

地域の気候（都市気候とヒートアイランド）

1. 気候のスケールと定義

気候 (climate) : ある地域の長期間にわたる天候・気象の状態。

地球をとりまく大気の規則的な日変化，年変化の現象と，一時的，不規則な現象との複合的な大気現象が時間的，一般的に一般化したもの。もっとも出現確率の高い大気の総合状態で，かつ長い期間のものを指す。

+ 人間生活の場としての大気の現象

天候 (weather) : 天気より幾分長い期間（数日から，2，3ヶ月くらいの期間）の大気の状態。

比較的短い期間における大気の総合状態。ある時点における大気の総合状態である天気と，長年の気象から抽象された気候との中間概念で，天気の時系列にあたる。

天気 (weather) : ある時刻の大気の状態のこと。

ある時刻，またはある時間帯の気温，湿度，風，雲量，視程，降水などの気象要素の統合された状態のこと。

気象 (atmospheric Phenomena) : 大気中の諸現象のこと。

大気中でおこるさまざまな自然現象のこと。

大気の物理学。

→ 気象学 (meteorology)

表 気候のスケール（出典：参考文献 [1]，p. 3）

気候	地域の水平的広がり	垂直的広がり	気候現象の例
大気候	200km～40,000km	1m～120km	季節風，東アジアの雨季
中気候	1km～200km	1m～6km	盆地の気候，関東平野の風
小気候	10m～10km	10cm～1km	斜面の温暖帯，霜道
微気候	1cm～100m	1cm～10m	水田の気候，温室内の気候

2. 都市気候の概要

都市が建設され、そこで人間が生活するようになると、その気候が田園や森林であった当時と比べて変化する。そして都市域では、郊外や周囲の田舎とは異なった気候が生じる。この都市固有の気候を「都市気候」と呼ぶ。

都市気候の存在は、都市内部に等温層や逆転層をもたらし、都市内部から排出された大気汚染物質を封じ込める結果となり、都市の大気環境を著しく悪化させる原因となる。その主な原因は、人間の集中・活動による地表面での熱収支が変化することにある。

都市気候の中でも特徴的なものが、都市域が郊外地域に比較して気温が高くなる現象で、一般にヒートアイランドと呼ばれているものである。

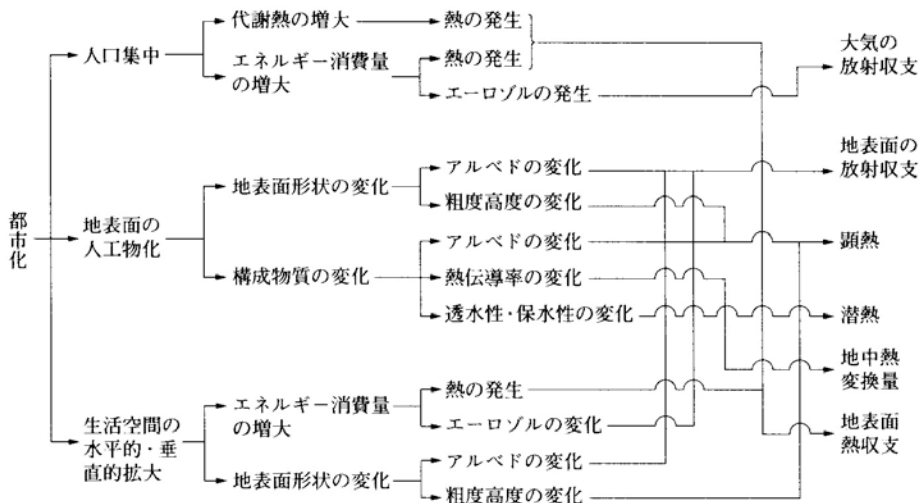


図 都市化による放射収支・熱収支の変化（出典：参考文献 [2], p. 2)

3. ヒートアイランドの概要

都市部の気温が周囲の郊外に比較して島状に高くなる現象のことを、「ヒートアイランド (Heat Island)」と呼ぶ。都市域で気温が上昇している様子を、等温線で示すと、ちょうど海洋中の島を等高線で表現した場合に似ていることによる。

