

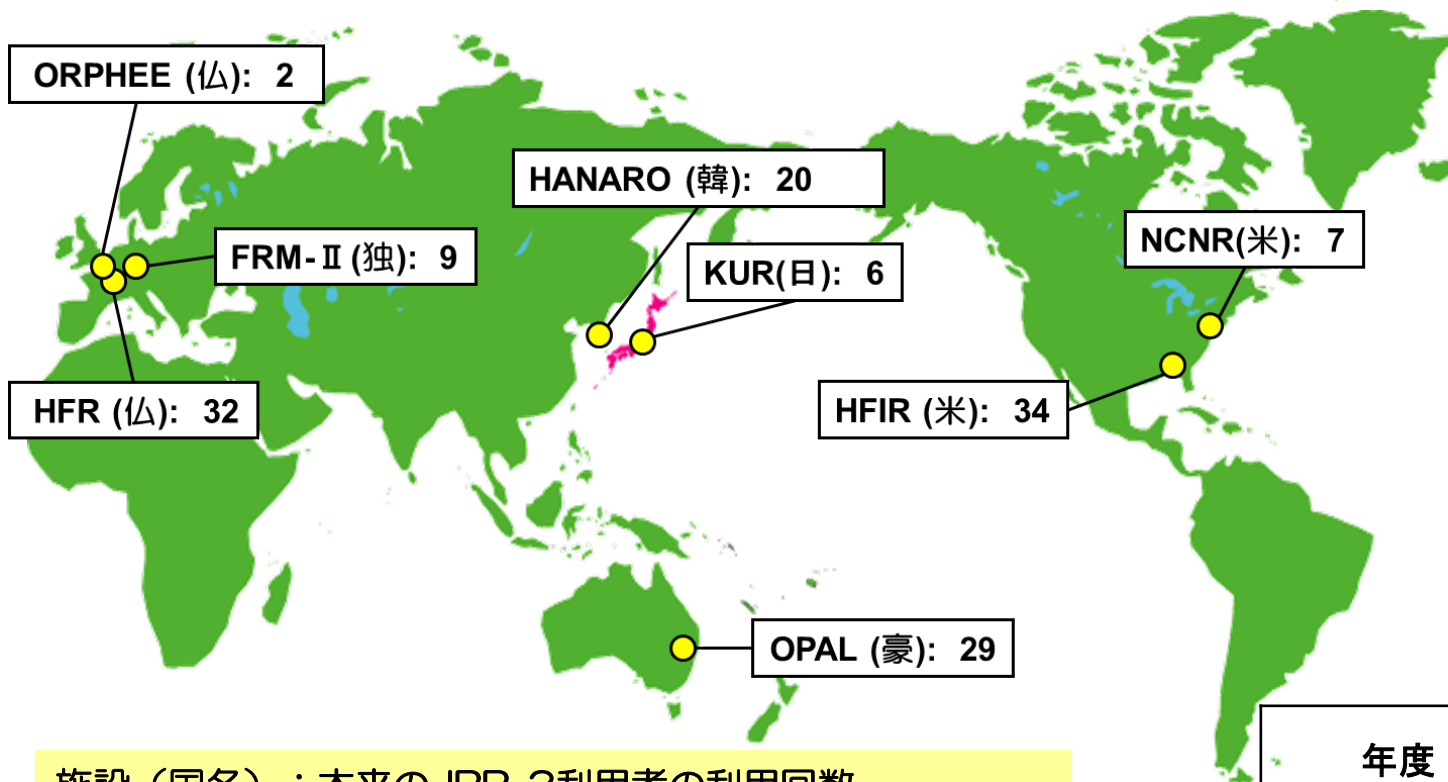
JRR-3停止の影響による 海外の研究炉利用状況調査

平成27年12月

**日本原子力研究開発機構
原子力科学研究部門**

JRR-3停止期間に利用された主要な研究用原子炉

(平成23年4月～平成26年7月)



把握できた課題の総数:
KURでの実施分を含めて全部で139課題

施設(国名) : 本来のJRR-3利用者の利用回数
= 原子力機構に所属する研究者による課題数
+ 物性研から旅費支援を受けた課題数

JRR-3利用申請に関する
東京大学物性研が行った公募に対する**課題採択数**と
JAEAが行った公募に対する**応募課題数***
の推移(海外派遣数には上記を含む)

*JAEAは課題審査を行わなかったため応募数

停止中

年度	東大採択数	JAEA応募数
H22	300	141
H23	268	63
H24	265	-
H25	228	50
H26	206	-
停止中の累計	967	113

