

## 道路課金に関する研究動向

東京工業大学大学院理工学研究科土木工学専攻

福田大輔

fukuda@plan.cv.titech.ac.jp

## 道路課金に対する個人的関心

- 料金弾性値 (Toll-Price Elasticity) に関する研究 [これまでの研究]
  - 全国料金社会実験データの包括的分析 (弾性値規定要因の分析)
  - ETC導入・普及と料金弾力性の関連性分析 (IT普及と料金感度の関係)
- 道路課金のあり方とその社会的実装 [現在の関心事]
  - ⇒ 興味の発端は, 三環状道路概成と2年後の料金体系改訂
  - 大型車対距離課金 (Distance / Mileage -based)
  - 都市域での混雑課金 (Congestion Pricing / Tax)
  - 道路課金設定/容量拡大に対する関連主体間の合意形成問題
- [関連] 公共交通の運賃問題 [科研基盤B: Complex Transit Fare Structures: Modelling and Potential Impacts (代表者: J.-D. Schmöcker@京大)]
  - 需要の時間分散のための時間帯別運賃設定や多様な運賃形態の効果分析

2

第48回土木計画学研究発表会 (2013.6)  
[2014 Transportation Research Board (TRB) Annual Meetingでも発表済み]

## 有料道路社会実験データを用いた 料金弾性値規定要因の分析

国土技術政策総合研究所 塚田幸広  
(現: 独立行政法人土木研究所)

東京工業大学大学院 福田大輔

## 本研究の背景

- ◆ 財政難や用地制約等の中で, 既存道路空間における効果的な渋滞緩和や環境保全のための交通施策への要請



- (日本) 一般道から高速道路へ交通を誘導するためのETCを活用した料金割引を, 社会実験を経て本格導入
- (欧米) 混雑対策として速度データによる動的プライシングを展開. また, 財源確保のためのGPSやDSRCによる大型車を対象とした対距離課金を社会実験を経て本格導入

4

## 自動車専用道路に平行する一般国道の渋滞例

(岡山県・備前地域)

備前市内では、山陽自動車道に並行する国道2号の交通渋滞が深刻。



●生活道路に入り込む車両

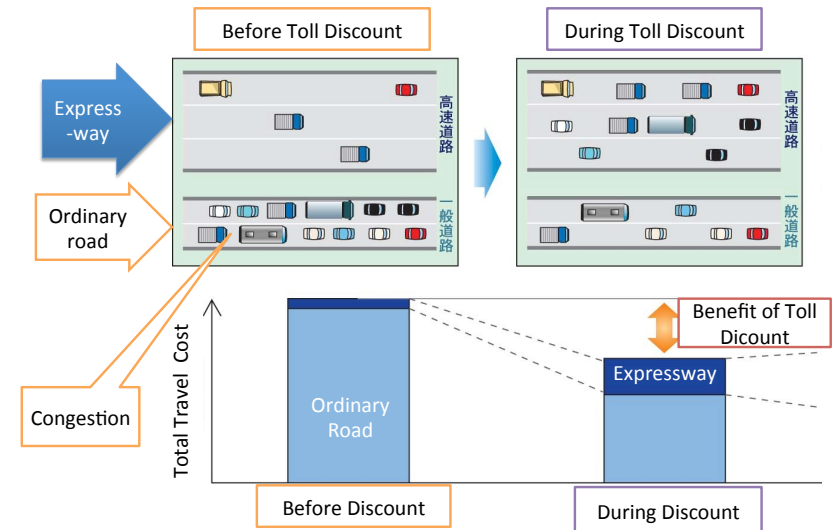


●国道2号の激しい渋滞



5

## 料金割引で期待される効果



6

## バリュープライシングの事例 時間帯別固定料金:カリフォルニア州オレンジ郡R91

■実施路線図



■時間帯別曜日別料金表(左:東向き, 右:西向き)

| Eastbound<br>95 to Riverside Co. Line |      | Sun  | M    | Tu   | W    | Th   | F    | Sat  |
|---------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Midnight                              | 1:15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 |
| 1:00 am                               | 1:15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 |
| 2:00 am                               | 1:15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 |
| 3:00 am                               | 1:15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 |
| 4:00 am                               | 1:15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 |
| 5:00 am                               | 1:15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 |
| 6:00 am                               | 1:15 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 1.15 |
| 7:00 am                               | 1:15 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 1.15 |
| 8:00 am                               | 1:50 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 1.85 |
| 9:00 am                               | 1:50 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 1.85 |
| 10:00 am                              | 2:30 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 2.30 |
| 11:00 am                              | 2:30 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 2.30 |
| Noon                                  | 2:70 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 2.80 | 2.70 |
| 1:00 pm                               | 2:70 | 2.55 | 2.55 | 2.55 | 2.80 | 4.35 | 2.70 |      |
| 2:00 pm                               | 2:70 | 3.70 | 3.70 | 3.70 | 3.80 | 4.35 | 2.70 |      |
| 3:00 pm                               | 2:30 | 3.95 | 3.95 | 4.95 | 4.20 | 9.25 | 2.70 |      |
| 4:00 pm                               | 2:30 | 6.65 | 4.00 | 5.50 | 9.25 | 8.60 | 2.70 |      |
| 5:00 pm                               | 2:30 | 6.65 | 7.75 | 4.90 | 9.25 | 7.25 | 2.70 |      |
| 6:00 pm                               | 2:30 | 3.95 | 4.75 | 4.20 | 5.75 | 4.75 | 2.30 |      |
| 7:00 pm                               | 2:30 | 2.80 | 2.80 | 2.80 | 4.00 | 4.40 | 1.85 |      |
| 8:00 pm                               | 2:30 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 2.55 | 4.00 | 1.85 |      |
| 9:00 pm                               | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 2.55 | 1.85 |      |
| 10:00 pm                              | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.85 | 1.15 |      |
| 11:00 pm                              | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 |      |

| Westbound<br>Riverside Co. Line to 95 |      | Sun  | M    | Tu   | W    | Th   | F    | Sat  |
|---------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Midnight                              | 1:15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 |
| 1:00 am                               | 1:15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 |
| 2:00 am                               | 1:15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 |
| 3:00 am                               | 1:15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 |
| 4:00 am                               | 1:15 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 1.15 |      |
| 5:00 am                               | 1:15 | 3.60 | 3.60 | 3.60 | 3.60 | 3.45 | 1.15 |      |
| 6:00 am                               | 1:15 | 3.70 | 3.70 | 3.70 | 3.70 | 3.60 | 1.15 |      |
| 7:00 am                               | 1:15 | 4.05 | 4.05 | 4.05 | 4.05 | 3.85 | 1.60 |      |
| 8:00 am                               | 1:60 | 3.70 | 3.70 | 3.70 | 3.70 | 3.60 | 1.85 |      |
| 9:00 am                               | 1:60 | 2.95 | 2.95 | 2.95 | 2.95 | 2.95 | 2.30 |      |
| 10:00 am                              | 2:30 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 2.30 |      |
| 11:00 am                              | 2:30 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 2.60 |      |
| Noon                                  | 2:30 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 2.60 |      |
| 1:00 pm                               | 2:60 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 2.60 |      |
| 2:00 pm                               | 2:60 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 2.60 |      |
| 3:00 pm                               | 2:60 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 2.30 |      |
| 4:00 pm                               | 2:75 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 2.30 | 2.75 |      |
| 5:00 pm                               | 2:75 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 2.30 | 2.75 |      |
| 6:00 pm                               | 2:75 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 1.85 | 2.70 | 2.30 |      |
| 7:00 pm                               | 2:30 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.85 | 1.85 |      |
| 8:00 pm                               | 2:30 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 |      |
| 9:00 pm                               | 2:30 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 |      |
| 10:00 pm                              | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 |      |
| 11:00 pm                              | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 |      |



