

インターネット・オブ・アニマルズ

① 計画の概要

本計画は、最新情報通信技術を駆使し、これまで収集が困難であった多数の野生動物個体の行動の長期計測を行い、得られたビッグデータをやはり最新情報通信技術を使い解析する事で、動物行動学を画期的に発展させる。個体間の相互関係を記述したデータの総体を、ヒトも含めた各種動物個体をノードとみなした環境ネットワークと考える事で、大域的なシステムとして理解を目指す (Internet of Animals: IoA)。具体的には、野生動物の個体群全個体に極小電子タグ装着するか、標識使用しない画像解析による個体識別により、多数の野生動物の移動や個体間の干渉をリアルタイムで計測し、クラウドシステムによる解析を進める。これらは、大きすぎるデータから適切な情報をいかに引き出し利用するかというビッグデータサイエンスの一領域と位置づけられるが、環境保全分野への応用が最も期待できる。すなわち、漁業資源や害獣害虫を含む野生動物個体群の管理、希少動物や外来生物の生息状況の市民参加型のモニタリングによる保全・管理への応用である。基礎的には、野生動物の行動の理解を画期的に進化させるだけでなく、動物の行動を模倣したバイオミメティクス分野への貢献も期待できる。

(1) 野生動物のビッグデータを収集する研究拠点・フィールド (センサー・リーダー・カメラを設置し、全野生動物個体の行動を解析する) の構築

(2) 多様な生物に関する多様なセンサー (映像や音、環境データ、バイオリギングなど) の技術とデータの収集技術の開発の推進、情報収集するデータベースの統合

(3) 動物行動以外の多様なデータ (生物、気候、環境物質、農業、林業、漁業、ゲノム、メタボローム、エピジェネティクス、etc.) との相互の活用法の推進

(4) スマホなどの端末によるデータ収集法の開発と普及による市民参加型科学の推進

(5) 収集したデータの可視化・解析技術の促進

② 目的と実施内容

ミクロ生物学におけるオミクス技術がもたらした研究革新に例が見られるように、データ収集技術の全面的な革新は、その研究分野を飛躍的に発展させる強い力になる。本マスタープランの目的は、従来は熟練を要する割には断片的なデータしか取れないことが常であった動物の行動研究分野において、とくに野外でのビッグデータを取得する技術を導入・開発することにより研究を飛躍的に革新させることである。以下の2つの方向性で自動計測技術を追究する。(1) 個体に標識を付け、その標識を遠隔的に探知する方法。これらはすでに確立された技術だが、研究する動物の特性にあわせさらに解像力を高めるための研究を行う。(2) 画像や音声を記録し、個体を識別する方法。ヒトでは最近、顔による個体の識別 (顔認識) の技術が発展している。この方法のメリットはタグ付け不要であることだが、野外の動物においても同様の方法が可能かもしれない。そこで本研究では自動計測技術を産学で共同開発する。大学の演習林に自動計測機器を多数設置し長期同時計測を実施する。識別した個体をノードと捉えた動物個体間の関係のネットワークをビッグデータ解析し、生息環境と行動あいだの関係を包括的に把握し、その進化機構と生態系機能に迫る。また、スマホなどを使うデータ収集技術を開発し、研究の担い手を一般市民に拡大する。さらにデータを公開し様々な領域の研究や政策決定での活用にも供する。

③ 学術的な意義

動物の行動に関しては大量データの収集法はまだ一般に確立されていない。しかし野生動物の行動データの大量収集と解析は、生物多様性の保全という現代的問題に対しても、資源や害獣としての野生動物個体群の適切な管理のためにも、ヒトの行動の生物学的基盤を理解する上でも、動物の行動を模倣したバイオミメティクスを発展させる上でも重要であり、現代社会のさまざまな場面で大いに活用できる基礎技術となるであろう。

④ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

RFID はすでに実用的レベルにあり、オクスフォード大学ではワイタムの森でカラ類に RFID タグを付け続け、餌場に設置したリーダーにより多数個体を同時に追跡し成果をあげつつある。画像による個体の識別も脊椎動物を対象にソフトウェアの開発などの努力が進められている。国内でも、連続的な動画により複数個体の動きを同時に把握する研究が行われている。また、比較的少数の個体であるとはいえ、発信機を内蔵したタグを動物個体に装着し位置を記録するバイオテレメトリーや、タグにセンサーをいれて位置以外の情報も得るバイオリギングも行われている。日本では2004年に世界に先がけて日本バイオリギング研究会が設立され、第1回の国際シンポジウムも2003年に日本で開催された。2016年には国際学会の設立も予定されている。また、Census of Marine Life とよばれる海洋生物国際ネットワーク研究が2000年から10年間行われた際に、我が国では「太平洋における捕食者のタギング」プロジェクトが海洋研究開発機構を中心に推進され、海洋生物23種に関する電子タグ追跡データが収集された。本計画でこれらの流れを総合し展開する。

⑤ 実施機関と実施体制

日本全体を北から南まで広くカバーする動物行動データ収集ネットワークを構築するため、北に位置する北海道大学と南に位置する琉球大学に計画全体を統合・総括する拠点を置く。

北海道大学、京都大学、東京大学、東北大学、九州大学、広島大学、琉球大学-これらの研究機関では付属のフィールド施設

に記録装置を設置する。また、東京大学と北海道大学ではバイオロギングによる沿岸から沖合までの海洋生物や海鳥を対象にした研究を展開する。

九州大学、統計数理研究所、国立極地研究所、北海道大学、京都大学、東京大学、東京工業大学、広島大学、琉球大学、沖縄科学技術大学院大学-これらの研究機関では、測定機器、ソフトウェア、クラウドシステムを用いたデータの統合システムを開発し行動ビッグデータの分析法を確立する。

これらのフィールドとソフトウェアはすべて原則として共同利用に供する。

琉球大学、広島大学、東京工業大学では微小な昆虫に適用可能な多数個体連続データ収集システムを開発する。

⑥ 所要経費

自動計測機器の設置費 20億円 (1-3年目：各1億円、4年目：5億円、5-9年目：各2.4億円)

センシングおよび分析技術の開発費 10年間で40億円(1-3年目：各7億円、4-9年目：3億円、10年目：1億円)

研究を専任で担当する特任研究者の雇用費 10年間で10億円

上記組織の人件費以外の運営費 10年間で10億円

(総経費80億円、措置済みの経費なし)

⑦ 年次計画

1年目-3年目：フィールド施設に各種記録機器を本格設置する前に設置方法の詳細を決定すべく、センサー、リーダーとカメラを試験設置し情報収集を開始する。タグやロガーの小型化高感度化・クラウドシステムによる情報統合を軸にした先進機器・システムを産学で共同開発する。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。近隣諸国を含む動物行動の情報収集研究ネットワークを構築するための国際会議を開く。

4-9年目：フィールド施設に各種センサー・リーダーなどの記録機器を本格設置しデータ収集を本格化する。専任研究者を中心にビッグデータを効率的に解析する技術を探査する。

10年目：得られた技術とデータを総合し国際会議を開き動物行動に関する新たな世界観を世界に発信する。

⑧ 社会的価値

不可視を可視にするこれら新技術を用いた研究は、純粋学問的価値が高いたくだけでなく、生物資源と生態系の保全管理に貢献できる。たとえば、海鳥個体の移動軌跡をバイオロギング技術によって追跡したのち体組織を採取し、そこに含まれる残留性汚染物質を測定することで、鳥が過ごした海域の汚染度を推定する技術が北大などによりすでに一部開発されているが、この方向性は調査が困難な外洋域における環境のモニタリングを可能にする。また、動物の行動はゲノムや細胞などに比べ一般市民に直感的に理解されやすいため教育普及上のアウトリーチは大きいだろう。たとえば得られた映像は直接マスメディアなどで使われるかもしれない。また、一般市民がスマホで撮影したマルハナバチの写真をクラウドシステムで統合し、種を同定し外来種の国内分布拡大状況等をモニタリングする「マルハナバチ国勢調査」が過去に行われたが、近い方法を他の動物の動画にも広く適用すれば、動物行動に関する教育研究と環境保全を両立した市民サイエンスが展開できるだろう。また、H28年度より光村図書発行の中学国語2年生の教科書に、「生物が記録する科学-バイオロギングの可能性」が掲載される。

⑨ 本計画に関する連絡先

辻 和希 (琉球大学・農学部)



水素社会に対応するゼロエミッション航空機の研究開発

① 計画の概要

化石燃料に依存する航空業界に対し、水素という新たなエネルギーの選択肢を提供するとともに、地球温暖化防止に向けた将来のCO₂排出量削減目標を達成する航空機の解を提示する。水素社会の到来に合わせ、水素燃料の単位価格あたりの発熱量（エネルギー単価）は化石燃料（ジェット燃料）に近づきつつあり、FCV等において水素燃料の経済的成立性が高まりつつある。水素は環境性と経済性を両立する持続可能なエネルギー候補であるだけでなく、単位重量あたりの発熱量はジェット燃料の3倍あり、これまでロケット等の飛翔体に用いられているように将来は航空機の軽量化・高効率化にも貢献できる可能性がある。液体水素は極低温燃料であり機器の超電導化が容易であり、燃料電池等と組み合わせることにより電気機器の高出力化のポテンシャルがある。システムの実現に向け、水素燃料および電動航空機の基盤技術研究（航空機電動化技術研究、水素取扱い技術研究、航空エンジンのハイブリッド化技術研究）を実施する。これら主要技術を小型無人機に集約し、技術成熟度を高めた上で飛行実証を行う。また、水素社会に適する航空機の実現に必要な社会的課題である、高空における排気ガス（水蒸気および水素ガス）の環境影響評価、大規模水素インフラ実現のための地上設備整備に関する研究についても環境学、防災・減災学等の他分野と連携し包括的に実施する。本研究は東京オリンピックに合わせて進められる水素インフラの整備とリンクさせて行い、2020年以降の本格的な水素社会の拡大における輸送インフラの重要要素となる水素航空機開発に向けた機運を高めるとともに、航空分野外で世界的優位性を有する高性能軽量燃料電池技術（FCVの世界先行販売等）、超電導技術（超電導リニア建設、超電導送電等）を航空分野と融合させることにより、世界初となる高性能航空機を世界に先駆けて実現することを狙う。

