

令和 5 年度

文部科学省

国際原子力人材育成イニシアティブ事業

未来社会に向けた先進的原子力教育コンソーシアム [ANEC]

機関横断的な人材育成事業

「機関連携強化による未来社会に向けた新
たな原子力教育拠点の構築」

－ 原子力イノベーション養成プログラム －

成果報告書

(令和 5 年度実施分)

令和 6 年 3 月

国立大学法人 東京工業大学

目 次

1. 事業の概要	1
1.1. 背景	1
1.2. 目的	1
2. 事業計画.....	1
2.1. 全体計画	1
2.1.1 原子力イノベーション養成キャンプ	1
2.1.2 原子力イノベーション留学.....	2
2.2. 令和 5 年度の計画および業務の実施方法.....	2
2.3. 体制	3
3. 令和 5 年度の成果	4
3.1. 原子力イノベーション養成キャンプ	4
3.2. 原子力イノベーション留学	9
3.2.1. 令和 5 年度の派遣実績	9
3.2.2. 派遣による国際共同研究の成果.....	11
3.3. その他.....	11
3.3.1. 米国出張報告 [2023 年 10 月 29 日 - 11 月 8 日].....	11
3.3.2. 革新的原子力システムワークショップを開催	16
4. 結言	18
付録.....	19
1. 令和 5 年度原子力イノベーション留学 募集要項.....	19
2. 令和 5 年度原子力イノベーション留学 成果報告会発表スライド	22
2.1. 西尾 龍乃介	22
2.2. 藤原 悠	33

1. 事業の概要

1.1. 背景

原子力開発をとりまく環境は近年大きく変化した。エネルギー供給は多様化し、新エネルギーの導入が積極的に行われ、またエネルギーの供給と需要において市場原理の導入が図られている。また国連および日本政府が推進している SDGs においても、「7. エネルギーをみんなにそしてクリーンに」、「9. 産業と技術革新の基礎を作ろう」、「13. 気候変動に具体的な対策を」が挙げられており、原子力技術が果たしうる役割は多い。また日本政府が掲げる Society 5.0 では、サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する、人間中心の社会（Society）の実現に向けた原子力分野での取り組みが求められている。具体的には再生可能エネルギーなどの新しいエネルギー源と IT 技術を融合させたシステムによる脱炭素化、地域発展に寄与する地域社会の主体によるエネルギー供給システムの確立といった課題に取り組むことのできる人材が必要である。また海外では、SMR 開発を推進するベンチャー企業が現れ、多様な炉型の原子炉の開発が進められており、先端技術に通じかつアントレプレナーシップに優れた人材を育成していくことも必要である。

1.2. 目的

以上の背景を踏まえ、原子力工学の基礎に立脚し、エネルギーシステムと様々な工学分野の先端技術に通じ、原子力分野で新たな企業活動を立ち上げる意欲と能力を持ち、国際的センスとマネジメントに優れた将来の原子力エネルギー分野でのイノベーションを担うことのできる技術者・研究者の育成を本人材育成活動の目的とした。活動を通じて将来の原子力エネルギー分野でのイノベーションを担うことのできる技術者・研究者を育成を目指すこととし、具体的には原子力工学の基礎、エネルギーシステムと様々な先端技術の知識、新たな企業活動を立ち上げる意欲と能力、国際的センス、マネジメント能力を有する人材の育成を行う。

2. 事業計画

2.1. 全体計画

本事業は、原子力イノベーター養成プログラム(NICP)として実施し、未来社会に向けた先進的原子力教育コンソーシアム(ANEC)に参画しつつ、以下の2つの活動を行う。

2.1.1 原子力イノベーター養成キャンプ

米国カリフォルニア大学バークレー校(UCB)で2016年に始まったニュークリアイノベーションブートキャンプ(NIB)は、主に大学院学生を対象とし原子力分野でイノベーションをもたらす起業家精神を涵養する合宿スタイルのセミナーである。東京工業大学は早くからその意義を認識し、2018年にはキャンプの提唱者であるUCBのProf. Rachel Slaybaughを訪問しセミナーの内容や運営方法を調査するなどして日本での同様なセミナーの開催の可能性を検討してきた。本活動では、日本版キャンプとして原子力イノベーター養成キャンプ(NICC)を開催する。NICCでは、イノベティブな活動と起業の精神を有し、国際センスのあ

る人材育成の輩出を目指す。NICC で扱うテーマは、次世代炉、廃棄物低減、SMR 等の新しい原子力技術に関するものにとどまらず、アントレプレナーシップや社会学的側面にも焦点をあて企画・立案を行う。また NIB を日本に誘致・開催することでそのノウハウを蓄積し NICC の開催に生かしていく。対象は国内の原子力分野の大学院学生および若手技術者・研究者とし、多くの学生・技術者・研究者が参加できるようにする。

2.1.2 原子カイノベーション留学

東京工業大学とマサチューセッツ工科大学（MIT）は、日本の原子力産業の将来を考え、多くの優秀な学生が原子力分野に進むモチベーションを持たせる方策について意見交換を行ってきた。その結果として、日本の大学院学生を、原子力研究・教育を行っているトップレベルの米国大学へ数か月程度留学させ、海外における原子力研究・教育に触れる機会を提示するのが有効ではないかとの結論になった。本活動では、大学院博士課程の学生を、4 か月程度米国の原子力分野においてトップレベルの大学へ研究目的で留学させる。派遣先は MIT をはじめ、カリフォルニア大学バークレー校、ミシガン大学、ウィスコンシン大学マディソン校、ノースカロライナ州立大学、テキサス A&M 大学の大学院原子力系専攻とする。研究テーマは、将来の原子力分野にイノベーションを持たすことが期待されるものであるものとし、事前の選考により受入大学とのマッチングにより派遣学生・派遣先を決定する。また留学先での研究テーマは将来の国際共同研究への発展性を重視し、将来的に国際共同研究により学生派遣も継続できることを目指す。対象は国内の原子力分野大学院の博士課程の学生とし、多くの学生に留学の機会が与えられるようにする。

2.2. 令和 5 年度の計画および業務の実施方法

令和 5 年度は原子カイノベーター養成プログラム活動として原子力教育コンソーシアムに参画し、国際グループ会議の取りまとめを行うとともに以下の活動を行う。

2.2.1 原子カイノベーター養成キャンプ

原子カイノベーションブートキャンプ(NIB)を開催する。具体的には、令和 5 年 8 月を目的に NIB を 14 日間程度の日程で開催することとし、国内および米国をはじめとする海外の学生および若手研究者・技術者等によるグループワーク等を行うほか、福島第一原子力発電所等の原子力関連施設でのフィールドワーク等を実施する。NIB の開催は米国のニュークリアイノベーションアライアンス（NIA）と連携して行う。なお、COVID-19 感染拡大等のため NIB の開催が困難となった場合は、オンライン等による代替のセミナー等を実施する。

2.2.2 原子カイノベーション留学

原子カイノベーション留学（SANI）を実施する。具体的には、主に大学院博士課程学生を対象とした米国大学への研究留学派遣を行う。派遣期間は 4 か月程度とする。派遣先は、マサチューセッツ工科大学、カリフォルニア大学バークレー校、テキサス A&M 大学、ミシガン大学、ウィスコンシン大学マディソン校、ノースカロライナ州立大学等の中から、受け入れ先教員と学生のマッチングが成立した大学とする。派遣にあたり、派遣学生には派遣前の研

究計画書、派遣後の報告書の提出を義務づける。また、米国大学側と SANI 実施のための調整を行う。なお、COVID-19 感染拡大等のため派遣が困難となった場合は、オンライン等による代替のセミナー等を実施する。

2.3. 体制

実施体制を図 2.3-1 に示す。本事業は東京工業大学取りまとめのもと運営会議が活動の方針の企画・立案を行い、原子力イノベーション養成キャンプ WG が原子力イノベーション養成キャンプ(NICC)の実施を、原子力イノベーション留学 WG が原子力イノベーション留 (SANI) の実施を行う。NICC、SANI の活動は海外協力大学・機関の協力を得ながら実施する。

