

平成26年度
放射線施設共同利用報告書

平成28年3月

*Radiation Research Center
Research Organization
for University-Community Collaborations
Osaka Prefecture University*

大阪府立大学地域連携研究機構
放射線研究センター

平成 26 年度
放射線施設共同利用報告書

平成 28 年 3 月

*Radiation Research Center
Research Organization
for University-Community Collaborations
Osaka Prefecture University*

1. はじめに

地域連携研究機構・放射線研究センター長 奥田修一

地域連携研究機構・放射線研究センターは、大規模かつ総合的な放射線施設を全学共同利用施設として管理運用すると共に、地域貢献活動に全力を注いできました。2015年度から、機構組織が一部改編されましたが当センターに変化はありません。

現在のセンター教員11名は、それぞれが施設を活かした特徴ある研究を行っています。

2013度に新設された工学研究科「量子放射線系専攻」を担当し、効果的に教育研究に取り組んでいます。2014年度末には、博士前期、後期課程の最初の修了生が社会に旅立ちました。学士課程との直接の結びつきがなく、広く学内外から学生を受け入れるため、他大学や外国からの留学生が多いことが特徴です。海外とは、韓国、ラオス、ベトナムの大学や研究機関との協定に基づき、学生の受け入れや研究交流を行ってきました。

原子力分野で人材育成が重要ですが、取り組める大学が限られています。2012-2014年度文部科学省原子力人材育成等推進事業「地域に根付いた放射線施設活用による関西連携指導者人材育成」に取り組み、連携機関等の協力を得て、実施11機関のうち「極めて優れた成果を得た」2機関のひとつに選ばれました。さらに2015年度には、他大学にない強力なコバルト60ガンマ線源を活用した実践的な人材育成事業が採択されました。これらは、原子力・放射線関連機関の連携が強い関西地域の特徴を活かしたものです。

恒例の放射線知識普及活動「みんなのくらしと放射線展」では、2015年度も特徴あるイベント「ハイスクール放射線サマークラス」を行い、9校の高校生達が研究の成果を競い合い本学辻理事長・学長の激励を受けました。

今後のセンターのあり方を大きく転換する、2016年度文部科学省「共同利用・共同研究拠点」認定の申請を行いました。全国でも数少ない量子放射線関連基盤研究施設に全国の研究者が集まって、高度研究拠点を目指すことになります。

このようにわれわれは、種々の垣根をはずして、学際的かつ機関連携による教育・研究、地域貢献活動を推進します。ただ、忘れてはならないのは、極めて限られた予算やマンパワーのもと、背伸びをしそすぎず、特に放射線安全等に万全を期さなければならぬことです。この意味での厳しさは従来と変わることろがありません。

この報告書は、2014年度以降の放射線研究センターの共同利用の成果を、関連情報と共にまとめたものです。是非ご覧ください。そして放射線研究センターの今後の活動に、一層のご協力、ご支援をお願い申し上げます。

2016年1月

目 次

ページ

1. はじめに

放射線研究センター長 奥田修一

2. 平成26年度共同利用研究報告

1) 放射線研究センター施設の現状	1
(府大地域連携) 谷口良一、岡喬、宮丸広幸、小嶋崇夫、松浦寛人、奥田修一	
2) 表面分析のための1MeVイオン加速器の整備状況報告	2
(阪府大地域連携) 宮丸広幸、奥田修一	
3) 自然放射線を利用した中性子ラジオグラフィ	3
(府大地域連携) 谷口良一、伊藤憲男	
4) 画像測定による水中放射線測定	4
(府大院工) 矢羽多秀高、(府大地域連携) 谷口良一、伊藤憲男、宮丸広幸、小嶋崇夫、松浦寛人、古田雅一	
5) 物質界面における2次元放射線線量分布の測定	5
(府大院工) 下郷広元	
6) ローバック放射能測定装置の仕様と計測例	6
(府大地域連携) 伊藤憲男	
7) 水中照射時のCCDカメラの放射線誘起ノイズ	7
(府大地域連携) 谷口良一、矢羽多秀高、伊藤憲男、宮丸広幸、小嶋崇夫、松浦寛人、古田雅一、奥田修一 (近畿大) 小川喜弘 (電子研) 遠本忠 (京大炉) 岡本賢一	
8) 大阪府立大学照射用Co60線源プールにおける水中線量分布測定	8
(府大地域連携) 宮丸広幸、小嶋崇夫、谷口良一、奥田修一	
9) チェレンコフ光による水中非破壊検査	9
(府大地域連携) 谷口良一、伊藤憲男、宮丸広幸、小嶋崇夫、松浦寛人、古田雅一 (府大院工) 矢羽多秀高	
10) CIGS太陽電池の低エネルギー電子線照射によるイオン損傷	10
(宇宙航空研究開発機構) 川北史朗、今泉充、艸分宏昌 (府大地域連携) 奥田修一、小嶋崇夫、岡喬	
11) InGaP太陽電池の低エネルギー電子線照射効果	11
(府大院工) 奥野泰希 (府大地域連携) 奥田修一、岡喬 (宇宙航空研究開発機構) 川北史朗、今泉充、艸分宏昌	
12) 高強度コヒーレント遷移放射光源による生物試料の吸収分光	13
(府大院工) 斎藤秀輝、奥田修一 (京大炉) 高橋俊晴	

	(Kangwon National Univ.) S. Nam	
13)	大気圧放電プラズマジェットを用いた活性ラジカル生成効率の改善 ······	14
	(府大地域連携) 松浦寛人、古田雅一	
	(阪府大院工) サンティコンメイ、奥野泰希	
14)	Degradation of Phorbol Esters by Plasma, Gamma-ray, Sunlight and UV Irradiations	15
	(プラズマ、ガンマ線、太陽光および紫外線の照射によるフォルボールエステルの分解)	
	(阪大院工) SANTI KONGMANY	
15)	InP 基板上 type-II InAs/GaSb 超格子中赤外センサ ······	16
	(府大地域連携) 河村裕一 (住友電工) 三浦広平、猪口康博	
	(宇宙航空研究開発機構) 室岡純平、片山晴善、(立命館大) 木股雅章	
16)	過共晶 ZrCuAl バルクアモルファス合金に対する電子線照射効果の組成依存性 ······	17
	(府大院工) 小林一基、石井康嗣、岩瀬彰宏、横山嘉彦、今野豊彦、徐虬	
	佐藤紘一、斎藤勇一、石川法人、堀史説	
17)	電子線照射による FeAl 金属間化合物中の生成欠陥のエネルギー依存性 ······	19
	(府大院工) 上野陽平、石山大志、岩瀬彰宏、大澤一人、徐虬、佐藤紘一、堀史説	
18)	陽電子消滅法を用いた CeO ₂ 中に生成された格子欠陥の評価 ······	20
	(府大院工) 山本優輝、堀史説、岩瀬彰宏	
19)	陽電子消滅測定を用いた過共晶バルクアモルファス合金の自由体積の構造緩和に関する研究 ······	22
	(府大院工) 石山大志、石井康嗣、岩瀬彰宏、横山嘉彦、今野豊彦、堀史説	
20)	ガンマ線照射下の窒素ガス雰囲気の希薄塩水中における鉄の腐食速度の測定と酸化性化学種の分析 ······	24
	(府大院工) 神田泰寛、井上博之、岩瀬彰宏 (府大地域連携) 小嶋崇夫	
21)	生レバーからみた食品照射の展望 ······	26
	(府大地域連携) 古田雅一	
22)	オオミジンコの脱皮ホルモン受容体リガンドを検出する酵母レポーター・アッセイ系の確立 ······	27
	(府大院理) 高田英治、原島小夜子、川西優喜、八木孝司	
23)	CRISPR/Cas9 法によるヌクレオチド除去修復および DNA ポリメラーゼ η ・ κ を欠損する細胞の作製と芳香族炭化水素誘発突然変異の解析 ······	28
	(府大院理) 福本航大、西田 裕、川西優喜、八木孝司 (神奈川工大) 高村岳樹	
24)	3-ニトロベンズアントロン由来付加体をもつDNA の損傷乗り越え複製に伴う突然変異誘発の解析 ······	29
	(府大院理) 金山尚裕、川西優喜、八木孝司 (神奈川工大) 高村岳樹	
25)	酵母スリーハイブリッド法によるキイロショウジョウバエのニコチン性アセチルコリニン受容体リガンド結合部位との相互作用を指標としたネオニコチノイド系農薬検出系の確立 ······	30
	(府大院理) 森涼、原島小夜子、川西優喜、八木孝司	
26)	セレギリン塩酸塩ならびに関連物質のモノアミントランスポーターへの親和性および	

再取り込み阻害活性	31
(エフピー㈱) 西村哲也、高畠和恵、ト部和則、松本麻依、東垣由夏	
(府大院理) 川西優喜、八木孝司	
27) 羊毛ケラチンを用いた多孔質ハイドロゲルとフィルムの研究	33
(府大院理) 村田重徳、伴ノ内優太、尾崎由季、高木優輔、森英樹、原正之	
28) 高等植物におけるオーキシン極性移動に関する研究（その2）	35
(府大高等教育) 宮本健助　(府大院理) 上田純一	
29) コバルト60照射プールを用いた人材育成プログラム	37
(府大地域連携) 谷口良一、伊藤憲男、宮丸広幸、小嶋崇夫、松浦寛人、 古田雅一、(府大院工) 矢羽多秀高	
30) 平成24-26年度文部科学省原子力人材育成等推進事業 「地域に根付いた放射線施設活用による関西連携指導者人材育成」活動報告	38
(府大地域連携) 奥田修一	
31) 「平成26年度第31回みんなのくらしと放射線展」活動報告	39
(府大地域連携) 奥田修一	
 3. 平成26年度共同利用報告会プログラム	41
 4. 大阪府立大学21世紀科学研究所「量子ビーム誘起反応科学研究所」活動報告	43
(府大地域連携) 奥田修一	
 5. 公立大学法人大阪府立大学地域連携研究機構・放射線センターにおける施設の利用	44

放射線研究センター施設の現状

大阪府大地域連携 谷口良一*、岡喬、松浦寛人、宮丸広幸、小嶋崇夫、奥田修一

(*本研究に関する連絡先：電話（内線）4293、メール tan@riast.osakafu-u.ac.jp)

【電子線ライナック】

2014 年の運転時間は 29 時間であった。前年の 94 時間よりも大幅に減少している。図 1 に年間運転時間の、この 25 年間の推移を示す。運転時間は長期的に見ると確実に減少している。2012 年の修理時間は 294 時間であり、2013 年、2014 年は 0 時間であることから修理のピークは過ぎたものと思われる。2015 年 4 月はじめに安全技術センターによる施設検査があり、その準備のための試運転があったが、それ以外はほとんど使用されていないことがわかる。因みに施設検査は、無指摘で合格であった。次回の検査は 5 年後の 2020 年の 3 月の予定である。

【コッククロフトウォルトン電子線加速器】

2014 年の運転時間は約 67 時間であった。これも前年の 175 時間に比べて大幅に減少している。主として宇宙機器用の太陽電池の照射試験に使用している。2014 年は大電力高周波回路系にトラブルがあり、修理を要した。大電力を消費する最終段ではなく、大規模な故障ではないが、修理に時間を要した。

【コバルト 60 照射施設】

2014 年 1 月 29 日に、380TBq の Co60 線源が 4 本搬入され、センターが保有する Co60 線源は合計 2.4PBq となり倍増した。その結果、照射利用は増加している。また 2014 年 9 月から文科省の原子力人材育成事業として、コバルト照射プールを利用した水中実験研修が始まった。その結果、水中照射機器、水中放射線検出器、水中カメラ等が整備され始めた。今回増強された線源は、すべてプール用あるいは第 4 照射室用であり、今後、大線量照射は、この 2 つの施設に限られると予想される。そのためにも、これらの水中機器を利用して水中照射の役割は大きいものと思われる。

コバルト 60 の照射施設の中では、マニピュレータの老朽化が目立っており、修理ないしは更新が望まれている。また照射室内の放射線モニターのトラブルが目立ってきたのも最近の傾向である。

前述の人材育成研修は、今後最低でも 3 年以上継続される予定である。学内の学生だけでなく、他大学の学生、企業の技術者等の多数の参加が見込まれており、老朽化した照射装置の補修のみならず、安全対策の強化も求められている。

本研究に関する研究発表

- 1) 大阪府大放射線研究センターにおける加速器利用研究の現状、奥田修一、宮丸広幸、谷口良一、秋吉優史、小嶋崇夫
第 12 回日本加速器学会年会（2015.8.5-7、敦賀）FSP020

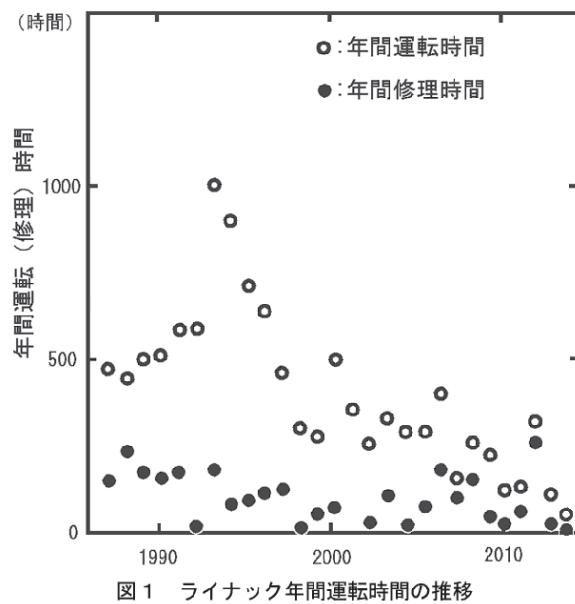


図 1 ライナック年間運転時間の推移

表面分析のための 1 MeV イオン加速器の整備状況報告

阪府大地域連携・放射線研究センター 宮丸広幸*、奥田修一

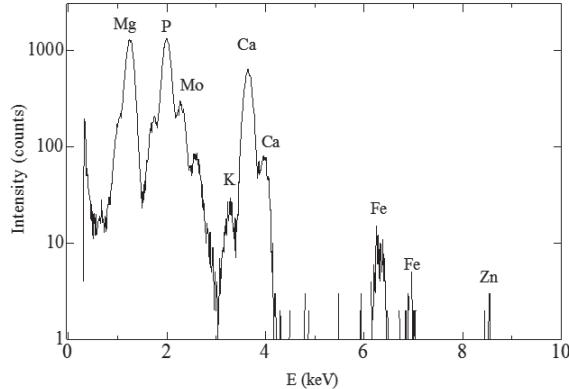
(*本研究に関する連絡先：電話（内線）4232、メール miyamaru@riast.osakafu-u.ac.jp)

[緒言]

本学放射線研究センターでは 2012 年に大阪府立産業技術総合研究所より 1MeV イオンビーム加速器を譲り受け C14 棟 111 室へ設置し、RBS や PIXE などの加速器分析に用いるべく整備と改修を進めてきた。約 2 年間に渡る修理、復旧作業により、ようやく安定したイオンビームを取り出すことが可能となった。イオン加速器を用いた各種表面分析が可能になれば、大学院生等への加速器に関する研究、教育効果が高められると期待している。

[加速器システムの概要]

本加速器の加速方式はディスクトロン型で、シングルエンドの加速電圧 1 MV 未満という仕様である。ディスク回転機構やイオン源などは直径 1m 高さ 1.8m 程の小型の金属製円筒タンク内に収められている。ビーム種としては水素またはヘリウムが選択できる。ビームラインは物理スリット、ウーンフィルター、四重極磁気レンズで構成される。ビーム径については現在は調整中であり直径が 1mm の円形である。試料ステージには XY 方向の移動ステージが装備されている。分析に関しては検出有効エリア 25mm² のイオン注入型シリコン検出器を角度 140 度に導入し RBS 測定が可能である。これに加え、X 線用のシリコン半導体検出器により PIXE 分析が可能である。予備実験として判明したこととして、RBS については加速エネルギーが低いことが問題であり、薄膜試料など測定対象が限られることが分かった。右図に本加速器を利用した PIXE 分析の例を示す。このように軽元素の分析には制動放射の影響も少なく、この加速器が有効であることが明らかになった。定量分析には今後より整備が必要となる。本加速器の整備は現在継続中である。加速エネルギーに上限があるため、分析手法も限られるが、計測に工夫をこらしつつ特徴ある分析システムの構築を今後進める予定である。



ミネラルサプリのPIXE分析の例

本研究に関する研究発表

- 1) 「大阪府立大学における 1 MeV イオン加速器を用いた表面分析の開発」宮丸広幸、藤田萌花、谷口良一、奥田修一 第 11 回日本加速器学会（2014 年 8 月、青森）

自然放射線を利用した中性子ラジオグラフィ

大阪府立大地域連携研究機構 谷口良一*、伊藤憲男
(*本研究に関する連絡先：電話（内線）4293、メール tan@riast.osakafu-u.ac.jp)

[はじめに] 特別な中性子源を用いないで宇宙線由来の環境中性子のみを用いた中性子ラジオグラフィの開発を行っている。図1に原理を示す。地上では宇宙線由来の中性子が存在し、その強度は $0.1\sim0.01\text{n/cm}^2/\text{sec}$ と言われている。この値は極めて微弱であるが、これまで我々が開発してきた高感度中性子画像装置で測定可能な値である。問題は、中性子よりもケタ違いに多い γ 線のバックグラウンドが存在していることである。このバックグラウンドを低減することが課題である。この自然中性子で透過画像の測定が可能であれば、中性子源を必要としない中性子ラジオグラフィが可能となり、可搬性、経済性が飛躍的に向上することが期待できる。図1は、その原理を示す。図のように試験体を中性子減速材と中性子遮へい材でサンドイッチした状態を考える。減速材に入射した自然中性子は減速され熱中性子となって拡散する。一方、中性子遮へい材に入射した中性子は吸収される。その結果、減速材と遮へい材の間に熱中性子の流れが生じる。これを利用して、減速材と遮へい材の間に存在する試験体の中性子透過画像を得る。

[実験] 図2(a)のような厚さ 0.5mm のCd板で構成されたテストパターンを試験体とし、図2(b)のように検出器前面に配置した。テストパターンの裏面には中性子有感シンチレータ (LiF+ZnS) を配置し発光画像を2次元光子計数装置（浜松ホトニクス、PIAS）で計測した。得られた中性子画像装置を図3に示す。図3(a)は微弱中性子源を減速材の表面に設置した時の画像であり、テストパターンが明瞭に判別できる。一方、図3(b)は中性子源を除去し、自然中性子のみで約600時間環境放射線で計測し撮像した場合の画像である。地上では宇宙由来の中性子よりも数桁多い γ 線が存在し、これが大きなバックグラウンドを形成している。そのため図3(b)の画像ではパターンは明瞭ではない。

γ 線応答の圧縮が今後の課題である。

本研究の一部は、科学技術振興機構A-Stepによる。

[本研究に関する研究発表]