② 目的と実施内容

目的：CO₂を排出しない新たなエネルギー源として水素エネルギーを航空機に導入する研究を包括的に実施し、水素航空機の可能性を広範囲に検討する。

実施内容：航空機電動化技術は、燃料電池（PEFC, SOFC）の高効率化・軽量化研究、バッテリー（リチウムイオン電池等）の軽量化・航空機適用研究、モータ（常電導モータ、超電導モータ）の航空機適用研究を実施する。水素取扱い技術研究は複合材適用によるタンクの軽量化研究、液体水素等極低温2相流制御技術研究を実施する。航空エンジンのハイブリッド化研究は、ジェットエンジンの電動アシストを適用し、速度制御、エネルギー回生等の技術研究を行う。これらの主要技術を小型無人航空機へ実装し、技術成熟度を高めた上で飛行実証を行う。短期的には、航空機の電動化（MEA化）に対応することが重要であり、大容量送電に適している超電導送電機器の導入等を試みる。大規模水素インフラの空港への整備技術研究については、大型液体水素タンク製造技術、空港内の長距離燃料輸送技術、空港建造物の安全性確保等を検討する。

③ 学術的な意義

本研究で実施する燃料電池技術および超電導技術研究はFCVや超電導リニア新幹線等により航空分野以外において技術開発が進められており、世界的優位性を有している。一方、他の輸送機器と比較すると航空機は軽量化に対する要求が強く、高効率性だけでなく、軽量化も追及しなければならない。具体的には、電動モータの出力密度（現状：2~3kW/kg）を超電導化および高回転化により数倍に向上し、また燃料電池の出力密度（現状：2kW/kg）も向上させることが必須である。これら電気要素の小型化、軽量化は、自動車や鉄道等輸送機器の高性能化に直結するのみならず、風力、太陽光等再生可能エネルギーの貯蔵エネルギー源として用いられる水素の移動式発電システムの実現、小型化、分散配置に貢献する。さらに、本研究で実施する航空エンジンのハイブリッド化はB787に代表される航空機の電動化の流れを加速し、電気エネルギーを航空機の主推進機関に用いるための第一歩となり、電動エネルギーの有効活用により推進機関の高速制御が可能なる他、減速時のエネルギー回生、飛行時以外における電気エネルギーの有効活用（タキシングの電動化、室内空調の電動化）に貢献する。高空において航空機が排出するH₂Oの地球温暖化への影響は、水蒸気生成のために必要な核の有無により大きく変わり、モータの潤滑油などの極微量の排出が影響を及ぼす可能性があり、本研究の成果はジェット燃料を燃焼させる既存航空機の排気ガスの環境影響評価にも貢献し、COP21で定められた温暖化防止目標の高精度化に貢献する。

④ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

欧米の諸機関において、航空機のCO₂削減目標を掲げられており（例：50%減/2050年・国際航空運送協会）、目標達成に向けて、NASAでは革新的航空機技術研究N3-Xを、欧州ではエアバス社を中心として電動航空機E-Thrustコンセプトを発表している。JAXAにおいては、20年以上にわたり液体水素を用いたジェットエンジンの研究開発を行っており、極低温流体である液体水素取扱い技術を蓄積してきた。また、電動航空機の実現に向けて電動モータを用いた有人機の飛行実験を2015年に実施している。燃料電池については、衛星用電源の候補として再生型燃料電池の研究を進めている。液体水素の製造、貯蔵技術については、JAXAが中心となりロケット技術開発の一部として行われてきている他、川崎重工においては、豪州より液体水素を輸入する運搬船の製造に着手している。本研究においては、水素・電動航空機に関する上記技術研究を、環境評価・インフラ整備

など環境課題、社会課題の解決も含めた包括的な研究にまとめる。

⑤ 実施機関と実施体制

これまで液体水素ジェットエンジン研究、燃料電池技術研究、電動航空機研究を進めてきた JAXA が中心となり本研究を行い、産業界、大学と連携して進めてきた研究コミュニティ（東京大学、九州大学、中部大学、早稲田大学、日本大学、三菱重工、岩谷産業）を環境学、構造工学等に拡大することにより、水素航空機実現に向けた技術的、社会的、経済的課題を包括的に解決する。

⑥ 所要経費

総経費：65 億円

⑦ 年次計画

2017 年：電動推進、ハイブリッド推進等の比較検討、水素取扱い技術研究、ハイブリッドガスタービン研究
鍵技術の抽出、要素性能目標および飛行実証項目の策定

2018 年：飛行実証機の概念設計
主要要素実験

2019 年：飛行実証機の詳細設計
機体製造

～2020 年：飛行試験、環境影響評価、空港への大規模水素供給インフラ検討

⑧ 社会的価値

水素はこれまで主にロケットの燃料として認知されており、近年の水素ステーション整備に向けては、安全性に関する不安が伝えられているが、航空機は空港設備の限定された整備士のみが燃料供給に関わり、機体は与圧容器であるため防爆性を確保しやすい利点があるため、公道を走る FCV よりも安全性を担保しやすい。本研究を行うことにより、航空技術研究を通じて水素社会に向けた国民の理解を加速することが可能となり、さらに、未来の世代に対し、CO2 排出をなくし、地球温暖化問題に対する航空機の解決方法を提示する。また、航空産業は現在の年間売上が 1.5 兆円程度であるが、今後 20 年で 2～3 倍になると予測される成長産業であり、水素航空機技術を世界に先駆けて実証することにより、将来の産業振興に貢献する。水素航空機産業が成熟した場合、航空機は水素発電、FCV に次ぐ水素の大量消費先となると予想されており、大量生産による価格低下も可能である。

⑨ 本計画に関する連絡先

小島 孝之（宇宙航空研究開発機構 航空技術部門）



人の体験を科学し拡張し未来につなげるエクスペリエンス科学研究基盤

① 計画の概要

IoT や人工知能の研究が成熟を迎え、これまでにない大量の「知（情報）」が出力される時代を迎えつつある。これを正しく理解し、適切な「知」の循環を生み出すのは、あくまで人間である。一方、大量の「知」を人々が受け取りきれず、頭で分かっているつもりでも、正しい判断に結び付けるに至らないという問題がこれから深刻化することは明らかである。人々が「知」を「体験」として深く理解することこそが、適切な判断や合意形成を導き、前例から単純に予測できないイノベーションや自然災害等不測の事態に備える上で、これから必要不可欠になる。客観的な知識以上に一人称視点による体験を重視するアクティブラーニング（体験学習）や避難訓練等の重要性が指摘されているのはこのためである。

しかし、人々の「体験」は身体性がその根幹をなすものであり、複合的な要素が絡み合うことから、まだ充分な科学的知見が蓄積されているとは言えない。そこで、人の体験について生理的・心理的・社会的側面から体系的に探求する分野融合型学術領域の構築を、本計画の第一の目的とする。さらに、ここで得られた科学的な知見の利活用に取り組む。すなわち、人々がより深い知の理解に至るために、時間を超えた追体験・空間を超えた遠隔体験・能力を超えた疑似体験など、人々の体験を拡張する技術の研究開発を、本計画の第二の目的とする。

以上の2つの目的に向けて、「インタラクションのための技術」「人の感性に基づく効果的な表現のためのデザイン」「生理・心理的な観点からの評価」の3つを研究の柱とした研究体制を組む。そして、実空間とバーチャル空間の双方を駆使し、市民参加型の実証実験などを通じて、人の体験を科学と工学の双方の立場から論じる「エクスペリエンス科学」を創出する。

② 目的と実施内容

人々の体験の根幹には身体性があり、視覚や聴覚に留まらず触覚や嗅覚などあらゆる感覚が統合され、さらにはストレスや集団における他者との関係性などまでが影響する。このような複合的な要素の関係を生理的・心理的・社会的な観点から探求し、科学的な知見を集積すること（体験の科学）を第一の目的とする。さらに、時間・空間・能力などの観点から、これまで頭でだけ理解しようとしてきた事柄を、体験として提示する技術（体験を拡張する技術）の研究開発を第二の目的とする。時間を超える体験としては、ミュージアムにおける文化遺産の追体験などの体験学習を実施する。空間を超える体験としては、異国の地における避難訓練や災害現場の中に入り込む遠隔体験などに取り組む。能力を超える体験としては、高齢者やアスリートなど身体能力の異なる人物になりきる疑似体験の技術を確立する。

具体的には、まず、既存の五感提示装置を活用して、人々の身体性と体験の関係を明らかにする。そして、この成果を、新たな五感インタフェースおよび生体計測センサの研究開発に結び付ける。これと並行して、遠隔地における代理体験のためのテレグジスタンスロボットを実現する。このような解明と開発を相互にフィードバックさせながら連携させることで、必要十分な体験の提示や効果的な体験の在り方を探究する。さらに、以上の成果を体験拡張技術として高め、体験学習や災害対応などの追体験・遠隔体験・疑似体験の有効性に関して市民参加型の実証実験を通じて明らかにする。このためには、シミュレーションや遠隔通信を駆使したバーチャル空間と、参加者が実コミュニケーションを行う実空間を適切に組み合わせた体験提示が必要になる。そこで、筑波大学のエンパワースタジオを拠点として、各研究機関や連携実績のあるミュージアムなどを高速ネットワークで接続し、多人数同時参加型大規模バーチャル体験空間を構築する。