出典) SR91公式サイト

7

## 本研究の目的

- 料金変化に対する需要変化を巨視的に把握する指標として料金弾性値に着目し、我が国で行われた社会実験による詳細なデータに基づく統計分析を通じて、料金弾性値の規定要因を抽出し、包括的な考察を行う。
    - 社会実験単位での分析
    - インターチェンジ(IC)ペア単位での分析
- 日本における多様な弾力的な料金施策の実効性を検証する

**「多様な状況における、料金弾性値の直接観測値を用いた分析ができること」が研究の特徴**

8

## 主な先行研究における料金弾性値

| 論文著者               | 対象有料道路                                                                                 | 弾性率                                                                                                                                        | 算定法                                            | 備考               |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------|
| 白石 (1980)          | 東名・名神                                                                                  | 乗用車:-0.39~-0.59<br>大型:-0.31~-0.59                                                                                                          | 簡便手法による<br>弧弾性値                                | 昭和50年, 54年の料金改訂時 |
| 山上 (1991)          | 全高速道路                                                                                  | -0.36<br>月別:-0.10, 四半期別:-0.17                                                                                                              | 簡易法<br>計量分析                                    | 昭和60~平成2年        |
| 高城・合津(1991)        | 東名, 名神, 中国, 東北, 中央<br>(富士吉田), 中央(西宮), 東関東,<br>関越, 九州(八幡・八代),<br>九州(えびの・鹿児島), 宮崎,<br>常磐 | 0.08~-1.09<br>東名0.23, 名神0.29, 中国0.11, 東北0.18, 中央(富士吉田)0.66, 中央(西宮)1.09, 東関東-0.002, 関越0.32, 九州(八幡・八代)0.37, 九州(えびの・鹿児島)0.61, 宮崎-0.08, 常磐0.27 | 時系列手法(時系列<br>解析でトレンドを<br>求めその差を変化<br>交通量とする手法) | 平成元年料金改定時        |
| 梶川 (1999)          | 東名                                                                                     | -0.39<br>-0.09                                                                                                                             | 簡易法<br>計量分析                                    | 1995年改定          |
| 谷下 (2005)          | 東名, 名神, 中国, 東北, 中央,<br>東関東, 関越, 九州, 宮崎, 常磐                                             | -0.04~-0.39<br>東名0.31, 名神0.17, 中国0.04, 東北0.39, 中央0.30, 東関東0.11, 関越0.36, 九州0.16, 宮崎0.16, 常磐0.37                                             | 計量分析                                           | 16~20年間のデータ      |
| 山崎・上田ら(2008)       | アクアライン                                                                                 | -0.32~0.44                                                                                                                                 | 応用都市経済モデル(CUE)解析                               | 解析値              |
| 石井・福田(2012)        | 全国高速道路の30路線                                                                            | -0.22(走行キロ), -0.34(台数)<br>-0.08+0.023ETC普及率                                                                                                | 重回帰分析                                          | 実績値              |
| Matas et al.(2003) | スペインの有料高速道路                                                                            | -0.21~-0.83                                                                                                                                | 重回帰分析により<br>推定                                 | 1992-1998年の実績値   |
| Finkelstein(2009)  | 米国での有料道路                                                                               | -0.061+0.134xETC普及率                                                                                                                        | アンケート調査による<br>重回帰分析                            | 実績値に基づく解析値       |
| Litman (2010)      | 米国, カナダ等の橋梁,<br>トンネル, 有料道路                                                             | 0.04~-4.0<br>Dulles Greenway:43%割引に対して80%交通量up:1.9                                                                                         | 既往研究の論文によるレビュー                                 | 実績値              |

9

## 料金社会実験の概要

2003~2006年にかけて行われた, 一連の「地方における課題解決型社会実験」75件

| 社会実験の目的      | 特徴                                                               |
|--------------|------------------------------------------------------------------|
| ①大都市近郊の交通対策  | 三大都市圏や政令指定都市など、大都市近郊における通勤交通等による渋滞の緩和、交通事故の減少等を目的とするもの           |
| ②大都市の沿道環境対策  | 三大都市圏や政令指定都市など、大都市近郊における大型車を中心とした物流・業務交通や、通過交通による沿道環境の改善を目的とするもの |
| ③地方都市の通勤混雑対策 | 地方都市において発生している、朝夕の通勤交通による混雑緩和を目的とするもの                            |
| ④地方都市の沿道環境対策 | 地方都市における大型車を中心とした通過交通等による沿道環境の改善を目的とするもの                         |
| ⑤観光地の交通対策    | 観光地での、休日や観光シーズンの一般道路における交通渋滞、およびそれに伴う緊急時の移動困難等の緩和を目的とするもの        |

松田・塚田 (2006)

10

## Outline of Demonstration Projects (2004-2006)

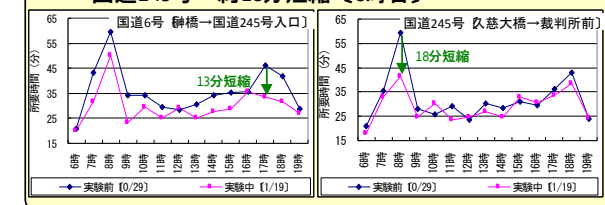
| Primary Purpose         | Area Types (Urban/Rural) | Number of Projects |
|-------------------------|--------------------------|--------------------|
| Reduction of Congestion | ①Urban Area              | 13                 |
| Reduction of Noise      | ②Urban Area              | 5                  |
| Reduction of Congestion | ③Rural Area              | 48                 |
| Reduction of Noise      | ④Rural Area              | 5                  |
| Reduction of Congestion | ⑤Rural (sightseeing)     | 4                  |
|                         | Total                    | 75                 |

上記75件の社会実験の中から, 更にICペアレベルで368件の需要データを分析可能<sup>11</sup>

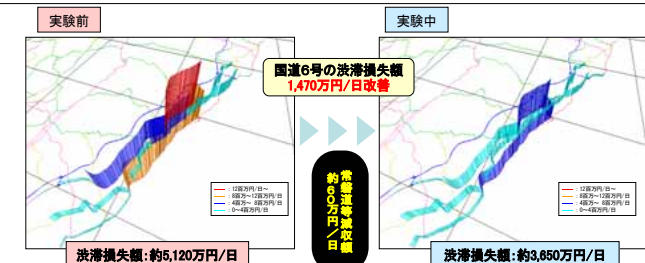
## 日立市の例

### 所要時間 (市内南部→市中心部)

- ・国道6号 : 約13分短縮 [17時台]
- ・国道245号 : 約18分短縮 [8時台]



- ・日立市内主要道路の渋滞損失額1,500万円/日相当分の削減効果



松田・塚田 (2006)

