第18回 日本中性子捕捉療法学会 学術大会

The 18th Congress on Neutron Capture Therapy

BNCT2.0
次なるステージへ

NEXT STAGE BNCT2.0

プログラム・抄録集

会 期 2022年10月29日(土)・30日(日)

会 場 つくば国際会議場

大会長 熊田 博明 筑波大学 医学医療系

第18回 The 18th 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

テーマ

BNCT2.0
次なるステージへ
NEXT STAGE BNCT2.0

会 期 2022年10月29日(土)・30日(日)

会 場 つくば国際会議場
〒305-0032 茨城県つくば市竹園2-20-3

大会長 熊田 博明 筑波大学　医学医療系

【実行委員会】
実行委員長：櫻井 英幸（筑波大学　医学医療系）
事 務 局 長：中井　 啓（筑波大学　医学医療系）
プログラム委員長：
松本 孔貴（筑波大学　医学医療系）
事 務 担 当：髙田 健太（群馬県立県民健康科学大学）

【運営事務局】
（株）SKアペックスプラン
〒104-0041 東京都中央区新富1-8-6 SSビル5階
E-mail：info@skap.jp

【後援】高エネルギー加速器研究機構
KEK 加速器だから見える世界。

第18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18回日本中性子捕捉療法学会学術大会
大会長　**熊田 博明**
筑波大学 医学医療系

このたび第18回日本中性子捕捉療法学会学術大会の大会長を拝命致しました筑波大学の熊田博明です。本大会は、茨城県つくば市の地で開催させて頂くこととなりました。つくばでの大会は、2005年開催の第2回大会、2012年開催の第9回大会（第15回 ISNCT 学術大会との併催）以来、10年ぶり3回目の開催となります。さらに本大会は、2019年9月に京都大学で開催されて以来、3年ぶりの完全現地開催となる大会となりました。

治療に大強度の中性子が必要となる BNCT は、1936年に治療の基本原理が提唱されて以来、研究用原子炉を使って臨床研究が行われてきました。医療に使うには使い勝手の悪い原子炉を使って臨床研究を行うため、この研究に携わってきた研究者たちは様々な工夫や知恵を出し合って研究開発を行い、これらの積み重ねによっていくつかのブレイク・スルーを起こしてきました。物理工学分野に携わってきた私が経験した大きなブレイク・スルーは、“熱外中性子ビームの臨床適用”でした。この熱外中性子ビームの適用により、照射時間が短くなっただけでなく、悪性脳腫瘍に対する照射では非開頭での照射が実現しました。さらに、次なる大きなブレイク・スルーである“適用拡大”も呼び起こしました。それまでの悪性脳腫瘍、悪性黒色腫に加えて、頭頸部がん、中皮腫、肝がん、直腸がん、といったより深部のがん、体幹部のがんへの臨床研究も試みられようになりました。勿論、この“非開頭照射”や“適用拡大”は、熱外中性子ビームの適用（物理工学分野）だけでなく、臨床分野を筆頭に各分野の進展と連携があって実現したものであり、BNCT 研究が他（多）分野の統合的な医学・医療研究であることを示す象徴的な事例の1つだと思います。この20世紀末から21世紀初頭に起きた原子炉時代のブレイク・スルーをはるかに超える大きなブレイク・スルーが2020年に起きました。加速器ベース BNCT 装置：NeuCure とホウ素薬剤：ステボロニンのそれぞれの薬事登録、そして、これらを組み合わせての再発頭頸部がんに対する BNCT の保険治療の開始です。原理が提唱されてから80年以上の年月を経て、ついにこの治療法が一般の病院で保険治療として受けられるようになったのです。しかし、これはゴールではありません。この治療法をさらに発展させて、より多くのがんに対して保険適用化、先進医療化が求められます。BNCT は、一般のがん治療として確立、普及するための新たなステージに向けたスタート・ラインに立ったのだと思います。これらの節目を迎えた BNCT の状況を踏まえ、今回の学術大会のテーマは「BNCT2.0 次なるステージへ」とさせて頂きました。

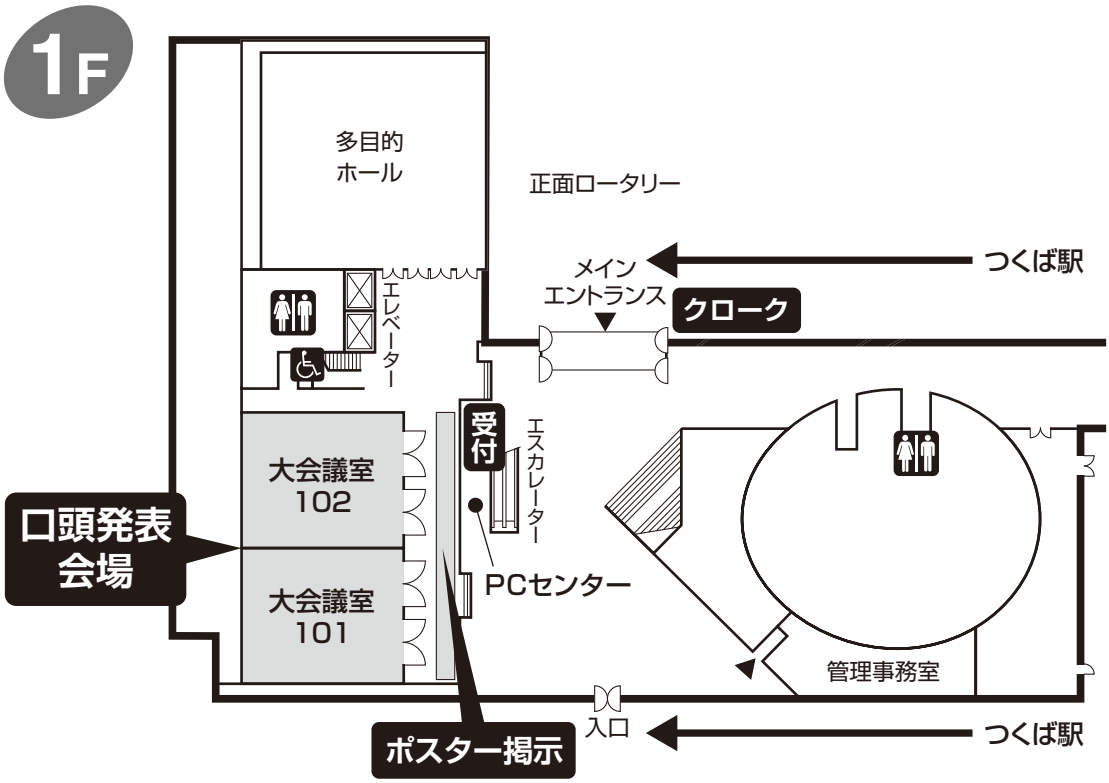
2020年からのコロナ禍によってこの学術大会も延期、リモート併催を余儀なくされましたが、先に述べたように、BNCT が保険適用になって初めての現地開催となります。本大会では、2020年に起きたブレイク・スルーに伴う成果と、今後の新たなステージに向けた研究や活動を“Face to Face”で情報交換、共有できる場になれば良いと思っております。多くの皆様にご参加頂き、活発な議論、意見交換が行われ、本大会が今後の BNCT とこれに携わる皆様にとって実りのある場になることを願っております。

