

国土交通政策研究第 23 号

次世代マルチモーダル交通情報基盤に関する調査研究

W杯実証実験

2003年6月

国土交通省国土交通政策研究所

前研究調整官 丸山隆英

研究調整官 山縣延文

前研究官 押井裕也

---

はじめに

近年発展の著しい最先端の情報通信技術（IT）を活用し、道路、車両に関する情報ネットワークを構築する高度道路交通システム（ITS：Intelligent Transport Systems）が、交通事故、渋滞等の道路交通問題の解決を目的として推進されている。しかしながら、都市における渋滞等の交通問題の抜本的解決には、公共交通機関を含めたマルチモーダルな交通情報基盤を、ITS等の取り組みと連携し、整備することが不可欠であり、そのためには、各交通機関の利用者の動態を把握し、目的地までの移動手段や移動経路、移動時間帯等を分析することが必要である。現在、我が国では、二人に一人以上が所持するまで携帯電話等が普及し、携帯電話等の所有者の約80%は携帯電話等を通話だけでなく、メールやインターネットの端末として利用している。一方、大学や民間等では、携帯電話等を利用した位置情報の把握技術を活用し、人の動態情報の集積・分析に関する研究が進められている。こうしたことを背景に、当研究所では、このような技術や研究成果を発展・活用することにより、人の動態を把握し、交通結節点を含めた渋滞や混雑等のボトルネックの改善に資するマルチモーダルな交通情報基盤の研究開発を進めてきたところである。

平成14年5月から6月にかけて、我が国と韓国においてFIFAワールドカップが開催され、観客の円滑な輸送等に関する各自治体の対策が講じられる中、この機会を捉えて、大規模イベント時における観客の円滑な輸送・誘導に資する実証実験を開催地の一つである札幌で実施した。実証実験においては、携帯電話等を利用した位置情報把握により、札幌の試合会場へ地下鉄やシャトルバス等でアクセスする観客の動態をリアルタイムに把握するとともに、それらを踏まえた交通情報の観客への配信等を行った。本報告書は、次世代マルチモーダル交通情報基盤の研究開発の一環として、この実証実験の結果についてまとめたものである。

実施に当たっては、朝倉神戸大学教授、羽藤愛媛大学助教授、有村運輸政策研究所研究員にご指導いただくとともに、札幌市交通局ならびに関係企業から多大な協力を賜った。本報告書発刊に当たり、ここに厚く感謝の意を表する次第である。

2003年6月

国土交通省国土交通政策研究所  
前研究調整官 丸山隆英  
研究調整官 山縣延文  
前研究官 押井裕也

---

## 目次

第1章 調査概要	1
1.1 調査目的	1
1.2 調査概要	2
第2章 調査内容	5
2.1 実験実施日	5
2.2 実験フィールド	5
2.3 実験システム構成	6
2.4 実験機器	7
2.5 実験データフロー	10
2.6 実施内容	11
2.6.1 リアルタイム位置把握	11
2.6.2 リアルタイム混雑予測	12
2.6.3 リアルタイム通過情報把握	17
2.6.4 交通情報メール配信	20
2.6.5 通行量調査	25
2.6.6 アンケート調査	27
2.7 実証実験の評価方法	28
2.7.1 システム収集データ等による評価	28
2.7.2 アンケート結果による評価	28
第3章 調査結果	29
3.1 リアルタイム位置把握	29
3.2 リアルタイム混雑予測	31
3.3 リアルタイム通過情報把握	33
3.4 交通情報メール配信	36
3.5 通行量調査	42
3.6 アンケート結果	44
第4章 まとめ	59
4.1 実験システムに関する検証	59
4.2 今回の実験結果から伺える利用者の意向	63
4.3 今後の課題	64
付録 実験実施状況(写真)	

# 第 1 章 調査概要

## 第1章 調査概要

### 1.1 調査目的

鉄道や地下鉄、バス等の公共交通を含めたマルチモーダルな利用者の動態を把握し、都市における渋滞や混雑等のボトルネックを顕在化することで、効果的な交通対策を講じることが可能となり、交通問題の抜本的解決に繋がる。マルチモーダルな利用者の動態を把握する手段としては、屋内及び屋外、さらに移動中においても位置特定が可能な PHS を活用することが有効である。特に、リアルタイムに利用者のマルチモーダルな動態把握を行うことで、より迅速で有効な交通対策に資する情報利用が可能となることから、当研究所では、次世代マルチモーダル交通情報基盤の研究開発として、平成 13 年度より取り組みを実施している。

平成 14 年 5 月から 6 月にかけて開催される日韓 FIFA ワールドカップにおいては、開催地での観客輸送における交通混雑等が予想されることから、本調査においては、次世代マルチモーダル交通情報基盤の研究開発の一環として、観客の動態情報と過去の実績データから混雑予測を行い、大規模イベント時における観客の円滑な輸送対策に資する情報システムの検証を実施する。また、Bluetooth 内蔵 PHS を利用して地点間の所要時間を把握し、リアルタイムな混雑や渋滞情報としての有効性を検証する。さらに、渋滞や混雑等を円滑にする交通対策として、利用者に対する情報提供が考えられるため、我が国の二人に一人以上が所持するまで普及している携帯電話に対しての渋滞や混雑等の情報提供について検証を行う。

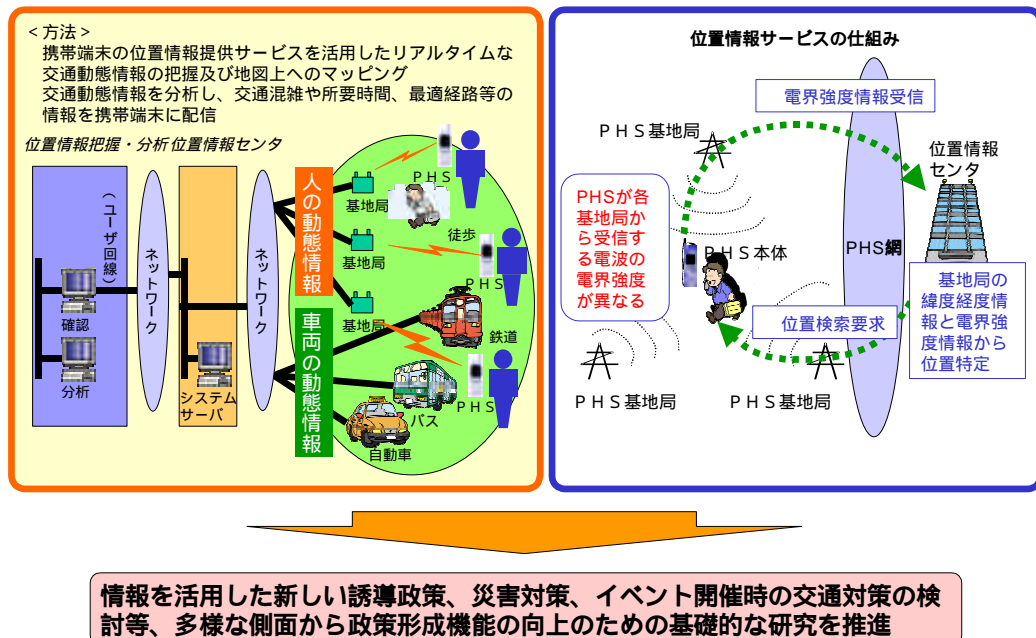


図 1-1 次世代マルチモーダル交通情報基盤の研究開発

## 1.2 調査概要

日韓 FIFA ワールドカップにあわせて、札幌の試合会場にアクセスする観客の動態把握を行い、その動態情報等を利用した交通情報の提供等の実証実験を行うことによりリアルタイムな動態情報等の利便性や有効性に関する調査を実施する。調査概要は、下記の通りである。

表 1- 1 調査概要

項目	内容	
調査対象イベント	2002FIFA ワールドカップ	
	ドイツ対サウジアラビア戦	イタリア対エクアドル戦
開催地	札幌市	札幌市
開催場所	札幌ドーム	札幌ドーム
イベント規模	約 4万人	約 4万人
開催日時 (試合時間)	2002/6/1(土) 20:30 ~ 22:30	2002/6/3(月) 20:30 ~ 22:30
調査日時	2002/6/1(土) 15:00 ~ 25:00	2002/6/3(月) 15:00 ~ 25:00
調査項目	リアルタイム位置把握	モニタが所持する PHS 端末の位置を一定間隔で地図上にプロットすることにより、リアルタイムにモニタの位置を把握
	リアルタイム通過情報把握	モニタが所持する Bluetooth 内蔵 PHS 端末が、調査地点に配置した Bluetooth アクセスポイントに近づいた際に検出し、一定間隔でサーバに送信することで調査地点間の移動所要時間をリアルタイムで把握
	リアルタイム混雑予測	過去の位置データの移動実績に基づいて動く疑似データを作成し、さらに による当日のモニタの位置情報データを利用することで、実験当日のイベント観客の動態を擬似的にシミュレーション
	交通情報メール配信 6/3のみ実施	によるモニタの位置情報を利用して、モニタに対する位置と時間に応じた交通情報をモニタの携帯電話にメールで配信
	アンケート調査	、のモニタに対して、個人属性、実験当日の状況や交通手段、実験に関する感想等をアンケート用紙により収集
	通行量調査	シャトルバス乗場、札幌ドームの最寄駅である福住駅などにおいて、観客の通行量を把握

通常の PHS 端末や Bluetooth 内蔵 PHS をモニタに貸与し、リアルタイムによる位置把握や混雑予測、通過情報把握を行い、モニタの位置と時間に応じてカスタマイズした交通情報の配信を実施した。また、実証実験に関してアンケートを実施するとともに、シャトルバスや地下鉄の利用者数を実測した。

---

( 1 ) リアルタイム位置把握調査

モニタに貸与した通常の PHS 端末の位置特定を行い、次のデータを収集する。

- ・位置データ

( 2 ) リアルタイム混雑予測調査

モニタに貸与した通常の PHS 端末の位置特定を行い、過去の実績データを組み合わせ、混雑予測を行い、次のデータを収集する。

- ・シミュレーション結果 ( 位置データ )

( 3 ) リアルタイム通過情報把握調査

モニタに貸与した Bluetooth 内蔵 PHS の調査地点通過情報を把握し、次のデータを収集する。

- ・通過情報データ

( 4 ) 交通情報メール配信調査

リアルタイム混雑予測調査及びリアルタイム通過情報把握調査により収集した情報を加味した交通情報等を、位置や時間に応じてカスタマイズし、モニタが所有する携帯電話にメール配信を行い、次のデータを収集する。

- ・配信状況データ

( 5 ) アンケート調査

モニタに対して、下記の項目のアンケートを実施し、提供した交通情報等の利便性等について分析する。

- ・モニタの属性など
- ・実験当日の交通手段など
- ・実験についての感想など

( 6 ) 通行量調査

実験実施日の会場への交通アクセスの利用状況を把握するため、調査員により会場の最寄り駅である地下鉄福住駅やシャトルバスの利用者数を把握する。

- ・公共交通利用者数

## 第 2 章 調査内容



## 第2章 調査内容

### 2.1 実験実施日

第一日目：平成14年6月1日（土）

【対象】2002FIFA ワールドカップ（ドイツ対サウジアラビア戦）

第二日目：平成14年6月3日（月）

【対象】2002FIFA ワールドカップ（イタリア対エクアドル戦）

### 2.2 実験フィールド

試合会場が市内に近く、会場までの交通手段としては、会場の最寄り駅がある地下鉄、市内や近隣の駅から会場まで運行されるシャトルバス等の複数の交通手段がある札幌を実験フィールドとする。



図2-1 実験フィールド(札幌)

### 2.3 実験システム構成

実証実験におけるシステム構成は、下記の通りである。機能としては、リアルタイム位置把握、リアルタイム混雑予測、リアルタイム通過情報把握、交通情報メール配信の機能により構成されている。

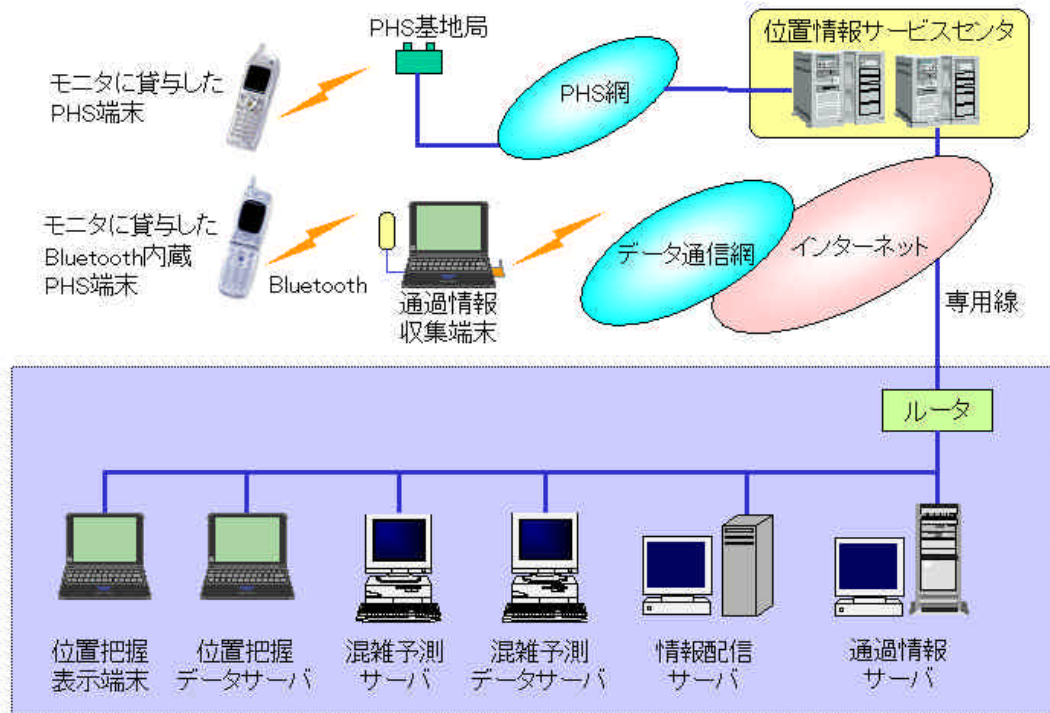


図 2 - 2 実験システム構成

---

## 2.4 実験機器

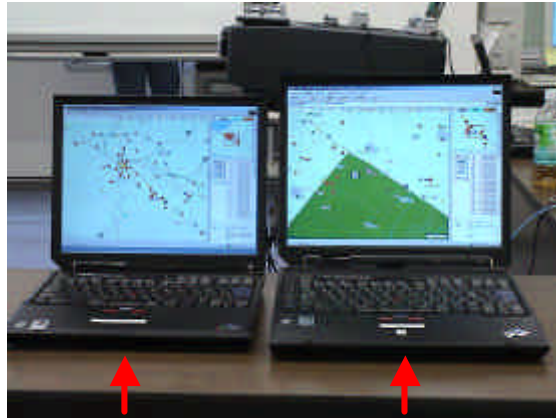
実験システムの機能を構成する機器は、下記の通りである。

### (1) リアルタイム位置把握機能

モニタに貸与した PHS 端末  
位置把握表示端末  
位置把握データサーバ



PHS 端末



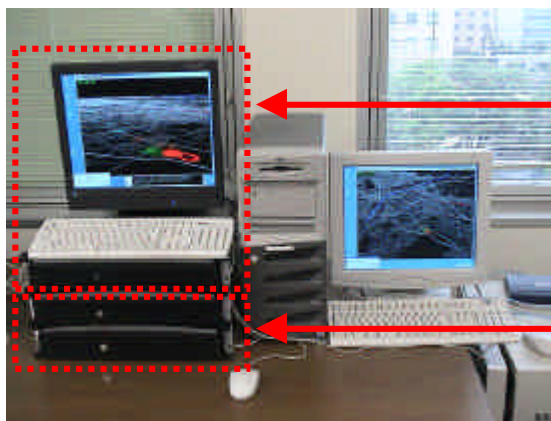
位置把握表示端末

位置把握データサーバ

図 2 - 3 リアルタイム位置把握機材

### (2) リアルタイム混雑予測機能

混雑予測サーバ  
混雑予測データサーバ



混雑予測サーバ

混雑予測データサーバ

図 2 - 4 リアルタイム混雑予測機材

---

( 3 ) リアルタイム通過情報把握機能

Bluetooth 内蔵 PHS 端末

通過情報収集端末 ( Bluetooth アクセスポイント )

通過情報サーバ



Bluetooth 内蔵 PHS 端末



通過情報収集端末

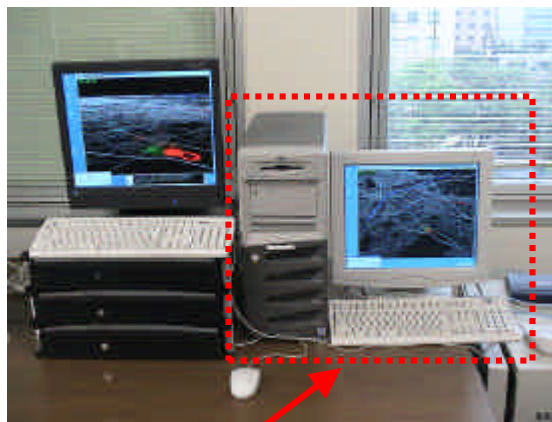


通過情報サーバ

図 2 - 5 リアルタイム通過情報把握機材

---

( 4 ) 交通情報メール配信機能  
情報配信サーバ



情報配信サーバ

図 2 - 6 交通情報メール配信機材

## 2.5 実験データフロー

各機能により収集した実験データのフローは、下記の通りである。

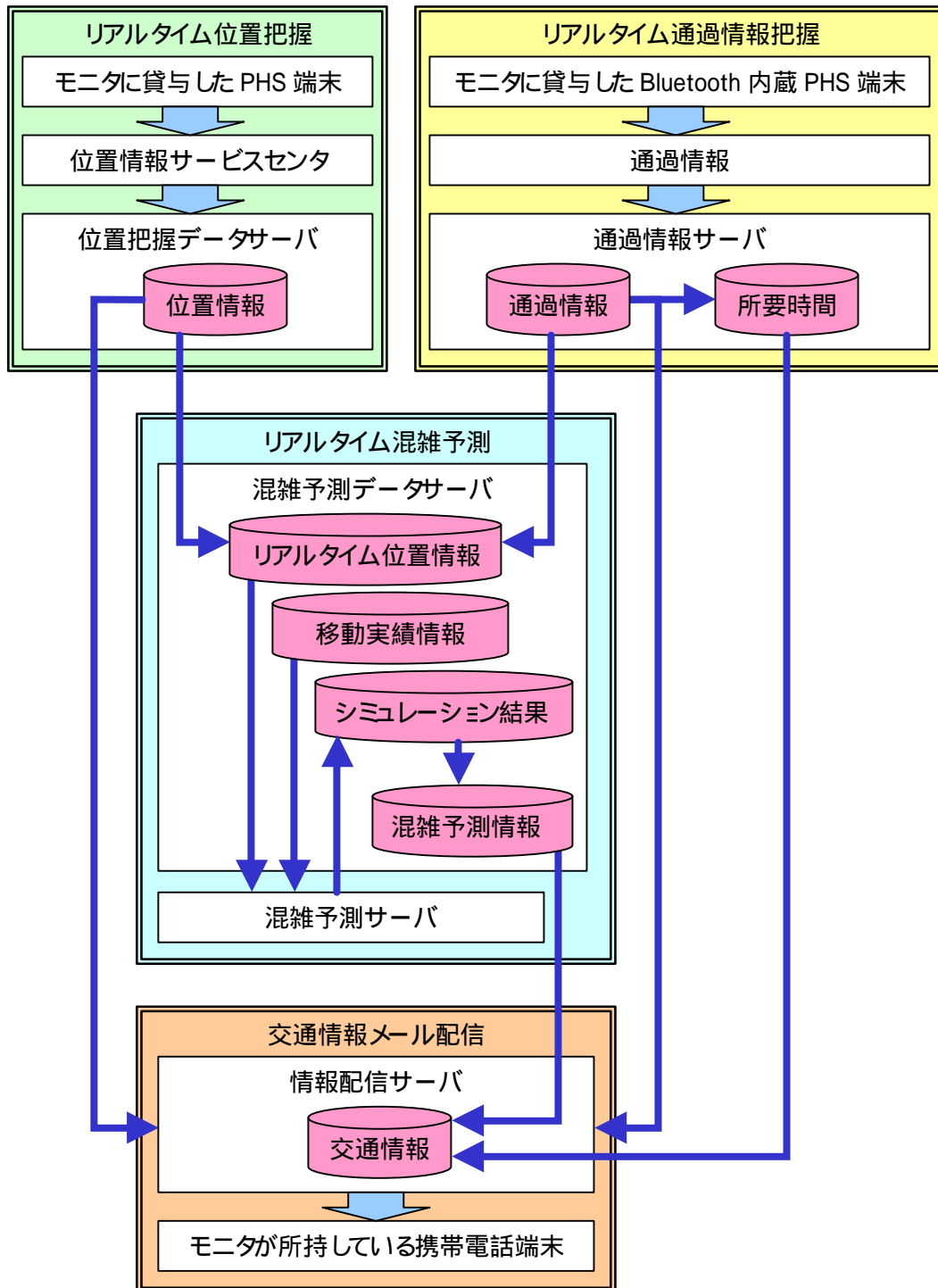


図 2 - 7 実験データフロー

2.6 実施内容

2.6.1 リアルタイム位置把握

位置情報サービスセンタにおいて、モニタに貸与した PHS 端末の位置特定を 2 分間隔で実施し、位置情報を蓄積する。位置情報サービスセンタに蓄積されたモニタの位置情報は、実験事務局の位置把握データサーバによりインターネット経由でリアルタイムに取得され、位置把握データサーバに格納するとともに、位置把握表示端末の GIS 画面上に最新のモニタの位置情報を表示する。

