

海流予測の現状と課題

2019/04/17 宮澤泰正 (海洋研究開発機構 アプリケーションラボ)

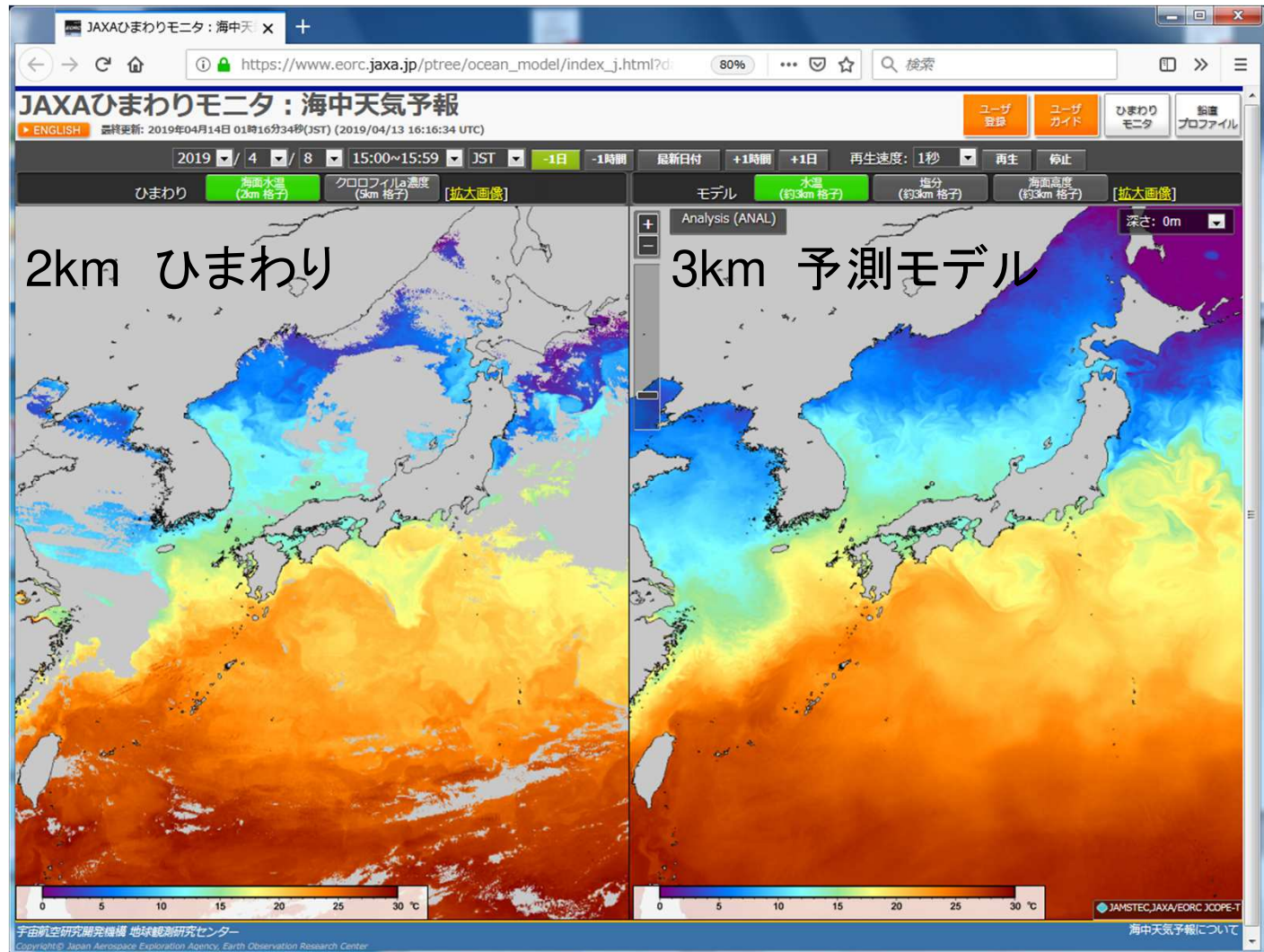
1. 海流予測の現状 解像度を上げる
2. 観測技術の新たな方向 プラットフォーム・センサー
3. 新たな研究開発を展望 全地球通信網フィードバックループ

海流予測の現状

2018年11月 JAXA-EORC/JAMSTEC-APL共同の海流予測を開始

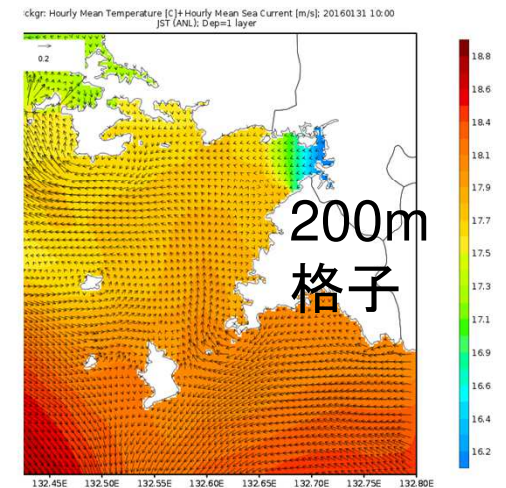
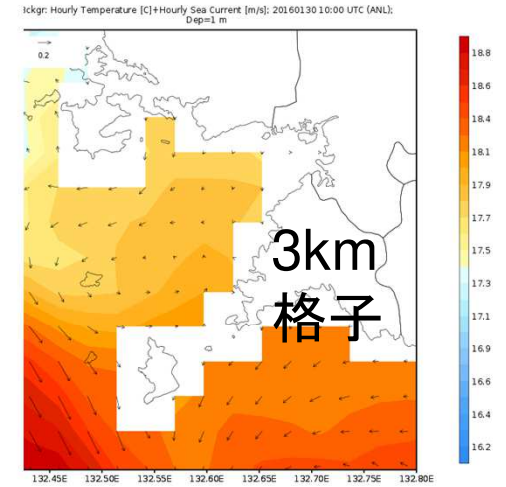
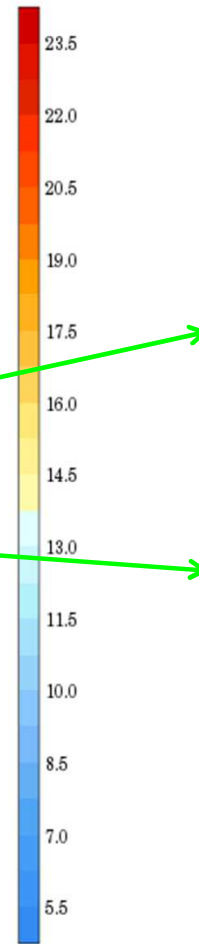
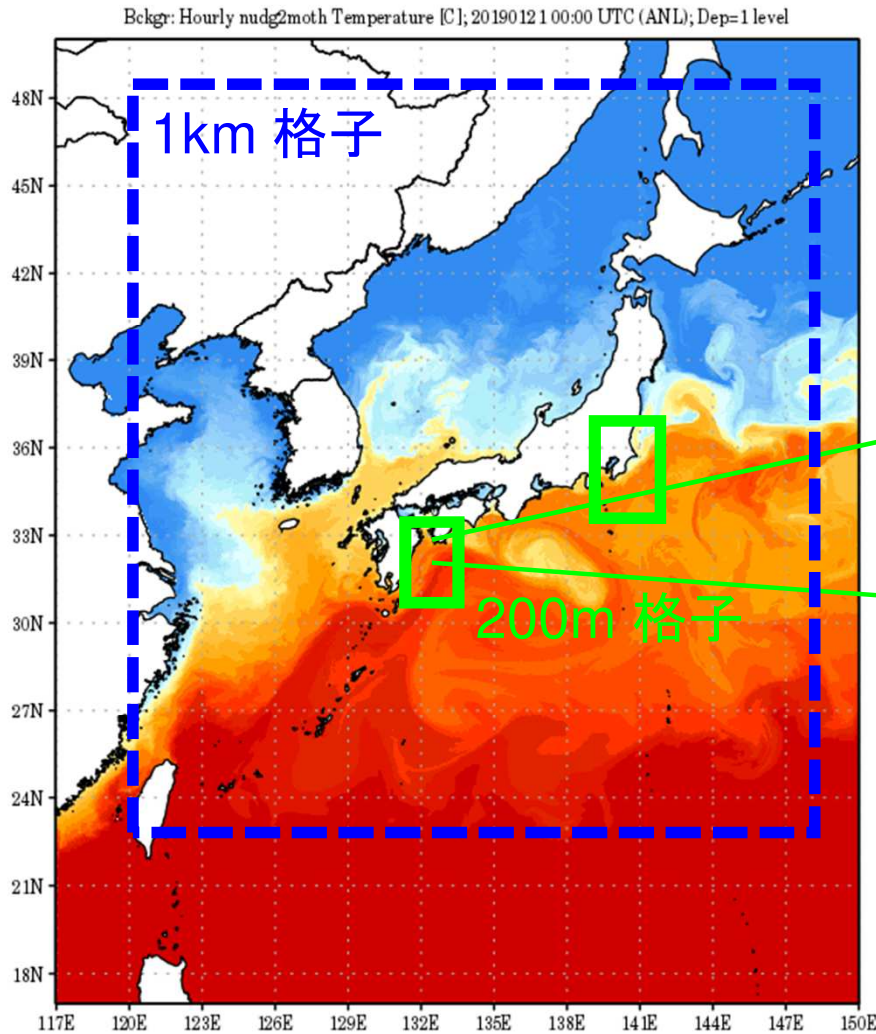
衛星海面水温
→ 同化 → モデル
3km 格子

