

# 波動式湧昇ポンプによる効果検証試験

岩和田漁港：千葉県夷隅郡御宿町岩和田945番地1

1. 鉛直方向での水温比較：海面下0.2m－水深2.0m

2. 波動式湧昇ポンプの効果検証

期間：2023.04.01-2023.09.30

NPO法人エスコット

〒277-0011 千葉県柏市東上町4-17

試験場 千葉県夷隅郡御宿町上布施768-22

担当：藤本治生

連絡先：080-4365-0861

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

[ser.Kashiwa@gmail.com](mailto:ser.Kashiwa@gmail.com)

# 海洋への熱の蓄積について 出典：気象庁HP

[https://www.data.jma.go.jp/kaiyou/data/db/climate/knowledge/glb\\_warm/ohc.html](https://www.data.jma.go.jp/kaiyou/data/db/climate/knowledge/glb_warm/ohc.html)

地球上のエネルギー増加量のおよそ56%が海洋の表層（ここでは海面から深さ700mまでを指します）に、およそ35%は海洋の700mよりも深いところに蓄えられたと見積もっています（図1）。

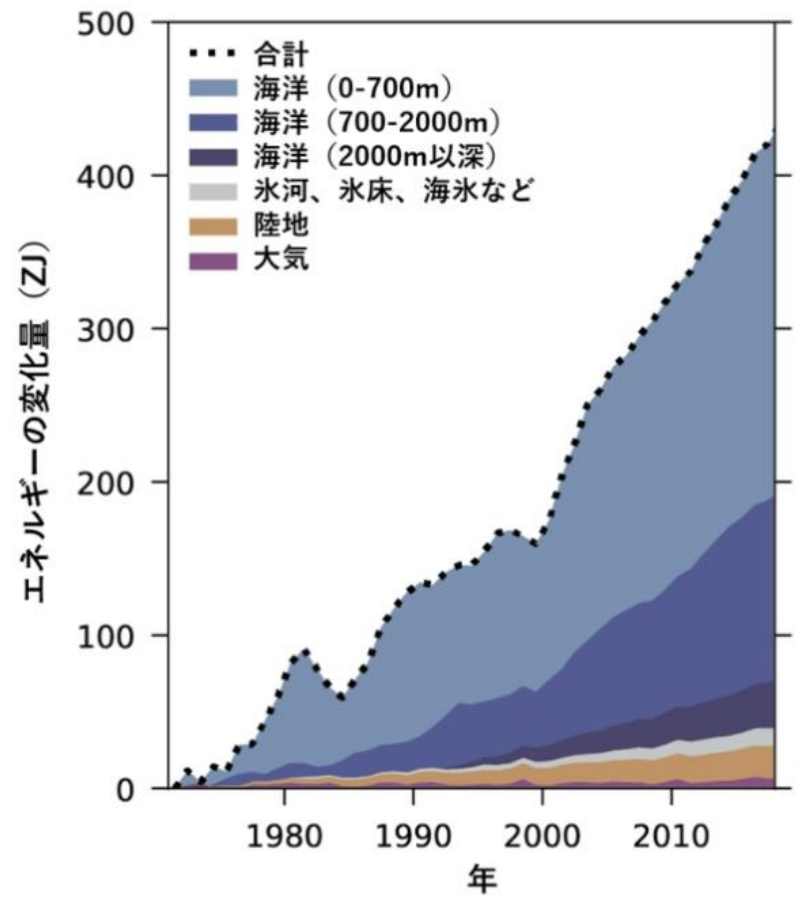


図1 地球システムにおけるエネルギー変化量

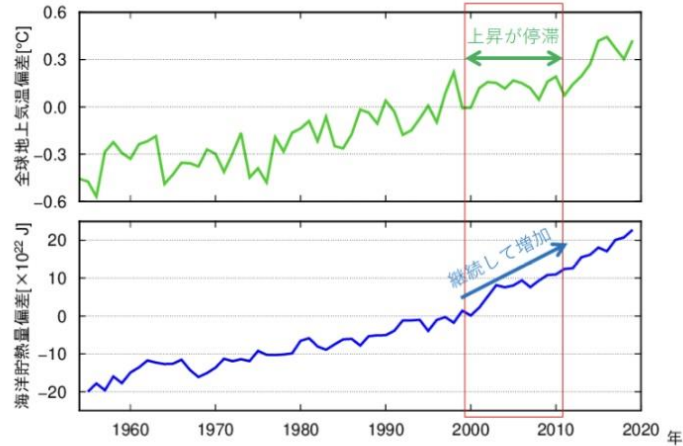


図2 全球平均地上気温と海洋貯熱量の比較

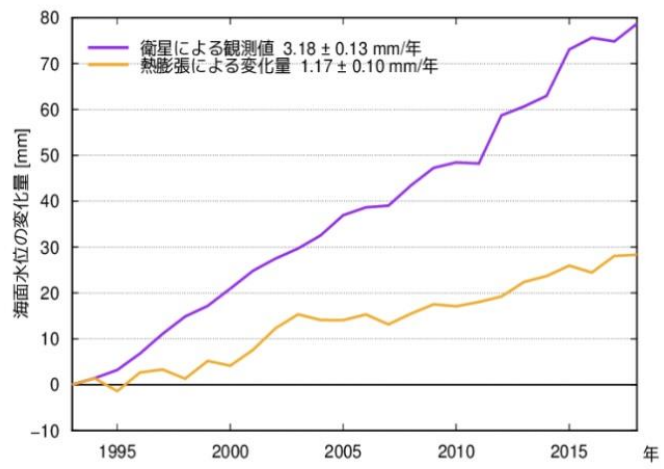
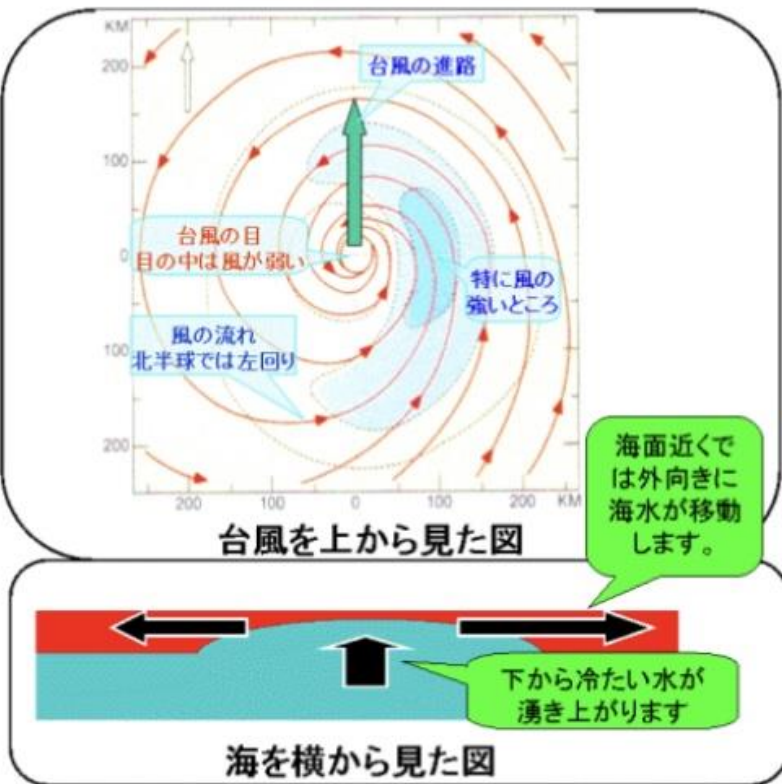


図3 平均海面水位の推移

# 台風による水温低下 出典：気象庁HP

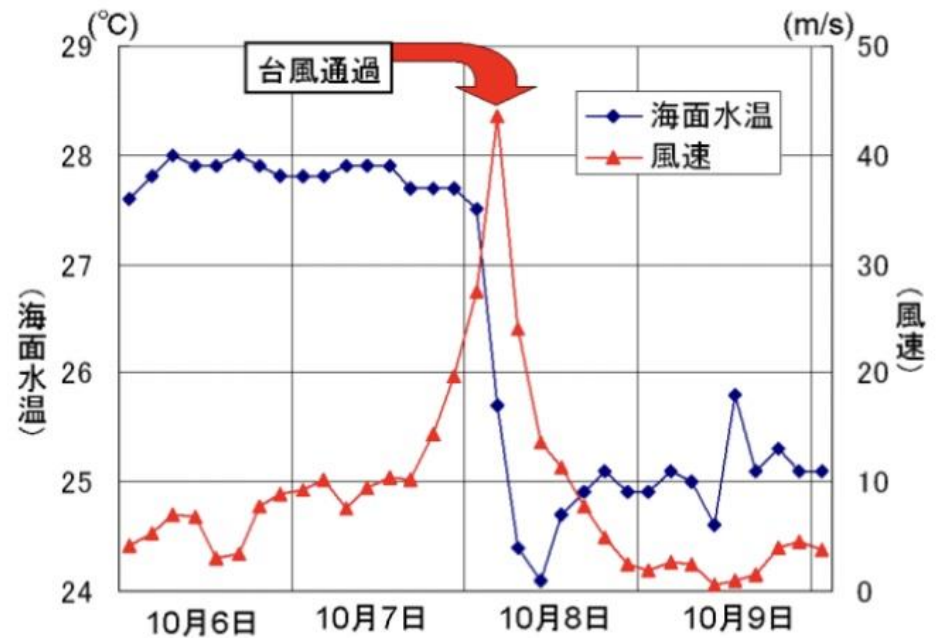
[https://www.data.jma.go.jp/kaiyou/data/db/kaiyo/knowledge/taifuu\\_suionteika.html](https://www.data.jma.go.jp/kaiyou/data/db/kaiyo/knowledge/taifuu_suionteika.html)

