

## データ駆動型社会に向けた力学基盤の強化による社会的・産業的課題解決への貢献

## ① ビジョンの概要

動的現象をサイバー空間上に再現するデジタルツインにおいて、力学は極めて重要な役割を果たす。本提案では力学を基盤としたコア学術の発展を促進し、社会的・産業的に重要な課題を解決する研究開発環境を強化する。

## ② ビジョンの内容

実世界で生じる様々な動的現象をサイバー空間上に再現する「デジタルツイン」において、力学は極めて重要な役割を果たしている。そのような状況下、近年発展が目覚ましい情報科学の分野の手法を取り入れて、実社会により役に立つ力学を構築するための検討が始まっている。従来の力学は、原理原則となる基礎方程式を下に、現象の予測をボトムアップ的に行うものであったが、データ駆動型社会においては、センサにより取得されるデータやデジタルツインから得られる膨大なデータなどを積極的に活用しながら、力学の基礎方程式と関連付けて実現象を予測するデータ同化型の解析が重要な意味を持つ。また、そのような人材の育成および解析ツールの開発と維持を目指す組織体制の構築も極めて重要となる。

本提案では、社会的課題や産業的課題を解決するための実証研究を推進し、アナリシスとシンセシスを基軸とする学術をより強固に連携させた形で力学を基盤とする工学の進展を図る。また、現実直面する科学技術が関連する課題で、現有の科学的知識だけでは結論がでない課題に取り組むための社会科学的アプローチも重視する。現代社会において技術に関連する者に求められているものは、その技術の問題点を解決する能力だけでなく、広範な情報の中から科学的に真偽がつかない問題とそうでない問題を適切に見極め、真偽のつかない問題に対しても意見の多様性を考慮しつつ、指針を示すことである。このようなことを達成していくために、高度化されたシミュレーションモデルと知能化されたデータを中核として、データ駆動科学の最新の手法を積極的に取り入れながら、力学の新たな領域への展開を図る。人材の育成も含めた、このような取り組みによって、我が国の力学研究は大きな飛躍を遂げ、社会や産業において有益な成果を生み出すことが期待される。

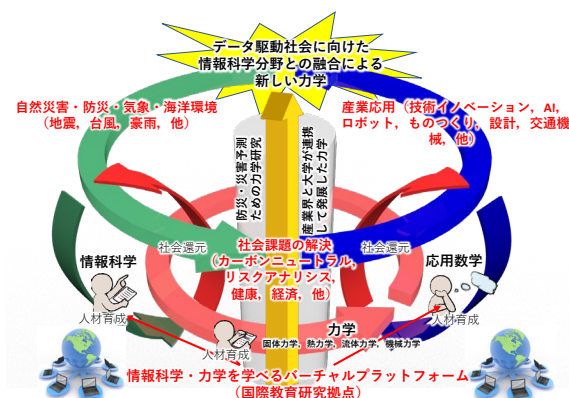


図1 力学分野の新しい学問の潮流とその展開

## ③ 学術研究構想の名称

データ駆動型社会に向けた力学基盤の強化による社会的・産業的課題解決への貢献

## ④ 学術研究構想の概要

ビジョンの実現には、サイバー空間と実世界の双方を橋渡しするための力学、すなわち Cyber-Physical Mechanics(CPM)の構築が必要であり、 $(\alpha)$ 非平衡・非線形力学を基盤とする理工学とデータ駆動科学の融合による力学の深化、および $(\beta)$ 若手研究者の育成、が不可欠である。将来的社会課題の解決に貢献する CPM 構築に向けて、 $(\alpha)(\beta)$ を同時進行で行うことが重要である。そこで、ネットワークを駆使してサイバー空間上の国際研究所 Virtual Institute for Cyber-Physical Mechanics (VICMech)の創設を提案する。VICMechが対象とする主な社会課題は、(a)防災・自然災害・気象、(b)カーボンニュートラル社会の実現、(c)超高齢化社会への対応である。VICMechは、国内に2拠点、海外に6つのサテライト(2+6)を設置し、サイバー空間上にバーチャルな国際研究所を構築する。

## ⑤ 学術的な意義

本申請のビジョンを実現するためには、これまでのような領域単独の深耕ではなく、領域を横断した学術の相乗効果を追求して行く必要がある。応用領域が明確に共有された中で、実システムの制御・設計に向けたシンセシスを基軸とした学術の発展が必要となり、そこから新たな学術領域が創成されていくことになる。また従来の力学の領域を超えて、情報通信や医療など、他の学術団体との連携が加速されることにより、力学が貢献できる裾野が広がっていくことが期待されると共に、学術においてもエコシステムによる研究の加速が進むことで、産業界へのインパクトが強化されることも期待される。

