

平成 23 年度吹田市熱環境調査

報告書（概要）

平成 24 年 3 月

吹 田 市

1. 目的

本業務は、吹田市第2次環境基本計画に重点プロジェクトとして掲げる地球温暖化・ヒートアイランド対策を推進するため、科学的データに基づき、重点的にヒートアイランド対策を講ずべき地域（以下、重点対策地域（案））を抽出し、地域特性に応じたヒートアイランド対策について検討することを目的とする。

ヒートアイランド対策の検討にあたっては、特に気温の変化に大きな影響を及ぼす地表面の対策に着目し、地表面温度を下げる対策について分析・検討を行った。

2. 概要

（1）熱画像の撮影と現地観測（熱画像については3,4ページに示す）

航空機搭載型熱赤外センサーを用いて、平成23年(2011年)8月10日の夜間と11日の昼間に吹田市全域の熱画像（3m解像度）を撮影した。撮影時間帯には、地表面温度の現地観測を実施し、観測結果を用いて熱画像の温度補正処理を行った。

熱画像から、昼間は人工芝や屋外駐車場、戸建住宅の屋根の温度が高くなる傾向があることを明らかにした。また、夜間は道路や屋外駐車場等のアスファルト面が高い温度を維持していることを明らかにした。

（2）熱環境（地表面温度較差）マップの作成（熱環境マップについては5ページに示す）

熱画像データをメッシュ単位に集計し、地表面温度較差を表した熱環境マップを作成して、昼夜とも地表面温度が相対的に高い地域を評価した。

熱環境マップから、昼夜とも相対的に地表面温度が高い地域は、「江坂周辺エリア」と「吹田サービスエリア周辺エリア」であることを明らかにし、重点対策地域（案）として抽出した。

（3）重点対策地域（案）における現況把握（結果については6ページに示す）

重点対策地域（案）について、地表面温度の状況と土地利用の状況を比較することによって、熱環境の特徴を把握した。

この地域は、道路や屋外駐車場が多く、それらは昼夜とも地表面温度が高いという特徴が見られた。

(4) 地表面温度に関する分析 (分析結果については7ページに示す)

メッシュ単位で土地利用データ(建物、道路、空地、水面、緑被等)を集計して、地表面温度と土地利用との関係性について分析を行い、土地利用が地表面温度に与える影響を把握した。

分析の結果、昼間の地表面温度の低減にあたっては、緑化の効果が一番大きく、次に戸建住宅の屋根対策の効果が大きい。局所的には大規模駐車場や人工芝等の対策の効果が大きいことを明らかにした。

一方、夜間の地表面温度の低減にあたっては、道路対策の効果が一番大きく、次に緑化による効果が大きい。局所的には大規模駐車場や人工芝等の対策の効果が大きいことを明らかにした。

(5) WBGTに関する分析 (分析結果については8ページに示す)

熱中症の危険度を表す暑さ指数であるWBGT(湿球黒球温度)を現地で観測し、観測結果と地表面温度との関係性について分析を行い、WBGTの面的な分布状況を把握した。

分析の結果、 $10^{\circ}\text{C}\sim 20^{\circ}\text{C}$ の地表面温度の低減に対して、WBGTは $0.25^{\circ}\text{C}\sim 0.49^{\circ}\text{C}$ の低減が見込まれ、地表面温度の低減は熱中症対策にも効果があることを明らかにした。また、日陰の形成は、WBGTを 1.4°C 以上低減させる効果があることを明らかにした。

