

## 年頭にあたって

### 放射線医学総合研究所 理事長 米倉 義晴



ることは言うまでもありません。放医研の今後進むべき方向を示す中長期ビジョンについて、昨年の初めにほぼその骨格が出来上がっていたのですが、その後の諸問題のために最終的な取りまとめ作業を中断せざるを得ない状況でした。10年先、20年後の社会を見据えた目標を立てることは、放医研の持続的な活動にとっては不可欠です。科学技術が急速に進展する現代社会において、長期的な視点で研究の方向性を定めることは決して容易ではありません。変化に対応するためには常にその修正も必要です。そのような状況においても、放射線と人々の健康に関わる研究を推進するという目標は一貫しており、その基軸がゆれることはないのです。

昨年は、元国連事務総長ダグ・ハマースホルド氏の「はるか地平のかなたを見つめるものが道を見つけられる」という言葉を紹介しました。放射線の重要性がますます増加すると考えられる21世紀の社会において、人々が健康で安全に安心して暮らせるようにするためには何が必要なかをきちんと示すことが、放医研の将来につながるものと考えます。しっかりと地に足をつけて、進むべき方向を見据えて目標に向かって着実に歩むこと、そこに放医研の将来が開けてくるものと確信します。

一方、世界は大きく動いています。情報通信ネットワークに支えられたグローバル化の波は、一国の問題が瞬く間に世界中に広がることを実感させました。アメリカの経済問題がこんなに早く多くの国や地域に影響を及ぼすとは、少し前までは考えられなかったことです。好むと好まざるに関わらず、私たちは否応なしにそのような社会の仕組みに取り込まれてしまっています。だからこそ、常に何が起きているのかを注意深く見つめて、問題に対して迅速に対応することも必要です。

「ピンチの裏には必ずチャンスがある」という言葉で選手たちを励ましたのは、一昨年夏の高校野球で優勝した佐賀北高校の野球部訓でした。危機的な状況だからこそ、問題を直視してしっかりと改革を進めることによって、次にやってくる大きなチャンスをつかむことができるのだと共感します。みんなの力で、是非それを実現させたいものです。

明けましておめでとうございます。

新年を迎えて、気持ちを新たに一年の計を立てられたことと思います。昨年は続発する問題に対応を迫られる一年でした。今年は、具体的な改革に取り組むとともに、研究成果を積極的に社会にアピールしていく年としたいものです。放医研の進むべき道をしっかりと見据えて、一步一步着実に歩んでいくことが重要であり、それによって必ず道は開かれてきます。どんな小さなことでもできることから始めましょう。この一年を新生放医研の改革元年としたいと思います。

研究所にとっては研究活動の推進が最も重要な業務であ

#### 目次

◆年頭にあたって 放射線医学総合研究所 理事長 米倉 義晴……………1	◆栄えある受賞 中西郁夫氏が第14回国際フリーラジカル学会「SFRR Japan Young Investigator Award 2008」を受賞……………5 関根絵美子大学院課程研究員(千葉大学連携大学院生)のテーマが、宇宙航空研究開発機構による「第6回航空機による学生無重力実験コンテスト」に採択される…6
◆NEWS REPORT 細胞遺伝学的線量評価に関するアジアワークショップについて…2 第3回放射線防護研究センターシンポジウムを終えて……………3	◆HIMAC REPORT 水分子への6.0 MeV/u C <sup>6+</sup> 衝撃による二次電子生成二重微分断面積の測定…7
◆Flash NEWS 初めての試み、「NIRSテクノフェア2008」の開催後記……………4 放医研と佐賀県が重粒子線がん治療施設開設に向けた連携・協力協定を締結……………5	◆Flash NEWS 実験計画書統合記入ソフトについて……………8

## 細胞遺伝学的線量評価に関するアジアワークショップについて

平成20年11月27～28日の2日間にわたり緊急被ばく医療研究センターは国際保健機関 (World Health Organization: WHO) の協賛を得て、染色体異常を用いた線量評価 (細胞遺伝学的線量評価) に関するアジアのワークショップを開催しました。同時にこのワークショップ (WS) は、モスクワに本部を置き、ロシア・NIS 諸国の大量破壊兵器関連研究者・技術者の平和目的の研究プロジェクトを支援するために設立された国際科学技術センター (International Science & Technology Center: ISTC) との共催により「染色体異常を用いた線量評価に関する WS」としても行われました。ICTS は 1992 年に EU、日本、米国、ロシアにおける政府間の国際的同意のもとに設立された機関で、1994 年からその実質的な支援活動を開始しています。研究支援は農業、バイオテクノロジー、医療、物理、工業、宇宙等々、多岐の分野にわたっています。

