

NCT letter 第4号

2017年9月



目次

● 学会長のご挨拶

東京工業大学 科学技術創成研究院 教授
日本中性子捕捉療法学会 会長

中村 浩之 先生

● 第4刊 特集記事

➤ 岡山大学中性子医療研究センターが発足

岡山大学医学部・第一生理学教室

大学院・医歯薬学総合研究科・細胞生理学 教授

松井 秀樹 先生

➤ ホウ素中性子捕捉療法（BNCT）推進協議会について

BNCT 推進協議会会長 京都大学原子炉実験所 所長

川端 祐司 先生

➤ BNCT にかける思い

横浜市立大学 脳神経外科学教室 主任教授

山本 哲哉 先生

● 学会紹介

➤ 第13回日本中性子捕捉療法学会学術大会報告

明治薬科大学 がん先端治療学：アルファ粒子線・免疫治療
学講座 教授

柳衛 宏宣 先生

➤ 第14回日本中性子捕捉療法学会学術大会のご案内

南東北 BNCT 研究センター・センター長(弘前大学名誉教授)
大会長

高井 良尋 先生

➤ 9th Young Researchers BNCT Meeting (YBNCT9) のご案内

実行委員会代表

京都大学原子炉実験所 放射線生命科学研究部門

放射線医学物理学研究分野 准教授

櫻井 良憲 先生

- 研修報告

- 台湾国立清華大学・核子工程與科學研究所への短期研修報告

- 九州大学大学院 医学系学府保健学専攻医用量子線科学分野
修士1年

- 柿野 諒 先生

- 第13回日本中性子捕捉療法学会学術大会 ベストプレゼンテーション賞

- 悪性グリオーマの BNCT 後の CSF dissemination についての病理学的検討

- 京都大学原子炉実験所 粒子線腫瘍学研究センター

- 近藤 夏子 先生

- 名古屋大学における加速器 BNCT 用システムの開発 — Li 封入型ターゲットの除熱方法の検討—

- 名古屋大学 大学院 工学研究科 マテリアル理工学専攻
量子エネルギー工学分野 原子核計測工学グループ (瓜谷研究室)

- 古澤 大貴 先生

- LAT1 トランスポータを介した¹⁸F]-2-fluoro-4-borono-L-phenylalanine (¹⁸F-FBPA)の細胞内輸送に関する検討

- 国立がん研究センター中央病院 薬剤部

- 本田 納紀 先生

- 論文紹介

- 筑波大学 医学医療系 放射線腫瘍学

- 松本 孔貴 先生

- 長崎大学大学院医歯薬学総合研究科フロンティア生命科学分野

- 小野寺 貴恵 先生

- 京都大学原子炉実験所 粒子線腫瘍学

- 渡邊 翼 先生

- 号外

- 京都大学研究用原子炉(KUR)の運転再開!

NCT letter 第 4 号刊行によせて

日本中性子捕捉療法学会 会長 中村浩之
(東京工業大学 科学技術創成研究院 教授)



今年 2 月 28 日、ホウ素中性子捕捉療法 (BNCT) システムが、厚生労働省の「先駆けパッケージ戦略」の 1 つに指定されました。この先駆けパッケージ戦略とは、世界に先駆けて有効な治療法がなく、命に関わる疾患等に対し、革新的医薬品・医療機器・再生医療等を日本発で早期に実現すべく、基礎研究から臨床研究・治験、審査・安全対策、保険適用、国際展開までの対策を一環として取り組むものであり、平成 26 年 6 月 17 日に厚生労働省によって取りまとめられました。この「先駆け審査指定制度」は、世界に先駆けて日本で開発され、早期の治験段階で著明な有効性が見込まれる革新的な医薬品について、優先審査し、早期の承認を目指すこととなります。また、今年の 4 月 21 日には、BNCT 用ホウ素薬剤 SPM-011 (ステラファーマ株式会社) が同じく、この先駆け審査指定制度の対象品目に指定されました。これらの指定を受け、BNCT に関する年次世代医療機器・再生医療等製品評価指標作成事業あるいは医療機器等の開発・実用化促進のためのガイドライン策定事業が、厚生労働省ならびに経済産業省の連携の下、現在進められております。学会としても、現在の学会ワーキンググループを再編して、これらのワーキンググループと協力して BNCT 治療ガイドラインの策定を進めていく所存でございます。

さて、この度は NCT letter 編集委員長の影治照喜先生をはじめ、諸先生方のご尽力により NCT letter 第 4 号を発刊することとなりました。この場をお借りして感謝申し上げます。本号では、これまで掲載して参りました学会関連記事や最近の論文紹介に加えて、学会員の研究活動紹介を目的に、3 つの特集記事ならびに研修報告を新たに掲載しました。是非、学会員間での情報交換の場として NCT letter を活用いただければ幸いです。

最後に、皆様もご存知のように、加速器 BNCT の脳腫瘍ならびに頭頸部がんの第 2 相臨床試験が進められておりますが、早期承認審査に向けて、学会員一丸となって All Japan 協力体制を構築してゆきたいと考えておりますので、何卒ご理解の上、ご協力いただきますよう、よろしく申し上げます。

岡山大学中性子医療研究センターが発足

岡山大学医学部・第一生理学教室
大学院・医歯薬学総合研究科・細胞生理学 教授
松井 秀樹



岡山大学は戦略的研究経営システム改革の一環として、これまで日本が主導してきたがん治療の最新療法・ホウ素中性子捕捉療法BNCTをさらに発展させることを目標に、文部科学省や岡山県北・鏡野町の協力を得て、平成29年4月1日に「中性子医療研究センター(Neutron Therapy Research Center: NTRC)」を発足させました。



開所式挨拶 岡山大学学長 槇野博史



関係者による除幕式

岡山大学中性子医療研究センター(NTRC)の役割

中性子医療研究センターでは、新しいBNCT用ホウ素薬剤を開発して臨床応用に資するとともに、「分子基盤に基づき奏功する根拠が明確な中性子医療」へと昇華させることを、目指しています。また、放射線治療の世界基準を定める国際原子力機関（IAEA）や国内外の大学、学会と連携しながらBNCTの「世界標準治療」の確立を目指しています。この目標を達成するため、センターには国際連携、薬剤開発・動態解析、線量解析・システム開発、臨床研究、加速器の5部門を設置し、世界的な研究者を招聘して兼任やクロスアポイントメントも活用しながら、30人規模でスタートしています。

具体的な役割は、以下のとおりです。

1. 高機能でがんを選択的に標的化できる新たなホウ素薬剤を開発する。

2. 国際原子力機関 (IAEA) と連携して新たなガイドラインを策定し国際標準化する。
3. 名古屋大学などと連携して、IAEA 基準に準拠した安全で効率的な小型中性子線発生

装置（加速器型）を使った BNCT 技術を開発する。

岡山大学大学院・医歯薬学総合研究科・細胞生理学研究室では、2000年に各種の有用物質を高効率に細胞内に導入する技術（タンパク質セラピー法）を開発しました。この技術を利用して、これまでは腫瘍細胞内に入らなかった BSH を高濃度にかつ特異的に腫瘍細胞内に導入できる画期的な薬剤の開発に成功しています。この化合物は、ホウ素のがん細胞内導入効率が従来品に比べ約 100～1000 倍高く、がん細胞への集積性にも優れています。この研究成果により、BNCT がん治療が大きく前進する事が期待されます。

