験装置

出力急昇条件や流量減少による沸騰遷移条件等で照射試験を実施し、高燃焼度ウラン及びMOX燃料の異常過渡時の破損限界等を確認

□ : アルミニウム反射体

□ : ヘリウム反射体

Si半導体製造照射装置(検討中)

中性子照射による核変換により、リン(P)をSiに添加して半導体を製作し、エネルギー基盤素材の国産化を図る(主たる利用者は国内半導体供給者、直径8インチの製造を検討中)

基礎基盤研究等のための照射:
革新的原子炉に用いられる材料等の照射特性評価(主たる利用者は原子力機構など)

材料照射試験装置(BWR用)

(材料照射用高温水キャプセル照射装置)

軽水炉構造機器の健全性評価に係わる基準等の整備のため、機器材料の経年劣化を水質環境等の実機環境を模擬して実施(SCC調査研究など)

(注) 白抜き文字の装置は、軽水炉の長期利用対策に関するもの

4. 利用性の向上

○より使いやすくするため、照射手続きを簡素化し、技術支援体制を充実

→ 照射試験炉センターを新設し、照射利用推進体制を強化。

○情報管理を徹底し、企業秘密を堅持

→ 書類の個別管理等を習慣づけ、品質管理体制を強化。

○原子炉稼働率50%～70%を目指した運転

→ まず、**210日運転(約60%)を目標**に作業工程等を調整中。

○早く結果が得られるようにターンアラウンドタイム*¹を短縮

→ キャプセル部材の在庫化等によるタイム半減を検討中。

○世界の照射試験炉と比べて魅力のある照射費用を実現

→ 運転維持費の合理化等により、**30%程度の削減**を検討中*²。

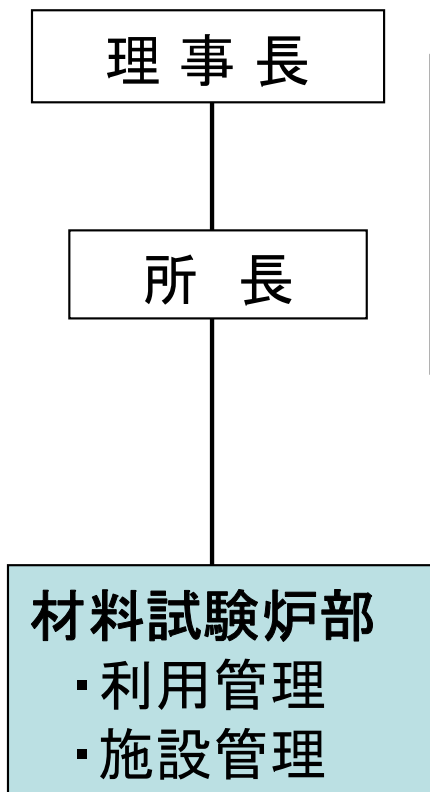
(*1) 利用申込みしてから、照射データを取得開始するまでの時間

(*2) 参考資料集p27~p30(JMTR利用料金体系の策定)を参照

4.1 照射利用推進体制の強化

- 照射利用を推進するため、利用管理業務を推進する組織を施設管理組織から独立。
- 情報管理を徹底させ、品質管理体制を強化。

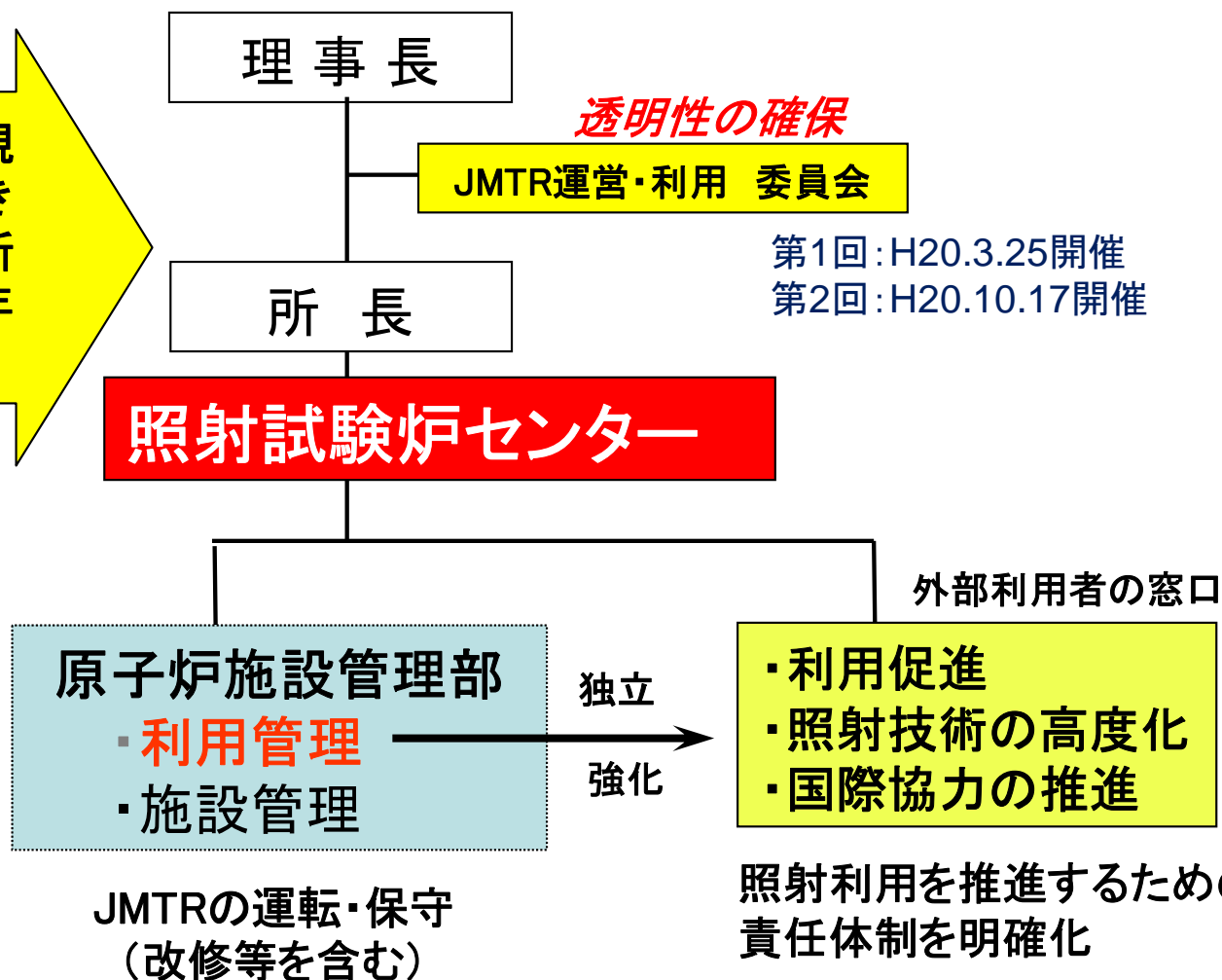
<従来組織>



利用に関する支援体制等が不十分

組織変更に伴う規定類の変更手続きの完了をもって新組織を平成19年8月1日に発足

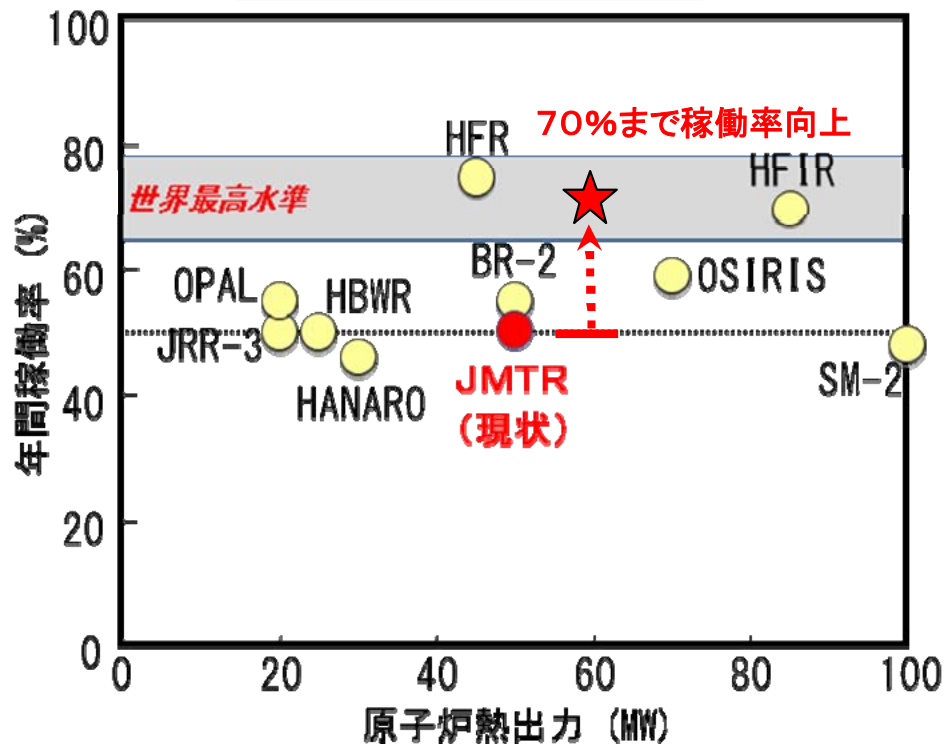
<新組織>



4.2 原子炉稼働率の向上

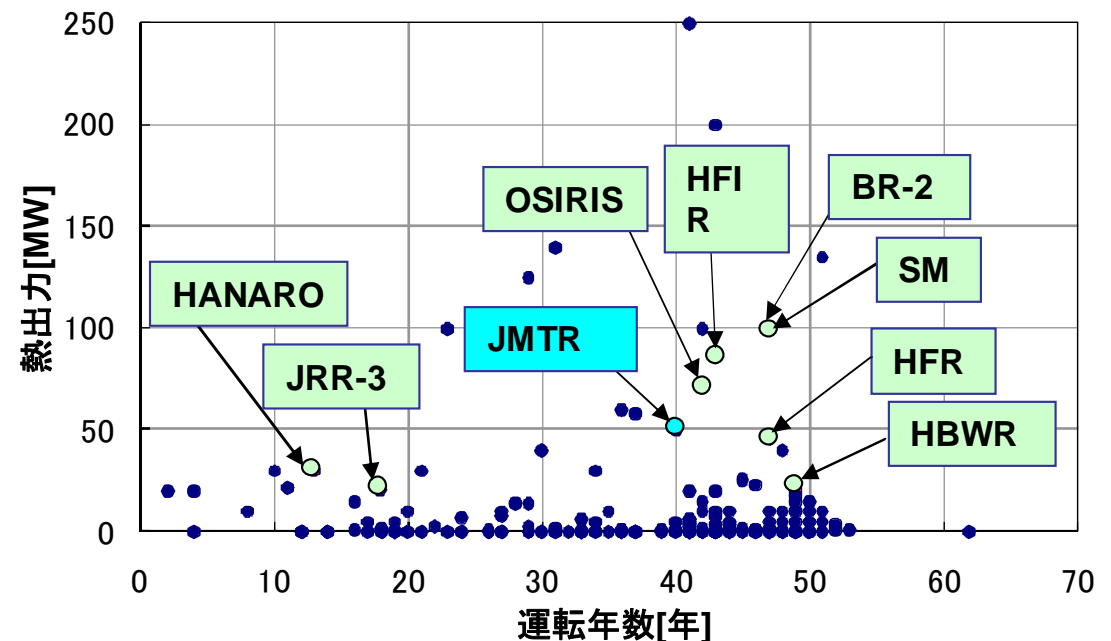
○照射需要増大への対応: 再稼働後は、まず年間210日間運転(稼働率60%)を実現し、最終的には年間240日間運転(稼働率約70%)を達成する。

