交通システム工学

第3回　交通調査

朝倉康夫
東工大_土木・環境工学科
asakura@plan.cv.titech.ac.jp

交通調査の全体像

- 自動車交通流の調査と分析

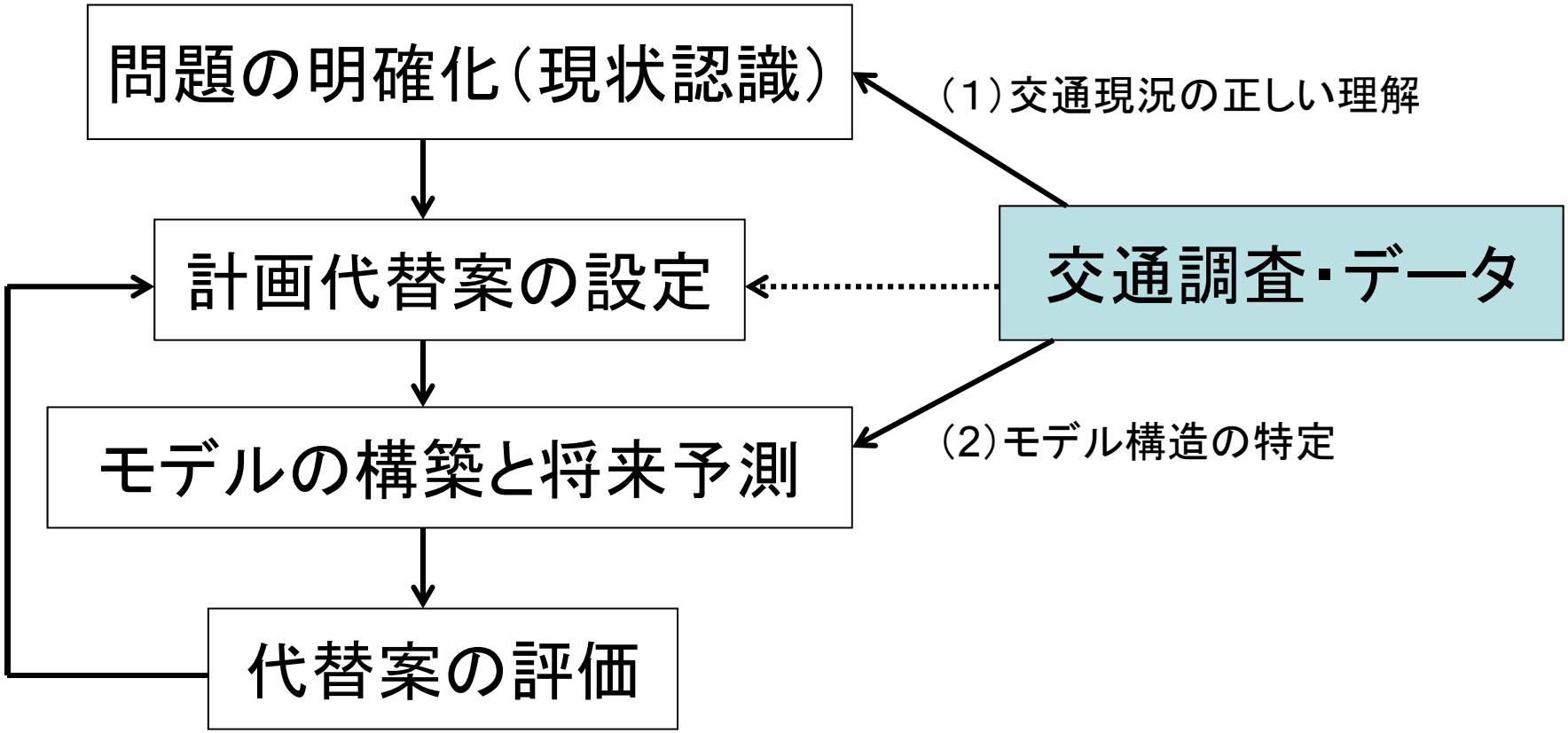
  →後述（交通流特性と一緒に）

- 交通計画のための調査

  →主に，ヒトの交通行動の把握

  （交通行動調査）

なぜ交通調査が必要か？



交通システム計画のプロセスとデータ

調査の手順

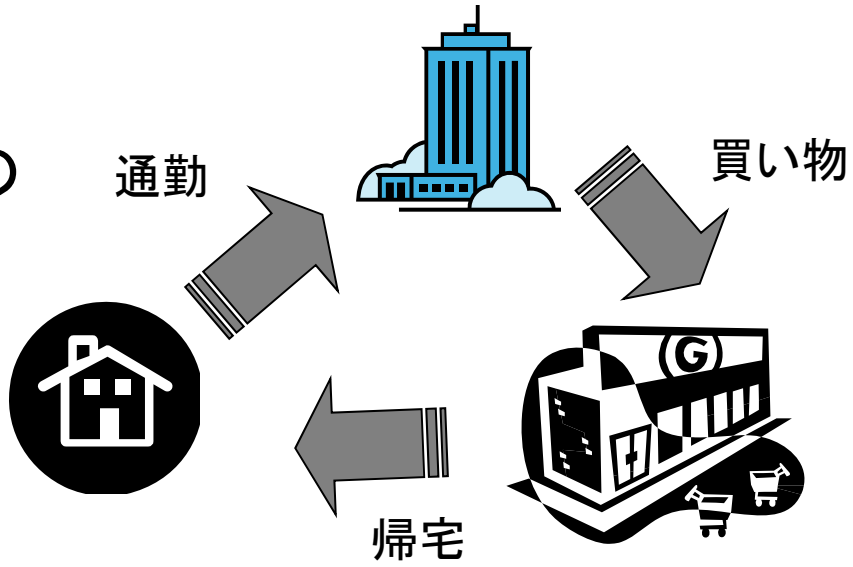
- 調査目的の明確化
- 調査対象の明確化（＝調査被験者）
- 調査項目の選定　（ex. 設問内容）
- 調査票のデザイン（ex. 質問紙のレイアウト）
- 実施方法の検討
  - 家庭訪問調査（訪問回収，郵送回収）
  - 街頭調査（交通機関内調査）
  - 電話調査，インターネット調査など
- サンプルの抽出方法: 無作為抽出，層別抽出，多段抽出など
- 必要サンプル数の決定
- 調査員の配置など，実施計画の策定

屋井先生「交通計画」講義ノート

ヒトの交通行動

- トリップ(trip)の定義

  ヒトがある目的を持って行う特定の出発地点（起点, origin）から目的地点（終点, destination）までの一方向の移動



- トリップの目的

  目的地での活動に対応；

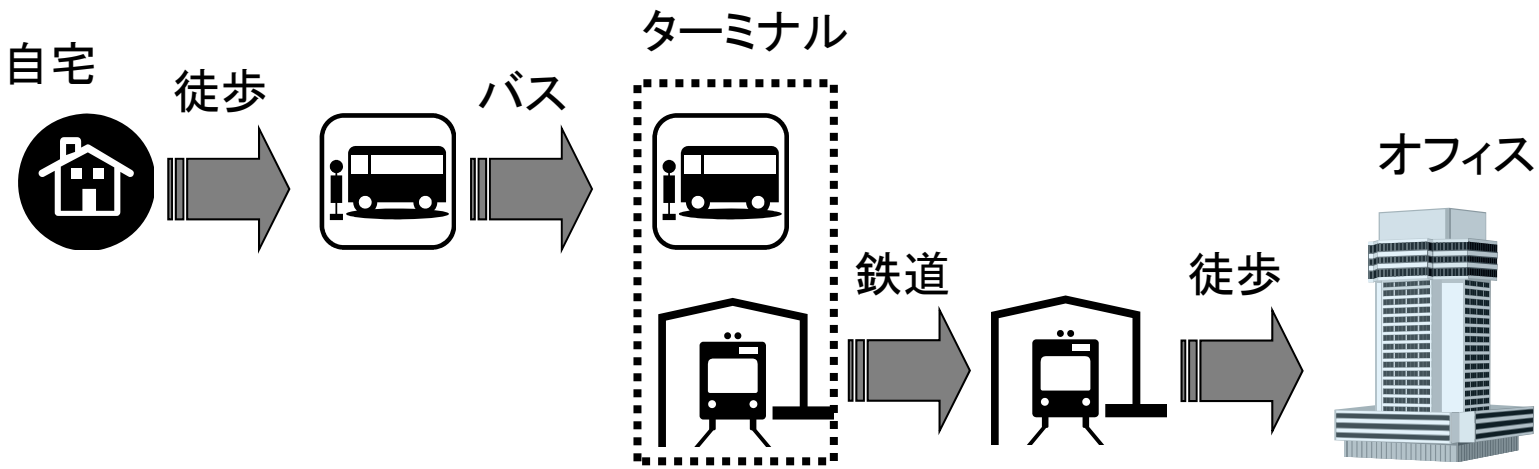
  通勤・通学，業務，私用，帰宅・・・

参考： トリップチェイン　1日の交通行動の連鎖，行動の全体

ヒトの交通行動

- 手段トリップ(unlinked trip)　cf.目的トリップ(linked trip)
  トリップを構成する交通手段ごとにトリップを定義する場合.

- 代表交通手段
  トリップで利用した複数の交通手段を代表する1つの交通通手段. 一般に, 鉄道＞バス＞自動車＞二輪車＞徒歩の順.



モノの移動の単位

- フレート(freight)の定義

  特定の種類のひとまとまりの物についての，起点から終点までの移動の単位．重量（フレート重量）で計測する．

- 総流動

  起終点間の個々の輸送手段ごとのフレート重量．

  手段トリップ(unlinked trip)に相当

- 純流動

  起終点間の代表輸送手段によるフレート重量．

交通行動調査の方法

質問調査

仮想的状況下での交通行動を
被験者に質問（ex.アンケート）
Stated Preference (SP)調査

過去の実際の交通行動を
被験者に質問（ex.アンケート）
Revealed Preference (RP)調査

仮想空間 ← → 実空間

仮想空間での行動を観測
（ex. CG/Virtual Reality）

被験者の交通行動を
外部から観測・追跡

定点での観測 vs 移動体追跡調査
(GPS/携帯)

観測

RP（Revealed Preference）調査

- 調査項目：交通行動に係わる意思決定の内容
  トリップ開始時刻（終了時刻），トリップの起点と終点，
  トリップの目的，使用した交通手段，（経路）

- 質問調査（ex.アンケート/インタビュー）
  (1) 移動中のヒトに対する質問調査；車内・ターミナルでの質問，路側での質問.
  (2) 家庭や事業所に訪問（面接，配布・留置），電話インタビューまたは郵送．家庭訪問調査の回答率は70－80％．郵送では20％.

