

# 通過交通の侵入を防ぐ 住区内道路網設計問題

---

筑波大学 鈴木 勉

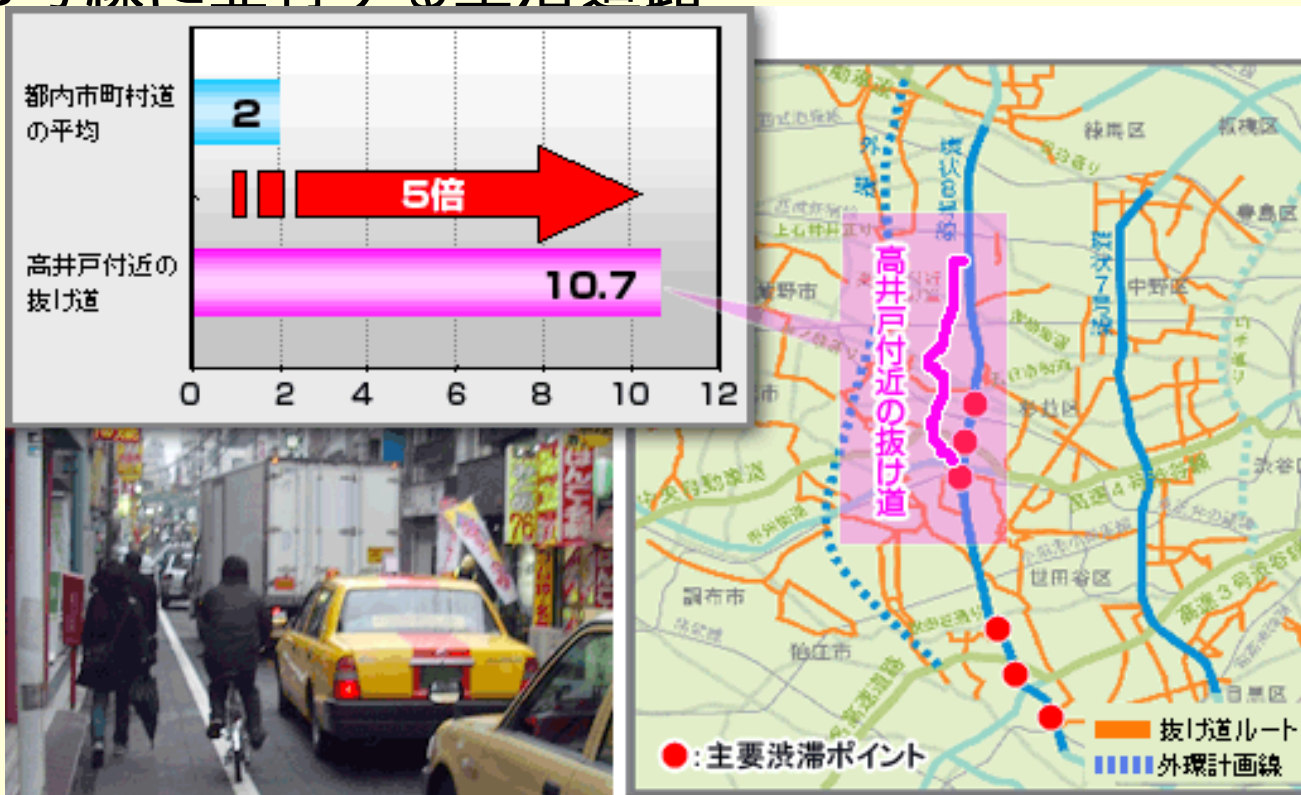
GIS-ASA科研 第1回学内ミーティング  
2013年7月17日

# はじめに

- 交通事故の発生件数は減少しているものの、住区内への通過交通の侵入によって、通学路や高齢者の安全が脅かされ、日常生活圏において交通事故につながるケースが後を絶たない。
- 欧米に留まらず、わが国の都市計画にも多大な影響を与えたクラレンス・ペリー(C.A. Perry)の「近隣住区論(The Neighborhood Unit)」の思想では、幹線道路に囲まれた住区内に通過交通が入り込みスピードを出すのを防ぐため、わざと道路を曲げたり、袋小路(cul-de-sac)を設けたりする一方で、住民の日常生活が住区の範囲内で完結させることを意図している。
- しかし、わが国の一般的な市街地でこのようなシステムで完結することは困難である。通過交通侵入の対策として、オランダのボンネルフ(woonerf)をルーツとする交通静穏化(traffic calming)への取り組みは、コミュニティ道路事業、コミュニティゾーン、そしてゾーン30などの事業としてわが国でも取り組みが進められてきたが、幹線道路の混雑により、住区内をすり抜ける「抜け道」の通行が見られる。

# 研究背景

- 生活道路への通過交通流入
- 渋滞回避のため、生活道路に通過交通が流入し安全性が低下  
例) 環状8号線に並行する生活道路

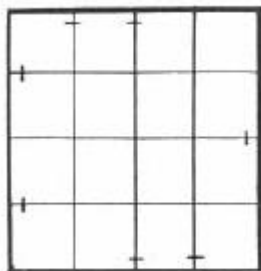


資料: 首都圏第3次渋滞対策プログラム 世田谷区資料 杉並区資料  
交通事故統計年報(平成9、12年度版) 道路統計年報(平成10年、13年)

