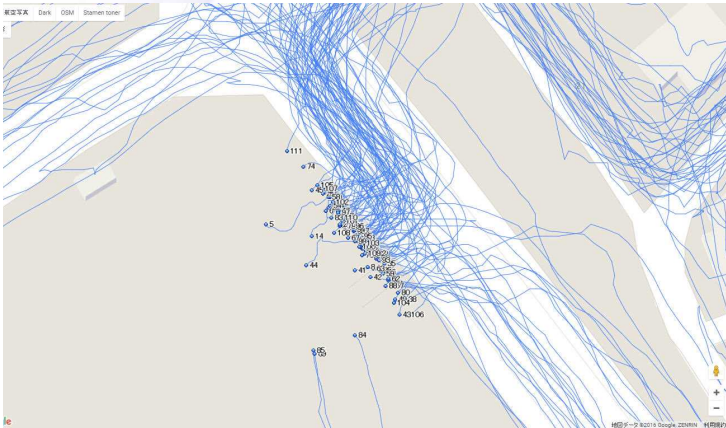


災害時の避難誘導における人流解析 ～横須賀市久里浜地区における津波避難実験の事例～



東京大学空間情報科学研究センター 助教
マイクロジオデータ研究会 運営委員長
秋山祐樹(Yuki Akiyama)
(aki@csis.u-tokyo.ac.jp)



- 1.研究背景・目的
- 2.実験対象地域
- 3.避難実験の実施
- 4.データ処理
- 5.分析結果
- 6.結論と課題

1.研究背景・目的

2.実験対象地域

3.避難実験の実施

4.データ処理

5.分析結果

6.結論と課題

1. 研究背景・目的

＜研究背景＞

- ・我が国は**自然災害が頻発する国**であり、特に先の東日本大震災でも見られたように**大規模な津波が発生した際の人的、物的被害は甚大なものになる**ことが明らかになっている。
- ・そのため**津波発生時に備えた避難誘導体制は重要**である。
 - ＞避難場所を案内する看板等の設置
 - ＞外来者向けの避難誘導などで津波発生時の人的被害の低減を図ることが期待出来る。
- ・ただし避難場所を誘導する看板が**必ずしも避難行動に有効に作用するとは限らない**ことや（佐藤ほか, 2015）、常設の避難誘導情報が災害発生に伴い役に立たなくなる可能性（避難経路の損壊など）も考慮しておく必要がある。
- ・東日本大震災以降、多くの自治体が「災害・避難情報伝達手段の多層化」に取り組みつつある。この際に**災害・避難情報を受信者の状況に関わらず伝達する「PUSH型」の手段**が注目されている（大原, 2015）。



宮城県松島町に設置された
常設の避難誘導看板の例

1. 研究背景・目的

PUSH型情報提供の例



常設スピーカによる放送（町内放送など）



緊急地震速報（スマホ・携帯電話）



道路標識（電光掲示）

PUSH型とは

必要な情報をユーザーの**能動的な操作を伴わず、自動的に配信されるタイプの技術やサービス**のこと。情報提供者側からユーザーに対して情報が「押し出されてくる」ような感じからこう呼ばれている。

1. 研究背景・目的

＜目的＞

避難者がPUSH型の避難誘導情報を提供されることによって、津波からの避難行動がどの程度改善されるのかを定量的に明らかにする。

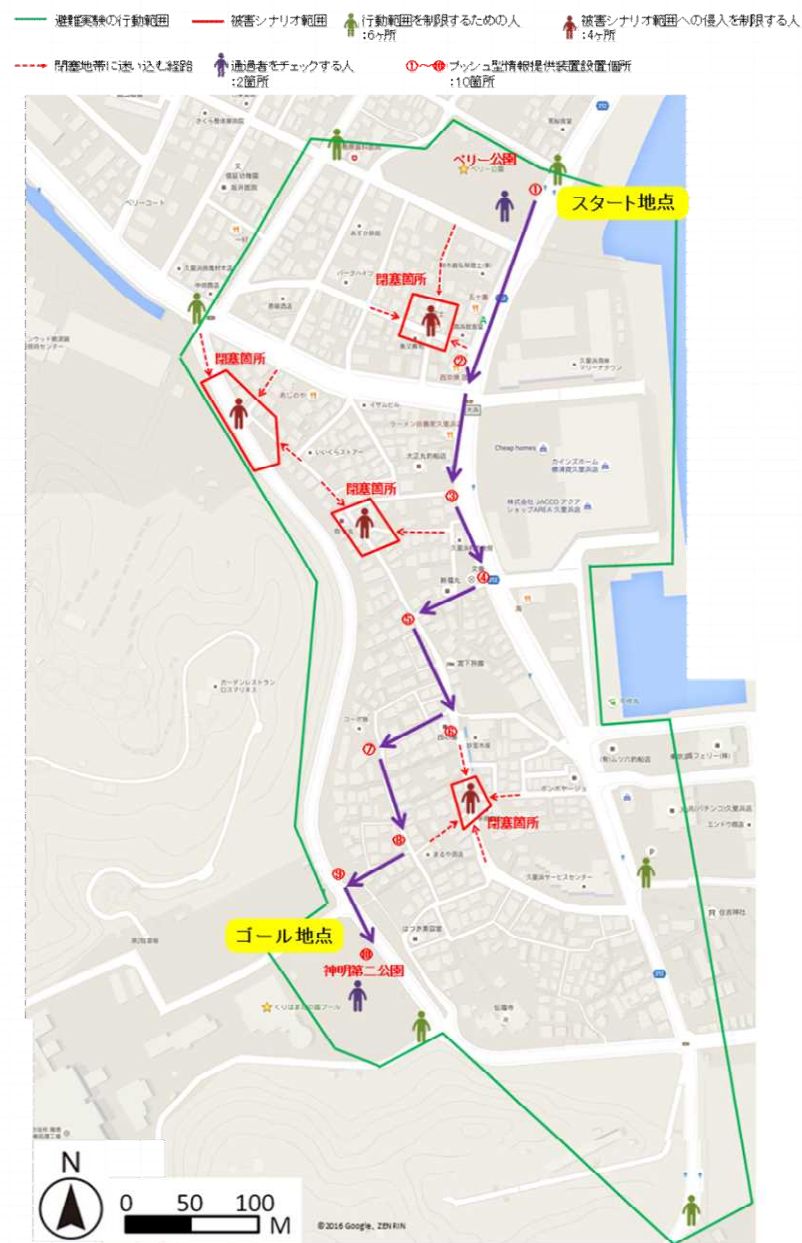
＜本研究の特徴＞

- ・ 横須賀市久里浜地区を対象に、約100名を集めた避難実験を実施。うち約半分にはPUSH型の避難情報を提供した。
- ・ 実験対象地区内の常設看板にPUSH型情報を提供するための機器（電光掲示板、音声案内用機器）を設置し、情報提供を行った。
- ・ 避難実験参加者全員に準天頂衛星（QZSS）受信機の「QZ1受信機」を装着させて避難実験参加者全員の移動経路を秒単位で把握し、避難行動の把握、分析を行うための人流データ収集を行った。
- ・ QZ1で収集した人流データをGIS（地理情報システム）により解析し、PUSH型の避難誘導情報の有無による避難行動への影響を定量的に分析した。

- 1.研究背景・目的
- 2.実験対象地域**
- 3.避難実験の実施
- 4.データ処理
- 5.分析結果
- 6.結論と課題

2. 実験対象地域

8

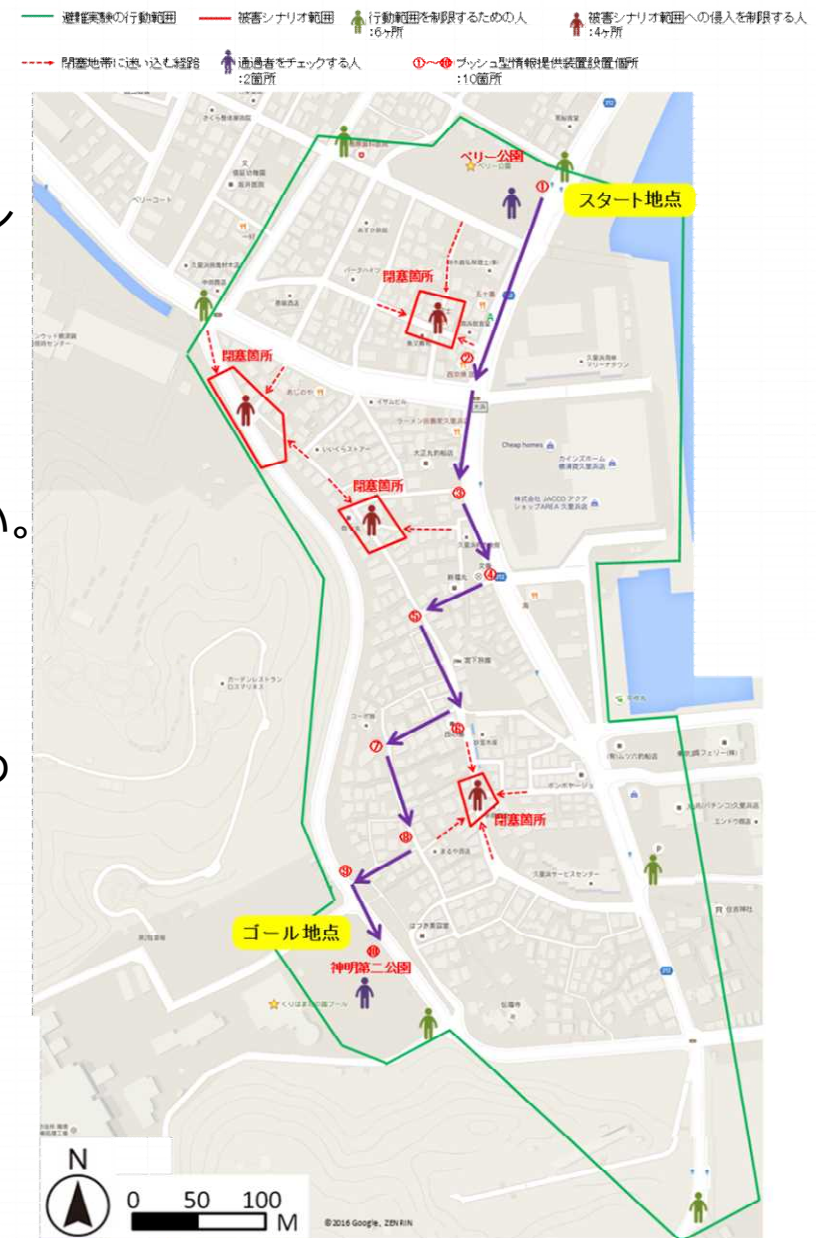


2. 実験対象地域

9

久里浜地区を実験対象地域とした理由

- ①避難経路を長く確保できること
＞避難経路が短い地域で人流シミュレーションを実施しても、避難経路による差があまりはつきりと見られない可能性が高い。
- ②避難経路の選択肢が多いこと
＞道路構造が複雑で、避難経路の選択肢が多い。
- ③津波被害が大きくなる可能性高い地域であったこと
＞津波災害の可能性のある海沿いの場所であつ観光地で外来者も多い地域である。
- ④地方自治体の協力が得られたこと
＞既存の道路標識・街灯等に避難誘導を行うための機器の設置が可能となった。



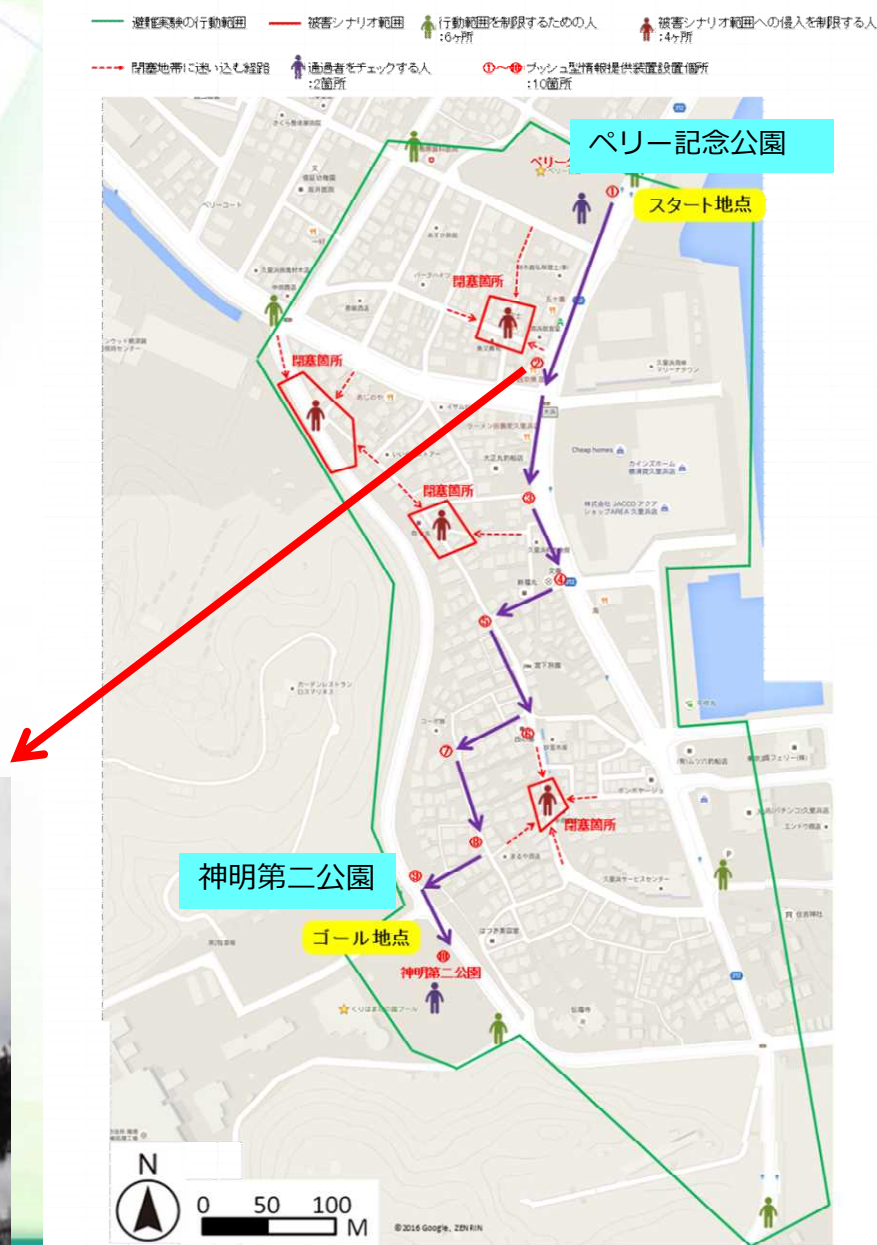
- 1.研究背景・目的
- 2.実験対象地域
- 3.避難実験の実施**
- 4.データ処理
- 5.分析結果
- 6.結論と課題

3. 避難実験の実施

11

概要

- ・実施日時：2015年12月6日（日）
- ・推奨避難ルートを設定し、推奨避難ルートに誘導するように避難経路沿いの10箇所にPUSH型の情報提供装置を10台設置した。
- ・PUSH型情報提供装置（以下「PUSH機器」）からはスピーカからの音声とLED表示器による文字表示による避難誘導を実施した。



3. 避難実験の実施

12

実験シナリオ

避難経路に**スタート地点**と**ゴール地点**を設け、実験参加者がスタート地点にいる時に地震が発生し、津波が到達する情報を即座に取得したという設定で、**30分以内に高台のゴール地点まで避難**する実験とした。

