

課題番号	GS007
------	-------

**先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム)  
実施状況報告書(平成 25 年度)**

本様式の内容は一般に公表されます

研究課題名	アイソトープイメージング技術基盤による作物の油脂生産システム向上に向けての基礎研究
研究機関・ 部局・職名	東京大学・大学院農学生命科学研究科・教授
氏名	中西 友子

**1. 当該年度の研究目的**

昨年度までに、アイソトープ・イメージング技術の向上を図ることができた。1. マクロ RRIS (Real-time Radioisotope Imaging System) を改良し、軟β線放出核種 (<sup>14</sup>C、<sup>35</sup>S、<sup>45</sup>Ca など) の検出が可能となった。2. ミクロ RRIS の改良も進み解像力が向上した。3. シロイヌナズナを様々な条件下で水耕栽培し、種子重量や分子数などの基礎知見を得た。4. マクロ RRIS で気体状の放射性物質を扱えるように改良した。5. 重金属も含めた元素挙動の可視化が可能となった。6. 養分元素が異なる条件での油脂生産量を測定した。7. <sup>14</sup>C 標識代謝産物を追跡するための分析手法を検討した。8. 本研究の意義について、一般の人への解説を行った。そこで、平成 25 年度は本プロジェクトの最終年度にあたるため、目的を本研究の大きな柱である、マクロとミクロの更なるイメージング技術開発と、油脂生産量を規定する検討項目を絞った。個体あたりの油脂生産量は種子の①質的要素と②数的要素で決まる。そこで、まず、養分元素量を 10000 倍変化させた環境下で生育させたシロイヌナズナを用い、質的要素として、一粒の種子重量、種子中の油脂含有率、C・N の含有率を調べる。また、数的要素として、個体あたりの莢数、莢中の種子数を調べる。特に質については、種子へどのように養分が運ばれるかを知るため、部位ごとの C・N 量、各完熟莢中の C・N 分布、心皮厚と種子一粒重量の相関性を調べる。また、種子の数的要素については、収量に直結する莢数が問題となるが、生育過程において、莢数の増加過程における茎と枝の定義をどのように考えるのか、特に主茎と分枝の莢数などについても検討を加えることとした。また、ミクロのイメージング技術開発では、シンチレータの塗布による立体的な画像取得法についても検討を行う。

**2. 研究の実施状況**

本研究で改良したマクロ/ミクロ RRIS と <sup>14</sup>C 標識二酸化炭素トレーサーを用いることで、光合成で固定された炭素が種子に至るまでの時間・空間的経路を追跡することが可能となった。しかし油脂生産量は単純な光合成量およびソース器官への炭素輸送量のみでは決定されないため、本プロジェクトの目的を達成するには植物体内における炭素代謝系が施肥によってどのように変化するかを調査することが有用であろうと考察された。そのため、様々な組織、吸収様式において <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> を吸収させた植物を、RRIS を用いて可視化したところ、シンク・ソース組織の関係を解析できる可能性が見出された。窒素、リン、カリウムの濃度を夫々10000 倍変化させた条件下と全養分元素を含

様式19 別紙1

む条件下でシロイヌナズナの栽培試験を行い、各種の施肥条件で育てた植物個体の油脂生産量を規定する要素（個体あたりの枝数、枝当たりの莢数、莢あたりの種子数、種子あたりの油脂含有率）を網羅的かつ継時的に計測し、どの要素がいつ変化することが油脂生産向上に影響するか、また、施肥によって各要素はいかように変化するのかという基礎データを取得した。植物体の莢数、莢あたり種子数、および各種子重量を調べたところ、莢数の変化は窒素が最も影響を与え、莢あたりの種子数は個々の養分元素濃度よりも養分全体の濃度が影響することが示された。また、莢を多くつける条件で種子数、莢および各種子重量が増加することが示された。施肥の面からはN、P、Kを莢数が増加する際に与えると効果的である。つまり莢が出来上がったところでN、P、K量を変化させてもあまり収量には変化がないことが示された。

