

第10回 The 10th Congress on Neutron Capture Therapy

日本中性子捕捉療法学会 学術大会

プログラム・抄録集

中性子捕捉療法の新時代を切り開く

会期 2013年 9月7日(土)・8日(日)

会場 岡山大学(津島キャンパス) 創立五十周年記念館
岡山市北区津島中1丁目1番1号

大会長 松井 秀樹 岡山大学大学院医歯薬学総合研究科
細胞生理学 教授

第10回 The 10th Congress on Neutron Capture Therapy

日本中性子捕捉療法学会 学術大会

プログラム・抄録集

日時◆ 2013年 9月7日(土)・8日(日)

会場◆ 岡山大学(津島キャンパス) 創立五十周年記念館
岡山市北区津島中1丁目1番1号

大会長◆ 松井 秀樹
岡山大学大学院医歯薬学総合研究科 細胞生理学 教授

第10回日本中性子捕捉療法学会学術大会の開催にあたって

ご挨拶



第10回日本中性子捕捉療法学会学術大会
大会長 **松井 秀樹**
岡山大学大学院医歯薬学総合研究科
細胞生理学 教授

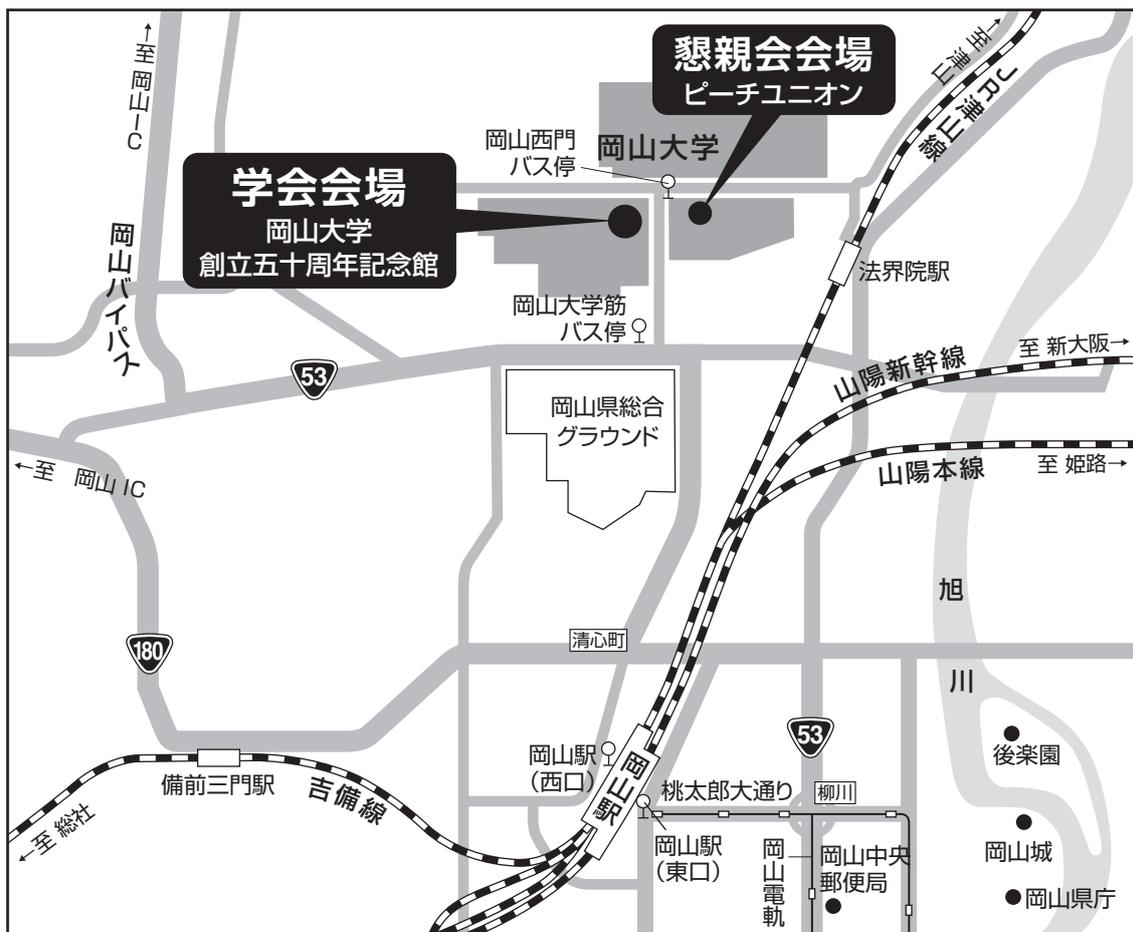
この度、第10回日本中性子捕捉療法学会学術大会を平成25年9月7日(土)・8日(日)に岡山大学津島キャンパス創立五十周年記念館にて開催させていただきます。第10回という日本中性子捕捉療法学会の節目に大会長を仰せつかり、大変光栄ではございますが、同時に重責を感じております。本会が、日本の中性子捕捉療法研究の進展に大きく貢献し、また学会参加の皆様に喜んで頂けるよう、教室員一同、張り切って準備を進めております。

本学会のテーマは「中性子捕捉療法の新時代を切り開く」と銘打って、これまでとは少し違う切り口にて、日本中性子捕捉療法学会を盛り上げて行きたいと思っております。特に、本学会での講演は初となる、Drug Delivery System分野より東京大学 片岡一則先生と核薬学分野より岡山大学 榎本秀一先生を招待し、今後の日本中性子捕捉療法学会の発展へつながる特別講演・ランチョンセミナーを企画しております。一般演題も過去最多の47演題にのぼり、BNCT 人気を裏付けるものと思っております。また、2年前の徳島で行われました第8回学術大会の幹事会で発案され、総会で承認されました日本中性子捕捉療法学会の3つのワーキンググループよりの報告会シンポジウムを企画しており、本学会終了後には、第1回 BNCT 医学物理講習会が開催予定でございます。

