

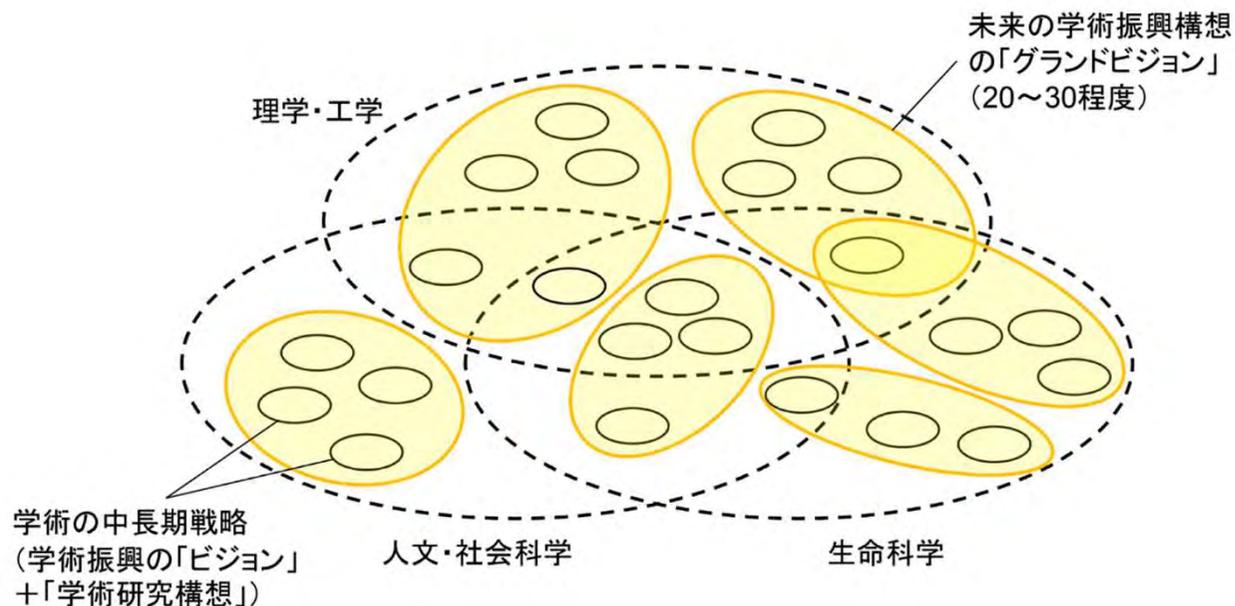
# 分野融合で拓く学術の未来

**岸本喜久雄**  
日本学術会議連携会員  
東京工業大学名誉教授

# 未来の学術構想（分野融合）

6のグランドビジョンに整理、76の中長期研究戦略が含まれる。

- ②長い時間軸・大きな空間軸・多様な視点からの**ヒトと社会の科学**
- ⑧超スマート社会における**人の能力拡張とAIとの共生**
- ⑨**サイバー空間の構築・活用**による価値創造
- ⑩**データ基盤**と利活用による学術界の再構築
- ⑬地球規模の環境危機にレジリエントな**持続的社会的構築**
- ⑭**エネルギーと環境**の両立的課題解決



## 応募提案数

分野	提案件数
人文・社会科学	9
生命科学	17
理学・工学	78
分野融合	90
人文・社会科学と生命科学	2
人文・社会科学と理学・工学	18
生命科学と理学・工学	12
3分野すべて	58
合計	194

## ②長い時間軸・大きな空間軸・多様な視点からのヒトと社会の科学

概要：長い時間軸、大きな空間軸、多様な視点で自然環境、人類、文化、社会を捉える。  
新たな技術、データ処理基盤、ネットワーク体制を構築・活用し、学術の多分野が連携し、広く社会に開かれた融合的・総合的な学術の新たな形を目指す。  
キーワード：人類史、グローバル、共生、共創、デジタル・トランスフォーメーション(DX)、ネットワーク、総合知、持続可能性

### 背景

様々な現実的な課題を前に、細分化・個別化された学術の専門分野を超えた俯瞰的な視野が必要とされ、学術と社会とのより強い関わりを求める声が大きくなっている。  
多分野の研究者が協働するためには、データの共有のみならず、様々な用途に適したデータの取り出し方も開発されることが必要とされている。

