

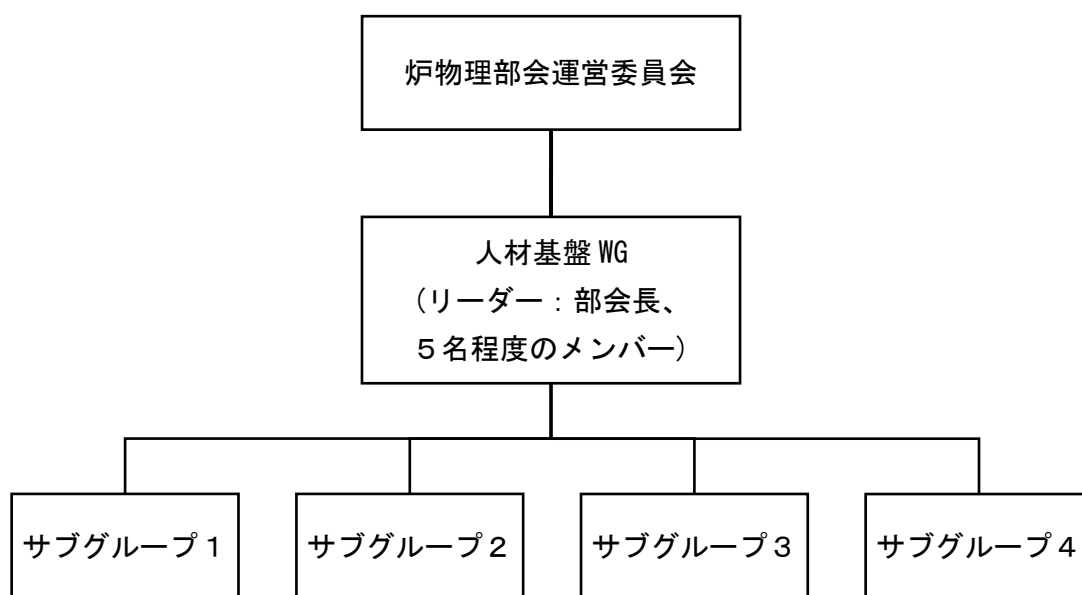
1.概要

炉物理研究開発 RM(2017 年版)において、RM 具現化への取り組みが議論されている。制度基盤、人材基盤、技術基盤、施設基盤のうち、炉物理部会としての取り組みの優先順位が高いのは人材基盤であると考えられたことから、2017 年版 RM 報告書では、人材基盤に関する取り組み方針を詳細に記述している。

2018 年度以降、この方針に基づき、炉物理部会として人材基盤に関する活動を行うことを提案する。

2.進め方(案)

(1)体制



(2017 版炉物理 RM 報告書より)

(2)検討すべき項目

2017 版炉物理 RM 報告書では、人材基盤における課題として、以下の 7 区分があげられている。これら全てを同時に着手することは困難であることから、優先度及び取り組むべき時間スケールを考慮し、人材基盤 WG にて検討すべき項目をピックアップする。また、どのようなサブグループを設置するのかについても、人材基盤 WG で検討する。

- [2-1] 人材像の提示
- [2-2] 公衆理解・初等教育
- [2-3] 専門教育
- [2-4] 技術継承
- [2-5] 機関・分野横断的な活動
- [2-6] 国際的活動の推進
- [2-7] 炉物理実験施設の利用・提案

なお、現時点で優先順位が高いと考えられるのは、以下の課題である。

- [2-1-1] 炉物理を専門とする人材に対する人材像の提示
- [2-1-2] 炉物理を専門としない人材に対する人材像の提示
- [2-2-3] 炉物理の基礎学習のための導入的な教材の開発
- [2-3-1] 原子力安全を学ぶためのマルチフィジックスを含む炉物理教材の開発
- [2-3-2] 臨界安全を学ぶための教材の開発
- [2-3-4] 炉物理講義要領(教科書)の作成
- [2-4-2] 炉物理実験分野における技術継承
- [2-6-1] 国際的に活躍する若手研究者育成のための海外研究交流の支援(支援のあり方の検討)
- [2-7-1] 人材育成のための既存の研究炉・関連施設の活用推進ならびに次世代炉物理研究施設の提案

これらのうち、いくつかの課題を H30 年度から取り組むこととする。

3. 予算

打ち合わせ用の旅費として、炉物理 RM WG と同程度の予算(40 万円程度)を想定している。全体会議において、本活動を進めることが了承された場合、H30 年度の予算として、計画外の申請を行うことを想定している。

以上

原子炉物理分野の研究開発ロードマップ 2017 年版
(RM2017)