岡山は、「晴れの国」と呼ばれ日本で最も晴れが多く、明るい気候のです。この地に、皆様をお迎えできることを、大変光栄に思っております。また、後樂園や岡山城、倉敷・児島などの名所旧跡と瀬戸の料理・岡山のご当地グルメをご満喫いただき、「BNCTの未来」を明るく語って頂けたらと思います。是非、多くの方に参加して頂き本学術大会が実りあるものになればと思っております。教室員一同、力を合わせて学会運営していきますので、至らぬ点に関しましては、御容赦頂けたらと思います。

初秋の岡山で、皆様のお越しを、心よりお待ちしております。

交通のご案内



JR岡山駅より会場までのアクセス

岡山駅西口（新幹線改札口より右方向）よりのアクセスが便利です。

■ バスを利用

- JR岡山駅西口から岡電バス「岡山理科大学」行に乗車、「岡大西門」で下車して徒歩約1分

■ タクシーを利用

JR岡山駅西口広場から岡山大学創立50周年記念館へタクシーで約7分（900円程度）

■ 徒歩 JR岡山駅西口より徒歩約35分（約2.5km）

岡山空港より会場までのアクセス

■ タクシーにて

岡山駅より岡山大学創立五十周年記念館まで所要時間約25分（5,500円程度）

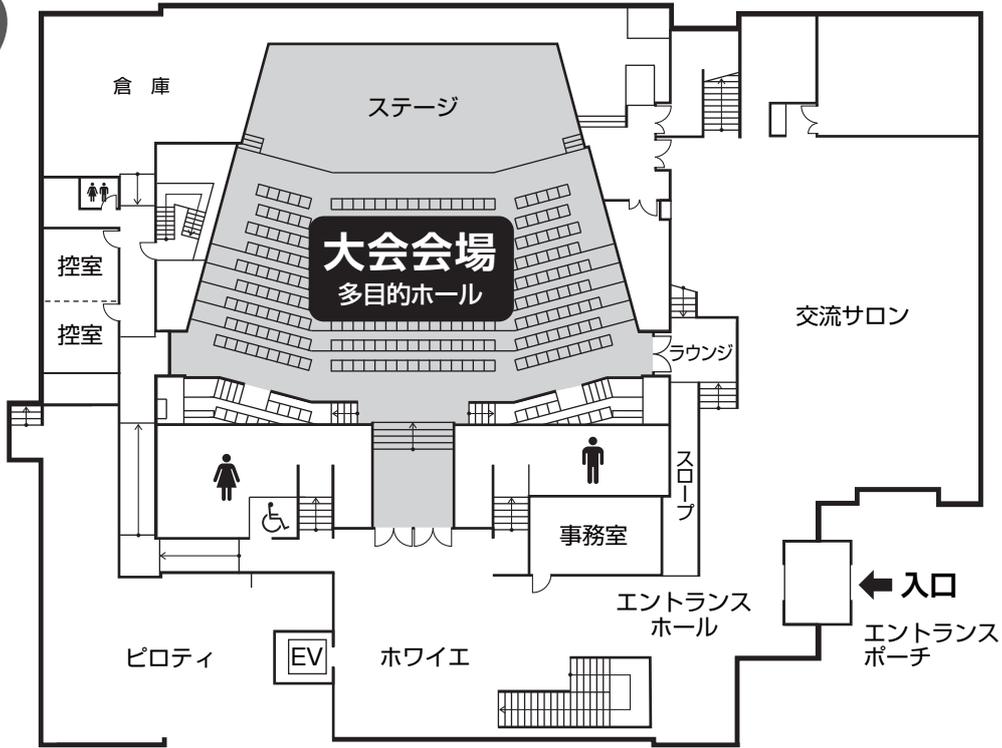
■ リムジンバスにて

岡山空港より岡山駅西口までノンストップバスにて所要時間30分（料金740円）岡山駅西口よりは上記参照

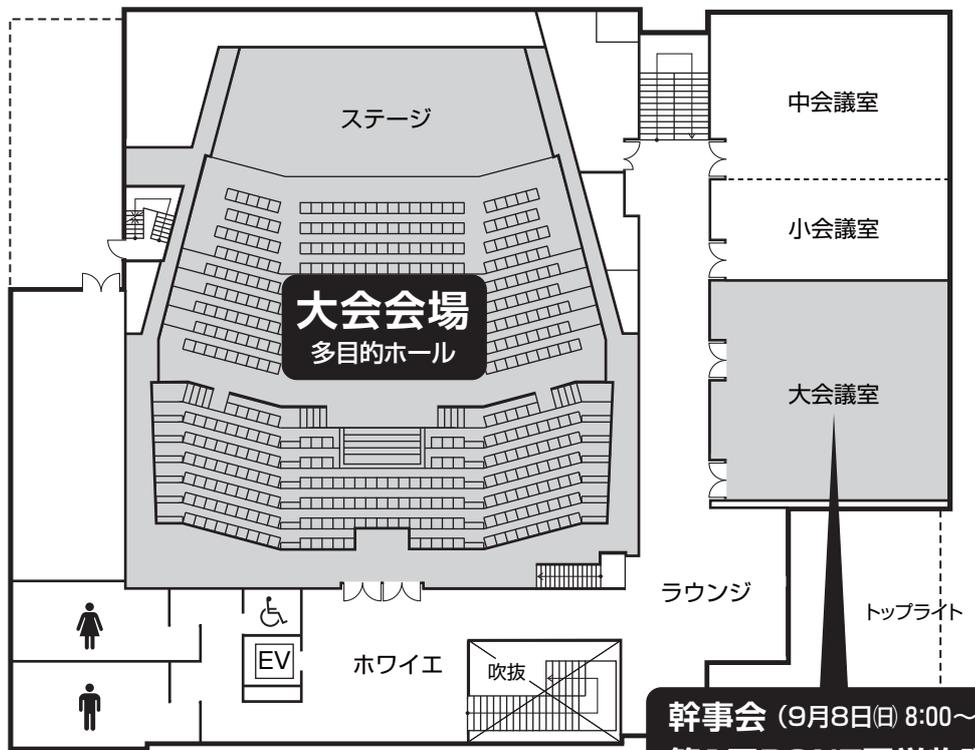
ノンストップ以外のバス（A特急・B特急）では、岡山空港より岡山大学筋にて途中下車可能（岡山大学筋で下車時は所要時間25分、料金690円）岡山大学筋より会場まで徒歩5分程度

