

原子力基礎基盤戦略研究イニシアティブ
戦略的原子力共同研究プログラム 事後評価総合所見

<p>研究開発課題名：実用化が予想される食品への放射線利用に関する基礎研究</p> <p>研究代表者（研究機関名）：鶴飼光子（国立大学法人北海道教育大学） 再委託先研究責任者（研究機関名）：下山雄平（国立大学法人室蘭工業大学） 再委託先研究責任者（研究機関名）：等々力節子（独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構） 再委託先研究責任者（研究機関名）：古田雅一（公立大学法人大阪府立大学） 再委託先研究責任者（研究機関名）：小林泰彦（独立行政法人日本原子力研究開発機構）</p> <p>研究期間及び予算額：平成20年度～平成22年度（3年計画） 86百万円</p>					
項目	要 約				
1. 研究開発の概要	<p>食品の放射線照射が海外で広く活用されている現状をふまえ、我が国で実用化が予想される食品に関し、殺虫や殺菌等の照射効果、食品としての品質や健全性についての論点を整理し、重要なポイントについての検証を行う。これにより行政機関の施策決定の裏づけとなる科学的データを提供し、食品の安全・安心の確保につなげる。</p>				
2. 総合評価	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30px; text-align: center; vertical-align: middle;">B</td> <td style="padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> ・食品中の殺虫、殺菌等の放射線照射効果の検出にESR測定によるラジカルの検知が有効であること、γ線照射による食品中には誘導放射能が見られなく、発芽の抑制に有効なことを実験的に確認するなど、安全安心に係る基礎基盤的データを蓄積するなど、相応の研究成果を挙げられている。 </td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> S) 極めて優れた成果が挙げられている A) 優れた成果が挙げられている B) 一部を除き、相応の成果が挙げられている C) 部分的な成果に留まっている D) 成果がほとんど挙げられていない </td> </tr> </table>	B	<ul style="list-style-type: none"> ・食品中の殺虫、殺菌等の放射線照射効果の検出にESR測定によるラジカルの検知が有効であること、γ線照射による食品中には誘導放射能が見られなく、発芽の抑制に有効なことを実験的に確認するなど、安全安心に係る基礎基盤的データを蓄積するなど、相応の研究成果を挙げられている。 	<ul style="list-style-type: none"> S) 極めて優れた成果が挙げられている A) 優れた成果が挙げられている B) 一部を除き、相応の成果が挙げられている C) 部分的な成果に留まっている D) 成果がほとんど挙げられていない 	
B	<ul style="list-style-type: none"> ・食品中の殺虫、殺菌等の放射線照射効果の検出にESR測定によるラジカルの検知が有効であること、γ線照射による食品中には誘導放射能が見られなく、発芽の抑制に有効なことを実験的に確認するなど、安全安心に係る基礎基盤的データを蓄積するなど、相応の研究成果を挙げられている。 				
<ul style="list-style-type: none"> S) 極めて優れた成果が挙げられている A) 優れた成果が挙げられている B) 一部を除き、相応の成果が挙げられている C) 部分的な成果に留まっている D) 成果がほとんど挙げられていない 					
3. その他	<ul style="list-style-type: none"> ・行政ニーズが高い分野なので、更なる研究の進展を期待する。 				

