

特集

「放射化学の夢ロードマップ2024」の公開 —2021年度版の更新について—

篠原 厚 (教育部会長、大阪青山大)、佐藤 K 哲也 (JAEA)、佐藤 渉 (金沢大理工)、
三浦 勉 (産総研)、小池 裕也 (理事、明治大)、
鈴木 達也 (理事、長岡科技大)、稲垣 誠 (京大複合研)

[はじめに]

日本放射化学会は、2021年の法人化を機に、学会のビジョンや将来構想、方向性を会員及び広く一般に示すため、「放射化学の夢ロードマップ2021年版」を公開しました。その内容や策定の経緯は『「放射化学の夢ロードマップ」について』(「放射化学」45、33-38 (2022)) にまとめられています。そこに記載の通り、2年ごとに関係分野の部会のミッションとして更新をするという方針で、今回初めての更新作業を行いました。6月の社員総会の際に、更新案について学会員からのいわゆるパブリックコメントを受けており、その意見を踏まえ最終版を策定し9月の日本放射化学会第68回討論会(2024)の際に公開する運びとなっています。なお、更新作業は2021年から2年目にあたる2023年度(学会年度)内に行われましたが、実際の公開時期は2024年度になるため、「放射化学の夢ロードマップ2024」と称することとしました。

ここでは、更新の方針と内容、パブコメへの対応の説明、今後の予定などを簡単に報告することとします。

[更新の方針と作業の経緯]

当初の予定では、各部会で、2年を任期とする部会長の2年目の終わりの仕事として、それぞれの分野のロードマップの更新を検討し、それを基に、全体ロードマップ(公開版)の更新作業を行うものでした。その際、分野自体の見直しや社会貢献や基盤設備、社会情勢の変革については、全体で検討することとしていました。ただ、この2年の間に原子力化学・アクチノイド化学部会が設置されたこと、最初の版では若手の会の意見が反

映されてなかったことなどもあり、各部会でアサインされたロードマップ更新担当者からなるワーキンググループ(WG)を立ち上げ、まずは全体の方針を検討し、各部会での分野ロードマップの検討と並行して全体の作業を進めることとしました。なお、これまでの経緯も踏まえ、理事会の意向を受けて、篠原が更新WGの座長を務めました。WGは第1回(2024.3.28)、第2回(2024.4.22)、第3回(2024.5.10)の3回のWGを重ね、第1回と第2回で以下の方針で作業・検討が進められ、第3回目に理事会に提出した更新版(2024年版)の案を完成させました。さらに、6月の社員総会で受けたパブコメへの対応と公開版の策定、および本誌の内容確認のため、追加で第4回WG(2024.8.5)を行い、更新作業の終結としました。

更新作業の要点と方針

- 基本方針：各分野のロードマップ更新の内容を反映、全体版では現枠組みを基に更新
- 若手の会の意向：別途帯は設けず教育人材育成に意見を入れる、短中期をより具体的に
- 教育人材育成分野：前は短期部分のみだったため今回大幅更新を→部会で検討
- アクチノイド原子力分野：部会で検討→新たに分野の帯を作る
- 社会貢献の帯の再検討：アクチノイド原子力分野により内容再検討、医療分野の確認

[各分野ロードマップの更新と全体への反映]

以下、各分野の更新内容と全体ロードマップへの反映について簡単にまとめました。なお、各部会策定の分野ロードマップの更新版は、ここでは掲載しませんが、それぞれの部会ホームページに掲載されていますので、ご参照下さい。

若手の会からの要請

若手の会については、長期のロードマップを単独で策定することは若手の会に馴染まないことから、教育部会のロードマップ策定に参画し若手の観点から意見をを行うこととなりました。若手の会では、大学等の研究者の育成と同様に修士級技術者の育成も大切であると考え、「RI技術者の育成」をロードマップに入れることを提案しました。

核化学分野

核化学分野では、2021年度版の基本的なキーワードはそのままに、一部を整理し、学会全体ロードマップに示された大目標である「物質の究極的な理解」に向けて、核化学が果たしていく将来的な波及効果の広がりイメージを視覚化しました。キーワードは、近年医療用を含めた有用RI利用への注目が高まっていることなどを受けて一部アップデートしています。2021年度版核化学ロードマップにおいて将来的な目標として示していた「安全・安心長寿社会」は、分野単体で到達するものではなく、学会全体の社会貢献テーマとして取り組むべきものとして全体ロードマップに統合しました。

環境放射化学分野

福島第一原子力発電所をはじめとする廃炉や除染を含めた環境回復への取り組み、放射性廃棄物の再処理・地層処分・核変換処理への取り組みなど多くの社会活動において、放射性核種の環境挙動を定量的に評価し理解する「放射化学」が果たすべき課題は継続しています。環境放射化学の目標に大きな変化はないと考え、ロードマップの大きな改訂は行いませんでした。今回は学会全体のロードマップの中で目指すべきゴールを整理して、環境放射化学分野のテーマをシンプルに変更しました。「環境研究と周期表応用化学のフロンティアを拓く社会とつながる環境放射化学を目指して」を方針に、引き続き研究と教育、そして人材育成を進めます。

