

TOPICS

全方向性(0~360度) ガンマ線検出器の開発に成功

放射線事故の発生地点,放射線漏えい箇所や放射性物質の存在位置を遠方から発見が可能に

原子力,放射線事故などの緊急時を想定すると,いかに人の安全を確保し,いかに適切な回復措置を採るかは極めて重要である。そのためには,

- 1) **発生源の特定**(どのような放射性物質が何処から漏えいしたか?)
- 2) **放射性物質による汚染箇所の発見**(どのような放射性物質が何処に付着しているか,浮遊しているか?)を迅速におこなうことが必須である。また日常の放射線管理においては,
- 3) **異常データの識別**(異常値が原子炉等起因か降水などの自然現象起因か電気ノイズかの識別)
- 4) **加速器施設,放射性同位元素使用施設の放射線漏えいの有無の判断**

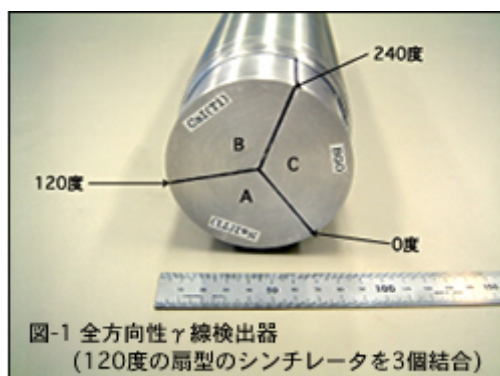
などが安全確保の上で必要である。

このためには従来の検出器では得られないγ線が飛来する方向に関する情報が必要である。しかしながら現在のγ線シンチレーションサーベイメータ(可搬式)やモニタリングポスト(固定式)は,主としてγ線の計数(単位はcpm, m^{-1})や計数から誘導される線量($\mu\text{Sv/h}$)を指示するものが主流であり,γ線の飛来方向を識別する実用的な装置は未開発だった。

そこで3年前から理事長調整費を活用して,「放射性物質の存在位置と核種の遠隔同定法の研究」を立ち上げ,γ線の方向を特定できる検出器の開発を進めてきた。まず検出器前方を0度として0-90度の方向に感度を有する検出器を試作した。さらに0-180度の方向性検出器を開発し,最終的に全方向,すなわち0-360度方向を識別する検出器の試作および性能評価実験をおこない,実用化の目処をつけた。本研究の推進の中ですでに2件の特許を出願した。

研究内容の要約

図-1のように120度の扇形をした,異なる特性の3種類のシンチレータA,B,Cを光学的に接合し,ひとつの円柱状のシンチレータを作る。そして垂直方向に光電子増倍管を結合した検出器を組み上げる。60度方向からγ線が飛来した場合はAシンチレータ自身の相互作用確率(光電効果に着目する)は最大となる。これはスペクトルにおける光電ピークの計数に対応する。180度の場合はBシンチレータ,300度の場合はCシンチレータで同様なことが起きる。すなわちスペクトルにおいて観察される3つの光電ピークの計数値は入射方向によって変化する。したがって,この変化を



独自の指標を用い、0～360度の方向と関係付けることができれば入射方向を特定できる。計測原理を実現するためにA,B,Cシンチレ-タに求められる性質として、1)統計的誤差を低減し短時間で測定を終えるためにγ線の検出効率が高いこと、2)スペクトル上で、いずれの検出器で光電効果が生じたかを識別するために発光強度に十分な差があること、が望まれる。上記の性質を満たすものとして、AにはNaI(Tl)【ヨウ化ナトリウム結晶】、BにはCsI(Tl)【ヨウ化セシウム結晶】、CにはBGO【ビスマスジャーマナイト結晶】シンチレ-タを採用した。

実験には線源として使用頻度の高い¹³⁷Csを用いた。取扱いを容易にし、安全に実験を進めるために法規制外の微弱な3.7MBqの密封線源を使用した。線源とシンチレ-タ中心までの距離を1m、計数時間300secとした。この条件は、たとえば線源強度37 GBq、線源距離10 m、計数時間3 secと等価である。実験によって理論どおり3つの明瞭なピークが図-2のスペクトルのなかに観察された。またNaI(Tl)の最大ピークは60度近傍、最小ピークは240度近傍に得られた。同様な観察でCsI(Tl)については、180度近傍、360度近傍、BGOについては300度近傍、120度近傍にそれぞれ最大ピーク、最小ピークが見られた。本結果は計測原理で予測したとおりであった。計測原理は証明されたので、具体的に方向を識別する論理を構築した。距離や線源の強さに依存しないような指標が必要である。各ピークの計数値を**NaI,CsI,BGO** と表現し、

