

# 学術大型研究計画の説明：区分 I

「汎いのち学」研究・教育推進拠点の形成 ―伝統知による地球環境の世代間継承  
Center for Collaborative Research-Education Network of “Panbiontology”  
-Towards generational succession of the Global Environment with traditional Deeds and Words

① 計画の概要

3.11の震災、水や空気の汚染、環境破壊など生命を脅かす危険に対する意識は高まり、他方、いじめや体罰など共生の智慧の弱体化が露呈している。こうした時代状況のなかで、学術の側は未だ総合的・複合的な観点からの自然観や生命観を提示し問題解決や教育への方向づけなどに十分な応答をするには至っていない。自然、生命、人間など基本概念の定義も領域や研究者によって様々に相互の議論や対話を困難にしている。

本計画は、細分化した学術の個別領域の枠を超え、伝統知と自然科学的知見を総合し、山川草木総てに宿る「いのち」を守り、育て、繋ぐ「汎いのち学」を創出するための研究・教育拠点を形成するものである。要素還元主義・人間中心主義を乗り越え「いのち」の共生を目指した研究の創出・推進と、総合的・複合的視野と発想を具えた次世代育成の教育プログラムの開発・実施を目的としている。「いのち」の尊厳とその共生を教え伝える豊かな伝統知を現代に活かすための人文科学の研究蓄積と、生命に関する近年の自然科学の膨大な研究成果を総合し、さらにそれを教育へと繋いでいくことを意図し、「汎いのち学」コンソーシアムを設置する。

具体的には、

1) 「いのち」に関わる伝統知・古典知および生命に関

わる自然科学の研究成果、生活文化の情報資源のデータ集積および現代人の生命観、死生観に関する声や非言語情報調査をSNS活用によるビッグデータ解析、2) 人文科学、自然科学分野の研究者養成、高大接続型教養教育モデル、医療人養成、生涯学習、科学・文化コミュニケーション・プログラムなど、実践研究を踏まえた教育プログラムの開発・実施、3) 「いのち」リテラシー向上のための「いのち」科目の設置と教員養成プログラムを開発し、海外プログラムと連携し、「汎いのち学」国際教育プログラムを確立する。

② 学術的な意義

1) 細分化した各学術領域で個別に定義づけ研究されてきた生命に関わる研究成果を集約し、新たな総合的な「いのち」理解に基づく「汎いのち学」ネットワーク構築とその科学・技術リテラシーの世界への発信（学術領域間の壁を超える）。

2) SNSを活用した「いのち」についての現代人の声をビッグデータ解析、「いのち」をめぐる科学・芸術・文化の蓄積を基に、環境リスクや医療福祉の専門家の養成、次世代への文化継承のための伝統知の現代化、社会が学術に求める助言や提言への対応体制の充実（学術と社会の壁を超える）。

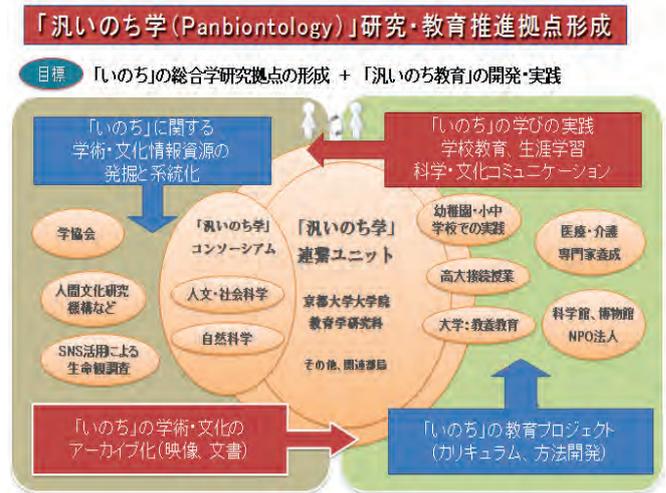
3) 「いのち」の尊厳と自由を扱う医療や看護、介護、福祉、教育など諸領域での、専門家と一般市民の間の相互理解促進のために、学際的な協力体制を構築するとともに科学・文化コミュニケーションを充実させる（専門家と一般市民、科学と日常生活の壁を超える）。

4) 国際間での紛争や資源の争奪、環境面での国際共同や災害時の支援など、「いのち」に関わる問題に回答していく際の、自然・人間・生命観の相互理解を支援する基盤の提供。

5) 「汎いのち学」の総合的な視点から、死生や食、思いやりの教育など、新たな教育内容、方法、教材の開発をすることで、双方向型の学習、体験学習による自己の学びの設計力の養成などオールタナティブな教育の可能性を提示する。例えば知識中心の学校教育のなかで失われてきた身体や感性の復権、修練や伝習を通じた学習、異世代交流による文化伝承・伝達、古典・聖典の音読や暗唱、触覚を活かした書字学習など近代学校教育において忘れられてきた教育資源を活かし、学習者自身の「いのち」と環境世界との共存・共生の智慧を磨く21世紀型「汎いのち」学習のモデルとして世界に発信。

③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

「いのち」については天文学、地球・生命科学などの自然科学分野や、哲学、古典学、倫理・宗教など人文系分野の研究蓄積がある。しかし、いずれも個別領域での研究が中心であった。生命の総合的理解の欠如がもたらす弊害については、日本学術会議でも分野別委員会（哲学、教育学、医学教育、環境リスク等分科会）や科学力増進分科会、「科学技術の智」プロジェクトで第20期以降、集中的に議論を続けてきた。隣接領域との学際的研究としては例えば国内では総合地球環境学研究所、死



生学（東京大学GCOE）、幸福研究（京都大学GCOE）、現代生命哲学研究所（大阪府立大学）、倫理学・臨床哲学研究室（大阪大学）、医学教育（京都大学、鳥取大学）、国外ではベルリン自由大学歴史人類学学際研究センター、イスラエル国のパレスタン大学のアガダー（伝説）百科事典プロジェクト研究所を挙げることができる。本計画は以上の学際的な研究成果を集約し、総合的な研究・教育のネットワークを構築し、さらにアジアの伝統知も含んだ「汎いのち」教育の国際プログラムを、教育実践研究に立脚しつつ開発し世界に発信する点で初めての大型企画である。

#### ④ 所要経費

10か年で総額60億円。

主な費用、1)「いのち」に関する学術・文化関連情報資源のデータベース構築費用、2)SNSを活用したビッグデータ解析(H24-H30)、3)人文学、自然科学の20分野以上に及ぶ国内研究者600名、国外研究者80名を超える参画予定者の招聘、共同作業にかかる費用、4)教育現場関係者との教材、カリキュラム等共同開発、ユネスコ等海外教育関連機関との共同開発に関わる費用、5)地域団体、科学館、博物館、文化施設との共同で展開する科学・コミュニケーション事業展開とその成果調査分析にかかる費用、6)国際発信に耐え得る「汎いのち学」の充実と教育プログラム開発・発信のための検討会、シンポジウム、ワークショップ等にかかる費用など。

#### ⑤ 年次計画

平成26年度～35年度の10か年。

平成26年度：「汎いのち学」推進体制の確立（ユニットおよび連繋コンソーシアムの設置）。研究員・課題の公募、研究ネットワークの確立、文化伝承・継承アーカイブ化のプラットフォームの構築。教育プログラム・計画の立案、教育の実践研究協力校の確保と打ち合わせ。海外教育提携実践先の確保と打ち合わせ。計画推進の評価体制の構築。海外連繋体制の構築。科学・文化コミュニケーション事業展開体制の構築。

平成27年度～平成29年度：学術・文化情報の集積および映像・文書による「いのち」の文化伝承・継承のアーカイブ化、SNS活用によるビッグデータ解析の開始。文化継承としての研究者養成の場の構築、教育の実施・検証I:学校での研究授業、教材開発、英語による授業法の開発。小中学校での試験的授業開始、高大接続型授業の企画、医療・介護専門家養成校との打ち合わせ、「汎いのち教育」推進の生徒追跡調査体制の整備、追跡調査方法、基準の検討、ハワイ大学と共同での教材開発。

平成30年～平成32年：アーカイブ活用と情報系統化、ビッグデータ解析の継続。「いのち・リテラシー」の取りまとめ、教育の実施と検証II:小中学校での通常授業の実施、高大接続型授業の試験的開始、医療・介護専門家養成プログラム開発、文理融合型学術・教育活動の企画運営、国際・学際シンポジウムの開催、追跡調査実施と分析、ユネスコと共同で教材開発。

平成33年～平成35年：英語や日本語など複数の言語による「汎いのち学」叢書および教育用リーダーの刊行、「いのち」のリテラシーの国際発信。国際・学際シンポジウムの開催。国際教育プログラムの完成。小中一貫校での授業のモデル化、高大接続型授業の本格実施とモデル化、医療・介護専門家向け教育の実施、追跡調査のまとめと提言の取りまとめ。「汎いのち学」展開の国際組織の設置。

#### ⑥ 主な実施機関と実行組織

主な実施機関としては、京都大学・教育学研究科が中心となり、学内関連部局とともに京都大学「汎いのち学」連繋ユニットを設置する。そして広く学術分野ごとに学外に開かれた実行組織として、研究者単位での参加を基本とする「汎いのち学」コンソーシアムを構築する。「いのち」に関わる情報資源の集積と系統化については人間文化研究機構をはじめとする関連諸機関、ビッグデータ解析については京都大学情報解析関連部局と、教育プログラム開発および実施については、関連諸機関、教育委員会、小中高等学校等と協力する。科学・文化コミュニケーション推進については、科学技術振興財団や日本科学未来館をはじめ全国の科学館、地域NPO法人と連携・協力する。国際レベルでは関連分野の諸大学、研究所、さらにユネスコ・持続可能社会のための教育プログラム等と連携する。

#### ⑦ 社会的価値

3.11の大震災以降、以前にも増して「いのち」の重みや看取り、喪など死生をどう受け止めるか人々は不安のうちにある。また、いじめや体罰など「いのち」の重みに対するリアルな感覚の喪失を暗示する事件も後を絶たない。食の安全をはじめ環境リスクとどう向き合うか、環境と共存・共生していく術を改めて問う必要が出ている。本計画はこうした現代人の抱える「いのち」の諸問題についてSNSを活用して把握し、アカデミアの知に留まらず日常を生きる当事者の智慧を含み込んだ研究を通して、「いのち」と向き合うための指針を提示する。また、本計画の教育プログラムの成果については、計画開始（試験的な教育実践の開始）から義務教育段階では9年にわたり追跡調査を行う。言葉、文字、身体、テキスト、技など世代継承としての教育モラルの創生を目指す本計画は学術と市民生活、科学と日常が分断したまま指摘されてきたこれまでのあり方を見直し、共存・共生の智慧を生み出す揺りかご的な研究としての価値がある。

#### ⑧ 本計画に関する連絡先

鈴木 晶子（京都大学・大学院教育学研究科） zxd01220@nifty.ne.jp

## 科学的な法の実務を支える研究・研修システムの構築

### ① 計画の概要

日本学術会議「日本の展望-人文・社会科学からの提言」の第一は「信頼と連帯に支えられた社会」を構築することである。この目的の達成には、司法システムへの信頼、司法と福祉の連帯を進めることが重要である。すなわち、科学的な知見にもとづき、裁判員裁判を含む司法システムへの信頼を高め、虚偽自白等による冤罪を減らすとともに、虐待や犯罪に適切に対応し、被害者を支援し、犯罪者の矯正を通して再犯を防ぐことは、「信頼と連帯に支えられた社会」を築く上で重要な課題である。

先進諸外国では、20世紀後半より心理学、社会学などの社会科学が、研究と福祉・司法の現場をつなぎ、科学的証拠にもとづく法の策定や良き実践に貢献してきた。日本でも平成12年に法と心理学会が設立され、研究者層は厚くなった。上記喫緊の課題を踏まえるならば、今こそ学術大型研究を立ち上げ、研究と実務をつなぎ、科学的知見を実務に還元することが科学者の責務である。

本計画では、これまでの大型プロジェクトで培われてきた「(1)基礎研究を行い、(2)その成果を実務家に提供し、(3)フィードバックを得て研究に再投入するとともに、(4)社会実装を目指す」というサイクルを拡充することにより、信頼と連携に支えられた社会の構築を目指す。

具体的には北海道、関東、関西、九州地区に法と人間科学研究・研修センターを設立し、基盤研究を進めるとともに、得られた知見を実務家や国民に提供する。研究・研修センターには模擬の接見室、被疑者取調べ室、法廷等を設置し、リアリティの高い状況で研究を行い、研修を行う。また、研究・研修を支える支援室、研究者と専門家が共同して現実の問題に対応するワンストップ室を作り、10年を目標に集中的に活動を展開する。ワンストップ室は、虐待・DV等被害者に対し事実確認(司法面接)、医療、司法、福祉的、心理臨床的なサポートを一カ所で提供する、社会実装の場とする。

【学術大型研究計画】10年間を目標に、4つのセンターで研究と知見提供ができるシステムを構築。科学的基盤に基づく法の実務を支援。



### ② 学術的な意義

本計画は、以下のような学術的意義をもつ。

第一に、社会実装に耐えうる堅牢な学術的成果を得ることができる。堅牢な成果は「複数の研究施設で行われる多くの成果をメタ的に分析すること」と、「計画 - 実行 - 評価 - 改善 (PDCA) を多数回繰り返すこと」により得られる。本計画では、全国4箇所のセンターにおいて研究を進める。得られた知見は研修として実務家に提供し、そのフィードバックを繰り返し研究に投入する。この二つのメカニズムにより、社会実装に耐える研究成果を得ることができる。

第二に、研究のための研究ではない、社会的に意義のある研究を行うことができる。すなわち、研究の成果(「成果」)を特定の対象(「ターゲット」)に「どのように提供するか」という観点から研究のニーズ、意義、目的を再編成し、社会に必要とされる実質的な研究を行うことができる。

第三に、個別に行われることの多かった研究を、「捜査」-「裁判」-「被害者支援と犯罪者の矯正」といった時間・システムの軸に沿って編成し、グループ化できる。このようなグループ化により、複数の領域の研究者や実務家が共同・連携し、課題解決を図ることができる。また、これまで気付くことのなかった新たな研究課題の発見と研究の拡充が期待できる。

第四に、研究のさらなる国際化が可能になる。司法・福祉に係る課題は、国際的に共有されている。例えば、冤罪の起きない法システムの構築、刑罰のあり方、虐待・DVの制圧、犯罪者の矯正教育などは国連等によっても指摘され、広く問題として意識されている。欧米先行、日本追従となりがちな研究を、それぞれの司法・福祉のシステムに軸足を置きながら議論することで、国際的に対等で、相互貢献し得る共同研究を推進することができる。

### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

上述のように、先進諸外国においては、社会科学が福祉と司法をつなぎ、科学的証拠にもとづく法の策定や実務のあり方に大きく貢献してきた。具体的には、法教育、非行の予防や防犯、虐待の発見、捜査・取調べ支援、陪審員支援、被害者支援、犯罪者の矯正、家事裁判の支援などに社会科学の知見が適用され、行政や法のシステムに活かされてきた。

我が国でも平成12年に法と心理学会が設立され、平成19年には法と心理学会の複数の研究班が科学技術振興機構(JST)「犯罪からの子どもの安全」プロジェクトに参画した。また、平成22年には文部科学省新学術領域「法と人間科学」が立ち上がり、【法意識と教育】【捜査手続き】【裁判員裁判】【司法と福祉】の4フィールドで18の研究班が研究活動を行っている。これらの活動により、研究者と実務家が共同して課題解決に向かうプラットフォームは整ってきた。

### ④ 所要経費

北海道、関東、関西、九州地区において、法と人間科学研究・研修センターを立ち上げる。各センターには(a)研究・研修を支援する支援室、(b)電子記録機器を備えた模擬接見室、取調べ室、法廷等、(c)司法面接室と診察室を備えたワンストップ室を設置する。センターは10人の運営研究者(兼任)、支援室を構成する特任准教授1人、ポスドク研究員3人、技官1

人、事務員2人（以上常勤）、ワンストップ室を構成する医師1人、看護師1人（以上非常勤）により運営される。初年度の研究・研修センターの設立と10年間の人件費、備品、消耗品、旅費、事業運営費は以下の通りである。

初年度は各センターにつき3億円を計上する。また各年度、各センターにつき1億4千600万円の経費を要する（人件費：特任准教授1人、ポスドク研究員3人、技官1人、事務員2人、医師、看護師、短期支援職員、計4500万円、旅費：支援研究員・研究員計14人、国外からの招聘4人、研修者旅費100人、計3900万円、備品・消耗品、計3200万円、事業運営費：データベース、事業推進、施設維持、計3000万円）。10年間の経費として計70億4千万円を計上する。

## ⑤ 年次計画

初年度にセンターを設置する。その後10年間「(1)基礎研究、(2)知見の提供、(3)フィードバックの研究への再投入、(4)社会実装」のサイクルを繰り返し、研究を推進する。(2)知見の提供は(a)実務家研修、(b)模擬裁判、(c)講演会・シンポジウムにより行う。また、社会実装のために(d)ワンストップ室を組織し、実務家と共同して社会実装を目指す。加えて、センター間の有機的連携のために毎年(d)合宿を行う。

研究期間は前期(3年)、中期(4年)、後期(3年)に区別される。

【前期】初年度はセンターを設置する。(a)実務家研修：年度ごとにプログラムを増やし、3年度目には各フィールドが3種類の研修を提供する。(b)模擬裁判は、初年度は1箇所、2年度目以降は2カ所で行い、データ収集も行う。(c)講演会・シンポジウムは各センターで年間1度開催する。(a) - (c)の題材には以下のものが含まれる。【法意識・法教育】児童、教員、保護者等を対象とした法教育；【捜査過程】警察官、検察官等を対象とした被疑者取調べ法、人物同定法；【裁判員裁判】市民による模擬裁判体験、法曹を対象とした評議運営法；【司法と福祉】児相職員、警察官、検察官等を対象とした児童や発達障害への対応・聴取法、被害者支援、保護観察官や保護司を対象とした犯罪矯正等。ワンストップ室では、実事案において司法、福祉、医療、心理臨床、研究者の共同による多職種連携アプローチを行い、知見の蓄積を行う。これらの活動はデータベース化し、10年間をかけてライブラリ化する。

【中期】基礎研究の成果を投入しつつ、研修プログラムを改善し、フィードバックを得てさらなる研究を進める。

【後期】蓄積した知見をパッケージ化し、各地方自治体で予算化し、実施できる体制を築く。研究者はスーパーバイズ委員会を形成し、コンサルテーションを行う。施設は大学等の予算により持続的に運営する。

## ⑥ 主な実施機関と実行組織

本計画は、(1)全体を統括するコアグループ、(2)各センター、(3)全員が所属する全体会、ならびに外部の(4)アドバイザリボードの4組織により運営する。以下、順に説明する。

(1)コアグループ：日本学術会議「法と心理学分科会」委員、「法と心理学会」理事会、4センター代表者からなる。ここでは年次計画や進行状況をモニターし、舵取りを行う。コアグループの「本部」は、前期においては北海道大学が請け負う。

(2)各センター：(a)北海道大学を中心とする北海道地区(札幌学院大学)、(b)日本大学・慶應義塾大学を中心とする関東地区、(c)立命館大学を中心とする関西・東海地区(名古屋大学・南山大学・龍谷大学)、(d)九州大学を中心とする九州地区(福岡教育大学)の4センターにより運営される。

各センターは10人の運営研究者、支援室(特任准教授1人、ポスドク研究員3人、技官1人、事務員2人)、ワンストップ室(上記権研究者、研究員、司法、福祉の専門家、医師、看護師)から成る。各運営研究者は、それぞれの研究班(研究者、ポスドク、大学院生等を含む)を組織する。また、各センターは各地域の裁判所、家庭裁判所、検察庁、警察、刑務所、少年院、弁護士会、NPO等のコンタクトパーソンのリストをもつこととする。

各センターは支援室を中心とし、運営研究者により運営される。また、各センターをまとめる「本部」を設ける。前期は(a)の北海道大学を「本部」とし、上記コアグループは本部に所属するものとする。

(3)全体会：各センターに所属する運営研究者、それぞれの研究班を構成する班員(研究者、ポスドク、大学院生)、支援室の特任准教授、ポスドク研究員、技官、事務員、ワンストップ室の医師、看護師等が含まれる。これらは法と心理学会や合宿において知見の交換を行い、研鑽に努める。

(4)アドバイザリボード：国外の研究者、また、国内外の実務家のリストをもち、必要に応じて意見やコメントを求める。

## ⑦ 社会的価値

裁判員裁判の開始に伴い、司法への国民の関心は高まっている。一方で、虚偽自白を含む冤罪事件や虐待への対応の遅れ等、司法・福祉への信頼を揺さぶる事件もあり、科学的根拠にもとづく専門家へのトレーニングは喫緊の課題となっている。日本学術会議「法と心理学分科会」は、平成23年「提言：科学的根拠にもとづく事情聴取・取調べの高度化」において、実務家への研修の必要性を訴えた。これらを受け、警察庁では研修の必要性が確認されている(警察庁、2013等)。本計画は、こういった国民や実務家の意識の高まりに応えるものであり、以下のような社会的価値を上げることができる。

第一に、科学的知見を踏まえた研修を提供することは、質の高い実務的活動や、冤罪、虐待の見直し等の問題への対応に貢献する。

第二に、科学的知見にもとづく手続きは、国民の理解と合意を得やすく「信頼と連帯に支えられた社会」の構築に貢献する。

第三に、犯罪や虐待は、問題行動や早期死亡率のリスクを上げるという疫学調査もある(米国疾病予防管理センター：ACE研究等)。これらの問題を未然に防ぐことは、高い経済的・産業的価値をもたらすことにもなる。

## ⑧ 本計画に関する連絡先

仲 真紀子(北海道大学大学院文学研究科) mnaka@let.hokudai.ac.jp

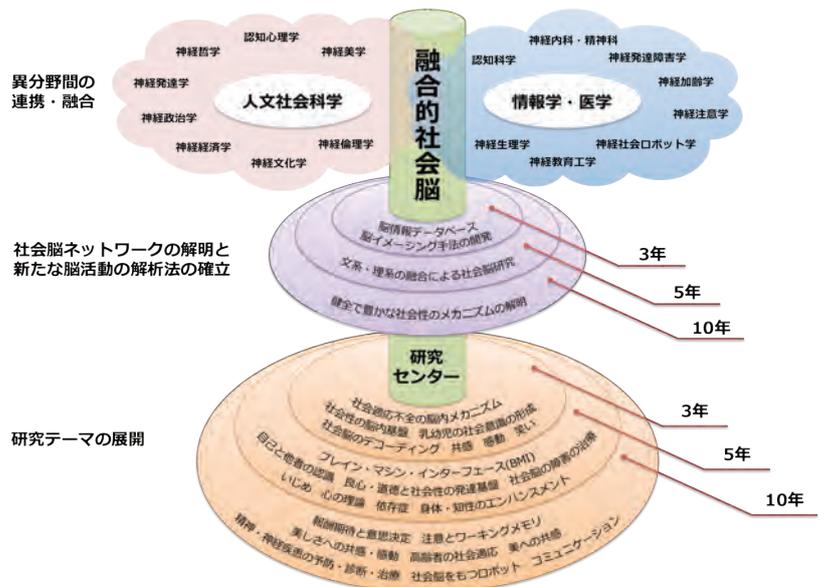
## 融合的社会脳研究センター構想

### ① 計画の概要

本研究計画は、健全で豊かな社会性を育む脳を社会的存在として捉え、共感や思いやりなどの社会性を担う脳と心の仕組みを解明するとともに、社会脳の機能不全によるいじめや適応障害が生まれる仕組みを新しい融合的社会脳の立場から解明することにある。従来の脳研究は理系的な「生物脳」の研究に終始してきたが、本研究施設の目的は、社会性を担う脳の働きを文系(人文社会科学)も視点も融合させて取り込んだ「社会脳」の立場から解明することにある。「生物脳」は研究の進展につれて、文化や道徳などを担う脳の働きの探求に向かいつつあるが、社会という壁が研究の進展を阻んでいる。この状況を打破するため「社会脳」研究との融合的展開を図り、広域複雑化する高度情報化社会を視野に入れながら、社会適応障害の解明を通して、いじめやひきこもりをなくし、認知症に苦しむ高齢者にもやさしい社会の構築を目指して新たな学問を創出する。理系の先端的な医療技術と脳理論を取り込んで「理系のクワで豊かな文系の畑を耕す」ことであるとも言える。例えば、「なぜ欲しいものを買いたがるのか」を神経経済学の脳内報酬系の働きから、「良心・道徳やいじめがなぜ生まれるのか」を神経倫理学における社会規範の前頭葉の働きから、「文化、宗教や教育はどのように脳内表現されるのか」を神経文化学・神経発達学の脳内ネットワークの働きから研究する(図1)。その波及効果は、「協調性を育む教育」、「高齢化を支える社会デザイン」、さらに「ロボットやブレイン・マシン・インターフェースへの社会脳の実装」に及ぶ(荻阪直行編(2012)「社会脳科学の展望」および「道徳の神経哲学」新曜社、を参照)。施設は借り上げ方式で10年を設置期限として立ち上げたい。関東には理化学研究所、中部には生理学研究所があるため関西地区(京大・阪大あるいは京阪奈学研都市の「私のしごと館」の一部の借用等)に設置を計画する。設備としては先端的な脳研究を支える脳イメージング機器を一部レンタルで導入する。

### ② 学術的な意義

「物質である脳がどのように心を生み出すのか」についての科学的解明は、人間存在の根源にかかわり、心理学・教育学・哲学・医学・情報学・工学など日本学会の第一、二、三部の多くの学術分野と密接につながる共通のテーマである。この根源的な問いには、「社会的存在としての脳(社会脳)」の仕組みを人文社会科学的なパースペクティブも加えて答える必要がある。デカルトは「われ思うゆえにわれあり」と述べたが、これを「われ思う、ゆえに社会あり」という視点にまで発展させ、現代社会が抱える社会問題を解決することが喫緊の課題である。社会脳の仕組みの解明は、電子的メディアを通して広域で繋がりを始めた仮想的ネットワーク社会の新時代において、協調的な社会を再構築するためにも必要である。心理学ではfMRI(機能的磁気共鳴画像法)などの先端的な認知脳科学の方法により社会的意識を解明することで、社会脳の科学的研究に大きく貢献している。それにより、前頭葉における創発的思考、自己や他者の認識、それらとかわかわる共感、利他意識やいじめなどの脳内機構の研究が新たな「社会脳」という融合科学の領域を切り開きつつある。この成果は、「社会脳」の衰退を招く認知症や社会適応障害などの疾病の予防や回復についても、またいじめなどの問題の解明にも役立つとしている。「社会脳」研究に学際的なサイエンスの光をあて、人文社会科学の諸領域を統合のプラットフォームに乗せ、認知科学、情報学や脳科学と協働する認知心理学、神経経済学、神経倫理学、神経哲学、神経教育学、神経美学、神経加齢学、神経文学、神経社会学、神経発達学、神経注意学、神経生理学や神経社会ロボット工学という新たな学問を創生し「融合的社会脳」研究の展望を拓き、理系と文系にまたがる新たなヒューマンサイエンスを立ち上げることが喫緊の課題である(図1)。



### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

#### 国内外の研究動向

国内では、学会第1部心理学・教育学委員会の「脳と意識」分科会(委員長・荻阪直行(京都大学名誉教授)、副委員長・安西祐一郎(日本学術振興会理事長))が、第2部医学委員会の「神経科学」(委員長・大隈典子)および「脳と心」(委員長・糸山泰人)両分科会と7年にわたり社会脳研究のさきがけとなるテーマを取り上げ、学会主催のシンポを毎年開催してきた。テーマは「脳と高齢化社会」、「脳と心の発達」、「社会性の脳科学」、「脳と教育」、「脳と睡眠」や「脳と意識」など融

合的社会脳に関わっている。さらに2007年と2008年には東大と京大において、また2009年には日本心理学会でシンポ「社会脳とは何か」を開催した。海外では、2006年からSocial Neuroscienceなど専門学術誌の刊行が開始され、米国を中心に、特に神経経済学の研究が進展し、北米神経科学会でも発表件数が飛躍的に増加している。

#### 当該計画の位置づけ

融合的社会脳研究は現代社会が内在させる諸問題を解決する豊かな糸口をもっており、基礎研究と展開的研究が表裏一体の構造をもっている点でも、その位置づけはユニークである。

#### ④ 所要経費

2014-2023年度：総額90.6億円(初期投資：20億円、運営費等：70.6億円)

##### 内訳

2014年度：組織整備費、施設整備費20億円

2014-2023年度：経常経費20億円(年間2億円×10年(脳イメージング計測装置類については、一部をレンタル契約による設備とする)、運営費50億円(年間5億円×10年(設備運営費1億円、人件費：専任・非常勤・技官・事務を含めて3億円、ソフトウェア開発委託費：5千万円、旅費：3千万円、被験者謝金：2千万円))

2015, 2017, 2019年度国際シンポジウム開催費：6千万円

#### ⑤ 年次計画

##### ・2014年度から2016年度まで

本計画が目指す融合的社会脳の統合プラットフォーム研究体制を確立するために、社会脳の融合的研究開発拠点を新たに整備し、そこに参画する大学・研究機関などの研究開発の間にネットワークを構築する。さらに、融合研究の基本方針を設定し、融合的社会脳研究のプラットフォームの形成基盤(認知科学、情報学や脳科学とその融合領域として協働する認知心理学、神経経済学、神経倫理学、神経哲学、神経教育学、神経美学、神経加齢学、神経文学、神経社会学、神経発達学、神経注意学、神経生理学や神経社会ロボット工学など)をなす新学術諸領域の基本仕様を定め、それぞれの領域の研究を開始する。また、諸領域をクロスした研究成果を具体的に社会へ還元するためのプログラムの受け皿となるプラットフォームを準備する。例をあげると、良心、道徳やいじめの社会脳の研究には、神経倫理学、神経哲学、認知心理学、認知脳科学、情報学や精神神経科の協働による研究が必須である。また、ロボットに最小限の社会脳をもたせるには、ブレイン・マシン・インターフェース、神経生理学、神経発達学や神経社会ロボット工学の協働が必須であり、高齢者の社会適応には神経加齢学や認知心理学の協働が必須である。

##### ・2017年度から2023年度

社会脳の融合プロジェクトの研究を本格的に進めると同時に、そのプロセスの検証を行い、現実問題への具体的な適用と運用を進める。特に、研究成果を社会性適応障害の予防、回復と治療などに応用し、社会還元を行う。さらに、融合的社会脳の研究と展開につき、外部評価者による評価を受ける。2015年、2017年および2019年には国際シンポジウム開催する予定である。

#### ⑥ 主な実施機関と実行組織

##### ・実施の中心となる機関名と実行組織

京都大学文学研究科・医学研究科、および大阪大学人間科学研究科・脳情報通信融合研究センター(CiNet)・工学研究科などを実施の中心となる機関とし、京阪奈学研都市にある「私のごと館」、「国際電気通信基礎技術研究所(ATR)」や国際高等研究所(IIAS)などの施設の一部を借り受けて融合社会脳研究センターを立ち上げる。これらの機関と連携して、心理学関連、情報学関連および脳科学関連で社会脳研究を行う大学・研究機関や学会を隣接領域機関・組織として協力関係を構築する。社会不適応や社会性障害の診断については脳科学的評価とともに、心理診断テスト、ワーキングメモリ測定やカウンセリングも実施する。実行組織としては、融合社会脳研究センターのセンター長の他、専任研究員(職員)、非常勤研究員(職員)および外部連携研究員(職員)からなる運営委員会を立ち上げ、これを実行組織とする。研究員には博士号の学位を有するポスドク、オーバードクターや外国人研究者を採用し研究上の実行組織の中核とする。

#### ⑦ 社会的価値

現代社会が抱える重要問題は社会不適応である。高度情報化社会では、人々は情報過多により社会不適応に悩み、高齢者も適応できないでいる。この状況は社会適応を担う社会脳の融合研究によって改善され、子どもから大人までの社会不適応に対する解決策を提案することができる。このことから、国民の理解は得やすいと思われる。また、知的価値から見ると、本邦では技術の創造的な使い手である人間の脳、特に前頭葉を中心とする社会脳への関心は低かった。文系理系の諸科学が融合的社会脳研究に取り組むことで、脳や心がかつ独自の制約を考慮した「社会脳デザイン」が可能となり、それを実装した製品は大きな知的価値をもつ。神経社会ロボット学は社会適応を高めるため人間とロボットが共生する社会を構築する試みであり、ロボット技術とワーキングメモリの実装によって知的価値が高まる。さらに、経済的・産業的価値から見ると本研究は、社会不適応障害に対する予防・治療につながり、高齢者や不適応者の健全な社会適応を促して社会復帰を促すことで、医療関連の社会コストを大幅に削減し、社会還元につながるものであり、関連する産業の育成にも資するものである。

#### ⑧ 本計画に関する連絡先

苧坂 直行(京都大学文学研究科認知心理学) nosaka@bun.kyoto-u.ac.jp

## 顔認知研究による社会性の理解と支援

### ① 計画の概要

本研究は、「顔認知機能の解明」をベースに、evidence-based clinical application を目的とし、顔認知に問題があることから社会的な適応に困難を感じる障害児・者と、その自覚がない精神疾患者の支援のための基礎研究を、認知科学・臨床科学・神経科学の連携のもとに行う。その上で、障害児・者支援と理解、さらには教育・療育での指導にも言及する。

本研究を構成するメンバーは新学術領域「学際的研究による顔認知機能のメカニズムの解明（「顔認知）」」（平成20年度～平成24年度）を基盤に、脳科学・小児医療・教育心理からなる。顔認知研究の臨床的、社会的な適応の側面に焦点をあて、社会性の理解と支援から社会的機能にメスを入れたい。

「顔認知」で得られた知見をさらに社会性の認知に広げつつ、社会的な適応の側面に焦点をあて、社会適応・文化適応や異文化適応、そしてその障害の支援と理解にまで目を向けた計画を進める。中でも、顔認知の障害を主たる原因とした、社会的不適応、たとえば先天性相貌失認、発達障害児・者の支援と理解を目的とし、基礎と応用を結びつける研究を計画する。

基礎的研究としては脳波、事象関連脳電位や脳磁図などの臨床神経生理学的研究、fMRI や NIRS（近赤外分光法）を用いた脳機能イメージング研究、非ヒト霊長類での神経生理学的研究などの成果を臨床応用に結びつけ、トレーニング前後の改善を調べることを目標とする。また、より有効な診断指標を作成するために、大規模データに対する解析方法の開発も目標としてあげていきたい。臨床的なトレーニングの場では工学的な支援も視野に入れる。

### ② 学術的な意義

社会的な適応に困難を感じる障害児・者と、その自覚がない精神疾患者の支援のための基礎研究を、認知科学・臨床科学・神経科学の連携のもとに行い、社会的適応能力の検討から、それを駆使した異文化適応、さらには顔認知固有の障害の理解と支援を目的とした研究へと発展させ、現代日本社会のもつ諸問題に貢献したい。

これまでの成果から、顔認知の障害から社会的な不適応に至ることが明らかになり、その支援と援助の必要性が持ち上がっている。社会に適応的に生きるためには、コミュニケーションと意思の疎通が必須であるが、言語だけではなく、顔を用いた非言語的なコミュニケーションが重要とされる。特に異文化間でのコミュニケーションにおいて表情表出は何よりも必須である。一方で、現代日本社会の中では、こうした能力の欠如が社会・教育の現場で大きな問題とされている。

最近の研究から、社会不安の高い人達や社会的な能力が低い人達の中に、その基礎能力としての顔認知が欠如した人々が多く見出されるようになった。最近、先天的に顔認知に障害を持つ可能性が指摘されるようになり、不安傾向の高い人の中に存在すること（日本版質問紙を翻訳；Cognitive Studies, 2011）も知られる。本申請では、自閉症をはじめとする社会適応困難者の脳内メカニズムを明らかにし、その社会的支援を行っていくことを最終的な目標とする。

### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

近年世界的に、顔認知とその障害に関する研究数は増加しており、発表論文の数も飛躍的に増加の一途をたどっている。その大きな要因の1つは、EEG、MEGなどの臨床神経生理学的研究手法・非侵襲的脳機能イメージング手法の飛躍的な技術向上による研究の進展である。上述の「顔認知」（24年度了）では（1）学術雑誌の特集号2件（Brain & Nerve 増大特集「顔認知の脳内機構」（2012, vol. 64, No. 7）、Japanese Psychological Research, Face recognition (Wiley-Blackwell, 2014 刊行予定）、（2）東京大学出版会より『顔を科学する』山口真美・柿木隆介（編著）（2013.1.刊行）の学術出版、（3）多くの研究論文発表とメディアでの研究紹介、などの成果を産出してきた。生理学研究所で平成24年10月に開催された国際シンポジウム「顔認知」では、33名の国内外の一線の顔認知研究者が発表者として参集した（参加者数約120名、海外からは33名）。

### ④ 所要経費

平成25 112,200 (千円)

設備費 29,980 (千円)、消耗品費 20,220 (千円)、旅費 12,650(千円)、人件費・謝金 43,750 (千円)、他 5,600 (千円)

平成26 114,800 (千円)

設備費 11,960 (千円)、消耗品費 19,400 (千円)、旅費 13,200(千円)、人件費・謝金 64,900 (千円)、他 5,340 (千円)

平成27 114,700 (千円)

設備費 2,000 (千円)、消耗品費 25,200 (千円)、旅費 13,800(千円)、人件費・謝金 68,300 (千円)、他 5,400 (千円)

平成28 114,800 (千円)

設備費 4,400 (千円)、消耗品費 23,500 (千円)、旅費 14,200(千円)、人件費・謝金 67,400 (千円)、他 5,300 (千円)

平成29 119,500 (千円)

設備費 2,400 (千円)、消耗品費 24,200 (千円)、旅費 15,500(千円)、人件費・謝金 68,100 (千円)、他 9,300 (千円)

### ⑤ 年次計画

本研究は幅広い分野の学際的な研究者が集結し、可能な限りその成果を社会に還元する。支援を目標とした研究では長いライフスパンを含んだ研究を計画する。特に社会適応・文化適応という観点から、数年間の成長を追った、縦断的なデータの取得を検討し、かつ、臨床トレーニングを含めた研究も計画し、これらの知見を支える基礎的研究のバックアップも検討する。

### 1. 社会性の発達と学習

社会性の健全な発達と非定型な発達のモデリング、異文化適応を含めた社会的な適応能力。社会化促進の技術的支援やプログラムの開発。

### 2. 社会的適応障害の理解と支援

臨床科学、成人ならびに小児・発達障害児における顔認知障害の病態生理の解明とその支援。

### 3. 社会性の神経科学的な解明

神経科学、成人の顔認知とその社会適応や異文化適応に関する脳科学的研究、非ヒト霊長類における顔認知の脳科学的研究とくに種特異的な顔認知メカニズムの解明。



1と2の教育・医療機関の連携を持つことにより、社会的な適応に困難をきたした児童の病態の解明と訓練の模索を図る。また、1・2・3の連携により、将来の社会性の発達の予測をその脳活動を基に行うことを検討する。基礎的研究としてはイメージングの成果を臨床応用に結びつけ、トレーニング前後の改善を調べる。また、より有効な診断指標を作成するために、新たなデータ解析方法開発の推進も目標としてあげていきたい。臨床的なトレーニングでは工学的な支援も視野に入れる。

## ⑥ 主な実施機関と実行組織

【研究総括】同志社大学赤ちゃん学研究センター

### 【臨床科学サイト】

国立精神・神経医療研究センター精神保健研究所

自閉症スペクトラム障害を対象とし、発達障害児の特徴の抽出し、社会性スキル向上を図るトレーニングによる社会的適応や顔認知・表情認知機能の変化について、脳計測・神経心理的手法・生理学的手法を指標とし客観的に明らかにする。

慶應義塾大学文学部、障害者心理学

これまでに開発された顔・表情の認知と発達過程を包括的に評価・発達促進を実現するプログラムを発達臨床場面に生かすため、リスク児に対して、乳幼児期から児童期までの縦断的研究と介入研究を実施する。



### 【基礎研究サイト】

中央大学文学部 発達心理学

自然科学研究機構生理学研究所 神経科学・臨床神経生理学

名古屋大学大学院情報科学研究科、比較心理学・感情心理学

筑波大学システム情報系 ヒューマンインタフェース

名古屋大学医学系研究科精神神経科、精神神経科学、神経科学

富山大学医学部統合神経科学 神経生理学

基礎研究サイトでは、EEG, MEG など臨床神経生理学的研究、fMRI, NIRS を用いた脳機能イメージング研究、非ヒト霊長類における神経生理学的研究を臨床応用に結びつけ、トレーニング前後の改善を調べることを目標とする。特にこれまで健康乳児を対象として積み上げてきた近赤外線分光法（NIRS）を用いた脳内活動計測の成果に基づき、定型発達と非定型発達の認知的発達の違いを解明する。

## ⑦ 社会的価値

現代の日本社会では、社会的なコミュニケーション能力の欠如や過度な環境への適応によるストレスが、社会や会社、学校教育現場といった様々な現場で見られる。社会的な関係がうまく作れずに引きこもってしまう児童やコミュニケーションを円滑に取れずにすぐ切れる児童などがある。一方で、「空気が読める・読めない」でコミュニケーション能力を差別化し意識化させる、極端な社会現象も出現している。このような社会背景には、近年になってコミュニケーション能力のばらつきが大きくなったこととも関連があるだろう。

本研究では、これら現代日本社会のもつ諸問題に貢献していきたい。顔認知の障害を原因として社会的な不適応に至っている人々が明らかになったことから、その支援と援助を追及する。社会的な適応にはコミュニケーションは必須であるが、それは言語のみならず、顔を用いた伝達能力が重要とされる。特に異文化間では、非言語コミュニケーションは必須である。医療と社会・教育の現場をつないで社会性のトレーニングプログラムを開発するとともに、円滑な社会構築をはかるための環境整備を目的とした基礎研究を行いたい。

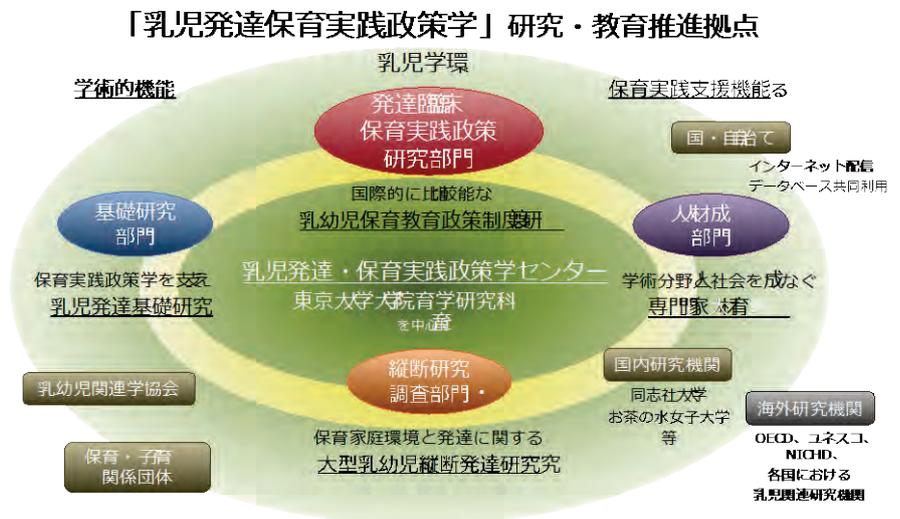
## ⑧ 本計画に関する連絡先

山口 真美 (中央大学文学部) ymasa@tamacc.chuo-u.ac.jp

## 「乳児発達保育実践政策学」研究・教育推進拠点の形成 —発達基礎の解明に基づく乳児期からの良質な保育・養育環境の構築

### ① 計画の概要

本研究計画は、これからの社会を担う人間形成の基礎となる乳児期に関する発達科学研究にもとづき、すべての子どもたちのための良質な保育・養育環境ならびに保育実践・保育制度を検討する「乳児発達保育実践政策学」の樹立、ならびに当該学問領域の若手研究者養成、学術研究にもとづく乳児期からの保育・教育方法や保育行財政制度政策の提言を行う研究拠点形成を目指すものである。乳児期からの、良質の生育環境保証が、経済格差ともなう発達格差を防ぎ、発達障がい早期からの発達支援にも有効であり、公的教育投資の長期的効果を上げ、知識基盤社会にもとめられる高度な能力を高め、生涯にわたる社会保障費低減につながる事が、国際的に実証されてきている。しかし我が国では、子ども・子育てについて多くの課題を有しながらも、待機児童対策等の児童福祉政策においても、乳児の発達メカニズムに基づく最前線の科学的エビデンスや国際的な保育制度政策を俯瞰する行政・政策学に基づく検討はなされていない。乳児をめぐる保育方法や制度政策の研究機関が国立研究機関でもいずれにも設置されておらず、乳児期からの発達データベースが構築されていない。そこで、乳児期からの発達・教育研究に特化した4部門を組織した長期縦断発達研究を計画する。「1. 基礎研究部門：胎児期からの乳児期の遺伝的機序を含めた運動・情動・認知等、発達原理の解明 2. 縦断研究調査部門：乳幼児の発達調査と養育・保育の質に関する調査研究と保育の質と発達推進効果の機序の解明 3. 発達臨床・保育実践政策研究部門：上記1、2部門の基礎知見に基づき育児・保育環境の質向上のための、乳幼児保育・教育方法の実践的開発分析および保育実践・政策学の構築、4. 人材育成部門：保育士や養育者を対象とする研修、療育、保育巡回相談、子育て支援等の専門家の育成およびその育成方法を科学する研究。



### ② 学術的な意義

「乳児発達保育実践政策学」として、乳児発達に関し、基礎研究としての発達心理学・発達神経科学、臨床としての発達小児科学、保育実践としての保育学・教育学、保育制度等に関わる社会福祉や教育行財政政策学分野の研究者が連携して、乳児学環を形成することで、4点の成果を期待できる。第1に、胎児期から乳児期にかけての行動の発現と認知（言語、社会性）およびそれらの背景となる脳の発達について、分子細胞レベルから行動レベルまでわたって基礎的な原理を明らかにできる。第2に、乳児期から学童期にかけての縦断調査データは、学童期以後の学力および社会性形成の基礎となる心身発達データを提供できる。国際的にも乳児期からの保育の質と生涯にわたる人の発達への長期的影響に関するデータの蓄積と科学的成果データの検討がなされてきているが、本邦にはこれらに関わるデータベースがなく、今回の調査によって国際比較調査データベースを確立連携ができる。グローバル化の中で、日本の子どもの発達を初期から検討し比較分析し保育教育政策に貢献ができる。第3に、現在の社会福祉制度改革としての子ども子育て環境の質や保育制度改革に関して、単に養育者支援にとどまらず、子どもの初期発達からみた保育環境の質基準を脳科学等基礎科学知見のエビデンスにもとづき提示できる。これは特に経済的困難地域等への長期的、かつ効果的な、地域における子育て支援や発達支援の実践の提言を可能にし、限られた公費の中で保育・教育への有効な政策投資のあり方を、子どもの側から提言できる。第4に、現在の乳幼児期の家庭及び保育環境の質や養育・保育環境のデザインという、子ども子育て環境への具体的な地域やシステムデザイン機能を持ち、発達障がい子どもへの早期療育、治療を子ども個人だけではなくそれを取りまく家庭や保育、地域の子育て環境のありかたの検討が可能となる。

### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

乳児の発達原理の解明については、赤ちゃん学および発達心理学等のメンバーを中心に、脳科学、発達神経学、発達心理学、情報工学等の異分野で研究が行われている。特に、新しい脳機能計測手法の開発に基づく発達脳科学研究は、我が国の研究が世界をリードしている。一方、乳児期からの保育の質と発達に関する縦断研究は近年欧州連合やOECD等が中心になって国際ネットワークができ、ハーバード大学やオックスフォード大学をはじめ、大学研究拠点連携のもとで交流がなされ、国際標準の乳幼児からの学力および社会性成果指標の議論がなされている。本計画で国際データベースとの接合が可能となる。基礎科学研究と保育・教育、療育研究の接合連携により、乳児を包括的に検討する乳児学環で世界をリード可能となり、国内外に向けエビデンスに基づき、教育実践から制度改革や社会福祉政策まで提言可能な研究となる。

#### ④ 所要経費

10ヵ年総額75億円。主な費用として、1) 初期費用 4部門から成る中心機構の設立のセンター建設(乳児発達・保育実践政策学研究センター建設費)と研究設備費(脳機能計測、行動解析、分子生物学)計15億円 センターは、発達基礎原理の解明のための装置設備および、乳児の発達・保育・療育方法・保育政策データベース国際共同使用、保育養育に関わる研修実施等のために使用される。2) (年間経費) 乳児発達・保育実践政策学研究センター4部門 人件費(教授、准教授、助教、研究員、研究補佐・事務)と研究費 計3.5億円。年間経費は、各部門での研究と若手研究者養成の機能を果たし、協力実施機関との連携の機能を果たす。3) 協力実施機関 研究費 5拠点計6億円で(期間計) 15億+6億×10年間 = 75億

#### ⑤ 年次計画

平成26年度—35年度の10ヵ年計画である。(1)平成26年度(初年度): 1—4部門の各部門で従来の研究知見を整理した上で、それらを部門を超えて交流し、乳児をめぐる現代の学術的、社会的、実践的課題を整理し、乳児発達保育実践政策学構築のための優先課題とその組織整備計画に基づき、乳児学環メンバーの研究分担と年次計画を確定。センター建設と各部門の準備や予備調査、実践開発に着手。(2)平成27年度—平成32年度: 1 基礎部門では、実験研究を開始。2調査部門では胎児から就学1年までの乳児の全国における長期縦断調査研究を開始する。家庭での養育児と乳児保育所入所児の子ども、保護者、保育者等への総合的な調査研究の実施。乳児保育所に関しては保育の質調査を開始。それによって乳児期の発達と養育保育の質がその後の発達に及ぼす影響を検討。3. 発達臨床・保育実践政策研究部門では、発達障がいに関わる研究を開始し、また保育実践政策等部門では、子ども子育ての保育政策動向の国際調査の開始と我が国の保育政策学の投資効果を検証。4 人材育成部門では、専門家養成システムのデザインと開発に着手。(3)平成33年度—35年度 1、2部門では、胎児から乳児期、幼児期、就学までの縦断研究等の調査まとめを行うとともに、その知見をいかし3・4部門との連携を強化し実施する。

毎年4部門合同研究報告会によって相互に交流をし計画を改善見直しを行うとともに、国際学会での研究発表により国際的乳児学環ネットワークの形成をはかる。またセンターでは隔年で、国際学術集会と国内の保育や養育者向け集会を実施。

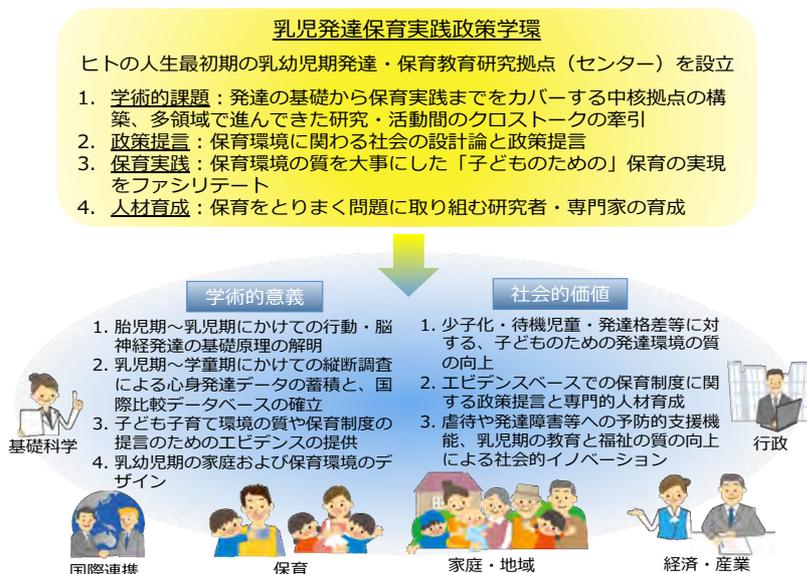
#### ⑥ 主な実施機関と実行組織

主な実施機関として、東京大学大学院・教育学研究科が中心となり、同総合文化研究科、医学系研究科等の当該領域研究者とともに実行組織をつくり、東京大学乳児発達保育実践政策学研究センターを設立する。また学外研究協力拠点として、同志社大学赤ちゃん学術センター、お茶の水女子大学人間発達教育研究センター等との連携によって乳児学環を形成する。また全国で脳科学、発達神経科学、情報工学、小児医学、乳児保育・教育学、教育経済学、保育政策学等の研究者が参加し、乳児学環を形成する。上記センターに設置される総括班のもとで、4部門1. 基礎研究部門:胎児期からの乳児期の発達原理の解明 2. 縦断研究調査部門:乳幼児の発達調査と養育・保育の質に関する10年間の調査研究 3. 発達臨床・保育実践政策研究部門:乳幼児保育・教育方法の実践的開発分析および保育実践・政策学の構築 4. 人材育成部門:乳児発達に関する専門家の育成と育成法の研究開発の実行組織で研究を行う。また本研究の実施に関しては、日本保育学会、日本乳幼児教育学会、日本赤ちゃん学会、日本発達心理学会等、乳幼児の発達に関わる各学協会、全国保育協議会、全国私立保育園連盟、日本保育協会、全国認定こども園協会、全国私立幼稚園研究機構等、保育諸団体との協力連携のもとに学術シンポや実践の開発研究を行う予定である。最新の発達科学にもとづく保育・子育て実践の質向上を全国的に学術と実践の連携を行うことが可能となる。

#### ⑦ 社会的価値

第1に、少子化、待機児童、初期からの発達格差等は喫緊の社会的課題であり、多様な学術研究領域からの知見を総動員して政策形成等、事に当たる体制を構築できる。これまで相対的に養育者支援・保護者サービスの視点で議論されがちな乳児保育のあり方を、科学的知見に基づきながら、子どもの発達に資する否かという子どもの視座から再検討し、日本の将来を担う子どもの発達環境の質を高め得る価値を持つ。それは生涯における発達の基礎を培うあり方を規定する研究としての価値をもつ。また第2に、その実現にむけて、エビデンスベースで保育制度や社会福祉制度に関する具体的な政策提言を行うことや、基礎研究と保育・養育実践を密に架橋し得る人材育成やプログラム開発は、未来への専門的人材育成への価値をもつ。第3に、虐待や発達障害等への予防的支援機能を持ち、また義務教育段階の学力や社会性形成の基礎として、乳児期からのあり方について専門的素養を広く国民一般に示す効果をもつ。そして乳幼児の教育と福祉は、高齢化に向かう日本で、社会的イノベーションの可能性を最も高く有する分野であり、社会への希望と展望を示す効果を持つ。

⑧ 本計画に関する連絡先 秋田 喜代美(東京大学大学院教育学研究科) kakita@p.u-tokyo.ac.jp



## 子ども・青少年の成長・能力形成・キャリア発達と生育環境・学校教育に関する縦断的調査研究

### ① 計画の概要

#### 1. 調査研究の目的

子ども・青少年とその保護者、教師を対象とし、その成長・能力形成・キャリア発達と家庭生活・地域環境・交友関係や学校教育の実態とその影響関係を縦断的に調査し、そのデータを蓄積しデータベース化するとともに、そのデータに基づき、(1) 子ども・青少年の家庭・地域・学校における生活と学習環境、(2) 成長（身体的・人格的成長）・能力形成・キャリア発達の実態把握と両者の影響関係を分析・考察することにより、子ども・青少年の健全育成と家庭教育・学校教育や地域環境の役割と在り方について学術的・政策的・実践的な知見と示唆を導出し、当該テーマを中心とする教育学研究の向上と政策・実践の両面で青少年の生活・教育環境の改善・充実に資することを目的とする。

#### 2. 調査の対象と対象者数

本課題の重要性と喫緊性に鑑みて以下の4つのパネル調査として実施

- (1) 調査開始時点の小学1年生 25,000人とその保護者および教師
- (2) 調査開始時点の小学4年生 25,000人とその保護者および教師
- (3) 調査開始時点の中学2年生 23,000人とその保護者および教師
- (4) 調査開始時点の高校1年生 22,000人とその保護者および教師

#### 3. 調査デザイン（調査開始時点の対象者選定のための標本抽出法：層化二段抽出法）

- (1) 全国を都市規模により3区分し各区4調査地点（計12調査地点）抽出
- (2) 小学校：各地点で4大規模校・6中規模校・10小規模校（計240校）抽出  
中学校：各地点で4大規模校4校・6中規模校（合計120校）抽出  
高校：各地点で普通科6校・職業科3校（計108校）抽出
- (3) 抽出された各学校の当該学年の全生徒を対象とする
- (4) 調査の間隔と回数：隔年に5回実施のパネル調査
- (5) 調査方法：同一校在学中は学校通し、卒業後は郵送配布・訪問回収

### ② 学術的な意義

#### (1) データベースの構築と研究者への公開

子ども・青少年の成長・発達（人格・能力・キャリア形成やいじめ・不登校・ひきこもり・自傷行為などを含む）とそれに影響を及ぼす学校教育及び家庭・地域社会・高度情報消費社会等のありよう、その影響関係等について研究するための基礎データの収集・蓄積と研究者等への公開・活用

#### (2) 当該テーマに関する研究の活性化と知見の析出・提示

当該テーマに関わる種々の知見の提示とそれに基づく理論的枠組みの更新

#### (3) 政策的・実践的意義・効用

国際比較学力調査では日本の子供の学力は世界のトップクラスにあり、少年による殺人・強盗などの凶悪犯罪の発生率も他の先進諸国と比べて極めて低い水準にあり、加えて、日本の学校教育（システム・授業・学校経営・生徒指導など）は優れていると国際的に評価されている。しかし、その卓越性は国内では必ずしも認識・評価されず、欧米先進諸国がモデル視している日本の卓越性の基盤を歪め瓦解させかねない政策が進められており、その故もあって学校現場や教職員の多忙化と自信喪失の傾向が強まっている。もう一方で、児童虐待・いじめ・暴力行為や引きこもり・自傷行為・自殺や、若年層の失業・理転職などキャリア形成に関わる問題など、諸外国でも見られるとはいえ、適切な施策や対応を必要とする問題・課題も少なくない。本企画は、これらの点でも evidence-based な政策・実践の促進に資すると期待される。

#### (4) 研究成果の国際的発信

上記(3)に記載したような「日本の卓越性」とそれに基づく学術的知見やその根拠となるデータ・情報に対する諸外国の研究者等からの期待・要望も大きく、その期待に応え海外発信することが可能となる。

### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

わが国では、厚生労働省が少子化対策等の必要性から平成14年より「21世紀成年者縦断調査」（14年10月末時点で20～34歳の男女を対象とする継続調査（パネル調査）を実施してきているが、本調査研究計画のような内容での子ども・青少年とその保護者及び教師を対象にしたパネル調査は存在しない。格差社会において人生早期の教育・子育ての重要性とその生活と学習の環境改善の必要性と evidence-based policy and practice の重要性に鑑みて、子どもが学校入学開始から高校卒業後までを追うパネル調査研究は、これからの日本の児童福祉と学校教育のあり方を検討し展望するうえで非常に重要であり、本研究計画の意義は極めて大である。欧米では就学前から高校までをカバーする縦断研究が多くの国で実施され、投資効果等と自治体教育プログラムのあり方等との関連も検討されている。この点でも本企画のようなパネル調査研究が我が国でも求められていると考えられる。

#### ④ 所要経費

(1) 所要経費の総額：68億7千万円

(2) 内訳

1) 調査実施経費（調査会社に委託）：64億4千万円

・ 第1回調査（全コーホート学校通し調査）

対象者数95,000×10,000円=9.5億円

（保護者・教師の調査経費を含み、調査票印刷費、基礎集計表作成経費等を含む。以下同様）

・ 第2回調査以降（第5回調査まで）の経費積算の調査単価

第1回調査時点と同じ学校在学コーホートの単価：10,000円

第1回調査時点の学校を卒業したコーホートの単価：20,000円

2) 人件費（調査期間を隔年5回実施のパネル調査10年としての積算）

・ 研究プロジェクト運営スタッフ3名の人件費：9千万円

・ 非常勤研究員4名の人件費：1億6千万円

3) 施設・設備・備品費・運営費・資料等の経費：1億8千万円

#### ⑤ 年次計画

初年次

(1) 研究体制の確立、研究計画の確認と共有

(2) 調査研究課題と教育学・心理学・社会学等の先行研究の検討

(3) 調査デザイン・基本仮説・調査項目の検討と調査票の確定

(4) 調査対象校の選定・依頼と第1回調査の実施

2年次

(1) 第1回調査データの分析と報告書・学術論文・学術書の作成・公表

(2) 第2回調査に向けて調査票の補正と確定

(3) データベースの構築と公開

(4) 学術的・政策的・実践的知見の整理と成果の国内外への発信

（公開シンポジウム等を含む）

3年次

(1) 中学2年開始コーホートの第2回パネル調査の方法・体制の構築

(2) 第2回調査の実施

(3) 上記2年次と同様の作業・活動の継続

4年次以降

隔年調査の実施、パネル・データベースの補充・公開、報告書・学術論文・学術書・啓蒙書等の作成・公表、国内外でのシンポジウム等の開催など、上記1年次～3年次の作業・活動の継続

#### ⑥ 主な実施機関と実行組織

主な実施機関

・ 日本教育学会

・ 拠点大学は採択可能性の見通しが立った時点で交渉

実行組織：参加・協働機関のコンソーシアム

・ 日本学術会議の登録団体で教育学関連学会連絡協議会に参加している学会（76学会）

・ 拠点大学及び日本教育学会が中心となって参加・協働大学及び教育関連学会とでコンソーシアムを形成して運営する

#### ⑦ 社会的価値

子ども・青少年の健全育成、人格・能力・キャリアの形成や学校教育（学校経営・教育実践、教師の資質・力量の向上などを含む）等については、国家的・国民的関心事であるといえることから、本研究計画の社会的価値は高いと考えられるが、例えば文部科学省が2007年から実施している全国学力・学習状況調査（全国学力テスト）の単年度事業予算が約60億円であることを踏まえても（しかも、同調査データは学術的・政策的・実践的研究用としてさえ公開されていない）、本研究計画によって収集・蓄積され公開されるデータベースの効用と経済的効率性は非常に高いものになると予想される。

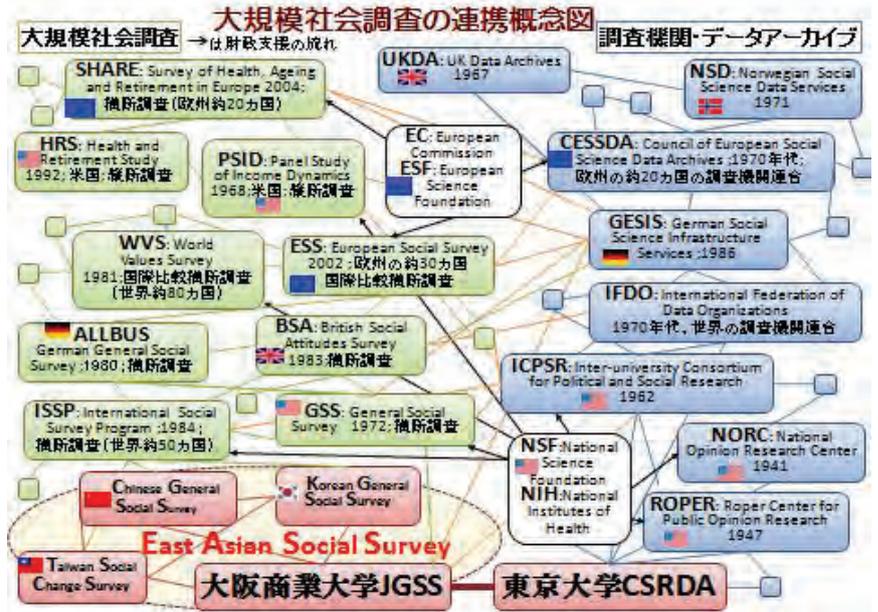
#### ⑧ 本計画に関する連絡先

藤田 英典（共栄大学教育学部） hfujita@fuji.email.ne.jp

## 大規模社会調査のデータ創出・管理・提供に関するシステム開発と基盤整備 —大規模社会調査基盤構築フォーラムの形成—

### ① 計画の概要

大阪商業大学 JGSS 研究センターと東京大学社会科学研究所附属社会調査・データアーカイブ研究センター (CSRDA) が連携し、「大規模社会調査基盤構築フォーラム」を形成する。フォーラムは、大規模社会調査を継続的にを行い、データ公開の実績をもつ研究機関・研究者とプロジェクトチームを組み、調査実査・データ管理・データ提供の各段階において、IT の活用等により国際標準に基づく社会調査基盤の開発を行う。これに基づき、大規模社会調査が安定的・継続的に実施でき、迅速にデータ公開ができる環境を整備する。具体的には、JGSS 研究センターを中心に、1) タブレット型端末を用いた computer-assisted システムによる調査実査の効率化、2) 職業コーディングを回答段階で処理するシステムの開発、3) テキストデータの自動コーディングの精度向上、4) 回収率向上のために複数の調査モードの組合せと最適モードの開発を行う。CSRDA を中心に、5) DDI による社会調査プロセスの国際標準化、6) コードブックや調査概要の自動生成システムの開発、7) 海外発信を含むデータ公開の迅速化、8) DDI によるメタデータの閲覧とオンライン分析システムの開発を行う。H27-36 年の 10 年間に 3 つのタイプの調査 a) 国際比較調査、b) パネル調査、c) 反復横断調査 (震災関連調査を含む) を実施している研究プロジェクトと連携し、各プロジェクトは調査の実施に際して、上記のシステム開発と実証実験に参加・協力する。システムの開発 (第 1 期)、その試行 (第 2 期) をへて、全システムを稼働させる第 3 期の後半には、本計画に参加していない他の研究チームや国の調査機関にもシステムやノウハウを提供し、普及を図る。2 機関はシステム開発、稼働のために必要な設備と人材を確保する。