NASDA-JAMSTEC
地球フロンティア
計画以来20年
かかってここまで
来たが、宇宙・海洋
連携はまだまだ
これから



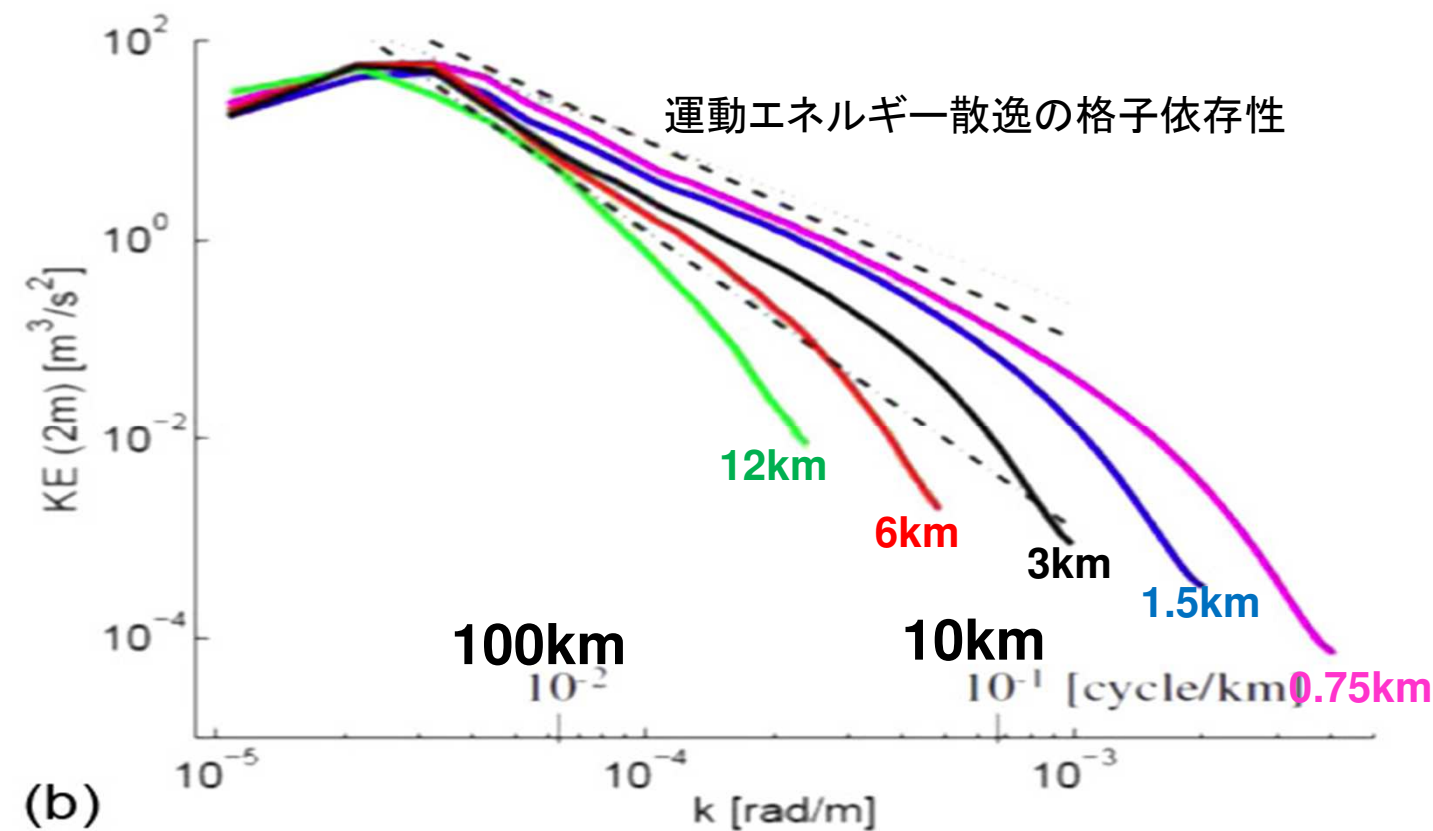
高解像度化・ダウンスケーリング 2019年度

現状
3km 格子

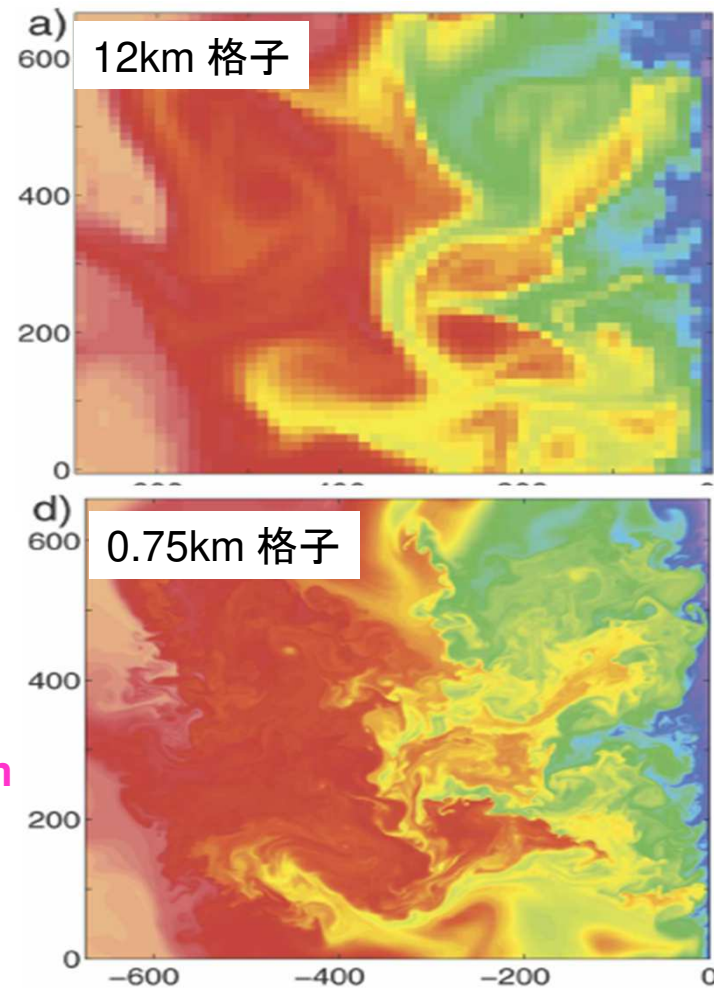


なぜ1km格子間隔以下を目指すのか

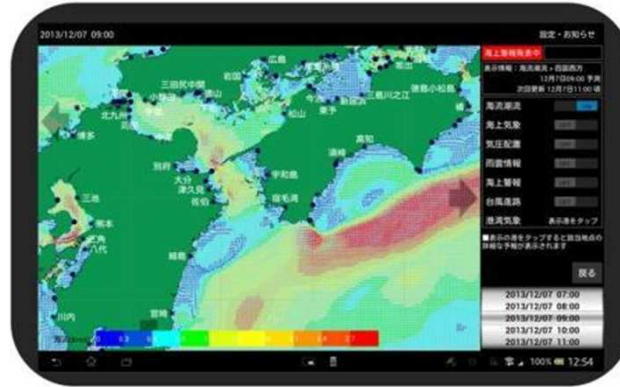
3kmだと、人工的な散逸無しでは運動エネルギーが小スケールにうまく運ばれていかないのではないか



(Capet et al. JPO 2008)

