

# RECTILINEAR 距離を用いた高速道路の最適配置について

02003690 筑波大学 社会工学研究科 \*有井良仁 ARII Yoshihito  
 01102840 筑波大学 社会工学系 腰塚武志 KOSHIZUKA Takeshi

## 1. はじめに

一般的に移動とは、ある出発地とある到着地を持ち、この2点が様々な位置にある。しかし、本研究では朝夕の通勤を対象としているため、出発地は対象地域内に分布し、到着地は一点(都心)として固定している。これらの移動を対象として、都心まで移動するためにどのような形の高速道路が便利であるかを計算する。この単純化したモデルは二次元上での線の最適配置であり、この最適配置は一元上での点の最適配置とまったく同じ結果を持つことになる。また、逐次最適化と同時最適化の効果をそれぞれ求める。そして、一次元上での点の最適配置と同様に、高速道路の最適配置も逐次最適化と同時最適化の効果の差がほとんどないことを示している。さらに、ほぼ最大効果となる高速道路の形は多数あり、その中から環状道路を含むものを示す。

## 2. モデルの概要

対象地域を一辺が  $2a$  の正方形とし、その中心を唯一の都心  $O$  とする。この対象地域内の点  $(x, y)$  を出発点として、都心へ通勤する場合を考える。高速道路上での速度を  $v$ 、それ以外の場所での速度を  $1$  として、rectilinear 距離を用いて最短移動時間となる経路を移動する。このとき、人口密度は一定とし、高速道路の存在によって、総移動時間がどれだけ短縮するかを移動時間短縮効果として、このモデルの尺度に用いる。そして、長さ  $2a$  の高速道路(太線)  $t$  本を最も効果が大きくなるように建設し、高速道路の形、効果の大きさを求める。

## 3. 高速道路の最適な形と最大効果

まず、高速道路を逐次最適化した場合を考える。図1が高速道路を1本から10本まで逐次最適化した場合の高速道路の形で、図2が  $v = \infty$  のときの効果  $B_{e,t}$  と高速道路の本数  $t$  の関係を表している。以下グラフに関してのみ、 $v = \infty$  の場合で計算している。縦方向の高速道路を最適化する場合、横方向の高速道路の位置は影響を及ぼさない。このため、一次元上の路線にバス停を最適配置する問題(鈴木:1988)と同じ解を持つことになる。結局、横方向の高速道路が一本しかないときが最大効果となる。

次に同時決定を行う。このモデルの場合、同方向の隣り合う高速道路の間隔は一定であることが、最適配置の必要条件となる。それゆえ、後は縦方

向と横方向の高速道路の本数が問題となるが、最大効果となるのは、横方向の高速道路が一本だけの場合となる。このため、同時最適化を用いて最大効果となる高速道路の形が図3である。最大効果  $B_{i,t}$  は、 $c = 1 - 1/v$  とすると、

$$B_{i,t} = \begin{cases} t = 1 \text{ のとき, } 2ca^3. \\ t \geq 2, t \text{ が偶数のとき,} \\ \frac{2c}{3(t-c)^2} \{4 + 4c^2 + c(2 - 9t) - 6t + 6t^2\} a^3. \\ t \geq 2, t \text{ が奇数のとき,} \\ \frac{c}{3} \left\{ \frac{16 + 4c^2 + c(11 - 9t) - 18t + 6t^2}{(t-1-c)^2} \right. \\ \left. + \frac{4 + 4c^2 - c(7 + 9t) + 6t + 6t^2}{(t+1-c)^2} \right\} a^3. \end{cases}$$

となる。また、縦方向と横方向の高速道路の本数を変化させた場合の効果と、高速道路の本数との関係が図4である。最大効果となるのは、環状道路が入らない場合であり、環状道路が入ると最大効果より多少効果が小さくなるのがわかる。このとき、縦方向と横方向の本数の差が小さくなるほど効果が小さくなるので、横方向の高速道路が一本の時の最大効果であり、縦方向と横方向の本数の差が最も小さくなる場合が最小効果である。この最小効果を  $B_{i',t}$  とし、このときの高速道路の形が図5である。しかし、この場合、最大効果と最小効果の差はほとんどない。この最大効果と最小効果の差の割合、 $(B_{i,t} - B_{i',t})/B_{i,t}$  と高速道路の本数  $t$  の関係が図6となる。 $t = 4$  の形は、 $t > 4$  の場合の建設途中であるので例外とすれば、環状道路を建設すれば、最大効果の約2%程度の効果が減少することがわかる。高速道路の形の変化に比べて、移動時間短縮効果の変動はさほど大きくない。このため、ほぼ最大効果となる高速道路の形は多数存在し、様々な社会的条件によって建設計画を立てればよいことがわかる。

つぎに、逐次最適化と同時最適化の効果の差の割合  $(B_{i,t} - B_{e,t})/B_{i,t}$  を図7で表した。

この結果より、同時最適化を行うことができない場合でも、逐次最適化を用いれば、効果の減少量は1%未満であることがわかる。高速道路の建設計画をする場合、将来を見通して計画することは困難であるし、また、従来の計画を変更する場合も存在する。このような場合に同時最適化でなく逐次最適化を行うことで、ほぼ最大効果を得られることを認識しておくことは、現実の道路計画を行う人々にとって有意義なことである。

