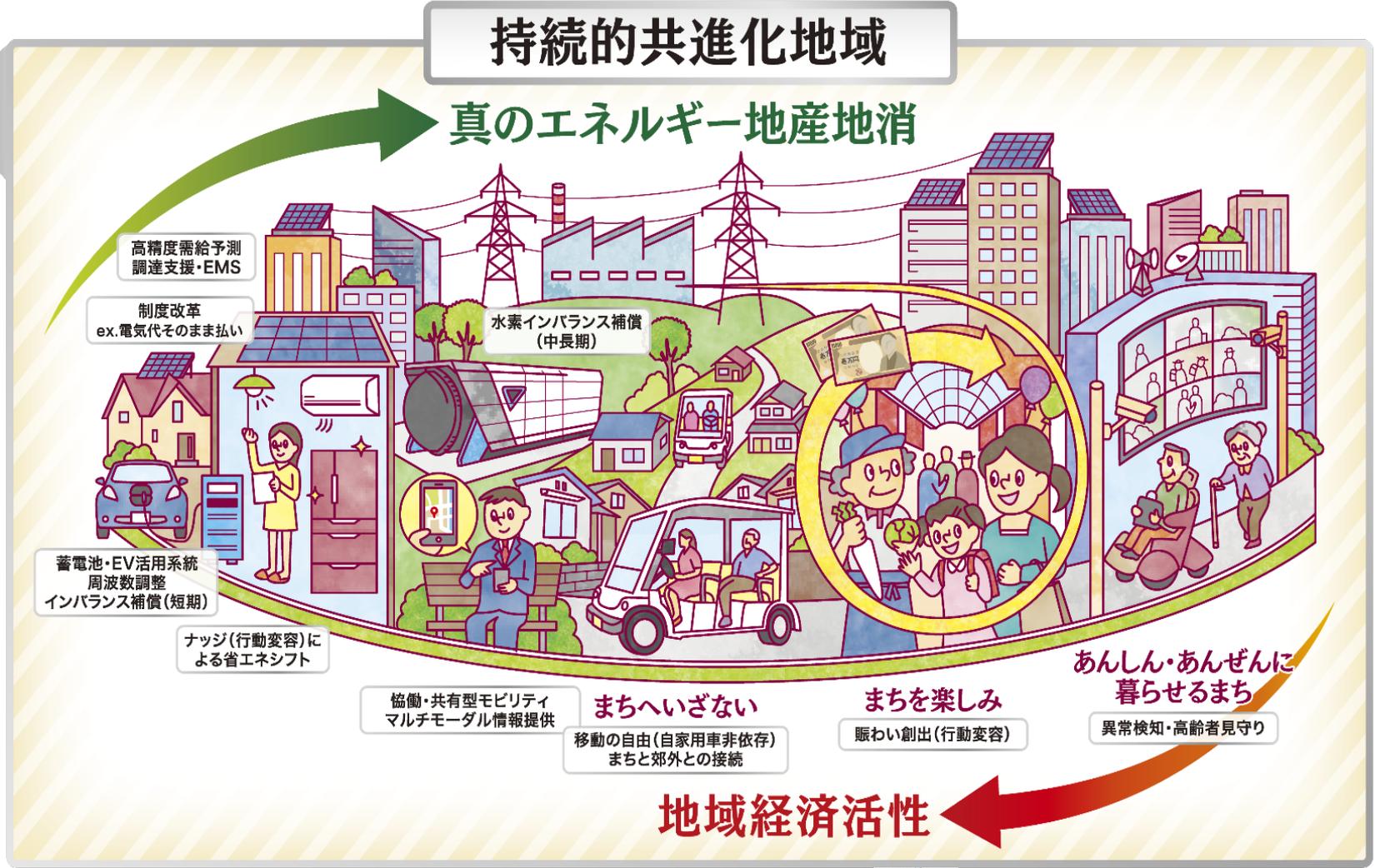


持続的共進化地域

真のエネルギー地産地消



九州大学



東京大学



横浜国立大学

持続的な共進化社会創造に向けた 産業数学の挑戦

持続的共進化地域

電力需要予測
電力調達の最適化

直のエネルギー

大規模アンケート調査解析に基づく
まちづくり政策

トポロジー可視化

人流解析による賑
わいと混雑

高精度需給予測
調達支援・EMS

制度改革
ex. 電気代そのまま払い

水素インバランス補償
(中長期)

蓄電池・EV活用系統
周波数調整
インバランス補償(短期)