2017 年 10 月

日本原子力学会炉物理部会

「炉物理ロードマップ調査・検討」ワーキンググループ

5. 2017 ロードマップの具現化に向けて

5.1. 総論

第2章で述べたように、本WGでは、「観察・方向付け・決心・実行」のOODAサイクルのうち、「決心・実行」の具体化を図るところまで実施することを目指して活動した。本章では、新たに策定した2017RMのうち、炉物理部会としての活動や部会員が参画するプロジェクトを通して貢献できる可能性があるものとして、制度基盤、人材基盤及び施設基盤について具体的なアクションプランの候補の検討を行ったのでそれについて述べる。なお、技術基盤については基本的には部会員が個別に取り組むべきものであるとの判断から具体的なアクションプランの検討は行わなかった。ただし、本2017RMで提示された内容について、複数の部会員が協同して研究公募事業等へ応募するなど、具体的なアクションに向けて有効に活用されることを強く期待する。

また、本章では「時間スケール」として、短期・中期・長期という用語を使用しているが、それぞれ、現在～2020年頃、2030年頃、2050年頃に対応している。

5.2. 制度基盤

制度基盤項目としては、各項目に対する進め方の提案が主となっており、現時点で具体的な炉物理部会としてのアクションを示してはいない。一方で、何らかのアクションを促す必要性については共通認識があり、またそのアクションに積極的に関わりを持っていくことが必要と考えた。

一例として、[1-2-5]燃料デブリ除去に関する未臨界管理標準の策定について考えると、既に東電福島第一事故の廃炉研究を進める技術研究組合 国際廃炉研究開発機構（IRID）が主体となって精力的に検討を進めており、日本原子力学会炉物理部会において標準を検討する組織を立ち上げる意義は小さい。ただし、IRIDにおける検討活動に炉物理部会員が積極的に協力すると共に、そこでの検討内容について炉物理部会員有識者で構成される組織がレビュー及び意見交換する価値はあり、そのような組織体を炉物理部会に形成することには意義があると考えられる。

また、例えば[1-2-4]臨界事故評価手法標準の策定については、現状、そのモデルや評価方法に関する技術的知見の蓄積が乏しく、現段階で標準を検討する組織を立ち上げても、標準策定に関する有意義な議論は難しい。このような項目については、標準の検討以前に、その土台となるモデルや評価方法に関する技術知見を検討するアクションが必要であり、技術基盤[4-1-9]臨界事故評価手法の開発が先行される。この技術的検討にて十分な知見を得た後、標準検討に関する組織体の形成など適切なアクションを実施することが望ましい。

このように小分類項目ごとに技術的知見の深さ及び指針や標準を検討する母体が異なり、また、時間スケールや要求の強さなどの個別事情もあり、それぞれの項目に適した目的や時機、組織体で具体的にアクションを行うこととなる。その際には出来るだけ多くの炉物理部会員が自身の技術的知見を通じ積極的に貢献することが重要である。