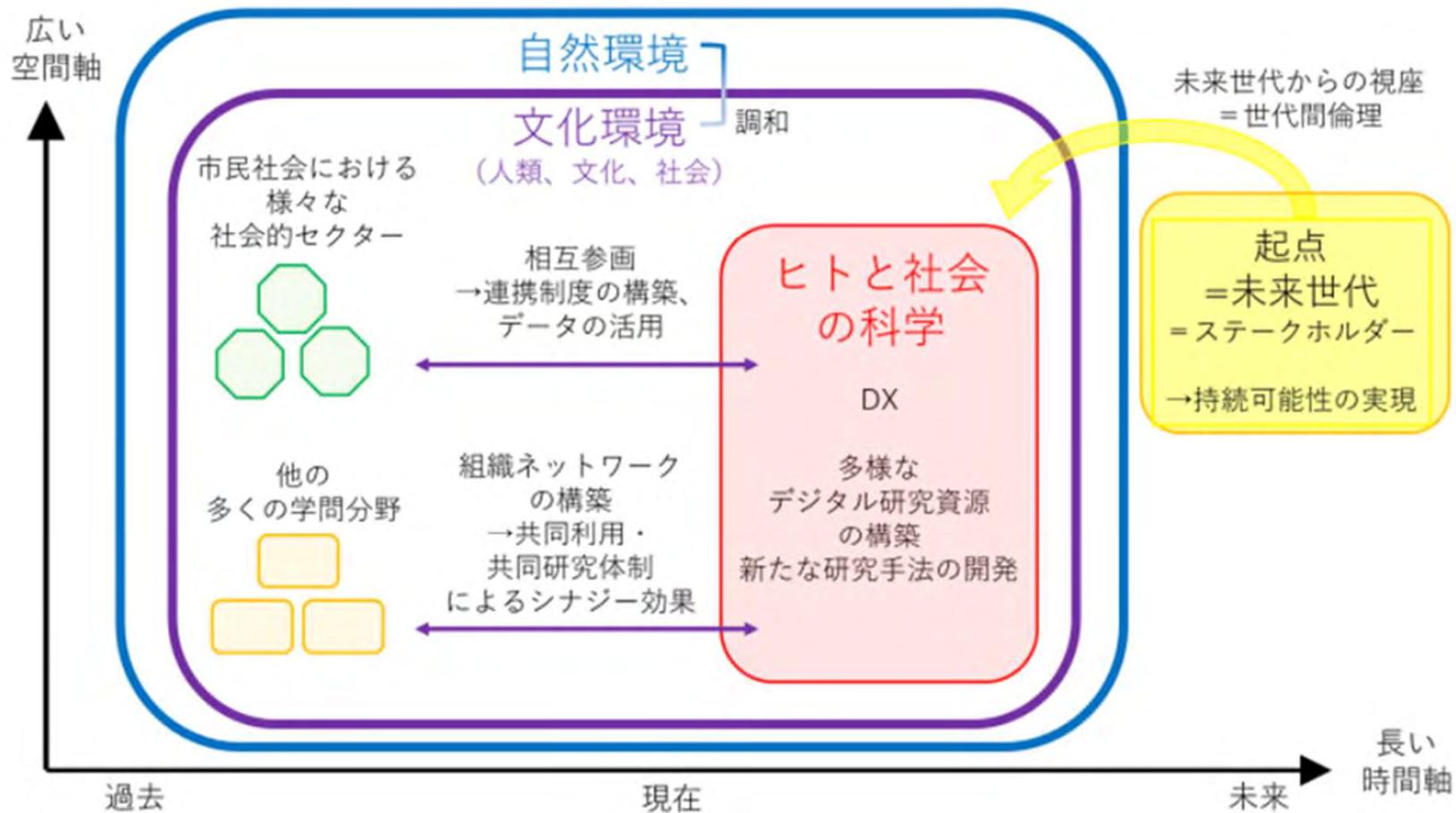
### 目的・目標

本構想は、多様性という観点から自然環境、人類、文化、社会を捉え、人々の間の、そして環境との調和のとれた社会の在り方を考える基礎を形作ることを目指す。

### 国内外の学術研究の状況・動向

欧米では画像や記録文書のデータ化が積極的に進められつつあるが、日本ではデジタル保存や共有データ化が遅れている。日本国内に有する様々な研究成果・研究資料を共有利用可能な形にして次世代に残し、新たな知を模索することは、日本の学術界が果たすべき国際的な責務である。

多様性という観点から自然環境、人類、文化、社会を捉え、人々の間の、そして環境との調和のとれた社会の在り方を考える基礎を形作る。  
 計画能力を有するホモ・サピエンスとして、世代間倫理に則り、未来を起点として(バックキャストして)現代の課題に対処し、持続可能な社会を実現したい。



融合的・総合的な学術の新たな形  
 (出典)本提言にて、独自に作成

## 中長期の学術構想

データ基盤、ネットワーク体制を構築・活用し、多分野が連携して、長い時間軸、大きな空間軸、多様な視点で自然環境、人類、文化、社会を捉え、同時に、学術の世界に閉ざされることなく、広く社会に開かれた融合的・総合的な学術の新たな形を模索していく。

### 今後10年程度で必要とされる取組

- 人文・社会科学分野のデジタル・トランスフォーメーション(以下「DX」という。)化と他分野との連携、
- 多様なデジタル研究資源の構築とその活用を通じた新たな研究手法の開発、
- 多分野及び多くのセクターの参画、
- データの活用を容易にする 技術的・制度的枠組みの形成、
- 分野内・分野間の機関・組織ネットワークの構築
- シナジー効果を目指した共同利用・共同研究体制の拡大、
- より長い時間軸、より広い空間軸での自然環境、人類、文化、社会の大規模研究等である。

