

# Simulation-based Design of Social Systems



東京大学大学院工学系研究科  
システム創成学専攻  
藤井研究室

研究室説明資料  
(2024年度版)

**Fujii Laboratory**  
**Department of Systems Innovation**  
**Graduate School of Engineering**  
**The University of Tokyo**

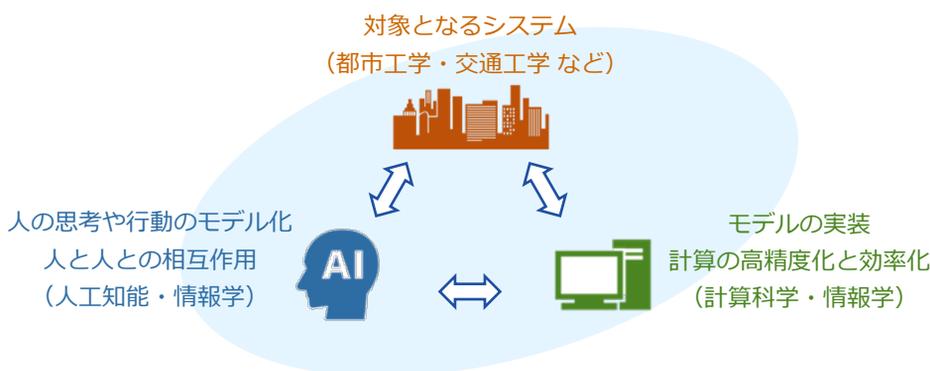
# シミュレーションにもとづく社会的意思決定支援

## Simulation-based Social Decision-making Support

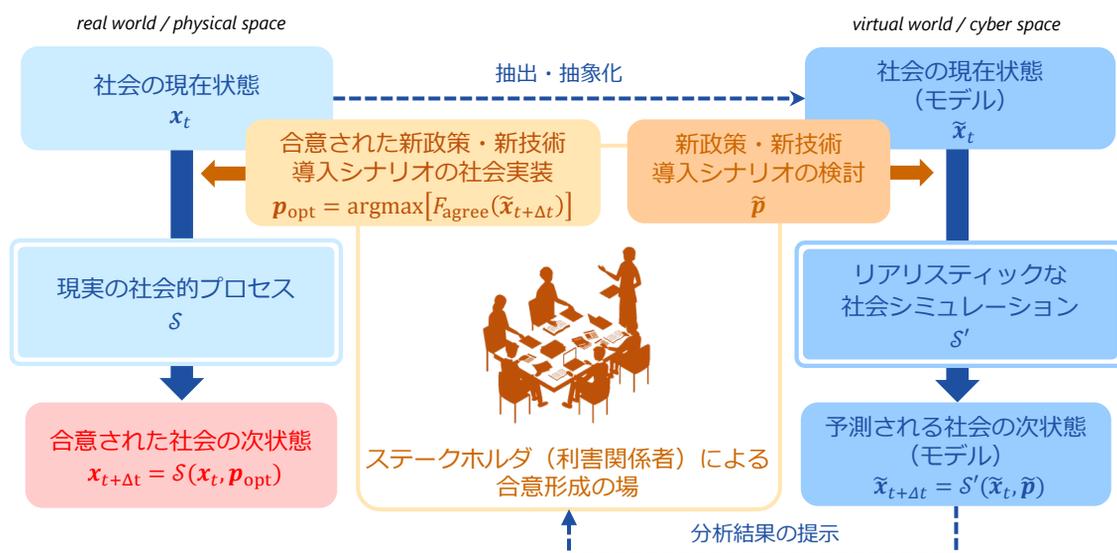
現実社会のしくみや制度を分析・設計したり、社会的課題の対策を考案することは難しい。社会は巨大複雑システムであり、個々の要素の細かな相互作用によって全体の様相が大きく変わるためである。分析・設計や問題解決に役立つさまざまな社会システム理論は構築されているが、高度に抽象化された理論だけでは現実社会の細部や動的な挙動を捉えきれない可能性がある。また社会実験は重要であるが、実験を繰り返すことは時間や費用、ときに安全性の観点から現実的ではない。そこでわれわれの研究室では、社会シミュレーションの新たな手法を開発し、これを活かして社会の問題解決に取り組む。



