



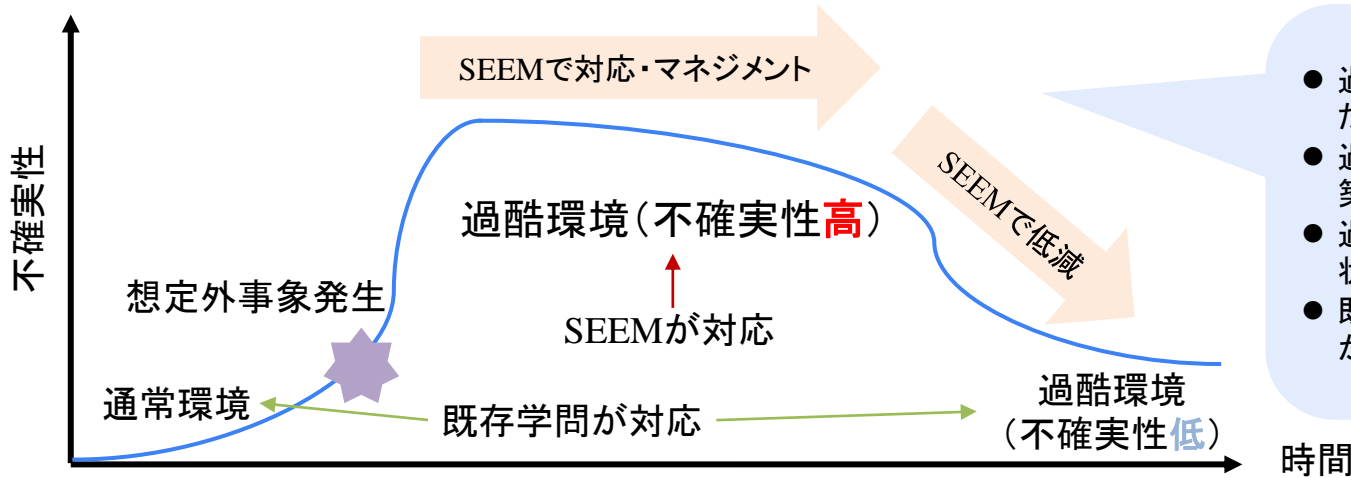
Collaborative Laboratories for Advanced Decommissioning Science