12

## 「H16日立3割(日立南太田～北茨城)」のICペア例



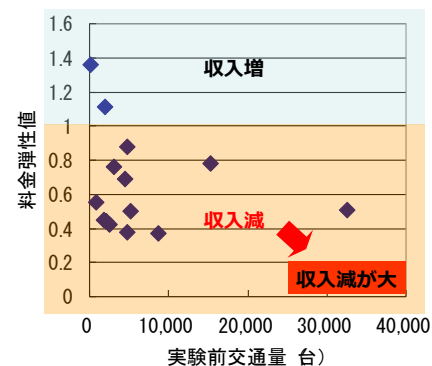
13

## 料金弾性値の定義

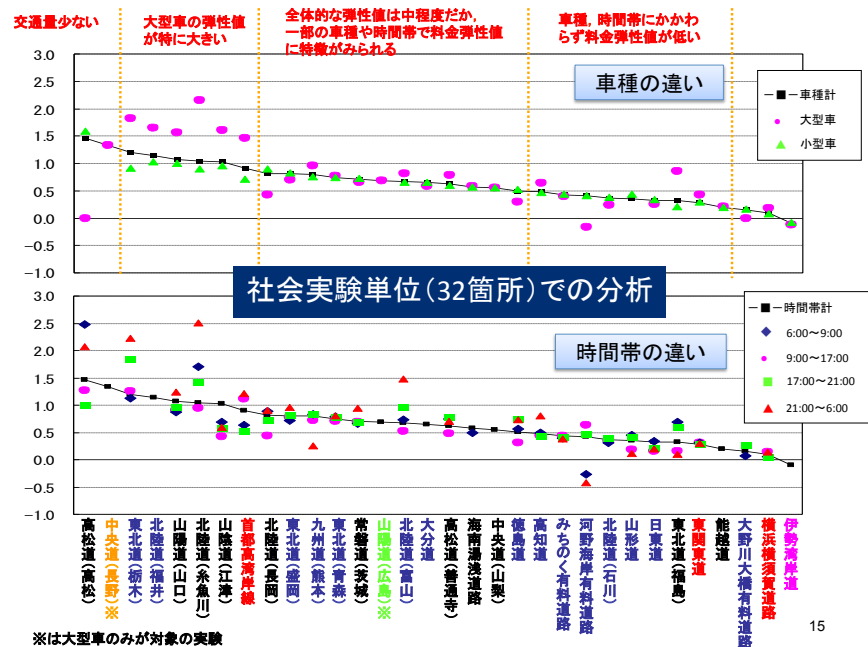
弧弾性値を採用

$$e = \frac{Q' - (Q + Q')/2}{(Q + Q')/2} \div \frac{p' - (p + p')/2}{(p + p')/2}$$

Q: 料金変化前交通量  
p: 変化前料金  
Q': 料金変化後交通量  
p': 変化後料金



14



15

## 料金割引率と時間帯別弾性値の関係

- 割引率に伴い高速道路の交通量の増加・一般道の渋滞長の減少が認められる。
- 岩手、日立では30%の割引率の方が一日を通じて弾性率が高い傾向。
- 深夜の弾性率が高い。

|     | 割引率 | 一般道断面交通量 | 一般道最大渋滞長 | 高速交通量変化 | 弾性値(全車) |       |        |         |        | 弾性値の傾向         |
|-----|-----|----------|----------|---------|---------|-------|--------|---------|--------|----------------|
|     |     |          |          |         | 全日平均    | 6時～9時 | 9時～17時 | 17時～20時 | 20時～6時 |                |
| 岩手  | 30% | ▲3%      | ▲65%     | 150%    | 0.90    | 0.81  | 0.85   | 0.99    | 0.81   | 一日中0.8以上の弾性値   |
|     | 50% | ▲2%      | ▲87%     | 190%    | 0.80    | 0.72  | 0.77   | 0.82    | 0.96   | 夕方、夜に高い弾性値     |
| 日立  | 30% | ▲2%      | ▲100%    | 140%    | 0.79    | 0.64  | 0.82   | 0.78    | 1.12   | 30%の方が弾性値が高い   |
|     | 50% | ▲3%      | ▲98%     | 160%    | 0.71    | 0.66  | 0.68   | 0.70    | 0.95   | 夜間ほど弾性値が高い     |
| 上信越 | 25% | ▲3%      | ▲30%     | 120%    | 0.59    | 0.59  | 0.09   | 0.49    | 1.05   | 朝、夜間に弾性値が高い    |
|     | 50% | ▲4%      | ▲9%      | 180%    | 1.04    | 1.70  | 0.95   | 1.42    | 2.50   | 一日通じて0.9以上の弾性値 |

○割引に伴い渋滞長は大きく減少。

○割引率に伴い高速道の交通量変化が大

16

## 高速道路料金弾性値と並走一般国道のアクセス性との関連

| Name of Demonstration Project | Price Elasticity of Demand |                      |                         | Access distance to the IC (km) |
|-------------------------------|----------------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------------|
|                               | Rate of Discount (%)       | Large-sized vehicles | Standard-sized vehicles |                                |
| Nagano                        | 50%                        | 1.40                 | 1.40                    | 0                              |
| Tochigi                       | 50%                        | 1.94                 | 1.20                    | 0                              |
| Fukui                         | 50%                        | 2.43                 | 1.65                    | 3.0                            |
| Yamaguchi                     | 50%                        | 2.20                 | 1.07                    | 2.8                            |
| Niigata                       | 50%                        | 2.44                 | 1.04                    | 1.5                            |
| Shimane                       | 50%                        | 1.61                 | 1.03                    | 0                              |
| Aomori                        | 50%                        | 0.93                 | 0.74                    | 0                              |
| Kumamoto                      | 50%                        | 1.65                 | 0.82                    | 1.1                            |
| Takamatsu                     | 50%                        | 1.00                 | 0.62                    | 0.7                            |
| Kochi                         | 50%                        | 0.83                 | 0.48                    | 0                              |
| Fukushima                     | 50%                        | 1.63                 | 0.32                    | 1.2                            |
| Hiroshima                     | 80%                        | 1.12                 | 0.70                    | 1.9                            |

17

## 社会実験単位での分析から得られた主な知見

### ■ 時間帯、割引率等の影響

- 施策実施時間帯…（現道の混雑時間帯によるが）朝タピーク時が渋滞低減に対して効果。
- 弾性率から見ると夜間の割引が高い。
- 料金割引率…3割または5割引程度が効果的

### ■ 並行する一般道の交通と地理特性の影響

- 高速道路までのアクセス性（距離）が影響
- 一般道の混雑度の影響
- 地理特性により、料金割引に反応する交通の特性や、効果の発現傾向が異なる

18

## ICペア単位での料金弾性値の規定要因分析

- 料金弾性値の分析をICペア単位で分析  
～ICペア、割引率、車種別等の情報  
→75件の社会実験より、368 ICペアのデータセットを作成

<影響があると考えられる要因>

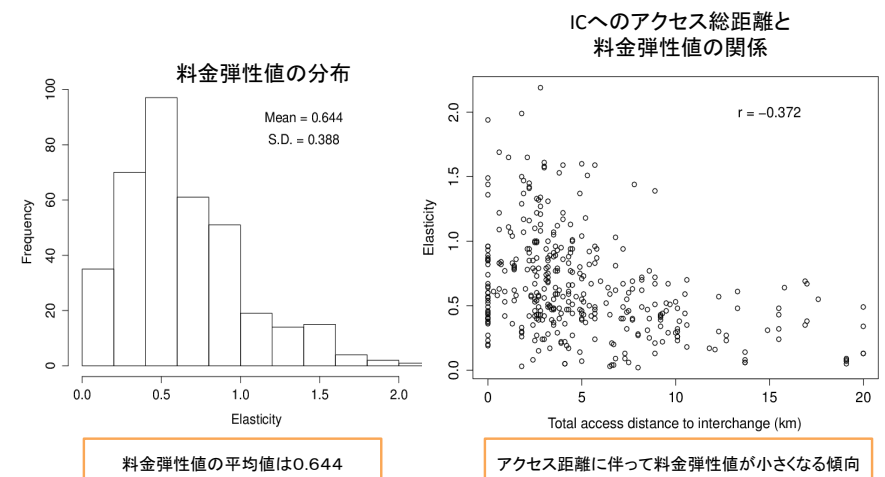
- 割引率、高速道路のICへのアクセス距離等
- 高速道路（延長、平日交通量、大型車混入率、混雑度）

