

3. ヒートアイランド対策効果把握調査結果

(1) 芝生地と裸地における熱環境比較結果

1. 調査内容

芝生化によるヒートアイランド対策の効果を把握するため、堺市新金岡町に近接して位置する光竜寺公園（芝生地）及び光竜寺小学校グラウンド（裸地）において、地表面温度、気温、風向・風速等の調査を行うとともに、その周辺地区で気温の分布状況を調査した。なお、本調査は大阪大学と共同で実施した。

1-1. 調査日及び調査項目

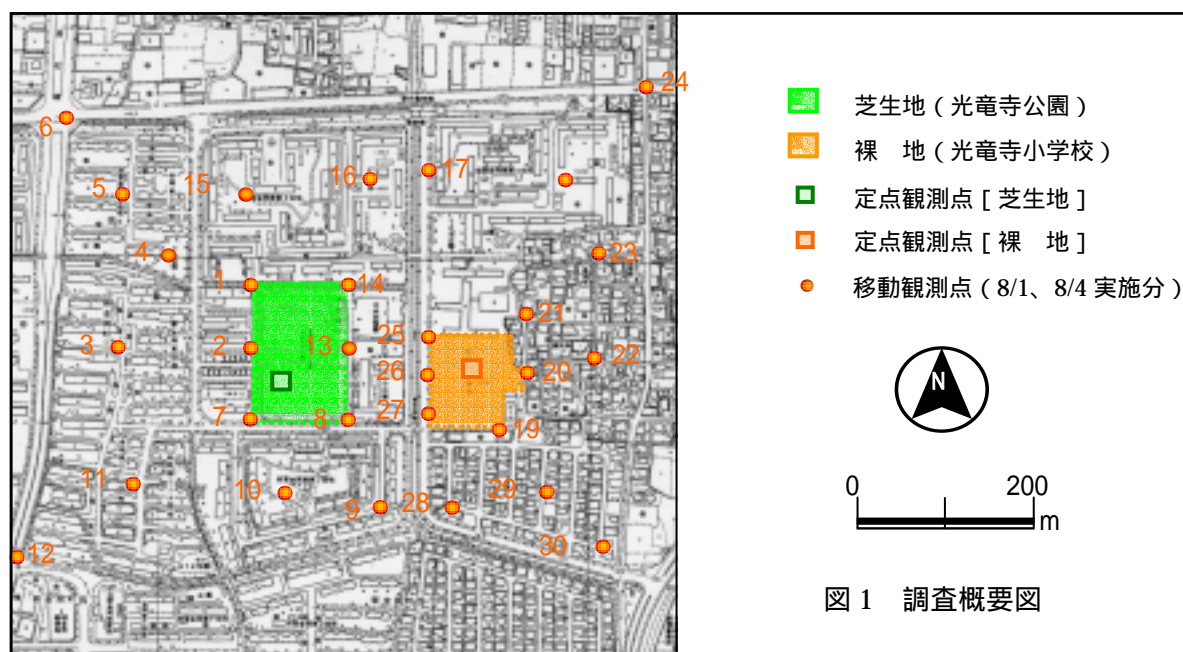
調査日：平成15年8月1日～8月7日

| | 1 (金) | 2 (土) | 3 (日) | 4 (月) | 5 (火) | 6 (水) | 7 (木) |
|------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 定点観測 | | | | | | | |
| 移動観測 | | | | | | | |

【調査項目】

- ・ 地上気温、湿度、風向・風速（高さ0.75m、1.5m、5.0m）
- ・ 地表面温度、地中温度、土壌水分
- ・ 長短波放射量（1.0m、6方向）
- ・ 顕熱・潜熱フラックス、地中伝導熱流
- ・ 周辺移動観測（35地点）

1-2. 調査場所



1-3. 調査方法

1) 定点観測

芝生地及び裸地の中央部付近に各 1 箇所の調査地点を設け、地表面温度、気温、風向・風速等について、一定時間間隔で 24 時間連続測定した。



写真 1 定点観測状況
(芝生地・堺市光竜寺公園)



写真 2 定点観測状況
(裸地・堺市立光竜寺小学校)