**英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業  
第3期研究人材育成型廃炉研究プログラム  
- 募集の概要について -**

令和6年4月4日  
第12回廃炉研究開発連携会議

日本原子力研究開発機構  
福島廃炉安全工学研究所  
廃炉環境国際共同研究センター

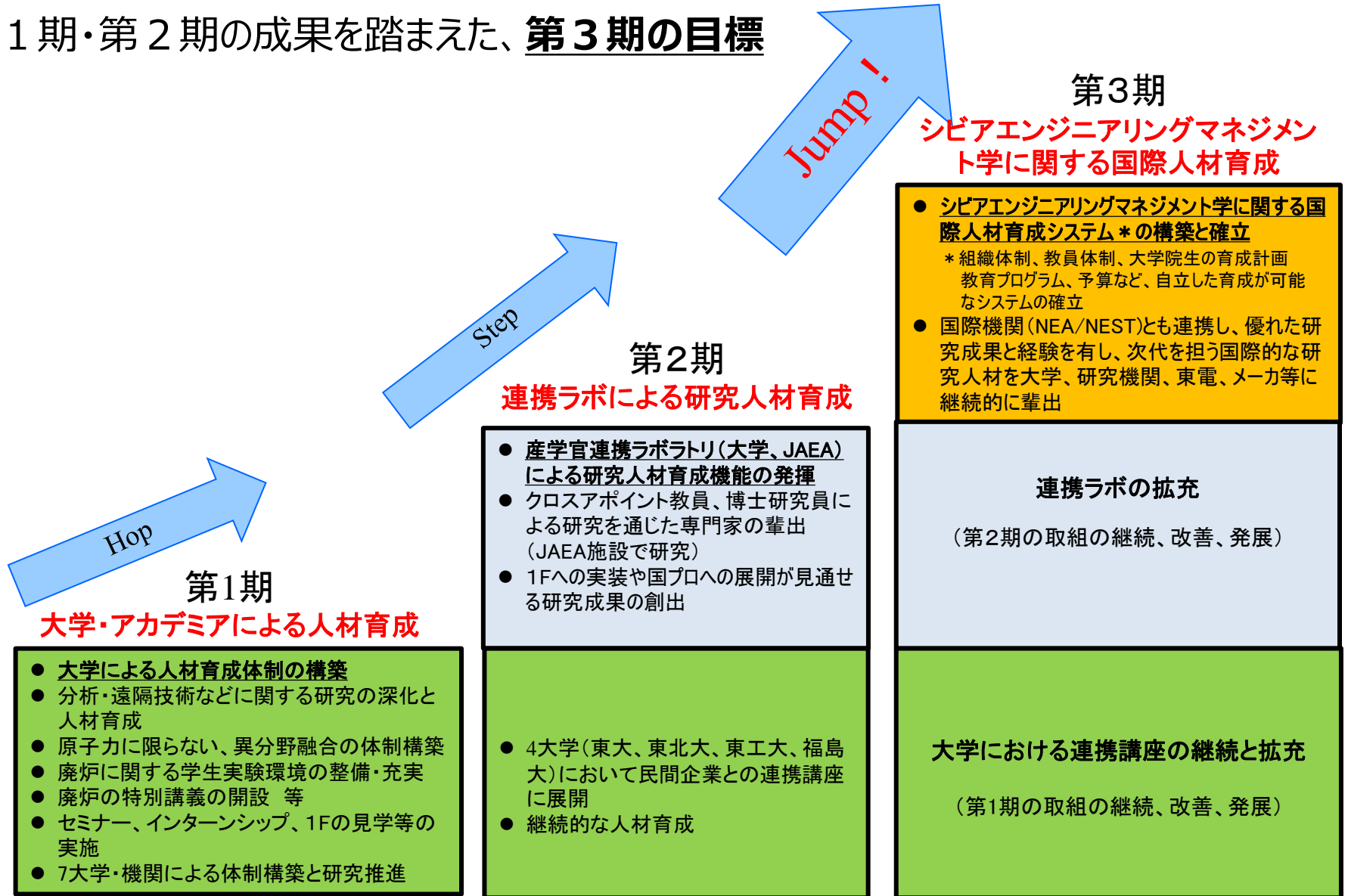
- 「英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業」第2期研究人材育成型廃炉研究プログラムは、令和5年度で終了。**令和6年1月17日付で第3期研究人材育成型廃炉研究プログラムの公募を開始。**
- 東京電力福島第一原子力発電所（1F）廃炉では、不確実性の高い過酷環境に対処することが求められており、1F廃炉に関する研究を通じて過酷環境に対処できうる人材育成を図ることが喫緊の課題となっている。
- 本プログラムは、中長期に亘る1F廃炉に貢献するため、**シビアエンジニアリングマネジメント**(Severe Environment Engineering and Management)（以下、「SEEM」という。）を活用し、課題解決できる**国際的に通用する人材を育成する**。また、そのための**SEEM学の構築**に資すること並びに**研究人材育成システム**を構築することを目的とする。