③ 学術的な意義

人の身体性に着目して体験を科学と工学の双方の立場から論じる「エクスペリエンス科学」の創出は、「インタラクション技術」「感性・表現」「生理心理評価」それぞれの発展に資することで、メディア情報学および知の統合学を牽引するものである。その効果は、頭で分かっているにもかかわらず実際にはうまく行動することができないという問題を抱えていた様々な分野に波及し得る。本計画内では、防災訓練・災害対応などのリスクに備える基盤整備、長寿社会における相互理解を促す社会のデザイン、ミュージアムなどにおける多文化の体験学習などを具体的な対象として、その効果を明らかにする。

人々の体験を(1)如何にして提示すべきか、(2)その効果を如何にして評価すべきか、(3)「知」の特性に応じて如何にして使い分けるべきか、の3点に分けて説明する。(1)の提示手法に関しては、五感インタフェース技術の確立から、複合的な感覚がもたらすクロスモーダルに関する研究に取り組む。また、リスク対応・社会のデザイン・体験学習などへの波及に資する場として、多人数同時参加型大規模バーチャル体験空間を構築する。(2)の評価手法に関しては、体験者の内部状態を計測するセンサ技術を確立し、生理・心理的な影響を評価するとともに、グループワークなどを通じた合意形成への効果に関する評



価手法の実現に取り組む。特に、市民参加型の実証実験を通じて群衆の挙動を分析するなど、理想化されたシミュレーションに留まらない実学としての評価を重視する。(3)の使い分けに関しては、世代・性別・文化などの人々の多様性に加え、個別に発達した科学的・技術的選択肢の多様性を考慮した体系的な議論を展開する。特に、災害現場や高齢者などの社会的問題を疑似体験する技術や、新たな研究成果を生み出すイノベーション支援・ものづくり支援のための体験技術、教育や技能伝達のための追体験技術を確立する。

④ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

メディア情報学における感覚提示デバイスの研究では、日本は世界を先導する立場にある。これは、工学と心理学など様々な領域の研究者が集う場が既に確立され、学際的な研究に取り組む素地ができていたことが大きなアドバンテージとなっている。しかし、これを社会的問題解決やイノベーション創出という科学基盤として位置付けるという戦略的な展開に関しては、米国 National Academy of Engineering が 2008 年に Grand Challenges for Engineering の中で示しているのに対して、日本は大きく後れをとっている。一方、災害や長寿社会などの課題先進国という側面からは、技術的シーズと社会的ニーズを結びつけた融合領域の創出において、先駆的な立場を担い得る立場にある。

⑤ 実施機関と実施体制

東京大学が中心となり、メディア・コンテンツ総合研究機構、総合防災情報研究センター、高齢社会総合研究機構の連携の下で研究を進める。研究分担機関としては、インタラクション技術クラスタ、感性・表現クラスタ、生理・評価クラスタという3つの枠組みを設け、それぞれの専門性を活かし、東京大学とともに研究の方向性を決める。インタラクション技術クラスタでは、筑波大学エンパワースタジオを始めとして、明治大学・東京工業大学・立命館大学・東北大学が連携してメディア技術に関する研究開発を進める。感性・表現クラスタでは、東京藝術大学・関西学院大学に加え、オーストリアの Ars Electronica Center と連携してコンテンツ技術の研究に取り組む。生理・評価クラスタでは、情報通信研究機構・立命館大学・早稲田大学が、メディア技術やコンテンツ技術の成果に対する評価を実施する。

⑥ 所要経費

総額 48 億円 (8 年間)

人件費	13.6 億円 (1.7 億円×8 年)
試作費・装置設備費・消耗品費	28.8 億円 (5.6 億円+2.9 億円×8 年)
旅費・交通費	2.4 億円 (0.3 億円×8 年)
実証実験・雑経費	3.2 億円 (0.4 億円×8 年)

各研究拠点において、継続的に合計 15 名程度の研究員を雇用する。多人数同時参加型大規模バーチャル体験空間の構築、五感インタフェースや生体計測センサの開発などのために必要な試作費・装置設備費・消耗品費は、毎年 2.9 億円を見込むのに加えて、研究環境や五感提示設備の初期投資に 5.6 億円をかける。各拠点における研究成果を海外でのデモ展示などを通じて積極的に発信していくために、旅費・交通費を年間 0.3 億円計上する。市民参加型の実証実験などを継続的に実施するための謝金や環境整備、およびそのほかの雑経費に年間 0.4 億円を見込む。

⑦ 年次計画

平成 28 年度～35 年度 (8 年)

- ・平成 28 年度～30 年度：研究環境整備・基盤技術の創出
- ・平成 31 年度～33 年度：技術連携・実証実験
- ・平成 34 年度～35 年度：エクスペリエンス科学の体系化

平成 28 年度からの最初の 3 年間は準備期間として、各拠点における研究環境の整備や、基盤となる要素技術の確立を進める。この技術開発は生理心理評価によるフィードバックをかけながら、防災や体験学習の場においてプロトタイプを試用することで、必要な仕様に関する精度を高めていく。これらの成果を統合し、実証実験のための多人数同時参加型大規模バーチャル体験空間を構築する。平成 31 年度からの 3 年間は、技術連携と実証実験を重点的に行い、各分野への波及効果を明らかにする。特に、これまでに連携実績のあるミュージアムなどの場において、一般にも開かれた実証実験に注力する。平成 34 年度からの 2 年間は、それまでに得られた研究成果の体系化に取り組み、エクスペリエンス科学としてまとめあげる。

⑧ 社会的価値

国民の誰もが「頭で分かったつもりでいても、実際にはうまく行動できない」という経験をしたことがあるだろう。アクティブラーニングや避難訓練など、体験を通じた理解の重要性はそこにある。しかし現状で体験できる事象には、時間・空間・能力等の制限がある。人々の体験そのものの仕組みを科学的に解明し、これを新たな拡張体験をもたらす技術として発展させる本計画によって、より幅広い社会的課題の解決に資する意義は大きい。特に、防災や高齢社会という課題に対して、安心・安全な社会を築く礎となるものと確信している。また、溢れる情報を無駄に垂れ流すのではなく、人々が体験を通じて深く理解するフレームワークを構築する意義は、情報の知的価値を高め、経済的・産業的損失を未然に防ぐ上でも有効である。

時間を超えて失われつつある文化資源を体験すること、空間を超えて危険な地域でのロボットを遠隔操作すること、能力を超えて高齢社会で起き得る課題に備えること、災害などを想定して個人を超えて群衆の中での振舞いを体験すること等、本計画では市民参加型の実証実験を通じて、具体的に社会的価値の高い研究活動に注力する。

⑨ 本計画に関する連絡先

廣瀬 通孝 (東京大学大学院情報理工学系研究科)

集中豪雨に伴う生態系の攪乱とレジームシフト

① 計画の概要

生態系の安定と将来予測の実現は、人類の安全と持続にとって根本的な問題である。近年、極端な気象現象によって多くの陸水生態系が急激な攪乱を受けており、それらのうちには未だ回復していないものもある。極端な気象現象による生態系の潜在的な損傷やその後の回復を記述する実用的なガイドラインに対する社会的な要求は増しているが、十分な観測システムや理論が整備されていないのが現状である。本研究では、SNS を活用した集約的な監視を通して、極端な気象現象や長期的なトレンドを持つ気候変化が陸水生態系に及ぼす影響を評価することを目的としている。特に、陸水生態系の空間スケールに応じて、異なったレベルの攪乱を及ぼすと考えられる集中豪雨の影響に着目している。例えば洪水は地域の生物種を他の場所へ輸送し、時には地域の植生や景観を破壊し、その結果として微生物・昆虫・魚などにより構成される食物網が我々に提供する生態系サービスを低下させる可能性もある。極端な気象現象の影響を評価し元の生態系を復元するためには、その現象の前後における生態系の体系的な記載が必要である。本研究の統括拠点を滋賀県立大学に置き、観測データをリアルタイムで発信できるようにする。モニタリングサイトを日本全国の都道府県にある河川や湖沼、湿地帯（例えば琵琶湖や尾瀬沼、鬼怒川集水域、王滝川集水域、物部川集水域）など選択した場所に設置し、日本陸水学会員や関連した学会および地域住民が、レジームシフトなどの急激な生態系の変化を監視する。5年間のプロジェクト研究を通して、他学会との協力のもとに研究者と住民の協調的なネットワークを組織し、集中豪雨によって大きな攪乱を受ける生態系の最新情報を発信し、役に立つデータベースを構築するために必要な観測システムを構築する。

② 目的と実施内容

本研究の目的は、洪水のような大規模災害が頻発する中で、生態系がどのように攪乱され復旧もしくは崩壊に至るのかを、可能な限り客観的かつ体系的に記載することにある。そのためには、研究に従事する専門家と現地で日常生活を営む地域住民が共同して、可能な限り詳細な情報を入力し、保存し、解析する簡便なシステムを構築する必要がある。近年における SNS やスマートフォンの発達で、比較的簡便に画像やテキスト情報を共有できるようになってきた。精度のよい画像もしくは映像情報は、変化の過程を追跡するうえで強力なツールとなる。その上で、専門家が科学的見地に基づいて状況の記載や分析を行うことは、「陸水生態系に関する現代版史記」を作成することにつながる。具体的には、各都道府県単位で地域拠点を設置し、監視員を配置する。初期段階では学会会員が主となって、所属する大学や研究機関に専属チームを構成する。また地域の市民による協力チームも組織する。これらの人々がお互いに連携して、災害が起こりやすい場所・生態学的価値の高い場所などを選別し、ホットスポットを設定する。このような場所の日常的な監視と、集中豪雨によって大規模な変化を受ける場所の観察を行う。ただし、安全には十分に配慮する。取得した情報はリアルタイムで統括拠点へ送信され一元的な管理を行う。この情報をネットを通して一般市民や自治体に提供するとともに、詳細データは研究者による解析に供される。拠点や監視員、ユーザーからのフィードバックを通して、より洗練された情報データベースを構築し、将来的には各自治体や企業などと連携した自立運営に移管する。このことによって、若い世代の新規雇用にも貢献できる。

