



QST-M-44

令和4年度

# 量医研サイクロトロン利用報告書

国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構



# 目 次

1. 量医研サイクロトロン施設	
量医研サイクロトロン施設の運用状況 .....	2
火災被害と復旧に向けた施設整備等の現状について .....	6
2. 核医学研究	
サイクロトロンによる放射性標識薬剤の製造・開発への利用状況 .....	18
3. 研究成果一覧 .....	26
4. 令和4年度マシンタイム予定表 .....	42



# 1. 量医研サイクロトロン施設

# 量医研サイクロトロン施設の運用状況

## REPORT ON CYCLOTRON FACILITY

杉浦 彰則,<sup>A)</sup> 涌井 崇志,<sup>A)</sup> 北條 悟,<sup>A)</sup> 村松 正幸,<sup>A)</sup> 河原 恵子,<sup>A)</sup> 白井 敏之,<sup>A)</sup>  
岡田 高典,<sup>B)</sup> 神谷 隆,<sup>B)</sup>

Akinori Sugiura,<sup>A)</sup> Takashi Wakui,<sup>A)</sup> Satoru Hojo,<sup>A)</sup> Masayuki Muramatsu,<sup>A)</sup>  
Keiko Kawahara,<sup>A)</sup> Toshiyuki Shirai,<sup>A)</sup> Takanori Okada,<sup>B)</sup> Takashi Kamiya<sup>B)</sup>

<sup>A)</sup> 量子科学技術研究開発機構 量子生命・医学部門 量子医科学研究所 理工工学部

<sup>B)</sup> 加速器エンジニアリング株式会社

<sup>A)</sup> QST/iQMS, <sup>B)</sup> Accelerator Engineering Corporation, Ltd.

### 概要

量子科学技術研究開発機構量子医科学研究所(QST 量医研)のサイクロトロン施設には、大型サイクロトロン(Thomson-CSF 社製 930 型 AVF サイクロトロン:NIRS-930)と小型サイクロトロン(住友重機械工業製 HM-18)の2台のサイクロトロンがある[1]。2021年(令和3年)11月に電源室で火災が発生して以降、サイクロトロンの運転を停止している。火災発生から約6か月後の2022年6月3日に、小型サイクロトロンで陽子ビームの加速を確認した。その後、ビーム輸送ラインやターゲットシステムの復旧作業等を行い、2022年9月5日に小型サイクロトロンからのビーム提供を再開した。本年度の小型サイクロトロンの総運転時間は708時間であった。なお、大型サイクロトロンは引き続き停止している。以下にこれらの詳細を示す。

### 1. はじめに

QST 量医研は大型、小型の2台のサイクロトロンにより、核医学、物理学、生物学分野における基礎科学・応用研究のために、様々なイオンビームの供給を行ってきた[2]。特に、所内での活発な分子プローブ開発、その所内外での利用と供給のために、マシンタイムの多くの割合が放射性同位元素の製造に利用されることが量医研サイクロトロン施設の特徴である。

大型サイクロトロンは、1974年に日本初の医療用のサイクロトロンとして建設されたものである。この大型サイクロトロンは、陽子、重陽子のみならず、ヘリウムイオン、炭素イオン、窒素イオン、酸素イオン、ネオンイオン等、多種多様なイオンビームの供給が可能である。もう一つの小型サイクロトロンは、PET 薬剤に用いる放射性核種の製造を目的として1994年に導入されたものであり、陽子、重陽子のみ供給が可能である。図1に量医研サイクロトロン施設のサイクロトロン、ビーム輸送ライン、照射ポートを示す。図1のマークについては後述する。これらの加速器からは、合計8つの照射ポート(C1, C2, C3, C4, C6, C8, C9, C10)へとイオンビームが供給されている。C1, C2は、大型および小型サイクロトロンどちらからもビーム供給が可能な照射ポートであり、PET 薬剤用の放射性核種(<sup>11</sup>C, <sup>13</sup>N, <sup>18</sup>F)の製造に用いられる。C3, C4, C9は大型サイクロトロンからのビームが供給される照射ポートであり、医療用の多種多様な放射性核種の製造に用いられている。C6, C8, C10も同様に、大型サイクロトロンからのビームが供給される照射ポートであり、物理学・生物学分野の実験や有償ビーム提供による耐放射線性試験に用いられている。

2021年(令和3年)11月に電源室で火災が発生[3]して以降、大型および小型サイクロトロンの運転を停止していた。比較的被害が少なかった小型サイクロトロンの早期復旧を目指し、小型サイクロトロンの整備を行った。火災発生から約6か月後の2022年6月3日に小型サイクロトロンで陽子ビームを加速したことを確認した。その後、小型サイクロトロンの照射ポート(C1, C2)までの整備やターゲットシステムの復旧作業等を行い、2022年9月5日に小型サイクロトロンからのビーム提供を再開した[4]。

図1に被災した場所には火災マークを、ビーム提供を再開したサイクロトロン及び照射ポートには○を。ビーム提供を中止しているサイクロトロン及び照射ポートには×を示す。現在、小型サイクロトロンと2つの照射ポート(C1, C2)への利用が再開され、大型サイクロトロンと6つの照射ポート(C3, C4, C6, C8, C9)の利用が停止している。以下に本年度における量医研サイクロトロン施設の運用に関する記録をまとめる。

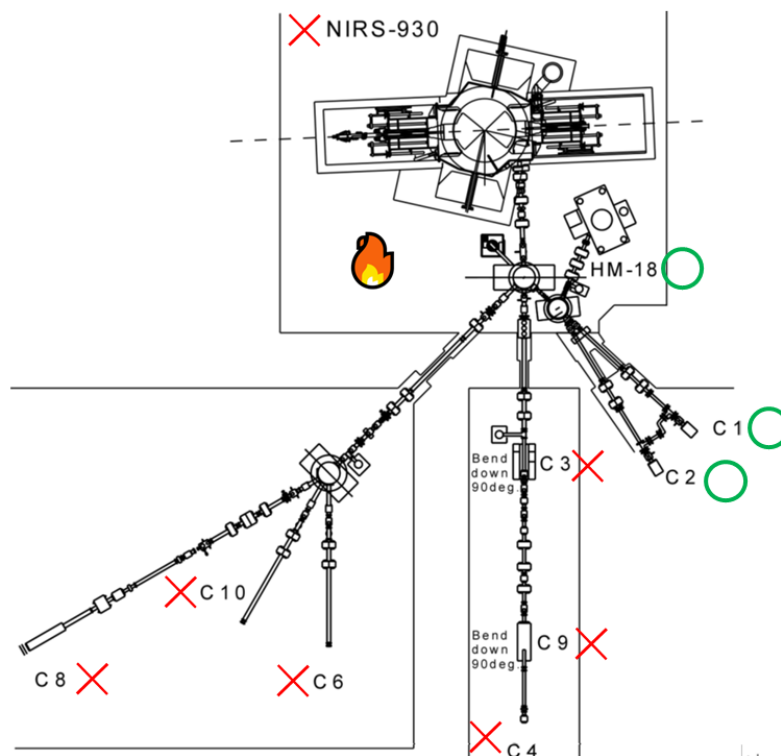


図 1. 量医研サイクロトン施設とその再稼働状況

炎マークは火災が発生した部屋、○は再稼働した加速器と照射ポート、×は停止中の加速器と照射ポートを示す。

## 2. 小型サイクロトロン の 運用

### 2-1. 運用方法と運転時間

本年度は、下記の通りに小型サイクロトロンを運用した。

- ・ 運転期間                                7/27～2/24    (ビーム提供 9/5～)
- ・ 長期メンテナンス期間            2/27～4/14
- ・ 全運転日数                            117 日
- ・ 運転時間                                8:30-17:00

小型サイクロトロンは陽子と重陽子を供給して、PET 薬剤に用いる放射性核種の製造のために用いられている。従来から製造している放射性核種は  $^{11}\text{C}$ ,  $^{13}\text{N}$ ,  $^{18}\text{F}$  であるが、本年度から製造に加わった放射性核種に  $^{64}\text{Cu}$  がある。 $^{64}\text{Cu}$  は昨年度までは大型サイクロトロンからのビームで製造していた放射性核種であるが、大型サイクロトロンは現在停止している。大型サイクロトロンからのビームで製造していた金属核種の中で、小型サイクロトロンからのエネルギーが低いビームで製造可能な  $^{64}\text{C}$ ,  $^{89}\text{Zr}$ ,  $^{225}\text{Ac}$  等の金属核種を製造するために照射ポート(C2)の照射装置の開発及び改造が行われた[6]。改造後、本年度は臨床提供に使われる  $^{64}\text{Cu}$  の製造が行われた。

小型サイクロトロンに関するビーム利用用途別の運転時間、その割合を表 1 に示す。総運転時間は 708 時間であった。今年度の総運転時間は新型コロナウイルス感染症緊急事態宣言及び火災前の 2019 年度の総運転時間(1547 時間)より約 54%少ない。これは 4～8 月に運転を停止していたこと、および再開後も清掃作業及び照射ポート(C2)の改造を行っていたことにより減少している。総運転時間のうち、82.3%は核医学研究のために使用され、残りの 17.7%は調整運転に使用された。核医学研究で利用したイオンビームはすべて 18-MeV 陽子であった。調整運転は、復旧作業後のビーム確認、 $^{64}\text{Cu}$  製造のための照射ポート移設に伴う照射試験、 $^{64}\text{Cu}$  の製造効率改善のためのビーム調整等に使われた。この  $^{64}\text{Cu}$  の製造効率改善のためのビーム調整は、大型サイクロトロンから供給されるビームと比較して小型サイクロトロンから供給されるビームが、ビーム量が多いが収束が十分でなく、製造効率が低下していたため行われた。

表 1. 小型サイクロトロンに関するビーム利用用途別の運転時間、及びその割合

ビーム利用用途	運転時間 (h)	割合 (%)	イオンビーム	運転時間 (h)	割合 (%)
核医学研究	583	82.3	18-MeV 陽子	583	82.3
調整運転	125	17.7	9-MeV 重陽子	0	0
計	708	100		708	100

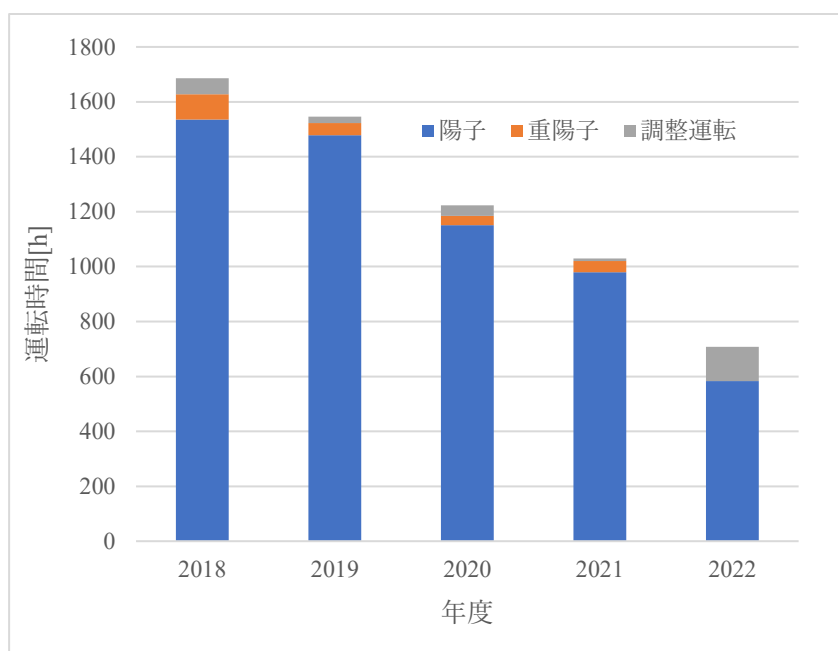


図 2. 小型サイクロトロンにおける過去 5 年間の運転時間

図 2 に小型サイクロトロンにおける過去 5 年間の運転時間を示す。例年は総運転時間が年間約 1600 時間だったが、2020 年以降、年間 1600 時間を大きく下回っている。2020 年は新型コロナウイルス感染症緊急事態宣言による利用の中止、2021 年及び 2022 年は火災による停止に伴い総運転時間が大きく減っている。

## 2-2. 故障等による供給の停止

表 2 に故障等による小型サイクロトロンの停止時間、及びその原因を示す。本年度の停止時間は 4 時間で、そのうち最も大きい停止時間は真空系の故障による 3 時間だった。この真空系の故障原因は、運転員が不在の夜間に発生した瞬時電圧低下によりクライオポンプが停止し、加速箱の真空度が悪化した結果、ビームが加速できなくなったことだった。翌朝からクライオポンプを再稼働させたが、ビーム提供予定時間までには復旧できず、ビーム加速が可能な真空度に到達するまでビーム提供が 3 時間遅れた。また、制御系の停止時間はゲートバルブのリレーや、ビームシャッターの電磁弁がビーム提供中に故障し交換に要した時間の合計である。この真空系や制御系の故障以外には目立った故障は生じることなく、安定した運転・供給が行われた。

## 3. 大型サイクロトロン

大型サイクロトロンは昨年度に引き続き停止している。復旧には、電源室に設置されていた各種電源の更新、煤により腐食した機器のオーバーホール等が必要となっている。まずは、火災現場であった電源室及び本体室の清掃や、被災して使用不可能になった電源の撤去を行った。

表 2. 故障等による小型サイクロトロンの停止時間、及びその原因

停止の原因	停止時間 (h)	割合 (%)	全運転時間に占める割合 (%)
真空系	3.0	69.2	0.4
制御系	1.3	30.8	0.2
計	4.3	100	0.6



## 参考文献

- [1] H. Ogawa et al., “STATUS REPORT ON THE NIRS-CHIBA ISOCHRONOUS CYCLOTRON FACILITY”, IEEE Transactions on Nuclear Science, Vol. 26, No. 2, April 1979, DOI: 10.1109/TNS.1979.4329792.
- [2] 杉浦 彰則 他, “令和 2 年度放医研サイクロトロン利用報告書”, QST-M-32, 2021, pp. 2-6.
- [3] 北條 悟 他, “ビーム開発および施設整備について”, 令和 3 年度放医研サイクロトロン利用報告書, QST-M-38, 2022, pp. 8-11.
- [4] 北條 悟 他, “火災被害と復旧に向けた施設整備等の現状について”, 本誌, pp. 6-16.
- [5] A. Sugiura et al., “QST 量医研サイクロトロン(NIRS-930, HM-18)の現状報告”, the 19th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, October, 1155 - 1157, 2022.
- [6] 鈴木 寿 他, “サイクロトロンによる放射性標識薬剤の製造・開発への利用状況”, 本誌, pp. 18-24.

# 火災被害と復旧に向けた施設整備等の現状について

## State of the Cyclotrons at QST-Chiba

北條 悟<sup>A</sup>、涌井 崇志<sup>A</sup>、杉浦 彰則<sup>A</sup>、村松 正幸<sup>A</sup>、片桐 健<sup>A</sup>、  
岡田 高典<sup>B</sup>、神谷 隆<sup>B</sup>、白井 敏之<sup>A</sup>

Satoru Hojo<sup>A</sup>, Takashi Wakui<sup>A</sup>, Akinori Sugiura<sup>A</sup>, Masayuki Muramatsu<sup>A</sup>, Ken Katagiri<sup>A</sup>,  
Takanori Okada<sup>B</sup>, Takashi Kamiya<sup>B</sup>, and Toshiyuki Shirai<sup>A</sup>

<sup>A</sup> 国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構 量子医科学研究所 物理工学部

<sup>B</sup> 加速器エンジニアリング株式会社

### 概要

量医研のサイクロトロン施設には、1974年に運転を開始した大型サイクロトロン（NIRS-930）と、1994年に運転を開始した小型サイクロトロン（HM-18）の2台のサイクロトロンが設置されている。2021年11月26日にNIRS-930のメインコイル電源付近を火元とする火災が発生した[1][2]。火災による焼損と煤による腐食被害により、多くの電源や電子機器が使用不可となってしまった。そのため2台のサイクロトロンは停止を余儀なくされた。腐食による被害を抑えるために腐食防止処理を行った。その後、比較的被害の少なかったHM-18を復旧し、2022年9月から供給運転を再開した。使用不可となった大型電源やケーブルなどの撤去作業をおこなった。NIRS-930は未だ停止中で復旧に向けた検討を行っている。これら火災の影響と復旧作業の現状や復旧に向けた検討等について報告を行う。

### 1. 火災後の状況と防腐処理作業

#### 1-1. 火災直後の状況

火災の出火元はNIRS-930用メインコイル電源周辺であった。メインコイル電源に付随する過飽和リアクトルの絶縁油にも引火した。メインコイル電源を中心として数台の大型電源や制御装置が焼損した。電源室天井に張り巡らされていたケーブルラック上のケーブルにも延焼した。火元近くのケーブルラックは熱で湾曲し落下していた。ケーブルの延焼は電源室の面積の半分程度まで広がり、受電ケーブルや負荷ケーブル、制御ケーブルに焼損や熱による溶融が生じていた。

また、煤に含まれる塩素イオンによる金属面の腐食が焼損範囲以上の広範囲にわたり広がっていた。ケーブルやポリ塩化ビニル製の配管等のゴムや樹脂が燃焼したときに発生する煤には、塩化水素のような塩素イオンが含まれている。この塩素イオンは水分と合わさり塩酸のような腐食性水溶液となる。火災直後は排水設備も停止していたため、消火用水による水が床に溜まった状態となっていた（図1. 電源室に溜まった水）。さらに空調設備も停止していたため湿度が高く、あらゆる機器のステンレス、アルミ、銅といった金属の塗装されていない表面において、急速に腐食が進んでいった。腐食の進行を遅らせるためには、湿度を40%以下にする必要があり、排水と空調の復旧を急いだ。

水が溜まった状態だと消防署の現場検証ができないとのことで、まずは排水を行った。火災が発生した2021年11月26日（金）から土日を含む4日後には水中ポンプを調達し電源室の排水作業を開始した。電源室に溜まっていた廃水は過飽和リアクトルから流れ出した絶縁油を含んでいるため下水へ放出できなかった。そのため、雨の当たらない屋外に配置したドラム缶へ一時的に貯留した。貯留した廃水の量はドラム缶44本分でおよそ8トンになった（図2. 屋外に配置された廃水回収用ドラム缶、図3. ドラム缶廃水面に浮く油）。

次に、空調設備の復旧を行った。空調設備の制御盤やファンモーターは電源室とは別室であったため機器への被害はなかった。煤で汚れたフィルターの交換と点検を行い、まずは給排気のみ運転を再開していった。非密封取扱施設であるホットラボやRI生産照射室側の給排気を優先し復旧させた。そのため、本体室と電源室の給排気が復旧したのは、火災発生から約2週間後であった。給排気による換気のみであったが、冬季で外気が乾燥していたため本体室と電源室の湿度を40%近くに抑えることができた。冷暖房の復旧には、ガス会社による施設全体でのガス点検が必要となり復旧までに2か月を要した。冷暖房が復旧した際に居室を加湿したところ、放射線管理区域で陰圧になっている本体室の湿度が上がってしまった。未だ煤の除去が出来ていなかったため、居室を含め加湿を行わずに冬を越した。このように可能な限り湿度を低く保っていたが、金属面の腐食は徐々に進んでいった。

本体室、電源室では、非常に細かい煤が広範囲に飛散しており、配電盤、制御盤、部品棚、書庫、工具箱等の内部にまで入り込んでいた。煤による腐食の影響は特に電子部品で非常に大きく、電源等のフロントパネルに設置されているスイッチ、可変抵抗器、ランプといったものから、各機器の内部に設置されているリレー、電子基板等にも腐食が発生し、火災現場である電源室に設置されていたほとんどの電子機器は使用不能となってしまった。

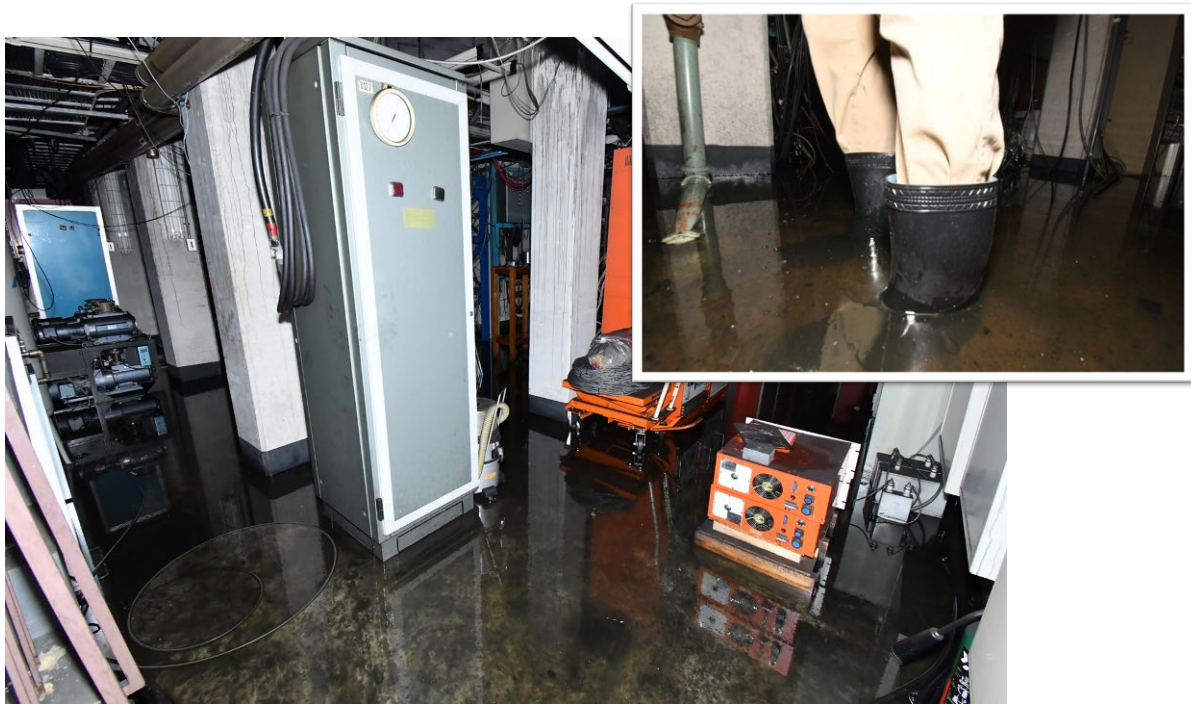


図1. 火災発生から4日後の電源室  
床から10 cm程度の水位で水が溜まっている状態。



図2. 廃水貯留用ドラム缶



図3. ドラム缶水面に浮く油

## 1-2. 煤と塩素イオンの除去による防錆処理

煤による被害拡大を防ぐため、火災により発生した煤と塩素イオンを除去する防錆処理作業を行った。防錆処理作業は、災害復旧の専門業者であるリカバリープロ株式会社[3]により実施された。この作業費用は火災保険の適用になったが、火災保険を適用した場合の予算の扱いや契約手続きはQSTにおいて前例がなく手続きの実施方法が苦慮された。そのため、作業開始は火災発生から4か月後となった。作業期間は、2022年4月から5月末までの2か月間を要した。作業の対象範囲は、出火元である地下一階の電源室とその直上の本体室、電源室と測定室間の階段、測定室、操作室において実施した。電源室において、火災により使用不可となった電源やケーブル等の大型の機器は、資産管理上の問題により撤去できずに残置された状態で煤の除去と防錆処理作業を実施せざるを得なかった。本体室は天井の高さが9mあり、天井、照明器具、天井クレーン等も対象となるため、本体室全体に足場を組んで煤の除去と防錆処理作業が行なわれた(図4. 防錆処理作業中の本体室)。