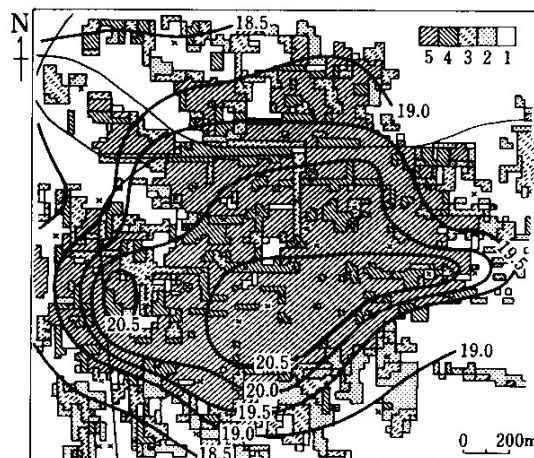


図 大垣市における気温分布と家屋密度
(出典：参考文献 [3], p. 17)

環境省による報告書では、ヒートアイランド現象を「地表面の熱収支が変化して引き起こされる熱大気汚染」と位置づけている。

最も高温な地域は、都心部の人口が集中している繁華街に現れる。ただし高層ビル街では、日中の太陽高度が低いと、地上はビルの日陰になって気温が上がらず、かえって周辺よりも低温になり、クールアイランドを生じることがある。

ヒートアイランドが最も顕著に見られるのは、静穏で晴れた夜である。日中は、都市内外の気温差が小さくなり、最高気温の分布図ではヒートアイランドがほとんど見られない場合がある。さらに、一般に、気温差は冬に大きく、夏に小さい。(→ヒートアイランドは、初めは、冬季の静穏かつ晴天の夜に出現した(の問題であった。))

風が弱いときには、都市の気温と建築密度(例えば、建ぺい率)との間には、密接な関係があり、建て込んでいるところほど気温が高い。

都市内の気温分布は風の影響を強く受ける。無風時には都心部が最も高温であるが、風があると高温域は全体に風下側にずれる。ずれの距離は風速が強いほど大きく、限界風速を越えるとヒートアイランドは壊れて、都市内外の気温差はなくなる。

なお、ヒートアイランドの強さの指標として、都市と郊外の地上付近の気温差の最大値 ΔT_m (ヒートアイランド強度) を用いる。

4. 都市大気の構造と都市気候

都市に特有の気候、例えば、ヒートアイランドなどは、都市の表面層のみに見られる現象ではない。都市上空を覆う大気は、ブランケットを被ったような状態で、簡単に消滅することはない。このような都市を覆う大気を都市大気と言う。

一般風があるときには都市大気は風下に流され、都市大気の中は都市表面の建築物などの摩擦で複雑な流れを形成する。風下へ流された都市大気はブルーム(定常的な浮力源によって発生するジェットの運動)を形成し、風下側の郊外にはルーラル境界層ができる、都市大気の上層には対流性の雲が発生することがある。

無風状態では都市大気はドーム状になり、都心部を中心に非常に弱い対流が生ずる。暖気は上昇し、それを補償するために周辺から空気が集まる。全体として対流性の循環が形成され、これを都市循環という。また、郊外の空気は温度が低く、重いので都市部へ向かう郊外風となる。模式図では中心部の上昇流や郊外からの下層郊外風が明瞭な矢印で示されているが、ともに非常に弱い風で、通常の風速計では測定できない。

