

第5期（令和4年4月～令和9年3月）の事業実施を踏まえた検討すべき課題（提案）

①次期事業の骨格

- これまでライフサイエンス研究に使用されるモデル生物を中心に収集・保存・提供してきたが、これに加え、ライフサイエンス研究の新たな展開・潮流の変化を先取りする新たな生物種等を発掘・支援する仕組が必要ではないか。
- 日本の多様な自然環境に適応して定着してきた生物種の情報は進化・適応の変遷を読み解く上で重要な鍵であることからも、学術研究での利活用に向けて戦略性を持って収集・保存する必要があるのではないか。
- A I 技術が進展・普及しようとも最終的な検証は生体で行う必要があり、サイエンストラスト（科学への信頼性）確保に貢献する質の高いバイオリソースを体系的かつ効率的に収集・保存・提供できる体制を引き続き整備していくことが重要ではないか。
- ライフサイエンス研究の新たな展開・潮流の変化を先取りする新たな生物種等を育成するため、学術研究上有益な生物資源を保有する学術研究機関を網羅的に把握した上で連携する必要があるのではないか。

②参画する人材の確保

- 課題管理者の後継者確保や参画研究者の育成は大きな懸念であり、機関や研究者がNBRPに魅力を感じて参画できるように、新たなモデル生物・系統の開発や保存・利活用に関する技術の研究開発を実施可能とする必要があるのではないか。また長期事業の観点から参画技術者の安定的な雇用への対策が必要ではないか。

③情報基盤

- 生命科学の進展・研究環境の変化に対応し、生物個体としてのバイオリソースだけではなく、デジタルデータの保存・提供も重要であり、AIとの連携を軸とした情報基盤の近代化・集約化を進める必要があるのではないか。

④評価軸

- 研究者の減少や動物実験代替法の進展、AIを用いた解析の進展により、従来の実績値（提供件数・論文数・利用者数）は減少する傾向にあり、予算獲得に必要な右肩上がりの実績を出していくことは困難となりつつあることを踏まえ、事業全体・各リソースの取組・活動・成果を把握する、新たな評価軸を設定すべきではないか。

⑤事業運営

- 持続可能性、効率性を確保する観点から、生体保存、凍結保存、デジタルデータ保存のるべき最適解について検討を進める必要があるのではないか。

今後のライフサイエンスの潮流に対応するための体制の検討

- ・新潮流への展開のために、新規リソース種の導入や戦略的なデータ取得を推進。
- ・重要リソースの事業は改善の上継続が必要。
- ・サステナブルな事業体制の構築。

■リソース機関の複層化

- ・複数のカテゴリーを用意して、今後必要な多様なリソースを網羅。

1) 中核機関：利用者が一定数以上あることなどリソースを精選し、それぞれの性状に合わせた支援をする。
年度変動がある技術継承や設備更新のための経費を計画的に進める

2) 維持機関：蓄積したリソースの維持のための最小限の経費を支援（今後のブレイクに期待）

3) ネットワーク機関：新たなリソース種の中核機関の予備群としてまず情報整備と公開
リソース情報（どんなリソースがどこにあるのか）の掲載だけでも共同研究の促進が期待
必要に応じ技術開発、ゲノム情報等整備を進める

■技術開発、ゲノム情報等整備プログラムの拡充

- ・潮流を先取りする新たなリソース開発や環境対応等の多様性メカニズム研究に向けた情報整備を推進
- ・AI for Scienceに向けた戦略的なデータ取得を推進（情報センターとの連携）
- ・上記リソース機関と連携した計画を広く公募（現在は中核機関内で公募）

■情報センター機能の強化

- ・ホームページを通じたNBRP事業（特に提供事業）の運営支援を継続・改善
- ・AI for Scienceに向けた戦略的なデータ取得や解析支援をNLDPと連携して進める
- ・分担課題の知財・ABS等の機能はライフサイエンス研究基盤事業の基盤センター事業として別に位置づけ、情報センターとしての機能を強化する。

