

令和4年度
福島国際研究教育機構の
放射線科学・創薬医療分野における研究課題および
当該分野に係る加速器等の施設整備の在り方
に関する調査分析報告書
(概要版)

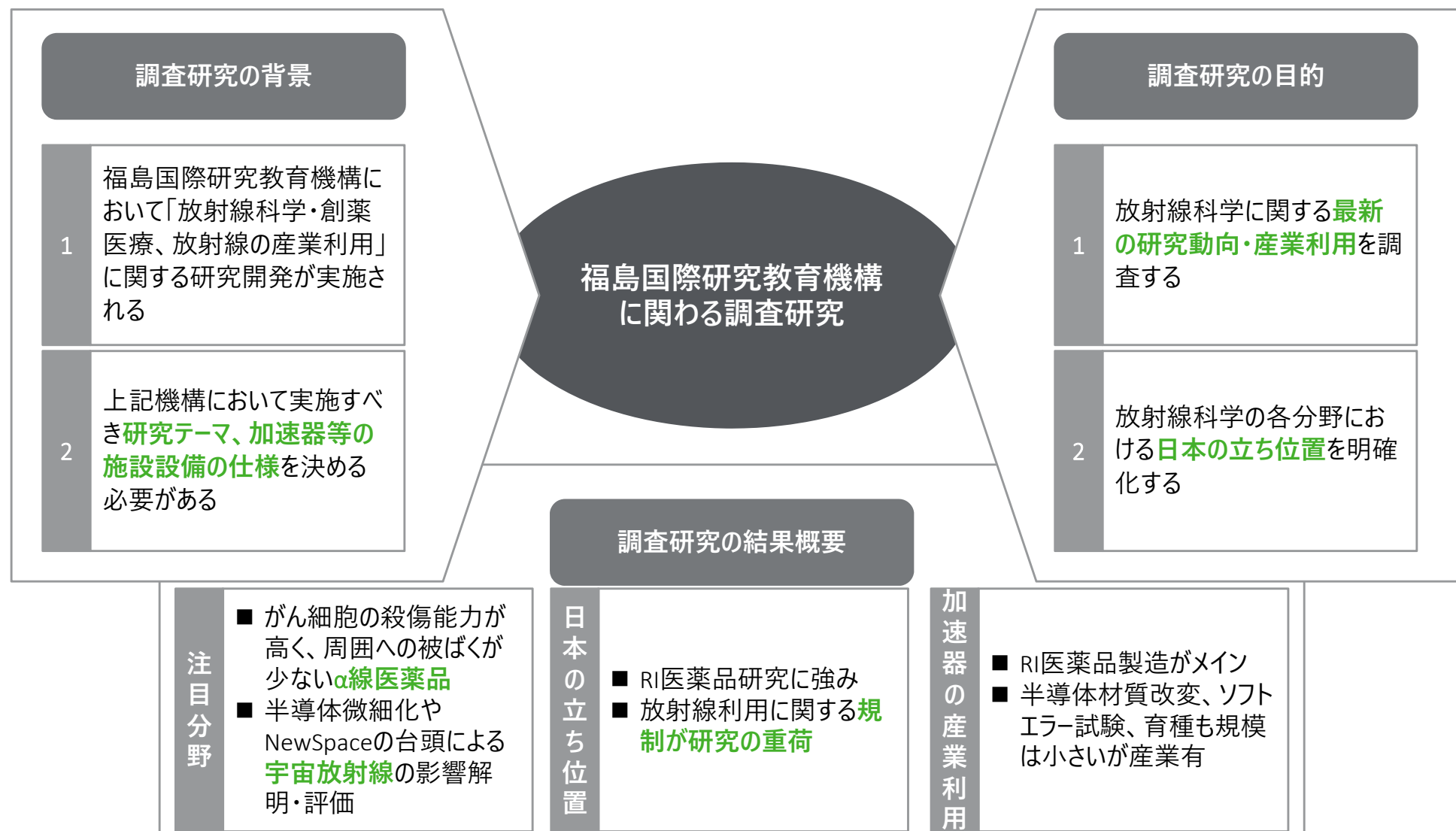
令和5年3月

受託機関：デロイトトーマツファイナンシャルアドバイザー合同会社

I .研究課題に関する調査

1.調査の全体像

本調査の全体像



I .研究課題に関する調査

2. 国内論文調査（概要）

分野対応表

研究調査を詳細に行うため、仕様書に記載の5分野を9分野に細分化した

仕様書記載の分野

(1) ラジオアイソトープ (RI) 医薬品の開発
(2) 放射線イメージング技術の開発
(3) 放射化学、宇宙放射線科学など放射線基礎科学の研究
(4) 放射線の影響解明に資する基礎基盤研究
(5) 放射線発生装置などの開発と整備

論文調査に用いた分野

①RI医薬品の臨床応用
②RIを用いた医薬品の研究開発
③RI製造技術 (医薬品用、一般産業用など)
④RIイメージング技術の開発 (動植物など)
⑤放射化学
⑥宇宙放射科学
⑦材料開発
⑧放射線影響解明
⑨その他(開発と整備)



放射線科学研究動向調査結果

調査概要(1/3)

分野	研究動向	社会実装動向	関連企業
①RI医薬品の臨床応用	- FDGをはじめとする^{18}Fで修飾された薬剤を用いて、特定の臓器に集積するPET薬剤の開発が進んでいる ^{177}LuをはじめとするRIをがん特異的に蓄積するように医薬品をデザインし、その効果や副作用を検証する臨床研究が進んでいる。また、RI医薬品による医療従事者の防護といった面の研究も行われている	2016年にRI医薬品が日本で初めて承認されて以降、RI医薬品の需要は増えてきている 2022年には^{211}At標識試薬の褐色細胞腫に対する治験が福島医科大学で、甲状腺がんに対する治験が大阪大学でスタートした - 大阪大学はRI医薬品の専用加速器を設置し、またアルファフュージョン社を設立してRI医薬品の社会実装を狙っている - 日立が東北大学の電子線加速器を利用して^{225}Acの大量生産に適した手法を開発	- 日本メジフィジックス - PDRファーマ - 日立 - 住友重機械工業 - 千代田テクノ
②RIを用いた医薬品の研究開発	- これまで臨床でもよく使用されてきたがんを標的としたPET用プローブに加え、脳浸透性のプローブやアミロイドβを標的としたプローブなど、他の疾患への応用研究が行われている ^{211}Atをはじめとするα線放出核種を用いた放射線治療用医薬品が注目されており、がん特異的に集積するプローブの研究開発が行われている		
③ RI製造技術（医薬品用、一般産業用等）	- 長距離運搬や長時間の生体反応の観察に耐えうる長半減期のPET薬剤が求められており、その中でも^{64}Cuの製造技術開発が盛んに行われている - ベータ線核種よりも放射線の飛距離が短く、細胞の殺傷能力の高いアルファ線核種(^{211}At、^{225}Ac)を用いた医薬品研究が注目されている		

企業分類

サプライヤー(放射線発生装置、その他装置の開発)

ユーザー

太字はヒアリング実施企業

放射線科学研究動向調査結果

調査概要(2/3)

分野	研究動向	社会実装動向	関連企業
④RIイメージング技術の開発（動植物など）	- 従来より高感度、高解像度の検出器が求められており、検出器の素材開発や、異なる特徴を持つ検出器の特性を融合する技術開発が行われている - ガンマ線イメージング技術のPETやSPECTは解像度や感度に物理限界があったが、複数ガンマ線放出核種を用いたDPECTにより、高解像、高感度の実現が見込まれる	ヒト用のPET等のイメージング技術を動植物用に展開している	- 浜松ホトニクス - 東芝マテリアル - キャノンメディカルシステムズ - GEヘルスケア
⑤放射化学	- イオンビーム照射による表面加工技術を用いた各種素材の高機能化やFIB-SEMによる微細構造の三次元解析が行われている - 炭素イオンビームによって大きなDNA損傷を与えられることからガン治療や農作物の突然変異育種等に応用されている	黒斑病抵抗性を持つ「ゴールド21世紀梨」や塩害に強いイネの開発等、農作物の育種で実用化されており、気候変動や病気への対応が進んでいる	- 日立ハイテク - 東芝 - 住友重機械工業 - 日新電機
⑥宇宙放射科学	- 集積回路の微細化によって宇宙放射線起因の一次事故であるソフトエラーが顕在化しており、ソフトエラー対策が進んでいる - NewSpace(民間主導の宇宙空間産業利用)ブームにおいて、高効率太陽電池の低コスト化に向けた開発が進んでいる	- NewSpaceで使用する機材に関する放射線耐性試験の需要が増加 - NTT-AT社が住重アテックス社の加速器を利用してソフトエラー試験受託サービスを展開	- 三菱重工業 - 三菱電機 - NTT

企業分類

サプライヤー(放射線発生装置、その他装置の開発)

ユーザー

太字はヒアリング実施企業

放射線科学研究動向調査結果

調査概要(3/3)

分野	研究動向	社会実装動向	関連企業
⑦材料開発	- 放射線によるポリマー材料の形状制御は、簡便かつ精度が高い加工が可能でナノ材料創製の中核技術の一つとなっている - 将来の核融合装置向けに使用されるタングステンのイオン照射による硬化現象が注目されている - 半導体エッチングや超伝導体の材質(臨界電流密度特性)改善にもイオンビームが用いられている	- パワー半導体の特性改善にイオン照射が用いられており、住重アテックス社がイオン照射サービスを提供 - ナノポリマー等、応用先が想定できるものの、社会実装には繋がっていないものも多い	- 住重アテックス - 三菱電機
⑧放射線影響解明	- 環境中に放出され、土壌に吸着した^{137}Csが内外部被爆の要因となり得るため、環境、特に植物体内や土壌における^{137}Csの動態を解明することが求められている - 植物体内へのセシウムの吸収抑制に向けて、カリウム輸送機構を介したセシウムの吸収・移行に関する研究が行われている	疫学調査や放射性セシウムを吸収しない作物の作成などに繋がると考えられるが、現時点ではアカデミアによる研究が主流で社会実装には繋がっていない	—
⑨その他(開発と整備)	- 大強度陽子ビームに使用される荷電変換フォイルの長寿命化やビームの低損失等、ビーム改良に関する研究が行われている - 加速器の産業・医療応用に向けて加速器の高効率化、大電流化を実現するためにサイクロトロン共鳴法が注目されている	高効率の加速器の開発が進んでいるが、現状では研究所で研究者が改造するため、社会実装にはまだつながっていない	日本アドバンストテクノロジー株式会社