現在、生物学的線量評価

とりわけ染色体異常を用いた線量評価は緊急被ばく医療において極めて重要な位置を占めています。また、放射線被ばく事故では原子力発電所関連の施設における事故ばかりではなく、核物質を用いたテロリズムも想定され、近年、いわゆる核テロに対する脅威も急速に増しつつあります。このような大量の被ばく者が想定される被ばく事故において細胞遺伝学的線量評価を遂行するためには染色体の専門領域に従事する科学者の相互の協力体制いわゆるネットワークが必要不可欠となります。このような染色体解析によるネットワークは日本、カナダ、ヨーロッパ、中南米で既に設立され、被ばく事故に対応すべくその体制が整備されつつありますが、アジア地区としてはまだこの領域での協力体制は構築されていません。今回開催したアジアワークショップは将来におけるアジア地区の細胞遺伝学者による染色体ネットワークの早急な構築を目標とし、さらに ISTC 参加国及びアジア各国における細胞遺伝学的な線量評価に関する現状および準備状況の情報収集を最大の目的として開催されました。

本ワークショップへの参加国は日本以外に韓国、中国、マレーシア、タイ、フィリピン、インドネシア、ベトナム、インド、スリランカ、ロシア、アルメニア、ベラルーシ、カザフスタンの13カ国から33名および WHO より1名、ISTC 事務局より2名が参加しました。また、日本からは放医研以外から5名が講演者として参加しました。

ワークショップ1日目 (11月27日) はまず日本の染色体ネットワークが放医研の吉田生物線量評価室長より紹介され、続いて WHO の Dr. Carr より WHO が中心となって構築したネットワーク及び今後計画されている国際染色

体ネットワークの準備状況が紹介されました。また、佐々木正夫京都大学名誉教授より染色体による線量評価法の一般化モデルが紹介されたほか、環境科学技術研究所の田中公夫先生、大阪府立大学の児玉靖司先生から放射線細胞遺伝学領域における最近のトピックスに関する講演が行われました。電力中央研究所の早田勇先生からは東海村で平成11年 (1999年) に起きた JCO 臨界事故における線量評価結果が、広島放射線影響研究所の児玉喜明先生からは広島と長崎の原爆被爆者における染色体異常のこれまでの解析結果がそれぞれ紹介されました。日本は世界で唯一の原爆被爆国であり、かつ臨界事故の経験国でもあります。これらの放射線被ばくにおける線量評価の体験報告は各国の参加者にとっては極めて重要な報告であったと思われる。早田勇先生からはさらに染色体による線量評価法に関する国際標準規約 (ISO) も紹介されました。



ワークショップ参加者 (1日目)

ワークショップ2日目 (11月28日) は各国の参加者によって、それぞれの国において経験した過去の被ばく事故における線量評価ならびに今後の被ばく事故が発生した場合の各国の対応における体制や準備状況などが発表されました。また、局所被ばくにおける線量評価法の開発に関して放医研の高島研究員より紹介がありました。ワークショップの最後に 2009 年1月末を期限として Inter-laboratory Comparison study を実施すべく放医研より各国の参加者に染色体解析用の標本が配布され、アジア染色体ネットワークの設立に向けての具体的な活動がスタートしました。

緊急被ばく医療研究センター  
被ばく線量評価部 吉田 光明



各国からの講演風景

## 第3回放射線防護研究センターシンポジウムを終えて

年の瀬も迫った平成20年12月16日～17日の2日間に渡って、第3回放射線防護研究センターシンポジウムが当所の重粒子治療推進棟大会議室で開催されました。

放射線の人体への影響及び傷害の予防に関する研究は、当研究所の重要な社会的使命です。この使命を果たすべく、放射線防護研究センターでは放射線影響の解明と、より合理的な規制への反映を目指した研究を実施しています。

人間と放射線の係わりがますます密接になる中で、放射線作用と生命原理に基づく機構研究の重要性を鑑み、本年度は「生き物はどのようにして放射線に立ち向かうのか」という表題を掲げました。放射線影響の解明を目指した機構研究の中でも特に、「DNA損傷応答と適応応答」という生体の能動的な防護機構に焦点を当て、第一線で活躍されている研究者の方々と最近の研究動向、並びに今後の見通しについての情報交換を通して、研究の一層の促進を図ると共に放射線防護研究における機構研究の意義についての新たな認識を模索する事を意図しました。

第1日目は「DNA損傷応答」の話題を軸に、(1) DNA損傷応答認識/シグナル伝達、(2) DNA損傷修復 I、(3) DNA損傷修復 IIの3つのセッションで、放射線によるDNA損傷の認識から修復に至るまでの複雑な反応経路、機構などについて10名の先生方から最近の研究成果を講演して戴きました。加えて、特別講演では、京都大学の小松賢志先生に「放射線応答機構の放射線発見以前の役割とクロマチン構造の克服」という演題で、DNA修復タンパク質のNBS1やクロマチン修飾因子RNF20などの最近の知見を紹介して戴きました。



「開会の辞」を述べる米倉理事長(左上)と第1日目に講演された先生方

第2日目は「放射線適応応答」に焦点を当て、(4) 細胞レベルの放射線適応応答、(5) 個体レベルにおける放射線適応応答の2つのセッションに8名の先生方よりそれぞれ興味ある話題を提供して戴きました。また、特別講演では、福井大学の松本英樹先生より「放射線誘発防護的バイスタンダー応答と適応応答」という演題で、一酸化窒素(NO)ラジカルが放射線誘発バイスタンダー応答や放射線適応応答のイニシエーターであり、メディエーターでもあることなどを分かり易く解説して戴きました。



