

## 研究開発プロジェクト名 ● 高性能国産細胞株を用いた バイオリジクス製造プラットフォーム構築 に関する研究開発

研究開発機関等 ● 次世代バイオ医薬品製造技術研究組合

知財戦略プロデューサー ● 奥田 飛功

支援スキーム・支援期間 ● iNat スキーム③ 2024年4月～2025年3月  
iNat スキーム① 2025年4月～2026年3月



奥田 飛功



### 1. プロジェクト(PJ)の概要

- ✕ 資金提供元 …………… 国立研究開発法人 日本医療研究開発機構 (AMED)
- ✕ 研究期間 …………… 令和3年(2021年)7月から令和8年(2026年)3月
- ✕ PJのステージ …………… 研究開発ステージ
- ✕ PJの構成 …………… 大学：6、公的研究機関：2、民間企業：26、その他：3(2025年12月現在)
- ✕ プロジェクトリーダー …… 大政 健史
- ✕ 所属・役職 …………… 大阪大学大学院工学研究科長・教授

#### ● 事業の方向性・概要

国産の次世代抗体医薬品の創出及び製造技術開発並びに普及を加速させるためには、新規の次世代抗体分子創製技術、分子構造最適化技術及び製造技術といった要素技術開発と高度な摺り合わせによるこれらの統合技術の開発が重要である。AMEDの「国際競争力のある次世代抗体医薬品製造技術開発」事業においては、

- ①次世代抗体医薬品（低分子抗体等。但し、製品の製造過程にバイオ製造技術を含むものに限る。）の製造技術の開発、
  - ②次世代抗体医薬品の製造技術の実用化に向けた物性・安定性・有効性・品質評価及び管理手法の開発、
  - ③生産細胞の性能向上・培養装置等の周辺技術の向上及び細胞構築等の製造プロセス開発の迅速化、
  - ④低コスト・少量多品種生産に適した製造技術並びにこれらを実現するために必要とされるシミュレーション技術、統合・パッケージ化技術
- 等の開発等を以下の研究開発項目にて行う。

当該「国際競争力のある次世代抗体医薬品製造技術開発」事業（以下、「PD事業」という。）に於いて、次世代バイオ医薬品製造技術研究組合（MAB）がAMEDとの委託研究契約書を締結して参画する研究開発項目課題は以下の1-2, 1-3, 2, 3, 4（以下、「本プロジェクト」という。）で、それ以外は関連する研究開発項目（以下、「関連事業」という。）となる。

MABが参画している課題では、前プロジェクト成果である日本オリジナルのCHO-MK細胞を用いた製造実証試験を1-3及び3にて実施し、それらの知見・データ等成果有体物をその他の課題で活用した技術開発を目指す。

## ●事業の研究開発項目

### 課題1. 次世代抗体医薬品の製造基盤技術開発

#### ▶研究開発課題名：

- 1-1 次世代治療薬を目指したVHHナノ抗体薬に関する研究開発
- 1-2 高性能な次世代抗体を‘迅速に’創出・生産する「ロボティクス×デジタル」を基盤とした革新技术開発
- 1-3 次世代抗体医薬品の開発を加速するRI標識に関する基盤技術開発とRI標識抗体医薬の実用化研究

### 課題2. 次世代抗体医薬品の実用化に向けた物性・品質評価及び管理手法に関する技術的研究

#### ▶研究開発課題名：次世代抗体医薬品の実用化に向けた品質評価及び管理手法に関する技術的研究

### 課題3. 国産高性能抗体産生細胞株の社会実装に向けた技術開発

#### ▶研究開発課題名：高性能国産細胞株を用いたバイオロジクス製造プラットフォーム構築に関する研究開発

### 課題4. バイオ医薬品製造プロセスの先端的シミュレーション技術の開発

#### ▶研究開発課題名：バイオ医薬製造プロセスの開発・制御のためのデジタルプラットフォーム

### 課題5. 革新的な次世代抗体医薬品製造技術の開発



## 2. PJにおける知財戦略プロデューサー(知財PD)派遣前の知的財産に関する状況

知財PD派遣前には、MAB内の知的財産部、知財管理部が、MABの組合員から研究開発の成果として提出された発明届、出願届及び研究成果公表伺を処理し、知財管理を行っていた。

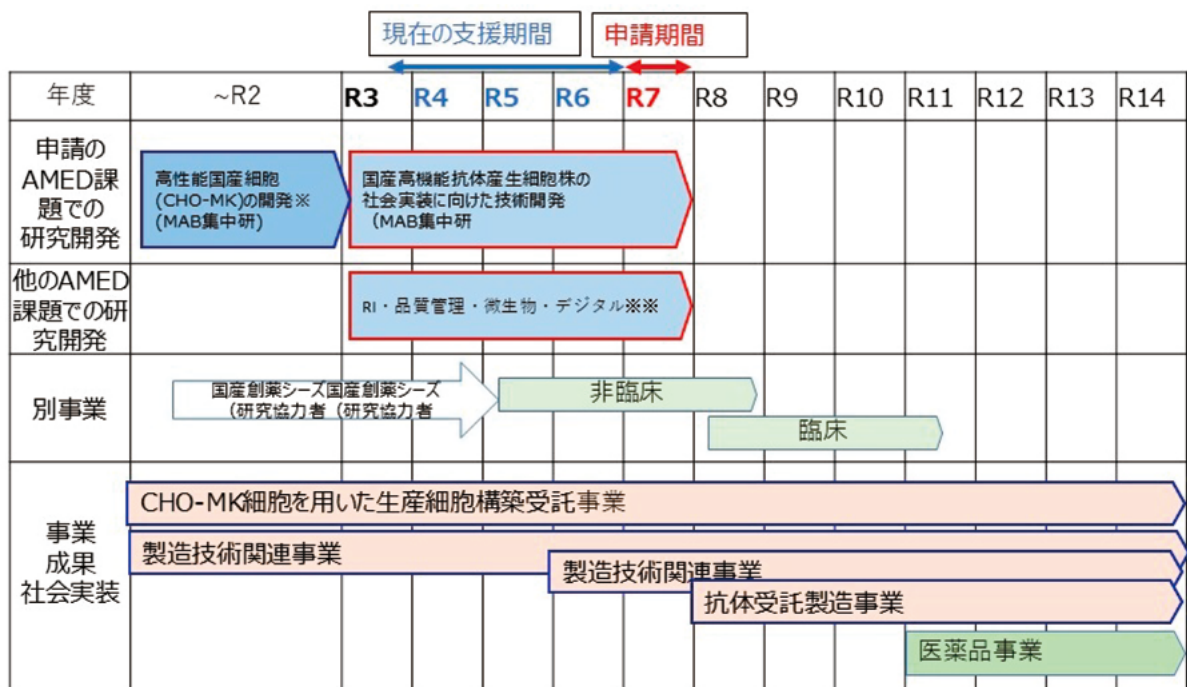


## 3. PJから創出される研究開発成果の社会実装に向けた構想・事業化のシナリオ等

本プロジェクトの次世代抗体医薬品等の研究開発及び製造技術開発を通じて、次世代抗体医薬品を含めた、国際競争力のある国産のバイオ医薬品の創出及び製造技術プラットフォームの幅広い実用化を目指す。

特に、図1、図2のスケジュールにてMABの保有する国産生産細胞(CHO-MK)を用いて、MAB認定事業者等でのセルバンク作製とCDMO業を実施しているMAB組合員のGMP製造設備を活用した治験薬の試験製造を行い、製造における課題の明確化と改善、得たデータの他課題での活用による本プロジェクトの加速化、最終的には事業化が期待される。

- －高性能国産細胞(CHO-MK細胞)の開発：～2020年まで(前プロジェクトにて完了)
- －CHO-MK細胞による抗体医薬品の国内製造拠点整備開発：2021～2023年まで
- －CHO-MK細胞を用いた製造プラットフォーム技術拡充：2021～2025年まで
- －国産抗体医薬品シーズの製造実証研究：2021～2025年まで
- －CHO-MK細胞を用いたCDMO事業：2025年～



※AMED課題:JP17ae0101003, JP20ae0101054

図1 本プロジェクトのスケジュール

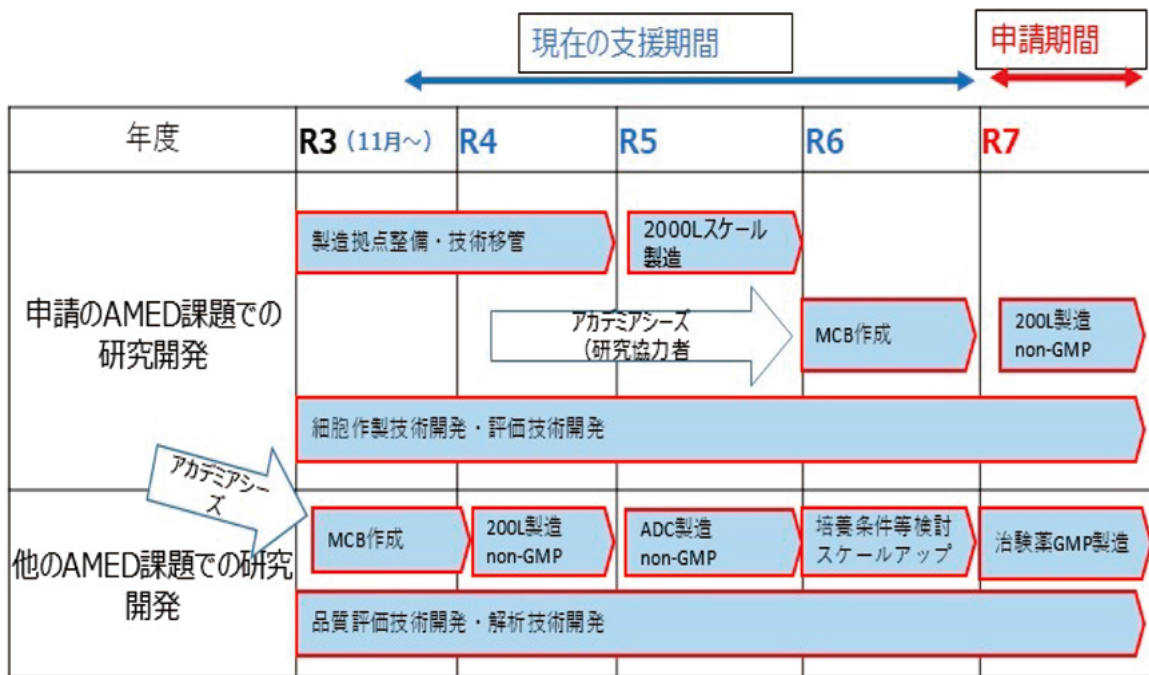


図2 本プロジェクトの詳細スケジュール



## 4. 支援実績の内容・頻度・成果の概要、支援活動の総括

### ●支援活動の総括・概要

1. 2025年度は、PD事業の最終年度にあたり支援希望項目の内、プロジェクト終了前に知財管理委員会において、プロジェクト終了後の知財の利活用を促進するために必要な手続、方法、諸条件等の運用に関する協議及びAMEDとの間の連絡調整を行うための自主管理、関係者間の協議方法等に関連する業務が主となった。具体的には、①知財協約の改定案の作成、②知財管理体制の改定案の作成、③プロジェクト知財の整理、④国産細胞株に関する知財（ノウハウ）の譲渡に際しての条件を整理した。
2. ルール等の実運用においては、知財協約に基づいて毎月届け出される研究成果外部公表伺いや発明届の内容の検討を行った。
3. シナリオ検証のためのSWOT分析においては、コンサルティング会社に依頼して実施した「抗体医薬等のバイオ医薬品製造技術の高度化調査」の報告資料の内容を検討し、概要をまとめ、その結果を基にSWOT分析の内容をアップデートした。
4. MAB組合員及び職員を対象に、INPIT作成にかかわる知財セミナー資料を用いグループワーキング形式で知財啓発活動を行った。