# 研究背景

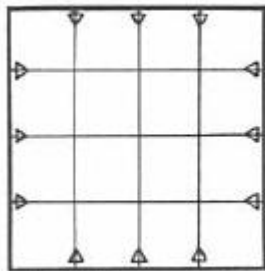
## 通過交通の進入防止策

絞り込み型



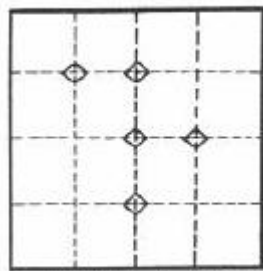
遮断

敷居型



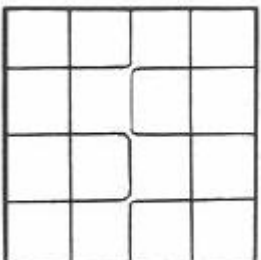
△ 敷居(ハンブ, 狭窄)

ゾーン抑制型



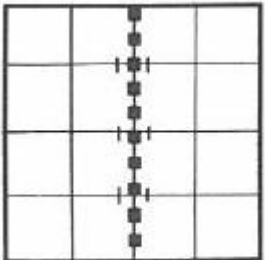
速度抑制 ◇ 交差点ハンブ

ループ型



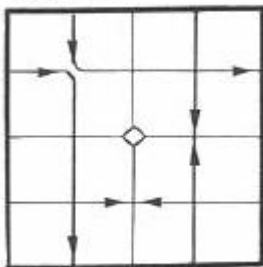
斜め遮断

バリア型



■■■■ バリア

迷路型



→ 一方通行 ◇ 直進禁止



安全な交通環境

身近な道路から通過交通を排除し、「クルマ」中心から「ひと」中心へ

- ① 一方通行  
交通の円滑化が目的ですが、狭幅員の道路で通行方向を限定することにより、歩道等のスペースを確保できます。
- ② 速度規制  
ゾーンの入口・出口に標識を設置し、ゾーン内での車の最高速度規制を行うとともに、ゾーン境界を明示します。
- ③ クランク  
車の通行部分をジグザグにしたり蛇行させたりして、ドライバーに左右のハンドル操作を強いることで車のスピードを抑えます。
- ④ ハンブ  
道路を凸型に舗装し、車前にこれを見たドライバーがスピードを落とすことを促します。