避難実験の経路上の4カ所に**地震発生に伴う道路閉塞**が発生を想定した箇所を設けた。

地震発生により**携帯電話は使用不能**になったと想定し、避難実験中は携帯電話等の端末による**地図検索・ナビゲーション機能の利用は禁止**とした。



3. 避難実験の実施

13

避難実験への参加者数：109名。

うち62名はPUSH機器による避難誘導無し、47名は避難誘導有り。

避難行動に関するデータの収集方法

PUSH機器による避難誘導の有無による避難行動の差を見るため準天頂衛星からの電波（位置情報）を受信するQZ1受信機を装着させて実験参加者全員の移動経路を把握した。

アンケート調査の実施

防災意識分析やプッシュ型情報提供装置の効果検証のために参加者全員にアンケートを実施した。

	全体（人）	午前参加者	午後参加者	外国人
男性	91	51	38	2
女性	21	11	9	1

	全体（人）	午前参加者	午後参加者
10代	13	6	7
20代	45	21	24
30代	8	4	4
40代	9	3	6
50代	9	3	6
60代	11	11	0
70代以上	11	11	0
無回答	3	3	0
外国人	3	-	-



避難実験参加者の年齢・性別構成

3. 避難実験の実施

14



避難実験の説明会の様子（久里浜コミュニティーセンターにて）

3. 避難実験の実施

15



QZ1受信機を装着した避難実験参加者

3. 避難実験の実施

16



避難実験の様子（避難中）

3. 避難実験の実施

17



避難実験の様子（閉塞箇所へ迷い込んだ人）

3. 避難実験の実施

18



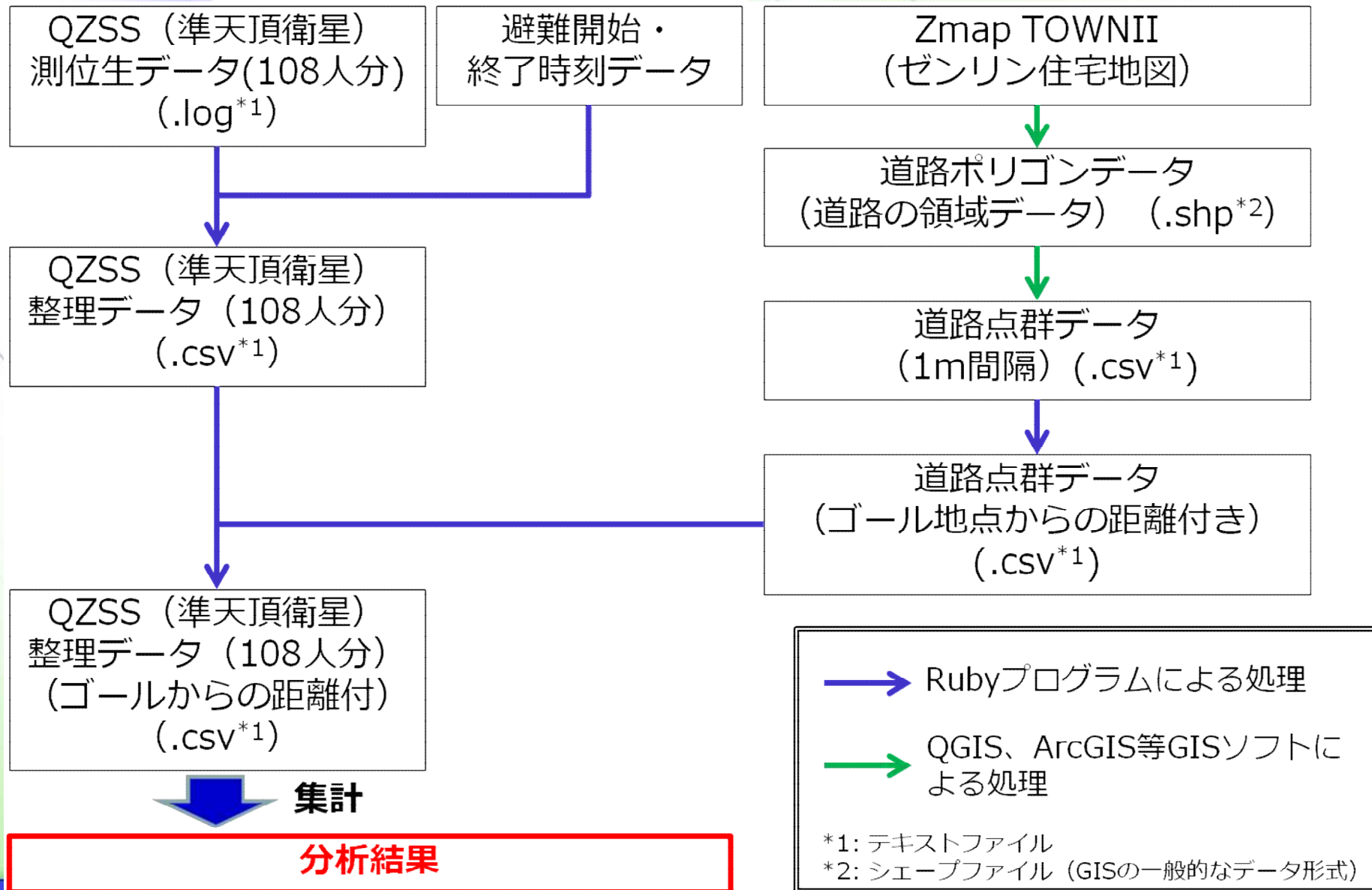
避難実験の様子（ゴール地点）

- 1.研究背景・目的
- 2.実験対象地域
- 3.避難実験の実施
- 4.データ処理**
- 5.分析結果
- 6.結論と課題

4. データ処理

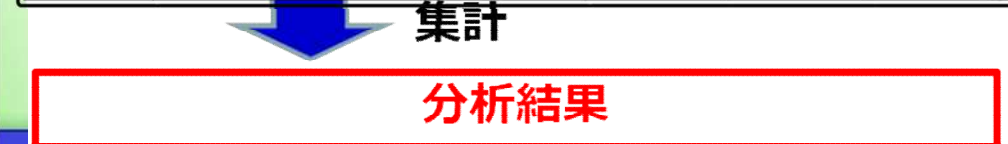
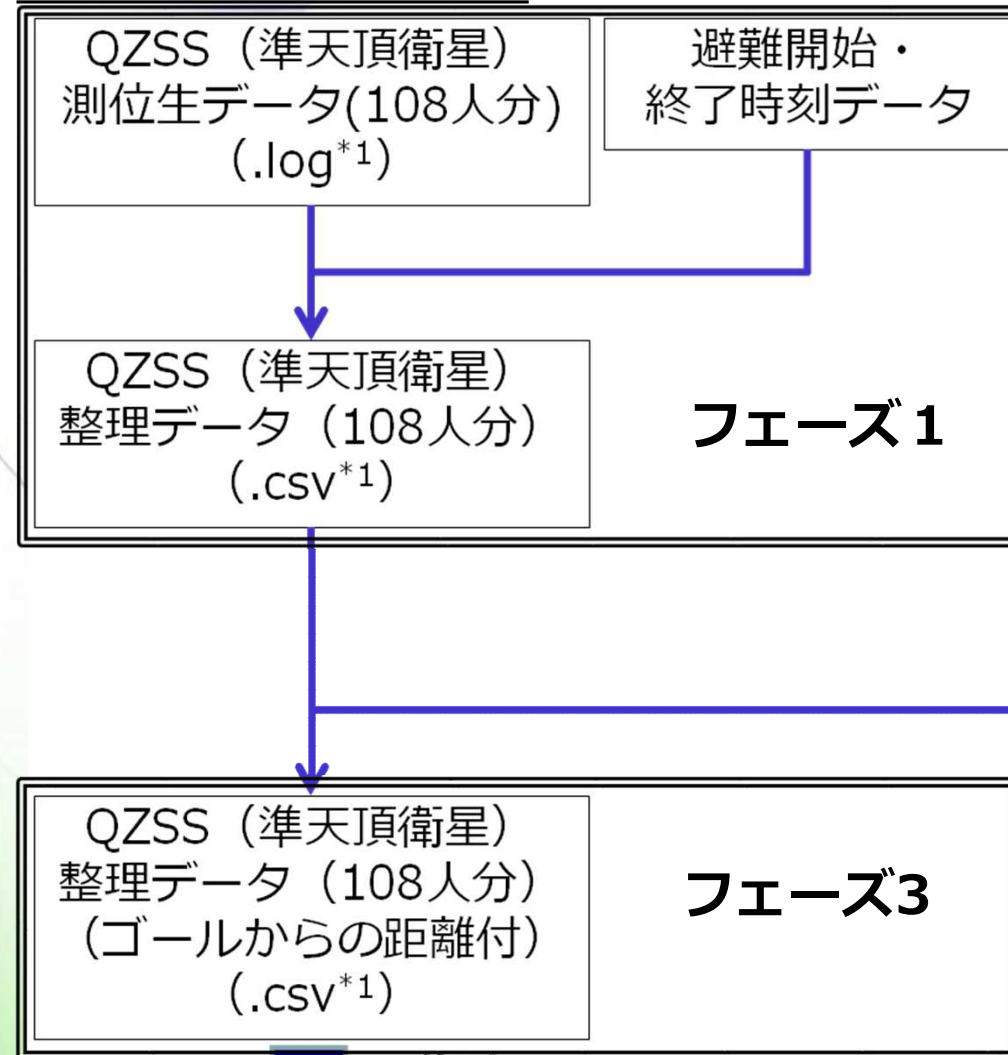
20

データ処理の流れ



4. データ処理

データ処理の流れ



フェーズ2

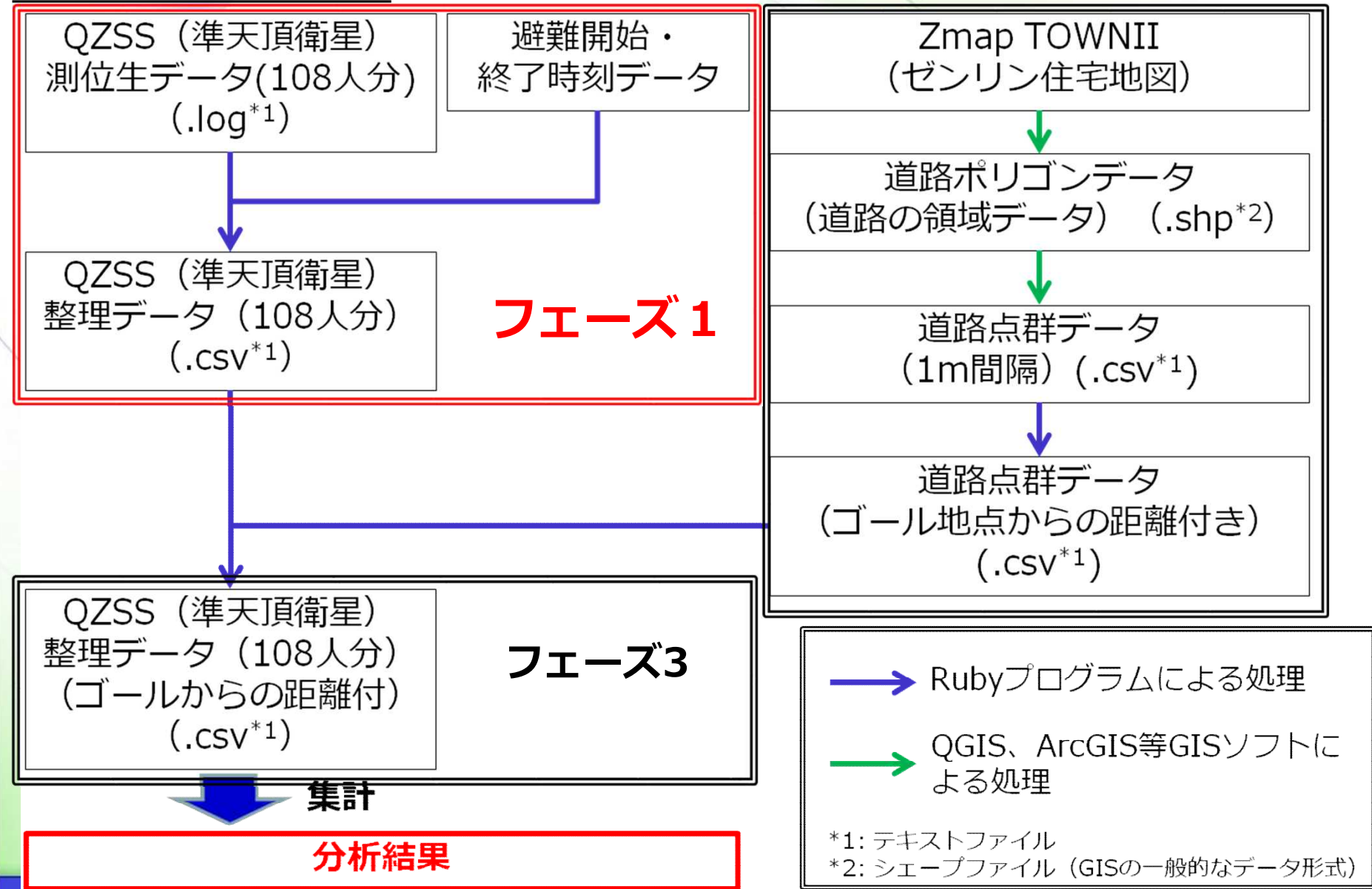


- Rubyプログラムによる処理
- QGIS、ArcGIS等GISソフトによる処理

*1: テキストファイル
 *2: シェープファイル (GISの一般的なデータ形式)

4. データ処理

データ処理の流れ



フェーズ1：QZSS生データの加工

```
26439 $GPGSV,3,3,11,23,37,060,36,28,00,191,,193,84,294,28,,,,^/E
26440 $GLGSV,2,1,06,67,16,034,36,68,69,010,36,69,48,231,,82,31,135,24*6B
26441 $GLGSV,2,2,06,83,79,041,24,84,29,329,16,,,,,,,*6D
26442 $QZGSV,1,1,01,01,84,294,28,,,,,,,*5C
26443 $GNRMC,011751.00,A,3513.5991,N,13942.3550,E,0.0,90.0,061215,,,A*75
26444 $GNZDA,011751.00,06,12,2015,,,*78
26445 $LIBAT,4.012*2F
26446 $L1SET,1,11,0,0*0E
26447 $L1ACC,0,0,0,0,-26,78,-171,0,-0.992,0.028,-0.084*36
26448 $L1PRS,1023.6*18
26449 $L1MAG,205.17,58.16,498,263*0F
26450 $GPGGA,011752.00,3513.5991,N,13942.3550,E,1,10,0.9,3.6,M,39.4,M,,*61
26451 $GNGSA,A,3,05,23,02,17,03,193,09,06,19,12,,,1.4,0.9,1.1*1C
26452 $GPGSV,3,1,11,02,28,303,20,03,08,053,18,05,11,244,29,06,61,339,29*7A
26453 $GPGSV,3,2,11,09,56,112,28,12,14,298,26,17,58,170,25,19,26,151,19*70
26454 $GPGSV,3,3,11,23,37,060,36,28,00,191,,193,84,294,28,,,,*7E
26455 $GLGSV,2,1,06,67,16,034,36,68,69,010,36,69,49,231,,82,31,135,24*6A
26456 $GLGSV,2,2,06,83,79,041,23,84,29,329,18,,,,,,,*64
26457 $QZGSV,1,1,01,01,84,294,28,,,,,,,*5C
26458 $GNRMC,011752.00,A,3513.5991,N,13942.3550,E,0.0,90.0,061215,,,A*76
26459 $GNZDA,011752.00,06,12,2015,,,*7B
26460 $LIBAT,4.012*2F
26461 $L1SET,1,11,0,0*0E
```