社会の分析・設計や問題解決にシミュレーションを活用するためには、**社会現象の複雑系ダイナミクスの理解とモデリング**，それにもとづく**高精度な予測**が必須となる。研究室では、①**対象となるシステムの特徴を十分に吟味し**，②**システムの本質をなす人々の挙動を適切な解像度でモデル化**することによって，③**解くべき問題に適合したシミュレーションの構築および高度化**と，④**現実の問題解決を指向した応用研究**を進めている。



現行の社会システムに新たな政策や技術を導入しようとする際、政策や技術が真に有効かどうか、あるいは、導入効果とは別のリスクが発生しないかどうかについて慎重に検討する必要がある。現実をよく再現するシミュレータがあれば定量的な予測は可能であろうが、それが社会的意思決定に直結するわけではないことに留意する必要がある。社会システムを実際に変えられるのはその社会に関与するステークホルダであり、社会シミュレータではない。われわれはシミュレーションの研究者として、**ステークホルダの合意形成の場に定量的なシミュレーション結果を提示することを通じ意思決定を支援**することを目標に掲げる。一連のプロセスを通じて合意可能なシナリオが発見されれば、それが社会に実装され、合意された社会状態が実現する。





# 微視的交通流シミュレータの開発と応用

Development and Application of Microscopic Traffic Simulator

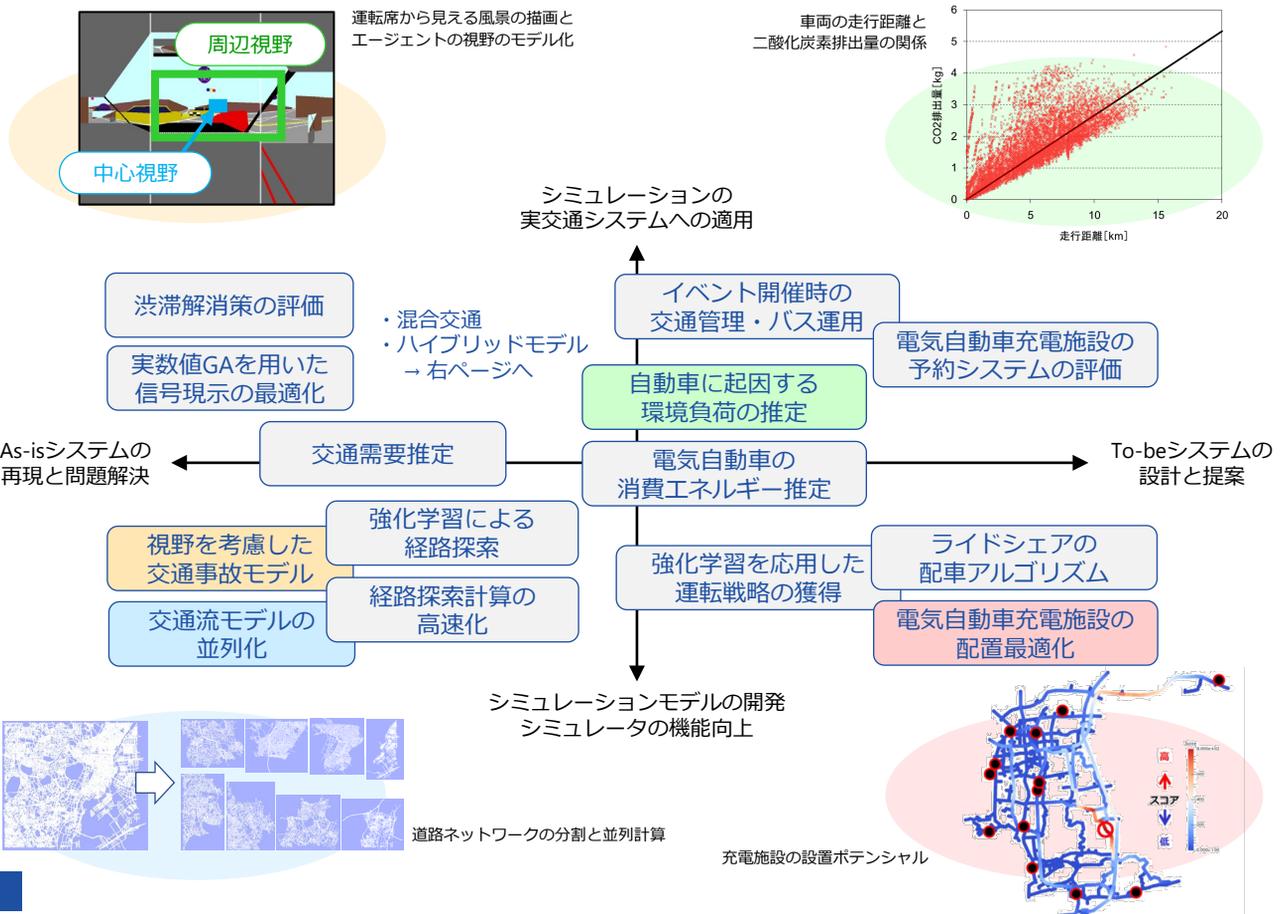
大規模性と精緻性を兼ね備え、交通現象の多面的な解析・予測に適用可能なマルチエージェント交通流シミュレータ“ADVENTURE\_Mates”の開発をおこなっている。交通現象を過度に単純化することなく、人間の知的な振る舞いをモデル化するのがADVENTURE\_Matesの特徴である。



