

第七回 行動モデル夏の学校

# 応用行動モデルの理論と観測(Ⅱ)

東京大学 羽藤英二

[hato@bin.t.u-tokyo.ac.jp](mailto:hato@bin.t.u-tokyo.ac.jp)

(研究上の質問は24時間いつでも気楽にどうぞ)

# はじめに

これからも論文は書けそう...

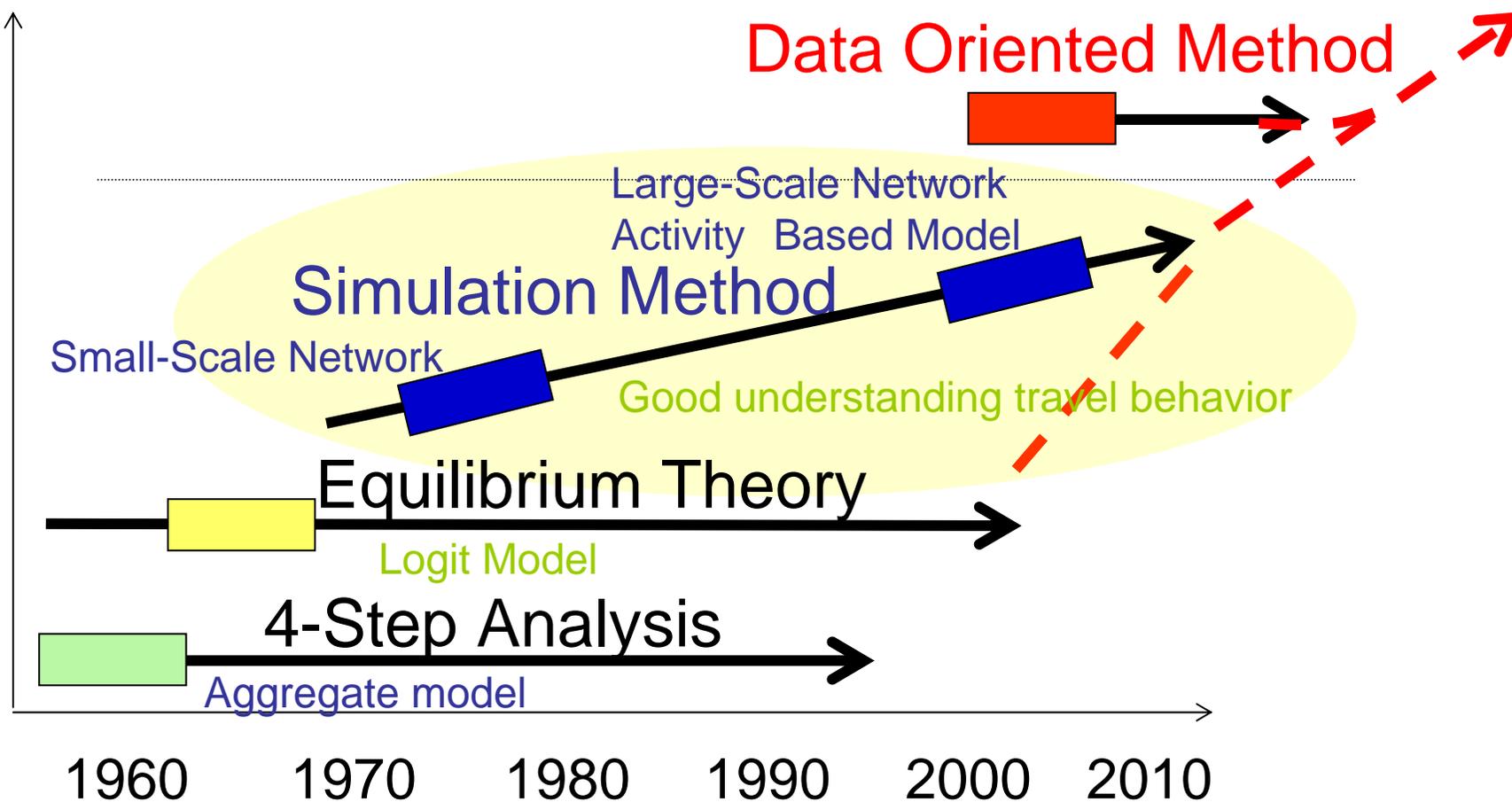
だが、

社会的要請はあるのか???

(山本(2006))

# ネットワーク上の行動分析の時代感

Data Size



# 観測-分析アプローチの変化

## Aggregate Approach

Boom times (in 1960's)

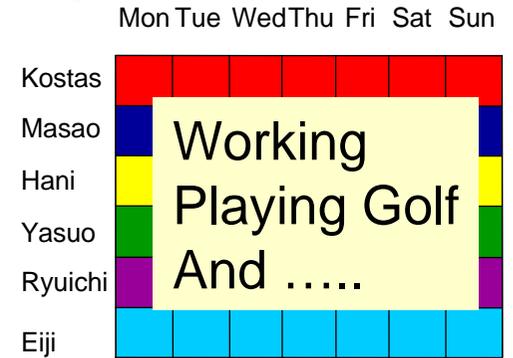


5 Men have 1 Pattern

No Survey

## Disaggregate Approach

Stages before maturity (in 1980's)



5 Men have 5 Patterns

1 day survey

## Constitutive Approach

After Bubble times (in 2000's)

