

秦野市におけるヒートアイランドの形成・消滅過程

小塚広之, 池貝隆宏
(環境情報部)

The process of formation and extinction of the heat islands in Hadano city

Hiroyuki KOZUKA and Takahiro Ikegai
(Environmental Information Division)

キーワード：ヒートアイランド, 気温観測, 気温推移パターン, 形成・消滅過程

1 はじめに

ヒートアイランド現象は、都市特有の環境問題として注目されている。近年、建物やアスファルト舗装などの増加による地表面被覆の人工化、人口増加、空調や自動車走行、工場の生産活動によるエネルギー消費に伴う人工排熱の増加により、地表面の熱収支が変化し、熱帯夜の増加、熱中症・睡眠障害など健康への影響、集中豪雨など様々な形で人間生活への影響として現れている。このため、その対策が余儀なくされ、様々な調査・研究が進められている。

ヒートアイランドの抜本的な解決には、都市構造の再配置など大規模な都市再開発が必要とされるが、その具体化は簡単ではない。そこで次善の対策として、ヒートアイランド現象を緩和する効果のある個別の施策を講じることが重要となっている。このような対策は、地域レベルの取組として地方自治体が地域の実態に応じて具体化していくことが必要となる。

このような取組を推進するための基礎情報として、神奈川県では、平成16年及び平成17年に既存資料を整理、解析した「ヒートアイランド現象実態調査報告書」^{1,2)}をとりまとめ、県内のヒートアイランドの状況を俯瞰した。この報告書では、ヒートアイランドの現象の要因となる要素が比較的まとまって分布する地区として、横浜市と川崎市を含む県内13地区が抽出されている。そこで、これらの地域に該当している秦野市を対象に、実際にどの程度ヒートアイランド現象が発生しているかを明らかにするため、秦野市環境産業部環境保全課との共同調査

として秦野市内の気温分布の実態を調査し、都市スケールでのヒートアイランド発生状況を評価したので、その結果を報告する。

2 観測方法

2.1 調査対象地域及び調査方法

秦野市は図1に示すように神奈川県中央の西側に位置し、東西約13.6km、南北約12.8km、面積103.61km²で、北方には標高1,200~1,400mの丹沢山地があり、南方には標高200mほどの渋沢丘陵が東西に走っている。中央の秦野盆地は、東西6.5km、南北4kmの断層盆地で、西から南東に傾斜し、海拔80~350mあたりになだらかな広がりを見せて、県内で唯一の典型的な盆地を形成している地域である³⁾。この地域



図1 調査対象地域 (秦野市)

を調査対象地域として、対象地域にある小学校等の公共施設 12 か所を観測地点とし、原則として百葉箱内にデータロガー付きサーミスター式温度計（(株)テスト製 testo174 型）を設置し、平成 20 年 5 月 13 日から平成 21 年 1 月 31 日まで、毎正時 1 時間ごとの気温を観測した。観測地点間の平均距離は約 2km である。観測地点には、周辺環境条件からみてヒートアイランドが発生しないと考えられる地点を 1 地点含んでおり、ここを都市化が進んでいない郊外の観測地点（基準点）とし、他の観測地点との気温差を求めた。基準点とした観測地点は、北小学校（秦野市菩提）であり、標高 210m、秦野市のほぼ中央に位置し、森林と農地で囲まれ、周辺に大きな排熱減はない。観測地点の標高差は最大で 165m あり、測定値の高度による補正を行い解析した。

2. 2 解析対象及びヒートアイランドの判定方法

本調査は、秦野市内でヒートアイランドが形成・消滅する過程を解析し、市内のどの地域でヒートアイランドが発生しやすいかを明らかにすることを目的とした。そのため、基準点となる観測地点との気温差（これを「ヒートアイランド強度」とする。）及びその一日の推移からヒートアイランドの発生状況の確認を行い、ヒートアイランドが認められた場合には、その発生地域と広がり及びヒートアイランド強度を評価した。ヒートアイランドは、昼間と夜間でその構造が異なっており、昼間は都市と郊外の気温差が比較的小さいが、高温域が広範囲に及ぶ。そのため、本調査のように数kmから 10 数kmの都市のスケールの領域では、対象域全体がより広い範囲の高温域に含まれてしまい、市内の温度差をとらえきれないケースがある。これに対し、夜間は都市と郊外の気温差が昼間に比べて大きくなる、という特徴がある。さらに東京地域におけるヒートアイランドは、周辺部より 2℃程度気温が高い島状の領域が夜から明朝まで継続するという特徴があることが指摘⁴⁾されている。そこで、本調査ではヒートアイランドを「夜間を中心として都市部に局限される高温域」と狭義に解釈し、「夜間(18:00～翌 6:00。以下、同じ。)において隣接する複数の観測地点で基準点より 2.0℃以上高い気温が観測され、その高温