<道路センサスデータより周辺情報を適宜補完>

- 並行する一般道（交通量、大型車混入率、混雑度）
- ETC利用率
- 高規格道路利用率

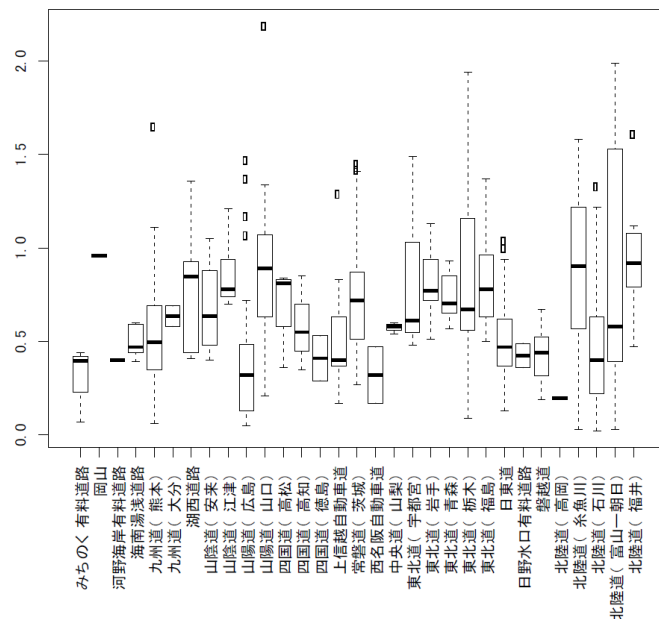
19

## ICペア単位料金弾性値の基礎分析



20

料金弾性値[IC ペア毎]のボックスプロット(社会実験別)



21

## 料金弾性値の規定要因: ICペアデータを用いた重回帰分析

$$\ln e = \alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_i \ln X_i + \sum_{j=1}^p \sum_{k=1}^{q-1} \beta_{jk} Z_{jk}$$

弾性値の対数      連続量      説明変数      説明変数      カテゴリカル説明変数

| 説明変数                   | 推定値     | 標準誤差  | t値     | 意味解釈                                                       |
|------------------------|---------|-------|--------|------------------------------------------------------------|
| 定数項                    | -2.742  | 1.005 | -2.729 | 定数項のため、意味は無い                                               |
| 大型車ダミー                 | -0.843  | 0.368 | -2.294 | 大型車対象の社会実験の方が(小型車より)料金弾性値が小さくなる                            |
| bg(D stancet)          | 0.208   | 0.066 | 3.175  | 当該区間の延長が長いと 料金弾性値が大きくなる                                    |
| bg(T raffc24t)         | 0.166   | 0.094 | 1.774  | 当該区間の平日24時間交通量が多いと 料金弾性値が大きくなる                             |
| bg(L largecart)        | 0.484   | 0.155 | 3.126  | 当該区間の大型車混入率が高いと 料金弾性値が大きくなる                                |
| bg(Lanet)              | -0.413  | 0.195 | -2.119 | 当該区間の車線数が多いと 料金弾性値が小さくなる                                   |
| bg(C ongt)             | -0.194  | 0.122 | -1.592 | 当該区間の混雑率が高いと 料金弾性値が小さくなる                                   |
| bg(ETC)                | -0.171  | 0.077 | -2.222 | 当該区間のETC利用率が高いと 料金弾性値が小さくなる                                |
| 大型車ダミー × bg(D stancet) | 0.129   | 0.122 | 1.054  | 当該区間の距離が長いほど、大型車対象の社会実験による弾力性が大きくなる                        |
| bg(IC access + 1)      | -0.309  | 0.050 | -6.239 | 当該ICへのアクセス距離が長くなると 料金弾性値が小さくなる                             |
| bg(L anea)             | 0.341   | 0.100 | 3.395  | 並走一般道の車線数が多いと 料金弾性値が大きくなる                                  |
| bg(C onga)             | 0.366   | 0.136 | 2.682  | 並走一般道の混雑率が高いと 料金弾性値が大きくなる                                  |
| bg(K ok kaku)          | -0.367  | 0.104 | -3.522 | 県別の高規格道路の利用率が高いと料金弾性値が低くなる                                 |
| サンプル数                  | 368     |       |        | 変数定義:                                                      |
| 決定係数                   | 0.370   |       |        | D stancet: 当該区間の高速道路延長(km), T raffc24t: 当該区間の平日24時間交通量(台), |
| 自由度修正済み決定係数            | 0.348   |       |        | L largecart: 当該区間の大型車混入率(%), Lanet: 当該区間の車線数(本),           |
|                        |         |       |        | C ongt: 当該区間の混雑率(%), ETC: 当該区間のETC利用率(%),                  |
|                        |         |       |        | IC access: 当該ICへのアクセス総距離(km), L anea: 並走一般道の車線数(本),        |
|                        |         |       |        | C onga: 並走一般道の混雑率(%), K ok kaku: 県別に見た高規格道路の利用率(%)         |
| 方法                     | 通常最小二乗法 |       |        |                                                            |

## 料金弾性値低下の要因: 定性的考察

○高速道路への交通誘導に際して、  
料金施策は重要な施策  
→地域によっては、本格実施後に社会実験時と  
比較して料金弾性値の大幅な低下が見られる。

(考えられる要因)

- ◆料金施策がユーザーから見て魅力的でない
- ◆ETCのさらなる普及により、料金に対する感度が低下 (Salience Effect [Finkelstein, 2009; 石井・福田, 2011])
- ◆時間帯別の料金レート等の情報不足

