

地域の気候（都市気候とヒートアイランド）

【今日の課題例】

ヒートアイランド現象は、原因だけではなく、その発生のメカニズムも、そしてその対策もある程度まで解明されているのに、どうして問題が解決できず、問題のままになり続けるのであろうか。

→ 例えば、どこが問題なのでしょう。他の公害問題はおおよそ解決しているのに、どうしてヒートアイランドだけ解決できないのでしょうか。ヒートアイランドについて正しく理解ができていないのでしょうか。どのようなスケールで考えればよいのでしょうか。一般人々と専門家の認識とのずれがあるのでしょうか。

【話し合ってみよう】

【気がついたことをメモしておこう】

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。最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、都市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（現象）と呼ばれているものである。

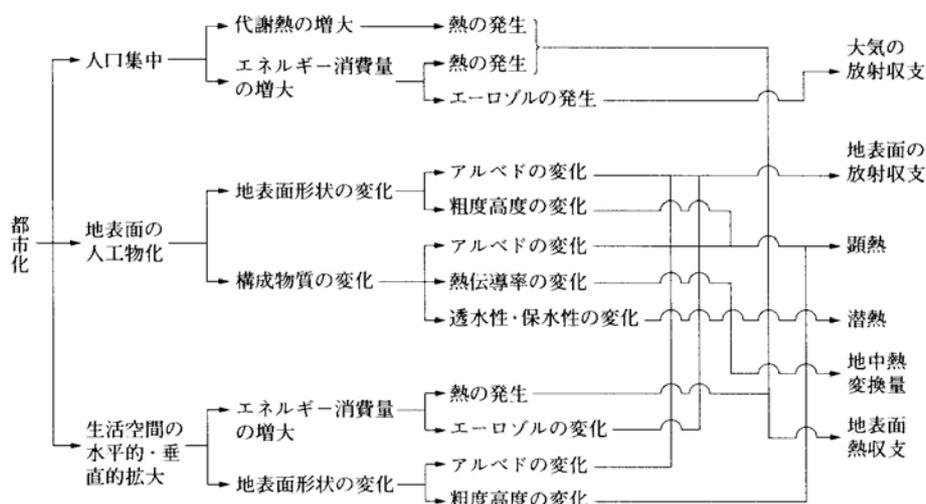


図 都市化による放射収支・熱収支の変化（出典：参考文献 [2], p. 2)

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)」（現象）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。

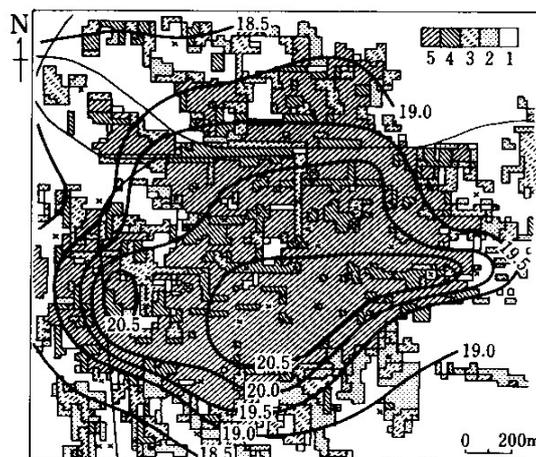


図 大垣市における気温分布と家屋密度
(出典：参考文献 [3], p. 17)