QZSSから受信されるデータは大量の文字列データである。

この中から位置・時間に関する情報（赤枠）を抽出し、文字列の整形、座標変換などを行うことで、利用可能なデータに加工する。

4. データ処理

24

フェーズ1：QZSS生データの加工

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
568	1	2015/12/6 11:19	139.710915	35.21888	6	1	60	2	1
569	1	2015/12/6 11:19	139.7109167	35.21888167	6	1	60	2	1
570	1	2015/12/6 11:19	139.7109167	35.21888	6	1	60	2	1
571	1	2015/12/6 11:19	139.7109183	35.21887667	6	1	60	2	1
572	1	2015/12/6 11:19	139.7109167	35.21886833	6	1	60	2	1
573	1	2015/12/6 11:19	139.7109133	35.21886167	6	1	60	2	1
574	1	2015/12/6 11:19	139.71091	35.21885667	6	1	60	2	1
575	1	2015/12/6 11:19	139.7109033	35.21884833	6	1	60	2	1
576	1	2015/12/6 11:19	139.7108967	35.21884167	6	1	60	2	1
577	1	2015/12/6 11:19	139.7108933	35.21883667	6	1	60	2	1

id (1列目) : QZSS受信機番号。1～64はPush機器の誘導なし、65～110は誘導有り。
※ただし015、016は欠席のため、077はログが無いいため欠損
(電源が入っていなかった可能性あり。)

time(2列目) : 測位時間 (JST) 。実際のデータは秒単位まで格納 (1秒毎に測位) 。

x,y (3,4列目) : 測位地点の経度・緯度 (10進、世界測地系) 。

attr (5列目) : 参加者の属性
1>IBM 2>OKI 3>関東学院 4>国交省 5>信号 6>隊友会 7>防災

sex (6列目) : 性別
1>男性 2>女性

age (7列目) : 年代 (10歳刻み。70歳以上は全て70) 。

iphone (8列目) : iphoneアプリをインストールしたか否か？
1>した 2>していない、あるいはiphoneを持っていない

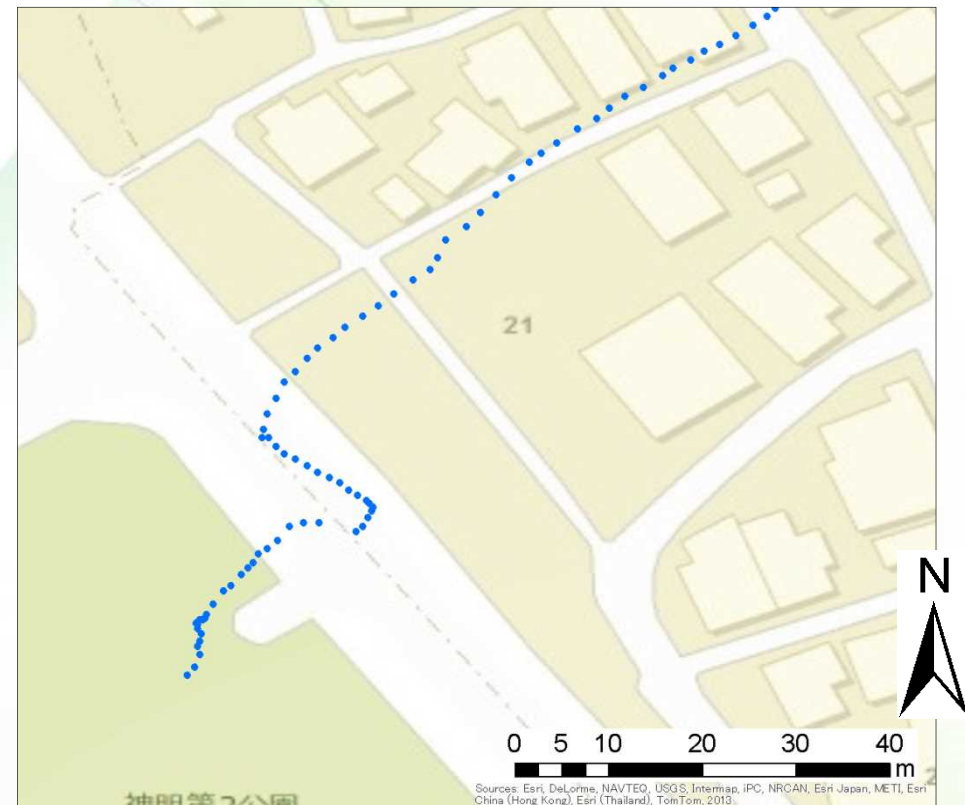
push(9列目) : Push機器による誘導の有無 1>有り 2>無し

4. データ処理

25

フェーズ1：QZSS生データの加工

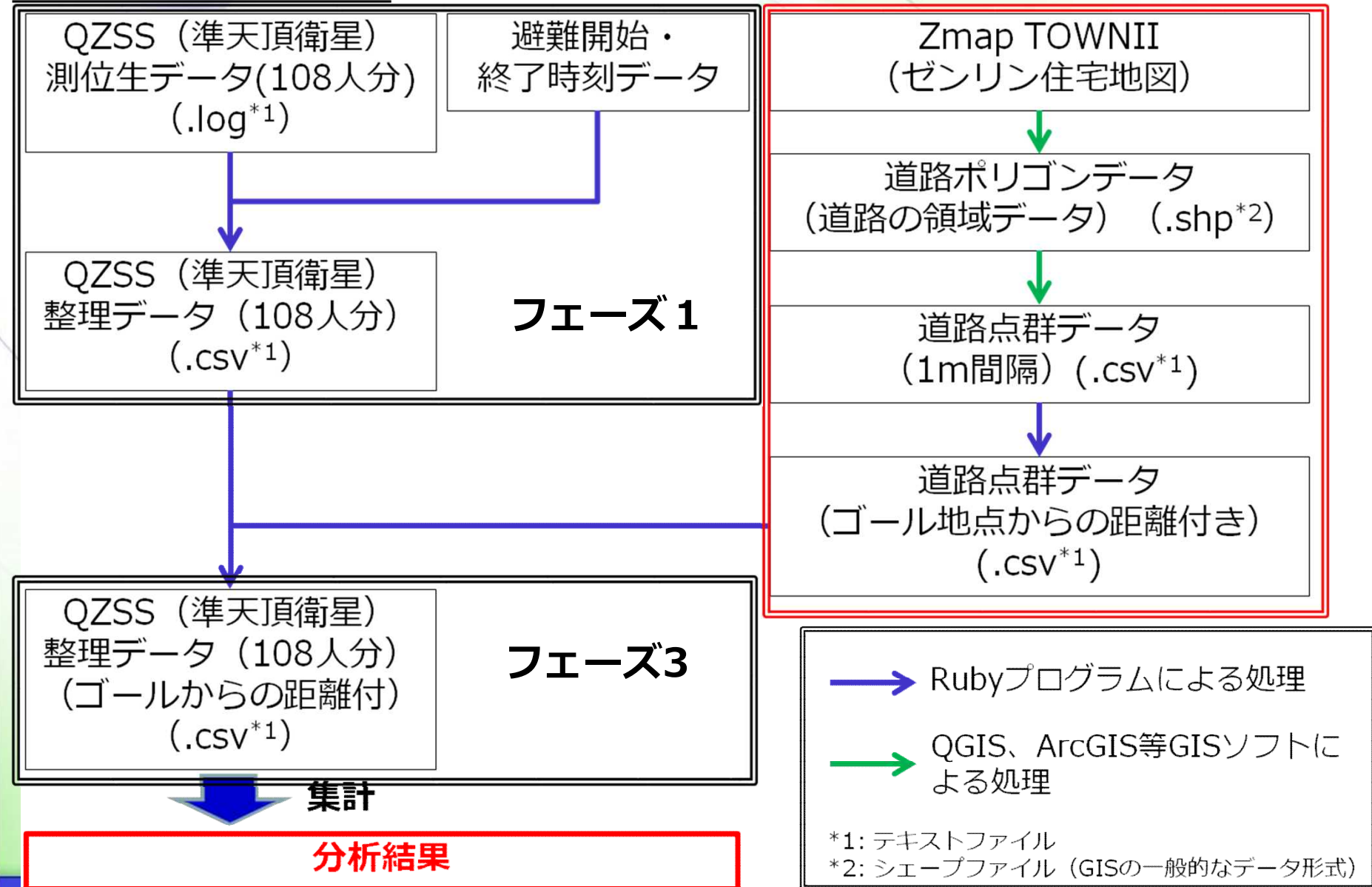
可視化の例



スムーズにゴール出来た人（081番：関東学院・20代男性・誘導有り・測位点数=481）の例。誘導機器の指示に従って迅速に避難したらしく、閉塞箇所にも1度も引っかからずに、狭い道も（上図赤枠部分）迷いなく選択している。

4. データ処理

データ処理の流れ



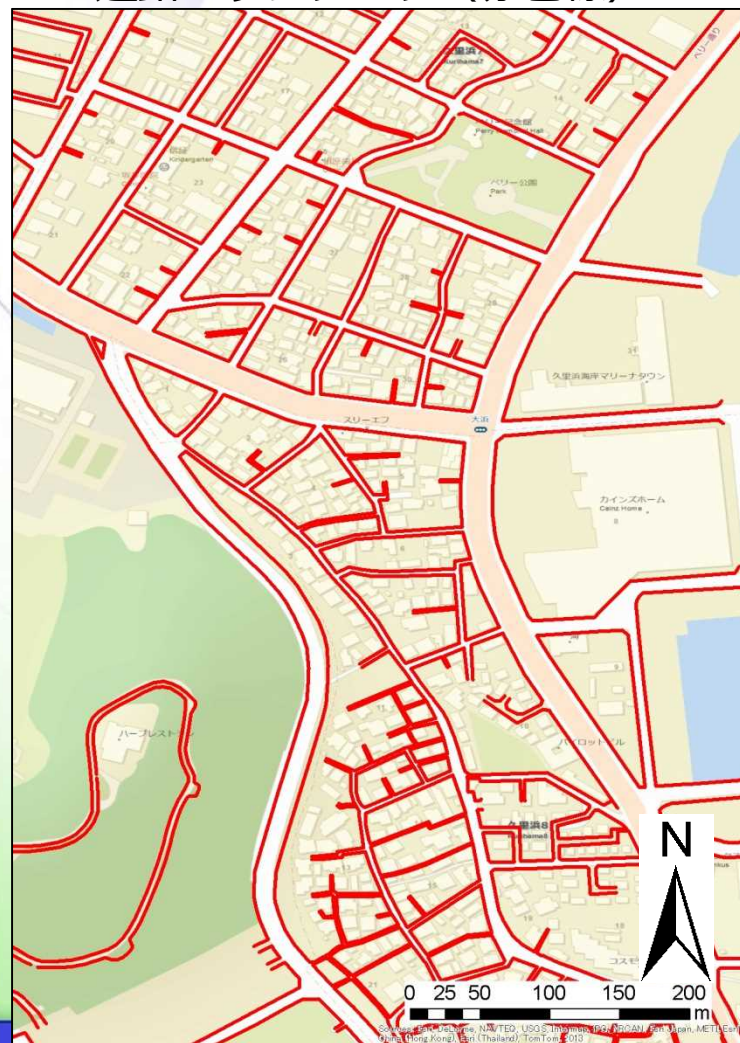
4. データ処理

27

フェーズ2：道路ネットワークデータの整備

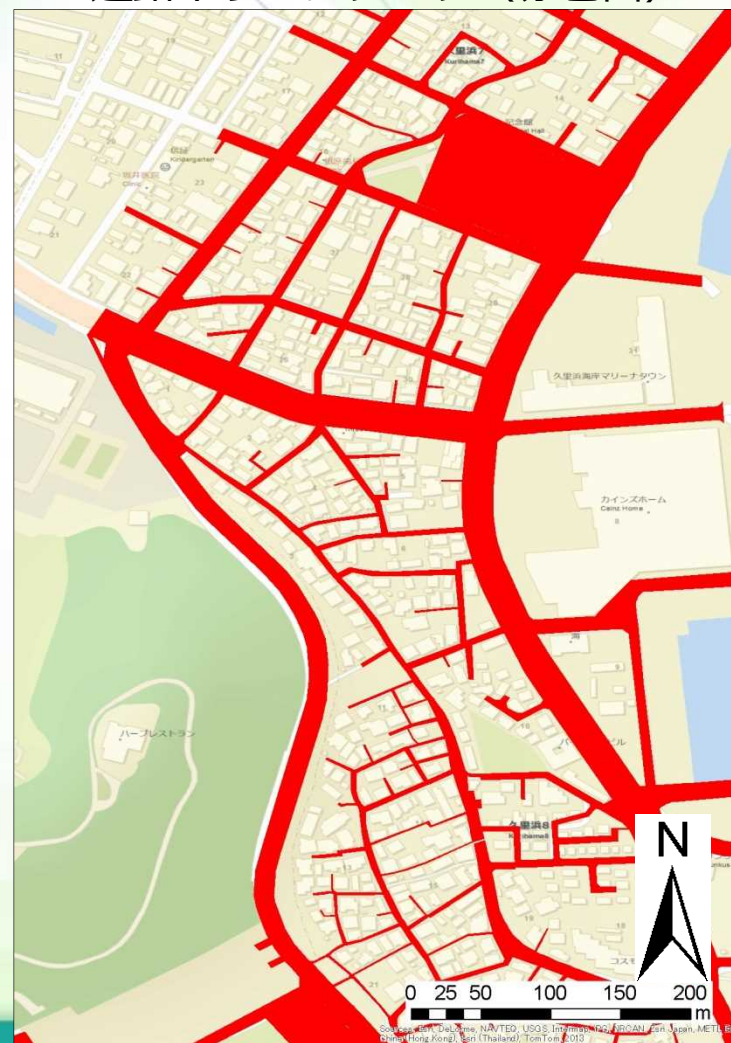
Zmap TOWN II（ゼンリン住宅地図）の道路データを背景図にして道路の領域を示すポリゴンデータ（面データ）を手作業で作成する。