③ 学術的な意義

本研究の学術的な価値は、陸水生態系における現代版史記を創出することにある。東北大地震にもみられるように、大規模な災害時には多くの貴重な自然および文化遺産が瞬時に消滅する。外部から加えられるエネルギーやインパクトの大きさによって、復旧可能なものもあれば不可能なものもある。根こそぎ崩壊すれば、その痕を辿ることは困難である。特に最近頻発する集中豪雨は、川上から川下へ、河川から平野へ、市街地から農村地へ、多くの物質を短期間に移動させる。このことによって、特に微生物や種子の再分配が起こり、まったく異なった生態系が出現することもある。自然界の攪乱は、生物の進化にも大きな影響を与えてきた。そのような過去の大変化を、我々は地層中の化石によって断片的にうかがい知ることができる。しかし、現代社会における多様な情報や物質は、時間および空間的に非常に密であり、その分量は過去と比較できないほどに多い。したがって「生態系の現代版史記」として、環境の変化を客観的かつ体系的に記載するには、さらに進んだ手法を用いる必要がある。近年における SNS やスマートフォンの発達は、簡便かつ安価に大量の情報を収集し、転送し保存する強力なツールとなっている。陸水生態系監視ネットワークシステムの開発は、陸水学だけでなく、文化財や歴史的建造物、自然景観の保全、災害復旧の際の都市計画などといった広範囲な分野における現代版史記の作成にも応用され貢献することが期待できる。

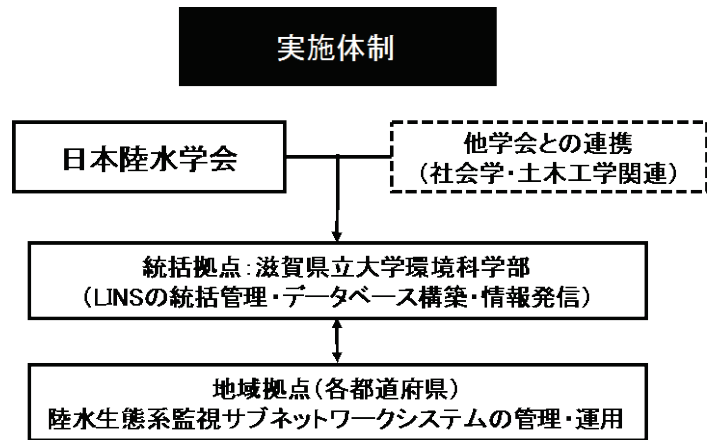
④ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

2015年8月、科学雑誌 Science 349号に現地観測の重要性が強調されている“Time for in situ renaissance”という論文が掲載された（陸水学会会員が共著者）。最近の科学技術の発達により、安価で大量な情報の計測が可能になったことが骨子となっている。これまでの人工衛星などによるリモートセンシングだけではなく、詳細で正確な現地観測ネットワークの構築が可能となってきている。一方、異常気象イベントの強度や頻度の増加が栄養塩類の流入出の増加をもたらし、生態系に長期的なトレンドを引き起こしている（Carpenter et al. 2015）。実際、モンゴル国最大の淡水湖フブスグル湖では、温暖化に伴う永久凍土の溶解によって大量の溶存有機物が湖内に流出し、魚類生産の急激な増加をもたらしている。このような地球規模での環境の変化は単純な線形解析では解析不能となっており、レジームシフトも視野に入れた複雑系としての因果関係の解明が

求められている (Sugihara 2012)。本計画は、世界に先駆けた分散型陸水生態系監視ネットワークの構築案である。

⑤ 実施機関と実施体制

中心となる機関は、わが国で初めて環境科学部を創設した滋賀県立大学に設置する予定である。滋賀県立大学には本提案を実施できる十分な人的資源とキャパシティがある。特に環境生態学と環境経済学の両方の講座を有していることから、生態学的アプローチだけでなく、経済学的なアプローチも可能である。集中豪雨による生態系の破壊は生態系サービスの劣化をもたらし、結果的に大きな支出を国家並びに自治体にもたらす可能性がある。このことを正確に解析するためには、生態学と経済学の両面からのアプローチが非常に重要である。一方、現地における観測システムを構築するために、各都道府県に分散型の観測拠点を設置する必要がある。基本的には、日本陸水学会および他の協力学会の会員が在籍する大学もしくは研究機関に観測拠点を置く。この地域拠点を通して地域住民との交流を図り、地域ごとに精度の高い観測システムを設置し情報通信サブネットワークを構築する。このような情報通信サブネットワークをつなげて日本全体をカバーする陸水学情報ネットワーク (Limnological Information Network System: LINS) を構築する。ネットワーク全体の統括管理は、滋賀県立大学が担う。



⑥ 所要経費

5年間の総経費は52億円である。

内訳

(1) 統括拠点経費 (滋賀県立大学に配置)

設備費 (2億円) 統括拠点経費 (滋賀県立大学に配置) 人件費 (2億円)
システム開発費 (0.5億円)
間接経費 (0.5億円)

(2) 地域拠点経費 (47都道府県に配置)

設備費 (0.2億円) × 47 = 9.4億円
人件費 (0.6億円) × 47 = 28.2億円
システム開発費 (0.1億円) × 47 = 4.7億円
間接経費 (0.1億円) × 47 = 4.7億円

⑦ 年次計画

全体で5年計画とする。初年度は河川や湖沼の生態系監視と体系的記載を行うための地域拠点を47都道府県に整備する。2年度目には、滋賀県立大学が中心となり各地域拠点における情報通信サブネットワーク施設を整備する。また、各拠点が連携して過去の集中豪雨による被害状況をデータベース化する。3年度目は、SNSやスマートフォンを活用したLINSを整備する。地域拠点では監視する項目の選定を行うとともに、統括拠点ではそれらの国際標準化を検討する。さらに全拠点が合同で陸水生態系が有する複雑系についての考察を行い、非線形統計解析の手法を確立する。4年度目には統括拠点においてLINSを活用したデータベースの構築を行う。地域拠点ではデータ収集とその共有化を図り、集中豪雨による陸水生態系の攪乱についての因果関係を解き明かすことに着手する。同時に、レジームシフトが発生する場合の検出方法について検討する。最終年度には、LINSによる情報提供サービスを開始するとともに、得られたデータの解析と結果の考察を行う。これにより陸水生態系の復元力と復元すべき項目を、各地方自治体等に提案する。また、LINSによる観測結果を国際社会へ提示するとともに、結果から得られる不可逆で深刻な事態について国際社会に警告を行う。以降は自立型の情報通信ネットワークに移行する。

⑧ 社会的価値

近年頻発する集中豪雨による社会的な損害は膨大な金額に上っている。そして問題はこのような事態が今後も拡大すると予想されていることである。表面的には災害の復旧というハード的な対策で解消されるかもしれないが、その側面に隠れた陸水生態系の改変については全く議論されていないのが現状である。特に、近年話題となっている生態系サービスについての理解は十分であるとは言えない。それは研究そのものが未成熟なことと、知らせるための努力不足の両方に起因していると考えられる。一方で、集中豪雨による被害の軽減という意味では、国民の潜在的な理解は十分にあると思われる。これまでは無料と考えられてきた陸水生態系の経済的・産業的価値を再発見し、人間社会生活を底辺で支える陸水生態系がもつ価値に対する理解を喚起する起爆剤として、本大型研究計画は重要な役割を果たすと考える。

⑨ 本計画に関する連絡先

戸田 任重 (日本陸水学会)

災害リスク低減に向けた統合的な研究の推進

① 計画の概要

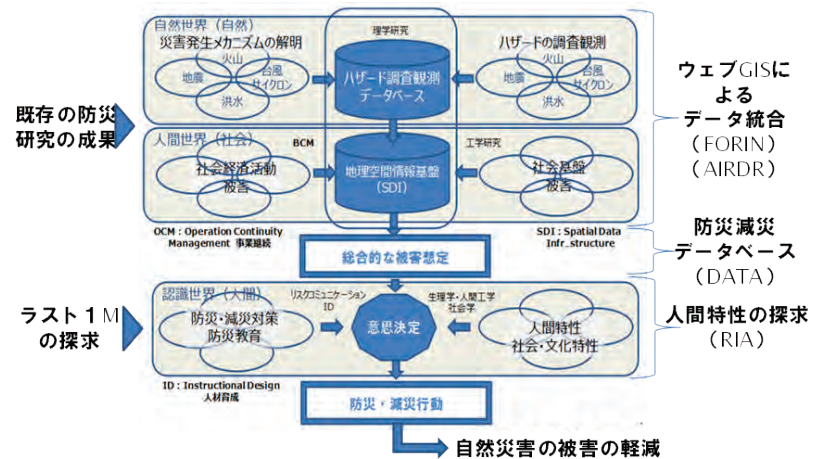
国際プロジェクトである災害リスク統合研究(IRDR)の発展を担う日本の拠点として、災害原因の学際究明、多様で大容量のデータや情報の統融合、災害リスクに関わる自然・社会・人間の関連性を解明する。分野間連携(inter-disciplinarity)を図り、科学-社会連携(trans-disciplinarity)を進め、科学知に基づく災害に強い社会の構築を目指す。

本計画では、災害リスク低減を推進するため、自然科学・工学、社会科学・心理学、健康科学・医学の分野横断的な大学・研究機関及び防災実務機関が参加するネットワーク型の「防災減災連携研究ハブ」(仮称)を創設する。ここでは、災害発生メカニズム、社会基盤の破壊及び機能維持性能、社会経済的活動への影響、人間の意思決定について、被害未然防止、被害拡大防止、早期復旧復興の各段階において定量的な理解と、各過程の相互関連性を解明する。過去に発生した特記すべき世界の災害事例等も対象とした災害原因の学際究明を通して、統合的な災害調査の体制を整え、期間中に発生する災害についても臨機に原因の学際究明を実施する。

