

米国で実施されている 施設供用に係る取組について

平成29年11月
文部科学省

米国エネルギー省による原子力施設供用施策の概要

- NSUF(原子力科学ユーザー施設)は、米国エネルギー省原子力局(DOE-NE)が実施する原子力研究開発支援策のうちの一つ。
- 研究者に対して原子力施設を利用した研究機会を提供することを目的として、2007年に設立(10年目)。当初はアイダホ国立研究所のATRのみであったが、対象施設を徐々に拡大。
- ピアレビューによる課題採択プロセスを通じて、専門的な技術や知識、最先端の原子力研究施設をユーザーに無償で提供し、原子力エネルギー研究やインフラストラクチャー強化を推進。

DOE-NEによる
原子力研究開発
支援策

NEUP : 原子力エネルギー大学プログラム (Nuclear Energy University Program)

NEET : 原子力エネルギー実践技術 (Nuclear Energy Enabling Technologies)

NSUF : 原子力科学ユーザー施設 (Nuclear Science User Facilities)

NSUF

アイダホ国立研究所
ATR (Advanced Test Reactor)

【NSUFで行われる取組】

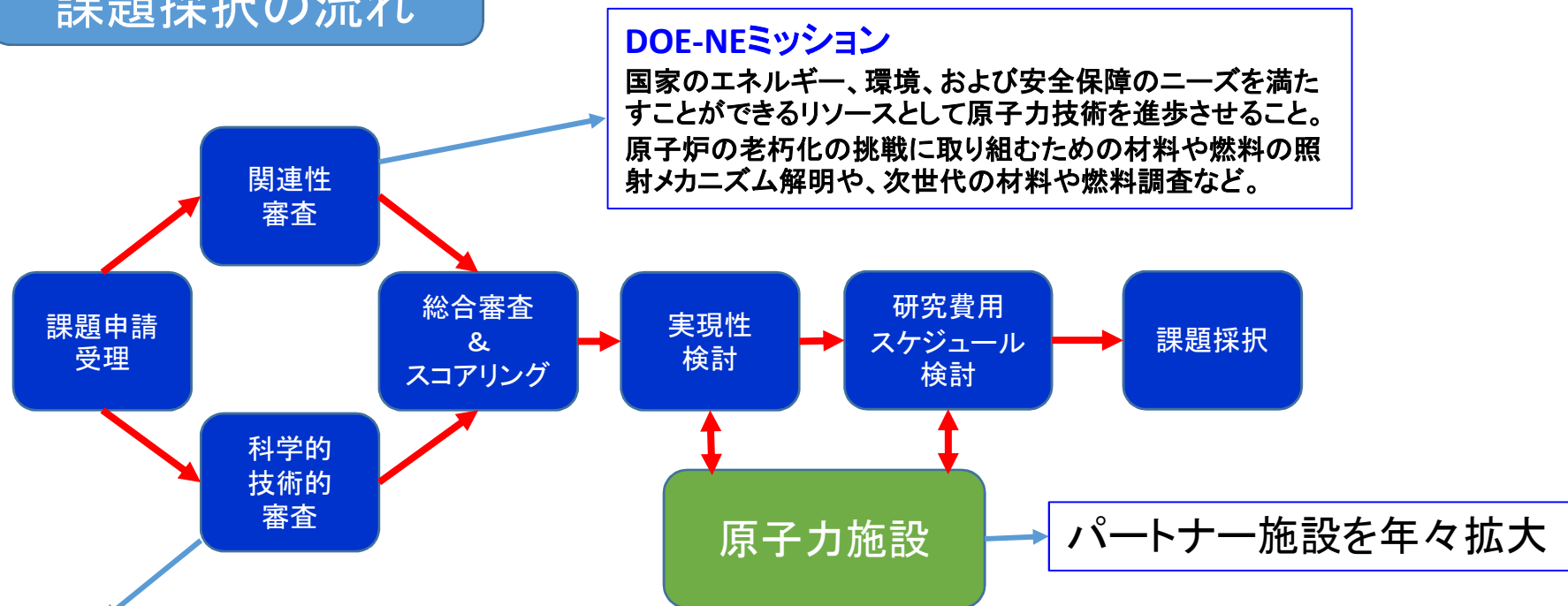
- 科学的、技術的審査
- 研究施設と実現性検討、研究経費の査定
- 研究費及び施設利用料を完全負担
- 研究サポート