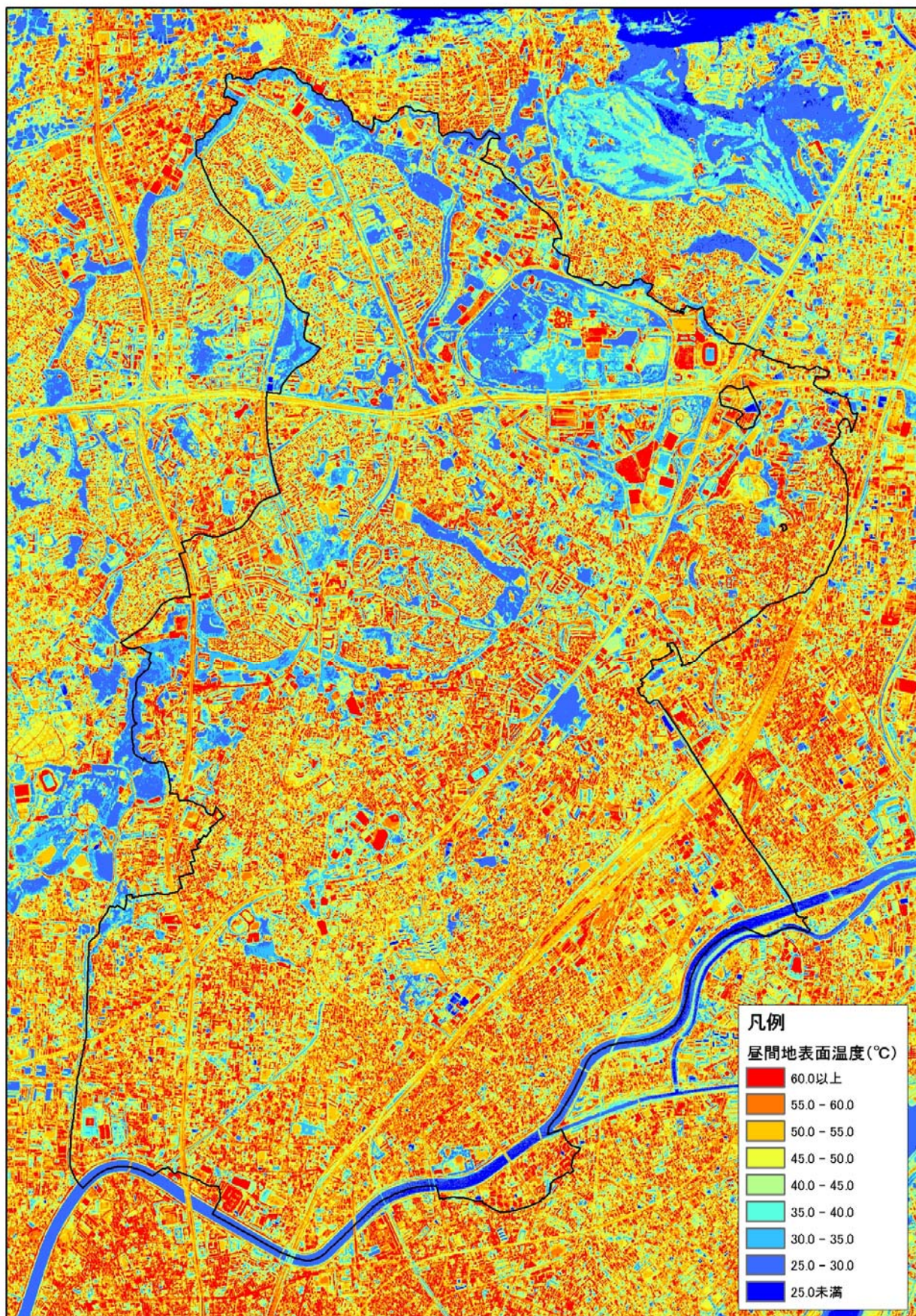
(6) ヒートアイランド対策等の検討 (対策については9ページに示す)

本市の熱環境の特徴を整理し、地表面対策、熱中症対策など実効性あるヒートアイランド対策について検討を行った。また、主なヒートアイランド対策の事例について整理した。

地表面温度を下げる対策としては、道路や屋外駐車場等のアスファルト対策や緑化等が重要であることを示した。また、熱中症対策としては、緑陰の形成等の効果が高いことを示した。