パーソントリップ調査

- Person Trip (PT)調査

  1967年の広島都市圏での調査以降．人口30万人以上の都市圏でほぼ10年に1回.

- 調査方法

  調査員が家庭訪問，調査票を配布．留置，被験者が自身で記入，回収.

- 調査項目

  世帯属性，個人属性（年齢，性別，職業，免許保有の有無），特定の1日24時間の交通行動（トリップごとの起終点，目的，交通手段，出発・到着時刻,....）

道路交通センサス

- 1928年より断面交通量と道路状況調査
- 1958年より車の起終点（OD)調査
- 路側での交通量・道路状況調査（一般交通量調査）と，訪問によるOD調査（オーナーインタビュー調査）から構成．補完的に路側でのOD調査．

- オーナーインタビュー調査；車を単位とするトリップ特性調査（起終点，目的，出発・到着時刻，輸送品，高速利用の有無，駐車場所・・・）
- 全国をカバー．約5,000ゾーン．平日・休日１日づつ
.

調査期間，ゾーニング，サンプリング

- 調査期間

  RP調査では，一般に，特定の一日（平日），24時間

- ゾーンニング

  対象地域のブロック分割．均質性，ゾーンの形状に注意．
  行政区界，学校区界などを利用．

- サンプリング

  全数調査（cf.国勢調査）は困難．母集団から被験者を無作為ランダム抽出．ヒトの場合は，住民基本台帳ベース．
  抽出率は，大都市圏で2－3%，地方都市圏では5－10%．

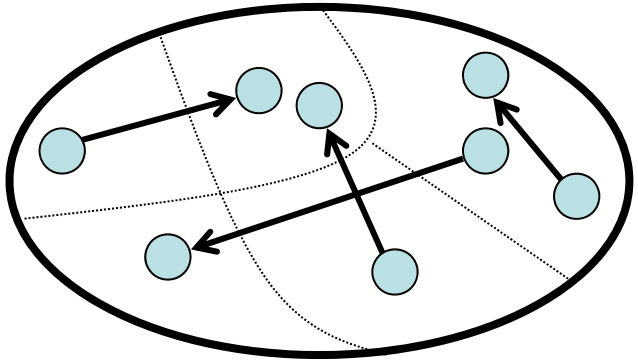
トリップとゾーニングの関連用語

- トリップエンド

  トリップの起点および終点.

- OD表

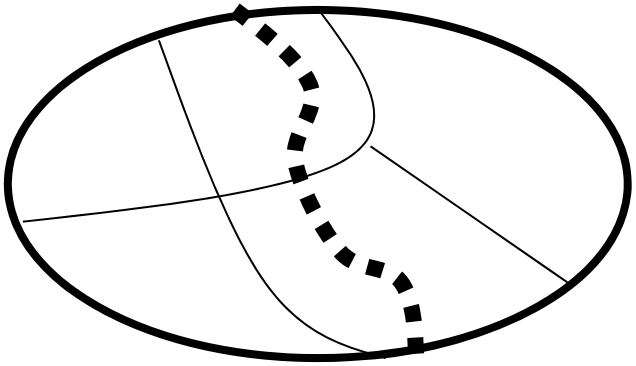
  トリップを起点(origin)と終点(destination)のペア（ODペアまたはゾーンペア）で集計した表. ゾーン間の交通流動が把握できる.



集計

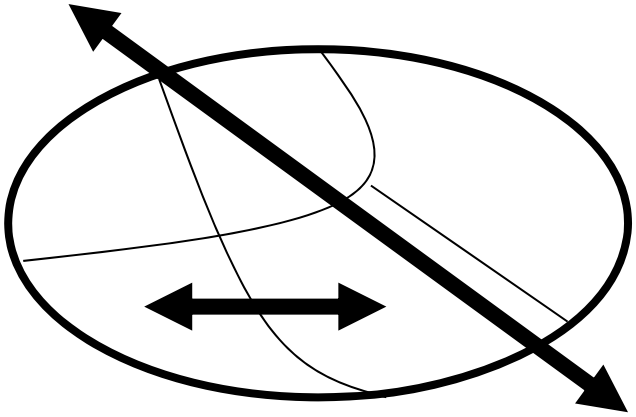
O/D				計
計				

Conti.



コードンライン；調査対象地域と
地域外との境界線

スクリーンライン；調査対象地域の
中での交通の動きを断面で補足・検証
するために設定した地域横断線



通過トリップ；対象地域外から発生して，
地域外を目的地とするトリップのうち対象
地域を通過するトリップ

内々トリップ；トリップの起点と終点の
いずれもが地域内にあるトリップ

わが国の主な交通調査

<table>
<tr><th></th><th>ヒトの動き</th><th>モノの動き</th><th>車の動き</th></tr>
<tr><td>全国</td><td>・国勢調査
通勤通学のみ
5年ごと
・旅客純流動調査</td><td>・貨物純流動調査
5年ごと</td><td rowspan="4">道路交通センサス
5年ごと</td></tr>
<tr><td>大都市圏</td><td rowspan="2">・大都市交通センサス（公共交通）
・都市圏パーソントリップ調査
10年ごと</td><td>・物資流動調査，10年ごと</td></tr>
<tr><td>30万人以上の都市圏</td><td></td></tr>
<tr><td>その他</td><td></td><td></td></tr>
</table>

東京都市圏パーソントリップ調査

- 第1回(1968) 以降10年に1回実施. 第5回(2008, H.20)
- 調査圏域：東京を中心とする50km圏域（茨城県南部を含む1都4県）. 東京23区への通勤の依存率が3%以上.
- 人口　約3,500万人
- 抽出率　2.7%
- ひとりあたりトリップ数
  (生成原単位) 2.4 trip/day
- 外出率　85%
  (15%のヒトは家にいる･･･)
- 外出人口あたりのトリップ数
  2.8 trip/day

東京PT集計例

東京都市圏交通計画協議会　http://www.tokyo-pt.jp/letter/index.html
東京としけん交通だより, Vol.22, (H22.2)

- 都市圏人口(5歳以上）　3,290万人(H10)→3,462万人(H20)
- 平均トリップ時間　34.3分
- 交通手段分担率

  鉄道(30%), バス(3%), 自動車(29%), 自転車(14%), 徒歩(22%)

- 65歳以上人口　453万人→708万人
- 65歳以上トリップ数　702万trip → 1,398万trip
- 65歳以上原単位　1.55(trip/day) → 1.97(trip/day)

分担率，トリップ時間の都市圏間比較(1)

都市圏	鉄道	バス	自動車	自転車	自動二輪	徒歩
東京 (H10)	25.4	2.4	33.1	14.5	2.1	22.3
京阪神 (H12)	18.2	2.8	33.0	21.9	-	24.0
中京 （H13)	9.4	1.1	58.3	14.0	-	17.2

分担率(%)

都市圏	通勤	通学	帰宅	業務	私用	全目的
東京 (H10)	43.1	31.9	32.2	41.4	21.0	32.0
京阪神 （H12)	35.8	28.8	27.1	30.4	18.8	26.7
中京 （H13)	29.4	28.0	23.6	32.1	17.5	24.3

平均
トリップ時間
(分)

国土交通省　http://www.mlit.go.jp/crd/tosiko/pt.html

分担率，トリップ時間の都市圏間比較(2)

都市圏	鉄道	バス	自動車	自転車	自動二輪	徒歩
旭川 (H14)	0.5	3.1	73.4	11.4	-	11.6
静岡 (H13)	2.1	1.9	55.1	21.0	-	17.2
熊本 （H9)	1.1	4.8	59.3	17.1	-	17.6

分担率(%)

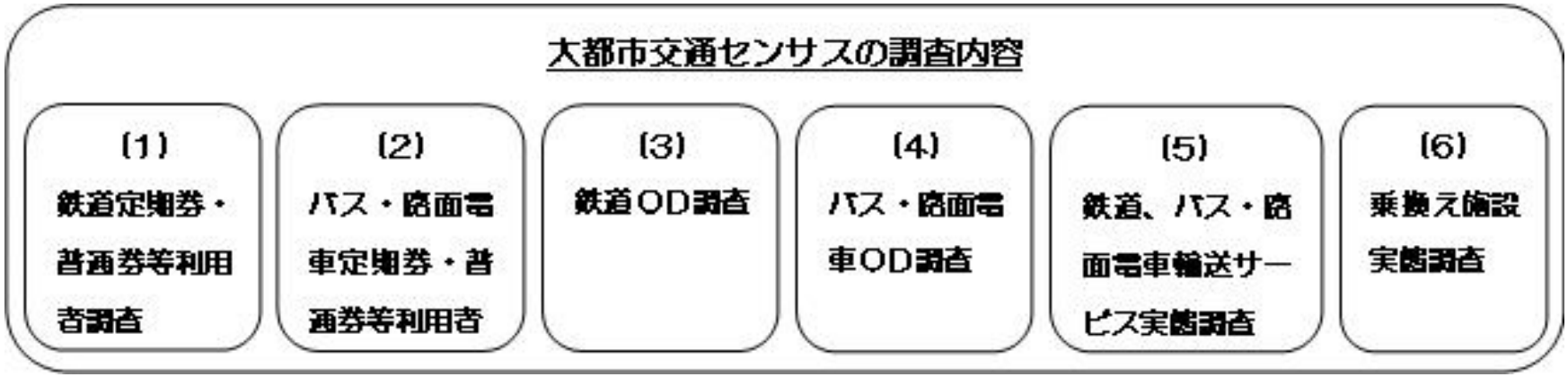
都市圏	通勤	通学	帰宅	業務	私用	全目的
旭川 (H14)	17.0	19.0	16.0	18.0	14.0	16.0
静岡 （H13)	24.1	24.1	20.9	31.1	17.0	21.9
熊本 （H9)	23.5	22.5	22.5	30.1	19.1	23.5

