

CSISシンポジウム2019

「モビリティの未来と空間情報」 オープニング

東京大学 空間情報科学研究センター 講師 日下部貴彦 2019年11月29日

自己紹介

所属: 東京大学 空間情報科学研究センター 共同利用・共同研究部門

兼 大学院新領域創成科学研究科 社会文化環境学専攻 空間情報学講座

兼 東京大学モビリティ・イノベーション連携研究機構

役職: 講師

学位: 博士(工学) (Dr.Eng) 専門: 土木計画,交通工学

学歴

- 2002年3月 京都市立堀川高等学校 自然探究科 卒業

- 2006年3月 神戸大学工学部建設学科 卒業

- 2008年3月 神戸大学大学院自然科学研究科建設学専攻博士前期課程 修了

- 2010年9月 神戸大学大学院工学研究科市民工学専攻博士後期課程 修了

• 職歴

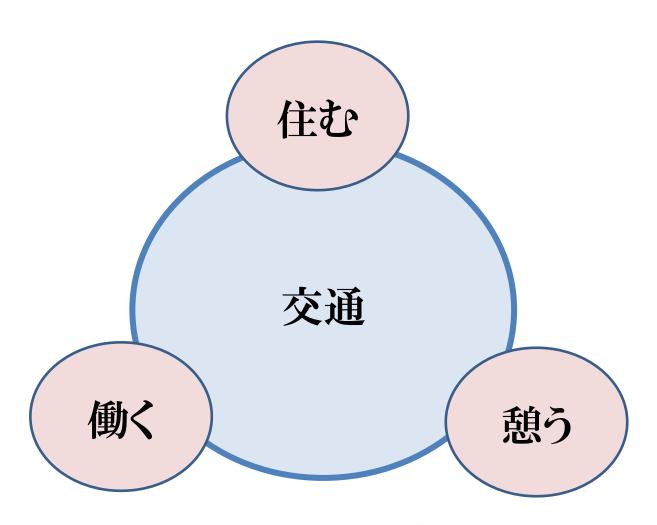
- 2010年4月~2010年9月 日本学術振興会特別研究員DC
- 2010年10月~2010年12月 日本学術振興会特別研究員PD
- 2011年1月~2016年3月 東京工業大学大学院理工学研究科土木工学専攻 助教
- 2016年4月~現在 東京大学空間情報科学研究センター 講師

受賞歴

- 平成21年 5月20日 第23回交通工学研究会論文賞
- 平成25年12月 5日 第30回日本道路会議優秀論文賞
- 平成26年 6月13日 平成25年度土木学会賞論文奨励賞
- 平成26年 8月 8日 第34回交通工学研究発表会研究奨励賞
- 平成27年 9月16日 IEEE 18th International Conference on Intelligent Transportation Systems, Best Paper Award
- 平成28年 6月20日 第30回交通工学研究会論文賞
- 平成29年11月 4日 土木計画学研究委員会優秀論文賞(平成29年度)
- 平成 2 9年 1 1月 1 6日 Transportation Research Part C: Emerging Technologies: TRC Best Paper Award 2017

背景: Palm Springs (CA,USA)