### ② 学術的な意義

海外では国際比較可能な大規模社会調査が継続的に収集・分析され、政策に活かされ、データが世界に発信されている。社会調査データの創出・管理・提供の仕組みは、欧米では、国の支援を得て国を超えて研究機関が連携し、IT を全段階に組み込むことで急速に進化し、東アジアでも進展が著しい。日本でも、実証的研究を支える大規模社会調査は、パネル調査を含めて継続的に実施されるようになってきた。しかし、例えば面接調査における computer-assisted は、GCOE「制度構築の政治経済学」(早稲田大学)により実用の道を示したが、国の統計調査を含めて他の大規模調査に導入されていない。データ管理と提供面でも IT の活用が大幅に遅れている。政府には「政府統計オンライン調査総合窓口」が設けられ、各省庁が共同利用しているが、研究者は調査毎に個別にシステムを開発し、国際汎用性のある共通基盤が形成されていない。日本でのデータ創出・管理・提供の効率化と国際標準化を早急に図り、複雑化している大規模社会調査を継続的に実施できる基盤を整備する必要がある。

### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

日本の社会調査は、個々のデータの質と分析結果は国際的な水準にある。しかし、各チームが個別にデータの創出・整理・提供を行っているため、研究者やチームに膨大な作業負荷がかかり、一連のプロセスに関するノウハウも個別に集積され共有されていない。データアーカイブについては、CSRDA が個票データセットの収集を進め、寄託数は増えたが、データ管理や提供の仕組みは国際標準の形式ではない。欧米では大規模社会調査によるデータの重要性に鑑みて、調査基盤が各国政府の助成を受けて整備されている。ミシガン大学の ICPSR (1962 年設立) や、欧州では GESIS (1986 年) が主導的役割を果たしている。欧米の研究機関は共同調査におけるデータ管理・提供面での協力体制も実現している。本計画により、社会調査研究の各段階の効率化・国際標準化が実現し、日本の実証的な社会科学の研究者は、研究の企画・分析・成果の国際発信に集中できる。日本は、海外のデータを利用する一方で、海外に対するデータ提供が少ないという国際的な批判に答えることになる。

### ④ 所要経費

総額 29 億 6170 万円。JGSS は 10 億 9452 万円、CSRDA は 7 億 4946 万円、システムの開発・試行・運用に参画する調査の実施費が 11 億 1772 万。主な経費は、JGSS のみは、タブレット端末 2000 台(1 期と 2 期の初年度に各 500 台、3 期初年度 1000 台)と端末通信費。JGSS と CSRDA の双方で、DDI のライセンス契約費、システム開発費と更新料、DDI と端末関連のシステムを搭載するワークステーション等の設備費 (6 年目に更新)、PC ソフト等の消耗品費、会議費、旅費、謝金、人件費:教授 1、准教授

1、助教4（2名システム担当）、PD 研究員5、専門職員3、パート職員2名。

⑤ 年次計画

H27～36 年を3期に分け、第1期（3年）はJGSSとCSRDAは「大規模社会調査基盤構築フォーラム」を組織し、全体の計画を調整しながら、参加する調査研究プロジェクトの代表者と協議し、基本システムを開発する。システムの開発では、先行する米のICPSRや独のGESISを参考にし、日本に適合するものを構築する。JGSSは、面接調査・自記式調査で用いるタブレット型端末（1-2期は500台、3期は1000台）を保有し、システムの試行・改善・運用に参加する調査チームに貸し出す。また、職歴や婚姻歴を含む複雑な面接やパネルの調査票を端末で処理するシステムの開発を行い、調査に応じて仕様を調整する。調査チームは、システムを組み込んだ端末を実査を委託する調査会社に預け、JGSSは調査実施のトレーニングプログラム（ICPSR版等を改良）を実施する。CSRDAは、DDIを用いたデータ管理・公開・オンライン分析のシステムを、国際比較調査、パネル調査、反復横断調査を活用して開発する。第2期（3年）には、開発したシステムを各調査の実査のプロセスに組み込み、実証実験を重ねる。フォーラムは、オンライン、郵送、留置、面接調査等のあらゆる調査モードにおける効率化を進め、対象者や調査内容により最適の調査モードを選択あるいは組み合わせ、回収率の向上に繋げる。また、コードブックや調査概要の自動生成システムの開発、改良を行う。第3期（4年）には、全システムを稼働し、多様な大規模社会調査において活用できる体制を確立し、後半の2年には、本計画に参加していない他の調査研究グループや国の調査機関にもシステムやノウハウを提供し、普及に努める。本計画に参加する調査プロジェクトは、CSRDAのSSJデータアーカイブ、ICPSRまたはGESIS等から国内外にデータを公開する。

⑥ 主な実施機関と実行組織

フォーラムは、これまで国内外の研究機関・研究グループと連携し、日本の社会調査の実施とデータ公開の環境を変革してきた大阪商業大学 JGSS 研究センターと、東京大学社会科学研究所附属社会調査・データアーカイブ研究センターが組織する。JGSS は、大阪商大が H11 年に学術フロンティア推進拠点として、多くの国で社会調査のモデルとされるアメリカの General Social Survey の日本版を、東大社研と開始したものである。JGSS センターは、H20 年には「日本版総合的社会調査共同研究拠点」に認定され「特色ある共同研究拠点の整備の推進事業」を遂行してきた。H12 年以降に JGSS を 10 回実施し、H18 年以降は韓国・中国・台湾との共同調査を主導し、公開データは、国内 191 大学、海外 164 大学、国内外 55 研究機関においてのべ 3 万件の利用実績がある。H25 年 3 月の事後評価では S を得ている。CSRDA は、前身の Social Science Japan Data Archive として H10 年に社会調査のデータセットの提供を開始し、H22 年に「社会調査・データアーカイブ共同利用・共同研究拠点」に認定され、現在約 1500 のデータセットを国内外の研究者に提供している。フォーラムが中心となり、調査実施・データ管理・データ公開の各プロセスにおける効率化・国際標準化を推進するために、大規模社会調査を継続的に実施してきた研究機関・研究者とプロジェクトを組み、実際の調査での試行に基づいて運用可能なシステムを開発する。JGSS は調査実施・データ管理について、CSRDA はデータ管理・公開において中心的な役割を担う。システム導入を試行する社会調査として連携するのは、1) 国際比較型調査として世界価値観調査（同志社大学社会学部）、JGSS（東アジア社会調査）、2) パネル型調査として東大社研若年・壮年パネル調査、JGSS（若年ライセンス/高齢ライフコース；京都大学教育学部）、3) 反復横断型調査として JGSS、NFRJ（日本家族社会学会全国家族調査委員会）、東日本大震災に関する世論調査（学習院大学法学部、国立環境研究所）である。

⑦ 社会的価値

「公的統計の整備に関する基本的な計画」（H21 年 3 月閣議決定）にあるように、社会調査の結果も「国民にとって合理的な意思決定を行うための基盤となる重要な情報」である。政策立案は、社会調査の客観的な証拠に基づいて合理的に行われる必要がある。本計画は、日本の大規模社会調査を効率的なものへと抜本的に改革し、研究者や調査員だけでなく、世論調査の回答者である国民の福利に資するものとなる。国民が調査の複雑さに戸惑うことなく、短時間に正確に回答することができ、迅速に公開されたデータの分析に基づく効果的な政策立案が期待できる。さらに、データが速やかに世界に発信されることで、日本に関する国際研究の推進に繋がる。本計画に参加する東日本大震災に関する調査研究チームは、震災後いち早く全国調査を実施した（社会学分野での震災関連研究は日本社会学会 website にリスト掲載）。日本学術会議「東日本大震災に係る学術調査」の提言（H25 年 3 月）にあるように、災害発生時に学際的な学術調査を迅速に開始し、情報・データを集約し、学術の見解を社会に還元するというシステムを用意すべきである。本計画はこのプロセスに大いに資する。

⑧ 本計画に関する連絡先

岩井 紀子（大阪商業大学総合経営学部） n-iwai@tcn.zaq.ne.jp

計画の概要



## 日本におけるイノベーションの歴史的展開に関わる史資料の体系的収集と 電子化によるアーカイブの構築ならびに国際情報発信のための学術ネットワークの形成

### ① 計画の概要

本研究計画の目的は、資料の散逸が心配されている日本における「イノベーション」に貢献した企業・団体、これに関わった個人が保有する、製品企画、マーケット戦略、製品開発、製品製造、市場普及などの内部資料を含む史資料及びヒアリング情報の収集、それらの保存・データベース化をおこない、デジタル・アーカイブを構築すると共に、広く情報公開をおこなう新たな学術ネットワークの構築をめざすことにある。

基本的には、対象資料の収集活動・保存整理の体制を西日本と東日本の2地区に設け、公募調査研究グループを含む大学関連・研究機関等の「イノベーション調査研究組織」を活用し、調査、収集、保存、分類、電子化の作業をおこない、情報発信のための共通プラットフォームを構築する。

対象資料の収集に当たっては、当該の個別イノベーションの内容および史資料収集法の両面に経験のある調査員を多数配置する必要がある。より具体的に言えば、科学史・技術史・経営史分野での公募により選ばれた調査研究員を調査活動が広汎かつ効率良く行えるように全国に配置し、保存対象となる企業・団体・個人への訪問・インタビューを出発点にし、史資料収集・保存・管理・公開に関わる一連の体制整備を進めるとともに、史資料収集活動の促進、史資料分類のための調査研究を併せて行うものとする。

調査対象となる日本におけるイノベーションの歴史展開については、(1)対象時期：1945年から2000年まで、(2)イノベーション活動主体区分：たとえば政府主導型イノベーションと企業主導型イノベーションなど、(3)分野別区分：自動車、家電、通信、IT、バイオテクノロジー、土木建築技術、農業技術など、(4)組織区分（政府機関、大手企業、中小企業、個人）ごとに分類し、散逸のおそれのある史資料を優先しながら関係史資料収集を行う。

### ② 学術的な意義

(1) 史資料の散逸防止 わが国の科学・技術開発とイノベーション実現の将来構想には、その構造的問題を認識し、その上で解決策を講ずる必要がある、その手立ての一つとして欠かせないのが一次史資料にもとづいた実証的な歴史研究である。しかしながら、従来のこれらの調査研究では研究者個人による断片的選択が多く、構造的問題を探りうる学术界と産業界とが連携した広汎な学術的連携は十分に図られてこなかった。また関係史資料についても、小規模組織（企業・個人）が推進したイノベーションについていえば、その当該組織の改編などにもないその史資料は散逸化し、日本のイノベーションの実態を示す貴重な資料が既存の史資料収集部門の収集対象に選定されず、また学術的調査を経ないまま失われるおそれがある。こうした状況を踏まえれば、早急に調査研究・収集・保存を行う必要がある。

(2) 史資料の整理・公開方法の整備 日本のこれまでのイノベーションの歴史展開について、歴史学的、技術論的、経営学的、政策論的さらには国際的視点からの分析を、国内研究者のみならず海外の研究者による検討を促進・進展させる必要がある。そのためにも、イノベーションに関わる史資料の整理分類・保存・公開を行う基礎的な整備が求められている。

(3) 史資料収集に不可欠な信頼性のある保存・公開拠点の構築 史資料によっては非公開を条件に収集が可能な場合もあり、史資料評価に加え、保存条件、公開条件などについて、専門的な研究者による調査と、信頼される収集・保存組織、すなわち公的なアーカイブの構築が不可欠となる。本研究計画は、こうした条件を整理した上で、日本におけるイノベーションの歴史展開に関する史資料の本格的な学術ネットワークの構築をめざす。

### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

米国では私立大学等の民間組織を中心に、米国のイノベーション史に関わる網羅的なオーラルヒストリー調査、関連資料の保存、これらの資料を活用した歴史的研究が行われ、国際的な関心を集めている（スタンフォード大、コロンビア大）。一方、わが国のイノベーション史の研究は、個別的には技術史・経営史分野での研究やデータ収集も行われているが課題を抱えている。一つにはこれまでイノベーションの分析が大きく二つに区分され、研究開発、科学政策分野の分析と、営業戦略、経営戦略、生産戦略、産業政策分野の分析に分かれ、当該調査の収集困難性もあり、必ずしも進捗しているとはいえない。また両者を繋ぐ企画調査・企画戦略に関する分析は、その固有の性格から資料入手が困難であること、しかもこの分析は技術的内容と経営的内容の両面を解析しなくてはならないという問題もあり、立ち遅れている。こうした事情はわが国の貴重な歴史対象を軽視する原因ともなっている。本研究の位置は、こうした国際的・国内的状況に鑑み、産業界・関連団体の協力を得て、それらとの連携によって国際的水準を獲得することにある。

### ④ 所要経費

想定。研究グループを中心とした対応 →28億円

(1) 史資料アーカイブ及び学術ネットワーク関係のサイト設置・運営費などの拠点整備費、ならびに調査研究会合・シンポジウム開催費用（旅費、謝金を含む）

2000万円×2拠点×5年=2億円

(2) グループ調査：「目的指向型調査研究」/公募による選定された調査テーマ（セグメント型）

1 グループ (15 テーマ : 5 年間) 調査は 2 名一組で実施 20 グループ

10 グループ×2 地区×2000 万円 (年間) ×5 年=20 億円

(嘱託研究員人件費、交通費、資料インタビュー提供者への謝金を含む)

(3) 資料収集・整理・電子化・情報公開 (コア型)

150 テーマ×20 箱×5 万円 (送料、整理) ×2 拠点=3 億円

150 テーマ×20 箱×5 万円 (電子化等費用) ×2 拠点=3 億円

## ⑤ 年次計画

実施期間の想定 5 年間

1 年目:

(1) 東日本と西日本の拠点を立ち上げ、整備する。

(2) 科学史・技術史ならびに経営史の学会関係者を中心に「イノベーション史調査委員会」を設置し、関連学会から協力委員を募り、組織する。

(3) 「日本イノベーション史調査プロジェクト」シンポジウムを開催する。

(4) 個別調査については「公募」により調査テーマ・調査方法を募集し選定する。

10 グループ×2 拠点 → 20 グループを公募

(5) 資料保存・公開方法についての基準策定に関わる検討会を行う。

(6) 第 1 次資料調査・インタビュー調査を実施する。

2 年目～3 年目

(1) 調査グループによる第 1 次中間発表を定期的におこなう。

(2) 第 1 次資料電子化作業を開始する。

(3) プロジェクトの進捗評価、見直しを行い、追加プロジェクトを募集、選定する。

(4) 第 2 次資料調査・インタビュー調査を実施する。

4 年目～5 年目

(1) 資料公開を開始する。

(2) 第 3 次資料調査・インタビュー調査を実施する。

(3) 調査総括に関わる拠点での統括的なフォーラム、及び国際シンポジウムを行う。

(4) 学術ネットワーク構築に関する最終報告

## ⑥ 主な実施機関と実行組織

資料保存、整理、電子化作業拠点として主な実施機関は、下記のように考えている。東日本：明治大学 研究・知財戦略機構 ビジネス・イノベーション研究所、西日本：立命館大学 BKC 社系研究機構 イノベーション・マネジメント研究センターである。この 2 拠点を中心に学術ネットワークを形成しようと構想している。

なお、本応募計画の課題の一つとして、たとえば企業や企業家からの様々な資料の提供を受け、これを長期保存可能にする新規施設の創設が考えられる。この点については、これらの資料の収集・保存の社会的信用を第一目的とした「イノベーション歴史資料センター (仮称)」のような施設の新規創設も目標として掲げる。

実施組織としては、日本科学史学会と日本経営史学会等の協力を得ると共に、東日本では明治大学を中心に東京大学、一橋大学、東京工業大学、東京農工大学、中央大学などに所属する研究者と連携し、西日本では立命館大学を中心に京都大学、大阪市立大学、広島大学、龍谷大学、名城大学などに所属する研究者と共同する。これらの研究者と協力・共同を進める調査研究組織を立ち上げ、ここに公募による調査員を雇用し、実施する。

これらの調査員は「イノベーション史調査委員会」の複数設置する分科会に所属することにすが、上記の学会から幹事委員や研究組織の代表・審議委員を加えて構成する。調査実施にあたっては、調査対象の事前調査・選択、ならびに収集資料の特定 (認定) ・分析などを検討する総合的な定期会合を行い、これと調整・連携しつつ調査活動にあたる。

## ⑦ 社会的価値

「経済大国」・「技術大国」とされたわが国の科学技術・イノベーションの実態は、経済学や産業論・技術論、研究開発論、経営史・経営論、政策論などとして研究され、国民的には「苦勞物語」としても紹介されてきた。しかし、将来の日本のイノベーション政策、企業経営戦略を論じる際の基盤は、過去のイノベーションについての客観的な史資料に裏打ちされた学術研究の冷静な分析が必要である。

また、イノベーションの端緒をなす企画レベルでの検討・意志決定のあり方は、これまで客観的に分析されることが少なく、研究開発領域や戦略・マーケティング領域での論点にとどまってきた。加えてイノベーションに関わる中核部分の資料は、企業戦略を含む関係上保存・公開がされにくく散逸が進んでいる。こうした史資料を総合的・集中的に収集することは、イノベーションの歴史展開としての産業文化の保存・研究の布石となる。

そして、このような資料保存のためのアーカイブ・ネットワーク構築、及び保存・公開のためのハード (施設) ・ソフト (契約手法) を含むプラットフォームの形成、整備は、イノベーション史関連分野の日本の学術研究に貢献できよう。

## ⑧ 本計画に関する連絡先

兵藤 友博 (立命館大学) hyodot@ba.ritsumei.ac.jp

## 日本の美術に関する包括的情報共有と発信のための基盤システムの形成

### ① 計画の概要

グローバル化が急速に進行する国際社会において我が国が真の尊敬を勝ち得るには、文化力を含むソフトパワーの発揮が必須である。文化立国フランスをはじめ、欧米・アジア各国は国家戦略として文化情報を発信しているが、日本の対応は不十分で、日本美術研究の国際的衰退や美術資料の国外流出等の懸念が広がっている。現状の打開には、「文化芸術の振興に関する基本的な方針」（平成23年2月閣議決定）を踏まえ、国家的規模で文化財・美術作品に関する情報を集約し、対外的発信力を強化する必要がある。

本研究は、日本の美術に係る各種の情報（美術品、関連資料、図書）を国際レベルで共有する包括的基盤を構築しようとするものである。具体的には、（1）国内所在の美術作品及び在外日本美術作品の情報を集約するデータベースの構築、（2）美術分野の資料（文字・画像資料）に関する包括的データベースの基礎研究と構築、（3）美術分野の図書・雑誌に関する国内外のデータベースの連携を3本の柱として研究計画を実施する。また東日本大震災を踏まえた危機管理への取り組みとしてデータのバックアップ拠点は複数の地域に設置する。

### ② 学術的な意義

本研究によって（独）国立文化財機構と（独）国立美術館など関連諸機関の緊密な連携に基づく日本の美術に関する国内外の多様な情報を集約する情報基盤が整備されれば、美術に関連する人文社会科学の学術研究分野にとって、これまでになかった効率的で創造性に富む優れた研究環境が確保されるとともに、情報学関連の研究分野にとっても実践的な研究の機会が提供される。長期的な波及効果まで含めると本研究の学術的意義は極めて大きい。

とりわけ美術作品を直接の研究対象や画像資料として扱う美術史学をはじめとする考古学、歴史学、文学などの研究分野にとって、美術作品と関連資料の学術情報を集約する基盤整備が実現されることは画期的な意義をもつ。包括的な情報の共有化は、個々の研究の遂行に不可欠な国内外の美術作品と関連資料の網羅的な把握を効率的に行うことを可能にし、また美術作品の高精細画像データの活用は、従来のアナログ画像や作品の目視に代わる研究支援の有力な手段を提供する。このような研究環境の著しい向上は、研究の深化と活性化とともに研究テーマと方法の開発を促進し、これによって新たな研究分野が創生される効果ももつ。さらに国際的な視野を備えた研究者の育成を促す波及効果も見込まれ、これら学術研究分野の大きな飛躍が期待される。

また情報基盤整備の効果は、美術館・博物館の業務の効率化とともに、大幅な研究環境の改善に及び、これによって美術作品と関連資料の各種情報を介した美術館・博物館同士や大学、共同利用研究施設との共同研究が促進される。さらに在外日本美術の情報化や情報の多言語化は、国内諸機関と海外の大学・美術館との協業や共同研究を容易にし、美術を中心とした文化の対外的情報発信力を高める。相乗効果として関連学術研究分野の国内外の社会的認知度が高まる意義も大きい。

### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

英国美術図書館協会の機関誌である Art Libraries Journal が、「日本のアート・ドキュメンテーション」の特集号を2013年3月に刊行するなど、特に国内のアート・ドキュメンテーション学会との連携が実を結び、国内美術図書館および美術情報機関の近年の成果が注目されているが、欧州連合による Europeana に代表される美術作品、関連資料、図書資料を横断的に検索可能とする大規模デジタルアーカイブに比較すれば、相当する国内の文化遺産オンラインなどはその収録の数、データの精度においてその格差は大きく、日本文化の発信力のおよび美術史研究における日本の存在感の相対的低下を招いている。一方、在外日本美術の拠点等に依拠する『在外秘宝欧米収蔵日本絵画集成』などの編纂実績があるものの、その実績に漏れた多数の日本美術に光を当てることで、海外日本美術研究者への支援だけでなく、幅広い日本文化の情報発信に繋がる。JSTOR など学術誌アーカイブの利用可能誌数は過度の入超の状況にあり、多くの日本美術の関連コア・ジャーナルのアクセスは依然困難であり、本研究による研究情報資源の共有化はその解決に先鞭を与える。

### ④ 所要経費

美術情報を共有・発信するための基盤システムを構築するために、国立博物館4館、文化財研究所2所、国立美術館5館および計画本部並びにデータセンターの計13か所を設備整備等するとともに、本計画との連携する拠点機関を国内12か所、海外4か所を定め、日本美術に関する情報化のための設備整備等を行う。

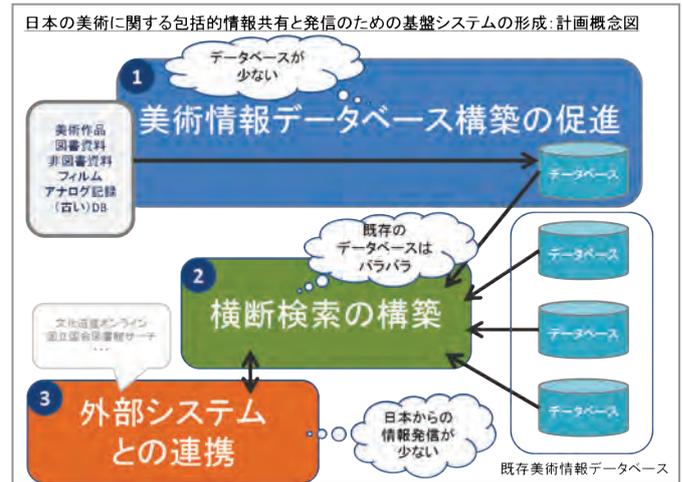


図1. 計画概念図

【初期投資】 2,000	(単位：百万円)
データセンター及びネットワーク整備	240
国立機関等(12か所)設備整備費等	1,440
連携拠点(16か所)設備整備費等	320

【年間運用経費】 1,000	
データセンター及びネットワーク運用	360
システム設計・開発	200
美術情報データ化及びデータベース構築支援	220
調査研究費	120
人件費等諸経費	100

## ⑤ 年次計画

本計画は実施期間の10年間を大きく3つの段階に分けて実施する。第一段階は国内外の美術情報(作品、関連資料、図書資料それぞれに関する情報)のデータベースの構築を促進するための「データベース構築促進事業」(平成26~27年)、第二段階は既存を含む各種美術情報データベースを横断的に検索できるシステムを構築する「横断検索構築事業」(平成28~31年)、第三段階は第二段階で構築した横断検索システムを「文化遺産オンライン」、「国立国会図書館サーチ」をはじめとする国内外の情報サービスとの連携を図るための「美術情報連携・発信事業」(平成32~34年)である。本計画の最終年となる平成35年においては構築した美術情報横断検索並びに外部連携のためのシステムを活用し、研究者のみならず広く国民全般に本計画の成果を還元するための事業を展開する。第二、三段階と並行して、国内外の美術館・博物館等と共同して人・機材・技術等の面から総合的に支援しつつ当該機関が所蔵する美術作品・資料のデータベース化を行う「美術情報データベース構築事業」(平成28~35年)を実施する。特に美術作品の高精細デジタル画像の作成、関連(非図書)資料のデジタル・フルテキスト化を積極的かつ継続的に実施する。なお、第二段階の横断検索システムの実現のための先行事業として(独)国立文化財機構及び(独)国立美術館の所蔵作品を横断的に検索するシステムを構築する等、段階的に横断検索システムを構築・拡大していく計画である(平成26~28年)。また、図書資料の横断検索の実現の先行事業として各美術館・博物館が提供するOPAC(オンライン蔵書目録)の横断検索システムを構築する(平成26~28年)。「横断検索構築事業」においては、これらの経過・結果をふまえ、作品、関連資料、図書資料を横断的に検索する仕組みの構築に必要な知見についての検討を行う。

## ⑥ 主な実施機関と実行組織

主な実施機関と実行組織本研究の実施に当たっては、(独)国立美術館と(独)国立文化財機構の2法人が中心的な機関になるとともに、これら機関の所蔵する作品、関連資料、および図書資料など中核的情報化対象物に即し各種研究部会を設置する。国内公私立美術館・博物館における同等物を対象化できるよう参加体制および資金的、人的、技術的共有および支援システムを構築する。あわせて在外日本美術に関する拠点の機関の特に作品情報の提供および公開に関わる国際協力体制を組織する。(1)作品については、作品情報部会を組織し、全国美術館会議および日本博物館協会との連携を図るとともに美術史学会をはじめアート・ドキュメンテーション学会、情報知識学会など関連学会との情報共有を進める。立命館大学アトリサーチセンターなど作品の情報組織化に実績のある研究機関とも連携する。(2)関連資料については、美術資料部会を組織し、国立館はもとより公私立美術館・博物館において埋蔵されている諸資料の把握からはじめ、その組織化および公開に関わる方法の検討を日本アーカイブズ学会等との連携により推進する。(3)図書資料については、美術図書館部会を組織し、すでに美術図書館のための横断検索に実績のある美術図書館連絡会ALC参加の9館の図書館はもとより、作品同様に国内公私立美術館の図書館と美術系および美学・美術史専攻のある大学図書館との連携からより広大的横断検索システムの構築を目指す。将来的には美術書誌情報の流通計画を国際的枠組みの中で策定するよう準備する。ほかに情報技術部会、権利処理部会を設ける。

## ⑦ 社会的価値

日本の美術品・資料等の所在情報を含む基礎情報の検索システムが整備されることは、美術史研究者のみならず、教育現場に携わる者や一般の利用者にとっても資するところがきわめて大きい。国立美術館所蔵の美術作品等についてはこの種のシステムがすでに稼働しているが、さらに広く文化財一般を対象とした情報システムを構築することは、国立の美術館・博物館・研究所等の使命といえよう。

本研究は日本の美術に関する基幹となる情報資源の形成に関わるものであり、諸種の画像検索システムや教材の開発、観光情報との連動などの応用面や将来的な展開を含めると、当該システムの社会的裾野は広大であり、多大な社会的貢献が見込まれる。本計画の実施と合わせて、災害時のデータ保護を視野に入れたシステム拠点の形成が図られることも重要である。また昨今、海外における日本文化研究の相対的地盤沈下が危ぶまれているが、国内における情報システムの整備・強化と合わせて、海外研究者と共同で国内外のシステムの統合を図ることは、日本文化の情報を海外に向けて効果的に発信し、その研究を支援・促進する方策としても多大な効果が期待される。

## ⑧ 本計画に関する連絡先

佐々木 丞平(独立行政法人国立文化財機構) kokuhaku@aurora.ocn.ne.jp

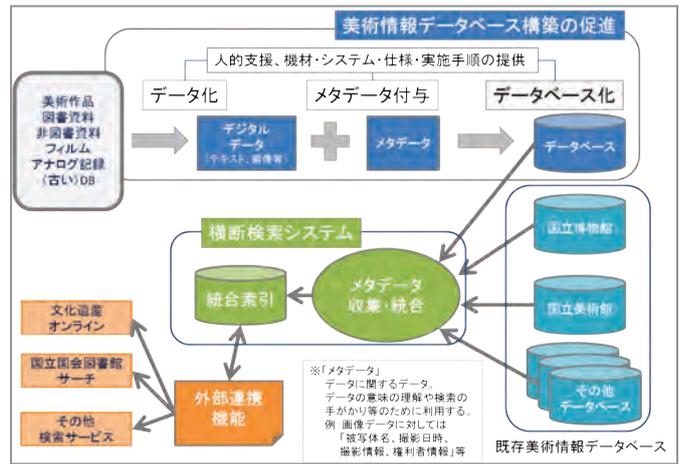
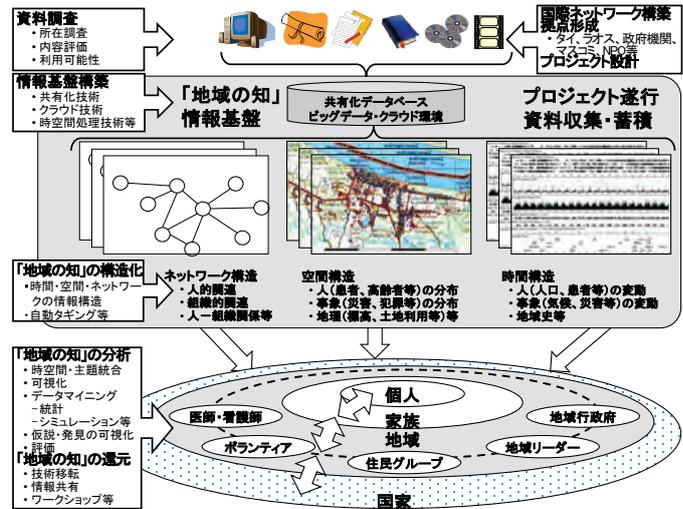


図2. 美術資料とデータベース、外部連携の関係

## 「地域の知」の再構築・共有・実践のための情報基盤形成

### ① 計画の概要

アジア・日本を対象にした伝承・風俗等の無形文化や文書・画像・動画・地図・統計・Web情報等の有形資料（以下、地域の知）の収集・保存・共有化・分析のための時空間情報基盤を開発し地域の知の拠点を形成する。地域の知の分析による地域・地域相関関係の理解の深化、災害等で破壊・遺失された地域社会の再建や文化復興等に寄与する地域モデルと社会連携システムの構築、国際紛争・資源争奪・環境問題・災害救援など地域問題への政策提言に即応できる地域政策科学の支援のために、地域の知に関する情報学的フレームワークの構築、地域の知の分析を実現する時空間情報基盤の開発、ビッグデータである地域の知を高度利用するオントロジー技術等の開発、地名辞書や暦日辞書等の基盤コンテンツの整備、世界の先進的レポジトリ機関との連携に必要な組織的・技術的手法の構築などの技術開発を行う。これにより、日本が有するアジア諸地域の地域の知の集積による地域の知の国内拠点形成、海外主要機関が集積する地域の知との共有化による地域の知の世界拠点形成、



地域の知の集積による地域の知の国内拠点形成、海外主要機関が集積する地域の知との共有化による地域の知の世界拠点形成、地域の知の情報基盤を利用した人文社会科学パラダイム構築、パラダイム構築を支援する情報理論とツールの開発、地域に関する総合的な理解と地域の問題解決に貢献する先導的研究を実践し政策の立案・提言等への効果が期待できる。地域研究コンソーシアムや地理学連携機構等の大学・学術団体と連携し、厳選したテーマに関して地域の知を収集する。情報基盤構築は東京大学がシステム化拠点として、コンテンツの収集・体系化は京都大学が体系化拠点となり運営する。蓄積される地域の知と、それらを共有・分析する時空間情報基盤は、国内外の地域を対象とする諸研究に活用でき、大きな国際貢献になる。日本では多言語対応の技術が進んでおり、世界的にも追従を許さないプロジェクトが推進される。

### ② 学術的な意義

アジア諸地域の地域の知を収集・保存・共有・統合・分析する日本の中核的情報拠点を形成する。海外の代表的な地域の知の拠点との共有化により、地域の知に関する世界的情報拠点を形成する。これにより、地域住民・専門家・地域研究者の協同作業を通じたデータベースの構築により、自律的な地域の知の拡充と共有化を実現する、地域の知を地域に還元し、地域における政策形成等への利用を図る、さらに、地域に関わる歴史・文化・社会等の貴重な資料の破壊・散逸・喪失等を防止するなどの効果が期待される。

ヒトやモノあるいは事象の分布・移動を分析する手段として、位置・時間・主題の視点から総合的に分析する情報学的手法と、それを支援する情報基盤を確立する。これにより、最先端の時空間情報技術を人文社会科学分野においても活用できる環境を整備する。

時空間情報処理技術を駆使し、アジア諸地域における災害対策・気候変動・都市問題等を人文社会科学の視点から計量的に統合・分析する新しい人文社会科学を構築する。これにより、ビッグデータである地域の知を分析することにより、地域あるいは地域間の特性を発見・分析・整理し、地域の理解を深化させる、災害等により破壊・遺失された地域社会の再建や文化復興等に寄与する地域モデルと社会連携システムの構築する、国際紛争・資源争奪・環境問題・災害救援等の喫緊の地域問題についての解決や政策提言に即応できる地域政策科学を支援するなどの効果が期待できる。

### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

学術情報の保存・活用では、英国 UKDA、台湾 NDAP、アメリカ ECAI がある。日本では国立国会図書館で学術情報の収集を進めているが、大学等が保持する研究関連一次資料は含まない。人間文化研究機構研究資源共有化推進事業は、共有範囲が限定され、利活用の枠組が未整備である。本事業は日本が有するアジア諸地域の地域の知の集積・永続的保存・国内外への公開、国際共有化の実現を目指す。

人文社会科学研究における時空間情報処理では、欧米で地理空間情報技術の人文社会科学研究・教育利用への適用を目指したジオ・ヒューマニティーズが成長している。またテキスト処理中心のデジタル・ヒューマニティーズにおいても、コンテンツに時空間属性を付与して可視化・計量的分析する試みがある。本事業では、包括的な時空間人文社会科学と情報基盤を構築し、成果をアジア諸地域に提供する。

地理情報学分野では、ICA、AGILE が古地図や地理情報を集め、地理・歴史・地域・平和研究に生かしているが、アジアの多様な文化・思想・言語を扱えない。本研究では、アジア特有の知の構造化と共有のプラットフォームを目指す。

### ④ 所要経費

ネットワークの形成費として18.5億円、地域の知の収集・共有化費用として、27.5億円、システムの概念設計費として12億円、プロタイプ・試行システム開発費として16億円、システムの拡張費として16億円の経費を要し、10年間で総額90億円の経費となる。

### ⑤ 年次計画

平成26年から10年間の計画を進める。初年度は、国内外の研究者ネットワークを構築し研究推進体制を確立し、各機関の資料を中心にデジタル化等の技術的課題を検討し、時空間人文社会科学の構築にむけ、災害対応等の研究課題、対象フィールド、連携機関、収集資料等を明確化。連携機関や資料所蔵機関等との役割分担について調整し、時空間情報構造の検討やフィールド調査システム等の概念設計を開始する。2年度目は、フィールド予備調査を行い、調査票等の妥当性、現地における円滑な連携の評価、フィールド調査システムやメタデータ自動作成システム等のツールの妥当性評価を行い、システム設計に反映させる。また、無形文化情報の情報構造設計を開始する。3～5年度目は、汎用解析システムも含めた共有化プラットフォームのプロトタイプ開発し、フィールド調査や資料収集等を実施。資料等のデジタル化とメタデータ作成を進め、データベースの構築を図る。その際の技術的な問題点をフィードバックしてシステム構築に反映する。さらに、海外機関との連携も含めた情報の適切な共有化技術の開発を開始する。この期間に中間評価を実施する。6～7年度目には、フィールド調査時の自動構造化技術の開発を開始し、資料収集の協力体制を確立し、試行システムを関連諸機関に適用し、機能の修正・拡張を実施し、人文社会科学研究の重心を地域の知の分析と体系化へ移行する。時空間情報処理ツール等を駆使したデータの分析し、例えば災害対応時における現地住民・研究者・行政官等の組織化や文化復興に関する社会連携システムについての提案等の成果の地域還元を試行する。また、長期保全技術の開発を行う。8～10年度目には、システムの本格的運用を開始し、連携する資料収集機関を増やし国際的ハブとしての役割を担う。また、共有化プラットフォームの普及と端末システムの開発を済ませ実用化する。

### ⑥ 主な実施機関と実行組織

中心となる実施機関は、東京大学空間情報科学センターおよび京都大学地域研究統合情報センターである。東京大学空間情報科学研究センターは、地域の知のシステム化拠点代表として、地理学研究連携機構と連携しつつ、時空間構造化、情報永続化、リアルタイム編集ツールのシステム開発を行うと共に、地理コンテンツ強化の役割を担う。京都大学地域研究統合情報センターは、地域の知に関する体系化拠点代表として、地域研究コンソーシアムと連携しつつ、現地調査、資料収集、地域の知の情報基盤を利用した研究パラダイムの構築、地域に関する総合的な理解と地域の問題解決に貢献する先導的研究の実践、政策の立案・提言に関わる役割を担う。

また、プロジェクトを進めるにあたって、東京大学人文社会系研究科、東京大学情報学環、東京大学ASNET（日本・アジアに関する教育研究ネットワーク）、京都大学東南アジア研究所などの東京大学や京都大学内の他組織、北海道大学、日本大学、立命館大学、東京女子大学、東京外国語大学、神奈川大学、名古屋大学、奈良大学、徳島大学、神戸大学、茨城大学、国立情報学研究所、東洋文庫、大学共同利用機関人間文化研究機構とりわけ国立民族学博物館および総合地球環境学研究所などとも連携し、実際にプロジェクトに参加するとともに、分散型データ構築の一翼を担う。

さらに合衆国カリフォルニア大学バークレイ校、オーストラリアシドニー大学、台湾中央研究院など、アジア諸地域において活発な学術情報の収集・蓄積・分析を実施している海外大学・研究機関等とも連携し、データの国際共有の実現をめざす。

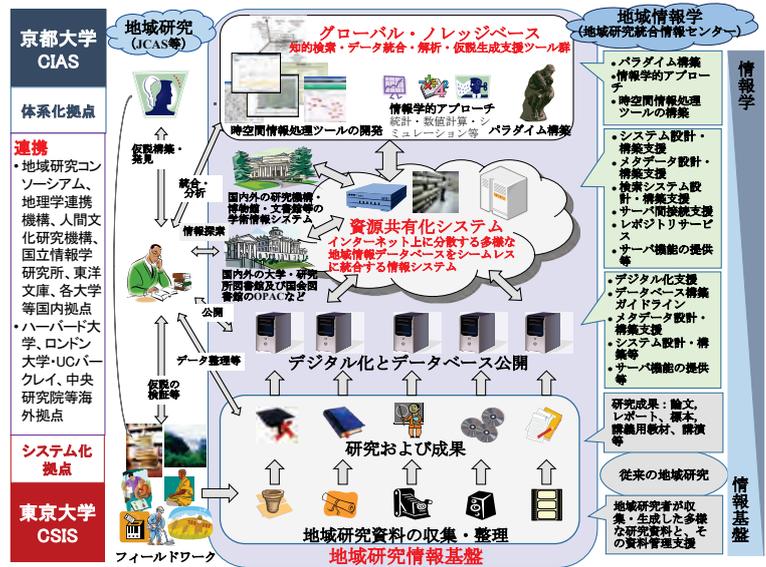
### ⑦ 社会的価値

地域研究者は、専門とする地域について生活感に裏打ちされた豊かな知識と地域に即した研究手法を体得・蓄積している。このような地域の知は、例えば広域・大規模災害による危機的な状況からの復興を主導する多様な人材の育成と社会連携システムを築くとともに、個々の情報を継承・利活用する資源となる。つまり災害復興は単に物理的な復元にとどまるものではなく、破壊された地域の社会的相互作用や協同の再生・刷新を促す点で、人文社会科学研究の本質的な学術領域をなしている。災害復興や資源管理や政治社会変動など、国家単位では対応できない課題に対し、地域の知が具備する高い実践的・学術的価値を示すものでもある。

本事業で整備される地域の知の時空間情報基盤は、地域研究分野の研究者だけでなく、地域の情報を扱う全ての実務者・学習者にも公開され、実際の地域理解に役立てることができる。特に、地域の知の対象となるアジア地域における正確な相互理解に大きく寄与することとなる。アジアの諸地域問題が世界の緊急対応問題となり、日本の地域問題がアジア地域問題と連動する現在、日本が地域問題解決に貢献することができる。

### ⑧ 本計画に関する連絡先

浅見 泰司（東京大学空間情報科学研究センター） asami@csis.u-tokyo.ac.jp



## 人類の文化遺産の継承と創造に関する国際共同研究とクラウド型情報データベースの構築

### ① 計画の概要

国立民族学博物館（民博と略称）には世界各地の民族や文化に関する約 40 万点の民族資料や映像・音響資料および 60 万点以上の文献資料が収蔵されている。これらの文化資源は、世界各地の有形および無形の文化遺産に関する基本的な資料である。さらにそれらの文化資源に関連する民族や地域社会に関する膨大な情報が蓄積されている。民博内に国際文化遺産学術研究施設を設立し、これらの資料を核として各地域の文化遺産の歴史、現状、継承に関して国内外の研究機関・大学・博物館と共同研究を実施しつつ、その成果に基づいて世界規模のデータベースを構築する。なお、さらにデータベースを共有化するためのシステム開発と多言語化を行ない世界の文化遺産（資源）に関する（バーチャルな）クラウド型情報ミュージアムを構築し、情報を世界に発信する。

この計画を実施するためには、(1)民博と国内外の連携機関と各地域の文化遺産に関する研究プロジェクトを複数立ち上げ、共同研究を進めるとともに、各プロジェクトチームがその成果を活用して世界規模の情報生成型のデータベースを構築する。

(2)文化資源の整理、分析、研究や情報の多言語化のための研究スペース、文化資源の収蔵スペース、データベースのネットワーク管理と運用するためのコンピューター設備スペース、共同研究や国際シンポジウムを開催するためのスペース、研究室・事務所スペースを持つ国際文化遺産学術研究施設を民博内に建設する。規模としては、4階建（総床面積6400平米）を想定している。(3)同施設を利用して国際共同研究を進めるとともに、その成果を発信するためのクラウド型情報ミュージアムについて研究し、開発する。(4)将来にわたり定期的に運用に関する外部評価を実施し、修正を加えながら、共同研究を実施し、データベースの内容を充実させ、クラウド型情報データベースから情報を発信する。



### ② 学術的な意義

人類の文化遺産の伝承と創造に関する国際共同研究を組織し、国内外の研究機関の研究力を結集して世界各地のテーマに取り組みつつ、情報生成データベースを構築することは、世界に先駆ける試みである。また、その成果を基に多言語対応のクラウド型情報ミュージアムを創出し、情報発信を行うことは世界では類をみないものである。人類の文化遺産としての世界各地の民族文化に関する地球規模の組織間連携による研究資源の共有化・流動化に基づく国際共同研究は、従来型の共同研究とは異なる知的な頭脳循環を飛躍的に促進し、多様な研究者の参画を加速し、質の高い学術研究をグローバルに展開させ、「未来創造学」と呼ぶことのできる新たな研究領域の創成につながる。

### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

国際的には特定の大学やユネスコが、特定の文化遺産の保全や継承について調査し、協力する形を取っているが、機関間や現地との連携に基づく共同研究を実施し、その成果をデータベース化し、研究をさらに進めていくことはほとんど行なわれていない。今回の計画では、連携研究機関間の収蔵資料の利用をバリアフリー化する国際的な文化資源情報データベース構築のために、国立民族学博物館が収蔵する民族標本資料や映像音響資料、文献資料ならびにそれら資料にかかるデータベースを国際的共同利用に供するとともに、個別テーマに関して国際的な共同研究を実施することによって国内外の連携機関の収蔵資料の多言語による情報生成型データベースの構築を行う。また、資料保存管理システムや利用システムにかかる国際的標準化を促進するために、長年蓄積してきたノウハウを他の研究機関と共有する。したがって、本研究はその内容と規模においてきわめて画期的なプロジェクトといえる。

### ④ 所要経費

国際共同研究および国際シンポジウムの準備と実施 8000万円 X10年間 =8億円

データベースのシステム開発 1億円

分散型情報集積基盤システムの構築 5000万円

コンピューター設備 2億円

人件費(任期付き研究員・事務職員の雇用) 8000万円 X10年=8億円

ネットワークの管理・運用 2000万 X10年=2億円

国際文化遺産学術研究施設の建設および備品 42 億円

総計 63 億 5 千万円

## ⑤ 年次計画

本研究は10年度計画で実施される。

### 第1段階(第1年次および2年次)

- \*国際文化遺産学術研究施設開設準備室を設置し、全体計画を確定する。
- \*任期付き研究員・職員の採用。
- \*連携協定機関との協議と合意形成。
- \*試行的共同研究プロジェクト「アイヌの文化遺産」、「台湾における人類文化の情報遺産」、「北方先住民関連民族誌資料の多声的協働データベースの構築とそれを通じた学際的研究」の実施。
- \*国際文化遺産学術研究施設の設計
- \*データベースおよび情報ネットワークシステムの設計とソフト開発の開始。
- \*クラウド型情報データバンク(ミュージアム)のシステム開発の開始。
- \*第3年次以降の共同研究会課題の検討と選定。
- \*文化遺産研究プロジェクト運営会議および外部評価委員会の設置。

### 第2段階(3年次以降)

- \*以降、毎年、国内外の連携機関と共同研究プロジェクト5課題(指定3件、公募2件)を選定し、5年間の期間(共同研究3年、データベース構築1年、クラウド型情報ミュージアムで公開準備1年)を実施する。
- \*第3年次～4年次：国際文化遺産学術研究施設の建設
- \*第4年次～5年次：コンピューターおよび情報基盤システムの整備

### 第3段階(5年次以降最終年まで)

\*共同研究、データベース構築、クラウド型情報ミュージアムからの情報発信をプロジェクトごとに発信。最終年度までには約30の共同研究プロジェクトとデータベース構築が終了し、順次、クラウド型情報ミュージアムからの情報発信される予定。

\*外部評価の実施：第3年次、6年次、9年次に外部評価を実施し、計画の見直しや修正を行う。

\*各プロジェクトは共同研究の成果を随時、公開シンポジウムや講演会、出版物、インターネットを通して公開する。

## ⑥ 主な実施機関と実行組織

おもな実施機関：国立民族学博物館(民博)

民博がハブになり、連携機関と国際共同研究プロジェクトを実施する。全体の計画立案や各プロジェクトの検討や採択は、下記の連携機関の代表者からなる文化遺産プロジェクト運営会議を中心に行う。

2013年3月31日現在の連携機関(実行組織)

国外： 順益台湾原住民博物館、国立民俗博物館(韓国)、フィリピン国立博物館、モンゴル国立博物館、中国社会科学院、故宮博物院(中国)、ロシア科学アカデミー・ピョートル大帝記念人類学民族学博物館、ロシア民族学博物館、ズニ博物館(米国)など。

国内： 地域研究や民族(民俗)文化研究を専門とする大学附置研究機関や大学附置博物館など。具体的には、京都大学地域情報統合研究センターや日本文化国際研究センター、北海道大学アイヌ先住民研究センター、東京大学総合博物館、北海道立北方民族博物館など。

## ⑦ 社会的価値

グローバル化の影響のもと世界的な規模で人類の文化遺産が消滅の危機に瀕している。この問題の解決や改善に日本の研究が国際的に貢献できる。また、クラウド型情報ミュージアムを利用することによって、大学・研究所などの研究者や学生のみならず、世界各地の現地の人や、現地や国際情勢に関心のあるマスコミ、企業、一般市民がより正確な情報を入手することができる。

## ⑧ 本計画に関する連絡先

岸上 伸啓(国立民族学博物館・研究戦略センター) [inuit@idc.minpaku.ac.jp](mailto:inuit@idc.minpaku.ac.jp)

## 知的財産情報アーカイブの構築

### ① 計画の概要

本研究の目標は、法学分野の文献を保存・提供するために、データベース化（電子アーカイブ化）により、法律文献に関する基盤整備・基礎研究を行うことである。今回の計画では、これまでの研究の蓄積から一定の文献数を把握することが可能な、そして、分野特有の情報検索が必要な知的財産法分野の文献を対象とし、それ以外の法分野については、将来的な計画に委ねることとする。

今回構築するシステムは、2つの柱からなり、知的財産文献データベース（法令・審判決例等のデータベースと文献データベース）とアーカイブからなる。本研究では、主として、文献データベースとアーカイブの構築を行っていく。文献データベースは、(1)書誌データベース、(2)原本画像のデータベース、(3)テキストデータベースから構成される。アーカイブは、文献情報のほか、法令、立法資料、特許庁の公報データ、審判決例等から構成される。

以上のデータベース（アーカイブ）の構築は、以下の行程で進める。

(1)文献データベースの構築は、(1)対象となる資料の選定・講読、書誌データの作成、(2)資料のデータ化、OCR処理、データ入力、(3)データベースの提供の前提として、出版社や個人との著作権処理、(4)検索システムの開発の作業により進行させる。(2)については、資料保存の観点から、どのようなデータ化が望ましいのか、実施連携機関と意見交換を行いながら作業を進める。(3)の著作権処理は、知的財産センターリーガルクリニックの支援をうけながら実施していく。

(2)アーカイブの構築に関しては、(1)特許等の公報、審判決例の一連のデータベースの組み込み、情報集約化、既存システムへの乗り入れの検討、(2)文献データベースへのリンク情報の作成を行う。アーカイブの構築については、法律情報のアーカイブ化が進んでいる欧米諸国の動向を比較研究しながら作業を行うことにする。

### ② 学術的な意義

日本において、法律情報として重要な位置にある法律書籍及び論文のアーカイブ化はほとんど進んでおらず、欧米をはじめとする諸外国に大きく遅れをとっている。このことは、欧米諸国と比べ研究環境・設備が整っていないことを意味することとまらず、新たな研究成果の創出により時間がかかることを意味している。これは、知的財産法という学術分野に限らず、国民生活全般にも悪影響を及ぼしている。例えば、企業において、ある発明について製品化するに際して特許権を取得しようとする場合、法律や特許庁の運用、その他の文献調査をしたうえで特許出願をする必要があるが、アーカイブが存在しない現況においては、複数のデータベースにアクセスして、法律、特許情報、審判決例等を個別に検索をしなければならない。そのため、調査に多くの時間を要する。このように、知的財産法の調査は、多くの情報にアクセスする必要があり、学術・研究以外の分野からの情報へのアクセス需要も高い。したがって、知的財産法という分野においては、他の法分野と比べて情報のアーカイブ化の必要性が強く認められるのである。

本計画の科学的な意義は、第一に、アーカイブの構築により知的財産法に関する一連の情報に対するアクセスが容易になるということにある。第二に、知的財産情報アーカイブが完成した暁には、知的財産法に関する情報の総索引ができあがることに大きな意義がある。すなわち、特定の問題についての解決の見通しを予測できるようになるという点に意義がある。学術面から観ると、本研究により開発したシステムは、法律情報のアーカイブ化の実用化に関する議論のファーストステップとなる。また、完成したアーカイブの利用により分析すべき学説等の比較がしやすくなり、研究の進展・深化に期待することができる。これにより、学術分野に限らず、法曹実務や企業活動の活性化にも繋げることが可能になる。

### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

日本国内における国が提供するデータベースとしては、法令に関しては総務省が提供するe-Gov、裁判例に関しては裁判所が提供する判例検索システム、論文・書籍に関してはCiNii等が存在している。しかしながら、書籍・論文に関するデータベースは、タイトルのみを提供するものが多く、網羅的なものはない。国会図書館の日本法令索引は、アーカイブ的な要素も持っているが、アーカイブの対象は法令に関する情報に限られている。法令、審判決例のデータベースは、裁判所や特許庁が整備をしているものの、これらのデータベースの情報は、繋っておらず、書籍・論文については網羅的なものではないし、ある法律問題に関して情報をアーカイブ化したものも存在していない。したがって、本研究は、法律情報全般に関するアーカイブ化としては、おそらく初めての取り組みになる。

一方で、海外においては、主として商用データベースにおいて法律情報のアーカイブ化が進んでいる。

以上の点から、本研究は日本国内において今まで見られなかった新しい取り組みであり、海外の動向と比較しながら研究する必要がある。



#### ④ 所要経費

総額60億円（設備・開発費用：50億円、運営費等：10億円）

(1) 設備・開発費用：文献データベース開発費用、アーカイヴシステム開発費用、これらのシステムの維持費用を計上する。また、文献アーカイヴの開発に際して、著作権処理に要する費用を計上する。このほか、サーバー等の設置場所の借料等に要する経費を計上する。

(2) 運営費等：文献データベースに登載する資料等の選定・作成等に要する人件費、システム開発の上で必要な打合せ・調査のために要する旅費を計上する。

以上のほか、文献データベースに登載する資料で、新規に公表されるものや未入手の文献を購入するため費用とシステムを構築するうえで参考にする商用データベースの利用料を計上する。

#### ⑤ 年次計画

(1) 全期間を通じて遂行する事項

資料のデジタル化と著作権処理をプロジェクトの全期間を通じて行う。本研究開始後に出版される書籍・論文に対応するためである。研究連携機関及び研究支援機関との意見交換、主として法律情報を対象とする国内外のアーカイヴシステムに関する調査を行う。デジタル化した資料の保存形式等について、研究連携機関から助言を受ける。書籍・論文等については、著作権処理を行う。著作権処理については、知的財産センターリーガルクリニックの助言・支援を受ける。

(2) 平成26～27年度

施設整備及びシステムを構築するための設備・環境の整備を行う。検索システムシステムの設計・構築、資料のデジタル化を行う。システムに登載する知的財産関係法令、審判決例、特許情報等の抽出・選定を行い、既存のシステムへの乗り入れについて検討する。また、アーカイヴシステムの設計を開始する。

(3) 平成28～30年度：アーカイヴシステムを構築する。書誌データベース・画像データベース・テキストデータベースを構築する。

前年度までに行ったデジタル化処理をした資料のデータを使って、書誌データベース・原本画像のデータベース・テキストデータベースを構築する。

(4) 平成31～33年度：前年度まで開発したシステムに文献情報を登載する。

#### ⑥ 主な実施機関と実行組織

(1) 実施中核機関：大阪大学知的財産センター（研究統括）

本研究は、大阪大学知的財産センターが実施中核機関となり、知的財産法に関する文献の収集、データ処理等、システム開発の統括を行う。

(2) 研究連携機関：大阪大学大学院法学研究科・高等司法研究科（資料提供・システム運用支援）

大阪大学大学院法学研究科・高等司法研究科から、大阪大学知的財産センターで保有していない資料の提供を受け、システム運用に関する意見交換等の協力・支援を受ける。

(3) 研究連携機関：大阪大学大学院情報科学研究科・大阪大学産学連携本部（システム開発支援）

大阪大学大学院情報科学研究科・大阪大学産学連携本部から、システム開発に関する意見交換等の協力・支援を受ける。

(4) 研究支援機関：発明推進協会、著作権情報センター、日本デザイン保護協会、早稲田大学知的財産法制研究センター（RCLIP）、知的財産研究所

以上の機関から意見交換等の協力を得られる旨の約束を得ている。

(5) その他

以上のほか、国内外の図書館、研究機関から助言・情報提供を受ける。

#### ⑦ 社会的価値

知的財産に関する関心が年々高まっていることに疑いはなく、また、それらの情報は集約化の必要性和アクセスのしやすさが求められている。本計画による開発は、まさに、情報収集と法律情報へのアクセスを容易にすることをコンセプトとしている。このような視点による研究・開発は、従来から研究者をはじめとして、法曹実務、産業界、知的財産法を学ぶ学生等、複数の分野・業界が必要としてきたものである。

しかしながら、わが国においては、法律に関する情報をアーカイヴにするという取り組みは全くと言ってよいほど進んでいない。したがって、本研究による取り組みにより、早急に開発・整備をしていく必要がある。

本研究で開発されたシステムが完成することにより、学術的な分野に限らず、様々な業界が求めるニーズに応えることが可能になる。本研究で開発するシステムは、現在、存在しないものであり、かつ、複数の業界からのニーズがあることから、知的価値及び経済的・産業的価値は充分備え合せていると言える。

#### ⑧ 本計画に関する連絡先

村上 画里（大阪大学知的財産センター） eri-m@iprism.osaka-u.ac.jp

## 社会と暮らしに関わるマイクロデータ研究所の創設

### ① 計画の概要

社会政策・制度を設計し、評価するには社会科学と医学・健康科学の融合に基づいた、個人をくり返し追跡するパネルデータ構築とその実証分析が国際的には必須とされているが、その社会基盤の整備が日本では著しく立ち遅れている。本事業は、大規模社会調査のために必要な技術的・人的資源の開発・育成を行う部局を共同施設として設け、関連研究を支援し、現在得られる最善の知識に基づき社会政策・制度を設計し、評価することを促進・加速化することを目指すものである。

この目標を達成する為、第一に高い質の社会調査を実施する人的体制を整備する。実査に当たっては調査員に対するトレーナーを通常各地域におくが、そのようなトレーナー教育を行う。また有能な調査員をできる限り確保し、このような調査員のノウハウを他の調査員に教育するプログラムを作成する。

第二に高い質の社会調査を実現するための技術的な手法を開発する。日本ではほとんど行われていないが、国際標準のパネル調査はコンピューターを用いた二時間を超える面接調査である。そこで、そのような調査で利用できる汎用性のあるプログラムを作成する。また、ゲームなどを利用しての聞き取り調査、インターネットを用いた調査と面接調査による回答のずれなど、面接調査に資するあらゆる技術的方策を研究する。

第三に社会調査のサンプリングフレーム、無回答、測定誤差、欠損知の取り扱い、それぞれの質問項目別のどのような質問方法が有効か、といった問題などについて、現在における最善対策手法を考察し、伝えるプログラムを組織する。

第四に個票を用いた最先端の実証分析を実際に進めるだけでなく、日本の研究者が国際標準の手法を用いて実証分析を進めて行く為に必要な統計的手法、多分野にわたる質問項目それぞれに関する学問的由来、意図などを正確に理解することに資する技術・知識を提供するプログラムを提供する。

### ② 学術的な意義

日本では従来からの民間調査会社による留め置きベースの調査により、国際標準のパネルデータの構築が試みられては来たが、少なくとも20代など、若い層を含むパネルデータについては、種々の努力にも関わらず、欧米に比べ、予備サンプルを用いても回収率が30%程度と低く、信頼できるデータを集めることは困難であることが明らかとなっている。

一方我々の調査経験から、2時間半程度かかる面接聞き取り調査を、平均的には他地域と比べて回収率が低い東京の足立区で行った際にも8割程度の回収率を確保する調査員がいることが分かっている。

民間でも現在は行われていない国際標準の調査でも高い回収率で実行できるこのような質の高い調査員を確保し、その人々のノウハウを他の調査員にも教育できたなら、現在の日本におけるパネルデータの回収率を飛躍的に向上させ、高品質のパネルデータ構築ができる可能性が高い。

またそもそも現在日本ではほとんど行われていないコンピューターを用いた国際標準の手法での面接調査を実行できる汎用性のあるソフトを開発することは基本的な重要課題である。

また、マイクロデータに基づく実証分析を現在の国際的研究水準のレベルで行える研究者は大幅に不足している。本研究ではこれら現在の社会科学・社会医学研究における問題の解決を目標としている。

米国にはおそらく経済学だけでトップ50大学には平均少なくとも5名程度のマイクロデータに基づき研究の一端で優れた実証分析を進めている研究者がおり、これに連銀や政府系の研究所を合わせると優に300を超える優れたマイクロ実証の研究者がいる。これらの人々と同等な知見をもつ研究者の数は現在の日本にはおそらく15~20名を超えない。本研究計画はこのような現状を打開する。

### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

日本では民間会社を利用し、留め置き調査だけにより、社会調査を実行してきたが、それでは、国際的に通用する質の高い社会調査は、少なくとも20代など若い層を含むパネルデータについては実現できないことが、いくつかの試みから明らかになった。このような従来の試みとは全く異なる技術的・人的資源の開発・育成が必要である。

英米では高等教育機関を中心とした専門性の高い組織がその役割を担っている。英国の場合はEconomics and Social Research CouncilやMedical Research Councilが資金提供することによりそのような組織を構築し、米国の場合には大学が直接運営するものとしてそのような組織を構築している。

本事業では特に米国のシカゴ大学におけるNational Opinion Research Center、あるいはミシガン大学のInstitute of Social ResearchにあるSurvey Research Centerなどをモデルとして組織を計画する。

### ④ 所要経費

金額は百万円

	人件費	運営費	設備費	総額
26年度	284	18	20	322
27年度	284	18	8	310
28年度	284	18	8	310

29年度	284	18	20	322
30年度	284	18	8	310

人件費：調査員担当責任者1名 x 10、調査員20名 x 6  
 研究担当責任者1名 x 15、研究者6名 x 10  
 ポスドク6名 x 6 + RA12名 x 2.5  
 事務2名 x 6

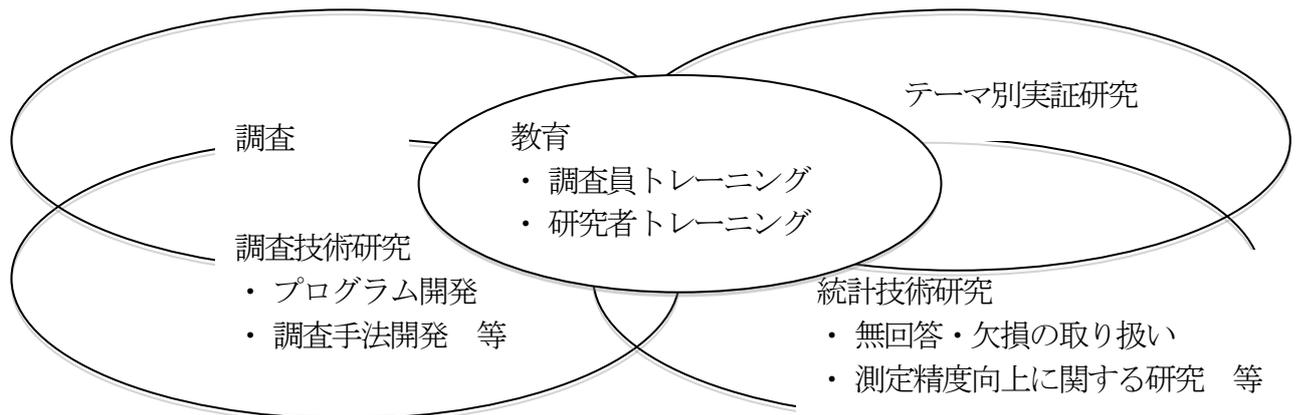
運営費：（1）マイクロ実証分析手法の解説、（2）多分野にわたる質問項目それぞれに関する学問的由来、意図などの解説、  
 （3）無回答、測定誤差、欠損知の取り扱いなどに対処するための現在における最善手段などに関する一般向けコース提供など。30回 x 0.2 x 3

設備：サーバー 2 PC 0.25 x 48 統計ソフトなど 8

### ⑤ 年次計画

本事業では各年度毎に次の活動を行う。

1. その年実査が行われるパネル調査の中で依頼があったものの中から選択的に調査員トレーニング及び、調査員派遣という形で協力する。
2. パネル実施上の技術的開発を行う。特にゲーム感覚で調査に答えられるような仕組みの開発に取り組む。
3. パネル調査における無回答、測定誤差、欠損知の取り扱いなどに対処するための現在における最善手段を検討する。
4. いくつかのテーマを決め、それに関して最先端実証分析を進める。
5. マイクロ実証分析を進めていく上で必要となる（1）マイクロ実証分析手法の解説、（2）多分野にわたる質問項目それぞれに関する学問的由来、意図などの解説、（3）無回答、測定誤差、欠損知の取り扱いなどに対処するための現在における最善手段などに関する一般向けコースを提供する。



### ⑥ 主な実施機関と実行組織

東京大学大学院経済学研究科が中心機関となり、これまでパネル調査を責任者として実施した経験のある研究者たち、数理統計研究所と統計局統計研修所の研究者が協力して実行組織を形成する。

東京大学大学院経済学研究科の日本経済国際共同研究センター内に実施機関を設置し、研究計画を実行する為の人員を配置する。

組織は調査部と研究部とからなり、それぞれ責任者を配置する。責任者は2名の事務員により補佐される。

調査部責任者は20名の調査員を統括する。

研究部は調査技術開発部、統計技術開発部、実証研究部からなり、それぞれ2名の研究者と2名のポスドク、調査技術開発部と統計技術開発部はそれぞれ2名、実証研究部は8名のRAでそれぞれ研究を進める。

統計技術開発部と実証研究部は一般向けのコースを提供する。

### ⑦ 社会的価値

近年、回収率が低い社会調査は国際標準のパネル調査に限らず、国勢調査を含む政府の各種調査にも及んでいる。このような社会基盤となる組織による努力はこのような社会調査全般の質を高めることに貢献することが期待される。

また、これまで民間では実施されて来なかった国際標準のパネル調査を実施するノウハウを蓄積し、調査員教育を行える社会基盤を提供することで、民間の社会調査能力も格段と進歩することが期待される。

さらにこれまで多くの場合せいぜい回帰分析によっていた民間研究所の分析能力も、このような組織の提供するコースに参加することにより、飛躍的に向上することが期待される。

### ⑧ 本計画に関する連絡先

市村 英彦（東京大学大学院経済学研究科） ichimura@e.u-tokyo.ac.jp

## リアルタイム型市場変動観測所の構築と市場安定化策の探索

### ① 計画の概要

人と人が取引をしていた金融市場は、21世紀に入って急速に進んだ高度情報化の結果、全ての取引がコンピュータネットワークを介して処理されるようになり、様相は劇的に変化した。本研究計画で構築する予定の「市場変動観測所」は、外国為替や株式などの各種金融市場の高頻度データをリアルタイムで収集・整備し、学術的な視点に基づいて市場の作動特性分析を行う世界初の学術的研究拠点である。情報化技術の進化に伴ってめまぐるしく変遷している金融市場のありのままの姿を俯瞰的に観測し、得られた高頻度データを現在および将来の学術的基礎研究のために保管する。短期的な損得勘定に支配されがちな金融市場情報を市場全体の安定性という観点から様々な科学的方法で分析し、また、データ同化した上でのシミュレーション結果も含めてリアルタイムで世界に情報発信することにより、学術の立場から世界の市場や経済の安定化に寄与する。

