



# 第26回 固体飛跡検出器研究会

2011年 3月14 - 15日 神戸大学・深江キャンパス

## 26th Workshop on Solid State Nuclear Track Detectors

Kobe University, Fukae-Campus  
14th & 15th March 2011

日時: 2011年3月14日・15日

場所: 神戸大学・深江キャンパス, 4号棟4102教室

言語: 日本語及び英語

参加申込み及びアブストラクト締切: 2011年2月14日

プロトンや重粒子線の通り道を化学処理によって可視化するユニークな受動型放射線検出器=固体飛跡検出器の基礎と応用に関わる最新の研究成果を交換する研究会を神戸大学・深江キャンパスで開催します。固体飛跡検出器の応用は、宇宙放射線計測や重イオンがん治療に関わる生物細胞実験、高速中性子線計測、レーザー駆動イオン加速、トラック年代測定、核査察環境試料分析といった広範な分野に広がっています。一方では、放射線物理や放射線化学の基礎的視点から、種々の物質に高速の荷電粒子がもたらす効果に関する研究が続けられています。飛跡検出器というひとつの研究手段で結びついた、専門分野を異にする様々な研究テーマに取り組んでいる専門家が一堂に会して活発な議論が行われている学際的な研究会です。詳しくは研究会ホームページをご参照ください。

主催: 固体飛跡検出器研究会 ([http://www.research.kobe-u.ac.jp/gmsc-iris/ssst\\_26th/index.html](http://www.research.kobe-u.ac.jp/gmsc-iris/ssst_26th/index.html))

共催: 応用物理学会放射線分科会、神戸大学大学院海事科学研究科

## 公開講演

# 『マリー・キュリーの考えたこと』

日時：2011年3月15日 13:20～13:50

場所：神戸大学深江キャンパス4号館4102号教室

講師：山内知也 神戸大学大学院海事科学研究科教授

対象：学生、教職員、一般

概要：この講演ではマリー・キュリーが活躍した時代を、エーブ・キュリーやスーザン・クインによる伝記、あるいはその時代の音楽や後年のハリウッド映画の映像も含めて振り返りたいと考えています。ポロニウムとラジウムという新しい元素を発見し、事象として、実体として、科学的概念としての放射能を発見し、核化学という新しい科学領域の創始を成し遂げた彼女の足跡を、ピエール・キュリーとの共同した仕事や、同時代の女性科学者との比較を通じて訪ねます。

今年2011年は、マリー・キュリーが2回目のノーベル賞を受賞して100年目です。ユネスコと国際純正・応用化学連合の呼びかけで、世界各地で「世界化学年2011」を祝う催しが開催されています。この講演は第26回固体飛跡検出器研究会の中の公開講演として開催されますが、同研究会も「世界化学年2011」の事業に参加しています。

広く学生や教職員、一般の方々のご来聴を歓迎します。



## 第26回固体飛跡検出器研究会

26th Workshop on Solid State Nuclear Track Detectors

神戸大学・深江キャンパス4号館4102教室 2011年3月14-15日

Room4102, Building-4, Fukae-Campus, Kobe University, 14th&15th March 2011

Kobe University Kobe University



International Year of  
**CHEMISTRY**  
2011

[http://www.research.kobe-u.ac.jp/gmsc-iris/sstd\\_26th/index.html](http://www.research.kobe-u.ac.jp/gmsc-iris/sstd_26th/index.html)



ISSN 0285-3604  
放射線 学術刊行物指定 平成7年1月20日  
郵政省告示内24号 第37卷3号

# 放 射 線

*Ionizing Radiation*

特集一 「固体飛跡検出器研究会(神戸大学2011)」



Vol. 37 No. 3 Oct. 2011

応用物理学会放射線分科会

## 固体飛跡検出器研究会の歩み

日本大学 小倉 絃一

本号は固体飛跡検出器研究会の特集号とのことであるが、道家忠義先生がこの研究会を誕生させるきっかけとなった国際会議(11th Int. Conf. on SSNTD)が1981年に英国ブリストルで開催された年から数えて、今年で30年の節目を迎えた。その複雑で細かい経緯については、研究会が第10回を迎えた際に、本誌「放射線」Vol. 19, No. 3(1993)上で思い出として語られている。

