

To Cool Tokyo and Change The World

Presented by Design Water Inc.

「2020年の東京」・「Discover Tomorrow」に向けて

都市のあるべき姿を世界に示し、人間が抱える共通の問題を解決する鍵となる。「Discover Tomorrow」(2020年の東京)への実行プログラム、車道、歩道、グリーンパークでは世界から客人を迎えるに当たり、視察は、電力需要ピーク時の安定供給、火力発電燃料抑制、更にCO₂排出量削減、ヒートアイランド対策、東京湾の環境保全などが注目された技術的課題に人々が抱える共通の課題になっていきます。ここでは、その根本的解決策(都市のあるべき姿)をご提案致します。

(1) 電力需要の問題点

東日本大震災後、原発は停止となり、老朽化で停止中だった(発電効率が低い)火力発電所を再稼働、増強になる電力供給保証(委員会)と節電意識などであらうして需給バランスさせているものの¹⁾、アベノミクスによる景気回復やオリンピック需要で、電力需給は甚だ厳しい状況です。今後、原子力発電所の再稼働ができたとしても、電力需給は厳しい状況が続き、老朽化発電所の更新や増強には長期間を要する上、燃料費、CO₂排出量の増加などの課題があります。

(2) 海洋深層水冷却による、電力需要ピーク時の出力回復方法
さて、発電所は冷却水を必要とし、大量の海水を引いていますが、その海水温度や大気温度で発電効率が大きく異なってきます。夏の電力需要ピーク時には冷却水温度が上昇し、出力が落ちている訳ですが、前述海洋深層水冷却を活用することで、出力は14.5%²⁾向上し、発電コストでも大きく省けます。

この効果はNEDOや電力中央研究所の研究により2009年頃には確認されていますが、深層水コストが高く、実例にはありませんでした。³⁾その他の取水・送水技術開発により、よりよくご提案できるようにしました。

(3) 付随効果(環境負荷低減効果、ヒートアイランド対策)
従来、膨大なエネルギー(約60%)が発電量と大気に放出されてきましたが、発電効率の改善に加え、深層水冷却で冷却することで、東京湾の大気温度が低下、涼風がヒートアイランドに流れ込みます。⁴⁾



プロジェクト概要

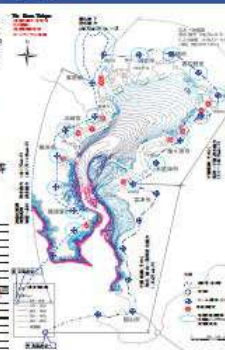
市良 塩倉谷や東京 塩倉谷には3.2℃(水深1000m)の海洋深層水が到達しています。これを取水、右図で示すようにシールドトンネル(φ7,800×φ3,800)φ50mで沿岸発電所や都心に送水し、前述発電効率の改善やヒートアイランド対策にできます。(※図「To save Tokyo」参照、詳細は別紙)

(1) 首都圏ならではのスケールメリット
東京圏には火力発電所が集積(約4,000MW、日本の約1/5)、海洋深層水の取水・送水、発電量増で大きなスケールメリットと経済性が期待できます。

(2) 効果
発電効率・出力増加(電力需給ピーク時の6~7%増に相当)、年間の省電、発電量増、燃料費削減、CO₂排出量削減等に加え、下表に示すように、東京湾の海洋環境保全、ヒートアイランド対策に大きく貢献します。

冷却水利用の環境効果は地域別に活用できます。(詳細は別紙)

項目	東京湾	瀬戸内海	太平洋
年間発電量(万kWh)	1,000	1,000	1,000
年間省電率(%)	6.7	6.7	6.7
年間燃料費削減(万円)	1,000	1,000	1,000
年間CO ₂ 削減量(千トン)	1,000	1,000	1,000
年間省水率(%)	14.5	14.5	14.5
年間省コスト(万円)	1,000	1,000	1,000



冷熱事業の投資額、事業収支、及び実証実験について

(1) 投資額、事業収支
取水・送水能力3,000万m³/日(約4分毎)、インフラ投資額約3,000億円(約6%増減含む)、売力は発電量増分(夏)とし、約1,500億円/年、売引き後利益700億円/年、ROA=24.3%となります(※表)。

