



# 携帯端末適用による 交通調査システムの開発

運輸政策研究所 研究員

有村幹治

# はじめに

交通調査の目的は、私たちの生活の質の向上である。

交通統計調査がわが国の発展に資するものであったことはいうまでもない。しかし、価値観が多様化した現在において、私たちが直面する交通問題に対するソフトな施策の立案には、よりきめ細やかなデータが必要となる。

従来の紙のアンケート調査は、人の記憶に依存するため、得られるデータに限界があった。また調査の実施においては、被験者の調査協力が低下している等の課題が指摘されていた。

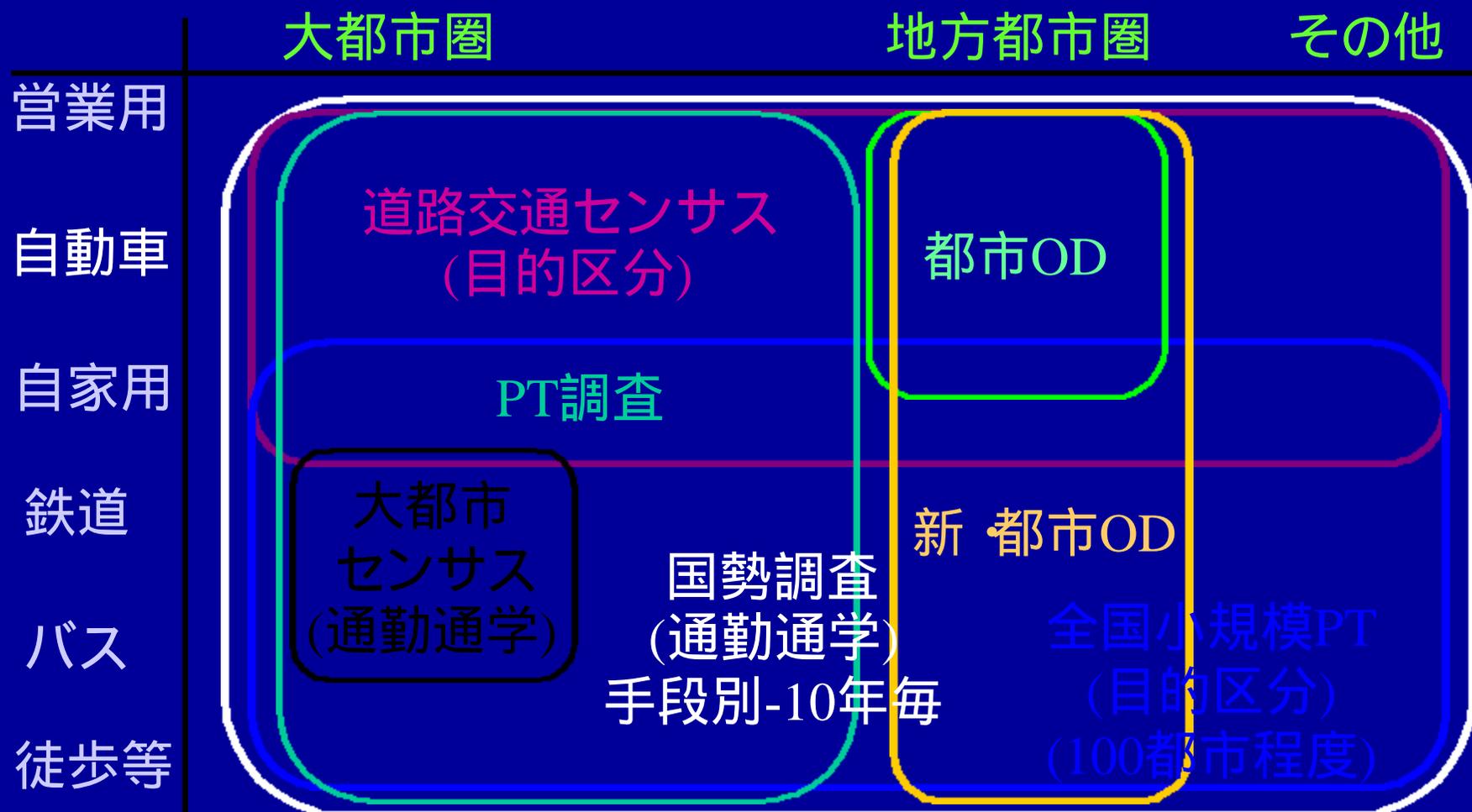
本研究は、近年普及が著しい携帯端末による交通調査の高度化方策について、実際に調査システムを開発・実験を行うことで、その実現可能性の検討を行った。

## 本日の発表

- 1 . 都市内交通調査の整理
- 2 . アンケート調査の現状と問題点
- 3 . 汎用PHSによる交通調査システムの開発
- 4 . 調査システムによる実験の概要
- 5 . 実用化にむけての課題
- 6 . 結論

# 1 . 都市内交通調査の整理

# 都市内旅客交通調査



(資料) 中野敦他 「交通統計調査データの現状と課題」より

# 需要予測モデルの進展

## ・集計モデル

「4段階推定法の意義は50年代、60年代に存在した統計手法、データ収集方法、計算機の性能とコスト、データ管理能力の枠内で都市交通需要予測を可能にしたこと」

## ・非集計モデル

政策変数を取り込むことが可能  
小サンプルでの調査が可能

# 次世代の交通需要予測手法

- アクティビティアプローチ
- トリップを解析単位としないこと。単位時間内の生じたトリップ間の連関性を把握したもの
- 時間軸を明示的に組み込んだものであること
- 微視的な予測が可能であること
- 複数日、時間別、曜日別、季節変動...

# Information & Communication Technologyへの期待

観測機器の高機能化 (ハードとしての性能)

- 連続した移動履歴の観測
- ミクロなゾーン、位置情報の利用
- VR (CG , 3D-GIS etc. )による状況説明 (SP調査)

被験者と調査組織間の情報の共有と相互利用

- 入出力装置の普及により、調査と結果公開が随時実施可能
- 人のナビゲーション
- 社会基盤整備、交通施策の評価  
(個人の行動履歴から個別に評価、還元)

## 2 . 交通調査の実務上の問題点 - パーソントリップ調査の事例 -

## 交通調査方法の分類

## Classification of Survey Method

### 記憶記述方式

- アンケート
- インターネット調査
- 電話インタビュー

### Memory Recall Method

#### Questionnaire

Internet survey/e-mail or Web  
Computer Assisted Telephone  
Interview(CATI)

### 機械計測

- オイラー方式
  - 道路センサー
  - ビーコンシステム
- ラグランジェ方式
  - 全地球測位システム
    - PHS
    - PDA , Hand-Held Device

### Measurement Method

#### -Euler Type

Road Censer

Beacon System

#### -Lagrange Type

GPS

記憶記述方式 Memory Recall Method by Questionnaire

訪問アプローチ

/ 留置訪問回収

/ 郵送配布訪問回収

/ 面接聴取法

非訪問アプローチ

/ 電話調査

/ 郵送調査

/ Web調査

Visiting Approach

/ Visit for distribution  
and collection

/ Post for distribution  
and Visit for collection

/ Direct Interview

Non Visiting Approach

/ Telephone Interview

/ Mail Questionnaire

/ Web Questionnaire

# 人の交通行動に関する調査手法の問題点

- (1) 記憶記述方式の問題点 (被験者にとって)
- (2) 訪問アプローチの問題点 (調査員にとって)
- (3) 調査票の処理に関する問題点 (調査実施主体にとって)

