

2. 量子ビーム科学研究施設の現状

2-1. フォトカソード RF 電子銃 S バンドライナック

2-1-1. 運転状況と主な研究成果

今年度は、「RF 電子銃ライナック装置」では短パルス化と暗電流の低減のために、今まで利用してきた 1.6 セルの RF 電子銃を取り外して新たに製作した 1.4 セルの RF 電子銃をインストールして、超短パルス電子ビームを発生し、それをを用いた「量子ビーム創薬」というがん治療薬の開発に関する応用研究を展開した。「MeV 電子顕微鏡装置」では、次世代の超高圧電子顕微鏡の実現に向けて大電流かつ高安定のフェムト秒短パルス電子ビームを発生するために、小型冷凍機で伝導冷却による 4.2K の温度下で運転可能な L バンド Nb₃Sn 製超伝導 RF 電子銃の R&D を行った。また、「小型短パルス電子線発生装置」では、新しい THz 発生方法の探索と原理実証に関する研究を継続した。これらの研究内容と得られた主な研究成果の詳細は、各グループや利用者の報告書を参考していただきたい。

2-1-2. 保守および故障の状況

RF 電子銃ライナック装置に新たに 1.4 セルの RF 電子銃をインストールした。今まで使用した 1.6 セルの RF 電子銃では、高エネルギーの電子線パルスが得られる特徴がある。一方、低エミッタンスの高品質電子ビームを発生させるためには利用可能な加速位相が低く（20～30°）、加速空洞の実効的な加速電場が低いため、バックグラウンドとなる暗電流が多いなどの短所がある。

今年度は、従来の 1.6 セル RF 電子銃を利用した S バンド電子ライナックに、新たに製作した 1.4 セルの RF 電子銃をインストールし、ビーム発生試験を行った。ビーム試験では、加速位相が 73° の時、電子ビームエネルギーが最大であり、エネルギー分散が最小であることを確認した。これにより、低い加速位相にしか利用できない 1.6 セル RF 電子銃と比べて、実効的な加速電場強度を大幅に向上でき、フィールドエミッションによる発生した暗電流も 1/10 までに低減することができた。ビーム電荷量も 1.6 セル RF 電子銃と比べて 2 倍以上を得ることができた。また、ビームシミュレーションの研究では、1.4 セルの RF 電子銃から発生した電子線パルスの時間幅が 30% に短縮することが分かった。

加速器本体、ローレベル RF 系、クライストロンおよび冷却水周りの大きな故障は無かった。また、電子ビーム発生用の Nd:YLF ピコ秒レーザーと計測用 Ti:Sapphire フェムト秒レーザーが共に順調に稼働している。

2-2. コバルト 60 照射設備

2-2-1. 概要

コバルト 60 ガンマ線密封 RI 線源 3 本を保有し、各線源での γ 線照射の利用が可能となっている。

2-2-2. 利用状況

令和 6 年度のコバルト 60 照射施設の利用課題数は 20 件であった。利用状況を表 1 にまとめた。引き続きコバルト 60 線源が広く利用されている。

表 1 令和 6 年度コバルト 60 照射施設利用状況

部局	利用課題件数	総利用時間(hrs)
産業科学研究所	2	88
理学研究科	1	6
レーザー科学研究所	1	134
工学研究科	3	1103
拠点利用	6	155
他機関等（企業含む）	7	1143
合計	20	2632

2-2-3. 装置の維持管理

コバルト照射施設マニピレータの整備を令和 6 年 12 月に行った。

コバルト照射施設および運転制御システムの総合点検、保守整備を令和 7 年 3 月に行なった。

2-3. ライナック棟改修工事

令和 6 年度国立大学法人等施設整備事業計画により、ライナック棟の改修工事が進められている。L バンドライナックは令和 5 年 12 月末で運転を停止し、令和 8 年度からの運転再開を計画している。工事中の放射線管理区域の一時解除の認可を得たうえで、作業員の線量管理・教育訓練の実施、定期的な空間線量測定や定期点検を継続し、放射線管理に努めている。現在は大学施設部及び施工業者と連携し、詳細設計と現地での施工状況を随時確認しながら工事が進められている。令和 7 年秋頃を目途に竣工が予定されており、その後は 2 階を放射線管理区域から解除して産学連携スペースとして開放し、地下 2 階には C バンドライナックを導入することが計画されている。本工事での主な改修項目は以下の通りである。

