

分科会の進捗状況

③ 画期的なアプローチによる放射線計測

平成29年11月20日（月）
廃炉基盤研究プラットフォーム 第7回運営会議

鳥居 建男

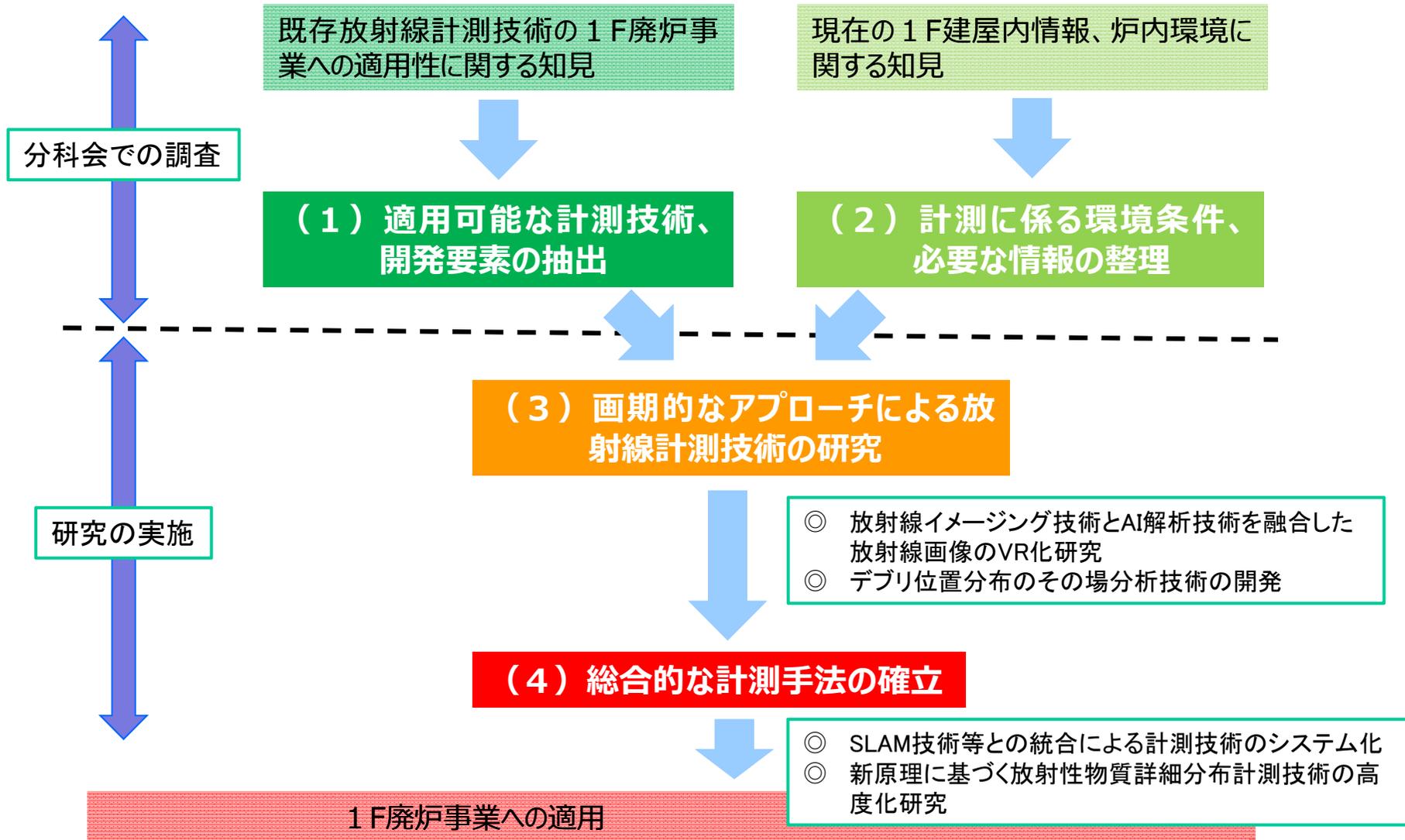
放射線計測分科会
システムインテグレータ（主査）

● 調査結果

- PCV内部のような超高線量場での放射線計測技術に関する研究開発はほとんどなく、知見としては非常に限られている。
- 大学、研究所は手持ちの技術から研究を行うことから、既存の技術の適用、改良になりがちである。
- 現場ニーズを想定し「今後必要となるであろう」研究をやるべきである。
- センサーから信号伝送系まで耐放射線性を考慮する必要があり、関連技術との連携も有用である。
- 炉内だけでなく、建屋内の高線量率場での線源分布をイメージングすることも重要である。また、線量分布から線源位置を把握するソフト的アプローチも重要である。
- キャリア、伝送、耐放性などのほかの要素も抑えておき、PCVにも投入できるよう遅れがないように準備することが重要である。これらは、英知事業だけでは全部できないため他の資金も検討する。
- という意見が出され、現在の研究の動向から今後適用されるテーマとして以下の課題が提示された。