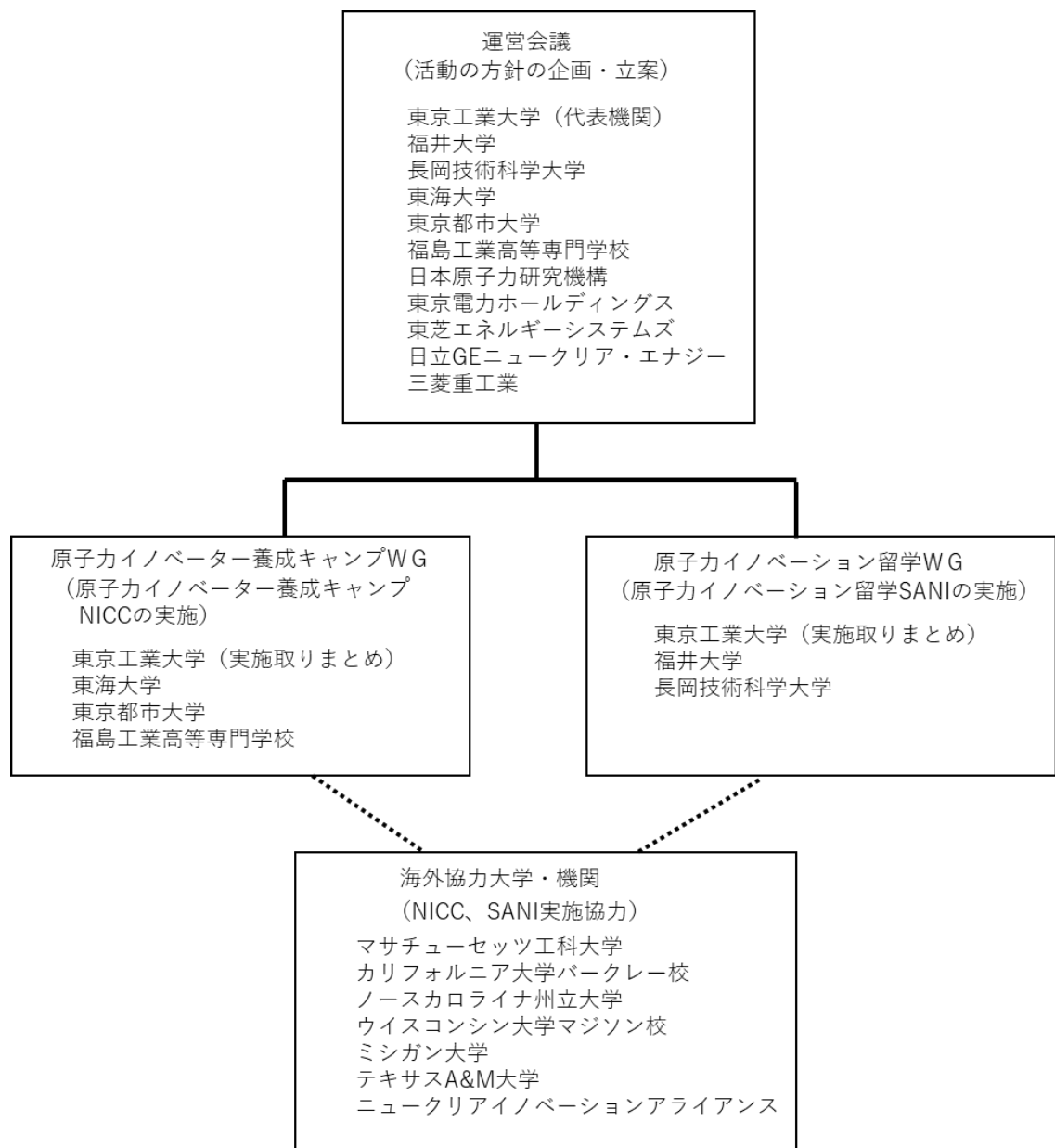


図 2.3-1 NICP 実施体制

なお、代表機関（東京工業大学）事務局の担当者は以下のとおりである。

原子力イノベーション養成プログラム代表	教授	小原 徹
原子力イノベーション養成プログラム担当教員	准教授	片渕竜也
原子力イノベーション養成プログラム事務局		津田章子

3. 令和5年度の成果

3.1. 原子力イノベーション養成キャンプ

「原子力イノベーション養成プログラム」（Nuclear Innovator Cultivation Program：NICP）は、そのプログラムの一環として、米国ニュークリアイノベーションアライアンス（Nuclear Innovation Alliance：NIA）とともに2023年7月31日から8月11日にかけて「Nuclear Innovation Bootcamp：NIB2023」を、東京工業大学大岡山キャンパスにて開催した。

NIB は、NIA が主催する例年米国で行われている合宿形式のセミナーで、専門家主導のセッション、チームビルディング演習、グループプロジェクト設計およびコンペティションからなる2週間の夏季体験を通じて、原子力エネルギーの革新に不可欠なスキルを学生や若手プロフェッショナルに訓練することを目的としている。今年度は初めての日本での開催となった。

参加者は29名で、4名の東京工業大学大学院生のほか、米国、英国、アルゼンチン、ジャマイカ、イタリア、オーストリア、ベルギー、ガーナ、ナイジェリアからの参加がありました。原子力工学分野の大学院生・学部生および若手社会人のほか、法律や機械工学などを学ぶ大学院生や、エネルギー・気候変動分析やエネルギー政策に携わる若手専門家なども参加した。



東京工業大学にての集合写真（7月31日）

初日の7月31日には、上坂充・内閣府原子力委員会委員長をキーノート・スピーカーとしてお招きし、日本の原子力開発の現状と原子力分野での技術革新の見通し（“Current

Status of Nuclear Development in Japan and Expectations for Innovation in the Nuclear Energy Field”) について俯瞰的なご講演をいただいた。

また、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（JAEA）、東京電力ホールディングス株式会社、日本の主要原子力関連メーカー（東芝エネルギーシステムズ株式会社、日立 GE ニュークリア・エナジー株式会社、三菱重工業株式会社）から講師の方々を派遣いただき、講演およびパネルディスカッションにご登壇いただいた。参加者の日本の原子力技術に対する関心は非常に高く、活発な質疑応答が行われた。



上坂充原子力委員長の講演（7月31日）



質問をする参加者（7月31日）



パネルディスカッションの様子（7月31日）



原子力関連メーカーの講師の方々との質疑応答（8月9日）

8月3日および4日には福島視察旅行を実施し、参加者は JAEA 楢葉遠隔技術開発センター（NARREC）と東京電力福島第一原子力発電所を訪問し、福島における廃炉事業とその進捗状況について学びを深めた。



JAEA 櫛葉遠隔技術開発センターにて（8月3日）



同センター研究管理棟 VR 室にて（8月3日）



福島第一原子力発電所ブルーデッキにて（8月4日）



福島第一原子力発電所 ALPS 処理水サンプル（8月4日）

参加者は、複数のチームに分かれ、ディスカッションを通じて原子力関連の新規ビジネスの創出を企画し、資金計画を含む事業計画を策定する。同時に、米国から招かれたスピーチ・スキルの専門家による訓練を通じて、発表能力や質疑応答力を磨いた。



アイデア・ジェネレーション（8月2日）



グループワーク（8月2日）



メンターからのアドバイスを聞く参加者（8月2日）



スピーチ・トレーニング（8月8日）

最終日には、コンペティションが開催された。各チームはベンチャー・キャピタリストや原子力分野の専門家などからなる審査員団に対して、事業計画を発表し、事業の新規性や実現可能性、発表力を競った。審査の結果、優勝賞が1チームに授与された。



コンペティションの様子1（8月11日）



コンペティションの様子2（8月11日）



修了証の授与（8月11日）



優勝チームのメンバー（8月11日）



アワード・レセプション（8月11日）

◆日本からの参加者の声

- ・ NIB2023 への参加は、私の専門的知識を広げ、日本の原子力開発と福島第一原子力発電所廃炉の現状への理解を深めました。また、志を同じくする仲間との交流は、原子力分野をより深く探求したいという私の興味と熱意を刺激し、世界のエネルギー問題解決における原子力技術の持つ大きな可能性を実感させました。今後も同じような活動に参加する機会を増やし、原子力の発展と応用に貢献したいと考えています。
- ・ NIB2023 への参加は、気候変動、エネルギー安全保障、環境正義という課題の中で、原子力イノベーションに対する考え方を再構築する変革的な経験となりました。特に、複雑な世界的課題に取り組む上で、学際的な協力が重要となることを実感しました。また、スピーチやプレゼンテーションなど、効果的なコミュニケーションスキルについて学びました。これらの学びを今後の活動に活かしていきたいと思います。
- ・ NIB2023 参加は、私の考え方は大きく変えました。異なったバックグラウンドを持つ参加者とチームを結成し、限られた時間枠の中で、製品のコンセプトを練り、事業計画を立てて財務モデルを考案するという挑戦は、普段の研究活動とは異なるもので、私の視野を広げてくれました。この経験により、私は起業家精神における実践的なスキルを身につけただけでなく、チームワークと学際的なコラボレーションに対して新たな気づきを得ることができました。
- ・ NIB2023 参加は、原子力技術の持つ多面的側面と、差し迫った世界的な課題に対処する可能性を明確にしました。原子力の最先端の研究に触れることで、統合された技術が効率性と安全性を高めることを学び、原子力技術を単独としてではなく、より広範な革新的システムの一部として見るようになりました。また、多様な参加者とのグループワークを通じて、複雑な原子力の課題に取り組むには、政策・工学・環境科学など学際的な協力が重要であることを学びました。

3.2. 原子カインノベーション留学

3.2.1. 令和5年度の派遣実績

本プログラム第2期生となる令和5年度派遣学生2名の大学院学生を米国大学へ留学派遣を行った。派遣にあたり2023年2月17日に令和5年度原子カインノベーション留学 SANI2023の募集を開始した。募集要項は付録に添付したとおりである。2023年3月15日に募集を締め切り、原子カインノベーション留学WGによる選考面接を3月29日に実施し、2名の学生の派遣を決定した。派遣は、2023年9月から12月に行い、派遣終了後の2024年3月18日にSANI2023の成果報告会をオンラインにて開催した。派遣学生、派遣先等は以下のとおりである。

西尾 龍乃介

所属大学	東京工業大学工学院機械系 原子核工学コース
派遣先	マサチューセッツ工科大学 原子核科学工学科 Emilio Baglietto 教授
留学期間	日本発：2023年9月2日、帰国：2023年12月28日
発表スライド	付録参照



藤原 悠

所属大学	大阪大学大学院工学研究科 環境エネルギー工学専攻
派遣先	テキサス A&M 大学 原子核工学科 John Ford 准教授
留学期間	日本発：2023年9月3日、帰国：2023年12月23日
発表スライド	付録参照



派遣成果報告会では、4か月の留学期間における派遣先研究室での研究活動とその成果を中心に、留学によって視野の広がったこと、新たな交友関係が構築できたことなどについて報告があり、今後の研究やキャリアにもつながる成果が確認された。また、派遣前後のアンケート結果は以下のとおりであり、留学派遣の効果が確認された。