以下に項目毎のアクションプランを示す。

中分類	小分類	概要	時間スケール	取り組む主体・方法の例、イメージ
[1-1] 法令・指針	[1-1-1] 指針体系見直しに対する貢献	規制基準では常に最高レベルの安全を追求し続ける事を目指しており、炉物理の視点から、最新知見や実績データが規制に反映される仕組みを構築し、規制の高度化に積極的に貢献する。	中長期的に継続して取り組む	「産・学・官」 民間規格として「産」「学」が取りまとめ、「官」にエンドースを促してゆく。また、震災前に検討されていた「指針体系見直し」の議論を再開する。
	[1-1-2] 規制体系における国際基準との整合性確認	我が国の継続的な安全向上への取り組みにおいて、海外規制体系やIAEA安全基準をはじめ、最新の知見(安全性強化のみならず合理化も含む)について、定期的なレビューを行う。また、我が国における知見について、世界レベルで共有、レビューされることで更なる原子力安全を目指す。	中長期的に継続して取り組む	「産・学・官」 民間規格として「産・学」が取りまとめ、「官」にエンドースを促してゆく。また、OECD/NEAと連携を深め、最新規制の動向や技術開発について情報共有を図る(産から人材派遣、学からインターン派遣、定期的ワークショップ開催など)。
[1-2] 民間規格・基準	[1-2-1] 解析コードに対するトピカルレポート制の活用と拡大	トピカルレポート制度について、炉物理分野としては特に炉心解析コードに関する技術要件を明確化し、制度の活用と拡大を図る。	短期	「産・学・官」 民間規格として「産」「学」が学会標準などで取りまとめ、積極的に使用するとともに、「官」にエンドースを促してゆく。特に「シミュレーションの信頼性確保に関するガイドライン」の炉物理分野における具体化を民間規格として取り組む。
	[1-2-2] 臨界安全管理における反応度クレジット適用手順等に関わる基準の策定	燃焼度クレジットや毒物クレジットといった反応度クレジットを適用する際の臨界安全設計と運用管理の手順について、評価の考え方、計算条件の設定、考慮する核種の選定、核データ、燃焼計算コードの妥当性確認法などを標準として規定する。	中期	「産・学・官」 民間規格として「産」「学」が学会標準などで取りまとめ、積極的に使用するとともに、「官」にエンドースを促してゆく。
	[1-2-3] クリアランス判定基準の高度化	放射性廃棄物の減容による処理・処分の合理化を進めることを目的として、放射能レベル(処分カテゴリの分類)設定時の、解析・測定技術にて求められる精度を明確にする。その上で、炉物理・核計算分野にて得られた最新知見に基づく高精度な放射能濃度測定・評価手法を規格・基準に反映する。	短期	「産・学・官」 民間規格として「産」「学」が学会標準などで取りまとめ、積極的に使用すると共に、「官」にエンドースを促してゆく。先行する計測による標準策定の動きに同調し、放射能濃度評価に炉物理的観点から貢献する。
	[1-2-4] 臨界事故評価手法基準の策定	臨界事故に関する評価の考え方や評価項目、評価手法等について標準化を行う。例えば、臨界事故の影響度と発生頻度の双方を精査し、事故リスクの定量化を行うための基準事象や標準的なモデルならびに評価方法等を規定する。	中期	「産・学・官」 民間規格として「産」「学」が学会標準などで取りまとめ、積極的に使用するとともに、「官」にエンドースを促してゆく。ただし、まずは技術的知見の蓄積に努め、十分な技術的基盤を構築する。
	[1-2-5] 燃料デブリ除去に関する未臨界管理基準の策定	東電福島第一事故の燃料デブリ除去に関して必要となる臨界安全設計、臨界安全管理に関して、評価の考え方(統計的な手法を含む)、評価ツールや使用データ、評価項目、評価基準等について標準を提示する。	短期	「産・学・官」 検討が進められている民間規格などを「産」「学」にて取りまとめ、積極的に使用するとともに、「官」にエンドースを促してゆく。

5.3. 人材基盤

はじめに、2017RM（人材基盤）に基づき行動を起こすためには、いつ・誰が・何を・どのように行うか、について検討する必要がある。各個人が独自の取り組みを行うことに対しては制約しないものの、人的・時間的リソースを考慮すると、ある程度アクションについての方向性を検討する主体があることが理想的であると考えられる。そのため、アクションの方向性を検討する主体として、炉物理部会の下部組織に部会長をリーダーとする炉物理分野の有識者5名程度のコアメンバーにより構成される「人材基盤 WG」を立ち上げることを提案する。そして、実際のアクションに対する詳細な検討については、図 5.3.1 に示すイメージのような、人材基盤 WG 本体、もしくは炉物理部会の有志で構成されるサブグループ（以下 SG と表記する）にて行うことを提案する。人材基盤 WG の役割については、炉物理部会として取り組むべき項目のアクションの実施、SG メンバーの任命および承認、アクションの方向性の提示ならびに助言、アクションにて必要となる費用に関する炉物理部会運営委員会との折衝等とし、SG については、人材基盤 WG にて決定されたアクションに対する具体的な取り組みを行うこととする。

以降では、2017RM 人材基盤カテゴリにて検討された細かな分類を踏まえて、人材基盤 WG 本体および SG にて起こすべきアクションとその優先度ならびに時間的スケールについて検討を行う。