発災から災害を乗り越えるまでのメカニズムに関して、観測・調査データ、使用するモデル、分野を超えた理解のための情報プロダクト、その伝達方法、最終目標としての人間行動、の5つの側面から、関連するデータ・情報・知識をアーカイブし、地理空間情報を核にして知を統融合する情報基盤を構築する。この知を国の政策や自治体・民間企業・NPO・市民の防災施策・活動に生かす科学-社会連携を実現し、日本国内及びアジアを主たる対象として、防災・減災の制度設計の標準(ガイドライン)作成や研究者・実務者・政策決定者の人材育成・能力開発プログラムを作成する。

② 目的と実施内容

気候変動による風水害の激化・頻発化や首都直下地震が危惧され、膨大な人口と資産が集中し、世界でもっとも災害リスクの高い東京首都圏を研究対象とする。災害未然防止対策、被害拡大防止対策、早期復旧復興対策について、観測データ、使用するモデル、結果として生み出される情報プロダクト、その伝達方法、最終的に引き起こされる人間行動、の5側面から、関連するデータ・情報・知識をアーカイブし、地理空間情報を核にして知を統融合する情報基盤(ワークベンチ)をハブ上に構築する。その成果を他の大都市における政策や自治体・民間企業・NPO・市民の防災施策・活動に生かす。科学-社会連携を実現する方策として、防災・減災の制度設計の標準(ガイドライン)作成や研究者・実務者・政策決定者の能力開発プログラムを作成する。こうした成果物を、アジアを中心として世界に発信する。



③ 学術的な意義

防災研究の推進にも関わらず、人間由来の活動によって先進国、発展途上国の双方で、災害による被害の増加が続いている。この傾向は経済発展と人口増加が著しいアジア地域で特に顕著である。持続可能な開発(SDGs)は「貧困の撲滅」を最優先課題とするが、そのためには途上国における自然災害リスクの低減が不可欠である。本研究計画では、災害リスクを予防する防災科学技術を一層発展させるとともに、災害の拡大防止及び速やかな復旧・復興を推進・支援するために、その主体となる人間の認識世界やグループダイナミクスまで研究対象を広げ、科学的な意思決定を実現させる体系的な災害・防災教育を社会に提供し、災害に強いレジリエントな社会づくりに貢献する。

そのため、自然科学・工学、社会科学・心理学、健康科学・医学が連携して災害原因の学際究明にあたる事例研究とデータ統合・解析に取り組み、災害リスクの構造の理解を深め、その定量化を進める分野間連携研究を実施する。それに加え、実社会及び教育界と連携し、科学と社会の協働を促進できる人材・情報・技術の基盤を構築して、科学知の社会実装のための制度設計や能力開発のプロトタイプングを通して、防災リテラシーの向上方策の有効性を吟味し、持続可能な開発の駆動力となる。

④ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

国際科学会議(ICSU)が、国際社会科学会議(ISSC)、国連防災戦略(UNISDR)と共同で2008年に開始したIRDRの研究は世界的な連携のもとに推進されている。我が国はScience Committeeの一員として参画し、世界初の国内委員会を日本学術会議内に設立するなど、国を挙げてその推進に貢献している。

日本学術会議では2015年1月に「防災・減災に関する国際研究のための東京会議」を開催した。その成果である「東京宣言」は、第3回国連世界防災会議で採択された「仙台防災枠組」に反映された。また防災減災・災害復興に関する「防災学術連携体」が2016年1月に創設され、49学会(延べ会員数約25万人)がネットワークを構成している。世界の防災関連の研究で構成する世界防災研究所連合(GADRI)が2015年3月に設立され、災害リスク低減に向けて積極的な活動を展開する準備が整った。

また文部科学省「地球環境情報統融合プログラム」やJST「コミュニティがつなぐ安全・安心な都市・地域の創造」、世界銀行と日本政府による「大規模災害からの教訓」等とも連携して統合的に災害リスク軽減の研究を推進している。

⑤ 実施機関と実施体制

「防災減災連携研究ハブ」は、防災科学技術のイノベーションの中核的機関である国立研究開発法人防災科学技術研究所を事務局として、国内外の大学・研究機関を中心とし、IRDRを通じて国連機関やドナー等の海外組織とも連携するネットワーク型の防災科学技術に関する研究を推進する組織とする。防災・減災に関する研究成果の統合とその社会実装を進めるために、政府機関・地方自治体などの防災行政に携わる実務機関及び研究成果の実装に関わる産業界までネットワークを広げ、ユーザーニーズにもとづく研究成果の実装を通して、災害に対するレジリエンスと向上させる。

東京大学地震研究所は、地震・火山科学の共同利用・共同研究拠点として地震・火山噴火予知研究協議会を通じ、全国の大学・国立研究開発法人・防災行政機関と連携して地震・火山噴火ハザードの研究を担当する。京都大学防災研究所は、自然災害に関する総合防災学の共同利用・共同研究拠点として、自然災害研究協議会及び世界防災研究所連合（GADRI）の運営を通して、総合的な防災研究や突発災害調査団の派遣などを担当する。東北大学災害科学国際研究所は、災害理学、リスク、人間・社会対応、地域・都市再生、災害医学などの学際的研究ならびに地方自治体との連携による「実践的防災学」の実施を担当する。土木研究所の水災害・リスクマネジメント国際センター（ICHARM）は、世界の水関連災害を防止・軽減するため、各地域の実態をふまえた的確な戦略を提供し、実践を支援する拠点としての役割を担当する。

東京大学地球観測データ統融合連携研究機構（EDITORIA）は、数十ペタバイトに及ぶ超大容量で多様なデータや情報のアーカイブ・検索・統合的解析を実現する「データ統合・解析システム（DIAS）」を開発しており、第5期科学技術基本計画における「超スマート社会」の構築のための基盤と位置付けられている。

東京大学地球観測データ統融合連携研究機構（EDITORIA）は、数十ペタバイトに及ぶ超大容量で多様なデータや情報のアーカイブ・検索・統合的解析を実現する「データ統合・解析システム（DIAS）」を開発しており、第5期科学技術基本計画における「超スマート社会」の構築のための基盤と位置付けられている。

⑥ 所要経費

- 1) 国内6機関（項目9参照）が国内外の大学・研究機関、行政機関と国際プログラムと連携したネットワーク型研究組織「防災減災連携研究ハブ」を設立し、分野間連携研究と科学-社会連携による研究成果の社会実装を推進する。東大地震研、京大防災研、東北大災害研、東大DIAS担当に拠点講座設置、ICHARM国際研究推進拠点、防災科研全体事務局：各拠点1億円×6拠点=6億円/年
- 2) DIAS及びFuture Earthと連携させるNIED-DIAS連携情報システム構築・運用・利活用研究：1億円/年
- 3) 災害リスク情報アーカイブシステム構築・運用・維持。データ収集・登録・データベース化業務：1億円/年
- 4) 災害に関する人間の認識世界及びグループダイナミクス解明のためのリスク解釈と行動に関するモデル化・シミュレーション研究：1億円/年
- 5) 災害発生時のアクション調査研究：0.5億円/年

⑦ 年次計画

2018年度：「防災減災連携研究ハブ」の推進体制の構築。キックオフ会議「マルチハザードな防災・減災に関わる東京科学技術会議」を開催。

2018～2021年度：東京首都圏を対象として、地震災害、気候変動に伴う風水害の激化・頻発化に代表される自然災害のリスクに加えて、2020年の東京オリンピック・パラリンピックに備えてCBRNEによるテロやサイバー攻撃などのマルチハザードにより災害リスクの効果的な低減方策を実装。

2022～2024年度：東京首都圏での研究成果を、高い災害リスクを持つ台北・マニラ・ジャカルタなどの他のアジアのメガシティへと展開し、ASEAN諸国を中心にアジアを対象とする防災減災連携研究ハブを確立。

2025～2027年度：世界防災減災連携研究ハブへと展開し、世界規模での災害リスク低減プログラム開発につながる研究実施

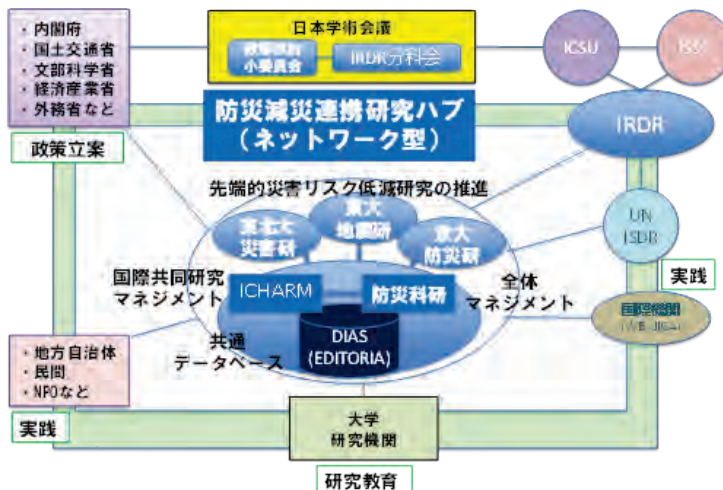
2027年度：まとめとPhase IIへの提案

⑧ 社会的価値

従来の施設整備を中心とする防災対策や公的機関による防災の限界を示している。今後は、企業、NGOやNPO、そして一般市民を含めた多様な主体が参画し、情報基盤を用いて、人命を守り、社会機能の早期の復旧・復興を可能にする減災策を組み合わせる多重防御の思想を基礎とするレジリエント社会への移行が、わが国の喫緊の課題であり、本計画はその実現に大きく貢献できる。