今後の検討課題と事業展開の方向性（提案）-統合からAI基盤へ-

- AI for Science時代におけるライフサイエンス研究データの集積・活用のあり方？
 - **知識グラフを基盤とした、AIとの連携強化**：AIを活用したDBの効率的な構築、AIへのデータや知識の提供のためのシステム開発強化
 - **一次DBと二次DBとの一体的運用**：DDBJ事業などの一次DBとの統合・連携強化
 - **新たな連携拡大**：AI戦略DB戦略に基づく、AI活用プロジェクトや多様・網羅的なデータ生産プロジェクトとの緊密な連携
- 欧米に伍した研究基盤としてのDB、(AI・IT非専門家のための)解析環境、ファンディングのあり方
 - **計算機資源および人材の大幅拡充**：大規模なDB群の一括運用、統合解析環境構築、DBの高度アノテーションと内製化促進、などのため
 - **DBとツールの統合解析環境の整備**：AI・IT非専門家のための統合解析環境整備
 - **DBの内製化の強化**：ファンディングから内製化へ
 - **基盤的・多様なDBのテナント型一元管理・運用**：AI基盤強化の一環として基盤的・多様なDBの集約と一元管理
- 持続可能な体制の構築に向けて
 - **ナショナルDBセンターとしての事業展開**：分散したDBセンターの集約・大規模化によるAI基盤の整備、DB戦略(オープン・クローズ、国際協調、データ提供インセンティブの付与の仕組み、など)の立案と実施

今後の事業展開の方向性（提案）-統合からAI基盤へ-

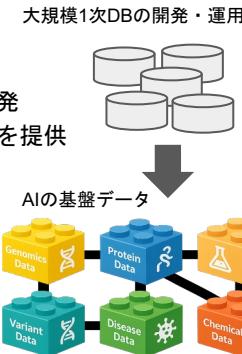
1次2次データの運用とAI利用に向けたデータ基盤の開発

1次データのレポジトリ事業を高度化

- NBDCヒトデータベースやDDBJへのデータ登録・利用申請業務をAIで支援
- ベタバイト規模のマルチオミックスデータを運用するレポジトリシステムを開発
- テナント型の開発で統合化推進プログラム等のデータベース構築に必要な技術を提供

2次データの生成・提供とLLM・LMMへの対応

- AI学習用・検証用の高品質な正解セットを数千億項目の知識グラフから生成
- AIの推論結果に対しデータベースにある科学的根拠（エビデンス）を付与
- データを定期的に更新し、最新の知見をAIエージェントと研究者に提供
- メタデータ不足をAIで補正する技術開発とデータ再解析で付加価値の創出
- 実験由来データとAI由来データを区別し、安全に利用できるシステムを開発



生命科学の基盤となるデータベースと大規模AIデータ解析環境の提供

ナショナルデータベースセンター

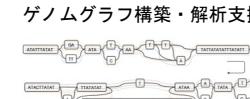
- 日本の全生命科学研究データを集積する共通データベース基盤を運用
- 国の研究費によるデータを保全するためのDMPを策定・実施
- 国際連携によるAI時代における生命科学データの標準化

大規模データサイエンスのインフラ構築

- 大規模データを大規模計算機に配置し共用施設として利用者に提供
- GPU・CPU増強によるゲノム解析・マルチオミックスAI解析の人材育成
- ゲノム医療・創薬・バイオ産業などに向けた大規模解析のための環境を整備

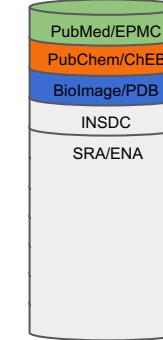
次世代の大規模ゲノムデータ解析基盤整備

- ゲノムグラフを用いた完全長ゲノム解析と構造多型解析技術の提供
- スパコンを活用した高速解析ワークフローの開発と提供



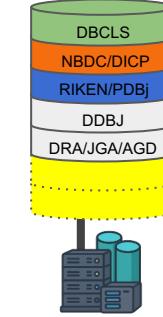
欧米

(100～400PB)



日本

(50PB)



知識・文献データ
マルチオミックスデータ
画像データ
ゲノム・DNAデータ

DBの内製化促進と
テナント型開発による
一元的な運用
計算機資源とストレージの増強でAI対応

マウスの肝臓のRNA-seqのデータを探したい。マウスの系統、オスなのかメスなのか、肝臓のどの部位から得られたデータかで分類したい。



既存の手法では困難

1. DDBJの検索ページを開く
 2. 学名で生物種を指定
 3. 種別でRNA-seqを指定
 4. 肝臓(liver)で検索
 5. 数千件のリスト
- ↓
6. それぞれ文献を参照
 7. 性別や臓器の部位を確認
 8. 手作業で絞り込み