第2日目に講演された先生方と「閉会の辞」を述べる辻井研究担当理事(右下)

総合討論では、放射線防護を考えた時、「今までに得られた多くの研究成果をどのように活用して行くのか?」、「研究成果がどのように寄与できるのか?」と言う問に対する解答にはまだまだ迫っていないのが現状のようで、放射線防護という観点から「DNA損傷応答」を観ていく研究がまだまだ少なく、こうした立場からの研究が今後有意義な成果をもたらす可能性に期待が寄せられました。その一方で、「放射線適応応答」では少なくとも、生存率、突然変異率などにある程度の改善が認められていることなどから、ある側面では十分に可能性が示されているとの認識が得られました。



シンポジウム会場での講演の様子

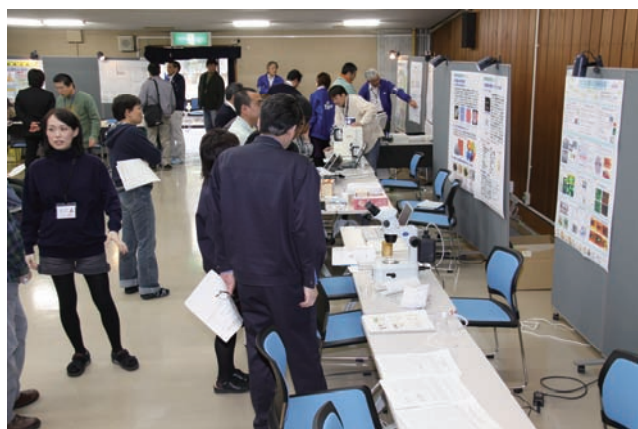
本シンポジウムを終え、改めて、放射線の生物影響に関する機構研究、特に、放射線防護へとつながる機構研究の重要性、今まで以上に基礎実験を充実させる事の必要性などを再認識することが出来ると共に、今後の放射線防護研究に一石を投じるシンポジウムであったという印象を受けました。放射線防護研究センターの活動が所内外関連研究者の方々に周知されると共に、より効率的な研究推進に向けて、本シンポジウムが少なからず貢献出来たのであれば、開催の意義は十分に果たせたと思っております。

最後に、本シンポジウムが滞り無く遂行できた事は、企画当初から開催運営の細部に渡って支援して下さいました企画部人材育成・交流課の皆さん、その他センターの職員の皆さんの尽力に依るもので、ここに心より感謝の意を表します。

放射線防護研究センター 生体影響機構研究グループ  
小野田 眞

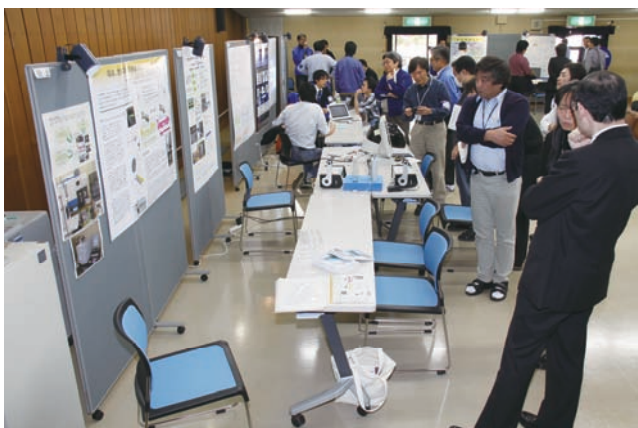
## 初めての試み、「NIRSテクノフェア2008」の開催後記

平成20年12月12日に放医研の講堂において「NIRSテクノフェア2008」が開催されました。この企画は、研究所内で共有することのできる知識や技術をポスターや展示物を利用して公開することにより、研究者・技術者同士の交流を図ることを目的として計画されました。知的財産保護の観点から、研究所内部のみでの企画でしたが、17組の展示が行われ、150名以上の方々がこのテクノフェアに参加されました。



会場の様子1

「どれだけの方が来られるだろうか」との心配をよそに当日は非常に多くの方が興味を持って会場に来られ、開催中の講堂は人の熱気で暑いほどでした。会場の様子は、入口を入ると、プラックと展示が並んでおり、ブースごとに傍聴者用にいくつか椅子も用意されていて、興味のある話はゆっくりと耳を傾けることができました。会場内の中央にはソファが設置され、休憩しつつ関係者と議論しながら、多くのテーマについて理解を深めることができました。さらに、会場の外には簡単なお茶なども準備されて展示者も傍聴者も落ち着いてテクノフェアを楽しむことができました。