企業分類

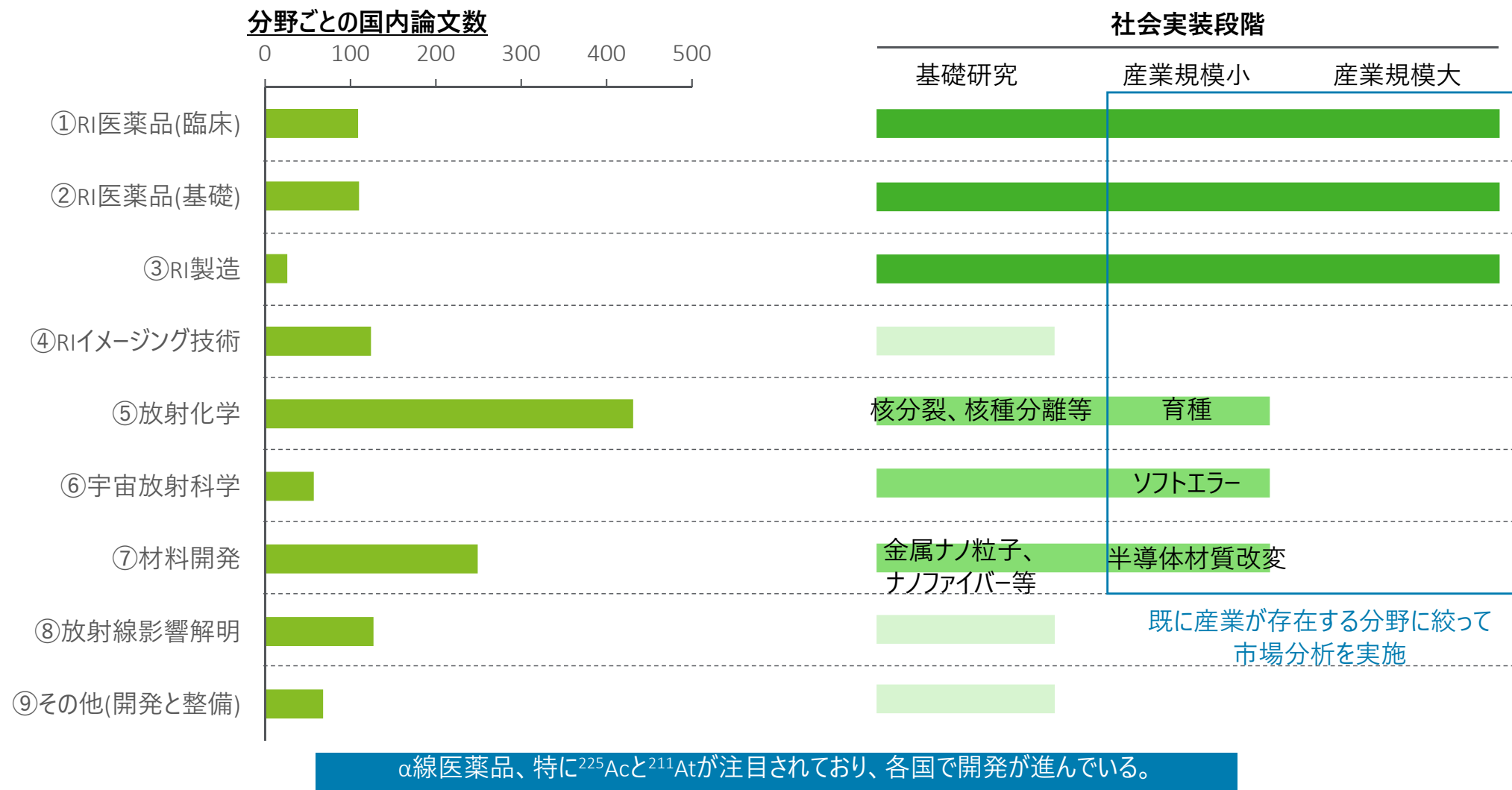
サプライヤー(放射線発生装置、その他装置の開発)

ユーザー

太字はヒアリング実施企業

論文数と社会実装の関連性

論文数と社会実装の段階には関連がない。社会実装の観点のみから市場分析を実施する分野を選定



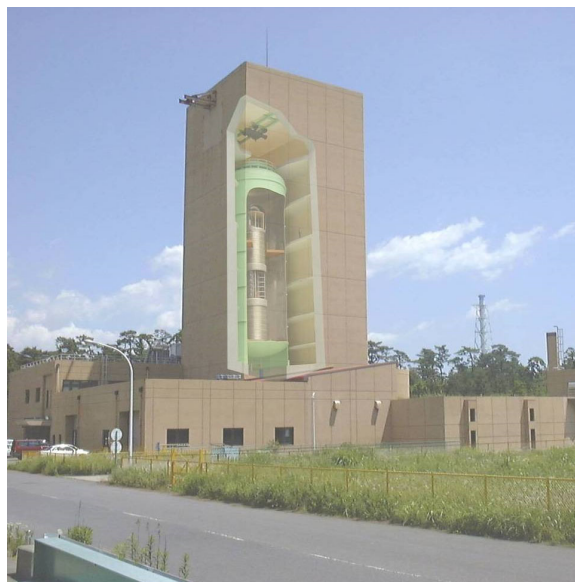
国内論文は「CiNii」での検索結果を基に、デロイトが分析

Ⅱ.施設整備の在り方に関する調査

1. 加速器施設の視察結果

■ 日本原子力研究開発機構タンデム加速器施設概要（1）

タンデム加速器施設



施設概要

①タンデム棟
 規模：地上8階、地下2階
 建物高さ：約50.84m
 建築面積：3,000㎡ 延床面積：約8,000㎡
 竣工年：1978年（建屋）
 工期：約3年（発注から竣工まで）
 建設費：約20億円
 運営費：補助金にて運営

②ブースター棟（増築）
 規模：地下1階
 建物高さ：約8.99m
 建築面積：1,229.9㎡ 延床面積：約1,223.2㎡
 竣工年：1994年
 工期：約3年（1990-1992）
 建設費：約6億円
 運営費：補助金にて運営

非公開情報を含むため非掲載

建設スケジュール

①タンデム棟

年度 区分	1975年	1976年	1977年	1978年	1979年
加速器	発注			搬入組立	完成
建屋		発注		竣工	
実験装置			第1期整備		第2期整備

②ブースター棟（増築）

年度 区分	1986年	1987年	1988年	1989年	1990年	1991年	1992年	1993年	1994年	1995年
超伝導空洞開発および 超伝導バンチャー製作										
超伝導リフック前段部										
超伝導リフック後段部										
ヘリウム冷却設備										
反跳型生成核分離装置										
建屋増改築										

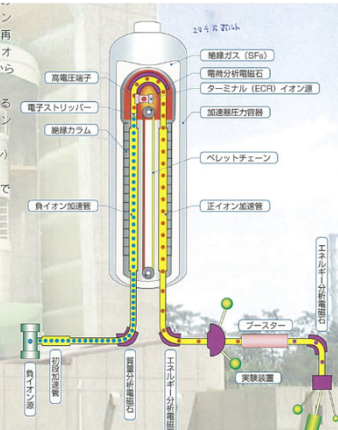
施設の特徴（視察結果を踏まえた特徴と計画上の工夫点）

- ・地下1階に加速器と5つのターゲット室が配置され、その上部に制御室等の機械室が集約されている
- ・5つのターゲット室には、地下2階の地下通路と階段を介してアクセスする
- ・各ターゲット室は独立した動線と躯体遮蔽により、被爆防止が徹底されている
- ・各ターゲット室にはそれぞれ搬出入口が設けられ、外部から直接アクセスが可能である
- ・研究、実験室は2階に配置され、加速器や照射室とは切り離されたゾーニングとなっている
- ・超伝導ブースター室は後に増築され、エキスパンションジョイントで接続されている
- ・1階のホット化学実験室は最もダーティな室であり、被爆防止として靴の履き替えも実施している
- ・タンデム加速器の直下には垂直実験室があり、ビームを垂直照射する実験ができる

■日本原子力研究開発機構タンデム加速器施設概要（2）

加速器の概要

①タンデム加速器 20MeV



型式：NECペレットロン モデル20UR

圧力容器直径	8.3m
圧力容器全長	26.6m
カラム直径	2.74m
カラム全長	13.72m
ターミナル直径	3.51m
ターミナル全長	4.47m
絶縁ガス	SF ₆ ガス
絶縁ガス圧力	6.7kg/cm ² (絶対圧)
荷電装置	2連ベレットチェーン 3組
電圧分割方式	封入型コロナボイ方式 (圧力可変式)
動力伝達方式	回転シャフト方式
イオン質量	1~240
ターミナル電圧	2.5~20.0MV
ビームエネルギー安定度	±2(q+1)keV 以下
イオン入射エネルギー	50~350keV

②超伝導ブースター



研究内容

- ・原子力核物理
- ・原子核科学
- ・物性物理の研究

20MVの採用理由

- ①加速イオンエネルギーが高いため
- ②加速イオンエネルギーの可変性がよい
- ③加速器イオンエネルギーの拡がり小さく安定度がよい
- ④加速イオンビームのスポットサイズと発散度が小さいイオンビームの質がよい
- ⑤陽子からアクチナイドまで、加速できるイオンの種類が多い
- ⑥1nsec程度にパルス化されたイオンビームが得られる
- ⑦運転が確実で保守が容易である

