

# 大地震発生初動期における就業者の出勤可能性について

玉野 沙織・大佛 俊泰

## Evaluation of Commuting Behavior after Large-scale Earthquake

Saori TAMANO and Toshihiro OSARAGI

**Abstract :** In recent years, BCP (Business Continuity Plan) assuming a large-scale earthquake is a big concern in many private companies and local governments. Employees will be required to commute to their offices as usual for business continuity. However, a large number of people are presumed to have difficulty in commuting since many railway trains might stop after the event. In this paper, we estimate the number of people who would experience the difficulty in commuting, and discuss the characteristics of its spatial distribution with their detailed attributes, such as age, sex, and occupations. We also evaluate the restoration works for damaged railroad lines, from the view point of the reduction of the rate of people with difficulty in commuting.

**Keywords :** 大地震 (large-scale earthquake), 出勤困難者 (people with difficulty in commuting), 歩行体力 (physical strength for walking), 通勤時間 (commuting time), 就業者 (employee)

### 1. はじめに

近年、大地震の発生を想定した事業継続計画 (BCP) が多くの企業や地方自治体において検討されている。事業を継続するためには、従業員が平常時のように出勤できることが前提となるが、大地震発生初動期 (約 10 日間) には鉄道・バス・自動車などの交通手段が麻痺することが予想され、平常時のように出勤することが困難となる就業者は膨大な数に及ぶと考えられる。そこで本研究では、平成 10 年東京都市圏パーソントリップ調査データ (以下、PT データ) を用いて地域別・職業別・男女別に出勤困難率を推定し、その特性について考察する。また、鉄道路線の復旧方法が出勤困難率の改善に及ぼす効果について考察を試みる。

玉野：〒 152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1

東京工業大学大学院 情報理工学研究科

情報環境学専攻 大佛研究室

E-mail: tamno.s.aa@m.titech.ac.jp

### 2. 出勤困難率の推定方法

#### 2.1 出勤経路の推定

PT データから就業者のトリップを抽出し、交通手段 (鉄道・バス・自動車など) が麻痺した状況下での、自宅から勤務地までの最短時間出勤経路を、各就業者について推定する (図 1)。鉄道による移動では復旧路線のみを利用可能とし、自転車保有者は自転車も利用できるものとする。平均歩行速度は 4km/h、平均自転車速度は 10km/h とする。ただし、自宅と勤務地が同一小ゾーン内に存在する就業者については、図 1 の

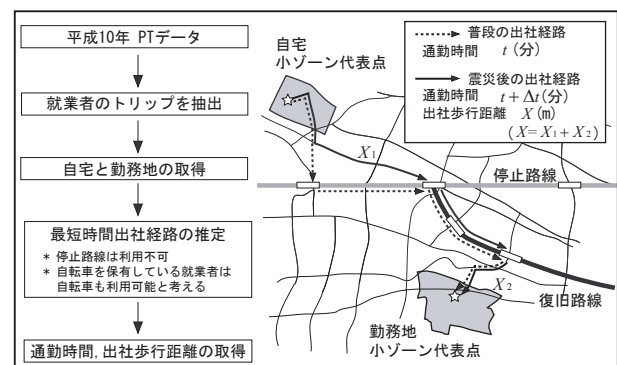


図 1 出勤経路の推定

方法で出社経路を推定することができない。そこで、各小ゾーンについて、小ゾーン内の任意の2点間の最短時間経路を100回求め、その平均所要時間と平均歩行距離を用いることとした。

## 2.2 出社可能性の推定モデル

大地震発生初動期における就業者の出社可能性の推定手順を図2に示す。普段の通勤で徒歩のみ、もしくは自転車のみを移動手段としている就業者については、交通手段の麻痺の影響を受けにくいことから、すべて出社可能と考える。また、玉野・大佛（2010）では、普段の通勤に自転車を利用している就業者のみが自転車を利用すると想定したが、実際にはそれ以外にも自転車保有者は存在すると考えられる。そこで、内閣府（2009）の都市規模別の自転車保有率を用いて、就業者が自転車保有しているか否かを確率的に決定した。

