

湧昇機能付きパヤオ（浮漁礁）による漁業活性化と気象リスク低減



- パヤオ（浮漁礁）
- 湧昇と湧昇海域
- 海面水温上昇問題
- 波動式湧昇ポンプ
- 各種試算
- その他、関連情報

Payao (Floating Fish
Reef)Upwelling and Upwelling
ZonesSea Surface Temperature
Rise IssueWave-Powered
Upwelling PumpVarious
CalculationsOther Related
Information

パヤオ（浮漁礁）について

フィリピン語で「筏（いかだ）」を意味し、日本語では「浮魚礁」と呼ばれています。
海底に重り（コンクリートなど）を沈め、そこから長いロープで浮力体（ブイ等）を繋ぎ、魚が集まりやす。

利用目的と効果

主に回遊魚の集魚装置として利用されており、漁業の効率向上、燃料や労働コストの削減に大きく寄与しています。
ロープ等に藻が付くことで小魚が集まり、その小魚を狙って大型魚も集まる“食物連鎖”を活用した装置です。
沖縄・宮古島などではカツオ・マグロ類の漁獲量が増加し、漁業の主軸となっています。

歴史と普及

日本では沖縄県伊良部島が発祥とされ、1982年に最初に設置されました。
パヤオの日（8月8日）も制定されており、漁業や地域振興のイベントが行われています。
現在は沖縄を中心に全国に広がっており、漁協主導で多くのパヤオが設置されています。

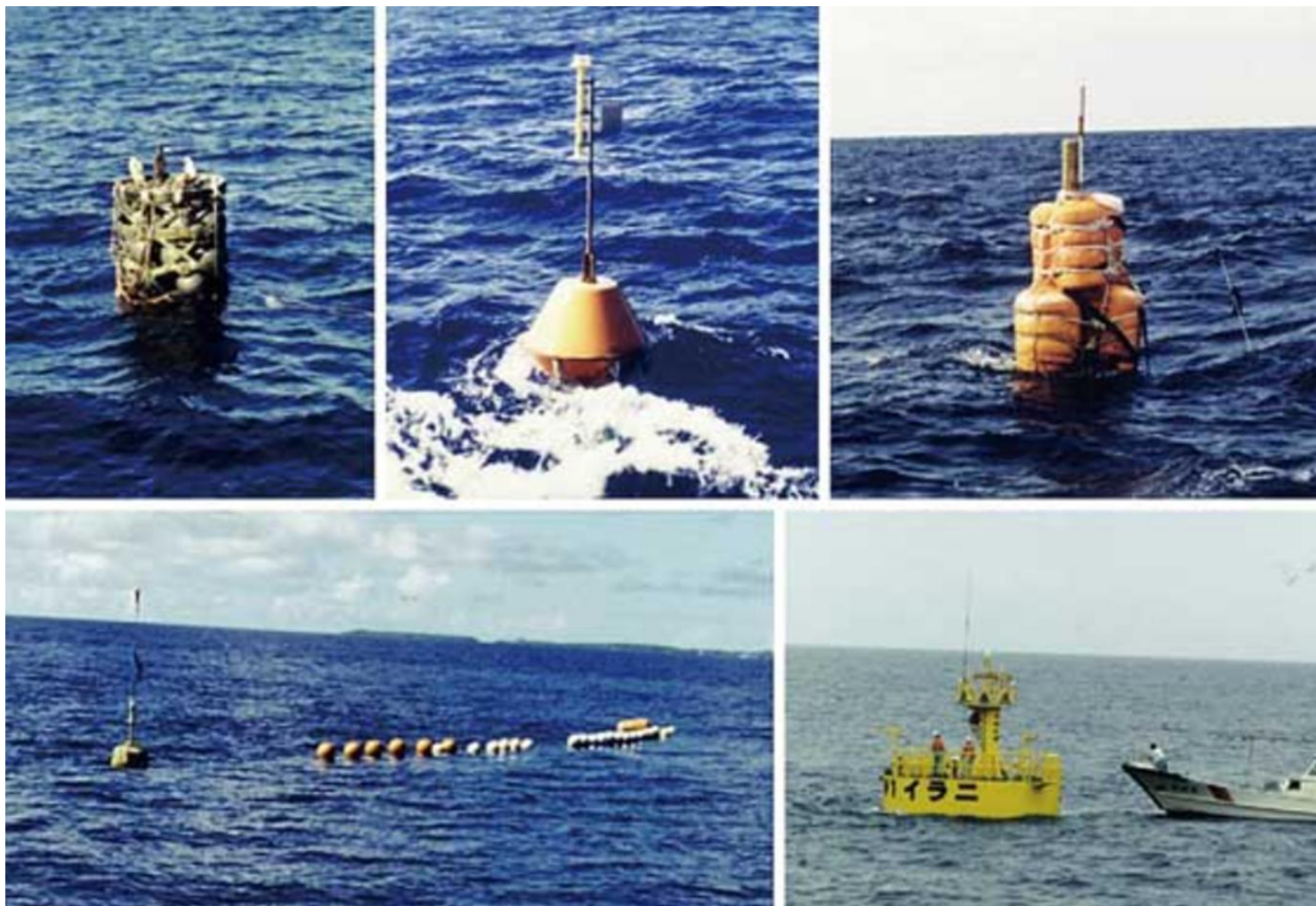
その他の特徴

海底設置型の従来の人工魚礁と違い、浮魚礁は航行の安全性や耐久性に優れるほか、サンゴ礁やマングローブの海洋環境の保全にも貢献しています。

回遊魚の安定供給と、沿岸資源保護を両立できる手法として注目されています。

出典：TSURINEWS編集部

沖縄を中心に全国に広がり、漁協主導で多くのパヤオが設置されている。



出典：TSURINEWS編集部

主に回遊魚の集魚装置として利用

バヤオは「浮き魚礁」

バヤオとはフィリピンの言葉で「筏」を意味します。日本語では浮き魚礁とも呼ばれており、まさに筏のように浮いて漂うタイプの魚礁です。カツオやマグロ、シイラといった回遊魚が流木に集まる習性を利用した漁具の一種であり、現代使われているものは海面に浮かべるブイのような見た目をしています。



バヤオ (提供: PhotoAC)

古くから用いられている一方で、なぜ回遊魚がバヤオに集まるのかははっきりしていないといえます。餌となる小魚が浮遊物に集まるからという説や、回遊魚が浮遊物の陰に隠れるからといった説がありますが、いずれも立証はされていません。

ときに一つのバヤオに数トンのカツオ・マグロ類が集まることもあるといい、魚礁としての効果は絶大です。中には遠く離れたバヤオの間を渡り鳥のように移動する個体もいるそうです。

南の島の漁業の「救世主」

そんなバヤオの「イベント」が開催されているのはいったいなぜなのでしょう。それはバヤオがまさに、沖縄での漁業において欠かせない存在だからです。

沖縄ではかつて、沿岸部のマングローブ域やサンゴ礁の浅瀬における、ハタ類やフエダイ類などの底生魚の漁業が主体でした。しかしそういった魚たちは乱獲に弱く、また沿岸環境が開発などによって破壊されてしまったことから漁獲量が減り、沖縄の漁業はピンチに陥りました。



バヤオで捕れる魚 (提供: PhotoAC)

そこで導入されたのがバヤオ漁業。これは漁獲対象魚が底生魚から浮遊性回遊魚に切り替えるということにもなるのですが、回遊魚は底生魚と比べて成長が早く、資源量も安定しています。この結果再び漁獲量が増え、漁業危機を脱することができたのだそうです。

バヤオ漁業の導入はサンゴ礁やマングローブ林の環境保全にもつながり、持続可能な漁業環境をもたらすことにもなりました。沖縄の漁業と海にとって、バヤオはまさに救世主的存在だったと言えるのです。

