

放医研、永久磁石型小型ECRイオン源を完成 普及型重粒子線がん治療装置に目処

放医研の村松正幸(重粒子医科学センター 加速器物理工学部)らはこのほど、普及型小型重粒子線がん治療装置のイオン源部「永久磁石型小型ECRイオン源(Kei2-source)」を完成させた。ECRイオン源は、がん治療装置に必要な炭素イオンを供給するための電子衝撃型のイオン源の一種で、電子サイクロトロン共鳴周波数と一致するマイクロ波を外部から導入し、他の種類のイオン源よりも電子を高エネルギーに加速できる特徴を持っている。今回の開発が小型化に寄与する。

■ 普及型重粒子線がん治療装置の開発でECRイオン源の完成が小型化に寄与

今回完成したKei2-source(図-1)は、電磁石を用いて高エネルギーの電子とイオンを強く閉じ込めるための磁場を形成するECRイオン源と違い、永久磁石により磁場を形成することから大きな電源を必要としなくなり、電力、スペースともに約1/20に小さくすることが可能となった。また、従来の原子核実験などに用いる永久磁石型ECRイオン源と違い C^{4+} を生成するのに最適化した設計としたため、目的とする C^{4+} では重粒子線がん治療に十分な500eμAの大強度のビームが得られ、電磁石を用いたECRイオン源と同等以上の性能を達成した。本開発は、普及型重粒子線がん治療装置の小型化に大きく寄与する。

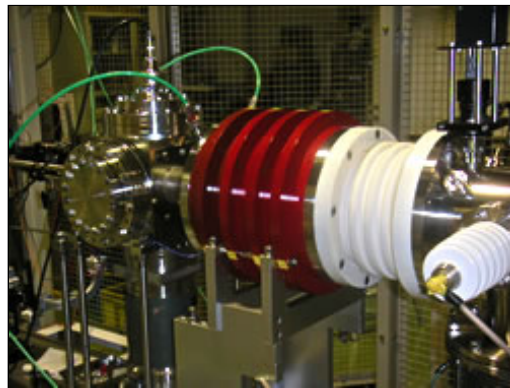


図1 小型ECRイオン源 (Kei2-source)

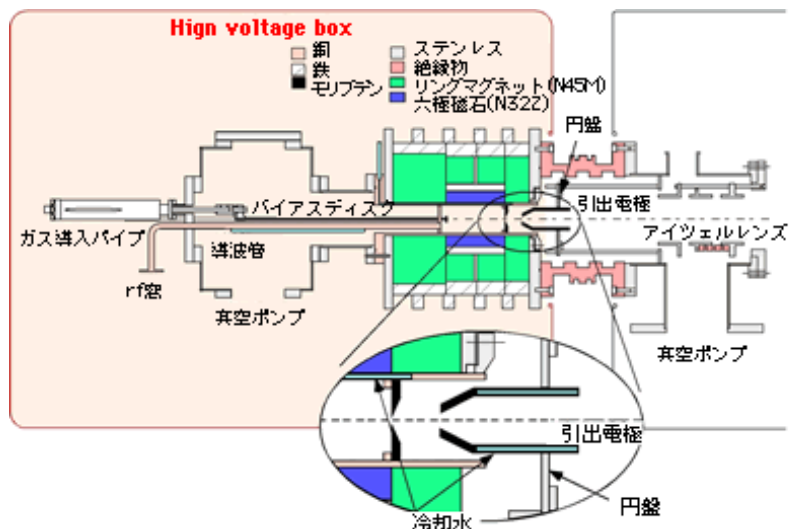


図2 Kei2-sourceの概略図

■ 背景

重粒子線がん治療装置HIMACでは、炭素イオンを使用したがん治療が行われ、平成16年3月時点において1,800症例以上の臨床試験で優れた成果が得られており、昨年11月1日付けで厚生労働省から高度先進医療として承認された。今後この成果を広く一般国民に還元していくために、放医研では普及型の小型重粒子線がん治療装置の開発研究を行っている。普及型装置で使用されるイオン源は、より高い価数のイオンの生成が必要となる。また治療装置として、運転、メンテナンスが容易であることと、長時間安定であることが重要となる。これらのことを考えて、重粒子線治療装置のイオン源部には、ECRイオン源が最適であると考えられる。

■ ECRイオン源とは

ECRイオン源とは、電子サイクロトロン共鳴(Electron Cyclotron Resonance)という現象を利用して得られた高エネルギー電子を強い磁場によって閉じ込め、それを繰り返し利用して中性原子を電離する装置である。仕組みとしては、イオン源内に導入されたガスに、外部からマイクロ波を加えると、プラズマ発生のトリガーとなる電子が電離生成される。電離した電子が磁場によって閉じ込められ、マイクロ波との共鳴で繰り返し加速される。その高エネルギーの電子が、イオンや原子と衝突して電子を一個ずつはがしていき、多価イオンを生成する。ECRイオン源のその他の特徴として、原理的に消耗部品を使わないことから、再現性が良く比較的大強度のビームを長時間安定に供給することができる。現在HIMACでは10 GHzのマイクロ波を用いたECRイオン源 (NIRS-ECR)が治療用の炭素ビームを安定に供給している。しかしNIRS-ECRでは、閉じ込め磁場を最大600 Aの2台の電磁石で形成しているため、電源を含めた全体のサイズは5.3 m × 6.9 mと大きく、また、維持費も高くなってしまふ欠点がある。さらに、約10年間の運転経験より、大出力のクライストロン管を用いたマイクロ波アンプに故障が多く、また、部品点数が多いことから、経年劣化による回路などの故障も増えつつある。

