

令和5年度(2023年12月22日)

気候変動適応の研究会シンポジウム・分科会

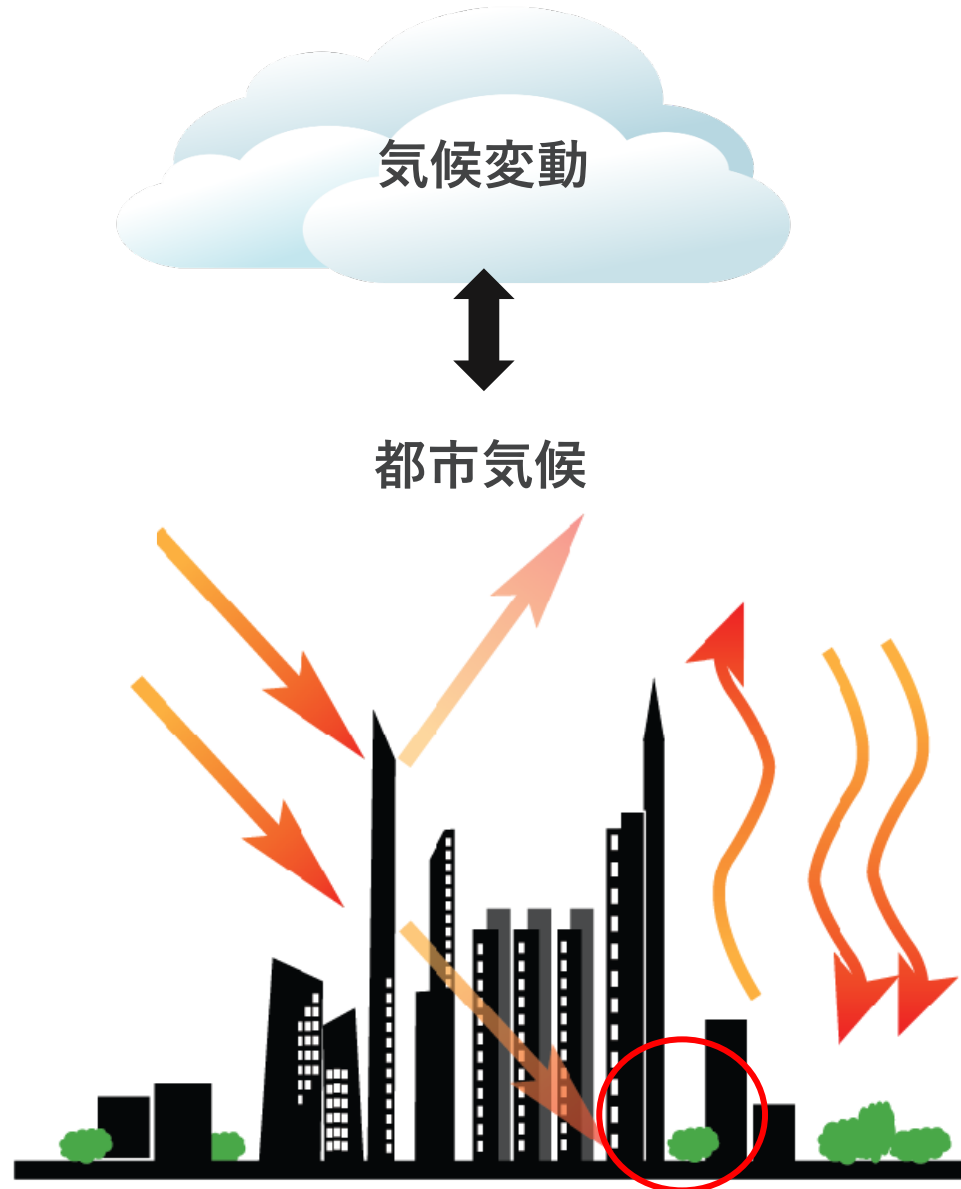
歩行者の暑熱環境緩和のための街路デザイン

Street design for improving thermal environment of pedestrian

(国研) 産業技術総合研究所 環境創生研究部門
研究員 Chaeyeon Park

主な共同研究者 :

Dongkun Lee (Seoul National Uni.), Krayenhoff Scott (Uni. Guelph), James Thorne (UC Davis)

