

モバイル空間統計を用いた地下街周辺の滞留者数等の確認と分析

CONFIRMATION AND ANALYSIS USING MOBILE SPACE STATISTICS ABOUT THE NUMBER OF PEOPLE OF STAY AROUND UNDERGROUND SHOPPING CENTER

大森 高樹¹・廣井 悠²・新海 仁³・石井 昭裕⁴

Takaki OMORI¹, Yu HIROI², Hitosi SHINKAI³, Akihiro ISHII⁴

This report is analyzation and confirmation using mobile space statistics about the number of people of stay around 7 underground shopping centers.

Key Words : underground shopping center, Mobile space statistics, Disaster prevention

1. はじめに

平成26年度より国土交通省の補助事業として地下街防災推進事業が実施されている。この事業における地下街防災推進計画の中で、災害時における地下街から地上へ避難する検討が実施され、避難時の安全確認と対応策が鋭意実施されているところである。¹⁾

しかしながら、東日本大震災のときに経験したように震災時、地上部は非常に多くの人であふれかえり、地下街へも大勢の人が避難・待機するということが現実想像できる。²⁾今回の研究では、地下街周辺の状況を「モバイル空間統計」という比較的新しい集計データを用いて、首都圏にある7つの地下街に着目して時間帯別の滞留状況を確認するとともに、その対応方法案について検討したものである。



写真-1 多くの人で混雑する地下街通路

2. モバイル空間統計とは

モバイル空間統計は、集団の人数のみをあらわす人口統計情報である。モバイル空間統計から個人を特定することはできず、個人のプライバシーを保護するために①非識別化处理、②集計処理、③秘匿処理の3段階処理を適切に実施してモバイル空間統計を作成している。①の非識別化处理では、基地局エリア毎の在圏データから人口の推計に必要なデータのみを抽出する。②の集計処理では、「非識別化处理」を施したデータをエリア毎に集計し、ドコモの携帯電話普及率等を加味して人口を推計する。③の秘匿処理は、少人数エリアの推計データを除去する等の処理を実施して安全に使える人口統計情報を作成する。

モバイル空間統計の作成処理のうち拡大推計処理は、性別×年齢層(5歳階級)別×住所(市区町村)別に実施していて、拡大先の常住人口は住民基本台帳人口を利用している。なお、地下街や建物内の電波受信状況が悪い場合は、当該携帯電話が集計対象とならずに滞人口が過小評価されている可能性があること、モバイル空間統計の作成処理のうち電車等により短時間で通過した携帯電話は、通過した時間に応じて少なく推計されること、などに留意する必要がある。

キーワード：地下街，モバイル空間統計，防災

¹正会員 株式会社日建設シビル CM防災部 Nikken Sekkei Civil Engineering Ltd., (E-mail:oomori@nikken.jp)

²正会員 東京大学 Associate Professor, Faculty of Engineering, The University of Tokyo.

³非会員 応用技術株式会社 国土基盤情報部 Applied Technology Co., LTD

⁴非会員 応用技術株式会社 国土基盤情報部 Applied Technology Co., LTD

3. 地下街周辺状況の整理

本研究において対象とした地下街は、首都圏に立地している7つの地下街である。全国の地下街は、国土交通省都市局が「全国地下街一覧（通称：地下街台帳」（未公開）として管理していて、この一覧に記載されている数値を整理した。（表-1参照）

モバイル空間統計の分析において対象とした地下街周辺のデータは、500m×500mのメッシュを基準として地下街を中心とした4つのメッシュの合計から得られる数値を集計したものである。なお、これらの数値は地下街だけでなく当該エリア内の道路上や地上建物内に滞在している人を含んだ数値である。参考のために図-7から図-13に各々の地下街において集計に利用したメッシュ範囲を示す。

表-1 対象とした地下街一覧

地下街名	都市名	エリア	延床面積 (㎡) *1
八重洲地下街	中央区	八重洲	72,296
新橋駅東口地下街	港区	新橋	11,703
渋谷地下街	渋谷区	渋谷	4,675
新宿駅東口地下街	新宿区	新宿	18,675
新宿駅西口地下街	同上	同上	28,130
新宿駅歌舞伎町地下街	同上	同上	38,400
京王新宿名店街	同上	同上	17,086
京王モールアネックス	同上	同上	8,884
池袋東口地下街	豊島区	池袋	15,435
池袋西口地下街	同上	同上	14,709
エチカ池袋	同上	同上	7,400
川崎駅東口広場地下街	川崎市	川崎	56,454
横浜駅東口地下街	横浜市	横浜	39,133
ダイヤモンド地下街	同上	同上	62,722
新相鉄ビルDブロック	同上	同上	2,936

(*1：台帳上では小数点1桁まで表示されているが切り捨てた数値)

横浜地下街エリアでは、総人口のピークは休日で15:00頃となっている。平日は目立ったピークがなく12:00～18:00が多くなっている。高齢者人口のピークは休日も平日も13:00頃となっている。（図-7参照）

川崎地下街エリアでは、総人口のピークは休日で15:00頃となっている。平日は目立ったピークがなく12:00～18:00が多くなっている。高齢者人口のピークは休日も平日も13:00頃となっている。（図-8参照）