今回の実験範囲とその周辺の道路エッジデータ（赤色線）



GISソフトウェア上で道路の領域を
トレース（手作業で丸1日程度）

今回の実験範囲とその周辺の道路ポリゴンデータ（赤色面）



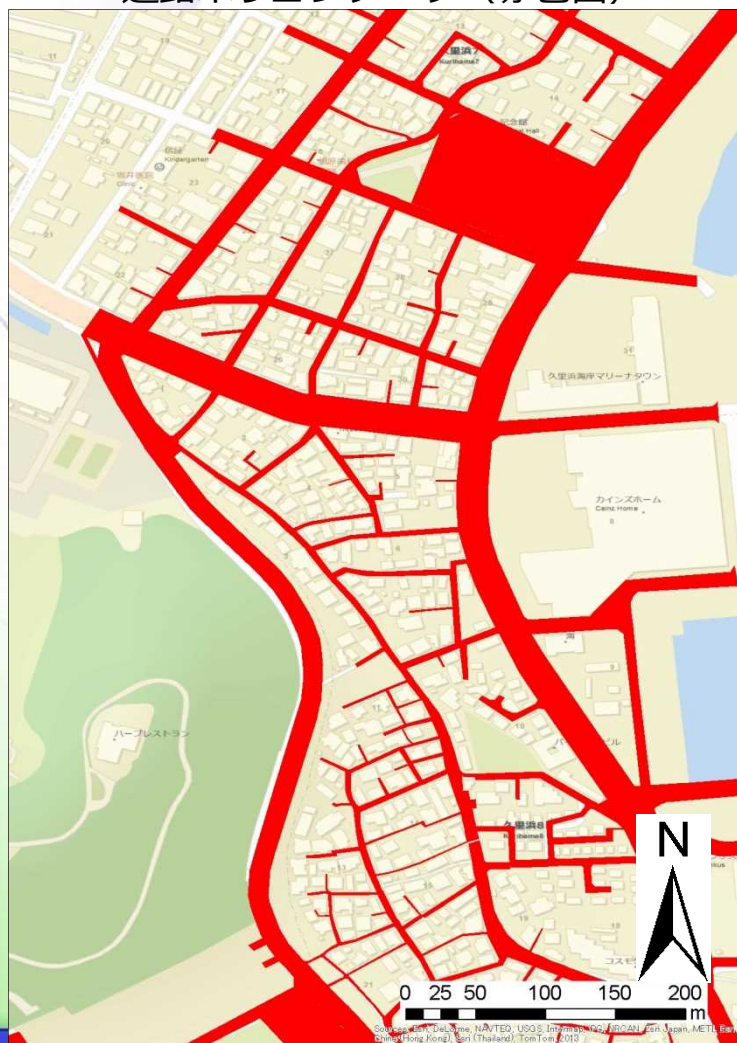
4. データ処理

28

フェーズ2：道路ネットワークデータの整備

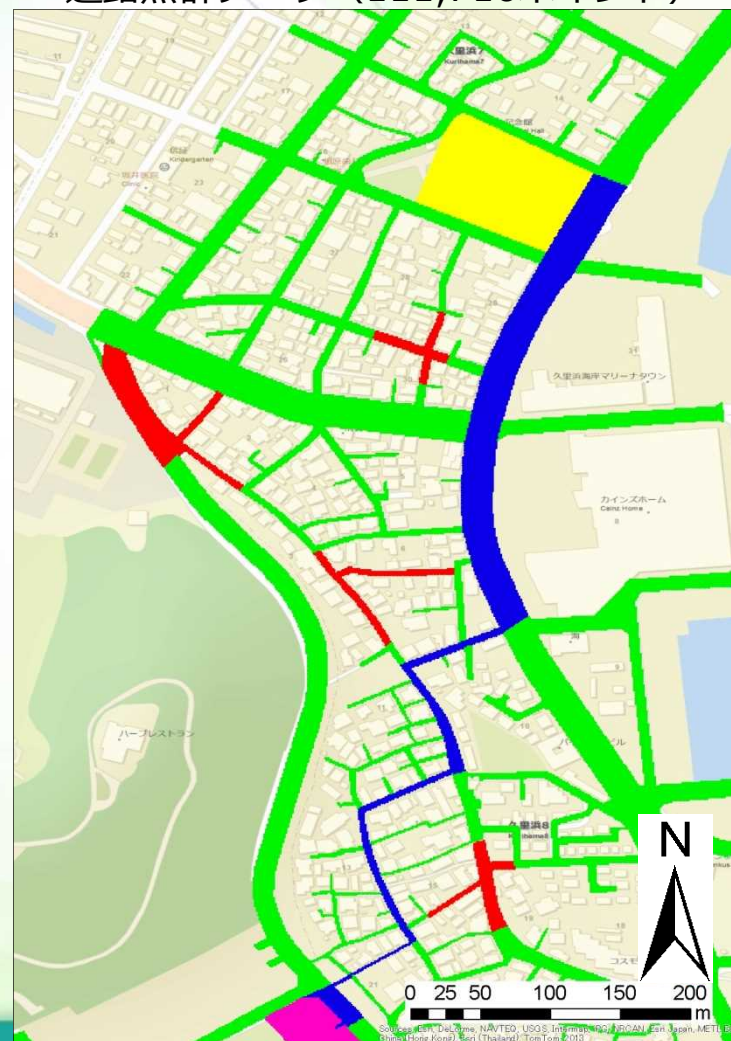
道路の領域を示すポリゴンデータ（面データ）を、一旦ラスタ化（座標付き画像データ。ピクセルサイズ:0.00001度 $\approx$ 1m）した後、ポイントデータ化。

今回の実験範囲とその周辺の
道路ポリゴンデータ（赤色面）



GISソフトウェア上でラスタ化の後
ポイントデータ化

今回の実験範囲とその周辺の
道路点群データ（111,716ポイント）



- その他の道路
- 閉塞箇所にアクセスする道路
- 推奨避難ルート
- スタート（ペリー公園）
- ゴール（神明第2公園）

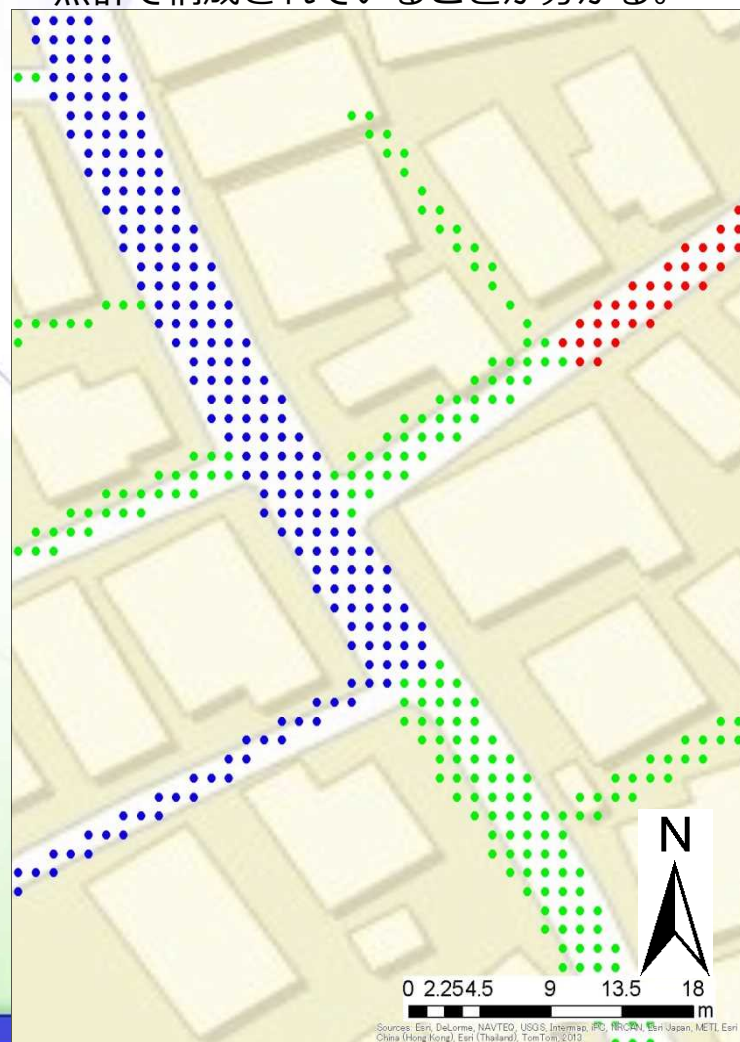
4. データ処理

29

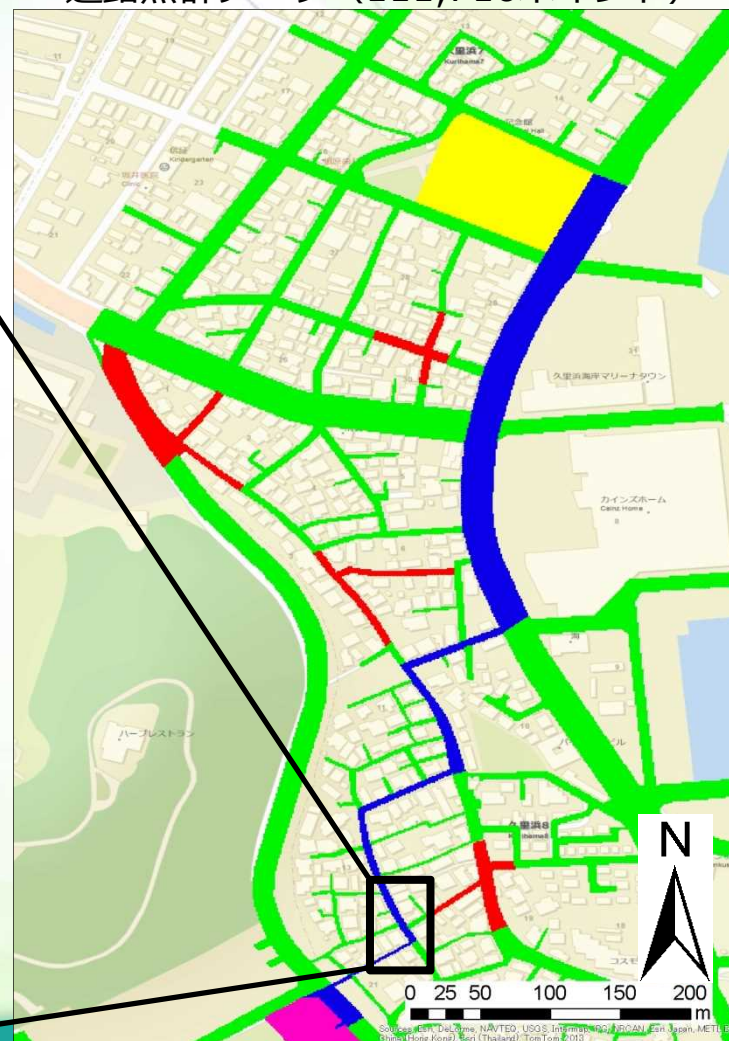
フェーズ2：道路ネットワークデータの整備

道路の領域を示すポリゴンデータ（面データ）を、一旦ラスタ化（座標付き画像データ。ピクセルサイズ:0.00001度 $\approx$ 1m）した後、ポイントデータ化。

拡大していくとこのデータが大量の点群で構成されていることが分かる。



今回の実験範囲とその周辺の道路点群データ（111,716ポイント）



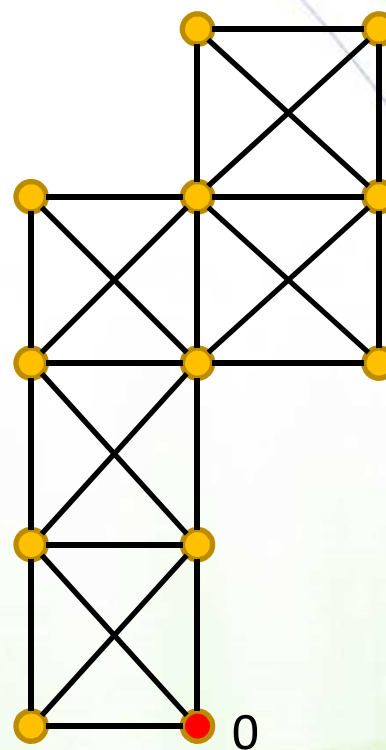
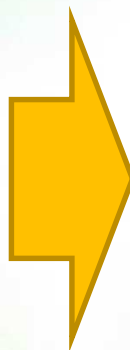
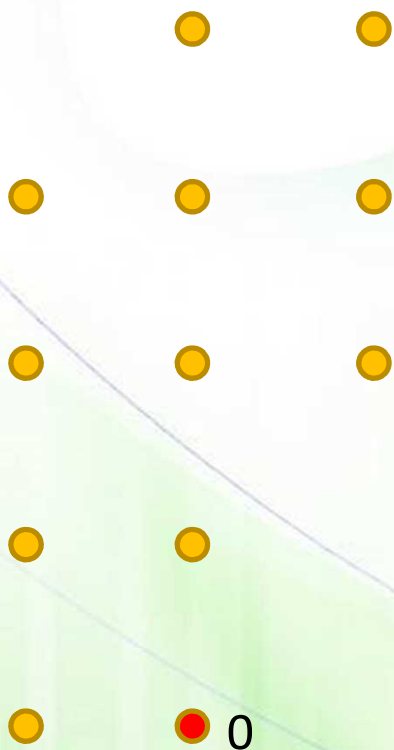
- その他の道路
- 閉塞箇所にアクセスする道路
- 推奨避難ルート
- スタート（ペリー公園）
- ゴール（神明第2公園）

フェーズ2：道路ネットワークデータの整備

道路の点群データに任意のゴール地点からの距離を与える方法

1) ゴール地点の点群を決めて
(下図赤色の点)
そこを「ゴールまで0m」とする。

2) 点群間のネットワークを構築
(格子状態の場合、近隣8つがリンク
対象となる。)

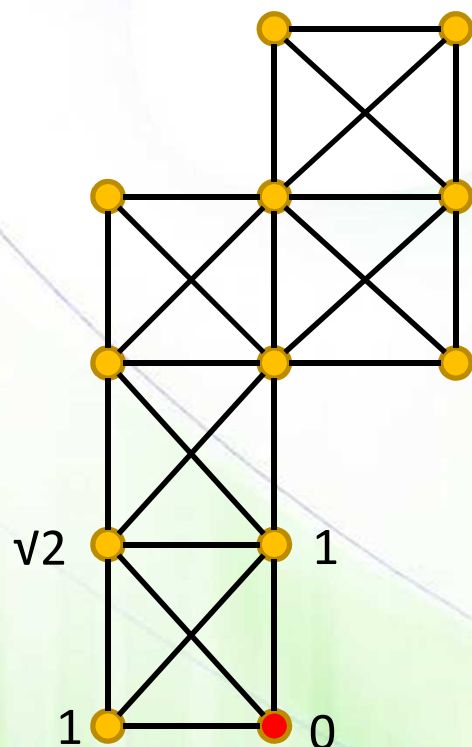


※この図では点間距離を全て1とする

フェーズ2：道路ネットワークデータの整備

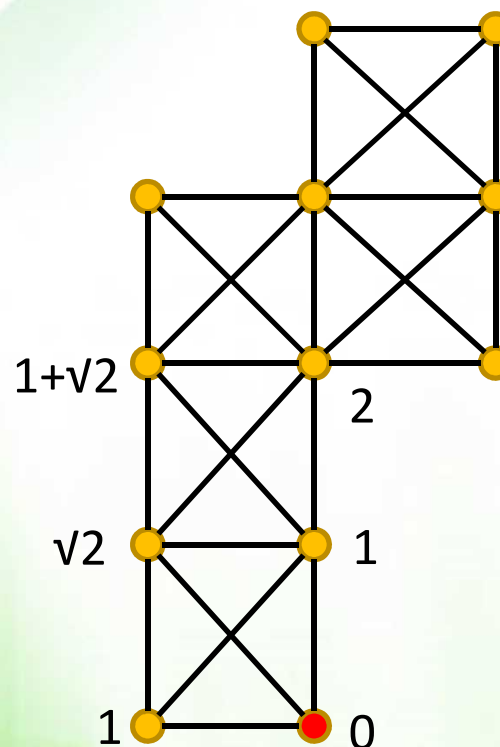
道路の点群データに任意のゴール地点からの距離を与える方法

3) まずゴール地点とリンクしている点にダイクストラ法^{注1}で距離を与える。
(1ループ目)



※この図では点間距離を全て1とする

4) 続いて既に距離が与えられている点とリンクしている点にダイクストラ法で距離を与える。
(2ループ目)



※1回のループ処理の間に複数回距離が更新される場合もある。

以降全ての点に距離が与えられるまで繰り返す。
(今回の場合、2452回のループで計算完了。)

同計算を行うプログラムを独自に開発 (Ruby)。計算時間は約30分。

注1：ダイクストラ法：Dijkstra, E.W. (1959).

