

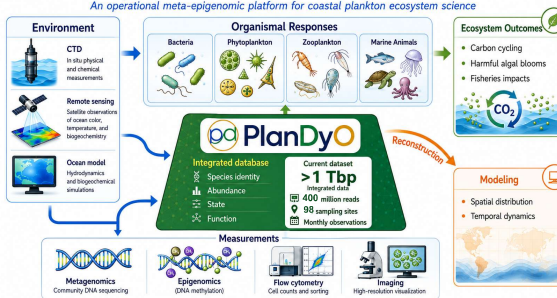
沿岸プランクトン群集の長期観測を支える 長鎖メタエピゲノミクスデータベースPlanDyO

大林 武・藤井 豊展・北村 茜・青木 裕一・熊野 岳・池田 実
東北大学・変動海洋エコシステム高等研究所

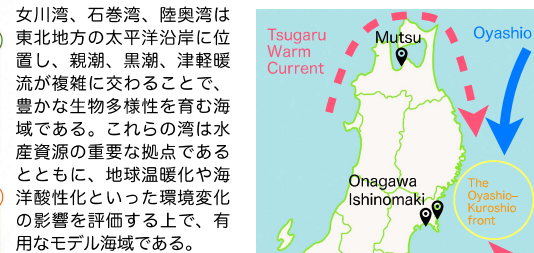
Summary

沿岸海洋生態系が環境変化にどのように応答するかを理解するには、生物群集の構成だけでなく、群集を構成する生物の機能や生理状態の変化を捉える必要がある。我々は、沿岸プランクトン群集を対象に、長鎖メタエピゲノミクスによる定期観測を2024年に開始した。これまでに女川湾、石巻湾、陸奥湾の約100サンプルを解析し、その結果をPlanDyOデータベースとしてWPI-AIMEC内に公開している。PlanDyOでは、長鎖リードのアセンブリ、分類群組成、推定遺伝子機能、DNAメチル化パターンに加え、CTD観測値、フローサイトメトリデータ、顕微鏡画像を試料ごとに対応付けて閲覧できる。これらの情報を統合することで、群集組成、機能、DNAメチル化、細胞数と環境条件との関係を横断的に解析できる研究基盤を構築している。現在、一般公開に向けて解析結果の精度検証を進めている。

PlanDyO: Current Status and Research Framework



Sampling Sites



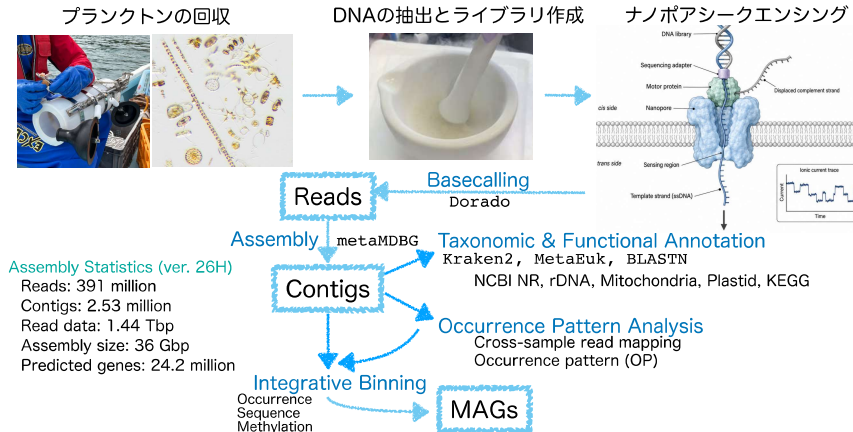
Research Objectives

メタエピゲノミクスで挑む群集ダイナミクスの総理解

- 1: プランクトンダイナミクスの観測
 - ・リファレンススペースの分類 (Kraken, MetaEuk, 16S/18S)
 - ・系統分類
- 2: 出現パターンのゲノムの解釈
 - ・出現頻度・配列・メチル化に基づいてコンティグからMAGを再構築
 - ・環境変動に対する種 (MAG) の応答メカニズムを予測
 - ・光合成など、種 (MAG) の生態機能を予測
- 3: オープンデータベースの構築
 - ・生態学者向け (生態系モデリング)
 - ・水産学・資源管理への応用

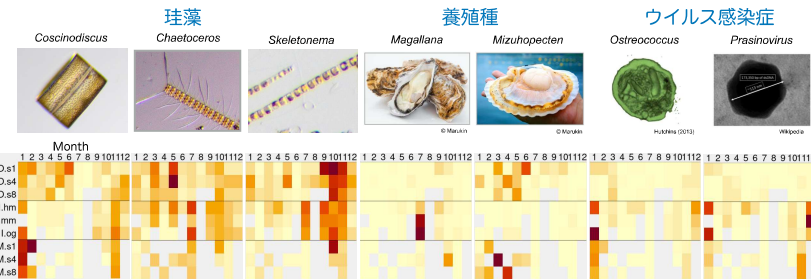
	数のダイナミクス	機能のダイナミクス	状態のダイナミクス
	- 多様性 - 存在量	- ゲノム再構成 - 代謝パスウェイ	- On / Off / 細胞の状態 - 遺伝子の状態
メタエピゲノム	✓	✓	✓
メタゲノム	✓	✓	
メタバーコーディング	✓		