渋谷地下街エリアでは、総人口のピークは休日で15:00頃、平日は18:00頃となっている。高齢者人口のピークは休日も平日も14:00頃となっている。（図-9参照）

新宿地下街エリアでは、総人口のピークは休日で16:00頃、平日は18:00頃となっている。高齢者人口のピークは休日も平日も14:00頃となっている。（図-10参照）

池袋地下街エリアでは、総人口のピークは休日で16:00頃となっている。平日は目立ったピークがなく12:00～18:00が多くなっている。高齢者人口のピークは休日も平日も13:00頃となっている。（図-11参照）

新橋地下街エリアでは、総人口のピークは休日で16:00頃となっている。平日は目立ったピークがなく12:00～16:00が多くなっている。高齢者人口のピークは休日も平日も13:00頃となっている。総人口も高齢者人口も休日より平日の方が明らかに多いことがわかる。（図-12参照）

八重洲地下街エリアでは、総人口のピークは休日で15:00頃となっている。平日は目立ったピークがなく12:00～16:00が多くなっている。高齢者人口のピークは休日も平日も13:00頃となっている。総人口も高齢者人口も休日より平日の方が明らかに多いことがわかる。（図-13参照）

4. モバイル空間統計による地下街周辺の現状

(1) 7つの地下街周辺の滞留人口比較

7つの地下街周辺における滞留人口を休日と平日の観点で比較した。（図-1参照）平日のグラフには参考のため阪神・淡路大震災および東日本大震災の発災時刻を記載している。

7つの地下街のなかで新宿地下街エリアが一番多くの滞留人口がいることが確認でき、ピーク時には休日約15万人、平日約16万人となっている。滞留人口のピークは各々の地下街で違うが、概ね休日は15～16時、平日は18時（池袋を除く）となっている。東日本大震災が発災した時刻が15時近く（14:46）であったことを考えると、休日・平日ともこの時間帯で大地震が発生した場合、各々の地下街周辺では滞留人数がピークを迎えている状態で

あることを数値のうえからも強く認識しておく必要があり、その対応は想像を超えたものとならざるを得ない。

休日の地下街周辺メッシュ人口を分析した結果（図-1上図），新宿地下街周辺のメッシュ人口が最も多く、ピークの15:00では1km四方あたり146,223人となっている。これは同時刻の横浜（73,016人）や八重洲（64,238人）の約2倍，新橋（30,955人）の約5倍に相当する。いずれの地下街も周辺人口のピークは15:00～16:00となっており、分布の形状が似ている。人口が少ない6:00と比べると15:00の人口が八重洲では約6.56倍と変動が大きくなっている。一方、川崎では2.47倍と変動が比較的小さくなっている。

平日の地下街周辺メッシュ人口を分析した結果（図-1下図），新宿は帰宅ラッシュとなる18:00がピークとなるが、八重洲は12:00～15:00が最も多くなっている。ほかの地下街では目立ったピークがないものの、12:00～18:00に人口が多い状態が継続している。東日本大震災発災時刻である14時46分は、最も人口が多い時間帯に含まれていると言える。6:00と比べると15:00の人口が八重洲では約11.21倍と変動が大きくなっている。一方、川崎では約2.50倍と変動が比較的小さくなっている。

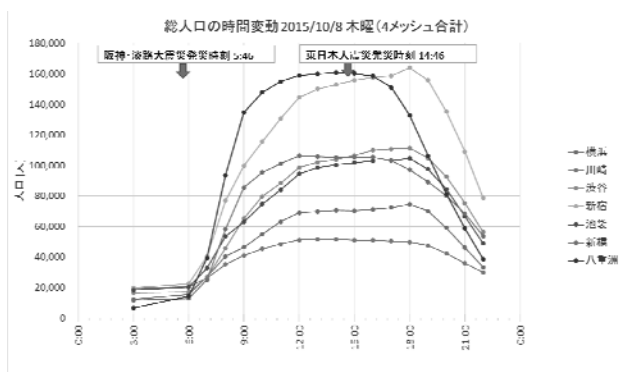
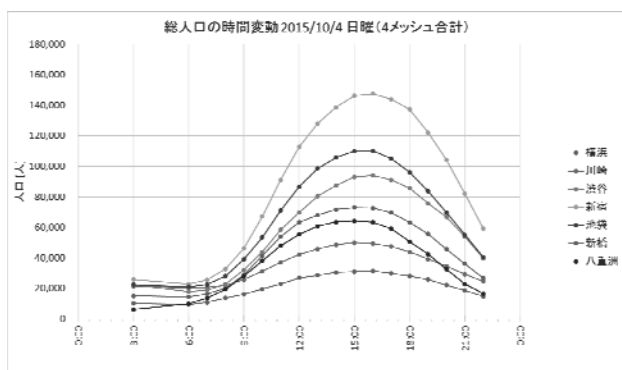


図-1 7つの地下街における滞留人口比較
(上：休日 下：平日)

者（70歳以上として定義した）に着目して休日と平日の観点で比較した。（図-2参照）新宿エリアの高齢者数は、他の地下街と比べて多い結果となった。ピーク時には5,000人を超え、しかも平日のほうがピーク時の数（約6,500人）が多いことが確認できた。あらためて大地震等の災害時では、滞留者に対する対応や対策のなかでも高齢者への配慮が欠かすことができないことが明らかである。