1)"A Trial to Natural Neutron Radiography "R.Taniguchi and N.Ito,

Physics Procedia Vol.69 (2015) pp374-381

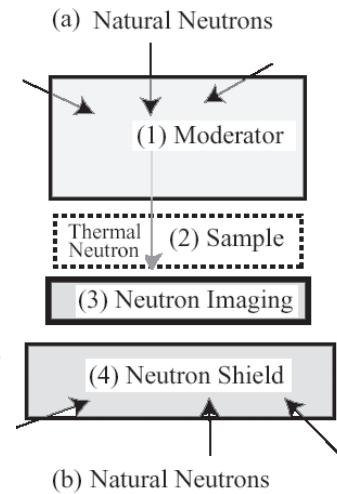


図1 自然中性子ラジオグラフィ装置の原理

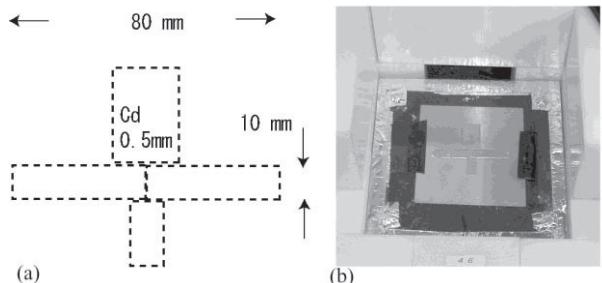
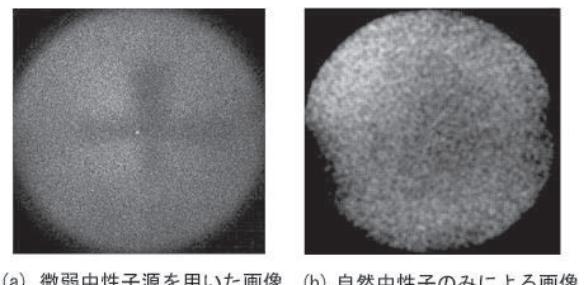


図2 試験体と配置



(a) 微弱中性子源を用いた画像 (b) 自然中性子のみによる画像

図3 中性子画像の例

画像測定による水中放射線測定

大阪府立大学放射線研究センター 矢羽多秀高、谷口良一*、伊藤憲男、

宮丸広幸、小嶋崇夫、松浦寛人、古田雅一

(*本研究に関する連絡先：電話（内線）4293、メール tan@riast.osakafu-u.ac.jp)

[はじめに] 超高感度カメラを用いて観測した水中での放射性物質の発光を画像解析することにより、安全かつ広範囲な線量分布測定を実現する。原子炉内の燃料棒は高レベル放射性物質であり、放射線を遮蔽するため各種作業は水中で行われ、事故後の廃炉作業でも水中で拡散した核燃料の分布計測が不可欠となる。しかし、従来の放射線計測法では計測範囲が狭く計測を繰り返す必要がある。本研究では、チエレンコフ光の測定によって線量分布を一挙に計測する手法の確立を目指した。

[実験] 図1に実験体系を示す。カメラはAVT社製 STINGRAY-F146C を用いた。撮影は水深4.7mのプールの底で行い、放射線検出器は線源に近接させ、カメラは2.5m以上離れた位置に設置し、図1の様な体系で、カメラ画像中のチエレンコフ光と同じ位置での線量分布を計測しそれぞれの比較を試みた。図2に、実験データを示す。放射線検出器により計測した平均線量率の変化と、カメラ画像から解析したチエレンコフ光輝度の、放射線源との距離に対する減衰曲線の傾きは、ほぼ一致している。

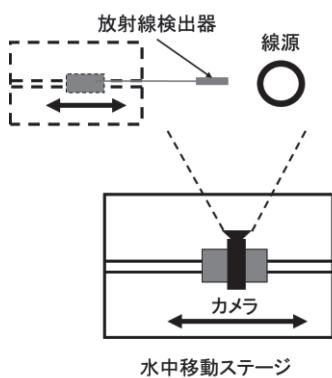


図1 水中実験体系

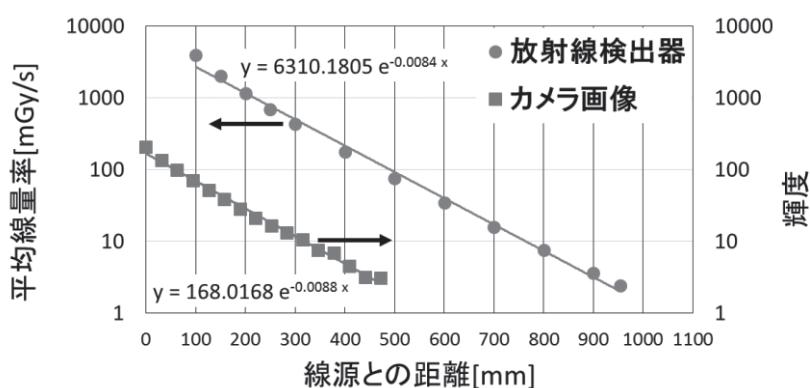


図2 距離と線量率、チエレンコフ光輝度の関係

本研究の一部は文部科学省の「大規模放射線施設を利用した人材育成」事業によるものである。

[本研究に関する研究発表]

- 1) 「超高感度カメラを用いた水中での大線量観測」矢羽多秀高、宮丸広幸、古田雅一、伊藤憲男、松浦寛人、小嶋崇夫、岡喬、谷口良一、非破壊検査協会放射線部門講演会資料 RT-0058、(2015年3月)pp11-14
- 2) 「チエレンコフ画像を用いた水中線量の測定」矢羽多秀高、谷口良一、伊藤憲男、宮丸広幸、小嶋崇夫、松浦寛人、古田雅一、原子力学会秋の大会（2015年9月、静岡）P19
- 3) 「水中での大線量測定と画像測定」矢羽多秀高、谷口良一、伊藤憲男、宮丸広幸、小嶋崇夫、松浦寛人、古田雅一、非破壊検査協会秋の講演大会概要集（2015年10月、札幌）pp287-288

物質界面における 2 次元放射線線量分布の測定

大学院工学研究科博士後期課程量子放射線系専攻* 下邨広元

(平成 26 年度博士 (工学) 学位論文概要、放射線研究センター共同利用の成果として掲載)

本研究の目的は、照射場における固体等の界面で観測される放射線誘起反応を分析し考察することである。熱ルミネッセンス線量計（熱蛍光線量計、Thermo Luminescence Dosimeter 以下では TLD と記す。）とイメージングプレート（Imaging Plate 以下 IP と記す。）の二種類の放射線線量計を用いて応答特性を調べることで、照射場界面における局所的な吸収線量を評価し放射線種依存性についての知見を得る。更に微弱電子線照射場の 2 次元測定の応用として、IP による電子線ラジオグラフィの基本特性測定を行う。本研究の結果、次のような成果が得られた。

- (1) IP の、X 線、 γ 線、加速器電子線に対する応答を調べ、それぞれ照射線量に対して線形性を示すことを確認した。またこの結果、 γ 線および電子線に対する感度がほぼ等しく、X 線に対する感度がそれより 2 枠ほど高いことが明らかになった。そのほか温度変化やフェーディングについての結果から、IP がこれらの放射線に対して 2 次元線量計として利用できることが明らかになり、新たな高感度放射線線量計開発の基礎が確立された。特に加速器電子線では、本学で独自に開発された超微弱電子線を利用し、これまでに得られなかつた特性について詳細なデータを取得した。
- (2) 本研究の成果をもとに、現在重要な課題である、セシウム 137 γ 線に対する遮蔽の能力を、IP を用いて測定する方法を提案し、モデル試料についての測定結果を得た、今後広くこの方法が活用できると期待される。
- (3) IP と高エネルギー電子線の相互作用についての基礎的な知見を得た。今後この結果を解析することにより、放射線と線量計を構成する物質との相互作用において、放射線の種類によって異なる新しい現象が明らかになることが期待される。
- (4) IP と高エネルギー電子線を用いた新しいラジオグラフィを提案し、その基礎特性を明らかにした。物質の端部での散乱挙動を利用するもので、新たな分野への応用が期待される。

学位論文の詳細

<http://www.osakafu-u.ac.jp/affiliate/active/report/report-26.html>

本研究に関する連絡先

奥田修一（指導教員）：電話（内線）4227、メール okuda@riast.osakafu-u.ac.jp

(*2015 年 3 月 31 日在学時の所属)

ローバック放射能測定装置の仕様と計測例

府大地域連携環境計測 伊藤憲男

C9 棟に設置されているローバック放射能検出器(アロカ社製 LBC-451)は、環境試料の微量放射能測定に使用されている。環境試料の放射能測定で、年間約 50 件の外部からの測定依頼がある。この装置の仕様と計測例を以下に示す。

仕様

放射線計測器は窓なしの 2π ガスフロー型の GM カウンターで β 線を計測することにより、放射能を検出している。検出部分を鉛遮蔽体で囲み(図 1)、さらに外部からの放射線を検出部上部の GM カウンターからの信号による非同時回路により取り除いて(図 2)、低レベルの放射能測定が可能となっている。装置の仕様は以下のとおりである。

項目	仕様
検出器	窓なし 2π ガスフローGM
仕様ガス	Q ガス(He+2%イソブタン)
計測放射線	β 線
検出部内径	30mm ϕ
使用電圧	1400V
検出効率	48%以下
自然放射線	約 45 カウント/1 時間

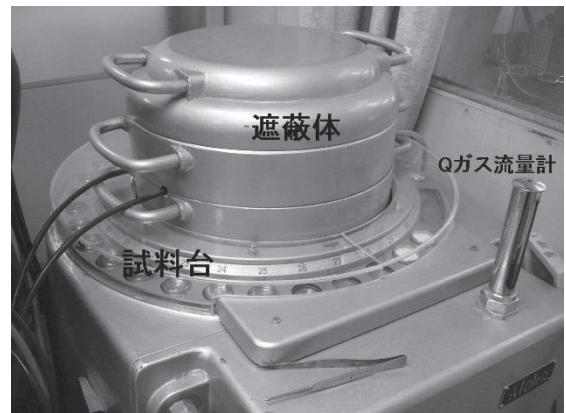


図 1

計測例

試料 河川水 100ml 残渣 25mg

測定時間 60 分

結果

自然放射線 44 ± 7 カウント

試料 124 ± 11 カウント

正味カウント 80 ± 13

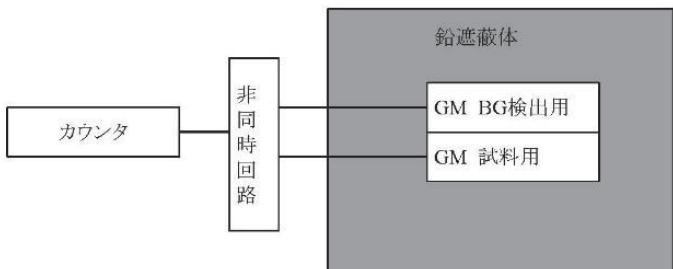


図 2

この結果より、検出効率を約 50% とすると、試料の放射能は約 0.04Bq となる。

河川水の放射能濃度に直すと、0.4Bq/リットルとなる。

60 分の測定で 0.04Bq 程度の測定が可能であり、約 12 時間の測定で、0.01Bq の測定ができる。

水中照射時の CCD カメラの放射線誘起ノイズ

大阪府立大学放射線研究センター 谷口良一*、矢羽多秀高、伊藤憲男、宮丸広幸、

小嶋崇夫、松浦寛人、古田雅一、奥田修一

近畿大学 小川喜弘

電子研 辻本 忠

京大原子炉 岡本賢一

(*本研究に関する連絡先：電話（内線）4293、メール tan@riast.osakafu-u.ac.jp)

[はじめに] CCD 撮像素子に放射線照射によって発生する白点ノイズには外見が同じでも、同じ位置に出現する定点ノイズと、ランダムに出現するランダムノイズの2種類があることが知られている。固定点ノイズは照射損傷、ランダムノイズは放射線誘起ノイズの一種とされている。これまで我々のグループは近大原子炉を用いて CCD 素子の放射線応答の研究を行ってきたが、今回は大阪府立大学のコバルト 60 照射プール施設を用いて水中照射を行った。コバルト 60 線源からの放射線は半価層が水中で約 10cm であり、水中照射は試料を僅かに移動させるだけで線量を大きく変化できるという特徴がある。今回、試料を約 1m 移動させて照射を行った。

[実験] 図 1 に白点ノイズ画像の例を示す。カメラは AVT 社製 STINGRAY-F146C を用いた。画像の中央にコバルト線源が見え、周囲にはチエレンコフ光が確認できる。図 2 にカメラを移動させた時の 100×100 ピクセル中の白点ノイズ数の変化を示す。2 m 離れた位置では白点ノイズは殆ど見られないが、1 m まで近づくと図 1 のように白点ノイズが多数現れる、図 2 のようにノイズ数は照射線量率と同じく指數関数的に変化している。ただしこれらのノイズの大半はランダムノイズであり、線源から距離をとるとノイズは消失する。

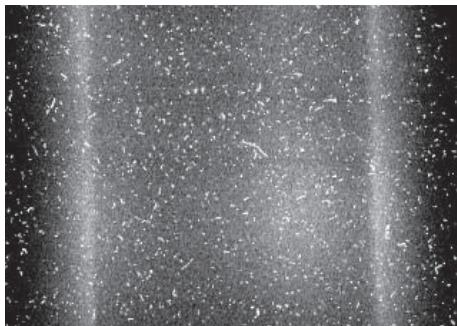


図 1 線源の水中画像と白点ノイズ（距離 1 m）

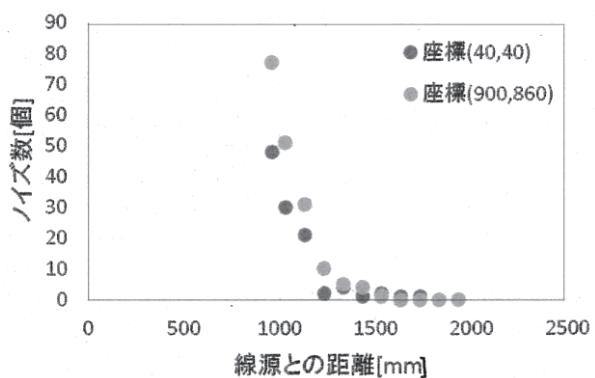


図 2 線源の距離とノイズ数の変化

本研究の一部は文部科学省の「大規模放射線施設を利用した人材育成」事業および近畿大学原子炉共同利用によるものである。

[本研究に関する研究発表]

1) 「水中照射時の CCD カメラの放射線誘起ノイズ」 谷口良一、矢羽多秀高、伊藤憲男、宮丸広幸、

小嶋崇夫、松浦寛人、奥田修一、小川喜弘、辻本忠、岡本賢一、原子力学会秋の大会

(2015 年 9 月、静岡) P20

大阪府立大学照射用 Co60 線源プールにおける水中線量分布測定

阪府大地域連携・放射線研究センター 宮丸広幸*、小嶋崇夫、谷口良一
奥田修一

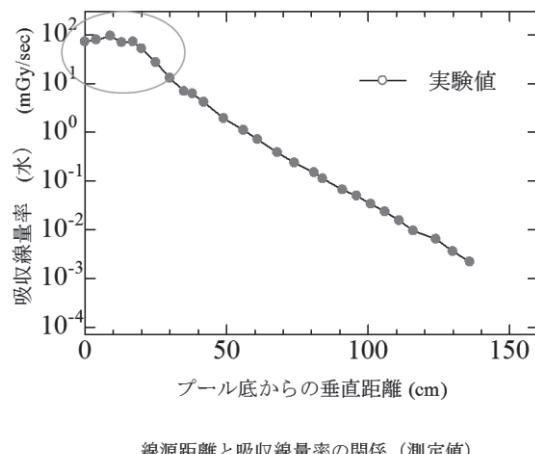
(*本研究に関する連絡先：電話（内線）4232、メール miyamaru@riast.osakafu-u.ac.jp)

[緒言]

文部科学省の人材育成事業として、本学のコバルト 60 照射プール施設の活用を中心とした“大規模放射線施設を利用した人材育成”が採択された。これにより高放射線場を使って安全に実習・研修ができる場としての視点から照射用プールの安全管理や整備が必要となった。そこで本研究では小型の電離箱を用いて照射用プール内部の水中線量分布測定を行った。またモンテカルロシミュレーションコード PHITS を用いたガンマ線場の計算値との比較を行った。

[実験内容と結果]

実験では有感体積 0.3cc の小型電離箱（PTW 社 Type 31013）と同軸ケーブルが防水用シリコンチューブに納められ、それらは固定のための長さ 6m の塩化ビニール製のパイプ内に格納された。測定器は（PTW 社 UNIDOSE E）を用いた。実験ではこのパイプを手作業またはクレーンにて水中に配置し、静置させた後に線量率を計測した。コバルト 60 線源は円筒形で直径 26cm、高さ 33cm で強度 176TBq のものを用いた。円筒形線源の内部に線量計を配置した状態から上方へ引き上げつつ、線量率の変化を測定した結果を右図に示す。この実験においてパイプを伝った漏洩線量の増加等が無いことを確認した。実験結果は 4 枠のレンジで線量率を精度よく測定できた。棒状線源分布を仮定した PHITS による計算結果はよい一致を示した。今回使用した機器と線源強度では約 1.4m 範囲の線量率測定が可能であった。PHITS の計算でもプール内部の線量評価が可能となり、事業実施の際の安全性が向上した。



本研究に関する研究発表

- 「大阪府立大学照射用 Co60 線源プールにおける水中線量分布測定」宮丸広幸、小嶋崇夫、谷口良一、奥田修一 日本放射線安全管理学会第 13 回術大会（2014 年 12 月、徳島）

チェレンコフ光による水中非破壊検査

大阪府立大学放射線研究センター

谷口良一*、矢羽多秀高、伊藤憲男、

宮丸広幸、小嶋崇夫、松浦寛人、古田雅一

(*本研究に関する連絡先：電話（内線）4293、メール tan@riast.osakafu-u.ac.jp)

[はじめに] 水中に置かれた大線量線源の発するチェレンコフ光を高感度カメラで水中観測するシステムを開発した。水中であることから、カメラを高線量試験体に近付けることが可能であり、高線量試験体表面を拡大撮影することも可能である。そこで、本システムを利用した大線量放射線下における表面検査への応用を検討した。

[実験と結果] 原子炉材料をはじめとした強い放射線を持つ材料の表面探傷が求められる機会は多い。しかしながら通常の表面探傷技術がそのまま適用できる場合は少数である。目視による検査は不可能であるうえにカメラの使用も制限される。さらに浸透剤の放射線による変質が危惧される。そこで図1のような体系でチェレンコフ光を利用した表面探傷の可能性を検討した。実験ではコバルト60線源の前に置かれたスリット付きの鉄試料を水中で高感度カメラを用いて撮像した。チェレンコフ光は専ら透明材料から放出され、鉄等の不透明材料からは放出されない。スリット中に浸透した水はチェレンコフ光を放射することからスリット部分のみが高い輝度となることで認識できる。この場合、水は浸透探傷における蛍光浸透剤の働きをすることになる。

図2に水中で試料をコバルト60線源のカメラ側に吊下げた時の画像を示す。鉄製ブロックには長さ方向に幅1.5mmのスリットが刻まれている。使用したカメラはAVT社製のStingray,F146Cであり、露光時間は1/15秒である。線源の周囲には明るいチェレンコフ光が見られるが試料によってさえぎられて、試料は影として現れている。ところが試料の長さ方向にはスリットに相当する部分で明るくなっていることが確認できる。

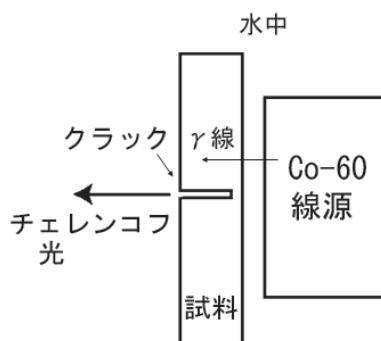


図1 チェレンコフ光を利用した表面探傷

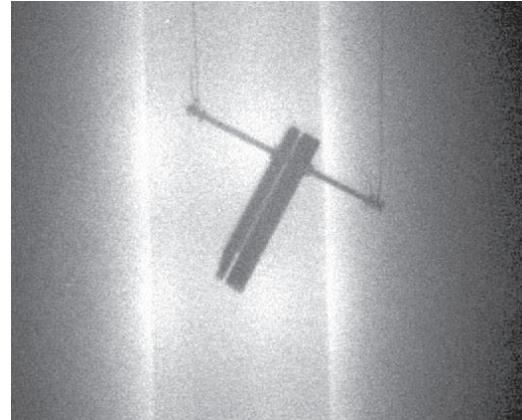


図2 鉄試料の水中画像

[本研究に関する研究発表]