■ 小型ECRイオン源の特徴

今回開発された、永久磁石のみで閉じ込め磁場を形成する小型のECRイオン源 (Kei2-source)は、

- 電力とスペースが小さくてすむ
- 部品数が少ないために、メンテナンスが容易である
- 磁場が固定であるために、必要なイオンの必要な価数のビームに最適化することは困難であるなどの特徴がある。

■ 小型ECRイオン源の設計方針

小型ECRイオン源は、以下のような方針で設計が行われた。

1. 最適な閉じ込め磁場の磁場分布を見つけ出すために、あらかじめ既存のNIRS-ECRを用いて C^{4+} を生成するのに最適な磁場を決定し、それを再現させることとした。NIRS-ECRよりも小さくつくるため、上流側と下流側のミラーピークと、 B_{min} が同じ値になるように磁石の配置と形状を決定した。
2. マイクロ波源として進行波管アンプ(Traveling-Wave-Tube Amplifier)を採用した。進行波管アンプは出力は大きくないが、周波数を大きく変えることができる。
これにより、永久磁石を用いたECRイオン源では、磁場が固定であるため、必要なビームに最適化が困難であるという欠点を補うことができる。
3. 炭素イオンを生成しつづけても、絶縁破壊が起こる事がないような構造を工夫した。炭素イオンを生成していて一番問題になるのが、絶縁物への炭素の付着による絶縁破壊である。このイオン源では、永久磁石を用いることにより、ほぼ全ての部品を同一電位に保つことができ、使用する絶縁物の量を最小におさえることができた。絶縁物を使用している部分は、ビームの引き出し部分とマイクロ波の真空窓、および、装置を支える架台である。炭素の付着による絶縁破壊が起きないように、引出電極には円盤を取り付け、ビームが直接絶縁物を見ることが無い様にした。また、真空窓はプラズマチェンバーから直接見えないように90度曲げたところに取り付け、電子やイオンによる汚れを防ぐようにした。

■ イオン源のビームテスト

行われている。現在までに、He,CH₄,O₂,Arのガスを使用して、ビームテストを行った。

まずはじめにイオン源の基本的な性能を確認するために、CH₄ガスを用いて、マイクロ波のパワー、周波数、引出電圧の依存性を測定した。

図-3、図-4にマイクロ波のパワーを変えたときと、周波数を変えたときの C^{4+} のビーム強度の変化について示す。イオン源のパラメータは、 C^{4+} の強度が最大になるように最適化し、パワーと周波数をそれぞれ変化させた。このときの引出電圧は35kVである。

図-3を見ると、進行波管アンプの最大出力である300 Wでもまだビームが増える傾向にある。これはさらにパワーを増やすと C^{4+} のビーム強度が上がると予想できる。また、周波数を変えると、ビーム強度が大きく変化しているのがわかる。

図-5に引き出し電圧を変えたときの、 C^{4+} のビーム強度の変化について示す。図を見ると、電圧を上げることによって、大強度のビームを得られるのがわかる。しかし、目標の強度(500 eμA)には達していない。

■ ビーム強度の増強

C^{4+} のビーム強度を目標値に達成させるには、以上の結果からマイクロ波のパワーと、引出電圧を上げることで解決できると考えられるが、今回はバイアスディスク法を用いて、ビーム強度の増強を図った。バイアスディスク法とは、イオン源内に電極を置き、プラズマから逃げ出してくる電子を追い返し電子の密度を上げ、多価イオンを増やす手法である。図-6にバイアスディスクを用い

たときと、無いときの炭素の価数分布を示す。バイアスディスクを用いたこと
 によって多価イオンの強度は増え、目標値を達成することが出来た。

■ まとめと今後の展開

普及型重粒子線がん治療装置の開発において、心臓部である小型イオン源の完
 成は大きな課題であったが、今回の開発によって 従来の電磁石を用いたECRイ
 オン源と比較して、電力、スペースともに1/20となり、十分な性能を確保する
 見通しとなった。今後は、信頼性を得るための、長時間運転試験(安定度試験)
 や下流の加速器への入射を考えたエミッタンス測定を実施する。