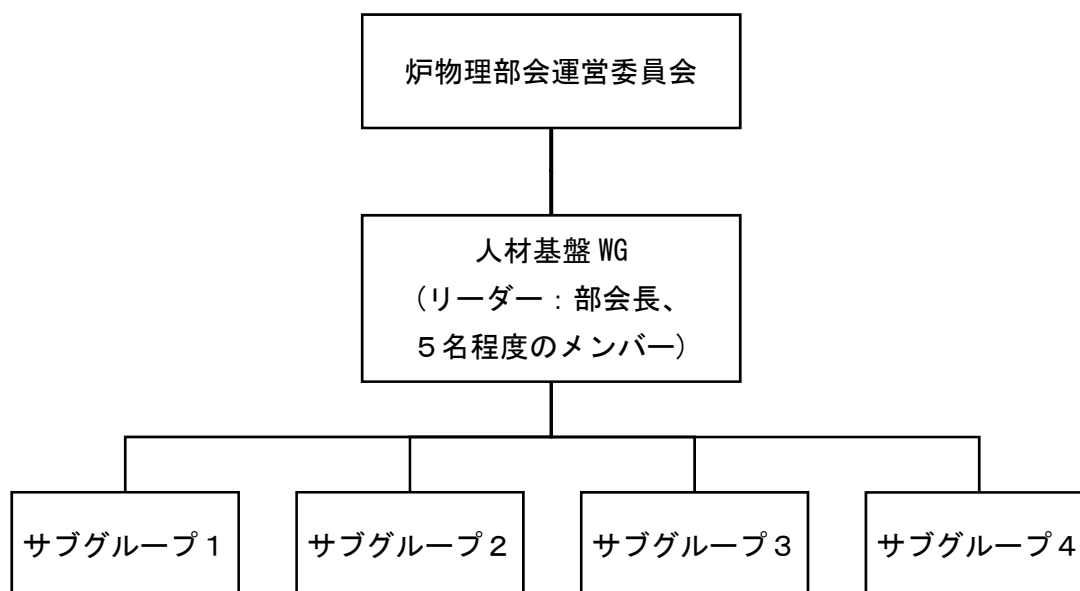


図 5.3.1： 人材基盤 WG のイメージ

○人材基盤 WG が中心となって取り組むべき項目

● [2-1] 人材像の提示

- [2-1-1] 炉物理を専門とする人材に対する人材像の提示
- [2-1-2] 炉物理を専門としない人材に対する人材像の提示

人材像の提示は、原子力分野における人材育成を考える上で根幹となるものである。そのため、炉物理を専門とする人材に対する人材像については、様々な組織の炉物理有識者により検討されることが望ましい。また、炉物理を専門としない人材に対する人材像については、炉物理以外の他分野の意見を取り込むことが必要であると考えられることから、炉物理部会運営委員会の直下の組織である人材基盤 WG にて取り組むことが望ましい。

優先度ならびに時間的スケールの観点からは、前述の通り、人材像の提示は人材育成における根幹となることから、最も優先して早期に取り組むべき項目であると考えられる。

(参考：2012RM 振り返りにて、重要度・緊急度ともに S)

● [2-3] 専門教育

- [2-3-4] 炉物理講義要領の作成

ここで作成する炉物理講義要領は、今後の炉物理教育の軸となるものであり、前述の人材像とも密接に関わるものである。そのため、人材像の検討を行う人材基盤 WG にて同じく取り組まれることが望ましいと考えられる。

なお、本項目は、将来的な炉物理専門教員の不足を見据えた項目であることから、人材像ほど早急に取り組む必要は無いと考えられるが、人材像の検討に引き続いて、数年内に作成されるべきものであると考えられる。

(参考：2012RM 振り返りにて、重要度・緊急度ともに S)

● [2-4] 技術継承

- [2-4-1] コード開発・整備分野における技術継承

コード開発・整備分野における技術継承においては、米国 DOE の CASL プロジェクト、米国 MIT の OpenMC および OpenMOC、フィンランド VTT の Serpent 等のように、新規コード開発プロジェクトや既存の公開コードの情報の共有、各機関が有する解析コードのオープン化等の実施が効果的であると考えられるが、その時点での環境を踏まえてより効果的な技術継承スキームを検討する必要がある。例えば、コード開発・整備における技術継承のためにどのような制度・方法・手続きが適切で、どのような技術・プラットフォームにおいて技術継承を行うべきか、という点について人材基盤 WG が検討を行い、それに基づいて有志や SG がプロジェクトの立ち上げやコードの開発・整備を行う、といった方法が考えられる。また、技術やプラットフォームの議論についても SG 等が担うという方法もあり得るだろう。

コード開発・整備には長い時間がかかるものの、昨今のコード開発が出来る人材の減少を踏まえると重要度・優先度は高く、なるべく早急に技術継承の枠組みを検討し、提示する必要がある。

- [2-5] 機関・分野横断的な活動

- [2-5-2] 核データ・放射線工学・熱水力・材料基盤等の他分野と連携した分野横断的な人材育成

本項目は、炉物理分野単独ではなく他分野との調整が必要となる。現在においても、四部会合同の日韓サマースクールなどは炉物理部会運営委員会を通して運営・議論が行われていることから、炉物理部会運営委員会直下の組織である人材基盤 WG にて、本項目はサマースクールを含め、一旦、状況・内容を整理したうえで取り組むことが望ましい。

本項目の重要度は高いと考えられるが、時間的スケールの観点からは緊急性は無く、短～中期的に取り組むべき項目であると考えられる。

(参考：2012RM 振り返りにて、「機関のリソース・特徴を合理的に組み合わせた教育インフラの整備」は重要度 A、緊急度 B)

- [2-6] 国際的活動の推進

- [2-6-1] 国際的に活躍する若手研究者育成のための海外研究交流の支援

若手研究者の海外研究交流支援については、費用面にて大きな金額を取り扱う必要がある。そのため、炉物理部会運営委員会に近い組織にて取り扱われることが望ましく、運営委員会直下の人材基盤 WG にて取り扱うことが適切である。人材基盤 WG では、既に運営委員会主導にて行われている国際学会渡航支援を含めた、幅広い海外研究交流の支援について検討する。