1)「水中チェレンコフ光測定と非破壊検査への応用」谷口良一、矢羽多秀高、伊藤憲男、宮丸広幸、

小嶋崇夫、松浦寛人、古田雅一、非破壊検査協会秋の講演大会概要集

(2015年10月、札幌) pp289-290

CIGS 太陽電池の低エネルギー電子線照射によるイオン損傷

宇宙航空研究開発機構 川北史朗、今泉充、艸分宏昌

大阪府立大学・放射線研究センター 奥田修一*、小嶋崇夫、岡喬

(*本報告に関する連絡先：電話（内線）4227、メール okuda@riast.osakafu-u.ac.jp)

CIGS 太陽電池は、放射線耐性が高いことから、次世代の宇宙用太陽電池として注目されている。この CIGS 太陽電池の放射線特性に関して多くの研究が行われているが、そのメカニズムは解明されていない。そこで、我々は CIGS 中に選択的に欠陥を生成することができる 1 MeV 以下の電子線照射試験装置を用いた照射試験を行い、CIGS 結晶中に特定の欠陥を生成し、その欠陥が CIGS 太陽電池の性能に及ぼす影響を測定することで、性能を低下させる照射欠陥の起源の解明に向けた研究を行っている。

CIGS 太陽電池のはじき出し欠陥を生成しない 100keV の低エネルギーの電子線を照射し、その時の光電流電圧特性を取得した。この結果を図 1 に示す。これより、はじき出し欠陥が生成されていないにもかかわらず、 $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-2}$ 以上の電子線を照射すると、その電気性能が低下するのが分かる。このメカニズムを解明するために、電子線を照射したサンプルに赤色 LED を照射下で逆バイアスを印加する処理（ROB）を行い、この前後での Mot-Schottky プロットを取得した（図 2）。これより、電子線を照射することでキャパシタンスの増加が観測され、この時の増加量は 100keV の電子線の照射量に依存していることも確認した。この容量の増加は、CIGS 中の DX 欠陥が起因であることが報告されおり、同様の欠陥が生成されたと推察される。

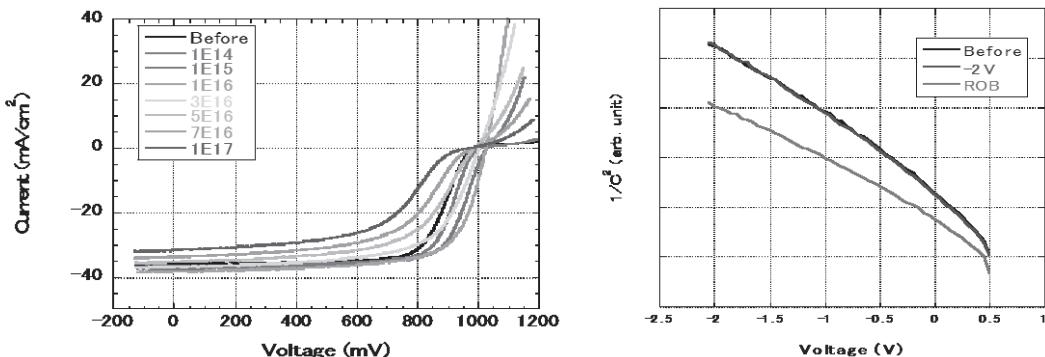


図 1 100keV 電子線照射時の CIGS 太陽電池の光電流電圧特性.

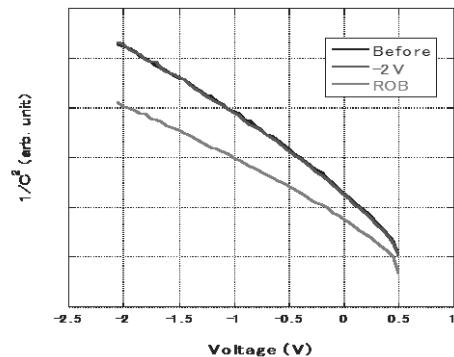


図 2 100keV 電子線照射した CIGS 太陽電池の ROB 処理による Mot-Schottky プロット.

本研究に関する研究発表（原著論文、その他報文、学会等報告）

- S. Kawakita, M. Imaizumi, H. Kusawake, S. Okuda, S. Ishizuka and S. Niki, "Degradation of CIGS Thin-Film Solar Cells due to the Ionization Effect of Low-Energy Electrons" E-MRS Spring Meeting (Lille in France) 2014.

InGaP 太陽電池の低エネルギー電子線照射効果

阪府大院工学研究科 奥野泰希*

阪府大地域連携研究機構 奥田修一、岡喬

JAXA 川北史朗、今泉充、艸分宏昌

(*本研究に関する連絡先：電話（内線）4214、メール mx106003@riast.osakafu-u.ac.jp)

大阪府立大学放射線研究センターにおけるコッククロフトウォルトン型電子線加速器システム（本システム）は、半導体デバイスへの低エネルギー(600 keV 以下)電子線照射効果のために最適化されており、このような装置は世界でもほとんどない。この特色のある本システムを用いて、太陽電池の低エネルギー電子線照射による劣化メカニズムが調査してきた[1][2][3]。

宇宙環境における太陽電池の放射線劣化予測は重要であり、Non-Ionizing Energy Loss(NIEL)を用いた Displacement Damage Dose モデルによって劣化予測が行われている。本研究では、NIEL で予測できない低エネルギー(100 keV 以下)電子線を太陽電池へ照射することによって現在予測されている劣化以外のメカニズムを明らかにするために、本システムを用いて 70 keV 電子線を試料へ照射することによって劣化を明らかにする。

3 接合型太陽電池に用いられている InGaP セルおよび GaAs セルは非常に高い放射線耐性を持っている。GaAs セルに 70 keV 電子線を照射した場合、性能の劣化は確認できなかった。しかし、InGaP セルは予想に反して劣化することが明らかになった (Fig.1)。

予測モデルでは、一次はじき出しが起きるための閾値エネルギーが使われる。現在、InGaP の中で最もはじき出されやすいと考えられている P 原子の閾値エネルギーは 8 eV である。この閾値の場合、100 keV 以上の電子で、一次欠陥が生成されと考えられている。70 keV 電子線照射によって InGaP 太陽電池が劣化したことから、この閾値エネルギーは今まで考えられていたものよりも小さい可能性がある。

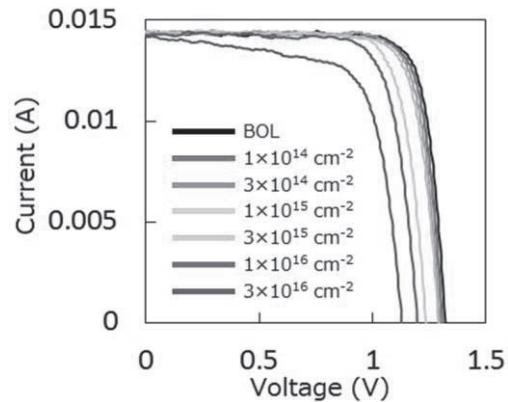


Figure.1 70 keV 電子線照射による InGaP 太陽電池の LIV 曲線の変化

参考文献

- 1) M. Imaizumi, C. Morioka1, T. Sumita1, T. Ohshima and S. Okuda, IEEE (PVSC) **37**, 1579 (2011).
- 2) S. Kawakita, M. Imaizumi, S. Ishizuka, S. Niki, S. Okuda and H. Kusawake, Thin Solid Films **535**, 353 (2013).
- 3) Y. Okuno, S. Okuda, T. Kojima1, T. Oka, S. Kawakita, M. Imaizumi, and H. Kusawake, Phys. Status Solidi C **12**, No. 6, 773 (2015).

本研究に関する研究発表（原著論文、その他報文、学会等報告）

- 1) Performance degradation of InGaP and GaAs cell by radiation of electron beams at 70 keV, Y. Okuno, S. Okuda, T. Kojima, T. Oka, S. Kawakita, M. Imaizumi, H. Kusawake, proceedings of PASJ2015 P1375.
- 2) The Deterioration Due to 70keV Electron Beam Irradiation in InGaP and GaAs Solar Cells, Y. Okuno, S. Okuda, T. Oka, S. Kawakita, M. Imaizumi and H. Kusawake, proceedings of RASEDA11 P61.
- 3) Performance Degradation of InGaP Cells by Radiation of Electron at 70 keV, Y. Okuno, S. Okuda, T. Kojima, T. Oka, S. Kawakita, M. Imaizumi and H. Kusawake, proceedings of ALC15 P27.
- 4) Electrical performance of the InGaP solar cell irradiated with low energy electron beams, Y. Okuno, S. Okuda, T. Kojima, T. Oka, S. Kawakita, M. Imaizumi, and H. Kusawake, Phys. Status Solidi C **12**, No. 6, 773–776 (2015).
- 5) 第12回日本加速器学会年会、福井県 ポスター発表 2015/8
- 6) 第9回耐放射線 FEA 撮像素子開発評価委員、京大 口頭発表 2015/9
- 7) 10th International Symposium on Atomic Level Characterizationsfor New Materials and Devices '15, Shimane (Japan), poster session 2015/10
- 8) The 11th International Workshop on Radiation Effects on Semiconductor Devices for Space Applications, Gumma (Japan) oral session 2015/11 (The Jury's Special Award)
- 9) Performance degradation of InGaP cells by the irradiation with electron beams at 70 keV. Surface and Interface Analysis, submitted (2015/12)

高強度コヒーレント遷移放射光源による生物試料の吸収分光

大阪府立大学工学研究科 斎藤秀輝、奥田修一*

京都大学原子炉高橋実験所 高橋俊晴

Kangwon National Univ. S. Nam

(*本研究に関する連絡先：電話（内線）4227、メール okuda@riast.osakafu-u.ac.jp)

1. はじめに バンチ長が短い高エネルギー電子から得られる強力でコヒーレントなシンクロトロン放射や遷移放射は、特徴ある THz 光源として利用できる。東北大学で初めて観測されて[1]以来、光源としての開発や利用研究が行われてきた。また京都大学原子炉実験所（KURRI）では、L バンド電子ライナックを用いて、コヒーレント遷移放射(CTR)による吸収分光系が確立された[1,2]。この光源を用いて、液体、固体、無機のナノ微粒子、植物など、さまざまな物質に対する吸収分光を行ってきた。コヒーレント放射が生物に与える影響、特に、パルスピーク強度が極めて強いという特徴が、新たに生み出す現象を探索する研究を開始した。

2. 実験方法 光スペクトルの測定には、KURRI の高輝度ミリ波 THz 放射光分光装置を利用した。アルミニウム箔から放射されたコヒーレント遷移放射を、光学窓を通して実験室へ輸送した。マーチンパプレット型の干渉計を用い、直径 8 mm の光コリメータの位置に集束した。試料は、このコリメータのすぐ後方に設置した。検出器は、液体ヘリウム冷却のシリコンボロメータである。波数分解能は 0.1 cm^{-1} である。4-13 cm^{-1} の範囲で、光強度の変動が $\pm 2\sim 3\%$ 以内の安定なスペクトルが得られている。吸収分光の代表的な試料として、強い光吸収がある水を選んだ。厚さ約 120 μm の純水を、厚さ 3 mm の 2 枚の無水石英板で挟んだ（図 1）。

3. 吸収分光の結果

試料ホルダーを透過した光のスペクトルの例を図 2 に示す。両者の比から、透過率が得られる。水試料に対する透過スペクトル上の振動は、図 1 に示した光の干渉による。解析により、屈折率と吸収係数が求められる。さらに塩水や菌などの生物に対して、照射による影響を調べる。

4. まとめと今後の課題 KURRI の L バンド電子ライナックの CTR による光源で水試料に対する吸収分光を行い、今後生物に対する影響を調べる。また大阪府立大の S バンド電子ライナックで、光強度依存性について調べるために時間分解分析実験を行う。

この研究の一部は、京都大学原子炉実験所の共同利用研究、2015 年度 KEK 大学等連携支援事業、JSPS 科研費 15K04733 により助成を受けて行われた。

参考文献

- [1] T. Takahashi, J. Particle Accelerator Soc. Japan 2 (2005) 11-15.
- [2] S. Okuda and T. Takahashi, Infrared Phys. Technol. 51 (2008) 410.

本研究に関する研究発表（原著論文、その他報文、学会等報告）

- 1) 大阪府大放射線研究センターにおける加速器利用研究の現状、奥田修、宮丸広幸、谷口良一、小嶋崇夫、第 12 回日本加速器学会年会（敦賀、2015.8.5-7）FSP020.
- 2) 高エネルギー電子ビームによるコヒーレント遷移放射光源とその特性評価、奥田修一、高橋俊晴、日本赤外線学会誌 25 卷 2 号 (2016.2) (印刷中) .

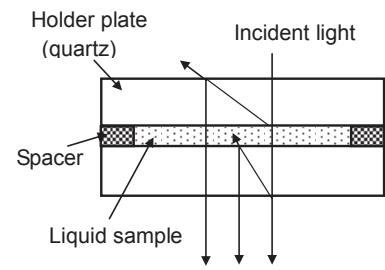


図 1. 石英板で挟んだ水試料

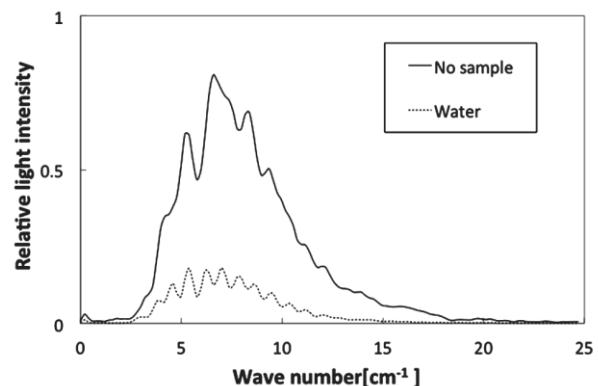


図 2. 透過光スペクトルの例（水試料がある場合とない場合の比較）

大気圧放電プラズマジェットを用いた活性ラジカル生成効率の改善

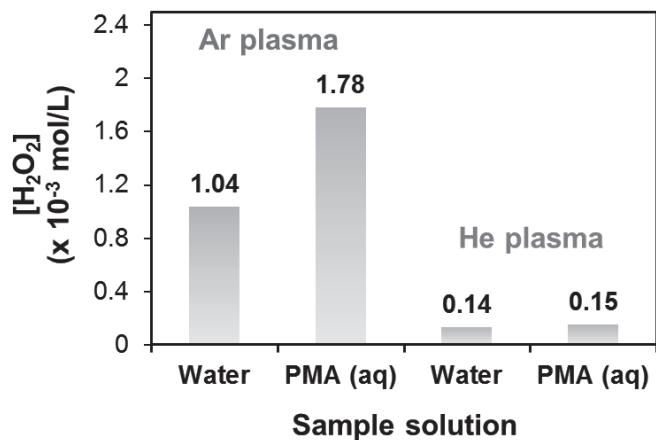
阪府大地域連携 松浦寛人*、古田雅一

阪府大院工量子放射線工学分野 サンティコンメイ、奥野泰希

(*本研究に関する連絡先：電話（内線）4212、メール matsu@me.osakafu-u.ac.jp)

C14 棟 111-2 室(プラズマ実験室)の誘電体バリア型大気圧プラズマジェット装置^[1]を改良し、ヘリウムプラズマの他にアルゴンプラズマの安定した生成が可能となった。高電圧を印加する電極を針状にしてガラスチューブ内部に設置すると電極周りの電界集中効果のため、極めて低い電圧でコロナ放電が発生し、少し電圧を上げると電極端から伸びたジェットが形成される。このプラズマはフォルボールエステル水溶液^[2]や黒胡椒の種子への照射試験に使われている。

右図は、このプラズマ源を用いて処理した液中に生成された過酸化水素濃度の比較を示す。ヘリウムに比べてアルゴンの方がラジカル生成が多く、フォルボールエステルの分解も促進されることが示された。これは、放電中の高エネルギー電子の有無によると考えられている。これは、放電電力の増加を考慮しても、アルゴンを利用することの優位性を示している。



参考文献

- "High-Speed Photographs of a Dielectric Barrier Atmospheric Pressure Plasma Jet", M.Teschke, et al., IEEE Trans. Plasma Sci. 33, (2005)310-311.
- "The Effect of Active Radical Production on the Plasma Degradation of Phorbol Esters in Bio-diesel Fuel Industry", H.Matsuura, Y.Onishi, S.Kongmany, M.Furuta, K.Imamura, Y.Maeda, S.Okuda, Plasma Medicine 4(1-4), (2014)29-36.

本研究に関する研究発表（原著論文、その他報文、学会等報告）

- "The Effect of Active Radical Production on the Plasma Degradation of Phorbol Esters in Bio-diesel Fuel Industry", H.Matsuura, Y.Onishi, S.Kongmany, M.Furuta, K.Imamura, Y.Maeda, S.Okuda, 5th International Conference on Plasma Medicine, (2014, Nara).
- "Radical production around gas-liquid boundary irradiated by the atmospheric pressure discharge plasma", H.Matsuura, Y.Onishi, S.Kongmany, S.Okuda, 14th International Conference on Plasma Surface Engineering, (2014, Garmisch-Partenkirchen).

