

## 研究報告

世界各国の研究者が参加  
第4回宇宙放射線モニター国際比較実験  
-ICCHIBAN Project-

"人類が増えすぎた人口を宇宙に移民させるようになって、すでに半世紀が過ぎていた。"ある年代より下の方々は目頭が熱くなる、あるアニメの冒頭のアナウンスだが、ようやく人類は宇宙での本格的な活動の足がかりとなる国際宇宙ステーションを建設しようとしている。日本人宇宙飛行士も現在8人を数え、数年後には日本人による宇宙活動が本格的になるだろう。彼らの被ばく線量を正確に見積ることができるよう、我々は宇宙放射線モニター国際比較実験(ICCHIBAN)を行っている。この第4回目の実験について報告する。

宇宙環境には様々な放射線が存在し、宇宙放射線による被ばくは避けられない。しかし、被ばく線量をコントロールすることは可能であり、各国の宇宙機関では放射線モニターを開発し、放射線線量測定を行っている。各機関の放射線モニターは、さまざまな種類の検出器を使用しており、また、それぞれの方法で校正が行われている。このために、宇宙環境でのそれぞれの測定結果には食い違いが生じており、放射線被ばく量の正確な理解に支障をきたしている。この食い違いの原因を明確にし、高いLET領域における検出器の応答を理解するために、HIMACの重イオンビームを同じ条件で照射し比較検討する実験を行っている。

この実験を我々はICCHIBAN(Inter Comparison for Cosmic-ray with Heavy Ion Beams At NIRS) Projectと名付け、世界各国の研究者に呼びかけ、2002年2月より実験を開始した。この第1回目の実験はアクティブ検出器(シリコン検出器や組織等価比例計数管など電気信号を処理する検出器)を中心に、外国人10人を含む25人、7グループで実施した。また、第2回目は、2002年5月にパッシブ検出器(TLD、OSLやCR-39といった固体線量計)を使用する各国11グループから検出器を集め外国人3人も参加し実験を行い、さらに、2003年2月には第3回目の実験を再度アクティブ検出器に対して行い、多くの研究者が参加した。今回、第4回目の実験を、パッシブ検出器を集めて実験を行ったので、ここに報告する。

実験は、平成15年5月19日から5月30日までの間の4日間、HIMAC生物照射室においてPIB(Physics In Bio)実験として行われた。今回の実験参加者は、表にあるように10グループであり、世界各国の宇宙放射線防護研究機関を網羅している。実験参加者も外国人研究者7人を含む、16人を数えた。実際に実験に参加しないグループは、あらかじめ決められた数の検出器パッケージを海外宅急便にて、照射を実行するワーキンググループ(以下、WG)に送付し、検出器の種類、測定線量範囲などのWGの質問に対して回答する。これらの情報をもとに、WGは、照射条件を検討す

る。特に、TLDやOSLなどの検出器とCR-39とは測定可能線量に1桁以上の開きがあり、CR-39を含むグループについては低線量での照射が行われた。照射は、実験者に照射条件を知らせる"Known実験"と照射条件、線種を知らせない"Unknown実験"とに分けて実施した。Known実験では、直接照射や、検出器直前にターゲットを設置しFragmentを発生させた照射などを行い、Unknown実験では、それぞれのイオン種を混合した照射やCo線源によるガンマ線の照射などを含めて各種の照射を実行した。これらの条件はなるべく宇宙における放射線環境と似るように設定された。すべての実験が終了した後に、検出器パッケージはWGから各グループに送付され、すでに各国研究者によって解析が進められている。これらの解析結果は近い将来WGに集約され検討が行われ、国際会議において発表、および、議論される。また、将来、レポートとしてまとめられる予定である。

表1 第4回ICCHIBAN実験の参加者

参加研究者	所属	国	検出器の種類
E.Benton	Eril Research Inc.	U.S.A.	CR-39+TLD
E.Semones	NASA-JSC	U.S.A.	TLD
Y.Akatov	IBMP	Russia	CR-39+TLD+Biomarker
D.Bertlett & L.Harger	NRPB	U.K.	CR-39
F.Spurny & K.Turek	NPI/DRD	Czech Republic	CR-39+TLD
H.Tawara,A.Nagamatsu & M.Masukawa	KEK & NASDA	Japan	CR-39+TLD
M.Hajek,T.Berger,N.Vana	Austrian Univ.	Austria	CR-39+TLD
S.McKeever & R.Gaza	Oklahoma State Univ.	U.S.A.	TLD+OSL
P.Bilsky	INP	Poland	CR-39+TLD
S.Deme & I.Apathy	KFKI AEKI	Hungary	TLD

今回の第4回ICCHIBAN実験は、前回のパッシブ検出器実験である第2回ICCHIBAN実験の結果にもとづき、また、実験参加者からの要請を考慮に入れ、新たに照射条件が検討され実行された。さらに、第5回および第6回ICCHIBAN実験が来年に計画されており、よりステップアップした実験が行われる予定である。また、今年9月には米国Loma Linda大学のサイクロトロン施設を利用したProton-ICCHIBAN実験が我々WGを中心に計画されており、宇宙環境に大量に存在する陽子線に対する検出器のレスポンスの比較実験が行われる予定である。さらに、今回のICCHIBAN実