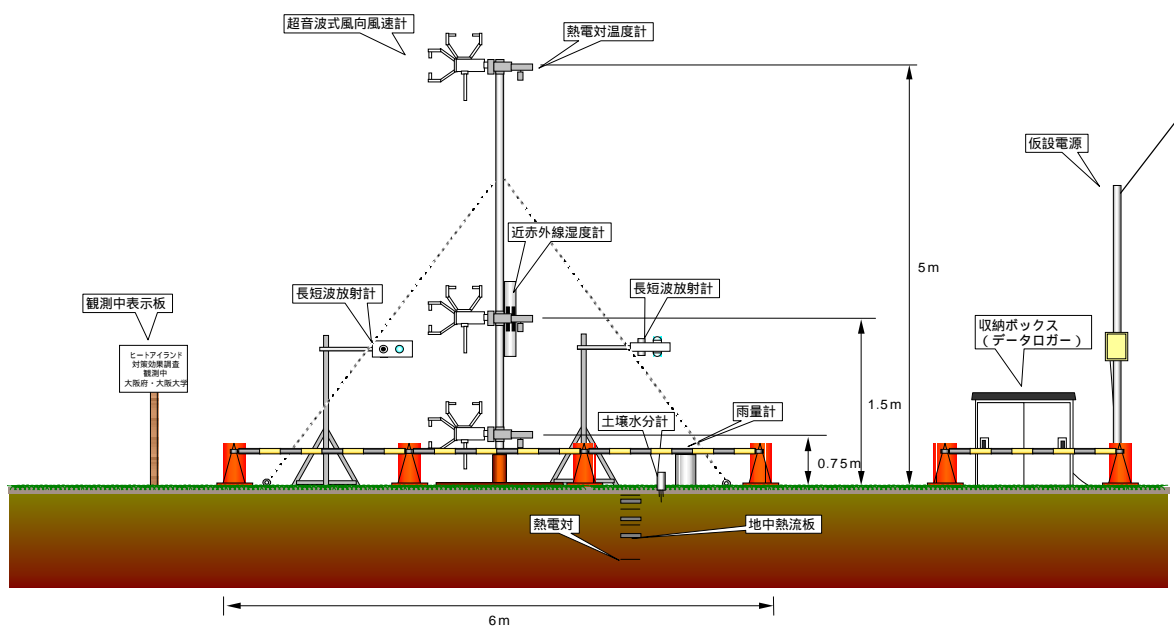


図 2 観測機器設置模式図

2) 移動観測

図 1 に示した移動観測区域において、観測員が移動しながら気温を測定した。調査時間は 10 時から 24 時までで、2 時間おきに測定した。



写真 3 移動観測状況

2. 調査結果の概要

2-1. 調査期間中の気象概況

| 区 分 | 天気概況（大阪管区气象台） | | 気象要素 ^(*) の概況 | | | 調査日 | |
|----------|---------------|----------|-------------------------|--------------|--------------|------|------|
| | 昼間 | 夜間 | 降水量 (mm) | 日最高気温 () | 日最低気温 () | 定点観測 | 移動観測 |
| 7月30日(水) | 曇時々雨後一時晴 | 晴後時々曇 | 17 | 25.4 | 21.5 | | |
| 7月31日(木) | 曇後時々晴 | 晴後一時曇 | 0 | 29.7 | 20.2 | | |
| 8月1日(金) | 晴 | 晴一時曇 | 0 | 32.1 | 21.1 | | |
| 8月2日(土) | 晴 | 晴後一時曇 | 0 | 32.7 | 23.4 | | |
| 8月3日(日) | 曇時々晴 | 晴 | 0 | 33.2 | 24.4 | | |
| 8月4日(月) | 晴 | 晴後一時曇 | 0 | 34.4 | 24.8 | | |
| 8月5日(火) | 晴一時曇 | 晴一時曇雷を伴う | 0 | 35.2 | 25.3 | | |
| 8月6日(水) | 晴 | 晴後薄曇 | 0 | 34.7 | 24.9 | | |
| 8月7日(木) | 曇 | 雨後曇 | 10 | 32.8 | 24.2 | | |

(*) 気象要素の概況は地域気象観測所・堺のデータによる

2-2. 気温

夜間（東よりの風が吹く 21:00 から翌日の 9:00）における地上 0.75m の気温は、地表面温度の影響により、芝生地の方が裸地よりも低く、最大で 1.5 の差が見られた。

なお、昼間（西よりの風が吹く 9:00 から 21:00）の気温は芝生地の方が裸地よりも高くなっており、地表面の違いが気温に反映されなかった。これは、観測期間中の風速（地上 0.75m）が、昼間(9:00-21:00)は裸地が平均 1.0 m/s、芝生地で平均 0.3m/s、夜間(21:00-9:00)は各々0.6m/s、0.2m/s となっており、昼間は地表面温度よりも風による熱の拡散効果の影響の方が大きかったためと考えられる。

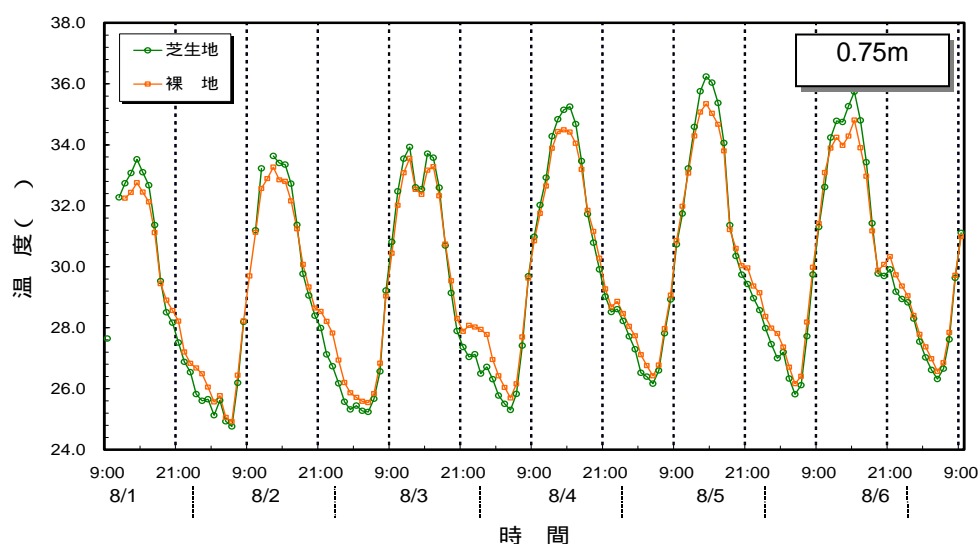


図3 固定観測点における気温変化

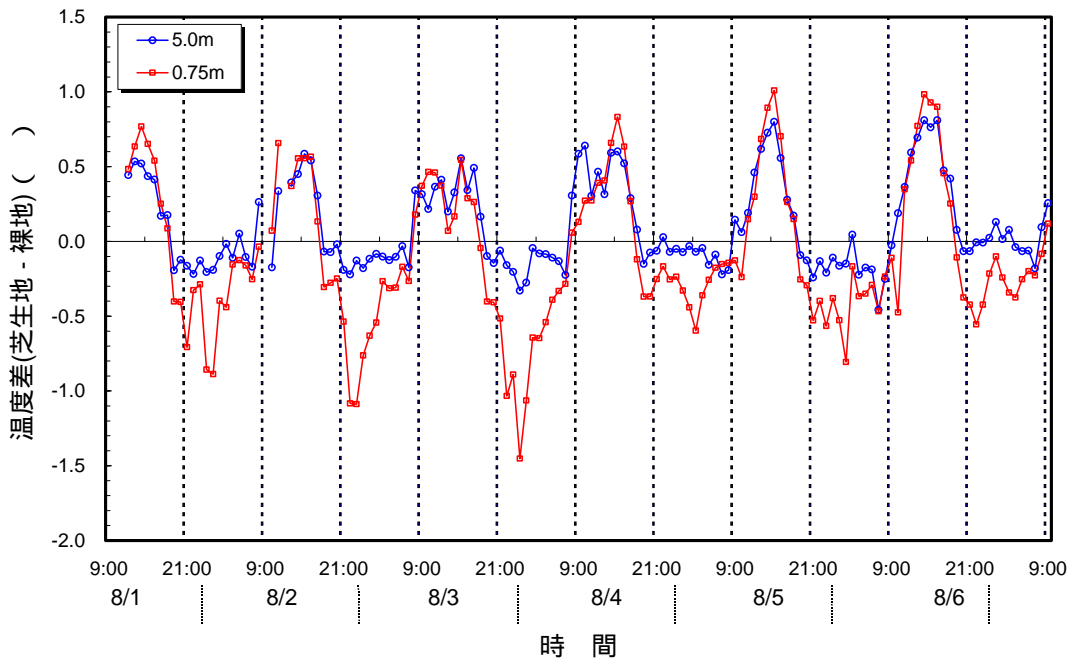


図4 気温差

2-3. 風向・風速

風向については、観測期間中、昼間は芝生地、裸地ともに西風が卓越しており、夜間の21時前後に凪の状態となる傾向にあった。21時以降の夜間には、東風が卓越し、翌朝9時前後に再び凪が現れる傾向にあった。

