

# 東京 23 区を対象とした大規模災害時交通シミュレーションと交通渋滞緩和策の評価

東京大学 正会員 大口 敬  
東京都 伊藤 麻紀  
東京都 水田 隆三

\*株式会社アイ・トランスポート・ラボ 正会員 ○堀口 良太

## 1. はじめに

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災により、首都圏の道路において大規模な渋滞が発生したことは記憶に新しい。今後発生が予想される首都直下地震などの大規模災害が発生すれば、緊急自動車の円滑な通行が困難となり、深刻な事態に陥ることが予想される。本稿では、東京 23 区を対象に、大規模ネットワークに対応した交通シミュレーションモデル「SOUND<sup>1)</sup>」を用いて、通常時および東日本大震災時の現況再現シミュレーションを行い、震災当日に発生した大規模かつ極めて深刻な渋滞（以下、「グリッドロック」という。）を再現できることを確認し、「首都直下地震等による東京の被害想定報告書」に記載されている地震の発生場所や時刻を想定した震災シナリオを設定し、震災シナリオごとに交通渋滞緩和施策を組み込んだ場合の交通シミュレーションを実施し、それぞれの施策の評価を行った。

秒の現示を設定した。



図 1 シミュレーション対象エリアと B ゾーン  
(水色：東京都 23 区、灰色：23 区隣接エリア)

## 2. シミュレーションデータの準備

### (1) シミュレーションエリアの設定

シミュレーション対象エリアは東京都 23 区と、隣接する都県のセンサス B ゾーンの範囲とした (図 1)。

### (2) 道路ネットワークの設定

道路ネットワークデータは、平成 18 年度版住友電工製デジタル道路地図に含まれる幅員 5.5m 以上の道路種別が一般都道以上の道路、及び一部のその他道路とした (図 2)。

### (3) 車両発生集中ゾーンの設定

車両発生集中ゾーンは、平成 17 年度道路交通センサス自動車起終点調査に基づく関東圏配分業務用 OD 表に基づくセンサス B ゾーンとした (図 1)。

### (4) 信号制御データの設定

信号制御データは、住友電工製デジタル道路地図拡張版の全道路データより、信号制御フラグの立っている交差点の座標データと、(2) で使用した道路ネットワークの交差点の座標データとを GIS ソフト上でマッチングし、それぞれ青 60 秒+全赤 10 秒と仮定したサイクル長 130

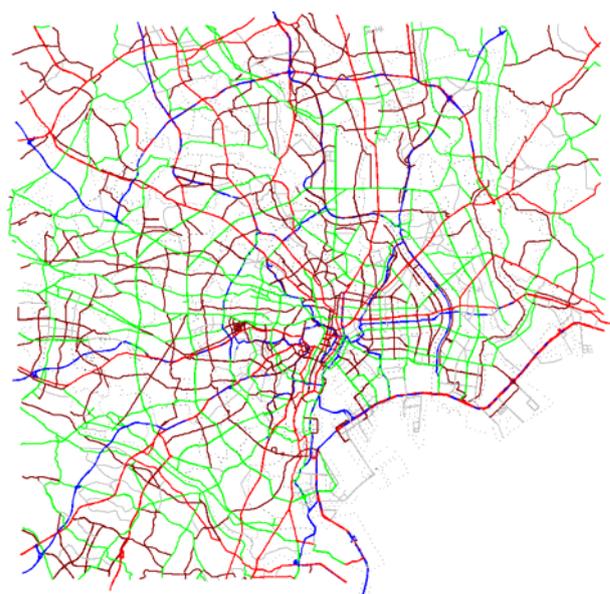


図 2 道路ネットワークデータ  
(青：高速道路、赤：国道、緑：主要都道府県道、茶：一般都道府県道、灰：その他道路)

Keywords： 交通制御・交通抑制、防災

\* 連絡先： rhoriguchi@i-transportlab.jp

(Phone) 03-5283-8527

(5) 通常時のOD交通量データの設定

(1)で設定した対象エリアのOD交通量は、首都圏での交通量配分用OD表を時間帯別に分割し、これを用いた広域シミュレーション<sup>2)</sup>結果から、対象エリア周辺に設定したコードラインを通過する交通量を集計して、東京都23区シミュレーション用のOD交通量とした。

