

京大複合研電子線型加速器施設 (KURNS-LINAC) の現状

STATUS OF KURNS-LINAC

阿部尚也[#], 高橋俊晴, 堀順一, 高見清

Naoya Abe[#], Toshiharu Takahashi, Jun-ichi Hori, Kiyoshi Takami

Institute for Integrated Radiation and Nuclear Science, Kyoto University

Abstract

Operation time of KURNS-LINAC was 1,446.0 hours in FY2020, but the main reason for the decrease in operating hours is the suspension of experiments due to the corona disaster and the renovation of the RI facility. As mentioned above, KURNS-LINAC undertook a renovation of the RI facility. The main works were the renewal of the cooling water pipes, the repair of the target room, the waterproofing of the roof and the renewal of the air supply and exhaust ducts.

1. はじめに

京都大学複合原子力科学研究所電子線型加速器施設 (KURNS-LINAC: 以下ライナック) は 1965 年に定常的な中性子源である原子炉と相補的なパルス中性子源として大阪府泉南郡熊取町に設置された施設である。1966 年からは所内利用が開始され、1968 年に全国共同利用施設としての利用が始まった。

量子線源としての利用に関して、設置当初は中性子源及び電子線源としての利用が主であったが、1990 年頃から利用の多様化が進み、制動 X 線源、放射光源、パラメトリック X 線源、陽電子線源としても利用が行われるようになり、2008 年に 10 MeV 以下の低エネルギー電子線源、2012 年からは微弱ビーム電子線源としても利用されるようになった。

2020 年現在のライナックのスペックを以下の表に示す (Table 1)。

Table 1: Electron Beam Specification

Beam Energy	46 MeV (No load), 30 MeV (Max Power), 6 MeV (Minimum Power)
Drive Mode	Long Pulse Short Pulse
Repetition Rate	1~140 Hz, 1~300 Hz, Single Shot, Single Shot, Partial Driving Partial Driving
Pulse Width	0.1~4μs 2~100ns, Single Bunch
Maximum Peak Current	500 mA(@4μs) 5 A(@100ns)
Maximum Average Current	280 μA(@4μs) 100 μA(@100ns)

2. 2020 年度 (4 月~3 月) の利用運転状況

ライナックの 2020 年度の運転時間は 1,446.0 時間であった。利用件数は 42 件 (相乗り除く 41 件) であった。いずれも、2019 年度の実績[1]と比較するとほぼ 6 割程度の利用となった。コロナ禍による実験中止期間、及び後述の RI 施設改修工事による利用停止期間を加えて約 5 か月の中止期間があった影響を受けた。限られた利用期間の中で、引き続き活発な利用が行われている (Fig. 1)。

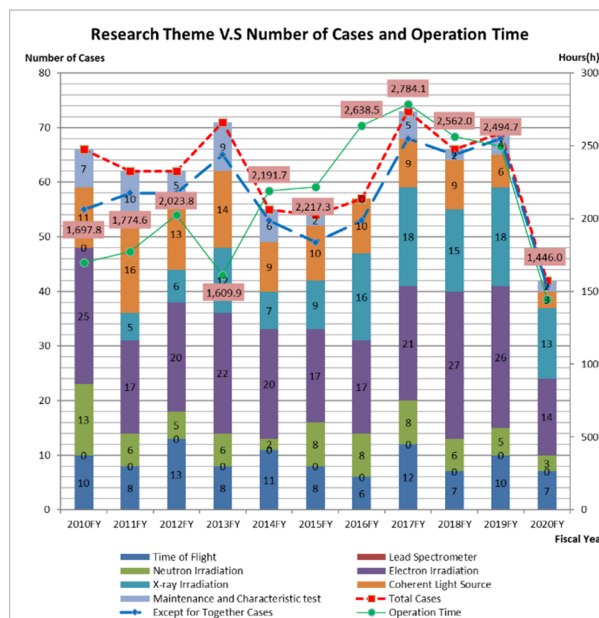


Figure 1: Research theme V.S number of cases and operation time in FY2010 to FY2020.

[#]abe.naoya.6u@kyoto-u.ac.jp

量子ビーム別の利用時間は電子線≧中性子線>制動 X 線>放射光源である。2019 年度[1]と比較して電中性子線、X 線照射、放射光はほぼ利用時間の割合を維持しているが、コロナ禍による実験中止の影響を受け、電子線は減少した(Fig. 2(a))。また、実験別の利用時間は核データ>電子線損傷>RI 製造及び放射化分析>放射線測定>放射光であり、こちらもコロナ禍による実験中止の影響を受け、電子線関連が割合を下げている(Fig. 2(b))。

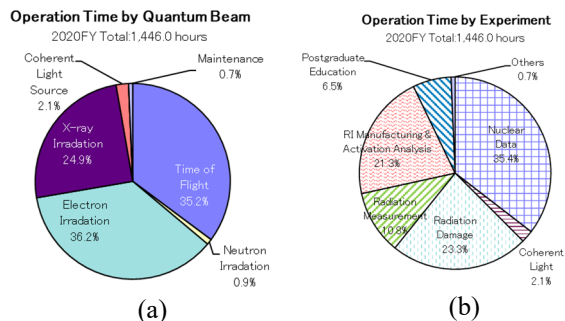


Figure 2: (a) Operation time by quantum beam in FY2020. (b) Operation time by experiment in FY2020.

