

数理最適化モデリングに基づく 建築・都市計画へのアプローチ

本間裕大 研究室

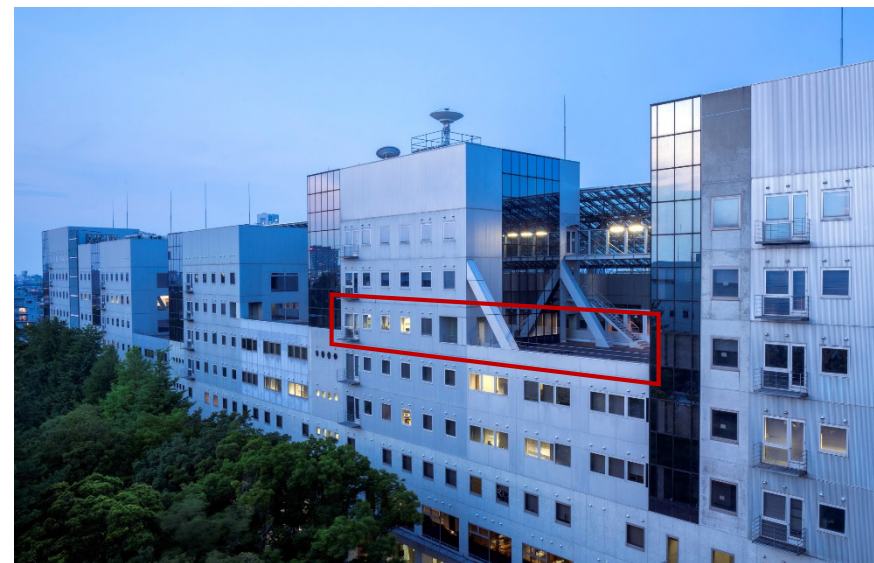
東京大学 生産技術研究所（工学系研究科・建築学専攻）

大学院入試

2023年研究室紹介スライド

研究室メンバー

准教授	本間 裕大（ほんま ゆうだい）
特任助教	2名
事務補佐員	1名
学振PD	1名
学生	8名（博士課程2名，修士課程6名）



所在地および連携研究室

駒場リサーチキャンパス 生産技術研究所（駒場リサーチキャンパス，Cw601）

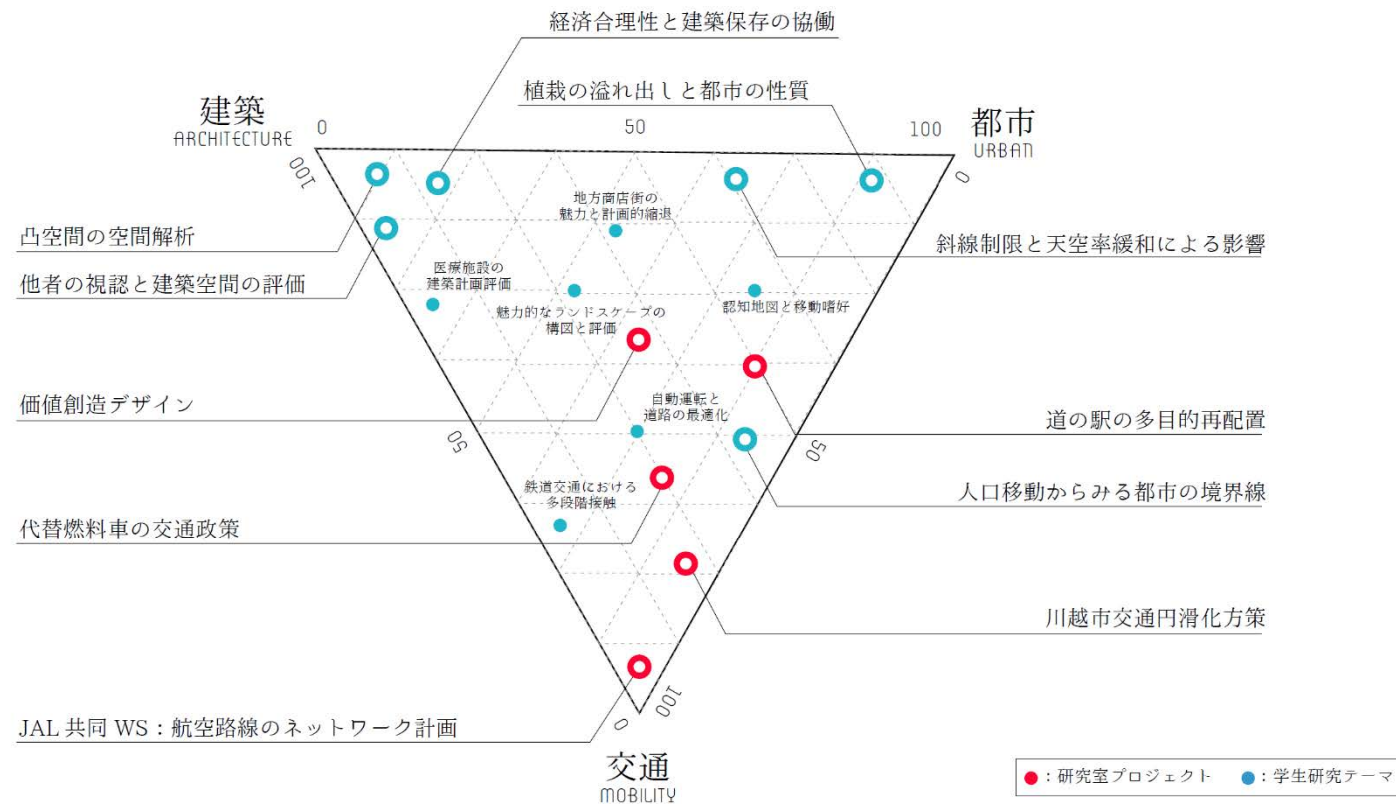
研究・教育に関する定常的な研究室運営は，同じ建築学専攻の
今井 公太郎研究室（Cw701）および