明治大学に「市場変動観測所」を設置し、金融市場から専用回線などで入手されるリアルタイムの市場データを読み込んで分析を行う。市場の異常な動きなどが検出されたときには、アラームを発信するなどの素早い対処を行う。

東京工業大学には変動特性分析研究チームを置き、新しいデータ解析の開発を行い、異常な市場変動の検出技術を高め、十分な精度が確認できたものを観測所に導入する。

東京大学には市場・社会シミュレーション研究チームを置き、大規模な数値シミュレーションによって市場における自動売買アルゴリズムの効果や、情報発信の社会への影響を見積もり、市場安定化策の検証も行う。

統計数理研究所にはデータアーカイブ拠点として大規模データ蓄積装置を設置し、さらに、市場ビッグデータ分析研究チームを置き、同研究所が蓄積している様々なビッグデータと金融市場データの連動性を広い視野から探究する。

### ② 学術的な意義

金融市場データ分析というと、一般には、市場での売買を通しての利益追求のためと思われがちである。しかし、経済物理学という新しい学術分野の誕生とともに、市場価格はなぜ不規則に変動するのかという基本的な問題提起に始まり、市場が安定している状態に関する研究はほぼ終わり、市場の暴騰や暴落のメカニズムも解明されつつある。最近では、暴落の前兆や市場の異常性を見出すような研究が一流の学会誌や科学雑誌に掲載されるようになり、金融市場の安定性に関する研究は、最先端の学術的な研究として認識されるようになってきている。

本研究では、これまで入手困難だったリアルタイムの詳細な金融市場データに焦点を当てて研究を行う。現在、主要な金融市場は、リアルタイムデータに基づいた売買アルゴリズムが自動的に注文を発信することによって成り立っている。しかし、金融市場の情報処理システムは取引目的のみに作られ、学術目的のデータ利用は全く考慮されていなかった。超高速な情報処理と洗練されたゲーム戦略に基づくアルゴリズム、さらには、グローバルな世界経済の見通しまでが複雑に絡む金融市場のリアルタイムデータは、多分野の研究者の協同なしでは分析することができない全く新しい科学的な研究対象である。

経済学分野の金融・ファイナンスの学術研究領域では、金融市場のデータ分析や市場の安定性に関する研究は最重要な課題のひとつであるが、市場が高速化しデータ量が莫大になったため、経済学における研究手法だけでは分析しきれないような状況になってきている。一方、物理学・数理学・情報学・総合工学などの諸分野では、膨大なデータを高速に分析し、シミュレーションを行う様々な技法が開発されている。本計画では、学術分野の枠を越えた研究者が市場の安定性を維持するという大きな目標をめざして協力しあうことで、世界初の大きな学術的成果を挙げられるものと期待する。

### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

金融市場のミクロな特性を数理学の最先端の解析手法を活用して解明する研究は、20年ほど前に日本とアメリカで始まった。当該申請者は、創始者の一人としてこの新しい学術分野の振興に寄与しており、2000年代に入ってから、世界20カ国以上から研究者を集め、経済学者・情報科学者に実務家をも加えた国際会議を東京で3回開催した。現在、日本物理学会では経済物理学はひとつのセッションとして毎回開催されており、欧州物理学会でも同様の状況である。関連する国際会議は、年3-4回開催されており、学術分野としては定着した状態である。

金融市場のデータは、以前は日次のデータしか入手できなかったが、ティックデータとよばれる秒単位のデータが入手できるようになり大きく研究が進んだ。その後、板情報とよばれる取引が成立する前の売買注文の分布のデータが解析の対象となっているが、未だに、リアルタイムデータは学術研究の対象にはなっておらず、自動売買の市場への影響も明確にはなっていない。学術的な立場に基づくリアルタイム型の市場変動観測所は世界に例がなく、市場変動に関する研究の国際的な拠点になるものと期待される。

### ④ 所要経費

総額 55 億円 (10 年間)

明治大学：リアルタイム金融市場変動分析システム 1 式：10 億円 データ購入費：10 億円

東京工業大学：市場変動特性分析開発システム 1 式：5 億円

東京大学：市場シミュレーションシステム 1 式：5 億円

統計数理研究所：市場データ保存・分析システム 1 式：5 億円

人件費（全拠点で合算）：16億円

研究費・旅費・国際会議費など（全拠点で合算）：4億円

⑤ 年次計画

初年度には、「市場変動観測所」の構築のための作業を行う。

2年度より：「市場変動観測所」を稼働し、それぞれの研究チームは研究を推進する。「市場変動観測所」を通して成果が得られれば、市場や社会へのインパクトも考慮して、学術的な形での情報発信を行う。

4年度と7年度には、計算機システムを更新する。

最終年度には、次世代観測システムのためのデータ・シミュレーション技術の集約を行う。

⑥ 主な実施機関と実行組織

市場変動観測所は、組織としては、次の4つを拠点とする。

1. 明治大学：「市場変動観測所」本部を設置し、解析結果をわかりやすく情報発信する。
2. 東京工業大学：変動特性分析研究チームを設置し、新しい金融データ解析手法の研究開発を担当する。
3. 東京大学：市場・社会シミュレーション研究チームを設置し、大規模な数値シミュレーションを担当する。
4. 統計数理研究所：データアーカイブ拠点とし、市場ビッグデータ分析研究チームを設置する。

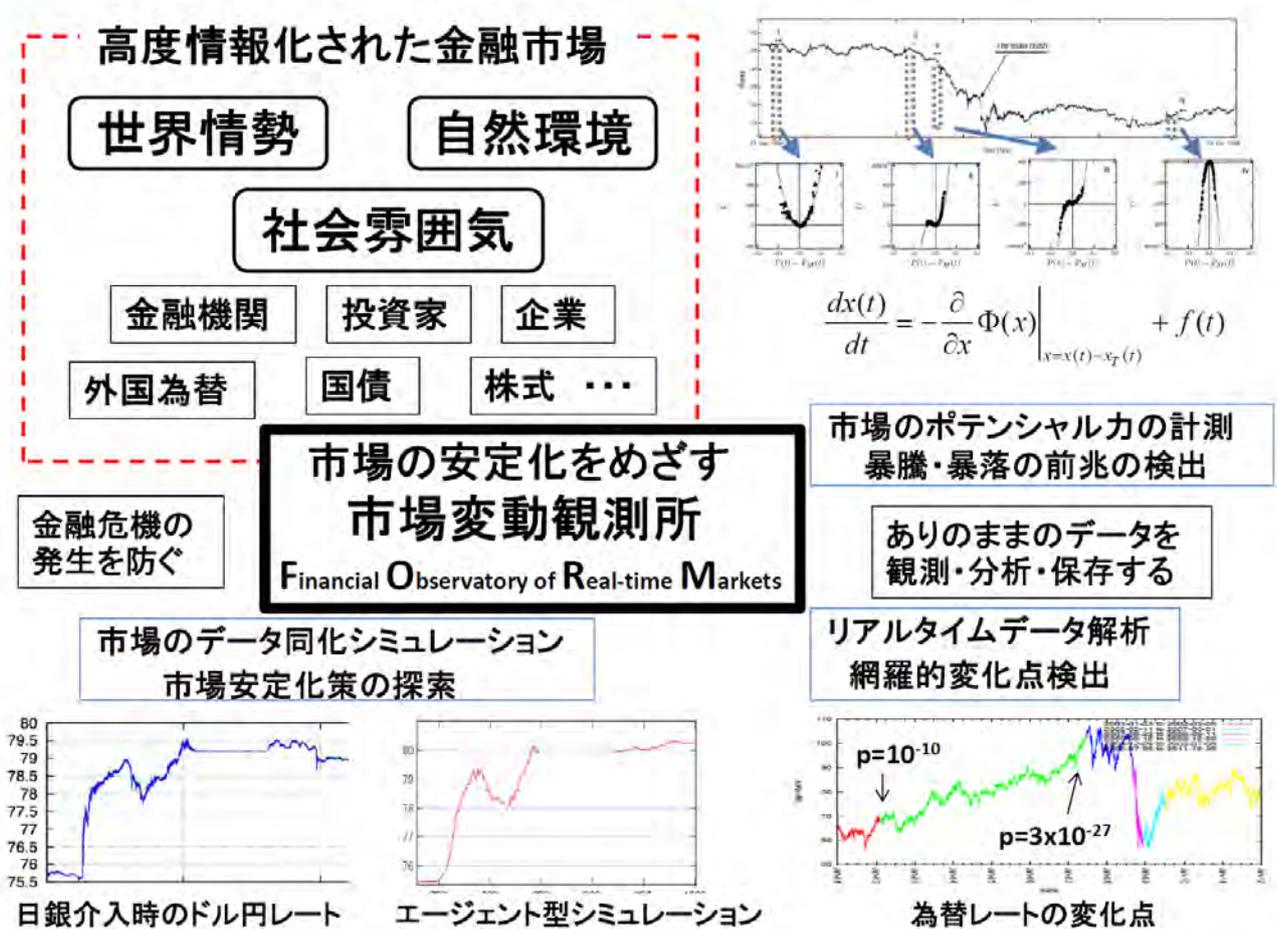
⑦ 社会的価値

ブラックマンデー（1987年）、アジア通貨危機（1997年）、リーマンショック（2008年）と、ほぼ10年ごとに世界的な金融危機が発生しており、金融システムの安定性を確保することは、世界全体にとって極めて重大な課題になっている。市民レベルでは米国の「ウォール街を占拠せよ運動」に象徴されるような金融業全般に対する不信を持つ人が増え、国内でも企業業績は為替レートや株価の変動に大きな影響を受け、金融市場の動向への関心がきわめて高くなっているほか、公的債務が拡大する中、今後の長期金利の変動が経済に与える影響について不安を抱いている関係者も少なくない。

このような社会情勢の中、利害関係なしに学術研究の立場から、膨大な市場変動データを客観的・科学的に分析した結果を公開する市場変動観測所は、金融関係者だけでなく、広く国民が経済や市場に関して冷静な判断をするために役立てることができると期待される。入手する予定のリアルタイムデータは次の金融危機を未然に防ぐための研究には必須であり、学術分野の枠を越えた形で可能な限りの叡智を集める科学的な研究体制を構築することに対しては、国民の支持を得やすいと考える。

⑧ 本計画に関する連絡先

高安 秀樹（ソニーコンピュータサイエンス研究所及び明治大学） takayasu@csl.sony.co.jp



## 公的統計マイクロデータ等の研究活用のための全国ネットワーク整備

### ① 計画の概要

様々な社会・経済事象に関するマイクロデータに基づく実証研究を発展させ、その成果が政策形成支援などに広く有効に活用されることを促進するため、政府の保有する大量の公的統計等に係るマイクロデータを、個人情報等の保護管理を保証することのできるセキュアな環境の下、公益に資する実証研究に活用するための全国情報ネットワーク環境を整備する。

このため、各地方の一つ以上の学術機関に、秘密度の高い情報へのアクセスを可能とするセキュアな環境（利用者を登録し入退室管理、監視カメラなどで利用状況をモニタリング）を有するオンサイト分析拠点を設置する。中央には、政府統計の秘密度の高いマイクロデータを収集・管理している（独）統計センターに専用サーバーを設置し、各オンサイト分析拠点はこれに専用回線で直結される。各拠点からは、（独）統計センターに蓄積されているマイクロデータに対してリモートアクセスによりデータリンケージ、探索的データ解析、先端的モデリングを含む高度実証分析を行い、マイクロデータが持ち出されることなく、分析結果を入手可能にする。

実証分析の結果や分析プロセスは、事後的に再利用や検証されるよう、分析プロセスアーカイブ拠点到保存される。このほか、各府省の統計調査を基に研究用として作成された「匿名データ」や、専用回線でのセキュアな対応が必要な特別集計の結果等については、各都道府県にデータ利用拠点を整備し、その拠点で（独）統計センターより当該データをダウンロードして分析することも可能にする。また、政府個票情報の匿名化作業やデータ分析の妥当性診断に係るデータ分析について（独）統計センターや政府機関等の支援に資するため、常駐研究者のみが利用可能で、中央データ拠点と直結したセキュアな環境を有する高度アクセス拠点を構築する。そこでは、個票の厳格な情報管理のため、リモートアクセスによりデータ処理・分析が行われる。

### ② 学術的な意義

我が国では主要先進国に比べて社会・経済に関する実証研究が非常に遅れており、我が国の人文社会科学研究の発展のためには、この状況の改善が急務である。この問題の主な原因は、一つは、研究や高等教育の現場で利用可能なマイクロデータが限られており、仮にそれを独自に収集しようとするると相当な研究資金が必要であること。もう一つは、研究者にマイクロデータ実証分析に関する経験や研究力量が決定的に不足していることである。

現在、人文社会科学分野の国際的なジャーナルでは、マイクロデータを用いた実証分析が主流であり、実証分析なしに論文が掲載されることはほぼ不可能となっている。このため、我が国の研究者は海外のマイクロデータに依存するなど著しく不利な状況にある。一方、欧米、オーストラリア、韓国などでは政府の公的統計のマイクロデータの研究の利用環境が整えられ、研究の知見に基づいて事実に基づく政策決定が実践されている。わが国でも、慶應義塾大学、九州大学などが独自の大規模な家計パネルデータや疫学フォローアップデータに基づく実証分析を行っているが、このような動きは限定的である。

この課題の解決には、国の公的統計の統計調査のマイクロデータを、個人の秘密を厳守しつつ実証分析に有効に活用する体制の確立が必要である。本計画では、(1)改正統計法で公共財として位置付けられた公的統計の調査情報を、全国の人文社会科学、環境科学、サービス科学など学際的な研究者が公益性の高い研究に利用できる環境を整備し、(2)実証研究のプロセス及び成果をアーカイブし、(3)研究者全体の知的資産として共有し、再活用させるものである。これにより、我が国の研究者の研究力量の向上が図られるとともに、我が国の人文社会科学分野の国際競争力の向上、国民生活の向上に資する政策科学研究の促進、エビデンスに基づく科学的な施策の立案・評価の推進が可能となる。

### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

主要先進国では、政府統計に係るマイクロデータは公益性の高い目的の研究において厳重な管理下で研究者に利用可能とされ、大学と政府統計機関の連携の下、リサーチデータセンターのネットワークが設立運営されている。この取組はエビデンスに基づく政策立案に係る研究水準を飛躍的に高めた。我が国では改正統計法に基づき匿名データ提供など研究利用制度が整備されたが、匿名データは厳格な秘匿処理が施されているため、詳細な分析を要する研究には適していない。また、企業・事業所のマイクロデータは匿名化自体が困難とされている。このため、現行制度では、統計法第33条に基づき、公益性が高いなど一定要件を満たす研究に対してのみ、厳格な情報管理を前提にデータ提供の道が開かれている。しかし、マイクロデータを研究者に提供する現行の方法はリスクが高く、先進諸国では採用されておらず、この点は政府統計部局の研究会でも重要課題として指摘されている。本計画は、今後のマイクロデータの秘密保護の厳格化が求められる中で、厳格な秘密保護と、公共に資する研究の推進とを両立させる唯一の解であると判断される。

### ④ 所要経費

平成25年度～平成26年度：4. 1億円（2年分）

<内容>

- 中央データ拠点及び分析プロセスアーカイブ拠点のハードウェア整備・ソフトウェア開発
- 高度アクセス拠点の整備（4箇所）
- オンサイト分析拠点の整備（2箇所）

○運営費・専用回線費

平成27年度～平成28年度：7.8億円（2年分）

<内容>

○オンサイト分析拠点の整備（16箇所）

○運営費・専用回線費

平成29年度～平成30年度：9.4億円（2年分）

<内容>

○データ利用拠点の整備（47箇所）

○運営費・専用回線費

平成31年度以降：4.7億円/年

○運営費・専用回線費

### ⑤ 年次計画

平成25-26年度：

1) 政府統計に関するマイクロデータを保有する（独）統計センターにリモートアクセスのためのデータベース機器を設置するほか、必要なシステムを開発。

2) 分析プロセスをアーカイブするシステムを統計数理研究所に設置するほか、必要な検索等のシステムを開発。

3) 現在、（独）統計センターと匿名データの提供について連携協定を締結している拠点のうち2拠点（神戸大学、法政大学）のオンサイト分析拠点化、3拠点（情報・システム研究機構新領域融合研究センター、一橋大学、神戸大学）を高度アクセス拠点化として整備。

平成27-28年度：

北海道大学、東北大学、筑波大学、東京大学、政策研究大学院大学、横浜国立大学、名古屋大学、京都大学、大阪大学、広島大学、九州大学、慶應義塾大学、早稲田大学、立教大学、同志社大学、関西大学の16拠点のオンサイト拠点化整備

平成29-30年度：

全国、各都道府県（原則として国公立大学等）に1つの匿名データ等利用拠点が存在するように整備  
拠点となる大学については、今後関係者と調整を行って決定する。

### ⑥ 主な実施機関と実行組織

以下の1)～4)の構成機関のコンソーシアムにより運営を行う。運営においては、大学共同利用機関統計数理研究所が、連携協定に基づいて統計センターの協力を得て、全国共同利用体制を統括する。

1) 中央データ拠点機関（独立行政法人統計センター）

2) 分析手法アーカイブ拠点機関（統計数理研究所）

3) 高度アクセス拠点機関（情報・システム研究機構新領域融合研究センター、一橋大学、神戸大学）

4) オンサイト分析拠点機関（17機関）

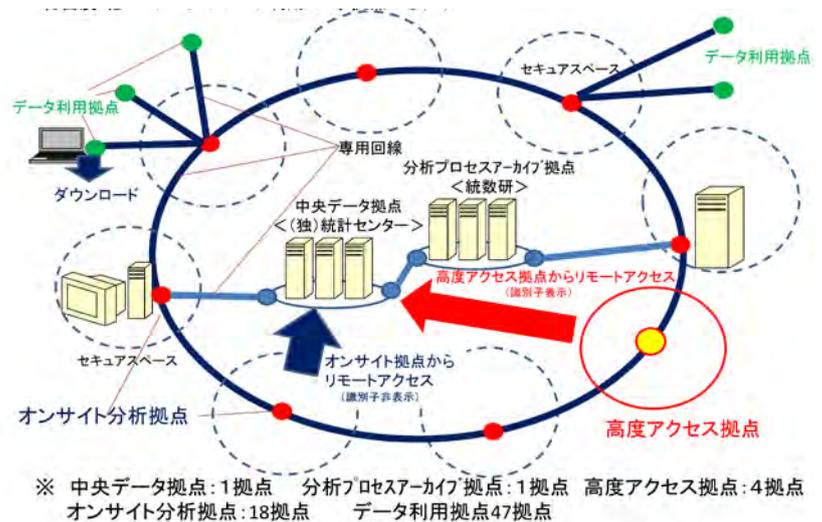
北海道大学（全学）	東北大学経済学研究科	筑波大学ビジネスサイエンス研究系
東京大学経済学研究科	政策研究大学院大学政策研究科	横浜国立大学アジア経済社会研究センター
名古屋大学大学院経済学研究科	京都大学経済研究所	大阪大学経済学研究科
広島大学高等教育研究開発センター	九州大学基幹教育院	慶應義塾大学産業研究所
早稲田大学政治経済学術院	立教大学社会情報教育研究センター	法政大学統計研究所
同志社大学東アジア研究センター	関西大学商学研究科	

### ⑦ 社会的価値

公的統計を国民に重要な公共財として位置付けている改正統計法の全面施行以来、政府において統計のより広範な利活用に向けた努力がなされているが、特にマイクロデータ利用に関しては、主要先進国に比べなお立ち遅れているのが現状である。この課題を解決するには、政府だけではなく、統計利用者の立場にある学界においても公的統計のマイクロデータの実証分析を積極的に行って貢献する必要がある。これにより、公共政策の立案等においてEvidence Based Policy Makingが効果的に実践され、その成果は国民生活や社会・経済に大きな恩恵をもたらす。また、この過程を通じて、国民が数々の実証分析の結果を知ることにより、国民の統計リテラシーが向上し、客観的な情報に基づく政策選択や合意形成などが進むと期待される。さらに、将来的には実証分析に対する国民の関心が高まり、その結果、新たな統計ニーズが発掘され、これを通じて国民視線に立った公的統計の整備の推進が可能となるなど、政府を始め、社会全体の情報整備がより効率的・効果的に進められると期待される。

### ⑧ 本計画に関する連絡先

川崎 茂（日本大学経済学部） kawasaki.shigeru@nihon-u.ac.jp



## 危機後を支える社会インフラと真の豊かさを實現する エビデンス・ベース・ポリシー (EBP) 研究と社会科学データ網構築の連携拠点 (Web of HOPES)

### ① 計画の概要

本研究計画は、経済学を中心に政治学、法学、アジア地域研究の研究者が集結し、危機後を支える社会インフラと真の豊かさに関する先端研究ネットワーク拠点 (略称 Web of HOPES) を構築する (図1)。京大経済研究所が世界をリードする複雑系と市場の質に関する動学的研究を基礎に、「見かけの豊かさに流されない健全な発展・成長には高質な市場が不可欠」という日本発の経済学的視点を中核におく (図2)。

エビデンス・ベース・ポリシー (EBP) への転換が我が国の抱える最大の課題の一つである (平成21年閣議決定)。科学的政策評価には、公的統計の有効利用とともに、同一家計を継続的に調査し、政策に対する家計行動の変化を動的に捉えるためのパネルデータ構築が不可欠である。金融危機など、我が国が解決すべき緊急の課題に対応するには、複数の多面的パネルデータも必要である。本計画では、社会科学系研究拠点が連携し、多面的で高精度なデータを構築し、個人の活動と政策・社会インフラの関係を明らかにする。的確な政策評価とフィードバックを實現し、真の豊かさを形成する道筋を示す。

本計画で構築するパネルデータや既存の公的統計データをアーカイブ化する「社会インフラ・データベース・コモンズ」 (略称 DCommons for HOPES) を創立し、データを系統的に整理し、国際的な研究者コミュニティに公開する。全国の上四経済系共同利用・共同研究拠点や他の広範囲の研究組織と連携し、制度を整える。我が国の実証的 EBP 研究を牽引してきた京大経済研究所先端政策分析研究センターのデータベース・ユニットを事務局とし、コモンズの構築にあたる。

### ② 学術的な意義

本研究の学術的意義は、「市場の質」という日本発の経済学的視点に基づき、健全な発展・成長を支える社会インフラの構造を実証的に解明することにある。市場の質理論では、効率性という経済活動の伝統的な評価基準に「公正性」という新しい基準を加える。この理論では、市場という組織が様々な個人の織り成す有機体であり、個人の活動を取り巻くルール、制度、文化、倫理、教育などの社会インフラのあり方によって市場の健全性、公明性が決定されると捉えられる。個人の活動は社会インフラによって変化すると同時に社会インフラを変化させる。そのような個と社会インフラの関係を複雑系としてとらえ、

市場の質的構造を動的に解明する。この研究を通じ、「市場組織学」という経済学、法学、政治学、地域研究にまたがり、理論・実証・データ構築を融合した日本発の新しい学問領域が確立される。自然科学分野の複雑系研究者とも連携し、日本がリードしてきた複雑系経済学の研究を進化させる。この研究を実証的に行うためには、家計の経済行動のみを調査したデータでは不可能であり、ルール、倫理、文化等と経済行動を同時に動的に調査したパネルデータが必要である。信頼と連帯に支えられた持続可能な社会の形成という統一目標をかかげ、複数の研究グループが連携し、パネルデータ構築と公的統計アーカイブ化によって、個と社会の複雑系相互関係を実証的に明

図1 Web of HOPES  
The Web of Household Panel-Data and Evidence-Based-Policy Studies

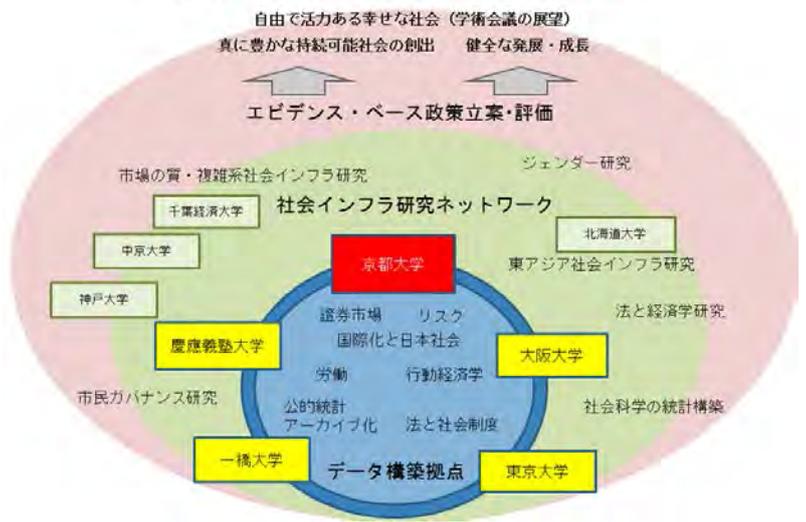
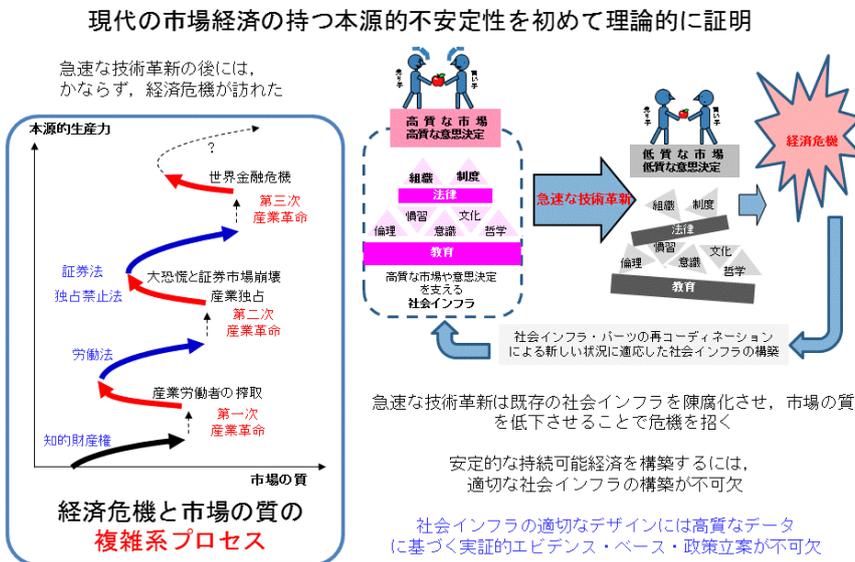


図2 市場の質理論



らかにする。人材育成と雇用創出，リスクに対応する社会づくり，東アジア地域の協力と連携，空洞化とイノベーション，女性の社会進出，少子高齢化と社会保障，貧困と格差，法と経済の相互進化，機能する民主主義の実現など，これまで理論と経験に偏ってきた政策立案の現場にEBP という考え方を定着させる。

### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

複雑系経済学と市場の質理論の研究は，京大経済研究所が世界に先駆けて牽引してきた。地域の集積に関する空間経済学，均衡論的景気循環論，ケインズのアニマル・スピリッツ理論，コンドラチエフの長期循環理論などに関し，多くの画期的な業績が残された。神戸大学社会科学教育研究府，中京大学経済研究所，千葉経済大学などに研究プロジェクトが広がり，国際的研究拠点も形成されつつある。それに基づき市場組織学という新領域を作る。

動的な経済分析を行うにはパネルデータ構築が不可欠である。米国では，1960年代から家計パネルデータが構築され，現在では多くの先進国で作成されている。公的データも含め，多機関に分散したデータの設計・構築を連動させ，充実させることで，実証的EBP という考え方を定着させる。

### ④ 所要経費

総額 172 億円

Web of HOPES 構築費・維持費 (14 拠点) :

公的データ・アーカイブ化費 : 1 億円×10 年

パネルデータ設計・構築費 : 設計費 (初年度) 9 億円，追加ウェブ設計・構築費 (五年次，九年次) 3 億円×2 年，

パネルデータ構築費 (二年度より) 6 億円×9 年 (6 拠点)，海外パネルデータ設計・構築費 (海外拠点との連携) 1 億円×10 年，拠点活動費 : 6.5 億円×10 年 (14 拠点)

### ⑤ 年次計画

毎年行う活動として，市場の質と社会インフラ及び民主主義の複雑系分析の国際ネットワークの充実，公的統計データのアーカイブ化と公開

第一期 (2013 年度—2014 年度)

1. Web of HOPES の正式発足，組織横断的 EBP 企画・立案ネットワークの構築
2. パネルデータの設計・構築

第二期 (2015 年度—2017 年度)

1. Web of HOPES の拡充 (データ・コモンズの実用化と維持・運営，EBP の研究・立案組織による継続的政策提言)
2. パネルデータ構築・解析 (データ解析，国際公開)，海外パネルデータの設計・構築の開始

第三期 (2018 年度—2020 年度)

1. Web of HOPES の運営 (データ・コモンズの維持・運営，改良，EBP の研究・立案組織の評価・見直しと政策提言)
2. パネルデータ構築の継続，海外パネルデータの設計・構築の継続

第四期 (2021 年度—2022 年度)

1. EBP 研究，データ・コモンズ・パネルデータ構築の総合研究所設立への準備委員会設置
2. パネルデータ構築の継続，パネルデータ第三ウェブの検討，設計・構築 (2021 年度)

### ⑥ 主な実施機関と実行組織

京都大学経済研究所を中核とした 9 大学，14 研究組織の連携。GCOE 拠点として経済学研究や関連諸分野で活動を行う研究所・センター (京大経済研究所，一橋経済研究所，阪大社会経済研究所，慶應パネルデータ設計・解析センター，同市民社会ガバナンス教育研究拠点，同経済研究所，京大東南アジア研究所，同文学研究科アジア親密圏/公共圏教育研究センター，北大スラブ研究センター) および東大社会制度研究ユニット，神戸大社会科学系教育研究府，慶應法務研究科，中京大経済研究所，千葉経済大学などの組織と協力。我が国の実証的 EBP 研究を牽引してきた京大経済研究所先端政策分析研究センターを正式な組織とし事務局をおき，実行組織として運営委員会，意思決定組織として評議委員会，評価組織として評価委員会を設ける。運営委員会には，参加機関を代表する常務委員を置く。

### ⑦ 社会的価値

本計画は，日本学術会議の『日本の展望』の提言を社会科学の観点から実現しようとするものである。特に，『提言』にある「持続可能社会の構築」，「自由で活力ある社会の実現に向けた社会的インフラの整備」，「リスクに対応するための高質な市場の構築」が喫緊の課題である。その解決を通じて，日本発の新しい経済学を構築する。

平成 21 年の閣議決定「公的統計の整備に関する基本的な計画」にあるように，行政において『evidence-based policy making』への要請が高まっている。この閣議決定では，「重要政策の立案が統計を始めとした客観的な証拠に基づいて合理的に行われる必要があることは言うまでもないが，近年国際社会において注目されているこの考え方は，我が国においても着実に定着しつつあり，より質の高い統計の適時の提供や調査事項の見直し等が求められるなど，今後，公的統計に対する要求水準が質・量ともに高まるものと見込まれる。そうした要請に，公的統計は適切に応えていかなければならない」とされる。本計画はその達成に貢献する。

### ⑧ 本計画に関する連絡先

矢野 誠 (京都大学経済研究所) yano@kier.kyoto-u.ac.jp

## 社会学および社会福祉学における国際発信プラットフォームの構築

### ① 計画の概要

本研究計画の目的は日本の社会学および社会福祉学領域における研究を定期的に海外に発信する拠点の構築と継続的運営である。研究発信拠点は、世界中いたるところから何時でもアクセスが可能のように、英語を媒介言語としてサイバー空間上のウェブサイトとして構築する。

研究の海外発信を阻害してきた二大要因は「言語の壁」と多くの研究を集中的に管理する場所の欠如である。研究発信拠点の構築によりこれら阻害要因の解消が可能となる。英語を媒介言語とすることで「言語の壁」を取り払われ、海外研究者のアクセスが容易になる。また、研究を一括して集中管理することで情報アクセスの利便性が一挙に向上し、その結果、日本での研究が海外の研究者の目に触れる機会が飛躍的に拡大する。

具体的作業は(1)「データベース」の作成と翻訳、(2)重要な学問的研究の選定と翻訳、(3)ウェブサイトの構築、(4)本事業のための運営組織の構築である。(1)「データベース」とは、研究者の研究成果について、タイトル、研究者名、研究概要などを掲載したインデックスを単位として構成される。研究作品ごとに作成されたインデックスを集積してデータベースとする。次に(2)データベースの中から重要な学問的研究を選定し(関係者同意のもと)部分または全文を英訳し公開する。(3)データベースや重要な研究作品を掲載公開する場所がウェブサイトであるが、その構築を行う。(4)最後に、一連の作業を効率よく行うために運営組織を形成する。運営組織は、特定の大学が中心となり複数の大学が同時に運営に参加する形で形成される。

### ② 学術的な意義

本研究計画は、日本の社会学および社会福祉学領域での研究作品が海外の研究者の目に触れる機会が非常に限られており、その結果国際交流が進展しないという事実のもとに構想されている(国際交流の貧弱性については、項目6に述べる「国際化アンケート調査」の結果に基づく)。事実、「3.11」を経験した直後から活発な研究活動が行われたにもかかわらず、海外からは「日本の研究者は「3.11」に関する研究を行っているのか」という声が殺到した。申請者も含め『学術の動向』には多くの社会学者および社会福祉学者が寄稿したが、残念ながら海外には届いていない。本事業が実現すれば、これらの問題も含め、以下のような諸点での大幅な改善が期待できる。

- (1)「3.11」研究の発信：「3.11」に対して日本の社会学および社会福祉学の研究成果を世界に伝えることができる。
- (2)国際交流機会の増加：日本における研究の情報貯蓄・発信基地を設けることで、国際交流機会が格段に増加する。
- (3)研究者国際研究ネットワークの構築：上記(2)の結果、国際共同研究が促進される。
- (4)若手国内研究者の育成：上記(2)、(3)は、研究資金の比較的乏しいにも次世代若手研究者が利用できる。国内にいながら世界との接触交流を拡大できる。
- (5)世界的研究フロンティアへの参入：国際交流の活発化は、世界的な研究フロンティアへの参加機会も拡大する。日本における研究の底上げにつながる。
- (6)近隣領域への刺激：国際化が活発になれば、近隣諸学問や日本の社会科学全体の底上げにつながることを期待できる。

### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

(1)国内外の動向：今日、日本の社会学および社会福祉学領域での研究作品が海外の研究者の目に触れる機会が非常に限られている。申請者が中心となり2011年2-5月に行った「日本の社会学および社会福祉学における国際化アンケート調査」では、いずれの学会でも海外の研究者・団体との学問的交流が非常に乏しいという現実が露わになっている。他方、欧州や北米・南米では、国際コンファレンスの開催から研究者招聘さらには意見交換に至るまで、国境を越えての学問的交流は日常茶飯事として行われている。国際交流におけるこの「ギャップ」を埋めなければならない。

(2)当該計画の位置づけ：本申請計画は、上述の「ギャップ」を埋める組織的装置の構築を企図するものである。サイバースペースに日本発の研究情報を集積掲載する基地を設置し、同時に海外の研究者が、言語的障害がなく大量の研究情報にアクセスできるようにすることによって、このギャップが埋まる。国際発信基地は、同時に研究者の国際交流の場さらには研究者ネットワーク構築の場となる。

### ④ 所要経費

本申請事業は7年計画、所要経費総額は6億7210万円である。詳細を記す。

- (1)2014年度：事業開始時期。総計予算1億450万円。
  - ・中心拠点形成と運営=4790万円(常勤スタッフ4名(800万円/人)&作業補助員4名(250万円/人)=4200万円;オフィス賃貸料=360万円;設備備品費=230万円)
  - ・地方拠点形成と運営=1660万円(非常勤職員4名=1600万円;設備備品費=60万円)
  - ・学術論文翻訳=3000万円(年間100本)
  - ・研究者ネットワーク構築作業=1000万円(海外研究者への宣伝作業=500万円、海外での日本研究シンポジウム開催費用=500万円)
- (2)2015-20年度：本格稼働時期。総計予算(単年度)=9460万円。

- ・中心拠点運営＝4560万円（常勤スタッフ4名（800万円/人）&作業補助員4名（250万円/人）＝4200万円；オフィス賃貸料＝360万円）
- ・地方拠点運営＝1600万円（非常勤職員4名＝1600万円）
- ・学術論文翻訳＝3000万円（年間100本）
- ・研究者ネットワーク構築作業＝300万円（海外研究者への周知＝300万円）”

### ⑤ 年次計画

本事業は2014年度から7年計画で行われるが、それ以前の事業構想期間、試験的運行期間を含めると10年間にわたる事業となる。事業段階は以下の五つである。

- (1) 事業構想期間（2011-2012年度）：本事業の構想は、2011年、日本学術会議社会学委員会社会学コンソーシアム分科会にて開始された。構想へ向けての議論は非常に順調に進み、2012年11月からは「試験的運行期間」への移行準備が行われた。
- (2) 試験的運行期間（2013年度）：ウェブサイト構築し、2013年6月、「3.11」に関する研究データベースを掲載する。
- (3) 事業開始ステージ1（2014年度前期）：事業拠点となる「国際研究発信センター（仮称）」の設立を行う。さらなる国際発信のための「研究データベース」作成（研究作品翻訳作業を含む）を進める。
- (4) 事業開始ステージ2（2014年度後期）：「事業拠点ネットワーク（仮称）」の構築を行う。「事業拠点ネットワーク」は、中心拠点である「センター」と他の四拠点から成る。「センター」と他の四拠点は、情報収集作業などで連携する。
- (5) 本格稼働ステージ1（2015-2017年度）：「センター」、「事業拠点ネットワーク」の運営と事業遂行が継続される。2017年度に外部識者を入れて評価を行い中間報告書を作成する。
- (6) 本格稼働ステージ2（2018-2020年度）：中間報告書での評価に基づき、適宜修正を加え、稼働体制の完成をめざす。同時に、本事業の機能を関係大学等にスムーズに移管できる体制作りを目指す。

### ⑥ 主な実施機関と実行組織

#### (1) 実行組織

事業構想期間、試験的運行期間における実行組織は日本学術会議社会学委員会社会学コンソーシアム分科会である。事業開始ステージ1から、実行組織は「国際研究発信センター（仮称）」となる。「センター」の業務は、(1)日本における社会学および社会福祉学領域での研究の収集、(2)収集した研究のデータベース化（インデックス・レベル）、(3)データベースと重要文献の英語化、(4)データベースと重要文献のウェブサイトへの掲載と海外発信、(5)日本における研究動向の紹介、(6)研究者間の国際交流機会の拡大である。事業は「センター」とその他四拠点の協働作業として行われる。四拠点は、東京以外の地域に分散する形で設置され、情報収集活動と周知活動にあたる。事業内容を常に監視する組織としてとして「評議員会」を設ける。

#### (2) 実施機関

「国際研究発信センター（仮）」の中心拠点は、東洋大学との密接な協働関係のもとで上智大学内に設置される予定である。地方拠点との協働作業の効率的コーディネーション、資金管理、社会学委員会社会学コンソーシアム分科会との地理的近接性など、総合的な観点から判断した結果である。地方拠点は、日本各地の主要大学に設置する計画である。

### ⑦ 社会的価値

本事業は、大きな知的価値をもち、かつ国民の理解を得られる事業だと考える。

- (1) 知的価値：優秀な日本の社会学および社会福祉学系諸研究を発信することで、世界に貢献できる機会を増やす。また日本と海外の研究者との交流連携を図ることで、日本の研究を世界の研究フロンティアのレベルに押し上げることができる。
- (2) 国民の理解：大きな視点から見て、本事業は国際貢献につながる。たとえば「3.11」と「チュルノブイリ」などを並べ比較衡量することによって、人類全体の知恵に昇華させることが可能となる。「3.11」に限らず、日本の経験を当該国の目から見て世界に伝えることは重要であり、日本国民が世界に対して貢献すべきこととして理解されよう。

### ⑧ 本計画に関する連絡先

野宮 大志郎（上智大学グローバル・スタディーズ研究科） d-nomiya@sophia.ac.jp

## 国際研究発信システム組織図



## 視聴覚文化のグローバル研究拠点形成と 演劇・映像・アニメーションの情報資源統合データベース構築に関わる総合的研究

### ① 計画の概要

演劇、舞踊、映画、テレビ、アニメーション等の視聴覚文化財は、現代の日本が世界に誇る文化資源である。しかしながらその範囲は多種多様であり、著作権の障壁もあって、統一されたデータベースは存在しない。本研究では、多分野研究者コミュニティの参加により、早稲田大学坪内博士記念演劇博物館（以下「演劇博物館」）が認定を受けた共同利用・共同研究拠点を運営し、日本の視聴覚文化資源データベースを構築・統合・共有化する。著作権に関する法整備とその共同利用拠点への適用を進め、多言語の使用を前提として世界中からの検索を容易にし、海外における日本文化の国際的理解と普及を大幅に促進する。また同時に、テレビやアニメーション、メディア・アートなどをも含めた、視聴覚文化全般に関わる国際的な学術研究を推進する。これら文化資源の商業化についても重要な研究課題となる。

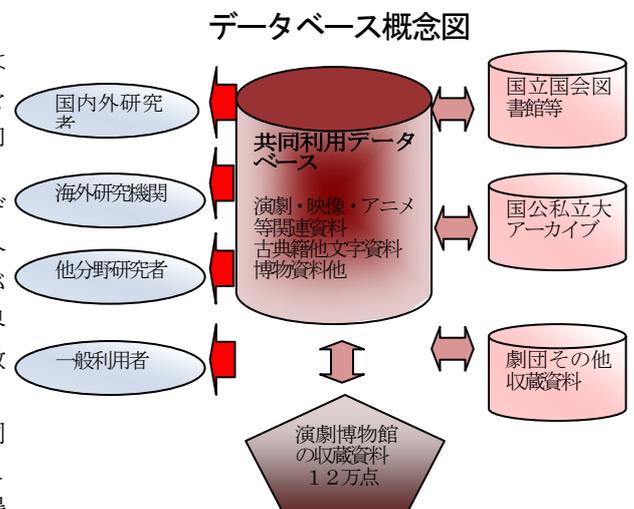
演劇博物館は、1928年の設立以来、古今東西の演劇・映像資料を収集してきた。その内容は、写真や映像、模型・衣装・道具類等の博物館資料とともに膨大な戯曲・脚本・台本類に及ぶ。これらを中核に、他機関・他大学所有の文化資源とも連携させたデータベースを構築・共同管理することにより、古典から現代までの日本の視聴覚文化情報を共有財化することが可能になる。演劇博物館はCOE事業や共同利用・共同研究拠点事業を通じて世界の演劇・映像研究推進の一翼を担ってきた。また科学研究費データベース部門で重点データベース指定を受けてもいる。本研究では演劇博物館の共同利用・共同研究拠点としての機能を拡充整備し、東京大学を初めとする諸大学、国立国会図書館、文化庁、日本放送作家協会、国立近代美術館フィルムセンター、NHK、日本民間放送連盟などの諸機関とのネットワークを構築し、総力をあげて研究の着実な進展を目指す。また、現在の博物館施設に加えて、デジタル・ミュージアムの機能を備えた拠点施設の整備も図る。

### ② 学術的な意義

本研究は、演劇・映像を中心とする視聴覚作品に関する情報と共にその戯曲・台本・脚本類を広く収集してデジタル化し、さらに関連分野の学術論文や批評をリポジトリ化し、巨大データベースを構築するものである。現在、さまざまな場所で日本の視聴覚文化のデジタル化・データ化や世界進出が企図されている。たとえば文化庁の日本映画情報システム等の諸事業、日本のポップカルチャーの国際的展開を図る経済産業省のクールジャパン戦略、脚本のデジタル・アーカイブ化を推進する日本脚本アーカイブズなどである。本研究は、演劇博物館を中心とする諸大学・諸機関の膨大な視聴覚文化に関連する収蔵品のデジタル化を推進するとともに、先行の諸活動とも連携しながら、日本の視聴覚文化資源情報の広がりや蓄積を一望しうような、統合された多言語データベースを構築し、共有財化を図る。また、演劇博物館がCOE事業等を通じて国際的研究拠点として培ってきたノウハウを応用しつつ国内外の研究者を結集し、新たな法整備の下、国際的な視聴覚文化研究拠点を構築・整備する。こうした事業により、単に日本文化の国際理解を深めるのみならず、海外市場における日本文化の受容を一層促進しようと考えている。同時に、演劇・舞踊・映像といった従来の研究領域に加えて、現在ようやく研究が活発化しつつあるテレビやアニメーション、メディア・アート等を含めた広範な視聴覚文化研究を大きく飛躍させることが可能になるだろう。演劇博物館はCOE事業においても、早稲田大学内に限定せず、広く門戸を開いて国内外から若手研究者を受け入れ、国際的に演劇・映像文化研究の裾野を広げ、過去十年で百名の学位取得者、六十名の専任研究者を輩出した実績を有する。本研究においても、他大学・他機関と連携し、研究者の交流と研究成果の共有を積極的に図り、日本の視聴覚文化資源研究の国際的な推進に貢献することは充分可能である。

### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

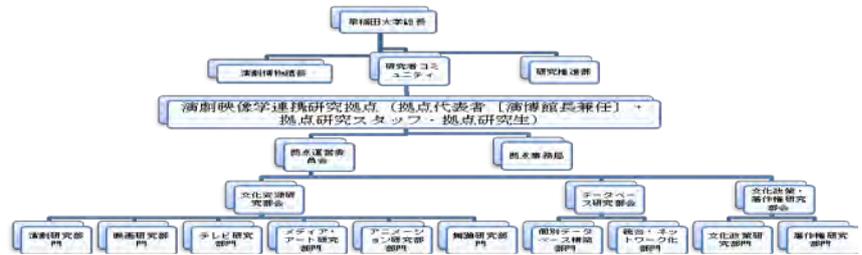
現在の世界的潮流として、文化財の商業資源化と学術情報の公開はすさまじい勢いで進展しているという。その多くが著作権法の整備を含む大胆な発想の下、自国文化の商業化と直結する研究活性化へと向かうのは必至である。これに対し、わが国でも国家戦略に「情報化」を位置付け、著作権法の特例を適用した国立国会図書館で書籍類のデジタル化を急ぎつつある。しかしながら、たんなる公開だけでは諸外国の文化資源戦略には対応できないのであり、そこには研究的視点が不可欠となる。また一機関で多様な文化資源の情報化を図るのは限界がある。国会図書館を中核拠点としながらも、分野ごとに拠点を分散させること、商業化も可能でわが国が諸外国に対して優位性を保ちうる希少な分野である演劇・映像・アニメーションについて独自に共同利用・共同研究拠点化を促進することが、戦略的にも必須である。このことは現在低落傾向にある人文・社会科学分野を活性化させる起爆剤ともなる可能性を秘めている。本研究はそうした国外の研究動向を見据え、国内唯一の演劇や映像等に関する共同利用・共同研究拠点である演劇博物館が、それらの文化資源化と共有財化とを図るものである。



## 組織概念図

### ④ 所要経費

設備・備品費	10 億円
資料デジタル化経費	20 億円
研究開発費	30 億円
人件費	6 億円
資料購入費	4 億円
拠点運営費	5 億円
計	75 億円



### ⑤ 年次計画

平成 26 年度

共同利用・共同研究拠点、演劇博物館演劇映像学連携研究拠点の運営委員会を全国の研究者コミュニティ参加者を中心に構成、各研究者の所属機関に連携を打診。対象は国立国会図書館、国立近代美術館フィルムセンター、東京国立博物館、東京大学情報学環、同文化資源学環、東京大学総合研究博物館、文化情報資源政策研究会など。演劇博物館のデータベースシステムの再設計を開始。拠点機器類を拡充し、サーバー等の必要な機材を購入する。拠点運営のために必要十分な事務スタッフを雇用し、また常勤研究員、助教、助手、RAなどの研究スタッフの公募も行う。

平成 27 年度

連携拠点に文化資源研究部会、データベース研究部会、文化政策・著作権法研究部会を設置、各運営委員に部会長を嘱任して、全世界の若手研究者に研究への参加を呼びかけ、各部会に配属。必要に応じ拠点付きの客員研究員を雇用する。国立国会図書館と協力して、各劇団所有の戯曲・台本を初めとして全国の演劇・映画・アニメーションを主体とする文化資源の体系的・網羅的調査、データベースシステムの設計を開始する。また著作権法の改正の可能性を検討、文化政策研究と連動させる。

平成 28 年度～平成 30 年度

前年度の事業を継承する。情報発信の体制を整え、可能なコンテンツから公開を開始する。発表後 5 年以上経過した著作物の学術利用を例外的に無償で認めるような著作権法特例の拠点への適用提案を行い、法制化を働きかける。連携機関とのデータベースの統合を行い、すべての連携機関相互でデータベースの共有化を図る。

平成 31 年度～平成 35 年度

博物・テキスト・書誌情報データベースを本格稼働させる。演劇博物館 12 万件のデータベースを中核として、全国の文化資源データベースを統合あるいは連携して、最終的には 50 万件程度のデータ集積を行い、全世界に発信する。

### ⑥ 主な実施機関と実行組織

平成 22 年に共同利用・共同研究拠点の指定を受けた演劇博物館を母体とする、演劇映像学連携研究拠点を実行組織とし、これを早稲田大学が全面的に支援する。学内研究者とそれに倍する学外の専門家からなる運営委員会を組織し、その下に文化資源研究部会、データベース研究部会、文化政策・著作権制度研究部会を設置する。文化資源研究部会内には、演劇、映画、テレビ、メディア・アート、アニメーション、舞踊の各研究部門を置き、これらの研究推進には、各分野の専門家を国内外から招聘すると同時に、全国から大学院クラスの若手研究者を公募し、積極的な共同研究への参加を図る。運営委員会は、国内諸機関・学会などの研究者および有識者から構成されるものとする。

運営委員会が演劇・映画・アニメーション関連の文化財を共有文化資源として管理・運用することにより、散在している国内外の演劇・映画研究機関との連携が実現し、大規模研究の基盤が一気に形成されることとなる。実務面は拠点事務局を設置して遂行することとする。

本研究における演劇博物館の役割は、これまでの諸大学・諸機関との豊富な連携事業の実績を活かし、さらにそれらとのより緊密な相互関係を構築して、国際共同研究システムを作り上げる点にある。本事業の中核となるデータベースは、複数の連携先が演劇博物館と共にこれを共有・共同管理する。拠点主催でこれら諸機関相互を繋ぐ国際研究集会を催すなどの事業を通じて、わが国がリードする演劇・映画・アニメーション・漫画分野の各研究は飛躍的に高度化することになる。

### ⑦ 社会的価値

内容的には国民の人気の高い分野であること、これまで個々の機関に孤立的に開設されていたデジタルミュージアムが、演劇・映画・テレビ・アニメーション等の分野で一つに統合されることから、利便性も向上すること、などから国民の理解はきわめて得やすい。これまで非正統のサブカルチャーとされてきた分野が、国民の教養の一部を構成する要素に変貌することによる、知的価値の拡大は注目に値しよう。またこれら文化財を特定研究機関が独占するのではなく、複数の研究コミュニティにより共有され共同管理される体制は、今後のわが国文化のあり方に大きな影響を与えよう。なおコンテンツのデジタル化やシステム開発については、民間企業との共同研究の形を取るようになる（すでに複数の企業が興味を示している）。それにより新たなデジタル化テクノロジーが開発されれば、演劇・映像文化財の文化資源化による経済効果や、これら資源の商品価値に好影響を与える。演劇博物館では、現在株式会社電通を仲介者とする共同研究事業を企画中であり、そうした実績を本研究でも生かせれば、企業の積極的な参加も実現しよう。

### ⑧ 本計画に関する連絡先

竹本幹夫 (早稲田大学) takemoto@waseda.jp

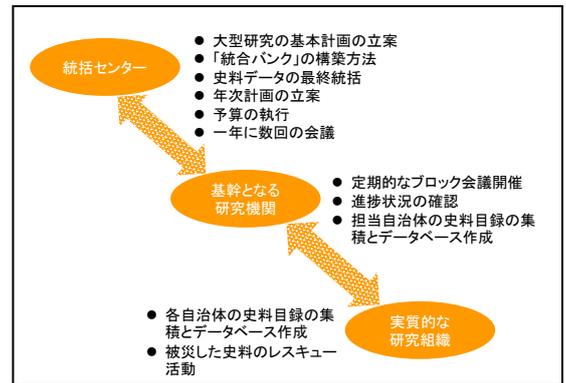
## 歴史文化遺産の統合バンクの構築と地域歴史文化再生プログラム

### ① 計画の概要

3・11東日本大震災の経験を反省し、かつ次に予想される災害による歴史文化遺産（歴史・埋蔵文化財・美術・民俗・建築など広い意味での歴史文化を構成するもの）の失滅に的確に対応し、かつ文化遺産の救出を有効に行うために、現在日本に残されている歴史文化遺産のデータに関する全国的、総合的な統合バンクを構築し、広く公開することを旨とするとともに、その作業を通じて、災害のために中断・消滅しつつある地域の歴史文化を研究・再生する人材の育成を図る。

現在、わが国の歴史文化遺産のデータベースは、大学・博物館などの研究機関や各地方自治体などで各々の業務の目的に添って作成・集積されているが、それらの多くは個別に保管されておりほとんど関係が形成されていない。そのため、3・11のように大規模・広域的な災害の際にはほとんど有効性を発揮できなかった。このような歴史文化遺産データの孤立性を克服するために、各々の諸機関が保管しているデータベースを一箇所に統合し、日本全体で活用が可能な統合バンクを構築することが本研究の第1の目標である。一方、被災した地域の歴史文化遺産の救出の過程で、新たに確認された文化遺産も多数存在する。この救出作業を全国に拡大することによって新たな発見される文化遺産のデータベースを構築することが第2の目標である。

これらの事業を遂行するためには、地域の大学・博物館・文書館・自治体の文化財課などの協力が不可欠である。東京に研究全体に責任を持つ「統括センター」、いくつかのブロックに基幹となる研究機関を設置するだけでなく、地域の大学・博物館・文書館などの実状に配慮しつつ、これらを母体に研究を推進するチームを作る。そして、地域の歴史文化に関心をもつ若手研究者を任用し、地域の歴史文化に関する史資料の収集と研究に携わってもらうことを通じて、若手研究者の育成を目指すのが第3の目標である。



### ② 学術的な意義

4でも記したように、現在、日本全体をカバーするような歴史文化遺産に関するデータベースは存在しない。本研究によってそれが実現すれば、今後の日本史・日本文化に関する研究に大きく貢献することは間違いない。なによりも、歴史文化遺産の日本全体の分布状況が明らかになることであり、これを利用することによって、その文化遺産の分布に基づいた日本全体の歴史、伝統文化を見通す研究が可能になることである。そして、それとの対比として、地域の歴史、伝統文化の特性を明らかにすることができる。すなわち、「統合バンク」の構築によって、日本列島上に展開してきた歴史や伝統文化のさまざまな個性・地域性の解明が一層進展するとともに、その個性や地域性をもった歴史文化を災害などによって中断させることなく、将来に繋げる研究方法も獲得できるに違いない。

また、「統合バンク」の構築によって、地域に関係なく、だれもが、どこからでも文化遺産の所在地に関する情報にアクセスできるようになることは非常に重要である。史資料の平等的公開によって、史資料の収集に苦慮していた地域の研究者が広くその機会を得ることができるようになり、そのことによって研究のすそ野が広がり、最近先細りが懸念されている地域の歴史文化研究を担う研究者の増加にも大きな役割を果たすことは明らかである。

さらに、「統合バンク」の構築は、本研究の動機の一つである今後に想定されている災害に際して、歴史的文化遺産の失滅の状況を的確に把握し、その救済事業を適切に遂行する上で非常に重要な役割を果たすことはいままでのない。そして、もし不幸にもある地域の文化遺産が失滅したとしても、構築された「統合バンク」を活用することによって地域の歴史文化の復元が可能になることも間違いない。

### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

海外の研究者の日本への関心は依然高いものがある。しかし、彼らが日本研究に携わろうとするときの一番の障害は史資料の偏在性と収蔵機関の多様性である。本研究によって「統合バンク」が構築されるならば、海外の研究者の史資料へのアクセスがより簡単になり、彼らの日本研究に大きく寄与することは間違いない。そしてその研究の進展は日本の日本研究にも刺激を与え、外国人研究者との共同研究を推進させる大きな基礎となる。

また、国内では3・11を契機に災害史研究に関心が高まっているが、残念ながら、これまでは日本全体を覆った災害史関係史料が収集されたことはない。本研究の「統合バンク」が完成した暁には全国的な規模での災害関係史料の収集が可能になり、当該分野の研究が飛躍的に発展することが予想される。また、これによって、海外の研究者の災害史研究とも共同することが可能になろう。

### ④ 所要経費

本研究の経費は、(1)「統括センター」の費用、(2)基幹となる研究機関の費用、(3)実際に各地域の歴史文化遺産のデータベース構築のための費用、からなる。

(1)に関しては、定期的な会議、「統合バンク」構築のためのソフトの開発、地域の研究代表者会議、などで、初年度は1億円、

2年度以降は5000万円を予定。

(2)に関しては、(3)を兼ねるので毎年2500万円(初年度は準備期間として1500万円)。6箇所設置するとして、2500万円×6=1億5000万円。

(3)は、1県に5人の専任スタッフを採用し、諸経費として500万円を宛てる。

1県：5人×300万円+500万円=2000万円(初年度は1000万円)。

(2)を除いた41都道府県に設置、2000万円×41=8億2000万円、

\*これらを整理すると、以下のようになる。

初年度：1億円+9000万円+4億1000万円=6億円

2年度以降(単年)：5000万円+1億5000万円+8億2000万円=10億2000万円

全体経費：15年計画として、6億円+10億2000万円×14年、=148億8000万円

## ⑤ 年次計画

1年次は、「統括センター」を中心に全体的な研究計画と計画遂行のための組織作りを行う。研究計画は、幅広い歴史文化遺産のなかから、なにを、いつまでに、どのようにしてデータベースを構築するか、について、文化庁の指導を仰ぎながら実施可能な計画を立案する。また研究組織作りとしては、基幹となる研究機関の設定と協力の要請、さらに各県単位の研究推進組織の設定と協力要請となる。機関となる研究機関、県単位の研究推進組織の確定については、地域によって事情が異なることを考慮して、各組織が主体的に活動できるよう十分な配慮を行いたい。

2年次～10年次は実際に「統合バンク」の作成に取り組む。

(1)既存のデータベースの調査と収集・統合

(2)救出史資料のデータベースの調査と収集・統合

(3)新出史資料のデータベースの構築

11年以降は2年次～10年次の作業を継続するとともに、10年次までに十分収集できなかった史資料の調査とデータベースの作成と、この研究期間のなかで新たに必要性が生じた研究対象についての調査とデータベースの作成を行う。

なお、構築された「統合バンク」は「統括センター」と基幹的な研究機関に集積するが、それとは別に「データの保全」のための機関を選定する予定である。

## ⑥ 主な実施機関と実行組織

(1)主な実施機関については、研究の喫緊性及び事業内容と経費の歴大性に比して協議のための時間的な余裕がなかったため確定するに至っていないが、「統括センター」を構成する東京大学史料編纂所・国立歴史民俗博物館、国立東京博物館、国文学研究資料館、日本博物館協会、NPO法人史料ネットワークなど(他に国立公文書館、全国歴史資料保存利用機関連絡協議会などを予定)で協議し、文化庁の指導を仰ぎながら早急に決定する。その主な実施機関を中心に、歴史史資料のデータベース作成とそれに基づく研究や史資料の救済活動などの実績をもつ研究機関・組織から専門的な知識をもった研究者に参加してもらい「統括センター」を設置し、これを研究の全体的な推進母体とし、「統合バンク」の構築方法、全国的な研究推進の形態、年次計画、研究の進捗状況、予算の執行などの判断と検討を行う。また、地域代表者による全国的な会議も年に数回開催する。

(2)全国を6ブロック程度に区分し、そこに基幹となる研究機関を設置し、各ブロックの研究推進の中心的役割を担う。適宜、ブロック会議を招集し主催する。なお、この基幹的な研究機関は、(3)の県単位の研究実行組織も兼ねる。

(3)実質的な研究実行組織を県単位で設置する。ここでは大学の史学科教員・県立博物館学芸員および公文書館職員などに協力を仰いで担当者となってもらい、新たに採用した専任スタッフ(5人程度)と協議・指導を重ねながら研究を推進する。

## ⑦ 社会的価値

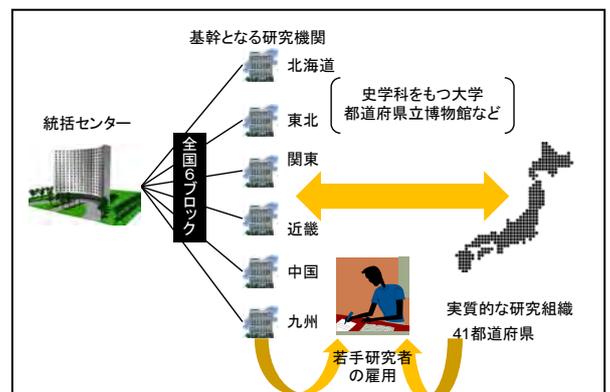
これまで述べてきたように、3・11東日本大震災による歴史文化遺産の失滅の全容とその救済の規模・範囲などに関しては、残念ながら日本全体としてまったく把握されていない。被災地を中心にそれぞれの自治体、「史料ネット」などが「目の前の課題」として取り組んでいるに過ぎない。これを阪神淡路大震災まで遡らせると事態は一層悲惨である。また、災害による「人の移動」や研究条件の弱体化などによって、歴史文化遺産の調査とその再生を担う地域における研究者不足が際だちつつある。地域文化再生の担い手を伴わない調査・研究は地域文化を一層疲弊させるだけである。

これら2つの課題は、これまでの災害さらには今後の災害に立ち向かうためにどうしても克服しなければならない課題であり、それは歴史文化を研究することを職業とする私たちに対する社会的要請以外なものでもない。

本研究「歴史文化遺産の統合バンクの構築と地域歴史文化の再生プログラム」はこの課題に真正面から取り組むものであり、その社会的価値は計り知れない。

## ⑧ 本計画に関する連絡先

高埜 利彦(学習院大学文学部) 19810924@gakushuin.ac.jp



## 生物の適応戦略研究のための大学連携研究拠点ネットワークの形成

### ① 計画の概要

本研究計画は、大学共同利用機関が施設・設備を国内外共同利用施設として運営し、国内外の研究者と緊密な共同利用・共同研究ネットワークを形成しながら、効率的に生物の環境適応戦略研究を進められる体制を構築、運営することを目的とする。具体には、(1) モデル生物の高価値化と新規モデル生物の開発、およびそれらの保存保管技術の確立、(2) 地球上のさまざまな環境を再現できる高度生育培養施設の設置、(3) 先端解析機器システムの開発・運営・研究支援、(4) 解析データ情報の統合・抽出・統計的解析・モデリングを行い、生物の環境適応戦略研究を飛躍的に進展させることを目的とする。

生物は、過酷な環境変化(温度、光、pH、大気組成、塩濃度、他生物等)に適応し、多くの遺伝子とその制御機構が進化するによって、自らとその子孫が維持されてきた。生物の持つさまざまな有用な特性を利用して人間生活の質の向上を目指す研究は世界各国で競争が激化している。生物の環境変化に対する適応戦略は、ゲノムの機能発現、維持、継承において、その内在的かつ根本的な性質である可塑性、頑強性、適応性とも深く関連している。例えば、変動環境下での安定的発生、生殖、恒常性維持、再生、脳活動、行動などは、将来的に高い応用性があるが、研究の基盤が大変脆弱である。

我が国の研究は、競争的資金と基盤的資金の両面から支援されているが、大学の研究基盤が年々厳しくなる現状において、大学共同利用機関と大学サブセンターの連携による本プロジェクトの推進は、国内のみならず国際的にも現在必要とされている当該研究の突破口となることを期待される。

### ② 学術的な意義

生物の環境適応戦略研究は、近年爆発的に進展したオミクス解析と遺伝子機能解析技術を基盤として飛躍的に発展した。しかし、少数のモデル生物を安定環境下で研究することがほとんどであり、優れた環境適応能力を持つ非モデル生物を用いた研究や、生物が本来成育する変動環境下での研究が必要とされている。とりわけ、以下の技術や施設不足が研究進展の大きな障害となっている。(1) 環境適応戦略に関わる遺伝子の効率的な単離技術、(2) 安定環境と変動環境の両方の条件下で実験が行えるような高度生育培養施設、(3) 細胞の集合体である組織や器官の環境適応戦略を細胞一つ一つの詳細な解析を基盤に研究するための階層間連携経時計測技術と遺伝子機能を生体内で実証的に研究するための生体内遺伝子制御技術、(4) 大量の遺伝子やタンパク質、画像データを解析するための実験生物学と数理・情報生物学を融合した大量データ解析技術である。本大型研究では、4つの問題点を大学共同利用機関と大学サブセンターが連携して一挙に解決することで、環境適応戦略研究のブレークスルーを目指す。具体的には、これまで出来なかった環境適応戦略に関わる遺伝子の同定、作用機作の解析が進展し、応用研究への端緒となることを期待できる。

