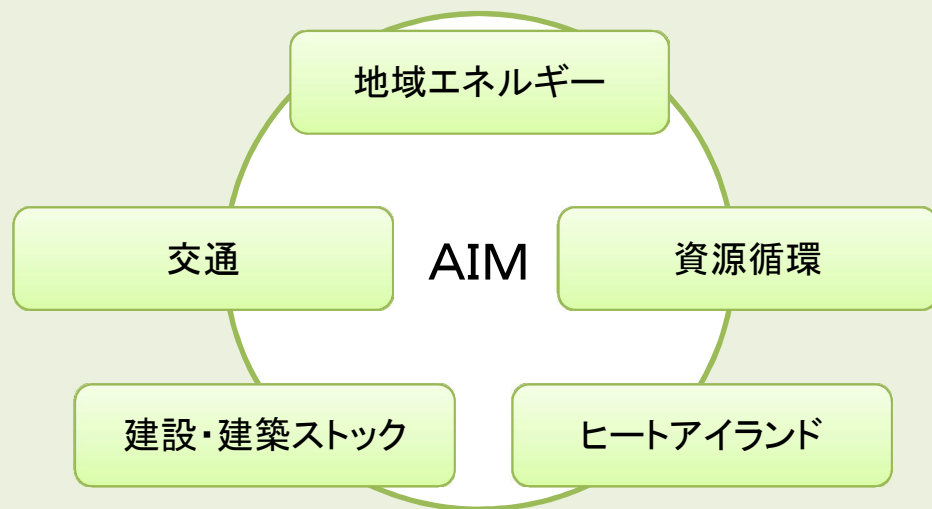


2020年東京大会を契機とした東京都市圏における 環境対策に資する都市の熱環境解析

国立研究開発法人海洋研究開発機構(JAMSTEC)
地球情報基盤センター(CEIST)

本解析の位置付け

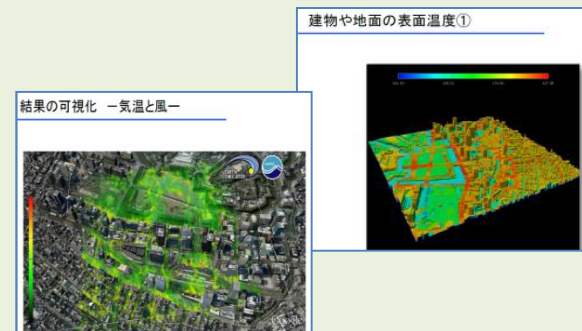
- 1都3県(東京都、埼玉県、千葉県、神奈川県)を対象に、2020年、2030年、2050年における、環境経済両面での効果やコスト等を算出



- 東京都市圏の一部において、特定の時点の気温や風、暑さ指数等の解析

地球シミュレータ

連携



(JAMSTECによる成果のイメージ)

東京都市圏における環境対策のモデル分析検討会

- ・ 足永靖信先生(国土技術総合政策研究所室長)
- ・ 佐土原聡先生(横浜国立大学大学院教授)
- ・ 谷川寛樹先生(名古屋大学大学院教授)
- ・ 谷口守先生(筑波大学大学院教授)
- ・ 藤田壮先生((国)国立環境研究所センター長)
- ・ 増井利彦先生((国)国立環境研究所室長)
- ・ 文部科学省
- ・ (国)海洋研究開発機構(JAMSTEC)

概要

東京都市圏における環境対策の総合的な効果分析と連携した取組みとして、2020年東京大会を契機とした効果的な環境対策の在り方の検討の参考とさせるため、2020年東京大会において複数の競技が開催される予定の東京湾臨海部を対象に、「地球シミュレータ」を用いて超高解像度の熱環境シミュレーションを実施した。



対象ケース

Case1:『現況』

Case2:『2020年までに計画されている緑地等を整備した場合』

Case3:『臨海部の既存緑地がない場合』

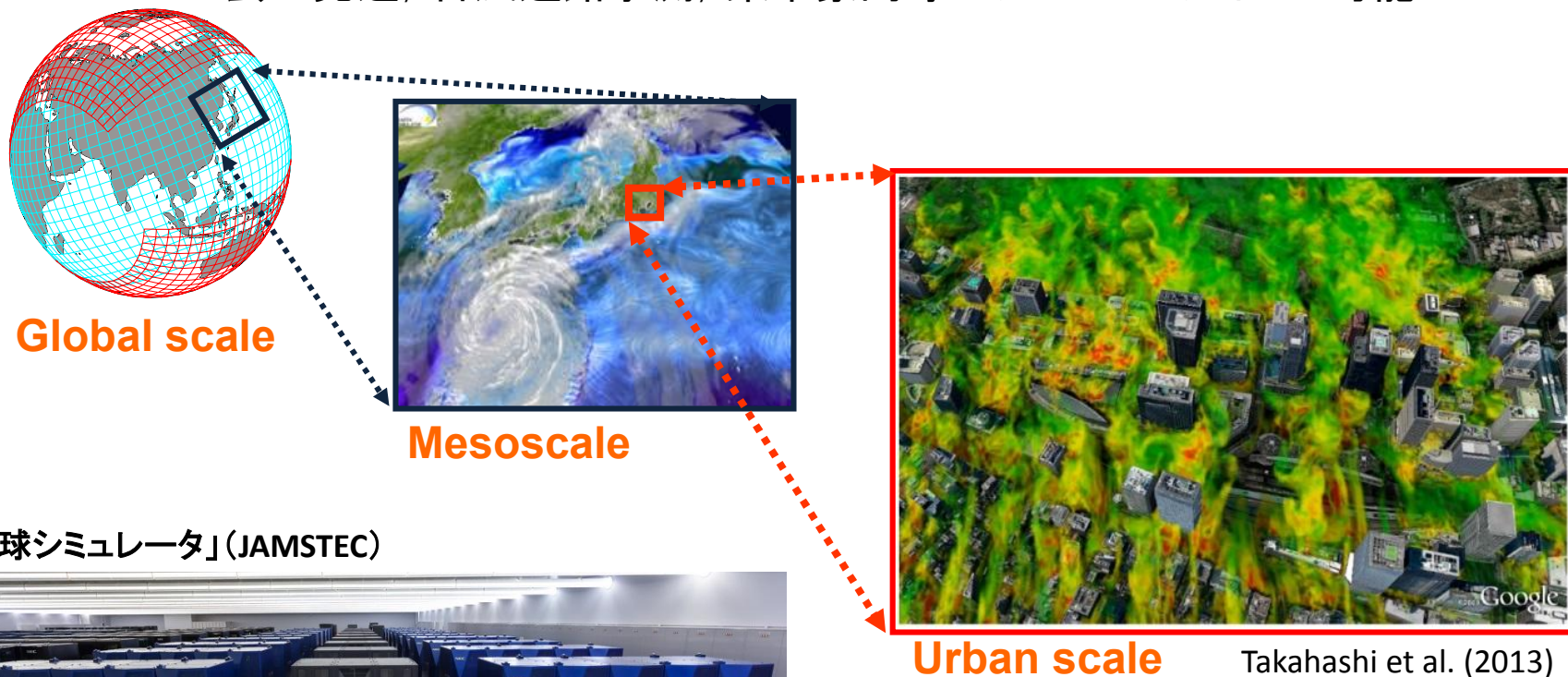
夏季晴天日の日中を対象とし、同一気象条件下において、緑地の有無等の土地利用条件が気温、風、体感温度等に及ぼす影響を定量的に解析し、緑地対策の効果について評価・検討を行った。

