

参考資料1 地区スケールの「風の道」のイメージの例

(1) 地区スケールの「風の道」のイメージ作成の目的

「風の道」をわかりやすく説明するには、具体的に必要性が求められている場所を特定し、その有効性を示すことである。特に建物や街路が見える地区スケールでは、できる限り市街地を立体的に地図表示した上で、ヒートアイランド対策としての「風の道」を図示することが望ましい。「風の道」が示された図を見れば、ヒートアイランド現象は涼風によって、汚染空気は換気によって、熱せられた地表面は風で冷却されるであろうことがわかる。

地方公共団体が地区スケールのヒートアイランド対策マップを作成する際に、「風の道」を具体的にイメージする助けとなるように、東京臨海・都心部で特にヒートアイランド対策が必要と思われる地区として、主に都市再生緊急整備地域で再開発が予想される地区や、神戸市の六甲山系の南麓で夜間冷気流が見られる袖谷（そまたに）川下流地区を対象に、地区スケールの「風の道」のイメージを範例として示すこととする。

各地区の「風の道」の概要を表1に示す。

表1 地区ごとの「風の道」の概要

地区	主な「風の道」	「風の道」のタイプ	マップにおける表現方法	検討方法	「風の道」の確保方法
日本橋地区	日本橋川と川沿いのオープンスペース	1-1	3次元	予測結果 観測結果	首都高速の高架道路撤去 日本橋川沿いのオープンスペースの確保 沿川建物の緑化等
丸の内・八重洲地区	八重洲通り～行幸通り	1-1 1-2	3次元	予測結果 観測結果 風洞実験	東京駅前のビル撤去 「風の道」となる街路の舗装改善・緑化 「風の道」に面した建物の壁面後退・緑化等
環状2号線地区	環状2号線	1-2	3次元	予測結果 風洞実験	環状2号線整備 再開発等によるオープンスペース確保・緑化等
大崎駅周辺地区	目黒川と川沿いのオープンスペース 目黒川周辺市街地の隙間空間	1-1 1-2	平面図(全体)+ 3次元(「風の道」 入口)	予測結果	目黒川からの風を周辺市街地に導入する空間の確保・緑化等
神宮外苑地区	大規模緑地のネットワーク 緑地周辺市街地の隙間空間	1-1(昼間) 3(夜間)	3次元	予測結果 観測結果	大規模緑地の連続性確保 都市緑地からの冷気の移流・にじみ出しを市街地に導く空間の確保や緑化等
品川・田町駅周辺地区	海岸と並行する街路や再開発地区内の街路等	1-1	平面図(全体)+ 3次元(「風の道」 入口)	予測結果	海岸線に直交して進入する海風の導入空間の確保
袖谷川下流地区	丘陵地の谷沿いから低地の市街地の河川や街路	2-1	平面図	予測結果	夜間冷気流を市街地に導入する河川や街路等の確保

※風の道のタイプ

1-1: 海風が流れる「風の道」-屋間に海風(湖風)が海岸(湖岸)から地表面に沿って街路や河川、緑地等を通じて都市空間に流入するタイプ

1-2: 海風が流れる「風の道」-上空を流れる海風(湖風)が街路・河川沿いの建物群に誘導されて地表面付近を流れるタイプ

2-1: 山風が流れる「風の道」

2-2: 陸風が流れる「風の道」

3: 都市緑地からの移流・にじみ出しを導く「風の道」

なお、ここで例示する東京臨海・都心部における「風の道」のイメージは、国土交通省の研究会による気温や風の現地観測や、国土交通省国土技術政策総合研究所と独立行政法人建築研究所の共同研究に基づく数値シミュレーションによる気温や風の流れの予測結果の他、風洞実験の結果なども参考に作成したものである。

また、神戸市の六甲山系の南麓の地区における「風の道」のイメージについては、神戸大学による夜間冷気流のシミュレーション結果を参考に作成したものである。

イメージ作成の際に参照した数値シミュレーション結果等については、参考資料2に整理した。

(2) 東京臨海・都心部における「風の道」のイメージ

東京臨海・都心部において、地区スケールの「風の道」のイメージ例を作成した6地区を図1に示す。また、図2-15を参考に都市スケールの「風の道」を示し、換気されにくい地点として流れがよどむ場所についても図示した。

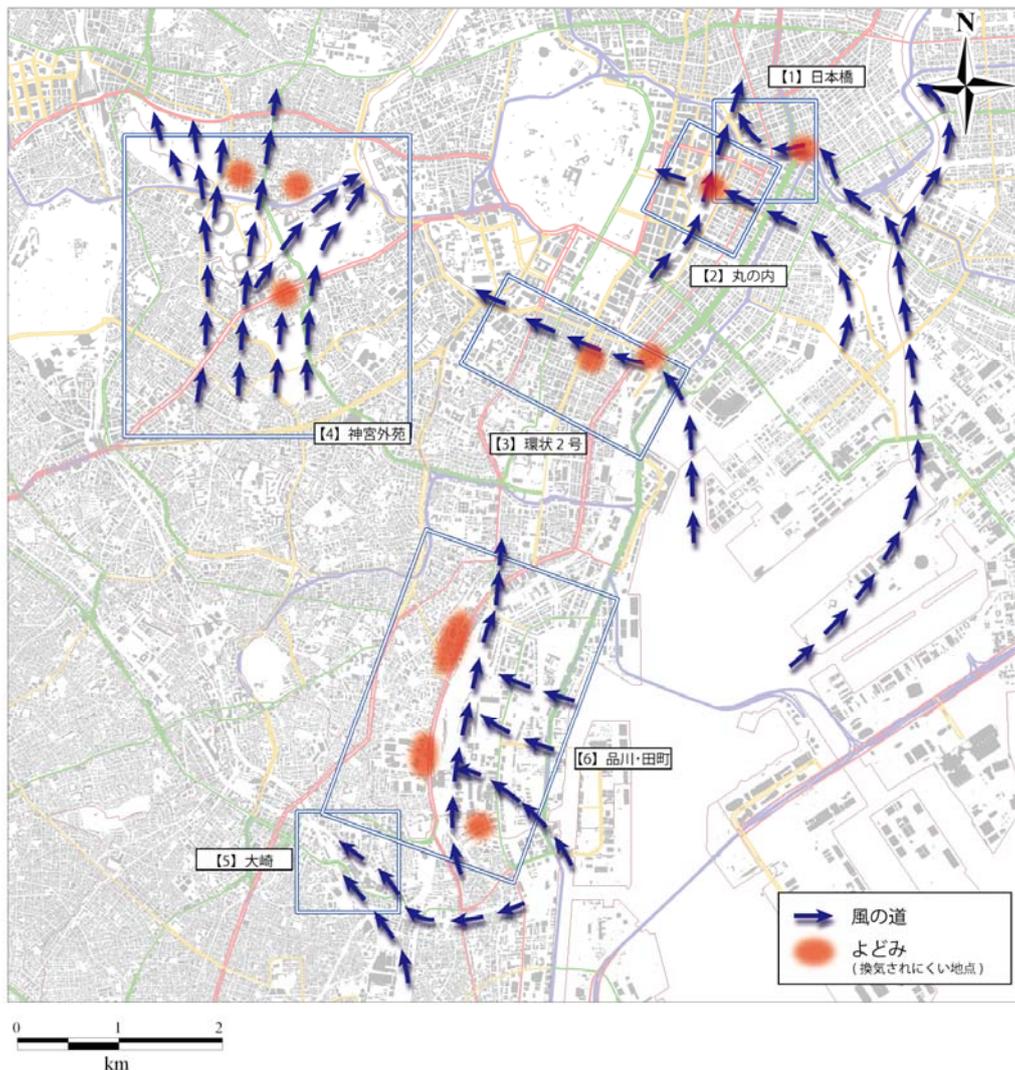


図1 東京臨海・都心部の6地区の海風が流れる「風の道」(都市スケール)

①日本橋川地区（図2）

現状では、**①**周辺の高架道路による物理的遮断に加え、高温化したアスファルト路面と自動車の人工排熱の影響等により、隅田川・日本橋川を流れる涼風は高温化して気流が乱れ、**②**から**③**に至る間で風向きが特定できなくなる。一方、高架道路を撤去し、日本橋川兩岸の道路を拡幅する再開発を行った場合は、日本橋川に沿って**④**～**⑤**～**⑥**において風が流れ、「風の道」が形成されている。東京都心で都心居住が進む今日においては、熱帯夜対策としても「風の道」は貴重となる。風が強くなることにより、「日本橋・大丸有地区周辺におけるヒートアイランド対策検討委員会」（2005年）の報告によると、地表付近の体感温度が4～5℃低下する。

②丸の内・八重洲地区（図3）

東京駅を挟んだ八重洲通りと行幸通りが連続する「風の道」を実際に20年以上かけて計画してきた地区であり、期待されたのは、隅田川・亀島川から八重洲通りを経て行幸通りに連続した「風の道」が形成されることであった。

再開発前後の風の流れを比較すると、再開発前は八重洲通りの東京駅前のビルで海風が遮断されており、**①**では風方向が対面し、**②****③**間は流れが乱れている。再開発後は、東京駅前のビルを撤去して一定の流れが現れ、丸の内側の**④**まで連続するようになる。東京駅周辺の風速も増大するため、「日本橋・大丸有地区周辺におけるヒートアイランド対策検討委員会」（2005年）の報告によると、体感温度が2℃程低下する。

③環状2号地区（図4）

環状2号線の整備により東京湾からの海風を地表面近くに導く「風の道」となることが期待される。環状2号線の沿道が高層になると、沿道建物による吹きおろしで環状2号線と並行する南側の既存道路の風が強くなるため、高層建物は隣棟間隔を確保し、環状2号線の街路内に海風が流れ込むように工夫することで、「風の道」が**①**地点のシオサイトから**②**地点の虎ノ門・特許庁前の外堀通りまで連続するようになると考えられる。

④神宮外苑地区（図5、図6）

東京都心部のクールアイランドである青山霊園、赤坂御用地、神宮外苑、新宿御苑等の大規模緑地が連続する空間は、「風の道」として昼間の海風を地表面付近に導く。図5より**①**地点から**②**地点を経て**③**地点に向かう流れは、**④**地点の青山霊園から**⑤**地点へ至る流れと合流して赤坂御用地に向かう流れと、**⑥**地点の新宿御苑に向かう流れに分かれている。

一方、夜間には、図6に示すように、これらの大規模な緑地からの冷気の移流・にじみ出し効果により緑地周囲の気温が低下しており、緑地冷気の移流・にじみ出しエリアとして示した範囲では、都市緑地からの移流・にじみ出しを導く「風の道」の効果が見られている。

⑤大崎地区（図7）

大崎駅周辺地域においては、目黒川を軸とする「風の道」を活用して、ヒートアイランド現

象緩和に配慮した街づくりが進められている。「風の道」の目黒川から㊸地点では公園から接続する街路へ進入し、㊿地点では高層建物で吹きおろす風の乱れが見られるが、全体的に目黒川からの風は逆「ハ」の字型に川と接続する街路等の隙間空間に向かって流れている。

⑥品川・田町駅周辺地区（図8）

東京都では品川駅・田町駅周辺まちづくりガイドラインを策定し、「風の道」を確保する地区においては、地上50mの南南東の卓越風を妨げないことを目標に、高さが50mを超える建物の配置やデザインに配慮を求めている。

一方、地球シミュレータによる予測結果等により、当地区では東側の海岸方向から吹く海風が昼夜見られる場合もあり、この風を内陸に導入するための「風の道」も大切だと考えられる。

㊿から㊸地点で東からの風を導く街路等の隙間空間は、海風が内陸側の市街地に進入するための「風の道」の入口として、配慮が必要な空間である。

（3）神戸市の六甲山系南麓における「風の道」のイメージ

図9に示す海陸風が弱い条件における神戸市の六甲山南麓周辺の夜間冷気流のシミュレーション結果より、柚谷（そまたに）川下流地区周辺における冷気の熱い領域の分布を把握し、さらに柚谷川下流地区周辺の標高・地形と建物の分布を確認した。