AI統合検索

6408件あります。

論文を参照して性別と部位で整理して。

論文に記載のあったものが3802件でした。

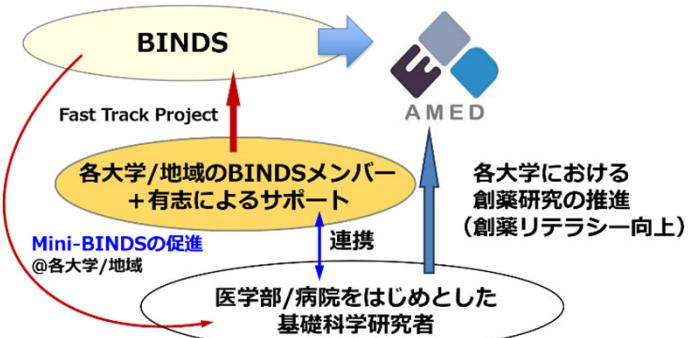
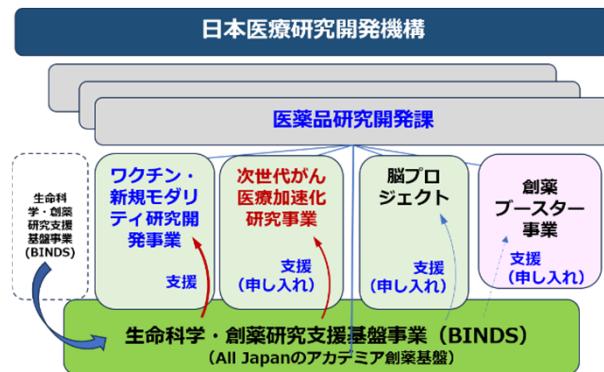
CSV形式の表にして。

BINDS次期事業を検討する際に検討すべき課題と提案

1. 役割・価値の再定義（存在意義の明確化）

- ・世界に伍する生命科学・創薬研究基盤として、最先端の研究機器をいち早く導入し、共用する仕組みを強化する必要がある。
- ・WHOがMpoX (Clade Ib)で緊急事態を宣言した際(2024.8)、SCARDAと即時に連携し、世界最速で抗原検査キット(プロトタイプ)を作製できた。次期は、“国家技術基盤”としてのBINDSがハブとなり、従来の高度化・支援に加え、事業間連携を牽引し、**国全体の創薬エコシステムに貢献する役割**を担う必要がある。
- ・生命科学・創薬研究力の強化のため、従来の高度化と支援は継続しつつ、**多面的支援と事業間連携**の加速化に“**よろず相談窓口**”を設置。今後の件数増と日本の技術普及を見据え、**より高効率な支援体制の構築**が不可欠。

対策案（一部、実行中）



FTPを通じた創薬リテラシー強化と創薬人材の育成

多面的支援の促進に向け、事業内公募による創薬加速化プロジェクト(Fast Track Project; **FTP**)を実施し、**ユニット間連携**が一気に進展し成果が生まれつつある。今後、BINDSメンバーが各地域・各大学で多面的支援を展開できれば、創薬課題の加速して大型予算の獲得に繋がると共に、全国的な**創薬リテラシー向上**に寄与できる。

多面的支援を統括する「支援センター(仮称)」の創設(案)

よろず相談の相談件数は増加傾向。高効率な支援体制構築には“よろず相談”直下に多面的支援を担う**『支援センター(仮称)』**を設置し、連携推進オフィスと一体運用することで、事業間連携の確度とスピードを高める。

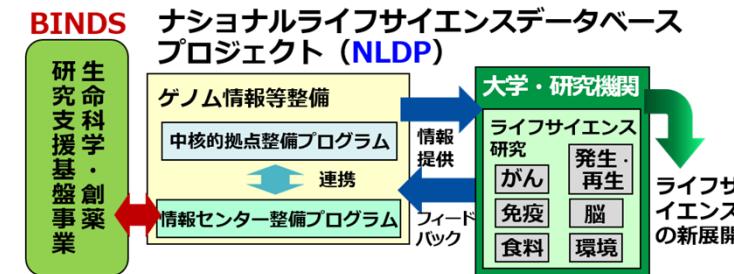
創薬エコシステムの実践(明確化)

BINDSを“国家技術基盤”として明確化し、事業間連携を通じてAMED全体の創薬エコシステムに貢献する。特に感染症領域では、有事（WHO宣言時）に即応できる体制を整え、COVID-19の再現を防ぐ一翼を担う。なお、図示の各事業とは既に連携を打診済みで、具体策を協議中である。