休日の地下街周辺メッシュ高齢者人口を分析した結果（図-2上図），いずれの地下街も周辺人口のピークは13:00～14:00となっていて、人口が少ない6:00と比べると14:00の人口が八重洲では約6.45倍と変動が大きくなっている。一方、川崎では1.70倍と変動が比較的小さくなっている。

平日の地下街周辺メッシュ高齢者人口を分析した結果（図-2下図），いずれの地下街も周辺人口のピークは13:00～14:00となっている。6:00と比べると、15:00の人口が八重洲では約6.76倍と変動が大きくなっている。一方、川崎では約1.99倍と変動が比較的小さくなっている。

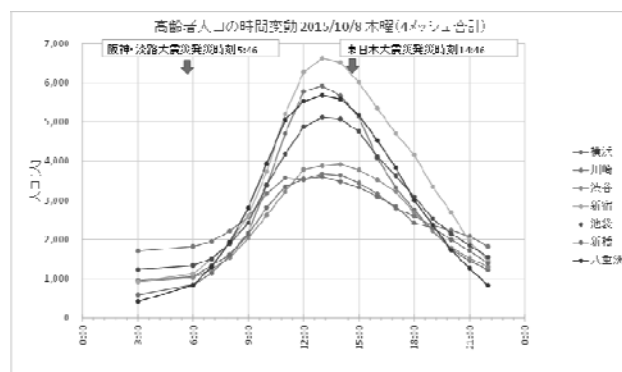
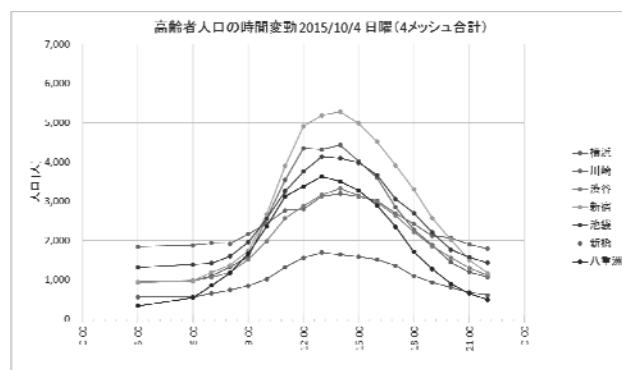


図-2 7つの地下街における滞留人口（高齢者）比較
(上：休日 下：平日)

(2) 7つの地下街周辺の滞留人口（高齢者抽出）比較

(1)と同様に7つの地下街周辺における滞留人口を高齡

総人口に占める高齢者の割合は川崎で最も高く、すべての時間帯において新宿の1.5倍以上高くなっている。

川崎、池袋、渋谷では朝が最も割合が高く、横浜、新宿、新橋、八重洲では朝と昼にピークとなる特徴を持っている。（図-3参照）

総人口に占める高齢者の割合は横浜と川崎で高く、8%を超える時間帯がある。いずれの地下街も朝と昼にピークがあり、朝に最も割合が高くなる地下街が多いが、横浜は昼に最も割合が高くなっている。（図-4参照）

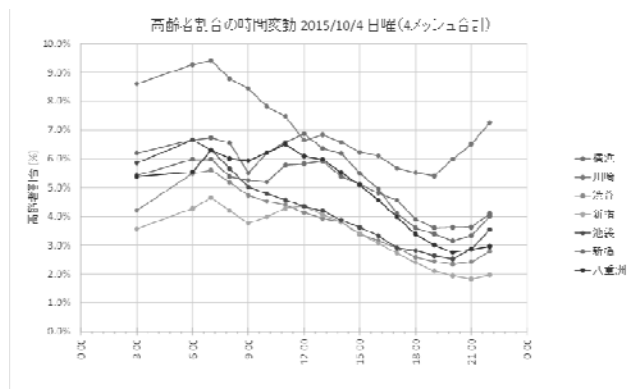


図-3 7つの地下街における高齢者割合比較（休日）

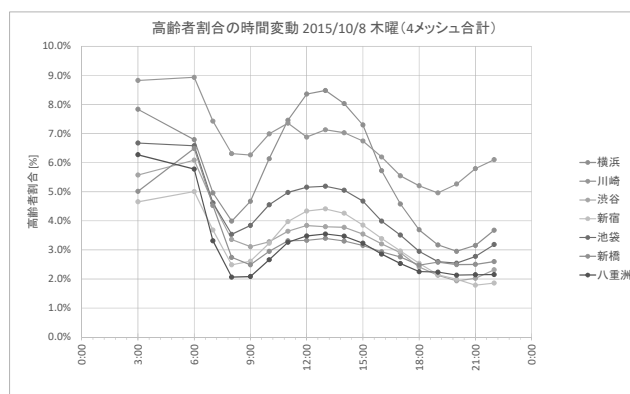


図-4 7つの地下街における高齢者割合比較（平日）

(3) 地下街面積あたりの人口密度比較

(1)と同様に7つの地下街周辺における滞留人口を地下街の延べ床面積あたりに換算した人口密度の観点から休日と平日の状況を比較した。（図-5参照）

この目的は、地上の避難者が地下街へ避難する場合を想定し、ピーク時の滞留人口が地下街の延床面積で処理できる割合かどうかを確認することにある。正確には避難者は通路に座り込むため、通路面積のみで割合を算出すべきであるが、現時点ですべての地下街の通路面積データが入手できていないため、このような措置とした。