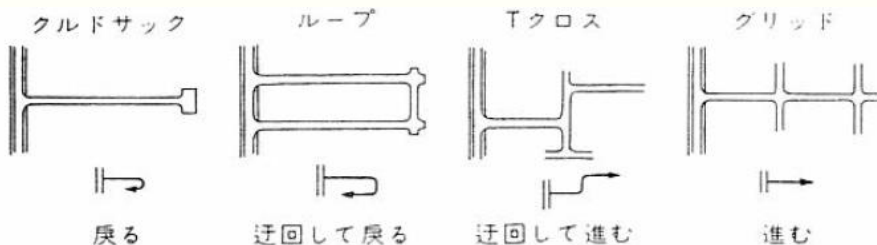


- ⑤ 歩行空間のバリアフリー化  
広い歩行空間や平坦性を確保するなど、歩行空間のバリアフリー化を進めます。

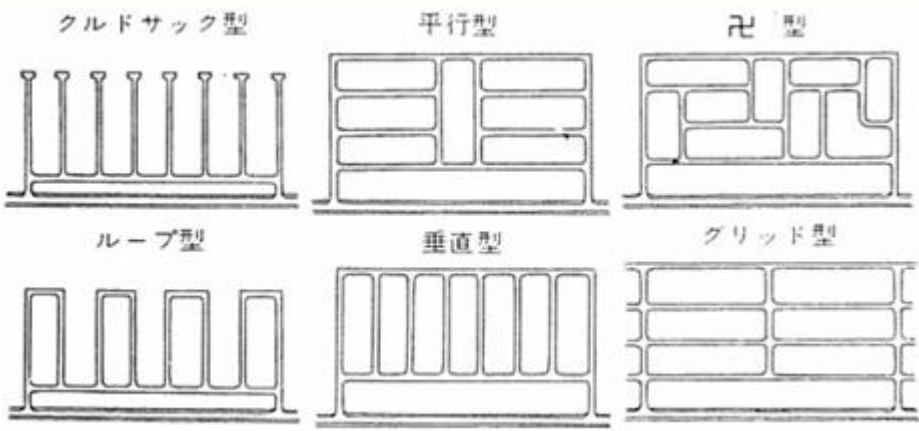


# 研究背景

## 細街路の基本パターン



## 細街路の構成パターン



参考：

日本都市計画学会編：都市計画図集，技報堂，昭和54年

- メリット

通過交通の排除

- デメリット

地区内に目的を持つ  
交通の制限

通過交通排除機能とア  
クセス機能は  
トレードオフの関係

# 研究背景

## •Buchanan report (1963)

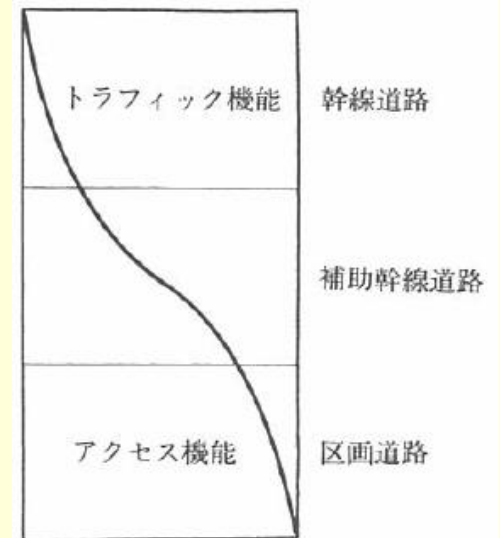
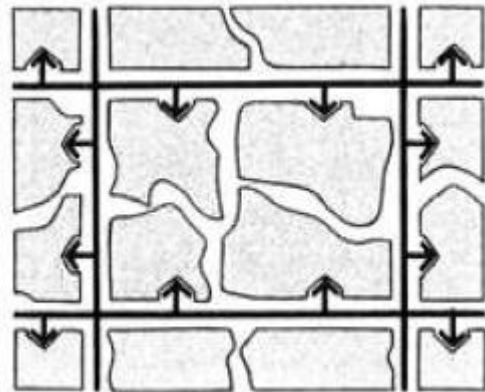
### 道路網構成のあり方についての、最初の科学的な提案

#### ①居住環境地区

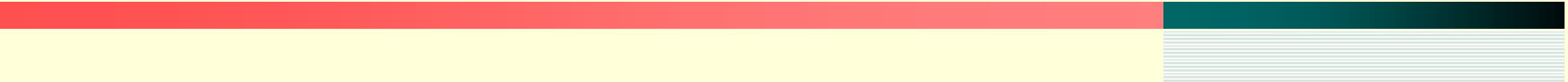
- ・幹線道路で囲まれたエリア
- ・地区に目的のない交通(通過交通)は来ない
- ・地区内道路の主役は歩行者と自転車

#### ②道路の段階的序列化

1. 通過交通:多, 走行速度:高い
  - 2.
  - 3.
  4. 通過交通:低, 走行速度:低い
- ・段階を飛び越えた道路を接続しない.



# 目的



- 住区内への通過交通の流入は，幹線道路網の混雑の激しい区間の周辺で起こることが多いとされる[1][3].
- そこで本稿では，通過交通を排除する住区内道路パターンを求める問題を2目的計画問題として定式化し，直交格子状道路に適用した例を示すことを目的とする.

# モデル化

- 本来、道路網は地域に発生する交通需要をできるだけ効率的に処理する、すなわち距離や時間が最小になるように設計されるべきものであると考えられる。しかし、そのために市街地が毛細血管のように道路で埋められると、住区内に通過交通が侵入しやすくなるので、通過交通が入りにくいような構造を持つ必要がある。
- 上記のトレードオフ関係に着目し、住区内交通と総移動時間の2つの評価軸を考え、住区内の道路網設計問題を2目的計画問題として定式化する。



# モデル化

- Magnanti-Wong[2]の最小費用流を実現するリンクを選択する問題を基本とする。但し、地域を取り囲む本の幹線道路リンクは必ず存在するとし、本の住区内リンクのみを選択対象とする。
- 道路網が有向グラフ $G=(V,E)$ で表現されているとし、 $c_{ij}$ をノード*i*から*j*のリンク移動コスト( $i, j \in V, (i, j) \in E$ )、 $f_{ij}^k$ を*k*番目の交通需要のノード*i*から*j*のリンク交通量とする。
- 通過交通量と全交通量
  - 通過交通量

$$T_1 = \sum_k \sum_{(i,j) \in E | y_{ij}^* = 0} c_{ij} f_{ij}^k$$

- 全交通量

$$T_2 = \sum_k \sum_{(i,j) \in E} c_{ij} f_{ij}^k$$

# 住区内道路網設計問題の定式化

$$\min_{f_{ij}^k, y_{ij}} T = wT_1 + (1-w)T_2$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_j f_{ij}^k - \sum_l f_{li}^k = R_i^k, \quad \forall i \in V, \forall k,$$

$$\sum_k f_{ij}^k \leq M \cdot y_{ij}, \quad \forall (i, j) \in E,$$

$$f_{ij}^k \geq 0, \quad \forall (i, j) \in E, \forall k,$$

$$\sum_{(i,j) \in E} y_{ij} \leq 2p + 2p^*,$$

$$y_{ij} = y_{ji}, \quad \forall (i, j) \in E,$$

$$y_{ij}^* \leq y_{ij}, \quad \forall (i, j) \in E.$$

$R_i^k$ :  $k$ 番目のノード  $i$  からの発生交通量  
(正值) または集中交通量 (負値)

$y_{ij}$ : リンク  $(i, j)$  の設置 (設置するならば1,  
さもなければ0)