| ニーズ | 内容 | シーズ(研究テーマ) | 日程 |
|--------------------------------|--|---------------------------------|----|
| 燃料デブリ位置の詳細な分布を調査する | 高BG環境において燃料デブリが放出する放射線を測定する。 | 超低検出効率指向性パルス動作型検出器 | |
| | | エネルギー応答の異なる複数の検出器を用いるアンフォールディング | |
| | | 高エネルギーγ線スペクトルイメージャー | |
| | | 高速中性子イメージャー | |
| 高汚染エリアの把握により作業員の被ばく低減を図る | 建屋内の高線量率エリアにおいて詳細な汚染分布を測定し、放射性物質のイメージング技術を確立する。 | 化合物半導体による小型スペクトルイメージャー | |
| | | 3D画像再構成によるガンマ線イメージング | |
| | | 任意形状可能な有機半導体検出器 | |
| その他 (高汚染エリアでの作業管理・計測機器の耐久性) | 円滑な廃炉作業を進めるために建屋内のα核種汚染分布を把握するとともに、耐放射線性デバイスを開発する。 | α核種の広域可視化技術 | |
| | | 耐放射線小型カメラ・半導体デバイス | |

● 中核的研究テーマの構成



● 中核的研究テーマのアプローチ方法

(1) 適用可能な計測技術、開発要素の抽出 (H29年度分科会での整理)

- これまで研究開発されている計測技術から主要な計測技術を分科会、必要に応じて関係者等への調査により抽出し、燃料デブリの取り出しや1F建屋内の効率的な除染や作業員の被ばく低減を図るために必要な放射線計測技術の研究開発要素を明らかにする。

(2) 計測に係る環境条件、必要な情報の整理 (各開発の最初の段階で整理)

- 1F建屋内、燃料デブリの環境条件、放射線状況を想定し、対象物を明らかにするために計測上必要となる情報を分科会において整理する。

(3) 画期的なアプローチによる放射線計測技術の研究

- 建屋内高線量率環境における放射線源3Dイメージを取得するための「放射線イメージのVR化研究」と燃料デブリ取り出しに向けた「その場分析技術研究」の2段構成で行う。
- 「放射線イメージのVR化研究」では、放射線計測技術とAIを用いた空間幾何解析技術、放射線画像再構成技術を融合し、放射性物質分布のモンテカルロ解析を行うことによって建屋内3D放射線コンター図を作成し、放射線環境のVR(Virtual Reality)化を図る。これにより、効率的な除染方法や作業員の被ばく低減手法選定の支援技術を確立する。そのため必要となる小型化合物半導体によるスペクトルイメージャーの開発、及び放射線・実空間の画像再構成解析技術を確立する。
- 「その場分析技術研究」では、デブリ取り出しに向けてPCV内の高 γ 線環境下において上記小型化合物半導体を用いた高指向性放射線計測技術、及び中性子イメージングについて研究を行う。さらに、これらの計測機器の耐放射線性を向上させ長時間計測可能な計測素子の開発研究を行う。