会場のご案内

1F



2F



幹事会 (9月8日(日) 8:00~8:50)
第1回BCNT医学物理
講習会 (9月8日(日) 14:30~16:00)

ご 案 内

■ 学術大会

第10回日本中性子捕捉療法学会学術大会 (The 10th Congress on Neutron Capture Therapy)

日 時：2013年9月7日(土)・8日(日)

会 場：岡山大学創立五十周年記念館 多目的ホール (岡山大学本部棟横)
〒700-8530 岡山市北区津島中1丁目1番1号 Tel：086-251-7057

大会長：松井 秀樹 岡山大学大学院医歯薬学総合研究科 細胞生理学 教授

本学会は、省エネ対策の一環として、クールビズにて運営いたします。

学会ご参加の方は、クールビズスタイル(ノージャケット、ノーネクタイ等)でお越し下さい。

■ 参 加 費

第1日目(9月7日)午前11時より会場入り口にて参加受付を開始します。

年会費(3,000円)、参加費(会員5,000円、非会員7,000円、学生3,000円)及び懇親会費(2,000円)を御準備ください(現金のみの支払いとなります、カード不可)

■ 講演発表の注意点

1. 発表時間は、講演7分以内、討論3分以内となっております。会のスムーズな運営のため、時間厳守をお願いします。
2. 発表原稿は、すべてパワーポイントで作製してください。
3. データは Windows MS PowerPoint 2000 以上で作成したものを、CD-R または USB フラッシュメモリーにてお持ちください。ファイル名は、「演題番号+演者名.pptx」としてください(こちらで発表用パソコンに移させていただきます。学会後は責任を持って消去させていただきます)。ただし動画がある場合、または Macintosh 作成データの場合、ご自身の PC 本体(コネクターを含め)をお持ち込みください。(Windows MS PowerPoint2007で作成のデータにつきましても、PC 本体をお持ち込みください。)
4. 当日の発表用のデータを御発表のセッションの1時間前までに PC 受付までお持ちください。
5. 詳細につきましては、運営上の都合上、大会事務局にて決定させていただきます。その他、ご不明な点がございましたら、事務局まで御連絡下さい。

■ 総 会

日 時：平成25年9月8日(日) 11:35～11:50

会 場：岡山大学創立五十周年記念館多目的ホール

■ 幹 事 会

日 時：平成25年9月8日(日) 8:00～8:45

会 場：岡山大学創立五十周年記念館大会議室(2F)

■ 懇 親 会

日 時：平成25年9月7日(土) 18:30～20:30

会 場：岡山大学 ピーチユニオン4F レストランにて(会場より徒歩3分)

■ 学術大会事務局

第10回日本中性子捕捉療法学会学術大会事務局

岡山大学大学院医歯薬学総合研究科 細胞生理学内

事務局担当：道上宏之 早瀬佳子

〒700-8558 岡山県岡山市北区鹿田町2-5-1

TEL：086-235-7105 FAX：086-235-7111

E-mail：hmichiue@md.okayama-u.ac.jp

KOJIMA DENIM Toto Bag STORY

～ 10th BNCT 学会 開催記念 ノベルティ作製秘話 ～

瀬戸大橋を臨む港町、岡山県倉敷市児島地区は古くから“繊維のまち”として知られています。児島の繊維産業は、干拓地であるが故に塩分の多い土地でも育ちやすい綿花栽培が行われた江戸時代に端を発します。刀の柄に巻く^{さなだひも}真田紐、織物、足袋等、多種多様の繊維製品を生み出し、現在も学生服生産全国一のシェアを占めています。

1965年にマルオ被服(現ビッグジョン)が国産初のジーンズを児島で誕生させたことにより、児島は日本ジーンズ発祥の地として知られるようになりました。分厚い帆布生地を縫うミシン技術、戦後の学生服で培った縫製技術が加わり、児島は一躍デニム産地へと生まれ変わったのです。

染め、織り、縫製といった繊維産業の要である一連の技術力が集結している児島で製造されたジーンズは、国内外から高い評価を受け、「デニムの聖地‘KOJIMA(児島)’」としてその名を馳せています。ジーンズの仕上げ・加工においてもトップクラスの品質を誇る“Made in KOJIMA”ジーンズは、国産ブランドだけではなく、海外有名ブランドからも依頼が殺到しているようです。半世紀にわたる研究開発の歴史と、日本人ならではの繊細な仕事が織りなす児島ジーンズのものづくり・技術の高さがうかがえます。現在、児島地区には自社ブランドを持つジーンズメーカーが約30社あり、児島にルーツを持つブランドも数多く、世界的なバイヤーだけでなくジーンズを愛する多くの人々が日本全国より KOJIMA(児島)を訪れています。