これらの取組を通じ、未来を起点として現代の課題に対処し、持続可能な社会を実現するために、社会とともに歩む新たな学術の在り方についての議論を進める。

## 学術の中長期研究戦略の提案名称(12件)

- 共感共創学としての風土学の再構築－環境と心性を架橋する人と自然の科学知に向けたグローバル人文学の創成
- 海外エキスパート・サーベイ調査を通じて見える日本と諸外国との関係の総合的研究
- グローバル地域研究のネットワーク型共同研究・共同教育体制の構築
- 地球電磁気学と考古学・人類学の連携による第四紀研究の新たなパラダイム構築
- 社会現象の可視化による新しいジャーナリズムの確立
- ヒトを理解する「知」を総合した霊長類学
- 「人類史」総合研究体制の構築
- ミューザゴラの創設に基づく地球未来学の振興
- 最先端科学技術力を育成する幼小中高大連携教育の戦略プログラム
- 多様性が高度に組み込まれた社会の構築をめざした人文情報学的地域社会論創成
- 合意形成と協働による課題解決に向けた先端経済理論と異分野融合研究
- デジタル時代に即した人間文化社会研究の包括的な基盤構築

## ⑧超スマート社会における人の能力拡張とAIとの共生

概要: 加速的な情報技術の進展により、汎用で自律的なAIが社会に浸透し、AIと人が共生する超スマート社会が生まれる。非言語情報を含めた人とAIの相互作用が進み、サイバー・フィジカルが融合し、人の能力拡張が行われ、多様で分野総合的な取組が進行する。

キーワード: 多様性、ヒューマンインターフェイス、サイバー・フィジカル、言語資源、非言語情報、コンテンツ、アート、ELSI、アクセシビリティ

### 背景

大規模言語モデルの構築が進められるとともに、実世界からリアルタイムで収集するセンサーデータに基づいてサイバー・フィジカルの融合も進み、多様で総合的な取組も進行しつつある。近い将来、様々なAIが社会生活のいたるところで利用されるようになると見込まれている。

### 目的・目標

人の活動を支援し、人と共存する、汎用で自律的なAIの実現は、情報技術における究極的な目標ともいえる挑戦的課題である。そのようなAIは、人の行動のあらゆる局面で、個人の能力を拡張していく。また、サイバー・フィジカルな情報環境の下での種々のAIの実現は、自律的に人を支援する社会基盤の構築へとつながる。そのようなAIに対する、人や社会の側からの受容性を総合的に理解しておく必要もある。

### 国内外の学術研究の状況・動向

2022年に生成AIが注目を集め始め、AIが身近で使われることを、世界が強く意識することとなった。大規模言語モデル開発については、日本の遅れは大きく、世界に追随していくためにはオープンな基盤や社会・文化を反映したモデル構築が必要である。

情報技術の進展と普及により、人が能力を拡張していくことは間違いない。学术界は先行して情報技術の数十年後の社会での役割を示していくことが求められており、汎用で自律的なAI と人が共生する社会を目指すために基盤的な技術研究と人に関する研究の推進が必要である。



超スマート社会における人の能力拡張とAIとの共生

(出典)本提言にて、独自に作成

## 中長期の学術構想

### □ 基盤的な技術研究の例

- 我が国主導のマルチモーダルな大規模モデルの構築
- 計算知能のための大規模並列分散システム
- AIの協調・連携を行う通信パラダイム
- AIプラットフォームを実現する半導体技術
- 感情を含む非言語情報を扱う基盤技術
- サイバー・フィジカル情報環境下でのアバターやロボットによる人の能力拡張
- コンテンツ・アート・音響の情報処理
- 地域文化情報のデジタル化・共有化とそのアクセシビリティ向上

### □ 人や社会の研究の例

- 技術進展に対する人・社会の受容性の強化
- 人や文化の特性・多様性の考慮
- 倫理・法・著作権等の制度等の課題に対する研究

特にデータ基盤構築等は他の多くのグランドビジョンとも深く関連しており、研究コミュニティは、それらの科学的意義や実現可能性等の議論も深めなければならない。

## 学術の中長期研究戦略の提案名称(10件)

- 脳科学とAIによる芸術創造力の理解
- 創発共進化計算知能プラットフォーム
- 各科学分野間の持続的共創をもたらす先進的な情報処理技術開発のための国産AI情報基盤の構築
- 情報環境との相互作用で生ずる行為や感情の正負・強弱原理の解明に基づいた人の内在的強靱性を高める機構の実現
- 生命・芸術・社会科学と調和する豊かな社会のための新しい音響科学
- 全ての人に対等で人間性豊かなコミュニケーションができる非言語情報通信基盤の構築
- 人の能力を拡張・強化し、持続可能な生存を実現する生存情報学研究構想
- 人文知を基盤としたAI技術の応用による真の無障壁社会の実現
- どこでもAIメタバースによるSociety 5.5の現出
- AI/人間共存社会における新しいコミュニケーションパラダイムの実現

## ⑨サイバー空間の構築・活用による価値創造

概要: サイバー空間上に現実の世界を再現することや、仮想世界を構築することで、高度なシミュレーションの実現や人々の生活をより豊かにする新たな技術やシステムの創造を目指す。

キーワード: デジタルツイン、メタバース、シミュレーション、予測モデル、AI、バーチャルリアリティ、セキュリティ

### 背景

サイバー空間を活用するものとして、デジタルツインとメタバースがある。アバターをデジタルツイン上で活動させてシミュレーションを行うなど、両者を融合・補完させる方向性での検討も行われている。サイバー空間を対象とする研究では、様々な視点からサイバー空間の潜在的可能性や問題点について理解し、活用方法の開発や改善も行われようとしている。