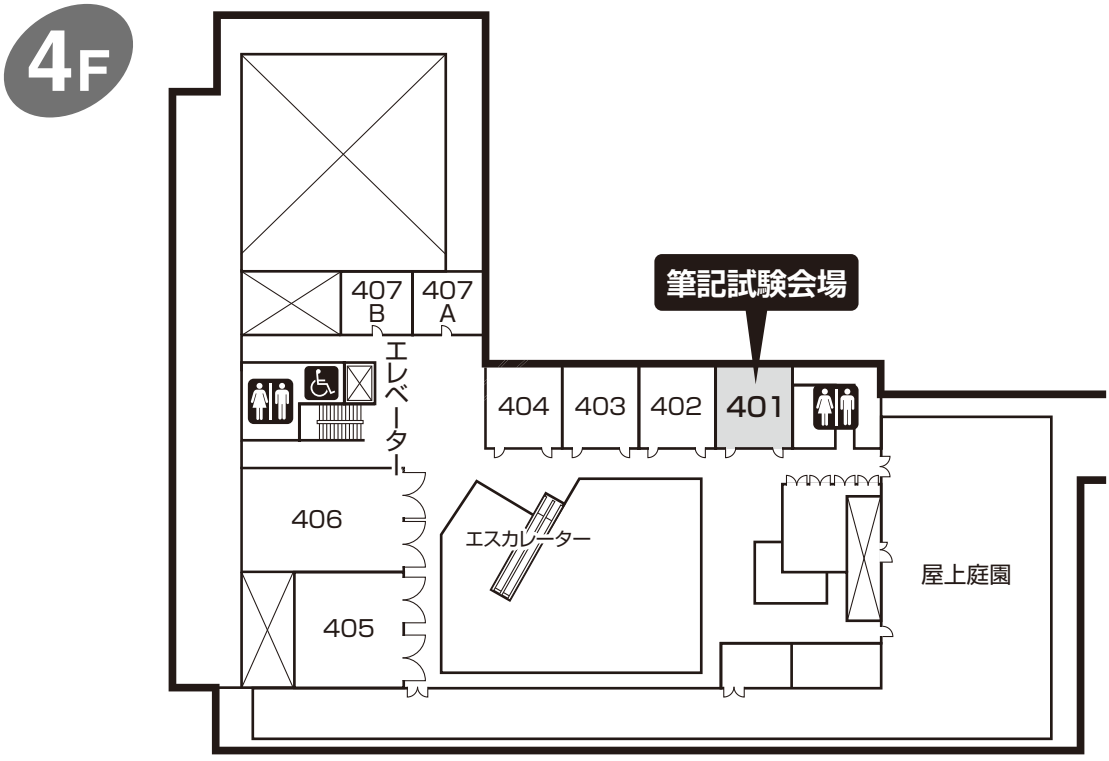
交通のご案内

つくばエクスプレス	秋葉原駅	快速 45分		つくば駅	徒歩10分	つくばセンター → エスカレーターでペデストリアンデッキ（歩行者専用道路）に昇り直進 → 徒歩8分 → つくば国際会議場
JR + バス	品川駅 / 東京駅 / 上野駅	JR常磐線（特急）約45分～60分		土浦駅	バス 約25分	
	品川駅 / 東京駅 / 上野駅	JR常磐線（特別快速）約50分～65分		ひたち野うしく駅	バス 約25分	
高速バス	茨城空港	約60分				
	東京駅	つくば号（八重洲南口発）約65分				
	羽田空港	約100分				
	成田空港	エアポートライナー（NATT'S）約55分				
	水戸駅	約80分				

会場のご案内

つくば国際会議場





発表についてのご案内

■座長の皆様へ

- ご担当のセッション開始予定時刻の10分前までに、会場内前方の「次座長席」にご着席ください。
- プログラムはタイトなスケジュールで行われます。円滑な進行管理をお願いいたします。

■口頭発表演者の皆様へ

- 次演者は発表10分前までに、会場内の「次演者席」にご着席ください。

【PC 受付について】

- 演者はご発表セッション開始の40分前までに PC 受付（つくば国際会議場1階）へ発表用メディアをご持参いただき、発表データの登録および内容・動作のチェックを行ってください。（発表に PC 本体を持込む場合も必ず PC 受付にて動作確認をお願いします。）

【発表時間】

一般演題（口頭発表）	発表8分、質疑2分を基本としてください。
ランチョンセミナー	60分のセッションです。 各演者の発表時間は、座長と調整してください。
基調講演1	3演題で60分のセッションです。 1演題20分以内（質疑含む）でお願いします。
基調講演2	4演題で60分のセッションです。 1演題15分以内（質疑含む）でお願いします。
特別共催講演	30分のセッションです。 各演者の発表時間は、座長と調整してください。
教育講演	質疑応答含め、30分のセッションです。
シンポジウム	30分のセッションです。 各演者の発表時間は、座長と調整してください。

【データをお持込の方へ】

- お持ち込みいただけるメディアは USB メモリのみとさせていただきます。
- 画面サイズは16：9のワイドサイズです。（※4：3で作成されたスライドを投影した際には両サイドに黒が表示されますので予めご了承ください。）
- 会場に用意する PC は、Windows10です。
- 対応可能なアプリケーションは Windows 版 PowerPoint2013・2016・2019・2021です。
- フォントは OS 標準のみをご用意致します。
- データ作成後は、他のパソコンで正常に動作するか確認してください。
- メディアを介したウイルス感染の事例がありますので、最新のウイルス駆除ソフトでチェックしてください。
- 事務局で用意した PC 内にコピーした発表データにつきましては、発表終了後、学会事務局が責任を持って削除いたします。

【PC をお持込される方へ】

- 動画ファイルを含む場合、Mac で作成したデータの場合、PC 本体をお持ち込みください。
- その際は、一般的な15pin モニターケーブルに接続しますので、必ず変換コネクターはお持ちくださいますようご注意ください。

- 動画や音声をご使用になる場合は、PC 受付スタッフにお知らせください。
- 発表データに使用するフォントは、Windows 10に標準搭載されているものを推奨いたします。
- PowerPoint 上の動画は使用可能ですが、動画データは Windows10で標準状態の Windows Media Player で再生できるファイル形式（.mp4 ファイル推奨）にて作成し、PowerPoint に埋め込むかリンクしてください。

※ 事前に発表データを作成した PC とは別の PC で、動作確認をお願いいたします。

※ 動画データは PowerPoint データとともに使用する動画ファイルを同一フォルダーに整理し、保存のうえご持参ください。

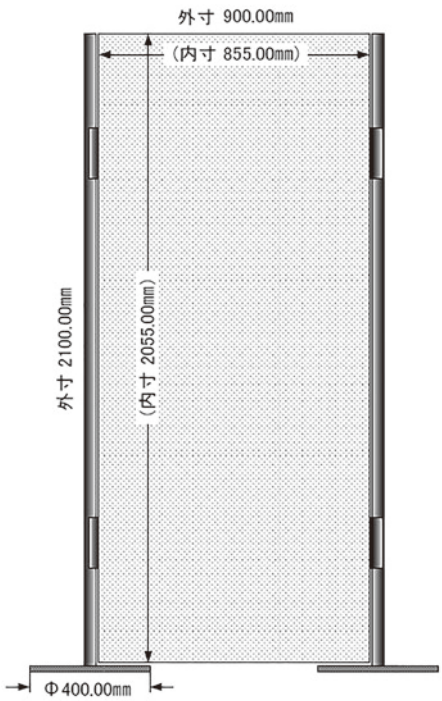
※ 標準的な動画コーデック以外の動画ファイルの場合、再生に不具合を生じる場合がございます。（動画再生に不安のある方は、ご自身の PC をご持参いただくことをお勧めいたします）

※ PowerPoint で動画ファイルを埋め込み処理された場合は、別途その動画ファイルもご持参いただくことをお勧めいたします。

- PC 本体をお持込の場合も、必ずバックアップデータをお持ちください。
- PC本体お持込の場合は､PC受付にて試写をお済ませの上､発表時間の20分前までに会場左手･演台付近の PC オペレーター席のスタッフに PC をお渡しください。スタッフが確認致します。
- PC オペレーター席で、PC をご返却いたします。口演終了後速やかに PC のお引取りをお願いいたします。
- PowerPoint の機能の中にある「発表者ツール」を使用しての発表はできませんので、作成の際はご注意ください。
  発表原稿が必要な方は、あらかじめプリントアウトをお持ちください。会場でのプリントアウトは対応しておりません。

■ポスター発表の皆様へ

- ポスターセッションは設けておりませんが、10月30日（日）10：00～10：30をポスタビューイングとしています。ポスター閲覧中に質問などが出る場合がありますので、可能であれば質問者へのご対応、フリーディスカッションをお願いできればと思います。
- ポスターパネルは縦長型（縦：2,055㎜×横：855㎜、右図）を準備いたします。指定の場所に貼付をお願い致します。演題番号、画鋲は事務局で用意いたします。
- **掲示期間**：10月29日（土）9：00～18：00、
  10月30日（日）9:00～15:00までです。
- **掲示会場**：1階『101＋102会議室』ロビー、
  『ポスター会場』
- **ポスター撤去**：10月30日（日）15：00～16：30の間に撤去の上、お持ち帰りください。終了後にポスターが撤去されない場合、処分は学会側にご一任ください。



■注意事項

- 発表に際し、個人が特定される可能性のある症例の氏名、イニシャル、ID番号は発表しないよう、十分にご注意をお願いいたします。
- 会場内での写真・ビデオ撮影・録音は禁止いたします。なお、学術集会が指定する係員については除きます。

日 程 表

10月29日(土)

8:50〜 **受付開始**

9:20〜9:30 **開　会**

9:30〜10:30
Session 1
［物理学 1］
1-01〜06
座長：石川 正純
高田 卓志

10:45〜11:35
Session 2
［化　学 1］
2-01〜05
座長：中村 浩之、長崎　健

12:00〜13:00
ランチョンセミナー 1
座長：田中 浩基、中村 哲志
演者：高田 真志、増田 明彦
橋詰 拓弥
共催：長瀬ランダウア株式会社

13:00〜14:00
基調講演 1
座長：鈴木　実、中井　啓
演者：川端 信司、佐藤 達彦
福田　寛

14:00〜14:30 **特別共催講演**
Leveraging technological advancements from conventional radiation therapy in BNCT
座長：熊田 博明　演者：Uros Mitrovic
共催：Cosylab Japan 株式会社