モビリティ

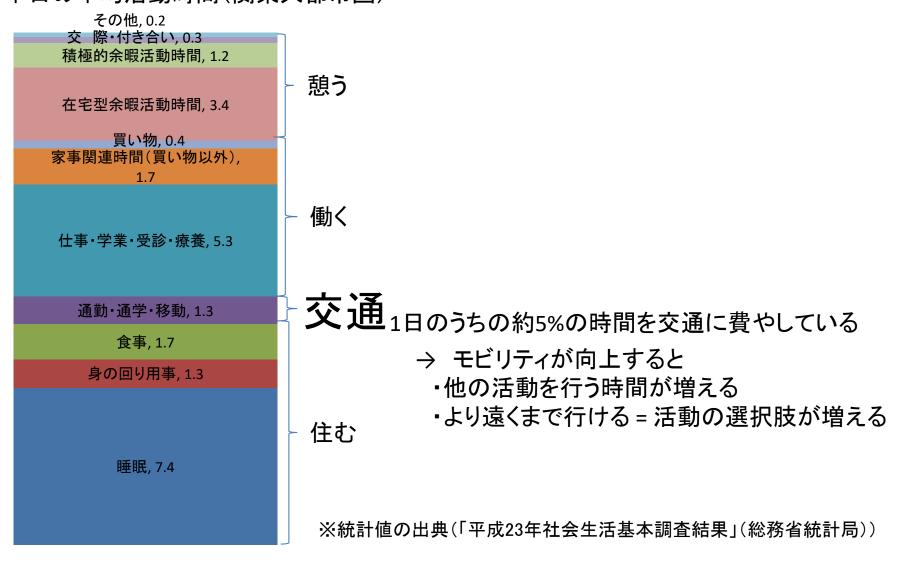


加藤晃·竹内伝史:新·都市計画概論,共立出版,2004

定義: 人の意思が介在して特定の目的を持つ移動 佐々木綱監修・飯田恭敬編著:交通工学, 国民科学者, 1992

都市での人の基本的活動

2013年 平日の平均活動時間(関東大都市圏)



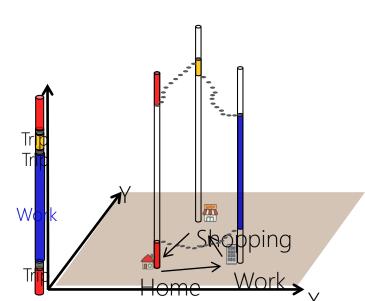
モビリティの未来 にむけたキーワード

MaaS (Mobility as a Service) ×ビッグデータ × シミュレーション



Sochor, J., Arby, H., Karlsson, M., Sarasini, S., 2017. A topological approach to Mobility as a Service: A proposed tool for understanding requirements and effects, and for aiding the integration of societal goals, in: 1st International Conference on Mobility as a Service (ICOMaaS), Tampere, Finland.





人の活動を表現するためのデータ

行動データ

・人の流れデータ



- ・パーソントリップ調査データ
 - ·SP調査データ
 - ・人流ビックデータ

サービスデータ

- ·時刻表
- ・シェアリングシステムの運用データ

社会・インフラ基盤データ

既存統計・GISデータ

活動パターン

目的地

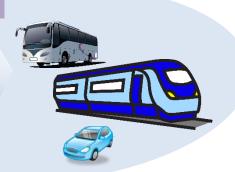
交通手段 · 経路



動的インフラ層

都市内の交通やマッチ ングサービスを表現

人の行動の表現



静的インフラ層

インフラ構造を表現





・ネットワークデータ



都市・交通システムのシミュレーション

列車のダイヤ変更,バスの等の新線導入,カーシェアリング等の拠点開発,新 たなショッピングセンター等の開発などを実施したときに,どのくらい便利に なるのか,採算がとれるのかなどを分析したり,よりよい運営方法を考えたい.



交通のシステム便利になる

- →利用の増 =行動の変化
- →混雑の増 =システムの変化
- →利用の減少=行動の変化
- →混雑の減少=システムの変化

相互作用



利用者の選択行動

システムの(道路や交通機関の遅れなど)パフォーマンス

モビリティ分析のためのデータ

モビリティ分析のための交通需要関連データ

サンプル or 空間範囲小

- ・車両感知器データ
- プローブパーソン調査データ

高頻度

- ナビゲーション検索ログ
- Twitter
- ・プローブカーデータ
- ・デジタコ
- 携帯電話のデータ(CDR (Call Detail Record) やモバイル空間統計)
- ・交通系ICカードデータ
- ETC
- 鉄道車両応荷重

