

1. 研究背景と目的

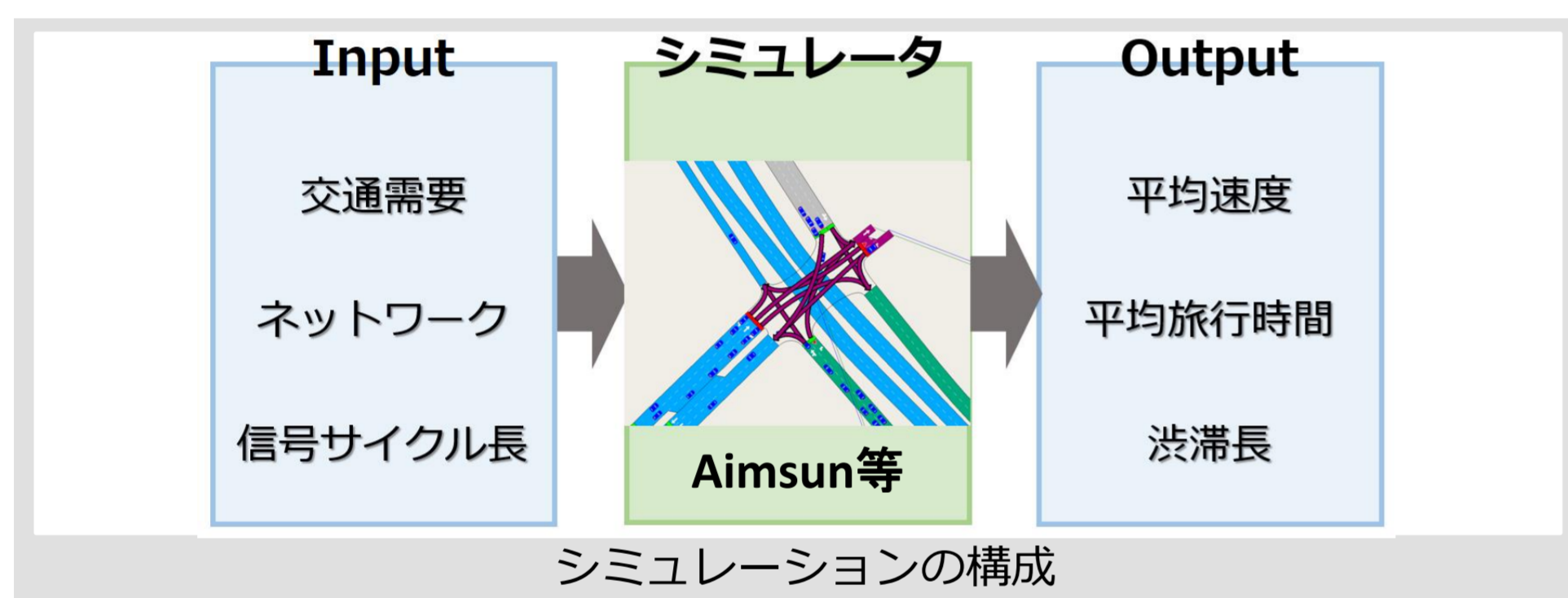
交通渋滞対策や交通マネジメント等の道路交通政策の評価には、交通流シミュレーションがよく用いられます。本研究で使用するミクロ交通流シミュレーションは、車両の右左折や渋滞の延伸等の詳細な挙動を表現可能なため、様々な政策評価に幅広く利用できるツールです。

交通流シミュレーションを用いた道路交通政策の効果予測を適切に評価するためには、現況再現性の高い交通需要(OD(Origin-Destination)表)を事前に用意する必要があります。しかし、シミュレーションの現況再現の精度を重視すると膨大なデータ量が必要となり、OD表の構築に多くのコストがかかります。また、現況の真値として様々な交通ビッグデータの活用が期待されています。ETC2.0も交通ビッグデータの一つですが、サンプル数の少なさに故に運転手の特性等による偏向が影響し、正確な交通状態推定が行えない可能性があります。