23

## 料金割引社会実験時の広報・PR

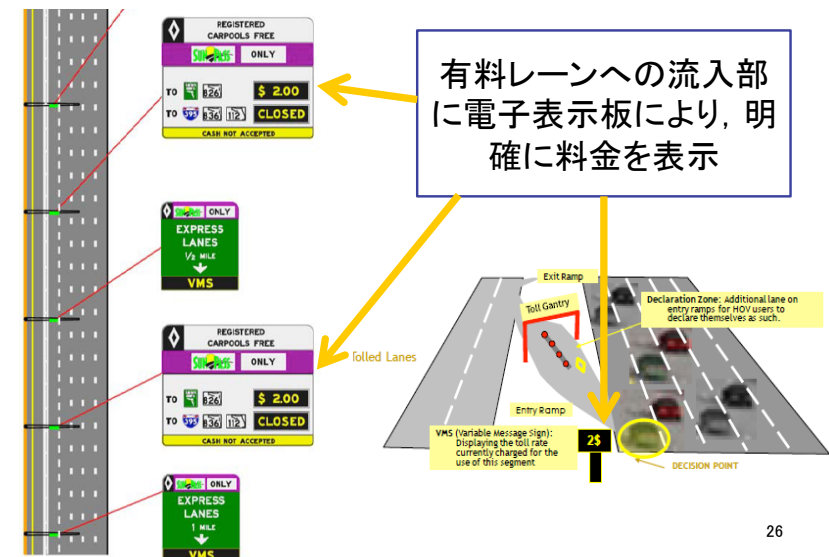


24

## 日本の料金割引施策と米国HOTレーンの比較

|                | 日本の料金割引社会実験等(主として都市間)                     | 米国のHOTレーン(大都市圏)                                                             |
|----------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 料金のレベル         | 一般的に高い<br>割引率も大きい                         | 通常安い。ピーク時間帯は高い。夜間等は無料                                                       |
| <b>料金表示</b>    | <b>退出段階: 料金表示</b>                         | <b>流入時に表示</b>                                                               |
| 料金(課金)設定       | 事前設定の時間帯別(または全日)料金                        | 流入時ポイント課金、ゾーン課金<br>O-Dベース課金<br>事前設定の時間帯別課金<br>ダイナミック課金                      |
| 区間             | 数km~80km                                  | 11km~26km(7マイル~16マイル)                                                       |
| 有料区間と無料区間の距離   | ICが近接している場合もあるが、離れているケースも多い。<br>IC間隔:10km | 全てのレーンは隣接している。<br>出入口間隔は2km~3km(最大10km程度)                                   |
| 有料区間と無料の交通容量比較 | 有料(平均2倍) > 一般道<br>有料=一般道(地方部有料)           | 有料レーン(1レーン:リバーシブル) < 無料レーン(2倍程度)<br>但し: HOTレーンの拡幅が進んでいる。                    |
| 実施箇所と時間        | 大都市あるいは地方都市の全日(あるいは朝夕のピーク時間帯)             | 大都市部のコリドーの朝夕のピーク時間帯                                                         |
| 速度規制           | 100km/h(高速)<br>60km/h(一般道)                | 104km(高速レーン、一般レーン)<br>I-394: 80km/h<br>HOTレーンの速度維持: 交通量の90%が45mph以上。(連邦の目標) |

## 米国におけるHOTレーンの流入部料金表示



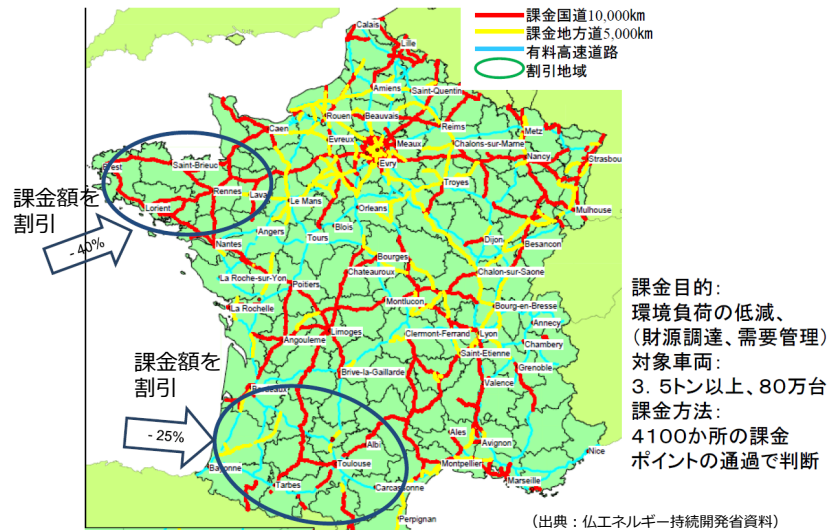
## 結論

- 料金割引区間の長さ、大型車のシェア、一般道の混雑度などは、料金弾性値に有意な正の影響を与えている
  - 混雑度、ETCの普及率、一般道からICへの総アクセス距離など、料金弾性値に有意な負の影響を与えている
- これらの各パラメータの傾向は、社会実験結果について従来言われてきた定性的傾向や、我々の直感とも、その多くが合致

## ドイツ・フランスにおける大型車課金

|         | フランス                                                                | ドイツ                                       |
|---------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| ~2004   | 高速道路 有料(20セント/km)<br>国道 無料                                          | 時間課金(1,000ユーロ/年)<br>無料                    |
| 2005.1~ | 高速道路 有料<br>国道 無料                                                    | 対距離課金(20セント/km)<br>無料                     |
| 2012.8~ | 高速道路 有料<br>国道 無料                                                    | 対距離課金<br>1,000kmを課金対象道路へ編入                |
| 2014.1~ | 高速道路 有料<br>国道 15,000km対距離課金(12セント/km)を計画、ただし農民の反対により断念              | 対距離課金<br>1,000km編入                        |
| 将来      | 国道 2015年から、2,500kmに縮小し実施予定。農業車両は免除。名称も“Eco Tax”から“Truck Toll”へ変更予定。 | 2018々から、国道5万kmへ適用拡大する予定。7.5トン車以上に適用対象も拡大。 |

# フランス：EcoTaxの対象道路



29

## フランス：大型車通過交通料金

- フランス政府は、2014年1月1日から大型車対距離課金(エコタックス)を施行する予定だったが、2013年夏から国内で激しい反対運動が起こり、2013年10月、エコタックスの無期限延期が決定された。
- 2014年6月、政府は、エコタックスの改革案として、大型車通過交通料金を施行することを提案している。

### ◇これまでの推移

|          |                                               |
|----------|-----------------------------------------------|
| 2009年8月  | ・エコタックスの導入を規定した環境グネル法が成立。徴収業務を委託するための入札手続き開始。 |
| 2011年    | ・エコムープ社とPPP契約を締結(運営を2025年まで委託)。               |
| 2013年5月  | ・交通法典、税関法典の改正→エコタックスの具体的な運用制度が最終的に決定。         |
| 2013年8月  | ・ブルターニュ州でガントリーが初めて破壊される。その後、反対運動は激化。          |
| 2013年10月 | ・政府はエコタックス施行の無期限延期を発表。                        |
| 2013年11月 | ・国会に調整委員会を設置し、エコタックスの改革案の検討開始。                |
| 2014年6月  | ・政府はエコタックスの改革案(大型車通過交通料金)を発表。                 |

### ◇大型車通過交通料金の制度概要

|      |                                 |
|------|---------------------------------|
| 対象車両 | 車両総重量3.5t以上の貨物車                 |
| 平均料金 | 0.13ユーロ/km(車両の環境性能に応じて差別化の予定)   |
| 対象道路 | 約4,000km(大型車交通量2,500台/日以上の幹線道路) |
| 予想収入 | 5.5億ユーロ(経費を除く)                  |
| 実施予定 | 2015年1月1日                       |

### ◇通過交通料金の対象道路



30

## フランス：大型車通過交通料金

- 大型車通過交通料金は、エコタックスと比較すると、対象道路が大幅に縮小されている。
- 大型車通過交通料金の予想収入は、5.5～5.6億ユーロ(約750億円程度)とされ、エコタックス施行時に予定されていたプロジェクト(公共交通の整備等)の財源としては不足している。
- 政府は、不足分を補完する財源を検討中である(有料高速道路会社の利益に新しく課税するなど)。