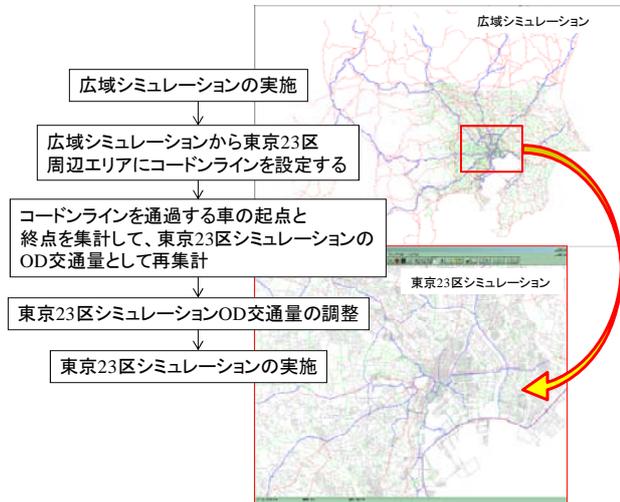


図3 通常時のOD交通量作成手順

(6) 東日本大震災時のOD交通量データの設定

(5)で作成した通常時のOD交通量をベースに、東日本大震災時におけるOD交通量を表1のとおり「帰宅交通」「都内流入交通」「内々交通」の3種類に分類し、それぞれについてアンケートや観測交通量に基づいて、発生交通量や発生時間帯の分布を設定した。

表1 東日本大震災時におけるOD交通量の分類

交通の種類	意味
帰宅交通	シミュレーション対象エリアからコードラインに向かう交通。シミュレーションエリア内に起点・終点を持ち、対象エリアの中心から遠ざかる方向の交通。移動する目的は帰宅とは限らない。
都内流入交通	コードラインから都内に流入する交通。
23区内相互交通	スクリーンラインのエリア内に起点および終点を持つ交通から帰宅交通を除いた交通。

・帰宅交通の設定

中心から郊外へ向かう帰宅交通については、(株)マーケティング・サービスによる東日本大震災にともなう帰宅困難調査結果<sup>3)</sup>より、午後3時以降に発生する翌日午前3時までの帰宅交通を帰宅時間分布に従って1時間ごとのOD交通量に配分した。(図4)

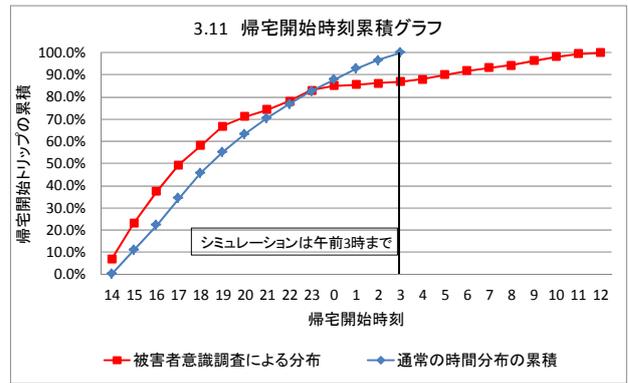


図4 帰宅困難調査結果とシミュレーションでの累積帰宅開始時間分布

・都内流入交通の設定

平成17年度交通センサスの交通量を平常時と仮定し、東日本大震災時における管制データの都内流入交通の平常時に対する減少率は図5のとおりとなった。なお、東日本大震災時における現況再現性の確認において、再現精度の向上を図るために、都内流入交通について調整を行っている。

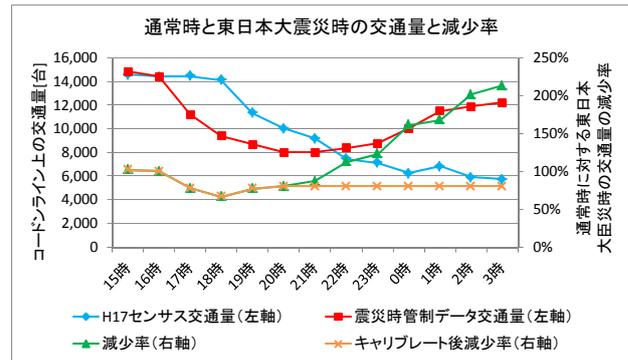


図5 通常時に対する東日本大震災当日の都内流入交通量の割合

3. 現況再現性の検証

シミュレーションモデルの交通量の再現性、ならびに時間変動する渋滞の延伸・解消の様子が再現できているか、ならびに東日本大震災時における都内のグリッドロック現象が再現できるかを検証するため、通常時における現況再現性と東日本大震災時における現況再現性の確認を行った。

3.1 通常時の現況再現

(1) 交通量の現況再現

交通量はセンサス24時間交通量とシミュレーション結果の24時間交通量で確認した。(図6)

