

持続可能な社会構築に資する放射線技術の最前線 調査専門委員会
設置趣意書

原子力技術委員会

1. 目的

今日人類が直面している環境問題・エネルギー問題の本質を理解し、未来の持続可能な社会を構築するために、近年技術革新が著しい、新世代の放射線技術が重要な役割を果たすことは論を俟たない。極微量の存在度の特殊な核種の分析から環境動態の全く新しい側面が明らかになり、特定の元素の材料中の挙動の解明が燃料電池等のキーデバイスの開発に決定的な役割を果たす。ここでは「微量分析」の技術が大きな役割を果たすが、これも放射線技術の一つである。一方、持続可能な社会に欠かせない「医療技術」においては、イメージング技術が重要である。放射線を使ったイメージング技術は古くはX線を利用した撮像、ラジオグラフィから、近年はSPECT、PETといった医療用イメージング技術まで広く利用されている。また、コンプトンカメラ等も廃炉や放射線環境影響評価研究に有用な技術であり、イメージングだけでなく、定量性も備えるなど、その技術は日々進歩している。また、社会インフラにおける大型構造物の安全性評価にも、放射線計測の技術が利用されつつある。このように、放射線技術は、短期スパンの実用的な問題から、中長期における人類の生存に関わる問題まで、幅広い領域で現に貢献しており、今後もさらなる技術開発によってより大きな貢献が期待される。本委員会では、放射線技術の先端領域を概観し、将来の方向性を考察することを目的とする。

なお、本委員会は、2021（令和3）年4月～2023（令和5）年3月を活動期間とする、「放射線を利用した微量分析およびイメージング技術調査専門委員会」の成果を踏まえ、より発展的な課題に取り組むものとして新設される。前委員会では、「微量分析」「イメージング」を起点としながら、放射線利用の最前線の研究をレビューしてきた中で、放射線および放射線計測を利用した技術は、未来の持続可能な社会構築に“貢献”できるばかりでなく、“不可欠”なものであるとの認識を得たため、より広範な調査を行い、放射線技術の可能性を探ることを目的とするものである。

2. 背景および内外機関における調査活動

近年、地球温暖化やそれに伴う気候変動が人類共通の課題として認識されている。さらに地球温暖化の原因として人類の排出した二酸化炭素が挙げられるに至り、人間活動が環境に与える影響についての関心が高まっている。気候変動は食料問題とも直接関係し、また、二酸化炭素の排出は、近代社会における人類の生産活動に直結しているエネルギー生産の問題にも関わることになる。現在、人類は、20世紀的価値観に基づいて推進してきた生産効率追求の行動様式を自省し、持続可能な社会システムを構築しようとしている。

持続可能な社会構築において4つのキーワード「環境」「エネルギー」「医療」「社会インフラ」が挙げられる。これら4つのキーワードに対して、放射線技術が大きく貢献できる。

「環境」問題の解決や、持続可能な環境維持に関しては、地球環境動態の正しい理解が不可欠である。断片的な観測データによる不確定性の大きい仮説に惑わされない認識を得るために、環境中に存在する微量な元素や同位体が注目されている。たとえば、宇宙線によって生成する ^{10}Be 、 ^{14}C といった長半減期放射性核種は、地球上の天然アーカイブ中に過去の気候変動記録を保持している。また、人類の核利用によって生成した ^{36}Cl 、 ^{129}I 、 ^{236}U などは、人類が環境に影響を与えた時代「人新世（Anthropocene）」の優れた指標となっている。これらの核種は、放射線技術の一つであるビーム分析の手法で検出可能である。「エネルギー」分野では、たとえば、燃料電池の効率化や水素ストレージに関するメカニズム解明、Liイオンバッテリーの性能向上のためには、微量元素

の挙動を解明することが重要であり、ビーム分析の手法が注目されている。「医療」では、近年核医学の進歩が目覚ましいが、そこでは当然 RI が使われるため、用途・条件に応じた放射線場の評価が不可欠である。また、イメージングは最適な医療のために欠かせない技術であり、近年の技術進展により高感度化や多核種同時撮像、高分解能化が進められているほか、RI マイクロスコープやそれらの技術を利用した生体、植物などへの適用による生体機能解明などへの応用が期待されている。「社会インフラ」については、社会を構築する大型構造物の安全性確保のために、非破壊での劣化度合評価には放射線技術の利用が今後拡大していくと見込まれる。また、廃炉や汚染モニタリングも広い意味では「社会インフラ」の分野ということもできよう。

本調査委員会では、2021（令和3）年4月～2023（令和5）年3月を活動期間とする、「放射線を利用した微量分析およびイメージング技術調査専門委員会」での成果・経験を踏まえ、放射線技術を研究フェイズの観点から、3つのレベルに着目することとした。すなわち、

1. 基礎レベル（放射線に関わる物理・化学の研究。放射線の発生や検出の原理に関わる研究）
2. 検出器レベル（実用センサーの開発、検出器開発、分析手法開発）
3. 応用研究レベル（幅広い理工学の応用研究、放射線利用技術）

であり、相互のレベル間での要望・応答によって全体としての技術、科学的知見が進んでいくと認識している。

本調査委員会では、持続可能な社会構築に関する4つのキーワードに関連する研究や技術開発の最前線を概観するとともに、上記のレベル間の相互作用を意識した専門委員会を企画し、相互作用のダイナミクスを明らかにすることによって、放射線技術の将来像を考察する。

3. 調査検討事項

調査検討事項として、

- ・先端計測技術を支える新たなセンサー原理の研究動向
 - ・分析、イメージングを支えるセンサー・検出器の開発動向
 - ・フェムトレベル核種分析（AMS）の技術動向：環境解析技術の進展
 - ・ビーム分析を支える加速器の技術動向
 - ・ビーム分析（NRA, HI-ERDA 他）：燃料電池、水素ステーション、Li バッテリーなど次世代エネルギー戦略の要となるプロセス技術への貢献状況
 - ・バイオイメージング：医療への応用（RI マイクロスコープ、RI イメージング、RNA 解析）、植物などの生体機能解明への応用状況
 - ・極微量 RI のトレーサー利用、マイクロドーズ、レーザー技術の動向
 - ・放射線技術を利用した応用研究の調査
 - ・基礎技術開発と応用研究の相互発展の事例調査
 - ・核融合を支えるプラズマ診断技術
- 等を考えている。

4. 予想される効果

本調査専門委員会では、持続可能な社会構築のための最先端放射線技術について調査し、環境問題・エネルギー問題・医療・社会インフラなど、人類共通の重要事項に対する貢献の将来展望を得る。また、放射線技術に関わる3つのレベルに着目し、レベル間の相互作用のダイナミクスを浮き彫りにすることによって、今後の技術開発の方向性の提案へとつながる知見を得る。成果は調査専門委員会報告書としてまとめ、関係者に広く周知する。

5. 調査期間

2023（令和5）4月～2025（令和7年）3月

7. 活動予定

委員会 4回／年、 研究会 2回／年

8. 報告形態

電気学会技術報告をもって成果報告とする。