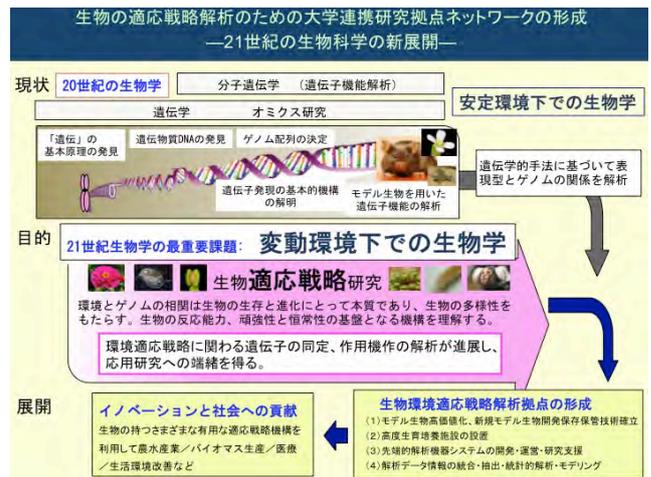
これらの施設の整備と共同研究体制の運用には、科研費規模の予算や個々の大学での設備費で充当することは難しく、大規模研究計画に基づいたオールジャパン体制の研究計画が適している。さらに、本提案の全てのセンター、施設において、最新機器の独自開発が必要であり、実験材料によって微調整しながらの実験は、単なる機器導入だけでは機能せず、共同研究ネットワークによる実験情報の蓄積とその連携的運用が鍵となるため、大型研究を行う高い意義がある。

### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

生物が持つ環境適応戦略に関わる遺伝子を同定し、それらの作用機作を解析する研究は基礎研究としての重要性とともに応用に直結することから、世界各国で研究が進められており、日本として早急な対応が必要である。例えば、植物を材料とした研究では International Plant Phenotyping Network などの国際コンソーシアムが結成され研究が加速しつつある。しかし、本提案のような生物の環境適応戦略に関わる遺伝子の同定、作用機作の解析を目標とし、そのために必要な(1) モデル生物開発、(2) 高度環境制御生物育成、(3) 先端解析機器開発、(4) 大量データ解析を統合的に進める共同研究ネットワークは国際的にも例がない。本計画開始後は、国内はもとより国際的な共同研究が要請されるので、国内外の主要な研究拠点(例えば欧州分子生物学研究所[EMBL]、米国プリンストン大学、シンガポール・テマセク生物科学研究所等)と連携して国外研究者との共同研究ネットワークを形成し先端的な解析についての情報交換と共同研究を行うとともに、学生交換などを通して国際性のある若手研究者育成を図る。

### ④ 所要経費

1. 初期投資(1-5年度) 90 億円。内訳(1) : モデル生物開発解析支援センター : 20 億円。モデル生物用適応遺伝子単離システム(基生研・遺伝研)、非モデル生物用適応遺伝子単離システム(東北大、東大、京大、OIST)等。内訳(2) : 高度環境制御生物育成施設 : 20 億円。生体内環境・変動環境再現培養システム等(基生研)、低温・海洋環境制御生物解析システ



ム（北大、OIST）、建物等。内訳（3）：先端的解析機器開発支援センター：30億円、階層間連携経時解析システム、遠赤外線照射遺伝子誘導装置、補償光学レーザー搭載オプトジェネティクス装置（基生研）、多チャンネル検出器搭載顕微鏡（名大）、質量顕微鏡イメージングシステム（京大）、細胞シグナルタンパク質統合解析システム（奈良先端）、超分解能光学顕微鏡システムと光顕電顕融合イメージングシステム（阪大）等。内訳（4）：大量データ解析支援センター：20億円。シミュレーション用計算機等（遺伝研、阪大、九大）

2. 運営費（1-10年度）年度当たり20億円。内訳：装置運転更新経費、施設・データベース運営経費、物件費、人件費、共同研究経費等

### ⑤ 年次計画

（初年度）高度生育培養施設的设计・建設、開発機器の導入

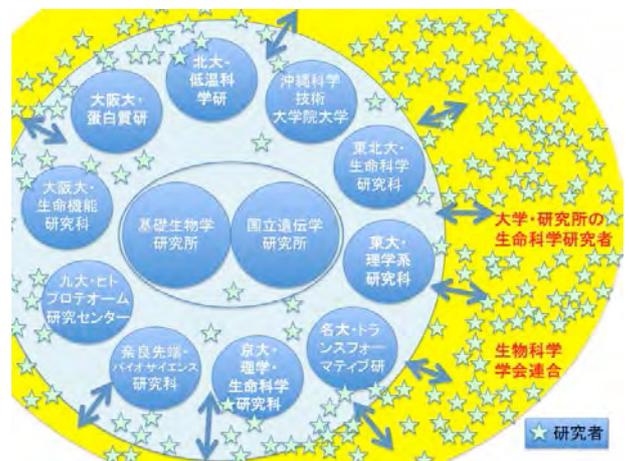
（2-5年度）（1）モデル生物開発解析支援センターにおいて、モデル生物、非モデル生物について新型シーケンサーを組み合わせることで新規ゲノムを短時間に解析可能とし、適応遺伝子を特定する効率的適応責任遺伝子単離システム等の開発（基生研、遺伝研、東北大、東大、京大、OIST）。

（2）高度生育培養施設において、生体内環境再現培養システム、変動環境再現培養システム等（基生研）、低温生育培養法（北大）、海洋生育培養法（OIST）等の開発。

（3）先端的解析機器開発支援センターにおいて、多細胞体のDNA、RNA、タンパク質を細胞レベルで解析可能とする階層間連携経時解析システム、遠赤外線を照射し組織内の1細胞で遺伝子発現を可能とする遠赤外線照射遺伝子誘導装置、補償光学レーザーでフォーカスを絞って1細胞レベルでオプトジェネティクスを行う補償光学レーザー搭載オプトジェネティクス装置等の開発（以上基生研）、複数の遺伝子の発現を同時にモニタリングする多チャンネル検出器搭載顕微鏡（名大）、質量顕微鏡イメージングシステム（京大）、細胞間におけるシグナルタンパク質などの輸送を経時観察する細胞シグナルタンパク質統合解析システム（奈良先端）、分子・細胞から個体まで様々な階層で高精細にイメージングする超分解能光学顕微鏡システム（阪大）や光顕電顕融合イメージングシステム（阪大）等の開発に加え微弱な蛍光画像から情報を抽出する画像解析・画像処理技術を開発（基生研、阪大）。

（4）大量データ解析支援センターにおいて大量の遺伝子、タンパク質等のデータ集積法、解析法、画像データ解析法、生物システム解析法等を開発（遺伝研、阪大蛋白質研、九大）。

（2-10年度）共同研究を通じた研究解析の推進、データベース構築。



### ⑥ 主な実施機関と実行組織

基礎生物学研究所と国立遺伝学研究所は、大学共同利用機関として、本計画に適したセンター・施設の共同研究における運用の実績とネットワーク型の研究組織の実施主体に相応しい経験と能力がある。基礎生物学研究所に（1）モデル生物開発解析支援センター〔基生研分室〕、（2）高度生育培養施設、（3）先端的解析機器開発支援センターを設置する。国立遺伝学研究所に（1）モデル生物開発解析支援センター〔遺伝研分室〕、（4）大量データ解析支援センターを設置する。

両研究所だけでは、本計画の全てをカバーできないため、大学連携サブセンターを設置する。（1）モデル生物開発解析支援センターにおける非モデル生物を材料とした研究について東北大学大学院生命科学研究所、東京大学大学院理学系研究科生物科学専攻、臨海実験所、附属植物園、京都大学大学院理学研究科、同生命科学研究所、沖縄科学技術大学院大学に連携サブセンターを設置する。（2）高度生育培養施設における低温条件、海洋条件における高度生育培養施設連携サブセンターを北海道大学低温科学研究所と沖縄科学技術大学院大学に設置する。（3）先端的解析機器開発支援センターに不足している特殊バイオイメージング技術を名古屋大学トランスフォーマティブ生命分子研究所、京都大学大学院生命科学研究所、大阪大学大学院生命機能研究科の連携サブセンターで研究する。（4）大量データ解析支援センターでは、国立遺伝学研究所におけるDNAを中心とした解析支援に加えて、タンパク質データ解析を行う連携サブセンターを大阪大学蛋白質研究所、九州大学プロテオミクスセンターに設置する。中核機関及び連携サブセンターは大学共同利用機関と大学共同利用拠点の共同利用システムを利用して、広く国内外の生命科学研究者を支援する研究体制を構築し、研究の推進を図る。

### ⑦ 社会的価値

いくつかのモデル生物でゲノム解読が終了し、遺伝子のカタログができたが、半数以上の遺伝子は機能未知である。その中に変動環境下における生物の適応戦略の鍵を握る因子があるはずであると考えられているが、実験的制約や設備が無いために十分な研究が行われていなかった。適応戦略に関わる遺伝子は、例えば、高温・低温などの温度変化耐性、乾燥耐性、光強度耐性、紫外線・放射線耐性遺伝子など、直接的に作物や家畜の改良に利用できるものがある。また、変動した環境化でも安定して子孫を残しうる発生安定性や恒常性維持の機構は育種において根本的に重要である。これら生物生存に重要な機能を持った遺伝子の発見、機能の同定と解析は、農水産業・バイオマス生産・創薬・医療・生活環境対応など多方面の新たな研究分野の創成と技術イノベーションへの展開につながると期待される。

### ⑧ 本計画に関する連絡先

長谷部 光泰（自然科学研究機構・基礎生物学研究所） mhasebe@nibb.ac.jp

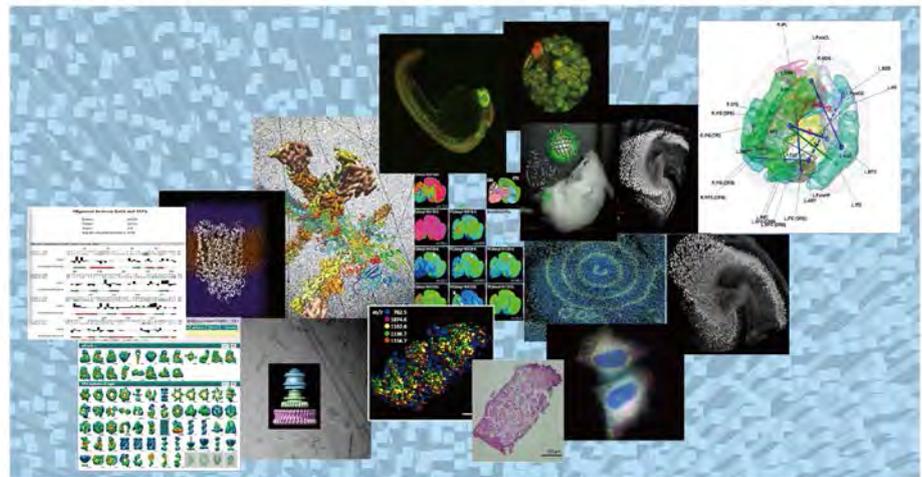
## 統合バイオイメージング研究所の設立計画

### ① 計画の概要

21世紀の生命科学が挑戦すべき大きな課題の一つは、複雑でダイナミックな生命システムの振る舞いを高い時間空間分解能で定量的に把握して動作の基本原理を解明するとともに、その動態予測に基づいた制御を実現し、先端医療や創薬、そして新しいデバイス作りに役立てることである。

生命システムは膨大な数の生体分子やその相互作用ネットワークからなり、人工機械では利用不可能な極めて低いエネルギーで巧妙に駆動・制御され、しかもはるかに高い柔軟性を持つ。原子レベルで設計され、柔らかい生体分子の構造ゆらぎと分子間相互作用ネットワークのダイナミックな動きに支えられているため、その動態を生命機能のあらゆる場面で詳細に観察し計測する以外に、複雑で神秘的にさえ見えるそのしくみを解明する方法はない。本研究計画は、現在の生命科学、物理学、化学、情報科学、計算科学、数理科学等のあらゆる方法を統合的に用いて、生命システムの複雑な動態を「目で見て理解する」ための様々なイメージング・計測技術の開発を行い、免疫、発生・分化、神経回路形成、細胞運動、形態形成など、生命科学の重要課題の解明を目標に据えた研究拠点の形成を目指すものである。学問的・技術的背景の異なる研究者を結集し、生命システムの高次元時空間動態および状態を計測する技術を開発し、情報科学を駆使して得られた大規模データを解析し、動態を再現する理論とモデルを構築する

ことで、システムを操作・設計する技術開発も推進する。分子から個体まで多階層にわたる時空間計測データの収集と動態操作を可能にする最先端の光学顕微鏡、電子顕微鏡、磁気共鳴イメージング装置等を開発し広く開放する国際共同利用研究拠点として整備する。また、次世代高速DNAシーケンシングや質量分析に代表される膨大なオミックスデータの定量解析・バイオインフォマティクス解析をも統合することで、生命機能研究を革新的なステージへと導く。



統合バイオイメージング研究所で開発するイメージング&インフォマティクス技術の様々な対象  
ゲノム塩基配列、蛋白質分子、生体超分子、細胞、組織、臓器からヒトの脳機能まで

### ② 学術的な意義

生命システムの複雑で巧妙な振る舞いがゲノム DNA 塩基配列という一次元情報から如何にして生じるのか。様々な疾患がどのようなシステムの破綻として生じるのか。これらの仕組みを理解することこそ生命科学の中心的課題である。ヒトゲノムの DNA 塩基配列の解読完了から 10 年を経て、その後のめざましい技術進歩はミリオンゲノム解読（ヒト 100 万人、動植物 100 万種など）を構想させるに至り、ゲノム情報解読とそれに伴うオミックス解析は爆発的に進展した。また、構造生物学の進歩は 8 万を越える蛋白質の立体構造を解明し分子機能の理解を大きく進めた。こうしてポストゲノム解析は、転写、翻訳、立体構造などの情報を大規模データとしてもたらした。システムバイオロジーでは細胞を膨大な数の生体分子からなるシステムと見なし、分子間相互作用ネットワークを記述する。しかし、生命システムの複雑で巧妙な動作の基本原理を理解し予測し自在に操作することは依然として不可能で、生命の仕組みは未だ神秘のベールに覆われている。その本質的解明には、生体分子や細胞の動態を時々刻々精密に計測し、その時空間情報とポストゲノム解析による大規模データを統合せねばならない。そこで本計画では、中核となる革新的バイオイメージング・計測技術の開発研究拠点を創り、連携研究ネットワークを形成して、これまでにない規模で生命科学の基盤研究を推進する。日本が世界をリードするオリジナルなイメージング技術やプローブ開発、スーパーコンピュータの利用は、諸外国に対する大きな優位性である。日本独自の最先端技術を緊密に連携させて生命を理解し、人類の健康と福祉に貢献する応用展開を積極的に推進するとともに、世界に類を見ない最先端研究拠点を実現して国内外の野心的な若手研究者を惹き付け、周辺の学際分野をも担う人材を育てることで日本の科学技術立国を牽引する。

### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

バイオイメージング研究拠点は、米国では UC Berkeley, UC San Diego, CU-Boulder, Cold Spring Harbor Laboratory、欧州では EMBL, Max Planck Institute、アジアではインド NCBS 等、すでに海外でも数多く設置されている。各研究機関がそれぞれ独自の研究資源をベースに、次世代生命科学の潮流である生命動態システム科学に乗り出してくるのは確実で、我が国がこの分野で国際的リーダーシップを発揮し続けるためにも、統合的研究拠点形成による戦略的研究展開が不可欠である。国内では、文部科学省ライフサイエンス委員会の生命動態システム科学戦略作業部会の報告に基づいて理研 QBiC や大阪大学生命動態イメージングセンターが発足し、本年は新たな推進拠点として東京大学、京都大学、広島大学が選定された。しかし、どれも

比較的短期間の限定されたプロジェクトで、この極めて重要な分野の将来を担う若手人材育成や異分野融合を長期的に推進することは容易ではない。国内外研究機関連携ネットワークの中核として、半恒久的な研究拠点の整備が強く望まれる。

#### ④ 所要経費

本研究所における研究プロジェクトの期間は、準備期間3年+研究実施期間15年間とする。相当数の外国人研究者を含めて、国内外の優れた研究者を研究室主催者（PI）として雇用する。PI総数は20-30名とする。外国人研究者をPIとして招聘するため、各研究室の基盤予算を欧米の大型研究室並みにする。18年間の所用経費は総額678億円で、内訳は以下の通りである。

（1）研究所の施設整備：70億円、（2）研究所立ち上げ時の大型備品：50億円、（3）年間研究費：PIあたり平均1億円。30PI x15年として計450億円、（4）研究拠点コア施設維持費：年間5億円、15年として計75億円、（5）事務および研究支援機構：年間2億円、15年として計30億円、（6）準備期間の諸経費：年間1億円、3年として計3億円。

#### ⑤ 年次計画

**【準備期間（3年間）】** 研究所設置の準備。有能な人材を集め、自由な発想を活かしてその力を十分に発揮できる研究環境を整備する。15年間の研究実施期間中は研究に集中できるように研究支援をできる限り充実させ、特に若手研究者に思い切ったチャレンジができるような研究環境・体制の整備を行なうため、以下の項目について準備を進める。

・バイオイメージング研究所設立委員会の設置、・研究所長の決定および研究プロジェクトの大方針の決定、・研究部門、研究所コア施設の詳細決定、・研究室主催者（PI）の選定、・研究施設の設計および建築、・研究所の立ち上げに伴う大型備品設備の選定と購入、・開発すべきイメージング・計測装置・技術の構想策定、・先行的研究の実施。

**【研究実施期間（15年間）】** 研究所長の方針のもとに戦略的にプロジェクト研究を推進する。

- ・第1期（1～3年、要素的研究）分子から個体に至る多階層にわたった新規イメージング法、システム動態操作法、オミックス大規模データの解析法、超複雑システムの動態解析法、システム動態の計算法、計測プローブなど、要素技術の開発を実施。
- ・第2期（4～10年、融合的な研究）要素技術の融合を図り、革新的な技術開発を進めつつ、生命科学の重要課題についてイメージングやオミックスデータ解析に基づいたモデル化と動態予測技術の開発を推進。
- ・第3期（11～15年、発展的研究）モデル化と動態予測に基づいて生命システムの操作を実現し、超複雑な生命システムの動作原理、構築原理を明らかにすると共に、設計のための基盤技術を開発。
- ・研究開始後15年で研究実施内容の成果そして将来の発展性について評価を実施。

#### ⑥ 主な実施機関と実行組織

主な実施機関は新設の統合バイオイメージング研究所。日本生物物理学会がその設立を主導し、これを中核研究機関として国内の関係研究機関と密に連携する。可能な連携機関の一例として下記の研究組織が考えられる。

##### （1）大阪大学大学院 生命機能研究科 生命動態イメージングセンター（FBS）：

光学顕微鏡や電子顕微鏡を駆使した世界トップレベルのイメージング技術開発・応用の蓄積を基に、最先端バイオイメージング研究を推進。膨大な要素が混在する細胞内での分子動態計測のため、1分子イメージングなどの先端的顕微技術開発のみならず、包括的生体分子解析やプローブ開発など、幅広い分野との連携研究を通して新しいイメージング解析技術を開発。

##### （2）理化学研究所 生命システム研究センター（QBiC）：

生命現象をシステムの動態ととらえ、最先端計測・高性能計算・再構成技術を連携・循環させて細胞システムの制御原理解明を目指す新たな研究分野を拓き、その基盤形成と拠点整備により国際的に卓越した研究を進め、人材育成と技術革新を推進する。京コンピュータの計算資源を最大限活用し、多次元要素中の鍵となるネットワークの抽出手法の開発、外乱に強い制御アルゴリズムの構築、細胞機能 *in vitro* 再現法の開発などを推進。

##### （3）情報通信研究機構 脳情報通信融合研究センター（CiNet）：

脳機能研究を技術開発シーズとし、情報通信技術との融合を図る研究を実施。ICTの技術課題に対して生命の複雑制御に学んだ解決法を提示し、脳機能の理解を通して知の創造による社会の生産性や競争力の向上を目指す。

上記の3研究機関は大阪大学吹田キャンパスとその周辺（一部は理研神戸研究所）に研究基盤を持ち、高度な連携と人材交流が現在進行形で行われている強みがある。これをさらに発展させ、高度な人材育成機能も有する大規模研究拠点を整備する。

#### ⑦ 社会的価値

本研究計画は、生命科学で広く利用されているバイオイメージングをバイオインフォマティクスによるオミックスデータ解析と高いレベルで統合することにより、革新的次世代技術の開発を目指すものであり、最も基盤的な生命科学の基礎研究である。生命科学分野では基礎研究が直接的に応用研究に結びつく可能性が高く、当初から応用を目指した研究よりも根源的で応用範囲の広い成果に結びつくことが多い。基礎研究の先端的な進展が応用研究の最も重要な駆動力となりうることは、iPS細胞の研究展開の経緯からも明らかである。基礎研究での遅れを応用研究で取り返すことはできない。本計画を強力に推進し、細胞内分子ネットワーク動態の超精密計測とその数理モデル化が可能になれば、がん・免疫疾患・循環器疾患など高次生命システムの破綻による病態発生の解明や、細胞動態の操作・摂動による細胞状態変化の予測と対処、即ち予測医療を実現できる可能性がある。また、iPS細胞や幹細胞の初期化メカニズム解明による分化制御・治療効率の向上や、臓器再生医療における治療効率の向上、副作用のない新薬創生戦略など、医学・生命科学全般への応用展開が期待でき、人類の健康と福祉、国民の安心・安全に直結した問題の解決に大きく貢献することに疑問の余地はない。

#### ⑧ 本計画に関する連絡先

難波 啓一（日本生物物理学会・大阪大学大学院生命機能研究科） keiichi@fbs.osaka-u.ac.jp

## 海洋バイオフィロンティア研究ネットワークの構築 - 深海に潜む生命機能の解明と利用 -

### ① 計画の概要

海洋は地球表面の70%を占め、その平均水深は3800mと深く、地球の大半は深海である。日本は、国土の12倍の面積（世界で6番目）にもなる排他的経済水域（EEZ）を持つ海洋国家であり、海洋環境の管理と持続的発展を海に求めることは国際上の責務である。日本は広大な深海生物圏をもつEEZに加え、1万mに届く海溝海淵部とも近接するなど、海洋研究では地の利を得ている。深海は、潜水探査機や深海仕様の観測機器などを必要とするという難しさもあり地球最後のフロンティアとされているが、この広大な領域で繰り広げられる生命現象の理解なしには、地球生命の本質に迫れない。そして、すでに学術研究が進まぬうちに資源開発の波も寄せている。日本の深海科学は、高い深海調査技術に支えられ、海洋生物多様性、極限環境生態系、および海底地震と津波などの研究分野で国際社会から高い評価を得ている。一方、海洋生物の研究室では、優れた研究成果で日本の海洋生物学を支えている。この2つの研究グループをつなぎ、深海生物圏の研究を強化する。

本計画は、深海の多様な生物を先端生命科学で徹底的に分析・解析し、機能の多様性、すなわち特殊な環境への適応力を解明する基礎研究と未知の生理活性物質や生理作用を発見して創薬や新規素材開発に向けた応用研究の両者の研究拠点として海洋バイオフィロンティア研究（OBF）を創設し、深海の生命現象を機能的側面から包括的に解明することを目的とする。体制は、OBF中核拠点とサテライト研究機関とによる機能的な研究ネットワークを国内及び国外に構築する。また生命科学分野と海洋工学分野との協力のもと、深海仕様の多様な設備・機器を開発し、新たな産業分野の発展を図る。

### ② 学術的な意義

海洋バイオフィロンティア研究（OBF）は、海洋探査を担う海洋工学、生理生態を調べる海洋生物学、分子レベルで分析する生命科学の融合を目指している。現在、日本の海洋探査の能力は、海洋表層から深海底、さらには海底下2kmにまでおよんでいる。深海は熱水噴出環境や嫌気環境といった地球の息吹を示す環境から、地球上で最も栄養環境に乏しい大洋底まで、さまざまなユニーク環境が広がり、そこに適応した生物たちだけが生存を許されている。この深海の探究で地球深部探査船「ちきゅう」、海底係留型環境変動モニター、全自動走行型水中ロボット（AUV）などが世界に誇る技術水準にある。またメタゲノム解析、質量分析による構造解析、高精度の元素分析、ナノスケール微小領域での分析、大容量データの高速処理など生命科学を支える技術は進化を続けている。これらの技術を統合し、深海生物試料を最先端の技術により分析できる体制ができれば、海洋生物の研究分野は格段に発展する。

また OBF による研究体制を利用した共同利用の基盤整備は、深海生物圏における研究分野の裾野を広げ、新たな産業創出の牽引にもつながる。OBF が中核となり、我が国のバイオリソースに深海生物および海洋生物という新たな基盤を加えることができる。それが資源となり新規な生物素材や機能分子の検索、さらには創薬の素材提供へ利用を広げることも容易になる。OBF は生物資源の管理に求められる網羅的な調査に対して、深海生物圏に関する情報の提供、探査技術の支援、人材育成、政策提言などで貢献することができる。

### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

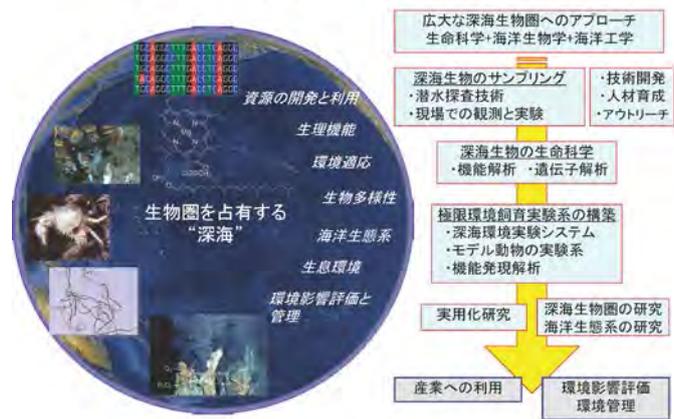
深海生物圏での生物研究は、日米欧の海洋先進国によって推進されている。日本は世界に先駆けて1997年に有人潜水船「しんかい6500」を開発し、国際プロジェクトを含めて、多くの潜航調査を実施している。深海生物学は、分類・生態を主体としたマクロ生物学研究であったが、近年では、大規模ゲノム解析、生体物質構造解析、マイクロCTなどの大型先端機器を駆使し、深海生物から生体システムを解明しようとするマイクロ生命科学研究へのシフトを目指している。OBFはこの先頭に立ち、さらなる深海生物の利用を高める。また、深海生物圏の研究はグローバルであり、国際研究協力が必須である。2010年以降、深海生物学の研究者はINDEEPというバーチャルな研究組織を立ち上げ、リアルタイムで研究情報を交換している。また、深海極限環境生物に関わる国際シンポジウムも頻繁に行われている。OBF 拠点形成の提案はこれらの動きと連携する。

### ④ 所要経費

総額 210億円

- 1) 深海仕様の海洋観測機器・設備: 100億円 (内訳: 生物採集装置、現場飼育・培養装置、自動生体物質分離・抽出機器、水中顕微鏡カメラ、音響ビデオカメラ、音響ロガー-生物追跡装置、海底リモートモニタリング設備)
- 2) 陸上施設の生命科学研究機器・設備: 50億円 (内訳: 質量分析装置、核磁気共鳴装置、特殊環境飼育実験設備、次

生命科学が拓くフロンティア生物圏の探査



世代 DNA シーケンサー、元素マッピング走査型電子顕微鏡、二光子励起顕微鏡、計算機システム)

- 3) 沿岸調査船ネットワーク構築: 20 億円
- 4) 海洋バイオフィロンティア研究センター: 20 億円
- 5) 研究者・技術者雇用: 20 億円”

⑤ 年次計画 第1期 平成 25～27 年度: 海洋バイオフィロンティア研究 (OBF) の中核拠点となる OBF センターを海洋研究開発機構 (JAMSTEC) に創設する。センターは OBF コミュニティの共同利用を中心に、国内外の研究者の利用を図る。センターの生命科学研究設備で、深海生物のモデル動物化、ゲノム解析や生体物質の構造解析などを行う。一方、深海環境での採集・培養装置や海洋観測・測定機器の技術開発、研究航海の計画参与、生物追跡装置や海底リモートモニタリングなどで深海の生態観測を実施する。成果は学術誌への発表、国内外のシンポジウム開催および種々の方法での国民への深海生物学の啓発も進める。

第2期 平成 28 年～31 年度: 深海の現場環境でしか得られないサンプルを確保し、陸上施設で解析を進める。未知の生体物質については、深海生態系での現場観察や飼育実験の結果と合わせ、その生理作用を医薬分野の産学共同研究で明らかとし、創薬、医療につなげる。第3期 平成 32 年～34 年度: 新種を含めて 200 万種以上と予想される深海種から、新しい生物多様性と生物分類を完成させる。また、生理活性物質として発見される数は極めて多く、新しい代謝系や解毒作用などの発見も期待され、産学共同で新薬・新医療を拓く。一方、深海の水産資源の新しい利用、海底鉱物資源の生態系の保全など、地球環境をグローバルに捉えた管理システムを構築する。

### ⑥ 主な実施機関と実行組織

海洋バイオフィロンティア研究 (OBF) は、(独) 海洋研究開発機構 (JAMSTEC) が中核拠点になり、サテライト研究機関と機能的ネットワークを構成する。JAMSTEC は、深海へのアクセス手段である潜水調査機器と調査・研究船を所有し、運航管理と設備維持に責任を持ち、遺伝子工学や生物情報科学の導入も積極的に進められている。ここに OBF 中核拠点を設け、大型設備を集中させて分散による非効率化を防ぎ、OBF コミュニティへの設備と技術の支援を担う。さらに国内外の大学・研究機関との連携、研究員の招聘を加速して拠点基盤の確立を促す。また、アウトリーチ、産業界への情報発信を担う。

東京大学大気海洋研究所は、共同利用・共同研究拠点として、学術研究船 2 隻の航海を公募し航海計画を立案し、先端海洋科学研究と人材育成を担う大学共同利用研究拠点である。OBF では海洋全体の生物移動と物質循環を柱として深海生物と生命科学を融合する役割を担う。大学の臨海実験所と水産実験所は、海産生物に関する豊富な知識の蓄積があり、機動力のある小型・中型船を利用した生物採集・調査を実施し、分類・発生・生理などの分野で海洋生物の知識の提供を担う。浅海と深海との比較研究での中心となる。全国の海洋生物学の研究室も協力する。(独) 水産総合研究センターは、全国の水産研究所等を統合した大規模なセンターである。OBF では水産物のうち深海種の生態・生理の解析を進め、深海に新規生物資源を求めてその利用の確立を目指す。以上の実施機関は OBF コミュニティを構成し、SNS 利用などでリアルタイムの情報共有と効率化を図り、本研究の連携を円滑に進める。さらに、構造化学や情報工学との連携を取り、OBF 拡充を図る。

### ⑦ 社会的価値

21 世紀の科学は可視化とともに発展している。たとえば、宇宙望遠鏡による可視化、大型加速器 LHC によるヒッグス粒子発見の可能性、福島原発事故の放射能拡散シミュレーションなど、見ることで研究が進み、理解が進む。しかしながら、深海生物圏は未だに見え難く、深海の理解も意外に遅れている。OBF は深海の極限環境に耐えうる技術開発の産業的基盤を創発し、新たな生命現象と生体物質の発見に基づく生命科学のブレークスルーを提供する。これらの世界初の技術開発と科学的基盤は、今まで世界初を掲げて経済成長を遂げてきた我が国の持続的発展をもたらすものである。また、海洋生物学や生命科学が求める新たな自動解析・分析装置や現場での観測・実験機器の開発は、新たな工学的発想を呼び起こし、海洋産業の発展にもつながる。さらに、深海から発見した生体物質による創薬と医療への貢献も夢ではない。

### ⑧ 本計画に関する連絡先

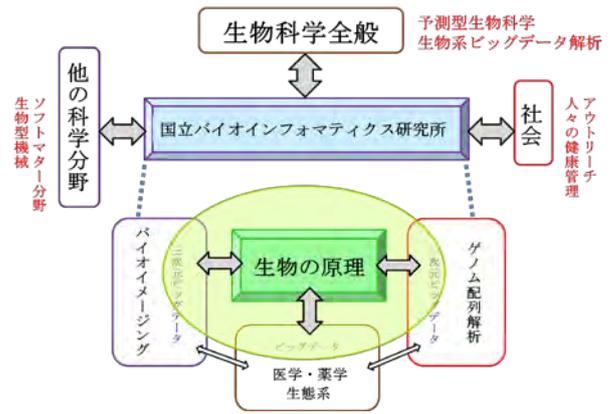
窪川 かおる (東京大学理学系研究科海洋アライアンス海洋教育促進研究センター) kubokawa@mmb.s.u-tokyo.ac.jp



## 国立バイオインフォマティクス研究所

### ① 計画の概要

現在、生物系の大規模かつ異質・多階層・多次元の情報（ビッグデータ）が急速に蓄積され続けている。本提案はこれらのビッグデータを集約的に活用して、革新的概念の下に遺伝子、タンパク質、細胞等、様々な階層の生命現象を統一的に理解し、予測できる研究拠点をを目指す。しかし、生命現象の理解・予測にはいくつかの難問がある。人が作る機械とは異なり、自然が進化させた機械（生物）の設計図（ゲノム配列情報）は、実体（表現型）とはかけ離れた配列空間上で書かれるため、設計図（ゲノム配列情報）解読の研究と、実体（生体高分子、細胞、個体など）を統一的に研究することが困難なのである。そこで本研究では、生物システム形成におけるフィードフォワード制御および生体高分子に対する粗視化の概念を新たに導入する。これによって、遺伝子における塩基配列やタンパク質における立体構造の「組み合わせ爆発」の難問などを解決することができる。この概念に生物系ビッグデータを加えることによって、生命現象の原理を統一的に明らかにする。本提案は、以上の流れを広義のバイオインフォマティクスと再定義し、「国立バイオインフォマティクス研究所」の設立を提案する。年間100億を10年間投じ、ゲノムデータ、イメージングデータ、医療データなどの時空間的（4次元）データの産出と革新的技術開発、生命情報クラウド構築を行い、ゲノムの成立機構、タンパク質の分子認識機構、遺伝子変異集団と疾患リスクの関係の解明、医科学や創薬応用の研究や生物シミュレータへと展開する。産業的・経済的な波及効果と価値も大きい。また若手研究者の育成、産学官連携、国際連携のハブとなる。本提案は、平成24年3月のバイオインフォマティクス分科会の会議から審議を続け、平成25年1月にシンポジウムを開催し現在に至っている。本提案に関する複数の学協会の協力という形で、科学者コミュニティの合意を得ている。



バイオインフォマティクス研究所の位置付け

### ② 学術的な意義

生物は、個体、細胞、タンパク質の構造・機能など、様々なレベルの多様性を内包する。そのため生物科学は個別分野ごとに、似たような問題を抱えたスモールサイエンスの集合に発展した。その結果、生物の本質を理解するための大きなブレークスルーが難しい状況にある。生物を真に理解するためには、従来の考え方を大きく変える必要がある。

従来より、以下のような越えられない問題点があった。生命現象は、いわゆるセントラルドグマから発生する「必然性のプロセス」とゲノム配列の変異で生じる「偶然性のプロセス」からなる。前者ではタンパク質の立体構造、複合体や細胞集団の形成時に、**組み合わせ爆発**が発生する。後者においても、ランダムな配列変異を仮定するとやはり**組み合わせ爆発**に突き当たる。それが生体内のあらゆる時空間で生じる本質的な因果関係を隠してしまい、生命現象の統一的な説明を困難にしていた。

この難問を解決するために、DNAの変異をトリガーとする生命現象の様々な局面にフィードフォワード制御の考え方（制御を乱す外的影響を極力なくす方向に修正動作を行う制御）や粗視化の概念を導入する。これらの考え方は、例えばロボットに生物の動きを模倣させるうえで非常に有効であることから、生命の本質を理解する鍵となると考える。これにより「必然性のプロセス」と「偶然性のプロセス」の相似的な難問の両方が解決される。

これにより、3つの意義が生じる。第1に本研究によって生物の多様性を1つの原理で統一的に理解できるようになる。第2に、生物系のビッグデータを生命の本質的理解に活用するための過程で、高度な機械学習法など多くの革新的な解析技術が生まれる。第3に、多くのゲノム医科学の課題、生命を模した工学研究、生命環境問題等の解決など、生命科学の多くの課題に対する予測の道がつけられる。

### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

解析技術の革命的な発展によって、生物系ビッグデータが生産されるようになり、データ駆動型の研究が進められてきた。米国の国立衛生研究所（NIH）傘下の各研究センター、欧州の欧州分子生物研究所（EMBL）傘下の欧州バイオインフォマティクス研究所、サンガーセンター（英国）、スイスバイオインフォマティクス研究所（SBI）、アジアにおいては北京ゲノム研究所、国内ではバイオサイエンスデータベースセンター（NBDC）やライフサイエンス統合データベースセンター（DBCLS）等が研究をリードしている。この研究の流れでは、生命情報データベースの基盤構築と解析技術開発を行い、大量のデータについて数理・統計的法則を発見するという手法を進展させ研究に貢献してきたが、生物の統一的理解に至っていない。これに対して、本提案の「国立バイオインフォマティクス研究所」では、生物系ビッグデータと革新的概念および物理学・化学・数学とを結び付け、生命現象を普遍的に説明・再現することを目標とする。したがって、生物学者、情報学者のみならず、数学者、物理学者、化学者、医学者が全て揃った総合研究所にする必要がある。

### ④ 所要経費

年間約100億円を10年間、総計1000億円規模を見込む。

【初年度】研究所立ち上げ費用（100億円）で、以下は内訳。A) 運営経費2億円、B) 人件費13億円：募集段階のため、予定人員数の半分（100～150人）を見込む。C) 研究装置・設備70億円：次世代スパコン、高速ストレージは、エクサ・ゼタバイト級のデータ処理量を想定する（20億円）。また第4世代シーケンサー、バイオージング用装置の購入総額（30億円）とネットワーク環境、空調工事費と電気代等総額（20億円）である。D) 研究費5億円：パイロットスタディの開始費用。E) ファンド10億円：当該分野の研究活性化と人材養成、国内外機関との人材還流を支援。

【2年目以降】ランニングコストが発生するための総額（100億円）で、以下は内訳。A) 運営経費2億円、B) 人件費28億円：予定人員（200～300人）が揃った場合の費用。C) 研究装置・設備30億円：次世代スパコン、高速ストレージのレンタル費および装置やネットワーク維持管理費、電気代。D) 研究費30億：経常的な研究・開発経費、第4世代シーケンサー稼働費。E) ファンド10億円。

## ⑤ 年次計画

生物ゲノムはただ一つのプロセス、つまり遺伝子変異によって形成されている。そのことから本研究の大きな課題は3つある。第1に、生物ゲノム成立のメカニズムと生物進化のメカニズムの解明（1年目～7年目）。第2に、タンパク質の立体構造形成原理、細胞内分子集団および細胞集団の姿形の形成原理の解明（1年目～10年目）。第3に、遺伝子変異集団と生物体の個性・疾患リスクの関係の解明（3年目～10年目）。研究所の立ち上げのための基盤整備には、3年間の期間を取る（1年目～3年目）。さらに、データベースなどの基本的基盤構築は継続的に行う必要がある（4年目～10年目）。本研究の成果として、生物シミュレータを構築する（8年目～10年目）。また本研究の一つの重要な機能は人材育成である（1年目～10年目）。

新たな生命科学を先導するべく上記の(1)研究課題遂行、(2)情報解析基盤構築、(3)人材養成、を柱としたミッションを遂行し、国内外の様々な機関が交流できるハブとしての拠点を形成する。最終年度には、10年間の成果を総括的に評価し、恒久的な研究拠点として定着することを目指す。

3つの研究課題はそれぞれ非常に大きな問題であり、実現可能性が重要である。問題を考える鍵は、これらの問題自体が階層化した構造（組み合わせ爆発）を内包しており、実は生物という一つの実体の異なる側面にすぎないということである。それらをすり合わせて研究することが問題解決への早道なのである。従来、第1の課題は一次元の文字配列の数理的問題として、第2の課題は三次元の物理の問題として解析が行われ、研究のマッチングがよく取れていなかった。本研究では2つの課題の間に一次元の配列の物性分布を考え、遺伝暗号におけるアミノ酸の物性の偏りを通したタンパク質の制御を考えることによって、第3の課題も含めて解決できることを指摘しておきたい。

## ⑥ 主な実施機関と実行組織

生物では、一次元の配列情報によって設計され、三次元の生物部品や生物体自体が作り出されている。すべての研究者がその全体像の理解に関心があることは間違いないが、具体的な研究の現場では、重点の置き方がいずれかに偏っている。また、生物の分類、階層、現象毎に研究の関心が細かく分かれ、それぞれの学会が成立している。それに対して、バイオインフォマティクス分野は非常に横断的な学問分野であり、生物の分類、階層、現象をまたがって情報解析を技術開発・研究してきた。そこで「生物の原理」を解明し、ビッグデータに対する新規な解析手法を開発していくことを目指し、まず日本学術会議のバイオインフォマティクス分科会が設立準備の中心となる。生命の本質理解という大きなテーマであるため、バイオインフォマティクス分科会が、研究所設立準備の過程で、生物学関連の複数の学協会にも協力を要請し、議論を深めるハブの役割を担う。

本提案における研究所は、生物の原理解明に取り組む部門から応用的な課題を取り扱う部門までがある。計算機資源部門、データベース構築支援事業などの基盤的な部門、大学や研究所・センターなどとタイアップして人材養成を行う部門、民間企業との連携を取る産学連携部門、それに研究開発部門、国際対応部門などを設ける。別の側面として若い人たちの発想力を重視し、各部門で若い研究者や女性研究者を積極的に登用する。

## ⑦ 社会的価値

生物は30億年を超える歴史の中で数千万種にも及ぶ多様性を獲得した生命（生命現象）は、一見すると個別分子による超複雑で高次元なシステムを持っており、その活動を実時間で行うのは不可能に思える。しかし実際の生命は、極当たり前にこれを行っている。おそらくこの飛躍を理解することが生命を本質的に理解する鍵となる。本提案研究所はこの飛躍を、フィードバック制御、粗視化という視点を入れて生命現象の本質を解明することを目指す。このような研究は急速に進展するビッグデータが蓄積した現在になって初めて可能になったことであり、ゲノムの配列の変異情報と表現系の変異の時空間的な関係をシームレスにつなげられるようになるため、知的価値は大きい。このことが可能になれば、従来別々の階層として研究されてきた、生命現象も統一的に理解できるようになる。その結果貢献できる内容は、癌・免疫システムの理解、再生医療への貢献、創薬支援、生命を模した工学研究、生命環境問題等の解決などをはじめとして生命科学が関わる課題をほぼ網羅するような広範囲に及ぶため、産業的・経済的価値も計り知れないものになる。

## ⑧ 本計画に関する連絡先

諏訪 牧子（青山学院大学理工学部） suwa@chem.aoyama.ac.jp

### 研究所で解決すべき問題と年次計画

1. 生物ゲノム成立のメカニズムと生物進化のメカニズムの解明 1年目～7年目
  2. 細胞内分子集団および細胞集団の姿かたちの形成原理の解明 1年目～10年目
  3. 遺伝子変異集団と生物体の個性・疾患リスクの関係の解明 3年目～10年目
- ◆ 立ち上げ時基盤整備 1年目～3年目
  - ◆ 継続的基盤整備 4年目～10年目
  - ◆ 生物シミュレータ 8年目～10年目
  - ◆ 人材育成 1年目～10年目

## 絶滅危惧動物に焦点をあてた保全研究のための国際連携拠点

### ① 計画の概要

現代は生物史上例のない大量絶滅時代ともいわれ、生物多様性をいかにして保全し、人類の持続的発展をはかるかが国際的課題となっている。特に哺乳類を始めとする中・大型動物（ワイルドライフ）は、生息地破壊や密猟のため、その多くが絶滅危惧種となっている。また、一般に広い生息地を必要とするため、その保全が他の多くの種や生態系全体の保全につながる“アンブレラ種”でもある。さらに、“フラッグシップ種”として保全活動などで各生態系のシンボルとなることも多い。つまり、その保全は地域の生物多様性と環境保全の要といえる。しかし、寿命が長く行動範囲も広いため研究や保全が遅れている。ワイルドライフの保全には、研究技術の高度化、長期調査と現地専門家育成、飼育・半飼育・野生での研究・保全に必要な施設と保護区の整備などに加え、人間-動物間の軋轢を緩和し、動物と共存しながら持続的に発展できる社会システムの構築が不可欠である。つまり科学研究のみならず、人類学、社会学、地域研究など、人文・社会科学も含めた、文理連携による総合的学問領域「ワイルドライフサイエンス（野生動物保全学）」の創生が求められている。

本研究計画では、ワイルドライフサイエンスの創生と実践を目的に、(1) 研究技術の高度化と人材育成を進め、文理連携によりゲノム-生態系-人間社会をカバーする学際的研究を推進するとともに、保全に関する国際研究協力ネットワークを構築する。(2) 多様性破壊が最も深刻な熱帯諸国を主な対象に、研究・保全に不可欠なばかりでなく、環境教育やエコツーリズム、市民活動の拠点として地域社会にも貢献できる、生息地型の動物観察施設「フィールドミュージアム」を整備する。(3) 保全に必要な生態・環境・ゲノム・地域情報データベースと遺伝子・細胞バンクを整備する。(4) 国内外の保全研究を推進・支援する国際連携拠点を日本に構築することを提案する。



### ② 学術的な意義

バイオロギングや情報通信技術、音響・映像解析、次世代シーケンサーによるゲノム解析、LC-MAS/MAS などによる高度化学解析など、先端技術の導入によって研究技術が高度化され、新世代動植物園・水族館ともいえる設備の整った生息地型動物観察施設が、熱帯諸国などの自然生息地に整備されれば、夜行性、樹上性、水生動物研究など、これまで困難だった研究が飛躍的に進み、科学的知見に基づいた保全策の策定に貢献できるばかりでなく、植物や微生物との相互作用や種分化、環境適応研究など、生物科学に大きなブレークスルーをもたらす発見も期待できる。保全研究には研究技術の高度化に加え、「飼育」「半飼育」「野生」環境で観察・研究できる施設と保護区を、自然生息地に整備する必要がある。例えばマナティーの野生復帰事業などの保全活動を成功させるには、野生での研究だけでなく、飼育施設や自然の湖や入り江を利用した半飼育（半野生）施設での訓練や行動の詳しい観察と研究、野生復帰させる自然保護区の設定と施設整備、野生復帰後の行動モニタリングが必要だからである。ここでは、野生下では観察困難な生物を近くから、自然に近い状態で観察できるため、環境教育やエコツーリズムのための重要な資源ともなる。また、他の多くの生物や地域環境そのものの観察や研究・保全にも役立つ。本提案では、このような施設や保護区のネットワークを「フィールドミュージアム」と呼んでいる。フィールドミュージアムの飼育・半飼育施設は、野生復帰の訓練ばかりでなく、野生個体のバイオロギング・データの解釈に不可欠な詳細な行動分析、繁殖生理研究、人獣共通感染症研究を始め、様々な分野の科学研究に貢献し、多くの重要な科学的知見が期待できる。さらに、エコツーリズムや環境教育などによって、自然資源の持続的な利用や地元の伝統文化の保全、生態知の伝承を図ることで地域の活性化にも貢献できる。

### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

バイオロギングなど近年の研究技術の進歩こともない、世界各地で様々な動物を対象とした研究が、主に野生下で行われるようになった。しかし、飼育・半飼育環境での研究、人文・社会科学との連携の必要性と可能性に関する認識はまだ少ない。日本は野生下での研究においても長い歴史と経験、独自のフィールドワークの伝統を持ち、世界各地で多くの日本人研究者が活躍している。また、バイオロギングが日本発の研究技術であることからわかるように、高い研究技術開発能力を持つほか、動物園・水族館の飼育・展示技術も世界最高水準にある。従って、本研究計画が世界の多様性保全にユニークな貢献ができる

可能性は高い。

多様性保全には、種の保全に加え、環境教育による地域住民の環境リテラシー向上が不可欠である。近年、先進諸国では、一部の先進的な動植物園・水族館が、研究や保全、環境教育や環境保全に貢献するようになってきた。しかし、最も保全が必要とされている熱帯諸国の多くには、通常の飼育施設さえまだ存在しない。また国内の動植物園・水族館の貢献能力もまだ低い。従って、フィールドミュージアムの整備を目指す本研究計画は時宜を得たものである。

#### ④ 所要経費

90億円（初期投資：60億円、運営費等：各年3億円×10年）。内訳は以下の通り。まず、初期投資として、現在すでにある国内外の研究基地を拠点としてフィールドミュージアムを発足させる。第1段階として国内3基地、国外7基地の合計10基地を構想した。具体的には、宮崎県の幸島（霊長類学の発祥地であり天然記念物の野生ニホンザルのいる無人島）、鹿児島県の屋久島・西部林道（世界自然遺産）、熊本サンクチュアリ（絶滅危惧種のチンパンジーの国内最大保護施設）の国内3拠点、さらにアマゾン・マナウス、ボルネオ・ダナムバレイ、ガボン・ムカラバ、ギニア・ボソウ、タンザニア・マハレウガラ、インド・ムドマライ、中国・雲南省・香格里拉の国外7拠点である。これらの第1次候補地にはすべて既設の研究施設がある。しかし、これを拠点としてフィールドミュージアムにするには施設と設備の整備ならびに人員の配置が必要である。また統括する事務局本部の整備も必要となる。各基地10億円、統括本部に10億円を投資する。国情によって異なるが、その後の年間の維持費として各基地に平均3000万円を要する。

#### ⑤ 年次計画

平成26年度：ブラジル国立アマゾン研究所、インド科学大学生態科学研究センター、マレーシア科学大学、マレーシア・サバ大学、タンザニア野生動物研究所、ガボン熱帯生態研究所、ギニア環境科学研究所、コンゴ民主共和国森林生態学研究センターなどの海外研究機関をはじめ、参加研究機関相互の連絡と協議により、国内外拠点と対象種、フィールドミュージアム候補地選定などを行う。

平成27?35年度：アジア、南米、アフリカにそれぞれ拠点を設けて共同研究を推進するとともに、フィールドミュージアムと生態・環境・ゲノム・地域情報データベース、遺伝子・細胞バンクの整備を行う。また、現地の人材育成と日本のグローバル人材の派遣・育成を行うとともに、日本とのネットワーク化を図り、国内外の保全研究を推進・支援する国際連携拠点を日本に構築する。

#### ⑥ 主な実施機関と実行組織

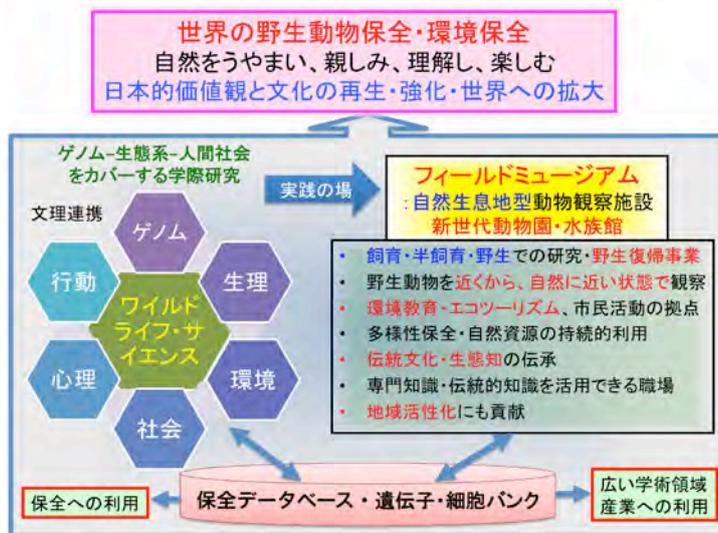
京都大学（野生動物研究センター、霊長類研究所、理学研究科、農学研究科、アフリカ地域研究科、東南アジア研究所）、総合地球環境学研究所、東京大学（海洋研究所）、名古屋大学、北海道大学、琉球大学、水産工芸研究所、国立極地研究所、東京農工大学、早稲田大学、東京農業大学、京都市動物園、名古屋市東山動植物園、上野動物園、日本モンキーセンター、名古屋港水族館、神戸市立須磨浜海水族園、京都水族館、ブラジル国立アマゾン研究所、インド科学大学生態科学研究センター、マレーシア科学大学、マレーシア・サバ大学、ブータン王立大学、中国・雲南動物研究所、タンザニア野生動物研究所、ガボン熱帯生態研究所、ギニア・ボソウ環境科学研究所、コンゴ民主共和国森林生態学研究センター。本事業の運営委員会を設立して運営にあたり事務局を京都大学に置く。なお、事務局を置く京都大学では、京都大学野生動物研究センターと京都大学霊長類研究所が、全国共同利用のための施設として、「共同利用・共同研究拠点」にすでに認定されている。また国外の研究機関とは、すでに研究教育協力協定（MoU）を取り結んでいる。

#### ⑦ 社会的価値

ワイルドライフサイエンスの研究成果によって、科学的知見にもとづいた地域生態系の保全プログラムの策定に貢献できる。また、文理連携による総合研究によって、フィールドミュージアムの自立的運営・活用のための社会システムが構築できれば、地域に適合した環境政策の策定や地域住民の環境リテラシーの向上によって、地域の環境と多様性が永続的に保全される体制が整うばかりでなく、エコツーリズムや、新生物資源の発掘と利用などによる新たな地域産業の創成を通じて、育成された現地専門家や地域住民に新たな職場を提供することによって地域経済を活性化し、地域社会の持続可能な発展にも貢献できる。また、自然をうやまい、親しみ、理解し、楽しむ日本的価値観と文化の再生・強化にも役立つ。さらに、自然とのふれあいや理解、人間を含めた自然環境の保全にお金や人を投資する経済・社会システムの創生とその世界への拡大にもつながる。

#### ⑧ 本計画に関する連絡先

幸島 司郎（京都大学・野生動物研究センター） kohshima@wrc.kyoto-u.ac.jp



## 新世代生物多様性・生態系モニタリングのネットワークと拠点形成： 変動環境下における生態系機能の応答機構の解明とレジリエンスの向上を目指して

### ① 計画の概要

現在、土地利用の変化や地球温暖化を原因とする生物多様性・生態系の急激な変化が生態系サービスの劣化を招き、人間生活に大きな影響を予測困難な形で与え始めている。この問題の解決には、生物多様性・生態系の準リアルタイム観測網を整備し、不確実性を考慮したモデルやシナリオ分析によって生態系サービスを的確に評価した上で、自然資源を持続的に利用するレジリエントな自然共生社会を実現することが急務である。この計画では、京大大学生態学センターを中核機関として、

(1) ILTER-EAP、AP-BON など、これまで日本が中核として形成してきた観測ネットワークを充実拡大すると同時に、自動観測などの先端環境計測の開発を行い、東南アジア熱帯からシベリアまでのアジアモンスーン地域にかけて、高山から海までに分布する重要な生態系が網羅する準リアルタイム観測網を確立する(先端環境計測部門)と同時に、(2)各種生態系サンプルを最新の生物・物理・科学分析技術により一貫して行う生元素・分子解析(生元素・分子解析部門)や、(3)オミックスなど革新的技術を用いた生態情報の精緻化と高度化を合わせて行う(オミックス研究部門)、(4)こうした観測や解析によって生まれるビッグデータの管理・公開・共有化・解析を行うデータベース・データセンター機能、生態系情報クリアリングハウス機能と共に、エコインフォマティクスにより効率的に解析する体制を築く(エコインフォマティクス研究部門)、さらに(5)モデル・シナリオ研究により、生態系や生物多様性の変化がもたらす影響を可視化した上で生態系サービスの評価を含む分析と予測を行う(レジリエンス・シナリオ研究部門)を設ける。これら一連のプロセスを効率良く行い、観測、分析、予測結果を定期的に公表する体制を構築し、生態系・生物多様性評価のレジリエンス研究の拠点として機能することを目指す。



### ② 学術的な意義

生態系に多様な生物種が共存していることが、生態系の安定性や復元性を担保し、高い生態系サービスを育んでいることは、広い範囲の人々に感覚的に受け入れられている。しかし、生態系の構造・機能や生物多様性が果たす役割については不明な部分が多い。本研究計画では、生態系における物質循環の実態を定量的に把握し、これと生物群集のダイナミクスを結びつけ、生物多様性科学と生態系生態学の統合的発展を目指す。これにより、生物多様性が生態系の安定性と機能に及ぼす影響を定量的に示すことができる。さらに、この作業を体系的に配置された多くの観測サイトで行い、それぞれを比較・解析し、生物多様性の機能と生物多様性が生態系サービスに与える影響について、様々な地理的環境条件ごとに解明する。複数の関連する科学分野による統合的な研究の推進は、これからの国際的研究の主流になりつつある。例えば、地球環境変化の人間・社会的側面に関する国際研究計画(IHDP)、地球圏-生物圏国際協同研究計画(IGBP)、世界気候研究計画(WCRP)、生物多様性科学国際協同プログラム(DIVERSITAS)を統合した研究プログラムであるFuture Earth(FE)は、生物多様性・生態系科学に加えて、社会科学・経済学をも取り入れて、生態学を含む地球科学の統合的発展を目指している。FEでは、生物多様性に関係する諸課題が特に注目されている。我々の計画は、FEに対して、科学的データだけでなく新規開発される観測手法も含めたアウトプットをオンデマンドで提供する。今や、生態学や生物多様性科学は、大規模施設を運用したビッグ・サイエンスである。

### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

日本には、国際長期生態学研究ネットワーク(ILTER)の構成組織であり、大学、国公立研究所等によって運営される全国の56サイトからなる日本長期生態学研究ネットワーク(JaLTER)がある。しかし、我が国では生物多様性・生態系科学の研究・観測を個人や単独組織の努力に依存する面が強く、地理的にコーディネートされた観測ネットワークや情報システムが有効に機能しているとは言えない。一方、米国では、全米20サイトにおける常設機器による環境条件の連続観測と現地踏査によるサンプル採集およびバイオロギング等による長期観測データを基に、自然資源と生物多様性に対する環境変化の影響を大陸レベルで長期評価するThe National Ecological Observatory Networkがあり、年間10億ドルの国家プロジェクトとして運営されている。ヨーロッパにも、類似のシステムNatura2000 Networkがある。シベリアから東南アジアまでの地球唯一の大規模連続森林帯における研究を日本がコーディネートすることで、この分野における世界的なイニシアティブが取れる。

### ④ 所要経費

総額 646 億円：(1)国内の既存観測サイトの整備(生物多様性・生態系機能のリアルタイムモニタリングシステム、近接リモートセンシングシステム、植物由来揮発性物質モニタリングシステム)、(2)国内の新規の観測サイトの建設と観測機器の整備(建物建設、生物多様性・生態系機能のリアルタイムモニタリングシステム、近接リモートセンシングシステム、植物由来

揮発性物質モニタリングシステム、その他の調査・観測機器)、(3)拠点の整備(建物建設、次世代シーケンサー、安定・放射性同位体分析システム、生態系情報データベースシステム)、(4)アジアモンスーン地域の観測サイト整備、(5)野外大規模人為操作実験経費、(6)航空機リモートセンシング、(7)施設の人件費・運営費。

### ⑤ 年次計画

●平成26年度：主として国内外の観測サイトの整備および観測関連設備の設置と、拠点の整備を行う。各観測サイトは、従来の観測は継続しながら、新規観測設備が整い次第、新たな環境・生物項目の観測を開始する。拠点については、新規建造物の建築に入るが、建物の竣工を待たず、先端環境計測部門、生元素・分子解析部門、オミックス研究部門、エコインフォマティクス研究部門、レジリエンス・シナリオ研究部門を発足させる。

●平成27年度：拠点の建物が完成し、大型研究機器等の購入と設置を完了させ、本年度中に拠点機能がフル稼働となる。各観測サイトでは、拠点によるコーディネートの下、均質なデータ収集が行われ、得られたデータは拠点によって管理される。拠点は、各種生態系サンプルの生物・物理・化学項目の分析を行い、得られたデータを管理するとともに、重要で革新的な分析手法の開発をリードしながら分析手法の標準化を進める。国外の観測サイトについては、引き続き整備および観測関連設備の設置を進める。

●平成28年度以降：本年度から35年度にかけて、観測データや解析結果を踏まえた検証的な研究として、野外における大規模人為操作実験を行う。平成28年度は実験計画の年度とし、平成29年度から33年度まで実験によるデータ収集、平成34年度から35年度まではデータの解析と取りまとめを行う。国内外の観測サイトは、観測によるデータ収集を継続する。

●平成26～35年度の人件費・運営費：各年度17億円。アジアのネットワークの高度連携を図るため、毎年度、国際シンポジウムを開催し、アジア各国との共同研究を進め、アジアの若手研究者育成のためのキャパシティ・ビルディングも行う。

### ⑥ 主な実施機関と実行組織

全体調整・総括：日本長期生態学研究ネットワーク (JaLTER)、京都大学生態学研究センター

拠点：京都大学生態学研究センター

観測サイト：国内66か所、アジア各国に65か所。

担当研究機関：北海道大学、東北大学、京都大学、九州大学など  
 拠点に設置する5つの研究部門は、以下の機能を有する。

●先端環境計測部門：各観測サイトが測定した気象・水文気象等の物理・化学環境要因、生物多様性や生態系機能の情報、近接リモートセンシング等の生物学的情報を、従来にはない高精度・高頻度で収集する。また、これらの観測をさらに高度化するための技術開発を推進する。

●生元素・分子解析部門：生物学的あるいは生態学的諸過程に関わる元素や分子の動態を、種々の先端的な分析機器を用いて収集したサンプルの分析を行い、総合的なデータ収集を行う。この部門では、生物多様性・生態系サンプルの長期貯蔵施設も維持管理する。さらに、分析手法・項目に関わる新たな技術開発も行う。

●オミックス研究部門：次世代シーケンサー等の分子生物学的先端機器を用いた、ゲノミクス、トランスクリプトミクス、プロテオミクス、メタボロミクス、フェノミクスなどのオミックス解析を行い、生物多様性や生態系機能について遺伝子レベルでの研究を行う。この部門では、遺伝子発現を用いた環境モニタリング方法の開発を進め、技術革新を目指す。

●エコインフォマティクス研究部門：上記3つの部門で得られた情報を一括管理しながら、バイオインフォマティクスの先端技術を用いた高度な解析を行うとともに、大量のデータを用いた新たな解析技術の開発も行う。また、この部門は、データセンターとして効率的なデータマネージメントを行う。

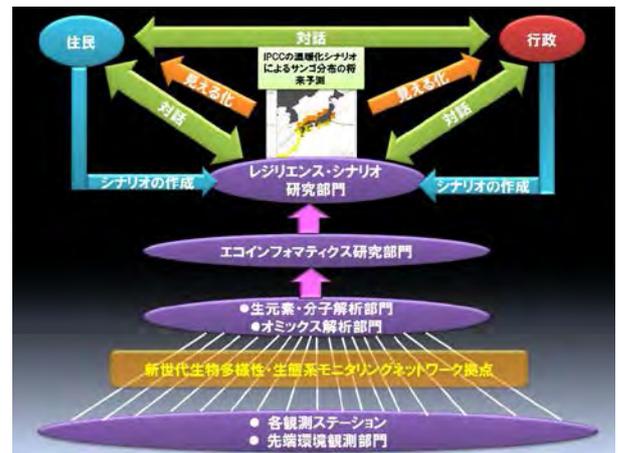
●レジリエンス・シナリオ研究部門：上記4つの部門から得られたデータ群に基づき、社会的ニーズに応じた問題対応のためのモデリング、シナリオ分析や政策決定支援システムを開発・提供する。

### ⑦ 社会的価値

生物多様性は、我が国では2010年に名古屋で開催された生物多様性条約(CBD)第10回締約国会議をきっかけに、全国各地で関連の様々な取り組みが行われるなど、国民の関心が大変高いトピックである。国際的には、地球観測に関する政府間会合・生物多様性観測ネットワーク(GEO-BON)や、生物多様性科学国際協同プログラム(DIVERSITAS)を、我が国にもそれぞれに対応した組織が研究者と関連省庁との共同で運営している。我々の研究計画は、文科省が進める全球地球観測システム(GEOSS)の生態系・生物多様性の統合拠点として機能させ。近年は、CBDにおける科学的知見に基づいた政策提言を目指す生物多様性及び生態系サービスに関する政府間科学政策プラットフォーム(IPBES)が構築されたが、CBDやIPBESといった科学と政策をつなぐ国内外の活動において、社会科学者や経済学者が生態系サービスの評価等で科学的情報が必要となる際、自然生態系だけでなく都市生態系も含めた我々の研究計画は科学的データだけでなく手法や応用の指針も含めたアウトプットをオンデマンドで提供できる。

### ⑧ 本計画に関する連絡先

中野 伸一(京都大学・生態学研究センター) nakano@ecology.kyoto-u.ac.jp



## ヒト科の誕生から日本列島人にいたる 1000 万年人類進化史の解明

### ① 計画の概要

ヒト科の誕生から日本列島人にいたるまでの 1000 万年を、時間軸を対数的にさかのぼってゆき、ステージごとに異なるテーマを追究して、全体として人類の進化史を解明するのが本計画の目標である。百年期：日本列島人 1 万人のゲノム配列を決定し、これらのデータをもとに日本列島人専用のゲノム多型セットを定義し、それを用いて百万人についてゲノム規模の多型データを収集する。了承を得た DNA 提供者からは表現型データも収集する。これらのデータから遺伝的近縁関係を推定し、それらと文化的および地理的近縁関係との相関を調べる一方、表現型を決定するゲノム領域も特定する。千年期：縄文時代から弥生時代の変化を時間軸と空間軸から立体的に解明する。1 万年期：東ユーラシアおよび環太平洋地域における新人の拡散の全容を解明する。10 万年期：新人と旧人の交流の全容を解明する。百万年期：ホモ・エレクトス進化の全容を解明する。千万年期：ヒトとチンパンジーの系統分化の全容をゲノムと化石から解明する。このように大規模かつ多様な研究を実現するために、「日本列島人進化研究センター（仮称）」を設置し、ゲノムと化石を同時に研究できる場を提供する。新規に設置する本センターをハブとして、日本列島人にいたる 5000 万年の進化を研究している日本国内外の諸研究教育機関の研究者ネットワークを構築する一方、本センターに巨大サーバーを設置し、このネットワークに参加する研究者でデータを共有し集積する。本センターは、本プロジェクトに関係する日本国内の諸研究教育機関の研究者を中心に運営するが、国内外の関連研究分野の研究者にも運営支援委員会に参加してもらう。なお本研究は文理融合の観点から、自然人類学を中心として、人類遺伝学、霊長類学、文化人類学、民族学、民俗学、歴史学、考古学、先史学、気候学、人口学、古生物学、進化学など多様な分野の研究者が参画する。