1. 目的・目標	<p>食品の放射線照射が海外で広く活用されている現状をふまえ、我が国で適用が予想される食品に関し、殺虫や殺菌等の照射効果、食品としての品質や健全性についての論点を整理し、重要なポイントについての検証を行う。これにより行政機関の施策決定の裏づけとなる科学的データを提供し、食品の安全・安心の確保につなげることを到達目標とする。</p>
2. 研究成果	<p>【研究開発項目1 実用的検知技術の開発と健全性評価】 [得られた成果]</p> <p>EU 公定法や Codex 標準法を検証し、直接ラジカルを計測できる唯一の方法である ESR 法を導入したときの実用的プロトコルを検討した。ESR 装置の開発や信号解析ソフトの改良を実施した。実験データの共有化をはかるため互換性のある ESR 測定・解析ソフトを開発した。ESR 計測データの相互比較により、ESR 測定における検出感度の向上だけでなく、データの再現性試験も実施できた。計測・解析の迅速化も可能になり、実用的な検知技術の基礎を固めることができた。厚生労働省における検査法である TL 試験法の実試験を実施し ESR 法との比較検討を行った。ESR 法は TL 法を補う有用な検査法であることを確認できた。</p> <p>試料は実用化が予想される食品（胡椒、唐辛子、ニンニク、ナツメグ、朝鮮ニンジン、熱帯果実類など）を用いた。数種類のラジカル信号の観測に成功した。放射線照射誘導ラジカルは 1 本線であり信号強度には線量依存性があったことから照射履歴の定量が可能であることを明らかにした。照射の有無の判別に用いるサイド（サテライト）信号が明瞭に観測できたことから迅速な定量も可能であることが示された。照射誘導ラジカルの健全性を評価するため ESR スピントラップ法の基礎試験を実施した。植物性食品（根菜類、葉菜類、果実類など）の抽出物を試料として、新たな合成ラジカル試薬を用い、活性酸素種毎のラジカル捕捉活性評価法を開発した。alkyl-oxy radical、superoxide radical、hydroxyl radical などの発生系を用いたラジカル捕捉活性を照射食品を試料として計測した。照射食品のラジカル捕捉活性は未照射試料と差異はなく、照射食品の健全性を ESR スピントラップ法により示唆できた。</p> <p>【研究開発項目2 厳密な検知技術の開発】 [得られた成果]</p> <p>厳密な検知技術として電子スピンの緩和現象を利用して計測する方法を開発した。これをもとに ESR 信号解析法の開発につなげた。本研究で実施した ESR 信号の理論的解析をすべて行った。高感度パルス ESR 装置を用い、照射誘導ラジカル計測の基礎試験を実施した。連続波 ESR による計測で得られたパラメーターを用い、電子の緩和時間を算出する</p>

解析ソフトを開発した。これにより、照射誘導ラジカル種の同定を可能にした。ESR 信号強度の照射依存性が明確に捉えにくい低線量処理の試料においても電子の緩和時間は照射依存性を示したことから、照射の有無の判別に有用な検査法として適用できる可能性を示した。パルス ESR 法による信号計測と緩和時間計測に成功した。食品試料でのパルス ESR 法による計測事例はなく、本研究が初めてである。

【研究開発項目 3 微生物学的評価・誘導放射能評価】

[得られた成果]

微生物学的試験を行い照射食品の健全性を評価した。特に放射線耐性菌に関する基礎研究を実施した。市販の未殺菌及び過熱水蒸気殺菌済みの香辛料（黒コショウ、パプリカ、セージ）を試料とした。照射処理はガンマ線を用い 10 kGy までの異なる線量を均質に照射した。試料中の一般生菌数、大腸菌群、真菌類の菌数を食品衛生検査指針に従って求めた。10 kGy 照射で十分加工食品に使用可能なレベル(1000 個/g 未満)まで殺菌できることを確認した。同時に生残菌の多くが芽胞を形成する Bacillus 属の細菌であることを顕微鏡観察および BBL クリスタル簡易同定キットにより明らかにした。試料香辛料を粉碎し牛肉や加工ソーセージに添加し培養した。放射線殺菌された香辛料を用いた場合の生残菌は過熱水蒸気と比べて異常な増殖挙動を示す懸念はないことが確認された。10 kGy 照射試料をリチウムドリフトゲルマニウム検出器を用いて測定し波高分析装置により放射性核種を同定した。照射試料は非照射試料と同一のスペクトルが得られた。試料をイメージングプレートに密着させ、低バックグラウンド下で室温にて 3 日間露光した結果、照射の有無にかかわらず同一の画像が得られた。照射香辛料には自然放射能以外の誘導放射能は検出されなかったことを示すことができた。

【研究開発項目 4 殺虫や害虫の不妊化】

[得られた成果]

香辛料、穀物など具体的に放射線殺虫が想定される食品を対象に、殺菌線量よりも低い線量のガンマ線照射が、実用的な包装形態、処理規模において実施可能であることを、タバコシバンムシと唐辛子を用いて確認することができた。この過程を一般市民に説明することで、実用照射における、線量分布測定や照射の手順についての具体的なイメージを含む、コミュニケーションツールが作製出来たと考えている。