### ●アピールしたい成果

1. 本プロジェクト終了後の改定知財協約及び知財管理体制の改定案の作成については、滞りなくMABの組合員及びAMED経由でプロジェクト参加研究開発機関の合意が得られたこと。
2. 本プロジェクトの最大の成果としての国産細胞株（CHO-MK細胞等）の社会実装を促進するため、事業の引継先企業に対する当該細胞とその知財（ノウハウ）の譲渡条件・留意事項についてまとめたこと。

### ●総合的な目標達成度に関する自己評価

1. 期初策定した支援計画に照らし、所期の目的は達成した。
2. 集中研データ等のMAB組合員への提供については、事務局（プロジェクト側）の準備が間に合わず現時点では支援に至っていない。



## 5. 知財PDの主な支援活動内容

図3に示す知財戦略PDの支援活動項目のうち、本プロジェクトにおいて支援した項目（黄色マーク）について以下に説明する。



PJ (MABⅢ) 終了後の知財管理決定までのプロセス



1. '25/8/5 AMEDとの打合せ  
本プロジェクト (MABⅢ) 終了後、MABが委託研究開発機関として、MABⅢで創製された知的財産権や研究開発データの取り扱いについて、現行知財協約 (令和4年3月25日初版) 第10条第7項に基づき、AMEDとそれらの方針及び今後の進め方につき協議した。
2. 今後の進め方 (AMEDとの打合せ時における合意事項)
  - ①取得・蓄積された知財の取り扱いについて→日本版バイドールに則り各知財保有者が維持管理する。
  - ②PJ終了後の管理体制について→知財活用委員会は形式上設置するが、運営は利害関係機関間の自主管理に委ねる。
  - ③AMEDとの委託研究開発契約及び知財協約上の義務の履行について→現行の知財協約 (令和4年3月25日初版) の一部改定を行う (MABで改定案を作成し、8月末までにAMEDに送る。)
  - ④AMEDの方で、委託研究開発機関から直接届出、報告のあった知財についてまとめる。
  - ⑤③④を基にMABⅢの知財のリストを含めて、AMEDから各課題リーダーに対してPJ終了後の知財等の取り扱いに関して案内する。
  - ⑥「次世代抗体」研究開発体制」表の実線、破線部分の機関に対しては、大政PLから展開する。

図4 PJ (MABⅢ) 終了後の知財管理決定までのプロセス

PD事業 主な特許出願状況 (104件) リスト添付



図5 主な出願状況

2. ルール等の実運用

参加研究開発機関による研究開発成果に関して、PD事業知財協約及びMABの知財取扱い規約に基づいて、外部 (学会、論文) 発表内容の検討、出願手続等の支援及び知財委員会運営の支援を行った。2025年度の実績 (2025/4 ~ 11) : 45件 (研究成果外部公表)

3. シナリオ検証のためのSWOT分析

コンサルティング会社に依頼して実施した「抗体医薬等のバイオ医薬品製造技術の高度化調査」の報告資料を検討・分析し、昨年度作成したSWOT分析をアップデートした (図6及び図7参照)。

## 開発投資を優先すべき課題：新規モダリティ、新規医薬分子開発

- ADC開発における薬物、リンカーと抗体の結合場所、結合方法、結合数等の制御等の技術課題**
  - ①Seagen (Pfizer) や第一三共等の製薬企業が、薬物・抗体・リンカーに関するプラットフォーム技術の開発
  - ②味の素などのCDMOやアカデミアを含む構成要素の結合技術・リンカーの開発
- 多重特異性抗体開発における誤ったペアリング（副産物）の抗体産生の低減は、製造時の収率向上に向けて解決が期待**
  - ①GenMabやロシュが自社技術として、2種類の通常抗体産生後、ペアリングさせる手法は近年医薬品承認が活発化⇒別工程、加工設備の整備⇒通常抗体とは異なる製造設備の設計が必要
  - ②誤ったペアリング副産物の産生の低減、除去するクロマトグラフィーの開発
- 多重特異性抗体開発における低分子に起因した細胞株やベクター等の検討は、製造時の培養効率向上に向けて解決が期待**
  - ①高力価二重特異性抗体産生CHO生産細胞株の作成⇒CHO-MK細胞を活用・改良し、多重特異性抗体の製造に適した細胞株の開発
  - ②多重特異性抗体の力価を向上させる新規ベクターの開発
- 多重特異性抗体開発における低分子に起因した抗体凝集物の低減は、製造時の凝集体生成の低減に向けて期待**
  - ①抗体凝集物を低減させる抗体設計や、培養方法に関する研究開発⇒灌流培養等を含む抗体凝集物を防ぐ培養方法等の研究開発

図6 SWOT分析の結果（抜粋）

## SWOT分析から導き出した知財戦略

外部環境分析 内部環境分析	機会 (Opportunity)	脅威 (Threat)
<b>強味 (Strength)</b> ・高産生、高増殖能の国産細胞株CHO-MK細胞を基に多重特異性抗体等の抗体製造技術に向けた研究開発の推進 ・CHO-MK細胞に適した安価な培地の開発、AI技術を用いた細胞培養の最適化、連続生産技術、精製技術	<b>強味を機会で作かす事業機会の拡大のシナリオ</b> ・抗体生産宿主細胞としてのCHO-MK細胞の普及拡大を目的として、各種抗体生産に向けて共同研究を推進する。 ・MAB1 & 2 で創出された知財権を、当該PJ参加機関間で最大限利活用し、連続生産システムに不可欠な要素技術を結集する。 ・核となる要素技術を有する各研究開発機関は、積極的に第三者に対して自己の有する知財権の実施許諾や、製品・部品の売り込みを行う。	<b>強味で脅威に対抗する絞り込み戦略シナリオ</b> ・CHO-MK細胞や新たに開発された、灌流培養装置、精製技術等での抗体生産体制に徐々に移行し、ロイヤルティの支払いを抑制する。 ・国プロ終了後の知財管理体制を構築し、国プロ期間中創出された知財の有効活用や参加機関間の連携を維持する。
<b>弱み (Weakness)</b> ・新規モダリティ特に、ADCや多重特異性抗体開発において、解決すべき課題が多い。 ・国産細胞株に適した安価な培地の安定供給 ・シングルユース技術は、依然として海外製に依存 ・抗体生産に関する培養モデル技術やAI技術等による予測に基づく抗体生産の効率化に課題	<b>弱みを克服して機会で作かす取りこぼしを防ぐシナリオ</b> ・ADC開発や多重特異性抗体開発において、CHO-MK細胞を活用・改良を行う。 ・抗体凝集物を低減させるための抗体設計や培養方法、精製技術の研究開発を行う。 ・国産シングルユース技術を用いて製造した抗体医薬品の欧米での承認取得を目指す。	<b>弱みを克服し脅威に対抗する最悪の事態を回避するシナリオ</b> ・要素技術関連の知財調査・分析を詳細に行い、対応策を検討する。 ・抗体生産に関連する培養モデル技術の開発やAI技術等による予測を促進し、課題解決を図る。

図7 SWOT分析から導き出した知財戦略

## 4. 知財啓発

MABの組合員及び職員を対象に、INPITの知財セミナーの資料「強い経営・次の一手」（図8参照）を使用し、グループワーキングを開催した（2回）。

## 知財人材育成セミナープログラム

	戦略的活用編	トラブル対応編
7月18日（金） 13時～17時15分	①共同開発における事業展開 ②展示会における模倣リスクと技術・デザイン流出対策	①代理店活用と契約 ②侵害警告への対応
8月29日（金） 13時～17時15分	①ノウハウ・営業秘密の保護管理 ②技術導入によるビジネスの拡大戦略	①競合企業に対する多様な善処策 ②持続的成長のための価値創造

## &lt;進め方&gt;

◆ 1テーマ1時間程度、時間配分は以下の通り 途中で15分間の休憩

1. 参加者に対して、各テーマにおける実際に企業が経験した事例の説明と設問を提示（5分）
2. 各個人で事例の内容を検討する。（5分）
3. グループの中で、リーダー及び発表者を決めディスカッションを行う。（30分）
4. 各グループから設問に対する意見を発表（10分）
5. 解説を行う。（10分）

図8 知財セミナーの資料（抜粋）



## 6. PJ終了後の社会実装に向けた構想・事業化シナリオ等の実現に向けた準備状況

## ●知財活用に関する規程・組織の整備状況

本プロジェクトの終了後を視座に、知財協約の改定及び知財管理体制の変更を行った。

## ●社会実装に向けた構想・事業化シナリオ等の実現に向けた取組状況

1. 本プロジェクト期間中に創製された特許については、有効活用を図るために、知財ポートフォリオの整理を実施
2. 国産細胞株に関する知財（ノウハウ）については、次世代抗体製造に利活用してもらうために、譲渡の際のガイドライン及び譲渡契約の際の留意事項を作成



## 7. 今後の課題、活動方針、PJ終了時までの目標

1. 本プロジェクトは、2026年3月末で終了しその後の承継プロジェクトの予定もないが、バイオ医薬品製造技術の研究開発を国プロとして、MABが中心となりオールジャパンで約8年間継続して上流の国産細胞株の開発から連続培養、精製及び品質管理まで一貫して行い一定の成果を創出した。とりわけ、国産細胞株としてのCHO-MK細胞は、その高機能・増殖性から今後の抗体生産に利活用され、広く普及させることが望まれる。

## ●今後の課題

1. AMEDの次世代治療・診断実現のための創薬基盤技術開発事業の下、MABが中心となって展開された各抗体プロジェクトの成果としての知財が、今後の日本における抗体生産に利活用されること。（知財協約により、知財関連事項はプロジェクト終了後もその対象事項が全て消滅するまで有効）
2. 国産細胞株に関する知財（ノウハウ）を承継した事業者が、当該細胞の社会実装を加速させること。



## 8. PJリーダーの評価及び見解



大政 健史プロジェクトリーダー

### 1. PJリーダーによる、知財PDの支援活動及びPJ内の知的財産の取組・実績の評価

本プロジェクトの最終年度にあたり、通常の研究成果のルールに則った処理や契約締結の支援に加えて、昨年度末に実施した次世代バイオ医薬品製造技術に関するAMED・MAB調査の結果に基づき、今後の研究開発課題抽出に際して助言等をいただいた。また、今現在も本プロジェクト終了後の知財の取扱などに都度助言をいただき、プロジェクト成果の社会実装の推進に寄与いただいている。