(4) 総合的な計測手法の確立

- 遠隔機器に搭載可能な位置認識技術(SLAM技術)等との融合により総合的な計測技術のシステム化を図る。
- 新原理に基づく計測技術の開発研究を進める。

● 中長期ロードマップ等から逆算される実施時期

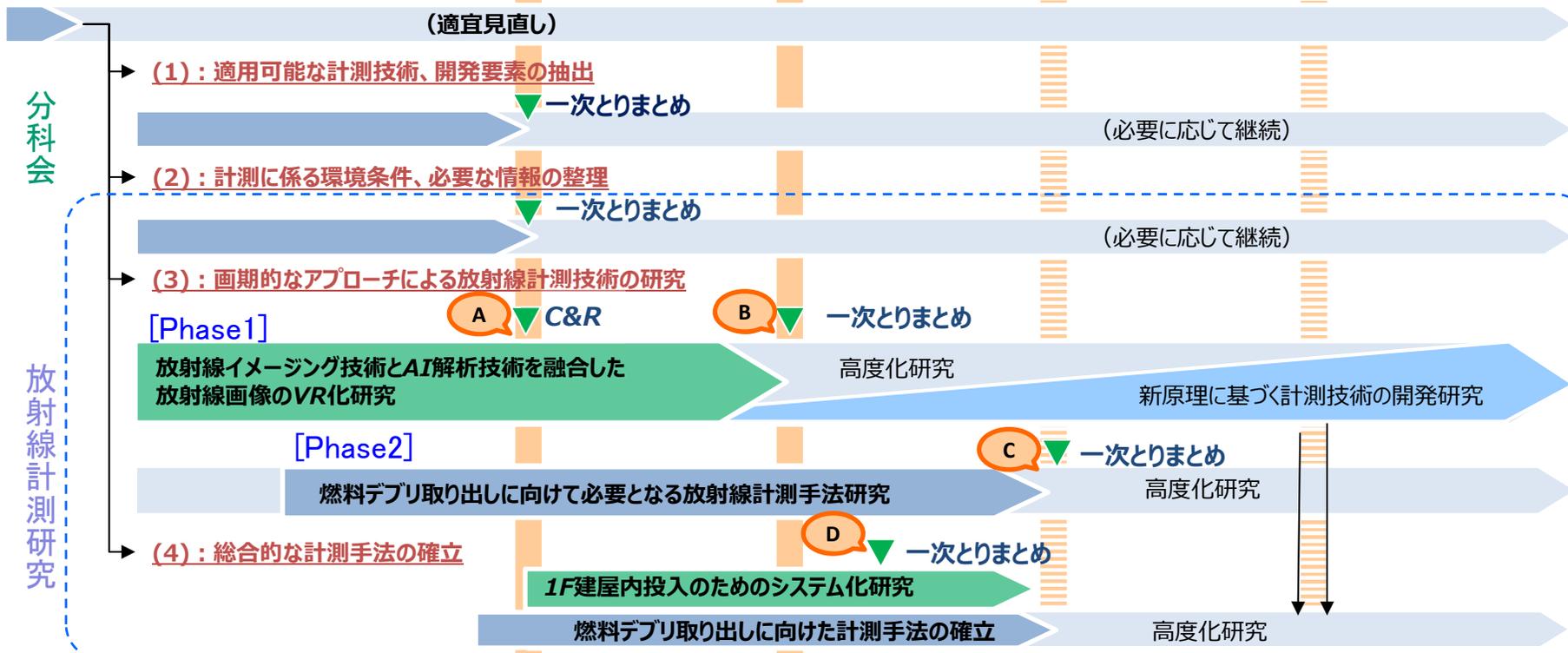
| 2017年度 | 2018年度 | 2019年度 | 2020年度以降 |
|--------|--------|--------|----------|
|--------|--------|--------|----------|

<中長期ロードマップ等>



<画期的なアプローチによる放射線計測技術の研究>

研究開発戦略の策定 (ニーズの体系的整理/シーズの探索/研究対象・パラメータ整理/etc...) ※ 中長期ロードマップ、技術戦略プラン等が変更になる場合はその都度見直す。



分科会

放射線計測研究

● 達成目標

A : 「画期的なアプローチによる放射線計測手法」の提示 (2018年度末)

- 研究開発動向等を踏まえた知見をベースに2018年度末までの成果を加えた「基本的な考え方」を提示。
 - 放射線イメージング技術とAI解析技術を融合した放射線画像のVR化研究 [Phase1]
 - ・ 化合物半導体を用いた小型センサーアレイを製作し、放射線源の面的な分布計測を行う。
 - ・ 放射線源分布画像の3D再構成技術を開発し、線源分布のイメージングを行う。
 - ・ AI技術を用いた幾何構造等の3Dモデル化とモンテカルロ計算による放射線分布の解析統合化研究を行い、3D放射線コンター図作成技術を開発する。
 - 燃料デブリ取り出し時に必要となる計測技術の研究 (その場分析技術研究) [Phase2]
 - ・ デブリ位置分布の“その場”分析技術：上記の化合物半導体を用いて高BG環境下における高指向性放射線計測器、及び中性子イメージャーの開発に着手する。
 - ・ 高耐放射線半導体デバイスの開発研究に着手し、開発計画を取りまとめる。