※東京都・特定非営利活動法人 東京2020オリンピック・パラリンピック招致委員会「東京2020オリンピック・パラリンピック競技大会 初期段階環境影響評価書」(平成25年2月時点)に基づいて作成。

数値モデル

MSSG (“メッセージ”, MultiScale Simulator for the Geoenvironment)

- JAMSTEC地球情報基盤センター地球シミュレーション総合研究開発グループにて開発を進めてきた非静力学大気海洋結合モデル(全球～都市スケール)
- 雲の発達, 台風進路予測, 集中豪雨等のシミュレーションが可能



「地球シミュレータ」(JAMSTEC)



数値モデルとしてMSSGを使用し,
「地球シミュレータ」においてシミュレーションを実行.
最大1400ノード使用(全体5120ノードの約27%)

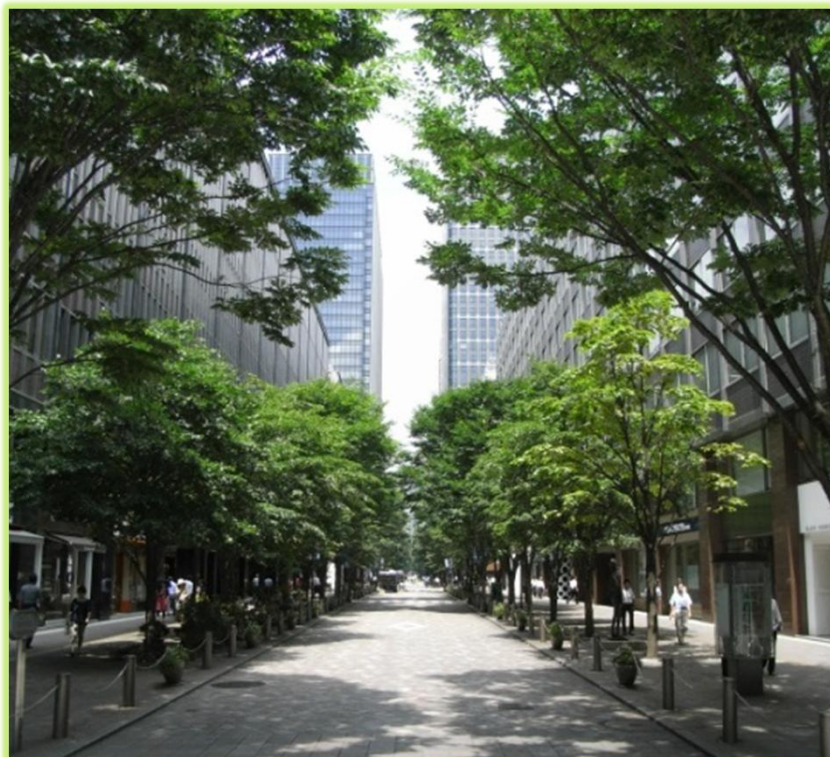
暑熱環境に対する緩和策・最適設計評価



都市部の気温上昇(ヒートアイランド現象, 地球温暖化)