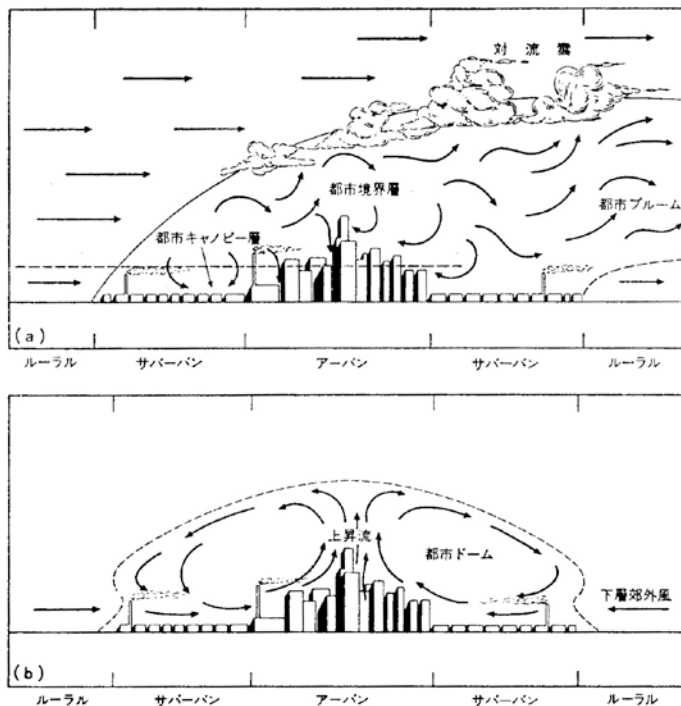


図 都市大気の様式図（上：一般風があるとき，下：無風に近いとき）

（出典：参考文献 [2]， p. 17）

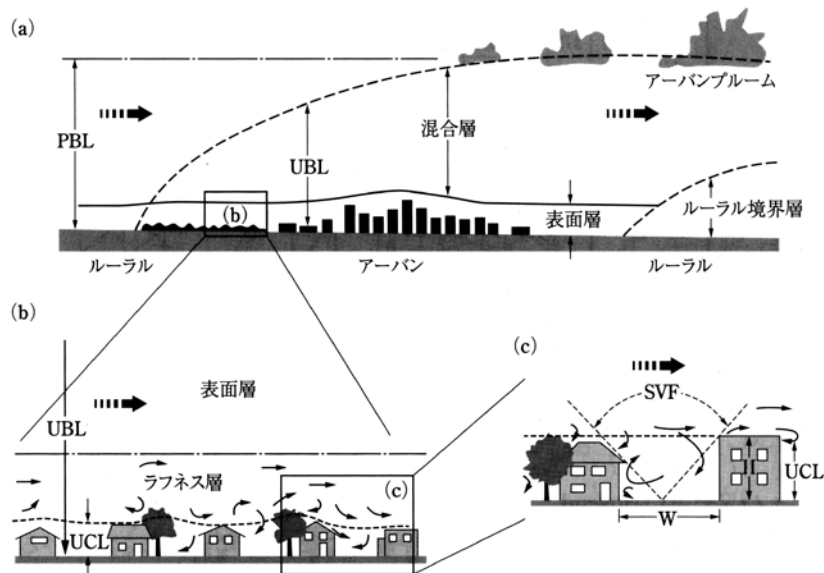


図 6.1.2 都市大気の様式的な垂直構造

(a) 都市全体（メソスケール），(b) 土地利用帯（ローカスケール），(c) 街路キャニオン（マイクロスケール）を考えたときの都市大気。

PBL：惑星境界層，UBL：都市境界層，UCL：都市キャニオン層，W：街路の幅，H：建物の高さ，SVF：スカイビューファクター。

（出典：参考文献 [4]， p. 209）

5. ヒートアイランドの原因

ヒートアイランドの形成は、結局のところ、熱収支と水収支の改変に起因するが、実際には、以下のような様々な要因が複雑に絡み合っている。

- 1) 都市域におけるエネルギー消費に伴う燃焼熱
- 2) 細塵その他の大気汚染物質による温室効果
- 3) 都市建造物による摩擦係数の増加に伴う上空大気の熱交換の減少
- 4) 都市の構成物質の熱容量の大きさがもたらす蓄熱効果
- 5) 不透水面の増加による蒸発散量の減少
- 6) 天空比や大気汚染による放射収支の変化

6. ヒートアイランドと都市の規模

都市の規模を決定するのは自然的、社会的ならびに人文的にみても困難である。都市の構造や機能などはさまざまで、工業都市と商業都市では都市活動の中味は異なる。しかし、一般に都市の規模を人口数で表すことが多いのは、人口数に応じた人間活動の水平的もしくは鉛直的空間が保たれているため、都市のエネルギーの排出量が人口に比例すると考えられるからである。