防錆処理作業の内容は、概ね以下の通りである。

- ① ブラシや集塵機で表面の煤を除去する。
- ② 塩素イオンを除去・中和するためにアルカリ洗剤にて拭き取る。必要な場合は研磨パッドを用



いる。

③ アルカリ洗剤のアルカリ成分が残らないように上水にてすすぎ拭きを行う。

④ 塩素イオン濃度の確認を行う。

また、サイクロトロンや周辺機器におけるアルカリ洗剤の使用については、サイクロトロンメーカーの住友重機械工業株式会社[4]から助言を受けた。この助言をもとに真空シール部や電気絶縁部にアルカリ洗剤が入り込まないようにマスキングして塩素イオンの除去作業が進められた。

塩素イオン除去作業後に二種類の方法により塩素イオン濃度の確認が行われた。一つは、塩素イオン濃度テスト紙を用いた確認で、もう一つは成分分析である。塩素イオン濃度テスト紙は、塩素イオン濃度により変色する試験紙であり、その場で目視確認が可能なため、作業時の簡易チェックとして行われた。成分分析では、あらかじめ決められた複数箇所でのワイプサンプリングを行い、塩化物などの含有量を分析する。その結果とリカバリープロ社の許容値とを比較し、作業の最終確認とした。成分分析の許容値は、建物に対する許容値と設備装置に対する許容値が設定されている。建物に対する許容値は  $3.00 \mu\text{g}/\text{cm}^2$  である。測定箇所は本体室の壁面 4 か所と天井 2 か所、電源室壁面 2 か所の計 8 か所とした。分析の結果、8 か所すべてで許容値以下となっていることが確認できた。最も値が高かった測定箇所は本体室壁面南側で、測定値は  $0.75 \mu\text{g}/\text{cm}^2$  であった。設備装置に対する許容値は、 $2.00 \mu\text{g}/\text{cm}^2$  であり、測定箇所は、NIRS-930 のヨーク側面、加速空洞真空排気用チェンバー、BT 系振り分けマグネットヨーク側面、イオン源、入射ライン磁気シールド側面、HM-18 ヨーク側面の 6 か所とした。分析の結果、最も高かった測定箇所は入射ラインの磁気シールド側面で  $0.86 \mu\text{g}/\text{cm}^2$  であった。これにより、すべての測定箇所ですべて許容値以下となっていることが確認できた。建物、設備装置ともに塩素イオン濃度が許容値以下であることを確認し、防腐処理作業は完了となった（図 5. 清掃および防腐処理作業結果）。

防腐処理作業前には本体室や電源室では刺激臭が強く、作業を行うにはフィルター付きの防塵マスクが必須であったが、防腐処理作業後は、本体室、電源室に刺激臭はなく、入室した際に感じる焼け焦げた臭気も少なくなっていた。防腐作業完了後、各機器の被害状況の確認を進めていった。

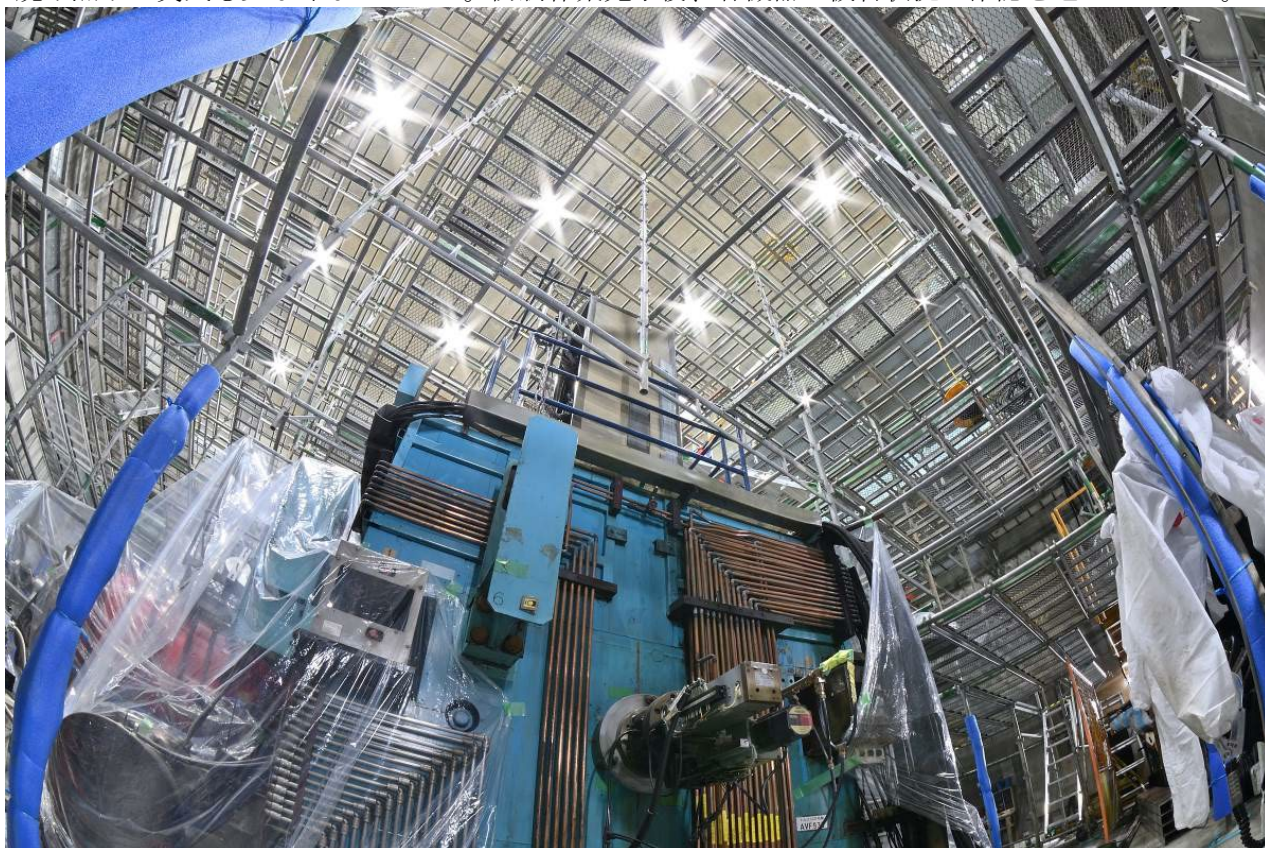


図 4. 防腐処理作業中の本体室

NIRS-930 主要駆動部等は養生されて、清掃用の足場が天井まで張り巡らせている。





電源室の天井 作業前



作業後



NIRS-930 入射ライン 作業前



作業後

図 5. 清掃および防錆処理作業結果 (リカバリープロ報告書より)

## 2. 火災による被害状況確認

火災後の建屋設備の被害状況の確認は、主に QST 職員にて行った。また、NIRS-930 と HM-18 の被害状況調査はサイクロロンメーカーである住友重機械工業株式会社により行われた。その他、電源や真空排気装置、計測器類等は各メーカーや販売元にて被害状況の確認が行われた。

QST 千葉地区では固定資産に対して火災保険に加入していた。そのため、被害を受けた固定資産の機器について保険会社への被害報告を行った。

### 2-1. 建屋設備等の被害状況

建物の構造体における大きな被害は無かった。電源室の出火場所付近の柱や梁、天井の強度には問題がないとの見解が得られ、建物への被害としては焼け焦げ等による汚れのみであった。

電気設備における被害は、各部屋で被害が出ている。出火場所の電源室では、照明とコンセントが使用不能の状態となった。電源室の照明器具は配線含め焼損しており復旧には時間がかかるため、作業用 LED を仮設照明として取り付けている。電源室のコンセントは、水没し腐食が進んでいるため使用不能となった。復旧作業では、上階の本体室のコンセントから給電して作業を行っている。また、火災発生から 6 か月後に冷却室の照明系統で漏電が発生し、照明が使用不能となった。火災の際に冷却室と副操作室にも煙が立ち込めており、消火用水が流れ込んでいた。冷却室の床下には大きな水槽があり、流れ込んだ消火用水が溜まった状態となっている。そのため室内の湿度も高く、照明器具内部やスイッチや配線に塩素イオンによる腐食が進み漏電が発生したと考えられる。冷却室においても、仮設照明により復旧作業や HM-18 の運転等の運用を行っている。

排水設備にも被害が生じている。本体室と電源室から出た廃水は、電源室の沈殿槽に溜まる。沈殿槽からはフロート式の水位検出により水中ポンプが発停し、排水されるシステムになっている。この水中ポンプが、火災後に下部の吸い込み口やローター部の腐食が進んでしまい動作しない状態となってしまった。現在は、沈殿槽を目視点検し廃水が溜まり次第、別途水中ポンプを用いて排水している。

空調設備では、出火元近くのガラリが融け落ちたり、ダクトに穴が開いたり、ダクトの広い範囲で表



図 6. 腐食した空調ダクトと融け落ちたガラリ

面の腐食が進んだ状態となっている（図 6. 腐食した空調ダクトと融け落ちたガラリ）。

また、本体室の天井クレーンが故障し、復旧作業を進めるにあたり大きな影響が出ている。火災後にガーターやホイスト、制御盤の防腐処理作業を行い、絶縁測定を行った上で電源投入し駆動テストを行った。その際、制御装置部品の内部で放電音が発生して以降、動作不能となってしまった。これにより、本体室と電源室での重量物の運搬等が困難な状況となっている。天井クレーンは旧式のため復旧させるには制御装置と併せて駆動機構の更新も必要となり、クレーンの全体的な更新工事が必要となっている。

安全管理施設設備では、大きな被害は出ていない。火災報知器では感知器を数か所で交換し復旧している。放射線安全管理上の機器の放射線エリアモニターや監視カメラ、入退管理システムは、火災の影響なく正常に動作している。

## 2-2. NIRS-930 の被害状況確認

NIRS-930 への影響は広範囲に亘っている。NIRS-930 用の電磁石電源、高圧電源、真空管用電源、マイクロ波源、高周波増幅器、ビームトランスポート(BT)のコース切り替え機、真空ポンプ、真空排気制御装置等が出火場所の電源室とその直上の本体室に設置されていた。そのため、焼損、浸水、煤による腐食等の被害が生じており、ほとんどの機器が各メーカーにより使用不能との判断がなされ、全体的な更新が必要となっている。また、電源室の天井部には多くのケーブルラックが敷設されており、ケーブルラック内の配線類は、火災による焼損や熱で溶融したり煤が付着したりと、制御配線、電力配線ともに全交換が必要となっている。

NIRS-930 の装置本体では、メインコイル、トリムコイル、ハーモニックコイルは、冷却水と配線を切り離した状態で絶縁確認までを行った。通水、通電は未実施である。また、トリムコイル、ハーモニックコイルに冷却水及び電流を通すためにヨーク側面に張り巡らされた銅配管群では絶縁低下が生じており、絶縁サポートの交換等の対応が必要との見解が得られた。空洞共振器やデフレクタ、マグネティックチャンネル、各プローブ等の駆動機構においては、モーターや位置確認用のポテンショメータ、リミットスイッチのような電気部品をはじめ、ギアやボールねじ、チェーン等も腐食による錆が生じており要交換となっている。さらに駆動系に用いられている真空用溶接ベローズは、腐食による真空漏れが懸念されるため、全交換が必要となっている。

NIRS-930 の加速箱内部の点検は未だ実施できていない状況である。加速箱内部の点検を行うためには、上ヨークをジャッキアップする必要がある。NIRS-930 のジャッキアップシステムは、ヨークの 4 隅に設置されているオイルジャッキで構成され、個別のオイルポンプにより制御を行っている。このシステムも煤による腐食が生じており取り外してのオーバーホールが必要となっている。さらにシステム制御用の電装ケーブルが焼損しており、制御配線の更新も必要となっている。

加速箱内部の点検は実施できていないが、火災発生から 3 日後に加速箱内で 500 hPa の陰圧を保っていた為、真空内部にまで煤が入り込み電極等が腐食していることはないと考えられる。しかしながら、フランジ接続部やヨーク接合面の腐食の処理、真空シールの交換等のメンテナンスが必要となる可能性が高く、クレーンやジャッキアップシステムの修繕後に調査を進める予定である。このように、NIRS-930 における被害状況は未だ明らかではなく、復旧には時間がかかる状況となっている。

## 2-3. HM-18 の被害状況確認

HM-18 に関連する機器で、火災現場である電源室に設置されていたものは、HM-18 の各機器への配電盤、ターゲットフォイル冷却用のヘリウムガスボンベ、イオン源用水素及び重水素ガス供給装置、BT 系マグネット用電源、RI 生産照射室コース切換器、BT 系端子盤と多くの機器が電源室に設置されていた。これらの機器は煤の影響を受けており、中でも、BT 系マグネット用電源は、多くの煤が入り込み使用不能の状態となった。イオン源用水素及び重水素ガス供給装置の電源ケーブルと制御ケーブルは焼損していた。また、本体室に設置されている HM-18 本体機器や真空排気装置、ターゲットフォイル冷却装置等も、煤による影響を受けている。

HM-18 のメインコイルおよび C コイル用の電源や、RF ローレベルやプリアンプ、真空排気制御装置等は、電源室とは別室の副操作室にあり、大きな被害は避けることができた。副操作室にも通路や配線穴を通して煤が入り込んでいたが、比較的煤の量は少なかった。

## 3. HM-18 の復旧

まずは RI 生産の再開を目標として、HM-18 の運転再開を目指すこととした。HM-18 の電源及び制御盤内の清掃を実施し、併せて HM-18 本体および周辺機器の清掃を実施した。HM-18 本体機器の清掃は、RI ユーザーからの協力もあり早々に実施することができた。



### 3-1. 真空系の復旧

火災発生からおよそ1か月後、仮設として150 L/secの小型TMPポンプをNW25の配管2.5 mを用いて接続し、HM-18の真空排気を試みた。真空排気を開始し1時間の排気で $7 \times 10^{-2}$  Paを確認し、10時間の排気で、 $4 \times 10^{-3}$  Paに到達した。通常のHM-18の真空度は、2300 L/secのクライオポンプ2台で排気して、 $5 \times 10^{-5}$  Pa程度である。確認できた真空度と比較すると2桁悪い真空ではあるが、まずは真空排気が可能な状態であることが確認できた。

次に、真空排気装置の整備を行った。本体室に設置されていたロータリーポンプは、煤にまみれていたため、すべて別室で使用していたロータリーポンプを流用した。そのほか、ターボ分子ポンプシステム(TMP)では空冷用のファンモーターや電磁弁等の交換を実施した。HM-18の加速箱の主排気系である2台のクライオポンプは、火災発生後から3か月後に、動作確認を行った。この2台のクライオポンプは、電源室に設置された1台のコンプレッサで稼働していた。コンプレッサは浸水と煤による被害を受けていたが、内部の基盤部分に浸水はなく煤の清掃を行い、動作確認を行った。その結果、コンプレッサのリアパネルに設置されていたスライドスイッチに動作不良があり、起動できなくなっていたことが判明した。スライドスイッチの内部を確認したところ、煤が入りこんでおり、接点電極が腐食して接触不良となっていた。このスイッチの不良への対処後、正常に動作することを確認した。TMPとクライオポンプを稼働させることにより、運転可能な真空度である $6 \times 10^{-5}$  Paを火災発生から3か月後に確認することができた。

その後3か月間は、防腐処理作業等の他の作業を行うためにTMPやクライオポンプは停止させていた。

3か月間の作業終了後、火災発生から6か月後にクライオポンプを再度起動しようとする、コンプレッサ内のヘリウムガスの圧力が低下していた。ヘリウムガスの再充填後に稼働したクライオポンプ2台とTMPにより真空排気を行ったが $2 \times 10^{-1}$  Paまでしか真空が引けなかった。各所点検の結果、駆動部を動かすと、若干真空が良くなる箇所があった。HM-18の駆動部には、真空用の溶接ベローズを用いており、溶接ベローズからのリークを疑った。リークディテクタによるリークチェックの結果、3か所の溶接ベローズに真空リークが発生しているのが判明し、ベローズの交換を行った。ベローズの交換後、TMPのみでの真空排気で、 $3 \times 10^{-3}$  Paまで確認できた。この時、クライオポンプは、ヘリウムガスの圧力低下が再発し運転不可となっていた。

取り外したベローズを市販のpH試験紙で測定すると溶接ベローズ部にて赤く反応しpH 5から6が検出された。また、フランジ部では、相手フランジの当たらない外に露出していた部分では腐食が進んでいるが塩素イオンは除去されpH試験紙の反応はなく中性であった。一方、相手フランジと当たっている部分は、見た目では腐食が進んではいないが、pH試験紙が赤く反応しており塩素イオンが残ってしまっている事が分かった(図7. 真空リークしたベローズ pH紙テスト)。リカバリープロ社による防腐処理は取り外しや分解をしての防腐処理は行っていないため、フランジ等の接触部についても分解清掃の上、防腐処理が必要なことが判明した。

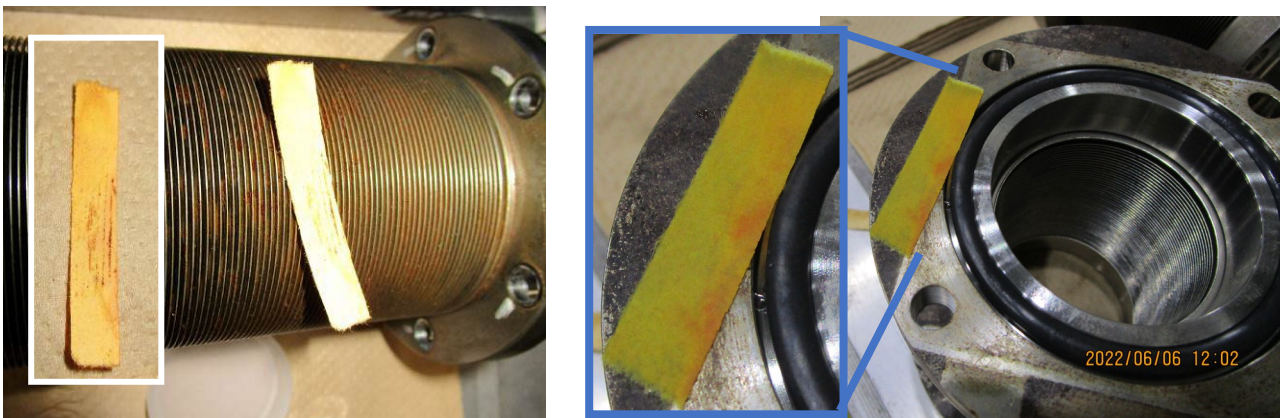


図7. 真空リークしたベローズのpH紙によるテスト

また、クライオポンプのヘリウムガスの圧力低下についても調査を行った。コンプレッサとポンプの冷凍機の間でヘリウムガスを循環させるために金属ホースを用いている。ガス検知器によりリークチェックを行った結果、このホースの複数箇所からヘリウムガスのリークが生じていることが分かった。このホースは保護網線で囲まれたベローズで、外側の保護網線の上からアルカリ洗剤による洗浄拭き取りと水による中性化といった防腐処理を行っていた。市販のpH試験紙によりチェッ

クを行うと、網線の間が赤く反応しており、塩素イオンが残ってしまっているのが分かった。取り外した金属ホースの保護網線内部を確認してみたところ、内部のベローズに腐食が進んでいた。塩素イオンが保護網線内部にまで入り込み、内部のベローズが腐食しヘリウムガスのリークが生じていた(図 8. クライオホース pH チェック 保護網線内部のベローズ)。金属ホースをすべて交換後、クライオポンプは圧力低下を起こすことなく運転を続けている。