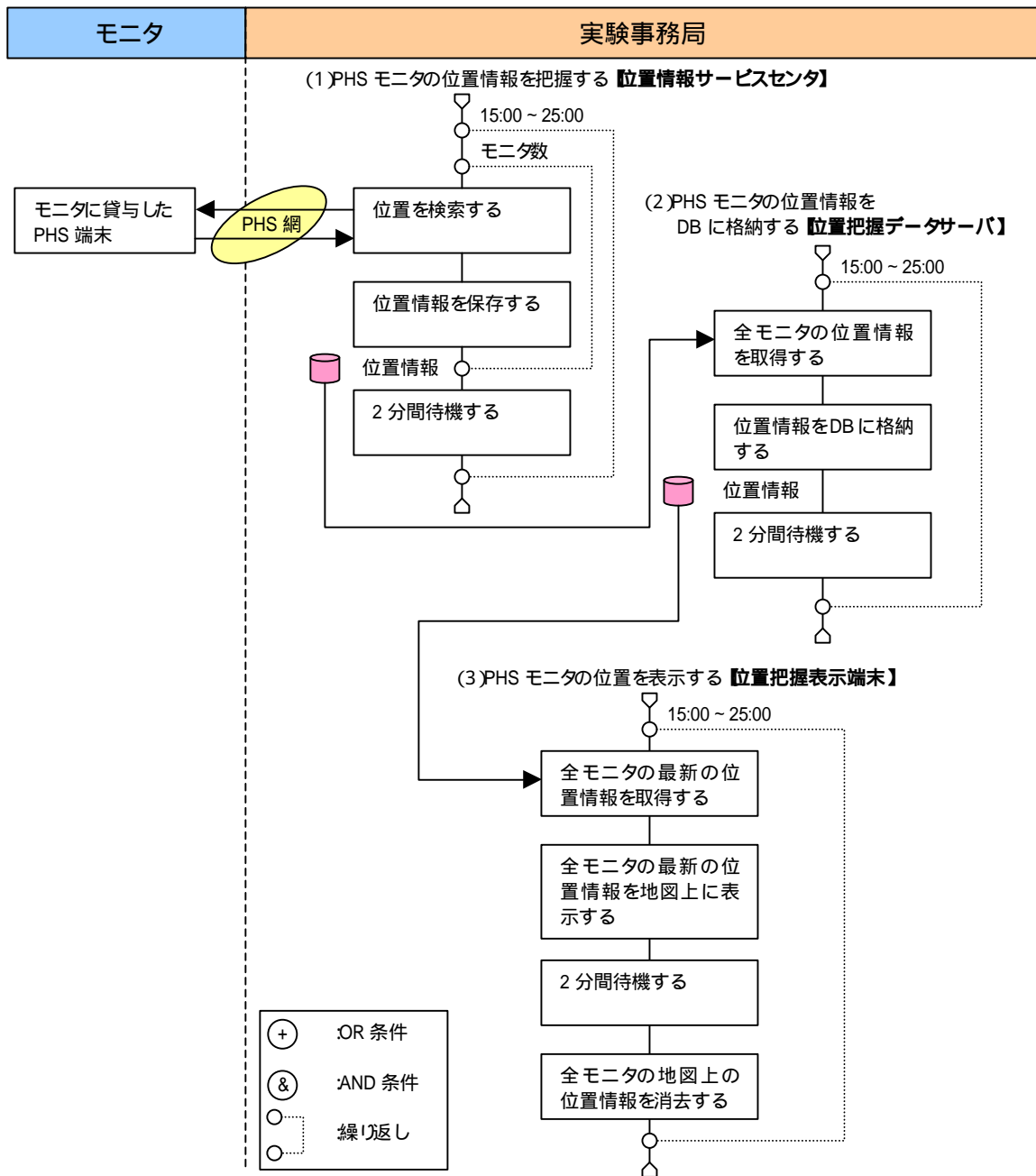


図 2 - 8 リアルタイム位置把握 処理フロー

---

## 2.6.2 リアルタイム混雑予測

リアルタイムなモニタの位置データを外挿し、数値計算による増殖を行う。

具体的には、リアルタイム位置把握やリアルタイム通過情報把握により得られたモニタの最新の位置情報、並びに、過去の利用者の移動実績を元に、クローンシミュレーションにより疑似モニタの生成をリアルタイムに行い、地図上に実際のモニタと疑似モニタの位置情報を組み合わせて表示する。さらに、クローンシミュレーションによる膨大なデータを効果的にデータベースに格納し、オンライン分析処理（OLAP：On-Line Analytic Processing）により空間密度を計算する。

リアルタイム混雑予測の要であるクローンシミュレーションは、空間セグメントへの吸着、移動 - 活動配列の判定、転写クローニングより構成されている。

なお、予測に使用した過去の利用者の移動実績は以下のとおりである。

表 2 - 1 予測に使用した過去の利用者の移動実績

実験日	予測に使用した過去データ
6月 1日	H13 年度 Jリーグ最終戦の実証実験 (札幌)におけるモニタの位置データ
6月 3日	H13 年度 Jリーグ最終戦の実証実験 (札幌)におけるモニタの位置データ 6月 1日に得られたモニタの位置データ



(1) 空間セグメントへの吸着

モニタ i の t 時点での位置データベクトルが得られることを仮定する。この位置データベクトルは生データの位置精度上の問題により、空間上の位置特定が出来ない場合がある。この場合、モニタの位置情報を空間データに基づいて該当する交通ネットワーク（徒歩、バス、鉄道）や施設等に吸着させる。（「吸着」とは、例えば道路上を移動しているはずなのに、住宅内を移動しているのはおかしいので、位置を道路上にプロットして補正する等の意）空間セグメントは、位置に応じた情報配信（交通情報メール配信）を実施することを考慮して、札幌ドーム内、札幌ドーム周辺、札幌ドーム - 地下鉄福住駅間、地下鉄福住駅周辺の4つを設定する。また、PHS による位置把握では、50m以内の位置精度を得ることが難しいため、空間セグメントの範囲を相応の半径を有する円で設定し、その円内に入ったモニタの位置データベクトルを空間セグメントに吸着させ、空間密度の計算などを行う。

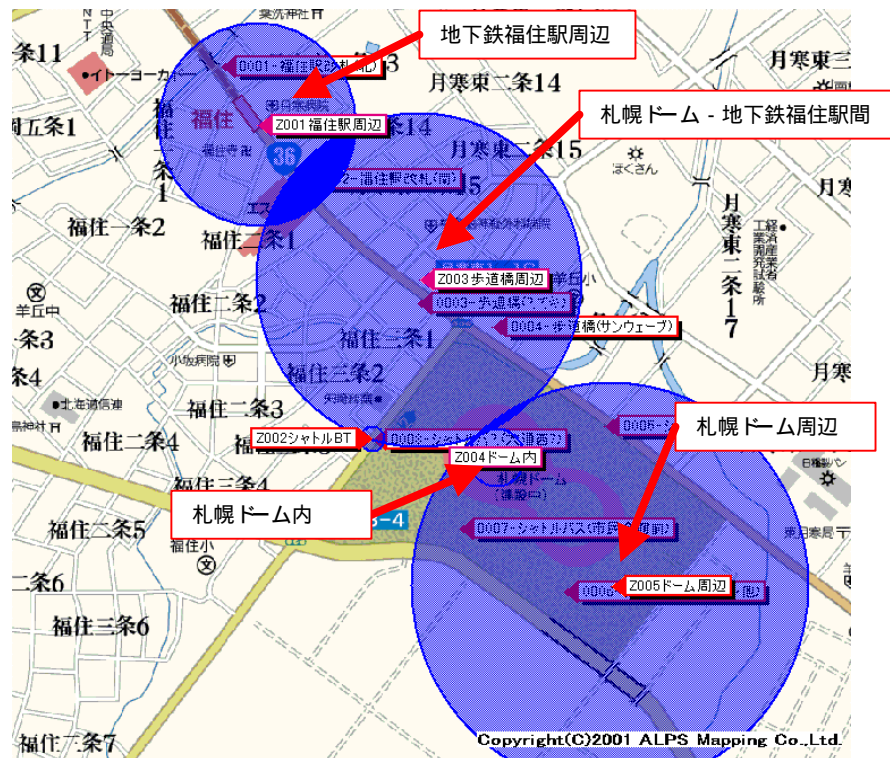


図 2 - 9 空間セグメント

( 2 ) 移動 - 活動配列の判定

リアルタイム位置把握やリアルタイム通過情報把握により得られるリアルタイム位置情報を基に、モニタ  $i$  の移動 / 滞在を判定する。時間的に連続する 3 つのデータ ( $P_{i-2} \cdot P_{i-1} \cdot P_i$ ) を利用することで移動 / 滞在の判定を行う。移動 / 滞在の判定アルゴリズムは、図 2-10 の通りである。ここで、各パラメータは、下記の通りである。

- ・  $dt$  : リアルタイム位置情報を取得する時間間隔 ( 120 sec. )
- ・  $L_i$  :  $P_{i-1} \sim P_i$  間の移動距離
- ・  $V_i$  :  $P_{i-1} \sim P_i$  間の移動速度 ( =  $L_i / dt$  )
- ・  $A_i$  :  $P_i$  における位置特定精度 ( 100 ~ 500 m )
- ・  $D_i$  : 位置  $P_i$  より推定した経路 ( 徒歩、バス、鉄道 ) における移動速度の閾値

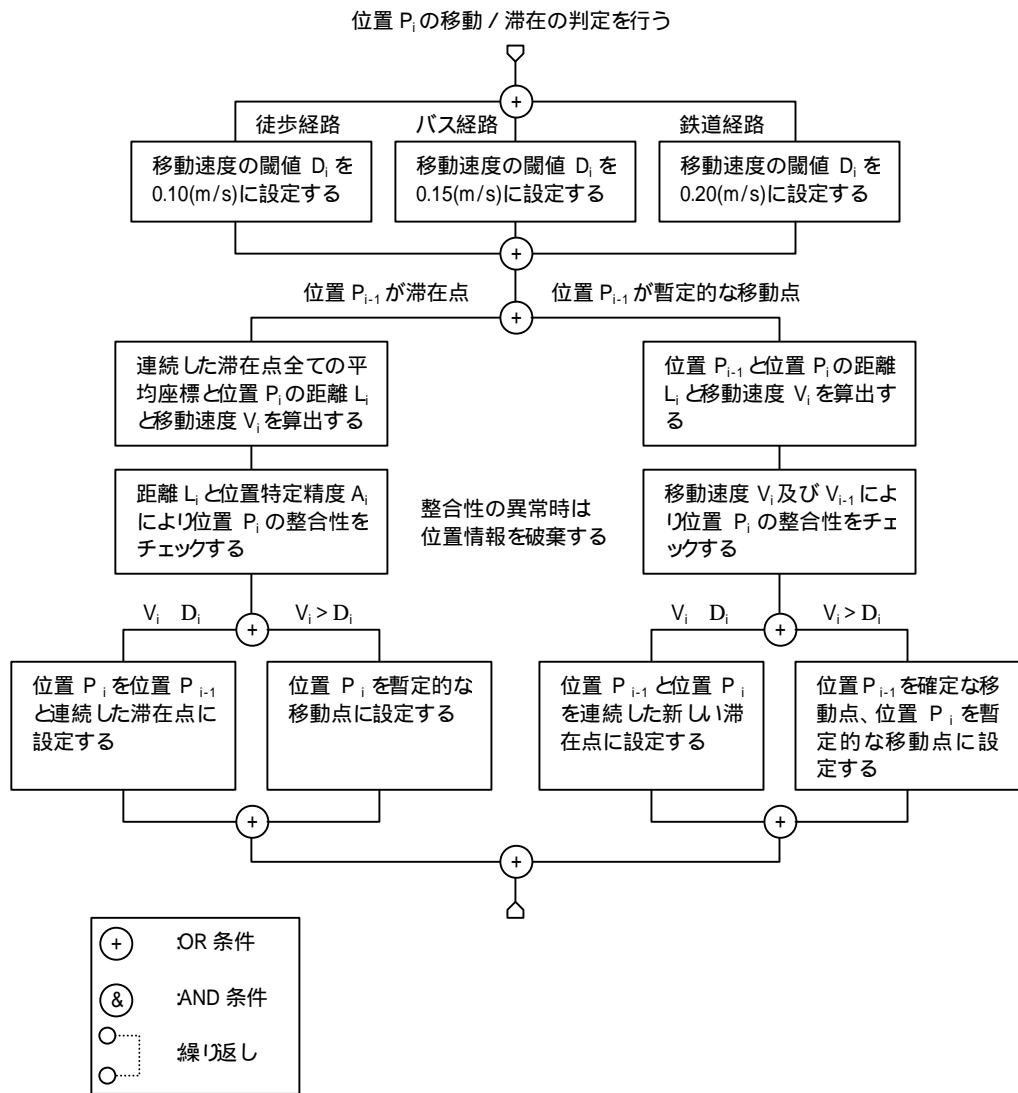


図 2 - 10 移動 / 滞在の判定アルゴリズム

移動 / 滞在の判定とともに、参照できる空間データにおける施設の種類などによって、図 2-11 に示すような移動 活動配列を作成する。移動 活動配列は、それぞれの識別子（滞在：A1～A5、移動：T）が長さを持ち、この長さは時間を示す。

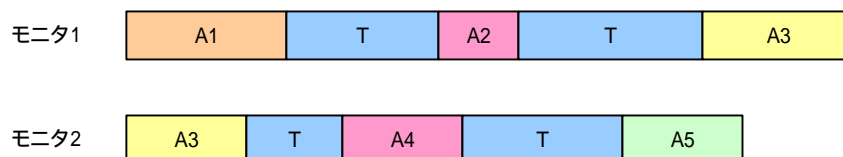


図 2 - 11 移動 - 活動配列基

### (3) 転写クローニング

次に母数拡大のための配列の増殖を行う。今回のシミュレーションにおいては、モニタの目的が FIFA ワールドカップサッカー観戦であり、目的地が 1 箇所であることから、移動 - 活動間の関連性を分解しないで配列の増殖により母数拡大を行う。図 2-12 に示すように、リアルタイム位置情報により得られるモニタの情報から移動 - 活動配列を生成し、これを親配列として子配列を生成する。移動時間や滞在時間にはばらつきを持たせるとともに、過去の移動実績情報を基に配列に任意の確率で突然変異（異なる行動要素に入れ替えるか付加すること）を発生させることにより、会場に集散する移動オブジェクトのデータ配列を補完的に発生させる。以上のステップにより移動オブジェクトの位置データを空間上に再現する。

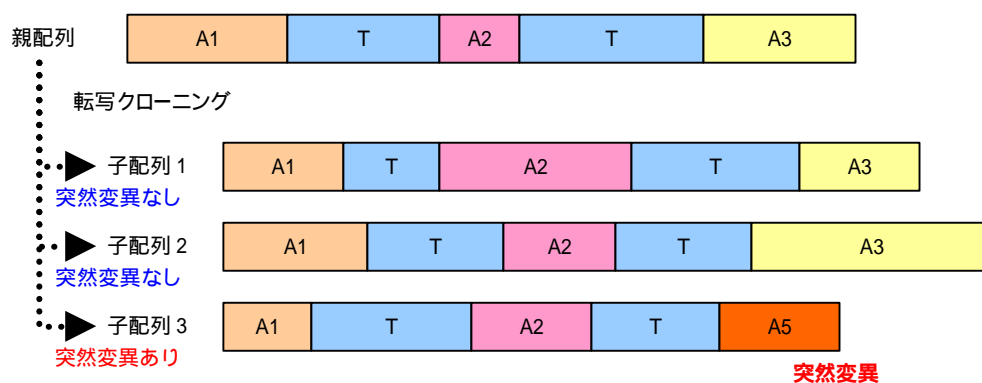


図 2 - 12 移動 - 活動配列の転写クローニング

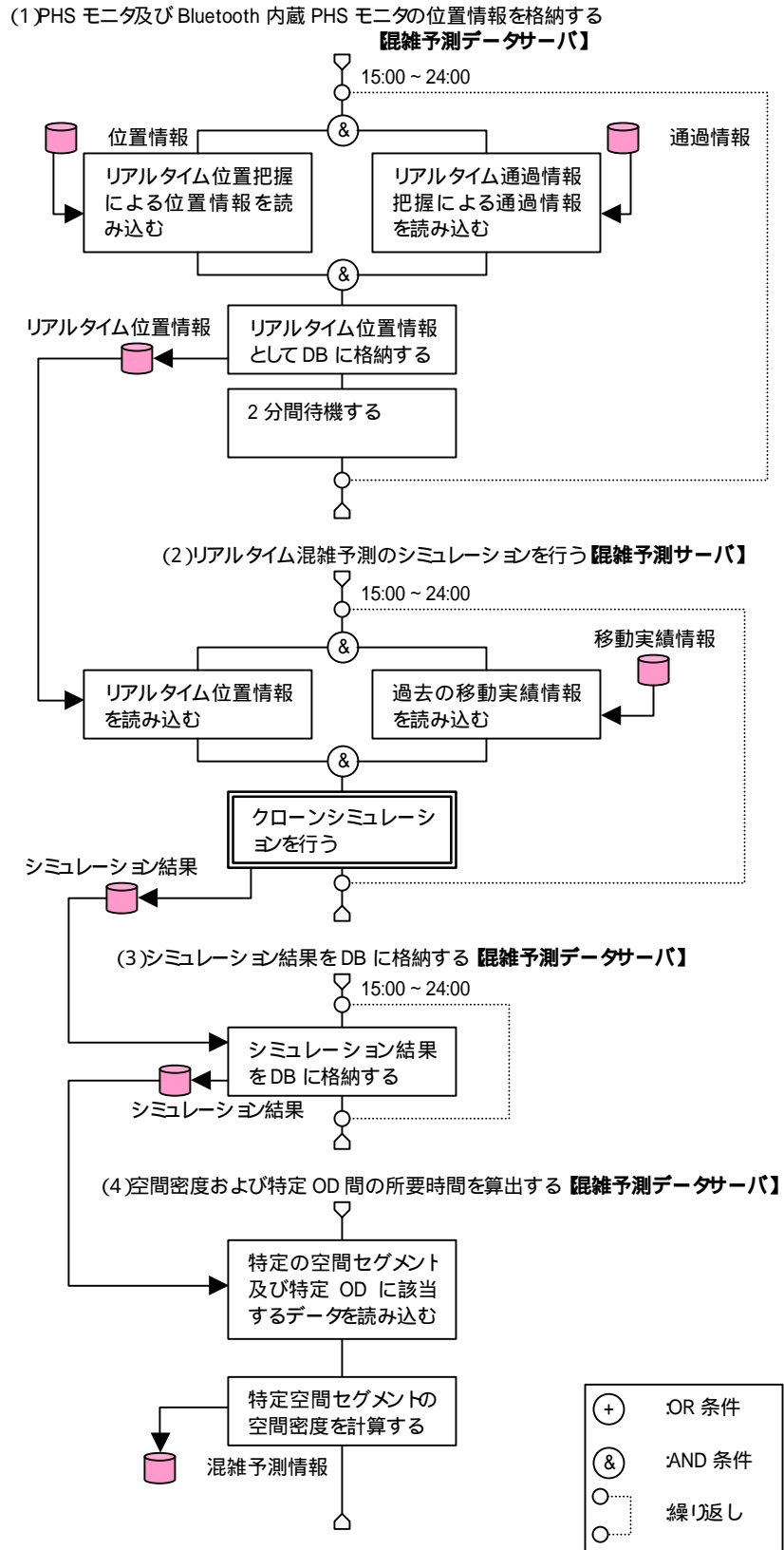


図 2 - 13 リアルタイム混雑予測 処理フロー

## 2.6.3 リアルタイム通過情報把握

通過情報の調査地点に Bluetooth アクセスポイントである通過情報収集端末を配置し、Bluetooth 内蔵 PHS 端末を貸与したモニタが通過情報収集端末のカバーする通信エリア（半径 10 m 程度）を通過した際に、モニタの通過情報として蓄積する。通過情報の調査地点は表 2-2 の通りである。札幌ドーム及び周辺の調査地点を図 2-14 に示す。また、シャトルバス発着場（平岸駅前、南郷 18 丁目駅前を除く）の調査地点を図 2-15 に示す。蓄積された通過情報は、通過情報収集端末側から 3 分毎に通過情報サーバにデータを送信し、各調査地点の通過情報をデータベースに格納するとともに、表 2-3 にある特定の調査地点間の所要時間を算出する。