⑨ 本計画に関する連絡先

林 春男（国立研究開発法人 防災科学技術研究所）



電子ジャーナル・バックファイル等へのアクセス基盤の整備

① 計画の概要

学術研究・教育活動に不可欠な学術情報のうち、電子化が急速に進行している学術雑誌や学術資料等へのアクセスを安定的・継続的に保証するためのセーフティネットとなるアクセス基盤の整備を促進する。情報・システム研究機構国立情報学研究所(NII)が、NIIと国公立大学図書館協力委員会との連携・協力協定に基づき設置した「国立情報学研究所と大学図書館との連携・協力推進会議」の下部組織である「大学図書館コンソーシアム連合(Japan Alliance of University Library Consortia for E-Resources: JUSTICE)」との連携・協力により、電子ジャーナル・バックファイルや人文社会科学分野の電子資料コレクションについて、体系的に導入を図り、NIIが運用する電子リソースリポジトリ(NII-REO)に搭載して提供することにより、日本全国の大学等機関による共同利用を実現する。

② 目的と実施内容

学術情報流通の電子化が急速に進行し、学術論文流通の主役は、紙媒体の雑誌から電子ジャーナルへと移行している。海外の主要な学術出版社は、カレントデータの電子ジャーナル発行と並行し、創刊号に遡ってバックナンバーの電子化まで完了しており、これをバックファイル・コレクションとして提供している。学術研究・教育活動においては、カレントデータに劣ることなく、過去の学術研究成果であるバックファイルの利用が必要不可欠であるものの、個々の大学等においては、バックファイル・コレクションの整備は進んでいない。さらには、人文・社会科学分野の原資料のコレクションについても、順次電子化が進行しているが、いずれも高額なため、バックファイルと同様に導入できるのは一部の大規模大学等に限定されており、アクセスの不平等が生じている。

本計画は、海外の主要な学術出版社の提供する電子ジャーナル・バックファイルや人文系の電子資料コレクションも含めた電子リソースの体系的な導入を図るとともに、導入したコンテンツをNII-REOに搭載し、一元的に提供することで、全ての大学等機関による共同利用を実現するものである。

③ 学術的な意義

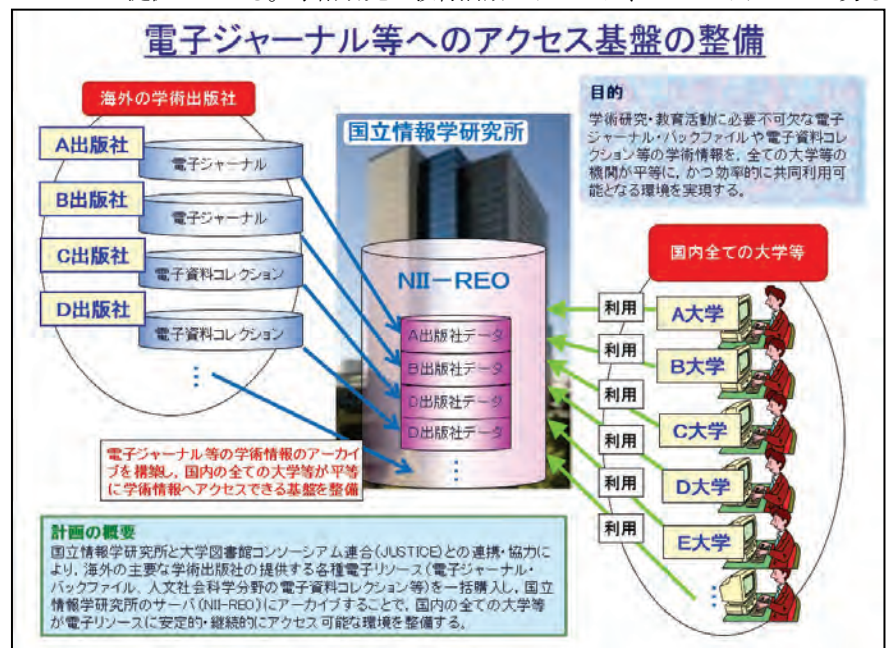
学術研究・教育活動においては、先行研究の調査は必要不可欠であり、その成否が研究・教育そのものの方向性を大きく左右するといっても過言ではない。

学術図書館研究委員会(SCREAL)により2014年に実施された我が国の研究者の電子ジャーナル利用動向調査によると、薬学、化学、生物学、物理学等の自然科学分野では、半数以上の研究者が、ほぼ毎日、電子ジャーナルを自身の研究活動に利用している。比較的利用頻度の少ない人文社会科学系の研究者についても、ほぼ8割が、月に1回以上は電子ジャーナルを利用することが不可欠な状況となっている。また、研究者の半数以上が、紙媒体ではなく電子ジャーナル形態でのバックナンバー整備を希望している状況である。

一方、米国の研究者による2012年の調査では、電子ジャーナル利用の約25%が5年以上前の学術論文であることが示されている。また、SCREALによる2014年の調査では、我が国においても5年以上前の学術論文に対する利用が全体の約20~30%を占めているとの結果が報告されており、学術研究・教育活動において、電子ジャーナル・バックファイルの重要性は疑う余地がないものと言える。国内の全ての大学等が平等に電子リソースにアクセス可能なアーカイブ基盤を整備することで、我が国全体の学術研究・教育活動の発展に大いに寄与するものである。

④ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

イギリス、ドイツ、フランス、カナダ、韓国、中国等において、既に電子ジャーナル・バックファイルや電子資料コレクション等を国の財政支援によって整備し、国内の学術研究機関への提供を行っている。特に、ドイツにおいては、2004年以降、ドイツ学術振興会の資金により、電子ジャーナル・バックファイルや電子資料コレクション等の電子リソースのナショナル・サイト・ライセンス契約を締結させており、投入された資金の総額は既に1億ユーロを超えている。フランスでは、2012年か



ら同様のナショナル・サイト・ライセンスの国家プロジェクトを展開しており、6,000万ユーロが国から助成されている。我が国においては、一部の大規模大学等が個別にバックファイルや電子資料コレクションを購入し、学内利用に供しているものの、その数は限られ、導入は遅々として進んでいないのが実情である。また、未導入の大学の多くは、導入計画すら立てられない状況にあり、その大きな理由が予算確保の目途が立たないことである。こうした学術情報基盤の整備において諸外国に大きく後れをとることは、我が国の学術研究・高等教育の衰退を招くものといつて過言ではない。

⑤ 実施機関と実施体制

NIIが主な実施機関として本計画を推進する。NIIは、平成22年10月に、国公私立大学図書館協力委員会との間で「連携・協力の推進に関する協定書」を締結し、活動を推進するための組織として、国公私立大学図書館協力委員会の常任幹事館とNIIを構成員とした「大学図書館と国立情報学研究所との連携・協力推進会議」を設置している。

上記協定書においては、「バックファイルを含む電子ジャーナル等の確保と恒久的なアクセス保証」を危急の課題と位置づけ、平成23年4月に「連携・協力推進会議」の下に「大学図書館コンソーシアム連合（JUSTICE）」を発足させている。JUSTICEは、国内の500を超える大学図書館が参加する組織であり、電子ジャーナル等の電子リソースに係る契約、管理、提供、保存、人材育成等を通じて、わが国の学術情報基盤の整備に貢献することを目的とし、出版社等との交渉を通じた電子リソースの購入・利用条件の確定や、電子ジャーナルのバックファイルや電子資料コレクション等の拡充に向けた諸事業を実施している。

本計画の実施にあたっては、NIIが経費の調達及び導入後の電子リソースの提供環境等を整備し、導入対象となる電子ジャーナル・バックファイルや電子資料コレクションの選定および学術出版社との契約条件の交渉等についてはJUSTICEの協力を得る。

⑥ 所要経費

計：92億円

(内訳)

1. 電子リソース購入経費：88億円

電子ジャーナル・バックファイルや電子資料コレクションを、既にコンソーシアム（大学等の連合体）単位で契約可能、あるいはコンソーシアム契約に応じる姿勢を見せている出版社のうち、大学等の需要が高い10社の電子ジャーナル・バックファイルおよび電子資料コレクション8点の購入を計画するものである。

2. 運営費：4億円

出版社毎に異なるメタデータを統一フォーマットに変換するためのローダ開発、人文社会系の電子資料コレクションのようにコレクション毎に異なる原資料（文書、会議録、古典籍、報告書、新聞等）の特性に合わせて最適化した横断検索機能、NII-REOに搭載したコンテンツの視認性・発見可能性を向上するため、各大学図書館でそれぞれ導入しているOPACやディスカバリーシステムとのメタデータ連携機能を実現するためのソフトウェアの開発も併せて実施することが必要である。

(1) ソフトウェア開発委託経費：1.5億円（0.5億円/年×3年）

(2) 運用経費：2.5億円（0.5億円/年×5年）

⑦ 年次計画

平成29年度

・NII-REOの機能拡張のためのソフトウェア開発（3年計画の1年目）、主要3社のバックファイル導入

平成30年度

・NII-REOの機能拡張のためのソフトウェア開発（3年計画の2年目）、主要2社のバックファイル導入

平成31年度

・NII-REOの機能拡張のためのソフトウェア開発（3年計画の3年目）、理工学系出版社3社のバックファイル導入、人文社会科学系の電子資料コレクション2点導入

平成32年度

・人文社会科学系出版社2社のバックファイル導入、人文社会科学系の電子資料コレクション3点導入

平成33年度

・人文社会科学系の電子資料コレクション3点導入

⑧ 社会的価値

電子ジャーナル・バックファイルや電子資料コレクションを体系的に収集し、ワンサイトでアクセスできる基盤は、様々な学術分野の研究者が共通的に利用可能な、全分野を横断する学術情報基盤であり、本計画は、国内の全ての大学等が平等に電子リソースにアクセス可能となる環境を整備し、我が国全体の学術研究・高等教育活動の発展に大いに寄与するものである。

国として一括して整備することにより、各大学等が個々に導入するよりも導入経費を抑制することが可能である。

諸外国では既に国策として導入が図られており、我が国においても同様の取り組みを行わなければ、諸外国に大きく後れをとり、学術研究・教育活動の衰退を引き起こすものである。

