

JMTR廃炉にともなう材料照射研究 の現状と短期的・長期的課題

東北大学金属材料研究所
附属量子エネルギー材料科学国際研究センター
永井康介

東北大学金属材料研究所 附属量子エネルギー材料科学国際研究センター(旧 材料試験炉利用施設、通称 大洗センター)

- 1969年に**オールジャパンの全国共同利用施設として設立**、東北大金研が運営を任される
- JMTR、JOYOの照射利用や、放射性廃棄物を念頭に置いたアクチノイド研究
- 材料照射研究における当センターのミッション
 - JMTRなどの**照射**(照射希望を取りまとめ、照射キャプセル製作、照射経費の負担)
 - **照射後実験**設備の提供とそれを用いた先端材料科学の推進、共同利用者へのサポート
- 10年ほど前、JMTR、JOYOともに停止状態に。以降、**海外炉(ベルギーBR-2炉、米国HFIR)**と**学術協定**を結び、代替照射を行う。



大洗センターの特徴

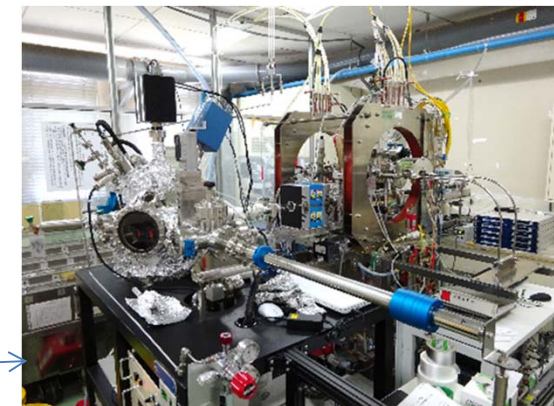
ホットラボ棟での主要核種使用量
(保有全38核種、許可291核種)

核種	一日最大使用数量	保有量
^{54}Mn	320GBq	34.7GBq
^{60}Co	400GBq	41.1GBq
^{63}Ni	50GBq	43GBq
^{95}Zr	150GBq	1.7GBq
$^{110\text{m}}\text{Ag}$	300GBq	2.46GBq
^{181}W	160GBq	2.88GBq
^{185}W	2TBq	9.86GBq
^{55}Fe	10TBq	739GBq

最先端の分析装置群とそれを使いこなす教員・スタッフ



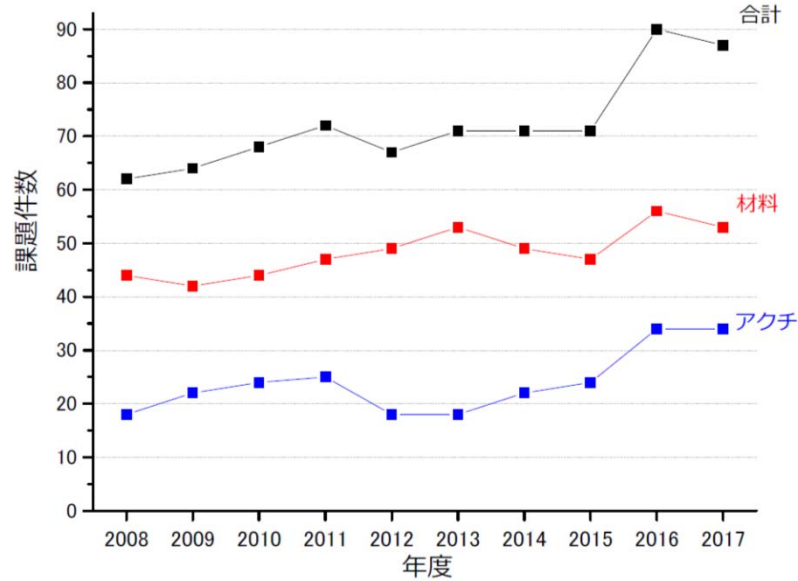
小型高密度プラズマ照射
(C-DPS)つき昇温脱離装置
(IG-TDS)