既に運営委員会主導の元で国際学会渡航支援が行われているように、本項目の重要度・優先度は高く、これからも継続して行われることが望ましいが、費用面の兼ね合いや他の支援方法、支援事業の実効性などについては定期的にチェック＆レビューする必要があると考えられる。

○SG が中心となって取り組むべき項目

はじめに、SG については、2017RM にて提示された人材基盤における小分類を元に、人材基盤 WG が決定・承認したアクション毎に設置することを提案する。これは、同じ中分類の中でも技術分野等の方向性が小分類毎に異なること、中分類毎に 1 つの SG では、多くの小分類を抱える中分類において人的・時間的リソースの問題から活動が円滑に進まないなどの弊害が発生することが考えられるためである。

また、2017RM の大分類 人材基盤は主に炉物理人材育成のために必要な活動等をまとめたものとなっており、例えば 2017RM を元に開発・検討された事柄を如何に人材育成のた

めの教育に活かすかが重要である。そのため、開発・検討を行う SG とは別に、人材育成のための教育アプローチについて検討する SG を設置することを提案する。

以下では SG を設置するための目安となる指標を提示するために、小分類ごとの優先度および時間的スケール等を検討する。

- [2-2] 公衆理解・初等教育

- [2-2-1] 一般公衆向けの、原子力技術・放射線・核反応に関する平易な教材の開発
- [2-2-2] 炉物理に興味を持った人向けの情報発信ツールの開発
- [2-2-3] 炉物理の基礎学習のための導入的な教材の開発

中分類「公衆理解・初等教育」にて挙げられた 3 項目については、一般公衆や炉物理初修者へのアプローチとしてどれも重要であるが、まずは炉物理分野に近い人に対して炉物理を分かりやすく学習できる環境を整備することが重要であり、それを踏まえて一般公衆へアプローチの範囲を広げていくことが望ましい。そのため、優先度としては[2-2-3]>[2-2-2]>[2-2-1]と設定し、2017RM の時間スケールで提示されているように、[2-2-3]はなるべく早く開発へ着手すること、[2-2-2]は短～中期的な実施、[2-2-1]は中期的な実施とすることを提案する。

- [2-3] 専門教育

- [2-3-1] 原子力安全を学ぶためのマルチフィジックスを含む炉物理教材の開発
- [2-3-2] 臨界安全を学ぶための教材の開発
- [2-3-3] 炉物理教材のデータベース化
- [2-3-5] 炉物理の様々な話題に関する教育機会の提供

マルチフィジックスを含む炉物理教材[2-3-1]について、原子炉での複合的な物理現象を網羅的に理解するための教育機会をなるべく早く提供するためには、早期に整備することが望ましい。また、核燃料管理のためには臨界安全に関する知識は必須であり、臨界安全を系統立てて理解するための教材[2-3-2]を早期に作成することは重要である。炉物理教材のデータベース化[2-3-3]については、教材の整備状況等を踏まえて継続的に実施することが望ましい。炉物理における特定の分野を取り上げた教育機会の提供[2-3-5]は手法等の理解を深める助けとなるため、適宜実施すべきであると考えられる。

以上を踏まえると、優先度としては[2-3-1]・[2-3-2]が高く、[2-3-3]・[2-3-5]は中程度と考えられる。また、[2-3-1]・[2-3-2]については短期的、[2-3-3]は短～中期的、[2-3-5]は期間全体にわたって継続的に適宜に実施することを提案する。

(参考：2012RM 振り返りにて、「原子力安全のための炉物理教材の開発」は重要度、緊急度ともに B、「炉心設計学習のための炉心解析用ツールの開発(核・熱・機械連成解析)」は

重要度 A、緊急度 B、「臨界安全学習のための教材と学習ツール開発」は重要度 A、緊急度 B)

- [2-4] 技術継承

- [2-4-1] コード開発・整備分野における技術継承
- [2-4-2] 炉物理実験分野における技術継承
- [2-4-3] 原子炉設計に関する設計思想・技術の継承

コードの開発に携わる人材は過去と比べて減少していることから、人材基盤 WG にて検討されるコード開発・共通化に関するフレームワークを元に、コード開発・整備分野の技術継承[2-4-1]は早期に実施すべきである。また、昨今の炉物理実験施設の高経年化ならびに廃炉の議論が行われていることを鑑みると、炉物理実験分野における技術継承[2-4-2]の重要性は特に高く、早期に実施すべきであると考えられる。新型原子炉の開発、原子炉設計技術の継承のためには、原子炉設計に関する設計思想・技術の継承[2-4-3]を継続して実施することが重要となる。