【調査の目的】

国内の科学技術及び産業分野におけるJRR-3の重要性を示すものとして、長期停止による具体的な影響を把握することを目的とし、JRR-3停止期間中に海外の研究炉においてビーム実験あるいは照射実験を実施された研究者・技術者の方々を対象に、その利用状況調査を実施した。調査は、利用された海外の炉、利用分野、そこで実施された実験の評価、再稼働後のJRR-3での実験等に関する質問等で構成した。

調査の結果は、上記の目的に加え、再稼働後のJRR-3の運用の参考とする。

【実施方法】 以下の学会等へメール配信によりアンケート調査を実施した。

●アンケート調査期間： 平成27年11月2日(月)～ 11月27日(金)

●アンケート配信先 :
合計 3,630件

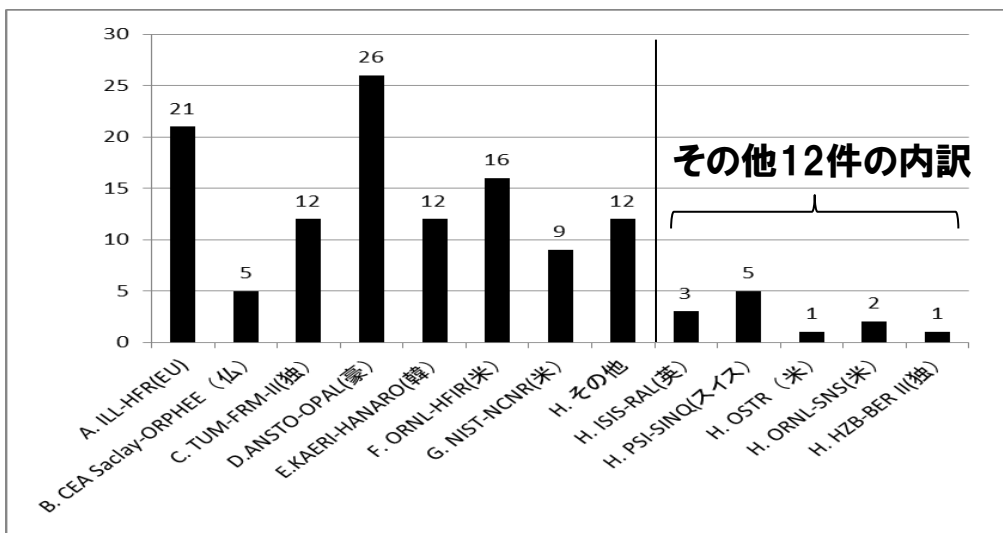
- ・日本原子力学会 (約2,300名)
- ・日本中性子科学会 (約600名)
- ・J-PARC/MLF利用者懇談会 (約280名)
- ・中性子産業利用推進協議会(企業会員 46社 研究機関2)
- ・研究炉利用課(照射利用者)(所内35件、所外35件)
- ・東京大学原子力専攻 (約240件)

●アンケート回答数 : 57件

57名の方から回答があったが、中性子科学会とMLF利用者懇談会の会員の内、震災後のH23～H27年にかけて海外炉を利用した研究者が主な回答者であると推定される。

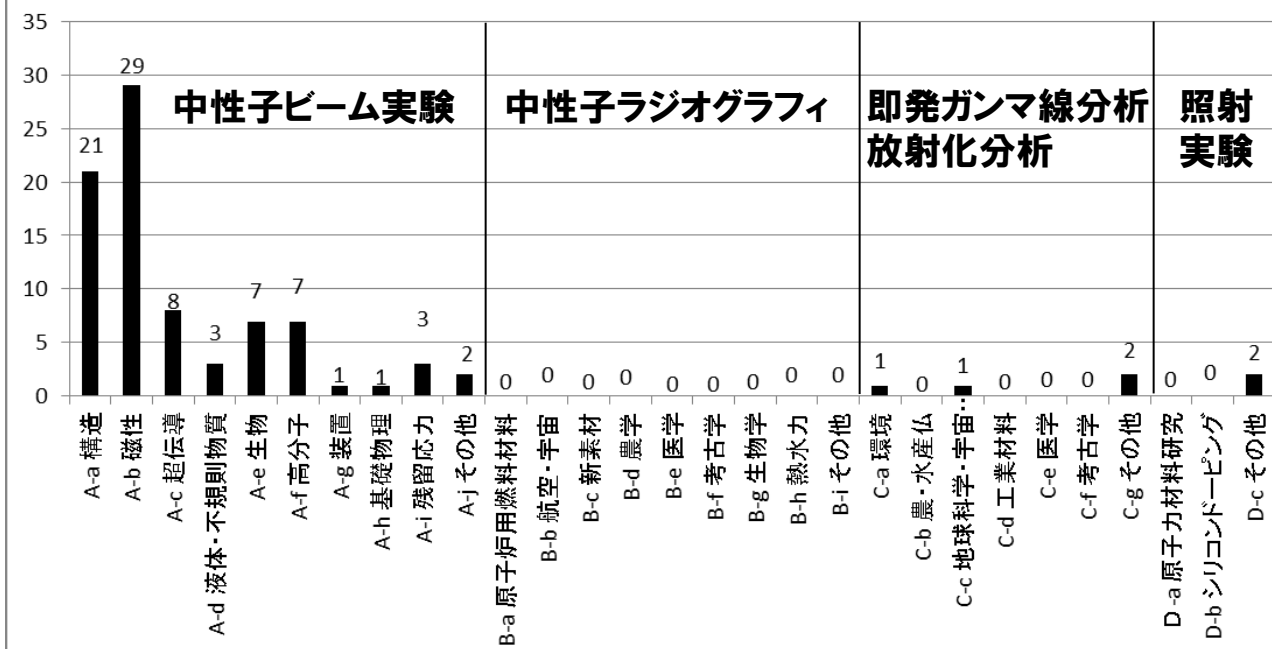
☆前ページに示した停止期間で海外炉(KUR含む)を利用して実施した139課題は一人の実験者による複数回の利用も含むが、平均1人2課題と仮定すると、回答率は90%に近いと考えられる。
(なお、前ページに含まれない実験数を把握できないため回答率は参考値)

