

海洋生態系変動の解明と予測への挑戦

稲垣 史生

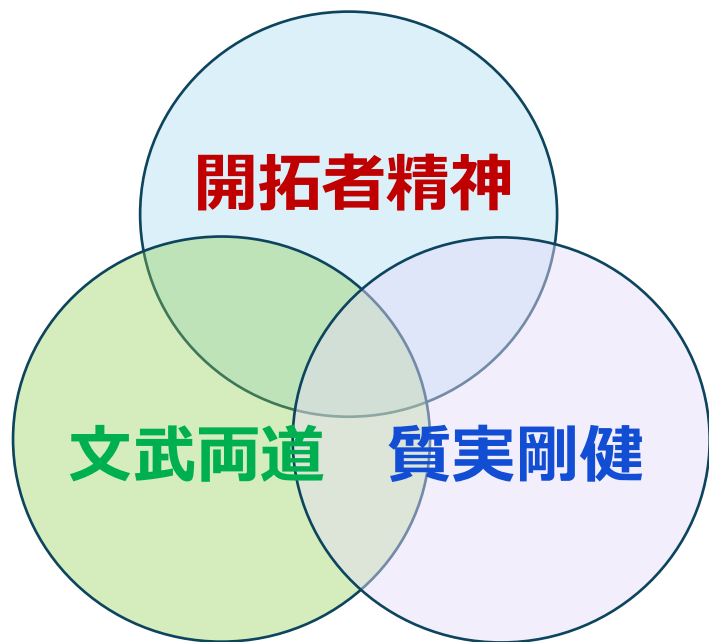
東北大学・海洋研究開発機構
変動海洋エコシステム高等研究所 (WPI-AIMEC)
副研究所長・教授