**Degradation of Phorbol Esters
by Plasma, Gamma-ray, Sunlight and UV Irradiations**

(プラズマ、ガンマ線、太陽光および紫外線の照射によるフォルボールエステルの分解)

大阪府立大学大学院工学研究科博士後期課程量子放射線系専攻* SANTI KONGMANY
(平成 26 年度博士 (工学) 学位論文概要、共同利用の成果として掲載)

本研究は、バイオディーゼルの燃料油を得ることができる植物として近年東南アジアなどで注目されている、ジャトロファカルカスリンネ (JCL) の種子に含まれる有毒のフォルボールエステル (PE) の分解に有効と考えられる、4つの方法を適用して比較したものである。プラズマ、ガンマ線、太陽光および紫外線でPEが分解されることを確認し、またその過程を解析することで、次のような研究成果を得た。

- (1) 試料として、一般に入手できる2種のPEとJCLから抽出されたPEを研究全体を通して使用した。また試料や生成物の分析および同定には、共通して質量分析と紫外線吸収スペクトル分析法を主に用いた。ヘリウムおよびアルゴンガスプラズマを照射することによってそれらが分解できることを確認した。解析の結果、分解過程に対する知見が得られ、さらに、ガスや放電の種類など、有効なプラズマの条件が明らかになった。
- (2) 本学の特徴ある放射線照射施設でガンマ線照射実験を行い、生成ラジカルの作用を確認するために、ラジカルスカベンジャーを用いて分解過程を検証した。この結果、生成したヒドロキシラジカルの作用が明らかになった。
- (3) 太陽光、紫外線の照射についてもPEの分解が確認され、生成物の同定と分解過程の解析を行った。この結果、光照射では、光子が直接作用してPEを分解する過程が主となることが示唆された。
- (4) プラズマ、ガンマ線、太陽光および紫外線で、それぞれ異なる PE の分解過程が明らかになった。このような研究はこれまでにほとんど行われておらず、バイオディーゼルの産業分野において有効な方法を確立するための重要な知見である。今後分解生成物の毒性を調べ、これらの方針を比較することが課題である。

学位論文の詳細

<http://www.osakafu-u.ac.jp/affiliate/active/report/report-26.html>

本研究に関する連絡先

奥田修一 (指導教員) : 電話 (内線) 4227、メール okuda@riast.osakafu-u.ac.jp

(*2015年3月31日在学時の所属)

InP 基板上 type-II InAs/GaSb 超格子中赤外センサ

大阪府大¹, 住友電気工業², 宇宙航空研究開発機構³, 立命館大⁴
河村裕一¹三浦広平², 猪口康博², 室岡純平³, 片山晴善³, 木股雅章⁴

波長 $3\mu\text{m}$ 以上の赤外光を検出できる中赤外センサは、微量の温室効果ガスや有毒ガスの検知等に応用が期待される。受光材料に type-II InAs/GaSb 超格子(SL)が有望である。しかし InAs/GaSb SL の成長用基板として通常用いられる GaSb は赤外光の透過率が低く、2 次元センサアレイ等の裏面入射のセンサの作製には基板の除去が必要である。透過率の高い GaAs 基板を使用した例もあるが、GaSb との格子定数差が 7.8%あり成長が難しい。我々は GaSb との格子定数差が GaAs 基板の半分の 3.9%で、かつ透過率が高い InP:Fe 基板に InAs/GaSb SL を成長し、中赤外センサを作製した。

結晶成長には分子線エピタキシー (Molecular beam epitaxy; MBE) 法を用いた。InP:Fe(100)基板上に $\text{In}_{0.53}\text{Ga}_{0.47}\text{As}$ 層を成長して表面を平坦化した後、厚さ $4.5\mu\text{m}$ の GaSb:Be バッファ層を成長した。その後、pin 構造を有する InAs/GaSb SL ($3.6\text{nm}/2.1\text{nm} \times 100$ ペア)を成長した。最後に InAs:Si キャップを成長した。SL の成長温度は 450°C とした。ウェットエッチングでメサ構造を形成し、メサ側壁の保護膜には SiO_2 を使用した。メサ頂上と、エッチングで露出させたバッファ層上に電極を形成した。GaSb:Te(100)基板上にも同じ構造のセンサを作製し、特性を比較した。

InP 基板上エピ結晶の表面の光学顕微鏡観察より、クロスハッチが発生することなく成長していることが分かった。InP 基板上センサは波長 $5\mu\text{m}$ 付近で約 10%の外部量子効率を示した(Fig. 1)。受光層のペア数を増やすことでさらなる向上が期待できる。InP 基板上センサと GaSb 基板上センサの電流電圧特性を温度 $112\sim205\text{K}$ で測定すると、高温では両者の暗電流はほぼ同じであるが、低温では InP 基板上の暗電流が大きくなる傾向が見られた(Fig. 2)。暗電流の温度依存性は $\exp(-E_g/nkT)$ (E_g : 受光層のバンドギャップ, k : ボルツマン定数, T : 温度)で表され、 n 値は暗電流が拡散電流が支配的だと 1 に近く、生成・再結合電流が大きいほど大きくなる。InP 基板上センサの n 値は 1.78、GaSb 基板上センサは 1.34 であった。InP 基板上では GaSb バッファ層成長初期に発生した貫通転位のいくらかが SL 受光層に伝播し、生成・再結合電流增加の原因になっていると考えられる。

InP 基板上 InAs/GaSb SL を受光層に用いて、カットオフ波長が約 $6\mu\text{m}$ の中赤外センサを得た。暗電流低減が必要であるが、裏面入射型センサへの応用が期待できる。

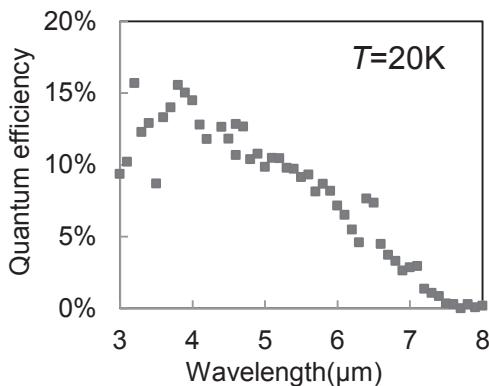


Fig. 1 External quantum efficiency spectrum of the sensor on InP substrate

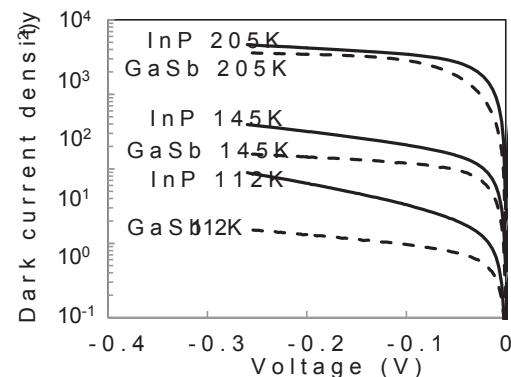


Fig. 2 Current-voltage characteristics of the sensors on InP and GaSb substrates

過共晶 ZrCuAl バルクアモルファス合金に対する電子線照射効果の組成依存性

大府大院工 小林一基、石井康嗣、岩瀬彰宏、堀史説*

東北大金研 横山嘉彦、今野豊彦

京大原子炉 徐ギュウ、佐藤紘一

原子力機構 石川法人、斎藤勇一

(*本研究に関する連絡先：電話（内線）5658、メール horif@mtr.osakafu-u.ac.jp)

1. はじめに

急冷によって準安定状態で作製されるバルク金属ガラス合金は熱などのエネルギー付与により緩和や結晶化を起こすことが知られている。そのため局所的なエネルギー付与法の一つである高エネルギー粒子線照射によってその状態が変化することを我々の研究グループでは報告している。その変化は線種や照射量といった種々の照射条件に強く依存し、内部構造や強度に対して極めて敏感に現れる事がわかってきており^[1]。一方、近年バルク金属ガラス金属は組成比によっても短範囲局所構造に違いがあることが示唆されており ZrCuAl バルクアモルファス合金への様々な粒子線照射により内部構造に起因する特性変化が起こること、照射効果が組成依存性を有することを主に共晶から亜共晶領域の研究により本研究室では報告している。しかし、照射効果が組成依存性を有することの原因や詳しいメカニズムについては報告がほとんどなく、未知の部分が多くある。そこで本実験では 3 元系 Zr-Cu-Al バルクアモルファス合金の異なる組成域、亜共晶・共晶・過共晶組成に注目して電子線照射を行い、照射効果による特性変化の組成依存性について調べた。

1. 実験方法

試料は傾角鋳造法により直径 6 mm のロッド状 $Zr_xCu_{(90-x)}Al_{10}$ ($x = 45, 50, 60$) バルクアモルファス合金を作成し、厚さ約 0.5 mm 程度のディスク状に切り出して用いた。これらの試料に対して京都大学原子炉実験所の電子線加速器を用いて室温で電子線照射実験を行った。照射量は $2-3 \times 10^{18} e^-/cm^2$ である。照射前後の各試料について X 線回折、マイクロビックース硬さ、陽電子消滅寿命、同時計数ドップラー広がり測定を行った。

3. 結果と考察

X 線回折測定ではいずれの組成においても照射による結晶化は確認されなかった。

ビックース硬さにおいて未照射の試料は Zr 比率が増加するにつれ、ビックース硬さが減少した。電子線照射を行うと共晶系 $Zr_{50}Cu_{40}Al_{10}$ で硬さが上昇した。また、 $Zr_{45}Cu_{45}Al_{10}$ と $Zr_{60}Cu_{30}Al_{10}$ はほとんど変化を示さなかった。しかし、その変化は Zr50%の合金で最も大きく、Zr 比率が 50% から遠ざかるにつれてその変化量が小さくなる組成依存性が観察された。その際の自由体積の変化に対しても、同様の変化が陽電子寿命の変化として観察された。すなわち、照射による陽電子寿命値は共晶系 $Zr_{50}Cu_{40}Al_{10}$ で上昇し Zr 比率が 50% から遠ざかるにつれてその変化量が小さくなる組成依存性が観察された。

以上の結果より、電子線照射前後の陽電子寿命、ビッカース硬さにおいて共晶 Zr₅₀Cu₄₀Al₁₀ 合金で大きな変化を示し、それを境に過共晶・亜共晶では変化が見られなくなることが分かった。以上のことから電子線照射による陽電子寿命変化から空隙サイズの変化が共晶 Zr₅₀Cu₄₀Al₁₀ 合金の構造に大きく影響していることが分かった。また、亜共晶と過共晶では未照射でビッカース硬さに大きな違いがあることや電子線照射による変化の傾向が異なることから、必ずしも電子線照射による影響が同じような機構の変化ではないことが分かった。照射による硬度変化や陽電子寿命値の変化が組成依存性を有する事は、照射前の各組成での局所構造、すなわち局所的な原子組成比の違いによるものと考えられる。

参考文献

- 1) N. Onodera, A. Ishii, K. Ishii, A. Iwase, Y. Yokoyama, Y. Saitoh, N. Ishikawa, A. Yabuuchi, F. Hori, Nucl. Instrum. Method B 314 (2013) 122-124

電子線照射による FeAl 金属間化合物中の生成欠陥のエネルギー依存性

阪府大院工マテリアル工学分野 上野陽平、石山大志、岩瀬彰宏、堀史説

京大原子炉 徐虬

九大応力研 大澤一人

(*本研究に関する連絡先：電話（内線）5658、メール horif@mtr.osakafu-u.ac.jp)

1. はじめに：金属間化合物は特有の原子比と規則構造を持つ化合物合金であり、高温高強度、高耐食性を示すため新たな材料として研究が行われている。一方、含まれる欠陥は複雑で原子の種類によって異なる欠陥構造を形成し、その電子状態も異なる。特に空孔型の欠陥については電子線照射エネルギーを変化させることで、生成する欠陥種が変わることが報告されている[1,2]。そのため本実験では B2 型構造をもつ FeAl 金属間化合物へ異なるエネルギーの電子線照射を行い、生成する欠陥の変化を調べた。構造の制御を最終的な目的とし、そのための基礎的知見を得るために実験を行った。

2. 実験：アーク溶解法により作成した Fe50at.%Al を切り出した後、熱処理を行い試料を得た。また、京都大学原子炉実験所 LINAC にて 9 MeV での電子線照射、日本原子力開発機構高崎量子応用研究所の電子加速器にて 2 MeV 電子線照射をそれぞれ行ったこれらの試料に対して、X 線回折、陽電子寿命測定および同時係数ドップラー広がり測定を行った。

3. 結果：未照射試料の陽電子寿命値が高い値を示したことから、照射前の段階で既に空孔型欠陥を含んでいたことがわかる。これはこの合金では空孔欠陥が生成しやすく焼鈍によっても排除しにくいことを示している[3]。また、異なるエネルギーの電子線照射によって陽電子寿命値およびドップラースペクトルに変化が現れており、導入された欠陥種が異なっていることがわかる。変化の傾向から、2 MeV 電子線照射では Fe 空孔、9 MeV 電子線照射では Al 空孔の割合が増加したと考えられる。以上の結果より、MeV オーダーのエネルギーの照射により化合物合金内に導入される欠陥を制御できる可能性を見出した。

参考文献

- 1) S. Kosugi et al., J. Nucl. Materials 411 (2011) 171–173.
- 2) G. Sattonnay et al., J. Nucl. Materials 275 (1999) 63-73.
- 3) N. de Diego et al., Acta Materialia 53 (2005) 163–172.

本研究に関する研究発表（原著論文、その他報文、学会等報告）

学会発表

- 1) Y. Ueno, T. Ishiyama, A. Iwase, K. Ohsawa, X. Qiu, K. Sato, Y. Saitoh and F. Hori “Study of defects introduced by electron irradiation in B2 type Fe-Al alloy” 17th International Conference on Positron Annihilation (ICPA-17), Wuhan, China, September 20-25, 2015

陽電子消滅法を用いた CeO₂ 中に生成された格子欠陥の評価

阪府大院工マテリアル工学分野 山本優輝*、堀史説、岩瀬彰宏

(*本研究に関する連絡先：電話（内線）5741、メール sv110049@edu.osakafu-u.ac.jp)

1. 緒言

CeO₂は結晶構造、格子定数などの物理的性質が類似していることから核燃料 UO₂の模擬物質として研究が進められている。これまで我々の研究室では CeO₂に高エネルギーイオン照射を行い、様々な物性変化を報告してきた。その中で CeO₂に高エネルギーイオン照射後および高温真空アニール後、非磁性の CeO₂に強磁性が発現する事が確認された[1][2]。この強磁性の発現は照射や真空アニールによって生成された酸素空孔が原因であると示唆されたが、その詳しい機構はまだ明らかにされてない。そこで本研究では、陽電子消滅法を用いて照射や還元反応で生じる CeO₂中の格子欠陥を評価する。

2. 実験方法

試料は純度 99.99%CeO₂粉末を 20MPa で 5 分間単軸加圧成形、冷間静水圧成形装置(CIP)を用いて 150MPa で 30 分間保持した後、1600°C 大気雰囲気下で 12 時間焼結することで CeO₂焼結体を得た。試料の大きさは直径約 15mm、厚さ約 0.7mm である。これらの試料を京都大学原子炉実験所電子線形加速器において 9MeV の電子を室温で照射した。またそれとは別に、真空度 1.0×10^{-4} Pa、1000°C の雰囲気で 1 時間アニールを行った。照射前後およびアニール前後の各試料において X 線回折法(XRD)および高エネルギー加速器研究機構放射光施設(KEK-PF)BL-27B において広域 X 線吸収微細構造(EXAFS)測定で結晶構造を評価し、陽電子消滅同時計数 ドップラー拡がり(CDB)測定において欠陥構造を評価した。

3. 結果と考察

XRD の結果、照射前後およびアニール前後で結晶構造の変化はなく萤石構造を保ったままである。しかし CDB 測定の結果、照射後およびアニール後それぞれ S パラメータが増加していることが確認された。これは照射やアニールによって空孔型の欠陥が生成されたことが示唆される。電子線照射後は電子線照射前のドップラースペクトルを、アニール後はアニール前のドップラースペクトルを基準にした比率曲線を用いて両者の比較を行った。その結果、高運動量領域でスペクトルの形状が明らかに異なっていることが確認された。アニール後の形状は純 Ce の形状と同じであることから空孔周りの原子はセリウム原子、つまり酸素空孔が主に生成されたと考えられる。一方電子線照射後試料は空孔周りの原子はセリウム原子以外、つまり酸素空孔だけでなくセリウム空孔も生じていると考えられる。EXAFS 測定の結果、電子線照射後の動径構造関数は照射前と比べてすべてのピーク強度が減少しているのに対して、アニール後の動径構造関数は第一ピークおよび第三ピーク(Ce-O)のみ減少していることが確認された。ピーク強度の減少は配位数

の減少あるいは原子位置の乱れを表していることから、電子線照射後はセリウム、酸素原子ともに乱れているのに対して、アニール後は酸素原子のみ乱れていることが考えられる。これは CDB の結果とも一致している。

参考文献

- 1) K. Shimizu et al., Nucl. Instr. Meth. B 286 (2012) 291-294
- 2) T. Kishino et al., Jpn. J. Appl. Phys. 53(2014) 05FC07

本研究に関する研究発表

学会発表

- 1) Y. Yamamoto, T. Kishino, T. Ishiyama, K. Yasuda, A. Iwase, F. Hori, “Study on lattice defects in CeO₂ by means of positron annihilation measurements” Positron Studies of Defects2014 (PSD-14), Kyoto, Japan, 14-19 September, 2014

陽電子消滅測定を用いた過共晶バルクアモルファス合金の 自由体積の構造緩和に関する研究

大阪府立大工学研究科 石山大志、石井康嗣、岩瀬彰宏、堀史説*

東北大金研 横山嘉彦、今野豊彦

(*本研究に関する連絡先：電話（内線）5658、メール horif@mtr.osakafu-u.ac.jp)

【研究背景】

アモルファス合金の一種であるバルクアモルファス合金は、その優れた特性から実用材としても数多く用いられている[1]。しかし現在、バルクアモルファス合金の原子レベルでの構造の解明には至っておらず、金属ガラスの本質を理解する上ではこの構造の解明が必要となってくる。構造緩和現象とは、熱的エネルギーを付与することにより平衡状態へと緩和していく現象のことであり、熱的安定性や強度などの物性などにも大きく影響する、アモルファス材料にとって重要な現象である。過共晶組成と亜共晶組成では熱膨張計数などの変化の仕方に違いがみられることから[2]、過共晶組成と亜共晶組成とでは異なる局所構造が存在していることが予測されている。これまでの我々の研究においても、過共晶組成の自由体積周囲の局所構造は共晶・亜共晶組成とまったく異なるものであることが示唆された。本研究では、過共晶バルクアモルファス合金の構造緩和について陽電子消滅測定や密度測定を用いて評価した結果を報告する。

【実験方法】

傾角鋳造法により $Zr_xCu_{90-x}Al_{10}$ ($x=49, 45$) 過共晶組成のバルクアモルファス合金を作製した。試料サイズはロッド状試料(6mmΦ×約 60mm)で、このロッドから厚さ 0.4mm に切り出したものを用いた。焼鈍実験はガラス転移温度 T_g -30K、真空中で行い、100, 200, 1000, 2000, 3600, 7200, 1000, 20000s で取り出して室温にて X 線回折(XRD)、密度測定、陽電子消滅寿命測定、同時計数ドップラー拡がり測定(CDB)を行った。

【結果と考察】

図 1 に過共晶バルクアモルファス合金における構造緩和による密度と陽電子寿命の変化を示す。陽電子寿命変化・密度変化共に、 $Zr_{49}Cu_{41}Al_{10}$, $Zr_{45}Cu_{45}Al_{10}$ のどちらの組成でも同様の変化を示す。それぞれの組成での CDB 測定から得られる比率曲線は焼鈍前後で変化がなかったことから、焼鈍による自由体積周囲の元素比率の変化はないと考えられることから、陽電子寿命の変化は自由体積サイズと対応した変化である考えることができる。つまり、過共晶バルクアモルファス合金では組成に依らず陽電子のみの自由体積サイズの変化と密度の変化が対応した結果となることが示された。この結果を、下に示す Kohlraush-Willias-Watts (KWW) 関数によるフィッティングを行うことで、これまでに報告されている共晶系バルクアモルファス合金との違いを考察する。

$$\frac{\tau(t) - \tau_{\text{relaxed}}}{\tau_{\text{ascast}} - \tau_{\text{relaxed}}} = \exp \left[- \left(\frac{t}{t_0} \right)^\beta \right] \quad \cdots \quad (1)$$

ここで $\tau(t)$ は焼鈍時間 t における陽電子寿命であり、 τ_{ascast} , τ_{relaxed} はそれぞれ緩和前後での陽電子

寿命である。さらに t_0 は緩和の時定数であり、 β は緩和過程の広がりを示すパラメータである。

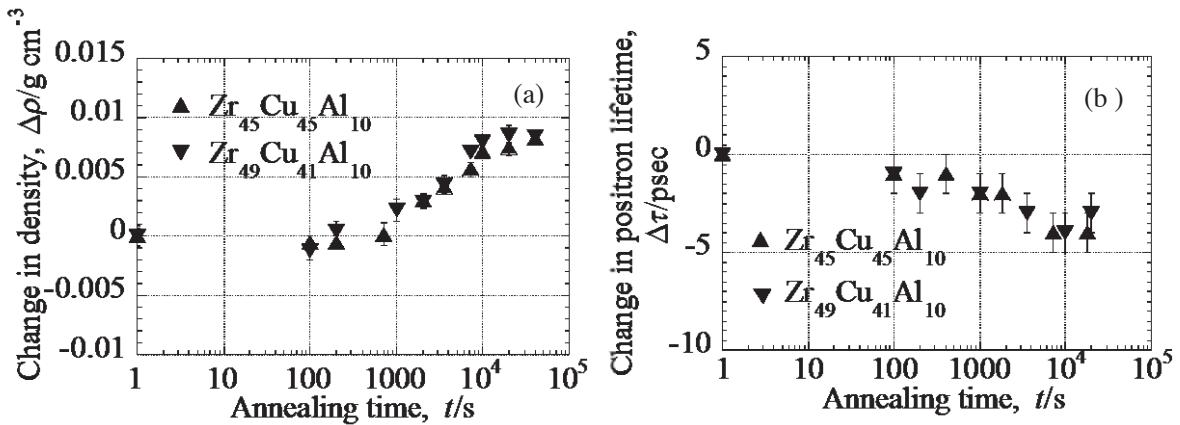


Figure 1. Changes in (a) density and (b) positron lifetime during isothermal annealing at 671K(X=49) and 683K(X=45).