1. JRR-3停止中に利用者が利用した海外炉施設及び利用分野



【利用した海外炉施設】

- ① OPAL(豪)
- ② HFR(EU)
- ③ HFIR(米)
- ④ FRM-II(独)
- ⑤ HANARO(韓)
- ⑥ NCNR(米)
- ⑦ ORPHEE(仏)など

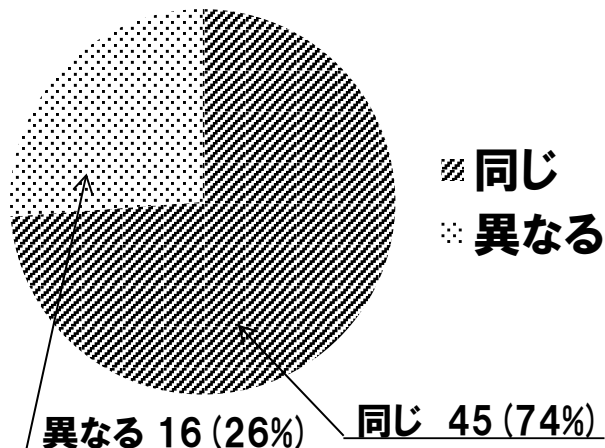


【利用分野】

- 中性子ビーム実験
 - ① 磁性
 - ② 構造
 - ③ 超伝導
 - ④ 生物
 - ⑤ 高分子
 - ⑥ 残留応力
 - ⑦ 基礎物理
 - ⑧ 装置
- 即発ガンマ線分析及び放射化分析
 - ① 環境
 - ② 地球科学・宇宙
 - など

2. 海外の炉で行われた実験について

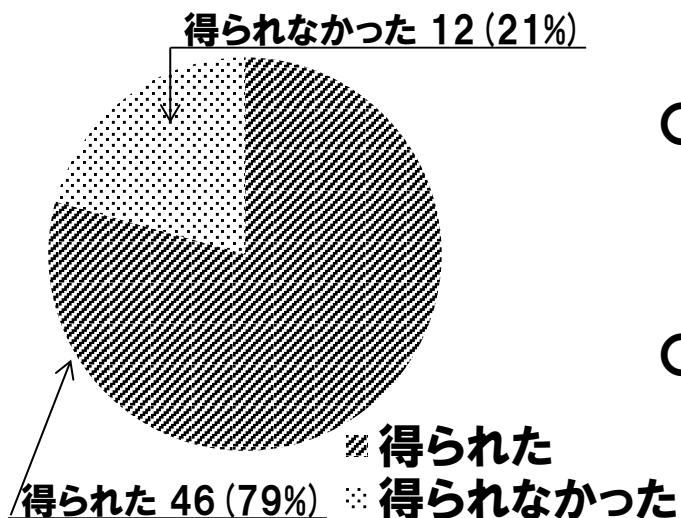
(1) JRR-3における実験と同じですか？



【JRR-3と異なる内容】

- JRR-3でしかできない実験であった。
- ビームタイムが短かった。
- 強度が強く高精度の測定が可能であった。
- JRR-3ではできない特殊な実験が可能であった。
- パルス中性子を利用した。
- 測定条件が異なる。 ……など