全数に対するバイアス小

Active Data

Passive Data

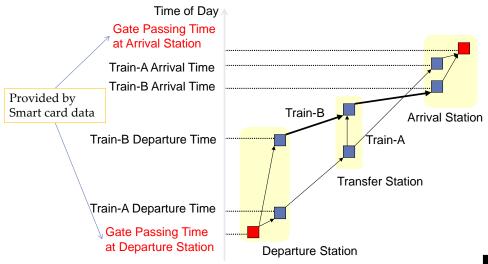
- 国勢調査
- 経済センサス
- ・パーソントリップ調査
- ・大都市交通センサス
- ・道路交通センサス

低頻度

サンプル or 空間範囲大

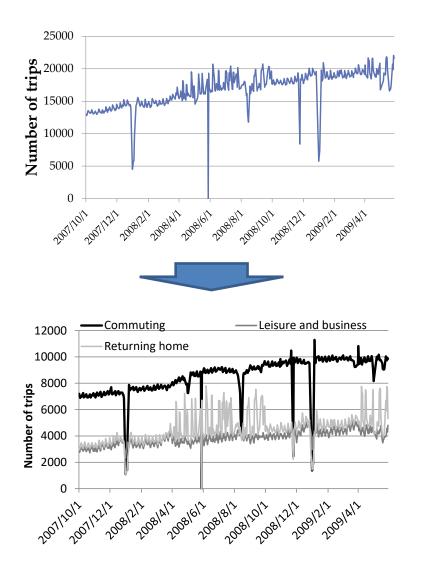
ICデータからの乗車列車の推定

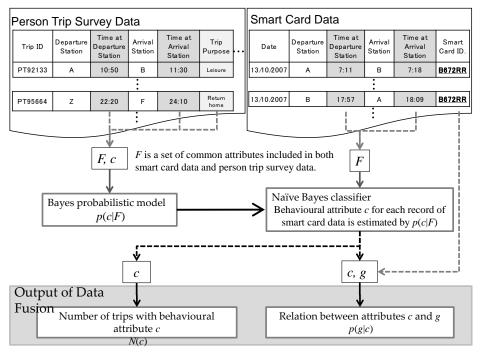
Train time table are expressed by space time network.

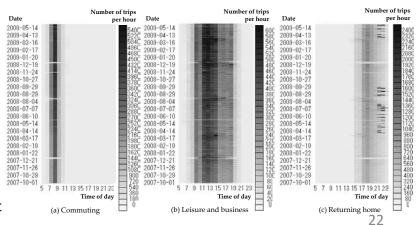


Takahiko KUSAKABE, Takamasa IRYO, and Yasuo ASAKURA; Estimation Method for Railway Passengers' Train Choice Behavior with Smart Card Transaction Data, Transportation, Vol.37 (5), pp.731-749, 2010.9