当時は、極めて優れた特性を有するCR-39プラスチック(最近では、物質名PADC:poly-allyl diglycol carbonateを用いる人も多い)の出現により、飛跡検出器の応用分野の急激な拡大が見られたときであり、諸外国では固体飛跡検出器(Solid State Nuclear Track Detector: SSNTD)に関する国内集会在活発に行なわれていたことなどを考えると、我が国においても専門分野や学会の枠を越えて討論する場が必要であった。

先生は、まず、国内の固体飛跡検出器に関係する研究者とその数、研究分野と所属学会などを把握することから始められた。そのために、「放射線」誌上においてアンケート調査を行なうとともに各分野の主たる研究者に問い合わせる方法がとられた。結果、最初の名簿に名を連ねた研究者は66名、専門とする分野は宇宙線、高エネルギー物理、放射線計測、保健物理、物理教育、原子核工学、原子炉・核融合工学、核・放射線化学、高分子化学、ラドン計測、年代測定、地質学、放射線基礎医学、画像工学など多岐にわたることが判明した。このとき配布された研究者名簿は青焼き複写されたもの(通称リコピー)であり、前出の国際会議に日本から出席したのは道家先生と筆者の2人だけであったことなどと比べ、インターネットで世界中が瞬時に繋がり、研究会発足の契機となった国際会議もNuclear Tracks in Solidsと名称を変え(今回は9月にメキシコで開催される)、我が国からも多数の研究者が出席するようになった今を思うと隔世の感がある。

翌1982年春の応用物理学会講演会において固体飛跡検出器に関するシンポジウムが企画され、その内容を本誌「放射線」Vol. 9, No. 1(1982)で紹介するなどして準備が進められた。そして1983年4月、放射線分科会の後援を受け、第1回固体飛跡検出器研究会が開催された。講演数は10件と多くはなかったが、講演内容は年代測定、地震予知のためのラドン計測、核反応研究、基礎医学への応用、飛跡の計数法、磁気単極子探索実験、CR-39プラスチックの諸特性などと、意図に違わず多様なもので、50名近くの参加者は異分野の話

題に興味津々、活発な討論の場となった。さらに、研究会の今後のあり方が話し合われ、この方面の研究と技術の交流のために毎年開催する必要があるとの共通認識のもと、応用物理、物理、化学、原子力学会などの学会日程を睨んで開催日時を決定することで、研究会を継続していくことになった。また、研究会で発表された研究成果の一部を「放射線」誌に特集として掲載していただき、この分野の最新の動向と成果などを紹介していくこととした。爾来、今日までの固体飛跡検出器研究会の継続に対して「放射線」誌の担った役割は少なくなく、この場を借りて感謝したい。

固体飛跡検出器研究会も今年で26回を迎えた。この間、事務局は早大(道家)が6年、日大(小倉)が9年担当したが、第16回から事務局を阪神に移し、5年間を神戸商船大(小田啓二氏)、近大(鶴田隆雄氏)にお願いしたあと、昨年までの5年間を放医研(安田仲宏氏)、早大(小平聡氏)と再び関東勢にご苦労いただいた。今までに招いた海外からの講演者は、W. Enge, S. A. Durrani, R. Brandt, E. V. Benton, Shi-Lun Guo, H. A. Khanなどの斯界の権威を含め延べ14名を数える。我が国の研究機関に滞在中の諸氏以外の招待は早稲田大学の招聘基金にお世話になったものである。

第18回の頃からの講演件数の増加にともない、研究会は講演要旨集を配布して2日間の日程で行なわれようになった。また、初日終了後に懇親会を設定することで研究者相互の交流促進を図るなど、研究会の運営も充実してきている。さらには、小田啓二氏の発案で英文Abstractを作成し、これをInternational Nuclear Track Society(INTS)のNEWSLETTERに送付することで、我が国の固体飛跡検出器に関わる研究の動向を世界に発信している。