結果として、図10のように冷気流が流下しやすい南北方向の河川や街路が山風（斜面冷気流）を導く「風の道」として機能していると考えられる。

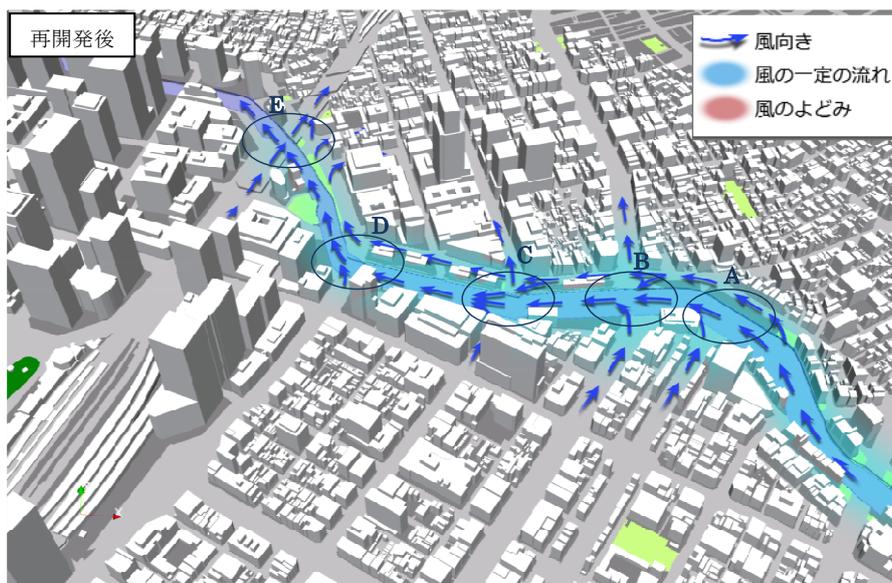
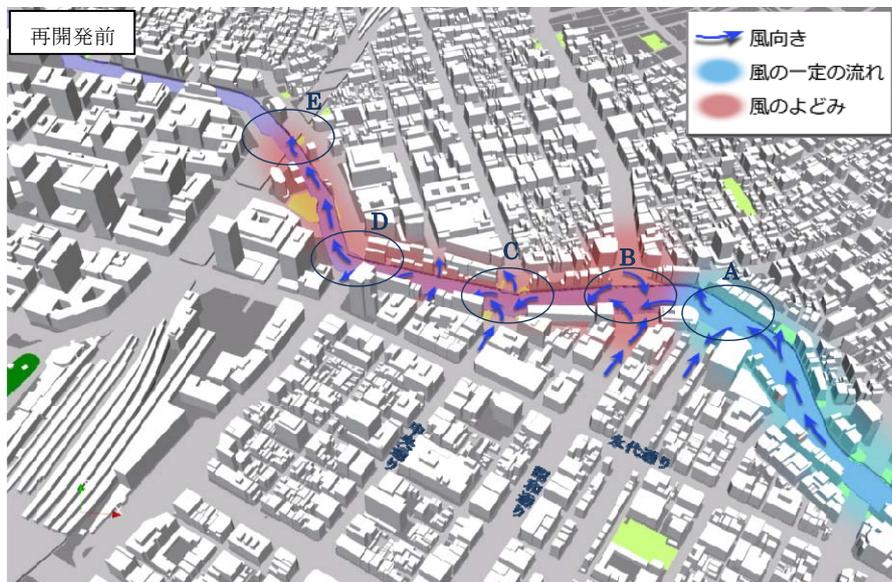
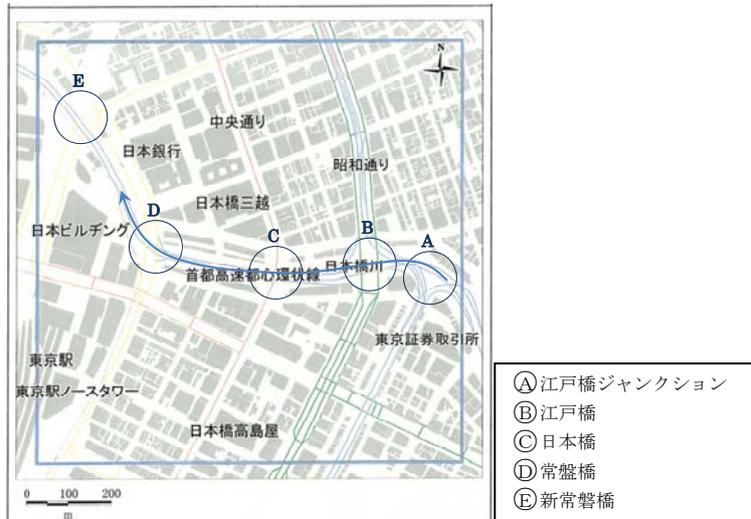


図2 日本橋地区の「風の道」のイメージ

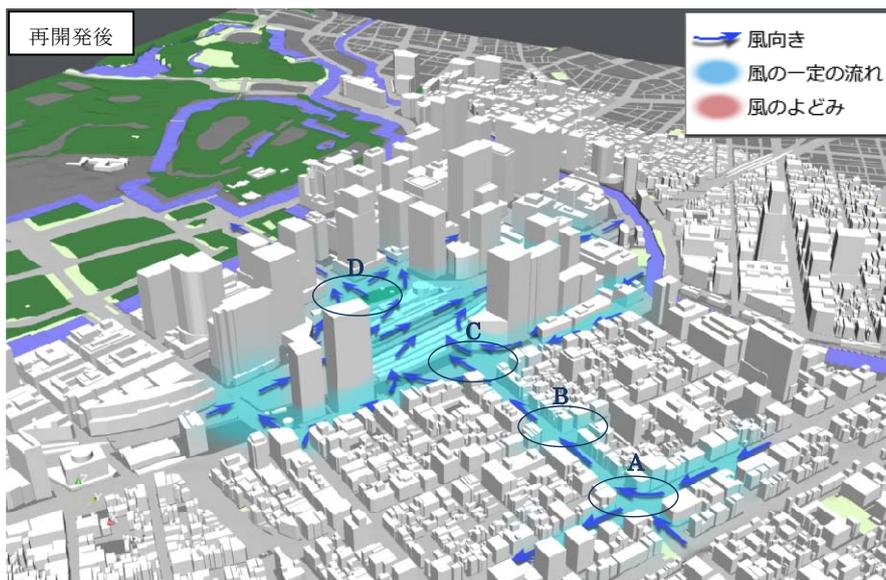
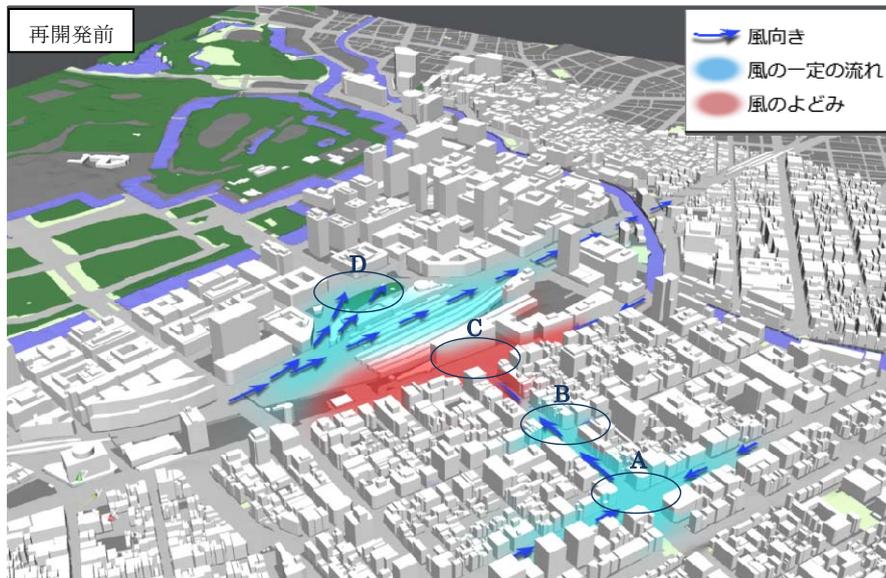
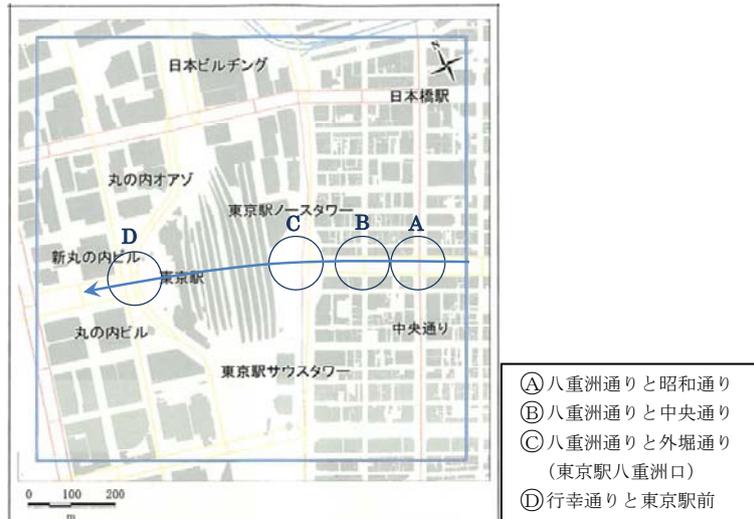


図3 丸の内地区の「風の道」のイメージ

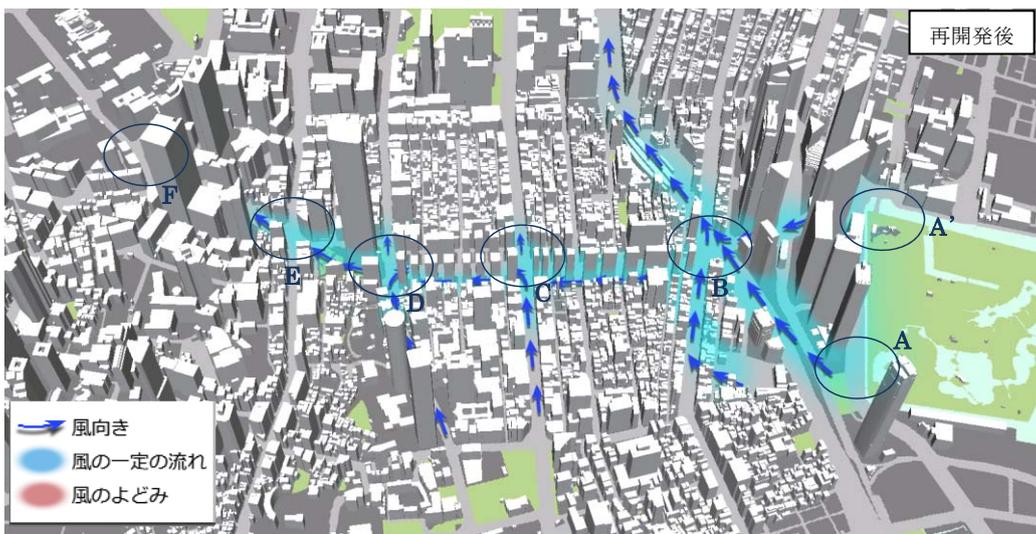
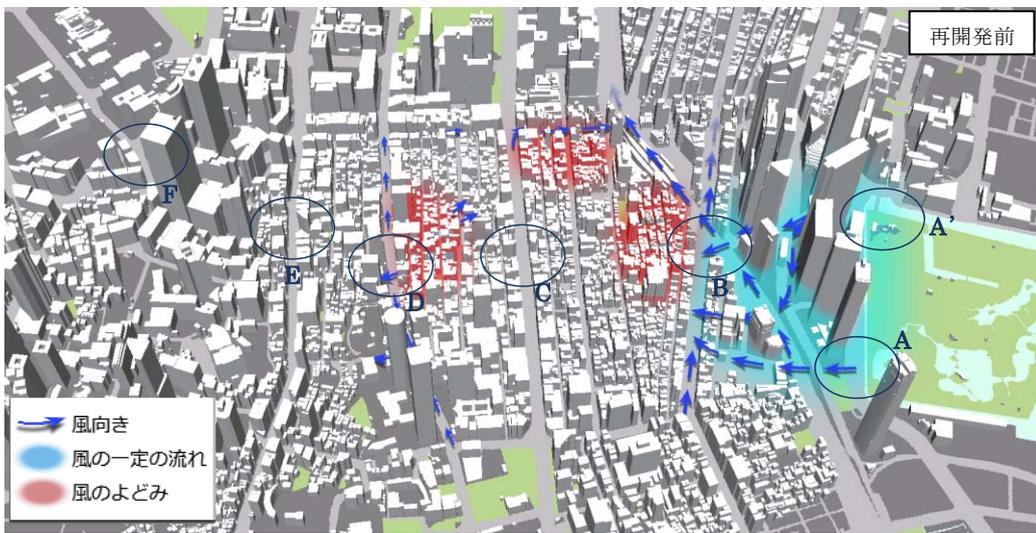
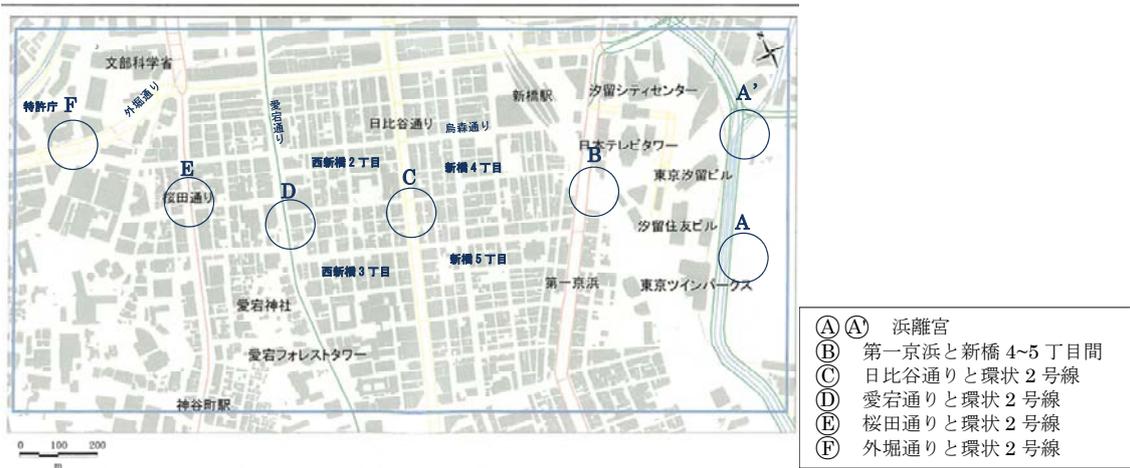