### ② 学術的な意義

本研究計画は、日本列島に現在生きているわたしたち（ヤポネシアン）にいたる人類進化の全過程を、10 倍ごとに時間軸をさかのぼりながら、それぞれのステージ（期）で異なる目標をかかげて研究を進めるといふ、まったく新しい視点からのものである。これによって多様な研究分野の研究者がつどい、各自の研究成果を統合することが可能になるという大きな意義がある。各ステージで期待される研究成果などは以下のとおりである。百年期：1 万人のゲノム配列決定から得たゲノム多型データをもとに「ヤポネシアンゲノム多型」キットを生産し、それを用いて 100 万人規模のデータを収集する。これにより最低でも数十世代をさかのぼる親縁関係を推定できるので、それらと個人間の文化的、地理的關係との相関を調べる。これによって歴史時代における日本列島の人間の移動パターンとそれらをはきおこした文化的社会的要因を解明できる。この研究には人類遺伝学、文化人類学、民族学、民俗学、歴史学、歴史考古学、気候学、人口学などの研究者が参画する。一方、DNA 提供者の一部からは X 線および MRI スキャンなどを用いた大規模表現型を取得し、表現型に影響するゲノム配列を解明する。この目標は人類学にとどまらず、脊椎動物の発生生物学にも大きな進展が期待できるものである。千年期：日本列島に稲作農耕をもたらしたとされる弥生時代以降の変化とそれ以前の採集狩猟時代を、年代測定や古気候、古代ゲノム、古代人口などの多面的な視点から総合的に比較することが大きな意義である。1 万年期～1 千万年期：考古学、先史学、古生物学、霊長類学、人類遺伝学、進化学など多様な分野の研究者が結集して各ステージにおける人類史の解明を進めることに大きな意義がある。

### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

日本列島人のゲノム多様性については、理化学研究所による大規模な研究（2008）、われわれによるアイヌ人、琉球人、本土人の比較研究（2012）があり、世界全体ではすでに多くの人類集団についてゲノム多様性が調べられている。しかし百万人規模で多様性を調べるという計画は、英国の UK バイオバンクが 50 万人の DNA を収集したのがこれまでの最大規模のものである。表現型データの収集については、われわれが世界にさきがけて X 線 CT で生体の頭骨形態データを得ている（Saitou et al. 2011）。またこれまでにも自然科学系と文科系の研究者による総合的研究（たとえば提案者も計画班の一員として参加した特定領域研究「日本人と日本文化」）があったが、それからすでに 10 年以上が経過し、ヒトゲノムデータを基盤としたまったく新たな研究の進展が望まれる。十万年期計画と関連するものとしては現在進められている新学術領域「ネアンデルタールとサピエンス交代劇の真相」がある。千万年期計画との関連では、アフリカで長年発掘調査を続けてヒト属やヒト上科の起源について大きな成果をあげている東京大学および京都大学の研究がある。

### ④ 所要経費

総額：100 億円。内訳は以下のとおりである。いずれの項目もポストドクなどの人件費を含む。

- ・「日本列島人進化研究センター（仮称）」の設置と運営に 20 億円
- ・1 万人のゲノム配列決定に 1 名 20 万円として 20 億円（民間企業などの他機関に配列決定を委託する）
- ・ヤポネシアンゲノム多型セットの定義とキット開発に 5 億円（100 万人規模のゲノム多型決定には、安価なキットを生産し、DNA 提供者自身に代価を支払ってもらうので、これについては経費は発生しない）
- ・ゲノム多型と文化的社会的データとの相関研究に 10 億円
- ・X 線および MRI スキャン装置の購入と表現型データの解析に 15 億円
- ・年代測定装置の購入と解析に 5 億円

- ・古代ゲノム研究のための実験設備（「日本列島人進化研究センター（仮称）」内に設置）とその解析に10億円
- ・古気候、古代人口、および考古学的解析に5億円
- ・日本国内外での遺跡発掘経費として5億円
- ・ヒトゲノム情報の研究に関する倫理・社会面の課題およびゲノム情報リテラシー研究に5億円”

## ⑤ 年次計画

### 2013年度

・本プロジェクトの運営委員会を立ち上げ、「日本列島人進化研究センター(仮称)」の全体像を確定するとともに、海外の研究者を中心とした諮問委員会を設置。

- ・ゲノム配列決定（および表現型データの収集）のためにDNAを提供する研究協力者を募集。
- ・ヒトゲノム情報の研究に関する倫理社会的諸研究を開始（～2021年度）。
- ・X線CT、MRIC、および年代測定装置などの大型実験装置を購入。
- ・本プロジェクトにおける国内外での発掘地を決定。

### 2014年度

- ・ゲノム配列決定を開始し、一部の協力者については、表現型データおよび食生活などの環境情報を収集（～2015年度）。
- ・「日本列島人進化研究センター(仮称)」を開設。
- ・国内外での発掘を開始する（～2019年度）。
- ・古気候、古代人口、および考古学的解析を開始（～2021年度）。
- ・国際シンポジウムおよび一般公開講演会を開催（以降偶数年度に開催）。

### 2015年度

- ・決定された1万人のゲノム配列から「ヤポネシアンゲノム多型」キットを作成。
- ・本研究で発見された出土物を中心に年代測定を開始（～2021年度）。

2016年度：ゲノム多型と文化的社会的データとの相関研究を開始（～2021年度）。

2017年度：「ヤポネシアンゲノム多型」キットを用いた多型検査を開始（～2020年度）。

2018年度～2020年度：諸研究を継続。

### 2021年度

- ・これまでの研究成果の統合解析を開始（～2022年度）。
  - ・「日本列島人進化研究センター(仮称)」を「人類進化学研究所（仮称）」に、場所の移動を含めて改組拡充する計画に着手。
- 2022年度：これまでの研究成果を統合し、最後の国際シンポジウムおよび一般公開講演会を開催。

## ⑥ 主な実施機関と実行組織

- ・「日本列島人進化研究センター(仮称)」の設置：国立遺伝学研究所(遺伝研)
- ・ヤポネシアンゲノム多型セットの定義とキット開発：東京大学医学部(東大医)、遺伝研、総合研究大学院大学先導科学研究科(総研大)
- ・ゲノム多型と文化的社会的データとの相関研究：国立民族学博物館(民博)、東京外国語大学アジアアフリカ研究センター、京都大学人文科学研究所(京大人文研)、国際日本文化研究センター(日文研)、国立情報学研究所(情報研)、法政大学経済学部、遺伝研、総研大、東京大学理学部(東大理)
- ・X線およびMRIスキャン装置の購入と表現型データの解析：東京大学総合研究博物館(東大博)、国立科学博物館(科博)、京都大学理学部(京大理)、京都大学霊長類研究所(京大霊研)、琉球大学医学部(琉大医)、札幌医科大学(札幌医)
- ・ゲノム多型と表現型データの相関解析：遺伝研、東大医、琉大医、長崎大学医学部、横浜市立大学医学部、総研大、東大理
- ・日本国内外での遺跡発掘：民博、科博、東大博、京大理、京大霊研、国立歴史民俗博物館(歴博)、琉大医、札幌医、愛知県立大学
- ・古代ゲノムの研究解析：遺伝研、科博、北海道大学理学部、山梨大学医学部、山形大学医学部、東大理、総研大、京大霊研
- ・古気候、古代人口、および考古学的解析：民博、歴博、日文研、東京大学文学部、情報研、総研大
- ・年代測定装置の購入と解析：東大博、科博、歴博
- ・ヒトゲノム情報の研究に関する倫理的研究：京大人文研、遺伝研、総研大、東大医、民博、大阪大学医学部、北里大学医学部、北海道医療大学
- ・「ヒト科の誕生から日本列島人にいたる100万年人類進化史の解明」プロジェクト運営委員会：本研究全体の統括と「日本列島人進化研究センター(仮称)」の運営

## ⑦ 社会的価値

日本列島人の来歴という、わたしたち自身の過去をさぐる研究は、まぎれもなく高い社会的価値があり、納税者たる国民の理解を得ることは容易であろう。また多様な学問分野を横断した研究計画であるため、その成果がもたらす知的価値はきわめて大きいことも容易に予想できる。一方、経済的・産業的価値については、肉眼形態に影響するヒトゲノムの領域が明らかになれば、そこから医学・医療および保健・健康の分野を中心とした産業応用も可能になる。

## ⑧ 本計画に関する連絡先

斎藤 成也（大学共同利用機関情報・システム研究機構、国立遺伝学研究所） [saitounr@nig.ac.jp](mailto:saitounr@nig.ac.jp)

## 国際珊瑚礁域生物多様性研究センターの設立

### —研究者と市民のパートナーシップを基盤とした珊瑚礁生態系の保全と再生に関する研究拠点形成—

#### ① 計画の概要

本計画は、生物多様性ホットスポットである琉球諸島と太平洋の海洋島で行われてきた個別の生物分類群単位の研究を、生物進化と歴史という枠組みで統合し発展させる。具体的には、進化生物学を中心とした学際研究を推進する「国際珊瑚礁域生物多様性研究センター」を沖縄に設立し、太平洋における珊瑚礁島嶼（浅海域と陸域）の生物群集の多様化のプロセスを、系統地理、人と生物の移動、言語など文化の多様化と関連づけ、その因果関係を、広域的なフィールド調査、数理統計モデル、野外操作実験により包括的に分析し、その成果を社会還元する環境教育拠点を形成する。

「国際珊瑚礁域生物多様性研究センター」には、世界の珊瑚礁域のあらゆる生物標本と分子情報および考古学・民族学情報を集積する研究博物館、大規模野外操作実験を行うための野外施設、市民向け環境教育を実施するシチズンサイエンス教育センターを置く。これらにより、珊瑚礁の生物多様性に関する基礎研究と応用研究を、市民参加型の事業（モニタリング等）も含めて展開し、珊瑚礁の生態系機能を修復する技術を、地域社会と一体となって開発する。

本計画は、以下 6 点を目標とする。1) 珊瑚礁島嶼域の生物多様性を未来へ継承する拠点を構築する。2) 学際的な研究アプローチにより、生物多様性と人間社会の成り立ちの関係を解明する。3) 太平洋全域を対象としたマクロスケールの視点で、環境変動や経済活動に対する島嶼社会の適応可能性を評価する。4) 劣化した珊瑚礁島嶼の生物多様性の修復技術を確立し、太平洋島嶼域への技術移転を図る。5) 島嶼珊瑚礁を舞台にした研究者と市民の連携事業（シチズンサイエンス）の拠点を確立し、研究者育成プログラム、環境教育プログラム、エコツーリズムなどを推進する。6) 最終的に、人類文明や文化多様性の持続性という観点から、珊瑚礁の生物多様性を保全することの重要性を社会に示す。

#### ② 学術的な意義

本計画の究極的な学術的意義は、人間社会の成立に生物多様性が不可欠な条件であったことを科学的に明らかにし、自然と文化の関係の正しい理解を通じ、文明を持続可能なものにする事である。

太平洋珊瑚礁島嶼に分布する生物分類群の多くは西太平洋海域に起源の中心を持つ。人類は、島嶼の生物の多様化の地理的パターンを追従するように太平洋に分散し、島の環境に適応して地域社会を形成し、文化を多様化させたと推察される。本計画では、この作業仮説をもとに、島嶼に分布する生物群集から網羅的に収集した分子からメタ群集に至る生物学的情報と、さらには人の言語や文化に至る人類学的情報を統計数理的に同じ歴史的枠組みで統合的に解析する。生物の分類群を横断し、かつ生物群集と人類集団を定量的に研究するアプローチは前例がなく新規性が高い。太平洋の珊瑚礁島嶼に観察される生物多様性や文化多様性のパターンは、生物の移動分散能力、地理や気候障壁に起因した“自然の実験”の結果であり、統合的な解析によるメカニズム解明は、生物多様性科学における新機軸となる。

本計画の特徴は、市民参加型のモニタリングや実験アプローチを採用することにある。珊瑚礁域の生態系が複合的な原因で劣化している事は、地域社会や市民の間でも認識されている。よって、「国際珊瑚礁域生物多様性研究センター」をシチズンサイエンスを推進する研究拠点として駆動させ、かつ付設の大規模野外実験施設によって劣化機構を科学的に解明し、珊瑚礁島嶼生態系の生物多様性のマクロ的保全や復元の指針を提示できれば、社会的な意義が大きい。また島嶼社会の持続可能性は、基盤となる珊瑚礁や森林などの生態系サービスの保持に依存しているため、珊瑚礁の復元生態学技術は地域社会の維持に直接的に貢献するだけでなく、世界中で広域的に生じている同問題への科学的処方箋となり、国際的にも評価されるだろう。

#### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

近年の生物多様性科学ではその持続可能性の解明に向け、自然科学だけでなく人文社会科学を含めた学際的研究が、地球規模のネットワークを構築し進められている（例：Future Earth プロジェクト）。国内でも JaLTER が観測ネットワークの一翼を担っている。しかし国内のサイトは琉球大学を除き珊瑚礁域にはなく、かつ陸上から水域までの環境をセットに扱い研究するには必ずしも適していない。沿岸域の土地利用の変化が珊瑚礁劣化の原因であるとする間接的証拠には枚挙にいとまがないように、浅海域のとくに珊瑚礁環境は陸上環境とセットで考えるべきである。琉球列島には歴史が様々な多数の島あり、陸海をセットで研究するには恰好の場所である。本計画で設置する「国際珊瑚礁域生物多様性研究センター」は、学際性と陸・海の総合という両要望を満たす世界に前例のない組織で、珊瑚礁研究の世界的中核になるであろう。特筆すべきは、沖縄の珊瑚礁劣化を復元研究上の利点と積極的に捉え、珊瑚礁生態系の管理と修復技術を開発しようとする点である。基礎科学に基づいた大規模な実証的復元研究は前例がなく、応用生態学の研究拠点としても国際的に注目されよう。

#### ④ 所要経費

国際珊瑚礁域生物多様性研究センター

研究博物館棟建物面積約 7000 平米の設置費用：200 億円

シチズンサイエンス教育センター建設費用 30 億円

陸海連続環境におけるフィールドステーション 1200 平米の設置費用 50 億円

陸域と浅海域の大規模環境操作実験系のシステム開発と設置費用：100 億円

上記組織の人員費 10年間で80億円  
上記組織の人員費以外の運営費 10年間で50億円  
(総経費510億円)

#### ⑤ 年次計画

1年目：センターの研究組織案および関連研究機関との連携プランの策定を行う。シチズンサイエンス教育センターを琉球大学風樹館（大学博物館）を中心に設置し運営を開始する。風樹館の教育機能を格段に向上させるため新棟建設を行う。琉球大学の西表研究施設と瀬底研究施設に大規模環境操作実験系を試験設置し、本実験施設設置のための必要情報の収集を行う。センターの運営を中心的に担う専任研究者を世界に公募しピアレビューによる選考をする。専任研究者は本センター開設までは琉球大学等に客員として在籍させ試験研究を始めるとともに、人事を含む以後のプラン策定に参画する。

2年目：センターの本館と併設機関の建物、設備、備品、必要物品のプランの策定を行う。候補地の選定を始める。専任研究者を世界に公募し選考する。

3年目：候補地の選定

4年目：候補地の取得・センターの建設

5年目：センターの建設

6年目：活動の開始：第一次5カ年研究計画の1年目

7年目：活動の開始：第一次5カ年研究計画の2年目

8年目：活動の開始：第一次5カ年研究計画の3年目

9年目：活動の開始：第一次5カ年研究計画の4年目

10年目：活動の開始：第一次5カ年研究計画の5年目

#### ⑥ 主な実施機関と実行組織

プランの策定は琉球大学、京都大学、沖縄科学技術大学院大学で作る国際珊瑚礁域生物多様性研究センター設置委員会が行い、実施体制についても同委員会と採用するセンターの専任職員、沖縄の教育関係者らで作る運営委員会で検討する。全て外部評価委員会を置き計画と人事等もふくむ運営実績を評価する。専門知識の援助やサイトの共有等による共同体制を以下の機関等と適宜協議しながらとり組む（統計数理研究所、東京大学、静岡大学、九州大学天草臨海実験所、京都大学瀬戸臨海実験所、筑波大学下田臨海実験センター、沖縄工業高等専門学校、University of Guam Marine Biological Laboratory、University of Hawaii、Bernice P. Bishop Museum、Honolulu、Hawaii、University of Tasmania、Australia、Australian Museum、Lizard Island Research Station、Great Barrier Reef、Queensland Museum、National University of Singapore、Institute of Marine Biology、National Taiwan Ocean University、National Institute of Education、Nanyang Technological University Singapore、California State University、University of California、Tel Aviv University、James Cook University、Academia Sinica、Florida Institute of Technology）

#### ⑦ 社会的価値

珊瑚礁島嶼の生物多様性劣化は、一般社会でもよく知られた地球環境問題である。琉球列島や太平洋島嶼の地域社会は、珊瑚礁から得られる生態系サービス（農林業・漁業・観光資源）に支えられているので、珊瑚礁生態系の崩壊は、地域社会の崩壊と直結する。したがって、珊瑚礁島嶼の生物多様性の生態学的価値、生物多様性の劣化機構を科学的に解明し、それを基盤とした生態系復元を体系立てて実施する本計画の成果は、珊瑚礁島嶼社会における経済・産業の維持に直接的に貢献する。さらに、本計画の核である「国際珊瑚礁域生物多様性研究センター」は、基礎研究と応用研究の両輪を、市民とのパートナーシップで推進する組織構成となっている。これにより研究者と市民の連携事業が飛躍的に推進され、詳細かつ膨大な生物多様性情報が収集されると同時に、得られた科学的知見を一般社会に迅速に還元することが期待できる。本プロジェクトの成果は、地球環境問題解決という国内外の社会的ニーズに応え、日本のような島嶼社会の持続可能性モデルを提示するという意味で社会的意義が極めて大きい。

#### ⑧ 本計画に関する連絡先

辻 和希（琉球大学農学部） [tsujik@agr.u-ryukyu.ac.jp](mailto:tsujik@agr.u-ryukyu.ac.jp)

## 自然史科学のイノベーションを目指す国立自然史博物館の設立

### ① 計画の概要

21 世紀を迎え、人類は自らの将来に疑念を持つようになった。人類の持続可能性を保証する自然環境が急速な破壊の危機に瀕しているからである。自然環境を保全して人類の持続可能性を保証することは急務である。自然環境を保全するにはまず自然環境を知る必要がある。自然環境を証拠立てるのは自然史標本であり、それを経時的に採集し研究することで自然環境を、特にその変遷を明らかにするのが自然史研究である。そして、自然史標本は後世に残すべき知的財産、すなわち「自然史財」である。しかし、日本では、自然史研究と自然史財の意義付けはもとより、国土の生物多様性の解明すら十分になされていない。自然史情報を共有して研究・教育・政策などに活用する組織や方法も確立していない。東日本大震災は、自然史研究の軽視を露呈させ、多くの自然史財が無に帰した。一般には気づかれていなかった知的危機が現実となったのである。この現状から脱却するには、自然史標本を継続的に収集・保全し、既存の博物館等施設や大学などと連携して自然環境を総合的に研究し、その成果の活用を図る自然史研究拠点、「国立自然史博物館」の設立が必須である。

「国立自然史博物館」は、先進諸外国を凌駕する施設整備と資金のもと、十分なパラサイエンティストを擁し、世界一の研究機能を有することで、アジアと世界を先導する。幾多の最先端機器を駆使して自然史研究に新局面を開くと同時に、貴重な自然史財のバックアップ機能を実現する。生物の分布や個体群の変動予測、あるいは自然環境の持続性に配慮した国土および資源利用への提言、科学教育や環境教育などにも貢献する。

広い気候帯と多様な生物相、複雑な地質・地形を有する日本列島を網羅するには、複数の「国立自然史博物館」を、東南海地震想定地域から離れた地方、例えば東北と沖縄に設立することが望ましい。

### ② 学術的な意義

自然史科学は分類学、系統学、生態学、人類学、古生物学、地球科学、地形学など多様な分野を含み、生物多様性から地球史にいたる自然環境全般を観察・記載することを通じて自然科学の基礎をなす。教育面では、じかに自然に接することで青少年に自然科学への好奇心を芽生えさせ、科学・技術分野に若者を引きつける。このように学術の継承に不可欠の学問であるにもかかわらず、日本では自然史科学への社会的・経済的支援が欧米と比較して貧弱なため、研究者数は漸減し、貴重な自然史財の散逸・紛失も続いている。例えば、国際的に重視されている生物多様性の維持は、生態系の保全、遺伝情報の活用、生物機能の解明と応用等々に欠かすことはできないが、その必須基本情報である種を把握し、同定・命名する分類学において研究者は激減している。自然史科学全般に見られるこのような現象は、我が国の学術界に重大な不均衡を生じ、長期的には科学・技術の衰退が憂慮される。

「国立自然史博物館」は急務とされる自然史科学のイノベーションを果たし、日本国の持続的発展の基礎を固める。自然史科学のイノベーションは様々な基礎分野の変革で実現する。例えば、3 次元 CT スキャナやバーチャル画像装置等の最先端形態解析機器で得た内部構造情報に、次世代シーケンサで解析したゲノム情報を加味し、新しい観点から種を把握することで分類学を刷新する。自然史標本は応用価値も高い。最先端形態解析機器で微細構造を把握すれば、形態学などの基礎研究に飛躍的な発展をもたらし、ネイチャーテクノロジーなどの応用工学に結びつく。DNA 情報と標本情報を統合したデータベースは、ABS（遺伝資源へのアクセスと利益配分）問題にも有用である。災害予測や資源探査には地質・鉱物の研究が直結する。すなわち、基礎と応用の両面において研究に貢献する「国立自然史博物館」設立の学術的意義はきわめて大きい。

### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

欧米は早くから国立の自然史博物館を設立して自然史科学を推進してきた。自然環境に恵まれた日本では自然環境保全意識が低く、国立の自然史博物館は現存しない。既存の国立科学博物館は社会教育に主眼を置く施設で、その 1/5 は理工学分野が占める。自然史系の規模は、研究員数、標本数、標本室面積、いずれにおいても、ロンドン自然史博物館の 1/3~1/2 に過ぎない。しかも、ロンドン自然史博物館には研究者以外に 100 人のパラサイエンティストがいるが、国立科学博物館には一人もいない。この体制では研究員は展示や教育に忙殺され、研究に専念できない。従って、国立科学博物館は世界一の自然史科学研究拠点とはなりえない。しかもこの体制は地方博物館にそのまま踏襲されているのである。この点に目をつぶり、さらに、発展途上で自然史研究を先導し、巨大プロジェクトを走らせ、自然史情報を国際的に統合しつつある欧米の現状を座視すれば、日本は自然史科学の後進国として取り残され、先端科学の基盤をも失うことになりかねない。国立科学博物館とは異なった全く新規の体制のもとに「国立自然史博物館」を設立することが熱望される。

### ④ 所要経費

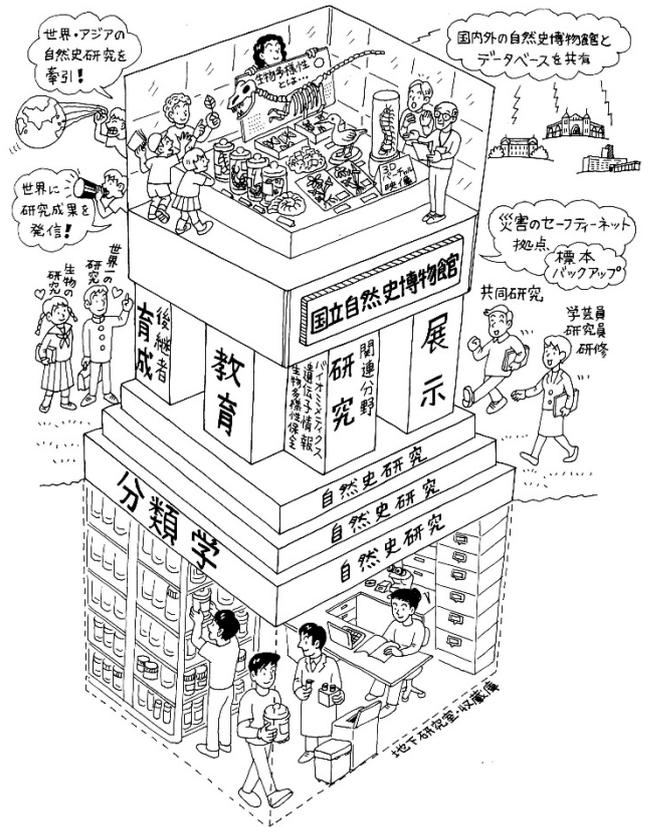
東北と沖縄の 2 ヶ所に「国立自然史博物館」を建設する。研究者と事務部門、研究支援部門を合わせたスタッフはそれぞれ 100 名を想定している。まず当初 2 年間の準備室運営に 10 名の人件費と調査・研究に合計で 2 億円を要する。

必要な建物である研究棟と標本棟、展示棟の建設経費は 100 億円である。また、研究設備として三次元 CT 装置や次世代シーケンサ、バーチャル画像装置、DNA 資料の冷凍保存などに 30 億円が必要となる。さらに、自然史・生物多様性に関する展示を構築するために 20 億円を要する。人件費として 20 億円が必要である。これらの当初経費合計は 170 億円となり、東北と沖縄の両方で、340 億円となる。

「国立自然史博物館」建築後の運営費として、人件費に20億円、物件費（施設維持費や国際共同研究経費を含む）に60億円を要するため、年間必要経費は計80億円となる。東北と沖縄で合計、160億円が必要である。

### ⑤ 年次計画

国立自然史博物館を東北と沖縄に同時並行で建設する。まず初年度に「国立自然史博物館」準備室を立ち上げ、2年をかけて海外及び国内調査を行い、世界一の「国立自然史博物館」の施設と内容を確立する。その後の施設建設に要する期間は約2年で、合計4年間で開館に到る予定である。準備室は、訪問調査を行う欧米各国の博物館として、英国立ロンドン自然史博物館、フランス国立パリ自然史博物館、アメリカ自然史博物館、オランダ国立自然史博物館等々を候補とし、様々な情報を収集する。また、アジア各国の自然史研究を調査すると共に博物館等施設を訪問し、アジアの自然史研究の実態を把握する。一連の海外調査と平行して、日本各地の自治体、大学等が運営する自然史系博物館と情報交換し、自然史標本や自然情報の共同管理と利用、自然史研究ネットワークの形成、研究・教育機能の共有および高度化などをめざした連携を実現する。準備段階での重要な作業の一つとして、国内の自然史標本の数およびその内容・質の把握がある。このことは、「国立自然史博物館」の標本室の面積算定、タイプ標本など重要自然史標本の自然史財としての認定・登録、あるいはそれらの保管体制の共通化、そして、生物多様性情報データベースなどの情報基盤を構築するための基礎となる。2年後には施設設備の設計を進め、4年後の完成を目指す。



### ⑥ 主な実施機関と実行組織

全国の博物館状況を俯瞰すると、自前の自然史博物館を望む大学や地方自治体が多々ある中、既存の地域博物館等施設の多くが財政的に困窮し、指定管理者に運営を任せる自治体も少なくない。この現状の元、我が国の学術の発展をめざし、国土と資源の保全と有効利用をはかり、アジアと世界をリードするためには、自然史研究拠点の確立が急務である。さらに、東南海地震の発生が憂慮されている折から、貴重な自然史財を守り、自然史研究を振興して国民の持続可能性の確保に貢献するためには、国が率先して「国立自然史博物館」を設立すべきである。国以外のどのような組織も、大型の研究施設を建設する力を有していない。一方で、運営については、国、大学、県、そして市等のその他の地方自治体が経費負担や人材提供を分担するコンソーシアム体制、あるいは民間資本の協力も可能性として考えられる。

「国立自然史博物館」の実行組織は、欧米のそれを参考とし、十分なパラサイエンティストを含む。教授、准教授、助教などの職階に分かれて研究に専念する研究員の他に多様な専門職職員が必須である。専門研究を補佐する学芸員、資料の作成や分析補助を担う技術職員に加えて、展示、普及活動の専門家（エデュケーター）、標本登録・管理の専門家（コレクションマネージャー）、そして社会への窓口となる科学対話専門家（サイエンスコミュニケーター）も不可欠である。来館者を引きつけ、「国立自然史博物館」の意図を正しく国民に伝えるにはエデュケーターとサイエンスコミュニケーターが有効であるように、専門の異なる職員が協力して「国立自然史博物館」をもち立てることで、それぞれの専門性が高まり、専門家が自ずと育つ仕組みが出来上がる。自然史研究の後継者を育て、自然史を学んだ教員を増やし、我が国の学術界の均衡をはかるため、大学や大学院大学との連携の元、研究員は大学・大学院教育に参画する。

### ⑦ 社会的価値

「国立自然史博物館」は、国土の自然環境と生物多様性の変遷を証拠だてる自然史標本を対象に自然史研究を推進することで、「美しい自然環境」を保全する心をはぐくむという稀有な社会的価値を持つ。また、サイエンスコミュニケーターと魅力的な展示で来館者を引きつけ、直接の利潤を生み出さないように見える学問への知的興味と社会的認知の裾野を広げ、サポーターを増やすことで、科学と社会のインターフェイスとしての役割を果たす。さらに、「国立自然史博物館」は、自然史標本を時間軸で比較することで自然環境の変遷をとらえ、その原因を探ることで、将来予測に貢献し、生物多様性保全と資源の適正活用の方策を提言することで人類の持続可能性を確保する。

東日本大震災の際、被災文化財は公的で万全な救助・修復活動で救われた。一方、被災自然史標本は、ボランティア依存の不十分な救助活動のもと、汚損・破壊された標本の多くが失われた。「国立自然史博物館」は自然史標本のセーフティネット拠点を提供し、国民の財産である自然史財を将来にわたって守り、継承する。

以上のように、「国立自然史博物館」の社会的価値は疑いなく大きい。

### ⑧ 本計画に関する連絡先

岸本 健雄（お茶の水女子大学 サイエンス&エデュケーションセンター） kishimoto.takeo@ocha.ac.jp

## グローバル環境資源基盤構築と食・エネルギー・資源開発国際研究拠点形成

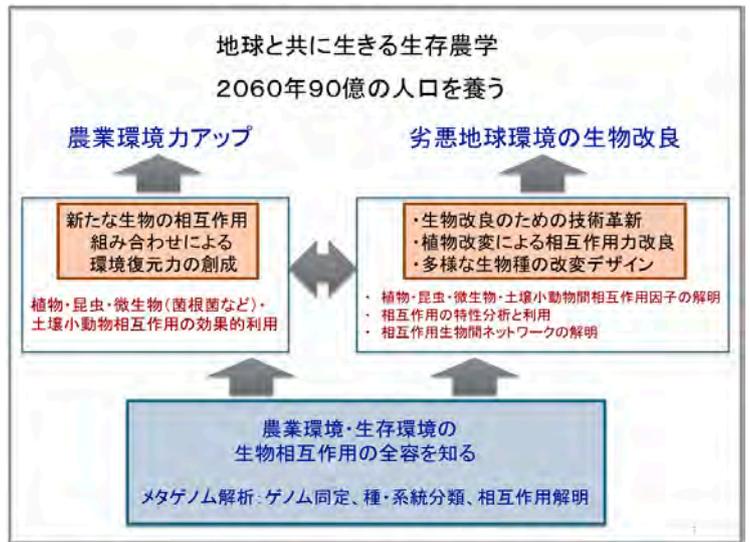
### ① 計画の概要

現在 70 億の人口は 50 年後に 90 億を上回り、その生活基盤である食糧の増産は必須である。一方、地球の気候変動による温暖化、砂漠化、大洪水の頻発は人類生存の驚異である。地球と人類の安定的生存にとって食糧・エネルギー増産、環境保持は喫緊の課題である。わが国は先進国の一員として、このグローバルな問題に重層的かつ積極的に取り組み、具体的な解決策を提示していく必要がある。

本提案はわが国の先進的な植物科学と生命科学をグローバルな課題解決に結びつけるための国際応用植物科学研究の拠点形成を行う。国内外に「植物環境応用科学研究拠点」を設け、研究基盤形成と応用研究を推進する。

本課題では、(1)植物環境基盤としての植物、昆虫、微生物等の分類同定および相互作用（共生、寄生等）の実態のメタゲノム解析、(2)農業生産環境基盤としての農業生態系の相互作用の最適化研究、(3)レジリエントに生産力を増大する農産物生産システムの開発、(4)新規ゲノム改変技術等による高い環境適応性を持つ農産物資源の開発、(5)世界特にアジア地域における劣悪環境を考慮した実践的改変植物開発と環境育成の展開、を通じて、効果的農産物増産と環境育成・復元力の両方を達成する研究を推進する。

拠点には「農業植物/環境開発研究基盤」の統括と研究立案およびデータ集積・解析・統合の実施のための「本部」および目標毎の「サブ拠点機関」を置き、多様なデータ収集・解析とその利用を効率的に進める。国際的には、主要国際農業研究協議グループ(CGIAR)研究機関内に連携拠点を設け、拠点毎に数名の研究者を派遣し、海外の基礎情報やサンプルの取得や実践的研究開発を行う。この拠点形成により、基礎研究を実用化に結びつける方途を確保し、基礎研究のインパクトを高める。



### ② 学術的な意義

人類生存圏や農業環境は、輪作・マメ科植物による窒素固定、水田による栽培環境保全、里山による生態系維持など様々な方法で維持が図られてきた。しかしながら、それらの実態に関する学術的研究はごく限られた対象で行われているに過ぎない。短期的な農業生産の拡大ではなく、栽培環境を生物間相互作用により復元可能にしつつ、生産の増大も実現することを目指した新たな研究が必須である。

生存圏における生物間相互作用は、すべての動植物で見られ、植物、動物、昆虫、小動物、細菌、ウイルス間の共生、寄生、感染などの相互作用は、生物の生存にとって不可欠な要素である。しかしながら、現存する多様な生物間の相互作用やその効果、それらの農業環境や生存環境における意義については、害虫や病原微生物と宿主の相互作用、また根粒菌・菌根菌の共生など限られたものしかなく、解明は進んでいない。農業環境における生物間相互作用のメタゲノム解析、および実験的生物学間相互作用解析は、これまで未知であった多様な生物種の存在形態、生物間相互作用の種類・範囲・実態を解き明かし、生物存在基盤としての基礎情報を提供する。さらに本研究では、生物間相互作用を利用した環境の保全や、一步進めて相互作用の組み合わせや農業生物の改変により最適化を行い、農業生産力や環境復元力の高い環境を生物の力で実現する事を目指している。土壌および植物表層環境における大規模なゲノムと生物種の解析と生物間の親和性や忌避性因子の研究、さらに生物間相互認識機構の解明は、今後の生存圏生物学の発展と利用には不可欠で、学術的にも高い価値を持つ。

### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

近年ゲノム解読を基盤として多様性や進化研究が世界中で展開されている。メタゲノム解析により、地上生態系、海洋生態系の網羅的生物種の解読が進んでいるが、膨大なデータの処理と解釈は困難を伴う。世界のメタゲノムデータ整備における標準仕様も決定されておらず、今後の問題である。また、生存環境に置けるメタゲノム解析は、EU およびアメリカでは多くの研究観測点があるが、アジアにおける研究拠点はまだ確立されていない。

本提案は、環境中の生物多様性解析と同時に、生物間相互作用の実態を、ゲノム情報と生物種の分析・同定の両面から解き明かそうとするものであり、このような研究は世界的にも始まっていない。窒素固定菌や菌根菌の作用などの解析と農業利用はこれまでも行われているが、限定的なものに留まっている。緑の革命も多肥耕作の土壌疲弊が激しく、多大な環境負荷の上に成り立っている。本提案は、生物間相互作用の全体像を理解し、有効な組み合わせを農業環境として導入し、生産力が高く、環境負荷を最小限にできる回復力の高い方法や生物系統を利用する初めての試みで、生存圏科学として質の高い成果が期待できる。

### ④ 所要経費

総額：224.1 億円

初期投資：61.2 億円

(1) 拠点整備 12 億円 (事務局、本部、国際機関支部 5 カ所) (2) ネットワーク構築 8 億円 (メタゲノム解析、情報統合化、計算機整備) (3) 施設設備の設置 41.2 億円 (メタゲノム解析装置、形質転換システム・温室整備、相互作用解析施設)

運営費：162.9 億円 (16.29 億円×10 年間)

(1) メタゲノム・情報解析、相互作用情報解析。(2) 共生、寄生相互作用解析、種・系統同定、土壌・環境の生物的改良実験。(3) 劣悪環境適応植物の作成、高効率環境相互作用利用植物のフェノーム解析、ゲノム育種・改良。(4) 国際拠点におけるサブ拠点運営、メタゲノムサンプリングから適用試験まで。(5) 拠点ネットワークおよび施設、設備のバージョンアップ

### ⑤ 年次計画

10ヶ年計画初年度：初期整備。

(1) 本部機能の拠点設置と、運営体制確立。(2) CGIAR 国際機関との協定締結、プロジェクト研究者の派遣。(3) 研究対象 (地域・種類) の絞り込み、年次計画の策定。(4) 農業環境基盤メタゲノム解析・情報センターを開設。

2年目・5年目：メタゲノム解析により、植物・微生物・昆虫・土壌小動物間における環境相互作用情報を収集・解析し、相互作用実験による植物・動物の環境耐性・高適応性等の特性情報を整備し、生物改変システムを構築する。

(1) 多様な環境下 (場所、季節、植物種、品種、栄養状態) における生物種・系統の同定・分類と、相互作用のメタゲノム情報をデータベース化。(2) 生物間相互作用の実態解析：生体間相互作用実証実験。植物種と相互作用生物をゲノム情報から解析。ゲノム、発現遺伝子、タンパクレベルでの相互作用因子解析。(3) 多様な農業生物、環境資源生物の高効率改変技術の開発と改変システムの構築。ゲノム改変技術を用いた最適化生物資源の初期開発研究。(4) 解析情報を基盤に、高効率の農業環境育成のための環境生物相互作用組み合わせ検定を開始。

6年目→10年目 (最終年)：地域特異性生物資源の継続的解析、それらを用いたレジリエント動植物農業環境試験、最適化植物と相互作用組み合わせによる持続的高収量実現のプロセス化を行う。(1) 高収量作物、エネルギー植物、高機能生物資源などを用いたレジリエントな農業環境資源の開発研究では、効率的農業環境、農業生物育成のための生物種組み合わせ能力検定と生物改変を実施。(2) 生物間相互作用の生物学基盤および農学的意義を、ゲノム、遺伝子、タンパクレベルで多くの例で解明。(3) 劣悪環境を含む多様な環境下で、環境生物相互作用、改変植物などの適用試験を国外の試験区において継続的に実施。

### ⑥ 主な実施機関と実行組織

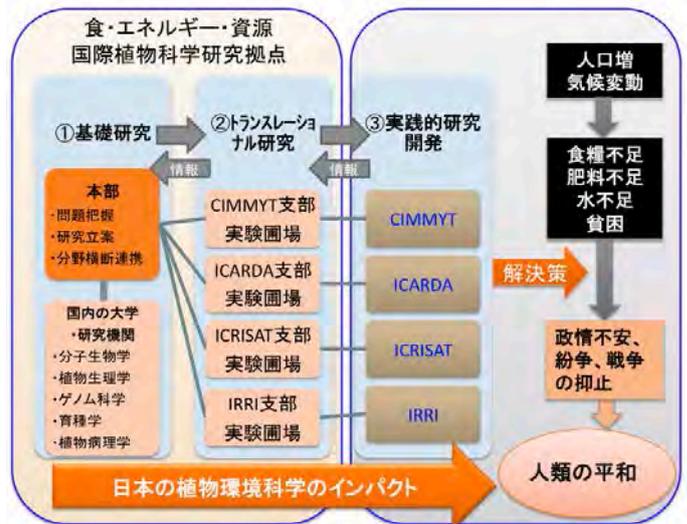
[本部機能・研究企画] 運営会議設置：東京大学

[環境メタゲノム・生物間相互作用解析]・解析センター：国立遺伝学研究所、かずさ DNA 研究所、東京農業大学・生物同定、相互作用解析：北海道大学、農業・食品産業技術総合研究機構

[生物間相互作用環境開発]・レジリエント農業環境開発、保全：農研機構、東京大学、京都大学、森林総合研究所

[環境耐性植物・植物資源の開発と育成]・高効率生物改変システムおよび改変植物デザイン：筑波大学、農業生物資源研究所・環境耐性作物、バイオマス植物の育種および資源植物開発 (イネ、ムギ、マメ、アブラナ、ソルガムなどを中心に)：名古屋大学、東北大学、東京大学、京都大学、岡山大学、九州大学、農研機構、農業生物資源研究所

[国際拠点形成および研究・運営]・国際連携サイトにおける連携研究および現地試験：CGIAR 事務局等を通じて提携、研究員派遣、研究推進を行う。対象機関：国際農業研究協議グループ (CGIAR) の国際研究機関；国際イネ研究所 (IRRI・フィリピン)、国際熱帯農業研究センター (CIAT・コロンビア)、国際トウモロコシ・小麦改良センター (CIMMYT・メキシコ)、国際乾燥地農業研究センター (ICARDA・シリア)、国際半乾燥熱帯作物研究所 (ICRISAT・インド) など。



### ⑦ 社会的価値

農業環境やそれを取り巻く人類生存圏の環境は、自然再生力を利用して安定的維持が図られてきた。しかし、農作における多肥栽培、病害虫駆除剤、除草剤の使用や、農業大規模化に伴う土壌劣化、森林伐採などによる農業と生存環境の破壊は拡大の一途である。加えて人間活動がもたらす炭素化合物や大気汚染物質による気候・環境変動は農業に多大な影響をもたらしている。

これらの問題を解決し、かつ近未来の人口爆発に備えるため、幅広い環境復元力 (レジリエンス) を持ち、かつ大きく生産を増大させる農業環境を作るための基盤を提供する事は、研究者の責務とも言える。本研究は、生物相互作用による生物農業、生物肥料の実現を可能にし、さらに微生物による積極的な炭素利用による地球環境の維持、改善を行う事も可能にする。その意味で本研究は、人類が再び生存基盤を取り戻し人類生存に貢献できる研究と考えられる。生態系全体で、より効率の良い組み合わせの生物群や生物間相互作用の検定や開発等、新たな産業の創成が活発化すると考えられる。

### ⑧ 本計画に関する連絡先

倉田 のり (情報・システム研究機構国立遺伝学研究所系統生物研究センター) nkurata@lab.nig.ac.jp

## ゲノム資源基盤技術と情報開発に基づく次世代ゲノム育種展開

### ① 計画の概要

本研究は、近年進歩が著しいゲノム情報解析を駆使し、同時にゲノム改変技術の利用により資源生物を育種する「次世代ゲノム育種研究拠点」の形成を行うものである。ゲノム情報統合、ゲノムデザイン、評価ストラテジー等の立案、実行のために、複数機関を中心とした「企画・開発」センター機能を設ける。公開ゲノム情報が少ない資源生物では、ゲノム塩基配列の解読および系統間変異の比較を行う。特に、食料・バイオマスへの高度利用価値、荒廃地適性などの資源をターゲットとする。ゲノム塩基配列が公開されているイネ等の有用農業資源生物では、次世代シーケンサーにより在来品種、野生系統、突然変異体などの一塩基多型 (SNP) 情報を蓄積する。QTL 解析やアソシエーション解析などにより、多様な遺伝形質に関わる DNA 変異を同定する。これらの情報から収量、環境ストレス耐性、バイオマス、有用成分など、食料・エネルギー問題に寄与する形質の遺伝子を同定する。これらの研究のため、「次世代ゲノム育種配列解析情報センター」を設置し、大型計算機と次世代シーケンサーを整備して、得られた大量のゲノム情報を集中的に管理する。ゲノム情報の育種への有効利用のため、SNP 分析装置等を配備し、基盤設備の利用体制を整える。本研究で解明される遺伝子は、TALEN などの新育種技術 (NBT) を用いたゲノム編集により育種利用できるが、その改良型や独自作製法の開発、細胞内小器官への遺伝子導入技術、エピゲノム修飾技術などを中心に独自の次世代育種技術の開発と利用を行う。開発した技術を用いて、ゲノム編集により育種した系統作成を進める。組換え農産物の環境へのマッチングなど、生産展開の基礎となる評価事項の調査も行う。また、このような実践的研究開発を、CGIAR 研究機関に「次世代ゲノム育種国際サブ拠点」を設けて人員を配置し、国際機関との連携により進める。

### ② 学術的な意義

主要な作物、家畜、魚類等の資源生物のゲノム塩基配列情報が得られ、これらの生物の多様な遺伝形質に関わる遺伝子が解明される。多数の生物のゲノム塩基配列解読は、それぞれに近縁な生物のゲノム解読にも大きく貢献し、生物のゲノム進化過程の解明にもつながる。一方で、機能が分かった多数の遺伝子の変異解明や独自の次世代育種技術の開発は、各資源生物の育種の発展に大きく貢献するだけでなく、解明された遺伝子を利用した他生物の育種にも展開できる。生物進化や重要な生物特性に関わる遺伝子の解明という基礎研究から、有用品種の開発という実用研究まで、この研究の波及効果は大きく、国内農林水産業だけでなく、世界の食料生産やバイオマス生産に寄与するものである。

次世代シーケンサーの発展が著しく、1年ごとに機能が大幅に改善されている。このように急速に発展する技術や機械を利用して研究を行うことは、先端的な研究レベルを維持する上で不可欠である。日本の学術の発展のためには、国内で塩基配列決定とデータ解析を完結できるようにする必要がある。その意味で「次世代ゲノム育種配列解析情報センター」の稼働は、日本のゲノム研究全体の発展に大きく寄与できるものである。本センターでは、今後必要性が高まるバイオインフォーマティクスの専門家養成も行い、次世代における学術の発展にも貢献することを目指す。

本研究は、国内での研究に止まらず、「次世代ゲノム育種国際サブ拠点」を設けて国際機関との連携により進める。国内の研究強化を基盤として、世界における研究展開や食料・バイオマス生産での貢献を視野に入れている。

### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

次世代シーケンサーの普及により、種々の生物のゲノム塩基配列の解読が世界中でなされている。特に中国では、次世代シーケンサーを多数導入し、次々と種々の生物のゲノム塩基配列を決定している。次世代シーケンサーによるゲノム塩基配列の解読は、多数の短い塩基配列を繋ぎ合わせて長い塩基配列を推定するものであるため、反復配列やゲノムの重複が多い生物では、誤った推定となる危険性が高い。塩基配列の統合に用いる解析ソフトによっても推定結果が異なる。塩基配列が公表されてもその信頼性は様々である。一方、生物によっては、民間企業等での研究が進み、ゲノム情報が公開されないものも増加している。

ゲノム情報が既に公開されている生物では、突然変異遺伝子の分析や、QTL 解析、アソシエーション解析等により、多くの特性の遺伝子が解明され、公表されている。品種・系統間の SNP 情報が蓄積しているが、データが膨大であり、情報は一部しか公表されていない。

TALEN や部位特異的組換え、人工染色体など、種々の NBT が海外で開発されているが、日本独自に開発された技術は極めて少ない。本提案では、開発とともに、最適化に目標をおく。

### ④ 所要経費

総予算 90億円 (6年計画、年間平均15億円規模)

大型設備・機器費 30億円 (初期2年間集中配備) 大型計算機、次世代シーケンサー、SNP 分析装置、データ解析用ワークステーション、温室等

研究開発費 60億円 (10億円/年)

### ⑤ 年次計画

平成 25 年～30 年度 (6 年間)

平成 25 年度：次世代ゲノム育種企画・デザイン拠点機能設置。ゲノム解読用の新規資源生物の BAC ライブラリー作成・末端塩

基配列決定。ゲノム解読済みの資源生物の全ゲノム塩基配列変異の解析・SNP 同定。次世代育種技術の開発と複数種の農産物への NBT 試験運用。次世代ゲノム育種国際サブ拠点の設置。

平成 26 年度：ゲノム解読用資源生物の次世代シーケンサーによる SNP 同定と SNP 連鎖地図作製。ゲノム解読済み資源生物のアソーシエーション解析による遺伝子機能推定。次世代育種技術の改良と NBT 利用系統の育成。次世代ゲノム育種国際サブ拠点の運用開始（次年度以後は国内研究進捗を追いかける形と独自現地開発の両者で推進）。

平成 27 年度：ゲノム解読用資源生物の次世代シーケンサーによる全ゲノムシーケンシングによるゲノム塩基配列構築。ゲノム解読済み資源生物の突然変異体全ゲノムの塩基配列変異解析と一部情報公開開始。次世代育種技術の効率化と NBT 利用育成系統の評価。

平成 28 年度：ゲノム解読用の資源生物のドラフトゲノム塩基配列公開と高密度連鎖地図情報。ゲノム解読済みの資源生物の突然変異体の全ゲノム塩基配列変異遺伝子の同定。次世代育種技術の評価および NBT 利用育成系統の圃場評価。

平成 29 年度：各種農産物の育種目標に基づいた新規改変生物の多種環境下での評価。次世代育種技術の実用化。

平成 30 年度：各種農産物のゲノム配列、系統多様性情報の情報センターからの公開。新規育種改変農産物の利用促進と更なる改良目標の展望。次世代育種技術の実用化の達成。

## ⑥ 主な実施機関と実行組織

[次世代ゲノム育種企画・デザイン拠点]

国立遺伝学研究所に設置。各拠点と分野のコアメンバーで企画・推進拠点を形成する。

本研究で取り扱う資源生物種の選定、資源生物ゲノム情報研究や次世代ゲノム育種技術研究の細部課題の選定、予算配分、研究推進会議や国際会議の企画、研究評価等、全体の研究推進のための研究企画・連絡調整を実施する。

[次世代ゲノム育種配列解析情報センター]

国立遺伝学研究所内に設置、サブセンターをかずさ DNA 研究所、東京農業大学内に設置。

資源生物のゲノム塩基配列決定や系統間 SNP の解析のための次世代シーケンサーによる塩基配列分析を実施し、データ処理、他生物種との比較、データの整理と蓄積、公開等を実施する。バイオインフォマティクスの専門家養成も行う。

[資源生物ゲノム情報研究推進拠点]

東北大学に設置、サブ拠点を名古屋大学、岡山大学、九州大学に設置。

ゲノム解読用の新規資源生物のゲノム塩基配列決定、ゲノム解読済みの資源生物のゲノム塩基配列変異の解析を実施し、収量、環境ストレス耐性、バイオマス、有用成分など、食料・エネルギー問題に寄与しうる形質の遺伝子とその変異を同定する。

[次世代ゲノム育種技術研究推進拠点]

京都大学に設置、サブ拠点を筑波大学、広島大学、農業生物資源研究所に設置。

SNP 分析の高度化による遺伝子型選抜技術、NBT の改良型や独自作製法の開発、細胞内小器官への遺伝子導入技術、エピゲノム修飾技術などを中心に独自の次世代育種技術の開発と複数種の農産物への NBT 試験運用、資源・系統の開発と選抜、形質評価研究等を推進する。

[次世代ゲノム育種国際サブ拠点]

IRRI, CIMMYT, ICRISAT 等の国際農業研究協議グループの研究機関

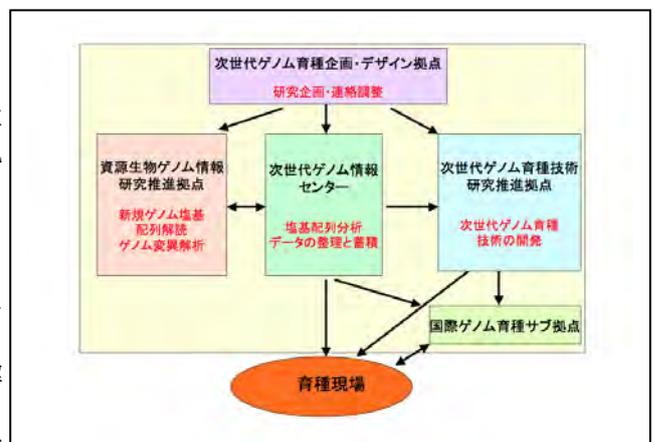
各機関に人員を配置し、日本でのゲノム情報や次世代育種技術の情報を利用して、実践的開発研究を次世代ゲノム育種研究推進拠点と連携して推進する。

## ⑦ 社会的価値

50 年後に 90 億を上回るとされる人口を支えるため、食糧増産・エネルギー供給増大は喫緊の課題である。一方、地球の気候変動による、温暖化、砂漠化、大洪水の頻発が人類生存の驚異となっている。耕地の飛躍的拡大は望めないばかりか、気候変動による環境劣化が多くの問題を惹起する。すぐにも科学の粋を結集させて、対応にあたる必要がある。我が国は先進国の一員として、このグローバルな問題に積極的に取り組み、具体的な解決策を提示していく必要がある。我が国では、イネのゲノム解析を世界に先駆けて行い、その他の作物や家畜等でもゲノム解析も進め、ゲノム情報を利用した育種展開を図っている。本提案は、近年その進歩が著しいゲノム情報解析とその利用技術、およびゲノム改変技術の独自開発による資源生物の育種と、「次世代ゲノム育種研究拠点」の形成を行うものである。また、国際農業研究協議グループ(CGIAR)研究機関内に「サブ拠点」を設け、この研究で得られる大量の情報や次世代育種技術を提供するとともに、共同して生物資源基盤を確立し、多様な視点での育種開発を行うことにより、国際貢献を果たすものである。

## ⑧ 本計画に関する連絡先

西尾 剛 (東北大学・大学院農学研究科) nishio@bios.tohoku.ac.jp



農業環境システムイノベーション研究拠点の形成—大気・水・土環境の改善・修復研究拠点の形成—

① 計画の概要

21世紀は、世界人口の増加圧力を受ける中で、環境・水の時代と言われている。地球温暖化は異常気象、極端気象の多発現象を一層加速する状況にあり、人為・自然起源の黄砂と越境大気汚染 (PM2.5、SPM、SOx、NOx 等) も拡大しつつある。また、黄砂による病原微生物の輸送が懸念されている。これらは脆弱な農業および人間・家畜の健康に多大な影響を及ぼすため、喫緊の対策が必要である。

しかし、それらの影響や発生メカニズムには未解明な部分も多く、適切な対策には確実な科学的根拠が不可欠である。そこで、農業環境システムイノベーション研究拠点を形成し、個別的、かつ総合的に強力に研究を推進する必要がある (上図、下図)。

主要課題としては、(1)大気・水・土環境のイノベーション的改善・修復、(2)革新的人工降雨法による水資源確保と水質保全及び砂漠化・黄砂防止と植生回復 (砂漠緑化)・気象改善、(3)黄砂輸送病原微生物・越境大気汚染物質の軽減、(4)地球温暖化下の異常気象多発化機構や猛暑・冷夏・早魃・豪雨の極端気象多発機構の農業気象的対応技術開発、(5)極端高低温・乾湿害対策用遺伝子組換え作物育成環境施設適用対策、(6)農林水畜産環境負荷軽減と環境修復による高収・高品質食料生産等々がある。

必要となるハード面では、大気・水・土環境観測調節施設、高精度万能マルチ極端環境解明施設、人工降雨実験用雲水量密度観測レーダー (固定・車載型)、航空機、黄砂・大気汚染物質由来病原微生物遺伝子解明施設、黄砂・越境大気汚染物質観測ライダー等による大容量データ収集解析装置等がある。

それらの構築・運営には、農業環境システムイノベーション研究拠点が担い、主要大学を核に拠点構成の各研究機関が現地調査、基礎・応用実験、装置の試作・検証、シミュレーションを展開し、最終的に有機的統合化によりシステム化を推進し、多くの成果を得て社会還元に資する。

② 学術的な意義

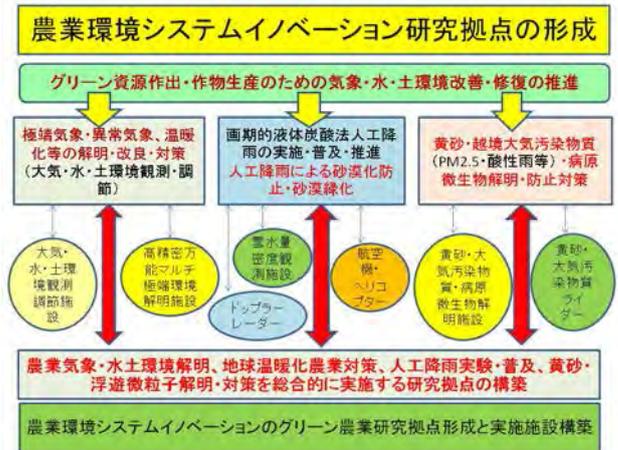
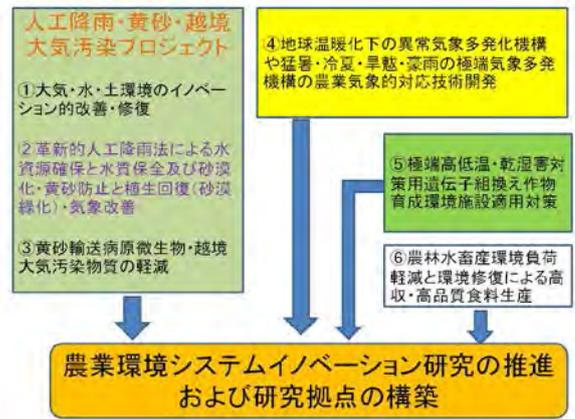
科学研究では多様な発想は歓迎すべきであるが、本研究領域にも科学的論争があり、誤謬に基づく論理に対しては、人類の英知を結集した真理の探求が不可欠である。真の学術的解決は最重要課題であり、本計画による長期・短期的因果関係のシステムの解明の意義は大きい。本研究対象の人工降雨研究では、種々の降雨核種や方法論 (技術の科学的根拠) の相違点における学術的確定が不可欠であり、黄砂付着病原微生物 (口蹄疫) 飛来研究では従来型論理による多数派論者を論破し、正しい科学的論拠の構築が急務である。本研究計画は社会科学的難題解決の糸口を与える重要な位置付けとして学術的意義は高い。

主要な具体的目的としては、人工降雨で砂漠を緑化し植生を回復させ、黄砂発生源の黄砂を軽減し、都市域での光学的大気汚染の軽減により黄砂との化学反応を抑え、SOx、NOx、PM2.5、SPM、酸性雨等の乾性・湿性越境大気汚染物質や黄砂付着による口蹄疫、麦さび病等の輸送伝搬を軽減し、都市域では人工降雨による洗浄によって PM2.5・光化学オキシダントを削減する。また地球温暖化と異常気象・極端気象、利用可能水資源減少と水質悪化、森林破壊等の環境破壊が進む中で、農業の環境劣化対策と環境修復が最重要課題であり、重点的な対策を実施する。これらの解決によって砂漠化防止・緑化、異常気象・極端気象の改善等の技術革新的開発が可能となり、人間の生存に不可欠な食料生産 (作物の生育・収穫・調整) に密接に関与する農業環境のイノベーション的技術開発による総合的農業発展が可能となる。そして、CO2の固定、バイオエネルギーの有効利用等の革新的技術開発、環境修復やバイオテクノロジー等の農業の工学的視点による効率的食料生産におけるイノベーション的農工連携推進の意義および農学・食料科学部門による革新的農業技術の農業環境工学的推進の意義は大きい。

③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

日本学術会議の日本の展望「農学分野の展望、2010」で取り上げられ、対外報告・報告「屋上緑化、2007」、「人工降雨、2008」、「黄砂・越境大気汚染、2010」、「遺伝子組換え作物実験施設の環境構築、2011」で提示されている。

文科省科振調「風送ダスト」や科研費「DNA黄砂」、「人工降雨」により、砂漠化・黄砂の研究が日本・中国はもとより地球規模の問題として国際的に急激に進み、黄砂・越境大気汚染・砂漠化防止と口蹄疫・麦さび病等の研究が書籍『黄砂と口蹄疫』



で論じられ、また砂漠の人工降雨による緑化・黄砂防止が持ち上がる中で、革新的技術としての液体炭酸人工降雨法が書籍『人工降雨』で論じられ、その可能性が有望視されている。

一方、黄砂の気候への影響を放射強制力（太陽放射量との比較エネルギー）で評価する必要がある中で、特に最近問題になっている人間・家畜の大気汚染（PM2.5）・黄砂・アレルギー・花粉症防止の重大性が浮かび上がっている。これらのうち幾つかは、確実性を持って実施できる状況にあると判断され、本課題の推進によって、大がかりな研究の発展が期待される。

#### ④ 所要経費

- ・研究拠点整備費（初期投資）：平成26年度：75億円
- ・内訳：（1）大気・水・土環境観測調節施設（室内および広域・野外観測施設、遺伝子組換え作物実験施設の環境構築を含む）：15億円（2）高精密万能マルチ極端環境解明施設（極乾燥湿潤・高低温精密風洞施設を含む）：10億円（3）雲水量密度観測施設・ドップラーレーダー：15億円（4）航空機・ヘリコプター等：10億円（5）黄砂・大気汚染物質病原微生物解明施設：15億円（6）黄砂・大気汚染観測ライダー：10億円
- ・総額：平成26～32年度：145億円（初期投資：75億円、運営費等：10億円／年、研究期間としての運営費は7年間）
- ・最先端の研究技術が含まれるので、主要部については5年程度で早急に推進する必要がある。実施・推進状況を見ながら、最新情報に基づいた改良も可能となる。

#### ⑤ 年次計画

全実施期間：平成26～32年度

（具体的な年次計画）

平成26～27年度：気象・水・土環境観測・調節施設、雲水量密度観測ドップラーレーダー、高精密万能マルチ極端環境解明装置、航空機・ヘリコプター等を整備・構築し運用を開始する。国内での人工降雨実験、砂漠地域での砂漠緑化のための人工降雨実験、大気汚染地域での人工降雨による汚染物質の洗浄実験、黄砂付着病原菌の評価解明農業環境等を実施し、黄砂付着病原菌の評価解明の観測準備を推進する。

平成28～30年度：上記施設・装置をフル稼働して、国内人工降雨実験、砂漠地域での砂漠緑化・砂漠防止人工降雨実験、大気汚染地域での人工降雨汚染物質洗浄実験、都市・工場地域の大気汚染物質発生源の工学的軽減技術導入等を実施し、観測とデータ解析によって複合的な情報を整理し有機的な統合化によって環境システムイノベーションの開発を行い、個別事項の推進とともに第一段階としての総合的な技術を構築する。

平成31～32年度：上記の種々の実験・観測結果を収集・蓄積し、それら得られた成果を最大限に有効利用することによって、農業環境システムイノベーションの構築による開発・技術化を行い、さらなる改良を繰り返して、具体的に実用化を行い、社会貢献として社会還元に資する。

#### ⑥ 主な実施機関と実行組織

九州大学、筑波大学、東京大学、東京農工大学、京都大学、北海道大学、千葉大学、愛媛大学、琉球大学、日本大学、福岡大学、東京農業大学、防衛大学校および農業環境技術研究所（農環研）、国際農林水産業研究センター（国際農研）等の農林系研究機関等々で、課題の一部は実施されている。小グループの共同研究、あるいは個別研究を多く実施されているが、大型研究としての総合的研究ではないので、今後、勢力的に推進・実施する必要がある。例えば、人工降雨では、筑波大学、九州大学、福岡大学、防衛大学校、気象研究所で実施されている。黄砂・大気汚染関係では名古屋大学、福岡大学、愛媛大学、九州大学、琉球大学、農環研、国際農研、国立環境研究所、気象研究所等で実施されている。

実行組織と関連項目については、筑波大学の北アフリカ研究センター・農林技術センターでは砂漠緑化と人工降雨、筑波大学・九州大学・福岡大学・防衛大学校では液体炭酸人工降雨と対流雲の雲物理反応、農環研では黄砂の舞い上がり気象特性・乾燥植生、国際農研では黄砂の最表面物理化学反応、気象気候的・植生（防風施設）的防止対策、モンゴルの家畜放牧・社会的評価を実施されており、多くの拠点で継続中である。

人工降雨研究会、黄砂研究会、DNA黄砂（口蹄疫）研究会および日本砂漠学会、日本農業工学会、日本農業気象学会、日本生物環境工学会等と協調しながら解明・開発研究および具体化・応用研究を推進されている。

#### ⑦ 社会的価値

上述したように、PM2.5、SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>等の大気汚染物質の軽減防止、口蹄疫・麦さび病の進入・蔓延防止、黄砂の軽減、砂漠化防止・緑化の推進、呼吸器・循環器系疾病の人間健康対策等々への社会的価値が大きい。具体的には、人間・家畜の健康、呼吸器管支・循環器・眼科等（アレルギー、花粉症、口蹄疫）の医学・獣医学・作物病理学の発展性、渇水対策と水資源確保、乾燥地域での水飢饉に起因する社会・政治問題の解決、地球規模大循環・越境大気汚染予測の高精度化の推進に価値がある。

宮崎県延岡市、北海道佐呂間町、茨城県つくば市での竜巻発生機構の解明と制御、人工降雨の成功、黄砂と大気汚染物質の問題等についてはフジテレビ、テレビアサヒ、TBSラジオ、文化放送、朝日・読売・日経等の新聞紙上で評価され有効性が紹介されている。

黄砂・大気汚染防止機器・装置の高精度化推進や黄砂発生域での放牧の制御、乾燥地の環境保全等への社会経済的支援に有効である。その他、知的価値としては人工降雨での特許保持、経済産業的価値としては口蹄疫、PM2.5、水資源等があり、黄砂防止・緑化では国際貢献としての価値が高く評価できる。

