

モバイル空間統計による 大阪北部地震モニタリング

松島 敏和¹

¹正会員 中央復建コンサルタンツ株式会社 計画系部門 (〒102-0083 東京都千代田区麹町2-10-13)

E-mail: matsushima_t@cfk.co.jp

2018年6月18日7時58分、大阪府北部を震源とするマグニチュード6.1の地震が発生し、近畿圏の都市活動に大きな影響を及ぼした。ところが、発災後の公表資料からも、発災時や発災後の人口動態の全容が必ずしも明らかにされていない。有事の都市交通対策、ひいては災害に強いまちづくりを考える際に、平常時とは異なる都市生活者の動きをモニタリングすることは極めて重要である。

そこで本研究では、NTTドコモの携帯基地局運用データから生成される「モバイル空間統計」のうち、滞留人口を示す「人口分布統計」およびOD量を示す「人口流動統計」を活用し、大阪北部地震発災時の近畿圏の人口動態を詳細に示し、有事の対策検討に資する計画課題等の抽出を試みる。

Key Words: Mobile Spatial Statistics, 2018.6.18 Northern Osaka Prefecture Earthquake

1. はじめに

(1) 背景

2018年6月18日7時58分、大阪府北部を震源とするマグニチュード6.1の地震が発生し、大阪府大阪市北区、高槻市、茨木市、箕面市、枚方市の5市区で最大震度6弱を観測した¹⁾。

総務省消防庁の速報によると、死者6名、負傷者462名（うち重傷者62名）の人的被害、大阪府58,083棟、京都府3,476棟ほか住家被害が確認されている（2018年8月20日時点）²⁾。

関西電力では、一時的に大阪府内の約17万300戸、兵庫県内の約700戸で停電した³⁾。

大阪ガスでは、茨木市、高槻市、吹田市、摂津市の合わせて約11万2,000戸を対象に、安全確保のために都市ガス供給を停止し、全地域でのガス供給の復旧には、発災から6日を要した⁴⁾。

水道では、耐用年数を上回る水道管の破断により、高槻市、箕面市などで約9万戸が一時的に断水した⁵⁾。

交通機関に着目すると、近畿圏の主要鉄道は一時全線で運転を見合わせた⁶⁾。

JR西日本は、大阪北部地震の発生時に駅と駅の間で緊急停止した列車は153本で、乗客は約14万人であったと発表した⁷⁾。

表-1 発災直後に運転を見合わせた主な鉄道路線

路線	運転を見合わせた区間	復旧状況 (6月18日22時45分時点)
東海道新幹線	名古屋～新大阪	全線復旧 (12時50分)
山陽新幹線	新大阪～岡山	全線復旧 (14時58分)
JR在来線	京阪神の全線	一部で復旧せず
近鉄	全線	全線復旧 (14時30分)
阪急	全線	全線復旧 (22時45分)
阪神	全線	全線復旧 (15時ごろ)
京阪	全線	全線復旧 (14時10分)
南海	全線	全線復旧 (9時25分)
大阪メトロ	全線	全線復旧 (21時40分)
北大阪急行	全線	全線復旧 (21時20分)

出典：朝日新聞デジタル⁸⁾

(2) 目的

大阪北部地震は、上記のように近畿圏の都市活動に極めて大きな影響を及ぼしたものの、発災後の公表資料からも、発災時や発災後の人口動態の全容が必ずしも明らかにされていない。

有事の都市交通対策、ひいては災害に強いまちづくりを考える際に、平常時とは異なる都市生活者の動きをモニタリングすることは極めて重要である。

そこで本稿では、NTTドコモの携帯基地局の運用データから生成される「モバイル空間統計⁹⁾」のうち、滞留人

口を示す「人口分布統計」および、OD量を示す「人口流動統計」を活用し、大阪北部地震発災時の人口動態を詳らかにし、有事の対策検討に資する計画課題等の抽出を試みる。

2. モバイル空間統計の概要と分析方法

(1) モバイル空間統計の概要

携帯電話網では、いつでもどこにいても着信ができるように、基地局の電波到達範囲（セル）毎に所在する携帯電話を周期的に把握している。携帯電話が所在する基地局の位置データなどを運用データと呼び、モバイル空間統計はこの運用データにもとづき、携帯電話利用者の個人情報およびプライバシーを保護する3段階処理を経て生成される⁹⁾。

モバイル空間統計では、NTTドコモの携帯電話台数と住民基本台帳人口との比を時間帯別に算出し、拡大係数として設定している。NTTドコモの携帯電話利用者数は約7,800万（このうち、法人名義のデータなどを除いて推計される）と多いことから、他の統計データと比較して拡大係数が十分に小さく、人口分布や人口流動を高い精度で把握できることが特長である。さらに、継続的に24時間365日のデータ作成が可能であり、平常時の人口分布の実態だけでなく、有事やイベント時のモニタリング情報としての活用が期待される。

人口分布統計は、人口分布の時間変動に加え、滞留人口の属性（性別、年代、居住地）が把握可能である。1日単位や年平均、平日・休日別など、任意に調査期間を設定することが可能で、最小500m四方のメッシュ単位（以下、500mメッシュという。）で人口の推計が可能である。

人口流動統計は、運用データにもとづき人の移動・滞留を判別して、トリップを生成したうえで、エリア間のOD量（トリップ数）を推計した統計で、流動人口やその属性（性別、年代、居住地）が把握可能である。空間解像度は、都市圏パーソントリップ調査の中ゾーン～小ゾーン単位が目安となる。

(2) 分析方法

モニタリングの分析は、近畿圏全域における人口分布・人口流動状況を平常時と発災時と比較することにより、発災の影響を把握する。

具体的には、近畿圏全域の人口分布状況および人口流動状況を、発災当日の2018年6月18日（月）とその1週間前の6月11日（月）と比較する。なお、6月11日は夜間に近鉄大阪線の一部に遅延、運休の運行障害がみられたものの、広域的な交通混乱は確認されていない。個別エリ