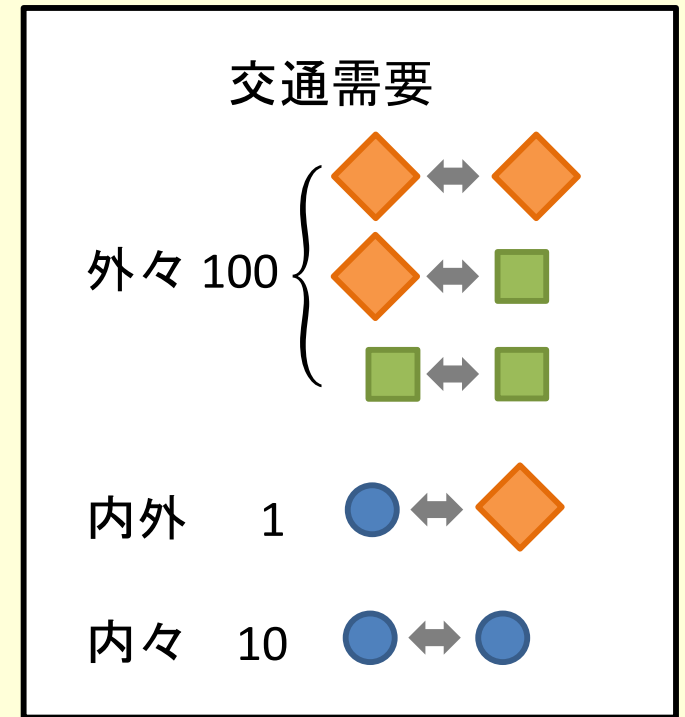
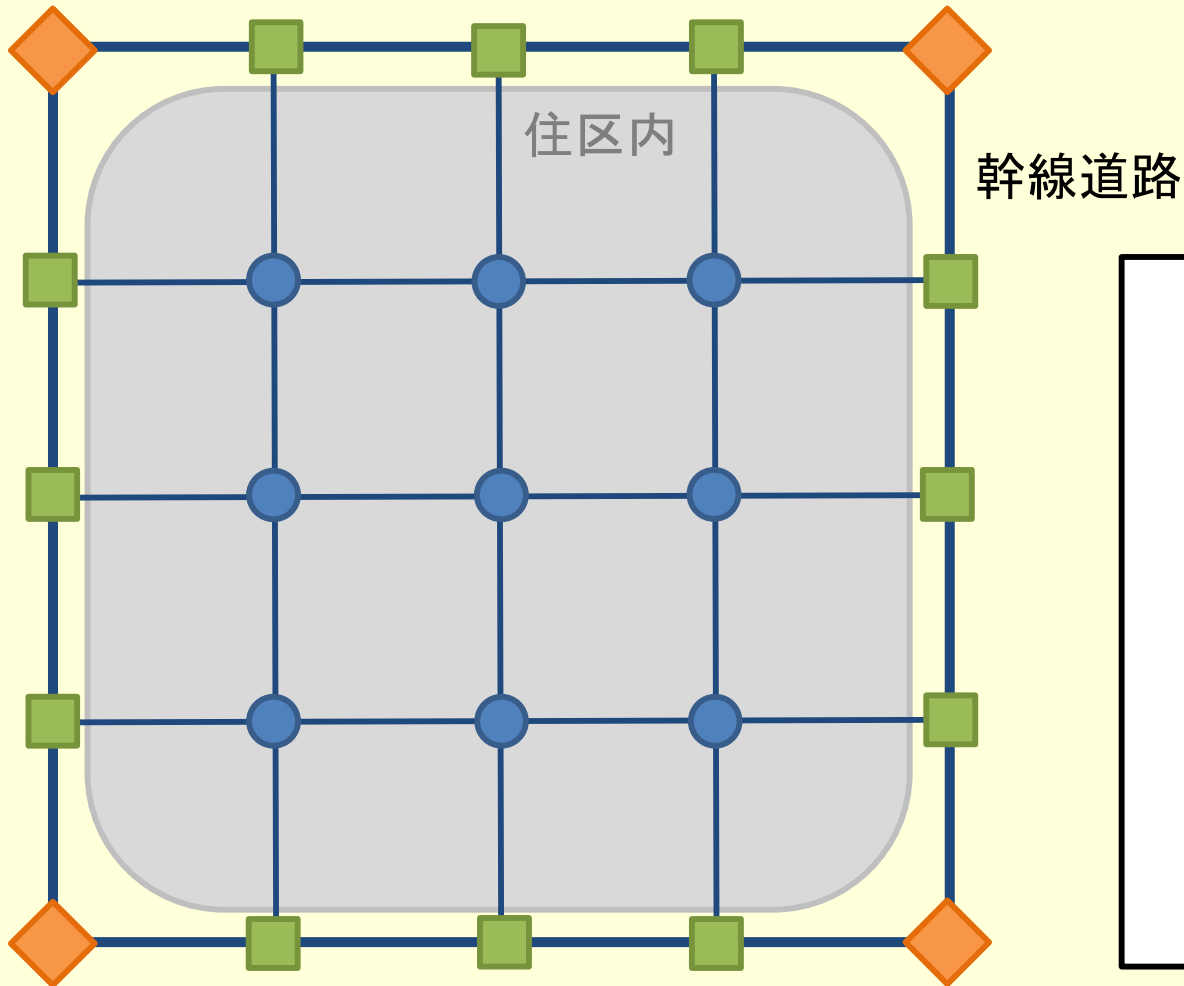
$y_{ij}^*$ : 道路の存在 (幹線道路ならば1,  
さもなければ0)