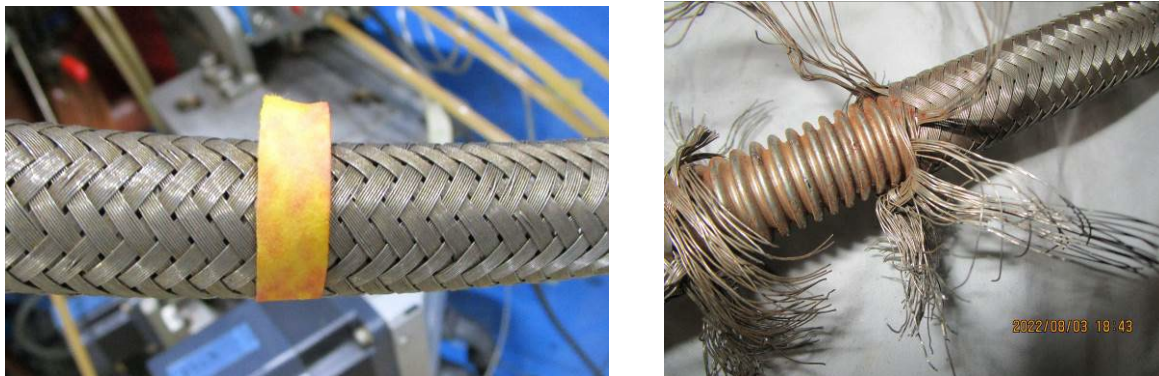


図 8. クライオ用ヘリウムガスホースの pH チェック 保護網線内部のベローズ

### 3-2. 冷却水

冷却水システムの循環ポンプは、HM-18 の NIRS-930 と共通で使用していた。循環ポンプの吐出圧力は 1.5 MPa、吐出流量は 1.5 m<sup>3</sup>/min である。NIRS-930 本体、入射ライン、イオン源、HM-18、各大型電源、各照射室の BT ライン等の全系統でこの循環ポンプからの冷却水を使用していた。HM-18 や各照射室の BT ラインでは、減圧弁を用いて、1 MPa に減圧して使用していた。電源室に設置されていた大型電源は水冷式のものが多く、電源室の天井には冷却水の配管が張り巡らされていた。出火場所付近では、高温になり焼け焦げてパッキンが融けてしまったり、煤による腐食が進んでしまったりしている。HM-18 の運転を実施するために、冷却水の系統を HM-18 と RI 生産照射室の BT 系のみで制限する必要があった。流路を制限すると、総流量は非常に少なく 0.2 m<sup>3</sup>/min 以下になってしまう。総流量が少ないまま既設のポンプを動作させると、吐出圧が大幅に上がってしまう。そのため吐出圧が 1 MPa と低く吐出流量も適切な小型のポンプに切り替えて送水することとした。小型のポンプで送水し HM-18 を運転し始めると、冷却水の温度が 18℃ から 28℃ の幅で変動してしまった。総流量が低下したことにより冷却水の温度制御でハンチングが起こっていた。この冷却水システムでは、熱負荷を通過してきた還りの冷却水を温度調節器と三方弁により、熱交換器に通す経路と通さない経路とに調整し温度制御を行っている。温度調節器の比例帯を調整し、総流量が少ない状態で冷却水の温度を安定させることができた。

### 3-3. 電源および制御系

HM-18 の本体系の電源および制御システムは、電源室とは別室の副操作室にあり、内部清掃により使用可能と判断した。その他、電源室に設置されていた機器は、HM-18 用配電盤、BT 系マグネット用電源、C-1、C-2 コース負荷切換器、BT 系制御端子盤があり対応が必要となった。

HM-18 用配電盤は、受電室から各機器への配電を行っており、内部に 200-100V 変換トランスも入っている。これらは、内部清掃と腐食防止処理を行い、その後各系統の絶縁測定を行ったうえで復旧させた。主排気のクライオポンプや、圧縮空気用のコンプレッサ等は、電源室で別の配電盤から電源を供給していた。これらの動力配線は、ケーブル焼損や煤の被害も懸念され、復旧する受電系統を限定する為、HM-18 用配電盤からすべてを賄うよう動力配線の集約を行った。

HM-18 からのビームは、RI 生産照射室の C-1、C-2 ターゲットへ輸送可能となっている。C-1、C-2 ターゲットまでの BT 系マグネット電源は、焼損は免れたが、火災発生時に動作していたため空冷用ファンにより大量の煤が内部に入り込んでいた。そのため、煤による汚れや腐食が著しく、修理が不可能な状態となった。これらの電源は、専用に設計製作されたレギュレーション電源を用いていたが、NIRS-930 の別室の照射コースで用いられていた市販のスイッチング電源を流用した。そのため、制御を組み替え、BT 系制御端子盤を更新し、制御および出力配線を引き直した。出力テストの際に、C-1、C-2 コースの振り分けマグネットの SWR 用電源において、出力を定格まで上げると HM-18 用配電盤内のブレーカーが唸る事象が発生した。ブレーカーを交換しノイズフィルタを入れることにより軽減した。C-1、C-2 コース負荷切換器は、電源の出力先をコース選択に合わせて切り替える装置である。この切換器は、BT 系電源と併設されていたが、ファン等の貫通孔が無く密閉されていたため煤の侵入が少なく、内部の清掃と防錆処理を行い復旧させることができた。出力電流



ケーブルは電源の変更に併せて更新した。

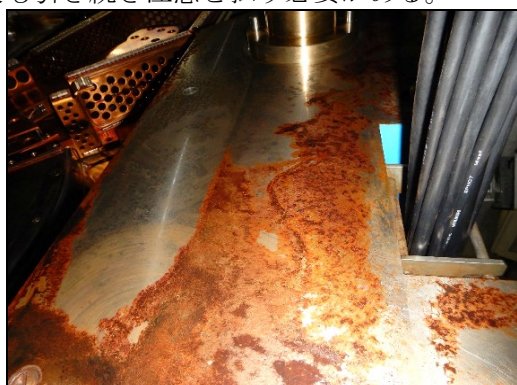
安全インターロック系統についても復旧作業が必要となった。ケーブルの焼損、本体室のサイレンと回転灯の故障、NIRS-930 の照射コース切換器が使用不可となったため切り離しが必要となり、HM-18 のみで安全インターロックが対応するように配線換えや、制御の変更を行った。また、安全インターロック用の動作電源が使用不可となったため更新を行った。

### 3-4. HM-18 本体および周辺機器の整備

イオン源用のガス供給システムは電源室に設置されており、延焼した天井のケーブルの下に設置されていた。ガスラインは、ステンレス配管を使用していた為焼損はなく清掃と腐食防止処置を行った。ガス供給システムの制御及び電源供給ケーブルは焼損していたため、更新を行った。高圧ガスに用いられている減圧弁は煤の侵入などによる不安要素があった為併せて更新し、復旧した。ターゲットフォイル冷却装置は、直結ターゲットの真空フォイルを冷却する為のヘリウムガスを冷却し循環する装置である。冷却装置と循環装置は、本体室に設置されており、ヘリウムガス供給用のポンペは電源室に設置されていた。そのため、ポンペと循環装置の間のプラスチックチューブが電源室天井で焼損した。冷却装置と循環装置の制御用電装系も煤が侵入していたが、少なかったため煤の除去と防腐処理を行った。ポンペと循環装置間のプラスチックチューブを引きなおし復旧した。直結ターゲットには、RI 生産照射室側のホットラボからターゲット用のガスラインが通っている。このガスラインはステンレス配管を使用していた為、焼損は免れていたが、煤の付着が多かったため、清掃及び防腐処理を行い、ターゲット含めてガス充填後の圧力チェックにより漏れがない事を確認し復旧した。

これらの整備の後 2022 年 6 月 3 日に HM-18 本体での加速試験を行い、ビーム加速を確認した。

HM-18 内部の点検を行う際に、上ヨークをリフトアップすると上下のヨーク間に煤が入り込んで腐食が進んでいた(図 9. 2022/12/6 作業前)。pH 試験紙で測定を行うと 5 程度の pH 値であった。腐食部分を磨き、防腐処理を行った(図 9. 2022/12/6 作業後)。一か月半後に確認した際に再び腐食が進んでいた(図 10. 2023/1/23 作業前)。再度磨き防腐処理を行った(図 10. 2023/1/23 作業後)。二度目の防腐処理以降 3 か月後(2023/4/6)に再度確認した際には腐食が進んでいる様子はなかったが、今後も引き続き注意を払う必要がある。

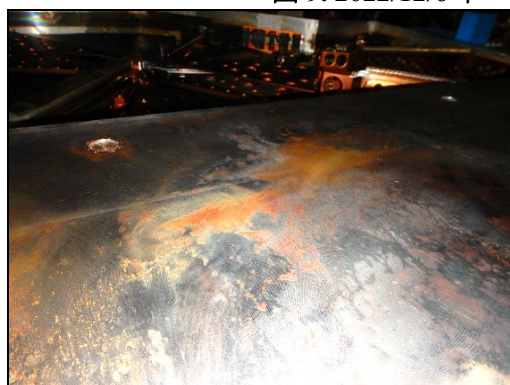


作業前

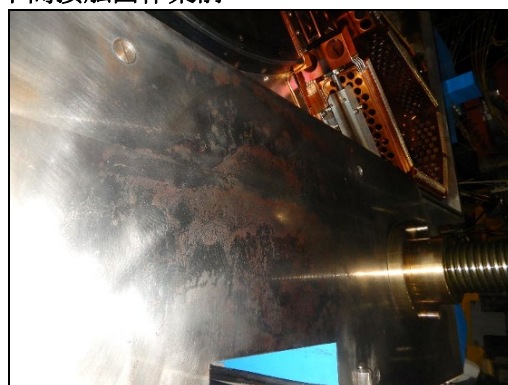


作業後

図 9. 2022/12/6 下ヨーク上下間接触面作業前



作業前



作業後

図 10. 2023/1/23 ヨーク接触面作業

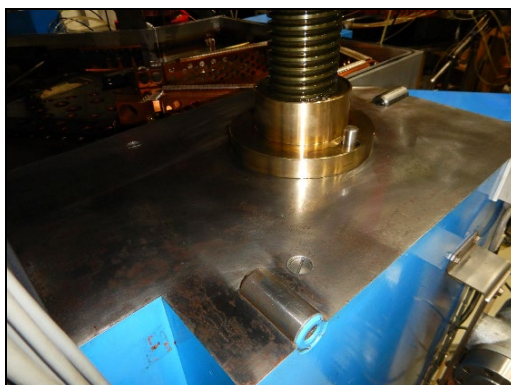


図 11. 2023/4/6 確認作業時

### 3-5. BT系の整備

全体的な清掃及び防食処理の後に、BT系の整備を行った。四重極電磁石とステアリングマグネットは、ダクトと磁極間に煤が入り込んでいた為、分解して煤の除去と防食処理が必要となった。分解して点検を行うと、アルミのダクト表面に白い粉状の物が生じており、煤けた四重極電磁石のヨーク面に降り積もっていた。これらの表面では pH 試験紙でチェックすると pH 5-6 が確認できた（図 12. BT系マグネットを分解しての防食防止処理）。ダクトを取り外し、ヨーク面やコイル、真空バルブやビームシャッターも同様に清掃による煤の除去と防食処理を行った。再度、pH 試験紙を用いて、塩素イオンと洗浄剤のアルカリ成分が残っていないことを確認した。また腐食による接触不良や短絡の不安があるため、制御配線やリミットスイッチ等の交換作業を行った。

RI 生産照射室でも、床下にある電源室からの配線穴から煤が入り込み、BT系のマグネットに煤がかかっていた。清掃による煤の除去と防食防止処理を行った。また、長年の使用によりコイルのモールドにひび割れが生じていたため、C-1 コースの四重極マグネット 2 台の交換作業を行った。

さらに、NIRS-930 の C-4 コースで行っていた  $^{64}\text{Cu}$  の製造照射を C-2 コースで行うために、ステアリングマグネットやビーム診断系（ビームシャッター、三線式プロファイルモニタ）の移設を行った。



図 12. BT系マグネットを分解しての防食防止処理

煤が四重極電磁石ヨークとダクト間に入り込み、アルミダクト表面の腐食が始まっていた。

PH 試験紙下作業前 (pH 5-6 程度の赤)、上作業後 (pH 7 程度ほぼ色の変化なし)

### 3-6. 供給再開

2022 年 9 月より、RI 生産のためのビーム供給を再開した。いずれも陽子ビームで C-1 コースと直結ターゲットにて照射を行った。C-1 コースでは、最大電流  $20 \mu\text{A}$  にて  $^{11}\text{C}$  や  $^{18}\text{F}$  生産用の照射を行った。直結ターゲットでは、最大  $2 \mu\text{A}$  にて  $^{11}\text{C}$  生産用の照射を行った。これらの照射件数は、再開



直後の9月では1日当たり多くとも4件とかなり少なかったが、10月には5、6件が入るようになり、1月になると最大7件、2月には最大8件と増えてきている。火災以前の1日当たりの照射件数も、NIRS-930の照射件数を含めて最大8件で、火災以前と同程度の照射件数となってきている。また、ターゲットシステムを移設したC-2コースにて $^{64}\text{Cu}$ 生産用の照射を行った。10月から照射テストを行い、ビーム調整を繰り返し、2月に臨床試験のための供給を行うことができた。 $^{64}\text{Cu}$ の生産ではこれまで、NIRS-930からの $\text{H}_2$ ビームにより照射を行っていた。ターゲットでのビームサイズは $\phi 8$ で、負イオン加速フォイルストリッパー取出しのHM-18にとっては、比較的細いビームを要求されている。ビーム電流値も、HM-18で供給していた最大となる $20\ \mu\text{A}$ が必要となり、ターゲット30 cm上流のプロファイルモニタと、ターゲット直前の4分割コリメータ等を用いて調整を行った。本ターゲット位置での紙焼きテストでビームサイズの確認を行った後、臨床供給用の照射を行った。臨床供給の際には、7:00より照射開始の依頼があったため、早朝立ち上げにより対応した。

今後、他の金属ターゲットに対する照射も予定されており、様々なビームサイズで様々なビーム電流が必要となる。HM-18では、内部イオン源を用いているためビーム電流を変化させるために加速電圧を変化させている。加速電圧が変わると、ビームの軌道が変わるためBT系パラメータの調整がその都度必要になり、さらにターゲット位置でのビーム位置やサイズの確認も必要となる。このように、各要求に対応するためのビーム電流やビームサイズの調整やその確認方法が今後の課題となっている。

#### 4. NIRS-930 復旧に向けて

NIRS-930の復旧費用には火災保険を用いるため、保険会社への被害報告を行った。保険会社への報告として火災全体の被害見積が必要となり、固定資産165件について調査を行い52件の被害復旧見積を提出し、被害額としてはほぼ認められた。保険会社への被害報告は完了したが、保険金額の査定や、その他予算上の問題によりQSTとしての判断が出ていないため、大きな予算執行を伴う復旧工事等は実施されていない。さらに2023年度から量子メス棟（仮称）工事のため本体室搬入口が使用不可の状況となるため、ごく限られた範囲での作業を少しずつ進めている。

##### 4-1. 被災電源等の撤去

煤の影響は遅れて出てくるが多々あり、煤の供給源となっている焼損した機器等を早々に撤去する必要があった。焼損したケーブルや、配管、照明器具等の取り外し作業は、予算と工事期間の都合により外注せずに、運転時の合間を見て撤去作業を行った（図13. 取り外したケーブル）。

固定資産管理上の手続きが済み、焼損や水損等により使用不可となった大型電源35台、計測制御制御ラック5台や、メカニカルブースターポンプ6台、ロータリーポンプ15台等の撤去を行った。天井クレーンが故障しているため、重量物を移動させるのに、本体室内にカニクレーンを設置して搬出作業が行なわれた（図14. 解体されたトランスを吊り上げるカニクレーン）。また、吊り荷重以下となるように大型の電源やトランスなどは、解体しながら搬出された（図15. 搬出後の電源室）。

搬出終了後、残った配管やケーブル等について今後さらに詳細な調査確認を行いながら使用不能な部分の撤去を進めていく予定である。

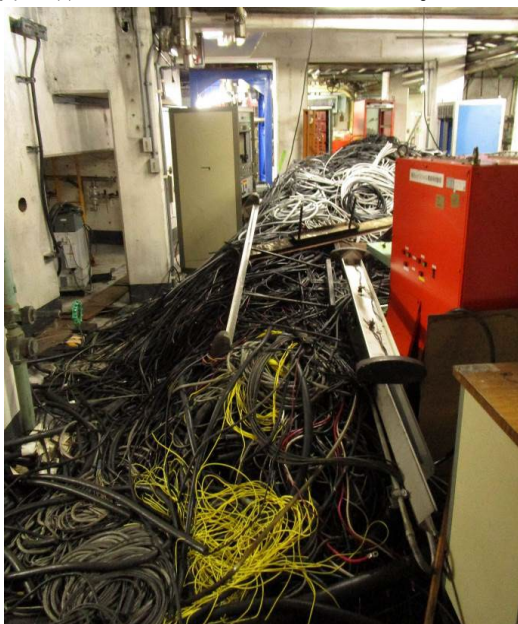


図13. 取り外して山積みされたケーブル



図14. トランスを吊り上げるカニクレーン



図 15. 搬出後の電源室北側（左図）、南側(右図)

#### 4-2. 復旧に向けた検討

NIRS-930 の復旧に向けた検討も進めている。NIRS-930 の本体周りの電源はすべて更新対象となっている。これまでは、ほとんどの電源が設定値はポテンショメータ、出力値はデジタルボルトメータといったアナログ遠隔制御を行っていたが、制御配線の多くも焼損し、これら制御機器も更新が必要となっている。そのため、PLC と PC を用いた集中制御化も含めた検討を行っている。

また、NIRS-930 のコース切換についても検討が必要となっている。これまで、電源室に設置されていた運転開始当初より使用を続けていたコース切換器を用いてコース切換が行われていた。このコース切換器は回転式接点を用いて輸送系マグネットの電源の負荷や出力極性と制御を切り替えており、各電源はこのコース切換器を経由して各ビームコースの電磁石へ電流を流していた。しかしながら、火災によりこのコース切換器も使用不可となってしまった。同様のものを製作するのは、部品も生産中止となっており現状では非常に困難である。各輸送系電磁石の電源も更新対象であるため、電源切換の有無を含めて今後の検討課題となっている。

#### 参考文献

- [1] 令和3年度量医研サイクロトロン利用報告書, QST-M-38
- [2] QST プレスリリース “千葉地区内サイクロトロン棟地下電源室の火災発生について”  
<https://www.qst.go.jp/site/press/20211126.html>
- [3] リカバリープロ株式会社 <https://recoverypro.jp/>
- [4] 住友重機械工業株式会社 <https://www.shi.co.jp/>

## 2. 核医学研究

## サイクロトロンによる放射性標識薬剤の製造・開発への利用状況

### Production and Development of Radiopharmaceuticals Using Cyclotron in 2022

鈴木 寿、橋本 裕輝、峯岸 克行、栗原 雄祐、小川 政直、大久保 崇  
之、塚越 海渡、念垣 信樹、藤代 智也、嵐 大輔、富樫 隆啓、佐藤 龍  
斗、武藤 正敏、市瀬 潤、永津 弘太郎、河村 和紀、張 明栄

Hisashi Suzuki, Hiroki Hashimoto, Katsuyuki Minegishi, Yusuke Kurihara, Masanao Ogawa, Takayuki Ohkubo, Kaito Tsukagoe, Nobuki Nengaki, Tomoya Fujishiro, Daisuke Arashi, Takahiro Togashi, Toshiyuki Sakai, Masatoshi Muto, Jun Ichinose, Kotaro Nagatsu, Kazunori Kawamura, Ming-Rong Zhang

量子科学技術研究開発機構 量子生命・医学部門 量子医科学研究所  
先進核医学基盤研究部

#### 概要

先進核医学基盤研究部では、臨床診断・治療や生体機能の計測に有用な放射性核種標識薬剤の開発、標識薬剤合成に必要な放射性核種の製造及び標識・分析技術の開発研究を行っている。また、新規放射性薬剤を開発し、多種多様な動物モデルを含めた動物実験による薬剤の有効性と非臨床評価、臨床共同研究を実施している。さらに、安全で高品位な標識核種及び診断・治療用の放射性標識薬剤を製造し、脳機能イメージング研究部、分子イメージング診断治療研究部のみならず QST 病院や外部の大学・研究機関・企業の研究者に広く提供している。

当研究部によって製造される臨床研究用の放射性薬剤は、1) HIMAC や量子メスをを用いた腫瘍の治療効果の評価や転移の有無などの判定、2) がん患者への診断・治療研究、3) 認知症をはじめとする各種の脳疾患の診断、治療効果の評価及び病態発生メカニズムの解明研究などに利用されている。本報告書では、令和4年度において、当部の新規標識薬剤の開発状況及び放射性核種・放射性薬剤の製造状況を報告する。

#### 1. 放射性標識薬剤の開発研究状況

当研究部では、診断や治療に資する放射性核種の製造技術を開発し、これらの核種を利用し、様々の標識技術を確立している。これらの標識法・中間体を生かしながら、診断や治療に利用できる多種多様な放射性薬剤を開発し、その中から、有用な新規薬剤を臨床利用に向

けた製造・分析技術の開発を行ってきた。

以下に今年度の研究について代表的な成果を紹介する。

光・量子イメージング技術を用いた疾患診断研究においては、PETプローブ開発に必要な標識中間体  $^{11}\text{C}$ -シアン及び  $^{18}\text{F}$ -EFH の簡便製造法を確立し、製造ユニットを作成した。これらを利用することにより、PETプローブライブラリーを拡充することができた。また、多数の新規放射性薬剤候補を合成し、そのうちの 5 種以上の薬剤の有用性を非臨床評価により実証した。具体的に、膜貫通 AMPA 受容体調節性タンパク質  $\gamma$ -8 (TARP  $\gamma$ -8) を画像化できる新規 PET プローブ  $^{11}\text{C}$ -TARP-2105 を開発し、動物脳内 TARP  $\gamma$ -8 を PET で定量する方法を確立した。また、独自に確立した  $^{18}\text{F}$ -フルオロアルキル化標識技術などを利用して、アシルグリセロールリパーゼを標的とする PET プローブ  $^{18}\text{F}$ -FEPAD を開発し、動物全身の褐色細胞の画像化に成功した。さらに、新規 PET プローブ  $^{11}\text{C}$ -MTrp の安定製造法と分析法を確立し、安全性と被曝線量試験を行った。また、 $^{11}\text{C}$ -MTrp を臨床に使用するための申請書類を作成し、今年度末に薬剤審査委員会を提出し、臨床使用への道を開けた。一方、全国 120 の PET 施設より約 400 件の PET 薬剤分析を受託し、放射性薬剤の品質を保証し、自己収入を順調に獲得したと同時に、我が国の核医学検査の品質保証の中軸として機能している。

放射性薬剤を用いた次世代がん治療研究においては、大型サイクロトロン火災を受けて、製造自動化装置の開発と共に小型加速器によるアルファ線源 ( $^{225}\text{Ac}$ ) の製造を可能にするための照射装置を新設した。また、作業員の被ばく線量低減を念頭に、管理区域全体の運用を見直すことで、きたるビーム再開時には従前の 5 倍となる製造量を見込む技術的・法的な要件を解決した。この結果、世界的に入手困難な  $^{225}\text{Ac}$  の自家製造の大規模化を国内アカデミアで初めて可能にし、QST 単独で臨床試験を計画できる基盤を整えた。