アとしては、発災の前後で滞留人口が大きく減少または増加したエリアに着目する。

表-2および表-3に、本研究の分析対象データの諸元を示す。大阪北部地震が近畿圏に及ぼした影響をマクロ的に把握するため、対象地域は近畿2府4県全域とする。人口分布統計の空間解像度は日本全国でデータが整備されている最小メッシュである500mメッシュ単位、人口分布統計は人の動きを評価する際の明確な“まとまり”となる市区町村単位とする。

表-2 人口分布統計（滞留人口）の分析対象データの諸元

項目	諸元
対象期間	発災前：2018年6月11日（0時～23時台） 発災時：2018年6月18日（0時～23時台）
対象地域	近畿2府4県
時間解像度	1時間単位
空間解像度	500mメッシュ単位
対象年齢	15歳～79歳
属性区分	性別、年代、居住市区町村

表-3 人口流動統計（OD量）の分析対象データの諸元

項目	諸元
対象期間	発災前：2018年6月11日（3時～26時台） 発災時：2018年6月18日（3時～26時台）
対象地域	近畿2府4県
時間解像度	1時間単位 (当該時間帯に移動がみられるトリップ)
空間解像度	市区町村単位（245市区町村）
対象年齢	15歳～79歳
属性区分	性別、年代、居住市区町村

3. 発災時の人口分布状況の把握

(1) 近畿圏全体の人口分布状況

近畿圏全体の人口分布状況を、発災1週間前の2018年6月11日と発災当日の2018年6月18日で比較する。

図-1と図-2はそれぞれ、13時台における6月11日と6月18日の500mメッシュ別の滞留人口である。両者の比較から、発災当日は大阪都心部における滞留人口が著しく少ないことがわかる。なお、6月11日の13時台に最も滞留人口が多いメッシュは、JR大阪駅、阪神梅田駅、大阪メトロ梅田駅を含むメッシュで、約44,000人が滞留している。これを人口密度に換算すると、約176,000人/km²となる。

図-3は、6月11日と6月18日の上位10メッシュ合計の時間帯別滞留人口である。6月18日の日中の滞留人口が6月11日より最大15万人程度少ない。また、6月11日、6月18日いずれも13時台で滞留人口の多い上位10メッシュ合計の滞留人口が最大となっている。

図4は、両日とも上位10メッシュ合計の滞留人口が最大となる13時台の滞留人口の差分(6月18日の滞留人口から6月11日の滞留人口を引いたもの)である。大阪市、京都市、神戸市などの都心部における滞留人口の減少が大きい。特に、大阪市内では、JR環状線の内側を中心に広い範囲で滞留人口が激減している。

一方、都心周辺部では、平常時より人口が増加しているメッシュが多い。これは、周辺エリアの居住者が、公共交通機関が運休したことにより、都心部に行くことができず、平常時と異なる場所に滞留していたものと推察される。

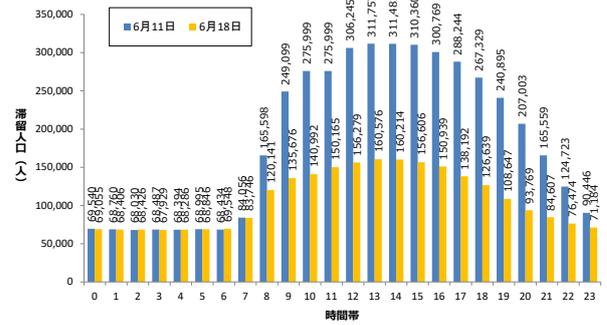


図-3 上位10メッシュ合計の時間帯別滞留人口

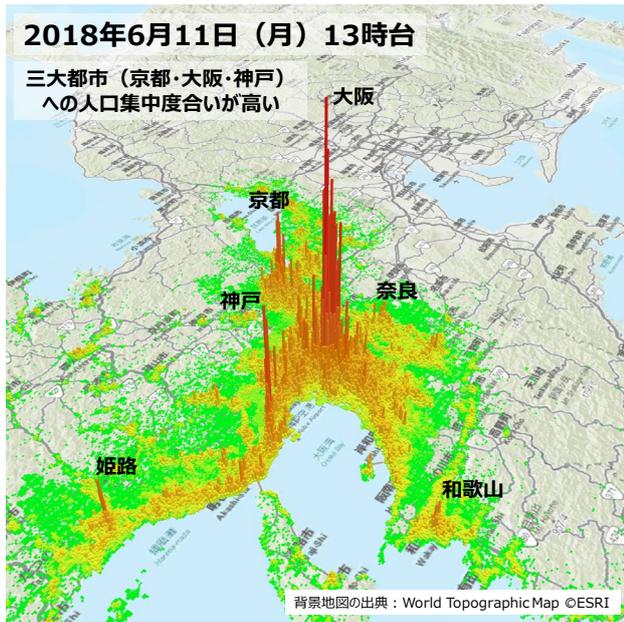


図-1 6月11日(13時台)の人口分布状況

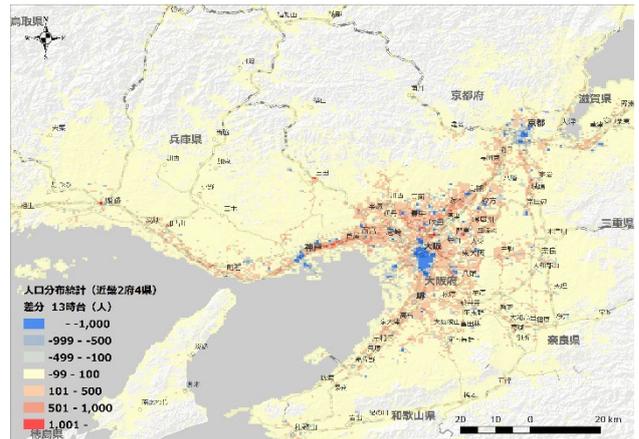


図-4 6月11日と6月18日の滞留人口の差分(13時台)