本間 健太郎研究室（柏IIキャンパス）と連携して行っています

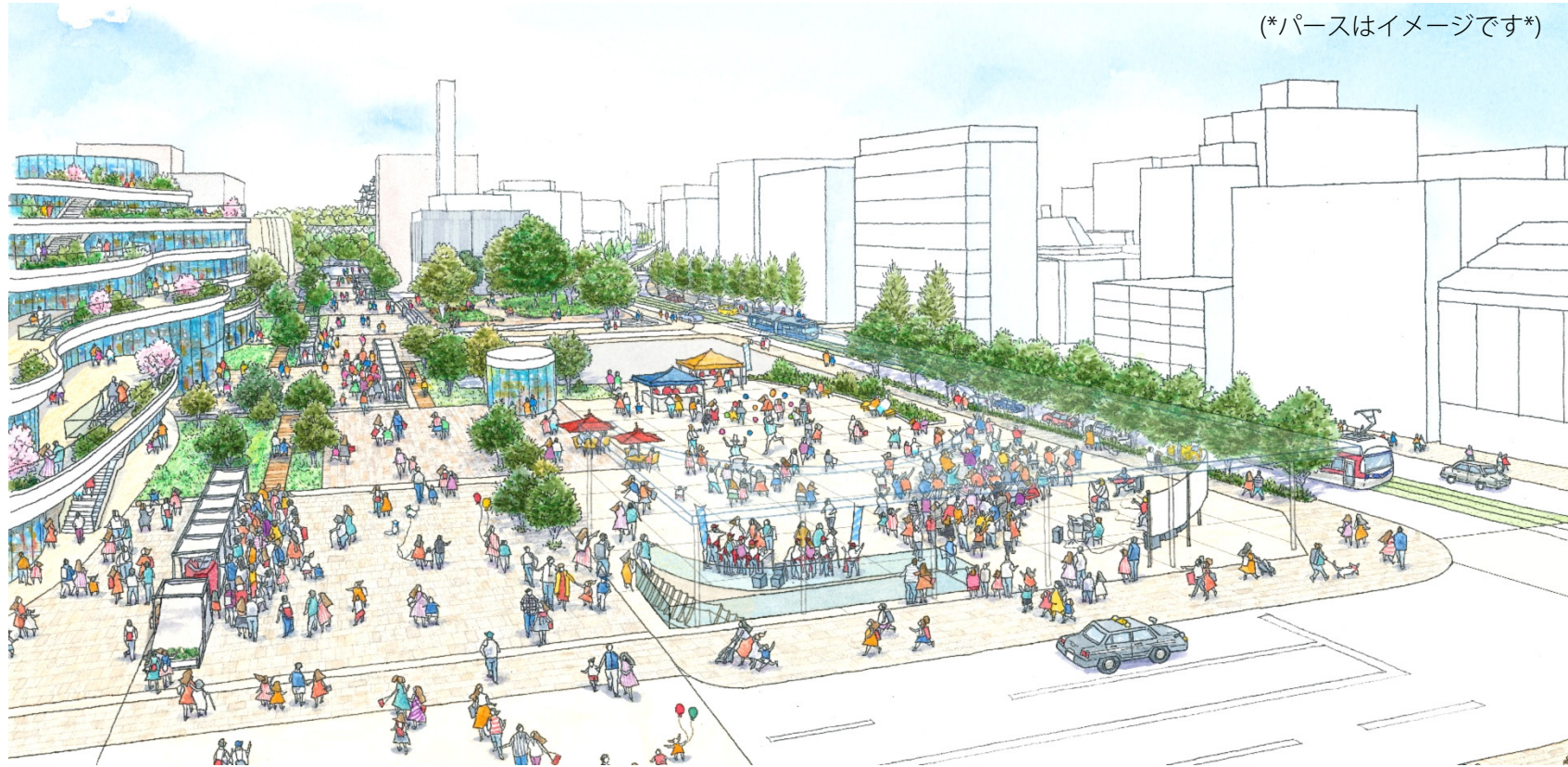
建築・交通・都市

×

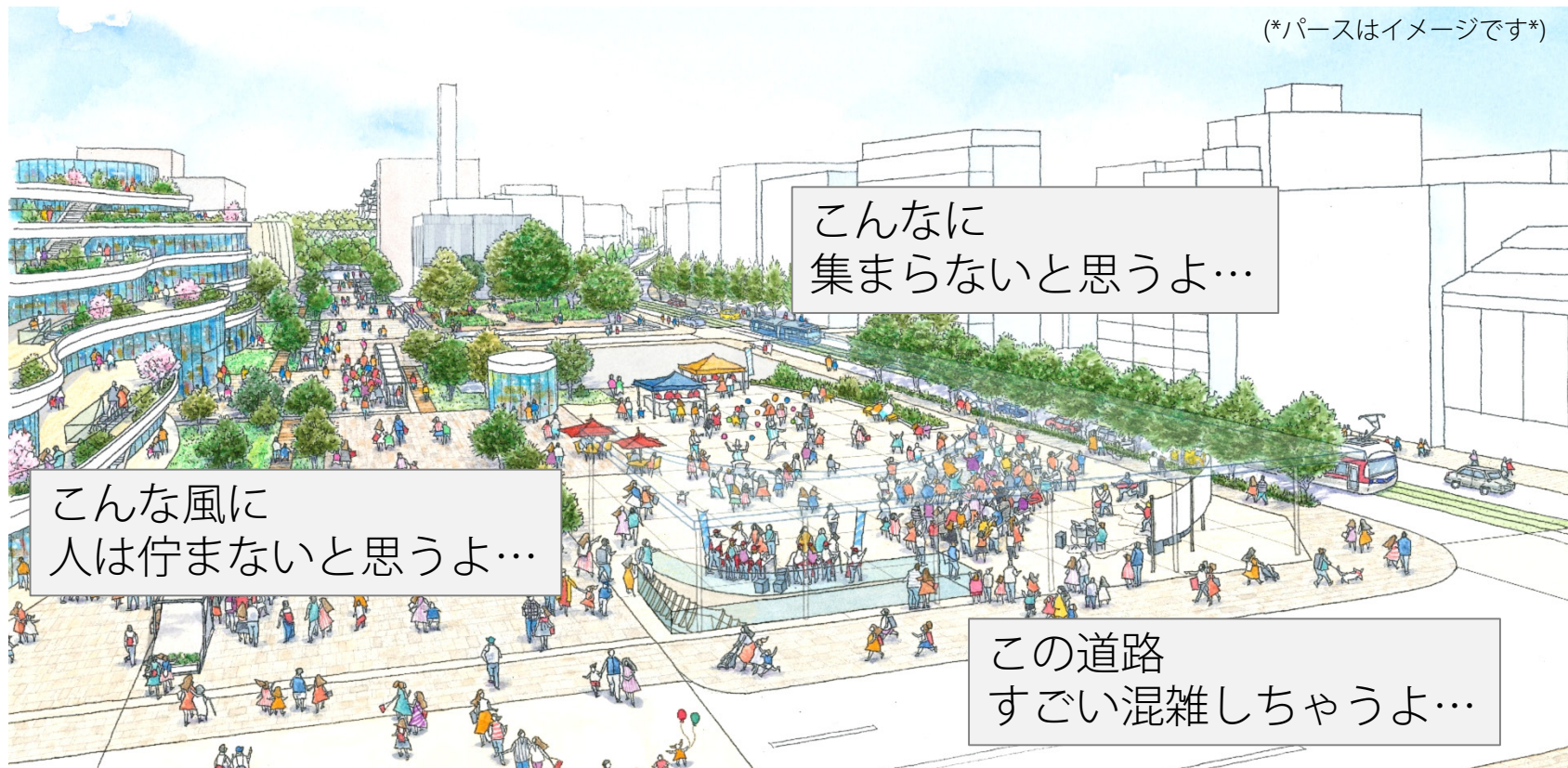
数理最適化モデリング



設計課題でこんな経験をしたことは…



設計課題でこんな経験をしたことは…



人の意思決定と
その結果としての行動には
「数学的なルール」がある



計画の結果は「数式で予測」できる
「数学的に最適な」計画も提示できる

※いまの数学スキルは問いません

「道の駅」の多目的最適配置



Institute of Industrial Science,
The University of Tokyo

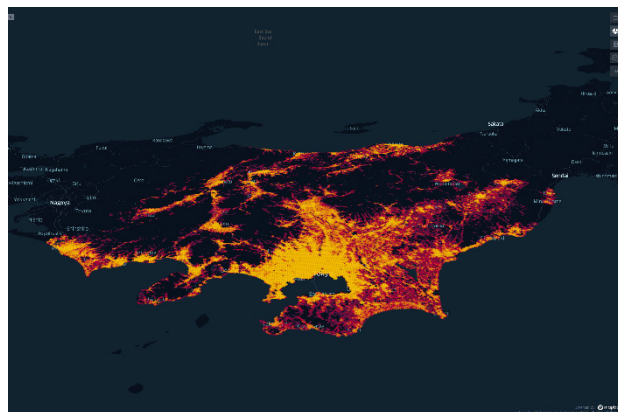
「道の駅」の最適施設配置を検討

国土交通省プロジェクトとして実施

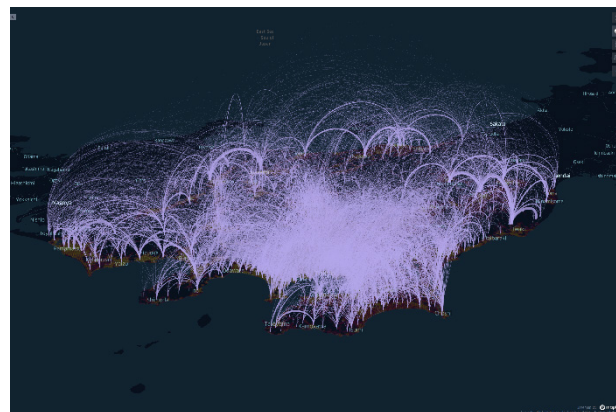
国土交通省 道路政策の質の向上に資する技術研究開発委託研究
「交通・物流・交流・防災拠点としての道の駅の性能照査と多目的最適配置に関する研究」, (2019年度～2021年度)



