

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 26 日現在

機関番号：32678

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2023

課題番号：19K04779

研究課題名（和文）東南アジア土着造園技術のもつ伝統的知識の再評価と地域緑化計画への適用性評価

研究課題名（英文）New Neighborhood Greenery Planning and Its Applicability Assessment with Re-evaluation of Traditional Knowledge of Vernacular Landscape in Southeast Asian City

研究代表者

斉藤 圭 (SAITO, KEI)

東京都市大学・都市生活学部・准教授

研究者番号：40805941

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：東南アジアにおいて涼を得るために経験的に伝わる造園手法に着目し、周辺冷却効果の定量的な再評価を通じた熱環境緩和手法の開発と、地域緑化計画への適用可能性の評価を目的とした。成果として(1)伝統的な造園技術についての文献調査、地理空間データの収集を通じてデータベース構築を行った。(2)現地調査を通じて、歴史エリアにおける植栽に関する代表的な樹種、サイズ、レイアウトなどその特徴を明らかにした。(3)新・旧市街地内の現況微気候環境の数値計算を通じて、建物サイズ・道路幅員・街路樹状況等による熱的快適性の特徴を面的に捉え、歴史景観都市にフィットする狭小バックレーンの緑化方策とその効果をまとめた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

夏季の体感気温が上昇している我が国においては、機械的なアクティブ型の都市冷却技術の導入が進められている。本研究は、蒸暑気候の東南アジア都市に伝統的に伝わるパッシブ型の造園手法に着目し、それらの冷却効果の定量的な再評価を行った。またそれらの歴史都市における景観との調和も考慮しながら、都市のもつ歴史・文化的なコンテキストに適用可能な地域緑化手法をまとめた。これら自然の持つ都市冷却効果の再評価を扱った研究は少なく、学術的な意義がある。これらの知見は、我が国における夏に涼しいまちづくりへの活用が期待でき、環境配慮型の低炭素社会の構築に寄与することが期待できるなど、社会的な意義も大きい。

研究成果の概要（英文）：The objective of this study was to develop a method for mitigating the thermal environment through a quantitative reevaluation of the ambient cooling effect and to evaluate its applicability to neighborhood greening plans, focusing on the landscaping design that have been empirically handed down in Southeast Asia to obtain cooler weather. The main results of the study are as follows: (1) A database of traditional landscaping techniques was developed through a literature review and collection of geospatial data. (2) Through field surveys, characteristics such as typical tree species, size, and layout of plantings in the heritage area were clarified. (3) Through numerical simulation of the current microclimate environment in the new and old towns, the thermal comfort characteristics of the buildings, road widths, and street tree conditions were estimated, and the greening measures and their effects for narrow back lanes that fit in the heritage town were summarized.

研究分野：都市環境デザイン

キーワード：地域緑化計画 歴史景観都市 土着造園技術 伝統的生態学的知識 都市熱環境

1. 研究開始当初の背景

1960年代以降の工業化によって著しい経済発展を遂げてきた東南アジア諸国では、都市部への人口流入に伴う市街地開発が急速に進められ、都市内の土地被覆はコンクリートやアスファルトなどの人工物に更新されてきた。これに伴い都市の緑被率は減少を続け、その結果、都市域内での地表面温度は上昇し、右肩上がりに増加する自動車や空調設備などからの人工排熱も相まって現在も都市の熱環境は悪化の一途をたどっている。日本国内においても、夏期の屋外暑熱対策は喫緊の課題であり、浸透性の舗装技術や人工ミスト装置によるスポット的な冷却技術など先端技術による都市冷却手法が開発されつつある。しかしながら発展途上の多くの東南アジア諸国への適用は困難であり、地域特有の気候や生活スタイルに適応した自然の持つ力を利用したパッシブ型の都市熱環境の改善方法が強く求められている。

ここで、マレー系、中華系、インド系の3民族が共存する多民族国家マレーシアでは、伝統的にそれぞれの民族に経験的に伝わる造園整備に関する知識があり、例えば家屋周辺における樹種の選定や組み合わせ、レイアウトなどを工夫しながら蒸暑気候下で涼を得るための在来知(Indigenous Knowledge)が存在してきた。樹木を配して住宅周辺に効率的に日影を作ると同時に風通しも考慮しながら、特定の民族が好む果樹や花を組み合わせるなど、その選定・レイアウトをみればどの民族が住んでいるのかも判別できる。近年の画一的な都市開発手法によってその地域固有の“らしさ”を失いつつある現代都市において、開発によって縮小・消失しつつあるかつての土着的な造園手法・技術に本研究では着目する。それらに備わっている周辺冷却効果はどの程度であるかについて定量的・科学的な再検証を行い、その土地固有の歴史や文化、民族の文脈に即した地域緑化計画への応用に繋げることはできないか、という点が本研究開始当初の背景である。