今年3月に神戸大学で開催された第26回研究会は、世話人の山内知也氏の尽力により世界化学年(マリー・キュリーのノーベル化学賞受賞から100年の祝賀)の正式事業として行なわれたようである。そのため、プログラムの中に「公開講演」の部を設け、一般からの参加を受け付ける工夫が凝らされた。このように、研究会が進化していく姿を知るのには、初期の段階から固体飛跡検出器研究会に係ってきた身としてとても嬉しく、研究会の更なる発展を期待したい。

## 固体飛跡検出器研究会 (神戸大学 2011) の報告

山内 知也 研究会幹事  
神戸大学大学院海事科学研究科

予定されていた「第 26 回固体飛跡検出器研究会」は東日本大震災の影響を受けて、直接的には東北・関東からの参加が不可能となり、開催そのものを考えなければならなかった。しかし、既に遠方から神戸まで来ていただいていた参加者もおられたので、プログラムを大幅に変更し「固体飛跡検出器研究会 (神戸大学 2011)」として 3 月 14 日と 15 日の両日にわたって開催した。以下にそのプログラムと発表概要、及び、報告者の概評を記す。

- - - - (プログラムと発表概要) - - - -

## セッション 1 検出器応用 (座長: 三角 尚治)

(01) CR-39 を用いた後方散乱粒子による高強度イオンビーム簡易診断法

**A new simple diagnosis method for intense ion beam utilizing back scattered particles with CR-39 detectors**

○金崎真聡<sup>1,2</sup>, 山内知也<sup>1</sup>, 福田祐仁<sup>2</sup>, 榊 泰直<sup>2</sup>,  
堀 利彦<sup>2</sup>, 反保元伸<sup>2</sup>, 倉島 俊<sup>3</sup>, 神谷富裕<sup>3</sup>,  
近藤公伯<sup>2</sup>

神戸大学海事科学研究科<sup>1</sup>, 原子力機構関西<sup>2</sup>,  
原子力機構高崎<sup>3</sup>

Masato Kanasaki<sup>1</sup>, Tomoya Yamauchi<sup>1</sup>, Yuji Fukuda<sup>2</sup>,  
Hironao Sakaki<sup>2</sup>, Toshihiko Hori<sup>2</sup>,

Motonobu Tampo<sup>2</sup>, Satoshi Kurashima<sup>2</sup>, Tomihiro Kamiya<sup>3</sup>,  
Kiminori Kondo<sup>2</sup>

Graduate School of Maritime Sciences, Kobe University<sup>1</sup>,  
JAEA-KANSAI<sup>2</sup>, JAEA-TAKASAKI<sup>3</sup>

CR-39 飛跡検出器を用いた高強度パルスイオンビームに対する簡易診断法を開発した。適切な後方散乱体の上に設置した CR-39 に対して、<sup>4</sup>He<sup>2+</sup>イオンを検出閾値を超えるエネルギー 25 MeV/n で照射し、その裏面に形成されるエッチピットを用いて高エネルギーイオンビームの診断が可能であることを確認した。検出器の裏面に形成されたエッチピットは、その成長挙動を解析することで、後方散乱によって発生した粒子によるものであるということを確認した。この手法は、レーザー駆動粒子線実験のような混成場における高強度イオンビーム診断への適用が期待される。

## セッション 2 検出器基礎 (座長: 三角 尚治)

(02) 新しい固体飛跡検出器としてのポリイミド薄膜

**Applicability of the polyimide films as a new SSNTD material**

○海部俊介<sup>1</sup>, 森 豊<sup>1</sup>, 山内知也<sup>1</sup>, 小田啓二<sup>1</sup>,  
小西輝昭<sup>2</sup>, 安田仲宏<sup>2</sup>

神戸大学海事科学研究科<sup>1</sup>, 放医研<sup>2</sup>

Shunsuke Kaifu<sup>1</sup>, Yutaka Mori<sup>1</sup>, Tomoya Yamauchi<sup>1</sup>,  
Keiji Oda<sup>1</sup>, Teruaki Konishi<sup>2</sup>, Nakahiro Yasuda<sup>2</sup>