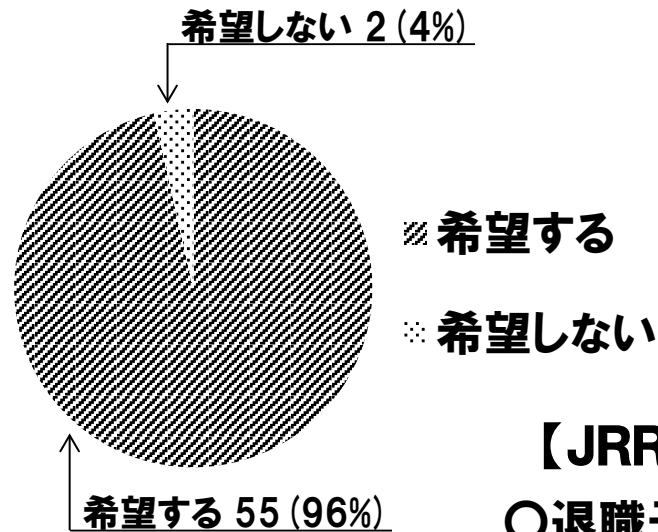
(2) 予定どおりの成果が得られましたか？



- 予定した以上のデータが得られた。
 - ・ 予想以上に中性子束が強かったため。
 - ・ 十分な実験時間の提供で、計画以上に実験できた。
- 予定通りの結果は得られなかった。
 - ・ 限られた温度範囲、雰囲気等で、不十分な成果となった。

3. JRR-3が再稼働したら、JRR-3での実験を希望するか？

(1) JRR-3での実験を希望しますか？ 【JRR-3での実験を選ぶ理由】



- アクセスの良さ、旅費がかからない。
- 実験準備や諸手続きが容易である。
- 学生の人材育成に適している。
- 定常炉としての安定性と冷中性子の利用
- ノウハウ、研究情報の流出、機器等の輸出規制
- 熟知した装置が利用できる。
- J-PARCよりマシンタイムを確保でき、料金も安い。
- 海外施設と比較して遜色がない。・・・など

【JRR-3での実験を望まない理由】

- 退職予定のため希望しない。
- 現在の研究テーマではほとんど中性子回折を必要としない。

その他のコメント

○早期再稼働の要望

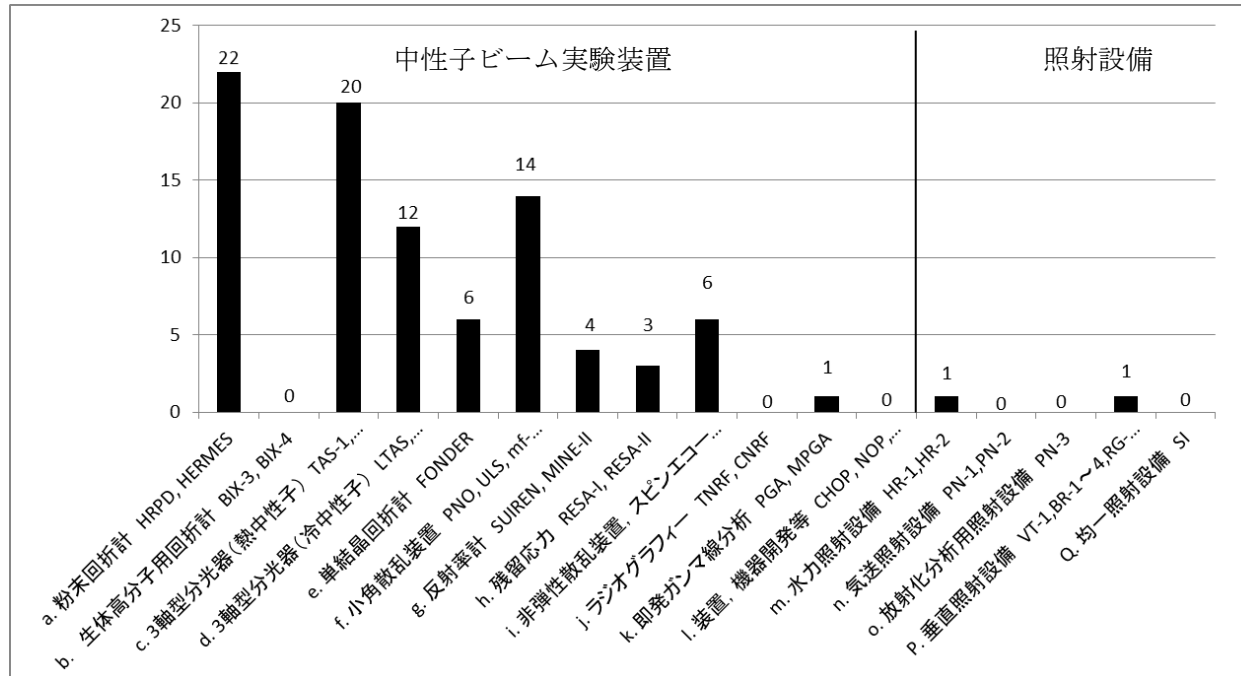
- ・我が国における物質科学の発展、人材育成のために、一日も早い再稼働を希望する。
- ・海外までいかずとも実験できる我が国の研究環境はすばらしさの一つである。
- ・世界の原子炉の中でユニークな存在としてリニューアルされることを望む。・・・など