2. 研究の目的

図1に示すマレー半島北部ペラ州の州都であるイポー市は、街の西側の旧市街地にイポー駅をはじめ英国統治時代のコロニアル様式の建築物を数多く残す歴史景観都市である。同国を代表する観光都市のひとつであり国内外からの来街者数は年々増加しているが、その一方で、都市内部には樹木やオープンスペースなどの緑空間が乏しく、特に市街地の中心部では熱環境の悪化が進む。本研究では歴史都市イポーを対象とし、造園技術に関する伝統的生態学知識(TEK: Traditional Ecological Knowledge)の再評価を通じた熱環境緩和手法の開発と、域内の歩行を誘発するグリーンインフラ手法への適用可能性についての評価を目的とする。

蒸暑気候において涼を得るべく経験的に発展してきた現地生活空間の造園手法に着目し、実測や周辺熱環境の解析によって有効な樹種の選定・組み合わせやレイアウトを特定する。これらを歴史保全地区のグリーンインフラ設計に組み込み、熱環境改善効果を解析・評価する。

3. 研究の方法

手順1 海外文献調査および空間データ整備、対象地区の屋外環境評価

- (1) 文献調査・レビュー、文献収集
- (2) データ収集及び空間データベース構築
- (3) 微気候シミュレーションによる屋外物理環境の現状把握

手順2 造園・伝統的生態学知識に関するフィールド調査と歴史景観エリアにおけるグリーンインフラ(以下、GI)適用可能エリアの同定

- (1) 市街地・周辺居住地区(カンポン)における造園・伝統的生態学知識の事例収集と実測
- (2) 歴史景観エリアにおけるGI適用可能エリアの同定と類型化、現況微気候環境の把握

手順3 伝統的造園手法に基づくグリーンインフラモデルの開発と地域緑化計画への適用可能性の定量的検討

- (1) 伝統的造園手法に基づくグリーンインフラモデルの作成と熱環境緩和効果の定量把握
- (2) 知見の整理と今後への展開

4. 研究成果

(1) イポー市街地の現地フィールド調査と現況の把握

イポー市内の旧市街エリアは、前世紀初頭の植民地時代に建設された歴史的地区である。図2(a)に示すような保存状態の良いコロニアル様式のショップハウスが集積しており、これらのアセットにより国内外からの観光客や投資が期待できる。コロナ禍の以前と以後においては、街なかの歩行者活動が活性化されたエリアである。またショップハウスを含む古い街並みだけでなく、図2(b)に示すような魅力的な壁画アートも観光スポットのひとつとなっており、ヘリテージタウンとしての重要な要素の一部となっている。



図1 マレー半島とイポー市の位置関係



図2(a) イポー市街地中心部
図2(b) Mural painting (壁画)
<https://www.mitsubishi-motors.com.my/blogs/get-to-the-latest-instagramable-spots-in-ipoh-with-mitsubishi-outlander/>

(2) 検討対象エリアと環境シミュレーション設定

図3はイポー中心部の空間構成を示している。中央部を流れるキンタ川を境界とし、西側が旧市街、東側が新市街地として形成されている。本研究では特に図4に示す、西側の旧市街エリアを検討対象として着目する。中でも図3中に赤破線で示すエリアはショップハウスの集積エリアは、建物密度が高く、またアスファルトなどの人工被覆に覆われており、街路樹は散見される程度である。一日の中でも特に暑さがピークとなる時間帯においては城内歩行者に大きな熱的不快感が生じるエリアである。