データフュージョンによる行動目的推定

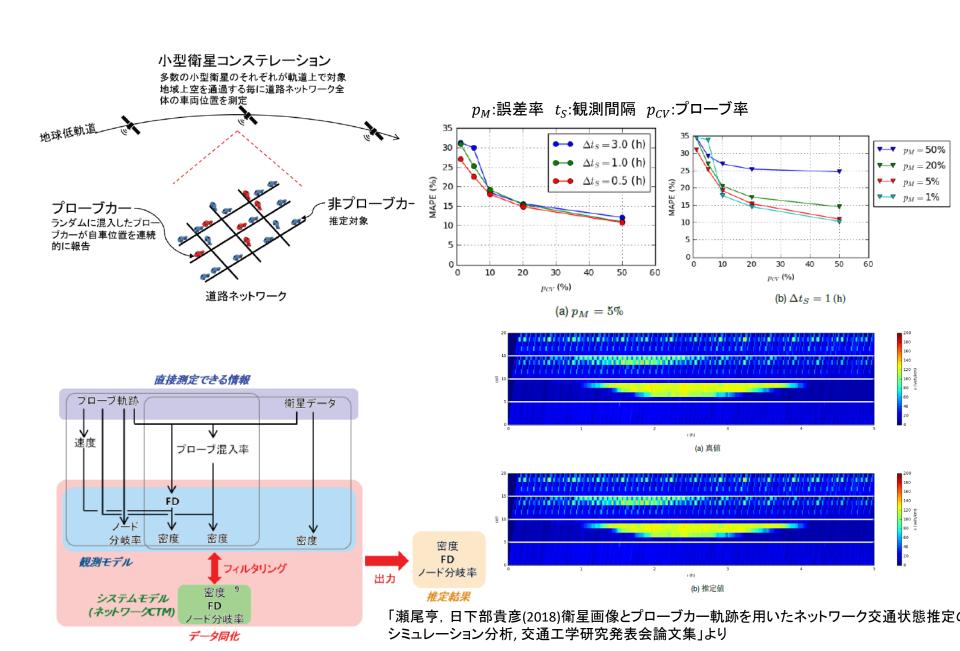






Takahiko KUSAKABE and Yasuo ASAKURA; Behavioural Data Mining of Transit Smart Card Data: A Data Fusion Approach, Transportation Research Part C: Emerging Technologies, Vol. 46, pp. 179–191, 2014.9

衛星画像とプローブカー軌跡を用いたネットワーク交通状態推定



人の活動を表現するためのデータ

行動データ

・人の流れデータ

人の流れプロジェクト

http://pflow.csis.u-tokyo.ac.jp/index-j.html



- ・パーソントリップ調査データ
 - ·SP調査データ
 - ・人流ビックデータ

<u>サービスデータ</u>

- ·時刻表
- ・シェアリングシステムの運用データ

社会・インフラ基盤データ

活動パターン

目的地

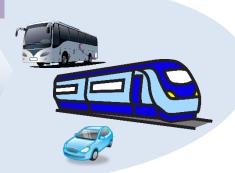
交通手段 · 経路



動的インフラ層

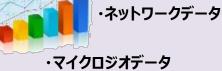
都市内の交通やマッチ ングサービスを表現

人の行動の表現



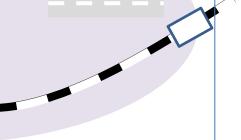
静的インフラ層

インフラ構造を表現



既存統計・GISデータ





都市活動の表現

モビリティ分析のためのデータ

行動データ

人の流れプロジェクト



- ・パーソントリップ調査データ
 - ·SP調査データ
 - 人流ビックデータ

オープンデータ (条件付無償含む)

統計法 二次利用(公益)

販売データ

原則非公開

パーソントリップ調査 パーソントリップ調 (オーストラリアなど) 査

国十数值情報

- 人口
- ・パーソントリップOD
- · 交通量(JARTIC)

(都市圏のみ)

(都市圏のみ)

道路交通センサス

大都市交通センサス 各社プローブカー プローブデータ 国勢調查集計值 経済センサス集計値

メッシュ型人口デー 交通系ICカード ETC2.0プローブ 商用車プローブ カー (条件付公開に向

けた方針) ETC

各社プローブカー 高速道路交通量等

サービスデータ

- ・時刻表
- ・シェアリングシステムの運用データ

公共交通オープンデー タ協議会(アーカイブ して使えない)

- · 鉄道時刻表 · 運行情報
- ・ドコモ・バイクシェア?

JR時刻表

交通情報

(JARTIC)

リンク旅行時間

カーシェア バス時刻表(未整備 が多い)

社会・インフラ基盤データ

既存統計・GISデータ



・マイクロジオデータ



国土数值情報

- 宿泊容量
- 鉄道 空港
- バス停・ルート
- 高速道路
- 土地利用
- · 公共施設 · 学校 ·

医療機関等

• 構内図(国交省)

大都市交通センサス

• 乗換施設実態調査

デジタル道路地図 (DRM) 基盤? 住宅地図 大型小売店ポイント

データ

デジタル道路地図 (VICS)?