## 台風による湧昇効果のメカニズム



台風にともなう湧昇の模式図

## 台風通過で海面水温が4°C以上低下



はじめに

気候変動による影響は甚大化しつつある。

前述の資料にある様に大気熱の大半は海が吸収している。

現在は海面水温が1℃上昇すると大気中の水蒸気が7%増加すると見積もられている。

海面水温上昇は酸素、CO<sub>2</sub>の海水への溶存量を減らす。

その結果、魚貝類、海藻類、プランクトンの生態系にマイナスの影響を与えるものと考えられる。

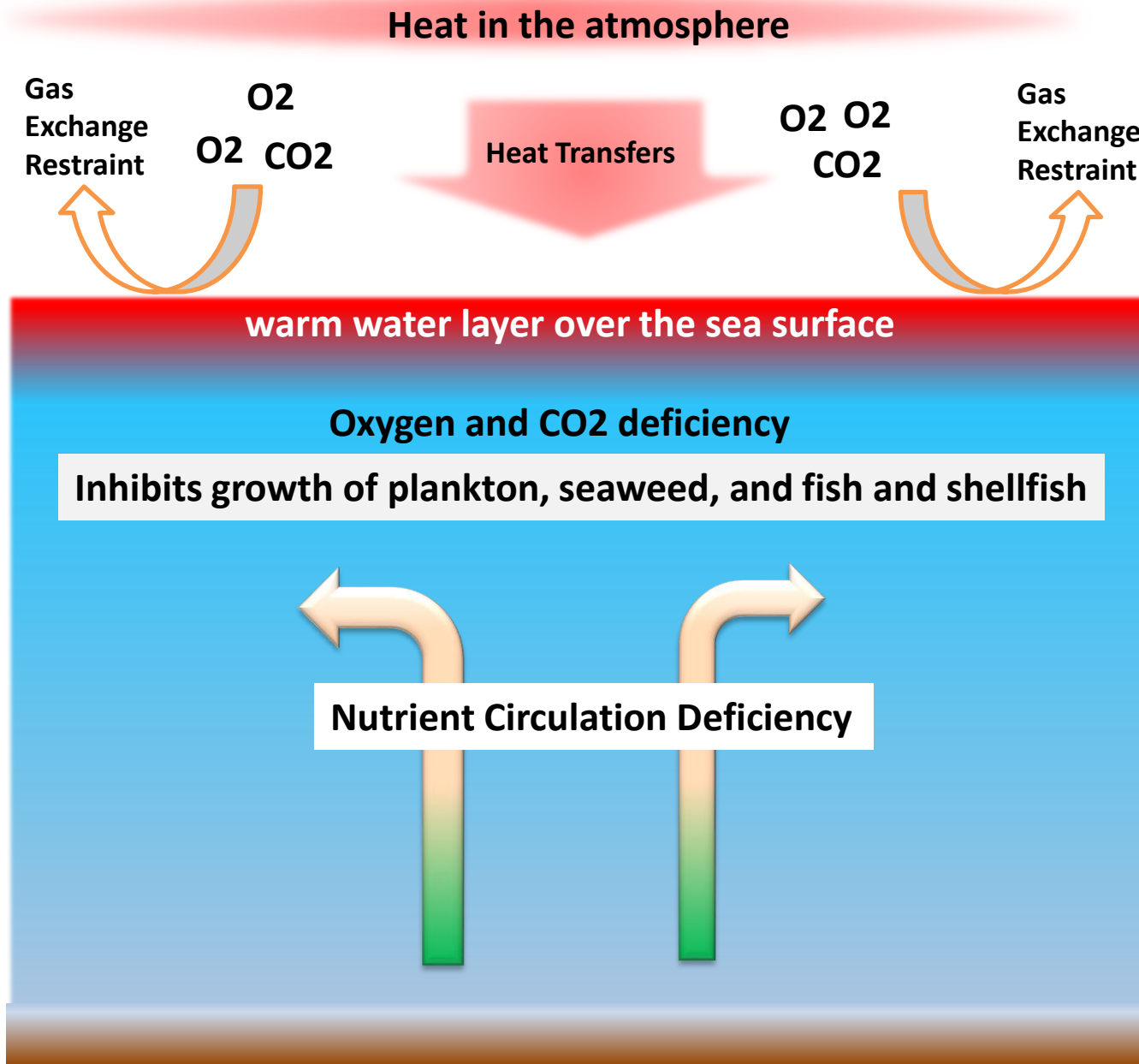
本研究は波のエネルギーで低層海水を汲み上げる波動式湧昇ポンプの装置開発と効果検証に関するものである。

これまでの調査を基に以下の仮説を立てた。

1. 海面水温上昇は海面の薄い層（数センチから数十センチ）で生じている。
2. この温水の層は温水フタと定義され、昼夜と問わず長期間存在している。
3. 水蒸気発生量増加と酸素、CO<sub>2</sub>の海水への溶存量低下をもたらす。
4. 春から秋にかけて続く海面水温 > 低層水温の状態は栄養塩攪拌低下の状況をもたらす。