各室の床面荷重

■①タンデム棟

特定建家部分の床面荷重

階	室 名	床面荷重 (トン/㎡)
B 2 F	レーザー光源室	15
	密封線源貯蔵室	15
	密着タンク置場	5
	物置 (A), (B)	3
B 1 F	分析用マグネット室	30
	スイッチング・マグネット室	30
	軽イオン・ターゲット室	30
	第2重イオン・ターゲット室	30
	第1重イオン・ターゲット室	30
	照 射 室	30
	ホット測定室	2
	汚 染 検 査 室	2
	中性子ターゲット室	30
1 F	入射マグネット室	15
	イオン源室	30
	ホット化学実験室	2
	核燃料・RI保管庫	2
2 F	イオン線源室 (二階)	1
	軽イオン・バンチャー室	15
	ホット関係の機械室	2
3 F	加 速 器 室	2
	エレベーター・ホール	2
4.5.6.7 F	加 速 器 室	2
	エレベーター・ホール	2
8 F	加 速 器 室	10
	エレベーター・ホール	2
P. H.	A 階 段 室	2

一般建家部分の床面荷重

階	室 名	床面荷重 (トン/㎡)
B 2 F	地下通路	2
B 1 F	組立調整室	10
	機 械 室	10
	連絡通路 (カルバート)	2 ⁺
1 F	制御計数室	2 ⁺
	計算機室	2 ⁺
	実験室 (4)	2
	実験準備室	2
	SF ₆ ガス機械室	20
	SF ₆ ガス貯蔵室	20
	監 視 室	2
	玄 関	2
	廊 下	2
2 F	実験室 (1), (2), (3)	2
	会 議 室	2
	会議室, 事務室 (1)	2
	事 務 室 (2), (3)	2
	電子回路調整室	2
	ターゲット準備室	2
	化学実験室	2
	イオン源準備室	2
	廊 下	2

■②ブースター棟 (増築)

室 名	床面積 (内法) [㎡]	床面加重 [t/㎡]
ブースター室	380.7	4.3
ブースターターゲット室	326.4	4.3
R F 室	109.8	1.17
リニアック調整室	27.3	0.36
リニアック準備室	29.4	0.36
化 学 室	29.4	0.36
回 路 室	29.4	0.36
ヘリウム機械室	124.2	0.36
便 所	12.5	0.36

※特定建屋部分・・・タワー、ターゲット室 (照射室およびホット関係の測定室などを含む)
一般建屋部分・・・それ以外

建屋の耐震設計

耐震設計については、支持地盤で最大加速度 200 gal の地震に対して、加速タワーのコンクリートにひびわれ発生の応力状態以下、最大加速度 400 gal に対して、部材は降伏状態程度、タワーは転倒が生じないようにしている。

建屋の放射線遮蔽設計

照射室を含めて5つのターゲット室があり、各室間は1.4m または2.3mのコンクリート壁で仕切られている。イオンターゲット室および中性子ターゲット室にそれぞれ1個ずつビーム・ダンプが設けられており、厚さ2m 比重3.2以上のコンクリートが用いられる。

■ 日本原子力研究開発機構タンデム加速器施設概要 (3)

設備の概要

■①タンデム棟

●受変電設備

タンデム加速器建家の電気設備には、大別してタンデム加速器本体、実験装置、建家に附属する空調、給排水設備等がある。これらの電気設備に電力を供給する受変電設備は、建家の地下1階機械室およびドライエリアの一部に設けられ、総計 4000KVAの受電容量をもっている。中央変電所から6.6KVで受電し、5系統の高圧トランスで400Vまたは200V/100Vに変圧される。

●加速器用電源

(1) 3Φ5W200V (クリーン、5Wのうち1本はクリーン・アース)

機械室から組立調整室のノイズ遮断型AVRを経由し、制御室の加速器制御装置用の分電盤CRP (control room power) に配電される。

(2) 1Φ3W115V.100V(クリーン)

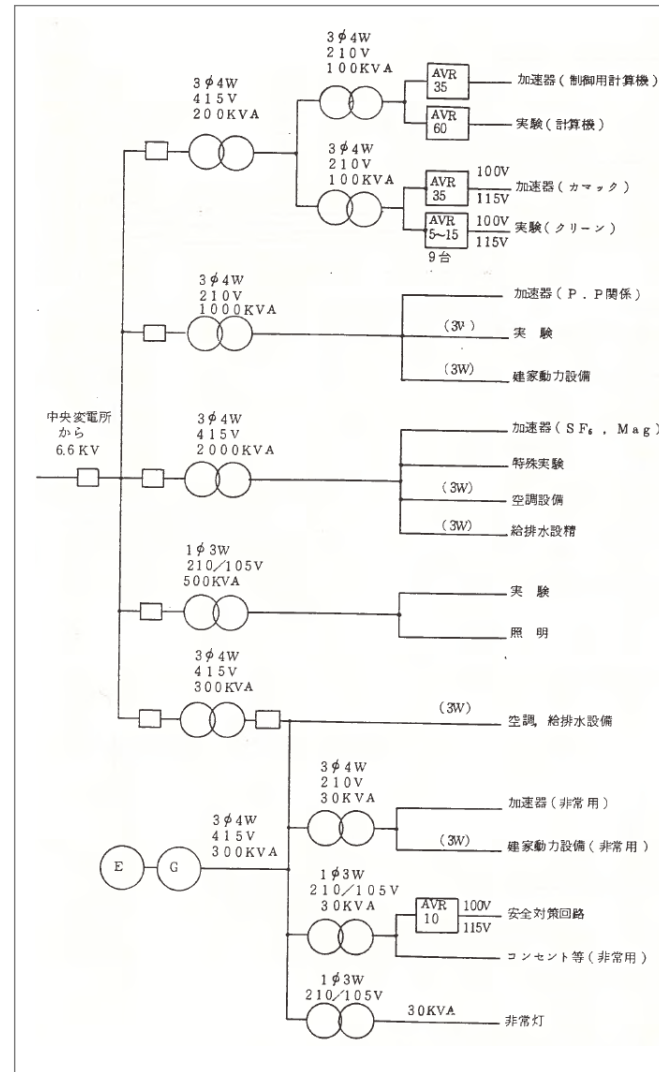
組立調整室のノイズ遮断型AVRを経由し、制御室のCAMAC用分電盤 CPP (CAMAC power panel)へ配電されている。

(3) 3Φ3W200V

各ターゲット室、加速器室、各マグネット室、軽イオンバンチャー室、制御室、SF ガス機械室の加速器用分電盤 PP (Power panel) に配電されている。PPは、電源トランスおよび配線が4線式であるので3相200V単相 115Vが得られ、クリーン電源以外の比較的小容量の負荷に対して給電される。PPの容量は、需要率0.4として設計されている。

(4) 3Φ4W400V

軽イオンバンチャー室、イオン室、SF ガス機械室のMCC (motor control center) および、各マグネットやチラー等に配電されている。この系統の電源は、需要率 1.0 として設計されている。



図：タンデム棟の受変電設備の系統

■②ブースター棟 (増築)

増築棟の建屋に付随する設備には、電気、給排水、空調、窒素ガスおよび圧縮空気供給や排気設備等がある。

●受変電設備

新たな受変電設備の新設をせずに既存設備の改造および分岐増設によって行えることを確認し、設計・施工された。したがって、増築棟で使用する全ての電力がタンデム棟の既存受変電設備から供給されている。

■日本原子力研究開発機構タンデム加速器施設概要（5）

運用・維持管理

【運用】

●運転スケジュール

・現在の年間運用は8か月連続運用、4か月整備を行っている。

●利用者の属性と人数

- ・JAEA内部ユーザーの3～4倍が外部ユーザーである。
- ・研究テーマによる研究者数は62名（その他関係者を含めて100名程度）である。

※超伝導ブースター稼働時の実績（タンデム単体での利用者とも重複あり）

実験テーマ：10～15件／年

利用者数：50～70人程度／年

●セキュリティ

- ・管理区域への入退出記録は個人単位で管理し、紙による記録としている。
- ・加速器施設の各部屋は鍵で管理している。（電気錠はなし）

●汚染の確認

- ・管理区域からの退出時に汚染検査（被ばく線量計測）を行う。

●年間の最大使用電力量・電流測定値

R2.総使用量：3057200Kwh 月最大使用量：343000Kwh

R3.総使用量：3339400Kwh 月最大使用量：347800Kwh

過去測定値

電圧：6.3KV～6.6KV 電流：0A～60A

電力：20Kw～590Kw 力率：75cosθ～100cosθ

※超伝導ブースター稼働時の電力実績：500～600kW

●油・ガス・水道の年間使用量

水（浄水・ろ過水（工水））使用量

R2. 浄水年間使用量：59m³

ろ過水年間使用量：7395m³

R3. 浄水年間使用量：44m³

ろ過水年間使用量：5102m³

油・ガス：実績なし

【維持管理】

●加速器運転に必要な人数

- ・関係者含め35人程度である。

※超伝導ブースター稼働時の実績：ブースターとHe冷凍機の運転で4名

●加速器導入後の年間維持管理運営費

- ・現状は補助金にて運営している。

※超伝導ブースター稼働時の実績

人件費：3～4千万円／年

冷凍機点検費：3～5千万円／年

ブースター加速器維持費（交換品等）：2～3千万円／年

●外部ユーザーからの年間利用料収益

- ・施設共用制度を利用する団体による年間収入は、100万円程度である。

●加速器の修理更新内容

- ・大規模な改修・損壊等による修理が必要な時は、クレーンによって別室に運搬して施設内で整備している。

●加速器施設及び付随する諸室・設備の更新内容・期間・費用

- ・ブースター室の増築の建設コストは約6億である。（1990～1994年に増築）

●加速器施設及び付随する諸室・設備等の今後の更新改修予定

- ・共同研究している団体と話し合い、ニーズに合わせて更新していく。
- ・大規模な更新については、新しい加速器ができた時点から次の構想（加速器の新設増設）を練っている。

■ 福島県立医科大学（先端臨床研究センター） 施設概要（1）



施設概要

規模：地上3階、地下1階 竣工年：2016年1月
 建物高さ：約22m 工期：約2年（2014-2016）
 建築面積：1,429㎡ 建設費：約85億（施設整備：約38億、機器・設備：約47億円）
 延床面積：5,487㎡ 運営費：約6.4億円（人件費、光熱水費等を含めて）