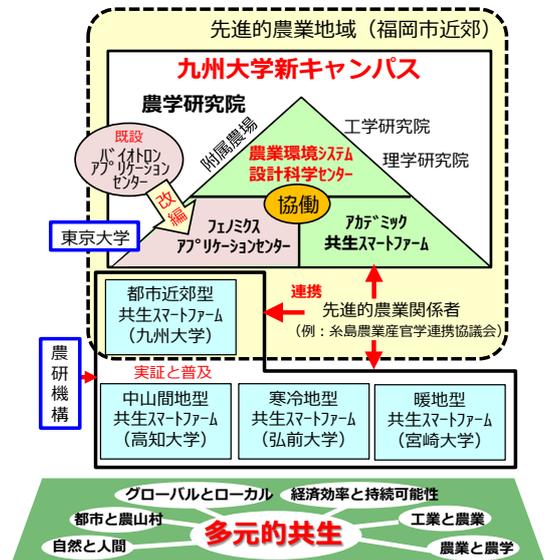
#### ⑧ 本計画に関する連絡先

真木 太一（独立行政法人 国際農林水産業研究センター 特定研究主査、九州大学名誉教授） [maki@affrc.go.jp](mailto:maki@affrc.go.jp)

## 多元的共生を指向する農業環境システム設計科学の拠点形成 — 産学協働による共生スマートファーム構想 —

### ① 計画の概要

我が国の今後 50 年間の人口推計によると、年少人口の 53%減、生産年齢人口の 46%減によって、総人口は 32%減少し、高齢化率が人類史上例をみない約 40%に達する。さらに、農産物の貿易自由化によって、狭小農地と高いコストに依存した我が国の小規模農業が壊滅的打撃を受け、国土の大半を占める農山村地域で深刻な過疎化が進行し、農山村地域の多面的機能の崩壊による国土・国勢の急激な荒廃が危惧されている。これらの打開には、地域資源と先端科学技術に依拠した先進的農業を基盤産業として育成し、生産年齢人口の農山村地域への再配置と老年人口の就業化を可能にする健全な地域社会の振興が必須である。このような地域振興は、「高収益性と持続可能性」、「グローバルとローカル」、「都市と農山村」、「工業と農業」等の多様な二項群が内包する異なる価値目標に対する俯瞰的視野に立った全体最適化による「多元的共生」を基盤としてのみ達成される。したがって、多元的共生を可能にする地域農業と地域環境のあるべき姿を指向する農業環境システム設計科学を推進する研究施設（農業環境システム設計科学センター、フェノミクスアプリケーションセンター、アカデミック共生スマートファーム等）



が、国土・国勢の未来可能性を保証するために不可欠である。我が国の地理学的特徴（狭小、中山間地、地形・気候の多様性等）に適応する農業環境システムの設計科学においては、多様な地域資源と先端科学技術を駆使した低コスト化、高付加価値化、ICT（情報通信技術）の機能化、省力軽労化、省エネルギー化、環境保全等の我が国固有の基盤技術群を実装し、周年高付加価値栽培を統合管理する共生スマートファームの多様なモデルを、先進的農業関係者と連携して進化させ、多元的共生に立脚した次世代も持続可能な先進的農業を地域社会で具現化することを目的とする。

### ② 学術的な意義

農業を取り巻く厳しい現状を顧みれば、近代農学の祖・横井時敬の残した名言「農学栄えて農業滅ぶ」、「稲のことは稲に聞け、農業のことは農民に聞け」は、農学アカデミズムに対する警鐘だったともいえる。我が国の地理学的特徴に適応する農業環境システム設計科学においては、地域の先進的農業関係者との密接な連携による基礎から実践応用への橋渡し研究を展開し、生物学とシステムデザイン・マネジメント（設計、構築、管理、運営）に依拠した農・工融合によって、先端科学技術の多様な成果を地域の農業と環境の現場で機能化する。これによって、多元的共生を可能にする先端的農業環境システムのあるべき姿を地域社会で進化させることによって、農学アカデミズムに対して横井が発した警鐘への挑戦とする。基軸となる科学的取組は（1）～（5）の通りである。

- （1）地域資源の農業への有効利用：地域環境資源の探索と評価、持続可能な高収益化、集・蓄・放熱の最適化による省エネ。
- （2）フェノミクスアプリケーションと周年高付加価値生産：フェノミクスアプリケーション、高付加価値化ストレス農法の創出、スピーキングプラントアプローチ（生体計測、生理生態モデル、環境最適化）、周年適温管理技術等。
- （3）先端的ICTの農業における機能化：ビッグデータの集積・共有化・可視化・機能化、スマート化（作物、環境、エネルギーの集中監視と遠隔統合管理）、省力軽労化、中小規模自律分散システムの統合管理、戦略的営農支援ソフト。
- （4）環境劣化への適応と共生環境の創生：農山村の多面的機能の維持、温暖化・異常気象適応策、低環境負荷（CO<sub>2</sub>削減等）。
- （5）多様な共生スマートファームモデルの実証と進化：先端的基盤技術群の実装、産学連携協働。

### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

近年の我が国の農業関連の学術研究は、規模拡大を中心とした基盤整備等による競争力と食料自給率の向上を目指してきた農業政策の変遷に追従して展開されてきた。しかしながら、農業の競争力にとって極めて不利な地理的条件（狭小、中間山地、複雑地形）と社会的条件（高価な労働力、工業化、都市化）を背景とした我が国の農業と農山村地域は、有利な条件（広大な平坦地、安価で豊富な労働力）を背景とする諸外国の農業と貿易自由化の圧力によって衰退の一途をたどっている。本計画は、我が国が有する有利な自然条件（気候・地形・生物の多様性、豊富な水資源・温度資源）と人的条件（先端科学技術、優秀な人的資源）に依拠した我が国固有の基盤技術群を開発し、それらを実装して多様な立地条件に適応する共生スマートファームによって、他国が追従できない高付加価値農産物の低コスト周年安定生産を実現することを目指すものである。

### ④ 所要経費

総予算：165 億円（10 年間：施設整備費 57 億円＋管理運営・研究費等 108 億円）

- （1）内訳：施設整備費 57 億円

1) 農業環境システム設計科学センター(九州大学:全国共同利用)10億円, 2) フェノミクスアプリケーションセンター(九州大学:全国共同利用)25億円, 3) アカデミック共生スマートファーム(九州大学:全国共同利用)10億円, 4) 都市近郊型共生スマートファーム(九州大学:地域連携・産学共同利用)3億円, 5) 中山間地型共生スマートファーム(高知大学:地域連携・産学共同利用)3億円, 6) 寒冷地型共生スマートファーム(弘前大学:地域連携・産学共同利用)3億円, 7) 暖地型共生スマートファーム(宮崎大学:地域連携・産学共同利用)3億円

(2) 内訳:管理運営・研究費等108億円

1) 人件費30億円(教員【1千万円×10人×10年】, 研究員【5百万円×20人×10年】, 技術員【5百万円×20人×10年】), 2) 管理運営費38億円(初年度2億円, 2年目以降4億円/年×9年), 3) 研究開発費40億円(4億円/年×10年)

## ⑤ 年次計画

【第I期:平成26年度~平成29年度(所要経費:99億円)】

農業環境システム設計科学センター, フェノミクスアプリケーションセンター, アカデミック共生スマートファーム(九州大学新キャンパス), 都市近郊型共生スマートファーム(福岡市近郊糸島地域), 中山間地型共生スマートファーム(高知県), 寒冷地型共生スマートファーム(青森県), 暖地型共生スマートファーム(宮崎県)の理念を確立して施設を建設し, 各実施機関および先進的農業関係者間でICTネットワークを構築する。さらに, ②で示した5つの科学的取組(1)地域環境資源の農業への有効利用, (2)フェノミクスアプリケーションと周年高付加価値生産, (3)先端的ICTの農業における機能化および(4)環境劣化への適応と共生環境の創生, (5)多様な共生スマートファームモデルの実証と進化を, 開始する。

【第II期:平成30年度~平成33年度(所要経費:44億円)】

大学および先進農業関係者との協働による科学的取組(1)~(5)に関する基礎から実践応用への橋渡し研究によって, 先端の農業環境システム的设计・構築・管理・運用のあるべき姿として共生スマートファームの多様なモデルを大学および地域社会において多元的共生の視点から検証し進化させる。

【第III期:平成34, 35年度(所要経費:22億円)】

農業環境システム設計科学センター, フェノミクスアプリケーションセンター, アカデミック共生スマートファームの理念および確立された方法論を次世代への進化の観点から検証する。さらに, 都市近郊型共生スマートファーム, 中山間地型共生スマートファーム, 寒冷地型共生スマートファーム, 暖地型共生スマートファームの普及に向けた検証を行う。

## ⑥ 主な実施機関と実行組織

中心的実施機関:九州大学

その他の実施機関:東京大学, 弘前大学, 高知大学, 宮崎大学, 農研機構

実行組織(現存組織):九州大学(農学研究院, 附属農場, バイオトロンアプリケーションセンター, 工学研究院, 理学研究院, 東アジア環境研究機構, 糸島農業産学官連携推進協議会), 東京大学(農学生命科学研究科, 生態調和農学機構), 弘前大学(農学生命科学部), 高知大学(農学部), 宮崎大学(農学部), 農研機構

実行組織の役割:

研究総括:九州大学(農学研究院)

(1) 地域資源の農業への有効利用:九州大学(農学研究院, 附属農場, 糸島農業産学官連携推進協議会), 弘前大学(農学生命科学部), 高知大学(農学部), 宮崎大学(農学部), 農業・食品産業技術総合研究機構

(2) フェノミクスアプリケーションと周年高付加価値生産:九州大学(バイオトロンアプリケーションセンター, 農学研究院, 附属農場), 東京大学(農学生命科学研究科, 生態調和農学機構), 農研機構

(3) 先端的ICTの農業における機能化:九州大学(農学研究院, 附属農場, 工学研究院, 糸島農業産学官連携推進協議会)

(4) 環境劣化への適応と共生環境の創生:九州大学(農学研究院, 附属農場, 理学研究院, 東アジア環境研究機構), 東京大学(生態調和農学機構), 弘前大学(農学生命科学部), 高知大学(農学部), 宮崎大学(農学部), 農研機構

(5) 共生スマートファームモデルの実証:九州大学(農学研究院, 附属農場, 糸島農業産学官連携推進協議会), 弘前大学(農学生命科学部), 高知大学(農学部), 宮崎大学(農学部), 農研機構

## ⑦ 社会的価値

農山村地域の健全な持続的活性化は、俯瞰的視野に立った全体最適化による「多元的共生」を基盤としてのみ達成されると考えられる。したがって、我が国の地理学的特徴(狭小、中山間地、地形・気候の多様性等)を背景にして多元的共生を可能にする地域農業と地域環境のあるべき姿を指向する農業環境システム設計科学の創生が、我が国の農山村地域のみならず国土・国勢の未来可能性を保証するために不可欠である。農業環境システム設計科学で開発実証された多様な基盤技術群を実装・機能化し、多様な立地条件に適応する共生スマートファームによって、低コスト化、高付加価値化、省力軽労化、省エネ化、低環境負荷化、持続的高収益化等が実現され、国内外の社会経済情勢等の変動に柔軟に対応できる先進的農業の未来可能性を国民に提示できる。さらに、共生スマートファームの戦略的普及によって、国土の大半を占める農山村地域において生産年齢人口再配置と老年人口の就業化が促進され、多元的共生に立脚した農山村地域の健全な活性化および多面的機能の維持が可能になり、国土・国勢の衰退を回避できる。

## ⑧ 本計画に関する連絡先

北野 雅治(九州大学・大学院農学研究院) kitano@bpes.kyushu-u.ac.jp

## 高付加価値植物の作出および生産システムの開発

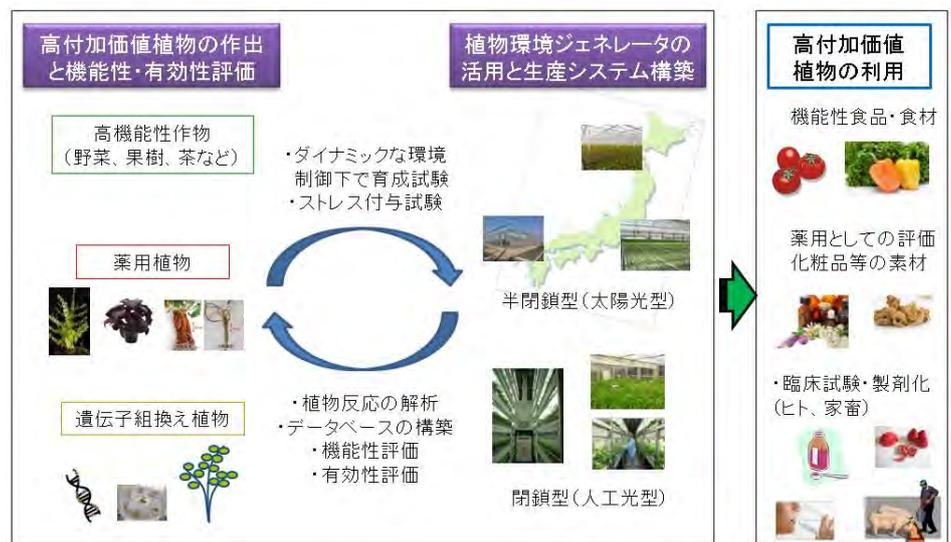
### ① 計画の概要

本計画は、ヒトの生活習慣病予防に有効な機能性成分を高含有する食用作物、漢方薬および化粧品等の原料になる薬用植物、ヒトおよび家畜に有効な医療用原材料を生産する遺伝子組換え植物などの高付加価値植物を作出し、その成分を効率的に生産するシステムを開発することを目的とする。

近年の育種学、分子工学の進展により、ポリフェノールなどの特定成分を高含有する作物、外来の有用タンパク質を発現蓄積する遺伝子組換え植物などが作出されつつある。また植物生理学、分析技術、医学の進展により、植物の遺伝子発現の環境応答や生合成経路が解明され、付加価値物質の有効性に関する医学的エビデンスも増えつつある。生薬に使われる薬用植物の有する多様な成分は、化粧品等への応用も進んでいる。遺伝子組換え技術で生産されるワクチンタンパク等はヒトに加えて家畜の感染症予防にも有用とされ、研究開発が進んでいる。このような背景から、植物の持つ高次機能を、農業だけでなく、積極的に工業や製薬業に展開することが期待されている。

植物の遺伝子発現や生合成は、植物をとりまく生育環境の影響を強く受けることが知られている。しかし露地農業などの開放系システムは、気象条件の影響を受けるために好適な生育条件を維持することが難しく、必ずしも植物の能力を活かすことはできない。他方、野菜や花を周年生産する施設園芸・植物工場は温度、光、ガス、風などの気象要因を制御できる閉鎖系システムであり、環境ストレス付与による栽培技術も開発されつつある。高付加価値植物の潜在能力を最大限に活かすためには、この閉鎖系システムをベースに新たな生産システムを構築する必要がある。

そこで本計画では、高機能性植物を作出する「生物的アプローチ」とその植物を効率的に生産する「工学的アプローチ」を融合する研究プラットフォームを提案する。



### ② 学術的な意義

本計画では、用途が異なる作物、薬用植物、遺伝子組換え植物について、高付加価値物質の効率的生産を目指すという共通目標の下、共通性のある生産システムを活用しながら植物種間比較を含めた研究を行う点に特徴がある。植物の遺伝子発現、形態形成、光合成、成長などの機能は共通性がある。生産の場においては、気象環境への応答、人工環境下の植物生理学、養液栽培の養分吸収などにも共通性がある。今まで植物分野では作物、樹木、緑化植物、薬草などの対象植物を個別に取り組むことが多く、応用場面を超えて植物育成データを共有する研究の枠組みがなかった。

本計画では2種類の生産システム（植物環境ジェネレータ）を活用する。国内の気象環境の異なる地域に半閉鎖系の太陽光型の育成施設を設置し、ダイナミックに環境を変化させて、ワイドレンジな植物データベースを作る。たとえば、気象の異なる複数の地域施設で特定の植物を育成すれば、 $-30^{\circ}\text{C}$ から $+40^{\circ}\text{C}$ までの温度環境で網羅的な環境応答のデータを蓄積できる。複数の研究拠点に人工光を用いる完全閉鎖系の育成施設を設置し、気象要因を人為的にコントロールして高速成長と有用成分増加を同時に達成する条件を探索する。たとえば、日射が多くて気温が低い、気温は高いが根圏温度は低いなどの自然界にはない環境ストレスを付与すれば、ユニークな高付加価値植物の生育データベースを構築できる。

本計画では、高機能な育成システムを用いて多種類の植物を集中的に研究することにより、次世代の植物開発とその実用化に役立つ多次元の知見を集積する。我が国の気候の特徴を生かした植物環境ジェネレータの運用は、植物工場のような高度な環境制御技術を有する国で初めて実現できるもので、そこで得られる植物データベースは国際的に高い評価を受ける。

### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

農作物の機能性に関する研究は、先進国を中心に2000年以降かなり活発になっている。機能性食品の場合、有用成分ごとに医学的なエビデンスと関係づける取り組みが進みつつある。しかし作物の能力を最大限に引き出してその成分を高含有させる手法については、植物育成に関するデータが少ないため、その蓄積と現場への展開が必要である。薬用植物は、生薬の場合、大部分を海外からの輸入に頼っている。しかし諸外国では薬用植物の消費の増大や生産圃場の環境劣化による資源の枯渇が懸

念されており、国内で生産する動きが活発化している。しかし食用作物に比べると栽培技術が確立されていないため、葉草ごと栽培生理と育成に関するデータベースの構築が急務である。高付加価値植物を作る遺伝子組換え植物は、商業化を視野に入れた次世代の遺伝子組換え植物として先進各国で注目を集めている。この植物は形質を変えるため、非組換え品種とは異なる生理反応や環境応答を示すことがある。そのため、食用作物の膨大な生育データを参考にしつつ、遺伝子組換え植物の優位性を引き出す育成方法の確立が求められている。

#### ④ 所要経費

総額 190 億円

半閉鎖型植物生産システム（基本型：全国に7拠点：20億円）、（実証型：全国に3拠点：10億円）、完全閉鎖型植物生産システム（基本型・実証型：全国に4拠点：40億円）、植物の生理反応の非破壊・破壊・非接触型の計測装置（10億円）、遺伝子、タンパク質、代謝物の分析装置（60億円）、高付加価値植物の機能解析装置（30億円）、半閉鎖型/閉鎖型のPIIP実験室（遺伝子組換え植物実験施設：20億円）

#### ⑤ 年次計画

平成25年度～27年度

既存の高付加価値植物の生理特性データの取得、新規の高付加価値植物の作出、植物生産システム（基本型）の構築および生育基礎データの収集、植物の有用物質に関わるプロテオーム解析、メタボローム解析、オミックス解析

平成28年度～29年度

植物生産システム（実証型）の設計と構築、新規の高付加価値植物の作出、植物生産システム（基本型）を用いる高付加価値植物の環境応答・成長の解析、植物の有用物質に関わるプロテオーム解析、メタボローム解析、オミックス解析、高付加価値植物の機能解析と有効性評価

平成30年度～34年度

既存および新規に作出した高付加価値植物の有用物質含有量を高める条件探索、高付加価値植物の機能解析と有効性評価、植物生産システム（実証型）を用いる生育試験、効率的な生産システムおよび育成法の確立

#### ⑥ 主な実施機関と実行組織

千葉大学では次の組織構成で研究を展開する。

##### 1) 大学院園芸学研究科

高付加価値作物の作出、生理・成長データの取得、植物生産システムの設計と構築

##### 2) 環境健康フィールド科学センター

有用植物遺伝資源の収集と評価、高付加価値植物のストレス付与試験、効率的生産システムの確立

##### 3) 薬学研究院・融合科学研究科

薬用植物の作出、高付加価値遺伝子組換え植物の作出、植物の各種解析と機能性評価

##### 4) 医学研究院

高付加価値植物の有効性評価

本計画で想定する植物種は多岐にわたるため、作出実績のある植物種、その解析・評価手法および生産技術を有する研究機関が多数参加することが期待される（たとえば下記）。千葉大学を含む、数カ所の研究機関に研究拠点を形成し、データベースの構築や研究推進の中心的な役割を担う。

九州大学、宮崎大学、愛媛大学、山口大学、大阪府立大学、奈良先端科学技術大学院大学、京都大学、横浜国立大学、東京大学、筑波大学、東北大学、北海道大学、農研機構（農村工学研究所、野菜茶業研究所、果樹研究所、中央農業総合研究センター）、独立行政法人農業生物資源研究所、独立行政法人産業技術総合研究所、独立行政法人医薬基盤研究所・薬用植物資源研究センター、独立行政法人理化学研究所・植物科学研究センター、都道府県の研究センター（沖縄県、熊本県、兵庫県、三重県、愛知県、千葉県、長野県、宮城県、青森県、北海道など）、公益財団法人かずさDNA研究所、一般財団法人電力中央研究所など。

##### 1) 高付加価値植物の作出

##### 2) 生理・成長データの取得、植物の各種解析、機能性評価、有効性評価

##### 3) 植物生産システム（基本型、実証型）を用いる生育試験

##### 4) 効率的生産システムの確立

#### ⑦ 社会的価値

高齢化が進む現在、「食べて・運動して健康を維持し、病気を予防して医療費削減」というテーマの重要性は国民の多くが理解している。気候変動下の作物生産や世界規模の感染症増加等に対応するためにも植物の力をさらに必要としている。利用目的に合わせて植物を高機能化したり、能力を最大限発揮させる研究は産業化のシナリオを描きやすいこともあり、産業界からは21世紀型の領域横断型の植物研究として大きな期待が寄せられている。健康産業や医薬産業に関わる植物利用は、それらの産業の発展に合わせて、今後ますます重要性が高まることは言うまでもない。高付加価値植物の作出とその植物の効率的な生産技術の開発はいずれも知財化できるトピックであり、研究成果の海外展開の枠組みを作りやすい研究シーズでもある。

#### ⑧ 本計画に関する連絡先

松岡 延浩（千葉大学・大学院園芸学研究科） [matsuoka@faculty.chiba-u.jp](mailto:matsuoka@faculty.chiba-u.jp)

## 再生可能なエネルギーと資源を有する循環共生型地域空間に必要な革新的科学技術の創成

### ① 計画の概要

森林・農山漁村・都市を含めた平面領域における地下 50m、地上 50m の 3 次元空間は、再生可能なバイオマスエネルギー資源、水・土壌資源、生態系資源、生産基盤資源を有する循環共生型地域空間であり、これを統合管理・活用する「持続共生社会のための科学技術」創成研究を提案する。循環共生型地域空間の統合管理・活用技術は、地球温暖化、食料の安定供給、エネルギー、生物多様性等の問題を総合的に解決するために重要な科学技術であり、世界をリードできる国家戦略の重要項目のひとつである。

「持続共生社会のための科学技術」は「有るものを利用する科学技術」であり、ローカルな科学技術であり、かつ、知見の蓄積履歴が浅い点で最先端である。具体的な研究課題としては、森林・農地・ため池・用水路・地下水・汽水域を含めた地域水循環の定量化、観測網と数値予測に基づきかつ老朽化施設などのストックマネジメントにも配慮した動的・省力的・防災的な水管理、すなわち統合的水資源管理、多目的バイオマス生産に最適でありかつ安全で防災的な農地構造設計、従来農業廃棄物と見なされてきた有機物質も含んだ生態系資源と生産基盤資源の活用管理による循環共生型食料生産、などが挙げられる。さらに、循環共生型地域空間において必要な情報サービスのあり方を提示する研究として、例えば GPS 情報の地域内活用サービスの新手法開発、優良土壌保全や水食農食防災にも効果を発揮する土壌特性の全国データベース構築とその利用普及技術開発、なども特徴ある研究課題となる。

これらは、地域住民が効率的生産と自然との共生を実現するための水土の知として、また、自然、文化、社会等地域の実情に適応した合意形成等も含めた技術体系として構築する必要があり、大型研究を全国展開する。

### ② 学術的な意義

- ・循環共生型地域空間においては、再生可能な資源としての水循環の定量化が重要である。しかし、水循環の定量化については、これまでの研究で、山間地の降雨の影響、人為的な行為の影響、農業用排水路の流水の影響、大気・土・水系における水フラックス、などの評価が不十分であった。本研究は、全国規模の農業用排水路データの集積、水フラックス観測網と予測システムの確立、さらには、地域での水循環を定量化し、もって統合的水資源管理技術を確立することが期待される。

- ・循環共生型地域空間において、物質循環の定量化も重要である。農山漁村では、農業廃棄物、畜産廃棄物、漁業廃棄物などが発生するが、それらの一部、または多くが、再生利用可能となる場合が少なくない。しかし、こうした物質循環の定量化は部分的な試みの域を出ず、新しい試みの評価体系も十分ではない。本研究では、こうした農山漁村の生産活動に連動する物質循環の総合的な解明が期待される。

- ・循環共生型地域空間において、自然エネルギー利用の定量化は不可欠である。特に、農業用排水路を流れる水を利用した小水力発電に注目する。河川水や農業用水を流れる水の使用に関しては、水利権など社会的な要素が多く関与するが、持続可能な共生社会創成を目指すとき、農業用排水路を流れる水を自然エネルギー源として活用することは、重要な鍵になる。

- ・循環共生型地域空間においては、自然条件、社会条件の様々な情報を共有する必要がある。そのような情報サービスには、地域における水循環情報、農地および土壌状態情報、物質循環モニタリング情報、大気気象情報、災害情報、経済社会情報、などがあり、世代間ギャップを起こさないような未来社会型の情報サービス提供が求められる。本研究により、現在のインターネットサービスを上回る、循環共生型地域空間に必要な情報サービスのあり方を社会に提示できる。

### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

農業水系も考慮した地域水循環の定量化、モデル化は世界的にほとんど行われておらず、湿潤なモンスーン地域に特有でかつ重要な研究である。したがって、アジアアフリカの湿潤地域の先頭を切る形で日本が広くこの研究を推進しなければならない。

自然生態系に関しては長期生態系モニタリング(LTER)が行われているが、今後の社会、自然条件変動の下、農山漁村においても、各地域の社会・自然条件に合わせて長期に水循環や物質循環、エネルギー循環の定量的評価を行うシステムを構築する必要がある。

地域における物質循環や自然エネルギー利用に関する研究では、仮に普遍性に優れた概念やモデルが提示されたとしても、具体的な地域へのそれら概念やモデルの機械的な適用は困難な場合が多い。このような場合、例えばアジアアフリカのモンスーン気候下の農業生産維持・環境保全という問題に地域を限定すると、確実性の高い解決策を得ることができる。本研究は、このように、アジアアフリカの類似自然環境を有する国々に展開、波及していく効果が期待される。

### ④ 所要経費

- ・総額：130 億円（研究拠点整備費（初期投資）：60 億円、運営費等：10 億円／年、7 年）

- ・内訳：

#### 1. 循環共生型地域における持続共生生産モニタリングサイト

北海道（3：寒冷地の畑、草地、水田）、東北（5：日本海側豪雪地、山間地畜産草地、太平洋側北部果樹地、水田、福島汚染地）、関東（3：台地畑、低地水田、沖積地転換畑）、北陸東海（4：温暖積雪地（畑、水田）、高地冷涼畑作地、山間

地草地)、近畿中国(3:山間地草地、瀬戸内温暖少雨地域(畑、水田)、四国(3:山間地畑地、太平洋側温暖多雨地域(水田、畑)、九州(3:暖地畑地、北部沖積土暖地水田、特殊土壌(シラス))、沖縄(2:島嶼地域特殊土壌、島尻マーヅ、国頭マーヅ)、計26か所のサイトを設置(設置費:1億円×26=26億円)

2. 研究推進中心およびデータ集積・提供サーバー設置拠点構築24億円

3. その他 初期投資 特殊条件ライセンス等10億円

⑤ 年次計画

・1~2年次:農水省系独法研究機関、県研究機関、土地改良区等と協議し、持続共生生産モニタリングサイトの設置、ならびに研究拠点の設置と運用・研究開始を順次進める。

・3~5年次:各拠点における地域性を考慮した循環共生型地域空間内の水熱物質循環機構の解明、バイオマス生産機能など人間が地域において求める機能の最適化可能性の検討。各地域の社会、文化、経済条件に関する情報収集と整理を進める。これらは、統合的な土・水資源管理、生態系資源と生産基盤資源の活用管理による持続的な食糧・バイオマス生産さらには地域の文化を考慮した「持続共生の科学」の構築を目標として推進する。

・6~7年次:これまでの自然科学、社会科学に関する知見の蓄積を基に「持続共生の技術」の開発に着手する。具体的には、地域社会構造の遷移予測、地域条件を考慮した合意形成手法に関する検討とそれらの基礎となる収集をデータ提供するシステムの構築である。

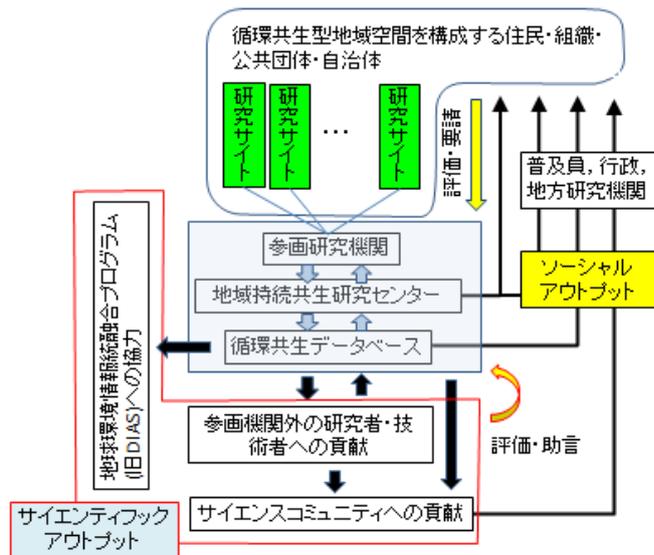
⑥ 主な実施機関と実行組織

・実施中心機関:農業農村工学会(研究推進の取りまとめに当たる)、日本水土総合研究所、全国土地改良事業団体連合会(産官学民、4者の連絡調整に当たる)

・実行組織:農業工学研究所他農林水産省系独法研究所、東京大学、日本水土総合研究所:データ収集・提供システムの構築と運用の技術開発、循環共生型地域空間特に農耕地に関する既存のデータの発掘および整理、北海道大学、東京農工大学、筑波大学、神戸大学、京都大学、岡山大学、九州大学、東京農業大学、日本大学:担当する持続共生生産モニタリングサイトの運用と研究推進、茨城大学農学部、高知大学農学部、東京大学:気候変動下における循環共生型地域空間の変化予測研究、琉球大学:島嶼地域特殊土壌地域に関する研究推進

⑦ 社会的価値

循環共生型地域空間は、劣化すると回復に数十年以上を要する。したがって、循環共生型地域空間の維持・管理・修復・変動緩和などの科学技術開発は不可欠となる。生き物(農業生態系)を考慮する土木的事業について、申請者らの分野は100年に近い歴史を持ち、周辺の関連分野に比べて圧倒的に多く情報と経験を蓄積している。これに本大型研究の成果を加えることで、今後、物理環境を整えることによる生態系保全をさらに合理的に行うことができるようになる。安全、安心、安定した持続的な食糧生産のためには、消費者への情報提供や合意形成が重要になる。生産物情報のみならず、生産基盤の環境負荷、持続性といった情報を用いて合意形成する技術に関する研究を進展させることは、今後の強い農業の育成に寄与する。生産基盤の更新において、安い施工ではなく、長期間の運用・維持管理も含めたトータルコストを最適化するような設計思想の提案が可能になる。



⑧ 本計画に関する連絡先

宮崎 毅 (一般財団法人 日本水土総合研究所) t\_miya8519\_1102@yahoo. co. jp

## 変動環境下での持続的森林管理

### ① 計画の概要

本研究では、気候変動環境下での森林生態系の持続性を高め、森林の有する多面的機能の享受を将来にわたって確実にするための順応的森林管理技術の開発を目標として、全国の大学演習林や国有林等で蓄積された長期データや国際的な研究ネットワークを活用し、(1)森林生態系の環境応答特性解明、(2)環境変動のリスク評価・影響予測、(3)変動環境下でのリスク管理技術開発、に関する研究を総合的に推進していく。そのために日本学術会議林学分科会委員と中心の実施機関の代表を中心に構成される運営委員会を研究拠点として機能させる。

(1)森林生態系の環境応答特性解明では、自然状態にある我が国の主要樹種の成木を材料とし、大気 CO<sub>2</sub>濃度と土壌・大気湿度条件、土壌窒素条件を主な対象環境要因として以下の研究を実施し、気候変動の物質生産への影響を評価する。1)気候帯の異なる4箇所でのFACE(Free Air CO<sub>2</sub> Enrichment)実験、2)我が国の主要樹種成木の光合成規定要因解明。

(2)環境変動のリスク評価・影響予測では、気候変動シナリオに基づいて以下の研究を実施する。1)気候変動に伴う植物や哺乳類、昆虫、微生物等の生育適地の変化、2)気候変動に伴う気象被害発生リスクの空間的評価、3)甚大な森林被害や森林衰退の発生リスクを予測するモデル開発。

(3)変動環境下でのリスク管理技術開発では、森林生態系の健全性を損なう可能性のある要因や環境の変動や森林生態系の変化をモニタリングしながら影響を緩和する対策を先んじて講じるために以下の技術開発研究を行う。1)温暖化環境下での森林の成長予測・造林適地判定技術開発、2)病虫獣害抵抗性や乾燥耐性を高めた造林用種苗開発、3)野生動物の密度管理技術開発、(4)森林生態系高精度モニタリング技術開発などである。

### ② 学術的な意義

#### (1)森林生態系の環境応答特性解明

温暖化に伴い、季節外れの高温や低温などの温度環境のぶれの大きさに加え、降水量や降雨パターン、大気水蒸気圧飽差など、樹木の水分生理状態に影響を与える生育環境の変化も予測されている。森林内に高 CO<sub>2</sub>濃度空間を作る FACE などの大規模野外操作実験などを通して、成木の物質生産にかかわる環境応答特性を、特に水分環境の変化に対する光合成の応答を明らかにすることは、森林生態系への気候変動影響を予測する上で重要な知見となる。

#### (2)環境変動のリスク評価・影響予測

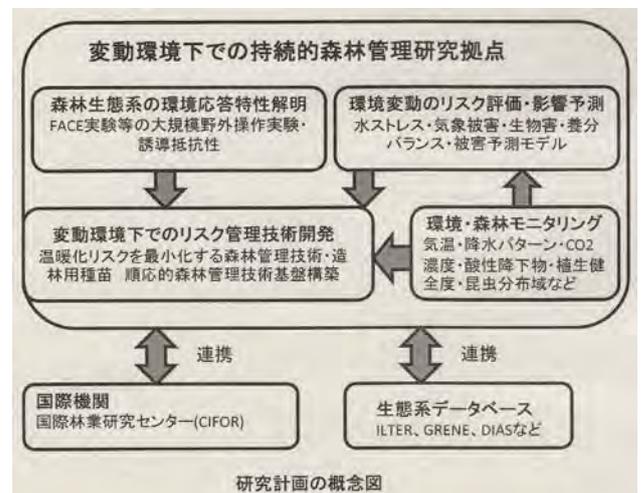
気温や降雪量の変化に基づくブナ等の更新適地の変化予測には、樹木側の環境応答や獣害や病虫害等の影響は考慮されていない。木材生産の主体となる針葉樹人工林の物質生産への影響も十分検討されていない。大気 CO<sub>2</sub>濃度上昇の主因である化石燃料の大量消費に伴う SO<sub>x</sub> や NO<sub>x</sub> の大量放出も森林生態系の養分バランスに影響を与える。スギ人工林などは長伐期化する傾向にあり、森林生態系の健全性を損なう要因を明らかにし、気候変動影響の予測精度を高めるための知見は重要である。

#### (3)変動環境下でのリスク管理技術開発

森林生態系の健全性を損なう可能性のある要因が明らかになれば、環境変動・森林生態系変化をモニタリングしながら影響を緩和する対策を講じることが可能となる。温暖化環境下での成長予測(収穫予想表の調製)や集中豪雨による斜面崩壊などの環境変動リスクに基づく造林適地判定、病虫害抵抗性や乾燥耐性を高めた造林用種苗の開発、野生動物の密度管理など、温暖化に対応した順応的森林管理にかかわる様々な技術開発が必要である。

### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

気温上昇と降水量の減少の影響が疑われる森林衰退が世界各地で起きており、北米大陸太平洋側でも樹木の枯死率が高まっていることが報告され、気候変動の森林生態系への影響の顕在化が示唆されている。森林の物質生産に与える温暖化影響は、森林内に局所的に高 CO<sub>2</sub>環境を作り、樹木の成長応答を長期観測する FACE 実験が有効である。欧米では政府の支援を受けて大規模に行われ、窒素酸化物の影響等を評価するための林地肥培を組み合わせた大規模野外操作実験も行われている。しかしわが国では予算的な制約から圃場で苗木を用いた小規模なものに限られている。苗木と成木では、光合成の制限要因が異なっており、樹高の高い成木を用いた研究が必須である。気候変動の森林生態系への影響は物質生産や繁殖などの樹木側だけではなく、病虫獣害や気象害など多様であり、多くの研究者が関心を持って研究にあたっている。全国各地の様々な自然条件行われている個別の研究の情報を集約するとともに補完する研究を実行し、順応的な森林管理技術開発に繋げることが、森林生態系の持続性を維持していくためには必要である。



#### ④ 所要経費

10年間の総予算50億円の各中課題の所要経費の見込額は以下の通りである。

##### (1) 森林生態系の環境応答特性解明(25億円)

1) FACE実験(20億円)(CO<sub>2</sub>付加装置、CO<sub>2</sub>ガスなど)、2) 主要樹種成木の光合成規定要因(5億円)(携帯式光合成測定装置、野外調査など)

##### (2) 環境変動のリスク評価・影響予測(10億円)

1) 植物や哺乳類、昆虫、微生物等の生育適地変化予測(5億円)(衛星データ、野外調査など)、2) 気象被害発生リスクの空間的評価(3億円)(レーザー測量、野外調査など)、3) 森林被害発生リスク予測モデル開発(2億円)(モデル開発など)

##### (3) 変動影響下でのリスク管理技術開発(15億円)

1) 成長予測・造林適地判定技術開発(3億円)(野外調査、モデル開発など)、2) 野生動物の密度管理技術開発(3億円)(行動調査、有害獣密度管理試行など)、3) 病虫獣害等抵抗性種苗開発(5億円)(種苗収集管理、抵抗性検定、DNA分析など)、4) 森林生態系高精度モニタリング技術開発(4億円)(モニタリング、データベース共通化など)

#### ⑤ 年次計画

研究開始の前年に研究組織と研究計画の具体化を議論し態勢を整える。各中課題の年次計画は以下の通りである。

##### (1) 森林生態系の環境応答特性解明

1年目：気候帯の異なる4林分にFACE実験設備を設置し試運転を行う。自然状態の成木の光合成特性を測定する。

2～5年目：年間を通じてFACE実験を行い、現在の土壌条件での成木の物質生産へのCO<sub>2</sub>濃度上昇の影響を明らかにする。5年目に研究の進捗状況进行评估し、後半5年間の研究計画を再検討する。

6～10年目：FACE実験を継続するとともに、一部について窒素降下物の影響を模した施肥処理を行い土壌養分条件の供試木の物質生産への影響を明らかにする。

##### (2) 環境変動のリスク評価・影響予測

1年目：森林病虫獣害の被害地域の推移情報を集約し、被害原因を特定する。森林斜面崩壊に関する情報の集約を図る。

2～5年目：主要な森林害虫や病原菌等について、生息域の北上時の加害可能な樹種を実験的手法で網羅的に明らかにする。集中豪雨による大規模土砂崩壊の発生箇所の立地特性を明らかにする。

6～10年目：気候変動シナリオに基づく生物種の天然分布域の変化と降雨パターンの変化を想定した森林被害発生リスクを予測するモデルを開発する。

##### (3) 変動環境下でのリスク管理技術開発

1年目：病虫害抵抗性品種等に関する情報を集約するとともに、森林生態系のモニタリング試行方法を確定する。

2～5年目：モニタリングを試行するとともに気候変動下での樹木の成長予測と野生動物の個体群変動予測を実施する。森林病虫害激害地の生存木について抵抗性遺伝資源として評価する。

6～10年目：他の中課題の成果を集約し、実行可能なモニタリング・管理技術を提案する。

#### ⑥ 主な実施機関と実行組織

日本学術会議林学分会委員を中心とし、中心的実施機関からの委員を加えて運営委員会を組織し、研究拠点機能を持たせ全体を統括する。大規模野外実験可能な森林の所管や長期データの蓄積等から大規模な演習林を所管している北海道大学と東京大学、京都大学、九州大学が、中心的実施機関としての役割を担うことを想定している。中心的実施機関が、その他の国・公・私立大学や(独)森林総合研究所、都道府県森林林業研究機関等の参画を得て、日本列島の北から南までを網羅する研究実施体制を構築する。特に、人工林の成長量や天然林における種個体群動態、気象観測などの長期データの蓄積のある試験地の活用を図るため、大学演習林や国有林、都道府県研究機関等との連携を進める役割を担う。全国の大学演習林は、情報交換や演習林の共同利用などを進めており、十分な連携を構築している。各中課題における中心課題については、担当する中心的実施機関を指定し、確実な推進を図る。(1) 森林生態系の環境応答特性解明の中心課題である全国に分散して実施するFACE実験を北海道大学が担当する。(2) 環境変動のリスク評価・影響予測の中心課題である病虫害獣の発生リスク評価を京都大学が担当する。(3) 変動環境下でのリスク管理技術開発の中心課題である病虫害獣等抵抗性種苗開発を九州大学と東京大学が担当する。

#### ⑦ 社会的価値

近年、集中豪雨や季節外れの高温や低温などの異常気象が多発していることから、気候変動が起こっていることに対する国民の認識は進んでいる。森林の多面的機能によって我々の生活が支えられていることについては、多くの国民に理解されているが、その機能発揮が森林の健全性に依存しているということについての理解は不足していると考えている。森林生態系の健全性の維持は、単に木材生産の持続性を高めることだけが目的ではなく、森林の多面的機能発揮の持続性を高めることで、我々の生活環境や産業の立地環境の持続性を高めることも目的となっている。森林生態系は多様な生物の相互関係によって維持されており、物理的環境の変化に対するそれぞれの生物種の応答も様々であり、気候変動に対する森林生態系の応答は非常に複雑である。そのため、森林生態系の管理技術は確立したものがなく、様々な地域の森林生態系管理に適用できる画一的なマニュアルの作成も困難である。本研究計画で目指している順応的管理技術は、モニタリングと管理作業を同時並行的に行うものであり、実用性の高い森林生態系の管理技術が構築されることが期待される。

#### ⑧ 本計画に関する連絡先

丹下 健(東京大学・大学院農学生命科学研究科) tange@fr.a.u-tokyo.ac.jp

## 東北ハイパーウッドリファイナリー産業創生に向けた大規模研究

### ① 計画の概要

国土の7割が森林に覆われた我が国にとって、森林バイオマスからの高機能グリーン部素材の生産は、基幹産業である自動車産業、電子機器産業等の資源保障、持続的発展にとって不可欠である。本研究では、緑豊かで製紙産業の盛んな東北地方に、先端バイオマス部素材を製造するバイオマス産業：ハイパーウッドリファイナリー産業を創生するための大規模研究を下記の3つの拠点の形成、連携により推進する。

#### 1) 高機能木質バイオマス研究拠点

(1)木質バイオマスからセルロースナノファイバー、ヘミセルロース、リグニン等の基幹物質を高純度で安定して抽出する技術、基幹物質の材料化技術の開発、(2)それぞれの基礎技術を他の基礎技術と組み合わせ可能なモジュールにする技術の開発を推進する。(3)各技術の経済性、LCAの評価技術の開発を早急に推進する。並行して、(4)ウッドリファイナリーにおける放射性物質除去・無害化技術、放射能汚染森林バイオマス活用技術の開発を早急に推進する。

#### 2) 森林資源の生産と管理研究拠点

上記のモジュール化、システム化を森林バイオマス資源の生産と利用に関する基礎研究を通じて目指すため、(1)森林バイオマスデータベースの構築、(2)木質バイオマス構造解析技術の開発を推進する。

#### 3) 木質バイオマス利用システム研究拠点

森林資源の有効利用のためのバリューチェーン計画を構築し、それに基づき戦略的かつフレキシブルに各モジュールを結合し、ハイパーウッドリファイナリーとして機能させるためのシステム化を推進する。このために、(1)木質バイオマス資源の生産と利用の有機的な連携にかかる情報流通の確立を目指した基礎研究、(2)要素技術の環境評価および社会経済性評価技術の開発、(3)国際競争力を意識したマーケティング技術の開発、(4)バイオマス資源の生産と利用に関する政策研究などを重点的に推進する。

### ② 学術的な意義

本研究拠点において、東北地方に広く豊富に存在する森林バイオマス資源や農産廃棄物から、自動車、家電、電子デバイス等の部品・部材に利用できる高機能・高付加価値素材を出口産業の要求に対応する形で取り出し、変性する技術が開発される。例えば、様々な樹脂の強化が可能な高強度・低熱膨張の変性セルロースナノファイバーの製造、炭素繊維や高耐熱エンジニアリングプラスチックの基本物質となるリグニンの抽出・変性などである。さらに、研究の後半で東北地方の製紙工場にテストプラントを製造し、地域林業と製紙産業と化学産業が連携して開発技術のスケールアップを図ると共に、自動車産業、電子デバイス産業といった出口産業との連携による商品開発を進めることで、バイオマス資源が豊富な東北地方に、復興の基盤となる21世紀型バイオマス産業が立ち上がる。

全く新しい視点、枠組みで、森林科学、木質科学に工業化学、高分子科学、繊維科学、化学工学、機械工学、社会経済学といった分野までを包含した、人類の生存に深く関わる21世紀型のバイオマス資源利用学を構築する点に、本研究の科学的な意義がある。

### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

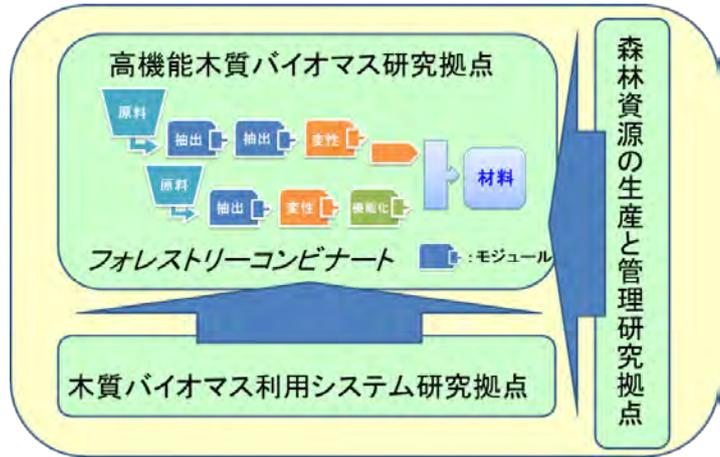


図1 ハイパーウッドリファイナリー産業創生のための研究拠点



図2 東北ハイパーウッドリファイナリー産業のイメージ

植物バイオマスから様々な有用化学物質を生産するバイオリファイナリー技術の研究は、遺伝子組換え等による森林バイオマス生産技術の研究とリンクした大型プロジェクトとして北米やEUで行われており、すでに数十～数百億円規模の商用プラントも稼働している。これに対して、我が国では、個別に研究は進められているが、高機能部素材生産を目指し、森林から産業部素材材までを繋ぎ、具体的なバイオリファイナリー産業像をイメージした研究は無い。また、この様な研究体制は世界的にも例がない。

#### ④ 所要経費

研究拠点整備費：6年間、50億円

内訳

1) 設備費：40億円

ウッドリファイナリーモジュール用基本システム：15億円（抽出、機能化、構造化、各3システム。1システム1-2億円）、モジュール結合施設（テストプラント）：10億円、木質バイオマス利用システム：10億円、木質バイオマス評価システム：5億円

2) 労務費、消耗品費、等：10億円

#### ⑤ 年次計画

平成26年度：高機能木質バイオマス研究拠点、森林資源の生産と管理研究拠点ならびに木質バイオマス利用システム研究拠点の立ち上げ。

平成27～31年度：

1. 高機能木質バイオマス研究拠点

(1)木質バイオマスからセルロースナノファイバー、ヘミセルロース、リグニン等の基幹物質を高純度で安定して抽出する技術、基幹物質の材料化技術の開発の推進、(2)それぞれの基礎技術を他の基礎技術と組み合わせ可能なモジュールにする技術の開発の推進、(3)各技術の経済性、LCAの評価技術の開発の推進、(4)ウッドリファイナリーにおける放射性物質除去・無害化技術、放射能汚染森林バイオマス活用技術の開発の推進。

2. 森林資源の生産と管理研究拠点

(1)森林バイオマスデータベースの構築、(2)木質バイオマス構造解析技術の開発の推進

3. 木質バイオマス利用システム研究拠点

(1)木質バイオマス資源の生産と利用の有機的な連携にかかる情報流通の確立を目指した基礎研究の推進、(2)要素技術の環境評価および社会経済性評価技術の開発の推進、(3)国際競争力を意識したマーケティング技術の開発の推進、(4)バイオマス資源の生産と利用に関する政策研究の推進

#### ⑥ 主な実施機関と実行組織

産官学の連携と融合を基本理念として以下の大学、研究機関、企業と共同で実施する。

京都大学、東京大学、秋田県立大、東北大学、静岡大学、名古屋大学、北海道大学、九州大学、神戸大学、神戸女子大学、徳島大学、鳥取大学、森林総合研究所、産業技術総合研究所、製紙会社、化学会社、自動車会社、電気・電子デバイス会社、他。研究全体の総括および(1)高機能木質バイオマス研究拠点は京都大学が中心となる。(2)森林資源の生産と管理研究拠点については、秋田県立大学が、また、(3)木質バイオマス利用システム研究拠点については東京大学がそれぞれ中心となる。

#### ⑦ 社会的価値

国土の7割が森林に覆われた我が国にとって、森林バイオマスの持続的利活用、特に、高機能グリーン部素材の開発、生産が重要であることは、国民共通の理解である。また、本研究は、我が国の基幹産業である自動車産業、電子機器産業等の資源保障、持続的発展にとって不可欠である。

#### ⑧ 本計画に関する連絡先

磯貝 明（東京大学大学院農学生命科学研究科） aisogai@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp

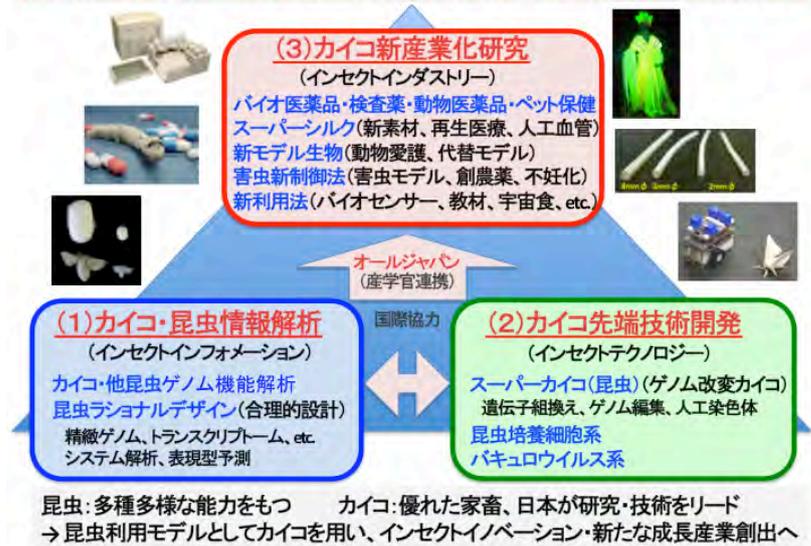
## カイコを基盤とする昆虫新産業創出に向けた情報解析・技術開発・産業化研究の拠点形成

### ① 計画の概要

わが国の持続的な経済発展のためには、新たな成長産業の創出が不可欠である。地球上のあらゆる環境に適応している昆虫は、小さな体の中に驚異的な物質生産能力、環境適応能力、情報処理能力、そして繁殖能力を備えている。しかし、昆虫の持つ特異機能は、養蚕や養蜂など以外では未開拓であり、今後の産業利用を待つフロンティア分野である。本計画では、わが国が研究をリードしているカイコを有用昆虫利用モデルとして用い、新しい考え方や技術を取り入れて新たな活用法を創造し（インセクトイノベーション）、新たな成長産業を創出することを目的とした研究拠点を形成する。カイコは優れた家畜昆虫であり、研究・養蚕技術・遺伝子組換え技術では日本が圧倒的に優位にある。近年では、遺伝子組換えカイコで作られた組換えタンパク質を用いた検査薬の販売も実現しており、産業利用の拡大が期待されている。しかし、さらなる実用化によって新たな成長産業にするためには、カイコが持つ能力を飛躍的に発展させ、本格的な産学官連携によってイノベーションを通じた新産業を創出することが必要である。

具体的には、(1)DNA 情報の改変による生物機能の変化を予測し、論理的・合理的な昆虫の有用能力の改変のための「ラショナルデザイン」の実現に向けたカイコ・昆虫情報（インセクトインフォメーション）の解析、(2)その情報を元に、ゲノム編集・染色体編集などの技術によって生物機能を改変したカイコを創る「インセクトデザイン」を可能とするカイコ先端技術（インセクトテクノロジー）の開発、(3)それら情報と技術を元に、生物工場としてカイコを利用したバイオ医薬品などの生産、新素材・再生医療材料となるスーパーシルクの開発、ヒト病態モデルとしての利用などの新たな活用法の創造をオールジャパン体制で進め、カイコ新産業（インセクトインダストリー）の創出を早期に成し遂げ社会還元する。

カイコを基盤とする昆虫新産業創出に向けた情報解析・技術開発・産業化研究の拠点



### ② 学術的な意義

本計画の学術的な意義は、日本が研究を進めるべきであるカイコという類い稀な家畜昆虫をモデルとして利用し、科学的根拠に基づいたゲノム設計と最先端のゲノム改変技術を用いて生物機能を改変したカイコを創る「インセクトデザイン」を実現することである。遺伝学的アプローチによる選抜など偶発的な有用形質の発現に依存するのではなく、カイコの有用能力についてその表現型を定量的、定性的に予測する数理モデルを構築し、ゲノム改変によって合理的かつ効率的に生物を設計するラショナルデザインを推進する。本計画は有用昆虫モデルとしてカイコを徹底的に研究し、新利用をめざすものであるが、カイコで得られた情報や技術は他の昆虫への適用が可能と考えられるため、他の昆虫への情報と技術の適用により、さらなる新産業創出につながることを期待できる。カイコを、他の昆虫、特に基礎研究が先行しているキイロショウジョウバエで得られた知見を補充可能なモデル昆虫としてアップグレードすることにより、生命現象の解明や昆虫の多様性や進化の理解に貢献するという学術的な意義もある。

カイコの蚕糸学、遺伝学、生理学、神経学、昆虫ウイルス利用技術、遺伝子組換え技術などは日本が研究と開発をリードしてきたため先進性と独自性を持っており、カイコ利用研究は、わが国として推進し発展させるべきである。近年、カイコによる有用タンパク質生産、シルクの再生医療への利用、代替モデル動物としてのカイコの利用などが盛んに進められつつあるが、実用化のために必要な研究はまだ不十分である。例えば、日本発のバイオ医薬品製造基材として遺伝子組換えカイコを用いるための品質安全性に関する基礎的研究や、組換えタンパク質生産技術の高度化、凍結バンク作製などの基盤研究は緒に就いたばかりであり、本計画による長期的戦略に基づいた包括的な研究の意義は、近い将来から未来の実用化に向けて大きいものとなる。

### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

国内外の研究動向は、(1)情報解析では、日本と中国の共同によりカイコゲノムが解読され、アノテーションや突然変異体解析などが進みつつある。また、国外を中心に多種の昆虫のゲノムが解読されつつあり、ポストゲノム研究が今後の課題となっている。(2)技術開発では、日本が中心となり遺伝子組換え技術が確立され、有用物質生産技術の開発が進み、人工ヌクレアーゼを用いた遺伝子ノックアウト技術なども確立されたが、中国や米国との競争が激化している。昆虫培養細胞やバキュロウイルスを用いた組換えタンパク質生産も国内外で積極的に進められている。(3)産業化では、日本で既にバキュロウイルスとカイ

コで生産されたネコトイヌの医薬品が販売され、遺伝子組換えカイコを用いて作られた検査薬や化粧品の実用化も少数達成されている。昆虫培養細胞で生産されたワクチンも米国などで認可されつつある。その他、シルクのメディカル分野への応用研究報告はこの10年で10倍以上の伸びを示し、特に再生医療用材料としての有効性が示されている。当該計画は、国内のカイコを利用した研究を基礎から産業化まで包括的に行うものであり、世界の最先端を行くものとなる。

#### ④ 所要経費

総額 150 億円（初期投資 50 億（医薬品生産試験用の飼育施設等、各機関の設備拡充等）、運用費 10 億 x 10 年）

#### ⑤ 年次計画

平成 25～26 年度

各拠点整備：医薬品生産用飼育施設、各機関の機械等整備、事務局設置（研究管理、組換え実験・特許・技術移転・広報等）  
昆虫情報データベース構築：カイコゲノム・遺伝子モデル精緻化、突然変異系統の遺伝子型・表現型カタログ、トランスクリプトームデータ（カイコ、昆虫培養細胞、バキュロウイルス）  
ゲノム改変技術開発：遺伝子ノックイン法確立、コンディショナルノックアウト・ノックイン法や人工染色体導入法の開発  
産業化基盤研究：市場調査、特許調査、シーズ開発研究（検査薬・医薬品原材料、再生医療用素材、電子材料、毒性試験モデル、ヒト病態モデル、害虫モデル、バイオセンサー、宇宙食等）

平成 27～30 年度

カイコシステムモデル構築：有用形質のラショナルデザインのための表現型予測モデル構築（培養細胞表現型予測・個体形質予測ベイジアンネットワークモデル等）  
昆虫情報データベース高機能化：モデリングシステムとの有機的リンク構築、各種昆虫ゲノム情報の生産とデータベース化  
ゲノム改変カイコ開発：各種遺伝子ノックアウト・ノックインカイコの開発、コンディショナルゲノム編集法や人工染色体導入法の確立、組換えタンパク質発現量の飛躍的向上  
産業化研究開始：シーズ実用化研究（検査薬等試作、モデルを用いた医薬品シーズ探索、軟骨再生材料・創傷被覆材の臨床研究と治験開始等）

平成 31～34 年度

昆虫情報高度化：情報技術の進歩や大量ゲノム情報に対応したシステムの最適化、産業化に利便性の高いツールの公開  
産業化研究本格化：実用化のためのカイコ大量飼育と製品化、検査薬・化粧品や創傷被覆材の上市、軟骨再生材料の製品化等、数件以上の実用化を達成

#### ⑥ 主な実施機関と実行組織

日本蚕糸学会を中心として、北海道大学、弘前大学、岩手大学、東京大学、東京農工大学、東京農業大学、日本大学、群馬大学、首都大学東京、信州大学、金沢大学、京都工芸繊維大学、静岡大学、大阪大学、名古屋大学、徳島大学、山口大学、九州大学、琉球大学、基礎生物学研究所、動物衛生研究所、農業生物資源研究所、群馬県蚕糸技術センター、群馬県繊維工業試験場、蚕業技術研究所、企業などのカイコを扱う機関がオールジャパン体制で研究を実施する。

日本蚕糸学会以外にも、日本の昆虫研究者が集結した昆虫科学連合に加盟する関連学会の会員や、日本シルク学会や日本薬学会の会員等の、シルクやカイコやその他の昆虫を取り扱う研究者との連携によって研究を推進し、新規にカイコを取り扱うユーザーの積極的な開拓と実行組織への取り込みも進める。

実施の中心となる機関は、提案者が所属する北海道大学が研究を統括し、(1)情報解析では、東京大学、農業生物資源研究所、基礎生物学研究所等の研究者らによる実行組織が中心となって研究を計画して実施する。(2)技術開発では、遺伝子組換えでは農業生物資源研究所、培養細胞およびバキュロウイルスでは九州大学、山口大学、東京大学、京都工芸繊維大学等の研究者らが実行組織を作り、研究計画を立案して遂行する。(3)実用化研究においては、信州大学や東京大学等の各大学、農業生物資源研究所、県の研究機関等が、企業と連携しながら実用化に必要な研究を効率的に進めていく。

また、遺伝子組換え研究推進、特許・開発戦略、技術移転、広報・教育活動等の社会科学的アプローチを実施するための体制を構築し、効率的な社会還元をめざすとともに、国立医薬品食品衛生研究所や医薬品医療機器総合機構などの医薬品や医療機器の許認可に関わる公的機関などとの連携を強化する。

#### ⑦ 社会的価値

本計画は、カイコを用いた新産業創出という明確な出口を見据えているため、社会的価値も大きく、存亡の危機にあるわが国の従来型の養蚕・蚕糸業からの要望も強く、緊急性が高い。カイコ新産業の勃興は、養蚕絹業に関連する既存の技術や文化を継承し、発展させることによって新しい雇用を創出するものである。カイコは学校での科学教育に用いる教材としても優れており、科学立国を標榜するわが国の理科教育や社会と国民へのサイエンスの普及に貢献できる。農学分野では、農産物、カイコ、ブタの遺伝子組換え研究が進められているが、実用化はあまり進んでいない。遺伝子組換えカイコが我々の生活に役立つことを示すことにより、農林水産分野における遺伝子組換え技術の利用に先鞭をつけ、一般への理解を促すことも可能である。近年、昆虫培養細胞で生産されたインフルエンザワクチン等が認可され、昆虫の細胞や個体を用いたワクチン開発・生産が今後増加すると予想されており、輸入超過状態にあるワクチンや抗体医薬等のバイオ医薬品を、日本発の技術によって低コストで生産することや、優れた再生医療材料を開発することができれば、医療にも大きく貢献することができる。

#### ⑧ 本計画に関する連絡先

伴戸 久徳（日本蚕糸学会、北海道大学大学院・農学研究院） hban@abs.agr.hokudai.ac.jp

## わが国の産業・社会の基盤資源としての昆虫の大規模標本および生物情報データベースの整備

### ① 計画の概要

昆虫の最大の特徴はその種多様性にあり、生物多様性科学の発展に中心的な役割を果たす昆虫の大規模標本および生物情報データベースの整備を行う。さらに、世界の生物多様性の中心のひとつであるアジア地域の昆虫科学者と連携し、調査を実施するとともに標本とその種情報を組織的にカタログ化・収蔵することで、アジア地域における昆虫多様性学の拠点として、国際的に貢献する。この情報基盤に基づき、農業害虫、感染症媒介昆虫等の研究基盤を飛躍的に強化する。

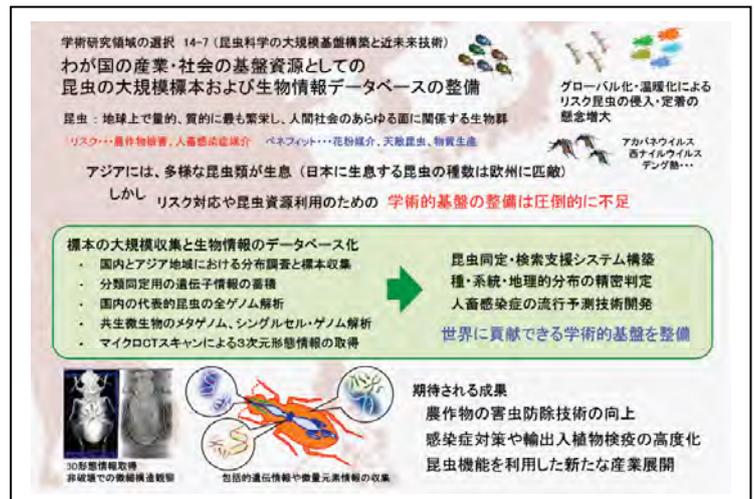
### ② 学術的な意義

実用化規模のDNAバーコードデータならびに3Dを含む形態情報を既存のアジア・太平洋地域産昆虫種情報とリンクさせた農業昆虫同定・検索支援システムは、これまで類似のものが存在しない独自のシステムであり、広くアジア地域全域において農業害虫ならびに検疫対象害虫・有用昆虫を同定し、情報検索を行うための基盤ツールとしてきわめて実用性が高い。また、蓄積されたDNA情報から特定の目標昆虫用のカスタムメイド・マイクロアレイを開発したり、PCR多型・1塩基多型などの鑑別法を適用できるようになれば、防疫施設での重要害虫の簡易判定をはじめ、各種用途に迅速な同定システムを提供できる。これらの成果は、分散する情報資源に非専門家を含む幅広い利用者が自らアクセスして同定と統合検索を行うことを可能とし、農業あるいは植物検疫上重要な昆虫の研究基盤を強化し、農作物の輸出入検疫や農業生産の現場を支える技術となることが期待される。

本研究は、昨今のグローバル化や温暖化により侵入や分布拡大が懸念される感染症媒介昆虫や薬剤抵抗性害虫研究の基盤整備にも貢献するものであり、代表的昆虫種の寄生・共生微生物のメタゲノム、シングルセル・ゲノム解析も包含する。これらの革新的なゲノム解析や微量元素解析の成果は、宿主昆虫の種・系統・地理的分布の精密な同定や外来性昆虫が保有する病原の国内侵入の監視や感染症の解析等の幅広い研究に貢献すると考えられる。

### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

欧米には、スミソニアン国立自然史博物館（標本数3500万点）をはじめ膨大な昆虫コレクションがあるが、国内の標本収集、収蔵状況は最大の九州大学コレクション（400万点）でも世界で10位以下である。種同定の重要ツールであるDNAバーコードに関する過去5年間の論文数は、中国104、米国103、ドイツ23、韓国15に対し、日本は10に過ぎず、比較ゲノム研究や種内変異解析も不十分である。一方、生物情報収集において、日本はアジア・太平洋地域の昆虫類に関する約44万件の種情報昆虫学データベースKONCHUと約30万件のアジア太平洋地域産昆虫標本データベースAIICを公開し、国際的に高い評価を得ている。アジア各国における、農業および畜産害虫の種情報の集積と正確な同定技術の確立は、農業振興上きわめて重要であり、中国をはじめとする他国の後塵を拝することのないよう、情報の集積と体系化、利用のためのネットワーク化を推進しなければならない。マイクロCT等を用いた3D形態情報の取得については、先導するドイツのグループとの共同研究により、非専門家も含めて広く利用できる同定・統合検索支援システムの構築を目指す。