この関数によるフィッティングの結果、Zr₄₉Cu₄₁Al₁₀ では $t=1960$, $\beta=0.541$ 、Zr₄₅Cu₄₅Al₁₀ では $t=1948$, $\beta=0.628$ となった。これまでの研究で、共晶系では $t=1200$, $\beta=0.960$ であると報告されており[3]、本研究結果より、過共晶バルクアモルファス合金は共晶バスクアモルファス合金のものと全く異なる構造緩和プロセスを持っていることが分かった。

参考文献

- [1] 金属ガラスの基礎と産業への応用、監修 井上明久、テクノシステム,2009.
- [2] Y. Yokoyama, T. Ishikawa, J. T Okada, Y. Watanabe, S. Nanao, A. Inoue, J. Non-Cryst. Solids, 355(2009) 317-322
- [3] A. Ishii, F. Hori, A. Iwase, Y. Fukumoto, Y. Yokoyama and T J Konno, Mater. Trans., 49(2008) 1975

本研究に関する研究発表

- 1) 石山大志, 小野寺直利, 石井康嗣, 岩瀬彰宏, 横山嘉彦, 佐藤紘一, 徐虬, 堀史説「Zr 基バルクアモルファス合金への電子線照射による 微細構造の変化に対する組成依存性」日本金属学会 2015 春季大会
- 2) T. Ishiyama, K. Kobayashi, Y. Ueno, Y. Yokoyama, T. J. Konno, A. Iwase and F. Hori "Structural relaxation of open volume in hyper-eutectic Zr-Cu-Al bulk amorphous alloys measured by positron annihilation" 17th International Conference on Positron Annihilation (ICPA-17) Wuhan, September, 2015

ガンマ線照射下の窒素ガス雰囲気の希薄塩水中における 鉄の腐食速度の測定と酸化性化学種の分析

阪府大院工 マテリアル工学分野 神田泰寛、井上博之、岩瀬彰宏

阪府大 放射線研究センター 小嶋崇夫

(本研究に関する連絡先：電話（内線）5708、メール su110010@edu.osakafu-u.ac.jp)

・はじめに

近年の原発事故以降、塩化物水溶液中での鉄鋼材料の放射線腐食について関心が持たれている。現在、損傷した原子炉の内部には、窒素ガスで脱気した冷却水が注入されている。放射線照射下ではない一般の常温水溶液環境の場合、溶液中の溶存した窒素は、アルゴンなどの希ガスと同じく、不活性ガスとして振る舞う。しかし、放射線照射下ではラジオリシス反応によって、溶液中の窒素が NO_3^- などに酸化されることが知られている¹⁾。 NO_3^- は、水のラジオリシスで生成される H_2O_2 や O_2 と同じく酸化剤として鉄の腐食を加速させる可能性がある。我々はこれまでに、前報²⁾の実験で、窒素ガス雰囲気の塩化物水溶液中での鉄の放射線腐食の速度が、同じ条件のアルゴンガス雰囲気下の場合と比較し約 3 倍となることを確認した。

本研究では、前報²⁾と異なる吸収線量率のガンマ線を用い、窒素ならびアルゴンガス雰囲気の塩化物水溶液中での純鉄の腐食速度を測定した。さらに、腐食試験後の溶液の NO_x ならびに ClO_x イオン、 H_2O_2 、 O_2 を分析し、雰囲気ガスの種類が、酸化性化学種の生成ならびに鉄の腐食速度に与える影響を検討した。

・実験方法

浸漬試験（腐食速度測定）

試験液には 1 mM の NaCl 水溶液を用いた。溶液の pH は約 8 とした。雰囲気ガスには窒素またはアルゴンを用いた。窒素ガスは通常純度のガスを脱酸素カラムで処理してから照射セルの気相部に導入した。アルゴンガスは純度が 6N 以上の高純度ガスを使用した。試験液は、気相部に導入する雰囲気ガスを直接吹き込みで飽和させた状態で使用した。浸漬試験の試料には純度が 5N 以上の純鉄を用いた。ガンマ線照射方法や腐食速度測定方法は既報³⁾と同様とした。ガンマ線の吸収線量率は 27.7 kGy/h で、照射時間は 3 日間とした。

溶液分析（生成化学種濃度測定）

浸漬後の溶液分析はイオンクロマトグラフ（メトローム社製 883 型）を使用した。測定条件は、分離カラム : Metrohm Metrosep A supp4、溶離液 : 1.7 mM NaHCO₃ / 1.8 mM Na₂CO₃、カラム温度 : 40°C、流量 : 1.0 mL/min、試料注入量 : 20 μL とした。 H_2O_2 濃度の測定は、ヨウ素電量滴定法を原理とする迅速測定装置（平沼産業製 HP-300 型）でおこなった。溶存酸素 (O_2) 濃度の測定は蛍光式溶存酸素計（WTW 社製 FDO925 型）で行った。

・結果と考察

Fig.1 に腐食速度の測定結果を示す。前報²⁾の 34.0 kGy/h の結果に、今回の 27.7 kGy/h における結果を示す。

るアルゴンガスならびに窒素ガス雰囲気下での結果をプロットした。ガンマ線の吸収線量率は今回の測定の方がやや低いものの、pH を調整していない（pH が 8 近傍）NaCl 水溶液中での、窒素ガス雰囲気における腐食速度は、アルゴン雰囲気の場合と比較し約 3 倍高くなかった。Fig.2 に浸漬後の溶液中の酸化性化学種の濃度を分析した結果を示す。窒素ガス雰囲気では、アルゴンガス雰囲気と比較し NO_2^- および NO_3^- の濃度が高かった。しかし、これらの窒素酸化物イオンに加え、 H_2O_2 ならびに O_2 の濃度もアルゴンガス雰囲気の場合と比較し、それぞれ 3 倍ならびに 2.5 倍増加した。以上の結果から窒素ガス雰囲気では、 NOx イオンだけではなく、 H_2O_2 および O_2 のラジオリシスによる生成が促進され、その結果、溶液中での鉄の腐食速度がアルゴンガス雰囲気よりも高くなかったと推察される。

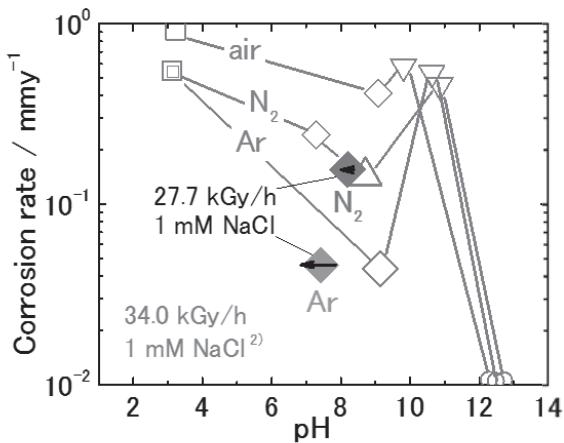


Fig.1 27.7 kGy/h のガンマ線照射下での
1mM NaCl 溶液中の純鉄の放射線腐食速度
27.7 kGy/h【◆;無添加】，34 kGy/h【□;+1mM
HCl, ◇;無添加, △; +0.1 mM NaOH, ▽;
+1mM NaOH, ○;+100 mM NaOH】

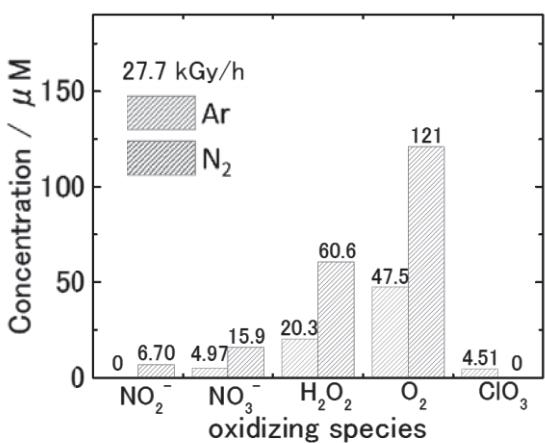


Fig.2 27.7 kGy/h のガンマ線照射後の
中性の 1mM NaCl 溶液中で生成した酸化
性化学種とその濃度

・結言

窒素ガス雰囲気の塩化物水溶液中では、ガンマ線照射により、窒素酸化物イオンだけではなく H_2O_2 および O_2 の生成速度が増加した。窒素ガス雰囲気での鉄腐食の加速は、これらの酸化性化学種が酸化剤として作用したことによると推察される。

参考文献

- 1) Y. Etoh, H. Karasawa, E. Ibe, S. Masahara, T. Yasuda, *J. Nucl. Sci. Technol.*, **24**, 672 (1987)
- 2) 神田、井上、小嶋、岩瀬 第 61 回 材料と環境討論会講演集、Paper No. B-202(2014)
- 3) 井上、井手原、小嶋、岩瀬 第 60 回 材料と環境討論会講演集、Paper No.A-112 (2013)

本研究に関する研究発表

- 1) 第 62 回 材料と環境討論会、神田泰寛、井上博之、小嶋崇夫、岩瀬彰宏、2015、A-106

生レバーからみた食品照射の展望

阪府大放射線研究センター 古田雅一

(*本研究に関する連絡先：電話（内線）3542 or 3590、メール mfuruta@b.s.osakafu-u.ac.jp)

食品へのガンマ線や電子線等（以下、放射線）の照射は、加熱処理とは異なり食品の品質をほとんど変えることなく殺菌可能であり、殺虫及び品質維持の効果も期待できる。このため 20 に迫る国々で香辛料の殺菌および殺虫、食肉、魚介類の殺菌、果物農産物の検疫処理などに利用されている。一方国内では、現在、馬鈴薯の芽止めを目的とした放射線照射しかは認められていない。現在、全日本スパイス協会から放射線殺菌の利用の許可申請が厚生労働省に提出されているが、審議は進まず、2011 年 3 月 11 日の東京電力福島第一原子力発電所事故以来、食品照射の知識普及は困難な状況にあった。

一方、平成 23 年 4 月に発生したヨッケによる病原性大腸菌による集団食中毒事件を契機に生に国の衛生に関わる法的規制が強化され、生レバーについては従来の衛生管理技術では完全な殺菌処理が不可能であるという理由で流通が禁止されている。しかしながら生レバーを食したいという強い要望が国民の間で叫ばれているなか、これら生や冷凍の食肉製品に対する確実な殺菌方法として、ガンマ線あるいは電子線等の放射線（以後、放射線と略す）照射が着目されており、現在、厚生労働科学研究により生レバーの放射線殺菌の有効性についての検討が行われている¹⁾。

放射線照射は、加熱処理とは異なり食品の品質をほとんど変えることなく殺菌可能であり、更に殺虫および品質維持の向上が期待できる。世界保健機関は、食品への 10 kGy 以下の放射線照射は安全上問題がなく、毒性試験など健全性にかかる試験も不要であるとしている。放射線を照射した肉類の検知法としてはアルキルシクロブタノン法が有効であるが、その性能はアルキルシクロブタノン類の前駆体である脂質含量に依存するため、比較的脂質含量が低い生レバーについてはより確実な方法の開発が求められている。

参考文献

- 1) <https://mhlw-grants.niph.go.jp/niph/search/NIDD00.do?resrchNum=201205031A>

本研究に関する研究発表（原著論文、その他報文、学会等報告）

- 1) Rapid and simple method for the determination of 2-alkylcyclobutanones in the irradiated meat and processed foods、Y. Kitagawa, M. Okihashi, S. Takatori, K. Kajimura, H. Obana, T. Nishiyama, M. Furuta、*Food Analytical Methods* (2014)(5), 1066-1072.

オオミジンコの脱皮ホルモン受容体リガンドを検出する 酵母レポーターアッセイ系の確立

大阪府大院 理 生物科学 高田英治、原島小夜子、川西優喜、八木孝司*

(*本研究に関する連絡先：電話(内線)4224、メール yagi-t@riast.osakafu-u.ac.jp)

【研究背景】

オオミジンコは水溶性化学物質の安全性試験や、排水中の毒性の総合的な評価法とされる WET 試験において指標生物とされ、被験物質の毒性や繁殖への影響が調べられている。オオミジンコの増殖は昆虫と同様に脱皮ホルモン Ecdysone およびその受容体である EcR などを介して調節されている。Ecdysone は胚発生や脱皮、生育に重要な役割を果たしており、EcR を介した遺伝子発現の異常は産仔数に影響すると考えられる。Ecdysone 活性を持つ人工化合物は農薬に使用されており、環境中のこれらの物質を検出するためのオオミジンコ個体を用いた試験は長時間を要する。そのため個体を用いない簡便・迅速な検出系を確立し、オオミジンコに対する影響を短時間で把握できるようになれば大変有用であると考えられる。そこで、本研究ではオオミジンコの EcR を発現する遺伝子組換え酵母株を樹立し、農薬や環境試料のリガンド活性を検出するための酵母レポーターアッセイ系の確立を目的とした。

【研究内容】

オオミジンコの EcR、EcR とヘテロダイマーを形成する USP の遺伝子を PCR で増幅し、EcR-USP を出芽酵母細胞内で発現するプラスミドを作製した。応答配列を上流に持つ *lacZ* レポータープラスミドを、キイロショウジョウバエの転写共役因子である Dm Tai 発現プラスミドとともに酵母株に導入し、さらに EcR-USP 発現プラスミドを相同組換えで酵母ゲノムに組み込むことにより EcR-USP 発現レポーターアッセイ酵母を作製した。

これらの酵母株を用いて既知内因性リガンドである 20-Hydroxyecdysone (20E) を用いて EcR-USP ヘテロダイマーの応答配列の検討を行い、各種 ligand に対する応答性を調べることで、樹立したレポーターアッセイ酵母の有用性の評価を行った。

【研究結果】

作製した EcR-USP 発現酵母株を用いて応答配列の検討を行った結果、IR1 を持つ株で内因性 ligand である 20E に対して最も高い応答を示した。また、この酵母株は他のエクジステロイドに対しても濃度依存的な応答性を示した。さらに昆虫の双翅目と鱗翅目の EcR に選択性が高い THQ 系化合物や DBH 類化合物に対しても濃度依存的な応答性を示した。この結果より、樹立したレポーターアッセイ酵母は環境試料中のリガンド物質検出の一次スクリーニングとして有用であると考えられる。

【本研究に関する研究発表】

オオミジンコの脱皮ホルモン受容体および幼若ホルモン受容体リガンド検出のための酵母レポーターアッセイ系の確立 第38回日本分子生物学会年会 2015年 神戸

CRISPR/Cas9 法によるヌクレオチド除去修復およびDNA ポリメラーゼ η ・ κ を欠損する細胞の作製と芳香族炭化水素誘発突然変異の解析

大阪府立大学 理学系研究科 福本航大、西田裕、川西優喜*、八木孝司

神奈川工大 応用化学科 高村岳樹

(*本研究に関する連絡先：電話 072-254-9830 (内 4224)、kawanisi@riast.osakafu-u.ac.jp)

DNA ポリメラーゼ η (*pol* η)、 κ (*pol* κ)は損傷乗り越え DNA 複製(TLS)に関与する DNA ポリメラーゼで、誤りがちな複製により突然変異を生じさせる。我々は近年開発された CRISPR/Cas9 法によってヒト細胞(XP2OS(SV))の *pol* η 、*pol* κ の機能を低下した細胞株を作製した。ゲノムシーケンス、ウエスタンプロット、UV 感受性試験により、これら細胞株のゲノム編集による *pol* η 、*pol* κ の機能の欠損あるいは低下を確認し、細胞株 Δ Pol η 、Pol κ Δ PIP を樹立した。また XP2OS(SV)はヌクレオチド除去修復に関わる XPA 遺伝子を欠損しているため、DNA 修復の影響を受けることなく TLS ポリメラーゼによる突然変異誘発を評価することができる。これら細胞株を用いて、大気中汚染物質 3-Nitrobenzanthrone(3-NBA)の活性体 N-AcO-ABA(N-acetoxy-3-aminobenzanthrone)が誘発する突然変異の頻度と種類を supF シャトルベクター系で調べた。シャトルベクターを N-AcO-ABA(0, 0.03, 0.3, 0.6 mM)で処理し、 Δ Pol η 、Pol κ Δ PIP に導入し複製させたところ、親株 XP2OS(SV)に対して Δ Pol η では突然変異率の上昇、Pol κ Δ PIP では突然変異率の減少が確認された。これは Pol η 欠損により、error-prone なポリメラーゼでの TLS が増えたことが原因であると考えられる。ヒト細胞において 3-NBA 由来 DNA 付加体は Pol η で error-free に TLS されることが示唆された。一方 Pol κ Δ PIP では親株 XP2OS(SV)に対して減少したものの有意差は見られなかつた。また N-AcO-ABA(0.6 mM)処理時の変異スペクトラム解析を行ったところ Pol κ Δ PIP では一塩基置換頻度が減少し、フレームシフト変異頻度が上昇した。このときの一塩基置換の変異スペクトラムを解析したところ Δ Pol η では G:C→T:A の突然変異頻度が上昇し、A:T→G:C の突然変異頻度が減少した。また Pol κ Δ PIP では A:T→G:C の突然変異頻度が減少した。以上のことから *pol* η 、*pol* κ は *in vivo* において 3-NBA 由来 DNA 付加体の TLS に関与すると考えられた。

参考文献

- (1) Nishida H¹, Kawanishi M, Takamura-Enya T, Yagi T. (2008) Mutagenic specificity of N-acetoxy-3-aminobenzanthrone, a major metabolically activated form of 3-nitrobenzanthrone, in shuttle vector plasmids propagated in human cells, Mutation Research, 654, 82-87

3-ニトロベンズアントロン由来付加体をもつDNAの損傷乗り越え複製に伴う突然変異誘発の解析

大阪府立大・理学部 生物 金山尚裕、川西優喜*、八木孝司

神奈川工大・工学部 高村岳樹

(*本研究に関する連絡先：電話 072-254-9830 (内 4224)、kawanishi@riast.osakafu-u.ac.jp)

細胞にはDNA損傷に効率的に対処する機構を備えており、その一つに損傷乗り越え合成(TLS)が存在する。TLSは誤りがちなDNA複製機構であるため突然変異を誘発しやすい。3-ニトロベンズアントロン(3-NBA)は都市大気中に存在し、発がん性を示す変異原性多環芳香族炭化水素であり、体内に取り込まれ代謝活性化された後DNA付加体を形成する。3-NBA由来DNA付加体は、微生物を用いたAmes試験ではフレームシフト型突然変異を高頻度に誘発することが知られている(1)。しかし3-NBA由来DNA付加体を5'-CGT-3'中(下線を付したG)に持つ部位特異的修飾したプラスミドをヒト細胞内で複製させた当研究室のこれまでの研究では、TLSに際して塩基置換型変異が卓越することが分かっている(2)。この違いは突然変異解析の標的塩基配列がAmes試験とヒト細胞実験では突然変異解析の標的塩基配列が異なることに由来する可能性がある。