Oke は北米とヨーロッパの都市について、最大ヒートアイランド強度と人口の対数との関係を 1 次式で表した。回帰式の傾きが北米とヨーロッパで異なっている。つまり、都市を成り立たせている文化や風土によってヒートアイランドも異なることである。さらに、福岡は、日本の都市では、人口 30 万人程度の都市を境に回帰直線が異なることを明らかにした。また韓国の都市でも日本と同様な傾向がみられた。

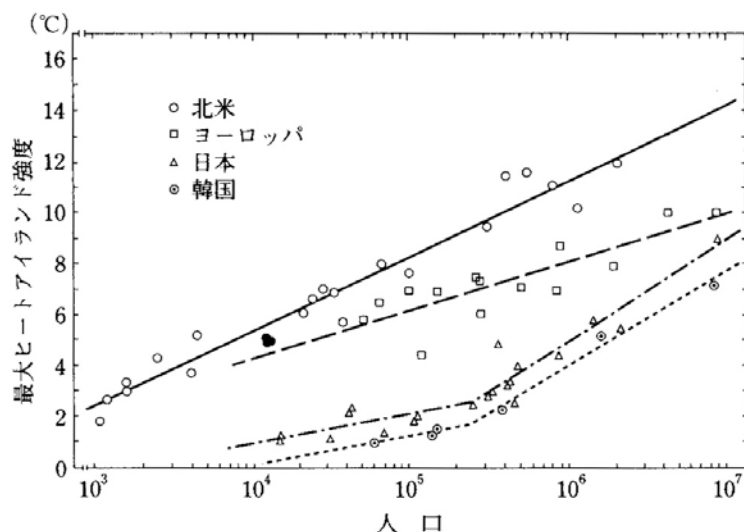


図 最大ヒートアイランド強度と人口との関係（出典：参考文献 [2], p. 50）

7. ヒートアイランドの問題点

(1) 冬季

気温が上昇して暖房負荷が軽減し、好都合である反面、都市上空に逆転層が形成されて、都市の上空に蓋をしたような状態になり、大気汚染質が滞留して、呼吸器系の疾病が心配となる。

(2) 夏季

高温のために屋外活動に支障が生じ、また住宅の夜間の冷房が必要となる地域では、冷凍機の長時間運転がさらなる廃熱量増大をよび、イタチごっこで気温上昇を促進させる。

気温上昇は、相対湿度低下を招き、さらに土壌からの水分蒸発量が増大するので、植物にとっては過酷な乾燥状況になり、適切な散水がないと緑被の低減を招く。

人間の健康については、熱中症の増加、循環器系疾患の増加、冷房空間との往来による疲労感の増大、睡眠障害、ウイルス感染の可能性の増大などの影響が指摘されている。

また、集中豪雨発生への関与も指摘されている。

夏季における 1℃の気温上昇は東京都全体で 160 万 kW の電力需要の増加を招くと言われており、この電力量は原子炉 1 基分の発電容量に相当する。また、建設省の試算によると 7～9 月の気温が 1℃下がると冷房用の電力料金は日本全体で年間 200 億円削減されることが分かっている。さらに、ローレンスバークレー研究所は、アメリカ主要都市でヒートアイランド緩和策を講じた場合の省電力による経済効果を 500 億円程度と推定している。

8. ヒートアイランドと地球温暖化

日本の主な都市のここ数 10 年間の気温の経年変化を見ると、上昇傾向にあり、1 年あたりの気温上昇率にすると 0.01～0.04℃の値になる。一方、地球温暖化はここ 100 年で約 0.6℃進んだと言われており（IPCC（気候変動に関する政府間パネル）第 3 次報告書）、それをはるかに上回るスピードである。

9. ヒートアイランドの抑制策

環境省による『平成 14 年度ヒートアイランド現象による環境影響に関する調査検討業務報告書』では、ヒートアイランド対策として、下図のような「都市の熱管理」が示されている。