出典：TSURINEWS編集部

沖縄県でのパヤオ漁実施漁協

沖縄市漁業協同組合

沖縄市漁業協同組合は、パヤオ漁業の拠点として知られており、組合員がパヤオを利用した漁業活動を活発に展開しています。

那覇地区漁業協同組合

那覇地区漁協もパヤオ漁礁を活用し、カツオやマグロの漁獲を行っています。

本部漁業協同組合

本部漁協では観光・地元消費向けにパヤオ漁業が展開され、地元市場や観光魚市場への供給源として重要です。

沖縄県漁業協同組合連合会

県漁連は設備と管理、技術支援を行い、県内各地の漁協がパヤオ漁業を円滑に展開できるようサポートしています。

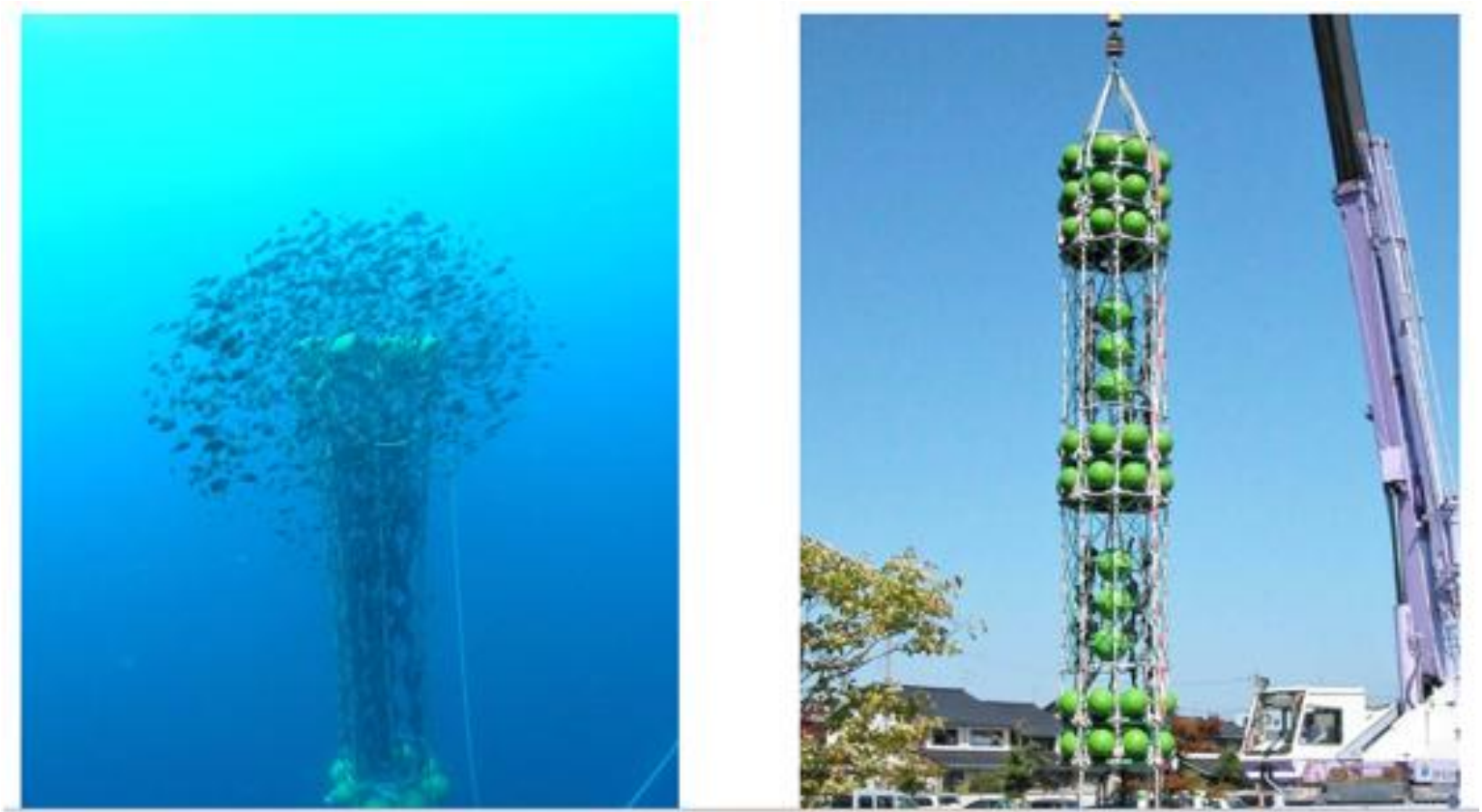
読谷村漁業協同組合

読谷村漁業協同組合もパヤオ漁業に取り組んでおり、地域の水産物供給を補助しています。

羽地漁業協同組合

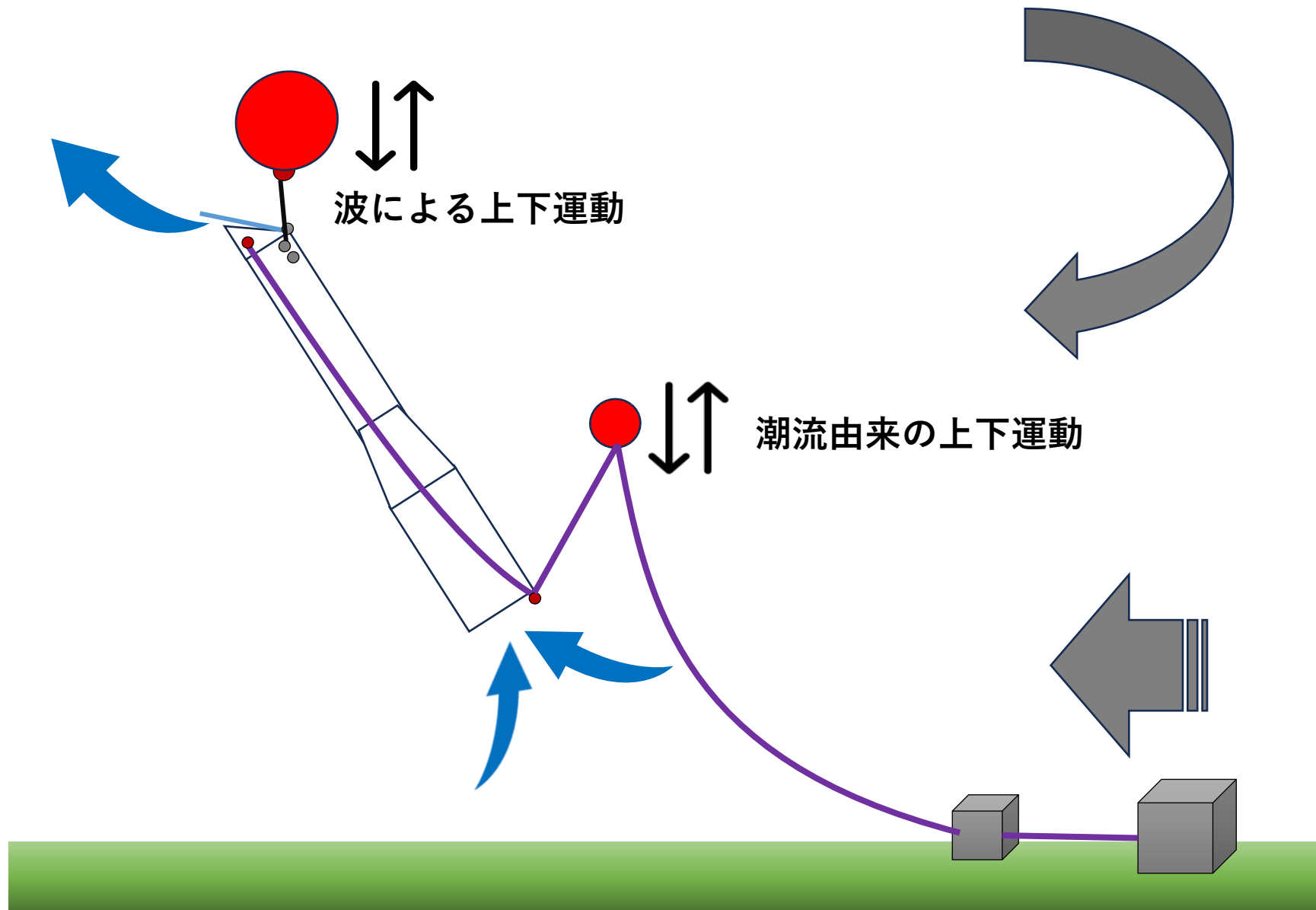
羽地漁業協同組合は北部地域でパヤオの設置・管理を行い、漁業活動の拠点となっています。

沈水型漁礁：SAKAI OVEX



画像提供：SAKAI OVEX

波動式湧昇ポンプの沈水設置（案）



湧昇と主要湧昇海域について

ある特定の条件を満たした場所では深層から表層へ、一時的あるいは長期的に海水が湧き上がるような流れが発生することがあり、これを湧昇と呼んでいる。

湧昇域は全海洋面積の0.1%程しかないとされるが、その生物生産量は海洋のあらゆる生態系の中でも際立って高く、非常に豊かな生態系が形成される。これは深海の栄養塩が海洋表面にもたらされることで、海洋の生産者である植物プランクトンの増殖をきっかけに、次々と上位の栄養段階にある生物が増えていくためである。湧昇域は好漁場となり、人間にも恩恵を与えている。

世界の主要湧昇海域

沿岸湧昇域（東部境界海流に沿う海域）：

- カリフォルニア沖（北米太平洋岸：California Current）
- ペルー沖（南米太平洋岸：Humboldt/Peru Current）
- カナリア沖（西アフリカ：Canary Current）
- ベンゲラ沖（南西アフリカ：Benguela Current）
- ソマリア沖（インド洋：Somali Current）

重要な湧昇域：

- 赤道湧昇域（主に太平洋と大西洋赤道直下）
- 南極周辺（Southern Ocean upwelling）

人工湧昇の必要性について

必要性の主な理由

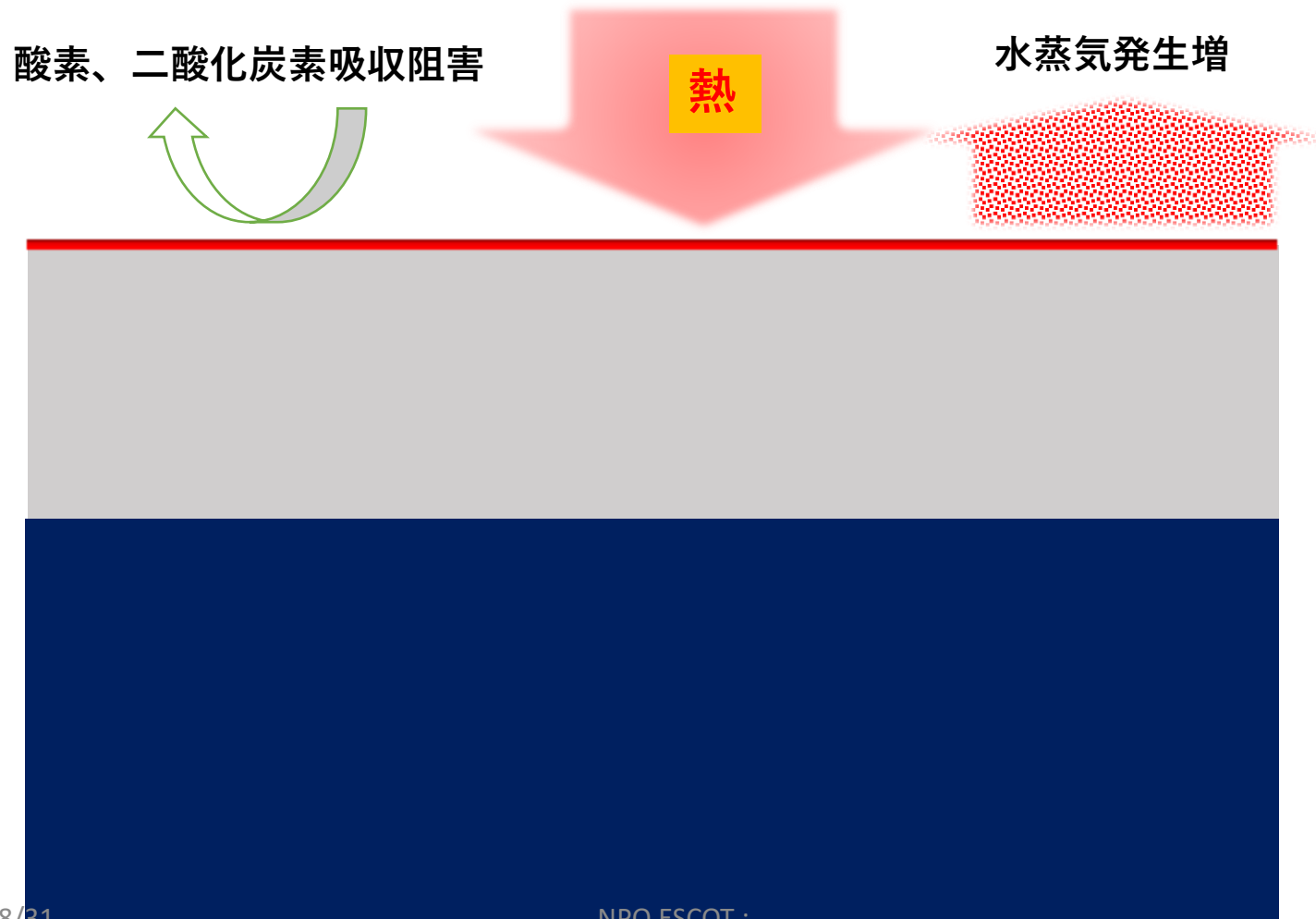
- 海洋深層の冷水や栄養塩を表層へ供給し、植物プランクトンや魚介類の増殖、生態系の活性化
- 海面水温を冷却し、台風やハリケーン巨大化の抑制、CO₂吸収量増加、温暖化対策
- 高温水フタの冷却による、水蒸気発生と豪雨・災害の抑制効果も期待
- 基礎生産の向上や海域の肥沃化により、漁獲量増加、持続可能な漁場形成に寄与