また、MAB組合内の知財管理体制はプロジェクト終了に伴い縮小しつつあるなかで、契約締結など実務的な通常業務に対しても適宜ご支援をいただいている。

### 2. 「今後の課題、活動指針、PJ終了時までの目標」に対するPJリーダーの見解

今後は、各研究機関の研究開発における深化や社会実装化、複数の研究機関で達成された要素技術の統合、プラットフォーム化が求められる。

そのなかで本プロジェクト終了後のプロジェクト成果の社会実装を見据えた知財に関する助言をお願いするとともに、プロジェクト終了に伴い発生する種々の契約関係業務について助言や契約書策定支援など様々な援助をお願いしたい。

## 研究開発プロジェクト名 ● レーザー駆動による量子ビーム加速器の開発と実証

研究開発機関等 ● 大学共同利用機関法人 自然科学研究機構  
分子科学研究所

知財戦略プロデューサー ● 田村 彰良

支援スキーム・支援期間 ● iNatスキーム① 2024年4月～2026年3月



田村 彰良



### 1. プロジェクト(PJ)の概要

- ✕ 資金提供元…………… 国立研究開発法人 科学技術振興機構 (JST)
- ✕ 研究期間…………… 平成29年(2017年)11月から令和9年(2027年)3月
- ✕ PJのステージ…………… 社会実装ステージ
- ✕ PJの構成…………… 大学 3、公的研究機関 4(2025年12月現在)
- ✕ プロジェクトリーダー…… 佐野 雄二
- ✕ 所属・役職…………… 分子科学研究所社会連携研究部門 プログラムマネージャー

粒子加速器は学術、産業、医療等幅広い分野で利用されているが、装置の巨大さと高額な建設費が、学術界・産業界における利用普及を妨げる大きな一因になっている。本課題では、従来の加速技術と比べて加速電場が数桁高いレーザープラズマ加速技術を開発・実用化することにより、粒子加速器の大幅な小型化と低価格化を達成し、科学技術創造立国の基盤技術として、さまざまな分野での社会実装を目標としている。

過去には、文部科学省イノベーションシステム事業の先端融合領域イノベーション創出拠点形成プログラム「光医療産業バレー」拠点創出プロジェクト(2007年度～2010年度、総額約69億円)、JST戦略的創造推進事業(CREST)「光制御極短シングル電子パルスによる原子スケール動的イメージング」(2009～2014年度、総額約5億円)、および内閣府 革新的研究開発推進プログラム(ImPACT)「ユビキタス・パワーレーザーによる安全・安心・長寿社会の実現」(2014～2018年度、総額約35.3億円)が実施された。

これらの成果を受け、未来社会創造事業 大規模プロジェクト型「レーザー駆動による量子ビーム加速器の開発と実証」が2017年度に10年事業として開始された。

レーザープラズマ電子加速技術開発では、小型の放射光発生装置やX線自由電子レーザー(XFEL)装置の実現、加速電子ビームの医療応用を目標として、X線自由電子レーザーの発生に必要な電子ビームの発生・加速シミュレーションにて、要素技術の検証を行うとともに入射器の高度化と応用技術開発を実施する。また、レーザープラズマイオン加速技術開発では、既存の病院に導入可能な重粒子線がん治療装置の実現を目標に掲げ、重粒子イオン入射器の実証を行うことにより、社会実装に繋げることを目標としている。さらに、粒子加速用に開発する高安定・高出力小型レーザーの他分野への展開をはかり、新たな応用市場へのハイパワーレーザー製品の投入など、日本の加速器・レーザー産業の拡大発展に貢献することを目指している。

以下に目的、研究概要の詳細を記す。

●目的：

レーザープラズマ加速技術によって粒子加速器の大幅な小型化を達成し、新材料や新薬の開発、粒子線がん治療への応用など、社会実装を通して工学、化学、医学など幅広い分野に貢献し、科学技術創造立国としての基盤を提供する。

●研究概要：

粒子加速器は学術、産業、医療など幅広い分野で利用されているが、装置の巨大さと高額な建設費が普及を妨げている。本課題では、従来の加速技術と比べて加速勾配が数桁高いレーザープラズマ加速技術により、粒子加速器の大幅な小型・低価格化を実現し、以下のような社会実装を推進する。

- ▶小型電子加速器の開発により放射光やFEL利用の利便性を高め、基礎から応用までの幅広い研究および新材料や新薬の開発等の産業利用における強力な基盤装置としての活用を図る
- ▶小型イオン加速器の開発により粒子線がん治療器等の医療用加速器の導入・運用コストを低減し、既存病院への導入を図ることにより、健康寿命の延伸と医療費の削減に貢献する
- ▶粒子加速用の高安定・高出力・小型レーザーの実用化により国産レーザーの世界市場への参入を図り、新たな応用への製品投入など産業の拡大・発展に貢献する

図1に本プロジェクトの研究開発機関、図2に本プロジェクトの技術概要、図3に本プロジェクトの研究開発のロードマップを示す。



「レーザー駆動による量子ビーム加速器の開発と実証」プロジェクトの研究開発機関

図1 プロジェクトの研究開発機関

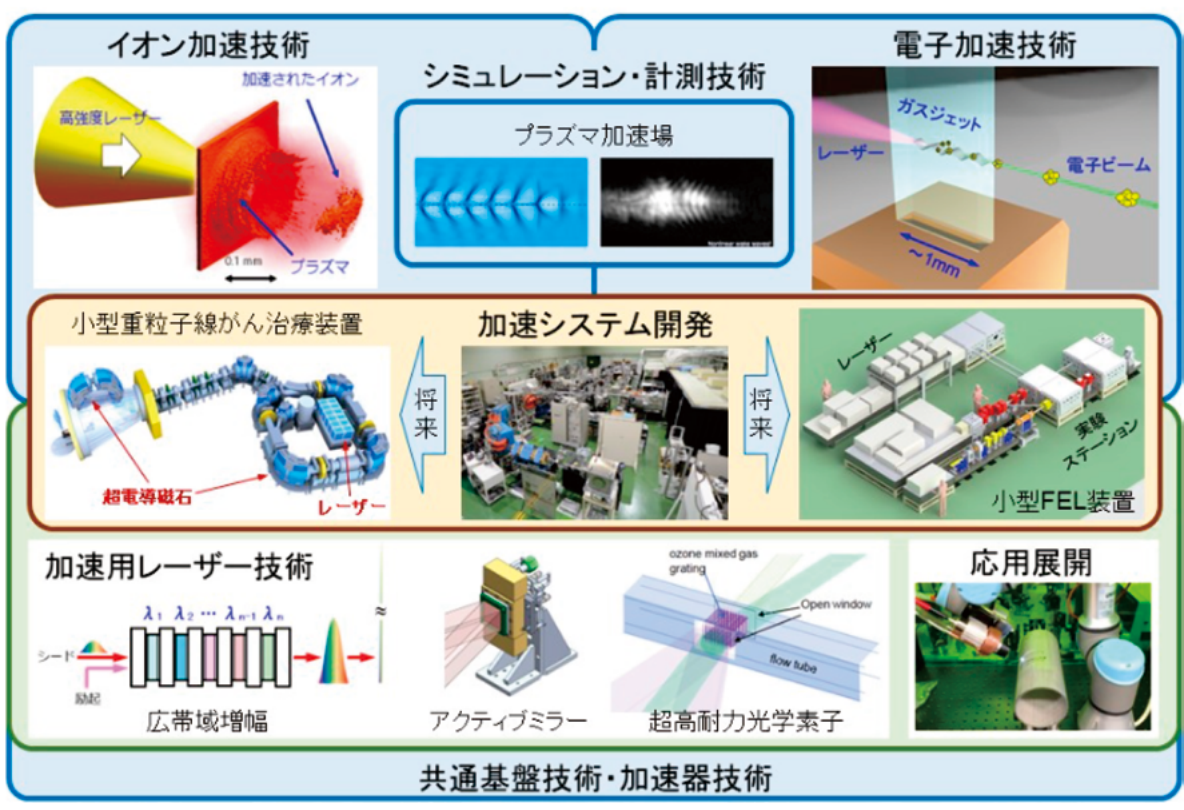


図2 プロジェクトの技術概要

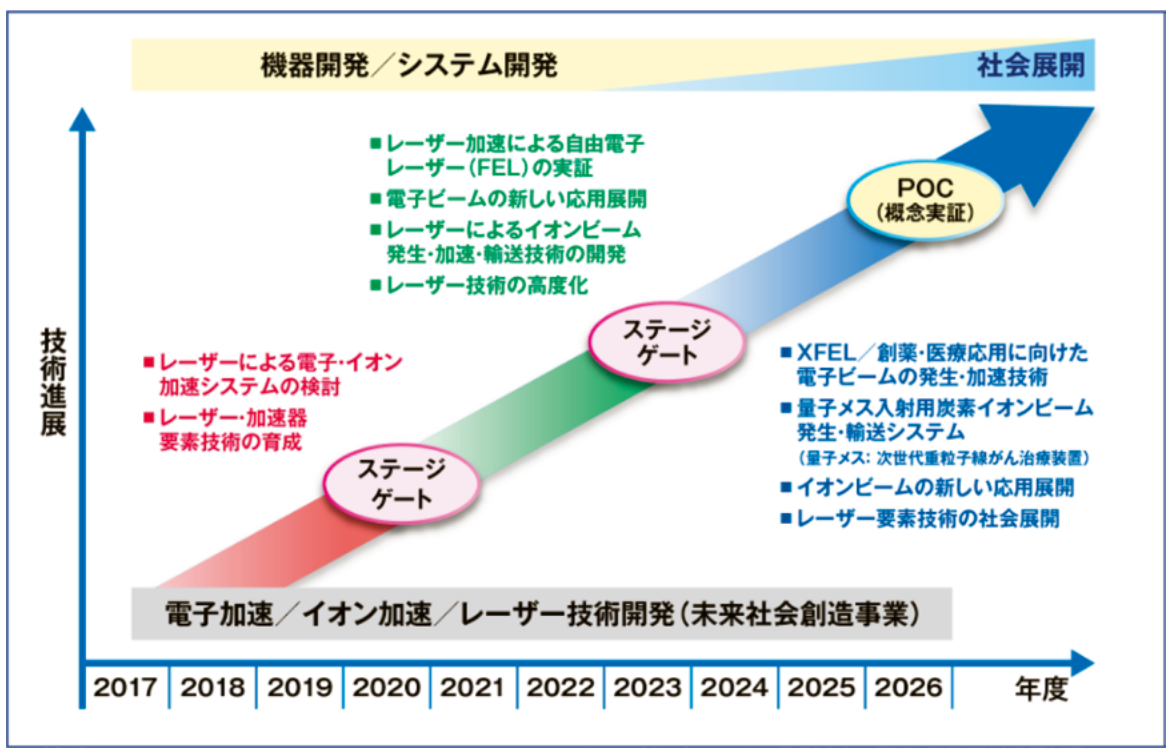


図3 研究開発のロードマップ



## 2. PJにおける知財戦略プロデューサー(知財PD)派遣前の知的財産に関する状況

知的財産の取得・管理の実務は参画研究機関の知的財産部門がそれぞれで担当しているが、それらを総合的かつ戦略的に運用する人材がおらず、プログラスマネージャー (PM) (以下、本資料ではプロジェクトリーダー (PL) という。) を議長とする知的財産運営委員会 (構成は、各PI (Principal Investigator 研究代表者)、知財担当PM補佐) における協議によって、随時対応していた。