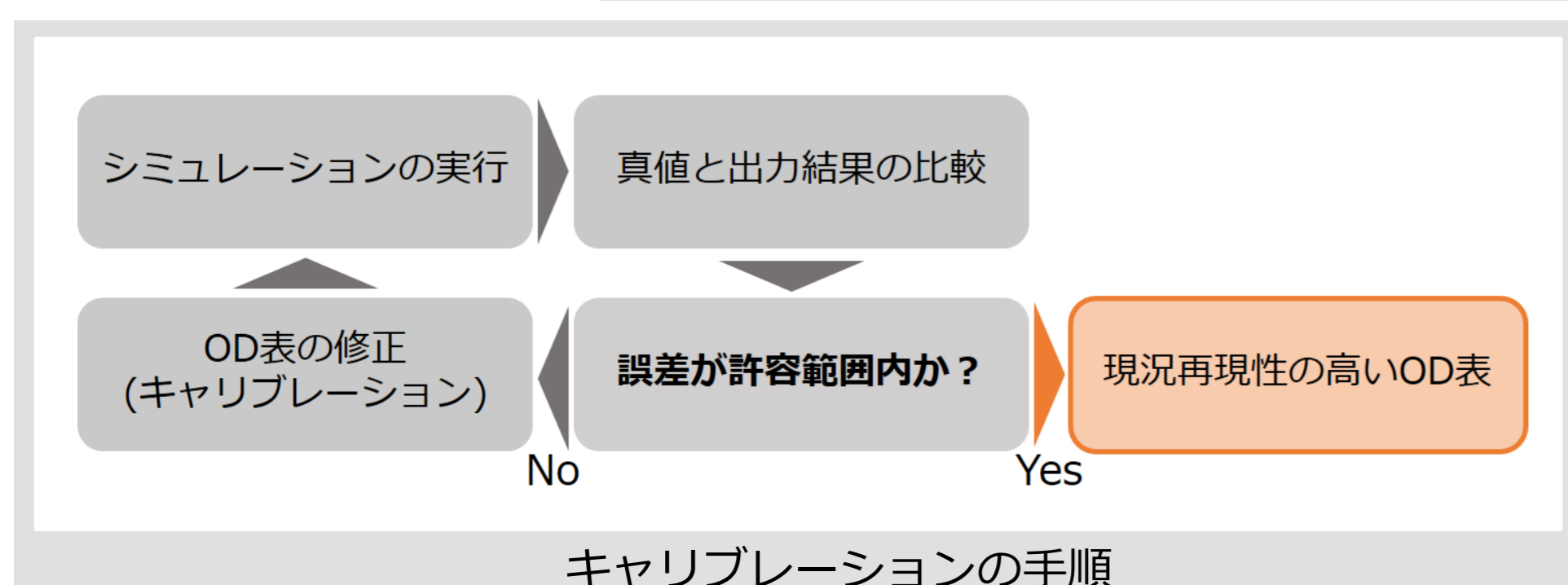
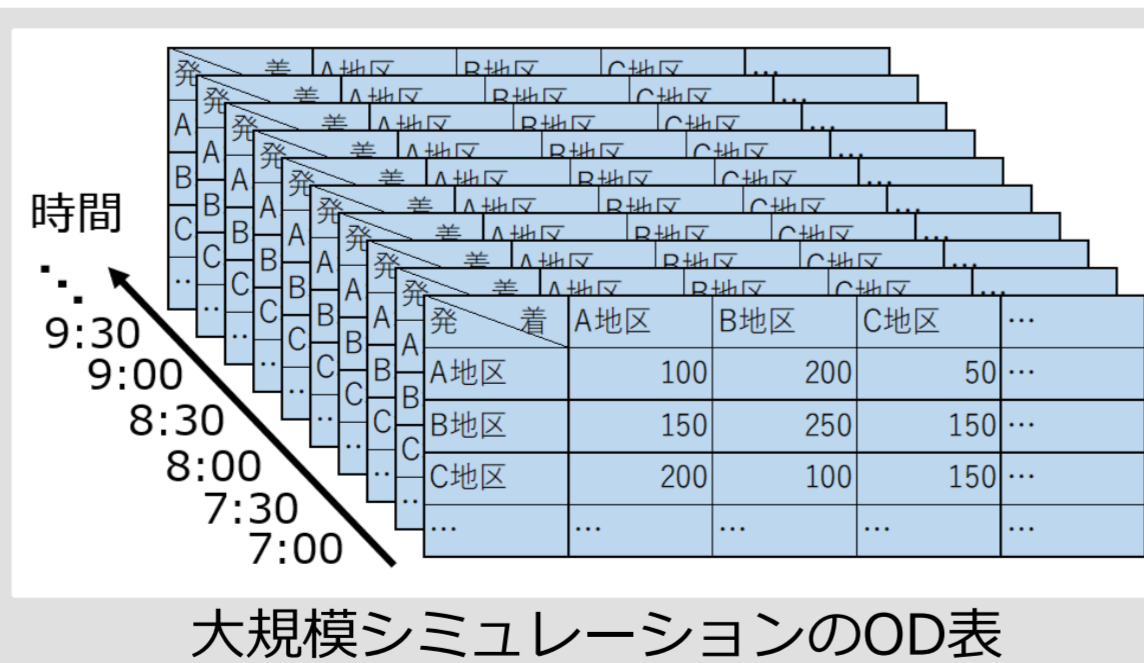
そのため、本研究ではETC2.0データを用いた効率的な現況再現性の高いOD表推計のためのシミュレーションベース最適化手法の構築を行います。