以上の仮説検証試験を本年も継続した。

気温上昇が引き起こす海洋メカニズム＝海面の高温層が主な原因



気温上昇  
⇒海洋の熱吸収

温水フタ形成  
⇒水蒸気発生  
増化  
⇒台風大型化

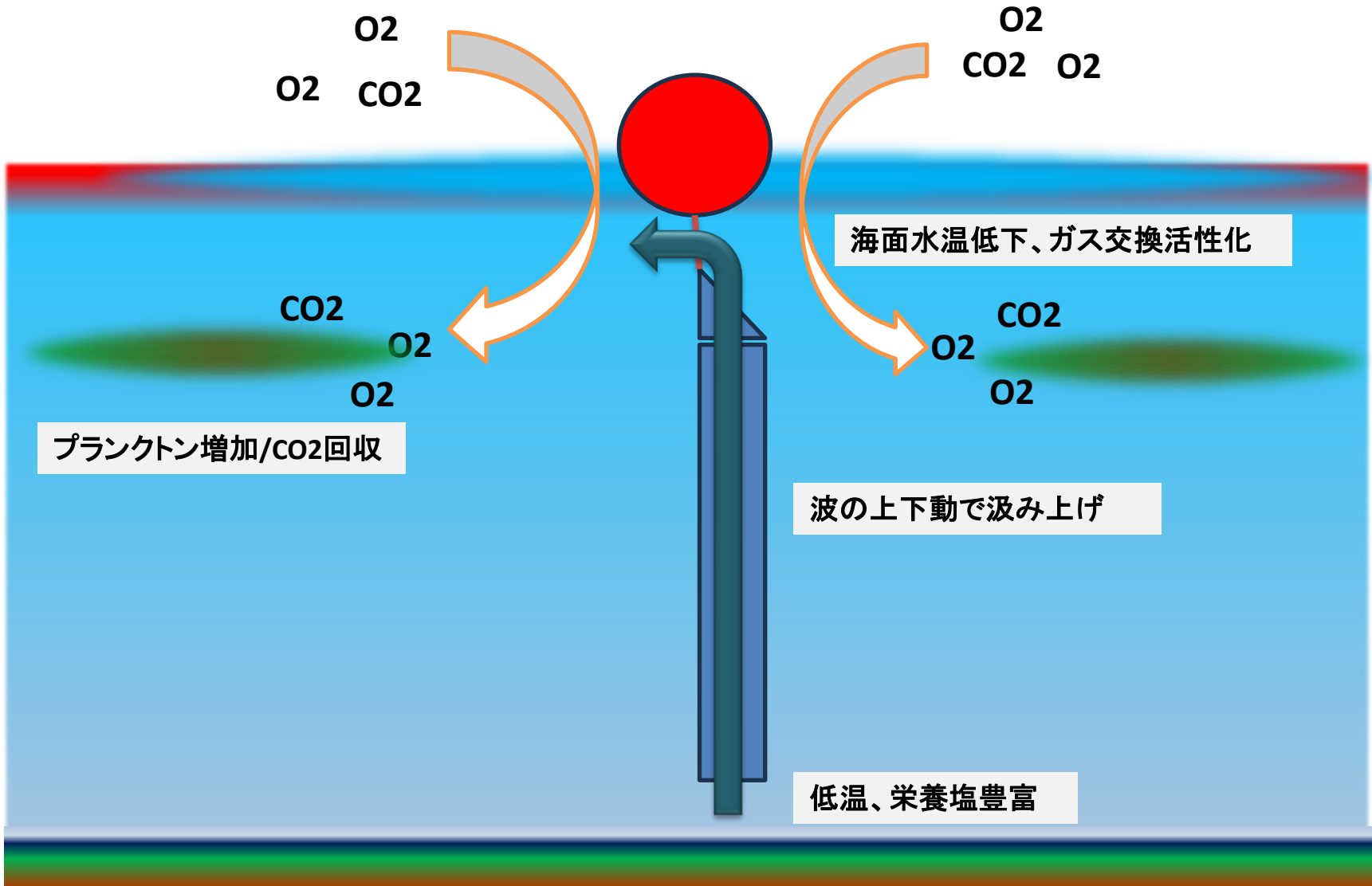
酸素溶存量低下  
⇒魚貝類被害

CO2吸収量不足  
⇒海藻、プランクトン  
成長抑制

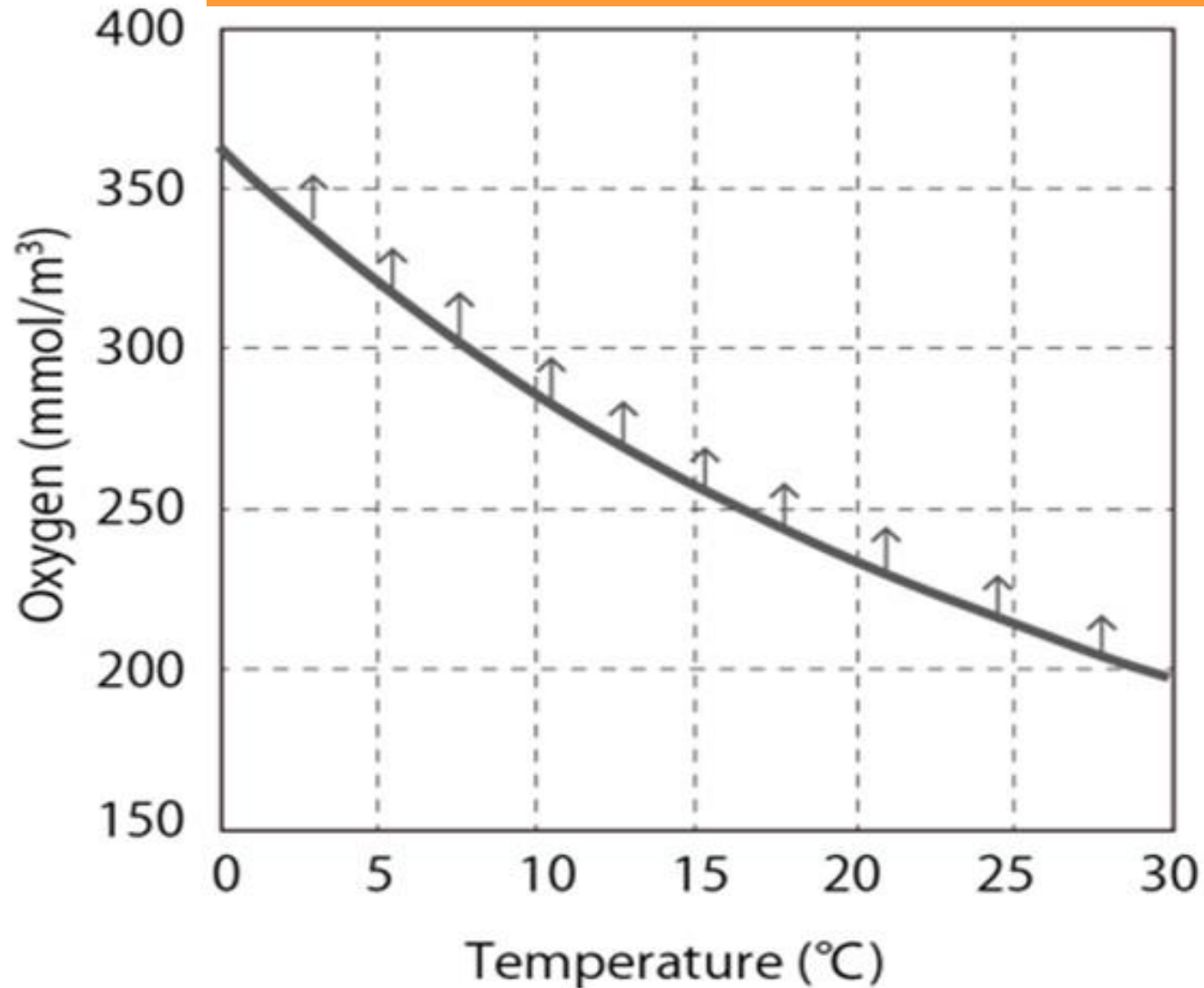
養分循環不全  
⇒生産性低下

# 波力による海水の鉛直攪拌＝マドラー効果

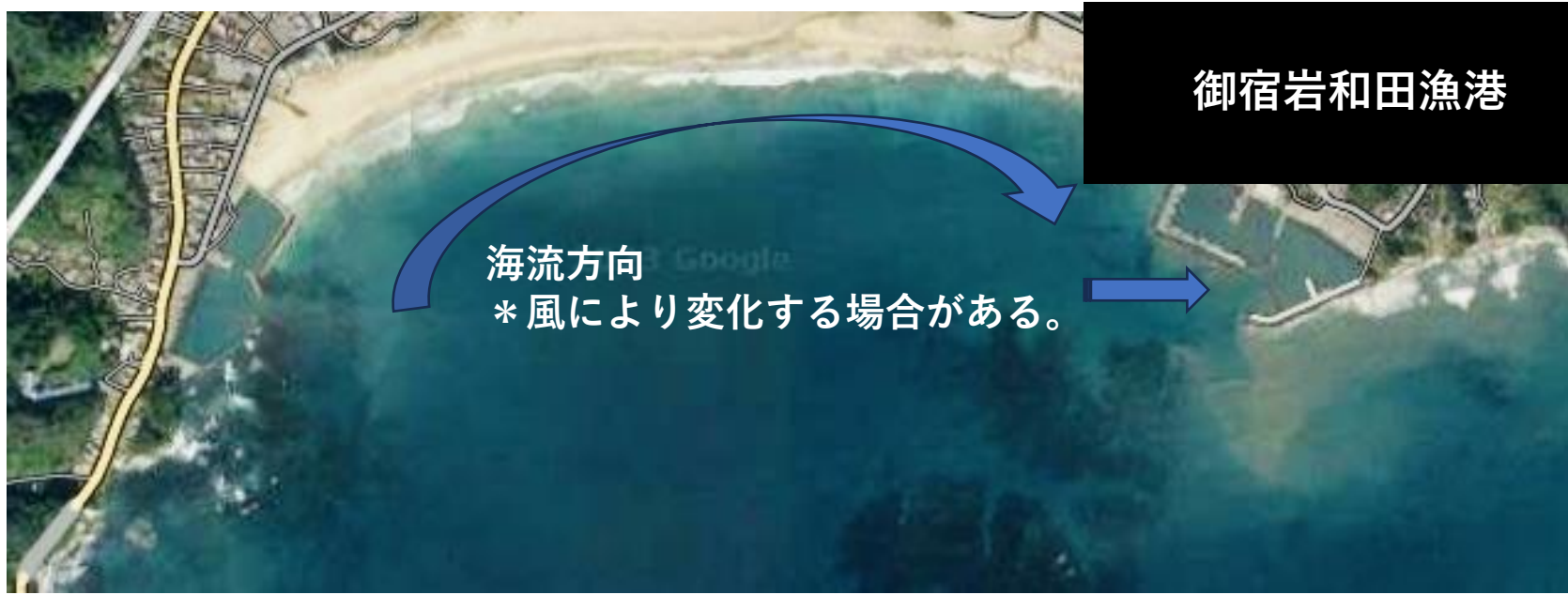
低層養分、冷水を汲み上げ⇒温水フタを除去⇒ガス交換活性化、プランクトン増加⇒海洋生物活性化とCO2吸収



水温が5度上昇すると酸素飽和濃度は約8-10%減少

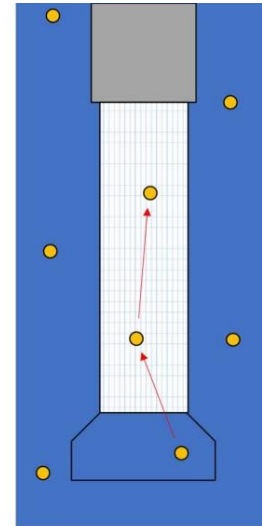
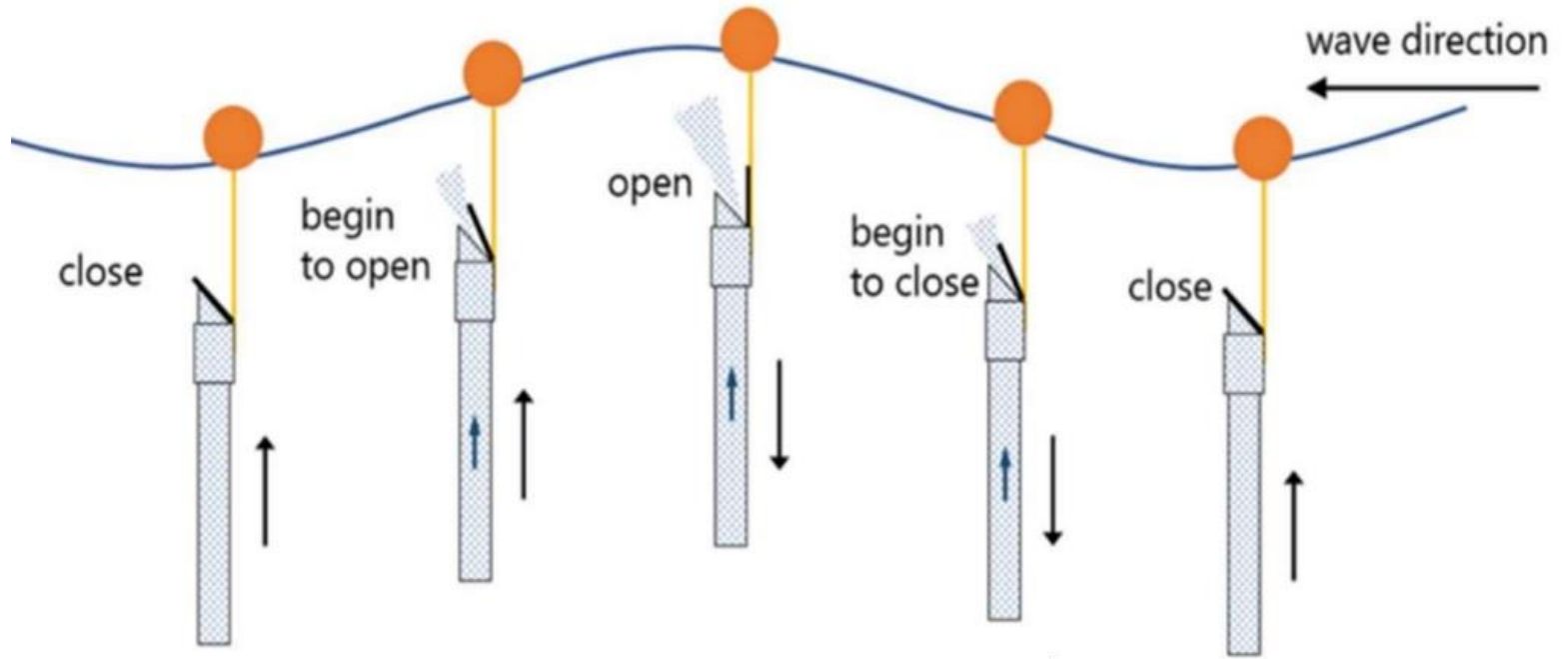