風速については、両観測点ともに、夜間より昼間の方が強く、また同じ時間帯で比較すると、観測期間中の裸地と芝生地の平均風速は、ともに裸地の方が強かった。これは、芝生地の西側に、高層マンションが立地しており、昼間西風が遮られること、芝生地の中央部に樹林があることなどから、裸地に比べて風速が低下しているものと推測される。

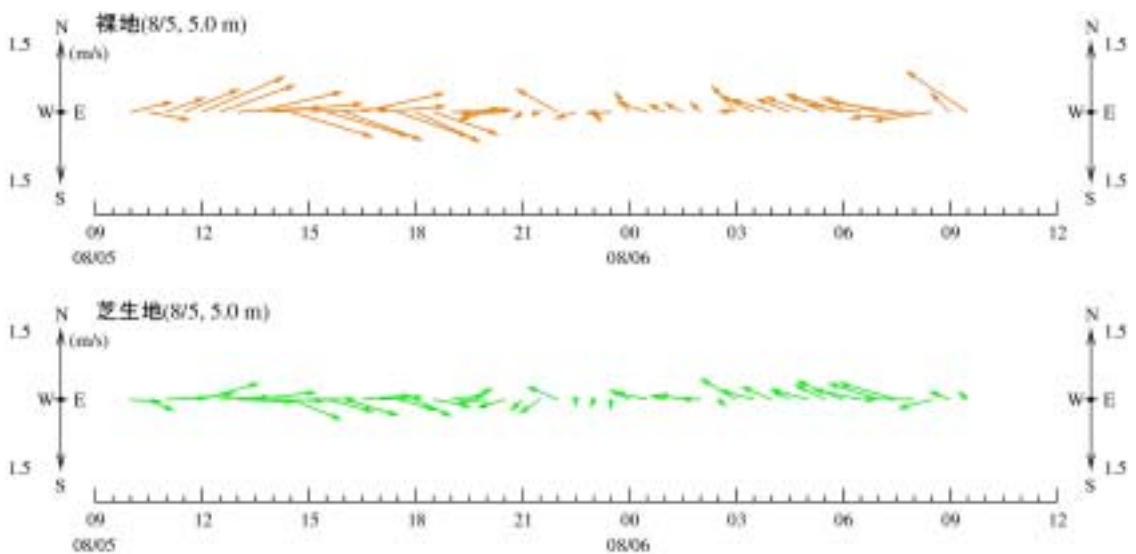


図5 裸地と芝生地の風ベクトルの比較

2-4. 湿度

絶対湿度については、観測期間中、昼夜ともに、裸地に比べ芝生地でやや高い傾向にあり、日中の芝生の蒸散効果が働いているものと考えられる。

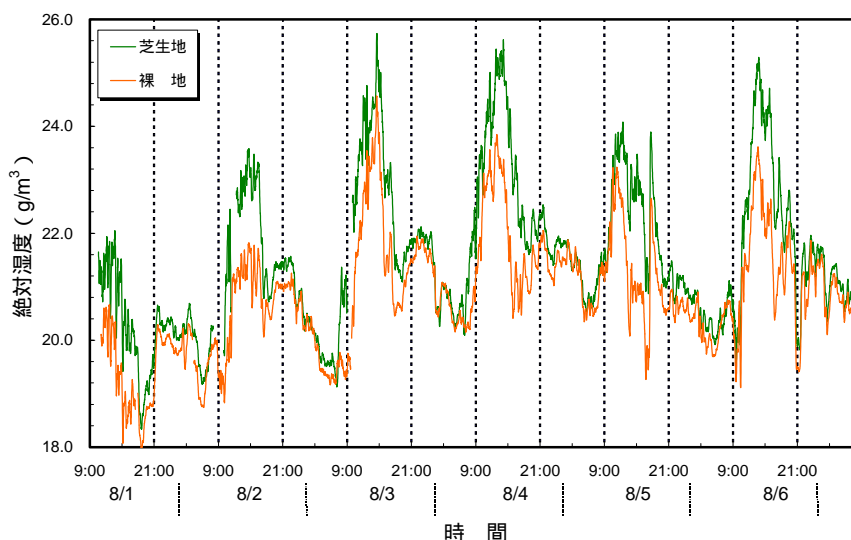


図6 絶対湿度（高さ 0.75m）

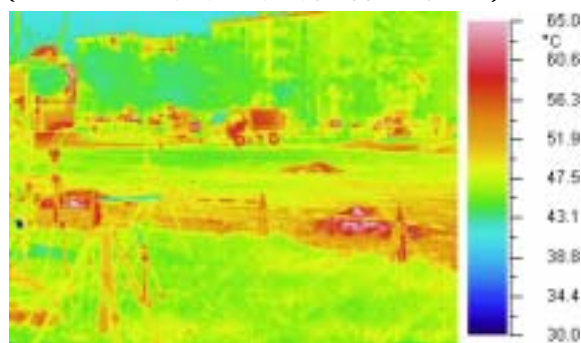
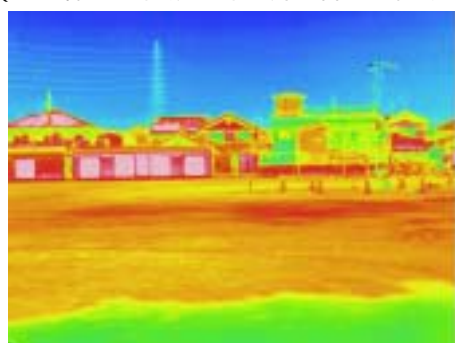
2-5. 芝生地と裸地における地表面温度

観測期間中、最も高い気温を記録した観測日（平成 15 年 8 月 5 日（火））の昼間 15 時頃及び翌日の明け方 5 時頃における芝生地及び裸地の赤外線サーモグラフィーを用いて測定した地表面温度分布を図 7 に示した。これによると、昼間の裸地の地表面温度は 50～55 を示し、部分的には 60 近い温度を示すところもあった。一方、芝生地は 43～48 で裸地に比べ全体的に温度が低く、裸地の日陰の部分と同程度であった。

