

## ラジオフォトルミネッセンス (RPL) の基礎と応用 Principles of radiophotoluminescence (RPL) and applications

金沢工大<sup>1</sup>, 千代田テクノ<sup>2</sup>, 奈良先端大<sup>3</sup>, サスカチュワン大<sup>4</sup>

○岡田豪<sup>1</sup>, 小口靖弘<sup>2,1</sup>, 柳田健之<sup>3</sup>, Safa Kasap<sup>4</sup>, 南戸秀仁<sup>1,2</sup>

KIT<sup>1</sup>, Chiyoda Technol<sup>2</sup>, NAIST<sup>3</sup>, Univ. Saskatchewan<sup>4</sup>

°Go Okada<sup>1</sup>, Yasuhiro Koguchi<sup>2,1</sup>, Takayuki Yanagida<sup>3</sup>, Safa Kasap<sup>4</sup>, Hidehito Nanto<sup>1</sup>

E-mail: go.okada@neptune.kanazawa-it.ac.jp

ラジオフォトルミネッセンス (RPL) とは、放射線との相互作用により物質中に発光中心が形成される現象を指す。安定に形成された発光中心は従来のフォトルミネッセンス (PL) により容易に観測され、その強度は発光中心の数、即ち積算放射線量に比例する事から、被ばく線量計測が可能である。RPL と同様に放射線計測に用いられる蛍光現象としてシンチレーション、熱蛍光および輝尽蛍光などが挙げられる。シンチレーションは即発的な蛍光現象である事からリアルタイム計測に優れているものの、蓄積線量を蛍光として記録する事はできない。また、熱蛍光や輝尽蛍光は記録された蛍光信号の読み取りに伴い記録情報が失われるため、1度きりの読み取りに限られる。一方、最適化された材料では、RPL として形成された発光中心は読み取りに伴う励起光下や室温下などの環境においても記録情報が失われる事は無く、何度も繰り返し記録情報を読み取る事が可能である。この様な特徴の違いから、RPL を用いる事により従来の蛍光現象では困難であった放射線計測が実現できる可能性を秘めている。

RPL を示す既存材料として Ag 添加リン酸ガラス、LiF および  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{:C,Mg}$  が挙げられる。しかし、認識されている RPL 材料の数は他の蛍光現象と比較しても極端に少なく、包括的な現象理解や新しい応用展開への隔たりとなっている。この様な中、我々は積極的な材料探索を推進し、これまでに添加 Sm や Eu イオン等の価数変化を利用したもの、Ag イオンの発光を利用したもの、格子欠陥の状態変化を利用したもの等、計 20 種類以上を超える新しい RPL 材料の創出に成功した。なかでも、Sm イオンの価数変化においては母体材料のバンドギャップエネルギーが一定値以上の時に RPL 特性を示す傾向が認められた。この事から、材料系の幅を超えた包括的なアプローチにより現象理解が進み、今後の材料設計指針の構築に繋がる事が期待される。

RPL の応用例として、個人被ばく線量計が挙げられる。上述の通り、RPL として記録された情報は繰り返し何度も読み出す事ができる事から、読み出しに伴う統計的な誤差を最小限に抑える事ができ、高い信頼性による被ばく線量計測が可能である。この特徴から、2000 年より RPL を用いた線量計が「ガラスバッジ」として千代田テクノより実用化されている。また、新たな応用展開の例としてマイクロビーム放射線治療 (MRT) が挙げられる。MRT では高線量率 (~100-1000 Gy/s) かつ微細 (~20-50  $\mu\text{m}$ ) な X 線ビームが治療に用いられるが、既存放射線検出器では線量分布を正確に計測する事が困難であった。この様な中、我々は高線量に感度を有する新規 RPL 材料の開発を行い、上記ビームの正確な計測に成功されている。