NSUF参照ホームページ <https://nsuf.inl.gov/>

NSUFの具体的な活動の流れ

- NSUFでは試験研究炉を活用した照射や照射後試料の分析等の原子力施設を活用した研究プロジェクトを実施。
- 課題審査の審査基準としては、科学的・技術的審査の他にDOE-NEミッションとの関連性も重要な視点。
- 採択された課題については、NSUFが原子力研究施設での研究サポートと研究に必要な経費を完全負担。

NSUFにおける 課題採択の流れ



ピアレビューはNEUP(原子力エネルギー大学プログラム)が抱える多くのレビューワーを活用。
審査ウェイト: 科学的有用性(50%)、技術的な実現性(30%)、申請者の実施能力(20%)

NSUFの運営に係るサポート体制

DOE

Mr. Shane Johnson
Mr. Mike Worley
Mr. Tom Miller
Ms. Alison Hahn
Mr. Brooks Weingartner

NSUF Staff (INL)

Dr. J. Rory Kennedy
Mr. Dan Ogden
Dr. Brenden Heidrich
Dr. John Jackson
Mr. Jeff Benson
Mr. Collin Knight
Ms. Laura Scheele
Ms. Kelly Cunningham
Mr. Jonathan Kirkham
Ms. Lindy Bean
Ms. Renae Soelberg

Neutron Irradiation

中性子照射

Dr. Lin-Wen Hu (MIT)
Dr. Gordon Kohse (MIT)
Prof. Ayman Hawari (NCSU)
Mr. Kory Linton (ORNL)
Mr. Dave Schoonen (INL)
Ms. Debra Utterbeck (INL)
Mr. Kevin Clayton (INL)
Ms. Misti Lillo (INL)
Dr. Paul Murray (INL)
Dr. Joseph Nielson (INL)
Mr. Brian Durtschi (INL)
Dr. Keith Jewell (INL)
Dr. Donna Guillen (INL)
Mr. Tom Maddock (INL)
Dr. Sven Van den Berghe (BNRC)※

Ion Beams

イオンビーム照射

Prof. Gary Was (UM)
Prof. Kumar Sridharan (UW)
Dr. Meimei Li (IVEM, ANL)
Dr. Khalid Hattar (SNL)

Examinations

照射後試験

Dr. Kurt Terrani (ORNL)
Mr. Kory Linton (ORNL)
Dr. Yaqiao Wu (CAES)
Ms. Joanna Taylor (CAES)
Dr. Andrew Casella (PNNL)
Dr. David Senior (PNNL)
Prof. Ahmed Hassanein (Purdue)
Dr. Peter Hoseman (UCB)
Dr. Paula Freyer (Westinghouse)
Dr. Thomas Hartmann (UNLV)
Dr. Mitch Meyer (INL)
Ms. Katelyn Wachs (INL)
Dr. Jian Gan (INL)
Dr. Brandon Miller (INL)
Dr. Sebastien Teyseyre (INL)
Mr. Mike Heighes (INL)
Dr. Sven Van den Berghe (BNRC)※

Synchrotron

シンクロトロン

Dr. Jeff Terry (IIT)
Dr. Lynne Ecker (BNL)

現在は、INL(アイダホ国立研究所)以外の多くのパートナー施設の研究者がNSUF側支援者として参加し、プログラムの企画、課題採択から課題管理などの運営を実施。
上記メンバーだけでなく、全パートナー施設のさらに多くの科学者、エンジニア、技術スタッフも協力。

※BNRC：米国原子力規制委員会

NSUF パートナー施設

- NSUF開始時はアイダホ国立研究所のATRのみ。
- 2008年から大学、国立研究所等パートナー施設を徐々に拡大。
- 現在、8つの国立研究所、11の大学、1つの企業がパートナー施設として参加。