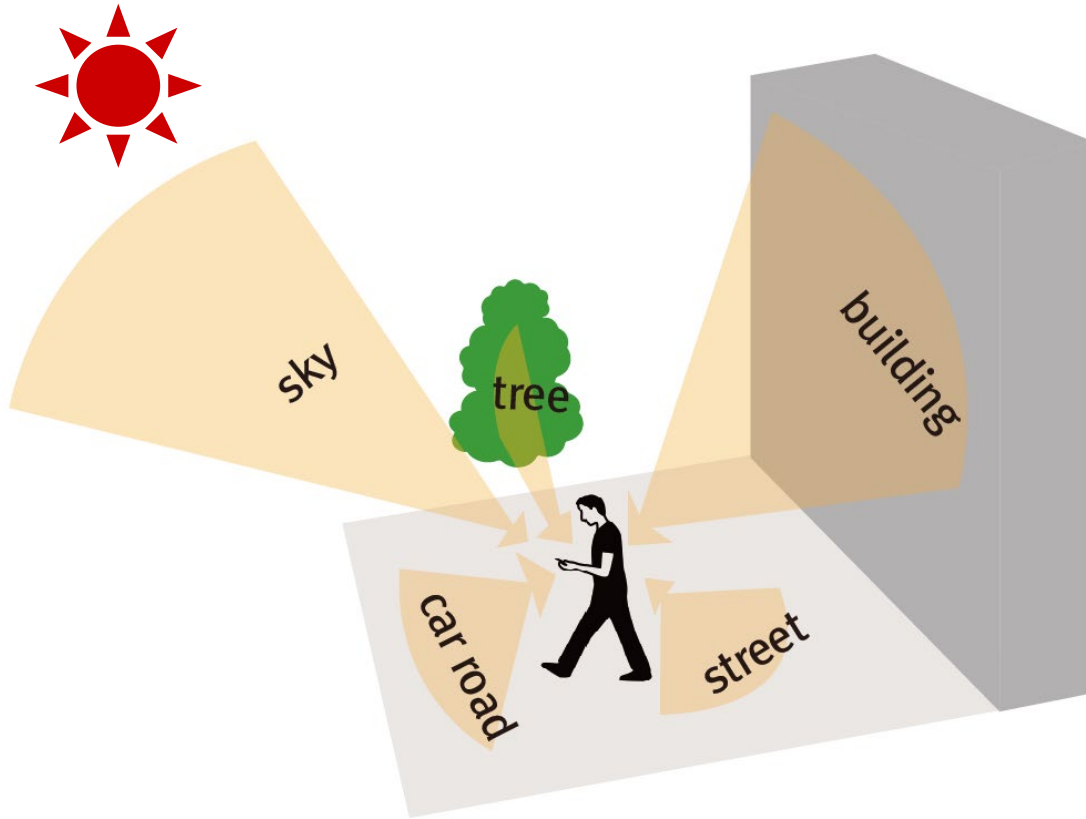


都市温暖化 (Urban heat island)

- 都市建物間の熱反射、熱閉じ込め (trapping effect)
- 土地被覆の変化: 自然被覆による温度低減効果消失 (green, water)
- 人、車、建物からの人工排熱

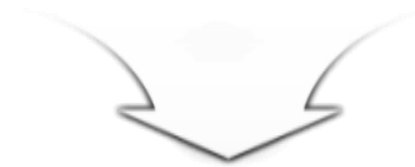
問題

- 人口の30%が命に関わる暑さに曝されている
- ヒートアイランド + 熱波 (heat wave, 気候変動)
- 自然被覆の減少により、様々な環境問題が発生 (ecosystem service)



歩行者の暑熱環境

日射、都市の建物などの影響を常に受ける
(sunlight, building ...)



自然環境を回復させる計画を通じて歩行者
の暑熱環境を改善したい
(environmental-friendly street design)

1. 歩行者の暑熱環境の**モデリング** (Park et al. 2018)
2. モデリングを活用した**単一の適応戦略の効果**を評価 (Park et al. 2019)
3. モデリングを活用した**複数の適応戦略の効果**を評価 (Park et al. 2020)
4. **都市計画への適用** (プロジェクト)

モデリング結果を検証するための測定

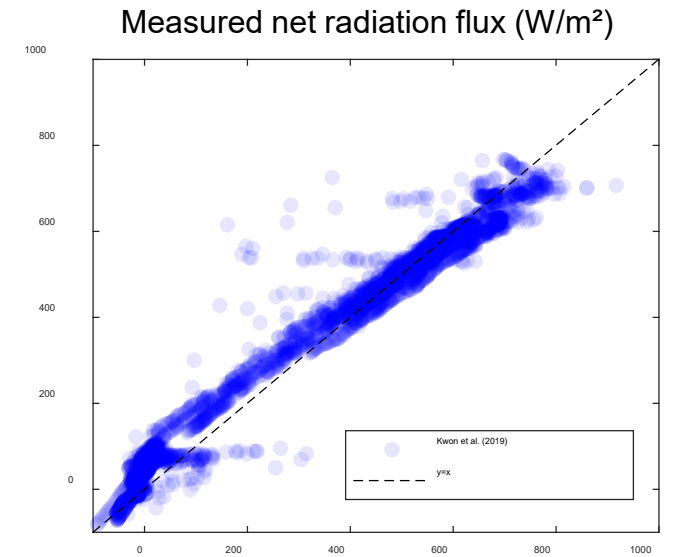
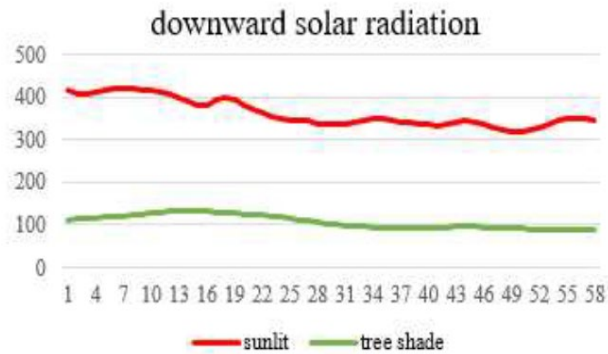
都市空間の様々な要因（建物の壁、床材質、影の有無、並木の有無など）により歩行者の熱環境が変わるため、それぞれの場所で、モデリング結果を検証するための観測データを取得



