

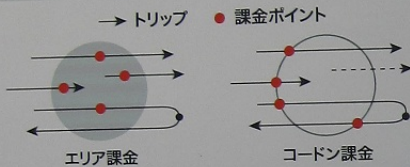
ロードプライシング政策の最適設計問題

— 最適時のエリア課金とコードン課金の比較 —

1. 背景・目的

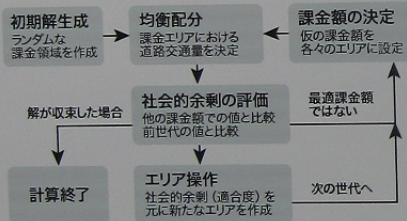
道路混雑などの問題の解決策のひとつとして混雑課金政策の導入が検討されている。実際に、ノルウェーの数都市やシンガポール都心部でコードン課金が導入されている。このコードン課金については、通常の利用者均衡配分モデルを利用することで課金額域とレベルの最適化に関する研究が行われてきた。一方、エリア課金については、研究事例は少ない。

本研究では、エリア課金政策を厳密に表現できるトリップ・チェーン型の利用者均衡配分を導入した最適化モデルによって、エリア課金における最適課金額域と課金レベルを求めることを目的とする。そして、それらの特性を既存の最適コードン課金と比較する。

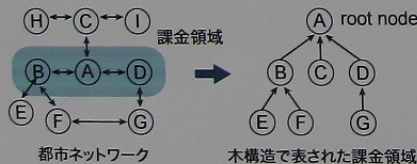


2. モデルの解法

最適化は2段階の最適化問題として定式化される。上位問題では社会的余剰を最大化し、下位問題では利用者均衡配分を行う。



モデル全体では多峰性の非線形問題であるため、遺伝的アルゴリズム (GA) をベースとした手法にて解を探索する。このとき、課金額域を木構造で表現し、木構造そのものを遺伝子として扱う。

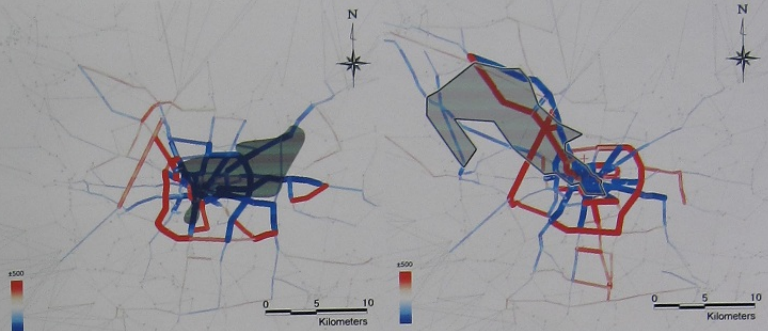


GAの交差・突然変異に相当する遺伝子操作は、木を組み替えることによって実現する。

6. まとめ

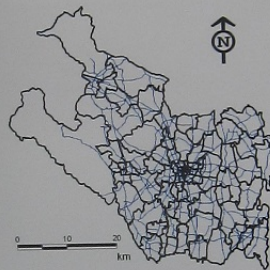
- コードン課金とエリア課金の最適解は大幅に異なり、その最適解において、コードン課金はエリア課金よりも高い社会的余剰になる。
- 領域の形状や大きさの違いに対し、コードン課金は敏感に反応するが、エリア課金はそれほど大きく反応しない。

3. 実都市ネットワークへの適用



エリア課金の最適解の1つ (250 円)

コードン課金の最適解の1つ (100 円)

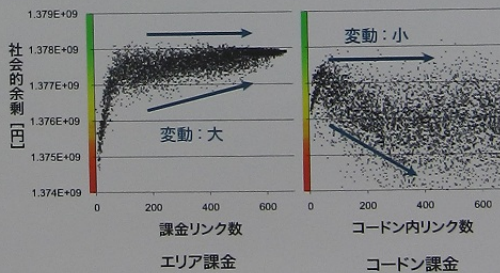


対象都市は栃木県宇都宮市ネットワーク
 ゾーン数 118 リンク数 1345 ノード数 626

	エリア課金	コードン課金
社会的余剰増加量	150 万円	220 万円
課金レベル	250 円	100 円
領域内部交通量	減少	増加部分あり
安定性	高い	低い

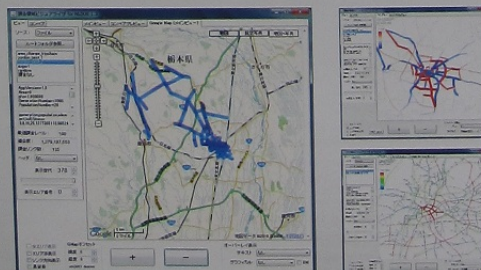
最適時のエリアとコードンを比較すると、コードン課金の方が高い社会的余剰となっている。最適時の課金額はエリア課金の方が高くなっている。課金額域の形状は双方とも大きく異なる。課金額域内部の交通量は、エリア課金がほぼ全域で減少が生じているのに対し、コードン課金では増加する道路も見られる。

4. エリアとコードンの安定度分析



課金額域をランダムに変化させて課金額域の大きさ及び形状に対する社会的余剰の反応を分析した。エリア課金においては、課金額域の大きさや形状、及び課金額の変化に対して安定したパフォーマンスを示す。一方、コードン課金はそれらに対して大きくパフォーマンスが変動し、安定性が低い。

5. 専用ビジュアライザ・ソフトの開発



最適化した課金額域を容易に可視化できるように結果のビジュアライザ・ソフトも開発した。機能は簡易な GIS とみなせるが、GA の世代推移につれての結果の変化、複数課金シナリオ政策の比較分析が容易に行える仕様である。分析結果を既存の地図と重ね合わせることも可能であり、将来的に一般の市民からのフィードバックを得ることも意図している。