験に参加していたロシア連邦国生物医学問題研究所 アカトフ博士と交渉を行い、宇宙環境(国際宇宙ステーション・ロシアモジュール)における国際比較実験(Space-ICCHIBAN実験(仮称))を我々が中心になって行うことに同意した。これにより、実際の国際宇宙ステーション内部で、同一条件において検出器の直接的な比較実験が行われることができる。今回の宇宙実験は実験場所、準備期間が限られているために、参加者が限定された実験であるが、この実験を足がかりに将来さらに大規模な宇宙比較実験を、放医研が中心になって行っていくことを計画している。

宇宙環境の放射線測定の正確な理解を得るために、地上環境でできうるこの国際比較実験に我々は最大限の努力をはらっている。この実験に対する海外研究者からの評価は高く、今後の継続的な実験に対する希望が寄せられている。我々は、HIMACを宇宙放射線モニターに対する高LET領域の標準線源として確立することを目指しており、この意味でも世界的な同意を得つつある。

人類は開拓心旺盛な生物であり、その開拓心はこれから宇宙へ向けられていくであろう。国際宇宙ステーションの先には、月があり、その先には火星がある。人類の無限なる開拓心、未知なる物への探求心は尽きることがない。宇宙飛行士の活動をサポートし、宇宙活動に伴う危険を軽減できるよう我々は努力していきたいと考える。いつになれば、ニュータイプが出現するのだろうか。そんなことも夢見ながら。

ICCHIBAN実験は、HIMACの運転維持に関与されているすべての方々のご協力なくしては成り立たない実験であり、WG一同、加速器物理工学部の皆様、AECの皆様に深く感謝いたします。



図1 第4回ICCHIBAN実験参加者の一部 図2 実験の様子、HIMAC BIOコース

(宇宙放射線防護プロジェクト:内堀幸夫、藤高和信、安田仲宏、  
北村尚、矢島佳央理、高田真志、山口寛)

## TOPICS

**臨床試験の推進と研究成果の向上を目的に  
-第1回国際助言委員会による評価が行われる-****■ 重粒子線治療国際委員会開かれる**

この度、4月16日～18日の3日間の日程で重粒子線治療臨床試験国際助言委員会が放医研で開催されました。本委員会は、放医研の重粒子線がん治療臨床試験について国内外の専門家から評価と助言を受け、臨床試験の推進と研究成果のさらなる向上を図ることを目的として開催されたものです。

国内からは委員長を含め3人、外国からは4名の専門家が委員として招かれました(委員名簿 表-1参照)。外国からの出席者の専門分野は、重粒子線治療、陽子線治療、一般の放射線、さらにIMRTなどの高度X線治療とバランスのとれた構成になっています。

事前打合わせ会合では、まず会議の進め方および委員の間での作業分担が決定されました。

実質審議の第1日目は、放医研側から重粒子線治療の各担当者(放射線生物、物理、画像診断、および各部位ごとの臨床担当医)がそれぞれの専門分野について成果を発表し、質疑応答が行われました。前もって資料をお送りしていたこともあり、かなり具体的な質問に議論が白熱しました。

2日目はこれらの発表と資料に基づき、各委員がそれぞれの担当部分についての意見を執筆した後、全体で総合討論を行い、最終的に委員会全体としての報告書が作成されました。

報告書の内容は多岐に亘っていますが、概ね放医研の重粒子線治療臨床試験に対して、その取り組み方とその成果についてポジティブな評価をいただいたものと考えています。

以下に、概略をご紹介します。



国際助言委員会の会議風景

## ■ 国際助言委員会報告書の概要(放医研作成)

1994年以来、重粒子線治療プロジェクトでは、重粒子線治療の有効性と安全性を明らかにすると同時に至適照射法の開発等を行うことを目的とし、臨床試験を行ってきました。その遂行にあたっては、重粒子線治療ネットワーク会議を頂点とする国内の学識経験者、専門家による各種委員会の評価と助言を得てきました。2001年からは、独立行政法人化に伴う外部評価が行われたが、さらに海外の専門家による評価と助言を得ることとなった。そのような経過のなかで2003年4月16～18日に海外委員4名と国内委員3名からなる第一回国際助言委員会による評価が行われた。主な指摘概要は以下の通りである。