# 実験場所における海流と波動状況

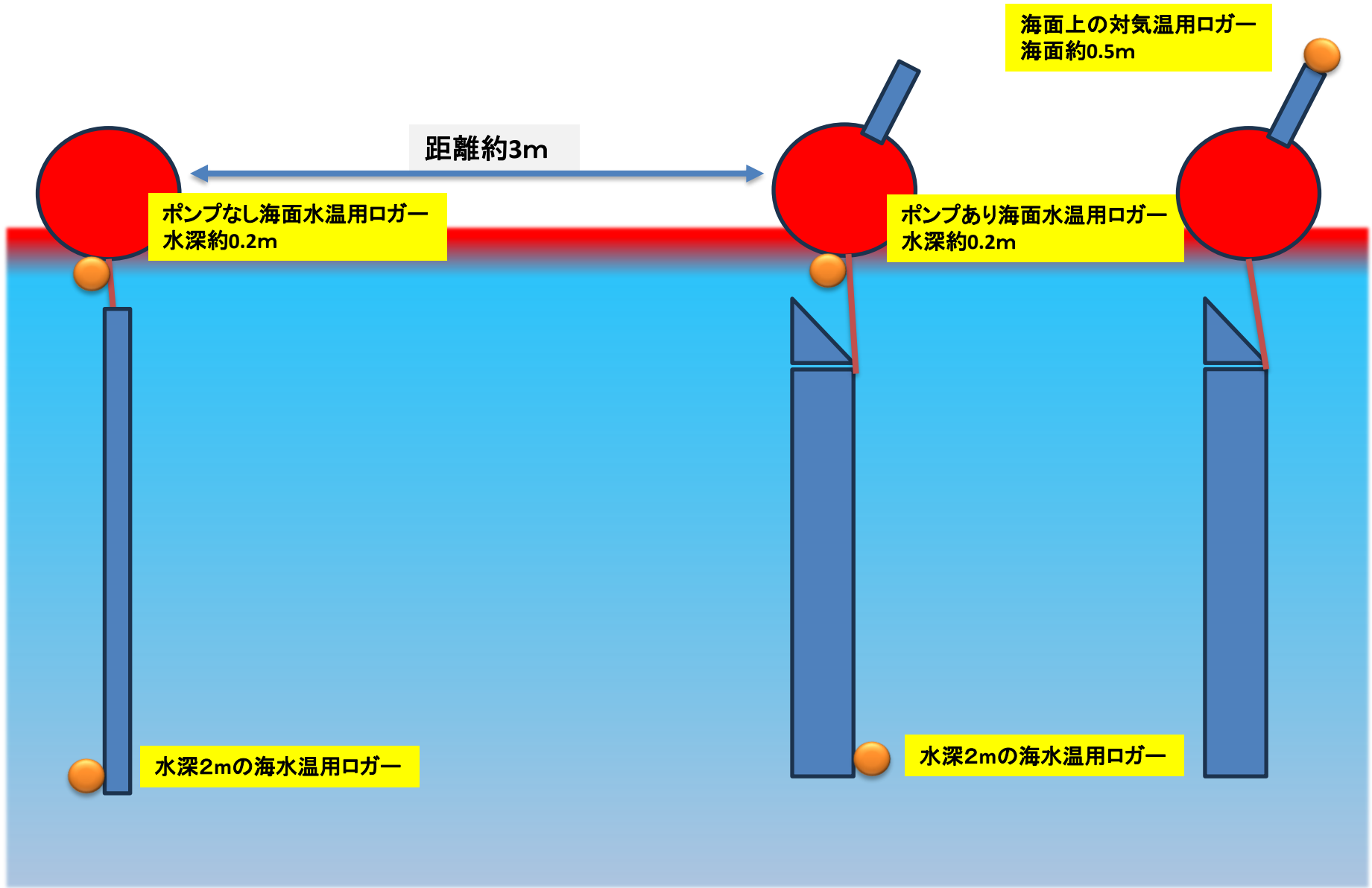




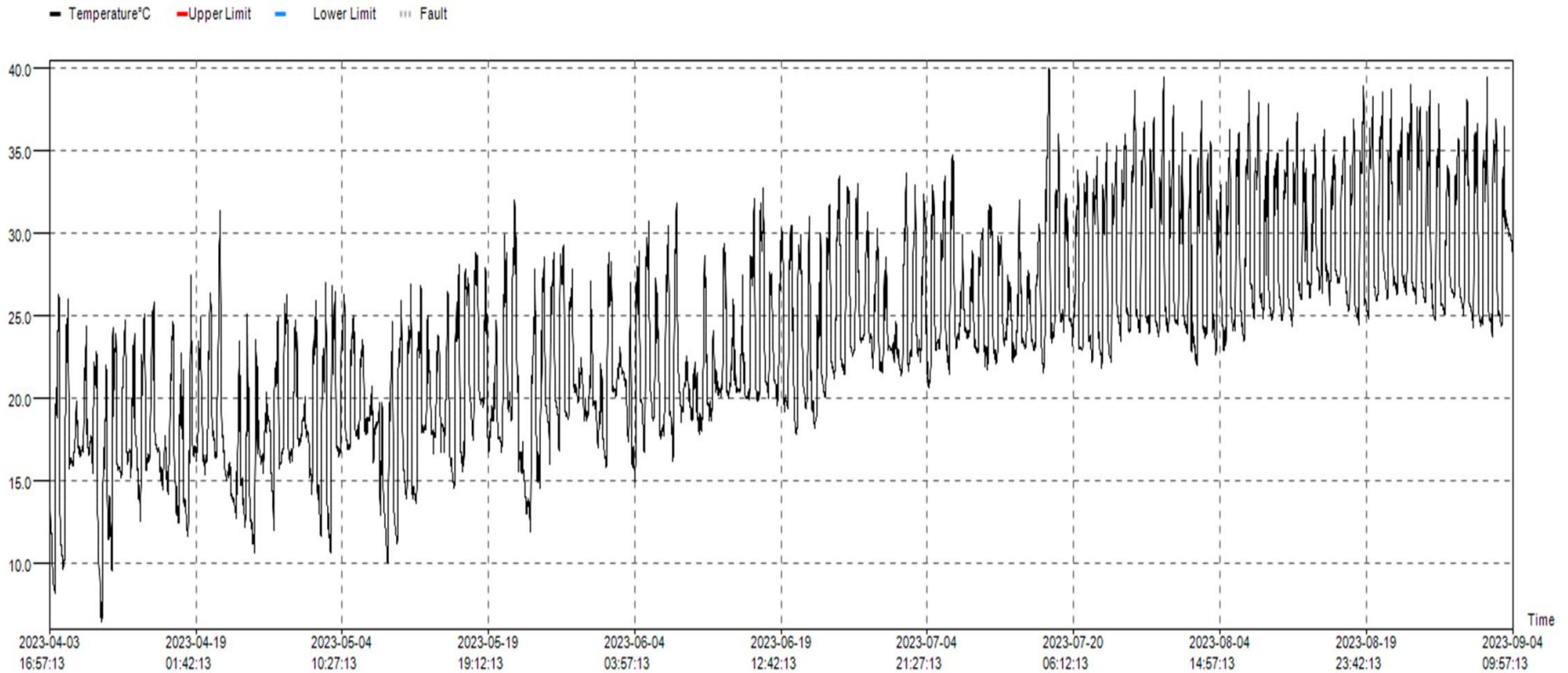
# 逆止弁方式の湧昇ポンプによる海水の鉛直攪拌



# 温度ロガー設置状況



海面上0.5mの大気温度グラフ 期間：2023.04.01-2023.08.31  
\* 7月中旬に40℃を記録

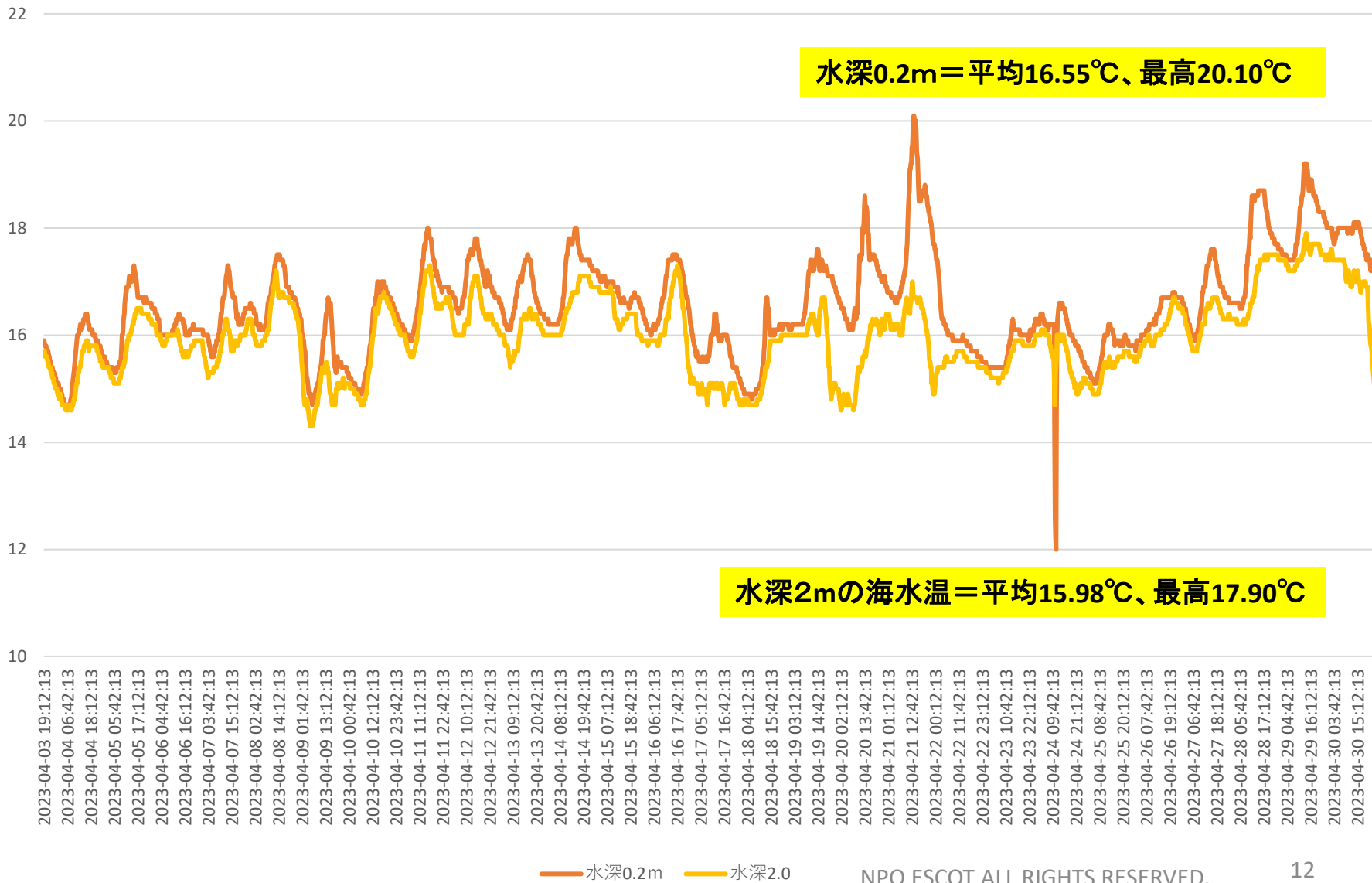


# 4月：水深0.2mと水深2mの水温比較2023.07.01-07.31

水温差 = 平均0.65°C、最高2.20°C

水深0.2m = 平均16.55°C、最高20.10°C