3. 追加・更新

3.1 RI 施設改修工事

3.1.1 背景と目的

近年、ライナックでは建屋の漏水や冷却水配管の漏水[2, 3]など、経年化によるトラブルが頻発するようになっていた。また、RI 施設定期検査及び研究所内の自主検査においても経年化による装置や備品の劣化が進んでおり、対策が必要であるとの指摘を受けていたため、RI 施設改修工事が実施された。

3.1.2 改修箇所

今回、改修を実施した箇所を以下に示す。

- 作業部: 作業箇所: Fig. 3 の範囲
- 冷却水配管 (温調系、非温調系): マイクロ波発生装置室、加速管室: 赤四角
- ターゲット室内修繕: ターゲット室: 紫四角
- 屋上防水: 12 m・22 m 測定室を除き、すべての部屋: 黄四角
- 給排気ダクト: マイクロ波発生装置室、ターゲット室: 青線
- 外壁塗装: 12 m・22 m 測定室を除き、すべての部屋: 黄四角
- 測定室アクセス通路: 屋外: 緑線

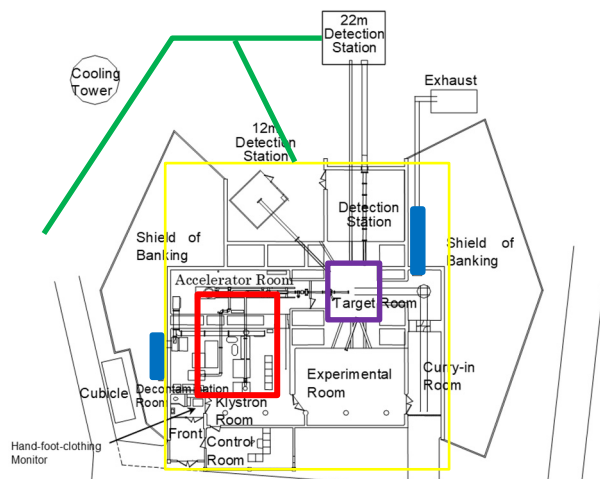


Figure 3: Floor plan of KURNS-LINAC (Blue line: renewal of supply and exhaust duct piping. Red rectangle: renewal of cooling water pipes. Yellow rectangle: waterproofing the rooftop and painting the exterior walls. Purple rectangle: repairing of target room. Green line: repair of passageway).

3.2 各工事内容

3.2.1 冷却水配管更新

ライナックの冷却水配管には、主に温調系 (37.6°C 設定) と非温調系がある。温調系は主に加速管やクライストロンボディの冷却に使用されており、非温調系は主にクライストロンマグネットやコレクタなどに使用されている。これまでの冷却水配管は約 50 年前に設置された銅配管であり、前述した通り、経年化による漏水が相次いでいた。配管を更新するにあたって、下記の点に注意して選定にあたった。

- 冷却水流量の低下を引き起こさないこと
- 漏水を発生しにくくすること
- 交換・取外しが容易であること

抵抗の少なからず冷却水流量増加が見込まれ、かつ錆の発生が少ないことから、部材はステンレスとすることとした。配管取付け方法には、配管を着脱する可能性があることから溶接による取付けは回避し、配管抜けの可能性を低減するために拡張ねじ込み式を採用した (Fig. 4(a))。

更新前後の写真を Fig. 4(b), (c) に示す。現在まで漏水等の不具合は発生しておらず、更新は成功した。

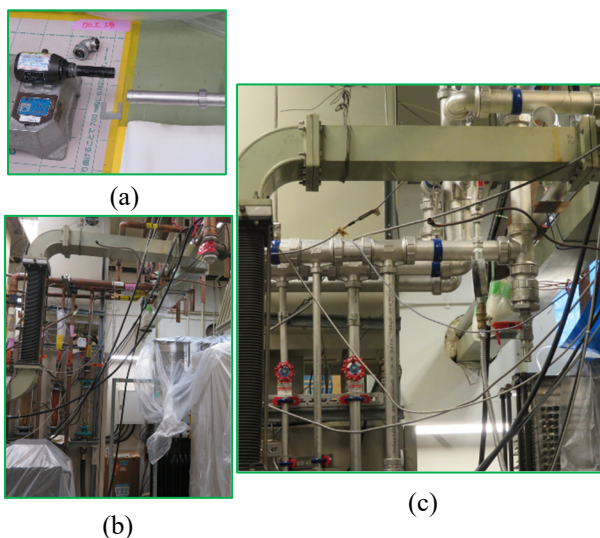


Figure 4: (a) Expanded tube screw-in type, (b) before renewal (Cu), (c) after renewal (stainless steel).