sunlit



Tree shade

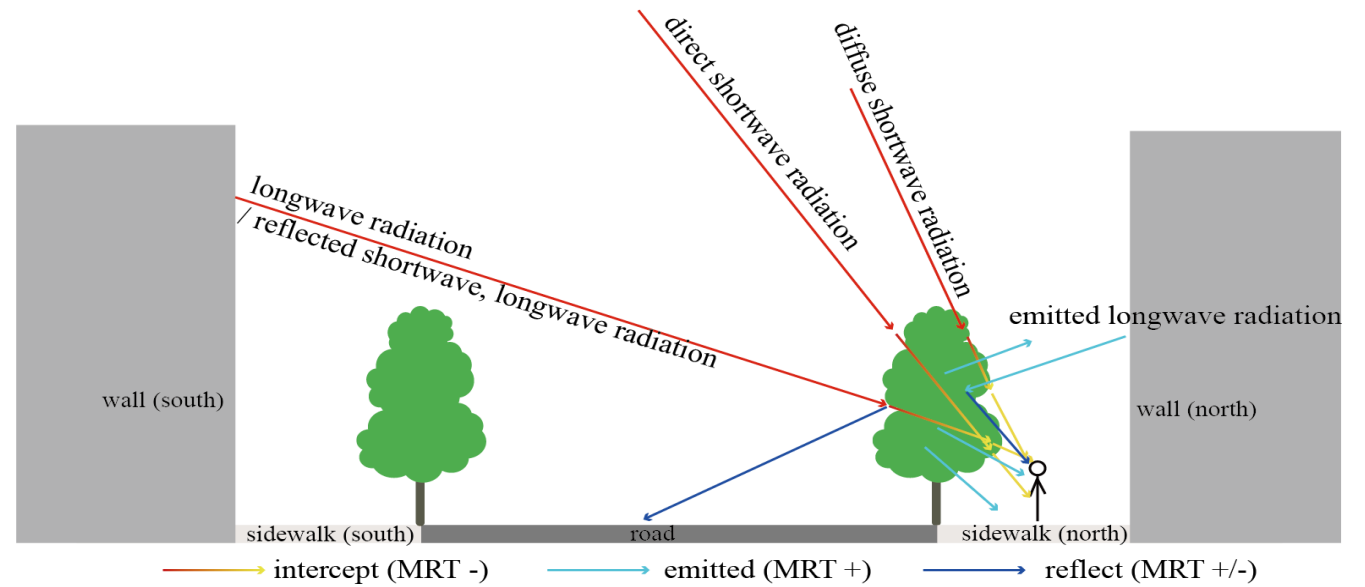
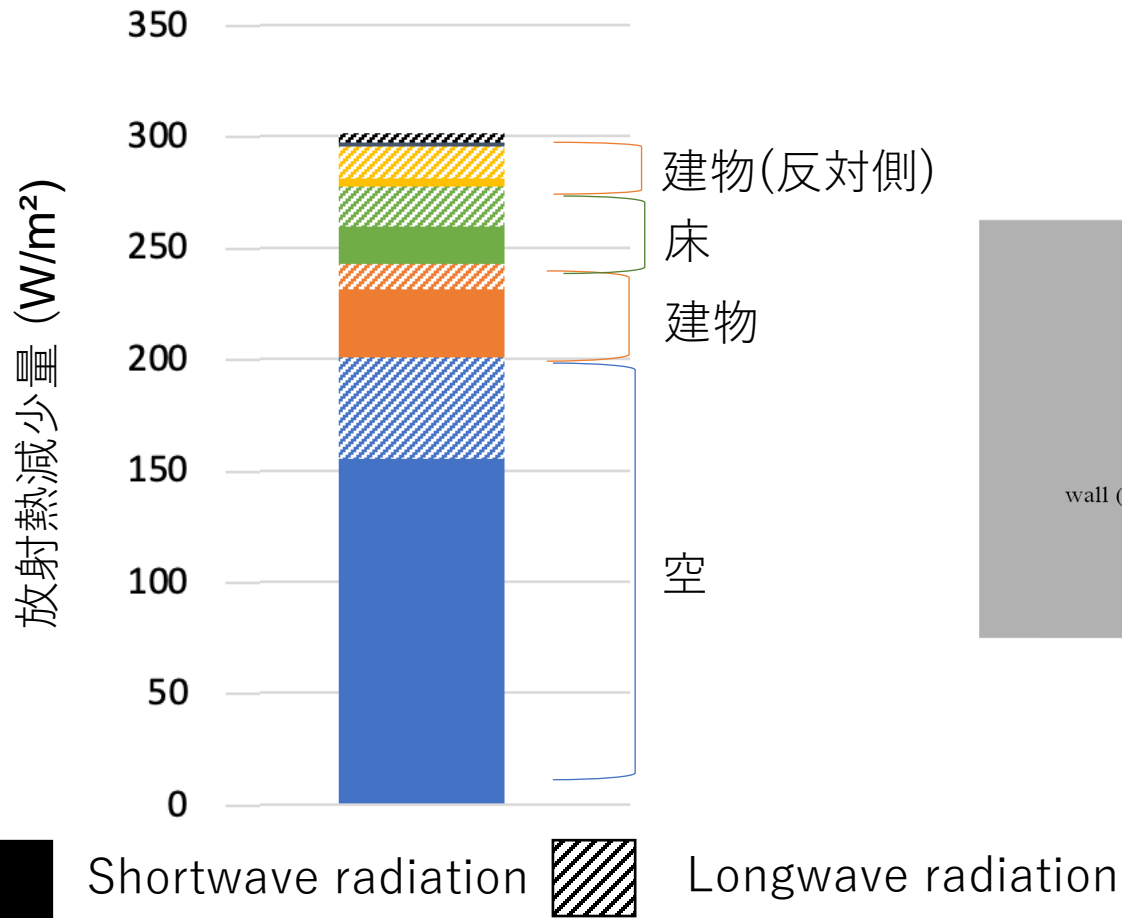