図4 環状2号地区の「風の道」のイメージ

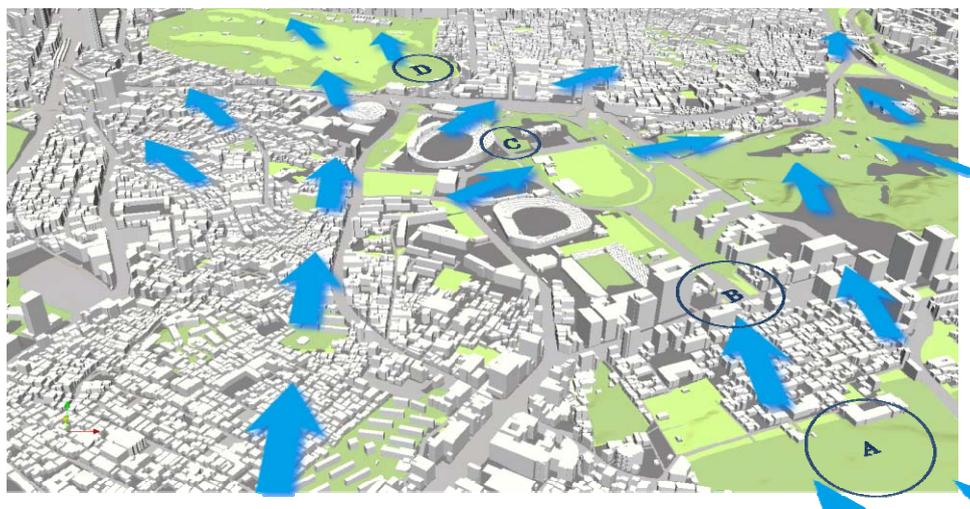
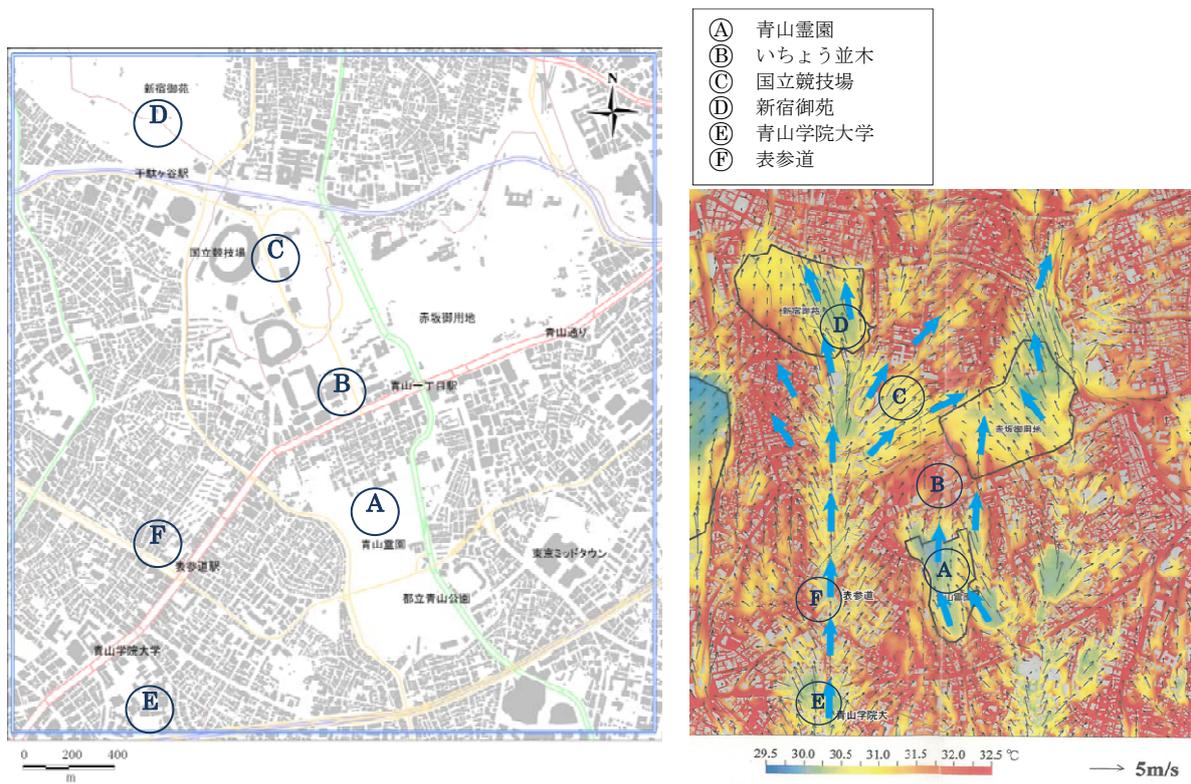


図5 神宮外苑地区の昼間の「風の道」のイメージ

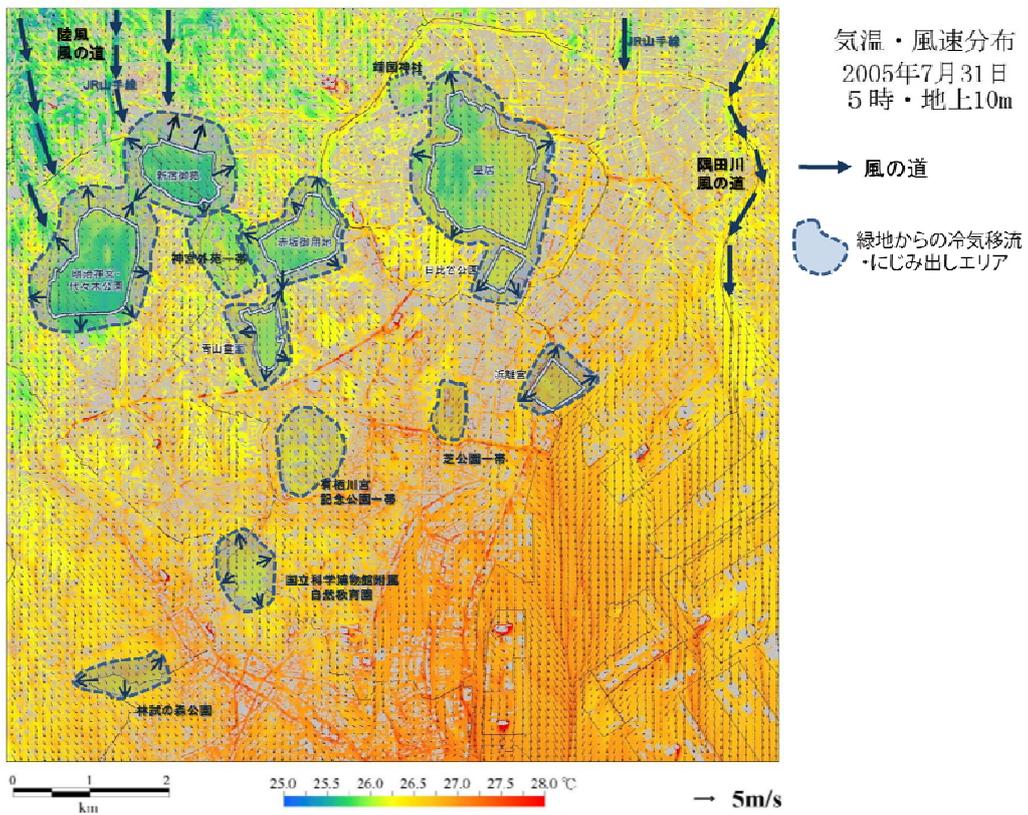
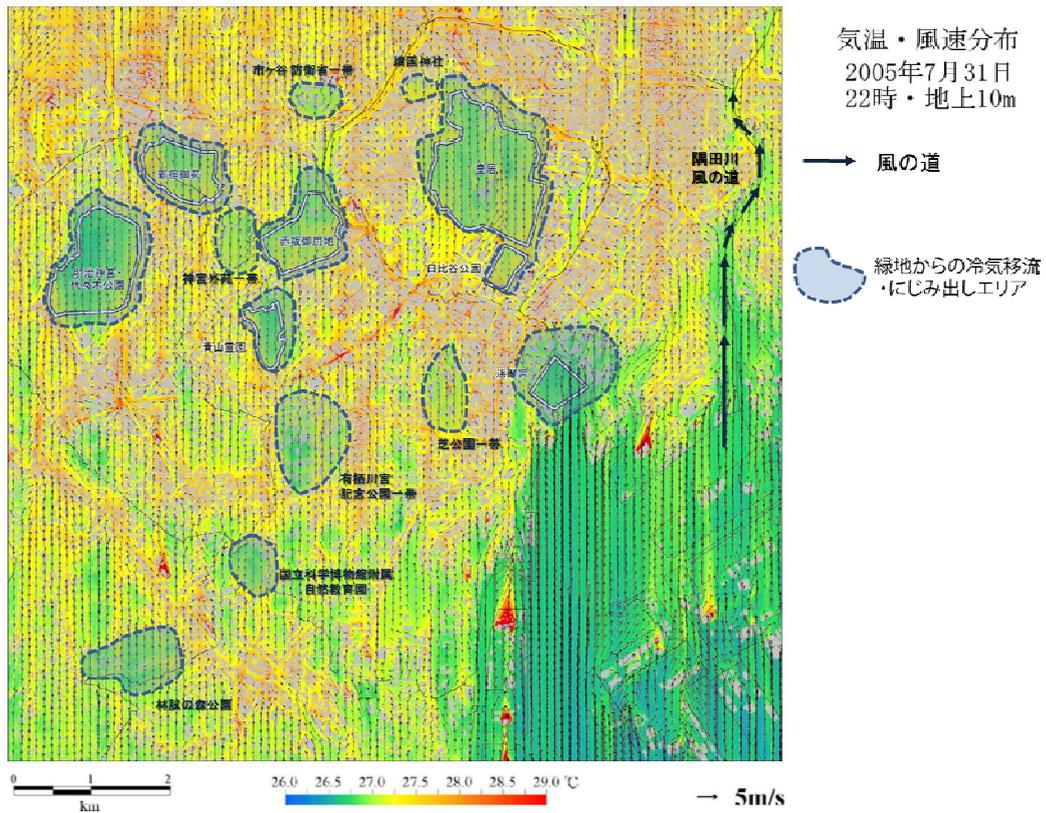


図6 神宮外苑地区の夜間の「風の道」のイメージ（都市緑地からの移流・にじみ出し）

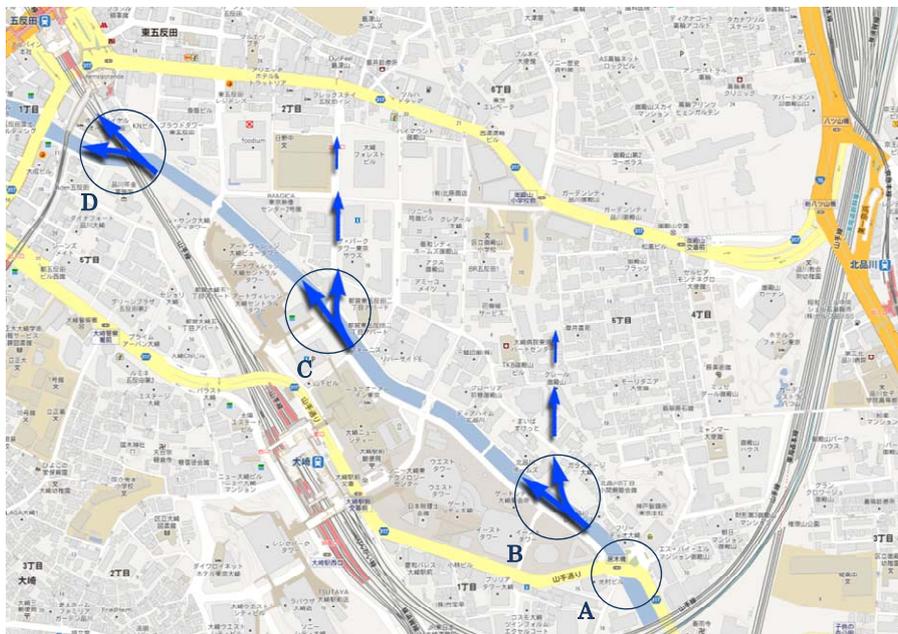
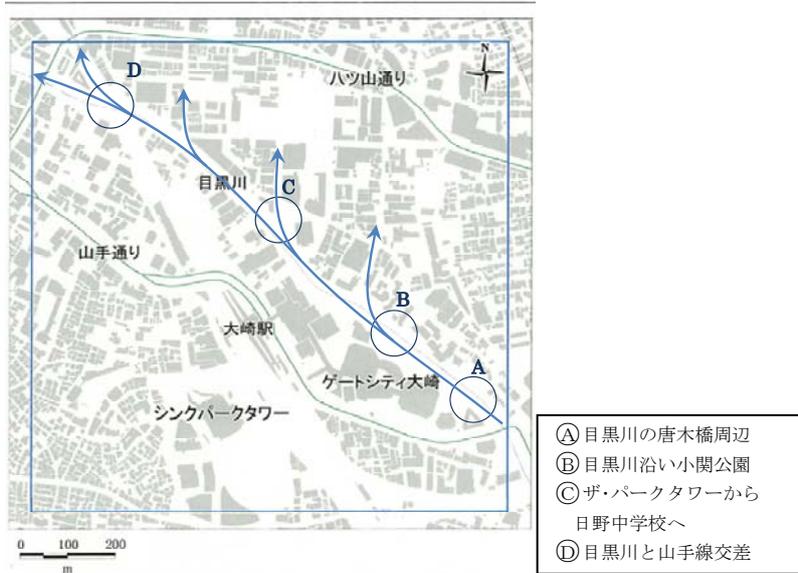