## (1)記憶記述方式の問題点

- 1.詳細データ取得のための質問項目の増加
- 2.被験者の記憶に依存するため未記入項目が多い
- 3.位置・経路特定の困難さ

今後の方向性としては

少ない質問項目

答えやすいアンケート票

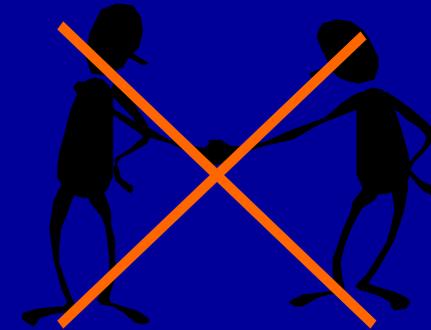
移動経路の観測



## (2)訪問アプローチの問題点

1.調査への協力の低下、拒否

2.調査員の安全確保考慮の必要性



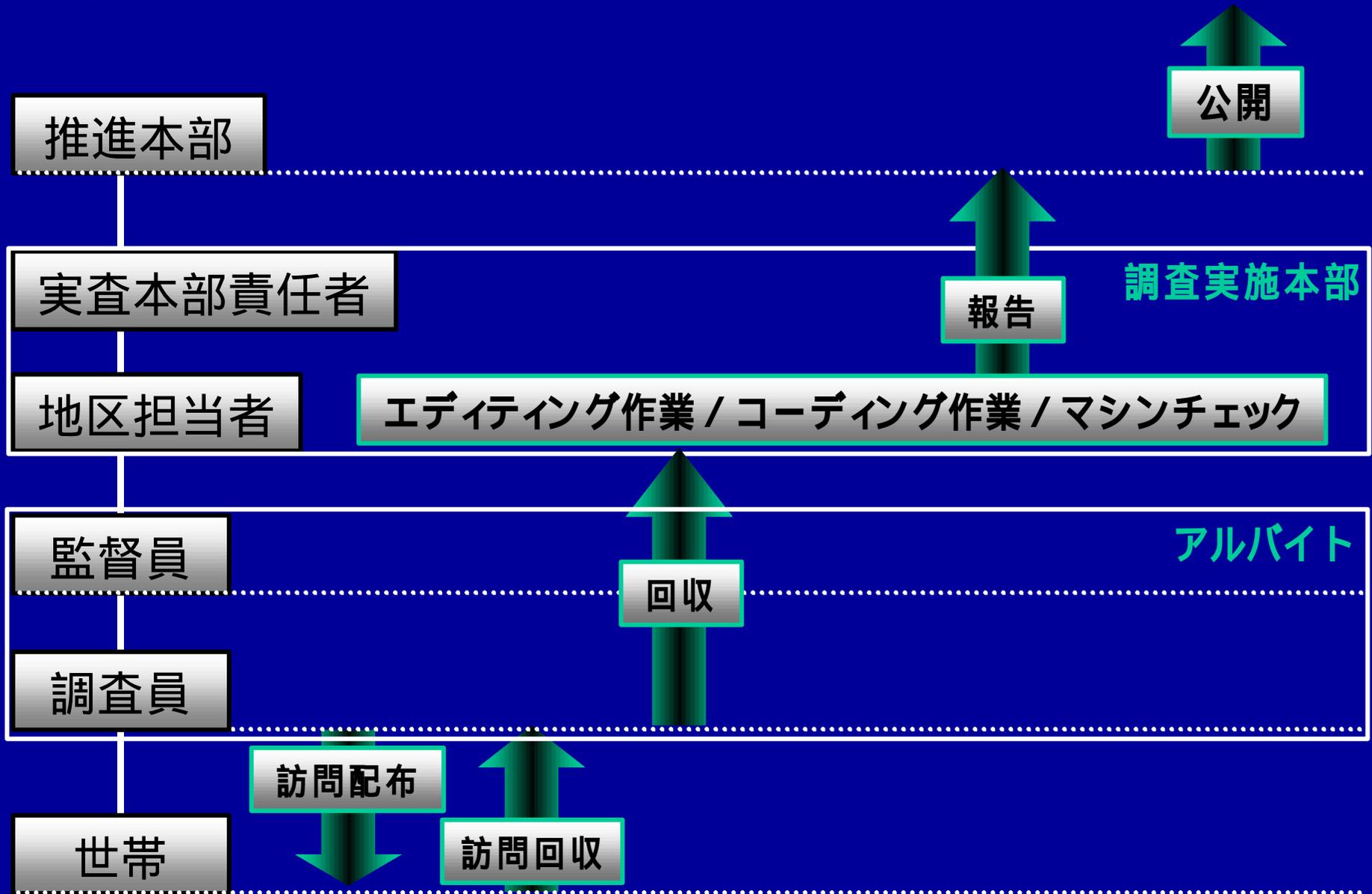
今後の方向性としては  
非訪問方式の調査

### (3) 調査票処理に関する問題点

- 1. 公開までの時間
- 2. 調査票記載内容の不正確さ
- 3. 調査票の処理コスト

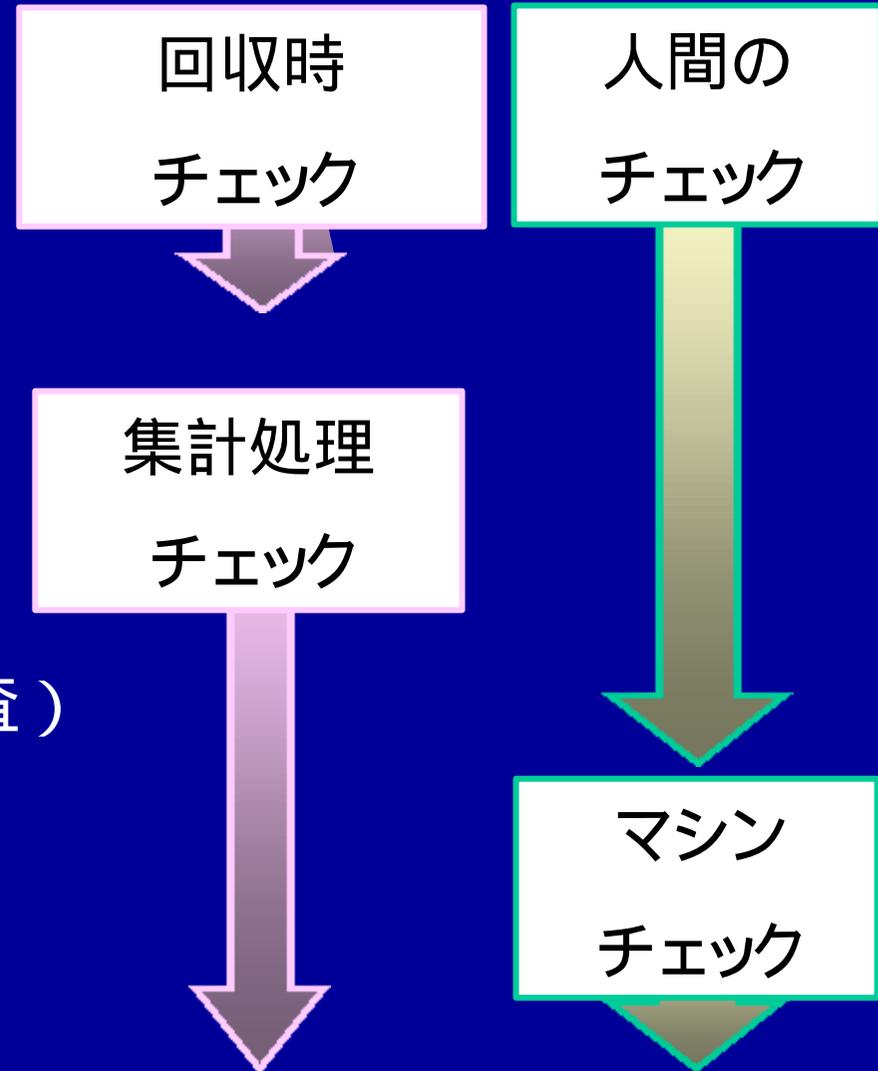


# 例：パーソントリップ調査公開までの過程



# 例 PT調査のデータチェック方法

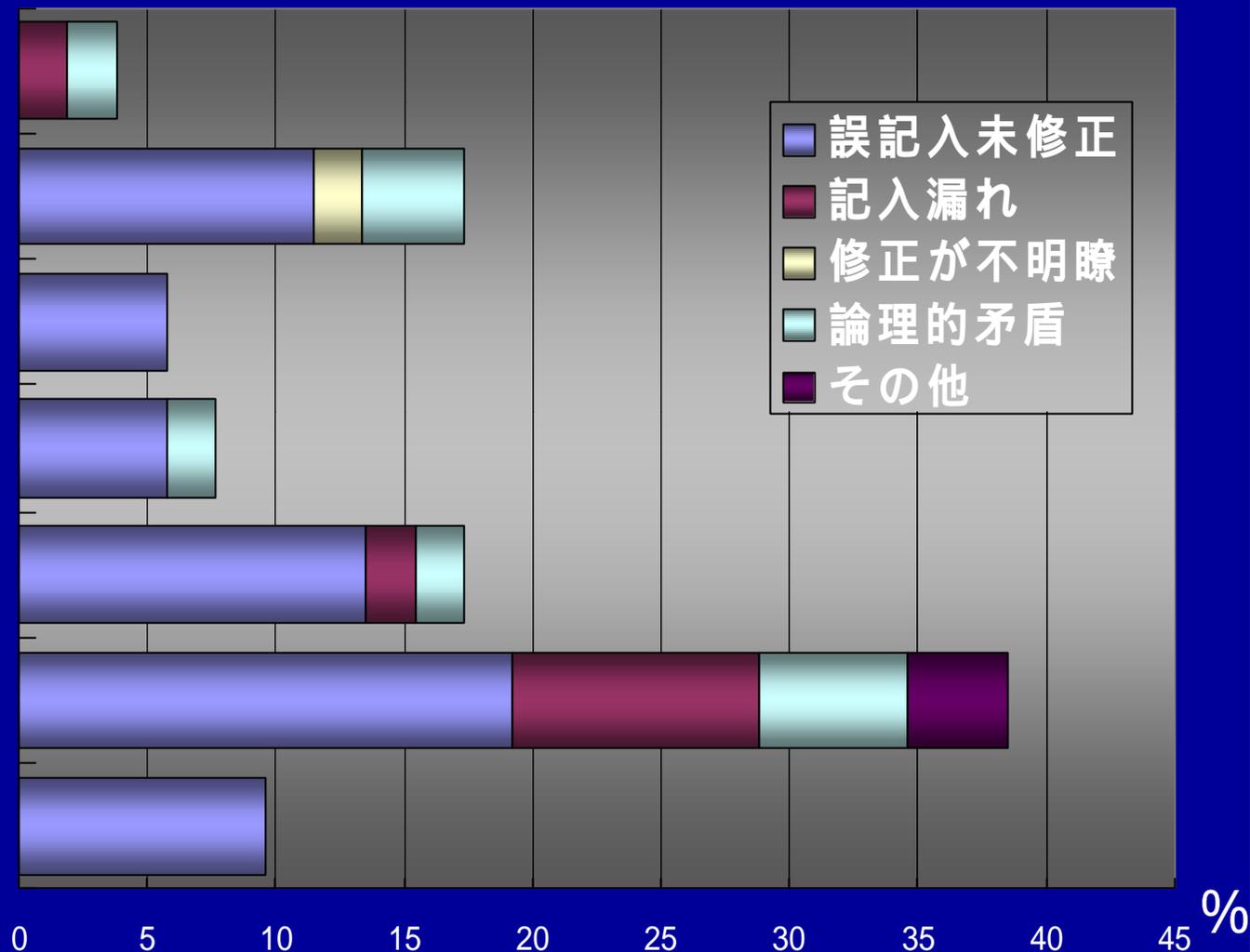
1. 調査員による回収時チェック
2. 監督員によるチェック
3. バッチ作成
4. エディティングチェック
5. コーディングチェック
6. パンチ移管前検査 (抜き取り検査)
7. データ入力
8. マシンチェック



# 抜き取り検査結果

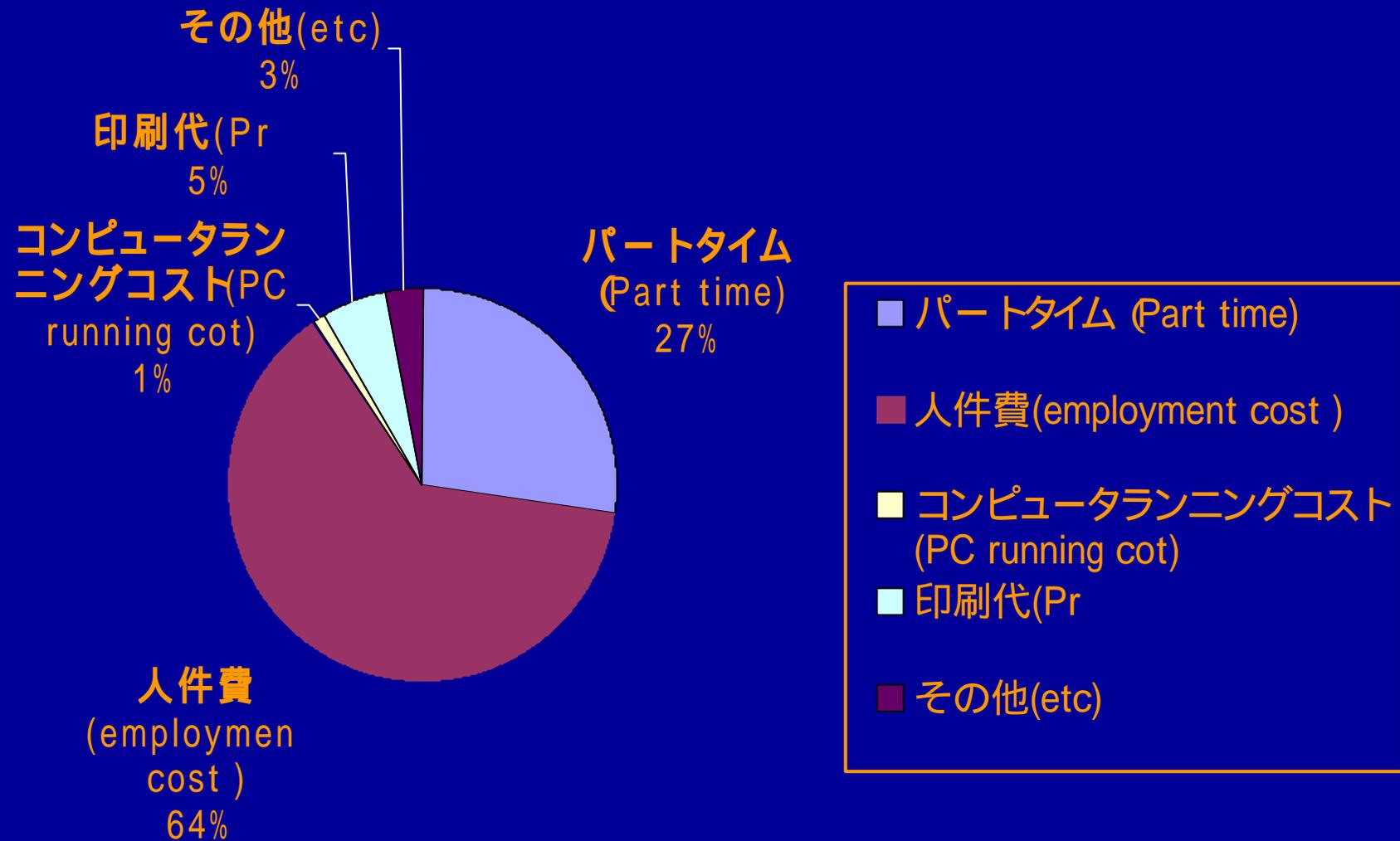
1993年PT

自動車利用者関連  
目的種類・交通手段  
出発時刻・到着時刻  
出発施設・到着施設  
出発地・到着地  
個人属性関連  
調査員記入欄



バッチ抜き取り検査結果、約半数の調査票に不備

# 費用の問題



個人票1200円 - 1800円 (地域差、サンプル数に依存)

非訪問・簡便・高精度・安価な交通調査システムは構築可能だろうか？

調査の上流工程から電子化できないか？

*First Step*

**調査用データ収集システムの開発**

# 高度情報機器を用いた交通調査事例

# PHSを用いた交通行動調査の研究事例

朝倉 1999 PHSによるTracking Surveyの可能性

トリップデータへの変換手法

i-research Ltd 2000 「PEAMON」

PHS+加速時計

交通モードの自動観測

Manfred(ドイツ)2000 “Tele Travel System”

概念モデル

GSM位置情報とメールアンケート

高度情報機器を用いた交通調査関連事例

調査	調査主体	調査利用機器	実施年	場所	期間	被験者数
適用性調査	NPTS	カーナビ	1997	レキシントン	-	100名
PHS/GPS基本性能 検証	高度情報研究会	PHS,GPS,D- GPS,パルス	1998	京阪神	2日	-
公団モニター調査	e-tsu	PHS	1998	大阪	14日	10名
大規模イベント調査	e-tsu	PHS	1999	大阪	1日	100名
高齢者交通調査	東大	PHS	1999	秋田	7日	30名
物流調査	東大	PHS	1999	東京	8日	-
新都市交通プレ調査	高度情報研究会	PHS	1999	佐賀	5日	30名
新都市OD調査	高度情報研究会	PHS,GPS	1999	佐賀	5日	20名
TDM社会実験	高度情報研究会	PHS,GPS	1999	仙台	14日	18名
新都市OD調査	関東地建・栃木県	GPS	1999	栃木,小山	5日	40名
TDM社会実験	静岡県	GPS	1999	浜松町,舞阪町,新居 町,湖西市	6日	-
GPS+CTI検証調査	高度情報研究会	GPS+CTI	1999	京阪神	2日	-
旅行速度調査	高度情報研究会	GPS+CTI	1999	東京都23区	1日	1台
ひやり地図作製調査	高度情報研究会	GPS+CTI	1999	東京都武蔵野市	1日	1名
旅行速度適用性検証	建設省土木研究所	カーナビ	1999	長野市	3ヶ月	50台
旅行速度適用性検証	建設省土木研究所	カーナビ	1999	磐城市	3ヶ月	5台
観光地交通量調査	建設省土木研究所	VIMセンサー	1999	日光市・高山市	3ヶ月	9カ所
EV共同保有実験	建設省、神奈川県、海老 名市	カーナビ	2000	海老名市	1年間	-
タクシー、トラックモニ タリング調査	建設省土木研究所	カーナビ	2000	東京都	1年間	40台