項目	単位	計画値	計画値	計画値	計画値
総投資額	億円	1,000	1,000	1,000	1,000
総事業収入	億円	1,500	1,500	1,500	1,500
総事業支出	億円	400	400	400	400
総利益	億円	1,100	1,100	1,100	1,100
総利益率	%	73.3	73.3	73.3	73.3
総利益/総投資額	円/円	1.1	1.1	1.1	1.1
総利益/総事業収入	%	73.3	73.3	73.3	73.3
総利益/総事業支出	%	275.0	275.0	275.0	275.0
総利益/総事業収入	%	73.3	73.3	73.3	73.3
総利益/総事業支出	%	275.0	275.0	275.0	275.0
総利益/総事業収入	%	73.3	73.3	73.3	73.3
総利益/総事業支出	%	275.0	275.0	275.0	275.0

(2) 実証実験と展開
技術的な実用性(居住地域の環境)に問題はありませんが、節電意識の醸成とメンテナンスは事業性を支えます。⁵⁾また、送水水のコントロール、活用は将来展開や環境保全に直接関係します。(※表)
これらを含めた実証実験は、取水施設に約26億円、発電施設等に約25億円となります(※表)。
(※表裏の順に表す。詳細は今後発表します。)

項目	内容	費用	効果
取水・送水	取水・送水施設の建設・運用	約26億円	発電効率の向上、節電効果の向上
発電	発電施設の建設・運用	約25億円	発電量の増加、CO ₂ 削減効果の向上
節電	節電施設の建設・運用	約25億円	節電効果の向上、CO ₂ 削減効果の向上
環境	環境施設の建設・運用	約25億円	環境改善効果の向上、CO ₂ 削減効果の向上

スケジュール、遂行体制、展開

(1) スケジュール
右に概略工程表を示します。実証実験の調査・設計・許認可取得済みですが、本工事(冷熱事業)まで1.5年、本工事4~7年、都合約6.5年となります。

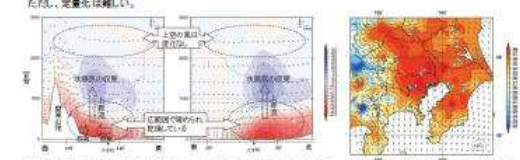
年度	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
調査・設計	○	○	○	○	○	○	○	○	○
許認可取得									
建設									
運転									

(2) 遂行体制
事業主に従い、ナショナルプロジェクトとして組成すべく、業団体と協働中です。
事業主体: 銀行・インテリナーと有志によるSPC
協賛: 協働中
支援: 協働中

(3) 展開
① 冷熱事業は中部、関西、沖縄など国内、海外(取水地は限られる)でも有望です。また、発電所廃止(燃料のエネルギー→zero)の活用も本インフラ整備により初めて進みます。
② 特に海外では、前項の表で触れた海水の分離により、淡水を低コスト(例は20~40円/m³)で製造でき、かつ、大口径シールドと海底取水設備を組合せコストで運搬することで、世界の飲料水・食糧問題に寄与できます(※詳細は別途報告書が参考となります。社会課題にのみならず)
(※表裏の順に表す。詳細は今後発表します。)

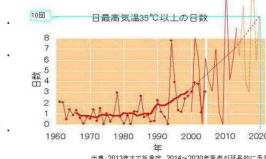
補足資料

- ① 電力需給検証小委員会報告書(案)、平成25年4月、総合資源エネルギー調査会
- ② 料金算定の前提となる供給力について、平成24年5月、東京電力株式会社
- ③ 東京湾沿岸 LNG-OC 発電所の早期稼働(気温30℃、水温30℃)
- ④ 「エネルギー使用合理化海洋資源活用システム開発」報告書、平成17年3月、NEDO
- ⑤ 深層水利用の環境効果及び発電所への適応性、電力中央研究所報告、研究報告、2001.4、他多数ある。
- ⑥ 都心のヒートアイランドに対する東京湾冷却の影響
下図に示すように、都心の気温が最も高くなる時、都心では上層気流、それにより、周辺から都心に向かう気流が発生している。すなわち、東京湾の気温低下はヒートアイランドに直接冷気を送り込むことが解る。ただし、定量化は難しい。