図7 大崎地区の「風の道」のイメージ

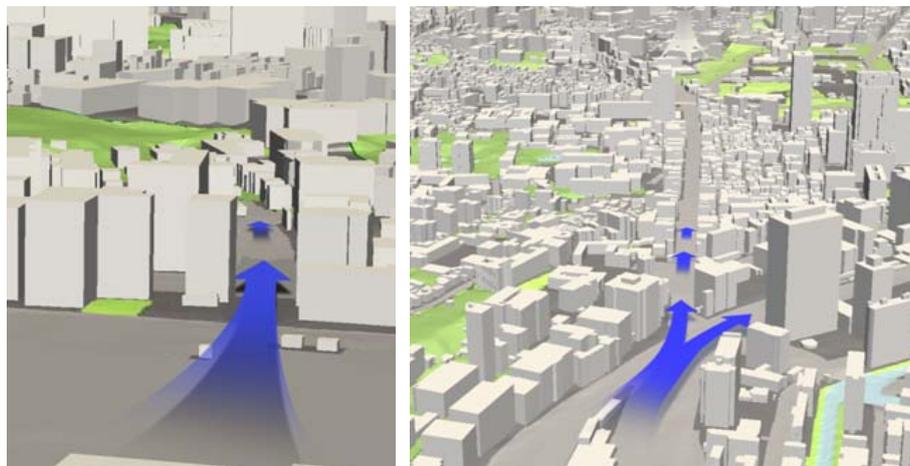
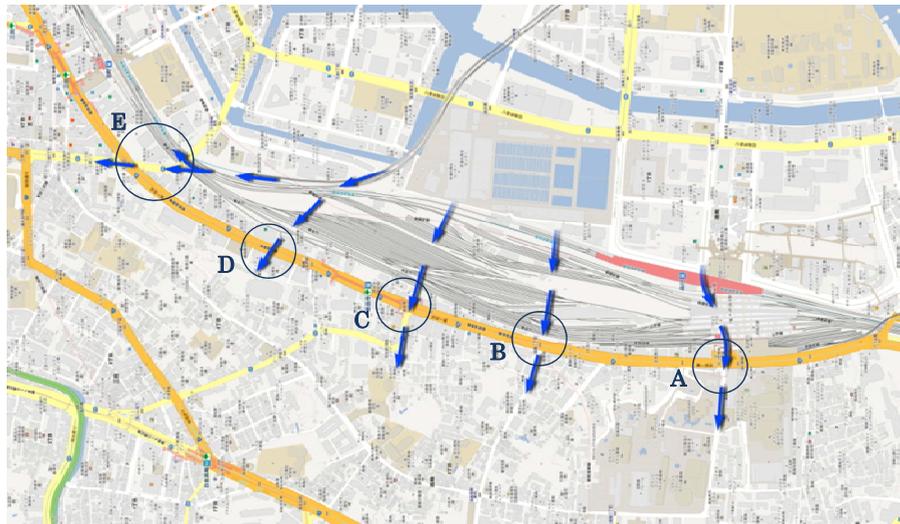
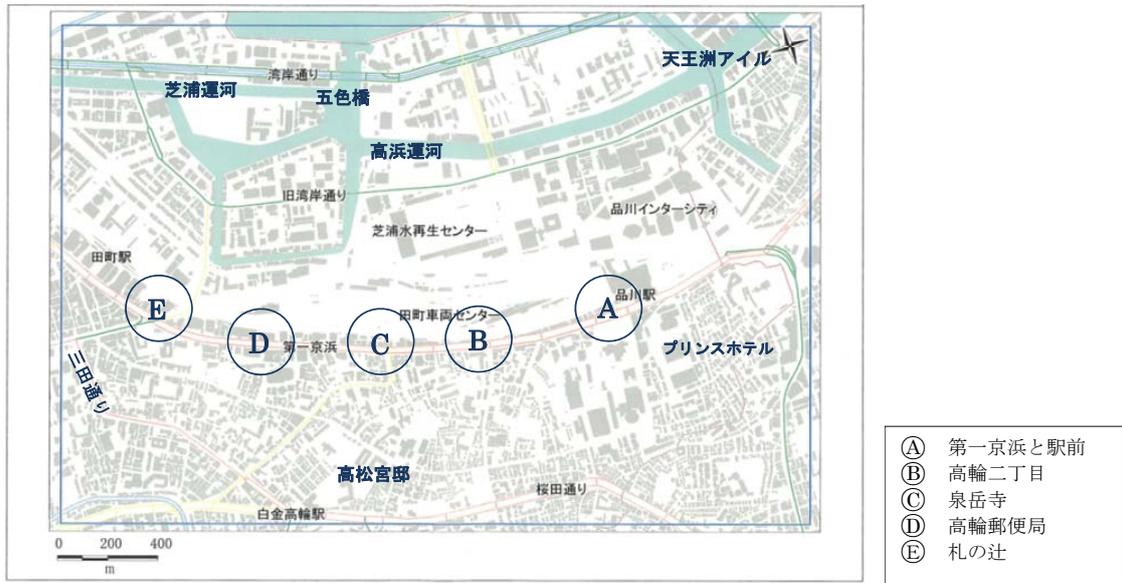
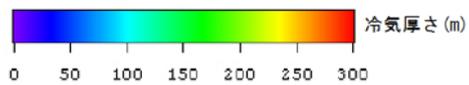
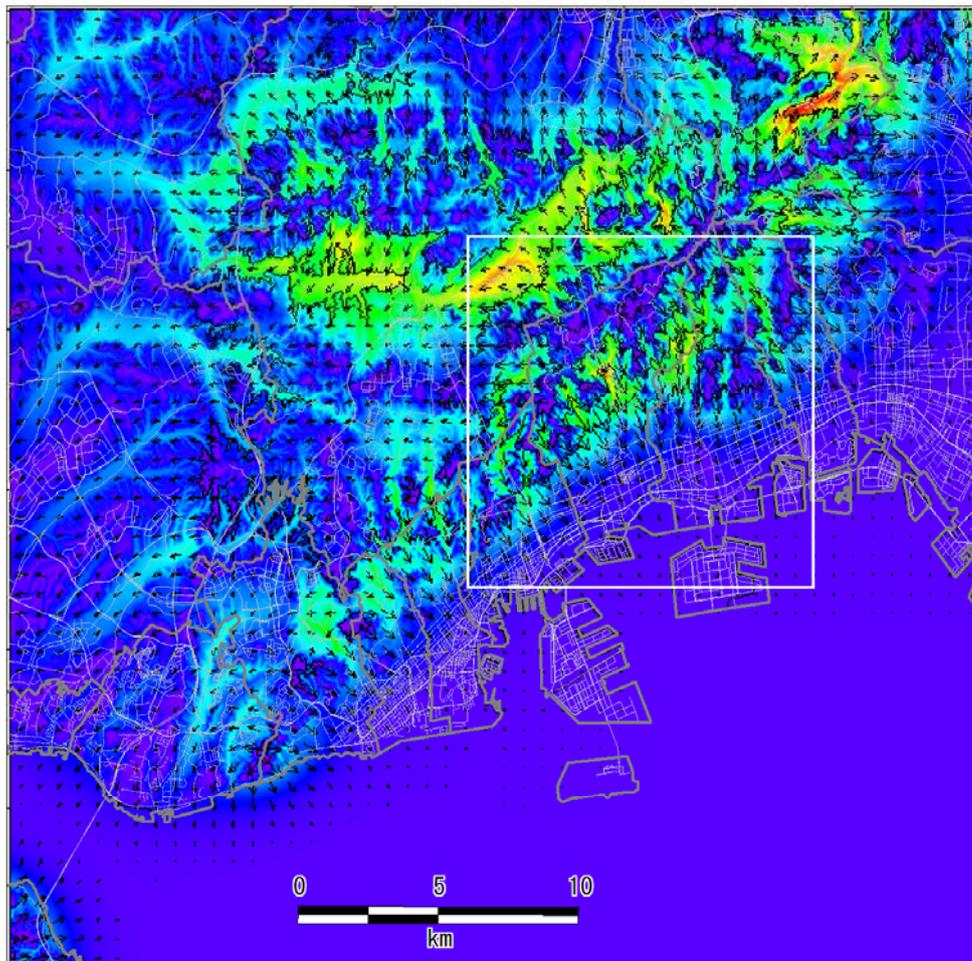
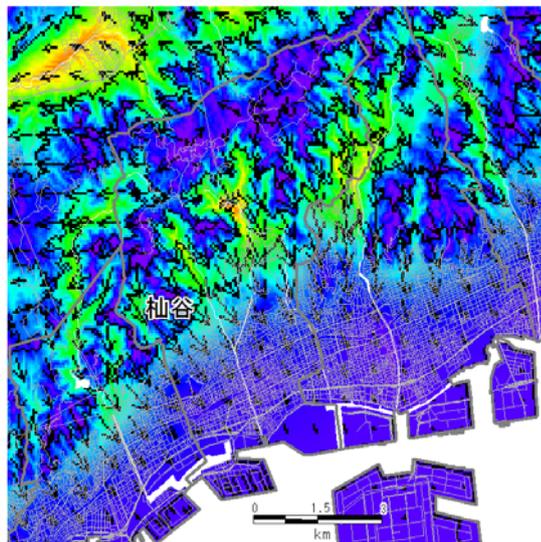


図8 品川・田町地区の「風の道」のイメージ



→ = 3.00 m/s

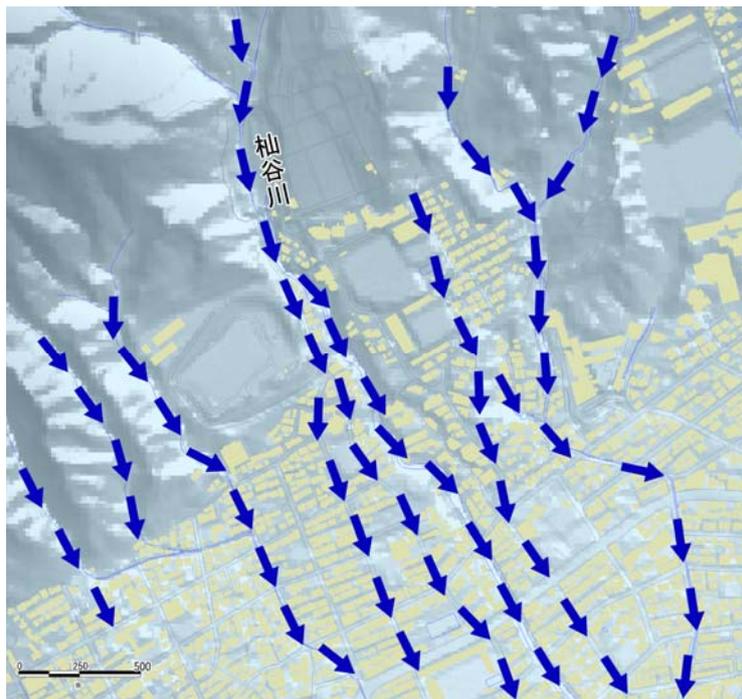


六甲山南麓袖谷
周辺拡大図

→ = 3.00 m/s

資料) 神戸大学竹林研究室 (2012)

図9 神戸市六甲山系南麓における夜間冷気流の状況



国土地理院数値標高モデル (DEM) 10m メッシュ (標高) を使用して作成

図 10 杣谷川下流地区の「風の道」のイメージ

参考資料2 参照したシミュレーション結果

本ガイドラインにおいて、シミュレーションを活用したヒートアイランド対策マップの例、あるいは地区スケールの「風の道」のイメージの作成の際に参照したシミュレーション結果として、東京 23 区全域及び東京都心・臨海部や日本橋・大丸有地区、環状 2 号地区を対象に、国土交通省国土技術政策総合研究所、独立行政法人建築研究所がスーパーコンピュータ「地球シミュレータ（独立行政法人海洋研究開発機構）」を用いて実施した大規模シミュレーション結果と神戸市六甲山麓を対象とした神戸大学竹林研究室による冷気流シミュレーション結果の概要を以下に示す。

(1) 東京 23 区全域及び東京臨海・都心部のシミュレーション

本ガイドラインでは、2005 年 7 月 31 日（日中南風が卓越）と 2007 年 8 月 10 日（正午まで東南東の風が卓越）の異なる 2 日に関して、地球シミュレータによるシミュレーション結果^{43,44,45}を参照した。地球シミュレータによるシミュレーションは、地球シミュレータ一般公募プロジェクト「ヒートアイランドの数値モデルの開発」（プロジェクト責任者：足永靖信（独立行政法人建築研究所/2004～2008・国土交通省国土技術政策総合研究所/2009～2012））において実施されたものである。

・ 2005 年 7 月 31 日の解析条件^{43,44}

- ・ 計算日時：2005 年 7 月 31 日 5 時，14 時，22 時
- ・ 計算領域：水平方向 33 k m×33 k m（図 11(c)），鉛直方向 500m
- ・ メッシュ分割：水平 5m，鉛直 1～10m（不等間隔）
- ・ 上方及び側面の境界条件：メソスケールモデル（LOCALS）による解析結果（図 12）