◆参加学生アンケート結果

留学前後の回答の変化（平均）

（留学前）3.50 → （留学後）3.80

回答選択肢

- 1 そう思わない
- 2 どちらとも言えない
- 3 少しそう思う
- 4 かなりそう思う
- 5 強くそう思う

質問項目

- 1) 自分からやるべき課題を見つけて率先して取り組むことができる
- 2) 仲間に働きかけ、問題点を一緒に改善するために行動することができる
- 3) 自ら目標を設定し、失敗を恐れず粘り強く行動することができる
- 4) 自分なりに現状分析して課題点を具体的に提示することができる
- 5) 課題に向けた解決プロセスを考え、計画的に実行することができる
- 6) 既存の発想にとらわれず、課題に対して新しい考えで、意見やアイデアを工夫して提案できる
- 7) 自分の意見をわかりやすく整理した上で、相手に理解してもらえるよう的確に伝えることができる
- 8) 相手の話しやすい環境を作り、適切な意見を引き出すことができる
- 9) 自分の意見ややり方に固執せず、相手の意見や立場を尊重して柔軟に対応できる
- 10) チームで仕事をするとき、自分と周囲の人々や物事との関係性を理解することができる
- 11) その場のルールや手続きに従って、自ら行動や発言を適切にすることができる
- 12) ストレス状況に置かれても、自分の成長機会だとポジティブに捉え、前向きに対処することができる
- 13) 自分の文化背景の異なる場所また仲間とでも、リーダーシップを取ることができる
- 14) リスクがあっても、挑戦してみることが大切だと考え、実行することができる
- 15) 不十分な外国語力であっても、何とか意味を伝えようと積極的に発信することができる
- 16) 自分とは異なる信仰や文化的背景を持っている人を理解し、受け入れることができる
- 17) 国内・海外を含めて、外国人との交流がある
- 18) 専門分野の勉強へのモチベーションがある
- 19) 語学の勉強へのモチベーションがある
- 20) 留学先の社会・習慣・文化に関する知識がある
- 21) 政治・社会問題・国際関係について、知識・関心がある
- 22) 社会での男女共同参画(男女平等)の重要性を認識している
- 23) 将来の方向性・進路について、明確な考えを持っている

3.2.2. 派遣による国際共同研究の成果

令和4年度（2022年度）原子力イノベーション留学 SANI2022 にてマサチューセッツ工科大学（MIT）へ派遣された坂部俊郎氏と MIT 研究者との国際共同論文が、学術雑誌 IEEE Transactions on Plasma Science に掲載されオンライン出版された。掲載論文は以下のとおりである。

T. Sakabe , E. Edwards , A. Lanzrath, N. Goles , J. Ball , S. Mackie , S. Segantin , K. Mukai , J. Yagi, R. A. Tinguely , and K. B. Woller, “Neutron Energy Distribution and Energy-Corrected Spatial Distribution Around a Sealed-Tube DT Fusion Neutron Generator” , IEEE TRANSACTIONS ON PLASMA SCIENCE, published online.

DOI: [10.1109/TPS.2024.3384234](https://doi.org/10.1109/TPS.2024.3384234)

3.3. その他

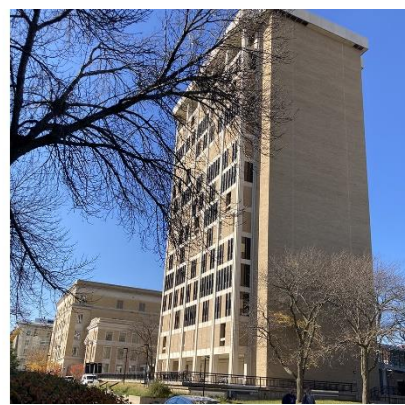
3.3.1. 米国出張報告 [2023年10月29日 - 11月8日]

プログラム代表 小原教授とプログラム担当教員 片渕准教授は、2023年10月29日-11月8日（片渕准教授は10月30日-）、米国出張を行った。訪問先は、「東京工業大学 原子力イノベーター養成プログラム（NICP）」に参画している米国6大学と、プログラムへの協力を依頼している2機関である。各大学・機関に対してNICP事業の2023年度の実績、2024年度の活動計画を説明し、来年度における協力を依頼した。

10月30日、ウィスコンシン大学マディソン校原子核工学・物理工学科を訪問し、学科長ポール・ウィルソン教授と面談し、2023年度の活動実績としてニュークリアイノベーションブートキャンプ NIB2023-JAPAN の開催、原子力イノベーション留学 SANI2023 での学生派遣について説明した。また来年度に NICP で計画している原子力イノベーター養成キャンプ NICC2024 および SANI2024 について意見交換を行った。ウィルソン教授からは今年度のNICPの活動を高く評価する旨の発言があり、来年度のNICP活動に引き続き協力することが表明された。



ウィルソン教授（右）と小原教授

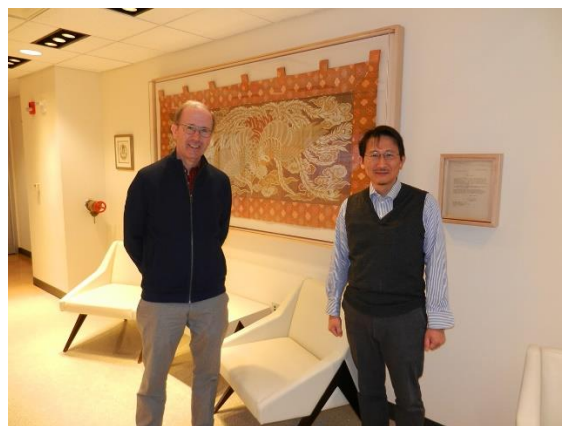


ウィスコンシン大学マディソン校工学部校舎

10 月 31 日、ミシガン大学原子核工学・放射線科学科を訪問し、学科長トッド・アレン教授と面談した。面談では 2023 年度の NICP 活動実績を説明し、また来年度の NICP 計画について意見交換を行った。アレン教授からは今年度の NICP の活動を高く評価し、来年度の NICP 活動に引き続き協力する旨が表明された。

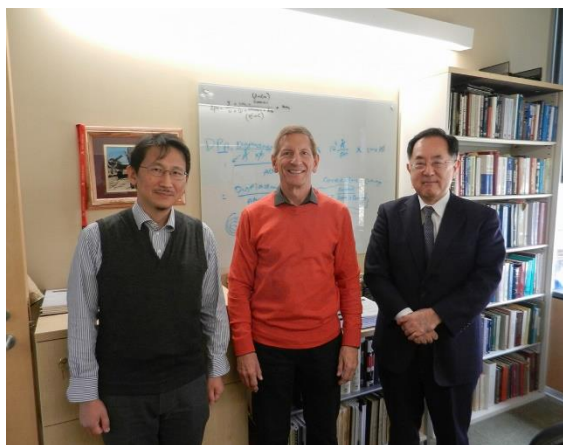


アレン教授（左）と小原教授

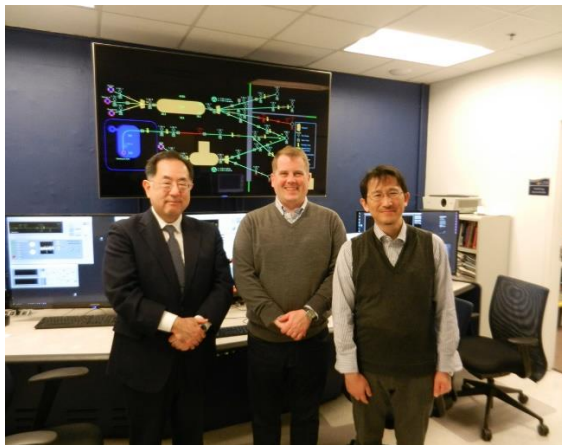


アレン教授（左）と片渕准教授

続いて、ゲーリー・ワス教授と面談した後、ケビン・フィールド准教授の案内によりミシガン・イオン・ビーム研究所の視察をして、今後の活動協力について意見交換を行った。



ワス教授（中央）と小原教授・片渕准教授



フィールド准教授（中央）と小原教授・片渕准教授

11 月 1 日、ノースカロライナ州立大学 原子核工学科を訪問し、モハメド・ブルハム教授と面談した。面談では 2023 年度の NICP 活動実績を説明し、また来年度の NICP 計画について意見交換を行った。ブルハム教授からは今年度の NICP の活動を高く評価し、来年度の NICP 活動に引き続き協力する旨が表明された。その後、同大学が保有する研究炉 PULSTAR を視察して今後の活動協力について意見交換を行った。



ブルハム教授（右）と小原教授



ブルハム教授（右）と片渕准教授

11月2日、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（JAEA）ワシントン事務所を訪問して中塚亨所長と面談し、NIB2023-JAPAN 開催にあたっての協力への謝意を伝え、今後の活動協力について意見交換を行った。続いて、同じくワシントンに所在するニュークリアイノベーションアライアンス（NIA）を訪問し、NIA 事務局長のジュディ・グリーンワールドさん、コーディネーターのマイヤ・ザップさんと、今年度開催した NIB2023-JAPAN の振り返りを行うとともに、来年度のニュークリアイノベーションキャンプ（NIB）について情報交換を行った。



中塚事務所長（右）と小原教授・片渕准教授



グリーンワールドさん（中央）と小原教授・片渕准教授

11月3日、マサチューセッツ工科大学（MIT）原子核科学工学科を訪問して学科長のブノワ・フォージット教授と面談し、NICPの活動状況と今後の計画について説明した。続いて、SANI2023 派遣学生 西尾龍乃介さん（東京工業大学博士課程1年）の受入教員であるエミリオ・バグリエット教授と面談して、意見交換を行った。その後、先進原子力研究センターセンター長ヤコポ・ボンジョルノ教授と面談した。いずれの先生方からも NICP の活動を高く評価し、来年度の NICP 活動に引き続き協力する旨が表明された。

さらに SANI2023 にて9月から MIT に派遣されている西尾さんとも面談して研究の進捗状

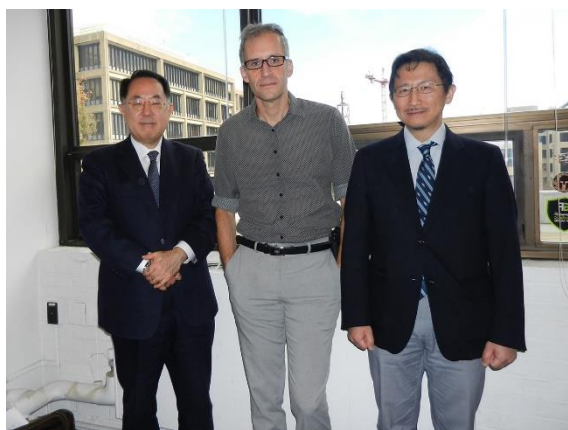
況やボストンでの生活に聴取し、順調な留学生活を送っていることを確認した。西尾さんと同じ研究室に所属するアリス・ディンさんは、今年 8 月に東京工業大学にて開催された NIB2023-JAPAN に参加しており、NICP 事業が日米の若手研究者の交流に貢献していることが確認できた。