⑨ 本計画に関する連絡先

安達 淳（情報・システム研究機構 国立情報学研究所）

身体芸術の文理融合型学際研究と国際身体芸術アーカイブズ・コンソーシアムの設立

① 計画の概要

本プロジェクトは、古来より演劇や芸能、舞踊等の身体芸術を通じて蓄積されてきた身体表現の膨大な記録をデジタル・アーカイブ化し、演劇学、舞踊学、映像学、教育学、心理学、社会学、文化人類学等の人文学のみならず、最先端の情報工学や人間工学、VR 技術、ロボティクス等理工学の知と技術を用いて解析し応用する文理融合型学際研究プロジェクトである。その一環として、アーカイブの構築と国際的利活用を促進する国際身体芸術アーカイブズ・コンソーシアムを設立する。

身体芸術は日本が世界に誇る文化であり、歌舞伎や能・狂言等の古典芸能から現代演劇やコンテンポラリー・ダンスにいたるまで、国際的な関心が極めて高い。その一方で、人間の身体の捉え方は、人工知能や義肢、ロボティクス等の研究の発展とともに大きく変容している。身体芸術もそうした動向と無縁ではなく、東京藝術大学の平田オリザ氏と大阪大学石黒浩研究室によるロボット演劇は、生身の身体を前提としてきた従来の演劇観に一石を投じた。また、演劇を障害者教育や発達障害の治療に応用するなど、教育・医療現場での身体表現の新たな活用法にも注目が高まっている。このような現状に鑑み、身体芸術を従来の演劇学や舞踊学の視点からだけではなく、人文学・理工学の知の統合を図り、先端的かつ総合的に研究することにより、世界の身体芸術研究の牽引を目指す。

② 目的と実施内容

インターネット文化の隆盛とともに人間の身体感覚が希薄化する今日、身体を用いた表現行為である演劇、芸能、舞踊、各種パフォーマンス等の身体芸術は単なる鑑賞や娯楽の対象であることを超えて益々その存在価値を増しており、その膨大な記録は新たな知の源泉として、科学研究や教育、医療の分野でさまざまな応用が期待されている。本プロジェクトは、身体芸術を演劇学、舞踊学、映像学や教育学、心理学、社会学、文化人類学等の人文諸学のみならず、最先端の情報工学や人間工学、VR 技術、ロボティクス等の理系の知と技術を用いて解析し応用することを目的とする文理融合型学際研究である。

本プロジェクトは、アーカイブ構築部門と学際研究部門を両輪とする。アーカイブ構築部門では、主要身体芸術アーカイブと連携し、早稲田大学坪内博士記念演劇博物館（以下「演劇博物館」）のノウハウを活かして、舞台映像をはじめとする身体芸術の膨大な資料や記録を全国の劇団・劇場・文化施設・教育研究機関等より収集してデジタル化し、国家的な規模で統合的デジタル・アーカイブを構築し、著作権法の改正をも視野に入れてオープンデータ化と多言語化を図り、国際的な利活用を促進する。5年間の成果として、演劇博物館を中核とする関連諸機関のネットワークから成る国際身体芸術アーカイブズ・コンソーシアムを設立することを目標として掲げ、準備室を設置する。研究部門では、アーカイブ部門で収集・デジタル化した身体表現をめぐるビッグデータを用いて学際的研究を推進する。身体芸術研究の伝統と蓄積を持つ従来の演劇学や舞踊学の方法と先端的な情報工学や人間工学、ロボティクス等の知と技術を融合させて新たな研究領域を創出し、多角的に身体表現をめぐるデータの解析を行い、障害者教育や発達障害の治療など、医療への応用をも視野に入れて研究を推進する。

③ 学術的な意義

現在、世界的には情報技術の進展により文化・芸術のアーカイブ化が進み、それをプラットフォームとした身体芸術と情報工学などの文理融合型研究が加速している。その代表的なものとして、モーションキャプチャシステムを用いた身体動作の3次元時系列計測や、コンピューターグラフィクスを用いた熟練者と初心者の動作比較などが挙げられる。しかしながら、演劇に代表される身体芸術は生身の俳優によって観客の眼前で上演されるため、本来的に一回性をその特質とし、舞台自体を保存することは不可能である。ゆえにこれらの研究では、舞台での「真」の身体動作を舞台外で再現できるかという根本的な問題が発生するため、実際の舞台の膨大な記録をデータ化して解析する研究の発展が期待されている。また、リアルタイムで計測できる被写体は現代の演者のみに限定されるため、たとえば長年の歴史の中で時代とともに変容してきた伝統芸能の表現方法を正確に知るには、集積されたデータを用いて過去の記録と現代を比較し分析するなど、伝統的に文化研究を扱ってきた人文諸学と情報工学に代表される理工学との統合的な学際研究が必要である。国際身体芸術アーカイブズ・コンソーシアムの設立によりオープンデータ化が進めば、身体芸術自体の研究が飛躍的に進展するのみならず、身体表現のビッグデータのVR技術やロボティクス等の理工学研究における利活用、教育や医療への応用なども促進され、新たな学術研究の領域を開拓し、世界をリードすることが可能となるだろう。

④ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

デジタル・アーカイブの構築は世界的に推進されており、登録作品5千万点超を誇るEUの“Europeana”や約1千万点が登録される米国デジタル公共図書館(DPLA)が挙げられる。また、舞台芸術に関する専門的なデジタル・アーカイブとして、韓国が国家規模の予算を投じて2015年に設立した国立アジア文化殿堂(ACC)内に舞台芸術アーカイブが構築されつつある。また、米コーネル大学が主導しグローバル舞台芸術コンソーシアム(GIoPAC、登録作品約4500点)が設立されている。一方、わが国では国立国会図書館が「国立国会図書館デジタルコレクション」として約250万点のデジタル・アーカイブを構築している。しかし、著作権等の問題からインターネット上から閲覧可能な作品は約50万点に限定されている。

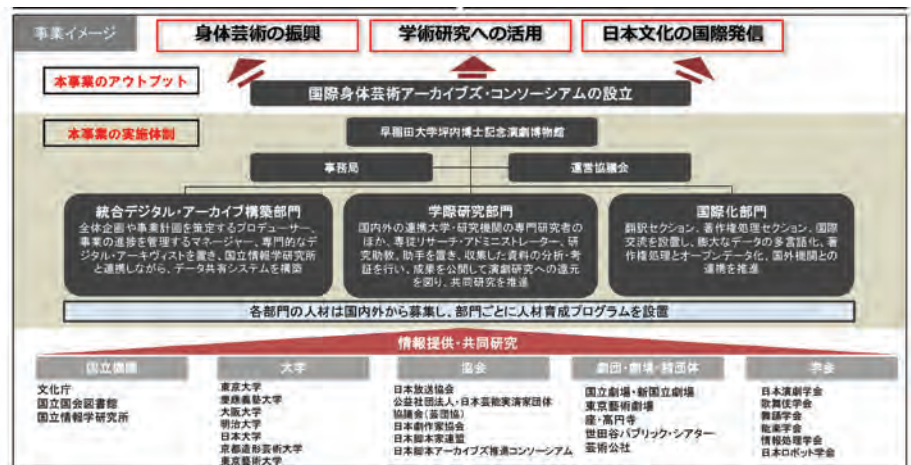
このように、デジタル・アーカイブの構築は各国で進められているが、データ収集が目的化し、学術的価値の創出が不十分であることが課題として挙げられる。それに対して、本計画では先端的な情報工学や人間工学の知見を活用することで、世界的

に見てもユニークな研究領域が創出可能な身体芸術のデジタル・アーカイブ拠点の形成を目指す。

⑤ 実施機関と実施体制

演劇博物館が中核となって、身体芸術主要アーカイブ、身体芸術関連学科を擁する諸大学、理系研究機関や関連学会等の研究者コミュニティ、主要劇場、劇団、文化施設等の諸機関・諸団体、身体芸術の実践者コミュニティとネットワークを形成することにより、国家的な規模でのアーカイブを構築し、本プロジェクトを推進する。中核となる演劇博物館は、アジアで唯一の演劇専門総合博物館として、百万点にもおよぶ身体芸術関連資料を収集しており、また、早くからデジタル・アーカイブ事業に着手し、日本学術振興会科学研究費研究成果公開促進費の「重点データベース」に採択された実績を有する。加えて、これまで文部科学省 21 世紀 COE 事業、グローバル COE 事業等を通じて演劇研究拠点として世界的に認知され、また、文部科学省共同利用・共同研究拠点として認定された演劇映像学連携研究拠点を運営してきた実績があり、そのいずれもが早稲田大学内のみにとどまらず、国内外の諸大学や関連機関に対して広く門戸を開くことで大きな成果を上げ、高く評価されてきた。本プロジェクトは、演劇博物館を中心に

連携大学・機関とともに完成年度の国際身体芸術アーカイブズ・コンソーシアム設立に向けて準備室を設置し、連携大学・機関の委員からなる運営協議会と専従事務局が運営に当たり、以下の3部門を設置する。
1. 統合デジタル・アーカイブ構築部門、2. 学際研究部門、3. 国際化部門。
人材確保にあたっては、国内外に門戸を開いて優秀な人材を広く集めると同時に、各部門がそれぞれに人材育成プログラムを構築・推進することとする。



⑥ 所要経費

【施設・設備】施設建築費：22 億円、上映設備：1 億円、デジタル化システム構築：1 億円、デジタル化諸経費：5 億円

【運営】研究費：3 億×5 年＝15 億円、人件費：年間 1 億×5 年＝5 億円（内訳：プロデューサー 1 人、マネージャ 1 人、デジタルアーキビスト 3 人、リサーチアシスタント 1 人、助教 1 人、助手 5 人）