ADVENTURE\_Matesにおいて知的エージェントとして実装された車両は、自身の周囲の環境を自律的に認知・判断し、次にとるべき行動を決定する。行動とは環境への作用であるが、他の車両エージェントも同時に環境に作用することで、環境を介した車両間の相互作用が生じる。車両間の相互作用は一般的に局所的な現象であるが、総和として渋滞などの複雑で大域的な現象が創発する。



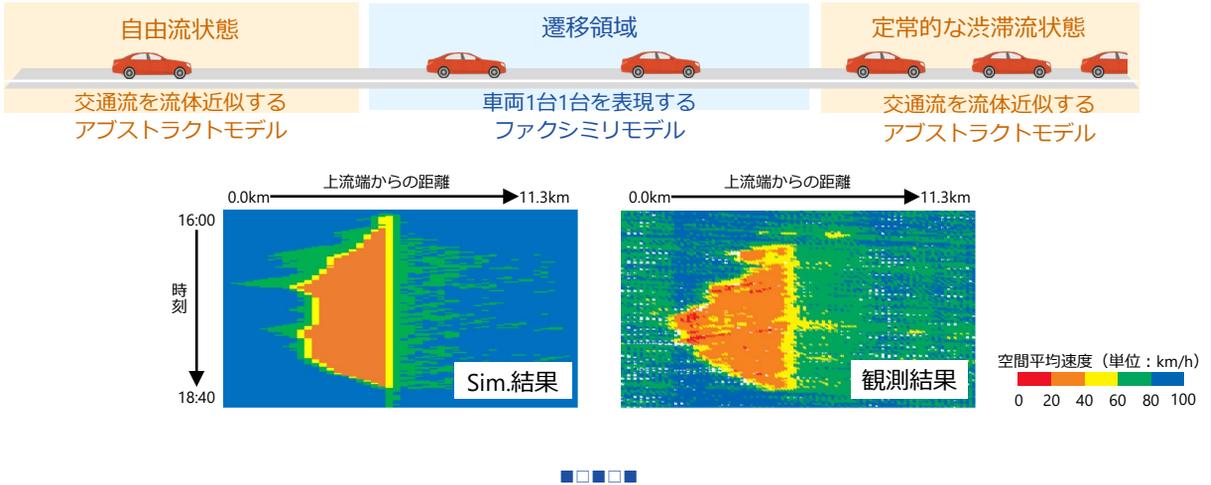
ADVENTURE\_Matesを中心とした微視的な交通流シミュレーションの研究実施例を以下に示す。先進的なシミュレーションモデルを開発することが研究の重要なアプローチの1つであると同時に、現実の交通システムを想定したシナリオに開発したシミュレーションモデルを適用することで、現在発生中の、あるいは近い将来に発生しうる交通問題の抑制・解決をめざす。