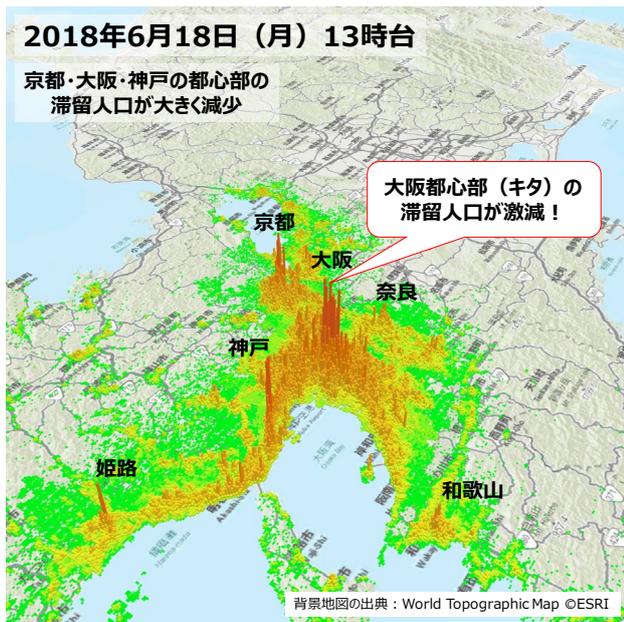


図-2 6月18日(13時台)の人口分布状況

(2) 個別エリアに着目した人口分布状況

次に、発災の前後で滞留人口が減少したエリアおよび増加したエリアに着目する。

a) 滞留人口が減少したエリア

13時台に6月11日と6月18日の差分が大きい上位10メッシュに着目する。

表4に、発災時に滞留人口が減少した上位10メッシュを示す。これらは、いずれも大阪都心部で、大阪メトロ本町駅を含むメッシュ、大阪メトロ心齋橋駅を含むメッシュを除いたすべてが、大阪駅周辺のいわゆる“キタ”のエリアに位置している。

表-4 滞留人口が減少したメッシュと差分(13時台)

No.	メッシュに含まれるの主な施設	差分(人)
1	JR大阪駅, 阪神梅田駅, 大阪メトロ梅田駅	-25,889
2	JR北新地駅, 大阪メトロ西梅田駅	-20,477
3	阪急梅田駅, ヨドバシ梅田	-18,450
4	淀屋橋駅(大阪メトロ, 京阪線)	-15,645
5	京阪渡辺橋駅, 京阪大江橋駅	-13,633
6	大阪メトロ本町駅	-13,369
7	※大阪メトロ本町駅北側	-13,051
8	※大阪メトロ東梅田駅東側	-12,198
9	大阪メトロ心齋橋駅	-12,044
10	JR福島駅	-11,830

※はエリアを示す

b) 滞留人口が増加したエリア

図-5は、発災時に通常時よりも滞留人口が増加した上位10エリア合計の滞留人口の時間帯別の増加量である。滞留人口が増加したエリアでは、8時台に大きく増加し、9時台に最大になる。

滞留人口の増加量が最大となる9時台における滞留人口の増加量上位10メッシュを表-5に示す。多くは大阪市、京都市、神戸市の都心周辺部の“交通結節機能を有する”鉄道駅を包含するエリアとなっている。また、鉄道路線ではなく大規模工場が立地するメッシュも含まれている。

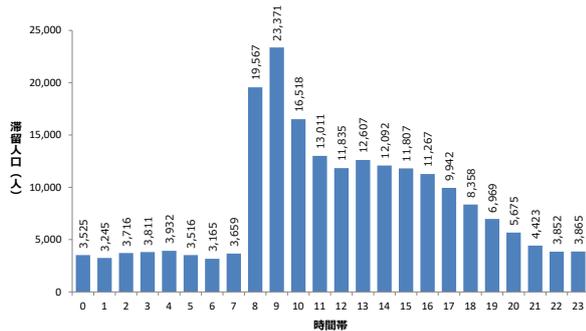


図-5 滞留人口が増加した上位10メッシュの時間帯別増加量

表-5 滞留人口が増加したメッシュ (9時台)

No.	メッシュに含まれるの主な施設	差分 (人)
1	天王寺駅 (JR, 大阪メトロ)	4,768
2	近鉄生駒駅	2,573
3	近鉄大阪阿倍野橋駅	2,460
4	山科駅 (JR, 京都市営地下鉄)	2,209
5	大阪メトロなかもず駅, 南海中百舌鳥駅	2,190
6	天下茶屋駅 (南海, 大阪メトロ)	2,133
7	JR尼崎駅	1,924
8	三菱電機 姫路製作所 ※姫路駅西側	1,759
9	JR芦屋駅	1,757
10	JR新今宮駅, 大阪メトロ動物園前駅	1,598

(3) 属性に着目した人口分布状況

個別エリアにおける発災時の影響をさらに詳しくみるために、滞留人口が減少したエリア, 増加したエリアそれぞれで滞留人口の属性を確認する。

a) 滞留人口が減少したエリア

滞留人口が減少したエリアの性別・年齢別の滞留人口とその差分 (13時台) を表-6に示す。全体では、滞留人口が半減している。差分が大きいのは女性の20代~40代である。減少率は、男性が-39.4%に対し、女性が-63.5%と高い。このことから、女性は発災により、大阪のキタを目的地とする移動をとりやめたものの、男性はその傾向が比較的小さいことがわかる。