### ④ 所要経費

合計80億円。設備投資：20億円；人件費：20億円；運営費：20億円；消耗品費：10億円；その他：10億円

内訳 1) 設備投資 標本収蔵室の設備拡充 13億円；次世代・次々世代シーケンサー 計3,000万円×10台；昆虫凍結用冷凍庫 300万円×50台；核酸抽出ロボット、サーマルサイクラー等一式 5,000万円；ゲノム解析用サーバー 1,000・2,000万円×5台；マイクロCT 1,000万円×5台 2) 人件費 2億円×10年 a. 博士研究員 20名（標本収蔵：5名；ゲノム解析：4名；微量物質解析：4名；データベース構築：5名；海外対応：2名） b. 機器オペレーター 10名 c. データ解析 10名 d. データベース構築 5名 3) 運営費 機器のランニングコスト 通算9億円；データベース構築・公開費 通算9,000万円；外注による解析 通算10億円；共同利用機器使用料等 通算1,000万円 4) 消耗品費 試薬等 通算10億円 5) その他 通算10億円 会議費、旅費（海外調査費用を含む）等

### ⑤ 年次計画

【平成25～27年度】

1) 標本収蔵と標本からのサンプル処理調整拠点、形態解析および遺伝情報解析拠点、データベース構築拠点の設備を整備する。2) 収集済み標本を用いたデジタル画像解析、微量サンプルからのDNA解析を行う。3) 新規昆虫標本を網羅的に収集し、

それらの形態変異・生理生態・地理的分布などの情報を蓄積する。4) 国外の分布調査や昆虫サンプルを用いた研究についての国際的な協定締結と共同研究に関する基盤整備を行う。

【平成28～31年度】

1) 継続的な昆虫標本の網羅的収集、およびそれらの形態変異・生理生態・地理的分布情報の蓄積とデータベース構築を行う。2) 国内とアジア各地における高密度・高精度・高頻度の昆虫の分布調査を進める。3) 害虫あるいは天敵としてとくに重要な微小昆虫を中心に、マイクロCT等を用いた3D形態情報を集積すると同時に、形態形質のデジタル化・計量化による自動検索・同定システムの開発を推進する。4) DNAバーコードなどの種同定用の遺伝子情報を蓄積する。5) 国内の代表的昆虫ととくに農業害虫、衛生害虫、感染症媒介昆虫、天敵、有用昆虫、環境指標種などの全ゲノム解析を行い、標本資源と生物情報管理の基盤形成を推進する。6) 上記の情報を元にして、集団遺伝学的解析を推進する。7) 国内の代表的昆虫の細胞内寄生・共生微生物のメタゲノム解析、シングルセル・ゲノム解析を推進する。8) Spring-8を利用した昆虫体内の微量元素の質的・量的解析技術の確立を目指す。

【平成32～34年度】

1) それまでに蓄積した形態データ、微量元素データ、ゲノム(寄生・共生微生物を含む)データを統合したデータベースを構築し、世界へ向けて公開する。2) 国内への移入が懸念されるリスク昆虫の同定方法を諸外国と共同で確立し、早期対策に向けた提言を発する。

⑥ 主な実施機関と実行組織

【主な実施機関】

大学(北海道大学、東京大学、東京工業大学、京都大学、九州大学等)、独立行政法人(農業環境技術研究所、農業・食品産業技術総合研究機構、国立環境研究所、国立科学博物館等)、国立感染症研究所、その他。

【実行組織の役割】

標本資源の集積と管理は、独立行政法人農業環境技術研究所および九州大学を核として進める。他の協力機関として、北海道大学、東京農業大学、神戸大学、愛媛大学、国立科学博物館。国内だけでなくアジア地域への広範囲な調査を実施し、欧米に匹敵する標本資源を集積させ、データベース化を進め情報管理を行うとともに、拠点機関のネットワーク化を推進する。ゲノム解析等：標本施設ならびに人員の拡充によって、ゲノム解析は、東京大学、九州大学への次世代および第3世代のDNAシーケンサーとスーパーコンピュータ導入によって進める。マイクロCTは神戸大学、京都工芸繊維大学に、共生微生物のシングル・セルゲノム解析装置は東京工業大学に設置し、進める。微量元素分析は国立感染症研究所とその他の大学、研究所が共同で進める。国内の代表的昆虫ととくに農業害虫、衛生害虫、感染症媒介昆虫、天敵、有用昆虫、環境指標種などの全ゲノム解析を行う。上記の情報を元に、同種における集団遺伝学的解析を行う。また、国内の代表的昆虫の共生微生物のメタゲノム解析、シングルセル・ゲノム解析を推進する。

**大規模昆虫標本とゲノム情報解析の連携**

昆虫5000種ゲノム解読計画(5k)と連携する(米国昆虫学会など)

- ・農業害虫、衛生害虫、有用昆虫、環境指標種など国内の代表的昆虫(>500種)の全ゲノム解析
- ・昆虫の共生微生物・病原微生物のメタゲノム、シングルセルゲノム解析
- ・大規模昆虫標本の形態情報(フェノーム)・微量元素の解析と、ゲノム情報・分布情報の統合

東大・九大等、標本の近くに新型シーケンサーに配置  
Illumina Hi-Seq PacBio RS

高速計算機や高度のインフォマティクス技術を有する国内組織と連携してゲノムを解読し、結果をDB化する

昆虫寄生・共生微生物のメタゲノム解析  
Flavivirus Wolbachia

日本の昆虫相の豊かさをゲノムから解明

ようこそ!!  
アクリハイオンフォマティクス教育研究ユニットへ

(3) データベース化：データベースのシステム開発、公開作業は、独立行政法人農業環境技術研究所、九州大学、東京大学が連携して行う。アジア地域産昆虫の種情報、形態情報、DNAバーコード情報、文献情報、ゲノム情報(共生微生物を含む)、微量元素情報等を一括して検索できる統合検索支援システムを開発し、世界へ向けて公開する。

⑦ 社会的価値

昆虫の存在は、害虫あるいは益虫としての人間との深い関わりを通して、幅広い国民に時に厭わしく、時に好ましい印象を与えてきたが、昆虫の知的価値、産業的価値についての認識は不十分であり、生物多様性科学の基礎となる昆虫分類学への理解は不足している。昆虫は作物害虫として、また、植物病害や重篤な感染症の媒介昆虫といったリスク生物としての側面を持っており、今日のグローバル化時代において、貿易を促進しつつ、わが国の農業や国民の健康を維持するという課題を遂行するためにも、これらリスク生物に関する科学的知見の蓄積とその利用は、これまで以上に重要なものとなっている。また、食品安全と動植物の健康の基準に関する協定(衛生植物防疫検疫)が定める国際ルールのもと科学的な根拠に基づいて国際間の交渉を行い、わが国のヒトや動植物の健康を保護するためにも重要であり、その十分な基盤整備は、直接・間接に国民生活の維持向上に役立つ成果をもたらす。さらに、その成果は昆虫の機能利用による新しい産業が生まれる基盤ともなる。

⑧ 本計画に関する連絡先

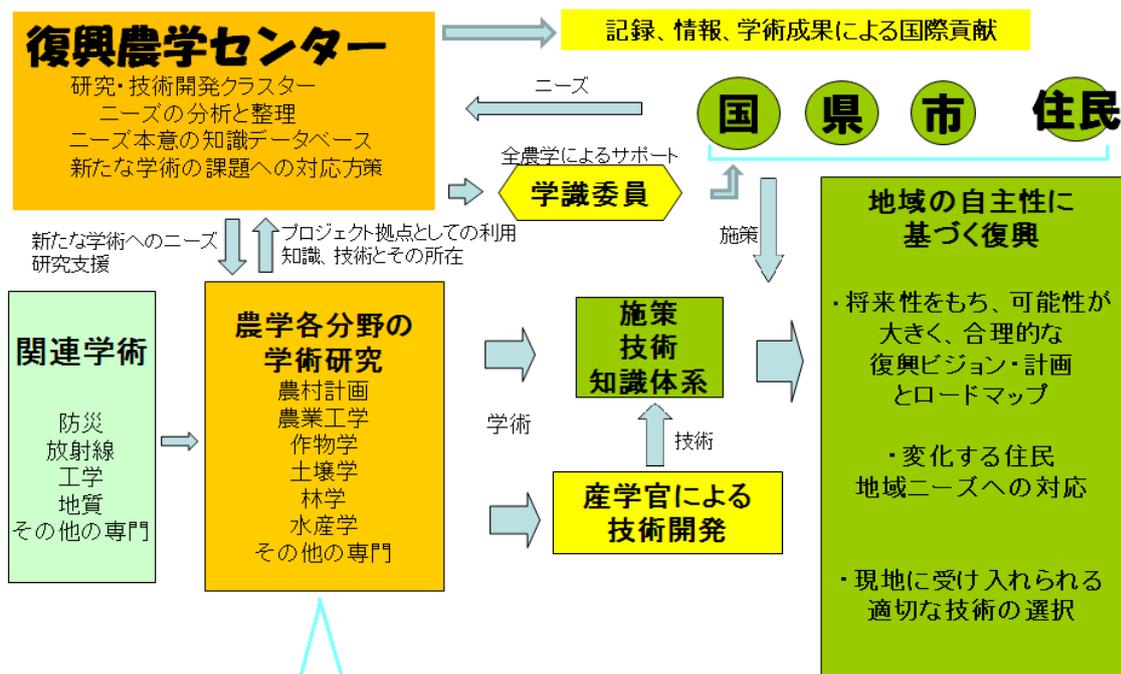
多田内 修 (九州大学大学院・理学研究院) otadascb@kyushu-u.org

## 東日本大震災からの復興農学拠点

### ① 計画の概要

津波被災地域では、除塩の手を尽くし、復興の先にある将来の組織・経営革新の展望を得た地域もあれば、用排水が機能せず見通しがたたない地盤沈下海岸地域もある。原発事故による放射能汚染地域は、復興・復旧の達成すらほど遠い。除染モデル実証事業は、年間40mSvの区域では40～60%の低減効果にとどまり、一回の除染で空間線量率を居住に安全なレベルに下げることができず、有効な対策はいまだ見出されていない。除染のための表土除去で発生する大量の廃土の処理も問題である。採草地の牧草の汚染レベルが高く、東北地区の多くで生産された牧草は家畜に給与できず、福島原発20km圏内に生息する野良牛、野良豚、野生鳥獣への対応も課題である。また、高線量地域に広く存在する汚染された森林の大規模な除染は現実的に困難であり、森林への立ち入りの制限などの長期的な管理対策やそれに伴う補償など、現実的な解決を要する課題が山積しており、学術・技術に対するニーズは極めて高い。

本計画は、第一に、被災地域の実態に照らしてニーズの分析と整理を行い、ニーズ本意の知識データベースを構築・運営しつつ新たな学術の課題に対応する「拠点」として、産学官で復興支援の研究を実施している農学研究者で構成される「復興農学センター」を設置し、農学各分野による学術研究、産学官による技術開発を重点的に推進する。第二に、総体としてはきわめて多岐にわたる個別の学術が必要であり、役立つことのない総花的な展開に陥ることを避けるため、復興の現場本位に課題と対応研究を体系化し、併せて、専門人材とリンクした知識体系を整備し、現場からの多様な要請に応え、政策、行政、地域の自主的努力を支援する。第三に、復興に至る経過に沿った学術の貢献を分析し、「復興農学」の成果とともに、世界に発信し国際貢献を図る。



防災・減災のための排水路網の影響を組み込んだ農地の氾濫解析モデルの開発、海岸林再生・造成・維持、木質瓦礫の処理、荒廃地の雑草管理、流失・損傷した多数のダム、用排水路、排水施設など、水利施設の修復、再建に関し、新たな低コスト工法の学術・技術、既存の農地所有と利用の拘束を排した担い手による経営体における生産基盤の整備と経営技術、機械・エネルギー利用、作物導入、大規模低コスト栽培、次世代植物工場  
高濃度放射能汚染地域における土壌などに局在する放射性セシウムの分離濃縮処理、高線量地域森林の長期的な管理対策と政策、放射性物質の生物濃縮、野生鳥獣、家畜、魚介類における放射性物質のフローと安全性、汚染された牧草地の利用、野良牛、野良豚の処分・利用などに関する科学、リスクコミュニケーション手法の開発他

### ② 学術的な意義

住民の利害・主張を合意に導きつつ公共性・将来性の充足を図るため、農村計画学、農業・農村工学、防災学、環境科学、地理学、地質学、土壌学、情報科学など、多岐にわたる学術を現場本位に体系化し、専門人材と知識体系を整備し、現場からの要請に迅速に応える。

防災・減災のための農地の氾濫解析モデルの開発や海岸林地再生・造成・維持、木質瓦礫の処理、荒廃地の雑草管理、流失・損傷した多数のダム、用排水路、排水施設など、水利施設の修復、再建に関し、新たな学術・技術研究が進む。さらに、既存の農地所有の拘束を排した担い手による経営体における生産基盤の整備、経営技術、機械・エネルギー利用、作物導入、大規模低コスト栽培、革新的な植物工場などのシステム開発など、被災—荒廃—復旧—復興のプロセスを結合した大規模なフィールド研究が進む。

高濃度放射能汚染地域における土壌などに局在する放射性セシウムを焼却や化学的手法による分離濃縮処理に関する産官学の学術・技術の開発が進むとともに、林地および動植物相からなる生態系の放射線量の実態が長期モニタリングによって解明されるとともに、林地の徐染、低度汚染丸太の利用法の開発と林業経済学研究を伴って汚染された森林の長期的な管理対策に必要な科学的根拠を提供できる。また、汚染された牧草地の利用、放棄家畜や野生鳥獣などへの対策が講じられる。放射性物質の生物濃縮、野生鳥獣、家畜、魚介類の関与が明らかになるとともに、食品リスクの本質と正しい理解をすすめ、リスクコミュニケーション手法を開発することによって消費者・地域住民との「納得できる合意」の形成が進み、風評被害を正すことができる。復興の経過と学術の貢献を記録・分析し今後活かすとともに、これらの「復興農学」の成果を世界に発信することによって、国際的に大きな貢献を果たすことができる。

### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

津波被災地について、土壌の塩類化の実態調査と機作の解明（東北大他）、荒廃を防ぐ雑草管理の研究（宇都宮大学）、復旧のための排水施工技術（農業工学研究所）、集落再建のための農村計画（東北大学、岩手大学他）、早急な農業生産再開を目的とした先端技術結集型野菜生産・モデル稲作研究（農水省）、土壌診断・改良などによるすみやかな生産再開（東京農大）などが復旧段階から復興に向かう過程に向けて行われつつあり、各地域に設置された専門委員会などに多数の農学者が動員されている。

放射能汚染についてはチェルノブイリ事故に関する研究が参考にされたが、農地除染、水田稲作に関しては、(独) 農業環境研究所などによるセシウムの挙動の研究などを基に、現地での調査・研究が加えられ、表土除去、反転耕、粘土分離などの一時的除染技術が作られた。また、粘土による固定、特異的に生ずる作物への吸収などの機作の解明（東京大学、京都府立大学）が進んだ。森林、家畜・鳥獣、廃土を出さない除染技術などの開発も取り組まれている（(独) 森林総合研究所、物質材料研究所、民間企業）。

### ④ 所要経費

総予算：150億円

「復興農学センター」の設置経費 30億円、

構想では宮城県と福島県にオープンラボ方式の拠点を設置

運営経費 12億円×10年

（サーバー運営、人件費、緊急重点研究支援などを想定）

### ⑤ 年次計画

平成25～26年度 「復興農学センター」設立と内部組織、研究計画の作成

平成27～32年度 第1期計画実施

平成33年度末 中間評価と計画見直し

平成33年度～35年度 第2期計画実施

平成35年度 取りまとめと最終評価、成果公表・刊行

### ⑥ 主な実施機関と実行組織

東京大学、東京農工大学、東北大学、千葉大学、つくば大学、岩手大学、宮城大学、福島大学、東京農業大学などの国・公・私立大学

(独) 農業・食品産業総合技術研究機構、(独) 農業環境技術研究機構、(独) 産業技術総合研究所、(独) 物質・材料研究機構、(独) 国立原子力研究機構などの政府研究機関、

宮城県農業・園芸総合研究所、岩手県農業研究センター、福島県農業総合センターなどの公立研究機関

および企業などの民間研究機関

### ⑦ 社会的価値

東日本大震災からの復興が我が国の農学の取り組みにより道程に乗ることは、被災地の復興に直接的に貢献するだけでなく、東日本大震災が日本のトラウマとして、経済社会全般に暗い影を落としている現状において将来への展望を切り開く効果をもつ。

### ⑧ 本計画に関する連絡先

三輪 睿太郎（農林水産技術会議） metaro313@nifty.com

## 化学とバイオテクノロジーの統合による植物保護・作物成長促進技術の開発

### ① 計画の概要

地球規模での環境・食糧問題解決のために分野を超えた新しいテクノロジーの開発を目標とする。使用のために必要なエネルギー消費と炭酸固定の比率を考慮すると、農薬は食糧生産確保のためにもっとも効率的な植物保護技術である。一方、導入が進んでいる遺伝子組換え作物は、導入後余分なエネルギーを使用せず農薬以上に効率的である。両者は農業における先端的2大技術であり、これまでは個別に研究が進んできたが、今後は両有用技術が相乗的効果を生み出す新しいコンセプトを核とする農業技術の開発を進める必要がある。そのための生物学的・化学的な技術開発を可能にする環境整備が必要である。そこで植物成長の促進的制御や、非生物学的ストレスや生物学的ストレスからの植物保護のために、基礎的研究の充実とその成果を積極的に活用する「バイオテクノロジーと活性化化合物化学の発展、そしてそれらを統合した新しい実践的活用法を提示する「次世代型農業テクノロジー」を新コンセプト農業技術として確立することを目標とする。この目的達成のためには、生物学的ストレス要因となる生物の科学や植物のゲノム科学の推進、遺伝子資源整備の推進と化合物創製基盤の推進を複合的に行う必要がある。これら基盤整備を背景として、各研究者が作物生産に有望な変異体や組換え体と活性化化合物との有望な組み合わせについて網羅的な試験が可能となる施設、体制の構築を行う。

### ② 学術的な意義

これまでの農業生産向上技術においては、有害生物を排除するための技術・薬剤が主流であった。しかし、例えば「緑の革命」ではジベレリン (GA) の機能抑制 (GA 変異体) 技術と化学的技術 (化学肥料) の融合が鍵となる技術として用いられたように、バイオテクノロジーと化学技術の組み合わせは、新しい農業技術を実現化する可能性を有している。日本の化学研究と植物・昆虫・微生物研究は共に世界的評価が高いが、これまで両分野の研究者は互いの成果を活用できる共通概念を持っていない。しかし、20世紀後半、除草剤を利用するための除草剤耐性遺伝子組換え体の実用化を契機として植物遺伝子機能の解析・応用研究の水準は爆発的に向上したように、続いての21世紀前半には、最高水準の生物研究から得られる生物学的知見を利用できる化学物質の創製と最高水準の化学研究から得られる生物学的知見を利用できる生物研究の両者を核とする次世代型農業テクノロジーを創出することで、新しい化学・生物学融合分野の学術水準を大きく向上・強化できる。また化学と生物学融合型農業バイオテクノロジーとシステムバイオロジー研究を融合させることで、次々世代型制御法の確立も可能になる。

### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

これまで、農学分野における化学研究者と生物研究者相互の知見の横断的利用は、ケミカルバイオロジーという学術的な観点から小規模で行われていたにすぎない。日本の農薬会社で開発された除草剤に耐性を示す遺伝子導入作物の推進は、技術的にも概念的にも巨大外国企業の後追いである。また遺伝子組換え作物研究で先駆ける米国モンサント社は化学に強いBASF社と共同体制を組んで、組換え体と有用化合物の組み合わせを画策している。一方中国では、官学が一体となって古い概念の農薬開発ではあるが巨大プロジェクトを走らせて成果をあげている。日本の組換え植物成果でトップを行くサントリーも最近では化合物を用いた形質変化への取り組みを始めている。このような状況下、日本の科学・技術力に優位な分野を新しいコンセプトで融合することで出遅れを取り戻し世界に対して大きな優位性を確保することは緊急性の高い課題である。

### ④ 所要経費

通算で合計35億円程度 3.5億/年 を予定している。

遺伝子情報データベース、遺伝子資源バンク：既存の施設を増強 (研究員 2人 技術員 2人)

化合物情報データベース、化合物資源バンク：既存の施設を増強 (研究員 2人 技術員 2人)

化合物設計 (企業外注)

化合物合成 (研究員 6人 技術員 6人)

メタボローム解析 (研究員 2人 技術員 2人)

生体内ネットワーク解析 (研究員 6人 技術員 6人)

研究員 計18人 技術員計18人 180,000千円

消耗品費 60,000千円

備品費、運営費 100,000千円

その他 (会議費、旅費、印刷費等) 10,000千円

### ⑤ 年次計画

研究期間10年で、化学的・生物学的に植物自身の成長を促進すること、生物学的・非生物学的ストレスへの抵抗性を高めることを目指す。両形質は相互に拮抗することが多いため、この欠点を解決すべく各形質について統合的な研究を行う。

1) 二酸化炭素吸収能力等の食料生産や環境保持に関係する植物の成長関連機能を、新たな作用概念から多面的・協調的に制御する化合物の設計・合成・選抜を行い、活性化化合物の作用機構を明確にする。計画の進行により得られた知見を統合し、作物の生産性向上へ向け化学物質を活用した融合的成長促進技術を創出する。

2) 生物学的ストレスや非生物学的ストレス等を細胞内シグナルから化学生態学までの広い視野で解析し、種々の環境適応を促進

的に制御する化合物の探索と創製を進め、植物保護のための次世代型の生物機能制御技術を創出し、実用化をはかる。

(1-3年目)

活性化合物の探索と創製を進めつつ、その作用を相補できる遺伝子組換え体の作出を計り、新規化合物を利用した植物成長・ストレス適応機構の効率的制御技術の創出を目指す。また既存の有用変異体の欠点を相補する化合物の網羅的探索を行う。

(4-6年目)

組換え体や変異体と化合物を併せ利用した植物成長・ストレス適応機構の効率的制御技術の実用性について温室レベルで検討を行い、新しい化合物を生み出すために必要な生物学的知見の集積を行い、高活性化と実用化の向上を図る。

(7-10年目)

見出した有用性の高い化合物と組換え体の組み合わせについて、有用性を確実にする。活性化合物の実用性向上を図ると同時に、その標的を明らかにすることで新しい化合物の設計・合成を行い、実用化に向けて最適化された化合物の選抜と開発を行う。

### ⑥ 主な実施機関と実行組織

以下の機関を中心に国立大学法人、理研、農業関係独立研究法人等が担当する。

#### 1) 融合管理・企画実施部門

東京大学大学院農学生命科学研究科 (東大) 京都大学大学院農学研究科 (京大)

理化学研究所ケミカルバイオロジー研究基盤施設 (理研CB) 理化学研究所バイオリソースセンター (理研バイオ)

農業生物資源ジーンバンク (農水GB)

下記3研究グループの方向性を管理し、成果を有機的に結び付け、有望な化学・生物の組合せの実施を企画すると共に遂行する施設を運営する。また生物的ストレス要因となる生物のゲノム科学の推進、遺伝子資源(ノックアウト体や過剰発現体のライン)整備の推進、化合物創製基盤の推進を複合的に行うために作物生産に有望な変異体や組換え体の情報や個体および活性化合物についても広く公開・供給する支援部門の運営を行う。

#### 2) 化合物を生み育むグループ 東大・京大・理研CB

化合物デザインや合成展開、大規模ケミカルスクリーニング、低分子-タンパク質間相互作用解析等の化学を中心とした研究技術開発および有望活性化合物の誘導體化を推進し、他のグループと共同研究を展開する。

#### 3) 植物を育てるグループ 東大・京大・理研バイオ・農水GB

成長速度や種子数など食料生産や二酸化炭素吸収増加による環境保持に関するポテンシャルを、新たな作用概念から多面的・協調的に制御する化合物の設計・合成・選抜を行い、それら活性化合物の作用機構を明解し、化学物質を活用した融合的成長調節技術の創出を進める。

#### 4) 植物を護るグループ 東大・京大・理研バイオ・農水GB

病害虫などの生物的ストレスや乾燥、塩害などの非生物的ストレス等の外界の関係について細胞内シグナルから化学生態学までの広い視野で解析し、種々の環境適応を促進的に制御する化合物の探索と創製を進め、それらの知見をもとにして植物保護のための次世代型の生物機能制御技術の創出を進める。

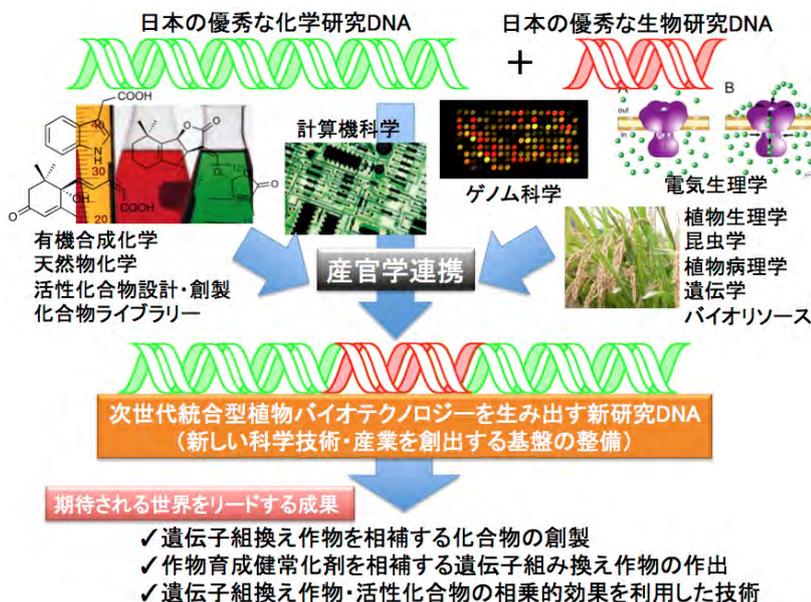
### ⑦ 社会的価値

日本の植物保護を目的とした活性化合物の創製や天然物化学は、世界と比較して規模が小さいにも関わらず大学・研究所そして企業において非常にレベルの高い研究が行われている。海外企業も日本企業の特許に注目し常に精査している状況である。日本の場合小さい単位での研究・開発が主体となっているために、世界の大企業群や国家レベルで植物保護研究に力を入れている中国と比較すると、絶対的な規模・体力・総合力(生物学的知見・化学的知見の統合)で劣っている状況であり、長期的展望が描きにくい。以上の状況から、本マスタープランは、世界的展開の必要性が高いにもかかわらず巨大外国企業との市場

競争の故に閉塞感の高い日本の農業関連業界の圧倒的な支持を得ている。新しいコンセプトの農業テクノロジーには当然知財権が伴うことから国益にも適う。本マスタープランを遂行した場合には研究の進展段階に応じて企業を含めたコンソーシアム設立とその積極的な活動への企業サイドからの期待が大きい。また農薬という言葉には一般国民はネガティブな印象を持っているが、農薬工業界の活動により、その有用性に対する理解がマスコミに対しても深まっている。

### ⑧ 本計画に関する連絡先

浅見 忠男(東京大学大学院農学生命科学研究科) asami@pgr1.ch.a.u-tokyo.ac.jp



## マリンビジョン・ネットワーク計画 ： 海洋メタゲノミクスによる全日本広域沿岸水生生態系研究拠点の形成

### ① 計画の概要

【背景】 地球温暖化等による海洋環境の変化が世界的に大きな問題となっており、海洋環境変化や修復過程のモニタリングは、沿岸生態系の保存や海洋生物資源の持続的利用において危急の課題である。一方、我国では経済的な理由で、各県研究機関の沿岸環境の定常的なモニタリングが実施できず、沿岸環境の科学的評価が困難となっている。近年、衛星技術が進展し、海面温度等のリモートセンシングが活用されているが、水面下の環境や生態系の変化は未だ探索技術が不十分で、生態系の最も低次に位置し食物連鎖の基盤を提供する微生物叢の変化に至っては迅速かつ正確にモニターする手段が全くない。これに対し、次世代シーケンサ等を用いたリアルタイムのメタゲノム解析のモニタリングが決定的に有効と考える。

【目標】 メタゲノム解析機能等を有した海洋観測装置を研究開発し、観測ブイや観測船へ搭載し、日本沿岸全域の海洋の時間変化を常時監視する。得られた解析データを高速ネットワークで結ばれた研究拠点網に配信し、観測衛星等で行う海洋環境の俯瞰的観測データや観測船等で行う物理環境や化学物質循環のデータと統合させ、これらを一元管理したデータベースを構築し、生態系モデルを活用した学際的な研究開発を行って、海洋環境や生物資源変動の将来予測システムを確立する。

【具体的計画】 我国に3つの研究拠点を中心に日本列島の全沿岸に沿って約 50 カ所の観測定点基地を設け、上述の戦略の基に観測ブイや観測船を駆使して海洋の基礎生産に重要な微生物を中心に低次生態系の変動機構を明らかにし、沿岸生態系推移予測システムを構築する。このシステムで構築される健全な海洋環境により、海洋生物多様性の維持や海洋生物資源の持続的利用が図られ、沿岸域経済の活性化が可能となる。

### ② 学術的な意義

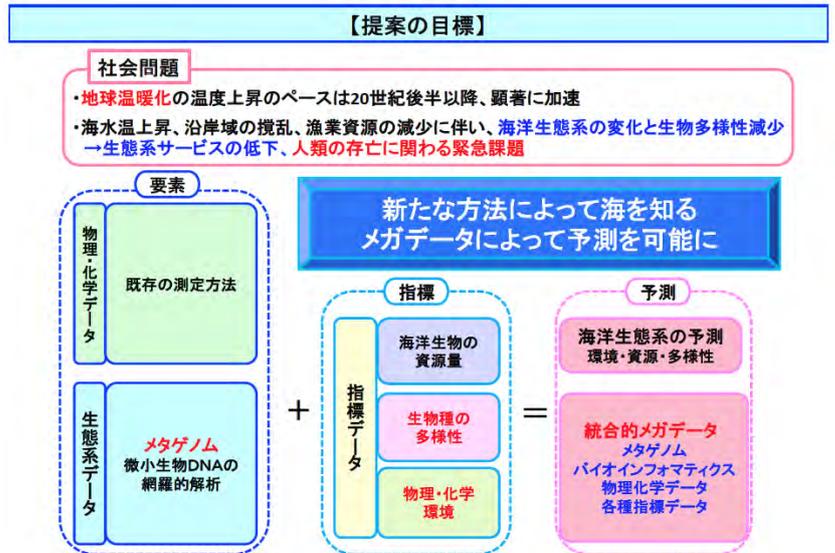
【期待される研究成果】 わが国の排他的経済水域内 (EEZ) の生物多様性は、世界で最も高いことが近年の研究で明らかになった。この多様性の高さには、食物連鎖の基盤を構築する海洋低次生態系の海洋微生物が大きく貢献している。したがって、海洋微生物叢の動態を知ることは、わが国の EEZ の生物多様性の高さを維持し有効活用する上で、本計画から様々な重要で有用な研究成果が期待される。特に、現在行われている衛星技術によるリモートセンシング等による海洋観測では全く把握できていない海面下の低次生態系の変化を、明示的にしかも正確に理解できるような画期的な成果が期待される。

【学術的な意義】 次世代シーケンシング等の革新的技術やメタゲノム解析機能を有する海洋観測装置の開発や海洋観測船への搭載に加えて、新規海洋観測衛星の投入の検討も行い、海水中の物理環境や化学物質動態を微生物動態と合わせて、高速通信網によりリアルタイムにこれらのデータを一挙に収集することにより、海洋微生物叢の動態機構を DNA レベルで世界で初めて明らかにできる。また、本計画で可能となる海洋生態系のモニタリングによって健全な海洋環境への改善・維持管理を果たすことができれば、緊急な課題となっている水産生物資源の持続的利用のみならず、海洋生物多様性を基礎にした海洋資源生物ゲノムの高度利用や海洋未利用生物資源の生化学的利用の研究が可能となる意義も大きい。加えて、海洋の多面的利用による沿岸域経済の活性化に結びつき、多くの島嶼からなり広大な沿岸域を有するわが国の国土を保全する上でも重要な意義がある。

### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

【国内外の研究動向】 Venter ら (2004) はサルガッソー海の海洋細菌群集のメタゲノム解析を行い、その解析結果から約 1800 種の細菌種を同定し、148 種の未知細菌種の存在を推定した。当時は、採集したサンプルに含まれる 16S rRNA を PCR 増幅することによって微生物の種類などを推定していたが、この手法ではスループットが低いという大きな難点をもつ。しかしながら、メタゲノム解析は莫大なコストがかかると言われていたものの、近年の次世代シーケンサの登場によってメタゲノム解析にかかるコストが極端に低くなり、この種の研究が国内外で盛んになってきた。

【当該計画の位置付け】 現在の海洋の微生物メタゲノム解析は、海洋微生物資源からの有用細菌や物質探索などが主目的となっているものがほとんどで、本提案のように、メタゲノム解析を環境モニタリングに応用する試みや、海洋上に観測定点を定め微生物叢の動態と物理環境変化を連続して調査するプロジェクトは世界的に例がない。また、微生物等の DNA の動態から海洋環境の遷移方向の予測する方法の確立は、わが国独自のものである。



#### ④ 所要経費

総予算：200 億円

初期投資：80 億円

研究拠点施設設置：首都圏、北方、南方の3カ所：拠点建設費、ネットワーク形成費：60 億円

海洋予報データベース構築：メタゲノムデータベースの開発・構築：2 億円

施設整備・測定機器の購入：スーパーコンピュータ、次世代シーケンサ：8 億円

自立型海洋観測装置の開発：10 億円

運営費等：120 億円（12 億×10 年）：

全国で約 50 カ所の観測定点維持費：3 億円

備品費：2 億円

消耗品費：3 億円

人件費：4 億円

#### ⑤ 年次計画

平成 25 年～35 年

（具体的な計画）

平成 25 年度～27 年度：研究拠点設置、研究機関連準準備、高速ネットワーク構築、海洋予報データベース構築、国際海洋メタゲノム解析コンソーシアム構築、有用生物のゲノム解析等

全国約 50 カ所に観測定点基地を設け、観測定点に敷設する自立型の海洋観測装置の開発を行い、環境評価 DNA マーカーによる解析を自動で行うため、DNA 断片や遺伝子の収集機能を搭載させる新しい方法の検討を行う。観測装置から出力され海洋観測データとメタゲノム配列データを研究拠点へ送信するための高速ネットワーク網の構築を行う。研究拠点を首都圏、北方、南方に設置し、研究拠点に自立型観測装置から送られてくる海洋観測データ、メタゲノム解析データを格納、解析するメタゲノムデータベースの構築を行う。

平成 27 年度～35 年度：定点観測データ収集・登録、海洋微生物叢動態解析研究、海洋環境評価マーカー抽出、海洋予報法の開発、海洋環境評価法の標準化、海洋生物資源の高度利用

#### ⑥ 主な実施機関と実行組織

実施機関：東京大学、北海道大学、東北大学、東京海洋大学、広島大学、愛媛大学、九州大学、長崎大学、鹿児島大学、北里大学、日本大学、近畿大学など各高等教育機関、国立遺伝学研究所、水産総合研究センター、宇宙航空研究開発機構、海洋研究開発機構、各県水産試験場など

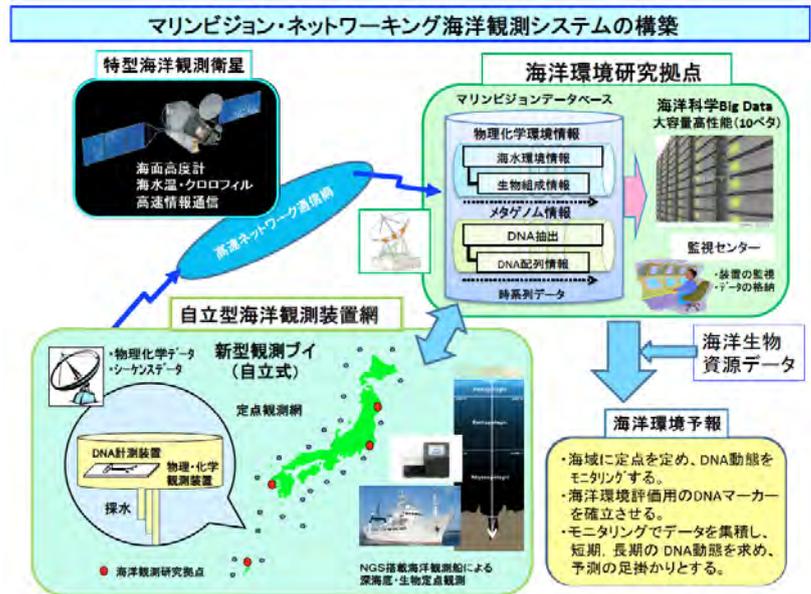
- ・東京大学【実施内容】海洋研究体制の構築、海洋微生物叢の遷移動態の解析・研究、国際コンソーシアム体制の構築
- ・水産総合研究センター【実施内容】日本沿岸域の観測定点設置と定点での時系列海洋観測データの収集、観測データを基にした海洋環境遷移予測研究
- ・北海道大学・東北大学・東京海洋大学【実施内容】沿岸・外洋域微生物叢および植物プランクトンの生物多様性の研究、海洋環境モデルの構築
- ・広島大学・長崎大学・北里大学【実施内容】内湾、閉鎖域の海洋微生物叢の遷移動態の解析・研究、有毒プランクトン叢の動態解析と海洋環境モニタリング
- ・宇宙航空研究開発機構【実施内容】新規海洋観測衛星の開発の検討、高速ネットワーク通信網の構築
- ・海洋研究開発機構【実施内容】DNA 解析機能を搭載した自立型観測装置の開発、海洋観測データに基づくシミュレーションによる海洋環境遷移推定法の研究、海底微生物叢の動態解析研究
- ・各県水産試験場【実施内容】沿岸物理・化学的環境、プランクトン、魚貝類のモニタリング

#### ⑦ 社会的価値

本課題で、微生物採取、DNA 抽出および通信機能を搭載した自律式海洋 DNA 観測機をわが国周辺海域に敷設して海洋診断データベースシステムを連動することにより、わが国周辺の海洋環境のリアルタイムな変動モニタリングシステムが構築される。この大規模観測システムを活用することにより、わが国近海の海洋環境が好適方向または悪化方向のどちらに遷移するかの予測が可能となる。また、先の大震災で生じたような不測の事態においても、迅速な海洋環境のモニタリングが可能で、環境改善対策の方向性を早期に決定できる。本研究により、微生物等を中心とした低次生態系の状態を DNA レベルでより正確にモニタリングできるシステムが構築され、わが国周辺海域における漁場環境と水産資源を維持・管理する次世代システムが開発されることは、わが国周辺海域の安全保障に大きく貢献することが期待される。

#### ⑧ 本計画に関する連絡先

渡部 終五（北里大学海洋生命科学部） swatabe@kitasato-u.ac.jp



## 動物界 One Health : アグリサイエンス研究拠点

### ① 計画の概要

「One Health」とはヒトにとどまらず、地球上のあらゆる生命体が調和のとれた総合的健康を達成するという概念である。本計画は、One Healthを実現するのは「農学生命科学を基盤とするアグリサイエンス Agricultural-Science に他ならない」という、農学コミュニティの共通認識の下で立案された。One-Health の学問的基盤を整備するために、多角的に動物研究を展開しそれらを統合することで、今まで世界中に無かった「動物界 One Health:アグリサイエンス研究拠点」を設立する。以下の4研究部門を置き、「地球規模で動物科学を俯瞰する学術研究」として実施する。

#### (1) 動物資源リソース研究部門

我国には、生物資源ライブラリーを資産と見なし国を挙げて保全しようというシステムは存在しない。本部門では、陸生動物、水圏動物ならびに昆虫界における資源ライブラリーの構築を目指す。

#### (2) 産業動物ライフイノベーション研究部門

環境や多頭飼育によるストレスなどが反映される家畜の「生産病」は、多くのヒト病態を反映するという。包括的病因タンパク質発現研究を実施することでこの生産病を克服して食料生産性を向上させるとともに、ヒト疾患との比較研究を実施する。

#### (3) 伴侶動物ライフイノベーション研究部門

遺伝選抜が加えられた伴侶動物には、ヒトと類似する多くの特徴的な病態が存在する。ゲノムデータベースと疾患例を基にした比較病態研究を実施し、ヒト疾患と比較する。iPSを用いた再生医療を伴侶動物で先行研究するシステムも構築する。

#### (4) 野生動物医科学・環境動物研究部門

野生哺乳類や鳥類を経て伝搬する感染症研究、節足動物を経て媒介される感染症研究を実施する。地球温暖化による危険生物の生息分布変動現象を視野に入れたフィールド研究、生物多様性保全に関わる環境部門の研究もここに置く。

### ② 学術的な意義

農学分野の動物科学を結集することで、世界に類を見ない新しい動物科学分野の創造が期待できる。しかも、以下のような具体的なアウトプットを想定した、「真のライフイノベーション」を創造できる。

#### (1) 資源ライブラリーの構築

動物界で最も多様性に富んだ昆虫界や水圏生物界の生物資源ライブラリー化を目指し、医薬資源としての有用物質の発見に繋げる。4研究部門による異分野技術融合により、得られた資源をヒトの健康福祉に結びつける研究拠点を構築する。

#### (2) 遺伝子資源ライブラリーの活用

メタゲノム、メタプロテオーム、エピジェネティクス技術の統合的活用は、畜産、水産などの農学生産性向上のための新たな技術基盤を提供し、また未来型の応用遺伝学となる。

#### (3) 高等哺乳動物を用いたトランスレーショナル研究拠点の形成

獣医学によって伴侶動物と産業動物の診断と治療が格段に進化したことで、病態にも種特異性のあることが分かって来た。動物種特異的手段によってその特異性を解明することで、より深く「種」を理解する比較生命科学としての医学を確立できる。さらに、ヒト医療へのトランスレーショナル研究やiPS細胞を用いた再生医療実用化への展開を行う。

#### (4) 動物界環境・生物多様性の維持のための研究拠点の形成

世界中で絶滅の危機にある野生生物は1,642,189種といわれる。本計画において実施される絶滅危惧種保全技術開発の試みは、社会的にも大きな関心と呼び支持されるものと期待される。ヒトと動物、そして陸圏と水圏とが共存共栄できる環境を科学的に究明し、持続可能な発展を目指す新たな動物科学を創造することができる。

### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

One Health の考え方の重要性は欧米を中心に認識されつつあり、特に米国では医師会、公衆衛生学会、獣医師会などのサポートによりNPOが設立され、科学アカデミーとともに研究活動を展開している。これらの活動は人獣共通感染症の監視と制御を、生態系の健全性または生態学的健康という観点から実施することを提唱している。2013年3月、ビルゲイツ財団は



One Healthに関する研究事業の公募を開始した。

本研究計画は、このOne Healthを産業動物、野生動物、伴侶動物さらには水圏動物や昆虫などの地球上の動物界全般に広げ、ヒトの健康福祉と食と環境の調和、そして生物多様性保全を持続可能なものにする「アグリサイエンス研究拠点」を構築することを目指している。One Healthの概念を、このような統合的で学際的なサイエンスに進化・発展させようとする取り組みは世界初の試みであり、我が国がこの分野のリーダーとなる。

#### ④ 所要経費

総額180億円程度：初年度設備投資を50億円程度とし、3つの部門からなるアグリサイエンス研究拠点整備のための設備設置に当てる。運営費としては年13億円/年程度とし、10カ年で計画を完了させる。

(1) 設備・備品：運営費に追加の設備費が含まれるため総額は60億円程度

(2) 運営費：管理運営センター（ステーション基幹校、部門基幹校）に関わる経費（1億円/年程度）；これには、調査研究費、国際機関との連携費用などが含まれる。個別の課題研究に関わる経費（1研究ユニットあたり2～3000万円/年程度）；研究内容によって額は変動する。公募研究も幅広く実施する。

#### ⑤ 年次計画

(1) 平成26年度～27年度：One Healthアグリサイエンス研究拠点の設置・国際連携の立ち上げ

(2) 平成26年度～30年度：生物資源ライブラリー構築事業（第I期）、メタゲノム・メタプロテオーム・エピジェネティクス資源ライブラリー構築事業（第I期）、比較病態医科学ライブラリー構築事業（第I期）

(3) 平成30年度末：中間評価と産学連携事業への事業展開の準備と実施

(4) 平成31年～34年度：事業成果を基盤にした個別研究プロジェクトの設立と実施（第I期）、各事業の第II期の展開

(5) 平成35年度：自然発症疾患例を用いた再生医療実施体制の構築と診療開始、産学連携事業への展開と新たな未来型農学研究分野創成の基盤構築、最終評価ならびに成果発表

#### ⑥ 主な実施機関と実行組織

東京大学大学院農学生命科学研究科を基幹校として、農学系を中心とする全国の国公私立大学、公的研究機関で実施する。

##### (1) 動物資源リソース研究部門

- ・海洋生物由来有用活性物質の探索に関する課題
- ・優良資源動物育種ゲノム情報に関する課題
- ・水圏生態系保全と資源の持続的利用

##### (2) 産業動物ライフィノバージョン研究部門

- ・家畜生産に関する課題
- ・水圏動物養殖に関する課題

##### (3) 伴侶動物ライフィノバージョン研究部門

- ・比較病態解析に関する課題
- ・再生医療臨床治験に関する課題
- ・伴侶動物介入療法のための科学的検証

##### (4) 野生動物医科学・環境動物研究部門

- ・昆虫界に関する課題
- ・野生動物に関する課題
- （福島原発被曝野生生物の長期病態発現解析を含む）

- ・人獣共通感染症に関する課題

#### ⑦ 社会的価値

地球上の動物界全般の比較生物研究に焦点をあて、ヒトの健康福祉と食と環境の調和、さらにそれらを生物多様性保全と持続可能な発展に繋げようとする統合型研究はこれまでに存在せず、完成後には農学という領域・範疇を超えて発展する大型学術研究分野となる。社会にどのような変革をもたらすか、3つの具体例を記載する。

(1) いま新聞を賑わしているSFTSウイルスを媒介するマダニを挙げることが出来る。マダニについて昆虫学分野で盛んに議論しているが、獣医学といった異分野と連携してその重要性を訴えていくことが効果的である。生態系との関連も含めて総合的に考察し対策を提示する学問領域が誕生する。

(2) iPS細胞のヒトへの臨床応用が始まろうとしている。しかし、iPS細胞は遺伝子安定性が低く、発がんの危険性は予想以上に高いと危惧されている。大型の哺乳動物での治験を経て実用化しようとするトランスレーショナル研究の拠点となる。

(3) 福島原発事故で被曝した野生生物の放射線障害をあらゆる角度から解析し、マクロな立場からヒトの放射線被曝の影響を外挿しようという試みは、震災復興の一翼を担う事業としても有効である。

#### ⑧ 本計画に関する連絡先

尾崎 博（東京大学・大学院農学生命科学研究科） aozaki@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp



## 人類と地球に貢献する微生物機能開発イノベーション

### ① 計画の概要

微生物を対象とする研究領域は、環境保全、生物多様性、生物遺伝資源、有用物質・バイオマス・エネルギー生産、食の安全、感染症、バイオテロなど多くの課題を包含しており、人類の安心・安全と生活の質の向上にとって重要かつ必須である。これらの個々の課題のイノベーション上の重要性を反映して現在では、上記の種々の課題に関わる研究者が個々に微生物を対象とする研究を進める状況となっているが、これはイノベーションのための大きな障害を生んでいる。本事業では、(1)リソース探索研究、(2)機能解析研究の2つの基礎研究拠点と、そこから得られる知見を基に、(3)バイオテクノロジー開発を目指す応用研究拠点を構築する。酵母、糸状菌、アーキア、細菌、放線菌、乳酸菌等を対象にこれまでばらばらに研究されてきた「微生物」を、応用微生物学領域で多くの成果を挙げてきた農学分野の研究者を中心として、理・医・工・薬学の研究者と密接に連携して分野横断的な視点を取り入れて、微生物機能開発イノベーションに関する大規模研究を進める。「リソース探索研究」拠点では、新規微生物のスクリーニングのみならず微生物酵素や遺伝子の探索、ゲノムマイニングを行い、既存の微生物資源関連機関のリソースバンクと知財の拡充を図る。また、地球上の生命の中で最大のバイオマスを占める微生物の90%以上は集団として存在することが判明している。特定の種の微生物の解析だけでなく、多種の微生物間の相互応答の解析も行うことで、多様な微生物機能を発掘する。「機能解析研究」拠点では、人類が快適に生活し、地球環境をよりよくするための有用機能を微生物から探索し、その発現機構を解析する。「バイオテクノロジー開発」拠点では、上記の2拠点で得られる成果を含めて、主に、生命・環境・食糧の3つの観点から応用研究ネットワークを構築し、科学の最先端を切り開く研究を推進する。

### ② 学術的な意義

地球上の生物は、真正細菌・真核生物・アーキアのドメインから構成されるが、これら全てのドメインは微生物として生まれ、現存の動物・植物を含む全ての生物の進化は、ここで確立された基盤の上に成り立っている。従って、全ての生命共通の基本原理は、その基盤たる微生物の研究によって明確にしようと考えられる。また、全ゲノムが決まった生物種は地球上の生物種の0.1%にも満たず、最新のバイオインフォマティクスの技術を駆使しても機能が解明できない未知遺伝子・タンパク質こそが生物多様性の源になっている。ゲノム配列が解読された生物や特定のモデル生物だけを研究対象とするのは、生物のもつ無限の可能性を制限すると言っても過言ではない。さらに、ゲノムが決定された微生物一つをとっても、我々がまだ活用できていない有用機能が山のように残されていることが明らかになりつつある。また自然界では、微生物やその機能は様々な物理化学的環境下に置かれ、同種異種の微生物、動植物などとの相互作用により多様な生理機能を発揮するものであるが、その詳細な機構は明らかになっていない。生命・環境・食糧の3つの観点からの研究を行うことで、これらが明らかになれば、潜在的有用生理作用が解明される。微生物研究は、環境保全、生物多様性、生物・遺伝資源、バイオテクノロジー、食の安全、感染症の予防や治療、バイオテロ防止などの幅広い領域と密接に関わっていることから、得られる知見は、これらの地球規模での課題解決に重要である。即ち、微生物は、先端生命科学の対象としてだけでなく、迫り来る人類の危機を救うメシアとして人類の未来にとって非常に重要である。従って、本事業の学術的意義は基礎応用両面において極めて大きいと考えられる。これらは、科研費で行う個別研究とは本質的に異なっており、大規模かつ長期的に行う本申請のような研究によって初めて得られるものである。



また自然界では、微生物やその機能は様々な物理化学的環境下に置かれ、同種異種の微生物、動植物などとの相互作用により多様な生理機能を発揮するものであるが、その詳細な機構は明らかになっていない。生命・環境・食糧の3つの観点からの研究を行うことで、これらが明らかになれば、潜在的有用生理作用が解明される。微生物研究は、環境保全、生物多様性、生物・遺伝資源、バイオテクノロジー、食の安全、感染症の予防や治療、バイオテロ防止などの幅広い領域と密接に関わっていることから、得られる知見は、これらの地球規模での課題解決に重要である。即ち、微生物は、先端生命科学の対象としてだけでなく、迫り来る人類の危機を救うメシアとして人類の未来にとって非常に重要である。従って、本事業の学術的意義は基礎応用両面において極めて大きいと考えられる。これらは、科研費で行う個別研究とは本質的に異なっており、大規模かつ長期的に行う本申請のような研究によって初めて得られるものである。

### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

我が国の応用微生物学分野は、多くの世界的な成果（アミノ酸・抗生物質生産、アクリルアミド生産等）を挙げてきた我が国のプレゼンスであり、多くの研究者を有する。例えば、日本農芸化学会や生物工学会は各々1000人以上の産官学の微生物研究者とそれぞれ100以上の賛助企業を有することは、本分野のイノベーション上の重要性を端的に示す。一方、これまでの国策は、それぞれの課題の重要性を反映して、微生物が関わる個別の課題に対する支援に留まっている。諸外国では、微生物学が俯瞰的な視野で研究を担うのに対し、我が国には微生物学が存在しないために、農学部（発酵・食・バイオ）、医歯薬学部（病原菌）、理学部（モデル生物・分類）、工学部（プロセス工学）とがばらばらに微生物を研究しており、分野間の情報は寸断されている。また海外では、米国微生物学連盟や欧州微生物学連盟などの大組織を中心とした微生物関連の大規模研究（バイオ燃料やシステム生物学等）が国策として推進されている。個別研究による我が国の微生物学領域の体制は世界に大きく遅れをとっており、このままでは我が国のプレゼンスの一つが失われる危機となる。

### ④ 所要経費

(1) 微生物機能開発センターの建設 35 億円

(内訳) 6 階建て実験棟 (鉄骨、延床面積 5000 ㎡。拠点事務室、公開会議室を含む) (東京大学)

(2) 微生物機能開発設備・備品 35 億円

(内訳) 微生物リソース維持・管理システム (観察用光学機器、保管庫他) 5 億円; 微生物機能解析装置 (高解像度 NMR、FT 質量分析計他) 15 億円; バイオテクノロジー関連機器 (ゲノム解析機器、試作装置, 他) 15 億円

(3) 人件費 27 億円

(内訳) 特任教員 (研究推進、拠点運営、若手育成) (30 名 x10 年) 18 億円; 研究員 (研究推進) (20 名 x10 年) 8 億円; 技術職員 (機器の管理) (3 名 x10 年) 1 億円

(4) 消耗品費 36 億円

(内訳) 拠点研究推進費 (2 億円 x10 年) 20 億円; ネットワーク研究推進費 (1.6 億円 x10 年) 16 億円

(5) その他 1 億円

(内訳) 拠点運営経費、成果公開、研究打合せおよび調査旅費、その他 (0.1 億円 x10 年)

### ⑤ 年次計画

1. 研究推進: 各拠点をコアとして、有用物質生産、環境浄化、食糧増産、健康に関わる研究を以下の計画で行う。

平成 25-32 年度: 「リソース探索研究」拠点と「機能解析研究」拠点では主に基礎研究を推進する。(1) 開発すべき有用機能の調査; (2) 微生物資源の調査・探索; (3) 遺伝子・酵素資源の調査・探索; (4) 微生物の動態解析と環境モニタリング系の構築; (5) 機能解明 (複合微生物・微生物・タンパク質・遺伝子・生体低分子の各レベル); (6) 新規微生物探索技術の開発; (7) 複合微生物解析技術・(制御) 利用技術の構築; 平成 30-34 年度: 引き続き「リソース探索研究」拠点と「機能解析研究」拠点では主に基礎研究を推進するとともに、イノベーションに資する「バイオテクノロジー開発」拠点での研究を推進する。(8) 資源活用に向けたデバイスの開発; (9) 微生物増殖制御技術の開発; (10) 卓越した有用物質生産系の開発。

2. 微生物ネットワーク構築推進: 微生物は、生物としての機能・構造上において多様性が極めて高く、個々の研究者あるいは研究対象である微生物間、解析・利用技術でそれぞれの障壁が存在する。これらを補い合うための研究者間のネットワークが極めて重要である。

平成 25-26 年度: (1) 微生物機能開発センターの設置準備・建設; (2) ネットワーク事務局の設置; (3) 微生物機能研究設備の導入; (4) 共同研究体制の構築・教員研究員の配置支援; 平成 27-34 年度: (5) 国際協力体制の構築; (6) 共同研究推進; (7) 評価体制の構築

### ⑥ 主な実施機関と実行組織

中心実施機関の部局名と主な役割は以下の通りである。

東京大学: 大学院農学生命科学研究科、生物生産工学研究センター [微生物の有用機能探索と機能解明]

筑波大学: 生命環境科学研究科 [有用物質生産系の開発と微生物増殖制御技術開発]

東京工業大学: 資源化学研究所 [微生物間相互作用解析]

国立感染症研究所 [複合微生物解析]

北里大学: 薬学研究科 [遺伝子・酵素資源の探索とゲノムマイニング]

京都大学: 工学および農学研究科 [有用物質生産系の開発]

岡山大学: 医学部 [微生物間相互作用解析]

理化学研究所: [微生物資源の探索]

産業総合技術研究所: [資源活用に向けたデバイス開発]

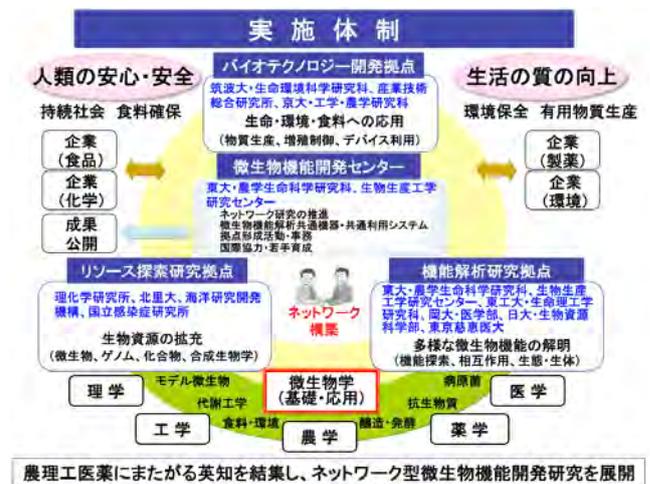
日本大学: 生物資源科学部 [微生物の動態解析と環境モニタリング系の構築]

### ⑦ 社会的価値

本事業によって、微生物に関連する学術上重要な知見が得られることは間違いなく、また応用面でも、社会的に高い価値に繋がる成果を挙げることが期待される。一般に微生物は単独では生育できない場合が多く、他の生物との相互関係下でのみ生存可能である。そうした微生物も潜在的な有用機能を有していることから、複合生態系での微生物の増殖制御技術の開発が望まれている。例えば、本技術は排水、汚水処理の向上や植物病原菌による作物病害低減に応用できる。微生物はアミノ酸や抗生物質を始めとする有用物質生産のためのマシーナリーとしても現在利用され、将来も大きく期待されており、これらに貢献する。合成生物学的に有用物質生産に特化した微生物をデザインし利用する技術が現在、進展しつつあり、バイオリファインリーへの技術応用にも貢献しうる。さらに、腸内微生物は人の健康に大きな影響を与えることから、腸内微生物の制御技術の開発は QOL の向上に大きな意味をもつ。本事業により、多岐にわたるニーズに合致した微生物研究由来のシーズを社会に供給しうる。

### ⑧ 本計画に関する連絡先

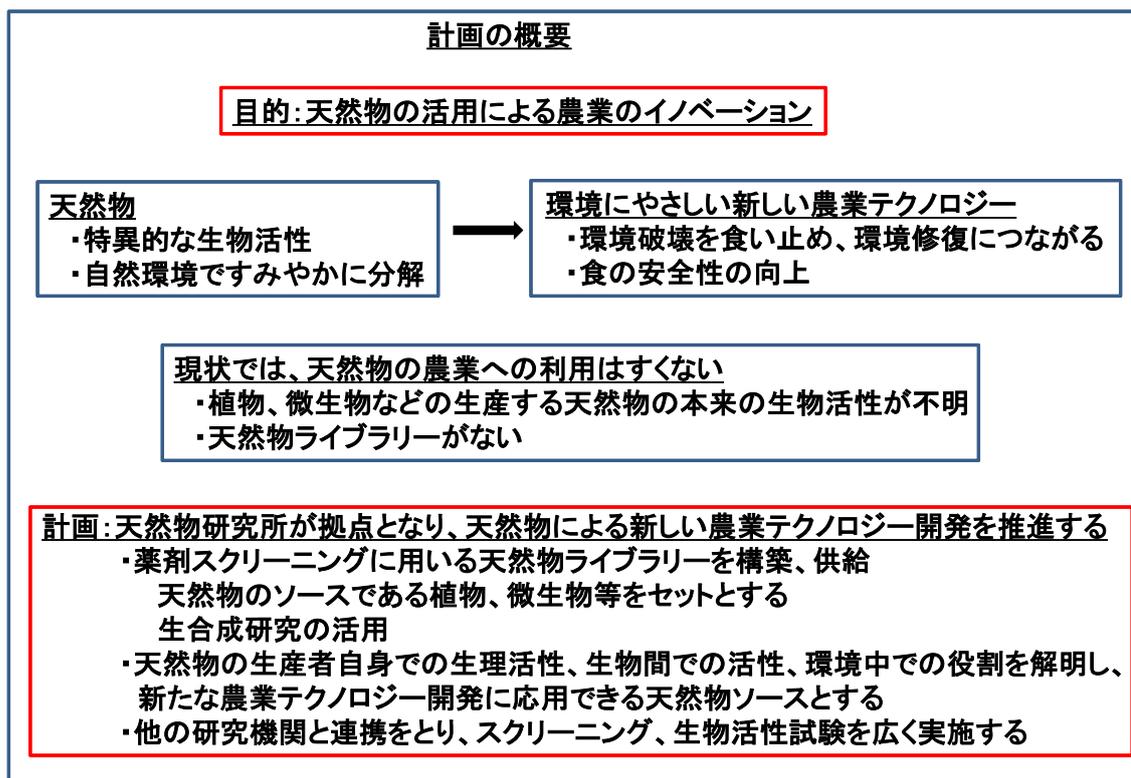
西山 真 (東京大学生物生産工学研究センター) umanis@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp



## 天然物由来薬剤ソースの再構築による農業の革新

### ① 計画の概要

植物や微生物の生産する天然物質は、医薬、農薬、香料等の有用物質として人類の安定した生活に多大な貢献を成すとともに、化学、生命科学等の基礎学問に強烈なインパクトを与え続けて来た。天然物質の有効利用は今後も人類にとって必須であり、世界に秀でた天然物研究の学術的基盤を築きあげてきた我が国では、さらなる発展を持って推進されるべき研究領域である。しかし、従来の新しい物質や生物活性を求める研究スタイルのままでは天然物の有用性を十分に発揮できない。天然物質は人知の及ばない多種多様な構造や強力な生物活性を有することより、薬剤ソースとして重要であるだけでなく、土壌等の環境で速やかに分解され、環境に優しいことを特徴としており、新しい活用法を見出すための無限の可能性を秘めている。特に、これまで合成薬剤が主に用いられてきた農業分野に天然物を積極的に活用することにより、食の安全を守り環境破壊を食い止める新しいテクノロジーの開発が可能になる。そこで本研究では、発想を転換した天然物由来の薬剤ソースを再構築し、天然物を農業に活用することで、環境に優しい農業を構築し人類の安定した生活に貢献する。そのために、研究の拠点となり天然物由来の薬剤ソースの開発および管理とその利用法モデルを提示できる天然物研究所を設立し、国内の大学と連携をとりながら新しい農業テクノロジー開発研究を推進する。研究所では、天然物に関する基礎研究を行い薬剤ソースとして有用な天然物を見出し、他の研究者が基礎研究や薬剤開発を行うために十分な量の化合物を提供することができる薬剤ソースのライブラリーを構築するとともに、モデル植物を対象とした農業への活用法の検討と活用モデルの提示を行う。同時に大学との連携により、各化合物について活性試験の対象を拡大することで、農業への利用に有効な天然物の数を飛躍的に増やし、新しい活性化化合物としての開発を可能にする。



### ② 学術的な意義

天然物の農業利用の基礎研究では、植物、微生物、昆虫等の種々の生物の生産する物質の、生産する生物での生理機能、生物間での役割、環境に対する作用、医薬品等として有用な生物活性等が分子レベルで調べられる。それらは全て最先端の研究であり、学術的価値は高い。特に、植物および微生物の生産する二次代謝産物の生理機能や環境での役割については現在ほとんど分かっておらず、本研究では既知天然物の生理活性についても包括的に解明を行うことで、天然物の農業、環境への新たな利用方法が見出されると考えられる。これらの研究と薬剤ソースの構築研究を含めて、新たな骨格や生物活性を持つ物質が

見出された場合、有機化学や生命科学の基礎研究に与える学術的意義は従来通り極めて大きい。またこれら生体内成分の積極的な応用技術、そして制御技術の開発モデル提示することで新しい農業技術開発の先駆けとなる。

### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

天然物を農業に積極的に利用するとの姿勢は世界的な動向であり、近年農業登録される物質の中での天然物質やその誘導体の割合は合成化合物を凌いでいる。しかし、実際に農業に使用される薬剤は合成化合物が未だ主流である。今後天然物の農業への利用技術の開発競争が世界中で行われることが予想されるが、現在天然物研究が世界で最も充実している我が国において、本大型研究を推進し基盤となる研究を世界に先駆けて行うことは国益として極めて重要である。有用薬剤開発において化合物ライブラリーは必要不可欠である。現在、合成化合物ライブラリーを用いた薬剤開発が主流である。前述のように天然物は多くの利点を持つが、合成化合物に対してライブラリーを作製するのが難しく、利用したくてもできないのが現状である。理化学研究所が天然物ライブラリーを作製し一般に提供しているが、多くの合成化合物を含み、スクリーニングを行うためには有用であるが実際の薬剤開発に適したライブラリーとはなっておらず本研究で構築できるライブラリーの価値は非常に高い。

### ④ 所要経費

天然物研究所の建設経費	20億円
各種分析機器の設備費	5億円
研究員等の人件費	10億円
消耗品費・旅費等	5億円

### ⑤ 年次計画

10年間の計画とする。現在ほとんど行われていない植物、微生物の生産する二次代謝産物の分布を、化合物および生合成遺伝子を分析することで調べる。その情報をもとに薬剤ソースのライブラリーの構築を行う。天然物の農業への利用に当たっては、個々の研究者が鍵となる天然物をもとにそれぞれの生命現象を解析することが基本となる。これまでは、研究者個人が調べることができる生命現象に限られていたため手がかりを得ることが難しい場合が多かったが、本研究では拠点となる研究所で種々の生物を対象とする研究者が連携して研究を行うことで画期的な研究の前進が見込まれる。