Graduate School of Maritime Sciences, Kobe University<sup>1</sup>,  
NIRS<sup>2</sup>

高い検出閾値を持つ新しい固体飛跡検出器としての可能性を検討するために、耐放射線性に優れるポリイミド樹脂の放射線影響について調べた。具体的にはポリイミド樹脂の薄膜に H, C, Ne, Fe 及び Xe イオンを照射し、次亜塩素酸ナトリウム溶液を用いて化学エッチング処理を行うことでエッチピットの生成を調べた。その結果、Fe 及び Xe イオンを照射した薄膜にのみエッチピットの生成が見られ、ポリイミド樹脂を用いた重イオンの弁別が可能であることを発見した。また、エッチピットの成長を追跡し、その感度を評価した。Fe イオンと Xe イオンとで感度の明確な相違が見られた。

(03) PET 薄膜中重イオントラックの構造分析

**Structural analysis of heavy ion track in Polyethylene terephthalate film**

○森本 彰<sup>1</sup>, 森 豊<sup>1</sup>, 山内知也<sup>1</sup>, 小田啓二<sup>1</sup>, 小西輝昭<sup>2</sup>, 安田仲宏<sup>2</sup>

神戸大学海事科学研究科<sup>1</sup>, 放医研<sup>2</sup>

A. Morimoto<sup>1</sup>, Y. Mori<sup>1</sup>, T. Yamauchi<sup>1</sup>, K. Oda<sup>1</sup>,  
T. Konishi<sup>2</sup>, N. Yasuda<sup>2</sup>

Graduate School of Maritime Sciences, Kobe University<sup>1</sup>,  
NIRS<sup>2</sup>

PET 薄膜中に生じた重イオントラックの構造を、赤外分光法により調べた。イオン照射による吸光度の低下を分析することで、代表的な官能基の実効的トラックコア半径、損傷密度、放射線化学収率 (G 値) といった 3 種類の化学的損傷パラメータについて評価した。各パラメータにはそれぞれ異なる阻止能依存性の傾向が見られた。特に G 値について、C イオンと Ne イオンの値が低くなるという、他の高分子材料には見ら

れない特異な結果が得られた。これは、C イオンと Ne イオンの実効的トラックコア半径が PET 繰り返し構造の長さ程度であることに起因すると考えられる。

(04) エッチピットの多次元構造解析による飛跡検出器の応答特性

**Response of PADC track detectors assessed by the multi-steps etching**

○服部篤人<sup>1</sup>, 森 豊<sup>1</sup>, 山内知也<sup>1</sup>, 小田啓二<sup>1</sup>  
神戸大学<sup>1</sup>

Atsuto Hattori<sup>1</sup>, Yutaka Mori<sup>1</sup>, Tomoya Yamauti<sup>1</sup>,  
Keiji Oda<sup>1</sup>

Kobe University<sup>1</sup>

PADC 検出器の潜在飛跡についての研究が新しい段階に進んでいる中、潜在飛跡と検出感度との関係を再度明らかにする必要がある。今回の実験では  $\alpha$  線を照射した検出器について多段階エッチング法を用いて個々のエッチピット径の成長挙動を求めた。溶出厚の関数としてエッチピット径をプロットしたピット成長曲線より、エッチピットの幾何学に基づいて、応答関数、すなわち飛跡終点からの距離である残余飛程の関数として表現したエッチ率比を得た。入射エネルギーによって応答関数に差異が確認され、この問題について検討し、ピットのプロファイルを計測する意義について述べる。

セッション3 中性子計測 I (座長: 鶴田 隆雄)