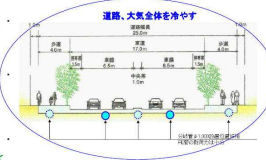


【Topic】Tokyo ● 2020 は Cool にももてなし

(1) 猛暑の2020年とヒートアイランド対策は？
温暖化や異常気象で気温は上昇、振れ幅も拡大し、2020年の35℃以上の日数は10日(5月17~19日、期間中約1日)、気温+40℃近くが予想されます。
マラソンランナーはサウナの中、熱い鉄板の上を走るようなものですが、日常生活からも冷却が必要で(右図)。



(2) 海洋深層水冷却で最高のコンディションを提供
マラソンの冷却にミスト、光触媒、舗装の改良などが言われていますが、本質的には太陽エネルギーの吸収・固定(緑化)が必要とします。
東京湾からの涼風に加え、前述(発電所冷却水、品川まで送水)とは別途工事にしますが、海洋深層水冷却で、太陽や大気の熱を路面で直接吸収、放射熱等をなくすることで、道路はしめ周辺の気温を下げることが可能です(右図・下図)。



「2020年の東京」・“Discover Tomorrow”に向けて

都市のあるべき姿を世界に示し、人類が抱える共通の問題を解決する縁となる，“Discover Tomorrow”（「2020年の東京」への実行プログラム、東京都）を推進、オリンピックでは世界から客人を迎えるに当たり、現実には、電力需要ピーク時の安定供給、火力発電燃料抑制、更にCO₂排出量削減、ヒートアイランド対策、東京湾の環境保全などが逼迫した技術的隘路（≡人類が抱える共通の課題）になっています。ここでは、その抜本的解決策（≡都市のあるべき姿）をご提案致します。

（1）電力需給の問題点

東日本大震災後、原発は停止となり、老朽化で停止中だった（発電効率が低い）火力発電所を再稼働、恒例になる電力需給検証（委員会）と節電要請などでかろうじて需給バランスさせているものの*1、アベノミクスによる景気回復やオリンピック需要で、電力需給は益々厳しい状況です。今後、原子力発電所の再稼働ができたとしても、電力需給は厳しい状態が続き、老朽化発電所の更新や増設には長期間を要する上に、燃料費、CO₂排出量の増加などの課題があります*2。

（2）海洋深層水冷熱による、電力需要ピーク時の出力回復方法

さて、発電所は冷却水を必要とし、大量の海水を用いていますが、その海水温度や大気温度で発電効率が大きく異なってきます。夏の電力需要ピーク時には冷却水温度が上昇し、出力が落ちている訳ですが、前述海洋深層水冷熱を活用することで、出力は14.5%*3 向上し、発電コストでも大きく寄与します。

この効果はNEDOや電力中央研究所の研究により2000年頃には確認されていましたが、深層水コストが高く、実現には至りませんでした。*4

その後の取水・送水の技術開発により、ようやくご提案できるようになりました。

（3）付随効果（東京湾海洋環境保全、ヒートアイランド対策）

従来、膨大なエネルギー（燃料の約50%）が東京湾と大気に放出されていましたが、発電効率の改善に加え、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、涼風がヒートアイランドに流れ込みます。*5



プロジェクト概要

布良海底谷や東京海底谷には3.2°C（水深1,000m）の海洋深層水が到達しています。これを取水、右図で示すようにシールドトンネル（φ7,800～φ3,300、地下50m）で沿岸発電所や都心に送水し、前述発電効率の改善やヒートアイランド対策にできます。（右図”To save Tokyo”参照，詳細は別紙）

(1) 首都圏ならではのスケールメリット

東京湾には火力発電所が集積（約4,000万kW、日本の約1/5）、海洋深層水の取水・送水、発電量増で大きなスケールメリットと採算性が期待できます。

(2) 効果

発電効率・出力増加（電力需要ピーク時の原発5～9基分に相当）、年間を通じた、発電量増、燃料費削減、CO₂排出量削減等に加え、下表に示すように、東京湾の海洋環境保全、ヒートアイランド対策に大きく貢献します。