### 目的・目標

サイバー空間では現実の制約を超えた空間が構築でき、試行や実験を通じて、より豊かな人々の生活を模索できる可能性がある。現実世界と比較してエネルギー消費量が少ないことも特徴であり、サイバー空間での活動によって地球環境への負荷を軽減することも期待される。一方、プライバシーやセキュリティの問題、ELSI等、今後の検討を要する問題点や課題も存在する。

### 国内外の学術研究の状況・動向

様々な分野において、デジタルツインを用いたシミュレーションや予測モデルの開発が勢力的に進められている。メタバースに関する研究も盛んであり、バーチャルリアリティ(仮想現実感)の技術開発等、広範囲で検討されている。

サイバー空間とフィジカル空間を高度に融合させることで、経済発展と社会的課題解決が両立した人間中心の社会(Society5.04)の構築が求められている。サイバー空間上に現実の世界を再現することや、仮想世界を構築することで、高度なシミュレーションの実現や人々の生活をより豊かにする新たな技術やシステムの創造を目指す。



## サイバー空間の利活用について提案されているプロジェクト構想

(出典) Society5.0科学技術政策(内閣府)を基に、本提言にて独自に作成

## 中長期の学術構想

サイバー空間を対象とする学術研究は、今後ますます多様な形で進展し、人々の暮らしにとって重要な役割を果たしていくことが期待されている。

今後10年スケールで取り組むべき社会的に重要な検討課題

- デジタルツインによる創薬・医療の革新
- クリーンエネルギーの創出
- 未来モデル都市のデザイン
- 地球変動予測と防災・減災
- 生物の健康と地球・宇宙環境の維持
- 多様なリスクマネジメント

社会実装に向けては、サイバー空間におけるプライバシーやセキュリティの問題、ELSIに対する制度整備検討も同時に進める必要がある。

その上で、さらに生活の質向上のためのメタバースの創成、人々の価値観の変化・社会の不確かさ・複雑さなども含めたサイバー空間構築等が検討されていくことになる。

## 学術の中長期研究戦略の提案名称(10件)

- デジタルツインによる創薬と医療のパラダイムシフト
- ワンヘルスの実現に向けた生命科学研究のサステナブル循環システムの構築
- Society 5.0 において国民の安全・安心を確保しイノベーション・価値創造を加速するソフトウェアエコシステムの革新的基盤技術
- 人・社会の不確かさ・複雑さを含めた拡張デジタルツイン構築と計算情報科学基盤創成
- シミュレーション・XRを用いたサイバー空間とフィジカル空間の融合による人と人工知能の相補的アプローチに基づく究極のクリーンエネルギー創出
- 地球型惑星のデジタルツイン
- 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
- 未来エネルギー技術予測とそれに基づいたメタバース及び実空間での未来エネルギーモデル都市構築
- 統合的リスク情報システム科学の確立と社会実装を加速するネットワーク型研究基盤構築
- 現実世界とメタバースとを統合内包する島宇宙群, メタ・メタバースの実現

## ⑩データ基盤と利活用による学术界の再構築

概要:あらゆる分野のデータを集約するデータ基盤、さらに進化させた知識基盤の整備を進め、同時に利活用し得る人材を育成することでデジタル変革を推し進め、学术界を再構築していく。

キーワード: 学術情報基盤、知識基盤、資料保全、データ駆動型研究、オープンサイエンス

### 背景

現代では、学術の進化を継続的に支えるためにデータ基盤の構築とその公開が欠かせない。しかし、日本の学术界はビッグデータやオープンサイエンスの恩恵を十分に享受できていない。また、エビデンスに基づく政策形成(EBPM)が徐々に可能となってきたものの、日本における進展は道半ばである。