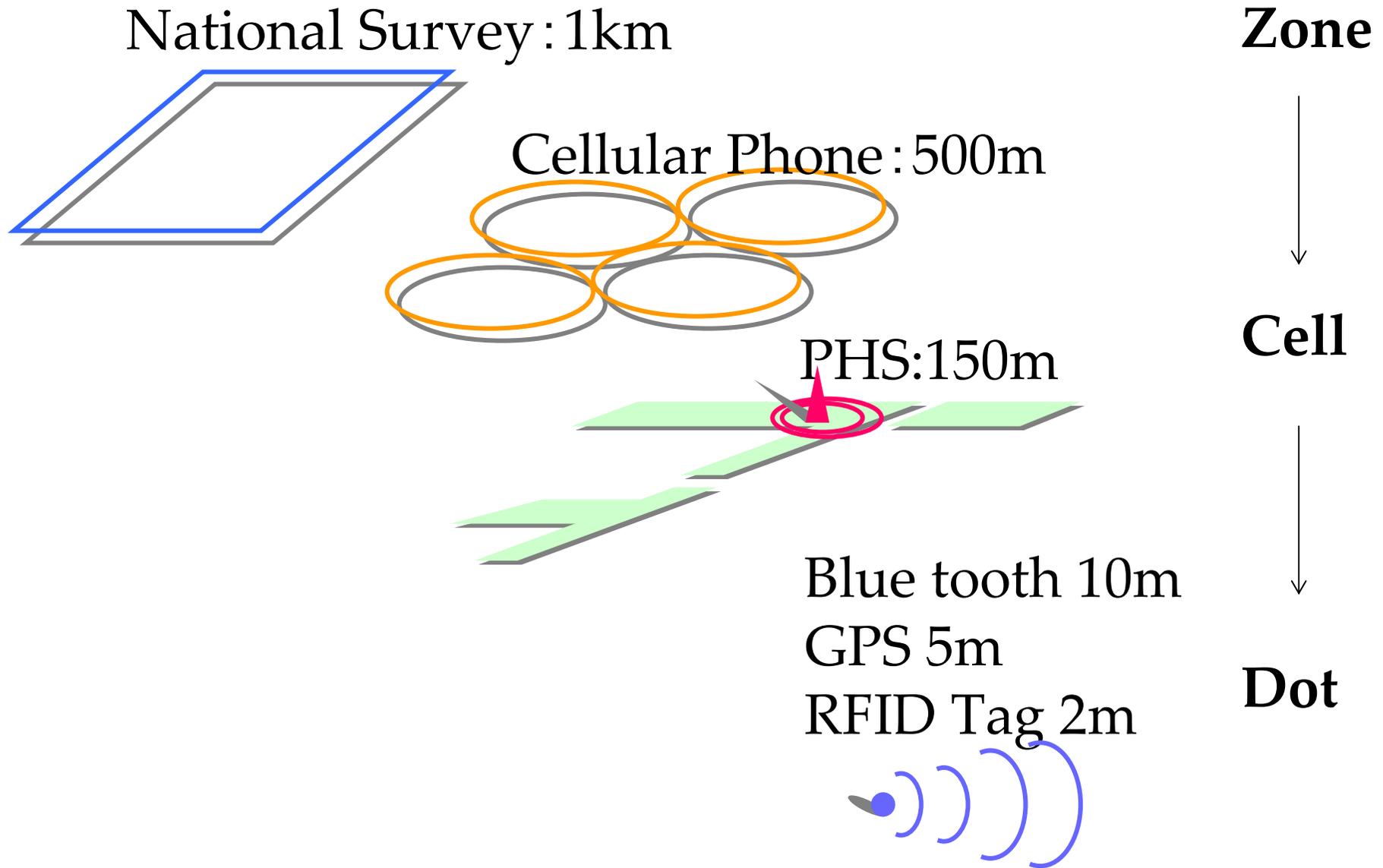


1 Man has 5 Patterns

Advanced and long term survey and new methodologies



# データスケールの変化(ゾーンからドットへ)

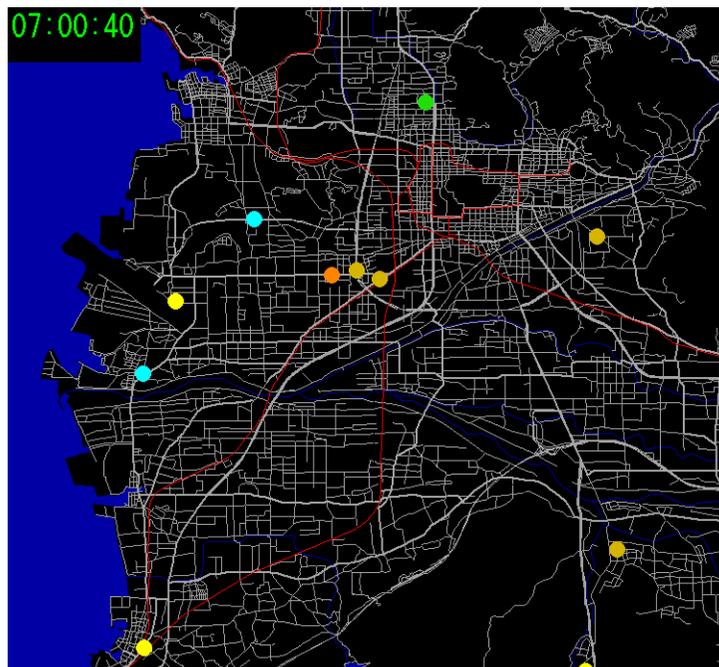


# What is Probe Person?

Taking “simple devices” with persons  
“automatically” data collection system

[http://www.tfv.jp/yokohama\\_web/viewer/index4.html](http://www.tfv.jp/yokohama_web/viewer/index4.html)

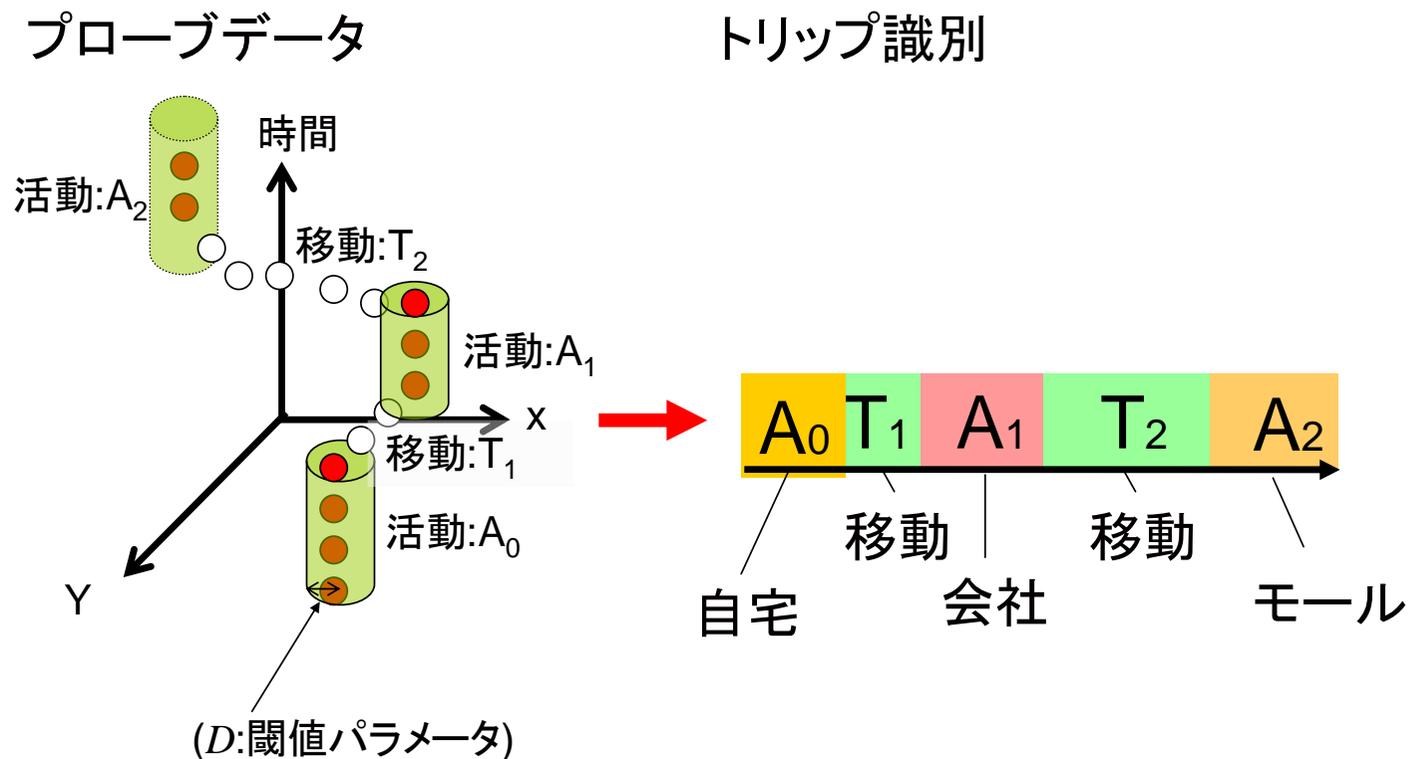
<http://www.tfv.jp/media/sample20.swf>



参考文献: day-to-day の動的な交通行動調査・解析システムの開発,  
文部科学省科研基盤A報告書, 2007.  
<http://bin.t.u-tokyo.ac.jp/~hato/PP.pdf>