4. データ処理

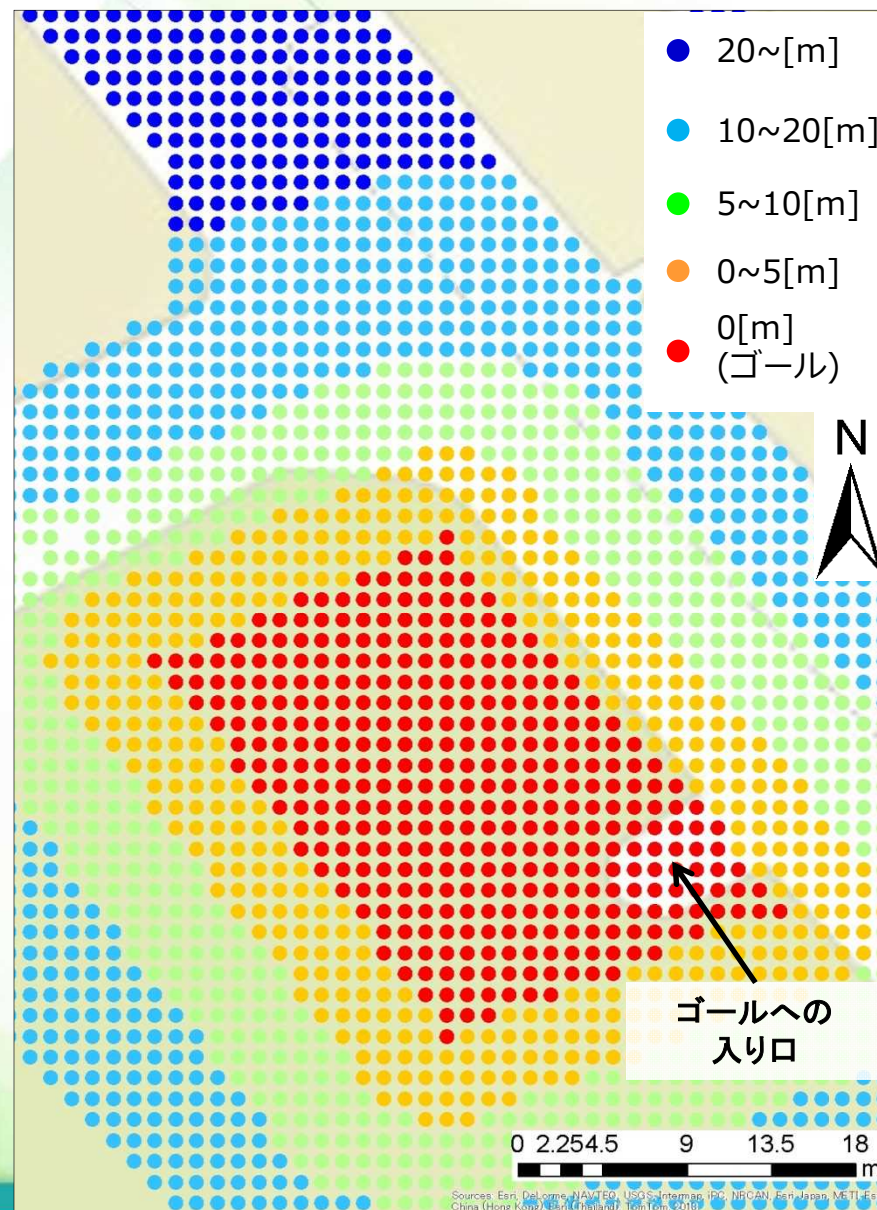
32

フェーズ2：道路ネットワークデータの整備

計算結果（全域）

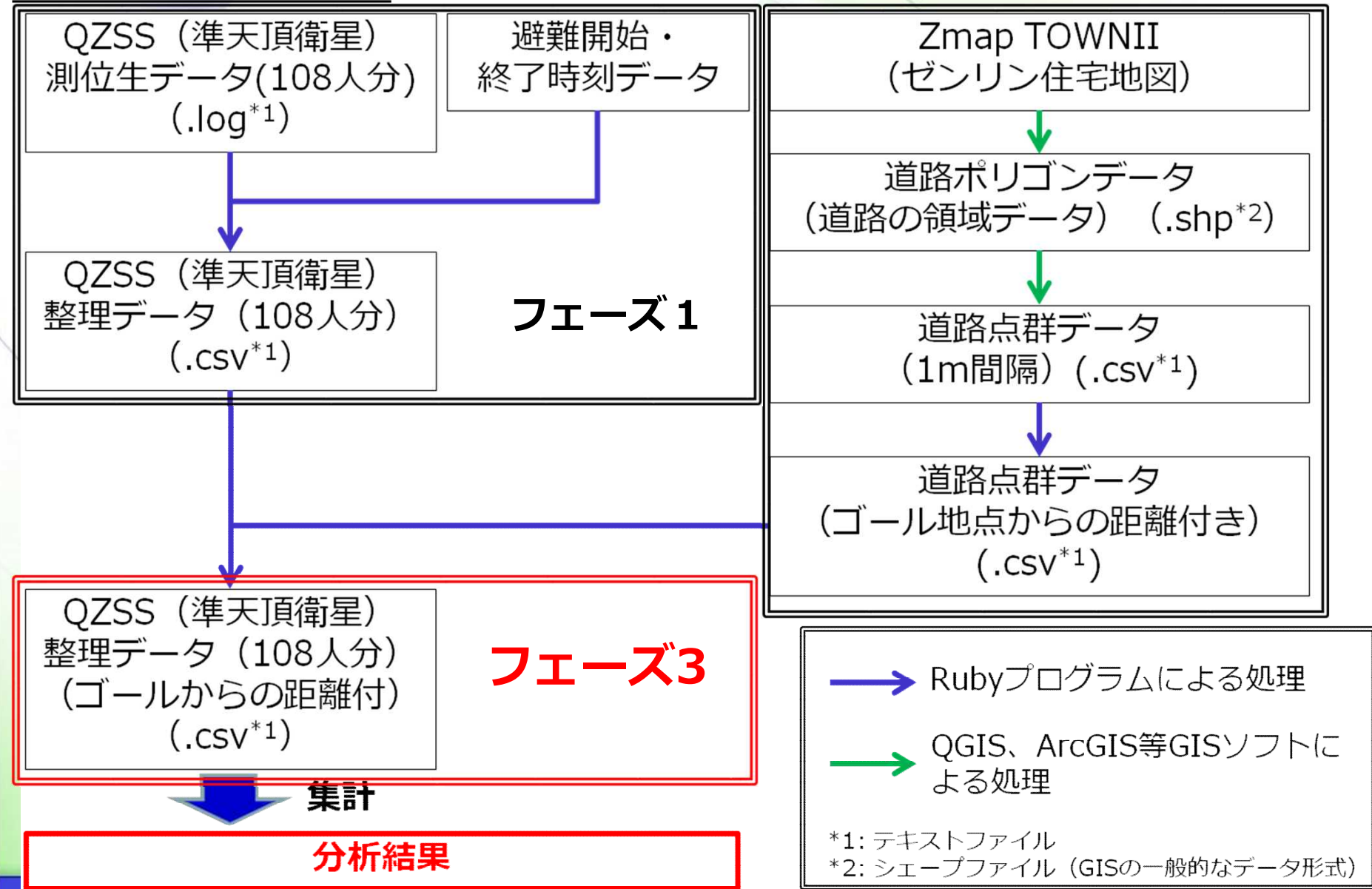


計算結果（ゴール周辺）



4. データ処理

データ処理の流れ

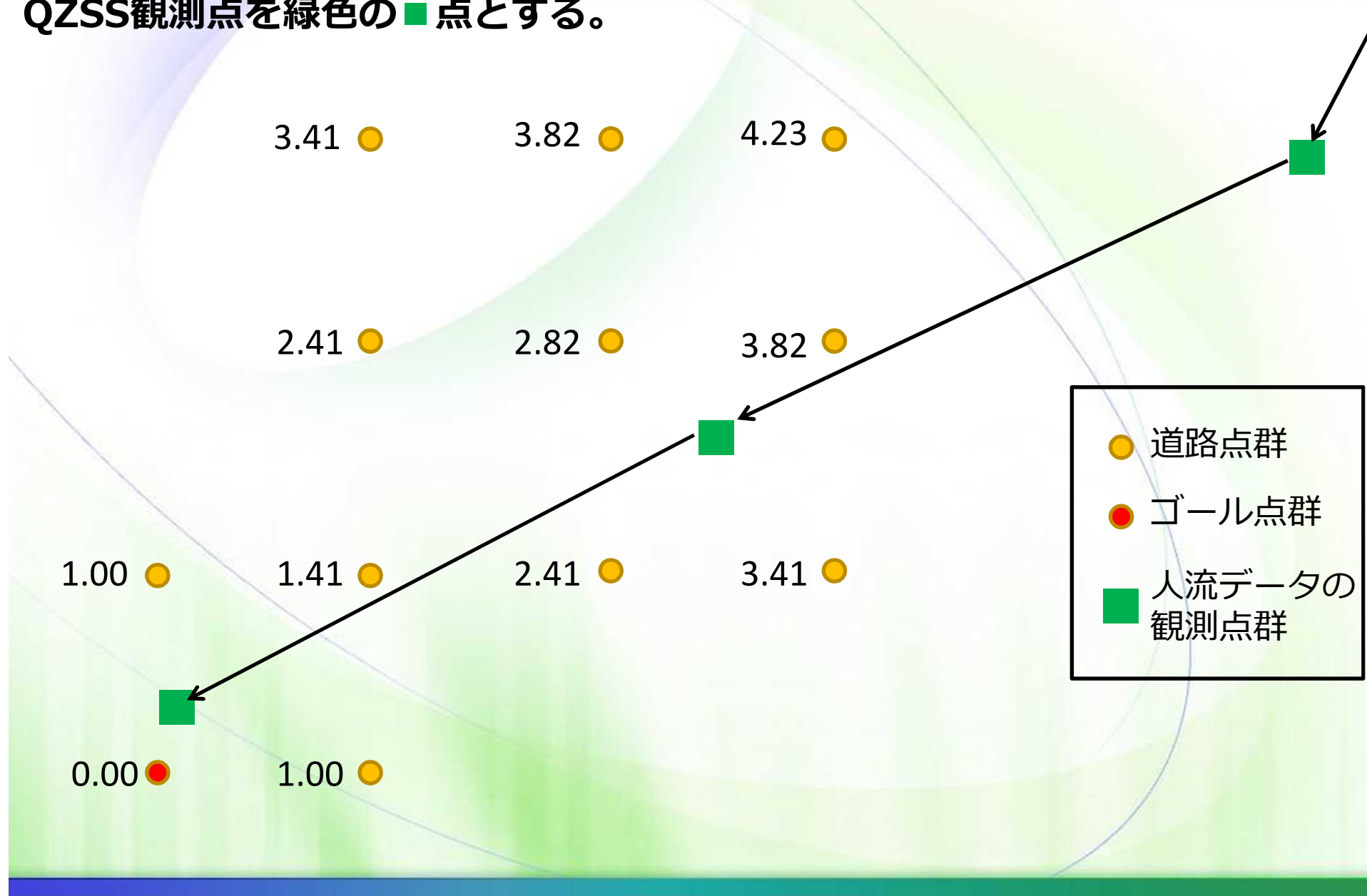


4. データ処理

34

フェーズ3：QZSS観測点にゴールまでの距離を与える処理

QZSS観測点を緑色の■点とする。

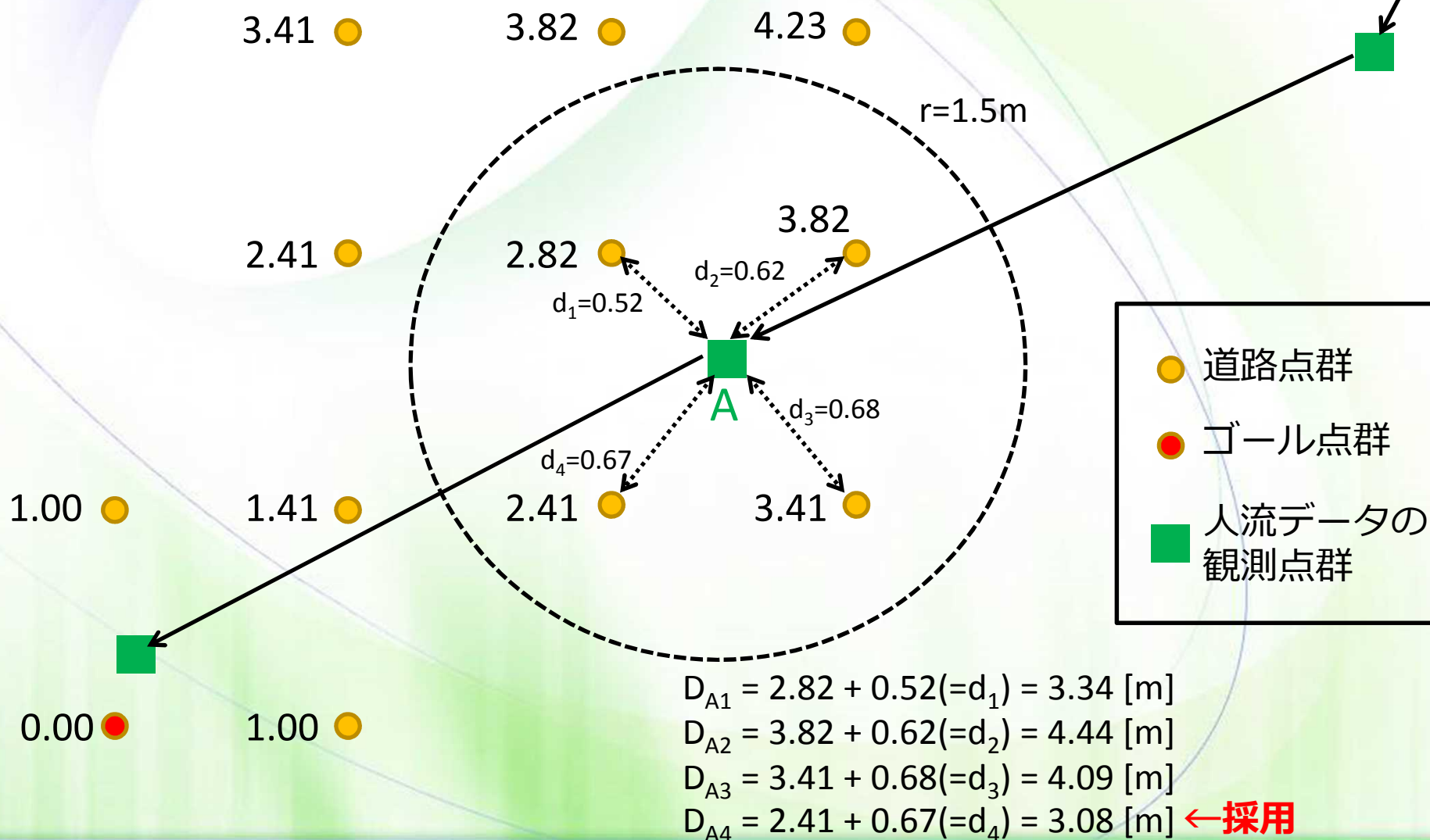


4. データ処理

35

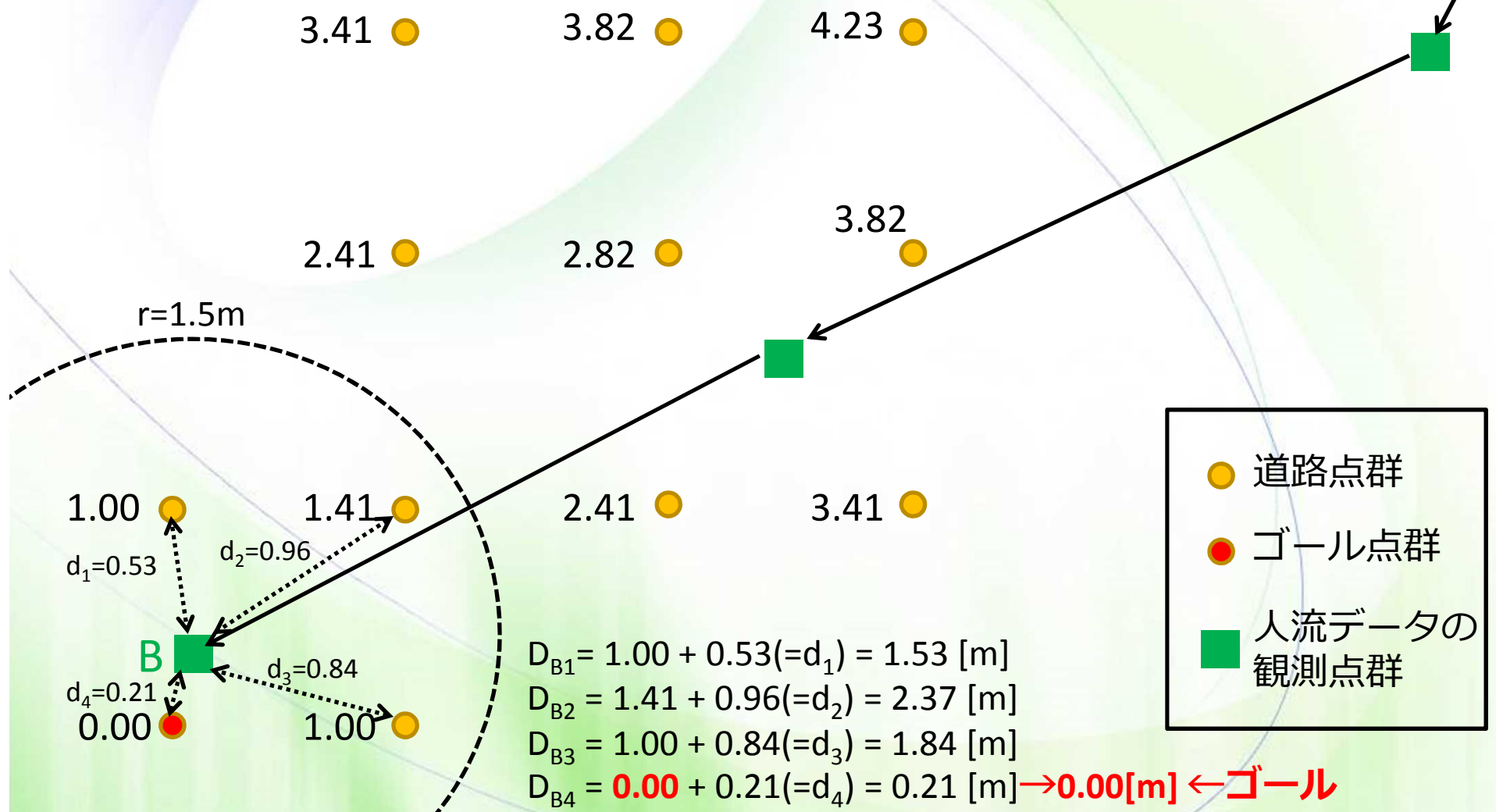
フェーズ3：QZSS観測点にゴールまでの距離を与える処理

点Aの場合、近隣（1.5m以内）の道路点群データまでの距離 + 点群データが持つゴールまでの距離を計算し、最も小さい値を採用する。



フェーズ3：QZSS観測点にゴールまでの距離を与える処理

点Bのように近隣（1.5m以内）の道路点群にゴールの点を含む場合は、ゴールしたものと見なし、ゴールまでの距離を0とする。

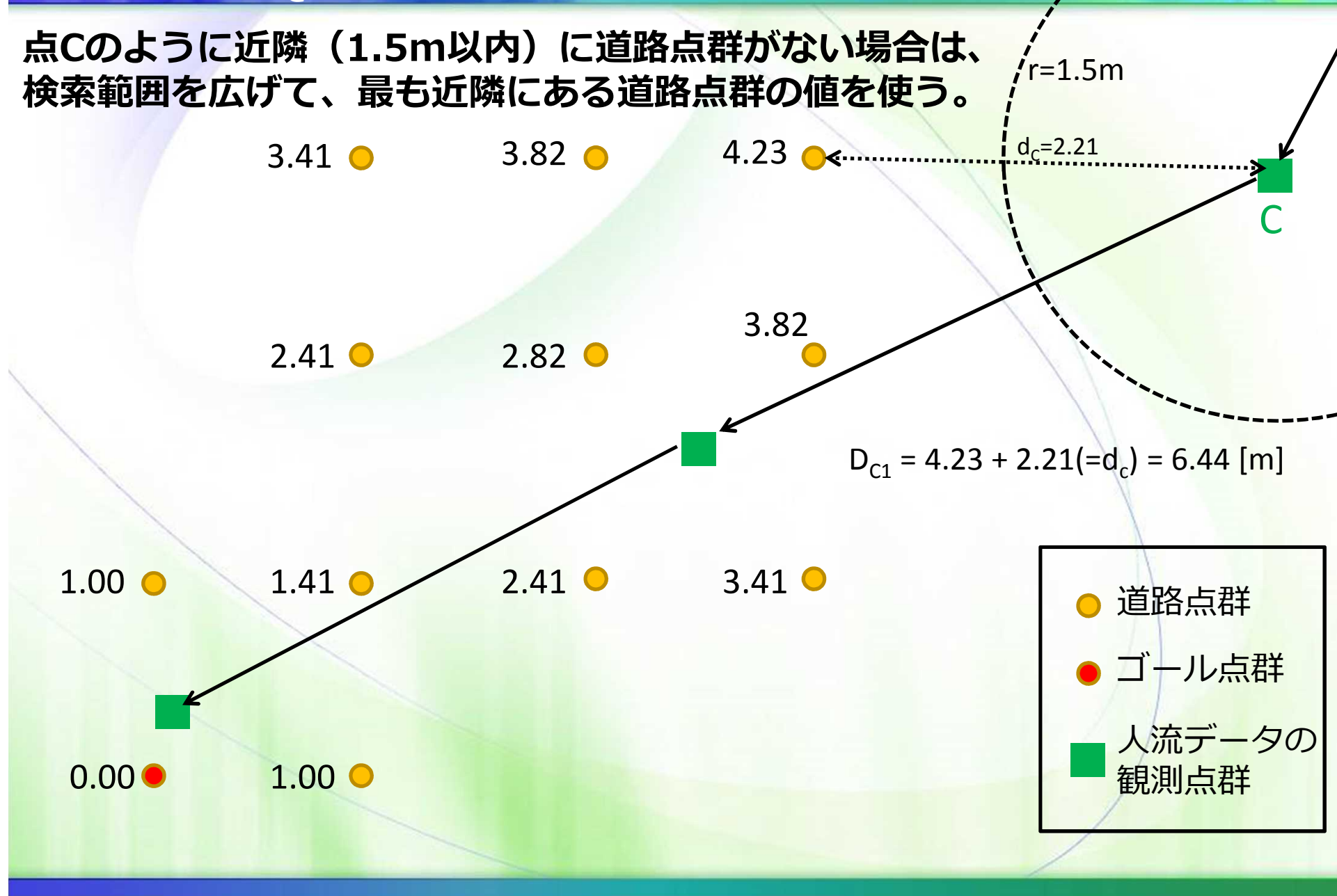


4. データ処理

フェーズ3：QZSS観測点にゴールまでの距離を与える処理

37

点Cのように近隣（1.5m以内）に道路点群がない場合は、検索範囲を広げて、最も近隣にある道路点群の値を使う。



4. データ処理

38

フェーズ3：QZSS観測点にゴールまでの距離を与える処理

計算結果（ID=001の人の例）

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	id	time	x	y	attr	sex	age	iphone	push	goal_dis	road_atr	time_sec	keika	total_dis	velocity
2	1	2015/12/6 11:10	139.7125	35.22402	6	1	60	2	1	687.805	3	40208	0	0	0
3	1	2015/12/6 11:10	139.7125	35.22401	6	1	60	2	1	686.2612	2	40209	1	1.48426	1.48426
4	1	2015/12/6 11:10	139.7125	35.224	6	1	60	2	1	684.8597	2	40210	2	2.976238	1.491978
5	1	2015/12/6 11:10	139.7125	35.22398	6	1	60	2	1	683.5728	2	40211	3	4.468216	1.491978
6	1	2015/12/6 11:10	139.7125	35.22397	6	1	60	2	1	682.2881	2	40212	4	5.775757	1.307541