（冷熱使用後の温排水は地域振興に活用できます*6。詳細は別紙）

海洋深層水冷熱の効用

(1) 発電所冷却水、空調への利用

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°C、気温35°C
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(5,000億円～1兆円)に代替
②発電量増(年間、稼働率80%)	217 億kWh	単価 11円/kWhで 2,387 億円/年
③燃料削減	1,341 億円/年	
④CO ₂ 削減	675 万トン/年	
⑤発電コスト低減	4.64 円/kWh	(増加分のコスト、売価は利益配分による)
(2)発電所更新費用の低減	3,500 億円	2020年で40年超え1,394万kW、更新費約1.4兆円

深層水で出力14.5%増加、建設単価低減12%*7

(3) 東京湾環境保全

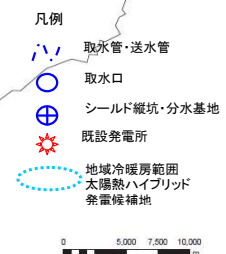
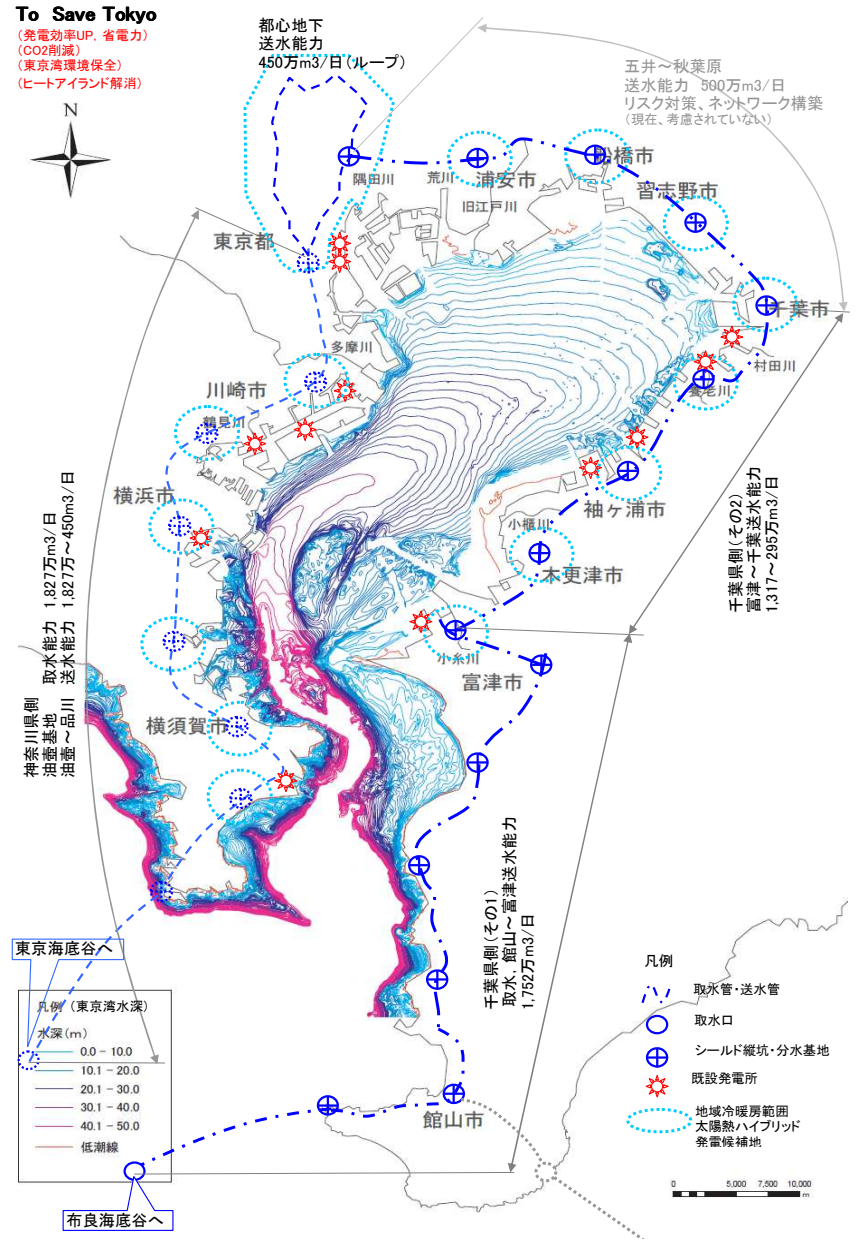
水温低下	-1.24 °C	現状 1.65 °C Up (発電所廃熱他による)
気温低下	-4.58 °C	現状 6.95 °C Up (自然な値に比べ)
水質	日流量(置換)換算で、約5%の清浄な深層水が混合する	

