

資料2

原子カシステム研究開発事業  
令和4年度新規公募に向けたワークショップ  
R3. 11. 12

# 令和4年度新規公募にあたっての 基本的な考え方と期待

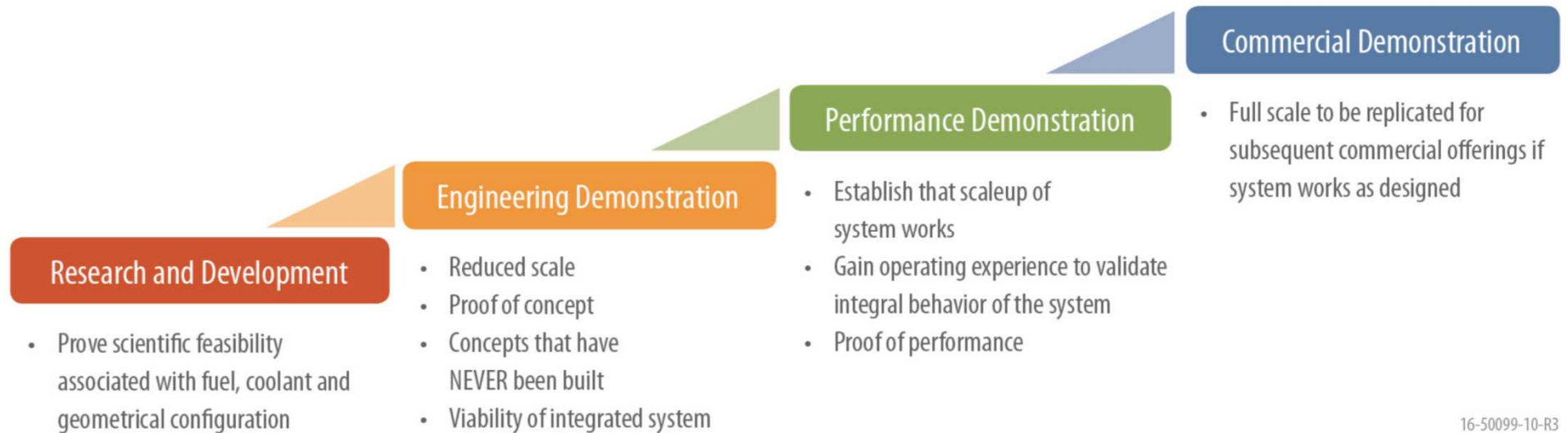
原子カシステム研究開発事業PO  
名古屋大学 山本章夫

# 従来型の研究開発アプローチ の限界

〔第3回原子力研究開発・基盤・人材作業部会(令和2年5月20日)〕

## ■ チェンジマネジメントが必要

Figure 3.5: Historical paradigm for commercializing new nuclear power technologies