ダイナミックマップ バス路線リンク (未 整備が多い)

MaaS時代のモビリティ設計の考え方

データと計画・マネジメントの対象の変化

従来の交通ネットワークのインフラ整備

- ・人や車の移動は、リアルタイムではわからないことが前提
- 観測には多大なコストがかかる



定員:約5名/台



定員: 約60名/台

_ _ _ .

交通容量: 2200台/時/車線

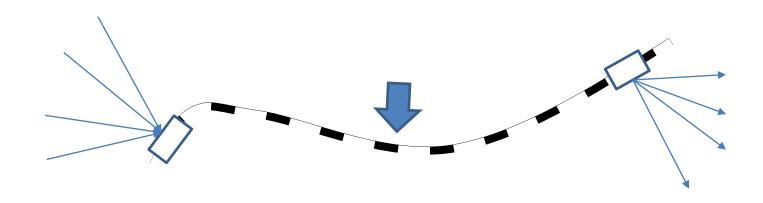


定員: 1800人/編成(15両)

輸送力: 複線 45000人/時/方面

静的な運用が前提となるため、インフラの増強のみが唯一の解決策

インフラ整備のサイクルと調査実施のサイクルがある程度調和.



データと計画・マネジメントの対象の変化

将来の交通ネットワークのインフラ整備

- ・人や車の移動は、リアルタイムで把握可能
- 観測は常に行われている
- ・事前の検索や予約を前提とした移動



定員: 約5名/台



定員: 約60名/台



交通容量: 2200台/時/車線



定員: 1800人/編成(15両)

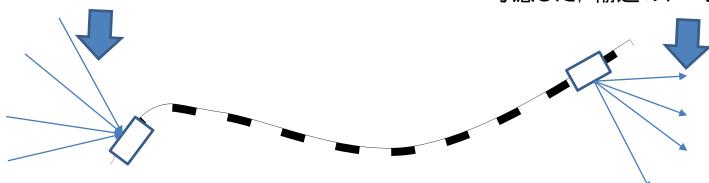
輸送力:複線 45000人/時/方面

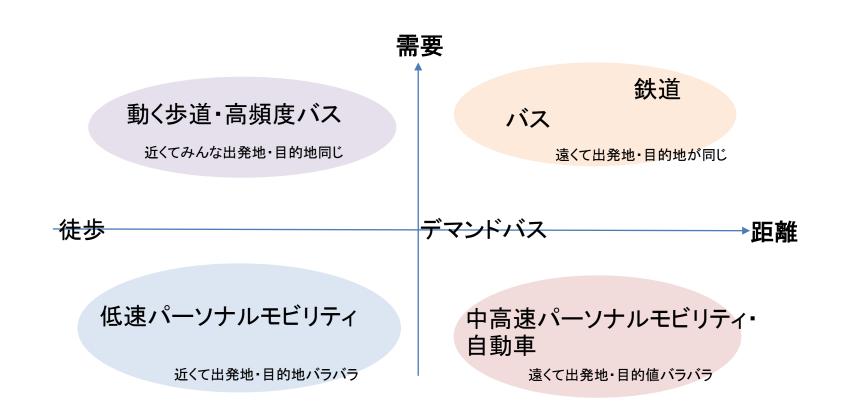
リアルタイムでの運用が前提 =すでにあるインフラをより効率的に利 用したうえで、インフラ整備を考える.

各交通手段の

- 効率的な運用
- 利便性に配慮した運用

フィーダー輸送・アクセス・イグレスも 考慮した, 輸送のトータルマネジメント.