表 2 - 2 通過情報の調査地点

設置場所		座標位置	
		経度	緯度
札幌ドーム及び周辺	福住駅改札(南)	141 度 24 分 28.07 秒	43 度 01 分 05.66 秒
	福住駅改札(北)	141 度 24 分 20.13 秒	43 度 01 分 13.17 秒
	歩道橋 (国道 36号線南側)	141 度 24 分 39.77 秒	43 度 00 分 56.81 秒
	歩道橋 (国道 36号線北側)	141 度 24 分 47.21 秒	43 度 00 分 55.20 秒
	シャトルバス (北海道庁)	141 度 24 分 58.37 秒	43 度 00 分 48.11 秒
	シャトルバス (南郷 18丁目～他)	141 度 24 分 54.73 秒	43 度 00 分 35.97 秒
	シャトルバス (市民会館前)	141 度 24 分 44.25 秒	43 度 00 分 40.49 秒
	シャトルバス (大通西 7丁目)	141 度 24 分 35.53 秒	43 度 00 分 46.83 秒
シャトルバス乗場	大通西 7丁目	141 度 21 分 03.38 秒	43 度 03 分 26.71 秒
	大通西 5丁目	141 度 21 分 10.09 秒	43 度 03 分 27.51 秒
	北海道庁駐車場	141 度 21 分 01.11 秒	43 度 03 分 40.48 秒
	札幌市民会館前	141 度 21 分 32.65 秒	43 度 03 分 32.67 秒
	平岸駅前	141 度 22 分 18.74 秒	43 度 01 分 55.34 秒
	南郷 18丁目駅前	141 度 26 分 22.46 秒	43 度 01 分 41.67 秒

表 2 - 3 所要時間を算出する経路

経路	地点	地点
徒歩	福住駅改札(南)	歩道橋 (国道 36号線南側)
	福住駅改札(北)	歩道橋 (国道 36号線北側)
シャトルバス	大通西 7丁目	シャトルバス (大通西 7丁目)
	大通西 5丁目	シャトルバス (南郷 18丁目～他)
	北海道庁駐車場	シャトルバス (北海道庁)
	札幌市民会館前	シャトルバス (市民会館前)
	平岸駅前	シャトルバス (南郷 18丁目～他)
	南郷 18丁目駅前	シャトルバス (南郷 18丁目～他)



図 2 - 14 通過情報の調査地点 ( ~ )

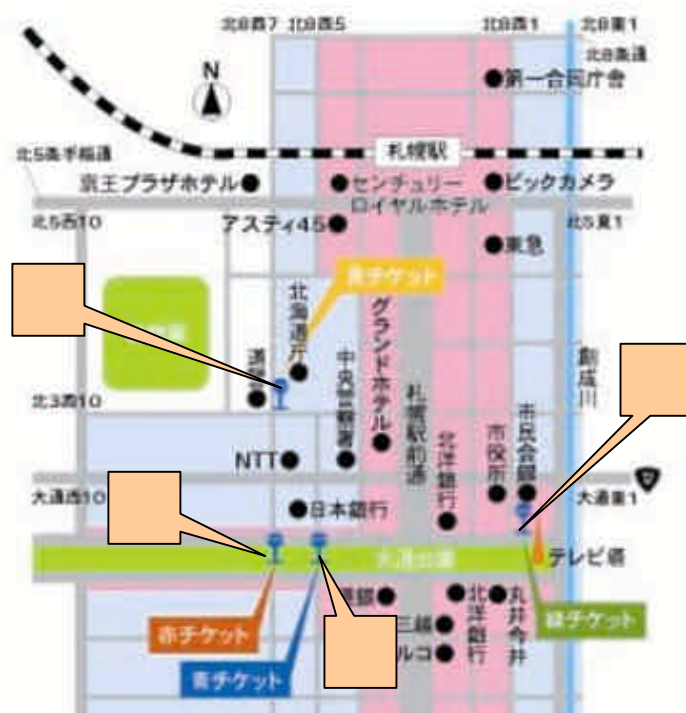


図 2 - 15 通過情報の調査地点 ( ~ )

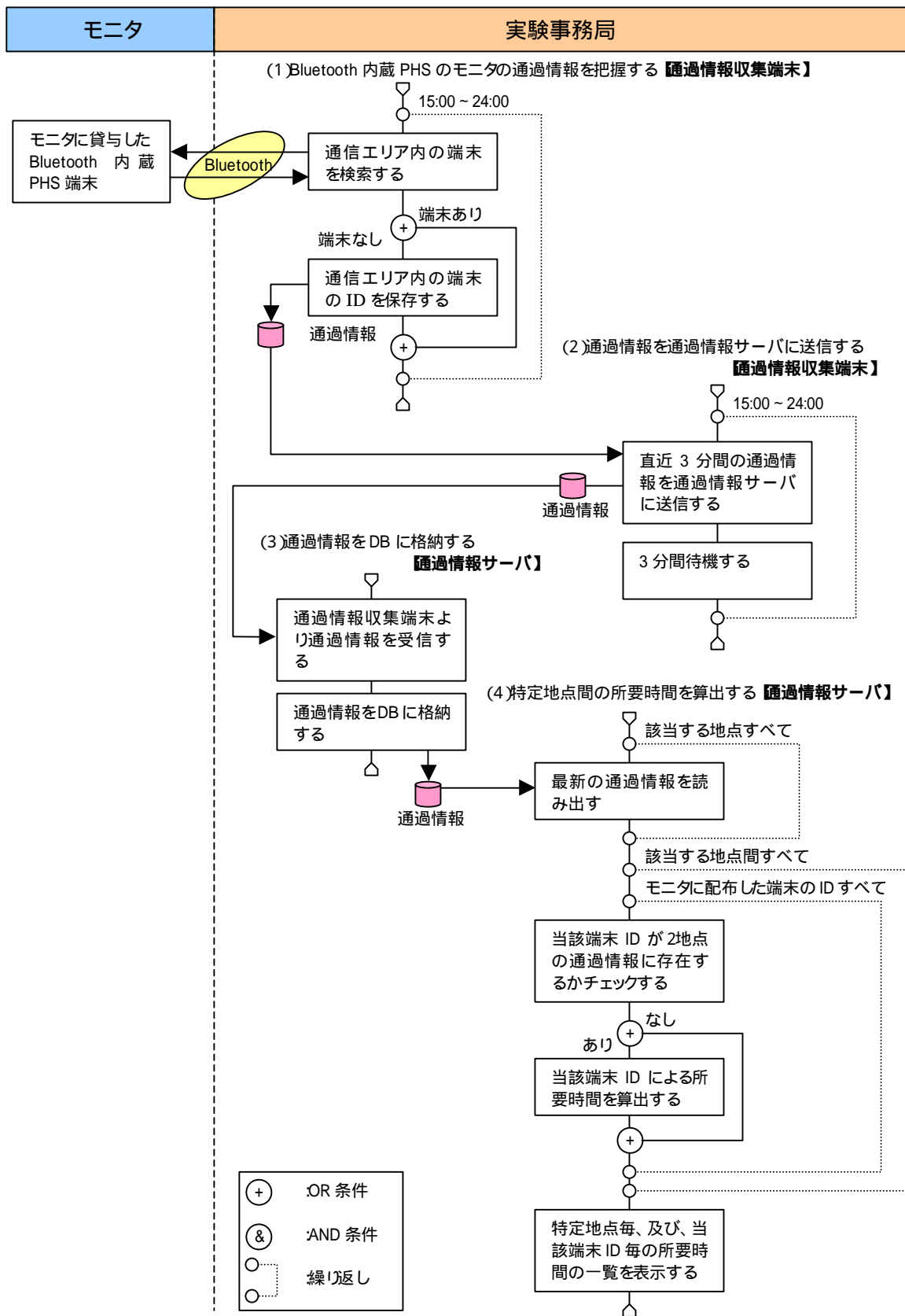


図 2 - 16 リアルタイム通過情報把握 処理フロー



## 2.6.4 交通情報メール配信

実験二日目(6月3日)及びその前日に、札幌ドームの交通アクセスに関する下記の交通情報を配信する。項番「4」については、リアルタイム位置把握やリアルタイム通過情報把握によるモニタの位置情報をもとに、図2-17にある空間セグメント内にいるモニタに対し、位置に応じた情報内容を選択してモニタに配信する。

表2-4 交通情報の配信内容

項番	配信情報	配信時刻	配信頻度	内容
0	実験の旨を伝える 注意事項	前日	一人1回	
1	来場時の予測情報	10:00	一人1回	来場に関する、シャトルバス乗場・運行時間、地下鉄所要時間の予測値など
2	来場時の予測と現在の情報	16:00 17:00 18:00 19:00	一人1回 各配信時刻に分割して配信	来場に関する、シャトルバス乗場・運行時間、地下鉄所要時間の予測値と実測値など
3	退場時の予測情報	21:15 21:45 22:15 22:30	一人1回 各配信時刻に分割して配信	退場に関する、シャトルバス乗場・運行時間、地下鉄所要時間の予測値など
4	退場時の予測と現在の情報	22:30以降 随時	該当回数 経路により異なる	札幌ドーム内、福住駅側、シャトルバス側で位置に応じて所要時間の予測値と実測値など

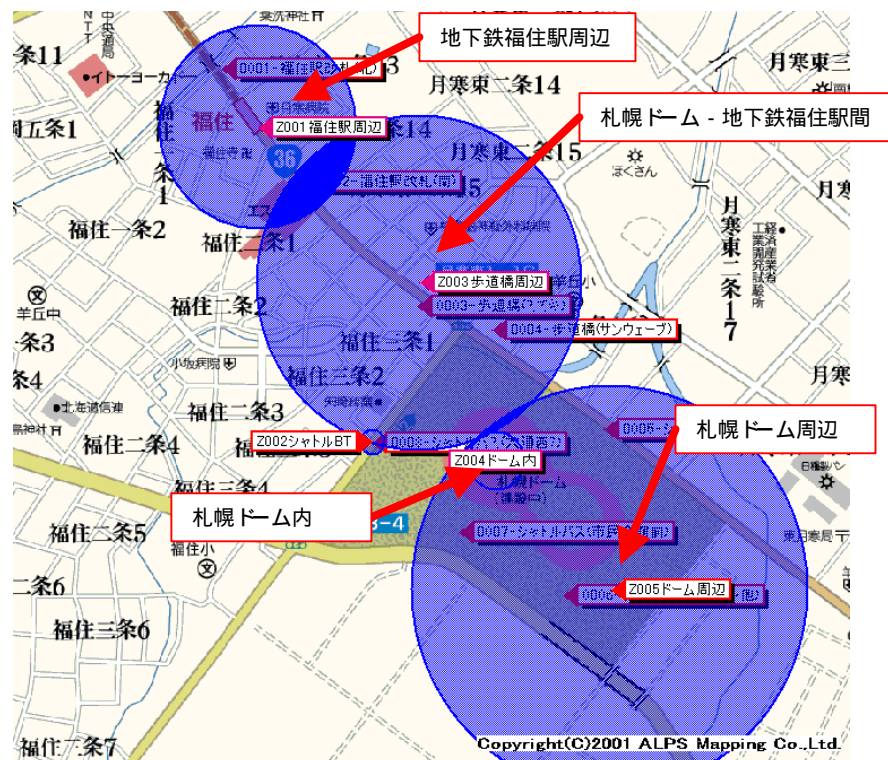
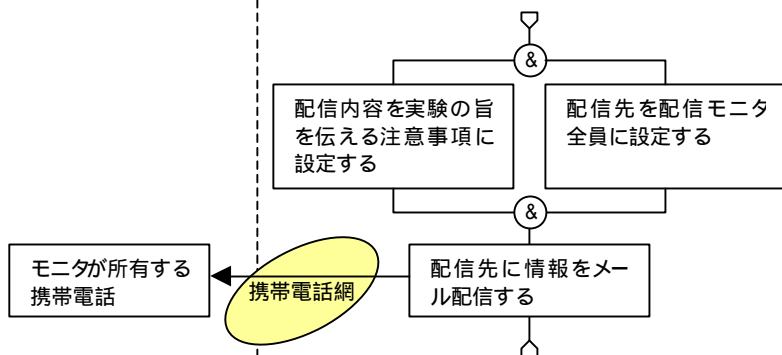


図2-17 位置に応じて配信内容を変更するための空間セグメント



(1) 前日に配信モニタに対して交通情報を配信する【情報配信サーバ】



(2) 当日 10:00 に配信モニタへ交通情報を配信する【情報配信サーバ】

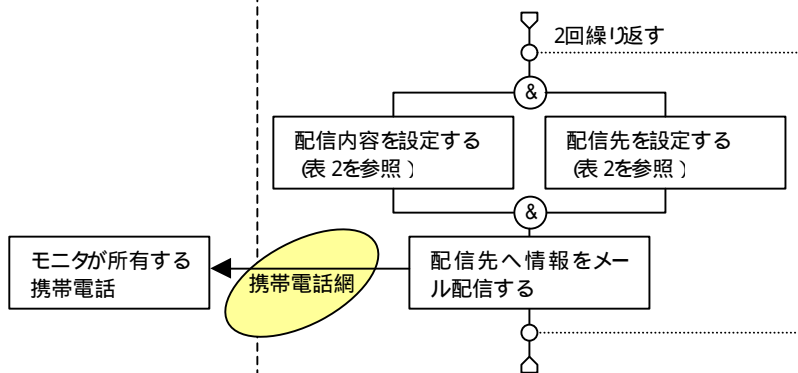


表 2

	配信内容	配信先
1回目	大通公園発 (バス、地下鉄)、平岸駅発 (バス)、南郷 18丁目駅発 (バス)の札幌ドームまでの予測所要時間	グループA
2回目	大通公園発 (バス、地下鉄)の札幌ドームまでの予測所要時間	グループB

グループA、Bは配信モニタを1/2ずつに分けたグループ  
 予測所要時間は、実験一日目(6月1日)の実測等により設定

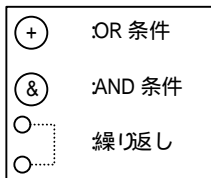


図 2-18 交通情報メール配信 処理フロー (1/4)

モニタ 実験事務局

(3)当日 16:00 ~ 19:00 に配信モニタへ交通情報を配信する【情報配信サーバ】

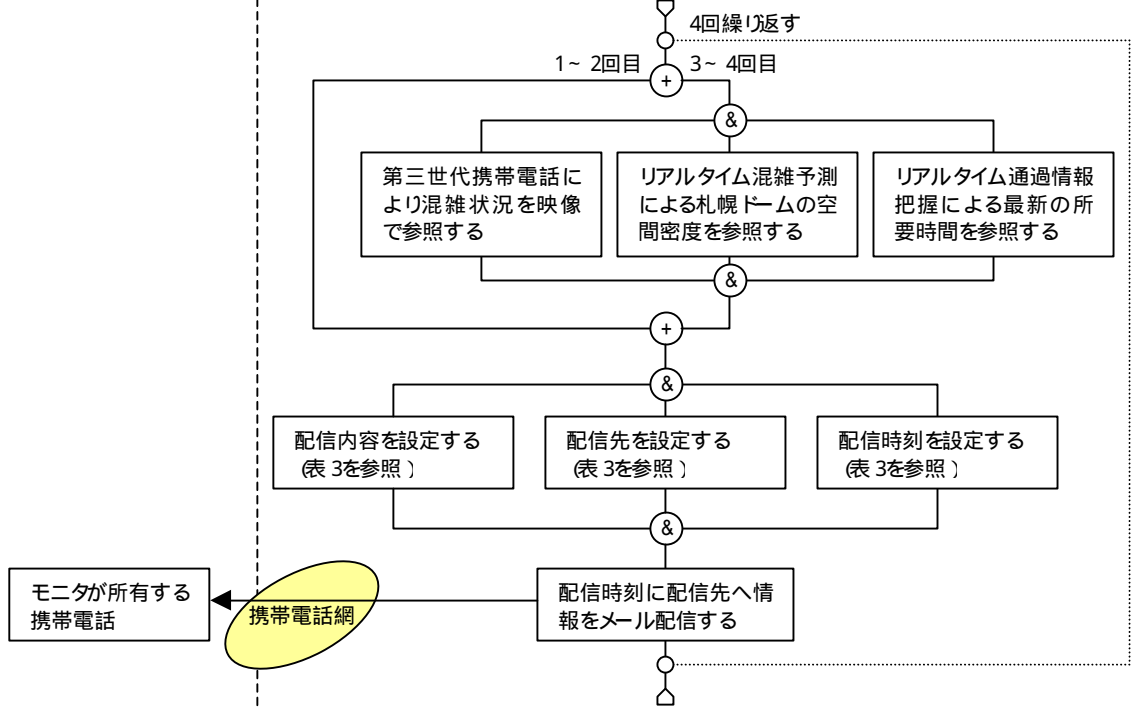


表 3

	配信内容	配信先	配信時刻
1回目	札幌ドームへの来場状況 大通公園発 (バス、地下鉄)、平岸駅発 (バス)、 南郷 18丁目駅発 (バス) の札幌ドームまでの予 測所要時間	グループA	16:00
2回目	札幌ドームへの来場状況 大通公園発 (バス、地下鉄)、平岸駅発 (バス)、 南郷 18丁目駅発 (バス) の札幌ドームまでの予 測所要時間	グループB	17:00
3回目	札幌ドームへの来場状況 大通公園発 (バス、地下鉄)、平岸駅発 (バス)、 南郷 18丁目駅発 (バス) の札幌ドームまでの予 測所要時間 該当する経路の最新の所要時間がある場合 はその所要時間情報を提供する	グループC	18:00
4回目	札幌ドームへの来場状況 大通公園発 (バス、地下鉄)、平岸駅発 (バス)、 南郷 18丁目駅発 (バス) の札幌ドームまでの予 測所要時間 該当する経路の最新の所要時間がある場合 はその所要時間情報を提供する	グループD	19:00

グループA、B、C、Dは配信モニタを1/4ずつに分けたグループ

札幌ドームへの来場状況はリアルタイム混雑予測による札幌ドームの空間密度による  
予測所要時間は、実験一日目 (6月1日) の実測、リアルタイム通過情報等により設定

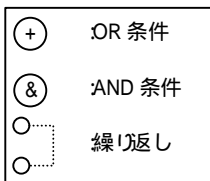


図 2 - 18 交通情報メール配信 処理フロー (2 / 4)



(4)当日 21:15 ~ 22:30 に配信モニタへ交通情報を配信する【情報配信サーバ】

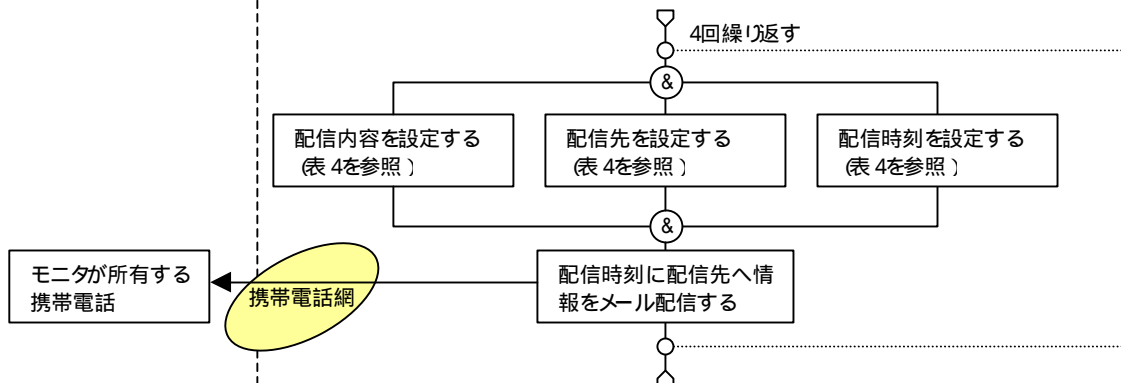


表 4

	配信内容	配信先	配信時刻
1回目	大通公園着 (バス、地下鉄)、平岸駅着 (バス)、南郷 18丁目駅着 (バス)の札幌ドームからの予測所要時間	グループA	21:15
2回目	大通公園着 (バス、地下鉄)、平岸駅着 (バス)、南郷 18丁目駅着 (バス)の札幌ドームからの予測所要時間	グループB	21:45
3回目	大通公園着 (バス、地下鉄)、平岸駅着 (バス)、南郷 18丁目駅着 (バス)の札幌ドームからの予測所要時間	グループC	22:15
4回目	大通公園着 (バス、地下鉄)、平岸駅着 (バス)、南郷 18丁目駅着 (バス)の札幌ドームからの予測所要時間	グループD	22:30