以上を踏まえると、優先度としては[2-4-2]が高く、[2-4-1]・[2-4-3]は中程度と考えられる。また、[2-4-2]については短期的、[2-4-1]は WG の技術継承の枠組みの立案から継続的に短～中期的に、[2-4-3]は中期的に実施することを提案する。

- [2-5] 機関・分野横断的な活動

- [2-5-1] 炉物理分野における機関横断的な人材育成環境の整備

本アクションプランにて開発する炉物理教材ならびに各機関が有する解析技術などのソフトウェアおよび臨界集合体などのハードウェアを活用する教育インフラを整備することで、人材が限られている現状でも効果的な人材育成環境を構築することが可能であると考えられる。このため、本項目の緊急性はないものの、教材の開発状況および各機関の教育インフラの整備状況を踏まえて継続的に実施するべきと考えられる。

以上を踏まえ、本項目の優先度は中程度であり、教材開発・教育インフラ整備に関する情報交換を継続的に行いつつも、全体としてのアクションは動向を踏まえつつ中期的に実施することを提案する。

(参考：2012RM 振り返りにて、「各機関のリソース・特徴を合理的に組み合わせた教育インフラの整備」は重要度 A、緊急度 B)

- [2-7] 炉物理実験施設の利用・提案

- [2-7-1] 人材育成のための既存の研究炉・関連施設の活用推進ならびに次世代炉物理研究施設の提案

炉物理研究者の育成のためには炉物理実験を通じた学習が有効であるものの、既存の炉物理実験施設の中には廃炉が決定・検討されている施設も多く、建設当時のニーズに合わ

せた設計であるために実施可能な実験には限りがある。このため、炉物理実験による効果的な炉物理教育を持続的に実施するためには、既存の研究炉・関連施設の活用を推進し、かつ今後の炉物理教育・研究に活用できる新たな施設を早期に提案することが必要である。

以上を踏まえ、本項目の優先度は高く、短期～中期的に実施することを提案する。

● 炉物理人材育成のための教育的アプローチ検討 SG

前述の通り、2017RM を基に、教材開発・技術継承・人材育成基盤の整備のためのアクションが今後行われていくものと考えられる。しかしながら、教材開発で言えば、教材を開発することが最終的な目的ではなく、開発した教材を使用して如何に炉物理人材育成に活かすかが重要である。そのため、「[2-3-5] 炉物理の様々な話題に関する教育機会の提供」が示されているように、各アクションの進行状況等に応じて、炉物理夏期セミナー等の教育機会を利用する、大学間の連携を図る等の具体的な教育的アプローチについて検討する必要がある。

本 SG の活動については、SG が承認され次第開始することとし、継続的に活動を行うことを提案する。


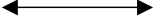


以上を踏まえ、各 SG におけるアクションと時間的スケールを表 5.3.1 のようにまとめる。優先度が高いと考えられるアクションについては、下線付きで表記する。

以上では 2017RM の人材基盤に基づくアクションプランについて述べた。新たに有効なアクションを起こすこと、すなわち「ビルド」することが重要であるのは論を俟たないが、これまで実施されてきたアクションについて、その内容を精査し、適宜「スクラップ」することも重要であるため、こういった検討も人材基盤 WG にて実施することが望ましい。







また、人材基盤に関するアクションについては、国が行っている原子力分野の人材育成事業を活用することも有効であると考えられる。

表 5.3.1 人材基盤に関するアクションの時間的スケールについて

(a) 人材像の提示、公衆理解・初等教育

項目	短期 (現在～2020 年頃)	中期 (2030 年頃)	長期 (2050 年頃)
[2-1] 人材像の提示	 <u>[2-1-1], [2-1-1]</u> 炉物理/炉物理以外 の人材に対する人材 像の検討(WG)		
[2-2] 公衆理解 ・初等教育	 <u>[2-2-3]</u> 炉物理の基礎学習の ための導入的な教材 の開発(SG)	 [2-2-2] 炉物理に興味を持った 人向けの情報発信ツ ルの開発(SG)	 [2-2-1] 一般公衆向けの、原子力技 術・放射線・核反応に関する 平易な教材の開発(SG)

(b) 専門教育

項目	短期 (現在～2020 年頃)	中期 (2030 年頃)	長期 (2050 年頃)
[2-3] 専門教育	 <u>[2-3-4]</u> 炉物理講義要領の 作成(WG)		
	 <u>[2-3-1]</u> 原子力安全を学ぶための マルチフィジックスを含 む炉物理教材の開発(SG)		
	 <u>[2-3-2]</u> 臨界安全を学ぶための教 材の開発(SG)		
		 <u>[2-3-3]</u> 炉物理教材のデータベ ース化(SG)	
		<u>[2-3-5]</u> 炉物理の様々な話題に関 する教育機会の提供(SG)	