まとめ

人工湧昇は、海洋の栄養循環の回復と水温の調節を通じて、地球環境と社会の課題解決に役立つ技術です。

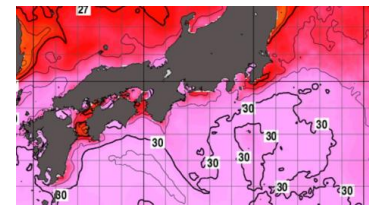
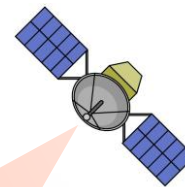
海面水温上昇問題について：

- ①極薄い高温層が水蒸気を量産
- ②極薄高温層がO₂,CO₂吸収を抑制



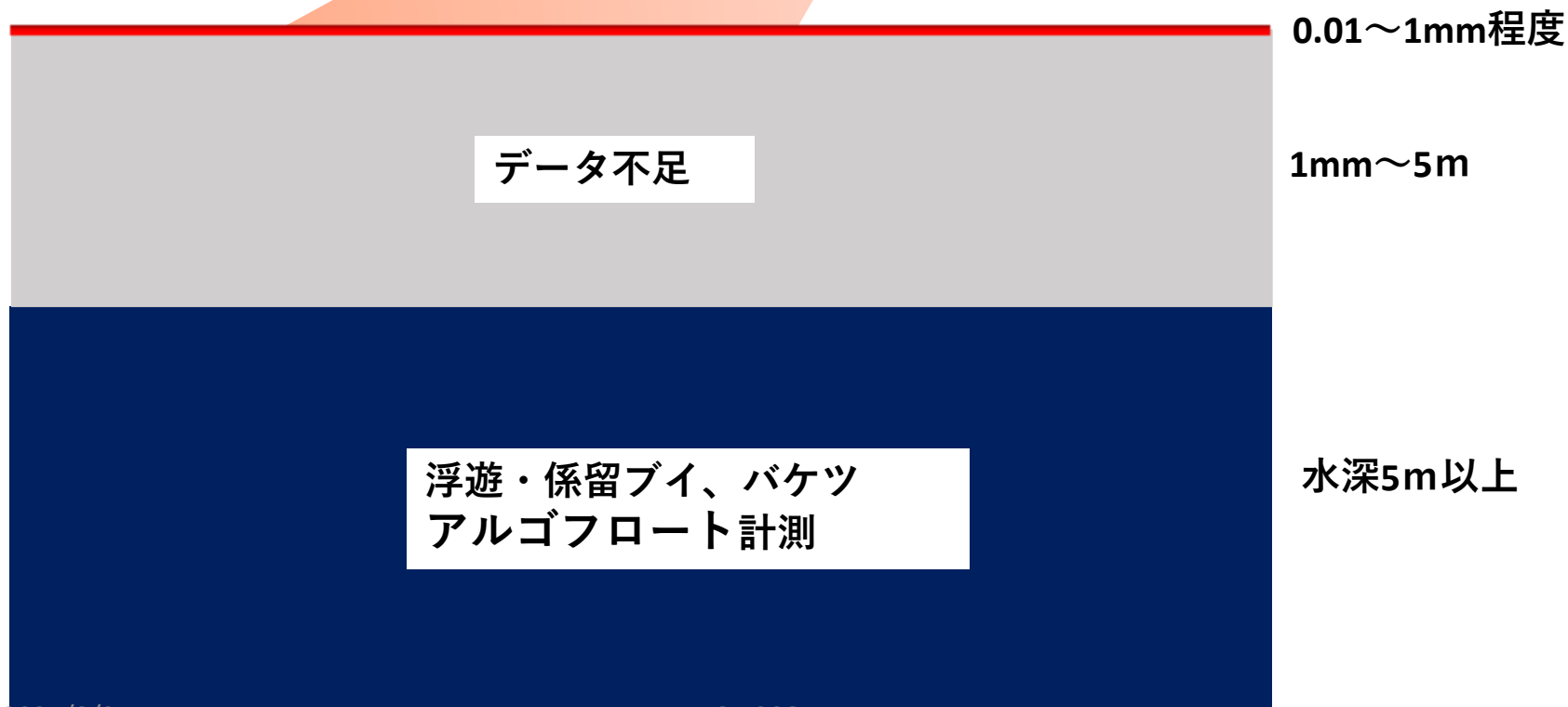
衛星観測による水温データ課題：

水温の終日変化 ？
荒天時の計測 ？



衛星観測：

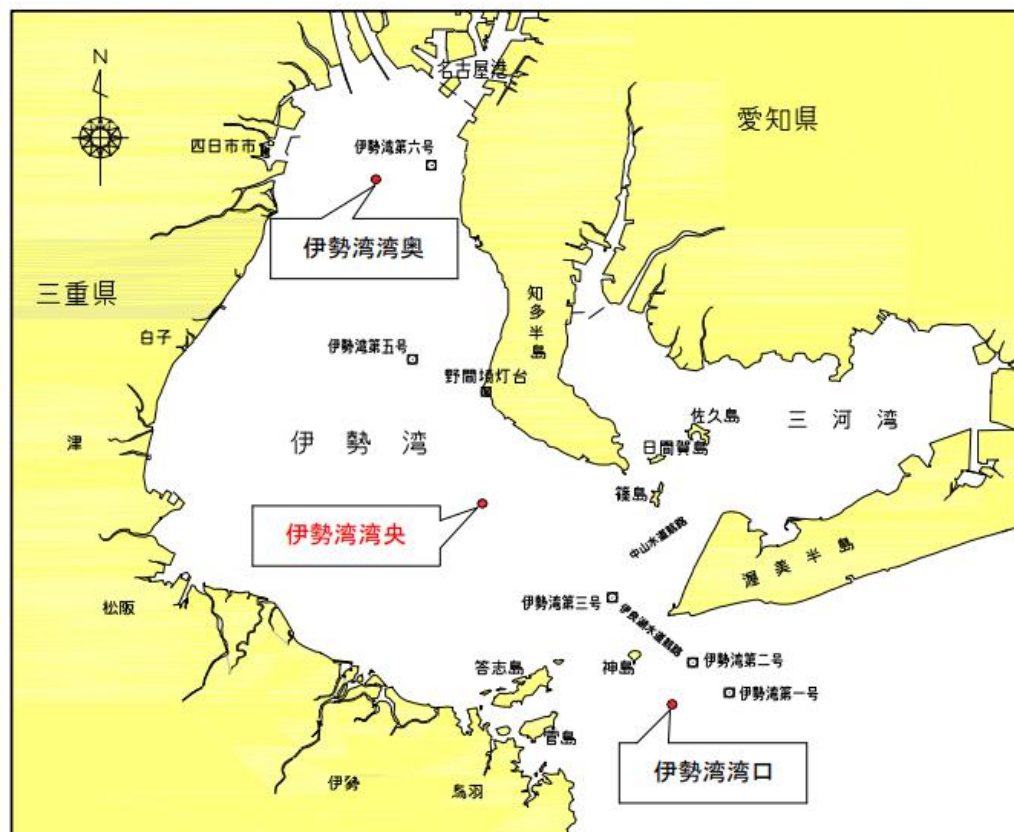
赤外線やマイクロ波センサーにより、
理論上「ごく表層（0.01～1mm程度）」の海水温を測定します。
実際の観測値は“海面表層”の情報であり、厳密には
海面下のわずかな膜状の厚さの温度です。