今回の学術大会のために、児島でデニム加工を手掛ける美東(BITOU)と、岡山の地域密着オリジナル T シャツ屋の DearCrew,(ディアクルー)と岡山大学がコラボし、『第10回 日本中性子捕捉療法学会学術大会ノベルティートートバッグ』を作製しました。

トートバッグ作製を担当した美東は、児島に20社近くある加工専門業者の中で特に注目を集めており、400ブランド、年間30万本のジーンズの加工と仕上げを手掛けています。ヨーロッパの展示会では、高い技術と独創的な表現力で、バイヤーから大きな反響を得て、代表の新谷順一さんは、数多くのメディア・雑誌から取材を受けています。

ロゴプリントを担当した DearCrew は、部活、サークル、ボランティア団体と岡山で頑張っている人たちに貢献したいと宣言され、岡山大学生を始め大勢の岡山の若者達がうらじゃと化して踊り開かず夏の風物詩「おかやま桃太郎まつり」でも、多数のうらじゃ連の衣装作製を手掛けています。

バッグに使用したオリジナルロゴは、岡山大学細胞生理学教室大学院生の赤田しおりさんが、元素周期表の^{ほうそ}硼素をイメージしてデザインを起こし、同じく大学院生の小林聖佳さんが、書道八段の腕前の筆を執って仕上げ、ロゴカラーは、Cherenkov light の青色を採用しました。こうして、岡山の分野の違う若き力がコラボし、オリジナルの KOJIMA デニムトートバッグが完成しました。

10th JNCT の思い出と共にをお持ち帰りいただき、ぜひガンガン使いこんで、KOJIMA デニムの魅力を味わっていただきたいと思います。



日 程 表

	第1日目 9月7日 <small>岡山大学創立五十周年記念館 多目的ホール</small>	第2日目 9月8日 <small>岡山大学創立五十周年記念館 多目的ホール</small>
8:00		8:00~8:45 幹事会 会場：2階 大会議室
9:00		8:50~10:10 一般演題 5 28-35 [物理-II] 座長：田中 浩基(京都大学)
10:00		10:10~10:50 一般演題 6 36-39 [薬学・医学-II] 座長：市川 秀喜(神戸学院大学)
11:00	11:00~ 11:05~ 受付開始 開 場	11:00~11:35 シンポジウム 2 座長：松井 秀樹(岡山大学)
12:00	11:35~ 開会の辞 11:40~13:00 一般演題 1 01-08 [物理-I] 座長：櫻井 良憲(京都大学)	11:35~11:50 総 会 平塚 純一会長 11:50~12:50 特別講演 2 [ランチョンセミナー] 座長：小野 公二(京都大学) 講演：榎本 秀一(岡山大学)
13:00	13:00~13:50 一般演題 2 09-13 [化学-I] 座長：中村 浩之(学習院大学)	13:00~14:20 一般演題 7 40-47 [臨床医学-II] 座長：川端 信司(大阪医科大学) 栗飯原 輝人(筑波大学)
14:00	14:00~15:20 一般演題 3 14-21 [薬学・医学-I] 座長：笠岡 敏(広島国際大学) 増永 慎一郎(京都大学)	14:20~ 閉会の辞
15:00	15:20~16:20 一般演題 4 22-27 [臨床医学-I] 座長：宮武 伸一(大阪医科大学) 鈴木 実(京都大学)	14:30~16:00 第1回 BNCT 医学物理講習会 (事前登録必要) 会場：2階 大会議室
16:00	16:30~17:15 シンポジウム 1 座長：平塚 純一(川崎医科大学)	
17:00	17:15~18:15 特別講演 1 座長：松井 秀樹(岡山大学) 講演：片岡 一則(東京大学)	
18:00		
18:30	18:30~20:30 懇 親 会 会場：ピーチユニオン	

プログラム

第1日目 9月7日(日) 岡山大学創立五十周年記念館 多目的ホール

11:00～ 受付開始

11:05～ 開 場

11:35～ 開会の辞 大会長 松井 秀樹(岡山大学大学院医歯薬学総合研究科 細胞生理学 教授)

11:40～13:00 一般演題1 [物理-I] 座長: 櫻井 良憲(京都大学)

01 熱中性子・ガドリニウム捕獲反応におけるガンマ線生成反応の研究と
素粒子ニュートリノ物理分野でのガドリニウムの応用

○作田 誠

岡山大学自然科学研究科(物理系)

02 市販型 ^3He 位置敏感型比例計数管を用いたkeV領域中性子スペクトロメータの開発

○坪内 邦男、小幡 翼、玉置 真悟、村田 勲

大阪大学大学院 工学研究科 電気電子情報工学専攻

03 BNCTにおいて生じる荷電粒子によるアラニン線量計の応答特性

○川村 徳寛¹⁾、内田 良平¹⁾、土田 秀次¹⁾、伊藤 秋男¹⁾、田中 浩基²⁾、櫻井 良憲²⁾

1) 京都大学 工学研究科 原子核工学専攻、2) 京都大学 原子炉実験所

04 ポリマーゲル線量計によるBNCT線量分布測定に向けた基礎的検討

○林 慎一郎¹⁾、若林 源一郎²⁾

1) 広島国際大学 保健医療学部、2) 近畿大学 原子力研究所

05 イメージングプレートを用いた線質ごとの二次元強度分布の評価
—高速中性子寄与の増強

○田中 憲一¹⁾、櫻井 良憲²⁾、遠藤 暁³⁾、高田 純¹⁾

1) 札幌医科大学医療人育成センター、2) 京都大学原子炉実験所、3) 広島大学大学院工学研究院

06 BNCTのための陽子線による即発ガンマ線分析法を用いた
ホウ素濃度測定に関する研究

○田中 浩基¹⁾、櫻井 良憲¹⁾、内田 良平¹⁾²⁾、川村 徳寛¹⁾、鈴木 実¹⁾、増永 慎一郎¹⁾、
土田 秀次²⁾、木梨 友子¹⁾、近藤 夏子¹⁾、楢林 正流¹⁾、藤本 望¹⁾、渡邊 翼¹⁾、
丸橋 晃¹⁾、小野 公二¹⁾