平均
トリップ時間
(分)

その他の交通調査(1)

大都市交通センサス

- 首都圏，中京圏，近畿圏の三大都市圏
- 鉄道，バス等の公共交通機関の利用実態を把握
- 昭和35年以来5年ごとに実施（平成22年に第11回調査）



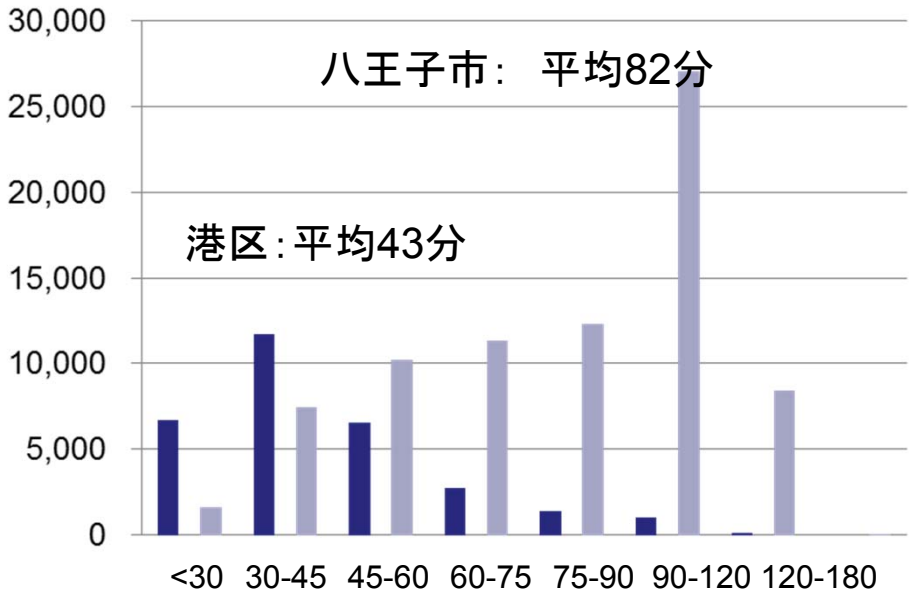
国土交通省

http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/transport/sosei_transport_tk_000007.html

大都市交通センサス(H22)の集計例

鉄道区間別輸送量

赤:50万人／日以上，橙:25－50万人／日



居住地別の鉄道通勤時間(定期券)

その他の交通調査(2)

全国幹線旅客純流動調査(1990年から毎5年)

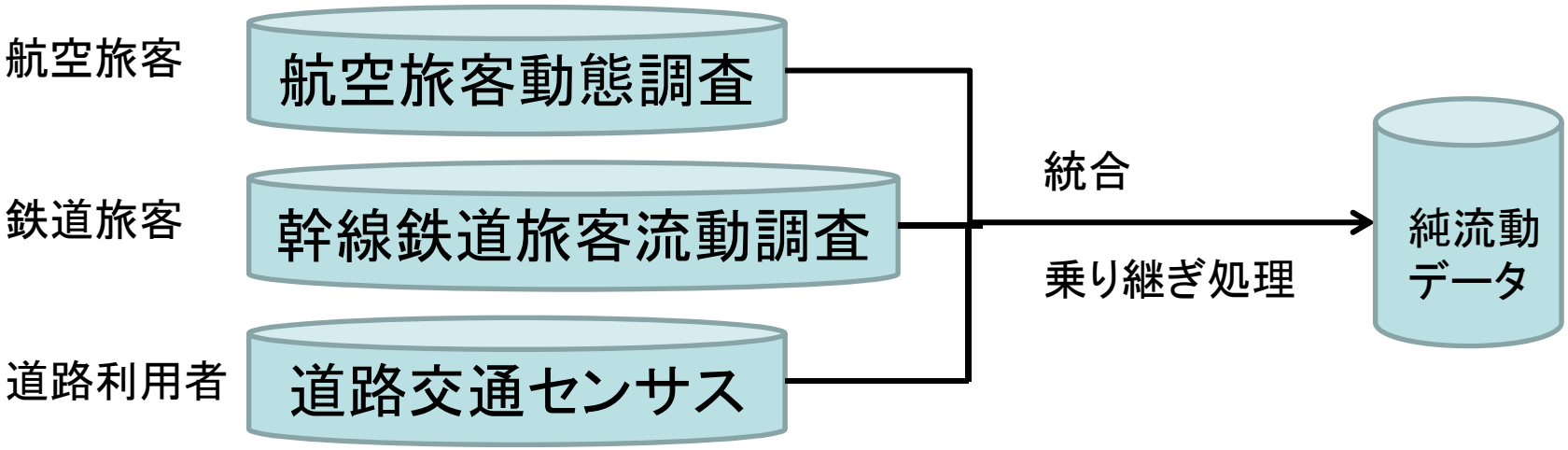
通勤・通学を除く，都道府県境を越える秋季1日の旅客交通のOD調査

①多手段（航空,鉄道,高速バス,幹線旅客船,乗用車等）

②真のOD間の流動（純流動） vs. 交通手段毎の移動（総流動）

③仕事，観光,私用・帰省,その他の4目的

④代表交通機関別のOD (Origin-Destination) 表



交通行動の観測

質問調査

仮想的状況下での交通行動を
被験者に質問（ex.アンケート）
Stated Preference (SP)調査

過去の実際の交通行動を
被験者に質問（ex.アンケート）
Revealed Preference (RP)調査

仮想空間 ← → 実空間

仮想空間での行動を観測
（ex. CG/Virtual Reality）

被験者の交通行動を
外部から観測・追跡

定点での観測 vs 移動体追跡調査
(GPS/携帯)