原子核プローブ分野

現在 J-PARC で計画が進んでいる高エネルギー陽子ビームを利用した核変換を物性研究に利用す

ることを核プローブ部会のみロードマップに盛り込みました。(これまでのものは、単に「新規プローブ開発」としていました。) また、これまでの学会全体のロードマップに記載されている「低速ミュオン・陽電子のビーム開発 / 短寿命核インビーム・オンライン法の最適化」の記述を「低速ミュオン・陽電子のビーム開発 / 核破砕片の RI ビームを利用した局所場測定」と変更して、上記の内容を含む形にしました。

放射化分析分野

放射化分析は原子炉、加速器を利用する原子核反応に基づく信頼性の高い元素分析法で、これまでも地質試料、宇宙化学試料、環境試料、標準物質の値付けなどに利用されてきました。この特徴を生かし、小惑星リュウグウ試料の分析にも JRR-3 と KUR が利用され成果をあげています。また、2021年度版ロードマップに示された福井県もんじゅサイトに新設される新試験研究炉の計画は、現在の施設・設備を向上した装置になるように設計・議論が進められています。全体的に考え、2021年度版ロードマップ作成時に挙げられたテーマと、大きな変化はないことから、テーマの変更は見送りました。

アクチノイド原子力分野

原子力化学・アクチノイド化学部会は、2023年に発足した新しい部会です。ロードマップ2021は、部会制が始まる前の分科会を中心に作られたものですので、原子力化学やアクチノイド化学に関する部分は、他の分野の帯の中に分散させて、記載いただいております。2024の更新版では、本分野のために独立した帯を作ったいただき、関連するものを一つにまとめました。本部会は、原子力化学(原子力に係る化学全般)とアクチノイド化学(アクチノイドに係る化学全般、ただし、ランタノイドの化学も含むfブロック元素全体も対象)としておりますので、真に基礎的な化学から、工学的な応用を目指したものの基礎・基盤となるべき化学まで幅広い分野まで含んでおります。そこで、まず、部会内のロードマップを作るにあたり、基礎的なものと応用的なものを分類し、それらの関係を明らかにすることから始め、

それらが目指すべき夢に繋がるようなロードマップを考えました。具体的には、基礎的なものとしては、f-ブロック元素の化学、同位体（安定同位体も放射性同位体も含む）に係る化学、超高放射線場や超高放射能場での化学を挙げて、それらが核種分離や核種分析、同位体濃縮や同位体製造、更には、核燃料サイクルや群分離と言った応用分野へ広がっていき、且つ、時間的に深化していき、最終的には、「持続的原子核エネルギー利用や同位元素の製造を通じた人類の福祉への貢献」に繋がっていくロードマップです。

教育人材分野

教育人材育成の分野では、現ロードマップ策定当初は、まだ部会設置前でもあり、準備委員会で検討中の見える範囲の内容のみを設定していました。今回、より長期的な視野と現在のAIやDXの急速な進展も踏まえ、未来社会での放射線放射能教育やアウトリーチ、人材育成がどのような形で進むかを部会内でWGを立上げかなり時間をかけて検討しました。また、更新WG設置以降は若手の会にも検討に加わってもらいました。その結果、現在も大きな課題である人材育成と社会における放射線の認識を大きな問題ととらえ、教育人材育成分野のサブタイトルとして、「社会や学術に貢献できる人材の輩出、中立の立場による情報発信、社会における認知・浸透」を掲げ、若手の会の意向も踏まえ、新たにゴールを「放射線リテラシーの向上、RI技術者・研究者の増加」と設定しました。10 - 20年あたりまでは現在進行中もしくは検討中の取組みがかなり反映されたもので、ある程度リアリティーを持たせ検討しています。ただ、より未来については、ヴァーチャル・AI技術の取り込みに加え、規制緩和なども想定したかなり希望的観測が入っており、今後社会の進展とともに更新を要すると考えています。

社会貢献、基盤設備、社会情勢の変革

社会貢献の分野は、本学会が多分野と連携し進めることが出来るであろうものであり、必ずしも学会単独で実現させることは想定していません。このことを明確にするために「多分野との連携による社会への貢献」としました。また、原子力関

連の分野を別に新たに加えたことにより、かなり整理されています。キーワードとして新たに原子力鉱山や放射線影響が加わりました。基盤設備に関しては、大きな更新はありませんが、福島国際研究教育機構（F-REI）が具体的に動き出したことから、同機構を基盤設備の位置づけで追加しました。社会情勢の変革は、昨今のAI・ロボット技術の台頭を受けて明示しています。

[パブコメへの対応、説明（言い訳）]