7	1	2015/12/6 11:10	139.7125	35.22396	6	1	60	2	1	680.7309	2	40213	5	7.260017	1.48426
8	1	2015/12/6 11:10	139.7125	35.22395	6	1	60	2	1	679.2388	2	40214	6	8.751995	1.491978
9	1	2015/12/6 11:10	139.7125	35.22393	6	1	60	2	1	677.536	2	40215	7	10.26689	1.514897

id（1列目）～ push（9列目）はフェーズ1までに整備したデータと同様

goal_dis（10列目）：ゴールまでの距離[m]

road_atr（11列目）：道路属性

0>その他の道路 1>閉塞箇所と閉塞箇所にアプローチする道路
2>推奨避難ルート 3>スタート地点 4>ゴール地点

time_sec（12列目）：2015/12/06 00:00:00からの経過時間[秒]

keika（13列目）：スタートしてからの経過時間[秒]

total_dis（14列目）：スタートしてからの移動距離[m]

velocity（15列目）：移動速度[m/s]

4. データ処理

39

フェーズ3：QZSS観測点にゴールまでの距離を与える処理

ゴールまでの距離の計算結果の例

ID=7(避難誘導無し、避難時間最短：439秒)



ID=106(避難誘導有り、避難時間最長：1633秒)



フェーズ3：QZSS観測点にゴールまでの距離を与える処理

以上に挙げた手法で、108人分の全てのQZSS観測点にゴールまでの距離を与えた。

以上の計算を手作業や、一般的なGISソフトウェアに実施させるのは多大な労力・時間を要するため、以上の処理を自動的に行う処理プログラム独自に開発した（Ruby）。

ちなみに・・・

最も観測点が多かった人

ID：61 観測点数：1861(=31分1秒 (> 30分でリタイア))

最も観測点が少なかった人

ID：7 観測点数：481 (=8分1秒)

計算を行った観測点総数（108人分）：**103,008**

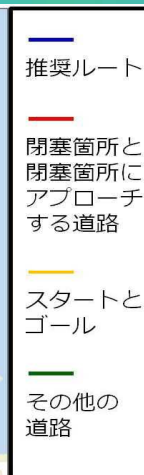
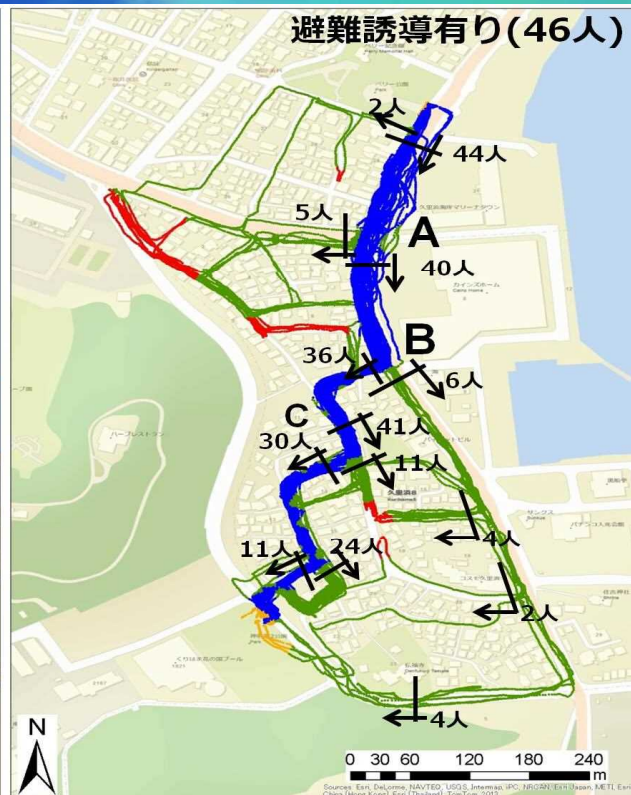
Mobmap*によるデモ

1. 避難誘導無しと有りの人々の移動の様子
2. 各人のゴールまでの距離を表示した結果
3. 各人の移動速度を表示した結果

- 1.研究背景・目的
- 2.実験対象地域
- 3.避難実験の実施
- 4.データ処理
- 5.分析結果**
- 6.結論と課題

5. 分析結果：全体的な傾向について

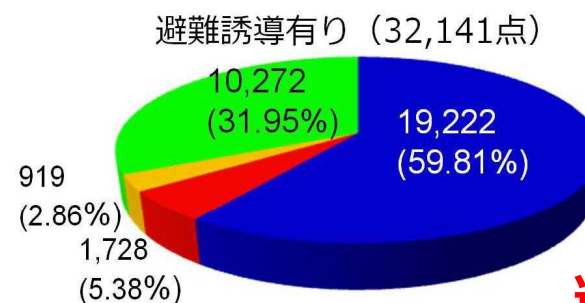
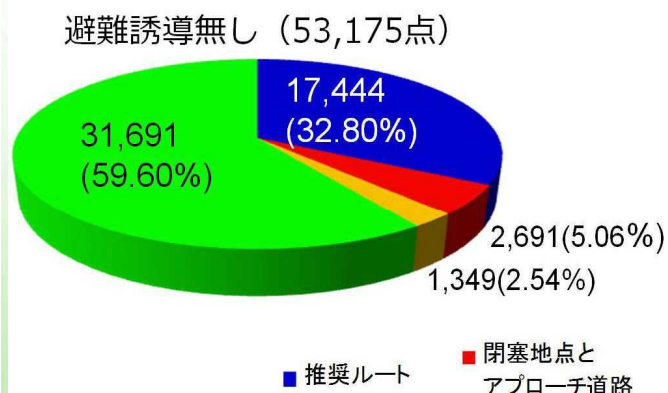
43