平成25年～29年

- 天然物および天然物生産能の分布を調べる。
- 薬剤ソースとする微生物、植物等を選択する。
- 薬剤ソースとなるライブラリーを構築する。
- 生理活性を解析する天然物を選択する。
- 個々の天然物について、生産者自身、他の生物、環境への影響を調べて生理活性の手がかりを得る。
- 生理活性の機構について分子レベルで解析する。

平成30年～34年

- 薬剤ソースライブラリーの利用を開始する。
- ライブラリーの維持および拡大に必要な天然物の効率的な取得方法を確立する。
- 農業利用に有望な化合物を取得し、応用に向けた基礎研究を行う。

### ⑥ 主な実施機関と実行組織

天然物の農業への利用を目的とし、種々の生物に関する研究が行われることより、農学関係の研究機関が主となる。拠点となる天然物研究所は東京大学大学院農学生命科学研究科に設置する。研究所員は種々の生物に関して天然物を研究している研究者を中心に構成するが、天然物の応用を可能とするために生命科学、環境科学等の研究者も加わる。国内の多くの大学で天然物に関する研究が行われており、京都大学、名古屋大学、北海道大学、神戸大学、九州大学等の関連研究科と密に連携をとりながら研究を推進する。

### ⑦ 社会的価値

現在問題となる合成薬剤の環境への影響の懸念が、環境に易しい天然物を農業に積極的に用いることで緩和される。環境での物質代謝を調節する天然物を利用することで環境破壊を修復することも可能であると考えられる。天然物を用いる創薬が活発になることで、人類の生活に重要な医薬、農薬等の開発に新たな展開をもたらすことが期待できる。

### ⑧ 本計画に関する連絡先

千々松 明子 (日本農芸化学会) soumu@jsbba.or.jp

## 統合農業知の可視化によるユーザーイノベーション実践科学

### ① 計画の概要

本構想は、世界トップクラスにある日本農業の高単収技術および農業知財を次世代に継承しかつ国際競争力を強化するため、統合農業知の蓄積と活用プロセスを一般化した日本型実践農学の体系化と社会実装をめざすものである。そのため、地域研究拠点群と共通タスク研究群の相互浸透・研究創発を推進し、結果として、農作業プロトコルの標準化、国際標準リスク管理のGAP (Good Agricultural Practice)の推進、機能性食品の安定供給、および精密復興農業推進に資するものである。現状のまま推移すれば、2025年には人類が絶対的食糧危機に直面し、穀物単収世界14位 (FAOSTAT2005)の日本農業の国際的責務は重大となる。10年後の八割離農による歴史的な農業技術喪失の危機はなんとでも克服しなければならない。

具体的には、三つの研究タスク研究群を組織して研究展開を図る。(1)農家の判断プロセスの記録と読解を行う判断シミュレータ研究群、(2)農場・農作業の大規模データ解析を進める3次元農GISデータ研究群、(3)機械学習・随伴協働作業のための知農ロボット研究群から構成される。実施にあたっては、農業の地域性と市場のグローバル性を念頭に置き、縦串の地方研究拠点と横串の研究タスク研究群の相互浸透啓発型の全国研究機構を設立する。

まず、(1)知農ロボットのスキームとモデルを開発する。特に、機械学習や協働作業の親和性と実用性、農GISデータの記録、情報と行動の標準化、などが課題となる。同時に、(2)統合農業知の可視化システムを開発する。知的判断も含む農作業には農業知の総体が具体化されるものと予想されるので、農業者との技術対話に有効であることを評価指標にした研究構築を図る。最後に、(3)判断シミュレータは専門家及び農業者のシームレスな農業知財の共有と活用のトレードオフ問題のバランス解を提案する。

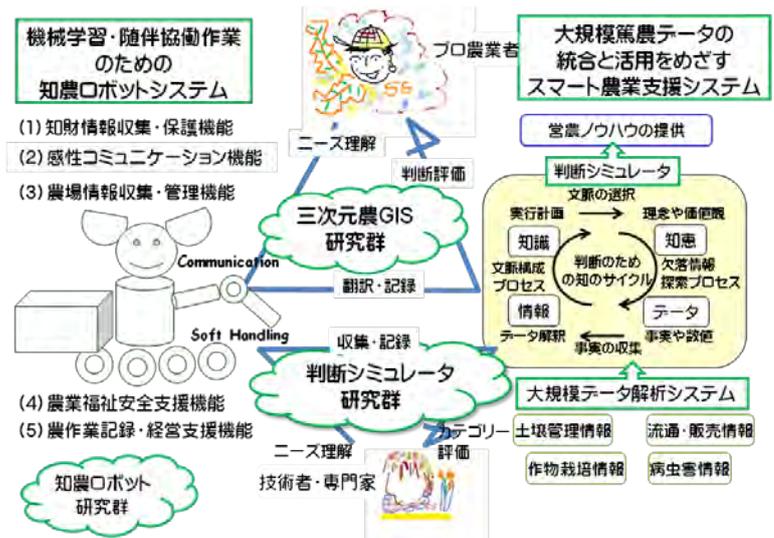


図1 農業知ネットワークを構成する農業判断シミュレータと知農ロボットの構想

### ② 学術的な意義

本研究構想は、日本農業の特徴である高単収技術が農法の5大要素（作物、ほ場、技術、地域システム、農家の動機）を駆使する集団技術にあるとの作業仮説にもとづいて提案されたものである。育種や農薬・肥料あるいは機械化などの技術要素のみをとりあげて収量増大を志向する研究開発とは異なり、本研究構想では、農作業および経営の個々の判断と行動にすべての知識・知恵・技能が集約されて表出すると仮定し、その判断と行動を研究対象に設定した。この視座は、ユーザーニーズに対応した農業科学の再編を刺激する。

農作業の判断と行動を記録・解析するに当たり、個々の作物や作付け体系を追跡しただけでも、数百に及ぶ作業工程が連続して存在しており、また個々の行程において幾重もの判断選択肢が存在することが判明した。判断・行動の記録と解析は必然的に大規模データ解析システムと三次元GISを用いた可視化システムなど、先端的ITの活用が必要になり、農業科学が工学の最先端と生産現場で接続し融合することが求められる。統合農業知が先端科学の対象として浮上する。

また、本研究構想では、我が国の10年後における日本の農場および農業の主体的管理者のための実践的な科学技術を構成する。そのため、農業知の体系を構築する専門家・研究者とその実践的活用をめざす農業者がシームレスに交流できる仕組みを展望している。そのひとつが生産現場と開発現場を接続するコンカレント農業科学システムである。農場管理及び農業に関わる知の蓄積ステージ、主体的な判断と行動を目標にした農業知の統合ステージ、実績とエビデンスによる確かな見通しをもった知の活用ステージの三つのステージが実践的なコンカレント農業科学の場になる。

研究成果は、トレーサビリティの貫徹した農場管理、リスク管理のGAP、機能性食品などの安定生産、精密復興農業への実践的な活用が期待できる。

### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

農作業の判断と行動に関する先行研究についてはMcCown (2005, in "The Farmer's Decision")がうまく総括している。結論では、過去30年に亘る意思決定支援システムがすべて失敗しているのは、解釈型の「目的志向知識 (objective knowledge)」を扱っているからであり、これからは判断のための「主体的知識 (subjective knowledge)」を扱わねばならないとしている。21世紀に入り、ほ場の大規模空間データを収集・解析して農作業の判断支援を研究開発の出口とする精密農業 (Precision Agriculture) が国際的規模で展開された。米国とヨーロッパおよびアジアでは、精密農業の学術的また実務者向けの会議が毎

年開催されている。しかし、判断と行動を研究対象にすると、地域や農業形態により主体が異なるため、研究手法や研究対象が多様で拡散する傾向が現れてきた。

そこで、本研究構想では、統合農業知および知農ロボット構想に共感し協力体制の準備中の台湾、中国、マレーシアなどアジア諸国を対象にした集団技術としてのコンカレント農業科学を推進する。

#### ④ 所要経費

総経費見積もりは300億円、主な内訳は下記の通り。

1 研究機構・6研究推進拠点の管理運営費(40億円)(特任教員1千万円×10人×10年=10億円, 特別研究員5百万円×40人×10年=20億円, 専門職員8百万円×5人×10年=4億円, 管理運営費 HP管理、国際セミナーなど6億円)

判断シミュレータ・大規模データ解析システムの作成(100億円)(ほ場・作業ノウハウの記録・収集50億円, 大規模データ解析システム20億円, 農作業判断シミュレータ30億円)

知農ロボットシステムのプロトタイプ作成(80億円)(農作業記録・演出システム開発20億円, 対話型随伴農作業システム開発30億円, 農作業模倣・対話型システム開発30億円)

三次元農GISによる可視化教育支援システム(80億円)(三次元データ可視化システム(作物別)40億円, コンカレント教育システム20億円, 農業知ネットワークアーキテクチャ20億円)

#### ⑤ 年次計画

【平成26~28年度(150億円)】研究推進組織の設立と全国篤農データの収集開始

(1) 研究推進組織の設立: 農業の地域性を考慮して、北海道大学、東京大学、慶應大学、京都大学、九州大学、生研機構・中央農研、産総研・サービス工学研究センタに研究推進拠点を配置し、それらを統括する研究推進機構を東京農工大学に設置する。

(2) コンソーシアムの設立: IT企業や農業機械企業および有力な農業法人やJAを対象にして、農作業決定支援システムの原理特許(特許4058544、特許4202328)を共有管理するためのコンソーシアムを設立する。

(3) 共通タスク研究群である「判断シミュレータ・大規模データ解析システム」, 「知農ロボットシステム」, 「農業知ネットワークアーキテクチャ」を組織し、研究実施計画と管理計画を定める。

(4) 以上の準備プロセスの中で、全国に50程度のモデル農場の選定、農作業判断シミュレータを備えた100名程度のヒアリング専門員(仮称)養成、認知科学や思考科学と連携した「判断科学」WG組織など、研究構想のボトルネック対応を重視する。

【平成29~36年度(150億円)】コンカレント農業科学の実践

(1) 研究拠点群と共通タスク研究群およびコンソーシアムのシームレス研究交流ネットワークの構成。

(2) 判断シミュレータ・大規模データ解析システムの実装, 知農ロボットシステムの開発

(3) G GAP認証のモデル農場を多数誕生。

#### ⑥ 主な実施機関と実行組織

【研究拠点】

統合農業知研究機構: 東京農工大学(全体統括)

研究拠点: 北海道大学研究拠点、東京大学研究拠点、慶應大学研究拠点、京都大学研究拠点、九州大学研究拠点、産総研研究拠点、農研機構・北海道農業研究センター

【共通タスク研究群】※統括機関、○中心機関

<判断シミュレータ・大規模データ解析>: ※東京農工大学、○産総研、慶應大学、九州大学、愛媛大学、農研機構中央農研、NEC、富士通

<知農ロボットシステム>: ※東京農工大学、○京都大学、慶應大学、北海道大学、東京大学、日立製作所・クボタ・ヤンマー

<三次元農GISによる可視化教育支援システム>: ※東京農工大学、○慶應大学、九州大学、東京大学、農研機構中央農研・富士通・NTT・NEC

#### ⑦ 社会的価値

期待される社会実装の例には次のようなものがある。

- (1) 国民理解の精密復興農業: 災害により喪失した生産基盤の再生、復興の担い手への農業判断支援。
- (2) 知的価値の食品機能性と標準化: 機能性成分の安定した農産物生産のため、生産プロセスの標準化。
- (3) 産業的価値のリスク管理農業: One-step-up & One-step-down 作業がトレーサビリティの担保。

#### ⑧ 本計画に関する連絡先

澁澤 栄(東京農工大学・大学院農学研究科) sshibu@cc.tuat.ac.jp

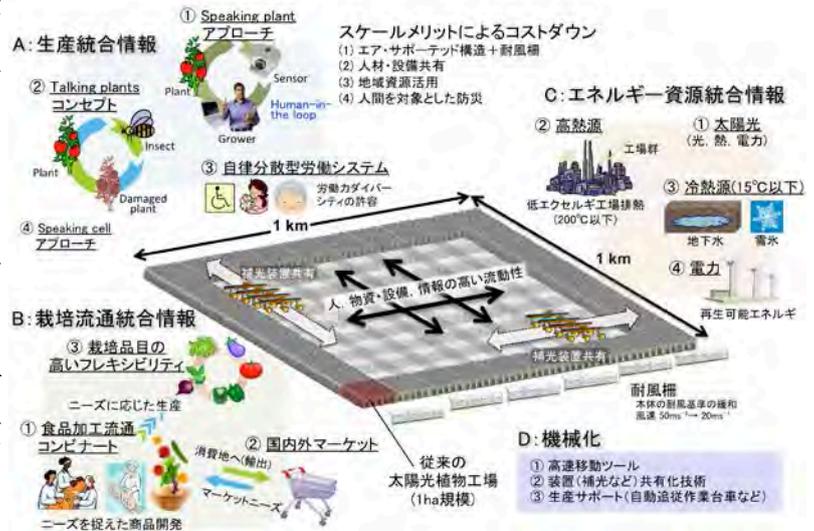


図2 統合農業知研究機構の構想

## 統合情報を駆使したメガスケール植物工場による国際競争力のある農産物生産

### ① 計画の概要

我が国独特の国際競争力を有する農作物生産システムの構築と当該システムの国際展開を目標とし、これを早期に実現するための研究開発環境の整備を行う。具体的には、栽培面積が 1,000,000m<sup>2</sup>(100ha)以上のメガスケール植物工場と、そこでの農作物生産を支える統合情報システムの研究開発を行う。本研究計画は、(1)メガスケール植物工場関連設備の研究開発、(2)統合情報システム群の研究開発、(3)統合情報システムメガスケール植物工場の高性能農作物生産パッケージとしての国際展開の3スキームで構成される。(1)のメガスケール植物工場は、従来の約100倍の栽培面積を有し、内部が1~2haの密閉性の高い小室(Areola)に区分されており、Areola毎に高精度の環境調節が行われ、多品目を多様な作型で周年生産する。なお、高密閉を利用したエア・サポータッド構造と耐風機構により建物強度向上と低コスト化を同時に達成する。また、労働力、物資、設備はAreola間で共有される。これらは、(2)の統合情報システム群(生産統合情報、栽培流通統合情報、エネルギー資源統合情報)により管理され、植物工場のベネフィットを最大化するように一定時間間隔で再配置される。また、わずかに異なる環境条件を設定したAreola間で生育状態を比較することで、環境調節最適化のための自動チューニングを可能にする。本研究計画の遂行にはメガスケール植物工場を想定した実証試験施設の新たな整備が不可欠であるが、行政(農商工連携)により整備された全国規模の植物工場研究拠点群(千葉大学、大阪府立大学、愛媛大学等)と連携することで、より円滑な遂行が期待される。(3)については、地球温暖化による北方地域への生産適地拡大を見据え、北欧並の高緯度までの気候をカバーする植物工場システムを確立するために、寒冷地の北海道に高緯度植物工場研究拠点を新たに整備する。



### ② 学術的な意義

本学術研究領域において最重要と位置づけられるのが、(2)の統合情報システム群の研究開発であり、これは生産統合情報、栽培流通統合情報、エネルギー資源統合情報から成る。生産統合情報については、Speaking Plant Approach (SPA: 植物生体情報計測に基づいた最適環境制御)と Talking Plant Concept (TPC: 植物-植物や植物-昆虫の揮発性有機化合物を用いたコミュニケーション)の融合と自律分散型労働システムの開発に新規性がある。生産性最大化のためには、SPA技術の実装は不可欠であり、植物生理生態学・園芸学・計測工学を融合した植物診断計測工学を構築する。なお、植物診断に基づいた最適環境制御の知能化を加速するために、制御ループに人間の判断を介在させる Human-in-the-Loop 型 SPA を確立する。生態学分野における最新の知見である TPC についても、生産統合情報に取り入れる。また、最新の植物細胞生理や代謝生理を取り入れたオミクス情報を活用した環境制御である Speaking Cell Approach (SCA) 技術の基礎研究も並行して進める。栽培流通統合情報のポイントは、従来変更不可能であった栽培品目や作型までもマーケットニーズに対応して柔軟に変更する点である。このような生産方式の効率的栽培方法の検討は園芸学の新しい研究課題となる。エネルギー資源統合情報では、風力発電と太陽光発電をベースに、工場排熱や冰雪などの地域熱源利用を推進する。(1)のメガスケール植物工場については、Areola間で意図的に異なる環境条件を設定し生育状態を比較解析して最適環境制御を行う仕組み(自動チューニング)が太陽光植物工場における環境調節ストラテジとして新規性が高く、本学術研究領域の発展に寄与する。

### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

平成21年度に整備された国内植物工場研究拠点を中心に、行政施策的課題に関わる基礎的生産技術が確立されつつある。ただし、これらが想定する1ha規模の農作物生産は従前の個人経営レベルの延長線上に過ぎず、我が国の農業生産の国際競争力のベースアップへの寄与は小さい。国外については、2010年に、当該分野の研究開発をリードするワーゲンゲン大学(オランダ)が大規模な実験実証施設を整備し、実証研究を活発化させているが、各実証研究間での情報の共有や統合は行われていない。本研究計画では、従来の国内外の研究設備では考慮されていなかった太陽光植物工場のベネフィットを最大化するための統合情報システム群とその効果を最大限に発揮するための生産場を提供する。これは従来の農業生産の思考とは全く異なる新しい概念を提案するものである。国策としての農業生産技術開発拠点としては、イギリスのローザムステッド農業試験場などがあげられるが、本研究計画は、我が国の今後100年間の農業生産関連分野の国家戦略の基礎となりうる我が国オリジナルの農作物生産システムの確立を目指すものとして位置づけられる。

### ④ 所要経費

総経費：330億円(期間10年)

(1)-1: メガスケール植物工場実証施設整備と管理運営費(200億円): 実証施設建設(100億円), 設備等共有化技術(10億円), 機械化(20億円), エネルギー資源利用技術開発(20億円), 栽培技術開発(20億円), 人件費(20億円)(特任教員[1千万円×5人], ポスドク[5百万円×10人], 栽培技術者[5百万円×20人]), 管理運営費(10億円)

(1)-2: 既存植物工場研究拠点における基礎的生産技術研究開発費(20億円): 生産技術開発(10億円), 人件費(10億円)(ポストドク[5百万円×10人], 栽培技術者[5百万円×20人])

(2): 統合情報システム群研究開発費(80億円): 生産統合情報(40億円)(SPA, TPC, SCA 基礎研究, 労働管理システム), 栽培流通統合情報(20億円), エネルギー資源統合情報(20億円)

(3): 高緯度植物工場研究拠点整備と管理運営費(30億円): 施設整備(24億円), 人件費(6億円)(特任教員[1千万円×2人], ポスドク等[5百万円×4人], 栽培技術者等[5百万円×4人])

## ⑤ 年次計画

[平成 26~28 年度(200 億円)]研究組織・施設の整備, 実証試験と研究開発の開始

(1)研究組織整備: 既存の植物工場研究拠点(千葉大学, 大阪府立大学, 愛媛大学等)と新たに整備する高緯度植物工場研究拠点(北海道大学等)を中心とした研究組織を構成する。研究統括拠点は, メガスケール植物工場の建設が可能な地域に置く。ただし, 研究統括組織は拠点間の連携を強化するために参画機関が人的もしくは経済的負担を共有した独立系組織とするのが望ましい。また, 研究成果を可能な限り迅速に社会に還元するための窓口も整備する。

(2)実証研究施設の整備: メガスケール植物工場および高緯度植物工場の建設

(3)実証試験と研究開発の開始: 各研究拠点における実証試験の開始, 統合情報システム群研究開発等の開始

[平成 29~31 年度(90 億円)]研究成果の蓄積と海外展開のための環境整備

(1)研究成果の蓄積: 統合情報システム群, 設備共有化技術, 機械化の研究開発成果を蓄積し, メガスケール植物工場・高緯度植物工場・既存植物工場研究拠点における生産技術との融合を進める。

(2)海外展開のための環境整備: 研究統括拠点に専任教員を配置し, 国際展開を見据えた国際特許戦略を明確化する。また, 北方地域への国際展開を促進するために, 北欧の国際共同研究機関(オランダ, ベルギー等)との連携を強化する。

[平成 32~35 年度(40 億円)]メガスケール植物工場の確立と国際展開

(1)研究開発を継続し, 統合情報システムメガスケール植物工場を確立する。

(2)開発した植物工場を高性能農作物生産パッケージとして国際展開する。主なターゲットを北方地域(ロシア等)とし, 国際共同研究機関と共同してこれを推進する。

## ⑥ 主な実施機関と実行組織

本研究計画で新たに整備する高緯度植物工場研究拠点(北海道大学など)が学術的な実施機関となる。行政の農商工連携で整備された既存の植物工場研究拠点(千葉大学, 大阪府立大学, 愛媛大学など)が新設の拠点を補佐する中心的な実施機関となる。ただし, 生産場が不要な要素技術の研究開発を担当する実施機関はこれらの研究拠点に限らない。

[研究拠点] 植物工場設備を必要とする研究開発を担当

北海道大学(学術的全体統括)

農商工連携で整備された既存植物工場研究拠点大学: 愛媛大学(全体統括の補佐, メガスケール植物工場, 統合情報システム研究開発), 千葉大学(既存植物工場研究拠点), 大阪府立大学(既存植物工場研究拠点)

[実施機関] 研究内容別に区分(※は中心機関)

次世代植物工場の基礎学術研究と各種試作: 北海道大学※

メガスケール植物工場実証施設: 愛媛大学※・北海道大学・愛媛県・他数企業

生産統合情報システム: 愛媛大学※・京都大学・東京大学・東京農工大・他数企業

栽培流通統合情報システム: 千葉大学※・東京大学・京都大学・九州大学・宮崎大学・他数企業

機械化: 北海道大学※・京都大学・愛媛大学・他数企業

地域・コミュニティ貢献: 大阪府立大※・千葉大学・他数企業

国際展開: 北海道大学※・愛媛大学・千葉大学・他数企業

## ⑦ 社会的価値

太陽光植物工場は, 高い生産性を周年維持できる生産システムとして欧米を中心に広く普及し, 国際競争力のある農作物生産の一翼を担っている。一方, TPP 等の国際的な物流を念頭に置いたとき, 我が国の農作物生産の競争力の欠如は明白である。21 世紀後半に向け, シュリンクする経済と極度に高齢化する自国の姿を直視しながら, 我が国独自の国際競争力のある農作物生産システムの構築が急務であることは, 国民全体の共通認識である。メガスケール植物工場は, 統合情報システムベースの農作物生産システムとしての知的価値を有するだけでなく, 100 億円規模の農作物生産を可能にする。また, 1500~5000 人規模の雇用を創出するが, 大都市圏で急増する高齢者(アグリスローライフ: ドイツのクラインガルテンの植物工場版), 子育て女性や身体障害者などの人材活用が有効である。これらは, 多様な労働動機と働き方(労働力ダイバーシティ)を許容する自律分散型労働システムがサポートする。クオリティ・オブ・ライフの充実や高齢者の生産活動参加による健康維持を通じた健全なコミュニティ構築にも貢献し, 植物工場「場下町」の形成による地域活性化も期待される。

## ⑧ 本計画に関する連絡先

高山 弘太郎(愛媛大学農学部) takayama@agr.ehime-u.ac.jp

## 次世代オミクス情報制御食料生産植物工場システム

### ① 計画の概要

世界人口の急増と我が国の経済競争力の相対的低下により、30年後には我が国が十分な食糧を輸入できなくなることが予測されている。また、近年の気候変動に伴った旱魃や洪水により、世界的規模で作物生産が不安定化している。国内では農家人口の減少・高齢化や灌漑水路の放棄が進行し、新たな食糧生産システムの構築が国策上急務である。しかし、現状の延長線上での農業技術を推進させても生産性に限界があり、今後突発的に起こり得る食糧不足すら回避できないかもしれない。

そこで喫緊の対応策として、輸入に依存しない革新的な食糧生産システムを構築する。そこでは、我が国独自の工業化した農業生産システムとして、生物環境情報、栽培情報、植物生理情報、細胞代謝情報を統合したリアルタイム・オンサイトのオミクス情報の制御を組み込んだ世界に比類ない植物工場システム構築に着手し、来たるべき食料不足危機に備える。このようなイノベーティブな植物工場システムの創成を国家戦略の一つとして推進する。この大型研究施設計画のスタート自体が国民に将来への安心感と社会の安定感を与え、次世代へ繋がる日本の食糧自給への貢献が期待できる。

短期的に作物本来の遺伝子発現の限界、ストレス応答の限界、最大収量の決定を極限に至るまでの制御環境下で実験・検証しながら、植物細胞生理、代謝生理をシステム生物学的に解明したうえで、これらの成果を統合し、中長期的に次世代オミクス情報制御食料生産システムを構築する。

### ② 学術的な意義

国内で現在の輸入穀物(3100万トン/年)を賄うとすると、穀物の生産過程で必要になる灌漑用水は年間310億トンに相当する。これは現在の約1.5倍の農業用水にあたる。現状では広大な農地の確保が困難であるのみでなく、膨大な農業用水も不足することが懸念されることから、新たな農業生産システム構築には灌漑用水を如何に高効率で確保するかが鍵となる。海に囲まれた我が国は、海水の淡水化により、農業用水を安定的に確保できる。この海水淡水化を利用した植物工場の実用化に向けた技術開発は、将来の海上における植物工場建設につながるため、極めて重要な手法と位置づけられる。

人工制御環境下での穀物生産は、エネルギー利用効率や生産コストの面から、実施されていないのが現状である。また、世界的規模でグローバル・ディミングによる寡照化の進行が懸念されている中で、今後、太陽光のみならず、人工光を組み込んだエネルギー効率の高い植物工場の開発が望ましい。そこでは、作物の収量性を最大限に高めるために、栽培作物の細胞を自動採集・分析することで、生理代謝情報に基づく環境制御システム(スピーキング・セル・アプローチ:SCA)を構築する。SCAの手法により、生産物の機能性物質の含量制御も可能となろう。このように穀物の安定供給できる植物工場の創成は世界に先駆けた革新的な研究成果となることが見込まれる。

さらに、今後の世界の食料生産は水戦略に左右されるため、用水確保技術は技術輸出としても意義がある。海水中のマグネシウムおよびリチウム利用も考えるべきであろう。海水淡水化に伴いで得られた濃縮塩水を利用しての浸透圧発電、蓄電技術の開発は、植物工場のエネルギーを賄う。同一施設における大規模な農業生産と工業技術の融合はかつて存在せず、研究成果は世界に誇れるものとなる。

### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

我が国は現在3100万トン/年の穀物を輸入しており、海外への食糧依存度が高い。従って、将来の食糧自給に向け、世界に先駆けた穀物生産手法を独自に創出する必要がある。このような状況は日本特有の問題であり、それには我が国独自の特長ある独創的な手法が望ましい。植物工場の運転には電力は不可欠であり、海水淡水化に伴う高濃度塩水を利用した浸透圧発電は、植物工場の運転に不可欠となる。穀物生産による収益は見込めず、海水淡水化によって得られる苦汁からのマグネシウム、リチウムの抽出、精錬、それら金属を用いた製品化に伴う収益を植物工場の稼働費に当てることで、収益が上がる独立採算性を見込める統合的システムの構築を目指す。

### ④ 所要経費

【総額】777億円

立地条件が良いところを2~3箇所選び、研究推進拠点を作る。

初期投資(300億円)

【内訳】

100億円(植物工場、海水淡水化施設、浸透圧発電所) x 3拠点  
もしくは

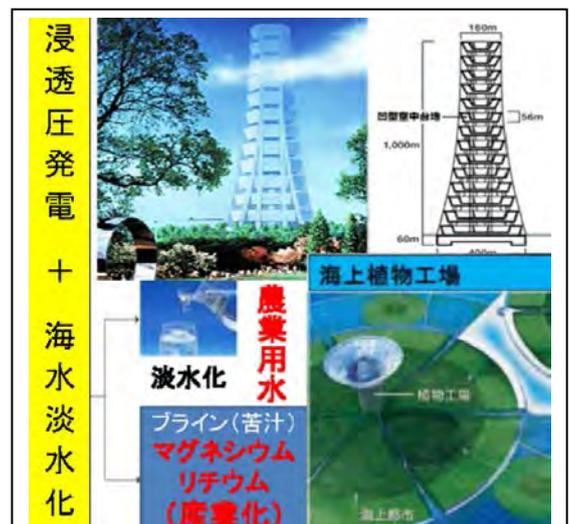
150億円(植物工場、海水淡水化施設、浸透圧発電所) x 2拠点

477億円(人件費・運営費・研究費)

【人件費】(93億円)

特任教授(研究員)(年俸1000万円)30人 x 10年=30億円  
(平成25~35年)

ポスドク(年俸500万円)60人 x 9年=27億円(平成26~35年)



研究補助員（年俸400万円）100人 x 9年=36億円（平成26～35年）

【運営・研究費】（384億円）

運営費10億円 x 3拠点=30億円/年（2拠点の場合：運営費15億円 x 2箇所）（30億円/年 x 8年=240億円：平成27～35年）

研究費6億円 x 3拠点=18億円/年（2拠点の場合：9億円 x 2拠点）（18億円/年 x 8年=144億円：平成27～35年）

## ⑤ 年次計画

【平成25年～27年度（2～3拠点）（300億円）：初期投資】

太陽光利用・人工光利用の穀物栽培を含む植物工場の基盤設備の建設。光質調節、光度調節、炭酸ガス濃度制御5%以上、遠隔植物サンプル採集用設備を備え、環境ストレス応答、代謝生理、遺伝子発現機構の研究に必要な設備を完備したもの。水資源確保のための海水淡水化の利用の試み。海水淡水化処理のあと得られる濃縮塩水を利用しての浸透圧発電所の設置。さらに、濃縮塩水（苦汁）からのマグネシウム、リチウムの抽出、精錬技術の研究・開発する施設の設置。第3世代シークエンサ、スーパーコンピュータの導入も含め、オミクス制御、制御工学研究基盤の充実を図る。

【平成25～35年度】

特任教授（研究員）を30人雇用。3拠点の場合は概ね10人ずつの特任教授を置く、2拠点の場合は概ね15名ずつ。

（分野・特任教授（研究員）の内訳）

作物学3名、栽培生理学（植物生理学）3名、オミクス計測科学3名、植物システム生物学分野3名、システム制御工学3名、農業工学3名、海水淡水化分野3名、浸透圧発電分野3名、マグネシウム・リチウム抽出分野3名、マグネシウム合金分野3名

【平成26年～平成35年】

各特任教授（研究員）に2名のポストドクを配置する。

3拠点の場合、研究補助員（事務員・秘書を含む）を概ね各拠点ごとに33名配置する。2拠点の場合は、各拠点に概ね50名。

【平成27年～平成35年（384億円）：運営費・研究等】

オミクス情報制御を取り入れた次世代植物工場システムの基礎研究を行い、実用化のための植物工場システムの構築の提案を行う。とくに、植物工場と海水淡水化設備、浸透圧発電所、マグネシウム、リチウム精錬との統合的情報システム管理の構築は重要であり、新産業の創造を目指す。

## ⑥ 主な実施機関と実行組織

基礎研究：愛媛大学、千葉大学、大阪府立大学、東京大学、東北大学、九州大学、熊本大学など

応用研究：北海道大学、京都大学、信州大学、東京農工大学、豊橋技術科学大学、産総研北海道センター、九州沖縄農業研究センターなど

海水淡水化、浸透圧発電を組み合わせた高層型植物工場の建設のためには、河川の河口に近く、海水と淡水を同時に利用できる場所が有利である。海水淡水化のためには、海水の使用が必要であり、海岸に立地する必要がある。浸透圧発電のためには、海水淡水化に伴って濃縮された塩水を使用することも可能であるが、浸透圧勾配を高めるために、河川に近く淡水の利用が可能であると、効率は高くなる。このような条件のもとで、受け入れ可能な適地を全国で2～3箇所選定し、拠点を作ることが必要であろう。

分野横断的な研究拠点であるため、特任教授を雇用し、施設長を任命し、トップダウンの企画が必要である。穀物栽培のための植物工場、海水淡水化のための施設、浸透圧発電所、濃縮塩水を利用してのマグネシウム、リチウム精錬と関連した合金技術の研究を有機的に統括する必要があるため、生物学、栽培学、オミクス計測科学に素養があり、工学、物理化学に通じる人材が施設長もしくは副施設長に適任であろう。施設は、多くの研究者に研究環境を提供するのみでなく、穀物栽培に伴う食糧生産の自動化、電力を中心とするエネルギー確保、リチウム電池などを用いた蓄電装置の開発、濃縮塩水の管理とマグネシウムやリチウムの精錬など、広領域分野の統合を念頭に置いたマネジメントが要求される。

## ⑦ 社会的価値

30年後に世界人口が90億人以上になった場合、他国から我が国へ現状のような食糧輸出は確約されていないことを国民は十分理解しているため、食糧の安全確保は国防として国民は理解している。また、植物工場で生産される穀物生産は、海水淡水化により得られた農業用水を使用するため、安定した水資源の確保となり、必要に応じて、飲料水にも転用できる。

海水淡水化に伴って生じる苦汁からのマグネシウム、リチウムの抽出・精錬は、新たな海洋資源として意義深い。また、淡水化に伴う高濃度塩水を用いての浸透圧発電は、自然エネルギー資源として活用でき、植物工場での電力源、マグネシウム・リチウムの精錬にも活用できる。また、統合したシステムのコストバランスを達成することで、植物工場で生産された穀物を安価に国民に提供するシステムを構築できる可能性を提案しており、国民の将来への食の安全に関する期待、新産業の創成に対して希望を与える。とくに、浸透圧発電の技術、マグネシウム、リチウム精製の技術、関連した蓄電技術は、新産業の創成と連動しており、我が国の生産システムにより世界の経済活動を一変させる機動力となりえ、経済的・産業的価値は極めて高い。

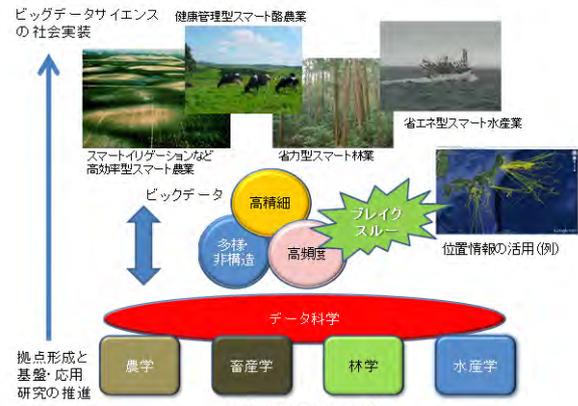
## ⑧ 本計画に関する連絡先

野並 浩（愛媛大学農学部） nonami@agr.ehime-u.ac.jp

## 農林水産業におけるビッグデータサイエンス基盤・応用研究拠点の形成

### ① 計画の概要

人口爆発と地球温暖化が同時進行する現代社会の持続的発展を適えるには、人類の生存に欠かさない食料資源を生態系と調和的に再生産する農林水産業のイノベーションが喫緊かつ重要な課題となっている。激変の恐れのある気候や人間活動による環境変化のモニタリング及び有機炭素の貯蔵庫でもある森林・湿地・土壌・海洋の保全と再生を推進する必要がある。一方、大規模なデータ（ビッグデータ）を効果的・効率的に収集・統融合することにより、知識発見や新たな価値を創造する革新的な科学技術の創発があらゆる分野で国際的に要請されている。農林水産業分野においても、諸分野を繋ぎ付加価値を探索する先端技術として欧米で注目されているビジュアルデータマイニング等の先端情報科学やゼタバイトの情報爆発時代を支える計算科学技術分野と協働・共創していかねばならない。ビッグデータと関連するGPS技術等を含む地理空間情報技術や急速に発展した宇宙からのリモートセンシング技術などによる高精度・高頻度・多様・非構造データを扱う学際研究開発を一体的に進め、食料科学・農学分野の基盤・応用研究を一気に加速させ、生産から消費までのサプライチェーンも対象とした統合分野として発展させる必要がある。同時に、それを支える人材の育成、学術の振興が急務である。



農林水産業におけるビッグデータサイエンス

本研究計画は、農林水産業においてもセンサーネットワークの発展などにより今後爆発的に増加するビッグデータをリアルタイムで収集・蓄積・処理・分析・配信する基盤及び付加価値創成型応用技術を革新的に発展させ、持続可能な農林水産業の未来を創出する。センサーネットワークなど ICT 技術を活用した農業、畜産業、林業、水産業に共通する基盤研究とそれぞれの分野での社会実装実験を進め、計算機科学分野と協働して、ビッグデータ時代における食料科学、環境保全科学のイノベーションにつながるブレイクスルーを達成する。

### ② 学術的な意義

農林水産業においても多種多様なビッグデータを利用した応用研究がなされ、これまで理解できなかった問題の解決につながる可能性が指摘され始めている。例えば、多種多様な人工衛星センサーにより計測される大量のデータ群をデータ同化によってモデルと統融合して 4 次元のビッグデータを創成し、その効果的効率的解析処理を支援するビジュアルデータマイニング技術・機械学習技術と併用すれば、気象、海象などの環境情報と農林水産資源データとの関係を容易に統計モデル化することができ、農学・林学・畜産学・水産学におけるブレイクスルーの達成を目指すことが可能である。さらに、工学・理学・薬学・医学などで扱われる大規模多変量のデータを最先端のイメージング技術を用いて可視化すれば、それぞれの分野での新たな知識発見を加速できる状況にある。本研究拠点では対象をさらに現場環境の可視化や、予測された農林水産資源分布の可視化に広げることにより、新たな知見の発掘を目指すとともに、実社会（農林水産業）の振興に向けて知の波及を目指す。

### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

現在、農業分野では国内的にはビッグデータビジネスとして昨年より大手コンピュータ会社を中心として農業を対象としたクラウドコンピューティング・サービスを開始しているが、基盤研究が殆どなされていないのが現状である。一方、農学の関連研究として、農家の作業技術の数値化やデータマイニングによる匠の技（暗黙知）の可視化などビッグデータ利活用に基盤研究も開始されている。水産業分野でも、漁船位置管理システムなどのビッグデータ利活用による漁業管理や資源管理への応用研究が開始されているが、同様に基盤研究が殆どなされていない。米国においては、2012年3月29日に「ビッグデータ研究開発イニシアティブ」を発表し、政府指導でビッグデータサイエンスを開始した。精密農業研究の延長上にネバラスカ大学では農業ビッグデータの基盤研究をすでに開始している。文部科学省では2012年7月に「ビッグデータ時代におけるアカデミアの挑戦」として科学技術イノベーションの創出を目指している。本研究課題によって、世界をリードする形で、農林水産業へのビッグデータサイエンス基盤・応用研究を急速に発展させることを目指す。

### ④ 所要経費

期間中の総額：109 億円

【平成 25-27 年度】15 億円/年

農業用スマートロボットによる農業支援システム開発：2 億円/年、反芻動物用汎用栄養生理状態モニタリングシステム開発：2 億円/年、森林自動環境モニタリングシステム開発：2 億円/年、船舶用双方向通信システム開発経費：2 億円/年、バイオトラッキング調査システム開発：2 億円/年、異分野融合データ同化技術開発：2 億円/年、衛星通信費：4 千万円/年、船舶運航協力費：4 千万円/年、アカデミッククラウドコンピュータ使用料：4 千万円/年、人件費：1 億円/年、その他(旅費・消耗品等)：8 千万円/年

【平成28-34年度】8億円/年

各種センサーシステム作成経費：2億4千万円/年、衛星通信費：4千万円/年、船舶運航協力費：4千万円/年、アカデミッククラウドコンピュータ使用料：4千万円/年、実装技術開発：1億円/年、人件費：2億円/年、その他(旅費・消耗品等)：1億4千万円/年

## ⑤ 年次計画

【平成25-27年度】システムの開発および構築

(1) 農業ビッグデータ運用システムの開発：3Dバーチャル空間でロボット作業のシミュレーションを可能にし、データに基づく農業を実現するシステム開発を行う。(2) 畜産業ビッグデータ運用システムの構築：反芻行動データを長期的、効率的に収集できるセンサーを開発し、栄養生理状態診断システムを開発する。(3) 林業ビッグデータ運用システムの構築：林業ビッグデータを活用した国内林産業の支援・森林環境監視システムを構築する。(4) 水産業ビッグデータ運用システムの構築：ブイ観測網、リアルタイムデータ同化予測システムなどを統合した情報システムを構築する。

【平成28-31年度】システムの試験運用

(1) 農業ビッグデータ運用システムの試験運用：農業環境情報、生産物情報、作業履歴を時空間・内容で組織化し、営農に係わる「知識」が抽出できる先端農業支援システムを構築して試験運用する。(2) 畜産業ビッグデータ運用システムの試験運用：栄養生理状態の把握、適切な飼料給与量および授精時期の生産・管理予測システムを構築し、試験運用する。(3) 林業ビッグデータ運用システムの試験運用：研究コア地域と県レベルで適用できるシステムを構築し、試験運用する。(4) 水産業ビッグデータ運用システムの試験運用：スマート水産業のためのG空間情報活用システムを試験運用する。

【平成32-34年度】システムの現業運用

(1) 農業ビッグデータ運用システムの現業運用：構築したシステムの一般農家での実装を行う。(2) 畜産業ビッグデータ運用システムの現業運用：構築したシステムの一般酪農家での実装を行う。(3) 林業ビッグデータ運用システムの現業運用：構築したシステムの林業への実装を行う。(4) 水産業ビッグデータ運用システムの現業運用：構築したシステムの水産業での実装を行う。

## ⑥ 主な実施機関と実行組織

【統括】 北海道大学（各研究拠点をネットワーク的に統括する）

【農学拠点形成：農業BDS基盤・応用技術の開発】 北海道大学、九州大学、酪農学園大学、帯広畜産大学、東京農工大学、京都大学、農研機構・北海道農業研究センター、民間委託（NEC、富士通、日立など）など

代表機関は北海道大学である。ビッグデータを利活用したスマート農業確立に向けた統合的農業情報システムとスマートロボットによる次世代農業の社会実装実験を推進する。

【畜産学拠点形成：畜産業BDS基盤・応用技術の開発】 酪農学園大学、帯広畜産大学、北海道大学、東京農工大学、京都大学、民間委託など

代表機関は酪農学園大学である。反芻家畜（乳牛、肉牛など）の栄養生理状態をモニターする汎用的なセンサーシステムを開発し、MtoMのセンサーネットワークを用いてデータをクラウドコンピュータへ収集、「栄養生理」状態を見える化する。これらデータに基づく生産管理・予測システムの構築により健康管理型スマート酪農の社会実装実験を推進する。

【林学拠点形成：林業BDS基盤・応用技術の開発】 信州大学、新潟大学、鹿児島大学、京都大学、北海道大学、民間委託など

代表機関は信州大学である。ICT技術を活用した森林環境情報モニタリングシステムを開発する。高精度・高分解能森林情報の整備・活用による適正な森林管理の促進と木材産業活性化を目指した省力化スマート林業の社会実装実験を推進する。

【水産学拠点形成：水産業BDS基盤・応用技術の開発】 北海道大学、公立ほこだて未来大学、京都大学、東京海洋大学、東京大学、長崎大学、鹿児島大学、(独)水産総合研究センター、(独)海洋開発研究機構、民間委託など

代表機関は北海道大学である。ビッグデータを利活用したICT水産業確立に向けたG空間情報活用システムの構築と次世代スマート水産業の社会実装実験を推進する。

## ⑦ 社会的価値

米国ではネット系プラットフォーム事業者や各ベンダーが既にビッグデータ活用に向けて積極的に取り組みを進め、2012年3月29日に「ビッグデータ研究開発イニシアティブ」を発表し、政府指導でビッグデータ研究・発展に戦略的に取り組みを開始した。我が国も総務省、文部科学省、経済産業省の3省合同で提案した「ビッグデータによる新産業・イノベーションの創出に向けた基盤整備」が資源配分の重点化を行うべき重点施策パッケージとして特定されている。再生可能な資源を生態系と調和させながら生み出す農林水産業の役割は大きく、特に持続可能な食料生産の確保は、人類にとって最も大きな緊急課題である。持続可能な農林水産業を実現するためには、気候変動や人間活動による環境変化のモニタリングや有機炭素の貯蔵庫としての自然性の高い森林・湿地・土壌・海洋の保全と再生を重視する必要がある。これを実現するために、農林水産業へのビッグデータサイエンスの基盤・応用研究拠点を形成し、世界に先駆けて社会実装することは統合情報システム化によるフードイノベーションとなる。これにより国際的に競争力のある農林水産業の育成が促進される。

## ⑧ 本計画に関する連絡先

齊藤 誠一（北海道大学大学院水産科学研究院） ssaitoh@salmon.fish.hokudai.ac.jp

## こころの健康社会を創る多次元ブレインプロジェクト ：機能ネットワーク解析に基づく精神・神経疾患の革新的予防・治療法開発拠点の形成

### ① 計画の概要

本研究計画は先進的脳科学研究の推進と臨床応用、さらに他分野との広範な連携の実現による国内の研究リソースの構造化を目指す。具体的には時間軸研究としての「縦断的臨床観察データ・バイオサンプル取得」、階層軸研究としての「シームレス解析技術開発」、系統軸研究としての「トランスレータブルバイオマーカー開発」の三つの柱を立て、これらを機能画像に基づき脳の機能的結合を網羅的に同定する技術（機能コネクトーム）により有機的に結び付ける。第一のステップとしてヒト機能コネクトームの時系列データの取得を行う全国ネットワークを形成する（縦断的臨床観察データ・バイオサンプル取得）。第二のステップでは、機能コネクトームを基盤として得られた疾患関連の脳回路の候補、および疾患での遺伝子変異や疾患モデル動物での表現型の解析を活用して、細胞、分子、遺伝子レベルでの解析へと階層を超えた研究を達成する（シームレス解析技術開発）。第三ステップではヒトと動物で共通に見られる神経回路レベルおよび分子・遺伝子レベルでの変化を集積することで、動物とヒトに共通なバイオマーカーを多数同定する（トランスレータブルバイオマーカー開発）。このようなバイオマーカー開発は基礎・臨床研究の双方向性の橋渡し研究を飛躍的に推進する。さらに神経回路の機能の解明と精神・神経疾患における障害の同定を通じて、多数の新規バイオマーカーが利用可能となり、精神・神経疾患の早期診断と予防、および革新的な治療法の開発に結び付くことが期待される。

### ② 学術的な意義

脳は環境情報を取り入れて個体の機能を制御する最高司令機関であり、生命科学の最後のフロンティアである。脳科学を総合的に進め、特に生命科学・医学の分野においては基礎と臨床の融合を促進して、このフロンティアの開拓を強力に推進する必要がある。さらに情報科学、工学、人文社会科学との協働による学際的な多次元アプローチの推進によって脳科学の広い意味での社会における意義や波及効果が明確となる。脳の階層的かつ環境適応的な機能発現の原理の理解により、「こころとは何か」という、他の生命科学分野とは全く異なるユニークな疑問の答えを得ることができる。従って脳科学の成果は生命科学に留まらない広い影響を周辺科学領域に与え得る。現代社会におけるメンタルヘルスの問題の深刻化、たとえばうつ病患者や認知症患者の急速な増加により、日米欧で、精神・神経疾患に起因する経済的負担が各種疾患のうちで最大となっている。従って脳科学推進の成果や技術を社会還元する意義はきわめて大きい。更に今後、情報科学、人文社会科学のアプローチを取り入れる事により、学際領域としての脳科学を発展させることも「脳・こころ・社会」を一体として捉えた幅広い社会貢献のためには不可欠である。以上から、「こころの健康社会」の実現を目的とする、生命・医療・情報・社会を主軸として多次元に展開する融合脳科学の学術的意義は大である。

### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

米国ではNIHにより2009年より開始されたHuman Connectome Project (HCP)においてヒト脳機能画像の大規模なデータベース化が進行中である。さらに、Brain Activity Map Project と呼ばれる脳活動の包括的データ取得を目指す大型計画が報道されている。欧州では大規模な研究計画としてのHuman Brain Project (HBP)が2013年1月にEuropean Flagship Project に選定された。米国と欧州の大型研究計画はどちらも莫大なデータ取得を目指すものであるが、日本では計算理論とIT技術、イメージング機器の高い開発力を活用して、より脳の疾患の原因解明や治療法創出を意識した研究戦略を取ることで独自性を打ち出す事が可能である。

### ④ 所要経費

総額350億円（初期投資140億円：年間運用経費21億円×10年）

運営費細目

A. 縦断的臨床観察データ・バイオサンプル取得のネットワーク整備

初期投資：40億円、運営費：5億円×10年間、総額 90億円

B. シームレス解析技術開発拠点形成

初期投資：60億円（モデル動物を利用した細胞・回路イメージング実験施設）、運営費：10億円×10年間、総額 160億円

C. トランスレータブルバイオマーカー開発拠点形成

初期投資：40億円（ヒト及びモデル動物を利用した分子イメージング実験施設）、運営費：6億円 ×10年間、総額 100億円

### ⑤ 年次計画

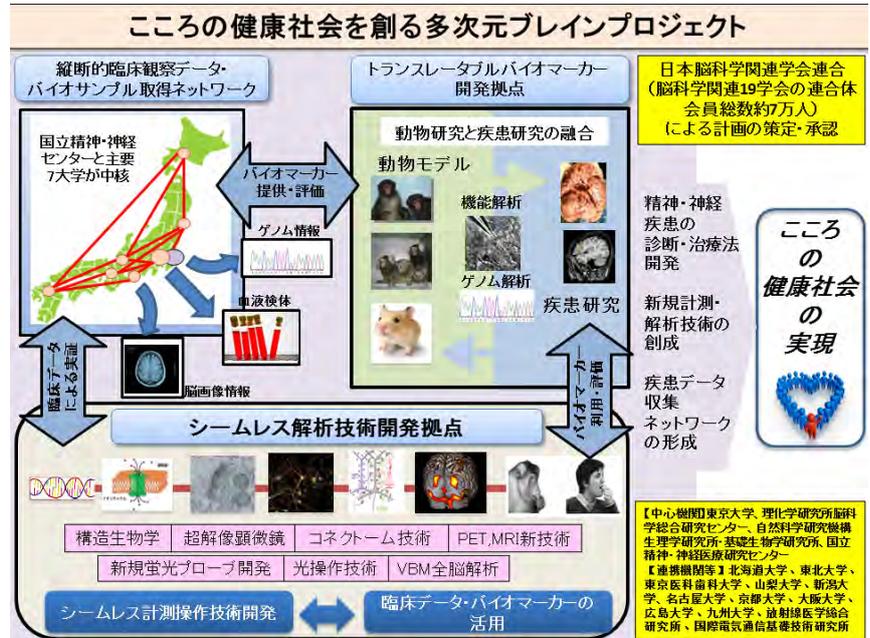
A. 縦断的臨床観察データ・バイオサンプル取得のネットワーク整備

【平成26年—28年】国内主要大学および大学病院と国立精神・神経医療研究センターにより機能画像と生体由来試料収集のための全国的ネットワークを整備する。【平成29年—35年】整備したネットワークを利用してデータ収集、効率的な利用のためのデータウェアハウスの構築を行う。

## B. シームレス解析技術開発拠点形成

【平成26年—27年】高精度・大規模データの取得・解析を可能とする革新的なイメージング技術・プローブと統計解析・モデリング手法の開発を推進する。既存の疾患動物モデルについて細胞・回路レベルでの機能障害を同定し、遺伝子変異との関連性を解明する。【平成28年—32年】技術開発を更に推進する。本計画により取得される機能画像等のデータから新たに同定される疾患関連脳回路の性質を解析し、バイオマーカーを利用した精神・神経疾患、脳腫瘍、脳血管障害の超早期診断・根本治療の可能性を探索する。

【平成33年—35年】機能画像、バイオサンプル、バイオマーカーのリソースを活用し、分子から行動に至る多階層を連結するシームレス解析技術を実現する。



## C. トランスレータブルバイオマーカー開発拠点形成

【平成26年—27年】既存のバイオマーカーについてそれらが動物種を超えたマーカーとして利用可能かどうか検証する。【平成28年—32年】本計画により取得される機能画像等のデータから、新たな精神・神経疾患、脳腫瘍、脳血管障害バイオマーカー候補の探索を行う。更に新たに開発されたシームレス解析技術を本拠点で作成するモデル動物に適用し、動物レベルでのバイオマーカー探索の効率化を図る。【平成33年—35年】多数同定されたバイオマーカー候補の内、translational researchの対象となるものを選択し、バイオマーカーとしての有用性を検証する。

### ⑥ 主な実施機関と実行組織

#### 主な実施機関

【中心機関】 東京大学、理化学研究所脳科学総合研究センター、自然科学研究機構生理学研究所・基礎生物学研究所、国立精神・神経医療研究センター

【連携機関等】 北海道大学、東北大学、東京医科歯科大学、山梨大学、新潟大学、名古屋大学、京都大学、大阪大学、広島大学、九州大学、放射線医学総合研究所、国際電気通信基礎技術研究所

#### 実行組織

##### A. 断続的臨床観察データ・バイオサンプル取得のネットワーク整備

全国ネットワークを形成して機能画像データ、生体由来試料の収集、データベースの構築を行う。その際、臨床研究中核拠点ならびにトランスレーショナルリサーチ拠点として整備されたインフラやネットワークを活用する。

##### B. シームレス解析技術開発拠点

細胞・回路イメージング実験施設とそれに付随して必要となるモデル動物実験施設を整備し、階層を超えるデータ取得・解析技術の開発を行う。

##### C. トランスレータブルバイオマーカー開発拠点

分子イメージング実験施設およびそれに付随して必要となるモデル動物実験施設を整備し、ヒトと動物で共通に利用可能なバイオマーカー開発を行う。

以上の研究計画において、中心機関では若手研究者・学生の教育のためのプログラムを提供し、得られた成果を社会に還元するためのアウトリーチ活動を行う。

### ⑦ 社会的価値

階層融合的なデータのシームレスな取得・解析技術の開発により、単なるデータの蓄積のみでは不可能な、分子から回路を経て行動に至る各階層をつないだ脳機能の理解が可能になる。次にこころの諸過程を再現する動物モデルの構築により、脳の正常機能とその異常を解析するためのリソース整備が実現する。精神・神経疾患の病因と治療法の研究を推進するには、基礎研究で得られた知見や技術に立った臨床研究の推進が必須である。本研究により断続的臨床観察データ・バイオサンプルの蓄積を継続的に行うための全国的な基盤が整備されるとともに、実際のデータ取得が格段に進むことが期待される。それにより認知症の発症以前の段階を検出するための超早期マーカーの開発および早期治療への道筋が拓ける。また精神疾患においても精神疾患の発症に寄与する因子を反映するバイオマーカー、および発症後の病態および治療に応答する因子を反映するバイオマーカーの両者の開発が可能となる。前者は発症予防と早期診断・治療を可能とし、後者は治療法開発や再発予防への応用が期待される。

### ⑧ 本計画に関する連絡先

廣川 信隆 (東京大学大学院医学系研究科) hirokawa@m.u-tokyo.ac.jp

## 医療・創薬研究加速のための生体機能科学と計算生命科学の協同研究開発基盤の構築

### ① 計画の概要

本計画では、生体をシステムとして捉え、そこでの分子・細胞・臓器の挙動と機能情報をマルチスケール・マルチモーダルに計測・解析する技術開発に加え、生体情報を抽出・集積・統合しインシリコでシステムとして再構築することにより、生体機能を理解し、その予測と制御の技術を医療・創薬分野の研究開発に直結させることを目標とする。具体的には、1) 超高磁場 MRI や次世代 PET などの生体画像計測拠点を整備し、統一的プロトコールでの生体情報計測を一気に進める。2) 最先端の生体機能計測、蛍光・発光イメージング、光・薬物による細胞・分子操作などを要素技術として、スケール間（分子、細胞から個体）連携のためのマルチスケール・マルチモーダルな計測・解析技術を研究開発し、フィジーム・ファルマコム情報を体系的に集積する。3) 生体機能・形態情報インフォマティクスの技術開発と人材育成を推進し、生体情報抽出とインシリコ再構築により、フィジーム・ファルマコム情報集積のためのフレームワークを作製する。4) 「京」などのスーパーコンピュータを活用し、最先端の計算・モデル化手法により動物種間（齧歯類、霊長類からヒト）およびスケール間をシームレスにつなぎ、システムとして再構築することにより生体機能の理解につなげる。5) 生体機能・薬物作用の予測のための人体シミュレーター「バーチャルヒューマン」の研究開発を行う。これにより、基礎生物学・生理学研究の成果を、薬理学研究、医療・創薬研究に迅速に展開できるシームレスな研究基盤を構築する。

### ② 学術的な意義

■生命科学諸分野における生体分子および分子機構の研究や各種オミクス研究により得られる膨大な生体情報を集積、統合し、有用な形で提供するシステムの構築は、生命科学および情報科学が解決すべき喫緊の課題である。最先端の計算・モデル化手法により、集積された生体情報を機能的に統合し人体シミュレーターとして視覚化することで、生体分子・化合物の挙動や生体機能の作動原理の理解が格段に進捗するとともに、様々な研究分野において必要な情報を引き出すための有用なインターフェイスを提供できる。

■生体機能シミュレーション技術が乗り越えるべき壁であるスケール間統合の問題に対し、計算生命科学からのアプローチに加えて、生体機能科学からのアプローチにより、その解決を目指す。

■超高磁場 MRI や次世代 PET の開発による生体画像計測技術の著しい進展により、生命現象解明のために必須な基本技術となりつつある生体画像処理技術分野での国際標準を日本が提案しリードするためには、生体画像インフォマティクスの研究推進と人材育成が急務である。

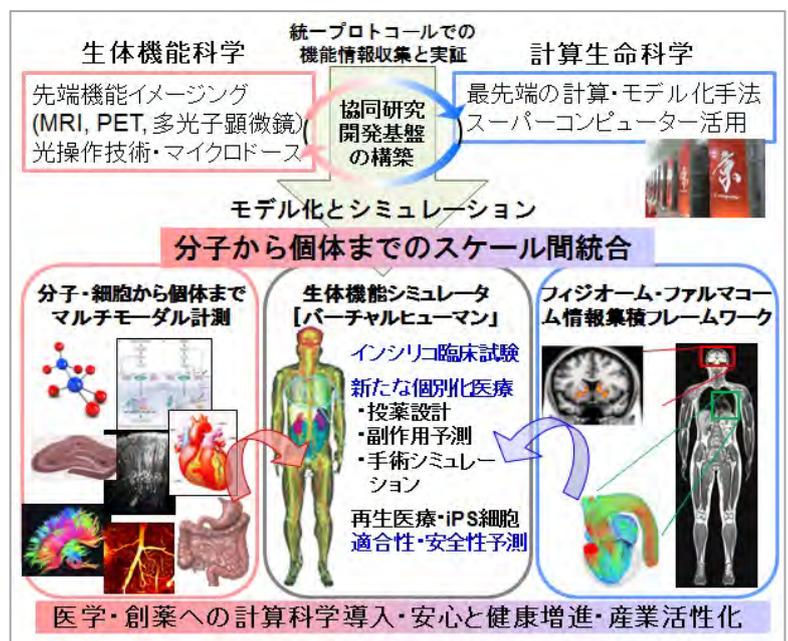
■バーチャルヒューマンの開発は、患者個人の情報をもつデジタルペイシェントの開発に直結し、個別化医療を推進するとともに、病態メカニズム解明やインシリコ臨床試験などの創薬への活用が期待できる。さらに、iPS 細胞技術で作製された組織・臓器の機能予測や適合性・安全性予測など再生医療への応用も期待でき、ライフイノベーションを飛躍的に促進し、国民の健康と製薬・医療・健康産業の発展への貢献は絶大である。

### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

2001 年に国際生理学会にフィジーム委員会が設立され、細胞、組織、臓器、個体などの階層の異なる機能単位を統合的に理解しようとするフィジームが重要課題として位置付けられた。欧州では、欧州委員会の助成による 2007 年のバーチャルフィジオリジカルヒューマン (VPH) 開発ロードマップ作成、2008 年からの欧州連合第 7 次枠組計画での VPH 研究推進へとつながっている。米国でも、多省庁連携により医学・生物学関連マルチスケールモデリング研究が進められ、米欧間の医療分野協同推進の取り組みでも VPH が重要視されている。我が国では、文部科学省のリーディングプロジェクト「細胞・生体機能シミュレーションプロジェクト」(平成 15-19 年) や「最先端・高性能汎用スーパーコンピュータの開発利用」プロジェクト (平成 18-24 年) の一環である「次世代生命体統合シミュレーションソフトウェアの研究開発」などで研究開発が進められてきたが、近未来の医療・創薬の中核技術の 1 つとなる人体シミュレーション技術の研究開発を米欧と共にリードしていくためには、本計画の具体化によるオールジャパンの研究体制構築が急務である。

### ④ 所要経費 ■ 総予算 326 億円

内訳



## ■初期投資 66億円

中核拠点：マルチスケール計測解析研究開発拠点の整備・機器購入に10億円、大規模生体情報統合配信拠点の整備・機器購入に5億円

連携拠点：7カ所の整備・機器購入に51億円。内3カ所に超高磁場MRIなどの分子イメージング機器を整備し、生理学研究所とともに生体機能画像計測拠点として共同利用を促進。加えて、蛍光・発光イメージングや光・薬物による細胞・分子操作などを要素技術としたマルチスケール・マルチモーダル計測解析技術開発のための光学機器を整備する。

## ■運営費 年間26億円×10年間＝260億円

中核拠点：人件費、研究開発費、機器管理と共同利用・共同研究に4億円×2拠点＝8億円/年

連携拠点：6大学拠点と放射線医学総合研究所の人件費、研究開発費、機器管理と共同利用・共同研究費に、合計18億円/年

## ⑤ 年次計画 平成27～36年度の10年間

### ■マルチスケール・マルチモーダル計測解析技術開発とフィジオーム・ファルマコーム情報集積

平成27～28年度：生体イメージング機器設置と共同利用体制整備。実験動物等の供給体制の整備。フィジオーム・ファルマコーム情報集積フレームワーク構築とプロトコール作成

平成29～30年度：マルチスケール・マルチモーダル計測解析技術開発とフィジオーム・ファルマコーム情報集積。臓器・系統別シミュレーターによる生体機能・薬物作用予測の実証研究

平成31～32年度：蛍光・発光イメージングによる分子・細胞動態多点同時計測技術の開発。MRIとPETのデュアル計測技術による個体でのマルチスケール・マルチモーダル計測技術開発。多階層シミュレーション技術による予測の実証研究

平成33～34年度：MRIとPETによるデュアル計測技術の医療応用。蛍光・発光イメージングによる分子・細胞多点同時計測技術のiPS細胞・臓器の品質・安全性管理への応用

平成35～36年度：バーチャルヒューマンの生体機能・薬物作用予測の実証研究と課題解決のための計測技術開発、フィジオーム・ファルマコーム情報集積

### ■最先端計算・モデル化手法による生体機能シミュレーション技術とバーチャルヒューマンの開発

平成27～28年度：生体画像情報処理技術開発とフィジオーム・ファルマコーム情報集積フレームワーク構築、臓器・系統別シミュレーターの研究開発開始

平成29～30年度：臓器・系統別シミュレーターの生体機能・薬物作用予測への応用の実証研究開始

平成31～32年度：複数のシミュレーター連携による多階層シミュレーション技術の開発と実証研究

平成33～34年度：バーチャルヒューマンへの各種シミュレーターの段階的実装

平成35～36年度：バーチャルヒューマンの生体機能・薬物作用予測への応用の実証研究

## ⑥ 主な実施機関と実行組織

本計画の実行組織は、2中核拠点と全国の連携拠点により構成される。

■自然科学研究機構生理学研究所（マルチスケール計測解析研究開発拠点）：マルチスケール計測解析技術の開発を行うとともに、トレーニングコースや短期国内留学制度などを設けて若手研究者の育成を行う。また、個体レベルでの研究推進に必要な遺伝子改変動物、病態モデル動物、ウィルスベクターなどの研究開発を行う。最先端生体計測機器の共同利用拠点としての機能を担うとともに、大規模生体情報統合配信拠点と連携を図り、フィジオーム・ファルマコーム情報集積のフレームワーク構築とプロトコール作成を行う。

■理化学研究所（大規模生体情報統合配信拠点）：スーパーコンピュータを活用し、最先端の計算・モデル化手法による生体機能シミュレーション技術とその統合体である「バーチャルヒューマン」の開発を行う。生体画像情報処理技術の開発を行い、生理学研究所と連携してフィジオーム・ファルマコーム情報集積のフレームワーク構築とプロトコール作成を行う。

■連携拠点：北海道大学、東北大学、東京大学、京都大学、大阪大学、九州大学、放射線医学総合研究所など、イメージング、医工連携、再生医療などに先進的に取り組み、生体リズム・気分、脳腸相関、学習記憶・運動、炎症・疼痛などで世界的に優位性をもって研究を進めている機関を中心として、マルチスケール・マルチモーダル計測解析技術開発およびフィジオーム・ファルマコーム情報収集を進める。

## ⑦ 社会的価値

本計画により、生体内の分子・化合物の挙動や生体機能の作動原理の理解が格段に進展するとともに、その予測と制御の技術を医療・創薬分野の研究開発に応用することができる。これにより、患者個人の情報に基づくシミュレーションにより、投薬設計、手術法などを選択することで、個別化医療を新たな段階に進めることができ、国民の健康、生活の質の改善、少子高齢化社会に適した無駄を省いた医療の設計が可能となり大きな経済効果が得られる。また、生体機能情報を再利用可能な形で集積し、臓器毎や循環動態、免疫動態などの各シミュレーションプログラムを随時公開することで、病態メカニズム解明や薬物の作用・副作用予測に役立てると共に、インシリコでの臨床試験により創薬プロセスを飛躍的に加速する。本計画は、生体機能情報を、国民に還元できる形とするものであり、製薬・医療・健康産業の発展に大きく貢献する。同時に、生命科学諸分野の研究成果を人体シミュレーターという「目に見えるかたち」とすることで、教育への応用も促進され、生命科学に対する国民の理解の深まりにも貢献できる。

## ⑧ 本計画に関する連絡先

本間 さと（北海道大学・大学院医学研究科） [sathonma@med.hokudai.ac.jp](mailto:sathonma@med.hokudai.ac.jp)