

# 材料照射試験炉の 整備利用計画について

平成18年5月25日

日本原子力研究開発機構

# 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

## 照射試験設備

原子炉と照射設備

- ・原子炉熱出力 : 50MW
- ・高速中性子束 : 最大 $4 \times 10^{18}$  (n/m<sup>2</sup>/s)  
(燃料領域)
- ・熱中性子束 : 最大 $4 \times 10^{18}$  (n/m<sup>2</sup>/s)  
(反射体領域1層目)

## 照射後試験設備

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

カナル(水路)

## 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

# 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当。
- 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年頃が適当。

# 原子力二法人統合準備会議以降の動向と留意点

「老朽化のため、JMTRを廃止」を決定（原子力二法人統合準備会議報告書、平成15年9月）

なお、同報告書に「材料試験炉の廃止を進めるにあたっては、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」が付記された。

## （原子力を巡るその後の大きな動き）

- 原子力委員会における原子力政策大綱（平成17年10月）や資源エネルギー庁原子力部会の議論で今世紀末までの軽水炉の長期利用が提示。
- 第3期科学技術基本計画（平成18年3月）において科学技術の優秀な人材育成と産業競争力向上が重視。
- 複数の発電炉で生じたシュラウドのひび割れや関西電力美浜原子力発電所3号機の蒸気配管破損事故（平成16年8月）により、原子力発電所の高経年化対策の重要性が認識。

### ①（軽水炉長期利用に関するJMTR照射ニーズ）

- 原子力安全・保安院による軽水炉の運転長期化に伴う燃料の高燃焼度化と材料の経年劣化に係る評価
- 経済性の向上等を目指した次世代軽水炉の開発

### ②（機構内の基礎基盤研究）

- 軽水炉安全研究、次世代炉（VHTR等）を支える材料開発。
- 原子力委員会によりIFMIFとJMTR等の併用によって行うと位置付けられている核融合炉用材料とブランケットの開発。
- 原子力材料の使用限界評価の基盤となる、照射損傷メカニズムの解明とシミュレーション技術の開発。

## （留意点）

- 原子力の技術の進展が材料技術の問題によって著しく阻害される。照射材料科学研究に重点投資すること、たとえば、材料照射とシミュレーション技術を組み合わせる研究を行い、炉技術開発の効率化を図ることは重要である。このような基礎的・基盤的研究の着手が遅れば、米仏等との国際競争で著しく不利になる。
- 共用照射試験炉としての改造・運用にあたっては、稼働率の更なる向上を図る。
- 軽水炉関係の試験に加えて、国内ニーズが拡大基調にある医療用RI製造やSi半導体製造に係る産業利用を見込む。

## 材料試験炉の整備に係る基本的考え方

平成19年度から22年度までにJMTRの一部を更新し、23年度から利用再開。

原子炉の更新費用は、機構が負担し、一般会計で区分経理。  
照射設備の整備及び運用経費は利用者が応分の負担。

原子力機構における基礎工学等に関する研究開発を中期目標に従って推進。  
加えて、下記の利用に供する。

- ・原子力安全・保安院における安全規制等、国のニーズ
- ・RI、シリコン半導体等の製造に関する産業界のニーズ
- ・基礎研究や人材育成に関する産学官のニーズ
- ・アジア・環太平洋地域における国際貢献

再稼動後、約20年間の運用段階においては、照射利用の拡大を戦略的に図り、  
運転維持費をできるだけ回収することによりJMTRの効率的な運用を計画的に  
進める。

# 確保すべき予算と収入見込み

## ○更新関連経費（平成19年度から22年度）約90億円

JMTR更新費：約60～80億円

廃棄物管理上の施設整備費：約22億円

更新時発生廃棄物処分費：約3億円

## ○運転維持費（平成23年度から42年度）

維持費用：約30億円/年

## ○外部利用収入（約22億円/年を見込む）

軽水炉の長期利用に関する研究（約16億円/年）

RI製造等に関する利用（約3.5億円/年）

大学連合の利用（約2～3億円/年）

# JMTR廃止の影響

- 照射試験を海外に依存せざるを得ない状況となる。海外炉も高経年化が進んでおり、長期的な利用見通しは不透明。
- 軽水炉高経年化対策の研究、燃料開発等、国内のニーズに係る照射試験は海外依存となり、国内技術基盤が衰退。
- 医療用短寿命RIの生産については、国内安定供給の維持に支障。

# JMTR利用検討委員会における検討結果の概要

材料試験用原子炉に対する利用ニーズ、利用ニーズに応えるための要件について検討し、材料試験炉（JMTR）の役割と必要課題を提言

## 利用ニーズ

### ○軽水炉の長期化対策

一般的な照射ニーズとして、現行軽水炉の高経年化対応、MOX燃料を含む軽水炉燃料の高性能化及び安全評価、軽水炉技術の高度化等の開発。

### ○産業利用の拡大

医療及び工業用のラジオアイソトープの製造。  
中性子ドーピング法によるシリコン半導体の製造。  
(近い将来、ハイブリッド自動車等の分野で照射需要の急増が見込まれる)