域が 2 時間以上継続して存在した場合」をヒートアイランドが発生したと判定した。

3 結果及び考察

3. 1 全観測期間中の気温分布

全観測期間において平均気温が低く推移した地点は、北小学校であった。10 月から 1 月の秋から冬季には、本観測地点より上小学校の平均気温が低くなる傾向がみられたが、ヒートアイランドの影響が大きくなる夏季は、本観測地点の平均気温が最も低かった。期間中の夜間において、気温 25℃以上を観測した延べ時間数の分布を図 2 に示した。図には、平成 9 年の土地利用メッシュ⁵⁾による 100m 単位の土地利用分布もあわせて表示した。市の南東部にいくほど延べ時間数が多くなり、東名高速道路が通る市内東部「大根地区」と秦野駅の北側の「本町地区」で 500 時間を超える領域がみられ、市内南西部では熱帯夜になる頻度が低くなる傾向がみられた。上記 2 地区は秦野市内でも市街化が進み、人口集中地区となっている（図 1 参照）。

3. 2 気温の日変化からみたヒートアイランドの発生状況

(1) ヒートアイランド発生日数

前述の判定条件によりヒートアイランドが発生した日数を月別に調べた結果を図 3 に示した。土地の起伏が大きな秦野市では、基準点の気温は他の地点より明らかに低く推移する日が

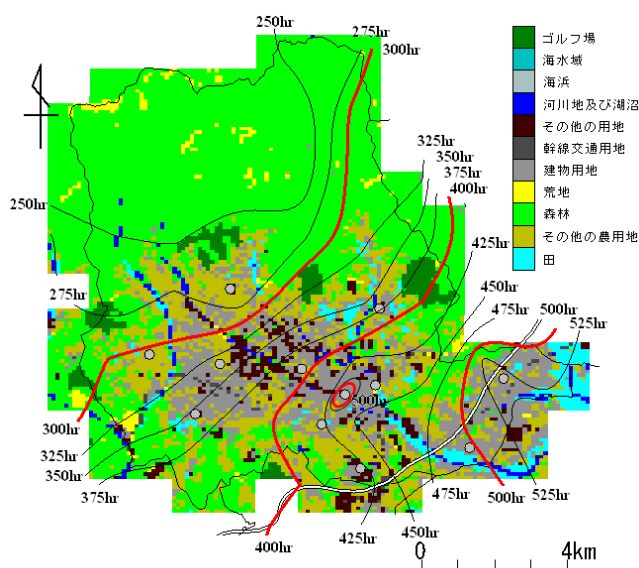


図 2 夜間気温 25℃以上延べ時間数

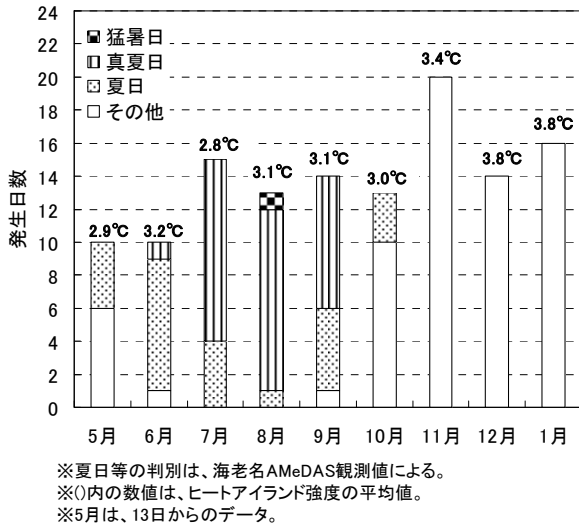


図3 ヒートアイランドの発生日数

多く、結果的に市内に気温差が生じやすい状況であった。調査期間中、計125日でヒートアイランドが形成された。7、8月は、ヒートアイランドが確認された日はすべて日中の最高気温が25℃以上であった。5～6月、9～10月は、最高気温が25℃を下回ってもヒートアイランドが発生する日が認められた。11月以降は、ヒートアイランドの発生が確認された日はいずれも最高気温が25℃を下回っていた。また、ヒートアイランド強度は、夏季より秋から冬季の方が大きくなる傾向がみられた。