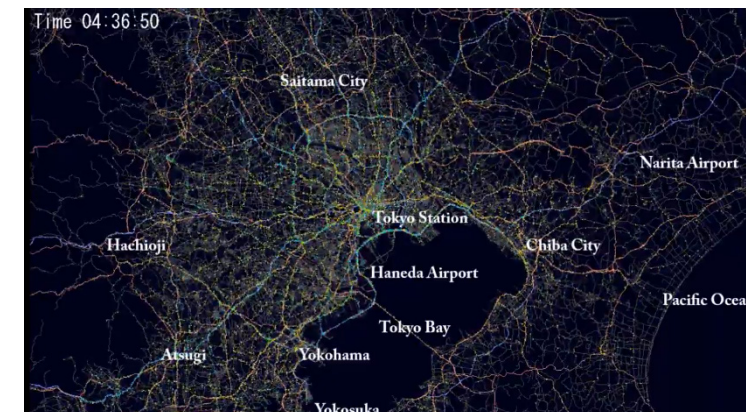
「**交通**」の変化を予測しながら
「**都市**」のどこに
「**建築**」を配置するか？



詳細な地理情報データ

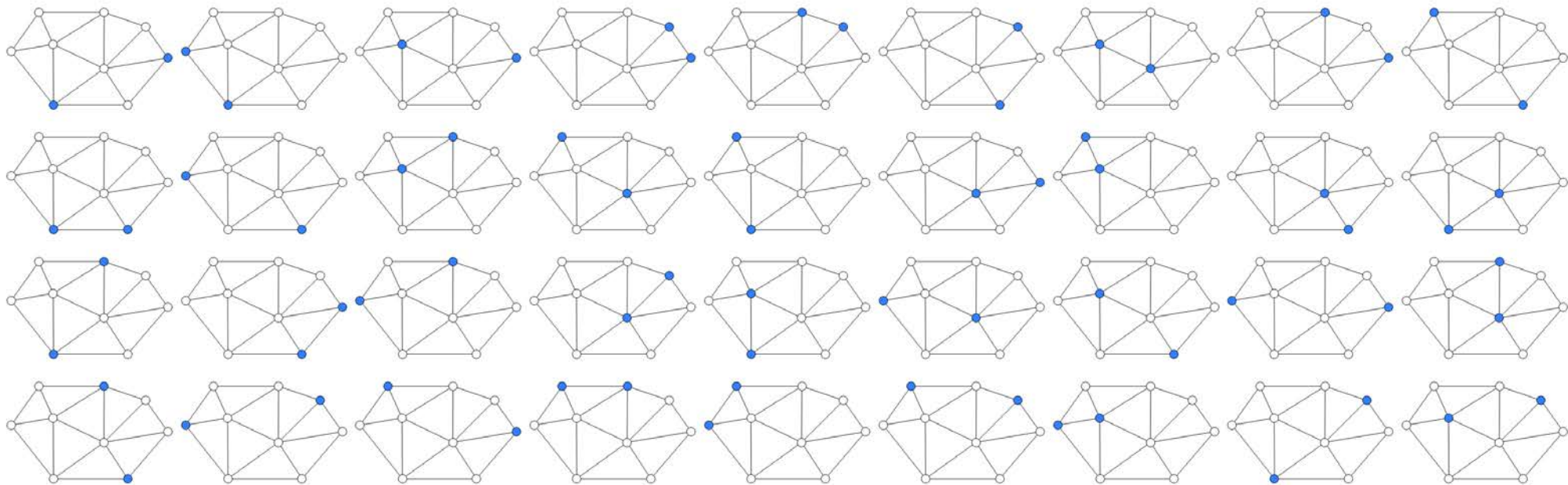


ETC2.0プローブデータ



詳細道路ネットワークデータ

9候補点から2箇所を選ぶ場合

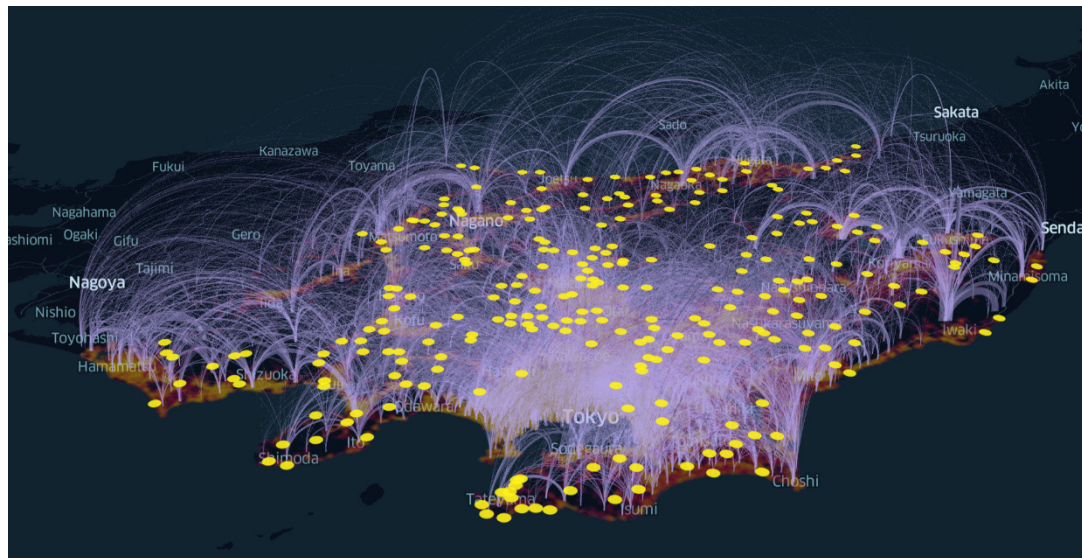


1084候補点から268箇所を選ぶ場合

5505715778184064844271867677500391763220433689240312040975183633087381728899113554585297789273373
1956435331631701375476164379748105418411407080845318165827312283130690868804443108695286127455640
69170042344400656606635434613909558502484532168397237177897637086020 = 5.51×10^{261} 通りの可能性

移動・交流・防災を考慮した多目的最適化

現状配置



【近隣住民】

最寄施設までの時間： 32.2[分]

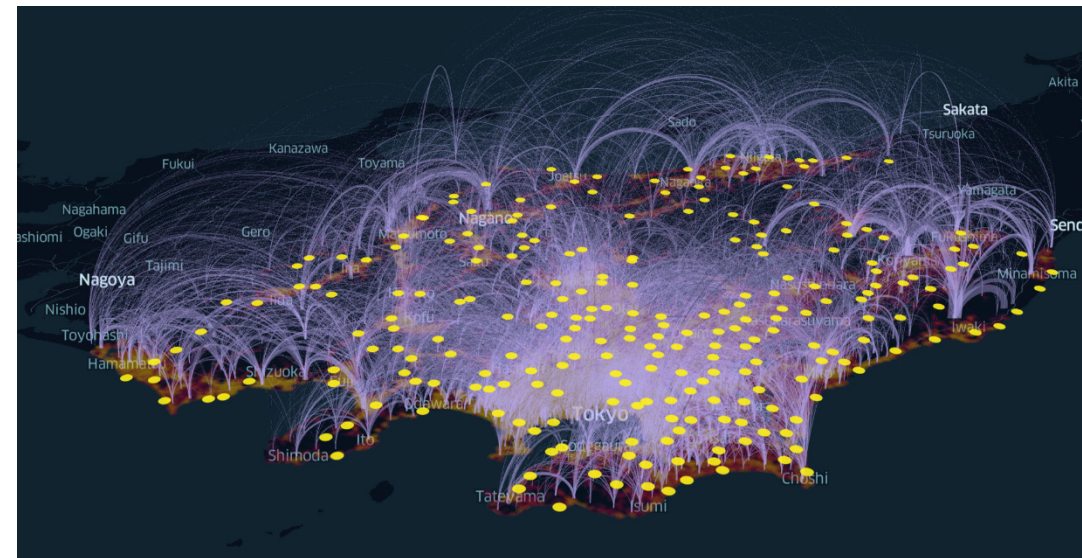
需要カバー率： 55.7[%]

【広域移動】

最寄施設までの時間： 29.7[分]

需要カバー率： 59.1[%]

最適配置



【近隣住民】

最寄施設までの時間： 17.4[分]