1) 京都大学 原子炉実験所、2) 京都大学 量子理工学教育研究センター

07 ホウ素中性子捕捉療法における多門照射による線量分布改善に関する研究

○藤本 望、田中 浩基、櫻井 良憲、近藤 夏子、檜林 正流、渡邊 翼、木梨 友子、
増永 慎一郎、丸橋 晃、小野 公二、鈴木 実

京都大学原子炉実験所

08 硼素線量評価に関する一考察

○櫻井 良憲¹⁾、田中 浩基¹⁾、鈴木 実¹⁾、増永 慎一郎¹⁾、木梨 友子¹⁾、近藤 夏子¹⁾、
檜林 正流¹⁾、藤本 望¹⁾、渡邊 翼¹⁾²⁾、丸橋 晃¹⁾、小野 公二¹⁾

1) 京都大学原子炉実験所、2) 京都大学大学院医学研究科

13:00～13:50 一般演題2 [化学-I]

座長：中村 浩之(学習院大学)

09 生体高分子への簡便なホウ素導入法の開発と DDS への展開

○加納 大輔、立川 将士、佐藤 伸一、中村 浩之

学習院大学 理学部

10 活性酸素種消去能を有するボロン含有ナノ粒子の作製と評価

○高 振宇¹⁾²⁾、堀口 諭吉¹⁾、中井 啓²⁾、松村 明²⁾、長崎 幸夫¹⁾²⁾³⁾

1) 筑波大学 数理物質科学研究科、2) 筑波大学 人間総合科学研究科、
3) 国際ナノアーキテクトニクス研究拠点サテライト研究室 (WPI-MANA)

11 ドデカボレート含有アミノ酸の *in vitro* における生理活性評価

○服部 能英¹⁾²⁾、大田 洋一郎¹⁾²⁾、竹中 宏誌¹⁾²⁾、椋本 麻里¹⁾²⁾、上原 幸樹²⁾、
浅野 智之²⁾、鈴木 実³⁾、増永 慎一郎³⁾、小野 公二³⁾、切畑 光統¹⁾

1) 大阪府立大学 21世紀科学研究機構、2) ステラファーマ株式会社、3) 京都大学原子炉実験所

12 PEG 代替化合物による中性子捕捉療法

○白川 真¹⁾、中井 啓²⁾、山本 哲哉²⁾、吉田 文代²⁾、Alexander Zaboronok³⁾、
山本 陽平³⁾、岡本 英未子³⁾、松村 明²⁾³⁾

1) 国際医療福祉大学 薬学部、2) 筑波大学 医学医療系、3) 筑波大学 人間総合科学研究科

13 ホウ素ナノチューブ (BNNT) の中性子捕捉治療用薬剤としての可能性

○中村 浩之¹⁾、小金井 逸人¹⁾、三好 達郎¹⁾、鈴木 実²⁾、小野 公二²⁾

1) 学習院大学理学部、2) 京都大学原子炉実験所

一般演題

○作田 誠

岡山大学 自然科学研究科 (物理系)

ガドリニウム (Gd) は、中性子捕獲反応において数10keVの熱エネルギー領域にの共鳴状態がある数少ない原子核(サマリウム、ガドミニウム、ガドリニウム)の1つである。従って、ガドリニウムは安定原子核の中で熱中性子捕獲反応断面積が一番大きい特別な原子核であり、物理学、工学、医学分野での中性子吸収のための応用に数多く使われている。

我々岡山大学グループは、現在、ガドリニウムをニュートリノ実験で中性子捕獲能力を持たせる開発研究を岡山大学自然科学研究科の主なプロジェクトの一つとして行っている。

昨年より、JPARC 物質生命科学実験施設 (MLF) で世界最高強度の中性子ビーム実験が公開となった。我々は、そこで今までに測定されていないガドリニウムの熱中性子捕獲反応のガンマ線の本数、エネルギー分布や相関を測定する提案 (2012B0025、作田誠代表) を申請した。実験目的は、ニュートリノ実験で中性子捕獲の効率をさらに改良できることに寄

与できる基礎データを提供するものである。提案は採択され、今年3月の実験において35億反応事象のデータを収集した。

本講演では、(素粒子)ニュートリノ実験分野でのガドリニウムの応用法や、JPARCでのガドリニウム熱中性子捕獲反応実験の基礎原子核反応データを取得する意義や初期データの解析状況を発表する。

【参考文献】

- 1) 岡山大学自然科学研究科・特色ある研究プロジェクト、作田誠他「超新星背景ニュートリノの探索」
http://www.gnst.okayama-u.ac.jp/tp/column/column_id33.html
- 2) (科研費)基盤研究(S)分担、作田誠「超新星背景ニュートリノの探索」(H21-25年度)
- 3) (科研費)新学術領域「重力波天体」・公募研究 代表、作田誠「ガドリニウムの熱中性子吸収反応でのガンマ線の相関測定」(H25-26年度)

図1 中性子エネルギー分布 (eV)