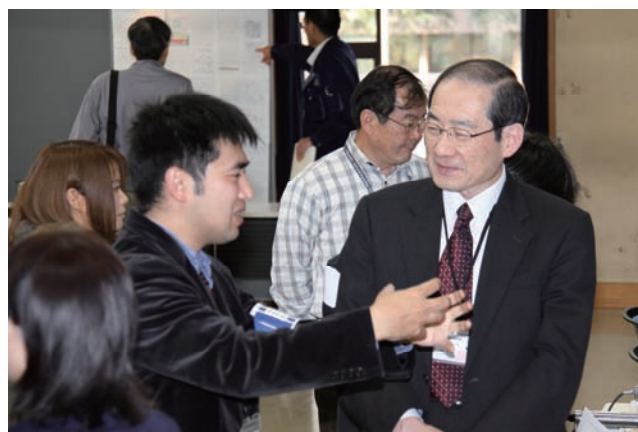
会場の様子2

今回のテクノフェアでは、多くのテーマが展示されました。本稿では、すべてを取り上げることはできませんが、新たなガンマ線診断装置の開発や私たちが利用している放射線発生装置が紹介されました。また、私たちが取り囲む自然環境における放射性物質を扱った展示で、身近にある放射性物質がデータベース化されたことで自然放射性物質への理解が促進され、これからの研究に生かされてゆくことが分かりました。さらに、実験に使用する動物の管理技術について取り上

げられ、正確に実験結果を得るために実験動物や施設も細やかに管理されていることを改めて知ることができました。他にも、安全面や事務上の手続きにおいて私たちが放医研で研究をしていく上で知っておくべき知識に関する展示も行われました。(表1)

展示者の方々にとって展示時間3時間は短いようでいて、長いPR時間だったかもしれませんが、普段、あまり知り合う機会のない方々同士の良い情報交換の場になったのではないのでしょうか。このテクノフェアから、新しい研究や技術開発の種が生まれ果実が実ることを期待しています。参加者の方々に記入いただいたアンケートを参考にして、次回以降のテクノフェアについて検討していきたいと思っております。最後になりましたが、テクノフェアにご参加いただいた皆様、展示者の皆様、関係各位に感謝いたします。

NIRSテクノフェア2008実行委員会  
基盤技術センター 福島 知佳



説明を受ける米倉理事長(右)

表1: NIRSテクノフェア2008登録課題一覧

代表者	展示テーマ
及川 将一	静電加速器棟PASTA&SPICE
石川 剛弘	X線発生装置及びガンマ線照射装置の線量測定
中村 秀仁	次世代低エネルギー領域γ線診断装置CROSSの技術
北村 尚	計測器開発のためのシミュレーションソフトウェア開発
床次 眞司	あなたの周りのラドンをはかるー環境ラドン測定ー
田上 恵子	環境、生体試料中の多量・微量元素濃度分析技術
本間 広一	放射線医学総合研究所における安全推進活動
鬼頭 靖司	マウス仔作り相談所
小久保年章	放射線生物影響研究への支援・促進のための実験動物品質保証 ー衛生管理、病態解析からのアプローチー
伊藤 正人	ラットの分娩仔に人工乳で哺育する人工哺育技術の紹介
丸山 耕一	メダカを使った技術基盤
岩岡 和輝	自然起源放射性物質データベースの紹介
鈴木 寿	多核種対応型多目的合成装置の開発
坂上 正敏	放医研の出願特許の実績紹介と、特許出願に関する周知事項
松下 良平	放医研での実験をスムーズに実施するために
高田 真志	中性子線質の計測技術の紹介
安田 仲宏	生物実験支援のための試作

## 放医研と佐賀県が重粒子線がん治療施設開設に向けた 連携・協力協定を締結



放医研と佐賀県は、佐賀県が中心となって進める重粒子線(炭素線)がん治療施設開設に向けた連携・協力に関する取決めを平成21年1月21日に締結しました。本相互協力の結果、重粒子線がん治療研究の成果の普及が促進され、我が国の放射線医学利用分野の発展・継承に寄与することが期待されています。

放医研の重粒子線がん治療装置(HIMAC)を用いて実施してきたがん治療は既に4千名以上の臨床試験、治療が行われ、厚生労働省により先進医療の承認を受けて、全国的な普及が待ち望まれています。これに対し放医研は、中期目標として普及に

取り組む国内各地の関係者に対し、施設の設計・運営に係る各種の情報提供、必要な技術面、人材育成面での支援を行っています。

一方、北部九州地域においては、炭素線がん治療施設「九州先端医療がんセンター(仮称)」を民間プロジェクトとして佐賀県鳥栖地区に開設することが、地方自治体、国立・私立大学、地元医師会、経済界により構成される九州先端医療がんセンター(仮称)事業推進委員会によって検討されています。佐賀県は、このプロジェクトの中心となって総合プロデューサー的役割を担い、様々な取り組みを進めています。

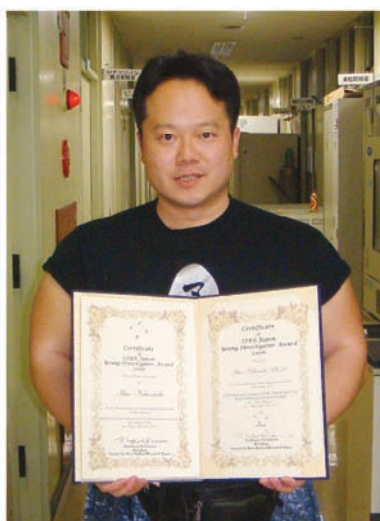
今回の協定締結は、両者の連携・協力体制を構築することにより、より円滑に先進的治療法である重粒子線がん治療施設の開設を目指すものです。なお、放医研が大学・研究機関ではなく自治体とこのような協定を結ぶのは初めてであり、この点でも注目を集めています。