需要カバー率： 91.0[%]

【広域移動】

最寄施設までの時間： 19.6[分]

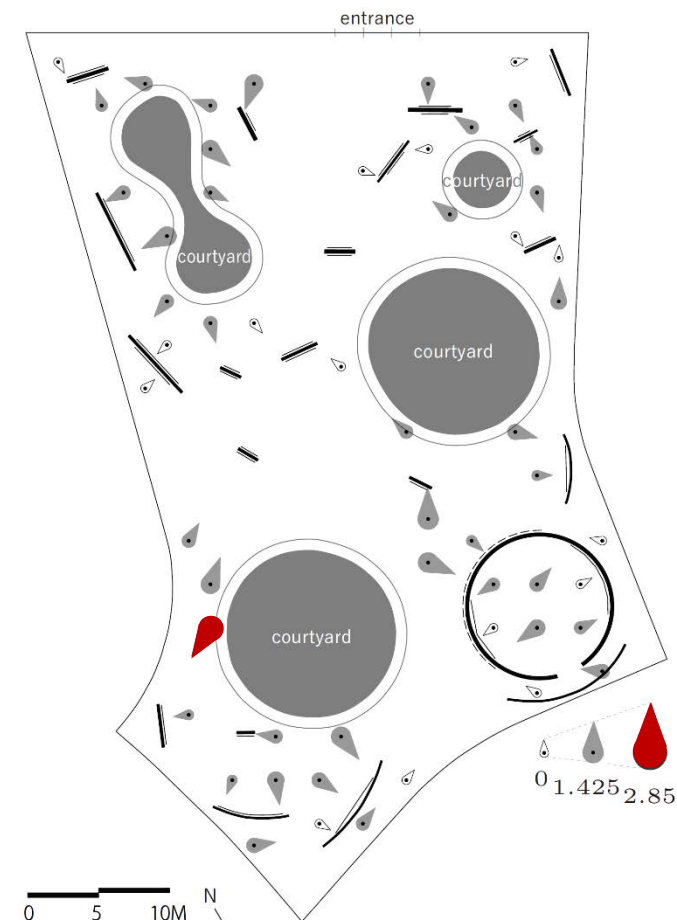
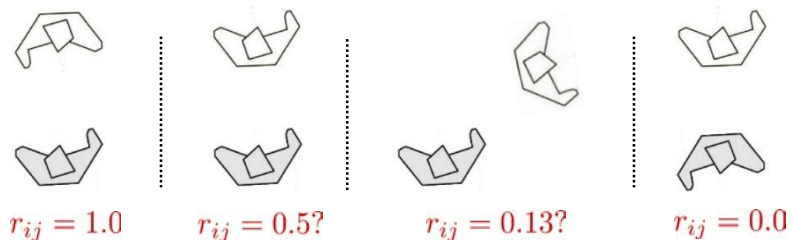
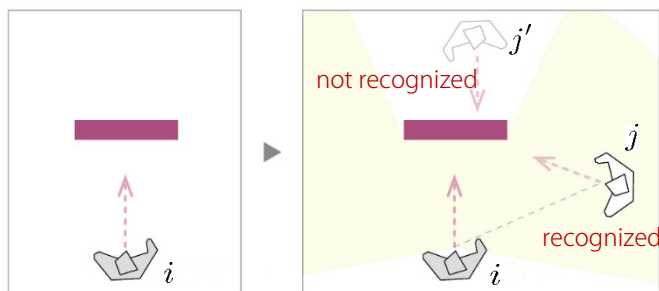
需要カバー率： 70.6[%]

美術館における鑑賞行動の位置

「建築空間」における「人」の位置



「視線（交通）」の変化を予測しながら
「空間（都市）」のどこに
「人（建築）」が佇むか分析



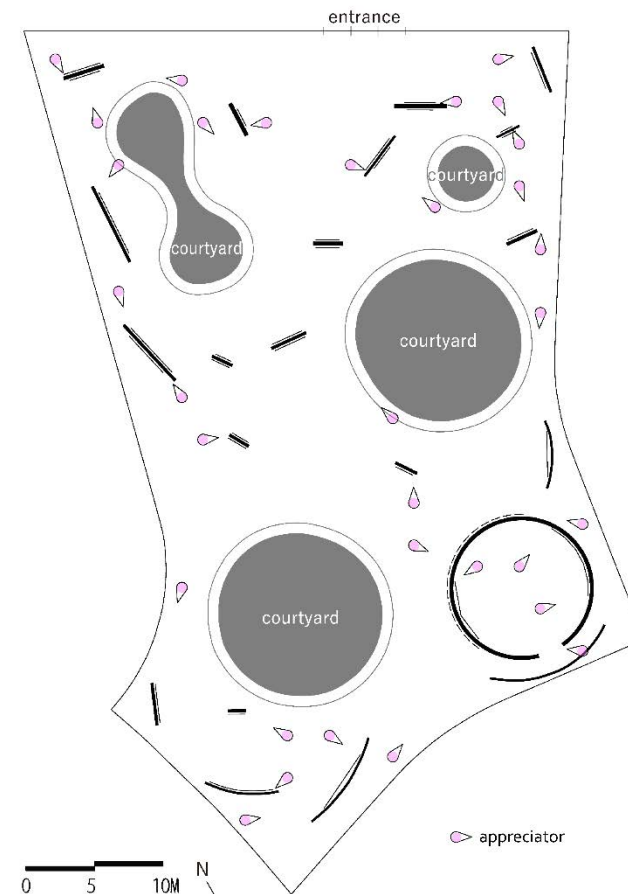
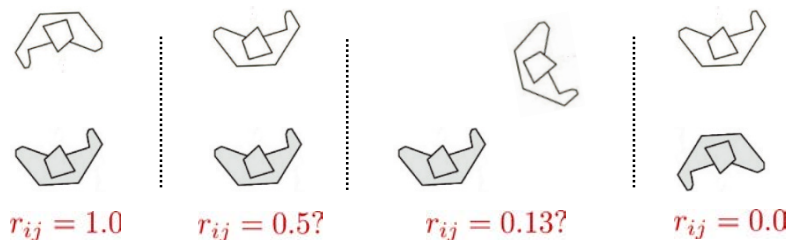
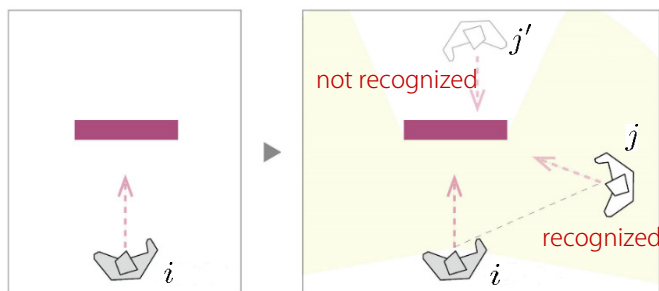
【視認量を最小化する人の佇み】
平均視認量： 0.48