(c) 技術継承、機関・分野横断的な活動

項目	短期 (現在～2020 年頃)	中期 (2030 年頃)	長期 (2050 年頃)
[2-4] 技術継承	<div>←→</div> <div>[2-4-1] コード開発・整備分野にお ける技術継承 <u>(継承フレームワーク立</u> 案：WG, 実務作業：SG)</div> <div>←→</div>		
	<div>[2-4-2] <u>炉物理実験分野における</u> <u>技術継承(SG)</u></div>		
	<div>←→</div> <div>[2-4-3] 原子炉設計に関する設計 思想・技術の継承(SG)</div>		
[2-5] 機関・分野 横断的な活動	<div>←→</div> <div>[2-5-1] 炉物理分野における機関 横断的な人材育成環境の 整備(SG)</div> <div>←→</div>		
	<div>[2-5-2] 核データ・放射線工学・熱 水力・材料基盤等の他分野 と連携した分野横断的な 人材育成(WG)</div>		

(d) 国際協調、炉物理実験施設の利用・提案。炉物理人材育成のための
教育的アプローチの検討

項目	短期 (現在～2020 年頃)	中期 (2030 年頃)	長期 (2050 年頃)
<p>[2-6] 国際的活動の推進</p>	<p>[2-6-1] <u>国際的に活躍する 若手研究者育成の ための海外研究交 流の支援(WG)</u> (支援のあり方の 検討)</p>	<p>[2-6-1] 国際的に活躍する若手研究者育成のための海外 研究交流の支援(WG) (支援のあり方のチェック&レビュー)</p>	
<p>[2-7] 炉物理実験施設 の利用・提案</p>	<p>[2-7-1] <u>人材育成のための既存の研究炉・ 関連施設の活用推進ならびに次世 代炉物理研究施設の提案(SG)</u></p>		
<p>炉物理人材育成 のための教育的 アプローチの 検討</p>	<p>開発教材・資料の活用方法に関する検討、 教育機会の検討(SG)</p>		

5.4. 施設基盤

施設基盤のアクションプランについては、各組織の保持する施設によってそれぞれ事情が異なることもあって、基本的に各組織が 2017RM を受けてどのような施設利用・維持・高度化の活動を行うか、に委ねられていると考えられる。このため、現時点では炉物理部会としての具体的なアクションは示していない。しかしながら、各施設でできることは限られており、各施設の方向性が必ずしも同じではないので、まずは共通の課題を見つけて協力して取り組むための体制を構築することが重要との共通認識がある。このような共通の課題を抽出するための活動の一例として、以下のようなものが考えられる。

(活動案)

1. 各組織における炉物理 RM の活用事例や RM への要望などを共有し、定期的に RM へフィードバックする。例えば、メーリングリストを利用したアンケート等を定期的に実施する。
→ 施設基盤に限らず、まずはこのような活動を通じて、RM のあり方や WG 活動の方向性、各組織の状況などを検討・整理することが重要である。その後、状況に応じて、下記のような活動を学会として検討してもよいと考えられる。
2. 炉物理 RM 活動の延長として、WG による活動を行う。
 - ・ 施設・装置等について、今後新たに必要となるもの、維持が必要なもの等をリストアップし、理由、重要度、緊急度等を設定する。例えば、研究炉・実験炉に関しては、2017RM で言及されているように、廃止検討施設と位置付けられ、代替炉の要望が多方面からあるにもかかわらず、その計画が不透明なもの等がある。このように、特に緊急度が高いと考えられる施設・装置等に関しては、より優先的に検討を進める必要があると考えられる。
 - ・ 施設利用者としてどういった技術を維持・継承していくべきか検討・リストアップし、技術維持や人材育成等を目的とした研修・実習を提案する。
→ 1. の活動等を通じて、産学官のベクトルの違いや施設所有・非所有の立場の違いなどを検討した上で、最善の形で進める必要がある。

また、2017RM の各項目の取り組みに対する時間スケールと取り組む主体等についてまとめたものを表 5.4.1 に示す。いくつかの項目については、議論の中でより具体的な進め方(方法)のイメージが示されたものもあるので、併せて示した。