明け方の裸地の地表面温度は放射冷却により 25～29 程度まで低下したが、昼間高温であった中央付近は明け方も周辺より 4 程度高くなっていた。一方、芝生地では 20～25 と裸地に比べ低くなっていたが、昼間程、裸地と芝生地の温度差は大きくなかった。

（ : 裸地・平成 15 年 8 月 5 日 15 時 5 分）

（ : 芝生地・平成 15 年 8 月 5 日 15 時 5 分）



（ : 裸地・平成 15 年 8 月 6 日 5 時 5 分）

（ : 芝生地・平成 15 年 8 月 6 日 5 時 1 分）

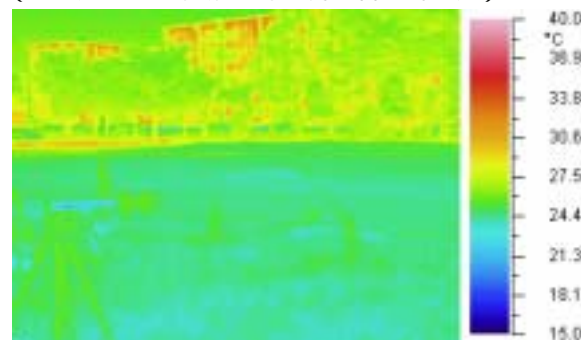
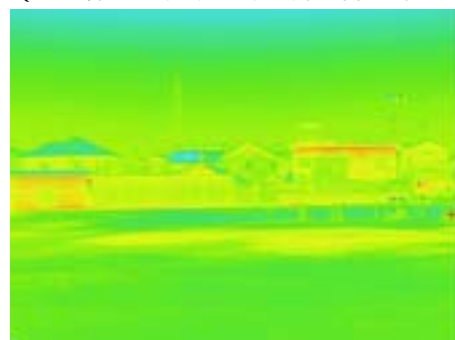


図7 赤外線サーモグラフィーによる地表面温度分布

芝生地及び裸地の地表面に設置した熱電対により、地表面温度の連続測定を行った。芝生地の地表面温度は裸地に比べて低くなっており、期間を通した平均温度差は、昼間(7:00-19:00)が8.0、夜間(19:00-7:00)が1.9であった。温度差が最大となったのは8月6日の15時で、芝生地の地表面温度は裸地よりも15.5低かった。また、調査前に降雨があったことから、芝生地と裸地の地表面の温度差は、期間中、日毎に大きくなる傾向にあった。

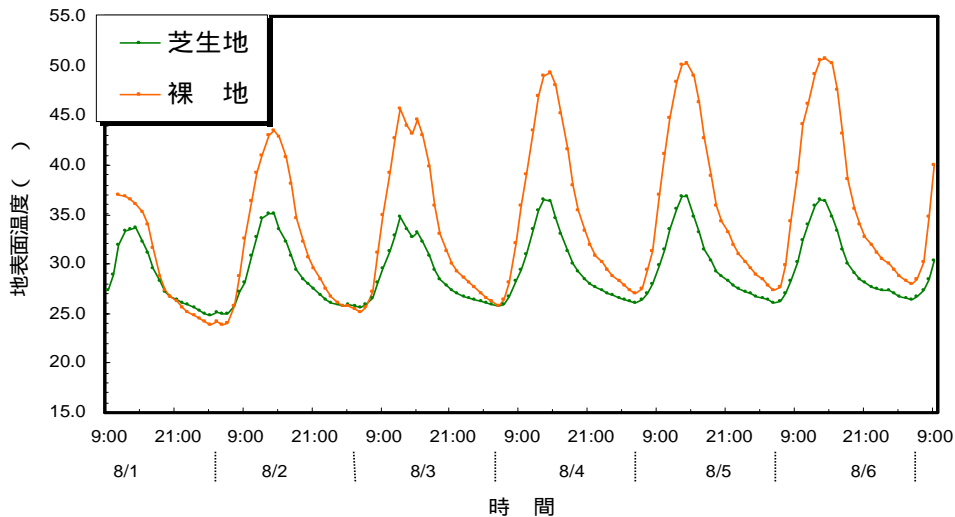


図8 地表面温度

2-6.放射量、放射温度

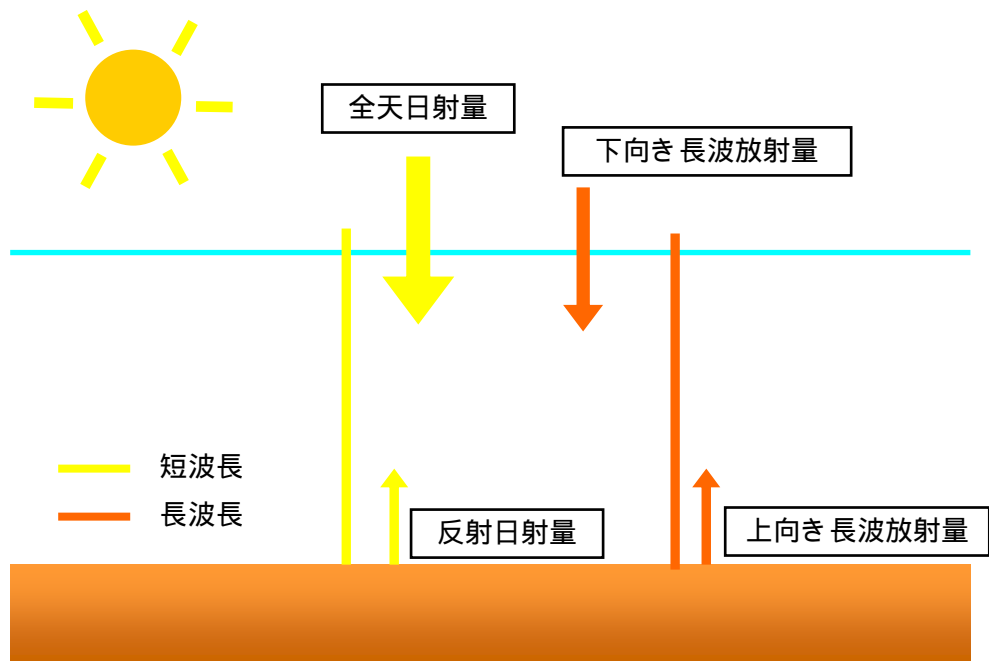
芝生地及び裸地に設置した放射計により、放射量の測定を行った。測定項目は、上向き長短波放射量、下向き長短波放射量、及び水平方向の超短波放射量(南北、東西成分)を測定し、高さ1.0mに各放射計を設置した。全天日射量、下向き長波放射量、反射日射量及び上向き長波放射量の推移は、図9～図12に示すとおりである。また、全天日射量と反射日射量の比率から算出した、地表面アルベド(反射率)の推移は、図13に示すとおりである。さらに、上向き、下向き長短波放射量と東西、南北長短波放射量から算出した、平均放射温度の推移は、図14に示すとおりである。それぞれの観測から得られた主な結果は、下記に示すとおりである。