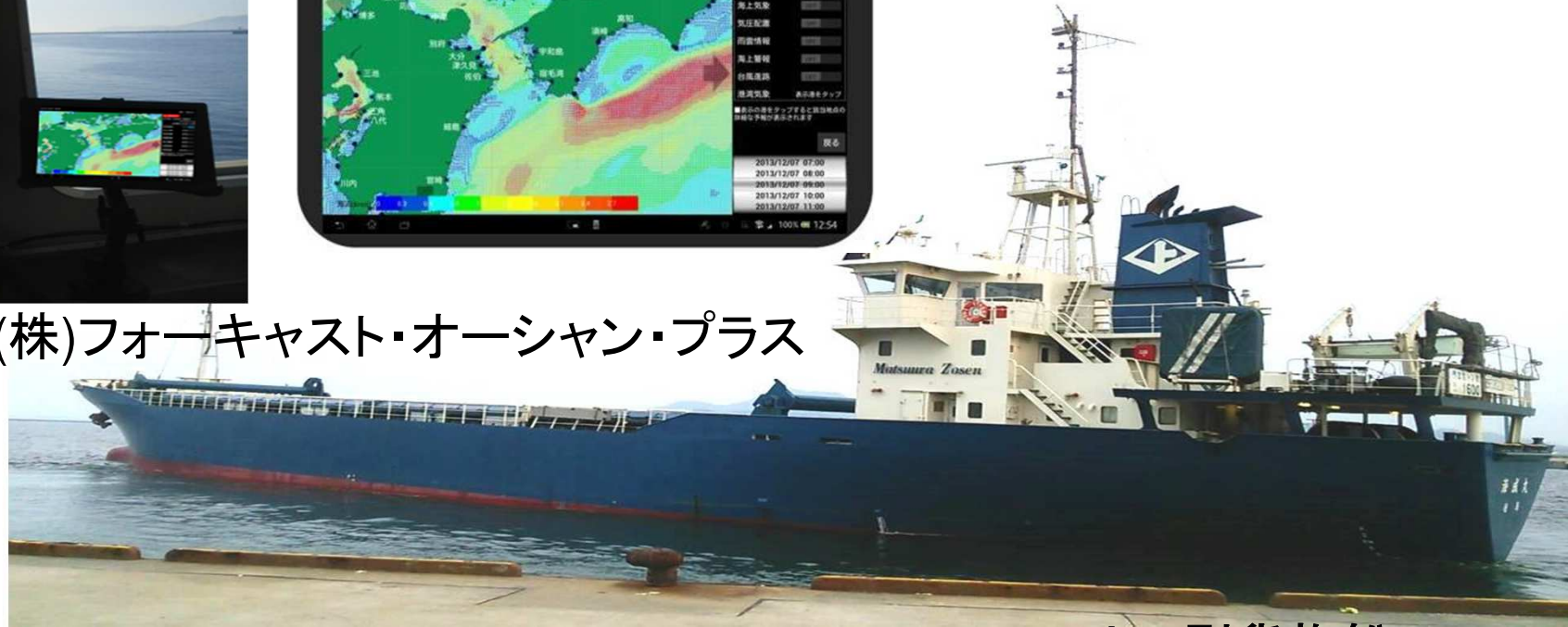
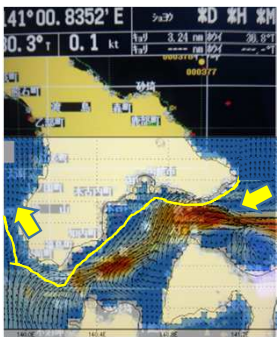


海流予測利用の広がり



タブレット端末

船橋での利用例 © (株)フォーキャスト・オーシャン・プラス



499トン型貨物船

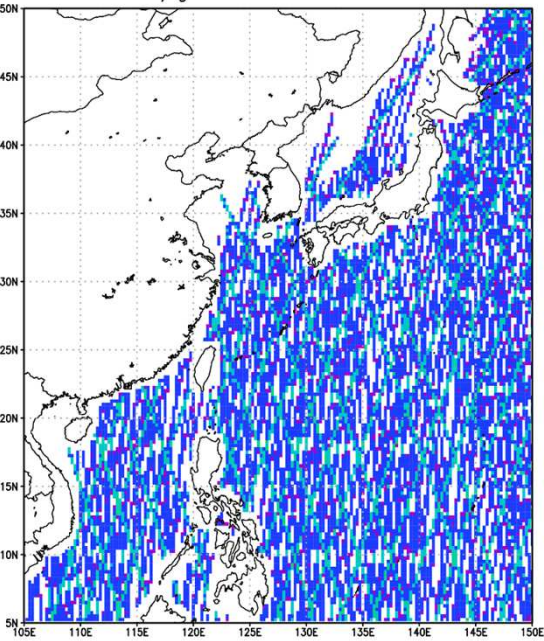
海洋研究一般に加え、
海洋環境評価、船舶運行、水産業、海底掘削、海洋再生可能エネルギー開発などへの利用
が広がる