渋谷地下街周辺の地下街延べ床面積あたりの人口密度が突出していてピーク時は休日、平日ともに20人/㎡に達している。群衆密度の数値は一般的に6人から7人/㎡である場合、身動きが取れない状態であるため、現実的

には20人/㎡という数値にはなり得ないことに留意する必要がある。一方で、渋谷、新宿、池袋、新橋エリアの地下街は、12:00から19:00にかけて1.0人/㎡を超えた状態である。なお、大規模な地震を想定する場合は、発災時に学校や企業に滞在していた人々は、実際に物理的な被害が多く出ている中ではなかなか理想通りに建物内に滞在するのは難しいとも考えられるため、今回のデータから算出した20人/㎡には、このような人々も含まれているものと考えた。

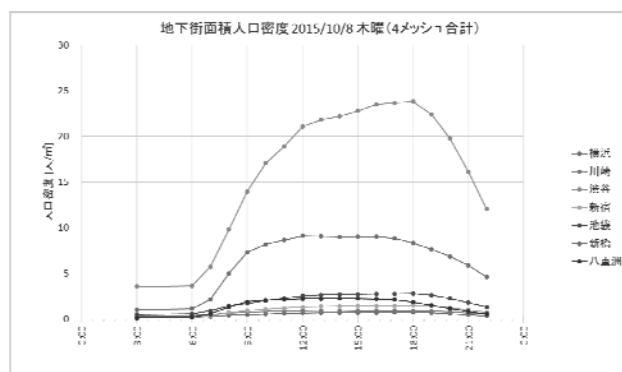
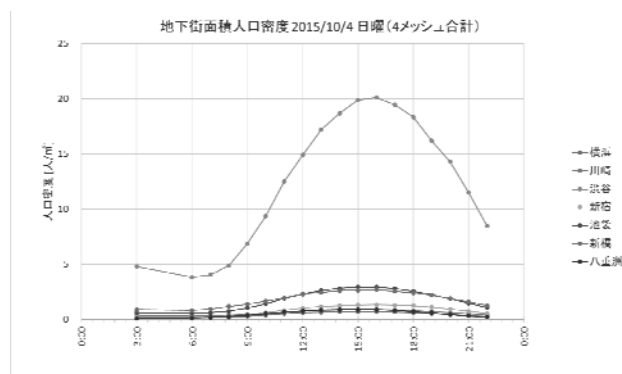


図-5 7つの地下街における地下街延べ面積あたりの人口密度比較（上：休日 下：平日）

(4) 道路面積あたりの人口密度比較

(1)と同様に7つの地下街周辺における滞留人口を4つのメッシュ範囲の道路面積あたりに換算した人口密度の観点から休日と平日の状況を比較した。（図-6参照）

この目的は、地下街にいる人々が地上の道路へ避難する場合を想定し、ピーク時の滞留人口が周辺道路面積で処理できる割合かどうかを確認することにある。なお、道路面積は、数値地図（国土基本情報）オンラインデータを使用して（道路中心線の長さ）×（幅員区分の代表値）として算出した概算値であり、歩道だけでなく車道の面積も含まれる。

最も人口密度が高いのは、平日18:00頃の新宿地下街周辺で約0.4人/㎡となっている。いずれの地下街もピーク時は0.3人/㎡を超えていることがわかる。

(5) 各地下街の滞留人口の整理

7つの地下街について、各々の地下街における滞留人口を整理した。（図-7、図-8、図-9、図-10、図-11、図-12、図-13）

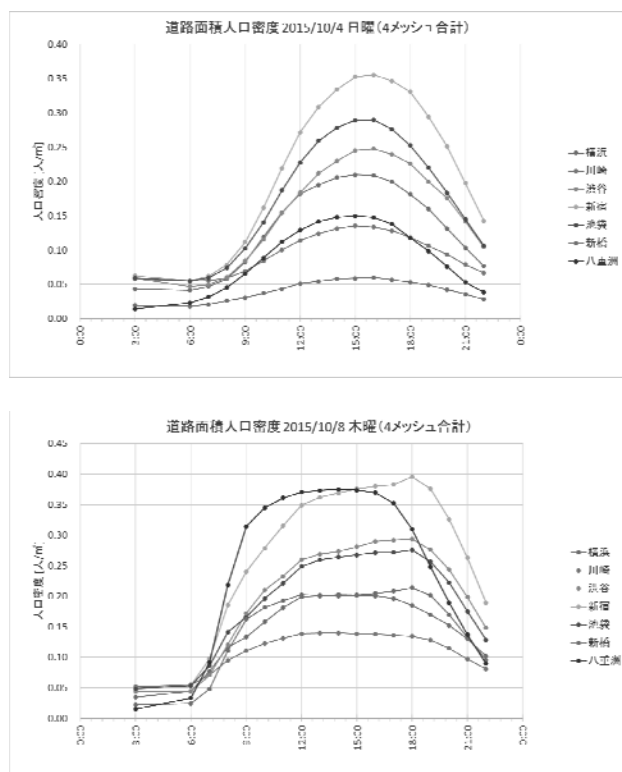


図-6 7つの地下街における道路面積あたりの人口密度比較
(上：休日 下：平日)