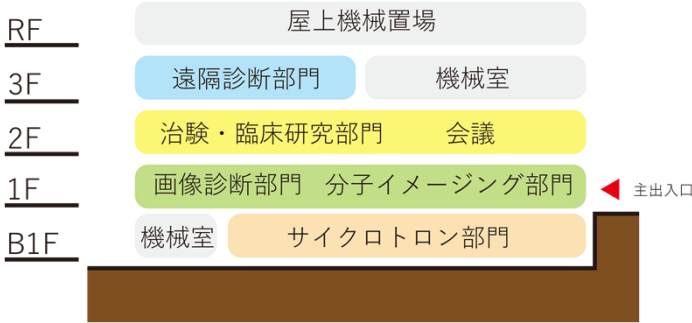
施設の特徴（視察結果を踏まえた特徴と計画上の工夫点）

- ・地下1階から3階まで、放射性製剤の製造合成から臨床研究、治験まで1つの建物内でワンストップに実施可能な計画である（動物実験だけは離れており、スペース的に手狭な印象）
- ・地下1階の中央にサイクロtron室とターゲット室、その周囲に研究、実験室が配置されている
- ・1フロア内に加速器施設と研究実験室がコンパクトにまとめられた構成となっている
- ・研究、実験室へは着衣やインターロックを介してアクセスすることで、厳密に汚染管理がされている
- ・敷地の高低差をうまく利用し、地階からも直接フラットに搬入できる
- ・外周に設備機械室を配置し、設備の更新しやすさが配慮されている
- ・一方で、敷地内における衛生機械室の外部搬出入口へのアクセス経路がやや複雑である
- ・屋上に熱源関係の設備置場が集約され、機器配置は効率化されている
- ・一方で、一部配管経路が複雑なところ、また、将来更新スペースも不足しているように見られる

用途別面積構成（地下1階のみ）

	用途	概算面積（㎡）
1	加速器室	156.81
2	照射室	59.89
3	研究・実験エリア	444.69
4	一般居室	0
5	設備・機械室	224.49
6	その他共用	391.69
	合計	1277.57

非公開情報を含むため非掲載

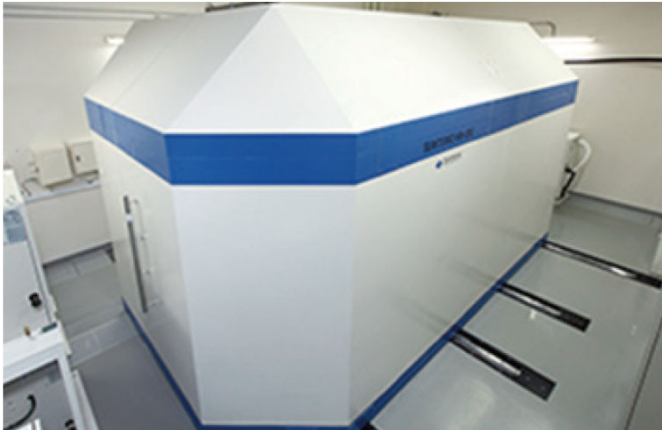


断面イメージ

■福島県立医科大学（先端臨床研究センター）施設概要（2）

加速器の概要

①小型サイクロトロンHM-20（住友重機械工業）



研究内容

■小型サイクロトロン

- ・放射性薬剤により、ブドウ糖の代謝、心筋血流、脳血流・酸素代謝・血液量のイメージングを日常の診療に提供
- ・アルツハイマー型認知症の原因物質と言われているβ-アミロイドや心血管系の不安定プラークのイメージング剤の放射性薬剤を製造
- ・新しいPET用標識薬剤の開発研究（動物実験用）にも供給
- ・基準部屋サイズ：W5.0m×D5.0×H2.5m

②中型サイクロトロンMP-30（住友重機械工業）



■中型サイクロトロン

- ・30MeVのα粒子を加速する性能を有し、半減期 7.2時間のα線放出核種アスタチン (211At) を製造
- ・近年α線放出核種を用いたRI内用療法の有効性が注目されていることから、有用な211At標識治療薬のファースト・イン・ヒューマン試験を目指した研究開発に利用
- ・基準部屋サイズ：W6.0m×D5.5×H3.6m
- ・機器総重量：60ton

主要部積載荷重

表：主要部分積載荷重

棟	階	室名	積載荷重 (N/m ²)		
			床用	架構用	地震力用
C棟	B1F~3F	事務室・諸室	3900	1800	800
	1F~3F	会議室	2900	2800	800
	B1F~3F	機械室	4900	2400	1300

※サイクロトロン室：10ton/m²

■福島県立医科大学（先端臨床研究センター）施設概要（3）

設備の概要

●電気設備

受電方式：高圧2回線受電

受電電圧・周波数：3Φ3W 6.6kV 50Hz

受変電設備仕様：室内キュービクル式配電盤 モールド変圧器

直流電源設備：制御用 MSE長寿命型

配電方式：電灯：1Φ3W 210/105V 動力：3Φ3W 210V 3Φ4W 415V

主たる照明器具：Hf蛍光灯、LED照明

非常照明：白熱灯 電池内蔵型

通信・情報設備：構内交換、構内情報通信用配管、誘導支援、テレビ共聴

ナースコール、入退室管理用配管、監視カメラ用配管 医療機器通信設備用配管

防災設備：自動火災報知、自動閉鎖、非常放送

その他：医用接地、アイソレーション

●空調設備

熱源設備：吸収式冷水発生機、空気熱源ヒートポンプチラー、温水ヒーター

空調設備：外気処理空調機+個別パッケージ型空調機併用方式

換気設備：第1種換気、第2種換気、第3種換気

排煙設備：自然排煙方式及び機械排煙方式(一部告示による免除適用)の併用

自動制御設備：既設病院本館中央監視室の既存中央監視設備により監視

設備機器類の遠隔制御、監視、漏水警報、凍結防止、各種計量等

●衛生設備

衛生器具設備：洋風大便器、小便器、洗面器、流し台 他

給水設備：飲料水(市水)及び冷却塔補給水(市水)の2系統給水、加圧給水方式

排水設備：敷地外雨水汚水分流方式、建屋内合流方式

給湯設備：貯湯式電気温水器による個別方式

消火設備：閉鎖型スプリンクラー設備

都市ガス設備：中圧ガス(既存配管分岐取り出し)

医療ガス設備：酸素、空気、吸引(既存配管分岐取り出し)

排水処理設備：RI排水処理設備及びRI管理モニター設備(別途工事)

●昇降機設備

人荷用20名乗(機械室レス) ×1台 積載量 1,300kg 速度 45m/min

寝台用15名乗(機械室レス) ×1台 積載量 1,000kg 速度 60m/min

小荷物専用(テーブルタイプ) ×1台 積載量 50kg 速度 45m/min

●室諸元表

表：空調・照明条件

条件項目 部屋名	発熱量 (kcal/h)		室温 (℃)	湿度 (%) 結露なき事	照明 (lx)	クリーン度		室圧設定 (Pa)
	運転中	夜間 待機中				クラス	GRADE	
サイクロترون室-2	15000	2000	夏 26 冬 22	50	300	-	-	陰圧
ホットラボ室-1(FDG用)	6000	-	夏 26 冬 22	50	500	10000	B	+30
メンテ室-1	4000	-	夏 26 冬 22	50	500	100000	D	+15
準備室-1	4000	-	夏 26 冬 22	50	500	100000	D	+15
品質管理室-1	1400	-	夏 26 冬 22	50	500	10000	C	+15
脱衣室-1	-	-	-	50	500	-	-	± 0
着衣室-1	-	-	-	50	500	10000	C	+5
梱包室-1	-	-	-	50	500	-	-	± 0
ホットラボ室-2	6000	-	夏 26 冬 22	50	500	10000	B	+30
メンテ室-2	4000	-	夏 26 冬 22	50	500	100000	D	+15
準備室-2	4000	-	夏 26 冬 22	50	500	100000	D	+15
品質管理室-2	1400	-	夏 26 冬 22	50	500	10000	C	+15
脱衣室-2	-	-	-	50	500	-	-	± 0
着衣室-2	-	-	-	50	500	10000	C	+5
梱包室-2	-	-	-	50	500	-	-	± 0
ホットラボ室-3	6000	-	夏 26 冬 22	50	500	10000	B	+30
品質管理室-3	1400	-	夏 26 冬 22	50	500	10000	C	+15
更衣室-3	-	-	-	50	500	-	-	± 0

条件項目 部屋名	発熱量 (kcal/h)		室温 (℃)	湿度 (%) 結露なき事	照明 (lx)	クリーン度		室圧設定 (Pa)
	運転中	夜間 待機中				クラス	GRADE	
梱包室-3	-	-	-	50	500	-	-	± 0
ホットラボ室-4	6000	-	夏 26 冬 22	50	500	10000	B	+30
メンテ室-4	4000	-	夏 26 冬 22	50	500	100000	D	+15
準備室-4	4000	-	夏 26 冬 22	50	500	100000	D	+15
品質管理室-4	1400	-	夏 26 冬 22	50	500	10000	C	+15
脱衣室-4	-	-	-	50	500	-	-	± 0
着衣室-4	-	-	-	50	500	10000	C	+5
梱包室-4	-	-	-	50	500	-	-	± 0
ホットラボ室-5(金属用)	6000	-	夏 26 冬 22	50	500	10000	B	+30
メンテ室-5	4000	-	夏 26 冬 22	50	500	100000	D	+15
準備室-5	4000	-	夏 26 冬 22	50	500	100000	D	+15
品質管理室-5	1400	-	夏 26 冬 22	50	500	10000	C	+15
脱衣室-5	-	-	-	50	500	-	-	± 0
着衣室-5	-	-	-	50	500	10000	C	+5
梱包室-5	-	-	-	50	500	-	-	± 0
サイクロترون室-1	12000	4000	夏 26 冬 22	50	300	-	-	陰圧
電源機械室-1	38700	6000	夏 26 冬 22	50	500	-	-	± 0
ターゲット室(1)	-	-	夏 26 冬 22	50	300	-	-	陰圧
ターゲット取出し室	-	-	夏 26 冬 22	50	500	100000	D	± 0