16-50099-10-R3

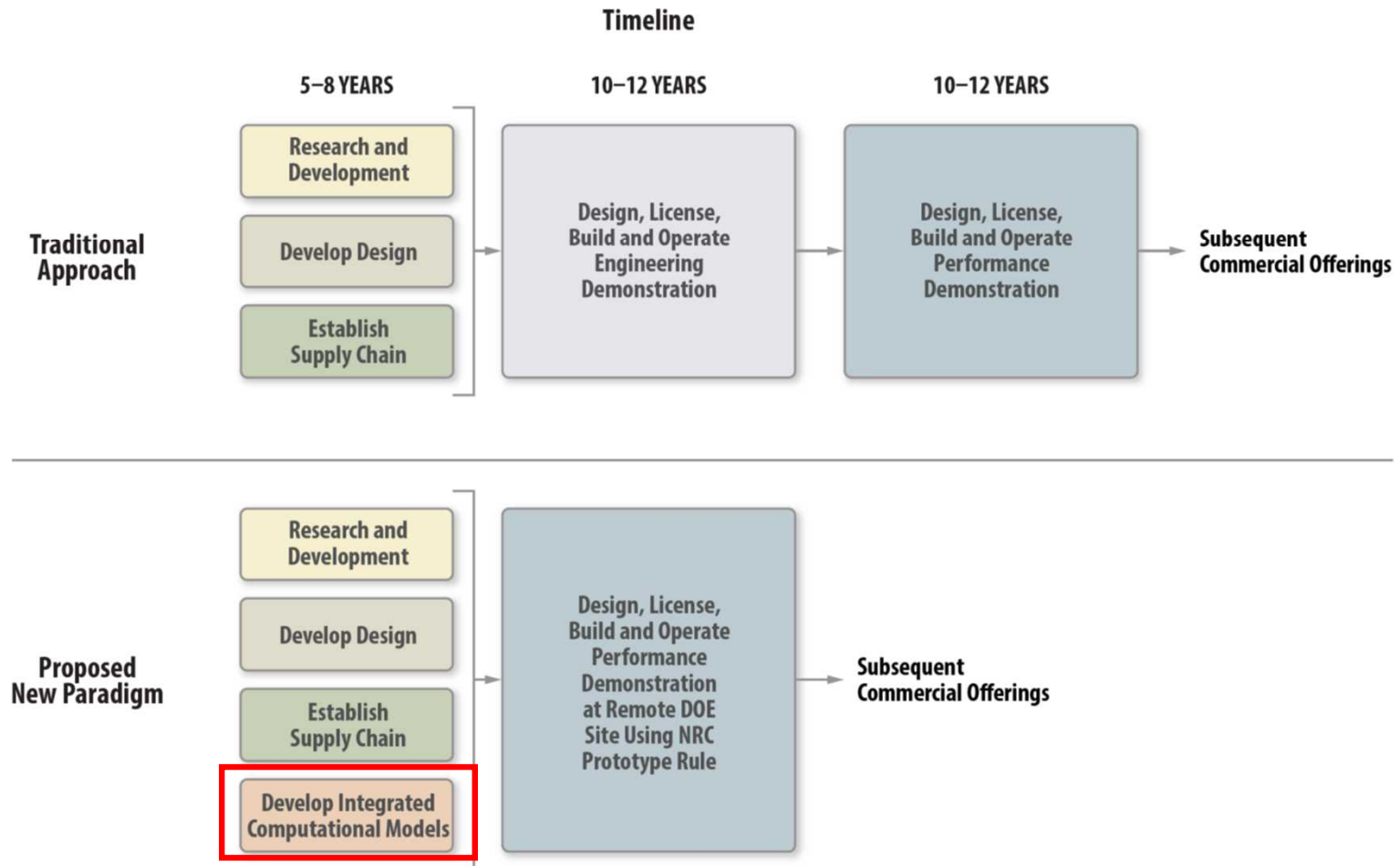
(Petti, et al. 2017)

基礎研究→試験→実証→確証→商業利用  
という従来型アプローチに課題

# 今後の研究開発アプローチの方向性

〔第3回原子力研究開発・基盤・人材作業部会(令和2年5月20日)〕

Figure 3.7: Comparison of timelines under the traditional and proposed new development and deployment paradigms for nuclear reactors



18-GA50013-05

# 基盤チーム型 (1/2)

- ✓ 「基盤チーム型のテーマについて」の趣旨を踏まえた計算科学技術を活用した研究開発について、産学官が連携して取り組むチーム型の提案を期待。
- ✓ 計算科学技術だけでなく、実験と計算科学を有機的に組み合わせた取り組みを推奨。従来のモックアップ実験から脱却し、シミュレーションと実現象の乖離を実験で埋めるデータ同化の考え方が求められる。

## 基盤チーム型のテーマについて

越塚 誠一  
山本 章夫  
義家 敏正  
鷺尾 隆

原子力分野におけるイノベーションの取り組みにおいては、基礎基盤を含む研究開発を加速するためのチェンジマネジメントが求められています。従来のリニア型の開発モデルを越え、ステークホルダーのニーズを随時汲み取りつつ、スパイラル型に知識の統合化、技術の統合化を進め、短いタイムスパンで効果的・効率的に研究成果を展開していくことが重要になります。この方向性を目指す上で、計算科学技術の活用は極めて重要です。他産業においても、モデリング&シミュレーションの活用したものづくりが進められていますが、実規模での実験・実証が困難であり、一方で安全性の確保が何より重要である原子力分野においては、今後、他分野にも増して必須の取組と言えます。デジタルツインやマテリアルズ・インフォマティクスなどの活用により、実験が困難な条件もカバーしつつ、より多くのデザイン・条件を検証し、結果としてより安全なシステムを開発することが可能となります。