(2) ヒートアイランド発生時の気温の推移

図3に示したヒートアイランド発生日における各観測地点の気温の推移を解析した。その結果、夕方から夜間にかけての基準点と他の観測地点の気温低下傾向の違いから夜間に高温域をもたらす日変化のパターンは大きく4種類に区分された。ヒートアイランド発生時の気温の推移は、昼間の大きい気温差が夜間に解消されず維持されるが、その状態が短時間で解消されるパターンⅠ、8、9月に多くみられ、大きい気温差が長時間続くパターンⅡと、基準点の気温の下降幅が夜間にやや大きくなったときに、基準点における気温の下降パターンと他の観測地点の下降パターンが一致しないために気温差が生じるパターンⅢと、夜間に温かい空気が流れ込むことで気温が上昇に転じ気温差が生じるパターンⅣの4つのパターンが存在する。この4パターンの気温推移において、時間帯別の気温低下速度を求めた結果を表1に示した。

パターンⅠの場合は、市街地の気温低下速度をみると、夕方は基準点よりやや遅く、19:00～0:00の速度は基準点の1.7倍の速度で低下する。しかし、昼間の気温差が大きいため、この時点での気温差の解消には至らないが、0:00以降も引き続き基準点より1.9倍の速度で低下するため、深夜には気温差が縮まる。パターンⅡの場合は、市街地の気温低下速度をみると、夕方及び19:00～0:00は基準点とほぼ差がない。0:00以降は基準点より低下速度がやや大きくなるものの、昼間の気温差を解消するまでには至らず、気温差が大きい状態が継続する。パターンⅢでは、夕方の気温の低下速度は市街地でやや大きくなるが、気温差が縮まるまでには至らない。19:00～0:00の市街地の低下速度は基準点より少し小さくなるため、昼間の気温差が維持される。0:00以降は基準点より低下速度が1.7倍大きいため、深夜には気温差が縮まる。パターンⅣでは気温低下速度の基準点と市街地の差としての傾向は、低下速度が他のパターンに比べ小さい特徴がみられ、ヒートアイランドの形成過程が異なる。パターンⅣ以外は昼間の気温差と夜間の気温低下速度の関係によって形成されるのに対し、パターンⅣは昼間の気温差がそれほど小さくなく、夜間の気温低下も順調に進むが、気温が上昇に転じた後の基準点との気温差と気温低下速度の関係によって形成される。

以上のことから、ヒートアイランドの形成過程のもっとも大きな違いは、昼間の気温差と19:00～0:00における気温低下速度との関係にあるといえる。

表1 気温低下速度

		気温低下速度(°C/時)		
		16:00～19:00	19:00～0:00	0:00～6:00
パターンⅠ	基準点	1.38	0.32	0.15
	市街地	1.26	0.57	0.29
パターンⅡ	基準点	0.96	0.44	0.18
	市街地	0.91	0.51	0.24
パターンⅢ	基準点	0.65	0.52	0.17
	市街地	0.74	0.45	0.29
パターンⅣ	基準点	0.63	0.26	0.20
	市街地	0.67	0.18	0.27

注)「基準点」は、No.2北小学校の値、「市街地」はNo.7本町小学校とNo.12鶴巻小学校の平均値

(3) 平均的なヒートアイランドの形成・消滅過程

基準点と各観測地点との気温差の時刻別平均値から、判定基準に基づく4つのパターンに関する平均的なヒートアイランドの形成、消滅過程を求め、等温線を図4に示した。図中の数値は、基準点との気温差を表している。また、図中網掛けで示した領域は基準点との気温差が2.0℃以上ある領域を表している。

パターンⅠ； 6:00～9:00頃まで、観測エリア東部を除いて、基準点との気温差は平均で1.0℃以下を推移する。10:00を過ぎると気温差が増加しはじめ、気温差が2.0℃を超える地点が観測エリア東部に現れる。16:00～17:00頃に気温差が少し縮まるが、18:00以降、気温の低下速度が鈍り、昼間の気温