稼働率向上が急務



世界で稼働中の主な試験研究炉の年間稼働率

海外炉はJMTRより古いため、運転停止になる可能性が高いことから、JMTRの重要性が高い。



世界の試験研究炉の出力と運転年数

出典: IAEA試験研究炉データベース(2007年8月28日現在)
(<http://www.iaea.or.at/worldatom/rrdb/>)

5. 照射利用に係る検討状況

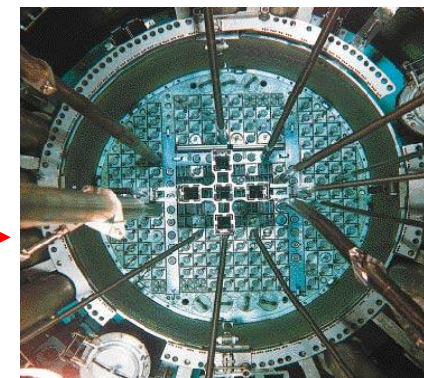
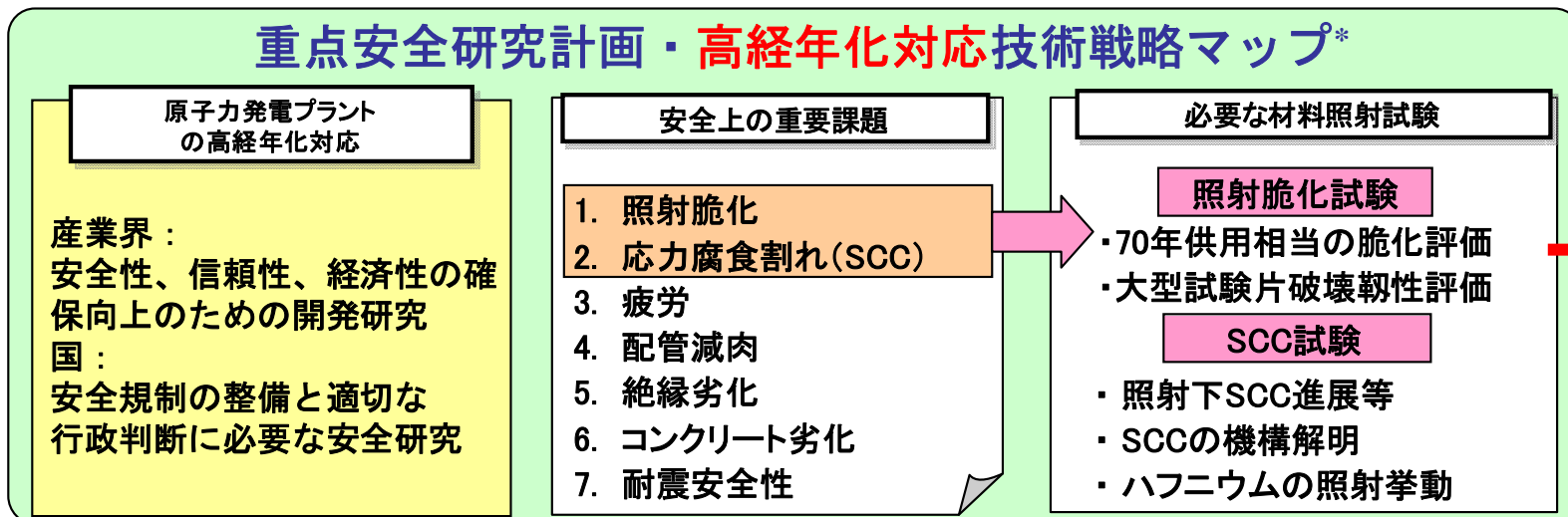
照射利用区分	利用者	利用目的
軽水炉燃料照射試験	原子力安全・保安院	現行軽水炉の燃料高度化対応
	(原子力メーカー等)*	更なる軽水炉高度化のための燃料開発
軽水炉材料照射試験	原子力安全・保安院	現行軽水炉の高経年化対応
	(原子力メーカー等)*	更なる軽水炉高度化のための材料開発
基礎・基盤研究開発	大学	大学共同利用研究 等
	原子力機構	核融合炉用材料開発、原子力エネルギー基盤研究 等
シリコン半導体製造	製造メーカー	ハイブリッド自動車用半導体 等
医療診断用 ⁹⁹ Mo製造	製薬メーカー	⁹⁹ Moの一部国産化

* : JMTR利用可能性について情報交換中

5.1 高経年化対応・燃料高度化

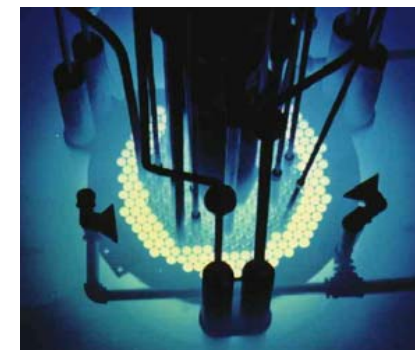
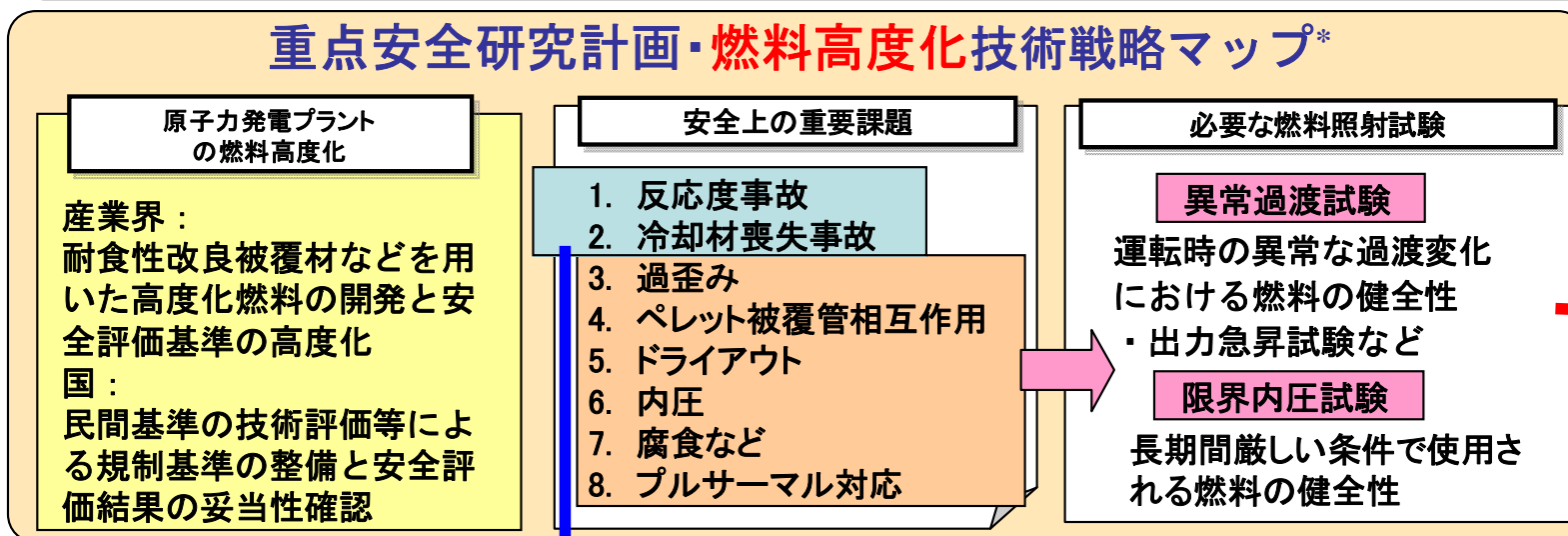
「原子力の重点安全研究計画」、「高経年化対応技術戦略マップ」及び「燃料高度化技術戦略マップ」を踏まえ、今後の重要課題を解決するために必要な照射試験を計画

重点安全研究計画・高経年化対応技術戦略マップ*



JMTR

重点安全研究計画・燃料高度化技術戦略マップ*



NSRR



燃料試験施設

*: 出典 経済産業省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)配布資料1(2007年7月18日)

5.2 更なる高度化のための燃料・材料の開発

更なる軽水炉高度化のための燃料・材料開発に対する
JMTR活用の可能性について原子力メーカ等と情報交換中

更なる軽水炉高度化の基本的考え

○燃料開発

世界初の濃縮度5%超燃料を用いた原子炉系の開発による、
使用済燃料の大幅削減と世界最高の稼働率実現

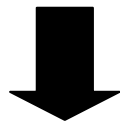
○材料開発

プラント寿命80年とメンテナンス時の被ばく線量の大幅低減を
目指した、新材料開発と水化学の融合

経済産業省、電気事業連合会及び(社)日本電機工業会 (平成19年9月12日)

5.3 基礎・基盤研究開発への取組み

- 原子炉材料や燃料に係る基礎工学研究、材料の照射損傷に係る基礎研究等は、**軽水炉等の安定利用を担保するための基盤**。
- 今日、原子力発電所においては、材料の劣化に係るトラブルも多く見られ、今後の長期化に伴って、これまでに経験していない事象が起こることも考えられる。基礎・基盤研究分野は、こうした事態に**適切に対応するための知見と人材を提供**。
- 材料や燃料に係る基礎・基盤研究は、**我が国の原子力利用の発展と安全を支える柱**であり、これらの研究を実施するためには、**様々な照射環境を模擬できる材料試験用原子炉が必要**。



順次整備すべき照射試験設備

- 近年、重要性が高まっている中性子照射下でのダイナミズム研究のため、照射環境を高精度に制御し、照射中に高度な計測・制御を行える、**シュラウド型照射設備**
- 様々な環境を模擬した中性子スペクトルや中性子束を選択できる**スペクトル調整機能を有する照射施設**
- 中性子照射された高富化度**MOX燃料を取り扱える照射後試験施設** など