# 基盤チーム型 (2/2)

## (4)再処理分野を新たに記載。

原子力分野の基盤技術開発を考える場合、大まかに(1)燃料・材料分野、(2)プラント安全、(3)システム、(4)再処理といった分野に分類できます。以下の例示のように、これらの分野のいずれにおいても、計算科学を有効に活用することにより、知識統合・技術統合を有効に行うことができます。

### (1)燃料・材料分野

燃料開発及び材料開発。特に計算科学技術を活かした新しい燃料・材料の開発、第一原理計算などに基づく革新的な燃材料解析手法の開発、実現象に適用できるマルチスケール・マルチフィジックスシミュレーション手法の開発など

### (2)プラント安全分野

核特性解析、核データ評価、熱水力解析、構造・機械解析、プラント安全解析、及び原子炉としての挙動を解析するための統合解析手法の開発など

### (3)システム分野

計測・分析・制御・ロボティクス、AI、IoT、最適化等の技術を用いたモデリング&シミュレーション手法の開発、あるいは、これらの手法を活用した原子力システムの開発

### (4)再処理分野

放射性廃棄物の減容・有害度低減、燃料サイクル・再処理技術等の高度化に資するマテリアルズ・インフォマティクス、シミュレーション手法の開発、あるいはデータ同化手法の適用を念頭においた実験・測定技術の開発など

また、上記の分野に共通する項目として、シミュレーション手法の高度化や妥当性確認のための実験データ取得、革新的な実験データ取得方法の開発、高精度な解析手法の開発、他分野からの新たな知見を導入した開発、新たなV&V(Verification & Validation)手法の開発などが挙げられます。

# ボトルネック課題解決型 (1/2)

令和2年度「ボトルネック課題解決型」は応募者自身がボトルネック課題を設定する前提で公募を実施したが、応募者による課題の特定が難しかった経緯を踏まえ、令和4年度公募では、NEXIP事業者のニーズを集約・整理した上で、ボトルネック課題の分野と方向性を示すこととした。

社会実装におけるボトルネックとなる課題について、経済産業省NEXIP事業の各事業者からアンケートを実施。提案のあった課題…新規材料開発や再処理技術、プラントメンテナンス、安全・リスク評価、社会科学など幅広い提案があったが、以下の観点より「安全・リスク評価分野」と「プラントエンジニアリング分野」の2分野に絞り込む方針。

## 【絞り込みの観点】

- ✓ 新型炉の開発に際し、プラントシステム全体を俯瞰的に捉えた構造評価や安全・リスク評価（PRA 含む）等の基礎基盤研究が重要
- ✓ 炉型コンセプトに直結する安全・リスク評価の最新知見は、基礎基盤研究から実用化研究まで常にアップデートしていくことが必要
- ✓ 原子力分野においてもプラントエンジニアリング分野にデジタル技術（AI技術・シミュレーション・データサイエンス等）を積極的に取り入れていくことが必要
- ✓ 将来の多様な原子力利用の在り方を踏まえても、基盤分野として継続的に重要視される研究開発をテーマにすべき

- 絞り込んだ2分野はこれまで本事業での応募や採択が少なかった分野。
- 事業者からの大学における研究開発への期待が大きかった燃料・材料分野も含め、基盤チーム型・新発想型では様々な分野の応募が可能であり、本ワークショップにおけるNEXIP事業者からのプレゼンを踏まえた提案も期待。



# ボトルネック課題解決型 (2/2)

## 【公募対象テーマと取組例】

### 1. 安全・リスク評価分野

- ・設計条件を超えた領域の免震技術・免震評価手法\*1、その他外的事象の評価手法確立
- ・新型炉※に対して未整備となっているPRA評価・動特性評価・炉心構造解析・SA事象進展挙動解析といった安全評価ツールの作成・整備、指針化に向けた取組\*5
- ・これらの検証・精度向上に必要な実機条件試験に必要な高精度な各種計測技術開発\*6等

※新型炉: 金属燃料高速炉\*2、高温ガス炉\*3、その他小型炉\*4等

### 2. プラントエンジニアリング分野

プラントの運用・保守、建設費用低減、信頼性向上等を実現するデジタル技術(AI、シミュレーション等)を活用した以下技術開発等

- ・基礎技術の開発\*7
- ・工期短縮・メンテナンスフリーのための技術開発
- ・デジタルツインに資する計測・検知技術の開発

\*1~7の具体的な課題の例は10ページに参考として記載

社会実装迄の道筋を明確に提示し、研究成果や得られた知見が確実に産業界へフィードバックされることを期待。応募にあたっては、そのために必要な研究体制(例えば、本日プレゼンを行った企業との連携等)についても積極的に検討をお願いしたい。