- 研究炉(中性子照射)
- 照射後試験施設(PIE)
- ガンマ線照射
- ビームライン

国立研究所

- 先進エネルギー研究センター(CAES)
- アルゴンヌ国立研究所(IVEM-ANL)
- ブルックヘブン国立研究所(BNL)
- ローレンスリバモア国立研究所(LLNL)
- ロスアラモス国立研究所(LANL)
- ● オークリッジ国立研究所(ORNL)
- パシフィック・ノースウェスト国立研究所(PNNL)
- ● サンディア国立研究所(SNL)

※先進エネルギー研究センター(CAES)

ボイシ州立大学、アイダホ国立研究所、アイダホ州立大学、アイダホ大学、ワイオミング大学で構成される研究・教育コンソーシアム

大学

- イリノイ工科大学(IIT)
- マサチューセッツ工科大学(MIT)
- ● ノースカロライナ州立大学(NCSU)
- オハイオ州立大学(OSU)
- パーデュー大学
- テキサスA&M大学
- カリフォルニア大学バークレー校(UCB)
- フロリダ大学
- ● ミシガン大学(UM)
- ● ネバダ大学ラスベガス校(UNLV)
- ● ウィスコンシン大学マディソン校(UW)

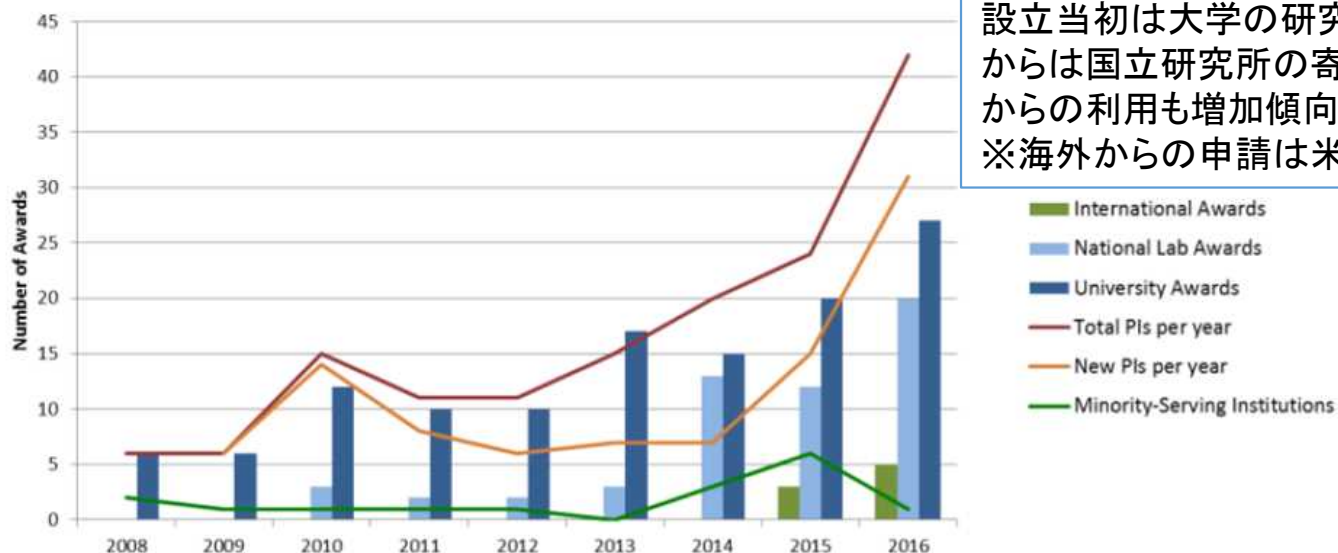
その他

- ウェスティングハウス社



NSUF これまでの成果推移

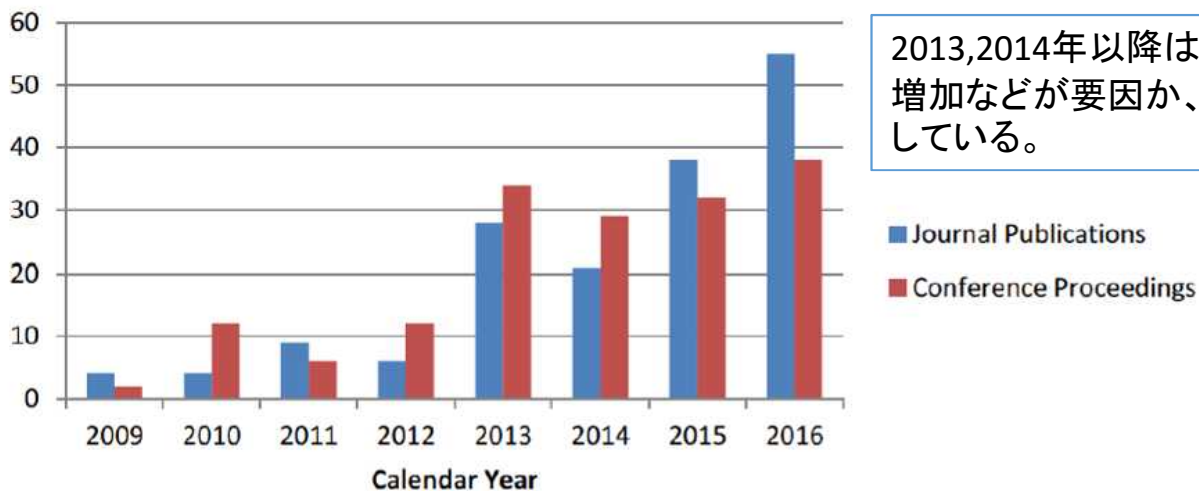
NSUF Awards Expansion and Diversity



設立当初は大学の研究を中心に進んできたが、2014年からは国立研究所の寄与も高くなり、2015年からは海外からの利用も増加傾向にある。

※海外からの申請は米国共同研究者が必要

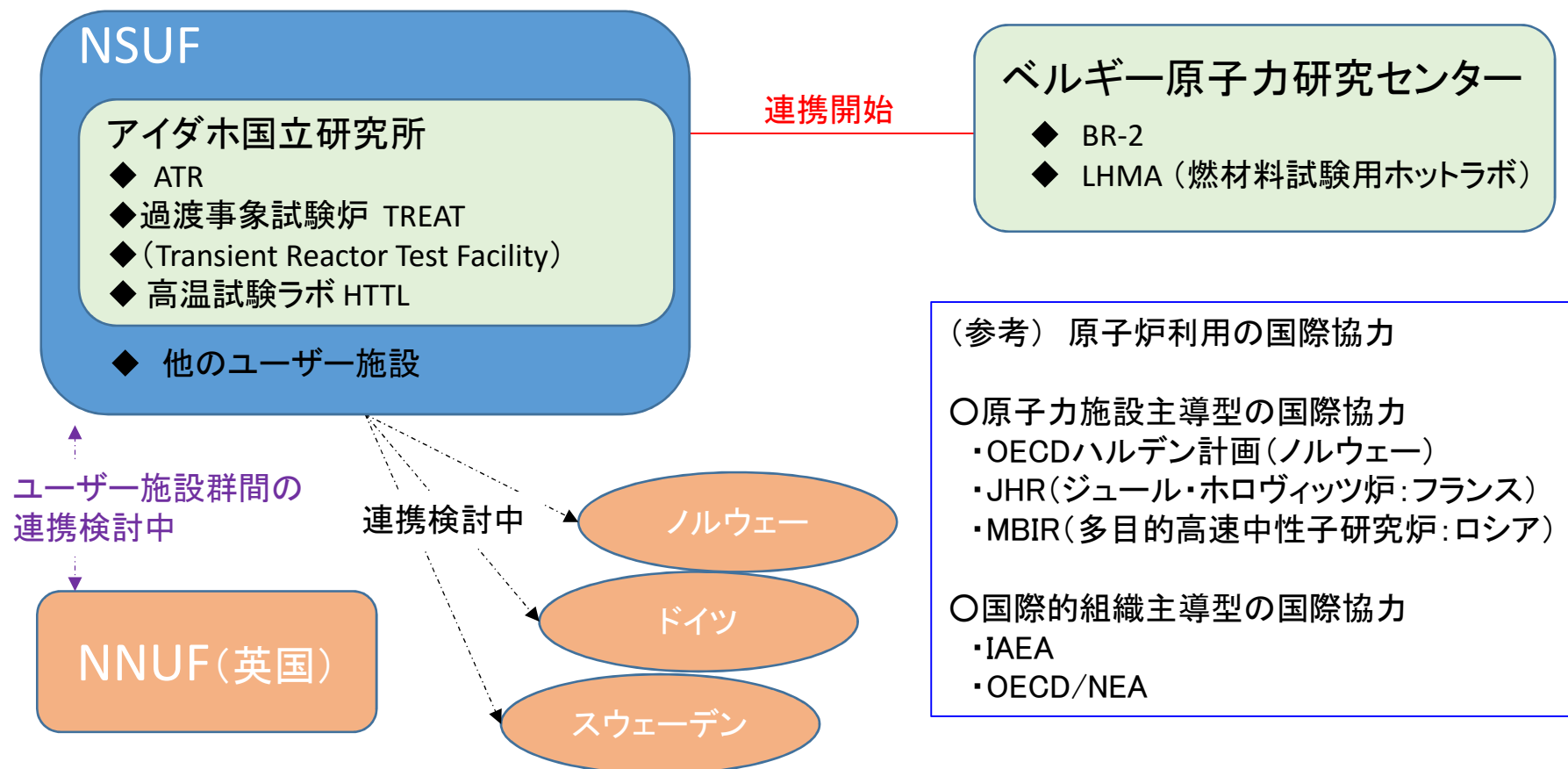
NSUF Publications/Conference Proceedings