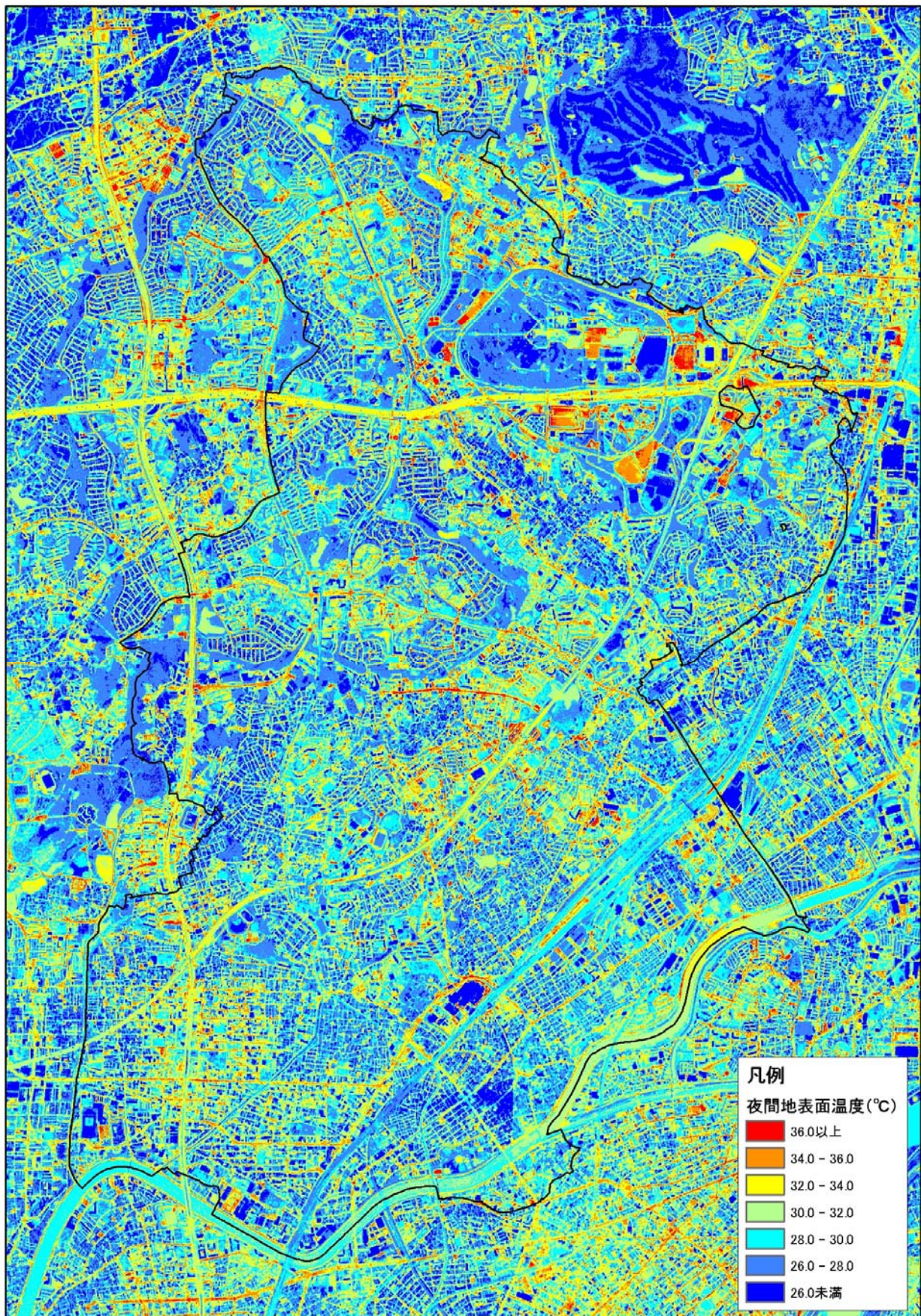
3. 夏季昼間の熱画像(地表面温度)