観測

従来型大規模RP調査の問題点

RP: Revealed Preference, 顕示選好
パーソントリップ調査
道路交通センサス（オーナーインタビュー調査）

- 質問紙（アンケート）調査
  → 回答率，精度（場所・時刻）に限界

- 1日の調査
  → 日々の変動の理解困難

とはいえ，都市圏内のマクロな交通流動（ODデータ）の収集と分析には必要不可欠

情報通信技術を用いた交通行動の観測

- 携帯可能な位置特定・通信機器
  （GPS，PHS，GPS携帯電話）

  → Lagrange型（移動体）観測

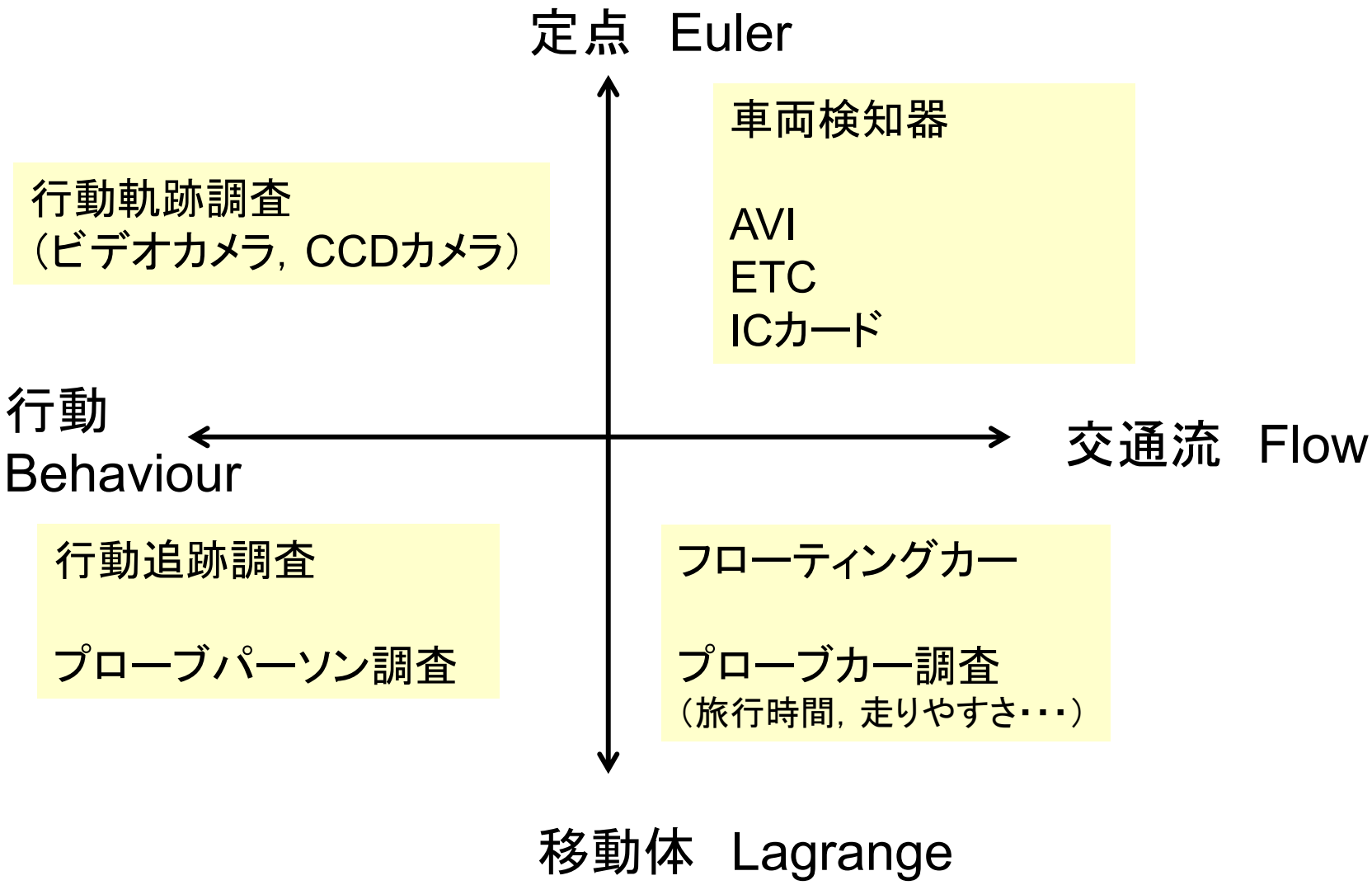
- 改札機，車両検知器

  ⇩

- 公共交通ICカード，有料道路ETC（料金収受），AVI（車両番号識別），カーナビ（アップリンクデータ）

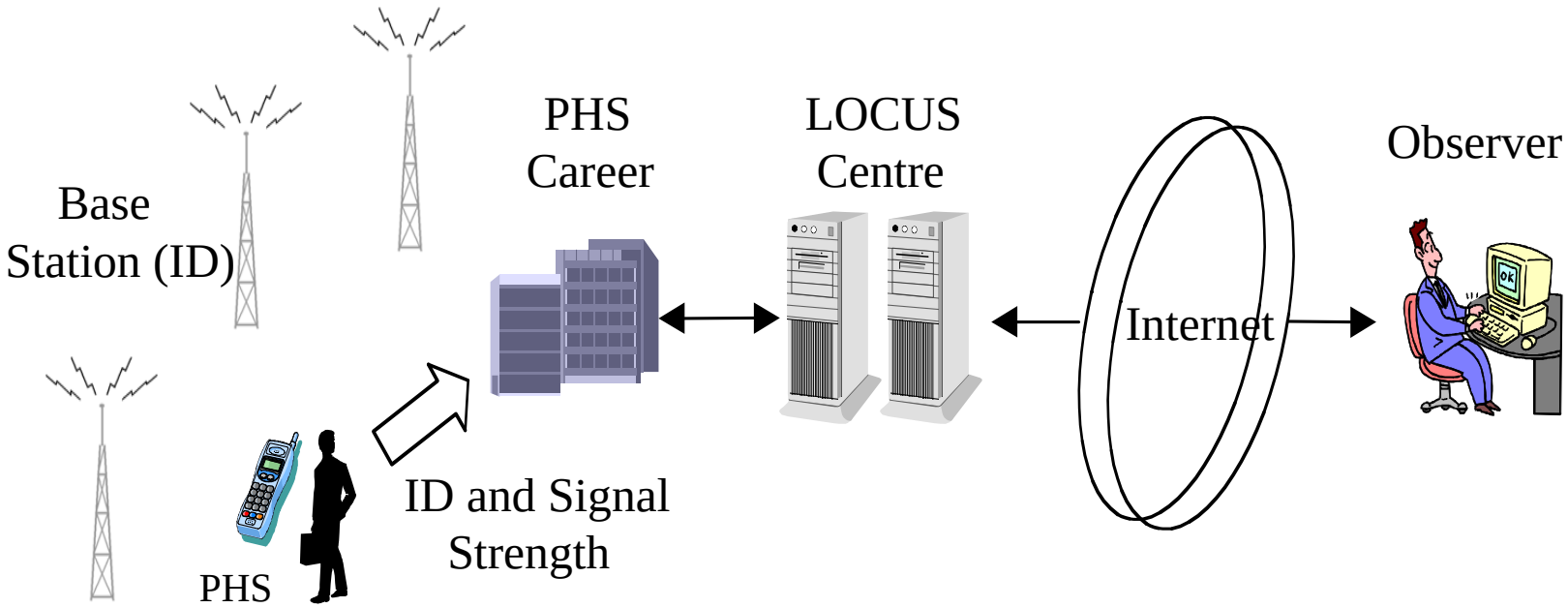
  → Euler型（定点）観測

行動と交通流の観測・調査



移動体調査

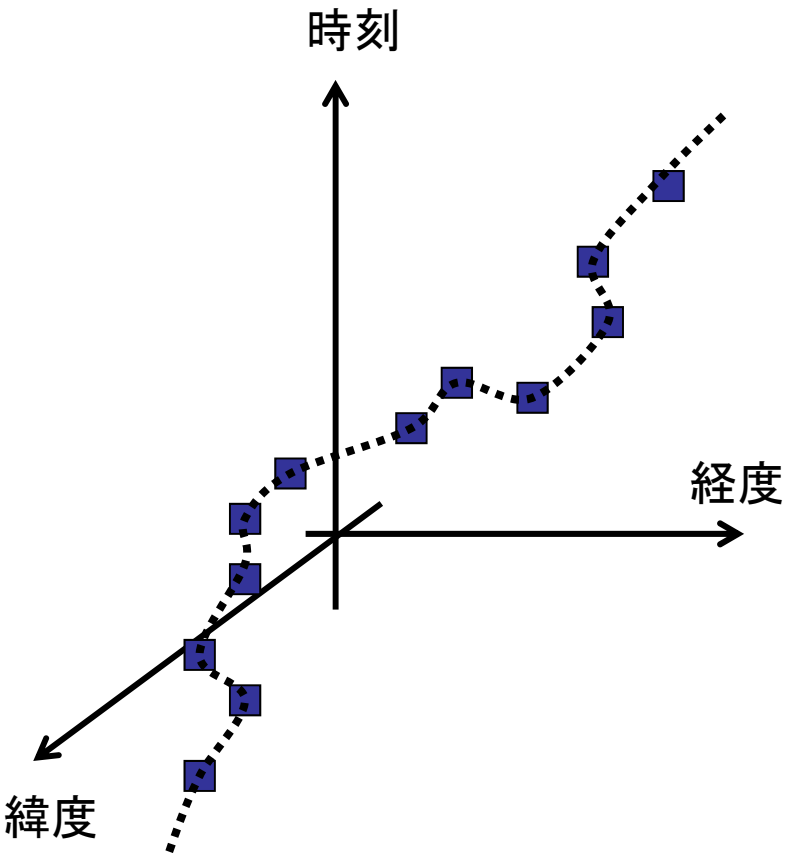
PHSの位置特定機能を利用した On-line行動観測システム

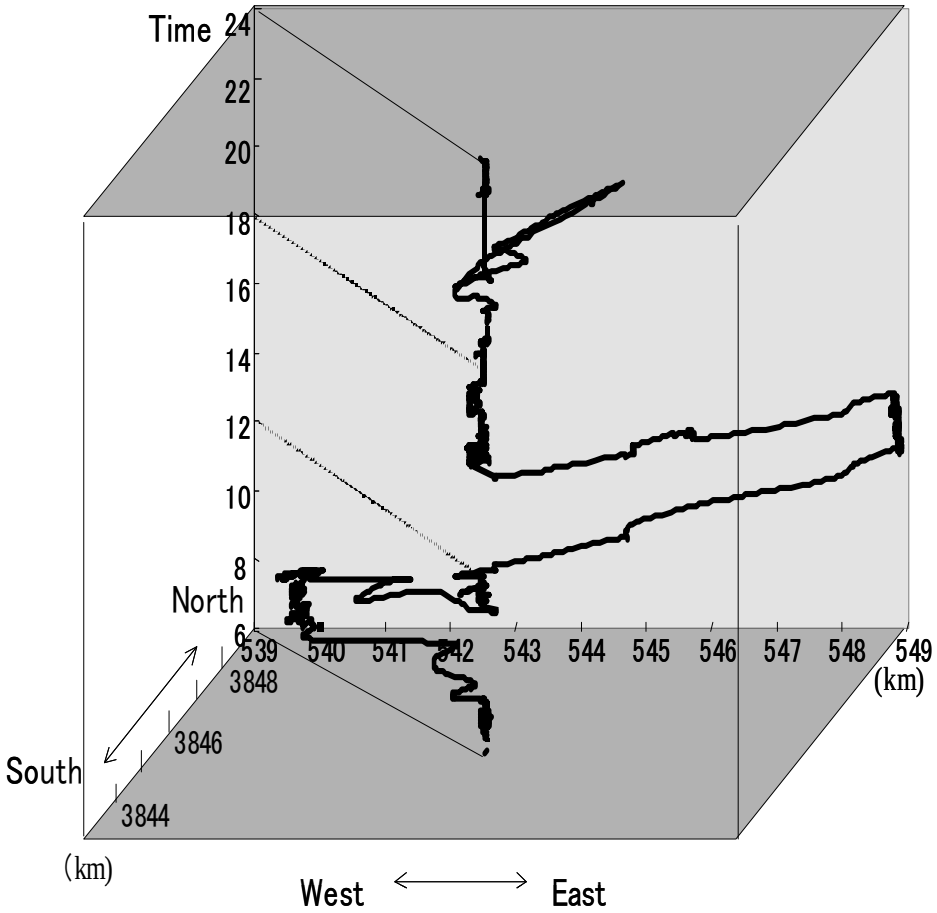


1998年4月　LOCUS社による位置特定サービスの開始
1998年11月　愛媛大学チーム（朝倉・羽藤・柏谷）による世界で最初の交通行動調査
（被験者数10名，2週間，2分に1回の位置特定）

朝倉康夫，羽藤英二，大藤武彦，田名部淳(2000) PHSによる位置情報を用いた交通行動調査手法. 土木学会論文集, No.653 /IV-48, pp.95-104.