福島県立安積高等学校

Fukushima Prefectural Asaka Senior High School

安積の精神



中高一貫教育のスローガン
「未来を描き、未来を創る開拓者」



安積高校第34代校長
吉田 彌（よしだ ひさし）先生

「念ずれば花開く」

「目先の成果ではない・・・感動体験が大事だ。
感動こそ将来に大きくつながっていく」



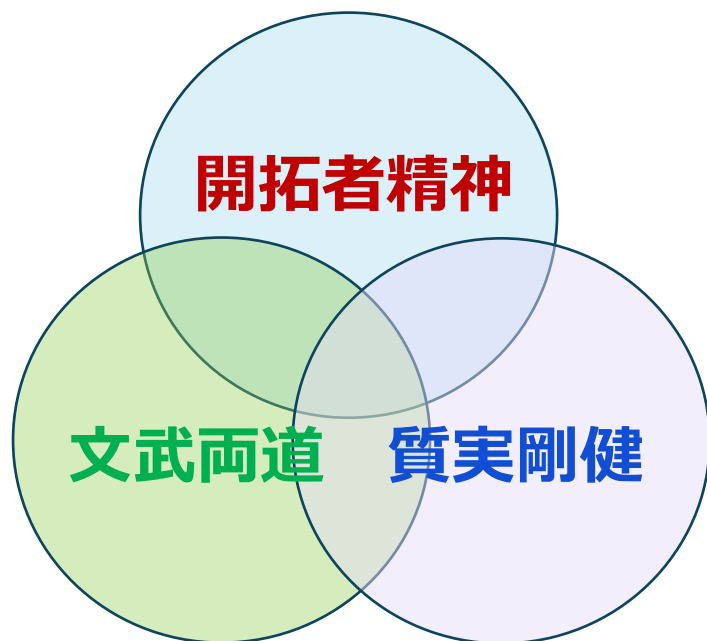
福島県教育委員会 : <https://asaka-h.fcs.ed.jp>



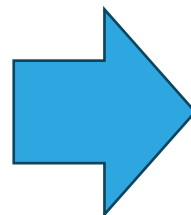
福島県立安積高等学校

Fukushima Prefectural Asaka Senior High School

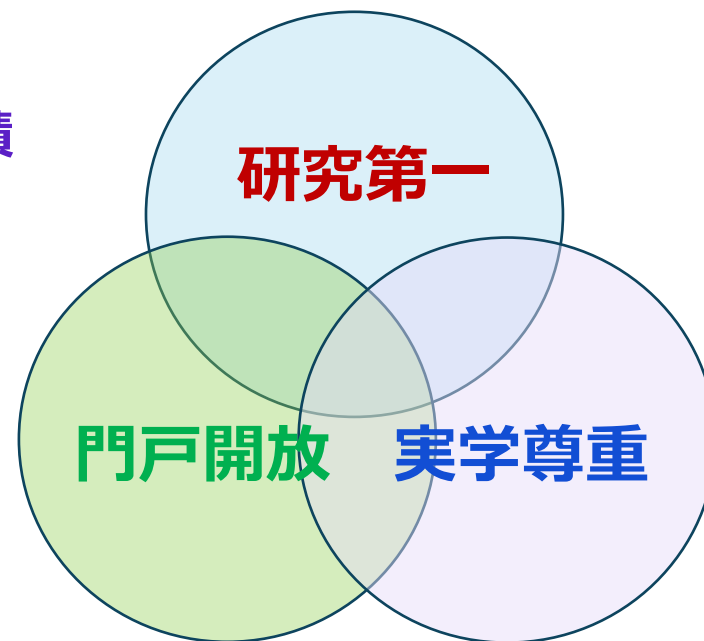
安積の精神



2000人近い進学実績



東北大学の使命



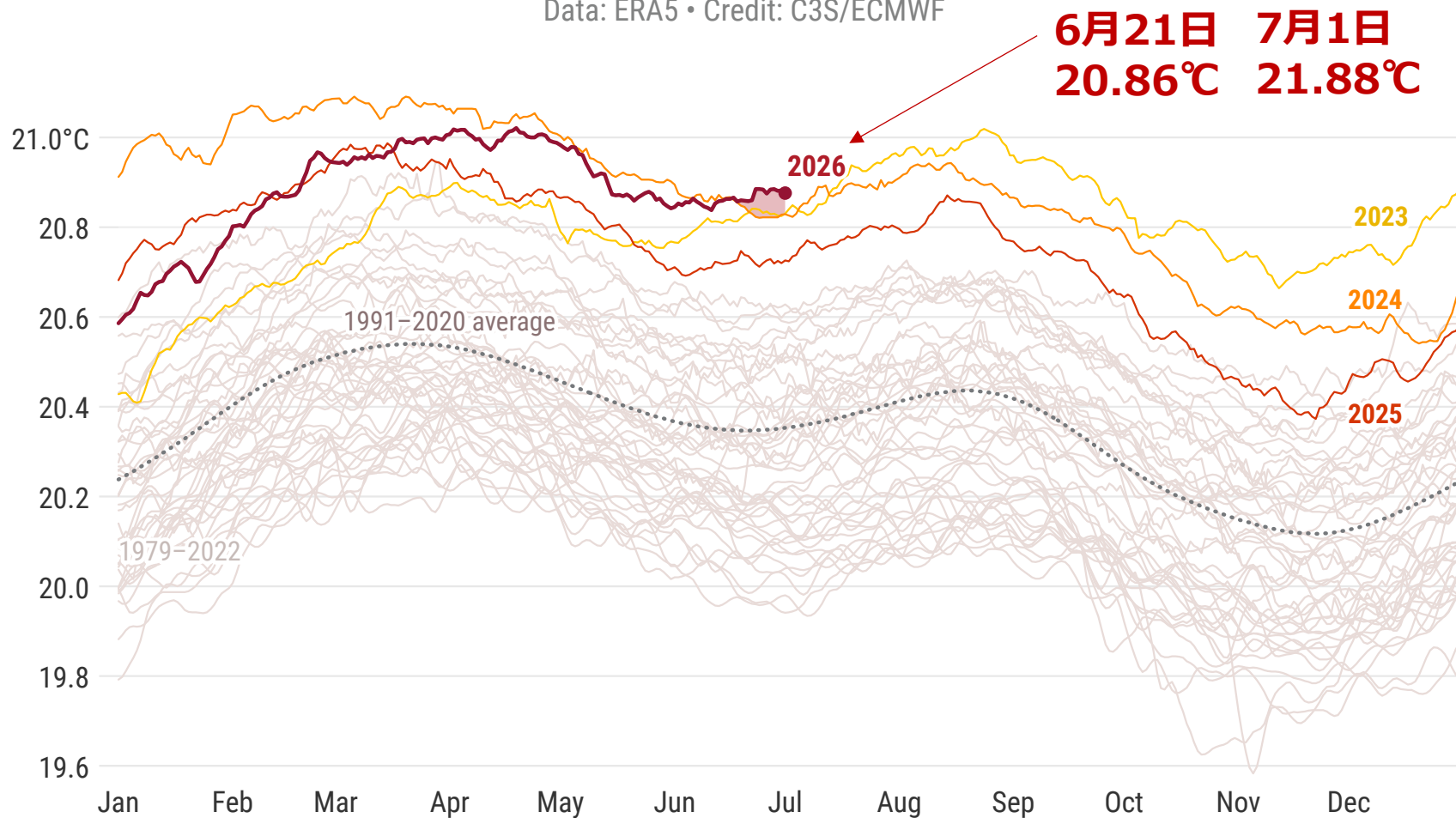
後輩たちよ、今こそ「挑戦」を続ける東北大学を目指せ！

<https://www.tohoku.ac.jp/japanese/profile/about/02/about0201/>

現在、観測史上、最も高い海水温が記録されている

Daily sea surface temperature for 60°S–60°N

Data: ERA5 • Credit: C3S/ECMWF



<https://climate.copernicus.eu/surface-air-temperature-june-2026>



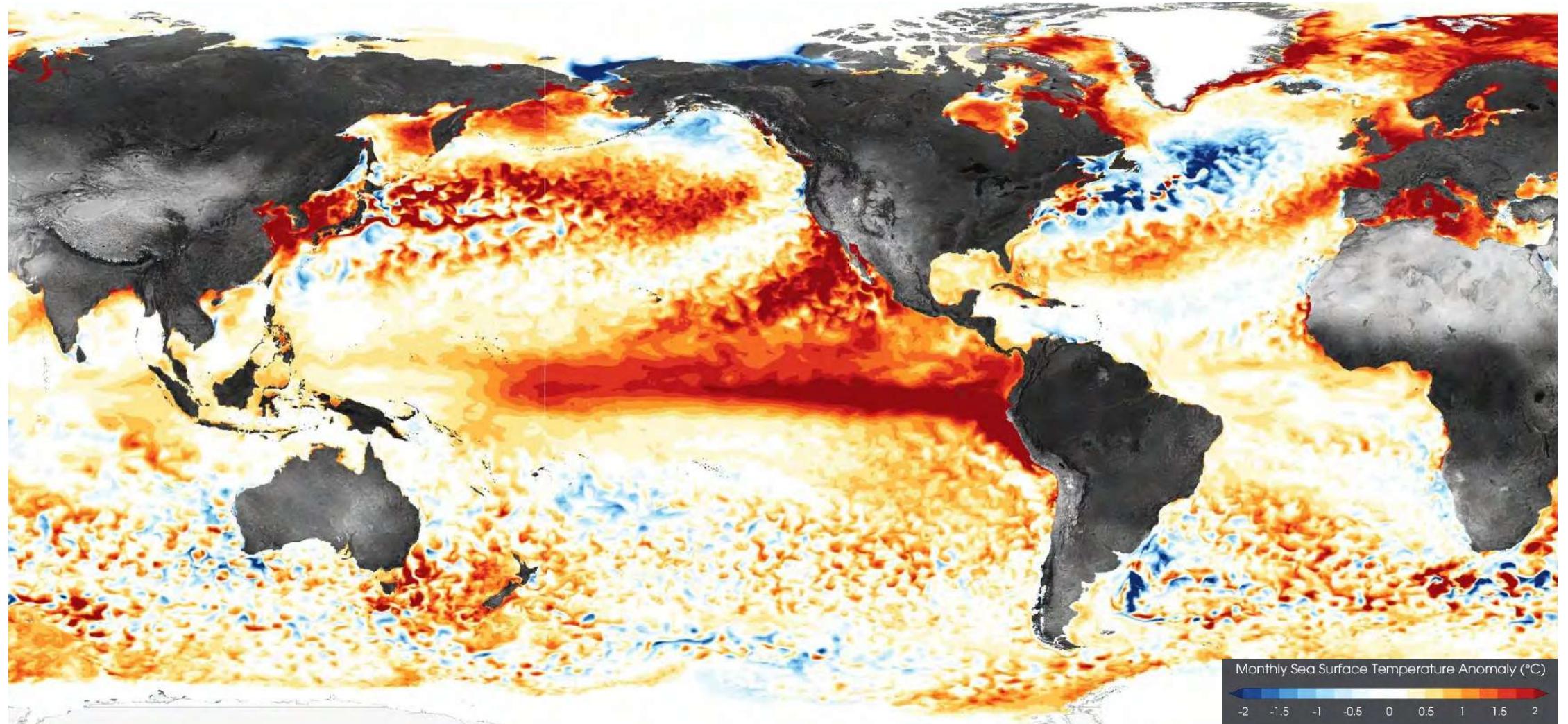
PROGRAMME OF
THE EUROPEAN UNION



IMPLEMENTED BY



全球的に海洋熱波が広範囲に発生、エルニーニョも発達中



PROGRAMME OF
THE EUROPEAN UNION



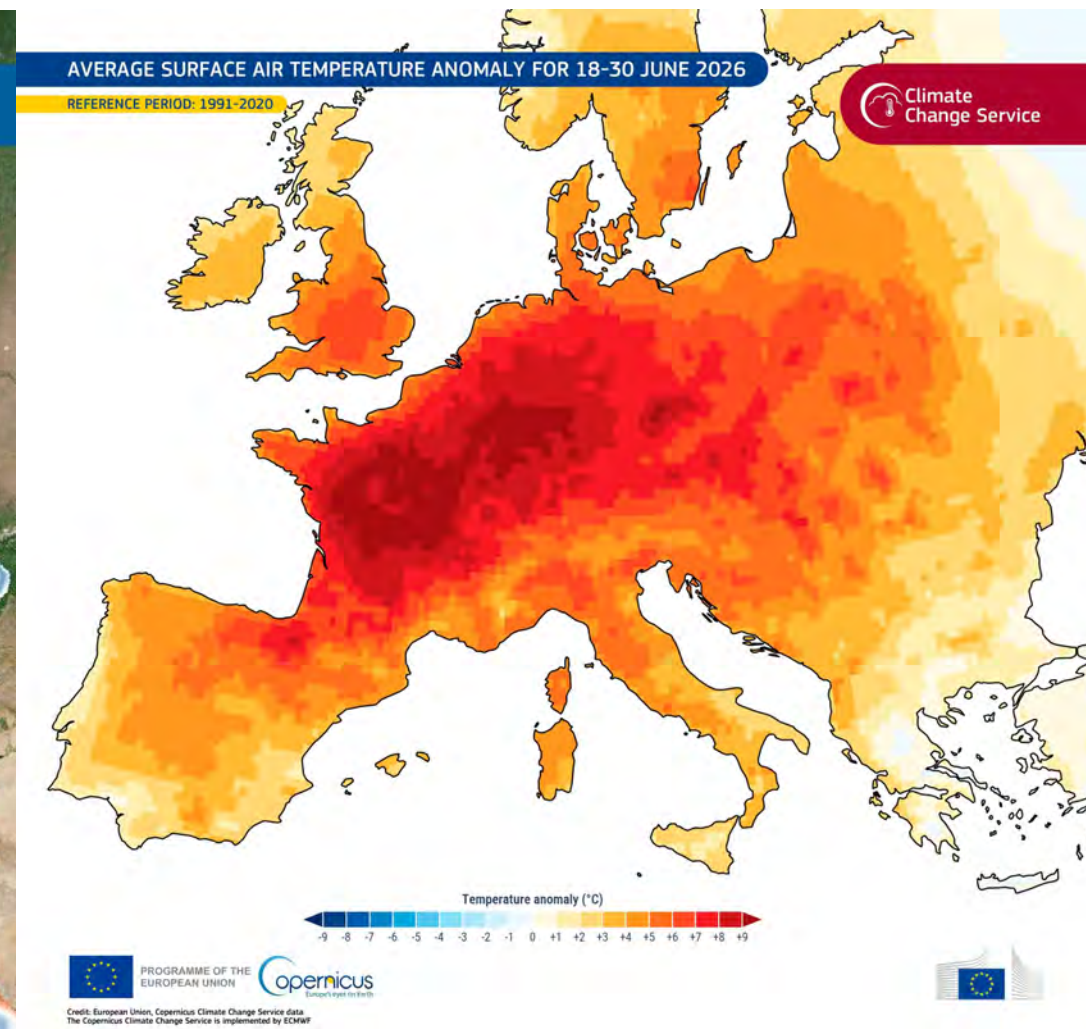
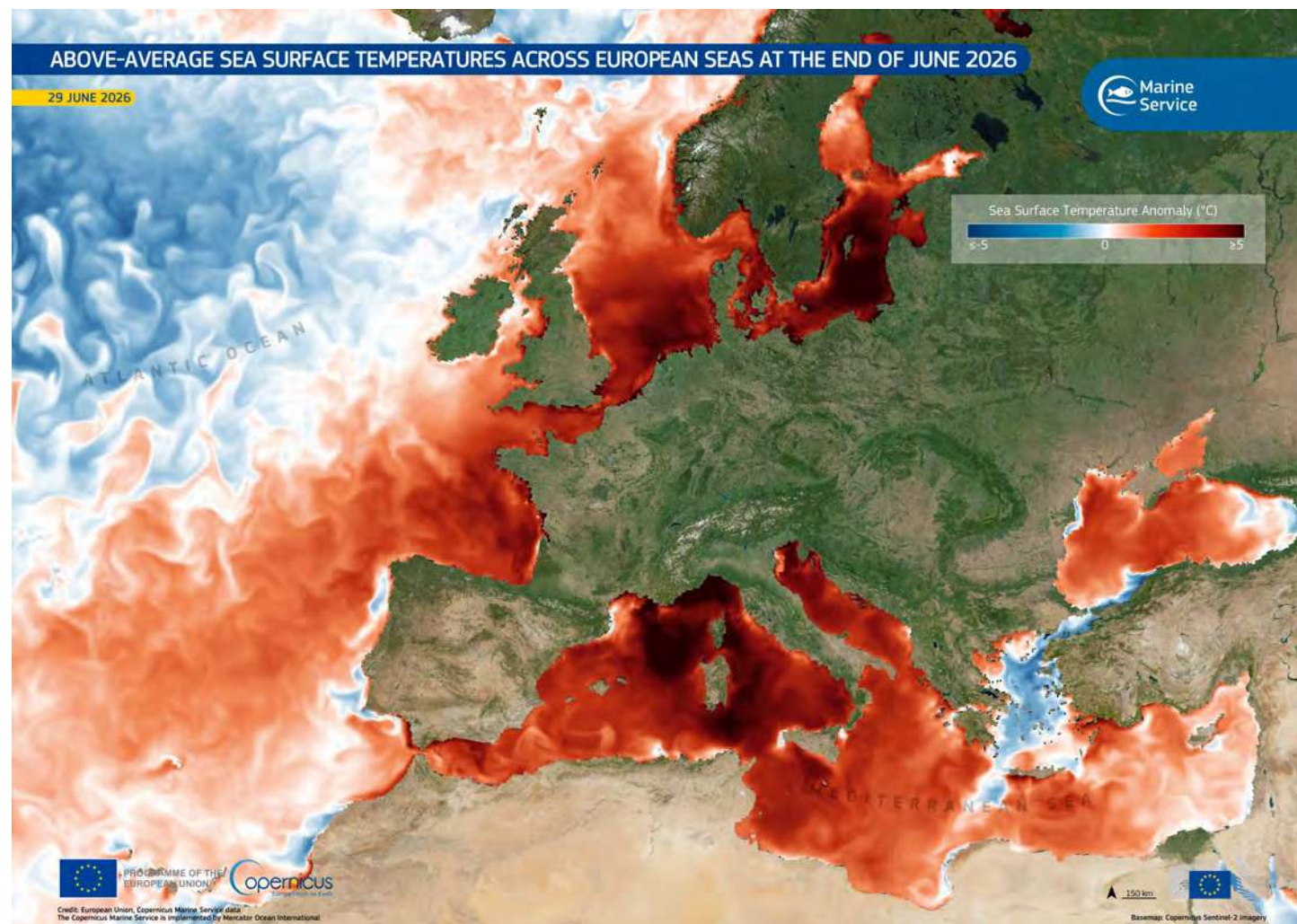
IMPLEMENTED BY