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。

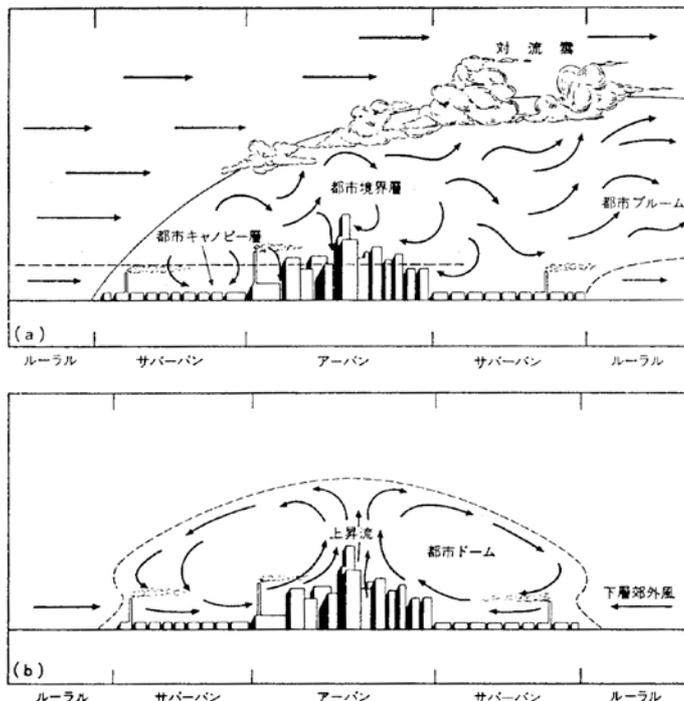


図 都市大気の様式図（上：一般風があるとき，下：無風に近いとき）

（出典：参考文献 [2]，p.17）

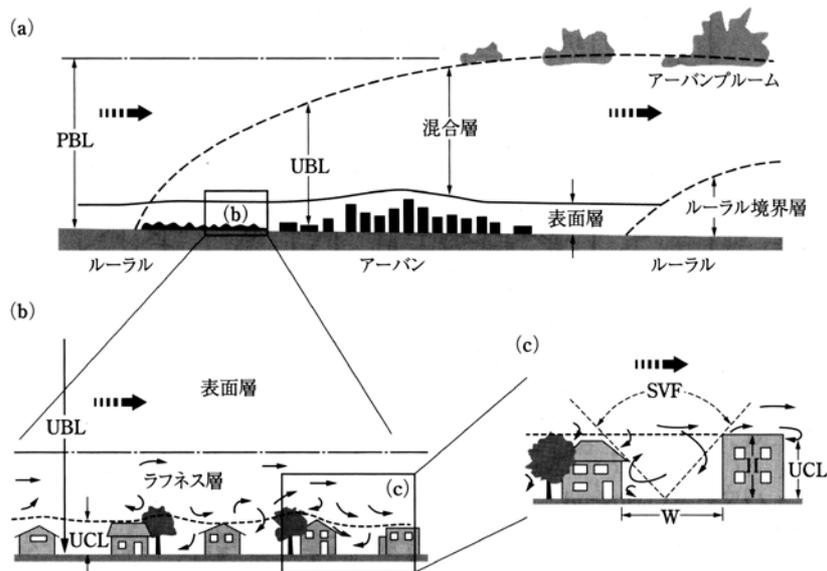


図6.1.2 都市大気の様式的な垂直構造

(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) 細塵や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。

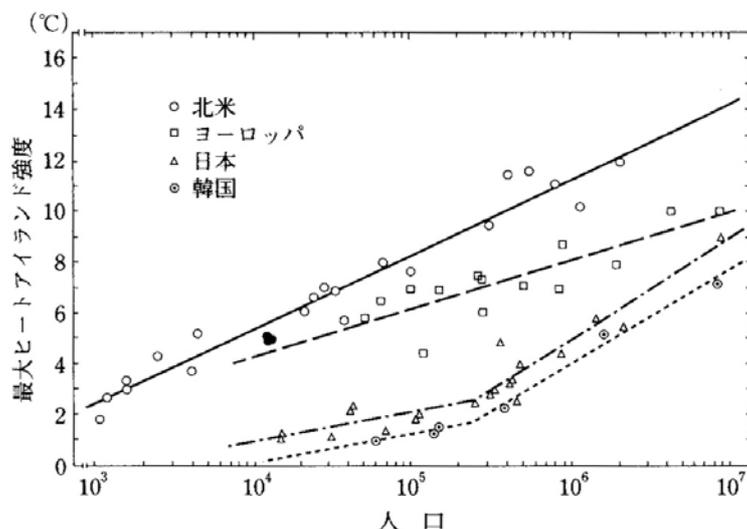


図 最大ヒートアイランド強度と人口との関係（出典：参考文献 [2], p. 50）

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されるため、都合が良い反面、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、国土交通省の試算によると 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わかっている。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

両者は、基本的には全く異なる現象である。そのメカニズムや時間的、空間的スケールも異なる。地球温暖化の主な原因は温室効果ガスで、地球規模のスケールであるのに対し、ヒートアイランドの主な原因は都市化で、都市規模のスケールである。

日本の主な都市のここ 10 年間の気混の経年変化を見ると、上昇傾向にあり、1 年あたりの気混上昇率にすると 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。

