

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 10 日現在

機関番号：34509

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008～2011

課題番号：20500730

研究課題名（和文）豆類から機能性成分の検索とその応用開発に関する研究

研究課題名（英文）Studies on the functional components in pulses and their applications

研究代表者

吉田 弘美（YOSHIDA HIROMI）

神戸学院大学・栄養学部・教授

研究者番号：80068254

研究成果の概要（和文）：野菜的要素の高い雑豆類から抗酸化成分、脂質成分、脂肪酸位置分布特性およびトリアシルグリセリンの分子種特性を検索し、各種雑豆類間の特性を解明することを目的として、この研究に着手した。その結果、各種雑豆類間について、いくつかの点で共通点や相違点を明らかにすることができた。この研究成果は雑豆類を食品として利用する消費者だけでなく、食品・加工に携わる製造業者にも有益な多くの情報を提供するものと考えられる。

研究成果の概要（英文）：Among the legume seeds some are used as vegetables and others as supplementary sources of protein in animal group an important source of lipid and fatty acids in animal and human nutrition. The interrelationship between the content of vitamin E homologues and the distribution of lipid components, fatty acids and further triacylglycerol molecular species in several pulses has been investigated, and many significant useful informations have been obtained from these research projects.

To the best of the authors' knowledge this is the first report of the distribution patterns of vitamin E homologues, lipid components, fatty acids and triacylglycerol molecular species. The data obtained from these works would be provided useful information to both consumers and producers for manufacturing functional foods or drinks in Japan and elsewhere.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2009 年度	900,000	270,000	1,170,000
2010 年度	800,000	240,000	1,040,000
2011 年度	500,000	150,000	650,000
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：生活科学・食生活学

キーワード：食と健康、食品生体機能、生活習慣病、脂質の分子種特性、栄養学・食育

1. 研究開始当初の背景

（1）豆類は重要な食品素材の 1 つであり、様々に調理・加工されて食用に供されている。大豆や落花生等は脂質含有量が高く、油糧資

源としても広く利用されている。一方、野菜的要素の高い隠元豆(kidney beans)、蚕豆(broad beans)、小豆(adzuki beans)、エンドウ豆(peas beans)、刀豆(Jack beans)等の雑豆類

は、多品種であり世界各地で栽培されて食糧資源の1つとして多量に消費されている。しかし、その機能特性については不明な点が多く、これまでに十分に検討されてこなかった。

近年、癌を含む生活習慣病あるいは老年病の原因として活性酸素、フリーラジカルによる酸素障害が注目され、解毒過程で引き起こされる脂質過酸化反応の進行は、細胞障害の原因となるといわれている。食材に含まれる様々な抗酸化物質が摂取されることにより、生体内で発生するフリーラジカルを消去したり、脂質過酸化反応を抑制し、その結果として、糖尿病、白内障、心筋梗塞、脳梗塞、認知症等、各種の疾病を予防できうる可能性が期待されている。さらに科学の進歩に伴い生活習慣病と最も関わりの深い脂質に関する研究も飛躍的に進展し、脂質の摂取は量的な面だけでなく質的な面からの研究が、これまで以上に重要視されるようになってきた。特に不飽和脂肪酸の二重結合に基づく幾何異性体（トランス脂肪酸、共役脂肪酸等による健康への影響も議論されるようになってきた。

(2)これらの研究を背景として、我々は、これまでにヒマワリ、大豆、胡麻、落花生等の油糧種子に焦点を絞りトリアシルグリセリン(TAG)の分子種特性、リン脂質(PL)の脂肪酸位置分布特性、さらに抗酸化成分等の分布状況と脂質との関わりを重点的に明らかにし、これらの成果は査読制度のある専門分野の数種類の国際学術誌 (*Journal of the American Oil Chemists' Society*, *European Journal of Lipid Science and Technology*, *Nutrients*, *Food Science and Technology Research*, *Food Chemistry*, *Journal of the Science of Food and Agriculture* 等) に発表した。しかし、油糧種子以外の雑豆類は、糖類、アミノ酸、各種のインヒビターに関する分野の研究内容が主体であった。野菜的要素の高い雑豆類は、多品種であり世界各地で広く栽培されて食料資源の1つとして多量に消費されている。しかし、その機能特性については脂質成分を含めて未だ不明な点が多く、これまでに十分に検討されてこなかった。