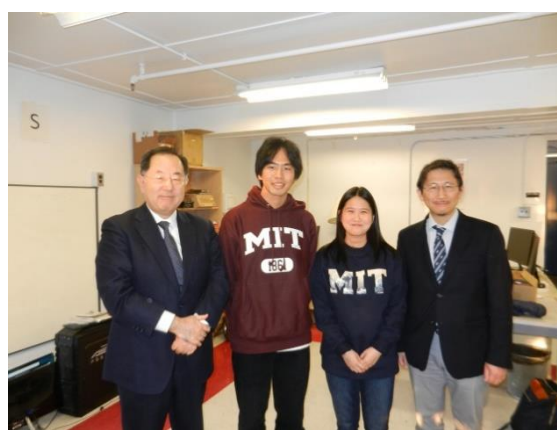
フォージット教授（中央）と小原教授・片渕准教授



バグリエット准教授（中央）と小原教授・片渕准教授



ボンジョルノ教授（中央）と小原教授・片渕准教授



（左から）小原教授、西尾さん、ディンさん、片渕准教授

11 月 6 日、カリフォルニア大学バークレー校原子核工学科を訪問し、原子科学・セキュリティコンソーシアムのプログラムディレクターでもあるジャスミーナ・ヴジック教授と面談した。その後、同学科学科長のマッシミリアーノ・フラトーニ准教授を交え、意見交換を行った。いずれの先生方からも NICP の活動を高く評価し、来年度の NICP 活動に引き続き協力する旨が表明された。また、小原教授、片渕准教授は同大学内で行われたセミナーにて講演を行った。



ヴジック教授（中央）と小原教授・片渕准教授



セミナーで講演する小原教授



セミナーで講演する片渕准教授

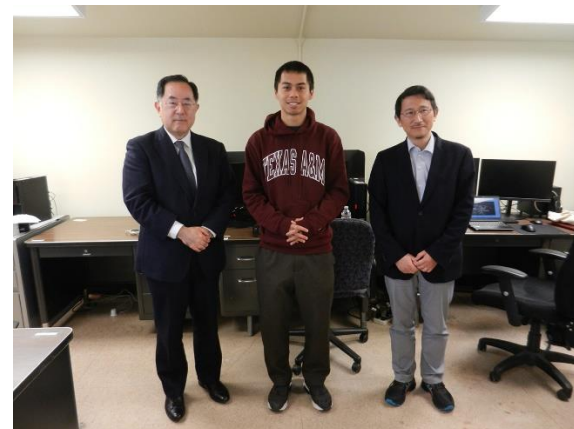


ヴジック教授（中央）、フラトニ准教授（右から2め）とともに

11月7日、テキサス A&M 大学原子核工学科を訪問し、副学科長カレン・カークランド教授と、続いて同学科のスニル・チラヤス教授と面談した。その後、もうひとりの SANI2023 派遣学生である藤原悠さん（大阪大学博士課程1年）の受入教員のジョン・フォード准教授と面談した。いずれの先生方からも NICP の活動を高く評価し、来年度の NICP 活動に引き続き協力する旨が表明された。その後フォード准教授の研究室で藤原さんと面談し、その研究活動や生活の様子を聞き、順調な留学生活を送っていることを確認した。



（左から）片渕准教授、カークランド教授、小原教授、チラヤス教授



藤原さん（中央）と小原教授・片渕准教授

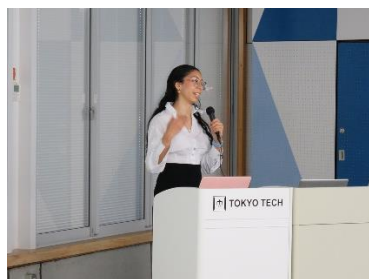
3.3.2. 革新的原子力システムワークショップを開催

2024年1月26日、次世代原子炉開発に携わる4名の専門家を東京工業大学大岡山キャンパスに招いて「革新的原子力システムワークショップ」を開催し、発表者を含む26名が参加した。

原子力イノベーション養成プログラム代表の小原教授による開会挨拶に続き、東京工業大学原子核工学コースの授業科目「革新的原子力システム設計プロジェクト」を受講した学生3名が、それぞれ設計した原子炉を発表し、専門家と参加者からの質疑に応じた。



タン・ジ・ハンさん（原子核工学コース修士2年）



カルメン・アヴィラさん（海外交流学生、マサチューセッツ工科大学学部4年生）



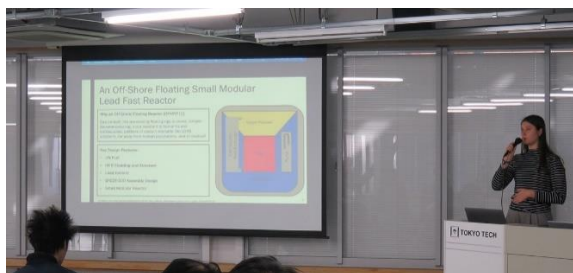
ライリー・モイケンスさん（海外交流学生、マサチューセッツ工科大学学部4年生）



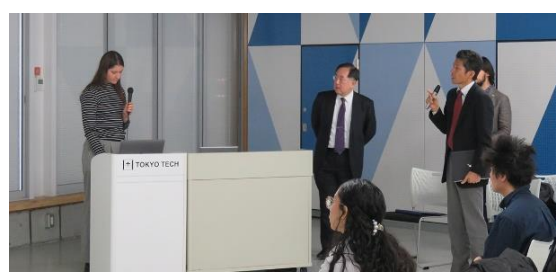
発表の様子①（タン・ジ・ハンさん）



発表の様子②（カルメン・アヴィラさん）



発表の様子③（ライリー・モイケンスさん）



専門家からの質問を受ける発表者

その後、日本原子力研究開発機構およびプラントメーカー3社の専門家の方々より、次世代炉開発についてご講演をいただいた。参加した学生にとっては、今後の原子炉開発の方向性について理解を深める大変有意義な機会となった。



日本原子力研究開発機構 山野氏



東芝エネルギーシステムズ（株） 浅野氏



日立 GE ニュークリア・エナジー（株） 木藤氏



三菱重工業（株） 蒲原氏

◆プログラム

13:30～13:35	開会挨拶
13:35～14:20	学生による革新的原子力システム設計プロジェクト成果発表（3件）
14:20～14:50	Development of Next-Generation Sodium-Cooled Fast Reactor （次世代ナトリウム冷却高速炉の開発） 日本原子力研究開発機構 高速炉・新型炉研究開発部門高速炉設計部 山野 秀将
14:50～15:00	休憩
15:00～15:30	Innovative Nuclear Energy Systems Resilient to Natural Disasters -Development of Toshiba's Innovative Reactor- （自然災害に強い革新的原子力システムへの取り組み -東芝の革新的原子炉の開発-） 東芝エネルギーシステムズ（株） 原子力先端システム設計部 浅野 和仁
15:30～16:00	Development of Hitachi-GE's Advanced Reactors （日立 GE の新型炉開発） 日立 GE ニュークリア・エナジー（株） 原子力計画部、原子炉計画グループ 木藤 和明

16:00～16:30

Development of Advanced Reactors

(革新炉の開発)

三菱重工業（株）原子力セグメント原子力技術部

蒲原 覚

16:30～16:35

閉会挨拶

4. 結言

この事業では、原子力工学の基礎に立脚し、エネルギーシステムと様々な工学分野の先端技術に通じ、原子力分野で新たな企業活動を立ち上げる意欲と能力を持ち、国際的センスとマネジメントに優れ将来の原子力エネルギー分野でのイノベーションを担うことのできる技術者・研究者の育成を目的として原子力イノベーター養成キャンプ（NICC）活動の一環としてニュークリアイノベーションブートキャンプ（NIB）を日本へ誘致・開催した。また原子力イノベーション留学（SANI）を実施し、さらに関連する活動を行った。それぞれ充実した活動が行われ有意義な成果が得られた。令和6年度は、NICCを開催するとともに、引き続き SANI を実施する。

付録

1. 令和5年度原子カインノベーション留学 募集要項



令和5年2月17日

令和5年度 原子カインノベーション留学 (Studying Abroad for Nuclear Innovation: SANI2023) 募集要項

東京工業大学 原子カインベーター養成プログラム

代表 小原 徹

文部科学省補助事業「国際原子力人材育成イニシアティブ」の活動として、東京工業大学では「[原子カインベーター養成プログラム](#)」(Nuclear Innovator Cultivation Program: NICP)を運営しており、このNICPの活動の一環として、「[原子カインノベーション留学](#)」(Studying Abroad for Nuclear Innovation: SANI) 2023を実施いたします。

SANI2023では、将来、原子力分野でのイノベーションを目指す大学院生の研究を支援するため、博士課程学生を米国の原子力系学科へ研究留学派遣を行います。

なお本事業は文部科学省の令和5年度補助金交付決定により実施されるものであり、今回の募集は補助金交付決定後の手続きを遅滞なく進めるために、あらかじめ派遣学生の選考を行うものです。

応募資格：

国内の大学に在籍し、原子力分野の研究に取り組んでいる博士課程学生(社会人博士課程学生を除く)。本プログラムでは、日本学生支援機構の派遣条件に準じ、派遣学生は日本国籍を有する学生等又は日本への永住を許可されていることとします。