○相補利用(J-PARCとの連携)

- ・異なる中性子源がそれぞれの特色を活かすことで、中性子科学全体がさらに進展する。
- ・J-PARCとの連携と差別化し、国内の中性子源として安定稼働を望む。・・・など

4. 使用した海外炉施設について

(1) JRR-3における同等の装置はどれですか？



【中性子ビーム実験装置】

- ①粉末回折装置
- ②3軸型分光器(熱)
- ③小角散乱装置
- ④3軸型分光器(冷)
- ⑤単結晶回折計
- ⑥非弾性散乱装置
- ⑦反射率計
- ⑧残留応力
- ⑨即発ガンマ線分析装置

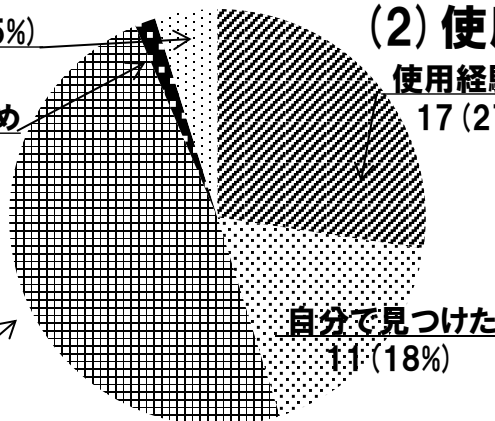
【照射設備】

- ①水力照射設備
- ②垂直照射設備

その他 3 (5%)

学会等の薦め
1 (2%)

研究者仲間
からの薦め
30 (48%)



(2) 使用した海外炉施設(装置)をどのように見つけましたか？

使用経験あり

※ 使用経験あり

※ 自分で見つけた

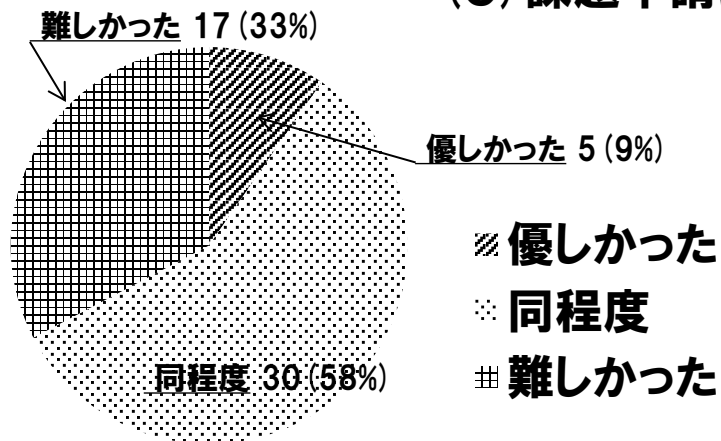
▣ 研究者仲間からの薦め

■ 学会等の薦め

⦿ その他(海外の共同研究者の薦め、本社部門で調査)