# ハイブリッド交通流モデル・歩行者交通・混合交通

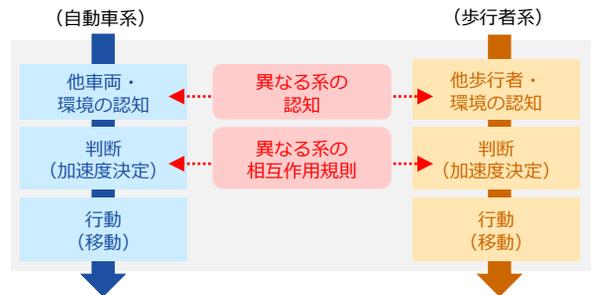
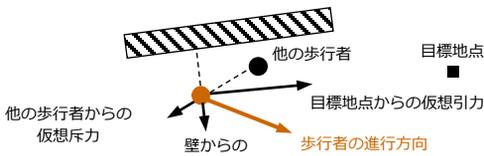
Hybrid Vehicular Traffic Model, Pedestrian Traffic, Mixed Traffic

交通現象の中でも典型的な渋滞の形成と解消に着目する場合、車両密度の低い自由流の状態と車両密度の十分に高い渋滞流の状態では、個々の車両の挙動が交通全体の流れに大きな影響を与えない。一方で自由流から渋滞流、渋滞流から自由流への遷移領域では、個々の車両の挙動によって渋滞の形成や解消が早くなったり遅くなったりする可能性がある。遷移領域に高解像度のファクシミリモデルを採用し、それ以外の自由流と渋滞流の状態ではアブストラクトモデルを採用するというハイブリッド交通流モデルを構築してシミュレーションの精度を維持したまま計算効率を向上させた。作成したモデルを用いて交通システムの設計を支援する。

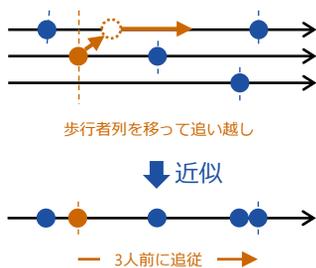


道路交通の主役は自動車だけではない。道路空間の再配分、交通安全、災害時の避難を考える場合には歩行者交通を考慮する必要がある。公共交通機関の乗り継ぎも歩行者交通である。既存のSocial Force Modelの活用や計算の精度と効率性を両立するExtended One-dimensional Pedestrian Modelの提案などにより**群衆流のシミュレーション**に取り組んでいる。また、歩行者モデルと自動車モデル、さらに自動車モデルから派生した路面電車モデルを組み合わせ、**歩行者-自動車混合交通シミュレーション**、**歩行者-自動車-路面電車混合交通シミュレーション**を実現し、地方自治体と協力して都市空間の再設計に貢献している。

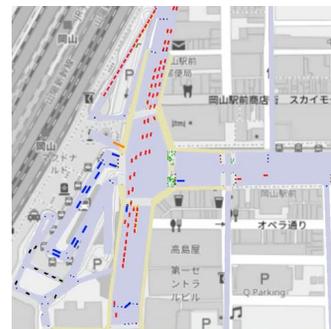
Social Force Model [既存モデル]



Extended One-dimensional Pedestrian Model (拡張1次元歩行者モデル)



歩行者の目的地を通路の端点とするようなたかだか2方向の群衆流であれば、既存モデルと同程度の精度で高速なシミュレーションが可能



駅前広場の再設計のための  
混合交通シミュレーション (岡山駅)