■福島県立医科大学（先端臨床研究センター）施設概要（４）

先端臨床研究センター

非公開情報を含むため非掲載

■福島県立医科大学（先端臨床研究センター）施設概要（５）

運用・維持管理

【運用】

●運転スケジュール

- ・小型サイクロトロン：病院稼働日（ほぼ毎日）に運転している。
- ・中型サイクロトロン：週 2， 3 回程度運転している。
- ・運転1回につき2時間程度稼働している。
- ・アスタチン製造は週 1 ～ 2 回程度行っている。

※小型及び中型サイクロトロンは年 2 回、各10日程度メンテナンス（非稼働日）を行っている。

●利用者の属性と人数

- ・外部ユーザー（住重加速器サービスのオペレータ） 3 名が利用している。

●セキュリティ

- ・管理区域への入退出記録は、各研究者単位で管理し、研究者は、ガラスバッジに印字された Q R コードで記録している。
- ・一時立入者は、専用の Q R コードを使用し、退出時に氏名と時間等を記録している。

●汚染の確認

- ・研究者はガラスバッジを装着して汚染検査（被ばく線量の測定）をしている。
- ・測定方法は、ハンドフットクロスモニタを使用して確認する。

●年間の最大使用電力量・電流測定値

先端臨床研究センター棟：2,930,000kWh/年（令和 3 年度）
（棟全体の面積5487.25㎡に対し、サイクロトロンエリアは1439.02㎡）

●油・ガス・水道の使用量

水道：4,192㎥/年 ガス：214,388㎥/年 重油：使用なし

【維持管理】

●加速器運転に必要な人数

- ・小型及び中型サイクロトロンの運転担当者数は各1名（+ 補助1名）である。

●加速器導入後の年間維持管理運営費

- ・年間費用は、約6.4億円（人件費、光熱水費等を含めて）である。

●外部ユーザーからの年間利用料収益

- ・年間収入は 2 0 0 万円程度である。

●加速器の修理更新内容

小型サイクロトロン：特になし。

中型サイクロトロン：随時調整を行っている。（費用は住友重機械工業が負担）

●加速器施設及び付随する諸室・設備の修理内容・期間・費用

- ・大規模な改修はない。
- ・修理：（令和 4 年 2 月の地震によるもの）費用は下記のとおりである。
 - 小型 サイクロトロン：784,300円（折れたボルトの修繕）
 - 中型サイクロトロン：1,100,000円（位置がずれたターゲットシールドの補正）

●加速器施設及び付随する諸室・設備等の今後の更新改修予定

- ・電源設備更新、R1空調設備更新、R1排水設備更新等を予定している。

■高崎量子応用研究所（電子線照射施設、イオン照射研究施設）施設概要（1）

電子線照射施設（1号加速器棟）



施設概要

1号加速器棟

規模：地上3階
建物高さ：約16.7m
建築面積：862㎡ 延床面積：1,840㎡ ※機械室棟：132㎡
竣工年：1981年
工期：約4年
建設費：5億8750万円

施設の特徴（視察結果を踏まえた特徴と計画上の工夫点）

- ・中央に加速器室と照射室が配置され、それを取り巻くように研究、実験室が配置されている
- ・設備機械室は1階に集約され、機器の搬出入や更新がしやすいように他機能とは切り離して配置されている
- ・1階の加速器本体直下に垂直照射室を配置する明快な断面構成である
- ・共用通路を最小限として効率の良い建物構成となっている

イオン照射研究施設（TIARA）



施設概要

①サイクロトン棟

規模：地上3階、地下1階
建物高さ：不詳
建築面積：862㎡
延床面積：8,757㎡
竣工年：1990年
工期：約3年

②複合ビーム棟

規模：地上2階、地下1階
建物高さ：不詳
建築面積：1,743㎡
延床面積：3,678㎡
竣工年：1993年
工期：約2年

③イオンビーム研究棟

規模：地上2階、地下1階
建物高さ：不詳
建築面積：1,515㎡
延床面積：4,715㎡
竣工年：1990年
工期：約3年

施設の特徴（視察結果を踏まえた特徴と計画上の工夫点）

- ・サイクロトン棟、複合ビーム棟、イオンビーム研究棟と機能ごとに明確に分節された建物構成となっている
- ・4台の加速器それぞれの特徴を活かして、同一敷地内でさまざまな実験に対応できる
- ・規模の大きい廃棄物保管室を有しており、放射性廃棄物の一時保管を行っている

建設費用：①＋②＋③→52億1795万6000円

■高崎量子応用研究所（電子線照射施設、イオン照射研究施設）施設概要（2）

電子線照射施設（1号加速器棟）

- ・遮蔽壁に放射線遮蔽窓（照射室内側で70cm×70cm角）を設置して照射室内を監視
- ・加速器は約80㎡の広さで天井は吹抜けとなっており、南側の荷上げ室との境界は加速器を搬入する際容易に解体できるように、重コンクリートブロックを重ねる構造となっている。

用途別面積構成

	用途	概算面積（㎡）
1	加速器室	173.95
2	照射室	177.16
3	研究・実験エリア	777.83
4	一般居室	35.15
5	設備・機械室	331.06
6	その他共用	339.09
	合計	1834.24

非公開情報を含むため非掲載

■高崎量子応用研究所（電子線照射施設、イオン照射研究施設）施設概要（3）

イオン照射研究施設（TIARA）

非公開情報を含むため非掲載

積載荷重に関して

鉛遮蔽セルの重さは、

- ・搬入セル：50 ton（12 ton／m³）
- ・分離製造セル：30 ton（6 ton／m³）
- ・搬出セル：30 ton（6.5 ton／m³）

上記に加え、

- ・鉛セル（10 cm厚）：3台
 - ・鉛セル（5 cm厚）：1台
- （こちらの重量詳細は不明）

用途別面積構成

①サイクロترون棟

	用途	概算面積（m ² ）
1	加速器室	1788.9
2	照射室	3574.42
3	研究・実験エリア	1212.48
4	一般居室	0
5	設備・機械室	1327.36
6	その他共用	1267.76
	合計	9170.92

②複合ビーム棟

	用途	概算面積（m ² ）
1	加速器室	625.44
2	照射室	860.07
3	研究・実験エリア	797.25
4	一般居室	220.81
5	設備・機械室	344.01
6	その他共用	1134.1
	合計	3981.68

③イオンビーム研究棟

	用途	概算面積（m ² ）
1	加速器室	0
2	照射室	0
3	研究・実験エリア	1203.84
4	一般居室	542.5
5	設備・機械室	1228.08
6	その他共用	1660.19
	合計	4634.61

■高崎量子応用研究所（電子線照射施設、イオン照射研究施設）施設概要（４）

電子線照射施設（1号加速器棟）

加速器の概要

電子加速器EPS2000（NHV製）



加速器の概略仕様

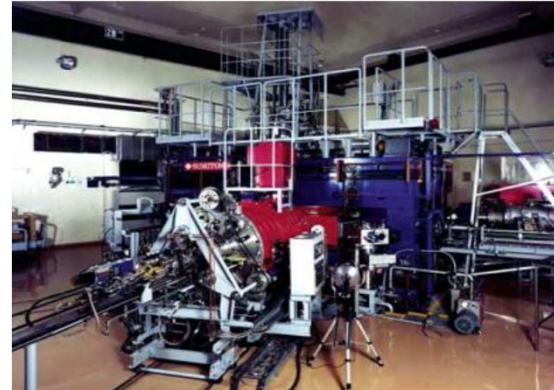
- (1) 出力形式：直流加速器
電子ビームは水平垂直の2方向に取り出しが可能
- (2) 加速電圧：最大2.0MVとして可変
- (3) ビーム電流：最大30mAとして可変
- (4) 走査巾：垂直方向→120cm、水平方向→60cm

研究内容

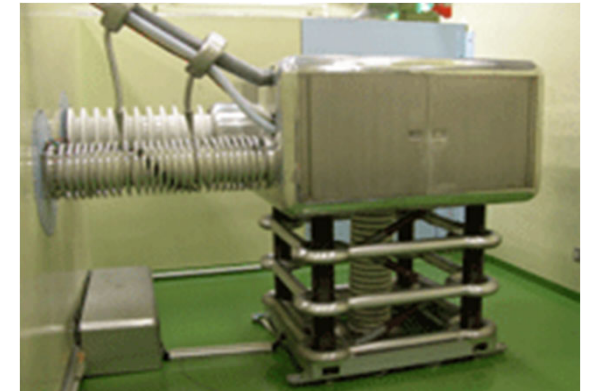
- ・量子センシング材料創成
- ・機能性材料の創成
- ・宇宙材料、太陽電池等の照射効果の研究

イオン照射研究施設（TIARA）

①AVFサイクロトロン（住友重機械工業） ②タンデム加速器(NationalElectrostaticsCrop)



③シングルエンド加速器（日新ハイポルテージ） ④イオン注入装置



研究内容

バイオ技術開発，材料開発，RI製造など

■高崎量子応用研究所（電子線照射施設、イオン照射研究施設）施設概要（５）

電子線照射施設（1号加速器棟）

加速器用の設備

●電気設備

- (1)加速器本体用：3kV, 3Φ, 250kVA
(2)付属機器用：200 V,3Φ,64.5kVA
内訳 a.SF6ガス熱交換器：7.5kVA
b.操作電源：8kVA
c.SF6ガス回収装置：25kVA
d.冷却ブロー（2台）：24kVA
- (3)イオンポンプ用：200V,1Φ,12kVA
この中でイオンポンプおよび操作電源に含まれているデータロガーについては、エンジンジェネレーター式非常用電源に接続して無停電化している。
- (4) 付属設備用: 200V,3Φ,130kVA
内訳 a.排ガス処理装置：50kVA
b.冷却水ポンプ：3 kVA
c.照射室用送風機：63kVA
d.保守点検用クレーン：14kVA

●冷却水

冷却水は10m²の貯水槽から各系統へ送り出され、各機器を通して再び貯水槽へ戻る循環方式であり、水温が一定値よりも上昇した場合には冷却塔を作動させる。冷却水の必要条件と冷却水量の内訳は次の通りである。

(1)条件

水圧力：4~6kg/cm²G 温度：30℃以下 必要流量: 210 ℓ /min.