グループA、B、C、Dは配信モニタを1/4ずつに分けたグループ  
 予測所要時間は実験一日目(6月1日)の実測による

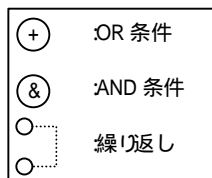


図 2 - 18 交通情報メール配信 処理フロー (3 / 4)

(5) 当日 22:30 ~ に配信モニタへ交通情報を配信する **情報配信サーバ**

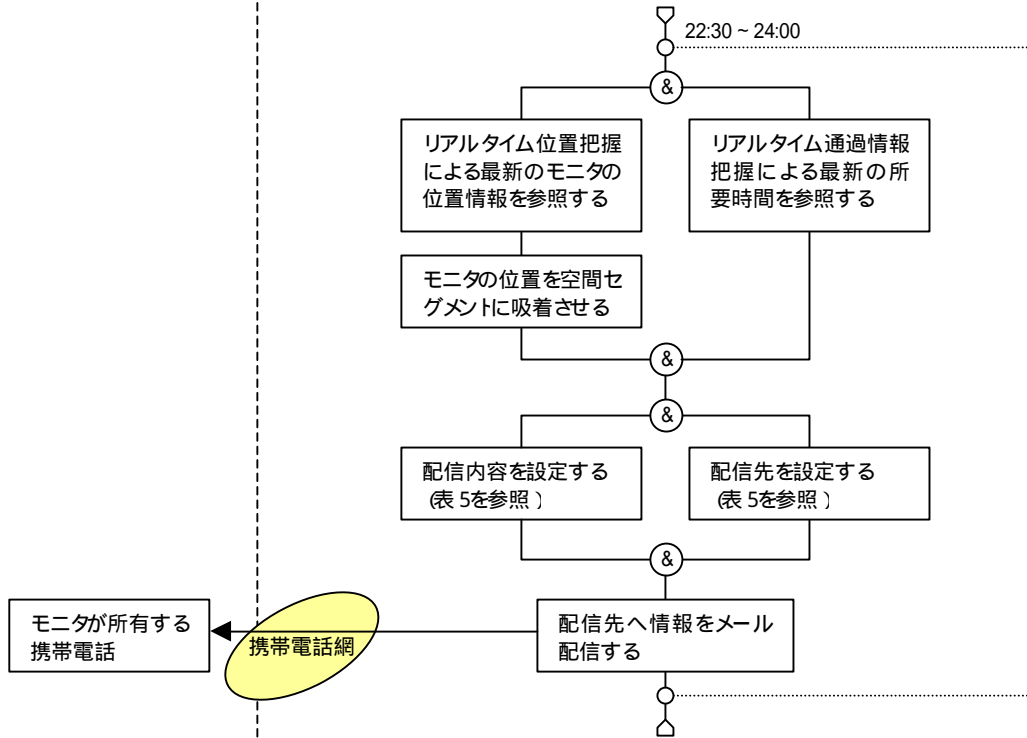


表 5

空間セグメント	配信内容	配信先
地下鉄福住駅周辺	大通公園着 (地下鉄) の札幌ドームからの予測所要時間	該当セグメント内の配信モニタ
札幌ドーム - 地下鉄福住駅間	該当する経路の最新の所要時間がある場合はその所要時間情報を提供する	該当セグメント内の配信モニタ
札幌ドーム周辺	大通公園着 (バス)、平岸駅着 (バス)、南郷 18 丁目駅着 (バス) の札幌ドームからの予測所要時間 該当する経路の最新の所要時間がある場合はその所要時間情報を提供する	該当セグメント内の配信モニタ
札幌ドーム内	大通公園着 (バス、地下鉄)、平岸駅着 (バス)、南郷 18 丁目駅着 (バス) の札幌ドームからの予測所要時間 該当する経路の最新の所要時間がある場合はその所要時間情報を提供する	該当セグメント内の配信モニタ

予測所要時間は、実験一日目 (6月 1日) の実測、リアルタイム通過情報等により設定

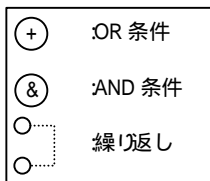


図 2 - 18 交通情報メール配信 処理フロー (4 / 4)

2.6.5 通行量調査

大通公園周辺や札幌ドーム周辺において、リアルタイム通過情報把握の調査地点と同じ場所に調査員を配置し、実験当日の観客等の通行量を調査する。

調査員の配置場所(平岸駅前、南郷18丁目駅前除く)を図2-19、図2-20に示す。

表2-5 調査員の配置場所

設置場所		座標位置	
		経度	緯度
札幌ドーム及び周辺	福住駅改札(南)	141度24分28.07秒	43度01分05.66秒
	福住駅改札(北)	141度24分20.13秒	43度01分13.17秒
	歩道橋(国道36号線南側)	141度24分39.77秒	43度00分56.81秒
	歩道橋(国道36号線北側)	141度24分47.21秒	43度00分55.20秒
	シャトルバス(北海道庁)	141度24分58.37秒	43度00分48.11秒
	シャトルバス(南郷18丁目~他)	141度24分54.73秒	43度00分35.97秒
	シャトルバス(市民会館前)	141度24分44.25秒	43度00分40.49秒
	シャトルバス(大通西7丁目)	141度24分35.53秒	43度00分46.83秒
シャトルバス乗場	大通西7丁目	141度21分03.38秒	43度03分26.71秒
	大通西5丁目	141度21分10.09秒	43度03分27.51秒
	北海道庁駐車場	141度21分01.11秒	43度03分40.48秒
	札幌市民会館前	141度21分32.65秒	43度03分32.67秒
	平岸駅前	141度22分18.74秒	43度01分55.34秒
	南郷18丁目駅前	141度26分22.46秒	43度01分41.67秒



図2-19 調査員の配置場所( ~ )



## 2.6.6 アンケート調査

アンケート用紙を配布し、記入後に回収する。対象となる回答者は、PHS 端末及び Bluetooth 内蔵 PHS 端末を貸与したモニタとする。モニタの属性、札幌ドームへのアクセス方法、事前の交通情報の有無、交通情報メール配信調査の感想などを集計し、統計処理を実施する。

表 2 - 6 アンケート項目

質問項目	対象回答者
1. モニタの属性	
性別	全員
年齢	全員
職業	全員
2. 交通アクセスなど	
実験参加日	全員
来場時の同伴者数	全員
チケットの種別	全員
来場時・退場時に利用した交通手段、 自分が利用した経路の予想所要時間・実所要時間	全員
来場時・退場時の混雑場所	全員
交通規制情報等の事前入手の有無	全員
交通規制情報等の事前入手方法と入手時期	全員
来場時・退場時の交通手段の経路選択方法と時期	全員
イベント時に移動する際に知りたい情報	全員
3. 実験の感想など	
情報配信したメールを閲覧したか否か	メール配信希望者
情報配信されたメールの閲覧時刻と参考にしたか否か	メール配信希望者
交通情報メール配信の利用希望の有無	全員
自分の位置情報を提供する条件	全員
自分の位置情報を提供する際のプライバシーを守るための措置	全員

## 2.7 実証実験の評価方法

実証実験による結果の評価は、実験当日の会場周辺における通行量の結果を参考にするとともに、システムによる収集データ、および、アンケート回答結果から定量的な評価を行う。

### 2.7.1 システム収集データ等による評価

リアルタイム位置把握、リアルタイム混雑予測、リアルタイム通過情報把握、交通情報メール配信におけるシステムのログデータ等を用いて、グラフ等による分析・検討を行う。

表 2 - 7 システム収集データ等による評価項目

実施項目	評価指標
リアルタイム位置把握	位置取得率
リアルタイム混雑予測	空間密度
リアルタイム通過情報把握	通過時刻分布
	所要時間
	通過情報把握率
交通情報メール配信	配信状況分布
通行量調査	通行量

### 2.7.2 アンケート結果による評価

PHS 端末及び Bluetooth 内蔵 PHS 端末を貸与したモニタからの回答結果から、グラフ等による分析・検討を行う。

表 2 - 8 アンケート結果による評価項目

質問項目	評価項目
1.モニタの属性	性別
	年齢
	職業
2.交通アクセスなど	実験参加日
	来場時の同伴者数
	チケットの種別
	来場時・退場時に利用した交通手段、 自分が利用した経路の予想所要時間・実所要時間
	来場時・退場時の混雑場所
	交通規制情報等の事前入手の有無
	交通規制情報等の事前入手方法と入手時期
	来場時・退場時の交通手段の経路選択方法と時期
	イベント時に移動する際に知りたい情報
3.実験の感想など	情報配信したメールを閲覧したか否か
	情報配信されたメールの閲覧時刻と参考にしたか否か
	交通情報メール配信の利用希望の有無
	自分の位置情報を提供する条件
	自分の位置情報を提供する際のプライバシーを守るための措置



## 第 3 章 調査結果

### 第3章 調査結果

#### 3.1 リアルタイム位置把握

##### (1) モニタ

初日(6月1日)と二日目(6月3日)の実証実験におけるリアルタイム位置把握のモニタは、以下の通りである。

表3-1 リアルタイム位置把握のモニタ数

	実験日	
	6月1日	6月3日
モニタ数	59人	84人
片方の日に参加したモニタ	17人	42人
両日とも参加したモニタ	42人	

##### (2) 位置把握状況

初日(6月1日)と二日目(6月3日)におけるPHSを利用したモニタの位置把握状況は、以下の通りである。

$$\text{位置把握率(\%)} = \text{位置取得数(Point/h)} \div \text{位置取得予定数(Point/h)} \times 100$$

$$\text{位置取得予定数(Point/h)} = \text{モニタ数} \times 60(\text{min}) \div \text{位置取得間隔}(\text{min})$$

$$\text{位置取得間隔} = 2(\text{min})$$

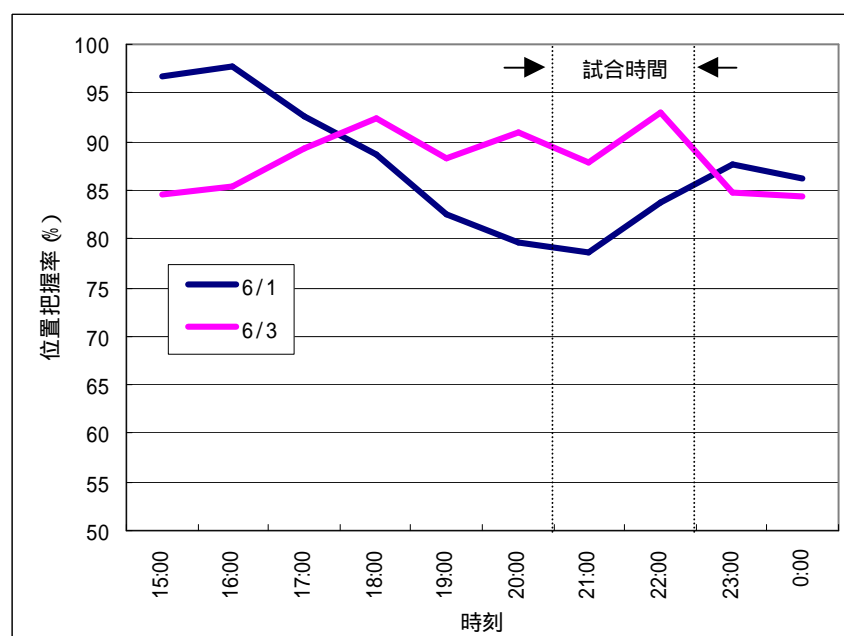


図3-1 位置把握状況

表 3- 2 平均位置把握率

	実験日	
	6月1日	6月3日
15:00～25:00の平均位置把握率(%)	87.4	88.1

この結果によると、試合開始前および試合終了後において位置把握率が低下する傾向が見られる。PHSによる位置把握は、PHSが受信する基地局からの電波の強度により基地局との距離を計算し、位置を特定している。そのため、PHSの電波状況が悪い場合、位置特定の処理が完了する前に電波が切れたり、PHSの移動速度が速い場合、位置特定の処理が完了する前にPHSが基地局の切り替えを行ってしまい位置が特定できない事象が発生する。

従って、PHSを持ったモニタが、バスや地下鉄などによる移動中、PHSの基地局が少ない場所や電波の届きにくい場所を通過している試合開始前および試合終了後に位置把握率の低下が起きたものと推測される。

一方、両日とも、試合中に位置把握率が上昇するのは、モニタの観客が同じ場所に留まっているため、PHSが基地局の切り替えを行わないことやPHSの電波状況が安定するためであると考えられる。PHSによるモニタの位置把握について全体としては、両日とも平均して約87～88%の位置把握率であり、良好な結果が得られた。

### 3.2 リアルタイム混雑予測

#### (1) 混雑予測状況

混雑予測により生成されたクローンデータをもとに空間セグメント内のプロット数を集計して予測人数とする。初日(6月1日)と二日目(6月3日)における結果を以下に示す。

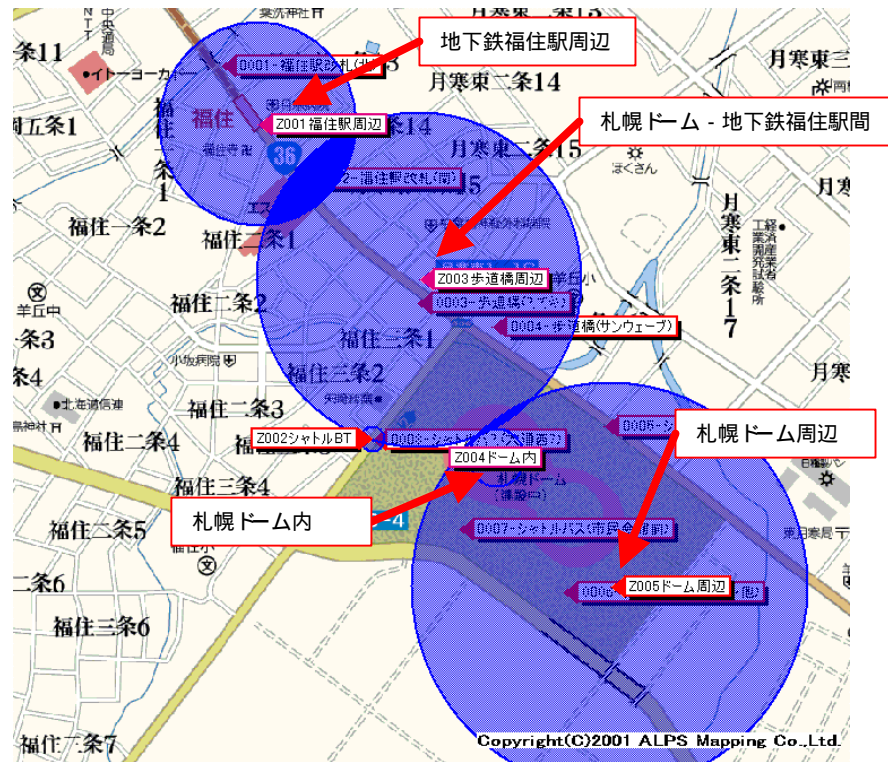
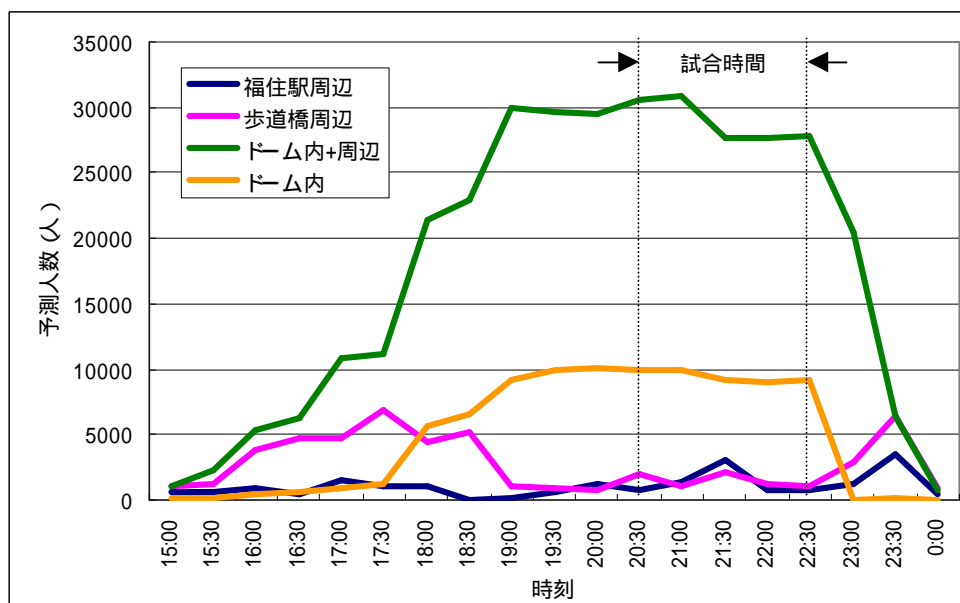
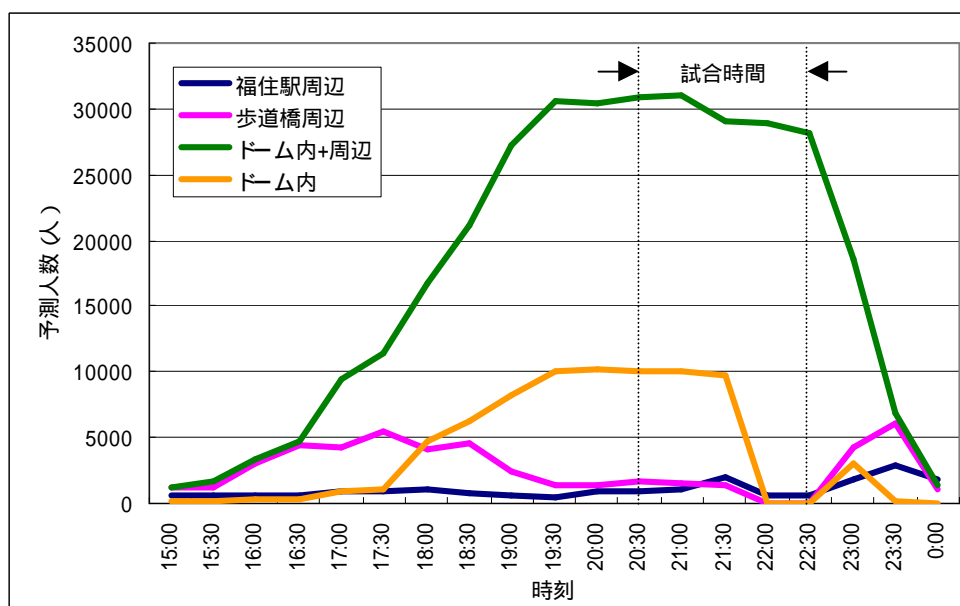


図3-2 リアルタイム混雑予測における空間セグメント

両日とも、札幌ドーム内のプロット数を集計した結果は、試合時間帯前後で最大数に達しているが、その最大数は約1万人となっている。一方、札幌ドーム内に札幌ドーム周辺のプロット数を加えて集計した結果は、試合時間帯前後で最大数となり、最大数も約3万人であることから実際の観客数に近い数となっている。これは、PHSの位置把握誤差によって、モニタの位置データが札幌ドームのセグメント外にプロットされることや、リアルタイム混雑予測においてクローンデータを生成する際の空間的な配置の確率分布により、移動オブジェクトの位置データが札幌ドームの空間セグメント外にプロットされるためであると考えられる。



6月1日



6月3日

图 3 - 3 混雑予測状況

### 3.3 リアルタイム通過情報把握

#### (1) モニタ数

初日（6月1日）と二日目（6月3日）の調査におけるリアルタイム通過情報把握のモニタは、以下の通りである。

表 3-3 リアルタイム通過情報把握のモニタ数

	実験参加日	
	6月1日	6月3日
モニタ数	34人	16人
片方の日に参加したモニタ	33人	15人
両日とも参加したモニタ	1人	

#### (2) 通過情報把握結果

Bluetooth 内蔵 PHS を利用した、各調査地点におけるモニタの通過情報把握の結果、および、モニタの通過情報から特定した経路の把握状況は以下の通りである。