4. 使用した海外炉施設について

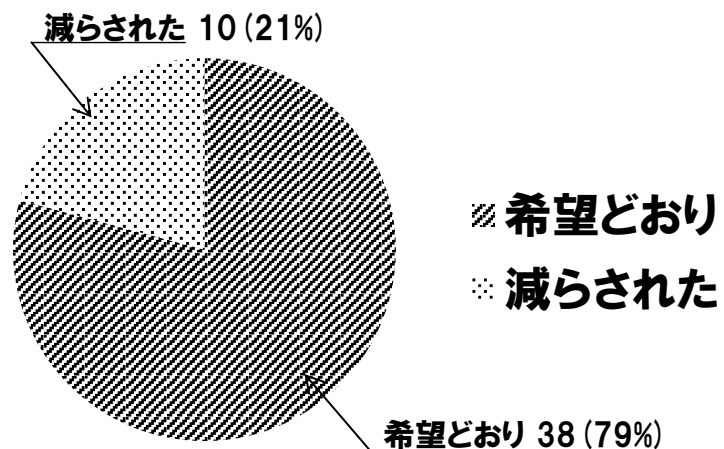
(3) 課題申請はJRR-3と比較してどうか？



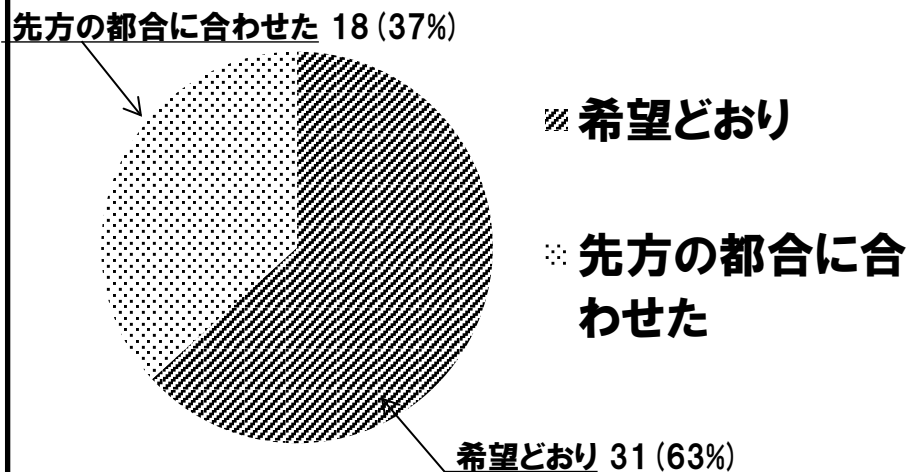
【コメント】

○英語なので準備に時間を要するが、
ほぼ確実に採択される。(OPAL, HANARO)

(4) マシントイムの配分はどうか？

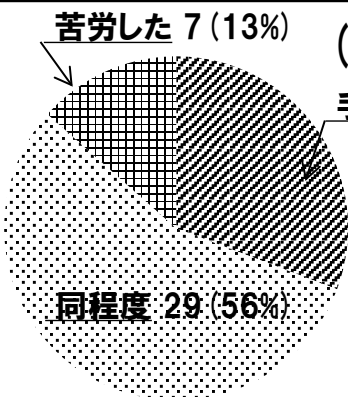


(5) マシントイムの実施時期はどうか？



5. ユーザーサポートについて

(1) ユーザーズオフィス等の事務手続きはJRR-3と比較してどうか？



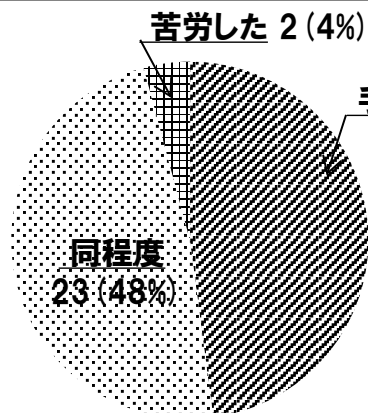
手厚かった 16 (31%)

- ※ 手厚かった
- ◎ 同程度
- 苦労した

【苦労した理由】

- 担当者は親切だが、手続きが煩雑であった。
- 放射線手続きが異なるので書類作成に苦労した。
- セキュリティと管理が厳しく、書類準備も大変で、提出が遅れると実験できない。・・・など

(2) 実験サポート(解析を含む)はJRR-3と比較してどうか？



苦労した 2 (4%)

手厚かった 23 (48%)

- ※ 手厚かった
- ◎ 同程度
- 苦労した

【同程度】

- 装置担当者の視点では同程度だが、利用者感覚によっては、海外施設の方が手厚く感じる。

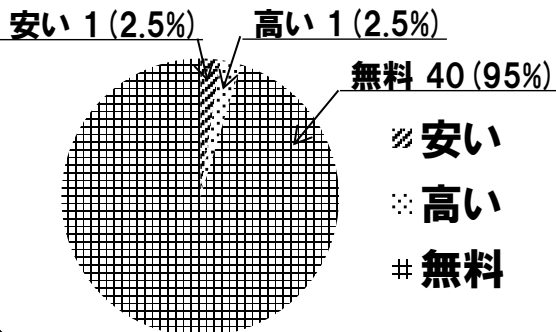
【苦労した理由】

- 帰国後、取得したデータ解析に係わる先方とのやりとりに苦労した。

(3) 利用料金(旅費は除く)について

料金はJRR-3に比べてどうか？

利用形態は？



安い 1 (2.5%)

高い 1 (2.5%)

無料 40 (95%)

- ※ 安い
- ◎ 高い
- 無料



成果公開
23 (100%)

- ※ 成果占有
- ◎ 成果公開

【コメント】

過去に海外施設の有償利用の料金を調査したが、JRR-3ほど安い施設はなかった。

6. JRR-3利用との比較 【海外施設の方がJRR-3よりも良かった点】

○装置性能(3件)