唯一の水深別水温データ：

伊勢湾湾央データ（国交省）

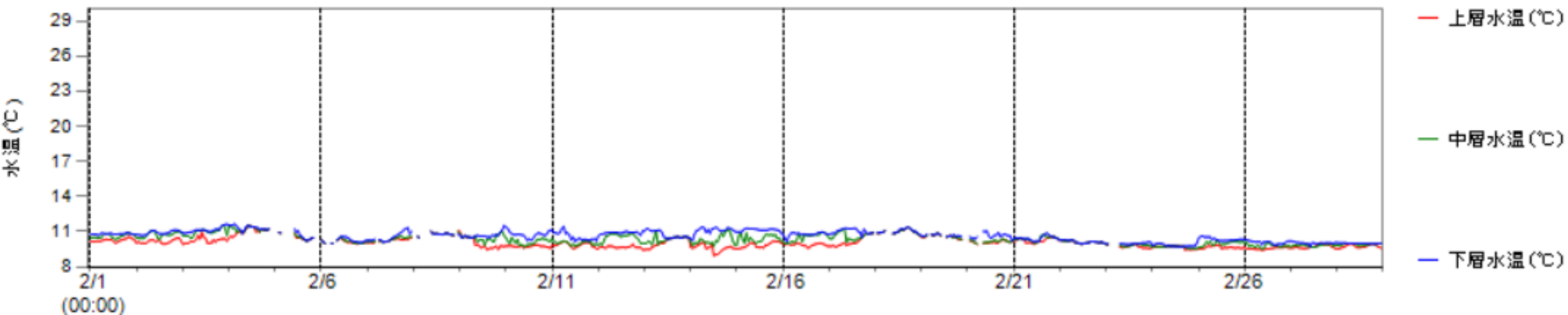
水質定点観測リアルタイム情報



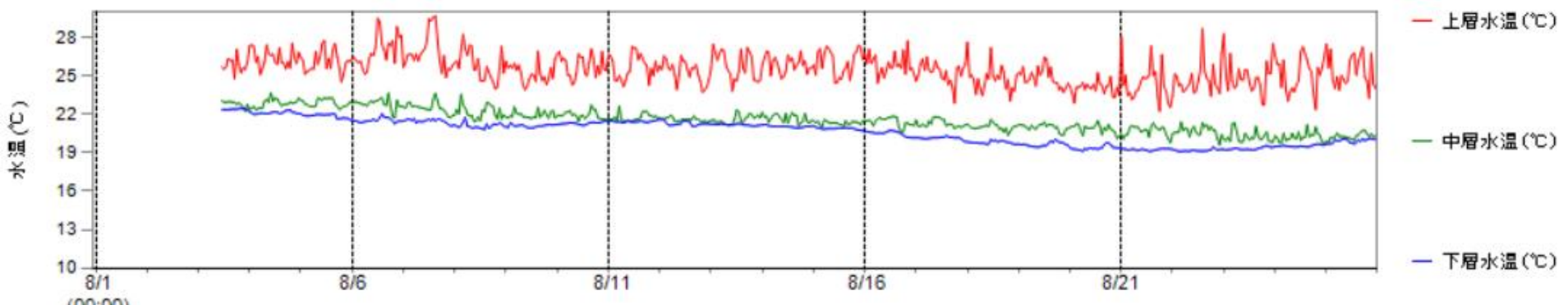
伊勢湾湾央（伊勢湾第四号灯標）

冬季、夏季の水深別水温比較

冬季：鉛直水温差は小さい 2025.2.1-2.28



夏季：表層と中層との間に大きな水温差発生 2025.8.1-8.25



冬季の深度別水温比較：2025.8.17-8.23

地点：伊勢湾湾央▼

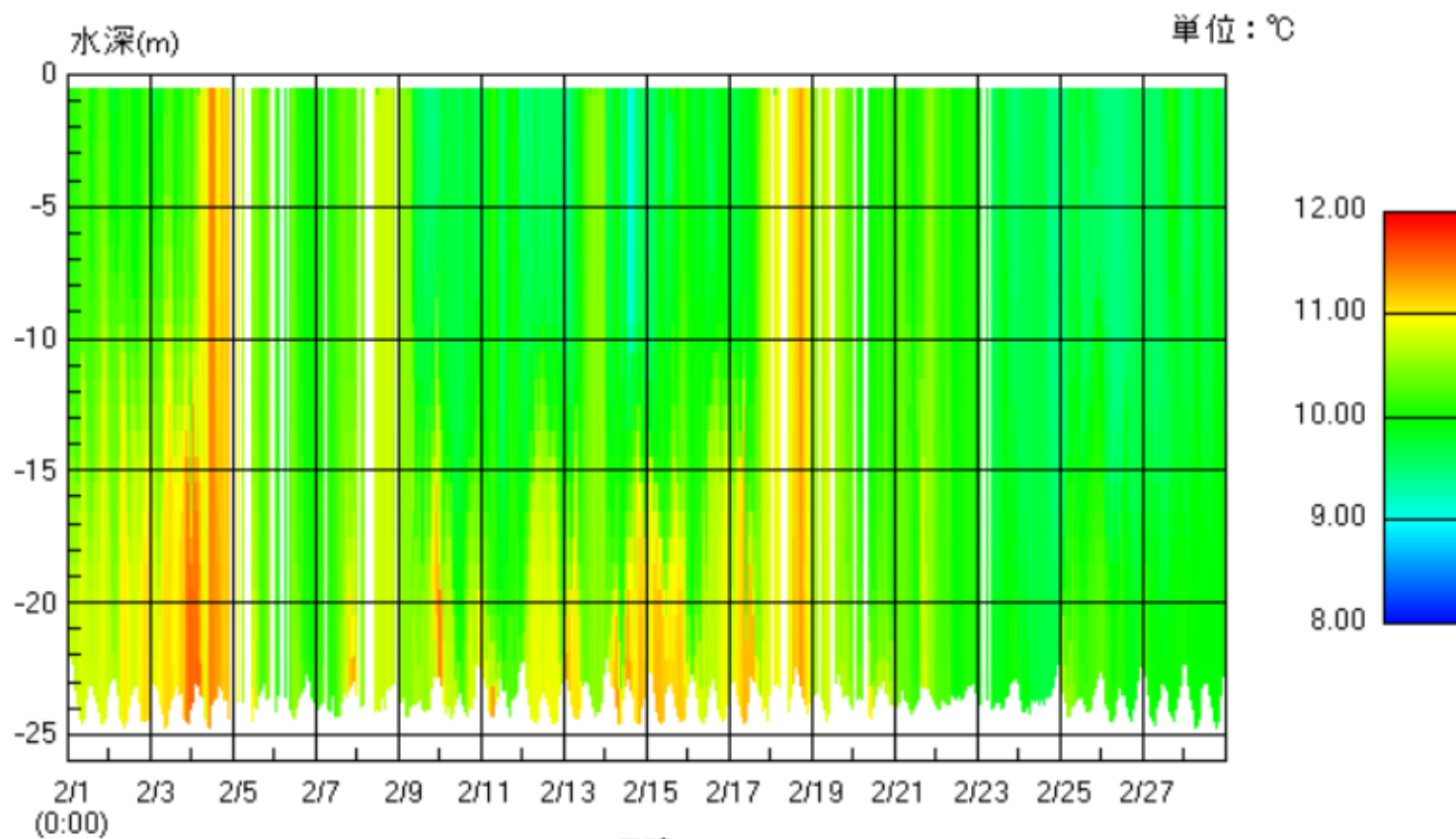
期間：2025▼年2▼月1▼日  から 1ヵ月▼の範囲

表示情報：水温▼

表示

最新表示

戻る



夏季の深度別水温比較：2025.8.17-8.23

地点：

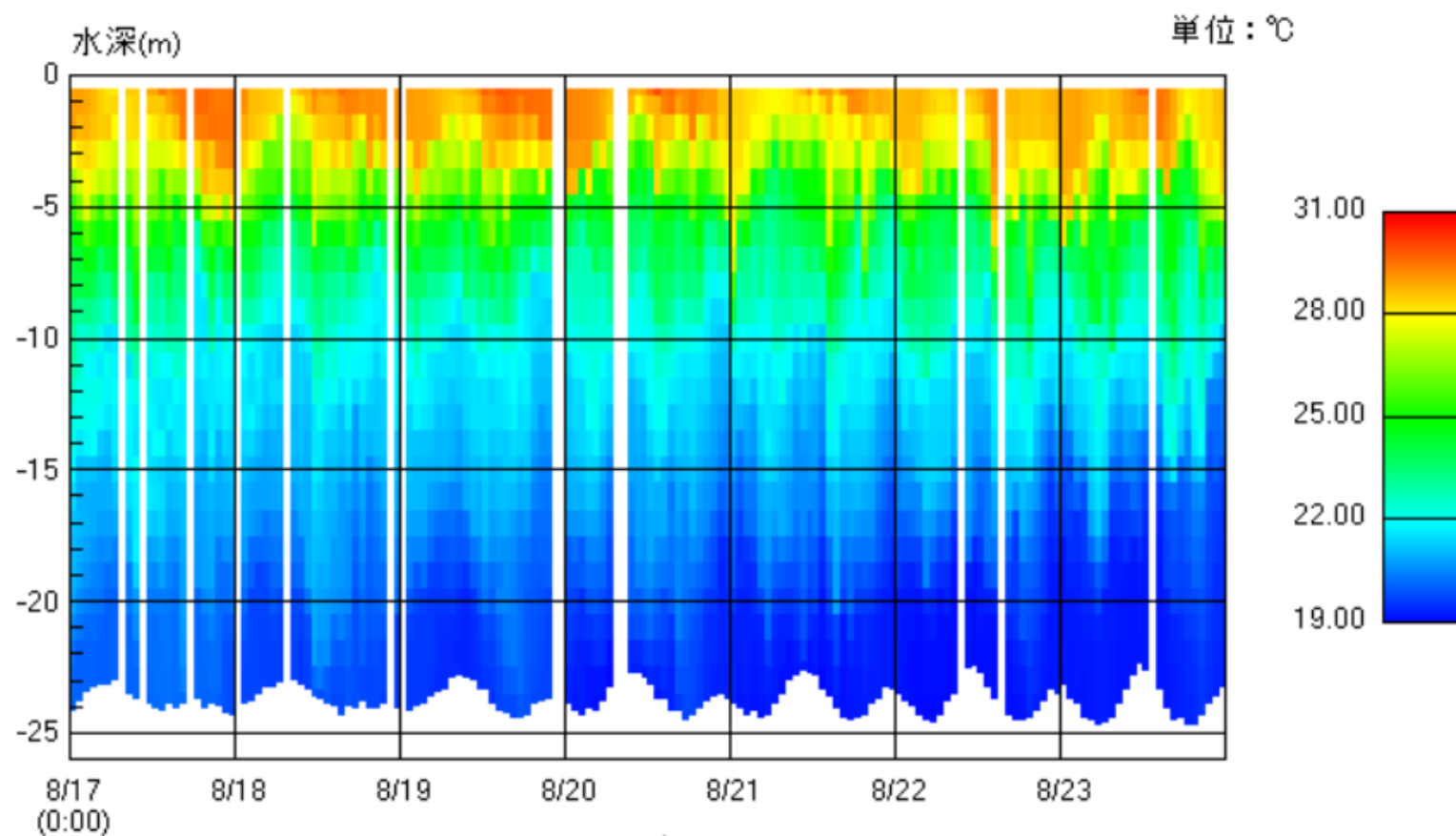
期間： 年 月 日 の範囲

表示情報：

表示

最新表示

戻る



2025.8.24の深度別水温比較：

海面と水深5m以下で3-4℃の水温差

地点：伊勢湾湾央

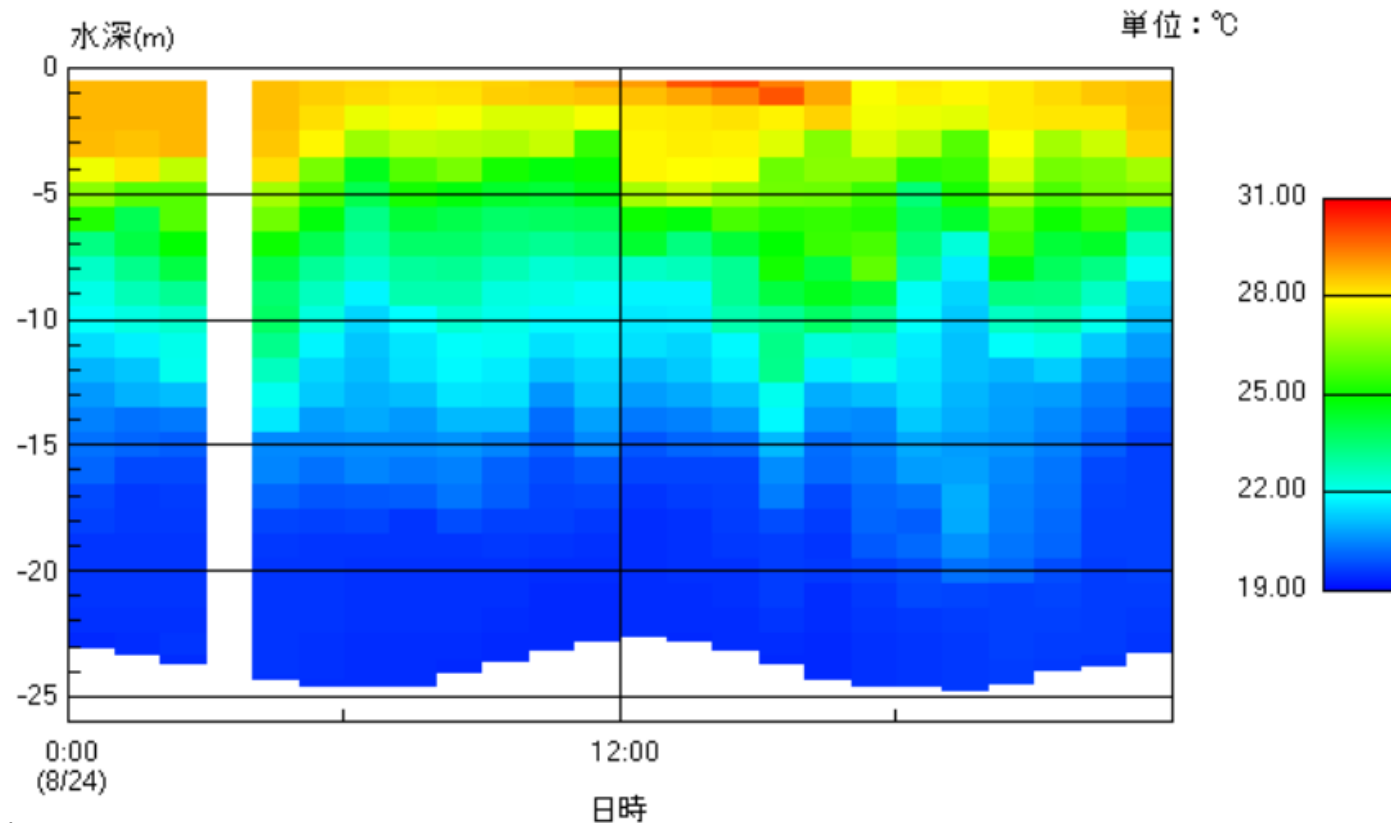
期間：2025 年 8 月 24 日 から 1日 の範囲

表示情報：水温

表示

最新表示

戻る



2025/8/31

NPO ESCOT :

