



これで完全理解!!! ミカツキノエボシ論文!!!



これはカツオノエボシ

1
月
22
日
(木)

日直海乃みう



さくっと概要

- 宮城県の仙台湾で新種のクラゲを発見
- カツオノエボシ属の新種だったよ
- ミカヅキノエボシと名付けたよ
- 海洋環境の変化が関係してるかも
- 生態系の変化だけでなく海水浴等も注意



カツオノエボシ

君の名は？



! ?

論文の構成

1. Introduction

2. Materials and methods

2.1 Sample collection and morphological study

2.2 DNA extraction and phylogenetic analysis

2.3 Environmental data and processing

2.3.1 Surface current

2.3.2 Surface temperature

3. Results

3.1 Systematic account

3.2 Molecular analysis

3.3 Environmental description and particle tracking simulation

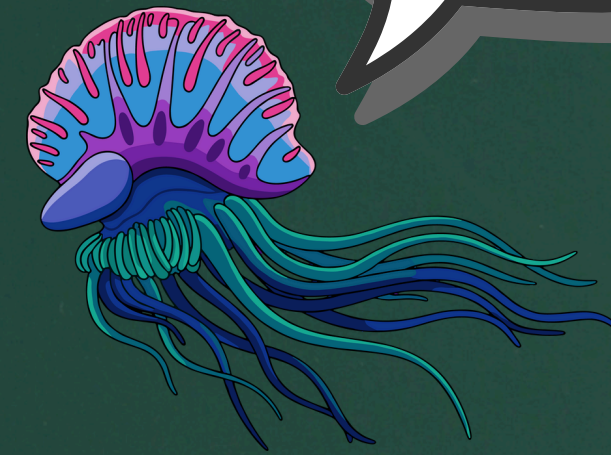
4. Discussion

4.1 Speciation mechanisms and biogeographic isolation

4.2 Genomic approaches and future directions

長すぎるよ～

すんまへん



1. Introduction

The genus~~

physalia属の特徴について書かれているよ

- 気嚢によって風や表層流による受動的な漂流を可能にしている
- ただし、帆の向きやコロニーの形態、風の状態で
漂流経路は変わるよ
- 近年の研究では、従来の報告例が少ない地域でも見つかるかも
と言われているよ