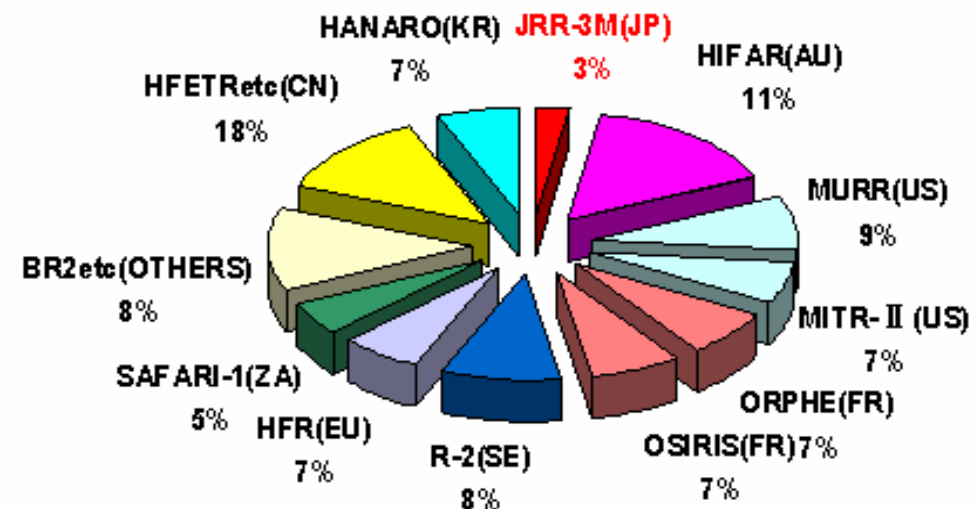
5.4 シリコン半導体製造への取組み

- 国内の原子炉では、NTD法により年間約 5 トンのシリコン半導体を安定的に製造している。
- JMTRの利用により、年間約3倍程度 のシリコン半導体製造が可能になる。



2008年現在(参考:<http://219.109.2.236/atomica>)

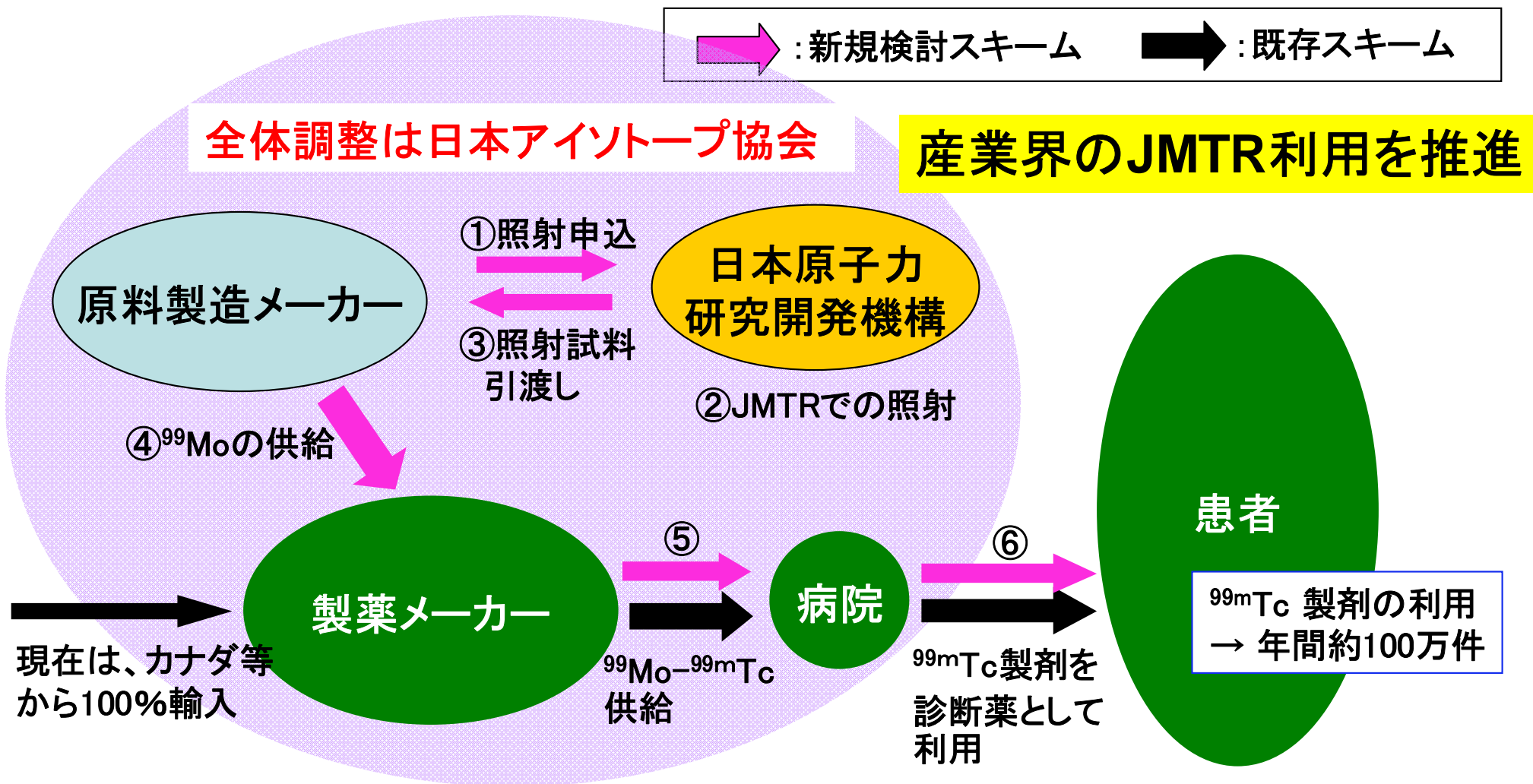
特長: 8インチのシリコン半導体が可能



2004年現在(参考:<http://219.109.2.236/atomica>)

(中性子照射によるシリコン半導体製造の特長等については、参考資料集p33を参照)

5.5 ^{99}Mo 国産化への取組み



(ラジオアイソトープの製造に関する関連情報は、参考資料集p34とp35を参照)

6. まとめ

- 平成23年度からのJMTR再稼働に向けて、原子炉施設の改修に係る認可手続きを計画どおり進め、JMTR原子炉施設等の改修を完遂する。
- 利用性の向上を図るため、稼働率の向上、ターンアラウンドタイムの短縮、魅力ある照射費の実現や技術支援体制の充実等を行い、使用しやすい環境を実現する。
- 原子力機構の他施設とともに、耐震評価を行い、必要に応じて対策を施し、安全・安定運転に努める。

照射試験炉JMTRの挑戦

平成20年12月9日
日本原子力研究開発機構

参考資料集

材料試験炉JMTRとは

JMTRの概要

設置目的

動力炉国産技術の確立と国産動力炉などの発展に寄与するため原子炉用燃料及び材料の各種照射試験並びにRIを生産する。（設置許可書より）

ユーティリティ設備

機械室

建設開始 : 1965.4 (S40)
初臨界 : 1968.3 (S43)
供用開始 : 1970.9 (S45)

原子炉建家

- ・ 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)

原子炉と照射設備

照射後試験設備

カナル(水路)

照射中試験設備

ホットラボ

コンクリートセル	: 8基
顕微鏡鉛セル	: 4基
鉛セル	: 7基
鉄セル	: 5基
遮へい型XMA施設	: 1基

主な特徴

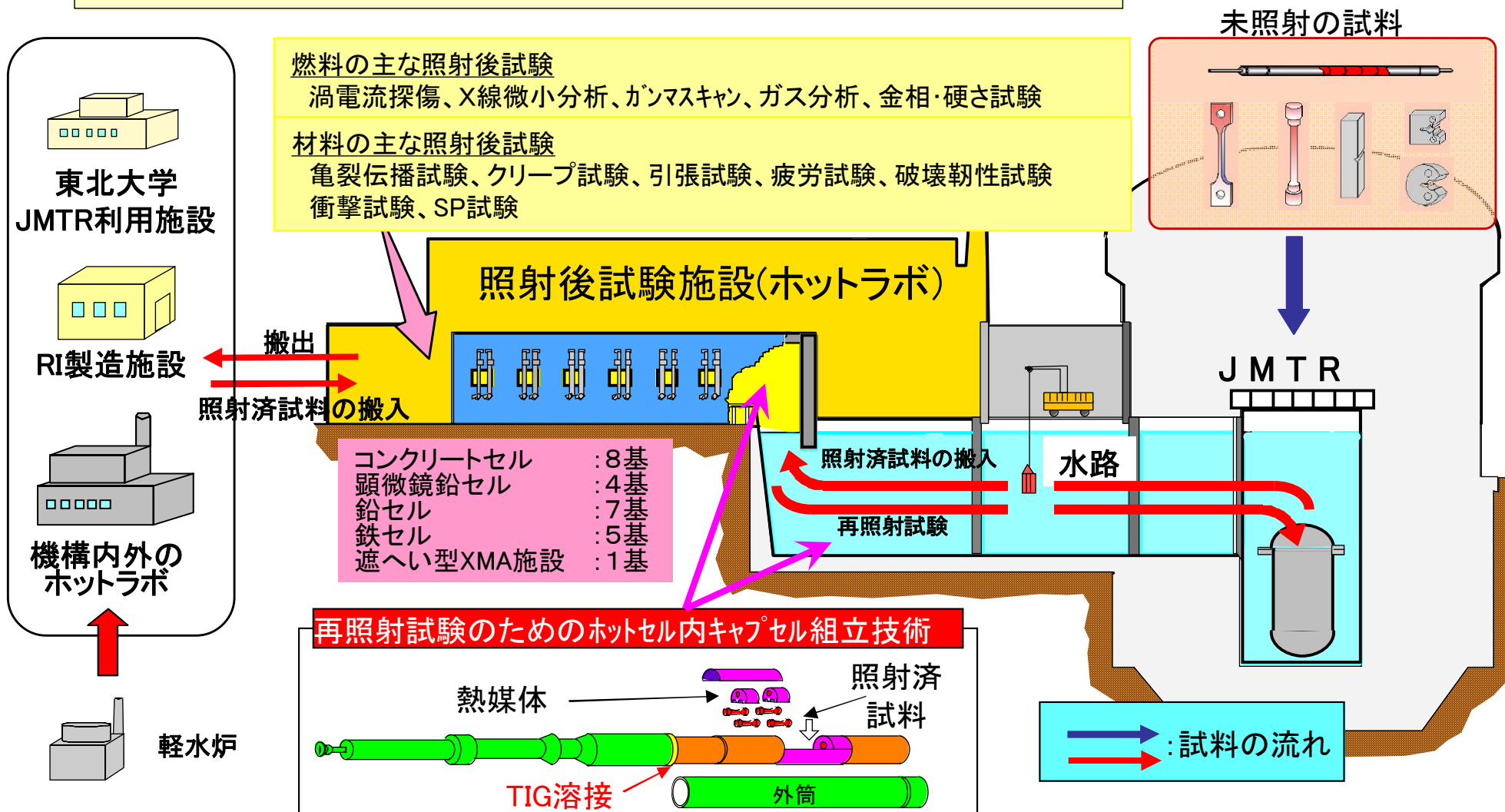
- ・ 世界有数の高中性子束を有する軽水減速冷却型の材料試験用原子炉
- ・ 各種照射試験を実施し得る広い照射領域
- ・ 様々な照射設備を設置可能な原子炉施設構造
- ・ 照射済燃料・材料の照射後試験を行うホットラボとカナルで直結