$$T = \text{NaI} + \text{CsI} + \text{BGO} \quad (1)$$

とする。このTは3つのピークの総計数となる。さらに(1)式を変形し、

$$\text{NaI} / T + \text{CsI} / T + \text{BGO} / T = 1 \quad (2)$$

を得る。方向を表す特徴量Rとして、

$$R = (\text{NaI} / T, \text{CsI} / T, \text{BGO} / T) \quad (3)$$

を採用した。

これら3つの比率(特徴量**NaI / T, CsI / T, BGO / T**)は図-3のようにサイン関数で変化する。これら応答曲線は近似すると、

$$\text{NaI} / T = 0.154 \times \sin(\theta+30) + 0.178 \quad (4)$$

$$\text{CsI} / T = 0.176 \times \sin(\theta-90) + 0.243 \quad (5)$$

$$\text{BGO} / T = 0.260 \times \sin(\theta-210) + 0.589 \quad (6)$$

が得られる。**NaI / T, CsI / T, BGO / T**は計測によって与えられる量である。これを代入して解くとθが求められる。スペクトルの3つのピークから飛来方向θが求められることが実証された。低エネルギー²⁴¹Am、高エネルギーの⁶⁰Coにおいても飛来方向θが求められた。すなわちほぼ全エネルギー領域のγ線に対して本検出器は有効に機能することが証明された。今後は実用化を目指していきたい。

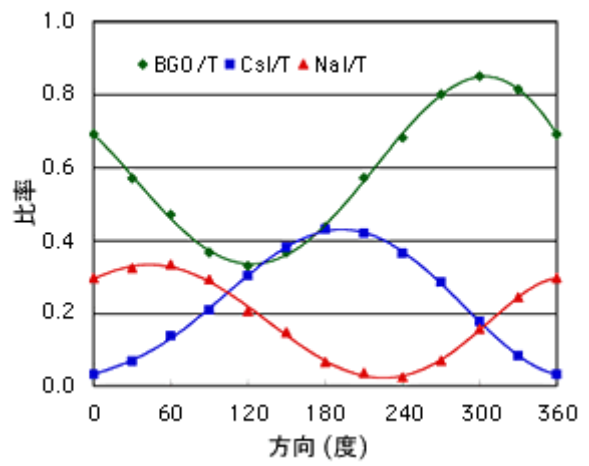
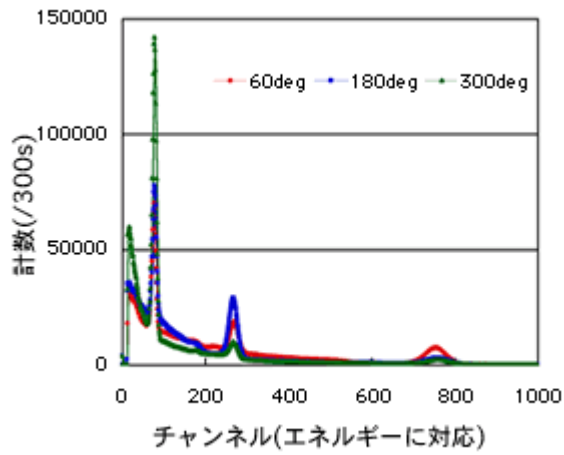


図-2 飛来方向60度,180度,300度時のスペクトル(右からNaIピーク,CsIピーク,BGOピーク)

図-3 NaI,CsI,BGOシンチレータの応用曲線
(NaI/T,CsI/T,BGO/Tの指標と方向の関係)

(研究推進部 白川 芳幸)

TOPICS

人事異動

< 平成16年8月1日付 >

■ 出向

佐々木 照一 科学技術政策研究所
 総務部経理課長

■ 昇任

綱島 信英 監査室長
 文部科学省科学技術・学術政策局
 基盤政策課 課長補佐

TOPICS

放医研の2003年度サイエンスキャンプ参加した 安田麻美さんが全国学芸科学コンクール英文エッセイ部門で銅賞受賞

旺文社が、我が国の青少年の学術・科学および文芸の振興奨励を目的に昭和32年に創設した「全国学芸科学コンクール」の英文エッセイ部門(高校生の部)で、2003年度に放医研のサイエンスキャンプに参加した安田麻美(東京女学館高等学校)さんが、キャンプでのことを「今原点へ帰る」というタイトルで応募し見事に銅賞を受賞しました。安田さんは、短期間ではあるが全国から参加した仲間と有意義な話ができ、勉強の楽しさが実感できたことや研究の原点などにふれて、これからの自分の進路に向けての取り組む姿勢が具体的にになってきたことなどを書いています。