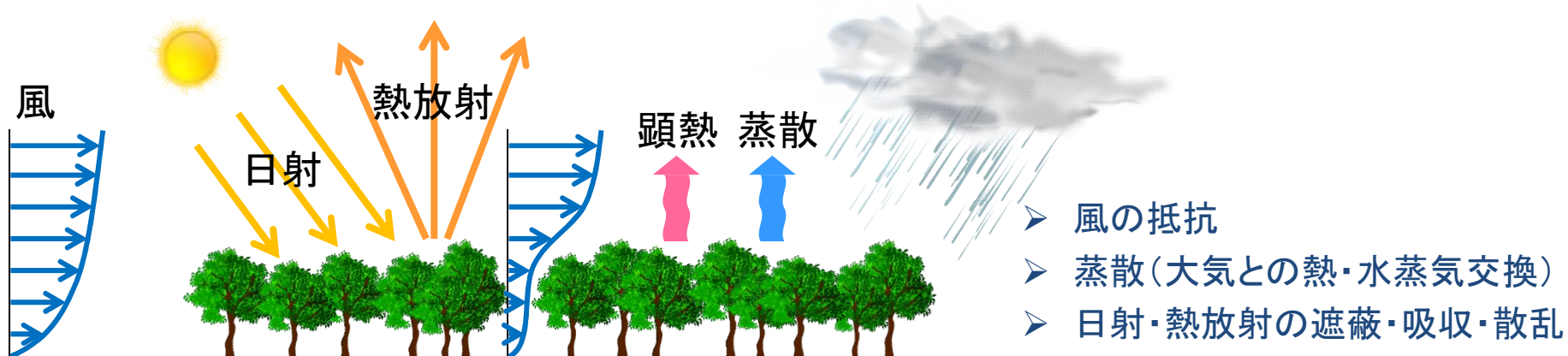
緑地、水辺による気温上昇の緩和策

- 効果的な都市・街区計画には、緑地、水辺等の水蒸気、重力密度層などによる暑熱環境緩和効果を評価し、俯瞰的な最適設計が重要.

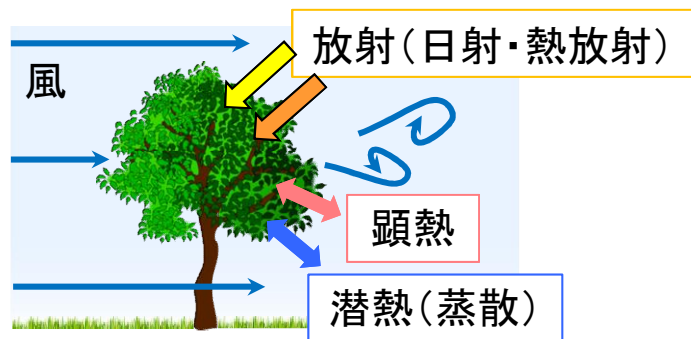


- 詳細な放射モデル, 樹木モデルの導入による熱環境に及ぼす影響評価が可能.
- 植樹, 水辺や噴水, 人工噴霧, 壁面素材, 舗装素材など, 1mスケールでの都市の熱環境に及ぼす諸影響を評価可能.
- 高解像度数値シミュレーションを地球シミュレータで実施.

樹木の物理的作用



〈樹木モデル〉



樹冠の3次元的な分布を考慮

〈都市3次元放射モデル〉



3次元的な放射熱伝達を考慮

MSSGには、樹木モデル・3次元放射モデルが実装されている
→ 時々刻々変化する樹木の物理的作用が反映されている。

計算領域・計算条件

※計算領域内データ: 東京都都市計画GISデータ(東京都都市整備局) および緑被分布図(国土交通省都市・地域整備局, 2008)より作成
 ※Case2は平成27年11月時点の会場計画に基づく。

〈対象領域〉 東京ベイゾーンを含む12.5km × 14.0km (水平解像度: 5m)
 (詳細比較では競技会場の集中する8km × 8kmを対象に解析を実施)

Case3: 臨海部の既存緑地なし



Case1: 現況



Case2: 2020年までの緑地等整備あり



〈気象条件〉

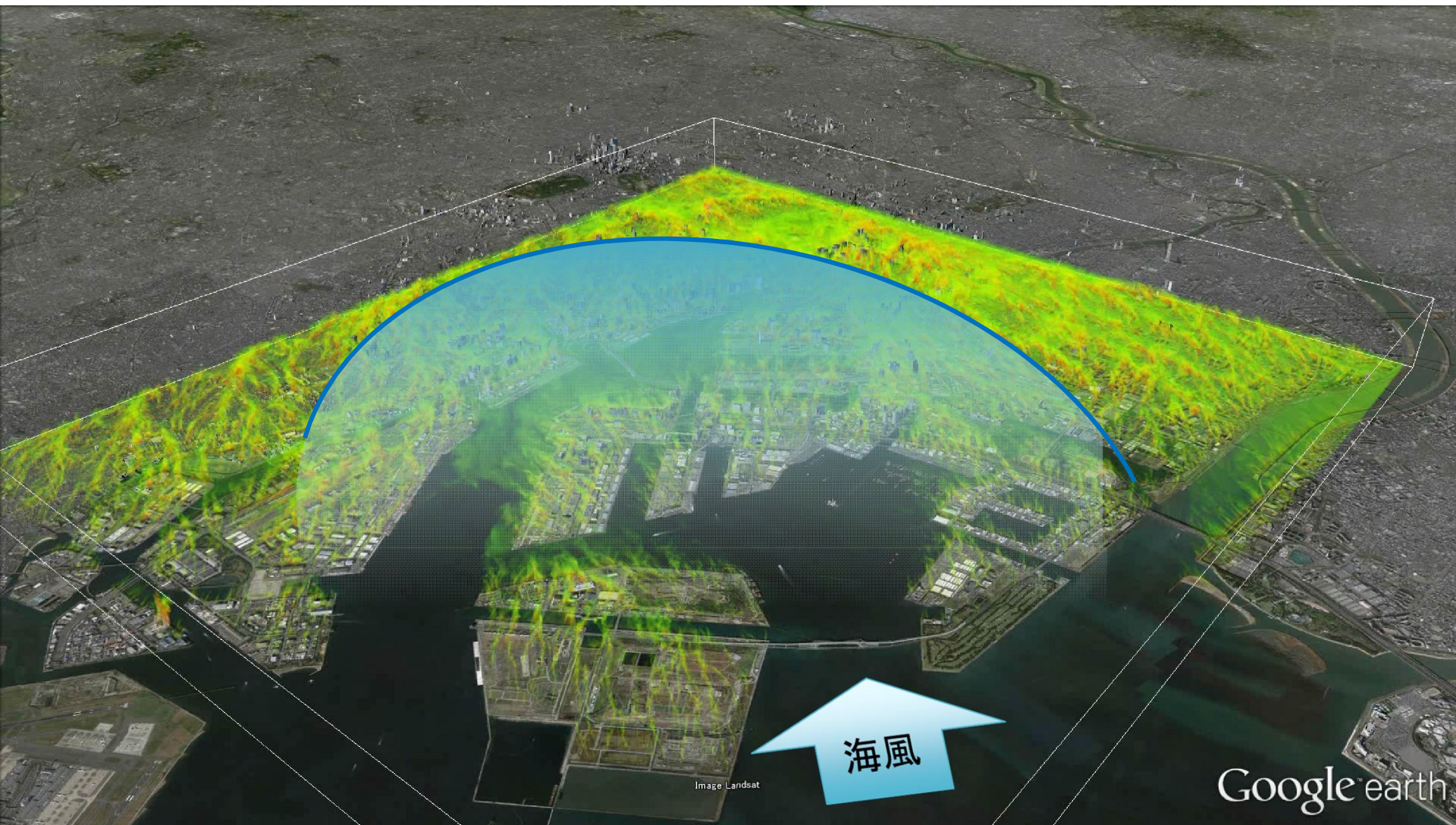
緑地なし (樹木除去
 草地→アスファルト)