## 3. PJから創出される研究開発成果の社会実装に向けた構想・事業化のシナリオ等

レーザープラズマ加速の社会実装の姿として、以下を目標としている。

- ・超小型のレーザー粒子加速器を、学術・産業・医療など広範な分野で活用
- ・最先端レーザー加速器を備えたプラットフォームの整備とユーザー利用

POC (概念実証、Proof-Of-Concept) ・ステージ3 (2024 ~ 26年度) の具体的目標

- 1) 電子加速：10 keV 領域XFELに必要な電子ビームの発生・加速シミュレーション + 要素技術の検証、入射器の高度化・応用
- 2) イオン加速：4 MeV/u の C6+ 炭素イオン入射器の実証
- 3) レーザー：加速用レーザーシステム設計、要素技術の更なる展開

本プロジェクトでは、電子加速、イオン加速とレーザー開発の3ユニットが協力して研究開発を実施しており、社会実装のスタイルは各ユニットで異なっている。電子加速、イオン加速においては、協力機関 (企業) と共同研究を実施し、それぞれの開発拠点においてプロトタイプ機や実証機を製作することを念頭に開発している。電子加速においては、大学、企業等にプラットフォーム等の施設開放を、イオン加速においては、実証機による試験を経て2030年の実用化を目指している。一方、レーザー開発はさまざまな製品に応用可能な基盤技術であり、多くの会社へのライセンスが見込まれることから、レーザー開発においてはコンソーシアムを設立して活動を行っている。

なお、本プロジェクトにおいては、年度あたり総研究開発費 (JSTからの委託研究開発費および民間企業等からの導入資金) の20%以上を民間企業等から資金導入することが求められており、本プロジェクトに資金を提供する民間企業等との間で、知的財産に関する共同知財協定を締結し、開発を推進している。以下に、本プロジェクトのロードマップを示す (図4)。

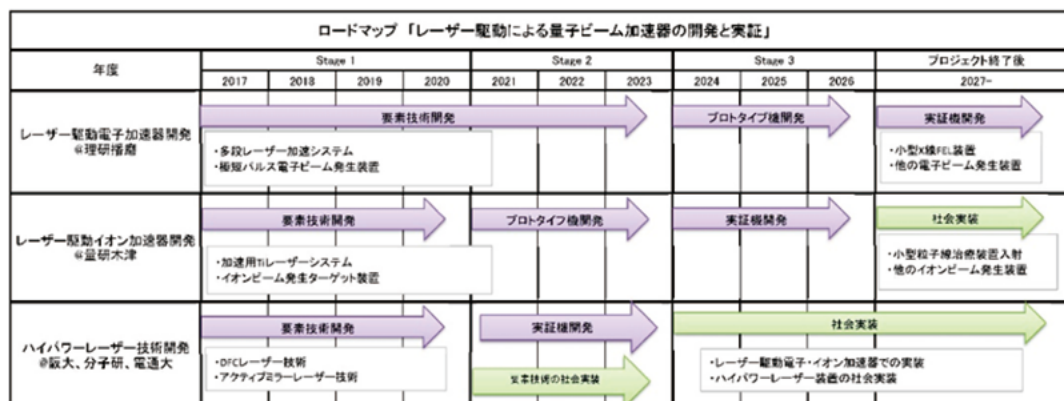


図4 プロジェクトの開発ロードマップ



## 4. 支援実績の内容・頻度・成果の概要、支援活動の総括

### 【2024年度】

- 1) 電子ビーム創薬医療応用について、放射線治療装置のメーカー別の特許情報調査、特許分析、市場・技術動向調査を行った。
- 2) 電子ビーム創薬医療応用について、プロドラッグのメーカー別の特許情報調査、特許分析、市場・技術動向調査を行った。
- 3) 電子ビーム創薬のパートナー企業（医薬品メーカー、放射線治療装置メーカー）候補を探索し、候補結果を報告した。
- 4) 電子加速のFIP、BIPまとめ、特許評価、  
－特許出願については、PCT出願1件、PCT出願後の各国移行（US,EP,JP各1件）を行った。
- 5) イオン加速のC6レーザー加速入射器に関するFIP評価、他社特許調査を行った。特許出願は1件である。  
－「デブリシールド外国特許検索、国内特許要約」を報告した。

### 【2025年度】

- 1)（電子加速1）電子ビーム創薬関係のPOCに関する知財/市場・技術動向調査の更新を行った。
- 2)（電子加速2）創薬以外の電子ビーム応用分野の特許、技術動向、市場調査を行った。TiSaレーザーの技術・メーカー動向調査を行った。
- 3)（電子加速）FIPの整理更新、FIP、BIPの特許評価を更新した。
- 4)（電子加速）電子ビーム創薬のパートナー企業（放射線治療装置/医薬品メーカー）候補先を選定した。  
－「2025年更新版－放射線治療装置、医薬品メーカーの候補先」を提出した。
- 5)（イオン加速）Cイオン源、イオン入射器のPOCの特許調査、技術動向・市場調査を行った。
- 6)（イオン加速）FIP、BIPの整理、およびFIP、BIPの特許評価（更新）を行った。
- 7)（イオン加速）Cイオン源、イオン入射器（第5世代量子メス）のパートナー企業候補を選定した。
- 8) プロジェクト終了後の管理、運用について、電子加速、イオン加速、レーザー技術の各テーマのプロジェクト終了後の知財マネジメント方針を策定した。
- 9) 特許出願支援を行った。  
－イオン加速デブリシールド関係特許出願1件  
－粒子線活性化プロドラッグ1件



## 5. 知財PDの主な支援活動内容

図5に示す知財戦略PDの支援活動項目のうち、本プロジェクトにおいて支援した項目（黄色マーク）について以下に説明する。

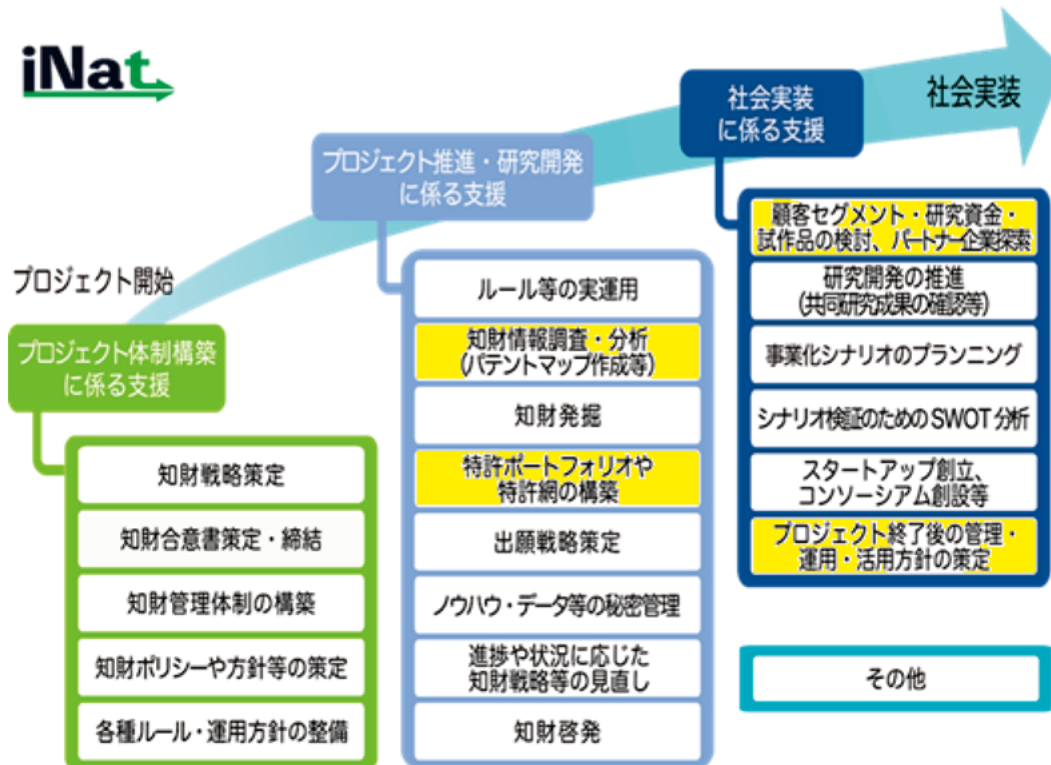


図5 知財PDの主な支援活動内容

### 1. 知財情報調査、分析

#### (1) 電子ビーム創薬医療応用における放射線治療装置

【2024年度】

- 電子ビーム創薬医療応用について、放射線治療装置のメーカー別の特許情報調査、特許分析、市場・技術動向調査を行った。
- 放射線治療装置メーカーとして、A社、E社、V社、H社、T社（一部では、S社）を、CPD、LENS、Orbit Intelligenceの検索ソフトにより、解析、比較した（図6）。一部には、発明の名称、要約から、新しい特許解析手法（BERT文章ベクトル可視化、BERT特許俯瞰図（図7）、LDAトピック分析、BERTopic分析）を取り入れ、分析した。
- 放射線治療装置メーカーの市場・技術動向では、“RADIOTHERAPY INDUSTRY RESEARCH REPORT 2024 (APO Research) ”、2024年版 放射線治療市場の中期展望（iNat 事業購入）のサーチレポートを参考に、各装置機器メーカーの技術、製品動向、グローバル及び国内マーケットについて、調査した（図8）。

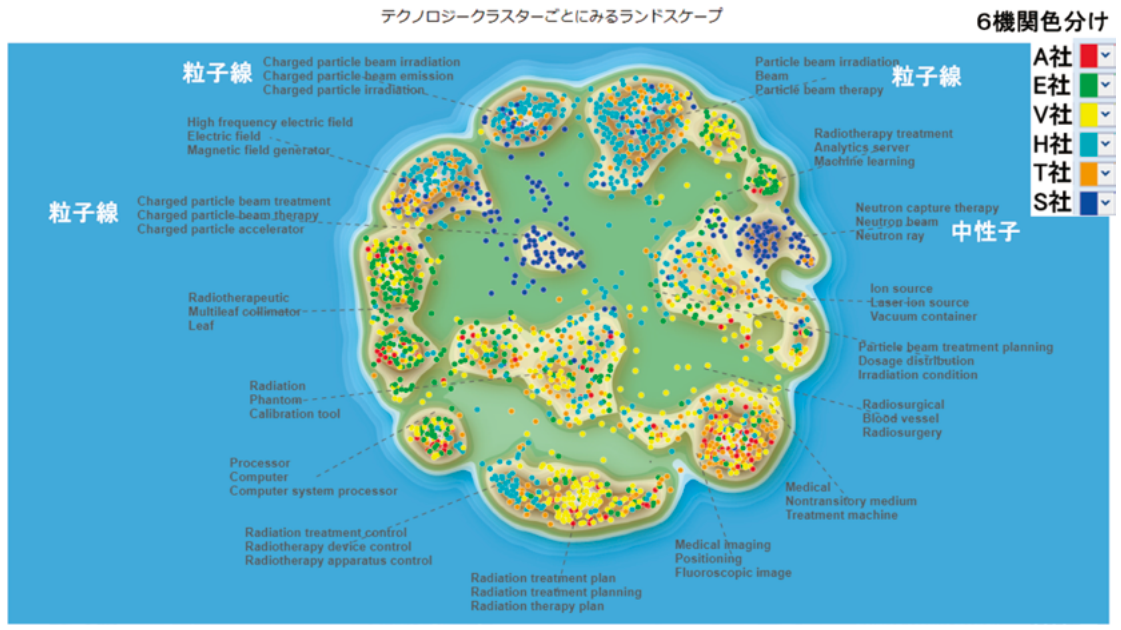


図6 放射線治療装置メーカーのテクノロジーランドスケープマップ

BERT特許俯瞰マップ (要約)