3. 研究発表等

<p>雑誌論文 計5件</p>	<p>(掲載済み一査読有り) 計5件 Sugita, R.; Kobayashi, N.I.; Hirose, A.; Tanoi, K. and Nakanishi, T.M., “Evaluation of in Vivo Detection Properties of <sup>22</sup>Na, <sup>65</sup>Zn, <sup>86</sup>Rb, <sup>109</sup>Cd and <sup>137</sup>Cs in Plant Tissues Using Real-Time Radioisotope Imaging System”, <i>Physics in Medicine and Biology</i> 59 837-851 (2014). Saito, T.; Kobayashi, N.I.; Tanoi, K.; Iwata, N.; Suzuki, H.; Iwata, R. and Nakanishi, T.M., “Expression and Functional Analysis of the CorA-MRS2-ALR-Type Magnesium Transporter Family in Rice”, <i>Plant and Cell Physiology</i> 54 1673-1683 (2013). Sugita, R.; Kobayashi, N.I.; Hirose, A.; Ohmae, Y.; Tanoi, K. and Nakanishi, T.M., “Nondestructive Real-Time Radioisotope Imaging System for Visualizing <sup>14</sup>C-labeled Chemicals Supplied as CO<sub>2</sub> in Plants Using <i>Arabidopsis Thaliana</i>”, <i>Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry</i> 298 1411-1416 (2013). Ohmae, Y.; Hirose, A.; Sugita, R.; Tanoi, K. and Nakanishi, T., “CARBON-14 LABELLED SUCROSE TRANSPORTATION IN AN ARABIDOPSIS THALIANA USING AN IMAGING PLATE AND REAL TIME IMAGING SYSTEM”, <i>Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry</i> 296 413-416 (2013). Hirose, A.; Yamawaki, M.; Kanno, S.; Igarashi, S.; Sugita, R.; Ohmae, Y.; Tanoi, K. and Nakanishi, T., “Development of a <sup>14</sup>C Detectable Real-Time Radioisotope Imaging System for Plants under Intermittent Light Environment”, <i>Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry</i> 296 417-422 (2013).  (掲載済み一査読無し) 計0件 (未掲載) 計0件</p>
<p>会議発表 計 14 件</p>	<p>専門家向け 計6件  Nakanishi, T.M.; Kobayashi, N.I.; Hirose, A.; Saito, T.; Sugita, R.; Suzuki, H.; Iwata, R. and Tanoi, K., “Development of real-time radioisotope imaging system to study plant nutrition”, <i>APSORC’13(5th Asia-Pacific Symposium on Radiochemistry ’13)</i>, Kanazawa (Japan) (2013, Sep 22-27). 杉田 亮平; 斉藤 貴之; 小林 奈通子; 広瀬 農; 田野井 慶太郎; 中西 友子, “リアルタイム RI イメージングを用いた多核種の輸送動態解析”, <i>日本土壌肥料学会 2013 年度名古屋大会 名古屋大学</i> (2013, Sep 11-13). 廣瀬 農; 根岸 辰成; 田野井 慶太郎; 中西 友子, “凍結切片マイクロオートラジオグラフィによる植物微小組織内における放射性トレーサー分布の可視化”, <i>日本土壌肥料学会 2013 年度名古屋大会 名古屋大学</i> (2013, Sep 11-13). Nakanishi, T.M., “Development of real-time radioisotope imaging system to study plant nutrition”, <i>IPNC 2013 (XVII. International Plant Nutrition Colloquium) Istanbul (Turkey)</i> (2013, Aug 19-22). 杉田 亮平; 廣瀬 農; 小林 奈通子; 田野井 慶太郎; 中西 友子, “リアルタイム RI イメージ</p>

様式19 別紙1

	<p>ングシステムにおける C-14 の定量性”, 第 50 回 アイソトープ・放射線研究発表会 (東京大学) 1a-II-05 (2013, Jul 3-5).</p> <p>廣瀬 農; 田野井 慶太郎; 中西 友子, “Microautoradiography of fresh-frozen plant tissue section. (植物試料凍結切片中の元素分布測定に適したマイクロオートラジオグラフィー手法の検討)”, 第 13 回東京大学生命科学シンポジウム (東京大学) 19 (2013, Jun 8).</p> <p><b>一般向け 計8件</b></p> <p>中西友子 放射線の基礎と利用 墨田区学校長会 RI協会、6月17日 (2013)</p> <p>中西友子 リンのリアルタイム動態について リン資源協会 東京証券会館、7月19日 (2013)</p> <p>中西友子 放射線が拓く生命の謎 創造性の育成塾 富士通研修所、8月5日 (2013)</p> <p>中西友子 放射線を知ろう 市川学園、9月7日 (2013)</p> <p>中西友子 植物の生命活動を観る～放射線の活用～ かずさDNA開所記念講演会 かずさDNA、10月12日 (2013)</p> <p>中西友子 植物研究ツールとしての放射線 社団法人 未踏科学技術協会 特別講演会 虎の門商工会館、12月10日 (2013)</p> <p>中西友子 放射線が拓く生命の謎 東京大学物理学教室コロキウム 小柴ホール、1月10日 (2014)</p> <p>中西友子 植物の放射線イメージング 学振186委員会と電頭 141委員会合同 山上会議所 1月30日 (2014)</p>
図書 計0件	
産業財産権 出願・取得 状況 計0件	(取得済み) 計0件 (出願中) 計0件
Webページ (URL)	放射線植物生理学研究室、最先端・次世代研究開発支援プログラム ( <a href="http://park.itc.u-tokyo.ac.jp/radio-plantphys/next.html">http://park.itc.u-tokyo.ac.jp/radio-plantphys/next.html</a> )
国民との科 学・技術対話 の実施状況	イメージング技術や放射線の利用について、中学生を対象とした創造性の育成塾 (8/5) や、中高生を対象とした市川学園での話 (9/7) を行った。また墨田区の学校長を対象とした話 (6/17) も RI 協会で行い、本プロジェクトで発展させてきた技術についての広報を行った。その他、福島関連の発表の中の一部に本プロジェクトで開発したイメージング画像を示すことができた。(例えば 7/19 リン資源サイクルシンポジウムにおける講演)
新聞・一般 雑誌等掲載 計0件	
その他	