# 移動-滞在判別の方法

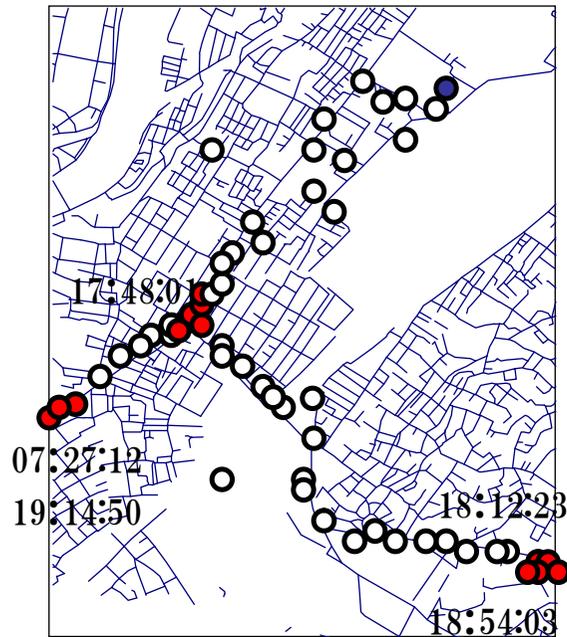
- 滞在判別チューブの閾値を用いて移動/滞在を識別



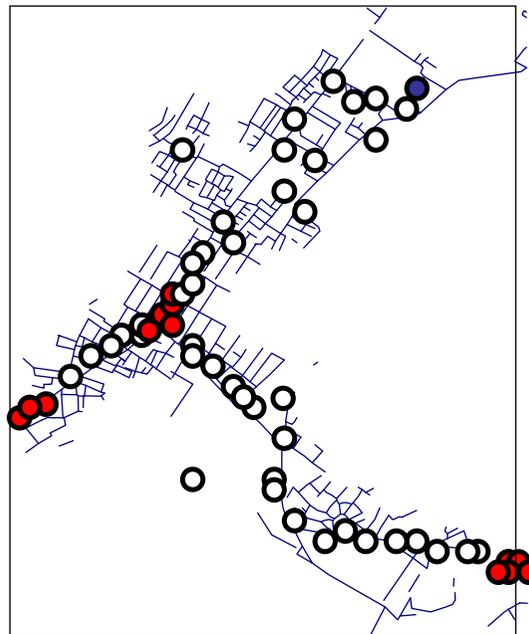
# ルートマッチングの方法

- サブネット抽出のための重みづけ法が重要
- ネットワークデータそのものを使わない方法も可能 ( Bierlaire, M. and Frejinger, E.(2008))