平成11年度 高度情報機器を用いた新たな実態調査手法の開発に関する調査研究報告書」より

# 自動車輸送統計自動化委員会

トラック輸送統計の計測・集計・公開の自動化が目的

・GPS・PDA・Serverによるシステム構成

・住所記入欄の自動取得が可能

## 課題

・積載品種項目等入力が煩雑

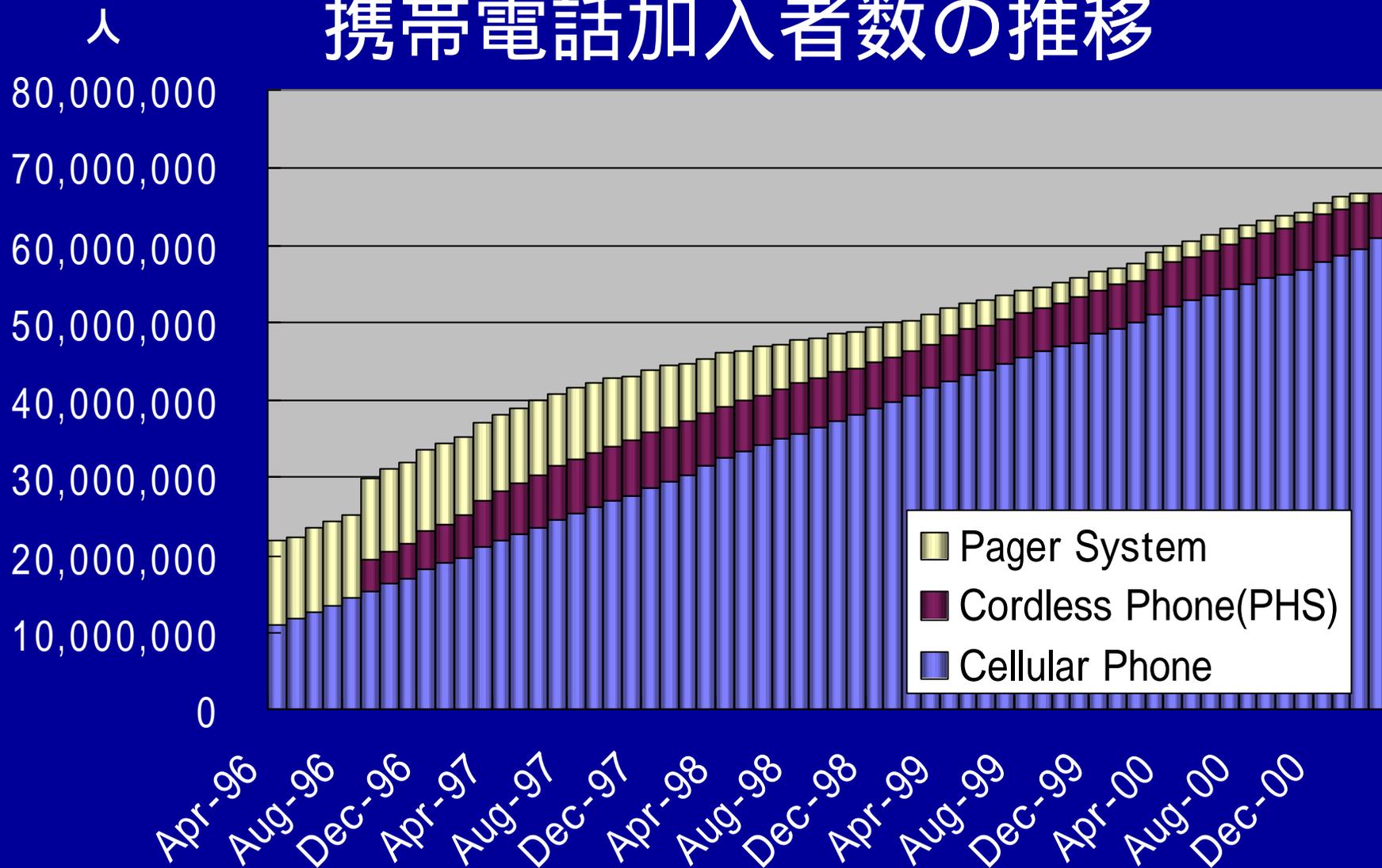
・PDAの配布・回収が問題

・アンケート項目入力の

煩わしさ

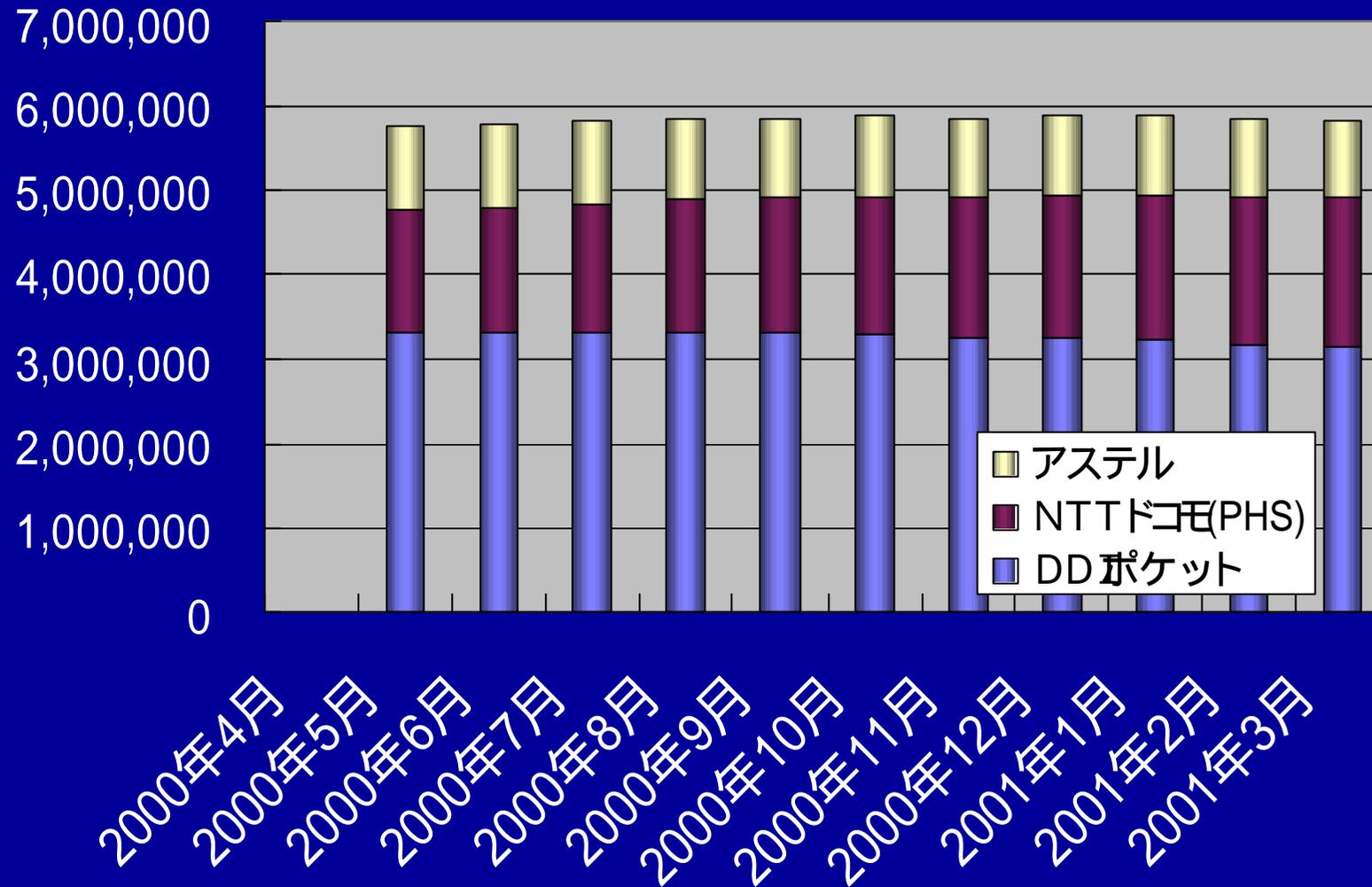
# 3 . PHS交通調査デバイスの開発

# 携帯電話加入者数の推移

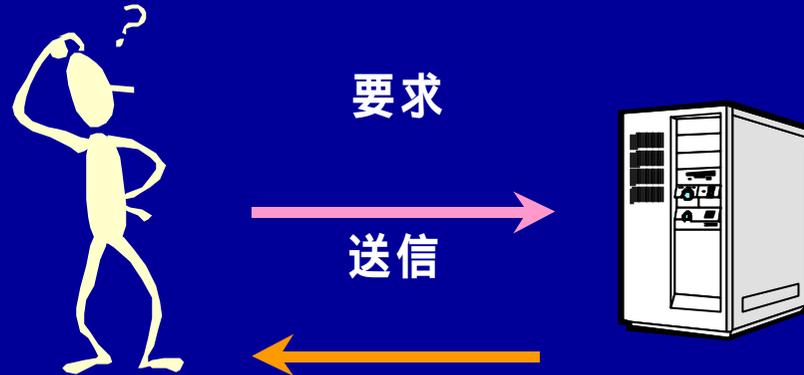


Source : Telecommunication Carriers Association <http://www.tca.or.jp/>

# PHS加入者数の推移

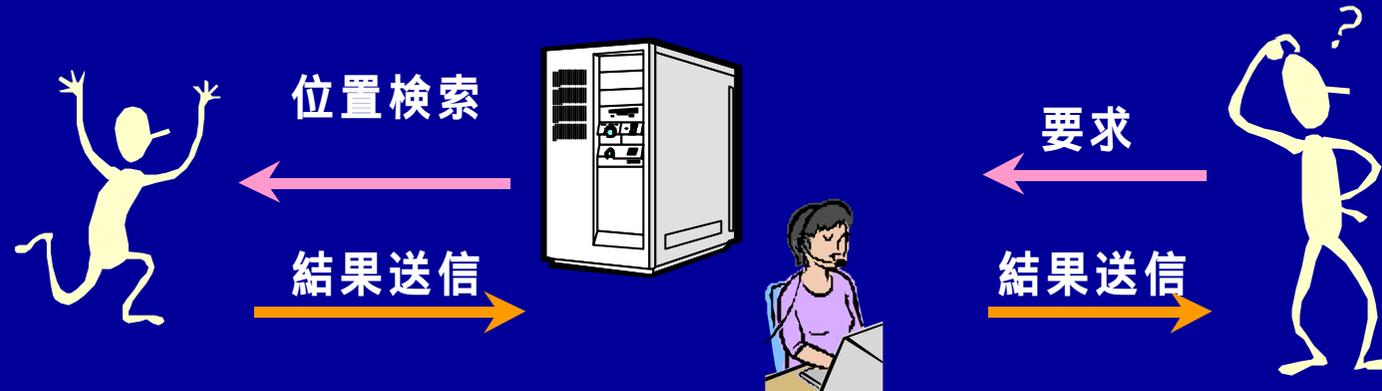


# 自己起動型位置情報サービス



提供事業者名	サービス名	サービス開始時期	サービス内容
DDIポケット	位置情報コンテンツ	2000年1月	タウン情報 / 出会い系 / 天気予報 / ゲーム etc.
アステル	Pナビ / データ	1998年10月	地図 / レストラン情報 etc.
	MOZIOナビサービス		タウン情報 / 終電・始発 / 天気予報 etc.
NTTドコモ	どこナビサービス	2000年1月	地図 / レストラン情報 etc.
IDO / DDI - セルラー	EZナビゲーション	2000年8月	タウン情報 / 駅案内 etc.
J-フォン	J-スカイステーション	2000年10月	タウン情報 / 天気予報など
日本緊急通報サービス	ヘルプネット	2000年9月	事故・緊急時の通報

# 遠隔操作型位置情報サービス



提供事業者名	サービス名	サービス開始時期	サービス内容
東芝/DDIポケット	位置情報コンテンツ	1998年12月	PHS端末の位置をブラウザ、地図ソフトで確認
アステル	Pナビ/モニタ	1999年4月	PHS端末の位置をブラウザ、地図ソフトで確認
NTTドコモ	どこナビサービス	1998年5月	PHS端末の位置をブラウザ、地図ソフト、FAXで
NTT-ME	Xephionナビゲーション	2000年7月	携帯電話と接続したGPSユニットの位置をブラウザ、地図ソフトで確認
ジェイ・ジー・テレネット	どこ	2000年12月	NTTドコモのPHS端末「P-doco?」を

# 調査システムの開発コンセプト

- 交通調査専用デバイスを開発した場合、高価なデバイスのモニターへの配布・回収作業が必要
- モニター募集の容易さ
- 我が国での携帯端末の普及状況,今後のFOMA(IMT - 2000)等、高速・大容量通信の展開が予想されること、位置情報サービスの今後の展開への期待

既に普及した端末 (PHS) を適用

- 出発・着施設 / 交通モード / 交通目的が現状の精度では把握できない

オンラインで簡便なメールアンケートと連動

- 被験者の回答負荷の軽減

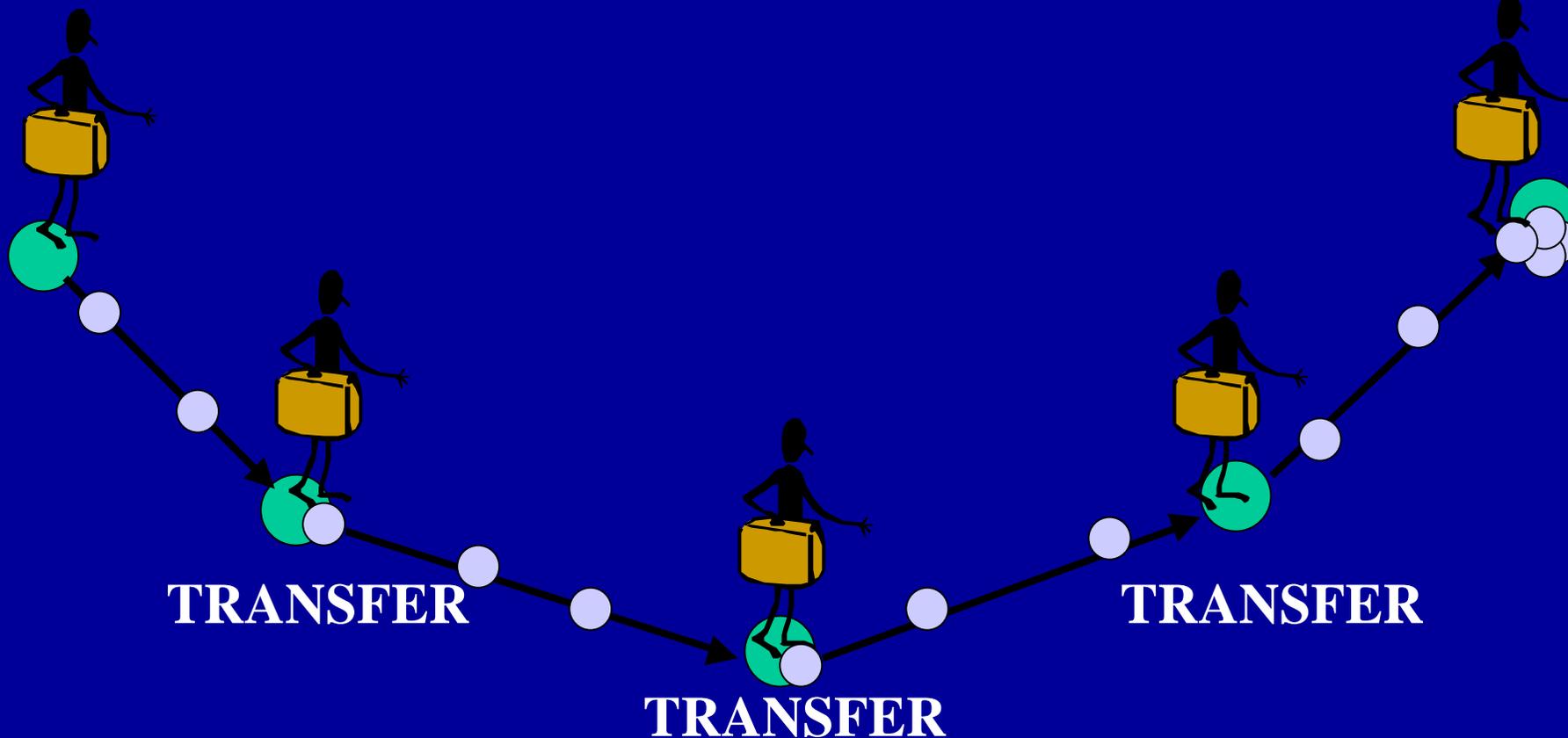
サーバー側から入力支援

- 調査結果の集計作業効率の向上

GISとの連動

TRIP START

TRIP END



● LI Function ● Tracking Function (Interval 10 min)