海流予測を支える海洋観測

海流予測には最も重要

衛星海面高度

number/grid ssha 2016.0103-0203

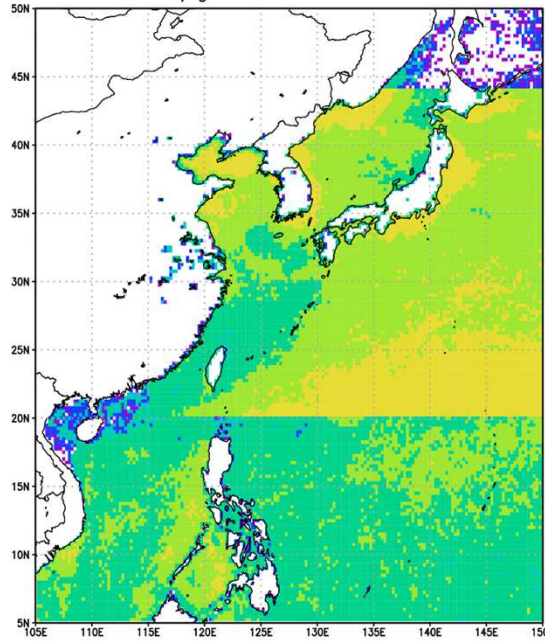


100km程度すき間あり

<ある月で利用可能な観測データの密度>

衛星海面水温

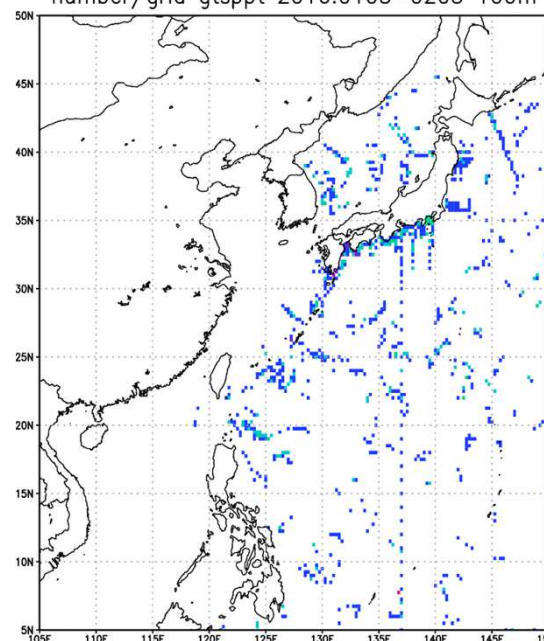
number/grid sst 2016.0103-0203



充実

100m深水温

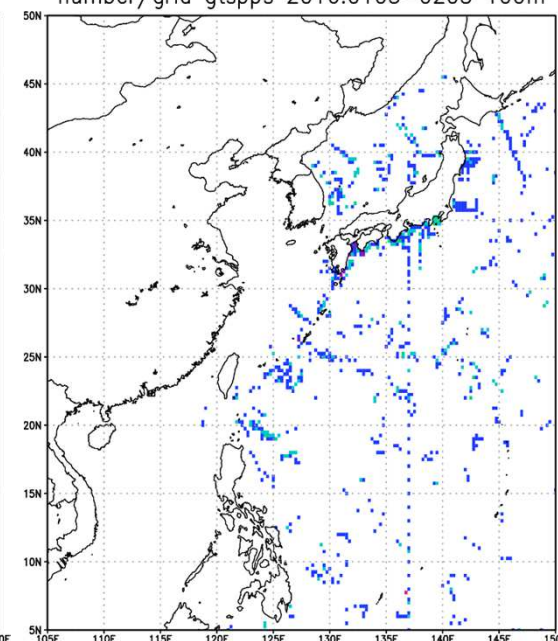
number/grid gtspt 2016.0103-0203 100m



縁辺海では皆無

100m深水温

number/grid gtspps 2016.0103-0203 100m

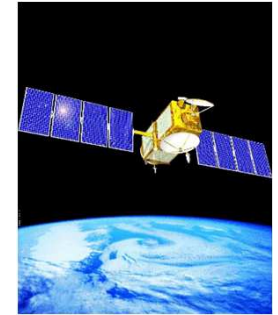


海面高度データが表す
変動の空間スケール(横
軸)と、そのスケールの
変動の大きさの関係

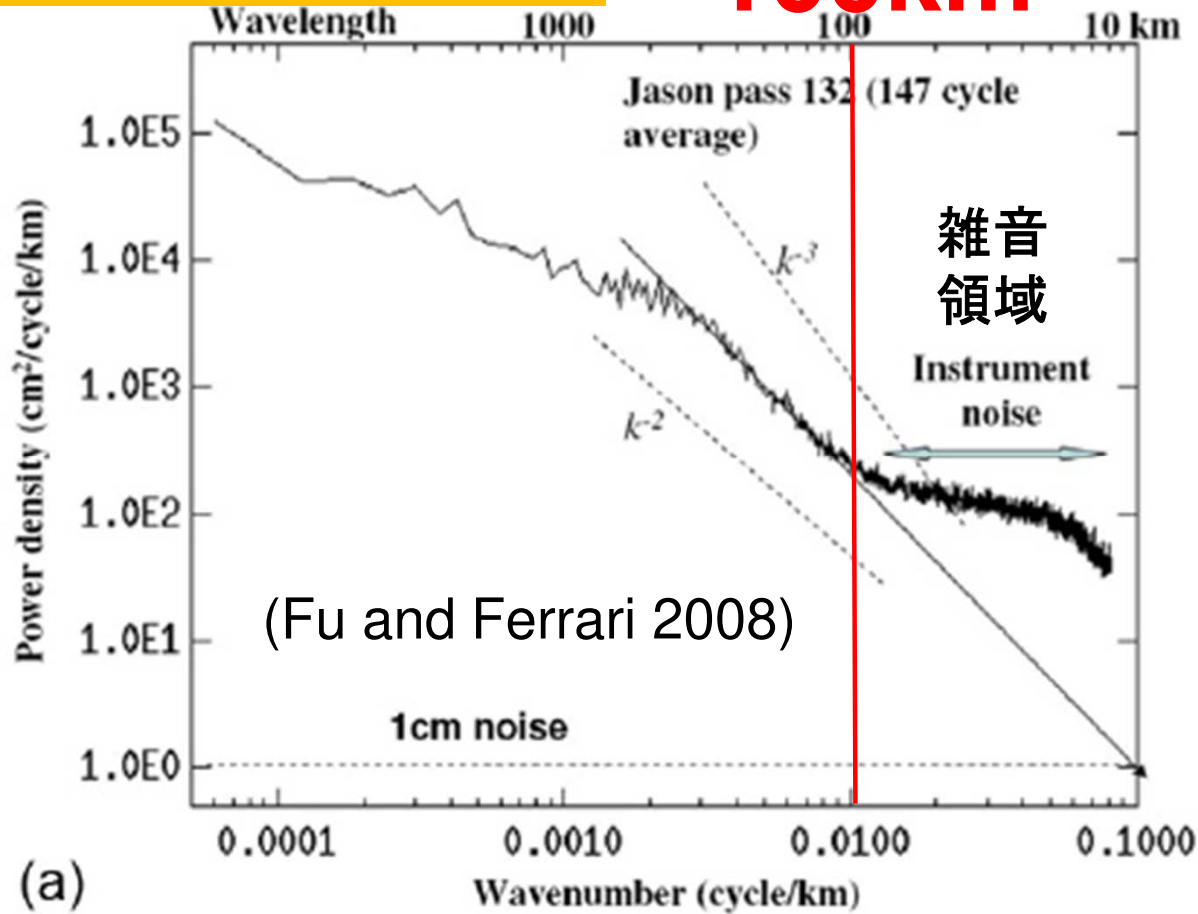
海流予測の課題

既存観測網の信号/雑音比限界を拡張する

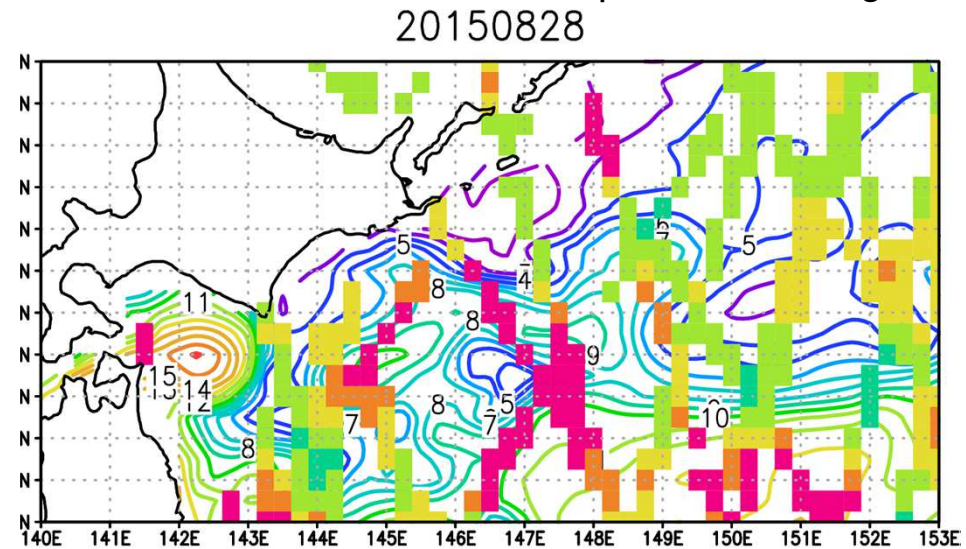
100km



<http://www.nasa.gov>



(a)



「面的」海面高度計測衛星の登場:100km→20km

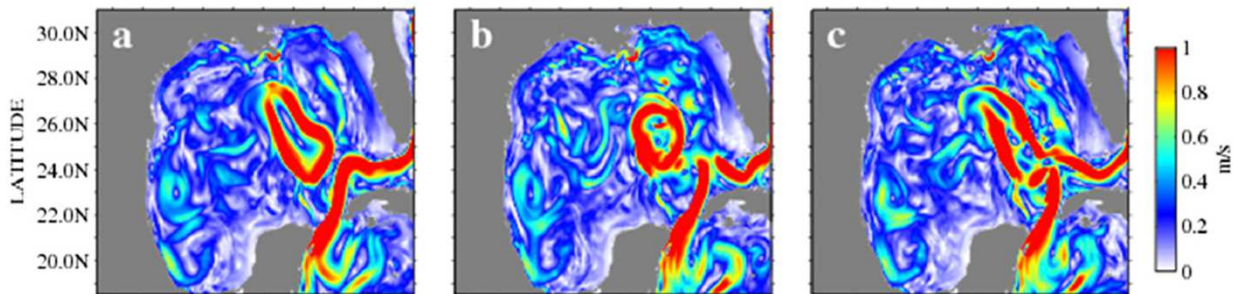
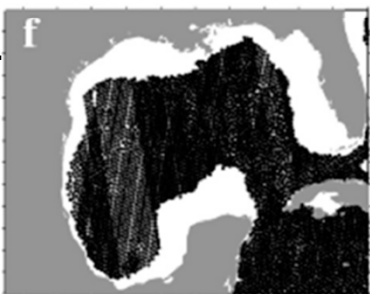
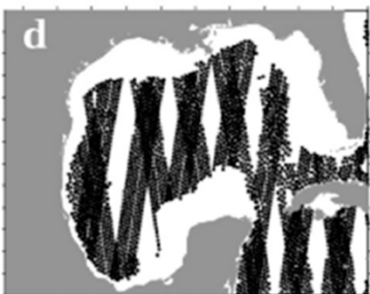
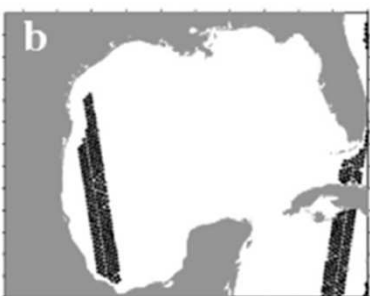
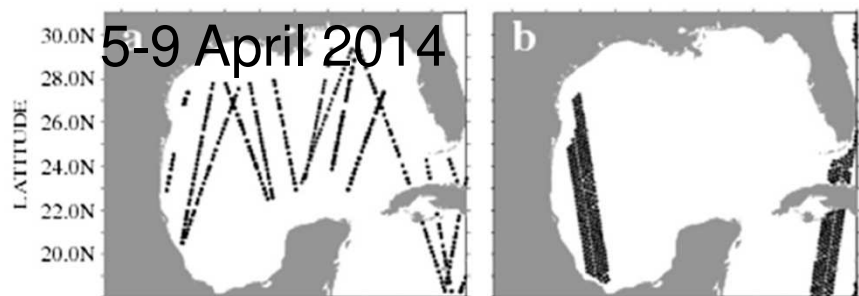
測点位置 従来型

新型

「真」値

従来データを同化

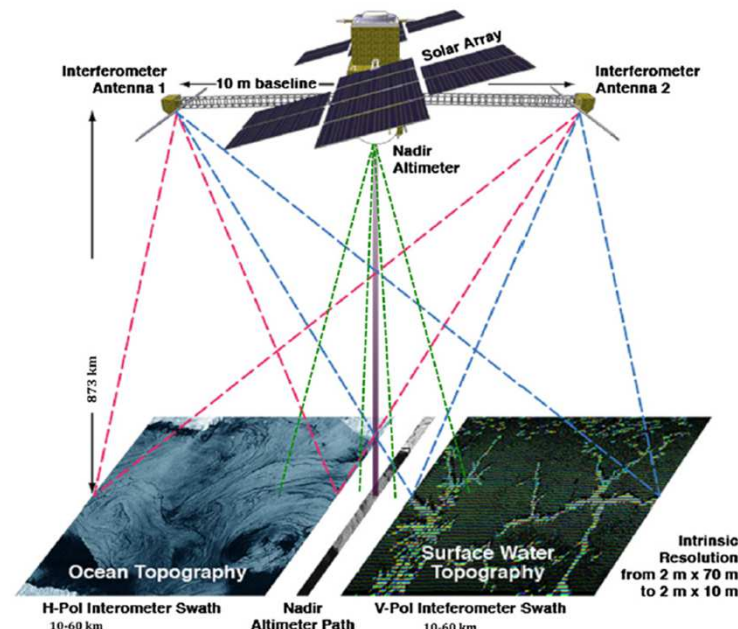
新型データを同化



表面流速値

SWOT衛星
(NASA/CNES)

100km→20km



(Carrier et al. 2016)

2021年9月打ち上げ予定

(Fu and Ubelman 2014)