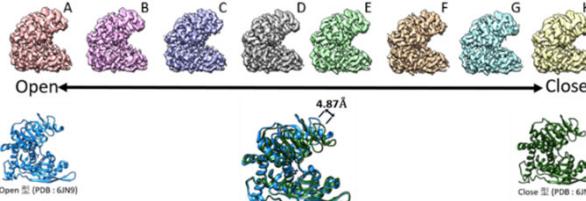
BINDS次期事業を検討する際に検討すべき課題と提案

2. BINDSで取得したデータの戦略的利活用及びデータ駆動型研究への対応（集約・二次利用の促進）

・データサイエンスを振興し、日本発のAI創薬を実現するためには、研究現場で得られる貴重なデータを散逸させず、体系的に集約・利活用できる仕組みが不可欠である。BINDSで創出されるデータは、国（ライフサイエンス課）が進めるナショナルライフサイエンスデータベースプロジェクト（NLDP）との連携のもと、国家的データ基盤として設計すべきである。特に、以下の4種のデータは今後のAI創薬の鍵となる。



1) クライオ電顕による生の画像データ → MD計算 FMO計算



クライオ電顕の生データはダイナミクス情報を含み、MD解析に有用。例として、グルタミン酸デヒドロゲナーゼ(GDH)のA～H構造がOpen/Close遷移を捉え、作用機序解明に資する(理研)。

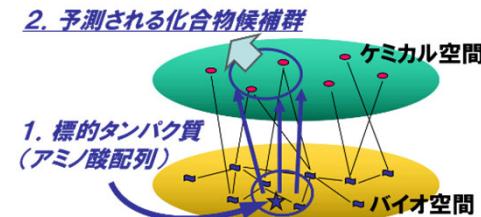
3) 化合物ライブラリー (BINDS分+J-public+J-Clicの活用)

- ・ユニアーチャル化合物： 東大28万(企業6万合), 阪大14万(企業6万合)+企業ライブラリー
- ・既存薬ライブラリー： 北大5,000、九大2,000
- ・天然物： 北里大(大村天然物),長崎大(海洋微生物)
- ・分子標的・特殊ペプチド(AMED他事業分含む)
- ・中分子： 東大 約7万

J-Public :
コアセット：10,240個,
ライブラリー全体44万個
(構造情報も利用可能)
J-Clic (New!) :
コアセット：約10,000個のみ

蓄積される化合物の結合データの利活用

(株)京都コンステラ・テクノロジーズ(2018年文科大臣表彰)をはじめ様々なIT技術が確立され、Wetデータの蓄積により、より高精度な化合物探索が可能となる。



4) Wet×AIによる複合体構造予測の世界大会を支援 (BINDS後援)

抗原一抗体複合体の構造解析をデータ蓄積の一環として位置づけ、Protein Data Bankとの連携のもと、複合体予測モデルの構築に関する世界的プロジェクトをBINDSメンバーが主導する。若手人材育成にも繋がるほか、Deep Mind社のような世界最高精度を誇るグループとの連携が進むことが期待される。

細胞表面構造を動物に提示して得られる抗体全配列データと、空間ゲノム・プロテオミクスデータを統合することで、新規バイオマーカー探索が加速し、“未病・予防”に貢献可能。



BINDS次期事業を検討する際に検討すべき課題と提案

3-1. 持続可能性の確保（特に汎用機器の更新・保守体制）

- ・第1期・第2期を通じて、BINDSでは大型装置・先端装置の整備が進み、全国の研究者に高度な解析支援を提供してきた。一方で、実際に支援を遂行する現場では、前処理や測定に不可欠な**汎用機器の老朽化**が深刻化している。
- ・これらの装置は研究室所属の学生が日常的に使用するため、支援専用の機器を別途確保して対応してきたが、保守契約切れのまま運用され、故障時は**研究室負担で修理**する状況が**常態化**している。
- ・第1期から第2期にかけて**支援件数は急増**し、現場の負担は限界に近づいている。結果として、外部からの評価は高い一方、現場のPIや支援者からは**疲弊感と不公平感の声**が増えつつあり、持続可能な支援体制の再構築が急務となっている。



BINDS中核リソース

日々の支援に不可欠な汎用機器の老朽化が深刻化。

対策案

・「支援インフラ維持枠」の新設（予算次第）

支援現場の汎用機器の更新・保守費を対象とした計画的更新サイクルを制度化。

・「受益者負担」の一部導入による保守費補填（先行事例）**京都大学運用制度**

・「支援専用共用機器枠」の創設（予算次第）

各研究室における汎用機器の学生利用と支援業務を分離するため、BINDS支援専任機器を明確化し、研究室の負担軽減と支援効率化を図る。例えば、リース会社と契約して、供与する方法も検討可能な方法である（案）。