なお、できるだけ多くの学生に研究留学の機会を与えるという趣旨から、派遣は、自国以外の大学での長期研究留学経験のない学生を優先します。

研究テーマ：

原子力分野における将来のイノベーションのための研究とします。派遣後に国際共著論文、国際会議・国内会議での国際共同発表、および今後の共同研究への発展が期待できる研究テーマとします。

派遣内容：

[SANI2023 派遣学生の受入れを表明している研究室](#)での研究留学。期間は令和5(2023)年9月から4ヵ月間程度。派遣大学及び受入研究室は、SANI選考委員会で応募者の審査を行ったのち、NICP事務局が提携大学窓口教員を通じて受入研究室と調整を行い、受入研究室の意向によって決定されます。

なお受入研究室の決定にあたり、受入研究室教員とのオンラインでの面接を実施する場合があります。

派遣先：

マサチューセッツ工科大学、カリフォルニア大学バークレー校、ノースカロライナ州立大学、ミシガン大学、ウィスコンシン大学マディソン校、テキサス A&M 大学の原子力系学科で [SANI2023 派遣学生の受入れを表明している研究室](#) 

派遣予定人数：

2 名

派遣支援内容：

所属キャンパスから出発空港までの往復交通費、留学先までの往復エコノミークラス航空券、現地での滞在費用 400,000 円/月（ただし滞在期間は 3 ヶ月間以上 4 ヶ月間以下。滞在月数に端数がある場合は 14 日以下支給なし。15 日以上 1 ヶ月間分支給）

応募手順と審査・採択：

1. SANI 受入研究室リストや提携大学の HP を見て、受入希望研究室を検討してください。
2. 「募集要項」に従って、期日までに申請してください。
*別途、[指導教員推薦書（様式 1）](#) を在籍大学指導教員へ依頼し、指導教員から直接 NICP 事務局 < nicp@zc.iir.titech.ac.jp > メールで送付していただくこと。
3. 応募者に対し SANI 選考委員会による書類審査および英語面接を実施します。
4. 英語面接はオンラインで行います。約 10 分間で簡単な自己紹介と留学の意義や計画について説明してください。その後、約 10 分間程度関連する事項についての質問等に答えていただきます。
5. 審査結果上位学生の受入れ可否を NICP 事務局が提携大学窓口教員を通じて受入研究室へ打診します。この際、受入研究室教員による応募学生のオンライン面接を実施する場合があります。第 2 希望までの研究室とのマッチングが成立した場合、派遣が決定されます。
6. 採択の可否は、応募者本人および在籍大学指導教員宛に通知します。

応募締切：

令和 5（2023）年 3 月 15 日（水）正午

派遣スケジュール：

- 応募受付締切： 令和 5（2023）年 3 月 15 日（水）正午
- 選考面接（Zoom）： 令和 5（2023）年 3 月 29 日（水）13:30 - 15:30
※ 1 人約 15 - 20 分を予定
※ 面接日時の指定や変更はできません。ご了承ください。
- 決定通知： 令和 5（2023）年 4 月 3 日（月）
※ 選考結果に関する問い合わせにも回答できません。ご了承ください。

2/3

- 派遣準備： 令和 5（2023）年 4 月 - 8 月
 - 在籍・受入大学での留学手続き、ビザ取得、宿舍確保、受入教員との研究詳細すり合わせ…
派遣学生が自ら行うこと
 - 航空券手配・渡航費用支給…NICP 事務局が対応
- 留学派遣： 令和 5（2023）年 9 月 - 12 月
- 成果発表会（Zoom）：令和 6（2024）年 1 月

オンライン募集説明会：

令和 5（2023）年 2 月 17 日（金）15:00 - 16:00

- ※ 参加希望者は、以下に[記載のサイト](#)よりお申し込みください。
- ※ 説明動画は開催後ウェブ上で公開します。

問い合わせ先・各種申し込み／送付先：

東京工業大学 原子力イノベーション育成プログラム事務局

- 募集説明会申込サイト：<https://forms.gle/QXjz5W8mhbsjMGkG9>
- 応募申請サイト：<https://forms.gle/gHmWSZyp12JjqKUR6>
- 問い合わせ先／派遣推薦書送付先：nicp@zc.iir.titech.ac.jp
- プログラムサイト：<http://www.nicp.zc.iir.titech.ac.jp/jp/>

2. 令和5年度原子カインノベーション留学 成果報告会発表スライド

2.1. 西尾 龍乃介

(所属大学：東京工業大学、留学先：マサチューセッツ工科大学、留学期間：2023年9月2日～2023年12月28日)



Massachusetts Institute of Technology

原子カインベーター養成プログラム SANI2023成果報告会 (Zoom)
2024/3/18

SANI2023 成果報告

派遣先：マサチューセッツ工科大学, Nuclear Science & Engineering
派遣期間：2023/9/2～2023/12/27

研究題目：磁場閉じ込め型核融合炉液体ブランケットにおける
液体金属MHD流れの乱流現象に関する研究

東京工業大学
工学院機械系原子核工学コース
近藤研究室 博士後期課程1年
西尾 龍乃介



Massachusetts Institute of Technology

派遣先研究室の概要



Massachusetts Institute of Technology (MIT) Nuclear Science & Engineering (NSE)

3



研究室があったNuclear Reactor Laboratory
の入り口



1998年にノーベル物理学賞を受賞した分数量
子ホール効果の研究はNSEの建屋で行われた

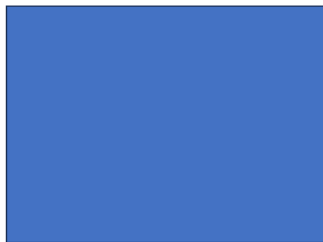
研究グループについて

4

Prof. Emilio Baglietto



Baglietto先生は
東京工業大学で
博士号を取得した



研究室メンバーでご飯に行った時の様子

研究グループのメンバー：10人程度
(修士・博士が多数、共同研究先企業
の研究者もいた)

研究テーマ：計算流体力学 (CFD)、乱
流モデリング、非定常乱流現象、気液
二層流

沸騰水型軽水炉 (BWR)やロケットのエ
ンジンなど、様々なプラントにおける
熱流体現象について、CFDを用いて現
象をモデル化し取り組んでいる

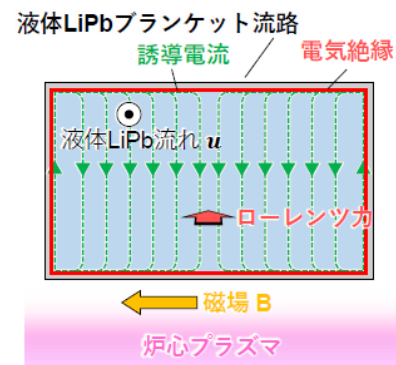
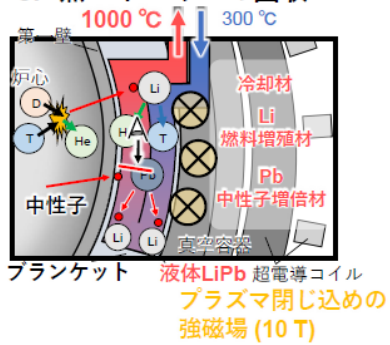
研究内容について



磁場閉じ込め型核融合炉 液体リチウム鉛合金 (LiPb) ブランケット

6

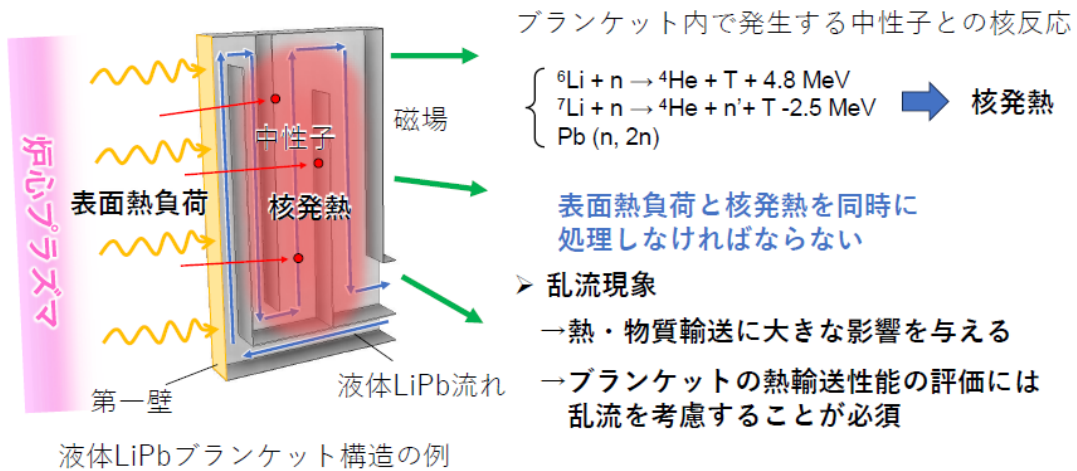
1. 燃料増殖
2. 中性子遮蔽
3. 熱エネルギーの回収



電磁流体力学
Magnetohydrodynamics (MHD)

液体LiPbブランケットにおける熱エネルギー回収

7

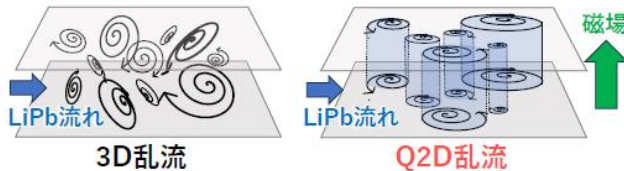


液体LiPbブランケットの乱流現象

- 磁場の効果をうけた乱流 (MHD乱流) は非磁場下と大きく異なる

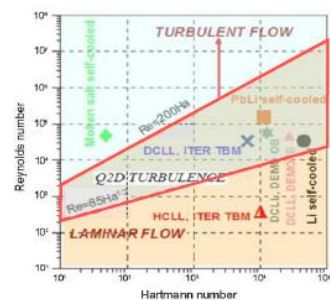
$$\text{ハルトマン数 } Ha = \frac{(\text{電磁力})}{(\text{粘性力})} \quad Ha \text{ 大} \rightarrow \text{磁場強}$$

核融合炉液体ブランケットでは、準2次元 (Quasi-2D; Q2D) 乱流の領域に属する



研究の目的

CFDを用いた液体LiPbブランケットの熱輸送性能評価に適したMHD乱流モデルを調査・改良する



S. Smolentsev et al., An approach to verification and validation of MHD codes for fusion applications, Fusion Eng. Des. 100 (2015) 65-72.

