

大規模学術フロンティア促進事業の「事前評価」(報告)

「ヒューマングライコームプロジェクト」

2022年(令和4年)11月9日

科学技術・学術審議会 学術分科会 研究環境基盤部会
学術研究の大型プロジェクトに関する作業部会

目 次

はじめに	3
1. 実施主体が構想する計画の概要	4
(1) 計画概要等	4
(2) 年次計画	4
2. 計画の評価	5
(1) 緊急性	5
(2) 戦略性	5
(3) 社会や国民からの支持	5
(4) その他（研究者コミュニティの合意、計画の推進体制、共同利用体制、計画の妥当性）	6
3. まとめ	6
(1) 総合評価	6
(2) 計画推進に当たっての留意点	6
科学技術・学術審議会 学術分科会 研究環境基盤部会 学術研究の大型プロジェクトに関する作業部会 委員等名簿	8

はじめに

学術研究の大型プロジェクトは、最先端の技術や知識を結集して人類未踏の研究課題に挑み、当該分野の飛躍的な発展をもたらすとともに、世界の学術研究を先導するものであり、我が国においても、社会や国民の幅広い支持を得ながら、長期的な展望を持って、これを推進していく必要がある。

文部科学省では、平成 24 年度に「大規模学術フロンティア促進事業」を創設し、科学技術・学術審議会 学術分科会 研究環境基盤部会 学術研究の大型プロジェクトに関する作業部会（以下「本作業部会」という。）が策定する「学術研究の大型プロジェクトの推進に関する基本構想ロードマップの策定ーロードマップー」等に基づき、社会や国民からの支持を得つつ、国際的な競争・協調に迅速かつ適切に対応できるよう、学術研究の大型プロジェクトを支援し、戦略的・計画的な推進を図っている。

各プロジェクトの推進に当たっては、本作業部会として原則 10 年以内の年次計画を作成し、これに基づく進捗管理等を「大規模学術フロンティア促進事業のマネジメント」（令和 3 年 1 月 19 日本作業部会決定）（以下「マネジメント」という。）に基づき実施している。

「ヒューマングライコームプロジェクト」は、「学術研究の大型プロジェクトの推進に関する基本構想ロードマップの策定ーロードマップ 2020ー」に掲載された研究計画であり、「大規模学術フロンティア促進事業」として新たに着手する計画として、本作業部会において事前評価を実施した。本報告は、その結果を示すものである。

なお、評価に当たっては、本作業部会の委員に加え、当該分野における専門家にアドバイザーとして協力をいただき、評価を実施した。

1. 実施主体が構想する計画の概要

(1) 計画概要等

①実施主体

【代表機関】東海国立大学機構

【連携機関】自然科学研究機構、創価大学

②計画概要

本計画は、真の生命現象の統合理解のために必要不可欠である糖鎖ビッグデータを取得し、ヒトの糖鎖ナレッジベース「TOHSA」とTOHSAを活用した連携基盤を構築することで、糖鎖研究の一般化を実現し、現在の生命科学のあり方を革新するものである。

③所要経費

約 321 億円

④計画期間

令和 5 (2023) 年～令和 14 (2032) 年 (10 年間)

⑤研究目標 (研究テーマ)

1. 情報基盤確立

糖鎖基盤情報 (ヒト糖鎖精密地図、ヒト疾患関連糖鎖カタログ、糖鎖生合成アトラスの各情報) を取得し、そのデータを活用するためのナレッジベース: TOHSA を構築する。

2. 設備・技術基盤確立

ヒト糖鎖に関する網羅的情報を取得するために必要な最先端設備、情報基盤確立を加速する革新的技術 (迅速グライコプロテオミクス (GP) 全自動装置、糖鎖の 4 次元構造可視化システム) の開発。

3. 連携基盤確立

ナレッジベース TOHSA を活用したシステム: オープンミックスラボの基盤を構築・運用し、糖鎖関連新技術、新知見を創出する。

(2) 年次計画

「ヒューマングライコムプロジェクト」の年次計画は別添のとおり

2. 計画の評価

(1) 緊急性

本計画は、生命科学における三大生命鎖（ゲノム・蛋白質・糖鎖）の一つである「糖鎖」について、構造解析の世界標準法を確立し、大規模かつ網羅的なヒト糖鎖情報を収めるナレッジベース※「TOHSA」を構築して、国際的な糖鎖研究基盤の形成を目指すものである。