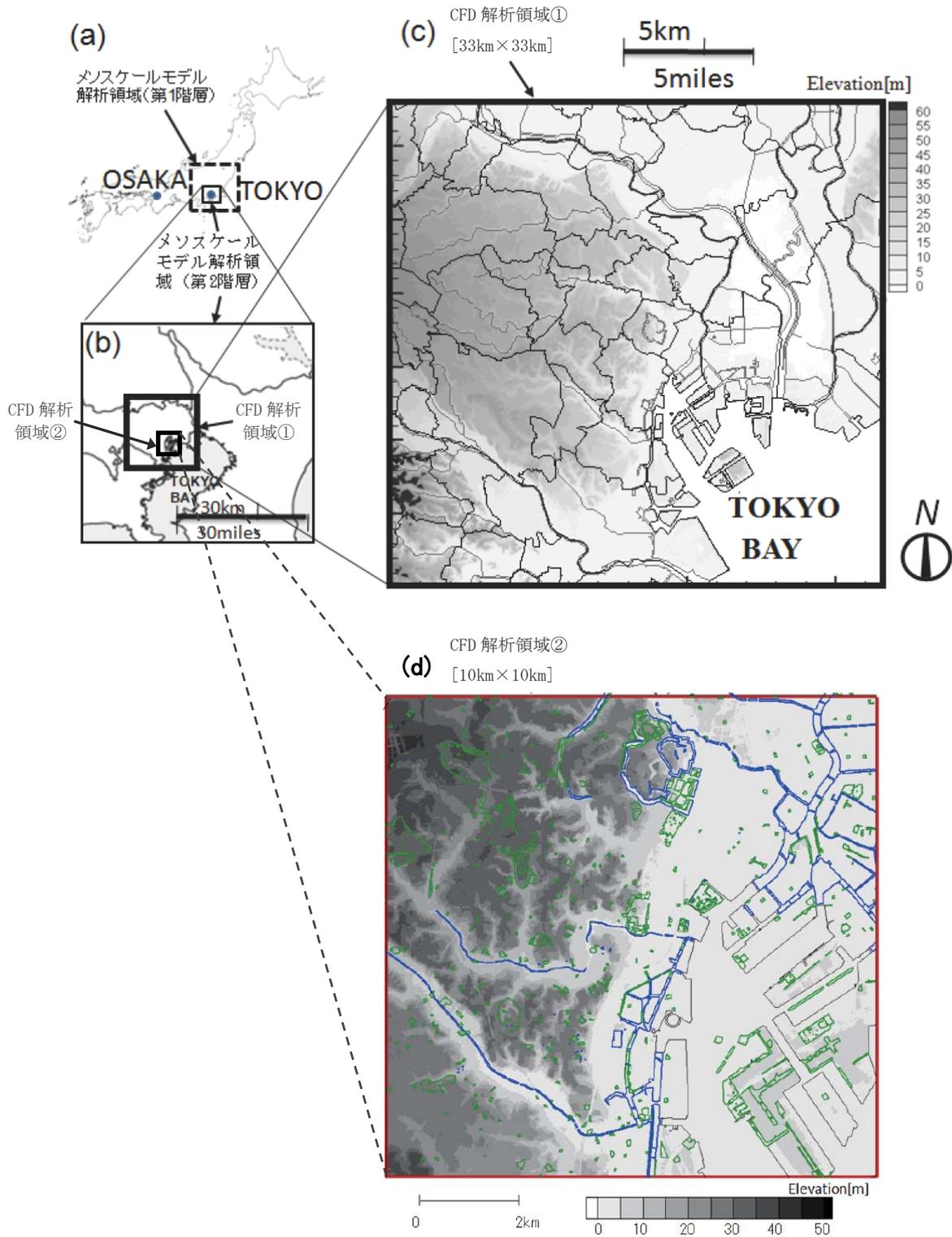
・ 2007 年 8 月 10 日の解析条件⁴⁵

- ・ 計算日時：2007 年 8 月 10 日 1～24 時
- ・ 計算領域：水平方向 10 k m×10 k m（図 11(d)），鉛直方向 500m
- ・ メッシュ分割：水平 5 m，鉛直 1～10m（不等間隔）
- ・ 上方及び側面の境界条件：メソスケールモデル（LOCALS）と都市キャノピーモデル（UCSS）を組み合わせたモデル（LOCALS-UCSS）による解析結果

⁴³ 地球シミュレータを用いた東京 23 区全域における高解像度のヒートアイランド数値解析，国総研資料第 583 号・建築研究資料第 123 号，2010)

⁴⁴ Yasunobu Ashie, Takaaki Kono: Urban-scale CFD analysis in support of a climate-sensitive design for the Tokyo Bay area, International Journal of Climatology, Vol. 31, Issue 2, pp. 174-188, 2011.2

⁴⁵ Yasunobu Ashie, Yasuo Kuwasawa, Keiko Takahashi, Masayuki Kakei: CFD Simulation of Summertime Air Temperature Distribution of the Ten Kilo-meter Square Area of Center of Tokyo, Annual report of the earth simulator center, pp. 45-49, 2012.10



※文献 43、44、45 より合成して図を作成

図 11 東京 23 区全域及び東京臨海・都心部のシミュレーション対象領域^{43, 44, 45}

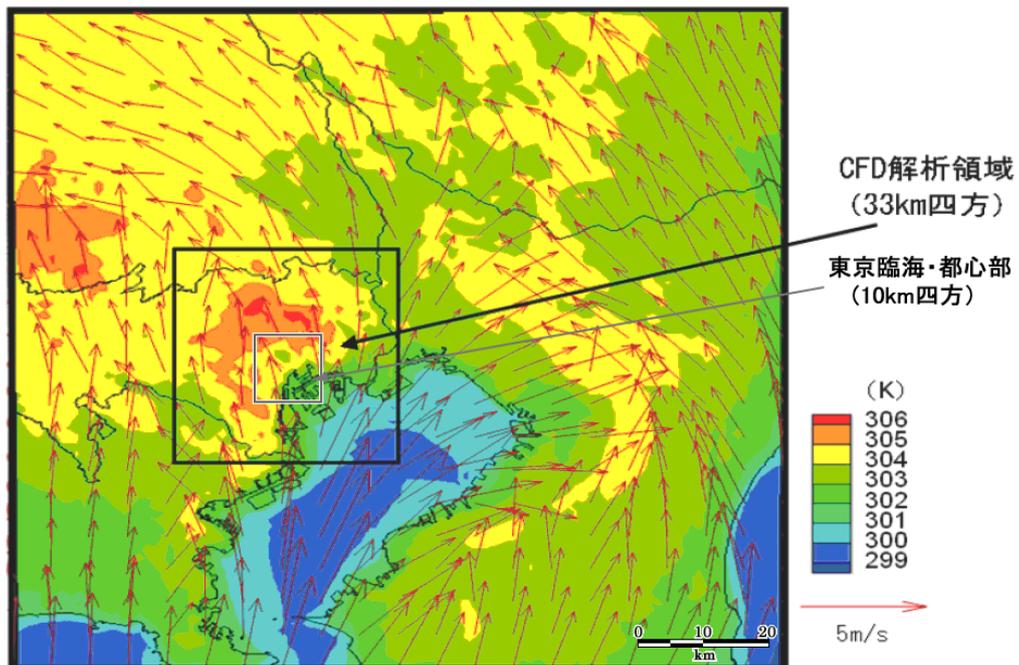


図12 メソスケール解析結果（2005年7月31日14時 第2階層、地上10m）⁴³

本ガイドラインでは、東京23区全域及び東京臨海・都心部のシミュレーション結果より、次の地域や地区の結果を抽出して気温や風の流れを描画した結果を参照した。

①東京臨海・都心部

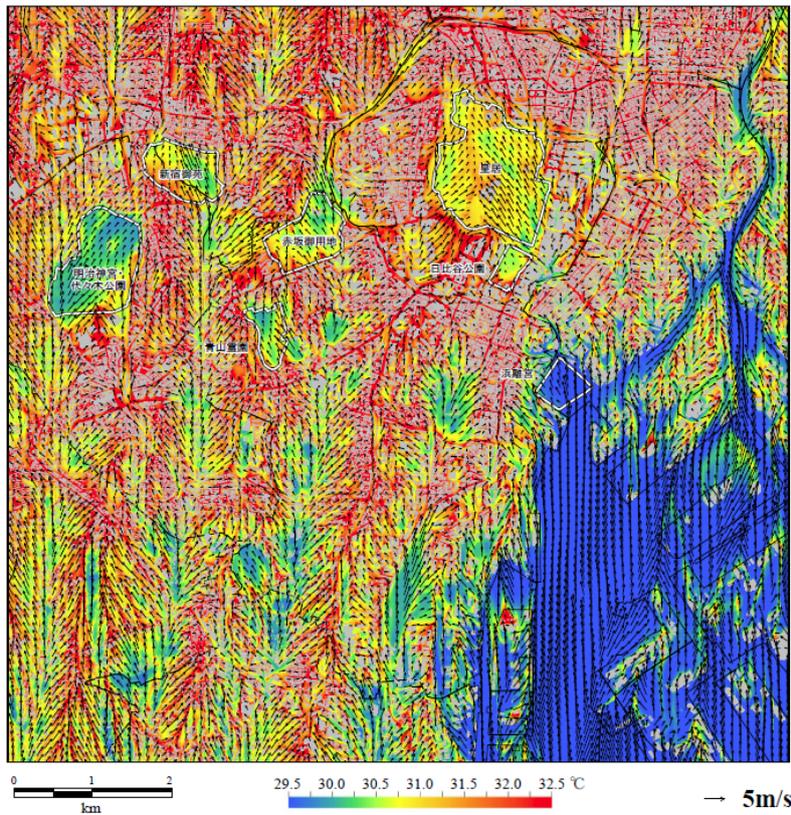


図 13 東京臨海・都心部における気温・風速分布 (2005年7月31日14時:地上10m)

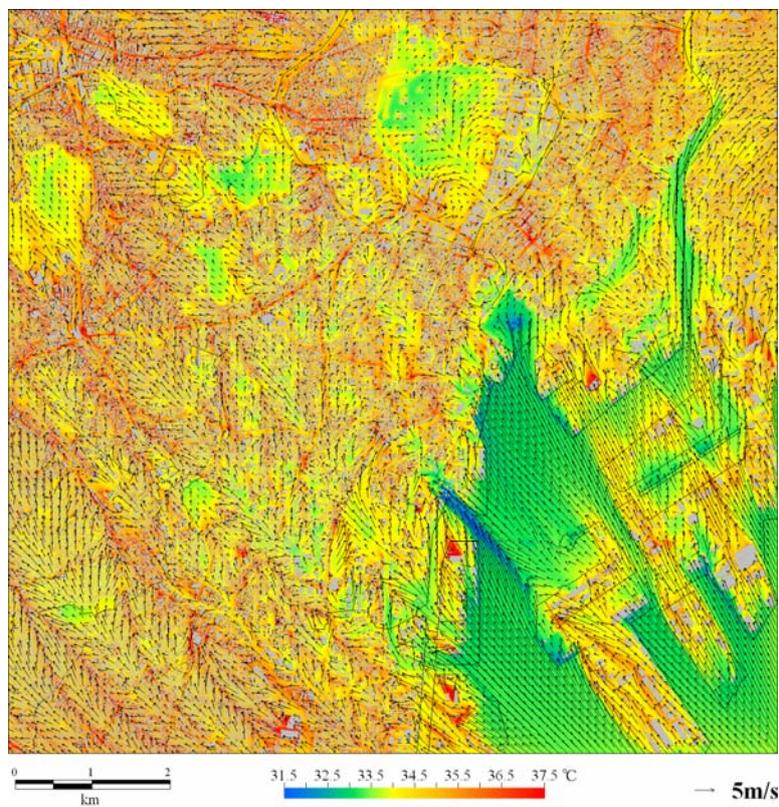


図 14 東京臨海・都心部における気温・風速分布 (2007年8月10日14時:地上10m)

②神宮外苑地区

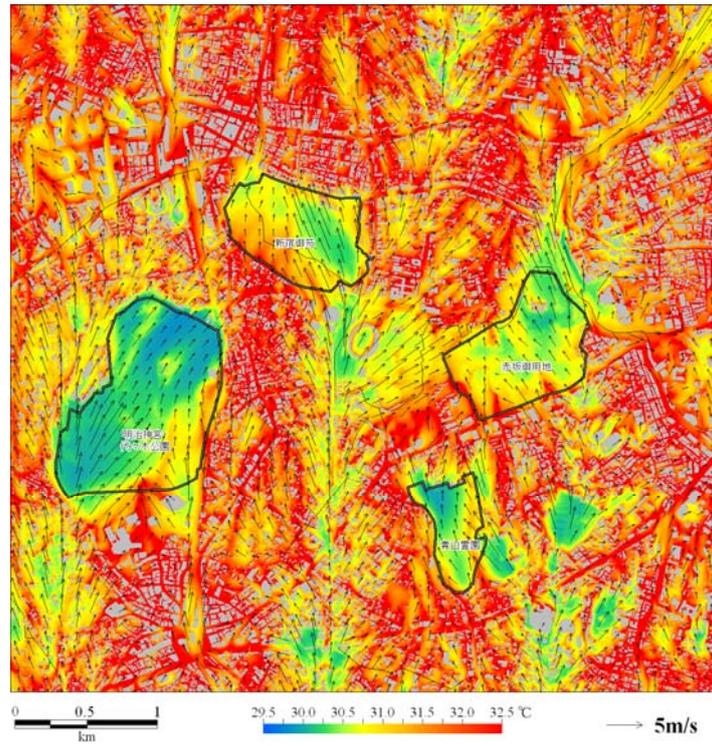


図 15 神宮外苑地区周辺における気温・風速分布 (2005年7月31日14時)

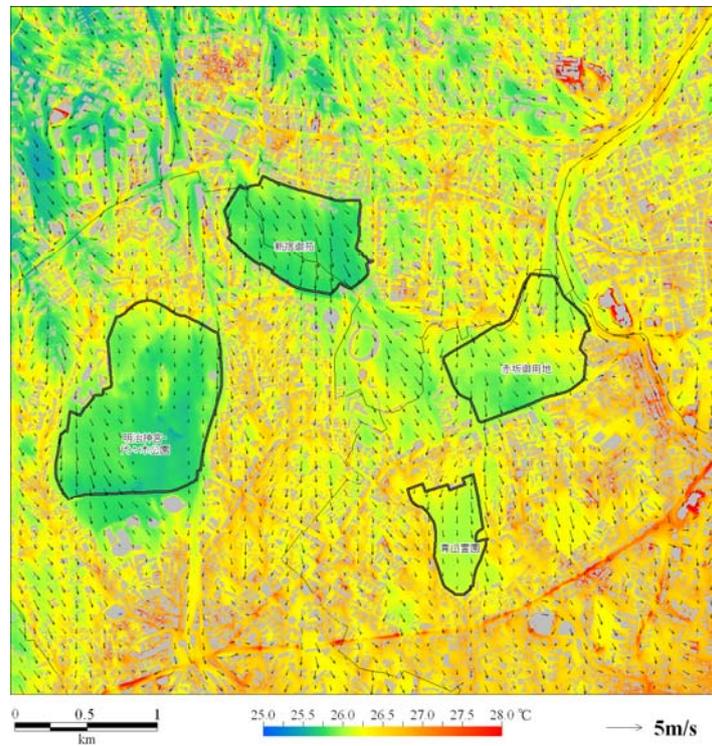


図 16 神宮外苑地区周辺における気温・風速分布 (2005年7月31日5時)