B : R&D成果の一次とりまとめ結果 (2019年度末)

- 小型ガンマ線スペクトルイメージャーを1F建屋内での測定に適用し、課題を抽出する。
- 建屋内の3D放射線画像再構成技術の実証試験を行い、課題を抽出する。
- 2019年までの研究成果のとりまとめを行う。

C : 燃料デブリ取り出しに向けた計測手法の評価 (2020年度末)

- 実用可能な計測技術を提示する。

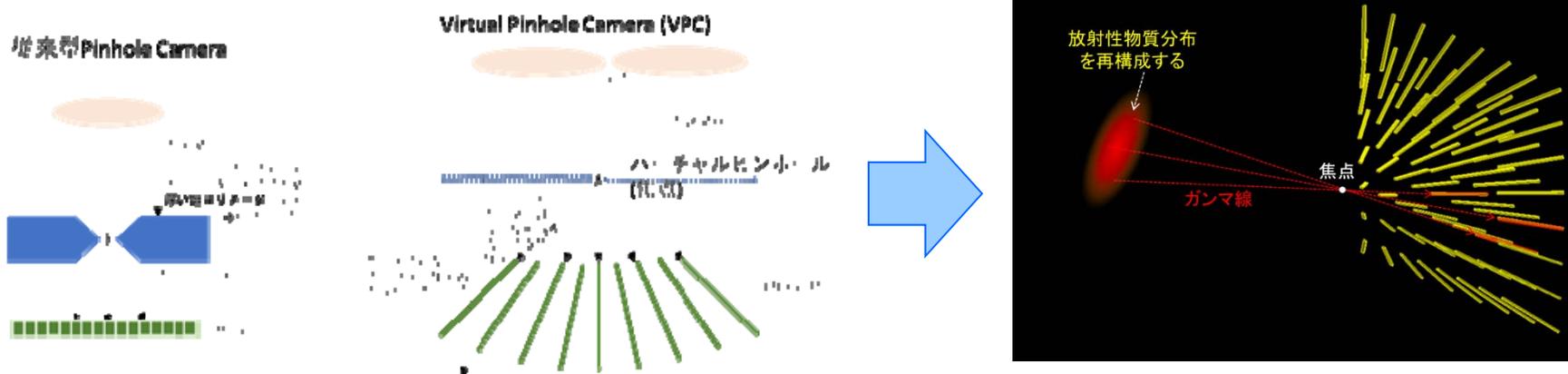
D : 1Fへの投入、測定、解析評価の実施 (暫定的評価)

- 1Fでの測定データ等を用いて評価結果を検証し、より詳細な検証、高度化に必要なデータを提示する。

MEXT公募(廃炉加速化研究)への提案:「高線量率環境下における小型半導体を用いたバーチャルピンホールカメラ(VPC)の開発 (提案者:JAEA、東大、東北大)

建屋内の高線量率環境下において迅速に場の放射線状況のイメージングを目的に、3つの基盤技術開発を行う。

- ① 高密度・高エネルギー分解能で放射線イメージングが期待される臭化タリウム(TlBr)半導体を用いた小型半導体検出器を製作し、汚染分布を可視化するためのセンサーを開発する。
- ② 多数の本センサーを用いた高指向性検出器をバンドルした小型軽量かつ高位置分解能で計測できるバーチャルピンホールカメラ(VPC)の回路、システムを開発する。
- ③ 遠隔機器に搭載し放射線分布を計測するため、建物内でセンサーの位置を認識するとともに、3次元で放射線源の位置分布を計測するための放射線画像の再構成解析手法の開発研究を行い、福島第一原発の建屋内において実証試験を行う。



● 戦略の見直し

- Phase1の効率的な実施に向けて、提案の具体的な検討を分科会で行うとともに、Phase2について実際のフレームワーク、予算規模等に合わせて、実施可能な戦略への見直しを図る。

● 実施内容の確認

- R&D実施のフレームワークが固まった段階で、具体的な計画の確認および計画に係る進捗確認を行う。
- R&Dの実施者と分科会委員が同一な場合はメンバー変更を行うとともに、実質的な検討体制等に対応する。