美術館における鑑賞行動の位置

「建築空間」における「人」の位置



「視線（交通）」の変化を予測しながら
「空間（都市）」のどこに
「人（建築）」が佇むか分析



【互いを視認することなく滞在できる人数】
最大：32人

凸空間列挙によるインタラクティビティの可視化

部屋 ⇄ インタラクティビティの単位

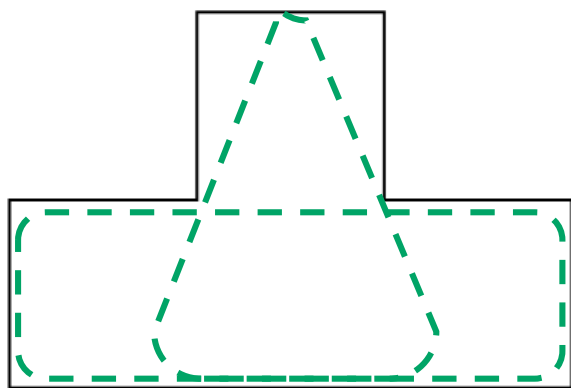
ひとかたまりの部分空間

どの人も、お互いを視認できる空間

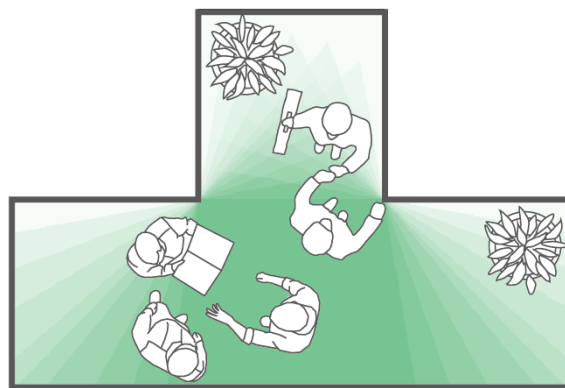
(数学的には) 凸空間



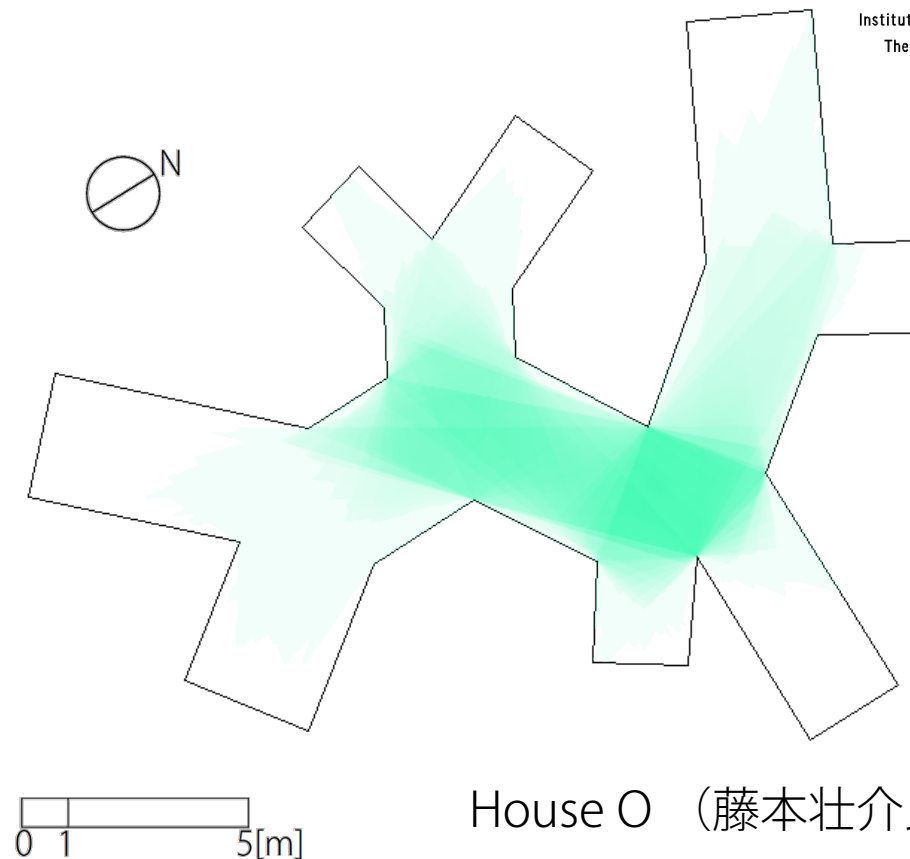
パブリックとプライベートのグラデーション



【凸空間の例】



【凸空間の列挙】



House O (藤本壮介氏)