## 2. 放射性標識薬剤の生産・提供状況

コロナ禍の中、現場スタッフが様々な困難を克服し、診断・治療薬剤の安定供給と提供を行ってきた。そのため、臨床研究への提供回数は前年度より微減に留まった。さらに、一昨年 11 月末に起きた大型サイクロトロン火災事故で全ての RI 製造や応用が余儀なく中止に追い込まれた。しかし、運転課及び研究部のスタッフによる鋭意努力した結果、小型サイクロトロンが 9 月に再稼働し、RI 及び RI で標識した放射性標識薬剤を開発・製造することができた。

令和 4 年度に製造した放射性薬剤は、主に腫瘍診断・治療 ( $^{11}\text{C}$ MeLeu、 $^{11}\text{C}$ AIB、 $^{11}\text{C}$ MePro、 $^{18}\text{F}$ FEDAC、 $^{64}\text{Cu}$ Cu-ATSM)、脳機能測定 ( $^{18}\text{F}$ PMPBB3、 $^{11}\text{C}$ BTA、 $^{11}\text{C}$ SL25.1188、 $^{18}\text{F}$ C-05-05、 $^{18}\text{F}$ FEPE2I、 $^{18}\text{F}$ FMeNER-D<sub>2</sub>、 $^{18}\text{F}$ SPAL-T-06、 $^{11}\text{C}$ K-2) などの臨床利用、サル、ラット、マウスなどの動物実験 ( $^{11}\text{C}$ AC-5216、 $^{11}\text{C}$ DCZ、 $^{11}\text{C}$ PBB3、 $^{11}\text{C}$ UCB-J、 $^{11}\text{C}$ YQZ-2、 $^{11}\text{C}$ Gln、 $^{18}\text{F}$ FITM、 $^{18}\text{F}$ FETMP-d<sub>4</sub>、 $^{18}\text{F}$ T-401、 $^{18}\text{F}$ FETMP、 $^{18}\text{F}$ LR-2-2、 $^{18}\text{F}$ FRAAd、 $^{64}\text{Cu}$ PDL1、 $^{64}\text{Cu}$ X など)、校正用ファントム線源 ( $^{18}\text{F}$ など) 等へ提供した。

設備関係では、大型サイクロトロン火災により、サイクロトロン棟で製造が出来なくな

った金属核種の中でエネルギーが低く小型サイクロトロンで製造可能な<sup>89</sup>Zr、<sup>64</sup>Cu、<sup>225</sup>Acを製造するためにRI生産照射室C2コース照射装置の開発及び改造を行い、<sup>64</sup>Cu-ATSMの臨床提供を3回行った。その他金属核種(<sup>211</sup>At、<sup>225</sup>Ac、<sup>103</sup>Pd、<sup>191</sup>Pt、<sup>186</sup>Re)については、外部機関(高崎、RIプラットフォーム、東北大)からの提供により入手した核種を利用して、サイクロトロン棟第4、第5ホットラボ室にて非臨床有用性評価を実施した。また、サイクロトロン棟第一ホットラボ室では、当部が開発した多目的合成装置(3台)、<sup>11</sup>C合成装置(1台)、超高比放射能合成装置(1台)と<sup>18</sup>F-有機合成装置(1台)を配置し、第二ホットラボ室では多目的合成装置(2台)を設置して多種多様な標識合成中間体や標識薬剤を合成し、非臨床有用性評価を実施した。一方、画像診断棟では、α線治療薬剤の臨床試験に向けた施設整備として質量分析室にα核種用ホットセル(1台)、α線治療薬剤調整ドラフト(1台)、薬剤分注無菌アイソレーター(1台)、α線排気ダクト及びα線排風設備1式を新設した。

なお、令和4年度に製造した標識化合物および生産量を表1に、被験者数を図1に、平成4年度から令和4年度まで主なRIの生産・提供回数の推移を図2と図3にそれぞれ示した。



表 1. 令和 4 年度に製造した標識化合物及び生産量

核種	化合物形	生産量		診断供給量			動物等供給量		譲渡	
		放射能 (GBq)	回数 (回)	放射能 (GBq)	回数 (回)	人数 (人)	放射能 (GBq)	回数 (回)	放射能 (GBq)	回数 (回)
<sup>11</sup> C	Ac5216	51.1	14	—	—	—	9.4	10	—	—
	AIB	36.0	10	4.9	5	5	—	—	—	—
	BTA	210.4	68	125.7	64	88	1.9	3	—	—
	K-2	57.0	7	15.0	6	6	—	—	—	—
	MeLeu	13.0	4	3.4	3	4	—	—	—	—
	MePro	19.0	4	6.4	6	4	—	—	—	—
	RAC	11.3	5	3.6	4	1	0.7	2	—	—
	SCH	3.0	2	1.2	1	1	—	—	—	—
	SL25.1188	280.0	34	84.3	34	35	1.0	2	—	—
	DCZ	44.6	20	—	—	—	9.0	20	—	—
	L-1MTrp	96.4	42	—	—	—	7.4	20	—	—
	7m6BP	43.1	32	—	—	—	—	—	—	—
	YQZ-2	19.0	8	—	—	—	2.4	7	—	—
	UCB-J	24.2	9	—	—	—	0.8	2	—	—
	Gln	23.5	8	—	—	—	2.6	7	—	—
	CH3I	86.9	74	—	—	—	—	—	—	—
CN	66.2	22	—	—	—	—	—	—	—	
CO	86.0	29	—	—	—	—	—	—	—	
その他	98.0	68	—	—	—	13.0	37	—	—	
<sup>15</sup> O	H <sub>2</sub> O	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<sup>18</sup> F	APN-1607	6.0	2	3.6	2	2	—	—	—	—
	C05-05	52.8	17	28.6	15	19	0.4	1	—	—
	FEDAC	121.8	23	6.2	4	3	5.4	15	—	—
	FETPE2I	16.0	7	9.9	6	11	—	—	—	—
	FMeNER-d2	144.5	29	4.3	11	11	0.6	2	—	—
	PMPBB3	207.9	85	99.9	74	179	4.9	14	—	—
	T-401	5.0	2	1.8	1	1	—	—	—	—
	SPAL-T-06	28.0	8	5.5	6	6	0.7	2	—	—
	FPAAAd	127.2	33	—	—	—	0.4	1	—	—
	FITM	30.2	7	—	—	—	2.4	7	—	—
	LR-2-2	54.6	16	—	—	—	1.5	4	—	—
	FETMP	66.9	11	—	—	—	3.7	10	—	—
	FETMP-d4	71.4	13	—	—	—	5.2	14	—	—
ER604699	34.4	11	—	—	—	1.4	4	—	—	
その他	534.5	71	—	—	—	9.6	34	—	—	
<sup>28</sup> Mg	水溶液	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<sup>64</sup> Cu	水溶液	10.6	2	—	—	—	17.4	20	—	—
	<sup>64</sup> Cu-ATSM	36.6	5	1.8	4	4	—	—	1.8	4
<sup>74</sup> As	水溶液	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<sup>89</sup> Zr	水溶液	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<sup>103</sup> Pd	水溶液	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<sup>191</sup> Pt	水溶液	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<sup>211</sup> At	水溶液	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<sup>225</sup> Ac	水溶液	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	合計	—	802	—	242	380	—	238	—	4

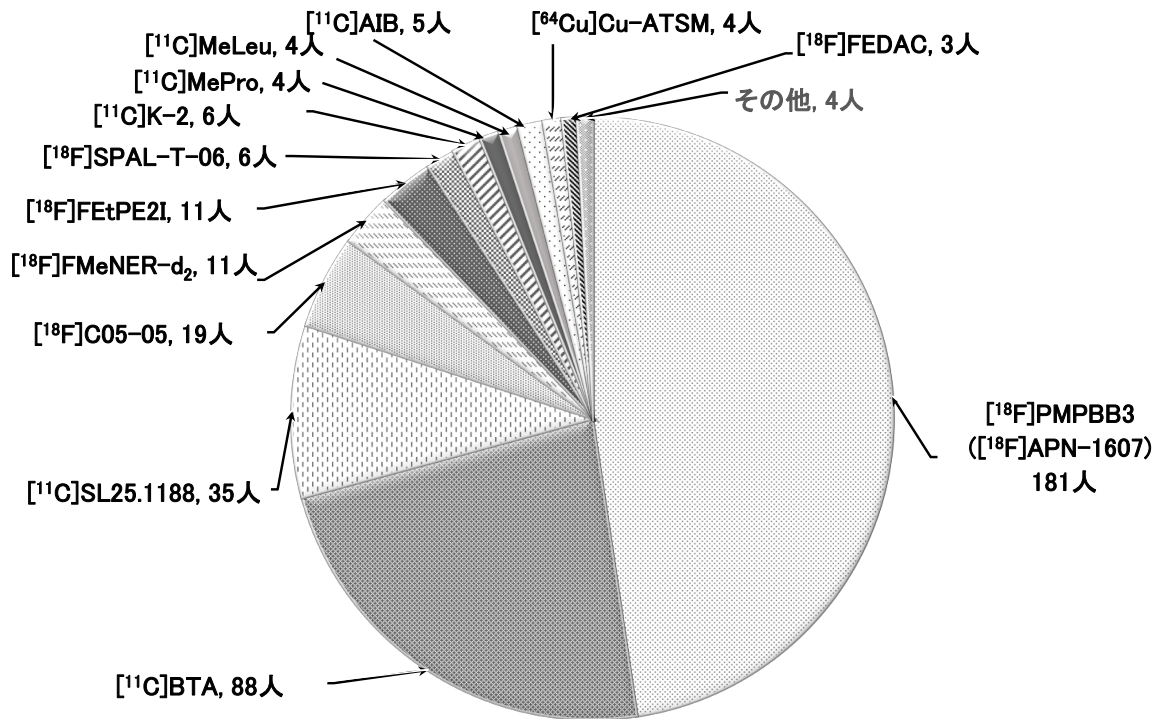


図1. 令和4年度における被験者数(380人)

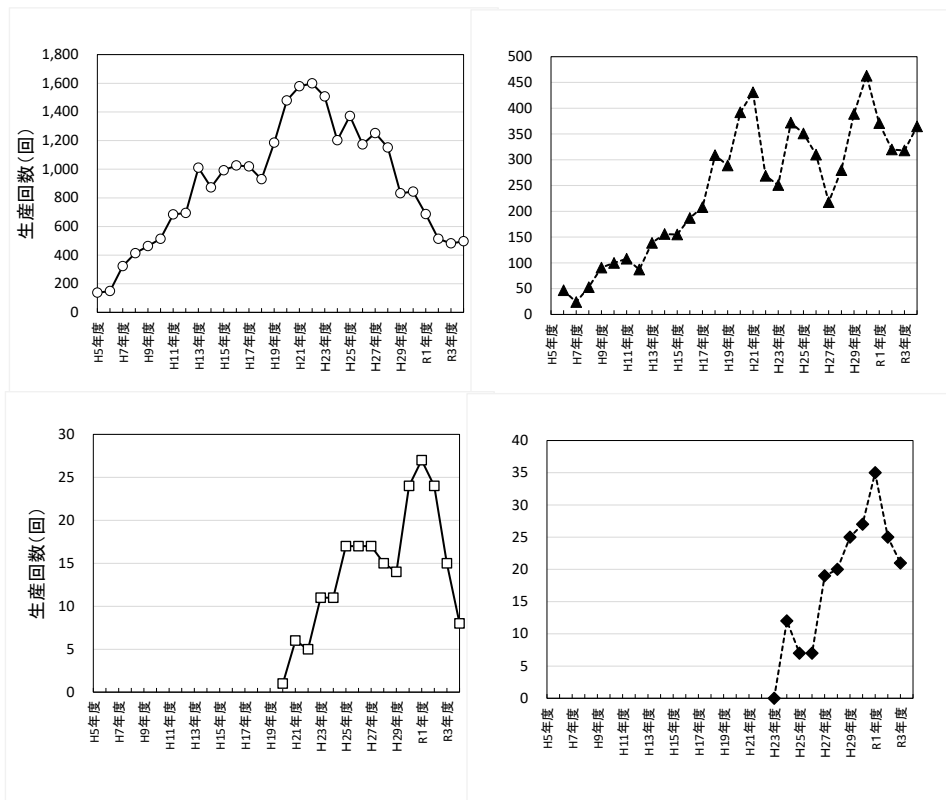


図2. 主な核種の生産回数の推移

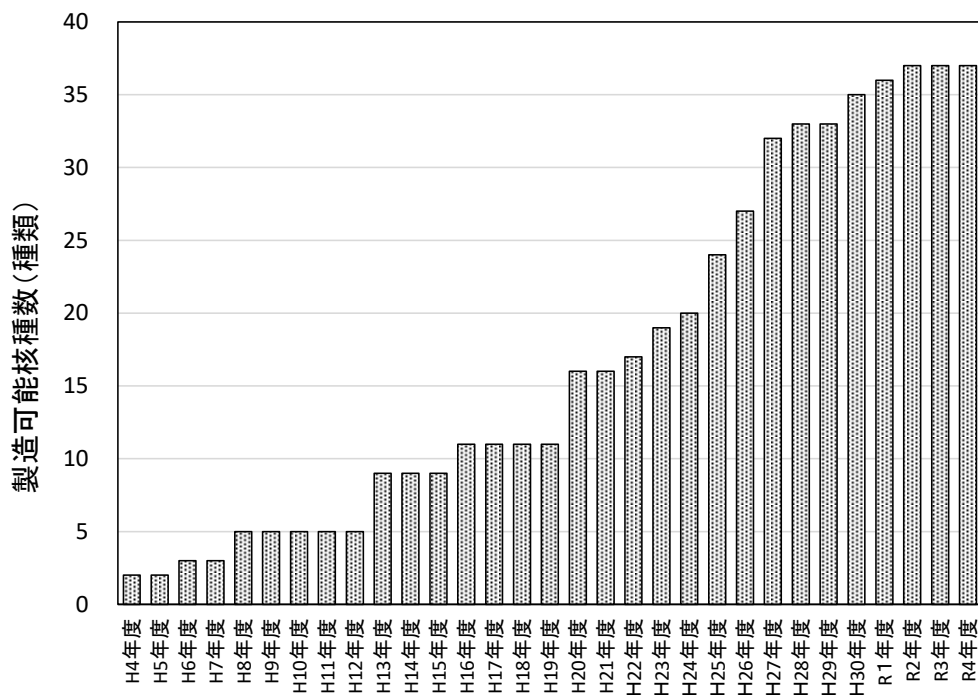


図3. 製造可能RI種類の推移

### **3. 研究成果一覽**

# 研究成果一覧

## 1. サイクロトロン施設

### [学会・研究会での口頭発表及びポスター発表]

- (1) 杉浦 彰則, 涌井 崇志, 北條 悟, 村松 正幸, 岡田 高典, 神谷 隆, 山口 道晴, 白井 敏之: QST 量医研サイクロトロン(NIRS-930, HM-18)の現状報告. 第 19 回日本加速器学会年会, オンライン開催, 1155-1157, 2023-1.

## 2. 核医学研究

### 2.1. 標識薬剤開発

#### [原著論文]

- (1) Lin Xie, Lulu Zhang, Kuan Hu, Masayuki Hanyu, Yiding Zhang, Masayuki Fujinaga, Katsuyuki Minegishi, Takayuki Ohkubo, Kotaro Nagatsu, Cuiping Jiang, Takashi Shimokawa, Noriyuki Okonogi, Shigeru Yamada, Feng Wang, Rui Wang, Ming-Rong Zhang: A <sup>211</sup>At-labelled mGluR1 inhibitor induces cancer senescence to elicit long-lasting anti-tumor efficacy. *Cell Reports Medicine*. 2023-03, DOI:10.1016/j.xcrm.2023.100960.
- (2) Tomoteru Yamasaki, Hideki Ishii, Atsuto Hiraishi, Katsushi Kumata, Hidekatsu Wakizaka, Yiding Zhang, Yusuke Kurihara, Masanao Ogawa, Nobuki Nengaki, Jiahui Chen, Yinlong Li, Liang Steven, Ming-Rong Zhang: Small-animal PET study for noninvasive quantification of transmembrane AMPA receptor regulatory protein  $\gamma$ -8 (TARP  $\gamma$ -8) in the brain. *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism*. 2023-01, DOI:10.1177/0271678X231152025.
- (3) Duo Wang, Chan Feng, Zeyu Xiao, Cuiqing Huang, Zerong Chen, Weiming Fang, Xiacong Ma, Xingkai Wang, Liangping Luo, Hu Kuan, Wei Tao: Therapeutic hydrogel for enhanced immunotherapy: A powerful combination of MnO<sub>2</sub> nanosheets and vascular disruption. *Nano Today*. 47, 2022-12, DOI:10.1016/j.nantod.2022.101673.
- (4) Lulu Zhang, Siqi Zhang, Wenyu Wu, Xingkai Wang, Jieting Shen, Dongyuan Wang, Hu Kuan, Ming-Rong Zhang, Feng Wang, Rui Wang: Development of a <sup>68</sup>Gallium-Labeled D-Peptide PET Tracer for Imaging Programmed Death-Ligand 1 Expression. *Journal of Visualized Experiments*. 2023-02, DOI:10.3791/65047.
- (5) Dongyuan Wang, Yuan Tian, Yu Zhang, Xiaona Sun, Yuxuan Wu, Ruping Liu, Fang Zeng, Jingjing Du, Hu Kuan: An assembly-inducing PDC enabling the efficient nuclear delivery of nucleic acid for cancer stem-like cell suppression. *Nanoscale*. 14, 2022-10, DOI:10.1039/d2nr02118h.
- (6) Ahmed Haider, Chunyu Zhao, Wang Lu, Zhiwei Xiao, Jian Rong, Xiaotian Xia, Zhen Chen, Stefanie K. Pfister, Natalia Mast, Eylan Yutuc, Jiahui Chen, Yinlong Li, Tuo Shao, Geoffrey I. Warnock, Alyaa Dawoud, Theresa R. Connors, Derek H. Oakley, Huiyi Wei, Jinghao Wang, Zhihua Zheng, Hao Xu, April T. Davenport, James B. Daunais, Richard S. Van, Yihan Shao, Yuqin Wang, Ming-Rong Zhang, Catherine Gebhard, Irina Pikuleva, Allan I. Levey, William J. Griffith, Steven H. Liang. Assessment of Cholesterol Homeostasis in the Living Human Brain. *Science Translation Medicine*. 14 (665), 2022-10, DOI:10.1126/scitranslmed.abc9967.
- (7) Okamura Toshimitsu, Tsukamoto Satoshi, Okada Maki, Kikuchi Tatsuya, Aizawa Ryutarō, Wakizaka Hidekatsu, Nengaki Nobuki, Ogawa Masanao, Ishii Hideki, Ming-Rong Zhang: <sup>11</sup>C-labeled radiotracer for noninvasive and quantitative assessment of the thiocyanate efflux system in the brain. *Bioconjugate Chemistry*. 33(9), 1654 - 1662, 2022-08, DOI:10.1021/acs.bioconjchem.2c00277.

- (8) Yu Qingzhen, Kumata Katsushi, Rong, Jian, Chen Zhen, Yamasaki Tomoteru, Chen Jiahui, Xiao Zhiwei, Ishii Hideki, Hiraishi Atsuto, Shao Tuo, Yiding Zhang, Hu Kuan, Xie Lin, Fujinaga Masayuki, Zhao Chunyu, Mori Wakana, Collier, Thomas, Haider Ahmed, Tomita Susumu, Ming-Rong Zhang, Liang Steven: Imaging of transmembrane AMPA receptor regulatory protein by positron emission tomography. *Journal of Medicinal Chemistry*, 65 (13), 9144 - 9158, 2022-07, DOI:10.1021/acs.jmedchem.2c00377.
- (9) Zeyu Xiao, Duo Wang, Chan Wang, Zerong Chen, Cuiqing Huang, Yuan Yang, Xie Lin, Lulu Zhang, Lingling Xu, Ming-Rong Zhang, Hu Kuan, Zhou Li, Liangping Luo: PEIGel: A biocompatible and injectable scaffold with innate immune adjuvanticity for synergized local immunotherapy. *Materials Today Bio*. 15, 100297, 2022-05.
- (10) Fujinaga Masayuki, Takayuki Ohkubo, Yamasaki Tomoteru, Kumata Katsushi, Nengaki Nobuki, Ming-Rong Zhang: Scandium triflate-catalyzed N-[18F]Fluoroalkylation of aryl- or heteroaryl-amines with [18F]epifluorohydrin under mild conditions. *Organic Letters*. 2022-05, DOI:10.1021/acs.orglett.2c01459.
- (11) Ran Cheng, Fujinaga Masayuki, Jing Yang, Jian Rong, Ahmed Haider, Daisuke Ogasawara, Richard S. Van, Tuo Shao, Zhen Chen, Xiaofei Zhang, Erick R. Calderon Leon, Yiding Zhang, Mori Wakana, Kumata Katsushi, Yamasaki Tomoteru, Xie Lin, Wang Lu, Chongzhao Ran, Yihan Shao, Benjamin Cravatt, Lee Josephson, Ming-Rong Zhang, Huan Liang. A novel monoacylglycerol lipase-targeted 18F-labeled probe for positron emission tomography imaging of brown adipose tissue in the energy network. *Acta Pharmacologica Sinica*. 43(11), 3002 - 3010, 2022-05.
- (12) Kikuchi Tatsuya, Ogawa Masanao, Okamura Toshimitsu, Antony Gee, Ming-Rong Zhang. Rapid 'on-column' preparation of hydrogen [11C]cyanide from [11C]methyl iodide via [11C]formaldehyde. *Chemical Science*. 13(12), 3556 - 3562, 2022-03.
- (13) Yamasaki Tomoteru, Kumata Katsushi, Hiraishi Atsuto, Yiding Zhang, Wakizaka Hidekatsu, Yusuke Kurihara, Nengaki Nobuki, Ming-Rong Zhang. Synthesis of [11C]carbonyl-labeled cyclohexyl (5-(2-acetamidobenzo[d]thiazol-6-yl)-2-methylpyridin-3-yl)carbamate ([11C-carbonyl]PK68) as a potential PET tracer for receptor-interacting protein 1 kinase. *EJNMMI Radiopharmacy and Chemistry*, 7(4), 1 - 17, 2022-03, DOI:10.1186/s41181-022-00156-1.
- (14) Mayeen Uddin Khandaker, Animesh Kumer Chakraborty, Nagatsu Kotaro, Minegishi Katsuyuki, Ming-Rong Zhang: Measurement and calculation of isomeric cross section ratios for the natW (3He, x)184m.gRe reactions. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, 536, 11 - 17, 2023-03, DOI:10.1016/j.nimb.2022.12.018.
- (15) Obata Honoka, Akihiro Kurimasa, Tadanori Muraoka, Tsuji Atsushi, Kondo Katsuya, Kuwahara Yoshikazu, Minegishi Katsuyuki, Nagatsu Kotaro, Ogawa Mikako, Ming-Rong Zhang: Dynamic imaging analysis reveals Auger electron-emitting radio-cisplatin induces DNA damage depending on the cell cycle. *Biochemical and Biophysical Research Communications*. 2022-12, DOI:10.1016/j.bbrc.2022.11.016.
- (16) Obata Honoka, Tsuji Atsushi, Sudo Hitomi, Sugyo Aya, Minegishi Katsuyuki, Nagatsu Kotaro, Ogawa Mikako, Ming-Rong Zhang: Precise quantitative evaluation of pharmacokinetics of cisplatin using a radio-platinum tracer in tumor-bearing mice. *Nuclear Medicine Communications*. 43(11), 1121 - 1127, 2022-11, DOI:10.1097/MNM.0000000000001614.
- (17) Nagatsu Kotaro, Ohya Tomoyuki, Obata Honoka, Kazutoshi Suzuki, Ming-Rong Zhang: Special radionuclide production activities – recent developments at QST and throughout Japan. *Radiochimica Acta*. 2022-06, DOI:10.1515/ract-2021-112.4.
- (18) Xiaoyu Yang, Natsuko I. Kobayashi, Yoshiki Hayashi, Koichi Ito, Yoshitaka Moriwaki, Tohru Terada, Kentaro Shimizu, Motoyuki Hattori, Iwata Ren, Suzuki Hisashi, Nakanishi Tomoko, Tanoi Keitaro: Mutagenesis Analysis of GMN Motif in Arabidopsis thaliana Mg<sup>2+</sup> Transporter MRS2-1. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*. 2022-05, DOI:10.1093/bbb/zbac064.
- (19) Obata Honoka, Tsuji Atsushi, Kumata Katsushi, Sudo Hitomi, Minegishi Katsuyuki, Nagatsu Kotaro, Takakura Hideo, Ogawa Mikako, Kurimasa Akihiro, Ming-Rong Zhang: Development of novel 191Pt-labeled Hoechst33258: 191Pt is more suitable than 111In for targeting DNA. *Journal of Medicinal Chemistry*, 65(7), 5690 - 5700, 2022-04, DOI:10.1021/acs.jmedchem.1c02209.