(4) ヒートアイランドへの貢献

気温低下	-1.43 °C	現状 8.14 °C Up (自然な値に比べ)
		放射熱による低減分(風の影響は含まない*5)

To Save Tokyo

(発電効率UP、省電力)
(CO₂削減)
(東京湾環境保全)
(ヒートアイランド解消)



冷熱事業の投資額、事業収支、及び実証実験について

(1) 投資額、事業収支

取水・送水能力3,000万m³/日(都心分含む)、
 インフラ総投資額約3,000億円(都心送水管含む)、
 売上は発電量増分(買上)とし、約1,500億円/年、
 税引き後利益700億円/年、
 ROA=24.3%となります(右表)。

(2) 実証実験と展開

技術的な実現性(既往技術の集積)に問題はありませんが、細部構造の最適化とマネジメントは事業性を支配します。^{*8}

また、温排水のコントロール、活用は将来展開や環境保全に直接係わります。(下表)

これらを踏まえた実証実験は、取水施設に約26億円、発電施設等に約25億円となります(右表)。

(商業運転の前提ですが、規模は今後調整を要します。)

冷熱事業(取水・送水、東京電力発電所分)収支

項目	単位	To Cool Tokyo		実証実験 (取水・発電)	計
		千葉側	神奈川側		
深層水使用量	万m ³ /日	1,355.2	1,038.5	2.7	2,396.4
出力増	ピーク時	241.6	199.9		441.4
	年平均	140.8	115.3		256.1
発電量増	億kWh	98.7	80.8		179.5
投資額	億円	1,322.7	1,462.1	51.3	2,836.1
売上	発電量増分	1,085.2	888.9	25.1	1,999.2
	燃料費増分	-264.7	-224.9		-489.6
	その他±	-19.6	-18.3	2.3	-35.7
	計	800.9	645.6	27.4	1,473.9
諸経費	減価償却費	44.1	48.7	2.1	95.0
	運用費	143.1	59.4	22.1	224.6
	管理費	3.9	3.3	0.2	7.3
	計	191.1	111.5	24.3	326.9
営業利益		609.8	534.1	3.1	1,147.0
税(40%)		243.9	213.6	1.2	458.8
税引き後利益		365.9	320.5	1.8	688.2
ROA		27.7%	21.9%	3.6%	24.3%

注) 都心冷却には送水・分岐管工事など別途約1,000億円。(ここでは運用費も含め除外、取水・送水能力は織り込み済み)

冷熱活用事業・実証実験及び展開・環境保全

	To save Tokyo	実証実験	海水分離と“To save the world”	富栄養性による微細藻類の培養
事業内容・設備	深層水冷熱利用(発電所、他) 取水・送水 発電所冷却 東京湾冷却、環境保全 ヒートアイランド解消	取水・送水仕様の最適化 NF,RO濃縮とも既往技術 培養池と設備の最適化 培養液の調整・最適化 清浄性等の効果確認	海水分離と利用 NF多段濃縮 RO多段濃縮 製塩、Mgなど抽出 レアメタル捕集	大規模培養環境の提供 (事業化に当たり必須となる) 調整項目: 栄養塩、塩分濃度、水温、CO2濃度、その他
技術的課題	全て既往技術であるが、工事費、工期短縮に向けて最適化 効果もほぼ正確(要確認)	基本的には既往技術の集積であるが、実証要件を備えることと、最適仕様を追求する必要がある	NF、ROは既往技術であるが、膜仕様の選定、膜面積、圧力と動力回収、流量、その他運用環境の最適化が必要	最適環境の数値化 (温度、濃度等の調整にはコストを要し、努めてそのまま使用することがコスト低減上望ましい)
実現性	建設に時間を要するが効果は間違いない。効果の確認次第、関連要件を踏まえ、早期の着手が望ましい	商業施設としての運用(採算性)が可能であるが、実証実験項目とその費用負担が課題となる	どこまで効率化とコストダウン(インシヤル、ランニング)を図れるかの問題	研究開発中の技術中心