⇒ 約23万通りの凸空間

凸空間列挙によるインタラクティビティの可視化



Institute of Industrial Science,
The University of Tokyo

部屋 ⇄ インタラクティビティの単位

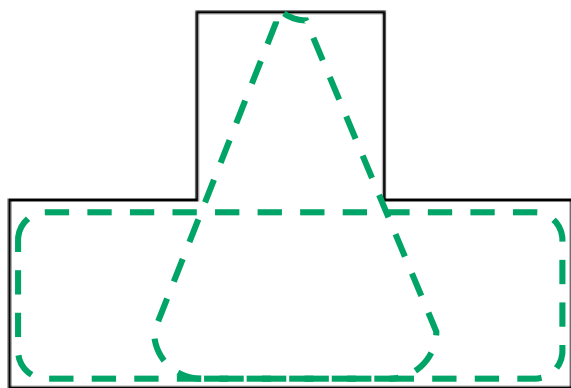
ひとかたまりの部分空間

どの人も、お互いを視認できる空間

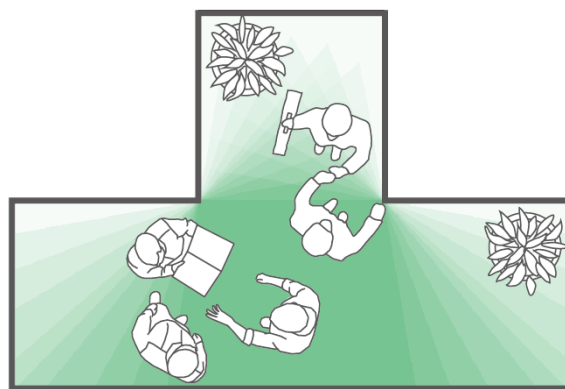
(数学的には) 凸空間



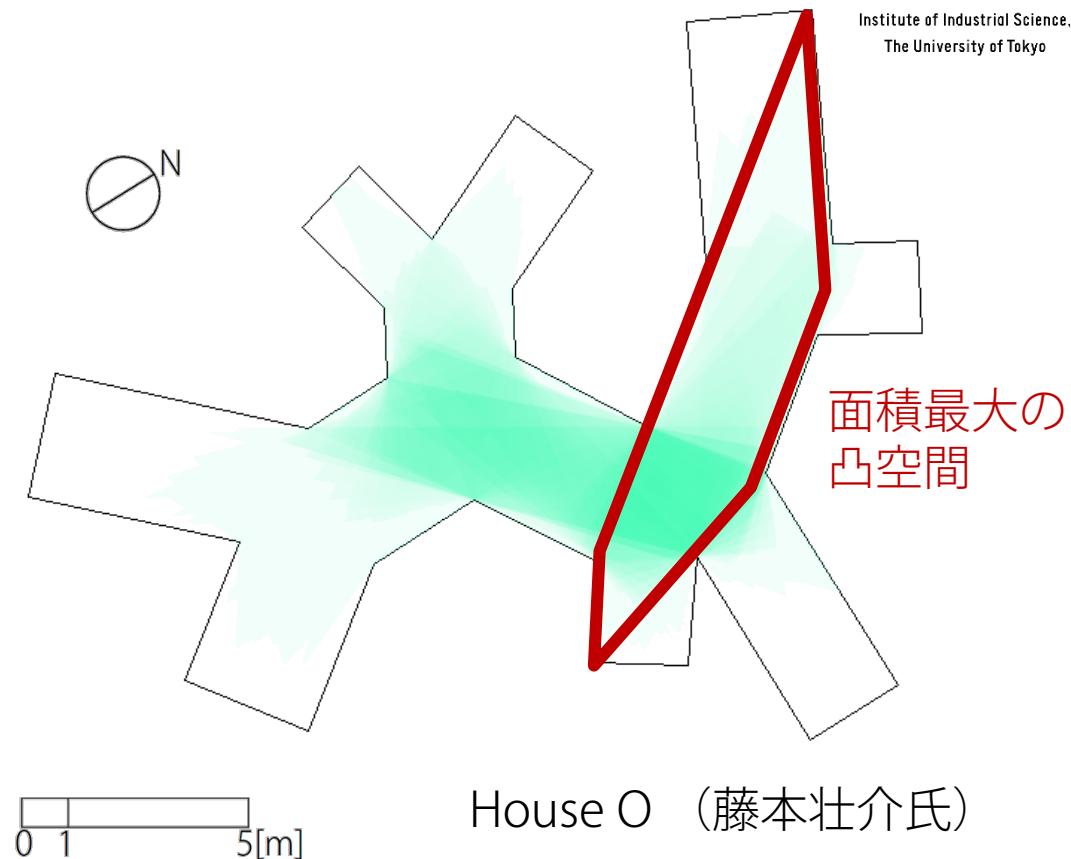
パブリックとプライベートのグラデーション



【凸空間の例】



【凸空間の列挙】



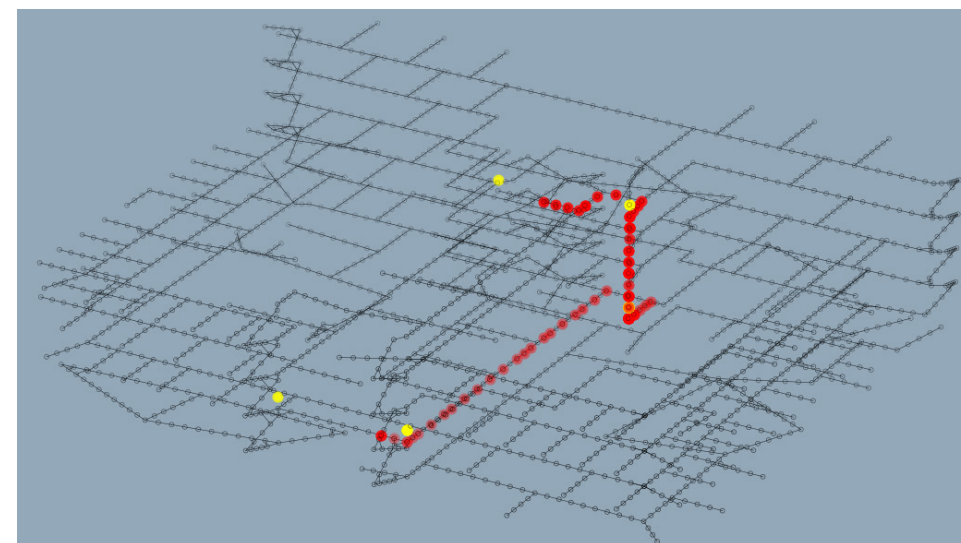
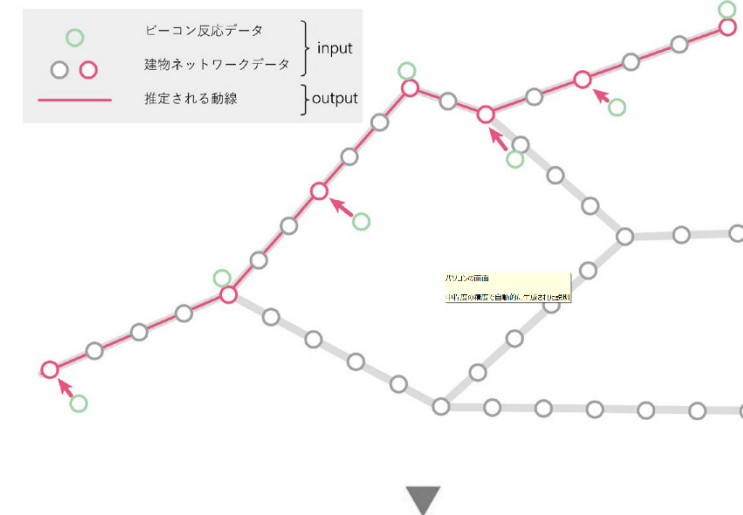
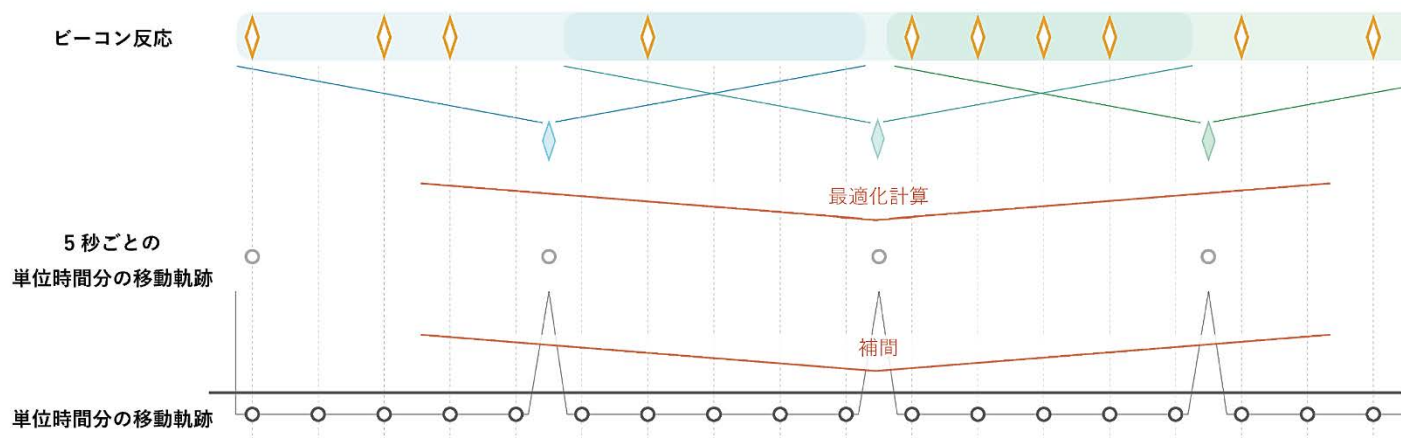
「Convex Space Visualizer」として
GitHub上でソフトウェアを無償公開

日経アーキテクチュア・東京新聞・中日新聞でも報道

ビーコンデータを用いた建築空間内のシーケンス推定



東大が提供する教室予約・情報提供アプリ
東大キャンパス内の各部屋にビーコンを設置
時系列のビーコン反応履歴データが残る
⇒ ノイズの含まれた断片的データから
人々のシーケンスを最尤推定