## [国内/国際学会のプロシーディング]

- (1) Jian Rong, Yamasaki Tomoteru, Chunyu Zhao, Jiahui Chen, Xiao Zhiwei, Yinlong Li, Thomas Lee Collier, Ming-Rong Zhang, Steven Liang: Synthesis and Evaluation of Novel PET Ligands for Imaging Orexin2 receptor (OX2R). Nuclear Medicine and Biology. 2022-06.
- (2) Qingzhen Yu, Kumata Katsushi, Thomas Lee Collier, Susumu Tomita, Ming-Rong Zhang, Steven Liang: Radiosynthesis of 6-(2-cyclobutyl-5-(methyl-11C)-3H-imidazo[4,5-b]pyridin-3-yl)benzo[d]thiazol-2(3H)-one and (2-cyclobutyl-3-(1H-indazol-5-yl)-5-[11C]methyl-3H-imidazo[4,5-b]pyridine for imaging  $\gamma$ -8 dependent transmembrane AMPA receptor regulatory protein. Nuclear Medicine and Biology. 2022-06.
- (3) Zhiwei Xiao, Jiyun Sun, Fujinaga Masayuki, Chunyu Zhao, Ahmed Haider Haider, Jian Rong, Yihan Shao, Thomas Lee Collier, K C Kent Lloyd, Wang Lu, Ming-Rong Zhang, Steven Liang: Synthesis of a carbon-11 labeled spiro-quinazolinone based PDE7 ligand for PET neuroimaging. Nuclear Medicine and Biology. 2022-06.
- (4) Fujinaga Masayuki, Ogawa Masanao, Nengaki Nobuki, Kumata Katsushi, Mori Wakana, Ming-Rong Zhang: The fully-automated synthesis of [11C]CF<sub>3</sub>-aryl derivatives with [11C]fluoroform. Nuclear Medicine and Biology. 2022-06.
- (5) Takayuki Ohkubo, Shimojo Masafumi, Ono Maiko, Fujinaga Masayuki, Ogawa Masanao, Nengaki Nobuki, Nagai Yuji, Minamimoto Takafumi, Higuchi Makoto, Ming-Rong Zhang: Development of [18F]FHP-TMP as a PET gene reporter tracer for imaging of E.coli dihydrofolate reductase in the mammalian brain. Nuclear Medicine and Biology. 2022-06.
- (6) Kumata Katsushi, Yamasaki Tomoteru, Hiraishi Atsuto, Yiding Zhang, Wakizaka Hidekatsu, Ogawa Masanao, Nengaki Nobuki, Ming-Rong Zhang: Radiolabeling and evaluation of cyclohexyl (5-(2-acetamidobenzo[d]thiazol-6-yl)-2-methylpyridin-3-yl) carbamate (PK68), a potent inhibitor for receptor interacting protein 1 kinase (RIP1). Nuclear Medicine and Biology. 2022-06.
- (7) Fujinaga Masayuki, Yusuke Kurihara, Ogawa Masanao, Kumata Katsushi, Mori Wakana, Ming-Rong Zhang: Simple and rapid automated synthesis of [11C]L-glutamine. Nuclear Medicine and Biology. 2022-06.
- (8) Mori Wakana, Yusuke Kurihara, Yamasaki Tomoteru, Hatori Akiko, Yiding Zhang, Fujinaga Masayuki, Ming-Rong Zhang: Synthesis and evaluation of PET ligands for monoacylglycerol lipase in brain. Nuclear Medicine and Biology. 2022-06.
- (9) Yamasaki Tomoteru, Mori Wakana, Takayuki Ohkubo, Hiraishi Atsuto, Yusuke Kurihara, Nengaki Nobuki, Ming-Rong Zhang: Demonstration of intracellular pH-weighting PET imaging using a new-type PET probe responsible for monoacylglycerol lipase activity in the brain. Nuclear Medicine and Biology. 2022-06.
- (10) Okamura Toshimitsu, Ogawa Masanao, Kikuchi Tatsuya, Ming-Rong Zhang: Synthesis of PET tracers for imaging of thiocyanate efflux from the brain. Nuclear Medicine and Biology. 2022-06.
- (11) Kawamura Kazunori, Yamasaki Tomoteru, Hiraishi Atsuto, Yiding Zhang, Xie Lin, Fujinaga Masayuki, Mori Wakana, Yusuke Kurihara, Ogawa Masanao, Tsukagoe Kaito, Nengaki Nobuki, Ming-Rong Zhang: Automated radiosynthesis of the 18F-labeled BF<sub>2</sub>-chelated tetraaryl-azadipyromethenes photosensitizer using isotopic exchange. Nuclear Medicine and Biology. 2022-06.

## [学会・研究会での口頭発表及びポスター発表]

- (1) 山崎友照, 石井英樹, 平石惇人, 栗原雄祐, 念垣信樹, 張明榮: 新規 11C 標識 PET リガンドを用いた TARP- $\gamma$ 8 の非侵襲的脳内分布測定. 第 62 回日本核医学会学術総会, 日本核医学会, 2022-09-09.
- (2) 岡村 敏充, 塚本 智史, 岡田 真希, 菊池 達矢, 相澤 竜太郎, 脇坂 秀克, 念垣 信樹, 小川 政直, 石井 英樹, 張 明榮: 脳内の NIS 活性イメージングプローブの開発. 第 62 回日本核医学会学術総会, 日本核医学会, 2022-09-09.
- (3) 森若菜, 念垣信樹, 石井英樹, 藤永雅之, 熊田勝志, 張明榮: ArSn 体を原料とした[11C]UCB-J の合成最適化. 第 5 回日本核医学会分科会 放射性薬品科学研究会, 放射性薬品科学研究会, 2022-09-17.
- (4) 藤永雅之, 念垣信樹, 山崎友照, 森若菜, 熊田勝志, 張明榮: 実用的な[11C]CH<sub>3</sub>NH<sub>2</sub> の合成法開発と新規 PDE7 リガンド合成への応用. 第 62 回日本核医学会学術総会, 日本核医学会, 2022-09-11.



- (5) 橋本 裕輝, 大久保 崇之, 河村 和紀, 張 明榮: 新規電気化学検出器システムによる[18F]FDG 注射液中の FDG 及び CIDG 測定. 第 62 回 日本核医学会学術総会, 日本核医学会, 2022-09-11.
- (6) 破入 正行, 謝 琳, 張 一鼎, 峯岸 克行, 門間 あゆみ, Hu Kuan, 藤永 雅之, 永津 弘太郎, 石岡 典子, 張 明榮: TRT 薬剤 211At-AITM 誘導体の合成と評価. 第 62 回 日本核医学会学術総会, 日本核医学会, 2022-09-10.
- (7) 大久保 崇之, 下條 雅文, 小野 麻衣子, 藤永 雅之, 小川 政直, 念垣 信樹, 永井 裕司, 南本 敬史, 樋口 真人, 張 明榮: ecDHFR イメージング用の遺伝子レポーターPET トレーサー[18F]FHP-TMP の開発. 第 62 回 日本核医学会学術総会, 日本核医学会, 2022-09-11.
- (8) 謝 琳, 破入 正行, 藤永 雅之, 張 一鼎, 張 露露, 森 若菜, Hu Kuan, 峯岸 克行, 永津 弘太郎, 張 明榮: 癌蛋白質 mGluR1 に基づくラジオセラノスティクス薬剤の開発. 第 62 回 日本核医学会学術総会, 日本核医学会, 2022-09-10.
- (9) 河村 和紀, 山崎 友照, 平石 惇人, 藤永 雅之, 栗原 雄祐, 小川 政直, 塚越 海渡, 念垣 信樹, 謝 琳, 張 明榮: 光感受性物質である ADPM06 の 18F 標識合成及びインビボ評価. 第 62 回 日本核医学会学術総会, 日本核医学会, 2022-09-11.
- (10) Jian Rong, Chunyu Zhao, Ahmed Haider, Ahmed Haider, Wang Lu, Ming-Rong Zhang, Steven Liang: Novel reversible-binding PET ligands for imaging monoacylglycerol lipase. SNMMI2022, Society of Nuclear Medicine and Molecular Imaging, 2022-06-12.
- (11) Xie Lin, Hanyu Masayuki, Fujinaga Masayuki, Lulu Zhang, Yiding Zhang, Mori Wakana, Hu Kuan, Minegishi Katsuyuki, Nagatsu Kotaro, Kawamura Kazunori, Ming-Rong Zhang: Theranostics of melanoma targeting metabotropic glutamate receptor 1 with a novel small-molecular radiopharmaceutical pair. SNMMI2022, Society of Nuclear Medicine and Molecular Imaging, 2022-06-14.
- (12) Hu Kuan, Xie Lin, Lulu Zhang, Yiding Zhang, Hanyu Masayuki, Ming-Rong Zhang: 'Chemically evolutionary screening' of cyclic peptides for PET imaging of PD-L1 protein in tumors. SNMMI2022, Society of Nuclear Medicine & Molecular Imaging, 2022-06-14.
- (13) 謝 琳, 破入 正行, 中島 菜花子, 張 一鼎, 足助 一真, 國府田 知美, 下川 卓志, 張 明榮: 重粒子線免疫併用療法に資する 64Cu-PD1 PET 画像バイオマーカーの開発. 日本量子医科学会第 2 回学術大会, 日本量子医科学会, 2022-12-09.
- (14) 破入 正行, 謝 琳, 張 一鼎, 森 昌子, 筒井 正斗, 水野 真盛, 張 明榮: 糖鎖加水分解パニツムマブの標識合成と体内動態. 第 1 回 日本抗体学会設立記念学術大会, 日本抗体学会, 2022-11-27.
- (15) Keiichi Suzuki, Hiroko Koyama, Aya Ogata, Kimura Yasuyuki, Ishii Hideki, Nagai Yuji, Hiroshi Katsuki, Tetsuya Kimura, Takashi Kato, Masaaki Suzuki: High brain permeability of 11C-labeled peretinoin, guiding to expose drug's novel CNS activity. 第 13 回世界核医学会 (13th congress of the World Federation of Nuclear Medicine and Biology), 世界核医学会, 2022-09-11.
- (16) Hanyu Masayuki, Xie Lin, Yiding Zhang, Minegishi Katsuyuki, Kadoma Ayumi, Hu Kuan, Fujinaga Masayuki, Nagatsu Kotaro, Ishioka Noriko, Ming-Rong Zhang: Synthesis and evaluation of At-211 labeled TRT-radiopharmaceuticals (At-AITM) for melanoma with overexpressed metabotropic glutamate receptor 1. 第 13 回世界核医学会 (13th congress of the World Federation of Nuclear Medicine and Biology), 世界核医学会 (WFNMB), 2022-09-07.
- (17) Kawamura Kazunori, Mori Wakana, Fujinaga Masayuki, Yusuke Kurihara, Ogawa Masanao, Tsukagoe Kaito, Takayuki Ohkubo, Hashimoto Hiroki, Nengaki Nobuki, Ming-Rong Zhang: Automated radiosynthesis of 18F-fluoromethylated tracers using the simplified one-pot 18F-fluoromethylation via [18F]fluoromethyl tosylate. 第 13 回世界核医学会 (13th Congress of the World Federation of Nuclear Medicine and Biology), 世界核医学会 (WFNMB), 2022-09-07.
- (18) Xie Lin, Hanyu Masayuki, Fujinaga Masayuki, Lulu Zhang, Yiding Zhang, Mori Wakana, Hu Kuan, Minegishi Katsuyuki, Nagatsu Kotaro, Ming-Rong Zhang: Development of metabotropic glutamate receptor 1-targeted radiopharmaceuticals for theranostics of melanoma. 第 13 回世界核医学会 (13th Congress of the World Federation of Nuclear Medicine and Biology), 世界核医学会 (WFNMB), 2022-09-07.
- (19) Jian Rong, Yamasaki Tomoteru, Chunyu Zhao, Yinlong Li, Yihan Shao, Phillip Zhe Sun, Thomas L. Collier, Ming-Rong Zhang, Steven Liang: Development and preliminary evaluations of novel PET tracers for imaging TARP  $\gamma$ -8 receptors. SNMMI2022, Society of Nuclear Medicine and Molecular Imaging, 2022-06-11.

- (20) Qingzhen Yu, Kumata Katsushi, Jian Rong, Ming-Rong Zhang, Steven Liang: Development of Novel PET Ligands for Imaging Orexin 2 Receptor. SNMMI2022, Society of Nuclear Medicine and Molecular Imaging, 2022-06-11.
- (21) Zhiwei Xiao, Jiyun Sun, Fujinaga Masayuki, Chunyu Zhao, Ahmed Haider, Jian Rong, Yihan Shao, Ying Xu, KC Kent Lloyd, Wang Lu, Ming-Rong Zhang, Steven Liang: Synthesis and preclinical evaluation of a novel carbon-11 radiolabeled PDE7 ligand. SNMMI2022, Society of Nuclear Medicine and Molecular Imaging, 2022-06-11.
- (22) Hu Kuan, Xie Lin, Yiding Zhang, Hanyu Masayuki, Ming-Rong Zhang: Stabilin-2-specific peptide-based radiotracers for atherosclerosis plaque PET imaging. SNMMI2022, Society of Nuclear Medicine & Molecular Imaging, 2022-06-14.
- (23) 大矢 智幸, 永津 弘太郎, 峯岸 克行, 張 明栄: 合金化を用いた簡便な  $^{103}\text{Pd}$  分離精製法の開発. 第 62 回日本核医学会学術総会, 日本核医学会, 2022-09-11.
- (24) 永津 弘太郎: 医療用 RI 製造の現状と施設へのニーズ. 研究会『J-PARC 陽子ビーム照射施設計画とユーザーコミュニティ設立』, 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 J-PARC センター, 2022-07-28.
- (25) Liu Chang, Xie Lin, Yiding Zhang, Kumata Katsushi, Nengaki Nobuki, Ashisuke Kazuma, Shirai Toshiyuki, Ming-Rong Zhang, Shimokawa Takashi: 重粒子線-免疫併用療法のための早期治療効果予測マーカーの検討. 日本量子医科学会第 2 回学術大会, 日本量子医科学会, 2022-12-09.
- (26) Ming-Rong Zhang: Innovation of Radiopharmaceuticals from PET to TRT. Nuclear Technology Application Development Forum, Sichuan Institute of Atomic Energy, 2023-02-08.
- (27) Ming-Rong Zhang: Recent Advances on Radiopharmaceuticals in Brain PET Imaging and Targeted Radionuclide Therapy. Global Distinguished Scientists Forum on Molecular Imaging, Molecular Medicine and Pharmacology Center, 2022-08-26.
- (28) Ming-Rong Zhang: PET-guided Targeted Radionuclide Therapy. Seminar: Topic on “The Construction of the Interdisciplinary Nuclear Medicine and Molecular Imaging Diagnosis and Treatment Integration Platform”, Medical school of Xi’an Jiaotong University, 2022-12-10.
- (29) Ming-Rong Zhang: 免疫チェックポイント PET プロローが免疫治療への応用現状と展望. 中国核学会核医学分科会/遼寧省核学会, 2022-10-26.
- (30) Ming-Rong Zhang: Standard Production and Quality Control of PET Drugs in Japan. Forum on Nuclear Medicine and Quality Control in China, Shanghai Fudan University, 2022-10-19.
- (31) 張 明栄: 神経イメージングにおける PET 薬剤開発. 東北大学大学院医学系研究科, 2022-06-24.
- (32) 張 明栄: 神経伝達機能イメージング剤, 東北大学薬学部, 2022-10-31.
- (33) 張 明栄: Translocator Protein 18 KDa (TSPO) PET プロローブの開発. 東北大学薬学部, 2022-11-07.
- (34) 張 明栄: 分子イメージングプローブ/マイクロドージング. 東北大学薬学部, 2022-11-14.
- (35) Ming-Rong Zhang: A Platform for Radiopharmaceuticals Development and Production. Molecular Imaging Forum, Fudan University, 2023-02-20.
- (36) Obata Honoka, Tsuji Atsushi, Nagatsu Kotaro, Ogawa Mikako, Ming-Rong Zhang: Development of  $^{191}\text{Pt}$ -labeled compounds inducing DNA damage efficiently. 日本薬学会第 143 年会国際交流シンポジウム (PSJ-CSPS ジョイントシンポジウム), 日本薬学会, 2023-03-28.
- (37) 尾幡 穂乃香, 辻 厚至, 永津 弘太郎, 小川 美香子, 張 明栄: 効率的な DNA 損傷を誘導する  $^{191}\text{Pt}$  標識化合物の開発. 日本薬学会第 143 年会, 日本薬学会, 2023-03-26.

## [研究・技術・調査報告]

- (1) 武井 誠, 鈴木 寿, 橋本 裕輝, 峯岸 克行, 尾幡 穂乃香, 栗原 雄祐, 小川 政直, 大久保 崇之, 塚越 海渡, 念垣 信樹, 藤代 智也, 嵐 大輔, 富樫 隆啓, 堺 俊之, 武藤 正敏, 大矢 智幸, 市瀬 潤, 永津 弘太郎, 河村 和紀, 張 明栄: サイクロトロンによる放射性標識薬剤の製造・開発への利用状況<R3>. 令和 3 年度 量医研サイクロトロン利用報告書, 14 - 19, 2022-11.

## [書籍]

- (1) 永津 弘太郎, 鈴木 寿, 辻 厚至, 野里 真澄, 田口 萌, 東 達也: 移動型管理区域「MCAT」の開発について. *FB News*, (554), 1 - 5, 2023-02.
- (2) 永津 弘太郎: 標的アルファ線治療・TATの実用化に向けて. *保健物理*, 2022-10.

## 2.2. イメージング物理研究

### [原著論文]

- (1) Yuma Iwao, Go Akamatsu, Hideaki Tashima, Miwako Takahashi, Taiga Yamaya, "Marker-less and calibration-less motion correction method for brain PET," *Radiological Physics and Technology*, 15, pp. 125-134, 2022.
- (2) Yuma Iwao, Go Akamatsu, Hideaki Tashima, Miwako Takahashi, Taiga Yamaya, "Brain PET motion correction using 3D face-shape model: the first clinical study," *Annals of Nuclear Medicine*, 36:904–912, 2022.
- (3) Fumihiko Nishikido, Takayuki Obata, Mikio Suga, Yuma Iwao, Hideaki Tashima, Eiji Yoshida, Md Shahadat Hossain Akram, Taiga Yamaya, "Axial scalable add-on PET/MRI prototype based on four-layer DOI detectors integrated with a RF coil," *Nuclear Inst. and Methods in Physics Research*, A 1040, 167239, 2022.
- (4) Miwako Takahashi, Go Akamatsu, Yuma Iwao, Hideaki Tashima, Eiji Yoshida, Taiga Yamaya, "Small nuclei identification with a hemispherical brain PET," *EJNMMI Physics*, 9, 69, 2022.
- (5) Go Akamatsu, Miwako Takahashi, Hideaki Tashima, Yuma Iwao, Eiji Yoshida, Hidekatsu Wakizaka, Masaaki Kumagai, Taichi Yamashita, Taiga Yamaya, "Performance evaluation of VRain: a brain-dedicated PET with a hemispherical detector arrangement," *Phys. Med. Biol.*, 67, 225011, 2022.
- (6) Han Gyu Kang, Hideaki Tashima, Hidekatsu Wakizaka, Fumihiko Nishikido, Makoto Higuchi, Miwako Takahashi, Taiga Yamaya, "Submillimeter resolution positron emission tomography for high-sensitivity mouse brain imaging," *Journal of Nuclear Medicine*, online first, 2022. <https://doi.org/10.2967/jnumed.122.264433>.

### [国内/国際学会のプロシーディング]

- (1) Hideaki Tashima, Go Akamatsu, Taichi Yamashita, Taiga Yamaya, "Scatter Correction with Image-Domain Interpolation for TOF Helmet-Type PET," *Conf. Rec. 2021 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference (NSS/MIC)*, 2021.