2013,2014年以降は、予算の増加、パートナー施設の増加などが要因か、課題採択数や成果が顕著に増加している。

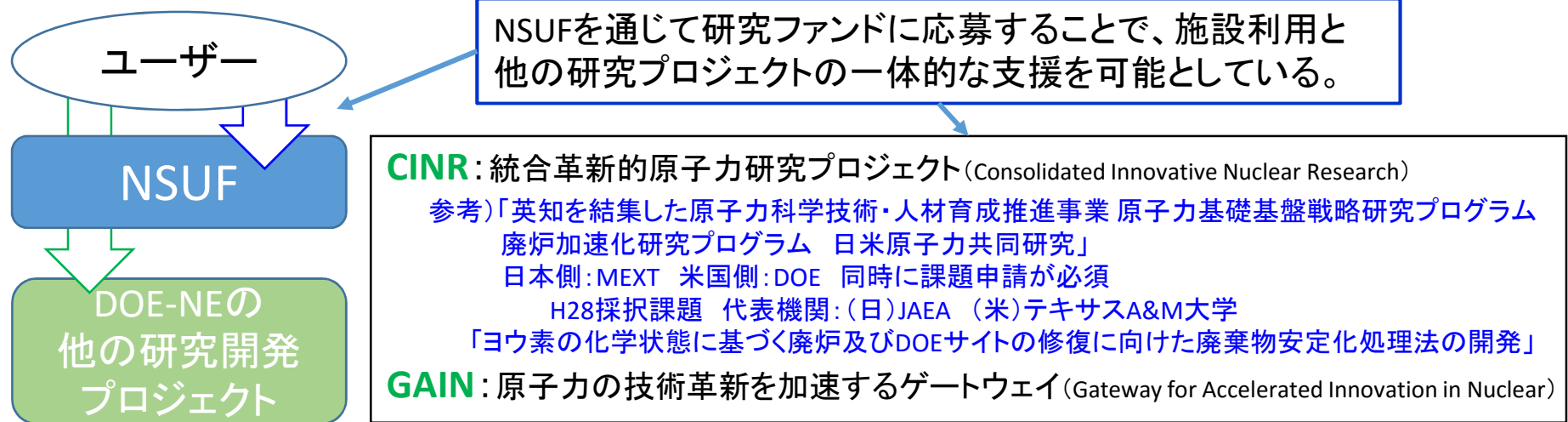
国際協力への展開

- 近年NSUFは、米国の国内施設だけでなく、欧州の施設やユーザー施設群とも連携を進めている。
- DOEとベルギー原子力研究センターは2017年1月にMOUを締結し、連携開始。
- ベルギーの研究炉BR-2と燃材料試験用ホットラボ(LHMA)。
- ノルウェー、ドイツ、スウェーデンの原子力施設とも連携検討中。
- 英国のユーザー施設(NNUF)とは、施設群間の連携を検討中。



まとめ

- NSUFが果たしている機能について以下の点に集約される。
 - ◆ 課題審査や研究支援の機能（ユーザーズオフィス機能）
 - ◆ 研究・施設利用資金の支援機能（ファンディング・エージェンシー機能）
 - ◆ 原子力関連施設の連携を構築し、ユーザーに最適な施設を提供（ハブ機能）
- 米国では利便性の高いシステムが構築できており、NSUF独自プロジェクトだけでなく、他のDOE-NEの原子力研究開発プロジェクト(CINRやGAIN)のアクセスルートとしても活用されており、原子力施設利用支援と研究開発支援の一体的な運用が図られている。