安田麻美さん

Now We Go back to the Basis

One day at the end of Jun, I found the big poster on a notice board of my school. It was the information of the science camp which holds every summer for high school students. Students have a chance to study high technology of the science several days on the institutes of the whole country. It seemed very interesting to me. Especially I had a big interest about '**National Institute of Radiological Sciences**'(NIRS). I've never heard about 'Radiological-Science'. I couldn't imagine what it is and how it works, so I sincerely want to study it. At that time, I was full of curiosity. But only 20 selected students can take part in NIRS. So I had to take and pass the difficult selection. I wanted to get a chance to study at NIRS anyhow, so I wrote all my strong desire for NIRS at the application form . And I drop it into a mailbox with my wish. So I was so glad to find the documents for participation of NIRS in the mail box. At the end of August, I got a chance to take part in the science camp and luckily I could visit the high-technology institution of the radiological sciences, NIRS. NIRS is known to the first ever institute that invented HIMAC (Heavy Ion Medical Accelerator in Chiba) for the medical treatment in the world. HIMAC is mainly used for the cure of cancers. The heavy particle-ray acceleration which is main part of HIMAC can kill the cancered-cells without critical damage to the healthy-cells. There is no possibility of the spread and the relapse. I was just amazed at this progressive technology of cancer treatment. Then I made many friends in this camp. Buffet party, barbecue party and fireworks display in NIRS were the best memories in this summer. In this camp much students came from not only Tokyo but also other various prefecture for example Iwate and Saga I had a very good time to talk with them. We had a long talk about popular songs, popular spot, school event, and our future, dream . We had a lot of things to talk, but we had only three nights. So we could not sleep near the whole night.

By the way, during this science camp, my schedule was filled with lectures and experiments every day and the heavy text books made me prepare and review the lectures every night. However I enjoyed it, which surprised me so much.

Formerly I couldn't have stood the schedule like this, but I got another intelligent curiosity through this schedule. And then a certain question came up on my mind. What is the essence of study? The study that we generally refer to is real study? It isn't. I think real study consists of curiosity "want to know" unique to human beings. I had never felt pain or boring through the NIRS lecture and experiments. Because I was excited by my curiosity. I looked back past great people like Edison and Curie. They might have studied with the curiosity which was just same as mine. It is fascinating to study and examine again and again to know something new. All the knowledge in this world are the treasures and footmarks which human beings have left over time. However, people have created not only things to enrich their own life but also things to kill themselves. For example, nuclear weapons that use nuclear fission or fusion. Sad to say there are production from chemistry or elementary particle study. I keenly realized the fact. The people who invented terrible weapons might be also studied hard when they were young, just like us. From this fact, it is said that 'people have known too much'. In other words, the rich knowledge led to this fact. But I don't think so. How do we make use of such rich knowledge? This is the basis of the problem. Through the science camp, I understood there are some people who devote their life to the study with using this rich knowledge for our future, all human beings' future. And I had a admiration for them who had high ideals. I think they are real 'great people' present-day, and we should take their wisdom, knowledge, study and dream. We have something to do for the world as people who never have a experience of the war. Much knowledge and technology of past intellectuals were used to hurt their world. Now we should use this to create our happy life. It is time to go back to the Basis. We, of course I, have a duty to make our life better than now. My teacher and also my parents said to me, "you don't study for others, you study for yourself." At that time, I thought it was right, but now I dare to say - 'I don't study for myself, I study for the world and people who will need my study some day.

お知らせ

**楽しい雰囲気の中で貴重な体験を学んだ
2004サイエンスキャンプ!!**

今年のサイエンスキャンプは、8月17日(火)から20日(金)までの3泊4日の日程で、今年も全国の高等学校から多数の応募者がありました。応募の作文をもとに選考し、今年も20名の高校生に、放射線の基礎的なことから放射線医療に関する最先端の内容まで実験や実習と講義を行いました。

参加者の応募動機は「医学系志望」「進路決定の参考にしたい」など様々でしたが、今年は、キャンプ初日のオリエンテーションから、講義・実習などハードな日程になりました。しかし、初日の懇親会の際には、参加者同士の交流も初めて会ったとは思えないくらい和やかで楽しい雰囲気になっていました。

キャンプでは、DNA・遺伝子の実習や重粒子線がん治療施設での実際のがん治療や診断がどのようにして行われるかを学んだり、身近な物のX線写真を撮ったり、被ばく医療などについて、参加者は初めて体験することが多く、皆真剣な表情で講義を聞き、メモをしていました。

今回のキャンプに参加し、無事すべての日程を終了した全員に、理事長から直接修了証書が各々に手渡され、その後の感想では、「貴重な体験ができて良かった。もっとたくさん実習をしたかった」等の有意義な感想が聞かれました。

今年のサイエンスキャンプを無事に終えることができたのも、多忙な業務の時間を割いてご尽力いただいた関係者の方々によるものであり、この場を借りて感謝いたします。

(2004サイエンスキャンプ 総括責任者 溝江 純悦)



マウスの解剖



病理標本を観察



MRI撮影



固定具の作成



緊急被ばく医療の体験実習



放射線の講義

お知らせ

**FNCA加盟8か国の代表が参加して
上咽頭がんミニワークショップを放医研で開催**

平成16年7月22日から24日にかけて、放医研重粒子治療推進棟地下セミナー室において、平成16年度アジア原子力協力フォーラム(FNCA)放射線治療プロジェクト-上咽頭がんミニワークショップ(FNCA 2004 Mini - Workshop for NPC on Radiation Oncology Project)が、FNCAの同プロジェクトリーダーである辻井博彦重粒子医科学センター長のもと、放射線医学総合研究所及び文部科学省主催、原子力産業会議の共催で開催されました。