4. その他特記事項

【教育面】

福島第一原発事故以来、放射線についての教育プログラムを始めている。その中で、本イメージングを中心とした研究開発についての成果を取り込んでいる。昨年に引き続き、東京大学農学部の専攻横断的な教育プログラム、アグリコクーンの、「農における放射線影響フォーラムグループ (FG6)」をベースとして以下の教育を開始し、学生の単位取得科目としている。

- ・学部講義 夏学期月曜 6 限 「農業環境の放射線影響」
- ・大学院講義 夏学期月曜 6 限 「農業環境における放射線影響ゼミナール」

放射線教育は、上の座学だけでなく、牧場や福島現場における実習も開始した。

## 様式19 別紙1

### 【一般の人への発信】

本申請者は福島第一原発事故以来、各団体などからの依頼で放射能や放射線についての説明会や講演を行ってきているが、その中で、本研究の主軸となるアイソトープを用いたリアルタイムイメージング技術やその応用について、入れ込んで説明をしてきている。

## 実施状況報告書(平成25年度) 助成金の執行状況

本様式の内容は一般に公表されません

## 1. 助成金の受領状況(累計)

(単位:円)

	①交付決定額	②既受領額 (前年度迄の 累計)	③当該年度受 領額	④(=①-②- ③)未受領額	既返還額(前 年度迄の累 計)
直接経費	123,000,000	105,550,000	17,450,000	0	0
間接経費	36,900,000	31,665,000	5,235,000	0	0
合計	159,900,000	137,215,000	22,685,000	0	0

## 2. 当該年度の収支状況

(単位:円)

	①前年度未執 行額	②当該年度受 領額	③当該年度受 取利息等額 (未収利息を除 く)	④(=①+②+ ③)当該年度 合計収入	⑤当該年度執 行額	⑥(=④-⑤) 当該年度未執 行額	当該年度返還 額
直接経費	11,234,807	17,450,000	0	28,684,807	28,684,807	0	0
間接経費	19,200,000	5,235,000	0	24,435,000	24,435,000	0	0
合計	30,434,807	22,685,000	0	53,119,807	53,119,807	0	0

## 3. 当該年度の執行額内訳

(単位:円)

	金額	備考
物品費	12,103,813	CCDカメラ、実験機器、実験器具、実験試薬・ガス等
旅費	1,322,112	国際会議参加旅費(イスタンブール)、国内学会参加旅費(名古屋)、放医研(千葉市/定期的なRI製造実験)等
謝金・人件費等	13,475,351	特任研究員、学術支援職員、技術補佐員人件費
その他	1,783,531	実験機器点検代・修理代、学会誌論文掲載料、RI施設使用料、論文英文校正料、RI輸送料、宅急便等
直接経費計	28,684,807	
間接経費計	24,435,000	
合計	53,119,807	

## 4. 当該年度の主な購入物品(1品又は1組若しくは1式の価格が50万円以上のもの)

物品名	仕様・型・性能 等	数量	単価 (単位:円)	金額 (単位:円)	納入 年月日	設置研究機関 名
シンチレータ付ファイ バオプティクプレート	FOX100X100X5	1	648,375	648,375	2013.9.17	東京大学
DU-888E-C00-#BV- AG型デジタルCCDカ メラ一式	アントール・テクノロジー PLC iXon3	1	4,488,750	4,488,750	2013.11.28	東京大学
ミリボア Elix Essential	Elix Essential 5 本体	1	648,375	648,375	2013.12.26	東京大学