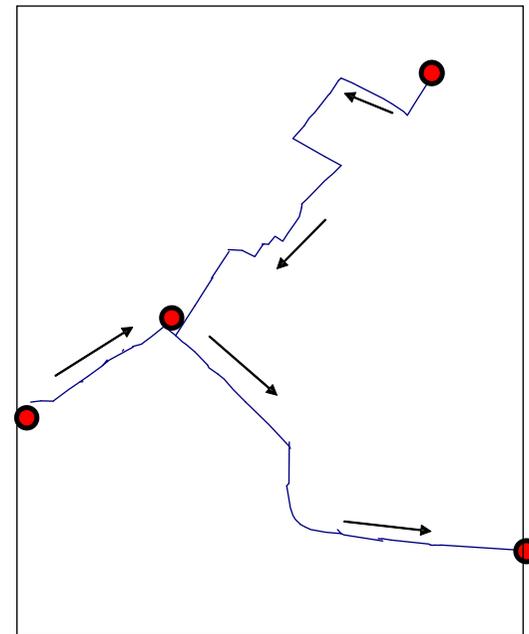
プローブパーソンデータ



サブネットワークの抽出

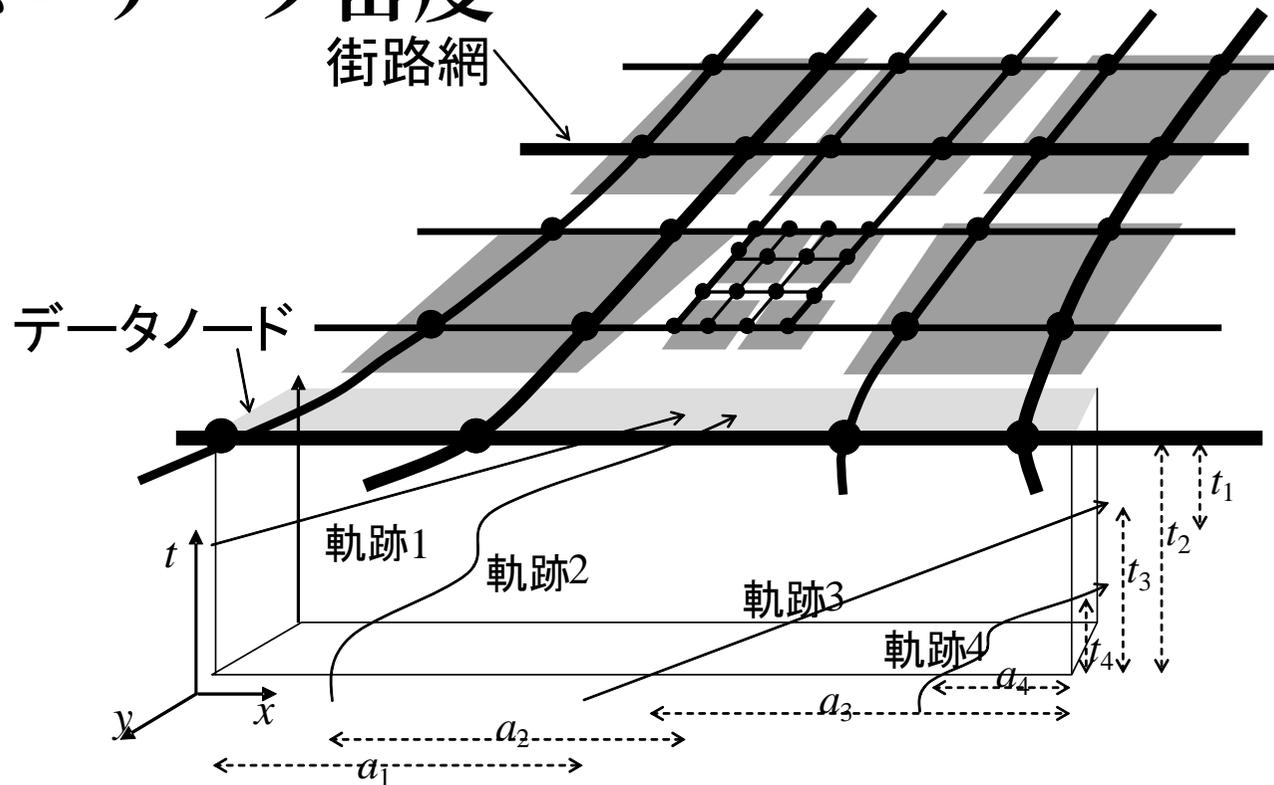


経路識別結果



# プローブDBの設計

- DBの設計が重要
- 計算品質の確保するためにデータキューブサイズ  $\propto$  データ密度



# Development of BCALs

Behavioral Context Addressable Loggers in the shell

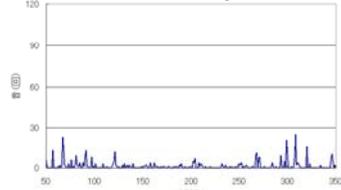


# Censors in the shell

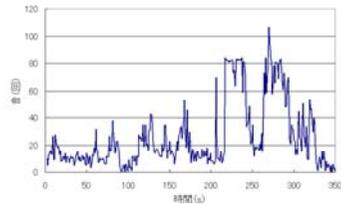
Data	Observation Cycle (sec)	Data	Observation Cycle (sec)
X-acceleration signal	1/32	Compass point (azimuth)	1/32
acceleration		Noise level	2
Y-acceleration signal	1/32	Air temperature (%)	2
Z-acceleration signal	1/32	Humidity (%)	1
Angular speed (deg/sec)	1/32	Marking	-
Ultraviolet rays (V)	1		
Location (X-Y-Z) by GPS (deg)			1

# Case Study

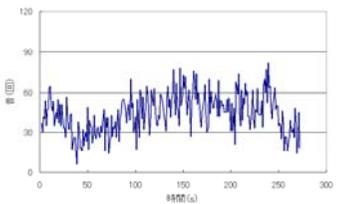
Laboratory



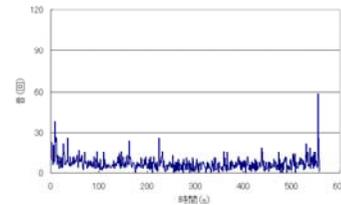
Crossover of tram and road



Tower Records

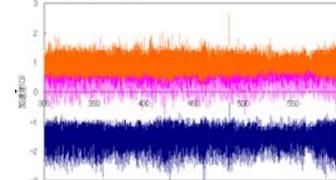


Book Store

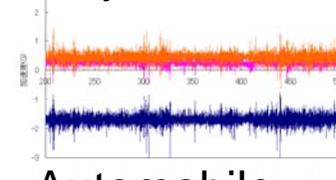


It is possible to distinguish among each activities, travel modes and routes automatically.