滞留人口が減少したエリアの居住地別の滞留人口の府県別内訳を表-7に示す。滞留人口は、全体として約15万人減少 (52%減少) している。大阪府居住者の増減率-47%に対して、兵庫県居住者と京都府居住者で-66%と減少率が高い。

居住市区町村別の滞留人口減少量ランキングを表-8に示す。震源地に近い大阪府北部のベッドタウン (吹田市, 高槻市, 豊中市, 枚方市, 茨木市など) や阪神間の都心周辺の地域 (西宮市, 尼崎市) の居住者である滞留人口の差分が大きい。なお、この中には、最大震度6弱を観測した5市区のうち、高槻市, 茨木市, 枚方市の3市が含まれている。

表-7 滞留人口が減少したメッシュにおける滞留人口の府県別居住地内訳 (13時台)

居住地	2018年6月11日 (人)	2018年6月18日 (人)	増減率
大阪府	205,580	108,088	-47%
兵庫県	58,298	20,088	-66%
奈良県	12,499	5,731	-54%
京都府	12,092	4,068	-66%
その他	14,553	8,334	-43%
合計	303,022	146,309	-52%

※秘匿処理の関係で、合計値は他の表と一致しない

表-6 滞留人口が減少した上位10メッシュにおける時間帯別滞留人口の性・年代内訳 (13時台)

13時台 年代	2018年6月11日 (人)			2018年6月18日 (人)			差分 (人)			増減率		
	男性	女性	性別計	男性	女性	性別計	男性	女性	性別計	男性	女性	性別計
15~19	2,413	3,595	6,008	966	794	1,760	-1,447	-2,801	-4,248	-60.0%	-77.9%	-70.7%
20~29	24,175	32,805	56,980	13,075	10,933	24,008	-11,100	-21,872	-32,972	-45.9%	-66.7%	-57.9%
30~39	32,230	33,815	66,045	19,415	12,400	31,815	-12,815	-21,415	-34,230	-39.8%	-63.3%	-51.8%
40~49	37,257	38,247	75,504	23,851	14,537	38,388	-13,406	-23,710	-37,116	-36.0%	-62.0%	-49.2%
50~59	29,264	23,477	52,741	19,866	10,456	30,322	-9,398	-13,021	-22,419	-32.1%	-55.5%	-42.5%
60~69	18,886	13,675	32,561	11,406	4,574	15,980	-7,480	-9,101	-16,581	-39.6%	-66.6%	-50.9%
70~79	6,588	7,343	13,931	2,788	2,123	4,911	-3,800	-5,220	-9,020	-57.7%	-71.1%	-64.7%
年代計	150,813	152,957	303,770	91,367	55,817	147,184	-59,446	-97,140	-156,586	-39.4%	-63.5%	-51.5%

※秘匿処理の関係で、合計値は他の表と一致しない

表-9 滞留人口が増加した上位10メッシュにおける時間帯別滞留人口の性・年代内訳（9時台）

9時台 年代	2018年6月11日（人）			2018年6月18日（人）			差分（人）			増減率		
	男性	女性	性別計	男性	女性	性別計	男性	女性	性別計	男性	女性	性別計
15～19	1,122	1,025	2,147	1,286	1,439	2,725	164	414	578	14.6%	40.4%	26.9%
20～29	2,979	3,650	6,629	5,586	5,634	11,220	2,607	1,984	4,591	87.5%	54.4%	69.3%
30～39	3,619	4,032	7,651	6,522	5,843	12,365	2,903	1,811	4,714	80.2%	44.9%	61.6%
40～49	4,685	4,785	9,470	8,128	7,824	15,952	3,443	3,039	6,482	73.5%	63.5%	68.4%
50～59	4,061	3,729	7,790	6,837	5,499	12,336	2,776	1,770	4,546	68.4%	47.5%	58.4%
60～69	4,443	3,833	8,276	6,373	4,092	10,465	1,930	259	2,189	43.4%	6.8%	26.4%
70～79	3,514	3,223	6,737	3,841	3,167	7,008	327	-56	271	9.3%	-1.7%	4.0%
年代計	24,423	24,277	48,700	38,573	33,498	72,071	14,150	9,221	23,371	57.9%	38.0%	48.0%

※秘匿処理の関係で、合計値は他の表と一致しない

表-8 滞留人口が減少したメッシュにおける滞留人口の市区町村別居住地ランキング（13時台）

No.	居住地		滞留人口の差分（人）	増減率
1	大阪府	吹田市	-8,576	-63.2%
2	兵庫県	西宮市	-8,365	-65.1%
3	大阪府	豊中市	-7,931	-59.9%
4	兵庫県	尼崎市	-6,963	-66.1%
5	大阪府	大阪市淀川区	-4,674	-56.3%
6	大阪府	高槻市	-4,160	-66.7%
7	大阪府	枚方市	-4,147	-66.0%
8	大阪府	茨木市	-4,102	-68.2%
9	大阪府	東大阪市	-3,992	-54.0%
10	大阪府	大阪市東淀川区	-3,904	-62.7%

図中の丸数字は、表-5のNo.に対応する500mメッシュである。居住地分布は、大阪市、京都市、神戸市の都心周辺部のエリアとなっており、このことから、都心部に向かう移動途中の人が多く足止めされたと考えられる。

4. 発災時の人口流動状況の把握

(1) 近畿圏全体の人口流動状況

人口流動統計を用いて、発災時の人口流動状況を把握する。ここではまず、近畿圏全体の時間帯別の流動人口（当該時間帯に移動がみられるトリップ数）を把握する。

図-7は時間帯別の流動人口の発災前後の比較である。平常時は、8時台に流動人口が最大となり約500万人が当該時間帯に移動している。これと比較すると、発災時の8時台に流動人口が平常時の90%となる。その後流動人口は増加し、15時台まで平常時を上回っている。