今回我々はフレームシフト型突然変異検出を目的にした部位特異的修飾プラスミドを新たに構築した。これまでの研究で、微生物では多環芳香族-DNA付加体が5'-GGG-3'中に(下線を付したG)あるとTLSに際してGGG→GGの1塩基欠失(フレームシフト)型突然変異が高頻度におこることが知られている(3)。そこで3-NBA由来DNA付加体を持つ5'-GGG-3'配列をLacZ'遺伝子に組込み、1塩基欠失するとアミノ酸の読み枠が正しく機能するLacZ'蛋白質を産生するプラスミドを作製した。この部位特異的修飾プラスミドをヒト細胞内で複製し、娘プラスミドを大腸菌に導入、青白コロニー比でフレームシフト型突然変異率を評価する実験系を樹立した(Fig.1)。その結果、5'-GGG-3'でもフレームシフト型変異の誘発頻度は低く、両配列間での差は認められなかった。しかし、5'-CGT-3'に比べ5'-GGG-3'に付加体があるときはTLSする割合が大きく上昇した。従って今回用いた塩基配列の違いは、3-NBA由来DNA付加体のTLS効率には影響を与えるが、突然変異の種類には影響しないことが示唆された。

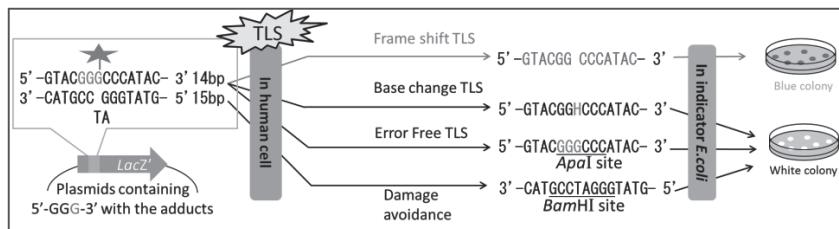


Fig.1 3-NBA由来付加体部位特異的修飾プラスミドを用いた
TLSに伴う突然変異の解析の概略

参考文献

- (1) T.Enya, H.Suzuki, T.Watanabe, T.Hirayama, Y.Hisamatsu (1997) Environ. Sci. Technol. 31, 2772-2776
- (2) M.Kawanishi, Y.Fujikawa, H.Ishii, H.Nishida, Y.Higashigaki, T.Kanno, T.Matsuda, T.Takamura, T.Yagi (2013) Mutat. Res. 15, 93-100
- (3) R.L.Napolitano, I.B.Lambert, R.P.P.Fuchs (1994) Biochemistry, 33, 1311-1315

酵母スリーハイブリッド法によるキイロショウジョウバエのニコチン性アセチルコリン受容体リガンド結合部位との相互作用を指標としたネオニコチノイド系農薬検出系の確立

大阪府立大学 理学系研究科 森涼、原島小夜子、川西優喜、八木孝司*

(*本研究に関する連絡先：電話 072-254-9830(内線)4224、yagi-t@riast.osakafu-u.ac.jp)

ネオニコチノイド系農薬はニコチンを基に開発され、神経伝達物質アセチルコリンが結合するニコチン性アセチルコリン受容体（nAchR）に対して強いアゴニスト作用を持つ殺虫剤である。昆虫の nAchR に対する選択性が高いためネオニコチノイド系農薬は非常に有用な一方で、ミツバチの蜂群崩壊症候群などの一因とされており、生態系への悪影響が懸念されている。nAchR は 5 量体からなる膜貫通型受容体で、サブユニット細胞外領域のリガンド結合領域 (LBD) にネオニコチノイドが結合する。そこで、本研究では昆虫モデルのショウジョウバエの nAchR を構成しているサブユニット LBD を、ツーハイブリッド法を基に酵母細胞内で発現させ、ネオニコチノイドを介した nAchR LBD 相互作用(スリーハイブリッド)を直接検出できる簡便なバイオアッセイ系の確立を目的とした。キイロショウジョウバエには、nAchR の α サブユニット 7 種類、 β サブユニット 3 種類が知られているが、その中でもネオニコチノイド系農薬の結合に関与する $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ 、 $\beta 2$ の 3 つのサブユニットを選択し、幼虫の mRNA から RT-PCR により各サブユニットの LBD の増幅を行った。得られた DNA 断片を、ツーハイブリッド用ベクターに挿入し、nAchR LBD 発現プラスミドを作製した。ツーハイブリッド用酵母株にプラスミドを導入し、nAchR LBD 発現酵母株を作製した。酵母ゲノムに組み込まれているレポーター遺伝子 ADE2、HIS3 の発現を指標とし、アセチルコリン存在下で相互作用を検証した結果、LBD とアセチルコリンでの相互作用は見られなかった。そこで、LBD を含む細胞外ドメイン全体をスリーハイブリッドに利用し、今後実験を進めていくことにした。

参考文献

- 1) D.B. Sattelle, A.K. Jones, B.M. Sattelle, K. Matsuda, R. Reenan, and P.C. Biggin (2005) “Edit, cut and paste in the nicotinic acetylcholine receptor gene family of *Drosophila melanogaster*. “ *BioEssays* 27:366–376, 2005.
- 2) Sergei A. Grando (2014) “Connections of nicotine to cancer” *Nature Reviews Cancer* 14, 419–429

本研究に関する研究発表

- 1)キイロショウジョウバエのニコチン性アセチルコリン受容体リガンド結合部位との相互作用を利用した酵母スリーハイブリッド法によるネオニコチノイド検出系の確立 (森涼、原島小夜子、川西優喜、八木孝司、BMB2015(日本分子生物学会日本生化学会合同大会)、2015)

セレギリン塩酸塩ならびに関連物質のモノアミントランスポーターへの親和性 および再取り込み阻害活性

エフピー株式会社 西村哲也、高畠和恵、ト部和則、松本麻依、東垣由夏

大阪府立大学理学系研究科 川西優喜、八木孝司*

(*本研究に関する連絡先:電話(内線)072-254-9862(4210)、メールyagi-t@riast.osakafu-u.ac.jp)

細胞膜モノアミントランスポーター (MAT) であるドパミントランスポーター (DAT)、ノルエピネフリントランスポーター (NET) およびセロトニントランスポーター (SERT) は、主に各々の作動神経終末の細胞膜上に局在している。膜貫通蛋白質であるこれらのトランスポーターは、シナップス間隙から神経終末へ急速にモノアミンを再取り込みし、シナップス前および後受容体活性化の持続時間の制御、周辺の他のシナップスへの拡散の制限、代謝を免れた神経伝達物質の再利用を担っており、神経間のシグナル伝達の制御に重要な役割を担っている。

パーキンソン病患者では黒質線条体ドバミン (DA) 神経系の変性・脱落が生じている。B型モノアミン酸化酵素阻害作用による DA 代謝抑制と共に DA 再取り込み阻害作用を有するセレギリン塩酸塩は¹⁾、シナップス間隙での DA 濃度を効率的に増加させると考えられ、また DA 前駆物質である L-DOPA の効果の増強および効果持続時間の延長が期待できる。また、パーキンソン病では、運動症状発現前から非運動症状として様々な精神疾患が高率で併発している。多くの抗うつ薬のターゲット分子である MAT への親和性を修飾することにより、パーキンソン病患者での精神症状に対する効果が期待できる。本研究はラットシナプトソームを用いた MAT 親和性およびモノアミン再取り込み阻害活性の評価系を用いて、セレギリン塩酸塩関連物質の構造活性相関を行うことを目的とする。

これまでに SERT または NET 高選択性の抗うつ薬を用いて本評価系の妥当性を示した。確立した本評価系を用いて、DAT 及び NET に選択性の高い methylphenidate (注意欠陥多動障害及びナルコレプシー治療薬) で評価を行った。Methylphenidate は *in vitro* においてノルエピネフリン (NE) 再取り込み阻害活性が高いが²⁾、トランスポーター親和性については DAT 選択性の方が高いことが報告されている³⁾。今回、[³H]DA、[³H]NE または [³H]セロトニン (5-HT) を基質として用いた *ex vivo* 取り込み実験を行った結果、モノアミン再取り込み阻害の IC₅₀ 値 (nM) は NE (17.5) > DA (275) >> 5-HT (879626) となった。また、methylphenidate を皮下投与後のシナプトソームを用いて、*ex vivo* で DAT 阻害薬である [³H]WIN35428 および NET 阻害薬である [³H]nisoxetine を用いて競合結合実験を行ったところ、阻害定数 (Ki; nM) は DAT (268) > NET (3450) となった。これらの結果は *in vitro* でのトランスポーター親和性の結果と一致していた。

現在、関連物質の取り込み阻害活性およびトランスポーターへの親和性の評価を実施し、構造活性相関について評価している。

参考文献

- 1) Zsilla G et al. The effect of repeated doses of (-) deprenyl on the dynamics of monoaminergic transmission. Comparison with clorgyline. Pol J Pharmacol Pharm. 1986;38(1):57-67.
- 2) Eshleman AJ et al. Characteristics of drug interactions with recombinant biogenic amine transporters expressed in the same cell type. J Pharmacol Exp Ther. 1999 ;289(2):877-85.
- 3) Gatley SJ et al. Affinities of methylphenidate derivatives for dopamine, norepinephrine and serotonin transporters. Life Sci. 1996;58(12):231-9.

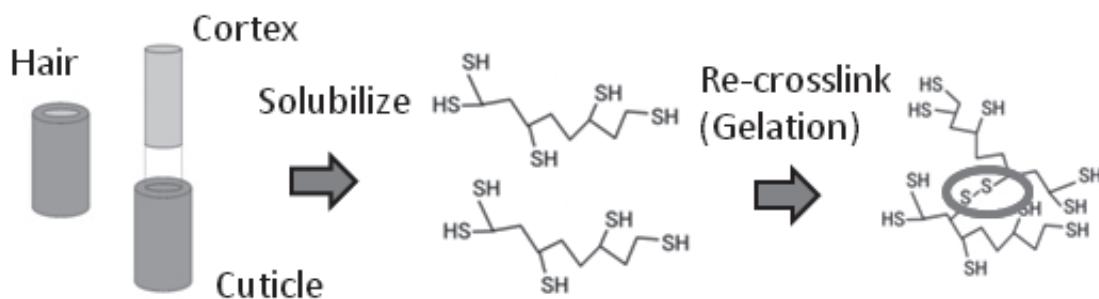
羊毛ケラチンを用いた多孔質ハイドロゲルとフィルムの研究

阪府大院理 生物科学専攻 村田重徳、伴ノ内優太、尾崎由季、高木優輔、森英樹、原正之*

(*本研究に関する連絡先：電話（内線）3602、メール hara@b.s.osakafu-u.ac.jp)

【緒言】

ケラチンは表皮の角質化した部位、毛髪、爪などに多く存在し、動物の表層部分を保護する役割を果たす主成分を成す、上皮系細胞などの細胞骨格の中間径線維に分類される蛋白質である。ケラチンは Cystein 残基間の disulfide(-S-S-)結合により、架橋することで、物理・化学的に極めて安定である。還元剤でこの結合を切ると、主に羊毛内の Cortex 部分のケラチン蛋白質を可溶化する事ができるが、酸化すれば、また再架橋・固定化できるので多孔質ハイドロゲルや薄膜を作る事が可能である。我々は、羊毛ケラチンを還元的抽出法で抽出・透析して多孔質ハイドロゲルを調製した後¹⁾、さらに物理的に圧縮してケラチンフィルムを調製し、骨形成の足場材料としての利用可能性を検討した。



【方法】

ヒツジ(*Ovis aries*)の体毛 2.0 g を、8 M guanidine HCl と 1.66 M 2-mercaptoethanol を含む 20 ml の抽出液で加熱処理(60°C, 18 h)し、可溶化ケラチン粗抽出液を得た。これを 1 L の純水に 18 時間透析して白色・多孔質のケラチンハイドロゲル（以下、ゲル）を得た。円板状のゲルを 1,000 kg /cm² の圧力で物理的に圧縮した後に乾燥、オートクレーブ処理(121°C、15 分)を行い、ケラチンフィルム（以下、フィルム）を作製した。フィルムの厚み測定と引っ張り試験の結果から、ヤング率を求めた。フィルムおよびゲル上に、骨形成細胞への分化能をもつラット間葉系幹細胞(rMSCs)²⁾、骨芽細胞モデル株の HOS 細胞³⁾を播種して培養し、ゲル表面への細胞接着の確認と生死判定を Live/Dead 染色にて確認した。培養開始 1、4、7、10、14 日目に WST 測定(波長 : 450 nm)を行い細胞増殖を測定した。次に、rMSCs、HOS 細胞、それぞれの培地条件を分化誘導培地に変え、骨分化を誘導した。3、7、14、21、28 日目の骨芽細胞マーカーの alkaline phosphatase (ALP) の活性染色、骨基質の沈着 calcium を染める Alizarin red S 染色にて骨分化過程を評価した。

【結果および考察】

引っ張り試験で得たフィルムのヤング率(0.582 ± 0.294 MPa)はハイドロゲルのそ

れ(0.029 ± 0.021 MPa)よりも高く、物理的圧縮により、強度が増すことが確認できた。Live/Dead 染色の結果、播種・培養した両種の細胞の殆どがフィルムに接着して生存していた。WST 測定により細胞増殖を追跡すると、HOS 細胞はフィルム上では、当初から良く増殖し 10 日目には最大値になった。またゲル上では、増殖の立ち上がりがやや遅れるが、最大値への到達は同じく 10 日目であった。rMSCs はフィルム、ゲル、どちらの基材上でも当初は増殖速度が遅く、7 日目以後に高まるが、今回実験した 14 日目以内には最大値への到達が確認できなかった。フィルム上で骨分化を誘導した HOS 細胞は ALP 染色に明瞭な陽性を示し、rMSCs は僅かに陽性を示した。Alizarin red S 染色によって呈色した骨基質はフィルム上で培養した HOS 細胞接着フィルム上で確認されたが、rMSCs では確認できなかった。rMSCs は HOS 細胞よりも増殖の立ち上がりが遅く、また骨芽細胞に分化後に骨形成を行う事から、もう少し長期間の培養が必要かもしれない。以上の結果より、フィルムはゲルと併に細胞の接着培養基材として利用できるが、骨形成の足場材料に利用する為には、さらに培養条件の検討と改良が必要と思われる。

参考文献

- 1) Y. Ozaki *et al.*, **Materials Science and Engineering C**, 42, 146-154 (2014).
- 2) T. Takitoh *et al.*, **Journal of Bioscience and Bioengineering**, 119, 217-225 (2015).
- 3) T. Takitoh *et al.*, **Journal of Bioscience and Bioengineering** 110, 471-478 (2010).

本研究に関する研究発表（原著論文、その他報文、学会等報告）

- 1) Porous hydrogel of wool keratin prepared by a novel method: an extraction with guanidine/2-mercaptoethanol solution followed by a dialysis, Yuki Ozaki, Yusuke Takagi, Hideki Mori, Masayuki Hara, Materials Science and Engineering C (2014) 42, 146-154.
- 2) 多孔質ケラチンハイドロゲルの研究、原正之、尾崎由季、高木優輔、森英樹、第 14 回日本再生医療学会総会、H27.3.19-21（横浜、パシフィコ横浜）
- 3) 多孔質ケラチンハイドロゲルの組織工学の足場材料への応用、尾崎由季、高木優輔、森英樹、原正之、日本化学会第 95 春季年会、H27.3.26-29（船橋、日本大学）
- 4) 多孔質ケラチンハイドロゲルの研究、村田重徳、尾崎由季、高木優輔、森英樹、原正之、日本バイオマテリアル学会第 10 回関西若手研究発表会 H27.8.5（関西大学）

高等植物におけるオーキシン極性移動に関する研究（その2）

大阪府立大学 高等教育推進機構 宮本健助*

大阪府立大学大学院 理学系研究科 上田純一

(*本研究に関する連絡先：電話（内線）3872、メール miyamoto@las.osakafu-u.ac.jp)

植物の成長・発達の制御に重要な役割を担っている植物ホルモンのオーキシン（Indole-3-acetic acid, IAA）は特異な移動（いわゆる極性移動）を示すことが知られている。我々は、オーキシン極性移動が重力の支配下にあることを、スペースシャトルを利用した宇宙微小重力下での実験（STS-95 植物宇宙実験）によって示唆してきた。今年度は、植物の成長・発達に対するオーキシン極性移動の重要性を明らかにする目的で、(1) 双子葉植物に加え単子葉植物の茎の重力応答反応とオーキシン極性移動との関係、(2) オーキシン極性移動の成長・発達における役割について、合成オーキシン極性移動阻害剤を用いた解析、に関する研究を展開した。

(1) 植物の重力応答反応とオーキシン極性移動：黄化トウモロコシ芽生えを対象に、成長の経時解析、放射性 IAA ([$1-^{14}\text{C}$]IAA, American Radiolabeled Chemicals Inc., 3.7 MBq/mL) を用いた IAA 極性移動の経時解析、IAA 極性移動関連遺伝子発現解析等を行った。その結果、オーキシンの排出を担う ZmPIN タンパク質により制御されている IAA 極性移動が幼葉鞘ならびに中胚軸の成長に重要であることを示した。また、重力応答が正常な Alaska と重力応答突然変異体 *ageotropum* エンドウの黄化芽生えを対象とし、クリノスタット上の擬似微小重力環境を用い、頂端鉤状部の成長に対する重力の影響を調べ、頂端鉤状部の成長・発達が重力の支配下にあることを明らかにした。

(2) 合成オーキシン極性移動阻害剤の影響：合成オーキシン極性移動阻害剤のチューリップ花茎切片の伸長成長に対する影響、並びに、多肉植物の切枝の発根に対する影響を検討した。その結果、極性移動阻害剤の種類によって生理的影響が異なることが明らかとなった。なお、天然型オーキシン極性移動制御物質の探索も昨年度に引き続き実施した。

本研究に関する研究発表

1) 原著論文

Ueda J., Sakamoto-Kanetake M., Toda Y., Miyamoto K., Uheda E., Daimon H., Auxin polar transport is essential for the early growth stage of etiolated maize (*Zea mays* L. cv. Honey Bantam) seedlings. Plant Prod. Sci. 17(2) 144-151 (2014)

Miyamoto K., Yamasaki T., Uheda E., Ueda J., Analysis of apical hook formation in Alaska pea with a 3-D clinostat and agravitropic mutant *ageotropum*. Frontiers in Plant Science, doi. 10.3389/fpls.2014.00137 (2014)

Saniewski M., Węgrzynowicz-Lesiak E., Góraj J., Miyamoto K., Ueda J., Effect of inhibitors of auxin polar transport on the growth induced by indole-3-acetic acid and indole-3-butyric acid in excised stem of tulip. Plant Science LI (6): 74-78 (2014)

Saniewski M., Góraj J., Węgrzynowicz-Lesiak E., Miyamoto K., Ueda J., Differential effects of auxin polar transport inhibitors on rooting in some Crassulaceae species. *Acta Agrobotanica* 67(2): 85-92 (2014)

2) 学会報告等

Saniewski M., Węgrzynowicz-Lesiak E., Góraj J., Miyamoto K., Ueda J., Effect of inhibitors of auxin polar transport on the growth induced by indole-3-acetic acid and indole-3-butyric acid in excised stem of tulip. Jubilee Scientific Conference with Internal attendance “Challenges and Achievements of Contemporary Floricultural Science”, April 16, 2014, (35th Anniversary of the Institute of Ornamental Plants – Sofia), Sofia, Bulgaria.

Miyamoto K., Kotake T., Saniewski M., Ueda, J., Gummosis in bulbous plants of grape hyacinth and tulip: Focus on hormonal regulation and chemical composition of gums. 41st Annual Meeting of the Plant Growth Regulation Society of America & Japanese Society for the Chemical Regulation of Plants, July 13-July 17, 2014, San Francisco, California, USA.

Ueda J., Kamada M., Oka M., Miyamoto K., Uheda E., Higashibata A., Auxin polar transport is essential for graviresponse of etiolated pea seedlings. 41st Annual Meeting of the Plant Growth Regulation Society of America & Japanese Society for the Chemical Regulation of Plants, July 13-July 17, 2014, San Francisco, California, USA.