交通機関連携・拠点整備のイメージ



予約・呼び出し

乗車 (アクセス)





乗換





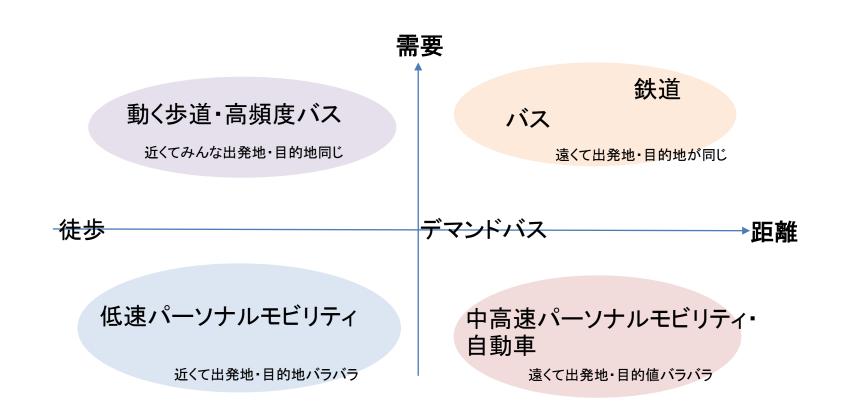


目的地

MaaS時代のモビリティ設計の考え方

- 需要側
 - 従来:個別交通機関の使用
 - 次世代: 複数交通機関を組み合わせたD2Dでの移動サービスのパッケージ的利用
- 供給側
 - 従来:インフラ整備による供給の拡大
 - 次世代:需要のマネジメントと供給の調整

<u>=複数のモビリティを提供すればサービスを提</u> 供したといえるのか?



MaaS時代のモビリティ設計のための分析とデータ

MaaS時代のモビリティ設計のための分析とデータ

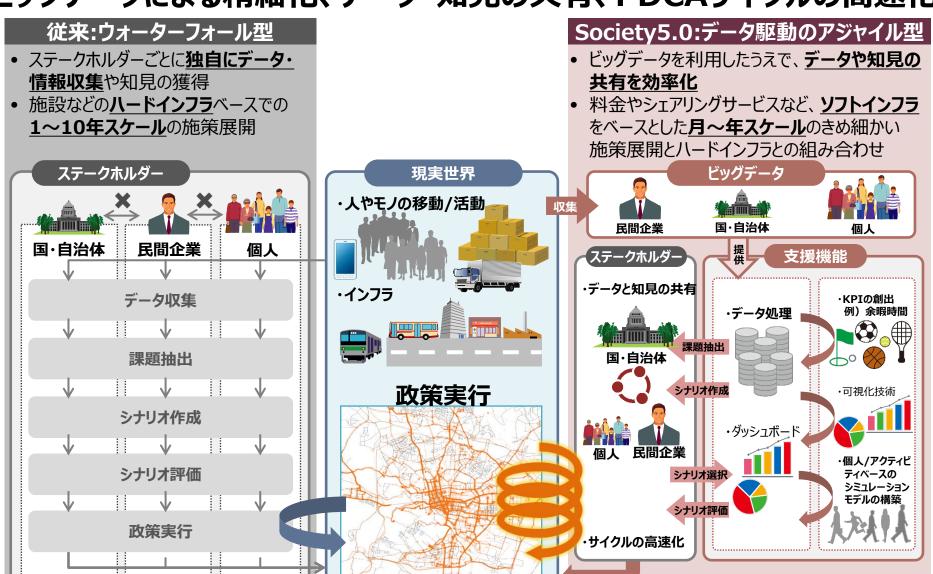
- データ
 - 自動運転システムやIoTにより大量のデータの収集可能性
 - データフュージョンにより単独のデータからは得られない情報 を得られる可能性
 - データを共有することで新たなサービスの可能性
- 自動運転×MaaS
 - 移動の効率化(リアルタイム・ニアタイムのマネジメント)
 - すでにあるインフラの効率的な利用
 - 新しい交通モードとマルチモーダルな移動
 - ・ マネジメントに必要な<u>データの流通</u>の必要性
 - <u>マルチモーダルに対応</u>するデータ収集
 - マネジメント手法の<u>評価環境</u>
 - Society5.0にふさわしい<u>モビリティ評価指標</u>
 =活動をつなぐサービスとしてのモビリティ
 (e.g. 人の活動のクオリティ,交通権,人ベースでのモビリティ評価)