放射線照射された昆虫の検出について、タバコシバンムシ細胞の DNA 損傷をコメットアッセイによって検出すると、切断された DNA 鎖は見かけ上、照射後の時間とともに修復したが、アルカリ条件による泳動では、照射 7 日後においてもコントロール試料との間に明確な差が認められ、この期間では損傷が完全に回復することはないと結論された。今後さらに

実用線量に近い条件で、照射後の輸送期間なども加味しながら、具体的な対象害虫についての検討が必要とされるが、画像解析を組み合わせたアルカリ条件のDNAコメットアッセイには照射の履歴の確認に利用できる可能性が示唆された。

【研究開発項目5 放射線照射の効果】

[得られた成果]

放射線照射の効果について検討した。従来の馬鈴薯への商業的規模でのガンマ線照射に関する研究実績を生かし、実用化が予想される照射食品の放射線処理について詳細に検討を行った。放射線処理の実用化が予想される食品群について、殺菌などの照射効果とその線量・照射条件依存性を評価し、放射線処理の有用性、必要性を検討した。薬剤に依存しないニンニクの品質保持法への放射線照射の応用を検討し、収穫後2ヶ月以内の30Gy以上のガンマ線照射によって萌芽と発根をほぼ完全に抑制できることを明らかにした。食の安全・安心の問題に関心をもつ消費者グループを中心に生活協同組合のメンバーなどもまきこんで、消費者にとって身近な食材を用いて、線量・照射条件に依存した殺菌効果や照射臭の有無など食品としての品質や健全性に関する試験を実施した。これらの結果を学会などで発表するとともに一般の消費者だけでなく食品安全に関わる行政や流通・食品関連業界などの実務担当者および教師やマスメディアなどのオピニオンリーダー層に向けて発信することにより、科学に裏打ちされた新しい形の食品照射のリスクコミュニケーション活動を開始した。

【論文、特許等】

[論文発表]

- 1) M. Ukai, H. Kameya, H. Nakamura, Y. Shimoyama, Radical scavenging activities of plant food of alkyl-oxy radical and superoxide radical, Food Science and Technology Research, 15, 619-624 (2009)
- 2) M. Kikuch, M. S. Hussain, N. Morishita, M. Ukai, Y. Kobayashi, Y. Shimoyama, ESR Study of free radicals in mango, Spectrochimica Acta A 75, 310-313 (2009)
- 3) T. Kume, M. Furuta, S. Todoriki, N. Uenoyama, Y. Kobayashi, Status of Food Irradiation in the World. Radiat. Phys. Chem., 78, 22-226, 2009
- 4) T. Imamura, S. Todoriki, A. Miyanoshita, A. K. Horigane, M. Yoshida, T. Hayashi, Efficacy of soft-electron (low-energy electron) treatment for disinfestation of brown rice containing different ages of the maize weevil, Sitophilus zeamais Motschulsky, 78 (7, 8), 627-630 (2009)