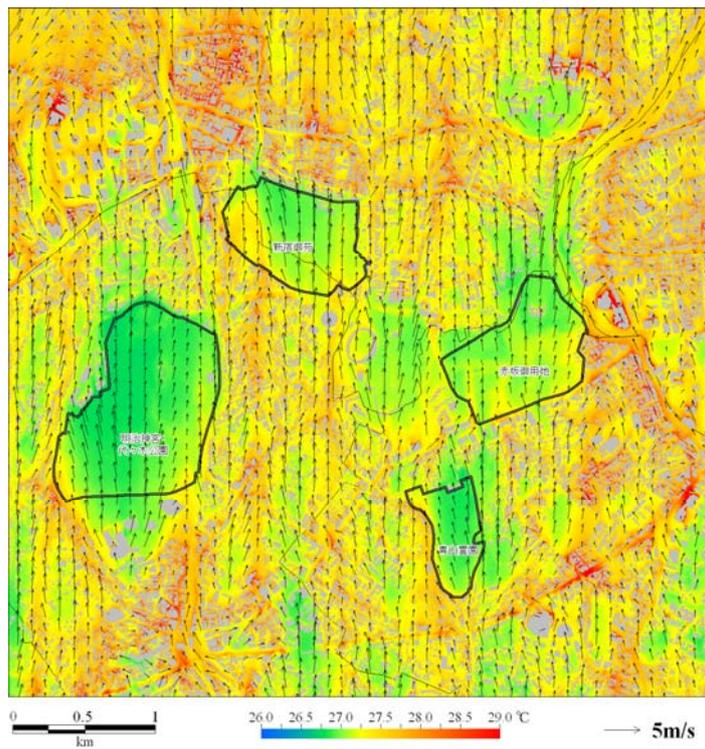


図 17 神宮外苑地区周辺における気温・風速分布 (2005年7月31日22時)

③大崎地区

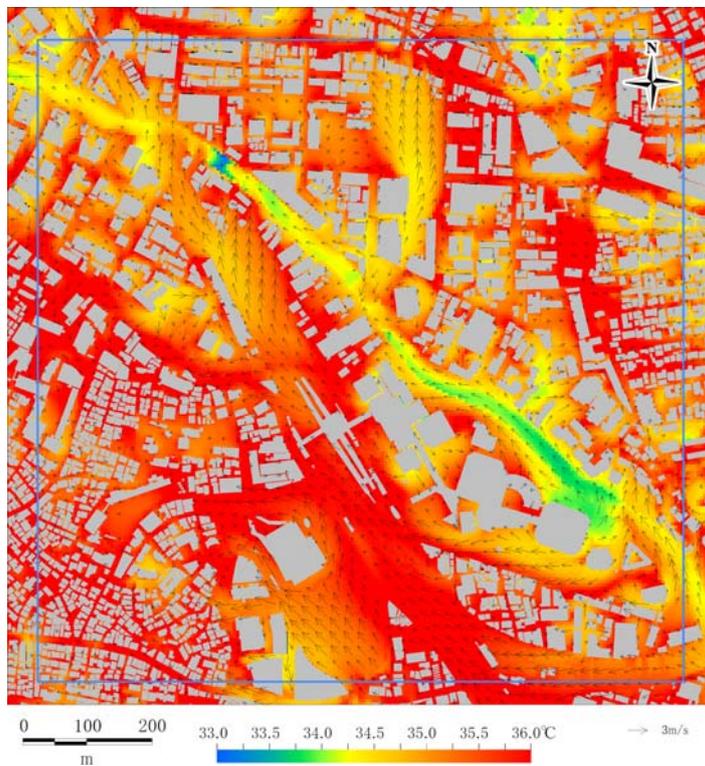


図 18 大崎地区における気温・風速分布 (2007年8月10日14時：地上2m)

④品川・田町駅周辺地区

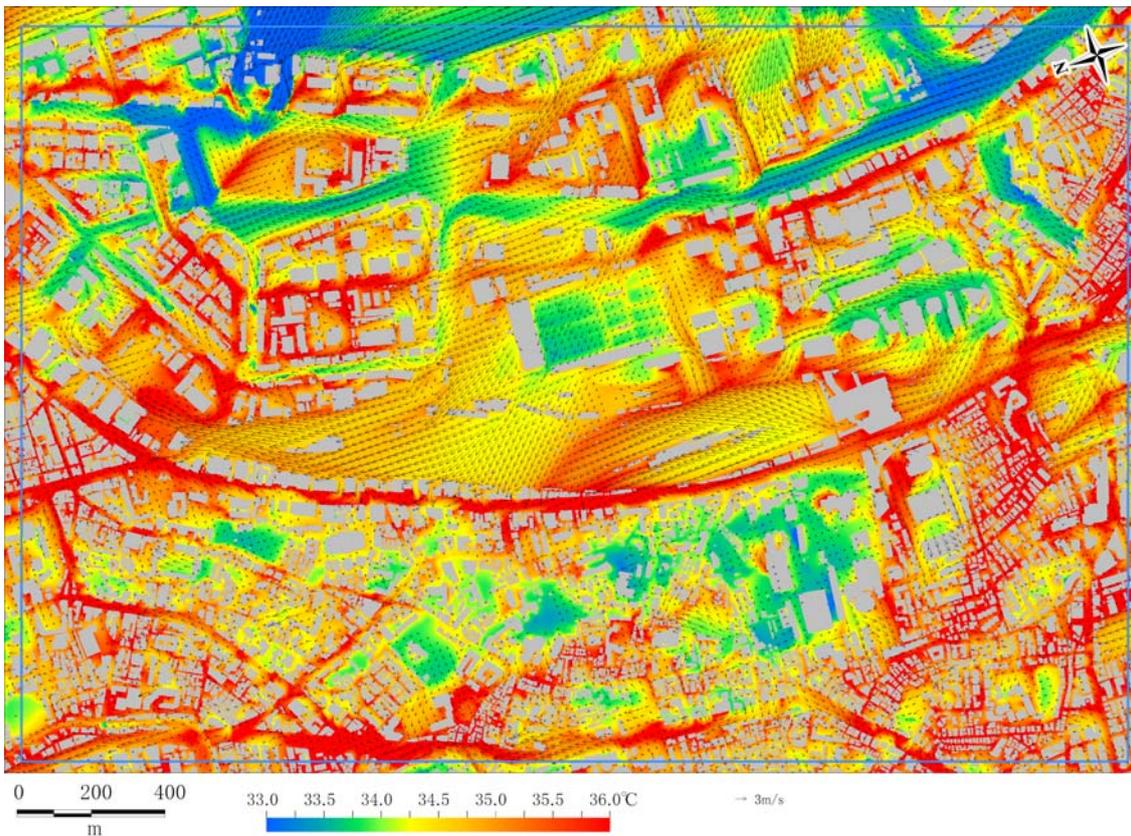


図 19 品川・田町駅周辺地区における気温・風速分布（2007年8月10日14時：地上2m）

（2）日本橋地区・東京駅周辺地区のシミュレーション

東京臨海・都心部の大規模再開発が検討・実施されている日本橋地区及び東京駅周辺地区を対象に実施した地球シミュレータによるシミュレーションに関する概要を以下に示す。地球シミュレータによるシミュレーションは、地球シミュレータ一般公募プロジェクト「ヒートアイランドの数値モデルの開発」（プロジェクト責任者：足永靖信（独立行政法人建築研究所/2004～2008・国土交通省国土技術政策総合研究所/2009～2012））において実施されたものである。

- ・計算日時：2005年7月31日12時
- ・計算領域：水平方向2.5km×1.5km（図20(C)），鉛直方向500m
- ・メッシュ分割：水平1m，鉛直1～10m（不等間隔）
- ・上方及び側面の境界条件：メソスケールモデル（LOCALS）による解析結果

本ガイドラインでは、大規模な都市再開発前後（図21）のシミュレーション結果より、日本橋川地区と丸の内・八重洲地区の各々の地区（図22）のデータを抽出して気温や風の流れを描画した結果（図23と図24、図25、図26）を参照した。

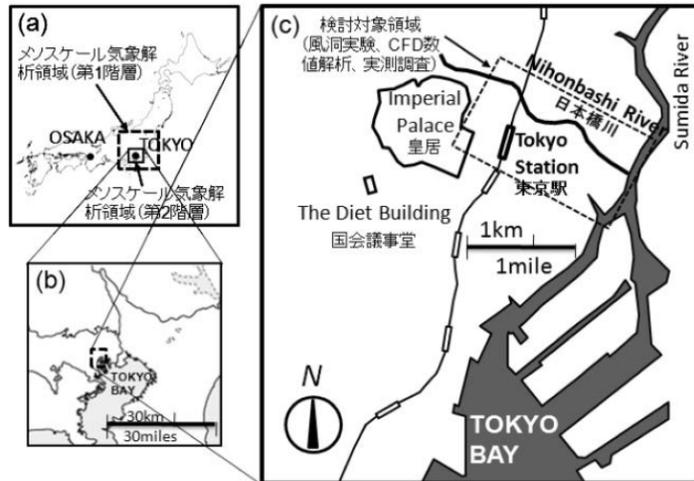


図 20 日本橋・大丸有地区の計算領域⁴⁶

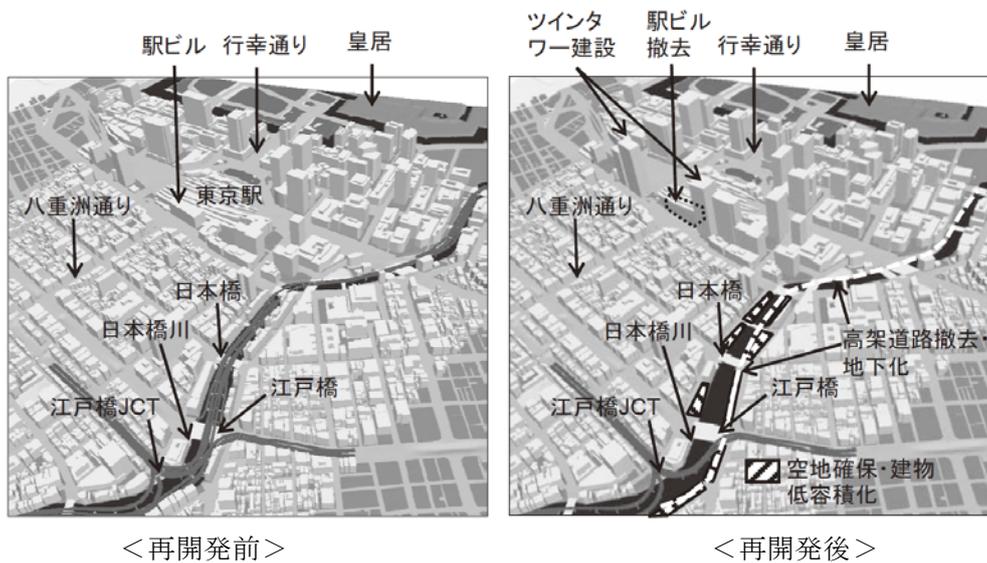


図 21 検討対象領域における再開発の概要⁴⁷

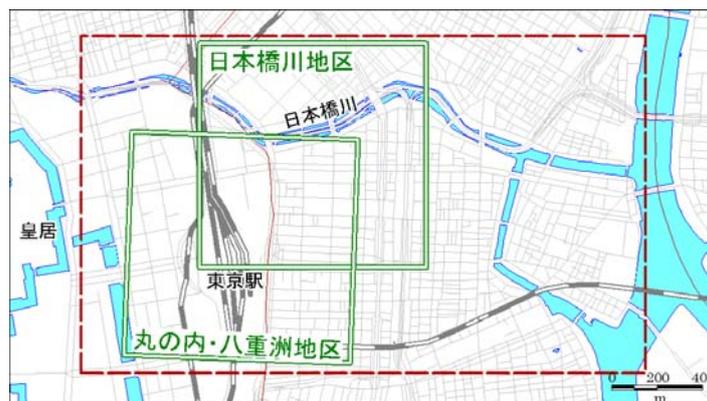


図 22 描画領域

⁴⁶ 鍵屋浩司、足永靖信、増田幸宏、大橋征幹、平野洪資、尾島俊雄：大規模な都市再開発が熱環境に及ぼす効果・影響に関する実験的検討、日本建築学会環境系論文集、第 649 号、pp. 305-312、2010.3

⁴⁷ Yasunobu Ashie, Takaaki Kono: Urban-scale CFD analysis in support of a climate-sensitive design for the Tokyo Bay area, International Journal of Climatology, Vol. 31, Issue 2, pp. 174-188, 2011.2