特長 -原子炉とホットラボの直結効果-

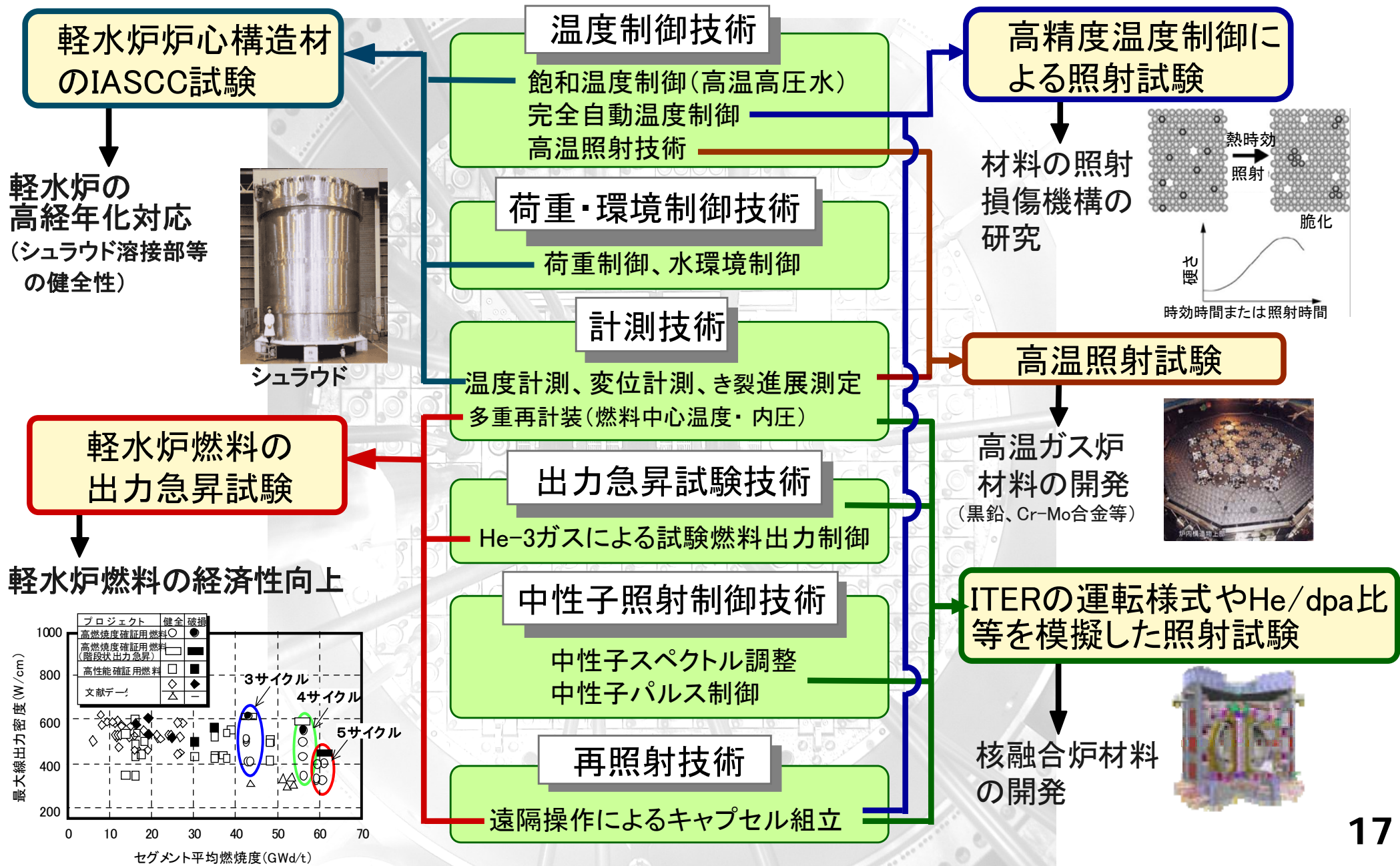
特長

ホットラボと原子炉が水路で直結→照射済試料の輸送が容易

- ・迅速な照射後試験が可能
- ・照射済試料の再照射試験が容易



照射技術の粋を集めた照射試験の提案例



JMTR改修・再稼働 への道のり

平成14年1月から平成17年10月

原子力二法人統合準備会議を設置(平成14年1月)

↓
第13回(平成15年5月23日)に文部科学省のクレジットで、施設の整理合理化の一環として、「**老朽化のため、JMTRの廃止**」を提起。

原子力二法人統合準備会議報告書
(平成15年9月19日)

↓
「**材料試験炉の廃止を進めるに当たっては、原研において検討委員会を設置し、代替機能の確保に留意するとともに、ユーザーコミュニティの意見等を聴取しつつ、適切な廃止の方法と時期を検討。**」

原研内にJMTR将来計画検討委員会を設置
(平成15年7月)

[本委員会から原研理事長への答申(平成16年3月)]

IASCC研究に関する照射試験が終了する2006年を目途にJMTRの運転を停止し、本格的な改造に取りかかることが望ましい。改造の内容等については、国等の評価を受けて遅滞なく進めるべき。

安全規制に係る安全研究に関する会合：原子力安全・保安院長、日本原子力研究所理事長、原子力安全基盤機構理事長(代理理事)、核燃料サイクル開発機構理事長(平成17年3月25日)

原子力安全・保安院長が「**安全研究にJMTRは不可欠**」と指摘。原子力安全・保安院と原研の実務者レベルで具体的照射利用の検討を開始。

新法人の中期目標、中期計画策定(平成17年10月)

中期計画においては、JMTRは**(2)老朽化により廃止する施設で、「①中期目標期間中に廃止措置に着手するための準備を行う施設…平成18年度に停止。」と記されている。なお、下記(*1)の文章が廃止措置についての留意事項として付記されている。**

(*1) 原子力施設の廃止措置については、当該施設に係る外部利用者等のニーズを確認した上で、廃止後の機構の研究開発機能の在り方、国内外における代替機能の確保、機能の他機関への移管、当該施設の利用者の意見等を踏まえて、具体的な原子力施設の廃止時期及び廃止方法の検討を行うものとする。

JMTR利用検討委員会を設置
(平成17年11月)

平成17年11月から平成18年4月

JMTR利用検討委員会の検討結果

JMTR利用検討委員会（宅間委員長）の報告書：

H18年4月21日 殿塚理事長に答申

利用ニーズ：

基礎・基盤的科学技术推進、軽水炉長期利用、産業利用拡大

検討骨子：

- 早期にJMTRを更新し、再稼働することが適當。
- 18年半ばの原子炉停止後、原子炉改修及び照射設備の整備に着手することが望ましい。
- JMTR廃止時期は、改修後約20年間利用し、2030年頃が適當。

平成18年4月から平成20年12月

平成18年4月 JMTR利用検討委員会報告書を作成・答申

原子力の研究開発に関する推進方策(文部科学省、平成18年7月)

→ 「JMTRは必要な更新を行い活用していくことを検討すべきである」と記された。

総合科学技術会議(平成18年10月24日)

→ 「JMTRの改修と再稼働を着実に実施すべし」と評価された。

財務省から平成19年度予算としてJMTR改修費15億円が内示

平成19年3月8日 シンポジウム「材料試験炉JMTRの新たな挑戦」開催

平成19年4月からJMTR改修に着手

原子力安全・保安部会「原子力安全基盤小委員会」(平成19年10月)

→ 燃料高度化及び高経年化対応技術戦略マップにまとめられた安全基盤研究などを実施するため、**戦略的に重要な施設としてJMTRが位置づけられた。**

第1回JMTR運営・利用委員会(平成20年3月25日)及び第2回JMTR運営・利用委員会(平成20年11月17日)を開催

JMTRの改修

原子炉機器の一部更新に係る概要

二次系循環ポンプ



高圧変圧器



電源盤



原子炉制御盤



プロセス制御盤



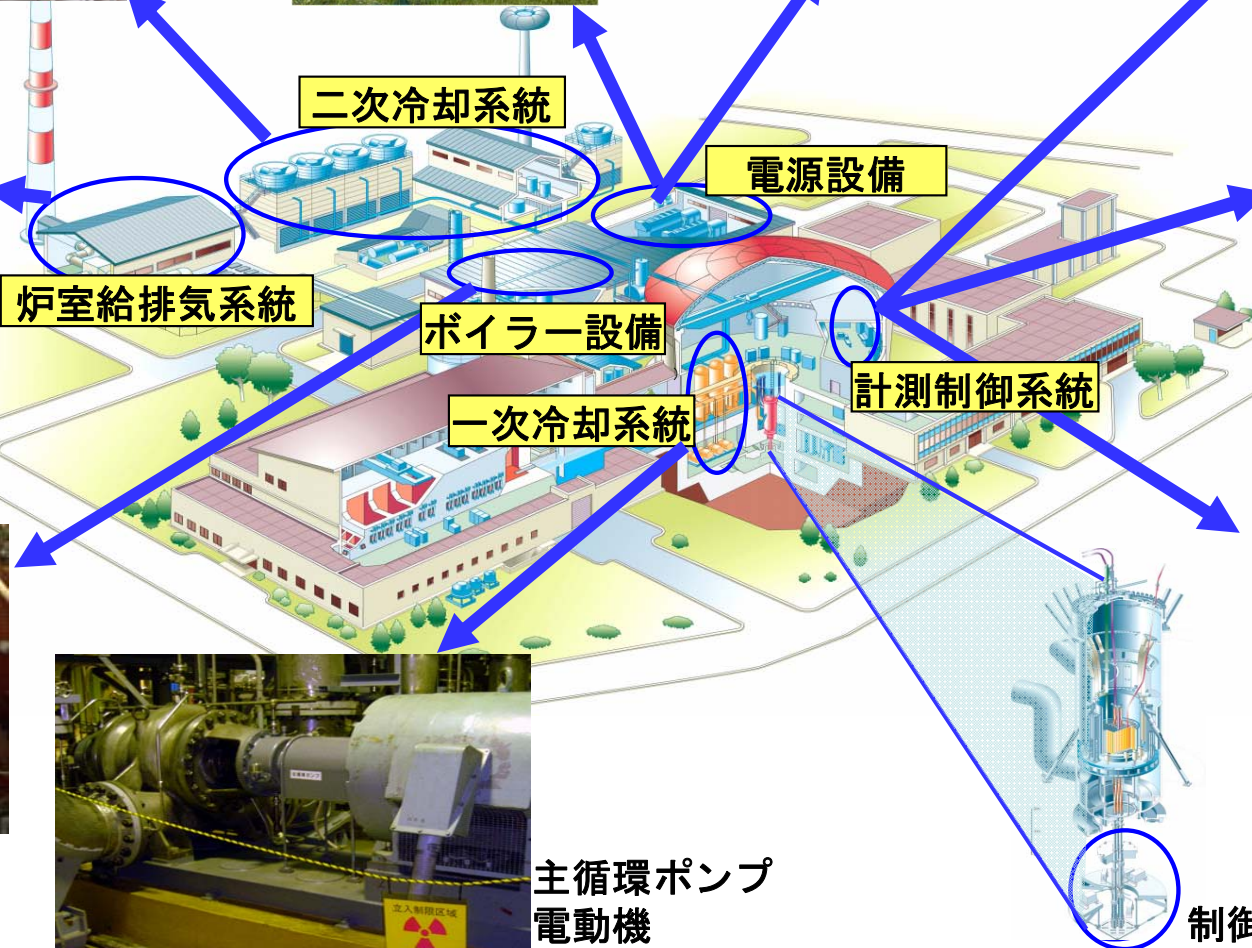
核計装盤



非常用排風機



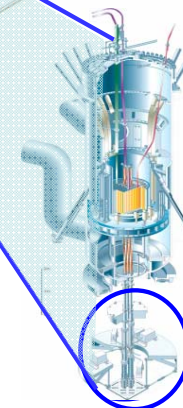
ボイラー



主循環ポンプ
電動機



制御棒駆動機構



原子炉機器の一部更新に係る進捗状況

JMTRは初臨界から39年間運転を行い、経年変化による劣化や交換部品の調達が不可能になること等の観点から改善が必要な機器等が多く存在するため、これらの更新を行う。