表 5.4.1 施設基盤のアクションプラン

中分類	小分類	概要	時間スケール	取り組む主体・方法の例、イメージ
[3-1] 臨界実験装置 の維持・高度 化及び新設	[3-1-1] 臨界実験装 置、及び同装 置での測定技 術の維持	今般、臨界集合体は震災後の新規制基準への対応等による管理コストの増大、限られた人的資源、核セキュリティ・サミットの声明に基づく核物質の最小化といった制約等の多くの困難に直面しているが、これらの困難に対応し炉物理分野として臨界実験装置を維持していく施策を検討する。 技術維持の点から、稼働している施設の利用は不可欠であり、現行施設の再稼働・及び施設の改良は必須である。 また、個別の施設の維持管理に留まらず、今後どのような臨界集合体が必要であるか炉物理分野全体で議論し、維持管理費用等の有効活用の観点から、現行施設の試験機能の集約、及び臨界実験装置の新たな可能性も含めた新施設の提案、それら施設の利用形態等についても検討する。	長期	取り組む主体：学・産・官 方法のイメージ： 今後必要な臨界実験装置イメージの例として、下記のような測定が可能な施設が挙げられる。 燃焼度クレジットの観点からは、MOX燃料や燃焼燃料などが扱え、燃料の形状としてペレット、棒、複数棒での反応度が測定できることが望ましい。 炉心設計の検証データの観点からは、様々なウラン濃縮度の異なるデータや、異なる種類の核分裂性物質、燃料親物質のデータ、将来型の燃料に向けては非酸化物ウラン燃料など様々な形態の燃料が測定できることが望ましい。
	[3-1-2] 臨界実験装置 で模擬できる 臨界及び未臨 界状態の範囲 拡大	臨界及び未臨界実験では、対象とする実機体系を模擬して測定が行われるが、体系を模擬する技術そのものの開発を行うとともに、それを実現する装置の導入や、施設の管理規程などのあり方を検討する。特に、各プロジェクトで対応可能な範囲の小規模装置よりも、臨界実験装置の可能性を広げる大規模装置を含めた、複合施設として高度化された臨界実験装置を検討する。 模擬する対象としては、臨界状態のみならず、様々な状態における臨界安全技術の開発に向け、例えば燃料デブリなど多様な形態を持つ未臨界状態を模擬できる施設・設備を検討する。	中期	取り組む主体：学・産・官 方法のイメージ： 測定できる項目について様々な構成が考えられるが、複数種類の起動用中性子源、炉心構成要素の多様化、安全棒などの運転形態の多様化が望まれる。また、ドブラー反応度測定のための加熱装置や地震動模擬のための加震装置、加圧装置・ボイド発生装置やホウ酸水濃度を制御する装置などの多様な装置との複合が例として挙げられる。
[3-2] 研究炉・実験 炉の維持・高度 化及び新設	[3-2-1] 研究炉・実験 炉の維持・高度 化及び新設	新規制基準への対応のために多くの研究炉・実験炉が停止している中、本来の役割を果たせるように、早期に新規制基準をクリアし再稼働できるようにする。原子力安全性向上研究から中性子の産業利用まで広い利用分野を考慮し、必要となる研究炉・実験炉の機能の強化及びリブレース、新興国への輸出も視野に入れた新たな研究炉・実験炉を提案していく。	中期	取り組む主体：学・産・官
[3-3] ホットラボの 維持・高度化 及び新設	[3-3-1] ホットラボの 維持・高度化 及び新設	燃焼を伴う炉物理の検証に必要となる照射後試験、ホットラボの機能強化を提案していく。特に1F燃料デブリの性状把握、臨界管理に向け、1F燃料デブリのサンプル分析が可能なホットラボの整備、照射後試験による燃焼計算精度の検証等が求められる。また、例えばホットセルと加速器を組み合わせた複合施設など、既存施設の枠組みにとらわれず、より自由度の高い実験が可能となるよう施設の高度化・新設を提案していく。	短期・中期	取り組む主体：学・産・官
[3-4] 加速器施設の 維持・高度化 及び新設	[3-4-1] 加速器施設の 維持・高度化 及び新設	核データの精度向上・検証には加速器施設が不可欠であり、原子炉物理の観点から必要な核データの反応種類、エネルギー範囲、精度の確保等のための施設・設備の維持・拡充について提案を行っていく。放射性廃棄物の減容化等の観点から、特にMAやLLFPの断面積精度の高度化やADSの基礎研究を進める。	中期	取り組む主体：学・産・官 方法のイメージ： 施設高度化の例として、加速器施設に、RIに加えて核燃料が取り扱えるホットセル等が併設されることが望ましい。
[3-5] 実機を活用した 測定技術開発 及びデータ 採取	[3-5-1] 実機プラント の研究のため の有効利用	実機プラントを使用した安全研究のためのデータ採取や、廃止措置プラントの廃炉過程における放射化量の詳細な測定、使用済燃料の崩壊熱測定や非破壊分析、その他炉物理に係る種々パラメータの測定場としての利用の推進を通じて、実機プラントの最大限の有効利用を図る。また、新設プラントの研究利用に配慮した設計の推進や廃止措置予定プラントの実機ならではの測定データ取得への取り組みなど、実機の特性を生かした研究や教育の場として限られた設備を最大限に有効利用することを目指す。	中期・長期	取り組む主体：学・産・官