2007年8月11日 12:00~13:10 (東京・大手町で最高気温36.4°C)

- “関東地方におけるヒートアイランド現象の特徴的な分布”が見られた日 (気象庁, 「ヒートアイランド監視報告(平成19年冬・夏-関東・近畿地方)」, 2008)
- 対象日は夏季の太平洋高気圧に晴天日の典型事例. 日中に海風が卓越.
- 初期・境界値: 気象庁メソ数値予報モデル(MSM)のデータ



気温 (12.5km × 14km; Case1)

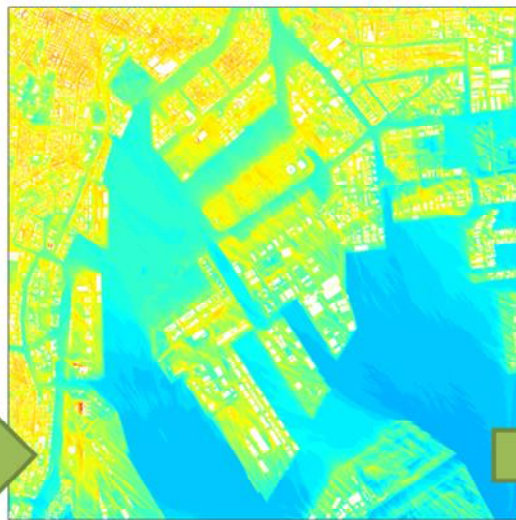


地上気温

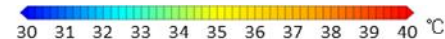
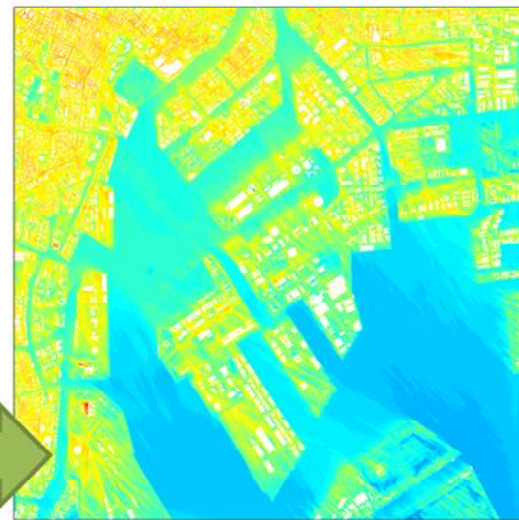
Case3: 既存の緑地なし



Case1: 現況



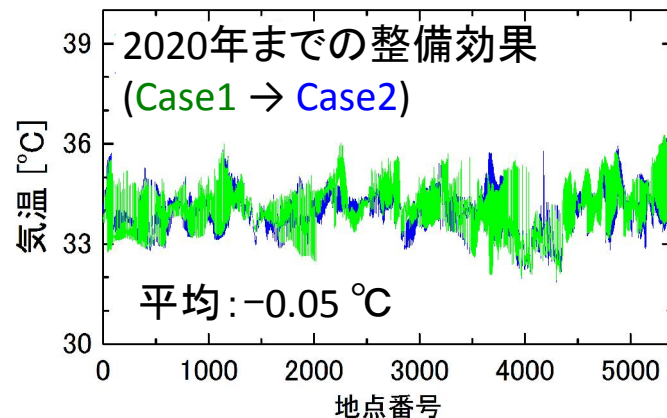
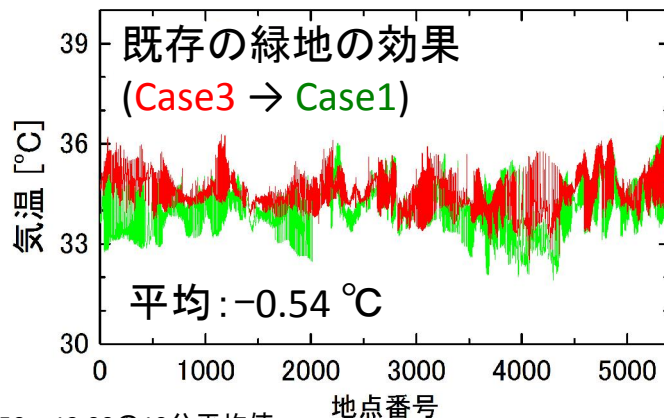
Case2: 2020年までの整備あり