3.2.2 ターゲット室内修繕

ターゲット室は電子ビームの空気中の通過より発生するオゾンや窒素酸化物などによる室内のあらゆる部材の劣化が激しく、研究所内外から指摘を受けていた。対策として、塗装の再塗装を実施することとした。

塗装に先駆けて、塗装対象である鉛スペクトロメータ前にある可動扉が動作不良となっていたため、調整を行った。動作不良の主な原因はレールに堆積していた多量の錆であった。錆の除去及び潤滑剤による滑車のスムーズ化により、正常駆動するようになった。当作業で、ターゲット室が予想以上に放射化していることが判明したため、今後の作業時間短縮を余儀なくされた。結果、塗装作業においては、ターゲット室全面を予定していたが作業範囲を縮小して実施された (Fig. 5)。残りの範囲については 2021 年度実施予定である。

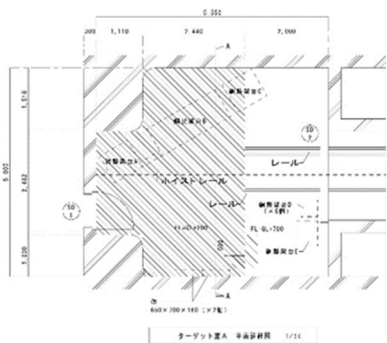


Figure 5: Top view: target room (shaded area was the construction area).

3.2.3 屋上防水工事

ライナックの建屋では大雨の影響により度々漏水が発生しており、根本的な防水対策が必要であった。しかし、

盛り土がある部分の防水シート更新が困難であるため、対策が取れないでいた。今回の工事では、盛り土のない屋上部分は防水シートを更新し、盛り土のある部分については防水機能のある防草シートにて防水処理をすることで対応した (Fig. 6)。2021 年 8 月現在までに新たな漏水は発生しておらず、対策は成功したと考えている。

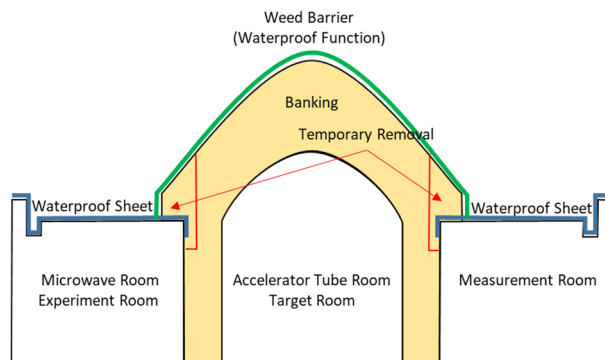


Figure 6: Elevation view: KURNS-LINAC (blue: waterproof sheet, green: weed barrier (waterproof function)).

3.2.4 給排気ダクト更新

前回の RI 施設定期検査において、排気ダクトの劣化が進行している恐れがあるとの指摘があったため、事前調査を行った結果、指摘通り劣化が進行していたため、更新を実施することとなった。また、給気ダクトについても排気ダクトと同時期に設置されており、同様の劣化が進行していると推定されることから更新を実施した。ダクト材料は腐食防止の観点から鉄亜鉛鋼板からステンレスに変更し、ダクト構造は強度の観点からスパイラルダクトとした。

更新後、法令上の要求である規定以上の排気風量を得られており、材料の更新により耐食性が向上したことから、更新は成功した。

3.2.5 外壁塗装工事

コンクリートの中性化の進行を抑えることを目的として実施した。作業前のコンクリートの中性化の進行具合は建屋強度に影響を及ぼす程度ではなかったが、今後の継続使用を見据えて実施された。

3.2.6 測定室アクセス通路改修工事

各測定室へ向かうアクセス通路においては大雨の度に冠水している状況であり、更に屋上防水工事による雨水の流れ込み増加が見込まれるため、通行不能になる恐れがあった。対策として、全体として 10 cm 程度のコンクリートの底上げを行った。

結果、現在まで通路の冠水は発生しておらず、対策は成功した。

3.2.7 まとめ

今回の工事においては、同時期に広範囲の作業が実施された。屋外における作業中及び作業後の写真を Fig. 7 に示す。工事の確認や管理区域入隊管理などで、多くの所員に協力を頂いたことで 3 か月間にわたる工事が一部を除いて完遂できた。



Figure 7: (a) Under repair. (b) Complete repair.

参考文献

- [1] N. Abe *et al.*, “京大複合研電子線型加速器施設 (KURNS-LINAC) の現状”, Proceedings of the 17th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, Online, September 2-4, 2020, pp. 898- 900.
- [2] N. Abe *et al.*, “京大炉中性子発生装置 (電子ライナック) の現状”, Proceedings of the 14th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, Sapporo, August 1-3, 2017, pp. 1354- 1356.
- [3] N. Abe *et al.*, “京大炉中性子発生装置 (電子ライナック) の現状”, Proceedings of the 13th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, Chiba, August 8-10, 2016, pp. 1351- 1354.