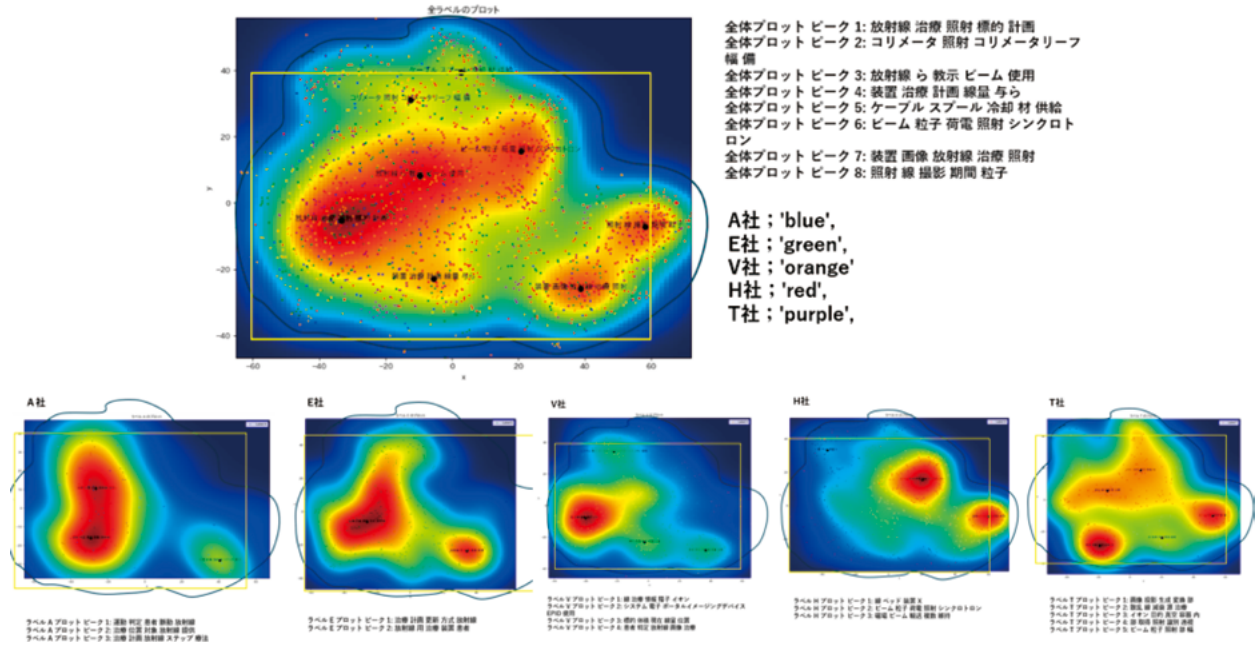


図7 BERT 特許俯瞰マップ (特許要約から抽出)

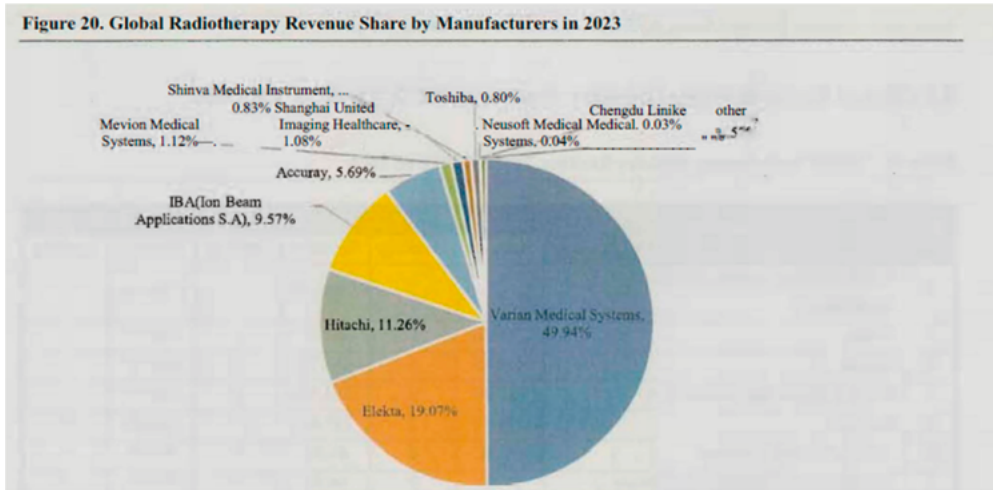


図8 世界の放射線治療装置のメーカー別シェア（2023年）

（出典：RADIOTHERAPY INDUSTRY RESEARCH REPORT 2024,APO Research）

【2025年度】

- （電子加速1）電子ビーム創業関係のPOCに関する知財/市場・技術動向調査を更新した。
  - ーレーザー駆動放射線治療装置の技術動向と主要特許調査を行った（表1）。
- （電子加速2）創薬以外の電子ビーム応用分野の特許、技術動向、市場調査を行った。TiSaレーザーの技術・メーカー動向調査を行った。
  - ーレーザー駆動によるミュオン生成の主要特許調査を行った（表2）。⇒レーザー航跡場加速（LWFA）、超高密度水素（UDH）方式、ミュオン触媒核融合（ $\mu$ CF）がある。

表1 レーザー駆動放射線治療装置の主要プレイヤー

組織名	カテゴリ	戦略的焦点	主要特許/技術	強み/弱み
Varian (Siemens)	既存大手	システム統合・臨床応用制御	US11712585B2ファミリー	強力な既存市場チャネル、広範なシステム統合特許網
QST (日本)	学術的先駆者	独自加速メカニズム、臨床システム開発	JP7095196 (CSBA)	政府の強力な資金援助、明確な臨床応用目標
TAU Systems	ディスラプター	フルスタック商業化	ナノ粒子支援注入技術(大学からの独占ライセンス)	核心技術の優位性、スタートアップ故の資金・市場開拓の課題
HZDR (ドイツ)	学術的先駆者	FLASH治療応用、高性能レーザー開発	コンパクトガントリー設計、レーザーコンポーネント	欧州における研究ハブとしての地位、応用研究への強み
LBNL/UC (米国)	学術的先駆者	先進的加速物理学	二波長レーザーイオン化注入法	基礎科学におけるリーダーシップ、産業界との連携実績

表2 レーザー駆動ミュオン科学における主要プレイヤー

機関/企業	主要プロジェクト	主要技術焦点	主な貢献/特許
ローレンス・リヴァモア国立研究所 (LLNL)	ICMuS2	安全保障応用のための可搬型100+ GeV ミュオン源開発、システム統合	DARPA MuS2プロジェクトを主導。レーザー駆動粒子源に関する広範な研究実績 <sup>(6)</sup> 。
ローレンス・バークレー国立研究所 (LBNL)	BELLA-μ	BELLAセンターのLWFA技術を活用した高エネルギーミュオン源の開発	DARPA MuS2プロジェクトに参加。LWFAによるGeV級電子ビーム生成で世界をリード <sup>(6)</sup> 。
カリフォルニア大学	-	基礎物理学、固体軌跡場加速	LWFAおよびレーザーイオン加速に関する複数の基礎特許を保有 (US6906338B2, US9839113B2) <sup>(6)</sup> 。
Extreme Light Infrastructure (ELI)	-	高強度レーザー (10 PW級) を用いた実験的検証	ICMuS2等の国際プロジェクトの実験拠点。レーザー生成ミュオンの開発に関する論文を発表 <sup>(6)</sup> 。
上海光学精密機械研究所	-	ミュオン生成の基礎物理メカニズムの解明	LWFAによるミュオン生成を実証 <sup>(6)</sup> 。
J-PARC / KEK (日本)	-	ミュオンビームの冷却、加速、操作	レーザーを用いたミュオンビームのイオン化による超低速ミュオンビームなど、高品質ビーム生成技術を開発 <sup>(6)</sup> 。

(2) 電子ビーム創薬医療応用について、プロドラッグ

[2024年度]

- 電子ビーム創薬医療応用について、プロドラッグのメーカー別の特許情報調査、特許分析、市場・技術動向調査を行った。
- 特許調査については、日本の製薬メーカーをメインと考え、国内特許を中心に、検索・分析した (図9)。また、プロドラッグ活性化機構が類似の放射線活性化型プロドラッグの外国・国内特許、電子ビーム活性化型ADC (抗体薬物複合体)、リンカーの外国特許についても、調査した。プロドラッグ自体は、2012年以降、出願は少なく、枯れた技術であると思われる。
- 国内、国外の製薬メーカーについては、売上高、主要製品等の動向を調査した。

プロドラッグのFI:A61P\*のトップ10出願人リスト

T薬品が全てのカテゴリでトップ

カテゴリ	No.	企業	件数	%件数
A61P35 抗腫瘍剤	1	T薬品	87	10.52
	2	O薬品	28	3.39
	3	ファイザー・プロダクツインク	27	3.26
	4	アストラゼネカ・アクトボット	20	2.42
	5	メルク・シヤープ・アンド・ドム・コーポレーション	20	2.42
	6	ユーン・テック	19	2.31
	7	プリストル・マイヤーズ・スクイブカンパニー	19	2.31
	8	シニール・ゴウ・コーポレーション	18	2.18
	9	ischeringcorporation	18	2.18
	10	bristol-myerssquibbcompany	17	2.06
総数 827件				
A61P25 神経系疾患の治療薬	1	T薬品	79	7.97
	2	ファイザー・プロダクツインク	41	4.14
	3	アボット・ラボラトリーズ	36	3.63
	4	abbottlaboratories	36	3.63
	5	O薬品	35	3.53
	6	f. hoffmann-larochestienengesellschaft	21	2.12
	7	janssenpharmaceuticainamlozevennoe	21	2.12
	8	シニール・ゴウ・コーポレーション	21	2.12
	9	ヤンセンファーマシューティカルズ・ベール	21	2.12
	10	ユーン・テック	21	2.12
総数 931件				
A61P9 循環器系疾患の治療薬	1	T薬品	75	8.12
	2	ファイザー・プロダクツインク	47	5.09
	3	アストラゼネカ・アクトボット	39	4.22
	4	O薬品	26	2.81
	5	アボット・ラボラトリーズ	25	2.71
	6	ノバルティス・ファーマ	24	2.6
	7	メルク・シヤープ・アンド・ドム・コーポレーション	22	2.38
	8	abbottlaboratories	22	2.38
	9	プリストル・マイヤーズ・スクイブカンパニー	21	2.27
	10	bristol-myerssquibbcompany	21	2.27
総数 924件				
A61P3 代謝系疾患の治療薬	1	T薬品	76	8.75
	2	ファイザー・プロダクツインク	46	5.29
	3	アストラゼネカ・アクトボット	42	4.83
	4	O薬品	25	2.88
	5	ヤンセンファーマシューティカルズ・ベール	19	2.19
	6	シニール・ゴウ・コーポレーション	19	2.19
	7	janssenpharmaceuticainamlozevennoe	19	2.19
	8	メルク・シヤープ・アンド・ドム・コーポレーション	17	1.96
	9	プリストル・マイヤーズ・スクイブカンパニー	17	1.96
	10	bristol-myerssquibbcompany	17	1.96
総数 869件				
A61P29 非中枢性鎮痛剤、解熱剤、抗炎症剤	1	T薬品	67	7.58
	2	O薬品	26	3.46
	3	abbottlaboratories	23	3.06
	4	ファイザー・プロダクツインク	23	3.06
	5	アボット・ラボラトリーズ	23	3.06
	6	ユーン・テック	18	2.39
	7	アストラゼネカ・アクトボット	17	2.26
	8	エフ・ホフマン・ラロシュ・ファーマ	16	2.13
	9	f. hoffmann-larochestienengesellschaft	16	2.13
	10	メルク・シヤープ・アンド・ドム・コーポレーション	15	1.99
総数 752件				
A61P1 消化器官、消化系統の疾患治療薬	1	T薬品	60	7.48
	2	ファイザー・プロダクツインク	27	3.37
	3	O薬品	26	3.24
	4	ユーン・テック	19	2.37
	5	メルク・シヤープ・アンド・ドム・コーポレーション	17	2.12
	6	janssenpharmaceuticainamlozevennoe	16	2
	7	シニール・ゴウ・コーポレーション	16	2
	8	ヤンセンファーマシューティカルズ・ベール	16	2
	9	エフ・ホフマン・ラロシュ・ファーマ	16	2
	10	f. hoffmann-larochestienengesellschaft	16	2
総数 802件				