2. 交通需要キャリブレーションの問題点

シミュレーションソフトは、交通需要や道路ネットワーク等の入力情報を基に、車両平均速度や平均旅行時間、渋滞長等のデータを出力します。



ミクロ交通流シミュレーションを用いた道路交通政策の効果予測を適切に評価するためには、現況再現性の高いOD表を入力データとする必要があります。しかし、現況再現性の高いOD表を得るには、シミュレーションの実行、真値と出力結果の比較、OD表のキャリブレーションといった作業を複数回繰り返す必要があります。上記の作業には、①大規模ネットワークかつ長期的なシミュレーションの場合、②真値として用いるデータのサンプル数が少ない場合において問題点があります。①では、データ量が膨大なためシミュレーションの実行に大きな計算負荷がかかります。例えば、起点と終点が70のネットワークで対象時間を10のスパンに分けてシミュレーションを行った場合、 $70 \times 70 \times 10 = 49000$ 個もの入力データが必要となります。実際の都市は非常に複雑な道路網を有しているため、さらに多くのデータが必要となることが考えられます。②では、ドライバーの運転特性の偏りが顕著になるため、実際の交通状況とデータから推定される交通状況でリンク単位でのギャップが発生する可能性があります。これら2つの問題点を改善する方法を3章で紹介します。



3. 金沢市を対象とした検証

本研究では金沢市街地を対象にネットワークを構築し、それを交通センサスにより6分割することで計算式で扱うパラメータを減らし、リンク単位で発生する実交通状況と推定交通状況のギャップを埋めることで、サンプル数の少ないデータを真値として扱えるようにしました。また、メタモデル式をシミュレーション実行前に導入することで事前にOD表を最適化することができ、計算効率の上昇を図りました。また、使用したETC2.0データは2019年9月27日 AM6:00~AM11:00のもので、サンプル数は27756、車両ID数は51です。