BNCTを一般化するには、病院設置ができる加速器型中性子源を開発する必要があります。この加速器型中性子源の性能を上げるには、陽子線のエネルギーレベルが低く、かつ大きな電流値（大量の陽子線の流れ）を得ることが必要となります。名古屋大学大学院工学研究科で開発中の静電加速器を使った中性子発生装置は、この性能を満たしています。NTRCでは名古屋大学と連携してこの静電加速器を使ったBNCT 技術を開発する予定です。

岡山大学と国際原子力機関IAEAとの連携

放射線治療の国際的なガイドライン策定は、国際原子力機関IAEAが担っています。これは、世界保健機関WHOとIAEAが1959年に締結した協定に基づいています。岡山県には人形峠ウラン鉱山を開発した歴史があり、岡山大学とIAEAは放射線関連で交流・連携をしてきました。岡山大学の松井、市川らは日本中性子捕捉療法学会の平塚純一会長（当時）ならびに松村明理事（筑波大学病院長）の了解の下に、2015年6月29日～7月3日オーストリア・ウィーンのIAEA本部を訪問し、原子力科学・応用局と意見交換をしました。その後、計5回の訪問と3回の国際シンポジウム開催などの交流を実施しています。また、2016年9月のIAEA総会の席上、協力してSide Event「Recent Advances in Boron Neutron Capture Therapy Using Research Reactors and Accelerators」を開催し、世界にBNCTの進歩を紹介することができました。これらの活動を通し、岡山

大学とIAEAは2016年10月にはBNCT関連の研究や人材育成の協定を締結するに至りました。今後もこの連携をBNCTの発展に役立てていきたいと思ひます。

ホウ素中性子捕捉療法（BNCT）推進協議会について

BNCT 推進協議会会長
京都大学原子炉実験所 所長
川端祐司



BNCT 推進協議会とは

BNCT 推進協議会は、BNCT 研究会のあとをうけ、平成 28 年 3 月に第 1 回会合が行われました。平成 21 年から 27 年にかけて活動した BNCT 研究会は、BNCT の実用化に向けて産官学が連携し、諸課題の研究、提言、情報発信を行うものとして活動してきました。関係研究者、企業、団体等の皆様のご努力で、BNCT が次世代のがん治療法として期待が高まったこともあり、新たな方向性を具体的に示すことを目的として、平成 26 年に「BNCT 実用化推進と拠点形成に向けた検討会議」が設置されました。この会議では、「BNCT（ホウ素中性子捕捉療法）実用化と拠点形成にむけて」（平成 26 年 12 月 16 日公表）がとりまとめられ、その中で「我が国の BNCT 研究の舵取りのためにも、全国の拠点が連携できる場の構築が必要である。」と提言され、これに基づいて BNCT 研究会が BNCT 推進協議会として改組されました。大阪府、熊取町、京都大学原子炉実験所、関西 BNCT 医療センターが事務局となり、「実用化が目前に迫っている BNCT のさらなる発展のため、BNCT の医療としての普及や高度化をめざすとともに、産官学連携や医療拠点と研究拠点等における国内外ネットワーク形成方策等を検討する目的で設置」されたものです。

具体的活動内容

具体的な活動としては、関連学会等と連携しながら次の活動を行うとされています。
(1) BNCT の早期実用化に向けた課題の解決、(2) 研究拠点のさらなる強化に向けた調査研究、提言、要望、(3) 医療拠点と研究拠点等における国内外ネットワーク形成に向けた調整、(4) BNCT 普及のための PR に関する活動、(5) BNCT の実用化を契機とした地域振興策の調査研究、提言、要望、(6) BNCT に関わる人材の育成、(7) その他本推進協議会の目的に沿う活動。

また必要に応じてワーキンググループを置くことができ、人材育成 WG、安全・高度化 WG、さらに年度課題 WG が設置されています。平成 28 年度の課題 WG としては、「医療拠点の共同利用のあり方検討 WG」が設置され、年度末に「医療拠点の共同利用のありかた」とりまとめ（案）が承認されました。平成 29 年度は、新たに「窓口相談事務マニュアル作成検討 WG」が設置され、現在活動を進めています。

なかでも、人材育成 WG では、平成 29 年 3 月 1～4 日に参加者 10 名（医師、医学物

理士、放射線技師、学生など)をもって BNCT 講習会が開催されました。京都大学原子炉実験所にて講義・実習等を行った後、大阪府大 BNCT 研究センター、大阪大医学部付属病院を見学させて頂き、参加者の皆さんに好評を頂きました。

また、昨年度の情報発信事業としては、平成 28 年 9 月 14 日に、三井住友銀行本店大ホールにて「革新的がん治療法 BNCT シンポジウム～世界初！日本が世界をリードする BNCT の実用化に向けて～」が開催されました。「原子炉を用いた臨床研究から、医療機関での治療へ」という大きな転換点を迎えている BNCT に関する関心は高く、約 250 名の参加者があり、産官学の関係者ばかりでなく多くの一般の方々の御参加も頂きました。

果たすべき今後の役割

治験が順調に進みつつあり、現在は「患者さんに届く BNCT 治療」までの道筋は見えてきたというところでしょうが、まだまだ課題は山積です。治療は極めて重要ですが、今後も臨床研究や基礎研究もしっかりと進めなくてはなりません。この発展段階において、学術的検討等を行い、方向性を議論すべき全国的な場は BNCT 学会と考えます。ただ、学会はボランティア的に研究者が集まることから、どうしても活動に限界があります。それに本推進協議会が学会活動を補完する形で協力することができれば、より有意義なものになって行くのではないのでしょうか。

各研究者や各施設が、それぞれの活動を自主的に活発に行い、その総意や方向性さらに学術的検討等を学会がとりまとめ、それを本協議会がお手伝いすることによって、BNCT のより健全な発展にお役に立ちたいと考えています。今後とも、御支援・御協力をお願いします。



第 2 回 BNCT 推進協議委員会の様子
(平成 29 年 3 月 21 日、国民会館 武藤記念ホール)

BNCT にかける想い

横浜市立大学 脳神経外科学教室 主任教授
山本哲哉



平成 29 年 5 月 1 日付で横浜市立大学医学部脳神経外科学教室主任教授を拝命し、大学入学以降 35 年間慣れ親しんだつくばから、横浜に移ってきました。日本中性子捕捉療法学会の会員の皆様におかれましては、今後ともご指導・ご鞭撻を賜れますよう、どうぞよろしくお願いいたします。