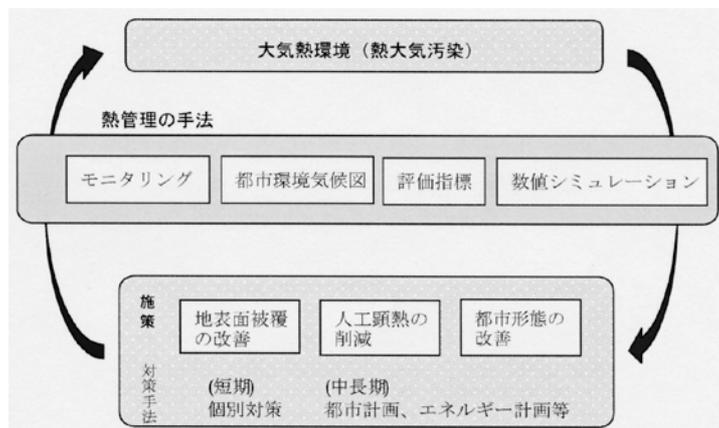


図 都市の熱管理の概念図

(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

- ・夏を旨とした都市創り
- ・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/taikou.html

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」（環境省のホームページより）

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

→ソフト類のダウンロードが可能（Excelファイル形式）

10. 補足 クリマアトラス

(1) クリマアトラスの概要

Klima=「気候。(人工的に作られた室内の温度・湿度の状態)。雰囲気。」(ドイツ語)

Atlas=「(ギリシア神話) アトラス(古代ギリシアで大西洋にあるといわれた楽土)。地図集。

地図帳。(解剖学などの) 図解書。アトラス山脈(アフリカ北西部)。(ドイツ語)

クリマアトラス “Klimaatlas”

⇨ 気候環境の研究成果を大気汚染対策や都市環境計画に活かすという視点からの「気候地図集」(ドイツ・シュツットガルト市による定義)

“KLIMAANALYSE”

⇨ 気候分析図(または気候解析図)

1970年代の初め

ルール地域市町村連合(KVR)・デュースブルクを対象に、赤外線熱画像によりクリマアトラスが
つくられた。

その後、ドイツの多くの都市でクリマアトラスが都市計画のためにつくられている。

→ 背景: 近年の環境意識の高まり

建設法典の中の環境保全, 自然管理, 気候などに対する考慮の項あり(1987年)

ランドスケープ計画図とともに, Bプランを作成するときの基礎資料とされる。

→ ドイツの都市計画: Fプラン(土地利用計画)とBプラン(地区詳細計画)

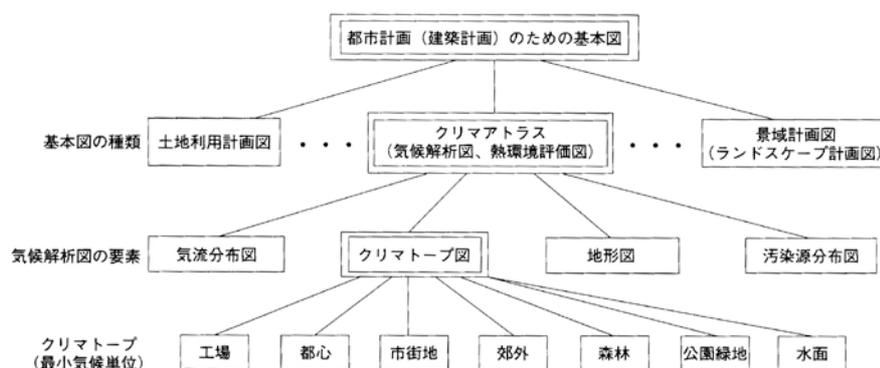


図 都市計画のための「クリマアトラス」の位置づけ(出典: 参考文献[5], p.1)

（2）クリマアトラスの目的と構成

1）クリマアトラス作成の目的

検討の対象地域（または場所や土地）を気候学的視点から分析し、その結果を用いて地域総体として自然環境が保全され、かつ省エネルギーとなるような都市計画や建築計画の最適解を見つけるために、

都市計画担当者、建築家、地域住民、研究者などが、都市計画や建築計画などに際して共通に用いることのできるツールとしての地図集や図面集を作成する。

2）クリマアトラス作成の視点

- ・ドイツ → 大気汚染対策、新鮮空気の都市への導入
- ・日本 → ①熱環境の改善、特に、蒸暑気候下の都市化による夏季夜間の気温上昇対策、冷暖房用エネルギー消費量の削減とそれに伴うCO₂排出量の削減
②大気汚染対策（主に自動車、工場によるNO_x、光化学オキシダント）