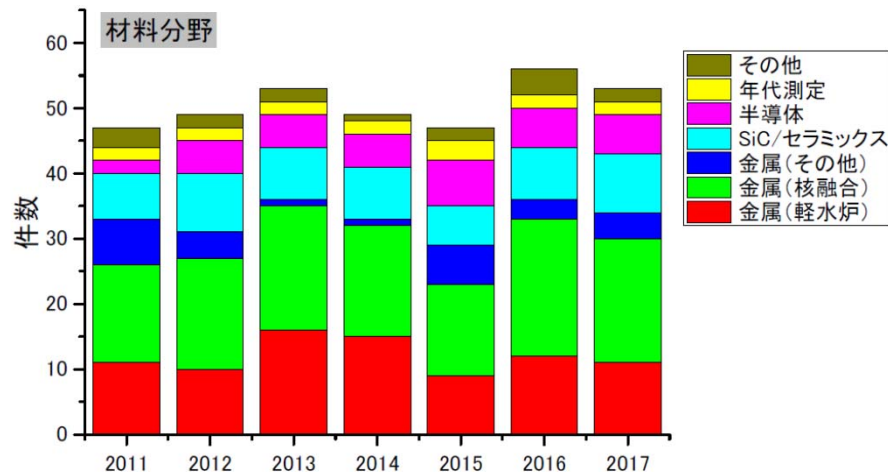
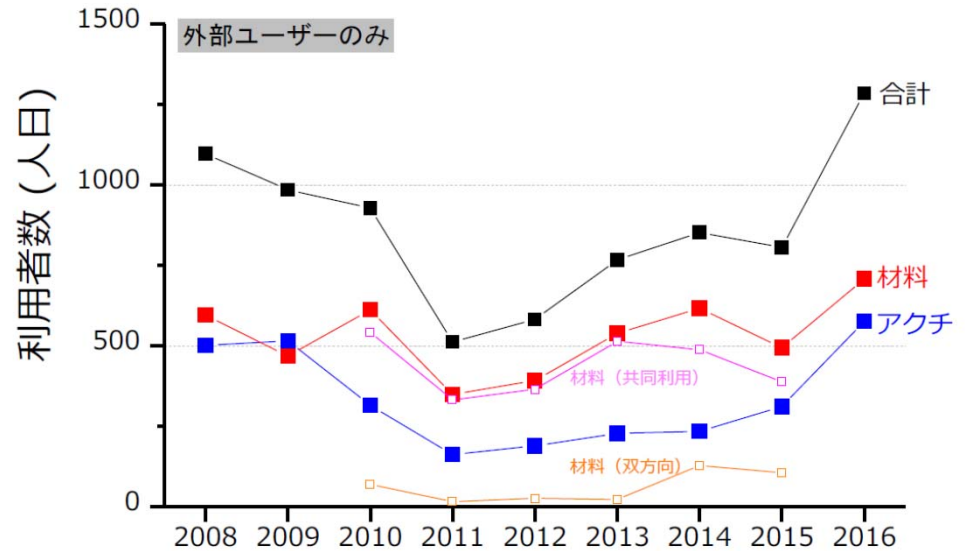
- 装置群のほとんどは、外部資金により導入・開発、他の研究期間との共同研究により開発した装置をセンターの管理区域に導入
- フランスや米国で大洗センターをモデルにした施設の設立

共同利用研究状況

共同利用採択件数



外部利用者数



- JMTR停止後も**多くの申請を維持** → 強い研究ニーズが継続している
- **26大学、6国研、8企業、海外8大学・研究所の利用(2016年実績、材料のみ)**
- 震災後の落ち込みと復活
- 論文成果：1課題あたり約1本／年

材料照射研究の危機的状況

一見、順調のように見えますが、材料照射研究は存亡の危機にあるという
共通認識

- JMTRの停止後、代替照射では賄いきれない研究が多数。申請はしてもらっても、十分に照射できていない現実 → **照射希望の1/4以下**
- 過去の照射試料、軽水炉の実機の試料の活用や、大洗センターにおける世界最先端の分析装置群を活用した研究に重点を置くことにより、何とかアクティビティを維持しているが、長期的には極めて困難。
(注) 材料照射研究は、研究立案から試料作成、照射、輸送、放射能クーリング、照射後実験、成果発表まで、5年はかかる。
- JMTRは照射材料研究のシンボル。これが長年運転停止状態であることが、大学の研究部門・講座の消滅に大きく影響している。人材育成に大きなダメージ。
- 一部の研究者は、中性子照射をあきらめてイオン照射などで代替。研究を進めるほど、中性子照射とは異なることも明らかになり、最終目標に到達困難。

短期的課題

- 早急に海外の代替照射を、JMTR稼働時並に行う必要がある。
 - － 研究コミュニティの存亡に関わる喫緊の課題

第2回作業部会配付資料より

【国内での代替についての検討結果】

- 軽水炉分野では、寿命延長試験、燃料高性能化試験及び燃料事故時評価試験が不可能。
- 一方、科学技術分野では代替が可能であり、産業利用分野では代替が一部可能。

単に最大Fluxなどのスペックを簡単に比較するだけで、このような結論をJAEAが出されるのは、極めて残念です。

← 10年前より、海外炉で共同利用の代替照射を苦勞して行ってきた事実をご理解いただきたい。

- － 一大学の一附置研の一センターの運営費で行うことは困難(前述の通り、現状で照射希望の1/4程度以下しか照射できていない。今後の運営費交付金の減額と照射費の上昇により、さらに減る予定)。

