

海洋生態系の理解の深化に向けた方策と課題

東京大学 大学院新領域創成科学研究科/大気海洋研究所

木村伸吾

基本的な2つの支柱

種間関係・個体群動態・食物連鎖の理解から

海洋環境の異なる海域間を繋ぐ複合生態系の理解へ

科学技術の急速な発展を利用した

海洋生物の行動生態および生理生態の理解に繋がる研究へ

海洋生態系の理解の深化に向けた方策と課題

東京大学大学院新領域創成科学研究科/大気海洋研究所 木村伸吾

種間関係・個体群動態・食物連鎖の理解から

海洋環境の異なる海域間を繋ぐ複合生態系の理解へ

- 海洋生物の成長・生残戦略の解明を目指した行動と生理に関する継続的な研究
 - ・ 古典的な研究ではあるが餌生物も含めた食物連鎖の理解には重要
 - ・ 特定の生物種・水域における理解は進むが単一種に偏りがち
- ↓
- 複合的な理解には因果関係を定量的に示した上でのモデル化が必須
 - ・ Ecopath with Ecosim
 - ・ 同一海域内での表現は取り組みやすい
- ↓
- 移流や空間の環境が異なるモデル化には新たなモデルが必要
 - ・ Atlantisなどの水域を三次元で表現するend-to-end生態系モデル