【放射量】

- 全天日射量及び下向き長波放射量については、期間を通して、裸地、芝生地ともに同程度の値で推移していた。
- 反射日射量については、日中、芝生地よりも裸地において高く、上向き長波放射量は、日中、夜間ともに裸地の方が高くなる傾向にあった。
- アルベドについては、裸地では芝生地のおよそ1.5から2倍となっており、裸地の方が反射効果が大きいことが確認された。

【平均放射温度】

- 平均放射温度については、日中は裸地で約60、芝生地で約50まで上昇し、夜間はどちらも20から25まで低下する傾向であった。
- 裸地よりも芝生地の方で放射温度は、昼間で約8、夜間で約2低かった。



(参考) 放射収支の模式図

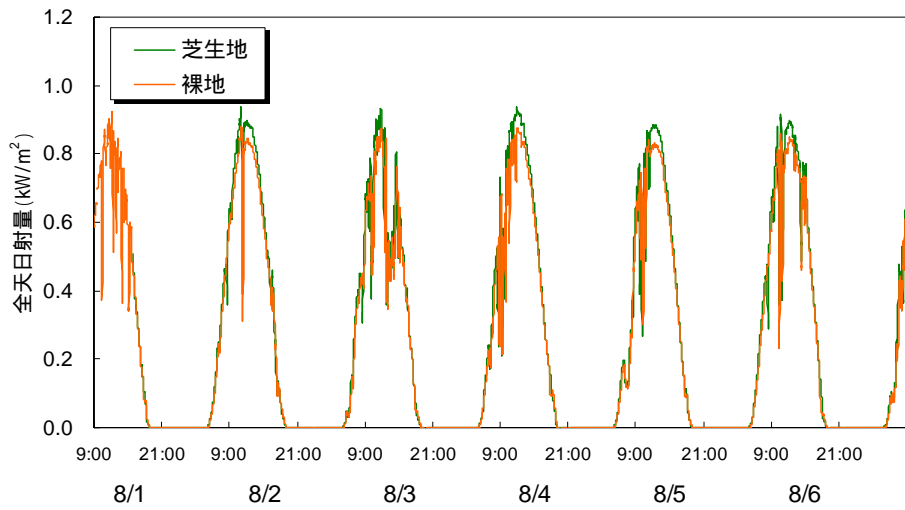


図 9 全天日射量

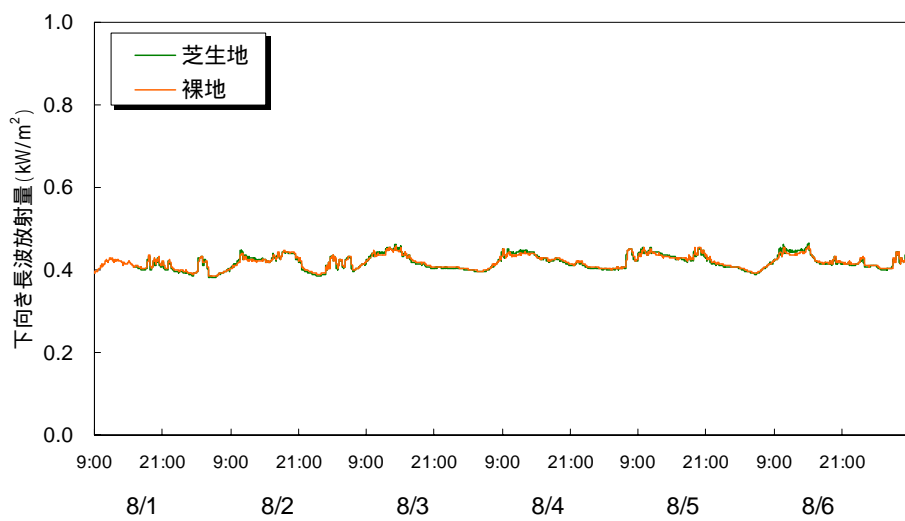


図 10 下向き長波放射量

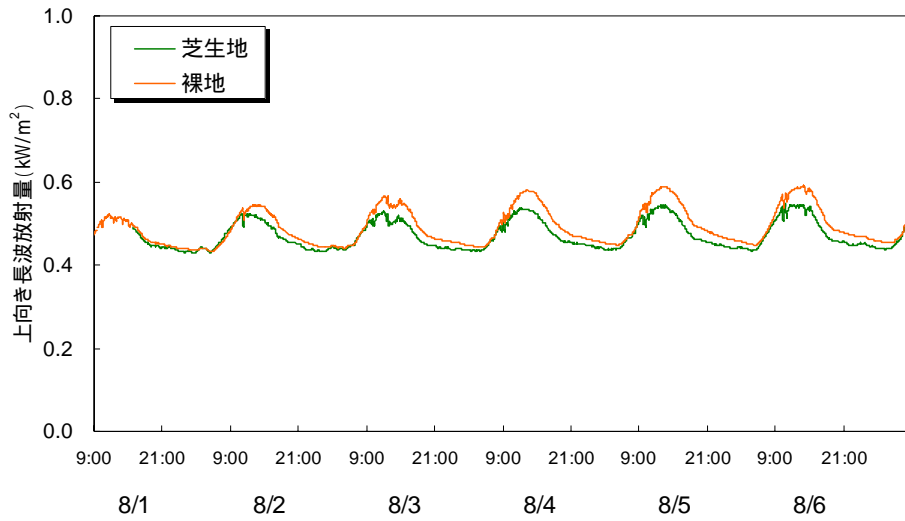


図 11 上向き長波放射量