Radiation flux measurement using CNR4 (Kipp & Zonen)

モデリング

モデリング結果

街路樹は、天空（青）や建物（オレンジ）からの放射の歩行者への悪影響を防ぐことができる

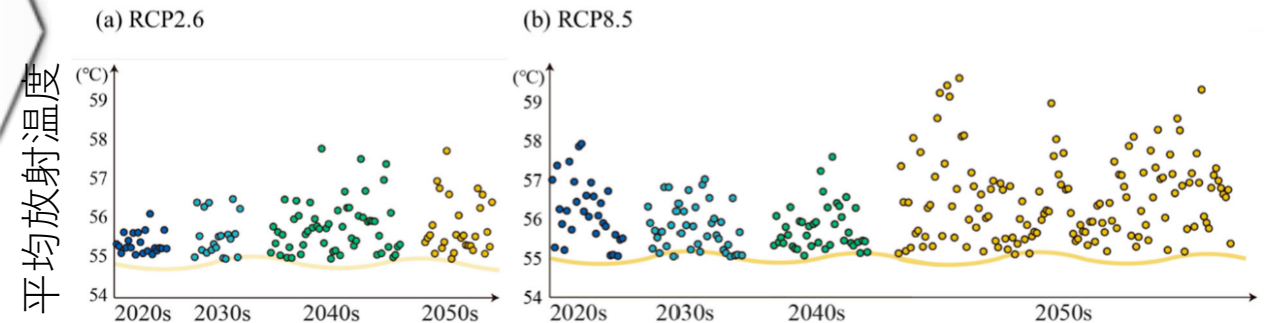


単一の適応戦略の効果の評価

グリーンインフラを含む単一の適応対策は(street design)、将来の猛暑発生時にも効果的か？



Mitigation Scenario	Health Criterion	2020s	2030s	2040s	2050s
RCP2.6	EHD (days/10 years)	22	20	57	29
	AMRT (°C)	55.40	55.60	55.81	55.83
RCP8.5	EHD (days/10 years)	30	41	41	138
	AMRT (°C)	56.18	55.76	55.74	56.47



現状と将来：

極端高温による歩行者の熱環境が一定水準を超過する日数：RCP2.6では29日、RCP8.5では138日に増加（2050年）

=EHD (extreme heat days; 平均放射温度 over 55)

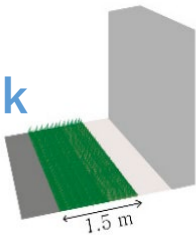
単一の適応戦略の効果の評価

グリーンインフラを含む単一の適応対策は(street design)、将来の猛暑発生時にも効果的か？

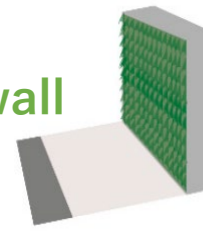
SW (sidewalk change)



SG (sidewalk greening)