課題 1 海洋環境変動を組み入れた三次元海洋複合生態系モデルの開発

生態系モデルを構成する機能群

摂餌生態

栄養塩要求量・捕食圧・摂餌時間・同化効率

バイオマス

水平・鉛直

日射・降水

死亡率

成長速度

回遊生態

水平・鉛直移動

環境選好性

忌避値

ハビタット

依存性

再生産情報

産卵期・産卵場



スズキ・ヒラメ・アミ類を中心とした15機能群

Atlantis 実行結果の一例

クロロフィル濃度



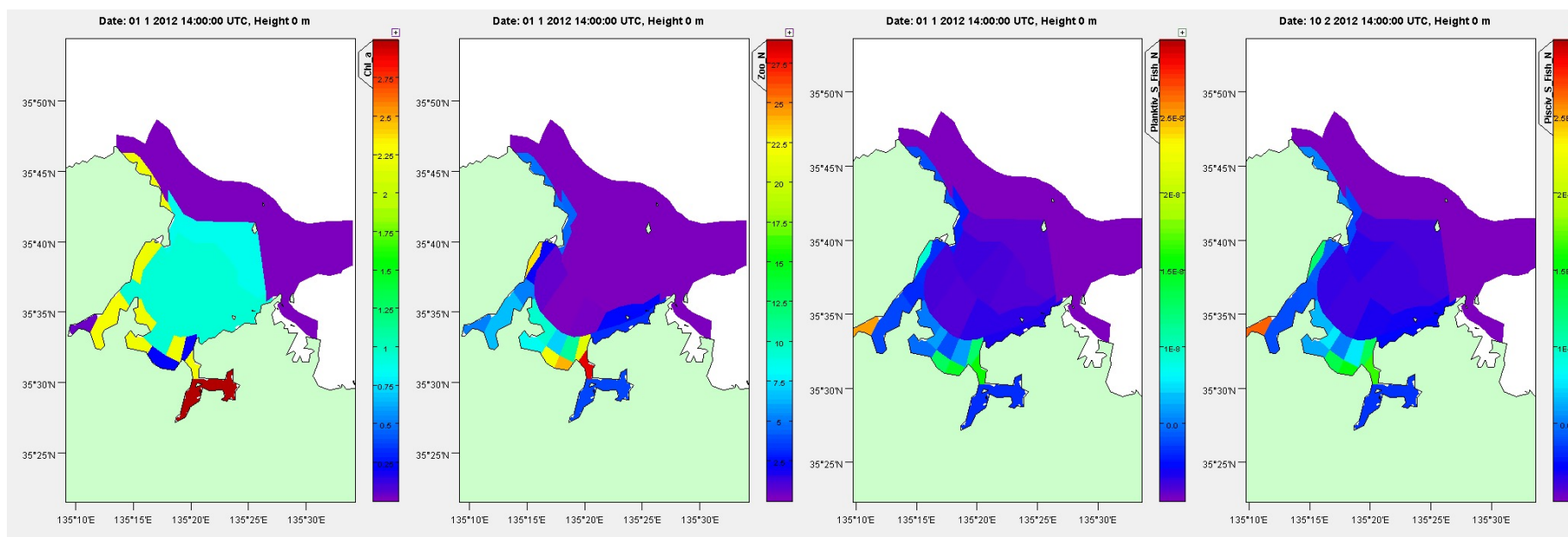
アミ類



カタクチイワシ



スズキ



時空間的なバイオマスの変化を表現

海洋生態系の理解の深化に向けた方策と課題

東京大学大学院新領域創成科学研究科/大気海洋研究所 木村伸吾

科学技術の急速な発展を利用した

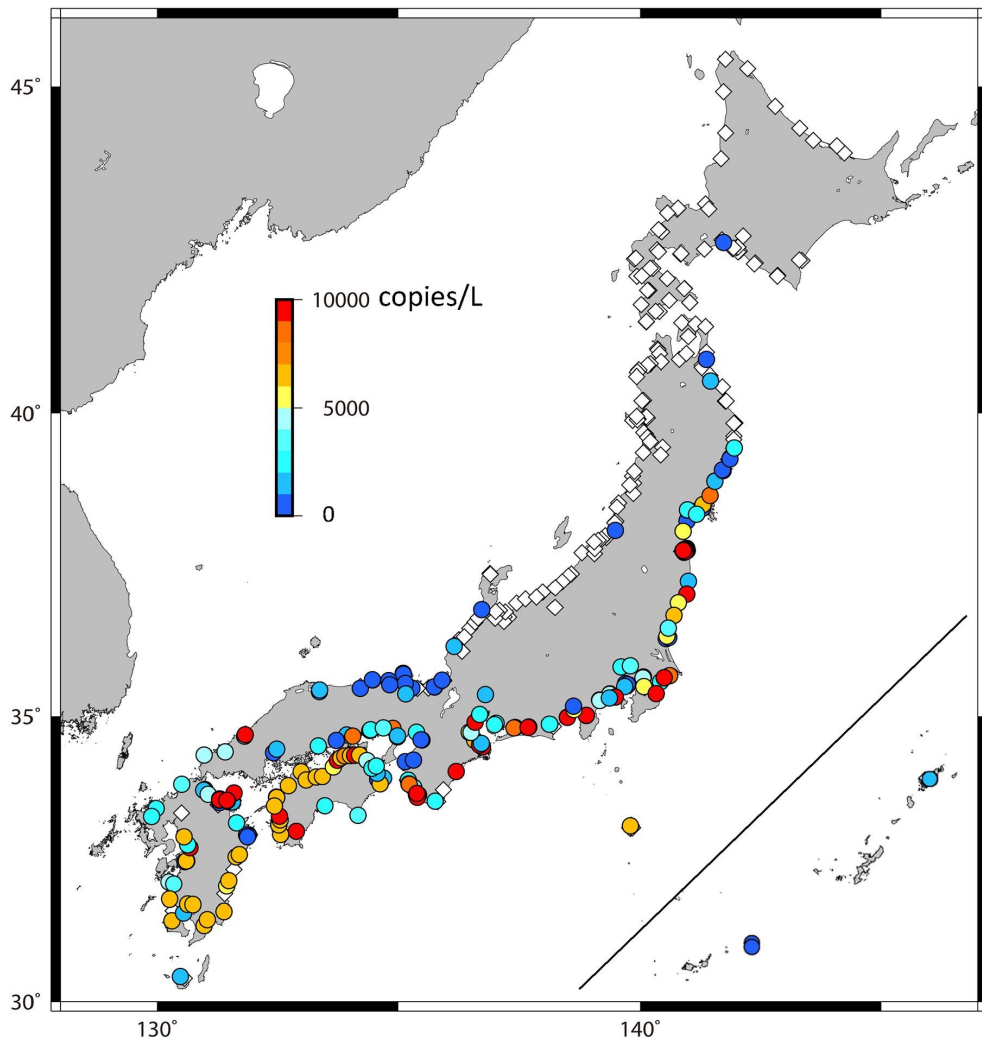
海洋生物の行動生態および生理生態の理解に繋がる研究へ(1)

- 環境DNAを用いた海洋生物の分布と現存量の調査
 - ・ 人的労力やサンプル処理の大幅な削減
 - ・ 曳網調査では把握できない貴重種の把握が可能

↓
- ブレークスルーとしての期待が集まっているが限界についての検証も必要
 - ・ フィルターの種類や濾過量による検出限界
 - ・ 調査の時空間スケールによる誤差範囲の大きな相違