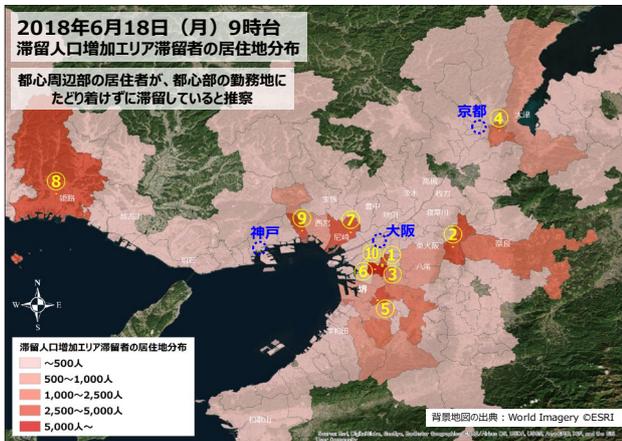


図-6 6月11日と6月18日の滞留人口の差分（9時台）

b) 滞留人口が増加したエリア

滞留人口が増加したエリアの性別・年齢別の滞留人口とその差分を表-9に示す。

差分が大きいのは男性の20～50代および女性の40代である。差分と同じ性別・年齢階層で増加率が大きい。このことから、目的地にたどり着くことができずに、当該エリアに滞留していた人の多くが、生産年齢層の男性であることがわかる。

滞留人口が増加したエリアの居住地分布を図-6に示す。

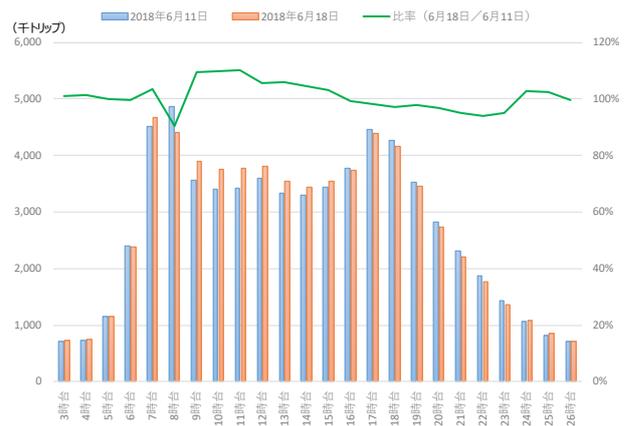


図-7 時間帯別流動人口の比較

次に、広域的な交通流動をモニタリングする際に着目すべき交通流動特性として流動人口を「地域間流動（市区町村間流動）」と「地域内流動（市区町村内流動）」に分類して、時間帯別で比較する。

図-8は、地域間流動（市区町村間流動）の時間帯別流

動人口の比較である。地域間流動に着目すると、8時台の流動人口が平常時の約67%と、大きく低下している。その割合は、9時台以降13時台まで平常時を上回るものの、それ以降は平常時を下回っている。また、朝、夕のピークが顕著に表れている。

図-9は、地域内流動（市区町村内流動）の時間帯別流動の比較である。地域内流動は、7～9時台で平常時の120%程度となり、終日平常時を上回っている。

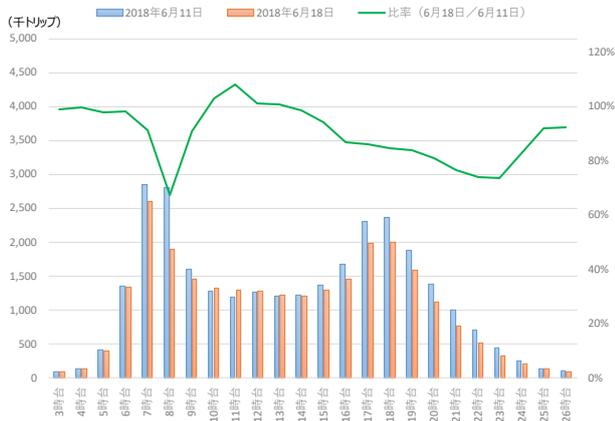


図-8 時間帯別流動人口の比較（地域間流動）

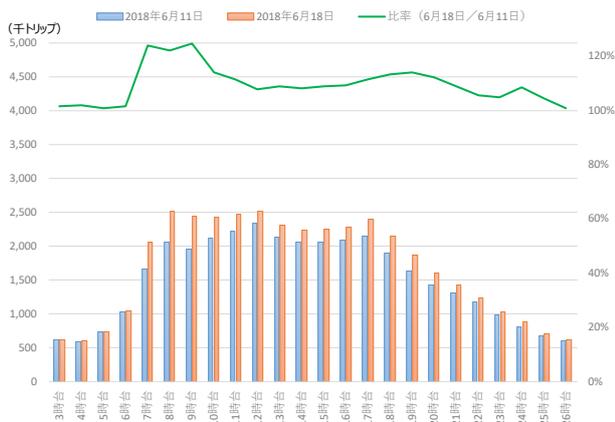


図-9 時間帯別流動人口の比較（地域内流動）

(2) 地域間流動に着目した人口流動状況

a) トリップ数からみた発災の影響

地域間流動において、発災の影響がより大きいことから、ここでは地域間流動に着目した分析を実施する。

図-10と図-11は、平常時と発災時の（流動量の差分が最も大きい）8時台の人口流動状況である。ここで、ODの両方向は合算して表現している。平常時の8時台は、大阪市内を発着地とする流動が放射状に広がり、地域間流動が盛んである様子がわかる。また、京都市、大阪市、神戸市の三大都市が周辺の中核市（天津市、枚方市、奈良市、西宮市、明石市、姫路市など）と連担して“流動圏域”を形成している様子がみとれる。