協力内容は、以下の2点とし、これに必要な具体的内容については、相互協議の上、決定することとしています。

- (1) 相互の知的資源の活用に関すること。
- (2) 人材育成・交流の促進に関すること。

## 栄えある受賞

### 中西郁夫氏が第14回国際フリーラジカル学会 「SFRR Japan Young Investigator Award 2008」を受賞



去る平成20年10月18～22日に北京で開催された第14回国際フリーラジカル学会において、重粒子医科学センター・粒子線生物研究グループ・放射線効果修飾研究チーム主任研究員の中西郁夫氏が「SFRR Japan Young Investigator Award 2008」を受賞しました。受賞の対象となった発表演題は「Structure-Activity Relationship in Radical-Scavenging

Reactions of Naturally-Oriented Artepillin C Derivatives(天然物を指向したアルテピリンC誘導体のラジカル消去反応における構造活性相関)」です。国際フリーラジカル学会は、医学、薬学、生物学、化学等さまざまな分野の著名なフリーラジカル研究者が多数出席する権威ある学会で、2年に1度開催されます。中西氏の受賞は、2年前にスイスのダヴォスで開催された同学会に続く2大会連続の栄誉です。

#### 【概要】

ビタミンEや緑茶カテキンなどの天然抗酸化物質は、非常に強力な活性酸素種・フリーラジカル消去活性を示すため、生活習慣病予防のための医薬品のみならず、放射線防護剤への応用が期待されています。中西氏の研究では、天然抗酸化物質として、ブラジル産のプロポリスにのみ含まれているアルテピリンCというフェノール化合物に注目し、その試験管内におけるフリーラジカル消去反応のメカニズムを初めて分子レベルで解明しました。また、反応メカニズムに基づいて種々の新規アルテピリンC誘導体を設計および合成し、それらのフリーラジカル消去活性を速度論的に評価することにより、フェノール化合物のフリーラジカル消去反応における構造活性相関を明らかにしました。

#### 【受賞のことば】

本研究を行うにあたり、アルテピリンC誘導体の合成をしていただいた徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部の堀均教授、宇都義浩准教授をはじめ、共同研究で大変お世話になっている諸先生方や学生さんたちに心より感謝いたします。今後は、本研究で得られた知見をさらに発展させ、新規合成抗酸化物質の細胞や動物レベルでの活性評価を行うとともに、引き続き放射線防護剤として有用な抗酸化物質を探索していきたいと思っております。



## 関根絵美子大学院課程研究員(千葉大学連携大学院生)のテーマが、 宇宙航空研究開発機構による「第6回航空機による学生無重力実験コンテスト」に採択される



宇宙航空研究開発機構(JAXA)は、宇宙環境利用への理解・関心を深めると共に、将来の宇宙開発を担うべき人材の育成に寄与することを目的とし、大学生等を対象に「航空機による学生無重力実験コンテスト」を実施しています。今年度採択された5つのテーマの1つに、連携大学院生(千葉大学大学院融合科学研究科博士課程2年生)の関根絵美子さん(大学院課程研究員、重粒子医科学センター粒子線生物研究グループ所属)の提案した「無重力状態の水中で、ピンポン球と鉄球の位置関係が変わったらどうなるか?」というテーマが選定されました。関根さんは、昨年12月17日~18日に、実際に航空機に乗り込み、考案した装置を使って無重力実験をおこなってきました。

無重力状態の水中で、ピンポン球と鉄球の位置関係が変わったらどうなるか?というテーマが選定されました。関根さんは、昨年12月17日~18日に、実際に航空機に乗り込み、考案した装置を使って無重力実験をおこなってきました。

### 【実験内容と結果】

#### 1. 目的

無重力状態では浮力と重力は消失します。水中に密封されたピンポン玉と鉄球を用いて、無重力状態での両球の挙動を観察しました。本研究の最終目的は、無重力状態で実験を行い、得られる映像から小中学生を対象とした宇宙への関心を高めるための教材を作製することです。そのため、シンプルな実験デザインを組みました。

#### 2. 材料と方法

ピンポン玉と鉄球を水中に密封した装置のばねを巻いた状態にし、無重力状態が安定してからプラグを引き容器を反転させ両球の挙動を観察します。

#### 3. 結果と考察

無重力状態に入るとピンポン球が沈み、鉄球が浮き図1A→B→C→A→B→Cを2回繰り返します。無重力状態が安定してから装置を反転します(図1 D)。鉄球が沈み、ピンポン球が浮いた後(図1 E)、鉄球が押さえるように両球とも沈みます(図1F)。この際の両球の動きは、地上(重力下)と比較して非常に遅いものでした。その後図1G→H→G→Hを2回繰り返します。このような現象は重力下では決して見られません。特に、水中でピンポン球が沈み鉄球が浮く現象がそうであり、これを比較的速いスピードで数回繰り返しました。ここで、実験中に発生した密閉容器内の気泡に注目してみますと(水中に溶け込んでいた酸素が減圧状態により発生します)、ピンポン球が沈み鉄球が浮く際には、この気泡も沈んでいきます。そして、鉄球が沈みピンポン球が浮く際には、重力下と同様この気泡は浮いてきます。このように、本実験系は、微小な重力を検出する系(微小重力検出器: Micro-gravity-detector, Micro-gravity-sensor)としての側面を持っていたようです。