### ◇エコタックスと通過交通料金の違い

| 項目     | エコタックス                                                                                                  | 大型車通過交通料金                                                |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 課金目的   | ・道路貨物輸送に起因する環境負荷の低減<br>・道路交通の合理化(積載効率の向上、有料・無料道路間の交通量の適正配分等)<br>・持続可能な交通政策を実現するために必要な新機軸交通インフラへの投資財源の確保 | ・利用者・汚染者負担の原則の実行。                                        |
| 課金時間帯  | 24時間                                                                                                    | 24時間                                                     |
| 課金対象車両 | 総重量3.5トン以上の車両                                                                                           | 総重量3.5トン以上の車両                                            |
| 対象路線   | 直轄(無料)高速道路と国道および一部の地方道(約15,000km(うち約5,000kmは県道))                                                        | 大型車交通量2,500台/日以上の幹線道路(約4,000km)                          |
| 課金方法   | ・GPSを用いて測位。<br>・GPRSを用いて車載器に記録された情報を送信。                                                                 | ・GPSを用いて測位。<br>・GPRSを用いて車載器に記録された情報を送信。                  |
| 課金額    | ・0.053～0.185ユーロ/km(2014年)。<br>・車軸数、重量、排気ガス基準(EURO)に応じて差別化。<br>・遠隔地割引あり(ブルターニュ州は50%、アキテーヌ、ミディ・ピレネ州は30%)。 | ・0.13ユーロ/km<br>・車軸数、重量、排気ガス基準(EURO)に応じて差別化。<br>・遠隔地割引なし。 |
| 収入の使途  | ・国道網より徴収された収入は、フランス交通財源資金調達行(AFITF)を通して道路に代替する交通機関(鉄道など)の投資に充当。<br>・地方道より徴収された収入は、当該道路を管理する地方自治体に配分。    | ・フランス交通財源資金調達行(AFITF)の財源に充当。                             |

(出典) 公共計画研究所

31

## ドイツ：課金の動向

- 2013年秋、ドイツでは、連立政権が誕生した。
- 連立合意において、2014年内に乗用車課金を導入する法案を提出することが明記された。
- 大型車課金に関しては、対象道路網をすべての連邦道に拡大すること、料金設定においては外部費用も考慮することが規定された。

アレクサンダー・ドプリント現大臣は、報道機関とのインタビューにおいて、大型貨物車の課金の拡大と乗用車課金の導入について何度も言及している。

### ◇大型車課金の現行制度

|          |                                                             |
|----------|-------------------------------------------------------------|
| 導入時期     | ・2005年1月                                                    |
| 対象車両     | ・車両総重量12t以上                                                 |
| 対象道路     | ・一部区間を除く連邦アウトバーンと一部の連邦道路(延長:約9,400km(2010))+約1000km         |
| 課金額の設定方法 | ・連邦アウトバーンの建設、維持管理、強化および運営に要する費用全体の平均費用。                     |
| 課金額      | ・課金額の幅:0.141～0.288ユーロ/km(カテゴリーA～D)<br>・課金額は、車軸数と排出性能によって差別化 |

### ◇大型車課金の今後の動向

|            |                                                        |
|------------|--------------------------------------------------------|
| 2015年7月1日  | ・これまでに課金対象となっていない連邦道路のうち、4車線の連邦道路(約1,000km)を課金対象道路に追加。 |
| 2015年10月1日 | ・現在車両総重量12トン以上の課金対象車両を総重量7.5トン以上の貨物車とする。               |
| 2018年半ば    | ・全ての連邦道路に課金対象を拡大。                                      |

出典:連邦交通省プレスリリース、ヴェルト紙

### ◇乗用車課金の制度概要(予想)

|      |                                    |
|------|------------------------------------|
| 導入時期 | ・2016年                             |
| 対象車両 | ・総重量3.5t以下                         |
| 対象道路 | ・全道路                               |
| 課金方法 | ・ビニエット(定額)形式                       |
| 課金額  | ・100ユーロ/年程度<br>・10日、2か月の短期ビニエットも予定 |
| 予想収入 | ・6億ユーロ/年(運用費を除く純収入)                |
| 平行措置 | ・ドイツ国内の運転者に対しては自動車税の減税で課金を相殺       |
| 問題点  | ・外国人差別を禁じたEU法との整合性                 |



アレクサンダー・ドプリント大臣

(出典) 公共計画研究所

32

## 走行距離課金(米):車種別の年間課金額の試算 (ミネソタDOT)

- 電気自動車は利用の程度に関係なく\$0
- 税収の低下→維持管理・改築への財源不足
- 電気自動車の税負担0→不公平感が高まる

Figure 2: State and federal gas taxes paid annually

|                   | Light Duty Truck at 20 mpg |               | Car at 30 mpg |             | Hybrid at 40 mpg |             | Electric vehicle |             |
|-------------------|----------------------------|---------------|---------------|-------------|------------------|-------------|------------------|-------------|
|                   | State Tax*                 | Federal Tax** | State Tax     | Federal Tax | State Tax        | Federal Tax | State Tax        | Federal Tax |
| 20,000 miles/year | \$280                      | \$184         | \$187         | \$123       | \$140            | \$92        | \$0              | \$0         |
| 15,000 miles/year | \$210                      | \$138         | \$140         | \$92        | \$105            | \$69        | \$0              | \$0         |
| 10,000 miles/year | \$140                      | \$92          | \$93          | \$61        | \$70             | \$46        | \$0              | \$0         |

\* Minnesota tax on gasoline is \$0.28 per gallon as of publication.

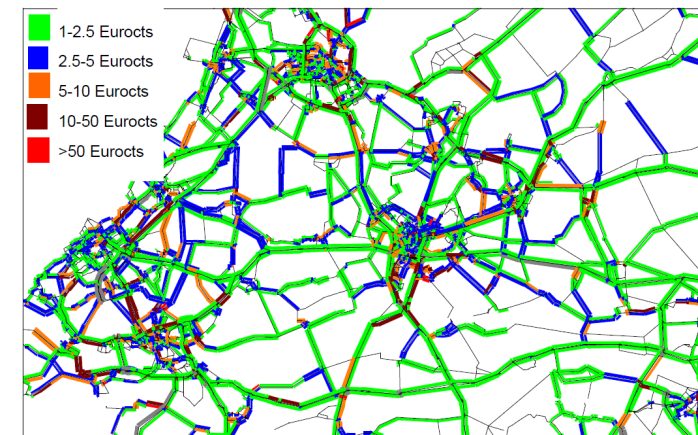
\*\* Federal tax on gasoline is \$0.184 per gallon as of publication.

Report of Minnesota's Mileage-Based user Fee Policy Task Force (2011.12)

33

## 混雑を考慮した対距離課金の検討(オランダ)

Optimal congestion charges per vehicle kilometre in morning rush hour, coastal conurbation (environment scenario)



出典: CE Delft (2002) "Returns on roads"

34

## 混雑を考慮した対距離課金の検討(オランダ)

- 共通: 2020年までの予測. 取得税廃止. 保有税75%減額. 現道路整備計画(1,100レーン・km増設)実施
- 基本シナリオ=基本対距離課金(8.4セント/km, インフラ+環境を含む)
- 環境シナリオ=基本シナリオ+混雑課金(ラッシュ時に5から10セント程度上乗せ)
- 市場シナリオ=環境シナリオ+混雑課金収入による道路整備

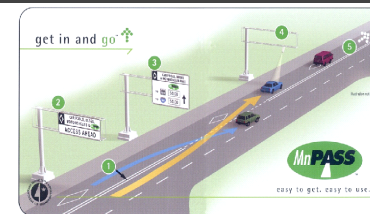
|                     | 基本シナリオ      | 環境シナリオ                    | 市場シナリオ                           |
|---------------------|-------------|---------------------------|----------------------------------|
| 道路整備(〜2020)         | 1,100レーン・km | 1,100レーン・km<br>(追加道路整備なし) | 1,100レーン・km<br><b>+400レーン・km</b> |
| 混雑課金収入              | 0億ユーロ       | 19億ユーロ                    | 17億ユーロ                           |
| 便益<br>(基本シナリオとの差)   | 0           | 6.8億ユーロ                   | 7.0億ユーロ                          |
| 朝ラッシュ時交通需要<br>(台キロ) | 100         | 80.8                      | 84.8                             |
| 全日交通需要(台キロ)         | 100         | 92.4                      | 94.9                             |