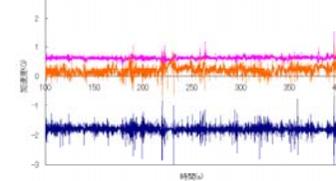
Walk



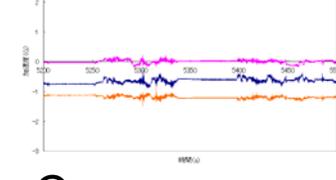
Bicycle



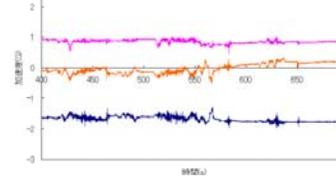
Automobile



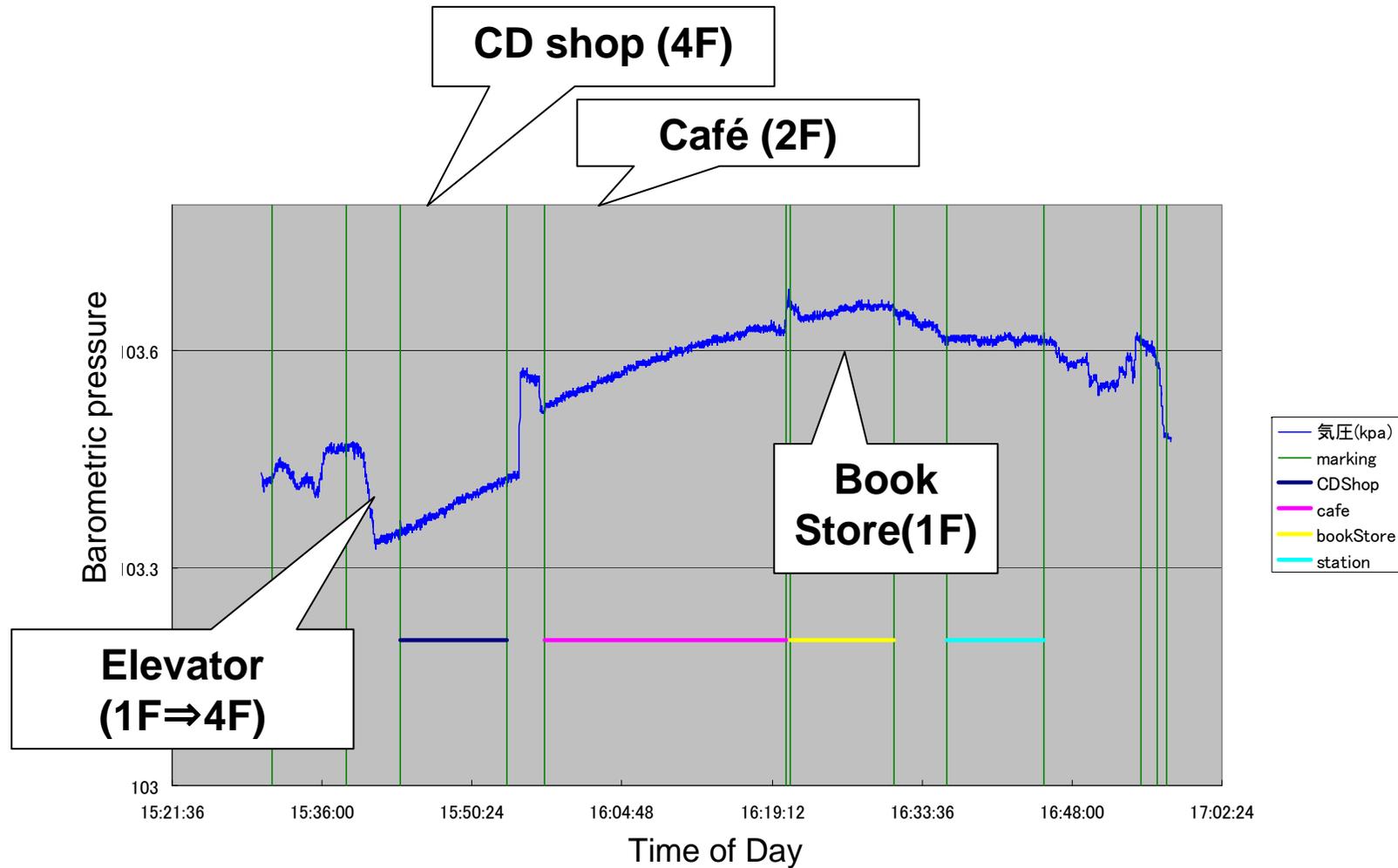
Bus



Car

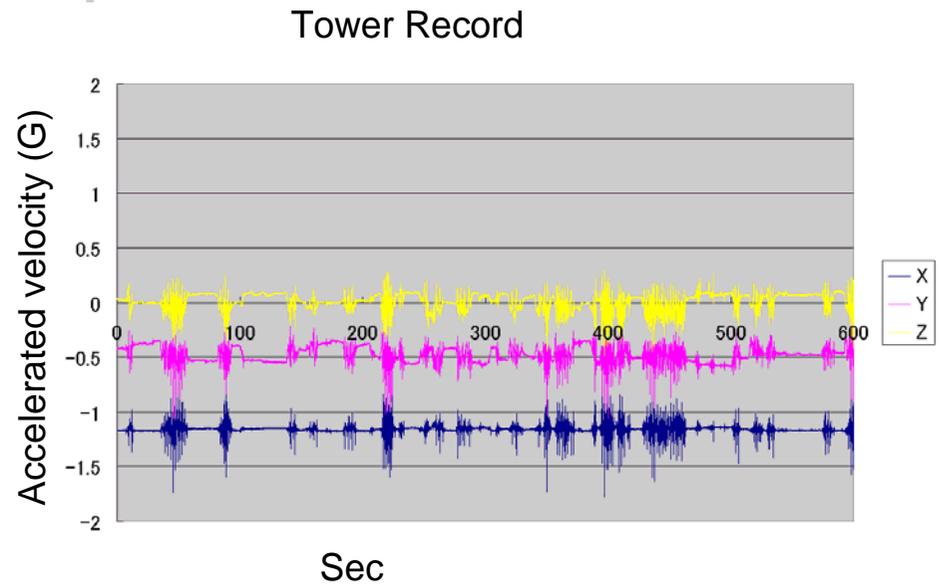
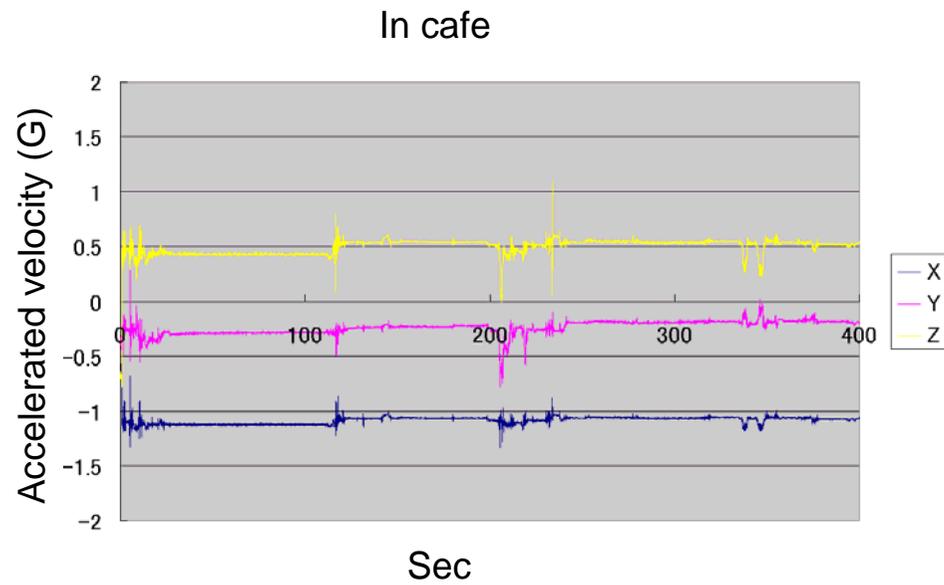


# With the barometric pressure sensor



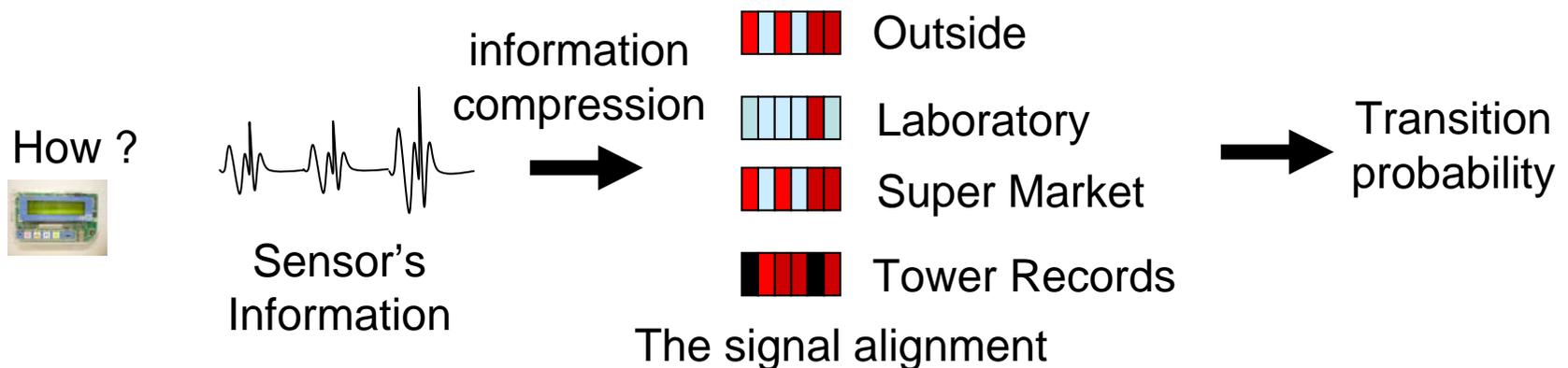
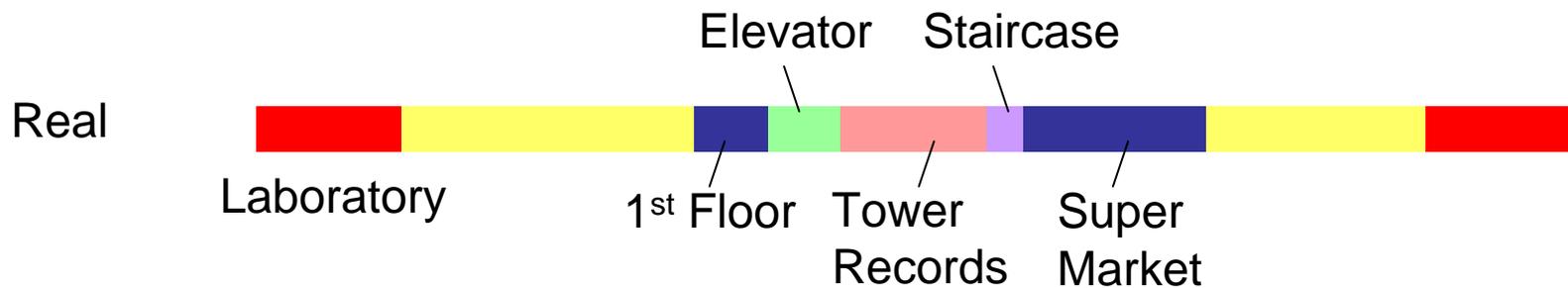
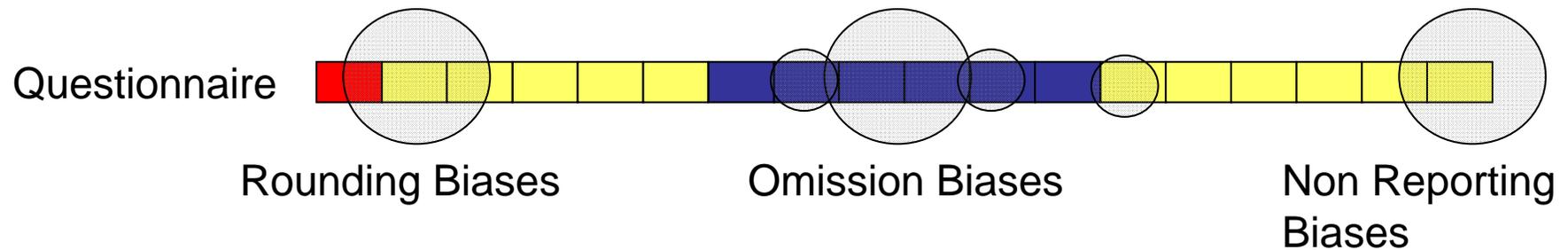
Absolute value of barometric pressure depends on weather

# With the acceleration sensor



Data showing that the subject is choosing products in a CD shop, is defined as a state of repeating a small amount of travel and stopping.