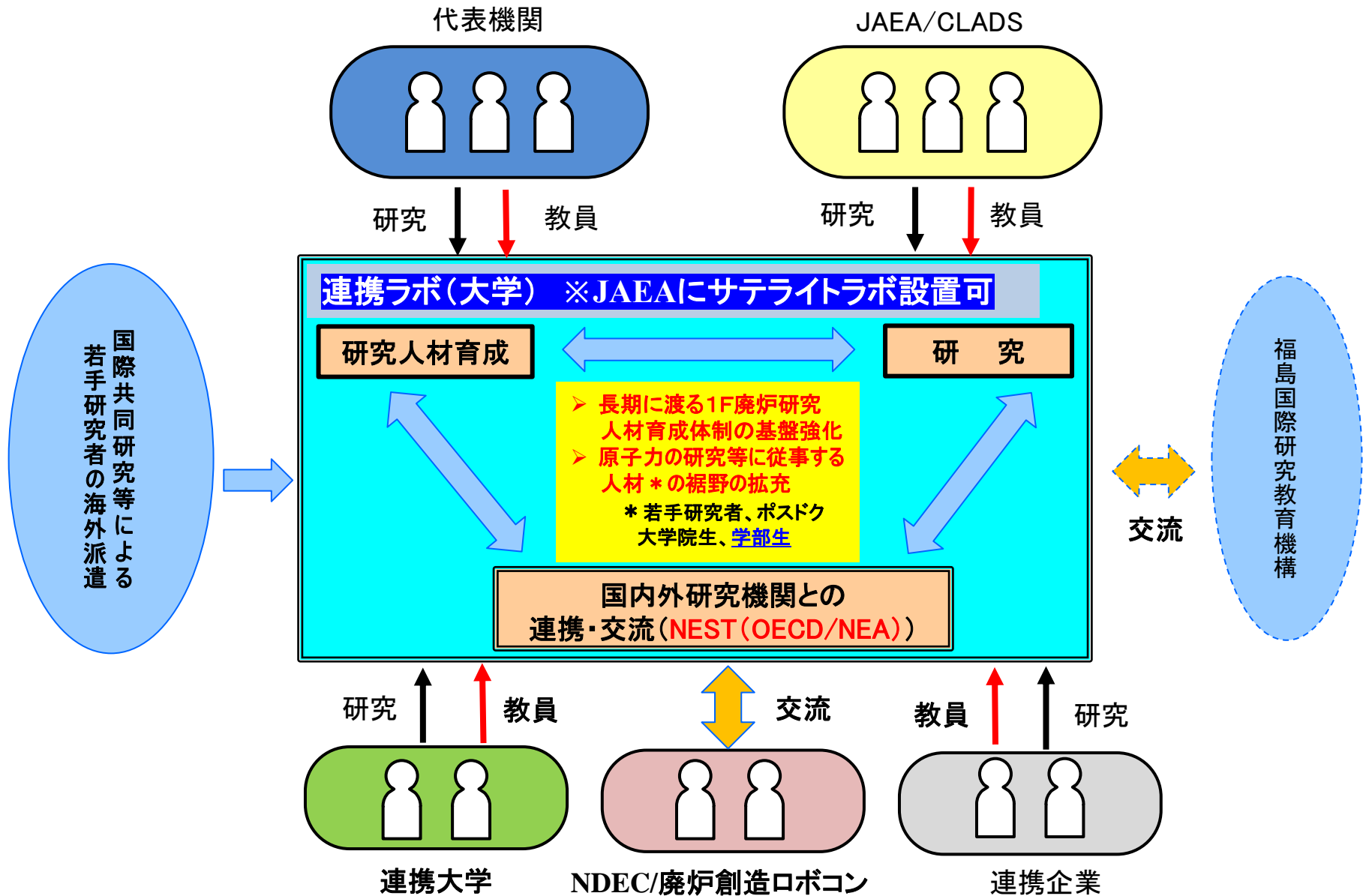


- 過酷環境下での対応を継続的に行うために必要なものは何か？
- 過酷環境のバウンダリをどのように構築し、どのように維持したら良いか？
- 過酷環境の原因物質はどのような性状でどのような挙動を示すのか？
- 既存技術はどこまで適用可能で、どこから新技術が必要なのか？