糖鎖は、ゲノム、蛋白質に比べてその構造の複雑さ等から研究が遅れているが、これまで我が国の研究者が先行した研究実績を有しており、現在の標準的な解析法の多くが日本の研究者によるものであるほか、当該分野の学術論文についても高く評価されている。しかしながら、近年、米国で大型の研究プロジェクトが立ち上がっているほか、欧州、中国等においても研究を強化する動きがみられる。このような取組により、今後、世界的に糖鎖研究が進展すると見込まれる中、我が国の持つ優位性を維持し、国際的なリーダーシップのもとに世界的な糖鎖研究のハブを形成することが求められており、本計画の実施には緊急性が認められる。

※単なるデータの集合体（データベース）ではなく、データが解釈付けされたナレッジが集積されたもの

(2) 戦略性

本計画では、10年計画の前半5年間を「国際競争フェーズ」とし、日本が優位性を持つ網羅的糖鎖解析技術を「迅速グライコプロテオミクス全自動装置」等の開発、導入により高速化し、前例のない規模での糖鎖構造の網羅的解析を目指している。糖鎖構造解析の世界標準法を確立し、糖鎖ナレッジベースを構築・限定公開した後に、後半の5年間では「国際協調フェーズ」として国際的な連携を強化し、頭脳循環のハブとなる国際的糖鎖研究拠点の構築を行うこととしている。本分野における日本の強みを十分に伸ばし、我が国の糖鎖研究における国際的優位を確固たるものとしたうえで世界的な糖鎖研究の中心となることを目指す本計画は、十分な戦略性を持つものと評価できる。

また、これまで技術的な困難さ等から限られた研究者のみで取り組まれてきた本分野について、解析の自動化、高速化、そしてナレッジベース構築により多くの研究者が容易に共同研究に参加できる体制を確立することは、生命科学分野全般に大きな波及効果をもたらすことが期待される。

(3) 社会や国民からの支持

「糖鎖」については広く国民にその重要性が理解される段階には至っておらず、本計画における糖鎖構造解析やナレッジベース構築について現時点で強い支持が得られているとは言いがたい。しかしながら、本分野の研究の進展は、将来的に各種疾病の早期診断や創薬などの医療の発展につながる可能性を持つものであり、そのような意義を示すことができれば、社会や国民からの支持を得ることは十分可能であると言える。今後は本研究の学術的意義や将来性、重要性について広く理解、支持が得られるよう、積極的なアウトリーチ活動が望まれる。

(4) その他（研究者コミュニティの合意、計画の推進体制、共同利用体制、計画の妥当性）

本計画は、ロードマップ掲載時には32の生物系学会を束ねる生物科学学会連合の支持を受けており、広く関連コミュニティの合意が得られたものであると認められる。また、本計画の実施主体である東海国立大学機構を中心に形成されている「糖鎖生命科学連携ネットワーク型拠点（J-GlycoNet）」は令和4年度から共同利用・共同研究拠点到に認定され、我が国の糖鎖研究の代表的な研究者の協力を得て研究を推進する体制が築かれている。

3. まとめ

(1) 総合評価

本計画は、生命科学における三大生命鎖（ゲノム・蛋白質・糖鎖）の一つである「糖鎖」について、構造解析の世界標準法を確立し、大規模かつ網羅的なヒト糖鎖情報を収めるナレッジベース「TOHSA」を構築して、国際的な糖鎖研究基盤の形成を目指すものであり、高い緊急性、戦略性を持ち、国内外の研究者コミュニティの合意や社会・国民の支持を得られる計画として評価できる。

糖鎖研究で得られる知見は、将来的に医療・創薬分野での産業利用の可能性を秘めたものと言え、ナレッジベース及びそれを活用した連携基盤の構築により新たな研究展開が生まれることが期待されるため、本計画の学術的・社会的意義は高いものと認められる。

以上を総合的に勘案し、本計画は積極的に進めるべきであり、早急に着手すべきであると評価する。

本計画は、今後著しい進展が見込まれる研究分野に関するものであり、計画期間中の当該分野の発展、研究者コミュニティや国際的な状況の変化等も踏まえた計画推進と適切な支援が図られることが重要である。本作業部会としては、進捗評価等において計画の進捗や後述の留意点への対応状況のみならず、分野全体の状況等を注視しつつ進捗管理を行うこととする。

