

Japan Geoscience Union Meeting 2023  
スーパーレッスン「BGCアルゴフロートデータの使い方」  
2023年5月22日(月) 15:30 - 17:00 オンライン開催

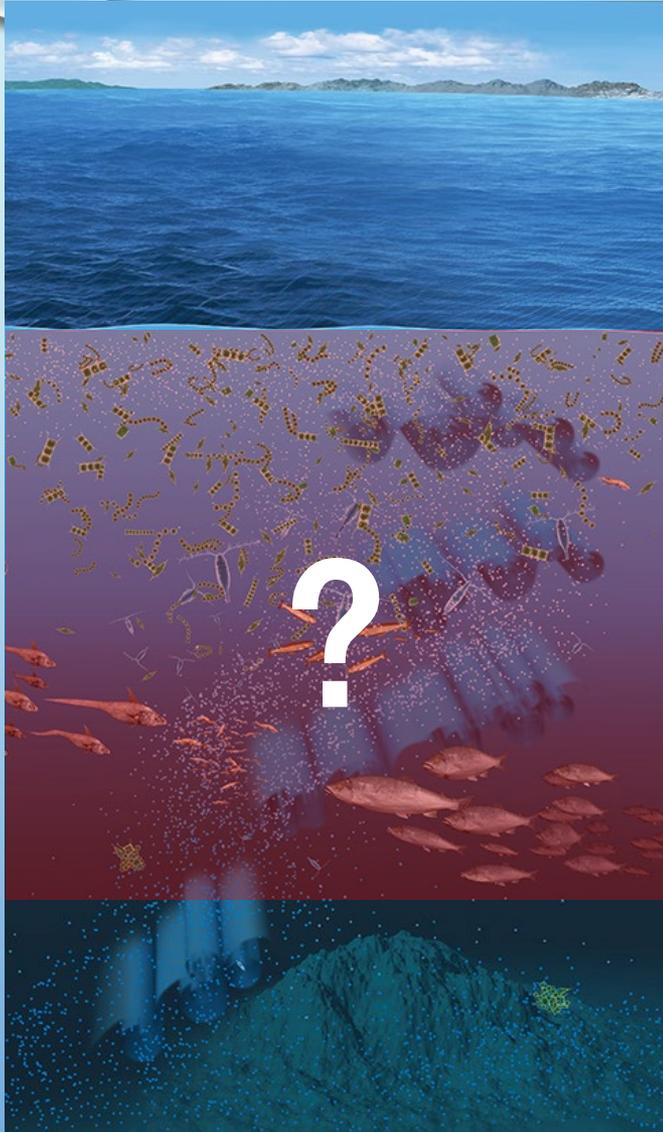
# BGCアルゴフロートとは？

藤木 徹一

(海洋研究開発機構 地球環境部門 地球表層システム研究センター)