「熱」という視点で都市を捉え直し、都市の熱、すなわち大気熱環境と対策・施策を適切にコントロールしようとするものである。

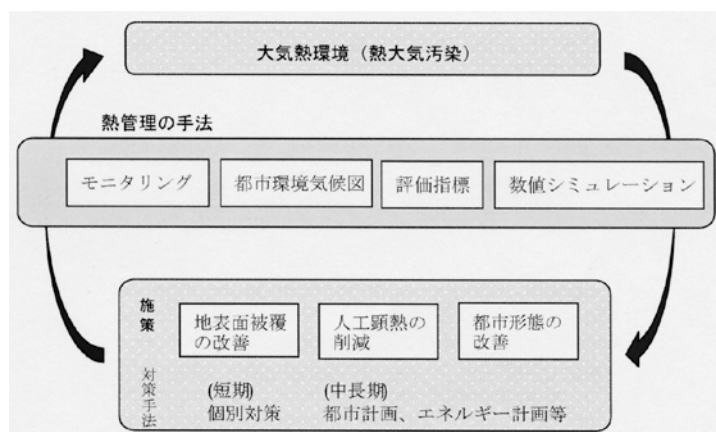


図 都市の熱管理の概念図

(出典:『平成 14 年度ヒートアイランド現象による環境影響に関する調査検討業務報告書』, p. 66)

→平成 16 年 3 月策定の「ヒートアイランド対策大綱」では、

- ①人工廃熱の低減
- ②地表面被覆の改善
- ③都市形態の改善
- ④ライフスタイルの改善

の 4 項目が「ヒートアイランド現象を緩和する」対策として挙げられている。

さらに、平成 25 年 5 月 8 日に改定された「ヒートアイランド対策大綱」では、

- ⑤人の健康への影響等を軽減する適応策の推進

が「ヒートアイランド現象に適応する」対策として追加された。

また、以下のような個別の対策が考えられる。

1) 都市からの廃熱量の抑制

- ・省エネルギー対策
- ・自動車対策（直接的な原因として廃熱源，間接的な原因ではあるが被覆改変（アスファルト舗装）
- ・地域の用途と廃熱の時間変化特性の考慮
- ・人々の省エネルギー意識の向上
- ・冬季深夜の廃熱量抑制には，住宅の断熱気密化による暖房負荷削減が効果的