ナッジ(行動変容)に
よる省エネシフト

協働・共有型モビリティ
マルチモーダル情報提供

まちへいざない
移動の自由(自家用車非依存)
まちと郊外との接続

まちを楽しみ
賑わい創出(行動変容)

あんしん・あんぜんに
暮らせるまち
異常検知・高齢者見守り

道路保全における補修計
画最適化

地域経済活性



九州大学



東京大学



横浜国立大学

- クラスタリングを用いた電力需要予測
 スパース統計＋機械学習＋予測モデルクラスタリング
- 電力調達の最適化
 ベイズ推定＋高次元モンテカルロ積分
- トポロジー可視化による電力調達最適化
 特異ファイバー理論
- 大規模アンケート調査解析に基づくまちづくり政策立案
 構造方程式, 因子分析 fanc, スパース推定, 構造正則化
- 人流解析による賑わいと混雑の分析
 ベクトル場のトポロジー, 流体モデル, 逆問題
- 道路保全における補修計画最適化
 最適化＋機械学習



クリーン
エネルギー



温暖化対策



持続可能
なまち



産業と技術
革新の基盤
をつくらう

廣瀬 慧, 山口 尚哉, 溝口 佳寛
佐伯 修, 鍛冶 静雄, 福本 康秀

・平成29年度までの研究開発の状況

$$y_{ij} = \mu_j + b_i + \varepsilon_{ij}$$

- μ_j は、日にちに依存しない第 j タイムゾーンの電力需要
- b_i は気温などによる影響
- ε_{ij} は誤差項

・上記のモデルは柔軟性にかけるため、モデルを大幅に拡張

$$y_{ij} = \mu_{ij} + b_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

研究開発の状況

- ・ 気温などの外的要因に関して、**基底展開法**を用いた非線形モデルを提案
- ・ パラメータの漸近分散を導出
→ **信頼区間が構築可能**
- ・ 通常の線形回帰モデルとほぼ同様のモデルであるため、過去1~2年の電力データを2秒程度で学習。
MMアルゴリズムに基づく
- ・ 通常の時系列モデリングは季節成分が2つ入り、モデリング化不可能。
基底展開に基づくため、2重の季節成分にも対応可能

- ・ 統計に基づき信頼区間を構築可
- ・ 不定期イベントの影響を除去

予測モデルをソフトウェア化し、今年度末にベータ版としてWeb上に条件付き公開（準ライセンス）予定。電力需要予測において、安価で手軽なソフトは存在しない。

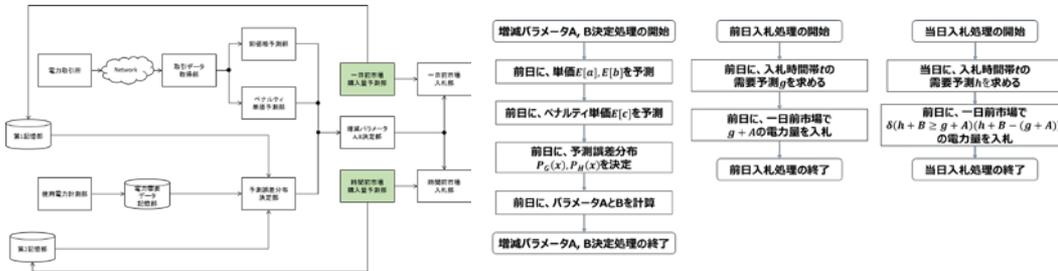
・ 今後は、**予測モデルのクラスタリング**を行い、予測精度向上を目指す。

研究開発の状況報告及び今後の見通し(フェーズ3での計画と達成目標)

研究開発の状況

- 小売電気事業者が実施する電源調達計画立案において、調達コストの最適化(最小調達価格の追求および支払いサイトを考慮した運転資金の最小化の実現)による経営安定化を実現するアルゴリズムの考案とプログラミングソフトの開発を行い、このアルゴリズムの評価検証をみやまSEが実施した。
- モンテカルロ多重積分によるコストの期待値と分散の導出
- ベイズ統計における事後分布の新しい推定方法を導入
- 特許出願(特願2017-164048)
- 国内優先権主張出願(特願2018-158215)