$M$ : 十分大きな数

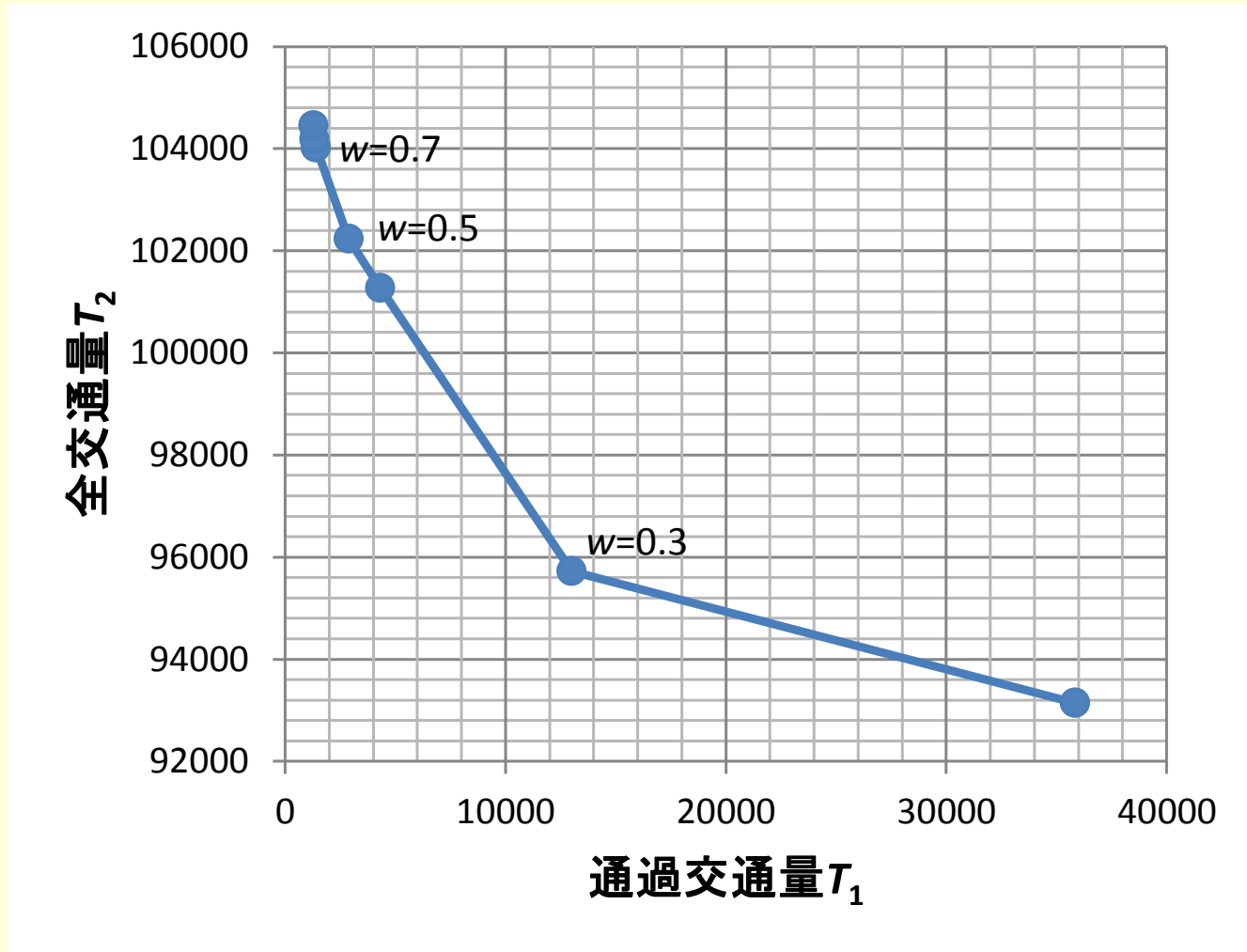
# 格子状道路網での求解例

- 幹線道路に囲まれた $5 \times 5$ 直交格子道路網(住区内道路候補リンク数は24)
- 交通需要: 幹線道路上の各ノード同士(外々)に100単位, 住区内の各ノードと四隅の幹線交差点ノード間(内外)に1単位, 住区内ノード間(内々)に10単位発生
- 幹線道路の方が渋滞により速度が遅い状況を想定して, 幹線道路の移動コストは1, 住区内道路のそれは全て $c=0.9$ あるいは0.3と設定
- 重み $w$ を0.3, 0.5, 0.7と変化させて, 住区内道路リンク数 $p$ を12, 16, 20に設定して求めた解を求めた.
- $c=0.9$ ,  $p=16$ のときの通過交通量と全交通量のトレードオフ: 図2
- 各ケースの最適道路網パターン: 図3および図4