最初の公開版と同様に、今回も公開に先立ち学会員に向けてパブリックコメントを受け付けるプロセスを設けましたところ、色々な有用かつまた検討を要するコメントが寄せられました。まずは紙面を借りて御礼申し上げます。前回のコメントにも十分こたえられていない部分もあり、一部重なる部分もありましたので、ここでは個々に回答するのではなく論点を整理した形で、3種類に分けて対応と説明（と言い訳）を簡単に示します。

ロードマップの位置づけ

コメントの中に、ロードマップならより具体性やそれぞれの関係や連携が分かるようにすべきとの意見がありました。仰る通りですが、ロードマップの詳細は、別途、各分野のロードマップに記載があり、公開版（全体版）はそのエッセンスという位置づけです。簡略版ですが、全分野を一目で俯瞰的に見られるようにまとめることで、それぞれの関係を読み解くことができることを目指しています。ただ、まだその観点からは不完全な部分はあり、今後の課題と思っています。

ロードマップの形式（デジタル化）

上記とも関係しますが、各分野からある程度キーワードになる項目を挙げたために、やや複雑になり、かえって全体の方向性など大きな流れが見えにくくなっているきらいは否めません。コメントにもありましたが、デジタル版にして、一見非常にシンプルでインタラクティブなロードマップ（例えば項目をクリックすると詳細なロードマップや説明などが現れるような、もしくは3次元になるような）にする案は、初版のロードマップの際にもコメントもあり内部でも意見がありま

した。なかなか急には対応できませんが、引き継ぎ事項として検討は続けてゆこうと思っています。

個々の項目の更新・変更理由、進捗状況などの説明

更新の方針は、本誌で説明した通りで、個々の変更点については各分野の説明の中で可能な範囲で記載している通りです。また、ロードマップの進捗状況の評価は、ある程度の期間を決めて行うのが望ましいと考えています。その評価を受けての更新という流れが本来あるべき姿で、非常に重要な指摘かと思えます。理事会等で、更新作業に先立ちそのような評価過程を検討頂ければと思います。ただ、実際には2年周期でそれができるかということ、なかなか難しく、更新周期についての議論にも関係しますので、次章で少し検討することとします。

[終わりに、今後について]

初版のロードマップについて記した「放射化学」の記事(第45巻、33-38(2022))で、ロードマップについての期待が次のように述べられています。一會員の皆様自身のモノとして、我々の分野の紹介や會員間の交流の切っ掛けに活用いただき、さらに学生に夢を語る際のネタの一つにしていだければ、その役目の半分以上は果たせたと思います。—これはそのまま再度記したいと思います。もちろん、本ロードマップが、大きな予算獲得、行政へのアピールやマスタープランへの一助となることも期待しています。いずれにせよ、学会員が分野のこと、分野間や他分野との連携、人材のことなどを考える機会を持つことこそが肝要であり、ロードマップがその切っ掛けとなるのであれば、ある程度の周期で見直す機会を設けることは必要であり、大いに意味のあることだと考えています。

ロードマップの更新周期については、パブコメも含め多くの意見の中で、2年更新は、50年先まで記した長期的なロードマップに対して短すぎる

のではないかとの意見がありました。2021年度版は、分野ロードマップ検討のミッションを持つ学会の部会制度の前に作成したものであり、何とか公開できるところまでこぎつけたというものでした。また、若手の会は議論に入っていませんでしたし、原子力化学・アクチノイド化学部会は、その後、新しく設置されています。そこで、2021年度版をたたき台とし、少し落ち着いたところで部会として分野ロードマップを見直し更新することが出来た点で、それなりに意義はある更新作業であったと考えています。また、50年の長期スパンを掲げてはいますが、リアリティーのあるのはおそらく10-20年程度ですので、その部分の見直しはやはりある程度短期で見る必要はあろうかと思われます。そこで、5年もしくは、一つの節目ということでAPSORCの年(前の年)に更新し披露するというのもいいかも知れません。そのあたりは理事会で検討頂ければと思います。

最後に、せっかく部会でも検討頂いたロードマップですので、また学会の活性化と発展という観点からも、ロードマップをある程度の指針として具体的に活用してみたいかがでしょうか。例えば、それぞれの分野の性格や研究の進め方に合う形で、次の更新時期を目途に、ロードマップを指針として取り組みの計画を立てるのもいいかも知れません。また、前章でも書いていますが、更新に先立ち進捗状況も確認できれば、なお良い流れになります。さらに、学会員の皆さんが所属している組織の計画にも何らかの形で生かせるのではないのでしょうか。ただ、このロードマップは、あくまで我々の学会(分野)の教育研究のビジョンと夢を描くベースとして、現在一近未来から、未来の夢に至るまでのマイルストーン的なものを並べたもので、中期計画のようなものではないということ、最後に付け加えさせていただきます。

以上、更新作業の報告と、今後の期待を述べさせていただきます。



図 「放射化学の夢ロードマップ (2024年度版)」