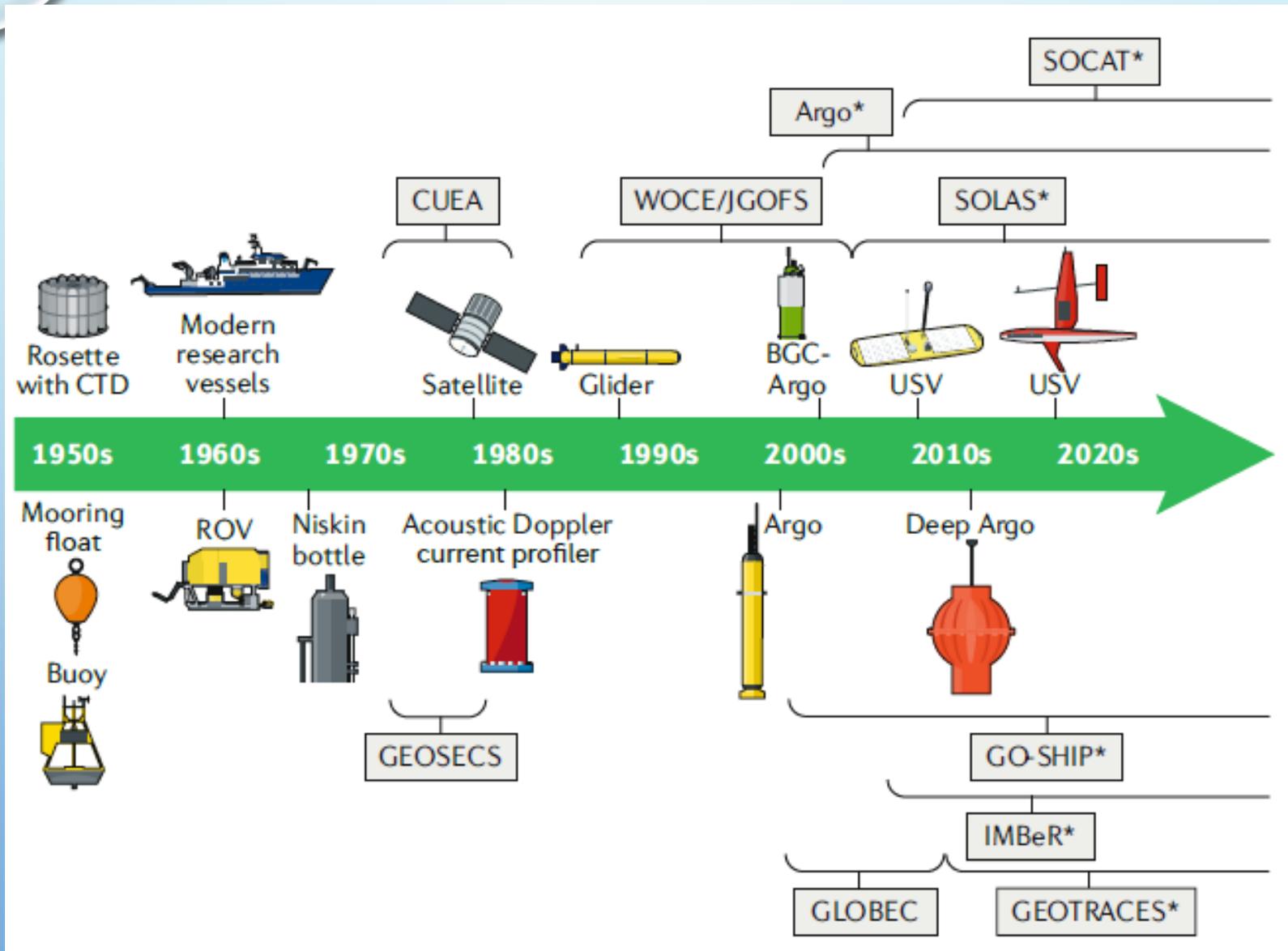


# はじめに



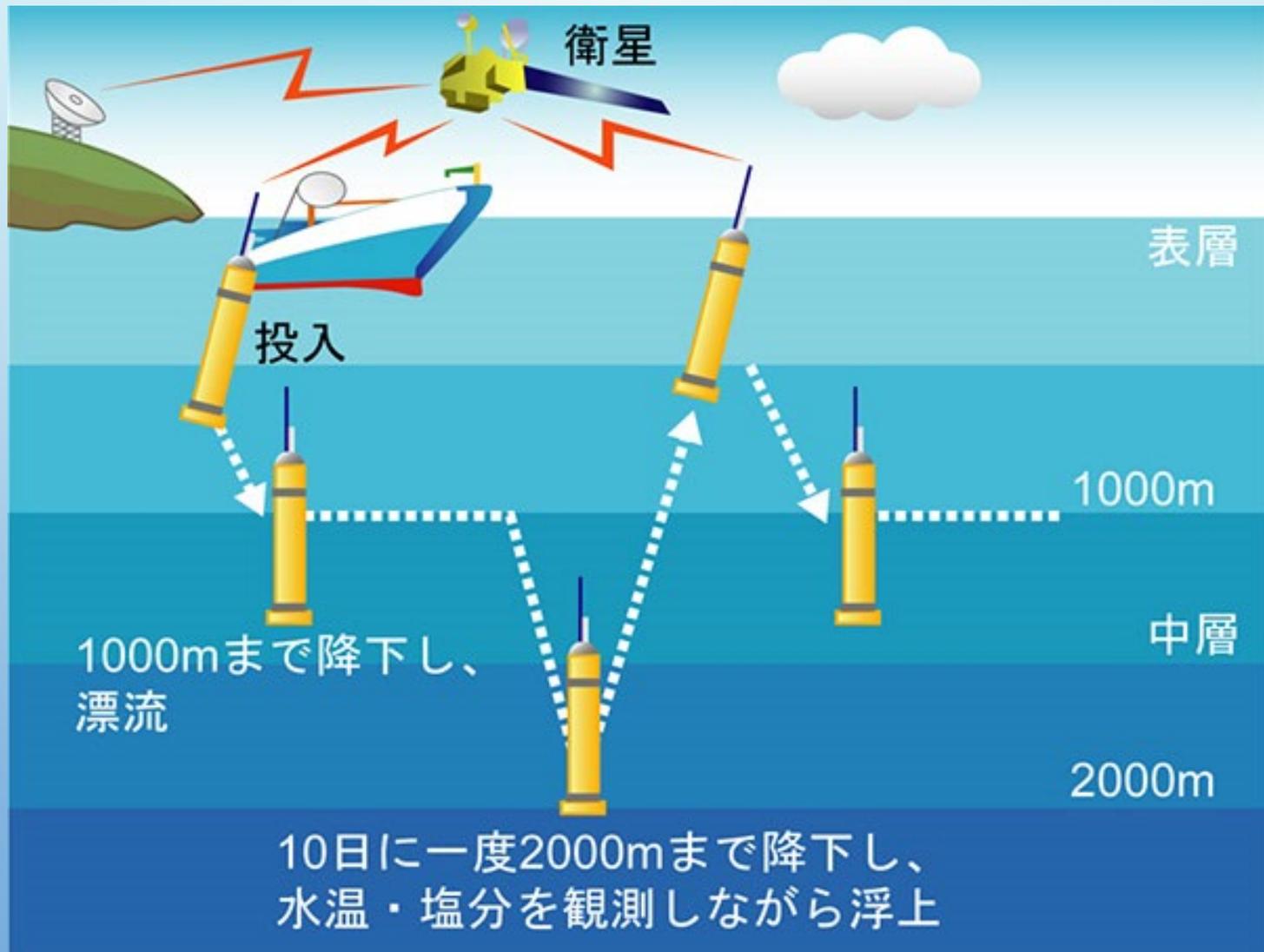
- ▶ 産業革命以降、大気中の人為起源CO<sub>2</sub>の増加
- ▶ 海洋環境変化（海水温の上昇、海氷の減少、深層から表層への栄養塩供給の低下、貧酸素化、酸性化など）
- ▶ プランクトンの成育過程に影響し、海洋生態系全体にその影響が波及
- ▶ 海洋環境変化に対するプランクトンと生態系の影響評価には、現場観測、環境制御実験、モデリングなどによる統合的な研究が必要