差が残り、気温差が2.0℃を超える領域が広がり観測エリア南東部にヒートアイランドを形成する。21:00を過ぎた頃からヒートアイランドの領域は縮小を始め、その後解消される。

パターンⅡ； 6:00～17:00頃まで、基準点との気温差は観測エリア東部と西部では平均で2.0℃を超え、特に11:00～15:00は東部で気温差が平均で3.0℃近くで推移する。18:00を過ぎると徐々に気温差が縮まるが、観測エリア南東部では21:00頃まで気温差が維持され、気温差が2.0℃を超えヒートアイランドを形成する。22:00を過ぎた頃からヒートアイランドの領域は縮小を始めるが、観測エリア東部では翌朝までヒートアイランド現象が残る。

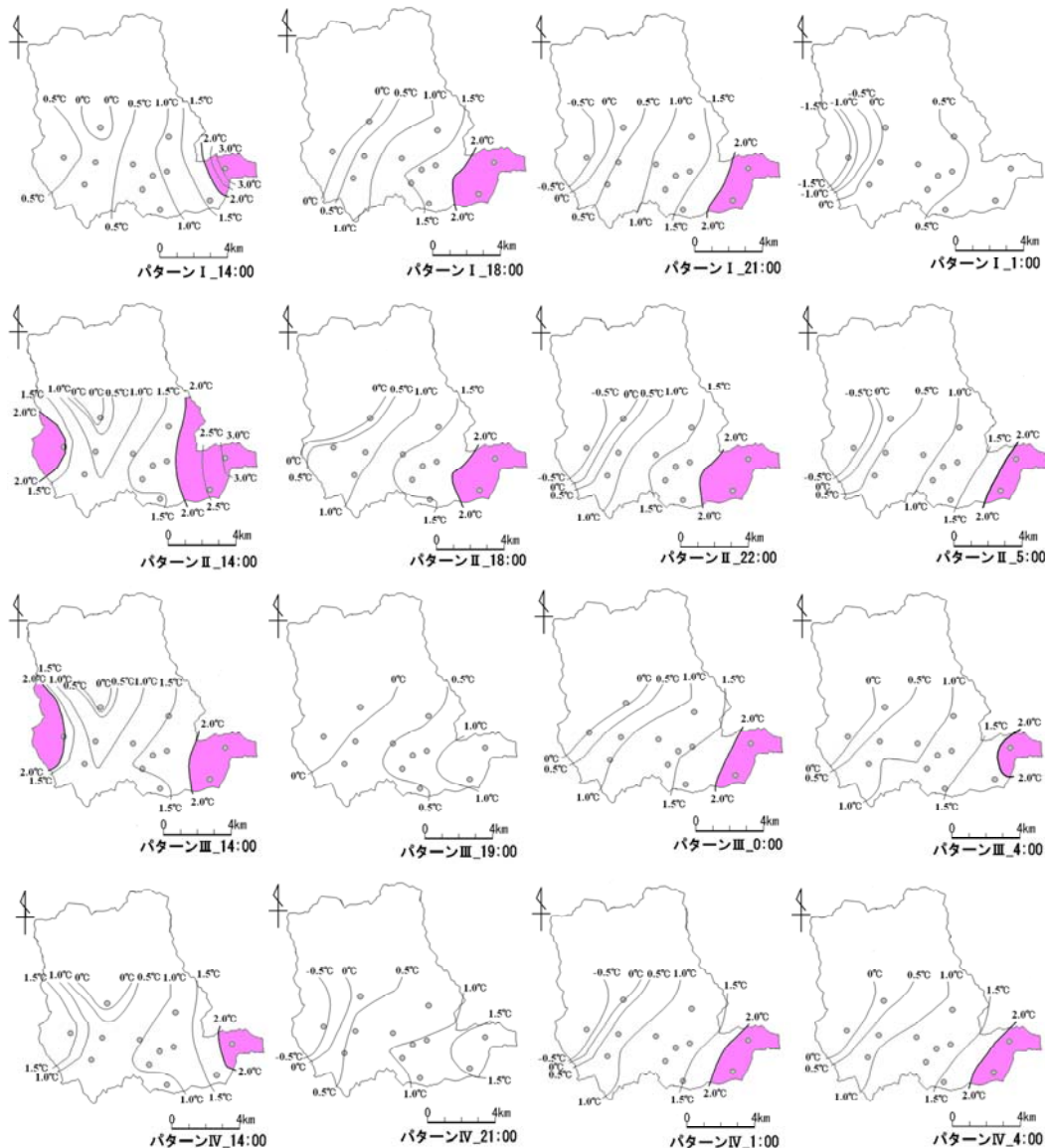


図4 平均的なヒートアイランドの形成・消滅過程

パターンⅢ ; 9:00～17:00頃まで、基準点との気温差は観測エリア東部と西部では平均で2.0℃を超えて推移する。観測エリア東部では19:00まで気温差が2.0℃を超える状態がみられるものの、概ね18:00過ぎから気温差が縮まり、21:00には気温差が小さくなる。1:00を過ぎる頃から気温の低下速度が鈍くなり、気温差が2.0℃を超える地点が観測エリア東部で現れ、ヒートアイランドを形成する。4:00を過ぎた頃からヒートアイランドの領域は縮小を始め、その後解消される。

パターンⅣ ; 6:00～17:00頃まで、基準点との気温差は東部では2.0℃以上で推移するが、概ね気温差は小さく推移する。夜間になっても18:00～23:00頃までは、東部を除き、昼間と変わらず気温差は平均1.0℃以下で推移する。1:00を過ぎると気温差が2.0℃を超える領域が観測エリア東部に現れ、ヒートアイランドを形成する。4:00を過ぎた頃からヒートアイランドは縮小を始め、5:00過ぎにはヒートアイランドは解消する。