二次元的なMHD乱流の特徴をCFDに組み込むモデルが研究されている
→ 自分のCFD解析目的に合ったモデルを用いる必要がある

研究内容

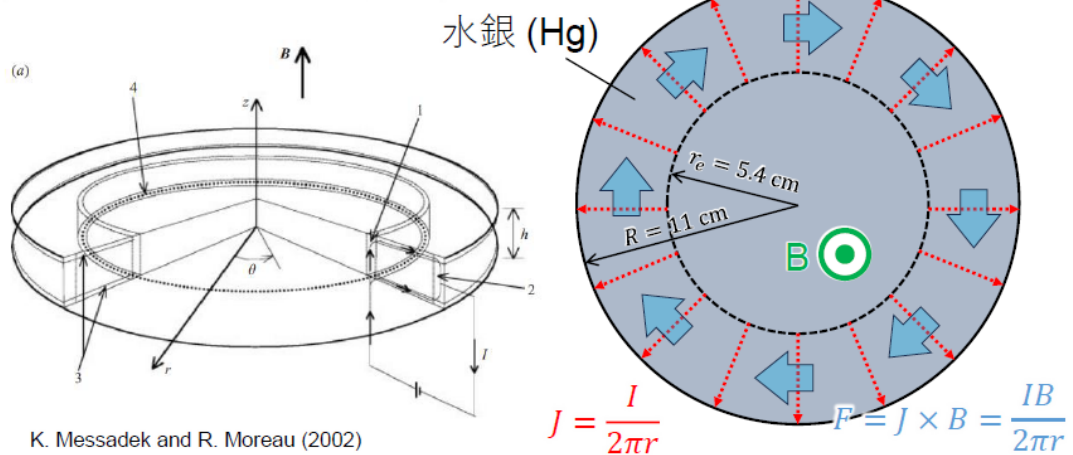
9

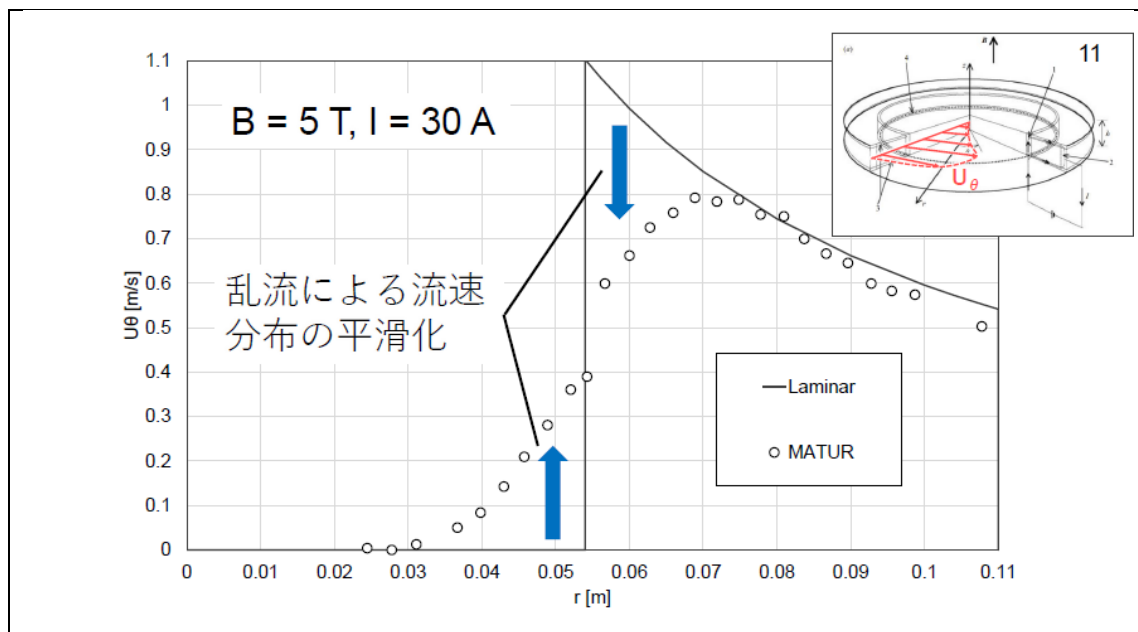
1. 液体金属MHD流れCFD解析の妥当性検証
2. **MHD乱流モデルの改良**
3. 液体LiPbブランケット流路における
熱輸送性能評価

MHD乱流モデル評価に用いた実験

10

Magnetohydrodynamic TURbulence (**MATUR**) experiment
(K. Messadek and R. Moreau, 2002)



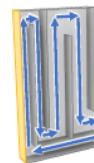


CFDシミュレーションの概要

CFDソフトウェア：STAR-CCM+ (Siemens社)

乱流モデル：Lag Elliptic blending k-εモデル

(曲がり管部の流れの剥離の予測に優れている)



12

➤ 乱流エネルギーkと乱流散逸率εの輸送方程式

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho k) + \nabla \cdot (\rho k \vec{v}) = \nabla \cdot \left[\left(\frac{\mu}{2} + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \nabla k \right] + P_k - \rho(\varepsilon - \varepsilon_0) + S_k$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho \varepsilon) + \nabla \cdot (\rho \varepsilon \vec{v}) = \nabla \cdot \left[\left(\frac{\mu}{2} + \frac{\mu_t}{\sigma_\varepsilon} \right) \nabla \varepsilon \right] + \frac{1}{T_c} C_{\varepsilon 1} P_\varepsilon - C_{\varepsilon 2} \rho \left(\frac{\varepsilon}{T_c} - \frac{\varepsilon_0}{T_0} \right) + S_\varepsilon$$

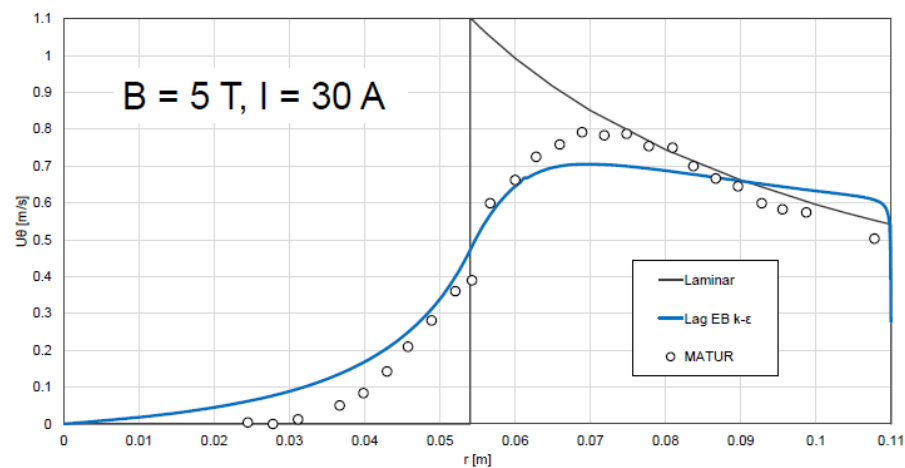
➤ MHD乱流モデル (Meng et al., 2017)

$$S_k = -\frac{\sigma}{\rho} B^2 k \exp \left(-30 \sqrt{\frac{\sigma}{\rho} B^2 \frac{v}{k}} \right)$$

$$S_\varepsilon = -\frac{\sigma}{\rho} B^2 \varepsilon \exp \left(-30 \sqrt{\frac{\sigma}{\rho} B^2 \frac{v}{k}} \right)$$

Lag Elliptic blending k-εモデルのkとεの輸送方程式のソース項 (S_k , S_ε) に
磁場による乱流抑制を表した式を代入

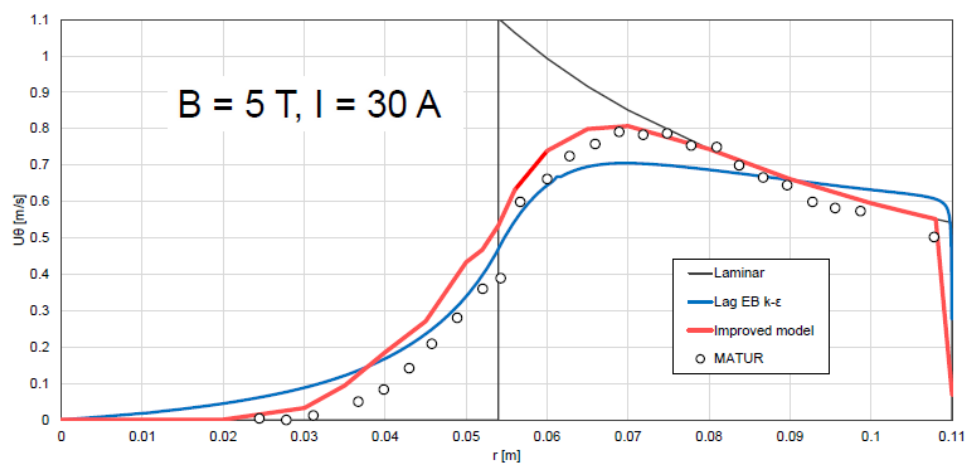
STAR-CCM+の結果と MATUR実験結果と比較



13

- 実験よりも緩やかな形状
 - 磁場や平均流速を変えると形が合わなくなる
- MHD乱流モデルの改良を試みた

計算結果



14

実験結果により近い流速分布が得られた

研究まとめ

15

核融合炉液体LiPbブランケットの液体金属MHD流れについて

1. CFDソフトSTAR-CCM+におけるMHD流れの妥当性を検証した.
2. 液体ブランケットの熱輸送性能評価を目標としてMHD乱流モデルの改良を行い、より正確に流速分布を与えるMHD乱流モデルを考案した.

今後の展望

現在のMHD乱流モデルが低磁場にも適用するように改良

→ 研究結果を国内学会で発表

→ 国際投稿論文で発表

(改良したMHD乱流モデルも用いてブランケット流路の熱輸送性能評価)



留学先での生活について



住居・交通手段



ホストファミリーとの写真

とてもやさしく迎え入れてくれました



レンタルバイクに乗っている写真

電車で1時間ほど通学
レンタルバイクも活用した

食事

• \$10~20 (¥1500~3000) / meal



American



Vietnamese



Japanese



Korean



Free food



Mexican



Chinese,
Taiwanese,
etc...