1. Society5.0における都市システムデザイン



図:「日立東大ラボ 産学協創フォーラム Society 5.0 の実現に向けたハビタット・イノベーション」資料より

ビッグデータによる精細化、データ・知見の共有、PDCAサイクルの高速化



サイバー空間・フィジカル空間の融合に向けた動きの例

<u>デジタルツイン</u>

実空間に存在する資産や工程、ヒト、場所、システム、機器などの仮想空間上のデジタルな複製

(Wikipedia: https://en.wikipedia.org/wiki/Digital_twin)

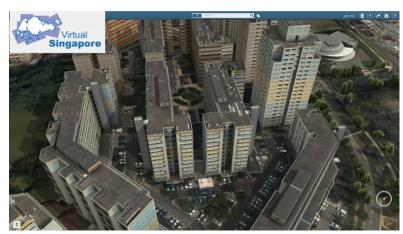
- →CAE(Computer Aided Engineering)としてプロダクト設計開発領域で取り入れられてきた考え方
- =仮想空間上でテストや環境の再現をし、シミュレーションすることで問題の事前把握や故障予測、性能評価などを可能とする.

<u>都市でのデジタルツインを目指す例: Virtual Singapore</u>

3次元の時空間都市モデルとデータプラット フォーム

利用目的:

- 仮想空間での実験
- 計画 合意形成
- 研究•開発



https://www.nrf.gov.sg/programmes/virtual-singapore

人の活動を表現するためのデータ

行動データ

・人の流れデータ



- ・パーソントリップ調査データ
 - ·SP調査データ
 - ・人流ビックデータ

サービスデータ

- ·時刻表
- ・シェアリングシステムの運用データ

社会・インフラ基盤データ

既存統計・GISデータ

活動パターン

目的地

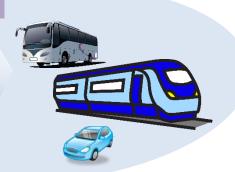
交通手段 · 経路



動的インフラ層

都市内の交通やマッチ ングサービスを表現

人の行動の表現



静的インフラ層

インフラ構造を表現



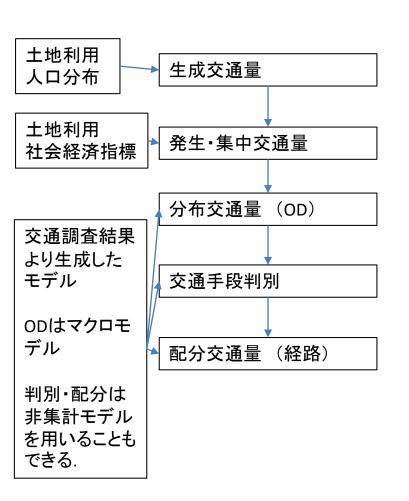


・ネットワークデータ

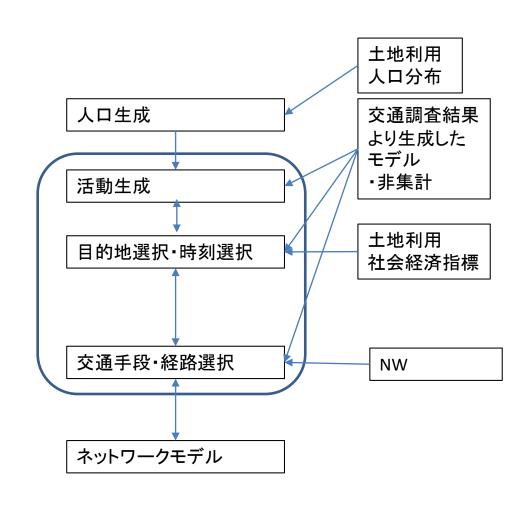


交通配分・シミュレーション

四段階推定法



アクティビティベースシ ミュレーション



ヒトの行動の情報

個人の情報

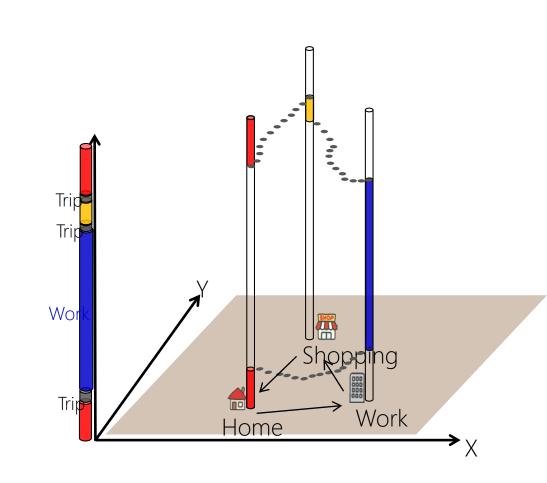
- 個人番号
- 性別
- 年齡
- 職業

移動の情報

- 個人番号