項目 \ 年度		H19	H20	H21	H22	H23
JMTRの運転			原子炉停止(更新期間)			再稼働
計測制御系統	核計装、プロセス計装、安全保護回路			設計、製作、据付		
原子炉冷却系	一次冷却系統、二次冷却系統、等			設計、製作、据付		
炉室給排気系統	非常用排風機、等			設計、製作、据付		
原子炉本体	ベリリウム枠、ガンマ線遮蔽板、等			設計、製作、据付		
電源設備	高圧電源盤、変圧器、ケーブル等		設計、製作、据付			
ボイラー設備	ボイラー、等		設計、製作、据付			

○電源設備、ボイラー設備等について、H20年度を目途に更新。

○許認可手続きを要する計測制御系統、原子炉冷却系等について、H22年度までに更新。

➡ 平成23年度の再稼働に向け着実に更新作業を実施中

照射利用のための準備に係る進捗状況

- 照射設備は、産業界等利用者からの外部資金により整備。
- 現在、規制のニーズにより軽水炉材料、燃料照射試験装置を整備中。
- 新たな産業利用として、医療用RI (^{99}Mo) 製造装置、Si半導体製造装置の整備を計画中。

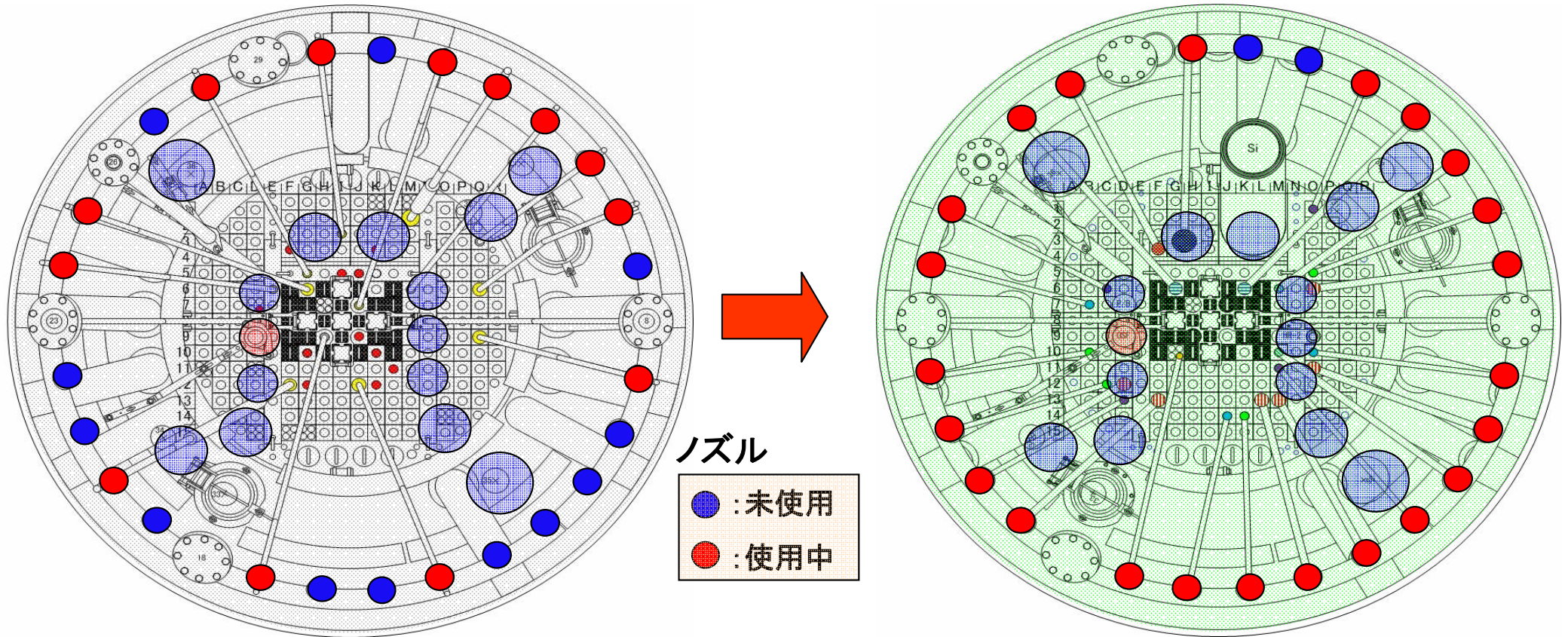
項目 \ 年度	H18	H19	H20*	H21	H22	H23 (原子炉再稼働)
軽水炉材料試験 材料照射試験装置			設計、製作、据付			
軽水炉燃料試験 異常過渡試験装置			設計、製作、据付			
軽水炉燃料試験*1(検討中) 通常照射試験装置				検討中		
新たな産業利用 ^{99}Mo 製造装置				計画中		
新たな産業利用 Si半導体製造装置				計画中		

*1: 推進側及び規制側のニーズによる装置整備を検討中

材料照射試験装置及び異常過渡試験装置について、素材購入・製作設計・製作を実施中

再稼動時の照射需要を満たすための課題例

再稼動後の計測付キャプセルを利用した照射試験に必要なノズルの状況



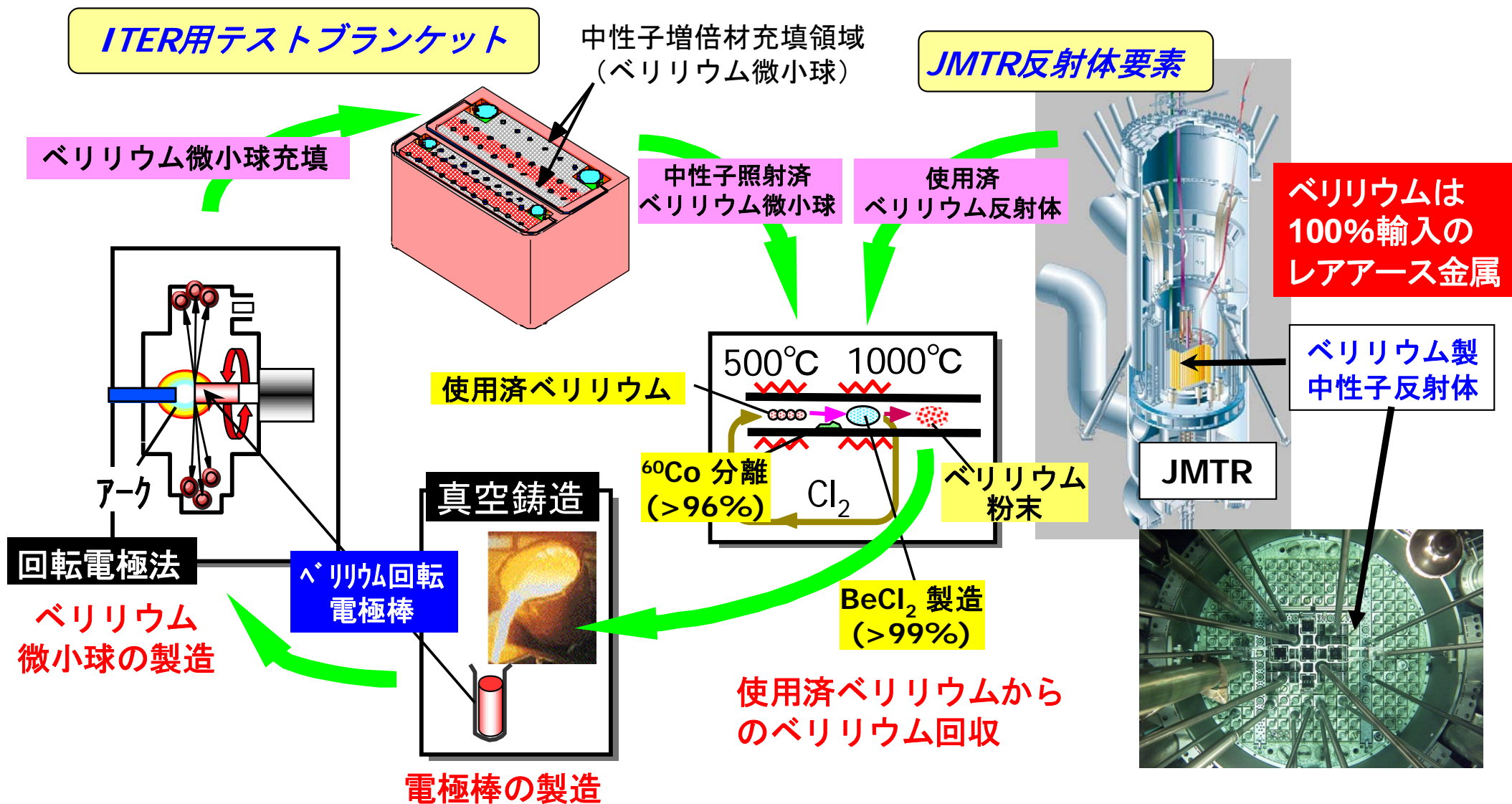
これまで(40%程度の利用)

再稼動後(既に93%の利用が確定)