IMPLEMENTED BY

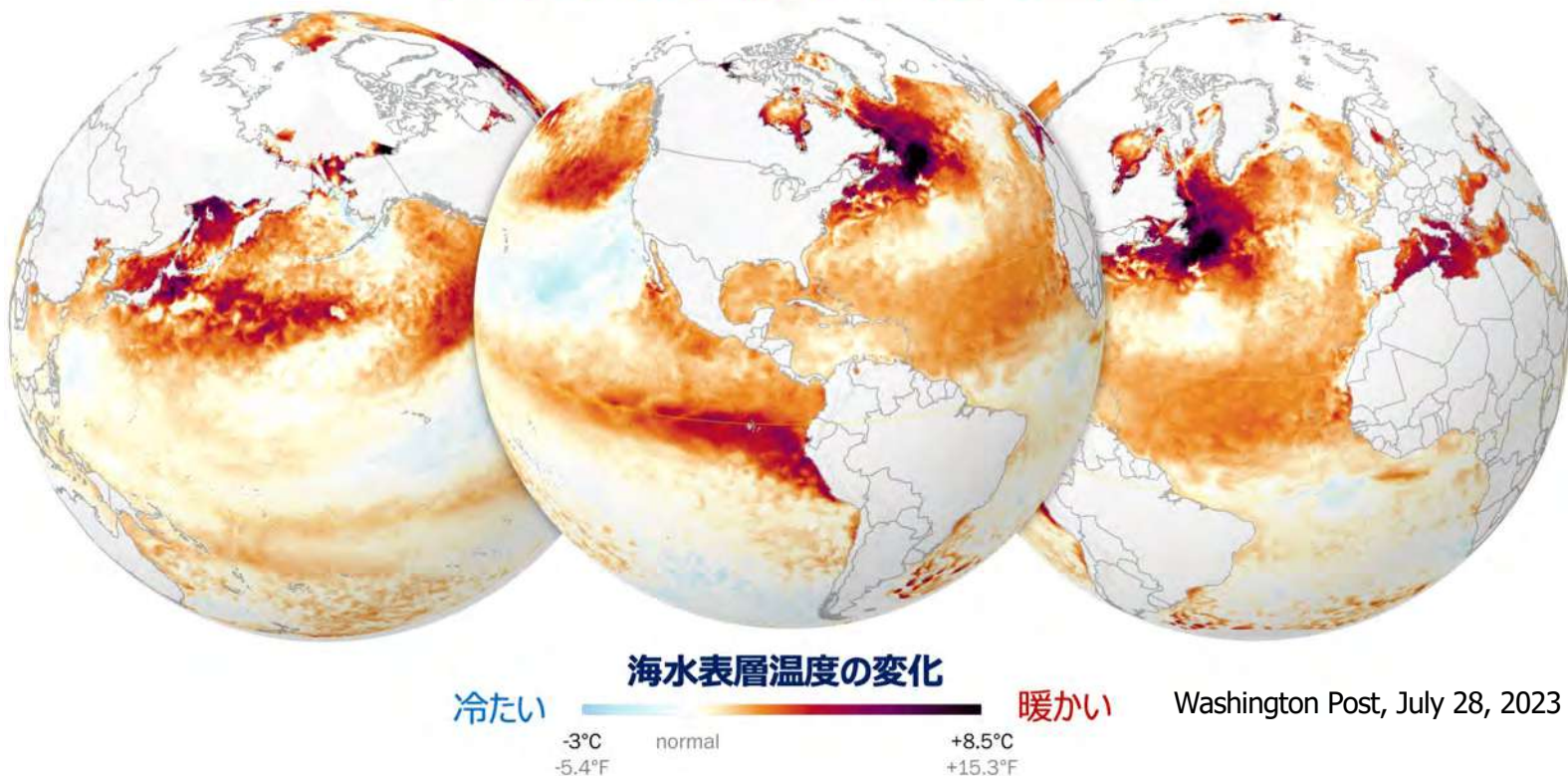


欧州全体では+3℃、フランスやドイツなどで+9℃の気温上昇



海洋と生態系に何が起きているのか？

－ 海洋の安定性が極めて重要－



「地球温暖化」の時代は終わり、「地球沸騰化」の時代が到来

現在の海水温度の上昇率は、過去2億5000万年の地球史において
最も壊滅的な海洋生態系の崩壊につながるかもしれない





世界トップレベル研究拠点プログラム
World Premier International
Research Center Initiative



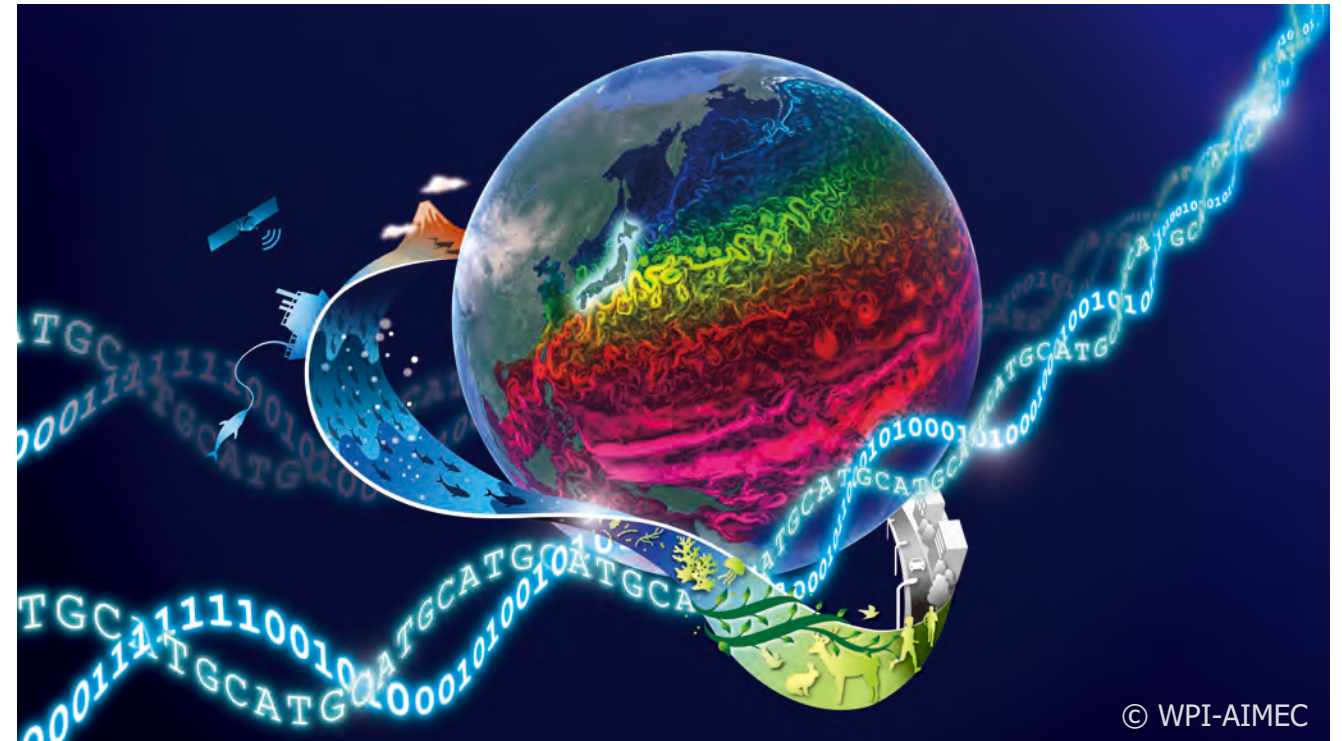
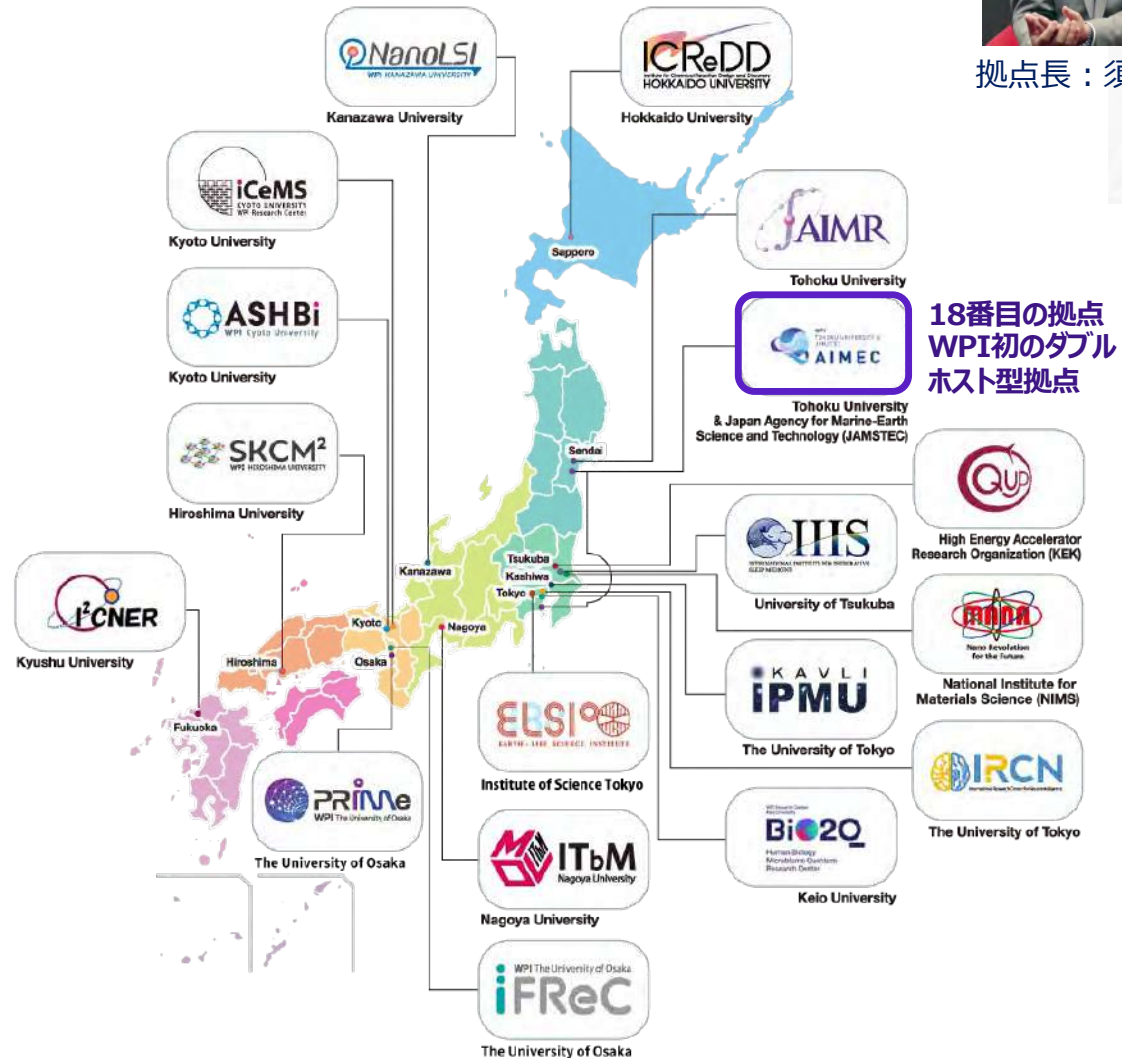
拠点長：須賀利雄