水深2mの海水温 = 平均15.98°C、最高17.90°C



# 5月：水深0.2mと水深2mの水温比較2023.07.01-07.31

水深0.2m = 平均18.94°C、最高22.80°C

水温差 = 平均0.73°C、最高1.30°C

18.94 22.82  
18.56 21.5  
18.21

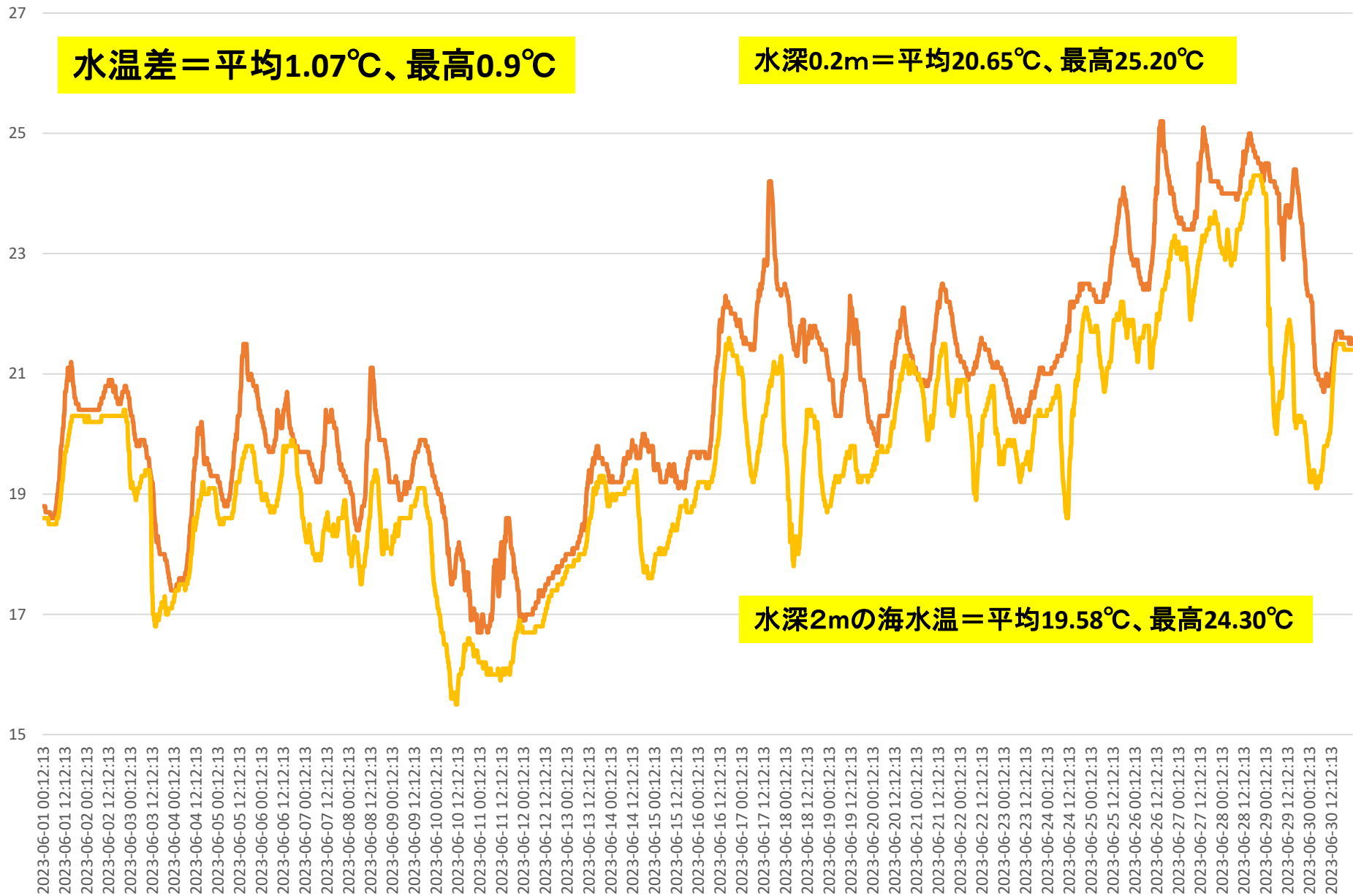
水深2mの海水温 = 平均18.21°C、最高21.50°C



# 6月：水深0.2mと水深2mの水温比較2023.07.01-07.31

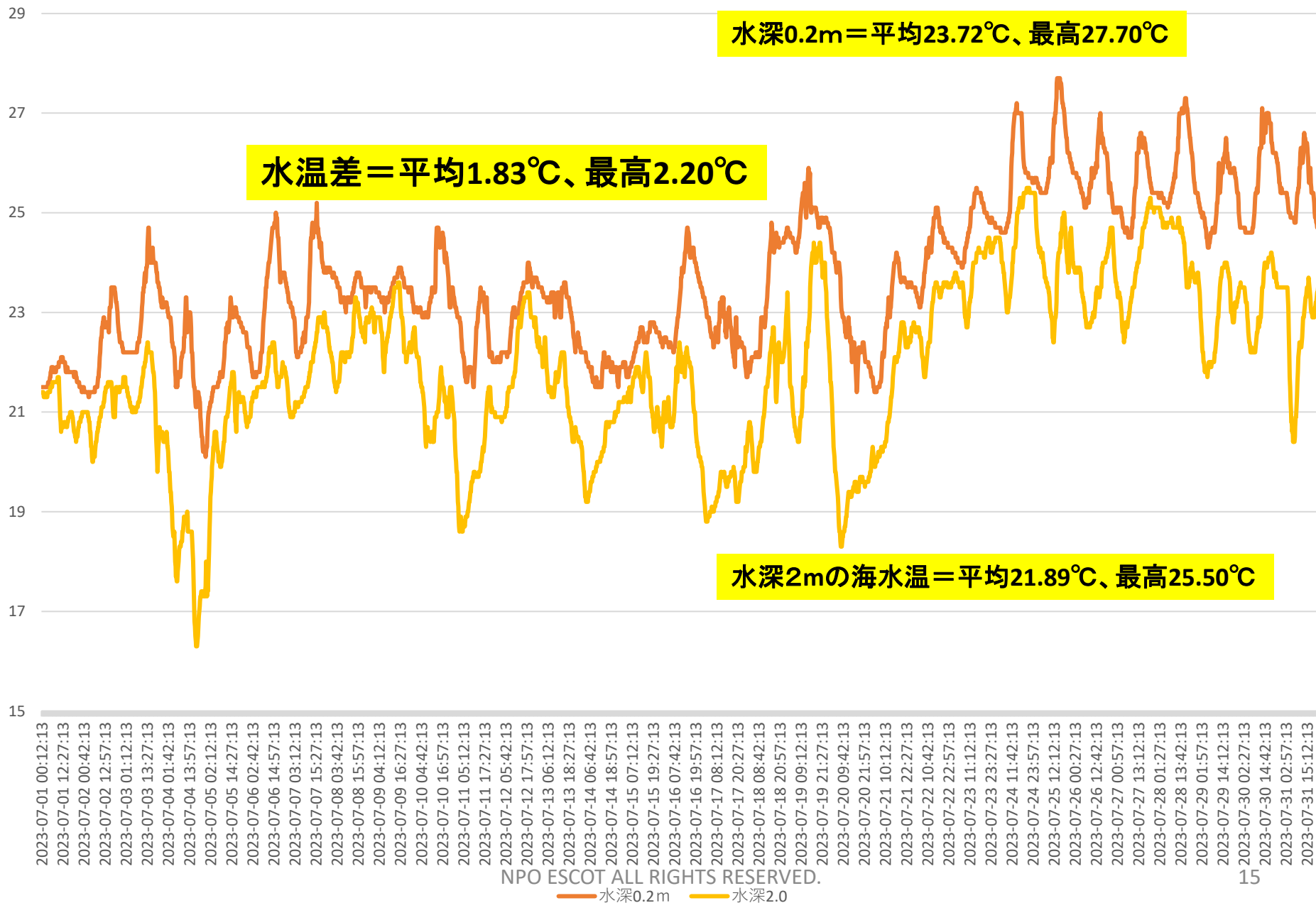