出典: CE Delft (2002) "Returns on roads"

→しかし、オランダは3年前に対距離課金制度導入を断念

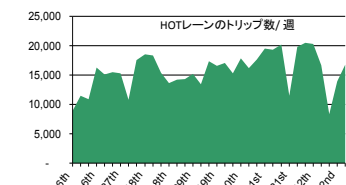
35

## バリュープライシングの事例(既設HOT) 交通量に応じた動的料金制: ミネソタ州ミネアポリスI-394



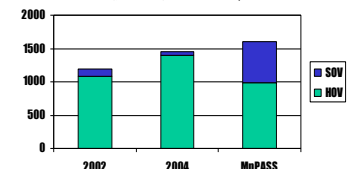
- ① 二重白線(アクセス禁止区間)
- ② HOTレーン上の「アクセスポイント接近」の表示
- ③ 料金水準の表示(電光掲示板による可変表示)
- ④ 路側アンテナによるトランスポンダーの確認・課金
- ⑤ HOTレーンの走行へ

<トランスポンダー>



開通以降、利用台数は増加傾向。最大で20,000台/週を達成し、運営費用をカバー可能な水準(22,000-23,000台)に近づきつつある。

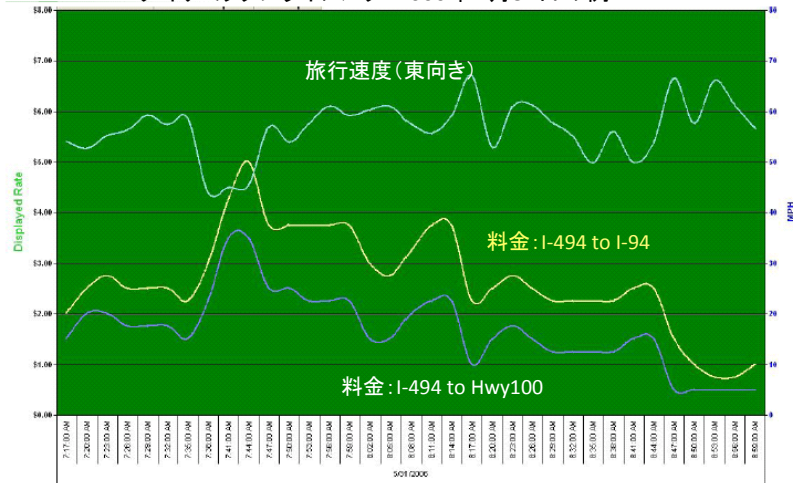
Penn Avenue(朝ピーク時)におけるSOV/HOV交通量



開通後、HOV/HOTレーンの交通量は増加。既存容量の利用の最適化という当初の目標を達成。

## バリュープライシングの事例(つづき) 交通量に応じた動的料金制: ミネソタ州ミネアポリスI-394

ダイナミックプライシング: 2006年5月31日の例



出典) MnDOT: MnPASS Express

37



I-91の均一料金表示

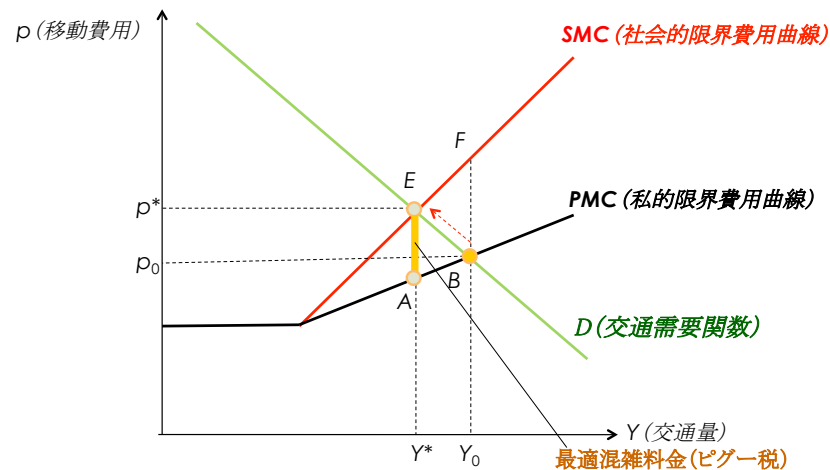


I-394の区間料金表示



ストックホルム混雑課金: 時間帯別料金表示

## (静的)混雑課金の理論 (Waters, 1961)



⇒私的限界費用と社会的限界費用の差額を賦課

39

## 混雑課金研究の動向: (特に現実の交通ネットワークへの適用)

- 限界費用原理は、以下の一般ネットワークの状況でも最適混雑課金(社会的総余剰を最大化する意味において)となりうる:
  - 固定需要型・確定的・利用者均衡配分 (Wardrop, 1952)
  - 需要変動型・確定的・利用者均衡配分 (Beckmann, 1955)
  - 需要固定型・確率的・利用者均衡配分 (Yang, 1999)
  - Nested-Logit型統合均衡配分 [上記すべてを包含] (円山ら, 2003)
- ※ 詳細レビューは、円山 (2009) を参照
- 現実の交通NWでは全ての道路リンクへの課金は不可(次善課金)
  - 一部リンクのみに対する課金
    - コーordon課金(例. ノルウェーの諸都市, スtockホルム)
    - エリア課金(例. ロンドン)
  - 設定可能な課金レベルの水準は有限・不連続(≠限界費用原理)
- 限界費用原理の一般化や拡張は概ね完了?

40

## 混雑課金研究のレビュー

- 動的課金の展開と最適課金額の導出
  - 時間帯別課金 (Vickrey, 1969; Arnott et al. 1993)
    - 例. スtockホルム
  - 需要に応じた時間帯別課金
    - 例. HOTレーンのValue Pricing
  - 長期のネットワーク改良及び課金戦略 (Nagae & Akamatsu, 2006)
- 需要関数 (i.e. 利用者選好) の正確な情報を必要としない課金
  - オークション型課金 (Verhoef, 2008)
  - ボトルネック通行権取引制度 (赤松, 2006以降の東北大Gの一連の研究)

41

## 混雑課金導入の“政治的”困難さ

- 導入成功都市
  - London, Stockholm and Milan
- 計画を白紙に戻した都市：
  - Edinburgh, Manchester, New York City and Copenhagen
  - 主として、都心周辺部自治体の多くの政治家の反対によるもの (有権者の反対を恐れての反対)
- コペンハーゲンの例
  - 2011年9月：国政選挙で右派政権が敗北し、左派連立政権が発足 (政権公約の一つが“コペンハーゲンへの混雑課金導入”)
  - 2011年12月：周辺自治体の市町連合が導入に一齐反対 (公共交通運賃削減を中央政府が行わなかったことが主要な反対理由)
  - 2012年2月：デンマーク政府が都心混雑課金の撤回を決定

| (課金額)               |                                 |
|---------------------|---------------------------------|
| ■ Monday-Friday:    |                                 |
| ■ 25 DKK (US\$4.84) | 0600-1000, 1400-1800            |
| ■ 10 DKK (US\$1.94) | 0500-0600, 1000-1400, 1800-2300 |
| ■ Saturday-Sunday   |                                 |
| ■ 10 DKK (US\$1.94) | 1000-1700                       |

42

Dec. 2011

### Zealand mayors rebel over congestion zone

5 and SF mayors are disappointed public transport prices won't fall as promised



Among the mayors' complaints are the often overcrowded trains (Photo: Scanpix)

December 2, 2011  
13:48

by Peter Stanners

f t y d s

f t y d s

Mayors on the island of Zealand Å all members of the ruling government parties Å are reconsidering their support for the traffic congestion charge after the government revealed that prices on public transport would not be reduced as promised.

transport would not be reduced as promised.