# 格子状道路網での求解例

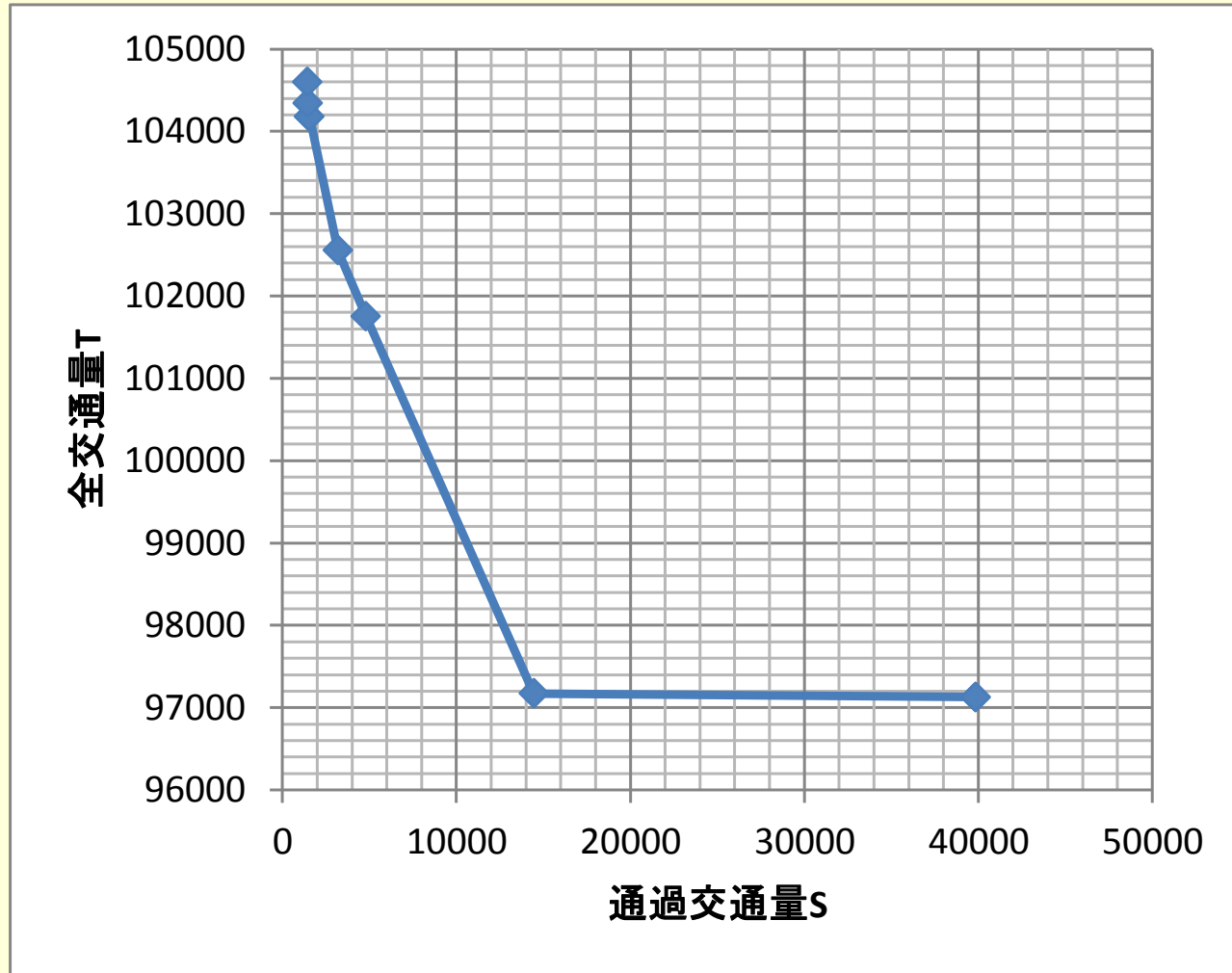


# 通過交通コストと全交通コストのトレードオフ ( $c=0.9, p=16$ )



# 通過交通量と全交通量のトレードオフ

( $c=0.9$ ,  $p=16$ )



