

令和 5 年 6 月 7 日現在

機関番号：82110

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2022

課題番号：19K15947

研究課題名（和文）磁場を利用した非接触型オートラジオグラフィ技術の開発

研究課題名（英文）Development of non-contact autoradiography technology using magnetic field

研究代表者

栗田 圭輔（Kurita, Keisuke）

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構・原子力科学研究部門 原子力科学研究所 物質科学研究センター・研究職

研究者番号：10757925

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、新しいオートラジオグラフィ技術を開発した。この技術を用いることで、イメージングプレートと試料との間が離れていても、試料中のRI分布をIPに投影することができる。この新しい技術を検証するために、オートラジオグラフィ実験が行われた。オートラジオグラフィの結果、IPと試料の距離が30mmと離れていても、試料中のRI分布をIPに投影できることが確認された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、多くの分野で広く利用されているオートラジオグラフィにおいて、イメージングプレート（IP）と試料との間に距離がある場合でも、そのRI（放射性同位元素）分布像を取得できるようにすることを目的としている。本研究の結果から、強度の強い磁場が必要とはなるが、IPと密着できないような試料でも、本技術を用いればRI分布の調査が可能であることが示唆され、様々な応用利用が期待される。

研究成果の概要（英文）：In this study, we have developed a novel autoradiography technique. Using this technique, the RI (radioisotope) distribution in a sample can be projected onto an IP (imaging plate) even if the distance between the IP and the sample is far. In order to prove the new technique, an autoradiography experiment was performed. The autoradiographs showed that the RI distribution in the sample can be projected onto IPs even in the distance of 30 mm between the IP and sample.

研究分野：RIイメージング

キーワード：オートラジオグラフィ RI イメージング

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

東京電力福島第一原子力発電所(1F)の事故により放出された放射性物質や、汚染土壤に含まれるヒ素等の有害元素に対し、植物体内におけるその集積箇所の解明が、安全な作物供給のために必要である。また、乾燥地での不適切な灌漑により塩分が土壤中に集積し、作物の生育に多大な影響を与える塩類障害が世界的な問題となっている。さらに、地球温暖化が引き起こす海面上昇による農地の塩害も予測される。このような中、Na等に対する植物の応答やその貯蔵といった生理機能を解明し、塩ストレス耐性の優れた作物を開発することが、安定した食糧生産を可能とするために重要な課題となっている。以上の観点から、植物の組織・器官レベルにおける様々な元素の分布や蓄積の様子を観察し、その生理機能を解明することが急務となっている。

オートラジオグラフィ法は、観察対象とする試料から放出される電離放射線(線等)の強度分布を写真乾板やイメージングプレート(IP)等で観察する手法である。試料をIPへと密着させて撮像するため、放射性同位元素(RI)を利用した他のイメージング技術と比べ高感度、且つ分解能の良い画像を容易に取得できる。またポジトロン放出核種を必要とするPET(陽電子放射断層撮影)よりも利用できるRIの種類が多い。しかしながら、IPを感光させる線がRIから全方向へと放出されることから、IPと試料との距離が少し離れるだけで像がぼけ、感度も低下するという問題があった。

### 2. 研究の目的

本研究では、あらゆる植物における様々な元素分布を可視化することを目的とし、IPと試料を密着させることなく鮮明なRI分布画像を取得する「非接触撮像可能なオートラジオグラフィ技術」を開発する。具体的には、従来のオートラジオグラフィ技術に磁場を組み合わせることで、線の進行方向を制御しこれを実現する。撮像対象となるRIが放出する線は荷電粒子であるため、磁場の影響によりその進む方向が変化する。例えば、図1のような磁場中に斜めに侵入した線は磁力線に沿って螺旋運動をする。これを利用し、試料とIPとの間に適切な磁場をかけることで、試料中のRI分布像をIPへと投影する。

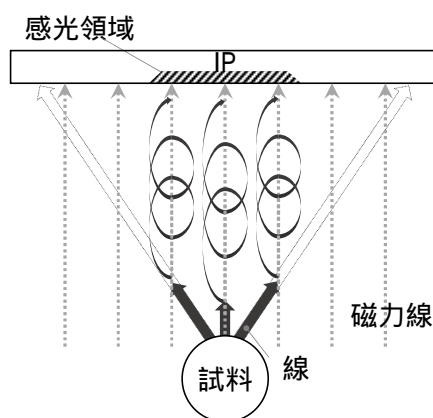


図1 本手法の原理図.

### 3. 研究の方法

本技術を検証するために、点線源を用いた実験を実施した。点線源は100kBqのCs-137を4mmの濾紙に吸わせたものを使用した。これを図2のように磁石間にIPと共に設置し、点線源の像をIPへと投影する。磁場をかける磁気回路は、2つの磁石が30mm離れた状態で対面となるようなものを設計・製作した。製作した磁気回路の写真を図3に示す。磁石間の磁力密度はそれぞれ200mT, 400mT, 650mTとなるようにした。撮像では、まずIPと点線源との距離を一定にし、かける磁場の強度を0mT, 200mT, 400mT, 650mTと変化させた実験を実施した。これにより、磁力密度と投影像の解像度との関係を明らかにする。次にかける磁場の強度は一定(650mT)とし、IPと点線源との距離を0-30mmの間で変化させた。これによりIPと試料間