2. 研究の目的

我々は、これまでに得られた研究成果を踏まえて、雑豆類を含む各種豆類から機能性成分を検索し、その応用開発を目的として企画した。

雑豆類の抗酸化成分、脂質成分の特徴および脂肪酸の分布特性を明らかにし、トリアシルグリセリン(TAG)並びにリン脂質(PL)の脂肪酸位置分布特性を解明する。

雑豆類のトリアシルグリセリン(TAG)の分子種特性を明らかにし、これらの分子種特性

を、これまでに明らかにしたデータと各種雑豆類間で比較検討しながら共通点・相違点を明らかにする。

食材として加工・調理した際の栄養成分との関わりを調べながら実際上の観点からヒトが摂取した場合、これらの有効成分がどの程度、保持されて生体内において雑豆類の機能性が発揮され得るのかを調査する。

以上、雑豆類から機能成分を広く検索し、食品栄養学的な側面から学童の食育教育に寄与できれば、将来的に生活習慣病等の予防・改善策に貢献し、その結果、年々増大する我が国の莫大な医療費の節減に役立つだけでなく、付加価値の高い分野に国家予算の重点配分も期待される。

3. 研究の方法

(1) 雑豆類から脂質成分の抽出・精製および精製脂質の網羅的解析

TLC およびシリカゲルカラムクロマトグラフィーによる脂質成分の精密分析

GC による各種脂質成分の定量分析と脂肪酸の同時分析

雑豆類間の脂質クラスと比較解析

(2) トリアシルグリセリン(TAG)分子種特性の分析および精密解析

TLC およびシリカゲルカラムクロマトグラフィーによるトリアシルグリセリンの濃縮・精製・単離同定

AgNO₃-TLC と GC の組合せによるトリアシルグリセリン(TAG)分子種の帰属解析

雑豆類間のトリアシルグリセリン(TAG)分子種の分布特性の比較分析

(3) 雑豆類に含まれるグリセロ脂質群の脂肪酸位置分布特性の網羅的解析

トリアシルグリセリン(TAG)の *n*-3 系不飽和脂肪酸の位置分布特性の解析

主なリン脂質の *n*-3 系不飽和脂肪酸の位置分布特性の解析

(4) 雑豆類の抗酸化成分の検索

HPLC による抗酸化成分の分析と解析

雑豆類間の抗酸化成分の比較解析

新規性抗酸化成分の検索と抗酸化能の比較解析

(5) この研究課題で得られた成果を社会に広く発信して公表する。

近年、情報分野が格段に進展し、我が国のみならず世界各国の研究者のうちで誰が如何なる研究をして、どのような意義のある成果を得ているかは瞬時に知ることが可能である。これが広い意味で社会に発信・公表したことになる。

従って、研究で得られた成果を一般国民に

も広く分かりやすく解説する努力が求められる。しかし、個人情報保護法の制定以来いろいろなのが閉鎖的になりがちである。しかし、自然科学分野は得られた成果を論文に掲載された後、すべてがオープンになり、国内外の研究者から多面的に評価や批判を受けてこそ、次の研究に対する見直しや、更なる進歩に結びつくものである。

4. 研究成果

(1) 雑豆類のビタミン E 同族体は、一部の例外を除いて、 γ -トコフェロール (toc) または δ -トコフェロール (toc) が主成分であった。これまでに明らかにした有色米や米糠に含まれるビタミン E 同族体の分布特性と著しく異なっていた。

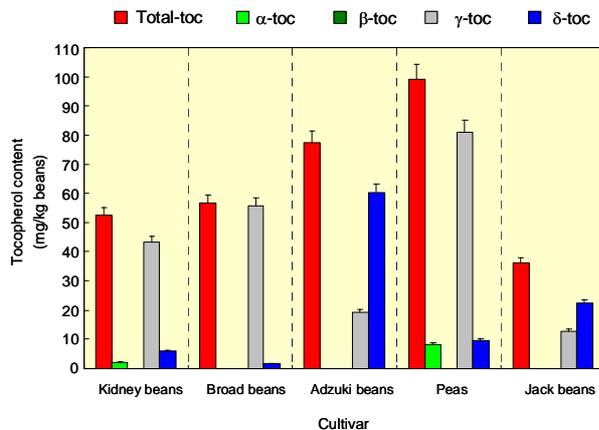


図-1. 雑豆類のビタミン E 同族体の分布特性

(2) 雑豆類の脂質成分は、油糧種子と異なり主要成分はトリアシルグリセリン (TAG) とリン脂質 (PL) であった。そして細胞膜の典型的な構築成分であるリン脂質が常にトリアシルグリセリンより多く含まれていた。これら以外の脂質成分は、際めて微量であった。