東北大学・海洋研究開発機構 変動海洋エコシステム高等研究所

WPI-AIMEC



物理学、生態学、数理科学を統合して紐解く海洋生態系変動



© WPI-AIMEC

海洋生態系変動メカニズムの解明と予測

5つの包括的課題「グランド・チャレンジ（GC）」を設定

GC4

沿岸海洋生態系の複雑性と
人間活動の影響の理解

GC3

表層とトワイライトゾーンの
生態系相互作用と
生物地球化学的循環への影響

GC1

海洋生態系の物理化学的要因に
対する適応性と脆弱性の解明

GC2

気候—海洋—生態系の連動性
と時空間変動の解明

GC5

海洋生態系の変化予測による
「惑星スチュワードシップ」の促進



科学誌Natureに特集記事を掲載

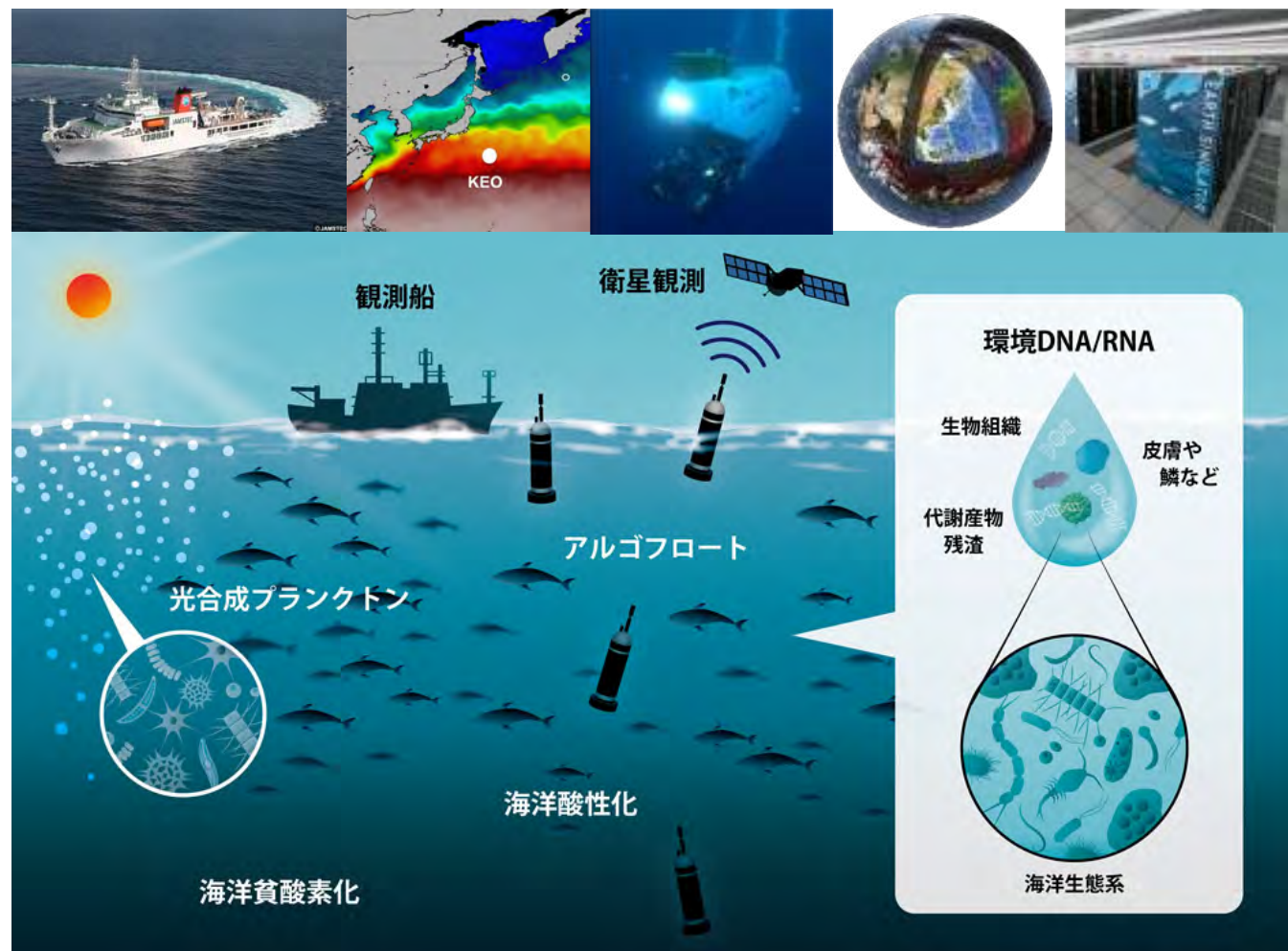
<https://doi.org/10.31223/X55R0J>

<https://www.nature.com/articles/d42473-025-00185-9>

海洋生態系の物理化学的要因に対する 適応性と脆弱性の解明

現在、海洋生態系は、海洋温暖化、酸性化、脱酸素化、栄養塩バランスの崩壊など、**多様な物理化学的ストレス**に直面しています。

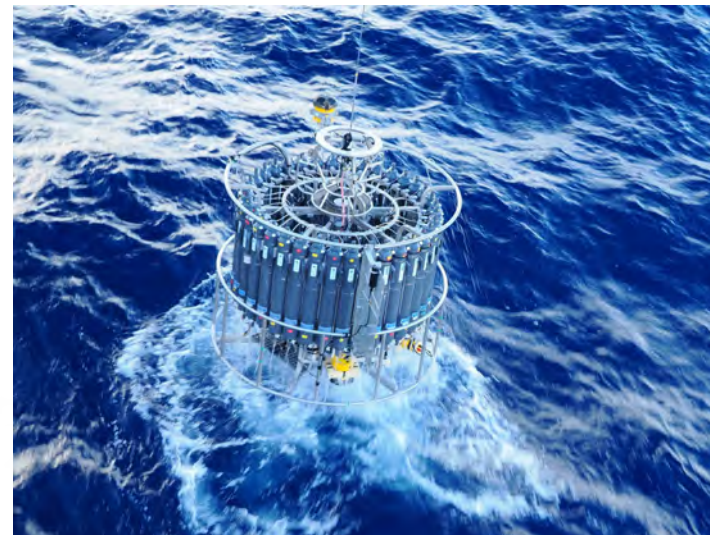
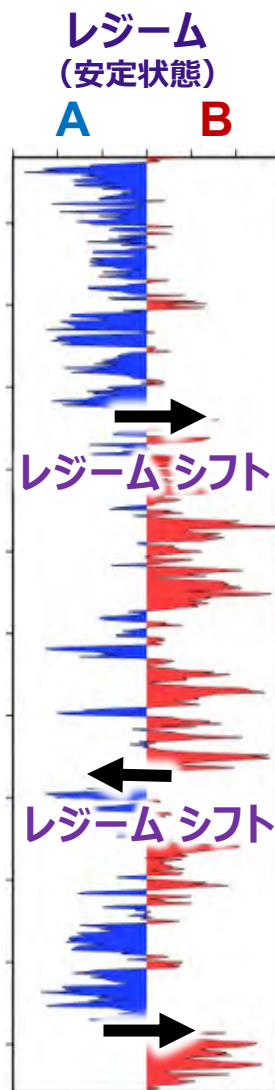
AIMECは、海洋生物のさまざまな階層における**適応性と脆弱性**を支配する、物理学的・化学的・生態学的メカニズムの解明に取り組み、**海洋生態系の応答や機能変化を評価・予測する新たな指標の開発**につなげます。



Suga, Inagaki, Ando, and Kotani, Science-Policy Brief, UN STI Forum 2023.

物理的プロセスと生態学的プロセスの多様な相互作用は、沿岸域や外洋の**生態系の安定性と動態**に影響を及ぼします。比較的安定で持続的な状態から別の状態へ移行する「**レジームシフト**」の軌道を左右する重要な要因です。

AIMECでは、広範かつ詳細な観測データを用いた新たな統合的アプローチやモデルを開発し、**生態系レジームシフトを信頼性高く早期に検出**することを目指します。

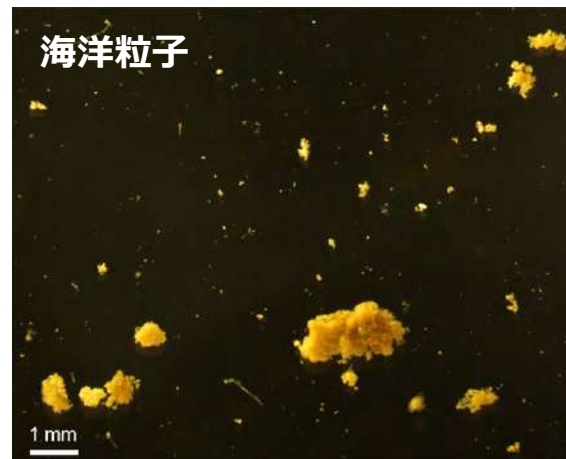
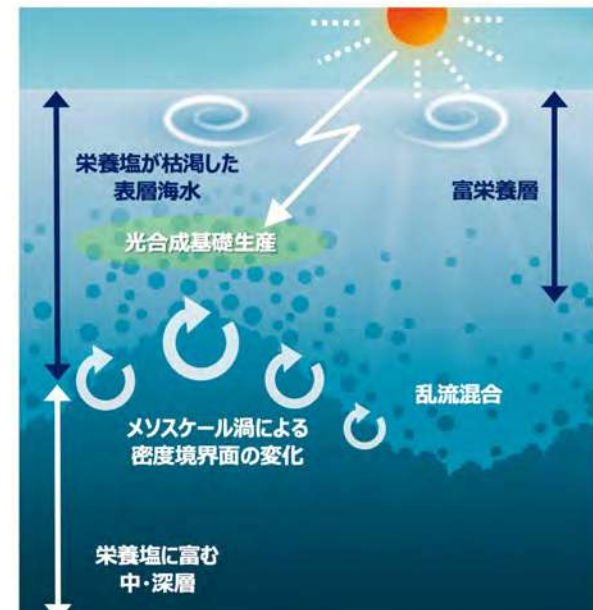
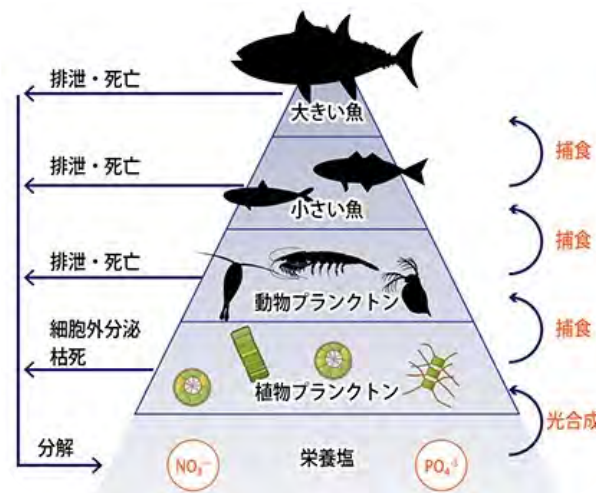