1. これまでの臨床試験は、慎重かつ注意深く計画、実行され、その結果は極めて優れており、荷電粒子線治療の知識に大きく寄与するものである。
2. 成果の国内外への公表をより積極的に行うと同時に、国内外の研究ネットワークをさらに強化すべきである。
3. 重粒子線の有効性を明確にするためにより多くの症例を対象とした第II相試験とそれに続く比較試験も計画されるべきである。但し、放医研において他の治療法との比較試験である第III相試験の実行は、患者の大半が他の治療法がなく炭素イオン線治療を目的に紹介されているので困難であることを理解する。
4. 実行可能な比較試験として、光子線を併用した炭素イオン線治療と炭素イオン線単独治療の比較、炭素イオン線治療同士の間異なる線量分割の間の比較などが考えられる。また、他施設との共同臨床試験として炭素イオン線治療と陽子線治療の比較試験も考えられる。
5. 重粒子線の生物学的作用機序の解明、薬物との相互作用などの基礎的研究、及びこれらの臨床への活用が重要である。
6. より優れた線量分布を得るため、新たな照射技術としてスキャニング法あるいは回転ガントリーなどの開発が重要である。
7. 正確な照射範囲設定のためには、より正確な腫瘍診断が必要であり、PET薬剤を用いた新たな腫瘍診断法の開発が重要である。
8. 臨床試験のより円滑な遂行のために患者受け入れ数の増加をはかるべきである。

(重粒子医科学センター長 辻井博彦)

表1 国際助言委員会委員名簿

<委員会委員>

委員長: 阿部 光幸

兵庫県立粒子線医療センター 名誉院長

委員: 森田 皓三

愛知県がんセンター病院 名誉院長

委員: 井上 俊彦

前大坂大学大学院医学系研究科 生態情報医学講座 教授

委員: Andre Wambersie (BELGIUM)

Director, Department of Radiobiology and Radiation Protection

委員: Jay Steven Loeffler (U.S.A)

Professor, Harvard Medical School and Chair, Dep. of Radiation  
Oncology Massachusetts General Hospital

委員: Jurgen Peter Debus (GERMANY)

Director, Deutsches Krebsforschungszentrum Radiologische Univ.-  
Klinik Abt. Strahlentherapie

委員: Alan Horwich (England)

Director, The Institute of Cancer Research The Royal Marsden  
Hospital



## お知らせ

## 第3回核磁気共鳴医学研究班の開催

去る5月29日(木)と30日(金)の午前中の1日半にわたって、第3回核磁気共鳴医学研究班の研究報告会と班会議が開催された。本研究班は放医研の画像ネットワーク会議の下で、核磁気共鳴法を用いた基盤研究並びに超高磁場MRシステムに関する研究開発を行うための助言と研究協力を行うために活動しているもので、先の超高磁場NMR研究班を引き継いだものである。今年は本研究班が発足して3年目に当たり、演題数も初年度の21題、2年目の25題から31題となり、期間も初めて2日にわたることになり、順調に研究が展開している。

今年度の発表会は、初日に基盤研究で行っている各個研究課題24課題に関する昨年度までの研究経過と、今年度の研究計画の報告を行った。2日目は昨年度から始まった独法成果活用事業に関連して、7T400mm級の自己シールド型マグネットの要素技術のR&Dの開発研究の状況に引き続き、高周波MRI計測用のアンテナの開発研究および電磁界の評価計算法の新しい試みに関する報告など7題の発表を行った。

特に国産の超高磁場MRI計測用の大型ポリウムコイルの開発と共に、神戸製鋼グループ(JASTEC)が独法成果活用事業の中で要素技術を開発した7T400mm級の自己シールド型マグネット(図)は狭い測定室にも磁気シールドを施さなくても設置可能な研究用汎用型NMR用のマグネットであり、当該マグネットの普及と共に人体用大型超高磁場マグネットの作業環境改善のための基礎技術としても有望である。

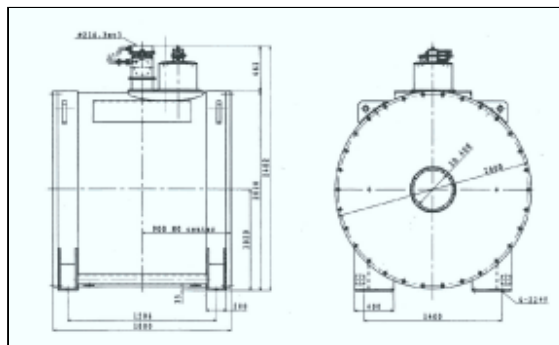


図 神戸製鋼(JASTEC)から発表された7T400mm級自己シールド型マグネットの計画図面

出席者は外国からの研究者や所内外の研究者、関係企業からの参加者を含み延べ総数87名の参加があり、活発な討論が行われ盛況の内に閉会した。来年度は、画像探索棟の完成と実験用7Tシステムの導入が予定されているので、さらに発展的な発表が多数聞かれるものと思われる。

本班研究の発展に御協力頂いている、所内外の関係者に心から感謝致します。

(画像医学部 池平博夫)

## お知らせ

**平成15年度第1四半期  
放医研への見学者は250名**

平成15年度第1四半期(4月-6月)の放医研への見学者の集計がまとまりました。集計の結果、4月が52名、5月が62名、6月が84名で、3ヶ月間の合計は250名となりました。