5. 滞留状況に対する対応方法案について

大地震が発生した場合の地下街周辺状況は、モバイル空間統計のデータを確認しただけでも、その滞留人口の多さは極めて深刻な状態をしていることは明らかである。したがって、このような滞留状況ではむやみに安易な行動・移動は避けるべきである。地上よりも比較的安全で安心していられる地下空間で待機することも考えておく必要がある。しかしながら、地下街管理会社も震災時は自分の施設が安全であるか、避難者を留めておくことが可能かどうかなど、いろいろな課題が山積していることも事実である。

震災時のパニック状態ではかなり大変なことであるが、「一斉帰宅の抑制」、「施設としての備蓄の準備」、「安全な滞留場所の確保」、「滞留の周知と情報提供」などについては、まだまだやるべきこと、確認すべきことが多くある。³⁾

6. まとめ

今回初めてモバイル空間統計を利用して7つの地下街周辺の現状を確認・分析した。その結果、滞留人口の点ではいずれの地下街も、休日は15時頃にピークがあること、横浜、渋谷、新宿、池袋、八重洲の地下街周辺では、朝（6時）と比べて人口が5倍以上に変動することが確認でき、ピーク時の対応は想像を絶することになると想定できる。なお、新橋と八重洲地下街周辺は、休日と比べて平日の人口変化率が約2倍となっている（表-2参照）。

表-2 地下街ごとの平日・休日ピーク数の変化率

地下街	休日6:00	平日6:00	休日15:00	平日15:00	休日変化率	平日変化率
横浜	14,417	15,408	73,016	70,299	5.06	4.56
川崎	20,284	20,408	50,018	51,058	2.47	2.50
渋谷	17,817	16,895	92,973	106,548	5.22	6.30
新宿	22,753	22,483	146,223	155,861	6.43	6.93
池袋	20,855	20,290	109,880	101,684	5.27	5.01
新橋	9,401	12,856	30,955	105,551	3.29	8.21
八重洲	9,796	14,296	64,238	160,301	6.56	11.21

(※)変化率は、6:00の人口に対する15:00の人口の比率

また、高齢者人口は、平日・休日ともに13時頃にピークがあり、総人口に対する高齢者人口の割合を見ると13時頃だけでなく朝6時ごろも高くなっている。

地下街面積あたりの人口密度は、渋谷、新宿、池袋、新橋の地下街は、12:00から19:00にかけて1.0人/m²を超えていて、座って休むスペースと通路を確保する場合、1.0人/m²でもかなり窮屈であることを考えると、地下街周辺のすべての人々が被災時に地下街へ向かうのは危険だと思われる。

被災後に地下街や駅に向かう人々が流入し滞留すること、被災により通行可能な道路面積が減少すること、および緊急車両通行スペースや既存車両の停滞を考えると、地下街から地上道路に避難してもかなりの混雑が予想されることを、今回の研究ではモバイル空間統計という数値データを分析して確認した。今後はインバウンド効果もあり外国人の数が増えるためピーク時の数値も増えることが想定される。その場合は情報案内や伝達についても、このような相当な数の人のなかで正確に伝えることが難しくなると想定できる。地下街の中だけでなく地上の状態も考慮した防災対応が求められる。

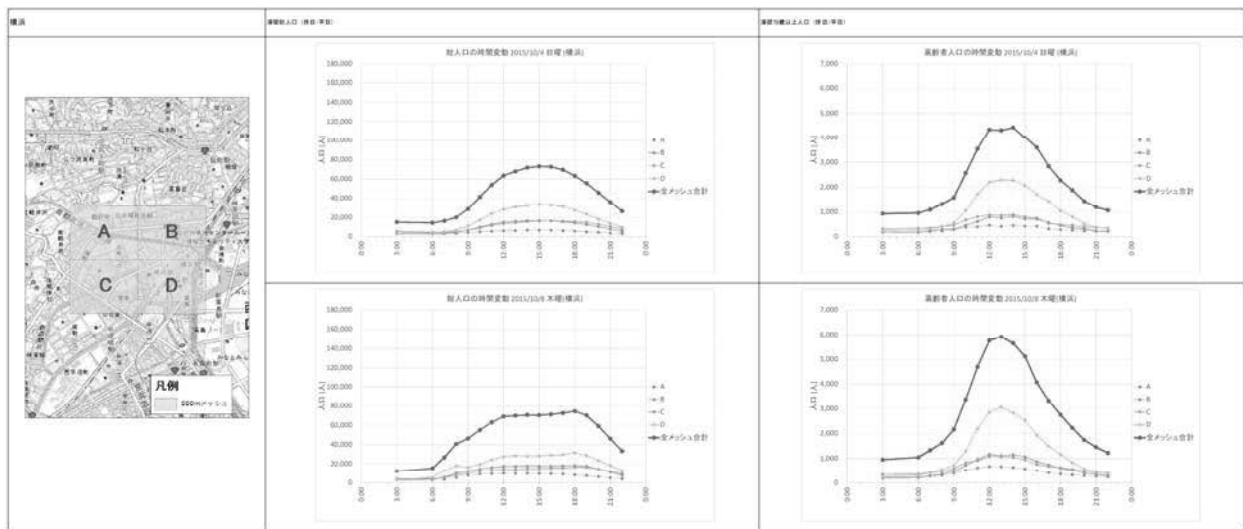


図-7 横浜地下街エリア(左)地下街周辺図 (中央上)休日の地下街周辺メッシュ人口 (右上)休日の地下街周辺メッシュ高齢者人口 (中央下)平日の地下街周辺メッシュ人口 (右下)平日の地下街周辺メッシュ高齢者人口における滞留人口比較