・「支援センター（仮称）とリソースの最適化」

頻度の高い支援内容については、『支援センター（仮称）』で標準化・半自動化し、支援者の負担を下げながら品質を維持する。



KUMaCe @京都大学

・創薬に特化した装置の共通機器化、工コ化を推進。

✓ 全ての学内の装置をIDカードで管理し、課金する制度を保有。

✓ 周辺の大学からの利用でも集金可能

→ **更新費・保守費に補填**.

（効果）学会展示用装置を常設

（メーカーからも宣伝になると好評）.

BINDS次期事業を検討する際に検討すべき課題と提案

3-2. 持続可能性（費用負担）について

- ・人件費、試薬品等が高騰する中で支援件数が急増。支援に限界が来ている。汎用機器の老朽化、装置の修理費、保守契約に係る経費などの費用負担を少しでも軽減せねば、支援の内容に支障をきたし、却って評判を下げるケースも想定される。

対策案 1：大学独自の運用制度の活用

- ・KUMaCO(京大)のような共通機器システムの構築
→課金制度の構築も容易
- ・主要大学で同じ仕組みを設置し、課金制度の普及を検討。
ただし、ソフトウェアの設置費用も必要（問題点）。



対策案 2：リモート運用、さらなるエコ化・共通化を検討

- ・X線結晶構造解析はリモート化・自動化を達成。24時間対応可能な高効率支援を達成@SPring-8, KEK
→高度化研究で自動化を目指す（人件費の削減）

対策案 3：企業からの支援依頼

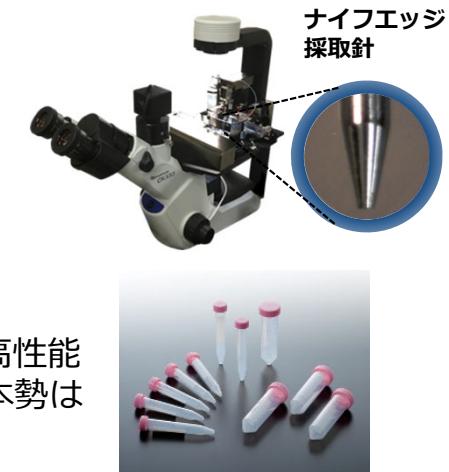
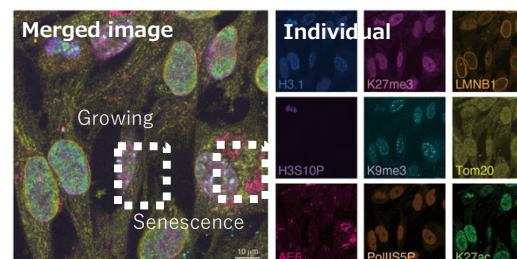
- ・従来から企業からの支援依頼は、基本、「共同研究に移行」し、企業から研究費を獲得、補填する
- ・企業からの依頼をスムーズに行うためにベンチャーを設立し、ビームタイムごと費用負担して貰う。

対策案 4：企業や自治体の支援との相乗効果

- ・香月(鳥大)：鳥取県からの支援
- ・難波(阪大)：横ぐし協働研究所(JEOL)との協業で効率的支援
- ・前仲(北大)：世界初でBSL3にクライオ電子顕微鏡を設置。
宣伝効果でwin-win

対策案 5：日本独自の技術を普及（参考資料）

（例）SeqIS(九大・大川らが開発した細胞状態とシグナル伝達の同時解析が可能)や微小組織採取装置(早稲田大・竹山らが開発)など、装置や消耗品の国産化と普及を奨励する



BINDS発ではないが国産の消耗品(高性能ながら半額)が10年前、海外勢：日本勢は9:1→2:8（現在）まで普及

BINDS次期事業を検討する際に検討すべき課題と提案

4. 技術者の人材育成（評価とキャリア形成）

最先端研究機器を高度に運用できる技術者、および創薬研究の実戦経験を持つ若手人材の育成は、国家基盤としてのBINDSが果たすべき最重要使命の一つである。とりわけ、BINDSの支援は高度専門性と経験知に支えられており、人材が途切れれば技術も途絶える。人材育成は、日本の創薬力と産業競争力を根底で支える国家的課題である。