## Physical Data

## Psychological Data

•緯度

•経度

•検索時刻

Tracking Survey

変換アルゴリズムの開発

/トリップ

/交通手段

## Physical Data

•緯度

•経度

•検索時刻

Tracking Survey

/交通施設

/交通手段

## Psychological Data

/目的

Web+e-mail  
アンケート

### 3 . 調査システムの構成

#### Structure of Survey System

#### (1)使用機器

##### 1. PHS端末

##### 2. Computer Telephony Integration Server

##### (CTI Server)

PCサーバーによる分散処理

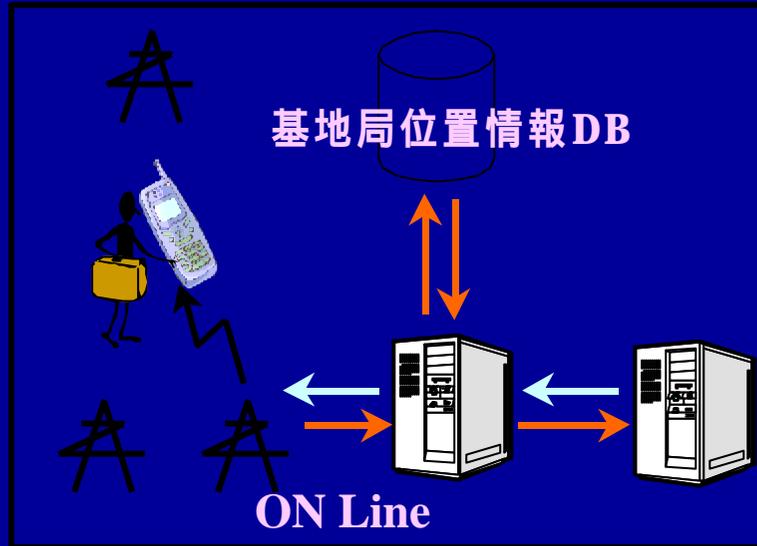
PHS端末数の増加にはサーバー数で対応可能

(ただし、サーバー 1台で処理可能な端末数は

コンテンツに依存)

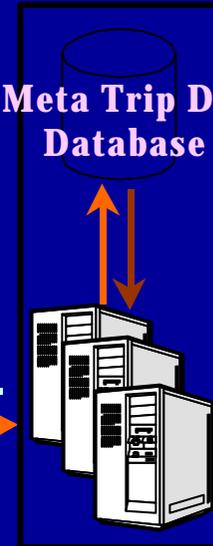
## (2) 全体システム構成

位置情報提供企業(Positioning service)



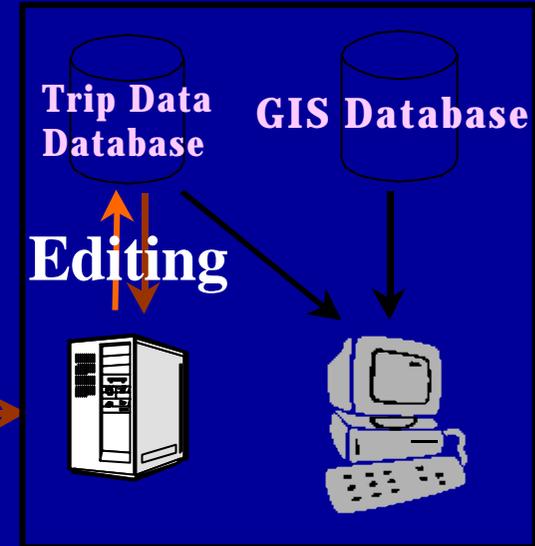
Location Information  
Gateway Server

コンテンツ提供企業



Questionnaires Contents  
CTI Server

コンテンツ加工企業



Trip Database  
Server

← アンケートメールの流れ

→ アンケート結果と位置情報の流れ

→ メタデータの流れ

 PHS BASEMENT

# 使用機器 Equipments

Tracking ,LI用端末 SANYO RZ - J90 (6台)

LI専用端末 Panasonic KX - HS100 (2台)

## (1) トリップ開始 Start of Trip

今いる場所を選択してください

Please select your place.

- 1.住宅 寮
- 2.学校 教育施設 幼稚園 …

何処へ行きますか？

Where will you go?

- 1.住宅 寮
- 2.学校 教育施設 …

送信完了

Transmission Complete

お気をつけて！

Have a good trip!

目的は何ですか？

What's purpose?

- 1.勤務先へ
- 2.通学先へ …

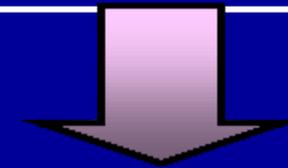
## (2) 乗り継ぎ Transfer

交通手段を選択してください

What is Transportation Mode

1 .徒歩 Walk

2 .自転車・・・ Bicycle



送信完了

Transmission Complete

お気をつけて！

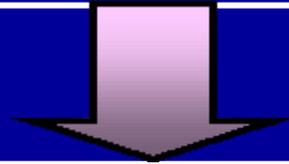
Have a good trip!



### (3)トリップ終了 End of Trip

交通手段を選択してください

1. 徒歩
2. 自転車 ……



終了です Finish

今回のトリップID \* \* \* \* \*

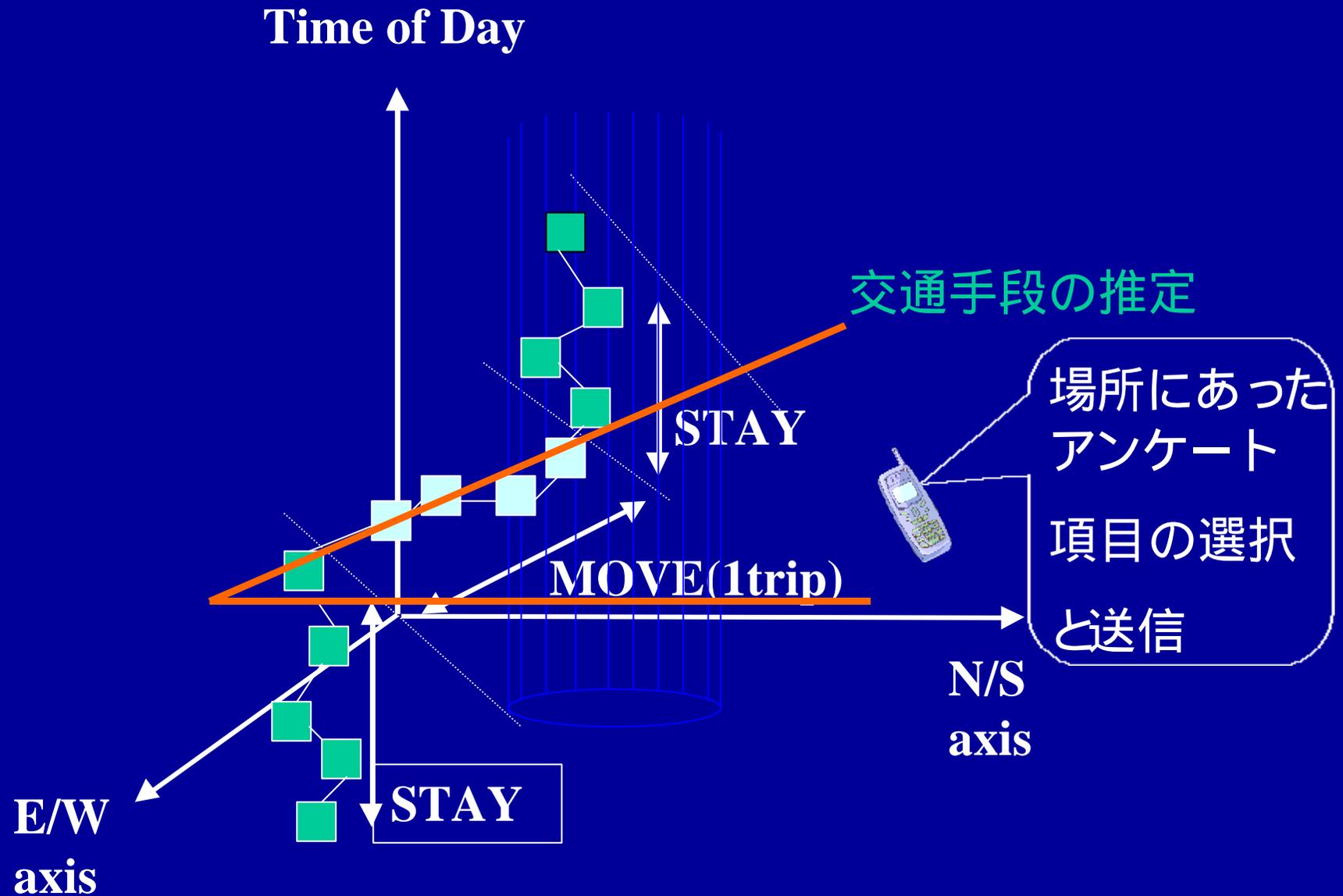
This trip ID

> 詳細情報の入力

**Detailed DATA Input**

詳細情報とは  
荷物の有無  
自動車の利用状況等

# On-line調査/応用例 (今後の事例として)



# 3 . フィールド実験

# 実験

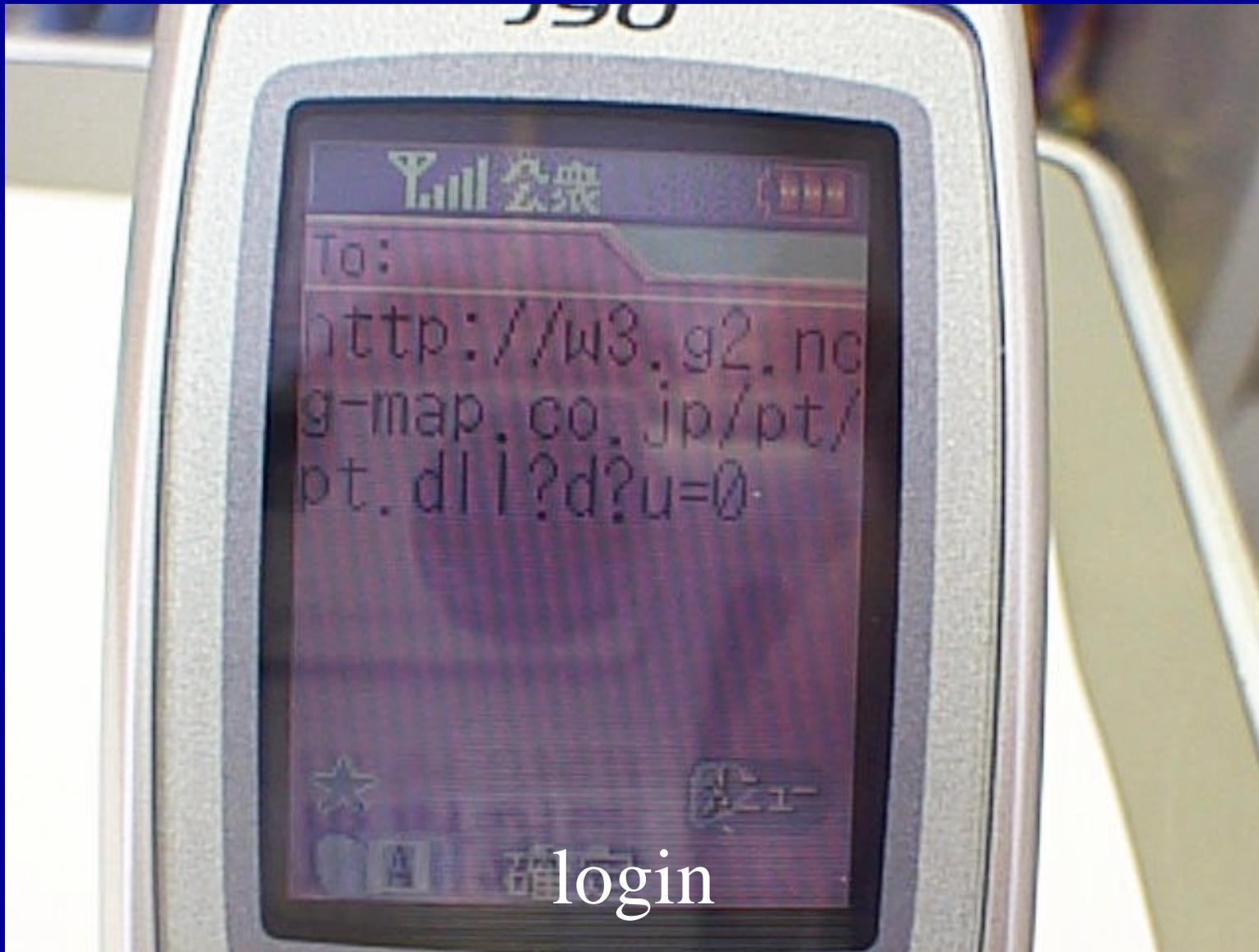
- PHS 8台によりMonitor36名で実験
- 3月1日～11日 ,LI機能による位置情報による実験を実施 .途中3月5日～9日 ,Tracking調査を併せて実施 .
- 被験者はPT調査アンケート票に1日の全交通行動を記入