同プロジェクトでは現在上咽頭がんの化学療法併用放射線治療臨床試験を計画しており、今回の会合はこの臨床試験の準備として、治療法の技術的詳細と、有害事象の判定基準の標準化を目的に行われました。ワークショップではアジア地域8カ国のFNCA加盟国からの代表が、日本の専門家も交えて、各国で行っている上咽頭がんの診断・治療の実施方法に関する情報交換を行い、極めて活発な討論が行われました。



会議風景

お知らせ

海外からの来所者

平成16年3月

来所期間/用務	氏名	所属	国籍
IAEA-RCA「アジア地域の多発がん小線源治療の治療技術の品質管理」に関するトレーニング			
7月12日～16日	Md. ABDUL BARI	バングランジュ シェイク ムジブ医科大学	バングラデシュ
	S.M. Anisur RAHMAN	バングラデシュ国立癌研究所	〃
	Rong CHANG	中国医科学院がん病院	中国
	Wei DUAN	中国 北京産科婦人科病院	〃
	Manni HUANG	中国医科学院がん病院	〃
	Jai Prakash AGARWAL	インド タータ記念病院	インド
	Jae-Sung KIM	韓国ソウル国立大学	韓国
	Kwang Mo YANG	韓国放射線医科学研究所	〃
	Nur Hafidzah ABDULLAH	マレーシア 国立大学	マレーシア
	Azura DENIEL	〃	〃
	NE WIN	ミャンマー Sao San Htun 病院	ミャンマー
	Mohammad FAHEEM	パキスタン 放射線医学 がん放射線治療研究所	パキスタン
	Watcharavut MALIKUL	タイ王国空軍	タイ
	Duangjai SANGTHAWAN	タイ Prince of Songkhla 大学	〃
	Chomporn STTATHANEE	タイ マヒドール大学	〃

FNCA放射線治療プロジェクト上部咽頭がんミニワークショップ

7月22日～24日	Zhou Juying	中国第一病院	中国
	Susworo	インドネシア大学病院	インドネシア
	Chul-Koo Cho	韓国がんセンター	韓国
	Fuad Ismail	ケバンサン大学病院	マレーシア
	Miriam Joy C.Calaguas	聖ルーク医学センター	フィリピン

Kullathorn Thephamongkhol	マヒドル大学シリライ病 院	タイ
Dang Huy Quok Thin	ホーチミン市病院	ベトナム

HIMAC10周年記念シンポジウム出席、講演

7月1日～4日	Joseph R. Castro	米国 カリフォルニア大学	米国
7月2日～5日	Gerhard Kraft	ドイツ 重イオン研究所	ドイツ

天然物などの生理活性物質による生体防御蛋白質の誘導の分子機構を、動物培養細胞を用いて研究する

7月12日～H17 年1月11日	NONTPRASERT Apichart	タイ マヒドール大学	タイ
---------------------	-------------------------	------------	----

小型リングでの電子ビーム冷却によるビーム蓄積法を確立するためにHIMACにおいて実験的研究を行う。

7月24日～9月 24日	Syresin Evgeny	ロシア 原子核研究機構	ロシア
-----------------	----------------	-------------	-----

放射線障害に関する基盤的研究(放射線障害研究グループ)の細胞遺伝学的研究に関する研究

7月26日～29日	ZHANG Wei	中国疾病予防控制中心輻 射防護核安全医学所	中国
-----------	-----------	--------------------------	----

本所にて2004年10月より博士号所得若手研究員として2年間仕事をする予定で、今回はその準備のための来所

7月28日～ 8月 12日	Guillaume Vares	フランス CEAフォントネ オローズ研究所	フランス
------------------	-----------------	--------------------------	------

お知らせ

ジャーナルに紹介された放医研・研究者の発表論文(共著も含む)

発表原著論文のうち7月1日～7月31日ジャーナルに掲載された論文は以下のとおりです。

タイトル	発表者	ジャーナル	巻	頁	年
Accumulation of spermidine/spermine N ¹ -acetyltransferase and alternatively spliced mRNAs as a delayed response of Hela S3 cells following X-ray irradiation	Sachiko Ichimura, Mitsuru Neno, Kazuei Mita, Kunihiko Fukuchi, Koei Hamana	International Journal of Radiation Biology	80	369-375	2004
Speciation of arsenic in biological samples	Badal Kumar Mandal, Yasumitsu Ogra, Kazunori Anzai, Kazuo T. Suzuki	Toxicology and Applied Pharmacology	198	307-318	2004
Sediment core record of global fallout and Bikini close-in fallout Pu in Sagami Bay, western Northwest Pacific margin	Zheng Jian, Masatoshi Yamada	Environmental science & technology	38	3498-3504	2004
Measurement of the radionuclide ²⁴ Na produced by neutron exposure to the body	Tetsuo Ishikawa	Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry	261	175-178	2004
Dimethylthioarsenicals as Arsenic Metabolites and Their Chemical Preparations	Kazuo T. Suzuki, Badal Kumar Mandal, Kazunori Anzai, et al.	Chemical Research in Toxicology	17	914-921	2004
Accelerated Pulmonary Clearance of Aerosolized Tc-99m-Diethylenetriamine Pentaacetic Acid (DTPA) in a Patient with Primary Hyperparathyroidism	Naoyuki Watanabe, Shuji Tanada, Noboru Oriuchi, Keigo Endou, Yasuhito Sasaki	World Journal of Nuclear Medicine	3	144-147	2004