15:00〜15:50
Session 3
［生物学］
3-01〜05
座長：益谷 美都子、白川　真

16:00〜16:50
Session 4
［臨床医学］
4-01〜05
座長：粟飯原 輝人、川端 信司

17:00〜18:00
幹事会

10月30日(日)

8:50〜 **受付開始**

9:30〜10:00
Session 5
［化　学 2］ 5-01〜03
座長：市川 秀喜、服部 能英

10:00〜10:30
ポスター閲覧

10:30〜11:00 **教育講演**
医療機器審査の現状とレギュラトリーサイエンスに基づく審査の展望
座長：井垣　浩、演者：高橋　豊

11:00〜12:00
シンポジウム
座長：熊田 博明
演者：中村 哲志、鈴木　実
井垣　浩

12:00〜13:00
ランチョンセミナー 2
座長：松村　明、奥村 敏之
演者：内藤 富士雄、中井　啓
共催：株式会社 トヤマ／合同会社 iAC

13:00〜14:00
総　会

14:00〜15:00
基調講演 2
座長：伊丹　純、二瓶 圭二
演者：宮武 伸一、廣瀬 勝己
粟飯原 輝人、竹森 望弘

15:00〜15:50
Session 6
［物理学 2］
6-01〜05
座長：田中 浩基、高田 真志

16:00〜16:40
Session 7
［物理学 3］
7-01〜04
座長：佐藤 達彦、高田 健太

16:40〜 **閉　会**

プログラム

第1日目　10月29日(土)

学術大会会場（つくば国際会議場）

9：20～　**開　会**

9：30～10：30　**Session 1**　［ 物理学① ］

座長：石川 正純（北海道大学）
高田 卓志（京都大学複合原子力科学研究所）

1-1　簡易線量計算コード SiDE を用いた BNCT 用中性子源の
高速中性子・γ線混入率および熱中性子割合の水ファントム内線量分布への影響評価

○石川 諒尚
名古屋大学大学院 工学研究科 総合エネルギー工学専攻

1-2　加速器 BNCT における表在性腫瘍に対する強度変調照射法の研究

○笹木 彬礼[1)]、呼 尚徳[2)3)]、松林 錦[1)]、高田 卓志[2)]、櫻井 良憲[2)]、田中 浩基[2)]
1）京都大学大学院 工学研究科、2）京都大学複合原子力科学研究所 粒子線腫瘍学研究センター、
3）関西医科薬科大学 関西 BNCT 共同医療センター

1-3　中性子ホウ素捕捉療法時に発生中性子リアルタイムモニター可能な検出器の特性評価

○八木 茄津未
防衛大学校 理工学研究科

1-4　ハイブリッド線量計算アルゴリズムの精度向上に向けた拡散方程式を用いた検討

○野尻 摩依[1)]、高田 卓志[2)]、櫻井 良憲[2)]、鈴木 実[2)]、田中 浩基[2)]
1）京都大学大学院 工学研究科、2）京都大学複合原子力科学研究所

1-5　BNCT 用遮蔽治具の開発

○池田 毅[1)]、中村 哲之[1)]、熊田 博明[2)]、北村 直之[3)]
1）株式会社 大興製作所、2）筑波大学、3）産業技術総合研究所

1-6　BNCT 用中性子減速材の開発

○池田 毅[1)]、中村 哲之[1)]、熊田 博明[2)]
1）株式会社 大興製作所、2）筑波大学

10：45～11：35　Session 2　［ 化学① ］

座長：中村 浩之（東京工業大学）
長崎 健（大阪公立大学）

2-1　アミノ酸トランスポーター ASCT2 を介して細胞内に取り込まれる中性子捕捉療法用ホウ素薬剤の開発

○荒木 倫之[1)]、盛田 大輝[2)]、西村 開[1)]、中村 浩之[2)]
1）東京工業大学 生命理工学院 、2）東京工業大学 化学生命科学研究所

2-2　BPA を構成成分としたイオン液体の開発

○白川 真[1)2)]、河本 紗季[1)]、河上 清香[1)]、坂居 知憲[1)]、佐藤 雄己[1)]、
Zaboronok Alexander[2)]、鶴淵 隆夫[2)]、中井 啓[2)]、熊田 博明[2)]、榮 武二[2)]、松村 明[2)]、
亀川 展幸[3)]、竹内 亮太[3)]、堀 均[3)]、鈴木 実[4)]
1）福山大学 薬学部、2）筑波大学 医学医療系、3）森田薬品工業株式会社、4）京都大学 複合原子力科学研究所

2-3　がん中性子捕捉療法用 Gd 含有キトサンナノ粒子の開発：腫瘍内直接投与後の腫瘍滞留性に及ぼす粒子表面修飾の影響

○安藤 徹[1)]、鶴迫 聖華[1)]、東 凌平[1)]、永繁 佑亮[1)]、鈴木 実[2)]、髙田 卓志[2)]、
櫻井 良憲[2)]、松本 まり絵[1)]、市川 秀喜[1)]
1）神戸学院大学 薬学部、2）京都大学 複合原子力科学研究所

2-4　ホウ素中性子捕捉療法のための DNA 標的型ホウ素薬剤の開発

○上田 大貴[1)]、鈴木 実[1)]、櫻井 良憲[2)]、田中 智博[3)]、青木 伸[3)4)]
1）京都大学 複合原子力科学研究所 粒子線腫瘍学研究分野、
2）京都大学 複合原子力科学研究所 粒子線医学物理学研究分野、3）東京理科大学 薬学部 生命創薬科学科、
4）東京理科大学 研究推進機構 総合研究院

2-5　機能性ペプチド修飾型エクソソームを利用した BNCT 技術開発

○中瀬 生彦[1)]、平瀬 詩織[1)]、青木 絢子[1)]、野口 公輔[1)]、森本 健太[1)]、藤井 郁雄[1)]、
中瀬 朋夏[2)3)]、二木 史朗[4)]、服部 能英[5)]、切畑 光統[5)]
1）大阪公立大学 大学院理学研究科、2）武庫川女子大学 薬学部、3）武庫川女子大学 バイオサイエンス研究所、
4）京都大学 化学研究所、5）大阪公立大学 BNCT 研究センター

12：00～13：00　ランチョンセミナー 1

座長：田中 浩基（京都大学複合原子力科学研究所）
中村 哲志（国立がん研究センター中央病院）

LS1-1　BNCT 中性子照射ビームのリアルタイムモニタリング実現に向けて

高田 真志
防衛大学校

LS1-2　ホウ素中性子捕捉療法のための中性子計測技術開発

増田 明彦

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 計量標準総合センター

LS1-3　小型 OSL 線量計「nanoDot」を用いた BNCT におけるγ線測定の検討

○橋詰 拓弥[1)]、水下 美穂子[1)]、熊田 博明[2)]、関口 寛[1)]、中井 啓[2)]

1）長瀬ランダウア株式会社、2）筑波大学

共催：長瀬ランダウア株式会社

13：00～14：00　基調講演 1

座長：鈴木 実（京都大学複合原子力科学研究所）
中井 啓（筑波大学）

1　Convection Enhanced Delivery を用いるホウ素薬剤の送達と脳腫瘍に対する中性子捕捉療法

○川端 信司[1)]、辻野 晃平[1)]、柏木 秀基[1)]、福尾 祐介[1)]、平松 亮[1)]、中井 啓[2)]、西村 開[3)]、中村 浩之[3)]、鰐渕 昌彦[1)]

1）大阪医科薬科大学 医学部 脳神経外科、2）筑波大学 医学医療系 放射線腫瘍学、
3）東京工業大学 科学技術創成研究院 化学生命科学研究所

2　加速器 BNCT 場における皮膚線量と生物学的効果比の相関に関するモデル検討

○佐藤 達彦[1)]、松谷 悠佑[1)]、浜田 信行[2)]、高田 健太[3)]、熊田 博明[4)]

1）日本原子力研究開発機構、2）電力中央研究所、3）群馬県立県民健康科学大学、4）筑波大学

3　悪性黒色腫 BNCT の放射線生物学的基礎と臨床試行の結果：レビュー

○福田 寛

東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター

14：00～14：30　特別共催講演

座長：熊田 博明（筑波大学）

Leveraging technological advancements from conventional radiation therapy in BNCT

Uros Mitrovic　Marketing Director, Cosylab

共催：Cosylab Japan 株式会社

座長：益谷 美都子（長崎大学）
白川 真（福山大学）

3-1 腫瘍の LAT1 発現を軸としたホウ素中性子捕捉療法の適応拡大にむけた探索的研究

○渡邉 翼[1)]、真田 悠生[1)]、服部 能英[2)]、鈴木 実[1)]