スケジュール、遂行体制、展開

(1) スケジュール

右に概略工程表を示します。

実証実験の調査・設計・許認可は取得済みですが、本工事(冷熱事業)までに1.5年、本工事4~7年、都合約8.5年となります。

(2) 遂行体制

事業主旨に鑑み、ナショナルプロジェクトとして組成すべく、某団体と協議中です。

事業主体:(株)デザインウォーターと有志によるSPC

協賛:協議中
支援:協議中

概略工程

年度	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
実証実験									
設計・調査・許認可	済み								
資金調達	→								
修正設計	...	→							
海洋工事		→							
実証実験			→	→	→	→			
To save Tokyo									
基本計画	済み								
コンソーシアム組成	→								
基本設計		→	→						
各種調査・実施設計		→	→	→					
許認可		→	→						
施工(富津まで)									
施工(千葉まで)									
都心冷却									

注: 矢印は工程の進行を示す。実証実験は2013年から2017年まで継続。To save Tokyoの施工は2015年から2021年まで継続。都心冷却は2018年から2021年まで継続。供用は2018年から2021年まで継続。逐次供用は2020年から2021年まで継続。

(3) 展開

- ①冷熱事業は中部、関西、沖縄など国内や、海外(取水適地は限られる)でも有望です。
また、発電所廃熱(燃料のエネルギーの約50%)の活用も本インフラ整備により初めて進みます。
- ②特に海外では、前頁の表で触れた海水の分離により、淡水を低コスト(例えば20~40円/m³)で製造でき、かつ、大口径シールドと適宜開水路を組合せ低コストで運搬することで、世界の飲料水・食糧問題に寄与できます(日本独自の技術が生かされるとともに、安全保障につながります)。
(世界で水が無い訳ではありません。その偏在が問題で、飲料水・食糧問題は需要地での淡水コスト、突き詰めていくとエネルギーに帰着し、解決策は海洋深層水冷熱と太陽エネルギーの活用であり、具体策は本プロジェクト及び実証実験で示されます。(別添 To save the world, Case Study of Deep Sea-water Project in Africa, Deep Sea-water Project For the Middle East など参照)
- ③海洋深層水を農業、漁業、食品加工、医療・健康、工業などに用いた地域振興策では、20数年に及ぶ蓄積がありますが、従来、取水地は都心から遠く離れ、輸送コストが障害となり普及しませんでした。本プロジェクトにより輸送コストを気にしなくても良くなり、初めて利用環境が整います。

補足資料

*1 電力需給検証小委員会報告書(案), 平成25年4月, 総合資源エネルギー調査会

*2 料金算定の前提となる供給力について, 平成24年5月, 東京電力株式会社

*3 東京湾沿岸LNG, LNG-CC発電所の平均値(気温35°C, 水温30°C)

*4 「エネルギー使用合理化海洋資源活用システム開発」報告書, 平成17年3月, NEDO

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. 研究報告, 2001.4、他多数ある。

*5 都心のヒートアイランドに対する東京湾冷却の影響

下図に示すように、都心の気温が最も高くなる時、都心では上昇気流、それにより、周辺から都心に向かう気流が発生している。すなわち、東京湾の気温低下はヒートアイランドに直接冷気を送り込むことが解る。