Filamentous actin binding ability of cortactin isoforms is responsible for their cell-cell junctional localization in epithelial cells	Takanori Katsube,Shin Togashi,Naoko Hashimoto,Toshiaki Ogiu,Hideo Tsuji	Archives of Biochemistry and Biophysics	427 79-90	2004
Age-Related Changes in Bone Mineral Density, Cross-Sectional Area and the Strength of Long Bones in the Hind Limbs and First Lumbar Vertebra in Female Wister Rats	Satoshi Fukuda,Haruzo Iida	Journal of Veterinary Medical Science	66 755- 760	2004
Use of TEVA resin for the determination of U isotopes in water samples by Q-ICP-MS	Keiko Tagami,Shigeo Uchida	Applied Radiation and Isotopes	61 255- 259	2004
A simple method for the detection of abnormal brain regions in Alzheimer's disease patients using [¹¹ C]MP4A: Comparison with [¹²³ I]IMP SPECT	Tsuneyoshi Ota,Hitoshi Shinoto,Kiyoshi Fukushi,Shin-ichiro Nagatsuka,Hiroki Namba,Masaomi Iyo,Akiyo Aotsuka,Noriko Tanaka,Koichi Sato,Tetsuya Shiraishi,Shuji Tanada,Heii Arai,Toshiaki Irie	Annals of Nuclear Medicine	18 187- 193	2004

お知らせ

緊急被ばく医療研究センターの研究・業務**▼ 7/9(金)、「平成16年度原子力総合防災訓練第2回調整会議」に出席**

東京で開催された原子力安全・保安院が所管の標記会議に当センターの職員が出席し、平成16年度原子力総合防災訓練要綱(案)等に係わる緊急被ばく医療対策訓練の被災患者想定、搬送機関間の連携等の訓練シナリオを審議した。

▼ 7/10(土)、緊急被ばく医療「福島県フォーラム」に出席

福島県大熊町で開催された標記フォーラムに当センター職員が「放射線事故時のヨウ素剤の服用」について講演した。なお、標記フォーラムは、(財)原子力安全研究協会が文部科学省の受託事業の一環として地域緊急被ばく医療に関わる関係者を対象とした基礎知識の普及・啓蒙事業である。

▼ 7/12(月)～16(金)、「IAEA/RCA現地視察」に出席

インドネシアで開催された標記の現地視察に当センター職員がIAEAの専門家としてインドネシアに訪問し、「日本の緊急被ばく医療体制について」講演を行った。

▼ 7/14(水)～16(金)、「緊急被ばく医療における放射線計測セミナー」の開催

文部科学省の受託事業である「三次被ばく医療体制整備調査」の一環として地域被ばく医療に携わる関係者に対する研修事業を行っている。標記セミナーでは、放射線計測機器(ホールボディカウンタ)を保有している二次被ばく医療機関等の測定管理者を対象としたセミナーを研修課が開催した。

▼ 7/16(金)、第3回神奈川地区「緊急被ばく医療ネットワーク調査検討会」に出席

横浜市で開催された標記検討会に当センター職員がオブザーバーとして出席し、求めに応じて、放医研事業の進捗等について紹介した。なお、標記検討会は、(財)原子力安全研究協会が文部科学省の受託事業の一環として地方自治体が整備する地域緊急被ばく医療に係わる関係者の顔が見えるネットワークの構築を図っている。

▼ 7/20(火)、「第1回緊急被ばく医療に係る防災訓練のあり方検討委員会」に出席

東京で開催された標記委員会に当センター職員が出席し、平成16年度の防災訓練の実施調査事業等について審議された。なお、標記委員会は、(財)原子力安全技術センターが文部科学省の受託事業の一環として委員会の運営が行われている。

▼ 7/21(水)、「平成16年度第1回物理学的線量評価ネットワーク会議」の開催

放医研が運営する本会議は、三次被ばく医療機関(放医研)に内部汚染患者等を受入れた場合、本会議委員を招集して、治療方針の決定のために迅速かつ正確

な被ばく線量の推定を実施する組織である。本ネットワークの構築を推進していくため、「地域三次被ばく医療機関の放医研と広島大学との協力体制について」、「放医研と協力機関間における被ばく線量評価業務のあり方」等について審議が行われた。本会議から西ブロックの地域三次被ばく医療機関(広島大学)の星教授が出席し、会議後には、緊急被ばく医療施設を視察された。