本郷キャンパス 工学部 一号館

歴史的建造物の保存実態

有名建築ですら困難

感情論に依らない施策の必要性

数理モデル × 実パラメータ

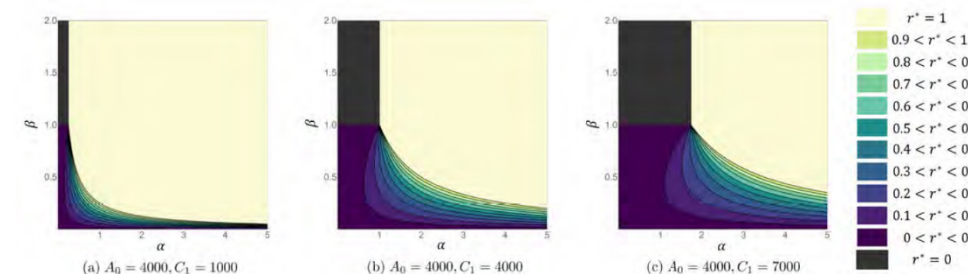
最適な改修割合 $\Leftrightarrow$ 経済パラメータ の関係

×

京都市歴史的建造物の実パラメータ収集

||

保存が成立する経済的条件



経済性を考慮した最適な改修割合の遷移図

2021年度・都市計画学会 年間優秀論文賞
東京大学大学院 工学系研究科科長賞

歴史的街並みと共存する交通施策の検討

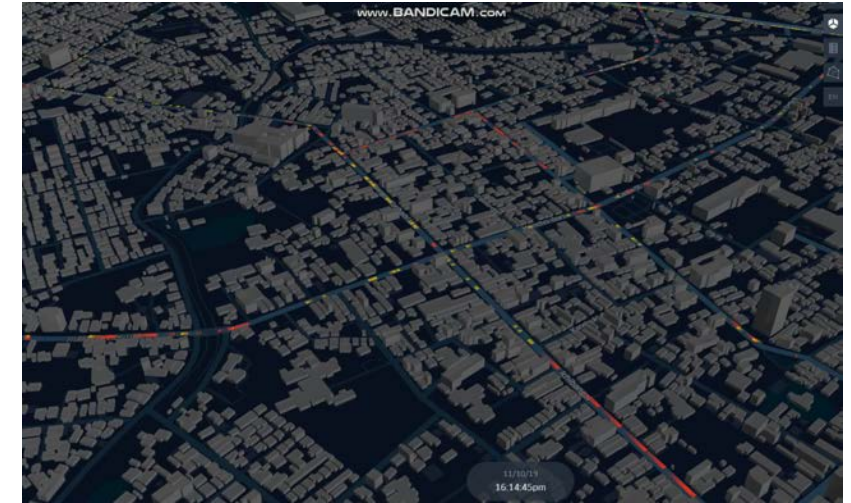
川越市・一番街に求められていること

歴史的建造物の保存

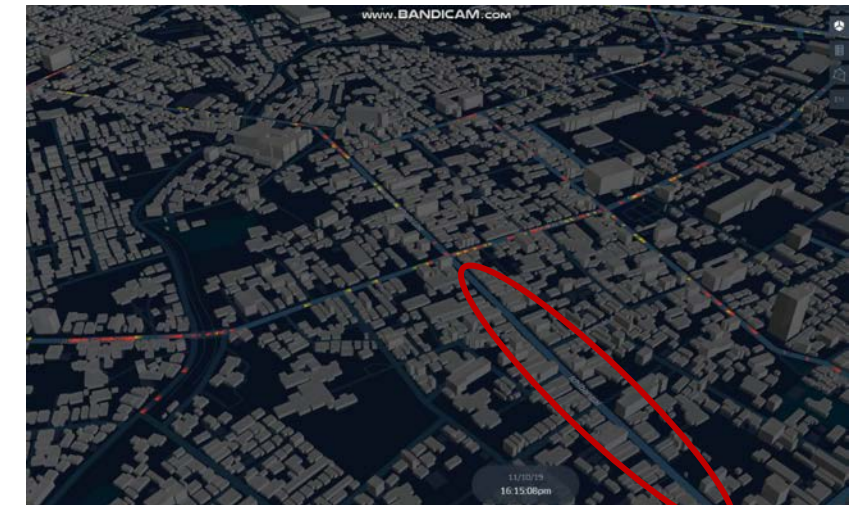
地元住民と観光客との触れ合い

交通施策シミュレーションの実施

埼玉県川越市役所・委託研究



現状の再現



歩行者天国の実施

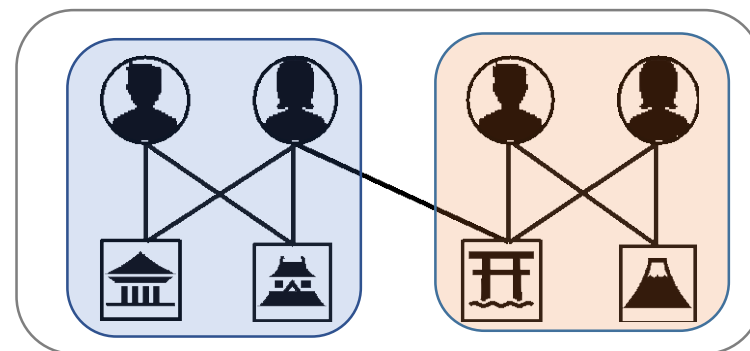
モバイル位置情報データに基づく観光地の「穴場」抽出

観光行動の多様化

スマートフォンの普及で柔軟なスポット選択

観光スポットと訪問者の同時クラスタリング

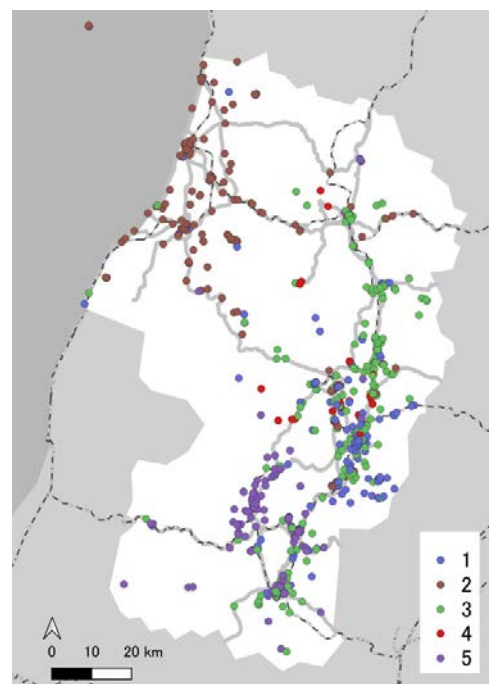
⇒ 個人的穴場の抽出とスポット推薦



山形まるごと館「紅の蔵」

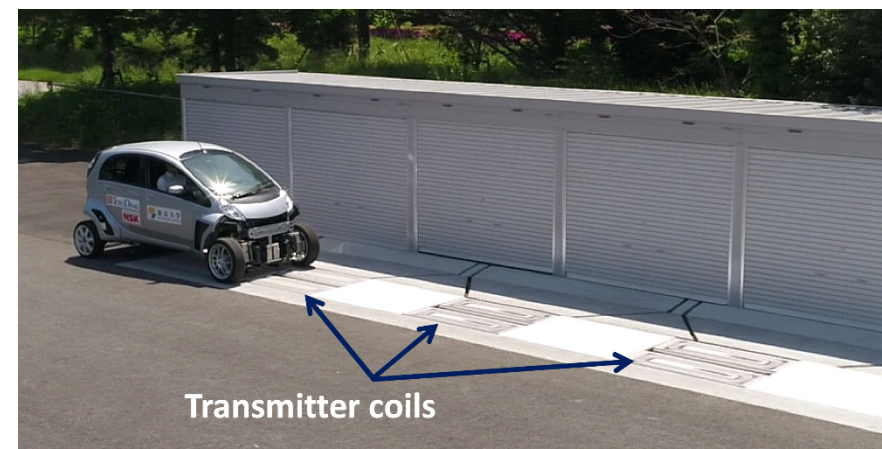


- 40-60代が多い
- 歴史・文化や買い物など落ち着いた観光を好む



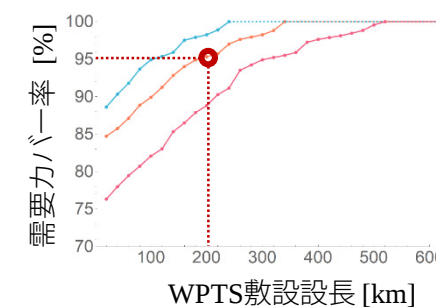
低炭素モビリティの本格的普及

化石燃料車に対する制限と電気自動車への期待
まだ本格的な普及には至っていない
車両のみならず，インフラ整備を促進する重要性



走行中ワイアレス給電システム

電気自動車の課題を克服する新技術
敷設コストが高額となるため
その経済合理性を検討する必要



航空路線設計を通じた中高生向けSTEAMワークショップの開催



Institute of Industrial Science,
The University of Tokyo

日本航空との共催ワークショップ

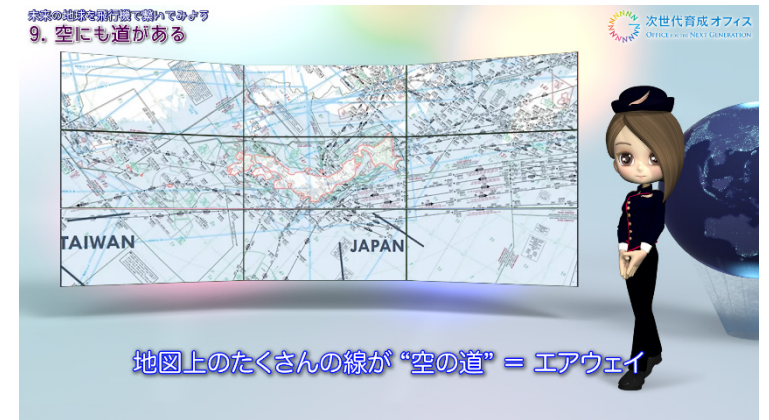
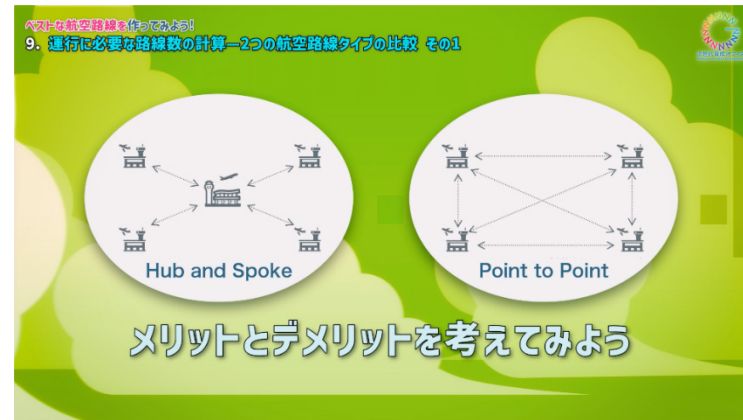
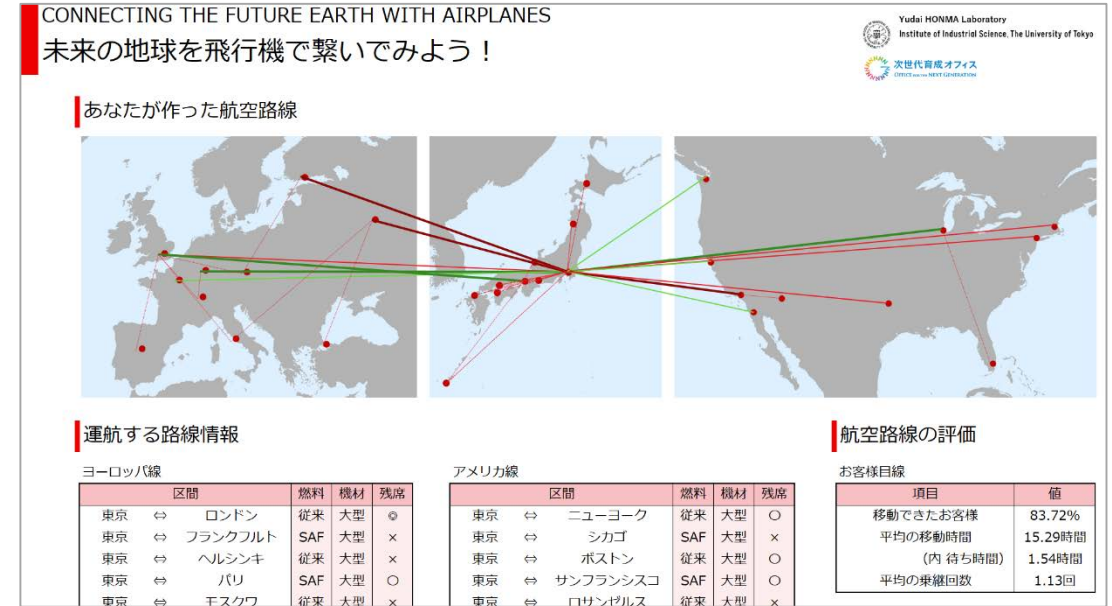
中高生300人以上を対象に実施

現役パイロット・ディスパッチャーとのコラボ

日本OR学会 2022年 普及賞 受賞

社会のバランスを取る難しさ

航空路線設計を題材に



研究室の雰囲気



Institute of Industrial Science,
The University of Tokyo

各学生が専用の研究スペース

GPU付高性能PC・机・収納ボックス



(ほぼ) 専用のバルコニー



国際学会への参加

修士中に全員が経験

去年のM2学生はアメリカの会議へ現地参加



査読付き論文の執筆

8割以上の学生が筆頭著者として採択

- [1]羽佐田紘之, 本間裕大, 長橋陽介, 岩瀬義和, "Inverse shortest paths problemによる嗜好の異質性に基づいた立ち寄り観光地の評価手法 -山形県の位置情報データとそのトラベルコストに着目した分析例-", 都市計画論文集, Vol.57 No.3, pp995-1002, 2022年10月.
- [2]井澤佳織, 渡部宇子, 本間裕大, "建築保存における外部意見が所有者の意思決定に与える影響に対するコンフリクト解析", 都市計画論文集, Vol.57 No.3, pp1468-1475, 2022年10月.
- [3] Junya Maruyama, Yudai Honma, Daisuke Hasegawa, Soma Toki and Naoshi Shiono, "Optimal Delivery Area Assignment for the Capital Vehicle Routing Problem Based on a Maximum Likelihood Approach", Communications in Computer and Information Science, vol.1684, Optimization and Learning, pp.157-167, 2022.