ただし、定量化は難しい。

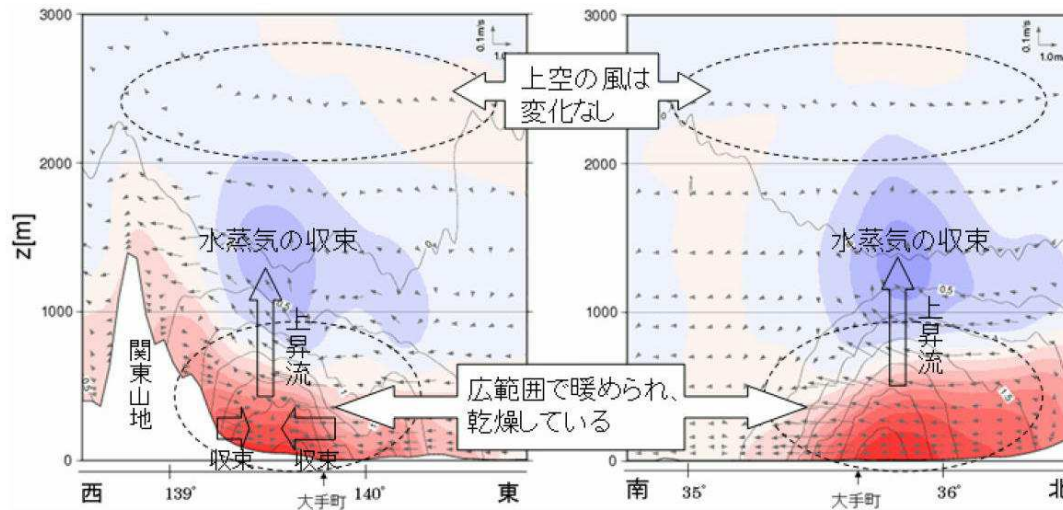


図13 午後2時における晴天弱風日30事例平均について、「都市」の有無による比湿・温位差分布

左: 東京(大手町)を通る東西断面、右: 東京(大手町)を通る南北断面

陰影は比湿(g/kg)、等値線は温位(K)、矢印は風を表す。

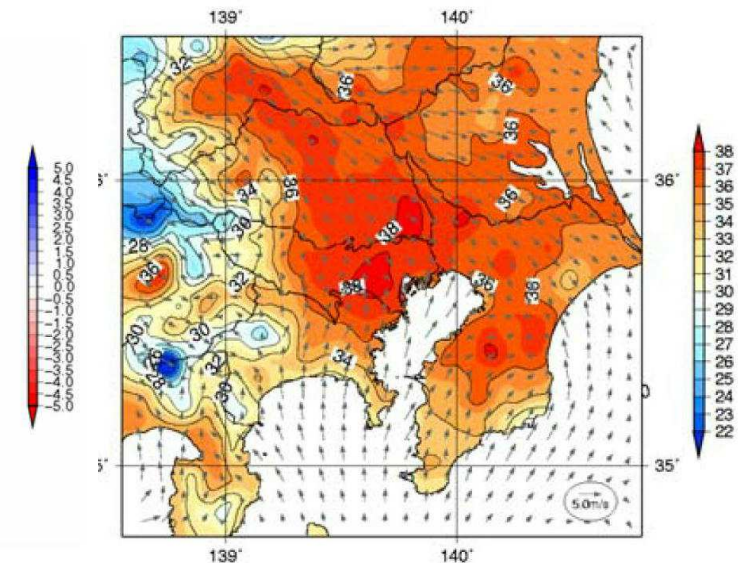


図9 晴天北風日・2004年7月20~21日の気温分布

(単位:°C)・風分布

平成16年8月20日14時

*6 温排水は淡水, NaCl, MgCl₂等の経済的分離や、富栄養性、清浄性を活用し微細藻類の大量培養はじめ、漁業、農業、健康・医療など地域産業に貢献。

*7 「エネルギー使用合理化海洋資源活用システム開発事後評価報告書, 平成17年3月, NEDO」に準じ算出(別紙)