# 現場觀測手法



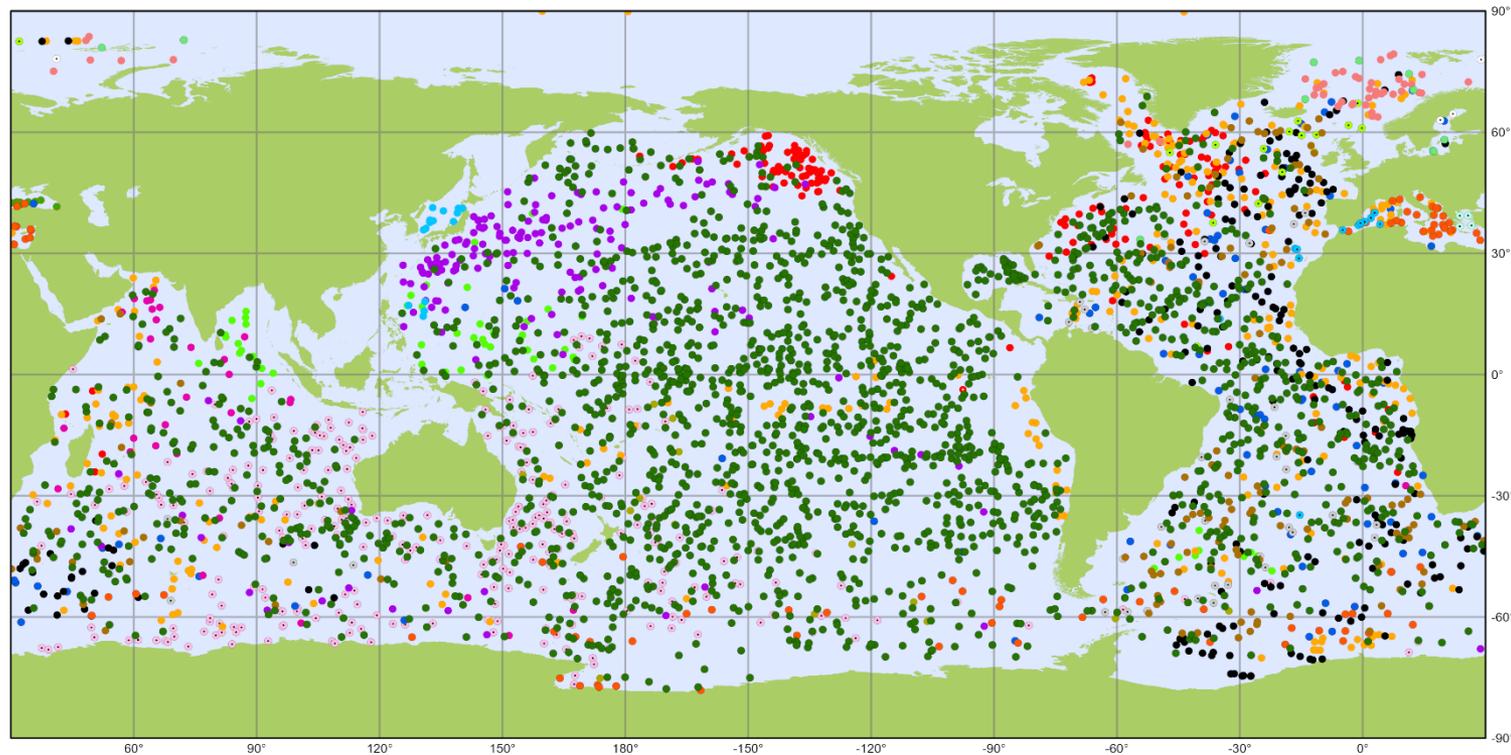
# アルゴフロート

1999年に開始された全海洋での水温・塩分プロファイル (0~2000m) の時空間観測を目指した国際共同研究であるアルゴプログラムで開発



# 稼働中のアルゴフロートマップ

現在も、世界各国の協力のもと、CTDセンサーを搭載した3500～4000台のアルゴフロート観測網が維持され、世界中の海で観測を継続



Argo

National contributions - 3877 operational floats  
Latest location of operational floats (data distributed within the last 30 days)