↓
- 環境DNAを用いて研究を進めることが有効な課題の設定
 - ・ DNA以外の既往データを用いた誤差範囲の推定

課題2 環境DNA研究の可能性と限界の検証、最適応用事例の提示



- ✓ 広範囲を短期間で調査実施可能
- ✓ 小さな空間スケールでは変動幅が大きいですが、大きなスケールで平均すると明瞭な傾向が分かる
- ✓ 不在は本当に不在なのか

環境DNAを用いたニホンウナギの分布

(Kasai et al., 2021, doi.org/10.3389/fevo.2021.621461)

海洋生態系の理解の深化に向けた方策と課題

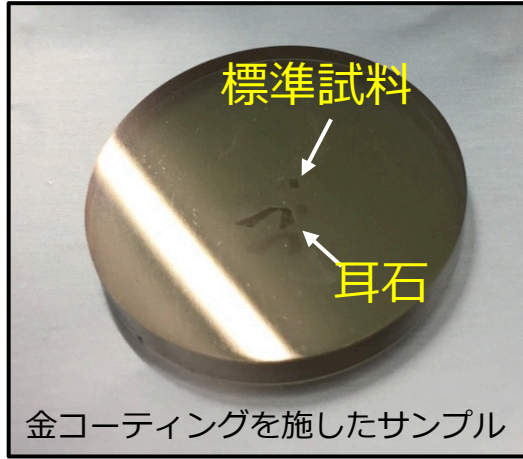
東京大学大学院新領域創成科学研究科/大気海洋研究所 木村伸吾

科学技術の急速な発展を利用した

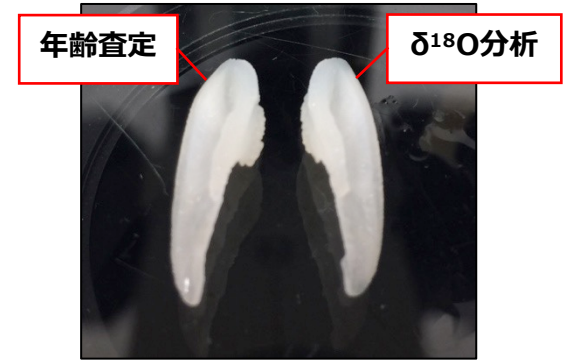
海洋生物の行動生態および生理生態の理解に繋がる研究へ(2)

- 酸素・炭素・窒素安定同位体比分析による行動履歴の再現
 - ・微量元素が保存され水産業の漁獲物から試料を抽出可能
 - ・遺跡から発掘された耳石などの既往試料も使用可能
- ↓
- 海水の同位体比や大型魚の体温保持、食性・餌料生物などの影響
 - ・試料の同位対比の単純な換算で行動履歴が明らかにされるわけではない
 - ・詳細な行動解析には数マイクロメートル単位の分析性能が必要
- ↓
- 二次イオン質量分析法（SIMS）などの高度分析機器の急速な技術進展
 - ・分析方法の確立と精度の高度化、および変動要因の換算方法の確率