表層とトワイライトゾーンの生態系相互作用と 生物地球化学的循環への影響

気候変動が海洋生態系に与える将来の影響には、依然として**大きな不確実性**があります。

AIMECは、「**生物ポンプ**」と「**海洋循環**」の**相互作用を解明**し、その予測に挑みます。

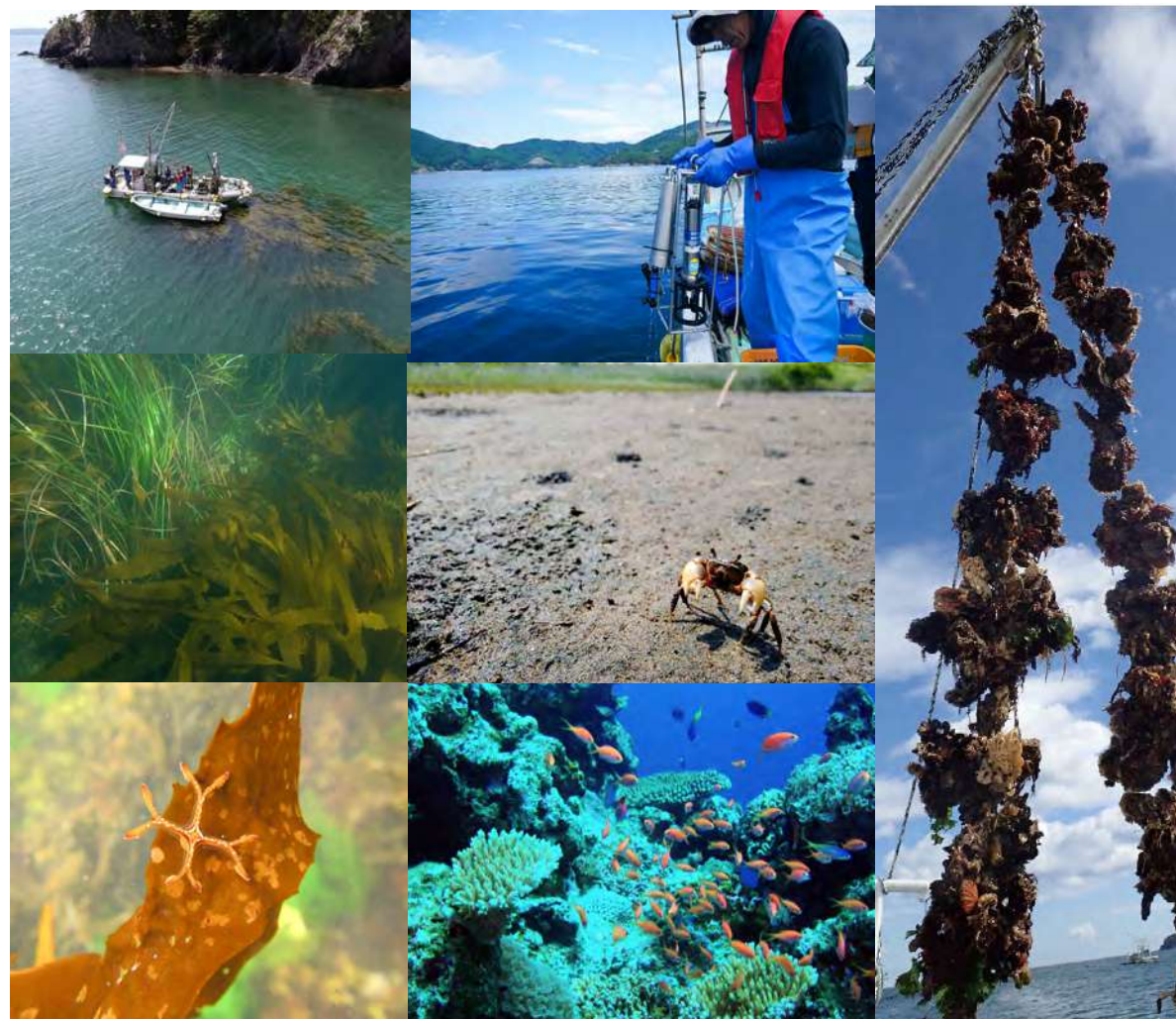
生物地球化学（BGC） Argoフロートを含む多様な観測プラットフォームの季節変動の解析や、海洋粒子の超高分解能分析などにより、植物プランクトンや動物プランクトンが上位捕食者（魚類など）との間で**物質やエネルギーをどのように仲介しているか**を明らかにします。



沿岸海洋生態系の複雑性と人間活動の影響の理解

沿岸地域における人間社会と生態系の相互作用と海洋学的プロセスの連関は、**世界でも最も複雑なシステム**の一つです。

AIMECでは、女川湾を中核的なモデル地域として、沿岸から外洋に至る生態系の構造と機能の移行パターンを明らかにし、**複数の人為的ストレス要因が沿岸生態系に与える累積的影響を定量化**します。さらに、台風や豪雨など沿岸域で発生する**極端気象に伴う陸海相互作用**や、人間活動によって生じるマイクロプラスチックなどの物質の拡散・分解過程、それらに対する**生態系の応答性・適応性**の解明にも挑みます。



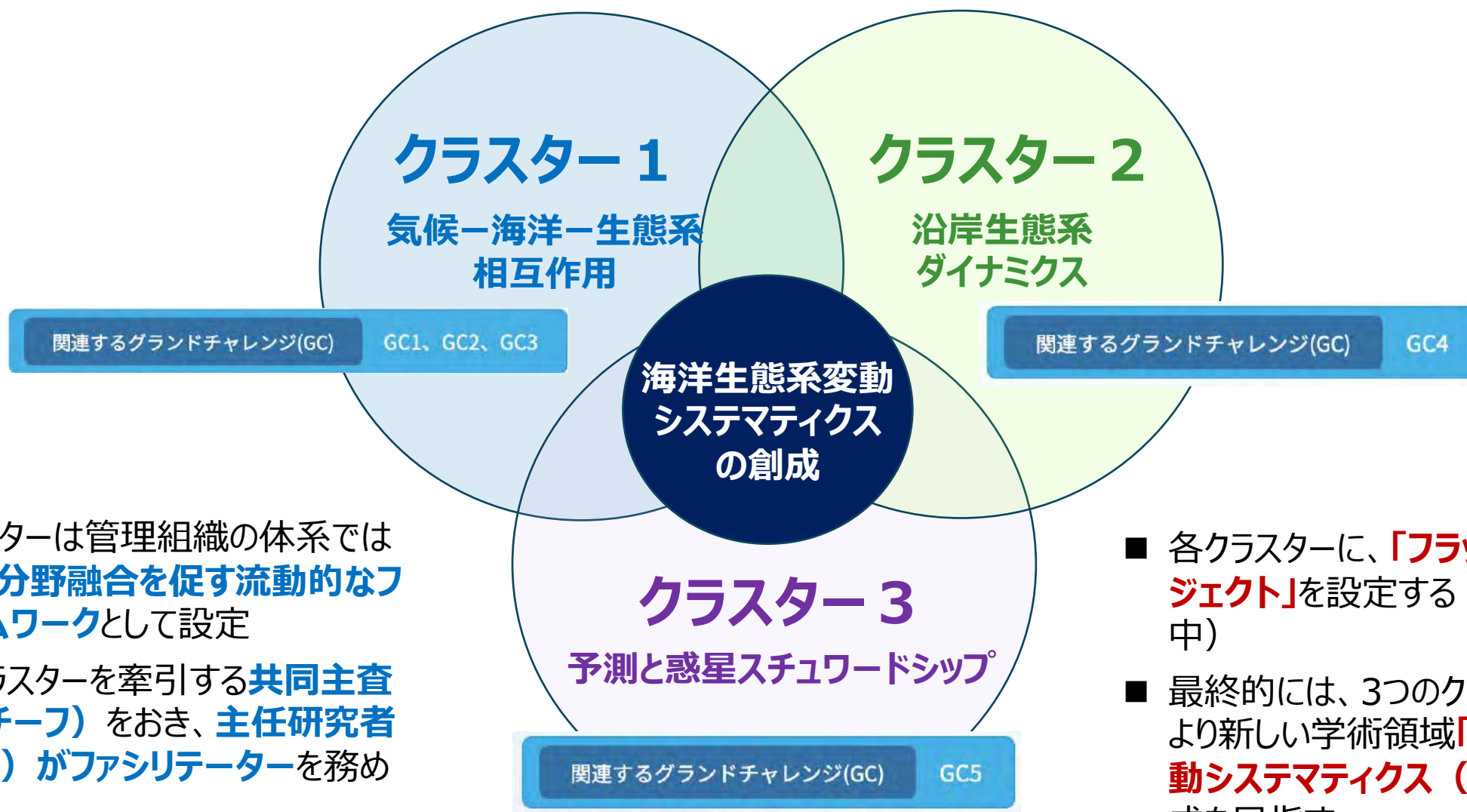
海洋生態系の変化予測による惑星スチュワードシップの促進

AIMECでは、**高度な海洋生態系予測を実現**するために、衛星観測、海面観測、人工知能（AI）を活用した最新の技術や海洋生態系のデータを取り入れた先進的な地球システムモデルの構築を目指します。

さらに、**ステークホルダーが問題の特定段階から参画する超学際的なアプローチを導入**し、これらの知見を一般社会に向けて分かりやすく発信・共有することで、気候－海洋－生態系の変化、海洋環境の保護と回復、SDGsの達成に向けた国際的な政策や規範形成などの「**惑星スチュワードシップ**」の促進に貢献します。



3つのリサーチ・クラスターにより分野融合研究を推進



- クラスターは管理組織の体系ではなく、**分野融合を促す流動的なフレームワーク**として設定
- 各クラスターを牽引する**共同主査（コチーフ）**をおき、**主任研究者（PI）がファシリテーター**を務める

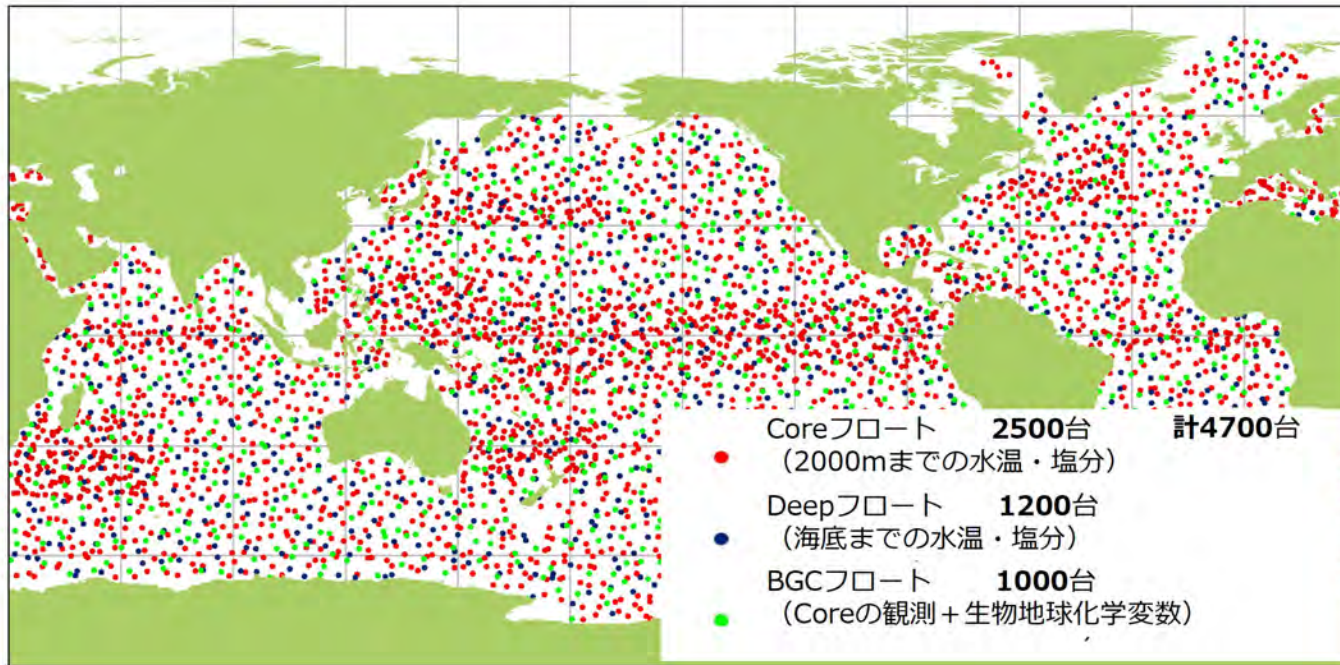
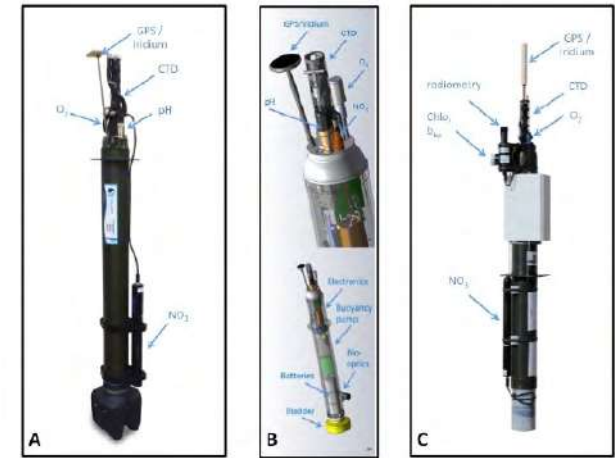
- 各クラスターに、「**フラッグシップ・プロジェクト**」を設定する（詳細は協議中）
- 最終的には、3つのクラスターの融合により新しい学術領域「**海洋生態系変動システマティクス（OECS）**」の創成を目指す