- 5) T. Kume, M. Furuta, S. Todoriki, N. Uenoyama, Y. Kobayashi, Quantity and Economic Scale of Food Irradiation in the World, RADIOISOTOPES, 58(1), 25-35, 2009
- 6) 古田雅一、食品の殺菌手法—原理・特徴・現状・課題[16] 物理的手法 (5)食品の電磁波殺菌その4. 放射線殺菌、防菌防黴誌、37(6)、435-444 (2009)
- 7) 亀谷宏美、小川英之、中村秀夫、下山雄平、鵜飼光子、照射ナツメグ (*Myristica fragrans*) の ESR による検知、RADIOISOTOPES, 58, 179-185 (2009)
- 8) 菊地正博, Mohammad S. Hussain, 森下憲雄, 鵜飼光子, 下山雄平, 小林泰彦、照射された生マンゴーに誘起されたラジカルの ESR 測定、RADIOISOTOPES, 58, 789-797 (2009)
- 9) 鵜飼光子、亀谷宏美、今村太郎、宮ノ下明大、等々力節子、下山雄平、照射害虫の ESR 信号、RADIOISOTOPES, 58, 799-806 (2009)
- 10) 亀谷宏美、鵜飼光子、長期間保存した照射黒胡椒のラジカル、食品照射、44, 1-4 (2009)
- 11) 小川英之、鵜飼光子、A. Lund、下山雄平、照射誘導ラジカルの緩和挙動、食品照射、44, 5-8 (2009)
- 12) 菊地正博, 小川英之, 森下憲雄, 鵜飼光子, 小林泰彦, 下山雄平、照射マンゴーに誘起されるラジカルの緩和現象、食品照射、44, 9-13 (2009)
- 13) 今村太郎, 宮ノ下明大, 等々力節子、乾燥唐辛子で飼育したタバコシバナムシに対するガンマ線の効果、食品照射, 44(1, 2), 14-16 (2009)
- 14) 桜庭一宏、鵜飼光子、学習指導要領改訂(2009)と放射線教育、食品照射、44, 17-23 (2009)
- 15) Catherine K. Waje, Gui-Ran Kim, Eun-Ju Jeon, Jae-Jun Ahn, Dong-Gil kim, Ju-Hwan Park, Kyoun-Moon Kim, Hyun-Ku Kim, Masakazu Furuta, Joong-Ho, Kwon, Effect of steaming and irradiation on the quality of dried red pepper (*Capsicum annuum* L.), Food Chemistry, 119(3), 1012-1016 (2010)
- 16) 亀谷宏美、貝森良彦、鵜飼光子、放射線照射したニンニクにおけるラジカルの測定、Radioisotopes, 59, 415-421 (2010)
- 17) 亀谷宏美, 垣田大介, 貝森良彦, 菊地正博, 小林泰彦, 鵜飼光子, 下山雄平、照射マンゴー中に誘導されるラジカルの緩和挙動と線量依存性、RADIOISOTOPES, 59, 10, 607-614 (2010)
- 18) 亀谷宏美, 齊藤希巳江, 菊地正博, 小林泰彦, 鵜飼光子, 等々力節子, 照射ニンニクの電子スピン共鳴法、光刺激ルミネッセンス法、熱ルミネッセンス法による検知, 食品科学工学会誌 57, 11, 472-478 (2010)

- 19) 古田雅一、石川悦子、保科美幸、富井恵奈美、小池佳都子、鶴飼光子、殺菌済み香辛料に生残する微生物の食肉中における増殖動態の解析、食品照射、**45**、4-10(2010)
- 20) 中村秀夫、高橋司、太多由依、貝森良彦、亀谷宏美、鶴飼光子、放射線照射漢方薬(エキス剤)の照射誘導ラジカルの緩和時間、食品照射、**45**、11-18(2010)
- 21) 亀谷宏美、中村秀夫、鶴飼光子、下山雄平、ESRによるグルコースポリマー中の照射誘導ラジカルの解析、食品照射、**45**、19-25(2010)
- 22) 小林泰彦、菊地正博、等々力節子、齊藤希巳江、桂洋子、亀谷宏美、市川まりこ、飯塚友子、千葉悦子、鶴飼光子、放射線照射によるニンニクの萌芽発根抑制効果、食品照射、**45**、26-33(2010)
- 23) 菊地正博、垣田大介、下山雄平、鶴飼光子、小林泰彦、照射された生鮮果実パパイアにおけるラジカル緩和現象、食品照射、**45**、34-38(2010)
- 24) 亀谷宏美、鶴飼光子、殺菌処理された香辛料の成分変化のESRによる解析、日本調理科学会誌、**44**、49-54(2011)
- 25) M. Kikuchi, Y. Shimoyama, M. Ukai, Y. Kobayashi, ESR detection procedure of irradiated papaya containing high water content, Radiation Physics and Chemistry, **80**, 664-667(2011)
- 26) 菊地正博、下山雄平、鶴飼光子、小林泰彦、照射された生鮮果実パパイアの迅速ESR検知法、RADIOISOTOPES, **60**, 163-171(2011)
- 27) 亀谷宏美、鶴飼光子、国内の市販唐辛子と放射線処理唐辛子のESRによるラジカルの解析、RADIOISOTOPES、**60**、173-180(2011)
- 28) H. Kameya, M. Ukai, New ESR detection method of hydroxyl radical scavenging activity of blue berry, J. of Materials Science and Engineering, (2011) in press
- 29) H. Kameya, Hideo Nakamura, M. Ukai, Yuhei Shimoyama, Electron Spin Resonance Spectroscopy of gamma irradiated glucose polymers, Applied Magnetic Resonance, (2011) in press
- 30) H. Kameya, M. Kikuch, H. Hara, Hideo Nakamura, Masakazu Furuta, S. Todoriki, Y. Kobayashi, M. Ukai and Y. Shimoyama, Electron Spin Echo Evidence of Free Radical from Spice Involving Proton Hyperfine, Applied Magnetic Resonance, (2011) in press