# 新発想型 (1/1)

- ✓ 原子力分野のイノベーション創出を目指す挑戦的・ゲームチェンジングな基礎・基盤研究開発を期待。
- ✓ 技術の新規性や、得られる成果が社会の課題解決に如何にインパクトを与えられるかを重視。
- ✓ 令和2年度募集時は研究期間を2年間としたが、2年間で成果を得るのは難しいとの意見があったことから、令和4年度「新発想型」公募では研究期間は3年間に延長。
- ✓ 令和2年度に採択した課題(令和3年度終了予定)を発展させる提案についても応募可能。
- ✓ 若手研究者の積極的な応募を促進するため、研究規模を小さくした若手枠を設定予定。
- ✓ 異分野の研究者を含め、多様な分野からの提案を期待。



# まとめ

- ✓ NEXIPイニシアチブの基礎・基盤研究開発をカバーする原子力システム研究開発事業における令和4年度の公募計画について紹介
- ✓ 基盤チーム型、ボトルネック課題解決型、新発想型の三区分で公募を実施予定
- ✓ それぞれの区分の公募にあたっての考え方と期待をまとめた
- ✓ NEXIPイニシアチブを効果的に推進できる提案を期待

# 参考資料

# 参考：ボトルネック課題の例

【経済産業省NEXIP事業者より示された具体的な課題の例】

- \*1: 設計条件を超える領域での免震システムの挙動の解明、緩やかなフラジリティカーブを実現する技術や評価手法など免震技術の開発と評価手法の高度化
- \*2: 既往知見の無い軸方向非均質炉心に対する炉心損傷挙動評価や、金属燃料高速炉のSA事象進展挙動解析ツール開発、タンク型高速炉・金属燃料炉心における、国内の耐震基準に照らした構造健全性(炉心安全性向上技術適用も含む)の解析評価技術開発
- \*3: HTTRの実績等を踏まえ妥当性が確認された評価ツールの整備
- \*4: 小型高速炉の受動的安全機能に関する、自然循環力に基づく除熱性能の国内性能実証試験と系統設備信頼性評価技術の開発や、受動的安全機能の信頼性・安全性の定量化に資する研究開発
- \*5: その他にリスク情報を用いた安全系の設計や、グレーテッドアプローチ・RIDMの活用によるリスク低減策の検討、解析手法の信頼性/外挿性の担保に資する研究開発
- \*6: 蒸気湿り度、ボイド率、液膜厚さ等実機条件で精度や計測の解像度が十分に得られる計測技術
- \*7: オンタイム(実時間)でプラント挙動を予測し、プラントの安全性強化に貢献する技術開発として、実炉試験データ及び既存プラント模擬試験装置を活用した実測データやプラント情報のデジタル実装、データ同化技術の適用、AI 関連技術によるシミュレーション代替計算など

\*1～7は6ページの注記とリンク。

上記は例示であり、6ページの2分野に示した趣旨に沿った研究開発について応募することが可能です。

# 第2回 NEXIP交流会について

〔第10回原子力研究開発・基盤・人材作業部会(令和3年11月4日)資料〕

第1回のNEXIP交流会は両者の事業紹介が中心だったが、第2回は主にボトルネック課題について、経産省NEXIP事業者、PDPO、経産省、文科省で意見交換を行った。(10月27日Web・非公開)

## 【実施内容】

- 社会的要請に応える革新的な原子力技術開発支援事業の進捗等の説明
- 原子力システム研究開発事業の進捗等の説明
- ボトルネック課題の公募について議論
- 革新炉の安全性について議論