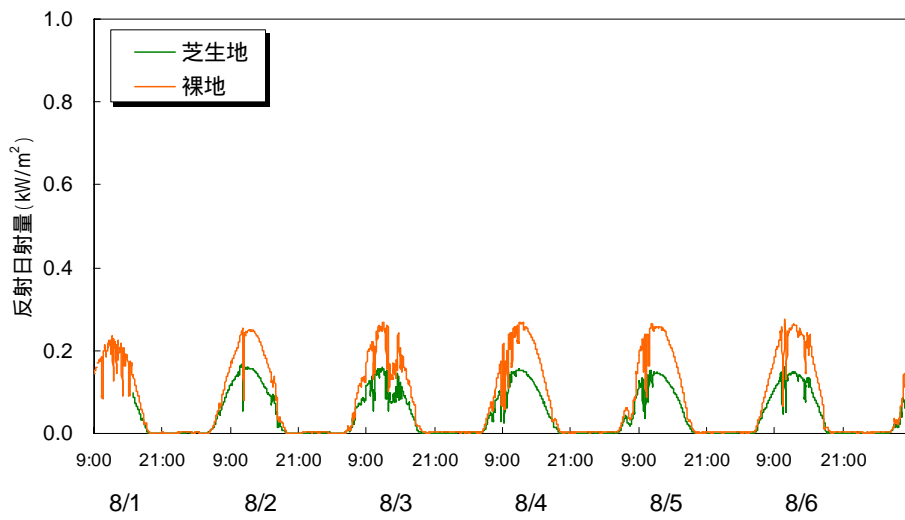


図 12 反射日射量

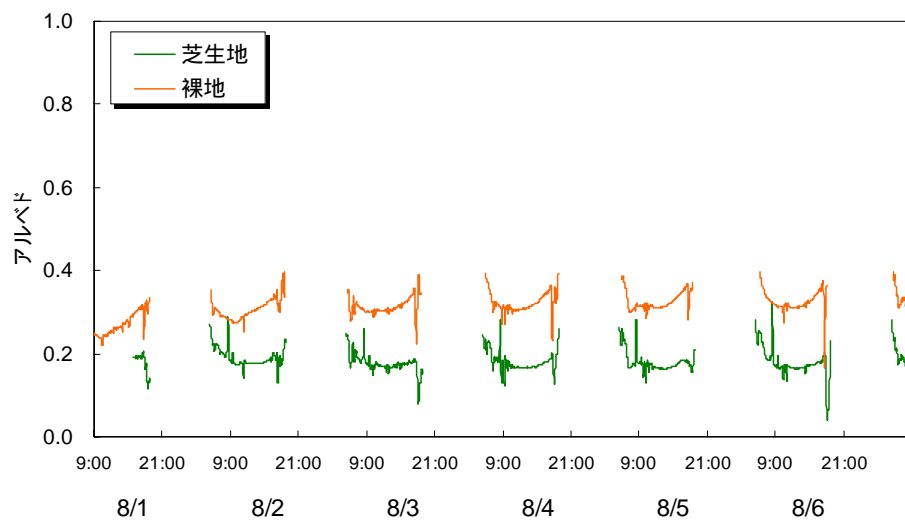


図 13 アルベド

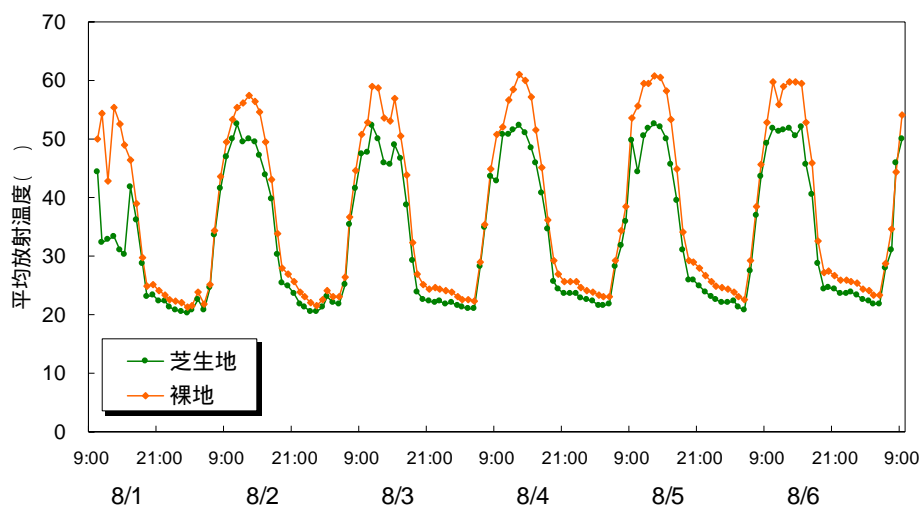


図 14 平均放射温度

2-7. 顕熱、潜熱フラックス量

地上 1.5m に設置した超音波風向風速温度計、赤外線湿度計等により測定されたデータを用いて、顕熱フラックス及び潜熱フラックスを算出した。調査期間中の顕熱フラックス及び潜熱フラックスの推移は、図 15～16 に示すとおりである。

顕熱フラックスについては、芝生地、裸地ともに同様の日変化を示しており、またフラックス量も、ほぼ同程度であった。

潜熱フラックスについては、芝生地の方が裸地に比べて高い傾向にあった。また、調査開始前の降水の影響もあり、調査開始当初は、両観測地点のフラックス量は高く、期間後半にかけて、減少する傾向にあった。特に裸地においては、8月3日以降、フラックス量はほぼゼロか負の値を示す傾向にあり、地表面からの蒸発がほとんどない状態を示しているものと考えられる。