April 2023



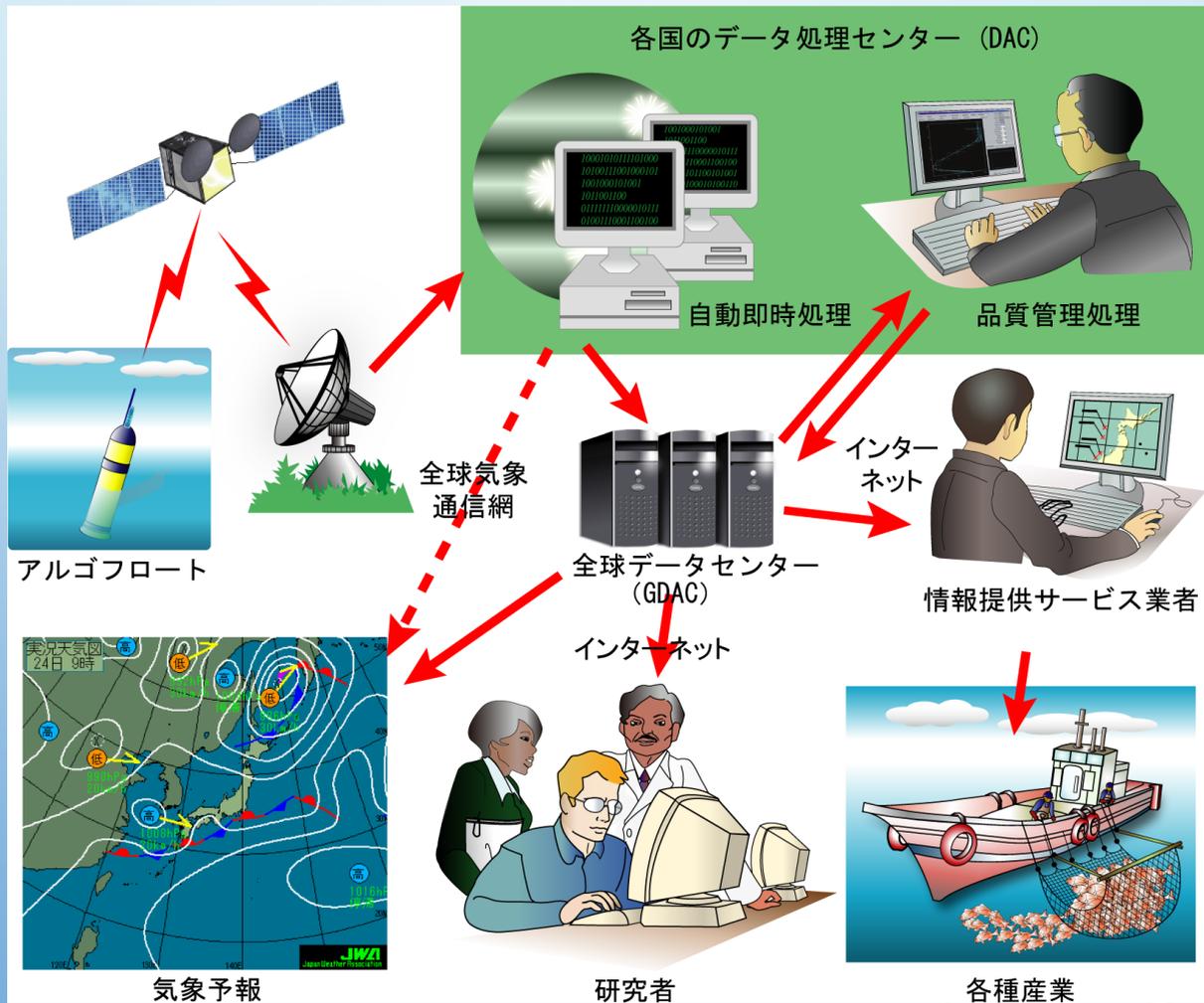
- |                   |                 |                    |                           |              |
|-------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|--------------|
| ● AUSTRALIA (302) | ● FINLAND (6)   | ● IRELAND (16)     | ● NORWAY (45)             | ● UK (146)   |
| ● BULGARIA (8)    | ● FRANCE (302)  | ● ITALY (90)       | ● PERU (1)                | ● USA (2131) |
| ● CANADA (152)    | ● GERMANY (225) | ● JAPAN (177)      | ● POLAND (11)             |              |
| ● CHINA (56)      | ● GREECE (5)    | ● NETHERLANDS (39) | ● KOREA, REPUBLIC OF (16) |              |
| ● EUROPE (89)     | ● INDIA (31)    | ● NEW ZEALAND (16) | ● SPAIN (13)              |              |



Generated by ocean-ops.org, 2023-05-01  
Projection: Plate Carree (-150,0000)

# アルゴデータフロー

- ▶ 速報データは、測定後24時間以内に全球データセンターから無償で公開され、気象予報や各種産業などで利用
- ▶ 国際的に基準化された方法で品質管理処理した高精度データも1年以内に公開され、気象・海洋環境変動研究に活用



# 生物地球化学 (BGC) アルゴフロート



- ▶ 最近のフロートとセンサーの技術進歩により、海洋生態学研究や物質循環研究への利用が可能なBGCアルゴフロートが開発された
- ▶ BGCアルゴプログラムでは、CTDに加え、6種類のセンサーを搭載したフロートを全海洋で1000台の展開を目指し、フロート投入を推進
- ▶ CTDデータと同様に、速報データはほぼリアルタイムで無償で公開され、高精度データの公開に向け、品質管理法の開発・検証を実施中
- ▶ BGCアルゴフロートに関する情報：  
[BGC Argo website](https://biogeochemical-argo.org/)  
<https://biogeochemical-argo.org/>

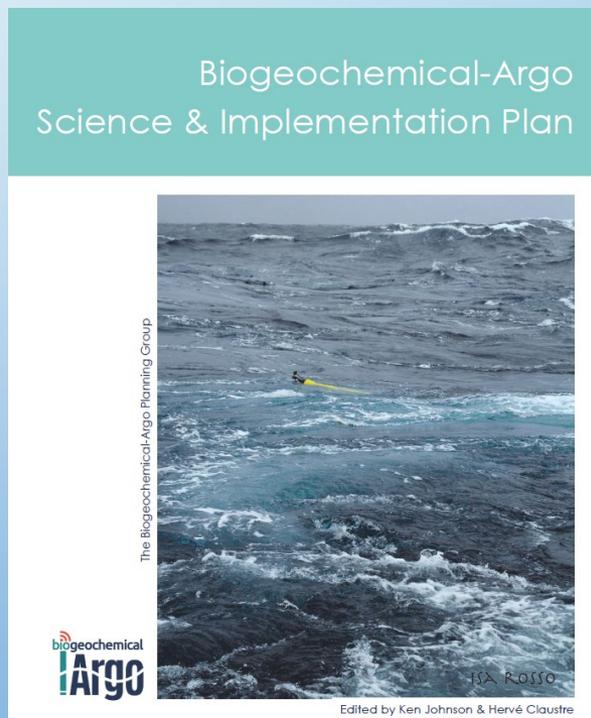
# BGCアルゴ 科学・実行計画 (2016年公表)