赤、青、黒の四角形がそれぞれ自家用車、バス、タクシーを表し、  
橙の四角形が路面電車、緑の点が歩行者を表す

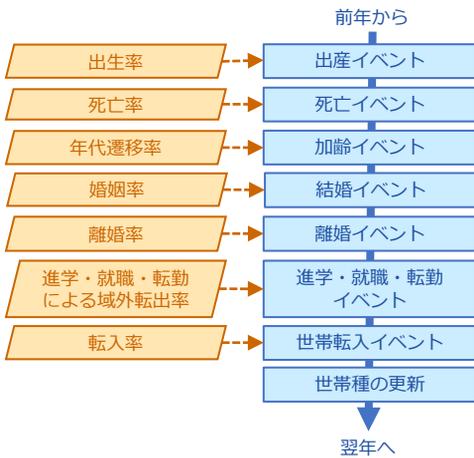
# 世帯と都市のダイナミクス

## Household and Urban Dynamics

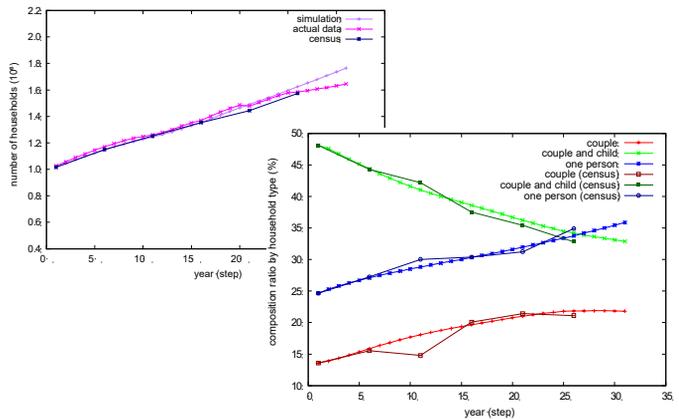
都市では**交通（短期的な人の移動）**と**移住（長期的な人の移動）**の相互作用によってある種の構造が生まれる。交通流シミュレータだけでなく、世帯や都市の動態を表現するシミュレータを構築し、都市計画の評価やエネルギー消費動向の解析をおこなう。スマートシティ実現への貢献も目的とする。



シミュレーションによる世帯の動態を表現するために、世帯をエージェントとする**マルチエージェント世帯動態シミュレーション**を提案した。住民の状態は世帯の属性として表現され、各シミュレーションステップにおいて確率的に推移する。出生率や婚姻率、転入率などの実データを与えることで、都市の世帯数の推移や世帯種（単身世帯、夫婦と子供世帯、三世帯世帯など）の構成比を精度よく再現できる。



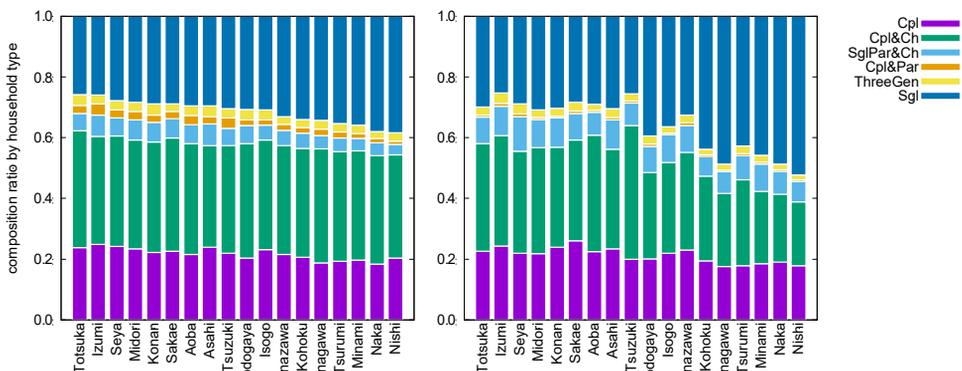
世帯エージェントの状態推移



世帯数および世帯種構成比の推移（横浜市）

"actual data" および "census" が実データを表す

都市内に存在する世帯エージェントが土地区画と価格と魅力の影響を受けて居住地を選択するような**居住地選択シミュレーション**も研究対象である。土地区画の魅力は学校や病院など都市機能施設へのアクセシビリティによって定義されるが、子供のいる世帯は学校へのアクセシビリティを重視する、自家用車保有世帯とそうでない世帯のアクセシビリティは異なるなど、エージェントの個性が反映される。結果として、三世帯世帯が居住しやすい地区、単身世帯が居住しやすい地区など、地区の特性を表現できるようになる。シミュレーション結果は、たとえば太陽光発電や蓄電池システムの導入可能性の検討などに用いられる。