- ・NCNRを除いて強度が強い。OPAL、NCNRは非常に洗練されて使いやすい。

○実験支援(20件)

- ・研究者を支援する技術スタッフが非常に充実しており、ハードウェア、ソフトウェアの専門スタッフ陣が組織的に動いている。居室、試料調整室、休憩室などの実験環境が整備されており、非常に使いやすい。(OPAL)
- ・申請サイトの充実、多数の実験スタッフ体制により、実験準備から実施、解析まで利用プログラム及び実験サポートが大変良かった。(OPAL、HANARO、HFIR)

・・・など

○得られるデータの信頼性など(1件)

- ・OPALの装置は整備状況が良く、信頼性が高いという印象を受けた。

○国際交流(1件)

- ・海外の研究者との交流ができた。

○手続きなど(2件)

- ・事務手続き、入構手続きが極めて容易であった。(SINQ)

○生活環境(2件)

- ・宿泊施設や食堂などの福利厚生施設も充実していた。(HFR)

○その他(1件)

・・・など

6. JRR-3利用との比較 【海外施設の方がJRR-3よりも悪かった点】

○費用や利便性(7件)

- ・出張旅費がかかるため、多くの研究者、学生を派遣しにくい。
- ・海外施設におけるネットワーク環境の構築が難しかった。
- ・施設の工程を常に意識して実験計画を立てる必要があり、実験の柔軟性に欠ける。
- ・大型装置の輸送が困難である。・・・など

○実験実施・運用(9件)

- ・臨機応変な実験や追加実験を行うことが難しい。
- ・現地職員のエスコートがなければ実験できないため、実験の自由度が低かった。
- ・初心者が気軽に実験に行くには、海外施設は敷居が非常に高い。・・・など

○装置性能(1件)

- ・海外の装置の基本的な仕様はほぼ同程度の印象である。JRR-3における事前の利用経験は、測定の詳細な段取りの検討や他施設での実験を行う際の基礎となるため、研究・教育の双方において極めて重要である。

○実験支援(7件)

- ・ごく簡単なことでもユーザーに装置を触らせないため、実験の柔軟性にやや欠ける。
- ・JRR-3のユーザー支援は海外施設と遜色なく手厚いと思う。・・・など

○得られるデータの信頼性など

- ・自分達で開発した実験装置の方が優れており、データの質も良く、データ解析も容易である。また、J-PARCよりも優れた結果を得ている。・・・など

○手続き(1件)

- ・課題申請以外の利用手続き(VISA、各種安全教育等)が煩雑かつ分かりにくい。

○その他(3件)