(2) 計画推進に当たっての留意点

「ヒューマン glycomics プロジェクト」の推進に当たっては、以下の点について留意する必要がある。

① 適切な科学目標の設定について

本計画では、3つの研究目標として「情報基盤確立」、「設備・技術基盤確立」、「連携基盤確立」を挙げ、糖鎖構造解析の世界標準法を確立し、大規模かつ網羅的なヒト糖鎖情報を収めるナレッジベース「TOHSA」を構築して世界的な研究拠点形成を目指すこととされている。一方で、このナレッジベース構築とそれを基盤とした研究によってどのような生命科学上の成果を見据えているのか、科学的に達成すべき目標が明確に示されていない。3つの研究目標を通じてどのような科学目標をいつまでに達成するのか、客観的指標により示すことが求められる。

② 戦略的な共同利用・共同研究体制の構築と人材育成について

本計画の研究目標の1つとして「連携基盤確立」が掲げられているとおり、本計画の推進に当たっては、国際連携体制の強化も含め戦略的な共同利用・共同研究体制の構築が重要である。本計画は、東海国立大学機構のほか、自然科学研究機構、創価大学が連携して実施するものとなっているが、これまでの糖鎖研究の実績などの強みを生かしつつ、各実施主体がそれぞれの役割を明確にし、効果的な協力を図ることが求められる。

共同研究体制の運営にあたっては、ナレッジベースが糖鎖研究にとどまらない幅広い研究者に有効に活用されるよう、広くコミュニティの発想を取り入れた柔軟な取組が望まれる。特に、ナレッジベースを継続的に拡充しつつ、利便性を向上させ、持続的、長期的に安定した運用を行うことが不可欠である。本計画において確立される「連携基盤」が、より多くの分野の研究者の研究力向上と連携・協力に資する基盤となるよう、具体的なプロセスを明確にしたうえで取り組むことが求められる。

また、今後著しい進展が見込まれる糖鎖研究やその関連分野において、将来の発展を支える人材を長期的な視野を持って育成していくことが求められる。本「連携基盤」における共同研究体制においては、若手研究者が将来のキャリア形成につながるような取組を行うことや、国際共同研究におけるリーダーシップ能力の獲得の機会創出等が十分に図られるよう、十分に留意した運営が望まれる。

③ 将来を見据えた予算計画、人員計画について

本計画において構築される糖鎖ナレッジベースは、継続的な拡充を行いつつ、研究者コミュニティに開かれたものとして長期にわたって維持されることが求められる。本予算計画では、運営費の占める割合が高い傾向にあるが、本計画期間中から、運営費の効率化や財源の多角化等、将来の自走化に向けた取組が必要である。

また、人員計画についても、予算規模や関連研究者コミュニティの状況を踏まえて詳細な検討が望まれる。

④ 社会・国民の支持を得るための取組について

本計画のプロジェクト内容や期待される研究成果は、「糖鎖」という存在そのものも含め、広く国民にその重要性が理解される段階には至っていない。一方で、本分野の研究の進展は、がんや認知症などの国民の生命、QOLに密接に関係する疾病の診断や治療に大きく貢献する可能性を秘めたものである。したがって、本研究の成果とその意義を適切に国民に示すことができれば、国民の十分な理解・支持を得ることは可能と考えられる。

本計画の推進には多額の資金と時間を要するが、その過程においては国民の支持を得ることを念頭に置いた効果的なアウトリーチ活動が行われる必要がある。人類の生命活動や健康と密接な関係を持つと考えられる「糖鎖」については、実施機関が最新の研究に基づく知見を幅広く国民に伝え、国民の支持を得るようにすることが重要である。その意味でも本計画のアウトリーチ活動は社会的意義が大きいものと言える。例えば、SNSやマスメディアを活用した分かりやすい情報発信、一般の市民を対象とし

た説明会、交流会、小中高生を対象としたイベント、学部生等を対象とした体験学習の実施など、本研究の学術的意義や将来性、重要性について広く理解、支持が得られるよう、積極的な活動が望まれる。このような活動は、広く国民の支持を得るだけでなく将来この分野を支える人材の育成にもつながるものと言え、中長期的な視野に立った取組が必要である。

