

「波動式湧昇ポンプによる東京湾表層冷却と気候緩和効果の可能性」 A Study on Artificial Upwelling for Coastal Climate Mitigation in Tokyo Bay

背景

- 東京湾の夏季、表層水温上昇は沿岸都市の猛暑助長
- 海面からの水蒸気発生は短期的な気候加熱要因
- ゲリラ豪雨・赤潮・貧酸素など複合的リスク発生要因



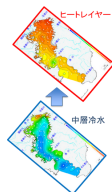
気温上昇の30~40%が水蒸気関連

- ①温室効果ガスの主因は 水蒸気（寄与率 60~70%）
- ②表層冷却により水蒸気発生抑制は即時的



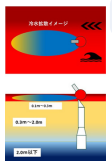
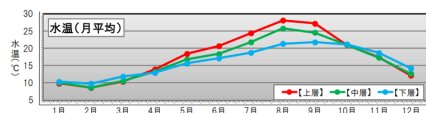
水蒸気発生源は極薄海洋表層

蒸発は海面直上の気液界面で分子が逃げ出す過程であり
供給源となる水は最表面に存在。



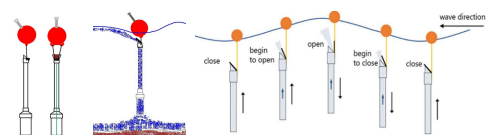
方策 低層冷水による海面冷却

中層・低層の月平均推移：千葉港口第一号灯標、2024年



提案 海を冷やす持続可能な技術＝波動式湧昇ポンプ

1. ゼロ・エネルギー＝ランニングコスト不要
2. DIY制作可能、小型分散型＝漁業関係者、地元企業のビジネス創成
3. オープン・テクノロジー＝特許フリーでノウハウ提供



効果 海面水温1℃冷却で95万m³/日の水蒸気発生抑制

結果（SSTを-1℃にした時の気温緩和量）

地点	風速 U (m/s)	$\Delta T \Delta T$ (h=200 m)
芝浦	3.4	0.26 °C
大田（羽田）	3.4	0.22 °C
千葉港	3.8	0.49 °C
木更津/富津	3.6	0.41 °C



地球の現在の温室効果の内訳

水蒸気：約 50%
雲：約 25%
CO₂：約 20%
その他（CH₄、O₃など）：約 5%
合計：水蒸気+雲で約75%に相当
NASA GISS（ゴダード宇宙研究所）

IPCC 第6次評価報告書（AR6）WG1 第7章（2021）
「水蒸気+プラスレート（WV+LR）フィードバックが
地球温暖化への最大の単一寄与」と結核。

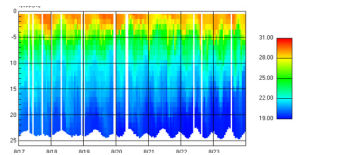
海洋表面の構造

層の名称	厚さ	主な特徴
分子サブレイヤー（molecular sublayer）	数nm	分子レベルの結核、自由水が支配する領域、界面・熱交換、数秒の更新。
ヒートスキン層（heat skin layer）	約0.1 mm	水層から大気への熱フラックス（顕熱・潜熱）によって温度勾配が形成され、海面温度（SST）よりわずかに冷たい層。
クールスキン層（cool skin layer）	約1 mm	熱・塩度の影響で形成される平均的な水層。
バズルスキン層（buzur skin layer）	数cm～数十cm	界面層センサーやバケット計測などで観測される「見かけのSST」。

夏季の深層別水温比較：2025.8.17-8.23

水深5mは海面に比べ3~5℃低い。

出典：伊勢湾央データ



海面水温冷却効果確認試験、御影岩和田漁港



東京湾の海面水温を1℃下げた場合の効果

条件 - SST基準：28℃ → 27℃（-1℃）

- 気温：32℃

- 相対湿度：70%

- 風速：4 m/s

結果

- 蒸発量：1.53 → 0.80 mm/日（-0.73 mm/日）

- 水蒸気削減量-東京湾全体（1,300 km²）換算：約95万トン/日

効果予測

- 蒸発抑制による暑さ緩和

- 赤潮・貧酸素の軽減などの海洋環境改善

- 台風・豪雨の発生抑制の可能性

漁業・水産資源の活性化



1. 漁場環境の改善
中層冷水を汲み上げることで、表層の高水温・貧酸素を緩和。
2. 生産量の向上
清涼により養殖場が表層に供給され、プランクトンが増加。
魚類・ハイオマスが増加し、漁獲量アップの循環構造が形成される。
3. 地域経済との連携
施設・地元企業が中心となり、ポンプ製作・設置・維持を担うことで、新たな地域雇用・技術ビジネスの創出につながる。

波動式湧昇ポンプの特徴



1. 浅海層の低層冷水汲み上げに活用
小型・分散型化
2. 側面カット・ヒシ型止弁採用
小波・不規則波での排水可能
3. 管内への生物着生防止と底分回収シート
メンテナンス効率化と必要元素再回収