一方、発災時の8時台は、大阪市内を発着地とする流動

が大きく減少し、比較的近距离の流動が主となり、移動そのものが寸断している状況がわかる。

表-10は、8時台に平常時と比較して、発災時に流動量が減少した上位のODである。特筆すべきは、すべてのODの到着地が、大阪市北区および中央区であることである。また、その出発地は、吹田市、東大阪市、西宮市、豊中市、尼崎市、枚方市となっており、人口分布統計で分析した表-8の上位エリアとほぼ合致している。

これらのODの流動量の平常時に対する発災時の割合は、概ね20%程度（約13～約28%）であり、当該ODの移動が大変困難であったことが推察される。

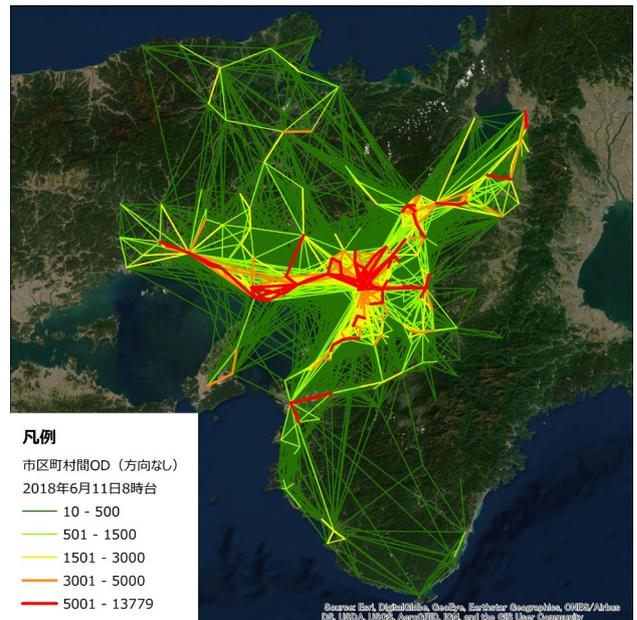


図-10 平常時（6月11日）8時台の人口流動状況

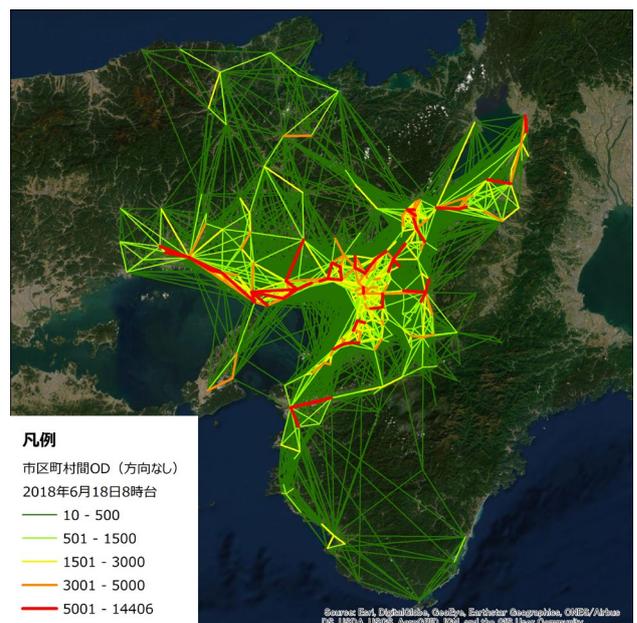


図-11 発災時（6月18日）8時台の人口流動状況

表-10 8時台に流動人口が減少したOD

No.	出発地	到着地	6/11	6/18	差分	割合
1	吹田市	大阪市中央区	10,972	1,988	-8,984	18%
2	吹田市	大阪市北区	9,820	2,241	-7,579	23%
3	東大阪市	大阪市中央区	9,633	2,690	-6,943	28%
4	西宮市	大阪市北区	8,388	1,501	-6,887	18%
5	豊中市	大阪市中央区	8,414	1,608	-6,806	19%
6	西宮市	大阪市中央区	8,239	1,484	-6,755	18%
7	豊中市	大阪市北区	8,869	2,313	-6,556	26%
8	尼崎市	大阪市北区	7,233	1,447	-5,786	20%
9	枚方市	大阪市中央区	6,498	1,097	-5,401	17%
10	枚方市	大阪市北区	6,015	785	-5,230	13%

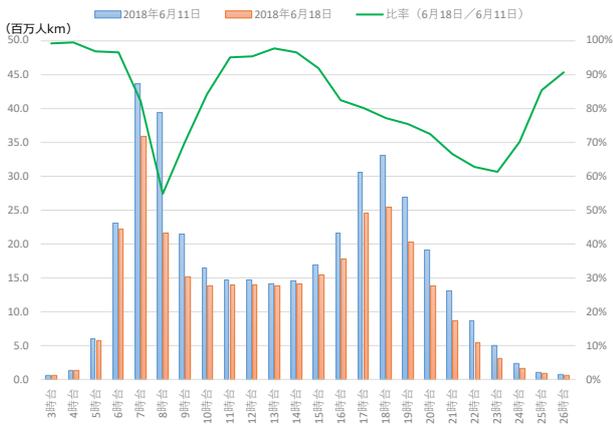


図-12 時間帯別総トリップ長の比較 (地域間流動)