<検討課題>

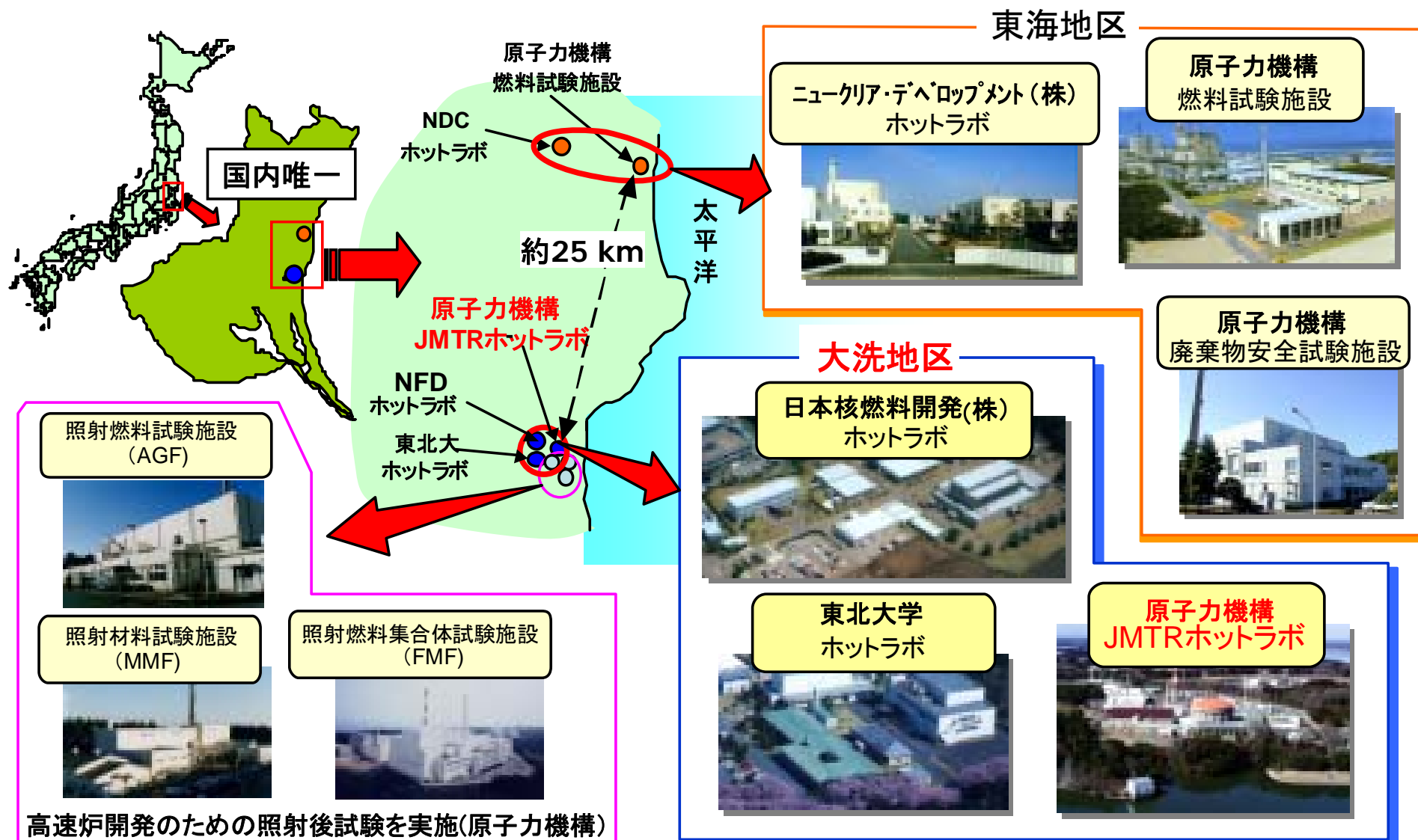
- 計測付キャプセルを用いた照射試験に必要なノズル数の確保
- 計測付キャプセルの計装用配管の大型照射設備との原子炉压力容器上外部における取り合い

ベリリウム製中性子反射体のリサイクル



本リサイクルプロセスは、原子力機構と日本ガイシ(株)の共同特許取得済。

JMTR近隣の照射後試験施設群 (ホットラボ)



JMTR利用料金体系 の策定

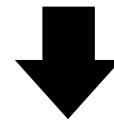
JMTR照射費用の見直し

総合科学技術会議

「材料照射試験炉JMTRの改修と再稼働」
→「各種の照射試験や原子炉の高経年化等に関する研究開発を行う上でJMTRの活用は有効であるので、費用対効果の検討や利便性向上等のユーザーニーズを詳細に把握・整理した上、着実に実施すべきである。」

文部科学省

「原子力の研究開発に関する推進方策」
→「国費の投入額が可能な限り低減されるよう、配慮すべきである。」



- ✚ JMTR運転経費の合理化を図る
- ✚ 世界の照射試験炉と比べて魅力ある照射費用の実現を目指す
- ✚ 利用収入の増加により、国庫負担の低減に努める

JMTR照射費用算定の基本的考え方

$$\text{照射費単価} \propto \frac{\text{実経費}}{\text{最大の利用能力}(\Phi \times V \times t)} \times F$$

「実経費」に対する考え方

→ 施設運転経費を合理化

「最大の利用能力」に対する考え方

	中性子束	キャプセル体積
旧制度	キャプセル 装荷状態	実態
新制度	キャプセル 無装荷状態	最大


運転維持費の合理化対策例

JMTR運転用燃料の製作計画案(まとめ買い等による合理化)

項目 \ 年度	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
製作体数	82 ^{*1}	63 ^{*2}	63	63	63	63	63	63	63	63
ウラン必要量(kg U)	167	127	127	127	127	127	127	127	127	127
中期目標期間	第1期		第2期				第3期			
第1キャンペーン (2年間分)	第1次		第2次							
第2キャンペーン (3年間分)			第3次		第4次					
第3キャンペーン (5年間分)					第6,7次		第8,9次			
							第10次			

：ウラン確保

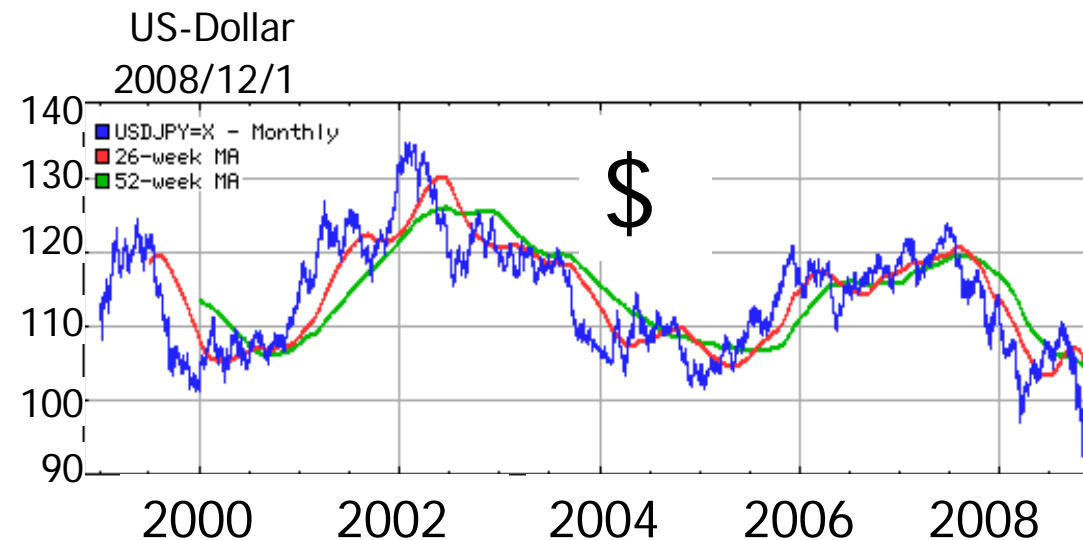
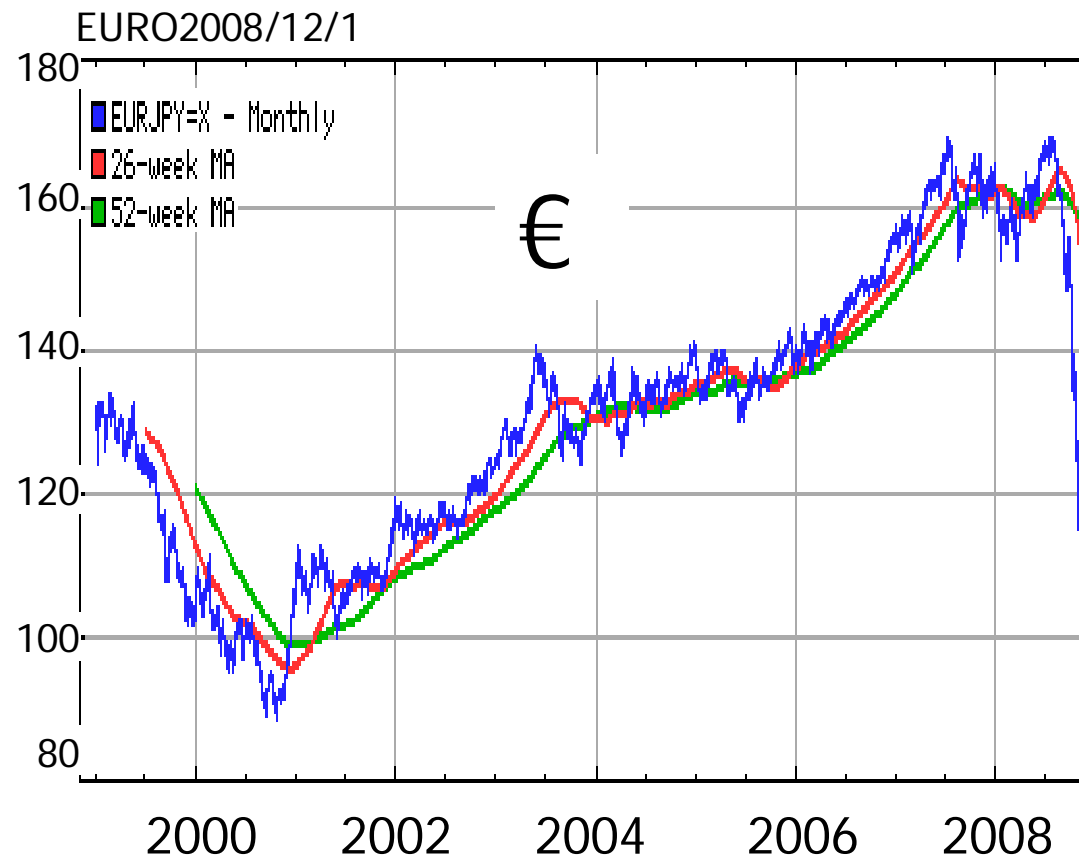
：燃料製作

 : ウラン確保
 : 燃料製作

*1) 標準 64体、フォロー18体

*2) 標準48体、フォロー15体

為替レートの影響比較



	レート A (2002/4)	レート B (2008/12)	A と B の比
アメリカドル	約115円	約95円	0.83
ユーロ	約115円	約120円	1.04

JMTRの照射利用

利用性向上に関する具体的方策例

	項 目	対 応 方 針
1	ターンアラウンドタイム(照射申し込みから結果が得られるまでの期間)の短縮	<p>○計測キャプセルに関しては、各種構成材料の形状・寸法等の規格化・標準化、ヒータ、キャプセル外套管等の事前調達等により、キャプセルの設計・製作のための期間を約5割程度短縮。</p> <p>○無計測キャプセルに関しては、RI照射の対応性を高め、従来の3～4ヶ月を1.5ヶ月程度に短縮。</p> <p>○出力急昇試験用キャプセル等のような特殊キャプセルについては、適時、個別に期間の短縮化を検討。</p>
2	<p>照射費用の低減化(施設利用料金*1とキャプセル製作費の削減)</p> <p>*1)施設利用料金は照射設備の運転・保守に関する経費から算出。</p> <p>*2)JMTR将来計画検討委員会の報告書より(平成16年3月)</p>	<p>○オランダのHFR炉と比べて、約4割程度施設利用料金が高いとの調査結果*2に鑑み、施設の運営管理費の合理化・効率化等による3割程度の経費節減により、施設利用料金を3割程度低減。</p> <p>○オランダのHFR炉と比べて、キャプセル製作費は同程度であるとの調査結果*2はあるものの、「照射キャプセルの設計・製作期間の短縮」により、さらなるキャプセル製作費の低減化に努める。</p> <p>○複数の利用者による共用照射キャプセルの利用を促進し、施設利用料金等の低減化に努める。</p>
3	<p>照射手続きの簡素化 使い勝手がよいこと (技術支援体制の充実)</p>	<p>○対外的窓口として産学連携推進部を設置し、業務の一元化を図るとともに、利用者の相談に応じる支援(事務+技術)の一体的体制を創設。</p> <p>○照射技術を熟知した人間がコーディネーターとなり、照射試験前の計画検討から照射試験終了まで、照射手続きの代行を含めて行う体制の構築。</p> <p>○従来、運転管理を行う組織(材料試験炉部)に含まれていた照射利用を推進する組織を分離独立させ、照射利用支援体制を強化。</p>
4	<p>商業炉と同程度の安全規制が適用されることにより、燃料・材料に関する革新的研究の実施が困難になることや許可取得に長期間を要することなどの規制を緩和</p>	<p>○計画外停止における早期再稼働について規制当局と調整し、再稼働に係る迅速化を図る。</p> <p>○規制当局と調整し、安全を考慮しつつ、試験の自由度を広げるため、許認可手続きの簡素化・迅速化を図る。</p> <p>○毎年1回行うことになっている施設定期検査の実施間隔を見直すこと等により、最大年間運転日数の180日間から240日間への拡大を図る。</p> <p>○規制当局と調整し、施設定期検査期間の短縮化を図る。</p>
5	企業秘密の保持	<p>○機構法では、秘守義務が強化されている。個別に秘守契約を締結することにより、秘守義務を強化。職員等の教育を実施し、秘守義務強化に対する意識向上を図る。</p> <p>○照射試験を実施していること自体を秘密にする必要がある場合には、その点に留意して受け入れ審査等を行う</p>