図9 プロドラッグのFI:A61P\*のトップ10出願人リスト

## 【2025年度】

- 放射線活性化プロドラッグ特許調査を実施した（表3）。
- プロドラッグの特許検索、特許解析の更新⇒前回と変更なし。

表3 放射線活性化型プロドラッグの基本特許リスト

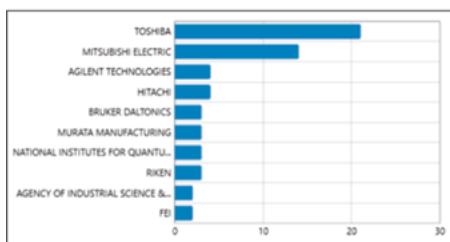
放射線	特許番号、文献内容	内容、コメント
X線	US20180153796A1 / US10806694B2	nMOF/ナノ粒子によりX線吸収・ROS生成・プロドラッグ放出を包括的にクレーム、他の放射線も包含) [4][5]
	EP3206987B1	X線誘起PDTと化学療法・免疫療法の組合せ、MOFにX線吸収金属SBUを組み込み、プロドラッグ搭載を包含) [3]
	WO2025010407A2	Hf-nMOFにSN-3BなどX線感受性プロドラッグを共有結合、X線照射でラジカル閉鎖し放出 [2]
	"Radiotherapy Reduces N-Oxides for Prodrug Activation in Tumors" "Radiotherapy-Activated Prodrug: Past, Present and Beyond"	N-オキド型プロドラッグのX線還元活性化、学術系だが基本概念の特許化母体。水和電子経由でN-オキド 炭酸基→基物 放出、約140 nM/Gy量の放出効率デー) [6][7]
電子線	US20180153796A1 / US10806694B2	X線に加え電子線・陽子線・中性子等の電離放射を包括列挙し、ナノ粒子/nMOF系で二次電子・コンプトン/オージェ電子による活性化を広くクレーム [4][5]
	WO2016061256(ファミリー)	国際志願、X/γ/電子などを列挙し、放射線誘起PDTと化学療法の組合せプラットフォームを広くカバー [8]
	US20070218049A1	放射線とPDTの組合せ、放射線で励起されるルミネセンスに基づく活性化コンセプトの複形 [9]
陽子線	US20180153796A1 / EP3206987B1	陽子線・中性子・γ線等を含む高速荷電粒子・高エネルギー放射に対するnMOF/NPの包括クレーム (Braggピーク部の局所活性化も含意) [4][3]
	WO2025010407A2, "Extended Pharmacokinetics Improve Site-Specific Prodrug Activation Using Radiation"	nMOF X線トリガ・プロドラッグ系 (Hf-DBP-QP-SN 等)。住様上イオン化放射全般で作用する設計で、臨床陽子線でもX線と同等の放出直露性が学術実証され、クレーム適用の基礎となる文献 [2][10]
γ線	US20180153796A1 / EP3206987B1	γ線を含む放射でPDT/化学療法/免疫療法組合せをクレーム (重金屬nMOFで局所ROS増強→プロドラッグ放出) [4][3]
	"Radiotherapy-Activated Prodrug: Past, Present and Beyond"	重金屬nMOF+プロドラッグ共有結合でX線を主例にしつつ、電離放射一般でのトリガを体系化 [1][7]

## (3) イオン加速

### 【2025年度】

- (イオン加速) Cイオン源、イオン入射器のPOCの特許調査、技術動向・市場調査を行った。
  - ー重粒子線治療装置の特許動向 (図12、図13)、市場動向 (図11)、治療施設の動向 (表4～表6) と主要特許まとめ⇒東芝、日立で、世界市場占有率、約60%。中国は、今後、計画中の重粒子線治療装置施設も多く、市場拡大有り (現状～12%)。東芝は、超伝導ガントリー特許を多く保有し、日立は、高精度スキャンニングシステムが強い。
  - ーイオン入射器、レーザーイオン源の特許検索 (図10) ⇒レーザーイオン源は東芝、イオン入射器は、日立の出願が多い。
  - ー重粒子線治療装置におけるカーボンイオン源および入射器の技術動向調査を行った。

特許出願人ランキング(レーザーイオン源)



特許出願人ランキング(イオン入射器)

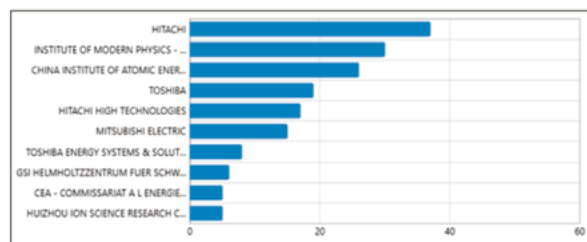


図10 特許出願人ランキング (レーザーイオン源、イオン入射器)

表4 重粒子線治療施設（稼働中）リスト

## 重粒子線治療施設（稼働中）（last update: May 2025）

No	COUNTRY	WHO, WHERE	PARTICLE	S/C/SC*	BEAM DIRECTIONS	START OF TREATMENT
				MAX. ENERGY (MeV)		
1	Austria	<a href="#">MedAustron, Wiener Neustadt</a>	C-ion	S 403/u (EBG MedAustron GmbHが主導し、社外共同開発 (CERN/INFN設計))	2 horiz. and 1 vertical fixed beam**	2019
2	China	<a href="#">SPHIC, Shanghai</a>	C-ion	S 430/u (Siemens)	3 fixed beams**	2014
3	China	<a href="#">Heavy-ion Cancer Treatment Center, Wuwei, Gansu</a>	C-ion	S 400/u (IMP) 蘭州近代物理研究所 (IMP) が技術供与	4 fixed beams**	2019
4	China	<a href="#">Heavy-ion Cancer Treatment Center, Lanzhou, Gansu</a>	C-ion	S 400/u (IMP)	4 fixed beams**	2024, restart
5	China	<a href="#">Zhejiang Cancer Hospital Ion Medical Center, Hangzhou</a>	C-ion	S 400/u (IMP)	3 vertical, horiz. and comb fixed beam**	2025
6	Germany	<a href="#">HIT, Heidelberg</a>	C-ion	S 430/u (Siemens)	2 fixed beams, 1 gantry**	2009, 2012
7	Germany	<a href="#">MIT, Marburg</a>	C-ion	S 430/u (Siemens)	3 horiz., 1 45deg. fixed beams**	2015
8	Italy	<a href="#">CNAO, Pavia</a>	C-ion	S 480/u (INFN/CERN設計)	3 horiz., 1 vertical, fixed beams	2012
9	Japan	<a href="#">HIMAC, QST, Chiba</a>	C-ion	S 800/u (Toshiba)	horiz., vertical***, fixed beams, 1 gantry	1994, 2017
10	Japan	<a href="#">HIBMC, Hyogo</a>	C-ion	S 320/u (Hitachi, Mitsubishi)	horiz., vertical, fixed beams	2002(装置老朽化等で廃止検討中)
11	Japan	<a href="#">GHMC, Gunma</a>	C-ion	S 400/u (Hitachi, Mitsubishi)	3 horiz., 1 vertical, fixed beams	2010
12	Japan	<a href="#">SAGA-HIMAT, Tosu</a>	C-ion	S 400/u (Hitachi, Mitsubishi)	3 horiz., vertical, 45 deg., fixed beams	2013
13	Japan	<a href="#">I-Rock Kanagawa Cancer Center, Yokohama</a>	C-ion	S 430/u (Toshiba)	4 horiz., 2 vertical, fixed beams	2015
14	Japan	<a href="#">Osaka Heavy Ion Therapy Center, Osaka</a>	C-ion	S 430/u (Hitachi)	3 fixed beams, 6 ports**	2018
15	Japan	<a href="#">East Japan IIC, Yamagata University Hospital, Yamagata</a>	C-ion	S 430/u (Toshiba)	1 SC gantry**, 1 horiz. & vertical fixed beam	2021
16	South Korea	<a href="#">Yonsei University Severance Hospital, Seoul</a>	C-ion	S 430/u (Toshiba)	2 gantries, 1 horiz fixed beam**	2023
17	Taiwan (China)	<a href="#">Taiwan Veterans General Hospital, Taipei</a>	C-ion	S 430/u (Hitachi)	2 vertical & 2 horiz. fixed beams**.	2022

表5 重粒子線治療施設（建設中）リスト

## 重粒子線治療施設（建設中）（update May 2025）

No	COUNTRY	WHO, WHERE	PARTICLE(S)	MAX. ENERGY (MeV)	BEAM DIRECTIONS	NO. OF TREATMENT ROOMS	START OF TREATMENT PLANNED
				ACCELERATOR TYPE (VENDOR)*			
1	France	<a href="#">ARCHADE, Caen</a>	C-ion	400/u	1 fixed beam (i&d)	1	2025
				cyclotron			
				(IBA)			
2	South Korea	National University Hospital, Busan	C-ion, He-ion	430/u for C, 230 MeV/u for He	1 gantry,	2	2025
				synchrotron	1 horiz. fixed beam		
				(Toshiba)			
3	USA	<a href="#">Mayo Clinic Florida Particle Therapy, Jacksonville, FL</a>	p, C-ion	250 / 430/u synchrotron	2 gantries (p), 1 C-ion treatment room	3	2025/26
				(Hitachi)			