1）京都大学複合原子力科学研究所、2）大阪公立大学

3-2 インテグリン標的を有する新規ホウ素化合物を使用した中性子捕捉療法による F98 ラットグリオーマモデルの生存期間延長効果

○辻野 晃平[1)]、川端 信司[1)]、柏木 秀基[1)]、吉村 亘平[1)]、香山 諒[1)]、平松 亮[1)]、西村 開[2)]、田中 浩基[3)]、鈴木 実[3)]、宮武 伸一[4)]、中村 浩之[2)]、鰐渕 昌彦[1)]

1）大阪医科薬科大学 医学部 脳神経外科、2）東京工業大学 科学技術創成研究院 化学生命科学研究所、
3）京都大学複合原子力科学研究所 粒子線腫瘍学研究センター、
4）大阪医科薬科大学 関西 BNCT 共同医療センター

3-3 担がんマウスにおける BSH と Her2 に対する二重特異性抗体の腫瘍集積性と BNCT 効果

○長崎 健[1)]、田畑 杏梨[1)]、金井 大成[1)]、立花 太郎[1)]、中西 猛[1)]、河崎 陸[2)]、櫻井 良憲[3)]、真田 悠生[3)]

1）大阪公立大学大学院 工学研究科、2）広島大学大学院 先進理工学研究科、3）京都大学複合原子力科学研究所

3-4 難治性膵癌を標的としたプレシジョン BNCT 戦略

○藤本 卓也[1)2)]、金平 典之[1)2)]、寺石 文則[2)]、井川 和代[1)]、近藤 夏子[3)]、櫻井 良憲[3)]、鈴木 実[3)]、藤原 俊義[2)]、道上 宏之[1)]

1）岡山大学中性子医療研究センター、2）岡山大学大学院 医歯薬学総合研究科 消化器外科学、
3）京都大学複合原子力科学研究所

3-5 The role of GM-CSF in the early response of oral cancer SAS cells to BNCT and gamma-irradiation

○Ying Tong[1)], Lichao Chen[1)2)], Shoji Imamichi[1)2)], Yu Sanada[3)], Satoshi Nakamura[2)4)], Yuka Sasaki[1)5)], Tadashige Nozaki[1)5)], Hiroshi Igaki[2)4)], Masamichi Ishiai[2)], Minoru Suzuki[3)], Shinichiro Masunaga[3)], Mitsuko Masutani[1)2)]

1）Department of Molecular & Genomic Biomedicine, CBMM, Nagasaki University Graduate School of Biomedical Sciences,
2）Central Radioisotope Div., Research Institute, and Div. Boron Neutron Capture Therapy, EPOC, National Cancer Center,
3）Institute for Integrated Radiation and Nuclear Science, Kyoto University,
4）Department of Radiation Oncology, National Cancer Center Hospital,
5）Department of Pharmacology, Faculty of Dentistry, Osaka Dental University

16：00～16：50　**Session 4**　［ 臨床医学 ］

座長：粟飯原 輝人（大阪医科薬科大学）
川端 信司（大阪医科薬科大学）

4-1　シリカナノ粒子が切り開く BSH の新たな可能性 ～ BSH の細胞内取り込みの促進と BNCT 効果の向上～

○松本 光太郎[1)]、Laird Mathilde[1)]、小松 葵[1)]、東 佑弥[1)]、高田 卓志[2)]、Raitano Art[3)]、Morrison Kendall[3)]、鈴木 実[2)]、玉野井 冬彦[1)]

1）京都大学 高等研究院 物質 - 細胞統合システム拠点（iCeMS）、2）京都大学 複合原子力科学研究所、3）TAE Lifesciences

4-2　再発悪性神経膠腫に対する BNCT の PET における治療後評価の探索的臨床研究

○古瀬 元雅[1)]、二瓶 圭二[2)]、川端 信司[1)]、平松 亮[1)]、野々口 直助[1)]、武野 慧[2)]、添田 文彦[2)]、伊藤 ゆり[2)]、粟飯原 輝人[2)]、高見 俊宏[1)]、宮武 伸一[1)2)]、小野 公二[2)]、鰐渕 昌彦[1)]

1）大阪医科薬科大学病院 脳神経外科・脳血管内治療科、2）関西 BNCT 共同医療センター

4-3　頭頸部癌 BNCT の初期経験とその治療効果予測指標の探索的検討

○武野 慧[1)2)]、粟飯原 輝人[1)]、二瓶 圭二[1)2)]、柿野 諒[1)]、呼 尚徳[1)4)]、東野 正明[3)]、河田 了[3)]、小野 公二[1)]

1）大阪医科薬科大学 関西 BNCT 共同医療センター、2）大阪医科薬科大学 放射線腫瘍科、3）大阪医科薬科大学 耳鼻咽喉科頭頸部外科、4）京都大学 複合原子力科学研究所

4-4　再発頭頸部癌症例に対する BNCT の治療効果

○志賀 清人[1)]、片桐 克則[1)]、齋藤 大輔[1)]、及川 伸一[1)]、土田 宏大[1)]、大橋 祐生[1)]、日下 伊織[1)]、廣瀬 勝己[2)]、佐藤 まり子[2)]、高井 良尋[2)]

1）岩手医科大学附属病院 頭頸部腫瘍センター、2）南東北 BNCT 研究センター

4-5　BNCT を用いた類上皮肉腫に対する新たな治療方法の開発

○藤本 卓也[1)]、安藤 徹[2)]、須藤 保[3)]、佐久間 淑子[4)]、高田 卓志[5)]、櫻井 良憲[5)]、田中 浩基[5)]、藤田 郁夫[1)]、竹森 俊幸[1)]、河本 旭哉[6)7)]、黒田 良祐[6)]、秋末 敏宏[6)8)]、市川 秀喜[2)]、廣瀬 隆則[9)]、鈴木 実[5)]

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、3）兵庫県立がんセンター 研究部、4）兵庫県立がんセンター 病理診断科、5）京都大学複合原子力科学研究所、6）神戸大学大学院 整形外科、7）神戸大学医学部附属病院 国際がん医療・研究センター 整形外科、8）神戸大学大学院 保健学研究科、9）兵庫県立はりま姫路総合医療センター 病理診断科

17：00～　**幹事会**

第2日目　10月30日(日)

学術大会会場（つくば国際会議場）

9：30～10：00　Session 5　［ 化学② ］

座長：市川 秀喜（神戸学院大学）
服部 能英（大阪公立大学）

5-1　内在性アルブミンをキャリアとして利用した新規ホウ素薬剤の開発とヒト神経膠芽腫へのBNCT効果の検証

○西村 開[1)]、盛田 大輝[1)2)]、三浦 一輝[1)2)]、岡田 智[1)2)]、高田 卓志[3)]、鈴木 実[3)]、中村 浩之[1)2)]

1）東京工業大学 生命理工学院、2）東京工業大学 科学技術創成研究院 化学生命科学研究所、
3）京都大学 複合原子力科学研究所

5-2　細胞内ホウ素局在解析と血中ホウ素濃度定量のためのボロン酸検出用蛍光センサーの開発

○高田 慎也[1)]、近藤 直哉[1)]、萩森 政頼[2)]、天満 敬[1)]

1）大阪医科薬科大学大学院 薬学研究科、2）武庫川女子大学 薬学部

5-3　ポリグリセロール修飾炭化ホウ素ナノ粒子によるホウ素中性子捕捉療法と光温熱療法を組み合わせたがん治療法

○小松 直樹[1)]、Wang Yuquan[1)]、Reina Giacomo[1)]、Kang Heon Gyu[1)]、Chen Xiaoxiao[1)]、石川 善恵[2)]、鈴木 実[3)]

1）京都大学 人間・環境学研究科、2）産業技術総合研究所 電子光基礎技術研究部門、
3）京都大学 複合原子力科学研究所

10：00～10：30　ポスター閲覧

10：30～11：00　教育講演

座長：井垣 浩（国立がん研究センター中央病院）

医療機器審査の現状とレギュラトリーサイエンスに基づく審査の展望

高橋 豊　医薬品医療機器総合機構 医療機器審査第一部 審査専門員

11：00～12：00　シンポジウム

座長：熊田 博明（筑波大学）

S-1　物理工学班での活動内容報告

○中村 哲志[1)2)]、田中 浩基[3)]、熊田 博明[4)]

1）国立研究開発法人 国立がん研究センター中央病院 放射線品質管理室、
2）国立研究開発法人 国立がん研究センター先端医療開発センター 医療機器開発グループ BNCT 医療開発分野、
3）京都大学複合原子力科学研究所、4）筑波大学 医学医療系生命医科学域

S-2　中性子ビーム特性ガイドライン策定委員会 ―生物 WG からの活動報告―

○鈴木 実[1)]、松本 孔貴[2)]、益谷 美都子[3)4)]

1）京都大学複合原子力科学研究所 粒子線腫瘍学研究センター、2）筑波大学 医学医療系 臨床医学域 放射線腫瘍学、
3）国立がん研究センター研究所 RI 実験施設、4）長崎大学大学院医歯薬学総合研究科 分子標的医学分野