1. Introduction

Physalia is ~

- 基本の分類の説明だよ

Hydrozoa – Cystonecta – Physalia

ヒドロ虫綱 – 嚢泳亜目 – カツオノエボシ科

- 体の構成について解説されてるよ

複数の個体から構成され、一体となり一つの生物として機能する
各コロニーにおいて役割分担がされているよ

栄養を消化するための個体

触手となる個体（刺胞も作るよ）

Physaliaの触手は人体に触れると毒害のリスクがあるよ



唯一の存在やで

1. Introduction

Physalia is ~の続き

- 記録の分布について書かれているよ

南半球と北半球の両方に分布しているよ

晴れた日は穏やかな海に浮かぶ

風や表層海流によって海岸に打ち上げられているよ

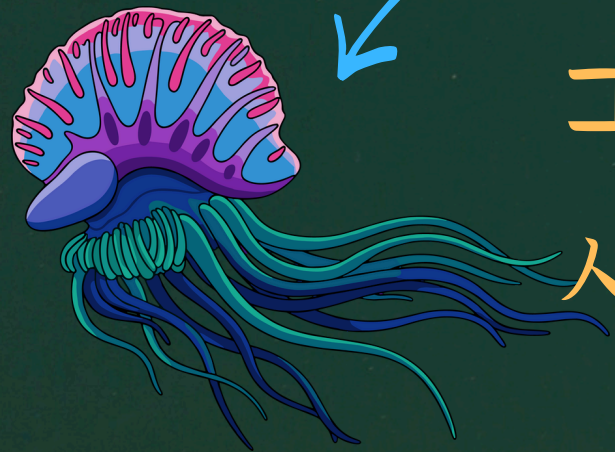
- 刺傷事故について書かれているよ

事故例は世界中で報告されているよ

P. Physalis による 3 件の死亡例も確認されているよ

コロニーの分布を理解することは

人々の安全を守るために極めて重要だよ



1. Introduction

The original ~

- 分類学について記載されてるよ

Physalia属は1801年にLamarckという人が作ったよ

P. Physalisは唯一の種だと今まで思われていたよ

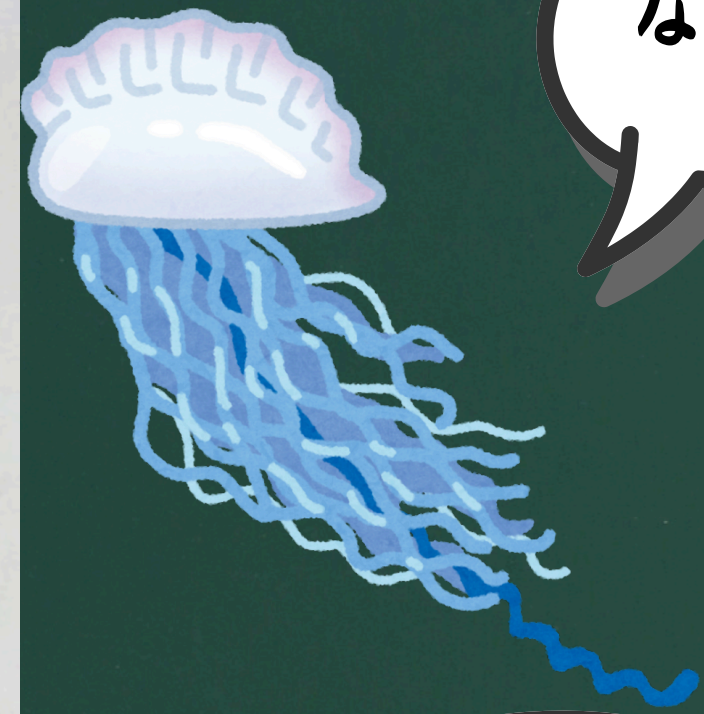
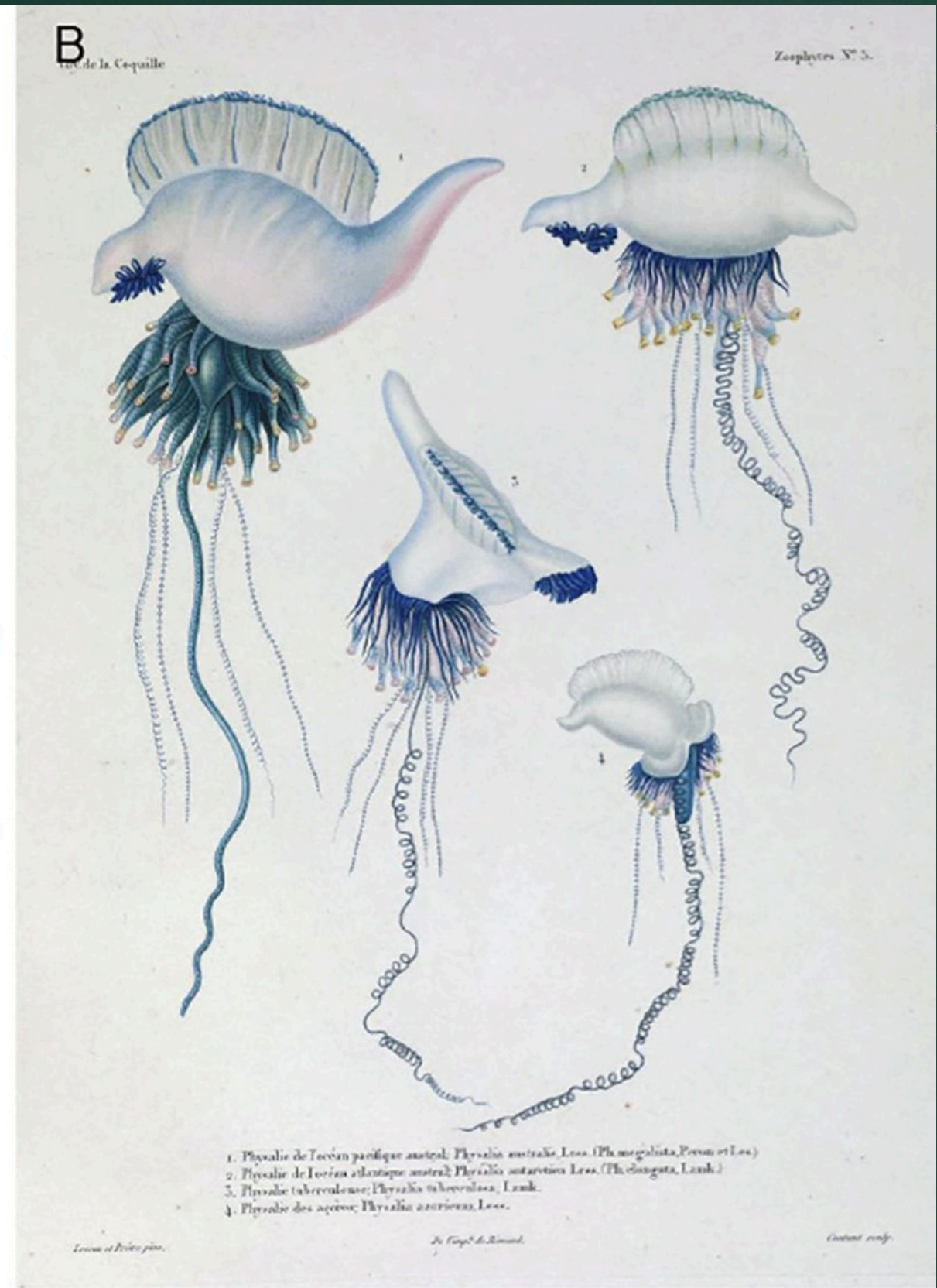
ゲノム研究の進歩で世界中に異なる系統群の存在が見えたよ

19世紀初頭、Duperreyという人が数千個体を調べたよ

P. Physalis (Physalia atlantica) が最も特徴的で

識別が容易だと述べていたよ (図 1)





なにか？

そっくり...

※スケッチなので当たり前です...