3. 3 ヒートアイランド形成の要因

人工排熱は、業務ビル、住宅などの建物、自動車、鉄道などの交通、工場、処理場などの事業所など都市の諸施設から排出される熱とされる。秦野市の排熱分布をこれらの諸施設を排熱源と捉え、土地利用、交通網などの分布をみると、市内北部は、その大半が山地(山林)で占められ、主要交通網は市内南部において東西方向に発達し、市街化区域はその交通網に沿って広がっている。市街化区域、交通網ともに「大根地区」、「本町地区」に集中し、特に気温差が常に高めに推移する「大根地区」は、区域の中央を北東から南西に東名高速道路が通り、小田急小田原線の駅舎が2つ存在するという特徴を持つ。これらの特徴を現すように県の報告書¹⁾では、秦野市内の人工排熱の内訳は、建物起源40%、自動車起源52%、事業所起源8%と算出されている。秦野市の人工排熱分布を図5に示した。県の大気汚染常時監視測定局の秦野市役所測定局で観測した風向風速データをもとに観測期間中の風向風速の風配図を図6に示した。これをみると本調査の観測期間中は、南南西及び東風の頻度が多く、平均風速は1.2m/sec、CALM(風速0.4m/sec以下の風)率は

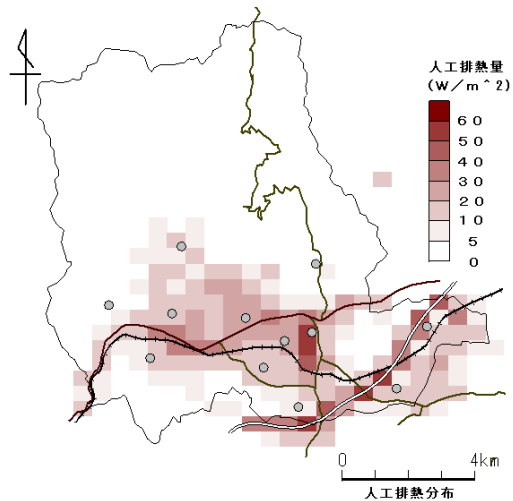


図5 秦野市の人工排熱分布

29.7%であった。秦野市は一年を通して風速の弱いところといえる。また、夜間における風向風速をみると、平均風速は1.0m/sec、CALM率は43.4%であり、CALM率が昼間に比べて増加する。このように秦野市は夜間になるとさらに風が弱くなる地域である。これらのことからヒートアイランドの中心地域である「大根地区」について、ヒートアイランドの発生機構を推定し、その発生要因を整理した。