このうち最も多くの見学者を連れてきてくれる組織は大学関係者(69名)で、高等学校(64名)、官公庁関係(30名)、看護学校(16名)、その他(3名)と続いています。

人数の合計が単月計と合わないのは、単月計には広報室経由以外の見学者が含まれているためです。

月日	見学者	人数	単月計	合計
4月9日	千葉県商工労働部 産業振興課長他	4		
同	内閣府防災・構造改革特区担当大臣	3		
14日	横浜市立大学学長他	3		
同	群馬大学医学部核医学教室	9		
21日	横浜市立大学医学部放射線医学教室	7		
29日	千葉市立千葉高等学校(SSH)	21		
			52	52
5月12日	千葉市立千葉高等学校	43		
19日	国際医療福祉大学	6		
26日	文部科学省大臣官房会計課	2		
同	磯野国際特許商標事務所	3		
			62	114
6月2日	文部科学省大臣官房会計課	3		
5日	岐阜県立岐阜病院院長	3		
9日	東京医科歯科大学	11		
24日	日本医科大学多摩永山病院	19		
25日	青森県庁資源エネルギー課	18		
26日	国立三重中央病院附属三重中央看護学校	16		
30日	横浜市立大学医学部	6		
同	名古屋大学	8		
			84	250



## お知らせ

### 中西郁夫研究員が奨励賞を受賞 -平成15年度の日本フリーラジカル学会学術奨励賞-

レドックス制御研究グループの中西郁夫研究員が6月28日、抗酸化剤の活性酸素に対する消去機構研究に関して、平成15年度の日本フリーラジカル学会学術奨励賞を受賞しました。

この賞はフリーラジカル研究の進歩に寄与する顕著な研究を発表し、将来発展の期待される40歳未満の研究者に対し授与されるものです。

フリーラジカル学会は、フリーラジカルの特性と反応およびフリーラジカルが関与する生体影響を、分子から個体レベルで研究している医学、薬学、生物、化学、物理などのさまざまな分野に携わる科学者の集まりです。

研究内容に関しては次号で紹介する予定です。

#### 寄付金の募集について

放射線医学の発展のために御協力下さい。

独立行政法人放射線医学総合研究所では、皆さまからの寄附を受けております。皆様からいただいた寄附金は、重粒子線がん治療をはじめとした様々な研究に役立てさせていただきます。なお、独立行政法人放射線医学総合研究所は、所得税法および法人税法上の特定公益増進法人ですので寄附金控除などの税法上の特典が受けられます。

連絡先:独立行政法人放射線医学総合研究所 企画室企画課寄附金担当  
Tel 043-251-2111(代表) 内線(232)  
043-206-3022(直通)  
e-mail:[kifukin@nirs.go.jp](mailto:kifukin@nirs.go.jp)

## お知らせ

### 第4回 一般講演会(大阪)を開催 テーマは『知の起源と重粒子線がん治療』

脳科学の研究は、放医研が行う画像診断研究の大きなテーマとして位置付けられています。現代社会が抱えるうつ病や統合失調症などの脳疾患を画像診断という視点から解明し、新たな臨床応用や治療法の開発に寄与する期待がもたれています。今回はチンパンジーの知性の研究を通して人間の心や行動の進化的起源の研究に取り組んでおられる京都大学霊長類研究所思考言語分野教授 松沢哲郎先生のご講演と併せて、脳画像診断の新しい取り組みについて解説いたします。

また、すでに1,400名を超える臨床試験を終え、少ない副作用と優れた治療効果が確認され、究極の放射線治療と目される重粒子線がん治療について、加速器物理学と医療の両面からわかりやすく解説いたします。さらに、専門医師によるがんの医療相談ができる「がん医療相談コーナー」を併設いたしました。

日時: 平成15年7月25日(金)13:00~17:00

場所: 大阪科学技術センターホール(8F)  
〒550-0004 大阪市西区靱本町1-8-4  
TEL:06-6443-5324  
URL:<http://www.ostec.or.jp>

定員: 300名(定員になり次第締切らせていただきます)

申し込み: 事前申込(郵送・電話・FAX・E-Mailにて)  
氏名、所属、部署、住所、電話・FAX番号、E-Mailをお知らせ下さい。

参加費: 無料

問合せ先: 放射線医学総合研究所 広報室  
〒263-8555 千葉県稲毛区穴川4-9-1  
電話 043-206-3026  
FAX 043-206-4062  
E-Mail [info@nirs.go.jp](mailto:info@nirs.go.jp)

交通のご案内: ●大阪駅より  
地下鉄四ツ橋線「本町駅」下車28番出口 北へ徒歩5分  
●新大阪駅より



## 松沢哲郎先生プロフィール

京都大学霊長類研究所 思考言語分野教授。理学博士。

1950年生まれ。京都大学文学部哲学科卒業、大学院進学後、現在に至る。

1978年から「アイ・プロジェクト」と呼ばれるチンパンジーの知性の研究を行っている。こうした研究を通じて、人間の心や行動の進化的起源を探り、「比較認知科学」と呼ばれる新しい研究領域を開拓した。