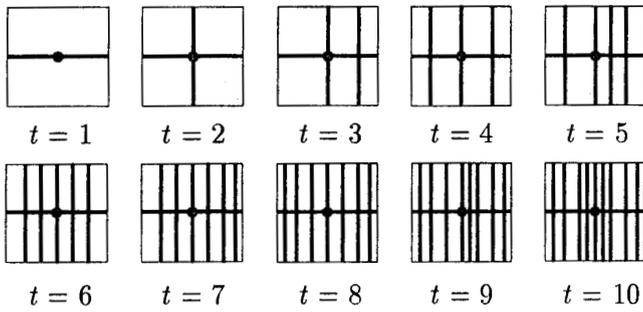


図 1: 逐次最適化を用いた高速道路の形

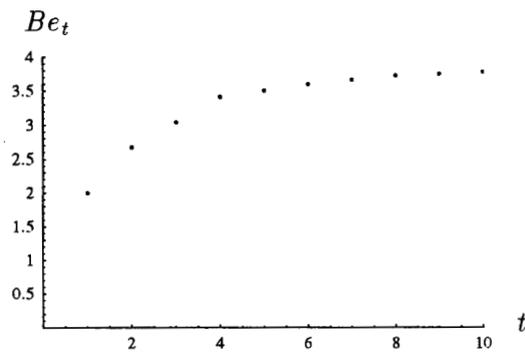


図 2: 逐次最適化を用いた効果

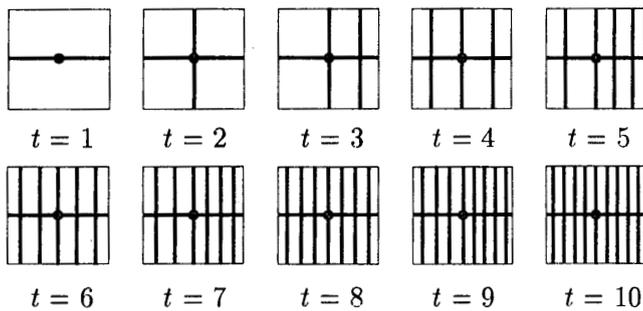


図 3: 同時最適化を用いた高速道路の形

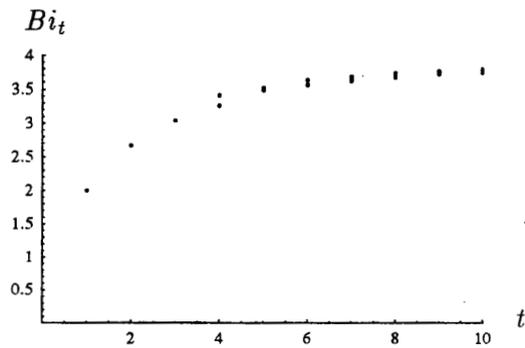


図 4: 同時最適化を用いた効果

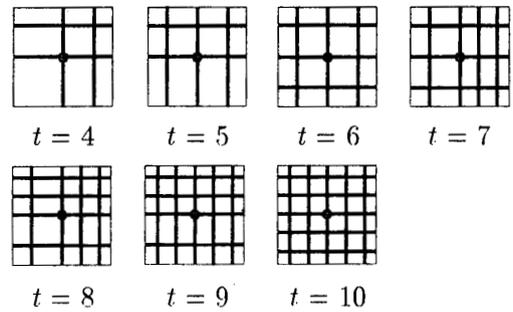


図 5: 環状道路を用いた高速道路の形

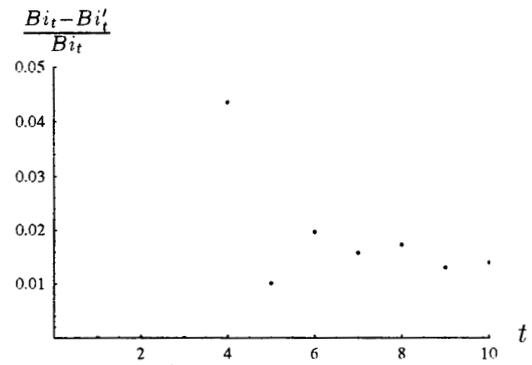


図 6: 環状道路を建設したときの効果の減少率

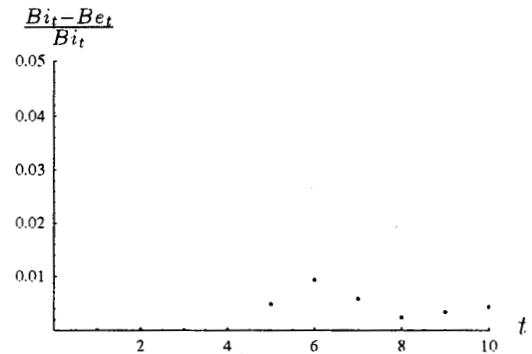


図 7: 同時最適化と逐次最適化の効果の差の割合

### 5. 参考文献

- [1] Rodney Vaughan(1987):Urban Spatial Traffic Patterns.Pion Limited.
- [2] 鈴木勉 (1988):施設の建設順序と配置に関する最適問題について. 日本オペレーションズ・リサーチ学会春季研究発表会アブストラクト集,pp147-148.
- [3] Takeshi Koshizuka(1990):Efficiencies of a Sequential Algorithm and an Intuitive Selection Method in a Planar Location Problem.Operational Research'90,pp.445-456.
- [4] 大澤義明(1996):地域施設計画モデルにおける計画施設数と最適配置及び最適距離との関係. 日本建築学会計画系論文集第 482 号,pp.165-174.