出社可能性には就業者自身もしくは家族や家屋の被災状況などが深く関係すると思われるが、本研究では単純化のため、出社可能性は「歩行に要する体力」（歩行体力モデル）と「出社に要する時間」（通勤時間モデル）により決まると考える。すなわち、歩行体力モデルでは、出社に要する歩行距離を歩くために必要な体力得点（文部科学省，2006）と就業者の属性（性別，年齢）別の情報をもとに、体力的な限界により出社を断念する確率を求め、各就業者の出社可能性を推定する（図3）。また、通勤時間モデルでは、普段の通勤時間が $t$ （分）以上の就業者が、通勤時間が $t+\Delta t$ （分）以上でも通勤する確率を求め、各就業者の出社可能性を推定する（図4）。

## 2.3 出社困難率の定義

以上のように全就業者について出社可能性を推定することで、首都圏全体の出社困難者数を求める。ここでは、出社困難者数の全就業者数に対する割合を「出社困難率」と呼ぶ。この時、あるゾーンに勤める就業者数に対する出社困難者数の割合を「勤務地ベースの出社困難率」、また、あるゾーンに住む就業者数に対する出社困難者数の割合を「居住地ベースの出社困難率」と呼び区別する。

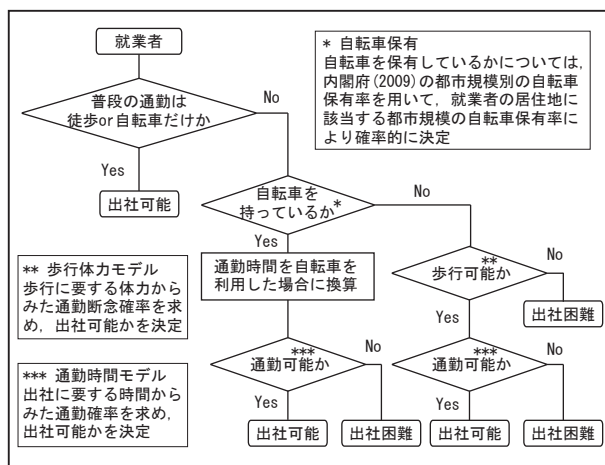


図2 出社可能性の推定手順

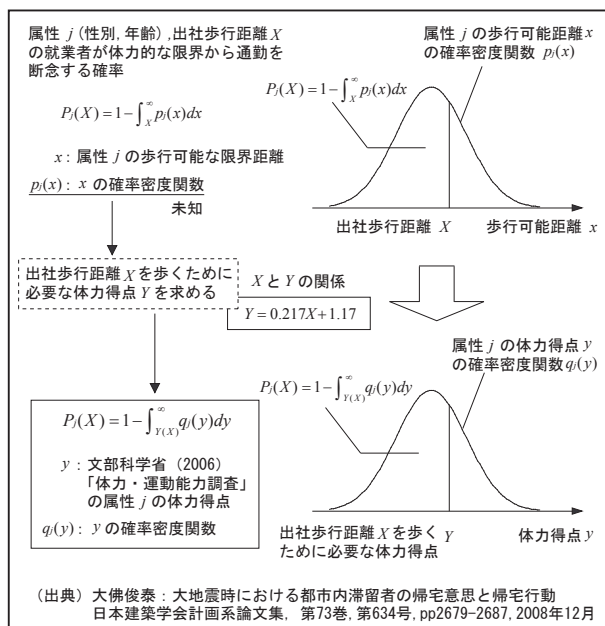


図3 歩行体力モデル

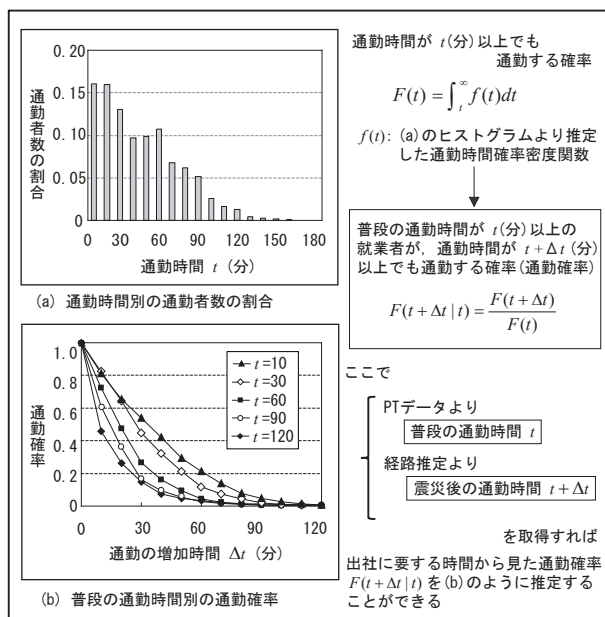


図4 通勤時間モデル