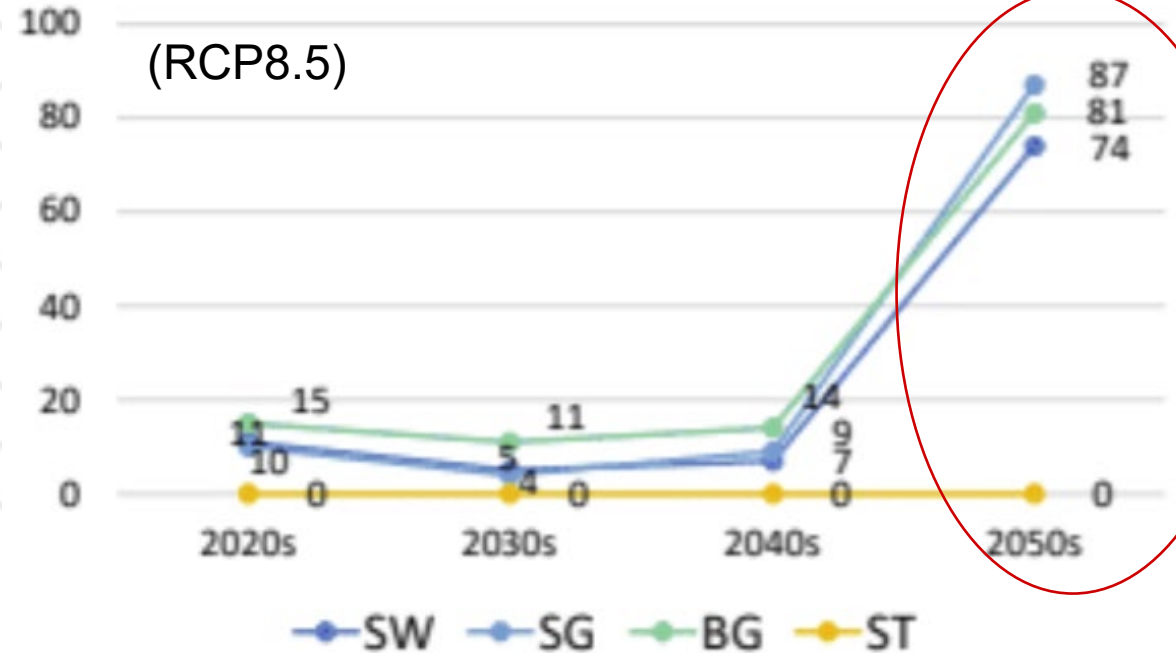
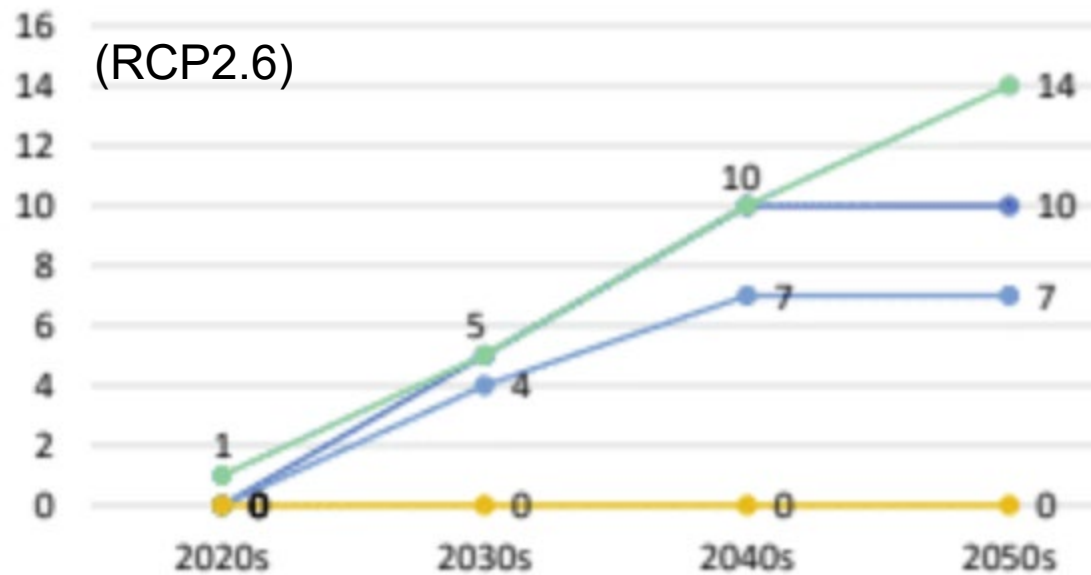
BG (building wall greening)



ST (street tree)

