

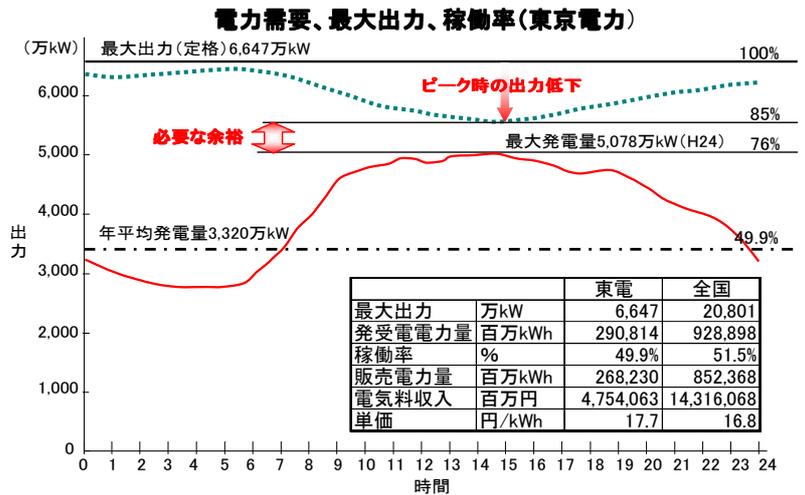


## 着眼点と技術的根拠

### (1) 発電所の必要出力と稼働率

電力の需給でシリアスなのは、ブラックアウトで（需要が発電能力を超えると安全装置が起動、電力系統ごとに全てを停止、回復までに甚大な被害が生ずる）、電力需要のピークに合わせて発電所を建設する必要があります。

右図は東京電力における電力需要（日変動）、定格出力と稼働率ですが、最大出力に対し、ピーク時の最大発電量は76%、年平均稼働率は49.9%と大きく乖離しています。ピーク時の出力低下と必要な余裕幅、都合24%が大きいことが解ります。



### (2) 発電の特性(弱点)

実は、夏の最も暑い時は空調の需要が多くなり、電力需要もピークに達するのですが、この時、発電所でも吸気温度、冷却水温度が高くなり、発電能力は低下します。

発電所ではこの低下を見込んだ出力で需要を超える(+所定の余裕)必要があります。

**【参考1】出力～温度特性から、吸気温度、海水温度が上がると発電効率は急激に下がりますが、海洋深層水冷熱を使うことで大きく回復することが解ります。**

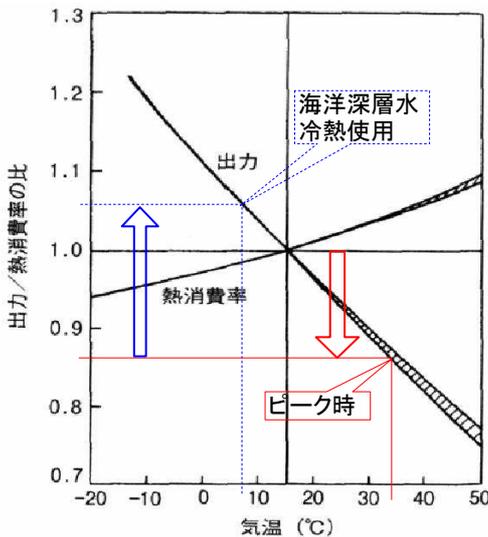


図2-8 出力と効率の大気温度特性

出典) 入門講座「タービン・発電機及び熱交換器」IV. ガスタービンの性能と構造, 火力原子力発電Vol.55 No.11, 2004.11

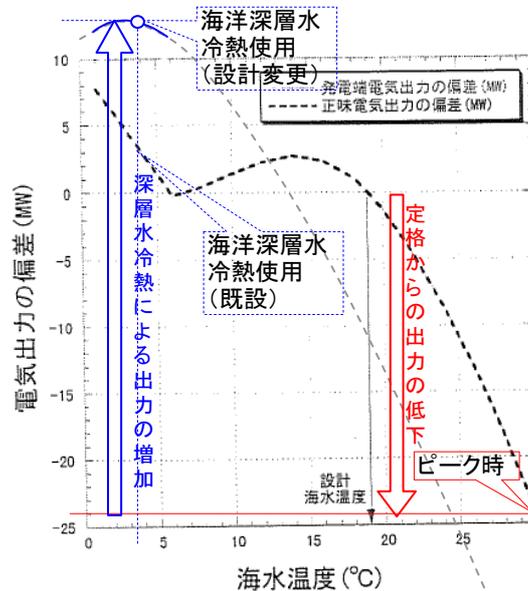


図3. 1.3-3 表層水利用プラントでの発電端電気出力・正味電気出力の設計点からの偏差

出典) 深層水利用の調査および発電所への適用研究 電力中央研究所報告2001.4

左図(左)はガスタービンの吸気温度と出力の関係ですが、ほぼ線形的に変化、夏期最高温度を35°C、海洋深層水で冷却した後の気温を8.5°Cとすると、両者の出力は23%の差(1.06/0.86=1.23)になります。