[受賞]

- 1) 日本アイソトープ協会 RADIOISOTOPES 誌論文奨励賞、RADIOISOTOPES, **58**, 799-806(2009)
- 2) 日本アイソトープ協会 RADIOISOTOPES 誌論文奨励賞、RADIOISOTOPES, **59**, 415-421(2010)
- 3) 日本アイソトープ協会 RADIOISOTOPES 誌論文奨励賞、

RADIOISOTOPES, 59, 607-614(2010)

- 4) 日本食品科学工学会学会誌論文賞、食品科学工学会誌
57, 11, 472-478(2010)

[口頭発表]

- 1) M. Ukai, Food Irradiation in Japan, Annual meeting of NVRQS
Ministry of Agriculture and Forestry, Republic of Korea,
2008. 11. 10, Gyeonggi-do, Korea
- 2) M. Ukai, Overview of Recent Research on Irradiated Food in Japan,
Annual meeting of Korean Atomic Energy Research Institute,
Republic of Korea, 2008. 11. 11, Jeollabuk-do, Korea
- 3) 小川英之、亀谷宏美、小川聡子、中村秀夫、鶴飼光子、下山雄平、
低線量での放射線照射によって誘導されるラジカルの緩和挙動に関
する研究、第 44 回日本食品照射研究協議会、2008 年 12 月 5 日、東
京
- 4) 宮ノ下明大、食品の殺虫・検疫処理技術を巡る最近の話題、第 44
回日本食品照射研究協議会、2008 年 12 月 5 日、東京
- 5) 亀谷宏美、小川聡子、小川英之、中村秀夫、等々力節子、鶴飼光子、
放射線照射殺菌ナツメグの電子スピン共鳴分光法による研究、第 44
回日本食品照射研究協議会、2008 年 12 月 5 日、東京
- 6) 邊健、宮西順子、小田康雅、坂田孝、岸田正夫、古田雅一、
Saccharomyces cerevisiae における放射線照射後の核酸代謝と DNA
損傷修復、渡第 44 回日本食品照射研究協議会大会、2008 年 12 月 5
日、東京
- 7) 小川英之、鶴飼光子、下山雄平、量子ビームによる天然ファイバー
中の誘導ラジカルの緩和挙動、第 44 回 応用物理学会北海道支部第 5
回 日本光学会北海道地区合同学術講演会、2009 年 1 月 8-9 日、函館
- 8) 亀谷 宏美、中村 秀夫、鶴飼 光子、下山 雄平、ガンマ線照射した
二種のグルコースポリマーに新規に誘導されるラジカルの ESR によ
る解析、第 44 回 応用物理学会北海道支部第 5 回 日本光学会北海道
地区合同学術講演会、2009 年 1 月 9 日、函館
- 9) M. Ukai, Food Irradiation - Analytical Methods, Principles and
application practice of detection methods by physical, chemical
and biological analysis, Annual Seminar of Ministry of
Agriculture and Forestry, Republic of Korea, 2009. 2. 18,
Gyeonggi-do, Korea
- 10) M. Ukai, Analytical methods of irradiated food, The Joint
Seminar of Maeil Dailies Co., Ltd & Ministry of Agriculture and
Forestry, Republic of Korea, 2009. 2. 19, Kyonggi-do, Korea.
- 11) M. Ukai, H. Kameya, J. W. Park, J.H. Woon, S.S. Wea, Y.