(05) 原子核乾板による高エネルギー中性子計測

**Measurement of high energy neutrons with nuclear emulsion**

森島 邦博

名古屋大学物理 F 研

Kunihiro Morishima

F-lab., Department of Physics, Nagoya University

産業技術総合研究所の 14 MeV 中性子ビームラインにおいて原子核乾板 OPERA フィルムに中性子を照射し、自動飛跡読み取り装置 S-UTS による中性子計測を試みた。14 MeV 中性子による反跳陽子の飛程は 1 mm 以上であるため、厚さ 300 ミクロンの OPERA フィルムを数枚重ねた状態で真空パックして垂直に中性子を照射した。現像後、各フィルムの全飛跡情報を読み出して 3 次元飛跡再構成を行い、反跳陽子飛跡の選別を行った。本講演では、反跳陽子選別方法とその飛跡情報についての報告を行う。

招待講演 1 (座長: 鶴田 隆雄)

(06: 招待講演) 原子核乾板の技術革新と新たな応用

**Recent Innovation of Nuclear Emulsion Film and Its New Application**

青木 茂樹

神戸大学 人間発達環境学研究科

Shigeki Aoki

Graduate School of Human Development and Environment,  
Kobe University

ニュートリノやクォークなどの素粒子研究の分野において、日本のエマルジョン (原子核乾板) グループは世界に先駆けて飛跡の全自動高速読み取り装置を実現し、大統計の素粒子実験においても 1  $\mu\text{m}$  以下の空間分解能を有する三次元飛跡検出器という特徴を活かして、タウニュートリノ反応の直接検出さらにはニュートリノ振動の出現実験による検証などの成果を挙げている。これらの実験を実現するために行った技術革新を概説するとともに、その結果可能となってきた宇宙ガンマ線望遠鏡などの新たな応用を紹介する。

セッション4 検出器基礎 (座長: 藤井 正美)

(07) イオン照射した CR-39 固体飛跡検出器の表面特性評価

**A study on some surface properties of ion-irradiated CR-39 track detectors**

○前田佑介<sup>1</sup>, 森 豊<sup>1</sup>, 山内知也<sup>1</sup>, 小田啓二<sup>1</sup>, 小西輝昭<sup>2</sup>, 安田仲宏<sup>2</sup>, 蔵岡孝治<sup>1</sup>

神戸大学<sup>1</sup>, 放医研<sup>2</sup>

Yusuke Maeda<sup>1</sup>, Yutaka Mori<sup>1</sup>, Tomoya Yamauchi<sup>1</sup>, Keiji Oda<sup>1</sup>, Teruaki Konishi<sup>2</sup>,

Nakahiro Yasuda<sup>2</sup>, Koji Kuraoka<sup>1</sup>

Kobe University<sup>1</sup>, NIRS<sup>2</sup>

イオン照射した CR-39 固体飛跡検出器は内部にヒドロキシル基が形成されることが確認されており、この親水性を持つ官能基の増加がエッチング特性を支配していると考えられている。本研究ではイオン照射した CR-39 表面に滴下した水液滴の接触角を測定し照射前後の CR-39 表面の親水性変化を系統的に評価した。また、X 線照射による試料表面の組織変化を光電子分光分析により求めた。ほとんどの線種において接触角は照射によって未照射の値である 70 度から小さくなったが、proton を照射した場合  $1 \times 10^{13}$  ions/cm<sup>2</sup> において接触角が 89 度にまで大きくなった。

(08) PADC 飛跡検出器におよぼす高エネルギー炭素イオン照射効果

**Irradiation effects of high energy carbon ion on PADC track detectors**

○森 豊<sup>1</sup>, 金崎真聡<sup>1</sup>, 前田佑介<sup>1</sup>, 山内知也<sup>1</sup>, 小田啓二<sup>1</sup>, 小平 聡<sup>2</sup>, 小西輝昭<sup>2</sup>, 安田仲宏<sup>2</sup>  
神大院海事<sup>1</sup>, 放医研<sup>2</sup>

Yutaka Mori<sup>1</sup>, Masato Kanasaki<sup>1</sup>, Yusuke Maeda<sup>1</sup>, Tomoya