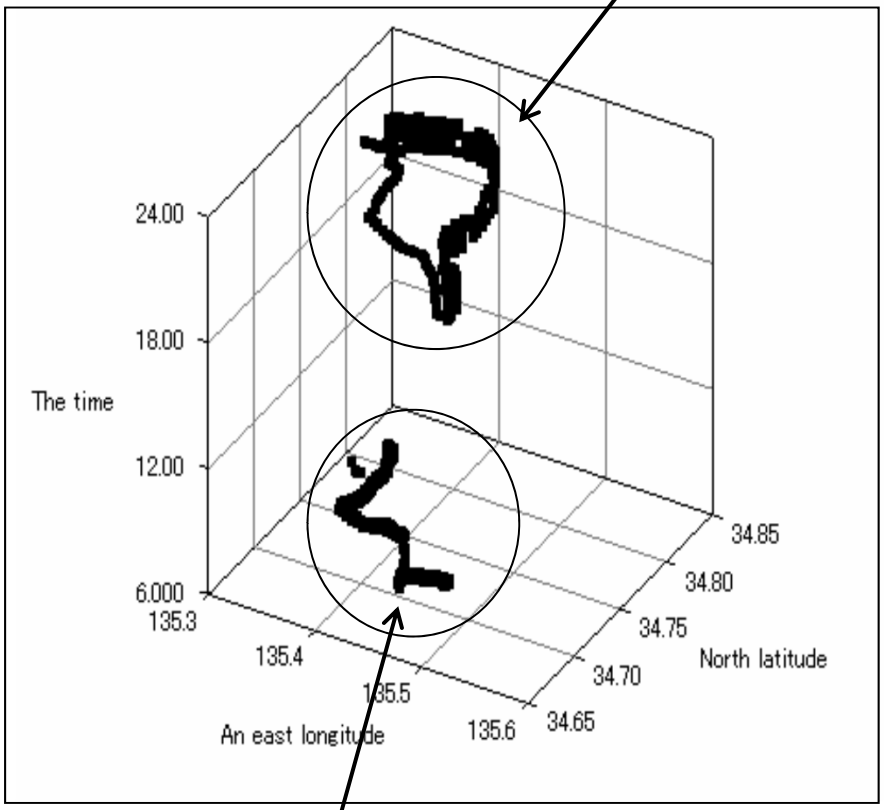
3次元空間での行動の可視化
（時空間パスダイアグラム）





複数日の行動の可視化
道路利用者の経路選択行動の例

夕方は経路を変更することも



朝は経路固定

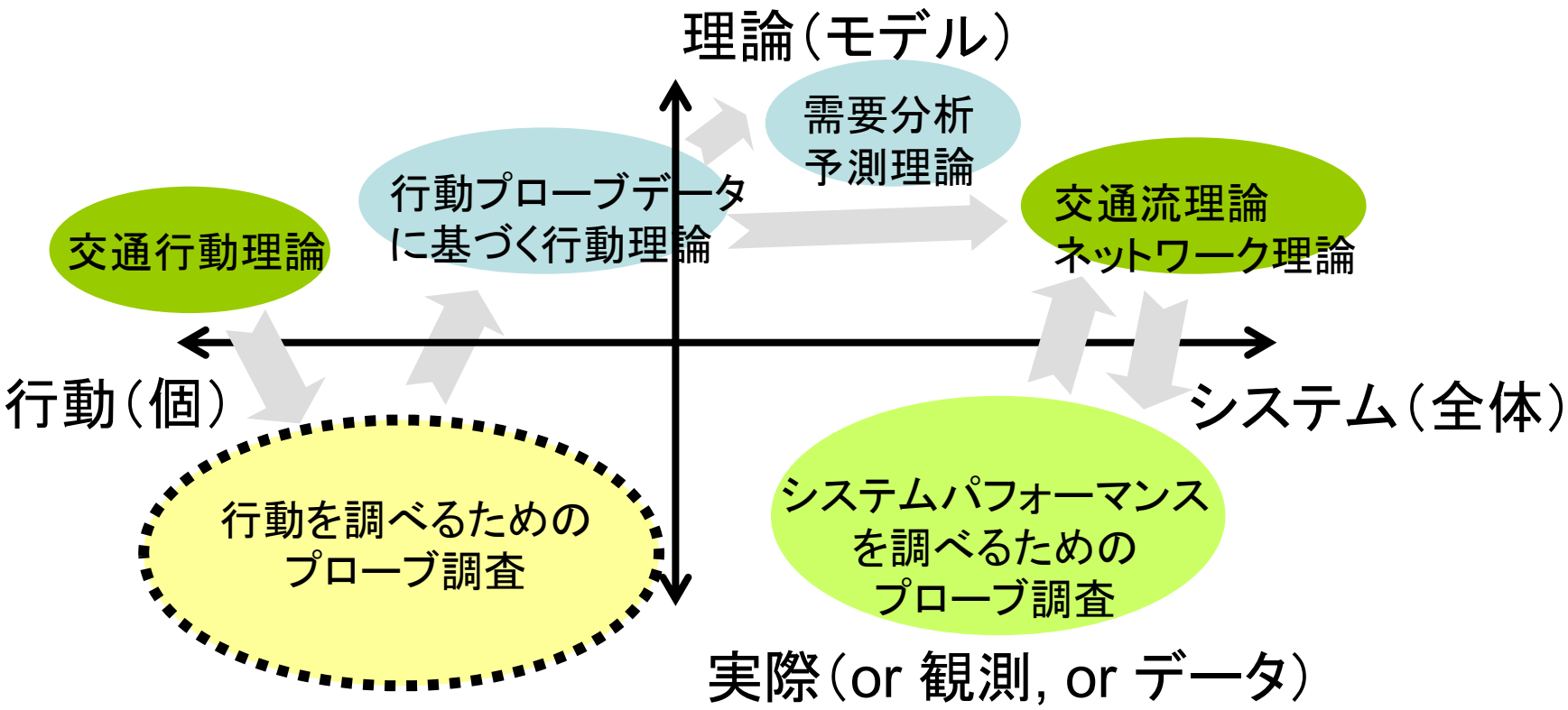
交通プローブ(probe)調査

- 探りを入れる針．調べるための用具．探測装置(space probe)．特定物質の検出・観測指標となる物質(DNA probe).

- 交通流（フロー）プローブ
- 流れの中にプローブを入れて流しながら，Lagrange的に「流れの状態（主に流速）」を測る.
- 特定の経路・路線のシステムパフォーマンス（ex. LOS, 旅行時間）の計測が主目的.

- 行動プローブ
- 移動体（被観測体）の自由な動きを調べる.
- 交通行動・行動軌跡と，同時にシステムパフォーマンスを測ることも可能.

プローブ調査と交通理論



・大量で詳細なデータを前提とした新しい理論（モデル）の開発
・高度なデータ処理技術の評価（交通研究として）

プローブパーソン(PP)調査システム

・GPS携帯

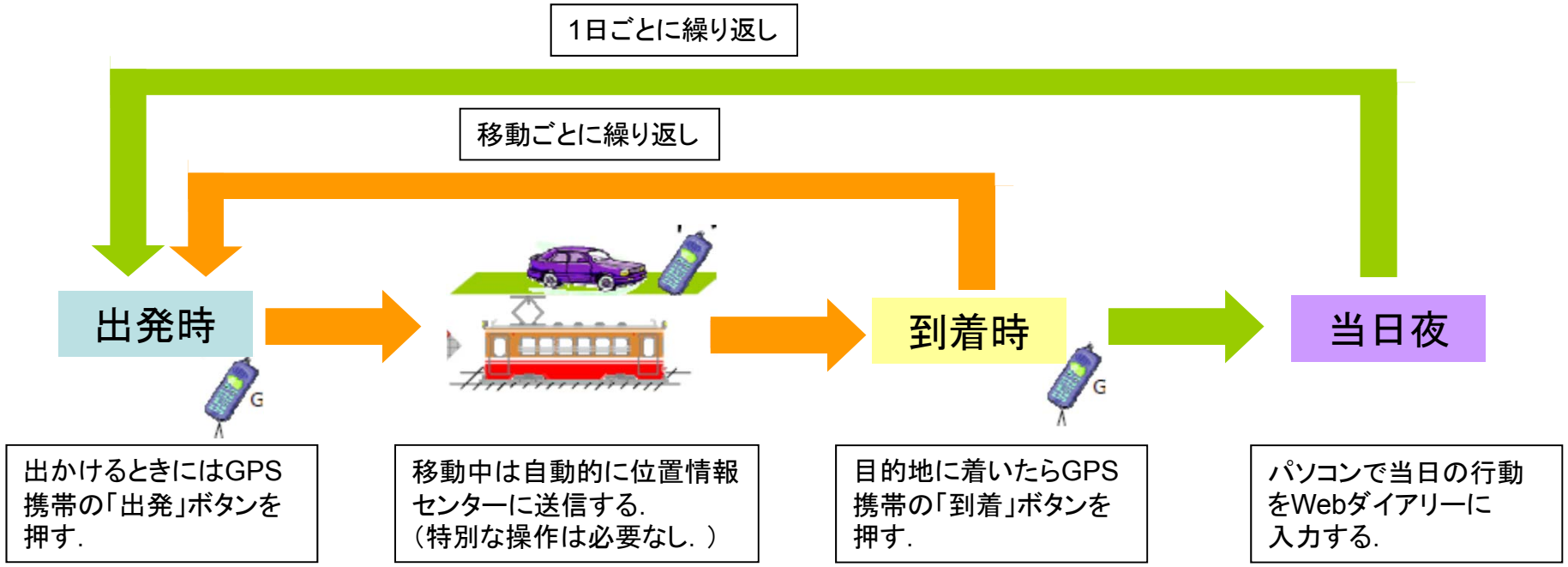
被験者（プローブパーソン）の位置データの収集
被験者によるリアルタイム入力（出発，到着，交通手段など）
被験者への交通情報の配信

・WEBダイアリー

自宅または職場のパソコンを利用
被験者による一日の行動履歴の補足・修正

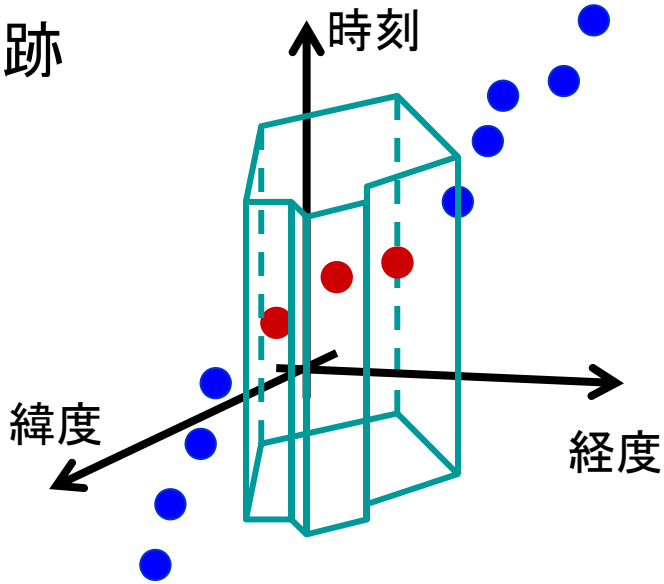
By　羽藤英二（東京大学），（株）都市交通計画研究所，（社）システム科学研究所

PP調査のプロセス


1日ごとに繰り返し
移動ごとに繰り返し
出発時
到着時
当日夜
出かけるときにはGPS携帯の「出発」ボタンを押す.
移動中は自動的に位置情報センターに送信する.（特別な操作は必要なし.）
目的地に着いたらGPS携帯の「到着」ボタンを押す.
パソコンで当日の行動をWebダイアリーに入力する.