### [学会・研究会での口頭発表及びポスター発表]

- (1) Go Akamatsu, Miwako Takahashi, Yuma Iwao, Hideaki Tashima, Eiji Yoshida, Taiga Yamaya, "Vrain: a brain-dedicated hemispherical PET system evolved from a lab bench prototype," *SNMMI 2022 Annual Meeting, #2438*, 2022. (Vancouver, 2022/6/13)
- (2) F. Nishikido, H. Tashima, G. Akamatsu, H. Wakizaka, M. Suga, T. Obata, T. Yamaya, "PET system performance evaluation based on the NEMA standard in the add-on PET prototype for PET/MRI," *2022 IEEE Nuclear Science Symposium, Medical Imaging Conference and Room Temperature Semiconductor Detector Conference, M-06-02*, 2022. (2022/11/9, Milano)
- (3) H. G. Kang, H. Tashima, F. Nishikido, M. Higuchi, H. Wakizaka, T. Yamaya, "Achieving half millimeter resolution in a high-sensitivity small animal PET scanner," *2022 IEEE Nuclear Science Symposium, Medical Imaging Conference and Room Temperature Semiconductor Detector Conference, M-16-01*, 2022. (2022/11/11, Milano)
- (4) G. Akamatsu, M. Takahashi, H. Tashima, Y. Iwao, E. Yoshida, H. Wakizaka, M. Kumagai, T. Yamashita, T. Yamaya, "Final development of VRain: a brain PET with the hemispherical detector arrangement," *2022 IEEE Nuclear Science Symposium, Medical Imaging Conference and Room Temperature Semiconductor Detector Conference, M-16-04*, 2022. (2022/11/11, Milano)
- (5) Miwako Takahashi, Go Akamatsu, Yuma Iwao, Hideaki Tashima, Taiga Yamaya, "Small brain nuclei identification using helmet-type PET in healthy volunteers," *SNMMI 2022 Annual Meeting, #2951*, 2022. (Vancouver, 2022/6/11, Awarded for SECOND PLACE POSTER - Neurosciences)

- (6) Go Akamatsu, Miwako Takahashi, Hideaki Tashima, Yuma Iwao, Eiji Yoshida, Hidekatsu Wakizaka, Taichi Yamashita, Taiga Yamaya, "Imaging performance of VRain: a novel brain-dedicated PET system with a hemispherical detector arrangement," 13th Congress of the World Federation of Nuclear Medicine and Biology (WFNMB), WP-24-1, 2022. (2022/9/11, e-poster)
- (7) Y. Iwao, G. Akamatsu, H. Tashima, M. Takahashi, T. Yamaya, "Clinical demonstration of corrected brain PET imaging with Vrain allowing unrestricted head movement," 2022 IEEE Nuclear Science Symposium, Medical Imaging Conference and Room Temperature Semiconductor Detector Conference, MIC-04-235, 2022. (2022/11/9, Milano)
- (8) F. Nishikido, K. Kamada, A. Yoshikawa, H. Wakizaka, T. Yamaya, "Development of a dynamic micro RI imaging system using micro scintillation fiber plate," 2022 IEEE Nuclear Science Symposium, Medical Imaging Conference and Room Temperature Semiconductor Detector Conference, MIC-12-017, 2022. (2022/11/10, Milano)
- (9) H. G. Kang, H. Tashima, H. Wakizaka, E. Yoshida, M. Higuchi, T. Yamaya, "An upgraded TBS-PET scanner for ultrafast total-body small-animal imaging," 2022 IEEE Nuclear Science Symposium, Medical Imaging Conference and Room Temperature Semiconductor Detector Conference, MIC-17-123, 2022. (2022/11/11, Milano)
- (10) G. Akamatsu, H. Tashima, S. Takyu, M. Yamaguchi, N. Kawachi, M. Sakai, S. Kurosawa, K. Shimazoe, S. Takeda, F. Nishikido, E. Yoshida, M. Takahashi, T. Yamaya, "Performance measurement standards for Compton imaging systems in nuclear medicine," 2022 IEEE Nuclear Science Symposium, Medical Imaging Conference and Room Temperature Semiconductor Detector Conference, MIC-17-333, 2022. (2022/11/11, Milano)
- (11) 岩男 悠真, 赤松 剛, 田島 英朗, 高橋 美和子, 山谷 泰賀, "マーカレス・キャリブレーションレスな頭部 PET 体動補正手法の開発," 信学技報 IEICE Technical Report, MI2021-85, pp. 180-183, 2022. (医用画像研究会/JAMIT フロンティア 2022, online, 2022/1/27) (MI 研究奨励賞受賞)
- (12) Go Akamatsu, Eiji Yoshida, Hideaki Tashima, Shigeki Ito, Yuma Iwao, Hidekatsu Wakizaka, Miwako Takahashi, Taiga Yamaya, "CLS-PET: a high-resolution portable small-animal PET with a 20 cm axial FOV," 医学物理, 第 42 巻, Sup. 1, p. 117, 2022. (第 123 回日本医学物理学会学術大会, TPI-079, oral, 2022/4/17)
- (13) Hideaki Tashima, Go Akamatsu, Taichi Yamashita, Taiga Yamaya, "Development of a TOF helmet-type PET scatter correction method with image-domain interpolation and subtraction," 医学物理, 第 42 巻, Sup. 1, p. 118, 2022. (第 123 回日本医学物理学会学術大会, TPI-080, oral, 2022/4/17)
- (14) Hideaki Tashima, Eiji Yoshida, Sodai Takyu, Fumihiko Nishikido, Takumi Nishina, Mikio Suga, Hidekatsu Wakizaka, Miwako Takahashi, Kotaro Nagatsu, Atsushi B Tsuji, Kei Kamada, Akira Yoshikawa, Katia Parodi, Taiga Yamaya, "Experimental assessment of completeness condition for WGI Compton image reconstruction," 医学物理, 第 42 巻, Sup. 1, p. 120, 2022. (第 123 回日本医学物理学会学術大会, TPI-082, oral, 2022/4/17)
- (15) Go Akamatsu, Miwako Takahashi, Yuma Iwao, Hideaki Tashima, Eiji Yoshida, Makoto Higuchi, Taiga Yamaya, "FDG healthy volunteer imaging with the world's first helmet-type brain PET," 第 78 回日本放射線技術学会総会学術大会, TPI-089, oral, 2022/4/17.
- (16) 赤松 剛, 吉田 英治, 田島 英朗, 伊藤 繁記, 岩男 悠真, 高橋 美和子, 山谷 泰賀, "サブミリ分解能を有する多目的ポータブル小型 PET 装置の開発," 日本分子イメージング学会第 16 回総会・学術集会プログラム要旨集, p. 69, 2022. (O-03, P-31)
- (17) 高橋 美和子, 赤松 剛, 岩男 悠真, 田島 英朗, 山谷 泰賀, "頭部専用ヘルメット型 PET を用いた脳糖代謝イメージング," 第 59 回アイソトープ・放射線研究発表会, [1D19-22-01], 2022. (oral, 2022/7/6)
- (18) 岩男 悠真, 赤松 剛, 田島 英朗, 高橋 美和子, 山谷 泰賀, "頭部 PET 体動補正のための大きな動きに対応したマーカレスモーショントラッキングシステムの開発," JAMIT Annual Meeting 2022 第 41 回日本医用画像工学会大会 予稿集, pp. 136-137, 2022. (OP5-6, 2022/7/30, 名古屋大学, oral)
- (19) 高橋 美和子, 赤松 剛, 岩男 悠真, 田島 英朗, 吉田 英治, 山谷 泰賀, "健常ボランティア FDG 画像による半球型頭部専用 PET の性能評価," 第 62 回日本核医学会学術総会, M1VD2, 2022. (2022/9/9, oral)
- (20) 赤松 剛, 高橋 美和子, 岩男 悠真, 田島 英朗, 吉田 英治, 脇坂 秀克, 山下 大地, 山谷 泰賀, "頭部用半球型 PET 装置 (VRain) の実用化研究," 第 62 回日本核医学会学術総会, M2VIIC2, 2022. (2022/9/10, oral)
- (21) Taiga Yamaya, Miwako Takahashi, Hideaki Tashima, Go Akamatsu, Sodai Takyu, Eiji Yoshida, Shunsuke Kurosawa, Hideaki Haneishi, Mikio Suga, Kazuya Kawamura, Yoichi Imai, "Bench-to-clinical research accelerated by Future PET Development Unit," 医学物理, 第 42 巻, Sup. 3, p. 154, 2022. (第 124 回日本医学物理学会学術大会, NM-07, poster, 2022/9/17)
- (22) 山谷 泰賀, 高橋 美和子, 田島 英朗, 赤松 剛, 田久 創大, 吉田 英治, 黒澤 俊介, 鎌田 圭, 吉川 彰, 羽石 秀昭, 菅 幹生, 川村 和也, 石橋 真理子, 今井 陽一, "未来 PET 創造研究ユニットが推進する B-to-C 研究: 頭部から全身へ," 第 83 回応用物理学会秋季学術講演会 講演予稿集, 02-112, 2022. (第 83 回応用物理学会秋季学術講演会, oral, 22p-A102-7, 2022/9/22, 東北大学)
- (23) 田島 英朗, 赤松 剛, 田久 創大, 錦戸 文彦, 吉田 英治, 高橋 美和子, 山口 充孝, 河地 有木, 酒井 真理, 黒澤 俊介, 島添 健次, 武田 伸一郎, 山谷 泰賀, "医用コンプトンカメラ標準性能評価法開発とフルリン

- グ型装置への適用," 第 83 回応用物理学会秋季学術講演会 講演予稿集, 02-113, 2022. (第 83 回応用物理学会秋季学術講演会, oral, 22p-A102-8, 2022/9/22, 東北大学)
- (24) 高橋 美和子, 赤松 剛, 八巻 智洋, 小野寺 晋志, 山谷 泰賀, "世界初の半球型・頭部専用 PET 装置による小病変検出能の検討," 第 40 回日本脳腫瘍学会学術集会, P39-4, 2022. (2022/12/5, poster, 鴨川グランドホテル)
- (25) 赤松 剛, 吉田 英治, 田島 英朗, 岩男 悠真, 脇坂 秀克, 高橋 美和子, 山谷 泰賀, "頭部専用ヘルメット型 PET 装置~コンセプト実証から実用化までの軌跡~, " 医療放射線技術研究会, 2022/1/8.
- (26) 山谷 泰賀, "次世代 PET 研究 2021 のハイライト," 次世代 PET 研究会 2022, 2022/1/29. (QST 千葉+オンライン)
- (27) 高橋 美和子, "ヘルメット型 PET 装置の臨床性能," 次世代 PET 研究会 2022, 2022/1/29. (QST 千葉+オンライン)
- (28) Han Gyu Kang, "High performance small animal PET systems," 次世代 PET 研究会 2022, 2022/1/29. (QST 千葉+オンライン)
- (29) 山谷 泰賀, "未来の PET 装置を創る!," 未来 PET 創造研究ユニット「キックオフ Bench to Clinical シンポジウム, 2022/5/29. (QST 千葉+オンライン)
- (30) 錦戸 文彦, 菅 幹生, 田島 英朗, 小島 隆行, 吉田 英治, Md Shahadat Hossain Akram, 山谷 泰賀, "頭部 PET/MRI 用コイル一体型アドオン PET の開発," 未来 PET 創造研究ユニット「キックオフ Bench to Clinical シンポジウム, 2022/5/29. (QST 千葉, poster)
- (31) 岩男 悠真, "マーカレス・キャリブレーションレスな頭部 PET 体動補正手法の開発," 未来 PET 創造研究ユニット「キックオフ Bench to Clinical シンポジウム, 2022/5/29. (QST 千葉, poster)
- (32) 田島 英朗, 田久 創大, 赤松 剛, Han Gyu Kang, 岩男 悠真, 脇坂 秀克, Akram Mohammadi, 錦戸 文彦, 吉田 英治, 高橋 美和子, 山谷 泰賀, "量子科学技術による PET から WGI への変革," QST 令和 4 年度部門間交流会, MP-04, 2022. (2022/7/20, poster)
- (33) 田島 英朗, 高橋 美和子, 田久 創大, 赤松 剛, 脇坂 秀克, 須堯 綾, 須藤 仁美, 辻 厚至, 山谷 泰賀, "Whole Gamma Imaging 試作機による腫瘍マウスの 89Zr 標識抗体イメージング," 第 17 回小動物インビボイメージング研究会, 2022/8/27. (online)
- (34) Han Gyu Kang, "Ultrahigh resolution PET scanner for mouse brain imaging", Research workshop on nuclear medicine instrumentation, Seoul, 2022/12/26. (oral)
- (35) 山谷 泰賀, "次世代頭部専用 PET の開発," 第 61 回千葉核医学研究会, 2022/6/18 (online).
- (36) 山谷 泰賀, "世界初のヘルメット型 PET 装置 Vrain の開発," 令和 4 年度第 1 回ラドネット研究会, 2022/6/25. (公益財団法人原子力安全技術センター)
- (37) Taiga Yamaya, "PET Imaging Innovations," Key Talk in 4th Jagiellonian Symposium on Advances in Particle Physics and Medicine, 2022/7/13. (Jagiellonian University, Krakow, invited oral)
- (38) 田島 英朗, "PET の物理限界を超える! WGI コンプトンイメージング," PET サマーセミナー2022 in 甲府, 2022/7/29. (invited oral)
- (39) 赤松 剛, "PET 画像評価のポイント," PET サマーセミナー2022 in 甲府, 2022/7/30. (invited oral)
- (40) 山谷 泰賀, "情報アップデート: PET 装置開発の最先端," 公益財団法人 医用原子力技術研究振興財団 粒子線がん治療等に関する施設研究会 令和 4 年度第 2 回研究会, 2022/10/21. (AP 東京八重洲)

### [その他 (特許, 解説, 単行本等)]

- (1) 岩男 悠真, 田島 英朗, 山谷 泰賀, "情報処理方法、情報処理装置、情報処理プログラム、および記録媒体," 特願 2022-005333, 2022/1/17 出願. (Q20234JP)
- (2) 山谷 泰賀, 大橋 遼太郎, 高橋 美和子, 伊藤 繁記, "放射線計測装置、放射線計測方法、放射線計測プログラム、体内組織移動方法及び非一時的記録媒体," 特願 2022-097493, 2022/6/16 出願. (Q20258JP)
- (3) 吉田 英治, 山谷 泰賀, "シンチレータアレイ、放射線検出装置、及び陽電子放出断層撮影装置," 特願 2022-187745, 2022/11/24 出願. (Q20274JP)
- (4) 山谷 泰賀 編, "次世代 PET 研究報告書 2021," QST-R-22, 2022/1/29. [https://www.nirs.qst.go.jp/usr/medical-imaging/ja/study/pdf/QST\\_R\\_22.pdf](https://www.nirs.qst.go.jp/usr/medical-imaging/ja/study/pdf/QST_R_22.pdf)
- (5) 山谷 泰賀, 錦戸 文彦, 伊藤 公輝, 赤松 剛, 岩男 悠真, 高橋 美和子, "マルチモーダル PET: 現状と展望," Medical Imaging Technology, Vol., 40, No. 1, pp. 3-8, 2022.
- (6) Hideaki Tashima, Taiga Yamaya, "Compton imaging for medical applications," Radiol. Phys. Technol., 15 (3), pp. 187-205, 2022.

## 2.3. 分子イメージング診断治療研究

### [原著論文]

- (1) Fukiko Hihara, Hiroki Matsumoto, Mitsuyoshi Yoshimoto, Takashi Masuko, Yuichi Endo, Chika Igarashi, Tomoko Tachibana, Mitsuhiro Shinada, Ming-Rong Zhang, Gene Kurosawa, Aya Sugyo, Atsushi B Tsuji, Tatsuya Higashi, Hiroaki Kurihara, Makoto Ueno, Yukie Yoshii: In Vitro Tumor Cell-Binding Assay to Select High-Binding Antibody and Predict Therapy Response for Personalized  $^{64}\text{Cu}$ -Intraperitoneal Radioimmunotherapy against Peritoneal Dissemination of Pancreatic Cancer: A Feasibility Study. *International journal of molecular sciences*, 23(10), 2022-05, DOI:10.3390/ijms23105807.
- (2) Winn Aung, Atsushi B Tsuji, Kenjiro Hanaoka, Tatsuya Higashi: Folate receptor-targeted near-infrared photodynamic therapy for folate receptor-overexpressing tumors. *World journal of clinical oncology*, 13(11), 880 - 895, 2022-11.
- (3) Zhao-Hui Jin, Tsuji Atsushi, Mélissa Degardin, Pascal Dumy, Didier Boturyn, Higashi Tatsuya: Multiplexed Imaging Reveals the Spatial Relationship of the Extracellular Acidity-Targeting pHLIP with Necrosis, Hypoxia, and the Integrin-Targeting cRGD Peptide. *Cells*, 11(21), 3499, 2022-11, DOI:10.3390/cells11213499.
- (4) Matsumoto Hiroki, Igarashi Chika, Tachibana Tomoko, Hihara Fukiko, Shinada Mitsuhiro, Waki Atsuo, Yoshida Sei, Naito Kenichiro, Kurihara Hiroyuki, Ueno Makoto, Ito Kimiteru, Higashi Tatsuya, Yoshii Yukie: Preclinical Safety Evaluation of Intraperitoneally Administered Cu-Conjugated Anti-EGFR Antibody NCAB001 for the Early Diagnosis of Pancreatic Cancer Using PET. *Pharmaceutics*, 14(9), 1928, 2022-09, DOI:10.3390/pharmaceutics14091928.
- (5) Aya Sugyo, Atsushi B Tsuji, Hitomi Sudo, Yoshinori Narita, Kenji Taniguchi, Takayuki Nemoto, Fumihisa Isomura, Norihiro Awaya, Mika Kamata-Sakurai, Tatsuya Higashi: In vivo validation of the switch antibody concept: SPECT/CT imaging of the anti-CD137 switch antibody Sta-MB shows high uptake in tumors but low uptake in normal organs in human CD137 knock-in mice. *Translational oncology*, 23, 101481, 2022-07, DOI:10.1016/j.tranon.2022.101481.
- (6) Higashi Tatsuya, Nagatsu Kotaro, Tsuji Atsushi, Zhang Ming-Rong: Research and development for cyclotron production of  $^{225}\text{Ac}$  from  $^{226}\text{Ra}$  -The challenges in a country lacking natural resources for medical applications-. *Processes*, 10(6), 1215, 2022-06, DOI:10.3390/pr10061215.
- (7) Mayu Yamamoto, Taiki Kurino, Reiko Matsuda, Haleigh Sakura Jones, Yoshito Nakamura, Taisei Kanamori, Atsushi B Tsuji, Aya Sugyo, Ryota Tsuda, Yui Matsumoto, Yu Sakurai, Hiroyuki Suzuki, Kensuke Osada, Tomoya Uehara, Yukimoto Ishii, Hidetaka Akita, Yasushi Arano, Akihiro Hisaka, Hiroto Hatakeyama: Delivery of aPD-L1 antibody to i.p. tumors via direct penetration by i.p. route: Beyond EPR effect. *Journal of controlled release : official journal of the Controlled Release Society*, 352, 328 - 337, 2022-12.
- (8) 山崎 香奈, 西井 龍一, 磯部 喜治, 粕谷 吾朗, 谷 俊明, 田村 謙太郎, 今林 悦子, 石川 仁, 辻 比呂志, 東 達也: 腎細胞癌重粒子治療前後における  $^{99\text{mTc}}$ -MAG3 腎動態シンチグラフィの初期検討. *臨床放射線*, 67(10), 1067 - 1073, 2022-10.
- (9) Etsuko Imabayashi, Yuji Saitoh, Tadashi Tsukamoto, Masuhiro Sakata, Harumasa Takano: Combination of Astroglialosis and Phosphorylated Tau for the Preclinical Diagnosis of Alzheimer Disease Using 3-Dimensional Stereotactic Surface Projection Images With  $^{18}\text{F}$ -THK5351. *Clinical nuclear medicine*, , 2022-09, DOI:10.1097/RLU.0000000000004425.
- (10) Kana Yamazaki, Ryuichi Nishii, Yoichi Mizutani, Hirokazu Makishima, Takashi Kaneko, Yoshiharu Isobe, Tamasa Terada, Kentaro Tamura, Etsuko Imabayashi, Toshiaki Tani, Masato Kobayashi, Masaru Wakatsuki, Hiroshi Tsuji, Tatsuya Higashi: Estimation of post-therapeutic liver reserve capacity using Tc-GSA scintigraphy prior to carbon-ion radiotherapy for liver tumors. *European journal of nuclear medicine and molecular imaging*, 50(2), 581 - 592, 2023-01, DOI:10.1007/s00259-022-05985-5.
- (11) Etsuko Imabayashi, Naoyuki Tamamura, Yuzuho Yamaguchi, Yuto Kamitaka, Muneyuki Sakata, Kenji Ishii: Automated semi-quantitative amyloid PET analysis technique without MR images for Alzheimer's disease. *Annals of nuclear medicine*, 36(10), 865 - 875, 2022-07, DOI:10.1007/s12149-022-01769-x.
- (12) Etsuko Imabayashi, Kenji Ishii, Jun Toyohara, Kei Wagatsuma, Muneyuki Sakata, Tetsuro Tago, Kenji Ishibashi, Narumi Kojima, Noriyuki Kohda, Aya M Tokumaru, Hunkyung Kim: Possibility of Enlargement in Left Medial Temporal Areas Against Cerebral Amyloid Deposition Observed During Preclinical Stage. *Frontiers in aging neuroscience*, 14, 847094, 2022-04, DOI:10.3389/fnagi.2022.847094.