- [4] 井澤佳織, 渡部宇子, 本間裕大, 今井公太郎, "歴史的建築物保存における収益施設化に向けた最適改修割合—京都市歴史的建築物の保存および活用に関する条例適用事例に基づく検証—", 都市計画論文集, Vol.56-3, pp1144-1151, 2021年11月.
- [5] 白濱 篤, 本間裕大, "地域間流動データに基づく多層的な交流圏域の推定手法", 都市計画論文集, Vol.55-3, pp.475-481, 2020年10月.
- [6] 若杉美由紀, 本間裕大, 今井公太郎, "視認の非対称性を考慮した鑑賞者の位置と総数による展示空間の数理的評価", 日本建築学会計画系論文集, No.775, pp.1853-1863, 2020年9月.
- [7] 野畑剛史, 本間裕大, 今井公太郎, "凸空間の列挙による建築空間の形態分析", 日本建築学会計画系論文集, No.766, 2019年12月.
- [8] 渡部 宇子, 本間 裕大, 本間 健太郎, 今井 公太郎, "超高層建築物の日影が街区の日照環境に与える複合的影響", 都市計画論文集, Vol.54-3, pp. 1518-1524, 2019年10月.
- [9] 田島雅己, 本間裕大, "複数経路の空間的関係に着目した交通ネットワークの頑健性評価", 都市計画論文集, Vol.53-2, pp.199-255, 2018年10月.
- [10] 杉山主水, 本間裕大, 宗政由桐, "数理最適化手法による立地コストと施設容量を考慮した商業均衡分布の導出", 日本建築学会計画系論文集, No.745, pp.427-435, 2018年3月.
- [11] 渡部宇子, 本間裕大, 本間健太郎, 今井公太郎, "道路斜線制限と天空率緩和がもたらす容積率と建築物高さへの影響", 都市計画論文集, Vol.52-3, pp.682-688, 2017年11月.
- [12] 宗政由桐, 本間裕大, 今井公太郎, "移動・立地コストを考慮した容量制約付き職住分布の均衡配置", 日本建築学会計画系論文集, No.720, pp.377-385, 2016年2月.
- [13] 宗政由桐, 本間裕大, 今井公太郎, "容量制約を考慮した職住分布の均衡・最適配置問題—国内10都市の実データに基づく分析例—", 都市計画論文集, Vol.50-3, pp.291-296, 2015年11月.
- [14] 宗政由桐, 本間裕大, 今井公太郎, "移動コストを最小化する制約付き職住分布最適配置形態", 日本建築学会計画系論文集, No.712, pp.1373-1380, 2015年6月.
- [15] 矢部亮介, 本間裕大, "新規参入格安航空会社の国内線就航路線網に関する数理的解析—複数ハブ空港を考慮した路線網・便数・機材数の同時決定モデル—", 都市計画論文集, Vol.49-3, pp.981-986, 2014年11月.

学生の受賞（直近2年分）



Institute of Industrial Science,
The University of Tokyo

日本建築学会

2022年度学会大会 都市計画部門 若手優秀発表賞（向井 歩）

2021年度学会大会 建築社会システム部門 若手優秀発表賞（井澤 佳織）

2021年度学会大会 都市計画部門 若手優秀発表賞（川口 湧也）

日本都市計画学会

2022年年間優秀論文賞（羽佐田 紘之）

2021年年間優秀論文賞（井澤 佳織）

日本オペレーションズ・リサーチ学会

学生論文賞（羽佐田 紘之）

スケジューリング学会

2021年度学会奨励賞（羽佐田 紘之）

学内等

2022年度 東京大学大学院工学系研究科長賞（井澤 佳織）

UTokyo-IIS Research Collaboration Initiative Award 2022（Hiroyuki Hasada）

UTokyo-IIS Research Collaboration Initiative Award 2021（Kaori Isawa）

コンタクト



Institute of Industrial Science,
The University of Tokyo

| メールでの問い合わせ

yudai@iis.u-tokyo.ac.jp

honmalab@iis.u-tokyo.ac.jp

| ホームページ

www.honma-lab.iis.u-tokyo.ac.jp