1. Introduction

The original ~の続き

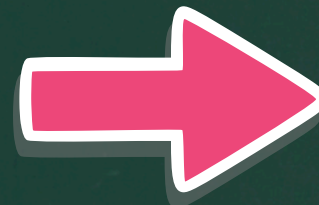
- 解釈の違いがあるよ～ってお話

P. Physalisは世界的に受け入れられている
太平洋地域では解釈の相違が依然として存在する

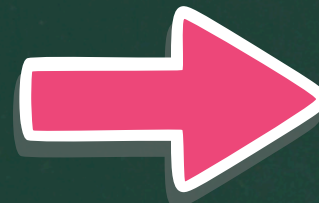
オーストラリア

ニュージーランド

日本



Physalia utriculus

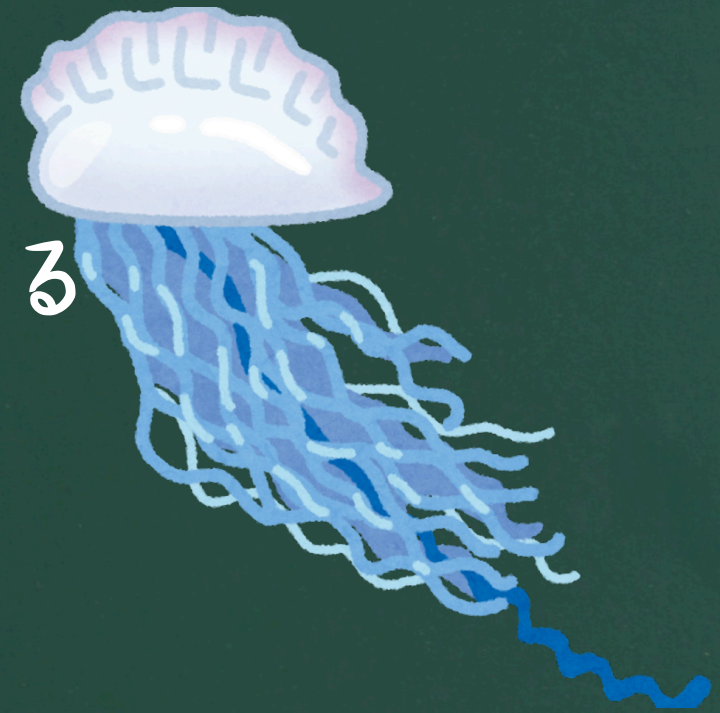


“カツオノエボシ”

日本の太平洋海域にはP. Physalisのみ生息

P. utriculusとの形態的類似性は発生変異によるもの
南西太平洋地域には

未記載のPhysalia種が存在する可能性も



1. Introduction

A recent ~

- ゲノム集団構造解析のお話

単系統の5つの系統群があるよ

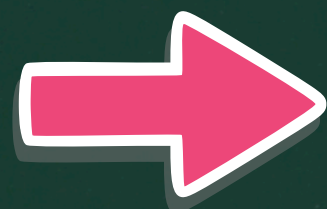
これらの系統群では混合が見られないよ

例外としてC1系統とC2系統にわずかな遺伝的混合あり

亜集団間のゲノム分化は小さいよ

地理的に分布が重なっても同程度だよ

地域固有の亜集団の存在と長距離分散の証拠



局所的な海流及び大規模な海流・風の双方

がPhysalia属の集団構造形成に影響する



1. Introduction

A recent ~の続き

- 5系統にクラスター名を付与したというお話

5つの系統に英数字のクラスターを付与したよ

- *Physalia physalis*(クラスターA)
- *Physalia utriculus*(クラスターB1)
- *Physalia megalista*(クラスターC1)

新種やで

残る2系統について

クラスターC2は *Physalia minuta* Church & Dunn, 2025

クラスターB2は写真も標本もないため未記載系統



1. Introduction

This study ~

- 日本で新種を見つけたよというお話

日本東北地方の宮城県仙台湾で新種を見つけたよ

新種の名前は *Physalia mikazuki* sp. nov.

複数の標本分析の結果、 クラスタ-B2に分類するよ

日本での*Physalia*属の初記載になるよ

沖縄から2000km北、

従来の生息報告がある神奈川湾から300km北

東北地方での初の*Physalia*記録だよ



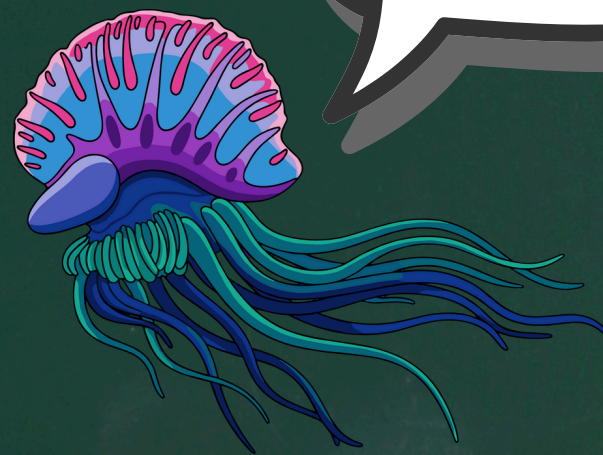
1. Introduction

To clarify ~

- この研究の意義について

形態学・分子学・海洋学モデル手法を統合した研究をしたよ
沖縄で採集されたPhysalia属の標本を含むよ

海洋生物の多様性を記録する広範な取り組みに
貢献するものだよ



めっちゃ
重要やねん

味が？



2. Materials and methods

2.1 Sample collection and morphological study

Approximately ~

- 標本採取についてだよ

2024年6月11日、12日

宮城県仙台市仙台湾・七北田川河口(N.38.259110 E.141.018898)

蒲生海岸1.5km区間に30個程の浮袋が漂着していた(図2A-J)

このうち6体のPhysalia標本を採集したよ

小型個体は2Lペットボトルに

大型個体は広口容器に海水と一緒に収容

東北大学大学院農学研究科にて詳細な観察と分析



2. Materials and methods

2.1 Sample collection and morphological study

Approximately ~の続き

各コロニーから約1cmの組織を採取したよ

分子解析用に99.5% エタノールを充填した1.5mLチューブに保管

生きた標本は詳細な写真記録と観察をしたよ

10% 緩衝ホルマリン溶液で固定後、

解剖顕微鏡により形態学的観察をしたよ

一部の標本は東北大学博物館に寄託したよ

合わせて沖縄で取れたPhysalia属の標本も比較用に寄託したよ

Putriculusとして標本保証書も寄託されてるよ



2. Materials and methods 2.1 Sample collection and morphological study

Shortly ~

- ・クラゲの漂着についてテレビ局が報道をしたよ

2024年6月14日、東北地方のテレビ局が警告を放送(図2K)

テレビに映った形態から P. utriculus と推定されるよ (図2L)