Yamauchi<sup>1</sup>, Keiji Oda<sup>1</sup>,

Satoshi Kodaira<sup>2</sup>, Teruaki Konishi<sup>2</sup>, Nakahiro Yasuda<sup>2</sup>  
Kobe University<sup>1</sup>, NIRS<sup>2</sup>

これまで PADC 薄膜に 6 MeV/n 以下のイオンを照射した研究で、1,000 keV/μm 付近の阻止能領域で PADC 内の損傷の放射線化学収率 (G 値) が最も低くなるという特異な傾向を見出した。また、カーボネートエステル結合の実効的トラックコア半径においても 1,000 keV/μm 前後の阻止能領域で違う傾向を得た。次の課題として、電荷の異なる同じ阻止能を持ったイオンの応答特性がどうなるのかという新しい問題が提起されていた。そこで本年度新たに、135 MeV/n の炭素イオン照射をおこなった。現在までに得られている一連の結果と合わせて報告する。

(09) イオン照射した PADC 検出器中に生成するフリーラジカルの ESR 分光分析

**A study on the free radicals in PADC detector induced by ion beams using ESR spectrometry**

○市村紘資<sup>1</sup>, 森 豊<sup>1</sup>, 前田佑介<sup>1</sup>, 金崎真聡<sup>1</sup>, 山内知也<sup>1</sup>, 小田啓二<sup>1</sup>,

小平 聡<sup>2</sup>, 小西輝昭<sup>2</sup>, 安田仲宏<sup>2</sup>  
神大海事<sup>1</sup>, 放医研<sup>2</sup>

Kosuke Ichimura<sup>1</sup>, Yutaka Mori<sup>1</sup>, Yusuke Maeda<sup>1</sup>, Masato Kanasaki<sup>1</sup>, Tomoya Yamauchi<sup>1</sup>, Keiji Oda<sup>1</sup>,  
Satoshi Kodaira<sup>2</sup>, Teruaki Konishi<sup>2</sup>, Nakahiro Yasuda<sup>2</sup>  
Kobe Univ.<sup>1</sup>, NIRS<sup>2</sup>

PADC 中イオントラックの構造とその形成機構を知るために、プロトン及び C イオンを照射し、試料中に生成するフリーラジカルを電子スピン共鳴 (ESR) 分光法によって評価した。フリーラジカルの存在を示す ESR スペクトルが得られたが、そのシグナルは時間とともに減衰し、減衰速度は試料厚さに依存することも確認した。ローレンツ線形を用いたフィッティングの結果、プロトンと C イオン照射によって生成するラジカル種に違いがみられた。赤外線分光分析に基づく分析結果と文献により、生成したラジカルの帰属を試みた。

(10) 二酸化炭素を吸蔵させた PADC 検出器の特性評価

**Characteristics of PADC detectors with the carbon dioxide treatments**

○深尾裕亮<sup>1</sup>, 金崎真聡<sup>1</sup>, 森 豊<sup>1</sup>, 山内知也<sup>1</sup>, 小田啓二<sup>1</sup>, 小西輝昭<sup>2</sup>, 安田仲宏<sup>2</sup>

神戸大学<sup>1</sup>, 放医研<sup>2</sup>

Hiroaki Fukao<sup>1</sup>, Masato Kanasaki<sup>1</sup>, Yutaka Mori<sup>1</sup>,  
Tomoya Yamauchi<sup>1</sup>, Keiji Oda<sup>1</sup>,  
Teruaki Konishi<sup>2</sup>, Nakahiro Yasuda<sup>2</sup>

Kobe University<sup>1</sup>, NIRS<sup>2</sup>.