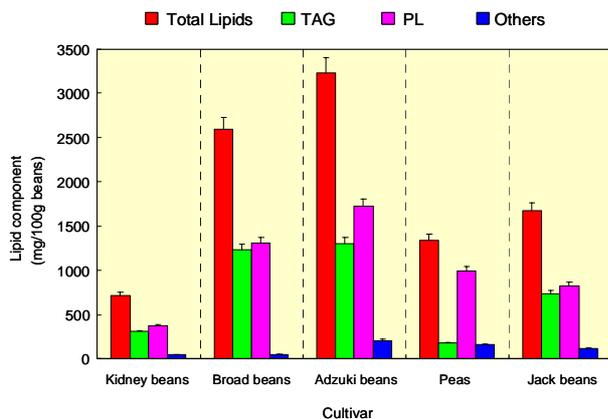


図-2. 雑豆類の脂質成分の分布特性

(3) 雑豆類の脂肪酸分布特性は、不飽和脂肪酸の占める割合が圧倒的に多く C18:1、C18:2 および C18:3 から構成されていた。特に隠元

豆は C18:3 (*n*-3) が豊富に含まれていた。一方、刀豆は C18:1 が圧倒的に多く他の雑豆類の脂肪酸組成とは異なっていた。これらの分布特性がトリアシルグリセリン (TAG) の分子種特性の違いに反映されている。

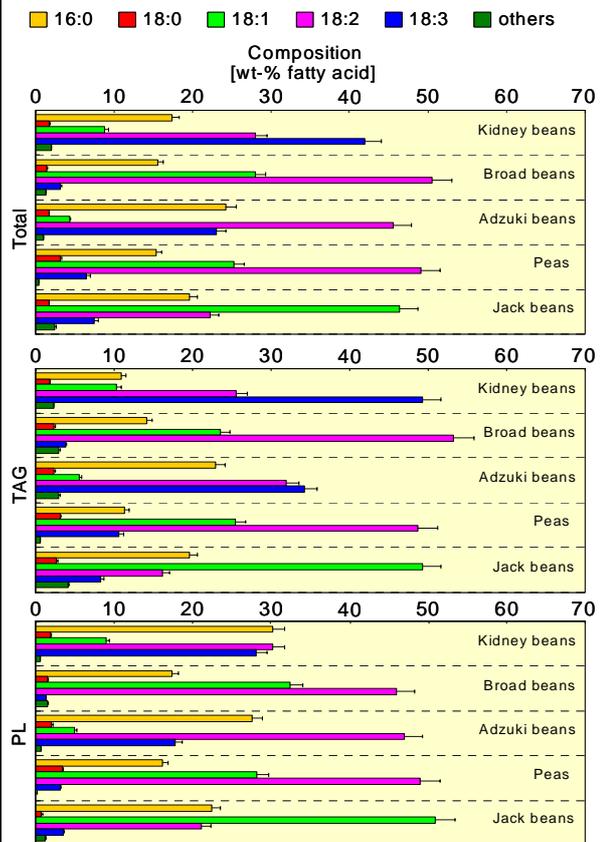


図-3. 雑豆類の脂肪酸の分布特性

(4) 雑豆類のリン脂質組成は、ホスファチジルコリン (PE)、ホスファチジルエタノールアミン (PC)、ホスファチジルイノシトール (PI) が 3 大リン脂質で、それ以外のリン脂質は極めて微量であった。若干の例外は見られるが雑豆類間の共通点は、ホスファチジルコリン (PC) > ホスファチジルイノシトール (PI) > ホスファチジルエタノールアミン (PE) の順であった。