同年夏、蒲生浜から90km以上北の

南三陸町・静川湾サンオーレビーチにて警告看板が出されたよ



2. Materials and methods 2.1 Sample collection and morphological study

In this study ~

- 形態学的な観察をしたよっていうお話

浮遊体の長さ・幅、気嚢の皺の数、触腕の長さ

胃動物体、触腕触肢の長さ と 直径

生殖触肢の長さ、生殖器、栄養器、生殖器の直径

測定にはDN150 SCITOOLS デジタルノギスを用いたよ

高解像度画像にはImageJ v1.54fを用いたよ

沖縄のPhysalia属とは異なる部分もあったよ



2. Materials and methods

2.2 DNA extraction and phylogenetic analysis

DNA was ~

- DNA抽出と系統解析のお話だよ

エタノール保存されたPhysalia個体(n=4)

触手組織のサンプルを用いてDNAを抽出したよ

PCR増幅対象

• 16SリボソームRNA遺伝子(16SrRNA)の約550bp断面

• チトクロームcオキシダーゼサブユニット約800bp断面



2. Materials and methods

2.2 DNA extraction and phylogenetic analysis

DNA was ~の続き

- 増幅の方法とか

16SrRNAはLawley et al.(2016)に基づくプライマー
(med-rnl-F / med-rnl-R)

COIはMinamoto et al.(2017)のクラゲ用プライマー
(Jellyfish_COI_F / Jellyfish_COI_R2)

16SrRNAは94°Cでの初期変性、38サイクルの増幅

COIでは初期変性や各工程を調整して増幅



2. Materials and methods

2.2 DNA extraction and phylogenetic analysis

- PCRの結果についてのお話

東北大学大学院農学研究科・女川フィールドセンター

Sanger Sequenceを実施したよ

実施前にAgencourt AMPure XPビーズを用いてサンプルの複製

塩基配列データを得られたよ

Geneious Prime(Ver. 2025.1)を用いて確認・編集

6本のコンセンサス配列が作成されたよ



2. Materials and methods

2.3 Environmental data and processing

The sampling ~

- 環境データと処理についてのお話だよ

Physalia個体のサンプリング地点マップ作成にはGISを用いたよ

(QGIS-LTR Prizrenバージョン3.34)

市レベルの行政境界データはグローバル行政区域データベース

GoogleMapのハイブリッド地図レイヤーをXYZタイルとしてインポート

研究対象地域について直感的で空間的に関連性のある

概要を提供したよ



2. Materials and methods

2.3 Environmental data and processing

The environmental ~

- 環境指標とかについてのお話だよ

環境指標はHYCOMから取得したよ

GLBy0.08データセットを用いてるよ

NetCDF形式で $1/12^\circ$ の空間分解能による全球海洋データだよ

相模湾～東北地方の太平洋沿岸地域
($N.34^\circ \sim 42^\circ$, $E.138^\circ \sim 146^\circ$)

仙台湾周辺

($N.37.4^\circ \sim 38.6^\circ$, $E.140.6^\circ \sim 142.2^\circ$)



2. Materials and methods

2.3 Environmental data and processing

2.3.1 Surface current

- 表層流についてだよ

東向きの水流速度(water_u)

北向きの水流速度(water_v)

両方で利用可能だよ

メートル毎秒(m/s)で測定するよ

$$\text{Current Intensity (m/s)} = \sqrt{\text{water_u}^2 + \text{water_v}^2}$$

P.mikazukiの経時的な漂流をモデル化したよ

海流の力学に基づく潜在的な軌跡に関する知見を得られたよ



2. Materials and methods

2.3 Environmental data and processing

2.3.2 Surface temperature

- 海面水温に関するお話だよ

日別観測データから月平均の海面温度を算出したよ

2018~2024の年平均海面水温を計算したよ

表層水温の時間的および空間的な変動傾向を把握したよ

海流だけでなく
温度も重要なんだよ



3. Results

3.1 Systematic account

- 分類のお話だよ

刺胞動物門

鉢虫亜門

ヒドロ虫綱

ヒドロ虫亜綱

クダクラゲ目

カツオノエボシ科

カツオノエボシ属



Physalia mikazuki sp. nov.