全海洋・全季節での時空間的に高頻度の生物地球化学観測網の構築

- ① 生物地球化学プロセス (生物ポンプや大気海洋間のガス交換) の解明
- ② 人為起源物質による海洋環境変化 (海洋酸性化や貧酸素化) と生態系への影響評価
- ③ 炭素収支推定の改良や海洋資源の管理への貢献



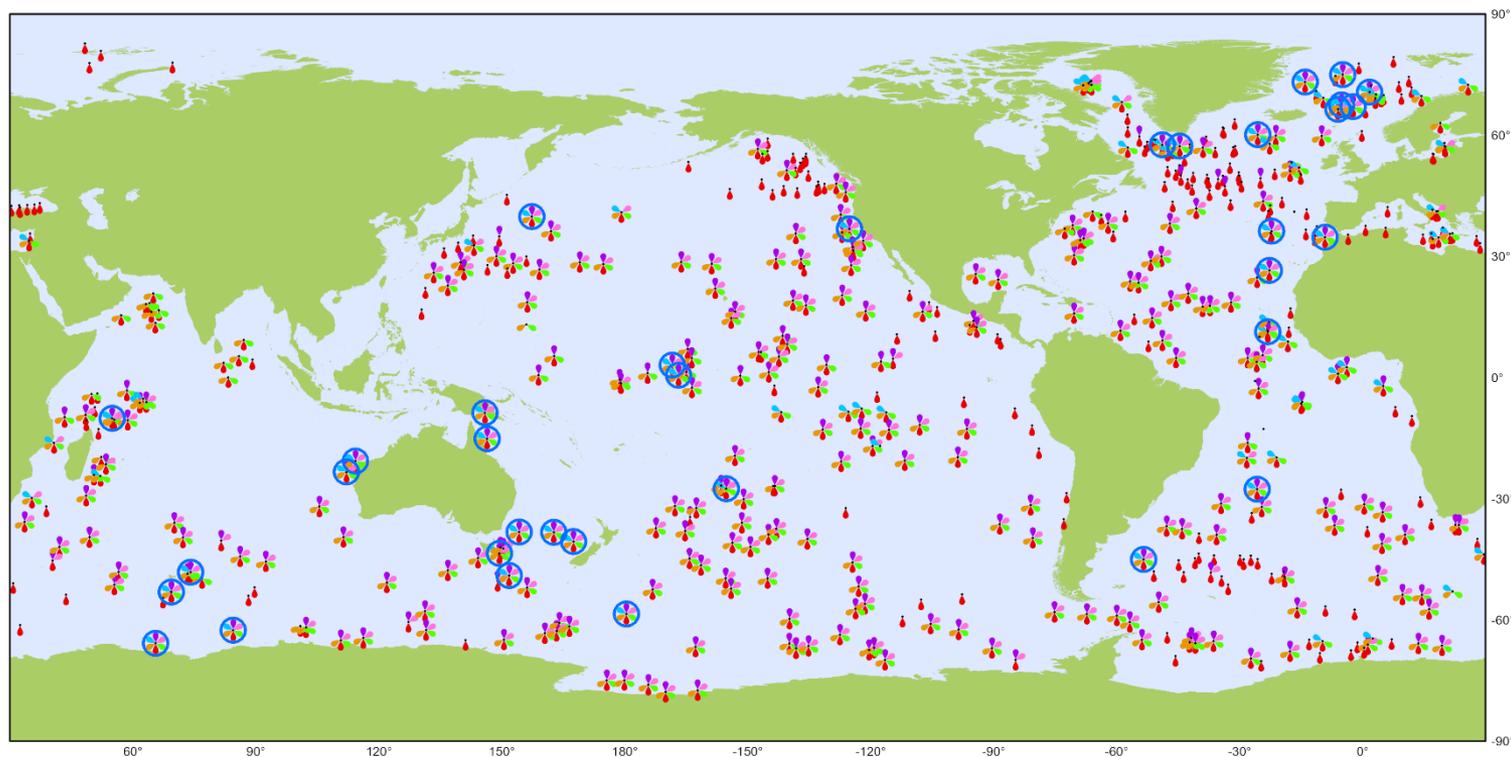
BGCアルゴ参加 13カ国 (EUを含む)



(BGC-Argo Planning Group, 2016)

# 稼働中のBGCアルゴフロートマップ（搭載センサー）

1000台のBGCアルゴフロートの展開に向けて、世界各国の協力のもと投入を推進し、2023年4月時点で524台のBGCアルゴフロートが稼働中



Biogeochemical Argo

Sensor Types

April 2023

Latest location of operational floats (data distributed within the last 30 days)