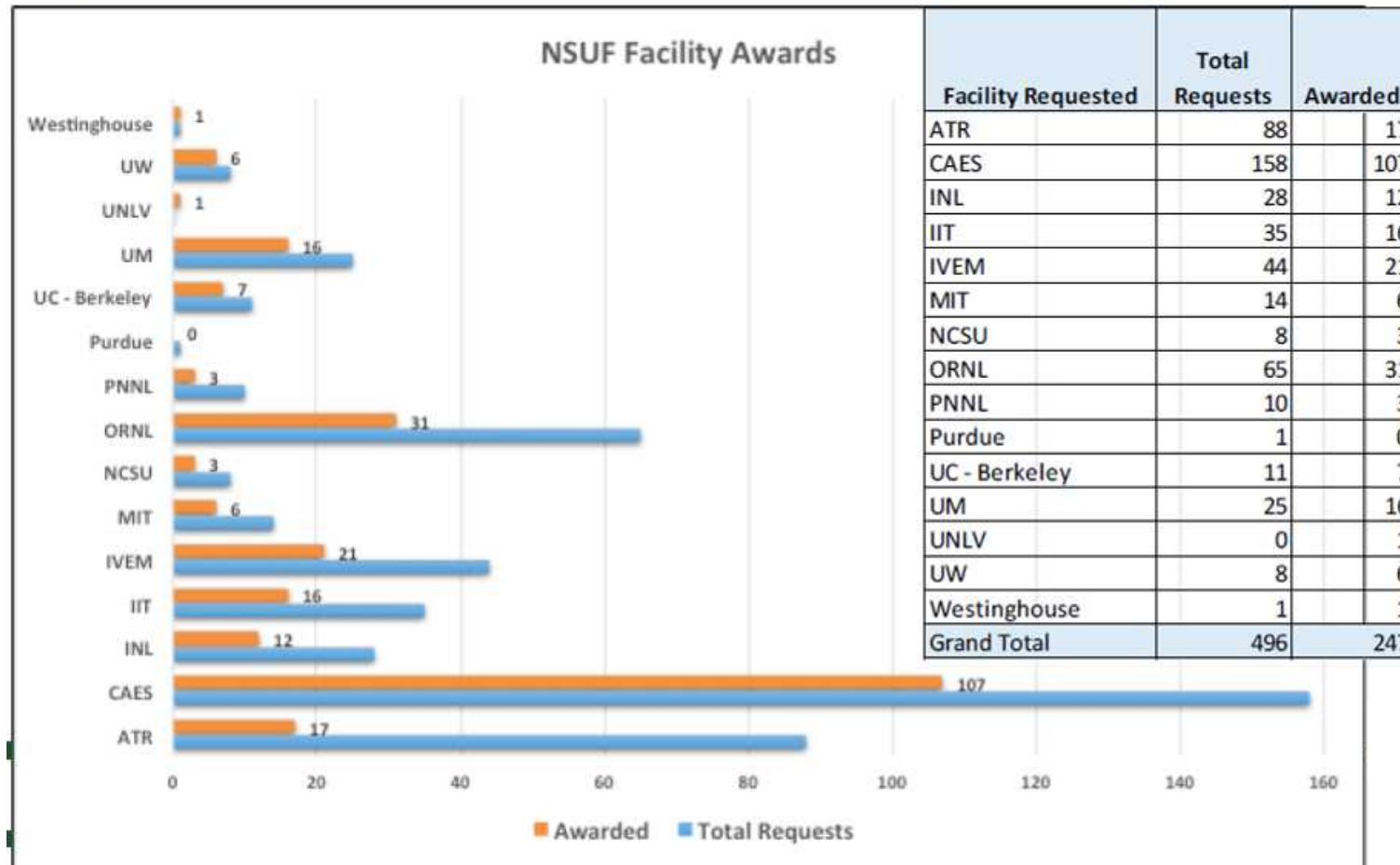
<論点>

国内の原子力施設を有効に活用し、研究・技術開発を発展させていくためには、米国の取組事例を参考にしながら、我が国独自の仕組みを検討すべきではないか。その際、特に、

- ✓ ユーザーズオフィス機能、ファンディング・エージェンシー機能、ハブ機能を併せ持った一体的な運用体系
 - ✓ 課題審査/実現性検討/採択・研究支援まで含む手厚いプロジェクトマネジメントの体制
 - ✓ 将来的には国外施設との連携を視野に入れた制度設計 等
- が考慮すべき点ではないか。

參考資料

各施設への応募・採択状況



UW : ウィスコンシン大学
 UNLV : ネバダ大学ラスベガス校
 UM : ミシガン大学
 PNNL : パシフィックノースウェスト国立研究所
 NCSU : ノースカロライナ州立大学
 IVEM : 中間電圧電子顕微鏡 - アルゴン国立研究所
 IIT : イリノイ工科大学

採択率はおおよそ50%
 CAES(先進エネルギー研究センター)が非常に多く、
 次いでATR(Advanced Test Reactor)やORNL(オーク
 リッジ国立研究所)と続く。

NSUFで採択される研究課題の例