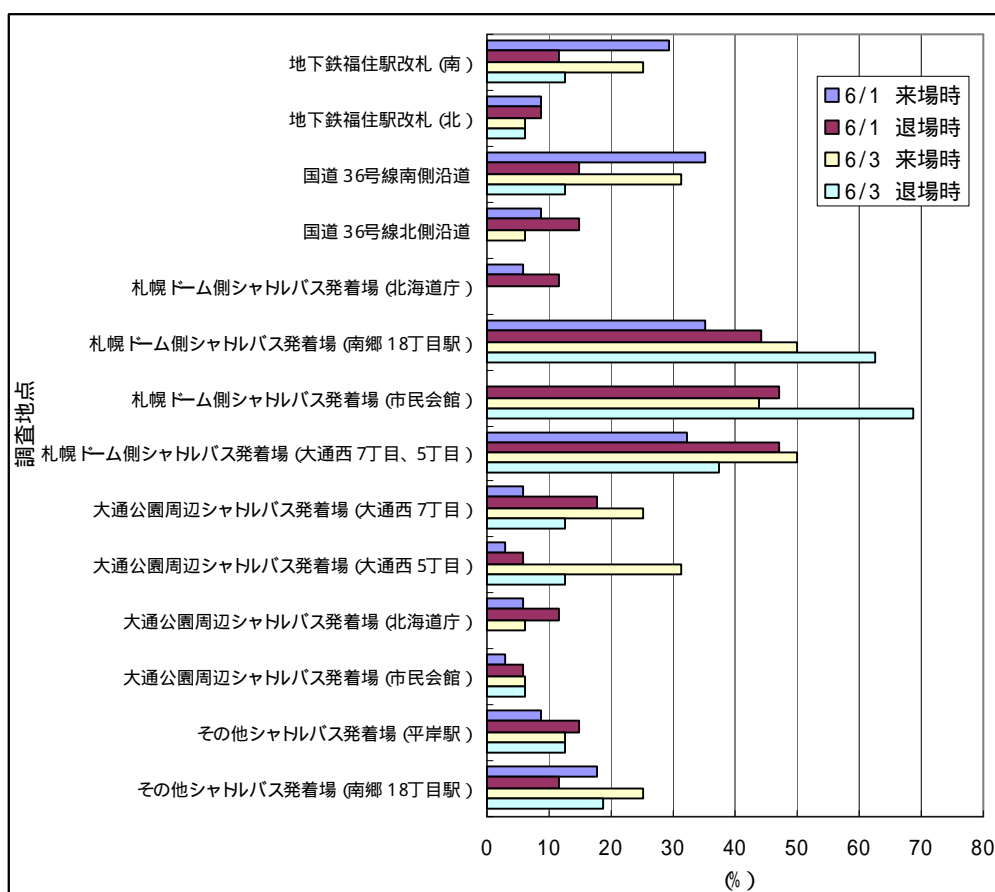


図 3-4 通過情報把握状況 (通過したモニタ数 / モニタ数)

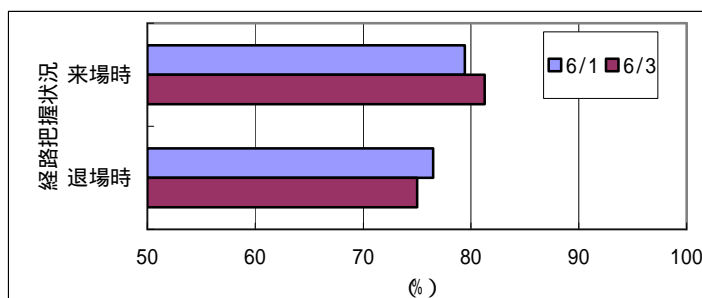
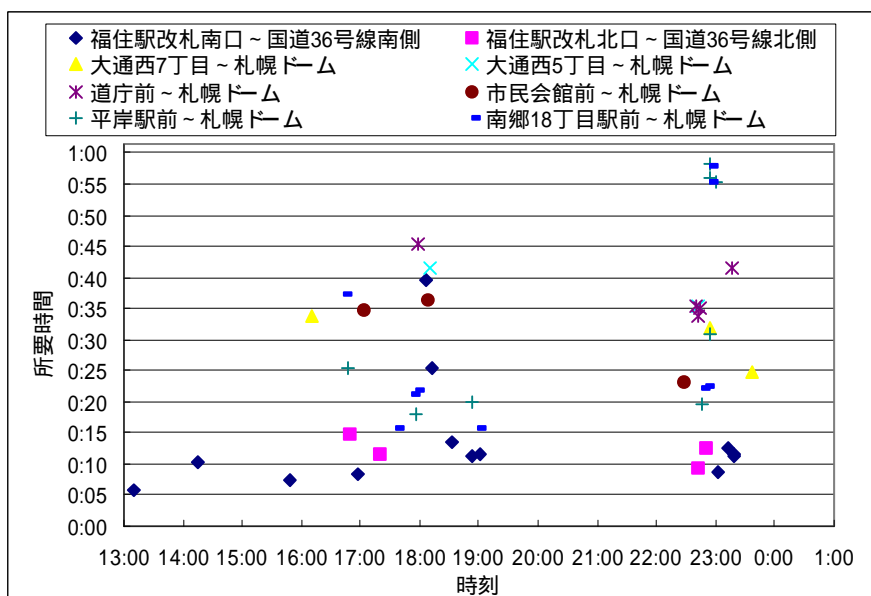
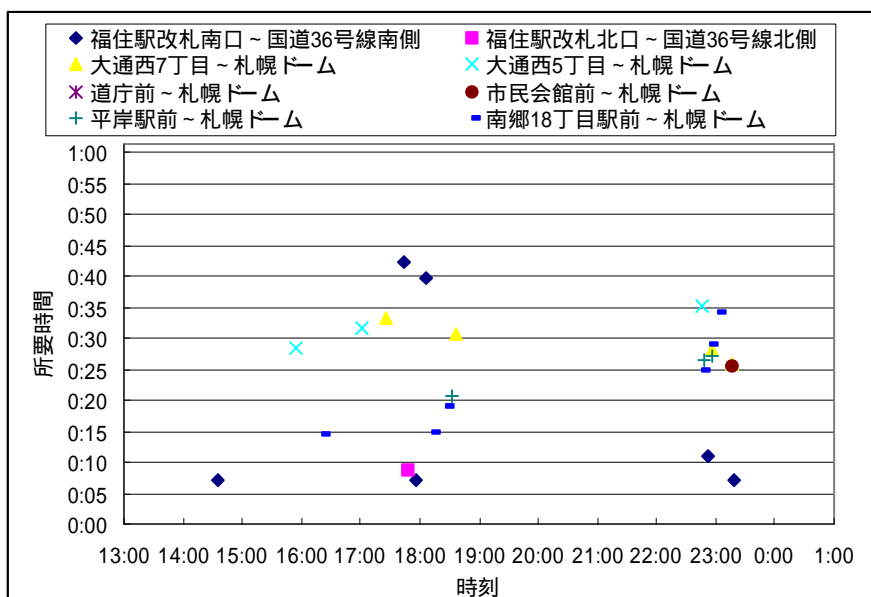


図3-5 経路把握状況 (経路を特定できたモニタ数)



6月1日



6月3日

図3-6 所要時間算出結果

---

通過情報把握状況から、両日とも、南郷 18 丁目や市民会館、大通西 7 丁目もしくは 5 丁目からシャトルバスで来場・退場するモニタは多いことが分かる。また、通過情報から特定したモニタの経路は、両日とも来場時・退場時で約 75%以上の割合で特定可能であったことは、Bluetooth による経路把握の可能性を示している。経路を特定できなかった原因としては、タクシーや自家用車を利用したため調査地点をモニタが通過しなかったことや、Bluetooth のアクセスポイントから発信される電波の到達距離（半径 10m 程度）よりも離れた場所をモニタが通過したことが考えられる。

また、アクセスポイント間の所要時間を算出してみると、福住駅～歩道橋（国道 36 号線）の徒歩経路については、両日とも所要時間が 10 分前後となる割合が多く、18:00 前後に一部所要時間が大きくなる点が見られる。また、道庁前、市民会館前及び大通付近から札幌ドームのシャトルバス経路については、それぞれの所要時間のばらつきは 10 分前後の幅に収まっている。平岸駅前及び南郷 18 丁目駅前から札幌ドームのシャトルバスについては、所要時間のばらつきが見られる。



### 3.4 交通情報メール配信

#### (1) モニタ数

二日目(6月3日)のみに実施した、交通情報メール配信におけるモニタは、下記の通りである。

表3-4 交通情報メール配信のモニタ数

項番	配信情報	配信頻度	配信時刻	モニタ数
0	実験の旨を伝える注意事項	一人1回	前日	68人
1	来場時の予測情報	一人1回	10:00	68人
2	来場時の予測と現在の情報	一人1回 各配信時刻に分割して配信	16:00	17人
			17:00	17人
			18:00	17人
			19:00	17人
3	退場時の予測情報	一人1回 各配信時刻に分割して配信	21:15	17人
			21:45	17人
			22:15	17人
			22:30	17人
4	退場時の予測と現在の情報	該当回数 経路により異なる	22:30以降 随時	68人

#### (2) 交通情報メール配信結果

交通情報のメール配信結果、および、配信した交通情報メールの内容を以下に示す。

表3-5 交通情報メール配信結果

配信情報	種別	配信時刻	配信モニタ数	
実験の旨を伝える注意事項	PRE	2002/06/02 21:17:05	68人	
来場時の予測情報	A01	2002/06/03 10:02:17	37人	
	A02	2002/06/03 10:02:25	31人	
来場時の予測と現在の情報	B01	2002/06/03 16:00:24	17人	
	B02	2002/06/03 17:01:14	17人	
	B03	2002/06/03 18:01:25	17人	
	B04	2002/06/03 19:01:10	17人	
退場時の予測情報	C01	2002/06/03 21:17:34	17人	
	C02	2002/06/03 21:45:38	17人	
	C03	2002/06/03 22:14:13	17人	
	C04	2002/06/03 22:21:11	17人	
退場時の予測と現在の情報	シャトルバス所要時間等	DB0	2002/06/03 22:36:16	12人
		DB1	2002/06/03 22:44:36	16人
		DB2	2002/06/03 22:58:42	16人
		DB3	2002/06/03 23:15:19	10人
		DB4	2002/06/03 23:28:09	7人
	福住駅方面所要時間等	DT0	2002/06/03 22:35:25	6人
		DT1	2002/06/03 22:45:21	13人
		DT2	2002/06/03 22:58:49	14人
		DT3	2002/06/03 23:08:55	9人
		DT4	2002/06/03 23:25:30	3人

実験の前日または当日に定時にメール配信した「実験の旨を伝える注意事項」、「来場時の予測情報」、「来場時の予測と現在の情報」、「退場時の予測情報」については、ほぼ予定した時刻にメール配信を完了した。モニタの位置に応じて配信した実験当日の「退場時の予測と現在の情報」を配信したモニタは、交通情報メール配信の対象モニタの約 66% (45 名) となった。モニタ全員に情報が配信されなかった理由は、メールを送信するタイミングに該当するエリア(各セグメント)内にモニタが不在であったことや位置把握が出来なかったことが考えられる。

表 3 - 6 位置に応じた交通情報メール配信状況

配信情報	配信モニタ数
A.シャトルバスでの予測所要時間のみ	22 人
B.地下鉄での予測所要時間のみ	16 人
AとBの両方	7 人
合計	45 人

注) 同じモニタが複数の情報を受信する場合があるため表 3 - 5 とは一致しない

表 3 - 7 交通情報メール (1 / 5)

種別	Subject	内容
PRE	PHS 交通情報実験について	6/3 札幌ドーム周辺の交通情報配信を行います この情報は予測値であり実際のものとは異なることがあります。ご注意の上、ご自分の判断で交通手段を選んで下さい なおこのメールはアンケートの回答には関係ありません  PHS 交通情報実験事務局
A01	ドーム交通予測情報 10:00	大通公園発・ドームまでの出発時間と予測所要時間 出発時間 バス/地下鉄(分) 17:30 (30/35) 18:00 (35/40) 18:30 (35/45) 19:00 (35/45) 19:30 (30/40) 平岸駅発・ドームまでの出発時間と予測所要時間 17:30 (15) 18:30 (15) 南郷 18 丁目駅発・ドームまで出発時間と予測所要時間 17:30 (15) 18:30 (15)  PHS 交通情報実験事務局
A02	ドーム交通予測情報 10:00	大通公園発・ドームまでの出発時間と予測所要時間 出発時間 バス/地下鉄(分) 17:30 (30/35) 18:30 (35/45)  PHS 交通情報実験事務局

表 3 - 7 交通情報メール (2 / 5)

種別	Subject	内容
B01	ドーム交通予測情報 16:00	<p>16:00 現在、ドームには観客の 03%が来場 大通公園発・ドームまでの出発時間と予測所要時間 出発時間 バス/地下鉄(分) 17:30 (36/42) 18:00 (42/56) 18:30 (42/63) 19:00 (36/49) 19:30 (36/42) 平岸駅発・ドームまでの出発時間と予測所要時間 17:30 (18) 18:30 (20) 南郷 18 丁目駅発・ドームまで出発時間と予測所要時間 17:30 (18) 18:30 (16)</p> <p>PHS 交通情報実験事務局</p>
B02	ドーム交通予測情報 17:00	<p>17:00 現在、ドームには観客の 10%が来場 大通公園発・ドームまでの出発時間と予測所要時間 出発時間 バス/地下鉄(分) 17:30 (30/56) 18:00 (36/49) 18:30 (48/56) 19:00 (42/63) 19:30 (42/49) 平岸駅発・ドームまでの出発時間と予測所要時間 17:30 (23) 18:30 (22) 南郷 18 丁目駅発・ドームまで出発時間と予測所要時間 17:30 (25) 18:30 (22)</p> <p>PHS 交通情報実験事務局</p>
B03	ドーム交通予測情報 18:00	<p>18:00 現在、ドームには観客の 33%が来場 大通公園発・ドームまでの出発時間と予測所要時間 出発時間 バス/地下鉄(分) 18:00 (36/49) 18:30 (36/65) 19:00 (48/60) 19:30 (42/49) 平岸駅発・ドームまでの出発時間と予測所要時間 18:00 (22) 18:30 (19) 南郷 18 丁目駅発・ドームまで出発時間と予測所要時間 18:00 (22) 18:30 (17)</p> <p>PHS 交通情報実験事務局</p>
B04	ドーム交通予測情報 19:00	<p>19:00 現在、ドームには観客の 75%が来場 大通公園発・ドームまでの出発時間と予測所要時間 出発時間 バス/地下鉄(分) 19:00 (38/37) 19:30 (30/35) 平岸駅発・ドームまでの出発時間と予測所要時間 19:30 (24) 南郷 18 丁目駅発・ドームまで出発時間と予測所要時間 19:30 (18)</p> <p>PHS 交通情報実験事務局</p>

表 3 - 7 交通情報メール (3 / 5)

種別	Subject	内容
C01	トーム交通予測情報 21:15	トーム発・大通公園までの出発時間と予測所要時間 出発時間 バス/地下鉄(分) 22:30 (30/35) 23:00 (30/45) 23:30 (25/35) トーム発・平岸駅までの出発時間と予測所要時間 22:30 (20) 23:00 (20) トーム発・南郷 18 丁目駅までの出発時間と予測所要時間 22:30 (20) 23:00 (20) PHS 交通情報実験事務局
C02	トーム交通予測情報 21:45	トーム発・大通公園までの出発時間と予測所要時間 出発時間 バス/地下鉄(分) 22:30 (25/35) 23:00 (35/35) 23:30 (25/30) トーム発・平岸駅までの出発時間と予測所要時間 22:30 (18) 23:00 (20) トーム発・南郷 18 丁目駅までの出発時間と予測所要時間 22:30 (20) 23:00 (16) PHS 交通情報実験事務局
C03	トーム交通予測情報 22:15	トーム発・大通公園までの出発時間と予測所要時間 出発時間 バス/地下鉄(分) 22:30 (30/40) 23:00 (30/35) 23:30 (30/30) トーム発・平岸駅までの出発時間と予測所要時間 22:30 (20) 23:00 (18) トーム発・南郷 18 丁目駅までの出発時間と予測所要時間 22:30 (18) 23:00 (20) PHS 交通情報実験事務局
C04	トーム交通予測情報 22:20	トーム発・大通公園までの出発時間と予測所要時間 出発時間 バス/地下鉄(分) 22:30 (25/35) 23:00 (30/45) 23:30 (30/40) トーム発・平岸駅までの出発時間と予測所要時間 22:30 (20) 23:00 (20) トーム発・南郷 18 丁目駅までの出発時間と予測所要時間 22:30 (20) 23:00 (20) PHS 交通情報実験事務局

表 3 - 7 交通情報メール (4 / 5)

種別	Subject	内容
DB0	ドーム交通予測情報 22:30	22:30 現在 シャトルバスでの予測所要時間 大通公園まで 30 分 平岸駅まで 20 分 南郷 18 丁目駅まで 20 分  PHS 交通情報実験事務局
DB1	ドーム交通予測情報 22:45	22:45 現在 シャトルバスでの予測所要時間 大通公園まで 30 分 平岸駅まで 20 分 南郷 18 丁目駅まで 20 分  PHS 交通情報実験事務局
DB2	ドーム交通予測情報 23:00	23:00 現在 シャトルバスでの予測所要時間 大通公園まで 30 分 平岸駅まで 20 分 南郷 18 丁目駅まで 20 分  PHS 交通情報実験事務局
DB3	ドーム交通予測情報 23:15	23:15 現在 シャトルバスでの予測所要時間 大通公園まで 30 分 平岸駅まで 20 分 南郷 18 丁目駅まで 26 分  PHS 交通情報実験事務局
DB4	ドーム交通予測情報 23:30	23:30 現在 シャトルバスでの予測所要時間 大通公園まで 30 分 平岸駅まで 26 分 南郷 18 丁目駅まで 26 分  PHS 交通情報実験事務局

表 3 - 7 交通情報メール (5 / 5)

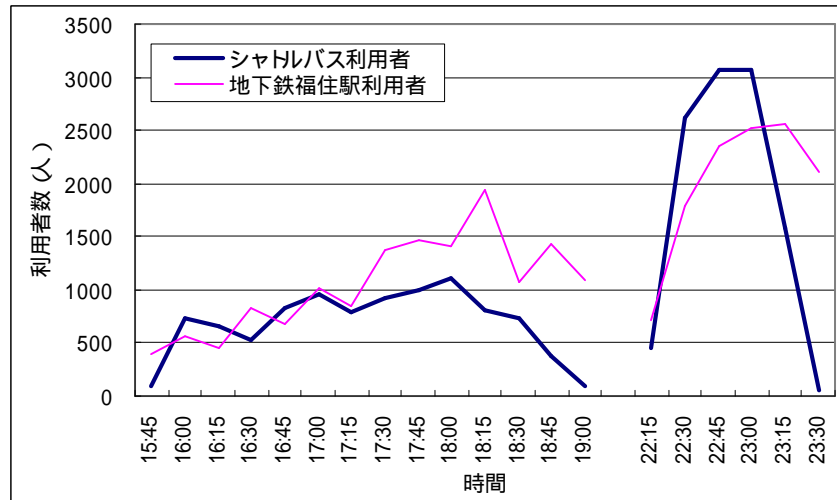
種別	Subject	内容
DT0	ホーム交通予測情報 22:30	22:30 現在 地下鉄での予測所要時間 大通駅まで 40 分  PHS 交通情報実験事務局
DT1	ホーム交通予測情報 22:45	22:45 現在 地下鉄での予測所要時間 大通駅まで 40 分  PHS 交通情報実験事務局
DT2	ホーム交通予測情報 23:00	23:00 現在 地下鉄での予測所要時間 大通駅まで 40 分  PHS 交通情報実験事務局
DT3	ホーム交通予測情報 23:15	23:15 現在 地下鉄での予測所要時間 大通駅まで 28 分  PHS 交通情報実験事務局
DT4	ホーム交通予測情報 23:25	23:25 現在 地下鉄での予測所要時間 大通駅まで 32 分  PHS 交通情報実験事務局

### 3.5 通行量調査

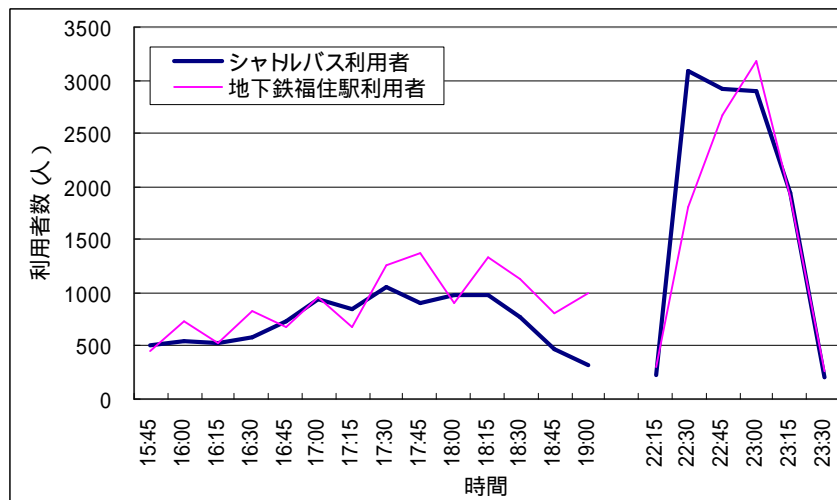
#### (1) 通行量調査結果

初日（6月1日）と二日目（6月3日）で調査員によりカウントした各調査地点の通行量は、以下の通りである。

両日とも、来場時の17:30～19:00において、地下鉄利用者数が多くなる傾向が見られる。これは、地下鉄福住駅が札幌ドームまで比較的近いことから試合開始時間に近くなると渋滞等に影響されない地下鉄を利用する観客が増えるためであると考えられる。また、両日とも、来場時に比べて退場時の地下鉄福住駅の利用者が減少し、シャトルバスの利用者（特に、平岸駅方面や南郷18丁目駅方面）が増加した。これは、地下鉄南北線（平岸駅）や地下鉄東西線（南郷18丁目駅）などを利用する観客がシャトルバスを選択したことなどが考えられる。