3）クリマアトラスの対象領域

一般に、行政区域単位（10～30km四方）。地図の縮尺は1/10,000から1/50,000。

4）クリマアトラスの構成

- ①気候要素の基礎的な分布図 = 気候調査結果や計算結果（熱・風環境、大気質、日射など）。
- ②気候分析図（または気候解析図） = 熱環境、大気汚染の評価を意図した気候分析結果を表わす地図。都市気候専門家が市民や都市計画担当者に、気候分析結果をわかりやすく伝えることを目的とする。
- ③対策・提言のための地図や図面 = つくられない場合も多い。基本的には②の気候分析図で目的は達成される。

（3）シュツットガルトとルール地域の気候分析図

1）気候分析図

1/25,000または1/50,000の国土基本図の上に、

①クリマトープ、②気候的特徴による地形分類、③気流交換、④人為的汚染源の位置と汚染の範囲、などを、重ね合わせた地図。

① クリマトープ（背景色で表現）

クリマトープ：一様な微気象学的特徴（気温、湿度、風速など）を示すひとまとまりの空間

シュツットガルトの場合：水面、フライラント（耕作地や牧草地などの空の覆われていない土地）、森林、公園緑地、田園都市、郊外、都市、都心、中小工場、工場、軌道施設の11種類

ルール地域の場合：水面、森林、公園、住宅地、都市、都心の6種類

② 気候的特徴による地形分類（範囲を網掛けや色で表現）

シュツットガルトの場合：冷気の産出域と集積域、冷気の流れの障害物、地形起伏との関係

ルール地域の場合：低地（気候的特徴：接地逆転、霧の発生）、谷間（山谷風）、緩やかな山頂（風通しがよい）、斜面（風の場に強い影響）、軌道施設（昼夜の温度差大）の5分類

③ 気流交換（矢印で表現）

シュツットガルトの場合：斜面風、山谷風系による冷気流、谷や鞍部の風の通り道

ルール地域の場合：局地的な空気交換の道や冷気の通り道、汚染空気の通り道

④ 人為的汚染源の位置と汚染の範囲（道路や工場などを絵文字で表現）

交通による汚染負荷として、道路による影響範囲を3段階に分けて表示。大気汚染についても4段階に分けて範囲を表現。また、絵文字により工場などの汚染物質発生源を表示。

2) 計画の指針図（シュツットガルトの場合）

- ・ 地域を自然地域（フライラント）と居住地域の大きく2つに分けて表示。
- ・ 自然地域は気候作用の重要性から3段階に分け、居住地域は同様に4段階に分けて示し、土地の高度利用や建物の高密度化に対する許容の程度を表現。
- ・ 大気汚染や騒音の著しい道路を太い線で特別に表示。

3) クリマアトラスの利用例（シュツットガルト市シェルメネッカー地区）

建物は南斜面に計画されており、建物の北側は森で冷気流の供給源でもあった。当初案（下図の左側）の小さな緑地帯（灰色）が冷気の効果的な流れを確保するため、下図の右側のように幅50～60mの緑地に広げられた。