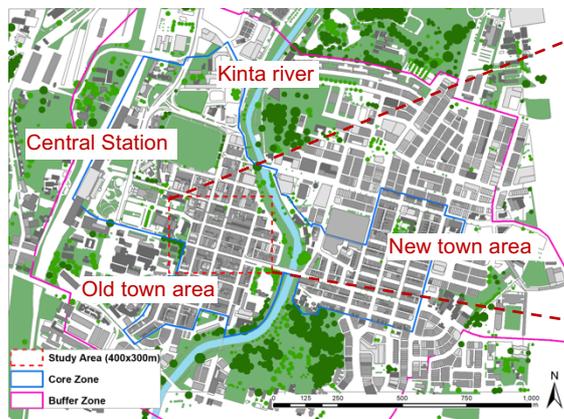


図3 イポー中心部の空間構成

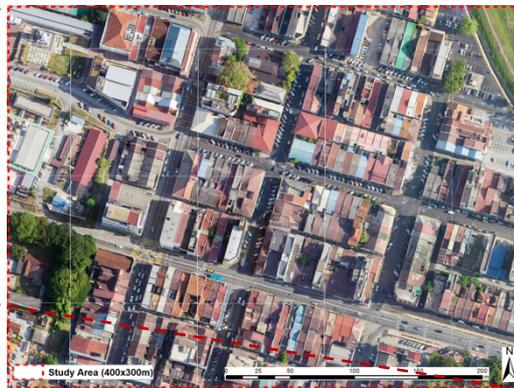


図4 旧市街地・ショップハウス集積エリア

本研究では現地調査等で得られた空間データをGISに格納し、それをベースとしながら微気候環境の数値シミュレーションを実施する。シミュレーション前後のデータの流れや扱うツールについては図5に示すとおりである。また数値計算の初期設定値については図6に示す通りである。

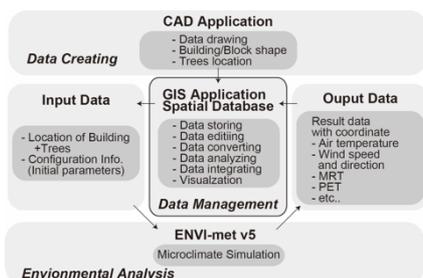


図5 空間データ処理関連のI/Oと利用ツール

- The size of target area: 400 x 300 (m)
- The size of grid setting: 2 x 2 x 3 (m)
- The number of grid: 200 x 150 x 25 (x, y, z)
- Initial Parameter for Microclimate Simulation

Date	21 June 2018*
Duration	24 hours (6pm 20 June – 6pm 21 June)
Wind Velocity	1.7 m/s** at 10 m above from the ground
Wind Direction	45 degree** (from North-East)
Temperature	301.3 K** (28.1 C)
Relative Humidity	80.5 %**

図6 数値計算に必要な初期設定

*The Day of Summer Solstice in 2018
**Hourly Prevailing Wind and Direction in 2018
***Monthly Mean Values in June 2018