競技会場へのアクセスルート上の気温



凡例 (アクセスルート)
 1: 各種会場敷地外
 2: 各種会場敷地内



※地形に沿って地上2.5mの気温を算出。12:50~13:00の10分平均値。

※アクセスルート情報: 東京都オリンピック・パラリンピック準備局, 「初期段階環境影響評価書」(平成25年2月), 5-31 公共交通へのアクセシビリティ (平成27年11月時点の会場計画に沿って取捨選択)

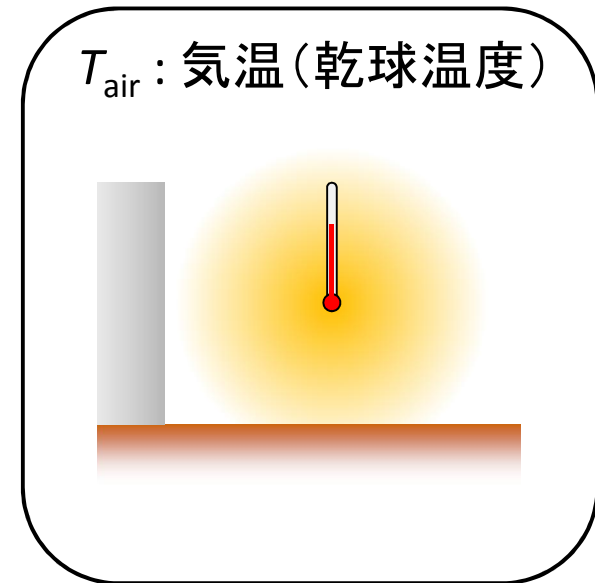
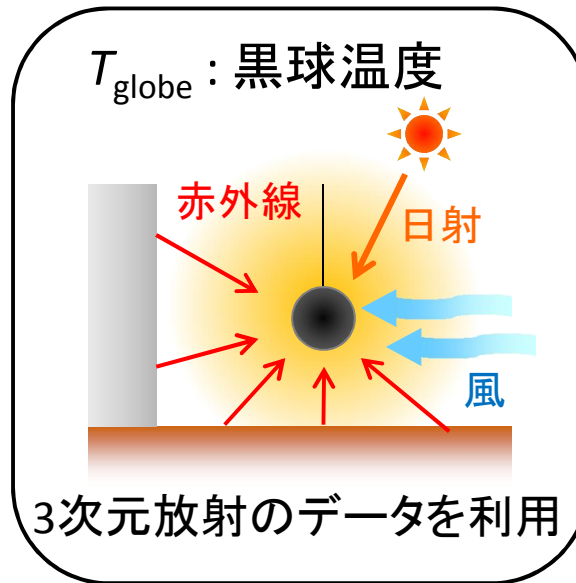
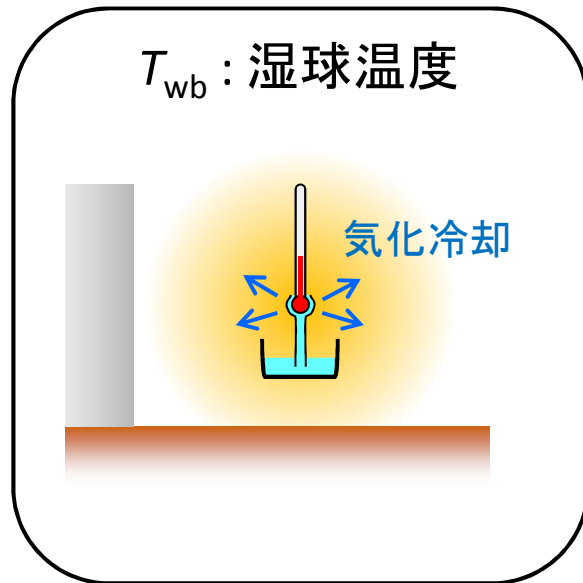
暑さ指数 (WBGT)

暑さ指数 (Wet-Bulb Globe Temperature, WBGT) :

気温だけでなく、湿度や放射熱も考慮した体感温度指標のひとつ。
熱中症リスクの評価などに用いられる。

(屋外の日射の当たる場所の場合)

$$WBGT = 0.7 T_{wb} + 0.2 T_{globe} + 0.1 T_{air}$$



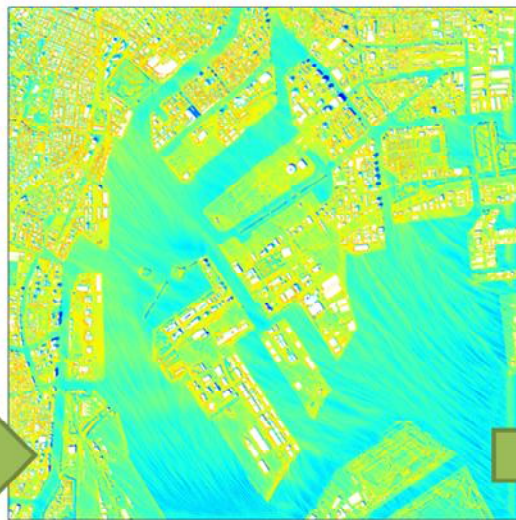
暑さ指数

Case3: 既存の緑地なし



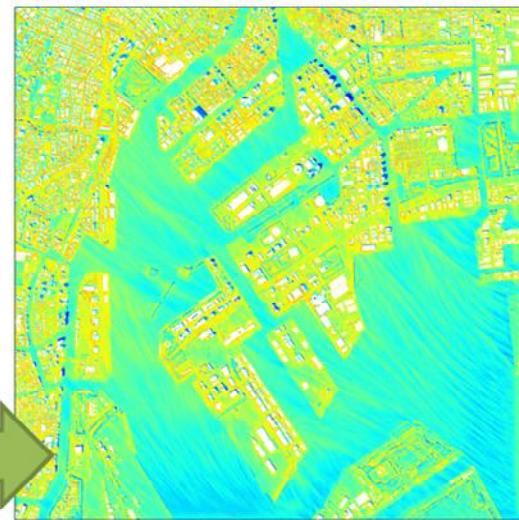
25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 °C