S-3　中性子ビーム特性評価ガイドライン策定委員会 臨床グループの活動と方針について

○井垣 浩[1)]、櫻井 英幸[2)]、二瓶 圭二[3)]

1）国立がん研究センター中央病院 放射線治療科、2）筑波大学 陽子線医学利用研究センター、
3）大阪医科薬科大学 関西 BNCT 共同医療センター

ディスカッション

12：00～13：00　ランチョンセミナー 2

座長：松村 明（茨城県立医療大学）
奥村 敏之（茨城県立中央病院）

LS2-1　高エネルギー加速器研究機構と iBNCT の概要

内藤 富士雄

高エネルギー加速器研究機構（KEK）東海キャンパス

LS2-2　筑波大学における BNCT 臨床研究今昔（いまむかし）

○中井 啓[1)]、熊田 博明[1)]、松本 孔貴[1)]、松村 明[2)]、櫻井 英幸[1)]

1）筑波大学、2）茨城県立医療大学

共催：株式会社トヤマ／合同会社 iAC

13：00～14：00　総　会

14：00～15：00　基調講演 2

座長：伊丹 純（新松戸中央総合病院高精度放射線治療センター）
二瓶 圭二（大阪医科薬科大学）

1　再発難治性高悪性度髄膜腫に対するホウ素中性子捕捉療法（原子炉から加速器へ）

○宮武 伸一[1)2)]、鰐渕 昌彦[1)2)]、川端 信司[2)]、古瀬 元雅[2)]、小野 公二[1)]、二瓶 圭二[1)]、秋田 和彦[1)]、呼 尚徳[1)]、鈴木 実[3)]、櫻井 良憲[3)]、田中 浩基[3)]

1）大阪医科薬科大学 関西 BNCT 共同医療センター、2）大阪医科薬科大学 医学部 脳神経外科、
3）京都大学複合原子力科学研究所

2　再発頭頸部扁平上皮癌に対する BNCT の治療効果の実際と光免疫療法との棲み分けについて

○廣瀬 勝己[1)2)]、佐藤 まり子[1)2)]、本柳 智昭[1)]、竹内 瑛彦[1)]、加藤 亮平[1)]、小森 慎也[1)]、山崎 雄平[1)]、成田 優輝[1)]、加藤 貴弘[1)]、髙井 良尋[1)]

1）南東北 BNCT 研究センター、2）弘前大学大学院 医学研究科

3　頭頸部 BNCT 治療後における急性期気道閉塞について

○粟飯原 輝人[1)]、東野 正明[2)]、呼 尚徳[2)]、秋田 和彦[2)]、二瓶 圭二[1)3)]、河田 了[2)]、小野 公二[1)]

1）大阪医科薬科大学関西 BNCT 共同医療センター、2）大阪医科薬科大学 耳鼻咽喉科・頭頸部外科、
3）大阪医科薬科大学 放射線腫瘍科

4　乳腺及び胸壁腫瘍に対する BNCT の適応の検討

○竹森 望弘[1)2)3)]、中村 哲志[1)3)]、中市 徹[1)]、岡崎 啓太[4)]、高橋 真幸[4)]、黒崎 弘正[4)]、首藤 泰則[1)]、黒川 聖悟[1)]、三笠 翔平[1)]、平垣 有史[5)]、中村 勝[5)]、高橋 加奈[6)]、井垣 浩[3)6)]

1）国立がん研究センター中央病院 放射線品質管理室、2）東京都立大学大学院 人間健康科学研究科 放射線科学域、
3）国立がん研究センター先端医療開発センター BNCT 医療開発分野、4）江戸川病院、5）株式会社 CICS、
6）国立がん研究センター中央病院 放射線治療科

15：00～15：50　Session 6 ［ 物理学② ］

座長：田中 浩基（京都大学複合原子力科学研究所）
高田 真志（防衛大学校）

6-1　ホウ素中性子捕捉療法における色素ゲル線量計のガンマ線線量応答特性

○成田 亮介[1)]、櫻井 良憲[2)]

1）京都大学大学院 工学研究科 原子核工学専攻、2）京都大学 複合原子力科学研究所

6-2　BNCT 治療中の直接ビーム照射野外の中性子線線量評価手法の実験的検討

○増田 明彦[1)]、真鍋 征也[1)]、松本 哲郎[1)]、熊田 博明[2)]、田中 進[2)]、布宮 智也[3)]、高田 真志[4)]、八木 茄津未[4)]、大谷内 将至[4)]、原野 英樹[1)]、榮 武二[2)]

1）産業技術総合研究所 計量標準総合センター 分析計測標準研究部門 放射能中性子標準研究グループ、
2）筑波大学 陽子線医学利用研究センター、3）富士電機株式会社、4）防衛大学校

6-3　液体シンチレータを用いたホウ素線量分布可視化の試み（1）　熱中性子場での測定

○納冨 昭弘[1)]、前田 英哉[2)]、若林 源一郎[3)]、髙田 卓志[4)]、櫻井 良憲[4)]

1）九州大学大学院 医学研究院 保健学部門、2）九州大学大学院 医学系学府 保健学専攻、
3）近畿大学原子力研究所、4）京都大学複合原子力科学研究所

6-4　液体シンチレータを用いたホウ素線量分布可視化の試み（2）　熱外中性子場での測定

○前田 英哉[1)]、納冨 昭弘[2)]、呼 尚徳[3)4)]、柿野 諒[3)]、秋田 和彦[3)]、小野 公二[3)]

1）九州大学大学院 医学系学府 保健学専攻、2）九州大学大学院 医学研究院 保健学部門、
3）大阪医科薬科大学 関西 BNCT 共同医療センター、
4）京都大学 複合原子力科学研究所 粒子線腫瘍学研究センター

6-5　BNCT 照射場における BeO 光刺激ルミネセンス線量計の適応評価

○松林 錦[1)]、高田 卓志[2)]、呼 尚徳[2)3)]、笹木 彬礼[1)]、武川 哲也[4)]、菅 啓大[4)]、
櫻井 良憲[2)]、田中 浩基[2)]

1）京都大学 工学研究科 原子核工学専攻、2）京都大学複合原子力科学研究所、
3）大阪医科大学 関西 BNCT 共同医療センター、4）住友重機械工業株式会社

16：00～16：40　Session 7　［ 物理学③ ］

座長：佐藤 達彦（日本原子力開発機構）
高田 健太（群馬県立県民健康科学大学）

7-1　臨床 BNCT における全身領域の PHITS モデル検証及び線量評価

○柿野 諒[1)]、呼 尚徳[1)2)]、武野 慧[3)]、粟飯原 輝人[1)]、二瓶 圭二[1)3)]、小野 公二[1)]

1）大阪医科薬科大学 関西 BNCT 共同医療センター、
2）京都大学複合原子力科学研究所 粒子線腫瘍学研究センター、3）大阪医科薬科大学 放射線腫瘍科

7-2　ホウ素中性子捕捉療法専用治療計画システムの基礎的性能評価

○竹内 瑛彦[1)]、廣瀬 勝己[1)2)]、本柳 智章[1)]、加藤 亮平[1)]、小森 慎也[1)]、山崎 雄平[1)]、
成田 優輝[1)]、佐藤 まり子[1)2)]、加藤 貴弘[1)3)]、髙井 良尋[1)]

1）南東北 BNCT 研究センター、2）弘前大学大学院、3）福島県立医科大学

7-3　決定論的粒子輸送計算コード CBZ を用いた BNCT 専用加速器中性子照射設備の Beam Shaping Assembly 最適化

○石川 正純[1)]、飯田 光[2)]、千葉 豪[3)]

1）北海道大学 大学院保健科学研究院、2）北海道大学 大学院医理工学院、3）北海道大学 大学院工学研究院

7-4　伴侶動物への BNCT の適応拡大に向けた基礎検討 ―中性子照射による生体の放射化とその影響―

○高田 卓志[1)]、和田 悠佑[1)2)]、櫻井 良憲[1)]、田中 浩基[1)]、鈴木 実[1)]

1）京都大学 複合原子力科学研究所 粒子線腫瘍学研究センター、2）大阪公立大学 獣医学部附属獣医臨床センター

16：40～　閉　会

ポスタープログラム

ポスター会場（1階『101+102会議室』ロビー）

掲示期間：10月29日（土） 9：00～18：00，　10月30日（日）9：00～15：00
ポスター閲覧：10月30日（土）10：00～10：30

Poster Session 1 ［ 臨床医学 ］

P1-01　江戸川病院における特定臨床研究「放射線治療後再発乳がんを対象としたホウ素中性子捕捉療法（BNCT）のパイロット試験」に向けた準備

○黒崎 弘正、中村 達也、館 悦子
江戸川病院 放射線科

P1-02　悪性腫瘍と良性病変における18F-FBPA PET/CT画像診断能の評価

○礒橋 佳也子[1)]、金井 泰和[2)3)]、粟飯原 輝人[2)]、呼 尚徳[2)4)]、柿野 諒[2)]、二瓶 圭二[2)]、畑澤 順[1)2)]、小野 公二[2)]
1）大阪大学大学院 医学系研究科 放射線統合医学講座核医学、2）大阪医科薬科大学 関西BNCT共同医療センター、3）大阪医科薬科大学 薬学部 生体分析学、4）京都大学複合原子力科学研究所 粒子線腫瘍学研究センター