### 3. 地域別の出社困難率

図5には、出社困難率の空間分布を示してある。首都圏の全鉄道路線が不通の場合(a)は、居住地ベースでは都心から遠ざかる程値は高く、逆に、勤務地ベースでは都心に近づく程値が高い傾向が現れている。東京湾北部地震(M7.3)を想定した場合(b)は、東京都防災会議地震部会(2006)によれば、震度6強の地域で列車の脱線が起こる可能性があるとされている。そこで、震度6強範囲内に含まれる線路のみが不通である状況を想定する。ただし、鳥海ほか(2008)によれば、比較的地下深部を通る地下鉄7路線は地表よりも1ランク低い震度を受けることから、それらの路線は脱線しないと考えた。居住地・勤務地ベース共に、特に千葉県で出社困難率が高い。勤務地ベースでは、都心部の湾岸沿いで値が高く、20～40%の地域が多く存在することがわかる。

### 4. 属性別にみた出社困難率

#### 4.1 職業別

首都圏の全路線が不通の場合について、職業別に勤務地ベースの出社困難率を求めた(図6)。

勤務地の立地と出社困難率の関係(図6-a)から、サービス業従事者については都心では出社困難率が70%程度と比較的高いが、都心から離れると40%以下に低減する。一方、公務員と管理職については、都心からの距離によらず70%以上の小ゾーンが多く存在し、特に公務員については、80～90%と出社困難率は非常に高い。公務員と管理職は、サービス業従事者と比べて鉄道利用者の割合が高く、また、平均通勤時間は都心から10km以上離れた就業地では20～30分程度長い(図6-b)。そのため、公務員と管理職は、都心から離れた地域でも出社困難率が高くなると考えられる。

大地震発生初動期においては、公務員は市民生活の早期復旧、管理職は業務継続の指揮を担う上で特に重要な職業である。BCPの策定においては、こうした職業別に異なる出社困難率の特徴を考慮し、検討することが必要である。