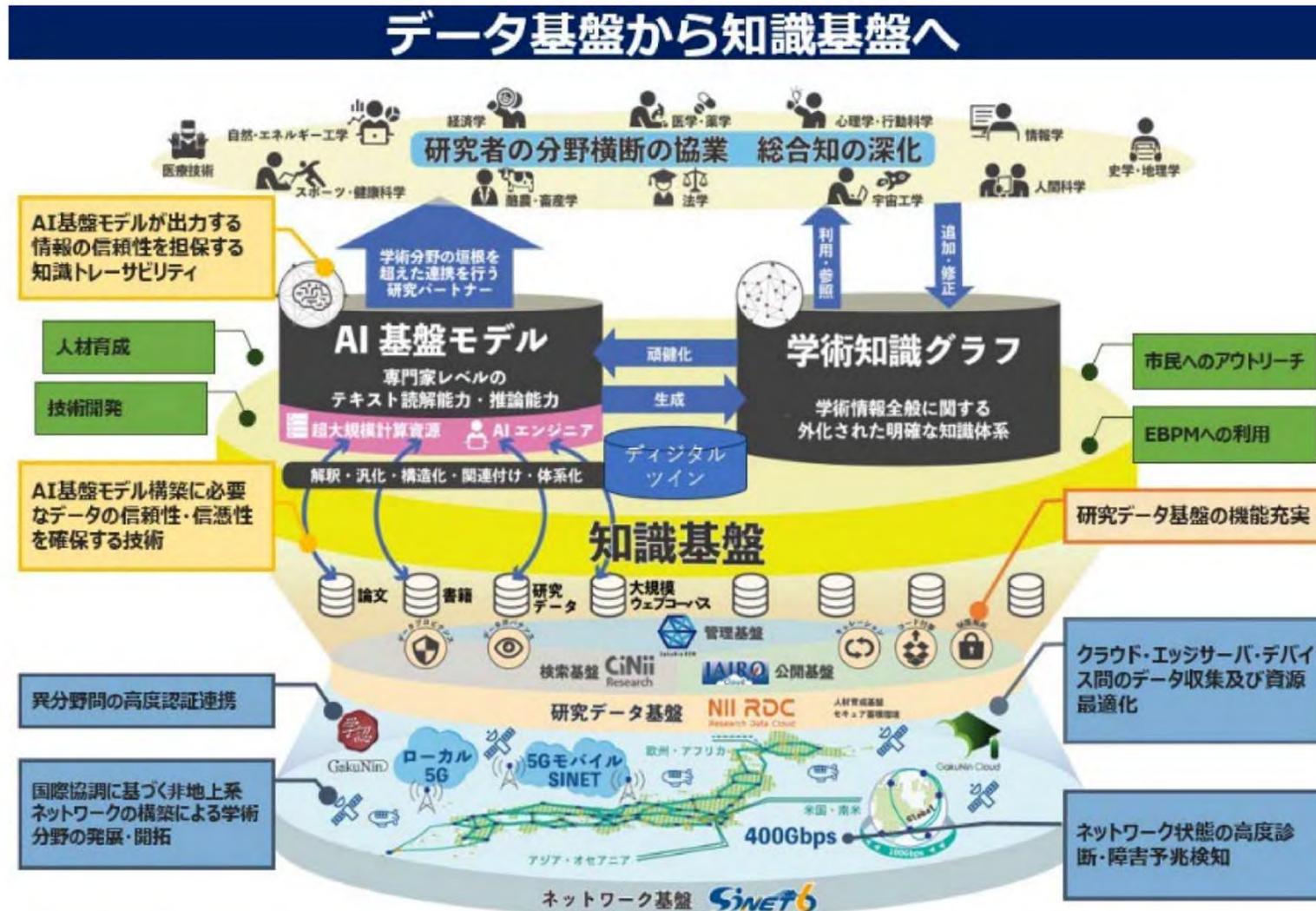
### 目的・目標

官民が連携し、様々な分野のデータを収納できる国家的なデータ基盤を整備し、あらゆる学問分野の研究者の利用を可能にする。新たな知の創造につながる知識基盤の構築としていくために、必要な人材育成と技術開発を優先的に行う。

### 国内外の学術研究の状況・動向

2012年の米国の戦略計画「ビッグデータイニシアティブ」を機に、ビッグデータ時代が到来し、各国でデータ基盤整備や人材育成が進められた。各国・各地域に蓄積された書物や文書類のデジタル化と公開が国家的事業として進められ、データのビジュアル分析が進み、新たな手法のプロジェクトも進んでいる。日本においても、政府統計調査に基づく公的データの利活用が始まり、国際水準の探索的分析が可能となってきた。

データ基盤を高度な知識基盤へと進化させ、あらゆる学問分野で利活用人材を育成し、日本の学术界全体をデジタル変革していくことが急務である。



## データ基盤とその利活用による学術の発展

(出典) 学術の中長期研究戦略「データ基盤から知識基盤へ」を基に、本提言に独自に作成

## 中長期の学術構想

### 学術界全体のデジタル変革の具体策

- 国内のデータ基盤・知識基盤の整備
- データ基盤・知識基盤を中心とした学問の再構築
- AI、計算科学、デジタルツイン技術、可視化等の分野融合的人材育成と技術開発
- 知識基盤の世界とのネットワーク化
- 知識基盤を広く解放し、利用を促すアウトリーチ
- EBPMの基盤確立とデジタルツイン利用
- 個人情報・法人情報等に関する法整備を含めたELSIの検討
- 地域の独自性に配慮したデータ収集と利用方法の確立

その設備体制として、高性能スーパーコンピュータ群と知識処理をサポートするための計算機群への大容量高速ネットワークアクセスの整備を進める。

## 学術の中長期研究戦略の提案名称(20件)

- グローバル・ヒストリーのための非英語史料編纂所の設立
- 社会を支える生命医科学データ基盤の確立
- グローバル・エイジング下での持続可能な制度設計を目的とした産・官・学の協働・協創による次世代型データ整備事業
- 諸学術分野に必要な大学院統計学教育システム研究開発を支援する中核機関および大学院のネットワーク型連携活動を通じた日本の大学院教育研究能力の高度化
- 宇宙・地球研究資料のアーカイブ化とキュレーションシステムの構築
- 公共学術史の確立と、そのための装置整備
- 異分野・社会との連携のための共通言語「データサイエンス」の学際的な研究・教育拠点の形成
- データ駆動による課題解決型人文学の創成
- 参加型人文学資料保全研究プロジェクト
- 証拠に基づく政策形成研究を加速するわが国公的マイクロデータ等研究利活用の全国ネットワーク環境整備
- 空間データの利活用を通じた地域の課題解決に関する政策支援システムの構築
- ビッグデータ可視化を中核とした、情報科学と文化・芸術科学の文理融合
- ミクロコスモスに挑む生命シミュレータの創成
- 教育・学習ビッグデータ駆動型教育による学習変革(LX: Learning Transformation)の推進拠点の形成
- 地理空間情報の蓄積と活用のための研究基盤形成
- ビッグデータから科学的知見を獲得する分野横断的視考基盤の開発
- データ基盤から知識基盤へ
- 薬用遺伝資源の持続可能な利用のための情報データの系統的統合・集積と利用
- 物理ベースサロゲートモデルの構築と政策策定への適用
- 計算社会科学研究のための大規模データベース・データ解析・シミュレーション拠点の形成

