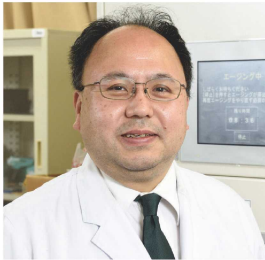


原子力技術応用工学科

キーワード

放射線化学、放射線治療、化学線量計、ゲル線量計、放射線可視化技術



教授 / 博士 (工学)

砂川 武義

Takeyoshi Sunagawa

学歴

福井工業大学 工学部 応用理化学科、福井工業大学大学院 工学研究科 応用理化学専攻 修士課程、福井工業大学大学院 工学研究科 応用理化学専攻 博士課程

経歴

日本学術振興会特別研究員、大阪大学産業科学研究所客員助教授、福井工業大学講師、助教授/准教授

相談・講演・共同研究に応じられるテーマ

放射線の医療利用、放射線化学の基礎過程及び応用、放射線の遮蔽技術、放射線の可視化技術

メールアドレス

sunagawa@fukui-ut.ac.jp

主な研究と特徴

「放射線医療用高感度ゲル線量計の開発」

人体に負担が少ない放射線を使用したがん治療は、高齢化社会において重要である。特に、陽子線、重粒子線、中性子線等を使用したがん治療は、研究段階から実用段階へと進み、今後このような放射線を使用する治療施設が増えると考えられる。放射線を使用したがん治療において、放射線の可視化は正確な線量分布の評価のために必要不可欠な技術である。現在、可視化技術の中で、生体成分と同等の組成を持つ、ゲル状化学線量計（ゲル線量計）の研究において、ポリマーゲル、フリッケゲル、色素ゲル等開発されているが、反応性、安全性、容易性、コスト等実用化に対して多くの課題を持つ。本研究は、部分ケン化ポリビニルアルコール（PVA）とヨウ化カリウム（KI）を原料に、従来の化学線量計とは異なる反応性を持ち、高感度で、人体に安全で、作製が容易で、コストが安く、安全に廃棄処理しやすい特徴を持ち、ゲル線量計の中で放射線の可視化にすぐれた特性を持つゲル線量計の開発を試みた。

本研究で開発したPVA-KIゲルは、KIが放射線照射により分解し、ポリヨウ素 I_3^- を生成する。 I_3^- はPVAと錯体を形成し、赤色に発色する。また、PVAをゲル化させるために架橋剤として使用したホウ砂と化学架橋を制御するために添加した還元性単糖類は、赤色に発色したPVA-KIゲルを50°Cで約6時間加熱することにより、透明に戻すことが出来る反応に寄与する。これは、他のゲル線量計にはない特性であり、再利用性を持つことを意味している。

PVA-KIゲルの性能をテストするため、日立社製X線照射装置MBR-1520R-3使用し、吸収線量 0.5Gy～10Gyの領域でX線照射を行った。X線照射後、StellarNet社製 Black Cometシステムの紫外可視分光光度計を用いてPVA-KIゲルの吸光度測定を行った。ここで、吸光度測定は、吸収波長 300nm～700nmの領域で測定を行った。測定試料は、250mlの透明なプラスチック容器に封入した。ここで、容器は、酸素を遮断するためゲルで満たし、酸素バリア性能のあるPET容器を使用した。図1 (a)に示すように、PET容器の上にX線の遮蔽体として金属製の硬貨を設置し、上方からX線を照射した。図1 (c)に示すように、硬貨が置かれた領域は遮蔽され、色のコントラストを目視で確認することが可能である。次に、吸光度を測定するために、ポリスチレン製ディスポセルにPVA-KIゲルを封入し、X線を照射を行った。図2、3に吸光度測定の結果を示す。図2に吸収スペクトルの結果を示す。吸収スペクトルは490nmに極大を示す。また、図3において490nmにおける吸光度は吸収線量に比例して増大することが分かった。以上の結果より、本研究で開発したPVA-KIゲル線量計は、放射線治療における放射線の可視化手法として他のゲル線量計にはない有用な特性を持つものであると考える。

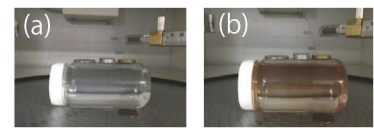


図1. Gel filled bottle and Gel sheet in X-ray Irradiation: (a) before irradiation, (b) after exposure

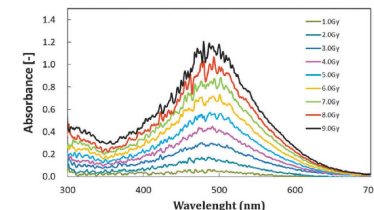


図2. The result of absorption spectrochemical analysis

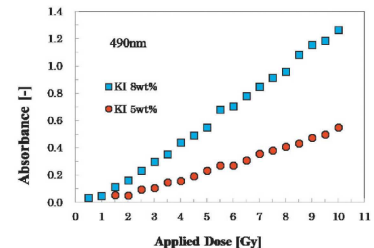


図3. Result of absorbance at 490 nm by X ray irradiation

今後の展望

以上に述べたように現在、放射線を用いたがん治療は、X線のみでなく、陽子線や重粒子、中性子線等の様々な放射線が利用されている。今後、超高齢化社会において、体に負担が少ない放射線がん治療は更なる発展を迎える予想される。現在、放射線がん治療に使用する吸収線量 2Gy以上の放射線の可視化技術に関しては、約90億円の潜在的な市場規模を持っており、世界的にその主導権を握るべく研究が進められている。純粋な国産技術として本PVA-KIゲル線量計が生まれ得たことは、非常に喜ばしいことである。

今後、PVA-KIゲル線量計の特徴である、放射線照射し赤く発色したゲルを加熱により透明化する再利用性に関する反応メカニズムの解明が進み、より最適化されたゲル線量計開発につながると考える。

また、KI への放射線照射による I_3^- 生成を増感させる資材の研究が進み、より低線量域で使用可能なゲル線量計開発を、今後の研究展望にする。

所属学会

一般社団法人 日本放射線化学会 (平成4年～現在)
公益社団法人 日本化学会 (平成4年～現在)
一般社団法人 原子衝突学会 (平成4年～現在)
一般社団法人 日本原子力学会 (平成17年～現在)

主要論文・著書

特許第6714231号「放射線感応性ゲルインジケータ、及びその調製方法、及びその使用方法、及びその処理方法」発明者 砂川武義 他12名 (出願日2016年7月20日、登録日2020年6月9日)

砂川武義 他14名「PVA-KI系ゲルインジケータの開発」福井工業大学研究紀要 47号, pp. 105-110, (2017)

「放射線化学のすすめ」日本放射線化学会(編集)学会出版センター(2006年ISBN4-7622-3050-2)