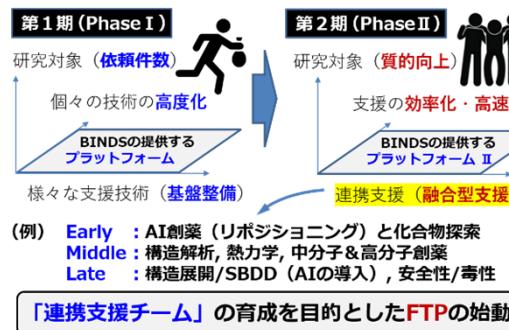
- ・技術継承の断絶リスク：技術が属人的。 BINDS離脱 = 技術消失に陥る。
- ・キャリアパス不在：「支援に徹するだけの職」と見なされ、若手には魅力なし。
- ・若手の“支援離れ”：自身の研究業績（論文・特許）に繋がりにくい。
- ・人材不足：ワクチン/mRNA/核酸/抗体等の最新の創薬技術の経験がない
- ・感染症対応力の脆弱性(COVID-19の教訓)： BINDSが人材育成機能を強化しなければ、次のパンデミックでも薬を“買うしかない国”と化す。

現BINDSにおける人材育成に関する取組み例

①クライオ電顕の技術者・若手研究者の育成の例

- ・滞在型学習(OIST)をはじめ、導入された電顕を用いて人材育成が奏功 → 1台あたりの論文数は2022年には世界一へ（日本12.5, 2位の英国9.9）

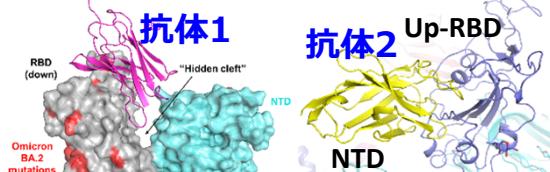
②ユニット間連携の推進 (Fast Track Project ; FTP)



- ・1課題あたり1千万を上限に課題提案型で事業内公募。
→異分野融合で様々な手法でSBDD等の創薬研究進行
- ・若手枠も機能。異分野連携が進むと同時に、優れた課題の発掘にも成功。

対策案1：Wet×AIによる複合体構造予測の世界大会を支援

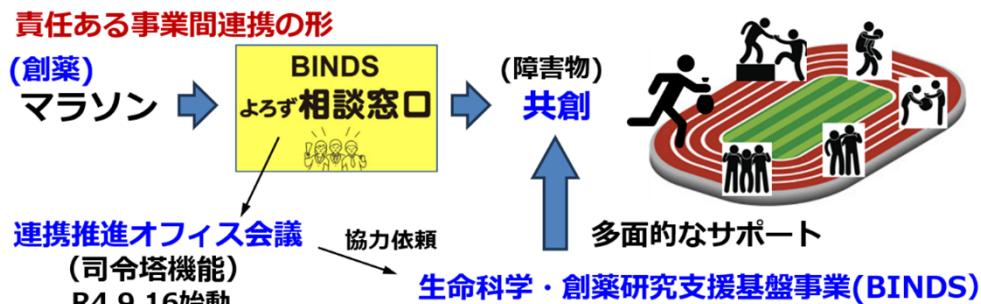
抗原抗体複合体の構造予測は創薬力強化に不可欠で、インシリコ研究を担う若手育成は国益に資する。 Protein Data BankのS. Burley教授が顧問を務める日本のベンチャー企業が、ウクライナ復興支援の一環として公的資金を獲得。 BINDSに構造解析支援の依頼予定である。 BINDSは本支援を通じて、PDBと連携し複合体構造予測をテーマとした国際大会を開催（事務局は別、 BINDSは後援のみ）。 若手研究者によるインシリコ技術育成プロジェクトの促進しながら、 Wetチームとの連携交流を図る（異分野連携へ）。



難波ら(阪大)により解析された SARS-CoV-2のS蛋白質とVHH抗体複合体構造。エピトープの決定は最新のAI技術でも困難。

対策案2：事業間連携にも連携チームで支援する仕組みを構築

事業間連携の際には信用問題に直結するので、“よろず相談窓口”を介して対応する。異分野連携で面で対応し、研究課題推進の加速化を図る。



(実績) 「ワクチン・新規モダリティ研究開発事業(SCARDA)」との事業間連携により Mpoxy(Claude Ib)の抗検査キット(プロトタイプ)を世界最速で作製。