*8 既往の知見で実施設計・施工もできますが、実証実験と最適化により、そのコスト遙かに超える効果が見込める。

【Topic】 Tokyo ● 2020 は Cool におもてなし

(1) 猛暑の2020年とヒートアイランド対策は？

温暖化や異常気象で気温は上昇、振れ幅も拡大し、2020年の35°C以上の日数は10日±5日(7~9月、期間中で約4日)、気温も40°C近くが予想されます。

マラソンランナーはサウナの中、熱い鉄板の上を走るようなものですが、日常生活からも冷却が必要です(右図)。

(2) 海洋深層水冷熱で最高のコンディションを提供

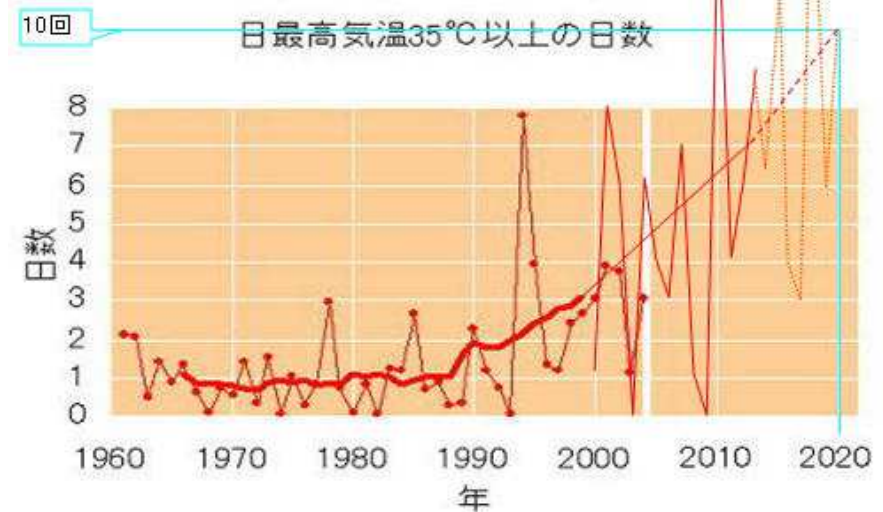
マラソンコースの冷却にミスト、光触媒、舗装の改良などが言われていますが、本質的には太陽エネルギーの吸収・固定(緑化など)が必要です。

東京湾からの涼風に加え、前述(発電所冷却水、品川まで送水)とは別途工事になりますが、海洋深層水冷熱で、太陽や大気の熱を路面で直接吸収、輻射熱等をなくすことで、道路はじめ周辺の大気全体を冷やすことができます(右図・下図)。

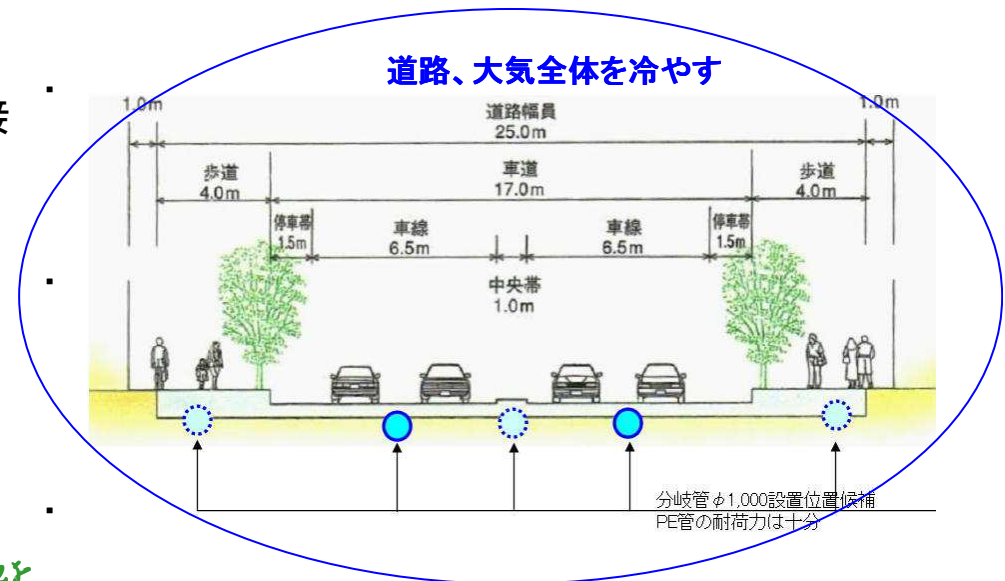


出典: Tokyo ● 2020 立候補ファイル

選手も応援の方も、
都心と思えない
爽快な大気、大地を
感じてほしいものです。



出典: 2013年まで気象庁, 2014~2020年筆者が延長的に予測



地下埋設管イメージ図(横断)