Case1: 現況



25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 °C

Case2: 2020年までの整備あり



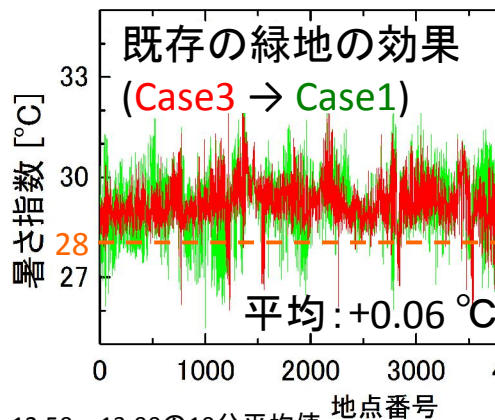
25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 °C



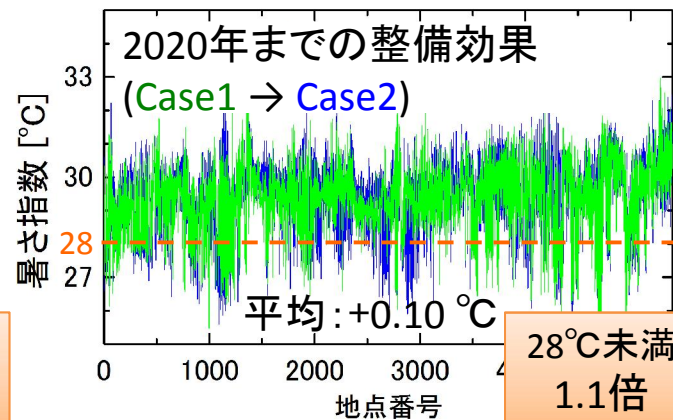
凡例 (アクセスルート)
 1: 各種公園敷地外
 2: 各種公園敷地内

競技会場へのアクセスルート上の暑さ指数

※暑さ指数28°C以上は嚴重警戒レベル
 (日本生気象学会, 熱中症予防指針)



28°C未満
 3.4倍

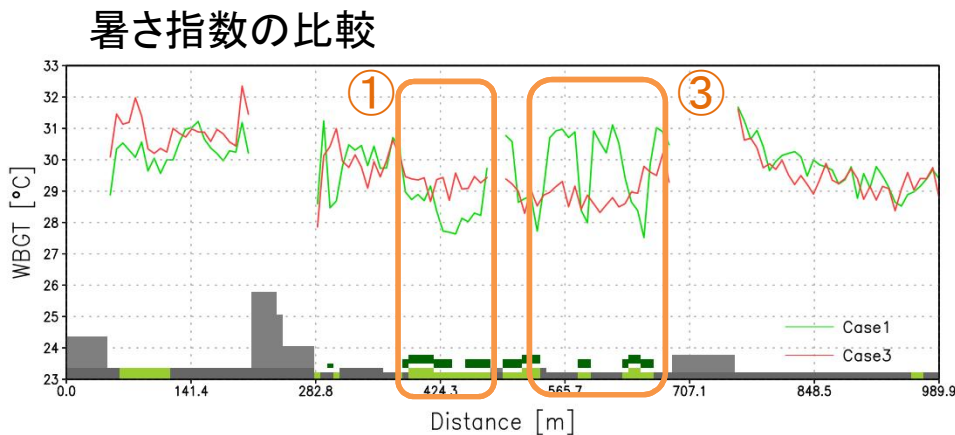
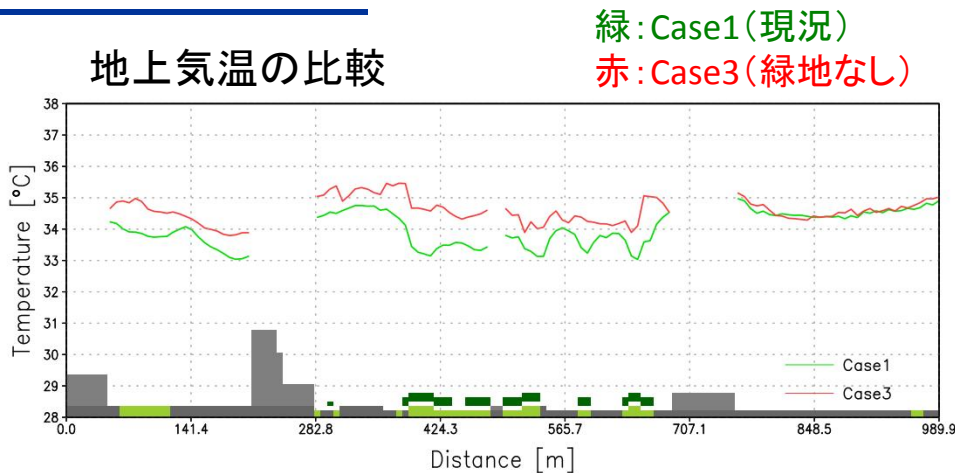
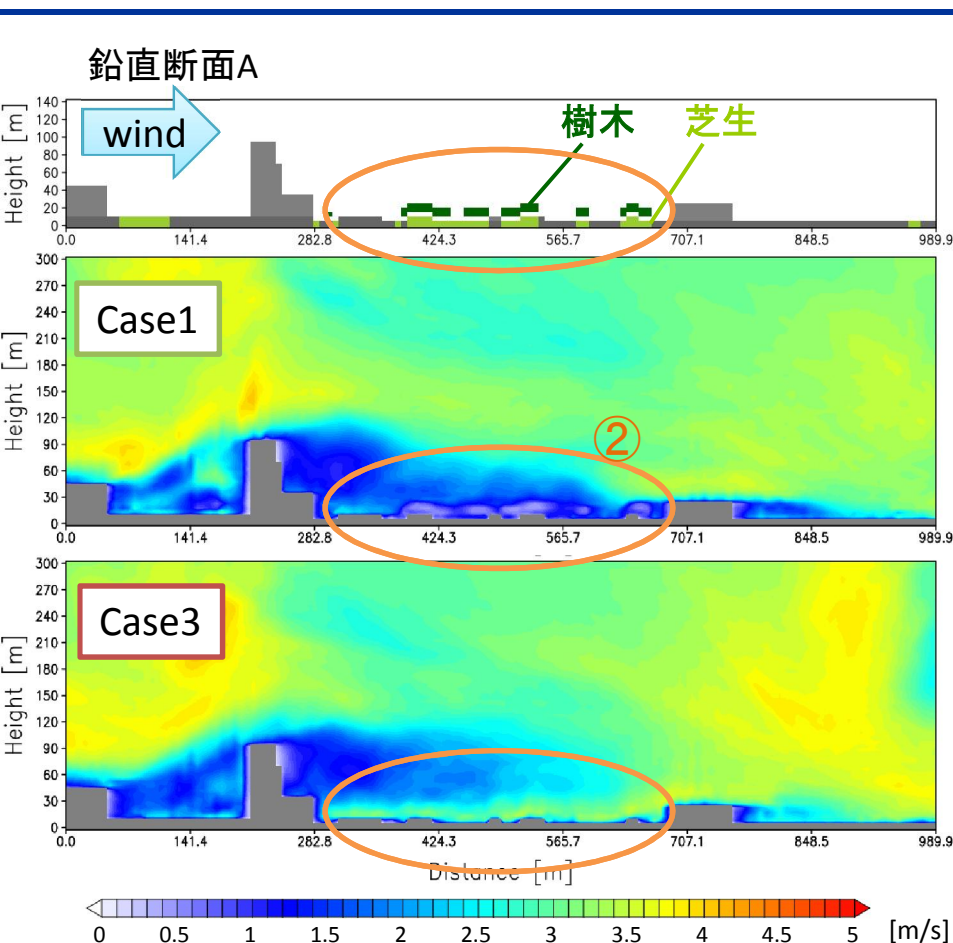