(2)内訳

a.高周波発電機：60ℓ/min. b.SF6ガス熱交換器：30ℓ/min. c.ビームシャッター：60ℓ/min. ×2

●圧縮空気

X線シャッターおよびビームシャッター駆動用として、6.5~9kg/cm²Gの圧力で9NI/（動作）のコンプレッサーを設備する。

●排ガス処理装置

- | | | |
|--|--|--|
| (1)処理槽
主要寸法：1,900 x 1,900 x 1,000 2層直列
処理剤充填量：0.9t/層×2=1.8t
主要材質：ステンレス鋼 | (2)ブロー
排気量：13,000m ³ /h 静圧：800mm Aq.
駆動モーター：45kW
主要材質：ステンレス鋼 | (3)処理剤充填器
ブロー容量：3.3m ³ /min. 静圧：1,000mmAq.
駆動モーター：1.5kW.
サイクロン：容量45ℓ,ステンレス鋼製 |
|--|--|--|

建屋付帯設備

●電気設備

高周波発電機駆動用の電源設備としては、屋外キュービクルに3Φ,250kVA,6600V/3300Vの専用変圧器を設置し、ケーブルを建家内に引込み端末は加速器室に準備されている。制御用の電源設備としては、屋外キュービクルに設置した3Φ,500kVA,6600/210VAの変圧器から分岐して250A容量の端子(電磁開閉器MCB3P400/250付)が制御室に準備されている。また加速器真空排気用のイオンポンプおよびデータロガーを停電時にも動作させるため、3Φ, 200V,30kVAの非常用電源(エンジン発電機)を機械室に設置し、屋外キュービクルに設置したスコットトランスを介して制御室に専用の端子が設けられている。

●照射室内換気設備

各照射室への給気は3階照射機械室に設置した送風機 (12000m³/h×43mmAq)により行い、排気は排ガス処理を行った後、西側屋上の煙窓から屋外に排出される。加速器の運転モードに対応した給排気系統の切換えは、制御室に設置した制御盤からの信号によりモーター・ダンパーが動作して自動的に行われる。

●冷却水設備

加速器用の冷却水は水圧4~6kg/cm²,水温30℃以下で水量210ℓ/minが必要とされている。このため、加速器専用の冷却水循環設備が機械室および屋外に設置されている。この設備は低温水槽,高温水槽,冷却水ポンプおよび冷却塔によって構成される。

■高崎量子応用研究所（電子線照射施設、イオン照射研究施設）施設概要（6）

イオン照射研究施設（TIARA）

ユーティリティ

●電源系

サイクロترون用電源は、3相3線式420V、3相3線式210V、単層3 式 210/105Vであり、イオンビーム研究棟の電気機械室経由で、サイクロترون電源室、イオン源室、純水冷却設備室、サイクロترون制御室の分電盤に供給されている。消費電力の大きいサイクロترون本体及びビーム輸送系にはAC420V (3Φ) が、イオン源入射系と純水冷却設備には AC210V (3Φ) を使用している。

●冷却系

サイクロترونシステムの冷却系は、純水系と市水系の2系統から構成されている。純水系はさらにイオン源・イオン入射系、サイクロترون本体系及び外部ビーム輸送系の3系統に分割されており、冷却水温度の可変範囲25~30℃で、設定精度±1℃である。市水系は、主に真空排気系の冷却に使用しており、供給温度15℃~20℃、交換熱量 19,000kcal/h、通水量55L/minである。

●ガス・圧縮空気系

窒素ガス系

窒素ガスは、真空機器の置換ガスとして使用しており、液体窒素貯蔵施設から供給され、送出圧力は 2kgf/cm²で、真空機器近傍で減圧して使用している。窒素ガスを供給する必要容積の積算値は11.5m³であり、このうちサイクロترون本体が6.8m³である。

圧縮空気系

圧縮空気は、各種圧空式バルブ、ロータリーシャッター、ファラデーカップ及びプロファイルモニターなどのビーム診断機器の駆動シリンダー、冷却系統の3方弁等で使用しており、供給側圧力約7kgf/cm² である。設置されている圧空式作動機器の全容量は、イオン源・イオン入射系で47NL(Normal Liter)、サイクロترون本体系で43NL、ビーム輸送系で192 NL、冷却系で5NLが見込まれた。

■高崎量子応用研究所（電子線照射施設、イオン照射研究施設）施設概要（7）

運用・維持管理

■電子線照射施設（1号加速器棟）

【運用】

●運転スケジュール

- ・1日平均運転時間7.5時間（9時30分～12時、13時～17時）である。
- ・定期総合点検は3週間（照射利用停止） ・年間運転時間は約1,000時間

●利用者の属性と人数

- ・内部ユーザと共同研究による外部ユーザが利用している。

●セキュリティ

- ・管理区域への入退出は、入退管理システムによる入退出記録を実施している。

●汚染の確認

- ・OSLパッチ（放射線業務従事者）およびPD（一時立入者）による被ばく線量管理を実施している。

●年間の最大使用電力量・電流測定値

2021年度実績

月最大電力量：22,740kW
年間使用電力量：154,700kW
最大電流：33Ah

●油・ガス・水道の使用量

2021年度実績

ガス年間使用：21m³
給水使用：948m³
油の使用：無し

【維持管理】

●加速器運転に必要な人数

- ・運転に必要な人員は最低1名以上
- ・点検メンテナンスに必要な人員は最低3名以上（必要時に最低5名）

●加速器導入後の年間維持管理運営費

- ・請負運転1名：850万円
- ・光熱水費：400万(R3)

●外部ユーザーからの年間利用料収益

- ・施設共用収入：270万(R1)（耐震改修等の長期停止のなかった直近年度を記載）

●加速器の更新内容

- ・入力電源の更新：1年間、3,000万円
- ・制御系の更新：1年間、2,000万円
- コンベアシステムの更新：1年間、5,000万円
- ・遮蔽扉修理：1年間、2,000万円

●加速器及び付随する諸室・設備の修理内容・期間・費用

- ・建屋耐震改修工事：1年間、10,000万円

●加速器及び付随する諸室・設備等の今後の改修予定

- ・新規電子加速器の導入を含む新建屋建設

■イオン照射研究施設（TIARA）

【運用】

●運転スケジュール

- ・平日は常時利用（2022年度は8月に空調停止により停止期間あり）
- ・9時より点検立上調整を行い、20～21時まで利用

●利用者の属性と人数

- ・内部ユーザと共同研究による外部ユーザが利用している。

●セキュリティ

- ・管理区域への入退出記録の方法：ノンタッチカードを用いた入退出管理システムを採用している。

- ・RIの盗難防止の工夫：①研究所入構時に身分確認 ②加速器建屋の夜間施錠
③管理区域入室時には入退室管理システム用のノンタッチカードで認証 ④RI貯蔵室、RI貯蔵箱の施錠管理

●汚染の確認

- ・RIによる身体汚染の検査方法：非密封RI実験時には表面汚染検査用サーベイメーターを使用。管理区域退出時は全員ハンドフットクロスモニタで検査をしてから退室。研究者の被ばく線量計測の方法：OSLバッジを着用。被ばく恐れがある場合はポケット線量計も着用して被ばく管理。四半期に1回、内部被ばく検査用の装置で内部被ばくの検査を実施。

●年間の最大使用電力量・電流測定値

2021年度実績

月最大電力量：753,100kW
年間使用電力量：6,916,060kW
最大電流：286Ah

●油・ガス・水道の使用量

2021年度実績

ガス年間使用：40m³/年
給水使用：30,229m³/年
油の使用：無し

【維持管理】

●加速器運転に必要な人数

- ・運転員6名（9時から23時まで、2交代制）

●加速器導入後の年間維持管理運営費

- ・運転委託費 約5400万円/年
- ・光熱水費 1.2億(R3) TIARA4加速器全体の数字（ただし9割程度をサイクロと1種管理区域で占める）

●外部ユーザーからの年間利用料収益

- ・施設共用収入：450万円/年(R3)

●加速器の更新内容

- ・サイクロترون電磁石の定温化対策 ・多重極電磁石によるビーム拡大技術 ・マイクロビーム形成技術の開発など

●加速器室及び付随する諸室・設備の修理内容・期間・費用

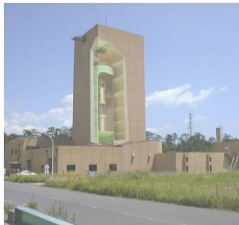
- ・サイクロترونメインコイルの更新（費用3億円、期間10ヵ月）

●加速器室及び付随する諸室・設備等の今後の改修予定

- ・建屋屋根壁の防水塗装改修を予定している。

JAEA、福島県立医科大学、QST高崎の施設概要まとめ

施設概要

		日本原子力研究開発機構(JAEA東海)		福島県立医科大学 (先端臨床研究センター)	高崎量子応用研究所			
		タンデム棟	ブースター棟(増築)		電子線照射施設 (1号加速器棟)	イオン照射研究施設(TIARA)		
建屋概要	建物規模	地上8階、地下2階	地下1階	地上3階、地下1階	地上3階	地上3階、地下1階	地上2階、地下1階	地上2階、地下1階
	建物高さ	約50.84m	約8.99m	約22m	約16.7m	不詳	不詳	不詳
	建築面積	約3,000㎡	1,229.9㎡	1,429㎡	862㎡	862㎡	1,743㎡	1,515㎡
	延床面積	約8,000㎡	1,223.2㎡	5,487㎡	1,840㎡	8,757㎡	3,678㎡	4,715㎡
	竣工年/工期	1978年/約3年	1994年/約3年	2016年/約2年	1981年/約4年	1990年/約3年	1993年/約2年	1990年/約3年
	建設費	約20億円	約6億円	約38億円	5億8750万円	52億1795万6000円		
	運営費	補助金にて運営	補助金にて運営	約6.4億円(人件費、光熱水費等を含めて)	－	－		
建屋外観								
平面構成		非公開情報を含むため非掲載						
断面構成								