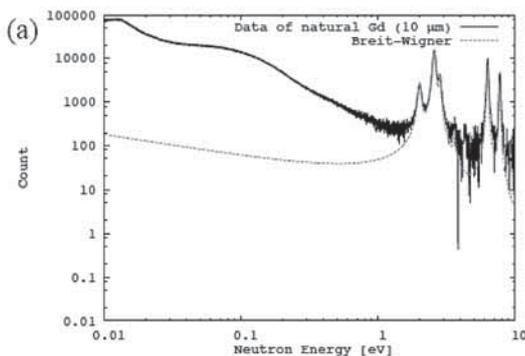
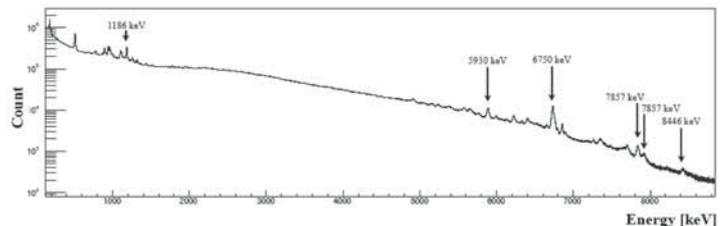


図2 中性子捕獲でのガンマ線エネルギー分布 (keV)



○坪内 邦男、小幡 翼、玉置 真悟、村田 勲

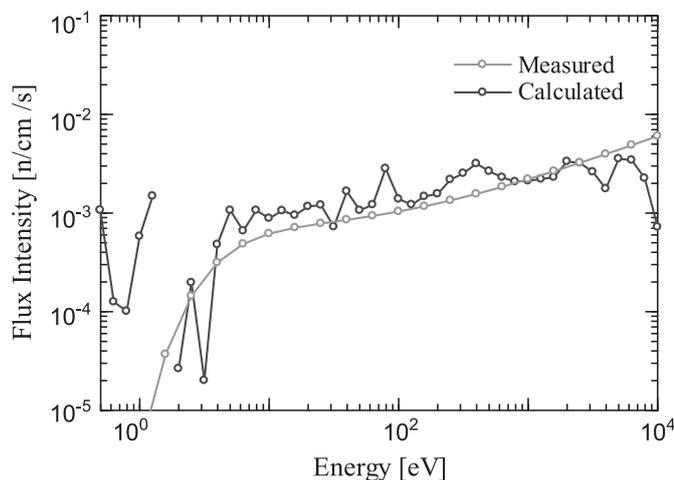
大阪大学大学院 工学研究科 電気電子情報工学専攻

BNCT では強力な低エネルギーの中性子源を必要とするため、これまでは原子炉においてのみ治療事例が報告されてきた。近年では加速器ベースの中性子源を開発し、病院などの治療施設に設置しようという取り組みが行われている。この取り組みにより治療効率が高まり、患者への負担も減ることが期待されるため、現在は多くの研究機関で開発が進められている。しかし、加速器ベースの中性子源では中性子の強度が極めて弱いため、患者をターゲットの近くに配置する必要がある、中性子の減速が不完全になる場合がある。このため、中性子スペクトルが原子炉で得られる標準場 (BNCT に理想的な中性子場) とは多少異なったものになる。これは中性子スペクトル形状が加速器に依存する可能性があることを示しており、各々の場合について中性子場を厳密に調べておく必要があることを意味する。

本研究では、以上のことから、低エネルギー中性子スペクトルを正確に測定できるスペクトロメータの開発を進めている。低エネルギー中性子のスペクトル測定は、一般的に難しいことが知られており、比例計数管、箔放射法、核分裂計数管、TOF 法を用いるものなどがあるが、どの手法もエネルギースペクトルを計測するには様々な制約があり、正確な

測定は難しい。本研究で新たに開発した ^3He 位置敏感型比例計数管を用いたスペクトル計測システムでは、中性子を検出器の端部から検出器の軸に平行に入射させ、検出器の両端からの信号を検出反応深さを示す信号として取り出すことで、検出深さに関する2次元画像を構成した。検出器の中性子エネルギーと検出深さ位置の関係を応答関数として予め評価しておくことで、粒子の検出深さスペクトルからアンフォールディングにより、中性子エネルギースペクトルを求めることができる。開発したスペクトロメータは、いくつかの基本性能測定の後、中性子スペクトル測定実験を実施した。検出器の軸方向に沿って中性子ビームが検出器の端部から入射するようにし、検出深さ分布を測定した。検出深さ分布の測定のため、応答関数を用い、アンフォールディングした結果と、MCNP により計算した結果の比較を Fig.1 に示す。図から、計算と実験により得られたスペクトルは良い一致を示すことが分かった。このことから、本スペクトロメータにより keV 領域中性子のスペクトル測定が可能であることが確認できた。また、ダイナミックレンジは、 $0.01\text{eV} \sim 1\text{keV}$ であることが確かめられた。

Fig.1 スペクトルの計算値と測定値の比較



○川村 徳寛¹⁾、内田 良平¹⁾、土田 秀次¹⁾、伊藤 秋男¹⁾、田中 浩基²⁾、
櫻井 良憲²⁾

1) 京都大学 工学研究科 原子核工学専攻、2) 京都大学 原子炉実験所

【背景・目的】 硼素中性子捕捉療法 (BNCT) においては、中性子の核反応および γ 線の相互作用により様々な荷電粒子が生じる。硼素と熱中性子との核反応 $^{10}\text{B}(n, \alpha)^7\text{Li}$ により生じる α 粒子および ^7Li 粒子以外に $^{14}\text{N}(n, p)^{14}\text{C}$ 反応および水素の弾性散乱により陽子が生じる。 γ 線の相互作用では、電子が生じる。このように、ミクロな視点に立つと、BNCT では様々な荷電粒子の混在場が形成されている。複雑な荷電粒子場において生物学的な効果を含めた線量を直接的に評価することは困難であり、現状では物理的吸収線量に実験的に求められた生物学的効果比 (RBE) を乗じることで評価している。我々は、より直接的な評価手法として、化学線量計、特にアラニン線量計を用いた手法を検討している。アラニン線量計はアミノ酸の一種であるアラニンを主成分とし、その組成は生体に近い。放射線により生じた安定なラジカルの量から線量を評価する。ラジカル量は電子スピン共鳴 (ESR) 法により測定する。同じ線量でも線エネルギー付与 (LET) に応じて生成ラジカル量が異なることから、線質の違いを反映した評価が期待できる。そこで、BNCT における荷電粒子のイオン種、エネルギーおよび線量に対するアラニン線量計の応答を調べているところである。ここでは、H、He、Li イオンに対する応答特性について報告する。