	<p>Shimoyama, Detection Method of Gamma Ray Irradiated vegetables by EPR, The 2nd Asian Congress of Radiation Research (ACRR2009), 2009. 5. 20, Seoul, Korea.</p> <p>12) H. Kameya, H. Ogawa, H. Nakamura, M. Ukai, Y. Shimoyama, Application of novel radical reagent CYPMPPO for plant radical trap method, The 11th International workshop of Electron Magnetic resonance of Disordered System, 2009.6.13, Sofia, Bulgaria</p> <p>13) H. Nakamura, H. Ogawa, H. Kameya, M. Ukai, Y. Shimoyama, Synthesis of new radical reagents for ESR spin trapping, The 11th International workshop of Electron Magnetic resonance of Disordered System, 2009.6.13, Sofia, Bulgaria</p> <p>14) M. Ukai, H. Ogawa, H. Kameya, H. Nakamura, Y. Shimoyama, Relaxation behaviors of radiation induced radicals by microwave saturation ESR spectra, The 11th International workshop of Electron Magnetic resonance of Disordered System, 2009.6.13, Sofia, Bulgaria</p> <p>15) 亀谷宏美、中村秀夫、鶴飼光子、下山雄平、放射線処理グルコースポリマーに誘導されるラジカルの解析、第46回アイソトープ・放射線研究協議会、2009年7月3日、東京</p> <p>16) 小川英之、垣田大介、鶴飼光子、下山雄平、放射線処理による天然ファイバーラジカルの緩和挙動、第46回アイソトープ・放射線研究協議会、2009年7月3日、東京</p> <p>17) 貝森良彦、加恵田庸子、亀谷宏美、鶴飼光子、照射ナツメグのTL、PSL、ESRによる検知、第46回アイソトープ・放射線研究協議会、2009年7月3日、東京</p> <p>18) 吉田智美、亀谷宏美、鶴飼光子、長期間保存した照射食品中に存在する照射誘導ラジカルの挙動、第46回アイソトープ・放射線研究協議会、2009年7月3日、東京</p> <p>19) 箭原佑丞、亀谷宏美、鶴飼光子、照射誘導ラジカルの緩和現象の解析、第46回アイソトープ・放射線研究協議会、2009年7月3日、東京</p> <p>20) 鶴飼光子、亀谷宏美、中村秀夫、等々力節子、下山雄平、放射線照射により不妊化した害虫の検知、第46回アイソトープ・放射線研究協議会、2009年7月3日、東京</p> <p>21) 市川まりこ、飯塚友子、蒲生恵美、小堀恵美子、渋谷美智子、志保沢久子、千葉悦子、横山勉、福富文武、等々力節子、鶴飼光子、菊地正博、小林泰彦、市民が体験した食品照射の素朴な実感、第46回アイソトープ・放射線研究協議会、2009年7月3日、東京</p> <p>22) 菊地正博、M. S. Hussain、森下憲雄、鶴飼光子、下山雄平、小林泰彦、照射された生マンゴーに誘起されたラジカルの自動評価法、第</p>
--	---

- 46 回アイソトープ・放射線研究協議会、2009 年 7 月 3 日、東京
- 23) 菊地正博、電子スピン共鳴 (ESR) を用いた新しい照射食品検知方法、第 4 回高崎量子応用研究シンポジウム、2009 年 10 月 9 日、高崎
- 24) 市川まりこ、食品照射のリスクコミュニケーション、第 13 回放射線プロセスシンポジウム、2009 年 11 月 13 日、東京
- 25) 千葉悦子、飯塚友子、市川まりこ、蒲生恵美、小堀恵美子、志保沢久子、福富文武、横山勉、等々力節子、鶴飼光子、菊地正博、小林泰彦、市民による食品照射の体験実験、第 45 回日本食品照射研究協議会、2009 年 12 月 4 日、東京
- 26) 河島 弘幸、鶴飼光子、近年の食品照射についての報告の分析、第 45 回日本食品照射研究協議会、2009 年 12 月 4 日、東京
- 27) 桜庭 一宏、鶴飼光子、学習指導要領改訂(2009)に伴う放射線教育、第 45 回日本食品照射研究協議会、2009 年 12 月 4 日、東京
- 29) 貝森 良彦、鶴飼光子、青森県産ニンニクのガンマ線照射により誘導されるラジカルの解析、第 45 回日本食品照射研究協議会、2009 年 12 月 4 日、東京
- 30) 小川 英之、鶴飼光子、放射線誘導ラジカルの緩和時間の計測、第 45 回日本食品照射研究協議会、2009 年 12 月 4 日、東京
- 31) 亀谷 宏美、鶴飼光子、貯穀害虫の ESR による検知、第 45 回日本食品照射研究協議会、2009 年 12 月 4 日、東京
- 32) 菊地正博、森下憲雄、小林泰彦、鶴飼光子、小川英之、下山雄平、新鮮果実の照射の有無の判別が可能な ESR 検知法、第 45 回日本食品照射研究協議会、2009 年 12 月 4 日、東京
- 33) 亀谷 宏美、中村秀夫、鶴飼 光子、下山 雄平、ESR によるグルコースポリマー中の照射誘導ラジカルの解析、第 45 回 応用物理学会北海道支部第 6 回 日本光学会北海道地区合同学術講演会、2010 年 1 月 8-9 日、札幌
- 34) 垣田大介、小川 英之、鶴飼光子、下山雄平、連続波 ESR による緩和時間の評価、第 45 回 応用物理学会北海道支部第 6 回 日本光学会北海道地区合同学術講演会、2010 年 1 月 8-9 日、札幌
- 35) M. Ukai, ESR Detection for Alkyl-oxy Radical and Superoxide radical Decay by Natural Antioxidants, 2010 Oxygen Club of California (OCC) World Congress, 2010. 3. 17-20, Santa Barbara, California
- 36) 鶴飼光子、亀谷 宏美、不妊化した害虫に誘導されるラジカルの ESR 信号、2010 年度日本農芸化学会大会、2010 年 3 月 30 日、東京
- 37) 中村秀夫、高橋司、貝森良彦、亀谷宏美、鶴飼 光子、漢方薬(エキス剤)への放射線照射の緩和時間(T1、T2)への影響、日本薬学会第 130 年会、2010 年 3 月 29 日、岡山
- 38) 亀谷宏美、鶴飼 光子、枝豆のアルコキシラジカル捕捉活性評価、