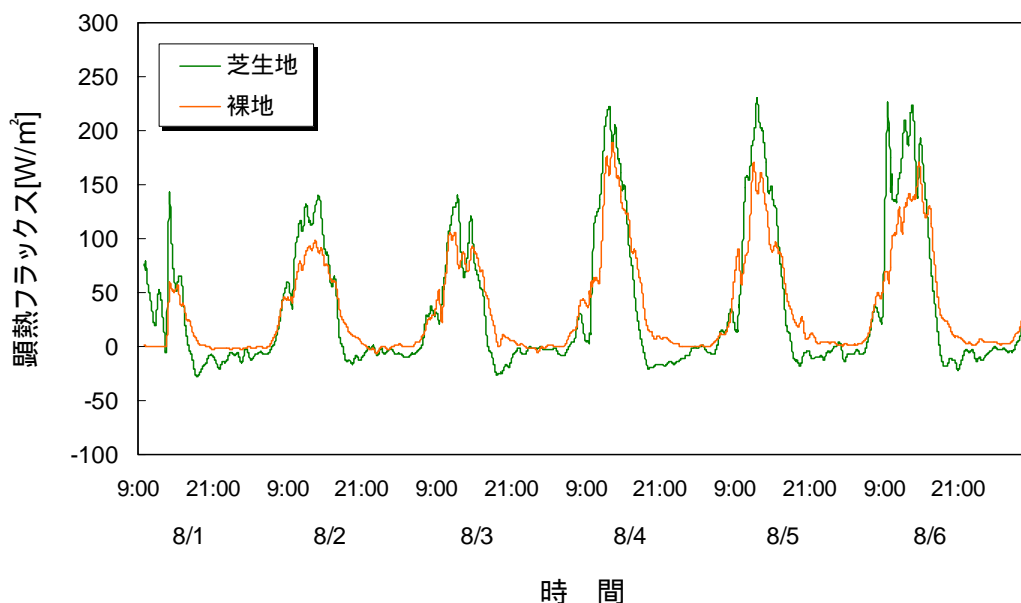


図 15 顕熱フラックス

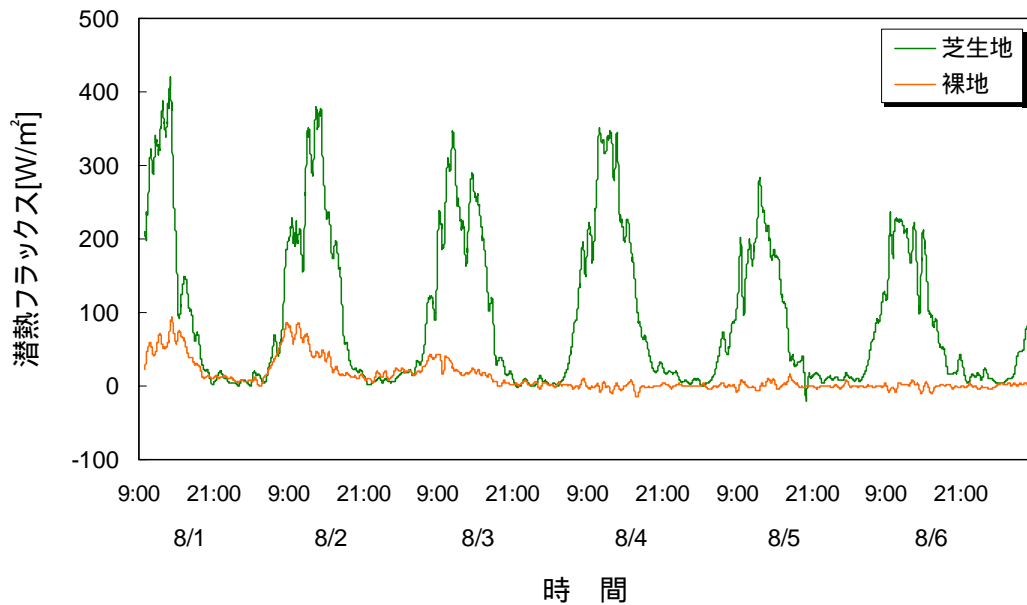


図 16 潜熱フラックス

2-8. 体感温度 (SET*)

芝生地及び裸地で観測された、気温、相対湿度、平均放射温度、及び風速の分布から、体感温度（標準新有効温度：SET*）を計算した。調査期間中の体感温度の推移は、図 17 に示すとおりである。期間を通して、日中は裸地よりも芝生地の方で温度は高くなっており、夕方から夜間にかけては芝生地の方で温度は低くなっている。

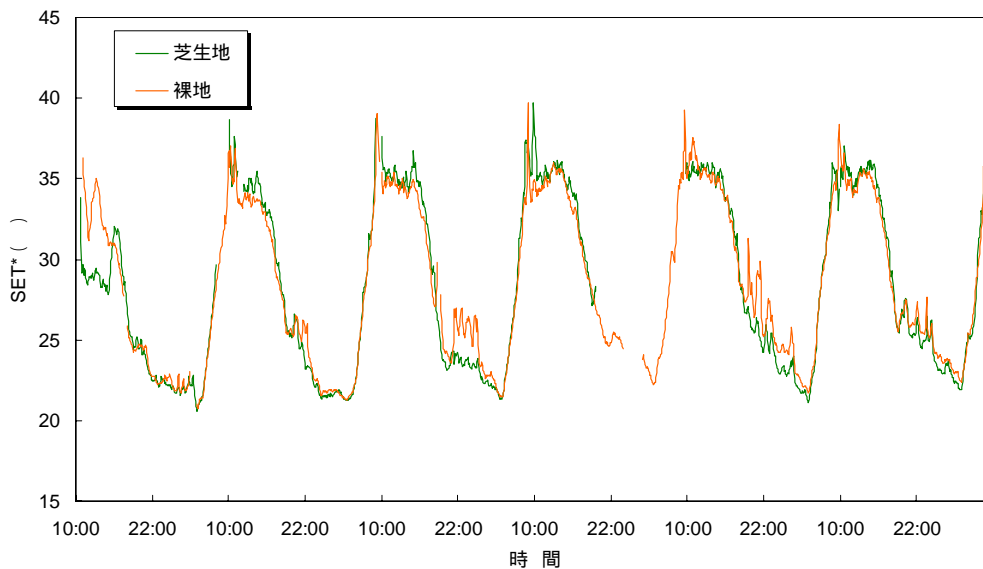


図 17 体感温度

また、芝生地と裸地における風速が、同一条件下と仮定した場合（芝生地の風速に裸地の風速を適用）に計算された体感温度の分布は、図 18 に示すとおりである。8 月 5 日から 6 日にかけての体感温度の推移は、日中、夜間ともに裸地で高くなっていることが確認できる。