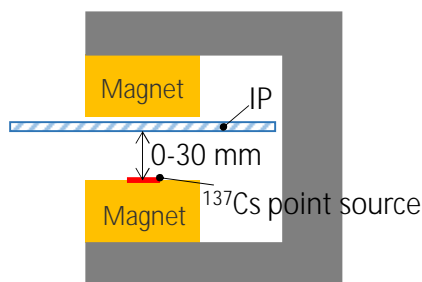
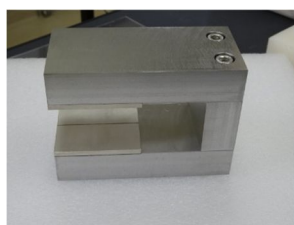
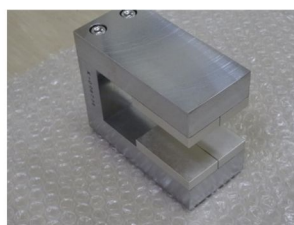


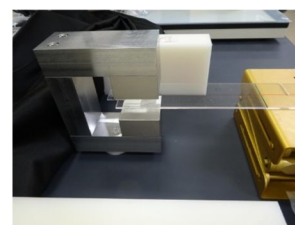
図2 本手法の原理図.



200 mT



400 mT



650 mT

図3 開発した200mT, 400mT, 650mTの磁気回路.

の距離が投影像に及ぼす影響を調べた。更に、実際に Cs-137 を吸わせた植物の葉を撮像することで、本技術の有用性について調査した。

#### 4. 研究成果

図4は、点線源とIPとを30mm離れた状態で、磁場の強度を0mT, 200mT, 400mT, 650mTと変えた場合のIPへの投影像の変化を示したものである。点線源とIPとを30mm離れた状態で磁場をかけない(0mT)場合、Cs-137から放出される線が拡散してしまい、ほとんど像にならない。しかしながら200mT, 400mT, 650mTとかける磁場の強度を強くしていくことで、より解像度の高い投影像が得られることがわかる。また、この投影像の拡がり(ラーム半径)は磁場中における線の理論的な運動半径(ラーム半径)とおおよそ一致していた。図5は650mTの磁場をかけた状態で、IPと点線源との距離を10mm, 20mm, 30mmと変化した場合のIPへの投影像である。距離を変化させたことによる、投影像の拡がりの変化は見られなかった。しかしながら、距離を離すことで、IPへと到達できる線の本数は少なくなるはずである。このためあまり距離を離すと、十分な統計を得るのが難しい可能性があることが示唆される。植物の葉を用いた実験では、実際にIPと試料とが密着していない場合でも、RIの分布画像が取得できた。以上の結果から、強い磁場が必要とはなるが、本技術が植物実験に有効であることが示唆された。

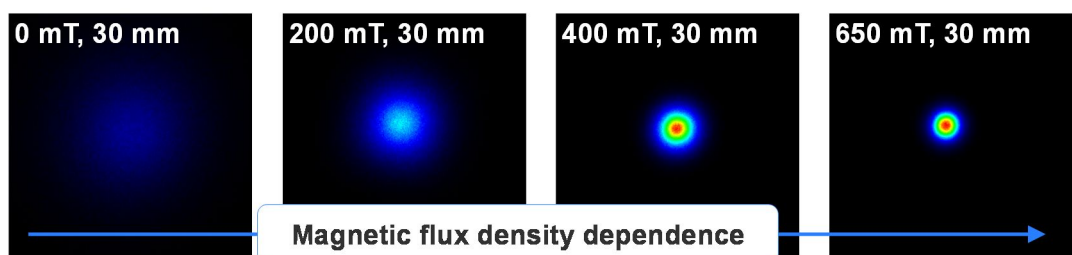


図4 Cs-137点線源とIPとを3cm離れた状態で、かける磁場を0mT, 200mT, 400mT, 650mTと変化した際の投影像。

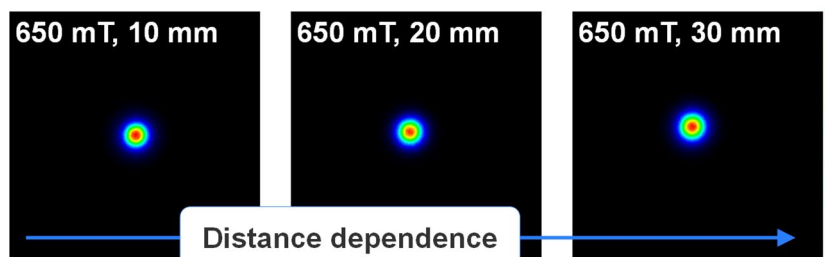


図5 650mTの磁場をかけた状態で、IPとCs-137点線源との距離を10mmから30mmまで変化した際の投影像。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Keisuke Kurita, Takuro Sakai, Nobuo Suzui, Yong-Gen Yin, Hiroshi Iikura, Naoki Kawachi
2. 発表標題 Development of projection autoradiography technique using magnetic fields
3. 学会等名 2021 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

2020年度JST「新技術説明会」にて本研究成果を発表 <a href="https://shingi.jst.go.jp/list/list_2020/2020_jaea.html">https://shingi.jst.go.jp/list/list_2020/2020_jaea.html</a>
--

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------