【実験】 本実験では市販のアラニン線量計 (米 Eastman Kodak 社製 Kodak BioMax Alanine do-

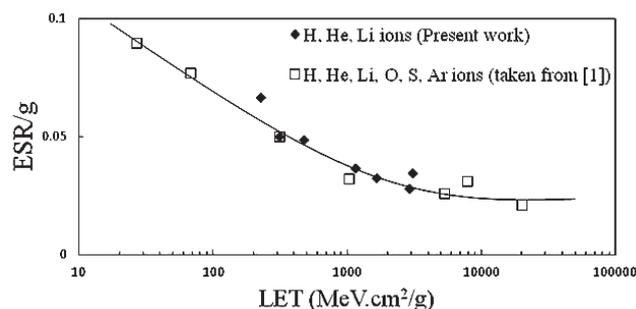
simeters) を使用した。京都大学放射実験室にあるマイクロビーム加速器 (米 NEC 社製 2.0MV タンデム型ペレトロン加速器) を用いて、イオン照射を行った。H、He、Li 各イオン種について 0.3~3MeV の間でエネルギーを変化させた。照射後、ESR 分光装置 (JEOL JES-TE200) を用いて ESR 測定を行った。ラジカル量は ESR スペクトルのピークの高さに比例することから、これを用いて評価した。

【結果と考察】 図1に LET とラジカル量との関係を示す。ESR スペクトルの強度をアラニンの質量で規格化した ESR/g を縦軸とした。低 LET 領域では LET の増加に従ってラジカル量が減少している。一方、高 LET 領域では LET が増加してもラジカル量はほぼ一定となっている。この理由については以下のように考えている。LET が大きくなると入射した粒子の飛跡周辺で一度に多量のラジカルが高密度に生成される。これらのラジカルが再結合して消滅することで残存するラジカルの量が減少する。特に、高 LET では一定量のラジカルしか残存しないと考えられる。今回の実験から、アラニン線量計により LET の違いを反映した線量および線質の評価が期待できることが確認された。

【参考文献】

- 1) J. W. Hansen, et al, Radiat. Prot. Dosimetry 19, 43-47 (1987)

図1 アラニン線量計の LET 依存性



粘液線維肉腫に対するホウ素中性子捕捉療法 (BNCT) の可能性 —新たに樹立した粘液線維肉種細胞株を用いた検討—

○藤本 卓也¹⁾、安藤 徹²⁾、徳永 佑亮²⁾、鈴木 実³⁾、藤田 郁夫¹⁾、
深瀬 直政¹⁾、角田 雅也⁴⁾、佐久間 淑子⁵⁾、福森 義信²⁾、小野 公二³⁾、
須藤 保⁶⁾、市川 秀喜²⁾

1) 兵庫県立がんセンター 整形外科、

2) 神戸学院大学 薬学部 ライフサイエンス産学連携研究センター、3) 京都大学 原子炉実験所、

4) 三田市民病院 整形外科、5) 兵庫県立がんセンター 病理部、6) 兵庫県立がんセンター 研究部

【目的】粘液線維肉腫 (myxofibrosarcoma, MFS) は高齢者の四肢に好発する頻度の高い肉腫である¹⁾。化学療法や一般的な放射線治療は効果が無く、手術による切除が治療の基本である。しかし、再発や体幹部に生じた症例では、完全な切除が困難となり治療に難渋することが多い。そこで、MFS へのホウ素中性子捕捉療法 (BNCT) の適用を目指して、左上腕に生じた MFS の手術症例から新たに細胞株を樹立しその担がん動物モデルを用いて L-BPA 投与後の体内動態を評価した。そして、その結果を術前の画像検査と比較検討した。

【方法】左肘関節近傍に生じた粘液線維肉腫の手術残余検体を HANKS 液にて洗浄した後に、脂肪組織、血管部を除去して蛋白分解処理を行った。さらに、その遠心分離にて採取した腫瘍細胞を継代培養し MFS の細胞株を樹立した。培養した細胞株を、腫瘍細胞が産生した粘液を洗浄にて除去した後に L-BPA (ステラファーマ) の fructose 錯体 (BPA-Fr) を $30 \mu\text{g}^{10}\text{B}/\text{mL}$ の濃度にて 120 分作用させた群と、洗浄を行わずに粘液を残した状態で作用させた群の二つに分けて細胞へのホウ素取り込みを評価した。次に、ヌードマウス (雌、5 週齢) の背部皮下に、樹立した細胞株を 2×10^6 個移植して 3 週間後に背部に約 10 mm の腫瘍を形成させ MFS の担がん動物モデルを作成した。そして、この担がん動物の尾静脈から麻酔下に BPA-Fr を $24 \text{mg}^{10}\text{B}/\text{kg b.w.}$ の投与量で投与し所定時間後に心採血を行った。さらに、生理食塩水により還流後に腫瘍を摘出し ^{10}B 濃度を ICP-AES にて測定した。また、術前に腫瘍部位の