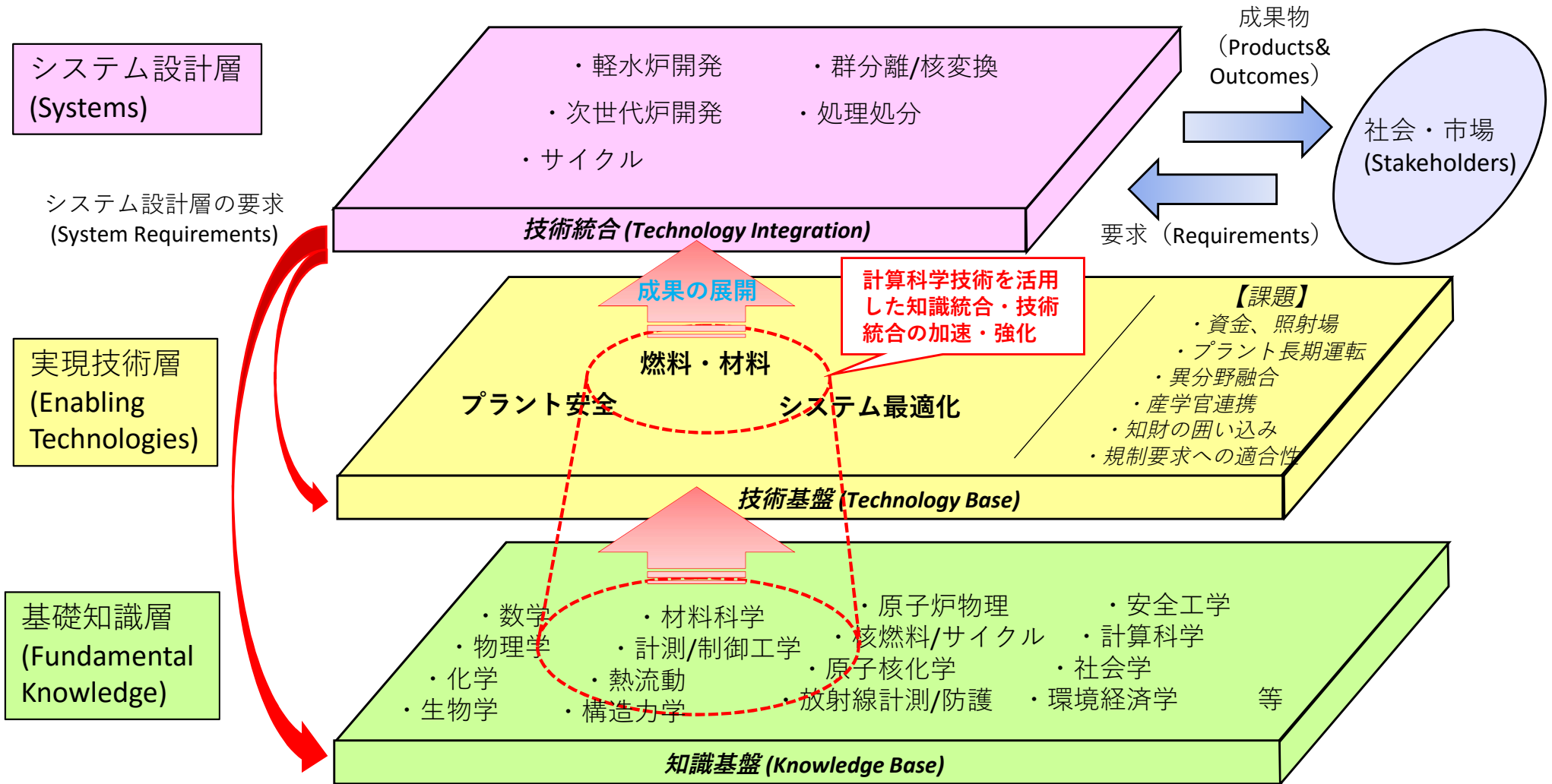
## 【NEXIP事業者からの主なご意見】

- ボトルネック課題型の対象とした分野は重要であり、産業界が取り組む課題解決に資する研究がなされることを期待。
- 安全性を考えるうえで、特に受動的(パッシブ)安全性については定量的な評価が求められ(仕様規定でなく機能規定)、その点に貢献する研究開発は必要。
- プラントエンジニアリング分野では、長期運転のための信頼性向上策や、建設で施工方法等をいかに効率よく進められるか、これらに関連する研究開発が求められる。
- 燃料・材料開発は2分野のテーマに入っていないもののニーズが高く、ボトルネック課題解決型に限らず本公募事業の別のメニューの中では引き続き進めてほしい。
- 規制対応は新型炉導入の大きなハードルであり、公募に限らず産学官の連携が求められる。



# 基盤チーム型のテーマの3層戦略モデル

[第4回原子力研究開発・基盤・人材作業部会(令和2年9月2日)資料]



## 【ボトルネック解決型】

明確な要求（Requirements）に対応する要素技術研究開発（Enabling Technology Research）及び基礎的研究開発（Fundamental Research）