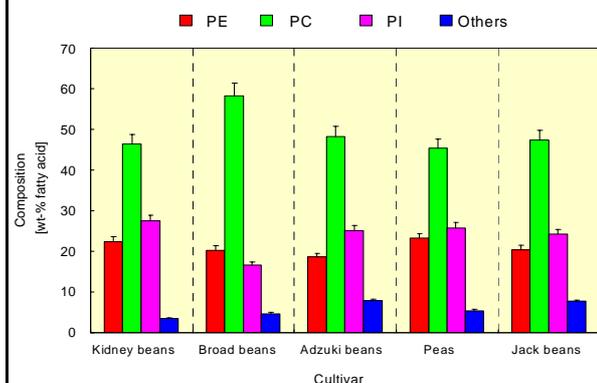


図-4. 雑豆類のリン脂質の分布特性

(5) 雑豆類の主な脂質の脂肪酸位置分布特性を比較した。その結果、トリアシルグリセリン (TAG) および主なリン脂質 (PL) の脂肪酸位置分布特性は、*sn*-2 position に不飽和脂肪酸が約 90% 分布し、トリアシルグリセリン (TAG) の *sn*-1,3 position とリン脂質 (PL) の *sn*-1 position に飽和脂肪酸が多く分布していた。

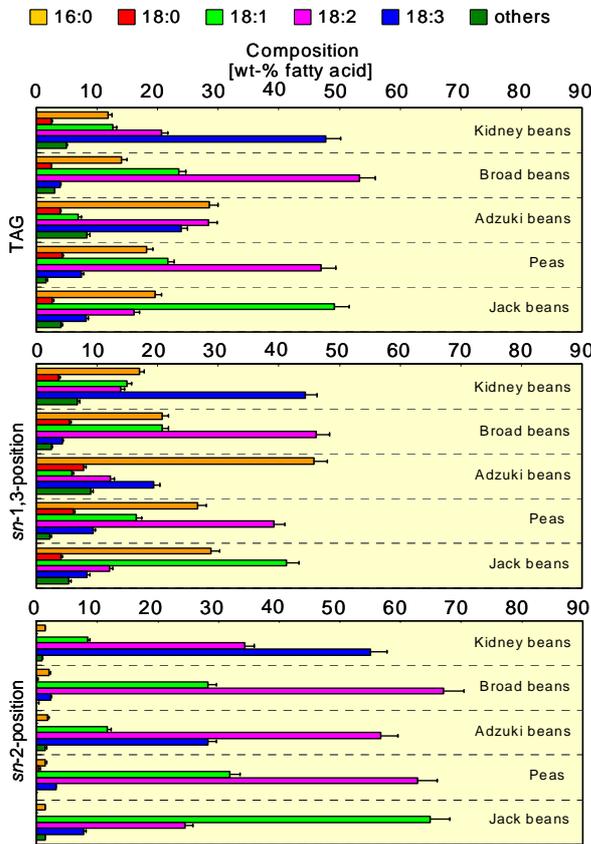


図-5. トリアシルグリセリンの脂肪酸の位置分布特性

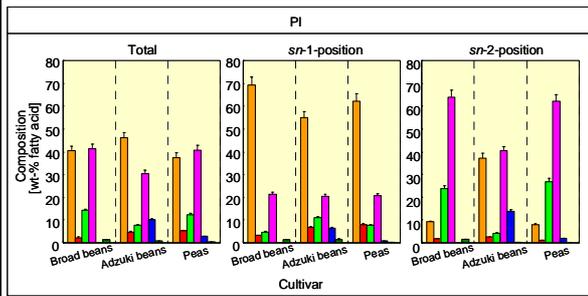
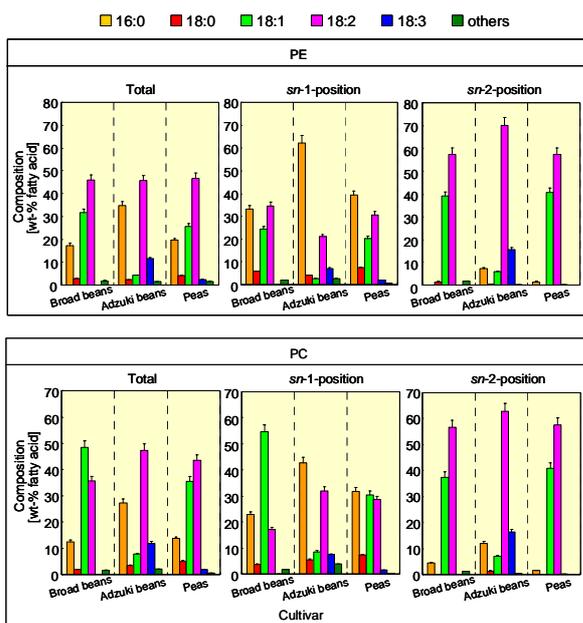