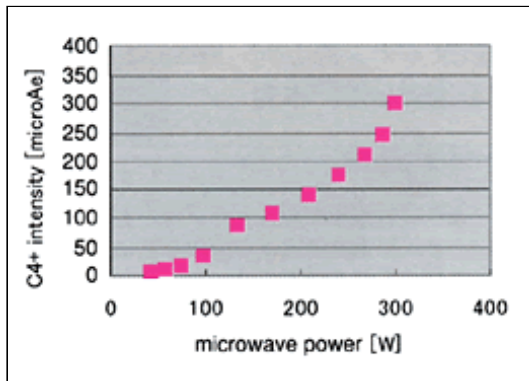


図3 マイクロ波のパワー依存性

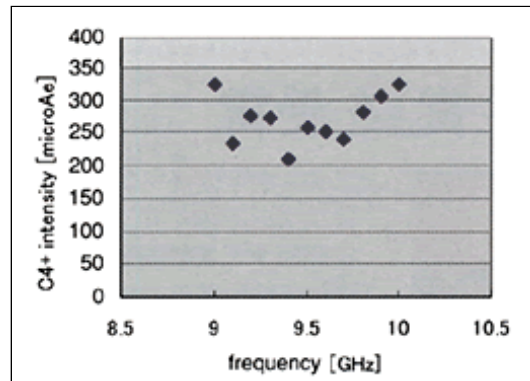


図4 周波数依存性

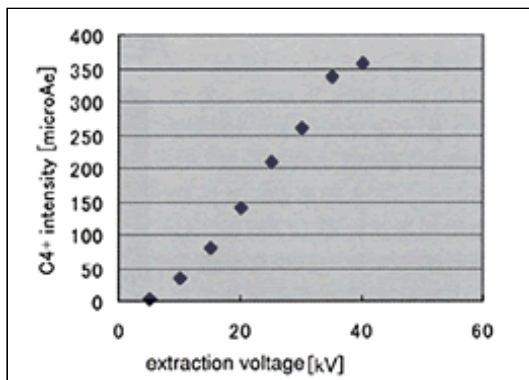


図5 引き出し電圧依存性

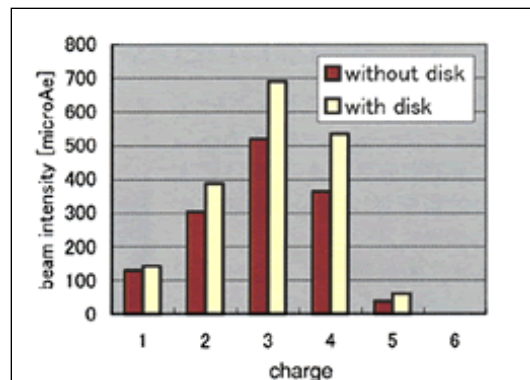


図6 炭素の加数分布

(重粒子医科学センター 加速器物理工学部 村松 正幸)

お知らせ

**米国エネルギー省ブルックヘブン国立研究所
尾崎特別顧問が来訪**

3月26日に、米国エネルギー省ブルックヘブン国立研究所(BNL)の尾崎特別顧問(副所長)が帰国の合間を縫って来訪されました。三木理事から放医研の紹介、山田加速器物理工学部長、辻井重粒子医科学センター長から加速器開発およびHIMACによるがん治療の状況の説明があった後、治療照射室、画像診断棟、静電加速器棟を見学されました。

見学の後、佐々木理事長、理事、関係部長らと懇談が行われ、宇宙放射線共同研究、粒子線治療やHIMACの共同利用に関係したBNLとの研究交流の進展についても話が及び、今後のBNLとの緊密な協力関係の構築を予感させる意義あるご訪問でした。



治療照射室で説明を聞かれる尾崎特別顧問

お知らせ

保田浩志さんが『御園生賞』を受賞

放医研・放射線安全研究センター 宇宙放射線防護プロジェクト第2チームリーダー 保田浩志さんが平成15年度の(財)放射線影響協会奨励賞『御園生賞』を受賞されました。

御園生賞は、放射線科学の分野で卓越した独創的研究を行い、将来が囑望される新進気鋭の研究者を顕彰するもので、元放医研所長の御園生圭輔先生の御遺族から寄せられた浄財を基金として平成8年度に創設された制度です。受賞対象となった研究課題は、「宇宙放射線に対する実効線量の測定評価に関する研究」で、その実績の概要は次のとおり。

- ・ 国際宇宙ステーション(ISS)の建設開始に先立ち、ISS とほぼ同じ軌道の宇宙飛行(シャトル・ミールミッション9号機)において、等身大の人体ファントムを用いた実効線量を測定評価する実験を実施し、放医研の重粒子線加速器(HIMAC)をいち早く活用して得た豊富な較正データを基に精緻な解析を行い、先導的な成果を得た。
- ・ また、宇宙放射線がもたらす生物効果に関して物理的側面からの研究に取り組み、高LET粒子によって各臓器の細胞がヒットされる確率の計算や、複数の固体線量計応答の組み合わせで生物学的に等価な線量を簡便に評価する手法の提案等、宇宙放射線防護に関わる重要な知見を先駆的に国際誌上で発表してきた。

なお、保田さんの受賞は、日本放射線影響学会より推薦(1名枠)を受けてのものです。



協会関係者と受賞者(保田さん右端)