行政区別の世帯種構成比（横浜市）

左：実データ、右：シミュレーション結果

# よくあるご質問

## Frequently Asked Questions

**Q** 学生の研究テーマはどうやって決まりますか？

**A** 学生と指導教員との相談によって決めます。まずは皆さんの希望を聞き、それに対し教員がアドバイスする形式が多いです。研究分野が近い先輩に意見を求めることもあります。

最初に全ての研究方針を確定すると、場合によっては発想の柔軟性が欠けてしまう可能性があるため、最初に大きな方向性だけ決めておき、研究しながら細かい部分を詰めていきます。

**Q** 入学前に予備知識やプログラミングスキルは必要ですか？

**A** あるに越したことはありませんが、必須ではありません。ただし大学院入試の面接で志望動機を答えられる程度の知識はもちろん必要です。

入学時には知識やスキルは必須ではありませんが、当然、卒業までには身につけることになります。とくにわれわれの研究室ではプログラミングは避けて通れません。とはいえ、やる気があれば大抵のことはクリアできるので大丈夫です。ちなみに研究室では伝統的にC言語やC++を利用していますが、近年では機械学習やデータを扱う際にPythonを使うことも増えてきました。

**Q** コアタイムはありますか？また、研究室会について教えてください。

**A** 特定のコアタイムは設定されていません。自分のペースで比較的自由に研究を進めることができます。ただし、研究室の多くのメンバーは平日昼間に研究室に来て研究していますので、それに合わせると、相談に乗ってもらったり、研究について意見交換できる機会が得られます。

研究室会（われわれは“ゼミ”と呼んでいます）と研究テーマごとの勉強会がそれぞれ週1回のペースで開催されます。研究内容について議論できる場として、最重要行事の1つと位置付けています。

**Q** 研究活動と就職活動との両立は可能ですか？

**A** 特定のコアタイムが設定されていないことから、ゼミ・勉強会や個別の打ち合わせ等に干渉しないように就職活動の時間を確保することは十分に可能です。また指導教員と相談し了承を得ることで、国内外の長期インターシップに参加する学生もいます。

ただし当然のことながら、そのぶんだけ研究に使える時間が減ることは確実ですので、タイムマネジメント能力がより重要になります。

**Q** 修士課程修了後の進路は？

**A** 博士後期課程に進学する学生と就職する学生がいます。就職する学生は、近年ではIT系と分類される企業を志望するケースが比較的多くなっています。一方で、専攻の専門分野に関連するメーカーをはじめ、コンサル・投資銀行・商社等で活躍する卒業生もいます。

**Q** 他大出身者の割合は？

**A** 年度によって大きく変わります。新入生全員が他大学の出身者であった年もありますし、全員が本学工学部システム創成学科卒業生であった年もあります。もちろん、出身大学や出身学部によって有利になったり不利になったりすることはありません。

**Q** もっと詳しい話を聞かせてください。

**A** 研究室に興味のある方、進学を考えている方は、ぜひ教員に個別にコンタクトをとってください。対面でもオンラインでも面談可能です。紙面には書ききれなかったこと、たとえば、それぞれのテーマの詳細や研究の具体的な進め方などを説明します（ただし大学院入学希望者との個別の面談は願書受付開始前までとします）。



## 東京大学大学院工学系研究科システム創成学専攻 藤井研究室

Fujii Laboratory, Department of Systems Innovation,  
Graduate School of Engineering, The University of Tokyo

### MEMBERS

准教授 藤井 秀樹

学生

修士2年 3名

修士1年 3名

准教授 藤井 秀樹

Assoc. Prof. Fujii, Hideki

fujii@sys.t.u-tokyo.ac.jp



2009年東京大学大学院新領域創成科学研究科人間環境学専攻博士後期課程修了。東京大学人工物工学研究センター特任助教等を経て、現在、工学系研究科システム創成学専攻准教授。博士(環境学)。人工知能学会・情報処理学会・日本シミュレーション学会・交通工学研究会・日本機械学会・World Conference on Transport Research Society等会員。

### ACCESS

工学部8号館 (本郷キャンパス)

〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1

<http://save.sys.t.u-tokyo.ac.jp>