画像検査 (FDG-PET、BPA-PET、MRI) を施行した。

【結果と考察】術前の MRI 検査にて腫瘍の神経血管への浸潤を認めたため、患肢温存を目指して BNCT 施行について検討した。しかし、BPA-PET にて腫瘍と血液のホウ素取り込み比が 1.8 と低値のため左上腕の切断術を施行した。この腫瘍細胞から樹立した腫瘍細胞株は粘液を産生し、培養細胞でのホウ素取り込みの評価ではホウ素の高い集積を認めたと、粘液を除去した腫瘍細胞ではホウ素の取り込みが低下し腫瘍細胞の産生した粘液がホウ素取り込みに影響を及ぼす可能性が示唆された。また、MFS の担がん動物モデルでの体内動態評価では、BPA-Fr の静脈内投与後 30 分後および 1 時間後に腫瘍内 ^{10}B 濃度が、それぞれ $27 \mu\text{g}^{10}\text{B}/\text{g wet tissue}$ (ppm) および 22 ppm に達し時間経過とともに低下した。一方、投与後 30 分および 1 時間後の腫瘍対血液濃度比はそれぞれ 1.8 と 2.1 となり時間経過とともに上昇した。ホウ素の腫瘍選択性は術前の BPA-PET 検査と同様に低い値を示した²⁾、ホウ素の蓄積は 20 - 30 ppm に達し BNCT による抗腫瘍効果が期待できる結果となった²⁾。今後は、MFS の担がん動物モデルでの BNCT の検討が必要である。

【参考文献】

- 1) Angervall, L. et al: Acta Pathol Microbiol Scand. 85A, 127-140 (1977).
- 2) Barth, R. F. et al: Cancer, 70,2995-3007 (1992).

○太田 一郎¹⁾、鈴木 実²⁾、近藤 夏子²⁾、三上 慎司¹⁾、岡本 英之¹⁾、
櫻井 良憲²⁾、檜林 正流²⁾、田中 浩基²⁾、丸橋 晃²⁾、木梨 友子²⁾、
増永 慎一郎²⁾、山中 敏彰¹⁾、長谷川 正俊³⁾、小野 公二²⁾、細井 裕司¹⁾

1) 奈良県立医科大学 耳鼻咽喉・頭頸部外科、2) 京都大学 原子炉実験所、
3) 奈良県立医科大学 放射線腫瘍医学

進行頭頸部癌において、再発・転移を如何に制御するかが重要な課題のひとつである。局所再発やリンパ節転移に対して救済手術ができれば良好な経過を辿ることも少なくない。しかしながら、外科的治療以外の方法で正常臓器を損なうことなく治療できれば、患者の手術時の大きな負荷は勿論のこと、治療後の機能温存を含めた高いQOLが期待できる。頭頸部領域は機能上・美容上、その温存が大変重要な領域であることを考慮すると、そのような治療法開発はより重要かつ急務であると考えられる。

近年、このような再発進行頭頸部癌症例に対する臨床研究として、ホウ素中性子捕捉療法(BNCT)の有効性が報告され、今後の発展・確立が期待されている。

今回、我々の施設においても、京都大学原子炉実験所との共同研究として再発進行頭頸部癌症例に対してBNCTの臨床試験を開始した。現在のところ、4症例(外耳道癌2例、上顎癌1例、耳下腺癌1例)に対してBNCTを施行した。いずれの症例も手術・放射線治療後の再発で、救済手術や従来の化学治療では治療困難な症例であったが、BNCTの一次治療効果としては良好(CR 2例、PR 2例：一次奏功率100%)であった。有害事象については側頭部病変の症例では、嚥下障害が認められたものの、血液毒性はほとんど認めず、頭蓋内進展に伴う感染なども認めず、許容範囲で一定のQOLを維持できている。これらの症例に対する照射前後の経過とともに、その効果と問題点について報告する。

協賛一覧

学術大会開催にあたり、御協力頂き、ここにお礼申し上げます。

(順不同)

ステラファーマ株式会社

住友重機械工業株式会社

株式会社大熊

三菱重工業株式会社

武田科学振興財団

第10回日本中性子捕捉療法学会学術大会 実行委員会

大会長 松井 秀樹

スタッフ 西木 禎一 山崎 晴子 植田 愛
赤田しおり(M2) 井口 佳哉(M2) 大久保奈々子(M2)
川上 望美(M2) 黒木健太郎(M2) 藤田 昌弘(M2)
大宮 由紀(M1) 小林 聖佳(M1) 澄田 憲祐(M1)
中山 大輝(M1) 藤野加奈子(M1)
難波満理奈(医3) 鎌村 真帆(医3)
竹内 明・田中 瑛三(岡山大学鹿田写真部・医2)

大会事務局 早瀬 佳子 道上 宏之

以上 岡山大学大学院医歯薬学総合研究科 細胞生理学教室

第10回日本中性子捕捉療法学会
プログラム・抄録集

発行日：2013年8月22日

大会長：松井 秀樹
(岡山大学大学院医歯薬学総合研究科)

事務局：岡山大学大学院 医歯薬学総合研究科 細胞生理学内
担当：道上 宏之、早瀬 佳子
〒700-8558 岡山県岡山市北区鹿田町2-5-1
TEL：086-235-7105 FAX：086-235-7111

出版：株式会社セカンド
<http://www.secand.jp/>

〒862-0950 熊本市中央区水前寺4-39-11 ヤマウチビル1F
TEL：096-382-7793 FAX：096-386-2025



第10回日本中性子捕捉療法学会事務局

**岡山大学大学院医歯薬学総合研究科
細胞生理学内**

〒700-8558

岡山市北区鹿田町2丁目5番1号 基礎研究棟5階

TEL: 086-235-7105 FAX: 086-235-7111

E-mail: hmichiue@md.okayama-u.ac.jp