### ○科学技術の向上

材料試験用原子炉を利用した大学等の基礎研究や教育は、中性子照射に係る材料科学の進歩に加えて、次の時代を担う人材を育成するために不可欠。



- これらの利用ニーズに加え、国内に材料試験用原子炉を有し、軽水炉の高経年化等の安全規制や各種の事故、故障に的確に対応する基盤の確保が、軽水炉に対する国民の信頼を得る観点で重要。
- 我が国が、欧米と同様さらなる原子力技術の維持・発展を図り、アジア・環太平洋地域での原子力の安全確保をはじめ、原子力利用技術に関する主導的な役割を果たすためにも、国内に材料試験用原子炉を有することが不可欠。

## 軽水炉の長期化対策

### <燃料>

- ・ BWR燃料の高燃焼化に係る健全性と安全裕度の評価(国)

### <材料>

- ・ 炉心構造材のIASCC研究(国)
- ・ 国産圧力容器鋼材の照射脆性評価(産業界)

### 軽水炉の運転長期化に伴う燃料(MOX含む)の高燃焼化と材料の経年劣化に係る評価

- ・ 燃料通常照射試験
- ・ 燃料異常過渡試験
- ・ 軽水炉構造材料の照射影響試験 など

### 改良型軽水炉の開発

- ・ 経済性の向上
- ・ 信頼性/安全性の確保
- ・ 燃料サイクルへの柔軟な対応 など

### 原子力エネルギー基盤研究

- ・ MOX燃料挙動研究
- ・ 照射損傷素過程研究など(原子力機構など)

### 原子力人材育成(大学共同利用)

<材料試験用原子炉に期待される役割>

## 産業利用の拡大

### <RIの製造>

癌治療/非破壊検査用  
<sup>192</sup>Ir, <sup>169</sup>Yb等(産業界)

医療診断薬の<sup>99m</sup>Tc製造(産業界)

Si半導体やSiC半導体の製造(産業界)

## 科学技術の向上

- ・ 高温ガス炉の開発(原子力機構)
- ・ 核融合炉の開発(原子力機構)
- ・ 照射損傷素過程の解明(大学など)
- ・ アカチノドの物性解明(大学)
- ・ 岩石等の生成年代同定(大学)

## 将来の利用ニーズに応えるための要件

- 施設の性能や照射料金、安全規制等の利用条件等の点から、近年、軽水炉の燃料照射等の民間需要が海外の試験炉の利用となっているが、海外炉も1960年代に稼働を開始し今後の長期利用が困難となる可能性が高いことから、幅広い国内の利用ニーズに対応できる照射施設を国内に確保した上で、適切な海外炉の利用を図ることが望ましい。
- 国内の民間需要を得るためには、利用条件、サービス等の面で国外照射施設との競争に勝つことが必要。

## JMTRの役割と必要課題

- 軽水炉の燃料や材料照射等で必要とされる照射条件を満足できるのは、国内の材料試験用原子炉ではJMTRが唯一。  
ラジオアイソトープやシリコン半導体の製造は他の研究炉でもできるが、熱中性子束や照射容量の点でJMTRが有利。
- 運転開始から38年が経過して高経年化が進んでいることから、今後予測される利用ニーズに応えるためには、予防保全を主とした原子炉等の一部施設の更新が必要。  
  - 以上を踏まえると、材料試験用原子炉の新設も考えられるが、経済的な観点から、材料試験用原子炉と照射後試験施設群が隣接するJMTRをこのための中核施設として必要な更新を行うことで、今後の利用ニーズに対応できると判断。
  - 国際照射試験センター構築も可能：大洗・東海地区に隣接する各種の照射後試験施設群との連携により、JMTRの世界最先端の原子炉照射技術と照射後試験施設群の広範な照射後試験技術を有機的に活用することで、国際的に極めて特色のある照射試験センターの役割が可能。
  - 利用ニーズに速やかに対応するため、早期にJMTRを更新し再稼働することが適当。平成18年度半ばに原子炉停止後、原子炉の更新及び照射設備の整備に着手することが望ましい。廃止時期は、更新後約20年間利用し、2030年頃が目安。
- 再稼働後の運営上の課題
  - 運転維持費等を極力合理化し、国際的に競争できる照射費用などの利用料金の設定。
  - 原子力機構が有する照射技術や照射後試験技術のユーザへの提供。
  - ユニークかつ国際競争力に富み、利用者に魅力ある照射の計画・実行・照射後試験までの全体運用システムの構築。