「リアクターって何でしょうか？」

The 6th International Symposium on Neutron Capture Therapy for Cancer (Kobe, 1994), 私にとっての BNCT の最初の入口は多分、神戸での 1 つ上の先輩に尋ねたこの拙い質問でした。スケジュールリングが合わなくなった教授の宿泊クーポンを回すからと言われ、黙って頂戴して何の国際学会かも知らないで参加しました。未だ研修医の頃でしたが、脳神経外科医ですからマイクロサージェリー（顕微鏡手術）の話なら当時でも少しは解ったのでしょうが、朝から聞いたことのない英単語ばかりのプレゼンを聞き流しながら我慢して座っていて、それでも半日は頑張ったのです。BNCT の研究を始めたばかりの一級上の先輩が教えてくれました、「原子炉だよ、原子炉を使って中性子をあてるんだ」。

こんな様子ですから神戸の国際学会がどうであったか直接感じることはなかったのですが、1987 年に 66 才のメラノーマ患者に初めて使用された Boronophenyl alanine (BPA) に関する三島 豊先生の業績、当時とその後の国内研究のアクティビティを見ても、多くの国内 BNCT 研究者にとって一つの節目であった筈ではあります。

1999 年 9 月 30 日、この日付を見て即何の日か思いうかぶ方はこの学会でもそう多くないかもしれません。ことあるごとに色々の理由で止まっては動く研究用原子炉（といっても故障ではない）での BNCT 基礎・臨床研究を進めてきた諸氏はこの日以降、苦々しい思いで研究の手を止めなくてはならなかったと思います。東海村 JCO 臨界事故の直後、私は Brookhaven National Laboratory から日本に来ていた Dr. Aidnag Z. Diaz を東海村の日本原子力研究所に車で送るところでした。翌日が講演予定だったので。「規制線がはられて出してもらえなくなるかもしれない」、そんな情報もあったので、つくばに引き返してそのまま原研の講演は中止になりました。



EU-Workshop: Radiobiology of boron neutron capture therapy
(Green College, Oxford, 2001)にて。右は Dr. Diaz.

万事休す、かと諦めていたにもかかわらず、それからひと月後の10月25日、奇跡的に JRR-4 改造後の第一例目の初発膠芽腫の BNCT 医療照射が予定通り行われました。当日は研究主任である松村 明先生(現筑波大学教授, 附属病院長)のほか、故能勢忠男前教授, 美濃部嶋先生(麻酔科), 中川義信先生(現四国こどもとおとなの医療センター院長)も指導にかけつけてくださいました。混合ビーム I を使った開頭照射で、照射時間は2時間51分でした。

この時期は私の大学院時代でもありますが, vivo の実験では小野公一先生, 増永慎一郎先生はじめ KUR の関係者の方には本当にお世話になりました。この場をお借りして, ころより感謝申し上げます。ある時は脳腫瘍モデルラットをワゴン車の荷台に乗せて車で KUR に運びました。東名が雪で通行止めになって名古屋から下道を通って KUR に着いたらそのまま徹夜で照射になりました。一時流行った新幹線のコンパートメント室をつかって脳腫瘍ラットを運んだ時には, 在来線の足元のヒーターで半分以上を失いました。最後は羽田で貨物専用で預けて関西空港で受け取ってレンタカーというのをやりましたが, 果たしてこれは大成功でした。



左: JRR-4 改造後第一例の開頭手術。故能勢忠男先生, 柴田 靖先生, 阿久津博義先生の執刀。右: 照射室への移動。美濃部嶋先生と中川義信先生の間で患者頭部を受け持っているのが松村 明先生。

2011年3月11日の東日本大震災ではJRR-4の被災と福島原発事故で研究の継続はとても難しくなりましたが、私自身は脳神経外科医であり、脳腫瘍手術や集学的治療全般の仕事の割合を増やししながら、それでも柔軟にBNCTと向き合ってきました。加速器中性子源の開発研究への期待が従来以上に高まりKURと南東北では治験も始まりました。ヒトでのBNCTでは2006年にJRR-4で治療した膠芽腫の患者が通ってこられていて、再発なく全く普通の日常生活を送っておられます。

横浜市立大学脳神経外科教室ではこれまで、脳腫瘍の発生や悪性化に関わる遺伝子変異の解明とその修飾・分子標的による治療の確立、脊髄損傷のメカニズムとその治療法の開発、脳梗塞や神経損傷後の神経保護を目指した治療法の開発、分子イメージングの基礎・臨床研究などが行われてきました。横浜ではこれまでBNCTが研究されたことはありませんが、そもそも私のBNCTとの関わりはビームがあつたりなかつたり遠距離研究でありましたので、何かを失ったわけではありません。学内にはPET研究施設があり共同研究を始める糸口になると期待しています。加速器中性子源の開発研究、脳腫瘍や頭頸部腫瘍から他の癌腫への適応拡大、ホウ素化合物やDrug Delivery Systemの開発、新規PETプローブの開発、粒子線をつかった放射線生物学的研究等、多方面への学際的広がりをもつテーマであることが魅力のBNCT、横浜では来月小さな実験からリスタートしようと思っています。

第 13 回日本中性子捕捉療法学会学術大会報告

明治薬科大学 がん先端治療学：
アルファ粒子線・免疫治療学講座
教授 柳衛宏宣



2016年8月6日(土)・7日(日)の2日間にわたり、東京大学伊藤国際学術研究センター伊藤謝恩ホールにおきまして、第13回日本中性子捕捉療法学会学術大会を開催させて頂きました。また、本学術大会前日の9月5日(金)には、第4回BNCT講習会(BNCT版医学物理士WG主催、本学術大会後援)が開催されました。今回は、279名の方々に御参会頂き、いろいろな分野での熱い御討議を頂き、誠にありがとうございました。

学術大会開催に先立ち、中性子捕捉療法の世界への発展に多大なる業績を残された神戸大学名誉教授の三嶋豊先生が御逝去されたという訃報を受け、学会長の東京工業大学の中村浩之教授より三嶋豊教授の業績の御紹介を頂き、全員で黙とうを捧げ、哀悼の意を表しました。

本学術大会のテーマは、「集学的治療としての中性子捕捉療法を考える」と題しまして、中性子捕捉療法の進歩とともに、標準治療との組み合わせをいかに考えるか、にも焦点をあて、多くの議論がなされました。演題数は、Invited Lecture 1題、と特別講演3題、教育講演1題、ランチョンセミナー2題(4演者)、一般演題36題、ポスターセッション16題、ワークショップ2題(8演者)、大会長講演1題、三嶋記念化学賞受賞講演2題で合計72演題を御講演いただきました。各招待講演の先生方には、中性子捕捉療法において、新規CBE評価、病院併設型加速器の開発、放射線抵抗性Q細胞、癌幹細胞、がん免疫治療新時代、臨床薬理学との接点、分子生物学的考察、等のテーマを持って御講演いただき、質疑応答も含めて非常に盛況でした。また、現在実施されている悪性脳腫瘍や頭頸部癌に関する御発表を頂くとともに、集学的な癌治療としての中性子捕捉療法の適応拡大として、肺癌、再発乳癌、膵臓癌への応用が可能か?について御講演頂き、専門分野の研究者と意見交換を行い、標準治療との比較および併用効果を検討しつつ、さらなる研究集積が必要と感じました。