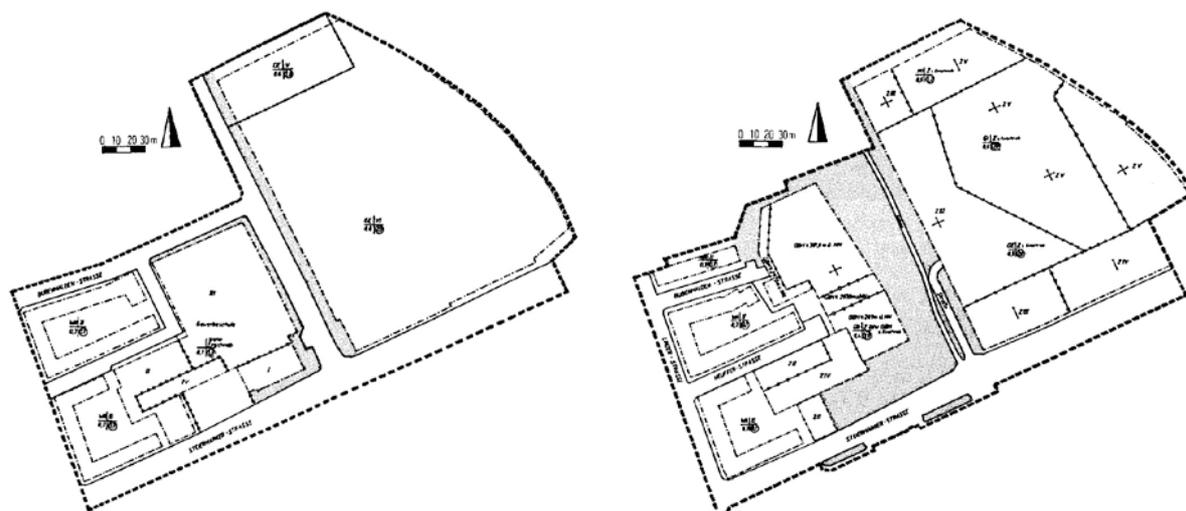


図 シュツットガルト市シェルメネッカー地区のBプラン当初案と改訂Bプラン
(出典：参考文献 [5], p.3)

→シュツットガルト市のホームページを参照（英語版）

City of Stuttgart, Office for Environmental Protection, Section of Urban Climatology
http://www.stadtklima-stuttgart.de/index.php?start_e

11. 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）。☆は、特に関係が深いと考えられる文献。）

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（2F），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（2F），518.8||To 72, 0000233012〕〔参考（2F），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（2F），519||F 82, 0000221369, 0000221370〕〔書庫（4F），519||F 82, 0000250096〕〔シラバス環境（3F），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（2F），451.8||Y 92, 0000279235〕
- [5] 『都市環境のクリアトラス 気候情報を活かした都市づくり』☆（日本建築学会編著，ぎょうせい，2000年9月，¥3,238+税，ISBN：4-324-06278-1）〔開架2，518.8||N 77, 0000244271〕

都市気候に関する文献

- [6] 『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）〔和書（2F），518.8||To 72, 0000275609〕
→第2版あり（2016年6月，ISBN：978-4-627-55252-4）〔シラバス環境（3F），518.8||To 72, 0000374667〕
- [7] 『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（2F），519||Mu 43, 0000245576〕

- [8] 『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（2F），519.3||A 77, 0000263277〕
- [9] 『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（2F），451.913||Mi 21, 0000300770〕
- [10] 『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（2F），451.64||Mi 21, 0000327682〕
- [11] 『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（2F），525.1||H 96, 0000350318〕
- [12] 『内陸都市はなぜ暑いかな 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（2F），451.8||F 82, 0000342623〕

ヒートアイランドに関する文献

- [13] 『ヒートアイランドの事典-仕組みを知り，対策を図る-』☆（日本ヒートアイランド学会編，朝倉書店，2015年6月，¥7,400+税，ISBN：978-4-254-18050-3）〔和書（2F），519||N 77, 0000368279〕
- [14] 『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（2F），518.8||N 77||5, 0000310928〕
- [15] 『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||O 35, 0000268295〕
- [16] 『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〕
- [17] 『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〕
- [18] 『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〕
- [19] 『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〕
- [20] 『二つの温暖化-地球温暖化とヒートアイランド-』☆（甲斐憲次編著，成山堂書店，2012年3月，¥3,800+税，ISBN：978-4-425-51291-1）〔和書（2F），451.8||Ka 21, 0000371289〕
- [21] 『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〕
- [22] 『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〕
- [23] 『気象ブックス 034 フィールドで学ぶ気象学』（土器屋由紀子・森島済，成山堂書店，2012年4月，¥1,800+税，ISBN：978-4-425-55331-0）〔和書（2F），451||Ki 58||34, 0000344257〕
- [24] 『都市エネルギーシステム入門 住宅・建築・まちの省エネ・低炭素化』（下田吉之，学芸出版社，2014年9月，¥3,100+税，ISBN：978-7615-3211-6）〔和書（2F），501.6||Sh 51, 0000364728〕
- [25] 『紫外線・熱中症を防ぐ日除け』（川西利昌，技報堂出版，2012年7月，¥3,200+税，ISBN：978-7655-2558-9）〔和書（2F），524||Ka 96, 0000353567〕