右図は蒸気タービンの冷却水の海水温度と出力偏差(基準60万kW)の関係で、設計温度に対し海水温度が上昇すると急激に発電効率が落ちることが解ります。

実際は設計海水温度を高めにし、高温時の低下を少なくするようにしていますが、これは低温時の効率を犠牲にしていることになり、海洋深層水を使うことが前提なら、その温度に合わせた最適化が可能となります。

### (3) 温暖化、異常気象、ヒートアイランド

夏、温暖化や異常気象で首都圏の気温は上昇、振れ幅も拡大し、最高気温は40°C近く、35°C以上の日数は10日±5日(2020年の7~9月)が予想されます。東京湾の水温も着実の上昇しつつあります。

この、夏の一瞬のために過大な設備を要することになり、これでは、設備維持費も嵩み、発電コストは高くなるを得ません。

出典: 2013年まで気象庁, 2014~2020年筆者が延長的に加筆→



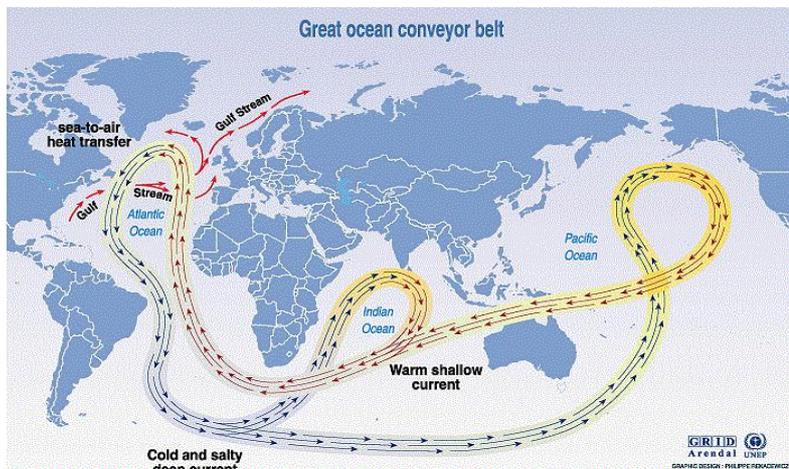
### (4) 悪循環を絶つことが必要

すなわち、温暖化等で熱くなると冷房し、電力需要が増える、発電所は熱くなると発電効率が低下します。更に発電所を増設し、多くの燃料を用い発電する。或いは計画停電、ブラックアウトとなりますが、前頁に示すように、海洋深層水冷熱を用いれば、この悪循環を断つことができます。

**(5)海洋深層水(冷熱)は循環再生型資源で無尽蔵、かつ膨大です。**

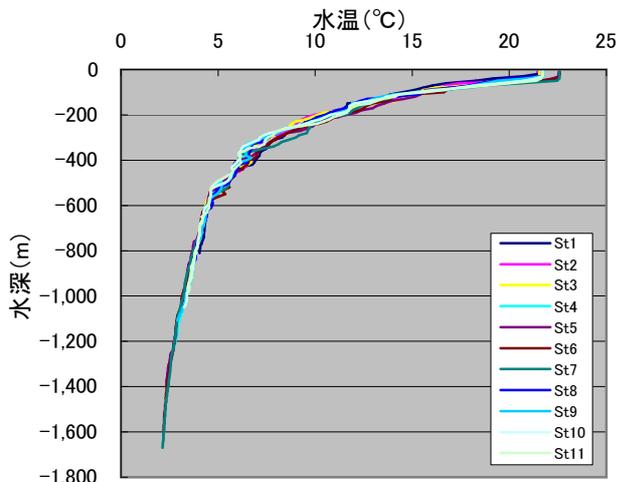
良好な取水サイトは国内では数ヶ所、世界的にも数十ヶ所に限られますが、首都圏には恵まれた海洋深層水の取水サイトがあります。

例えば、房総海底崖奥(布良海底谷など)には数億m<sup>3</sup>/日の海洋深層水(水温2℃~3℃)が流れ込んでいると推定でき、冷熱の価値にして、年間数兆円の資源に相当します。



Source: Broecker, 1991, in Climate change 1996, Impacts, adaptations and mitigation of climate change: scientific-technical analyses, contribution of working group 2 to the second assessment report of the Intergovernmental panel on climate change, UNEP and WMO, Cambridge press university, 1996.