予測誤差の観点から初



- 機能ブロック図とフローチャート

前段階： 理論上コスト3%削減
 現段階： 実データで3%以上のコスト削減を確認
 最終年度： コスト3%削減を実証

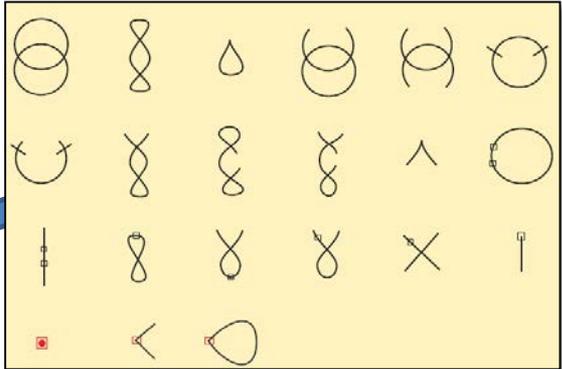
今後の見通し

フェーズ3では、みやまSEの評価検証をもとに、さらなる実用的アルゴリズムの考案とソフトの開発を進める。

複雑で大量かつノイズを含む**ビッグデータ** ⇒ 本質が明瞭につかめる形に**可視化**

統計理論・数値解析〔従来手法〕
+
トポロジー, 特に**特異点論**

数学コンセプト
等高線や等値面の一般化
である**特異ファイバー**の
トポロジーを分類

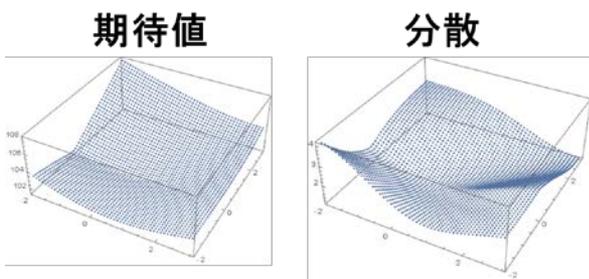


特異ファイバーの可視化技術
解決できる課題例
大規模データ可視化, 現象の解析, 行動変容予測,
異常現象予測(電力ピーク, 混雑度)