	不確実性低減前	シビアエンジニアリングマネジメント学	不確実性低減後
事故炉廃炉	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 既存原子力工学では想定しない状況               <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 高線量、放射性物質の位置不明、構造物の損傷・状況不明</li> </ul> </li> <li>● 不確実性が高く既存知見では十分な対応が困難               <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 高線量→既存機器使用不可→情報不足→不確実性高→既存学問では困難</li> <li>➢ 未知対象物→性状不明→不確実性高→既存学問では困難</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● シビアエンジニアリングマネジメント学によって既存学問での対応を可能とする               <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 研究開発要素の特定</li> <li>➢ 通常環境と過酷環境の境界構築(線量計測・遮蔽・除染等の具体的手法検討)</li> <li>➢ 境界構築後の戦略立案(境界維持・モニタリング・意思決定)</li> <li>➢ 不確実性の取扱い手法研究(不確実性評価・モデリング・シミュレーション)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 実際のR&amp;Dは各学問が担当               <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 機器開発はロボット工学</li> <li>➢ 機器に必要な電子回路の開発は電気電子工学・機械工学</li> <li>➢ 情報収集・分析の手法開発は計測工学・情報工学・統計学</li> <li>➢ 性状不明な物質への対応は材料化学・金属工学</li> </ul> </li> </ul>
コロナ対応	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 未知のウイルスによる感染症               <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 重篤性・感染力等の性状が不明</li> </ul> </li> <li>● 既存の防疫計画では対応が難しく、施策の不確実性が高い               <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 従来想定されていない営業時間短縮の影響が不透明、便益判断が困難</li> </ul> </li> <li>● ワクチン開発に関する先行きが不透明</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● シビアエンジニアリングマネジメント学によって既存学問での対応を可能とする               <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 未知ウイルスの事前分類と消毒方法の整理(米国で事例あり)</li> <li>➢ 経済・流通などに関するシミュレーションモデルの構築(有事の政策判断に活用できる準備をしておく)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 実際のR&amp;Dは各学問が担当               <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ ワクチン開発は薬学・生物学</li> <li>➢ 感染シミュレーションは公衆衛生学</li> <li>➢ 意思決定は経済学・公共政策学・リスクコミュニケーション</li> <li>➢ 影響評価は医学・保健学・生物学</li> </ul> </li> </ul>

● 第1期・第2期の成果を踏まえた、第3期の目標





## 1. 育成すべきと考えられる人材像

- ・自身の専門性を活かし、様々な技術をフラットに評価できる素養を持ち、ハードであればソフト、ソフトであればハードの経験も有した上で、AI等含めた情報・通信・処理技術も駆使してシステムインテグレートできる。
- ・成果を論文等にドキュメント化でき、研究成果を標準化するなど社会実装を模索できる。
- ・不確実性が高い課題に対する解決アプローチを検討し、課題解決のアイデアが出せる。
- ・国際的な感覚・視点を持っており、海外の大学・研究所等のネットワーク構築ができる。

## 2. 学生の履修上の区分に求められるスキル

- ・学部：座学、実習、施設見学等を中心とした基礎専門性の習得
- ・博士前期課程：研究課題（マップ青色課題推奨）への取組  
異分野、海外経験による専門性の向上（NEST活用）  
JAEA夏期実習、JAEA特別研究生、人材育成センター研修等を活用
- ・博士後期課程：研究課題（マップ青色課題推奨）への取組  
異分野、海外経験による専門性の向上（NEST活用）、JAEA特別研究生
- ・ポストドク：JAEAポストドク制度により採択期間中を上限として採用

## 3. 研究領域

- ・基礎基盤研究全体マップに記載の研究から次の2分野を対象；  
分野①：燃料デブリを含めた核燃料に関連する分野、アルファ核種を含む廃棄物に関連する分野  
分野②：性状把握、キャラクタリゼーションに関連する分野  
（※. 上記いずれかの分野に加え、共通工学分野として「遠隔、計測制御、DX、ディープテック等」）

