

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, 窪田卓見, 堀順一, 高見清

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

Institute for Integrated Radiation and Nuclear Science, Kyoto University

Abstract

Operation time of KURNS-LINAC was 2,484.7 hours in FY2019. KURNS – LINAC had made two main improvements in FY2019. First, the flowmeter was added to the secondary cooling water piping for early detection of decreased flow rate. The ultrasonic flowmeter was selected to shorten the construction period. As a result, early detection of decreased flow caused by filter clogging was successfully achieved. Second, replacement of LED lighting with fluorescent lamps in rooms with high radiation intensity. The LED lightings had been in use for more than a year now, and they were working fine, excepted for discoloration of the surface and non-lighting due to initial defects.

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 年に原子炉と相補的なパルス中性子源として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。

2019 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. 2019 年度 (4 月~3 月) の利用運転状況

ライナックの 2019 年度の運転時間は 2,494.7 時間であった。利用件数は 69 件 (相乗り除くも同様) であった。いずれも、2018 年度の実績とほぼ変わらず [1]、引き続き活発な利用が行われている (Fig. 1)。

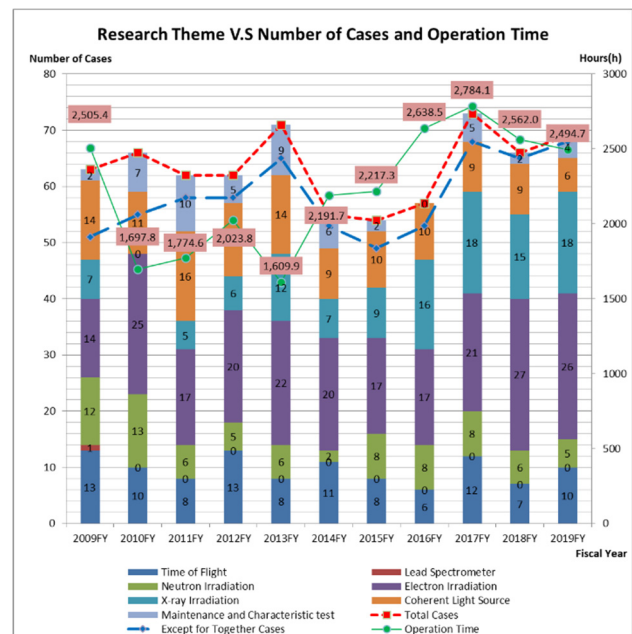


Figure 1: Research Theme V.S Number of Cases and Operation time in FY2009 to FY2019.

[#]abe@rri.kyoto-u.ac.jp

量子ビーム別の利用時間は電子線>中性子線>制御 X 線>放射光源である。2018 年度[1]と比較して電子線・中性子線の利用時間はほぼ維持しており、X 線照射が伸びている一方、放射光が減少している(Fig. 2(a))。また、実験別の利用時間は電子線損傷>放射線測定>核データ>RI 製造及び放射化分析>放射光であり、利用時間順は 2018 年度と同様である(Fig. 2(b))。

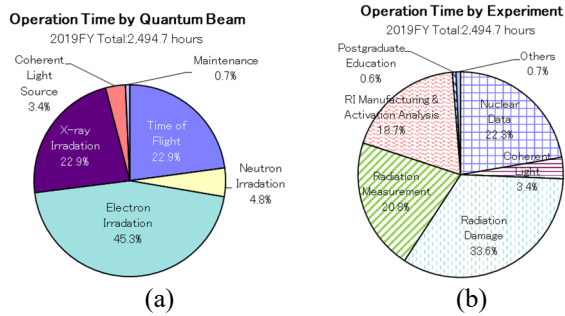


Figure 2: (a) Operation Time by Quantum Beam in FY2019. (b) Operation Time by Experiment in FY2019.

3. 追加・更新

3.1 2 次冷却水流量計追加

3.1.1 背景と目的

2 次冷却水の流量は、冷却塔での除熱効果に影響を与える要素である。冷却塔の除熱が少なくなると加速器の温度調整にも影響があるので、2 次冷却水の流量低下は避けなければならない事項の一つである。しかし、冷却塔が屋外にあるため、2 次冷却水系のフィルターの目詰まりが発生し、流量低下が引き起こされる。フィルター目詰まりの発生頻度は、時季によってまちまちであるために、時折清掃が間に合わずに 2 次冷却水流量低下が発生し、加速器冷却水温度上昇のインターロックによるマシン停止が発生していた。

2 次冷却水の流量計は設置されているが、2 系統に分岐している先にしかなく、また流量確認のみのフロート式の流量計である上、加速器運転中に確認できない加速管室に設置されているため、流量管理が困難であった。この状況を改善するために流量計の追加設置を検討することとなった。

3.1.2 機器・場所の選定

マシンの運転時間が逼迫しているので、できるだけ作業時間の短くなるように、配管を改造する必要のあるフロート式の流量計は除外し、外付けで対応できる超音波流量計(日東精工:NU2000-SW-HSO)を使用することとした。また、流量による外部インターロック機能のあるものとした。

設置場所については、超音波流量計はグリスによる密着が重要であることから、屋内に設置することとなった。しかし屋内では放射線の出ている加速管室しかないため、比較的放射線の少ない加速管室上流の天井付近の配管に設置することとした(Fig. 3, 4(a))。