- 1-2 階の共用実験室整備
- エレベータ更新及び新設
- クリーンルーム更新及び新設

- シールドルーム更新及び新設
- 床構造安定化・レベリング工事
- 漏水対策工事
- 電気設備の更新
- 空調設備の更新
- 建屋構造・デザインの変更

2-4. 令和6年度 共同利用・設備利用採択テーマ一覧

2-4-1. 共同利用テーマ一覧

採択番号	研究課題	所属	申込者氏名	利用装置
R6-C-1	凝縮相中の量子ビーム誘起スパー反応研究	産研	室屋裕佐	コバルト
R6-C-2	フェムト秒・アト秒パルスラジオリシスの研究	産研	楊金峰	RF
R6-C-3	フェムト秒時間分解電子顕微鏡に関する研究	産研	楊金峰	RF
R6-C-4	フォトカソード RF 電子銃における高輝度電子ビーム発生に関する研究	産研	楊金峰	RF
R6-C-5	量子ビーム誘起によるナノ構造形成機構に関する研究	産研	岡本一将	コバルト
R6-C-6	量子ビーム照射による生体内での新規分子変換反応の開発と応用	産研	山下泰信	RF
R6-C-7	電子ビーム照射によるプロドラッグの活性化とその薬理的評価	産研	山下泰信	RF
R6-D-1	超短パルス電子ビーム発生と THz 計測	産研/三重大学	楊金峰/松井龍之介	RF
R6-D-2	加速器を用いた材料改質と新規機能性材料創製に関する研究	産研/阪大ダイキン協働研究所	楊金峰/大島明博	施設利用
R6-D-3	コバルトからの γ 線を用いた新規機能性材料創製に関する研究	産研/阪大ダイキン協働研究所	神戸正雄/大島明博	コバルト
R6-D-4	γ 線照射を用いた放射線化学反応	産研/青山学院大	小阪田泰子/田邊一仁	コバルト
R6-D-5	放射性廃棄物からのエネルギー生産に関する放射線化学研究	産研/中部大学	室屋裕佐/堤内要	コバルト
R6-D-6	ラジオクロミック線量計のガンマ線に対する特性評価	産研/京都大学	神戸正雄/櫻井良憲	コバルト
R6-B-1	放射線反応場を利用したナノ粒子材料の合成	工学研究科	清野智史	コバルト

採択番号	研究課題	所属	申込者氏名	利用装置
R6-B-2	高分子の放射線照射効果の検討	工学研究科 環境・エネルギー工学専攻	秋山庸子	コバルト/施設利用
R6-B-3	3D プリンターによるプラスチック構造体の作製と放射線照射効果の検討	工学研究科 環境・エネルギー工学専攻	秋山庸子	コバルト/施設利用
R6-B-4	希土類イオン添加フッ素リン酸塩ガラスシンチレーターの放射線耐性	レーザー科学研究所	山ノ井航平	コバルト
R6-B-5	体に対する高線量率電子線照射効果の研究	医学系研究科	西尾禎治	コバルト
R6-B-6	宇宙機用記機材の放射線試験・石英・ガラス アパタイト試料の放射線被ばく量の決定	理学研究科	山中千博	コバルト

2-4-2. 物質・デバイス領域共同研究拠点申込テーマ一覧

採択番号	研究課題	所属	申込者氏名	利用装置
R6-J-1	シンチレーションの前駆励起状態のパルスラジオリシスによる観測	静岡大学 電子工学研究所	越水正典	コバルト
R6-J-2	高分子系飛跡検出器内の放射線損傷形成機構	神戸大学大学院 海事科学研究科	山内知也	コバルト
R6-J-3	スピロピランのラジオクロミズム反応に関する定量的研究	群馬大学大学院 理工学府	山路稔	コバルト
R6-J-4	ガンマ線エネルギーの化学エネルギーへの変換 ～金属共存下における二酸化炭素・水の分解反応促進～	近畿大学	大塚哲平	コバルト
R6-J-5	電子スピン共鳴(ESR)法による γ 線照射効果の研究	神戸大学・人間発達環境学研究科	谷篤史	コバルト

採択番号	研究課題	所属	申込者氏名	利用装置
R6-J-6	ガンマ線照射を用いたタンパク質-金属間相互作用の電子スピン共鳴分光	神戸大学大学院 理学研究科物理学専攻	大道英二	コバルト

2-4-3. 企業等による研究設備利用申込テーマ

研究課題 3件採択