

国立機関原子力試験研究（核融合分野）の研究評価結果について

平成12年 8月21日  
原子力委員会核融合会議  
計画推進小委員会

平成12年6月7日に開催された計画推進小委員会において3件の研究課題について、ヒアリングを実施した。ヒアリングは別添1の研究評価実施要領に基づき行った。

出席委員は、宮主査、三間委員、菊池委員である。

なお、ヒアリングにあたり専門家として、関村直人先生（東大）、實川資朗先生（原研）、安藤俊就先生（原研）、佐藤隆先生（核融合研）、植田憲一先生（電気通信大）、小川雅生先生（東工大）に御参加いただき、御意見、御助言を頂いた。

評価の概要は別添2の通り。

国立機関原子力試験研究（核融合分野）研究評価実施要領

平成12年6月7日  
原子力委員会  
核融合会議計画推進小委員会

1. 研究評価の基本的な考え方

研究評価は、基本的には研究開発の一層効果的な推進を行うために行うものである。研究の推進の方向としては、原子力委員会が策定した「原子力の研究、開発及び利用に関する長期計画」（平成6年6月原子力委員会）、「第三段階核融合研究開発基本計画」（平成4年6月原子力委員会）に沿って行われるべきものであり、研究評価も常に評価結果が核融合研究開発の推進にフィードバックされるよう努める。

2. 評価の実施方法について

(1) 評価対象

本実施要領で対象とするのは、国立機関原子力試験研究の核融合分野の研究課題全てとする。これら研究課題は、それぞれの研究機関において、その研究機関の評価の考え方に沿って評価を受けることになるが、計画推進小委員会においては核融合研究開発の推進の方向性を含んだ視点で評価を実施するものとする。

(2) 評価体制

研究評価は、第三段階核融合研究開発基本計画に基づく研究開発を効率的に推進するために核融合会議に設置された計画推進小委員会において実施することとする。

評価に際しては、必要に応じて、評価対象となる研究課題が含まれる技術領域及びこれに関連する分野に精通している等十分な評価能力を有し、かつ、公正な立場で評価を実施できる外部専門家（評価実施主体にも被評価主体にも属さない専門家）を評価者として加える。

(3) 評価の時期

研究評価は、原則として事前・事後の各時期に行うものとする。また、中間評価は、当該研究課題の研究期間・内容・性格等も考慮しつつ、必要に応じて実施する。

①事前評価

事前評価は、研究開発の方向性・目的・目標等の決定、着手すべき課題の決定、研究資金等の研究開発資源の配分の決定、期待される成果・波及効果の予測、研究開発計画・研究開発手法の妥当性の判断等を行うために実施する。

事前評価については、次年度予算の概算要求を行う時期を勘案し、原則として当該研究課題を開始する前年度の4～6月に行う。

②中間評価

中間評価は、研究開発の進捗状況の把握、研究開発の目的・目標の見直し、研究開発の進め方の見直し(継続、変更、中止等の決定)、研究資金等の研究開発資源の再配分の決定等を行うために実施する。

中間評価については、原則として、5年以上の期間に亘り研究を実施するものを対象とし研究開始後3年度目の4月～6月に行う。

### ③事後評価

事後評価は、研究開発の達成度、成功・不成功の原因の把握・分析、研究計画の妥当性のレビュー、研究開発成果の波及効果の把握・普及、新たな研究課題の検討への反映等を行うために実施する。

事後評価については、原則として該当する研究開発が終了する年度の翌年度の10月～12月に行う。

### ④定期的な研究進捗状況の把握

各研究課題についての的確な中間評価、事後評価を実施するためには、毎事業年度の研究の進捗状況等を常に把握し、必要に応じレビューを加えることが出来ることが必要である。このため、被評価者は事業年度毎の事業報告書を作成する等、評価者が評価しやすいようにすることが重要である。

#### (4)評価の判断材料

評価の判断材料としては、研究計画、研究成果等を記載した書類と被評価者からのヒアリング等の両方を用いる。また、この書類については、均一性を保つためにも統一された様式で行う。

#### (5)評価手続き

計画推進小委員会では、研究実施者(被評価者)が作成した自己評価結果、研究実施者が所属する研究機関が実施した評価結果、研究実施者からの意見聴取、毎事業年度の研究進捗状況報告書等に基づき評価を実施する。各研究課題毎に、各委員の評価結果を参考にして、主査が、計画推進小委員会としての評価結果をとりまとめ、核融合会議に報告する。

#### (6)評価の統一基準

①A B Cの3段階評価とする。

②A B Cは次のような意味を表す。

A：計画通り実施すべき課題

B：計画に一部修正が必要だが実施が望ましい課題

C：計画に再検討を要する課題

#### (7)評価結果の公開

研究開発の実態について国民によく知ってもらい、その理解を得るとともに、評価の透明性・公正さを確保するため、機密の保持が必要な場合を除き、個人情報、知的財産権等に配慮しつつ、核融合会議に報告し、インターネット等において一般に公開する。