▼ 7/23(金)、「第8回放射線事故医療研究会」パネル討論会の打合会に出席

東京で開催された標記打合会に当センターの職員が出席し、「三次被ばく医療機関の今後の取組と医療体制」の進め方について、打合せが行われた。なお、標記研究会パネル討論会は、(財)原子力安全研究協会が文科省の受託事業の一環として、8月21日、松山市において当センター職員のパネリストによって開催される。

▼ 7/27(火)、「平成16年度第2期原子力防災専門官基礎研修」に講師として出席

東京で開催された経済産業省が所管する標記研修に当センターの職員が講師として出席し、経済産業省職員、自治体等職員に対し、「緊急時の医療」について講義を行った。

▼ 7/28(水)、「原子力体験セミナー」の講師として出席

習志野市で開催された標記セミナーに当センター職員が講師として出席し、小学校、中学校及び高等学校の教職員を対象とした原子力・放射線に関する講義を行った。なお、標記セミナーは、(財)放射線利用振興協会が文科省の受託事業の一環として実施されている。

▼ 7/28(水)～30(金)、「ICRP討論会」に出席

東京で開催されたOECD/NEAと文部科学省共催の第2回放射線防護体系の進展に関するアジア地域会議に当センター職員が出席し、新勧告に関するコメント等について発表した。

▼ 7/30(金)、「平成16年度第1回地域緊急被ばく医療連携協議会(神奈川県)」を開催

放医研が運営する本協議会では、神奈川県が整備された地域緊急被ばく医療と具体的な協力関係を構築するため、神奈川県、川崎市、横須賀市の被ばく医療に関わる担当課の関係者と現時点の神奈川県地域防災計画等に基づき、被ばくの形態、被ばく患者の発生数などに対応した地域被ばく医療体制の現状把握、放医研が地域に果たす役割など相互の情報を共有し、課題等の抽出を行った。今後、本協議会において、取りまとめられた成果は、神奈川県緊急被ばく医療体制に反映されるよう努めていくこととしている。

お知らせ

**平成16年度RADIOISOTOPES誌
論文奨励賞を石井伸昌氏(比較環境影響グループ)が受賞!**

本賞は、アイソトープ・放射線に係わる研究分野のいっそうの進展のために、次世代を担う若手会員の研究活動を積極的に支援することを目的として制定され、RADIOISOTOPES誌に掲載された論文の著者(論文受理日において36歳未満)を対象に表彰するものです。

本年度は石井氏の論文を含め、10件12名に奨励賞が7月7日に授与されました(写真)。受賞論文のタイトルは「湛水土壤表面中の微生物によるテクネチウムの不溶化」(Radioisotopes 52, 475-482, 2003)です。放射能環境動態分野においては、微生物の関与に関する研究がほとんどなされていなかったことから、どのような関与があるのかどうかを明らかにするために研究がスタート。

この論文では、水田生態系におけるテクネチウムの動態を明らかにするために、田面水中においては一般に可溶性が高いと考えられているテクネチウムが不溶化する現象とその要因について検討し、これまでは微生物の中でも絶対嫌気性菌だけがその不溶化に関与しているとされていましたが、必ずしも絶対嫌気性菌だけではないという結果を述べています。今後の同氏の活躍を期待します。



論文奨励賞を受賞する石井氏

極細シリコンカーバイド線からの二次電子放出型の プロファイルモニタの開発に成功

■ はじめに

SiC(シリコンカーバイド)ファイバは優れた耐熱性(～1800度)、高強度性(引張強度～3 Gpa)、耐腐食性を持ち、金属、樹脂およびセラミックス強化用、航空宇宙用素材として近年注目を浴びている繊維です。組成はSi、Cを主元素(わずかにO、Tiを含む)とし、いわゆるワイドバンドギャップ(2.2～3.3eV)半導体に分類される物質です。これらの優れた特性に注目し、SiCを検出部に用いた大強度ビームにも耐えうる非破壊仕様の二次電子放出型プロファイルモニタの開発を行っています。

モニタの性能を左右する重要な指標として、入射イオン1個当たりの放出二次電子数すなわち二次電子放出イールド(SEE yield: γ)があげられます。SiCファイバの直径は8.5(μm)と極細な上に抵抗値(体積抵抗率3.5 Ωcm)も非常に大きいため、有意な信号が得られるかどうか実用化に向けてネックになります。

我々のグループは様々な核種の重イオンビーム(6.0 MeV/u)をアルミ薄膜(1 μm 厚)に照射して γ を系統的に測定し、その応用としてアルミストリップ電極(2mm幅)からなる二次電子放出型のビームプロファイルモニタの開発に成功しており、今回そのノウハウを応用することで、上記の困難を克服しSiCファイバの γ 値の高精度評価に成功しました。