- 代替照射に関して国の全面的・継続的なサポートが必要

第2回作業部会の議事録

(山口主査) 共同利用の制度は既にある、
海外の研究者にもオープンになっていると、
そういうことでよろしいですね。

現実的に個々の研究者が利用することは非常に困難です！！

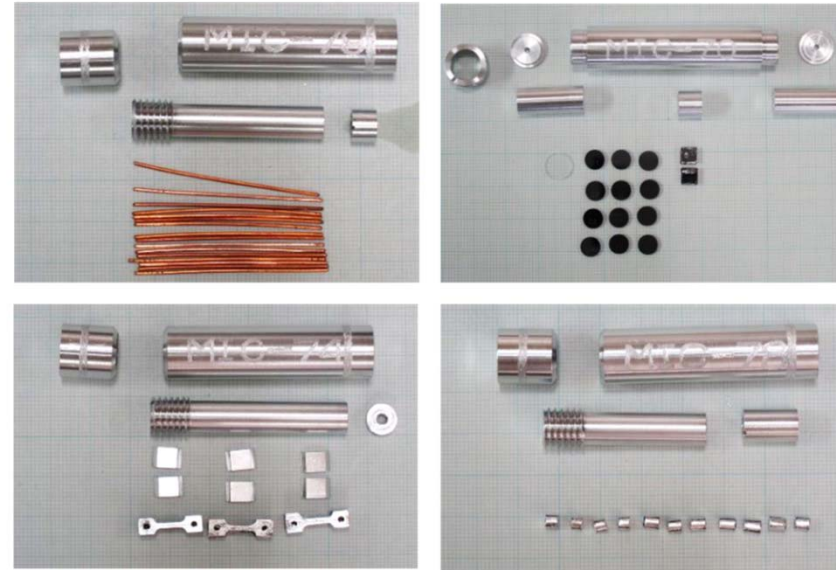
(楠副センター長) はい、結構です。

- 通常の共同利用の利用料とは桁違いの費用がかかる(往復の交通費も)。通常、数千万から億単位。
- 例外的な方法として、先方の炉や研究者の興味が一致した場合に、共同研究という形で相乗的に安く照射をしてくれる場合はある。
- 金研とSCK・CENは個人的な信頼関係や学術協定などの工夫を始めて初めて、共同利用照射ができている。
- 米国はDOEの方針に従うため、我が国の希望通りの共同利用照射を依頼することは不可能。

- **国内の照射技術の維持が不可欠**

- JMTRは世界に誇れる照射技術
- 照射キャプセル製作など、地元企業の高い技術力の維持・育成
- BR-2へ金研の教員が長期滞在して、キャプセルの共同開発。
- 日本で製作したキャプセルをBR-2で照射(極めて例外的！)
- 海外炉では温度や環境の制御などで不十分な点が多い。

照射キャプセルの例 (低温高フラックス照射用キャプセル)
試料の形状、希望フラックス、希望温度などに合わせて専用キャプセルを設計・製作する。



- **照射後実験設備の充実・老朽化対策**

- 放射化した照射試料を扱う施設の維持は、照射が海外であろうと不可欠。
- これらの施設(JAEA、東北大)はJMTRとほぼ同時期に設置されている。
- 照射炉が国内になくても、炉とセットで大事な照射後実験研究で世界をリードするという考え方。

長期的課題

「最低限残しておく機能」とか「現在のニーズをどうやって満たしていくか」という話ではない。50年経った我が国の原子力研究、これからの50年、日本の強みを活かして、どうやって世界の中で高い競争力を持ってリードしていくのかという戦略が大事。現状維持で発展する科学技術はない。新しい考え方が必要。

- **最低でもJMTRと同等の照射炉が国内に必要です。**
 - － 現状の高い研究ニーズのみならず、エネルギーセキュリティや安全の観点からも、研究コストだけでは測れない必要性がある。
 - － 自分たちのオーダーメイドの照射ができないと最先端の照射研究で世界をリードできない。
 - － 海外炉も老朽化している。
- ではどのような？いろいろな考え方がある。
 - － 規模や出力とは別に、極めて精密な温度制御、環境制御、fluxの均一な領域が広いこと、ターンオーバー期間が短いこと、将来のニーズの変化に対応して柔軟な変更ができるなど、使い勝手のよい炉であること...
 - － ピークfluxや大出力を求めるのではなく、**日本の巧の技術の粋**を集めた精密な照射ができる炉でもいいのではないか。
 - － 照射後実験施設との連携を強めた運営など。