また、実験とは直接関係ありませんが、ペットボトル内部の液体が壁に張り付きながら昇るという毛細管現象が観察されました(図2)。

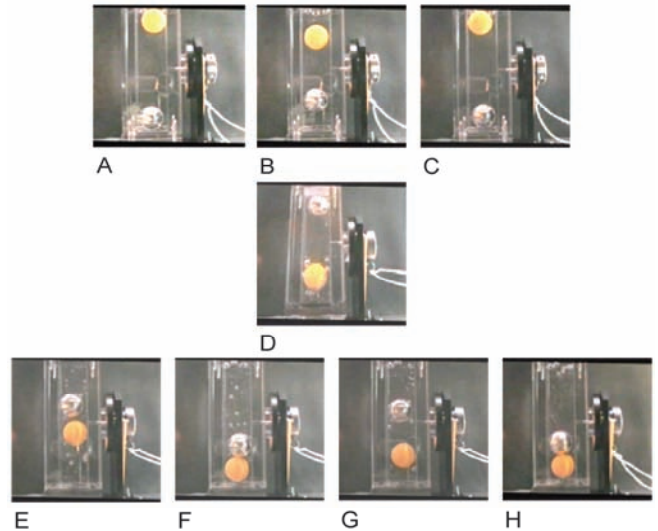


図1 ピンポン球と鉄球の挙動  
無重力状態が安定してから装置を反転(D)

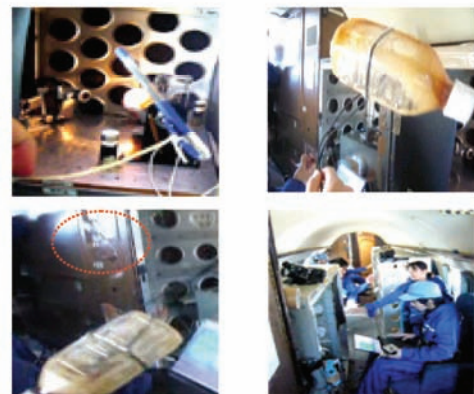


図2 実験中の機内の様子  
無重力状態で浮くボールペン(左上)、ペットボトル(右上)、眼鏡(左下)、ヒト(右下)

### 【採択の言葉】

今回の実験では、「微小重力フライトにおける重力と浮力の挙動」という課題に対して十分なデータを得ることができました。これらのデータを元に作製される教材が、未来の宇宙研究者を目指す子供たちに貢献することを願います。航空機による無重力実験という大変貴重な機会を与えて下さったJAXA、JSF、DASの皆様方には深く感謝申し上げます。また、多くの温かいご指導、ご助言を賜りました安西和紀先生(放射線効果修飾研究チームリーダー)をはじめ、粒子線生物研究グループの研究員の皆様方に心より感謝申し上げます。

重粒子医科学センター 粒子線生物研究グループ  
放射線効果修飾研究チーム 関根 絵美子

## 水分子への6.0 MeV/u C<sup>6+</sup>衝撃による二次電子生成二重微分断面積の測定

粒子線治療において、ブラッグピーク領域(6~25 MeV/u)のエネルギー損失過程は生体構成物質(主に水)の電離、励起が主であり、それに伴って多数の二次電子が放出されるため、その生物効果初期過程はこれら放出二次電子線の空間及びエネルギー分布に密接に関係しています。過去に様々な入射核種、ターゲットを用いてこの種の実験が行われてきましたが、数MeV/uの重イオン衝撃による水からの二次電子放出については、高真空下で安定希薄な水蒸気ターゲットを得ることが難しいため、信頼できる高精度実験データは殆ど発表されていません。また、得られる断面積はトラック構造解析、動径線量分布等の基礎データとなります。トラック構造はDNAサイズ(~2 nm)におけるエネルギー付与の(平均化されていない)非均質性の情報を提供するため、DNAへのダメージ付与(局所的な分子間結合の損傷)がどのようにして細胞不活性化(分裂停止)へ移行するかを解明する端緒となりえます。以上から、本研究の重要性を認識し、1995年以来、装置開発、改造を重ね、6.0-15.0 MeV/u He<sup>2+</sup>入射で装置の正当性の確認した後、最近、6.0 MeV/u C<sup>6+</sup>入射で新しい現象を含む実験データ取得に至りました。