Poster Session 2 ［ 物理学 ］

P2-01　加速器ベースBNCT治療装置におけるビーム整形装置（BSA）最適化問題への一般化摂動論の適用

○千葉 豪、山方 啓太
北海道大学 工学院 エネルギー環境システム専攻

P2-02　加速器ベースBNCT治療装置におけるビーム整形装置（BSA）の最急降下法を用いた決定論的手法に基づく設計最適化の検討

○山方 啓太、千葉 豪
北海道大学 工学院 エネルギー環境システム専攻

P2-03　加速器BNCTシステムにおける異なる形状を持つコリメータの特性評価と有用性

○小森 慎也[1)]、廣瀬 勝己[1)2)]、竹内 瑛彦[1)]、加藤 亮平[1)]、本柳 智章[1)]、山崎 雄平[1)]、佐藤 まり子[1)2)]、成田 優輝[1)]、加藤 貴弘[1)3)]、髙井 良尋[1)]
1）南東北BNCT研究センター、2）弘前大学大学院 医学研究科、3）福島県立医科大学

P2-04　撮影角度が制限されたBNCTにおける治療効果計測用SPECTのための画像再構成法の開発

○奥田 航生
大阪大学工学研究科 環境エネルギー工学専攻 量子エネルギー工学講座

P2-05　投与法の違いによる［F-18］FBPAの体内分布推定

○渡部 浩司[1)]、Kim Kyeong Min[2)]
1）東北大学 サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター、
2）Korea Institute of Radiological and Medical Sciences

P2-06　臨床 BNCT における水ファントム内の高速中性子の検証

○柿野 諒[1)]、呼 尚徳[1)2)]、武野 慧[3)]、粟飯原 輝人[1)]、二瓶 圭二[1)3)]、小野 公二[1)]

1）大阪医科薬科大学 関西 BNCT 共同医療センター、2）京都大学複合原子力科学研究所 粒子線腫瘍学研究センター、
3）大阪医科薬科大学 放射線腫瘍科

P2-07　金ナノ粒子を用いた悪性腫瘍のホウ素中性子捕捉療法における in situ 吸収線量評価

○Zaboronok Alexander[1)]、Taskaev Sergey[2)]、Volkova Olga[3)]、Mechetina Ludmila[3)]、
Kasatova Anna[2)]、Sycheva Tatiana[2)]、Nakai Kei[4)]、Kasatov Dmitrii[2)]、
Makarov Aleksandr[2)]、Shchudlo Ivan[2)]、鶴淵 隆夫[1)]、Kanygin Vladimir[2)]、
Kichigin Aleksandr[2)]、石川 栄一[1)]、松村 明[5)]

1）筑波大学 医学医療系 脳神経外科、2）Budker Institute of Nuclear Physics、
3）Laboratory of Immunogenetics, Institute of Molecular and Cell Biology、
4）筑波大学 医学医療系 放射線腫瘍科、5）茨城県立の医療大学

P2-08　BNCT における不均質補正を用いた個別化線量計算システムの開発

○呼 尚徳[1)3)]、中尾 稔[2)]、小澤 修一[2)]、田中 浩基[3)]、鈴木 実[3)]、小野 公二[1)]

1）大阪医科薬科大学 関西 BNCT 共同医療センター、2）広島がん高精度放射線治療センター、
3）京都大学複合原子力科学研究所 粒子線腫瘍学研究センター

P2-09　［F-18］FBPAPET 画像の要因分析を用いた血中濃度入力関数と病巣領域抽出

○キム キョンミン[1)2)]、渡部 浩司[1)]

1）東北大学 サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター、2）韓国原子力医学院 国家 RI 新薬センター

P2-10　加速器中性子源における延長型中性子コリメータシステムの開発と臨床応用

○呼 尚徳[1)2)]、田中 浩基[2)]、柿野 諒[1)]、宮尾 守[3)]、吉川 秀司[1)]、秋田 和彦[1)]、武野 慧[4)]、
粟飯原 輝人[1)]、二瓶 圭二[4)]、小野 公二[1)]

1）大阪医科薬科大学 関西 BNCT 共同医療センター、2）京都大学複合原子力科学研究所 粒子線腫瘍学研究センター、
3）大阪医科薬科大学附属病院 中央放射線部、4）大阪医科薬科大学 放射線腫瘍科

P2-11　筑波大学 BNCT 加速器中性子源のリアルタイムビームモニタリング実現に向けた試み

○大谷内 将至

防衛大学校 理工学研究科 境界科学専攻

Poster Session 3　［ 化学 ］

P3-01　蛍光型ホウ素センサーの開発とホウ素薬剤の動態解析

○服部 能英[1)2)]、渡邉 翼[2)]、石村 美紀[1)]、大田 洋一郎[1)]、竹中 宏誌[1)]、切畑 光統[1)]

1）大阪公立大学 BNCT 研究センター、2）京都大学複合原子力科学研究所

P3-02　フッ素導入 3- ボロノフェニルアラニン誘導体の BNCT 用薬剤としての有効性評価

○平野 楓子[1)]、近藤 直哉[1)]、村田 優介[2)]、壽谷 彩[2)]、天満 敬[1)]

1）大阪医科薬科大学大学院 薬学研究科 生体分析学研究室、2）ステラファーマ株式会社 さかい創薬研究センター

P3-03 ［^{18}F］HF からの［^{18}F］FBPA 合成経路におけるホウ素化工程の反応条件最適化に関する検討

○金井 泰和[1)2)]、渡辺 利光[3)]、大田 洋一郎[4)5)]、服部 能英[4)]、竹中 宏誌[5)]、近藤 直哉[1)]、天滿 敬[1)]、小野 公二[2)]、切畑 光統[4)]

1）大阪医科薬科大学 薬学部 生体分析学、2）大阪医科薬科大学 関西 BNCT 共同医療センター、
3）住友重機械工業株式会社、4）大阪府立大学 BNCT 研究センター、5）ステラファーマ株式会社

P3-04 Enhancement of tumor growth suppression by Gd_2O_3incorporated nanomicelle in Gadolinium Neutron Capture Therapy

○Xuan Hou[1)], Changyuan Qin[1)], Hironobu Yanagie[2)3)4)], Horacio Cabral[1)], Minoru Suzuki[5)], Shinichiro Masunaga[5)], Yoshinori Sakurai[5)], Hiroki Tanaka[5)], Takeshi Nagasaki[6)], Hiroyuki Takahashi[1)2)3)]

1）Department of Bioengineering, School of Engineering, The University of Tokyo,
2）Institute of Engineering Innovation, School of Engineering, The University of Tokyo,
3）Cooperative Unit of Medicine and Engineering Research, The University of Tokyo Hospital,
4）Research Institute for Healthy Living, Niigata University of Pharmacy and Applied Life Sciences,
5）Institute for Integrated Radiation & Nuclear Science, Kyoto University,
6）Graduate School of Engineering Division of Science and Engineering for Materials, Osaka Metropolitan University

Poster Session 4 ［ 生物学 ］

P4-01 中性子捕捉剤混和複合体腫瘍内投与法とエレクトロポレーション併用による NCT 増強効果の検討

○柳衛 宏宣[1)2)3)]、Hou Xuan[2)4)]、柳川 将志[5)]、松川 岳久[6)]、久保田 章乃[6)]、柳衛 佳輝[7)]、鈴木 実[8)]、増永 慎一郎[8)]、櫻井 良憲[8)]、田中 浩基[8)]、小野 稔[2)9)]、中島 淳[2)10)]、梨本 正之[3)]、杉原 多公通[3)]、高橋 浩之[1)2)4)]

1）東京大学 大学院工学系研究科 総合研究機構、2）東京大学 医学部附属病院 医工連携研究部、
3）新潟薬科大学 健康・自立総合研究機構、4）東京大学 大学院工学系研究科 バイオエンジニアリング専攻、
5）帯広畜産大学 獣医医療センター、6）順天堂大学 医学部 衛生学教室、7）帝京大学 医学部 医学科、
8）京都大学 複合原子力科学研究所、9）東京大学 医学部附属病院 心臓外科、
10）東京大学 医学部附属病院 呼吸器外科