■ 測定

図-1にファイバからのSEE特性を調べる際に用いた測定系の概要を示します。装置はファイバを保持するセラミックフレーム(40 x 40 x 8 mm)、その両側の電場形成用のアルミ薄膜(1 μm 厚)、入射ビームハロー遮蔽用の銅製コリメータからなっています。これらを直線導入機に直結させ、上下微動可能な構造としました。ファイバは8.5(μm φSiCの他に、比較として5 (μm φタングステン(W)、7 (μm φカーボン(C)も使用しました。セラミックフレームには1.5mm間隔で同種3本のファイバを張り付けています。SiCはハンダ接合しにくい素材ですが、試行錯誤により導通固着に成功し多線化も可能となりました。接合には接着剤を使用していないため、アセトン等の有機系溶媒による超音波洗浄にも支障のないものとなっています。SEE特性は物質表面の清浄度に大きく影響されるため、精密測定には、こういった事前の洗浄処理が重要になります。3本のファイバには内部印加電圧源を持つエレクトロメータを通じてマイナス電圧を印加し、入射イオン(6.0MeV/u、 C_6^+)が叩き出す放出二次電子数に比例したプラス電荷量を読み出します。同時に後段に配置したファラデーカップ(FC)でビーム電荷量を収集しました。

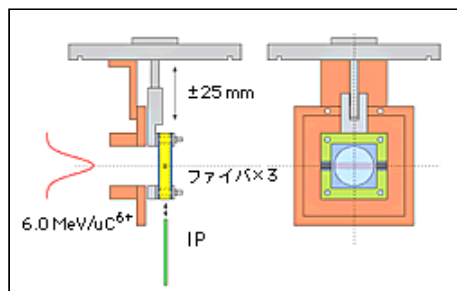


図-1 測定系図

■ 結果

図-2にファイバへの印加電圧とSEE電荷量との関係を示します。3種ファイバとも同一入射ビームに対して、同位置(ほぼビーム中心とビームから十分離れた位置)に配置しています。3種とも約-20Vで一定値(プラトー)に達していますが、その立ち上がりは大きく異なっていることが分かりました。これは放出二次電子のエネルギー分布が3者で全く異なっていることを示唆しています。特にSiCの立ち上がりの鈍り具合は大きく、バルク内で発生した高速二次電子(δ 線)の緩和過程が他の物質と異なっていることを裏付ける興味深い結果となりました。ファイバ直径を考慮すれば、3種ファイバの相対 γ 値が求められます。

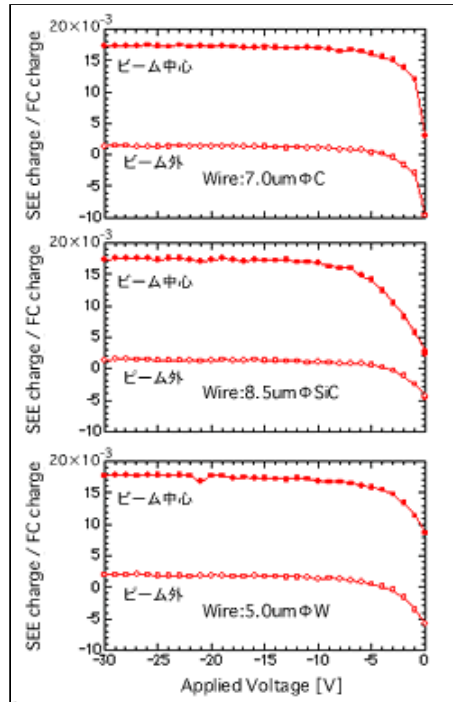


図-2 C、SiC、Wファイバへの印加電圧とSEE電荷量との関係
3種ファイバとも-20Vでプラトーに達しているが、その立ち上がりは全く異なっている。

絶対 γ 値を評価するには、ファイバ1本あたりに衝突する入射イオン数を知る必要があります。直線導入機を微動しながら、SEE電荷量を測定することにより入射ビームプロファイルを取得し、FC電荷量とからこれを求めました。図-3にCに対して500(μ m)間隔で微動測定した際に得られたビームプロファイル図を示します。このSEE測定と平行して、同位置でイメージングプレート(IP)を用いた入射ビーム撮像も行いました。

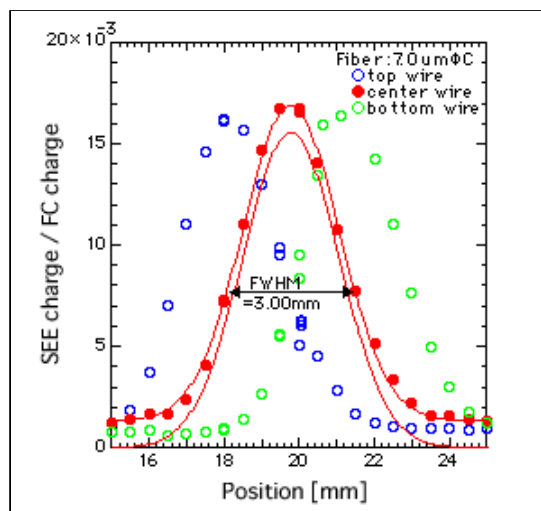


図-3 CファイバからのSEE測定による入射ビームプロファイル図

IPは本来、生物実験用に開発された撮影フィルムです。専用の読み出し機を必要とするため、リアルタイム観測は不可能ですが、優れた位置分解能(50(μ m)以下)かつ、広い