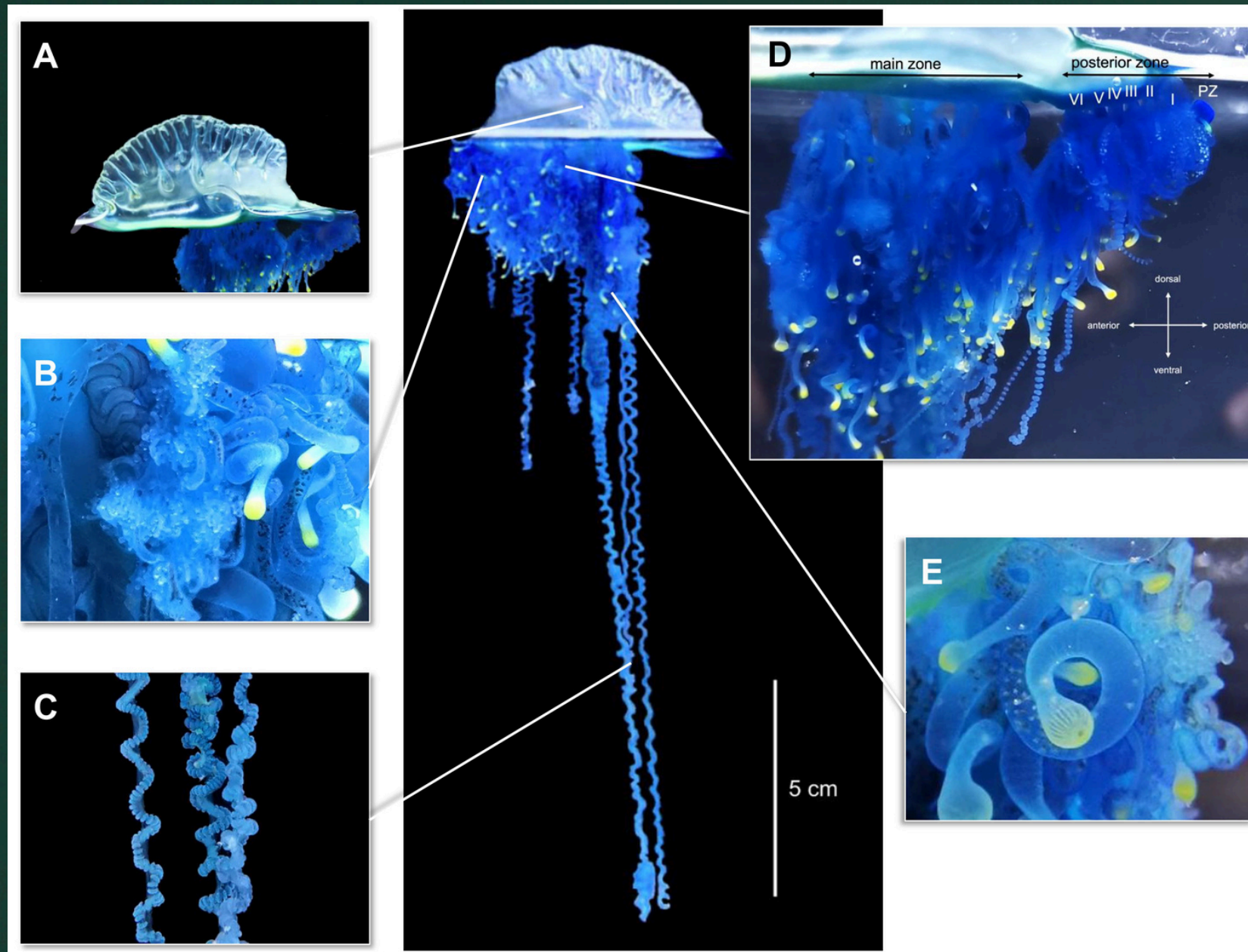
フォルダ分けだな

君はここに入るの?



図 4

宮城県仙台市蒲生海岸で採集された *Physalia mikazuki* sp. nov.



中央画像：全体図（スケールバー5cm）

A: 気嚢の側面

B: 気嚢の下側背面の拡大写真

C: 巻き毛状の主触手

D: 6つの個体群と原個体

E: 胃口器のクローズアップ

P.mikazukiと他Physalia種の比較だよ

Character	<i>P. mikazuki</i> sp. nov.	<i>P. minuta</i>	<i>P. physalis</i>	<i>P. utriculus</i>
Pneumatophore length (mm)	9.24–72.4	2–3	8.1–134	unknown
Crest color	deep blue to purple	unknown	carmine	blue
Pneumatophore membrane color	transparent blue-green	transparent with green patch at anterior apex	pink, purple, or blue	blue, clear-glassy
Posterior zooid clusters	up to 6	unknown	up to 5	unknown
Main zone cluster groups	up to 3	unknown	up to 7	1
Posterior gastrozooid shape	elongate,	elongate,	unknown	bulbous with
	banana-like shape	blue at base and pale at tip		yellow apex
Main zone gastrozooid shape	elongated with balloon-like yellow tip	unknown	unknown	flask-shaped structure with diffuse yellow pigmentation tip
Principal tentacles per colony	>2	>2	>2	1–2
Tentacle axial tissue	2:1	unknown	unknown	uniform
(width ratio)				
Reference	This study (Figures 4–6, 10)	Church et al. (2025)	(Totton and Mackie, 1960) (Bardi and Marques, 2007) and (Munro et al., 2019)	(Pontin and Cruickshank, 2012) and this study (Figure 3)

unknown = inconclusive in literature or this study given insufficient specimen number.

3. Results

3.2 Molecular analysis

- 分子解析のお話だよ（難しいのでほぼ省略）

16SrRNA領域の系統解析をしたよ

蒲生浜で採集されたPhysalia個体の独自性が見えたよ

4つの16S配列

SH-aLRT/aBayes/ultrafastブートストラップ値

95.3/1.00/90

P.Physalis, P.utriculus, P.megalistaを含む他の既知のPhysalia種とは

系統的に異なる



3. Results

3.2 Molecular analysis

- 2つの遺伝子解析の結果...

分子的独自性、系統推定法、形態学的特徴



本種を遺伝的・形態的に独立した種として

Physalia mikazuki sp. nov.

と命名し、蒲生浜を模式産地とする

東北地方における本属の初確認記録でもある

3. Results 3.3 Environmental description and particle tracking simulation

・種の分布域に関するお話だよ

2018～2024までの海流・水温に関する海洋学データを
時空間的に分析し日本北部沿岸海域の生態系に影響を
与え得る潜在的な変化を検討したよ

目的

相模湾で採集したPhysalia属が北上して東北地方へ
移動している可能性の評価



3. Results

3.3 Environmental description and particle tracking simulation

- データを処理してみたら...