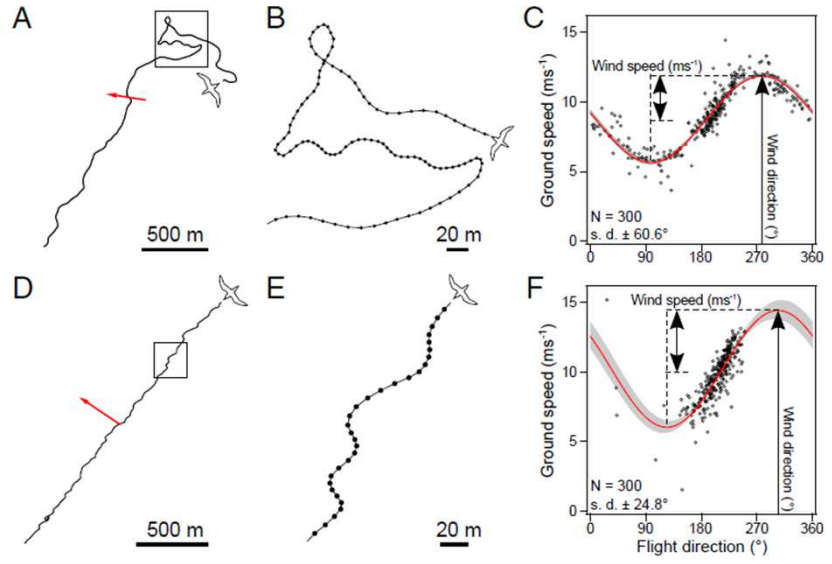
観測技術の新たな方向：プラットフォーム・センサー

<特別なセンサーを使わず、プラットフォームそのものの動きをセンサーとして活用>

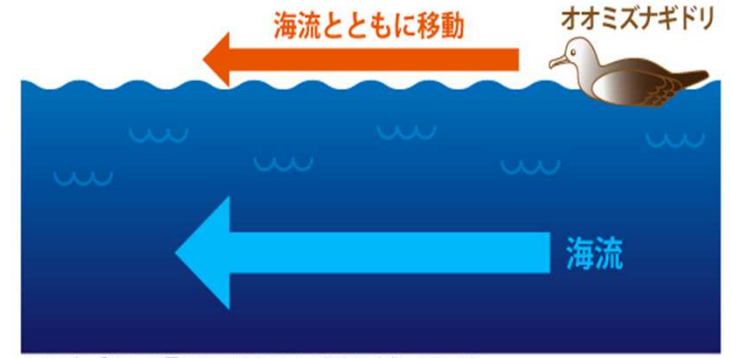
船の動き、鳥の水平移動 → 海流と海上風

鳥の鉛直加速度 → 波浪

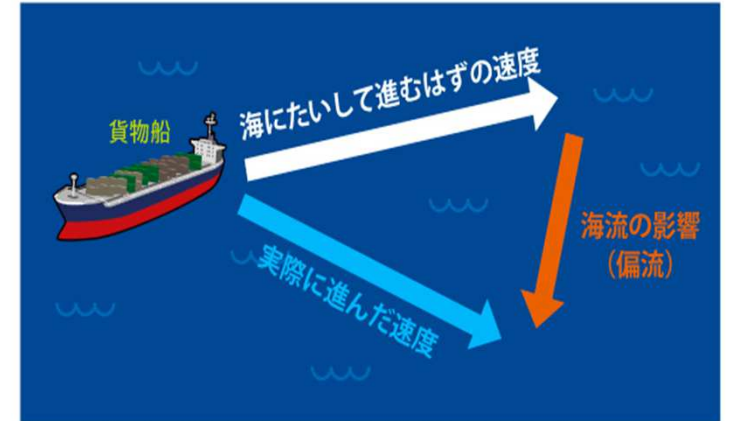
GPSセンサーのみを使う



(Yonehara et al. 2016)



オオミズナギドリの位置から海流速度を求める概念図（横から見た図）



貨物船航行記録から海流速度 (偏流) を求める概念図 (位置関係を上空から見た図)

©JAMSTEC

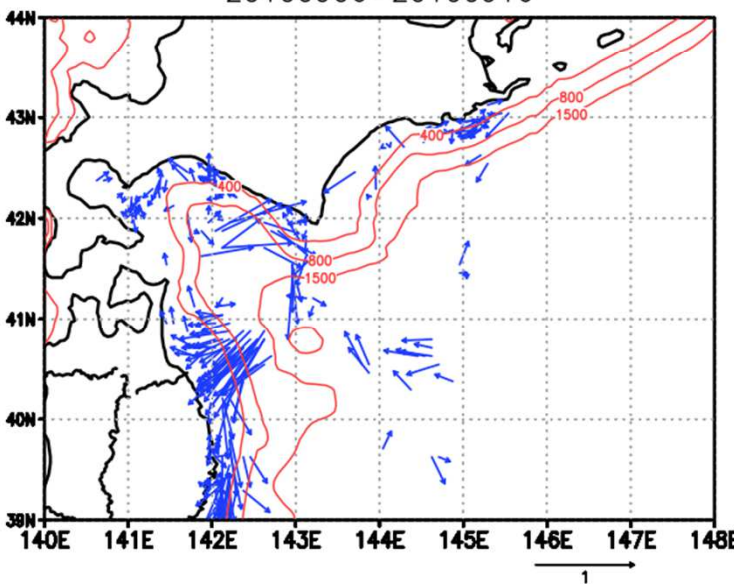
(黒潮親潮ウォッチ)

観測技術の新たな方向：プラットフォーム・センサー

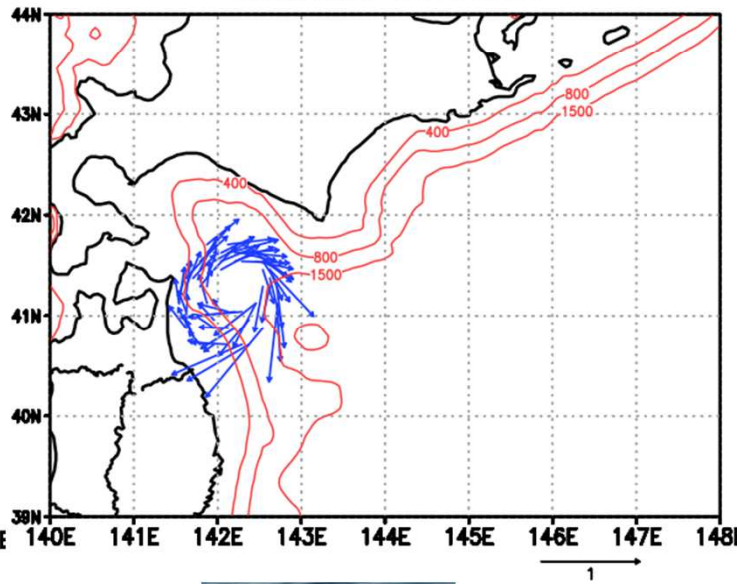
オオミズナギドリの位置情報と内航貨物船の偏流データを活用した、海流予測精度の向上

(Miyazawa et al. 2015)