図-6. 主なリン脂質の脂肪酸の位置分布特性

(6) トリアシルグリセリン (TAG) の分子種特性を各種雑豆類で比較した。脂肪酸の炭素鎖は 18 系統の脂肪酸が主体である。従って、グリセリンに結合している脂肪酸アシル鎖は、C52 と C54 が主体である。14 ~ 18 種類のトリアシルグリセリン (TAG) 分子種が検出された。構成脂肪酸組成の違いに基づき各種雑豆類間で特徴的な分布パターンが観察された。

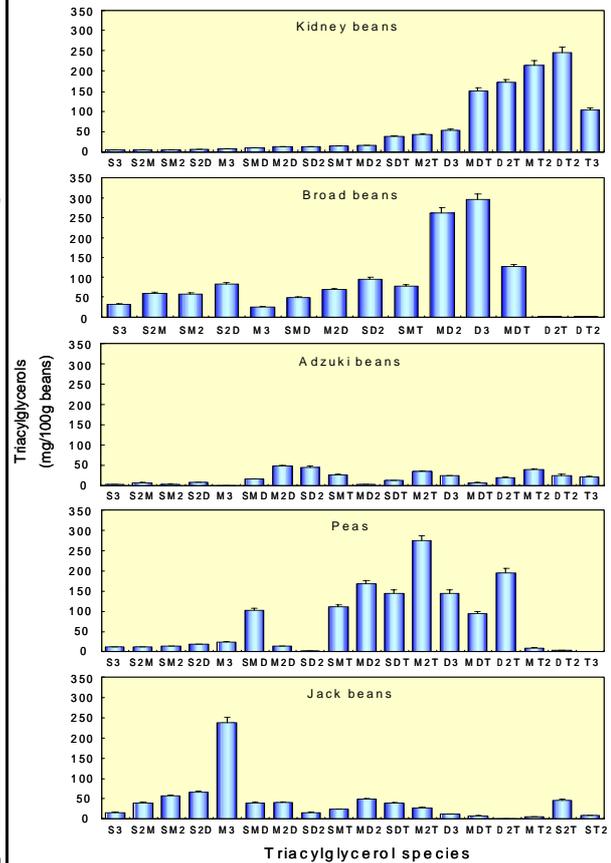


図-7. 雑豆類の TAG 分子種特性

5. 主な発表論文等
(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 8 件)

Hiromi Yoshida, Yuka Tomiyama-Sakamoto,

Naoko Yoshida, Yoshiyuki Mizushina: Characteristic of lipid components and triacylglycerol molecular species of Jack beans (*Canavalia gladiata* DC.). *Food Science and Technology Research*, 査読有、18 巻、2012、*in press*,

<http://www.jsfst.or.jp>

Hiromi Yoshida, Naoko Yoshida, Yuka Tomiyama-Sakamoto, Yoshiyuki Mizushina: Characteristic distributions in fatty acids of different lipids from Jack beans (*Canavalia gladiata* DC.). *European Journal of Lipid Science and Technology*, 査読有、Vol.114、2012、*in press*,

DOI:10.1002/ejlt.201100341

Hiromi Yoshida, Naoko Yoshida, Yuka Tomiyama, Yoshiyuki Mizushina: Fatty acid characteristics of triacylglycerols and phospholipids in adzuki beans (*Vigna angularis*). *Food Science and Technology Research*, 査読有、Vol.16、No.3、2010、pp. 209-216,

<http://www.jsfst.or.jp>

Hiromi Yoshida, Yuka Tomiyama, Yoshiyuki Mizushina: Tocopherol distributions and triacylglycerol molecular species in broad beans. *Food Science and Technology Research*, 査読有、Vol.16、No.5、2010、pp. 409-416,