大根地区 ; 市の最も東側に位置し、秦野盆地の外にあり、伊勢原市、平塚市と隣接する。市街地を取り囲むように弘法山などの樹林地や農地が広がるが、宅地化の進行や森林の荒廃に伴う緑の減少がみられる。当地区の中央を北東から南西に東名高速道路が通り、小田急小田原線の鶴巻温泉駅と東海大学前駅の2つの駅があり、駅周辺は商業地となっており、交通起源及び建物起

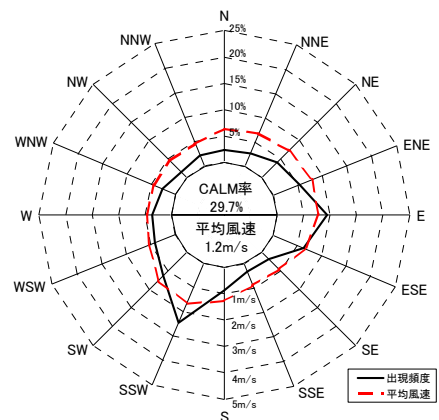


図6 観測期間中の風配図

源の排熱源が集中して存在している。当地区で発生する排熱により形成された高温気塊及び他より流入してきた高温気塊は、秦野市内が弱風域であるため、他へ移流しにくく、滞留しやすい状況にあると考えられる。さらに交通起源の排熱が時間に関係なく、1日中発せられているため、他の地区に比べて気温が高く維持されやすくなり、ヒートアイランドが発生すると考えられる。

4 まとめ

平成20年5月13日から平成21年1月31日まで、秦野市内の12か所の地点に温度計を設置して気温観測を行い、ヒートアイランドの発生状況を調査した。これをもとに、秦野市におけるヒートアイランド発生機構を推定した。その結果は、次のとおりである。

1) ヒートアイランドを「夜間を中心とする都市部に局限される高温域」と狭義に解釈すると、秦野市においては調査期間中に計125回のヒートアイランドが観測された。

2) 気温の日変化からヒートアイランドの形成過程をみると、4つのパターンに区分された。昼間の高い気温差が夜間に解消されず維持され、その状態が続く時間が短時間で解消されるパターンⅠ、8、9月に多くみられ、気温差が長時間継続するパターンⅡ。基準点の気温の下降幅が夜間にやや大きくなる日があるが、この下降の動きに他の観測地点の気温が同様な動きをしないために気温差が深夜に高くなるパターンⅢ。夜間に温かい空気が流れ込むことで気温が上昇に転じ気温差が生じるパターンⅣである。パターンⅣ以外は昼間の気温差と夜間の気温低下速度の関係によって形成されるのに対し、パターンⅣは昼間の気温差がそれほど小さくなく、夜間の気温低下も順調に進む中、気温が上昇に転じた後の基準点との気温差と気温低下速度の関係によって形成される。

3) ヒートアイランドの発生エリアは、観測期間中、そのほとんどが観測エリア東部の「大根地区」に集中した。この地域は、夜間気温25℃以上(熱帯夜相当)になる頻度が高い地域に該当しており、ヒートアイランドの中心地域である。

4) 観測エリア中央部と東部は、市街化が進み、交通網が発達しており、交通起源及び建物起源の排熱源が集中して存在している。特に東部の「大根地区」は、地区の中央を北東から南西に東名高

速道路が通り、小田急小田原線の鶴巻温泉駅と東海大学前駅の2つの駅があり、駅周辺は商業地となっており、交通起源及び建物起源の排熱が多いと推定される。このため、他の地区に比べて気温が高く維持されやすくなり、秦野市内が弱風域であることにより、熱が他へ移流しにくく、滞留しやすい状況にある。その結果、ヒートアイランドが発生する頻度が「大根地区」で高くなると推定される。

参考文献

- 1)神奈川県:平成16年度ヒートアイランド現象実態調査報告書(2005)
- 2)神奈川県:平成17年度ヒートアイランド現象調査報告書(2006)
- 3)秦野市, 秦野市緑の基本計画, 9(2008)
- 4)環境省, 平成12年度ヒートアイランド現象の実態解析と対策のあり方について報告書, 3-4(2001)
- 5)国土交通省:国土数値情報平成9年土地利用メッシュ(L03-09M)

プロジェクト研究 [平成19~21年度]

課題名:地球温暖化及びヒートアイランド対策のための技術支援に関する調査研究