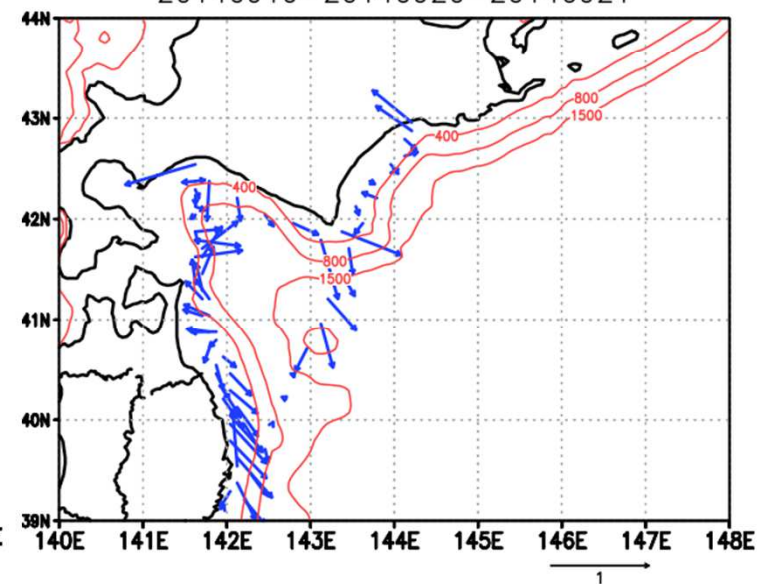
20100906-20100916



20100906-20100916



20140919-20140920-20140921



<http://www.birdlover.jp>



<http://www.metoceanservices.com>



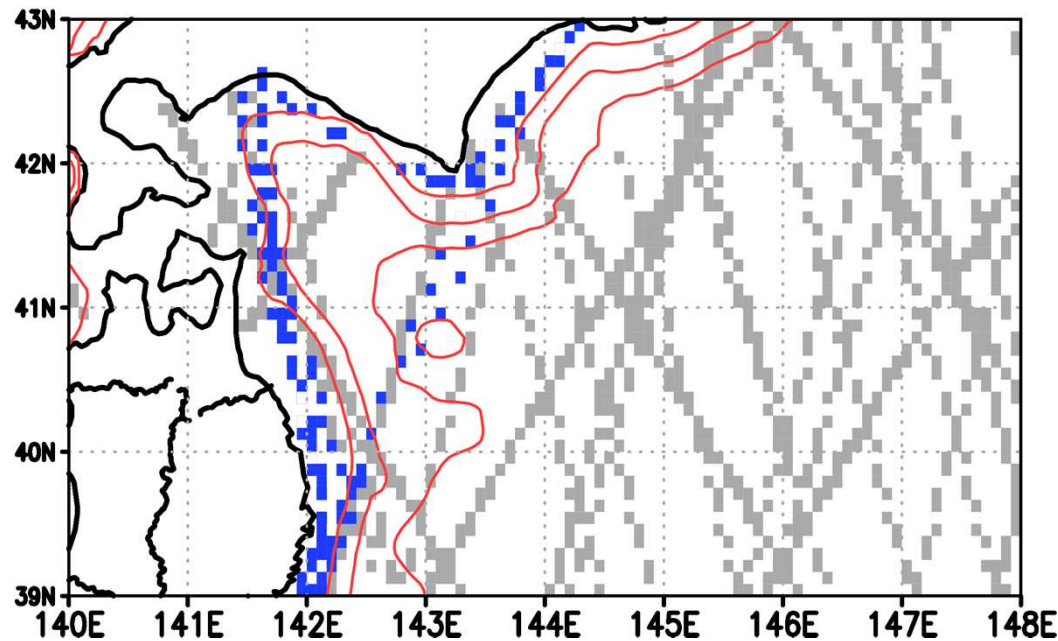
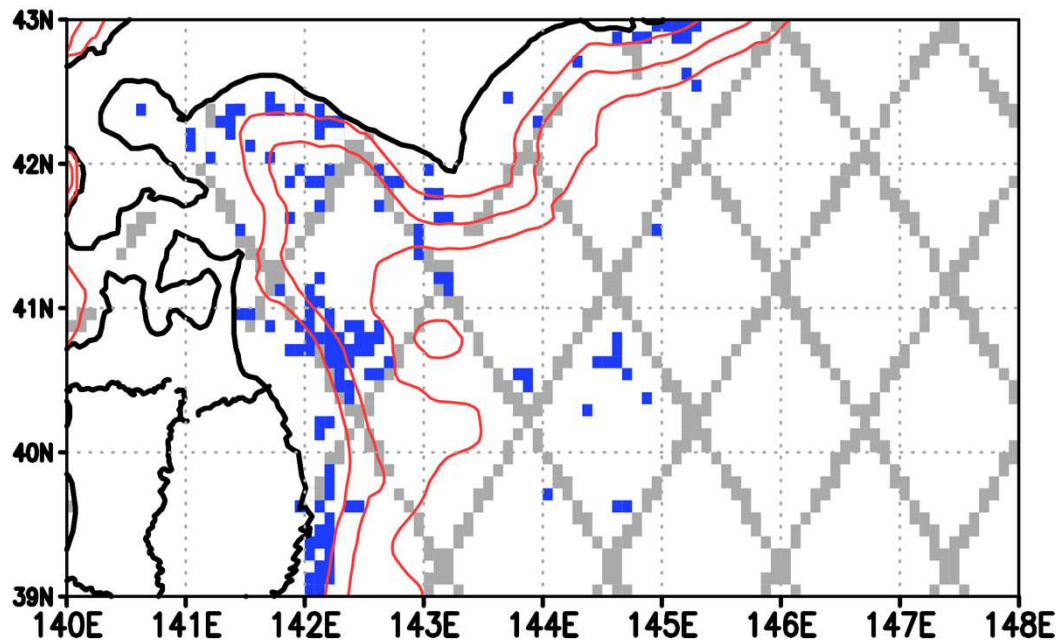
日本海運(株)・日本通運(株)

観測技術の新たな方向：プラットフォーム・センサー

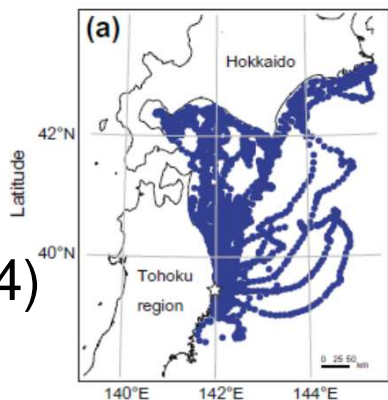
衛星観測網 / オオミズナギドリと内航船の測点分布 13羽

20140909-20141005

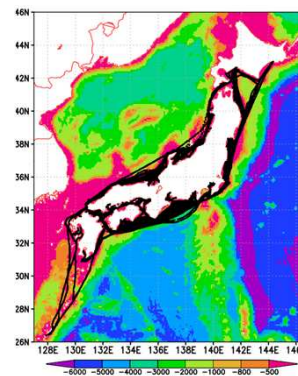
2隻



オオミズナギドリ
測点
2009/2010年9月
(Yoda et al. 2014)



内航船測点
2014年1-10月
(堀内他 2015)



衛星観測限界
「100km」の
壁を突破できる

観測技術の新たな方向：プラットフォーム・センサー

<http://accidentalbigyear2013.blogspot.jp>



海流がわかる

(Yoda et al. 2014)

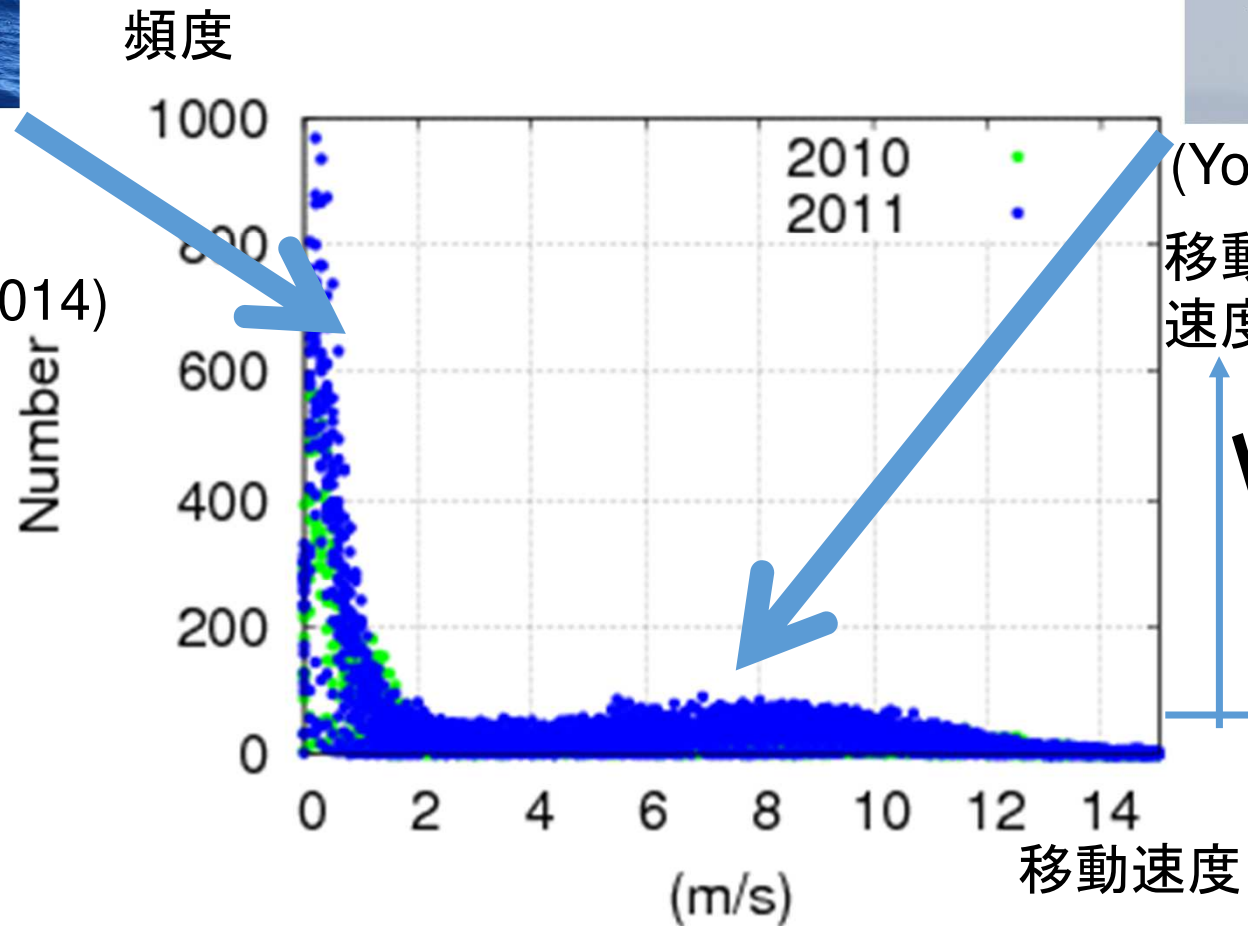
オオミズナギドリデータの中身

<http://www.montereyseabirds.com>

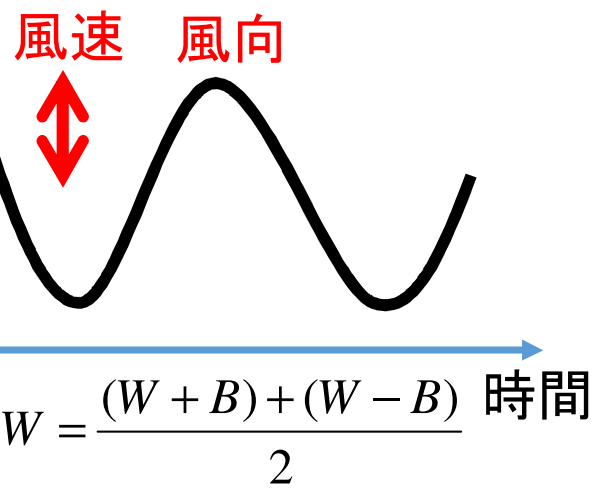


海上風がわかる

(Yonehara et al. 2016)