応用例

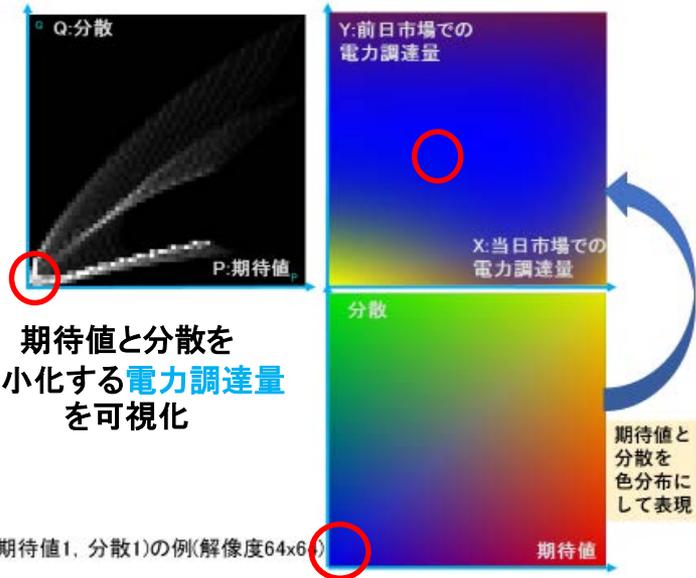
トポロジー可視化を利用した電力調達最適化

エネルギー部会との共進化



- ・調達コストの**期待値と分散**のトレードオフの関係を可視化
- ・市場取引のリスクを可視化, 取引を安全にサポート

期待値と分散のデータを同時に解析



期待値と分散を
最小化する**電力調達量**
を可視化

期待値と分散を
色分布にして表現

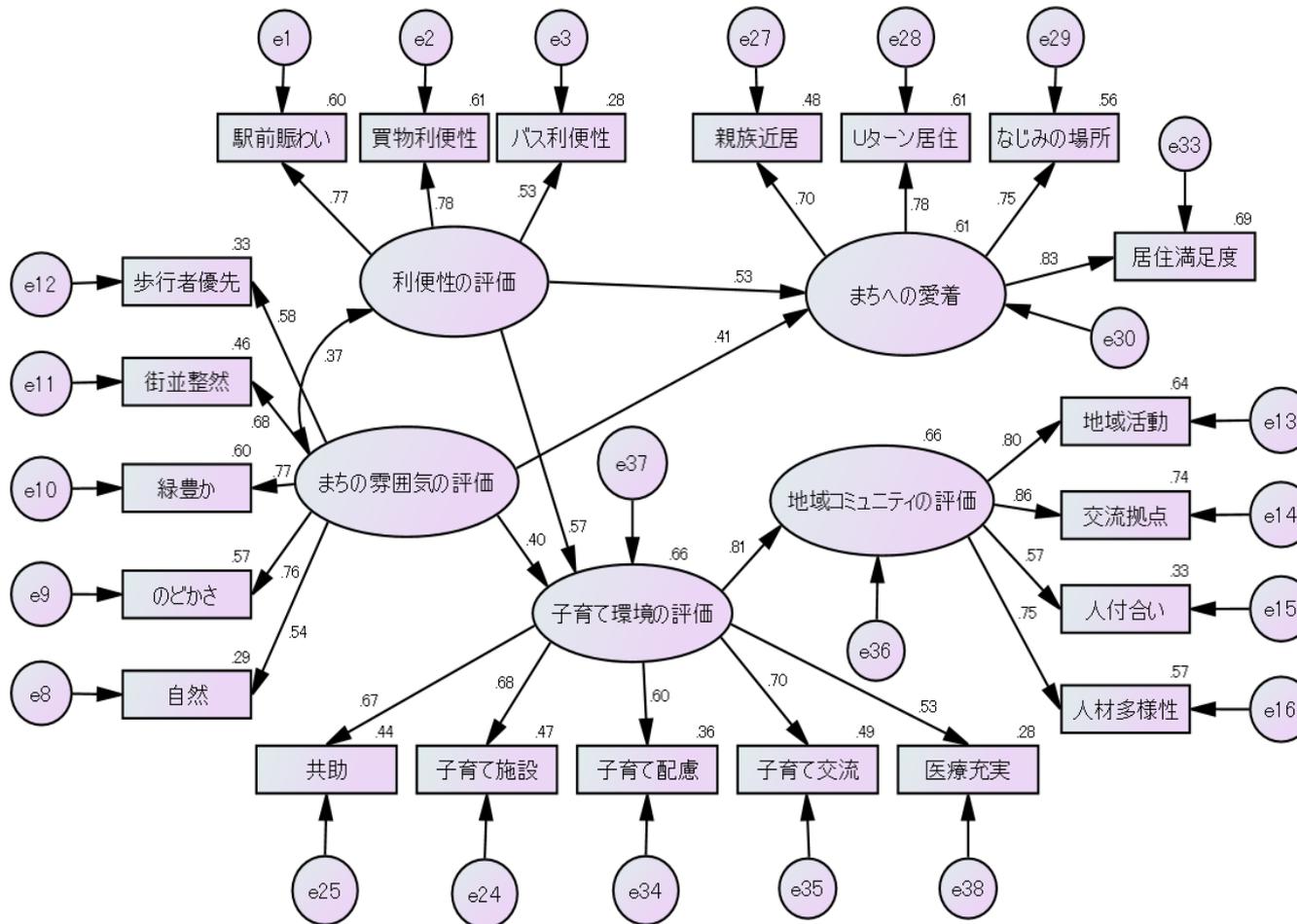
(期待値1, 分散1)の例(解像度64x64)

- ・複雑なモデリングが可能となる**構造方程式**に**スパース推定**を適用する
 → **解析者の主観をなくした, 客観的な解析が可能**
- ・まちのくらしと評価の**因果構造**を解明する

研究開発の状況

- ・**構造方程式**のモデルである**因子分析モデル**の**スパース推定法**を提案
- ・因子回転の一般化であることを証明
- ・スパース推定やPrenet正則化の有用性を実証済み
- ・R package fancを公開
 (<https://cran.r-project.org/package=fanc>)
- ・Post Selective Inference (検定)

新参・賃貸・勤労ファミリー世帯



データ収集



データ解析

ベクトル場解析の手法により
賑わいや混雑を数学的に定量化

- **トポロジー解析**: 特異点や不変量の人流的な意味づけ
- **流体モデルによる記述・予測**
とくに**相転移**(混雑の誕生・賑わいから混雑への移行)や**界面**(店と人・属性の異なる人と人の解析)
- **逆問題**
を通して、人の流れの自然な整流・誘導・予測と制御を可能

人流最適化

- 賑わいや混雑の予測と可視化
- 賑わいの創出, 混雑の緩和
- 商店街や駅前など場の属性の解析し好ましい変化をもたらす



補修が必要な道路の情報は、パトロールや市民通報により日々溜まってゆく。
一度に補修する人員も予算もないが、放置すると危険なもの、補修コストが大幅に上がってゆくものが存在する。



目的

- ・時間とともに増加する補修コスト
- ・危険度
- ・利用者の多さや道路の利用法に応じた不便度



を定量化し、最適化するような補修計画を自動立案

メリット

自治体の限られたリソースが最適化されると同時に、明確にルール化されることで、大きな声で苦情を言う人を説得して、公平で安全な街づくりに貢献できる。



補修リストを
モグラ叩き

上図は www.fixmystreet.jp より拝借