ダイナミックレンジ(5~6桁)で画像情報を収録できます。IPには入射イオン吸収と遮光のためにアルミファイルを巻き付け、1パルスだけ照射しました(図-4)。

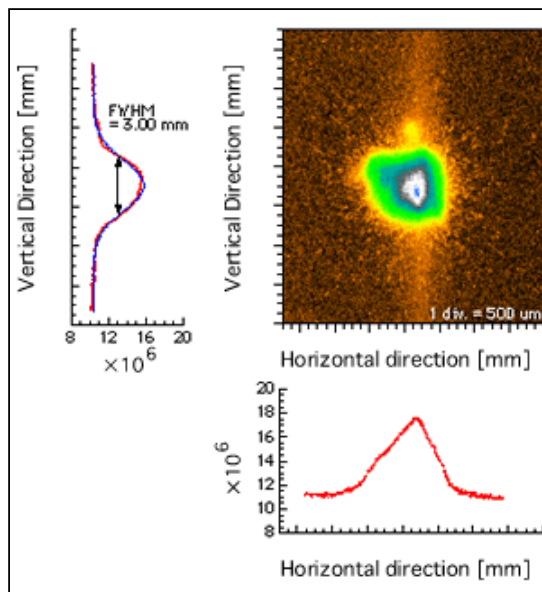


図-4 IP撮像による入射ビームプロファイル図

得られた像は鮮明なものであり、粒子線に対する応答は不明とされているIPが、付与エネルギーの大きい重粒子線に対しても応用可能であることが分かりました。水平方向への射影図がファイバプロファイルに対応しますが、その半値幅(3.00mm)はファイバプロファイルのそれと合致することが確認されました。解析の結果、C、SiCともアルミ薄膜とほぼ同程度の γ を持つことが分かりました。 γ はターゲット物質の阻止能にほぼ比例するとされており、矛盾のないものと判断できます。SiCに対しては当初、これだけ高抵抗の物質から電荷放出を観測できるとは予想していませんでした。今回の結果はSiCの放射線計測への応用を期待させるものです。

先の立ち上がり以外にも金属薄膜とは異なるSEE特性が観測されています。これらがファイバ故の、あるいは抵抗性故の性質なのかはさらに研究を進めて明らかにしていきたいと考えています。

京都大学放射性同位元素総合センター
大澤大輔

放医研物理工学部
佐藤幸夫

ぱるす

エッセイ・ぱるす NO.34 「完結主義」

ある日、新聞を読んでいると、たばこの銘柄とニコチン、タールの量が書いてある表を見つけた。そうだ、このたばこを全部吸ってみようと思った。35種類あったので毎日一銘柄ずつ吸い続けても一ヶ月あれば全部吸い終える。通勤途中で自動販売機をのぞき込み買い続けた。しかし、すぐに行きどまった。自動販売機では、「しんせい」「バット」「わかば」等メジャーではないものは売っていない。しかたなく東京のデパートで買った。それも行きどまった。地域限定があるのだ。「雅」は京都府、「うるま」「ハイトーン」「バイオレット」は沖縄県、広島県の限定もあった。これらは、出張や旅行先で買った。結局、完吸いするのに3年かかった。

また、独身のころ、食事は毎日外食だった。食堂に入ってメニューを見てみると、そうだこのメニューのものを全部食べてみようと思った。次の日からメニューの左から順番に食べていった。鰻重など高い物は後にして食べ続けた。結局、完食するのに1年かかった。

つまらないことでも何か目標を立てて生活するのは楽しい。少しずつでも完結した後は、充実感に満ちあふれる。しかし、完結した後は、そのことについて全く興味はなくなる。今は、たばこは吸わないし、その食堂に行ったこともない。ちなみに、これまで完結したものは、千葉県博物館82ヶ所(ちばの博物館より)、読者が選ぶ千葉の風景50選(朝日新聞より)、板東33ヶ所巡礼(1都6県に分布)、都市対抗野球30年連続観戦(後楽園球場)、宮城県女川町商店街全食堂制覇(女川町観光パンフレットより)、新潮文庫の100冊など。

まだ完結途上なものは、100観音巡礼(板東33ヶ所は全て巡礼、秩父34ヶ所は一部巡礼、西国33ヶ所はまだ。)、全国競馬場巡り。今年は、100観音巡礼のうちの西国33ヶ所(近畿地方)を始めようと思う。また、全国競馬場巡りは、東日本は全て終わり、西日本も一部終わったので、秋には、高知競馬場へハルウララに会いに行こうかなあ。



懐かしいたばこの数々

(放射線安全課 中山 隆)