# PHSアンケート表示画面

## Display of PHS Questionnaire



## Service Menu





Trip Start



1つのPHSを複数人で使い回すために入力,本来必要ない



交通手段は、徒歩 鉄道の順番に変更







# Destination Facility

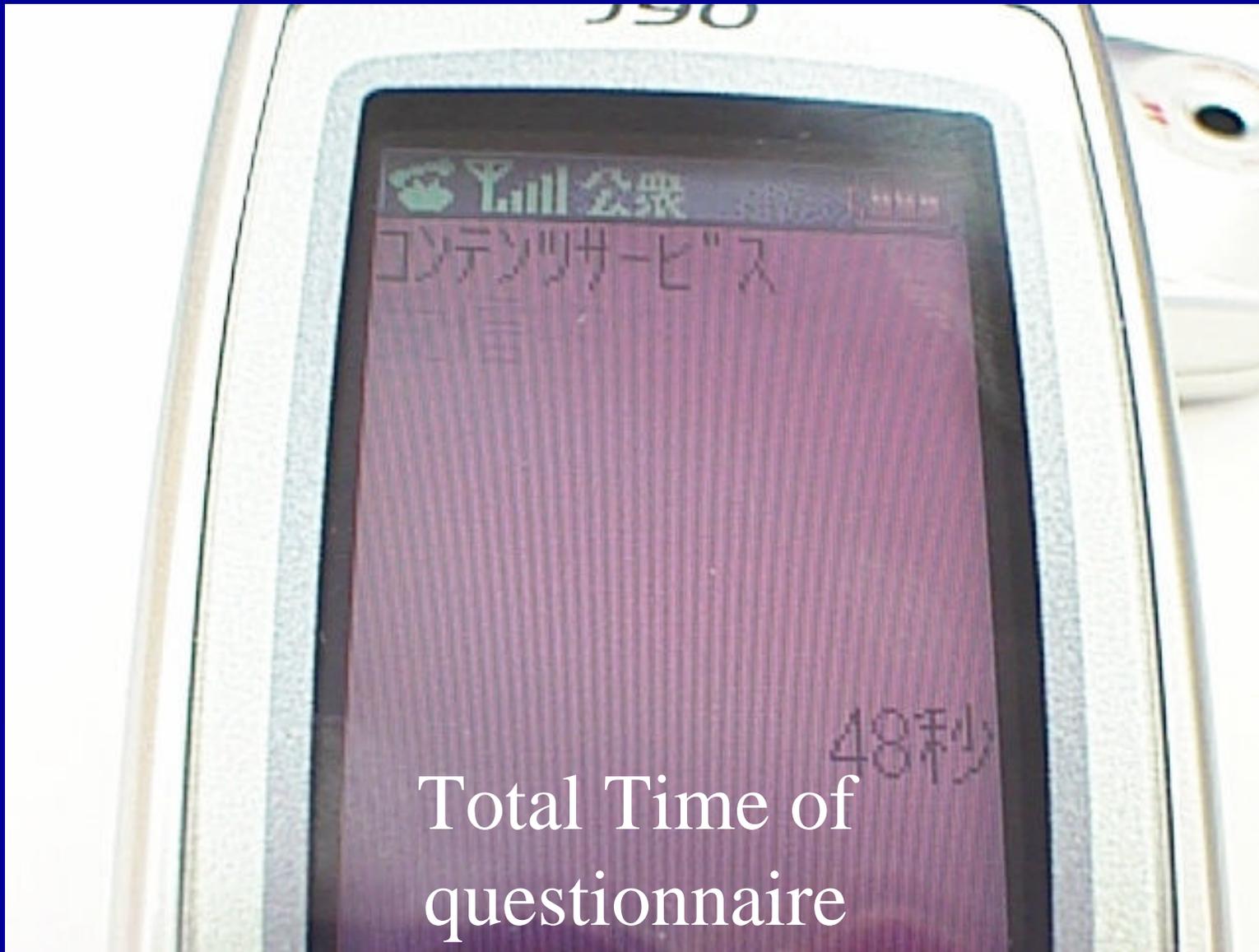


# Purpose of Trip





# Data Transmission



Total Time of  
questionnaire

# Server log

	電話番号	日付	時刻	経度	緯度	
▶	07055902508	01/03/05	9:16:51	0	0	結果要
	07054525662	01/03/05	9:14:58	503233.3224	128452.6116	
	07055585076	01/03/05	9:14:57	503184.2472	128621.8116	
	07054645381	01/03/05	9:14:59	503184.1068	128620.0368	
	07055902508	01/03/05	9:26:46	0	0	結果要
	07054525662	01/03/05	9:24:54	503234.0892	128451.8664	
	07055585076	01/03/05	9:24:53	503184.1464	128622.2148	
	07054645381	01/03/05	9:24:55	503183.7108	128620.0368	
	07055902508	01/03/05	9:36:47	0	0	結果要
	07054525662	01/03/05	9:34:53	503219.1384	128435.0292	
	07055585076	01/03/05	9:34:54	503183.8476	128622.2148	
	07054645381	01/03/05	9:34:55	503183.5092	128620.278	
	07055902508	01/03/05	9:48:30	0	0	結果要
	07054525662	01/03/05	9:48:30	0	0	結果要
	07055585076	01/03/05	9:45:05	503185.6404	128622.2148	
	07054645381	01/03/05	9:45:07	503183.808	128620.278	