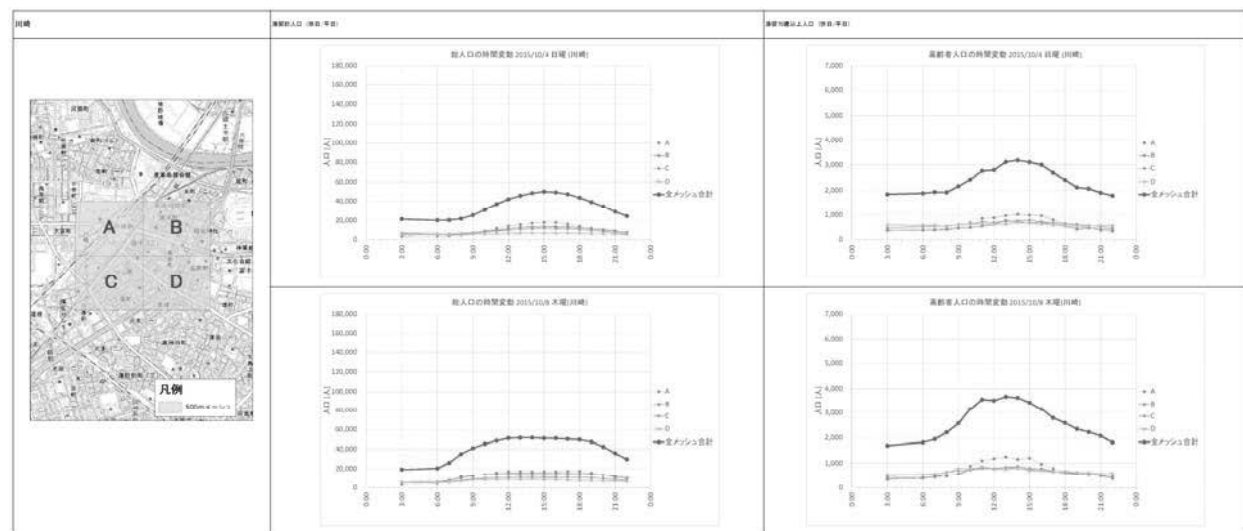


図-8 川崎地下街エリア(左)地下街周辺図 (中央上)休日の地下街周辺メッシュ人口 (右上)休日の地下街周辺メッシュ高齢者人口 (中央下)平日の地下街周辺メッシュ人口 (右下)平日の地下街周辺メッシュ高齢者人口における滞留人口比較

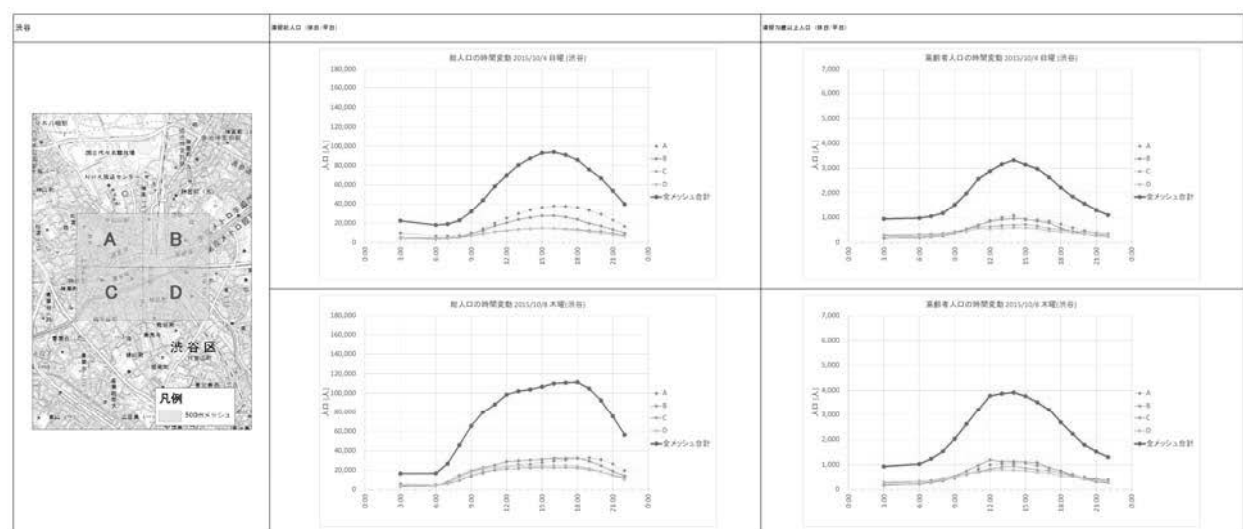


図-9 渋谷地下街エリア(左)地下街周辺図 (中央上)休日の地下街周辺メッシュ人口 (右上)休日の地下街周辺メッシュ高齢者人口 (中央下)平日の地下街周辺メッシュ人口 (右下)平日の地下街周辺メッシュ高齢者人口における滞留人口比較