## ⑬地球規模の環境危機にレジリエントな持続的社会的構築

概要：環境危機が顕在化するなか、人間活動が地球環境と調和したレジリエントな社会の構築を目指すため、複合的要因を織り込んだ統合モデルを示し、シナリオを提示する。それらのシナリオ実現に必要な技術革新に向けた研究を異分野協働により推進する。

キーワード：環境危機、物質循環、統合モデル、安心・安全な社会

### 背景

人間活動は生物圏の持続性を脅かし、また、気候変動に伴う激甚気象災害の頻度の高まりは社会と経済を様々な角度から脅かしている。経済・社会・生物圏の持続的な未来を構築するためには、個別の開発目標の最大化によって生じ得るトレードオフは最小限に留め、人間活動が地球環境と調和するレジリエントな社会構築のシナリオを選択していく必要がある。

### 目的と意義

地球環境問題の解決に向けて、多様な研究分野が協働して総合的に推進する。科学的データに基づいた統合モデル等によって複数のシナリオを明示する。ステークホルダー間の合意形成を図りつつ協働を促す。選択したシナリオの実現に必要な技術革新については、幅広い研究分野が連携して実現することで、より良い未来を構築するという社会的意義を果たせる。

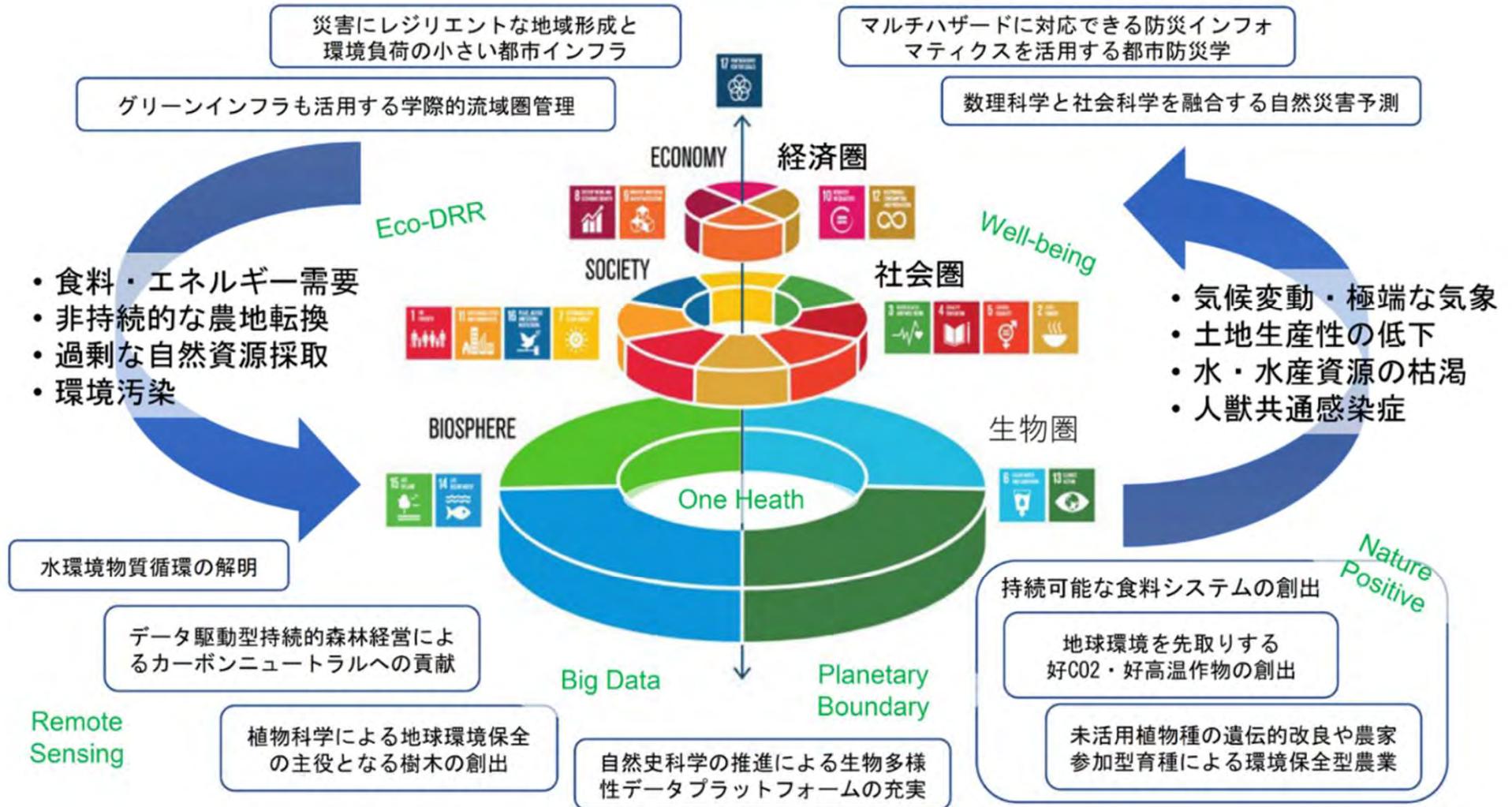
### 国内外の学術研究の状況・動向

地球環境問題解決と持続的社会的構築は、全世界で取り組むべき喫緊の課題である。これらに対し、地球環境研究・サステナビリティ科学の国際的研究プラットフォームであるFuture Earthが2012年に設立され、分野横断的な協働体制構築に向けた活動を行っている。我が国においては、多様な研究分野が有機的に結び付いた研究体制の構築には至っていない。