## 4. 求めたいアウトプット（数えられる成果）

- ・就職数、進学数・事業終了後に継続するカリキュラム（最終年度のみ）・論文数、口頭発表数、特許数、プレス発表数
- ・NEST/ARTERDへの応募数・橋渡し数（東電・メーカ等の利用、異分野への展開、英知事業から経済産業省の廃炉・汚染水・処理水対策事業や廃炉現場への適用、メーカ等との共同研究に発展した研究成果）

## 育成すべきと考えられる人材像（例示）

育成すべきと考えられる人材像

燃料デブリを含めた核燃料に関連する分野 アルファ核種を含む廃棄物に関連する分野	性状把握、キャラクタリゼーションに 関連する分野
<p>共通工学を活用しながら、核燃料材料の基礎から溶けた燃料デブリまでを理解でき、燃料デブリ特性等を把握・評価できる。</p> <p>また、アルファ核種を含む廃棄物の性状、長期保管・処分可能な廃棄体に処理、もしくは検認によるクリアランスを理解できる。</p> <p>燃料デブリや廃棄物の発生から処分までの全体最適化を目指し、処分時の状態を想像しながら、廃棄体化を工夫し、その処理のアイデアを生み出しシステムインテグレートできる。</p>	<p>共通工学を活用しながら、様々な分析技術を駆使し、未知の燃料デブリや放射性廃棄物の性状把握を理解できる。</p> <p>分析技術については、前処理から物理的・化学的・放射線分析等を一通り経験し、未知試料についてアプローチできる。</p>
<p><b>共通工学（遠隔、計測制御、DX、ディープテック等）</b></p>	
<p>遠隔技術、計測制御技術、ITを活用したDX技術、シミュレーション技術等といった共通工学分野を上記の専門分野と組み合わせることで、より合理的、迅速、高精度等を達成することができる。また、共通工学を駆使し、システムインテグレーションできる。</p>	
<p><b>SEEM学</b></p>	
<p>不確実性が高い課題に対する解決アプローチを検討し、課題解決のアイデアが出せる。</p>	
<p><b>研究マネジメント</b></p>	
<p>多数の異なる個別プロジェクトを同時並行的に進める際の工程管理、最終的な目標に対しての全体取りまとめができる。</p>	

## (1) 実施期間と採択件数

- 実施期間: 原則5年以内
- 事業規模: 1.2億円以内/分野 (内、JAEAは4,000万円を上限とする)  
但し、NESTによる派遣予算は別途CLADSが計上
- 採択課題数: 2分野
- 採択分野: 燃料デブリを含めた核燃料、アルファ含む廃棄物関連する分野 + 共通工学  
性状把握(キャラクターゼーション)関連する分野 + 共通工学
- プログラム開始後3年目中間評価
- 中間評価時に4年目、5年目に事業終了後の体制維持方策の検討を具体化することを条件に、具体化のために必要な経費(最大1,000万円)を認める
- 中間評価の結果によっては、必要に応じ研究計画の変更、減額、中止等の見直しを求めることがある
- 本プログラム終了の翌年度に、事後評価を実施

## (2) 応募・採択に当たっての必須事項

- 応募に際しては、複数機関 (JAEAを含め、5機関以上が望ましい) と連携をすること。  
(単一機関のみの応募は不可)
- 共通工学にも半分程度の予算を割り当て、異分野との連携を密に図ること。
- 採択された大学には産学官連携ラボラトリー (連携ラボ) を設置すること (JAEA側にサテライトラボを設置することも可)。
- 必ずNESTに応募すること。なお、学生をNESTに派遣する費用については、別途CLADSで確保しているため、本プログラムの予算外。
- 次世代イニシアティブ廃炉技術カンファレンス (NDEC) に参画すること。
- 令和6年4月1日時点で39歳以下の研究者が1名以上参画すること。