- [26] 『気象ブックス 037 都市を冷やすフラクタル日除け 面白くなくちゃ科学じゃない』（酒井敏, 成山堂書店, 2013年7月, ¥1,800+税, ISBN: 978-4-425-55361-7) [和書(2F), 451||Ki 58||37, 0000356794]
- [27] 『クールルーフガイドブック 都市を冷やす技術』（日本建築学会編, 地人書館, 2012年3月, ¥2,800+税, ISBN: 978-4-8052-0873-1) [和書(2F), 524.85||N 77, 0000364730]
- [28] 『熱中症～日本を襲う熱波の恐怖～』（日本救急医学会編, へるす出版, 2011年5月, ¥2,800+税, ISBN: 978-4-89269-731-9) [和書(2F), 493.19||N 77, 0000371135]
- [29] 『熱中症を防ごう 熱中症予防対策の基本 第2版』☆(堀江正知, 中央労働災害防止協会, 2012年5月, ¥1,300+税, ISBN: 978-4-8059-1442-7) [所蔵なし]
→第3版あり(2016年4月, ISBN: 978-4-8059-1696-4) [和書(2F), 498.8||H 87, 0000371689]

クリマアトラスに関する文献

- [30] 『環境気象学-都市・地域計画のための気候環境地図-』（ドイツ工業協会著, 森山正和・足永靖信・渡邊浩文・日本建築学会クリマアトラスの実用化ワーキンググループ監修, 客野尚志・鳴海大典・羽鳥法子翻訳, 環境情報科学センター, 2004年3月, ¥1,500(税込み), ISBN: なし) [和書(2F), 519||D 83, 0000294574]
- [31] 『BIO CITY ビオシティ No.27』（ビオシティ, 2004年2月, 2,500円+税, ISBN: 47972-1027-3) [和書(2F), 519||B 45||27, 0000308281]
- [32] 『シリーズ地球環境建築・専門編1 地域環境デザインと継承』（日本建築学会編, 彰国社, 2004年7月, ¥4,000+税, ISBN: 4-395-222142-4) [和書(2F), 518.8||N 77, 0000295447] [書庫(4F), 518.8||N 77, 0000302299]
→第二版もあり(2010年10月, ¥4,000+税, ISBN: 978-4-395-22148-6) [和書(2F), 518.8||N 77, 0000359015]
- [33] 『シリーズ地球環境建築・専門編2 資源・エネルギーと建築』（日本建築学会編, 彰国社, 2004年11月, ¥4,600+税, ISBN: 4-395-222143-2) [和書(2F), 520||N 77, 0000295448] [書庫(4F), 520||N 77, 0000302300]
- [34] 『大都市近郊居住の環境設計』（日本建築学会編, 日本建築学会, 2000年8月, ¥2,500+税, ISBN: 4-8189-2657-4) [和書(2F), 518.83||N 77, 0000275387]
- [35] 『デザイン・ウィズ・ネーチャー』（イアン・L・マクハーグ著, 下河辺淳・川瀬篤美総括監訳, 集文社, 1994年9月, ¥8,544+税, ISBN: 4-7851-0133-4) [和書(2F), 518.8||Ma 16, 0000230928, 0000250969]

12. 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「大気環境・自動車対策」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(「国土交通省ヒートアイランド・ポータル」)
http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/sosei_environment_mn_000016.html

- [5] 気象庁の「地球環境・気候」に関するデータや資料が集められたホームページ
<http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/menu/index.html>
- [6] 気象庁の「ヒートアイランド現象」に関するホームページ
http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/index_himr.html
- [7] 大阪府の地球環境事業・温暖化対策業務のうちの「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] 熊本県における「環境」に関する施策のホームページ
http://www.pref.kumamoto.jp/hpkiji/pub/List.aspx?c_id=3&class_set_id=1&class_id=1013
- [10] 国立環境研究所のホームページ
<http://www.nies.go.jp/index-j.html>
- [11] 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>
- [12] 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>
- [13] 日本ヒートアイランド学会のホームページ
<http://www.heat-island.jp/>
- [14] 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/index.htm>
- [15] 日本工業大学 工学部 建築学科 成田研究室（現在は学長）のホームページ
<http://leo.nit.ac.jp/~narita/>
- [16] 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/>
- [17] 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/>
- [18] 横浜国立大学大学院 環境情報研究院 人工環境専攻 都市環境・エネルギーシステム研究領域 鳴海研究室のホームページ
<http://www.narumi.ynu.ac.jp/index.html>
- [19] 神戸大学大学院 工学研究科 都市環境工学研究室（竹林研究室）のホームページ
<http://www.arch.kobe-u.ac.jp/research/enviroment/e2/index.html>
- [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
- [21] 東北工業大学 工学部 建築学科 渡辺浩文研究室のホームページ（現在はリンク切れか）
<https://www.arch.tohtech.ac.jp/laboratory/watanabe/Welcome.html>