表6 重粒子線治療施設（計画中）リスト

## 重粒子線治療施設（計画中）

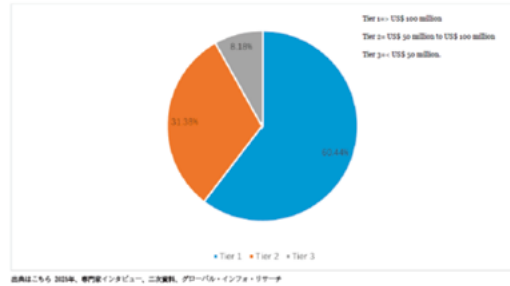
No	COUNTRY	WHO, WHERE	PARTICLE	MAX. ENERGY (MeV), ACCELERATOR TYPE, [VENDOR]	BEAM DIRECTIONS	NO. OF TREATMENT ROOMS	START OF TREATMENT PLANNED
1	China	Himed Cancer Hospital, Xuzhou City, Jiangsu Province	p, C-ion	250, 430u synchrotron, [Hitachi]	1 gantry (p), 3 fixed beams (C-ion)	4	2025?
2	China	Mazu Health center		(IMP)			
3	China	Renmin hospital of wuhan university		(IMP)			
4	China	Jiangsu cancer hospital		(IMP)			
5	China	The First Bethune Hospital of Jilin University		(IMP)			
6	China	Heyou International hospital	p, C-ion	[Hitachi]			
7	USA	全米重粒子線がん治療センター(UTワッシュェスタン), ダラス		メーカー：未定（日本の協力を想定）			2026-2027
8	UAE	クリープランドクリニックアブダビ	C-ion	高速スクニング照射技術と超伝導電磁石も採用した小型の回転ガントリー [Toshiba]	回転ガントリーの治療室と固定ポート式の治療室それぞれ1室ずつで構成される重粒子線治療装置	2	英注 2025年04月15日
9	Korea	アサンメディカルセンター	C-ion	高速スクニング照射技術と超伝導電磁石も採用した小型の回転ガントリー [Toshiba]	固定ポート式の治療室が1室と回転ガントリー式の治療室が2室	3	2031

表10. 世界の重粒子線治療技術のプレイヤー別売上高(2020年~2025年)と(百万米ドル)

Company	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Toshiba	95.24	112.25	142.26	172.61	215.23	280.77
Hitachi	75.02	86.38	110.96	135.60	166.95	213.63
CASHIM	28.10	34.15	44.63	57.47	74.39	98.43
住友重工業(SII)	33.59	38.62	47.57	56.40	68.45	86.69
Siemens (Varian)	42.37	45.64	48.05	52.00	55.62	60.24
Others	22.50	26.29	35.62	43.15	51.73	65.15
Total	296.82	343.33	429.09	517.23	632.37	804.31

出典: 2024年 2025年, 専門家インタビュー, 二次資料, デロイト・インフォ・リサーチ

図19. 重粒子線治療技術の生産者出荷台数(プレイヤー-収益(百万米ドル)および市場シェア(%) : 2024



出典: 2024年 2025年, 専門家インタビュー, 二次資料, デロイト・インフォ・リサーチ

表11. 2024年における重粒子線治療技術主要プレイヤーの収益市場シェア

会社	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Toshiba	32.09%	32.69%	33.15%	33.37%	34.04%	34.91%
Hitachi	25.27%	25.16%	25.80%	26.22%	26.49%	26.56%
CASHIM	9.47%	9.95%	10.40%	11.11%	11.76%	12.24%
住友重工業(SII)	11.32%	11.25%	11.09%	10.99%	10.82%	10.70%
Siemens (Varian)	14.27%	13.29%	11.20%	10.05%	8.89%	7.49%
Others	7.58%	7.66%	8.30%	8.35%	8.18%	8.10%
Total	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

出典: 2024年 2025年, 専門家インタビュー, 二次資料, デロイト・インフォ・リサーチ

表12. 世界の重粒子線治療技術業界の主要プレイヤーのランキング(2024年の売上高ベース)

Rank	Company	収益(百万米ドル)	市場ポジション
1	Toshiba	215.23	Tier 1
2	Hitachi	166.95	Tier 1
3	CASHIM	74.39	Tier 2
4	住友重工業(SII)	68.45	Tier 2
5	Siemens (Varian)	55.62	Tier 3
	その他のプレイヤー	51.73	/

出典: 2024年 2025年, 二次資料, デロイト・インフォ・リサーチ

図11 世界の重粒子線治療装置のプレイヤー別市場売上高、市場シェア

[出典 : Global Heavy Ion Therapy Technology Supply, Demand and Key Producers, 2025-2031, Global Info Research)

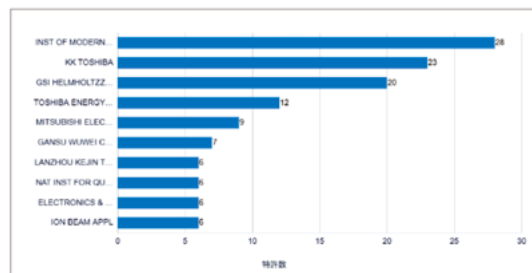


図12 重粒子線治療装置の特許出願推移、出願人ランキング

国内メーカー

海外メーカー

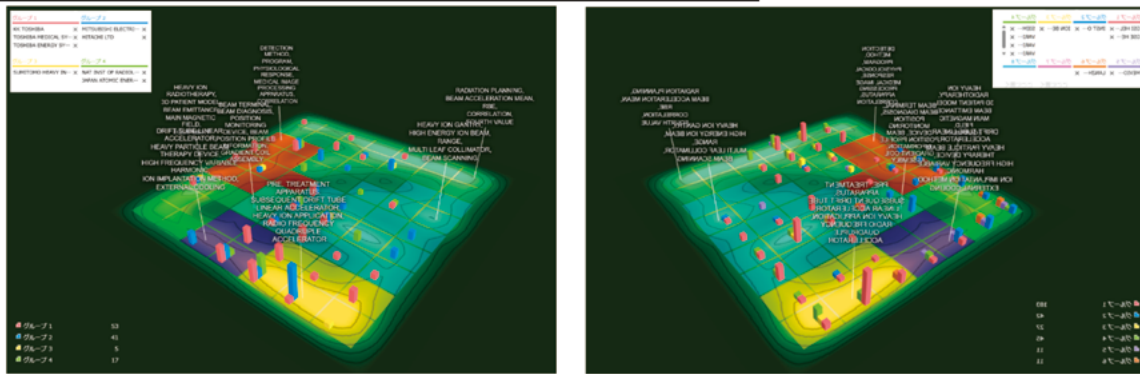


図 13 重粒子線治療装置の特許出願 Landscape3 次元特許マップ

2. 顧客セグメント・研究資金・試作品の検討、パートナー企業探索

【2024年度】

- 電子ビーム創薬のパートナー企業（医薬品メーカー、放射線治療装置メーカー）候補を探索し、候補結果（表7）を報告した。（放射線治療装置のメーカー別の特許情報調査・特許分析、市場・技術動向調査、プロドラッグのメーカー別の特許情報調査・特許分析、市場・技術動向調査より、候補結果を選定した）。

表7 電子ビーム創薬のパートナー企業候補

放射線治療装置メーカー		医薬品メーカー	
候補メーカー	選定理由	候補メーカー	選定理由
V社	<ul style="list-style-type: none"> <li>放射線治療装置の売上は、世界第1位で、約50%の売上占有率である。X線治療装置がメインであるが、陽子線治療装置も、開発、製造販売している。特許も、X線、陽子線、両方出願されており、総合技術力は、問題ないと思われる。また、レーザー加速電子線のUS登録特許を4件持っている。</li> <li>大学との共同出願も、外国大学では有り、共同開発に、問題はないと思われる。</li> <li>電子ビームも照射可能なX線治療装置を販売しており、国内リニアックの稼働シェアは約55%とトップである。</li> </ul>	T薬品	<ul style="list-style-type: none"> <li>プロドラッグの国内特許出願数1位(外国特許出願数6位)、プロドラッグ応用の抗腫瘍剤の出願数1位、国内売上高ランキング1位で、プロドラッグの開発では、実績あり。プロドラッグ関係では、大学との共同出願は神戸大学との1件。</li> </ul>
H社	<ul style="list-style-type: none"> <li>陽子線、重粒子線、X線治療装置（M重工業から事業継承）の全てを開発、製造販売しており、この分野の世界売上は第3位で、新しい装置開発について、総合技術力の深みが期待できる。特許も、粒子線関係が多いが、X線治療装置関係も出願されている。</li> <li>国内大学との共同出願の特許が多く、医療機器の認可まで実施されている。</li> </ul>	O薬品	<ul style="list-style-type: none"> <li>プロドラッグの国内特許出願数4位(国内企業では2位、外国特許出願数13位)、プロドラッグ応用の抗腫瘍剤出願数2位、国内売上高ランキング7位で、プロドラッグの開発では、実績あり。プロドラッグ関係では、大学との共同出願は無し。</li> </ul>
E社	<ul style="list-style-type: none"> <li>A社と同じく、X線治療装置に特化したメーカーで、放射線治療装置の売上は、世界第2位であり、特許もX線治療装置関係がメインである。</li> <li>大学との共同出願も、国内大学と3件あり、共同開発に、問題はないと思われる。</li> <li>電子ビームも照射可能なX線治療装置を販売しており、国内リニアックの稼働シェアは約25%で、バリアンについて、第2位である。</li> </ul>	D社	<ul style="list-style-type: none"> <li>エンハーツに代表される抗体薬物複合体(ADC)と呼ばれる抗がん剤の売上が好調で、国内売上高ランキング4位。プロドラッグではないが、電子ビーム活性化型リノール等の発明ができれば、ADCに应用でき、応用の枠を広げられる。</li> </ul>

【2025年度】

- 放射線治療装置、医薬品メーカーの候補先の更新を行った。⇒前年度から変更はない。
- (イオン加速) Cイオン源、イオン入射器（第5世代量子メス）のパートナー企業候補を選定した（表8）。重粒子線治療装置の特許動向、市場動向と主要特許まとめから、T社は、超伝導ガントリー、レーザーイオン源の特許を多く保有している。

現在、量子メス実証機の「第4世代量子メス棟」を建設中で、その主要パートを担当する企業が明確になっている。

S社は、「マルチイオン源」のイオン入射装置の開発を担当している。現プロジェクト（第5世代量子メス）でも、K社と共同で、レーザーイオン入射器の開発を担当しており、現在、想定しているパートナー企業は、現プロジェクト参加のS社、K社、総合プロデュースとしてT社である。

問題は、大型レーザー装置で、6J/pulse（数十fs、10Hz）のレーザーは、海外製しかなく、これを製造できるポテンシャルの日本企業として、E社（又は、H社）等の参入が必要かと思われる。

表 8 イオン加速のパートナー企業候補

参画メーカー(機関)	担 当	選定理由
QST	第5世代量子メス実証機の設計とビーム試験	本PJの推進本体。
S社	イオン送ビーム伝送	第4世代からマルチイオン入射器で担当しており、本PJでも参画。
K社	イオンターゲット	本PJで参画。独自のターゲットシステムは、要素技術となる。
T社	超伝導シンクロトロン加速器の設計・製造・据付・試験、およびシステム制御 (単独で重粒子線治療装置を販売しており、総合プロデュースも可能)	第4世代から超伝導シンクロトロン加速器の設計・製造を担当。
E社(OR H社)	高出力Ti:Saレーザーシステム	日本国内で対応できる企業として選定。