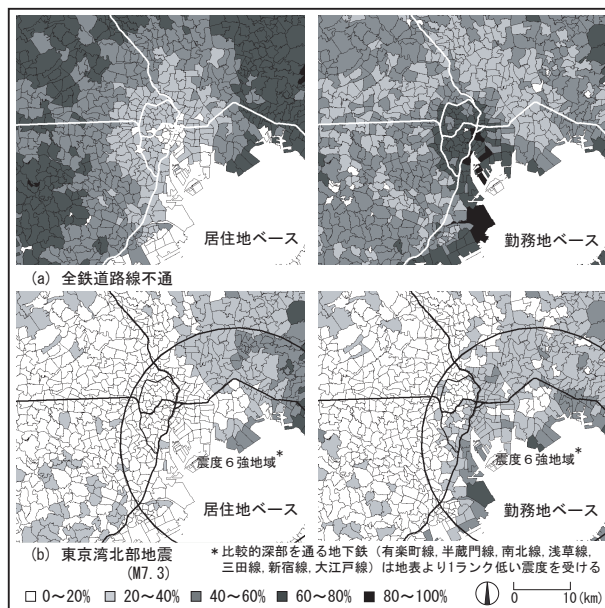


図5 出社困難率の空間分布

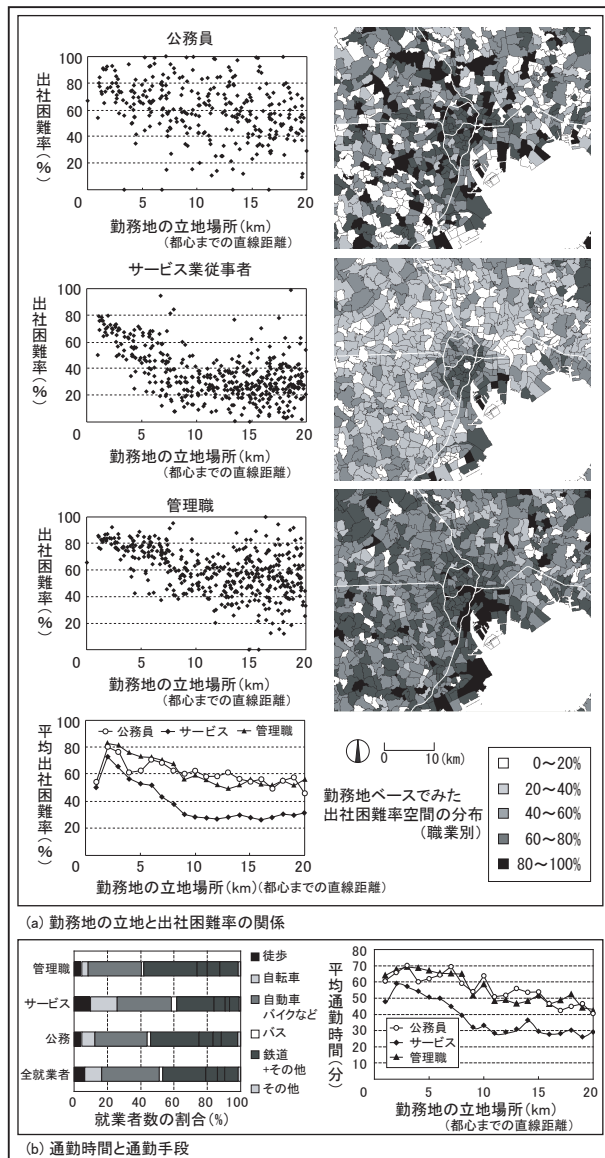


図6 職業別の出社困難率

## 4.2 性別

首都圏の全路線が不通の場合について、男女別に居住地ベースの出社困難率を求めた（図7）。

男性は女性と比べて、ほとんどの地域で全体的に出社困難率が高いことがわかる。男性と女性の通勤時間を比較すると、女性は近距離通勤（10～30分）の就業者の割合が高く、男性より平均通勤時間が10分以上短い。そのため、男性は女性よりも出社困難率が高くなると考えられる。