### 二重微分断面積

図1に二次電子エネルギー1 eV~10 keV、放出角度20~160°における二次電子生成二重微分断面積(DDCS)の角度分布、また、図2にはDDCSの角度積分で得られる微分断面積(SDCS、二次電子エネルギースペクトルに相当)とH<sup>+</sup>入射における半経験式の1つであるRuddモデルのスケーリング値(x 36)との比較を示します。DDCS角度分布では、高速領域(>2 keV)で異常後方放出を、また、SDCSとモデルとの比較では、低速領域(1~50 eV)で一致、中速領域(50 eV~5 keV)で減少、高速領域(>5 keV)で異常増加を観測しました。これらの結果は入射イオンと軌道電子との単純な二体衝突では説明できない現象であり、中速領域の減少も考慮すると、二次電子の一部が入射イオン-標的核間での繰り返し衝突により入射イオン速度の2倍ずつ運動エネルギーを獲得していく、Fermi-shuttle加速と呼ばれる現象が発生し、中速領域の減少分がこれにより加速され高速領域の増加分として移り込んでいる可能性があると考えています。Fermi-shuttle加速は低速かつ非完全電離イオンで顕著に発生するとされていますが、原子物理学上不明な点も多く、この現象がピークとして観測できる4.0 MeV/u C<sup>4+</sup>入射実験も検討しています。

### トラック構造解析

過去に測定したHe<sup>2+</sup>入射における二次電子生成断面積を九大の上原周三さんらが開発した電子輸送モンテカルロコード(KURBUC)に組み込み、水中への6.0 MeV/u He<sup>2+</sup>入射におけるトラック構造を解析しました。その結果から、動径線量分布、阻止能、W値を求めたところ、低エネルギー(1 keV~8 MeV)He<sup>2+</sup>入射によるトラック構造と整合する結果が得られています。今後は、得られた実験断面積を用いて6.0 MeV/u C<sup>6+</sup>入射におけるトラック構造を解析し、He<sup>2+</sup>入射との違い検証したいと思います。さらに、トラック計算における電離、励起イベントからのラジカル生成、及び、その拡散を考慮した物理化学的過程の模擬計算に着手したいと考えています。

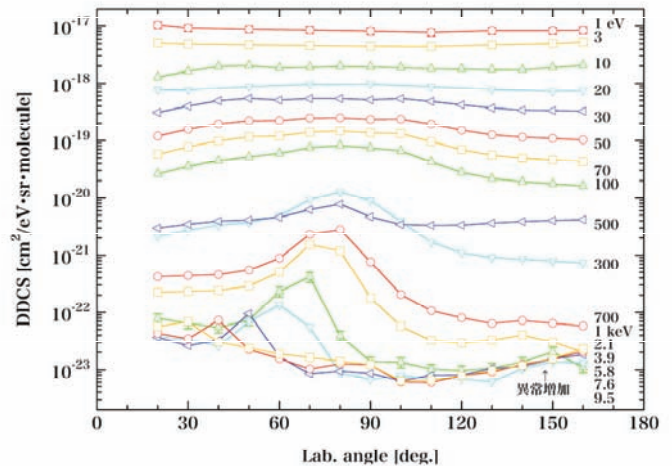


図1. 水分子への6.0 MeV/u C<sup>6+</sup>衝撃による二次電子生成二重微分断面積(DDCS)の角度分布

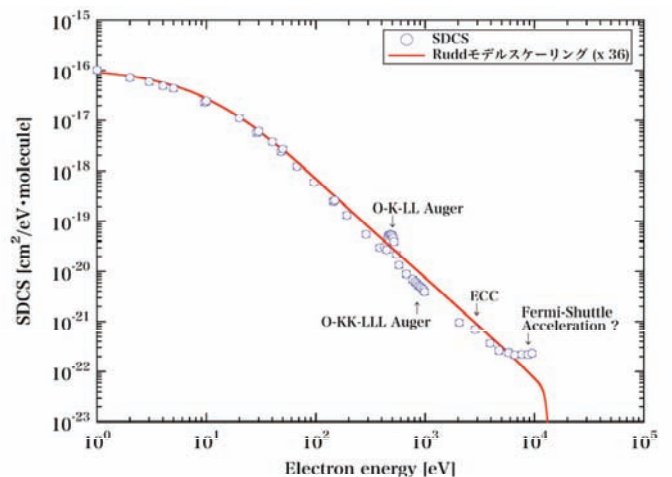


図2. 水分子への6.0 MeV/u C<sup>6+</sup>衝撃による二次電子生成微分断面積(SDCS)とRuddモデルスケーリング値との比較

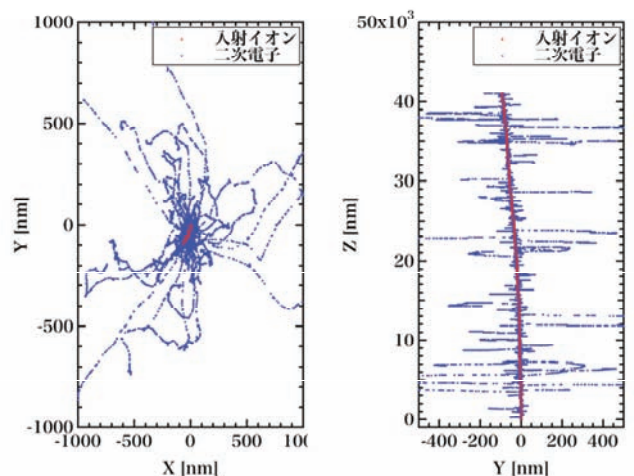


図3. 水中への6.0 MeV/u He<sup>2+</sup>入射(5%エネルギー損失)における入射イオン(赤)、二次電子(青)によるトラック構造(入射イオンは+Z方向に進む)