毎週木曜日は研究グループでランチがあった

観光



科学博物館



ハーバード大学

➤ マンハッタン & ワシントンD.C.旅行



ホワイトハウス



タイムズスクエア



ボストン美術館

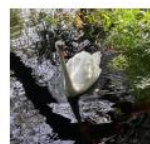


野球観戦

➤ さまざまな動物もみられた

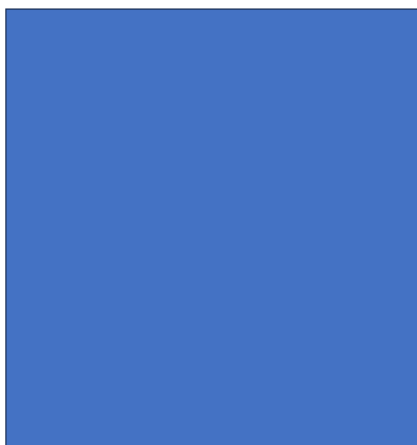


ボストン交響楽団

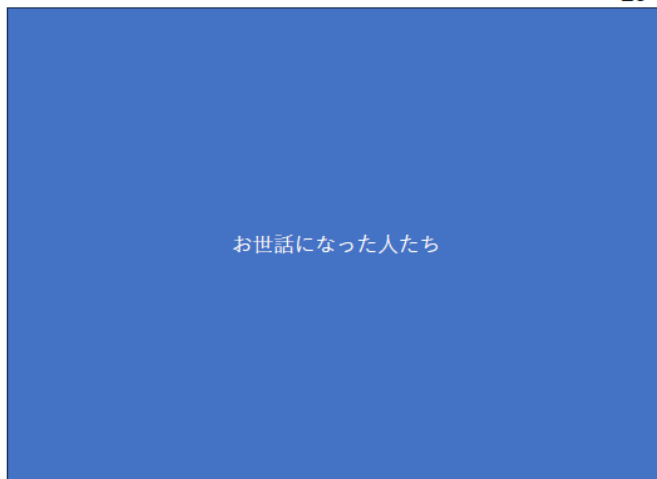


現地で出会った人々

20



研究室・NSEの大学院生たち



お世話になった人たち

沢山の人に
お世話になりました

SANI2023まとめ

1. 数値流体計算の扱い方を学び、磁場下液体金属の乱流について理解を深める事が出来た。
2. 研究活動・日々の暮らしを通して英語によるコミュニケーションを積極的に行い、語学力を向上させる事が出来た。
3. 日本では感じにくい文化や生活の違いを実感し、それにどう対応していくかを考える事が出来た。

大変貴重な体験をさせていただき、誠にありがとうございました。



2.2. 藤原 悠

(所属大学：大阪大学、留学先：テキサス A&M 大学、留学期間：2023 年 9 月 2 日～2023 年 12 月 28 日)

SANI 2023 成果報告

大阪大学大学院 工学研究科
環境エネルギー工学専攻
量子反応工学領域 D1
藤原 悠



2024 年 3 月 18 日



1

目次

- 派遣先に関して
- 研究活動・成果
 - Microdosimetry
 - Microdosimetry and Medical implants
 - Simulation Studies
 - Results
 - Discussion
 - Future Plan
- 留学生活について
 - College Station
 - Visitation of Neutron Therapeutics @Boston

2024/3/19

2

派遣先に関して

Texas A&M University

• 基本情報

➤ 規模

- アメリカ最大の学生数
- 原子力分野で、大学ランキングで3位

➤ 歴史

- テキサス州最古の教育機関
- 農工分野が源流
- 開校当時は士官候補生団への加入が義務づけられていて、現在も上級軍事大学に指定

➤ Staff

- 豪快な Prof. John Ford と Cameroonian のZavier



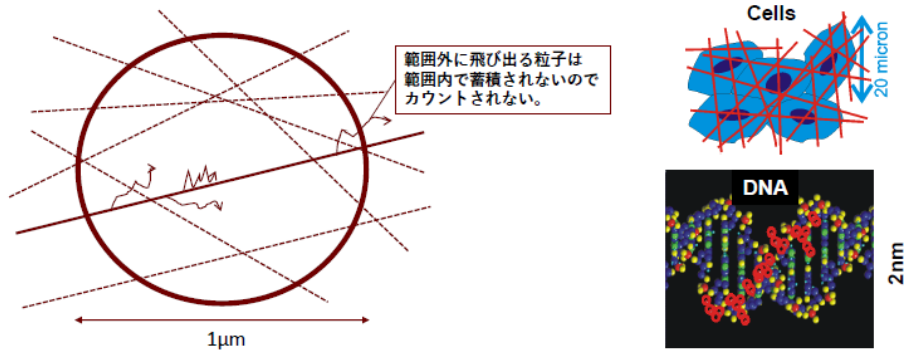
2024/3/19

3

研究活動について

Microdosimetry

- 個々の細胞や亜細胞構造に沈着したエネルギーのゆらぎや荷電粒子の微視的な飛跡[ICRP 103]
線エネルギーを基準とし、2次粒子の微視的評価そして生物学的効果の評価に応用される



2024/3/19

4

研究活動について

Microdosimetric quantities

➤ Lineal Energy Frequency Distribution, $yf(y)$

$$f(y) = \frac{dF(y)}{dy}, \quad \bar{y}_F = \int_0^\infty yf(y)dy$$

➤ Dose distribution, $yd(y)$

$$d(y) = \frac{yf(y)}{\bar{y}_F}, \quad \bar{y}_D = \int_0^\infty yd(y)dy = \frac{1}{\bar{y}_F} \int_0^\infty y^2 f(y)dy$$

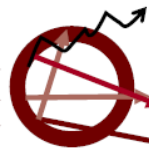
• スペクトルのイメージ：陽子線源の場合

Proton

Root A

Root B

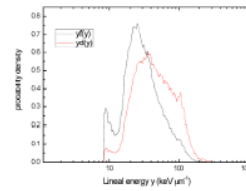
Root C



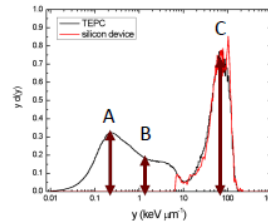
A: 低LET線によるピーク

B: エッジ放射

C: 反動陽子



頻度 ($f(y)$), 線量 ($d(y)$)
それぞれの確率分布に
線エネルギーを乗じる。



2024/3/19

5

研究活動について

Microdosimetry と生物学的効果の関係

➤ 線質係数 [ICRU Report 40, 1986]

放射線の種類やエネルギーの違いによる生体への影響
を評価する指標。

RBE の値を決定する際にも重要な指標となる。

$$\bar{Q} = \int_0^\infty Q(y)d(y)dy$$

Where,

$$Q(y) = \frac{5510}{y} \left(1 - \exp \left\{ \left(-5 \times 10^{-5} \times y^2 - 2 \times 10^{-7} y^3 \right) \right\} \right)$$

$d(y)$: Microdosimetric Dose Distribution

➤ RBE [5,6]

放射線の種類やエネルギーの違いによる生体への影響
を比で評価したもの。

様々なRBEの計算モデルが生まれ、RBEの算出が
試みられている。

$$RBE = 1.151 \times \left(\sqrt{\alpha^2 + 0.336} + \alpha \right)$$

Where, $\alpha = 0.0351 \times \bar{y}_D + 0.0885$

Microdosimetry は上記のパラメータの算出に重要な役割を果たす。

2024/3/19

6

研究活動について

検出器：Tissue-Equivalent Proportional Counter, TEPC

- 概要：組織等価ガス (TE-gas) を封入した比例計数管の1種
 - 構成
 - ・ TE-gas としては**プロパン**などが用いられている
 - ・ 比例計数管の壁には**導電性プラスチック**で覆われており、A-150プラスチックが用いられている。
 - 形状：球状・円柱 (図) etc...
- 動作原理
 - パルスモードで動作
 - 放射線, TE-gas間の反応によって生じた電子のエネルギー沈着を信号として取得
 - ガス増幅により, 信号とノイズを区別して出力

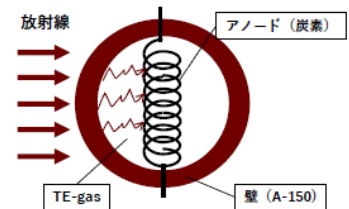


図5：実際のTEPC[7]

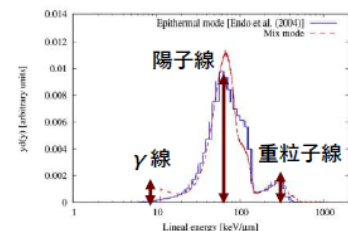
2024/3/19

7

研究活動について

Microdosimetry と BNCT

- BNCTでは、以下4つの指標がRBEに影響を与えると考えられる。
- 体内組織と線源： γ 線
 - 体内窒素：炭素イオン線
 - 体内水素：反跳陽子
 - ホウ素起源： α 線とリチウムイオン線
- BNCT の治療環境に基づいてMicrodosimetry スペクトルを評価。