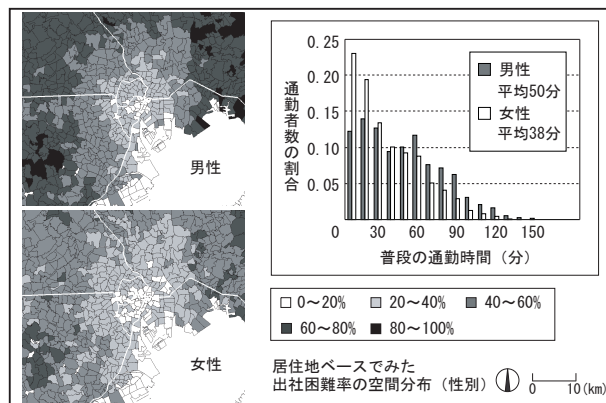


図7 男女別の出社困難率

## 5. 路線復旧による出社困難率改善効果

鉄道を復旧させた場合の勤務地ベースの出社困難率の改善率を求め、空間分布を求めた（図8）。復旧路線（1）の出社困難率の改善効果はほとんど見られず、（2）についても復旧路線沿いでは50%以上の改善率が見込まれるが、都心部では30～50%に留まる。（3）では、居住者数が少ない都心に復旧路線が集中しているため、改善率は都心全体で30%以下に留まる。（4）については、復旧路線が長距離幹線のため、特に、丸の内や新橋において高い改善効果が期待できる。（5）では復旧路線の組み合わせ効果により、都心の多くの地域で50%以上の改善率が期待できる。丸の内、六本木、新橋、西新宿などの就業者数が多い地域で（1）と（2）の合計以上の改善率となる。（1）と（2）の路線を早期に復旧させることにより、郊外に居住する就業者の出社可能性が高まり、同時に都心の広いエリアで大幅に出社困難率を改善することが可能となる。

## 6. まとめ

出社に要する時間と歩行に要する体力の面から大地震発生初動期における就業者の出社可能性について検討し、出社困難率の特性と空間分布について考察した。更に、鉄道路線の復旧方法が出社困難率の改善に及ぼす効果を評価した。

### 謝辞

本研究は、平成22年度科学研究費補助金・基盤研究（B）（課題番号21310105）の助成を受けて行った研究の一部である。

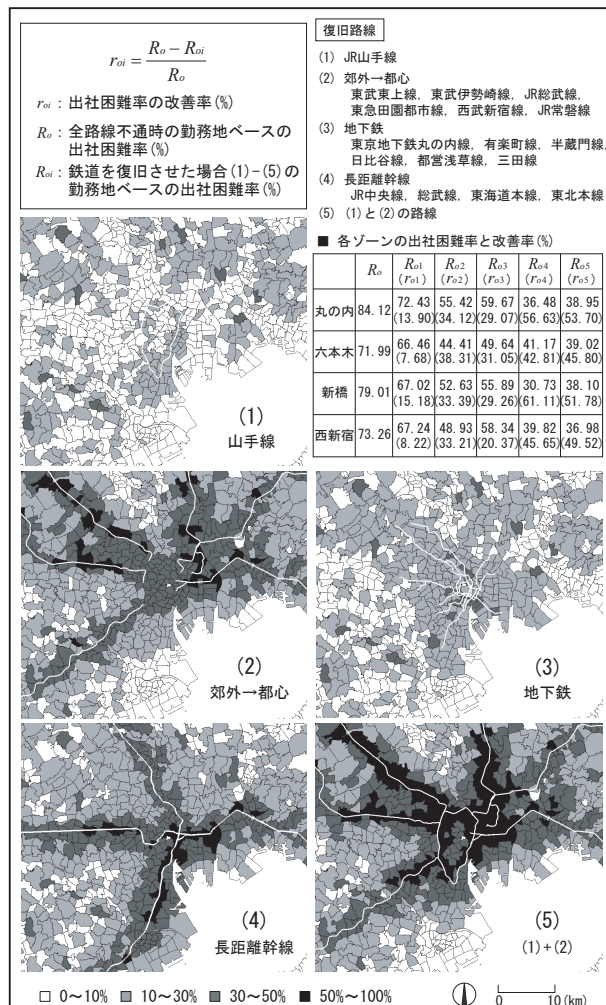


図8 出社困難率の改善効果

### 参考文献

- 玉野沙織・大佛俊泰（2010）：「災害発生初動期における就業者の出社可能性」，日本建築学会大会学術講演梗概集（F-1），pp893-894
- 内閣府（2009）：「歩いて暮らせるまちづくりに関する世論調査報告書」
- 文部科学省（2006）：「平成18年度体力・運動能力調査報告書」
- 大佛俊泰（2008）：「大地震時における都市内滞留者の帰宅意思と帰宅行動」，日本建築学会計画系論文集，Vol.73，No.634，pp2679-2687
- 東京都防災会議地震部会（2006）：「首都直下地震による東京の被害想定（最終報告）」
- 島海重喜・川口真由・田口東（2008）：「首都直下地震による鉄道利用通勤・通学客の被害想定」，オペレーションズリサーチ学会，経営の科学，53(2)，pp111-118