## ⑥ 国内外の研究動向と当該構想の位置付け

本提案で目指すものは、バーチャルツイン構築を視野にいれデータ駆動科学の最新の手法を取り入れた力学の研究・教育体制であり、世界に類をみないものである。世界の力学研究の組織としては国際理論応用力学連合 (IUTAM) があり、そこでは力学または関連科学の科学研究に従事する研究者が参加する数多くのシンポジウムを開催し、研究及び人的交流を支援している。また、その下部組織として各国において力学を基盤とする研究者の組織が存在している。本提案にある組織 (VICMech) においては、最新の情報科学の知見を含めたサイバー空間内のデジタルツイン上での物理現象の理解を目指した Cyber-Physical Mechanics (CPM) の構築を目指し、既存の力学を基盤とする学術の大幅な進化を目指し情報科学の最新の知見を意欲的に取り込む新たな理論応用力学基盤学術の構築を目論むものである。

## ⑦ 社会的価値

力学は自然科学および工学の基盤を成す学問であり、産業や社会が直面する様々な課題に対して普遍的な価値を持つ。特に、科学技術立国を掲げる我が国において、ものづくりを基盤とした産業の発展や、地震・台風などの自然災害の予測・対策にも力学は重要な役割を果たしている。一方で、我が国は少子高齢化社会を迎えており、人々が多様性を尊重しながら豊かに共生できる社会の実現が求められている。このような社会的転換期においてこそ、基礎学問である力学の解析 (アナリシス) を軸とした知の深化と、得られた知見を統合して新たな価値を創造するシンセシスの推進が極めて重要となる。特に近年、データ駆動型の情報科学と力学を融合させた新たな研究アプローチや、現実空間をサイバー空間上に再現するデジタルツインの構築は、学术界のみならず産業界においても大きな革新をもたらす可能性を秘めている。これにより、従来のような規模拡大を前提とした事業展開から脱却し、新たな価値創出や産業構造そのものの変革が期待できる。

## ⑧ 実施計画等について

### <実施計画・スケジュール>

最初の3年間で拠点とネットワークの構築、中間の5年間でその拡充を図り、終盤の2年間で体制を完成させ、アニュアルミーティング、サマースクール(毎年度)、テーマ別ワークショップ開催(2回/年)などを継続的に行っていく。

### <実施機関と実施体制>

本学術振興構想では、国内2拠点、海外サテライト6拠点を設置し、サイバー空間上にバーチャルな国際研究所を構築する。サイバー空間上で実施される教育・研究が重要な意味を持つが、得られた成果の検証および社会実装に向けて、実在する国内2研究拠点は重要な役割を持つ。また、図2に示す様に海外サテライトとしては、米国にデータ駆動型研究の中核1拠点、社会実装拠点1拠点、アジアに、力学理論構築の拠点1拠点)、社会実装拠点1拠点、欧州にバイオ医療実装分野で1拠点、非線形力学・最適化理論の中核拠点1拠点を置く予定である。これらの拠点とは別機関として、外国人教員の比率が多い国内の大学機関をハブ機関として設け、国際的人材育成および卓越した業績を有する日本在住の外国人研究者との連携を図る。以上、ここで提案する力学研究の拠点は海外のサテライトとバーチャルネットワークで結ばれた研究所を形成し、自ずと国際色豊かな人材により構成される。また、参加するメンバー(教員、ポスドク、大学院生)については女性・外国人を重点的に採用するだけでなく、研究拠点のある国以外の研究機関からの研究者も積極的に採用し、地域的な Diversity も重視した機関を構築する。

<総経費> 80 億円 (内訳 国内2拠点: 45 億円、海外サテライト6拠点: 35 億円)

<所要経費> VICMech において、ポスドク・大学院生を毎年 50 名程度育成することを計画しており、必要な教員・テクニカルスタッフなどの人件費や環境整備を含めると 8 億円/年程度の予算が必要である。

## ⑨ 連絡先

高木 周 (東京大学)

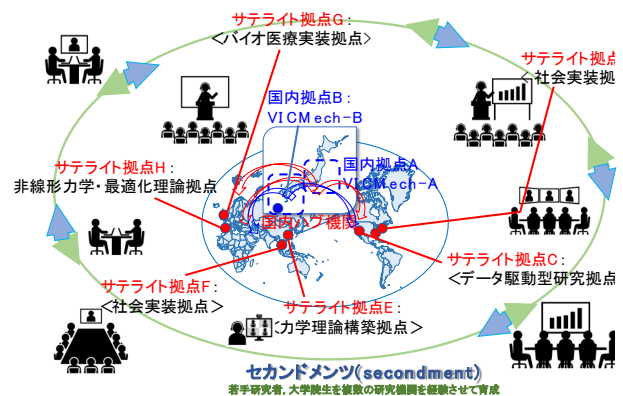


図2 VIC-Mech のイメージ図