	<p>日本家政学会第 62 回大会、2010 年 5 月 30 日、広島</p> <p>39) 亀谷宏美、鶴飼 光子、照射食品の規制に関する調査・研究、日本食品化学学会第 16 回学術大会、2010 年 6 月 10 日、大阪</p> <p>40) 鶴飼 光子、実用化が予想される食品への放射線利用に関する基礎研究、放射線照射利用促進協議会講演会、2010 年 6 月 18 日、京都</p> <p>41) 亀谷宏美、芦原茜、高橋美江、貝森良彦、中村秀夫、鶴飼光子、ESR スピントラップ法による豚の結成分析、第 63 回日本酸化ストレス学会、2010 年 6 月 24 日、横浜</p> <p>42) 亀谷宏美、貝森良彦、鶴飼光子、照射セルロース由来のラジカル信号の解析、第 47 回アイソトープ・放射線研究協議会、2010 年 7 月 9 日、東京</p> <p>43) 貝森良彦、高橋美江、亀谷宏美、鶴飼光子、赤唐辛子の ESR による検知、第 47 回アイソトープ・放射線研究協議会、2010 年 7 月 9 日、東京</p> <p>44) 高橋美江、貝森良彦、亀谷宏美、鶴飼光子、照射ニンニクの ESR による検知、第 47 回アイソトープ・放射線研究協議会、2010 年 7 月 9 日、東京</p> <p>45) 太多由依、亀谷宏美、鶴飼光子、中村秀夫、照射生薬エキス剤の ESR による検知、第 47 回アイソトープ・放射線研究協議会、2010 年 7 月 9 日、東京</p> <p>46) 菊地正博、下山雄平、鶴飼光子、小林泰彦、照射された生鮮果実パイアの迅速 ESR 検知法、第 47 回アイソトープ・放射線研究協議会、2010 年 7 月 9 日、東京</p> <p>47) 古田雅一、向原岳、石川悦子、小池佳都子、香辛料の汚染細菌の放射線抵抗性と食肉類中での増殖回復挙動について、第 47 回アイソトープ・放射線研究協議会、2010 年 7 月 9 日、東京</p> <p>48) 向原岳、古田雅一、石川悦子、小池佳都子、Bacillus 属細菌芽胞の増殖挙動・発芽過程に及ぼす放射線効果、第 47 回アイソトープ・放射線研究協議会、2010 年 7 月 9 日、東京</p> <p>49) M. Ukai, H. Kameya, A new EPR spin trapping protocol using CYPMP0, The XXIVth International Conference on Magnetic Resonance in Biological System, ICMRBS, 2010.08.26 , Cairns, Australia</p> <p>50) 亀谷宏美、貝森良彦、鶴飼光子、植物性食品分析への ESR スピントラップ法の応用、日本食品科学工学会第 57 回大会、136、2010 年 9 月 2 日</p> <p>51) 鶴飼光子、亀谷宏美、中村秀夫、ESR による照射食品の検査、第 100 回 日本食品衛生学会、2010 年 9 月 19 日、熊本</p> <p>52) H. Kameya, H. Nakamura, S. Oowada, M. Ukai, ESR spin trapping method of plant food extracts, Asia-Pacific EPR/ESR Symposium</p>
--	---