実際の移動軌跡を用いたSP調査の追加（PP+WEB-SP）

●PPシステムから得られた行動軌跡

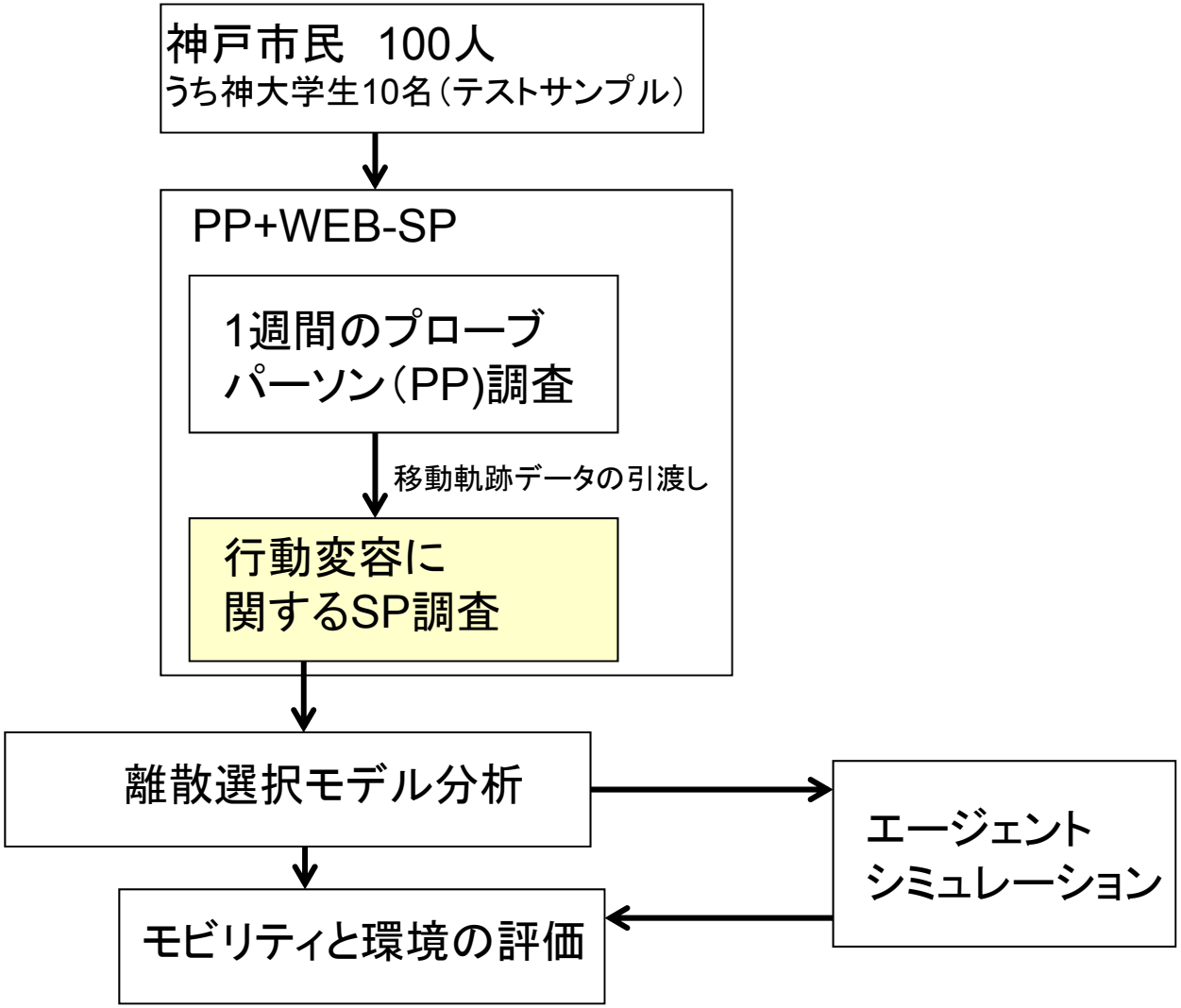


●ある時空間領域（ex. 図の枠内）に入ったトリップを抽出

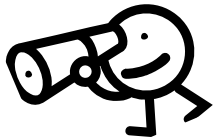
●WEB-SP調査

新交通手段の条件（料金，時間etc.）を示し，
新交通手段の利用意向を尋ねる.

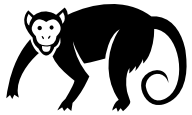
神戸行動調査2009 (PP+WEB-SP)



Euler型（定点系）の観測調査



- 領域観測：



- 観測点ごとに観測領域を分割
- 観測領域の境界で観測値をすり合わせ
- 例：ビデオ撮影　→　画像処理　→　ヒトの動線解析

- <u>断面観測</u>：
- 各観測断面を通過する移動体のIDを観測点で記録
- 断面間でマッチングして行動軌跡を推定
- 例：　ナンバープレートマッチング

断面観測の例

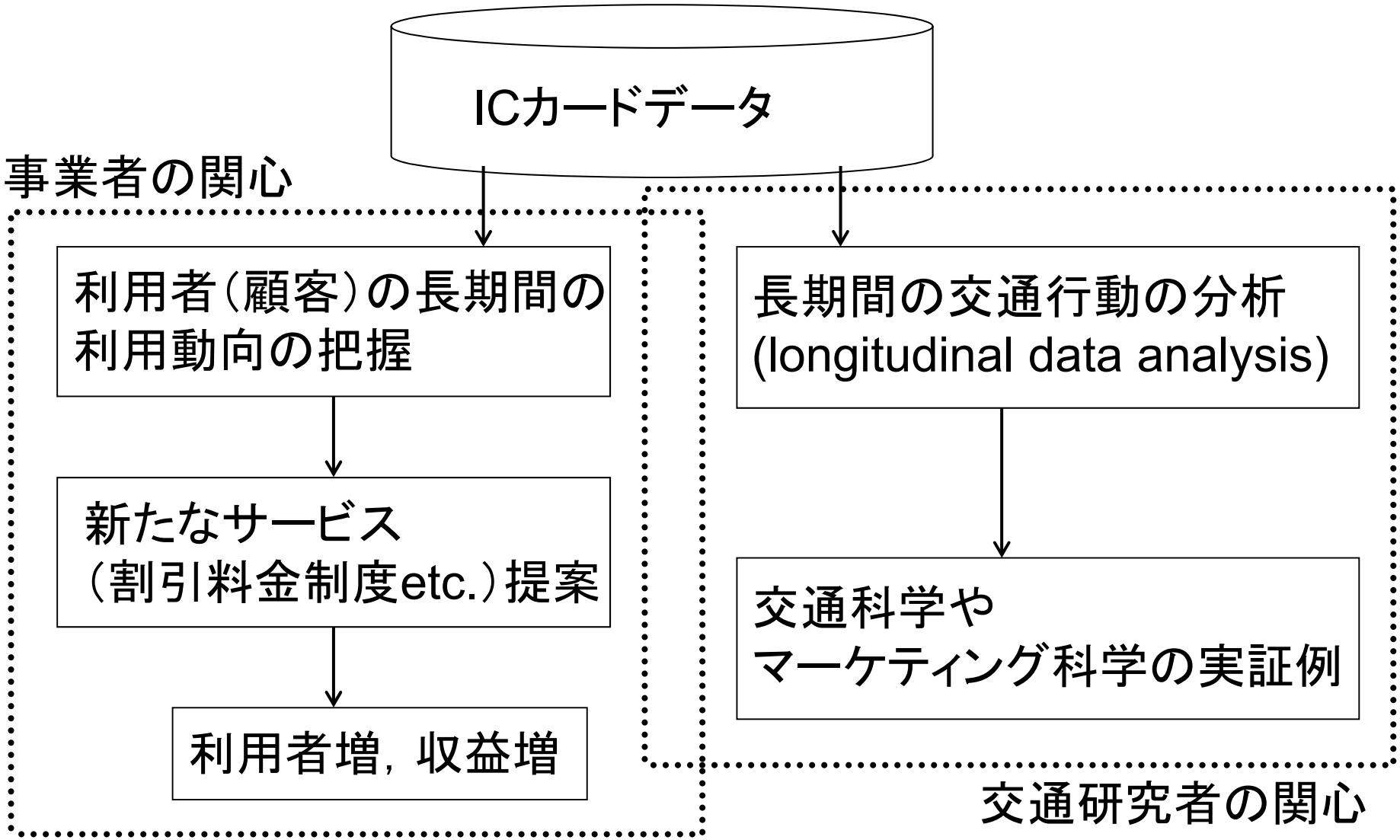
- 車両検知器，自動改札機： 断面を通過するヒト，車の数や速度．個々を識別できないが，全数把握が可能．

- AVI（automatic vehicle identification）： 断面を通過する車両番号の識別．異なった複数地点間でマッチングすれば，旅行時間や経路の推定が可能．

- ETC (Electronic Toll Collection)： 料金所を通過する車両のID番号を識別．異なった料金所間でマッチングすれば，OD交通量やOD間旅行時間の推定が可能．