クラスター 1 : 気候－海洋－生態系相互作用

関連するグランドチャレンジ(GC)

GC1、GC2、GC3

- 統合全球海洋観測システム「**OneArgo**」の構築と海洋融合研究の推進
- 革新的な海洋観測・ロボティクス技術を用いた海洋生態系観測研究



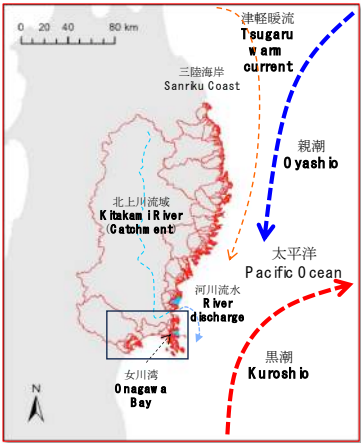
日本海洋学会をはじめとする水産・海洋科学研究連絡協議会に参加する17の学協会の支持を得て、文部科学省による学術研究の大型プロジェクト「ロードマップ2023」に掲載。

クラスター 2 : 沿岸生態系ダイナミクス

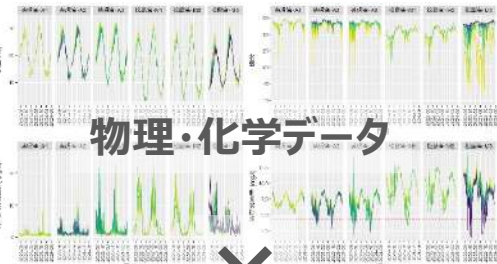
関連するグランドチャレンジ(GC)

GC4

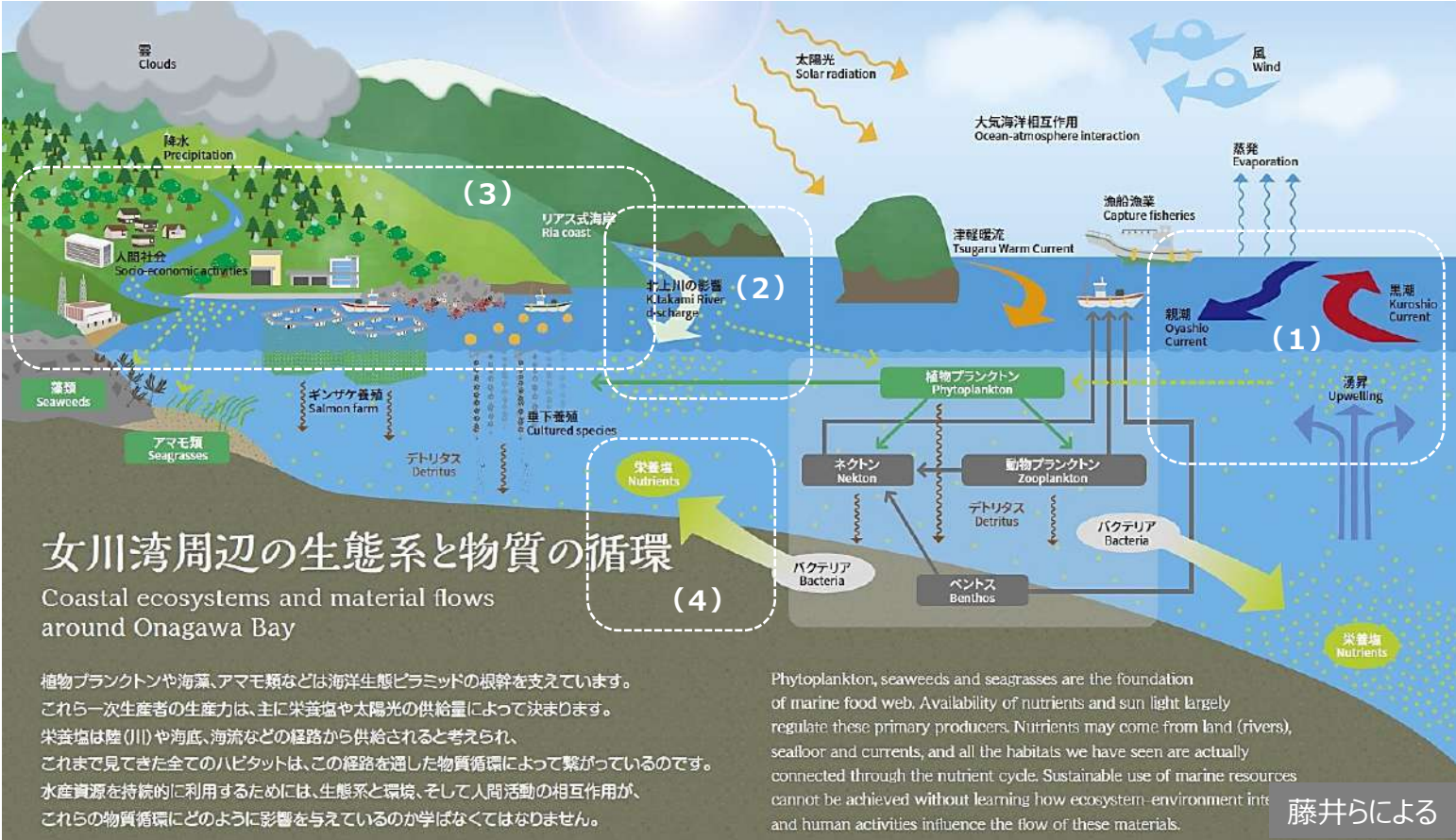
- 東北大学女川フィールドセンターを**世界的な沿岸海洋生態系観測拠点に！**
- 「**環太平洋沿岸生態系観測アライアンス**」を構築



- 世界に類を見ない沿岸生態系観測データの蓄積
- 震災や地球温暖化など、**海洋生態系の回復や適応プロセスを理解**する上で最も適したセッティング
- 養殖水産業を含む**海洋経済と密接にリンク**



他大学・機関との連携により、日本沿岸域を含め、**環太平洋の沿岸生態系観測データとの比較・統合**を目指す（アライアンス化を主導）



鍵となる栄養塩の供給経路: (1)海流; (2)北上川からの流水; (3)人間活動、陸、河川; (4)海底からの溶出

クラスター 3 : 予測と惑星スチュワードシップ

関連するグランドチャレンジ(GC)

GC5

- **海洋生態系デジタルツインの構築**と変動予測に対するAIの活用
- **ネイチャーポジティブ**やカーボンニュートラル、海洋経済、海洋政策への貢献

- 「海洋デジタルツイン (DITTO)」の一翼を担う「**海洋生態系デジタルツイン**」を構築
- 「国連海洋の10年」のアクションとして、インド・太平洋沿岸諸国との連携による「**COSMEC**」や「**ANEMONE Global**」を推進
- 漁業活動や養殖水産業を含む海洋経済のビッグデータを海洋物理観測や生態系ビッグデータと統合し、**高精度な生態系予測や科学に基づく海洋政策提言**に貢献
- 「**地域スチュワードシップ**」を重視し、国際アライアンス形成により「**惑星スチュワードシップ**」につなげる



国連海洋の10年が推進する「海洋のデジタルツイン (DITTO)」の国際会議「**DITTOサミット2026**」が、AIMECの共催により、11月11-13日に横浜で開催予定