科学技術・学術審議会 学術分科会 研究環境基盤部会
学術研究の大型プロジェクトに関する作業部会 委員等名簿

【学術研究の大型プロジェクトに関する作業部会委員】

◎：主査

(令和4年11月1日現在)

(臨時委員)

石原安野	千葉大学国際高等研究基幹教授
上田良夫	大阪大学大学院工学研究科教授
◎小林良彰	慶應義塾大学 SDM 研究所上席研究員・名誉教授、 ルーテル学院大学理事
中野貴志	大阪大学核物理研究センター長
長谷山美紀	北海道大学副学長、大学院情報科学研究院長
原田尚美	東京大学大気海洋研究所付属国際・地域連携研究センター教授
松岡彩子	京都大学大学院理学研究科附属地磁気世界資料解析 センター教授
山本智	東京大学大学院理学系研究科教授

(専門委員)

岡部寿男	京都大学学術情報メディアセンター長
嘉糠洋陸	東京慈恵会医科大学教授
鈴木裕子	理化学研究所監事、公認会計士
高橋真木子	金沢工業大学大学院イノベーションマネジメント研究科 教授
長谷川美貴	青山学院大学理工学部教授
三原智	高エネルギー加速器研究機構素粒子原子核研究所教授
吉武博通	情報・システム研究機構監事、筑波大学名誉教授

【アドバイザー】

伊藤幸成	理化学研究所名誉研究員
原田慶恵	大阪大学蛋白質研究所教授

(敬称略、五十音順)

別添：実施主体が構想する年次計画

計画名称	ヒューマンライコームプロジェクト～糖鎖ビッグデータから生命科学の革新へ～				
実施主体	【代表機関】東海国立大学機構糖鎖 【連携機関】自然科学研究機構、創価大学	分野	生命科学	大型施設計画/ 大規模研究計画	大規模研究計画
所要経費	321億円	計画期間	2023年～2032年		
計画概要	本計画は、真の生命現象の統合理解のために必要不可欠である糖鎖ビッグデータを取得し、ヒトの糖鎖ナレッジベース「TOHSA」とTOHSAを活用した連携基盤を構築することで、糖鎖研究の一般化を実現し、現在の生命科学のあり方を革新するものである。				

【年次計画】

項目 (研究テーマ)	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	10年目 以降	備考
1. 情報基盤確立 糖鎖基盤情報（ヒト糖鎖精密地図、ヒト疾患関連糖鎖カタログ、糖鎖生成アトラスの各情報）を取得し、そのデータを活用するためのナレッジベース：TOHSAを構築する。	世界標準法基盤確立											
	ナレッジベースTOHSA構築（ヒト糖鎖精密地図データ、疾患関連糖鎖カタログ、糖鎖生成アトラスデータの取得・統合）											
成果指標		◆糖鎖構造解析技術の世界標準法基盤確立			◆TOHSAβ版限定公開 ◆2万件の糖鎖情報をTOHSAへ格納			◆TOHSA完全公開		◆22万件糖鎖情報のTOHSA完成		
2. 設備・技術基盤確立 ヒト糖鎖に関する網羅的情報を取得するために必要な最先端設備、情報基盤確立を加速する革新的技術（迅速グライコプロテオミクス（GP）全自動装置、糖鎖の4次元構造可視化システム）の開発。	ナレッジベースTOHSA構築用設備整備											
	糖鎖構造解析革新技術開発（迅速グライコプロテオミクス（GP）全自動装置、糖鎖の4次元構造可視化システム）											
成果指標			◆自動化・可視化の基盤整備完了		◆迅速GP全自動装置の完成 ◆可視化技術の確立					◆自動化、可視化装置の共同利用体制の確立		
3. 連携基盤確立 ナレッジベースTOHSAを活用したシステム：オープンミックスラボの基盤を構築・運用し、糖鎖関連新技術、新知見を創出する。	オープンミックスラボによる連携整備											
	疾患と糖鎖の関係性解明											
	糖鎖ネオ細胞の樹立											
成果指標		◆連携基盤環境の確立			◆国際連携基盤の確立 ◆老化・認知症と糖鎖の関係性の検出 ◆15種類の糖鎖ネオ細胞の樹立			◆国際連携の拡充		◆国際ネットワーク確立 ◆疾患と糖鎖の関係性解明 ◆50種類の糖鎖ネオ細胞の樹立		