電話番号

日付

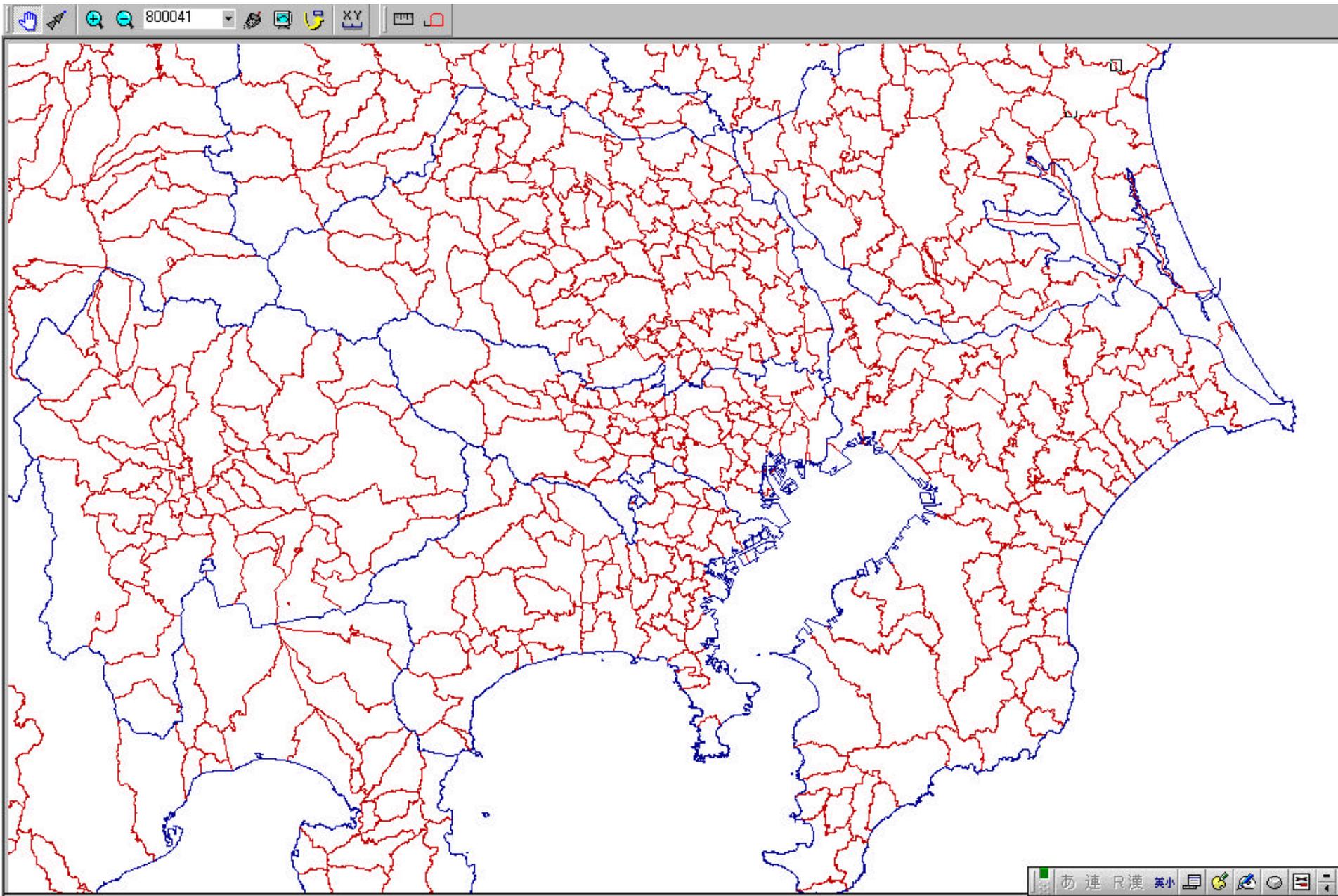
取得時刻

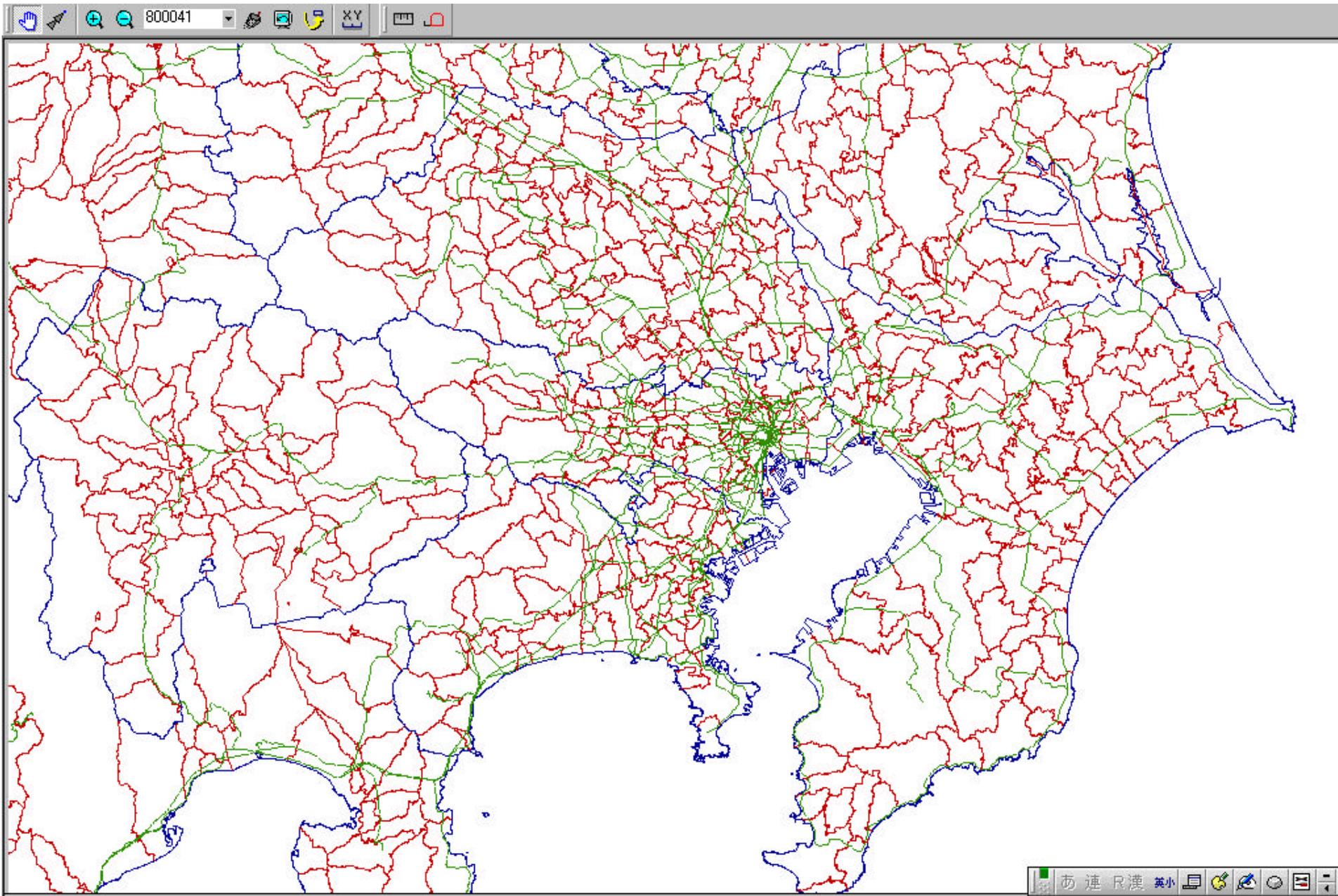
経度

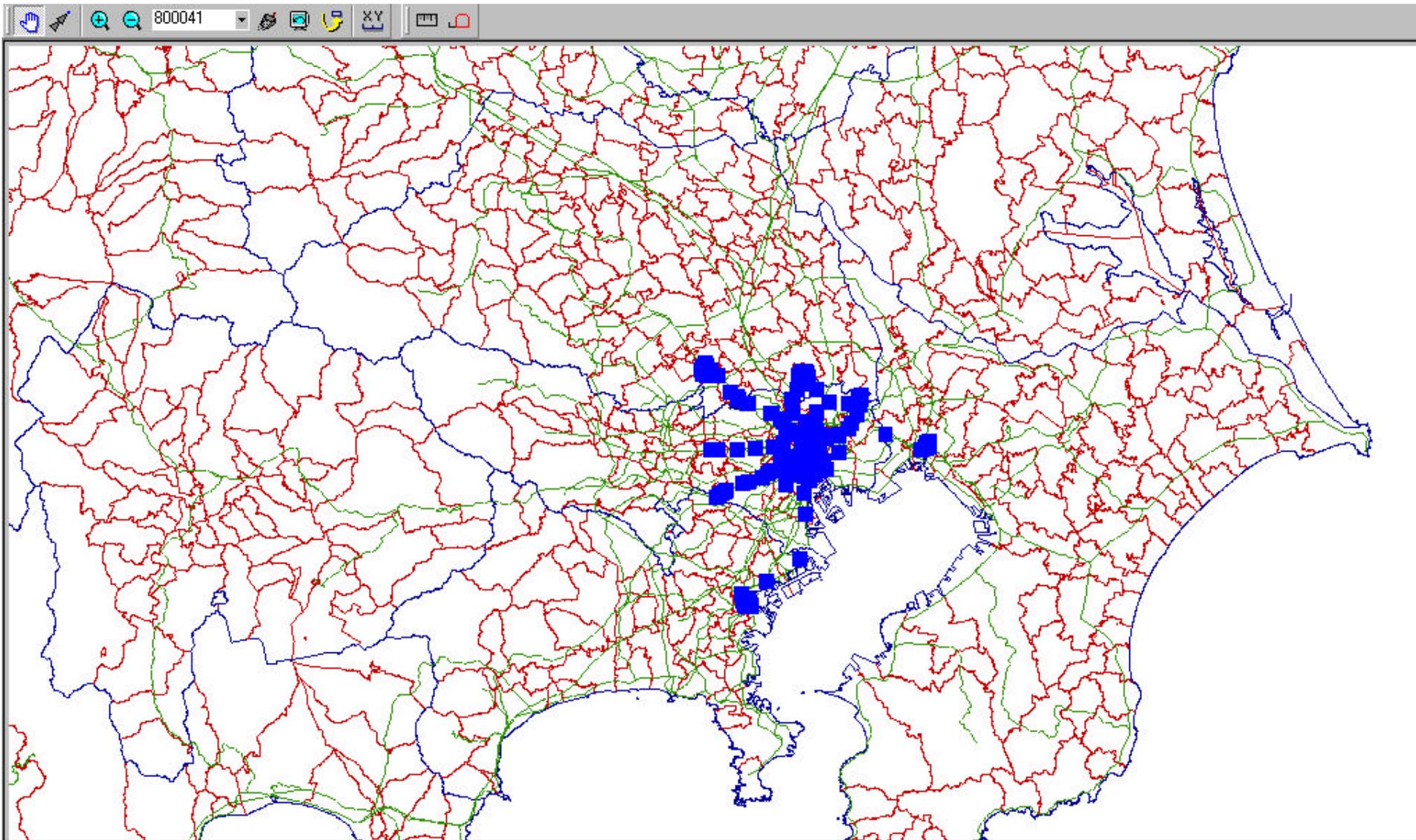
緯度

# GIS表示

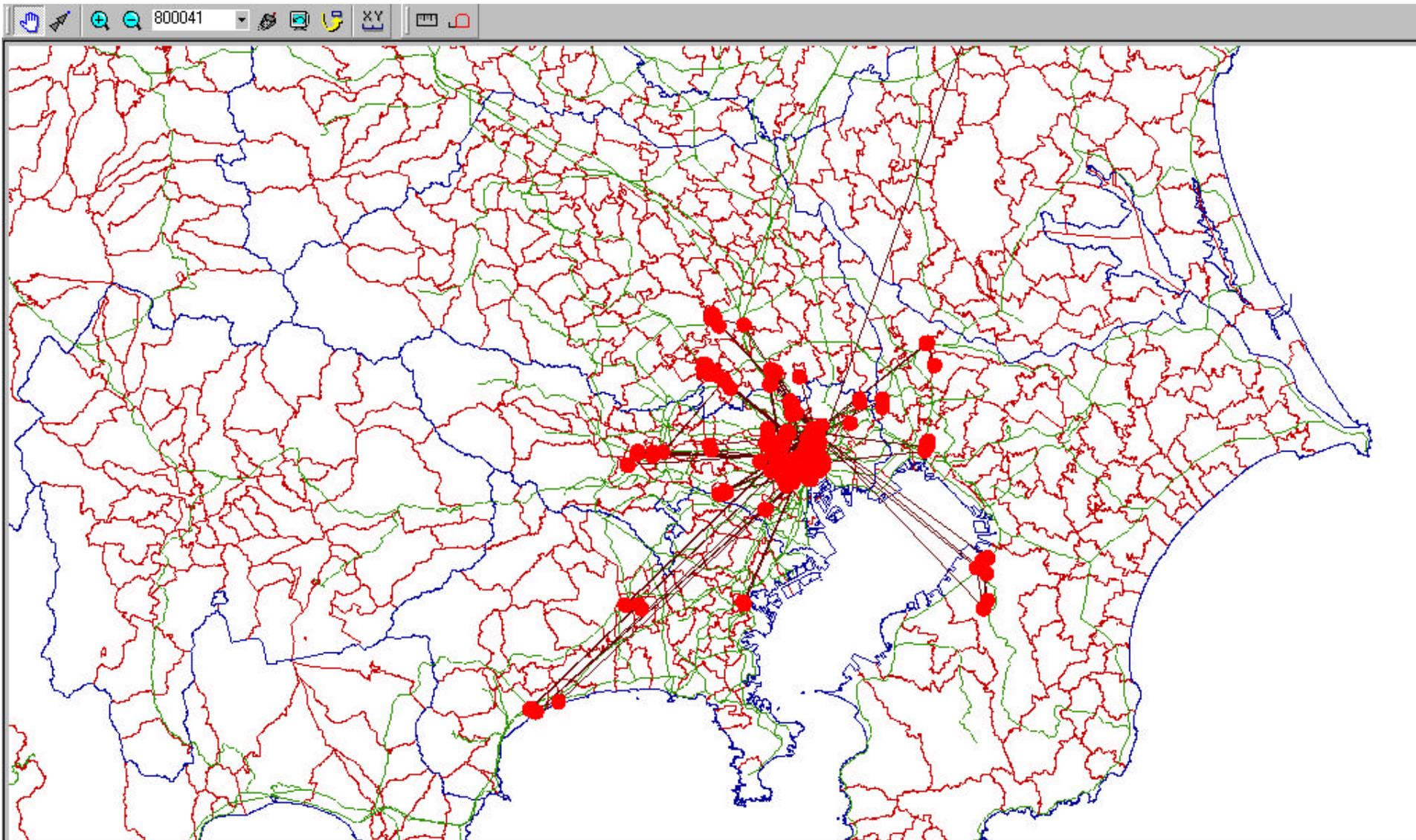
Display of the result by GIS



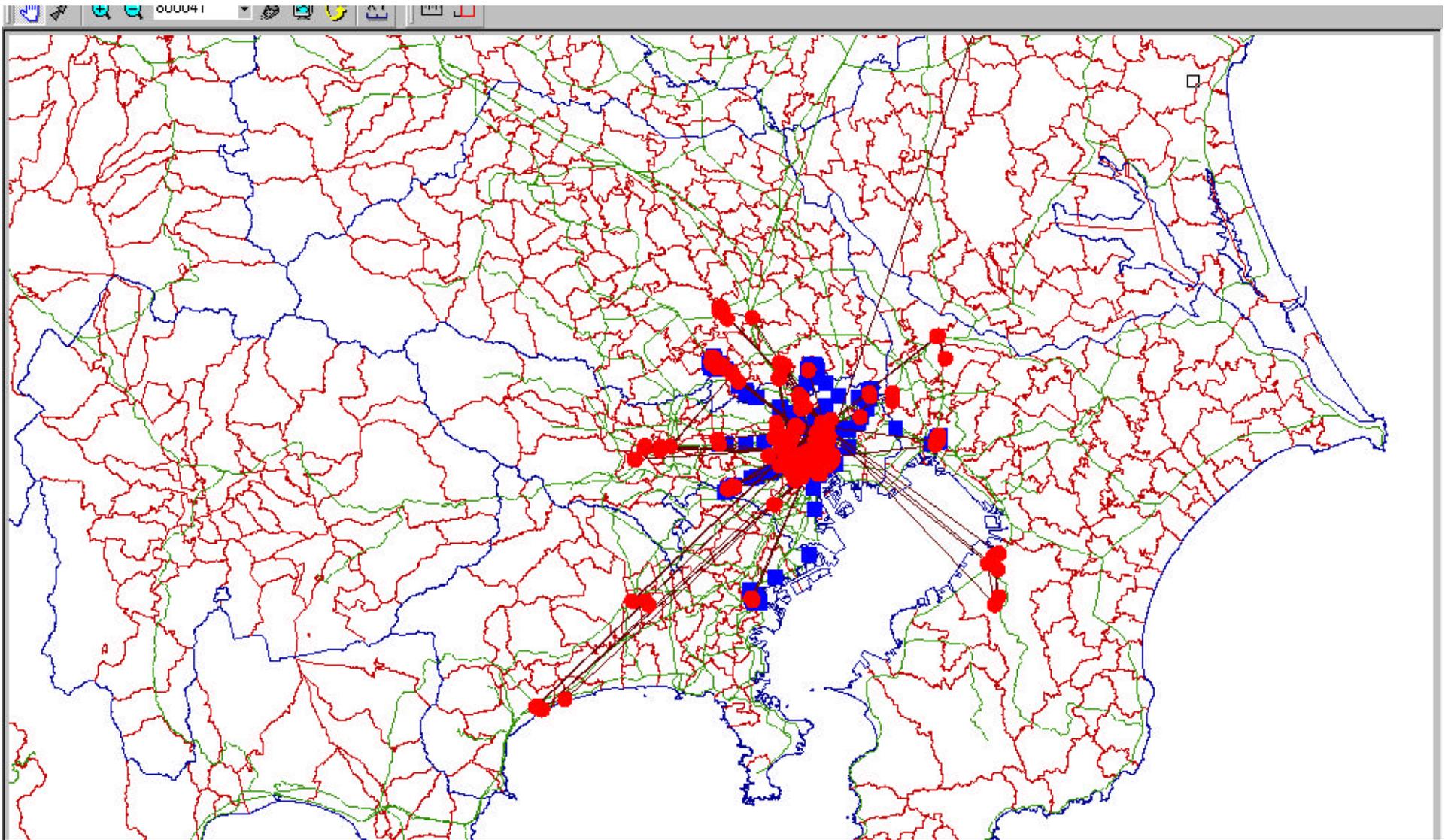




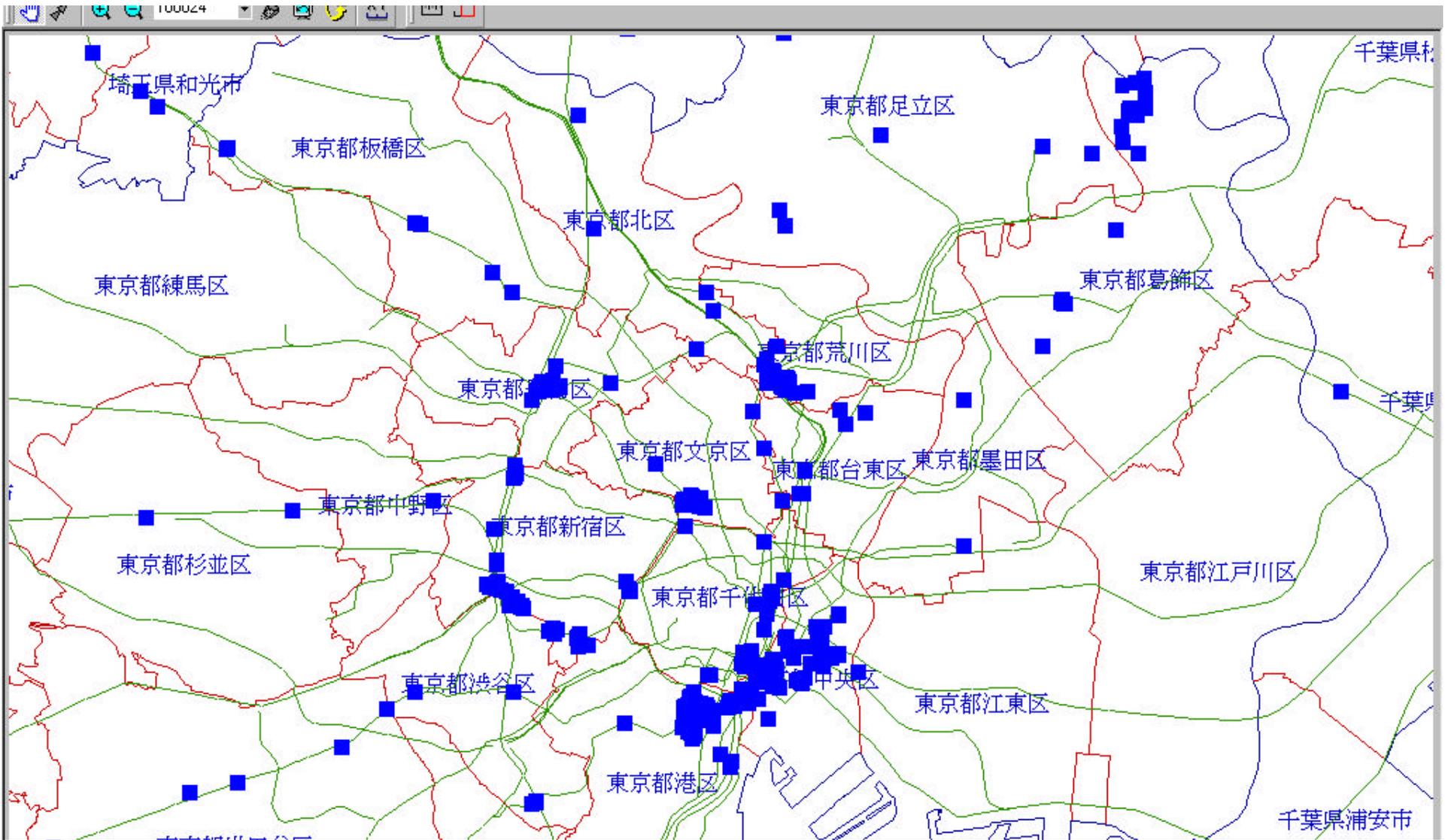
## *Tracking*記録 3/2 - 3/11



LI記録 1/31-2/2, 3/1-3/11



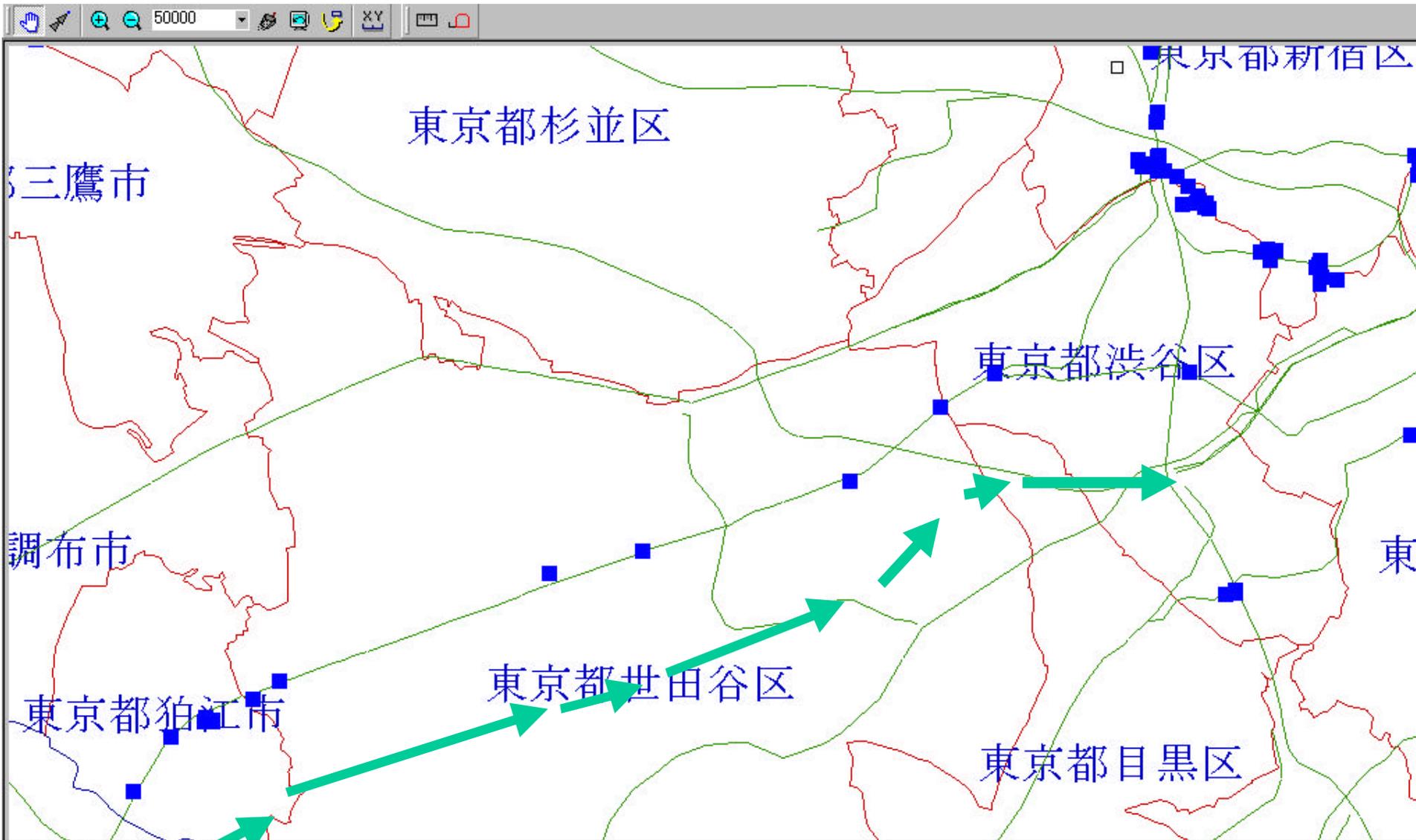
*Tracking/LI記録 1/31-2/2, 3/1-3/11*



*Tracking* 記録 3/2 - 3/11 10km

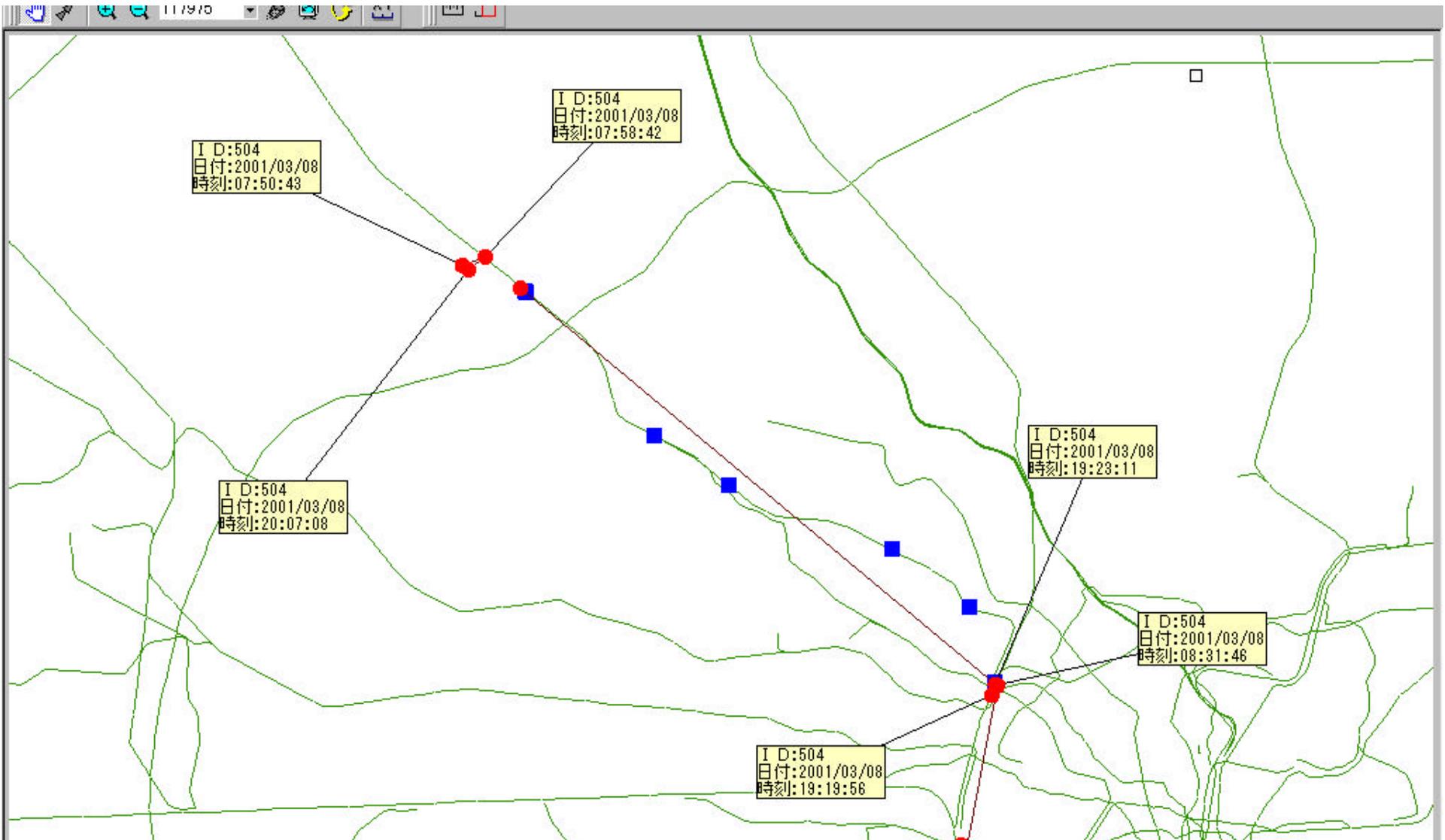






例 鉄道利用時 *Tracking* 記録 3/2 - 3/11





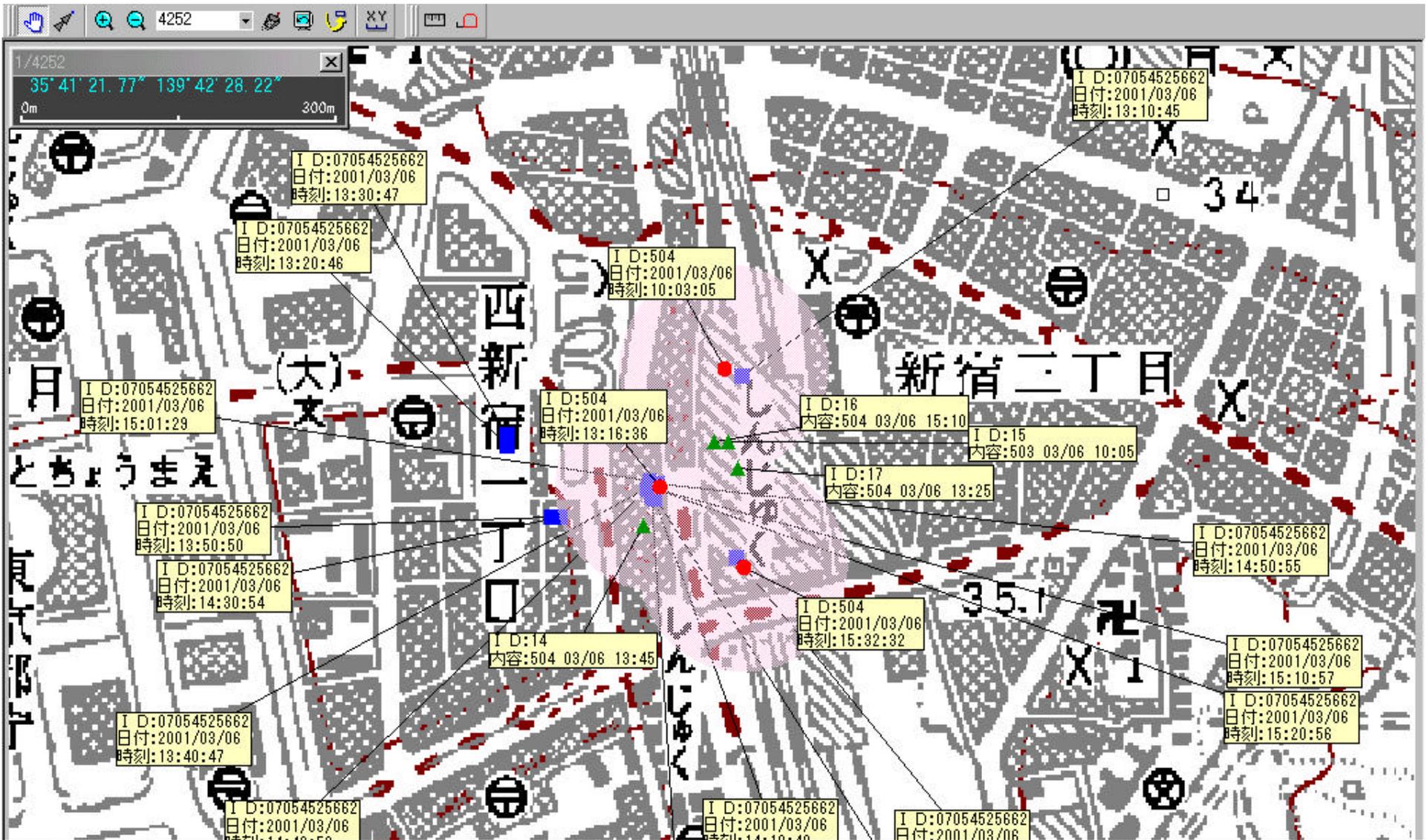
# 例 鉄道利用時 Tracking/LI 記録 3/8



新宿駅

新宿御苑

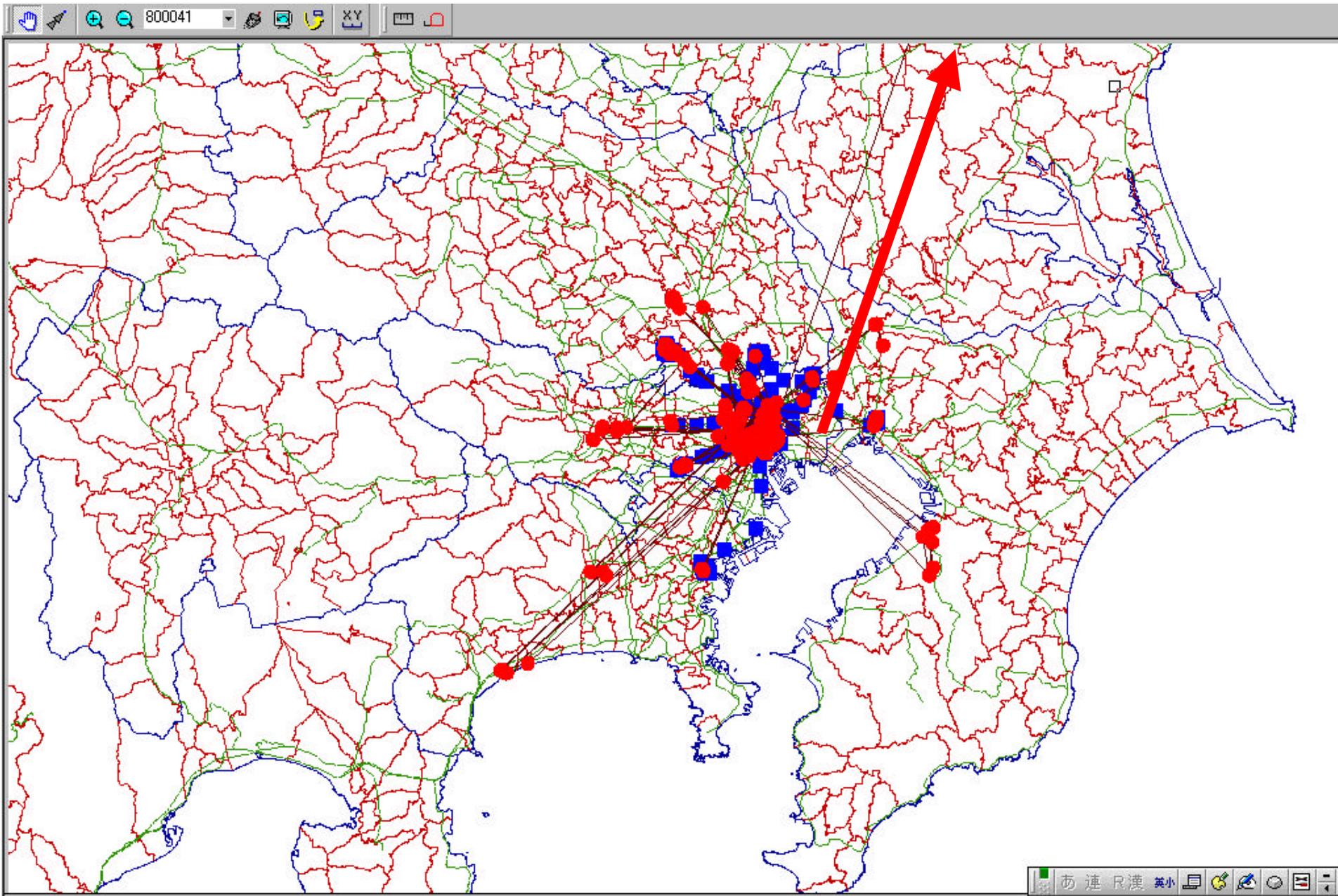
例: 徒歩 Tracking記録 3/11

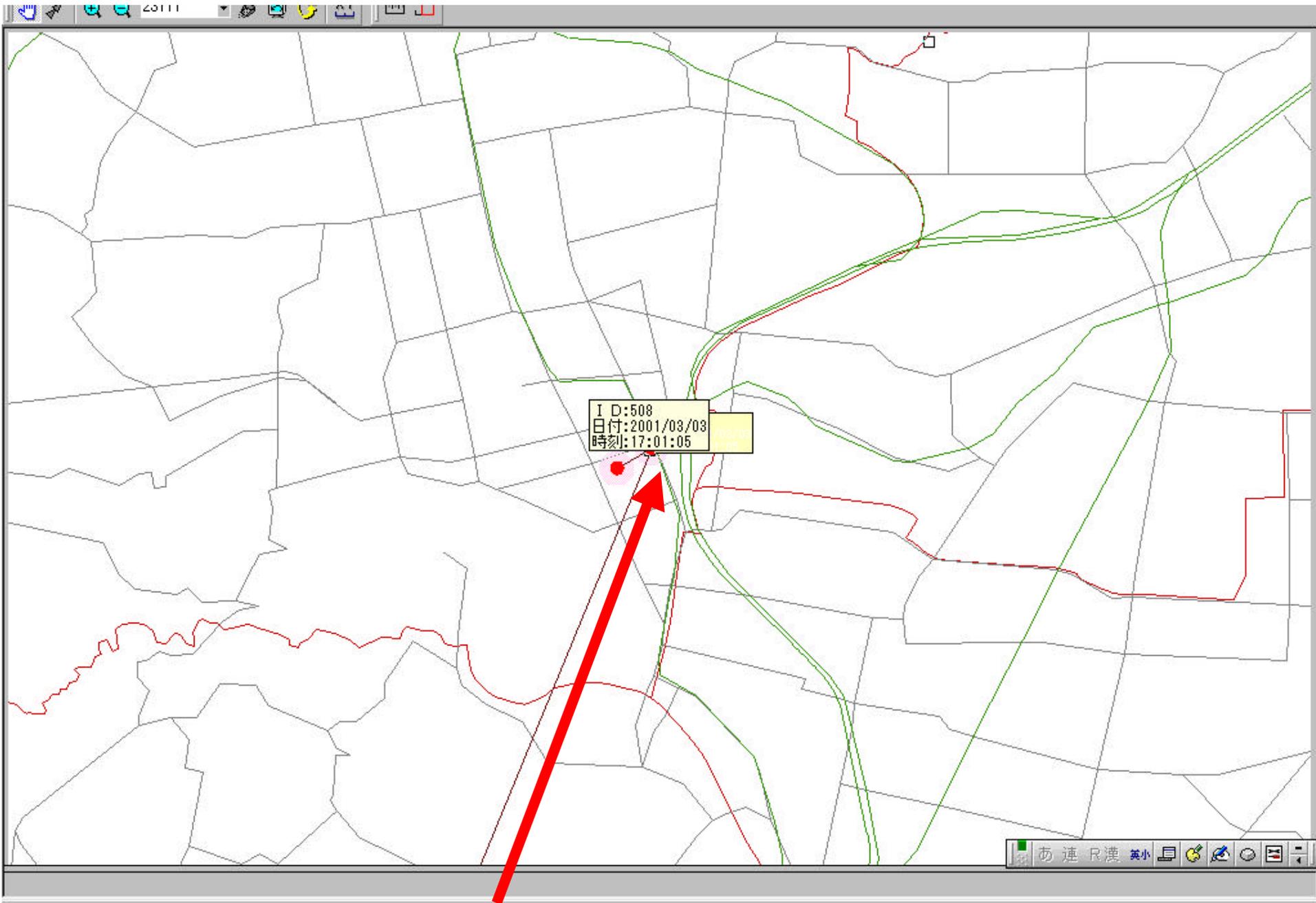


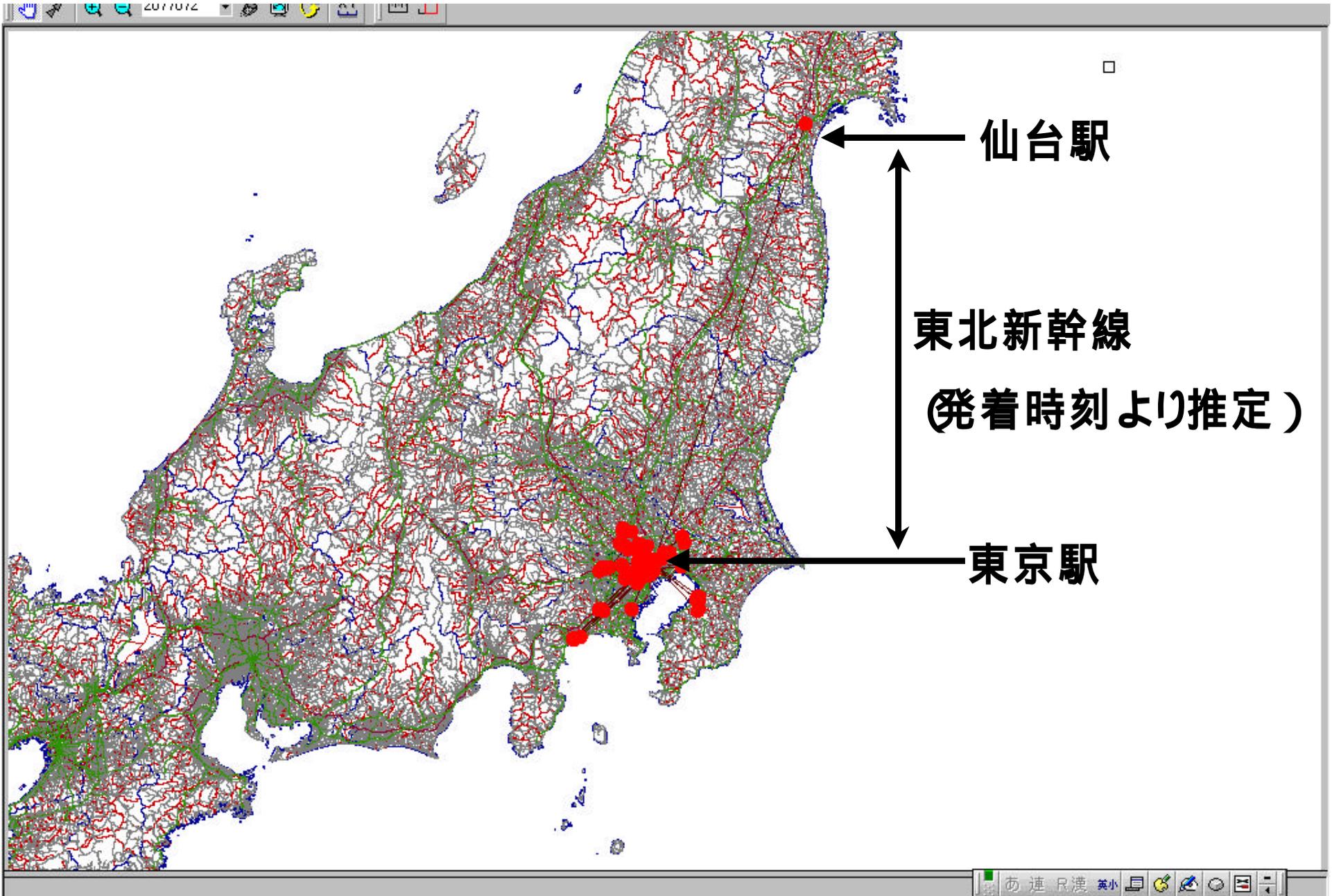