照射後の二酸化炭素処理によって PADC 検出器の感度が飛躍的に向上することが藤井先生らにより報告されてから既に 15 年近く経過した。我々も数年前より同効果についての研究に着手し、エッチング時における検出器内に吸蔵された二酸化炭素の溶液側への放出過程が、検出感度の向上と関係していることを明らかにした。本研究では種々のイオン照射条件における増感効果を確認するとともに、PADC 中の二酸化炭素の拡散挙動を理解するため、異なる水温での拡散係数を求め、拡散の活性化エネルギーを評価した。

(11) 多層構造ラジエータを用いた中性子線量計レスポンスの制御

**Control Technique of Personal Dosimeter Response to First Neutrons with Multi-Layer Radiator**

○梶原将司<sup>1</sup>, 小田啓二<sup>1</sup>, 早野大介<sup>1</sup>, 大口裕之<sup>2</sup>,  
山内知也<sup>1</sup>, 山本幸佳<sup>2</sup>

神戸大院海事<sup>1</sup>, 千代田テクノ大洗研<sup>2</sup>

KAJIHARA, M.<sup>1</sup>, ODA, K.<sup>1</sup>, HAYANO, D.<sup>1</sup>, OHGUCHI, H.<sup>2</sup>, YAMAUCHI, T.<sup>1</sup>, YAMAMOTO, T.<sup>2</sup>

Graduate School of Maritime Sciences, Kobe University<sup>1</sup>,  
Oarai Research Center, Chiyoda Technol Co.<sup>2</sup>

一般に、中性子はラジエータ中の水素との弾性散乱によって発生する反跳陽子を利用して、間接的に検出される。弾性散乱断面積及び個人線量当量換算係数は、エネルギーと共に大きく変化するため、検出器とラジエータで構成されている通常の中性子線量計はエネルギー依存性を有している。本研究では、Unfolding 法を用いて求めた水素原子密度分布より、多層構造ラジエータの設計を行うことで、線量計レスポンスの制御を試みた。エネルギー分割数を 10、ラジエータ層の分割数を 20 にした場合、感度の偏差を 5.4% 以下に抑えることができた。

公開講演 (座長: 藤井 正美)

(12) マリー・キュリーの考えたこと

**On the great life of Marie Curie**

山内 知也

神戸大学海事科学研究科

Tomoya Yamauchi

Graduate School of Maritime Sciences, Kobe University  
今年ユネスコと国際純正・応用科学連合が主催する世界化学年であり、マリー・キュリーが 2 回目のノーベル賞を受賞して 100 年目の年にあたる。マリー・キュリーが活躍した時代を、エーヴ・キュリーやスーザン・クインによる伝記、あるいはその時代の音楽や後年のハリウッド映画の映像も含めて振り返る。新元素と放射能の発見、核化学の創始を成し遂げた彼女の足

跡を、同時代の女性科学者との比較を通じて訪ねる。

## 招待講演2 (座長: 山内 知也)

### (13) レーザー駆動粒子加速研究における固体飛跡検出器の利用と課題

#### Applications and challenges of PADC nuclear track detectors in laser-driven particle acceleration experiments

福田 祐仁

日本原子力研究開発機構 関西光科学研究所

Yuji Fukuda

Kansai Photon Science Institute (KPSI), Japan Atomic Energy Agency(JAEA)

固体飛跡検出器 CR-39 は、レーザープラズマなどの電子線や X 線が混在する場においても、イオンビームのみを選択的に検出可能という優れた特性を有する。しかし、阻止能が CR-39 の検出限界を超える高エネルギーイオンビームの検出は不可能となるため、数枚の CR-39 を束ねたスタックを用いる、後方散乱粒子を検出する、などの工夫がおこなわれている。また、真空効果とよばれる感度低下が指摘されており、イオンエネルギーやイオン種の同定などにおいて注意が必要である。講演では、レーザー駆動粒子加速研究における CR-39 の利用と課題について、原子力機構関西研の事例を中心に紹介する。

## セッション5 中性子計測 II (座長: 山内 知也)

### (14) CR-39 の異なる中性子エネルギーに対する応答特性

#### Response property of CR-39 to various energy neutrons

○ 藪田和利<sup>1,2</sup>, 田村昌也<sup>1</sup>, 納富昭弘<sup>3</sup>, 鶴田隆雄<sup>3</sup>, 伊藤哲夫<sup>3</sup>