(※) 日本原子力研究開発機構内に設置したJMTR利用検討委員会の報告書(平成18年3月)を参照

JMTRの活用に対するJAEAの取組み案

原子炉燃料及び材料の健全性、水化学管理などに関する課題に応えるためには、照射試験を行うことが不可欠であり、これらの知見は現行軽水炉の安全確保に加えて、更なる軽水炉高度化のためにも必要であると考える。**利用者によりJMTRに整備される試験装置には、こうした幅広いニーズに応えられる可能性があることから、その利用者に了解を得た上で活用することとしたい。**

検討項目

(1) 燃料異常過渡試験装置

①自然対流キャプセル

②強制対流キャプセル

③ドライアウトキャプセル

} 技術戦略マップの見直し等に対応出来る
技術開発を進める。

(2) 燃料高負荷環境照射試験装置

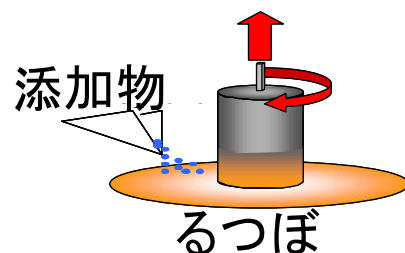
更なる軽水炉高度化のための長期照射や限界内圧試験に対応出来る装置として、推進研究との連携による整備。

(3) 材料照射試験装置

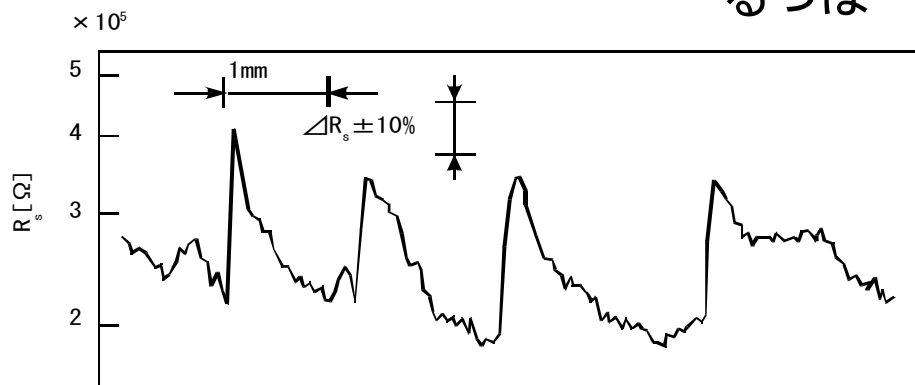
更なる軽水炉の高度化のための新材料の照射試験

中性子照射によるシリコン半導体製造

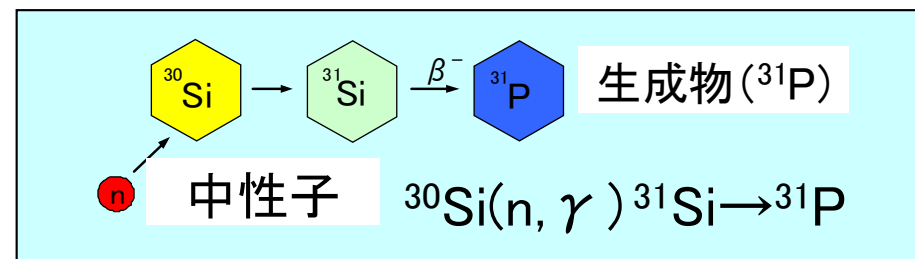
不純物を添加する方法(従来)



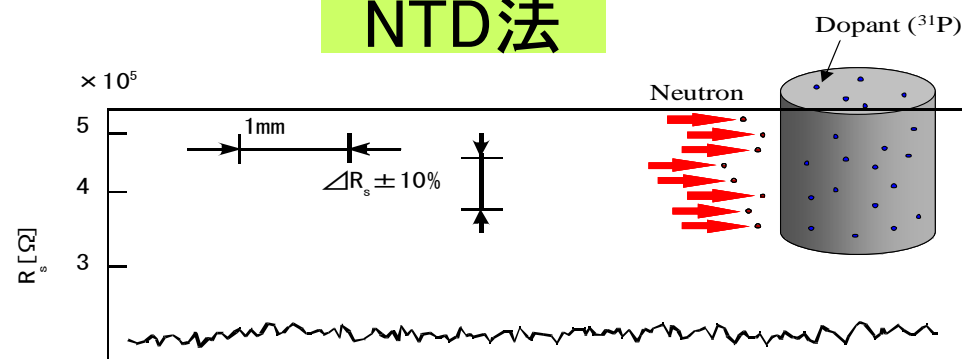
化学的製造法



不純物の濃度分布が不均一で抵抗値がバラツクためIC、LSI等の小さい集積素子に使用される。



NTD法



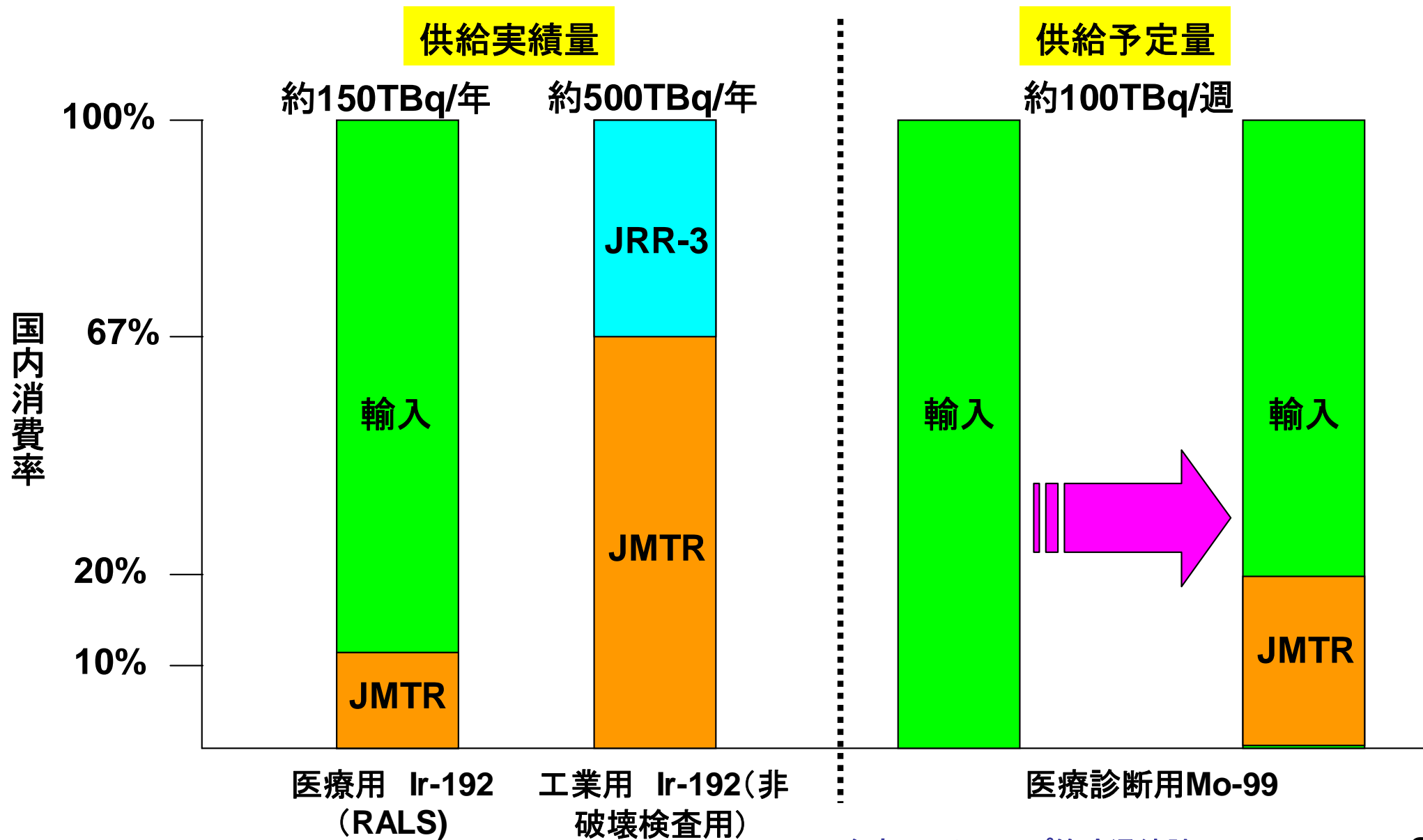
リンの高い均一性及び高精度の濃度制御

- 抵抗値が均一
- 希望抵抗値に調整可



大電流素子及び高品質素子への活用

我が国におけるRI供給状況例



需要増加が期待される放射性同位元素(RI)

今後、需要増加すると予想される放射性同位元素(RI)は**医療用の短半減期元素**。

核 種	半減期	製造法	用途・特記事項
$^{99}\text{Mo} - ^{99\text{m}}\text{Tc}$	66h/6h	$\text{U} (n, f) ^{99}\text{Mo}$ $^{98}\text{Mo} (n, \gamma) ^{99}\text{Mo}$	核医学診断薬、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ジェネレーター原料 PZCカラムの開発
^{89}Sr	50.5d	$^{88}\text{Sr} (n, \gamma) ^{89}\text{Sr}$	疼痛軽減薬、退出基準整備済 強 β^- : 1.495MeV(100%)
$^{188}\text{W} - ^{188}\text{Re}$ ^{188}Re	69.4d/17h 17h	$^{187}\text{W} (n, \gamma) ^{188}\text{W}$	^{188}Re ジェネレーター、MAB標識がん治療薬 強 β^- : 0.965MeV(25.6%), 2.12 MeV(71.0%)
$^{90}\text{Sr} - ^{90}\text{Y}$	28.7y/64h	$\text{U} (n, f) ^{90}\text{Sr}$	^{90}Y ジェネレーター、MAB標識がん治療薬 強 β^- : 2.28MeV(100%)
^{125}I	59.4d	$^{124}\text{Xe} (n, \gamma) ^{125}\text{Xe}$ $\rightarrow ^{125}\text{I}$	前立腺がん治療用線源