海洋大循環モデル: 1980年代コロンビア大学のブロッカー教授はコンベアーベルトと言われる海洋大循環モデルを提唱されました。



館山沖での深さ~水温 (弊社業務資料)  
水深1,000mで3.2℃、1,500mで2.3℃となります。

**(6)冷熱は運べないと思われていましたが、100km運搬しても水温はほとんど上昇しない！（発見）**

従来、断熱材を巻いた管路φ300を地下2mに埋設しても、冷熱の輸送距離は2~3kmが限界でした。近年、地下温度の知見も進み、地下50mくらいで極小値を迎え、年間を通じ約15℃くらいになります。ここに、3.2℃の水を、例えばφ10,000のシールドで流す場合、100km運搬して約0.1℃の水温上昇になります。すなわち、規模が大きくなると冷熱は殆ど水温上昇なく、運べることが解ります。

**(7)冷熱を運ぶコストは安くできます！**

“水を運ぶエネルギー(コスト)は流量の3乗に比例して増加する”は流体力学の一般的言い方ですが、別の見方をすると、流量の3乗に比例して安くなる、流量が1/10ならエネルギーは1/1,000になります。シールド技術の進歩は大口径、深さ、延長、掘削速度などで著しく、コストも安くなって来ました。改めて、計画流量に対し、シールド径、工事費、送水に要するエネルギーの最適化を図ることができる訳です。例えば、1,000万m<sup>3</sup>/日の流量をφ10,000のシールドで100kmを輸送する場合、コストは2.3円/m<sup>3</sup>(設備減価償却費1.6円/m<sup>3</sup>, 電気(送水エネルギー)料金0.7円/m<sup>3</sup>)となります。

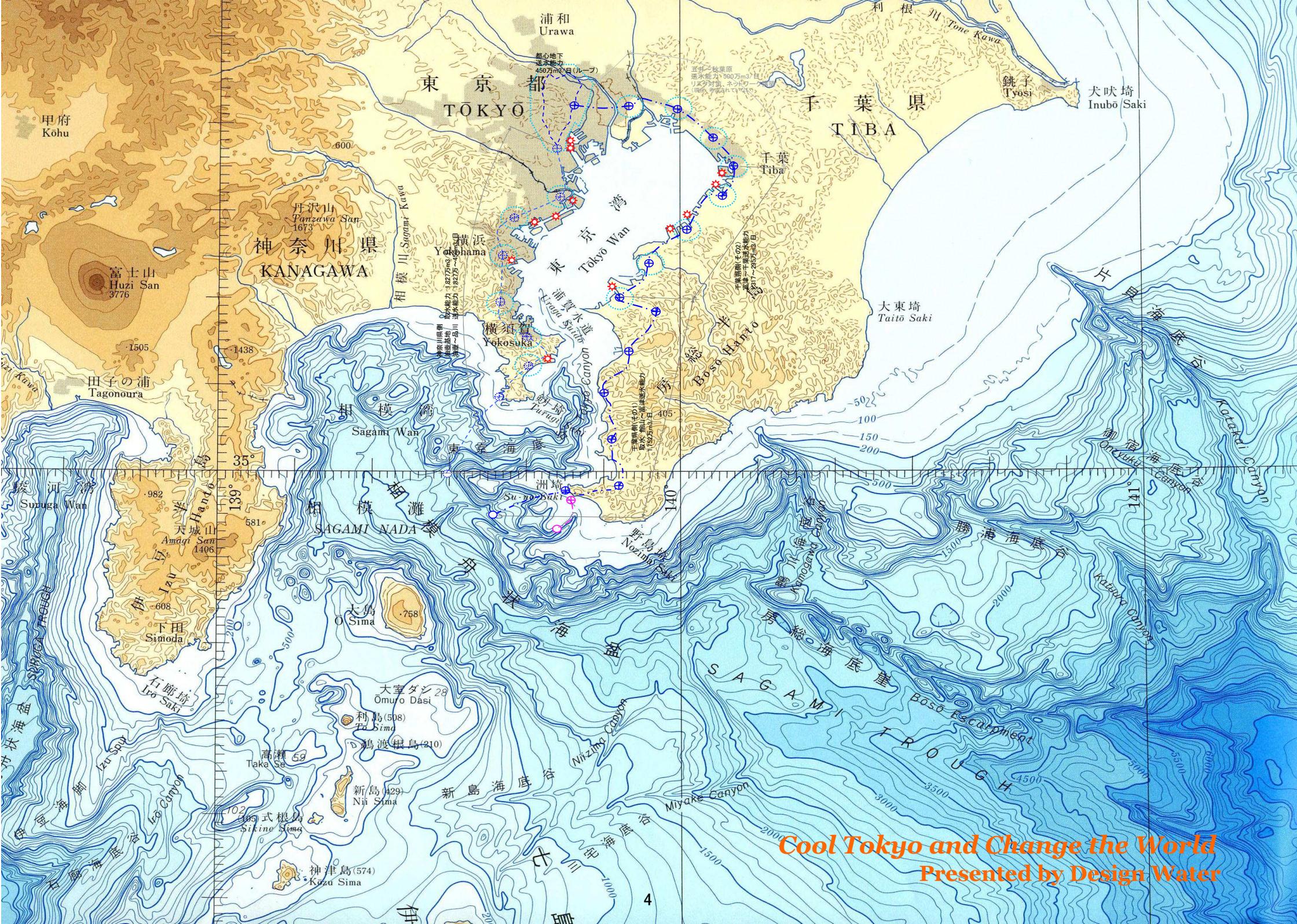
**【参考2】付随して、CO2排出量の膨大な削減、東京湾環境保全、ヒートアイランドへの貢献も期待できます。**