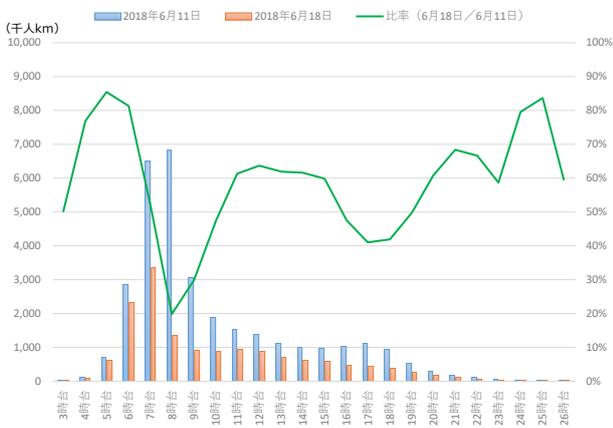


図-13 時間帯別総トリップ長の比較
(大阪市北区・中央区を到着地とするOD)

b) トリップ長からみた発災の影響

地域間流動が寸断されている状況が確認できたため、地域間流動の総トリップ長 (OD 距離×トリップ数) により、発災の影響を評価する。ここで、地域間流動の OD 距離は、市区町村役場間の直線距離と仮定したうえで、時間帯別の総トリップ長を算出し、平常時と発災時と比較する。

図-12 は、地域間流動における時間帯別の総トリップ

長の比較である。平常時の総トリップ長は 7 時台で最大の約 44 百万人 km で、18 時台にも夕方のピークが存在する。発災時には、8 時台の地域間流動の総トリップ長が、7 時台から急激に低下し、平常時の約 55% となっている。平常時に対する、発災時の総トリップ長の割合は、1 日を通して平常時を上回ることがない。

図-13 は、流動人口の減少度合いが極めて高い大阪市北区・中央区を到着地とする地域間流動の総トリップ長の比較である。平常時の総トリップ長は、8 時台で最大の約 7 百万人 km で、夕方のピークは存在しない。発災時には、8 時台の地域間流動の総トリップ長が、7 時台から急激に低下し、平常時の約 20% となっている。平常時に対する、発災時の総トリップ長の割合は、日中 60% 程度で推移し、1 日を通して平常時の 90% を上回ることがない。発災前の 3 時台や 4 時台でも総トリップ長の割合が低く、たとえば、高速バスなど 8 時台までにさしかかるような長時間の移動が、発災の影響で到着できなかった、あるいは到着地が変更されたことなどが考えられる。

(3) 属性に着目した人口分布状況

これまでの分析で、8 時台の地域間流動に対する発災の影響が非常に大きいことが把握できた。流動状況をさらに詳細に把握するために、8 時台の総トリップ長を性別、年代別の属性によって分類する。

図-14 をみると、平常時には 40 代男性の総トリップ長が最大となり、約 5 百万人 km である。女性の流動量は、15~19 歳において男性を上回っているものの、20 代以上の年代では、一定程度の割合で男性を下回っている。

発災時の総トリップ長の平常時に対する割合は、すべての年代において、男性が女性よりも高く、男性の 30 代以上では 60% を上回っているものの、女性は 50 代、60 代を除いて 50% 未満となっている。このことから、生産年齢層の男性は、発災後も移動のとりやめが他の属性と比較して少ないことが推察される。

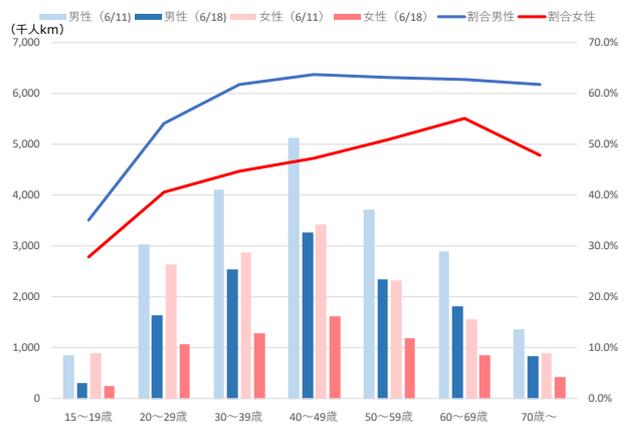


図-14 8時台の属性別総トリップ長の比較 (地域間流動)

5. 分析結果の考察

(1) 人口分布状況の考察

人口分布統計により、大阪北部地震の発災時、平常時と比較して人口動態が大きく異なることが把握できた。特に、大阪都心部“キタ”エリアで昼間人口の減少が著しい。一方、都心周辺部では、都心部に行くことができなかったと考えられる人が滞留している様子がわかった。平常時は混雑しない場所で、人口集中がみられたことが想定されるため、さらに駅施設等に注目した分析の深化が必要である。

出勤・登校時間帯に地震が発生し、近畿圏全域ですべての主要鉄道路線が一時的に運転をとりやめたため、出勤したいものの、通勤先に到着できない“出勤困難者”が発生した。出勤困難者と想定される人は、男性の生産年齢層で、震源地に近い大阪北部や阪神間の地域、いわゆるベッドタウンの居住者が多い。これらの人の多くは、発災時8時台～9時台に電車内に閉じ込められたり、鉄道施設内で足止めされたりしたと考えられる。出勤困難者の中には、出勤をとりやめた人も一定程度存在しているものの、実際に“困難を伴って”出勤した通勤者の存在が把握できる。

(2) 人口流動状況の考察

人口流動統計を用いることで、大阪北部地震が交通流動に及ぼす影響を評価した。近畿圏全体をマクロ的に眺めると、発災直後の8時台の交通流動に対する影響が最も大きい。発災時8時台の流動人口（OD量）は、平常時の約90%であるものの、地域間流動（市区町村間流動）では約67%となる。さらに、発災時8時台の地域間流動の総トリップ長は、平常時の約55%となっている。このことから、8時台に移動中かつ、比較的長距離の地域間移動をする交通利用者にとって、発災の影響が最も大きかったことがいえる。