著書に「チンパンジーから見た世界」(東京大学出版会)、「おかあさんになったアイ」「アイとアユム」(講談社)、他多数。

## プログラム

13:00～13:10 開会挨拶: 放射線医学総合研究所 理事長 佐々木康人

13:10～13:40 「脳の発生と放射線」

高橋千太郎 放医研 放射線安全研究センター長

13:40～14:20 「心の分子イメージング」

高野 晶寛 放医研 重粒子医科学センター 脳機能イメージング研究開発推進室研究員

14:20～14:25 質疑応答

14:25～15:15 特別講演「知の起源」

松沢 哲郎 先生(京都大学霊長類研究所 思考言語分野教授)

15:15～15:20 質疑応答

15:20～15:40 コーヒーブレイク

15:40～16:05 「重粒子線がん治療装置(HIMAC)とは」

取越 正巳 放医研 重粒子医科学センター加速器物理工学部照射装置開発室長

16:05～16:50 「肺がん:切らずに治す重粒子線がん治療」

馬場 雅行 放医研 重粒子医科学センター病院第2治療室室長

16:50～17:00 質疑応答

17:00 閉会挨拶

## 【併設がん医療相談コーナー】

担当医師 加藤真吾(放医研重粒子医科学センター病院 臨床検査室長)

馬場雅行(重粒子医科学センター病院 第2治療室室長)

安田茂雄(放医研重粒子医科学センター病院 医長)

柳 剛(放医研重粒子医科学センター病院 医師長)

## お知らせ

## 新任のごあいさつ -入院体験を活かして-

平成15年4月1日付で、神奈川県の国立相模原病院(厚生労働省)から出向で着任しました。国立相模原病は、入院定床546床、入院患者約500名、外来患者約1,300名で、内科・外科・小児の二次救急を受けています。診療科は総合病院の診療科に加え、免疫異常(リウマチ・アレルギー)の準ナショナルセンターに位置づけられ、免疫異常施設を対象に研修会を開催しています。厚生労働省の病院は平成16年度の独法化に向け大変ですが、放射線医学総合研究所はすでに独法化3年目で、幸か不幸か、大変な時期を経験せずに済みました。



総看護師長  
中村美佐子

看護学校は国立千葉病院附属看護学院の卒業で、国立千葉病院に約10年、看護師長で千葉東病院に約12年、副看護部長で山梨県・千葉県(下志津病院)・新潟県・神奈川県と勤務し、うち単身赴任が約10年ありました。現在は自宅から通勤しています。

臨床経験は千葉病院で手術室・外科病棟、千葉東病院で腎炎・ネフローゼの小児病棟の2年以外は呼吸器外科・手術室・整形外科とほとんど外科です。重粒子医科学センター病院は、がんの放射線治療の研究病院ですので、今までに経験のない分野です。疾患の理解と治療・看護は一から勉強です。若い頃と違って本を読んでも頭に入りませんがポツポツと覚えようと思っています。看護の基本は同じ、看護管理の基本も同じと思って勤務していますが、アツと言う間に2ヶ月が過ぎてしまいました。

管理面で厚生労働省や一般病院と勝手の違うことがありますが、聞きながらやっています。健康だけが取り得と思っていた私が、去年は2回も入院体験をしてしまいました。うち1回は極初期でしたが癌が見つかり開腹手術をしました。頭で理解しているのとは大違いで、体力の回復にこれ程の期間がかかるとは思いませんでした。やっと5ヶ月が経過しお腹に力が入るようになりました。入院中は患者さんに多くのことを教えて頂きました。特に癌の患者さんは辛い治療を受けながらも明るく前向きで助け合い、命に期限を感じたからこそ人生を大切に生きるのではないかと考えさせられました。当院は癌患者さんばかりです。私の体験を看護管理に役立て、より質の高い看護が提供できるように看護職員と力を合わせ努力したいと思います。また、微力ですが病院幹部の1人として、放射線医学総合研究所の目標に向かい努力したいと思いますので、ご指導・ご協力をお願いいたします。

## 被写体の密度情報を確認 単色X線CTの原理を用いた研究成果

### ■はじめに

被写体の断層画像を見せてくれるX線CTは医療現場には必要不可欠な診断技術である。スパイラルCTやコーンビームCT、さらに開発中の4次元CTと呼ばれる高速で2次元画像を撮ることのできる装置など、X線CT装置の技術進歩は著しい。その画像も極めて美しい。これらの画像はピクセル毎に得られるCT値の大小を可視化することで得られる。このCT値には被写体の減弱係数の情報を含んでおり、減弱係数は更に被写体の密度情報を持っている。しかし、通常のX線CTは様々なエネルギーのX線の集合体である連続エネルギースペクトルのX線を用いて撮影するために、厳密な意味での減弱係数の測定はできない。しかし生体を構成する様な物質に話を限れば、体内の或る部分のCT値がこの値なら、その密度はいくらという指標を作り、それに従い体内の密度分布を構築することができる。