山崎隆弘、上田英二、上田純一、宮本健助. 黄化 Alaska エンドウ上胚軸頂端鉤状部の成長・発達に対する重力の影響—クリノスタットを用いた解析—. 日本植物学会第 78 回大会（東京、2014 年 9 月 12 日～14 日）

宮本健助、山崎隆弘、上田英二、上田純一. 黄化エンドウ芽生え上胚軸頂端鉤状部の成長・発達に対する擬似微小重力の影響. 日本宇宙生物科学会第 28 回大会（大阪、2014 年 9 月 21 日～22 日）

黒田裕一、鎌田源司、岡 真理子、宮本健助、上田英二、東端 晃、上田純一. 植物の姿勢制御におけるオーキシン極性移動の重要性. 第 4 回植物生理科学シンポジウム（仙台、2014 年 11 月 2 日）

山崎隆弘、上田英二、上田純一、宮本健助. 黄化エンドウ芽生え上胚軸頂端鉤状部の成長・発達に対する重力の影響. 第 4 回植物生理科学シンポジウム（仙台、2014 年 11 月 2 日）

コバルト 60 照射プールを用いた人材育成プログラム

大阪府立大学放射線研究センター

谷口良一*、矢羽多秀高、伊藤憲男、

宮丸広幸、小嶋崇夫、松浦寛人、古田雅一

(*本研究に関する連絡先：電話（内線）4293、メール tan@riast.osakafu-u.ac.jp)

[はじめに] 放射線研究センターでは、文科省の原子力人材育成事業として「大規模放射線施設を利用した人材育成事業」を平成 26 年度から開始した。本事業はコバルト照射プールを利用して高線量下の水中作業の経験を積んだ人材を育成することが目的である。昨年度は放射線に関する本大学の学生、院生を対象としたが、本年度からは、他大学、企業の技術者も研修対象とし、今後 3 年間継続する。

[研修] 実験では図 1 のような防水ケースに高感度カメラを収め、水深 4.7m のプール底に沈め、水中で遠隔操作可能な移動ステージに放射線検出器とともに載せ、水中での放射線分布の測定を行うとともに、水中で線源周辺に発生するチェレンコフ光を撮像した。またカメラを線源に近づけることによって画像上に特徴的な白点ノイズが発生する様子を観察した。水中で撮影された画像の一例を図 2 に示す。図 3 は実験風景である。

研修は 2 日間の日程で行い、放射線安全教育、放射線計測等の講義を行った後に、水中での放射線分布測定、水中での画像計測とカメラの放射線損傷実験等を行った。研修は 4 回行い、参加者総数は 23 名であった。

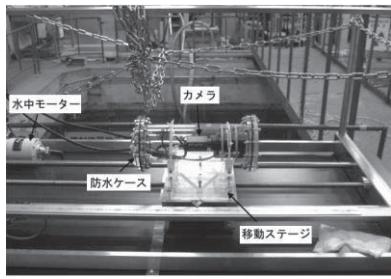


図 1 水中移動ステージ

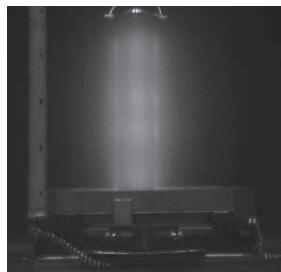


図 2 水中で撮影した
線源とチェレンコフ光



図 3 水中画像実験風景

[本研究に関する研究発表]

- 1) 「超高感度カメラを用いた水中チェレンコフ光の観測」 谷口良一、矢羽多秀高、伊藤憲男、宮丸広幸、小嶋崇夫、松浦寛人、古田雅一、原子力学会秋の大会（2015 年 3 月、日立）N45
- 2) 「大規模放射線施設を利用した人材育成」 谷口良一、ESI-NEWS、Vol. 33、No. 4(2015) pp144-151
- 3) 「超高感度カメラを用いた水中での大線量観測」 矢羽多秀高、宮丸広幸、古田雅一、伊藤憲男、松浦寛人、小嶋崇夫、岡喬、谷口良一、非破壊検査協会放射線部門講演会資料 RT-0058、(2015 年 3 月) pp11-14
- 4) 「水中での大線量測定と画像測定」 矢羽多秀高、谷口良一、伊藤憲男、宮丸広幸、小嶋崇夫、松浦寛人、古田雅一、非破壊検査協会秋の講演大会概要集（2015 年 10 月、札幌）pp287-288

平成 24-26 年度文部科学省原子力人材育成等推進事業 「地域に根付いた放射線施設活用による関西連携指導者人材育成」活動報告

大阪府立大学・放射線研究センター 奥田修一*

(*本報告に関する連絡先：電話（内線）4227、メール okuda@riast.osakafu-u.ac.jp)

はじめに：大阪府立大学では、平成 24-26 年度文科省原子力人材育成等推進事業により、放射線に関する原子力人材育成を行った。この事業の目的は、放射線に関する高い安全技術を持ち、住民の不安に対して適切に対処できるリスクコミュニケーションの力を身につけた指導者としての人材の育成である。この事業の概要を図 1 に示す。

事業とその成果：関西の原子力・放射線関連機関が連携し、大阪府立大学の放射線施設や機器などを活用した実践的研修を行った。それぞれ 3 時間の講習と実習を基本とした。3 年度における対象者数は、予定を 7 割上回る延べ 524 名、2 時間以下の研修を含めると 662 名となった。成果の概要は次のとおりである：(1) 放射線関連施設を活用した実践的教育で、原子力分野の専門家となる大学院生に安全技術を習得させると共に、関西を中心とする様々な分野の多くの人々に、リスクコミュニケーション能力を持つ人材育成を効果的、効率的に行うことができた。(2) 地域ニーズに合った研修を行い、研修モデルを構築することができた。

(3) 参加者全員にアンケート調査を行った。それによると、講習は 80-92%、実習は 91-98% がよく、またはほぼ理解できている。また初めて経験した放射線計測や取扱い実習が極めて効果的であった。この研修が大変 (60%) または少し (40%) 役に立ったとの答えが得られた。感想からも、放射線に対する理解がかなり深まった状況が明らかになり、研修対象者が、放射線についての正しい知識を実感をもって社会に広げる役割を担うことが期待できる。

今後の展開：平成 27-29 年度文部科学省の機関横断的な人材育成事業「大規模放射線施設を利用した人材育成」では、平成 25 年度開設の本学工学研究科量子放射線系専攻の大学院生を中心に、原子力分野における人材育成を行う。さらに本学と堺市との包括的連携協定による人材育成等事業「放射線施設活用による地域指導者人材育成」を、これまでの知見を基に平成 27 年度行う。放射線展のイベントなどを活用し、体験的研修活動も行う。今後、広報の仕方、対象者のニーズの把握などが課題である。

本事業の報告

<http://www.riast.osakafu-u.ac.jp/~jinzai/>

本研究に関する研究発表（論文、報文、学会等報告）

- 1) 大阪府大の放射線施設を活用した原子力人材育成事業とその成果、奥田修一、古田雅一、伊藤憲男、児玉靖司、宮丸広幸、小嶋崇夫、谷口良一、日本放射線安全管理学会第 14 回学術大会（2015.12.2-4、つくば） 1A2-1.

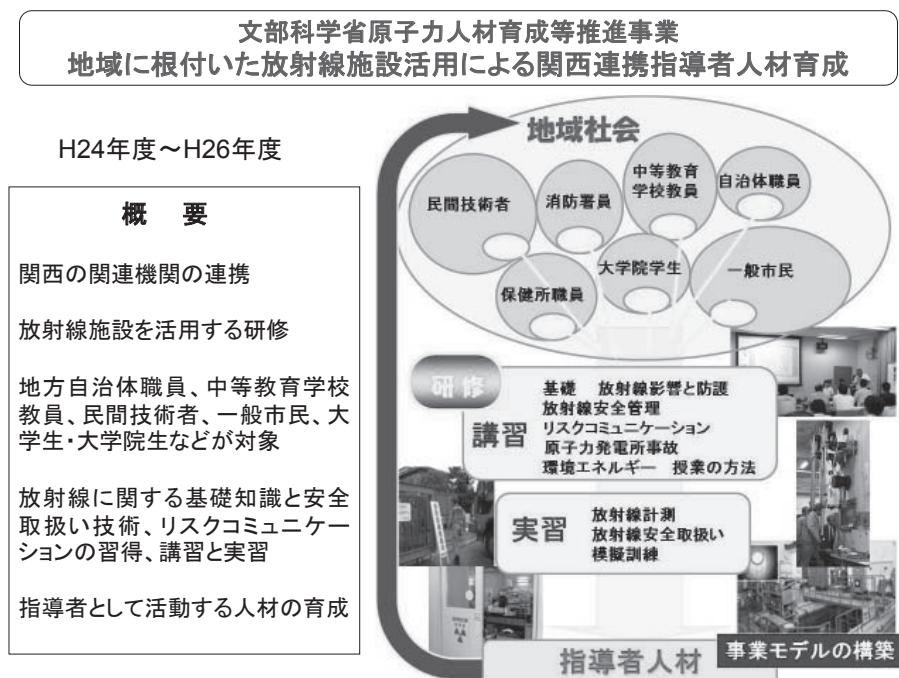


図 1. 事業の概要

「平成 26 年度第 31 回みんなのくらしと放射線展」活動報告

大阪府立大学・放射線研究センター¹⁾ 奥田修一*

「みんなのくらしと放射線」知識普及実行委員会 委員

(*本報告に関する連絡先：電話（内線）4227、メール okuda@riast.osakafu-u.ac.jp)

毎年夏休みに開催される「みんなのくらしと放射線展」は、32 回目を迎えた。放射線に関する正しい知識が長期的にまた広い年齢層に求められる中で、2014 年度までの結果を踏まえ、それぞれのイベントに工夫を加えて充実した内容となった。今回は通常より 1 日短い 2 日間の開催とした。

第 32 回みんなのくらしと放射線展「放射線サマースクール 2015」

【目的】

放射線がくらしの中で様々な分野で役立っていることやその性質を楽しく紹介することで、放射線を身近に感じていただくと共に、子供たちに科学技術への興味喚起の機会を提供する。

【主催】「みんなのくらしと放射線」知識普及実行委員会、(事務局) 大阪府大

【後援】文部科学省、近畿経済産業局、大阪府、大阪市、堺市、大阪府教育委員会、大阪市教育委員会、堺市教育委員会、(一財)大阪科学技術センター

【開催日と会場】2015 年 8 月 8~9 日、大阪科学技術センター

【内容】

■ 「放射線親子セミナー 2015」小・中学生及び保護者対象

親子で放射線の知識を学ぶ体験型講座（サイエンスショー・ガイドツアー・フィールドワーク・霧箱工作・保護者対象放射線ミニツアー）

■ 「第 4 回ハイスクール放射線サマークラス」高校生対象（出場 9 校、8 月 9 日実施）

オリエンテーション、高校生対抗プレゼンテーション（テーマ：放射線について自らが調べ、学び考えたこと）、表彰、講評、交流会

■ 「発見！！くらしに役立つ放射線」広く一般の方対象

放射線の性質やくらしへの利用、様々な利用、放射線測定体験、食品の放射能モニタリング、わくわくサイエンスショー、放射線トピックス、科学工作教室、関西の原子力・放射線研究施設（大阪府立大学、京都大学、近畿大学、福井大学）

■ 「放射線クイズラリー＆ガイドツアー」子供たちや一般の方対象

放射線展の会場を巡りながらの放射線についての解説と会場に設置してあるクイズのラリー



今年も、大阪科学技術センターでの科学技術関連の催しと開催時期を合わせ、参加者がさまざまなイベントを同時に楽しむことができた。2 日間の開催となったが、参加者は延べ 1000 人を超えて、昨年を上回った。展示では昨年に引き続き韓国原子力研究所から、照射切花の提供と参加を頂き、大変好評であった。

本活動に、後援などの形でご支援、またご協力いただいた関係各機関の皆様、また関係団体、グループや個人として毎年ご協力いただいている皆様に感謝します。

参考資料

1) みんなのくらしと放射線展 : <http://www.housyasenten.com/>

本研究に関する研究発表（原著論文、その他報文、学会等報告）

1) 第 32 回「みんなのくらしと放射線」展報告、ONSA ニュース Vol. 25-2 (2015)

2) 関西地域の「みんなのくらしと放射線展」における知識普及活動、古田雅一他、第 52 回アイソトープ、放射線研究発表会

3. 平成 26 年度共同利用報告会プログラム

日時：平成 27 年 12 月 21 日（月）13:20 - 17:30

場所：大阪府立大学学術交流会館多目的ホール

参加費：無料

プログラム（下線講演者）

- 13:20 開会のあいさつ 奥田修一
- 13:30-14:30 [生物効果] 座長：川西優喜（阪府大院理）
- 13:30 生レバーからみた食品照射の展望
古田雅一（阪府大地域連携）
- 13:50 羊毛ケラチンを用いた多孔質ハイドロゲルとフィルムの研究
村田重徳、伴ノ内優太、尾崎由季、高木優輔、森英樹、原正之（阪府大院理）
- 14:10 オオミジンコの脱皮ホルモン受容体リガンドを検出する酵母レポーターアッセイ系の確立
高田英治、原島小夜子、川西優喜、八木孝司（阪府大院理）
- 14:30 休憩
- 14:40-15:40 [コバルト施設] 座長：伊藤憲男（阪府大地域連携）
- 14:40 コバルト 60 照射プールを用いた人材育成プログラム
谷口良一、伊藤憲男、宮丸広幸、小嶋崇夫、松浦寛人、古田雅一（阪府大地域連携）、矢羽多秀高（阪府大院工）
- 15:00 大阪府立大学照射用 Co60 線源プールにおける水中線量分布測定
宮丸広幸、小嶋崇夫、谷口良一、奥田修一（阪府大地域連携）
- 15:20 ガンマ線照射下の窒素ガス雰囲気の希薄塩水中における鉄の腐食速度の測定と酸化性化学種の分析
神田泰寛、井上博之、岩瀬彰宏（阪府大院工）、小嶋崇夫（阪府大地域連携）
- 15:40 休憩
- 15:50-17:30 [量子ビーム] 座長：秋吉優史（阪府大地域連携）
- 15:50 表面分析のための 1 MeV イオン加速器の整備状況報告
宮丸広幸、奥田修一（阪府大地域連携）
- 16:10 過共晶 ZrCuAl バルクアモルファス合金に対する電子線照射効果の組成依存性
小林一基、石井康嗣、岩瀬彰宏、堀史説（阪府大院工）、徐虬、佐藤紘一（京大炉）、横山嘉彦、今野豊彦（東北大金研）、斎藤勇一、石川法人（原子力機構）
- 16:30 電子線照射による FeAl 金属間化合物中の生成欠陥のエネルギー依存性
上野陽平、石山大志、岩瀬彰宏、堀史説（阪府大院工）、大澤一人（九大応力研）、徐虬、佐藤紘一（京大炉）
- 16:50 陽電子消滅法を用いた CeO₂ 中に生成された格子欠陥の評価

山本優輝、堀史説、岩瀬彰宏（阪府大院工）

- 17:10 陽電子消滅測定を用いた過共晶バルクアモルファス合金の自由体積の構造緩和に関する研究

石山大志、石井康嗣、岩瀬彰宏、堀史説（阪府大院工）、
横山嘉彦、今野豊彦（東北大金研）

- 17:30 閉会のあいさつ

古田雅一

（講演各 20 分、含質疑応答）

4.

大阪府立大学 21 世紀科学研究所 「量子ビーム誘起反応科学研究所」活動報告

大阪府立大学地域連携研究機構 奥田修一

(＊本報告に関する連絡先：電話（内線）4227、メール okuda@riast.osakafu-u.ac.jp)

大阪府立大学 21 世紀科学研究所「量子ビーム誘起反応科学研究所」は、量子ビームによって誘起される反応の過程を、量子ビームと物質との相互作用の基礎に基づいて解析し、複雑な生体における反応の解明にまで結び付けることを目標に掲げている。地域連携研究機構・放射線研究センターにおける施設を活用した学際研究を組織を、部局横断的に推進してきたが、2013 年度新設の大学院工学研究科「量子放射線系専攻」の充実に伴い、新たな方向を模索している。以下に 2014-2015 年度の活動の概要を示す。

1. 研究活動

- (1) 量子ビームに関する所内研究活動、学外との共同研究活動
- (2) 主な外部資金：科学研究費補助金、高エネルギー加速器研究機構大学等連携支援事業
- (3) 韓国、国立江原大学校サイクロトロン研究所、原子力研究所との交流
- (4) 韓国 Food and Bio-Industry Research Institute, Kyungpook National Univ. との交流
- (5) ベトナムダラット大学との交流

2. 学会等発表（下記にまとめられている）

- (1) 大阪府立大学地域連携研究機構・放射線研究センター平成 25 年度共同利用報告書

3. その他の活動

- (1) 大阪府立大学地域連携研究機構・放射線研究センター平成 25 年度共同利用報告会
(2015 年 12 月 21 日開催、放射線研究センターとの共催)

- (2) 放射線研究センター活動への参画：将来計画への提言と加速器の整備

4. 研究活動とその成果の公表

http://chokai.riast.osakafu-u.ac.jp/~housya3/contents/riqbs_syokai.html

研究所員

地域連携研究機構放射線研究センター	教授・奥田修一	(研究所長)	教授・谷口良一
	教授・古田雅一	助教・小嶋崇夫	
大学院理学系研究科生物科学専攻	教授・児玉靖司	教授・原正之	助教・白石一乗
大学院工学研究科物質・化学系専攻	教授・岩瀬彰宏	准教授・堀史説	

研究所連絡先

地域連携研究機構放射線研究センター 量子線材料科学研究室 奥田修一
電話番号：072-252-1161（代表） E-mail : okuda@riast.osakafu-u.ac.jp

5. 公立大学法人大阪府立大学

地域連携研究機構・放射線研究センターにおける施設の利用

放射線研究センターには、コバルト 60 ガンマ線源と 18 メガ電子ボルトの高エネルギー電子線加速器を主な放射線源とする日本有数の放射線照射施設があります。これらは非密封放射性同位元素の取扱い施設とともに、学内外や民間にも利用されています。またクリーンルーム施設もあり、学内外や企業との共同研究に利用されています。

1. コバルト 60 ガンマ線照射施設

ガンマ線源は、材料の改質、耐放射線性試験、滅菌や生物への照射などが行われています。また、固体表面活性による反応促進、人工衛星搭載機器の照射効果などは、新しい研究として注目されています。主な照射設備を 1.1 で紹介しています。超高線量率照射から低線量率照射、大気中照射から水中照射まで、多様な照射条件に対応可能な、西日本最大の照射施設を有しています。

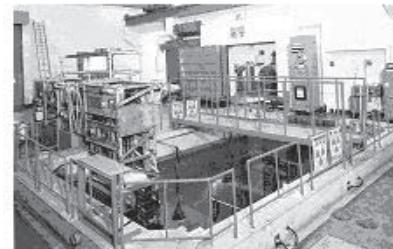


図 1 コバルト 60 ガンマ線源の水プール

1.1 主な照射設備

	線源強度	線量率	用途
第 1 照射室	1 PBq	1~100Gy/h	大線量精密照射
第 2 照射室	500TBq	10~1kGy/h	大線量精密照射
第 3 照射室	3TBq	0.05~5Gy/h	小線量、非破壊検査
第 4 照射室	5PBq	50~10kGy/h	大線量照射
照射プール	5PBq	1k~10kGy/h	大線量水中照射

1.2 コバルト線源の主な照射対象

- ・生物分野 植物の突然変異種発現
 微生物の特性改良
 医療器具・動物飼料等の滅菌
- ・化学分野 放射線分解と有用生成物の生成
 架橋反応の利用による電線被覆材の開発



図 2 コバルト 60 照射風景
(線量計の較正)

- 楽器の弦の改良
- ・工学分野 トランジスタ・ICなどの電子部品・機器の照射試験
原子力発電所で使用する電子機器、光学部品、ケーブルの試験
人工衛星に搭載する電子機器の照射試験
 - ・物理分野 放射線検出器の較正、線量計の特性試験
ガラス・真珠・宝石等の着色
超微粒子の生成