お知らせ

HIMAC10周年記念講演会とシンポジウム

放射線総合医学研究所(放医研)では、重粒子線がん治療装置HIMACの完成10周年を記念して講演会を来る7月2日、東京・大手町の経団連ホールで開催いたします。

HIMACによるがん治療は平成16年3月までに1,800症例において優れた治療成果を得ており、15年11月1日付で厚生労働省から高度先進医療として承認されました。こうした実績をふまえて『がん治療の新しい展開-HIMAC10周年を記念して』をテーマに行います。ご参加を歓迎いたします。

また、翌7月3日は放医研・講堂においてHIMAC10周年記念シンポジウムを開くこととしています。

■ 記念講演会 ■

- 日時：2004年07月02日(金) 14:00-17:15
- 場所：経団連会館(東京)・経団連ホール(14階)
- テーマ：がん治療の新しい展開 -HIMAC 10周年を記念して-

プログラム

- | | |
|-----------------|---|
| 13:00 | 受付開始 |
| 14:00-
14:05 | 開会挨拶 佐々木 康人 理事長 |
| 14:05-
14:20 | 来賓祝辞 |
| 14:20-
15:00 | 特別講演 参議院議員 有馬 朗人氏(元文部科学大臣)
演題「日本の科学技術行政とHIMAC」 |
| 15:00-
17:10 | HIMACに関する講演とパネル討論 <ol style="list-style-type: none"> 1. 臨床成果 辻井 博彦 重粒子医科学センター長 2. 装置開発 山田 聡 加速器物理工学部長 3. 「外部から見たHIMAC」
海老原 敏 国立がんセンター東病院名誉病院長 4. パネル討論
辻井 博彦 重粒子医科学センター長
山田 聡 加速器物理工学部長
海老原 敏 国立がんセンター東病院名誉院長
平尾 泰男 放射線医学総合研究所顧問 (前放医研所長) |

森田 皓三 愛知県がんセンター名誉病院長

17:10- 閉会挨拶 小澤 俊彦 理事
17:15

■ 記念シンポジウム ■

■ 日時：2004年07月03日(土) 9:25-16:50

■ 場所：放医研・講堂

プログラム

9:25-9:30 開会挨拶 佐々木 康人 理事長

9:30-10:50 AMI 臨床成果のまとめ

10:50-11:05 コーヒーブレイク

11:05-12:25 AMII HIMAC

1. HIMAC総括

高田 栄一 加速器物理工学部 重粒子運転室長

2. 照射装置と照射方法(2次ビームも含む)

金井 達明 医学物理部 ビーム測定・開発室長

3. 生物研究と粒子線治療

安藤 興一 画像医学部

粒子線治療生物研究グループリーダー

12:30-13:10 昼食休憩(HIMAC見学含む)

(人数に応じて複数班に分かれて見学)

※見学参加者の昼食は見学後とする

14:00-14:40 特別講演I 「国外から見たHIMAC」

Joseph R. Castro (LBNL)

14:40-15:20 特別講演II 「高LETビームの放射線生物学」

Gerhard Kraft (GSI)

15:20-15:35 コーヒーブレイク

15:35-16:45 PMI 共同利用研究

1. 物理工学分野の基礎研究

村上 健 加速器物理工学部 ビーム利用調整室長

2. 放射線生物研究の進展

古澤 佳也 画像医学部 粒子線治療生物研究グループ

主任研究員

16:45-16:50 閉会挨拶 小澤 俊彦 理事

お知らせ

重粒子医科学センター病院の2階に総合歯科診療科を開設

平成16年5月より、重粒子医科学センター病院歯科と講堂下にありました歯科診療室が、合併しひとつになって、新たに重粒子医科学センター病院の2階に開設することになりました。

診療は、入院患者さん、職員、職員家族、その他、外来患者さんなどを対象とした総合歯科診療です。また、職員の皆さんの口腔検診なども従来どおり行っていく予定です。

また、当科では、入院患者さんの口腔ケア、口腔衛生教育および広報活動なども積極的に行っていきたいと考えています。

- 診療時間：月～金までの毎日診療
- 時間： 13:30～17:00 (予定)

一般歯科治療、歯科口腔外科、顎関節疾患、顎口腔機能障害、ドライマウス、インプラント相談など、多岐にわたって対応が可能です。

治療は、東京歯科大学より経験10年以上のベテラン歯科医師が交代で当たります。また、当科には経験豊かな歯科衛生士がおりますので、口腔衛生治療、指導なども安心して受けることができます。

重粒子医科学センター病院の新しい診療科として、ぜひ皆様の理解と御支援、御協力をお願い申し上げます。

(重粒子医科学センター病院 歯科)