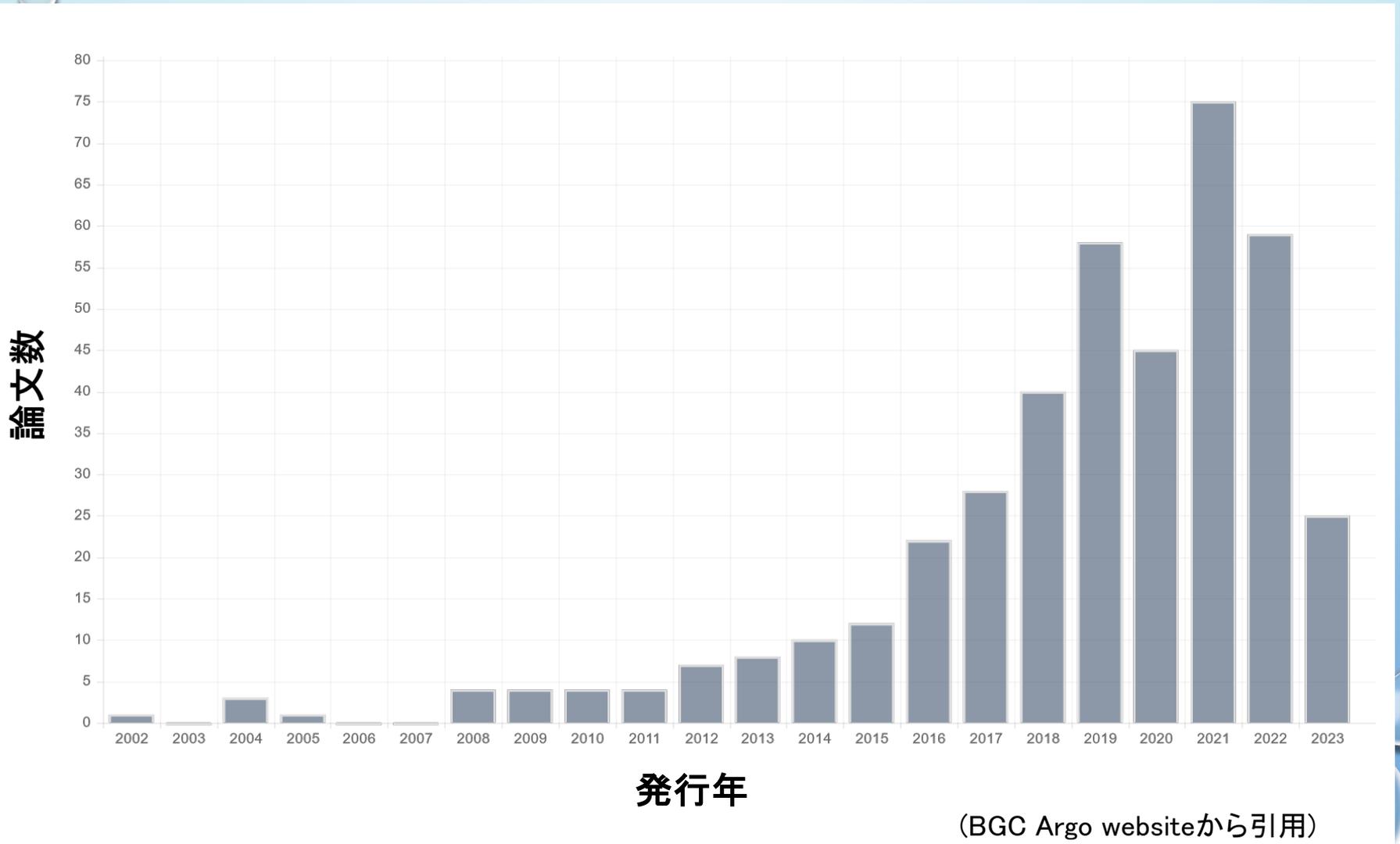
- Operational Floats (524)
- Suspended particles (313)
- Downwelling irradiance (81)
- pH (268)
- Nitrate (252)
- Chlorophyll a (313)
- Oxygen (516)
- Full BGC Floats (35)



Generated by ocean-ops.org, 2023-05-01  
Projection: Plate Carree (-150,0000)