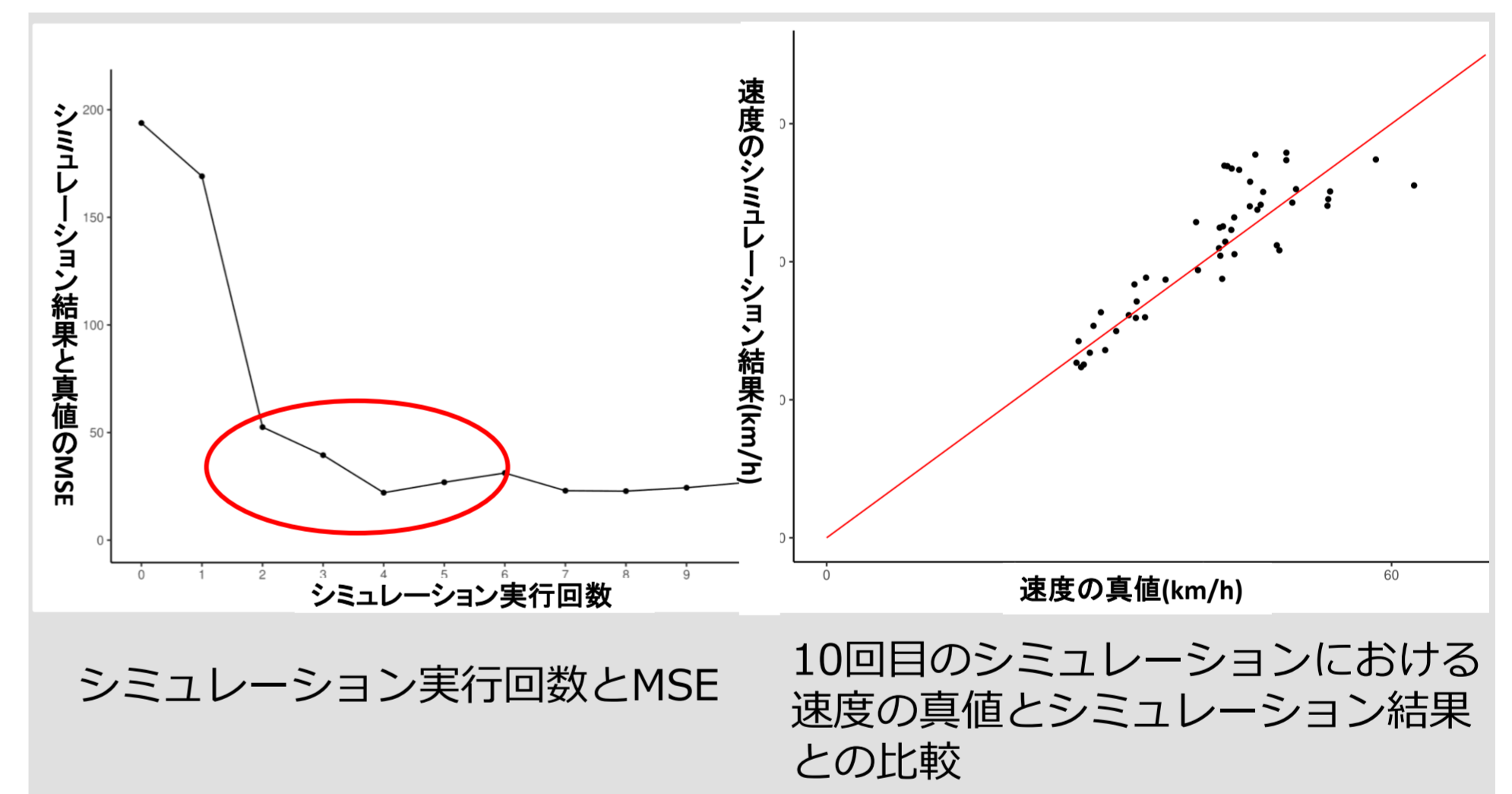
$$\min_D \sum_{i \in I} \sum_{t \in T} (V_{i,t} - \beta_{i,t} v_i(t))^2 + \delta_1 \sum_{i \in I} \sum_{j \in I} (D_{i,j}^0(t) - D_{i,j}(t))^2$$