比較の結果、センサス交通量とシミュレーション結果の交通量の相関係数は0.8前後となりおおむね良好な再現性が得られた。

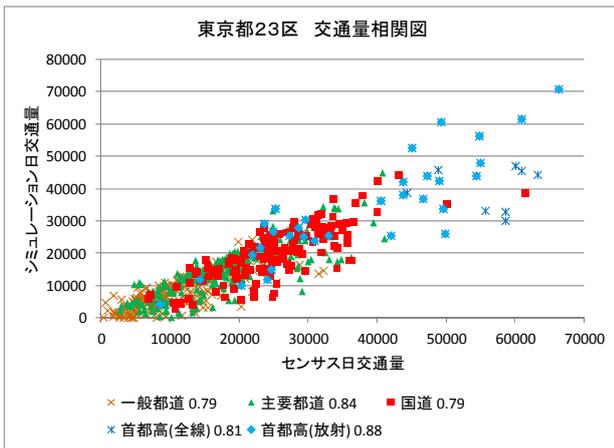


図 6 センサー-シミュレーション日交通量散布図

### (2) 速度の再現性

警視庁HPの交通渋滞統計ワースト50路線<sup>4)</sup>を参考に、シミュレーションエリア内のボトルネック交差点を含む2kmメッシュについて、プローブの平均旅行速度とシミュレーションでの平均旅行速度を比較し、ピーク時に渋滞による速度低下を確認することができた。

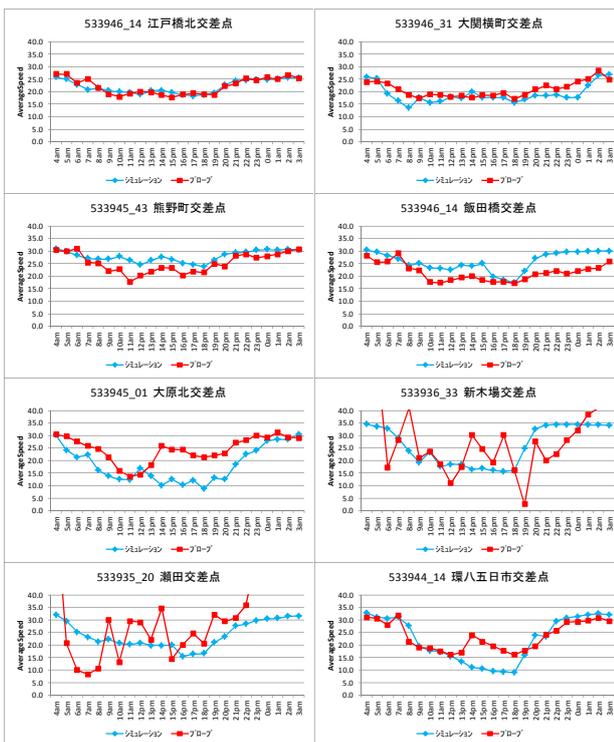


図 7 ボトルネック交差点を含む2kmメッシュの平均速度の時間変動

### 3.2 東日本大震災時の現況再現

東日本大震災時の現況再現性の確認は、警視庁の管制データで行った。警視庁の管制データは主要道路の交差点間の交通量と旅行時間のデータであり、全体の交通流動の再現性を確認するため、全ての管制データとネットワーク全体のシミュレーション結果の総走行距離と平均速度を比較した。

### (1) 総走行距離の再現性

図 8 に管制データの総走行距離とシミュレーションの総走行距離の時間変動を示す。集計対象となる道路が管制データとシミュレーションで異なるため、総走行距離のシミュレーション結果は第2軸で示した。発災後は都内の流動性が著しく低下していることが分かる。

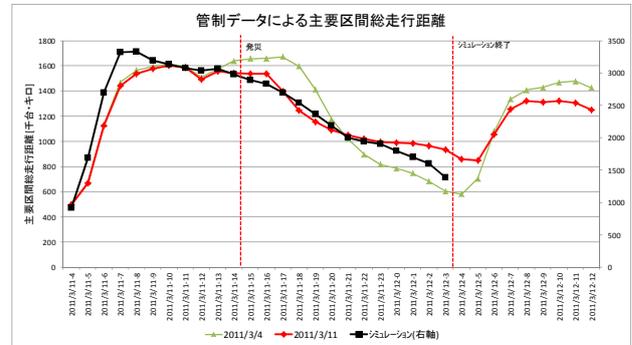


図 8 管制データとシミュレーションの総走行距離の比較

### (2) 平均速度の再現性

図 9 に管制データとシミュレーションの平均速度の時間変動を、図 10 に東日本大震災当日の午後 8 時のリンク平均速度の主題図を示す。発災直後より速度が低下し、ボトルネックが発生している様子がシミュレーションでも再現されていることが確認できた。主題図中、赤く表示されたリンクは時速 5km/h (およそ歩行速度) 以下である。