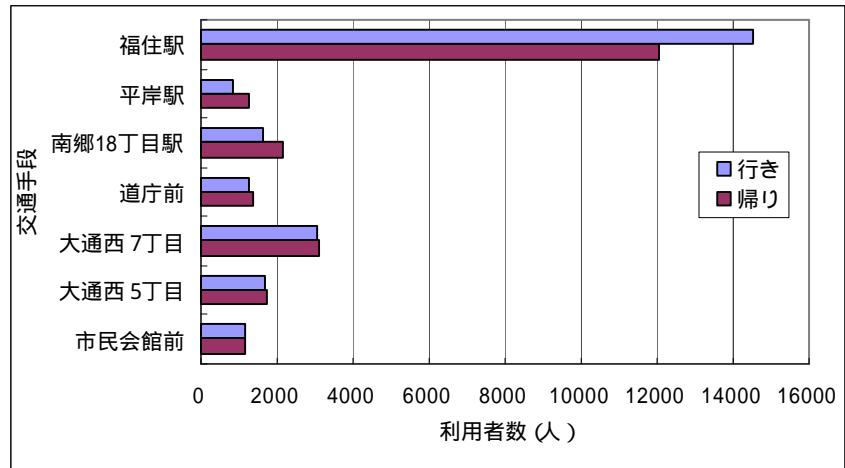


6月1日

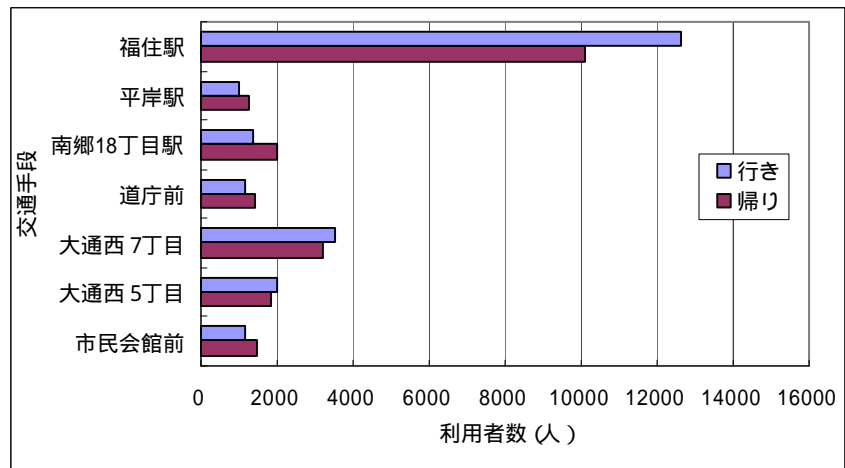


6月3日

図3-7 シャトルバス及び地下鉄福住駅利用者数



6月1日



6月3日

図3-8 調査地点における通行量



### 3.6 アンケート結果

#### 3.6.1 参加モニタの属性など

##### (1) モニタの実験参加日及び性別

初日(6月1日)と二日目(6月3日)のモニタ構成については、両日ともに男性が女性の2倍以上となっている。

表3-8 モニタ構成

	実験参加日			
	6/1		6/3	
	人数	比率	人数	比率
男性	52人	73%	66人	67%
女性	19人	27%	33人	33%
総数	71人	100%	99人	100%

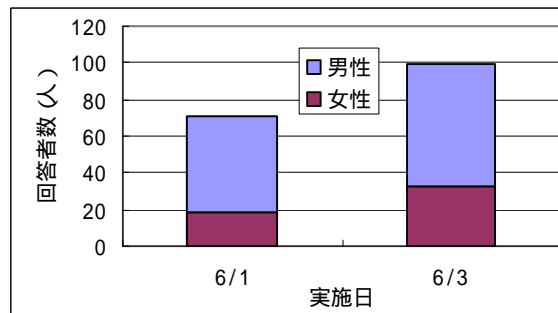


図3-9 回答者数

##### (2) モニタの年齢

両日ともに30歳代、40歳代の内訳が多くなっている。

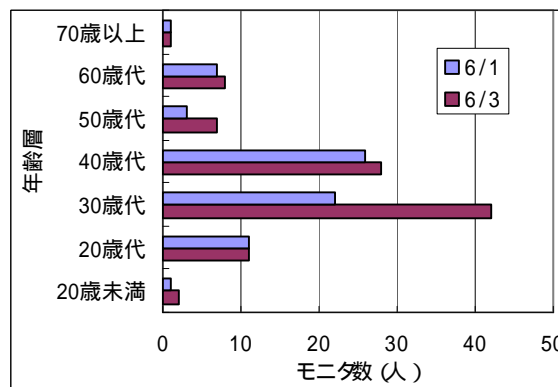


図3-10 モニタの年齢層 (回答者数は6/1:71人、6/3:99人)

(3) モニタの職業

両日ともに会社員及び公務員の内訳が多くなっている。

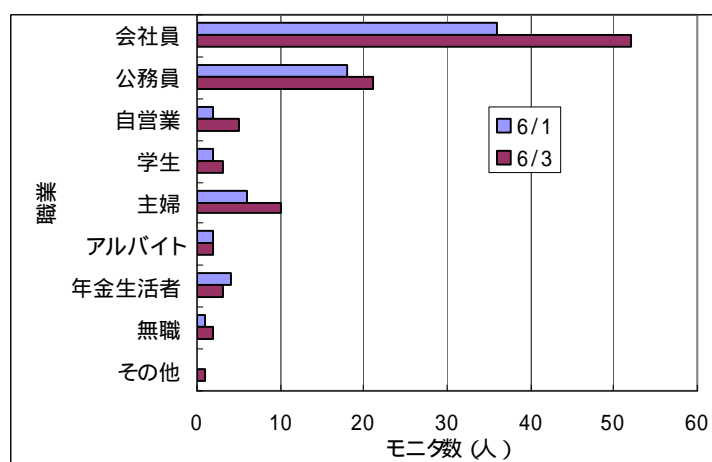
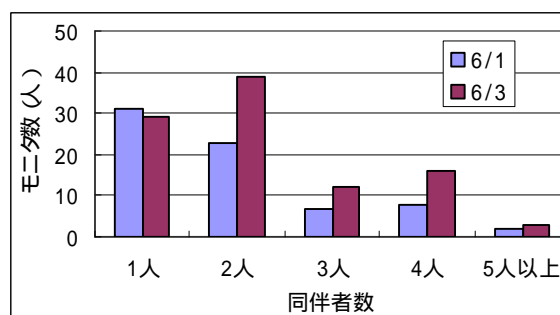


図3-11 モニタの職業 (回答者数は6/1 71人、6/3 99人)

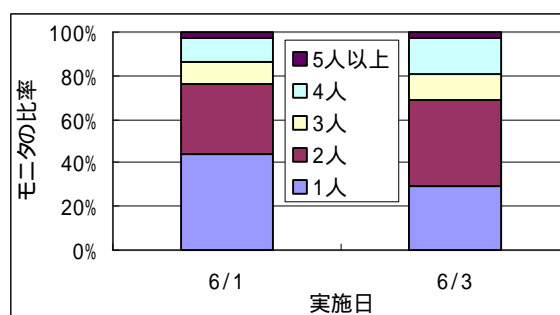
### 3.6.2 交通アクセスの利用状況など

#### (1) 来場時のモニタの同伴者数

イベント会場に来場する際に、両日ともに、モニタの7割程度が2人以上で来場している。



来場時のモニタの同伴者数



同伴者数に関するモニタの比率

図3-12 来場時のモニタの同伴者数 (回答者数は6/1 :71人、6/3 :99人)

#### (2) モニタの所持するチケット種別

イベント当日は、大通公園等からシャトルバスが運行されており、チケットの色によって乗り場が分けられていたため、モニタのシャトルバスを利用する際の出発地が予測できる。チケットを所持していない「その他」のモニタは、地下鉄等の利用が予想される。

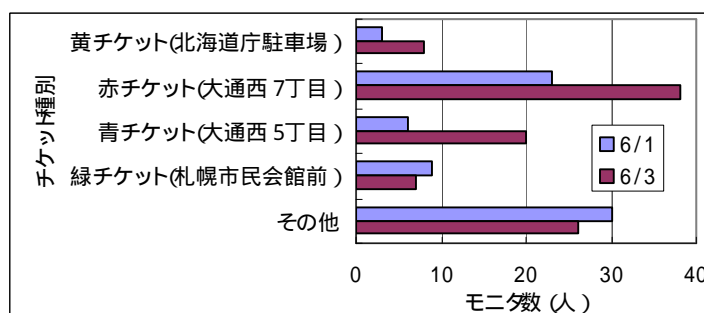
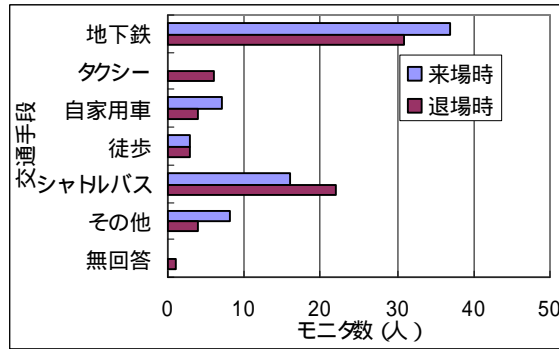


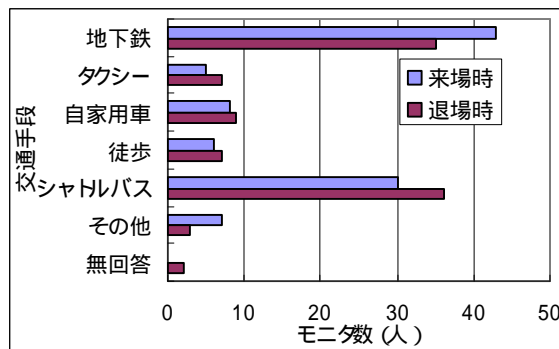
図3-13 モニタの予想交通手段とシャトルバス乗り場  
(回答者数は6/1 :71人、6/3 :99人)

(3) モニタの交通手段

モニタが札幌ドームに行く際に利用した交通手段としては、両日とも、地下鉄が一番多く、二番目にシャトルバスとなっている。両日とも、来場時に比べて退場時の地下鉄を利用するモニタが減少しており、シャトルバスについてはその逆の傾向が見られる。



6/1 におけるモニタの交通手段

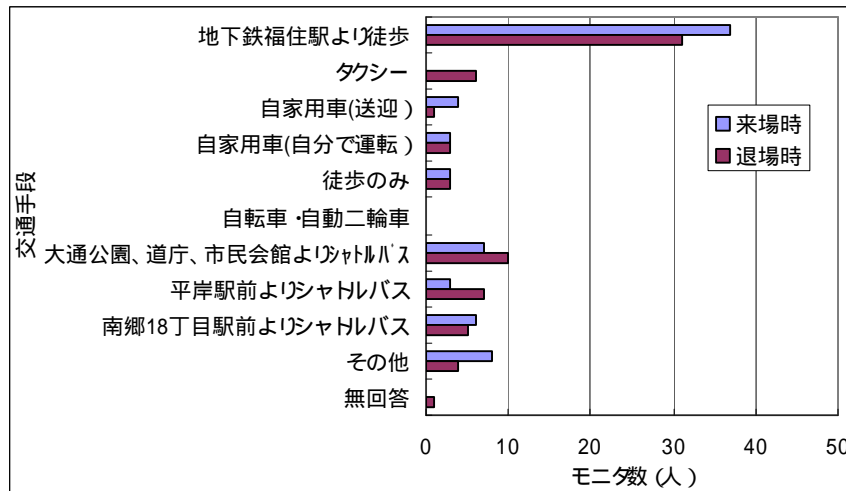


6/3 におけるモニタの交通手段

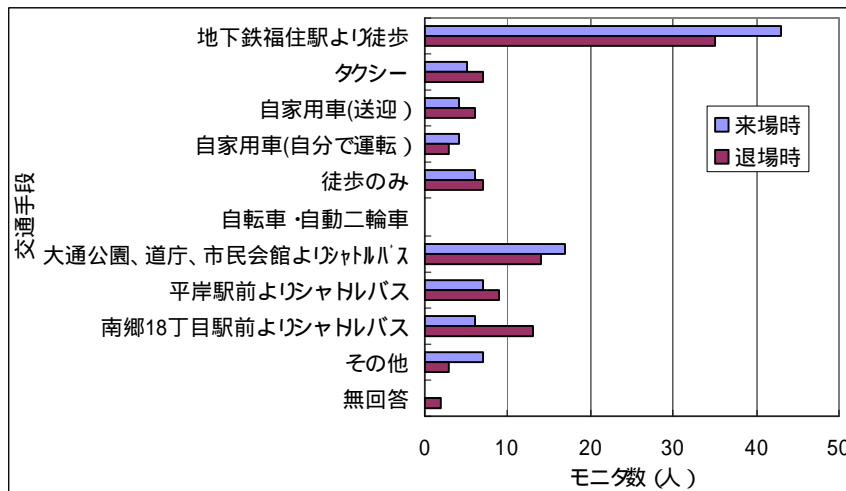
図3-14 モニタの札幌ドームへの交通手段 (回答者数は6/1 :71人、6/3 :99人)

(4) モニタのアクセス状況

両日とも、大通公園を經由して地下鉄を利用して福住駅にアクセスするモニタが多い。また、シャトルバスについても大通公園周辺から出発するモニタが、両日とも多くなっている。



6/1 におけるモニタのアクセス状況



6/3 におけるモニタのアクセス状況

図3-15 モニタの札幌ドームへのアクセス状況 (回答者数は6/1 :71人、6/3 :99人)

( 5 ) モニタによるアクセス手段毎の予想所要時間

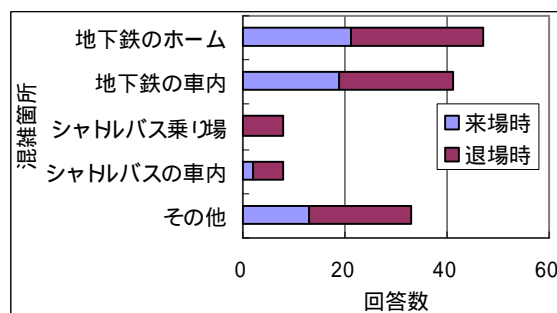
両日において、来場時に比べて退場時の方が予想所要時間が長くなるアクセス手段が多くなっている。

表 3 - 9 モニタの予想所要時間

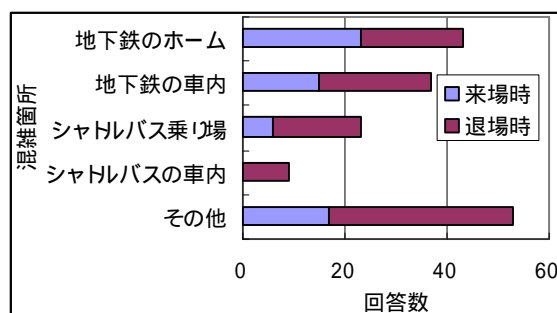
札幌ドームへのアクセス手段	6/1 の予想所要時間 (分)		6/3 の予想所要時間 (分)	
	来場時	退場時	来場時	退場時
地下鉄福住駅より徒歩	23.6	29.2	25.2	32.3
タクシー	-	17.5	23.0	25.0
自家用車(送迎)	25.0	30.0	22.5	28.3
自家用車(自分で運転)	40.0	23.3	45.0	70.0
徒歩のみ	15.3	22.3	12.7	16.7
自転車・自動二輪車	-	-	-	-
大通公園、道庁、市民会館よりシャトルバス	37.9	40.0	43.8	37.9
平岸駅前よりシャトルバス	26.7	27.1	25.0	25.6
南郷 18 丁目駅前よりシャトルバス	16.7	27.0	24.2	26.2
その他	41.9	33.8	39.3	13.3

( 6 ) 来場時・退場時の混雑場所

モニタのアンケート結果より、両日とも、地下鉄のホームや車内が混雑していたことが分かる。また、シャトルバスについては、来場時はあまり混雑しなかったが、退場時に混雑していたことが分かる。



6/1 における混雑場所



6/3 における混雑場所

図 3 - 16 来場時 退場時の混雑場所 (回答者数は 6/1 :71 人、6/3 :99 人)

### 3.6.3 交通情報の入手状況

#### (1) モニタの交通規制情報等の入手状況

イベント当日に関する道路の交通規制、地下鉄やシャトルバスの運行経路など交通情報を、事前に過半数のモニタが入手している。

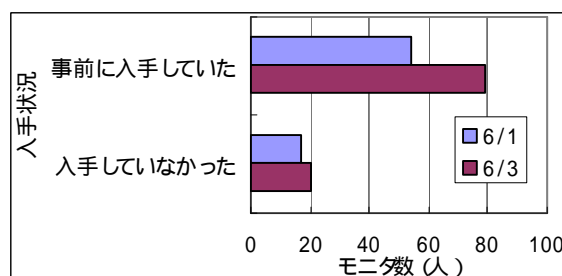


図3-17 交通規制情報等の事前入手状況 (回答者数は6/1 :71人、6/3 :99人)

#### (2) モニタの交通規制情報等の入手方法

交通規制情報等の入手方法としては、新聞が最も多く、二番目にポスターやチラシといったものが挙げられる。また、自宅や会社などのPCでインターネットにより交通規制情報を入手したモニタが、テレビから情報を得たモニタよりも多くなっている。

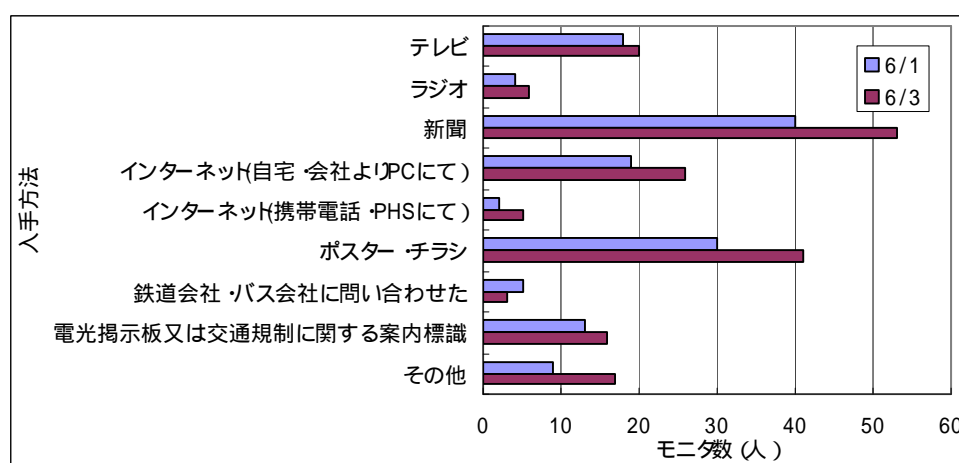
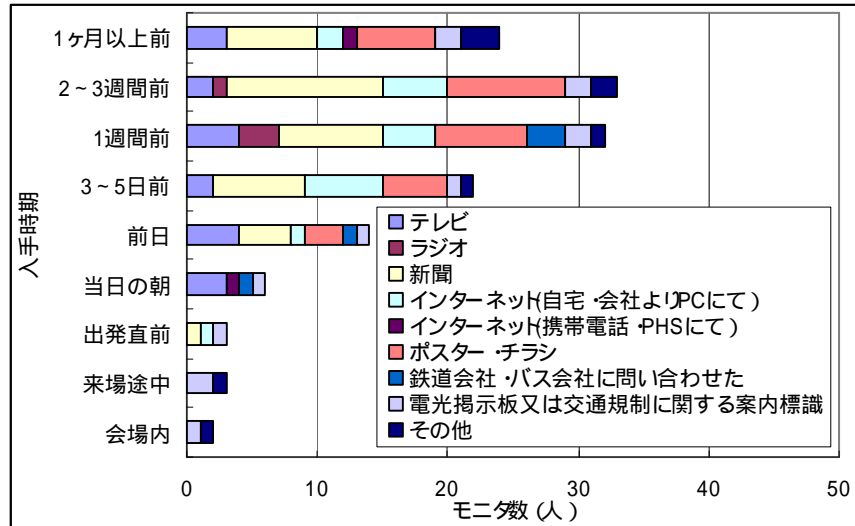