昨年度から創設されました三嶋記念化学賞には、石渡喜一先生(脳神経疾患研究所南東北・創薬サイクロトン研究所、福島県立医科大学医学部)「BNCTへの応用を目指した¹⁸F-FBPA開発」と、切畑光統先生(大阪府立大学地域連携研究機構BNCT研究センター ほう素薬剤化学講座)およびステラファーマ株式会社「産学官連携による高純度10B-L-BPAの応用開発ーBNCTの実現を目指してー」の、2件に対して授賞が決まり、表彰式と受賞講演が行われました。

さらに、「これからのがん医療を考える患者の会」との共催として、市民講座も開催いたしました。小野公二教授、平塚純一教授に中性子捕捉療法の原理と臨床例をわかりやすく御説明頂き、約 100 名のフロアからの質問も多数ありました。一般の方々への認知がさらに広がることを期待いたします。

最後に、本学術大会を開催するにあたり、数々の御協力と御助言を頂きました中村浩之学会長、小野公二教授、前学術大会長の市川秀喜教授をはじめ、学会員の皆様、運営実務面において学会事務局、教室スタッフ、運営事務局の皆様方に、深謝いたします。



会場では熱心な質問と討議が展開された（左上）。Invited Lecturer の Sara J Gonzalez 先生を囲んで（右上）：左より中村浩之学会長、小野公二先生、Sara 先生、筆者。三嶋記念化学賞受賞の切畑光統先生と石渡喜一先生を囲んで（左下）。



懇親会のスナップショット

学術大会の詳細は、公益財団法人 医用原子力研究振興財団発行の「医用原子力だより」第 17 号にも掲載頂いております。あわせてご覧頂ければ幸甚です。

第 14 回日本中性子捕捉療法学会学術大会のご案内

大会長 高井良尋

南東北 BNCT 研究センター・センター長
(弘前大学名誉教授)



この度、「第 14 回日本中性子捕捉療法学会学術大会」開催の榮譽を賜りましたこと、厚く御礼申し上げます。平成 29 年 9 月 29 日（金）～30 日（土）の 2 日間、郡山市の郡山ビューホテル・アネックスにおいて開催致します。

ホウ素中性子捕捉療法（Boron Neutron Capture Therapy: BNCT）は従来の放射線治療とは全く異なる機序を利用した画期的な新時代の放射線治療です。BNCT は従来、原子炉より得られる中性子を用いて行われていた日本が主導してきた治療法ですが、原子炉は病院に設置することができないため、現在までに臨床医療として確立した治療法にはなっておりませんでした。

南東北 BNCT 研究センターでは、近年開発された BNCT 用加速器（サイクロトロン）を病院併設としては世界で初めて導入し、再発悪性脳腫瘍や再発・進行頭頸部がんに対して臨床試験を開始しました。加速器 BNCT が世界に普及するためには、この BNCT が信頼される治療法として認識されることが必要です。日本では、すでに、複数の施設で加速器 BNCT の導入が検討されてきております。このタイミングで、BNCT を真の医療手段とするためには臨床現場で何が必要なのかを、BNCT に関わる臨床、物理、化学、生物、技術、看護など、すべての皆様に議論を深めて頂きたいと思っております。従いまして今回の学術的テーマは「加速器 BNCT の実臨床へ向けての諸問題」としました。シンポジウムやワークショップでは、実臨床における作業手順、セットアップや線量分布からみた患者選択、正常組織における線量評価、看護等実務に関することを多く取り上げたいと思っております。

本大会が、今後次々に開始される各施設での医療としての BNCT を進めるにあたって有用なものになればと願っております。多くの皆様のご参加をお待ちしております。

ホームページ : <http://jsnct14.umin.jp/greeting.html>



南東北 BNCT 研究センター



大会会場：郡山ビューホテル・アネックス

9th Young Researchers BNCT Meeting (YBNCT9)のご案内

実行委員会代表 京都大学原子炉実験所 櫻井良憲

9th Young Researchers' BNCT Meeting (YBNCT9)を、2017年11月13～15日の日程で、京都大学宇治キャンパスおうばくプラザにて開催いたします。Young



Researchers' BNCT Meeting は、1999年にオランダの Petten で開催された第1回以降、ほぼ2年ごとに開催されてきました。第9回の開催は、オールジャパン体制での協力のもと、京都大学原子炉実験所が世話役となり開催する運びとなりました。

本ミーティングは BNCT に関連する様々な研究に携わっている若手の研究者を主な対象としております。そこで、特に若手の皆様には、研究成果を気楽に発表する場として、気兼ねなく議論を掘り下げる場として、そして、楽しく国際交流を深める場として活用していただければと思います。

本ミーティングの開催場所として選んだ宇治は、京都の南方に位置する歴史的な都市で、京都の中心から鉄道で30分程度の距離です。世界遺産である寺院「平等院」を始め多くの観光スポットを有しています。また、日本茶のブランドの一つである「宇治茶」でも有名です。特に、11月は紅葉が進み、最も美しいシーズンでもあります。ミーティングの合間に、宇治茶を飲みながら観光も楽しんでいただければと思います。

若手に限らず多くの日本中性子捕捉療法学会会員の皆様にもご参加いただくことで、本ミーティングが実りあるものとなることを期待しております。秋の宇治で皆様にお会いできること楽しみにしております。

HP: <http://www.rri.kyoto-u.ac.jp/ybnct9/>



フライヤー



おうばくプラザ

台湾国立清華大学・核子工程與科學研究所への短期研修報告

九州大学大学院 医学系学府保健学専攻 医用量子線科学分野
修士1年 柿野 諒



私は2017年3月1日～3月31日の1ヶ月間、台湾の国立清華大学にて留学生活を送りましたので、短文ではありますが報告いたします。この短期研修の目的はBNCTの治験を行っている国立清華大学オープンプール型原子炉(以下、THOR)におけるQA/QCについて学ぶことでした。

国立清華大学では江祥輝教授の博士課程に在籍されている黄俊凱さんにBNCTのQA/QCに関するご指導を賜りました。研修内容は原子炉の構造やBNCT治療風景の見学、BNCT治療時のQA/QCのシミュレーション、中性子照射実験などでした。原子炉見学では、原子炉の基本的な原理からTHORの構造など様々なことを教えていただきました。原子炉見学中には中性子照射実験が行われており、コアの部分からの青白い鮮やかなチェレンコフ光を観察できたことは非常に印象に残っています。QA/QCのシミュレーションでは、THORで実際に行われている放射化法の実習をさせていただきました。私の研究内容が中性子計測に関することもあり、中性子計測のゴールドスタンダードである放射化法を実習で学べたことは大変貴重な経験となりました。原子炉を用いた照射実験を行うことができ、5円玉を放射化試料として実験を行い、スペクトル分析を行いました(勿論、5円玉は持って帰れなくなりました...)