## Tracking と LI の誤差分布 (新宿) 3/6



# Tracking と LI の誤差分布 (信濃町周辺) 3/6







# 平面誤差の検討

- 基地局数に依存して位置情報誤差は変動
- アンケート記入位置とLI・Tracking位置を比較した。
- 基地局位置情報の提供により、エリア毎の平面誤差は推定可能 要検討



# 実用に向けた課題

- 大規模な量的な調査への適用は技術的には可能であるが、現状では難しい。

(理由)

サーバー数と調査コスト

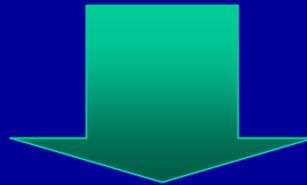
PHSでも複数の機材、複数の方式

保有者のバイアス / 被験者募集方法の精査

プライバシーの問題

# 今後見込まれる技術進展

携帯端末自体の位置精度向上  
境域通信の普及  
位置情報検索コストの低下



大量の被験者を集めることができるか？  
強制的にモニタリングは不可

現在議論すべきことは？

## 私案

# 交通調査データフォーマットの標準化

データフォーマットはニーズが発生した時点で自由に加工可能なように、またインターネット上での流通を考慮できるものにする

XML for Travel behavior?

/ データ交換フォーマットとして

/ 他の IT 関係との組みあわせによるナビゲーションの可能性として

/ 統計を補完するものとして

# XMLの表現するもの データがどのような意味を持つか

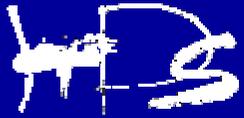
```
<table>
<tr><td><Transport Monitor ver0.1>
<tr><td>  <ID>ITPS-0001</ID>
<tr><td>  <Devise Name>PKX-003</Devise Name>