https://www.jamstec.go.jp/j/pr-event/ditto_summit2026/



科学は「人」に宿る！

国際卓越PI





国際的な海洋頭脳循環プラットフォームを構築

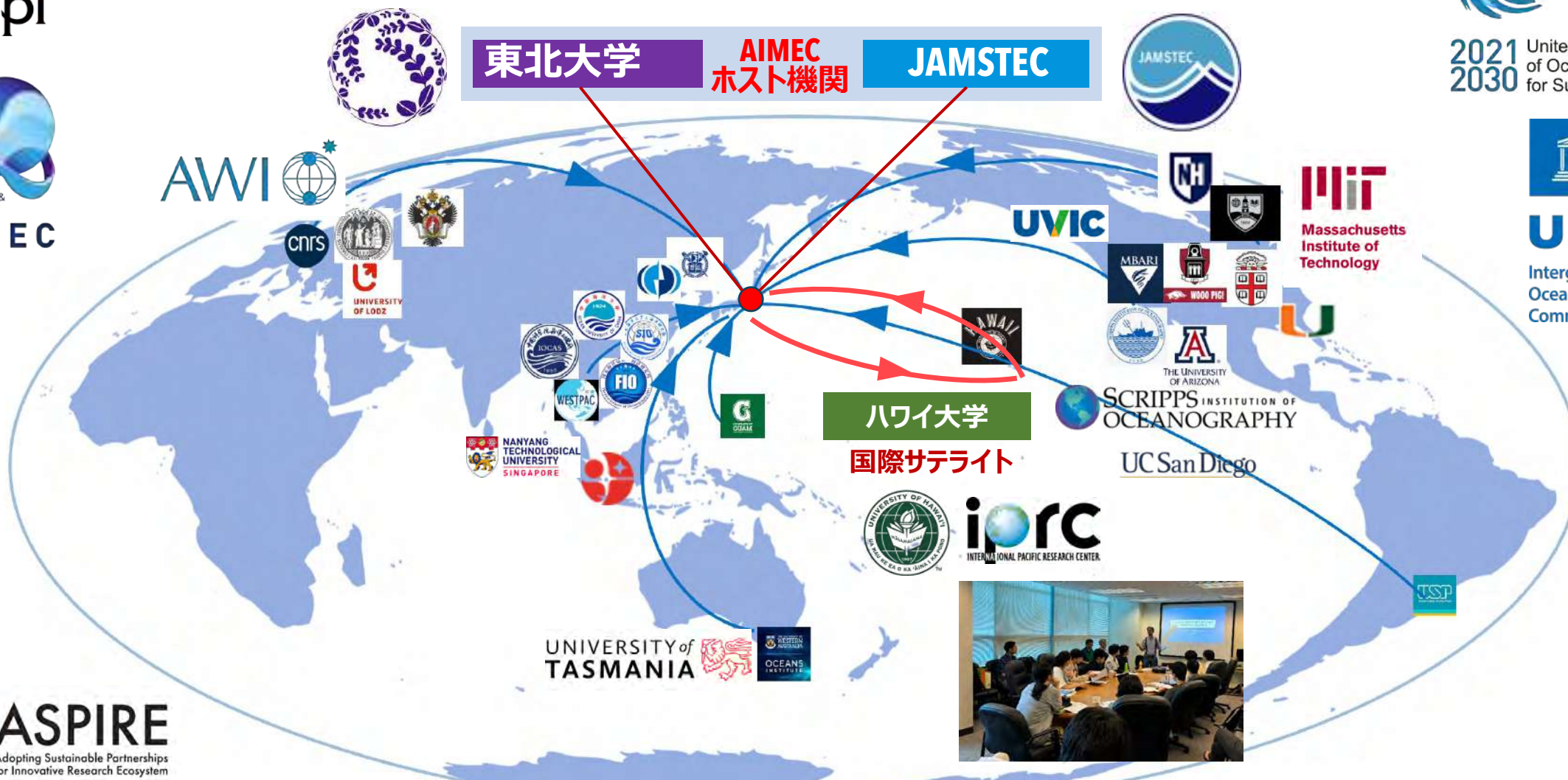


2021
2030 United Nations Decade
of Ocean Science
for Sustainable Development



unesco

Intergovernmental
Oceanographic
Commission

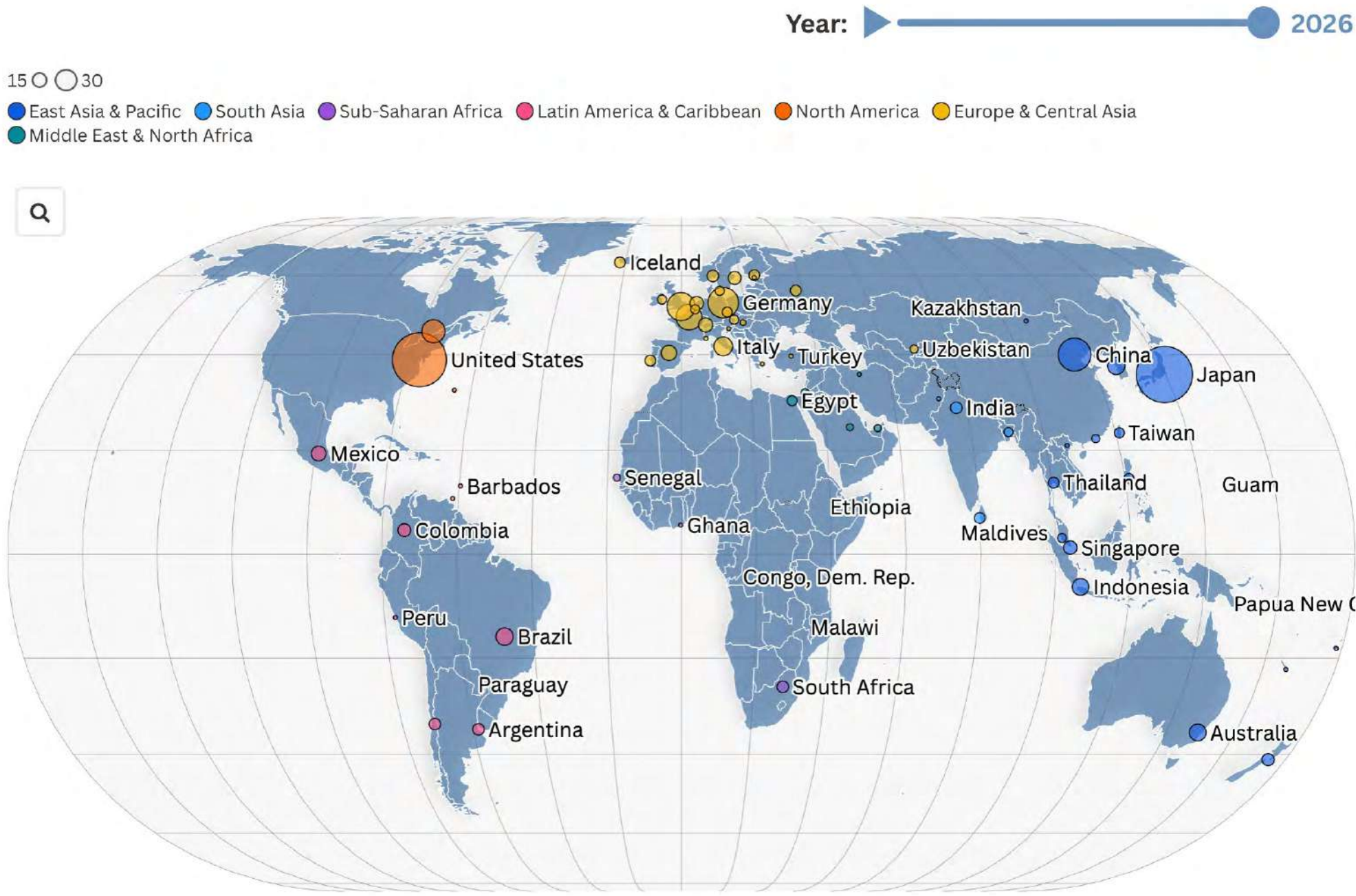


国際的な連携・パートナーシップを活用し、分野融合研究と次世代育成を推進

WPI- AIMECの 国際ネット ワークの推 移

(2023年10月
～2026年6月に
発表された論文
の共著者情報を
基に作成)

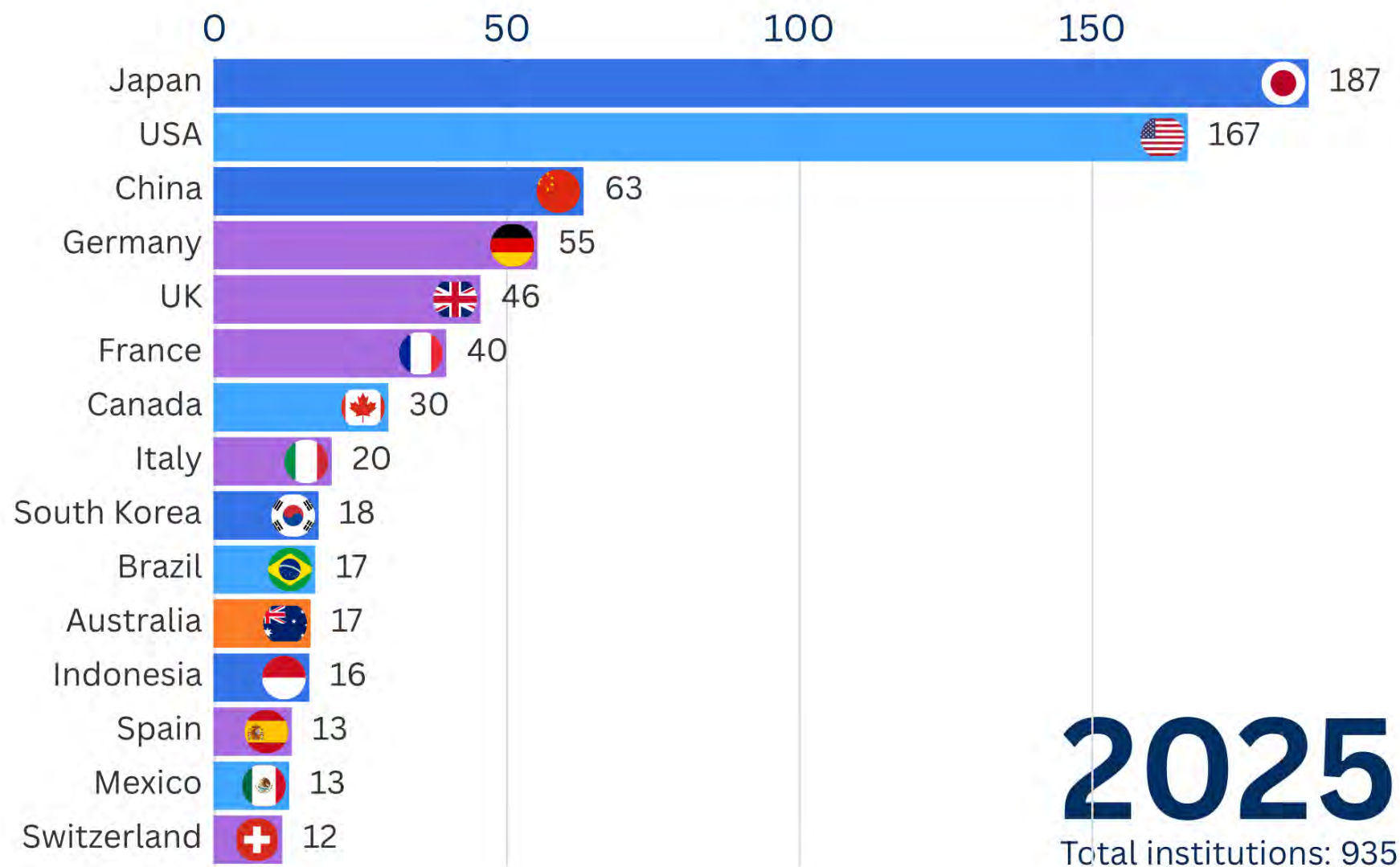
- Circle size represents the number of affiliated institutions.
- Hover over a circle to view the exact number.
- Use the year slider to explore changes over time.



WPI-AIMECの 国別共著者所属 機関数の推移

(2023年10月～
2026年6月に発表
された論文の共著者
情報を基に作成)

- Bars represent the number of affiliated institutions by country.
- Use the animation controls to view changes over time.
- The total number of institutions is shown for each year.