● 訂正とお詫び

放医研NEWS 4月号

4頁の科学技術週間の開催日：**4月18日(日)**が記載もれでした。

5頁の右上 講演会のテーマ「航空機で飛ぶと**宇宙船**被ばくはこうなる」は「航空機で飛ぶと**宇宙線**被ばくはこうなる」に訂正してお詫びいたします。

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
施設見学			
3月5日	John F. Easey	オーストラリア 原子力科学技 術機構	オーストラリア
	Huang Wei	中国国家原子能機構	中国
	Wang Zhidong	中国農業科学院原子力応用研 究所	"
	Hudi Hastowo	インドネシア 原子力庁	インドネシア
	Abdul Mutalib	"	"
	Jong-Bae Choi	韓国科学技術部	韓国
	Kyoung-Pyo Kim	韓国原子力研究所	"
	Han-Myung Lee	"	"
	Adnan Haji. Khalid	マレーシア原子力庁	マレーシア
	Mohamed Ali Abdul Khader	マレーシア ペナン病院	"
	Alumanda M. Dela Rosa	フィリピン 原子力研究所	フィリピン
	Miriam Joy C. Calaguas	フィリピンセントルークス 医 療センター	"
	Pathom Yamkate	タイ 原子力庁	タイ
	Vuong Huu Tan	ベトナム 原子力委員会	ベトナム
	Dias Prinath	国際原子力機関(IAEA)	オーストリア
	Paudyal Bishnuhari	群馬大学	ネパール
	Muhammad Nasin Khan	"	バングラデシュ
	Luis Felipe Chen	"	パナマ
3月16日	Abel J. Gonzale	国際原子力機関(IAEA)	オーストリア
3月26日	尾崎 敏	米国 エネルギー省 ブルックヘブン	米国
	下山田 ちはる	"	"
3月30日	Eric Griesmayer	オーストリア Med Austron	オーストリア
	Diemtar Georg	"	"
	Veronika Masser	"	"

お知らせ

人事異動

< 平成16年4月1日付 >

■ 出向

渡邊 その子	文部科学省 企画室企画課長
櫻井 幸雄	文部科学省 総務部総務課長
伊藤 幸久	文部科学省 放射線防護・安全部放射線安全課 放射線管理第1係長

■ 昇任

水元 伸一	企画室企画課長 文部科学省研究振興局基礎基盤研究課課長補佐
-------	----------------------------------

■ 転任

高野 和夫	総務部総務課長 (独)物質・材料研究機構総務部総務課長
石井 竜太	総務部経理課 文部科学省研究開発局開発企画課
佐々木 昭徳	放射線防護・安全部放射線安全課 放射線管理第1係長 文部科学省水戸原子力事務所放射線監視係長

■ 採用

腰川 泉	総務部総務課
池田 学	研究基盤部実験動物開発・管理室
吉川 碧	情報業務室情報利用推進課
安田 仲広 (任期待)	放射線安全研究センター 宇宙放射線防護プロジェクト第1チーム
川口 勇生 (任期待)	放射線安全研究センター 比較環境影響研究グループ第3チーム
高井 大策 (任期待)	緊急被ばく医療研究センター 被ばく医療部障害臨床研究室
千葉 修一	重粒子医科学センター病院事務課 茨城大学
小松 秀平	重粒子医科学センター病院 診断課画像診断室医師
工藤 紀子	重粒子医科学センター病院 看護課看護師
城本 美由紀	重粒子医科学センター病院

看護課看護師

佐賀 朝香	重粒子医科学センター病院 看護課看護師
山谷 泰賀 (任 期付)	重粒子医科学センター 医学物理部診断システム開発室
福村 利光	重粒子医科学センター 画像医学部主任技術員
菊池 達矢 (任 期付)	重粒子医科学センター 画像医学部分子トレーサー開発室
高井 伸彦 (任 期付)	重粒子医科学センター 粒子線治療生物研究グループ
大林 茂 (任 期付)	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 主任研究員

<平成16年3月31日付>

■ 定年退職

上島 久正	研究推進部 研修課長
小泉 彰	放射線防護・安全部内部 被ばく実験棟管理室長
吉川 喜久夫	研究基盤部 技術支援・開発室専門職
小平 和	研究基盤部 技術支援・開発室共同実験施設管理係主任
榎本 昭雄	研究基盤部 実験動物開発・管理室専門職
本郷 昭三	情報業務室情報システム開発課長
山口 寛	放射線安全研究センター 宇宙放射線防護プロジェクト第1チームリーダ ー
湯川 修身	放射線安全研究センター 放射線障害研究グループ第3チームリーダー
吉田 和子	放射線安全研究センター 放射線障害研究グループ主任研究員
南久松 真子	放射線安全研究センター 放射線障害研究グループ主任研究員
巽 紘一	放射線安全研究センター 遺伝子発現ネットワーク研究グループリーダー
野田 豊	緊急被ばく医療研究センター 線量評価研究部 計測技術開発室長
野口 侑子	重粒子医科学センター病院 診断課臨床検査室 検査係主任
北根フサ子	重粒子医科学センター病院 看護課看護師長
南 鈴代	重粒子医科学センター病院 看護課准看護師