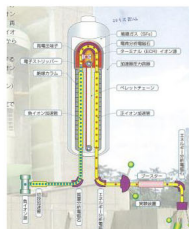
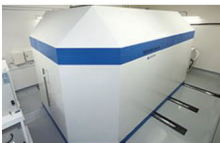
JAEA、福島県立医科大学、QST高崎の施設の特徴、設計条件（床荷重・壁厚）、設備の概要まとめ

施設の特徴等

		日本原子力研究開発機構(JAEA東海)		福島県立医科大学 (先端臨床研究センター)	高崎量子応用研究所		
		タンデム棟	ブースター棟(増築)		電子線照射施設 (1号加速器棟)	イオン照射研究施設(TIARA)	
施設 の 特 徴	配置・ゾーニング	・地下1階に加速器と5つのターゲット室が配置 ・研究、実験室は2階に配置され、加速器や照射室とは切り離されたゾーニング		・地下1階の中央にサイクロン室とターゲット室、その周囲に研究、実験室を配置 ・1フロア内に加速器施設と研究実験室がコンパクトにまとめられた構成	・中央に加速器室と照射室が配置され、それを取り巻くように研究、実験室を配置	・サイクロン棟、複合ビーム棟、イオンビーム研究棟と機能ごとに明確に分節された建物構成	
	動線・搬出入	・ターゲット室には地下通路と階段を介してアクセス ・ターゲット室にはそれぞれ搬出入口が設けられ、外部から直接アクセス可能		・敷地の高低差をうまく利用し、地階からも直接フラットに搬入可能 ・外周に設備機械室が配置され、設備の更新がしやすい	・設備機械室は1階に集約され、機器の搬出入や更新がしやすいように他機能とは切り離して配置	・外部に向かって設備機械室が配置され、設備の更新がしやすい	
	断面計画	・ターゲット室の上部に制御室等の機械室が集約 ・タンデム加速器の直下には垂直実験室があり、ビームを垂直照射する実験が可能		・屋上に熱源関係の設備置場が集約され、機器配置は効率化されている	・1階の加速器本体直下に垂直照射室を配置する明快な断面構成 ・加速器は約80mの広さで天井は吹抜け	—	
	その他工夫点等	・ターゲット室は動線と躯体遮蔽により被爆防止 ・超伝導ブースター室は後に増築され、エキスパンションジョイントで接続 ・1階のホット化学実験室は最もダーティな室であり、被爆防止として靴の履き替えも実施		・放射性製剤の製造合成から臨床研究、治験まで1つの建物内でフンストップに実施可能な計画 ・研究、実験室へは着衣やインターロックを介してアクセスすることで、厳密に汚染管理	・共用通路を最小限として効率の良い建物構成	・4台の加速器それぞれの特徴を活かして、同一敷地内でさまざまな実験に対応できる ・規模の大きい廃棄物保管室を有しており、放射性廃棄物の一時保管を行っている	
床荷重設定		・ターゲット室:30ton/m ² ・加速器室:2~10ton/m ² ・ブースター室、ブースターターゲット室:4.3ton/m ²		・サイクロン室:10ton/m ² ・事務室、諸室:3,900N/m ² 、会議室:2,900N/m ² ・機械室:4,900N/m ²	・搬入セル:50 ton(12 ton/m ²) ・分離製造セル:30 ton(6 ton/m ²) ・搬出セル:30 ton(6.5 ton/m ²)		
放射線遮蔽		・ターゲット室間は1.4m又は2.3mのコンクリート壁 ・イオンターゲット室、中性子ターゲット室にはビーム・ダンブが設けられ、厚さ2m 比重3.2以上のコンクリート		・小型サイクロン(HM-20):壁厚0.8m(本体仕上げが鉄板+重量コンクリートのため) ・中型サイクロン(MP-30):壁厚2m	・垂直照射室の遮蔽壁:壁厚2mで普通コンクリート造り ・遮蔽扉は垂直、水平各照射室と加速器室に設置しており、板厚は各照射室用が60cm、加速器室用が40cm		
設備	電気容量	・4,000kVAの受電容量		—	・加速器本体用:250kVA	・商用電源:7,500kVA	
	熱源設備	・チリングユニット+冷却塔+蓄熱の構成(バックアップは考慮しない計画)		・吸収式冷温水発生機、空気熱源ヒートポンプチラー、温水ヒーター	—	—	
	温湿度管理	・イオン源室 夏期:26℃±2℃、40%以下 冬期:22℃±2℃、40%以下		・サイクロン室 夏期:26℃、50% 冬期:22℃、50%	—	—	
	給排水衛生	・給水:上水と冷却用水に系統分けし、上水は高置水槽方式、冷却用水は加圧給水方式(ピット貯留) ・排水:上水系統は屋外一般放流、冷却用水は循環利用で貯留槽に戻す計画、ホットエリアの排水は廃液タンクに貯蔵し排水基準値を確認し処理する計画		・給水:飲料水(市水)及び冷却塔補給水(市水)の2系統給水、加圧給水方式 ・排水:敷地外雨水汚水分流方式、建屋内合流方式	—	—	

JAEA、福島県立医科大学、QST高崎の加速器、研究内容及び運用・維持管理の概要 まとめ

加速器、運用・維持管理

	日本原子力研究開発機構(JAEA東海)		福島県立医科大学 (先端臨床研究センター)		高崎量子応用研究所			
	タンデム棟	ブースター棟(増築)			電子線照射施設 (1号加速器棟)	イオン照射研究施設(TIARA)		
						サイクロトロン棟	複合ビーム棟	イオンビーム研究棟
設置加速器	タンデム加速器20MeV	超伝導ブースター	小型サイクロトロンHM-20	中型サイクロトロンMP-30	電子加速器EPS2000	AVFサイクロトロン	タンデム加速器	シングルビーム加速器
								
研究内容	・原子力核物理 ・原子核科学 ・物性物理の研究		・放射性薬剤にて診療提供 ・放射性薬剤を製造 ・新しいPET用標識薬剤の開発研究(動物実験用)	・α線放出核種アスタチン(211At)を製造 ・ファースト・イン・ヒューマン試験を目指した研究開発	・量子センシング材料創成 ・機能性材料の創成 ・宇宙材料、太陽電池等の照射効果の研究	・バイオ技術開発、材料開発、RI製造など		
運転スケジュール	・年間運用は8か月連続運用、4か月整備		・小型サイクロトロン:病院稼働日(ほぼ毎日)運転 ・中型サイクロトロン:週2、3回程度運転		・1日平均運転時間7.5時間	-		
利用者人数	・62名(その他関係者を含めて100名程度)		・外部ユーザー3名が利用		・内部と共同研究外部ユーザが利用	・内部ユーザと共同研究による外部ユーザが利用		
セキュリティ	・管理区域は個人単位で管理し、紙による記録 ・加速器施設の各部屋は鍵で管理(電気錠はなし)		・研究者:ガラスバッジに印字されたQRコードで記録 ・一時立入者:専用のQRコードを使用し記録		・管理区域への入退は、入退管理システムによる入退出記録	・管理区域への入退出記録の方法:ノンタッチカードを用いた入退出管理システムを採用		
汚染の確認	・退出時に汚染検査(被ばく線量計測)		・ガラスバッジを装着して汚染検査(被ばく線量の測定)		・OSL/バッジ、PDによる線量管理	・非密封RI実験時には表面汚染検査用サーベイメーターを使用 ・管理区域退出時はハンドフットクロスモニタで検査		
運転に必要な人数	・関係者含め35人程度		・運転担当者数は各1名(+補助1名)		・必要な人員は最低1名以上	・運転員6名(9時から23時まで、2交代制)		
年間維持管理運営費	・現状は補助金にて運営		・年間費用は、約6.4億円(人件費、光熱水費等含む)		・請負運転1名:850万円 ・光熱水費:400万(R3)	・運転委託費 約5400万円/年 ・光熱水費 1.2億円 ※R3年度実績値。運転時期は4~6月と10~2月。運転時間は14~22時まで(夜間は停止)。 加速器運転業務の一部は高崎量子応用研究所の職員が担当。		
年間利用料収益	・施設共用制度の年間収入は、100万円程度		・年間収入は200万円程度		・施設共用収入:270万(R1)	・施設共用収入:450万円/年(R3)		

Ⅱ .施設整備の在り方に関する調査

2. 加速器施設の計画方針

加速器施設の計画方針

今後の設計検討に向けた計画方針を検討した。施設設計にあたっては、本指針を参考に、実際に設置する加速器の仕様や室要件を再度整理し、設計を進める必要がある

1. 配置・ゾーニング計画

- ・フロアの中央に加速器室、その周囲にターゲット室、照射室を配置することで、放射線管理区域※1内における設備供給ルートの合理化と集約化を図る。
- ・研究、実験エリアは研究動線に配慮しつつ、設備供給ルートの合理化と動線の短縮化を目指し、出来る限り集約して配置する。
- ・設備機械室は、機器の搬出入や更新がしやすいように他機能とは切り離して配置する。
- ・設備機械室は建物外周部に配置する等、設備の更新がしやすい計画とする。
- ・放射線管理区域への出入口には、被爆防止として防護服の着脱や靴の履き替え室、エリアを必要に応じて配置する。
- ・放射線管理区域への出入口には、被爆防止として前室を配置し、必要に応じてインターロック設備を設ける。

2. 動線・搬出入計画

- ・共用部から加速器室、ターゲット室、照射室へのアクセス動線は、放射線防御の観点からそれぞれ個別に確保する。
- ・ターゲット室、照射室にはそれぞれ搬出入口を設ける等、外部から機器の出し入れがしやすい計画とする。
- ・共用通路を最小限として効率の良い建物構成とする。