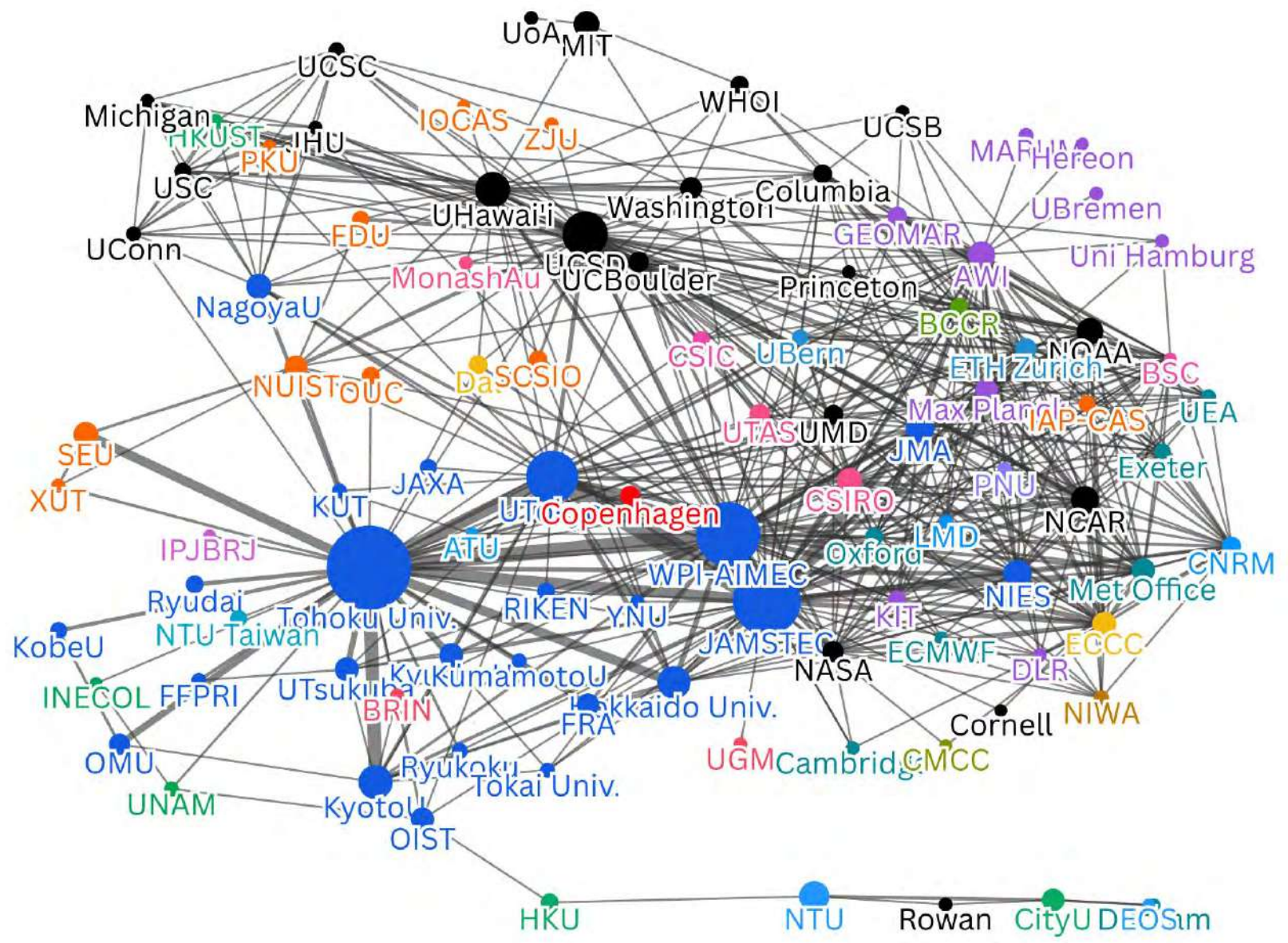
Region ■ Asia ■ Americas ■ Europe ■ Africa ■ Oceania

WPI-AIMECの 国際ネットワーク 解析

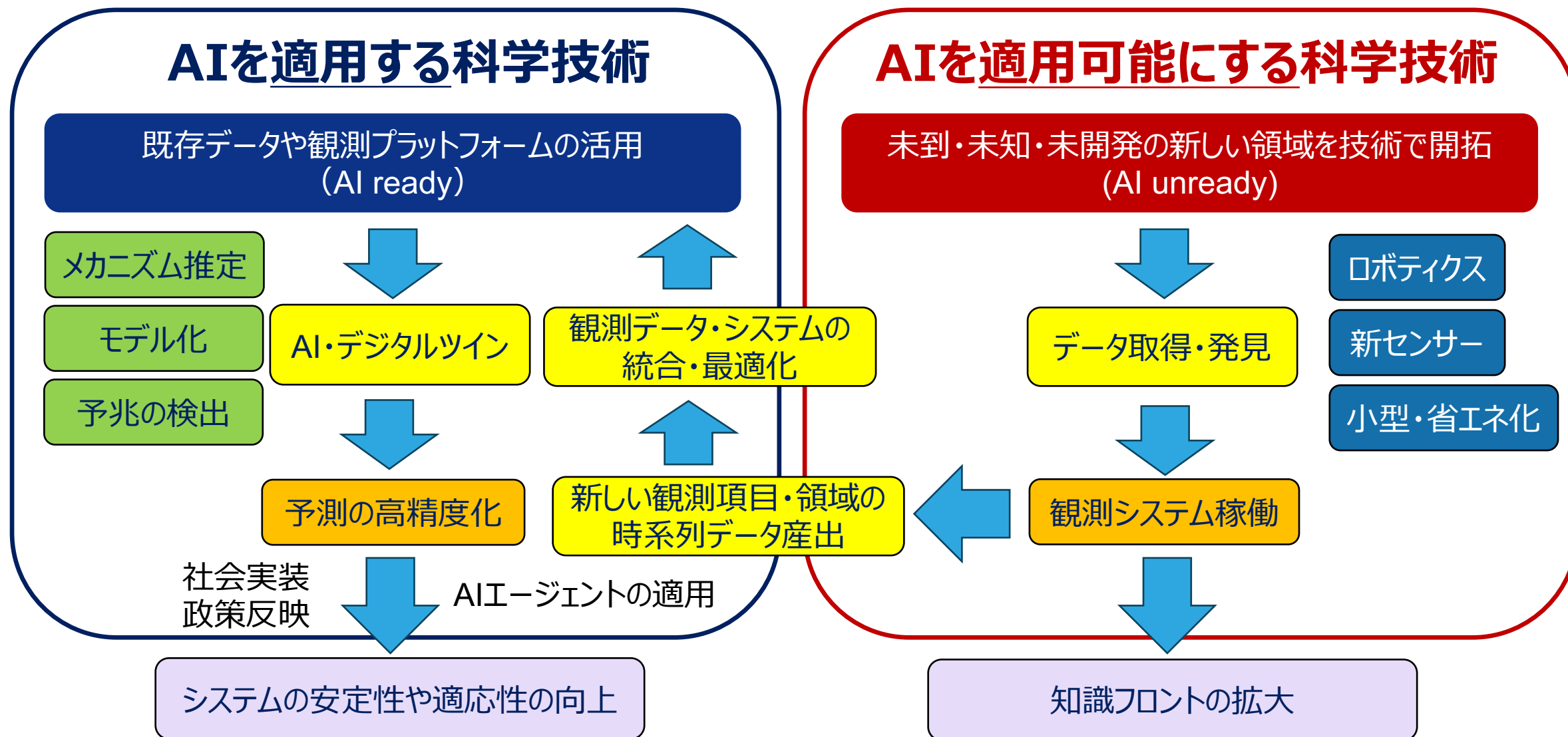
(Top1000機関：
2023年10月～2026
年6月に発表された論
文の共著者情報を基に
作成)

- Each circle represents an institution.
- Node size indicates the institution's network connectivity.
- Circle color represents the institution's country.
- Each line represents a collaborative relationship between two institutions.
- Thicker lines indicate a greater number of collaborations between institutions.
- Hover over a circle to view network details.

Countries: ● Japan ● United States ● Singapore ● Germany ● Australia ● China ● Canada ● United Kingdom ● Hong Kong
● Switzerland ● Denmark ● France ● Norway ● Spain ● Taiwan ● New Zealand ● South Korea ● Mexico ● Indonesia
● Ireland ● Italy ● Brazil



人類未到のフロンティアを切り拓く科学技術の重要性



人類未到のフロンティアを切り拓く科学技術の重要性

AIを適用する科学技術

システムの安定性や適応性の向上



AIを適用可能にする科学技術

知識フロンツの拡大



地球一人間システムの「**進化的存立可能性**」の拡大

「開拓者精神」+「研究第一」で、新しい未来を切り拓く総合知へ！

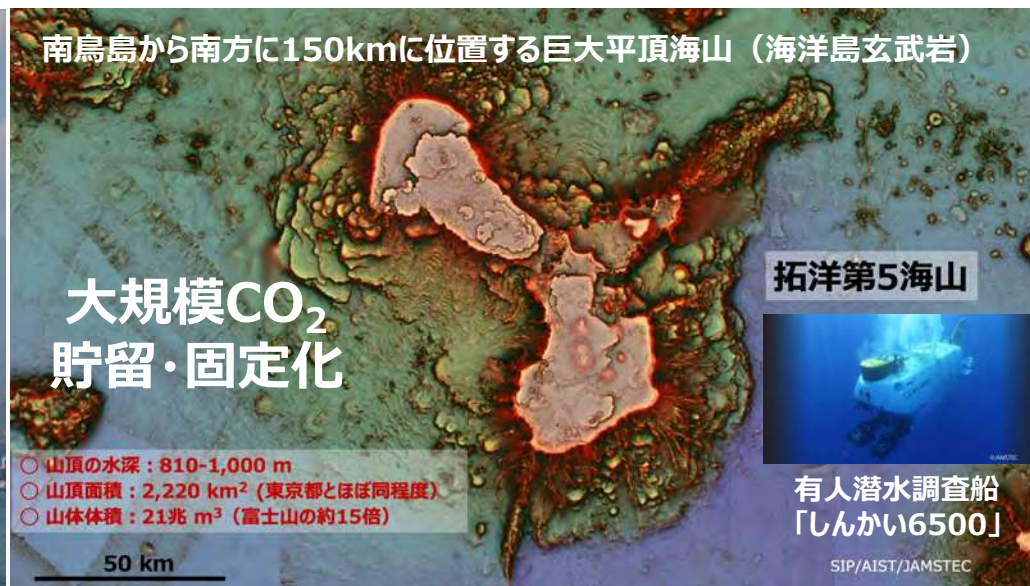
※ 進化的存立可能性 : Evolutionary Viability

内閣府による第3期戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）海洋課題 「海洋安全保障プラットフォームの構築（2023-2027年度）」

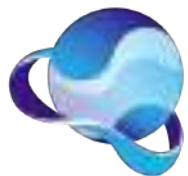
テーマ1	レアアース生産技術開発
テーマ2	海洋環境影響評価システムの開発
テーマ3	海洋ロボティクス調査技術開発
テーマ4	海洋玄武岩CCS基礎調査研究



「ちきゅう」を活用し、南鳥島EEZの海底より高濃度レアアース泥の採取に成功



我が国のカーボンニュートラル実現に資するイノベーション科学技術の創出と社会実装に向けて



WPI
TOHOKU UNIVERSITY &
JAMSTEC

AIMEC

BLUE BACKS



参考文献：講談社ブルーバックス

ご清聴ありがとうございました。

本書についての情報はこちらから⇒



ASPIRE
Adopting Sustainable Partnerships
for Innovative Research Ecosystem