アンケートの結果から見えてきたもの

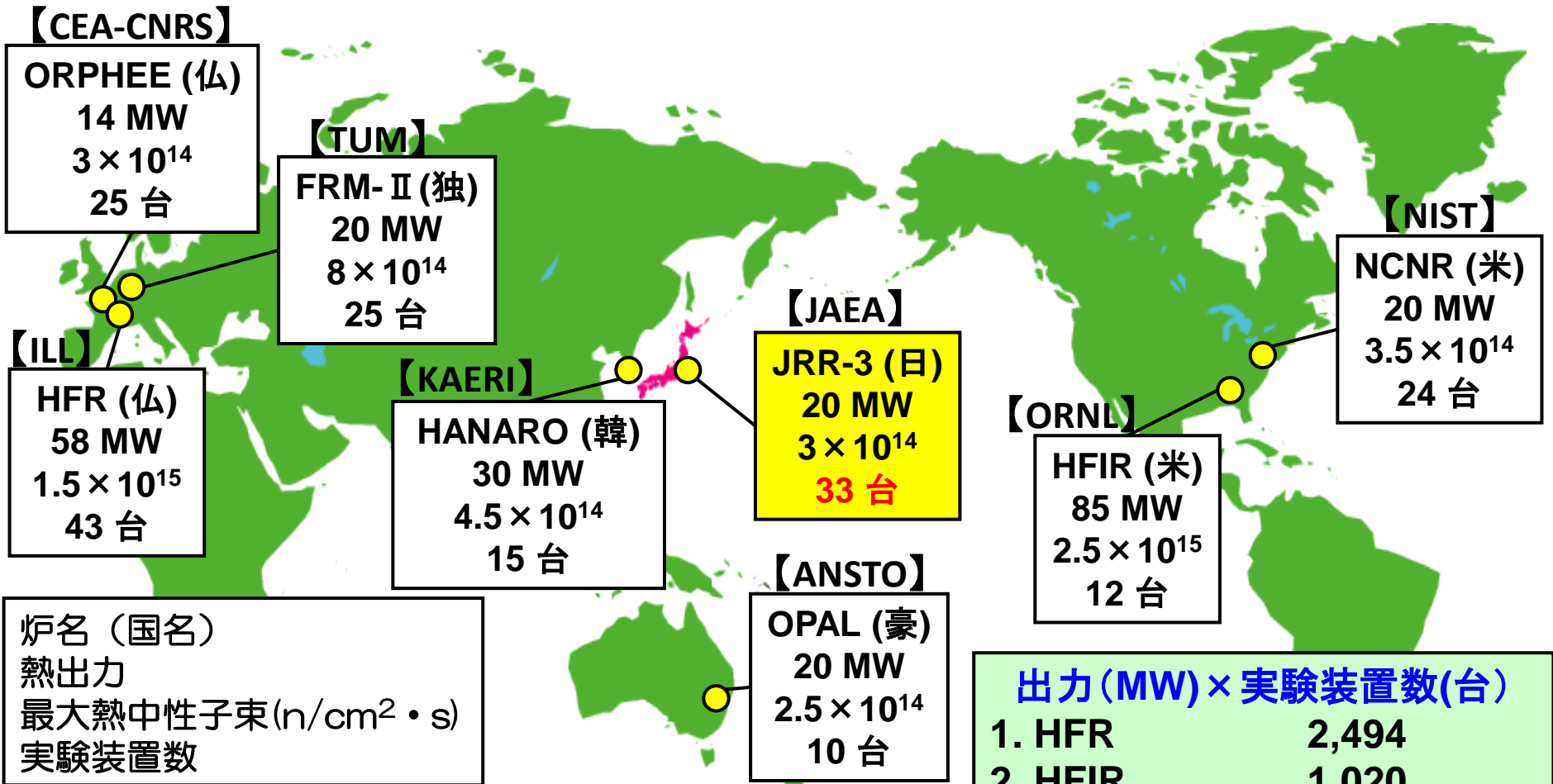
- **海外炉では試料が大きくても指先程度の散乱実験に制限される**
試料が比較的大きい工学材料の研究や放射化が問題になる測定はやりにくい
- **中性子強度は海外炉の方が優れるが、持込機器や試料を含む移動の容易さやその費用から、JRR-3の早期再稼働を望む声が多い**
- **海外炉利用では、費用の観点から、学生の経験を十分に積まることができない、挑戦的な課題に取り組むことが困難であるなどの問題がある**
- **一方で、海外炉では、JRR-3に比べて利用者支援が手厚いというたくさんの指摘がある**
海外では技術支援要員が十分に配属されている一方、JRR-3は少数の研究者が利用者支援を行ってるので、どうしても手薄になっていたのが現状
- **海外炉の学術利用(成果公開)では全ての施設で無償**
- **知財(研究成果、ノウハウなど)の流出を心配する利用者の存在**

JRR-3が対応すべき課題

- 新規制基準への適合性確認を受け、速やかなる再稼働
 - ➔ 次年度内の再稼働に向けてヒアリング、審査会合の対応中
- 利用者支援体制の充実(支援内容・体制、実験環境、安全管理など)
 - ➔ 装置管理者等及び大学と協力して、実験環境の整備、安全管理等の見直しを実施中。利用者支援の範囲については要検討。
 - ➔ 技術系職員の増員について要求継続
- 中性子施設・装置等の高度化
 - ➔ ・中性子導管のスーパーミラー化を実施
 - ・装置の高度化、スクラップ&ビルドについて検討
- J-PARCとの連携による相補利用
 - ➔ 研究者の協力を得て、ユーザーズオフィス間の連携強化を検討
- 国際競争力を維持するために高強度の次期研究炉の検討
 - ➔ 研究炉加速器管理部内にWGを設け、炉心設計を検討中
- 利用料金
 - ➔ ・海外施設に見合った利用料金となるよう検討
 - ・なお、産業利用者数の拡大など利用収入増大策の検討

參考資料

世界の主な中性子ビーム研究用原子炉



出力 (MW) × 実験装置数 (台)	
1. HFR	2,494
2. HFIR	1,020
3. JRR-3	660
4. FRM-II	500
5. NCNR	480

- 【TUM】 Technische Universität München (ミュンヘン工科大学)
- 【ILL】 Institut Laue-Langevin (ラウエ・ランジェバン研究所)
- 【KAERI】 Korea Atomic Energy Research Institute (韓国原子力研究所)
- 【ANSTO】 Australian Nuclear Science and Technology Organization
- 【ORNL】 Oak Ridge National Laboratory (オークリッジ国立研究所)
- 【NIST】 National Institute of Standards and Technology (アメリカ国立標準技術研究所)
- 【CEA-CNRS】 Centre National de la Recherche Scientifique (フランス原子力庁、フランス国立科学研究センター)