## [学会・研究会での口頭発表及びポスター発表]

- (1) 品田 光洋, 吉本 光喜, 吉井 幸恵, 松本 博樹, 高橋 正, 五十嵐 千佳, 檜原 扶紀子, 立花 知子, 土井 あやの, 東 達也, 藤井 博史, 鷺山 幸信: 標的 $\alpha$ 線治療における遊離 $^{225}\text{Ac}$ 除去に関する錯体化学的検討. 日本放射化学会第66回討論会(2022), 日本放射化学会, 2022-09-15.
- (2) 須藤 仁美:  $\alpha$ -Radioimmunotherapy with  $^{225}\text{Ac}$ -labeled anti-FZD10 antibody achieves complete response in a synovial sarcoma model. 第81回日本癌学会学術総会, 一社日本癌学会, 2022-09-29.
- (3) Yamazaki Kana, Nishii Ryuichi, Tsuji Atsushi, Tani Kotaro, Hashimoto Hiroki, Kawamura Kazunori, Zhang Ming-Rong, Tamura Kentaro, Imabayashi Etsuko, Higashi Tatsuya: 膵癌診断を目的とした新規アミノ酸 PET プローブの臨床第I相試験 A novel amino acid PET probe for the diagnosis of pancreatic cancer;  $^{18}\text{F}$ -x000B\_PhaseIclinical study of  $^{11}\text{C}$ -MeLeu PET imaging. 第62回 日本核医学会学術総会, 絹谷 清剛, 2022-09-09.
- (4) 今林 悦子, 豊原 潤, 多胡 哲郎, 坂田 宗之, 我妻 慧, 石橋 賢士, 石井 賢二:  $^{18}\text{F}$  Flutemetamol によるアミロイド PET の軽度認知機能障害期における側頭葉内側部の集積について. 第62回日本核医学会学術総会, 日本核医学会, 2022-09-09.
- (5) 今林 悦子, 豊原 潤, 多胡 哲郎, 坂田 宗之, 我妻 慧, 石橋 賢士, 石井 賢二: プレクリニカル期アルツハイマー病のアミロイド蓄積に相関する大脳皮質の萎縮について. 第62回日本核医学会学術総会, 日本核医学会, 2022-09-09.
- (6) 山崎 香奈, 西井 龍一, 辻 厚至, 谷 幸太郎, 橋本 裕輝, 河村 和紀, 張 明榮, 田村 謙太郎, 今林 悦子, 東 達也: 膵癌診断を目的とした新規アミノ酸 PET プローブ  $^{11}\text{C}$  標識 MeLeu の First in human 試験. 2022 年度 文部科学省学術変革領域研究 先端モデル動物支援プラットフォーム 若手支援技術講習会, 近藤 豊, 2022-08-30.
- (7) 辻 厚至: 組織修復時に誘発されるテネイシン C を標的とした治療法の可能性. 第17回小動物インビボイメージング研究会, 小動物インビボイメージング研究会, 2022-08-27.
- (8) 吉井 幸恵, 檜原 扶紀子, 松本 博樹, 五十嵐 千佳, 立花 知子, 品田 光洋, 張 明榮, 大島 聡人, 佐藤 秀光, 成田 善孝, 栗原 宏明, 山本 哲哉, 東 達也, 立石 健祐: 高悪性度神経膠腫に対する低酸素環境を標的とした局所治療:  $^{64}\text{Cu}$ -ATSM PETx. 第40回日本脳腫瘍学会学術集会, 日本脳腫瘍学会, 2022-12-04.
- (9) 吉井 幸恵: 革新的「みえる」がん治療の創発: 融合トランスレーション科学への挑戦. 「創発的研究支援事業」融合の場公開シンポジウム, 科学技術振興機構, 2022-06-23.
- (10) 山崎 香奈: 膵癌早期発見を目指して  $^{18}\text{F}$ -PET 研究の取り組み-. 日本膵臓学会家族性膵癌レジストリ委員会・森實班「家族性/遺伝性膵癌家系における膵癌早期発見に関する基盤研究・バイオバンキング」合同班会議, 日本膵臓学会家族性膵癌レジストリ委員会, 2022-12-02.
- (11) 今林 悦子, 豊原 潤, 坂田 宗之, 石橋 賢士, 多胡 哲郎, 石井 賢二:  $^{18}\text{F}$  Flutemetamol によるアミロイド PET 定量化のためのアルゴリズム開発について. 第62回日本核医学会学術総会, 日本核医学会, 2022-09-09.
- (12) Shinada Mitsuhiro: Radiochemical and pharmacokinetic studies of aminopolycarboxylate chelators to remove unexpectedly accumulated free  $^{225}\text{Ac}$  in the liver and whole body for targeted alpha therapy. The 13th Congress of the World Federation of Nuclear Medicine and Biology (WFNMB2022), World Federation of Nuclear Medicine and Biology (WFNMB), 2022-09-09.
- (13) Shinada Mitsuhiro: 標的アルファ線治療における遊離  $^{225}\text{Ac}$  除去剤にかんする生物無機化学的検討. 大洗・アルファ合同研究会(2022), 東北大学金属材料研究所, 2022-09-29.
- (14) Kuribayashi Winnaung, Tsuji Atsushi, Sugyo Aya, Hanaoka Kenjiro, Higashi Tatsuya: Preclinical assessment of folate receptor-targeted near-infrared photodynamic therapy. World Molecular Imaging Congress (WMIC 2022), The World Molecular Imaging Society (WMIS), 2022-10-01.
- (15) Tachibana Tomoko: Efficacy of vorinostat-sensitized intraperitoneal radioimmunotherapy with  $^{64}\text{Cu}$ -labeled cetuximab in mouse model of peritoneal dissemination of gastric cancer in vivo. The 13th Congress of the World Federation of Nuclear Medicine and Biology (WFNMB2022), World Federation of Nuclear Medicine and Biology (WFNMB), 2022-09-09.
- (16) Igarashi Chika: LC-MS/MS identification and assessment of quantitative structure-activity relationship for trace chemical impurities contained in the therapeutic formulation of  $^{64}\text{Cu}$ -ATSM. The 13th Congress of the World Federation of Nuclear Medicine and Biology (WFNMB2022), World Federation of Nuclear Medicine and Biology (WFNMB), 2022-09-09.
- (17) Hihara Fukiko: In vitro tumor cell-binding assay to select high-binding antibody and predict therapy response for personalized  $^{64}\text{Cu}$ -intraperitoneal radioimmunotherapy against peritoneal dissemination of pancreatic cancer. The 13th Congress of the World Federation of Nuclear Medicine and Biology (WFNMB2022), World Federation of Nuclear Medicine and Biology (WFNMB), 2022-09-09.
- (18) 今林 悦子, 豊原 潤, 多胡 哲郎, 坂田 宗之, 石橋 賢士:  $^{18}\text{F}$  flutemetamol の軽度認知障害期における側頭葉内側部集積について. 第41回日本認知症学会学術集会/第37回日本老年精神医学会 [合同開催], 一般社団法人日本認知症学会, 2022-11-26.

- (19) 今林悦子, 豊原潤, 多胡哲郎, 坂田宗之, 石橋賢士: プレクリニカル期およびMCI期におけるアミロイド蓄積に相関する大脳皮質の萎縮について. 第41回日本認知症学会学術集会/第37回日本老年精神医学会 [合同開催], 一般社団法人日本認知症学会, 2022-11-26.
- (20) Yamazaki Kana, Nishii Ryuichi, Mizutani Yoichi, Terada Tamasa, Tamura Kentaro, Imabayashi Etsuko, Wakatsuki Masaru, Higashi Tatsuya: Comparison of the simple method and dose distribution method in assessment of liver reserve capacity by <sup>99m</sup>Tc-GSA scintigraphy in carbon-ion radiotherapy for liver tumors. 13th Congress of the World Federation of Nuclear Medicine and Biology, Seigo Kinuya, 2022-09-08.
- (21) Yamazaki Kana, Nishii Ryuichi, Tani Kotaro, Tamura Kentaro, Imabayashi Etsuko, Higashi Tatsuya: The Safety, Biodistribution and Radiation Dosimetry of <sup>11</sup>C-MeLeu as a Novel Amino Acid PET Imaging in Normal Volunteers – First in human Study –. SNMMI 2022, Society of Nuclear Medicine and Molecular Imaging, 2022-06-11.
- (22) Imabayashi Etsuko, Kenji Ishii, Jun Toyohara, Narumi Kojima, Tetsuro Tago, Muneyuki Sakata, Kei Wagatsuma, Kenji Ishibashi, Aya M. Tokumaru, Hunkyung Kim: Amyloid accumulation in medial temporal area starts in MCI stage in [<sup>18</sup>F]flutemetamol PET. 国際アルツハイマー病学会, the Alzheimer's Association International Conference® (AAIC®), Alzheimer's Association International Conference, 2022-07-16.
- (23) Imabayashi Etsuko, Kenji Ishii, Jun Toyohara, Narumi Kojima, Tetsuro Tago, Muneyuki Sakata, Kei Wagatsuma, Kenji Ishibashi, Aya M. Tokumaru, Hunkyung Kim: Regional cerebral atrophy correlate with amyloid accumulation in preclinical Alzheimer's disease. 国際アルツハイマー病学会, the Alzheimer's Association International Conference® (AAIC®), Alzheimer's Association International Conference, 2022-07-16.
- (24) 吉井幸恵: Cu-64 核医学治療に向けた創薬研究. 日本薬学会 第143年会, 日本薬学会, 2023-03-26.
- (25) 須藤仁美, 辻厚至, 須堯綾, 原田陽介, 長山聡, 片桐豊雅, 中村祐輔, 東達也: 滑膜肉腫の克服を目指した抗FZD10抗体 OTSA101 を用いた放射免疫療法の開発. 第6回日本サルコーマ治療研究会学術集会, 日本サルコーマ治療研究会, 2023-02-24
- (26) 吉井幸恵: Cu-64 創薬最前線. 日本放射化学会 第66回討論会 招待発表, 日本放射化学会, 2022-09-15.
- (27) Yoshii Yukie: <sup>64</sup>Cu theranostic drugs invented in Japan: from basic studies to clinical trials. 第13回世界核医学会 第62回日本核医学会学術総会 招待発表, 世界核医学会, 2022-09-10.
- (28) Yoshii Yukie: Cu-64 Theranostics - From Basic to Clinical Trial. EANM Annual Congress 2022 (Virtual) Multidisciplinary Days, European Association of Nuclear Medicine, 2022-06-30.
- (29) 今林悦子: 認知症 PET 保険収載に向けてーアミロイド PET を中心に. 第62回日本核医学会学術総会, 日本核医学会, 2022-09-10.

### [その他 (特許, 解説, 単行本等)]

- (1) 辻厚至: 中皮腫に対する新しい核医学治療法の開発研究ーポドプラニン標的核医学治療法ー. Isotope News (アイソトープニュース), 782, 2 - 5, 2022-08.
- (2) 品田光洋: <sup>225</sup>Ac 治療薬剤開発に資する遊離 <sup>225</sup>Ac 除去法の基礎研究. NL だより, 535, 2022-07.
- (3) 吉井幸恵: 日本発放射性治療薬による悪性脳腫瘍の新治療法開発. NL だより, 533, 2022-05.
- (4) 山崎香奈, 趙成済, 桑鶴良平: この所見をみたら決まり! 稀な疾患も怖くない 肝・胆・膵・脾 「類上皮性血管内皮腫」「気腫性胆嚢炎」「脾動脈瘤」. 画像診断, 31(2), 2011-01..
- (5) 山崎香奈, 青木茂樹: ビジュアル脳神経外科 6 間脳・下垂体・傍鞍部. ビジュアル脳神経外科 6 間脳・下垂体・傍鞍部, 2013-02.
- (6) 山崎香奈, 桑鶴良平: 腹部画像解剖 徹頭徹尾. 腹部画像解剖 徹頭徹尾, 2014-09.
- (7) 辻厚至, 山崎香奈, 鈴木千恵, 曾我朋義: 標識化合物、及びその利用. 特許出願, 特願 2023- 41381.

## 2.4. 脳機能イメージング研究

### [原著論文]

- (1) Manabu Kubota, Keisuke Takahata, Kiwamu Matsuoka, Yasunori Sano, Yasuharu Yamamoto, Kenji Tagai, Ryosuke Tarumi, Hisaomi Suzuki, Shin Kurose, Shinichiro Nakajima, Hiroki Shiwaku, Chie Seki, Kazunori Kawamura, Ming-Rong Zhang, Hidehiko Takahashi, Yuhei Takado, Makoto Higuchi: Positron Emission Tomography Assessments of Phosphodiesterase 10A in Patients With Schizophrenia. Schizophrenia bulletin, 2022-12, DOI:10.1093/schbul/sbac181.
- (2) Naohisa Miyakawa, Yuji Nagai, Yukiko Hori, Koki Mimura, Asumi Orihara, Kei Oyama, Takeshi Matsuo, Ken-Ichi Inoue, Takafumi Suzuki, Toshiyuki Hirabayashi, Tetsuya Suhara, Masahiko Takada,



- Makoto Higuchi, Keisuke Kawasaki, Takafumi Minamimoto: Chemogenetic attenuation of cortical seizures in nonhuman primates. *Nature communications*, 14(1), 971, 2023-02, DOI:10.1038/s41467-023-36642-6.
- (3) Takahata Keisuke, Momota Yuki, Mika Konishi, Taishiro Kishimoto, Tezuka Toshiki, Shogyoku Bun, Hajime Tabuchi, Daisuke Ito, Masaru Mimura: Case report: Non-Alzheimer's disease tauopathy with logopenic variant primary progressive aphasia diagnosed using amyloid and tau PET. *Frontiers in neurology*, 13, 1049113, 2022-11, DOI:https://doi.org/10.3389/fneur.2022.1049113.
  - (4) Matsuoka Kiwamu, Takado Yuhei, Tagai Kenji, Kubota Manabu, Sano Yasunori, Takahata Keisuke, Ono Maiko, Seki Chie, Matsumoto Hideki, Endo Hironobu, Shinotoh Hitoshi, Sahara Yasuka, Obata Takayuki, Jamie Near, Kawamura Kazunori, Zhang Ming-Rong, Suhara Tetsuya, Shimada Hitoshi, Higuchi Makoto: Two pathways differentially linking tau depositions, oxidative stress, and neuronal loss to apathetic phenotypes in progressive supranuclear palsy. *Journal of the Neurological Sciences*, 444, 120514, 2023-01, DOI:10.1016/j.jns.2022.120514.
  - (5) Tagai Kenji, Ikoma Yoko, Hironobu Endo, Oindrila Bhowmik Debnath, Seki Chie, Matsuoka Kiwamu, Matsumoto Hideki, Oya Masaki, Hirata Kosei, Shinotoh Hitoshi, Takahata Keisuke, Kurose Shin, Sano Yasunori, Ono Maiko, Shimada Hitoshi, Kawamura Kazunori, Zhang Ming-Rong, Takado Yuhei, Higuchi Makoto: An optimized reference tissue method for quantification of tau protein depositions in diverse neurodegenerative disorders by PET with 18F-PM-PBB3 (18F-APN-1607). *NeuroImage*, 264, 119763, 2022-12, DOI:10.1016/j.neuroimage.2022.119763.
  - (6) Taeko Kimura, Ono Maiko, Seki Chie, Kazuaki Sampei, Shimojo Masafumi, Kawamura Kazunori, Zhang Ming-Rong, Sahara Naruhiko, Takado Yuhei, Higuchi Makoto: A quantitative in vivo imaging platform for tracking pathological tau depositions and resultant neuronal death in a mouse model. *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging*, 49(13), 4298 - 4311, 2022-07, DOI:10.1007/s00259-022-05898-3.
  - (7) Endo Hironobu, Tagai Kenji, Ono Maiko, Ikoma Yoko, Oyama Asaka, Matsuoka Kiwamu, Kokubo Naomi, Hirata Kosei, Sano Yasunori, Oya Masaki, Matsumoto Hideki, Kurose Shin, Seki Chie, Hiroshi Shimizu, Akiyoshi Kakita, Takahata Keisuke, Shinoto Hitoshi, Shimada Hitoshi, Tokuda Takahiko, Kawamura Kazunori, Zhang Ming-Rong, Kenichi Oishi, Susumu Mori, Takado Yuhei, Higuchi Makoto: A Machine Learning-Based Approach to Discrimination of Tauopathies Using [18F]PM-PBB3 PET Images. *Movement Disorders*, 37(11), 2236 - 2246, 2022-11, DOI:10.1002/mds.29173.
  - (8) Kiwamu Matsuoka, Maiko Ono, Yuhei Takado, Kosei Hirata, Hironobu Endo, Toshiyuki Ohfusa, Taichi Kojima, Takeshi Yamamoto, Tomohiro Onishi, Asumi Orihara, Kenji Tagai, Keisuke Takahata, Chie Seki, Hitoshi Shinotoh, Kazunori Kawamura, Hiroshi Shimizu, Hitoshi Shimada, Akiyoshi Kakita, Ming-Rong Zhang, Tetsuya Suhara, Makoto Higuchi: High-Contrast Imaging of  $\alpha$ -Synuclein Pathologies in Living Patients with Multiple System Atrophy. *Movement disorders, official journal of the Movement Disorder Society*, 37(10), 2159 - 2161, 2022-10, DOI:10.1002/mds.29186.
  - (9) Yoshikazu Nakano, Hitoshi Shimada, Hitoshi Shinotoh, Shigeki Hirano, Kenji Tagai, Yasunori Sano, Yasuharu Yamamoto, Hironobu Endo, Kiwamu Matsuoka, Keisuke Takahata, Manabu Kubota, Yuhei Takado, Yasuyuki Kimura, Masanori Ichise, Maiko Ono, Naruhiko Sahara, Kazunori Kawamura, Ming-Rong Zhang, Satoshi Kuwabara, Tetsuya Suhara, Makoto Higuchi: PET-based classification of corticobasal syndrome. *Parkinsonism & related disorders*, 98(1), 92 - 98, 2022-05, DOI:10.1016/j.parkreldis.2022.04.015.

### [学会・研究会での口頭発表及びポスター発表]

- (1) Shimojo Masafumi, Minamihisamatsu Takeharu, Manami Takahashi, Takuwa Hiroyuki, Matsushita Yumi, Yanai Rin, Minatohara Keiichiro, Zhang Ming-Rong, Sahara Naruhiko, Higuchi Makoto: In vivo assessment of progressive astrogliosis in the pathophysiological cascade of rTg4510 tauopathy animal brains. 第45回日本分子生物学会, 日本分子生物学会, 2022-11-30.
- (2) 南本 敬史: 化学遺伝学とイメージングでサルとヒトの脳機能をつなぐ. 第5回脳情報の解読と制御研究会, 脳情報の解読と制御研究会, 2022-11-26.
- (3) 下條 雅文, 松下 有美, 佐原 成彦, 樋口 真人: 認知症病態における多感覚情報の統合メカニズム破綻. 第3回 JST-AMED 合同領域会議, JST-AMED, 2022-11-05.
- (4) 小山 佳: 多感覚情報から「気づき」をもたらす脳回路の探索. JST-AMED 合同領域会議, JST (科学技術振興機構), 2022-11-05.
- (5) 小山 佳: 先読みと試行錯誤の行動戦略にかかわる、適応回路遷移の神経基盤センサス. 第2回 適応回路センサス領域会議, 学術変革領域 A, 適応回路センサス, 2022-10-29.
- (6) 南本 敬史: サル-ヒト社会脳基盤研究: 現状と展望. 第12回社会神経科学研究会「社会神経科学研究の今後の展開に向けて」, 社会神経科学研究会, 2022-10-27.