水温差 = 平均1.07°C、最高0.9°C

水深0.2m = 平均20.65°C、最高25.20°C

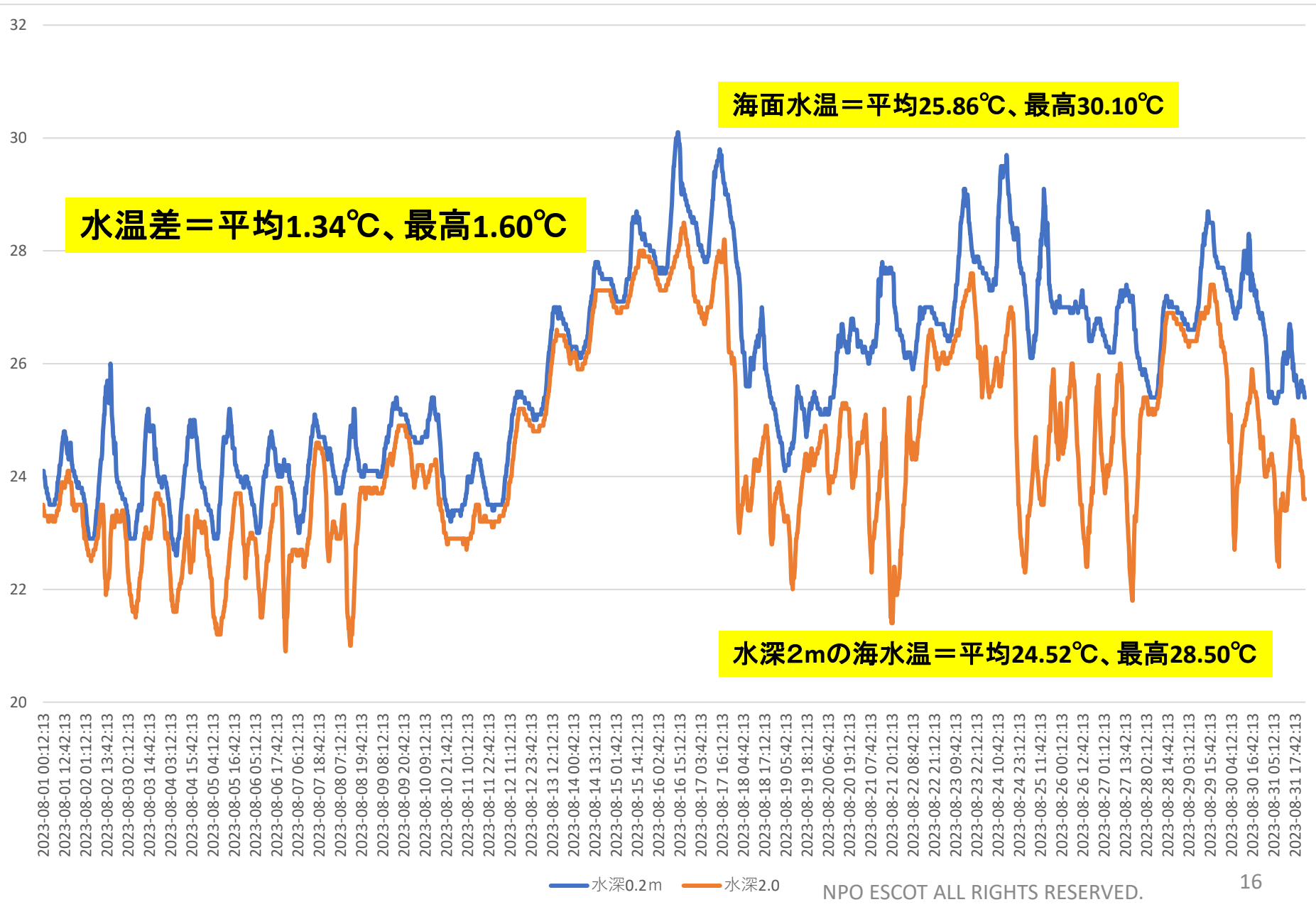


水深2mの海水温 = 平均19.58°C、最高24.30°C

# 7月：水深0.2mと水深2mの水温比較2023.07.01-07.31



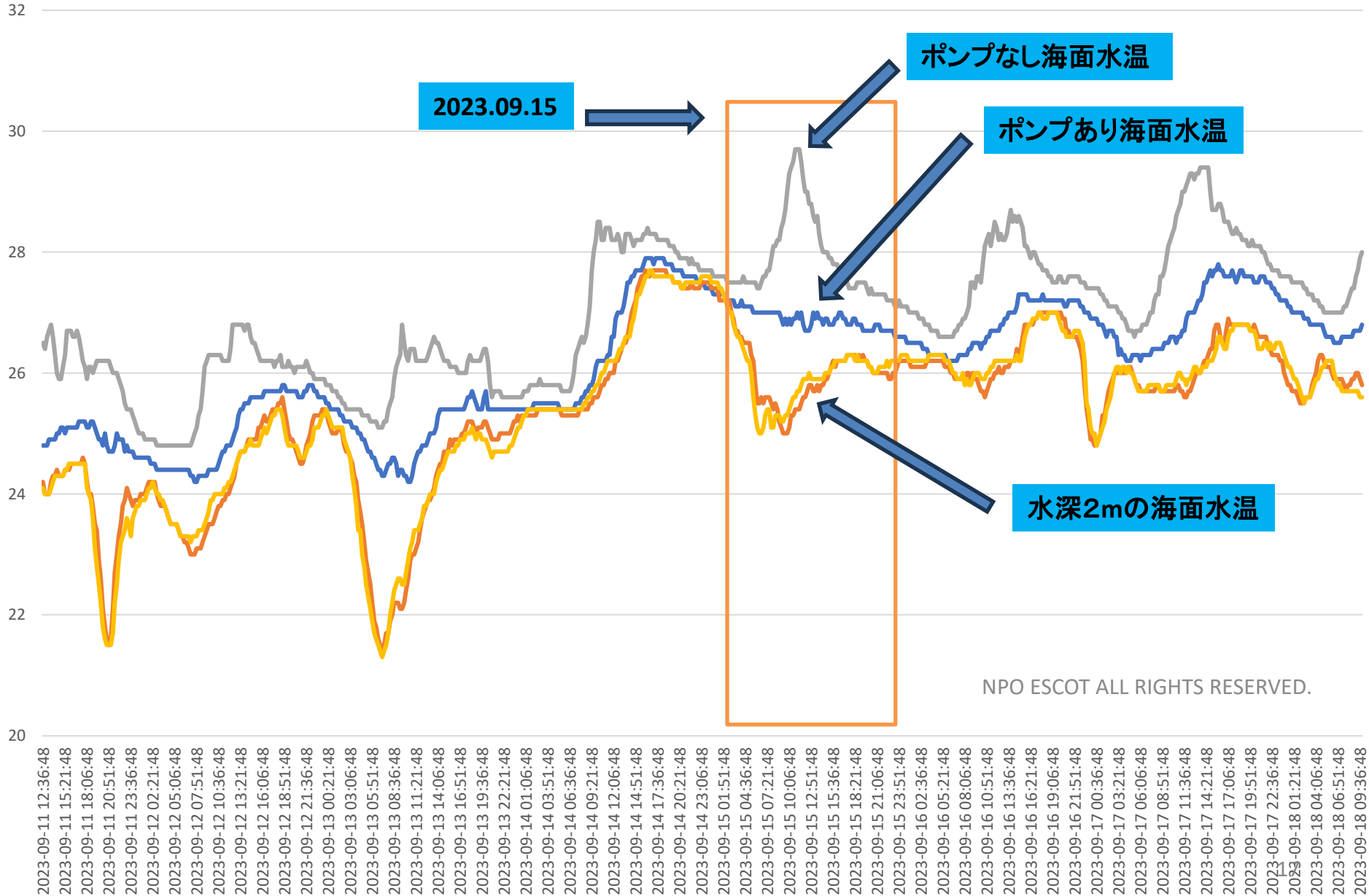
# 8月：水深0.2mと水深2mの水温比較2023.08.01-08.31





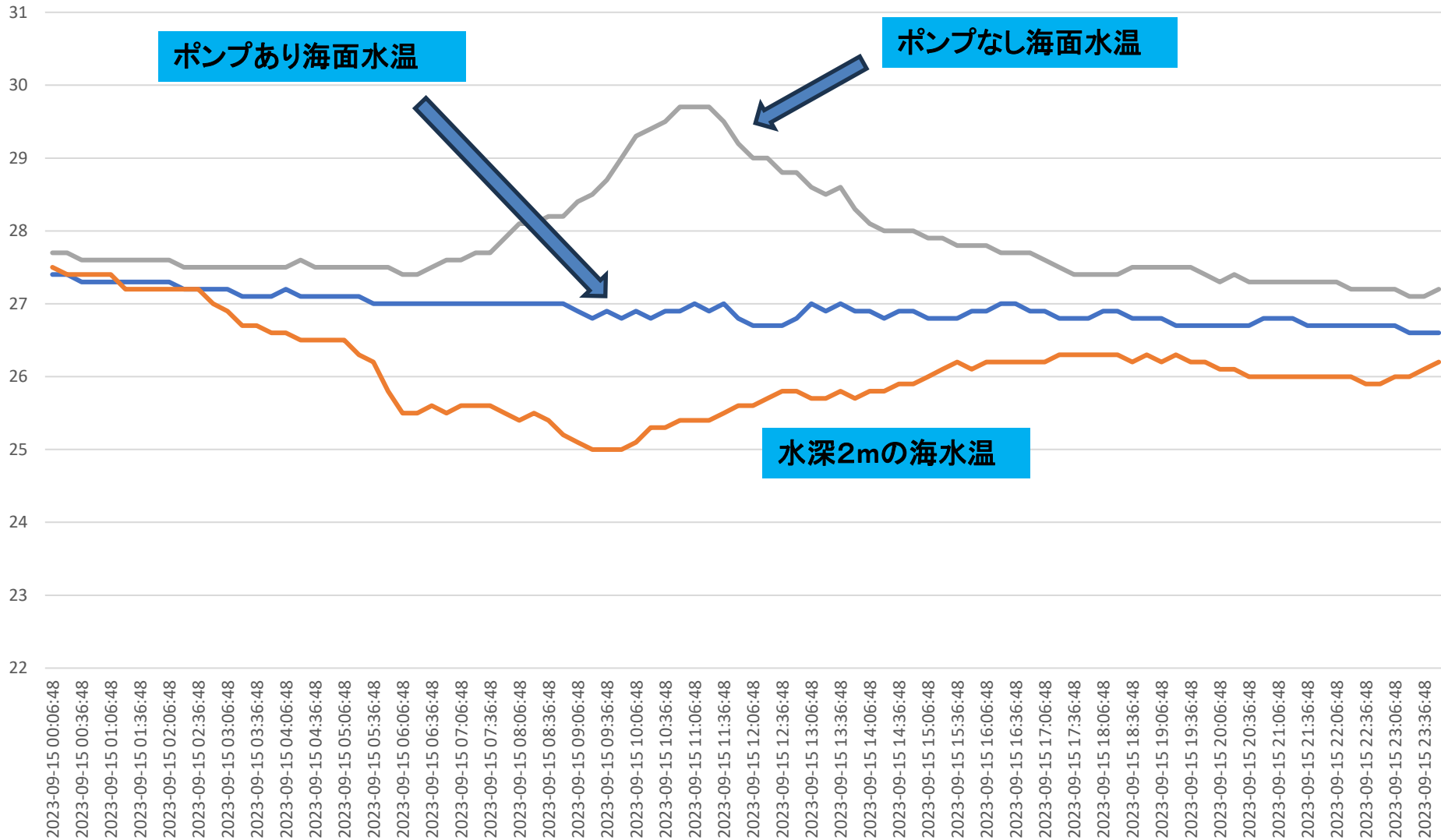
# 湧昇ポンプの有無による海面と水中2mの水温変化、期間:2023.9.11-9.18