2. 高エネルギー電子線照射装置（ライナック）

電子線加速器では、線量率が極めて高いことを利用した金属材料の照射効果の研究、放射線がパルス状に出力されることを利用した、物質の過渡的変化を調べる研究、超微弱ビームの発生と利用、新しいラジオグラフィ法の開発研究などが行われています。

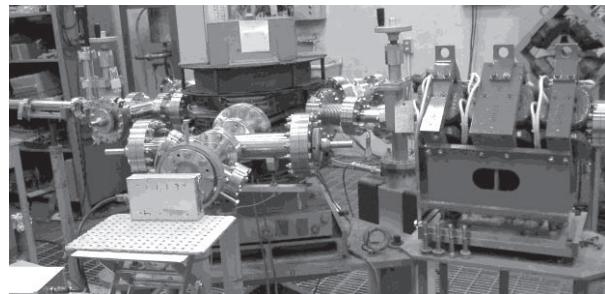


図3 電子線形加速器（OPU ライナック）

2.1 主な照射設備

	粒子束密度	用途
地下照射室	$\sim 10^{13} e/cm^2/sec$	水平照射、大面積照射
第2照射室	$\sim 10^{12} e/cm^2/sec$	精密照射
第3照射室	$\sim 10^{14} e/cm^2/sec$	大線量照射、分析

2.2 ライナックの主な照射対象

- ・生物分野 医療器具等の滅菌
微弱電子線の生物影響
- ・化学分野 放射線照射による光吸収過渡現象の研究（パルスラジオリシス）
架橋反応の利用によるタイヤ、被覆材等の開発
液体窒素の照射効果の観測
- ・工学分野 耐放射線性の高い金属、合金の大線量照射
人工衛星に搭載する機器の耐久性加速試験

- 超微量のウラン検出法の開発
- ・物理分野 放射線検出器の較正
 - 電子線による材料中への欠陥導入と、それを利用した分析
 - 貴金属ナノ微粒子の生成
 - 加速器の高性能化、超微弱電子線の開発
 - 加速器を利用した高輝度サブミリ、ミリ波光源の開発と利用

3. 低エネルギー電子線照射装置（コッククロフト・ウォルトン型加速器）

- エネルギー : 60~600 keV
 用途 : 表面照射、表面処理
- 照射対象例 : 人工衛星部品の照射
 物質の表面改質（硬化、濡れ性の変化）

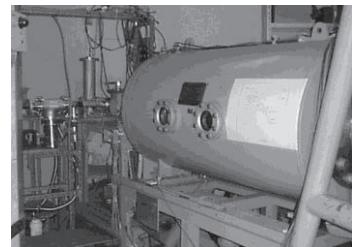


図 4 低エネルギー電子線照射装置

4. 非密封放射線施設および、その他の照射装置

非密封放射性同位元素は、トレーサーとしての利用を中心に、化学、農学、生命科学、医学の研究において、種々の特徴ある施設として広く利用されています。

- 用途 : 放射性同位元素によるトレーサー実験
 材料の陽電子利用分析
 放射性同位元素による年代測定
 環境汚染物質の元素分析
 環境放射線の測定



図 5 非密封放射線施設



図 6 トレーサー実験に用いられる
RI 標識化合物

その他の照射設備：



図 7 低エネルギー電子線照射装置（100keV）



図 8 X 線照射装置



図 9 X 線非破壊検査装置



図 10 γ 線非破壊検査装置

5. クリーンルーム施設

本学のクリーンルームは全国でも有数のレベルと規模を持っています。クリーンルームはクラス 1000, クラス 100, クラス 10 の 3 つに分かれており、室内の清浄度を保つため、垂直層流方式（ダウンフロー方式）を採用しています。クリーンルームは空調設備のある天井、全面アルミダイキャスト製グレーティングの作業室、各種ガスや超純水の配管のある床の 3 層構造となっています。またクリーンルーム内では超純水や、各種の高純度ガスが使用出来るようになっています。クリーンルーム内には先端材料や先端デバイスを作製するための最新の装置が設置されており、学内のみならず企業など外部との共同研究が活発に行われています。なお、利用については、放射線研究センターHP の共同利用施設案内をご覧ください。

<http://www.riast.osakafu-u.ac.jp/facility/index.html#clean>

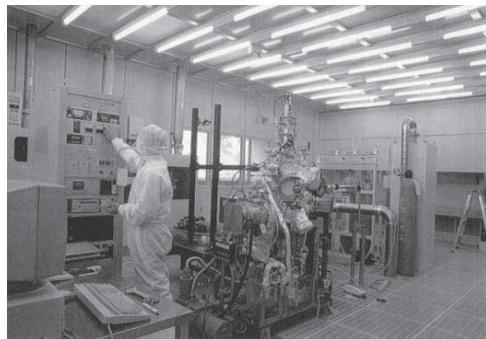
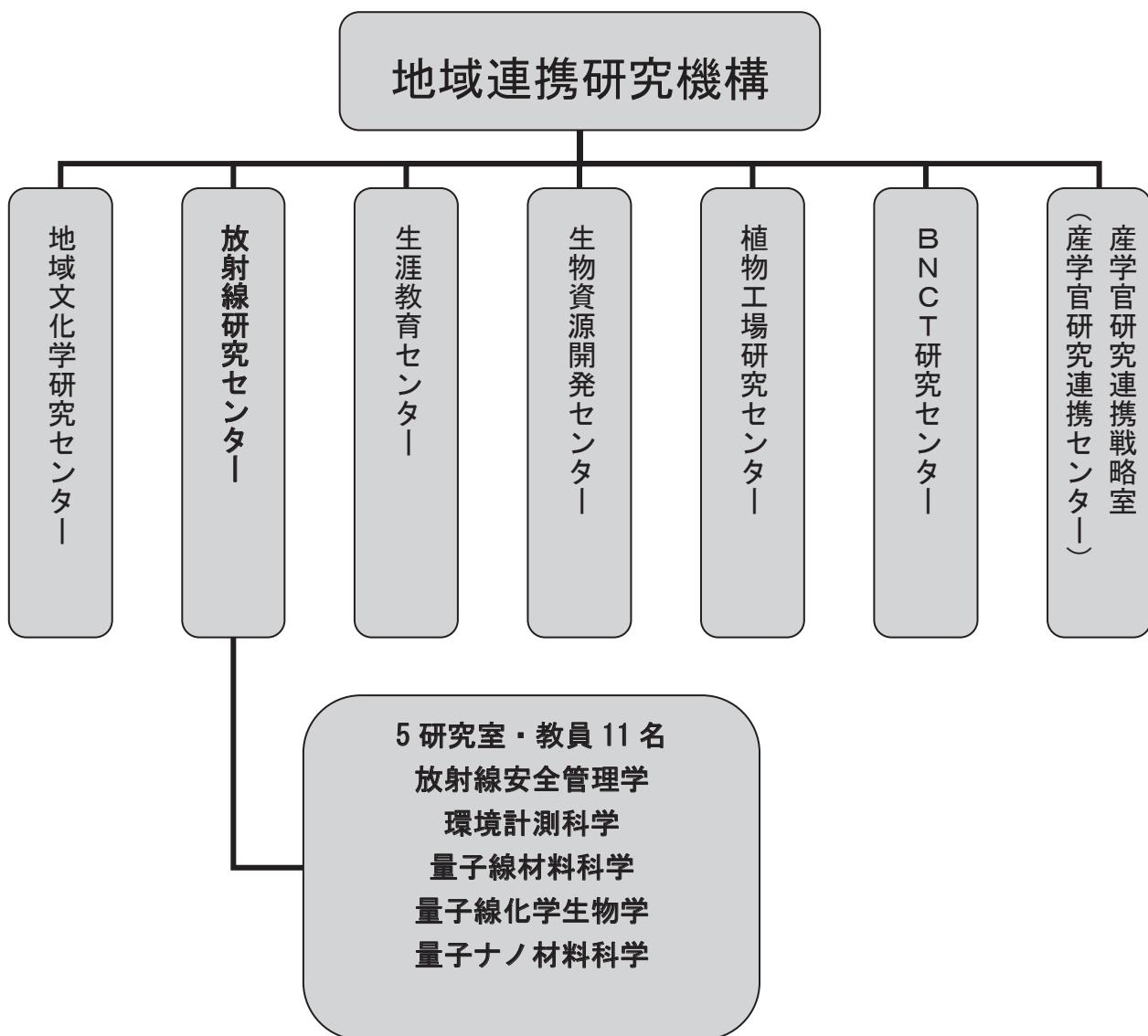


図 11 クリーンルーム室内図

6. 放射線研究センター組織

1959 年に発足した大阪府立放射線中央研究所に設置され、整備された放射線設備は、1990 年に大阪府立大学附属研究所（後の先端科学研究所）に引き継がれ、2005 年における大阪府立大学の法人化にともない、産学官連携機構・放射線研究センターに引き継がれ、さらに 2011 年における大学の機構改革で地域連携研究機構・放射線研究センターに引き継がれました。



7. 放射線照射施設利用の手引き

放射線センターでは、保有する研究施設を広く一般のユーザーに開放しています。また、府立大学の学内共同利用施設としても利用可能ですが、この場合は研究課題の事前審査と研究成果の公開が必要となります。一般的な照射申し込みは随時、学内共同利用の課題申請は年2回受け付けています。いずれの利用の場合でも安全に関する審査は不可欠です。

7.1 学内共同利用の手続き

添付の申請用紙に、必要事項を記入、押印のうえ、下記に送ってください。課題の募集は6月と12月の年2回行います。申請課題の有効期限は、6月申請が1年、12月申請が半年とし、複数年にわたる研究課題は、継続課題として再度申請してください。

7.1.1 学内共同利用の手続きの流れ

課題申請：7.1.2 の申請様式で必要事項を記入、押印のうえ、提出してください。



課題審査および安全審査の採択：課題の妥当性と安全性について審査の後、
採択結果を通知します。



照射利用申込書の提出：装置担当者と実験日時を打ち合わせた後、



実験日前までに照射申込書を提出してください。

照射実験



成果報告書の提出：本報告書の様式で、例年、6月に開催される共同利用

成果報告会までに提出してください。報告書を期日までに
提出されない場合、利用された照射サービスは一般照射利
用と見なし、使用料金を請求することになります。



研究課題終了

注 1) 放射線装置を用いた実験を行う場合、実験者の作業を要しない単純照射をのぞいて、実験者の放射線業務従事者登録が必要となります。この手続きには、放射線障害防止法にもとづいた放射線業務従事者講習会への参加が義務付けられています。講習会は年に2回、当センターで開催されています。実験を予定されている方は、早めに受講されることをお勧めします。

注 2) 共同利用研究課題申請書、放射線施設利用申込書等の書式は、
ホームページからダウンロードが可能です。

URL: <http://www.riast.osakafu-u.ac.jp/facility/co60.html>

7.1.2

放射線施設利用研究課題申請書（学内共同利用）

放射線研究センター長 殿

下記の通り申請します

平成 年 月 日 申請者 所属 _____ 氏名 _____ (印)

1. 提案課題の種類（該当する項目に○印）

新規 繼続 緊急 繼続の場合は前課題名を記入

2. 実験責任者

氏名 _____ 所属 _____ 内線番号 _____

3. 実験課題名

4. 共同研究者（所属機関、部局、身分）

5. 使用希望装置（該当する項目に○印）

(a) ライナック (b) コバルト 60 (c) コッククロフト (d) その他

6. 使用希望条件

使用日数： _____ 占有照射室： _____

利用条件： _____

7. 実験概要（含、従来の成果、期待される成果）

8. 備考

9. 放射線研究センター内 連絡者

氏名 _____ 内線番号 _____

7.2 一般照射利用の手続きと使用料金

地域連携研究機構放射線研究センターでは、保有する放射線施設を広く一般のユーザーに開放しています。一般の照射申し込みは随時受け付けています。この場合、施設の維持に要する費用の一部を負担していただくことになります。(7.2.2 の料金表を参照してください。) また、装置と実験者の安全に関する審査は不可欠ですから、実験の内容を照射申込書に記入していただく必要があります。

7.2.1 一般照射利用の手続き

- 照射利用申込書の提出 : 装置担当者と実験日時を打ち合わせた後、実験日前までに照射申込書を提出してください。実験日までに安全性について審査を行っています。
↓
照射利用
↓
照射終了 : 照射時間が確定した後、これに相当する照射料金が府立大学から請求されます。

7.2.2 照射手数料

区分		金額／1照射条件につき
放射性同位元素による場合	照射プール内での照射	17,000 円+2,400 円×V×Th
	照射室での照射	被照射物の占有容積が 10 リットル未満 9,500 円+4,800 円×Th
		被照射物の占有容積が 10 リットル以上 50 リットル未満 9,500 円+9,500 円×Th
		被照射物の占有容積が 50 リットル以上 19,000 円+19,000 円×Th
	照射室占用による照射	19,000 円+19,000 円×TH
生放射線発生装置による場合	ライナックによる場合	34,400 円+1,000 円×Tm
	コッククロフト・ウォルトンによる場合	28,800 円+500 円×Tm
	X 線照射装置による場合	8,800 円+300 円×Tm
照射証明書の交付		1 通につき 1,500 円

備考

- 「V」は、被照射物の占有容積を表し、その単位は 1 リットルとする。
- 「Th」は、照射時間を表し、その単位は 1 時間とする。
- 「TH」は、照射室占用時間を表し、その単位は 1 時間とする。
- 「Tm」は、照射時間を表し、その単位は 1 分間とする。
- 占有容積等の計算については、1 リットルに満たない端数は 1 リットル、1 時間に満たない端数は 1 時間、1 分間に満たない端数は 1 分間とする。
- 照射プール内での照射を行う場合で被照射物をバスケット内に入れるときの被照射物の占用容積は、7 リットルまでとする。

8. クリーンルーム施設利用状況（H26年度）

平成26年度における放射線センターのクリーンルーム施設の「利用申請者数」および「利用テーマ」は下記の通りである。

「利用申請書数」 206人

「利用テーマ」

- 1 「化合物半導体を用いた高性能赤外デバイスの研究」 地域連携研究機構 河村裕一
- 2 「dドットの研究」 地域連携研究機構 川又修一
- 3 「太陽エネルギーを利用する光触媒、太陽電池、熱電変換素子の薄膜化」 工学部 津久井茂樹
- 4 「超LSI用半導体材料の表面物性」 教育研究機構 上浦良友
- 5 「ゾルーゲル法による無機酸化物薄膜の作製」 工学部 忠永晴治
- 6 「昆虫細胞増殖系を用いたアミラーゼの蛋白工学的研究」 生命環境科学部 新田康則
- 7 「マイクロマシン作製」 工学部 平井義彦
- 8 「マイクロマシン用微細パターンの作製」 工学部 川田博昭
- 9 「TEOS/Ozone減圧CVDにおける膜形成の高速化」 工学部 足立元明
- 10 「強誘電体／半導体積層デバイス、磁性半導体デバイス、圧電デバイスの作製」
工学部 藤村紀文
- 11 「希薄磁性半導体における電界スピン制御」 工学部 藤村紀文
- 12 「酸化チタン薄膜光触媒の親水化特性評価」 工学部 安保正一
- 13 「生体高分子のナノ分子工学」 生命環境科学部 北村進一
- 14 「超伝導体ナノファブリケーションによる新奇物性と応用」 工学部 石田武和
- 15 「金ナノ粒子を用いた高感度センサの開発」 工学部 長岡勉 椎木弘
- 16 「リン脂質で修飾したシリコンウェハー電極を用いる分子伝導体ナノワイヤーの作製」
理学部 杉本豊成
- 17 「強磁性秩序をもつ酸化物誘電体単結晶薄膜の合成と機能特性」 工学部 松井利之
- 18 「強誘電体デバイスの信頼性を向上させるために各素子の改善を進める研究」 工学部
齋藤丈靖
- 19 「ナノ粒子のAFMによる観察」 工学部 応用化学 児島千恵
- 20 「シリコンフォトニック結晶ナノ共振器におけるラマン効果増大の検討」 工学部
電子物理 高橋和
- 21 「金属ナノ粒子を用いたナノ構造体の構築」 21世紀機構 床波志保
- 22 「新規高性能熱電材料の開発」 21世紀機構 小菅厚子

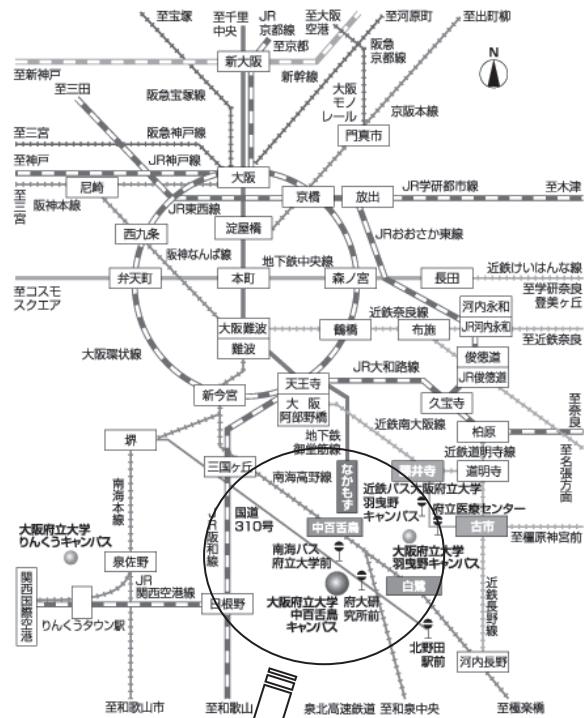
- 2 3 「合成したナノ材料の観察と評価」 21世紀機構 八木俊介
- 2 4 「単一分子のキラル識別法の確立」 応用化学 西野智明
- 2 5 「ナノスケール素子における電磁応答制御と操作」 電子物理 戸川欣彦
- 2 6 「バイオマテリアル工学と微細加工技術を基盤としたマイクロ・ナノバイオインター
フェースの創製」 21世紀機構 許岩
- 2 7 「遷移金属酸化物の物性評価」 21世紀機構 山田幾也
- 2 8 「機能性有機材料および液晶材料の物性に関する研究」 工学部 内藤 裕義
- 2 9 「ヘテロナノ構造を利用したエネルギー材料の創製」 21世紀機構 牧浦理恵
- 3 0 「有機磁性体微小結晶の熱伝導測定」 理学系研究科 細越裕子
- 3 1 「マイクロ・ナノデバイスによる細胞発達制御」 21世紀機構 萩原将也
- 3 2 「相変化光記録材料カルコゲナイト化合物の結晶構造解析」
理学系研究科 久保田佳基

以上

9. 連絡先

大阪府立大学 地域連携研究機構 放射線研究センター

〒599-8570
大阪府堺市中区学園町1-2
Tel: (072) 252-1161 (代)
Fax: (072) 254-9938
<http://www.riast.osakafu-u.ac.jp>



【駅から徒歩の場合】

- ◆ 南海高野線「白鷺駅」下車徒歩 20 分「中百舌鳥駅」徒歩 25 分
- ◆ 地下鉄御堂筋線「なかもず駅」(5番出口) 徒歩 25 分
- 【駅からバスをご利用の場合】
- ◆ 南海高野線「中百舌鳥駅」・地下鉄御堂筋線「なかもず駅」から南海バス（北野田駅前行 31、32、32-1 系統）で約 5 分、「府大研究所前」下車
- ◆ 南海本線「堺駅」から南海バス（北野田駅前行 31、32、32-1 系統）で約 25 分、「府大研究所前」下車
- ◆ JR 阪和線・南海高野線「三国ヶ丘駅」から南海バス（北野田駅前行 31、32、32-1 系統）で約 15 分、「府大研究所前」下車