<tr><td>  <Purpose> shopping</ Purpose >
<tr><td>  <longitude>503233.32</ longitude >
...
<tr><td>  <latitude>128452.61</ latitude >
...
<tr><td>  <time>12:45:00</time>
...
</ Transport Monitor ver0.1>
[XML文書]
```

# 標準化の可能性

- NVML (NaVigation Markup Language )
  - 道案内をXMLで記述するための言語
- RWML (Road Web Markup Language )
  - 道路情報をXMLで記述するための言語
- G-XML
  - GISコンテンツをプラットフォームに依存せず、検索・加工等の処理が自由に行われるプロトコル
- POIX (Point Of Interest eXchange language )
  - 位置関連情報をXMLで記述するための言語

# おわりに

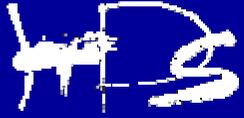
1. システムに関する技術的なノウハウは把握できた  
被験者負担は今後軽減可能
2. 調査、集計、公開の関係性が変化  
量的調査との関係性は？
3. モニターへのインセンティブ付加の方法  
例 : 公共交通ITSと連携、情報提供とトレード
4. セキュリティ、プライバシー問題への対応  
例 暗号化・プライバシーポリシーの策定  
提供可能な情報をモニターに選択させる仕組み



# 特許出願

2001年6月15日

調査システム」として出願



本研究は  
国土交通省国土技術政策総合研究所  
との共同研究です