Experimental Procedure

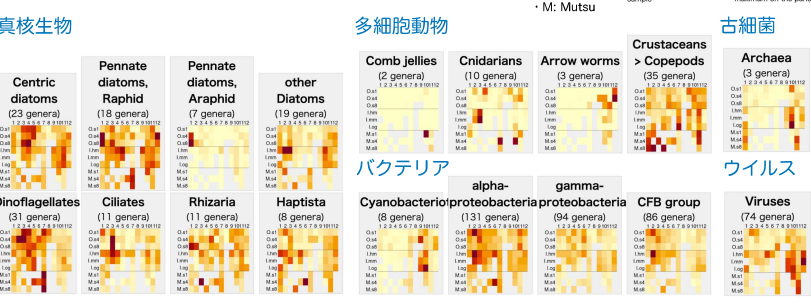


PlanDyO Overview

属レベルの出現頻度ヒートマップ



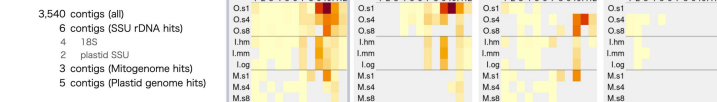
主要分類群のヒートマップ



Contig単位の出現パターン解析

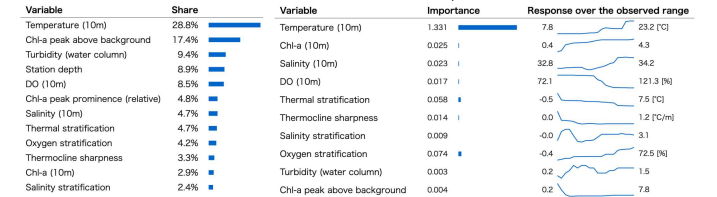
Occurrence Pattern (OP) は、配列類似性と独立に、サンプル間で類似した存在量プロファイルを示すContigをまとめたグループである。各OPは、時空間的な出現パターン、ランダムフォレストにより推定した環境要因との関連、および分類群組成によって特徴づけられる。

Occurrence Pattern (OP) 60

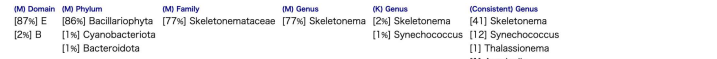


Environmental Feature Importance across OPs and Response of OP60

Random forest predicting this OP's abundance from the CTD variables measured at the same station, over 91 samples — those with a 10 m CTD cast at the sampling site; the 50 stations are too shallow for one and are excluded. Cross-validated $R^2 = 0.38$, with whole bay-visits held out.



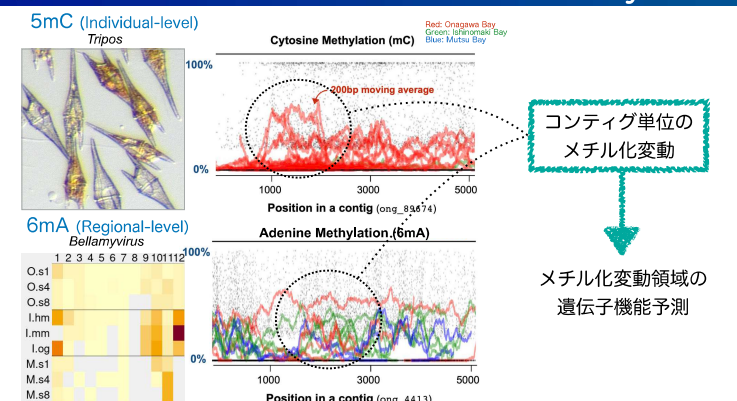
Taxonomy



SSU rDNA hits (6)



Distinctive Patterns of DNA Methylation



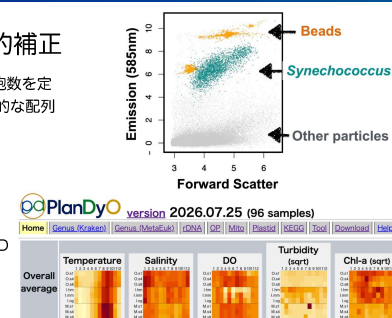
Ongoing Enhancements to PlanDyO

フローサイトメトリによる定量的補正

フローサイトメトリで測定したSynechococcusの細胞数を定量的な基準として、メタゲノム群集組成の解釈と、将来的な配列データの定量化に活用する。

Webにおける環境データの統合

水温、塩分、溶存酸素、濁度、クロロフィルaなどのCTD観測値を、サンプルごとの環境データレイヤーとして可視化している。



シーケンス × フローサイトメトリ × CTDデータ
= プランクトン動態を多層的に捉える