博士課程での研究
放射線発生装置が治療に
どのような影響を与えるか



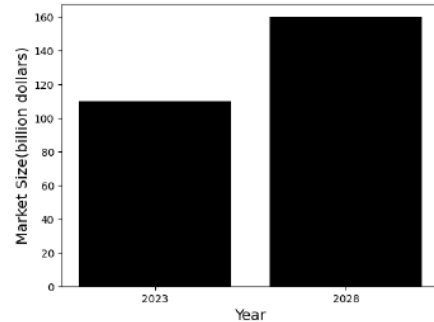
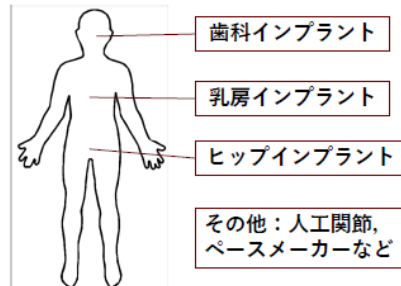
A&M での研究
治療時に、細胞にどれだけの
影響を与えられているのか

2024/3/19

8

研究活動について

Medical Implants



インプラントの多様化と需要増加に伴い、今後その市場規模は増加していくと予想される。

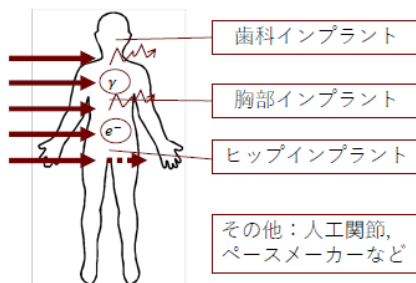
2024/3/19

9

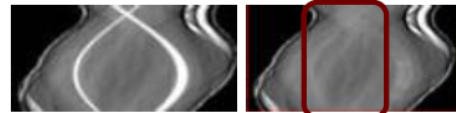
研究活動について

Medical Implants の課題

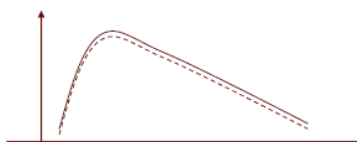
放射線の吸収と散乱による2次粒子の発生



影響①: Metal Artifact Reduction, CT画像の不明瞭化[4]



影響②: Dose Reduction, 線量の減衰



治療時の生物学的効果の推定には、微細構造における2次粒子の影響を考慮する必要がある。

2024/3/19

10

研究活動について

研究概要の整理:医療用インプラントによって生じる2次粒子の影響を Microdosimetry に基づいて評価する。

問題

放射線治療時に医療用インプラントがあることで、正常組織と異なる反応（吸収・散乱）が起こり、治療計画の作成に影響を及ぼす。

手段

Microdosimetryは、微細構造(細胞1個分など)のスケールで荷電粒子を検出し、線量分布等を求めることができる。
この物理量は、放射線治療時の線質係数やRBEと密接に関係している。

効果

Microdosimetryによって評価された線質係数やRBEによって、安全な治療計画が作成される。

2024/3/19

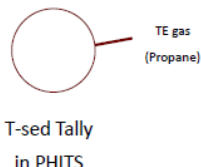
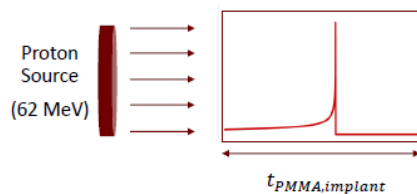
11

研究活動について

Simulation Studies: モンテカルロシミュレーションによるモデリング

PHITS: T-sed Tally の利用により
線量分布を計算可能

FLUKA: Detect Card の利用により
電子のエネルギー蓄積を計算
→ 線量分布を式から算出する



※ PMMA:ポリメチルメタクリレート
陽子線治療の際のブラッグピークを表現するために用いる。
密度 1.18 g/cm³
Implant にはチタンを利用(密度4.5g/cm³)

2024/3/19

12

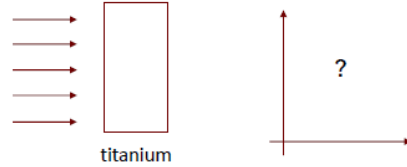
研究活動について

Evaluation

手順①：インプラント単独での影響を調査

インプラントそれ自体の吸収・散乱の影響を
スペクトルの変化によって調査

t_{ti} : 2mm, 4mm, 6mm, 8mm

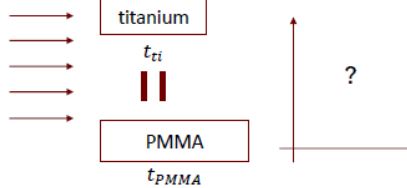


手順②：等価厚さの応用

特定の厚さのチタンと等価になるPMMAの厚さを求め、
両者のスペクトルの形状と $\bar{y}_d$ の値を比較する

$$t_{ti} = t_{PMMA} \times \frac{\rho_{PMMA}}{\rho_{ti}} \times \frac{S_{PMMA}(E=\text{initial energy})}{S_{ti}(E=\text{initial energy})}$$

ρ : 物質の密度, S : 物質の阻止能



2024/3/19

13

研究活動について

Result ①：巨視的な線量測定と比較

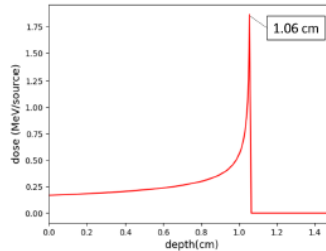
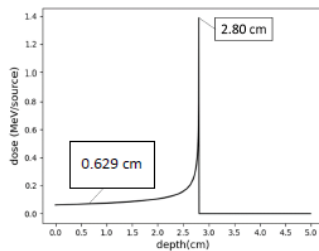


表 t_{PMMA} と t_{ti} の対応表

Case	t_{PMMA}	t_{ti}
1	0.629	0.234
2	1.629	0.606
3	2.629	0.978
4	2.79	1.038
5	2.8	1.042
6	2.81	1.045
7	2.85	1.060

※ 0.629 cm は、実際の実験で用いる検出器周りを覆っているA-150等の影響を等価厚さの考え方をもとに t_{PMMA} に換算したもの。

ブラッグピーク周辺における陽子線のエネルギー損失は確率的であるため、
Microdosimetry でどのような線量分布になるかが重要となる。

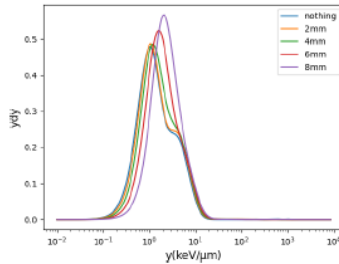
2024/3/19

14

研究活動について

Result ②：インプラント単独による影響の調査

*Nothing は PMMA や チタンを加えていない場合を表す



- 材質の厚さを大きくする(=ブラッグピークに近づく)毎に、スペクトルが高エネルギー側にずれる
→ インプラントによる吸収によってピークの位置がずれる。
- この段階では、低エネルギー γ 線の影響等、その他の 2 次粒子の影響は観察されない。

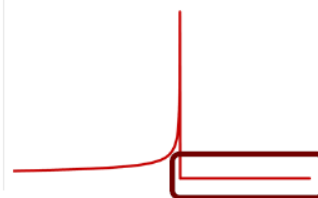
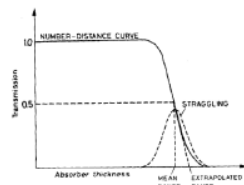
2024/3/19

15

研究活動について

Discussion

- 材質の厚さを大きくする(=ブラッグピークに近づく)毎に、両者の y_d に違いが生じる。
→ 飛程が巨視的な議論に基づいていることの裏付け。
- ブラッグピークを越えると、低い線エネルギー領域に別のピークが生じる。
→ ブラッグピークを越えると低LETのガンマ線が生じ、ピークを与える。
→ 線質係数の観点から考察すると、ブラッグピークを越えた深さに腫瘍がある場合、治療効果に大きな影響を与える危険性がある。



低エネルギー γ 線の影響が大きくなる。

2024/3/19

16

研究活動について

Future Plan

- 他の放射線源での検討
 - 重荷電粒子 (^{12}C)
 - 電磁波 (γ , neutron)
- 他のインプラントでの検討
 - 材質 (Si, Au, etc...)
 - 物質の状態 (個体、液状)
 - サイズ
- 実験による実証
 - 測定装置 (TEPC) の作成



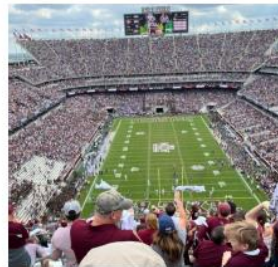
2024/3/19

17

留学生活について

College Station

- 日常生活
 - 筋トレ @ Rec Center
 - 外食 with friends in A&M
- イベント
 - アメリカンフットボール
 - テキサス観光
 - ✓ Johnson Space Center @Houston
 - ✓ Fort Worth Stockyards @Dallas



左：Kyle Field で行われたアメリカンフットボールの試合。
下：留学先でできた友達。



2024/3/19

18

留学生活について

Visitation of Neutron Therapeutics @Boston

- Neutron Therapeutics
 - BNCT 用の加速器を製造する会社
 - 施設見学と研究発表を行った

※ 西尾さんにも会ってきました！



2024/3/19

19

まとめ

- 今回の成果
 - 異国での生活
 - 放射線治療における治療効果測定技術の理解
 - 研究テーマの立ち上げと推進
 - 人脈形成
 - ※ ちょっとの喧嘩
 - 今後の展望
 - 他の放射線源での検討
 - 成果を The International Youth Nuclear Congress 2024 で報告 (アブスト準備中)
- ※ ビザの手続きは念入りに...

2024/3/19

20

ご清聴ありがとうございました



LinkedIn



HP