○撮影日時：平成 23 年(2011 年)8 月 11 日 12:00～12:30



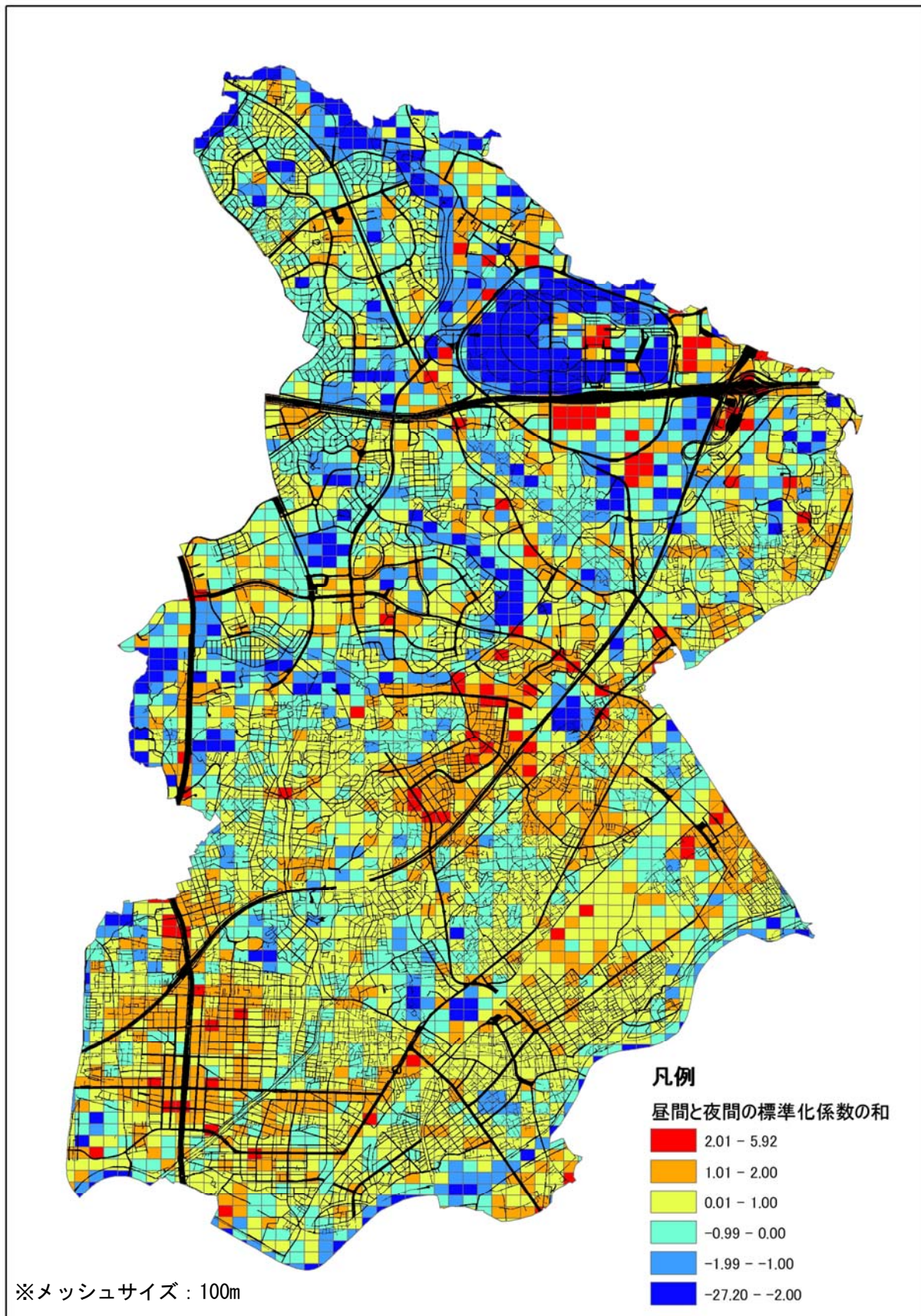
4. 夏季夜間の熱画像(地表面温度)