- 避難誘導を受けたグループの方が避難完了までに使用した経路のバリエーションが少ない。

- 避難誘導を受けたグループの方が推奨避難ルートを選択する割合が多い。

避難誘導が無い人と有る人の全避難経路の比較



避難誘導が無い人と有る人の全観測点の道路属性比較

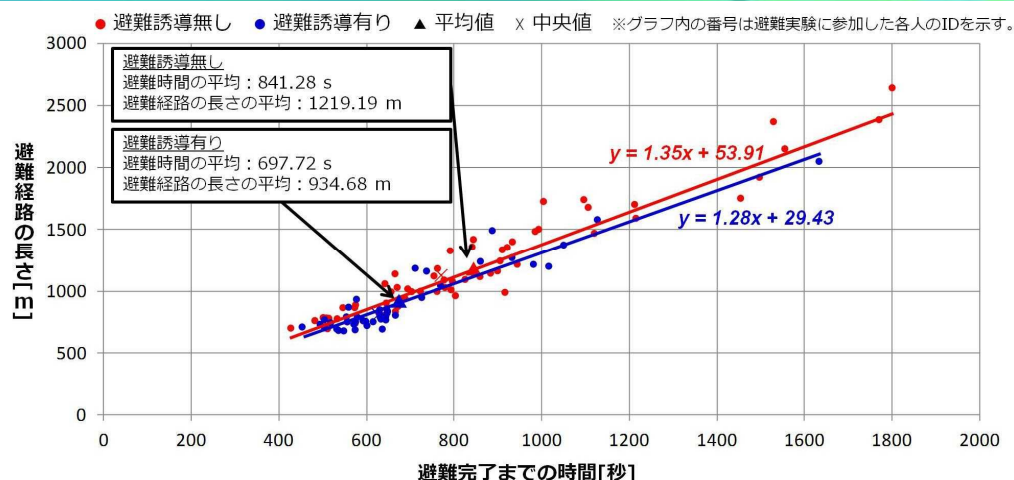
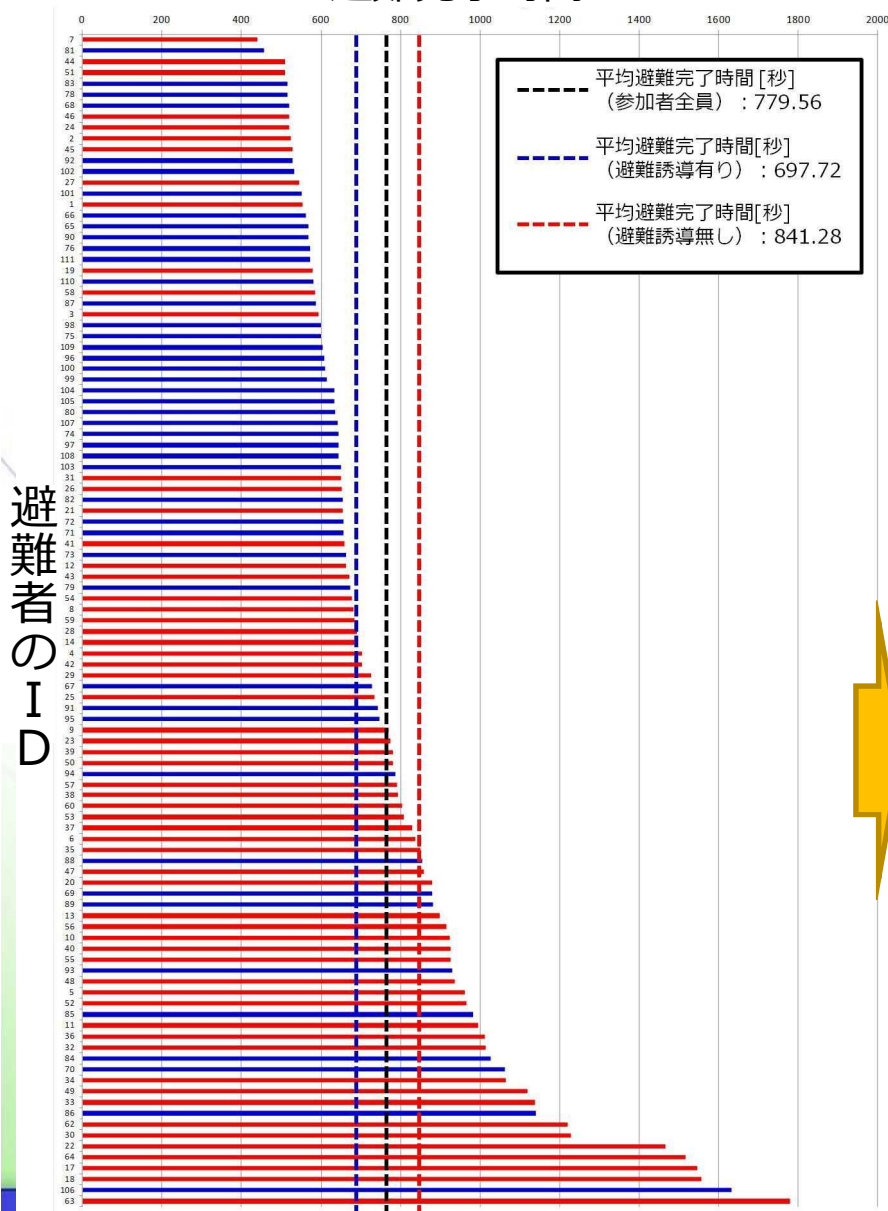
避難誘導による効果が現れていることが確認された。

5. 分析結果：全体的な傾向について

44

■ 避難誘導無しの人 ■ 避難誘導有りの人

避難完了時間



避難完了までの時間と移動距離の比較

	避難完了までの 平均時間	避難完了までの 平均移動距離
避難誘導無しの グループ	841.28秒 (14分1秒)	1219.19m
避難誘導有りの グループ	697.72秒 (11分33秒)	934.68m

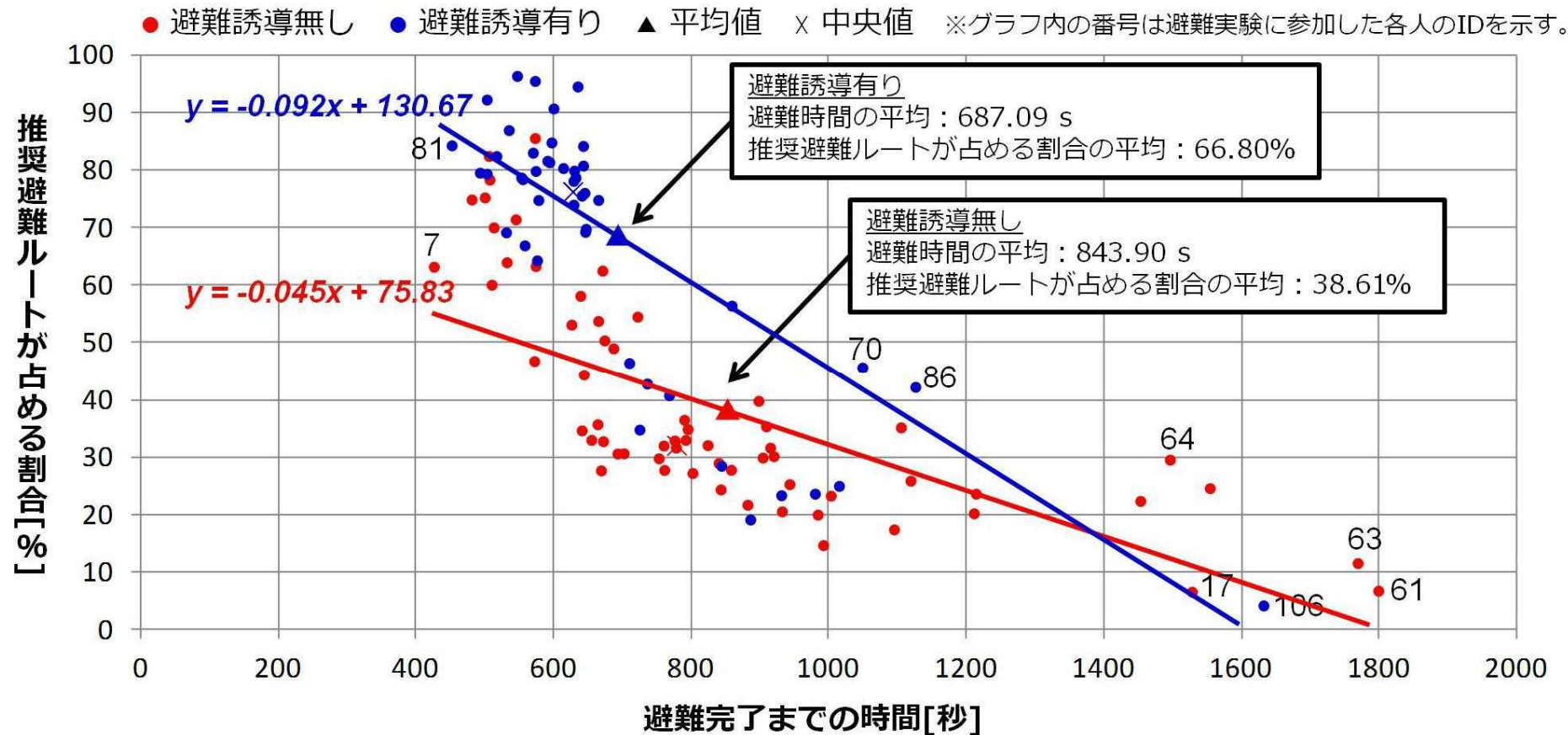
避難誘導有りの
グループのほうが
約17%小さい値。

避難誘導有りの
グループのほうが
約23%小さい値。

5. 分析結果

45

避難完了までの時間（横軸）と
避難経路のうち推奨避難ルートが占める割合（縦軸）



避難誘導が無いグループの平均：38.61%

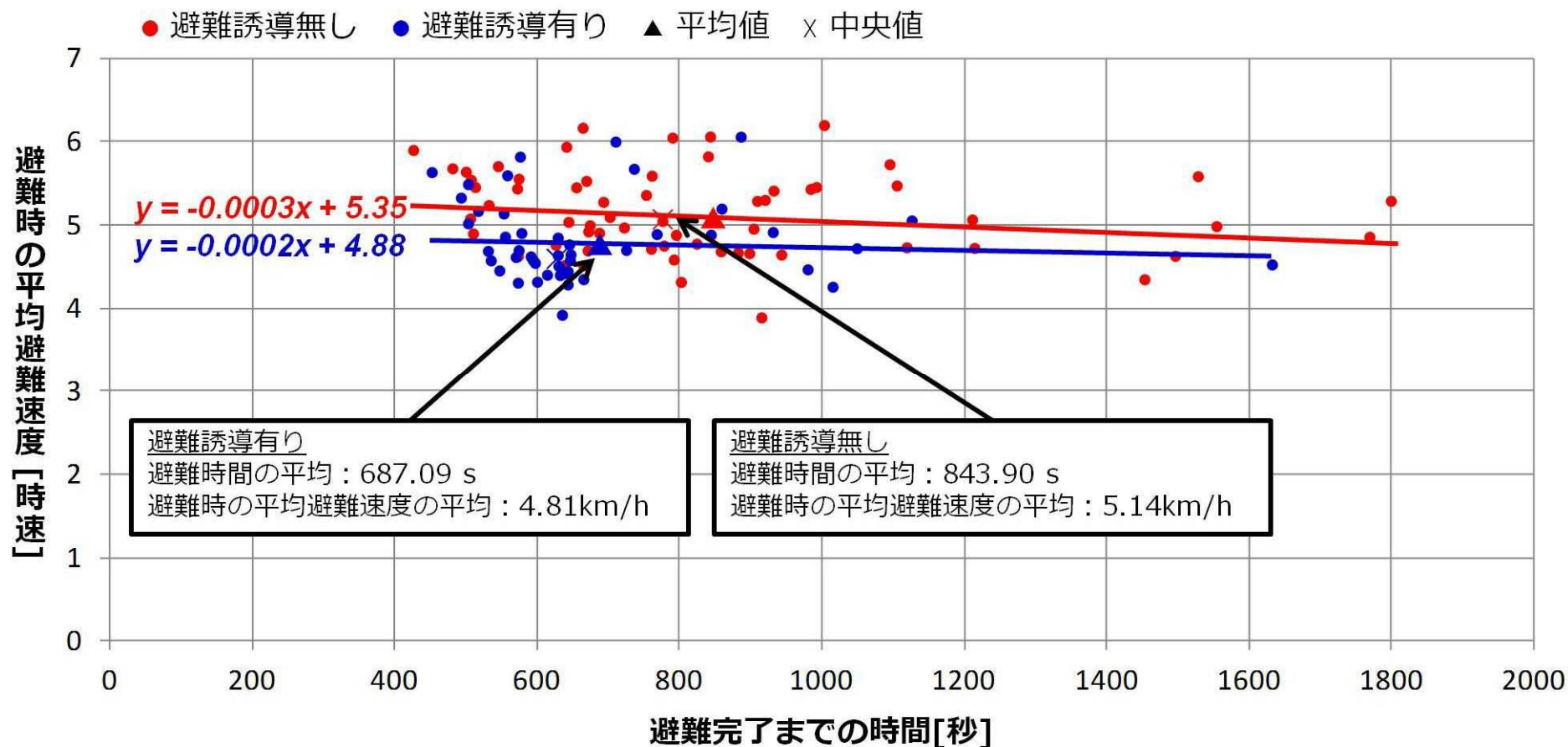
避難誘導が有るグループの平均：66.80%

約73%大きい値

5. 分析結果

46

避難完了までの時間（横軸）と移動速度（縦軸）の関係



相関は殆どみられない＝避難完了時間を短くするためには、避難時に早く移動することよりも、避難経路を正しく選択することの方が効いている。

5. 分析結果

47

避難完了までの時間（横軸）と年齢・性別・所属の重回帰分析

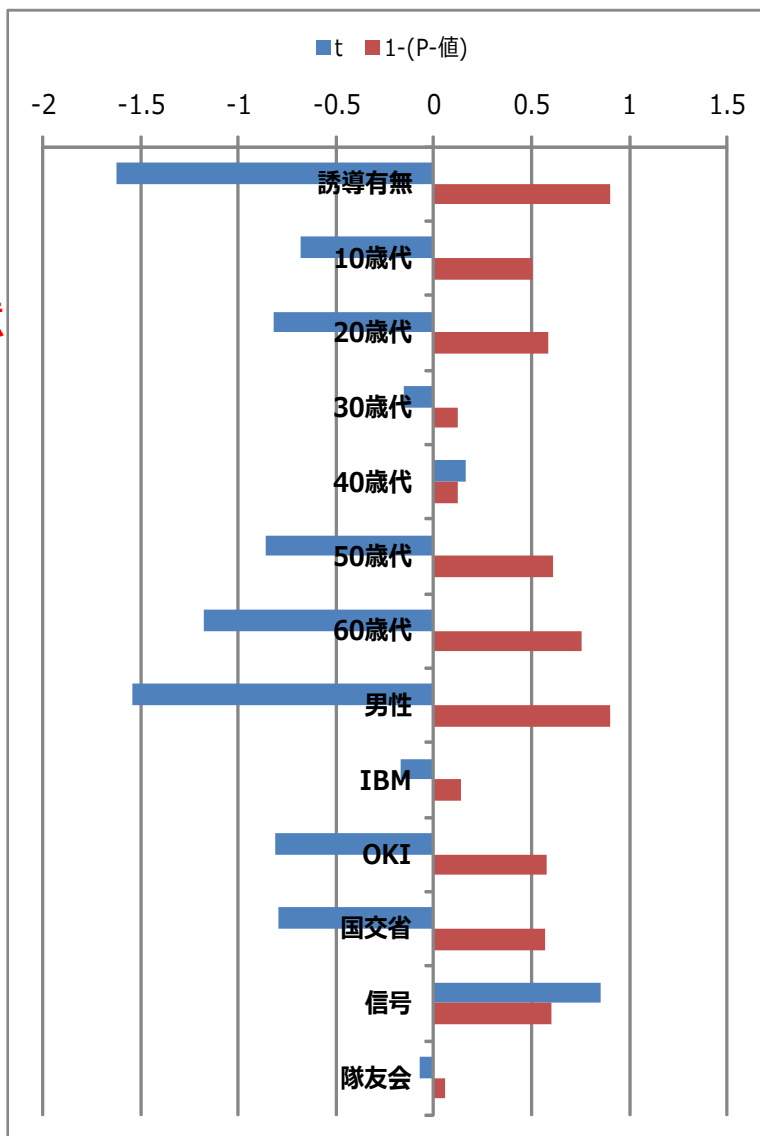
回帰統計	
重相関 R	0.40628
重決定 R ²	0.16506
補正 R ²	0.04959
標準誤差	274.843
観測数	108