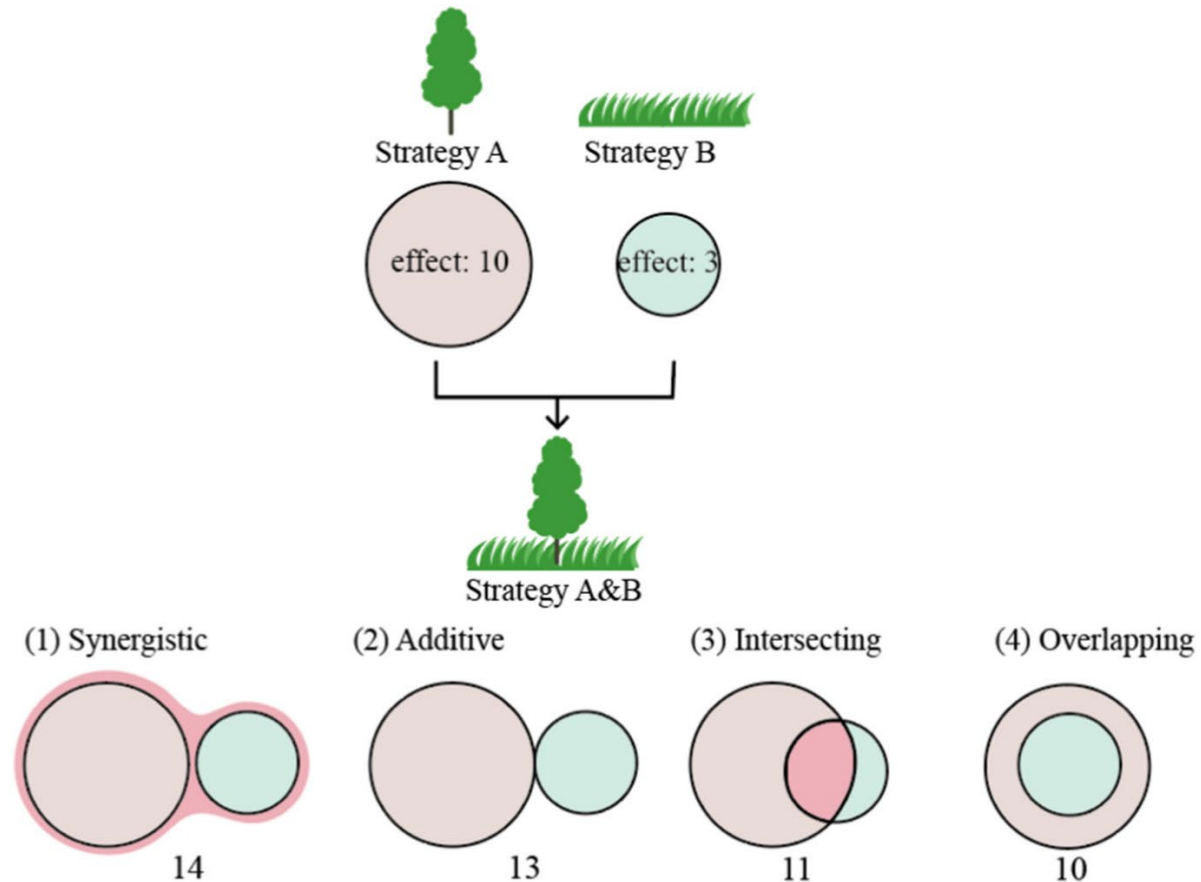


EHD (extreme heat days;
平均放射温度 over 55)



複数の適応戦略の効果の評価

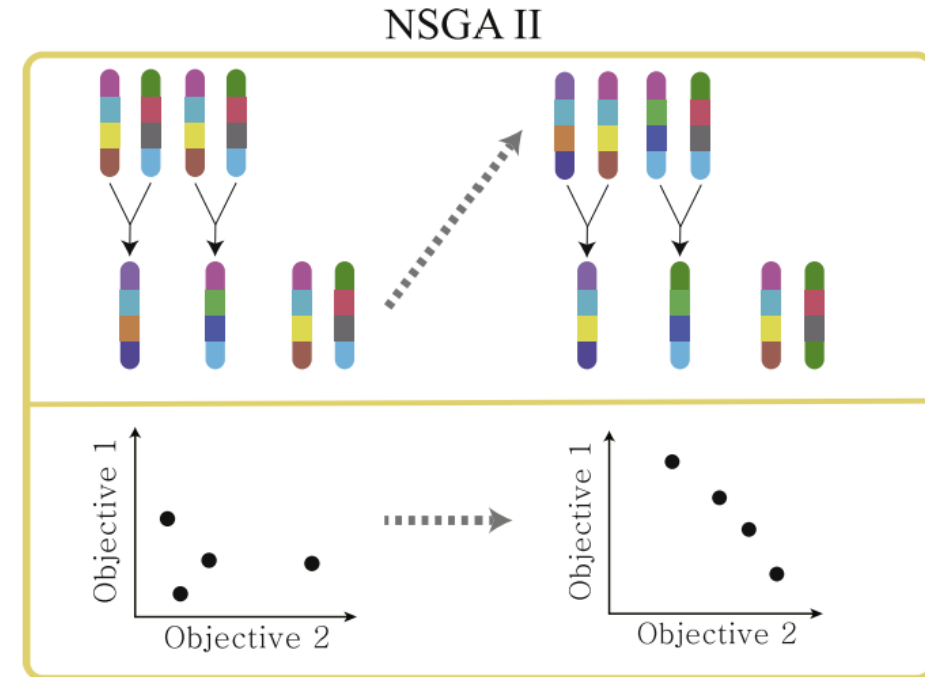
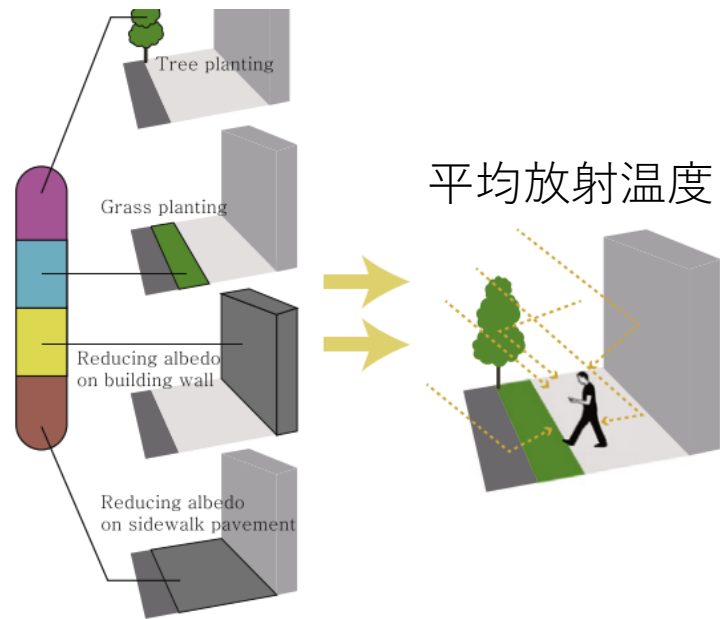
複数の適応戦略を考え、費用対効果の高い最適な組み合わせを探る