○撮影日時：平成 23 年(2011 年)8 月 10 日 23:07~23:38



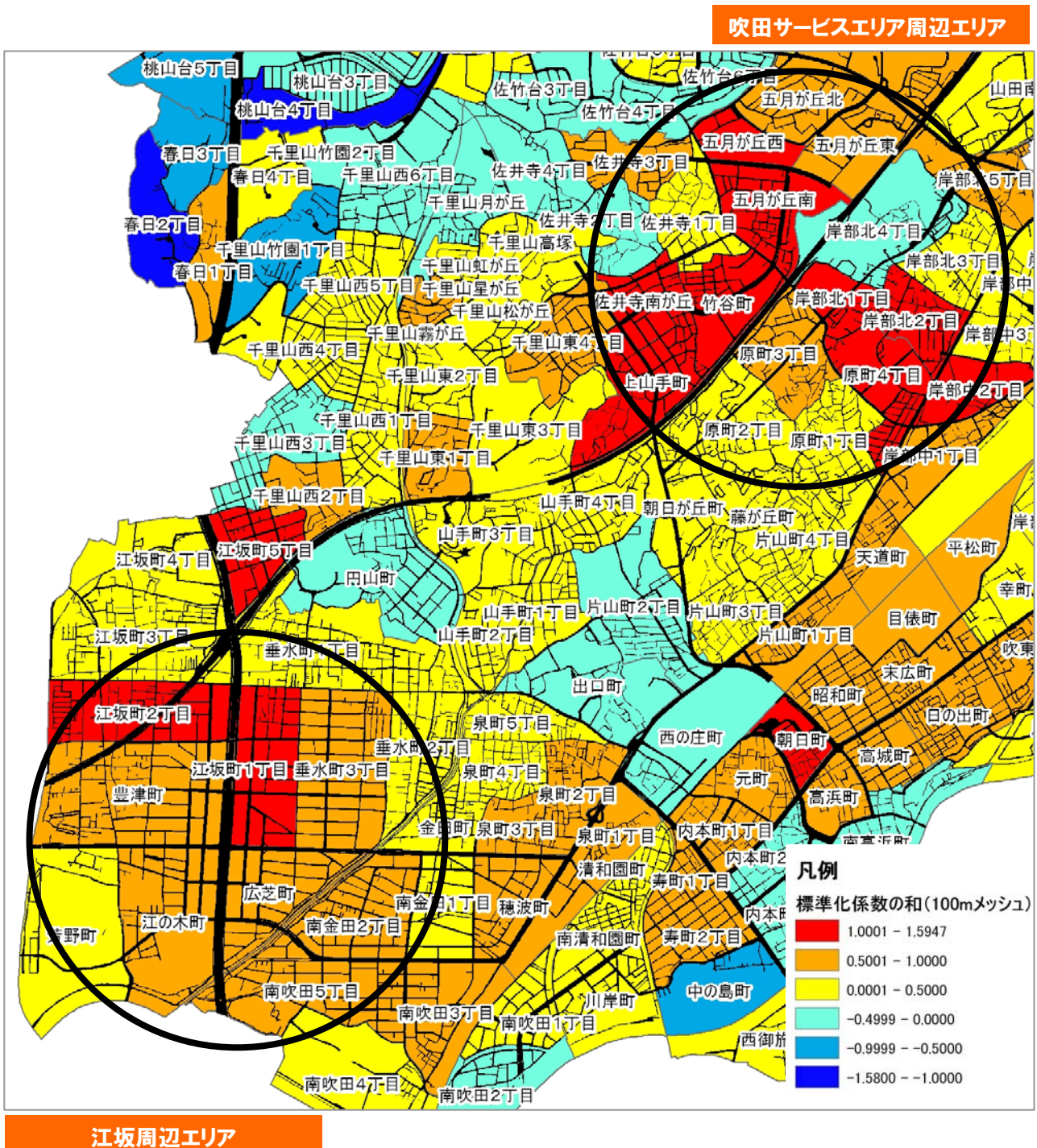
5. 熱環境(地表面温度較差)マップ

○メッシュごとの平均地表面温度を昼夜別に標準化した数値の和を色別に表示することで、1日を通じて地表面温度が相対的に高い場所を定量的に把握した。



6. 重点対策地域(案)の抽出

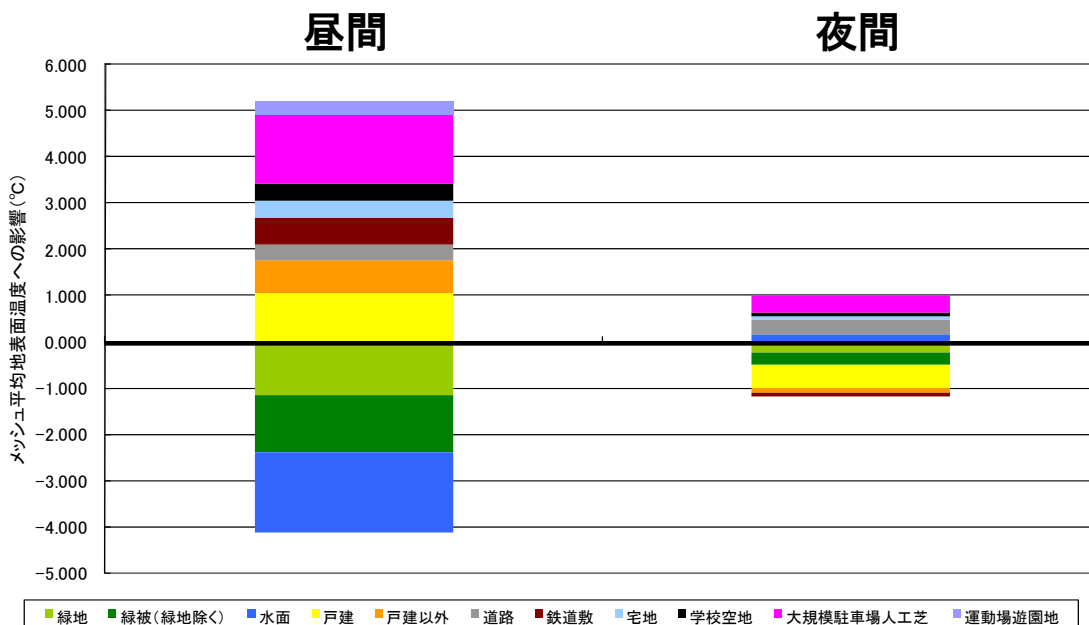
- 昼間と夜間の地表面温度がともに高い地域を町丁目単位で評価し、重点対策地域（案）として、「江坂周辺エリア」と「吹田サービスエリア周辺エリア」を抽出した。
- これらの地域は、道路や屋外駐車場のアスファルトの面積が大きく、昼夜とも相対的に地表面温度が高くなる特徴がみられる。
- アスファルト面は、夜間の地表面温度が高くなる最も大きな原因となっていることから、地表面温度を下げる対策が求められる。