- (7) 下條 雅文, 松下 有美, 佐原 成彦, 樋口 真人: 認知症病態における多感覚情報の統合メカニズム破綻. 令和4年度領域会議 (AMED マルチセンシング領域), AMED, 2022-10-22.
- (8) 小野 麻衣子: 認知症モデルマウスを用いたタウ病態研究～治療標的の探索. 第23回日本脳神経核医学研究会, 日本脳神経核医学研究会, 2022-09-07.
- (9) Shimojo Masafumi, Minamihisamatsu Takeharu, Manami Takahashi, Takuwa Hiroyuki, Matsushita Yumi, Yanai Rin, Minatohara Keiichiro, Zhang Ming-Rong, Sahara Naruhiko, Higuchi Makoto: 認知症モデル動物脳における炎症病態の画像解析. タウ研究会 2022, 高島 明彦, 2022-08-20.
- (10) 下條 雅文: 炎症病態により誘導される回路再編メカニズムと遺伝学的制御. 【臨界期生物学】令和4年度夏の領域班会議, 狩野 方伸, 2022-08-02.
- (11) 下條 雅文: 炎症病態により誘導される回路再編メカニズムと遺伝学的制御 【臨界期生物学】オンライン研究交流会, 狩野 方伸, 2022-05-26.
- (12) Shimojo Masafumi, Minamihisamatsu Takeharu, Manami Takahashi, Takuwa Hiroyuki, Matsushita Yumi, Yanai Rin, Minatohara Keiichiro, Ono Maiko, Takado Yuhei, Zhang Ming-Rong, Sahara Naruhiko, Higuchi Makoto: In vivo assessment of progressive astrogliosis in the pathophysiological cascade of rTg4510 tauopathy animal brains. Neuro2022, 沖縄, 2022-07-03.
- (13) 松岡 究, 平田 浩聖, 小久保 奈緒美, 互 健二, 遠藤 浩信, 高畑 圭輔, 篠遠 仁, 小野 麻衣子, 関 千江, 河村 和紀, 張 明榮, 島田 齊, 高堂 裕平, 樋口 真人: アルツハイマー病におけるグルタミン酸濃度の変化とタウタンパク集積との関連. 第33回臨床MR脳機能研究会, 原田 雅史, 2022-06-11
- (14) 南本 敬史: サルシステム神経科学パラダイムシフトを目指して. 令和4(2022)年度システム神経科学研究会, システム神経科学研究会, 2022-01-13.
- (15) Shimojo Masafumi, Minamihisamatsu Takeharu, Takahiro Shimizu, Uchida Shoko, Matsushita Yumi, Manami Takahashi, Takuwa Hiroyuki, Minatohara Keiichiro, Zhang Ming-Rong, Sahara Naruhiko, Higuchi Makoto: In vivo assessment of progressive astrogliosis in the pathophysiological cascade of rTg4510 tauopathy animal brains. 臨界期生物学 国際シンポジウム, 学術変革A領域, 2023-01-10.
- (16) Shimojo Masafumi, Minamihisamatsu Takeharu, Manami Takahashi, Takuwa Hiroyuki, Matsushita Yumi, Yanai Rin, Minatohara Keiichiro, Zhang Ming-Rong, Sahara Naruhiko, Higuchi Makoto: In vivo assessment of progressive astrogliosis in the pathophysiological cascade of rTg4510 tauopathy animal brains. 第45回日本分子生物学会, 日本分子生物学会, 2022-11-30.
- (17) 黒瀬 心: 緊張病症候群および幻覚妄想状態が前景にたつた進行性核上性麻痺の一例. 第41回日本認知症学会学術集会/第37回日本老年精神医学会[合同開催], 日本認知症学会、日本老年精神医学会, 2022-11-25.
- (18) 松岡 究, 高堂 裕平, 互 健二, 久保田 学, 佐野 康徳, 高畑 圭輔, 小野 麻衣子, 関 千江, 松元 秀樹, 遠藤 浩信, 篠遠 仁, 佐原 慈佳, 小島 隆行, 河村 和紀, 張 明榮, 須原 哲也, 島田 齊, 樋口 真人: 進行性核上性麻痺におけるタウタンパク集積や酸化ストレスとアパシーの関連. 第44回日本生物学的精神医学会年会, 加藤 忠史, 2022-11-04.
- (19) Matsuoka Kiwamu, Hirata Kosei, Kokubo Naomi, Tagai Kenji, Endo Hironobu, Takahata Keisuke, Shinoto Hitoshi, Ono Maiko, Seki Chie, Kawamura Kazunori, Zhang Ming-Rong, Shimada Hitoshi, Takado Yuhei, Higuchi Makoto: Magnetic resonance spectroscopic imaging visualized spatial mapping of decreased glutamate levels associated with tau depositions in Alzheimer's disease patients. MRS workshop 2022, Cristina Cudalbu, 2022-08-23.
- (20) Yuhei Takado, Hirata Kosei, Matsuoka Kiwamu, Ono Maiko, Tagai Kenji, Endo Hironobu, Kokubo Naomi, Zhou Xiaoyun, Shinoto Hitoshi, Takahata Keisuke, Obata Takayuki, Kawamura Kazunori, Zhang Ming-Rong, Shimada Hitoshi, Takashi Saito, Takaomi Saido, Sahara Naruhiko, Tokuda Takahiko, Takanori Yokota, Suhara Tetsuya, Higuchi Makoto: Altered Brain Energy Metabolism Related to Astrocytes in Alzheimer's disease. MRS Workshop 2022, Dr. Cristina Cudalbu, 2022-08-23.
- (21) 小山 佳, 間島 慶, 永井 裕司, 堀 由紀子, 平林 敏行, Mark Eldridge, 宮川 尚久, 三村 喬生, 藤本 淳, 井上 謙一, Richard Saunders, 高田 昌彦, 樋口 真人, Barry Richmond, 南本 敬史, 八幡 憲明: Distinct roles of pathways from monkey orbitofrontal cortex to caudate and mediodorsal thalamus in value-based adaptive decision-making. Neuro2022, 日本神経科学学会, 2022-07-02.
- (22) 永井 裕司, 堀 由紀子, 井上 謙一, 小山 佳, 宮川 尚久, 平林 敏行, 三村 喬生, 須原 哲也, 高田 昌彦, 樋口 真人, 南本 敬史: サル脳内 DREADD 発現と効果の長期的評価. 第45回日本神経科学大会, 日本神経科学学会, 2022-07-02.
- (23) Matsuoka Kiwamu, Hirata Kosei, Kokubo Naomi, Tagai Kenji, Endo Hironobu, Takahata Keisuke, Shinoto Hitoshi, Ono Maiko, Seki Chie, Kawamura Kazunori, Zhang Ming-Rong, Shimada Hitoshi, Takado Yuhei, Higuchi Makoto: Glutamatergic dysfunction associated with tau depositions in Alzheimer's disease. 2022 Joint Annual Meeting ISMRM-ESMRMB, Fernando Calamante, 2022-05-09.
- (24) 南本 敬史: Nonhuman Primate Chemogenetics: Current Status and Future Direction. Multi-disciplinary approach to understand neuronal network architecture to control motor actions, NIPS/Yoshihisa Tachibana (Kobe Univ), 2023-03-17.

- (25) 樋口 真人: 精神神経疾患イメージングトレーサーの開発と応用. 第 48 回日本微小循環学会総会, 日本微小循環学会, 2023-03-10.
- (26) 南本 敬史: Imaging-guided chemogenetics for nonhuman primates. Genetic technologies for systems neuroscience in non-human primates, NIMH, USA, 2022-12-14.
- (27) 南本 敬史: Chemogenetic dissection of the primate prefronto-subcortical pathways for cognitive functions. CNS-JNS joint symposium/Chinese Neuroscience Meeting 2022, Chinese Neuroscience Association, 2022-11-28.
- (28) 佐原 成彦: タウオパチーに対する核酸医薬・mRNA 医薬開発に向けて: タウ病態の標的分子. 第 41 回日本認知症学会学術集会 第 37 回日本老年精神医学会 合同開催, 日本認知症学会、日本老年精神医学会, 2022-11-25.
- (29) 徳田 隆彦: 脳病理を反映する血液バイオマーカーの新規開発. 第 41 回日本認知症学会学術集会 第 37 回日本老年精神医学会 合同開催, 日本認知症学会, 2022-11-25.
- (30) 黒瀬 心: 老年期気分障害のタウイメージング. BPCNP4 学会合同年会, 日本生物学的精神医学会、日本神経精神薬理学会、日本臨床精神神経薬理学会、日本精神薬学会, 2022-11-04
- (31) 高畑 圭輔: 反復性軽度頭部外傷による遅発性精神症状と脳内タウ病変との関連について. BPCNP4 学会合同年会, BPCNP4, 2022-11-04.
- (32) 高畑 圭輔: 頭部外傷による遅発性脳障害と慢性期の脳画像所見. 第 3 回インパクトバイオメカニクス部門委員会, インパクトバイオメカニクス部門委員会, 2022-10-28.
- (33) Minamimoto Takafumi: Imaging-guided chemogenetics reveals dissociable roles of primate prefronto-subcortical pathways for cognitive functions. ViMaMo2022, Viral Manipulation on Monkeys, 2022-10-18.
- (34) 佐原 成彦: イメージングに基づく認知症医生物学. 第 11 回認知症予防学会学術集会, 日本認知症予防学会, 2022-09-24.
- (35) Higuchi Makoto: Imaging hallmark neuropathologies of neurodegenerative dementias. 13th Congress of the World Federation of Nuclear Medicine and Biology, World Federation of Nuclear Medicine and Biology, 2022-09-08.
- (36) 樋口 真人: 認知症診療の今後と核医学の役割. 第 107 回みちのく核医学の会, PDR ファーマ、宮城県放射線技師会, 2022-08-26.
- (37) Higuchi Makoto: In-vivo imaging of  $\alpha$ -synuclein pathologies. 第 16 回パーキンソン病・運動障害疾患コンgres, 一般社団法人 日本パーキンソン病・運動障害疾患学会, 2022-07-21.
- (38) Minamimoto Takafumi: Imaging-based chemogenetic strategies for linking neural circuits and behavior in marmosets. 2nd International Workshop on Marmoset Neuroscience, MARMOBRAIN, 2022-07-07
- (39) Sahara Naruhiko: Investigating phase transition of tau protein as a singularity point of neurodegenerative diseases. Neuro2022, 日本神経化学会、日本神経科学会, 2022-07-02.
- (40) Ono Maiko: In vivo visualization of propagating  $\alpha$ -synuclein pathologies in mouse and marmoset models by a multimodal PET probe. Neuro2022, 日本神経科学学会、日本神経化学会、日本神経回路学会, 2022-07-02.
- (41) Minamimoto Takafumi: Visualizing and manipulating primate brain circuits and functions. Neuro2022, 日本神経科学学会, 2022-06-30.
- (42) 樋口 真人: アミノ酸摂取と認知症進行機構. 第 3 回日本 Cell Death 学会学術集会, 日本 Cell Death 学会, 2022-06-25.
- (43) Higuchi Makoto: Development of imaging agents for tau and non-tau intracellular protein aggregates. The Michael J Fox Foundation Meeting on Novel PET Tracers for Proteinopathies, The Michael J Fox Foundation, 2022-06-23.
- (44) Higuchi Makoto: Novel PET imaging for neurodegenerative diseases. Joint Symposium on Nuclear Cardiology and Neurology Taiwan Society of Nuclear Medicine 2022, Taiwan Society of Nuclear Medicine、Institute of Nuclear Energy Research、Department of Industrial Technology Ministry of Economic Affairs、Far Eastern Memorial Hospital, 2022-06-18.
- (45) 高堂 裕平: タウ認知症モデルマウスにおける必須アミノ酸組成物摂取の神経変性抑制効果. 第 76 回日本栄養・食糧学会大会 招待発表, 芦田 均, 神戸大学大学院農学研究科, 2022-06-12
- (46) 樋口 真人: 認知症の病態画像バイオマーカー開発とその応用. 第 6 回日本脳神経外科認知症学会学術総会, 日本脳神経外科認知症学会, 2022-06-11.
- (47) 樋口 真人: モデル動物を活用した 認知症診断薬・治療薬開発. 第 64 回日本老年医学会学術集会, 日本老年医学会, 2022-06-02.
- (48) 樋口 真人: マルチモーダル量子イメージングによる 認知症病態の解明. 量子生命科学会第 4 回大会, 量子生命科学会, 2022-05-27.
- (49) 高畑 圭輔: 脳損傷によって引き起こされるタウオパチー:慢性外傷性脳症(CTE)を中心に. 第 63 回日本神経学会学術大会, 日本神経学会, 2022-05-20.
- (50) 高堂 裕平: タウの病態と疾患修飾へのトランスレーショナルイメージング研究によるアプローチ. 第 63 回日本神経学会学術大会への参加 タウの病態と疾患修飾へのトランスレーショナルイメージング研究によるアプローチ, 日本神経学会, 2022-05-19.

- (51) Higuchi Makoto: Imaging tau lesions in the patients' brain. 第 63 回日本神経学会学術大会, 日本神経学会, 2022-05-18.
- (52) 樋口 真人: 神経変性疾患の分子病態イメージング. Tokai Neurology Summit 2022, 武田薬品工業株式会社, 2022-04-23.

### [その他 (特許出願、登録)]

- (1) 佐原 成彦, 樋口 真人, 小野 麻衣子: タウオパチーの予防又は治療剤. アメリカ.
- (2) 佐原 成彦, 樋口 真人, 小野 麻衣子: タウオパチーの予防又は治療剤. 日本.
- (3) 佐原 成彦, 樋口 真人, 小野 麻衣子: タウオパチーの予防又は治療剤. EU.
- (4) 佐原 成彦, 樋口 真人, 小野 麻衣子: タウオパチーの予防又は治療剤. カナダ.
- (5) 佐原 成彦, 樋口 真人, 小野 麻衣子: タウオパチーの予防又は治療剤. オーストラリア.
- (6) 佐原 成彦, 樋口 真人, 小野 麻衣子: タウオパチーの予防又は治療剤. 香港.
- (7) 佐原 成彦, 樋口 真人, 小野 麻衣子: タウオパチーの予防又は治療剤. 中国.
- (8) 樋口 真人, 小野 麻衣子, 張 明榮, 高堂 裕平, 松岡 究, 山本 武志, 若林 健志, 大房 俊行: 新規化合物、 $\alpha$ シヌクレイン凝集体結合剤及びその利用.
- (9) 樋口 真人, 佐原 成彦, 須原 哲也: FTLD の予防又は治療剤及びそのスクリーニング方法.

## 4. 令和4年度マシンタイム予定表

月 日	小型サイクロロン		大型サイクロロン		月 日	小型サイクロロン		大型サイクロロン	
	午前	午後	午前	午後		午前	午後	午前	午後
7月25日 (月)	停止		停止		8月15日 (月)	メンテナンス		停止	
7月26日 (火)	停止		停止		8月16日 (火)	調整運転		停止	
7月27日 (水)	調整運転		停止		8月17日 (水)	調整運転		停止	
7月28日 (木)	安全測定		停止		8月18日 (木)	調整運転		停止	
7月29日 (金)	調整運転		停止		8月19日 (金)	調整運転		停止	
7月30日 (土)					8月20日 (土)				
7月31日 (日)					8月21日 (日)				
8月1日 (月)	調整運転		停止		8月22日 (月)	調整運転		停止	
8月2日 (火)	調整運転		停止		8月23日 (火)	調整運転		停止	
8月3日 (水)	調整運転		停止		8月24日 (水)	調整運転		停止	
8月4日 (木)	調整運転		停止		8月25日 (木)	調整運転		停止	
8月5日 (金)	調整運転		停止		8月26日 (金)	調整運転		停止	
8月6日 (土)					8月27日 (土)				
8月7日 (日)					8月28日 (日)				
8月8日 (月)	メンテナンス		停止		8月29日 (月)	メンテナンス		停止	
8月9日 (火)	RI生産		停止		8月30日 (火)	メンテナンス		停止	
8月10日 (水)	RI生産		停止		8月31日 (水)	メンテナンス		停止	
8月11日 (木)			山の日		9月1日 (木)	メンテナンス		停止	
8月12日 (金)	メンテナンス		停止		9月2日 (金)	メンテナンス		停止	
8月13日 (土)					9月3日 (土)				
8月14日 (日)					9月4日 (日)				

月 日	小型サイクロロン		大型サイクロロン		月 日	小型サイクロロン		大型サイクロロン	
	午前	午後	午前	午後		午前	午後	午前	午後
9月5日 (月)	メンテナンス		停止		9月26日 (月)	メンテ ナンス	RI生産	停止	
9月6日 (火)	RI生産		停止		9月27日 (火)	RI生産		停止	
9月7日 (水)	RI生産		停止		9月28日 (水)	RI生産		停止	
9月8日 (木)	RI生産		停止		9月29日 (木)	RI生産		停止	
9月9日 (金)	RI生産		停止		9月30日 (金)	RI生産		停止	
9月10日 (土)					10月1日 (土)				
9月11日 (日)					10月2日 (日)				
9月12日 (月)	メンテナンス		停止		10月3日 (月)	メンテ ナンス	RI生産	停止	
9月13日 (火)	RI生産		停止		10月4日 (火)	RI生産		停止	
9月14日 (水)	RI生産		停止		10月5日 (水)	RI生産		停止	
9月15日 (木)	RI生産		停止		10月6日 (木)	RI生産		停止	
9月16日 (金)	RI生産		停止		10月7日 (金)	RI生産		停止	
9月17日 (土)					10月8日 (土)				
9月18日 (日)					10月9日 (日)				
9月19日 (月)			敬老の日		10月10日 (月)	メンテナンス		停止	
9月20日 (火)	RI生産		停止		10月11日 (火)	RI生産		停止	
9月21日 (水)	RI生産		停止		10月12日 (水)	RI生産		停止	
9月22日 (木)	RI生産		停止		10月13日 (木)	RI生産		停止	
9月23日 (金)	RI生産		停止		10月14日 (金)	RI生産		停止	
9月24日 (土)					10月15日 (土)				
9月25日 (日)					10月16日 (日)				

月 日	小型サイクロロン		大型サイクロロン		月 日	小型サイクロロン		大型サイクロロン	
	午前	午後	午前	午後		午前	午後	午前	午後
10月17日 (月)	RI生産		停止		11月7日 (月)	メンテナンス		停止	
10月18日 (火)	RI生産		停止		11月8日 (火)	RI生産		停止	
10月19日 (水)	RI生産		停止		11月9日 (水)	RI生産		停止	
10月20日 (木)	RI生産		停止		11月10日 (木)	RI生産		停止	
10月21日 (金)	RI生産		停止		11月11日 (金)	RI生産		停止	
10月22日 (土)					11月12日 (土)				
10月23日 (日)					11月13日 (日)				
10月24日 (月)	RI生産		停止		11月14日 (月)	メンテ ナンス	RI生産	停止	
10月25日 (火)	RI生産		停止		11月15日 (火)	RI生産		停止	
10月26日 (水)	RI生産		停止		11月16日 (水)	RI生産		停止	
10月27日 (木)	RI生産		停止		11月17日 (木)	RI生産		停止	
10月28日 (金)	RI生産		停止		11月18日 (金)	RI生産		停止	
10月29日 (土)					11月19日 (土)				
10月30日 (日)					11月20日 (日)				
10月31日 (月)	RI生産		停止		11月21日 (月)	メンテ ナンス	RI生産	停止	
11月1日 (火)	RI生産		停止		11月22日 (火)	RI生産		停止	
11月2日 (水)	RI生産		停止		11月23日 (水)			勤労感謝の日	
11月3日 (木)			文化の日		11月24日 (木)	RI生産		停止	
11月4日 (金)	RI生産		停止		11月25日 (金)	RI生産		停止	
11月5日 (土)					11月26日 (土)				
11月6日 (日)					11月27日 (日)				



月 日	小型サイクロロン		大型サイクロロン		月 日	小型サイクロロン		大型サイクロロン	
	午前	午後	午前	午後		午前	午後	午前	午後
11月28日 (月)	RI生産		停止		12月19日 (月)	メンテナンス		停止	
11月29日 (火)	RI生産		停止		12月20日 (火)	RI生産		停止	
11月30日 (水)	RI生産		停止		12月21日 (水)	RI生産		停止	
12月1日 (木)	RI生産		停止		12月22日 (木)	RI生産		停止	
12月2日 (金)	RI生産		停止		12月23日 (金)	RI生産		停止	
12月3日 (土)					12月24日 (土)				
12月4日 (日)					12月25日 (日)				
12月5日 (月)	メンテナンス		停止		12月26日 (月)	メンテナンス		停止	
12月6日 (火)	RI生産		停止		12月27日 (火)	RI生産		停止	
12月7日 (水)	RI生産		停止		12月28日 (水)	RI生産		停止	
12月8日 (木)	RI生産		停止		12月29日 (木)				
12月9日 (金)	RI生産		停止		12月30日 (金)				
12月10日 (土)					12月31日 (土)				
12月11日 (日)					1月1日 (日)			元日	
12月12日 (月)	メンテナンス		停止		1月2日 (月)				
12月13日 (火)	RI生産		停止		1月3日 (火)				
12月14日 (水)	RI生産		停止		1月4日 (水)	メンテナンス		停止	
12月15日 (木)	RI生産		停止		1月5日 (木)	RI生産		停止	
12月16日 (金)	RI生産		停止		1月6日 (金)	RI生産		停止	
12月17日 (土)					1月7日 (土)				
12月18日 (日)					1月8日 (日)				

月 日	小型サイクロロン		大型サイクロロン		月 日	小型サイクロロン		大型サイクロロン	
	午前	午後	午前	午後		午前	午後	午前	午後
1月9日 (月)			成人の日		1月30日 (月)	メンテナンス		停止	
1月10日 (火)	RI生産		停止		1月31日 (火)	RI生産		停止	
1月11日 (水)	RI生産		停止		2月1日 (水)	RI生産		停止	
1月12日 (木)	RI生産		停止		2月2日 (木)	RI生産		停止	
1月13日 (金)	安全 測定	RI生産	停止		2月3日 (金)	RI生産		停止	
1月14日 (土)					2月4日 (土)				
1月15日 (日)					2月5日 (日)				
1月16日 (月)	メンテナンス		停止		2月6日 (月)	メンテナンス		停止	
1月17日 (火)	RI生産		停止		2月7日 (火)	RI生産		停止	
1月18日 (水)	RI生産		停止		2月8日 (水)	RI生産		停止	
1月19日 (木)	RI生産		停止		2月9日 (木)	RI生産		停止	
1月20日 (金)	RI生産		停止		2月10日 (金)	RI生産		停止	
1月21日 (土)					2月11日 (土)			建国記念の日	
1月22日 (日)					2月12日 (日)				
1月23日 (月)	調整運転		停止		2月13日 (月)	メンテナンス		停止	
1月24日 (火)	RI生産		停止		2月14日 (火)	RI生産		停止	
1月25日 (水)			天皇誕生日		2月15日 (水)	RI生産		停止	
1月26日 (木)	RI生産		停止		2月16日 (木)	RI生産		停止	
1月27日 (金)	RI生産		停止		2月17日 (金)	RI生産		停止	
1月28日 (土)					2月18日 (土)				
1月29日 (日)					2月19日 (日)				

月 日	小型サイクロロン		大型サイクロロン		月 日	小型サイクロロン		大型サイクロロン	
	午前	午後	午前	午後		午前	午後	午前	午後
2月20日 (月)	メンテナンス		停止		3月13日 (月)	長期 メンテナンス		停止	
2月21日 (火)	RI生産		停止		3月14日 (火)	長期 メンテナンス		停止	
2月22日 (水)	RI生産		停止		3月15日 (水)	長期 メンテナンス		停止	
2月23日 (木)	RI生産		停止		3月16日 (木)	長期 メンテナンス		停止	
2月24日 (金)	RI生産		停止		3月17日 (金)	長期 メンテナンス		停止	
2月25日 (土)					3月18日 (土)				
2月26日 (日)					3月19日 (日)				
2月27日 (月)	長期 メンテナンス		停止		3月20日 (月)	長期 メンテナンス		停止	
2月28日 (火)	長期 メンテナンス		停止		3月21日 (火)			春分の日	
3月1日 (水)	長期 メンテナンス		停止		3月22日 (水)	長期 メンテナンス		停止	
3月2日 (木)	長期 メンテナンス		停止		3月23日 (木)	長期 メンテナンス		停止	
3月3日 (金)	長期 メンテナンス		停止		3月24日 (金)	長期 メンテナンス		停止	
3月4日 (土)					3月25日 (土)				
3月5日 (日)					3月26日 (日)				
3月6日 (月)	長期 メンテナンス		停止		3月27日 (月)	長期 メンテナンス		停止	
3月7日 (火)	長期 メンテナンス		停止		3月28日 (火)	長期 メンテナンス		停止	
3月8日 (水)	長期 メンテナンス		停止		3月29日 (水)	長期 メンテナンス		停止	
3月9日 (木)	長期 メンテナンス		停止		3月30日 (木)	長期 メンテナンス		停止	
3月10日 (金)	長期 メンテナンス		停止		3月31日 (金)	長期 メンテナンス		停止	
3月11日 (土)					4月1日 (土)				
3月12日 (日)					4月2日 (日)			(来年度マシンタイム 4/17~)	

## 令和4年度 量医研サイクロトロン利用報告書

発行年月 2023年 10月

編集 国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構  
量子生命・医学部門 量子医科学研究所 物理工学部

連絡先 〒263-8555  
千葉県千葉市稲毛区穴川4丁目9番1号  
国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構  
量子医科学研究所 物理工学部  
サイクロトロン運転室  
TEL : 043-206-3173 FAX : 043-287-6146  
Email: cyc\_mt@qst.go.jp  
URL : <https://www.qst.go.jp>



<https://www.qst.go.jp>