3. 諸室計画

①加速器室

- ・加速器室へのアクセスには、専用の動線を確保する。
- ・加速器の周囲に十分なメンテナンススペースを確保し、部屋サイズを設定する。
- ・加速器を設置する部屋の壁厚は、密度 3.5 g/cm³ 以上の重量コンクリートで2m程度を基本とするが、設置する加速機の仕様により調整する。
- ・床荷重は、10 t / m²程度を基本とするが、設置する加速機の仕様により調整する。特に自己シールドタイプは重量の大きな機器が想定される。
- ・室内部の壁及び床その他 RI によって汚染の恐れのある部分は、突起物、くぼみ及び仕上材の目地等の隙間の少ない構造とし、それらの表面は平滑であり、気体又は液体が浸透しにくく、かつ腐食しにくい材料で仕上げる。
- ・温湿度管理は、夏期：26±2℃、50±5% 冬期：22±2℃、45±5% を基本とするが、設置する加速機の仕様により調整する。
- ・室圧は、原則陰圧とする。
- ・RI（物質、医薬品等）を取り扱うRI 管理区域内から出る汚水、手洗いや器具洗浄などの雑排水を排水管で集合させ、RI 排水設備(浄化槽、分配槽、貯留槽、希釈槽)で減衰及び希釈の後、下水へ放流する。
- ・入退出は、QRコード等の記録により、セキュリティ管理を行う。
(※1) 放射線管理区域：放射線量が一定以上になるおそれのある区域

加速器施設の計画方針

②照射室・ターゲット室

- ・各照射室へのアクセスには、それぞれ専用の動線を確保する。
- ・十分な機器更新スペースを確保し、建物外部へ機器の搬出入用の動線や扉を確保する。
- ・部屋の壁厚は、密度 3.5 g/cm³ 以上の重量コンクリートで2m程度を基本とするが、設置する機器の仕様により調整する。
- ・床荷重は、10 t /m²程度を基本とするが、設置する機器の仕様により調整する。
- ・機器更新時を考慮し、3～5 t 用のクレーンを用意する。
- ・室内部の壁及び床その他 RI によって汚染のおそれのある部分は、突起物、くぼみ及び仕上材の目地等のすきまの少ない構造とし、それらの表面は平滑であり、気体又は液体が浸透しにくく、かつ腐食しにくい材料で仕上げる。
- ・温湿度管理は、夏期：26℃、50% 冬期：22℃、50%を基本とするが、設置する加速機の仕様により調整する。
- ・室圧は、原則陰圧とする。
- ・RI 管理区域内から出る汚水、手洗いや器具洗浄などの雑排水を排水管で集合させ、RI 排水設備(浄化槽、分配槽、貯留槽、希釈槽)で減衰及び希釈の後、下水へ放流する。
- ・入退出は、Q R コード等の記録により、セキュリティ管理を行う。

③研究・実験エリア

- ・研究、実験の種類やスペースの効率化を検討した上で、適正な部屋サイズと数を設定する。また、将来の拡張性も考慮したモジュール設計を行う。
- ・床荷重は、500kg/m²程度を基本とするが、設置する機器の仕様により調整する。
- ・室内部の壁及び床は、埃だまりをなくするため、突起物、くぼみ及び仕上材の目地等のすきまの少ない構造とし、それらの表面は平滑であり、かつ腐食しにくい材料で仕上げる。
- ・研究、実験環境に求められる温湿度、清浄度を設定する。
- ・ホットラボ室の室内空気清浄度環境は、クラス 10,000 (JISクラス7) 以下を保つ。
- ・ホットラボ室の温湿度管理は、夏期：26℃、50% 冬期：22℃、50%を基本とするが、実験環境の要求により調整する。
- ・ホットラボ室の出入り口には着脱室等の前室を設け、適切な室環境を形成する。
- ・上記前室には、必要に応じてインターロック設備を設ける。
- ・室圧は、クリーン度確保のため原則陽圧とする。

加速器施設の計画方針

④一般居室

【事務室】

- ・室面積については、一人当たりに対して8㎡程度確保することを基本として設定する。
- ・床荷重は、300kg/㎡程度を標準とする。（ヘビーデューティーゾーン500kg/㎡）
- ・事務室の床には配線スペースとして、フリーアクセスフロアを計画する。
- ・セキュリティの有無や必要設備は利用用途に合わせて設定する。

【会議室】

- ・スペースの効率化を検討した上で、適正な部屋サイズと数を設定する。また、将来の拡張性も考慮したモジュール設計を行う。
- ・室面積については、利用人数の一人当たりに対して2～3㎡程度確保することを基本として設定する。（参考：12人程度で24～36㎡、20人程度で40～60㎡）
- ・床荷重は、300kg/㎡程度を標準とする。
- ・セキュリティの有無や必要設備は利用用途に合わせて設定する。

【休憩室・更衣室】

- ・休憩室は、必要に応じて設定する。（参考：15㎡程度）
- ・更衣室の面積については、一人当たりに対して1.5㎡程度確保することを基本として設定する。
- ・床荷重は、300kg/㎡程度を標準とする。
- ・セキュリティの有無や必要設備は利用用途に合わせて設定する。

⑤設備・機械室

- ・設備エリアは、集約又は分散配置を検討の上、電気室、制御室、空調機械室、衛生機械室、排水設備室について、必要スペースを確保する。
- ・制御室の床には配線スペースとして、フリーアクセスフロアを計画する。
- ・床荷重は、500kg/㎡程度を標準とする。

⑥廃棄物保管室

- ・実験廃液や動物等は、一般ごみと分離して保管できるスペースを確保し、外部への搬出経路にも留意する。
- ・床荷重は、300kg/㎡程度を標準とする。
- ・必要に応じて、局所排気設備やフリーザー設備を設ける。

⑦その他共用

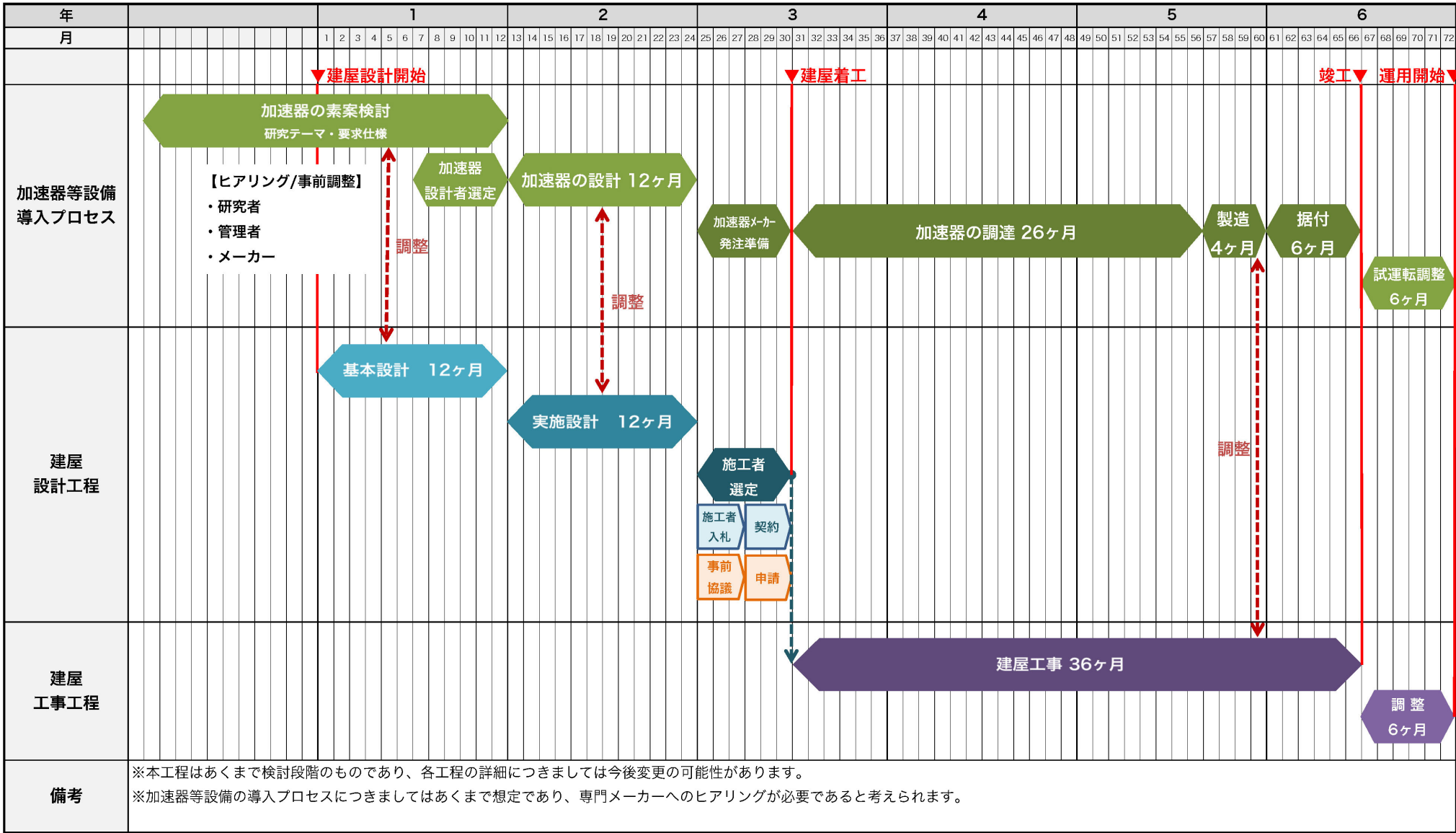
- ・資料室、倉庫、ごみ庫等、各種保管に伴う必要スペースを確保する。
- ・床荷重は、500kg/㎡程度を標準とする。

Ⅱ .施設整備の在り方に関する調査

3. 加速器研究施設の建設工程

加速器研究施設の建設工程（一般的な例）

加速器メーカーからヒアリングした一般的な加速器施設の建設スケジュールは、以下のとおり。
加速器の調達期間は昨今の半導体不足により長期となる見込み



禁無断転載

この調査報告書の著作権は文部科学省に帰属します。

令和4年度福島国際教育研究機構の放射線科学・創薬医療分野における研究課題および
当該分野に係る加速器等の施設整備の在り方に関する調査分析報告書

令和5年3月

(委 託) 文部科学省

(連絡先 文部科学省研究振興局 量子研究推進室)

〒100-8959 東京都千代田区霞が関3丁目2-2

(受 託) デロイトトーマツファイナンシャルアドバイザー合同会社

〒100-8363 東京都千代田区丸の内 3-2-3 丸の内二重橋ビル