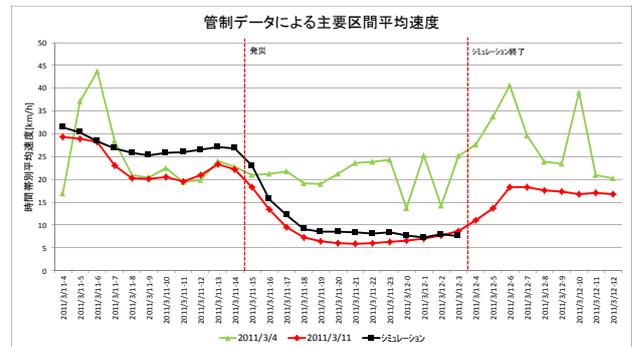


図 9 管制データとシミュレーションの総走行時間の比較



図 10 東日本大震災当日 20 時台のリンク速度主題図 (左: 管制データ 右: シミュレーション結果)

#### 4. 交通渋滞緩和施策の検討

##### 4.1 震災シナリオの整理

###### (1)地震の発生場所

ここでは、首都直下地震による被害想定に従い、東京湾北部地震、元禄型関東地震及び多摩直下地震の3パターンを想定した。発生場所の違いにより火災による消失棟数の違いなどがある。

###### (2)地震発生時刻

地震発生時刻については被害想定に従って12時と18時の2パターンを想定した。18時に発生する場合の方が火災による消失棟数が多くなる傾向にある。

###### (3)地震発生時の交通規制

地震発生時における交通規制は、交通規制による通行止めと火災によって倒壊した建物による道路の封鎖による通行止めを想定した。

- ・交通規制による通行止め

警視庁では、平成24年3月に大地震（震度6以上）発生時における交通規制計画の見直しを行っており、都内で震度6以上の地震が発生したときは、第一次交通規制を行うこととしている。本調査研究においては、第一次交通規制の開始時期は、発災後30分とした。第一次交通規制の内容は以下の通り。（図11）

☆ 環七以内流入禁止

☆ 緊急自動車専用路（高速道路・国道4・17・20・246号線と目白通り・外堀通り）

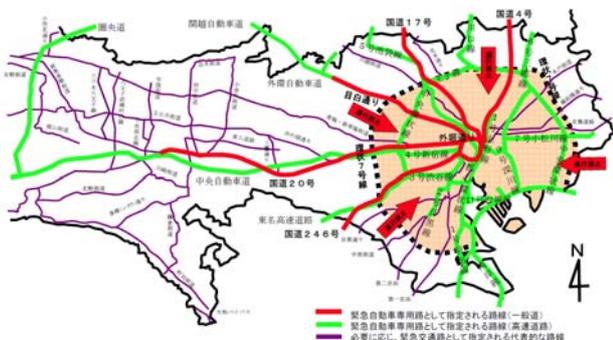


図11 大震災（震度6弱以上）発生時における交通規制（警視庁HPより）

- ・火災による通行止め

火災の延焼による通行止めについては、震災時にどの道路が通行止めになるのか正確に予測することは困難である。したがって本研究においては、想定モデルとして、東京都ホームページの「首都直下地震等による東京の被害想定」の各震災シナリオの「冬・風速8m/s」に対応する消失棟数図と、シミュレーションで用いるデジタル道路地図を重ね、メッシュの消失棟数が50棟以上のメッシュに含まれるエリアにおいて、片側1車線かつ延焼遮断帯に指定されていない道路を対象に、そのデジタル道路地図のリンク数の2割が通行止めになるものとして確率

的に設定した。なお、通行止めの発生は、交通規制と同じく発災後30分後からとした。



図12 東京湾北部地震12時発生の火災延焼による通行止めリンクの発生例（想定・赤×印）

##### 4.2 評価対象施策

###### (1)帰宅交通の駐車場誘導

震災時に、路外駐車場の空きスペースに通行している車両を誘導して、交通量を減少させる方法である。東京都内における駐車場の空きスペースについては、平成23年度東京都委託事業「ITSなど次世代技術導入にむけた調査・検討委託」<sup>5)</sup>でまとめられた23区内の駐車可能台数及び時間ごとの空車率を用いて推計した。