(3) イポー市街地の現地フィールド調査と現況の把握

旧市街地エリアを対象として微気候シミュレーションによって算出された各種の現況環境(外気温・風速・表面温度, MRT, PET) に関する結果を図7に示す。

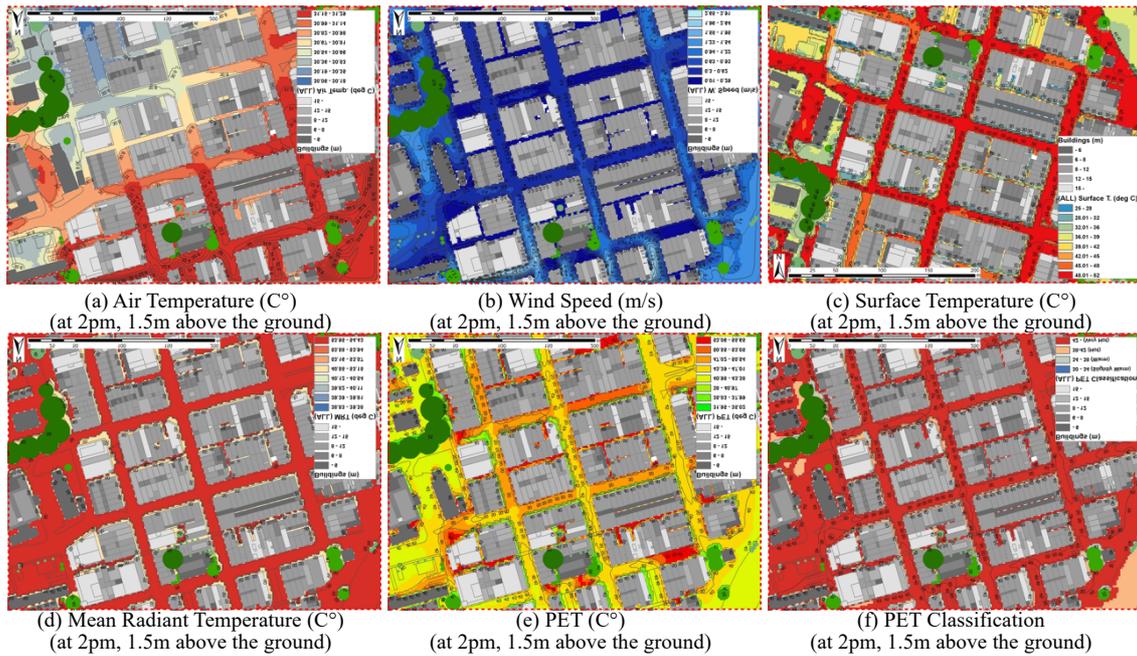


図7 現況環境シミュレーション結果

これらより以下のことが読み取れる。

- 図7(a) 気温分布 (C°): 道路幅や方位によってばらつきが見られるがエリア内のほとんどで30C°以上の分布となっている
- 図7(b) 風速分布 (m/s): エリア内のほとんどで1.0m/s以下の低い風速となっている
- 図7(c) 表面温度分布 (C°): 街路樹の樹冠下など、直射日光の当たらない場所などでは低いところが散見されるが、エリア内のほとんどで50C°近い高い表面温度となっている
- 図7(d) MRT分布 (C°): 街路樹の樹冠下や周辺建物によって影になっている場所を除いて、ほとんどの場所が50C°以上の高温分布となっている
- 図7(e) PET分布: ほとんどのエリアにおいて高温分布となっている。特にブロックの間となる、建物と建物間の細街路において高い値が見られる
- 図7(f) PET分類について: 基本的にほとんどのエリアが「Very Hot/非常に暑い」のカテゴリーに属している。MRT/表面温度が低い場所は「Hot/高温」に分類されている。樹冠下は「Warm/暖かい」カテゴリーとなっている

(4) イポー旧市街地のコンテキストにフィットした地域緑化手法の検討

検討対象地域の屋外熱環境についてさらに詳細調査するため、図8中に赤破線で示す、建物間のバックレーンを含む1ブロック (50m×50m) を詳細検討エリアの対象とした。イポー旧市街地には図9および図10に示すような、歴史的背景や壁画を含み、魅力的なバックレーンと呼ばれる狭小街路が多く存在する。これらの路地はエリア内の新しい歩行・観光スポットとして現在再整備が進んでいる。壁面緑化を含むイポー市街地の従来型のコンテキストともフィットしており、今後歩行者により積極的に利用される可能性が高い。



図8 詳細検討エリアの設定 (50m四方)



図9 ストリートスケープ (街のアセット)



図10 典型的なバックレーンの現況例

詳細検討エリア内でのバックレーンについて、幅員と高さ等のジオメトリを考慮した街路樹(図11)と歩行行動にフィットした地盤面の浸透性緑化手法(図12,13)をパラメータとした緑化シナリオを作成し、それぞれの効果について定量的に検討した。



図11 バックレーン中央の街路樹



図12 浸透性グラスクリート

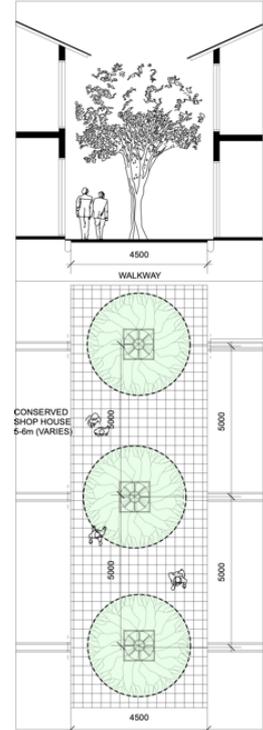


図13 街路中央部の断面および平面図

バックレーン緑化シナリオの検討

- シナリオ1 (S1):
(A) 現況 (街路樹なし, 地表面緑化なし)
- シナリオ2 (S2):
(A) + 街路樹設置
- シナリオ3 (S3):
(A) + 地表面緑化設置
- シナリオ4 (S4):
(A) + 街路樹 + 地表面緑化設置