- 2010, 2010.10.12, Jeju, Korea
- 53) M. Ukai, H. Kameya, Joong-Ho Kwon, H. Nakamura, ESR study of irradiated ginseng, Asia-Pacific EPR/ESR Symposium 2010, 2010.10.13, Jeju, Korea
- 54) M. Kikuchi, T. Sakashita, T. Funayama, M. Ukai, Y. Shimoyama, Y. Kobayashi, Dose-dependency of Electron Spin Relaxations in Irradiated Fresh Mangoes, 第5回量子応用研究シンポジウム、2010年10月14日、高崎
- 55) M. Ukai, H. Kameya, H. Nakamura, M. Kikuchi, Y. Kobayashi, Electron Spin Relaxation Behaviors of Radicals Induced in Gamma-irradiated Food, 第5回量子応用研究シンポジウム、2010年10月15日、高崎
- 56) H. Kameya, M. Ukai, Y. Shimoyama, Radiation induced radicals in cellulose, IRAP2010, 2010.10.29, University of Maryland, College Park, Maryland
- 57) M. Ukai, H. Kameya, H. Nakamura, Analysis of fruits and vegetables using ESR spin trap method, China-Japan Joint Symposium on Food Science & Technology at Industry Level, 2010.11.03, 杭州、中国
- 58) M. Ukai, H. Kameya, S. Todoriki, ESR detection method of pasteurized food, 5th International Conference on Microbiology of Food, Health and Environment: Problems and Prospects on Developing Countries, 2010.12.27, Dhaka, Bangladesh
- 59) 阪井俊夫, 向原岳, 石川悦子, 小池佳都子, 古田雅一、食品に添加された微生物の増殖と香辛料の作用の関係について、日本農芸化学会、2011年3月28日、京都
- 60) M. Ukai, Analysis of irradiated maize weevil (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) using ESR spectroscopy, International Meeting on Radiation Processing (IMRP 2011), 2011.6.15, Montréal, Canada,
- 61) S. Todoriki, H. Kameya, M. Ukai, Current research on detection methods of irradiated food in Japan, International Symposium on Food Irradiation, 2011.5.17, Seoul, Korea
- 62) 貝森良彦、坂本侑輝、中村秀夫、菊地正博、鶴飼光子、下山雄平、小林泰彦、ガンマ線照射直後に食品中に誘導されるラジカルの減衰挙動、第48回アイソトープ・放射線研究協議会、2011年7月8日、東京
- 63) 千葉悦子、飯塚友子、市川まりこ、鶴飼光子、等々力節子、菊地正博、小林泰彦、食品への照射効果の体験実験、リスクコミュニケーションを目指して、第48回アイソトープ・放射線研究協議会、2011年

	<p>7月8日、東京</p> <p>64) 亀谷宏美、菊地正博、中村秀夫、等々力節子、小林泰彦、鶴飼光子、下山雄平、Pulse-ESR による照射黒コショウ中の ESEEM 計測、第 48 回アイソトープ・放射線研究協議会、2011 年 7 月 8 日、東京</p> <p>65) 阪井 俊夫、古田 雅一、パプリカ抽出成分が殺菌ストレスを与えた Bacillus 属細菌に及ぼす影響、第 48 回アイソトープ・放射線研究発表会、2011 年 7 月 8 日、東京</p> <p>[その他]</p> <p>1) 小林泰彦、菊地正博、【展望・解説】食品照射：放射線による食品や農作物の殺菌・殺虫・芽止め技術、放射線化学, No. 88, 18-27, 2009</p> <p>2) 鶴飼光子、解説 放射線照射香辛料の ESR 法による分析、ぶんせき、3、132-136 (2011)</p>
--	---