P4-02 元素状ホウ素ナノ粒子を用いた加速器型 BNCT 実験

○Zaboronok Alexander[1)2)3)4)5)6)]、Khaptakhanova Polina[2)]、Uspenskii Sergey[2)]、Bekarevich Raman[3)]、Mechetina Ludmila[4)]、Volkova Olga[4)]、Kanygin Vladimir[5)]、石川 栄一[1)]、Kasatova Anna[5)]、Kasatov Dmitrii[5)]、Shchudlo Ivan[5)]、Sycheva Tatiana[5)]、Taskaev Sergey[5)]、鶴淵 隆夫[1)]、松村 明[6)]

1）筑波大学 医学医療系 脳神経外科、2）Enikolopov Institute of Synthetic Polymeric Materials、
3）The Centre for Research on Adaptive Nanostructures and Nanodevices（CRANN）, The University of Dublin、
4）Laboratory of Immunogenetics, Institute of Molecular and Cellular Biology、
5）Budker Institute of Nuclear Physics、6）茨城県立の医療大学

P4-03 Proteomic analysis of extracellular vesicles in oral cancer SAS cells after BNCT

○Mitsuko Masutani[1)2)], Ying Tong[1)], Davide Perico[3)4)], Dario Di Silvestre[4)], Lichao Chen[1)2)], Shoji Imamichi[1)2)3)], Yu Sanada[3)], Satoshi Nakamura[2)6)], Masamichi Ishiai [2)], Hiroshi Igaki[2)6)], Minoru Suzuki[3)], Pier Luigi Mauri[4)5)]

1）Department of Molecular and Genomic Biomedicine, CBMM, Nagasaki University Graduate School,
2）Central Radioisotope Division, Research Institute, and Division Boron Neutron Capture Therapy, EPOC, National Cancer Center,
3）Institute for Integrated Radiation and Nuclear Science, Kyoto University,
4）Institute for Biomedical Technologies, National Research Council（ITB-CNR）,
5）Department of Radiation Oncology, National Cancer Center Hospita,
6）Department of Radiation Oncology, National Cancer Center Hospital

P4-04 BPA を構成成分としたイオン液体の *in vitro* および *in vivo* 評価

○坂居 知憲[1)]、寺田 莉子[1)]、鮫島 未森[1)]、佐藤 雄己[1)]、Zaboronok Alexander[2)]、鶴淵 隆夫[2)]、中井 啓[2)]、熊田 博明[2)]、榮 武二[2)]、松村 明[2)]、亀川 展幸[3)]、竹内 亮太[3)]、堀 均[3)]、鈴木 実[4)]、白川 真[1)2)]

1）福山大学 薬学部、2）筑波大学 医学医療系、3）森田薬品工業株式会社、4）京都大学 複合原子力科学研究所

Poster Session 5 ［ その他 ］

P5-01 湘南鎌倉総合病院における BNCT プロジェクト

○柴 慎太郎[1)2)]、永田 弘典[3)]、鈴木 俊介[3)]、八木橋 貴之[3)]、後藤 紳一[3)]、大村 素子[1)]

1）湘南鎌倉総合病院 放射線腫瘍科、2）群馬大学 腫瘍放射線学、3）湘南鎌倉総合病院 医学物理室

P5-02 体外ホウ素中性子捕捉療法（Ex Vivo BNCT）による自家造血幹細胞移植のための中性子照射システムの開発研究

○瓜谷 章[1)]、清井 仁[2)]、前田 嘉信[3)]、笠井 智成[4)]、土田 一輝[1)]、古矢 修一[1)]、市川 康明[1)]、西谷 健夫[1)]、吉橋 幸子[1)5)]

1）名古屋大学大学院 工学研究科、2）名古屋大学大学院 医学系研究科、3）岡山大学 学術研究院医歯薬学域、4）岡山大学 中性子医療研究センター、5）名古屋大学 核燃料管理施設

講　　演

LS1-1

BNCT 中性子照射ビームの リアルタイムモニタリング実現に向けて

高田 真志
防衛大学校

粒子線加速器中性子源を用いたホウ素中性子捕捉療法（加速器 BNCT）の開発ならび病院への導入が進んでいる。BNCT の利用拡大が進んでいる反面、通常のエックス線などの放射線治療では当たり前となっている技術に対応できていない点がある。エックス線治療では、エックス線発生ターゲット下流に設置したモニター電離箱検出器で照射エックス線量をモニタリングし患者に照射される放射線量を常時制御と監視している。しかし、加速器 BNCT では技術的な困難さから、患者への照射中性子量をリアルタイムにモニタリングできていない。中性子発生ターゲットに照射された陽子ビーム電流量をモニタリングすることで間接的に中性子発生量をモニタリングしている。この手法は、中性子発生ターゲットに破損などなく照射装置が健全であることが前提である。加速器中性子源の安定性は未知数であり、より安全性が高いがん治療に向けて発生中性子の安定性をリアルタイムモニタリングしなければならない。

リアルタイム中性子モニタリングには、中性子場を乱さずに正確かつリアルタイムに中性子線の変動を計測することが要求される。我々は、大線量率ガンマ線を計測可能な薄型シリコンダイオードと極薄フッ化リチウムを組み合わせたリアルタイム中性子測定器を開発し、BNCT 中性子ビームをガンマ線からリアルタイムに識別計測できることを実証した。本リアルタイム中性子ビームモニターを国立がん研究センター BNCT 装置 CICS-1 の中性子発生ターゲット上部に設置することで、ビームプロファイルを乱さずに直接中性子ビームの変動をリアルタイムに計測できた。

このリアルタイムビームモニタリング手法が完成することで、中性子モニタリング量から患者に照射している中性子量をリアルタイムに導出できるようになる。がん治療中に患者への照射中性子ビームの強度変動と安定性を常時リアルタイムにモニタリングできるため、中性子発生源の異常を早期に発見し予兆を事前に察知することで中性子源のトラブルを未然に防ぐことができると期待される。

今後、国立がん研究センター CICS-1 をはじめ、筑波大学 iBNCT などの加速器 BNCT 中性子ビームをリアルタイムモニタリングできるようにし、加速器中性子源の安定性確保に貢献していきたいと考える。

一 般 演 題

1-1 簡易線量計算コード SiDE を用いた BNCT 用中性子源の高速中性子・γ線混入率および熱中性子割合の水ファントム内線量分布への影響評価

○石川 諒尚
名古屋大学大学院 工学研究科 総合エネルギー工学専攻

IAEA TECDOC-1223で規定されている高速中性子混入率などのビーム特性値の差が線量分布に与える影響を、BPA を使用した場合のホウ素濃度を仮定し、AD を指標として調査した。計算には最近開発した SiDE を使用した。SiDE は、任意の中性子・γ線源のエネルギースペクトルを入力として、1分程度で水ファントム内中心軸上の一次元線量プロファイルを計算する簡易線量計算コードである。**図1**に示すような仮想 BSA 体系を構築し、その減速材厚さを変化させて高速中性子混入率が異なる複数の入力エネルギースペクトルを生成した。生成したエネルギースペクトルでは、減速材量の減少に伴い高速中性子混入率とともに熱外中性子束も増大した（**図2**）。**図3**に、高速中性子混入率に対する AD、AD25 の推移を示す。ここでは、皮膚・粘膜を除く正常組織の最大線量が12 Gy_{eq} となるように分布を規格化した。**図2**で示した熱外中性子束の増加効果により、高速中性子混入率に対して AD、AD25 はわずかに増加傾向を示した。その増加率は、高速中性子混入率2.1×10^{-13}Gy cm^{2}のときに比べて6.8×10^{-13}Gy cm^{2}のときでは2.6%程度であった。**図4**に、高速中性子混入率に対する皮膚線量の推移を示す。ファントム表面から深さ2㎜以内の領域を皮膚とし、その線量を計算した。皮膚線量は高速中性子混入率にほぼ比例して増加したが、その増分は小さく高速中性子成分が0.2から1.0へ増えた場合で約10% 増加し、10 Gy_{eq} 程度であった。IAEA TECDOC-1223では、高速中性子混入率は2×10^{-13}Gy cm^{2}が推奨されている。本研究の結果、AD、AD25 および皮膚線量の観点からは高速中性子混入率が増加することによる線量分布への影響は小さいと考えられる。また、現行の推奨値の数倍程度の高速中性子混入率が許容されれば、数10% 程度の熱外中性子強度の増加が見込まれることがわかった。さらに、γ線混入率、熱中性子割合についても、現行の推奨値から数倍程度増えても、AD の観点からは影響は小さいことが分かった。

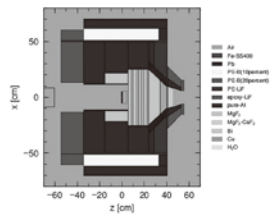


図1 構築した仮想 BSA 体系の一例。図中の MgF_2 減速材の厚さを変えて高速中性子混入率の異なる複数の中性子および γ 線のエネルギースペクトルを生成した。