— 海面ポンプあり — 水中ポンプあり — 海面ポンプなし — 水中ポンプなし

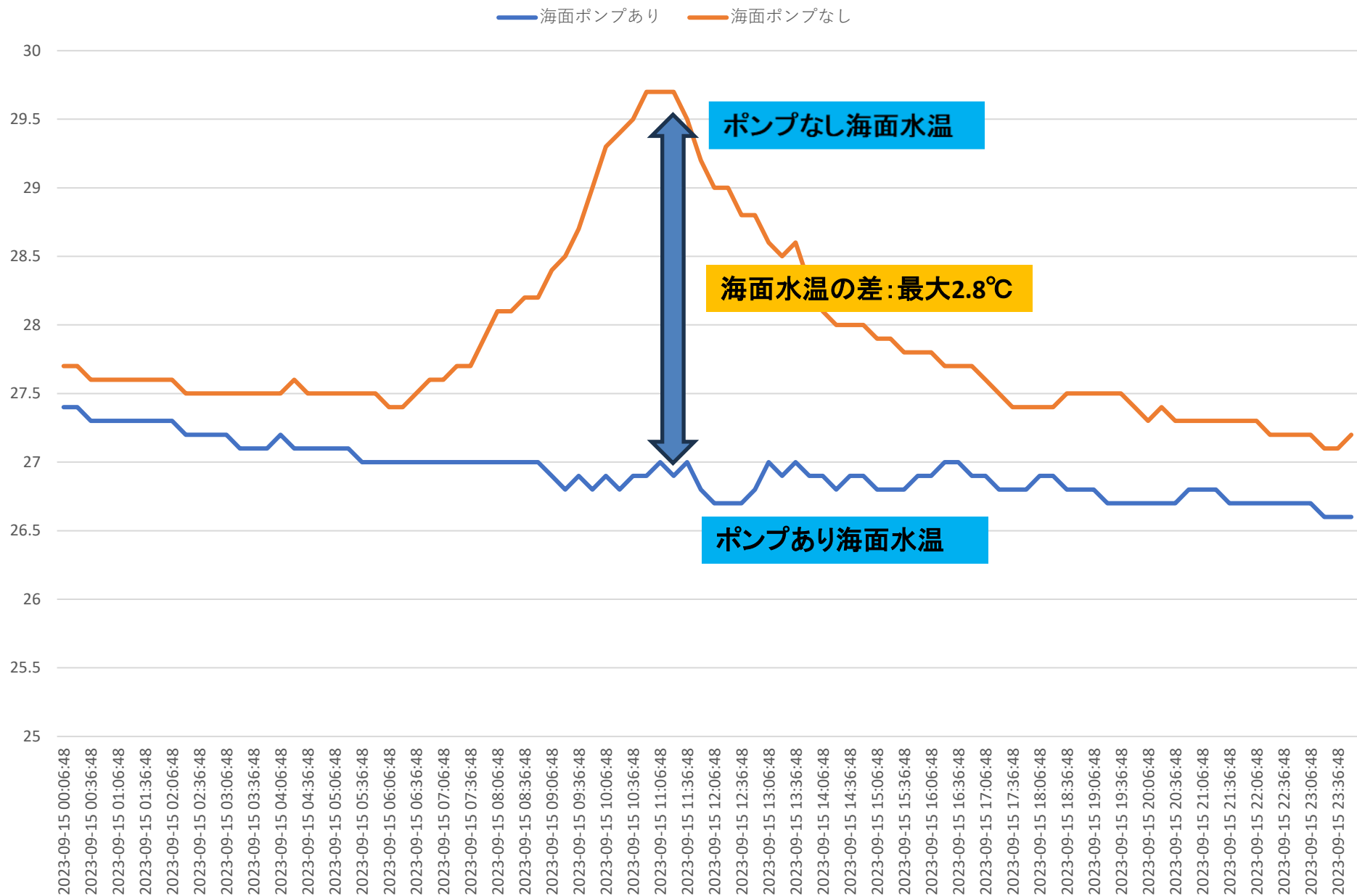


# 湧昇ポンプの有無による海面と水中の水温比較、2023.9.15

— 海面ポンプあり — 水中ポンプあり — 海面ポンプなし

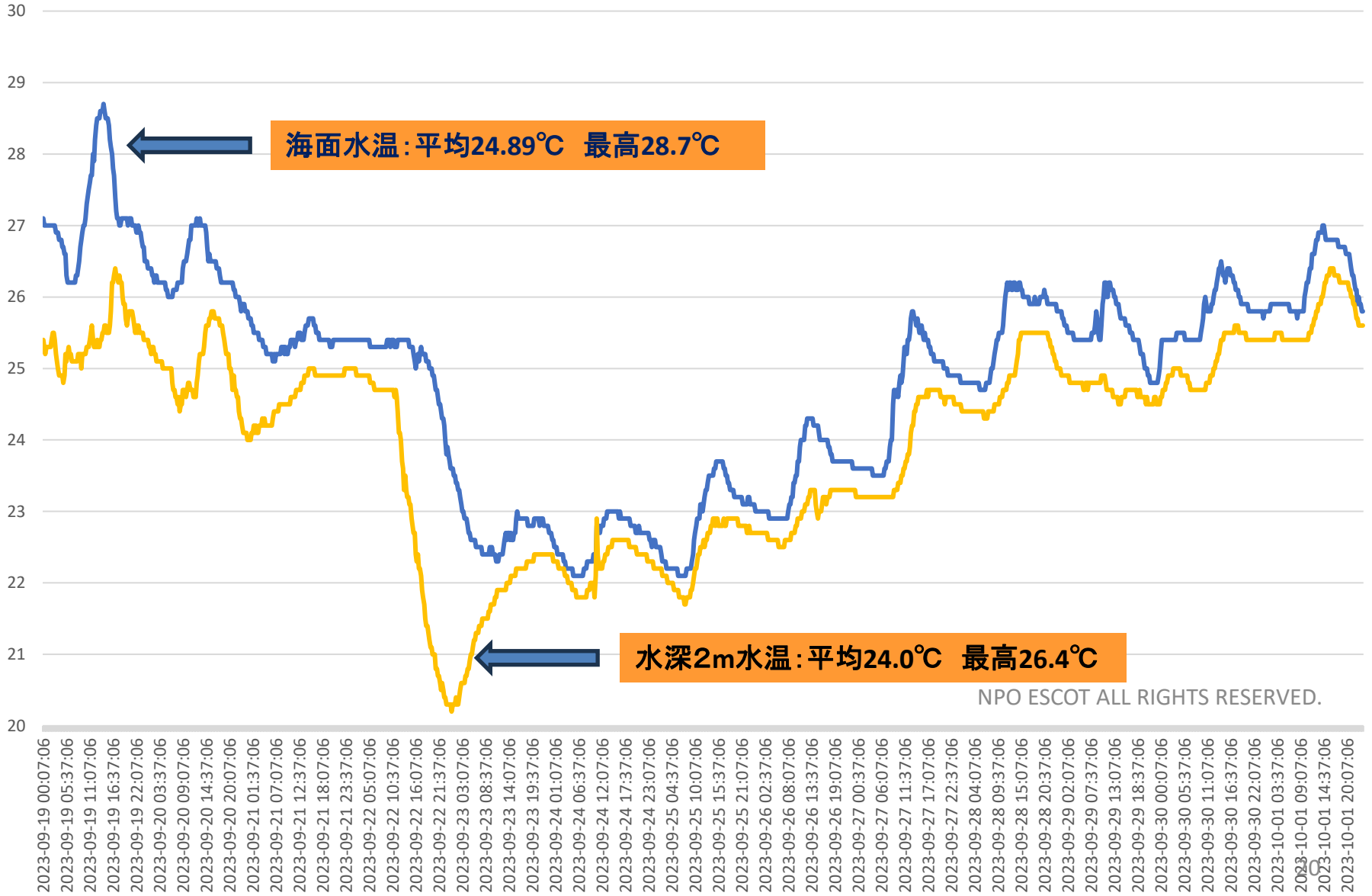


# 湧昇ポンプによる冷却効果＝最大2.8℃海面水温冷却



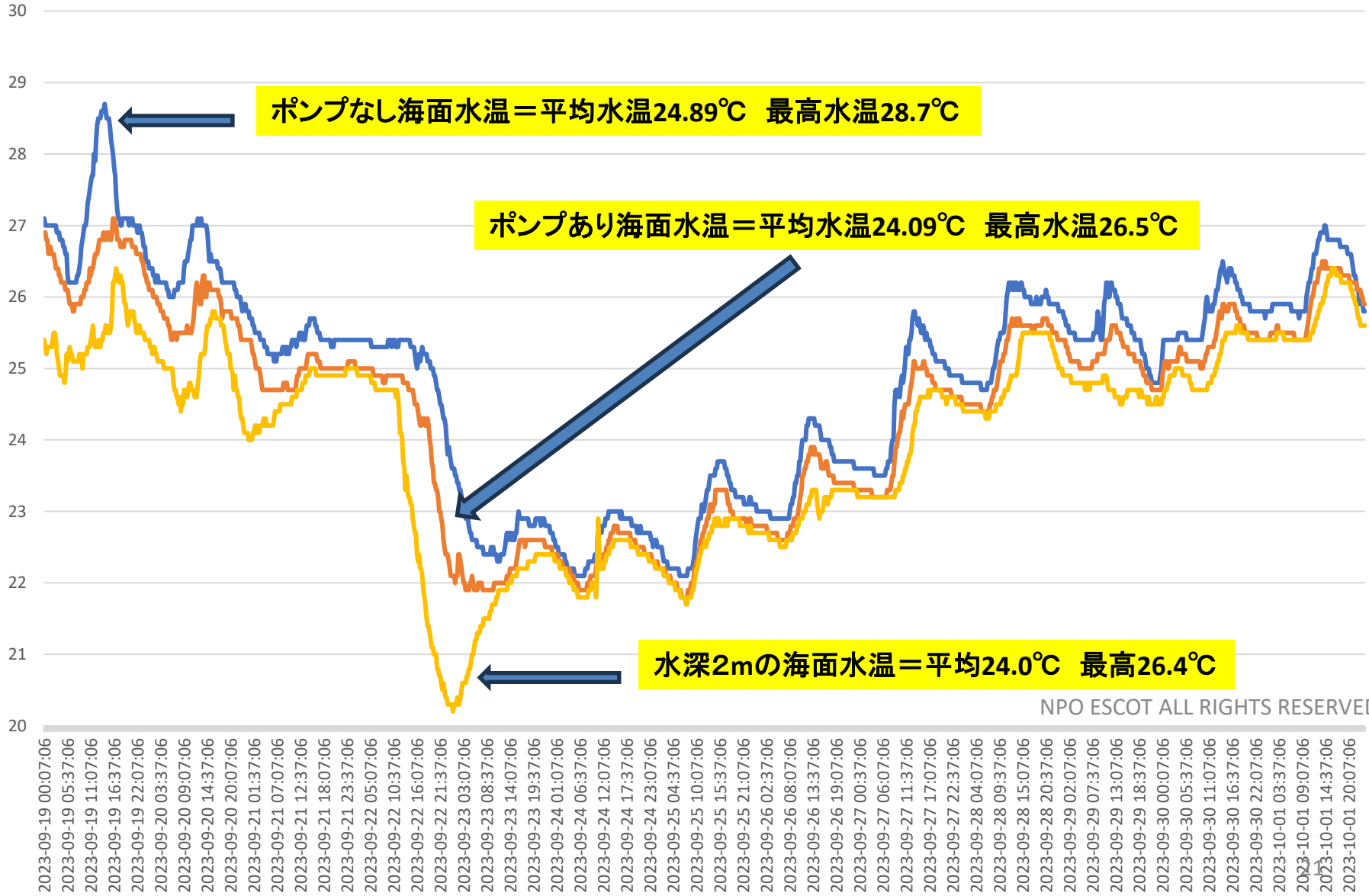
# 追加検証：ポンプなし海面と水深2mの水温比較：2023.09.19-10.01

— ポンプなし海面 — 水深2m



# ポンプあり海面/ポンプなし海面/水深2mの水温比較: 2023.09.19-10.01

— ポンプなし海面 — ポンプあり海面 — 水深2m



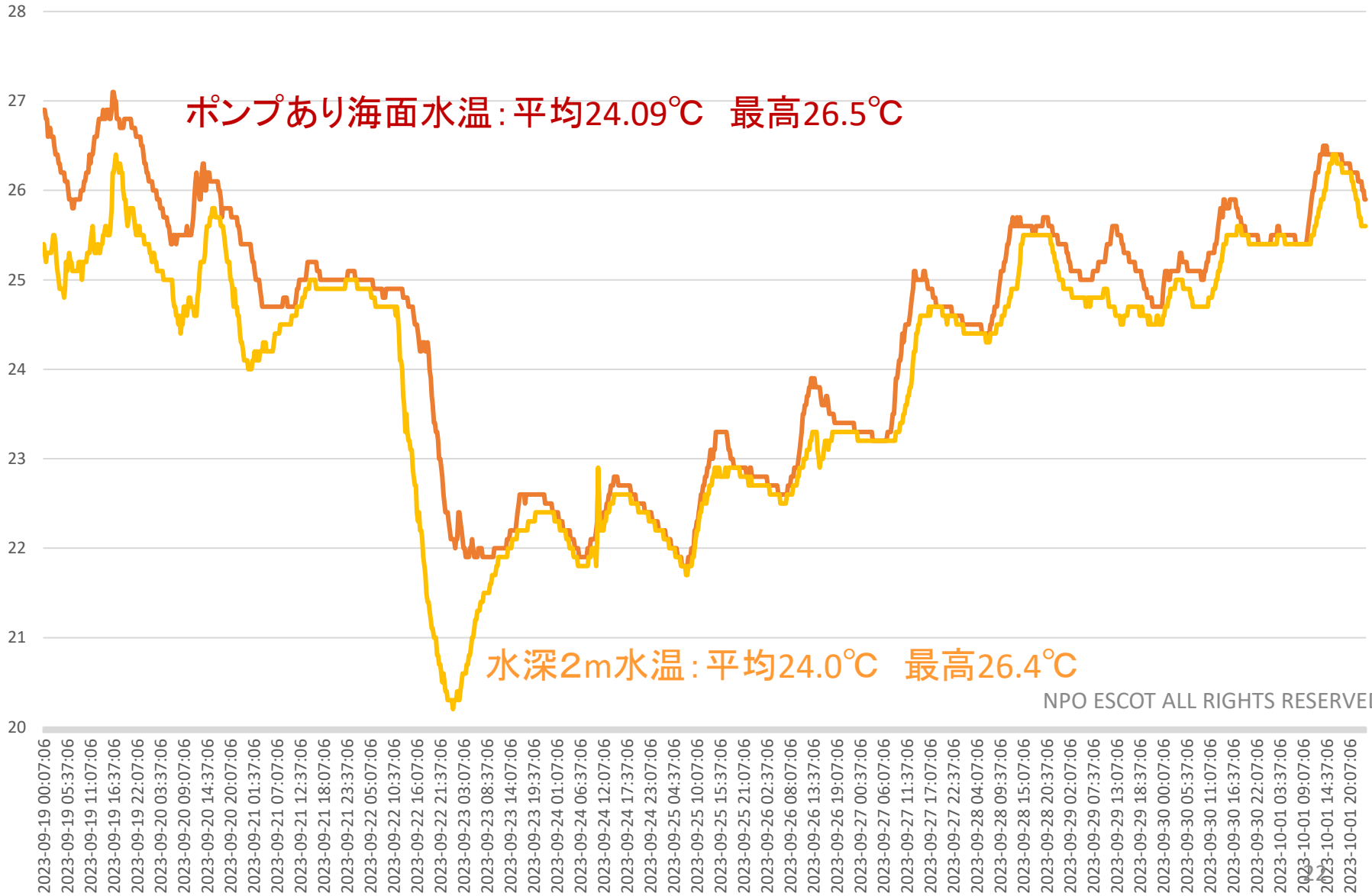
ポンプなし海面水温 = 平均水温24.89°C 最高水温28.7°C

ポンプあり海面水温 = 平均水温24.09°C 最高水温26.5°C

水深2mの海面水温 = 平均24.0°C 最高26.4°C

# ポンプあり海面と水深2mの水温比較: 2023.09.19-10.01

— ポンプあり海面 — 水深2m



## まとめ

### 海面水温について

1. 海面水温は海面の0.2m程度の薄い表層も生じていた。
2. 4月から10月まで表層高温水はほぼ継続的に存在した。
3. 海面水温は対気温より日射強度に律されていると考えれる。
4. 湧昇により夏季、海面水温の冷却効果が確認された。  
\* 湧昇量の把握には現時点では計算式による。

### 波動式湧昇ポンプについて

1. 逆止弁の強度を上げる2層化の必要があった。
2. ラバーウイングはメンテナンスの面から不要と考えられる。
3. 上部を細く下部を太くする事で全体の重量を下げ、周波数アップと現場負荷低減が可能。