滞在中に、2度もBNCTの治験の見学ができたのは今回の研修の中でも大きな収穫だと思います。見学では、朝のQA/QC、カンファレンス、セットアップなど、全ての行程に参加させていただきました。見学中、私が日本から来た研修生と知ってくださったのか、放射線腫瘍医の先生が今回の治験のケースについて詳細に教えてくださいました。また、BNCTの今後の展望についても熱く語ってくださったのには心を打たれました。様々な分野の専門家が意見を出し合い、一人の患者さんのために治療を行うBNCTの魅力を実感し、今後の可能性の大きさを実感しました。

今回の研修では、学生という身分にも関わらず贅沢な1ヶ月を過ごしました。また、私自身の英語力の不足を強く感じました。この1ヶ月間で得たことを研究活動や今後の進路に還元していきたいと思っています。

最後になりますが、このような貴重な機会を与えていただいた指導教官の納富昭弘先生に感謝するとともに、多大なるご指導を賜りました国立清華大学の江祥輝教授、許榮鈞教授、黄俊凱さん、研究室の皆様方に心より感謝申し上げます。また、今回の留学に

あたっては日本学生支援機構・海外留学支援制度から奨学金補助を受けたことを申し添えます。



THORの外観



研究室のメンバーの方々と(筆者: 左から3番目)

第13回日本中性子捕捉療法学会学術大会 ベストプレゼンテーション賞

悪性グリオーマの BNCT 後の CSF dissemination についての病理学的検討

近藤夏子¹、R. F. Barth²、宮武伸一^{3,4}、川端信司⁴、鈴木実¹、
小野公二¹、N. L. Lehman²



¹京都大学原子炉実験所 粒子線腫瘍学研究センター

²オハイオ州立大学 病理学

大阪医科大学 ³がんセンター、⁴脳神経外科

我々は再発・新規悪性グリオーマに対して BNCT を行い、その予後 (median survival time) を延長してきた。標準治療後、85%以上のグリオブラストーマの患者は腫瘍の局所 2cm 以内から再発する。一方、BNCT 後の腫瘍局所は標準治療に比べてよく制御されるが、死因で最も多いのは脳脊髄液播種(Cerebrospinal fluid (CSF) dissemination)であり、発症後予後は 4.8 か月である。本研究では BNCT 後、CSF dissemination 発症に関与する特異的な病理学的特徴があるかどうかを検討した。対象は 2002 年 1 月から 2013 年 7 月までの間に、テント上悪性グリオーマ (glioblastoma (GBM), anaplastic astrocytoma, anaplastic oligodendroglioma, anaplastic oligoastrocytoma) 87 症例で、再発時または新規 GBM に対して BNCT を行った。28 名の CSF dissemination の型を確認したところ 8 名が局所再発と頭蓋内播種の併発、18 名が頭蓋内播種、2 名が脊髄播種であった。BNCT 後 CSF dissemination を発症した 30 名のうち 20 名の患者の腫瘍の GBM variant を含む形態学的組織および細胞分裂(増殖)指標 Ki-67 と R132H mutant (*mt*) of isocitrate dehydrogenase (IDH1^{R132H})に関する免疫組織染色を評価した。IDH1^{R132H} は悪性グリオーマの予後と相関し、*mt*の方が *wild* (*mt* negative)よりも予後が良い。

検討した 20 名の病理組織のうち 10 名が IDH1^{R132H}-negative small cell GBM であった。他に、IDH1^{R132H}-negative GBM variant が 3 名、IDH1^{R132H} positive GBM が 1 名、anaplastic oligodendroglioma が 2 名、などであった。Ki-67 に関しては幅が広く 2-75%であった。

一般的に small cell GBM は概ね IDH1^{R132H}-negative で予後が悪い。その頻度は GBM の組織学的診断ではわずか 10%程度であるが、今回の我々の結果では BNCT 後 CSF dissemination を発症した患者の病理的特徴の 50%にも達した。IDH1^{R132H}-negative small cell GBM が CSF dissemination に強く関与している可能性が示唆される。この理由は現在明らかではないが、このような腫瘍が BNCT 後に CSF に播種する傾向が高いかもし

れない。本研究内容は2017年4月1日に *Journal of Neuro-Oncology* に受理された (*J Neurooncol.* 133: 107-118, 2017.)。

最後に本研究発表を優秀発表賞に選出して下さった大会長 柳衛宏宣先生、学会長 中村浩之先生、ならびに本 *News Letter* での発表の機会を与えて頂いた影治照喜先生に心より御礼申し上げます。

名古屋大学における加速器 BNCT 用システムの開発 — Li 封入型ターゲットの除熱方法の検討—

古澤 大貴¹、瓜谷 章¹、渡辺 賢一¹、吉橋 幸子¹、山崎 淳¹、
鬼柳 善明¹、土田 一輝¹、辻 義之¹、恒吉 達矢¹、
浜地 志憲²、時谷 政行²、田村 仁²、相良 明男²
¹名古屋大学、²核融合科学研究所



研究背景 BNCT 用加速器中性子源として、Li 封入ターゲットシステムの開発を行っている。陽子加速器は IBA 社製 Dynamitron であり、最大エネルギー 2.8 MeV、電流 15 mA が得られる。この高出力陽子線 (42 kW) を照射面積 80 mm×80 mm に照射する場合、Li ターゲットから高熱流束 (6.6 MW/m²) を除熱し、その温度を Li 金属中不純物とターゲット金属が反応する温度 (728 K) 以下に保持する必要がある。ここでは、除熱方法と除熱実験に関して報告する。

ターゲット構造と除熱方法 Li 封入ターゲットでは、凹構造を施した Ta 基板表面に Ti の箔を接合し、Ta 基板と Ti 箔間に形成される空間に Li 金属を封入する。この構造により、陽子線照射で Li 金属が液化しても、Li と ⁷Li(p,n)⁷Be 反応で生成された放射性 ⁷Be とをターゲット内に安全に封入することができる。ターゲットの冷却は Ta 基板背面に接続された水冷却チャンネル構造付の銅基板により行う。高熱流束を除熱するために、冷却水中に乱流を起こし冷却効率を向上するリブ構造を採用した。この水冷却チャンネル構造付の銅基板の除熱性能を実験的に確認するために、電子線を用いた銅基板のみの加熱試験を行った。

実験方法 予備実験として核融合科学研究所の 30 keV の電子線を用いた超高熱負荷装置 (ACT2) にて、銅冷却基板に電子線を照射、銅基板の表面近傍の温度と冷却水温度を熱電対で同時計測し、それらの差 (ΔT) よりターゲット除熱性能を評価した。加熱試験には、単純チャンネル構造と乱流促進リブ構造をもつ 2 種類の銅基板を準備し、除熱性能を比較した。さらに、電子線走査の影響を確認するために、照射面積を変えて (30 mm×30 mm、60 mm×60 mm) 除熱特性を評価した。

実験結果 実験結果を図に示す。リブ構造がある場合には単純チャンネル構造の場合に比べて除熱効率が 2 倍向上することが確認でき、実際のターゲット熱負荷条件 (6.6

MW/m²) においても ΔT を 50 K 程度に抑えられ、42 kW の陽子照射時における除熱の見通しが得られた。

計算条件および計算結果 この時の水冷チャンネル壁と冷却水との熱伝達率を有限要素法シミュレーションソフト Elmer を用いて求め熱伝達率 $h=1.23 \times 10^5 \text{ W/m}^2/\text{K}$ という結果が得られた。この熱伝達率を用いて同ソフトでターゲット構造を模擬し、実際の BNCT 用ターゲットに 42 kW の熱が入射された際の温度を求めた。このとき陽子の熱付与を、各層内でこれに対応した発熱があるとして再現した。このとき、ターゲット表面の温度を 412 K まで抑えることが可能という結果が得られた。