# The Concept of Behavioral Context Estimator using sensor's signal alignment



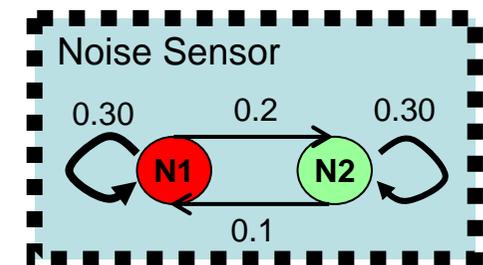
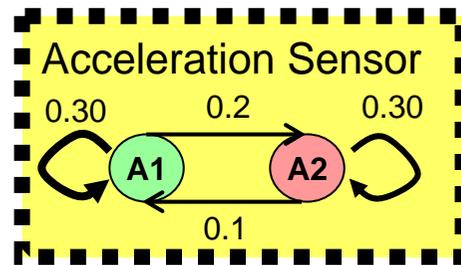
# Hybrid structuring estimator

Vertical movement

Transportation Mode

Place Ambience

Barometric Pressure Sensor  
"temporal differentiation"



"not changing floors"

"Walking outside"  
"Walking inside"

"Quiet"  
"Noisy"

"Bicycle"  
"Train"  
"Car"

"traveling to an upper floor"  
"traveling to a lower floor"

"Staircase"  
"Elevator"

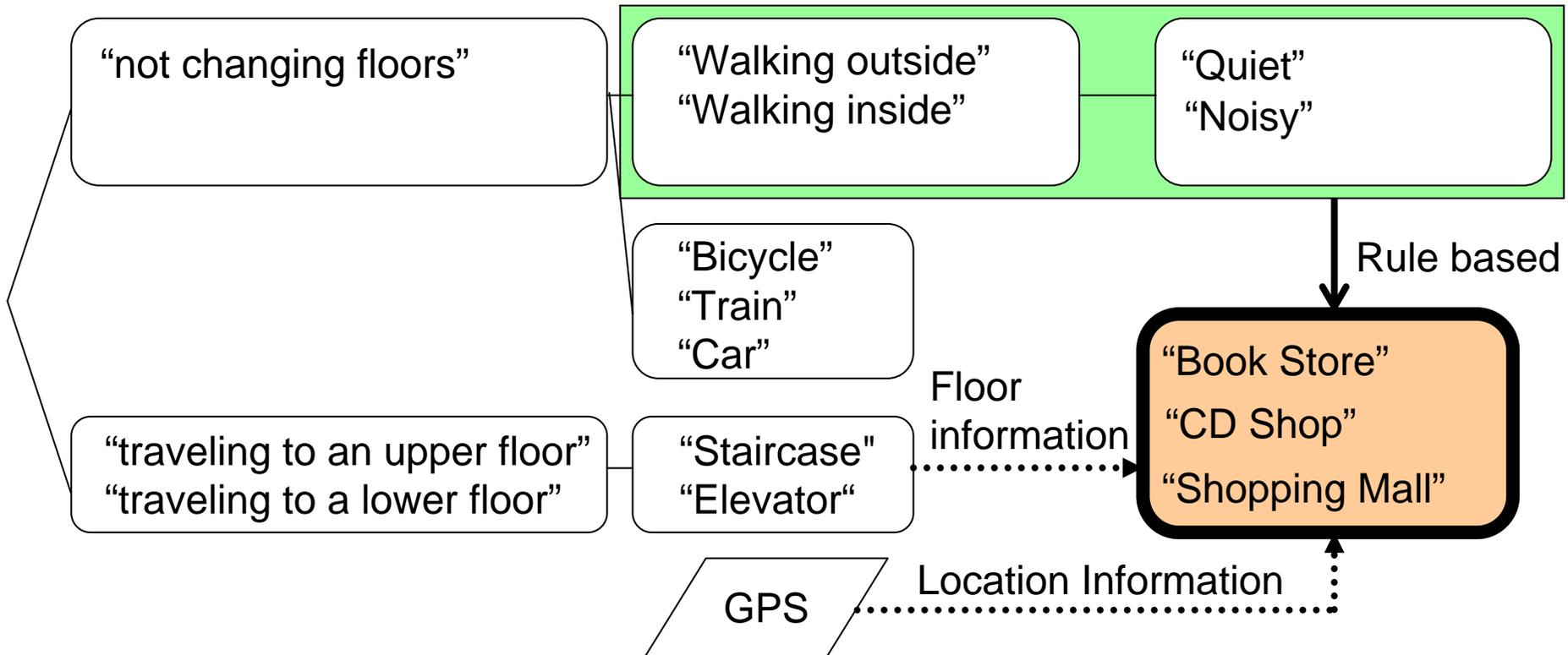
Floor information

GPS

Location Information

"Book Store"  
"CD Shop"  
"Shopping Mall"

Rule based



# 行動モデルにおける観測の役割

- 既存の(比較的流行している)アプローチ
  - 認知データを計測し(SPだとか)
  - メカニズムを推定し(LISRELだとか)
  - (必要があれば)工学的に心(認知)を操作する(MMとか)
- 何が問題なのか？
  - 認知に迫れるほどの観測精度があるのか？
  - 詳細なモデル化に意味はあるか？
  - データが増えても、使いこなせていない。
  - 古いモデルの検証だけでいいのか？

# 何が問題になるのか？

Curse of dimensionality:次元の呪い

データが高次元になると誤差精度が向上しなくなる現象

- 次元数の増加に伴ってモデルが複雑になり、有限のサンプル数では適切な学習ができなくなる。
- 球面集中現象により、次元の増加に伴って、いろいろなデータ間の距離が互いに等しくなっていく。

# どうすればいいのか？

- **次元削減**

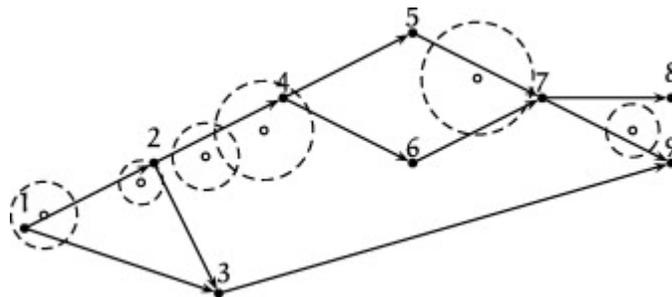
- 高次元のデータを，何らかの情報をできるだけ保存するように，低次元のデータに変換すること