#### (8)評価結果の活用

評価結果は研究開発資源の重点的・効率的配分、研究開発計画の見直し等に適切に反映し、研究活動の一層の活性化を図る。

#### (9) 留意すべき事項

評価に際しては、評価の客観性を保つとともに評価者と被評価者の間で十分なコミュニケーションを図ることが重要である。

研究開発の評価を行う際には、評価者・被評価者双方において、一連の評価業務に係る作業が必要となるが、評価は研究開発活動の効率化・活性化を図り、より優れた成果を上げていくためのものであり、評価に伴うこれらの作業負担が過重なものとなり、かえって研究開発活動に支障が生ずるようなことにならないよう、十分な注意を払う必要がある。

また、評価結果の公開とは別に、国民の研究開発に対する理解を深めるため研究成果の積極的な公表を被評価者は進める必要がある。

## 事前評価 総合所見共通フォーマット

研究開発課題名 核融合炉構造材料の力学特性に及ぼす核変換ヘリウムの効果	
項目	要 約
1. 研究目的・目標	核融合炉の第一壁／ブランケット構造材料は高エネルギー中性子の重照射を受けるため、その内部で起こる核反応等によってヘリウムが発生する。このヘリウムはしばしば「ヘリウム脆化」と呼称される重篤な粒界脆化を引き起こすことが知られている。ヘリウム脆化の耐性に優れた材料開発に資することを目的として、比較的短時間に大量のヘリウムを材料内に導入でき、かつ実験パラメータを精確に制御できるという加速器照射の長所を生かした実験を実施する。具体的には、 $\alpha$ 線照射でヘリウムを注入した材料の力学特性及び材料組織に関する基礎的特性に関するデータを取得し、かつ特性変化に至る機構論的検討を加える。
2. 事前評価 ・ 原子力試験研究としての妥当性 ・ 研究の手順、手法の妥当性 ・ 波及効果 ・ 独創性、新規性 ・ 研究交流[注1] ・ 研究者の研究能力 ・ 研究実施の是非	<ul style="list-style-type: none"> <li>原子力試験研究としての妥当性は適切であり、本施設を中心としてヘリウム脆化に関する研究開発が国内で継続的に進められることは重要である。</li> <li>今後の研究開発の進め方としては概ね適当であるが、加速器から得られたデータをどのように核融合炉構造材料の研究開発に生かしていくかが課題であり、中間評価までに所定の成果が得られるよう明確にする必要がある。</li> <li>波及効果に関しては、計画にある研究成果は期待できるが、波及効果を高めるために成果のモデル化や一般化が期待される。</li> <li>本課題に関して国内で唯一の実績がある研究所であることを考えると、装置の特徴を活用し、研究成果が発展的となることを意図しながら、例えば低温度範囲での靱性低下に対する取り組みを強化するなど一層の新規性を加味することが望まれる。</li> <li>今後の進め方として他機関との協力の強化が期待されるとともに、他分野との連携も配慮する必要がある。</li> <li>機構論的研究を力学的パラメータとの関係で具体化していくことが必要である。</li> </ul> <p>以上より、研究の実施に関しては概ね適当である。</p>
3. 研究開発を進めるに当たり、留意すべき点	<ul style="list-style-type: none"> <li>加速器の多角的応用の可能性を考えるべきではないかと考える。</li> <li>本研究から得られる成果のポイントは予測性、汎用性を持った基礎モデルの構築にある。</li> <li>低放射化フェライト鋼のヘリウムによる低温脆性の研究を付加できた方が望ましいと考えられる。</li> <li>核融合炉材料研究開発の進展の中で、本研究の位置づけを、例えば設計データとしてどのように有用なのかを明確にしてほしい。</li> </ul>
4. 中間評価の時期	3年経過時点で良いが、機関評価において、核融合研究における本研究成果の位置づけの評価を行うことが必要。
5. その他	A
評価責任者氏名：核融合会議計画推進小委員会主査 宮健三	