■ 定年退職

柴田 貞夫	重粒子医科学センター 画像医学部主任研究員
外山 比南子	特別上席研究員

■ 任期満了退職

一坪 宏和	放射線安全研究センター ラドン研究グループ第1チーム
木村 真三	緊急被ばく医療研究センター 線量評価研究部微量分析研究室
井上 義和	研究推進部主任研究員

■ 辞職

近藤 浩徳	放射線防護・安全部放射線安全課 核燃料安全係長
小林 保	(4/1 核燃料サイクル開発機構)
村松 康行	放射線安全研究センター 比較環境影響研究グループリーダー
小木曾洋一	放射線安全研究センター 内部被ばく影響研究グループリーダー
近藤 久禎	緊急被ばく医療研究センター 被ばく医療部被ばく診療室
河村 砂織	緊急被ばく医療研究センター 被ばく医療部被ばく診療室
渡邊 江美子	重粒子医科学センター病院 看護課看護師

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2月11日～3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
Selective scavenging property of the indole moiety for the nitrating species of peroxy-nitrite	Hidehiko Nakagawa, Mitsuko Takusagawa, Hiromi Arima, Kumiko Furukawa, Takeshi Kinoshita, Toshihiko Ozawa, Nobuo Ikota	Chemical & Pharmaceutical Bulletin	52	146-149	2004
Altered expression of Tfg and Dap3 in ikaros-defective T-cell lymphomas induced by X-irradiation in B6C3F1 mice	Kyoko Yasumura, Isamu Sugimura, Kazuei Igarashi, Shizuko Kakinuma, Mayumi Nishimura, Masahiro Doi, Yoshiya Shimada	British Journal of Haematology	124	179-185	2004
Stage-specific and age-dependent profiles of zinc, copper, managanese, and selenium in rat seminiferous tubules	Shino Homma-Takeda, Yoshikazu Nishimura, Yoshito Watanabe, Hitoshi Imaseki, Masae Yukawa	Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry	259	521-525	2004
Micro-beam scanning PIXE analysis system at the National Institute of Radiological Sciences (NIRS)	Masae Yukawa, Hitoshi Imaseki	Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry	259	281-285	2004
Metal Contents in the Liver of Patients with Chronic Liver Disease Caused by Hepatitis C Virus	Masaaki Ebara, Hiroyuki Fukuda, Ryoji Hatano, Masaharu Yoshikawa, Nobuyuki Sugiura, Hiromitsu Saisho,	Oncology	65	323-330	2003

	Fukuo Kondo, Masae Yukawa			
Qualitative and quantitative difference in mutation induction between carbon- and neon-ion beams in normal human cells	Masao Suzuki, Chizuru Tsuruoka, Tatsuaki Kanai, Takeshi Kato, Fumio Yatagai, Masami Watanabe	Biological Science in Space	17 302- 306	2003
Tumour shapes and fully automated range compensation for heavy charged particle radiotherapy	Nobuyuki Kanematsu, Hiroshi Asaskura, Ryosuke Kohno, Osamu Takahashi	Physics in Medicine and Biology	49 N1- N5	2004
Neural damage due to temporal lobe epi-lepsy: Dual-nuclei (proton and phosphorus) magnetic resonance spectroscopy study	Takayuki Obata, Yasuhiro Someya, Tetsuya Suhara, Hiroo Ikehira, Shuji Tanada, Yoshiro Okubo, et.al	Psychiatry and Clinical Neuroscincies	58 48- 53	2004
Neuropathology of Delayed Encephalopathy in Cats Induced by Heavy-ion Irradiation	Riki Okeda, Shinobu Okada, Akihiro Kawano, Satoru Matsushita, Toshihiko Kuroiwa	Journal of Radiation Research	44 345- 352	2003
Newly designed graded screen array for particle size measurements of unattached radon decay products	Kumiko Fukutsu, Yuji Yamada, Shinji Tokonami, Takao Iida	Review of Scientific Instruments	75 783- 787	2004

お知らせ

日本放射線腫瘍学会第17回学術大会のホームページ開設のご案内

上記学会のホームページを下記アドレスで開設いたしましたので、ご覧下さい。

<http://www.jastro.jp/AM/2004/>

前日の11月17日(水)には日韓中合同シンポジウムも同時開催致しますので合せてご案内致します。

- **会長** 辻井 博彦 (放医研・重粒子医科学センター長)
- **会期** 平成16年11月18日(木)～20日(土)
- **場所** 幕張プリンスホテル
- **事務局** 放医研 重粒子医科学センター病院
TEL: 043-206-3350
E-mail: 17jastro@nirs.go.jp
担当: 阿南和子 / 町田由香

TOPICS

放医研における重粒子線がん治療の 実施状況と今後の方針 - 平成15年度後期報告 -

放医研では、平成6年(1994年)6月以来、主として従来法では制御困難ながんを対象に、重粒子加速器(HIMAC)を用いて、重粒子線(炭素イオン線を使用)の安全性と有効性を調べるための臨床試験を行ってきました。本試験は開始以来、所内外の専門家からなる各種委員会の協力のもと実施してきましたが、多くの疾患で重粒子線の安全性と効果が明らかになり、こうして得られた成果をもとに、平成14年4月、厚生労働省に高度先進医療の承認申請を行ったところ、平成15年11月1日「固形がんに対する重粒子線治療」という名称でその承認が得られ高度先進医療を開始しました。