⑦ 年次計画

2017 年度に、国際デジタル・アーカイブズ・コンソーシアム設立に向けて、参加大学・研究機関等を確定し、準備室を開設する。準備室には、専従事務局と諸大学・諸機関の研究者からなる運営協議会を設置し、その下に 1. 統合デジタル・アーカイブ構築部門、2. 学際研究部門、3. 国際化部門を設置し、組織基盤整備を行う。2018 年度から本格的に事業を開始し、事務局が全体を取りまとめながら、各機関や団体に散在する身体芸術資料の大規模な収集とデジタル化を行い、学際研究も同時に開始する。研究面では、文化研究を扱う人文諸学と情報工学に代表される理工学との融合研究を推進する。また、コンソーシアム稼働準備として、運営協議会を中心に、コンソーシアム運営の事業体検討、事業体設置の準備を開始する。同時に国際化部門では、現状の著作権法の問題点の洗い出しや、法改正に向けた提言の取りまとめなどを中心とした取り組みを開始し、2019 年度・20 年度に実現に向けて働きかける。2020 年度までに拠点施設の建設を行い、最終年度の 2021 年度より、準備室の運営体制を引き継ぎながら正式に稼働する。2020 年から 2021 年にかけて、研究部門と国際化部門が連携し、海外の研究機関と合同での国際シンポジウムを実施し、文理融合での身体芸術研究の成果を広く社会へ向けて情報発信を行う。

⑧ 社会的価値

国際身体芸術アーカイブズ・コンソーシアムの設立により、日本が世界に誇る身体芸術のデータが世界の共有財産となり、海外からのアクセスも容易になる。それにより、現在世界的に需要が増加している古典から現代までの日本演劇の市場が活性化することが期待され、東京オリンピック・パラリンピックに向けて、文化立国日本のイメージ形成に寄与しう。また、人文学と理工学の文理融合型学際研究の推進により新領域の創出を含めて学術研究が発展するのみならず、身体表現のビッグデータを障害者教育や、自閉症スペクトラム障害、発達障害等の治療に応用するなど、教育・医療現場での利活用が促進されるだろう。また、本計画は学際研究拠点の整備でもあることから、高度に細分化された専門分野をつなぐためのコーディネーター人材の育成につながる。将来的には、従来の博物館学芸員や図書館司書等の資格とは異なる、デジタルアーキビストと呼ばれる専門人材の新たなキャリアパス創出へとつながる。これらの高度専門人材が世界を舞台に日本固有の文化を発信していくことによって、日本人にとっても改めて我が国が誇る文化芸術の価値を再認識する契機になることが見込まれる。

⑨ 本計画に関する連絡先

岡室 美奈子（早稲田大学文学学術院 早稲田大学坪内博士記念演劇博物館）

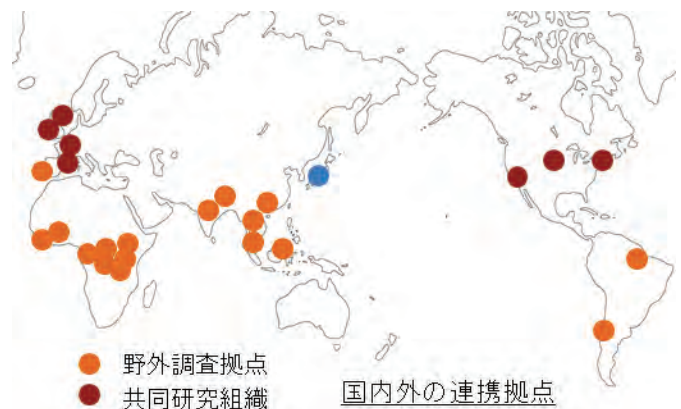
ワイルドライフサイエンスの確立と発展のための国際連携拠点

① 計画の概要

現代は生物史上例のない大量絶滅時代であり、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。本応募計画により、フィールドミュージアム構想の実現をはじめとした基礎研究の推進はもとより、人材育成、保全実践、政策の立案実行までを射程に入れた活動を展開する。アフリカ、南米、東南アジアの世界三大熱帯林からヒマラヤ等の極地にいたるまで多様な環境でワイルドライフを研究する国内外の研究機関、および現地の組織が一体となってワイルドライフサイエンスの推進と人材育成、社会実装を実現する分野横断のネットワークを形成し、博士の学位を持った人材がワイルドライフ管理官（仮称）として活躍できるキャリアパスを醸成する。箱ものの博物館を飛び出して野外環境そのものを博物館とするフィールドミュージアムを世界各地で実現し、バイオリギングや音響・映像解析、ゲノム解析、高度化学解析など多方面の先端技術の導入によって人間と自然の調和共存に関する基礎科学を強化推進する。要素還元的・微視的な学問ではなく、異分野融合によって総合的・巨視的にとらえる手法としてのワイルドライフサイエンスである。また、人材育成と社会実装まで見据えた活動によって環境政策において日本の国際的プレゼンスを高めることに貢献する。海外大学等と組織レベルでの連携体制を構築し、国内では動物園や水族館との連携によって研究、社会貢献と社会発信を強化推進する。

② 目的と実施内容

日本は生物多様性のホットスポットであり、欧米の先進国すべてを上回って世界トップレベルの固有種率を誇る。世界規模での共通した問題として、生物多様性の大幅な劣化に直面している。いまこそ、ワイルドライフ（人間を含めた自然、とくに人間とそれ以外の動物の共生）に関する科学を振興し、日本らしい国際的に卓越した研究基盤を作る時である。本応募計画は、フィールドミュージアム構想の実現をはじめとした基礎研究の推進はもとより、人材育成、保全活動から政策の立案実行までを射程に入れたものである。アフリカ、南米、東南アジアの世界三大熱帯林からヒマラヤ等の極地にいたるまで多様な環境でワイルドライフを研究する国内外の研究機関、および現地の組織が一体となってワイルドライフサイエンスの推進と人材育成、社会実装を実現する分野横断のネットワークを形成する。バイオリギングや高度化学解析、iPS細胞など日本発の先端技術を取り込み、異分野融合の総合的な学問体系の創出と確立を目指すとともに、環境政策において日本の国際的プレゼンスを高めることに貢献する。



③ 学術的な意義

バイオリ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-MS/MS 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イ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」「半野生半飼育」「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。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施設は、野生復帰の訓練ばかりでなく、野生個体のバイオリギング・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、異分野融合の総合的な学問体系の創出が期待できる。

④ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

バイオリギングなど近年の研究技術の進歩にともない、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との連携、および人文・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、バイオリ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っている。本応募計画は、ワイルドライフサイエンスの振興にかかる国際連携研究の強化、人材育成、および日本の国際プレゼンスを上げるという点において時宜を得たものである。

⑤ 実施機関と実施体制

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）、東京大学、名古屋大学、北海道大学、琉球大学、総合地球環境学研究所、水産工学研究所、国立極地研究所、東京農工大学、早稲田大学、東京農業大学、日本モンキーセンター、京都市動物園、名古屋市東山動植物園、横浜市緑の協会、名古屋港水族館、

神戸市立須磨海浜水族園、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、ガーナ大学、オックスフォード大学、ケンブリッジ大学、ハーバード大学、カリフォルニア工科大学、パリ＝ソルボンヌ大学、シカゴ動物協会、サンディエゴ動物協会。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。

⑥ 所要経費

87 億円（初期投資：36 億円、運営費等：各年 5.1 億円×10 年）。フィールドミュージアムを具現化し、研究・教育・社会実装を実現する。第 1 段階として国内 3 基地、国外 11 基地の合計 14 基地を構想した。具体的には、京都大学野生動物研究センターが保有する調査拠点の宮崎県幸島（天然記念物ニホンザル）、鹿児島県屋久島（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とボノボ）の国内 3 拠点、さらにアマゾン、ボルネオ、ガボン、ギニア、ガーナ、コンゴ民主共和国、ウガンダ、タンザニア、インド、中国・雲南省、ヒマラヤ地域の国外 11 拠点である。国内に関しては第 2 段階として知床から御蔵島、西表島に至るまでの日本列島弧をつないだ地点の連携を図る。統括する事務局本部の整備も必要となる。国内第 1 段階の各基地 2 億円、第 2 段階の基地全体で 5 億円、海外拠点に各 2 億円、統括本部に 3 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。

⑦ 年次計画

平成 29 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、ガーナ大学、コンゴ民主共和国森林生態学研究センター、雲南動物研究所、ブータン王立大学などの海外機関をはじめ、参加研究機関相互の連絡と協議により、各地におけるフィールドミュージアム構想具現化のための最適な方策について方向性を出す。並行して、これまで個別に協力関係を築いてきたオックスフォード大学動物学科、ケンブリッジ大学考古人類学科、パリ・ソルボンヌ大学言語学科、カリフォルニア工科大学生物学科、サンディエゴ動物協会等、国際競争力のある海外大学等と組織レベルでの連携体制を構築し、人材の相互交流を実現させる。国内では、京都大学野生動物研究センターが保有する宮崎県幸島観察所、鹿児島県屋久島フィールドステーション、熊本サンクチュアリの 3 地点を拠点に南九州を結ぶフィールドミュージアムネットワークを形成する。また、野生動物研究センターが連携協定を結ぶ 10 動物園 5 水族館の中から適切な園館を選定し、ワイルドライフサイエンスに関する研究及び社会発信を強化推進する。平成 30-38 年度：知床、御蔵島、西表島を軸に、日本列島弧を結ぶフィールドミュージアムネットワークを形成する。アジア、南米、アフリカ、ヒマラヤの拠点において共同研究を推進するとともに、生態・環境・ゲノム・地域情報データベース、DNA・細胞バンクの整備をおこなう。また、現地の人材育成と日本のグローバル人材の派遣・育成をおこない、欧米の研究機関との連携によって保全研究を推進・支援する拠点を日本に構築する。こうした連携のもとに国際共同研究を実現し、これによって博士号を得た若手研究者がワイルドライフ管理官として世界各地で活躍できるキャリアパスを構築する。

⑧ 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。ワイルドライフ管理官のような新たなキャリアパスの確立によって人材育成に貢献し、環境政策における日本の国際的プレゼンスを向上させる。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で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。



⑨ 本計画に関する連絡先

平田 聡（京都大学・野生動物研究センター）