- 交通系ICカード： カードリーダー間でのマッチングによるODの把握，長期データの解析による同一個人の利用形態の把握が可能．

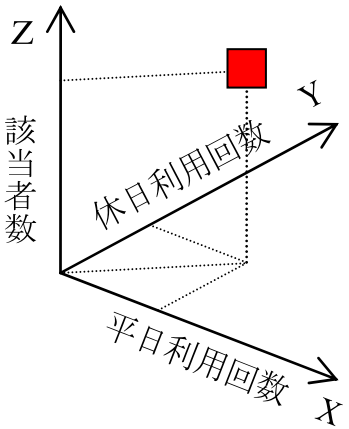
交通系ICカードデータ分析

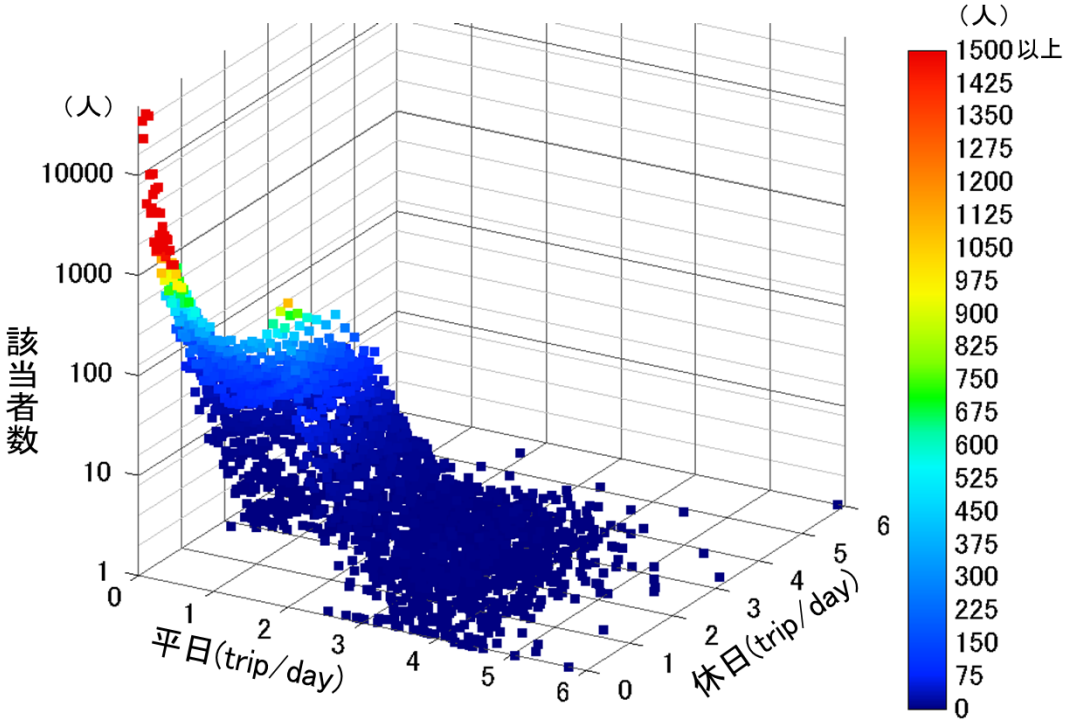


1日あたり平均利用回数の分布

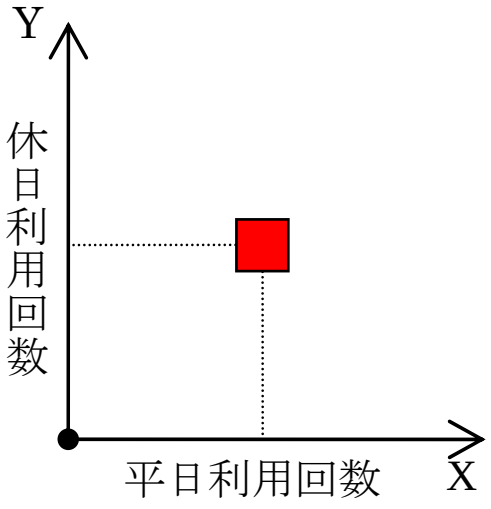
2007年6月

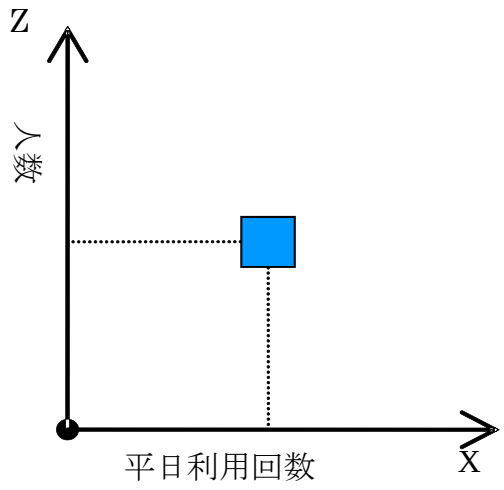
日	月	火	水	木	金	土
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

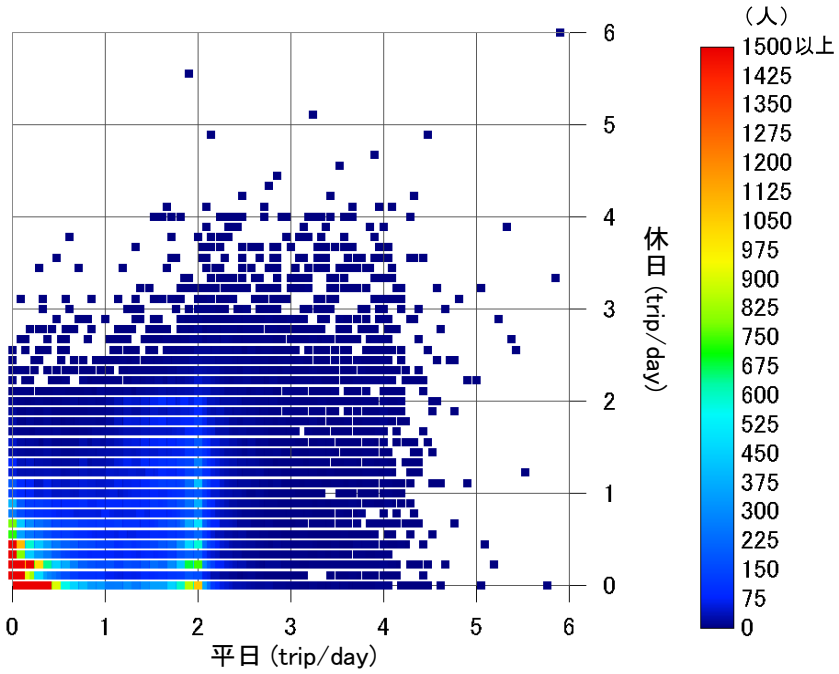


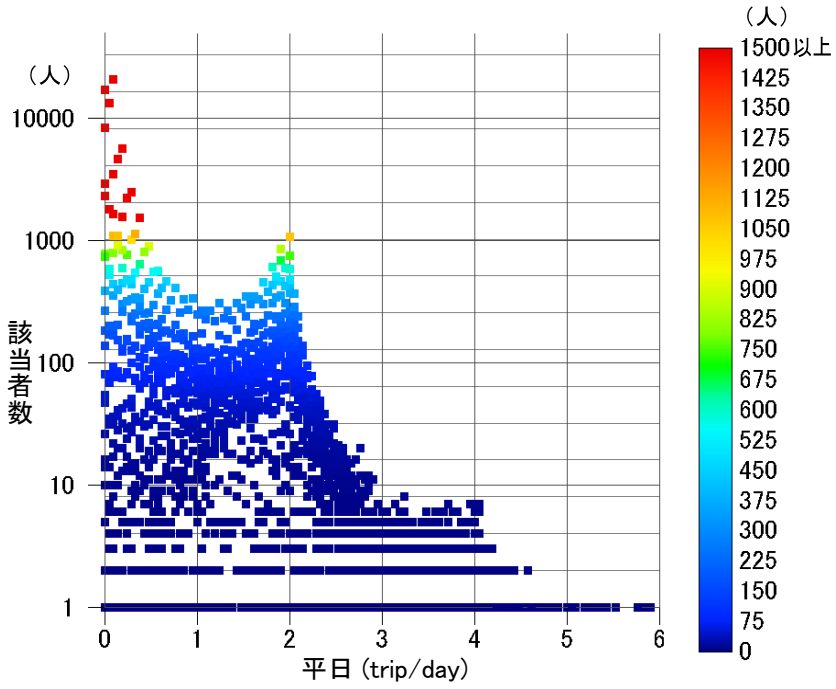


サンプル数 35万人
総利用回数　430万回


Y
休日利用回数
平日利用回数
X

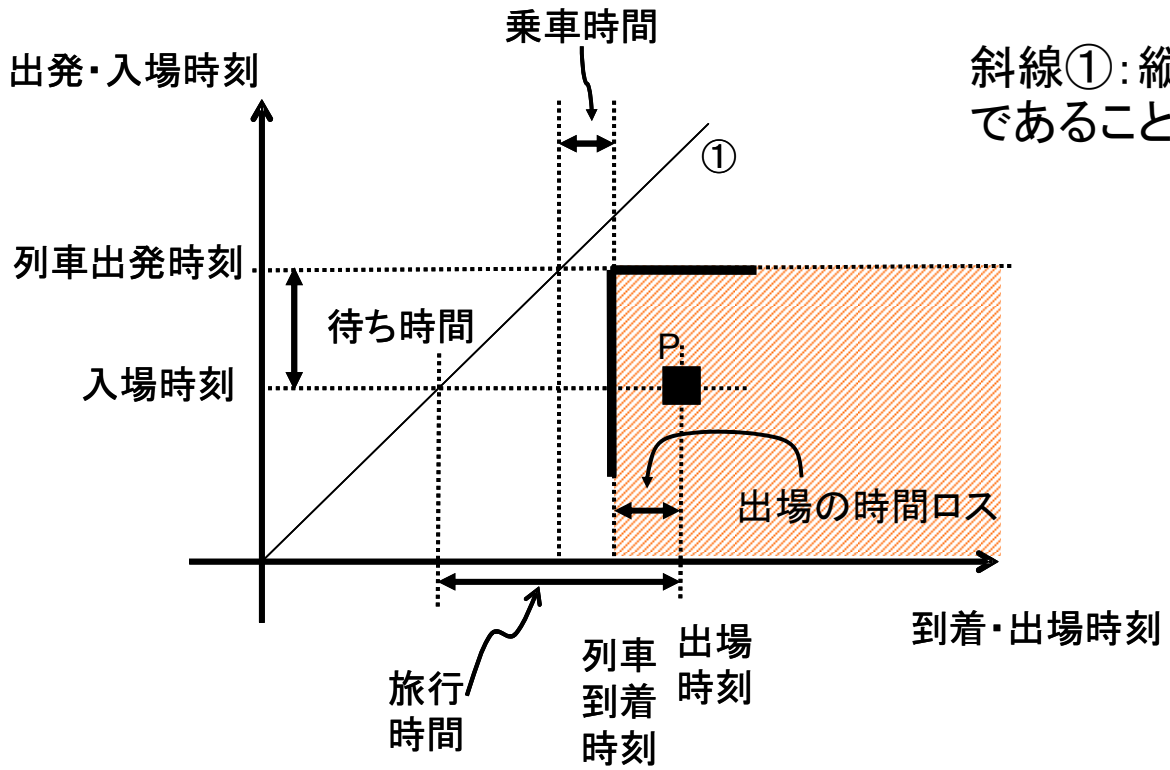

Z
人数
平日利用回数
X


休日 (trip/day)
平日 (trip/day)
0
1
2
3
4
5
6
（人）
1500以上
1425
1350
1275
1200
1125
1050
975
900
825
750
675
600
525
450
375
300
225
150
75
0