移動速度



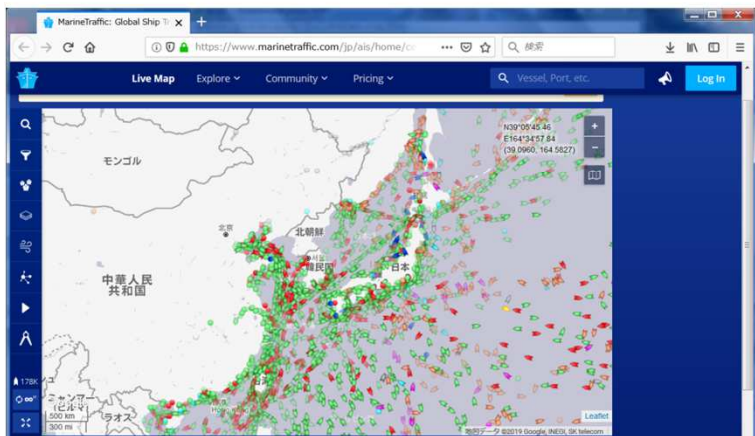
移動速度

観測技術の新たな方向：プラットフォーム・センサー

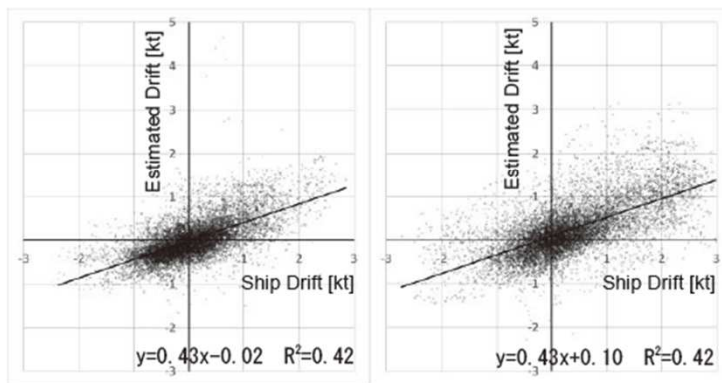
<特別なセンサーを使わず、プラットフォームそのものの動きをセンサーとして活用>

AIS対地速度のデータのみから偏流を推定
(対水速度の測定は難しい)

2隻以上の船の対地速度のデータから、偏流による船首方向からの角度のずれがわかれば、偏流が推定できるAISデータのみから偏流を推定

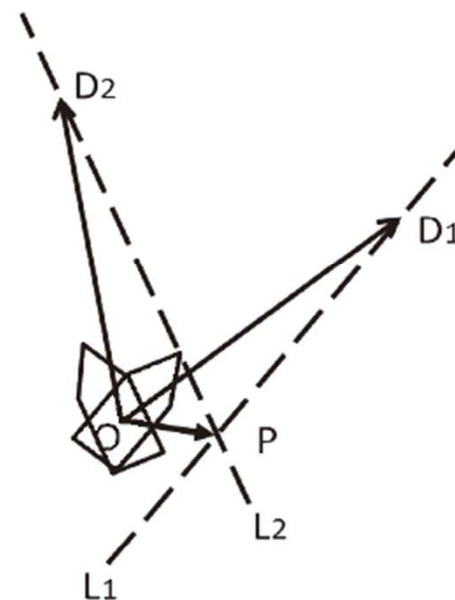


<https://www.marinetraffic.com/>



(a) Speed to North

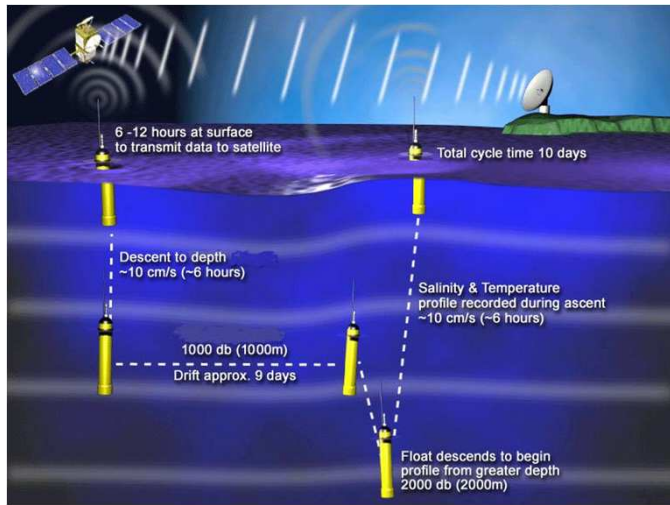
(b) Speed to East



(小林 2018)

観測技術の新たな方向：行動の自律

アルゴフロート・グライダー



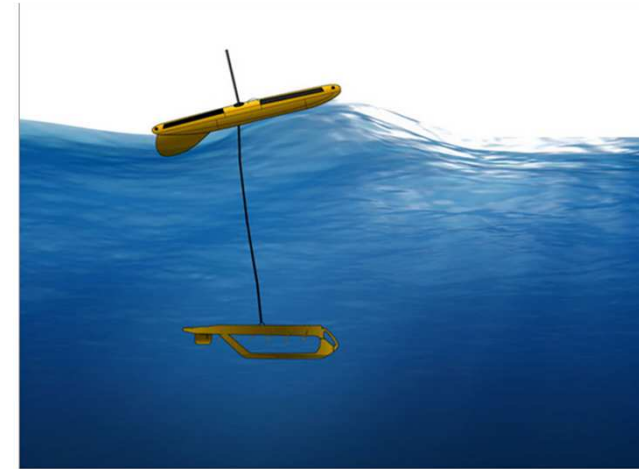
<http://www.argo.ucsd.edu/>

セイルドローン



<https://www.saildrone.com/>

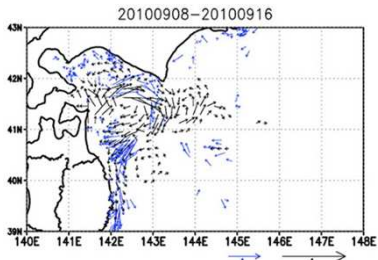
ウェーブグライダー



Copyright (Acknowledge Liquid Robotics)

<https://www.liquid-robotics.com/>

バイオリギング



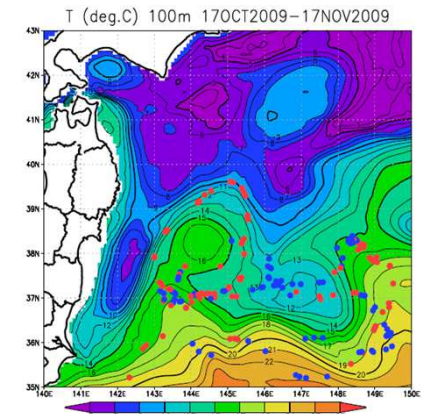
Miyazawa et al. 2015



Yusuke Goto



Tomoko Narazaki

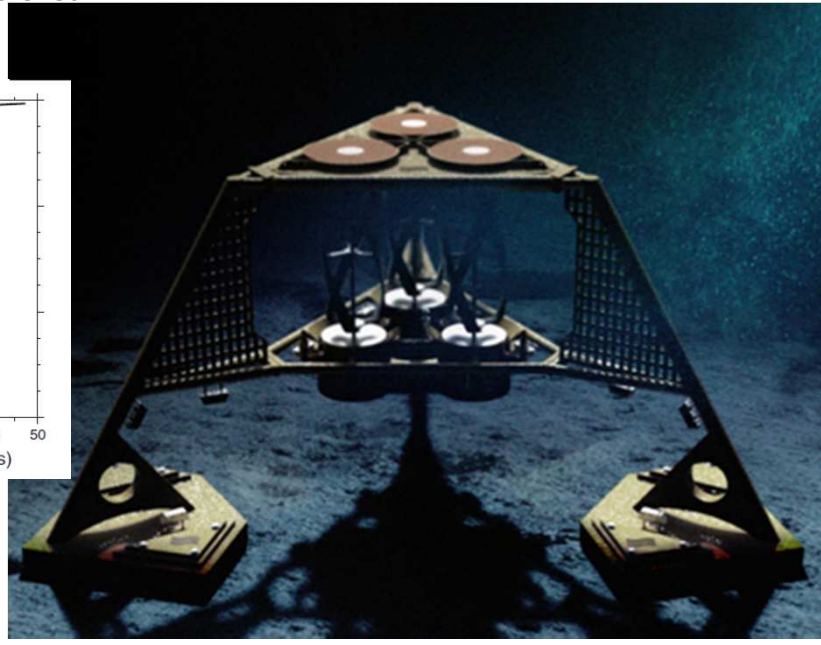
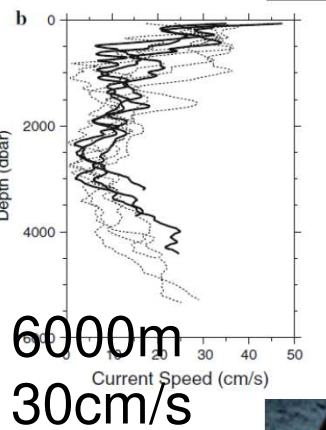