4. 垂直維持用の重しは荒天時の姿勢維持としても必要であると考えられる。
5. ブイ上の受風体は湧昇ポンプの鉛直変位向上効果からも必要であると考えられる。
6. スイベル、Uボルトの使用はロープ保護とブイ/ポンプ両方の摩耗防止の点から必要である。  
\* スイベルは弁体に当たらない位置につける。

### 生態系につて

1. ポンプ管内部への貝類の付着にはゴムハンマーによるパイプ外からの打撃が有効
2. 各種魚卵の付着あり。
3. 海藻類の付着あり。

### その他

温度ロガー不足により高温状態が続いた7、8月のデータ収集が十分ではなかった。

**\* 上記、実証実験には御宿町ならびに御宿岩和田漁業協同組合のご理解と協力があり実現したものである。**

# 異常気象分析検討会 出典：気象庁 2014年3月4日

[https://www.data.jma.go.jp/gmd/extreme/kaigi/2014/0304\\_teirei/h25gidai2.pdf](https://www.data.jma.go.jp/gmd/extreme/kaigi/2014/0304_teirei/h25gidai2.pdf)

## 異常気象分析の高度化等について ー日本近海海面水温感度実験ー

### ■日本近海海面水温実験の特徴のまとめ

- 極端現象では、多少の降水量の増減が見られる程度であり、海面水温が主な要因となることは少ないようである。
- 月降水量では海面水温による変化が大きい。  
(極端現象発生時は、最初から大気が飽和に近い水蒸気を持っているため海面水温による水蒸気供給には限界があるが、平常時は大気が水蒸気を受け入れる余裕が十分にあると考えられる。)
- 冬季は海面水温の高いところで降水量増加、海面水温の低いところで降水量減少の傾向が明瞭である。
- 2011年1月の事例では、月初めの海面水温が高く、次第に低下した。  
月初めの日本海沿岸は高温であったため、顕熱・潜熱フラックスが大きく、上旬に降雪量の多かった山陰地方や北陸地方で影響が大きかった。



# 実験用ポンプと気温用ロガー