今後の展望 冷却基板の冷却性能が確認できたため、今後は Li の代わりに模擬ターゲットとして In を用いて Ti 膜や Ta 基板を取り付けた体系で熱負荷実験を行い、金属間の界面の熱抵抗を測定する。

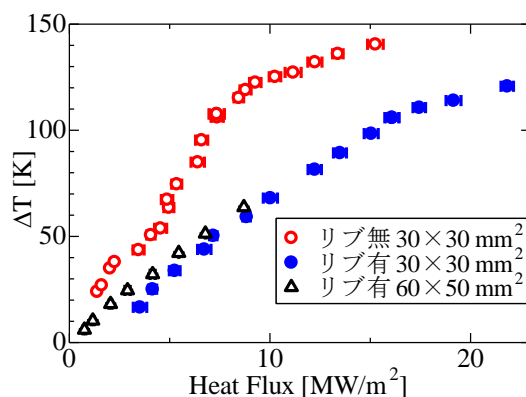


図 熱流束に対するターゲットの温度上昇特性

第 13 回日本中性子捕捉療法学会学術大会 ベストプレゼンテーション賞

LAT1 トランスポータを介した [^{18}F]-2-fluoro-4-borono-L-phenylalanine (^{18}F -FBPA)の細胞内輸送に関する検討

本田 納紀¹⁾、吉本 光喜²⁾、栗原 宏明³⁾、井垣 浩⁴⁾、伊丹 純⁴⁾



1) 国立がん研究センター中央病院 薬剤部、 2) 国立がん研究センター臨床開発センター 機能診断開発分野、 3) 国立がん研究センター中央病院 放射線診断科、 4) 国立がん研究センター中央病院 放射線治療科

^{18}F -FBPA を用いた PET 検査は、ホウ素中性子捕捉療法 (BNCT)において BPA の集積を評価し、BNCT の効果を予測する上で重要な役割を果たすことが知られている。近年我々は、 ^{18}F -FBPA が L 型アミノ酸トランスポーター (System L)によって細胞に取り込まれることを報告してきた。System L は Na^+ 非依存型の中性アミノ酸トランスポーターに分類され、LAT1~4 までのサブタイプが存在しているが、どのサブタイプが ^{18}F -FBPA や BPA の取込みに寄与しているかは明らかになっていない。そこで、我々は ^{18}F -FBPA 取り込みメカニズムを解明する目的で、 ^{18}F -FBPA の取込みに対する LAT1 の関与について検討を行った。

実験にはヒト咽頭がん由来の細胞株 FaDu 細胞、U-87MG 細胞ならびに U-118MG 細胞を使用し、 ^{18}F -FBPA は医療用小型サイクロトロンを用いて院内合成を行った。まず FaDu 細胞に対し、System L アミノ酸トランスポーター阻害薬である 2-Aminobicyclo-(2,2,1)-heptane-2-carboxylic acid (BCH) ならびに System A 阻害薬である MeAIB を用いた輸送阻害実験により System L による輸送を確認した。その結果、BCH 処置によって ^{18}F -FBPA ならびに ^{14}C -BPA の取込み率が 80%以上抑えられたのに対し、MeAIB 処置では取込み率の大きな変化は認められなかった。さらにこれらの結果は Na^+ 非存在下においても差は認められなかったことから、 ^{18}F -FBPA および ^{14}C -BPA が System L アミノ酸トランスポーターを介して細胞内に取り込まれている可能性が示唆された。次に、siRNA を用いて選択的に LAT1 をノックダウンし、 ^{18}F -FBPA 輸送に対する影響を観察したところ、FaDu、U-87MG ならびに U-118MG 細胞のいずれにおいても LAT1 ノックダウンにより著明な ^{18}F -FBPA 輸送量の低下が認められた。

本研究の結果から、 ^{18}F -FBPA の細胞内輸送には LAT1 が主に寄与していることが示された。また我々はすでに、 ^{14}C -BPA と ^{18}F -BPA の腫瘍集積が相関することを確認しているため、BPA も ^{18}F -FBPA と同様に LAT1 を介して輸送されていることが予想される。

今後、異なるがん細胞種に対する検討や、LAT1 以外の関与についても検討していくことで、¹⁸F-FBPA や BPA の腫瘍細胞内への輸送メカニズムの解明に繋がると考えている。

最後に、本研究を行うにあたり御尽力頂いた吉本先生および栗原先生をはじめ、NCT letter への発表の機会を頂きました影治先生にこの場をお借りして感謝申し上げます。

論文紹介（生物学） 筑波大学 医学医療系
放射線腫瘍学 松本 孔貴



論文タイトル:

An analysis of the structure of the compound biological effectiveness factor

論文著者:

Koji Ono

出典:

Journal of Radiation Research, 57 Suppl 1:i83-i89, 2016.

抄訳:

粒子線治療の生物効果を考える上で、従来の X 線や γ 線に比べた生物効果の違いを考慮することが重要である。普及を続ける炭素線や陽子線治療では、均一に照射される物理吸収線量に単一的な RBE 値を乗じることで、生物学的 X 線等効果線量を算出している。しかし、ホウ素中性子捕捉療法 (BNCT) の生物効果は腫瘍および正常組織へのホウ素化合物の集積に依存し、かつ集積性が臓器・組織毎に異なるため、従来前の RBE だけでは等効果線量の算出には不十分であり、そこで考案されたのが CBE (Compound Biological Effectiveness) ファクターである。GM Morris らは、皮膚障害 (湿性落屑と壊死) および放射線脊髄炎を指標として、BSH と BPA の CBEF を報告している¹⁻³⁾。非常に便利かつ有用な概念だが、一方で BNCT に関わる線量の複雑さを如実に表すとともに、CBEF の実験的算出がこんな臓器・組織もあり、この点は BNCT 適応拡大の大きな障害となる。また、提案から 20 年の時を経て精査あるいは再解析すべき点が明らかとなり、本論文ではこの点について検討を行っている。具体的には、以下の 4 つの点について解析を行っている。

1. 中性子ビームの RBE で補正された中枢神経系に対する BSH の CBE ファクターの調整

既に Morris らにより報告された中性子線量と RBE の関係を用いて、各中性子線量に対する RBE を再評価した。Morris らは、BSH の CBEF 計算に 1.40 の固定 RBE を適用しているが、再解析の結果 RBE は 1.62 から 2.50 に増加し、再評価後の中性

子線量は 13.6Gy から 3.6Gy に減少し、同様に CBEF も再計算下結果、約 0.52 から約 0.36 に減少した。また、再解析の有無に関わらず CBEF は血中 ^{10}B レベルに依存せず一定の値を示した。