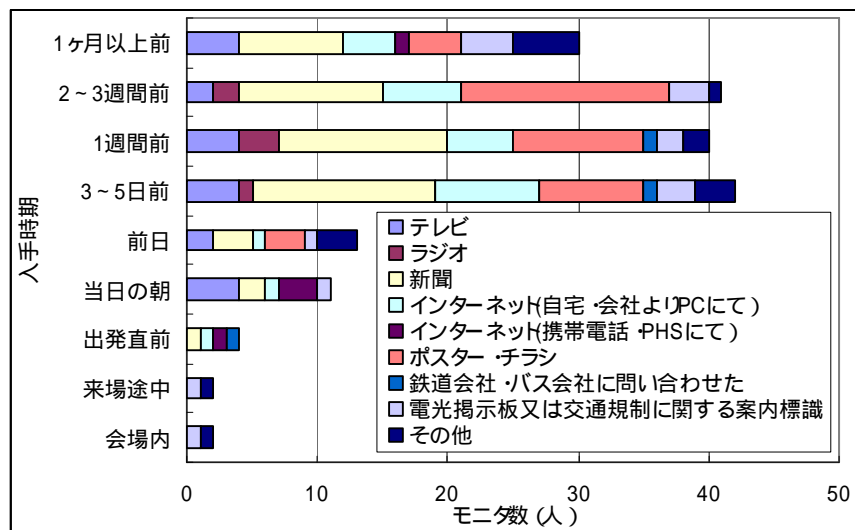
図3-18 交通規制情報等の入手方法 (回答者数は6/1 :71人、6/3 :99人)

(3) モニタの交通規制情報等の入手時期

交通規制情報の入手時期は、「1ヶ月以上前」から「3~5日前」の間において、新聞、ポスターやチラシ、自宅や会社などからインターネットにより情報を入手しているモニタが比較的多くなっている。前日や当日の朝においては、テレビにより情報を入手するモニタの割合が多くなっている。



6/1のモニタ



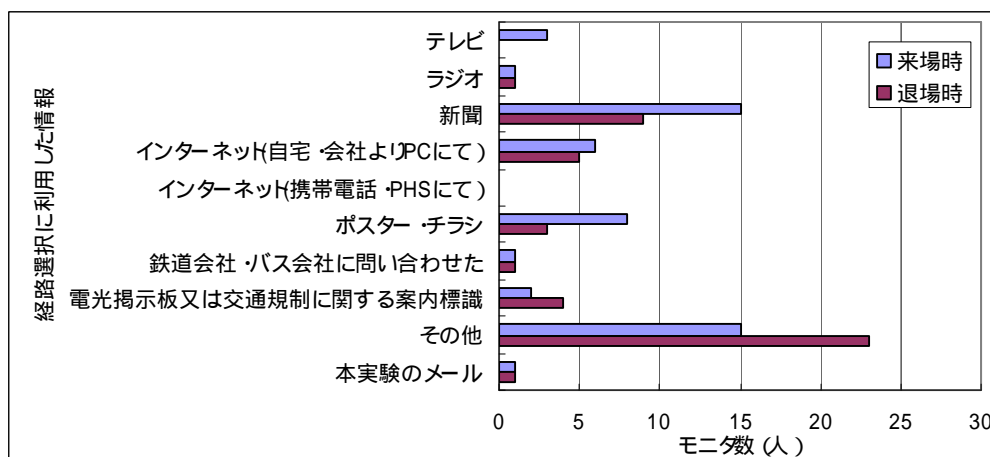
6/3のモニタ

図3-19 交通規制情報等の入手方法と入手時期 (回答者数は6/1 :71人、6/3 :99人)

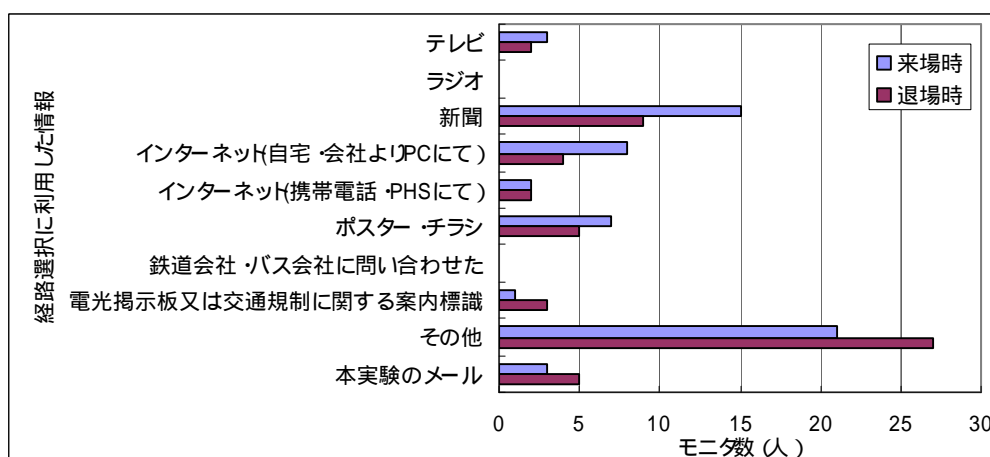


(4) モニタが経路選択に利用した情報

モニタが経路選択に利用した情報は、交通規制情報等の入手方法と同様に新聞やインターネット、ポスター・チラシが比較的多くなっている。両日とも、来場時と退場時で経路選択に利用した情報はほぼ同じような傾向である。また、配信した交通情報のメールを経路選択に利用したモニタは数名であった。



6/1のモニタ

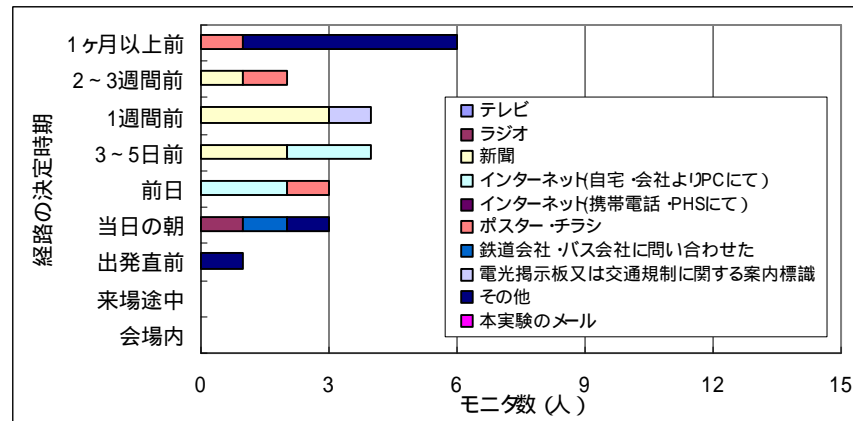


6/3のモニタ

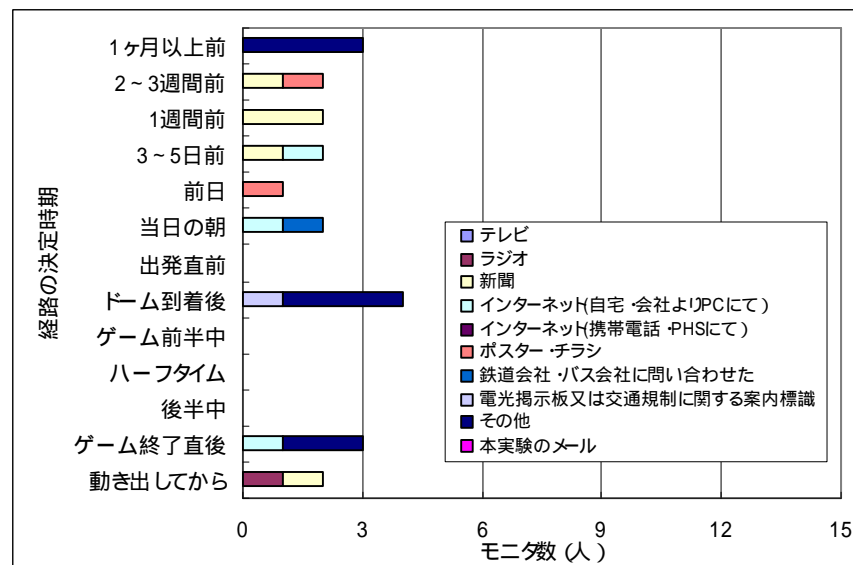
図3-20 経路選択に利用した情報 (回答者数は6/1 :71人、6/3 :99人)

( 5 ) モニタが経路を決定した時期

来場時については、前もって経路を決定するモニタが多くなっている。一方、退場時については、当日の状況により経路を決定するモニタが来場時に比べて多くなる傾向が見られる。



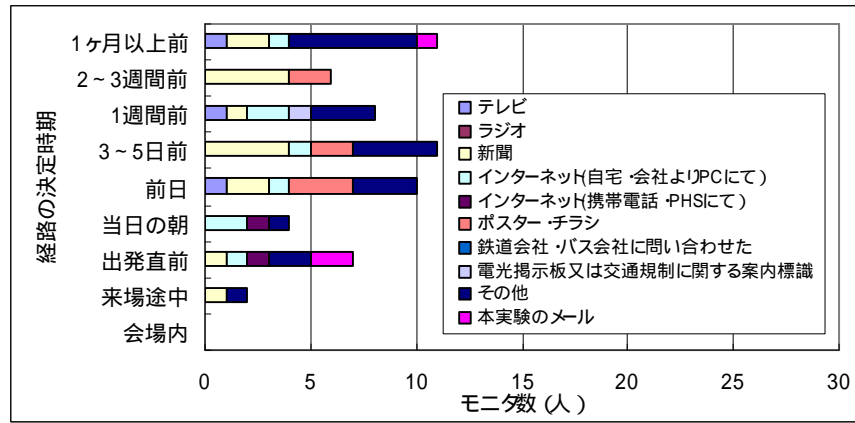
6/1のモニタの来場時



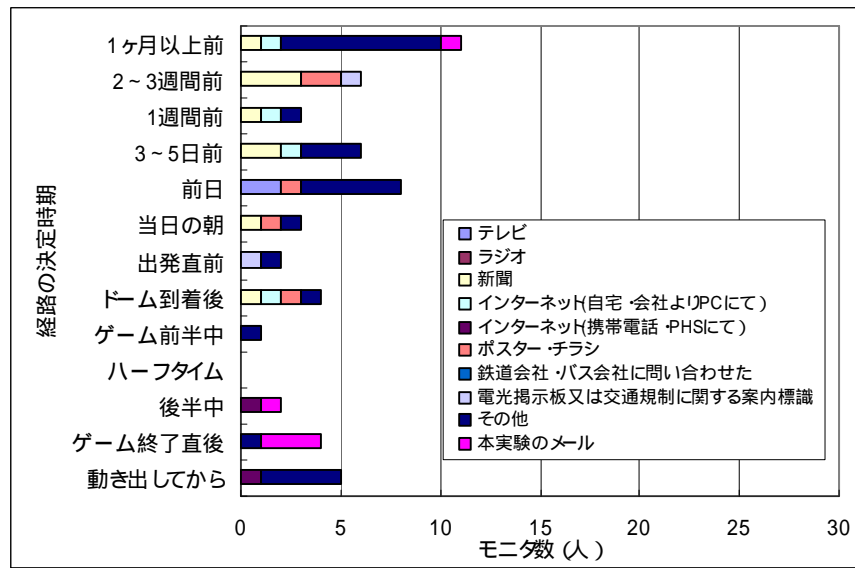
6/1のモニタの退場時

図3-21 イベント会場までの経路決定時期 (1 / 2)

(回答者数は6/1 :71人、6/3 :99人)



6/3のモニタの来場時



6/3のモニタの退場時

図3-21 イベント会場までの経路決定時期 (2 / 2)  
(回答者数は6/1 :71人、6/3 :99人)

### 3.6.4 交通情報に対する要望状況

#### (1) イベント時に移動する際に知りたい情報

モニタが、イベント時に移動する際に知りたい情報としては、実際に混雑している場所が最も多く、2番目に交通規制情報であったが、各種施設の位置情報以外の情報については大差はなく、概ね約7割以上のモニタが情報を入手したいと回答している。

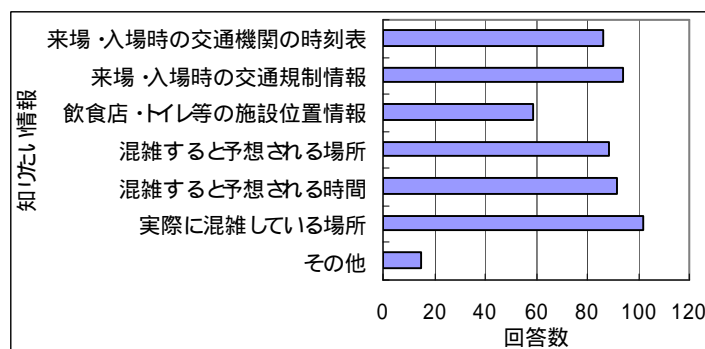


図3-22 イベント時に移動する際に知りたい情報 (回答者数は130人)

#### (2) イベント時に移動する際に知りたい情報のタイミング

交通機関の時刻表やイベント時の交通規制情報といった静的な情報は、比較的前もって情報を入手したいと回答するモニタが多くなっている。混雑が予想される場所や時間については、前日以前の入手を希望するモニタが多くなっている。両日とも、イベント当日は、実際に混雑している場所の情報提供を希望するモニタがほとんどである。

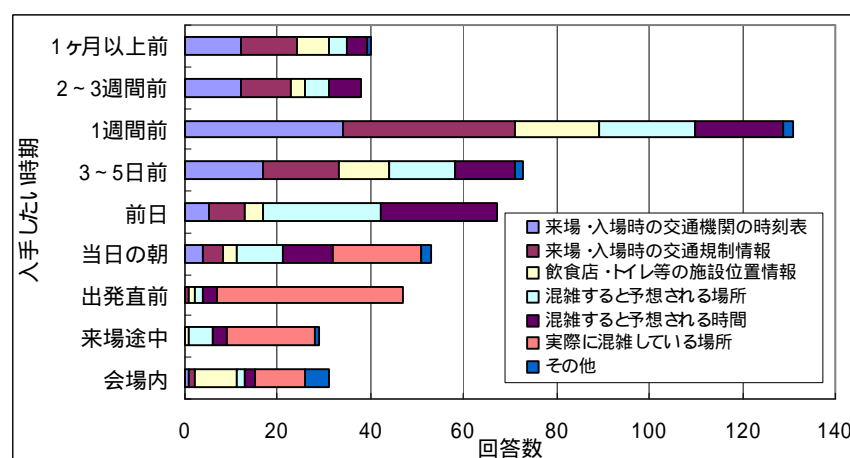


図3-23 イベント時に移動する際に知りたい情報 (回答者数は130人)

### 3.6.5 交通情報メール配信の利用状況など

#### (1) 配信メールの閲覧状況

6/3のモニタに対して実施した交通情報のメール配信は、約7割がメール配信を希望し、約3割が希望しなかった。また、メール配信を希望したモニタの約8割が配信したメールを閲覧している。

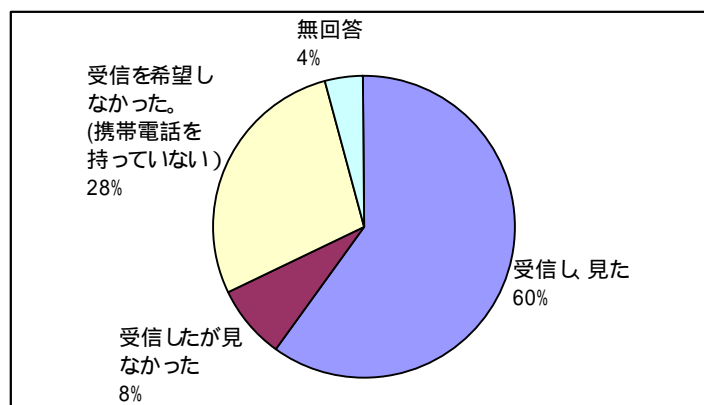


図3-24 配信メールの閲覧状況 (回答者数は99人)

#### (2) 配信メールの閲覧時刻

6/3のモニタが配信メールを閲覧した時刻は、配信時刻とほぼ同じ時間帯がもっとも多くなる傾向が見られることから、概ね受信するとともに閲覧していると思われる。

表3-10 6/3の交通情報の配信時刻

	配信情報	配信時刻	配信頻度
1回目	来場時の予測情報	10:00	一人1回
2回目	来場時の予測と現在の情報	16:00、17:00、18:00、19:00	一人1回
3回目	退場時の予測情報	21:15、21:45、22:15、22:30	各配信時刻に分割して配信
4回目	退場時の予測と現在の情報	22:30以降に随時	該当回数 経路により異なる

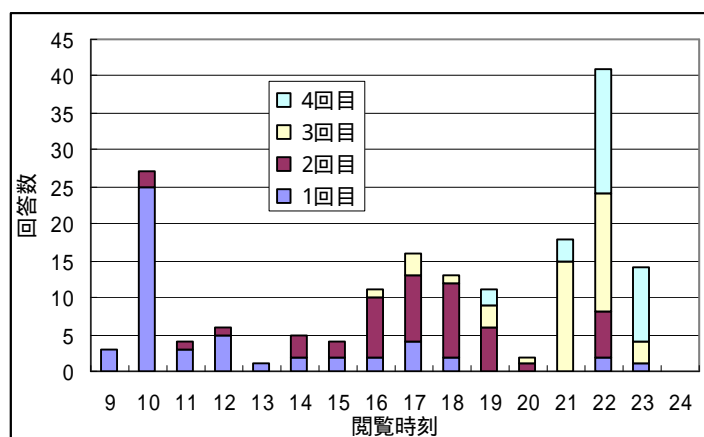


図3-25 配信メールの閲覧時刻 (回答者数は99人)

( 3 ) 配信メールの利用状況

6/3 のモニタにおける配信メールの利用状況としては、配信メールを閲覧しても全く参考にしなかったと回答するモニタが最も多くなっている。

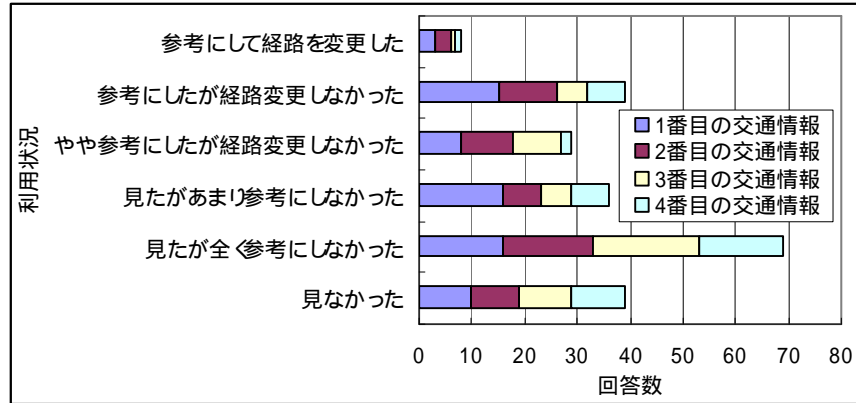


図 3- 26 配信メールの利用状況 (回答者数は 99 人)

( 4 ) 配信メールを利用しない理由

6/3 のモニタで配信メールを参考にしなかった、もしくは、見なかったと回答した理由としては、欲しい情報ではなかったという回答が最も多くなっている。

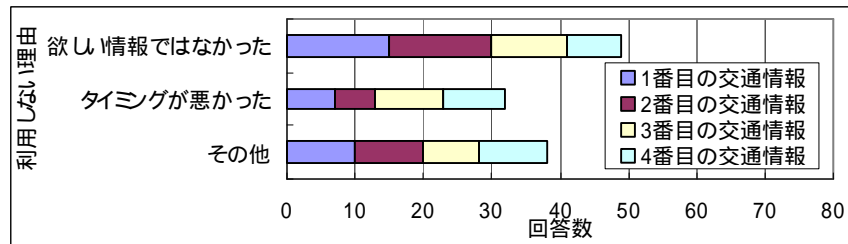


図 3- 27 配信メールを利用しない理由 (回答者数は 99 人)

( 5 ) 交通情報メール配信に対するニーズ

両日のモニタの大多数がリアルタイムな交通情報や混雑状況を知らせる情報配信サービスの利用を希望している。

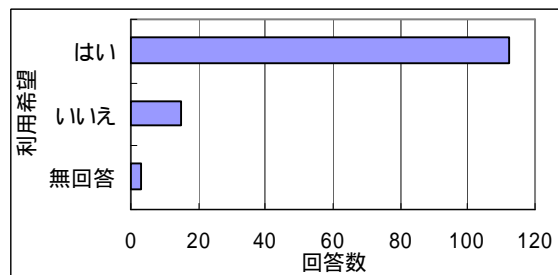


図 3- 28 交通情報配信メールに対するニーズ (回答者数は 130 人)

### 3.6.6 個人の位置情報の提供に関する意識

#### (1) 個人の位置情報を提供する条件

交通情報として利用するために、個人の位置情報や移動履歴を提供する際の条件としては、混雑状況等のメール配信サービスが利用できることや通話料金等の割引・特典があることを挙げるモニタが比較的多くなっている。また、一部のモニタについては、特に条件なく位置情報を提供すると回答している。