28°C未満
 1.1倍

※地形に沿って地上1.1mの暑さ指数を算出。12:50~13:00の10分平均値。

※アクセスルート情報: 東京都オリンピック・パラリンピック準備局, 「初期段階環境影響評価書」(平成25年2月),
 5-31 公共交通へのアクセシビリティ (平成27年11月時点の会場計画に沿って取捨選択)

風速, 気温, 暑さ指数の分布(1)

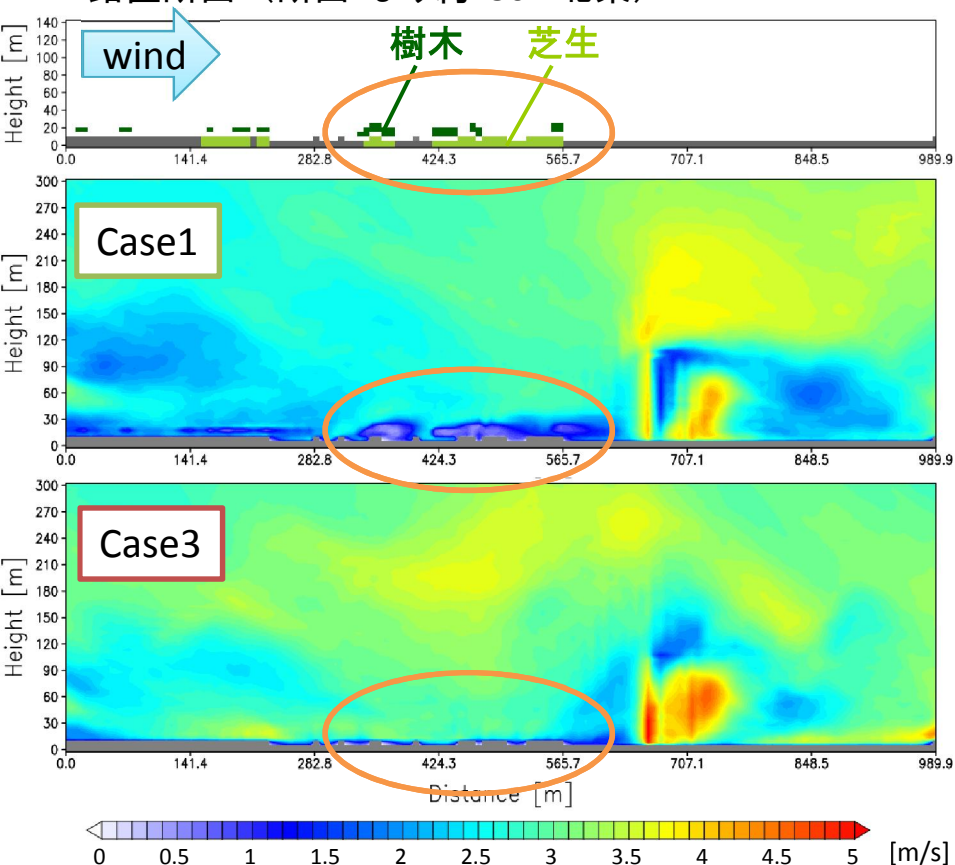


- ① 樹冠下の日陰では暑さ指数が顕著に低下している。
- ② 緑地付近では樹木の防風効果が現れ天空率が減少している。
- ③ 緑地付近の日向(アスファルトの上)では、②に起因して暑さ指数が上昇する場合がある。