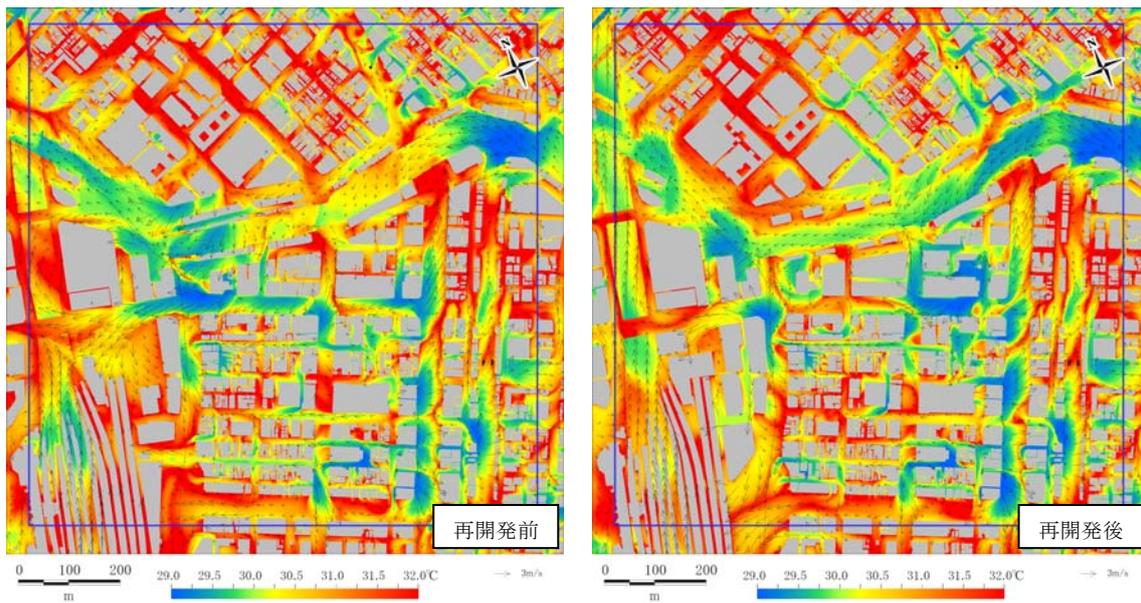


図 23 日本橋川地区における気温・風速分布 (2005年7月31日12時:地上2m)

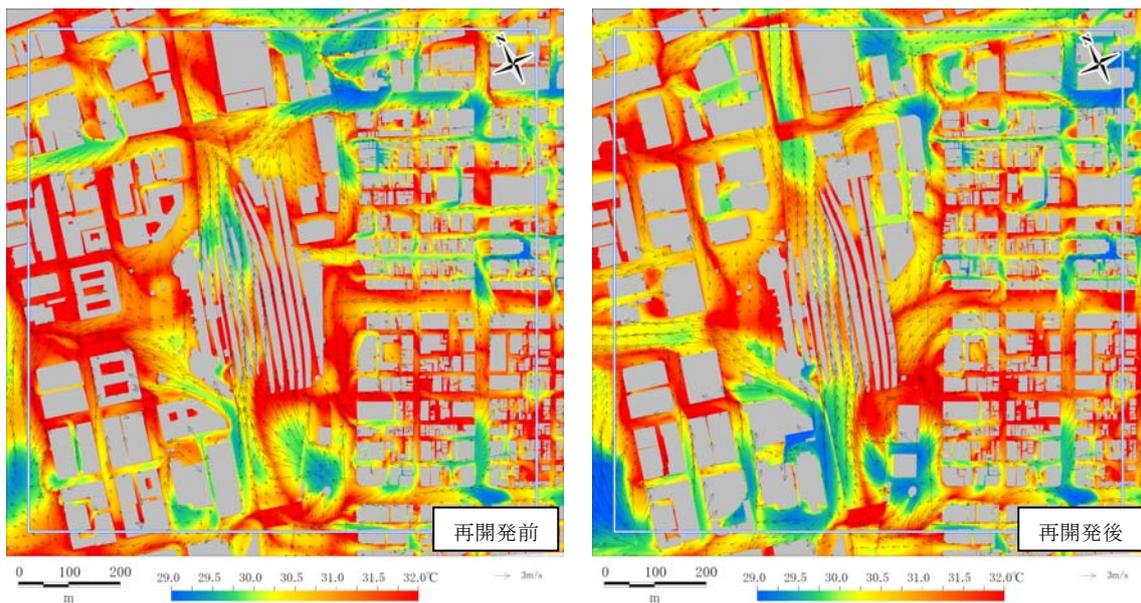


図 24 丸の内・八重洲地区における気温・風速分布 (2005年7月31日12時:地上2m)

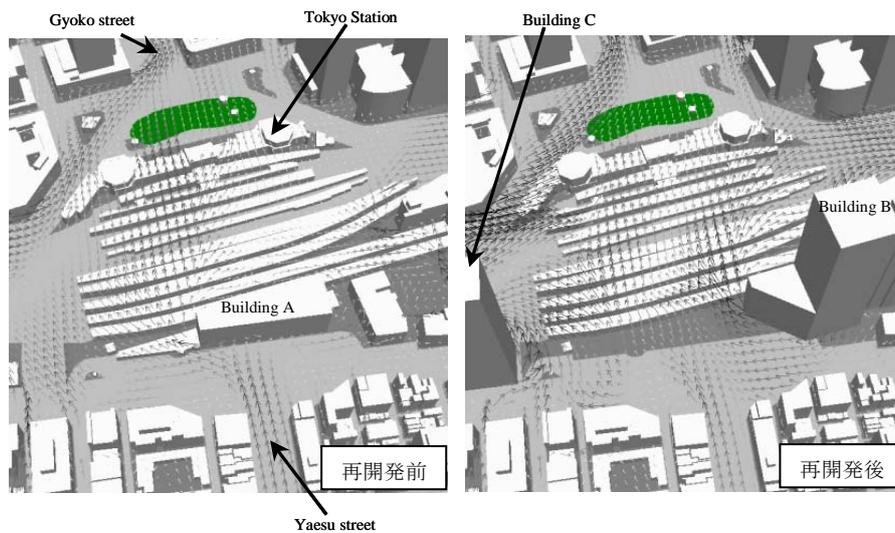


図 25 東京駅付近の風の流れの拡大図⁴⁸



図 26 シミュレーション結果における気温変化（地上 2m）⁴⁸

⁴⁸ 任超他：城市環境気候図，中国建筑工業出版社，平成 24 年 9 月

(3) 新橋・虎ノ門地区のシミュレーション

環状2号地区の整備が予定されている新橋・虎ノ門地区(図27)を対象に実施した地球シミュレータによるシミュレーション⁵⁰に関する概要を以下に示す。地球シミュレータによるシミュレーションは、地球シミュレーター一般公募プロジェクト「ヒートアイランドの数値モデルの開発」(プロジェクト責任者：足永靖信(独立行政法人建築研究所/2004～2008・国土交通省国土技術政策総合研究所/2009～2012))において実施されたものである。

シミュレーション結果より、環状2号線整備に伴う再開発前後の気温や風の流れを描画した結果を図29に示す。

- ・計算日時：2005年7月31日12時
- ・計算領域：水平2km×1.5km(図28)、鉛直500m
- ・メッシュ分割：水平1m、鉛直1～10m(不等間隔)
- ・上方及び側面の境界条件：メソスケールモデル(LOCALS)による解析結果

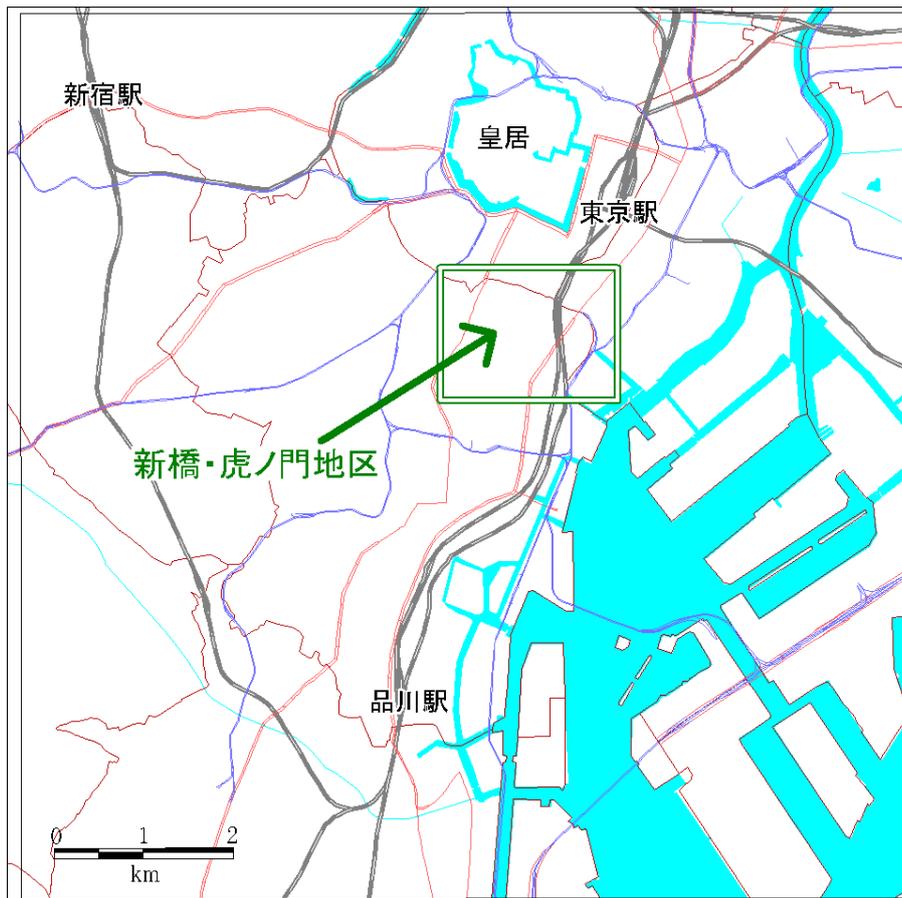
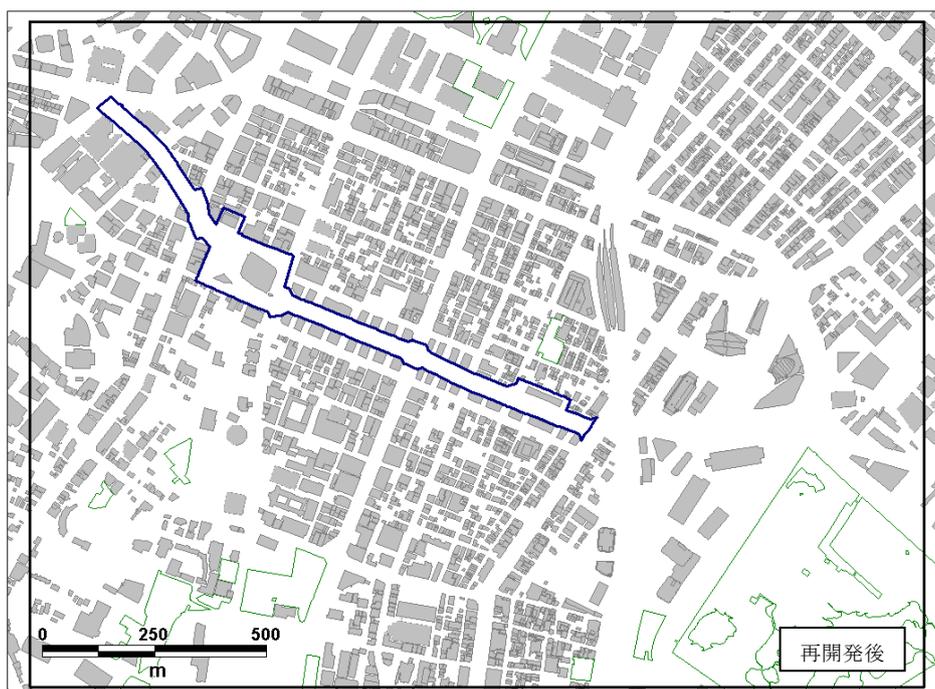
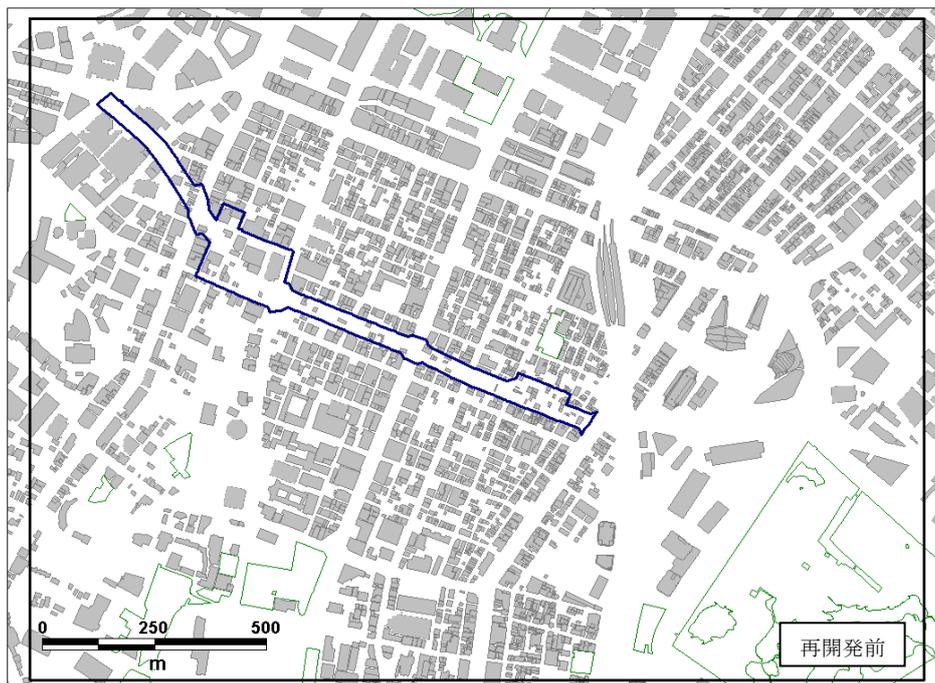