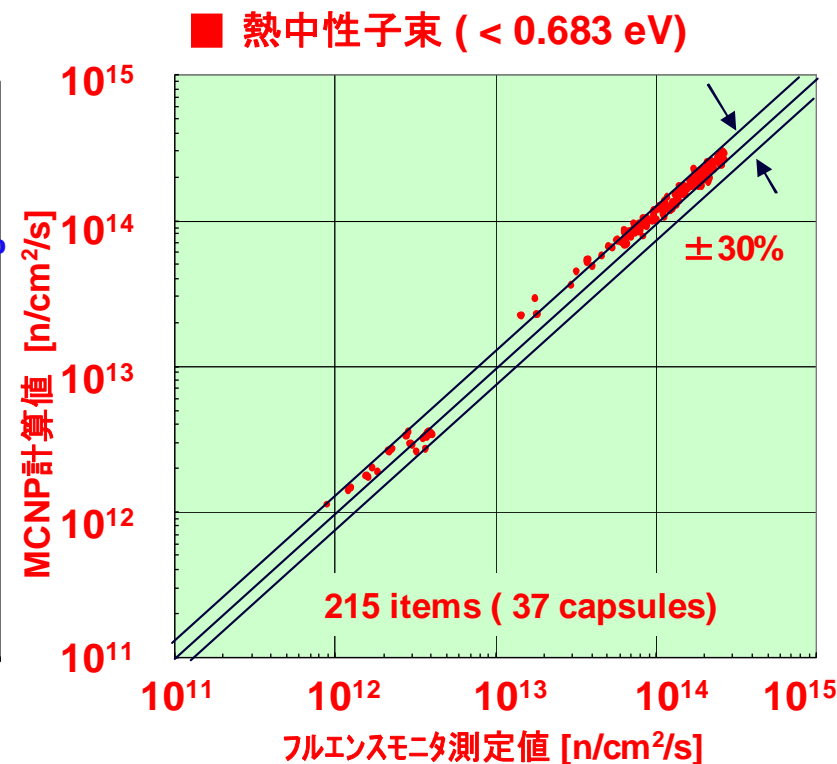
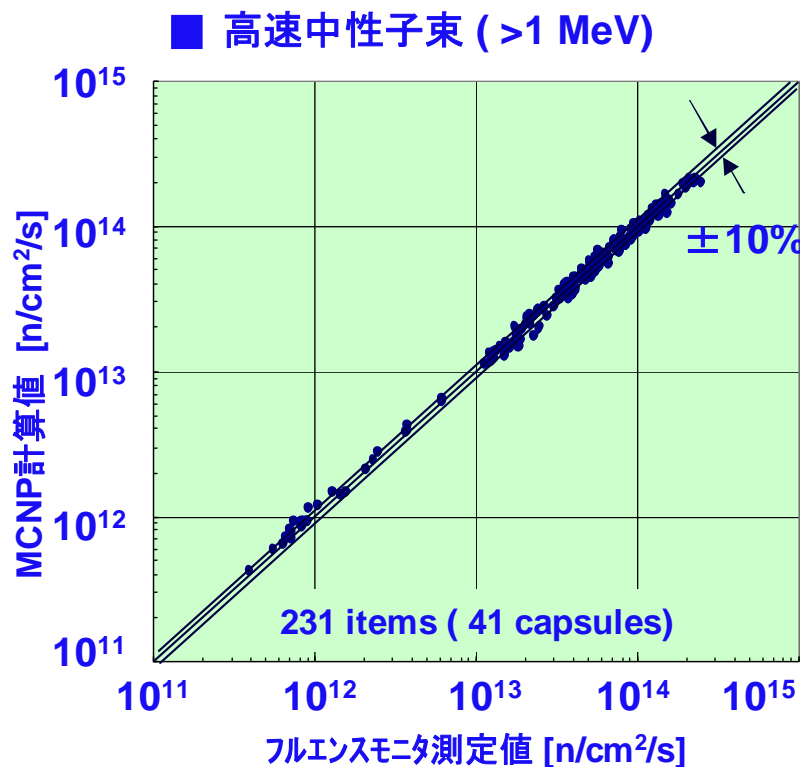
技術的価値の高い照射データ提供への取組み例

核的評価技術の高度化

- JMTRを用いた照射試験のための解析評価では、高速中性子束では測定値に比較して $\pm 10\%$ 程度、熱中性子束では $\pm 30\%$ 程度、ガンマ加熱率では $-3 \sim +14\%$ の誤差となっている。
- JMTR再稼動後に要求される精緻で高精度な照射試験に対応して、高精度の核的評価を実施している。
- 「原子力基礎工学研究部門」及び「先端基礎研究センター」と連携して進めている。

【 核データの観点からの検討項目案 】

- ・ 最近公開されたENDF-B/VIIの $S(\alpha, \beta)$ の適用
- ・ 核データセンターで作成中のJENDL4の内、アクチニド核種を適用
- ・ 出力の規格化においては、JMTR炉心計算にて求めた ν (核分裂あたりの中性子数)の公称値との比較
- ・ $^{59}\text{Co}(n, \gamma)$ 反応断面積の100keV付近のピークの誤差の影響、等



From 1998 - 2002

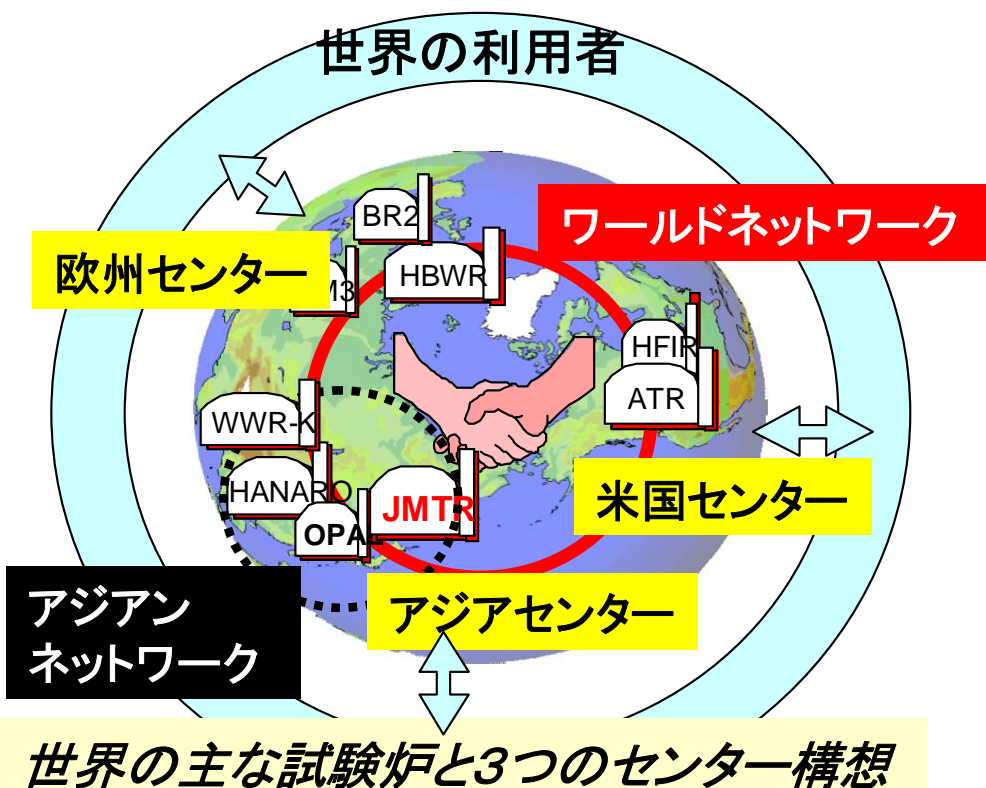
現在の中性子束評価の現状

国際的拠点化への取り組み

国際的拠点化に係る取組みの概要

- ワールドネットワーク構築により、中性子照射試験標準場を創成し、利用拡大を図る。
- アジアネットワーク構築により、アジア諸国の科学技術向上、人材育成等に貢献する。

JMTR再稼働までに、**欧米やアジアの中核試験炉**として国際協力体制を構築



- ・情報交換
- ・技術移転
- ・照射技術の活用
- ・人材交流 など

各炉の今後の計画を考慮するとともに、互いの試験炉の特長を生かした照射試験の役割分担による施設運営の効率化や照射機能の高度化

照射技術等の共有化による世界的に統一性の取れた照射試験の提供

ワールドネットワーク構築に向け、「第1回汎用照射試験炉に関する国際会議」を主催

- 照射試験炉センターの提案により大洗にて開催（H20年7月15日～17日、11ヶ国、138名が参加）
- 国際的なネットワークの必要性について共通の理解が得られ、H21年秋に米国国立アイダホ研究所(INL)にて第2回を開催 → ワールドネットワーク構築に向けた議論等を継続。

国際協力に関する最近の状況

- ✚ JAEA/KAERIの原子力平和利用分野における研究協力取決めに
基づく「2008照射試験及び照射後試験技術に関する日韓セミナー」
の共同開催(平成20年11月5～7日:韓国HANARO炉)

➡ アジアネットワークの連携強化

- ✚ 第2回汎用照射試験炉に関する国際会議の来年度開催(米国アイダ
ホ国立研究所:ATR) ➡ ワールドネットワークの連携強化

- ✚ アジア諸国の原子力人材の積極的受入

➡ アジアの中核照射試験炉としての活動強化

○医療診断用⁹⁹Moの製造技術開発(ベトナム:1名、文部科学省の原子力研究交流制度)

期間:H20.10/8～H21.6/26

○JMTRの改修を利用した人材育成(マレーシア:1名、先方資金負担)

期間:H20.11/25～H20.12/19

アジア諸国におけるニーズ調査結果例

第3回ANTEPアンケート調査結果(2007.6～)より

ニーズ	提案されているプログラム			JMTRを活用した研修・訓練		
	内容 (国)	トレーニング タイプ	期間	内容	トレーニング タイプ	期間
A.放射線 安全と放 射性廃 棄物	放射性廃棄物管理の 先進技術 (バングラデ シュ)	OJT	2人/ 6-9 カ月	JMTR改修の実務研修、使用済 ベリリウムのリサイクル技術開発	OJT	1~2 年
B. 放射線と アイトー プの応用	PZCを用いたTc-99m ジェネレータ (バングラ デシュ)	研究	6カ月 以上	医療診断用Tc-99mの製造技術開 発	OJT 研究	1~2 年
C.研究炉	研究炉施設における品 質管理システムの実施 (バングラデシュ)	OJT	2人/ 3-6 カ月	JMTR改修の実務研修	OJT 研究	1~2 年
	研究炉の高経年化管理 (マレーシア)	OJT	1人/ 1 カ月	JMTR改修の実務研修、使用済 ベリリウムのリサイクル技術開発	OJT 研究	1~2 年
	研究炉の先進技術 (タイ)	研究、 OJT	3 週間	先進的な特殊計測技術開発 (炉内可視化、リモートセンシング技術、 要素技術)	OJT 研究	1~2 年
	研究炉の有効利用 (タイ)	研究	1カ月	JMTR改修の実務研修、医療診断 用Tc-99mの製造技術開発、 先進的な特殊計測技術開発	OJT 研究	1~2 年