### ■単色X線CT

色々問題もある。通常、連続スペクトルX線を用いると、同一物質の被写体でも、その厚さによってCT値が異なる。これはビームハードニングという現象による。さらに、一意的に決められたCT値と密度の指標がどの様な人に対しても常に成り立つか、という問題もつきまとう。大丈夫と言われているものの、気になる話である。そこで、連続スペクトルX線を使わずに、単色X線を用いてCT撮影するとどうなるだろうと考えてみると、エネルギーの異なる2つの単色X線を用いれば原理的には被写体の密度情報、厳密には電子密度、が得られることが分かる。これを応用すれば、患者の密度分布を直接測定することができる。

この原理を現実のものとするべく研究を行っている。単色X線源として、筑波の高エネルギー加速器研究機構の陽電子蓄積リング(AR)と、高輝度光科学研究センターのSPRING-8からの放射光を用いている。いずれも共同利用装置である。

原理検証実験として、プラスチックシンチレータを検出器として1次元スキヤニングによるCT撮影を行った。X線のエネルギーは40keVと70keVまたは80keVであった。被写体は、電子密度の評価が可能な均一物質を用いた。正確に電子密度が計算できない物質については、HIMACからの炭素ビームを用いて、試料を通過した後のビームの水中飛程を測定する方法で、その電子密度を測定した。その結果、単色X線CTによりほぼ $\pm 1\%$ の精度で電子密度測定が可能であることが分かった(図1)。電子密度解析の途上で興味深い情報が得られる。それは、被写体の"原子番号"情報である。これは解析上のパラメータと考えた方がよいかも知れないが、減弱係数を計

算する上では被写体を構成する物質の原子番号と解釈することができる。これを実効原子番号と呼び、物質の平均的な原子番号の情報を持つ量とした。ピクセル毎に得られる実効原子番号を並べて可視化すると、密度分布とは異なる画像が得られる。その例を図2に示す。これは、ゆで卵の単色X線CT画像である。図2(a)は電子密度の画像、図2(b)は実効原子番号の画像である。電子密度の図では、卵黄と思われる部分の密度は周囲の卵白より低く、脂質が豊富に含まれていることを示している。また、卵黄中にも更に局所的に低密度の部分がある。実効原子番号の図では、そのミカンの房の回りに原子番号の低い物質が分布している様子が見られるものの、全体として均質な原子番号分布を示している。異なる情報で異なる画像が得られる例として面白い。

■まとめ

2つのエネルギーの単色X線CTを我々は2色X線CTと呼んでいるが、1次元スキャンによる原理検証ではほぼ期待通りの定量性が得られることが分かった。更に、電子密度画像と実効原子番号画像の比較で新たな情報が得られる可能性を期待している。現状は、1次元CT装置による基本研究と実用装置の開発に繋がる2次元検出器を用いた研究開発を行っている。

(重粒子医科学センター 加速器物理工学部 取越 雅巳)

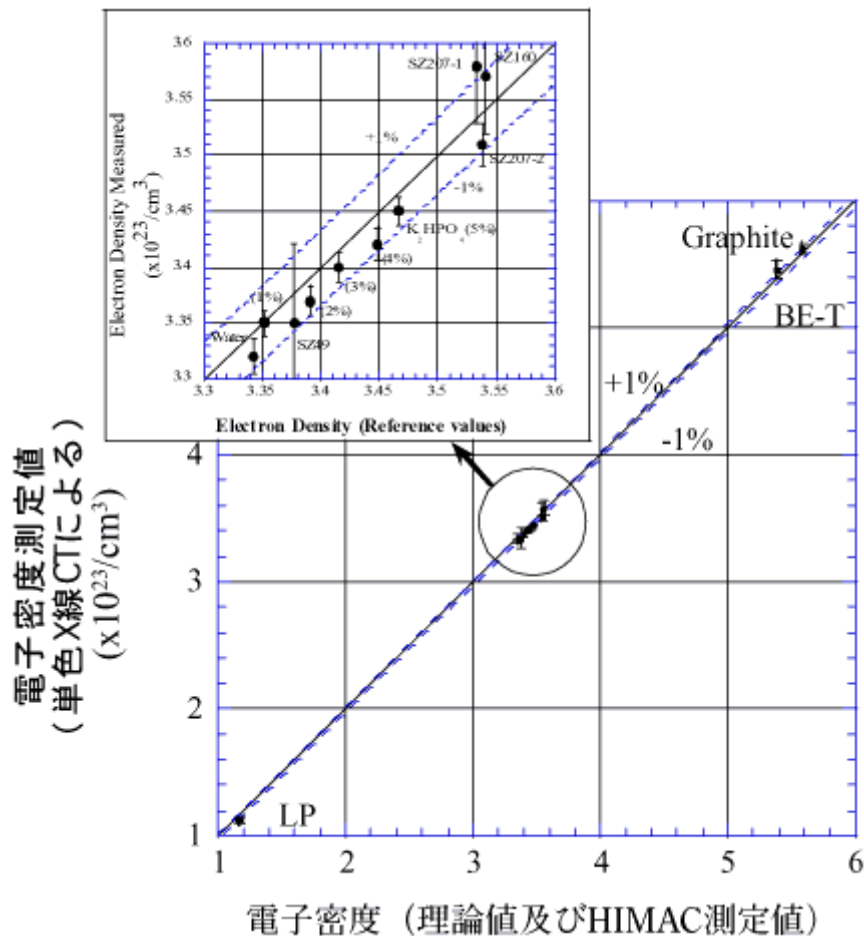
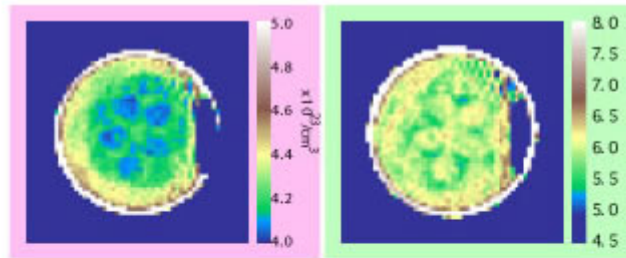
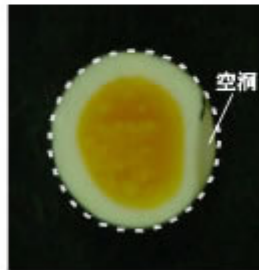