※気温は地上2.5m, 暑さ指数は地上1.1mにおいて算出 ※風速, 気温および暑さ指数は, 12:50~13:00の10分平均値。

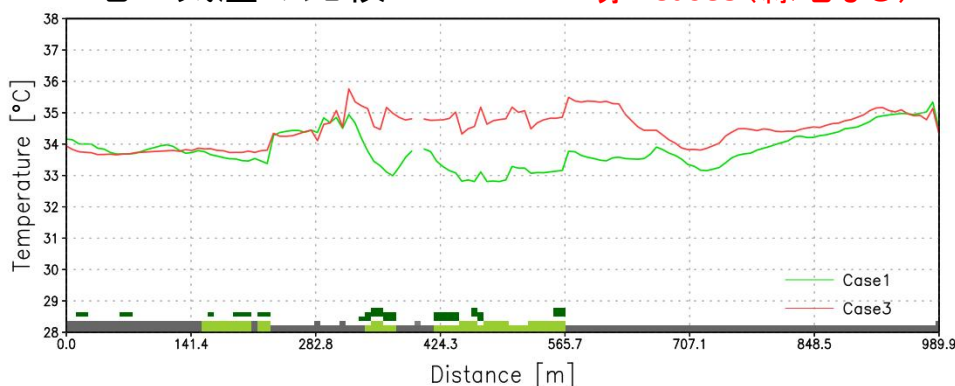
風速, 気温, 暑さ指数の分布(2)

鉛直断面B(断面Aより約250m北東)



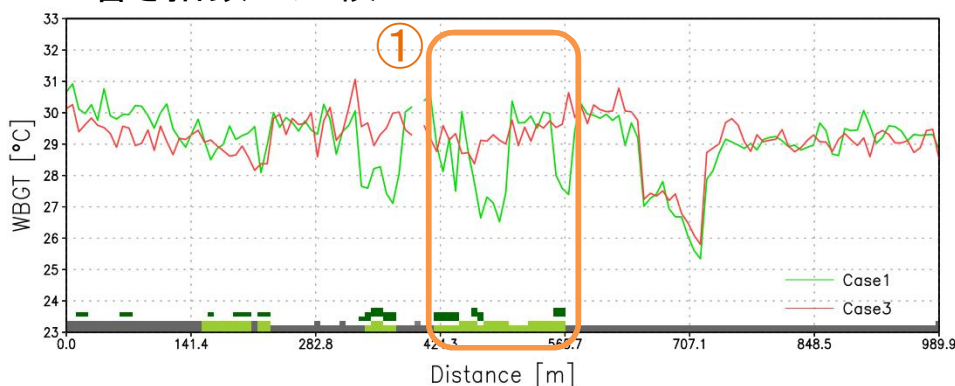
鉛直断面B内の風速分布

地上気温の比較



緑: Case1(現況)
赤: Case3(緑地なし)

暑さ指数の比較



- ① 緑地付近の日向(芝生の上)では, 緑地整備による暑さ指数の上昇が抑えられている。
 - 樹木を植えて日陰を創出すると同時に, 芝生や保水性舗装等を整備することにより, 暑熱環境改善の効果が期待される。

※気温は地上2.5m, 暑さ指数は地上1.1mにおいて算出 ※風速, 気温および暑さ指数は, 12:50~13:00の10分平均値。

まとめ

2020年東京大会において複数の競技が開催される予定の東京湾臨海部を対象に、「地球シミュレータ」を用いて超高解像度の熱環境シミュレーションを実施し、夏季晴天日の日中の同一気象条件下において、緑地整備等の土地利用条件の差異が熱環境に及ぼす影響について解析を実施した。

- 海風が臨海部で徐々に暖められながら都心にまで流れ込んでいる。
- 競技会場へのアクセスルート上の気温は、既存緑地の整備および2020年までの整備により平均的に低下する傾向にある(本解析の気象条件の場合)。
- 競技会場へのアクセスルート上の暑さ指数が 28°C 未満となる地点は、既存緑地の整備によって3.4倍、2020年までの整備によって1.1倍に増加する。
- 局所的な暑さ指数は、樹冠下などの日陰により顕著に低下する。
- 緑地付近の日向などでは、樹木の防風効果と天空率の減少によって暑さ指数が上昇する場合がある。このような場所では、日陰の創出や、芝生・保水性舗装等の整備により、暑熱環境改善の効果が期待される。

注1) 本解析に使用した建物データ(Case1, Case2, Case3)とその可視化図は、東京都都市整備局の東京都都市計画地理情報システムデータを使用して作成された。

注2) 本解析に使用した緑地データ(Case1, Case2, Case3)とその可視化図は、緑被分布図,国土交通省都市・地域整備局,2007より作成した。

緑被分布図,国土交通省都市・地域整備局,2007

緑被分布図は、国土地理院長の承認を得て、同院の技術資料D・1-No.393「細密数値情報(10mメッシュ土地利用)首都圏」及び同院発行の数値地図2500(空間データ基盤)を使用し作成したものである。(承認番号 国地企調第376号平成20年1月4日及び平19総使、第450号)

衛星画像で解析できない範囲※:元データ(株)デジタル・アース・テクノロジー 所有

衛星画像で解析できない範囲以外:元データ©CNES2005/Tokyo Spot Image Distribution

※衛星画像で解析できない範囲は凡例色を赤系統で表示