項目	現行PG	次期PG
採択数	4	2
予算	6000万円(大学3000万円、JAEA3000万円)	120,000万円(※. JAEAは最大4,000万円まで)
3年目以降	減額 4年目(大学2000万円、JAEA3000万円) 5年目(大学1000万円、JAEA3000万円) 中間評価により減額割合変更	減額なし ただし、4年目、5年目 1000万円は事業終了後も引き続き体制維持するための 方策に充てること
募集テーマ	基礎・基盤研究の全体マップの青色評価の課題を 選択し、研究人材育成	2分野＋共通工学分野で大学群を構成して育成 大学院生研究テーマ: 基礎・基盤研究の全体マップの青色 評価の課題
対象	大学院生以上	学部生から大学院生以上
連携ラボ	大学とJAEAにそれぞれ設置	大学に設置(JAEA設置は任意)
クロアポ	必須	制度利用可
ポストク	加点要素	制度利用可
特研究生	制度利用可 (研究奨励金: 修士10万円/月、博士20万円/月)	制度利用可 (研究奨励金: 修士10万円/月、博士20万円/月)
海外派遣	可能(事業費内)	可能(事業費内)＋NEST制度利用可能(予算別)
JAEA講師	派遣可(実績なし)	派遣可(積極的協力)
JAEA研修	—	利用可

# 参考資料

- 名称
  - 和名：シビアエンジニアリングマネジメント学
  - 英名：Severe Environment Engineering and Management (SEEM)
- シビアエンジニアリングマネジメント学が必要となる背景
  - 過酷環境では、得られる情報が限られるため、不確実性が高まる。しかし、不確実性があったとしても決断しないと、結果として非合理となる場合があるため留意が必要。1F廃炉には空間的・時間的・認知的不確実性が存在するが、それらを踏まえて合理的な思考・判断(割り切り)を行う必要がある。
- シビアエンジニアリングマネジメント学の定義
  - 既存知見では対応が困難な過酷環境において、不確実性を考慮しながら対応を進めるための理論・手法・アプローチを対象に、既存知見で対応できる状況まで安定化させるためのマネジメントを研究する学問

過酷環境・不確実性を抽象化し、それらの根源的な要素の分析・探求をメインテーマとする

不確実性を伴う要素の把握、各不確実性要素への対応方法・マネジメント方法等そのものを対象に研究

研究対象	空間的不確実性	時間的不確実性	認知的不確実性
抽象化・整理→	場所による差異が大きく、状況の把握や対処が困難	経時変化や突発的な変化・変動が生じる、または時間がかかりすぎることで予測が困難	前例がなく、圧倒的に情報が不足した状態で判断が必要
福島第一原子力発電所の廃炉	放射線量や汚染状況の差異が大きく、デブリの位置や量も未知	燃料デブリや構造物、建屋等の経年変化が未知、作業の見通し設定が困難	燃料デブリの特性が不明。一部分を分析しても全体を推量することは困難
深海探査・開発	深海の地形や生態系の分布差異が大	深海環境が時間変化し予測が困難	深海環境や生物に関する情報が不足
宇宙探査・宇宙基地の構築	宇宙環境や天体の地形・気候の差異が大	探査や基地構築に長時間を要し見通し設定が困難	宇宙環境や物質に関する知識
大規模疫病の対応・管理	疫病の拡散範囲や影響に地域差が存在	疫病の拡散速度や収束のタイミングの予測が困難	疫病の原因や治療方法の新規構築が必要
...	...	...	...

空間的不確実性であれば、過酷環境下での空間情報の取得方法、不確実性を有する空間情報の活用方法、不確実性の評価手法、不確実性存在下での意思決定手法などを分野横断的に研究

過酷環境全体を横並びで取扱い、基礎的・理論的な要素の適用に加え、既存学問間を結ぶ