分散分析表

	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F
回帰	13	1403734	107980	1.42946	0.0905
残差	94	7100626	75538.6		
合計	107	8504360			

10%有意

	係数	標準誤差	t	P-値
切片	1056.25	217.662	4.8527	4.8E-06
誘導有無	-108.35	66.7207	-1.6239	0.09775
10歳代	-145.39	214.113	-0.679	0.49878
20歳代	-164.73	200.512	-0.8215	0.41341
30歳代	-28.763	189.351	-0.1519	0.87959
40歳代	32.3192	202.177	0.15986	0.87334
50歳代	-147.56	171.792	-0.8589	0.39257
60歳代	-131.39	111.814	-1.1751	0.24292
男性	-119.08	77.2232	-1.542	0.09643
IBM	-32.326	189.169	-0.1709	0.86468
OKI	-176.9	218.382	-0.8101	0.41995
国交省	-174.46	220.131	-0.7925	0.43005
信号	128.358	150.944	0.85037	0.39728
隊友会	-14.874	199.298	-0.0746	0.94067



説明変数を年代、性別、所属、目的変数を避難完了時間とした重回帰分析を実施。

（説明変数は全てダミー変数。多重共線性を示す説明変数は除去。）

- ・「避難誘導の有無」
- ・「男性」

が避難完了までの時間を短くする効果が大いことが分かる（いずれも10%有意）。

5. 分析結果

48

避難完了までの時間（横軸）と年齢・性別・所属の重回帰分析

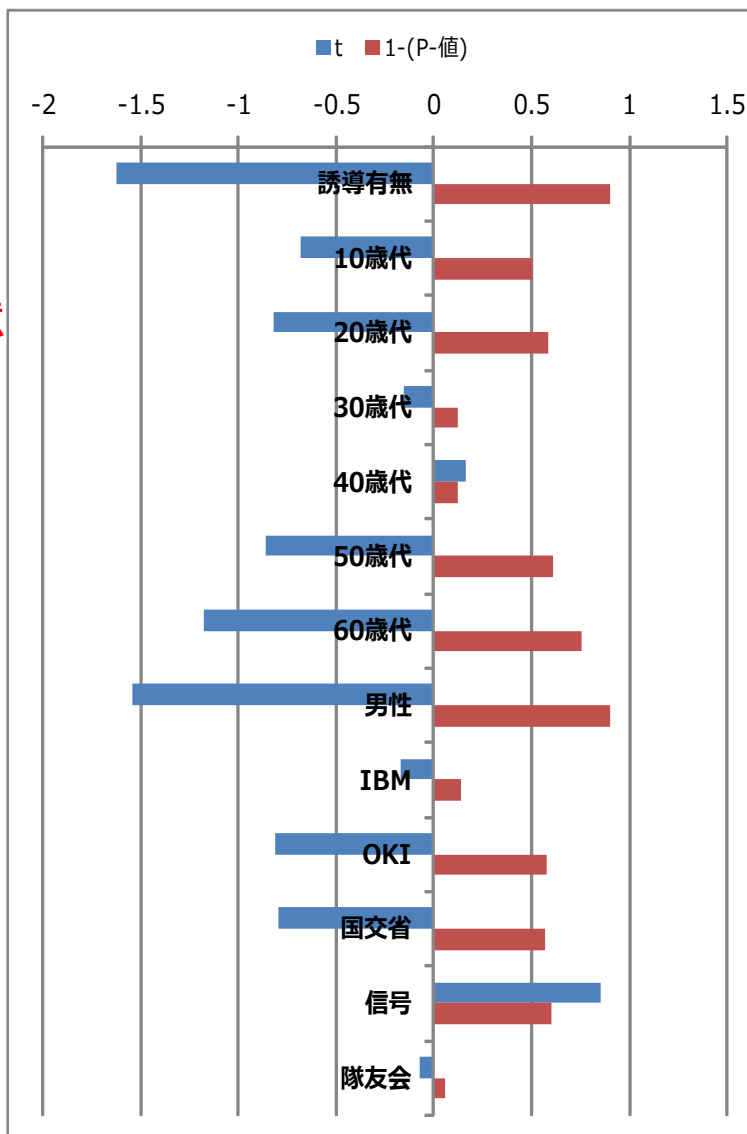
回帰統計	
重相関 R	0.40628
重決定 R2	0.16506
補正 R2	0.04959
標準誤差	274.843
観測数	108

分散分析表

	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F
回帰	13	1403734	107980	1.42946	0.0905
残差	94	7100626	75538.6		
合計	107	8504360			

10%有意

	係数	標準誤差	t	P-値
切片	1056.25	217.662	4.8527	4.8E-06
誘導有無	-108.35	66.7207	-1.6239	0.09775
10歳代	-145.39	214.113	-0.679	0.49878
20歳代	-164.73	200.512	-0.8215	0.41341
30歳代	-28.763	189.351	-0.1519	0.87959
40歳代	32.3192	202.177	0.15986	0.87334
50歳代	-147.56	171.792	-0.8589	0.39257
60歳代	-131.39	111.814	-1.1751	0.24292
男性	-119.08	77.2232	-1.542	0.09643
IBM	-32.326	189.169	-0.1709	0.86468
OKI	-176.9	218.382	-0.8101	0.41995
国交省	-174.46	220.131	-0.7925	0.43005
信号	128.358	150.944	0.85037	0.39728
隊友会	-14.874	199.298	-0.0746	0.94067



若いことが必ずしも避難時間の短縮に貢献しているとは限らない（ただし年齢に関する説明変数は10%水準でも有意になっていないため、それほど強い説明力があるわけではない。）。

男性の割合が高い「国交省」「OKI」は避難時間が短くなる効果が高い。

5. 分析結果

49

避難完了までの時間（横軸）と年齢・性別・所属の重回帰分析

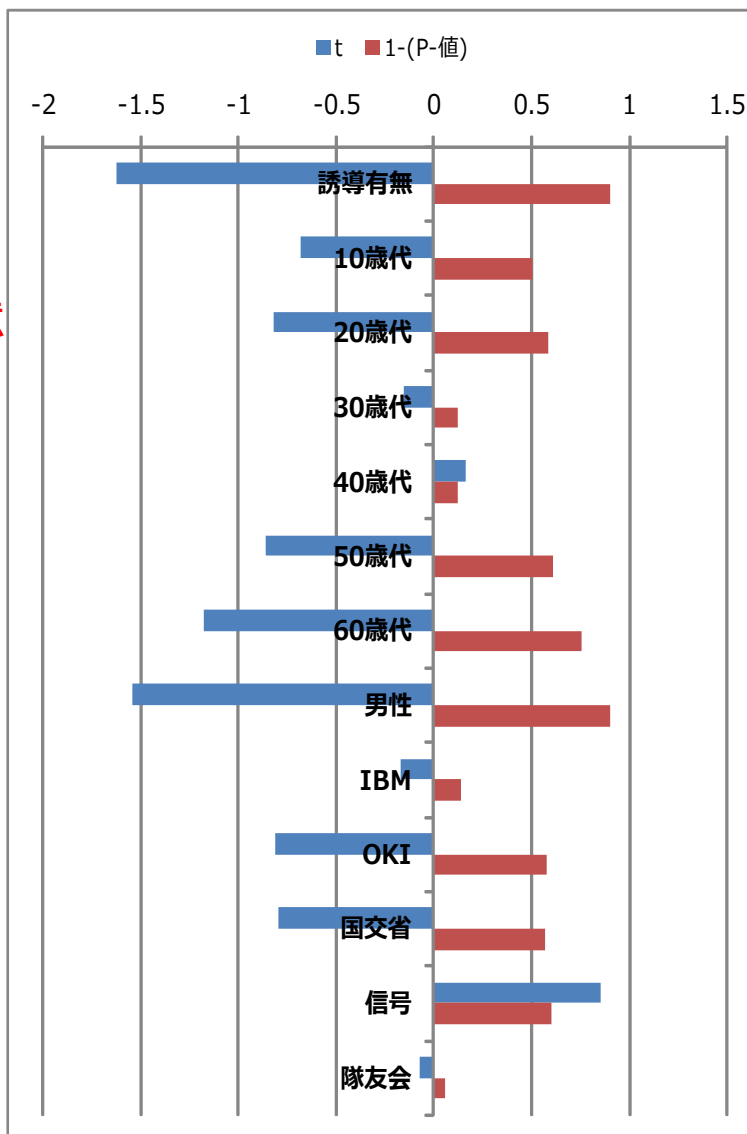
回帰統計	
重相関 R	0.40628
重決定 R2	0.16506
補正 R2	0.04959
標準誤差	274.843
観測数	108

分散分析表

	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F
回帰	13	1403734	107980	1.42946	0.0905
残差	94	7100626	75538.6		
合計	107	8504360			

10%有意

	係数	標準誤差	t	P-値
切片	1056.25	217.662	4.8527	4.8E-06
誘導有無	-108.35	66.7207	-1.6239	0.09775
10歳代	-145.39	214.113	-0.679	0.49878
20歳代	-164.73	200.512	-0.8215	0.41341
30歳代	-28.763	189.351	-0.1519	0.87959
40歳代	32.3192	202.177	0.15986	0.87334
50歳代	-147.56	171.792	-0.8589	0.39257
60歳代	-131.39	111.814	-1.1751	0.24292
男性	-119.08	77.2232	-1.542	0.09643
IBM	-32.326	189.169	-0.1709	0.86468
OKI	-176.9	218.382	-0.8101	0.41995
国交省	-174.46	220.131	-0.7925	0.43005
信号	128.358	150.944	0.85037	0.39728
隊友会	-14.874	199.298	-0.0746	0.94067



<結論>

避難誘導が避難時間の短縮に大いに貢献することが明らかになった。

年齢は必ずしも大きく影響していない。

性別による影響が大きい（男性の方が避難時間が短くなる）。

- 1.研究背景・目的
- 2.実験対象地域
- 3.避難実験の実施
- 4.データ処理
- 5.分析結果
- 6.結論と課題**

実験結果より、全体的な傾向としては**避難誘導有りのグループの人の方が、推奨される避難ルートを選択しやすく迅速な避難が可能になり、効率的な避難行動につなげることが出来る**ことが明らかになった。

避難誘導の有無以外に避難完了までの時間に大きな影響を与える要因は**避難者の性別**であった。**避難者の年齢は大きな影響を与えなかった。**

<課題>

・「プッシュ型情報提供装置」の効果について

：音声やLEDの情報が十分に参考されていないことがある

アンケート調査結果によると固定看板の情報は全員が参考にしていたが、音声やLEDは必ずしも全員が参考にしていなかった。音声が小さすぎる、LEDが小さすぎるといった理由によるものであった。

＞設置場所によって音声機器の適切な音量、配信環境（指向性など）、LEDのサイズや流れる速度を調整することで改善が期待される。

<課題>

・実験の設計上の注意点について

：重回帰分析において10%有意となる説明変数が少なかったこと

＞サンプル数が108[人]と小さかったことが原因である。

サンプル数（実証実験の参加者）を増やすことや、説明変数を取り除く基準を厳しくして説明変数を減らすことで、有意となる説明変数を増やすことができるものと考えられる。

：10歳代、20歳代への避難誘導の効果が小さかったこと

情報提供看板の情報をあまり参考にしなかった（特にLED情報）と答えている人が存在する。

＞年齢・性別に応じた情報配信方法を検討する必要がある。

人流データを確認したところ、一時的に2～3人程度の集団で移動していると見られる人々が見られ、彼らが相互に相手の避難行動の影響を受けている可能性も考えられる。

＞相手の避難行動に影響を受けないような実証実験の設計を検討する必要がある。

<課題>

- ・ **実験の設計上の注意点について**
 - ： **推奨避難ルートの設定**

設定された推奨避難ルートによっては、避難者の心理状態が誘導されているルートに疑問を抱いてしまう状態に置かれてしまい、その結果、避難誘導を受けたことにより、かえって迅速な避難行動を取れなくなる恐れもある

＞ 行動心理学的な見地も盛り込んだルート選定も今後検討していく必要があるものと考えられる。

- ・ **その他**

- ： **避難誘導を行っていたとしても特異な動きをする人がいることについて**

避難誘導を受けていても、明らかにゴールから遠ざかる移動や来た道を頻繁に引き返すといった、いわゆる「方向音痴」な避難行動を行う人がいた。

＞ 現時点ではこうした人を適切に誘導する方法を示すに至っていない。
＞ 今回実施した避難誘導の方法だけではコントロールが困難な、個々の避難者のパーソナリティによる避難誘導の困難さがあることが明らかとなった。

＜本発表スライド内で参照＞

大原美保, 「自治体によるPUSH型・PULL型の災害・避難情報伝達に関する実態調査」, 日本地震工学会論文集, 15(5), 2-16, 2015.

佐藤翔輔・阿部紀代子・大塚友子・中川政治・皆川満洋・岩崎雅宏・今村文彦, 「来街者の津波避難誘導をねらいにした避難行動・誘導実験とその分析－石巻市中心市街地における事例－」, 土木学会論文集B2(海岸工学), 71(2), 1639-1644, 2015.

＜その他、本研究を遂行する上で参照にした資料＞

安念保昌, テキストマイニングによる空間的表象の分析：性と移動手段による方向音痴の研究, 瀬木学園紀要 (9), 48-69, 2015.

島川陽一・鹿島茂, 交通配分のための入力データの作成法, GIS—理論と応用, 17(2), 203-209, 2009.

関屋のぼる・長崎浩・伊東元・古名丈人, 正常歩行における歩行速度、歩行率、歩幅の相互関係, 理学療法学 21(2), 416, 1994 .

Dijkstra, E.W., A note on two problems in connexion with graphs. Numerische Mathematik, 1, 269-271, 1959.

Hubeny, K., Weiterentwicklung der Gauss'schen Mittelbreitenformeln, Z.Vermess, 84, 159-163, 1959.

二地点の緯度・経度からその距離を計算する

<http://yamadarake.jp/trdi/report000001.html#cite1>

国土地理院 測地部 <http://vldb.gsi.go.jp/sokuchi/>

ご清聴頂きありがとうございました

<Contact>

秋山祐樹

東京大学空間情報科学研究センター 助教
マイクロジオデータ研究会 運営委員長

Email: aki@csis.u-tokyo.ac.jp

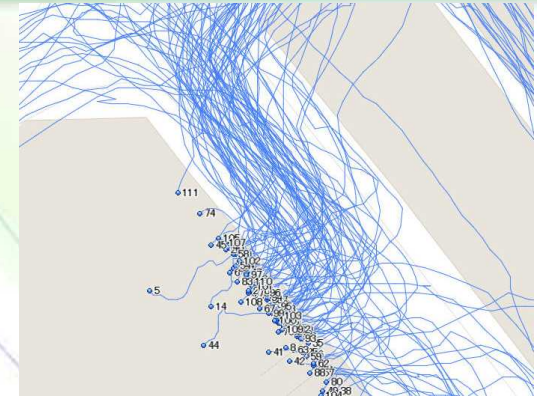
URL: <http://akiyama-lab.jp/yuki/>

マイクロジオデータ研究会ホームページ

<http://geodata.csis.u-tokyo.ac.jp/wp/>



「秋山祐樹」・”akiyama.yuuki”で検索



```
np = v.split(',')
me = tmp[1].gsub(/%s/, "")

unless time =~ /^2015/
  result[nr] = "@"
end

unless time =~ /^2015%/12%/06/
  result[nr] = "@"
end
```