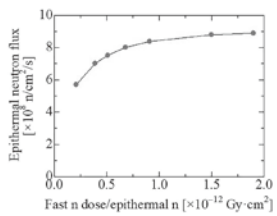


図2 減速材量減少に伴う高速中性子混入率と熱外中性子束の変化。高速中性子混入率が6.8×10^{-13} Gy cm^{2}のときは、2.1×10^{-13} Gy cm^{2}のときに比べて約41%の熱外中性子束増加が見込まれる。

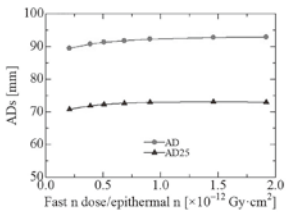


図3 高速中性子混入率に対する AD、AD25 の推移。

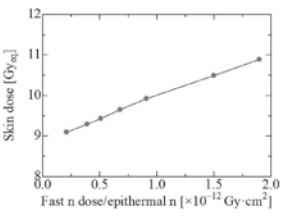


図4 高速中性子混入率に対する皮膚線量の推移。ここでは、ファントム内深さ2㎜における線量を皮膚線量とした。

1-2 加速器 BNCT における表在性腫瘍に対する強度変調照射法の研究

○笹木 彬礼[1)]、呼 尚徳[2)3)]、松林 錦[1)]、高田 卓志[2)]、櫻井 良憲[2)]、田中 浩基[2)]
1）京都大学大学院 工学研究科
2）京都大学複合原子力科学研究所 粒子線腫瘍学研究センター
3）関西医科薬科大学 関西 BNCT 共同医療センター

【緒言】加速器を用いた BNCT を表在性腫瘍に対して適応するために、直径50㎜程度の腫瘍に対しては、ボーラスを用いて均一な熱中性子分布を形成できることを確認した。さらに広範囲に拡がる直径10㎝程度の表在性腫瘍の治療を目的として、コリメータに強度変調体を設置して、線量分布の意図的な不均一を形成し、それらを複数重ね合わせることで、腫瘍に対して均一な熱中性子を照射し線量分布を改善する強度変調照射法を提案した。

本研究においては、治療計画ソフト SERA にて最適な強度変調体の組み合わせを自動で決定する手法を構築した。血管肉腫に対して、本手法による強度変調照射を行った場合、線量分布がどの程度改善するかをシミュレーションにより検証した。

【方法】線量評価には SERA を用いた。公開患者画像データより、適切な CT 画像を選択した。中性子源として関西 BNCT 共同医療センターの Neucure®を用い、コリメータの直径は15㎝とした。照射野の組み合わせの回数は2回を最大とした。頭頂に生じた直径10㎝で厚さ1㎝の血管肉腫の治療を想定した。制限線量は皮膚もしくは脳においてそれぞれ12,15 Gy-eq とした。照射野1としてコリメータ内に設置する強度変調体を直径15㎝で厚さ2㎝のポリエチレン（PE）円盤とした。次に、照射野2として直径15㎝で厚さ2㎝の PE 円盤の中心に6㎝×6㎝の穴をあけた。その穴を1 ㎝×1 ㎝で厚さが2, 3, 4, 5㎝のフッ化リチウム入りポリエチレン製ブロックで埋めていき、埋めなかった部分は厚さ2㎝の PE とした。この強度変調体のうち、線量分布の改善に寄与する可能性のある424通りのパターンのそれぞれに対して照射野1と照射野2の照射時間比1：2, 1：3, 1：4, 1：5で、最低腫瘍線量が最も良いものを照射野2の最適解とした。決定した照射野1, 2と時間比で強度変調照射を行った際の、照射時間と最低腫瘍線量、Homogeneity Index（HI）を照射野1のみで治療を実施した場合と比較して、強度変調照射法の優位性を検証した。また、皮膚の Skin/Blood（S/B）比を1.0から1.5まで変化させたときの最低腫瘍線量について検証した。なお HI は以下の式で定義した。

$HI=(D_2-D_{98})/D_{50}$

D_2、D_{98}、D_{50} はそれぞれ腫瘍の体積2%、98%、50% に照射される等価線量である。

【結果】照射野1のみで治療を行ったとき、照射時間と最低腫瘍線量、HI はそれぞれ67分、21.0 Gy-eq、0.84となった。一方で強度変調照射を行った場合は93分、25.9 Gy-eq、0.54となった。従って、強度変調照射を行うことで、照射時間は長くなるが、最低腫瘍線量及び HI が改善する。また、皮膚の S/B 比が1.5のとき、最低腫瘍線量は照射野1のみのとき16 Gy-eq、強度変調照射したとき20 Gy-eq となった。

【結論】SERA を用いて、表在性腫瘍を対象とした強度変調照射を実施するために最適な強度変調体と照射時間比の組み合わせを自動で決定する手法を構築した。加速器 BNCT の表在性腫瘍に対する強度変調照射の有効性を示すことができた。

ポスターセッション

P1-01 江戸川病院における特定臨床研究「放射線治療後再発乳がんを対象としたホウ素中性子捕捉療法（BNCT）のパイロット試験」に向けた準備

○黒崎 弘正、中村 達也、館 悦子
江戸川病院 放射線科

江戸川病院では2012年ごろよりBNCTプロジェクトを開始しているが、2022年に入りようやくビームが出るようになり、今後、放射線治療後の再発乳がん患者を対象に特定臨床研究（少数症例研究）を実施する予定である。

主要評価項目として、安全性：安全性評価基準にかかる急性期有害事象（試験機器、試験薬及びBNCTとの因果関係が否定できないCTCAEのグレード4以上のもので、かつ重篤な有害事象に該当するもの）を、副次的評価項目として、有効性：奏効率、腫瘍縮小率、無増悪生存期間、全生存期間の予定で5例を考えている。主な選択基準として放射線治療の胸部照射野内または照射野辺縁に再発が確認され、1つ以上の測定可能病変を有する患者としている。主な除外項目として、対象病変以外に活動性病変／活動性重複癌を有する患者（ただし、遠隔転移があっても増大傾向を認めず局所再発巣を制御することで患者QOLが著しく改善すると認められる症例は除外しない）としている。

現在、特定臨床倫理委員会の審査受審に向けて準備中とともにビームデータの取得、コールドランの準備を行っている状況である。

P1-02 悪性腫瘍と良性病変における18F-FBPA PET/CT画像診断能の評価

○礒橋 佳也子[1)]、金井 泰和[2)3)]、粟飯原 輝人[2)]、呼 尚徳[2)4)]、柿野 諒[2)]、二瓶 圭二[2)]、畑澤 順[1)2)]、小野 公二[2)]
1）大阪大学大学院 医学系研究科 放射線統合医学講座核医学
2）大阪医科薬科大学 関西BNCT共同医療センター
3）大阪医科薬科大学 薬学部 生体分析学
4）京都大学複合原子力科学研究所 粒子線腫瘍学研究センター

【目的】18F-FBPA PET/CTの悪性腫瘍に対する診断能を評価するために、悪性腫瘍および良性病変を有する患者の18F-FBPAおよび18F-FDG PET/CTの画像所見と病理診断を比較した。
【対象と方法】18F-FDG PET/CT並びに同意取得後に18F-FBPA PET/CTが行われ、かつ病理組織診断が得られた82症例を対象とした。対象病変の各PET画像のSUV値と病理組織診断結果を比較検証した。各PET画像のSUVmax値からROC曲線を構築し、曲線下面積（AUC）とカットオフ値を算出した。
【結果】18F-FDG PET/CTのSUVmaxは、悪性腫瘍と良性病変で有意差はなかったが（10.9 ± 6.3 vs. 9.1 ± 2.7, P = 0.62）、18F-FBPA PET/CTのSUVmaxは悪性腫瘍で有意差を認めた（5.1 ± 3.0 vs. 2.9 ± 0.6, P ＜ 0.001）。悪性腫瘍と良性病変を区別するための最良のSUVmaxのカットオフ値は、18F-FDG PET/CTでは11.16（感度0.909、特異度0.390）、18F-FBPA PET/CTでは3.24（感度0.818、特異度0.753）であった。ROC解析では、18F-FDGと18F-FBPA PET/CTで有意に異なるAUC値を示した（0.547 vs. 0.834、p ＜ 0.001）。
【結論】18F-FBPA PET/CTは、悪性腫瘍と良性病変の鑑別診断において、18F-FDG PET/CTよりも優れた診断能を示した。18F-FBPA PET/CT診断により、病変の良性・悪性を判断するための侵襲的な生検や手術の必要性を減らすことができる可能性が示唆された。

第18回日本中性子捕捉療法学会
プログラム・抄録集

発　行　日：2022年10月14日

大　会　長：熊田 博明（筑波大学 医学医療系）

事　務　局：筑波大学 医学医療系 放射線腫瘍科
〒305-8576　茨城県つくば市天久保2-1-1
筑波大学附属病院 陽子線治療センター内
TEL：029-853-7100
E-mail：jsnct18@pmrc.tsukuba.ac.jp

出　　版：株式会社セカンド
〒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
https://secand.jp/