2) 地表面の緑地面積の拡大（クールスポット効果の利用）

- ・樹木からの水分蒸発作用や日陰は，周囲の温度を低下させ，夏季の都市部の高温化を抑制
- ・都市のクールスポットは，風下の市街地に涼風を提供し，空調負荷を軽減

3) 保水性ブロックの利用

- ・多孔質の保水性セラミックブロック舗装による保水の水分蒸発によって，大気冷却効果を期

待

4) 建物の屋根面の温度上昇の抑制

- ・ビルの屋上緑化，太陽電池パネルの設置などにより，屋上の温度上昇を抑制し，大気の加熱や屋内への熱の流入を抑制

5) 「風の道」の利用

- ・夏を旨とした都市造り
- ・海陸風や山谷風などの局地循環風の利用

6) ライフスタイルの改善

- ・冷暖房の設定温度の見直し（クールビズ，ウォームビズなども含む）
- ・省エネ法適用外機器の高効率機器への買い替えと利用
- ・自動車の効率的な利用

7) 日中の熱ストレスの軽減

- ・木陰の創出
- ・ミスト噴射装置の設置

8) 夜間の寝苦しさを軽減

- ・住宅地内の夜間の気温の低下（敷地の緑化や屋根面の高反射化，歩道や道路の保水化や街路樹による木陰の創出など）

ヒートアイランド対策大綱（平成 25 年 5 月 8 日改定）：

環境省のホームページからダウンロード可能（PDF ファイル 1, 203KB）

http://www.env.go.jp/air/life/heat_island/

http://www.env.go.jp/air/life/heat_island/taikou/taikou_h250508.pdf

ヒートアイランド現象緩和のための建築設計ガイドライン：

国土交通省住宅局住宅生産課のホームページからダウンロード可能

http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha04/07/070716_.html

※補足

余力がある人，より学習を深めたい人は，下記も参照。

「ヒートアイランド対策効果シミュレーションソフト」

http://www.env.go.jp/air/life/heat_island/sim_software.html

→ソフト類をダウンロードが可能（Excel ファイル形式）

10. 参考文献（順に，書名，編著者名，発行所，発行年月，価格，ISBN 番号，熊本県立大学学術情報メディアセンター図書館所蔵情報（〔〕内）。）

配付資料での引用文献

- [1] 『新建築学大系 8 自然環境』（新建築学大系編集委員会編，彰国社，1984 年 1 月，¥4,700 + 税，ISBN : 4-395-150008-X）〔和書（2 F），520.8||KE1||8D, 0000086787, 0000311036〕
- [2] 『都市環境学事典』（吉野正敏・山下脩二編，朝倉書店，1998 年 10 月，¥16,000 + 税，ISBN : 4-254-18001-2）〔和書（2 F），518.8||To 72, 0000233012〕〔参考（2 F），518.8||To 72, 0000215322〕
- [3] 『都市の風水土 都市環境学入門』（福岡義隆編著，朝倉書店，1995 年 4 月，¥3,500 + 税，ISBN : 4-254-16332-0）〔和書（2 F），519||F 82, 0000220148, 0000221369, 0000221370〕〔書庫（4 F），519||F 82, 0000250096〕〔シラバス環境（3 F），519||F 82, 0000220148〕
- [4] 『環境気候学』（吉野正敏・福岡義隆編，東京大学出版会，2003 年 9 月，¥4,600 + 税，ISBN : 4-13-062710-4）〔和書（2 F），451.8||Y 92, 0000279235〕

都市気候に関する文献

- [5] 『都市環境学』（都市環境学教材編集委員会編，森北出版，2003 年 5 月，¥3,200 + 税，ISBN : 4-927-55251-3）〔シラバス環境（3 F），518.8||To 72, 0000275609〕
- [6] 『CFD による建築・都市の環境設計工学』（村上周三，東京大学出版会，2000 年 9 月，¥5,200 + 税，ISBN : 4-13-062201-3）〔和書（2 F），519||Mu 43, 0000245576〕
- [7] 『大気圏の環境』（有田正光編著，東京電機大学出版局，2000 年 1 月，¥2,800 + 税，ISBN : 4-501-61760-8）〔和書（2 F），519.3||A 77, 0000263277〕
- [8] 『洋泉社 Mook シリーズ StartLine8 図解・何かがおかしい！ 東京異常気象』（三上岳彦監修，洋泉社，2005 年 8 月，¥1,000 + 税，ISBN:4-89691-942-4）〔和書（2 F），451.913||Mi 21, 0000300770〕
- [9] 『知りたい！サイエンス 都市型集中豪雨はなぜ起こる？- 台風でも前線でもない大雨の正体- 』（三上岳彦，技術評論社，2008 年 10 月，¥1,580 + 税，ISBN : 978-4-7741-3621-9）〔和書（2 F），451.64||Mi 21, 0000327682〕
- [10] 『都市・建築の環境設計 熱環境を中心として』（梅干野晃，数理工学社，2012 年 4 月，¥2,800 + 税，ISBN : 978-4-901683-74-6）〔和書（2 F），525.1||H 96, 0000350318〕
- [11] 『内陸都市はなぜ暑いか 日本一高温の熊谷から』（福岡義隆・中川清隆編著，成山堂書店，2010 年 3 月，¥2,600 + 税，ISBN:978-4-425-51261-4）〔和書（2 F），451.8||F 82, 00003426〕

ヒートアイランドに関する文献

- [12] 『日本建築学会叢書 5 ヒートアイランドと建築・都市-対策のビジョンと課題』（日本建築学会，日本建築学会（丸善発売），2007 年 8 月，¥1,800 + 税，ISBN : 978-4-8189-4704-7）〔和書（2 F），518.8||N 77||5, 0000310928〕