図27 シミュレーション範囲

⁵⁰ Kohin Cho, Takaaki Kono, Yasunobu Ashie: Large-scale CFD Simulation of heat island phenomenon and countermeasures in Tokyo, Annual report of the earth simulator center, pp. 67-72, 2008



(青枠内は再開発区域)

図 28 新橋・虎ノ門地区の計算領域と再開発の概要

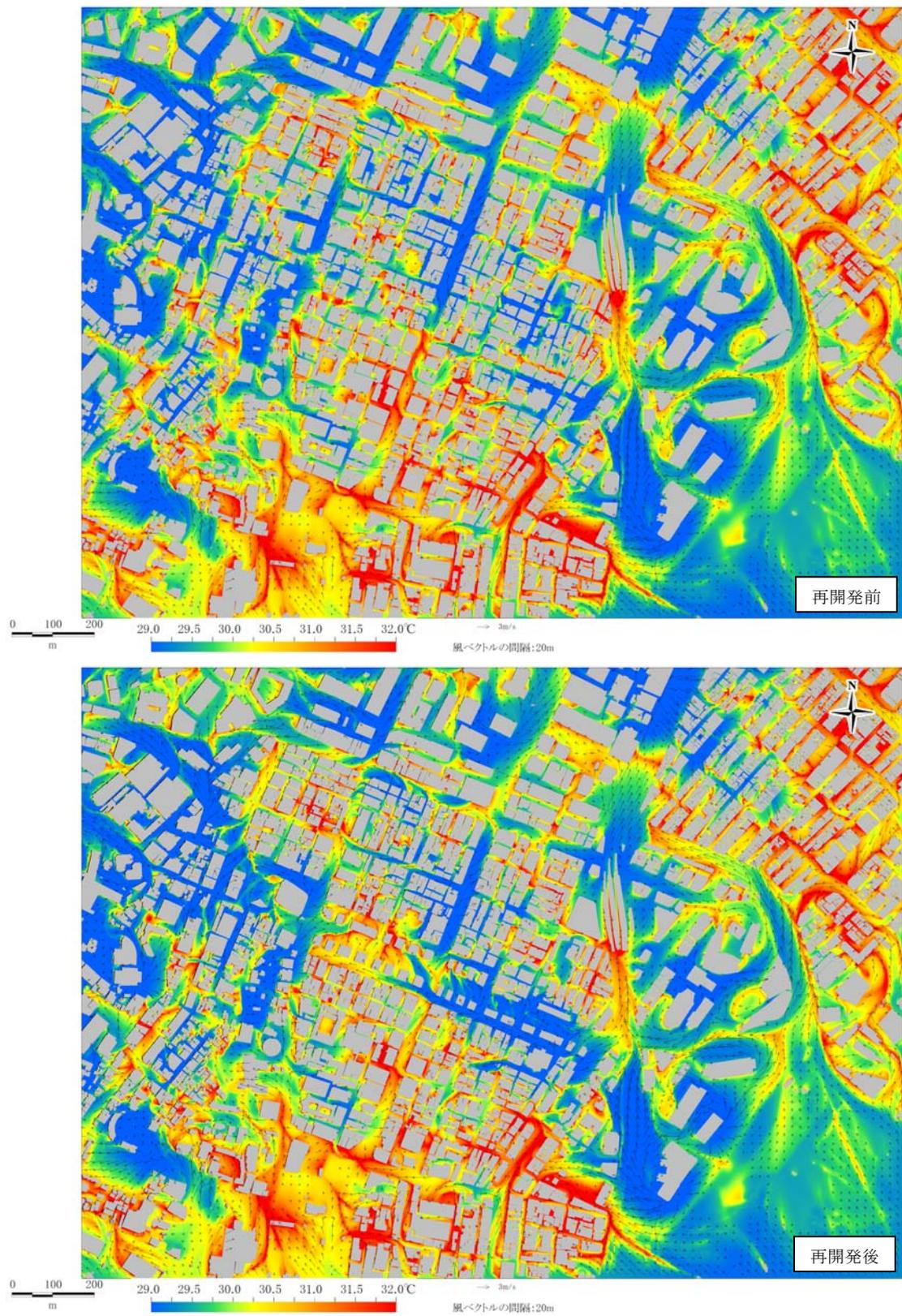
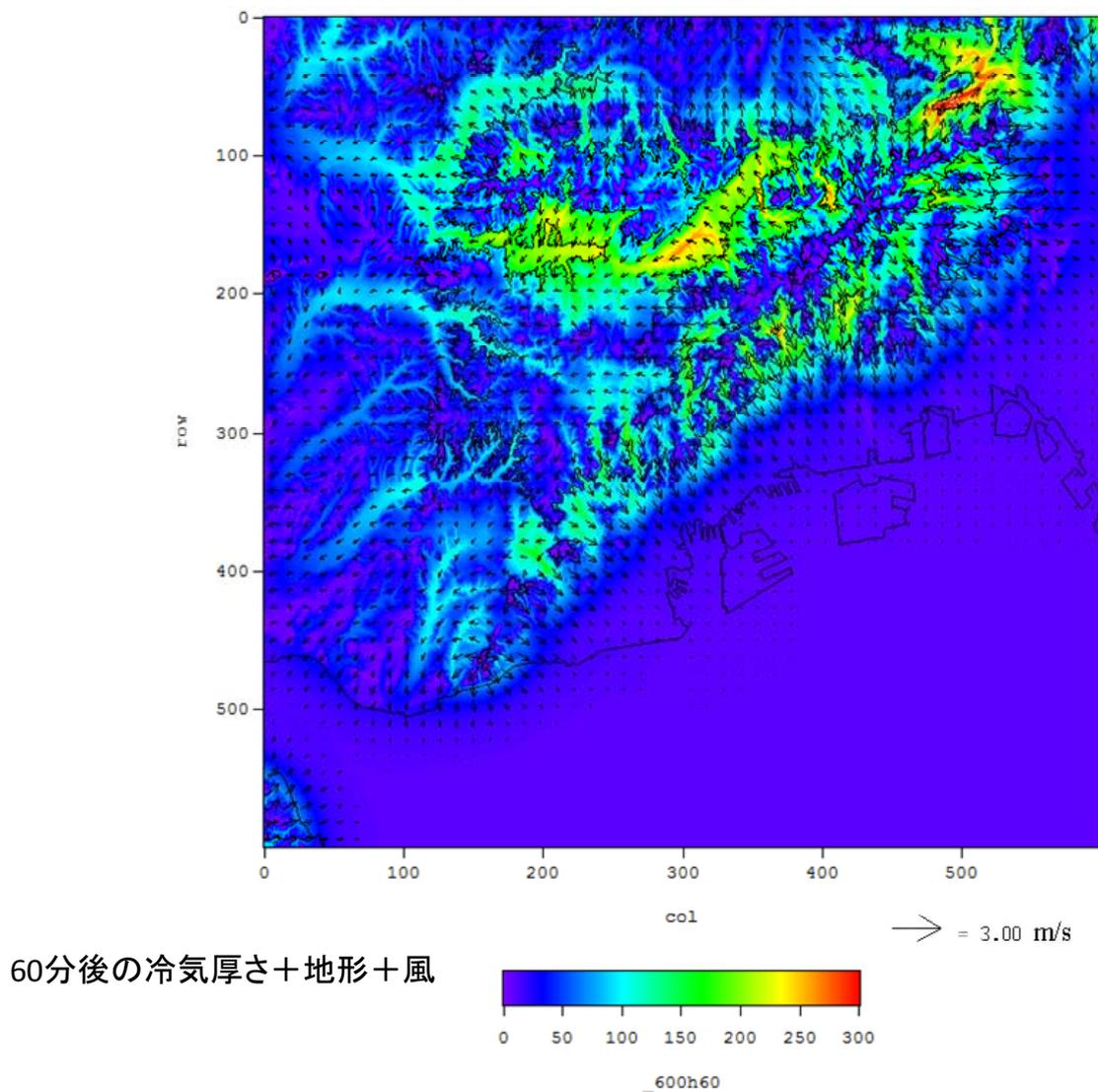


図 29 シミュレーション結果による気温・風速分布 (2005年7月31日12時:地上2m)

(4) 神戸市の冷気流のシミュレーション

神戸市の六甲山麓周辺を対象とし、広域海陸風の弱い条件下において、浅水方程式モデルを用いて以下の計算条件で実施した冷気流のシミュレーションの結果を図 30 に示す。

- ・ 計算領域：30 km × 30 km
- ・ 横方向からの流入：なし
- ・ 冷気生成率： $10\text{m}^3/(\text{m}^2\text{h})$
- ・ 抵抗：0.01 (1/m)



資料) 神戸大学竹林研究室 (2012)

図 30 60 分後の冷気厚さと風速分布

参考資料3 ヒートアイランド対策の評価ツール（詳細版、簡易版）について

国土交通省国土技術政策総合研究所は、地方公共団体等が都市計画において、緑化や保水性舗装、風の道などの様々な対策効果を予測できるように、スーパーコンピュータ向けに開発した計算プログラムを汎用のパソコンソフトに組み込んで、地区スケールの対策効果を予測できるシミュレーションツールとして実用化した。その基になるスーパーコンピュータ向けの計算プログラムは、地球シミュレーター一般公募プロジェクト「ヒートアイランドの数値モデルの開発」（プロジェクト責任者：足永靖信（独立行政法人建築研究所/2004～2008・国土交通省国土技術政策総合研究所/2009～2012））において開発された。以下にその概要を示す。

（1）評価ツールの種類

①詳細版

500m四方の具体的な地区における屋上緑化や人工排熱削減等の各種ヒートアイランド対策の効果を地方公共団体職員等がパソコン上でシミュレーションにより予測し、対策効果を詳細に比較検討するためのツールである。

②簡易版

グロス建ぺい率と平均建物高さにより市街地形態を5類型に分類した500m四方の地区を対象に、臨海部と内陸部の立地条件の違いも考慮して各種のヒートアイランド対策による効果をシミュレーションによって定量化した対策効果のデータベースを保持し、地方公共団体職員等が地域特性に応じてヒートアイランド対策効果をパソコン上で検索して簡易に見積もるためのツールである。

（2）評価ツールの主な機能

①詳細版

対象地区におけるヒートアイランド対策効果を検討するための詳細なシミュレーションを実施するため、評価ツールにより以下を行うことが可能である（図32）。

- ・シミュレーション入力データの作成
- ・シミュレーションプログラムの実行（表面温度計算、熱流体計算）
- ・シミュレーション入出力データの可視化

②簡易版

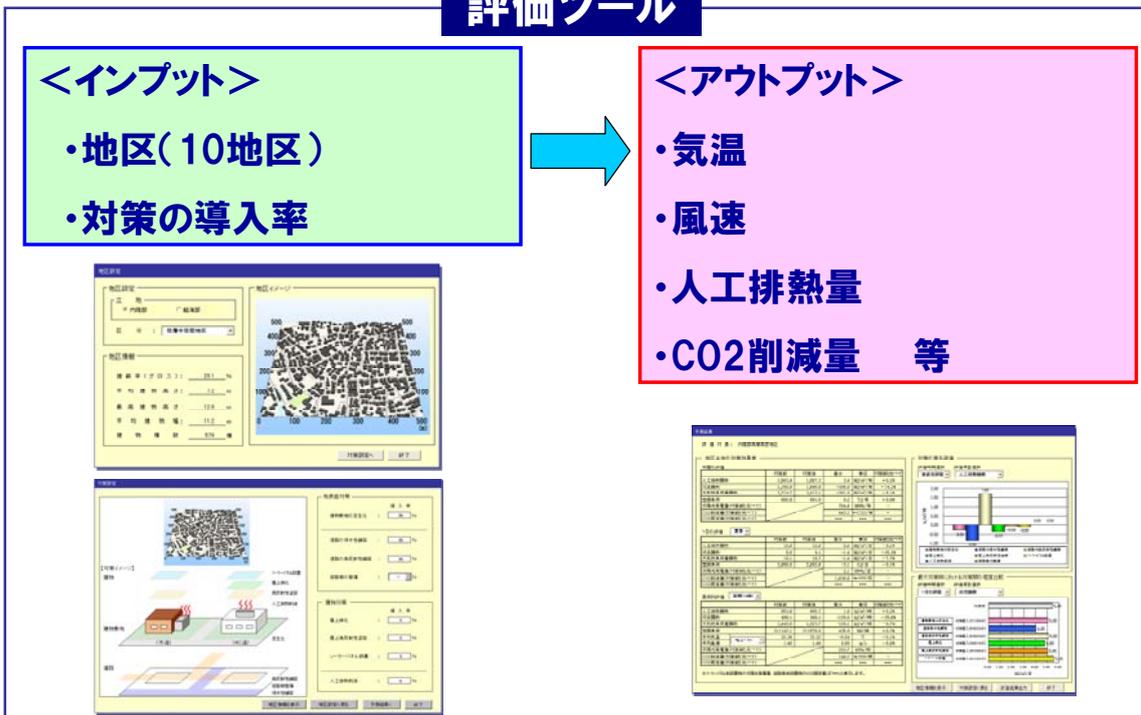
対象地区における対策の導入条件を様々に変え、地区全体の対策効果の検討を評価ツールにより行うことが可能である。

- ・対策導入条件（対策の組み合わせと対策導入率）の設定
- ・地区全体のヒートアイランド対策効果の評価

詳細版、簡易版の各々の評価ツールの入出力データの概要を図31に示す。

○簡易版

評価ツール



○詳細版

評価ツール



図 31 評価ツール（簡易版、詳細版）の入出力データの概要



図 32 評価ツール（詳細版）