# 最適道路網

$c=0.9$

$c=0.3$

$p=12$

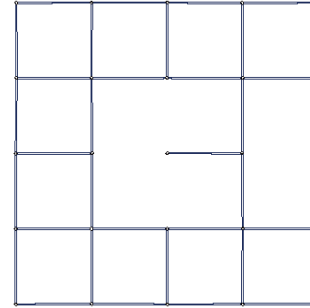
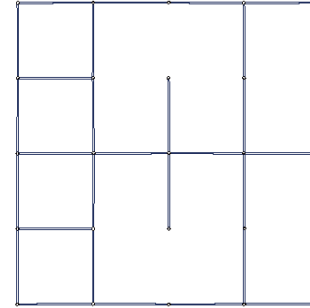
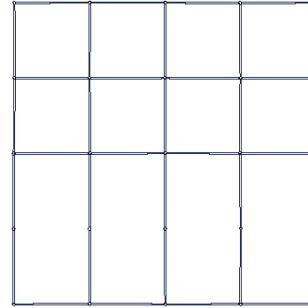
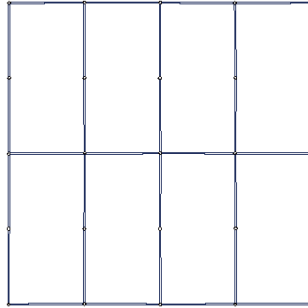
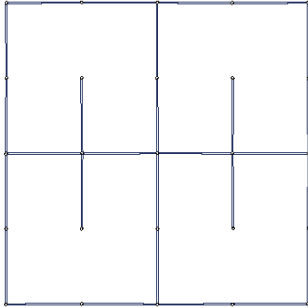
$p=16$

$p=20$

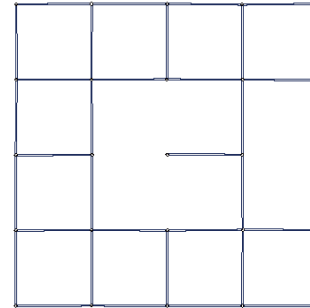
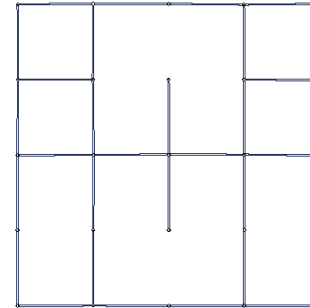
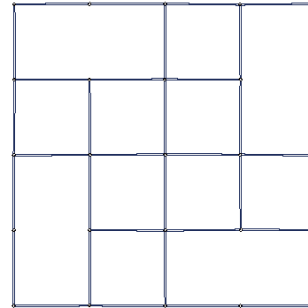
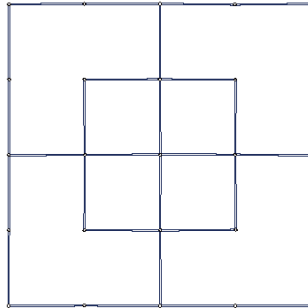
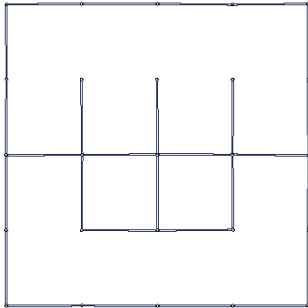
$p=16$

$p=20$

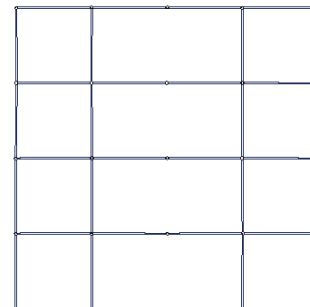
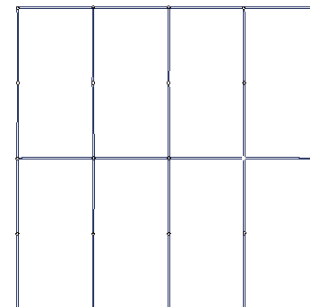
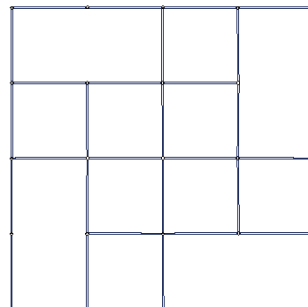
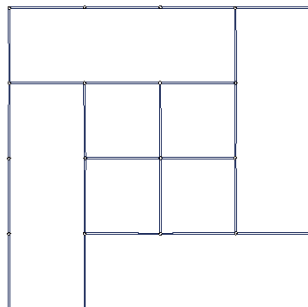
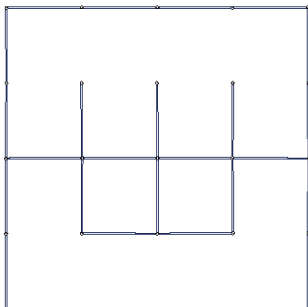
$w=0.3$