- **特徴抽出**

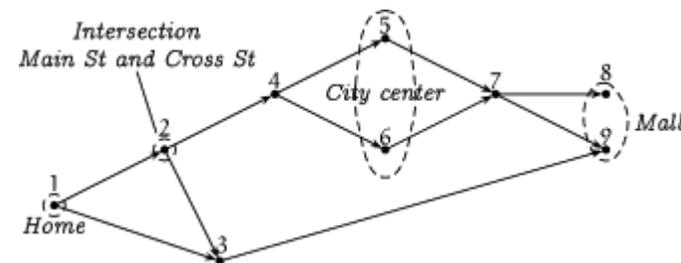
- 個の特徴量(属性)のベクトルで記述されている対象に教師あり学習を適用する．個の特徴量を全て利用せず，その中で有用なものを選び出す

# データ指向なモデリング

- Bierlaire, M. and Frejinger, E.(2008)Route choice modeling with network-free data, Transportation Research C(16)2, 187-198, 2008.
  - GPSデータとアンケートデータを使ってネットワークデータに依存しないパラメータ推定法を提案



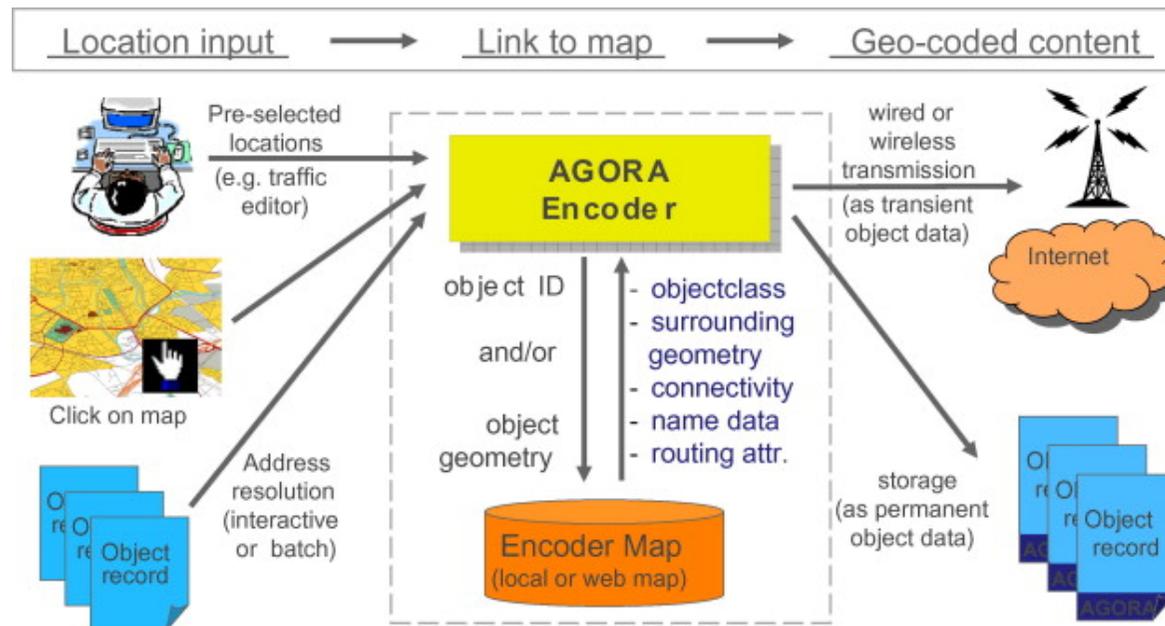
▲GPSデータ



▲アンケートデータ

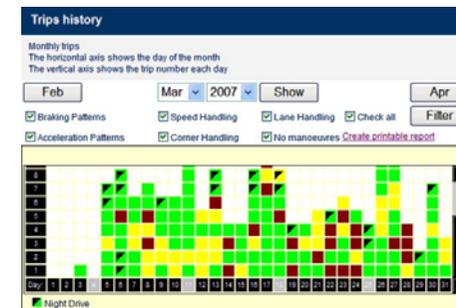
# データベース指向なアルゴリズムの開発

- Hiestermann, V. Map-independent location matching certified by the AGORA-C standard, Transportation Research C(16)3, 307-319, 2008.
  - Location conditionを考慮してラベル変数化し, 位置データをencode/decodeするアルゴリズムを提案



# 認知のダイナミズムの観測とモデル化

- Toledo, T., Musicant, O. and Lotan, T., In-vehicle data recorders for monitoring and feedback on drivers' behavior, Transportation Research C(16)3, 320-331, 2008.
  - 運転挙動データの情報フィードバックが認知に与える影響を分析
  - 系列データをドライブレコーダーで収集



Details of selected trip

Date: 03/01/2007  
Start time: 3:43 PM  
Duration: 12 minutes, 4 seconds  
Registration number: [redacted]

Trip safety level: [yellow bar]  
Manoeuvres: 3  
Major problem: Braking  
Duration over speed limit: 0 minutes  
Highest speed: No high speed manoeuvres

Time	Manoeuvres	Speed			Safety level
		Low	Yes	Over	
3:43:35 PM	Trip start				[blue bar]
3:49:14 PM	Braking	X			[yellow bar]
3:49:23 PM	Braking	X			[yellow bar]
3:50:21 PM	Braking		X		[yellow bar]
3:55:39 PM	Trip end				[blue bar]

# 高度なサービスに関する研究

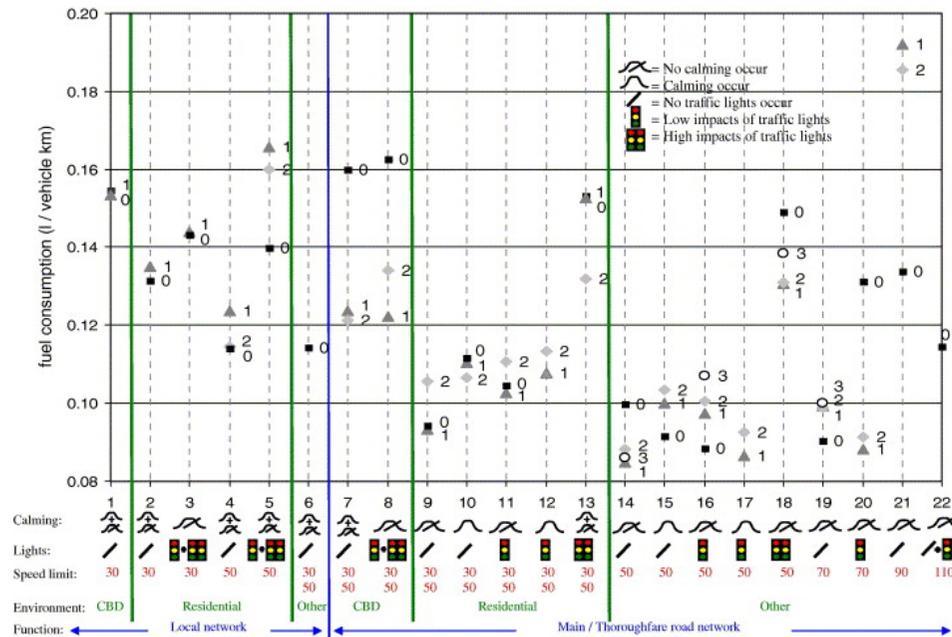
- Edara, P. and Teodorović, D., Model of an advance-booking system for highway trips, Transportation Research C(16)1, 36-53, 2008.
  - サービスシステムの中に予約という行動要素を取り込み、サービスを最適設計しようとした研究

$$\text{Maximize } F = \sum_{t=1}^{|T|} \sum_{i=1}^{|I|} PV_{it} \cdot PH_{it} \cdot x_{it}$$