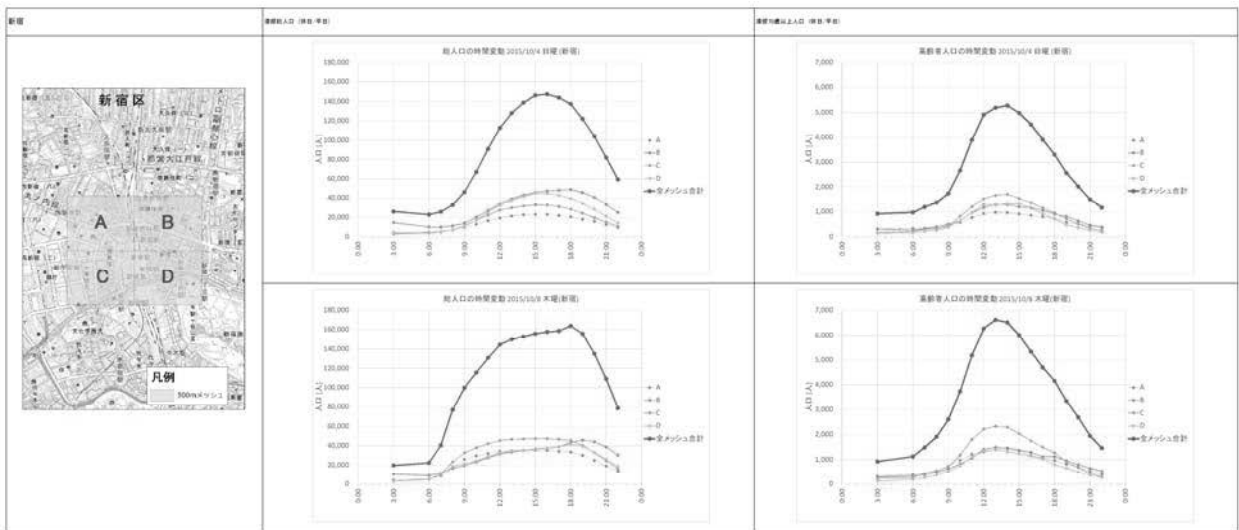


図-10 新宿地下街エリア(左)地下街周辺図 (中央上)休日の地下街周辺メッシュ人口 (右上)休日の地下街周辺メッシュ高齢者人口 (中央下)平日の地下街周辺メッシュ人口 (右下)平日の地下街周辺メッシュ高齢者人口における滞留人口比較

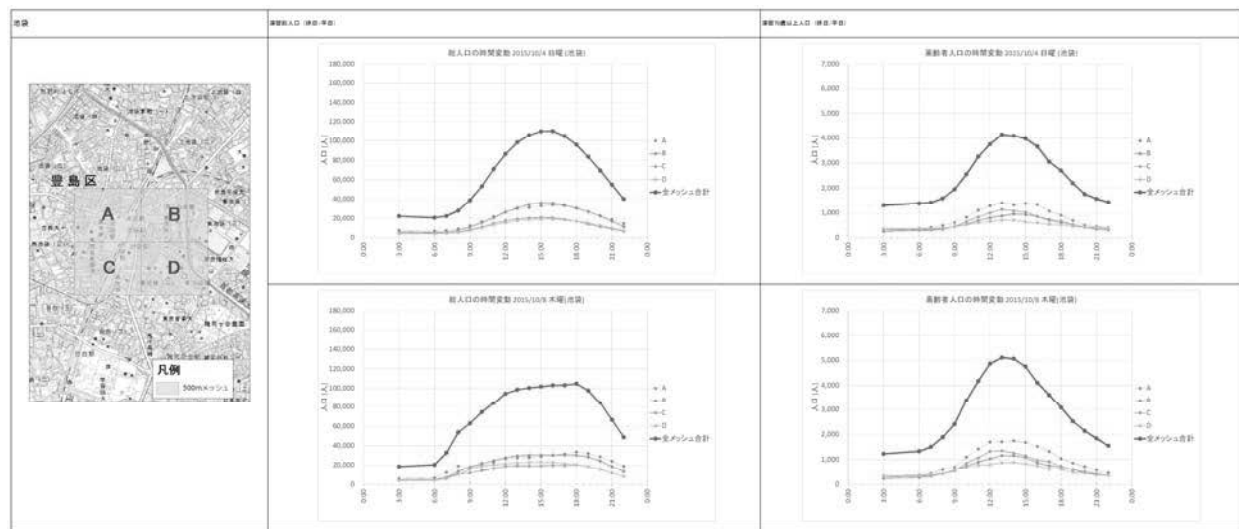


図-11 池袋地下街エリア(左)地下街周辺図 (中央上)休日の地下街周辺メッシュ人口 (右上)休日の地下街周辺メッシュ高齢者人口 (中央下)平日の地下街周辺メッシュ人口 (右下)平日の地下街周辺メッシュ高齢者人口における滞留人口比較