7. 熱環境(地表面温度)に関する分析

○土地利用面積の変化がメッシュ平均地表面温度に与える影響を分析した。その結果、昼間は緑化、夜間はアスファルト対策が熱環境の改善に効果的であることを明らかにした。

◆土地利用面積が 1,000 m²変化した場合のメッシュ平均地表面温度の影響度



◆昼間の特徴

- ・戸建は戸建以外の建物に比べて地表面温度を上げる効果大きい。
- ・緑地、緑被はともに地表面温度を下げる効果がある。
- ・水面は緑地や緑被と同じ程度地表面温度を下げる効果がある。
- ・道路は建物に比べて地表面温度を上げる効果が小さい。

緑地や緑被による緑化の効果が一番大きく、次に戸建の屋根対策の効果大きい。局所的には、大規模駐車場や人工芝等の対策の効果大きい。

◆夜間の特徴

- ・戸建は戸建以外の建物に比べて地表面温度を下げる効果大きい。
- ・道路は夜間の地表面温度を上げる一番の要因となっている。
- ・緑地、緑被は夜間も地表面温度を下げる効果がある。

道路対策の効果が一番大きく、次に緑化の効果大きい。局所的には、大規模駐車場や人工芝等の対策の効果大きい。

8. 熱環境(WBGT)に関する分析

- 地表面温度や天空率、風、日射等の状況から、熱中症の危険度を表す暑さ指数である WBGT を面的に推計した。
- 人工芝や道路、学校の運動場で WBGT が高く、熱中症の危険度が高いことがわかった。
- 地表面温度を下げる対策は、熱中症の抑制に期待できると考えられる。

◆WBGT の推計結果

土地利用	WBGT
人工芝	31.6℃程度（運動中止）
道路（アスファルト面）	31.2℃程度（運動中止） ※日陰の場合：29.2℃程度（厳重警戒）
学校の運動場	31.0℃程度（運動中止）
万博公園（芝生）	30.8℃程度（厳重警戒）
公園（緑被地）	30.6℃程度（厳重警戒） ※日陰の場合：29.2℃程度（厳重警戒）
田畑	30.4℃程度（厳重警戒）

※WBGT は気温 33.9℃、相対湿度 49%、風がなく日射を受ける条件を仮定した推計値

日陰の場合の値は、日陰の場所の WBGT 推計値から $6.89756 \times 0.2^\circ\text{C}$ （直達日射の影響）を差し引いた値

（）内は、熱中症予防のための運動指針

◆地表面温度の変化が WBGT に与える影響

地表面温度の低減（℃）	黒球温度の低減（℃）	WBGT の低減（℃）
-1.0	-0.12	-0.02
-5.0	-0.62	-0.12
-10.0	-1.23	-0.25
-15.0	-1.85	-0.37
-20.0	-2.47	-0.49

【参考】WBGT と黒球温度

WBGT は、熱中症の予防に用いられる指標で、人体の熱収支に影響を与える湿度、輻射熱（黒球温度）、気温の3つの値を用いて求められる。

◆WBGT の算定式

$\text{WBGT(屋外)} = 0.7 \times \text{湿球温度} + 0.2 \times \text{黒球温度} + 0.1 \times \text{乾球温度}$