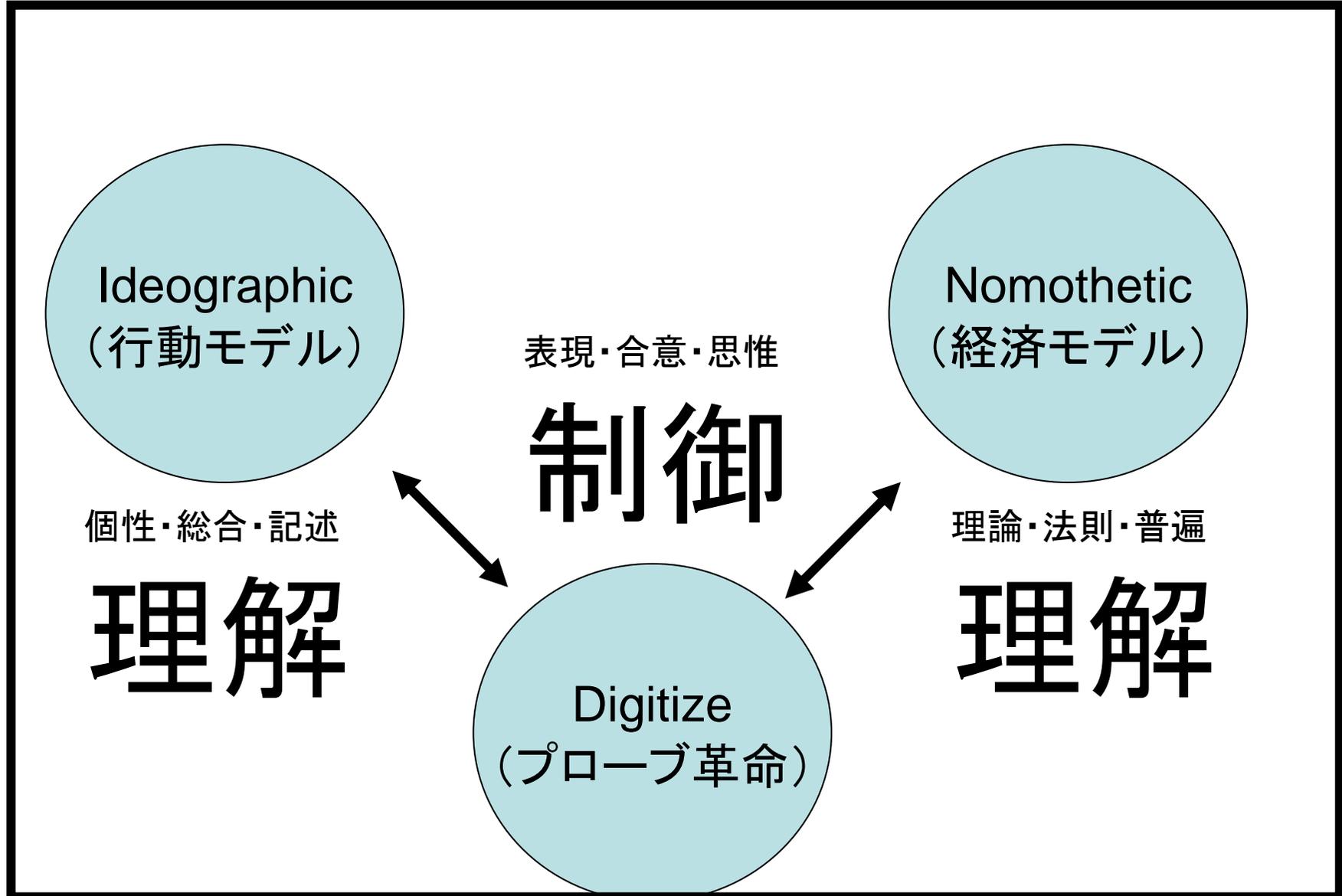
$$\text{subject to } \sum_{i=1}^I \sum_{t=1}^{|T|} \theta_{itac} \cdot x_{it} \leq C_a - R_a \quad \forall a \in A \quad \forall t \in T$$

# 高度なサービスに関する研究

- Ericsson, E., Larsson, H. and Brundell-Freij, K.,  
Optimizing route choice for lowest fuel consumption –  
Potential effects of a new driver support tool,  
Transportation Research C(14)6, 369-383, 2006.  
– 低燃費ルートガイダンスのようなサービスの実装とその効果の分析



# 行動モデルの方向性



# 行動モデル研究の今(1/2)

- 誤差論の一般化と構造化
  - Network GEVとmixed logitの構造化
  - スクランブルHaltonやBTRDAアルゴリズム
  - はどこで生きてくるか。
  - 系列的で複雑な財の選択データとの結合
- 調査設計とデータ革命
  - ゾーンからドット, 超長期・多量系列観測
  - スーパー・リアルタイム・マイクロ・シミュレーション
  - DB(サービス)に組み込まれるパラメータ推定技術 (LOS生成)

# 行動モデル研究の今(2/2)

- 対象の複合化への対応
  - 離散連続モデル(時間軸上の複合的な意思決定)
  - ゲーム論型相互モデル(関係性の選択とそのモデル化)
- 実験経済学の進展
  - 市場マイクロインフラストラクチャーの研究成果の援用
  - InferenceメカニズムとSelf Projection研究(ナッシュ均衡)
  - 時間割引率のパラドクスなど
    - 4EUR(20%)>3EUR(25%)だが, 4倍すると成り立たない.
    - 10EUR(100日後) < 101EUR(101日後)だが, 100日後になると今100EURがほしくなる.
    - 時間の経過の相転移, 交通とは, 未来の決定を今することである.
    - パラドクスから逃れられない.

# ちよつと考察

- 保有-発生-走行距離選択といった時間の中で入れ子になっている選択行動, 市場マイクロインフラストラクチャの中の離散-連続型の複雑な意思決定問題
- これらは全て認知パラドクスの問題と関連している.
- で, そういうものが時系列的且つ詳細に観測技術の進展によって抉り出されようとしている.
- そういうものを配慮した計画学的なサービスエンジニアリングの重要性が高まっている.

# 研究の比較的大きな背景(1/2)

- 都市交通施策のパラダイムの変化
  - － 精神論的・単史眼型施策の限界(欧州 vs 日本)
    - 総体としての都市論に踏み込めない交通研究者の不思議
    - 関係性のモデリング
    - 総体化の手法論(土地利用,イメージ, 微視的)
  - － 施策の時空間スケールの変容(旧市街地/全域)
    - 都市再生の枠組みの中で施策実行の多様なタイミングとスケールのデザイン
    - (日本では)単純な需要予測の終焉→リアルタイム化/部分化/バックキャスト化

# 研究の比較的大きな背景(2/2)

- 企業 > 国家 > 企業 > 自治体 > NPO > 高齢者 > 市民 > 若者
  - 一人十色, 多様性の分析・概念化
- 政策オプションの変容
  - 道路空間の再配分と施策の組み合わせ
  - シェアリングサービスやインセンティブ設計
  - 都市空間設計との連動性とブランディング
- サービスを支える基盤技術の進化
  - 観測分解能の劇的な向上とオンライン化
  - センサーネットワークとユーザーサービスの高度化

# モデルとデータは科学の両輪