<http://www.jsfst.or.jp>

Hiromi Yoshida, Yuka Tomiyama, Naoko Yoshida, Kyoko Shibata, Yoshiyuki Mizushina: Regiospecific profiles of fatty acids in triacylglycerols and phospholipids from adzuki beans (*Vigna angularis*). *Nutrients*, 査読有、Vol.2、2010、pp. 49-59、DOI:10.3390/nu2010049

Hiromi Yoshida, Yuka Tomiyama, Naoko Yoshida, Yoshiyuki Mizushina: Regiospecific distribution of fatty acids in triacylglycerols and phospholipids from broad beans (*Vicia faba*). *European Journal of Lipid Science and Technology*, 査読有、Vol.111、No.4、2009、pp.386-391

DOI:10.1002/ejlt.200800036

Hiromi Yoshida, Masayuki Saiki Yuka Tomiyama, Naoko Yoshida, Yoshiyuki Mizushina: Fatty acid distribution in triacylglycerols and phospholipids of broad beans (*Vicia faba*). *Food Chemistry*, 査読有、Vol. 112、2009、pp.924-928、

DOI:10.1016/j.foodchem.2008.07.003

Hiromi Yoshida, Yuka Tomiyama, Naoko Yoshida, Yoshiyuki Mizushina: Profiles of lipid components, fatty acid compositions and triacylglycerol molecular species of adzuki beans (*Vigna angularis*). *Journal of the*

American Oil Chemists Society, 査読有、Vol. 86、No.6、2009、pp.545-552、DOI:10.1007/s11746-009-1391-6

〔学会発表〕(計 8 件)

吉田弘美、富山裕香、栗山磯子、水品善之: 刀豆のビタミンE同族体と脂肪酸の分布特性. 日本食品科学工学会 第 59 回大会. 2012 年 8 月 29 日-31 日. 藤女子大学 (札幌)

吉田弘美、富山裕香、水品善之: ナタ豆の脂質成分とトリアシルグリセリンの分子種特性. 第 55 回日本栄養・食糧学会大会. 2012 年 5 月 18 日-21 日. 東北大学 (仙台)

吉田弘美、富山裕香、水品善之: エンドウ種子の脂質成分と脂肪酸位置分布特性. 第 63 回日本栄養・食糧学会大会. 2009 年 5 月 20 日-22 日. 長崎ブリックホール (長崎)

吉田弘美、富山裕香、水品善之: 小豆の脂質成分とトリアシルグリセリンの分子種特性. 日本農芸化学会 2009 年度 (平成 21 年度) 大会 2009 年 3 月 27 日-29 日. 福岡国際会議場 (福岡)

Yuka Tomiyama, Yoshiyuki Mizushina, Hiromi Yoshida: Regiospecific distribution of fatty acids in triacylglycerols and phospholipids from broad beans (*Vicia faba*). 日本油化学会第 48 回年会. 2009 年 9 月 10 日-12 日、名古屋工業大学 (名古屋)

富山裕香、齋木政之、水品善之、吉田弘美: 蚕豆の脂質成分と脂肪酸位置分布特性. 日本栄養・食糧学会. 第 47 回近畿支部大会. 2008 年 10 月 25 日. 奈良女子大学 (奈良)

Yuka Tomiyama, Yoshiyuki Mizushina, Hiromi Yoshida: Distribution profiles of tocopherols and fatty acids of phospholipids in adzuki beans (*Vigna angularis*). 日本油化学会第 47 回年会、2008 年 9 月 17 日-119 日. 日本大学理工学部 (東京)

吉田弘美、富山裕香、齋木政之、水品善之: 小豆の脂質成分と脂肪酸の位置分布特性. 第 62 回日本栄養・食糧学会大会 2008 年 5 月. 女子栄養大学 (坂戸)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

吉田 弘美 (YOSHIDA HIROMI)
神戸学院大学・栄養学部・教授
研究者番号: 80068254

(2) 研究分担者

富山 (坂本) 裕香 (TOMIYAMA
(SAKAMOTO) YUKA)
神戸学院大学・栄養学部・実験助手
研究者番号: 20368484