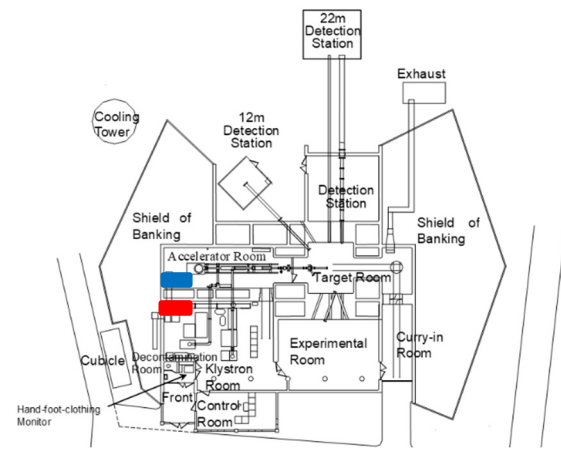


Figure 3: Floor Plan of KURNS-LINAC (Blue Rectangle: Ultrasonic Flowmeter. Red Rectangle: Fluorescent Light Ballasts.).

3.1.3 測定結果

ポンプ運転中の 2 次冷却水流量は 780~850 L/min を計測した。これは分岐流量の合計約 800 L/min と比較して大きく変わりはなく正常に測定できていると判断した。また、フィルター目詰まり時の流量は 700 L/min 前後となっており(Fig. 4(b))、流量低下の早期発見ができることが判明した。

測定開始より 1 年以上経過したが、大きなトラブルなく使用できており、十分使用可能であることが確認された。

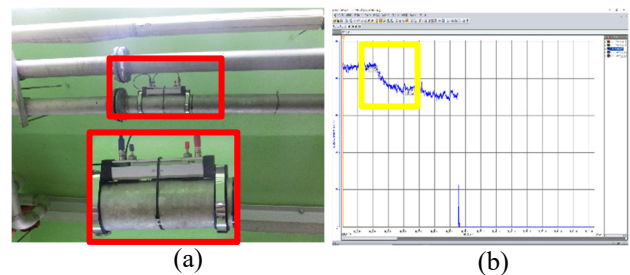


Figure 4: (a) Ultrasonic Flowmeter. (b) Secondary Cooling Water Flow Rate (Yellow Frame: Decreased Flow Caused by Filter Clogging).

3.2 加速管室ターゲット室照明 LED 化

3.2.1 背景

加速管室ターゲット室の照明は、これまで蛍光灯を使用していた。ただし、放射線の影響があるため、蛍光灯安定器を器具内に設置せず、放射線の少ない加速管室の隣室のマイクロ波発生装置室に外付けで設置して利用していた(Fig. 3)。

だが、経年による性能低下のためか、不点灯になる箇所が出てくるようになり、特に蛍光灯安定器から遠距離のターゲット室の照明の大半が不点灯となっており、対

応する必要がある。

しかし、近年、外付けかつ遠距離での使用ができないインバータ式の蛍光灯安定器が普及したため、ライナックで使用しているトランス式の蛍光灯安定器が入手困難となっていた。現在入手可能なトランス式の蛍光灯安定器も、外付け遠距離での使用可能をうたっているものはない。トランス式であるため、大きく性能は変わらないと予測して入手可能な安定器と交換したが、ターゲット室の蛍光灯はやはり不点灯であり、加速管室でも数か月程度で不点灯になり、失敗に終わっていた。

また、長期的な傾向として蛍光灯が製造中止の方向に進んでいるため(蛍光灯器具は製造中止が進んでいる)、蛍光灯の使用を断念し、LED 照明の使用を検討することとなった。

3.2.2 試験的導入

LED 照明の導入を検討するにあたり、放射線損傷による不点灯が懸念されるため、できるだけ部品数の少ない LED 照明(オージェック:HS-120T8-20D22EVD(EI))を選定した。比較的放射線強度の低い加速管室に 2 本、放射線強度の強いターゲット室に 2 本それぞれ設置して様子を見た。ただし、必要な時を除き、加速器運転中は照明を OFF にしていた。

半年以上経過した結果、ターゲット室の LED 照明の表面が茶色に変色しているものの、不点灯を起こすことなく点灯可能であった。ビーム出力 7 kW を超える高出力運転もあったが、大きな影響は見られなかったため (Fig. 5)、全数を LED 照明に交換することとした。

3.2.3 全数交換

加速管室とターゲット室の蛍光灯計 29 本(3.2.2 で交換した本数を含む)を LED 照明に変更した。変更後に数本 LED 照明の不点灯が、主に加速管室の LED 照明に発生したが、放射線強度の強いターゲット室では 1 本のみしか発生していないため、放射線の影響ではなく初期不良が原因と思われる。全交換から半年以上経過した現在も使用し続けられており、今後も経過を観察していく。

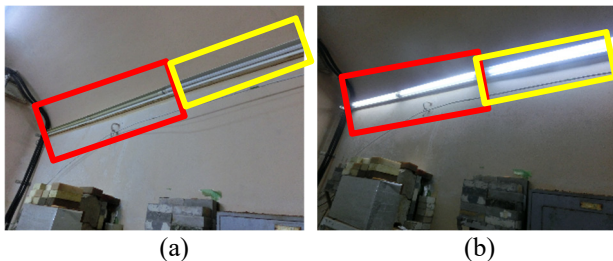


Figure 5: LED lightings at target room (Red Frame: After Six Months, Yellow Frame: New). (a) Lights OFF. (b) Lights ON.

参考文献

- [1] N. Abe *et al.*, “第 16 回日本加速器学会年会”, Proceedings of the 16th Annual Meeting of Particle Accelerator Society