重粒子線がん治療の実施状況と成果については、これまで定期的に疾患別臨床研究班(年2回)や評価部会(年1回)の審議を経て、臨床試験を実施する上での最高機関である「重粒子線治療ネットワーク会議(委員長:海老原敏 国立がんセンター東病院名誉院長)に報告し、今年度は、これまでの臨床試験の治療成績とともに、高度先進医療の実施状況についても報告しました。

■ 重粒子線治療の現状

平成6年6月から平成16年2月までに登録された患者数は1,796名で、昨年11月1日付けで承認された高度先進医療で治療された患者数は56名である(図1)。

(1) 重粒子線臨床試験について

重粒子線臨床試験プロトコールは、疾患別分科会および計画部会(部会長:山下孝 癌研究会附属病院放射線治療部長)で作成され、臨床医学研究倫理審査委員会(委員長:尾形悦郎 癌研究会附属病院名誉院長)および同放射線治療部会で倫理面の審査を受け、さらに重粒子線治療ネットワーク会議で承認されたものである。これらの委員会はいずれも所内外の専門家および学識経験者から構成され、定期的に開催されている。

今年度は、新たに「胸部食道扁平上皮癌に対する炭素イオン線による術前短期照射の第I/II相臨床試験」計画書が作成された。

(2) 高度先進医療について

これまで重粒子線治療はすべて臨床試験として行われてきたが、今回、高度先進医療の承認が得られたことにより、重粒子線治療は一般医療の仲間入りを果たしたと考えることができる。しかし、疾患によっては、現時点で得られている治療成績ではまだ不十分で、さらなる成績向上を目指して臨床試験が必要である。これは、放医研に課せられた責務の一つであると考えられる。

今後、放医研の重粒子線治療は、高度先進医療が主体となるが、同時に一部の疾患では、治療成績の更なる向上をめざして臨床試験も行う予定である(表1)。

(注) 高度先進医療とは、新しい医療技術の出現や医療に対するニーズの多様化に対応して、先進的な医療技術と一般の保険診療の調整を図る主旨のもと「特定承認保険医療機関」で実施することが許された医療のことである。その対象となった患者さんからは、通常の医療費(健康保険自己負担分)に加えて、高度先進医療のための特別料金を負担してもらうことになる。放医研の重粒子線治

療においては、この自己負担額314万円である。この高度先進医療に係る費用計算は、重粒子加速器装置(通称ハイマック)の建設費、人件費、消耗治療材料、加速器の運転費(水・光熱費など)や維持管理費などを勘定して算出したものである。

図1 放医研における重粒子線治療の登録患者数
(治療期間: 1994年6月~2004年2月)

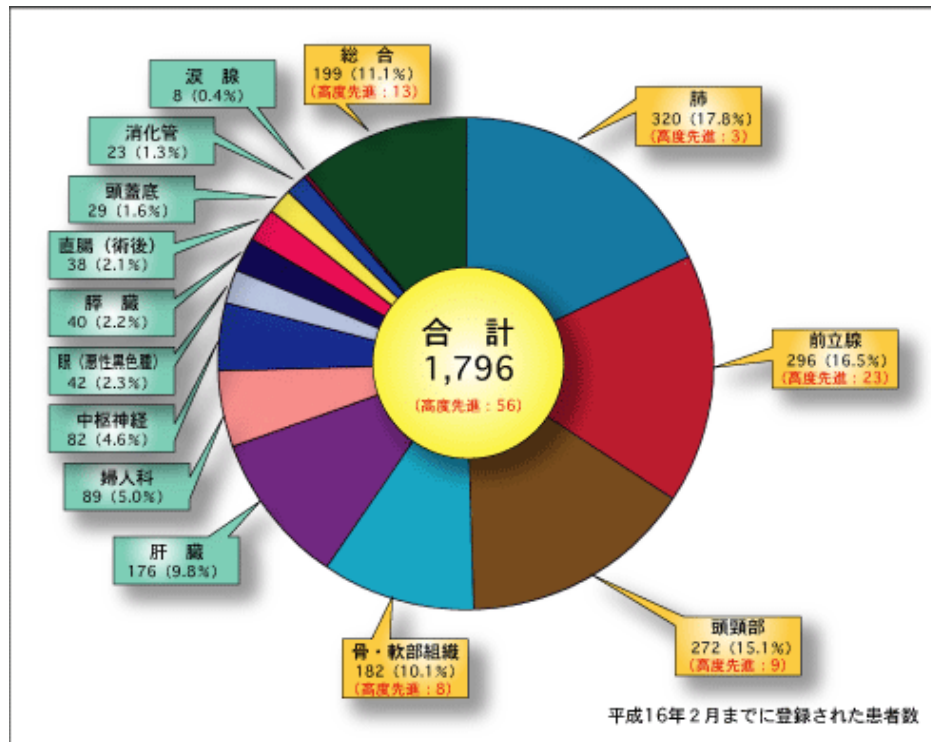


表1 高度先進医療実施要領(2004.2)