# BGCアルゴデータを使った論文数

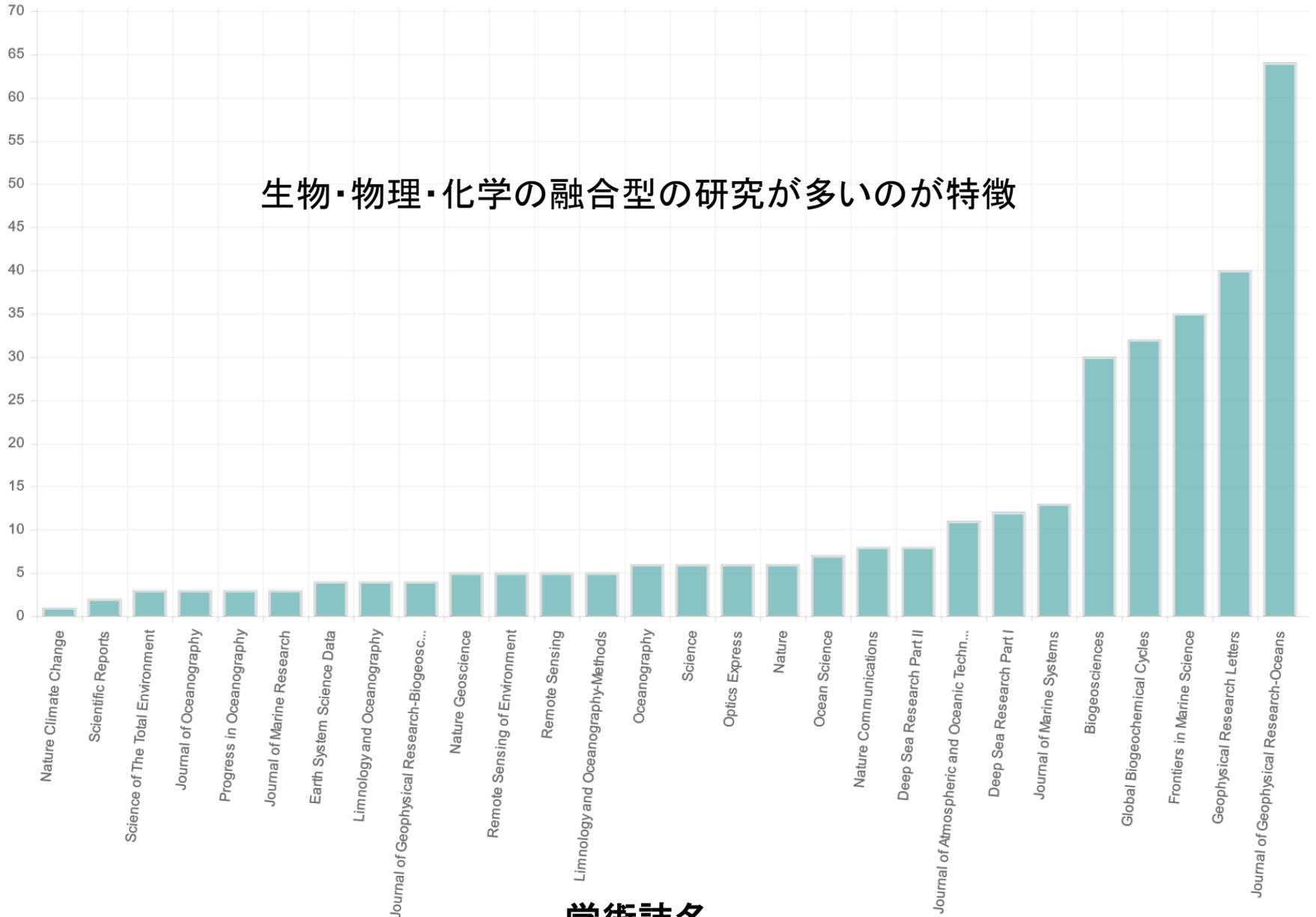
データは全世界に無償で公開されており、そのデータを使った論文数は右肩上がりが増加し、2023年4月時点で400編を超える



# 論文の発行先

生物・物理・化学の融合型の研究が多いのが特徴

論文数



学術誌名

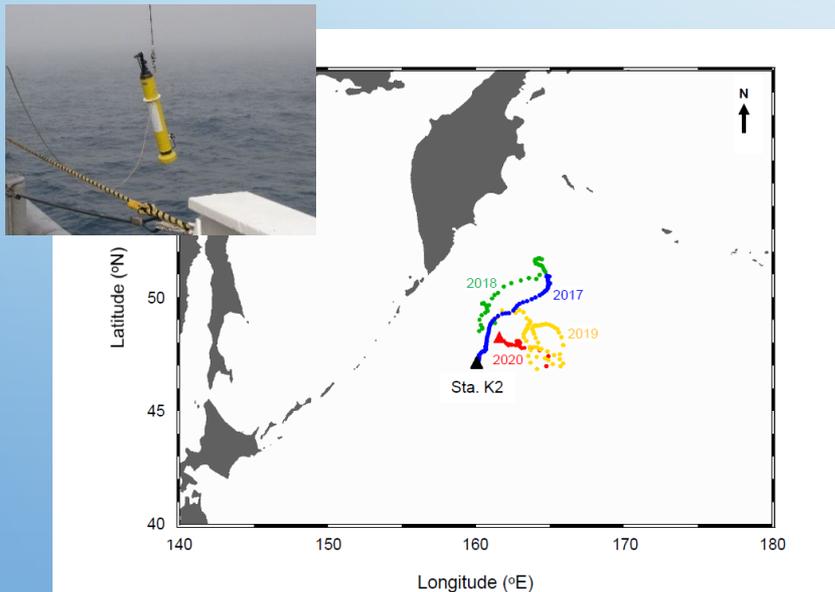
(BGC Argo websiteから引用)