# 地球規模の環境危機にレジリエントな持続的社會の構築

急速に進行しつつある「負のスパイラル」を止め、全てのSDGsを達成する未来の構築には、鍵となる複数のプロセスを取り入れた統合モデルなどの活用が必要

## Future Earth with Nature-based Solutions & Technological Innovations



## 持続的社會構築に向けた学術構想の概念図

(出典) Stockholm Resilience Centreの図を基に、本提言にて独自に作成

## 中長期の学術構想

「地球規模の環境危機にレジリエントな持続的社会的構築」を目標として、多様な研究分野が協働して総合的研究を行うための基盤を整備する。

具体的には、

地域から全球までの水や物質の循環や生態系・人間活動の観測体制を強化し、データ共有によってナレッジギャップを解消し、複合的要素を取り込んだ統合モデルによって、よりレジリエントへ向かう社会変革の方向性をシナリオの形で提示する。

気候変動の進行に適応した安心・安全な将来社会を実現するための技術としては、例えば、持続的食料生産のための品種開発、森林吸収源の機能強化、環境性能が高く激甚気象災害にも耐え得る都市計画・住居開発等に着目して、分野融合的な研究活動を進める。

## 学術の中長期研究戦略の提案名称(12件)

- データ駆動型持続的森林経営システムの構築に向けた学術研究の展開
- 100億の人類に食をもたらず作物や地球環境保全の主役となる樹木の創出
- 顧みられない未利用種(NUS)の遺伝的改良に基づく持続可能なagro-ecosystemの確立
- 変わりゆく地球環境と調和した持続可能な食料システムの構築のための学術振興
- 国立沖縄自然史博物館の設立—自然史科学の推進による自然の解明は人類の持続可能性へ貢献する—
- 数理科学と社会科学に基づいた分野横断的な先進的自然災害予測・評価による防災・復興の実現と国際社会への発信
- マルチハザード都市防災学の創出と実践
- レジリエントな未来を拓く超学際流域圏マネジメント学の創成
- 建築分野の複合災害対応、ネットゼロ達成、ストック活用に関する研究
- 持続可能な地球社会像の構築
- 地球の環境事変にレジリエントな地域形成に向けた戦略構築
- 水環境における物質循環と生態系の完全理解に基づいた持続可能社会の確立を目指した超分野融合学術体系の構築

## ⑭エネルギーと環境の両立的課題解決

概要: 持続可能で安全・安心な社会を構築するために、エネルギーと環境の喫緊の問題に対して、多様な観点から連携しつつ研究推進することで、両立的課題解決を模索する。

キーワード: エネルギー源、核物理、プラズマ物理、物性科学、再生可能エネルギー、地球環境保全

### 背景

気候変動や環境問題の深刻化に伴って、エネルギーと環境に関する学術研究の重要性が一層高まっている。地球環境を保全し、持続可能な社会を実現する上で、これらの課題には両立的解決が求められる。