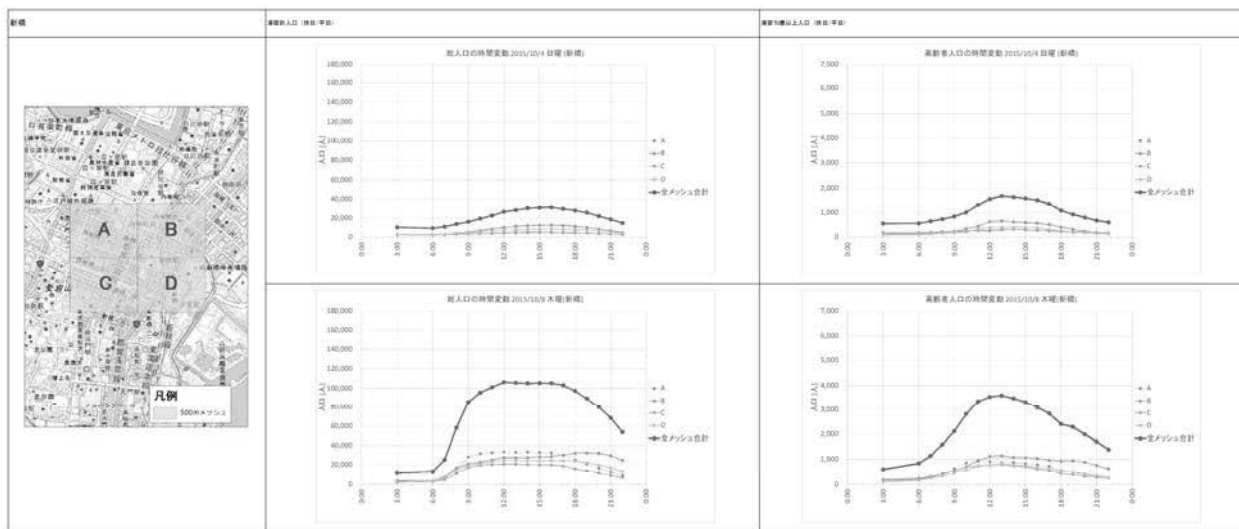


図-12 新橋地下街エリア(左)地下街周辺図 (中央上)休日の地下街周辺メッシュ人口 (右上)休日の地下街周辺メッシュ高齢者人口 (中央下)平日の地下街周辺メッシュ人口 (右下)平日の地下街周辺メッシュ高齢者人口における滞留人口比較

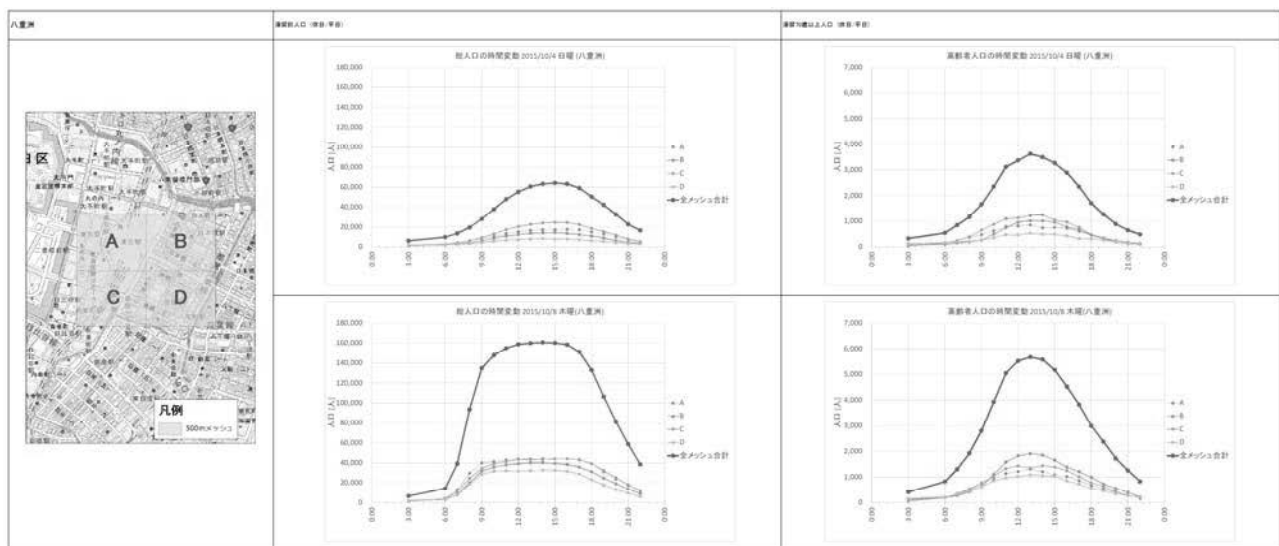


図-13 八重洲地下街エリア(左)地下街周辺図 (中央上)休日の地下街周辺メッシュ人口 (右上)休日の地下街周辺メッシュ高齢者人口 (中央下)平日の地下街周辺メッシュ人口 (右下)平日の地下街周辺メッシュ高齢者人口における滞留人口比較

参考文献

- 1) 特集 地下街は快適ですかーいま、都市の地下空間を考えるー, 土木学会誌, Vol102, pp.6-37, 2017
- 2) 阿部博史: 震災ビッグデータ, NHK出版, 2014.
- 3) 廣井悠, 中野明安: これだけはやっておきたい帰宅困難者対策Q&A, 清文社, 2013.