16

深度別水温比較データ：13：00， 2025.8.24

約7℃/10m低下

● 全地点の深度別データ

2025

▼

年

8

▼

月

24

▼

日

13

▼

時

水温

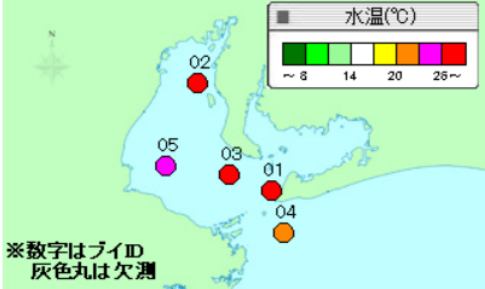
▼

表示

表示日時： 2025/08/24 13:00

水温

上層



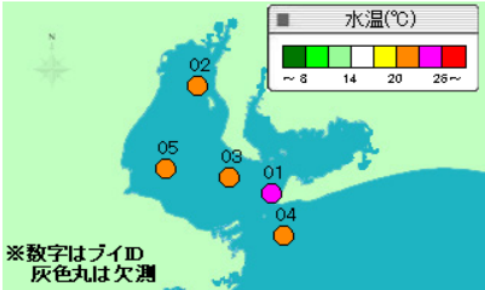
ID	ブイ	全水深(m)	観測深度(m)	水温(℃)
01	中山水道	16.07	2.17	28.16
02	伊勢湾湾奥	23.6	1	29.54
03	伊勢湾湾中央	28.43	4.73	27.3
04	伊勢湾湾口	30.35	1.87	21.22
05	伊勢湾湾西	28.68	4.98	24.15

27.3℃、水深4.73m

水温差：7.12℃/10m

水温

中層

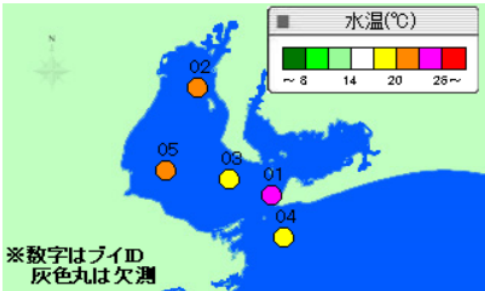


ID	ブイ	全水深(m)	観測深度(m)	水温(℃)
01	中山水道	16.07	8.17	24
02	伊勢湾湾奥	23.6	12	21.79
03	伊勢湾湾中央	28.43	14.73	20.18
04	伊勢湾湾口	30.35	12.05	20.4
05	伊勢湾湾西	28.68	14.98	21.52

20.18℃、水深14.73m

水温

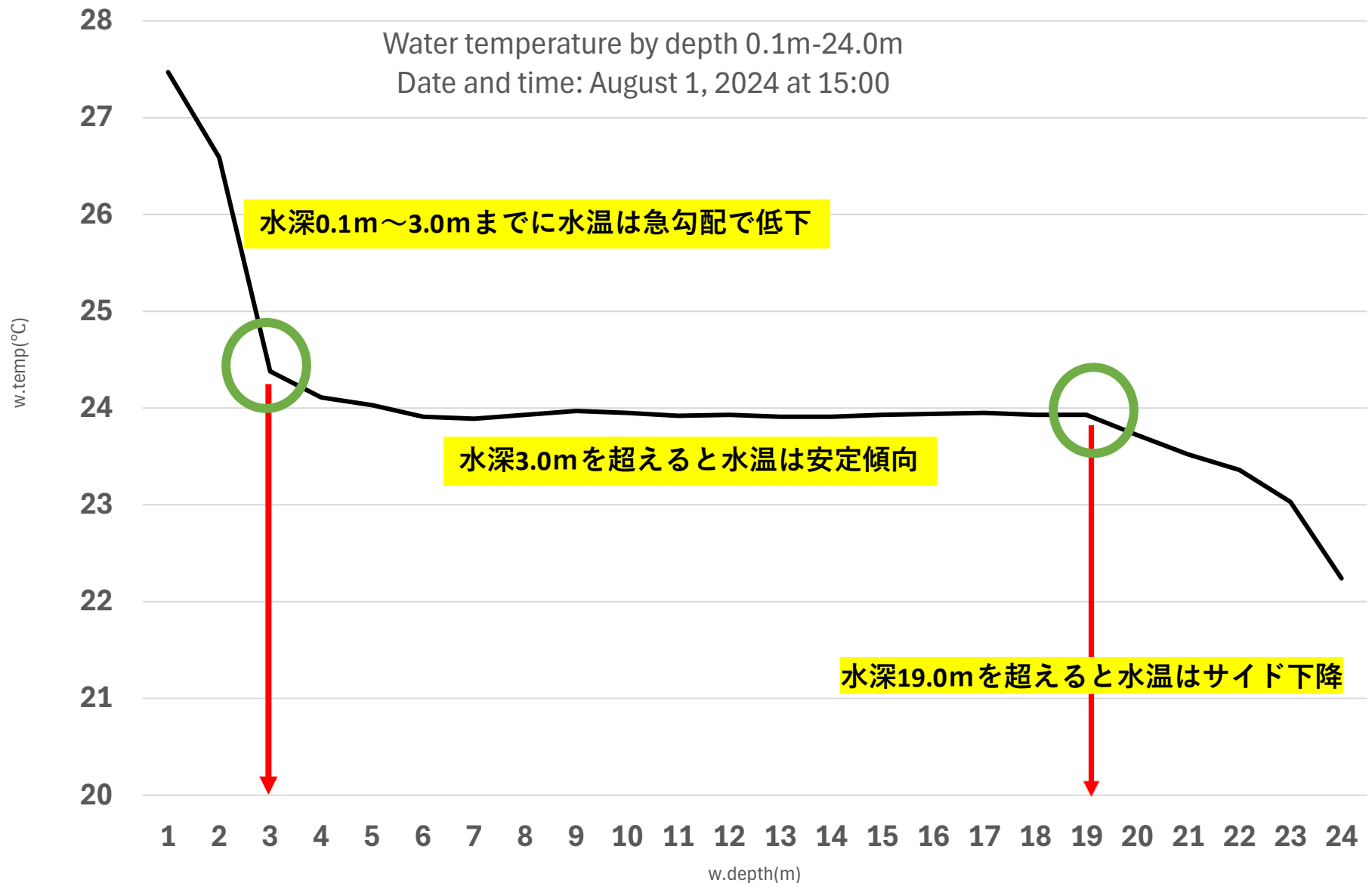
下層



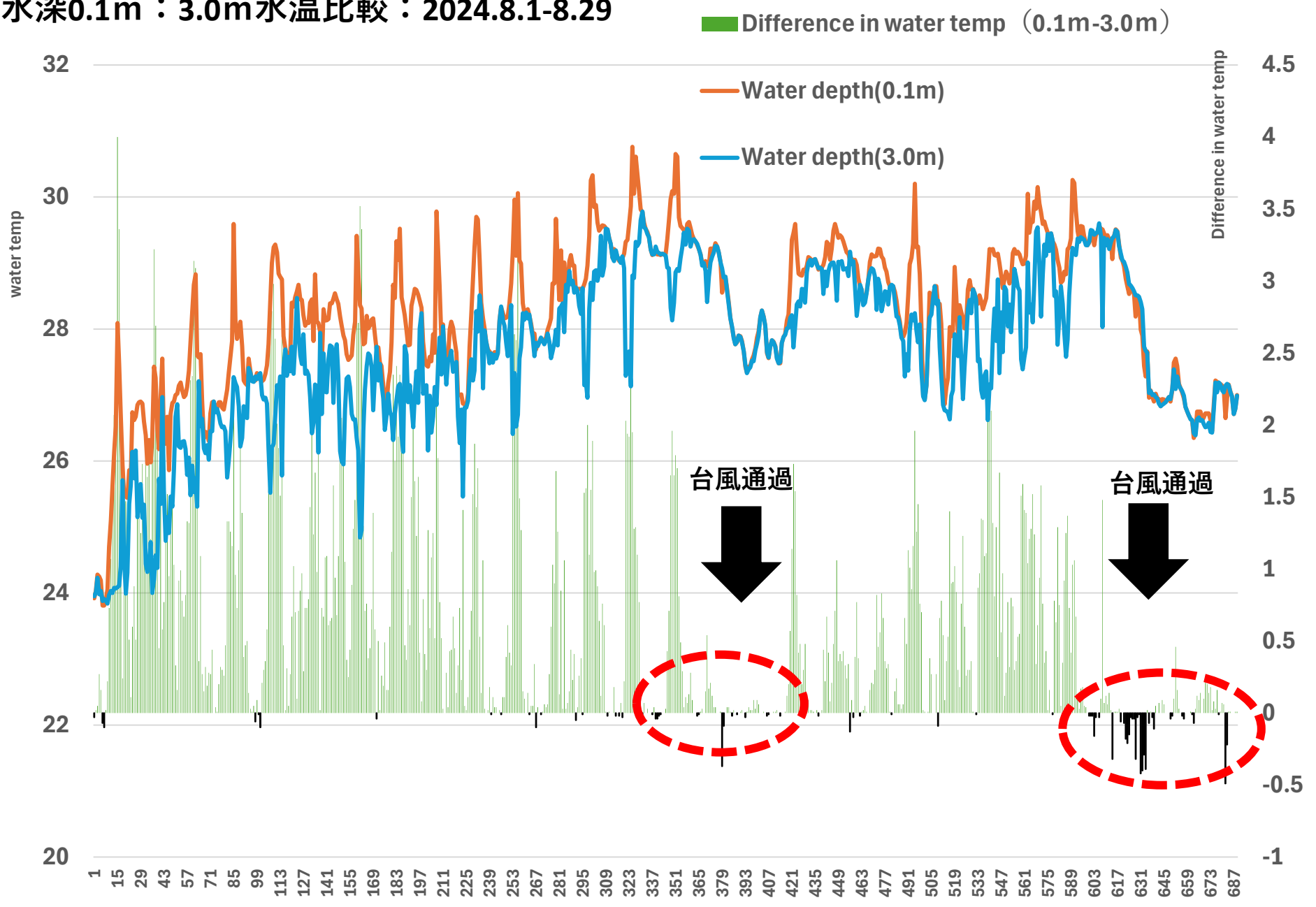
ID	ブイ	全水深(m)	観測深度(m)	水温(℃)
01	中山水道	16.07	13.17	23.09
02	伊勢湾湾奥	23.6	23.3	20.98
03	伊勢湾湾中央	28.43	22.73	19.51
04	伊勢湾湾口	30.35	0	19.86
05	伊勢湾湾西	28.68	22.98	20.79