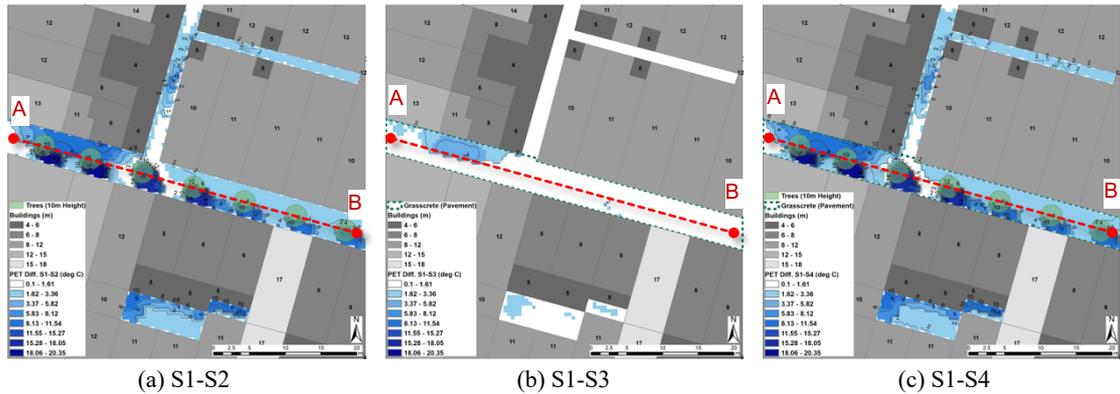


図14 PET分布の差分

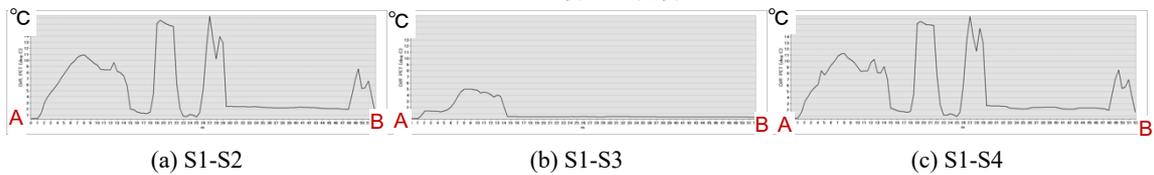


図15 街路上プロファイルの結果 (A-B)

図14および図15に示す、各シナリオ間の比較を通じた結果より以下が明らかとなった

- S1-S2、S1-S4: 樹冠下で20°C近く下がり、低い値の分布パターンが連続的に繋がっている
- S1-S3 (透水性舗装のみ): バックレーン上の一部でわずかな変化(3°C以下)が見られる

(5) 本研究のまとめ

イポー市街地における現状について、調査地域の大部分はPET指数(°C)で評価した「非常に暑い」カテゴリーに属していることが明らかとなった。これらは暑さのピークとなる時間帯におけるハードサーフェス路面への強い日射が原因である。また建物間のD/Hの比較的大きな細街路(バックレーン/裏通り)における樹木による域内緑化は、旧市街地における現在の温熱環境条件の緩和・改善に強い効果を発揮することが明らかとなった。また、狭い路地に透水性舗装を施しても、周囲の温熱環境の変化に対する効果はそれほど大きくない。これらより、魅力的な裏通りの街路樹による緑化は、イポー市街地の歴史的な街並みを壊すことなく、都市の熱環境を緩和する有効な手段の一つとして期待される。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Teoh Mei-Yee, Shinozaki Michihiko, Saito Kei, Said Ismail	4. 巻 21
2. 論文標題 Developing climate-led landscapes and greenery in urban design: a case study at Ipoh, Malaysia	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Asian Architecture and Building Engineering	6. 最初と最後の頁 1640 ~ 1656
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1080/13467581.2021.1942881	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 3件）

1. 発表者名 Kei Saito, Mei-Yee Teoh, and Michihiko Shinozaki
2. 発表標題 A Study on Alleys Design Methods Within High-Density Block as Urban Ventilation Corridors in the Context of Heritage Town in South-East Asia
3. 学会等名 17th Asian Planning School Association Congress（国際学会）
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Kei Saito, Teoh Mei Yee and Michihiko Shinozaki
2. 発表標題 Developing Streetscape-Conscious Greenery and Its Improvement Effects on Urban Thermal Environment in the Context of Heritage Town in South-East Asia
3. 学会等名 The 16th International Congress of Asian Planning Schools Association (APSA)（国際学会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Mei Yee Teoh, Michihiko Shinozaki, Kei Saito and Ismail Said
2. 発表標題 Outdoor Thermal Assessment in Urban Design Perspective for Ipoh City Center, Malaysia
3. 学会等名 11th Windsor Conference 2020（国際学会）
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Mei-Yee Teoh, Michihiko Shinozaki, Kei Saito and Ismail Said	4. 発行年 2022年
2. 出版社 Routledge	5. 総ページ数 654
3. 書名 Routledge Handbook of Resilient Thermal Comfort (Part IV, No.16)	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	篠崎 道彦 (SHINOZAKI MICHIIHIKO) (60241014)	芝浦工業大学・建築学部・教授 (32619)	

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	テオ メイイー (TEOH MEI YEE)	マレーシア工科大学	
研究協力者	サイッド イスマイル (SAID ISMAIL)	マレーシア工科大学	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------

マレーシア	University Technology Malaysia			
-------	-----------------------------------	--	--	--