### 3. 特許ポートフォリオや特許網の構築

#### 【2024年度】

- 電子加速のFIP、BIPまとめ、特許評価、特許出願支援を行った。
- イオン加速のC6レーザー加速入射器に関するFIP評価、他社特許調査を実施した。

#### 【2025年度】

- 電子加速のFIP、BIP更新、特許評価、特許出願支援1件を行った。
- QST-FIP（イオン入射器、レーザーイオン源）の特許に関する特許性評価を行い、障害がないことを確認した。
- 特許出願支援1件を行った。

表 9 FIP 出願件数：()内は登録件数（2026年3月時点）

国内	PCT	各国移行			
		日本	US	EP	CN
26(4)	13	12(6)	7(6)	7	5(1)

表 10 本プロジェクトの特許出願推移

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	総計
国内出願	0	0	7	3	1	7	3	2	3	26
PCT出願	0	0	0	4	2	3	3	1	0	13

電子加速:FIP9 件、BIP13 件      イオン加速:FIP7 件、BIP118 件      レーザー開発:FIP10 件、BIP59 件



図 14 プロジェクトのFIB、BIP まとめ (件数は、ファミリー単位)

#### 4. プロジェクト終了後の管理・運用・活用方針の策定

[2025年度]

- プロジェクト終了後の知財管理方針を作成し、提出した。
  - ー国家プロジェクト終了後の知財マネジメントについては、現状、以下のパターンが考えられる (表 11)。

表 11 プロジェクト終了後の知財マネジメントパターン別比較評価表

パターン	主な構成員・管理主体	メカニズムと法的根拠	メリット(利点)	デメリット・リスク	適用シナリオ・適合性
A. 受託機関維持型	大学・公的研究機関	日本版バイドール原則に基づく単独保有。TLO経由で非独占ライセンスを目指す。	・研究の中立性を維持できる ・広範な普及(多数企業へのライセンス)が可能 ・将来の予期せぬ用途への適用余地を残せる	・維持費用(年金)が機関の財政を圧迫 ・「死の谷」を超えられず実用化するリスクが最大 ・マーケティング能力不足による機会損失	・基礎研究段階の成果 ・プラットフォーム技術 ・特定の用途に限定されない基礎技術
B. 企業譲渡・独占型	共同研究企業	企業への譲渡または独占的実施権許諾。METIがイードライン(RS改訂)で推奨強化。	・事業化へのコミットメントが明確 ・維持コストを企業が負担するための公的負担減 ・迅速な製品化・市場投入が可能	・一社独占による市場競争の阻害 ・企業の方針転換による「塩漬け(不実施)」リスク ・バイドール条項(クローバック)の管理が必要	・製品化に近い応用研究 ・巨額の設備投資が必要な装置産業 ・特定企業との密接な連携があった案件
C. ベンチャー承継型	カーブアウト・ベンチャー	スタートアップへの業的譲渡・ライセンス。Kyulux等の成功モデル。	・ハイリスク・ハイリターンな革新技術の社会実装に貢献 ・外部リスクマネー(VC)の導入が容易 ・開発者のモチベーション維持	・ベンチャーの倒産による知財散逸リスク ・M&Aによる技術流出リスク(安売上の懸念) ・適正な対価設定(バリュエーション)の難しき	・ディープテック(素材、AI等) ・既存企業では扱えない破壊的イノベーション ・JST/NEDOの起業支援事業案件
D. コンソーシアム型	共同管理組合	複数機関の知財を一元管理。ImPACT終了後の事例あり。	・プロジェクト参加者間での関係加速(クロスライセンス) ・研究DBの共有による継続的な改良 ・窓口一本化による負担減	・事業別の維持コストの負担割合が困難 ・権利関係が複雑で利益配分紛争の種になる ・強力なリーダーシップ不在だと機能不全に	・多くのプレイヤーが関与するシステム技術 ・参加者による継続的な改良が必要な分野 ・共通基盤データベースの構築
E. 国への返還型	JST / NEDO / 国	産業技術力強化法第19条に基づく返還。または契約に基づく譲渡。	・国主導での再配分や助産目的での産出が可能 ・外国企業間での利益確保(共有持分)	・国の管理コスト増大と官僚的非効率 ・「ゴースト」化する懸念(無償的な特許の集積) ・手続きが煩雑で機動性に欠ける	・安全保障上極めて重要な技術(機密技術) ・受託者が維持能力を喪失した場合 ・外国企業との共同研究案件
F. 放棄・公開型	なし(パブリックドメイン)	年金不納付による権利消滅、出願取下、審査請求料返還請求の活用。	・維持コストの完全カットと一部資金回収 ・技術開放による市場拡大(オープン戦略) ・競合他社の特許化阻止(防衛公開)	・投資回収(ライセンス収入)の機会喪失 ・模倣品の排除が不可能になる ・独占的利益を求めた企業の参入意欲減退	・事業化の見込みがない技術 ・既に標準化した技術 ・オープンソース・オープンデータ戦略と親和性の高い分野
G. 後継PJ接続型	受託機関(資金源変更)	A-STEPやNEDO実用化支援など、次フェーズ事業への採択による継続支援。	・「死の谷」での資金切れを回避 ・公的支援を受けながら実用化レベルを高められる ・設備や知財の継続的な活用が可能	・採択競争率が高く、移行できるとは限らない ・公的資金への依存体質が抜けず、ビジネス化が遅れる懸念 ・厳しい進捗管理(ステージゲート)を受ける	・技術的有望性は高いが市場化に時間を要する案件 ・基礎研究から応用研究への移行期 ・大学教員の前期育成段階
H. パテントプール型	ライセンス管理会社(TL)	標準必須特許(SEP)を義務し、第三者へ一括ライセンス。	・ライセンス交渉の簡素化(ワンストップ) ・技術の急速な普及と市場拡大 ・アンチコモンの意識の醸成	・独占禁止法抵触リスク(FRAND条件必須) ・個別交渉よりもロイヤリティが低くなる可能性 ・プール組成の合意形成に時間がかかる	・通信、放送、IoTなどの標準化必須分野 ・相互運用性が価値を持つ技術領域 ・多数の特許権者が混在する領域

- 現プロジェクトでは、プロジェクト終了時のPOCの段階は、未だ社会実装の開始にも到達せず、上のパターンを考慮すると、
  - 「G. 後継PJ接続型」が、最良の選択と思われる。しかし、後継PJが未定の場合、
  - 「A. 受託機関維持型」になるが、プラットフォーム(PF)を整備し、ユーザー開拓により、企業へのライセンス活動を推進する事が必要となる。
  - ⇒現時点で確定ではないが、以下の後継プロジェクトへの移管を想定している (表 12)。

表 12 PJ 終了後の知財マネジメントの形態

開発プロジェクト	PJ 終了後の知財マネジメントの形態(パターン)	
	1st. 後継PJ接続型	2nd. 受託機関維持型
電子加速(播磨) 電子加速(阪大産研)	△ ○	QST、PF整備、ユーザー開拓
イオン加速	△ ○(レーザー開発)	第5世代量子メスプロジェクト
レーザー開発 電気通信大学 分子科学研究所 阪大レーザー研	◎ TILAコンソーシアムに、一部、移管 △	自然科学研究機構、ユーザー開拓 SENJU(Super-Energetic Join Unit)関係

◎:後継PJ確定、 ○:後継PJ応募中、 △:後継PJ探索中



## 6. PJ 終了後の社会実装に向けた構想・事業化シナリオ等の実現に向けた準備状況

### 【2024年度】

- POCの社会実装に向けて、電子加速、イオン加速については、本プロジェクトの後継プロジェクトの探索を行った。
  - ー電子加速(播磨): PF整備、応用技術開発、ユーザー開拓(研究者企業)
  - ー電子加速(阪大産研): 改修建屋後の量子ビーム創薬PF立上げ、企業誘致
  - ーイオン加速(関西研): 量子メスとの連携、PF整備、新分野のユーザー開拓
  - ーレーザー: 加速用次世代レーザーシステムの検討、要素技術の展開
  - ー多くの知財は、後継プロジェクトに継承予定(表13)

表 13 プロジェクト終了後の知財管理

#### ■ プロジェクト後の知財管理

テーマ	出願状況 (2024年7月現在)	知財管理方針
電子加速	・国内: 8件 ・PCT: 3件 産研/QST	・FEL: QSTにて管理(国の研究施設での活用を想定) ・創薬医療: 阪大産研にて管理(FIPは阪大産研のみ) ・後継プロジェクトへの引継ぎを検討
イオン加速	・国内: 6件 ・PCT: 4件 QST	・QSTにて管理(FIPはQSTのみ) ・後継プロジェクト(または量子メス)への引継ぎを検討
レーザー	・国内: 9件 ・PCT: 5件 各機関	・技術の汎用性が高く、個々の要素技術ごとにFIP創出 ・各機関(分子研、レーザー研、電通大)ごとの管理 ・分子研では、コンソーシアムを活用した展開を実施

### 【2025年度】

- POCの社会実装に向けて、電子加速、イオン加速については、本プロジェクトの後継プロジェクトへの移管を想定し、探索を行った。



## 7. 今後の課題、活動方針、PJ終了時までの目標

### 【2024年度】

- POCに向けて、各テーマに即した知財活動支援を行う。
  - －電子加速：更なるコア特許出願、周辺特許出願の促進
  - －イオン加速：イオン入射器の侵害確認調査等

### 【2025年度】

- 社会実装に近い特許出願支援、周辺特許網構築の特許出願支援を行う。
  - －(イオン加速) 社会実装で重要なデブリシールド関連の特許支援
  - －(電子加速) プロドラッグ関係の周辺特許網構築の特許支援
- FIPの整理、更新、特許性評価を行う。
- プロジェクト終了後の知財管理方針を作成する。



## 8. PJリーダーの評価及び見解



佐野 雄二プロジェクトリーダー

### 1. PJリーダーによる、知財PDの支援活動及びPJ内の知的財産の取組・実績の評価

継続的な知財PDの支援活動により、レーザープラズマ加速技術とその応用に関する知財の現状を的確に把握できる状況となり、今後の研究開発の方向性の議論や特許出願戦略を検討する上で重要な指標となっている。加えて、より広範な調査・分析結果は、新規プロジェクトの提案活動において大いに参考になっている。今後も支援活動の継続を希望したい。

### 2. 「今後の課題、活動指針、PJ終了時までの目標」に対するPJリーダーの見解

これまでの活動成果に基づいて、本プロジェクトのPOC達成に向けた知財支援活動を継続いただくことは重要である。次年度は、10年プロジェクトの最後の仕上げの年となり、各研究開発成果の評価、他技術の動向調査結果、知財PDからの助言、提案などをHQおよび関係者と共有し、知財から見た後継プロジェクトのあり方（ファンド、開発部隊他）に関する提案、議論をさらに深めてほしい。特に、プロジェクト終了後の知財管理のあり方について、具体的な提言をお願いしたい。

独立行政法人工業所有権情報・研修館（INPIT）

知財戦略部 イノベーション・企画担当

〒105-6008

東京都港区虎ノ門4丁目3番1号 城山トラストタワー 8階

TEL：03-3580-6949 E-mail：ip-sr05@inpit.go.jp

2026年3月発行

リサイクル適性 

この印刷物は、印刷用の紙へ  
リサイクルできます。