- 出発地
- 目的地
- 出発•到着時刻
- 交通手段
- 利用したバス停・時刻など
- 経路
- 軌跡

活動の情報

- 個人番号
- 活動内容
- 開始・終了時刻



サテライトオフィスの活用シナリオ

30代女性・子育ての人の働き方のスタイル(サテライトオフィスでの勤務や満員電車を避ける都心(例えば、新宿)への時差通勤)を提案する. 時間の使い方や移動混雑度を評価する.



ペルソナの設定

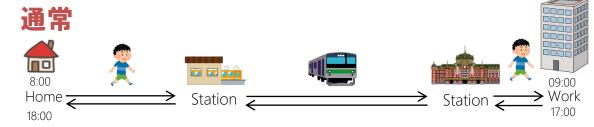
個人属性:30代女性,就業者

世帯属性:子供有

居住地:立川駅周辺に在住就業地:新宿駅周辺に勤務



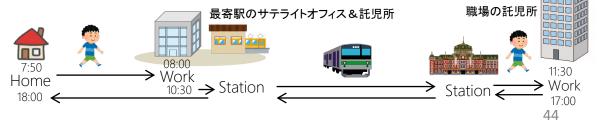
シナリオの設定



サテライトオフィスのみ



サテライトオフィス+時差通勤



検討を想定しているシナリオ例

テーマ	施策例
土地利用	·拠点集約 ·立地適正化
MaaS (Mobility as a Service) /自動運転	・ライドシェア相乗り・乗り捨てカーシェア・デマンドレスポンシブな交通・ダイナミックプライシング・宅配ロボット
Work Style	・テレワーク・駅前勤務(SOHO)・定時退社
災害	・避難・非通常時の鉄道運行計画

評価の視点

- ・経済的指標(渋滞損失の評価)
- ・QoLを考慮したor本源需要を考慮した指標での評価
 - ·活動内容の変化 e.g. 帰宅時刻·余暇活動の増加
 - ·余暇時間の変化
- ・施策の特定の属性(世代・性別・居住地域など)への影響

データの変化とニーズの変化とモビリティ解析

データ

- 自動運転システムやIoTにより大量のデータの収集可能性
- データフュージョンにより単独のデータからは得られない情報を得られる可能性
- データを共有することで新たなサービスの可能性
- 自動運転×MaaS
 - 移動の効率化(リアルタイム・ニアタイムのマネジメント)
 - すでにあるインフラの効率的な利用
 - 新しい交通モードとマルチモーダルな移動
 - マネジメントに必要なデータの流通の必要性
 - マルチモーダルに対応するデータ収集
 - マネジメント手法の評価環境
 - Society5.0にふさわしいモビリティ評価=活動をつなぐサービスとしてのモビリティ

(e.g. 人の活動のクオリティ,交通権,人ベースでのモビリティ評価)

- データプラットフォーム
- マルチモーダル・アクティビティベースの評価
- ゾーンベースからメッシュベースのシミュレーション