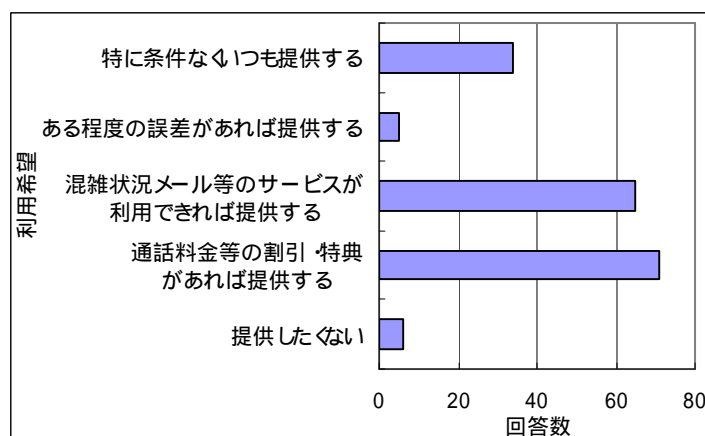


図3-29 個人の位置情報を提供する条件 (回答者数は130人)

#### (2) 個人の位置情報を提供する際のプライバシーに対する条件

個人の位置情報を提供する際のプライバシーについては、自分で任意に位置情報の提供をON/OFFで選択できることと回答するモニタが非常に多くなっている。

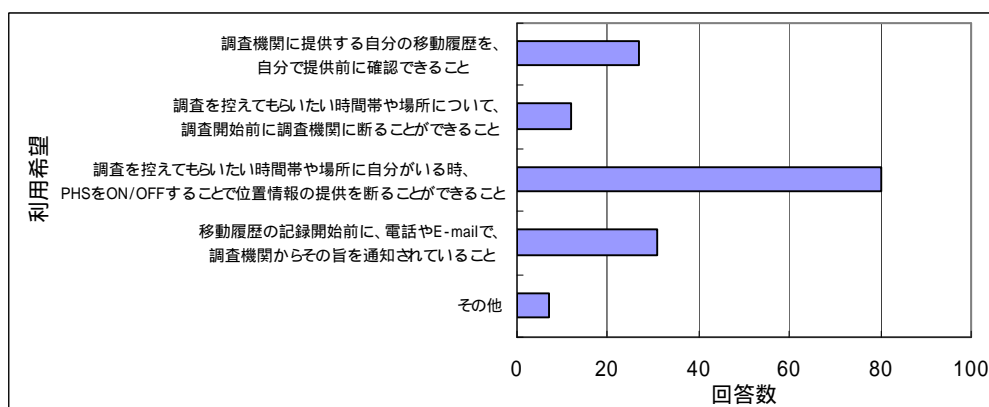


図3-30 位置情報を提供する際のプライバシーに対する条件 (回答者数は130人)

## 第4章 まとめ



---

## 第4章 まとめ

### 4.1 実験システムに関する検証

#### (1) リアルタイム位置把握

今回の実験において、PHS を利用して位置特定を行い、地図上にモニタの位置を表示する処理をリアルタイムに実施した。位置把握率は、移動中・滞在中を含む全体で最低でも約 80%以上の位置把握率が確保された。但し、札幌市内から会場までの移動距離が長距離でないため、各モニタの移動時間を片道で約 1 時間前後と仮定すると、移動時間は位置把握を実施した時間(帯)の約 1/10 程度となり、移動による位置把握率の低下の影響が軽減されたと考えられる。

一方、各モニタの位置特定を行う時間間隔は 2 分であり、全モニタの位置を取得するタイミングが非同期であることから、各モニタの同じ n 回目に取得した位置情報の取得の時刻は、最大 2 分の時間差が生じている。また、事務局側でモニタリングしている画面を再表示した際に、画面上にプロットされたモニタの位置は、現在時刻の位置情報ではなく現在時刻より過去 2 分間で直近の位置情報であり、実際の位置情報と誤差が生じる可能性を考慮して処理を行う必要がある。例えば、交通情報メール配信における位置に応じた情報提供では、情報送信時に対象エリア内と判定されたモニタが実際には対象エリア外に移動しており、メール受信時には提供した情報が有効に利用されないことなども考えられる。

今後の課題としては、特定エリア内にいるか否かの判定を単純に位置情報で行うのではなく、位置ベクトルの向きと大きさ(速度)等により判定を行うことで、特定エリア内に進入するのか離脱するのかを考慮すること等が考えられる。位置特定から情報配信までの処理時間を考慮して時間的に少し先の交通情報を配信することで、配信直後にモニタが情報を閲覧する際にモニタにとって有益な情報となり、提供した情報が陳腐化することを防ぐことが出来ると思われる。但し、リアルタイム性を追求することで処理負荷が大きくなることから、位置取得の時間間隔と該当する処理時間のバランスを考慮する必要がある。

---

## (2) リアルタイム混雑予測

実験当日のモニタのリアルタイムな位置情報と過去の移動実績情報を利用することで、リアルタイムな混雑予測処理を実施した。リアルタイム位置把握によるモニタのプロットと混雑予測処理により生成されたクローンデータのプロットを合わせた試合中の総プロット数は、札幌ドームエリア内では実際の来場者数の1/3程度の値となり、札幌ドーム周辺を含む広いエリア内では実際の来場者数とほぼ同じ値となった。今回の混雑予測では、リアルタイム位置把握によるデータ(親データ)を基に空間的な確率分布を考慮してクローンデータ(子データ)を親データの周囲に生成するため、親データを中心としたプロットの集合が形成される。そのため、札幌ドーム内において、親データは札幌ドームエリアに入るが、子データが札幌ドームエリア外となっていることが考えられる。よって、今回のリアルタイム混雑予測は、マクロ的な混雑状況を把握するレベルに留まっていると考えられる。

今回の混雑予測においては、親データの移動情報を遺伝子情報として子データに転写することで、同じような交通経路で移動する観客の動態を再現する処理を実施したが、移動時刻の分散を考慮していないため、親データと子データが同時に移動してしまい、混雑予測によるプロットの動きが実際の観客の動態と多少異なっていたと思われる。また、移動速度などから交通機関等を推定し、親データの位置情報を施設や交通ネットワークに吸着することで、画面上で視覚的に交通経路等を確認できた。しかし、子データについて同様の処理を実施しなかったため、子データは常に親データの周囲に配置されながら移動したことから、再現性が多少低くなっていると考えられる。混雑予測処理の再現性を高めるには、親データの周囲に空間的な確率分布を考慮して子データを配置し、子データが移動する時間帯を分散するとともに、親データと同じように子データについても移動速度などから交通機関等を推定し、施設や交通ネットワークに吸着させることが必要であると考えられる。但し、混雑予測処理をリアルタイムに実施し、交通情報として利用者に情報配信するには、処理負荷を軽減することや、処理能力を向上させることが必要である。今回の混雑予測の処理では、リアルタイム位置把握の時間間隔である2分以内で処理を概ね完了していたことから、混雑予測処理のリアルタイム性が確保されたと考えられる。

今後、都市空間におけるイベント時の観客動態の再現性を高くするには、上述のクローンデータの処理だけでなく、交通ネットワーク周辺の人口分布やホテルなどの収容能力、周辺施設の観客収容状況などを加味することが必要である。また、アンケート結果では2人以上でイベントに参加する割合が約70%であったことから、1プロットを2人としてカウントする処理等を組み込むことで、全体のプロット数を半減できるとともに、処理負荷も軽減できると考えられる。

---

### (3) リアルタイム通過情報把握

Bluetooth アクセスポイントから 10m 程度以内をモニタが通過した場合、Bluetooth 内蔵 PHS とアクセスポイントが通信を行うことにより、モニタが調査地点を通過していることを把握した。モニタをいずれかの調査地点で検出する割合は 90%以上と非常に高い値となり、通過情報を利用した経路の把握がモニタの約 75% 以上で可能であったことから、Bluetooth による通過情報把握は有効であると考えられる。

今回のように、調査地点に設置したアクセスポイントが 1 台であり、調査地点も空間的に連続して設定していない場合、PHS のように時間的に連続した位置情報を収集することが出来ず、調査地点における移動方向を把握できない。Bluetooth を利用した通過情報把握の仕組みを利用して、調査地点における移動方向を把握するには、調査地点に数台のアクセスポイントを設置し、各アクセスポイントがモニタを認識する時刻差等を利用することにより、移動方向を把握することが可能となる。但し、通過情報サーバ側に対してモニタの通過情報を送信するタイミングを各アクセスポイントが同期を取ることや、サーバ側において移動方向を計算する処理を追加する必要がある。しかし、Bluetooth による通過情報把握では、アクセスポイントにおいて電波到達距離を調整することで、柔軟なエリア設定（約 10～50m 程度）が可能といったメリットがあることから、様々な活用が期待される。

また、調査地点間の所要時間を通過情報から算出することを実施したが、モニタが同一のアクセスポイントで連続して検出されている際に、調査地点周辺が混雑しているのか、待ち合わせ等で待機しているのかの判定が困難である。そのため、始点となる調査地点で最後に検出された時刻と終点となる調査地点で最初に検出された時刻の差により所要時間を算出した。この場合、調査地点を通過する際の混雑による所要時間が取り除かれた値となるが、アクセスポイントを中心としたエリアを狭く設定することで、誤差を最小に抑えられると考えられる。しかし、エリアを狭く設定するとモニタの通過を検出できない可能性も高くなることから、通過情報の利用目的（経路特定、所要時間算出など）に応じたシステム調整が必要である。

---

#### (4) 交通情報メール配信

予め設定した時刻における交通情報のメール配信、および、PHS による位置情報を活用した特定エリア内のモニタに対する交通情報のメール配信といった情報提供を PUSH 型にて実施した。予め設定した時刻における交通情報のメール配信ではメール配信を希望したモニタ全員に対して配信を行い、特定エリア内の対象モニタに対する交通情報のメール配信では結果的にそのうち約 66% のモニタに配信した。但し、今回の実験では、両者ともに事務局側から交通情報をメールで送信することが可能であったのであり、対象となるモニタの携帯電話がリアルタイムに着信し、さらに、モニタが配信された情報を閲覧したかをシステム上で把握するには至っていない。事務局側から交通情報のメールをモニタの携帯電話に対して送信すると、モニタが契約している携帯電話の通信キャリアのメールサーバを経由し、モニタの携帯電話に送信される。そのため、事務局側では、事務局から通信キャリアのメールサーバに対して送信したメールを、通信キャリアのメールサーバが受け取ったか否かの確認までしか出来ないためである。また、メールサーバからモニタの携帯電話にメールを送信する際、電波が届かないために送信できないことも考えられる。モニタの携帯電話が自動的にメールサーバに新着メールを確認するような機能を持っていない場合は、他のメールが送信されるまでサーバ側で保存されたままとなる可能性がある。そのため、PUSH 型で情報配信するシステムを構築する際に、情報が利用者に到着する時刻が遅延し、リアルタイム性が確保されないことも考慮する必要がある。特に、混雑情報や渋滞情報のような交通情報は、情報が生成されてから時間が経過するとともに情報価値が低下し、リアルタイム性の低い情報を利用者が閲覧することで誤解等を招く恐れもあるため、情報の生成時刻等を内容に付加するといった対策が必要である。

また、メール配信による PUSH 型の情報提供では、通信キャリア毎に一度に送信できるメールの文字数が違うことや、ユーザ側の端末の機種により一度に表示できる文字数が異なることが考えられる。そのため、情報を提供する際に、モニタの所有する携帯電話に依存しないフォーマットで見やすい表示にすることや不要な情報を付加しないようにすることが必要である。

---

## 4.2 今回の実験結果から伺える利用者の意向

### (1) 自分の位置提供に対する認識

アンケートによると、自分の位置情報を提供する条件として、位置情報を提供するメリットがあれば提供しても良いという回答数が多かった。このことから、交通利用者の位置情報を活用した交通情報サービスのビジネスモデル構築において、位置情報を提供する側と位置情報を収集してサービスを提供する側の間で Win-Win の関係（位置情報を収集する側は、情報を得ることで新たな情報サービスに活かせるメリット。位置情報を提供する側は、情報を提供する代わりに位置情報を活用した有益な情報サービスを得るメリット）を構築することが必要不可欠であると考えられる。また、利用者の位置情報はプライバシーに関わるものであり、プライバシーを考慮した位置情報を収集する仕組みが必要である。アンケートによると、プライバシーを守るために必要と考える処置としては、位置情報を提供するか否かを自分で選択できることが必要という回答が多く、ボタン一つで位置提供の ON/OFF が切り替えられるようにすることが望ましいと思われる。

現在、位置情報を収集する際、プライバシー保護の観点から、本人から同意書を提出してもらうことが必須となっている。プライバシー保護の観点において、この仕組みは必要不可欠であるが、交通情報として収集される位置情報の母数を増やすには、位置提供の承諾を携帯電話等の Web サービスを利用して簡易に設定できるようにすることが必要であると思われる。

### (2) 交通情報サービスに対する要望

アンケートによると、事前に交通手段や時刻表などを調べるモニタが約 70%以上であり、交通情報の種類としては交通手段や時刻表などの静的な情報とともに、現在の混雑場所や予想される混雑場所や時間帯といった動的な情報のニーズも高かった。また、実際に混雑している場所の情報を知りたいタイミングとしては、イベント当日の朝や出発直前、来場途中などが多いことから、混雑する交通手段や混雑場所を避けたいというモニタの要望があると思われる。そのため、リアルタイム性の高い渋滞や混雑場所などの交通情報をマルチモーダルに提供することは、渋滞緩和や混雑緩和に資する交通情報サービスとして非常に重要であると考えられる。道路交通ではリアルタイムな渋滞情報などが提供されているが、公共交通ではリアルタイムな運行情報等は一部の事業者で提供されているに過ぎず、また、交通結節点を含めたマルチモーダルでリアルタイム性の高い交通情報を提供する仕組みを構築する必要がある。

今回の実験で実施したメール配信による PUSH 型の情報提供は、最新の情報が発生する都度、自動的に提供されるメリットがある反面、情報を必要としない場合にも情報が配信される可能性がある。そのため、位置情報などで絞り込みを行うことで情報提供する相手を限定するとともに、相手が望む情報だけを抽出して提供するという One to One のサービスを提供することが重要である。そうすることで、PUSH 型における情報提供のシステム負荷を軽減できるだけでなく、顧客満足度の高い情報提供サービスとして利用者に受け入れられていくと思われる。

---

#### 4.3 今後の課題

今回の実験では、位置把握や通過情報把握において PHS や Bluetooth を利用したが、GPS や改札機、無線 LAN などによる位置特定も可能であり、携帯電話においてもエリア特定程度は可能である。但し、位置特定方法により、位置精度が異なることから、位置情報の利用目的や利用方法などを考慮する必要がある。しかし、様々な位置特定方法により収集された位置情報や現在の交通情報などを統合した次世代マルチモーダル交通情報基盤を構築し、誰もが利用可能にすることで、様々な情報サービスが普及すると思われる。今後、次世代マルチモーダル交通情報基盤を構築するには、位置情報を提供する側と位置情報を集積してサービスを提供する側でお互いにメリットのあるビジネスモデル構築が必要であり、情報フォーマットの標準化など官民一体の取り組みが必要である。

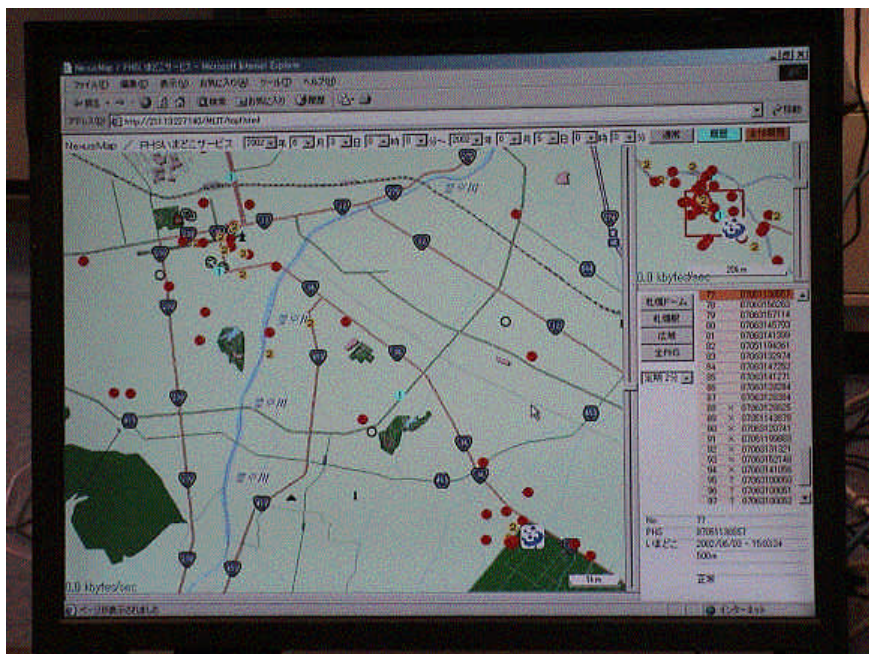
人々の位置情報を利用した情報サービスとしては、位置情報自体に価値を見いだして利用するサービスと位置情報を利用したサービスが考えられる。前者は、長期的により多くの位置情報を収集して統計的な分析を行い、様々な条件における交通手段や移動時間帯、移動場所などの変化を抽出し、官側では渋滞や混雑緩和などの政策に関する定量的な指標として利用することや、民側では百貨店、レジャー施設などのマーケティングに利用することなどが考えられる。後者は、一人一人の位置情報から One to One のサービス提供を行い、官側では事故や渋滞、遅延などの情報を対象エリアの該当者に情報提供することで円滑な交通環境を提供することや、民側では特定エリア内における個人の嗜好に合った情報をダイレクトに提供するマーケティングに利用することが考えられる。両者ともに、利用者が位置情報を提供する対価として魅力的なサービスを提供することや、位置情報を提供するか否かの選択を利用者が簡易に選択できるようにするプライバシー保護の対策を講じることが重要である。

今後、ネットワーク環境が高度化することで、利用者がネットワークを意識することなくインターネットに常時接続できるようなユビキタス・ネットワークが社会インフラとして確立され、誰でも利用する道具として生活に浸透することで、都市空間における人々の活動情報を様々な媒体を通じて収集することが比較的容易になる。ここで、ユビキタス・ネットワークが社会インフラとして人々の生活に浸透するには、安全性やプライバシーの秘匿性などのセキュリティを確保することが必要である。また、ユビキタス・ネットワークは企業と消費者を密接に結びつけ、携帯電話などの双方向コミュニケーションを可能とするツールを利用することで、事業者にとっては CRM(Customer Relationship Management)として利用することが可能であり、利用者にとっては One to One のサービスを実現してもらうことで高い満足感などを享受できると考えられる。ユビキタス・ネットワーク社会における交通情報サービスでは、快適な移動空間の利便性を追求するだけでなく、移動空間における娯楽性を利用者に享受し、移動する楽しみを演出していくことも重要であると思われる。

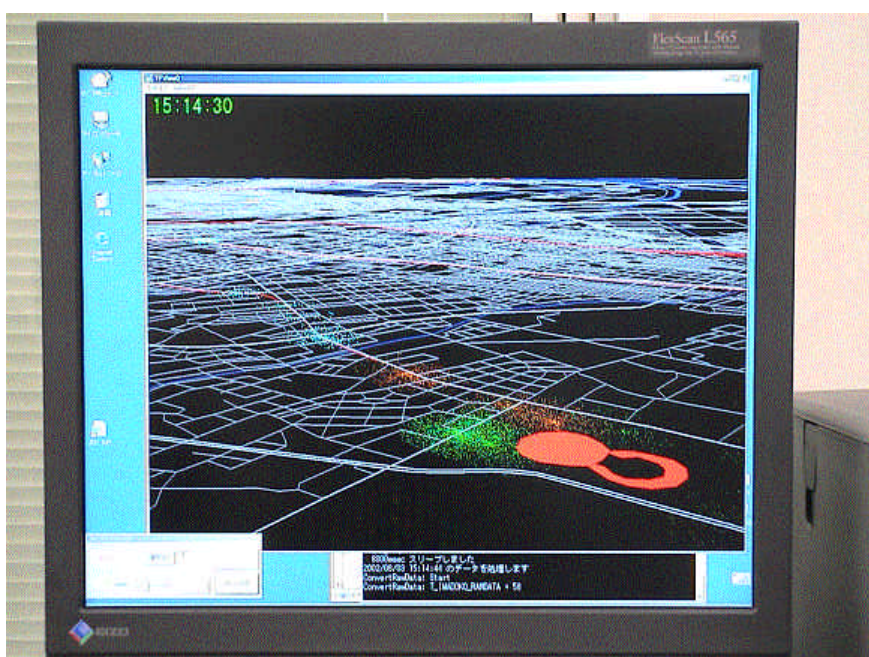
## 付録 実験実施状況（写真）



付録 実験実施状況 (写真)



付図1 リアルタイム位置把握の画面



付図2 リアルタイム混雑予測の画面





付図3 実験事務局の様子



付図4 地下鉄東豊線(大通駅～福住駅)の列車内の様子(6/3)





付図5 札幌ドーム周辺の来場時の様子(6/1)



付図6 札幌ドーム周辺の退場時の様子(6/3)