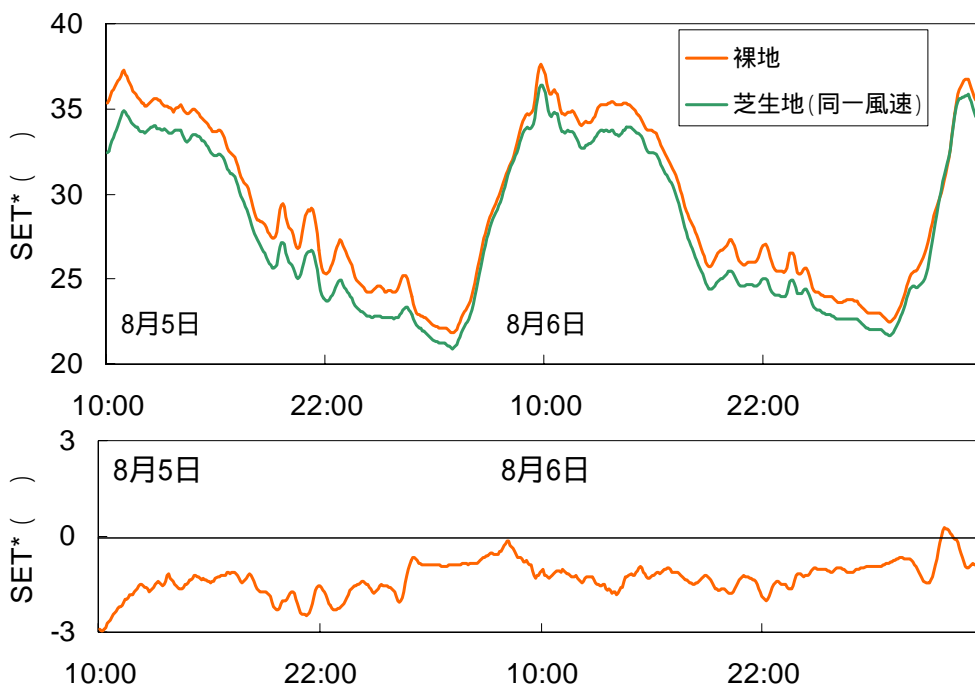


図 18 体感温度（風速同一条件下）

2-9. 移動観測による周辺気温の分布及び推移

図 19 に 8 月 1 日 22 時の周辺地域の気温分布を示した。光竜寺公園（芝生地）において、夜間気温が低い傾向にあり、クールスポットの形成がみられた。

図 20 に 8 月 1 日から 8 月 2 日にかけての代表的な移動観測点での気温の推移を示した。

昼間は幹線道路沿いや樹木の少ない低層住宅地で気温が高く、公園付近や樹木の多い中層団地で低かった。夜間は人工排熱や蓄熱の多い幹線道路沿い、中層団地、低層住宅地で高く、公園内で低かった。最も気温の差があったのは、14 時で低層住宅地と公園付近が 1.2 、20 時で幹線道路沿いと公園内が 1.5 、午前 4 時で幹線道路沿いと公園内が 1.8 であった。

公園内（芝生地）の気温変化について見ると、他の地点に比べて 20 時から 24 時にかけて気温の低下が大きかった（幹線道路沿い～公園付近の平均気温低下 2.2 、公園内の気温低下 2.7 ）。

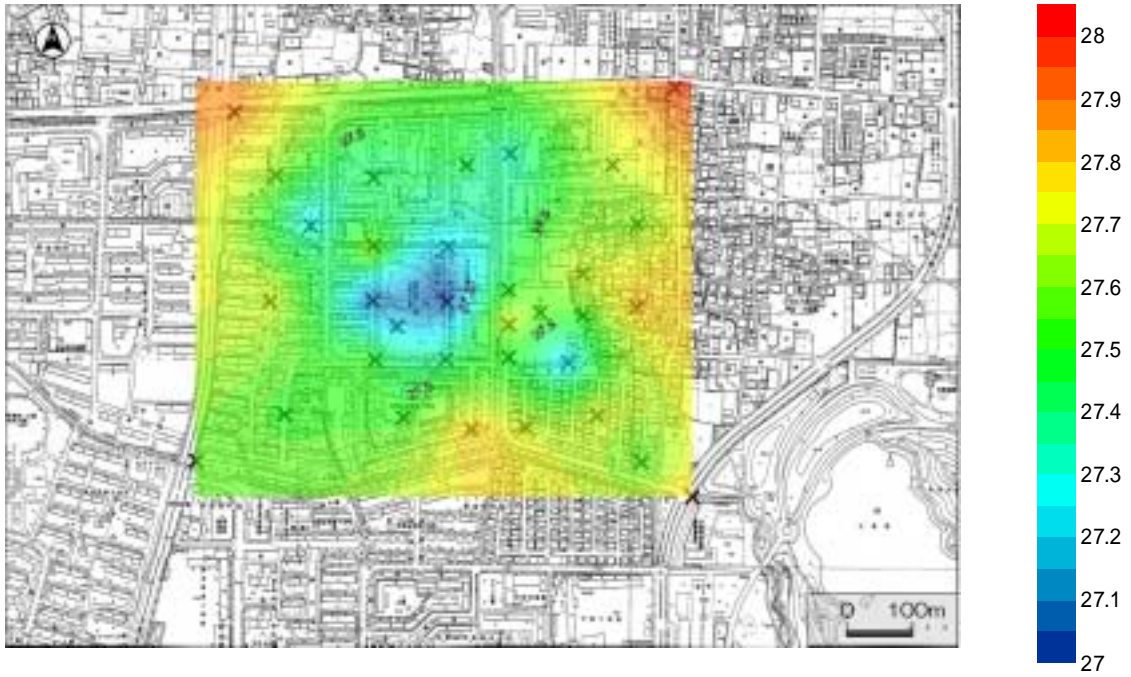


図 19 移動観測による周辺地域の気温分布（8月1日22時）

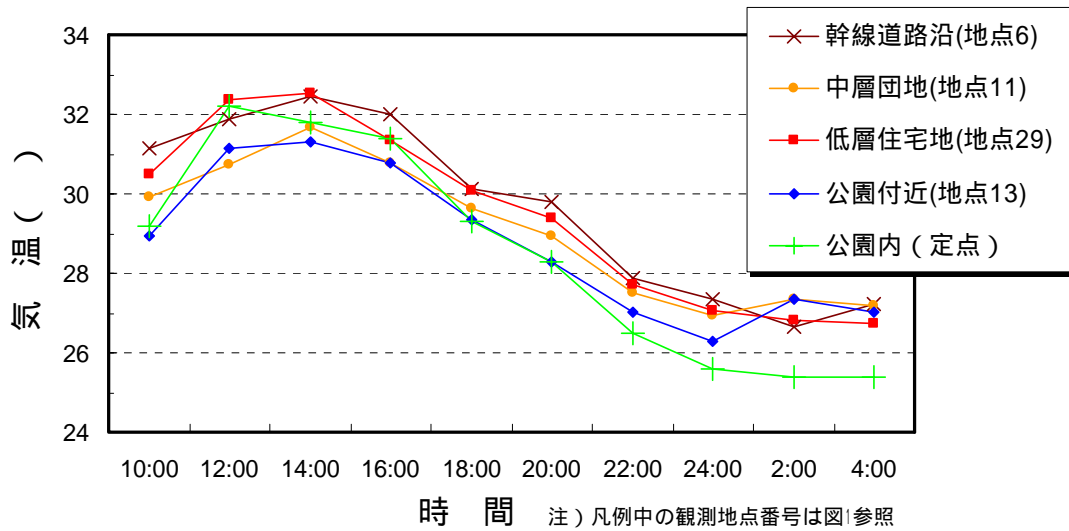


図 20 移動観測における気温の推移（8/1～8/2）