また、発災時8時台に流動量が減少したODをみると、減少量上位のODすべての到着地が大阪市北区および中央区となっている。それらのODの出発地は、いずれも大阪府北部の震源地から近いエリアや大阪市内勤務者のベッドタウンといえる周辺のエリアとなっている。発災時8時台の大阪市北区および中央区を目的地とする総トリップ長は、平常時の約20%となっており、多くは出勤目的のトリップと考えられる移動が大変困難であったことが、本分析結果からも推察される。さらに、発災時8時台の総トリップ長を属性別に眺めることで、男性の生産年齢層で、他の属性よりも平常時に対する割合が高く、移動をとりやめた人の割合が低いことが明らかになった。これらの分析からも“出勤困難者”の困難の状況をモニタリング可能であることが示された。

2種類のデータを用いたモニタリング分析を通して、人口流動統計の分析結果は、人の動きの「蓄積」として把握される人口分布、すなわち人口分布統計の分析結果の裏付けを与えることが、各種分析結果の整合性から明らかになった。

(3) モニタリング結果を踏まえた課題抽出

上記の考察を踏まえ、計画の基礎情報となる課題の抽出を試みる。

都市交通の観点では、出勤、登校といった日常的な移動が寸断された際の人口分布状況が把握できた。特に、出勤困難者は自宅から通勤先の間にある都心周辺部の交通結節機能を有する駅（天王寺駅、生駒駅、山科駅など）周辺に滞留する傾向がある。このことから、都心周辺部のこれらの主要駅におけるバスやタクシーとの連携強化が求められる。あわせて、施設内で一時滞留が可能な場所の確保の必要性が認識される。

まちづくりの観点からは、広域交通を担う幹線的な交通手段が利用できなくなった場合でも職場にたどり着くことができるような職住近接の生活様式や、それを支援するコンパクトなまちづくりの必要性が認識される。また、昨今の働き方改革を支援するテレワークの推進やサテライトオフィスの設置など、ワークスタイルの変化への対応が、有事の影響を抑制する交通行動の促進につながると思われる。このことから官民連携による防災対策の重要性が示唆される。

6. おわりに

本研究では、モバイル空間統計（人口分布統計および人口流動統計）を用いて、大阪北部地震モニタリングを実施した。人の動きの実態を示すモバイル空間統計を用いることで、都市交通やまちづくりの観点から重要な計画情報が得られることを確認した。

また、人口分布統計の分析結果の裏付けを人口流動統計からも得ることができ、人口分布統計と人口流動統計を組み合わせることで、より深い洞察を得ることが可能となることを示した。

今後の展開として、人口分布統計を活用した分析では、さらに具体的な駅施設、たとえば発災時に近畿圏外居住者の多くが足止めされたと想定される新大阪駅周辺や、一時避難者が滞留した広域避難場などに注目した分析を実施する。人口流動統計を活用した分析では、鉄道路線とその利用が見込まれるODの流動量、トリップ長との関係性を見出し、(マスメディアの活用も視野に入れた)発災時の適切かつ効率的な情報提供のスキームの検討の基礎情報としていくことなどが考えられる。

また、今回はモニタリングの対象として、地震に着目したものの、災害に強いまちづくり等を考えるにあたり、台風や豪雨、豪雪など異なる種類の災害における人口動態を把握・比較検証することも重要であると考えます。

さらに、交通ネットワーク現況を踏まえた交通流動状況を捉えることで、有事のリダンダンシーを見据えた強化すべきネットワークなど、更なるモニタリング情報や都市交通課題などに資する計画情報が把握できるものと考えます。ひきつづき、モバイル空間統計の利用価値の向上に挑戦したい。

謝辞：本研究の遂行にあたり、株式会社NTTドコモの池田大造氏には、着想を得るための貴重なご意見を賜った。ここに記して感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 気象庁：震度データベース検索（地震別検索結果）ウェブサイト，<https://www.data.jma.go.jp/svd/eqdb/data/shindo/Event.php?ID=9902228>
- 2) 総務省消防庁：大阪府北部を震源とする地震による被害及び消防機関の対応状況（第 32 報），2019 年 8 月 20 日，<https://www.fdma.go.jp/disaster/info/items/190820oosakafuhokubujisinn32.pdf>（2019 年 10 月 3 日閲覧）
- 3) 朝日新聞デジタル：「大阪府内で 17 万戸が停電 関西電力」，2018 年 6 月 18 日，<https://www.asahi.com/articles/ASL6L2TR0L6LPTIL00B.html>
- 4) 大阪ガス：都市ガス供給の復旧状況などについて（第 17 報），2018 年 6 月 25 日，http://www.osakagas.co.jp/company/press/emergency/1271574_38726.html
- 5) 日本経済新聞：「大阪北部地震の大規模断水、老朽水道管が引き金」，2018 年 6 月 23 日，<https://www.nikkei.com/article/DGXMZO32166090T20C18A6AC8Z00/>
- 6) 朝日新聞デジタル：大阪北部地震，<https://www.asahi.com/topics/word/大阪北部地震.html>
- 7) 日本経済新聞：「在来線で 14 万人閉じ込め JR 西、運転再開への体制検証」，2018 年 6 月 20 日，<https://www.nikkei.com/article/DGXMZO32008310Q8A620C1AC8Z00/>
- 8) ドコモ・インサイトマーケティング：モバイル空間統計，https://www.mobaku.jp/service/jpn_distribution/
- 9) 松島敏和・池田大造・田中文彬・中矢昌希・立川太一・永田智大・福手亜弥：パーソントリップ調査の時点補正を見据えた人口流動統計と近畿圏パーソントリップ調査データの比較分析，pp255-266，第 54 回土木計画学研究発表会・講演集，2016.

2018.6.18 NORTHERN OSAKA PREFECTURE EARTHQUAKE MONITORING USING MOBILE SPATIAL STATISTICS

Toshikazu MATSUSHIMA