2018~2022 変動は比較的安定しているのでまとめる

2023~2024 最新データとする

～比較

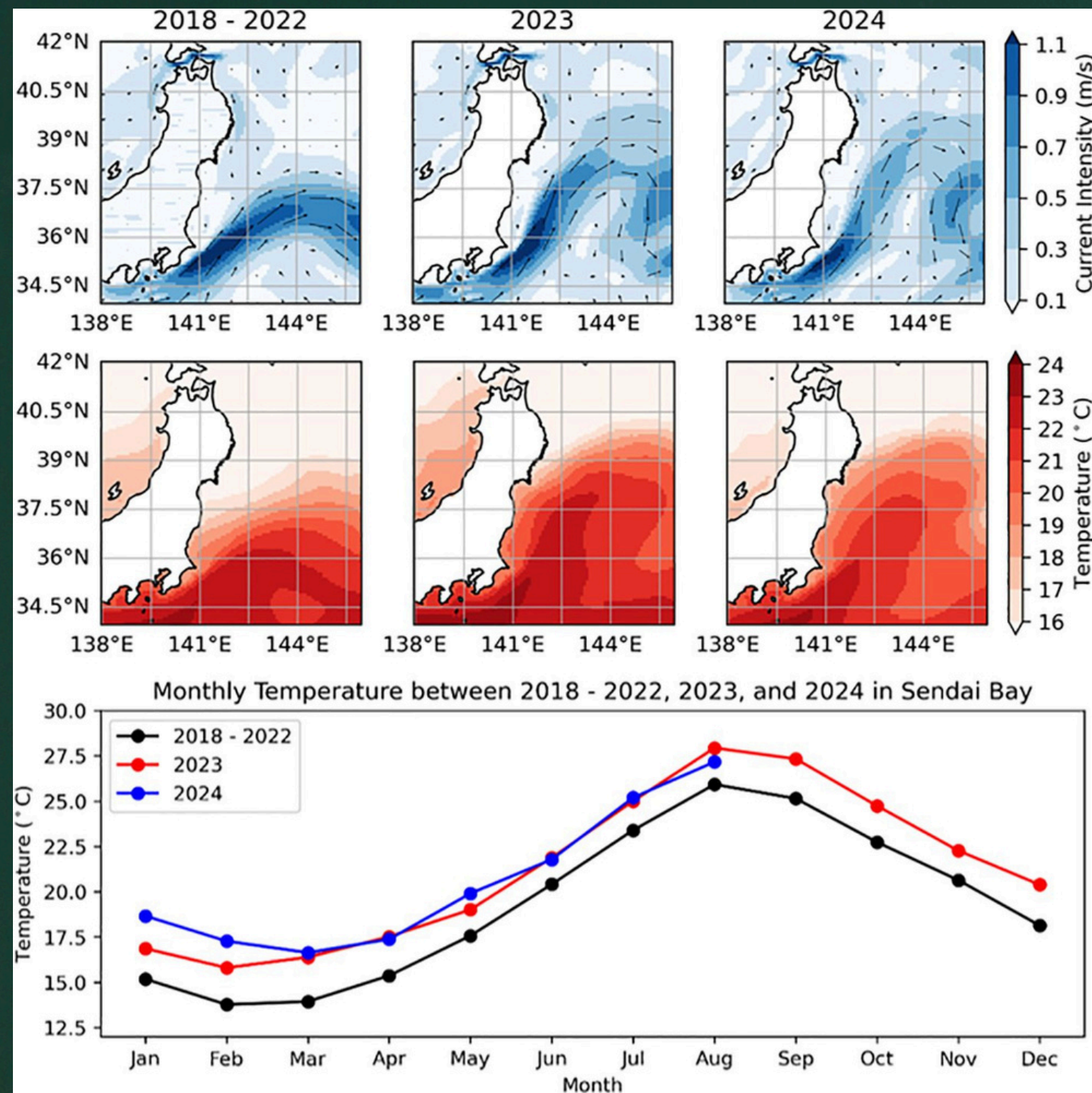


分析～

初期期間と近年の間に顕著な差異が認められる
海流と海面水温の変化においてその差が明らかに



図13



上段：2018~2024の表層流速(m/s)

2023と2024に黒潮の北進を示す

中段：2018~2024の海面水温分布図(°C)