19.51℃、水深22.73m

鉛直水温比較：15：00， 2024.8.1



水深0.1m：3.0m水温比較：2024.8.1-8.29



千葉県御宿岩和田漁港での鉛直水温差＝水深0.1m：2.0m 2024.7.1-2024.7.31

最大5.0℃、平均2℃

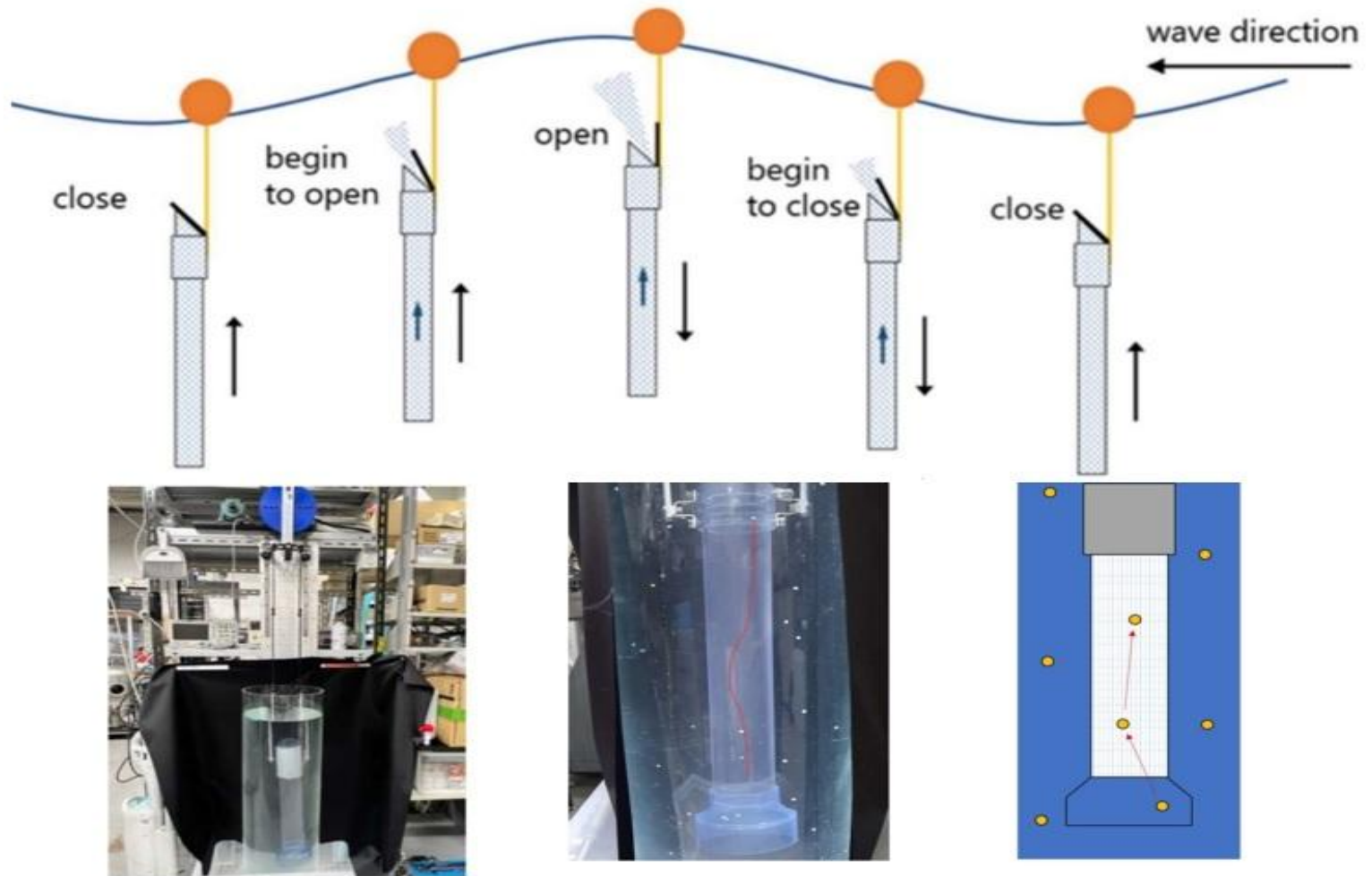
— 水深0.1m

— 水深2.0m

45474.0194
2024-07-01 13:57:56
2024-07-02 11:57:56
2024-07-02 14:57:56
2024-07-03 12:57:56
2024-07-03 15:57:56
2024-07-04 13:57:56
2024-07-05 11:57:56
2024-07-05 14:57:56
2024-07-06 12:57:56
2024-07-06 15:57:56
2024-07-07 13:57:56
2024-07-08 11:57:56
2024-07-08 14:57:56
2024-07-09 12:57:56
2024-07-09 15:57:56
2024-07-10 13:57:56
2024-07-11 11:57:56
2024-07-11 14:57:56
2024-07-12 12:57:56
2024-07-12 15:57:56
2024-07-13 13:57:56
2024-07-14 11:57:56
2024-07-14 14:57:56
2024-07-15 12:57:56
2024-07-15 15:57:56
2024-07-16 13:57:56
2024-07-17 11:57:56
2024-07-17 14:57:56
2024-07-18 12:57:56
2024-07-18 15:57:56
2024-07-19 13:57:56
2024-07-20 11:57:56
2024-07-20 14:57:56
2024-07-21 12:57:56
2024-07-21 15:57:56
2024-07-22 13:57:56
2024-07-23 11:57:56
2024-07-23 14:57:56
2024-07-24 12:57:56
2024-07-24 15:57:56
2024-07-25 13:57:56
2024-07-26 11:57:56
2024-07-26 14:57:56
2024-07-27 12:57:56
2024-07-27 15:57:56
2024-07-28 13:57:56
2024-07-29 11:57:56
2024-07-29 14:57:56
2024-07-30 12:57:56
2024-07-30 15:57:56
2024-07-31 13:57:56