グループ	概要	対象プロトコール	高度先進医療実施予定	
1	線量増加試験を終了、第II相試験中のもの、および安全性が確認されたもの	9602 頭頸部III 0007 頭頸部V (黒色腫) 9904 前立腺III 9901 骨・軟部II 9903 肺V (局所進行肺癌)	9404 総合I* (・身体各部の局所限局性の進行がん・転移又は再発局所に限局しているもの)	平成15年11月から実施
2	今年度中に線量増加試験を終了可能と思われるもの	9601 頭蓋底 0002 眼 0003 直腸術後	9801 肺III (肺門近接)	平成16年4月から実施予定
3	第II相試験を既に終了あるいは終了可能だが、より短期間での治療を目指して線量増加試験中のもの	0201 肺VIII (I期肺癌)1回照射	0202 肝IV2回照射	平成16年9月以降に実施予定

4	線量増加試験	0101 中枢II	0005 肺VII	臨床試験継続
	中で、試験を	0102 涙腺	(縦隔リンパ節転	
	継続すること	0203 腭II術前	移)	
	が必要と判断	0204 腭III根治	9902 子宮III	
	されるもの	0006 頭頸部IV骨	9704 子宮腺癌	
		軟部	9404 総合II (症例数がまだ不 足しているもの)	

■ 今後の方針

1. 高度先進医療を軌道に乗せる
体制・環境整備、諸問題の解決
一般医療への定着
保健適用を目指す
2. 臨床試験を継続する
超難治がんに対する治療法の開発(脳腫瘍、膵癌など)
より短期照射法の開発(肺、肝に続く)
他の治療法との比較検討
3. 臨床データベースの活用
4. 画像医学、生物、物理、工学との共同研究
次世代先進小型加速器・照射系の開発など

高度先進医療の実施に当たっての基本方針と手続きは、次のように定めた。

1. 高度先進医療の対象は、第I/II相試験を終了したもの、すでに第II相試験に移行していたもの、及び総合プロトコールで治療していたものとする。
2. 手続きとしては、疾患別研究班会議、評価部会、およびネットワーク会議の順で承認を得ることとする。その結果は、計画部会と倫理委員会に報告する。
3. 高度先進医療に係る具体的な治療法は、疾患別臨床試験プロトコールで確立された治療法を採用することとし、「高度先進医療実施ガイドライン」を作成した。
4. 高度先進医療の円滑な運営を計るため、所内に「高度先進医療審査委員会」を設置した。
5. 個々の患者についての審査は、臨床試験の対象患者はこれまで通り治療部会で、高度先進医療は「高度先進医療審査委員会」で行うこととする。

(重粒子医科学センター 辻井 博彦)

エッセイ・ぱるす NO.30 「海は広いな」

海がよいか山がよいかと聞かれれば、やはり海がよいと答える。しかし、海といっても、船で沖に向かって半日も走れば、水以外何も見えなくなって仕事でもしなければ退屈なことこの上ない。シケになれば、沈むのではないかという恐怖感に取り付かれる。船酔いする者にとっては、地獄である。それでも、海が好きというのは、人は海岸、沿岸、港、渚、更には海の向こうにある異国が好きなのでしょう。

海洋観測は知的活動というよりは、肉体労働に近い。予定されている観測点についたなら、たとえ真夜中であろうと、即観測を開始。特に化け学屋(私のこと)は、取った試料をすぐ船上で処理するため睡眠時間を削ってでも仕事を続けることは多々ある。そんな生活にも、物資の補給、乗船者の休養等のために寄港し、つかの間の平安が訪れる。それが異国の港となると、老いも若きも昨日まで徹夜続きでも、着岸とともに目を輝かして港町探索に繰り出す。

最初に船で訪れた港町は、アラスカの小さな島にあるDutch Harbar。多分だれも知らないでしょう。西部劇に出てきそうな荒涼とした田舎町。まさに地の果てに来たという感じでしたが、恥ずかしながらその時はまだ飛行機に乗った経験さえ無かったウブな大学院生(私のこと!)は「ああ外国に来た!」と、一人で感傷に浸っていたものです。以来、ハワイ、タヒチ、アカプルコというような世界的なリゾートから、あまり一般人は行かないようなラバウル(パプアニューギニア)までいろいろな港に寄港しました。長年海洋観測をやっている割には、それほど多くはないが、様々な港の思い出は私の人生にちょっとした彩りを添えています。

私にとっての未踏の海は東南アジアやオーストラリア周辺、インド洋、そして南極。立場を考えれば、仕事で訪れるチャンスはもう無いでしょう。後は、老後の楽しみとして、豪華(でなくともよいが)客船での船旅。明日から晩酌減らして、貯金を始めるとするか。

(那珂湊支所 日下部正志)



海洋観測船で沖に向かう