仙台湾の観測地点付近の北部海域で温暖化傾向

下段：2028~2024の月平均水温

2018~2022は黒

2023は赤

2024は青

3. Results

3.3 Environmental description and particle tracking simulation

- ・黒潮の強度と経路について

2023と2024に経路が約2度北緯方向に北上していたよ

P.mikazukiを含む海洋生物の高緯度域への輸送を促したかも

相模湾から北部地域の平均水温も全体的に上昇しているよ

採集地点は2023~2024で2018~2022より約2~4°C上昇していたよ
仙台湾付近が比較的温暖な環境となっていることを示すよ

この海面水温の上昇は世界規模で発生したと考えられるよ



3. Results

3.3 Environmental description and particle tracking simulation

- 粒子軌跡シミュレーションを試みたよ

OceanParcelsを用いた粒子軌跡シミュレーションを実施

P.mikazukiが海流によって北方に輸送される可能性を調査

神奈川県相模湾を起点として開始したよ

期間は2024年の5月~8月としたよ

6月に宮城県仙台湾で、8月に青森県八戸市で

P.mikazukiが発見されたことに基づくよ



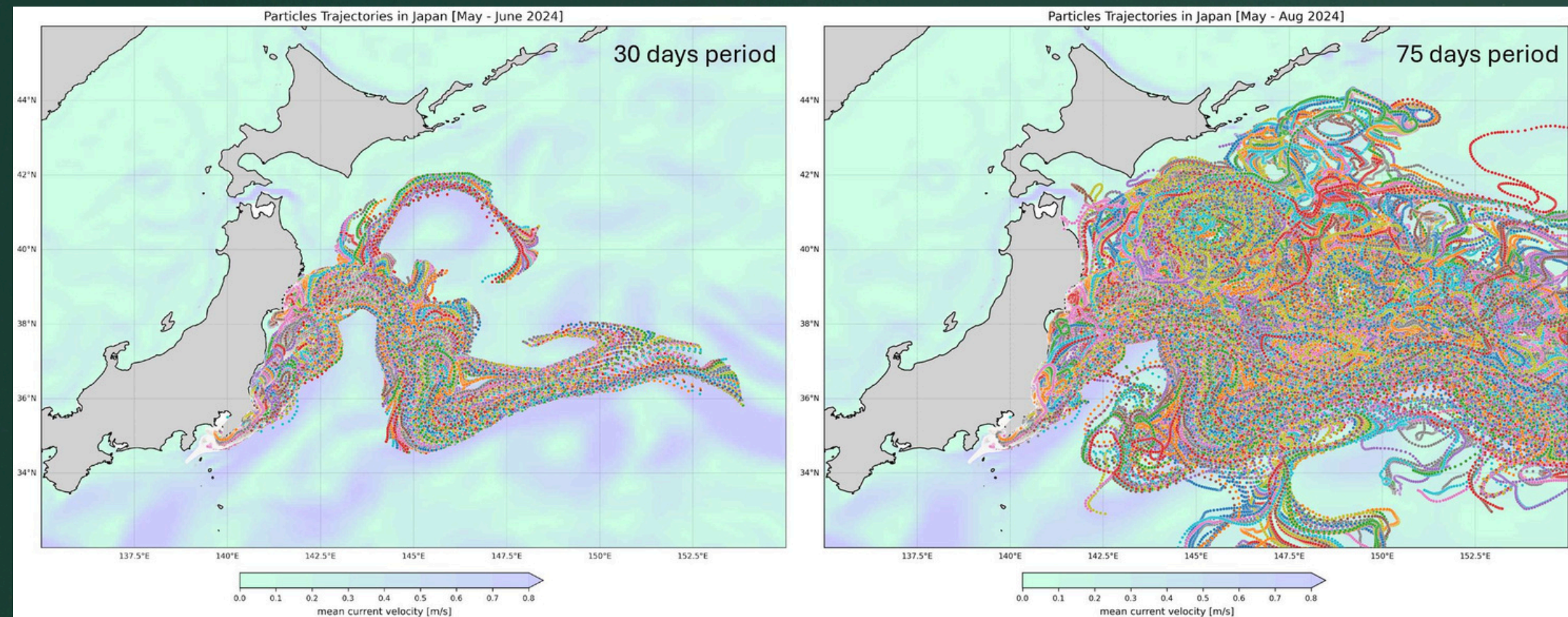
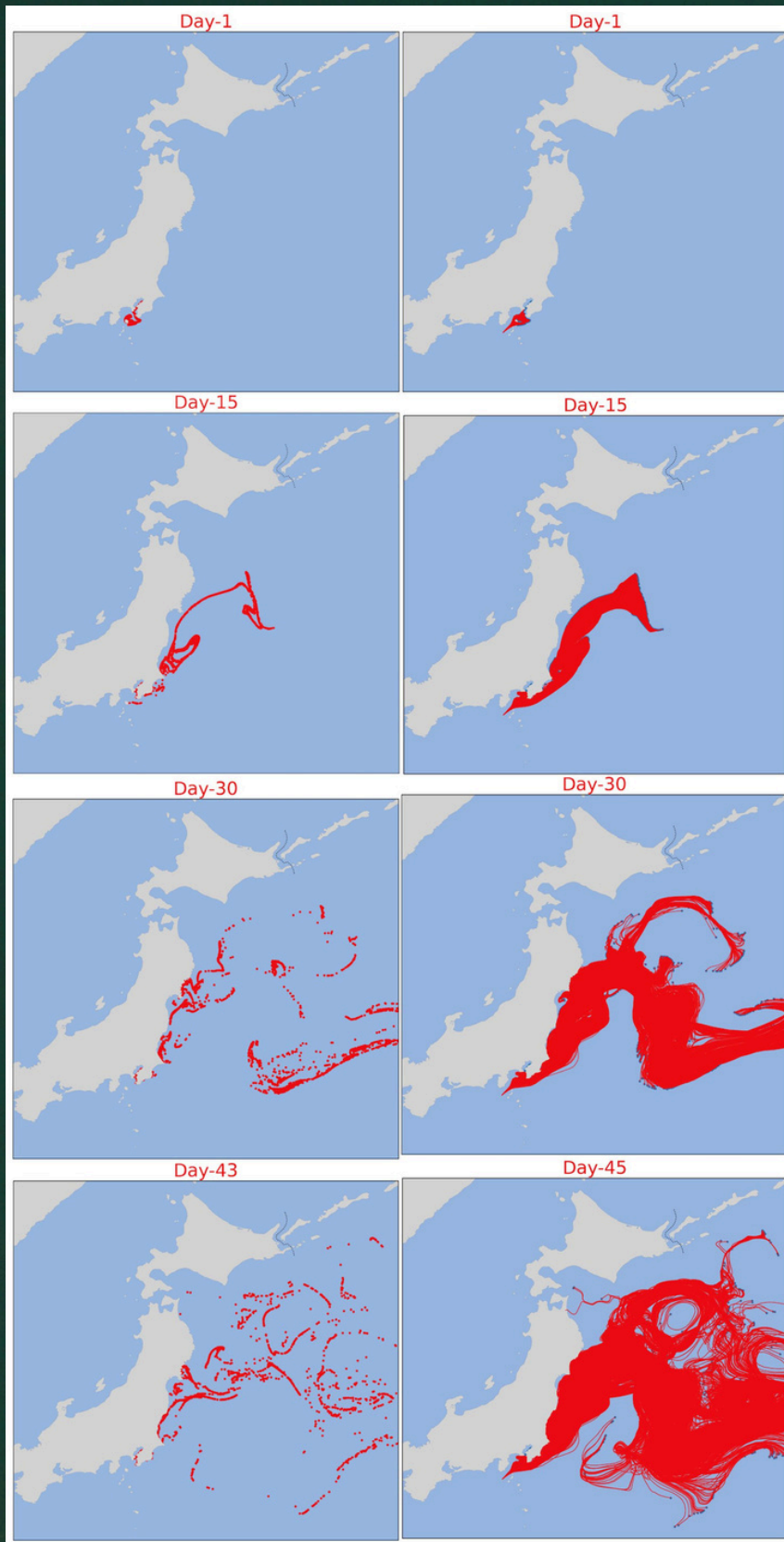
3. Results