図1 単色X線CTによる電子密度測定値





(a) 電子密度イメージ (b) 実効原子番号イメージ



(c) 断面写真

図2ゆで卵の単色X線CT画像

## 報告

## 一般講演会の開催報告



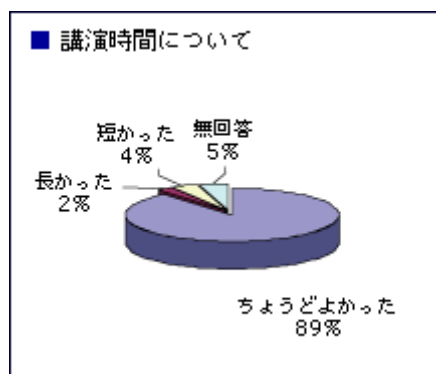
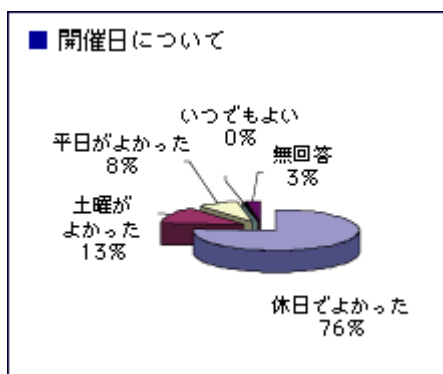
平成15年6月15日(日) 千葉市美浜区の幕張メッセ国際会議場2F 国際会議室で、「放射線で探る地球と宇宙の謎」をテーマに、専門外の方にも放射線科学や保健物理学への関心を高めていただけるよう、身近な話題を厳選して、日本保健物理学会との共催で一般講演会を開催致しました。