京都大学RIセンター 大澤 大輔  
 放医研 重粒子医科学センター物理工学部 俵 博之  
 千葉大学理学部物理学科 岡田 豊史

## 実験計画書統合記入ソフトについて

このたび基盤技術センター運営企画室では、放医研で実験を行う際に必要となる各種実験計画書を、実験室名を入力するだけで自動的に認識し、各書類の共通事項を一度で記入できる「実験計画統合記入ソフト」を作成致しました。

このソフトはMicrosoft Excelのマクロ機能をもとに作成しており、所内ホームページの研究関連情報「放医研で実験を行うために(申請手続きガイド)」内よりダウンロードすることが出来ます。デスクトップ上などに保存して使用することができ、入力方法も非常に簡便です。

これまで提供してきた「申請手続きガイド」は、実験を行う際にどのような手続きが必要で、どの書類を書かなければならないかを自分で確認するシステムですが、今回作成したソフトは、実験計画書作成の過程の一部を自動化したものとなっています。

当初検討を始めた段階では、今回のようなソフトを作成するのではなく、1つの書類ですべての申請内容がカバーできる統一化された実験計画書の作成を目指していました。しかし、実験計画書ごとに必要となる情報が大きく違うため、全体の内容を網羅すると、かえって無駄が増え、情報が漏れてしまうことなどが懸念されました。そこで着眼点を変え、必要書類を自動的に表示すること、入力作業の手間をできるだけ軽減することを目指して、今回のソフトを作成することにしました。

作成に当たり、まず工夫した点は、ひとつの実験場所を使用する場合、管理区域の関係上、複数の実験計画書や申請書類の提出が必要になるエリアが数多く見受けられたことでした。そこで、入力した実験室名から自動に必要な実験計画書を選択し、それにより提出漏れを無くせるような機能を持つ必要があると考えました。

次に工夫した点は、各実験計画書の記載内容でした。現在使用されている実験計画書では「所属」、「職名」、「氏名」のほか、「実施期間」、「研究計画」など各実験計画書で共通する内容があり、それを1度に入力することができればと考えました。

1つ目の点については、様々なケースがあり、直ぐに整理することは出来ませんが、実験場所をプルダウンリストから選択し、それをもとに関係する実験計画書を自動選択することで対応しました(図1)。

しかし、そのためには所内の実験室がどの管理区域に関係するかを確認する必要があったため、まず所内実験室の一覧表を作り、部屋単位で管理区域を整理しました。ここが、間違いが許されない一番根気のいる作業でしたが、各管理担当部署の協力のもと整理することができました(図2)。

2つ目の点については、各実験計画書で共通する部分を抽出し、1つの画面で入力できるようにすることで解消できました(図3)。

今回作成したソフトでは共通部分以外の情報については、自動的に作成された各シート(図4)に改めて入力する必要があるなど、改良の余地があります。また、ご要望についても、対応できる部分については、今後、より使いやすくなるよう改良の努力をしていきたいと思っております。

最後に、今回のソフトは多くの方のご協力により作成することが出来ました。この場をお借りして、ご協力いただきました皆様に感謝致します。

基盤技術センター運営企画室 松下 良平



図1：実験棟・室名を入力する画面

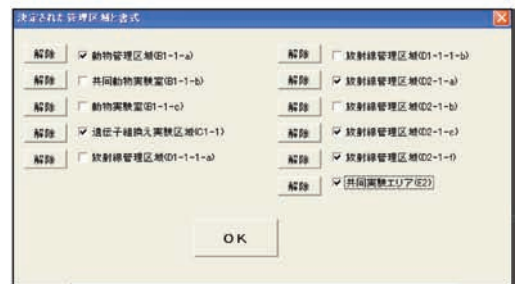


図2：自動的に必要書類を認識した画面



図3：申請者等を入力する画面

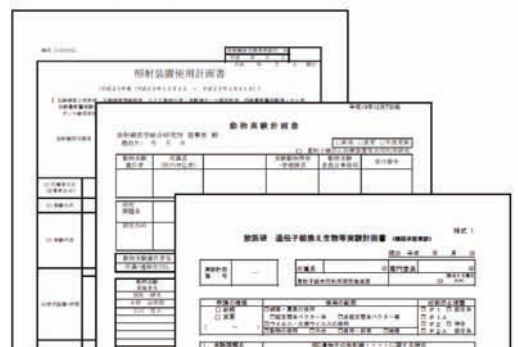


図4：作成された実験計画書(抜粋)

《お詫びと訂正》 放医研NEWS12月号の8頁において、記載誤りがありました。  
誤「松平寛道」、正「松平寛通」 謹んでお詫びと訂正をいたします。

発行所 独立行政法人 放射線医学総合研究所

〒263-8555 千葉市稲毛区六川 4-9-1

発行日：平成 21 年 1 月 1 日 発行責任者：放医研 広報課 (TEL 043-206-3026 FAX 043-206-4062)

ホームページ URL : <http://www.nirs.go.jp>