# BGCアルゴデータを用いたプランクトン関連の研究例

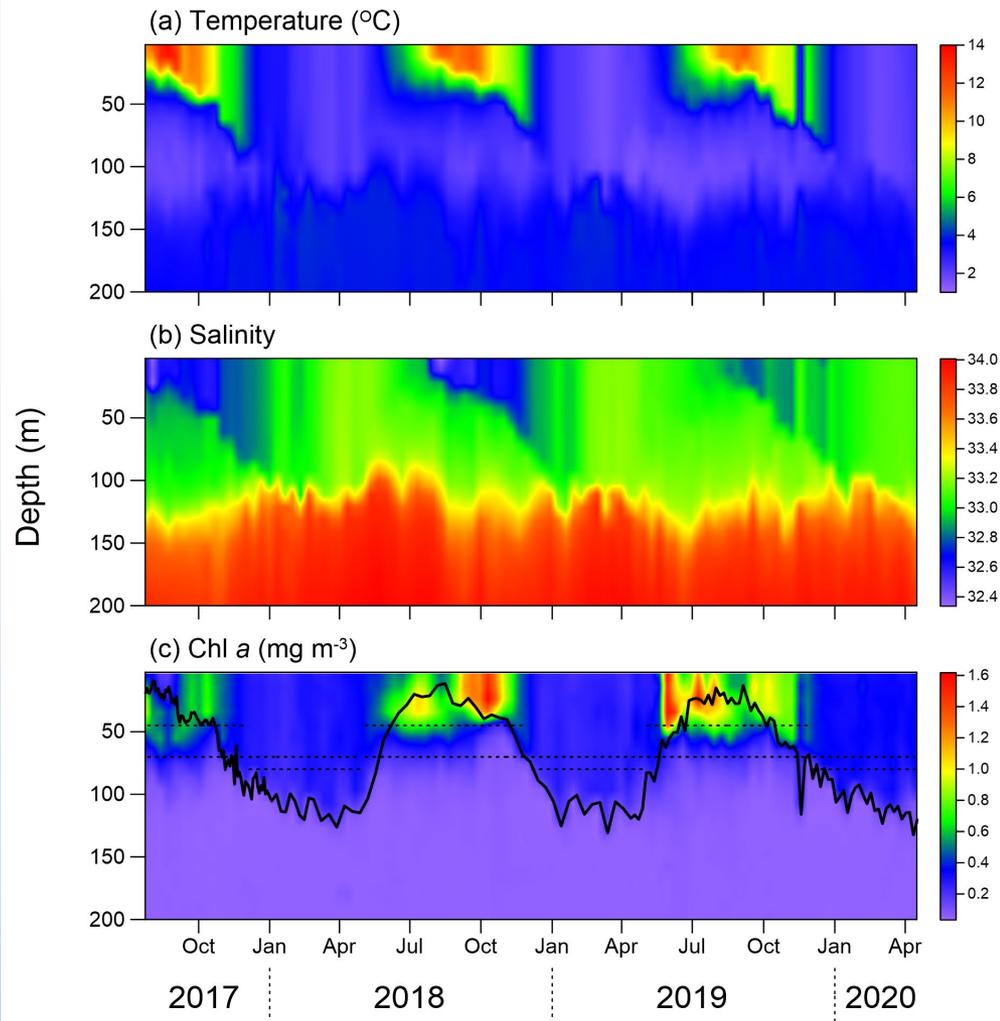
- 各深度別のクロロフィル $a$  濃度の全球マップの作成 (Sauzède et al. 2015)
- 海水形成域及び海水下の植物プランクトン群集の観測 (Mayot et al. 2018; Moreau et al. 2020; Bisson and Cael 2021; Hague et al. 2021; Horvat et al. 2022)
- 植物プランクトンブルームの観測と発生メカニズムの解明 (Mahadevan et al. 2012; Lacour et al. 2017; Prend et al. 2019; Fujiki et al. 2022, Picado et al. 2023)
- 植物プランクトン群集の季節・経年変化とその要因解明 (Mignot et al. 2014; Westberry et al. 2016; Chiswell et al. 2022; Hu et al. 2022)
- 台風通過が植物プランクトン群集に及ぼす影響の検証 (Chai et al. 2021; Kuttippurath et al. 2021; Qui et al. 2021)
- 気候・環境変動による植物プランクトン群集への影響評価 (Vidya and Kurian 2018; El Hourany et al. 2021; Ryan-Keogh et al. 2023)
- 海洋表層での植物プランクトン群集の変動と沈降粒子フラックスの関係 (Rembauville et al. 2017; Davies et al. 2019)
- 動物プランクトン群集を観測するフロートに搭載可能な水中カメラや音響ソナーの開発 (Haëntjens et al. 2020; Picheral et al. 2022)

# 北西太平洋亜寒帯域での時系列観測研究

- ▶ 世界でも有数の生物による二酸化炭素吸収が大きく、高い生物生産を誇る海域
- ▶ 温暖化や海洋酸性化などの環境変化が、本海域の生態系や物質循環に与える影響？
- ▶ この解明ため、JAMSTECでは船舶や係留系、衛星による観測に加え、2017年からBGCアルゴフロートによる観測を開始



2017年7月に時系列観測地点K2 (47°N, 160°E) に投入したBGCアルゴフロートの軌跡



2017年7月～2020年4月の (a) 水温, (b) 塩分, (c) クロロフィルa 濃度. 図 (c) 黒線: 混合層深度, 二重破線: 有光層深度の範囲 (Fujiki et al. 2022)

# BGCアルゴの課題

- フロートとセンサーの省電力化やバッテリー容量の増強、低価格化などが必要
  - BGCアルゴフロートの寿命と価格：約250プロファイル (0~2,000 m), >1000万
- 既存のCTDと6種類のセンサー（酸素, 硝酸塩, pH, クロロフィル<sub>a</sub>, 懸濁粒子, 照度）に加え、フロートに搭載可能な新たなセンサー開発
  - 例：基礎生産, 動物プランクトン, バクテリア, CO<sub>2</sub>, リン酸塩, ケイ酸塩, 鉄など
- BGCアルゴフロートの全球観測網の構築（目標1000台, 現在524台）には、国際的な協力関係の強化と、継続的な予算の確保が必須
  - 対応策：各国のフロート観測予算の拡充、フロート投入国（現在16カ国）の増加など
- BGCアルゴフロートで取得されたデータの学術的また社会的利活用の拡大
  - 取組：GO-SHIPなど他の国際研究プロジェクトとの連携強化、フロート観測に関わる新たな研究者・技術者の育成、エンドユーザー向けのアウトリーチ活動など

Thank you!