3.3 Environmental description and particle tracking simulation

- ・ 粒子軌跡シミュレーションを試みたよ

結果

クラゲ個体を示す粒子は約30日で仙台、45日以内に青森に



4. Discussion

- 考察だよ

系統解析により本種は独立種として分類されるよ

他のPhysalia系統群とは異なる単系統群を形成しているよ

➡ 著しい遺伝的分化を示唆するよ

P.physalisより小さくP.putriculusより大きい気嚢

青みがかった体色と深青~紫色の冠部、半透明の青緑色の浮袋

個体群の配置、胃個体の特徴的な形状

仙台湾でのP.mikazukiの出現は

生物地理学上の大きな変化を浮き彫りにし、

生態学的影響に重要な疑問を投げかけるよ



4. Discussion

- 考察だよ

P.mikazukiの北上に寄与した可能性の要因の一つ

黒潮の経路変化が考えられるよ

さらに同時期に海面水温の上昇も確認されているよ

温暖化した環境と変化した海流の組み合わせ

P.mikazuki個体群の高緯度域への輸送と定着を助長する

好条件を生み出したと考えられるよ



4. Discussion

- 考察だよ
- 過去の歴史からも見ていくよ

2024年6月まで蒲生浜ではPhysaliaの観察記録はなかったよ

2023年に近隣のゆりあげと仙南で観察記録はあるよ

それでも過去数十年間は記録が存在しないんだ

この知見は本研究と合わせて、P.mikazukiの北温帯生息域への
拡散を促したと示唆されるよ

本研究: 黒潮の北上と $2\sim 4^{\circ}\text{C}$ の温暖化傾向



4. Discussion

- 考察だよ

粒子シミュレーションについて

P.mikazukiはP.utriculusの最北分布域と重なる南部海域から運ばれたかも
30日以内に仙台湾に到達し、45日以内に青森まで北上

この間まで新種として発見されなかったと考えられるよ

海洋環境の変化が種の分布パターンに大きな影響を与えるよ



4. Discussion 4.1 Speciation mechanisms and biogeographic isolation

• 分化メカニズムと生物地理的隔離

黒潮や親潮などの海流

浮遊生物の物理的輸送に影響を与える

群生刺胞動物において

初期発生段階の分散を制限する可能性もある

東北沿岸の海流システムの分岐が与える影響

Physalia個体群間の交配機会の減少

P. mikazuki sp. nov. の独立系統としての出現に寄与した可能性



4. Discussion

4.2 Genomic approaches and future directions

- ゲノム解析に関するお話だよ

16SrRNAとCOIの両ミトコンドリア遺伝子のK2P距離を算出したよ

先行研究 (Church et al. 2025) で用いられた124配列

本研究で得られた仙台産 *Physalia mikazuki*

沖縄産 *Physalia utriculus*

P. mikazuki は他の *Physalia* 系統群から明確に遺伝的に分離していたよ

Physalia 属内の平均K2P距離は以下の通り

16SrRNA遺伝子 2.7% ~ 4.8%

COI遺伝子 8.2% ~ 13.8%



4. Discussion

4.2 Genomic approaches and future directions

- 生態系とかに与える影響についてのお話だよ

P.mikazukiが東北に出現したことは大きな影響があるよ

生態系だけでなく公衆衛生上の懸念もあるよ

魚卵・小魚・小型プランクトンを食べる可能性がある

食物網の攪乱や生態系構造の変化を引き起こすかも…!

Physalia属による刺傷は大きな脅威となるよ

注意喚起・出現モニタリング体制

緊急対応プロトコルの整備が必要になるよ



4. Discussion

4.2 Genomic approaches and future directions

- 生態系とかに与える影響についてのお話だよ
刺胞について

Physalia physalisにおいて2種類が報告されていた

- ホロトリカス・イソリザ刺胞
- ステノテレス刺胞

時代やチリ条件によって変異する

ハワイ産P.utriculusにてアニソリザの存在を示した(Yanagihara 2002)

種間によって刺胞構成が異なる可能性があるよ
刺胞の詳細な解析をする必要が出てきているよ



4. Discussion

4.2 Genomic approaches and future directions

• 刺傷事故のお話

18~19世紀の探検航海の記録

ジャマイカ産 *Physalia physalis*

Sloane(1707)

「北方産の個体よりも強い灼熱感を引き起こす」

LesueurとPetit(1807)

Physalia utriculus

「危険で油断ならない動物」

*Physalia*の危険性は近代医学以前から世界的に認知されていた
地域差や種差も古くから示唆されていた



4. Discussion

4.2 Genomic approaches and future directions

- *Physalia* 属の分類について

現在、模式標本がほとんど存在しない

例外として、*P. minuta* と *P. mikazuki*

P. mikazuki の模式標本を東北大学理学部自然史標本館に収蔵した

Physalia 属の学名には混乱がある

P. megalista は *P. australis* のシノニム? ➡ 別個の有効種の可能性があるよ

P. utriculus は *P. physalis* のシノニム? ➡ *P. physalis* と明確に異なるよ

沖縄産個体はクラスター-B1に位置づけるよ

本州由来のクラスター-B2は未記載種

➡ *Physalia mikazuki* sp. nov. だったということが明らかに!



4. Discussion

- まとめかも！

宮城県仙台市・蒲生海岸産の *Physalia mikazuki* を科学的に新種と確立
独自の形態学的特徴によって他の *Physalia* 属と識別可能だよ

Physalia 属内に5つの系統群が存在するよ

ミトコンドリア遺伝子2領域(16SrRNAおよびCOI)を用いた分子系統解析
沖縄産・東北産の追加標本を用いたよ

P. mikazuki が他系統から遺伝的に分化した独立種だよ



- 論文の引用元とか...

Physalia mikazuki sp. nov. (Phylum Cnidaria; class Hydrozoa) blown into Japan's northeast (Tohoku) at the whim of marine ecosystem change

<https://www.frontiersin.org/journals/marine-science/articles/10.3389/fmars.2025.1653958/full>

SDイラスト ArauzaL様

<https://x.com/arousal2525?s=20>