近畿大学大学院医学研究科<sup>1</sup>, 関西労災病院<sup>2</sup>,

近畿大学原子力研究所<sup>3</sup>

Kazutoshi Yabuta<sup>1,2</sup>, Masaya Tamura<sup>1</sup>, Akihiro Nohtomi<sup>3</sup>, Takao Tsuruta<sup>3</sup>, Tetsuo Itou<sup>3</sup>

Department of Radiation Oncology, Kinki Univ.<sup>1</sup>,

Department of Radiology, Kansai Rosai Hospital<sup>2</sup>,

Atomic Research Institution, Kinki Univ.<sup>3</sup>

フクビ化学社製 Baryotrak、エネルギー特性の異なる TD-1、TNF-1、と山本光学社製 CR-39、カルボラン含有 CR-39 の 5 種についてラジエータを兼ねた 100 μm のラミネーターでそれらを固定し、産業技術総合研究所放射能中性子標準研究室において単色エネルギーの中性子照射を行い、エネルギー応答特性を評価した。それぞれ種類の異なる検出器における応答特性はいずれも 1 MeV から 5 MeV の間に最も大きくなる傾向を示し、それ以上のエネルギーでいずれも低下した。低 LET に対する反応特性が改善された TD-1, TNF-1 で

はその応答の振れ幅は小さかった。

以上のように 2 件の招待講演と 1 件の公開講演を含めて、全体で 14 件の発表があった。

宇宙放射線に関する講演が全て中止になったので、飛跡検出器の応用としては中性子計測がその主要なものになっているが、ラジエータの層構造を工夫する手法についてはほぼ最終的な段階に到達していると言えるような進展が見られた。また、一般的な病院の放射線治療の現場において中性子線の精密な計測が必要になっていることが示された。そこで CR-39 をはじめとする固体飛跡検出器の適切な利用が望まれる。

招待講演をお願いした神戸大学の青木先生からは、原子核乾板に関する初期の歴史も含めた興味深いお話を聞くことができた。原子核乾板を用いた中性子計測についての研究報告は、乾板の実力を見せつけるものであった。報告者に乾板を使った経験がないことが逆に影響しているのかも知れないが、これらは検出原理としては姉妹関係にあり、今後とも継続して固体飛跡検出器と原子核乾板との交流の場を持ちたいと考えている。

もうひとつの招待講演は超高強度レーザーによる粒子線加速に関するものであり、関西光研究所の福田先生をお願いしたものであったが、初学者にも分かりやすい導入と同研究所における最新の成果が紹介された。そこでは複雑なスペクトルを持ったイオンと電子、X 線の混在場が測定の対象となっており、正に CR-39 が得意とする分野であることが示された。後方散乱線を用いたビームプロファイルの計測はその一例である。

潜在飛跡構造に関する発表が全体のほぼ半数を占めた。PADC だけでなく PET やポリイミド樹脂についての研究も進んでおり、エッチング可能な潜在飛跡形成の閾値を、それぞれの分子構造との関係で議論できる水準にようやく到達したと言える。この段階をクリアした後は、飛跡検出器を分子設計する段階が待ち構えている。潜在飛跡の研究手法としては、従来の赤外線分光 (FT-IR) とともに、電子スピン共鳴 (ESR) や X 線光電子分光 (XPS)、液滴の接触角が活用されるようになっており、潜在飛跡の構造がより具体的なものとして理解されつつある。二酸化炭素吸蔵による感度制御やエッチピットの形状から感度を深さ方向の関数として評価する研究についての報告もあった。

今回の研究会の新しい試みとして、一般からの参加を受け入れる公開講演を設けた。2011 年は、マリー・キュリーが 2 回目のノーベル賞 (化学賞) を受賞して

100周年である。これを記念して「マリー・キュリーの考えたこと」をテーマとした。実際に参加した聴衆の大半は神戸大学の教員であったが、高校生の姿も見られた。世界的には国連の呼びかけに IUPAC が応えて「世界化学年 2011」が祝われているが、本固体飛跡検出器研究会も「世界化学年」の正式事業として登録

した。

参照：  
<http://www.chemistry2011.org/participate/activities/show?id=415>

以上