- [13] 『ヒートアイランド』（尾島俊雄，東洋経済新報社，2002 年 8 月，¥1,500+税，ISBN：4-492-80070-0）〔和書（2F），519||0 35，0000268295〕
- [14] 『気象ブックス 029 ヒートアイランドと都市緑化』（山口隆子，成山堂，2009 年 8 月，¥1,800+税，ISBN：978-4-425-55281-8）〔和書（2F），451||Ki 58||29，0000326359，0000330374〕
- [15] 『ヒートアイランドの対策と技術』（森山正和編，学芸出版社，2004 年 8 月，¥2,300+税，ISBN：4-7615-2345-X）〔和書（2F），519||Mo 73，0000287036〕
- [16] 『ヒートアイランド対策 都市平熱化計画の考え方・進め方』（空気調和・衛生工学会編，オーム社，2009 年 4 月，¥3,500+税，ISBN：978-4-274-20695-5）〔和書（2F），518.8||Ku 28，0000323490〕
- [17] 『THE COOL CITY 脱ヒートアイランド戦略 緑水風を生かした建築・都市計画』（クールシティ・エコシティ普及促進勉強会編，建築技術，2010 年 6 月，¥4,600+税，ISBN：978-4-7677-0128-8）〔和書（2F），518.8||Ku 79，0000338382〕
- [18] 『気象学の新潮流 1 都市の気候変動と異常気象-猛暑と大雨をめぐって-』（藤部文昭，朝倉書店，2012 年 4 月，¥2,900+税，ISBN：978-4-254-16771-9）〔和書（2F），451||F 56，0000352928〕
- [19] 『極端化する気候と生活 温暖化と生きる』（吉野正敏，古今書院，2013 年 7 月，¥3,500+税，ISBN：978-4-7722-3152-7）〔和書（2F），451.8||Y 92，0000363179〕
- [20] 『気象ブックス 034 フィールドで学ぶ気象学』（土器屋由紀子・森島濟，成山堂書店，2012 年 4 月，¥1,800+税，ISBN：978-4425-55331-0）〔和書（2F），451||Ki 58||34，0000344257〕

11. 参考 URL

- [1] 配付資料のダウンロード
<http://www.pu-kumamoto.ac.jp/~m-tsuji/kougi.html/tyosei.html/tyosei.html>
- [2] 環境省水・大気環境局のホームページ
<http://www.env.go.jp/air/index.html>
- [3] 環境省のヒートアイランド対策（熱中症関連情報を含む）のホームページ
http://www.env.go.jp/air/life/heat_island/index.html
- [4] 国土交通省の主なヒートアイランド関連施策のホームページ
<http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/kankyosite/6.thema/heatisland/index.htm>
- [5] 気象庁のヒートアイランドに関するホームページ
http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/index_himr.html
- [7] 「大阪府のヒートアイランド対策」ホームページ
http://www.pref.osaka.jp/chikyukankyo/jigyotoppage/heat_i.html

- [8] 「熊本の環境」のホームページ
<http://www.kumamoto-eco.jp/>
- [9] 国立環境研究所のホームページ
<http://www.nies.go.jp/index-j.html>
- [10] 国立環境研究所 地球環境研究センターのホームページ
<http://www.cger.nies.go.jp/ja/index.html>
- [11] 国土交通省国土技術政策総合研究所都市研究部都市開発研究室のホームページ
<http://www.nilim.go.jp/lab/jeg/index.htm>
- [12] 日本ヒートアイランド学会のホームページ
<http://www.heat-island.jp/>
- [13] 東京工業大学大学院 総合理工学研究科 環境理工学専攻 都市圏地表環境分野 浅輪研究室のホームページ
<http://www.hy.depe.titech.ac.jp/>
- [14] 日本工業大学工学部建築学科成田研究室のホームページ
<http://leo.nit.ac.jp/~narita/>
- [15] 東北大学大学院 工学研究科 都市・建築学専攻建築環境工学系 3 分野のホームページ
<http://www.archi.tohoku.ac.jp/labs-pages/kankyo/>
- [16] 大阪大学大学院 工学研究科 環境・エネルギー工学専攻 共生環境エネルギーシステム学講座 都市エネルギーシステム領域（下田研究室）のホームページ
<http://www.see.eng.osaka-u.ac.jp/seeue/seeue/>
- [17] 横浜国立大学大学院 環境情報研究院 社会環境と情報部門 鳴海研究室のホームページ
<http://www.narumi.ynu.ac.jp/index.html>
- [18] 神戸大学大学院 工学研究科 都市環境・設備計画研究室（竹林研究室）のホームページ
<http://www.arch.kobe-u.ac.jp/%7Eta1/>
- [20] 大阪市立大学工学研究科都市系専攻地域環境計画研究室のホームページ
http://masa2.urban.eng.osaka-cu.ac.jp/reg_home/index.html