（人）
該当者数
10000
1000
100
10
1
平日 (trip/day)
0
1
2
3
4
5
6
（人）
1500以上
1425
1350
1275
1200
1125
1050
975
900
825
750
675
600
525
450
375
300
225
150
75
0

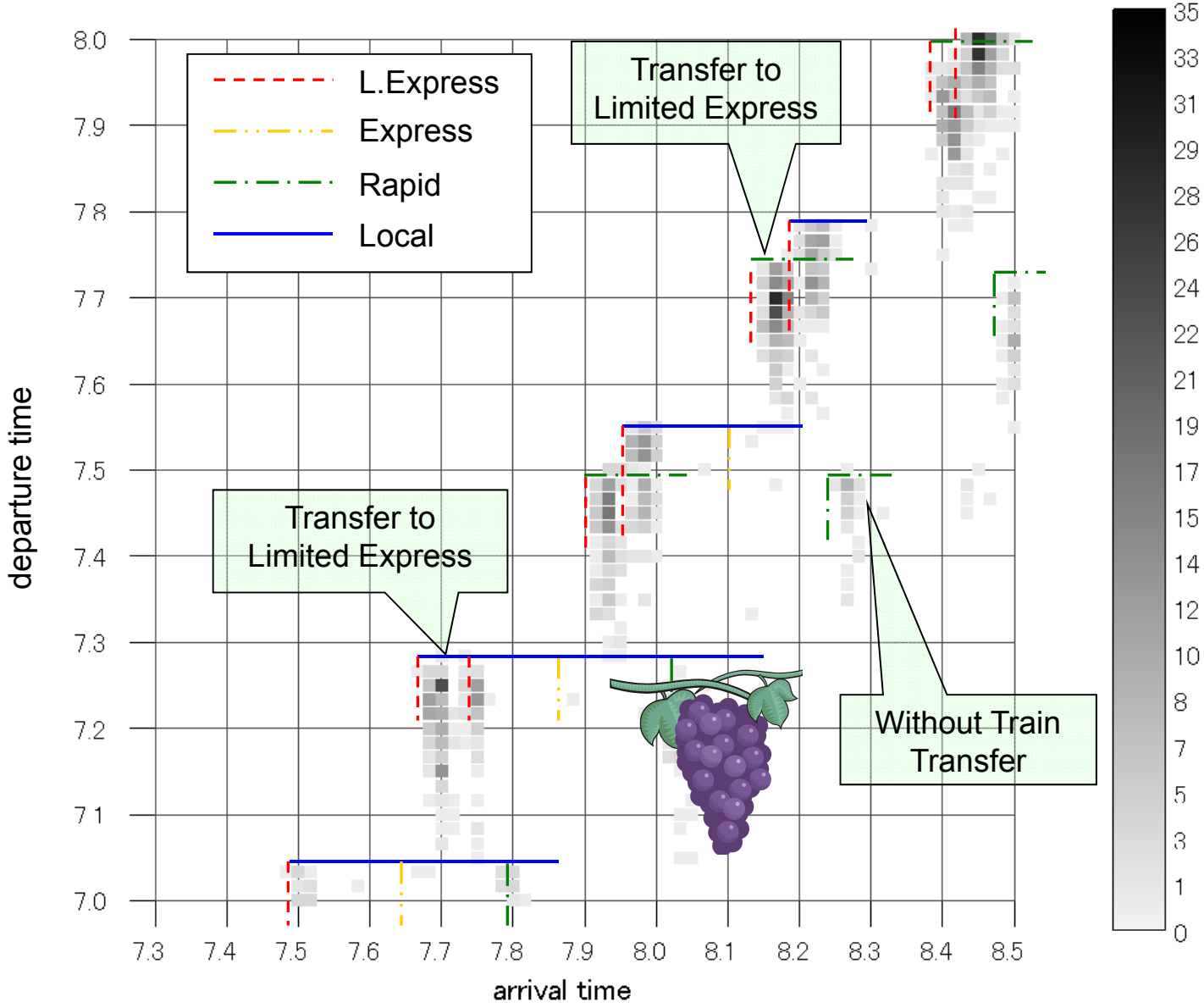
改札通過時刻と列車ダイヤとの重合せ

- 利用者がある駅間を利用したとき，出発駅の入場時刻，到着駅の出場時刻をそれぞれ縦軸，横軸として時刻軸上にプロットする．
- 点Pは，ある利用者の特定の駅間を移動したときの入場時刻，出場時刻を表している．

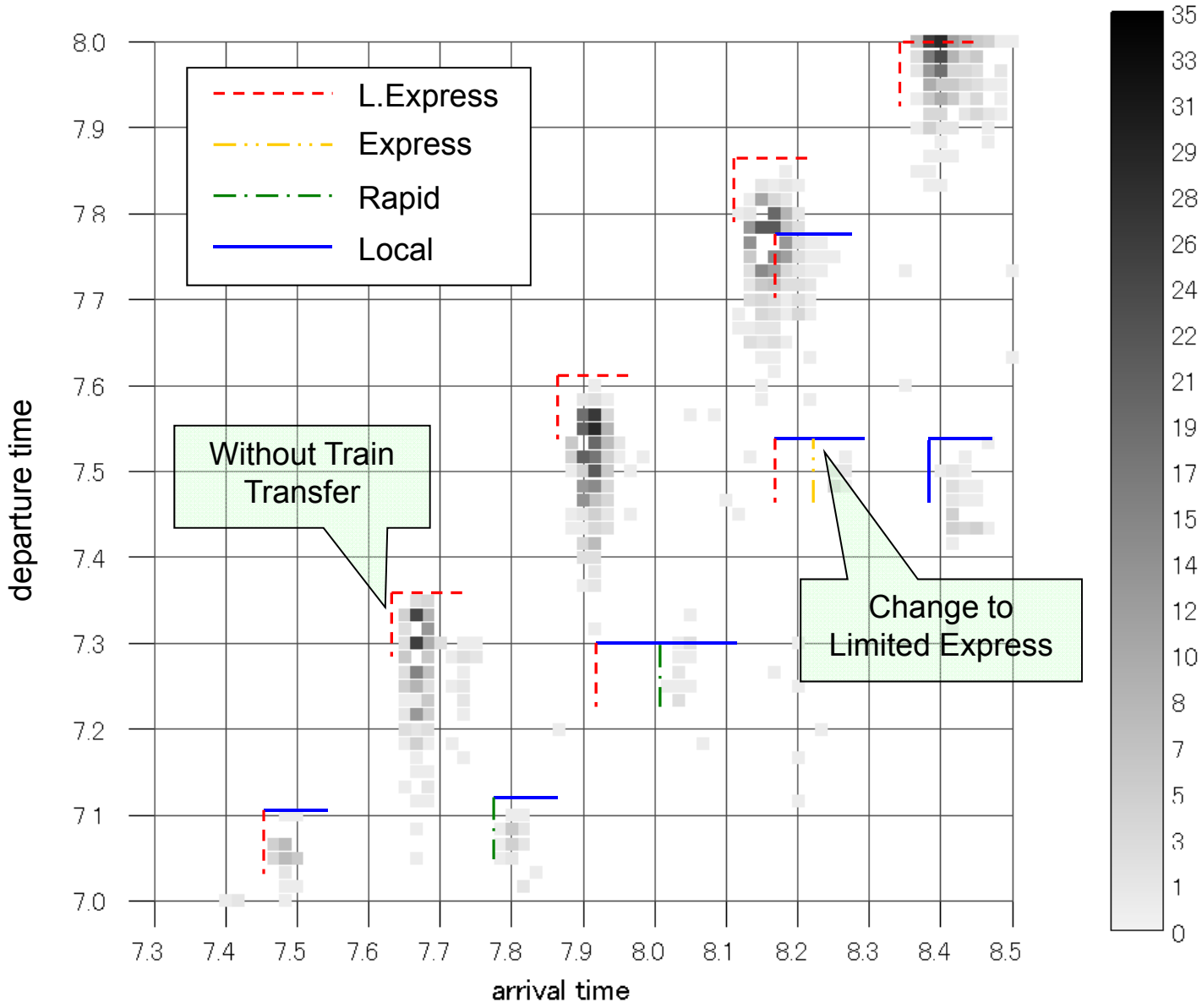


斜線①：縦軸と横軸の時刻が同一であることを表す直線

ダイヤ改正前


L.Express
Express
Rapid
Local
Transfer to
Limited Express
Transfer to
Limited Express
Without Train
Transfer
departure time
arrival time
8.0
7.9
7.8
7.7
7.6
7.5
7.4
7.3
7.2
7.1
7.0
7.3
7.4
7.5
7.6
7.7
7.8
7.9
8.0
8.1
8.2
8.3
8.4
8.5
35
33
31
29
28
26
24
22
21
19
17
15
14
12
10
8
7
5
3
1
0

ダイヤ改正後


L.Express
Express
Rapid
Local
Without Train Transfer
Change to Limited Express
departure time
arrival time
8.0
7.9
7.8
7.7
7.6
7.5
7.4
7.3
7.2
7.1
7.0
7.3
7.4
7.5
7.6
7.7
7.8
7.9
8.0
8.1
8.2
8.3
8.4
8.5
35
33
31
29
28
26
24
22
21
19
17
15
14
12
10
8
7
5
3
1
0