2. 中枢神経系に対する BPA の CBE ファクターと ^{10}B の N(正常組織)/B(血液)レベルとの関係の分析

CBEF の値は、 ^{10}B の N/B レベルの関数としてプロットされる。既に報告されたデータを補正 RBE により再計算した結果、BPA 投与を行わない ^{10}B の N/B レベルが 0 における CBEF は、補正前後でそれぞれ 0.37 と 0.32 と予測され、CNS の晩期障害に対する補正後の BPA の CBEF は N/B の一次関数で示される。

$$\text{CBEF} = 0.32 + \text{N/B} \times 1.65$$

3. 中枢神経系に対する BSH および BPA の CBE ファクターの構造解析

BSH を用いた BNCT では、正常な CNS の血管系は血管内側からのみ照射される(脳組織には取り込まれないため)。したがって、1.で再評価した 0.36 は、BSH の血管内 CBE (il-CBE) F として定義することができ、この値は BPA が持つ il-CBEF (0.32) と非常に近い。BSH と BPA は異なる生物学的特性を有しながら、非常に類似した il-CBEF を有する事が明らかとなった。

BPA は正常な CNS 組織に浸透するため、血管系は血管外側から放射線を受ける。この寄与は血管外 CBE (el-CBE) F と定義でき、血管 CBE (v-CBE) F は、il-CBEF と el-CBEF からなる。さらに非血管系で誘発される障害の寄与も考慮する必要があり、この成分は非血管 CBE (nv-CBE) F と定義できる。el および nv-CBEF は ^{10}B の N/B レベルによって決定されることは明らかで、el-CBE および nv-CBEF は、N/B の産物および el-および nv-CBEF の各要素として定義される。この結果、(el-CBEF 要素+nv-CBEF 要素) は 1.65 と計算された。

4. CBE ファクターおよび構成要素の構造の皮膚および肺の晩期障害の理解に対する適用

毛細血管の障害は皮膚壊死の原因であると考えられ、これは BNCT に関連する晩期障害の一形態であり、皮膚壊死に対する BSH と BPA の CBEF 0.86 ± 0.08 と 0.73 ± 0.42 は、各化合物の v-CBEF とみなすことができる。血管外組織に存在する

B は、血管内組織の ^{10}B レベルが血液中のレベルと等しい場合でも、血管内 ^{10}B による線量よりも大きな線量を血管系に送達する。これら 2 つの線量の比は、明らかに血管の径に依存して変化する。さらに、 α 粒子および ^7Li 核の LET は、それらの極めて短いトラック範囲全体にわたって変化するため、これらの粒子は核反応の位置に依存して血管系に対し様々な程度の生物学的障害を引き起こす。この幾何学および生物学的な複雑な作用のために、genomic biological factor (GBF) が導入された。

GBF は血管外組織の ^{10}B レベルが血液中のレベルと等しい場合、血管壁の両側から送達される生物学的放射線量の比として定義される。BSH と BPA の CBEF を皮膚壊死 (0.86 と 0.73) に適用し、BSH および BPA の GBF を算出した結果、BSH と BPA の GBF は 1.39 と 1.52 であった。

次いで、BPA の GBF を用いて、肺の晩期障害に対する CBEF の分析を行った。既に報告されている BPA の $N/B=1.1$, $CBEF=2.3$ を用いて、el-CBEF と nv-CBEF の要素を計算した (ilCBEF=0.32, GBF=1.52 を用いた)。結果、el-CBEF=0.49, nv-CBEF=1.31, nv-CBEF=1.44 となり、肺の晩期障害に対する BPA の CBEF は以下の式で示されることが明らかとなった。

$$CBEF = 0.32 + N/B \times 1.80$$

コメント

BNCT における CBE ファクターは、他の粒子線治療における RBE 以上に生物効果、臨床成績に密接に関わるパラメータである。現在設定されている CBEF 値は限られた *in vitro*, *in vivo* の実験系で求められた値であり、さらなる BNCT の高度化、オーダーメイド化のためには、可能な限りの組織について CBEF を求めることが重要となる。しかし、現実的に CBEF 値を取得できない臓器、障害があることから、本論文における解析のように BPA と BSH の病理学的、形態学的、生物学的な集積、分布の違いを考慮して、シミュレーション等により推測することも重要なプロセスであると考え。その上で、生物的に取得可能なデータとの一致性を評価し、先に進む必要がある。

他の放射線治療にも共通して言えることだが、現在の放射線治療では局所の抗腫瘍効果より正常組織晩期障害が治療遂行・中止の鍵となることから、より正常組織に対する CBEF の取得が重要であると考え。本論文は、BNCT 関係者が何気なく使用している CBEF について掘り下げ、新たな展開を示す極めて重要な報告であると考え。

論文紹介 (生物学)

長崎大学大学院医歯薬学総合研究科

フロンティア生命科学分野 小野寺 貴恵



論文タイトル：

A Hypoxia-Targeted Boron Neutron Capture Therapy Agent for the Treatment of Glioma

論文著者：

Micah John Luderer, Barbara Muz, Pilar de la Puente, Sanmathi Chavalmane, Vaishali Kapoor, Raymundo Marcelo, Pratim Biswas, Dinesh Thotala, Buck Rogers, Abdel Kareem Azab

出典：Pharm Res (2016) 33:2530-2539

抄訳

本論文は、BNCT に用いるホウ素化合物の腫瘍選択性の向上を目的として、低酸素細胞に選択的に集積する 2-nitroimidazole にボロン酸エステル基を導入した B-381 を分子設計し、その生物学的評価を L-boronophenylalanine (BPA) と比較した結果を報告したものである。B-381 は市販の試薬を原料として 1 段階で合成された。D54 ならびに U87 神経膠芽腫細胞、マウス海馬由来 HT22 細胞、末梢血単核球細胞を用いて低酸素状態 (hypoxia, 0.5% O₂) および酸素正常状態 (normoxia, 21% O₂) での細胞毒性と細胞への取込みを L-BPA と比較した。B-381、L-BPA ともに全ての細胞株に対して酸素濃度によらず目立った毒性を示さず、B-381 は D54 細胞に対して 72 時間後も細胞毒性を示さなかった。また、B-381 は酸素正常状態では細胞にほとんど取り込まれず、低酸素状態では D54 細胞、U87 細胞にそれぞれ 21%、25% が取り込まれた。一方、L-BPA の取込みはいずれの条件下でも 5% 未満であった。皮下移植腫瘍モデルマウスにおいて腫瘍内注射後の薬剤保持率を検討した結果、L-BPA 濃度は注射後 24 時間でほぼ検出不可能なレベルまで低下するのに対し、B-381 は 24 時間後でも 8 時間後と同程度の濃度を保っていた。しかしながら静脈注射した場合の T/N 比は注射後 24 時間で 2.6 と比較的低い値にとどまり、これは血中濃度の半減期が約 2 時間と短いことに起因すると筆者らは結論付けている。

コメント

BNCT に用いるホウ素化合物の腫瘍選択性の向上を目的として低酸素細胞指向性分子に含ホウ素置換基を組み合わせる分子設計は目新しいものではないが、本論文ではエポキシ基とアミノ基の開環付加反応による 1 段階の簡便な合成により目的の化合物を得ており、有機合成化学での有用性から多種多様な含ホウ素化合物が開発されていること

を考慮すると応用性に富んだ合成戦略といえる。本論文で用いられた **B-381** は体内動態に改善すべき点はあるものの、低酸素細胞への取り込みと保持が優れていることから、効果的に腫瘍に送達されれば治療に有効な腫瘍内濃度を維持できる可能性が示されており、今後の発展が期待される。

論文紹介 (物理学)

京都大学原子炉実験所 粒子線腫瘍学 渡邊 翼

論文タイトル:

Development of a simple and rapid method of precisely identifying the position of ^{10}B atoms in tissue: an improvement in standard alpha autoradiography

論文著者:

Hiroki Tanaka, Yoshinori Sakurai, Minoru Suzuki, Shin-ichiro Masunaga, Koichi Takamiya, Akira Maruhashi, Koji Ono.