課題3 SIMSを用いた地球環境変動に伴う高度回遊成魚の行動履歴の再現



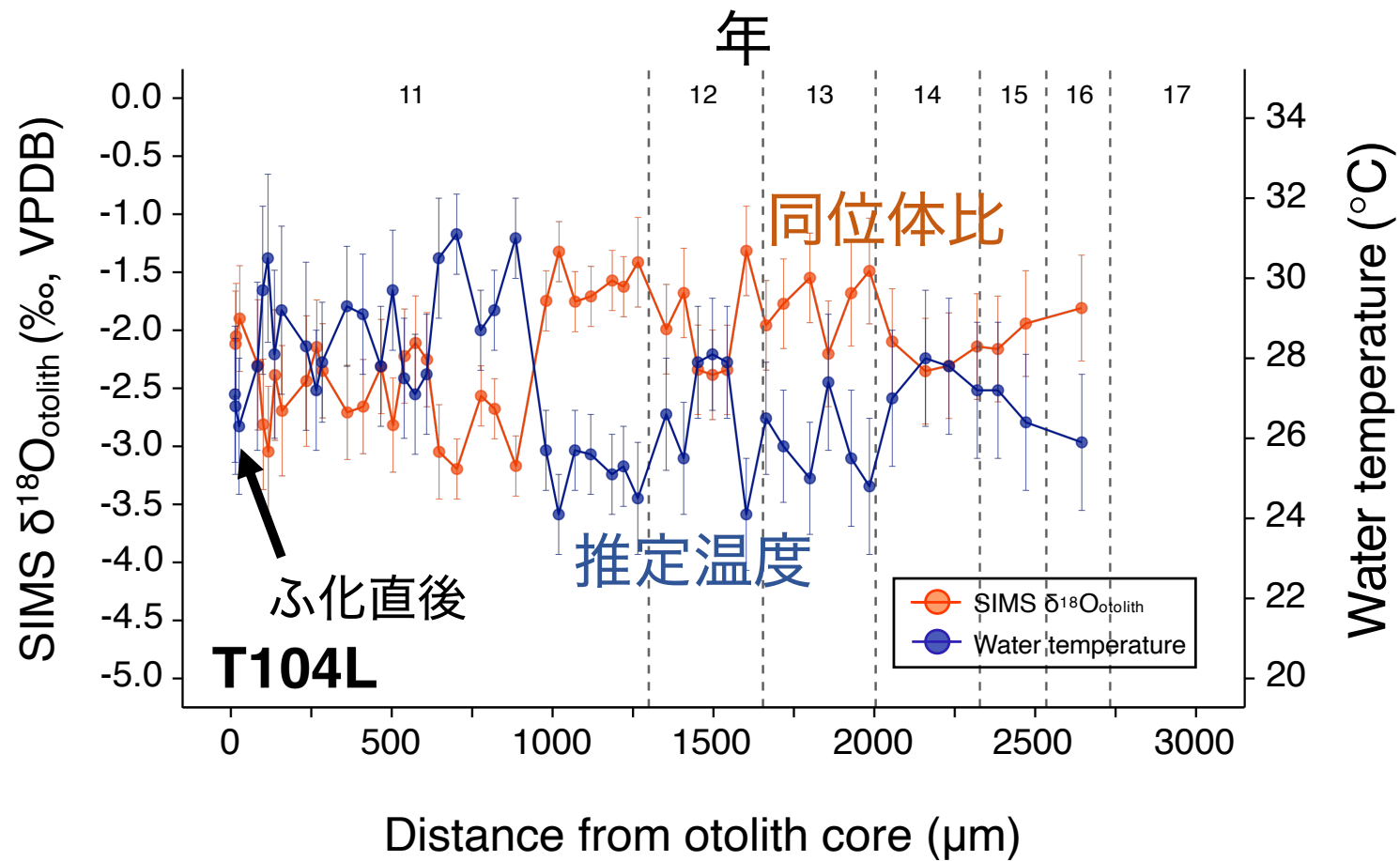
耳石の摘出,切片作成



成長軸に沿って
合計**41~78点**ビームを照射



二次イオン質量分析法 (SIMS: Secondary Ion Mass Spectrometry) による
クロマグロ産卵水温の推定 (Hane et al., 2020, doi.org/10.3354/meps13451)



SIMSで推定したクロマグロの経験温度

海洋生態系の理解の深化に向けた方策と課題

東京大学大学院新領域創成科学研究科/大気海洋研究所 木村伸吾

科学技術の急速な発展を利用した

海洋生物の行動生態および生理生態の理解に繋がる研究へ(3)

- バイオテレメトリー・バイオリギングによる行動追跡および生理状態の把握
 - ・ 装置の小型化の技術開発が進展
 - ・ 人工衛星だけでなく様々な中継局の確立
- ↓
- 装置のデータ転送や新たなセンサーの開発、および更なる小型化が必要
 - ・ 温度や深度データが中心であり生物の生理を深く追求するにはまだ不十分
 - ・ 位置データの収集にはまだ精度が不十分
- ↓
- 水産業や海洋環境観測とも連携した海洋生物の生態解析
 - ・ 放流事業や養殖事業の管理への応用や、アルゴフロートを活用したデータ収集

海洋生態系の理解の深化に向けた方策と課題

東京大学大学院新領域創成科学研究科/大気海洋研究所 木村伸吾

種間関係・個体群動態・食物連鎖の理解から海洋環境の異なる海域間を繋ぐ複合生態系の理解へ

課題1 海洋環境変動を組み入れた三次元海洋複合生態系モデルの開発

科学技術の急速な発展を利用した海洋生物の行動生態および生理生態の理解に繋がる研究へ

課題2 環境DNA研究の可能性と限界の検証、最適応用事例の提示

課題3 SIMSを用いた地球環境変動に伴う高度回遊成魚の行動履歴の再現

課題4 生物装着型機器の高度開発に基づく海洋生物の生態解析