メタモデル式

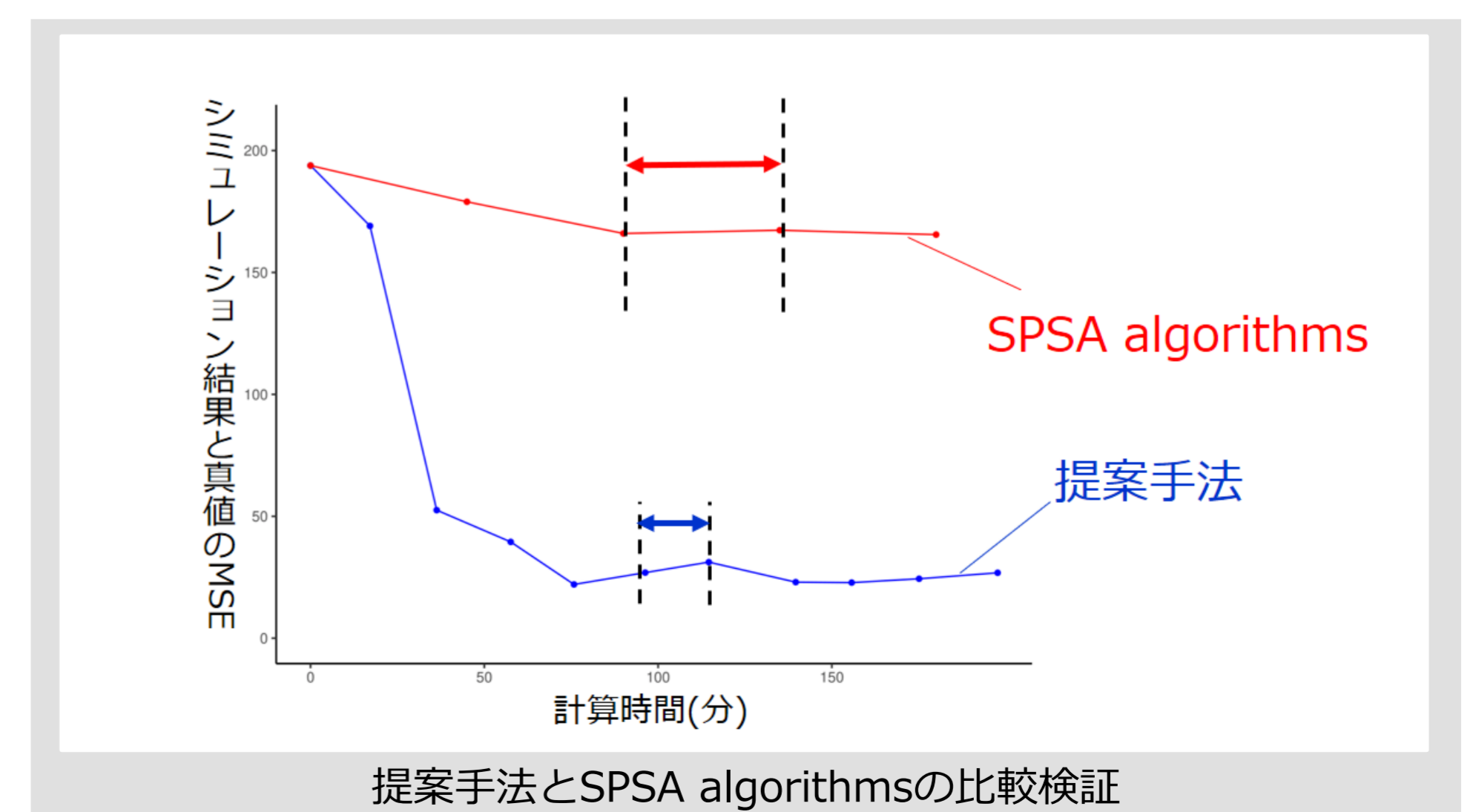
左側: 実交通データとシミュレーション出力結果との平均二乗誤差
右側: 初期需要と推定需要の離れ具合

4. キャリブレーション結果と今後の課題

本研究では、ETC2.0を用いた効率的なOD表推計のためのシミュレーションベース最適化手法の構築を行いました。結果として、2回目のシミュレーション実行時に、シミュレーション結果と真値の速度の平均二乗誤差が大幅に減少し、複数回のシミュレーションの実行で現況再現性の高いOD表が得られることが確認できました。また、10回目のシミュレーションでは、シミュレーション結果と速度の真値がおおよそ一致しているため、本研究で用いた手法の確からしさも確認できました。



次に、既存のキャリブレーション手法であるSPSA algorithmsと本研究の提案手法の比較検証を行いました。提案手法の方がMSEの縮まり方が早い上に、キャリブレーションの計算時間がSPSA algorithmsにおけるその半分程度になっていることから、提案手法の有効性がわかります。しかし、これはエリアレベルに集約したキャリブレーションを考えているため、道路規模を詳細に考慮したキャリブレーション手法の確立が今後の課題となりました。



参考文献

1) Dantsuji, T., Hoang, N. H., Zheng, N., Vu, H. L., 2022. A novel metamodel-based framework for large-scale dynamic origin-destination demand calibration. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 136, 103545.