黒球温度は、輻射熱の強さを表す指標で、太陽からの日射や地面からの照り返し等によって直接伝わる熱を評価する場合に用いられる。

◆熱中症予防のための運動指針（日本体育協会）

WBGT℃	※熱中症予防のための運動指針
31	<p>運動中止 WBGT31.0℃以上では、皮膚温より気温の方が高くなる。特別の場合以外は運動は中止する。</p>
28	<p>厳重警戒 WBGT28.0℃以上では、熱中症の危険が高いので激しい運動や持久走など熱負荷の大きい運動は避ける。運動する場合には積極的に休息をとり水分補給を行う。体力の低いもの、暑さに慣れていないものは運動中止。</p>
25	<p>警戒 WBGT25.0℃以上では、熱中症の危険が増すので、積極的に休息をとり、水分を補給する。激しい運動では、30分おきくらいに休息をとる。</p>
21	<p>注意 WBGT21.0℃以上では、熱中症による死亡事故が発生する可能性がある。熱中症の兆候に注意するとともに運動の合間に積極的に水を飲むようにする。</p>
21	<p>ほぼ安全 WBGT21.0℃以下では、通常は熱中症の危険は小さいが、適宜水分の補給は必要である。市民マラソンなどではこの条件でも熱中症が発生するので注意。</p>

9. ヒートアイランド対策等の検討

○熱画像からみられる熱環境の特徴や分析結果等から、想定されるヒートアイランド対策を以下にとりまとめる。

◆地表面対策

(1) アスファルト対策

道路や屋外駐車場等のアスファルトは、昼間に日射量を多く受け、蓄熱性が高い材質であることから、夜間にわたって地表面温度の高い状態を維持する特徴がある。このため、透水性・保水性舗装、熱交換塗料等、地表面温度を下げる対策が求められる。

(2) 緑化

街路樹の整備や芝生化等の緑化は、日陰の創出や蒸散効果によって地表面温度を下げる効果があり、夜間にも同様の効果があることが認められた。緑被率が小さい地域などでは、日陰の創出など、緑化の充実を図る対策が求められる。

(3) 建物の屋根対策

戸建住宅の屋根は、昼間の温度が 60℃程度まで上昇する傾向があり、周辺の気温の上昇を促す要因となっていることが考えられる。屋根の温度を下げる対策は、市全体の地表面温度を下げる効果や空調エネルギーの消費削減等の効果が期待できることから、省エネ対策と組み合わせた対策の促進が求められる。

(4) 人工芝対策

夏場の人工芝は、昼間の温度が 70℃程度まで上昇し、熱負荷が高いだけでなく、熱中症の危険度も高い。このため、高温化抑制素材を使用した人工芝や保水性人工芝、天然芝への転換、散水等の対策が必要と考えられる。

◆熱中症対策

(1) クールスポットの創出

日陰の創出は、WBGT を 1.4℃以上低減させる効果が期待でき、熱中症対策として効果があることを確認した。このため、影の少ない場所では、街路樹や公園等の活用、緑化の推進、公共施設等を活用したクールシェルターの設置等、クールスポットの充実が重要と考えられる。

(2) 熱中症予防の啓発

熱中症を予防するための啓発は、歩行中に日傘をさすことや、家の中で気温上昇に注意し水分補給を行うことなどにつながり、熱中症対策として有効と考えられる。

(3) ミストの設置

ミストの設置は体感温度の低減や局所的に気温の低減を図る効果があることから、多くの人が集まる場所や施設においてミスト噴霧器を設置するなどの対策が考えられる。

10. 今後の課題

- (1) 地表面温度の測定結果をもとに作成した重点対策地域（案）は、詳細な気温分布の把握を行うなど、更なる地域の熱環境を分析することで、より妥当性のある設定につながると考えられる。
- (2) 地表面温度と土地利用の関係性等から、地表面温度を下げる対策の効果について定量的に把握したが、ヒートアイランド対策の検討を進めるにあたっては、あわせて人工排熱量の削減効果を把握することで、より実効性の高い対策につながると考えられる。
- (3) 環境まちづくりの視点でヒートアイランド対策を推進していくためには、熱環境について具体的な目標を設定するとともに、目標達成のため必要となる対策量を明示しておくことが望ましい。
- (4) 民間開発事業について、より実効性の高い誘導方策や制度のあり方について検討することが必要である。
- (5) ヒートアイランド現象は、市域をまたいで発生していることから、周辺自治体と情報共有するとともに、連携しながら一体的な対策推進を図ることが重要である。