複数の適応戦略の効果の評価

複数の適応戦略を考え、費用対効果の高い最適な組み合わせを探る

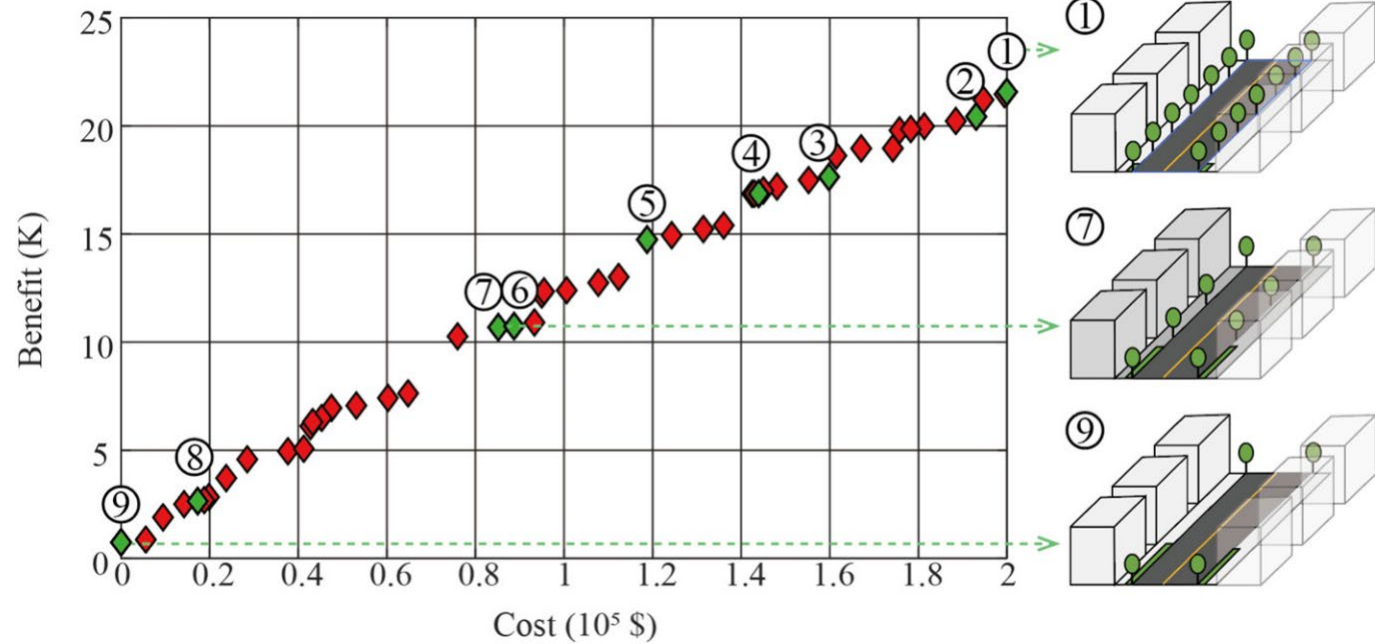
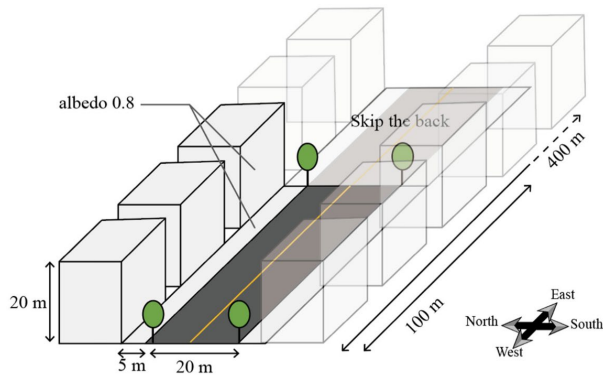
マルチ適応戦略
(組み合わせ street design)