$w=0.5$



$w=0.7$



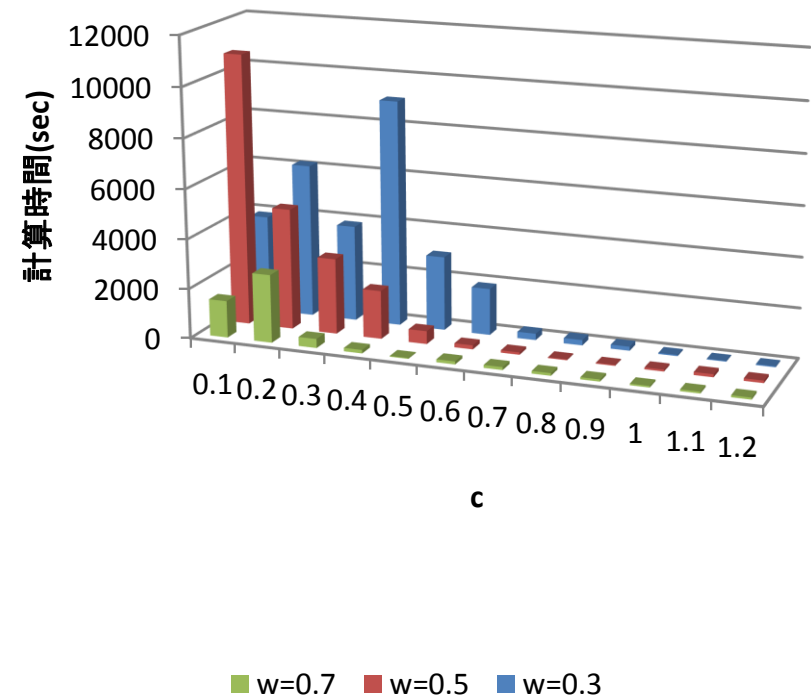
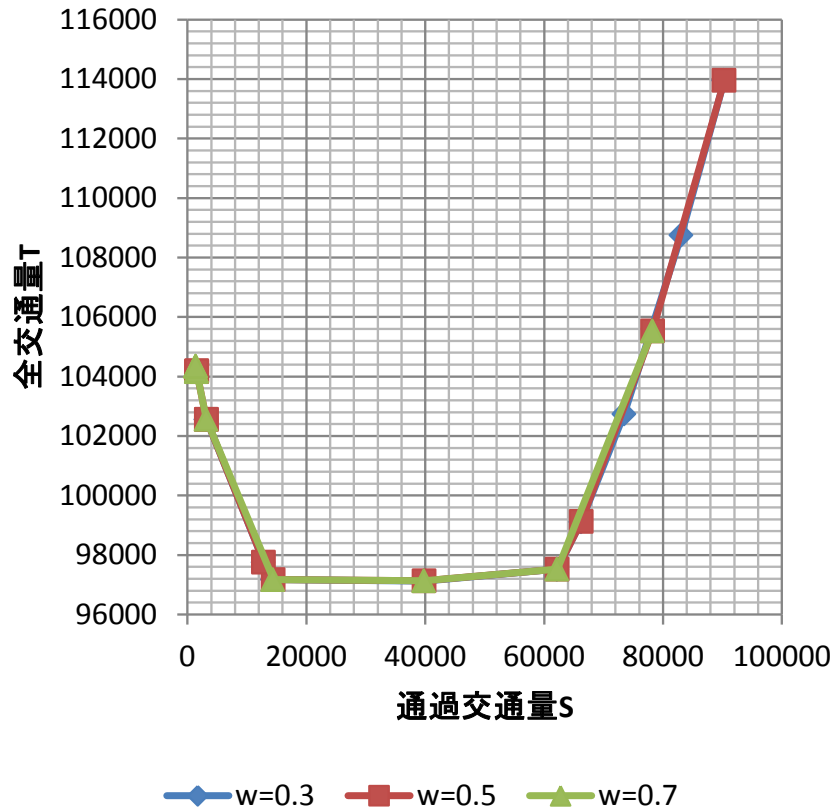
# 解の特徴

- 通過交通の重み $w$ を増していくと、住区内と幹線道路を繋ぐリンクの数を減少させた方がよいことが読み取れる。
- 住区内の移動コストがそれほど小さくない場合 ( $c=0.9$ ) では、重みを大きくすると住区内を直線的に通過できる道路ができないように道路パターンが設計されることがわかる。
- 一方で、住区内の移動コストが小さい(幹線道路の混雑が激しい)場合 ( $c=0.3$ ) では、どこからでも内側に入って長距離でも内部を通ることができるような状況を防ぎ、むしろなるべく直線的に通り返られるように設計すべきであることが示唆される。最適道路網は内部の速度によっても異なり、Suzuki-Watanabe[4]の道路成長パターンの違いと同じような違いが生じることがわかる。
- 交通需要の比率を変えると、最適道路パターンも変わってくる。



# 解空間と計算時間

$p=16, c=0.1-1.2$



# 結論

- 通過交通を排除するためには、住区を取り囲む幹線道路への接続数を限定するとともに、直線的な抜け道を造らない施策が有効である。
- しかし、幹線道路の渋滞が激しいときはこのことが却って仇になる可能性もある。

# 課題



- 大規模な問題の求解と現実の道路網への適用
- 交通需要の与え方
- 目的関数の妥当性

# 参考文献

- [1] 天野光三・山中英生 (1985) 住宅地の交通抑制のための道路網構成に関する研究. 土木計画学研究・講演集, 7, 43-49.
- [2] Magnanti, T.L. and Wong, R.T. (1984) Network Design and Transportation Planning: Models and Algorithms. *Transportation Science*, 18(1), 1-55.
- [3] 鈴木崇児・田口博司・宮城俊彦 (1999) 住区内通過交通の流入対策を考慮した最適都市道路網計画検討システムの構築. 土木計画学研究・論文集, 16, 855-862.
- [4] Suzuki, T. and Watanabe, Y. (2009) Growth and Shape of Transportation Networks, *FORMA*, 23, 59-71.