<http://cphpost.dk/news/zealand-mayors-rebel-over-congestion-zone.170.html>

Feb. 2012

### UPDATE: Congestion charge reportedly taken off table

The government has reportedly abandoned its plans to improve public transport in the capital by charging a toll on cars entering and leaving the city



The prime minister was reportedly grilled about the congestion charge at her weekly press conference (Photo: Scanpix)

February 21, 2012  
13:09

by Jennifer Buley

f t y d s

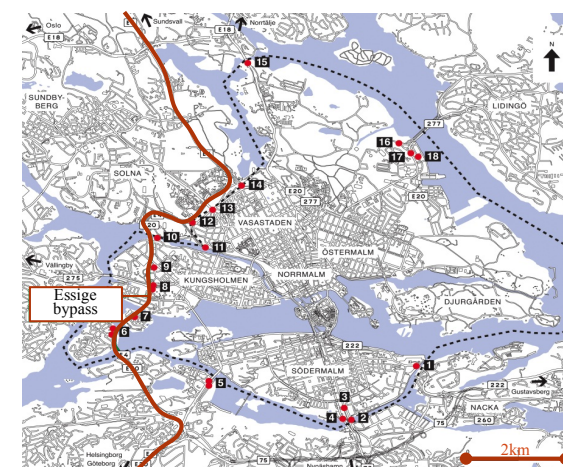
UPDATED 8:00pm

Plans to establish a congestion charge in Copenhagen - one of the primary goals of the Socialdemokraterne-led government - has been left by the political wayside, according to unconfirmed reports being carried by most media outlets.

<http://cphpost.dk/news/update-congestion-charge-reportedly-taken-off-table.849.html>

43

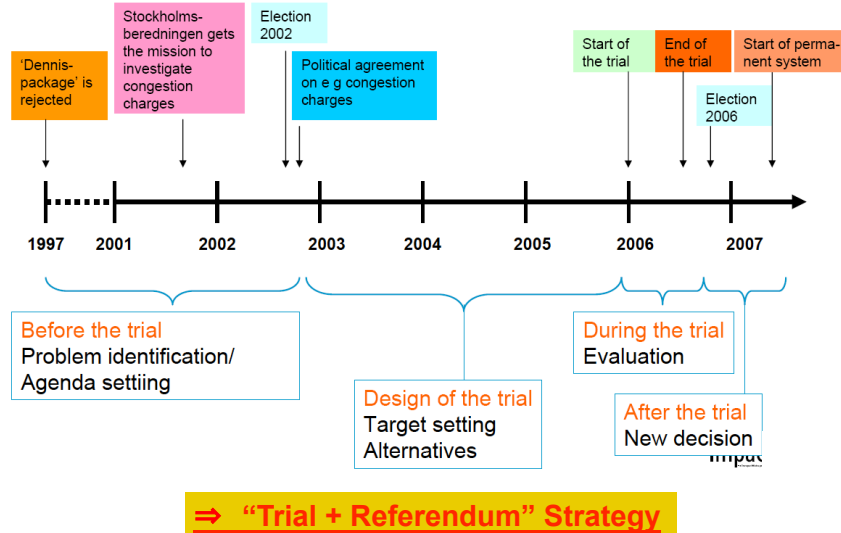
## ストックホルム市の混雑課金



18 control points located, 34 km<sup>2</sup> area of inner Stockholm

44

## ストックホルム混雑課金：恒久実施までの道のり



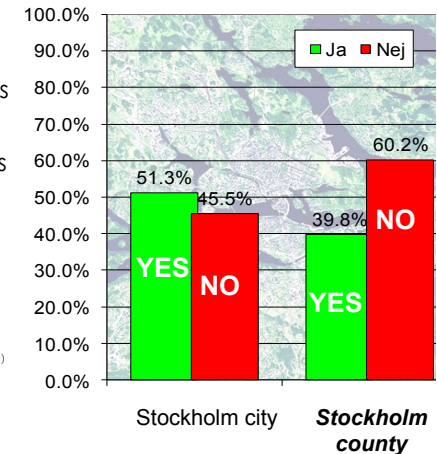
45

## Referendum in 15 of the 26 Municipalities in the County of Stockholm (17 September 2006)

- Majority **for** the charges in **Stockholm city**
- Majority **against** the charges in **Stockholm county**
- One-third of population lives in municipalities with no referendum.

| 自治体種別                                      | 賛成   | 反対   |
|--------------------------------------------|------|------|
| Stockholm City (Municipality of Stockholm) | 53 % | 47 % |
| County (14 Municipalities)                 | 40 % | 60 % |
| Total (人口ベース)                              | 48 % | 52 % |

(Stockholm County の 25 の自治体のうち、14 で独自の住民投票が行われた)



Source: The City of Stockholm

46

## 交通政策導入を巡る政治経済分析

ロードプライシングに対する公共受容研究

- 社会心理学的アプローチ (例. Jakobsson et al. 2000 他多数):
  - 「公正感」の向上と, 「自由侵害感」の軽減が, 公共受容を促す

交通政策導入に対する政治経済学的アプローチ (公共選択論)

- De Borger & Proost (2012): 包括レビュー, 日本での研究は殆ど無い
- 非協力ゲーム理論を援用した“政府間競争”の規範分析
  - 中央政府 v.s. 地方政府, 地方政府 v.s. 地方政府
  - 租税競争 (例. プライシングの水準)
  - 公共支出競争 (例. バイパス設置の判断)
  - 政府間での租税配分 (例. ガソリン税の中央-地方政府間配分)
- 市民の投票行動を内包した地方政府の意思決定モデル
  - Russo (2013): コペンハーゲンのプライシング導入失敗事例の規範分析

47

## 三環状道路の課金設定に向けて

- 料金弾性値: 同じ割引率でも支払いの形態によって弾性値は異なる.
  - 大型車・・・H26・第5回東京都市圏物資流動調査の大型車走行経路調査 (ネットワークWGで分析担当) より, 高い精度で推計が可能に?
- 対距離課金: 欧州では適用対象道路網が徐々に拡大
  - 利用にとどまらず, 保有と関連付けた課金・税の体系が推進
  - 例. デンマーク政府による “Green-tax Reform” のプラン
    - 現行の高額な自動車保有税率 (>平均160%) を半分に抑えると共に, 車種に応じて保有税率を細かく細分化する (エコカー優遇)
    - Revenue-Neutralの制約下で, 利用に応じた対距離・混雑課税を実施.
    - しかし, 最新のミクロ経済モデル分析 (Foegerau & Jensen, 2013) によれば, この施策は, 「車種の大型化を促し, 距離課金によって期待されるCO2削減効果を打ち消す方向に働く」ことが示唆されている.
- 混雑課金:
  - 最適課金額の決定に関する技術論は概ね完成 (交通経済学, NW均衡分析)
  - 関連主体間の合意形成問題 (国-地方自治体-Nexco中・東-首都高 等)

48