効果的な適応策提案に向けて、最適な適応策の組み合わせを見つけるために、最適化手法 (遺伝的アルゴリズム[genetic algorithm]、計画を作成するための便利なツール) を使用

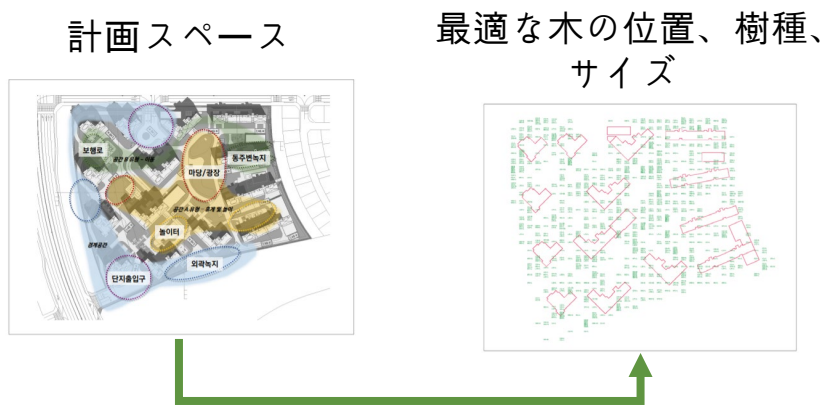
複数の適応戦略の効果の評価

複数の適応戦略を考え、費用対効果の高い最適な組み合わせを探る

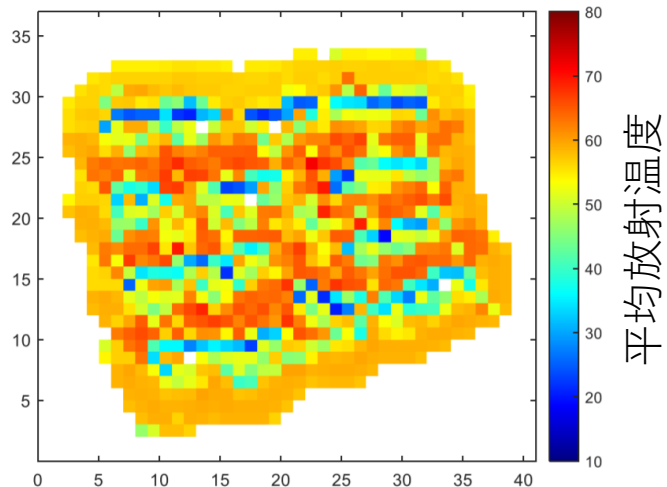


費用対効果が最も高い対策の組み合わせを確認：
 1（少ない金額、少ない効果）～9（高い金額、高い効果）

都市計画への適用



平均放射温度



既存の設計案

改善された設計案

適応戦略を開発する際には、「歩行者の暑熱環境」を考慮することが重要

1. 都市空間の様々な要素（建物の壁、街路水、床の材質など）によって歩行者の熱環境が変化する
2. 街路樹(urban tree)を導入すると、歩行者の熱環境が改善することを定量的に評価
3. しかし、現実的に適応対策を策定する際には、街路樹だけという単一の対策だけでなく、道路面の緑化等も含めた複数の対策を組み合わせた効果を評価し、判断した方がよい

- Park, C. Y., Lee, D. K., Krayenhoff, E. S., Heo, H. K., Ahn, S., Asawa, T., ... & Kim, H. G. (2018). A multilayer mean radiant temperature model for pedestrians in a street canyon with trees. *Building and Environment, 141*, 298-309.
- Park, C. Y., Lee, D. K., Krayenhoff, E. S., Heo, H. K., Hyun, J. H., Oh, K., & Park, T. Y. (2019). Variations in pedestrian mean radiant temperature based on the spacing and size of street trees. *Sustainable cities and society, 48*, 101521.
- Park, C. Y., Lee, D. K., & Hyun, J. H. (2019). The effects of extreme heat adaptation strategies under different climate change mitigation scenarios in Seoul, Korea. *Sustainability, 11*(14), 3801.
- Park, C. Y., Yoon, E. J., Lee, D. K., & Thorne, J. H. (2020). Integrating four radiant heat load mitigation strategies is an efficient intervention to improve human health in urban environments. *Science of The Total Environment, 698*, 134259.