出展:

Journal of Radiation Research 00: 1-8, 2013

抄訳

本研究は、ホウ素原子の分布を評価する上で重要な方法の一つである α オートラジオグラフィーの過程に改良を加え、より高精度にホウ素原子の場所を同定できる方法を示したものである。通常の α オートラジオグラフィーでは、組織の厚さを $^{10}\text{B}(n,\alpha)^7\text{Li}$ 反応で生じた α 粒子・Li 原子核があらゆる角度で飛んでいくため、斜めに検出器に傷をつくった場合に、図のように、実際のホウ素原子の場所と検出した位置とで乖離が生じる。そこで、著者らは検出器に生じる各粒子による傷の円形度に着目して補正を加えることで、検出器で検出するホウ素原子の空間的な位置精度を向上できることを見出した。

コメント

BNCT はその原理から μm レベルでのホウ素の分布が抗腫瘍効果、有害事象へ影響を及ぼすと考えられるため、高精度にホウ素原子の位置を同定し、治療効果との関係を調べる研究は重要である。今後の BNCT の進展に応用されることが期待される。

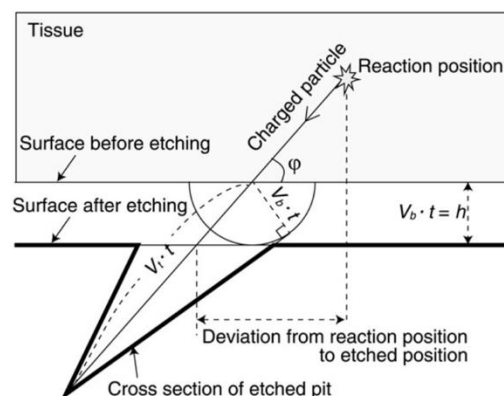


Fig. 1. Schematic presentation to describe the etched pit quantities of track formation at a constant etch rate.

京都大学研究用原子炉（KUR）の運転再開！

京都大学研究用原子炉（KUR）は、平成 26 年 5 月 26 日から施設定期検査期間中となり運転を停止し、その期間中に新規規制基準（原子力規制委員会により平成 25 年 12 月 18 日付けで施行された試験研究炉用等原子炉施設の新規制基準。以下同じ）への対応を行って参りました。昨年 9 月 21 日付けで原子炉設置変更承認申請書が承認され、その後、保安規定の改定、各種改造工事等を実施し、使用前検査及び施設定期検査が行われ、本日（8 月 25 日（金））施設定期検査合格証が交付されました。これを受けて、8 月 29 日（火）より KUR を用いた共同利用研究を開始できることになりました。

新規規制基準の施行後では、高中出力の研究用原子炉としては国内で最初の運転再開ということで、関連の研究者コミュニティからも大きな期待が寄せられています。

運転再開後は、放射化分析、中性子ラジオグラフィ、短寿命 R I の製造、物質の構造解析など、KUR 及びその周辺設備を利用したさまざまな共同利用研究が年間 200 件以上、行われることとなります。また、癌治療法の一つであるホウ素中性子捕捉療法（BNCT）による医療照射については、週一回の実施を予定しています。

◎ 運転再開にあたって【川端所長からの抱負】

新規規制対応のために研究用原子炉が長期停止し、学術基盤を支えるという役割が果たせず、また、人材育成にも深刻な影響が出たことなど、利用者の皆様には多大なご迷惑をおかけしました。特に BNCT の治療研究の再開を心待ちにされていたがん患者やご家族の皆様には、特段のご心労をおかけしたことをお詫びします。

ここに KUR の利用運転再開が果たせ、臨界集合体実験装置の KUCA とあわせて研究教育利用の再開をご報告できることは、大きな喜びです。

しかしながら、福島原発事故が発端となって今回の長期停止に至ったことを、我々は深く心に刻み、住民の皆様への安全・安心を確保するとともに、安定・確実な利用運転による研究・教育への着実な貢献を果たして行きたいと考えています。



編集後記 NCT letter 第4号刊行によせて

NCT letter 責任幹事

徳島県立海部病院 脳神経外科 影治 照喜

日本中性子療法学会会員の皆様におかれましてはご健勝のこととお喜び申し上げます。平成26年7月6日に本学会幹事会にて、会員の情報共有と知識の向上の目的として定期的な電子媒体による配信をしてはどうかとのご意見を頂きました。幹事先生方と協議の結果、1年に2回程度、この目的のためにNCT letterと名付けて行うことが承認されました。編集委員は長崎大学大学院医歯薬学総合研究科生命医科学講座フロンティア生命科学分野 益谷美都子先生、大阪大学大学院歯学研究科口腔外科学第二教室 加藤逸郎先生、そして私の3人が担当し、アドバイザーとして岡山大学医学部・第一生理学教室大学院・医歯薬学総合研究科・細胞生理学 松井秀樹先生にお願いいたしました。

今回で第4号の発刊となります。今回は3つの特集記事、3つの学会紹介、1つの研修報告、そして第13回学術大会のベストプレゼンテーション賞受賞者3名、3つの論文紹介の構成です。今回の執筆者はこれからのBNCTを背負っていただく若手研究者が主体であり、会員の皆様にお顔を覚えていただけるように写真を添付しています。是非、これからの若手研究者にご注目ください。

今、日本を取り巻く状況は何となく暗く、国際情勢が不安定なだけに先行きの不透明感があります。また自然災害、天候不順など地球温暖化、テロリズムなど多くの問題が国際社会に差し迫っています。このような国際情勢の中でBNCTは確実に進化してきています。BNCTは1936年にLocherにより提唱されてから今年で81年、日本で畠中先生が1968年に臨床研究を開始して49年を迎えます。中村会長のご挨拶にもありましたように、これまでの研究者主導から民間企業と国主導にシフトしつつあり、世界に先駆ける治療法として注目を集めています。我々、学会員はその最先端で、一丸となってこの治療法を先人の努力に報いるためにもオールジャパンになり推進させる必要があります。

今後は、従来の構成にとらわれずに、随時、共同研究の提案、会員の移動、マスコミ報道などBNCTに関するものを幅広く取り上げたいと考えています。そのためには会員の皆様方の忌憚のないご意見を下記メールまでいただけたら幸いです。何卒、よろしくお願いたします。最後に、締め切り間際にKURからうれしい知らせが届きました。号外にてお伝えします。

影治 照喜 kageji@hotmail.co.jp, kageji.teruyoshi@gmail.com