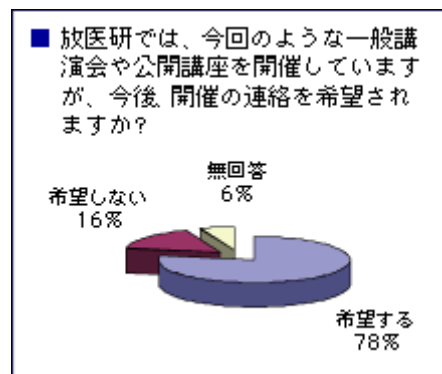
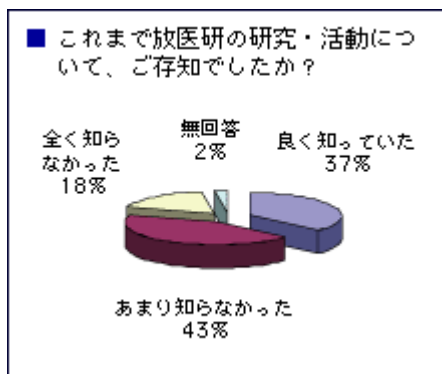
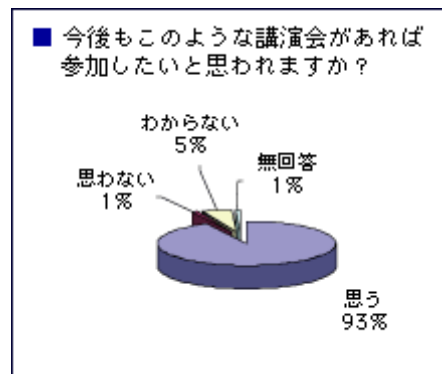
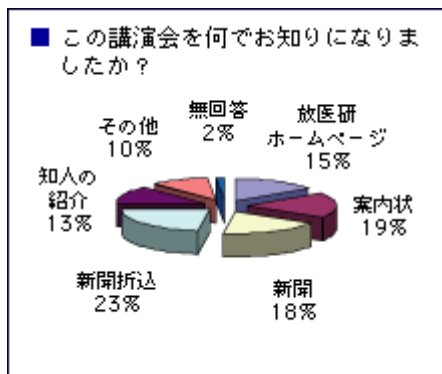
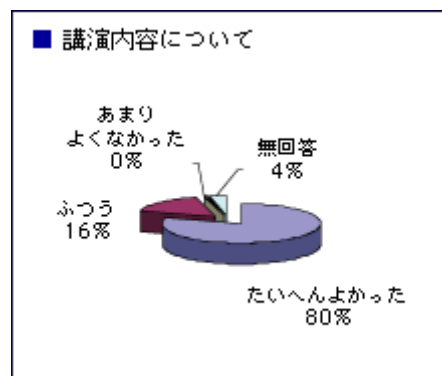
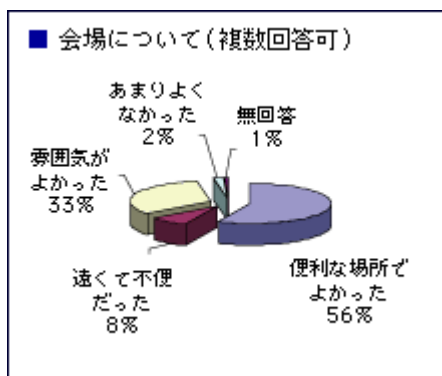
今回は特別講演者に、琉球大学理学部教授の木村 政昭 先生をお招きし、「海に沈んだ古陸と海底遺跡の謎を解く」-海洋地質学と放射線科学による「水中考古学」の新展開-という演題でご講演いただきました。

また、放医研からも村松 康行(放医研 比較環境影響研究グループリーダー)が「房総半島の地下から大量に産出するヨウ素の謎」-新しい放射化学的年代の応用-、藤高 和信(放医研宇宙放射線防護プロジェクトリーダー)が「宇宙旅行のための放射線防護」-宇宙線の正体とその人への影響-という演題で、当日会場を訪れた300名を越える来場者を前にわかりやすく講演しました。

講演後の質疑応答では、一般的なことから専門的なことまでと、質問の内容は幅広く質疑応答の時間があっという間に過ぎていきました。

参加者からのアンケート結果(221件)は以下のグラフのとおりで、来場者からの講演後会に対する反応はよく、これからも放医研の研究している業務を分かりやすく周知していくため、今後も更なる広報展開を行っていきたいと思います。





## エッセイ・ばるす NO.20 「オレゴンの思い出」



Flute with Emi

中学の音楽の先生に勧められて、ブラスバンド部に入ったのが楽器に興味を引かれるきっかけとなった。バンドではまずクラリネット、それから小さなチューバのアルトという楽器をやっていたが、どうしてもフルートという楽器の音色とカッコよさに惹かれ、中3の時中古の楽器を親に買ってもらって以来の付き合いになった。その後村松という世界に誇る日本のフルートメーカーよりまともな楽器を買っ

てもらい、技術はたいしたことがないにしろ、いまだにそれを楽しんでいる。遅まきながら大学時代には意を決して先生について習うことにした。大胆にも故林リリ子という著名なflutistを訪問、そのお弟子さんを紹介してもらった。

その後高校の理科教員を辞め、アメリカの大学に留学した時もパスポートと一緒にフルートだけは持っていった。はじめに留学したオレゴン大学では物理学科の修士課程に入った(というかやっとならしてもらった)のだが、せっかく来たのだからと思い、音楽学部のフルート科の教授のドアをたたいて、自分は今物理科にいるのだが少しフルートをやるので是非習いたいのだが、と申し出た。大変friendlyな教授は、君に最適の先生がいるから紹介するとその場でSandyという彼の弟子を紹介してくれた。

彼女はオレゴン大の物理学科卒業、その後オレゴンの音楽学部・修士課程に入り今フルートを専攻しているという。Sandyは音楽で修士号をとった後は又物理に戻り博士号をとりたいたいといっていた。なんとアメリカは融通性があり自由なのかと思ったしだいである。彼女とのレッスン場は朝方、教授が来る前に彼の部屋を提供してくれることになった。

Sandyとのレッスンはお互いの卒業等でそれほど長くは続かなかったが、渡米したばかりの当時の私には、とてもフレッシュで貴重な経験となった。今も彼女のもとで練習したヘンデルのフルートソナタの楽譜を見ていると、その音楽と共にSandyのインテリで美しいスマイルが目浮かび、得がたい思い出の一つになっている。

(宇宙放射線防護プロジェクト 岡安 隆一)