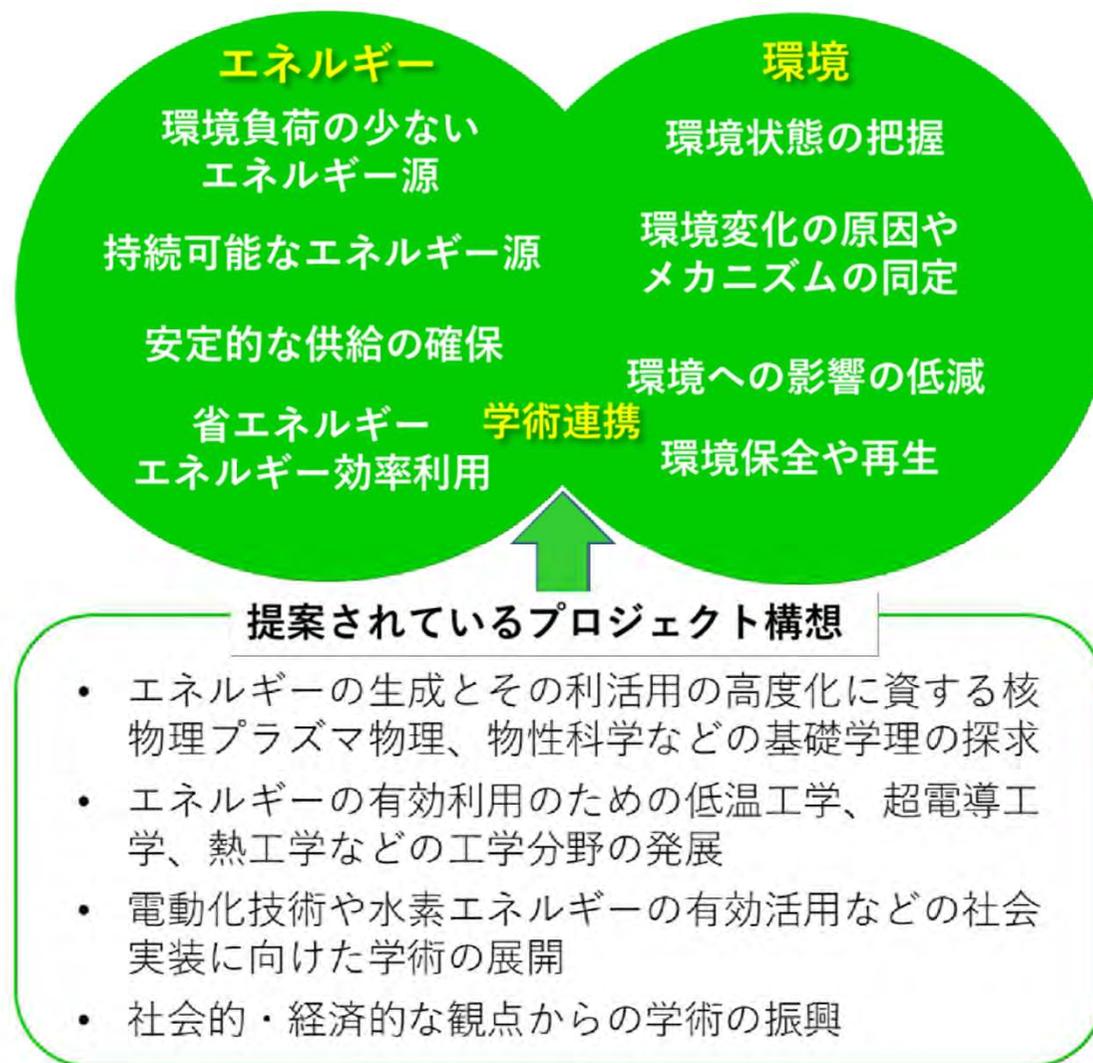
### 目的・目標

これまでの、エネルギーに関する学術分野は、エネルギーの生成、変換、保存、輸送、利用等を対象としており、環境負荷の少ないエネルギー源や持続可能なエネルギー源の利用、省エネルギー等のエネルギー利用効率の向上、エネルギーの安定的な供給の確保等を課題としている。一方、環境に関する学術は、大気、水、土壌、生物、人間等を対象に、環境状態の把握、環境変化の原因・メカニズム、環境への影響、環境保全や再生等を課題としている。エネルギーと環境問題は相互に密接に関連しており、両者に関わる学術を連携させて解決策を模索する。

### 国内外の学術研究の状況・動向

エネルギー、環境の問題ともに課題の緊急性から、国内外で势力的に様々な技術について研究がなされている。また、エネルギーの効率的な使用に向けて、エネルギー需要予測やエネルギー供給の最適化等にAIを利用することなどについても研究がなされている。

持続可能で安全・安心な社会を構築するために、エネルギーと環境の喫緊の問題に対して、多様な観点から連携しつつ研究推進することで、両立的課題解決を模索する。人類全体の課題であることから、国際的な連携の下に学術を展開することが求められる。



エネルギーと環境問題について提案されているプロジェクト構想  
(出典)本提言にて、独自に作成

## 中長期の学術構想

エネルギーと環境の課題を両立解決していくために、研究コミュニティは多様な形で連携しつつ、人々の暮らしや環境保全に重要な役割を果たしていく。

### 今後10年スケールで取り組むべき課題例

- 環境影響に配慮した上での、エネルギーの生成とその利活用の高効率化に資する核物理、プラズマ物理・物性科学等の基礎学理の探求
- エネルギーの有効利用のための低温工学、超電導工学・熱工学等の工学分野の発展
- 電動化技術や水素エネルギーの有効活用等の社会実装に向けた学術の展開
- 社会的・経済的な観点からの追求も進める。

分野横断的な連携はもちろんのこと、時間や空間のスケールが異なる様々な課題や技術を包括的に考慮した学術連携が必要である。

## 学術の中長期研究戦略の提案名称(12件)

- カーボンニュートラル・サーキュラー社会の熱利用を支える基盤研究
- 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
- プラズマ物理の学際的展開—集団現象の理解に向けて—
- SDGsの達成に資する電波資源の科学・商業・公共利用におけるレギュラトリーサイエンスに基づくハーモナイゼーション
- 低温プラズマの学術とイノベーション推進のための研究戦略
- 物性科学連携研究体～エネルギー技術革新を通じて22世紀の理想社会実現の基盤形成に貢献する研究ネットワーク・オブ・ネットワークス～
- インターネット型エネルギープラットフォームに基づくレジリエントな自立分散型エネルギー社会を実現するレギュレーション確立に向けた文理融合研究の推進
- 総合知としての核融合エネルギー学の創出
- オープンな原子力研究基盤による持続的かつ超学際的なイノベーションの促進
- 2050年以降への持続的カーボンニュートラル社会を実現する低温工学および超電導工学体系の創出
- 表面科学と真空技術のシナジー効果による次世代科学技術の推進
- 超高压電子顕微鏡を基軸とした革新的計測分野の創出～産業課題解決を志向した本邦だけが成し得るオペランド・三次元ナノ観察技術開発