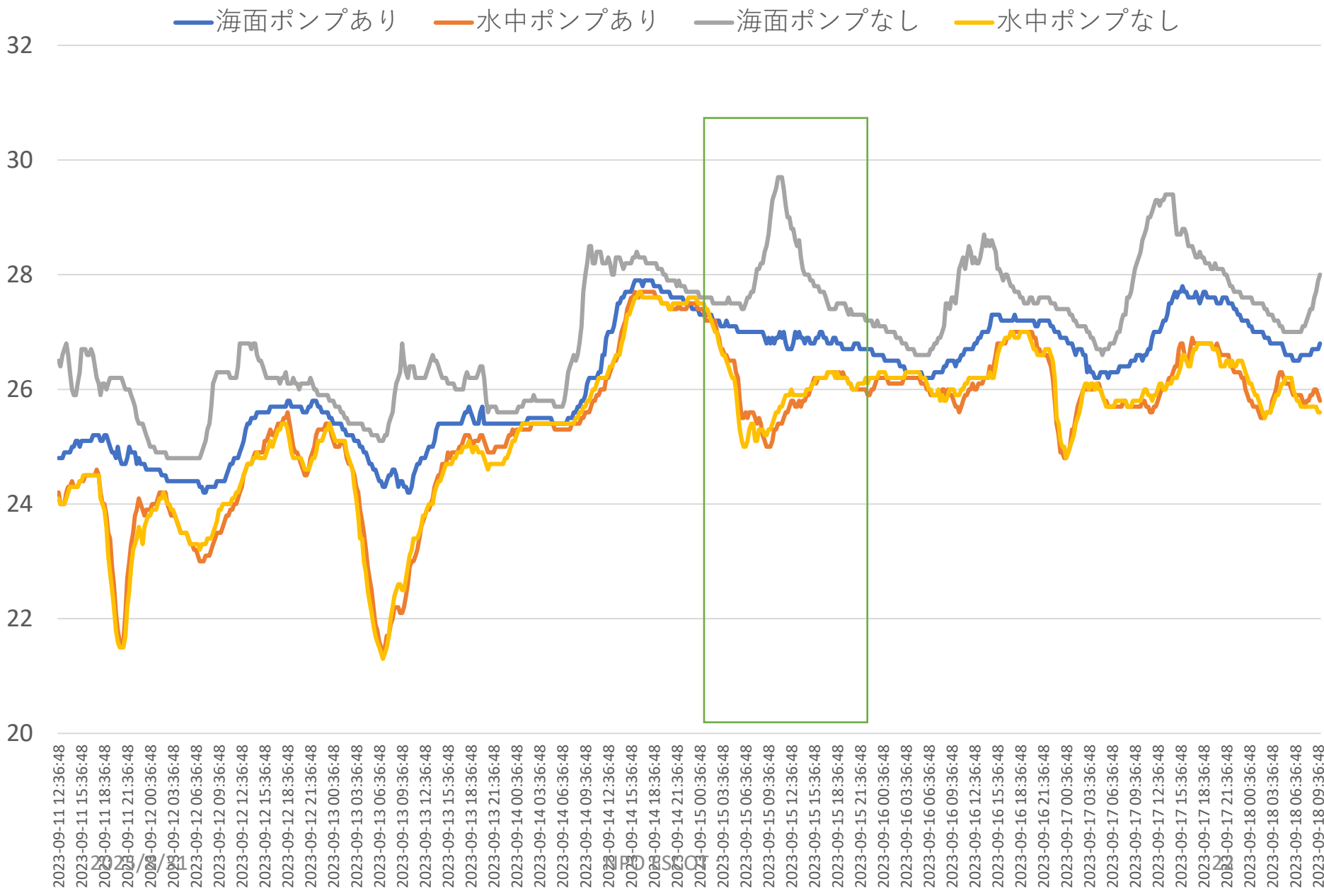
波動式湧昇ポンプの海水汲み上げ原理

逆止弁方式の湧昇ポンプによる海水の鉛直攪拌

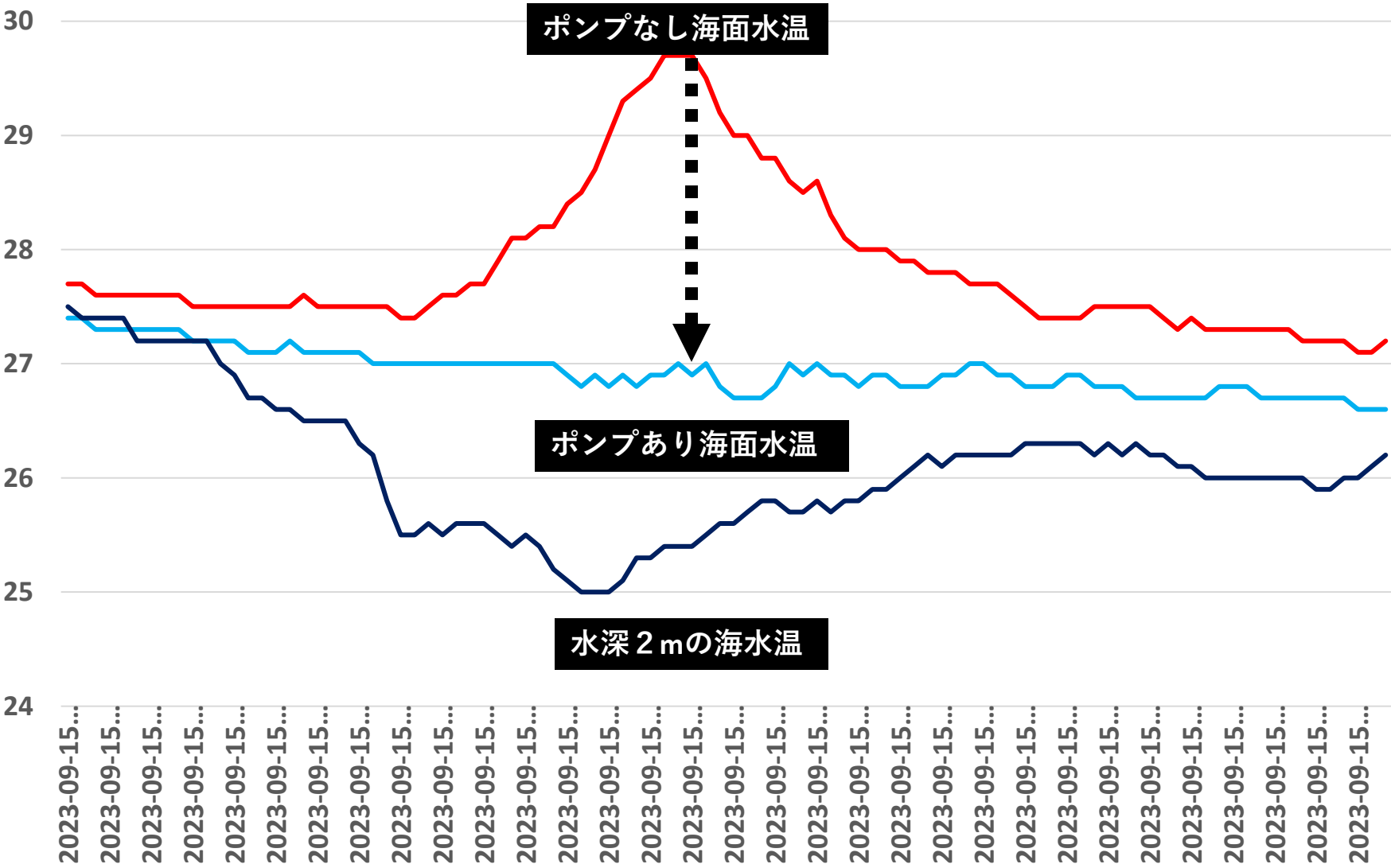


芝浦工業大学との共同研究/Joint research with Shibaura Institute of Technology

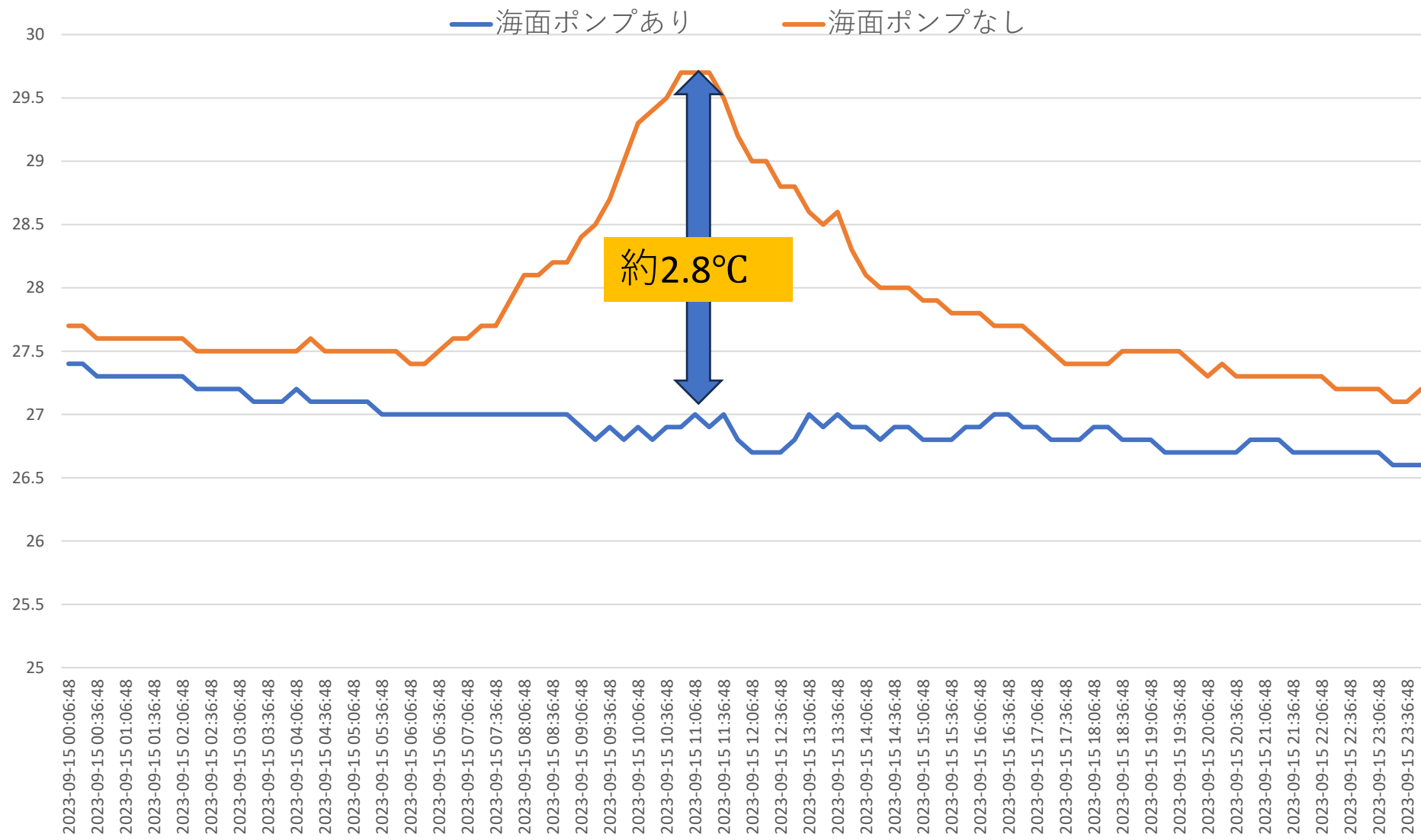
海面冷却効果＝ポンプの有無による海面水温比較 2023.9.11-9.18



海面水温冷却効果：2023.9.15

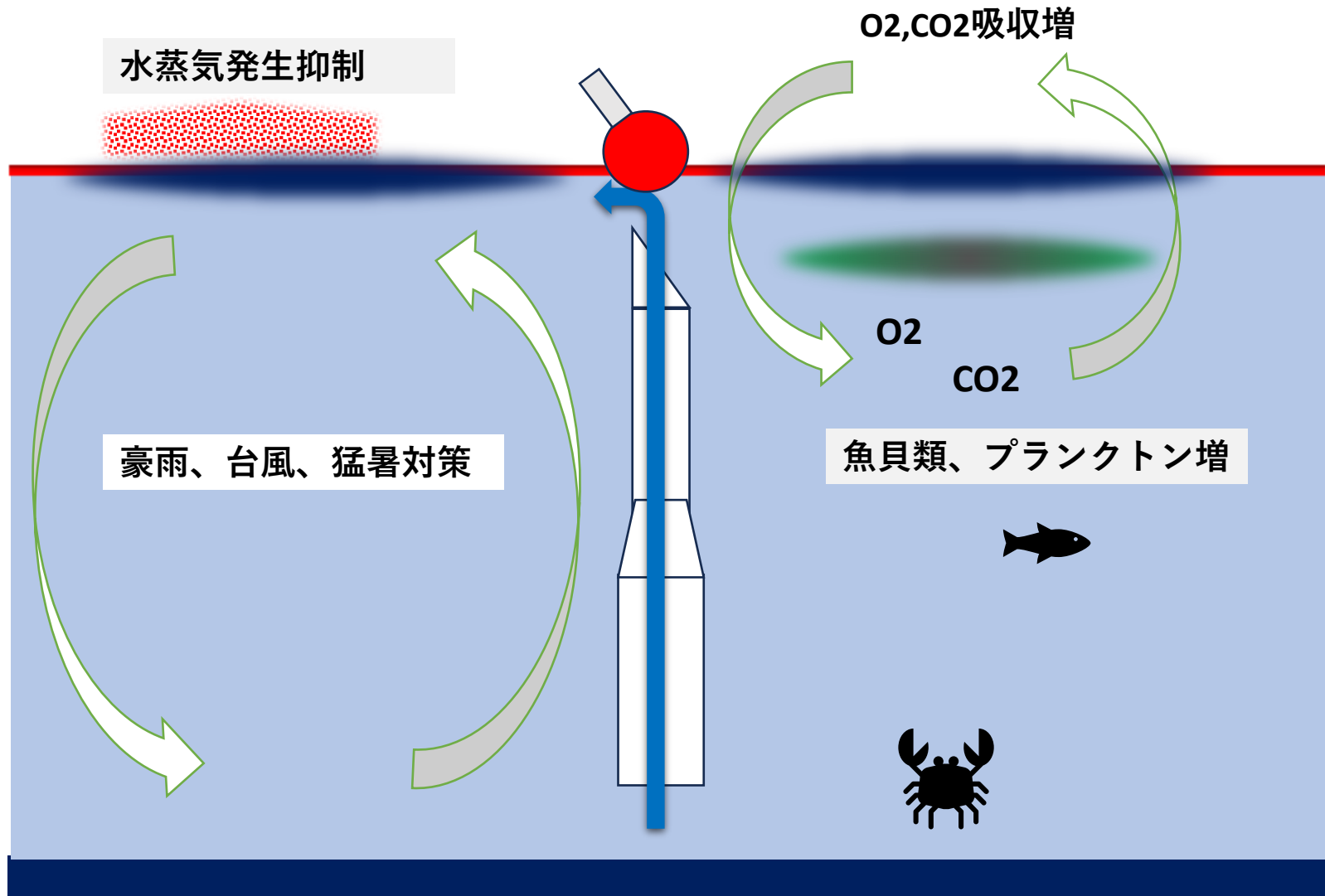


最大冷却効果と時間帯＝最大2.8℃冷却、12時前後



海水汲み上げ拡散効果予測：

水蒸気発生抑制
O₂,CO₂吸収増



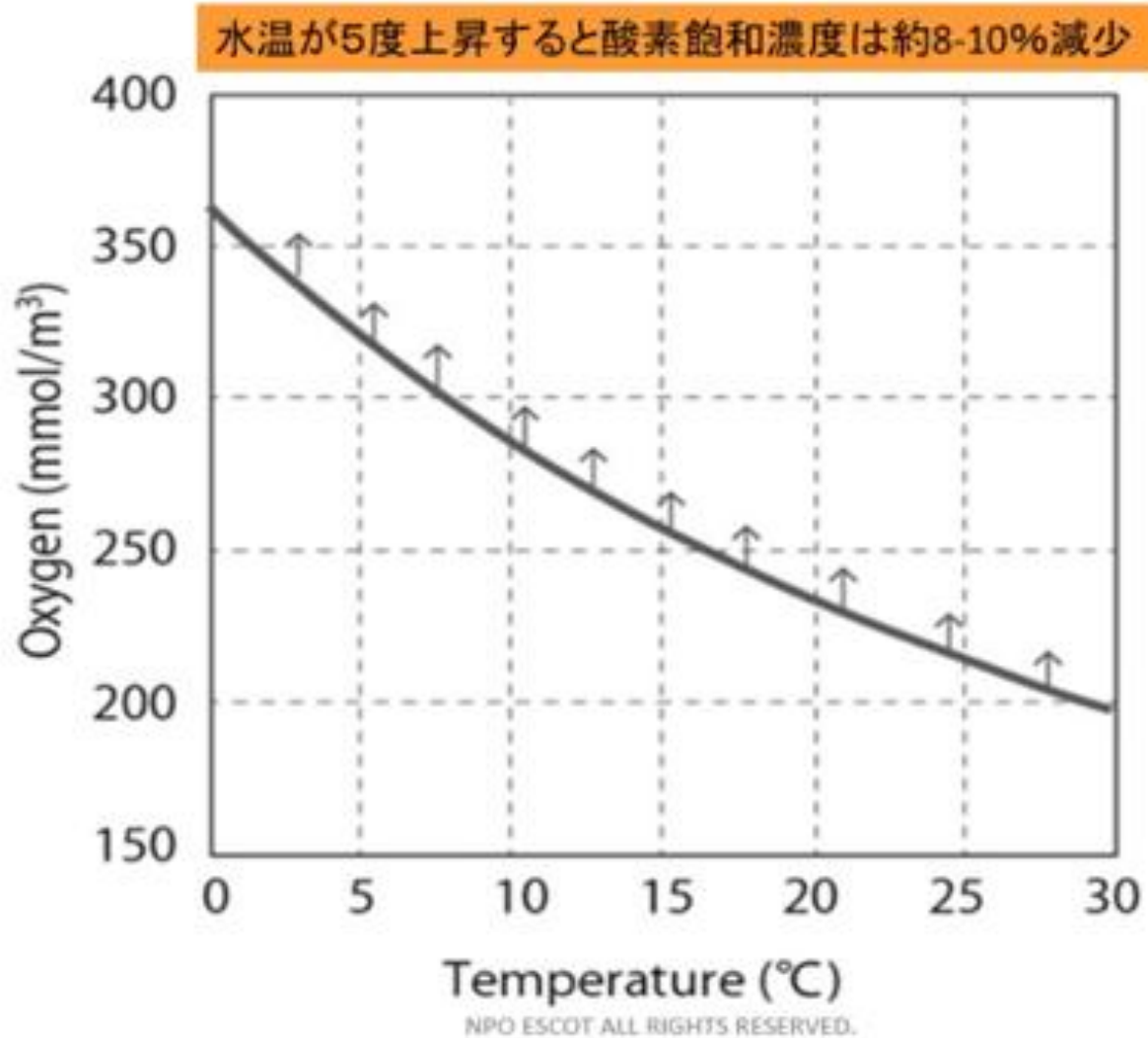
湧昇量と拡散面積試算

湧昇管長さ = 2.5m、上部管100、下部管200		
条件	YP100/200	単位
湧昇管断面積（下部管採用）	0.0314	m ²
鉛直方向変位（波高）	0.5	m
ストローク周期	3.00	sec
湧昇量/sec	5.23	リットル/sec
ストローク回数/日	28,800	回/day
1日当たりの湧昇量（理論値）	452	m ³
海面拡散面積試算		
鉛直方向変位（波高）	0.5	m
ストローク周期	3.00	sec
風速	3.50	m/sec
①風による表層流速 = 風速の4%で試算	0.14	m/sec
②湧昇ポンプ送水速度水平成分 = $v = 2 \pi r / T \times \cos \theta$	0.37	m/sec
①+②合計流速	0.51	m/sec