DOE-NEミッション

国家のエネルギー、環境、および安全保障のニーズを満たすことができるリソースとして原子力技術を進歩させること。

原子炉の老朽化の挑戦に取り組むための材料や燃料の照射メカニズム解明や、次世代の材料や燃料調査など。

NSUFが目指す様々な技術開発目標

- 照射下で生じる複雑な微細構造変化により、熱輸送、元素移動/拡散、界面相互作用など核燃料に与える影響の原子レベルの現象理解。
- 構造材料の照射によりマクロからミクロにわたり機械的特性に影響を及ぼす根本的な欠陥進展の理解。
- 先進的原子炉システムのための革新的な耐放射線材料の開発。
- 高精度のオンライン照射試験データを収集するための耐放射線センサーの開発。
- 高度な製造技術からの材料開発。 etc..

RTE 採択課題例

Fe-9Cr鋼に対するイオン照射と中性子照射の機械的性質の比較
照射したHT-9鋼クラッド材を用いた高度な3Dキャラクタリゼーション
照射したUO₂燃料の3次元アトムプローブ解析
中性子照射された次世代原子炉用鋼サンプルのナノ硬度測定

CINR 採択課題例

照射したAISI 304SS鋼における高線量レーザ溶接の影響
革新的な製造技術によるナノ構造化鋼の照射耐性の向上