前述効果は発電効率の向上に起因し、発電量が同じ時は、燃料とCO2排出量の大幅な削減になります。また、従来、膨大な廃熱(燃料エネルギーの約50%)が東京湾と大気に放出されていましたが、廃熱を深層水冷熱で相殺することで、東京湾の水温、気温が低下、涼風が都心に流れ込みます。

**海洋深層水冷熱の効用まとめ**

灰色部は既述

(1)発電所冷却水、空調への利用で		
①出力 ピーク時出力増加	441~535 万kW	IPPの導入具合で差、水温30℃、気温35℃
空調利用出力減	150~450 "	水冷式の変更に時間を要する
計	591~985 "	発電所増設(約1兆円)に相当
②発電量増(年間、稼働率80%)	217 億kWh	発電所更新費用の低減(数千億円)につながる
③発電コスト低減	4.64 円/kWh	(冷熱供給事業の収益の対象に設定)
④燃料削減	1,341 億円/年	増加分のコスト、売価は利益配分による
⑤CO2削減	675 万トン/年	
} 発電量を同じと設定した場合		
(2)東京湾環境保全		
①水温低下	-1.24 ℃	現状は 1.65 ℃ 上昇(発電所廃熱他による)
②気温低下	-4.58 ℃	現状は 6.95 ℃ 上昇(自然な値に比べ)
③水質浄化	日流量(置換)換算で、約5%の清浄な深層水が混合する	
(3)ヒートアイランドへの貢献		
①気温低下	-1.43 ℃	現状は 8.14 ℃ 上昇(放射熱による低減分)
②気温低下(海風)	-2~-3 ℃	都心の上昇気流と海風による



東京都  
TOKYO

千葉県  
CHIBA

神奈川県  
KANAGAWA

東京湾  
Tokyo Wan

横浜  
Yokohama

横浜  
Yokosuka

千葉  
Tiba

犬吠埼  
Inubō Saki

大東埼  
Taitō Saki

相模湾  
Sagami Wan

相模灘  
SAGAMI NADA

野島埼  
Nozamisaki

御宿海底谷  
Onyūka Canyon

片貝海底谷  
Katagai Canyon

甲府  
Kohu

富士山  
Huzi San  
3776

田子の浦  
Tagonoura

駿河湾  
Suruga Wan

天城山  
Amagi San  
1406

伊豆  
Izu

石廊埼  
Iō Saki

伊豆海峽  
Izu Strait

石廊海底谷  
Iō Canyon

大島  
Ō Sima

利島  
Tō Sima

高瀬  
Taka Se

新島  
Nii Sima

神津島  
Kazusa Sima

新島海底谷  
Nii Sima Canyon

七川  
Shichikawa

野島海峽  
Nozami Strait

房総海峽  
Bōsō Strait

三浦海峽  
Mitsuboshi Strait

房総海峽  
Bōsō Strait

房総海底谷  
Bōsō Escarpment

房総海峽  
Bōsō Strait

房総海峽  
Bōsō Strait

房総海峽  
Bōsō Strait

房総海峽  
Bōsō Strait

勝浦海底谷  
Katsuraura Canyon

勝浦海峽  
Katsuraura Strait

勝浦海底谷  
Katsuraura Canyon

勝浦海峽  
Katsuraura Strait

御宿海峽  
Onyūka Strait

片貝海峽  
Katagai Strait

Cool Tokyo and Change the World  
Presented by Design Water