流水流幅0.1m = 上部湧昇管内径	0.10	m
1日当たりの表層流量	4,375	m ²

東京湾の海面水温を1℃下げる為の必要湧昇量とコスト試算

冷却に必要な低層冷水量計算：					
海面水温：Ts	目標水温：Tg	低層水温：Tc	海面水量：Vs	必要揚水量：Vc	
30	29	27	1,000,000,000	500,000,000	m3
波動式湧昇ポンプ設計：					
湧昇管直径	断面積（m ² ）	上下変位（cm）	周期	理論値（m ³ ）	湧昇量（m ³ ）
3	7.065	0.2	3	40,694	28,486
				※湧昇量は理論値 x 0.7	
				※湧昇ポンプ数中重量の10倍の浮力ブイが必要	
概算コスト試算：					
表層水水量(m3)	湧昇量(m3/day)	必要湧昇ポンプ数	コスト	合計コスト	概算
500,000,000	28,486	17,552	2,000,000	35,104,865,253	35 億円
				※表層水水量＝東京湾面積 x 0.1n	
				※東京湾面積は100km ² で試算	

溶存酸素濃度の水温変化



出典：北海道大学LASBOS

CO₂吸収量の水溫別変化

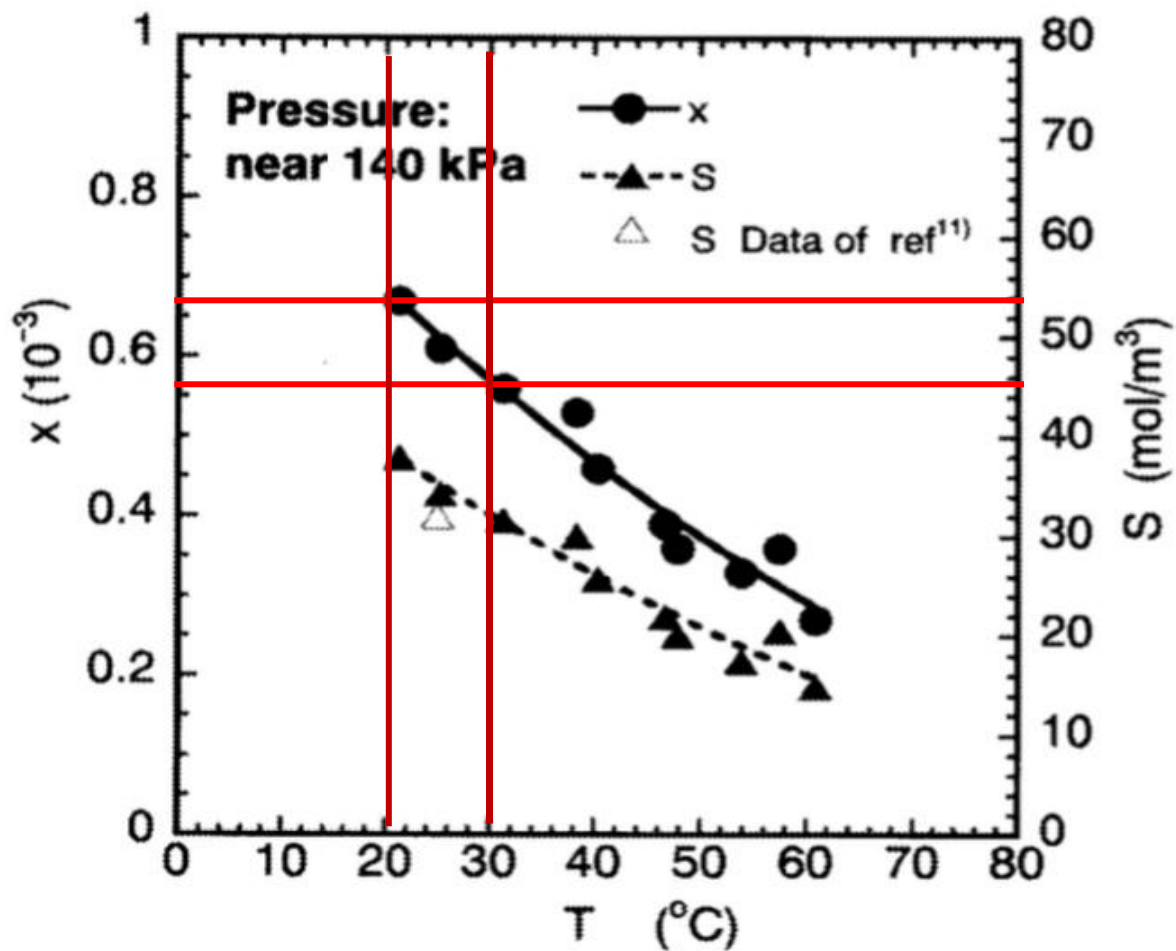


Fig.4 Solubilities of CO₂ in seawater at various temperatures.



NPO ESCOT:WAVE-TYPE UPWELLING PUMP



NPO ESCOT

4-17 Azumakami-cho Chiba Japan

e.mail:ser.kashiwa@gmail.com

mobil : +81- (0) 80-4365-0861

<https://www.npo-escot.org>