[注1]特に、原子力基盤クロスオーバー研究の場合は、研究参加機関間の交流について記述する。

中間評価 総合所見共通フォーマット

研究開発課題名 核融合用高磁界超電導マグネットの応力の緩和技術に関する研究	
項 目	要 約
1. 当初の目的・目標	<p>0) 応力自己支持型線材を用いたマグネットの構成技術を開発する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 応力自己支持型導体を用いた応力緩和型の高磁界マグネットの概念設計を行なう。</li> <li>・ 外部補強を用いずにどの程度のサイズ・磁界まで製作可能かを明らかにする。</li> </ul> <p>0) 耐ひずみ性に秀でた超電導材料を用いた応力自己支持型高磁界超電導線材の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 耐ひずみ性のすぐれた材料を用いた繊維強化型超電導線材を開発し、耐応力性を大幅に改善する。材料としては、NbNとNb<sub>3</sub>Alを想定する。</li> </ul>
2. 中間段階での成果 ・ 当初予定の成果 ・ 副次的な成果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 応力自己支持型線材を用いたマグネット構成技術の開発のため、タンタルを補強芯として繊維強化型Nb<sub>3</sub>Sn超電導線材を開発した。</li> <li>・ 耐ひずみ性のすぐれた超電導材料を用いた応力自己支持型高磁界超電導線材を開発した。約30テスラの臨界磁界を達成している。</li> <li>・ 副次的な成果として開発した繊維強化型Nb<sub>3</sub>Sn超電導線材はタンタルコアからの第三元素添加効果により、想定値より高い臨界磁界が得られる可能性がわかった。</li> <li>・ 13.8 Kといった高い臨界温度を示す薄膜を製作した。</li> </ul>
3. 中間評価 ・ 目的・目標の設定の妥当性 ・ 研究計画設定の妥当性 ・ 研究の進捗状況 ・ 研究交流[注1] ・ 研究者の研究能力 ・ 継続の是非	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 目的、研究計画の設定については、概ね妥当であるが、事前評価や外部補強の効果の検討が不十分であるとともに、応力自己支持型線材の開発がマグネット設計に及ぼすインパクトの評価が十分でない。</li> <li>・ 研究の進捗状況として概ね順調であったが、マグネットの概念設計と導体構成の検討が不十分であった。</li> <li>・ 研究者の研究能力は概ね妥当である。また競争と協力の輪を広げる必要がある。</li> <li>・ 線材開発については十分評価できるがシステムとしての検討が不十分である。</li> <li>・ 特許の取得に努力する。</li> <li>・ 作業を計画通り進めることが必要である。</li> <li>・ 原研や核融合科学研究所と情報の交換を企み、研究の有用性について理解を得る努力が必要である。</li> </ul> <p>以上より、中間評価に基づき改善点に強く留意するならば、研究継続については概ね適当である、と判断される。</p>
4. その他	B
評価責任者氏名：核融合会議計画推進小委員会主査 宮健三	

[注1]特に、原子力基盤クロスオーバー研究の場合は、研究参加機関間の交流について記述する。

中間評価 総合所見共通フォーマット

研究開発課題名 Krレーザーによる核融合の研究	
項目	要約
1. 当初の目的・目標	<p>高繰り返し動作Krレーザーの開発について、原型増幅器の電子ビーム発生部までを完成する。</p> <p>超高強度パルスの生成について、ピークパワーがテラワット級の短パルスが発生する。</p> <p>標的安定加速のための照射強度平滑化法を開発する。</p> <p>紫外レーザー照射時のプラズマの挙動を解析するため2次元シミュレーションコードを開発する。</p>
2. 中間段階での成果 ・ 当初予定の成果 ・ 副次的な成果	<p>次のように上記の目標を達成した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 原型増幅器の電子ビーム発生用高電圧電源部について、新規電源を完成し、繰り返し頻度1Hz、模擬負荷に対する定格出力、電圧300 kVおよびパルス幅80nsを確認した。</li> <li>・ 超高強度パルスの生成について、集光配位ブリルアン散乱による短パルス生成と電子ビーム7psまでパルス幅を圧縮できた。ピークパワーは、1.1TWに達した。</li> <li>・ ASE増幅と位相板による2次元プラズマ照射強度平滑法を開発した。</li> <li>・ CIP法を用いた2次元プラズマコードを開発し、シミュレーションにより紫外レーザー照射時のプラズマの構造を明らかにした。</li> <li>・ 超強度パルスの発生について、想定よりも高いパワーが得られる見通しが得られた。</li> </ul>
3. 中間評価 ・ 目的・目標の設定の妥当性 ・ 研究計画設定の妥当性 ・ 研究の進捗状況 ・ 研究交流[注1] ・ 研究者の研究能力 ・ 継続の是非	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 目標や研究計画の設定に関しては、概ね妥当であるが、本研究に関しては、核融合研究としての側面と、レーザー自体の技術開発研究としての側面を持っており、両者の側面について整理する必要がある。</li> <li>・ 研究の進捗状況については、計画通り進んでいる。</li> <li>・ 高速点火用Krレーザーについて阪大レーザー研と議論を深めることが望ましい。</li> <li>・ 研究者の研究能力は十分である。</li> <li>・ 研究の早期実施が望まれたが、米国に遅れをとった。今後従来の研究を上回る質の研究が要求されている。</li> </ul> <p>以上より、研究を継続することは適当であるといえる。今後は長短パルスの発生に向けて一層の努力が望まれる。</p>
4. その他	B
評価責任者氏名：核融合会議計画推進小委員会主査 宮 健三	

[注1]特に、原子力基盤クロスオーバー研究の場合は、研究参加機関間の交流について記述する。