Miyazawa et al. 2019

観測技術の新たな方向: エネルギーの自律

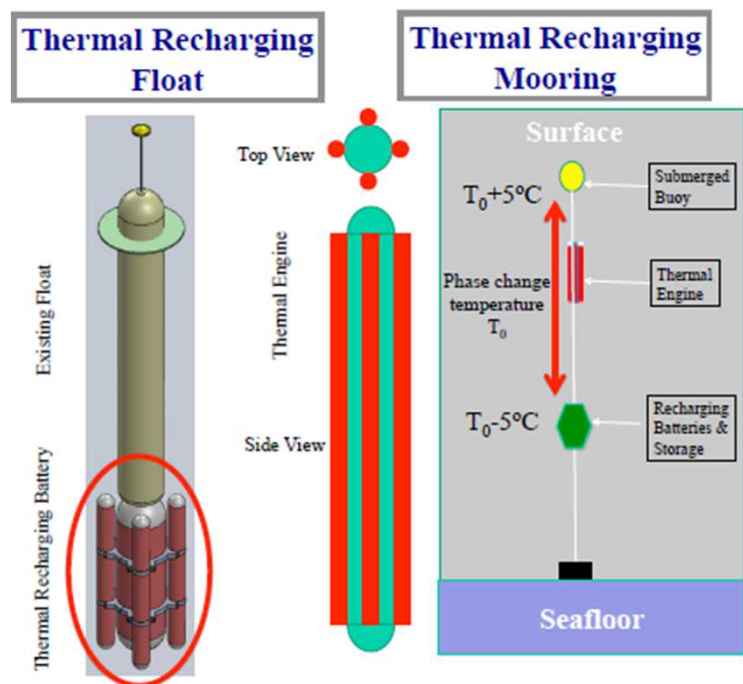
深海にも海流
がある
(Nagano et al.
2013)

‘Subsea Power Hub’
海流発電機



<http://ec-og.com>

‘SOLO-TREC’
温度差発電



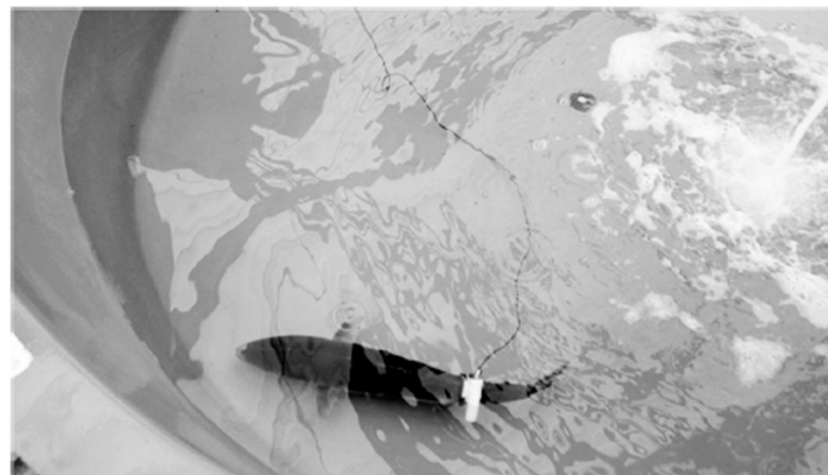
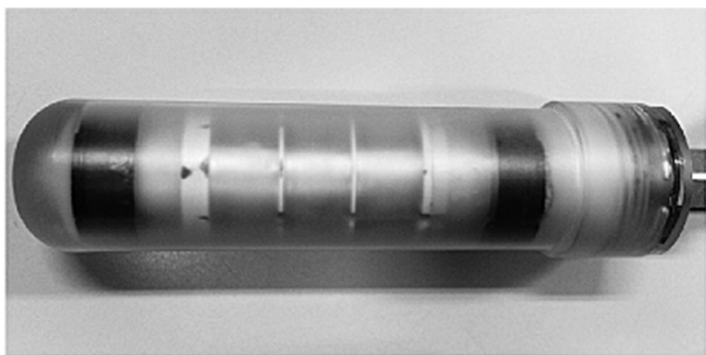
<http://seatrec.com/>

再生可能エネルギーを地上の系統につなぐのではなく、海洋中での自律行動に用いる

観測技術の新たな方向: エネルギーの自律



図 1: システムの概念図

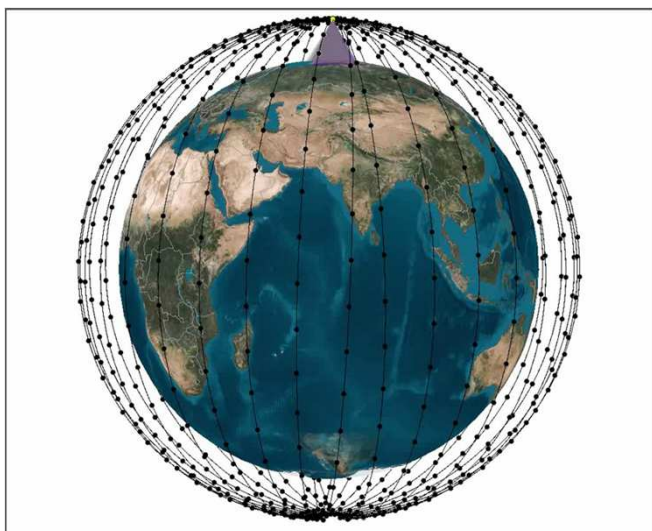


(野田 2015; Noda et al. 2014)

観測技術の新たな方向：全球高密度通信網

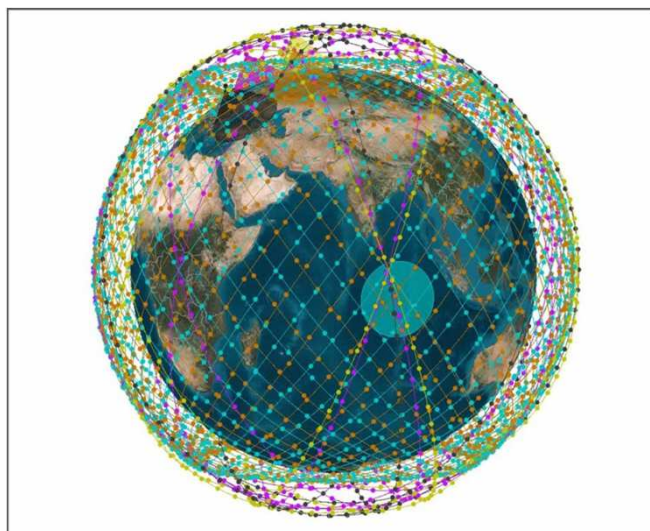
低軌道小型通信衛星コンステレーション

OneWeb: 720 satellites
71 stations
2019-



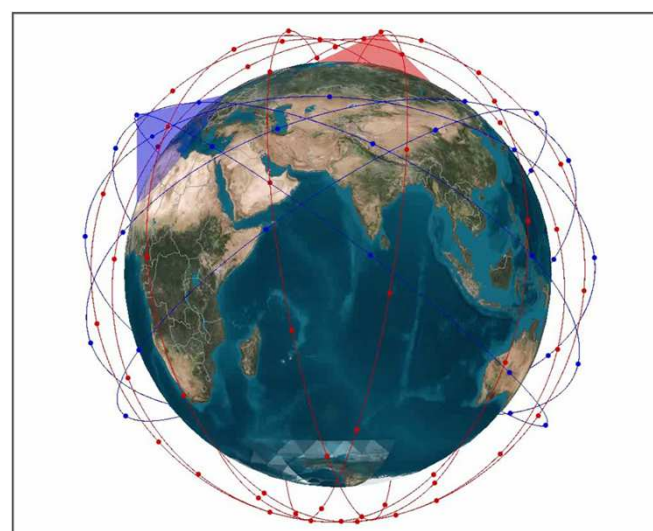
Total 1.56 Tbps

SpaceX: 4,425 satellites
123 stations
2020-



Total 23.7 Tbps

Telesat: 117 satellites
40 stations
2022-

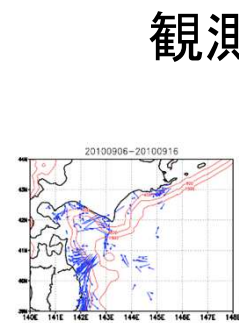


Total 2.66 Tbps

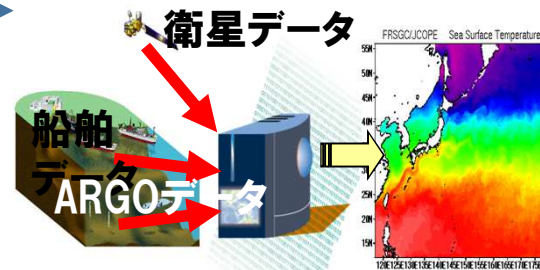
実効通信速度？
利用価格？

(Portillo et al. 2018)

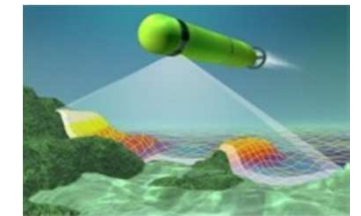
観測・予測・利用の一体化： フィードバックループ



予測システム



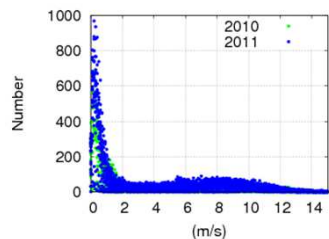
海洋での行動支援のための
詳細海況データ



機械学習による
データ解析

全球高密度通信網

自律行動する
プラットフォーム群



プラットフォーム・センサーのデータ
(特別な観測である必要はないが、雑音/信号比が重要)