表2 発災時刻別23区内駐車可能台数

地震発生時刻	駐車可能台数
12時発災シナリオ	50,061台
18時発災シナリオ	79,803台

###### (2)帰宅交通の時間分散

震災時の交通渋滞を緩和する手段の一つに、帰宅交通の発生をある時間範囲で一定の量に抑えることで集中して発生した交通需要を分散させる方法が考えられる。ここでは、短時間に集中して発生する交通によるグリッドロックを防ぐため、表3の考え方にに基づき帰宅交通及び23区内相互交通を時間的に分散させた。

なお、東京都において、発災後は「むやみに移動を開始しない」ことを都民に対して啓発していることを踏まえ、発災後3時間（通過交通を除き）は帰宅交通および23区内相互交通が発生しないという仮定を置いた。

表 3 発災後の帰宅交通・環七以内で発生する交通の発生タイミング

	帰宅交通の発生分布	23区内相互交通の分布
施策無し	発災直後から翌日の午前3時までの全ての帰宅交通は、被害者意識調査の発生分布に従って発生。	通常とおりに発生
時間分散	・発災直後3時間は発生させない ・発災3時間後から9時間/12時間で均等に発生させた。	同左

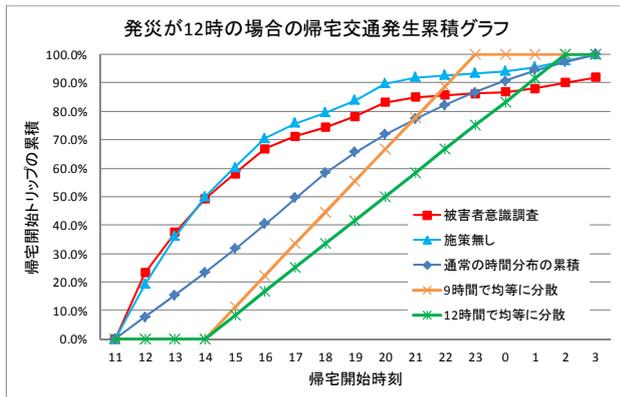


図 13 12時発災の場合の帰宅交通発生累積グラフ

(3) スマートフォンによる情報提供方策の検討

スマートフォンによる通行止めリンクの情報の提供を受けることができる自動車ユーザーと情報提供を受けられない自動車ユーザーを設定し、スマートフォン所持者は、スマートフォン契約者の割合（2014年3月時点における全国の予測値:48.3%）とスマートフォン契約世帯の割合（2011年12月時点における調査結果:全国29.3%、東京都34.5%）より、車種を問わず全体の交通量の56.9%とした。

スマートフォンによる情報提供の有無の違いは経路選択行動の違いによって表現した。すなわち、通行止め情報が受けられるユーザーは、情報提供開始後より通行止めリンクを経路として選択しなくなるが、情報提供を受けることの出来ないユーザーは、通行することの出来ない「通行できる」ものとして経路選択を行う。但し、発災後2時間経過した時点で、通行止めの周知がスマートフォン以外によっても行われたと仮定し、通行は可能だが非常に旅行時間が大きいリンクとして経路選択の対象となるように設定した。

5. 施策シナリオの実施

前項で整理した各施策シナリオを組合せて東京湾北部地震12時発災のケースで実施し、それぞれの組合せの渋滞緩和効果をネットワーク全体の平均速度で確認した。

表4に施策シナリオの組合せを、図14に組合せの計

算結果から得られたネットワーク平均速度の時間変動を示す。

表 4 交通渋滞緩和施策シナリオの組合せ

施策シナリオ	帰宅交通の駐車場への誘導	帰宅交通と23区内相互交通の分散と抑制	規制情報のスマートフォンへの提供
対策無し	×	×	×
組合せ1	○	×	○
組合せ2	○	○	×
組合せ3	○	○	○

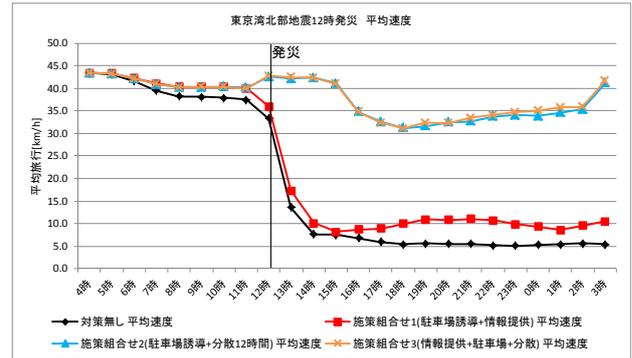


図 14 施策シナリオの組合せごとの時間帯別ネットワーク平均速度

(1) 対策無し

交通渋滞緩和施策を実施せず、帰宅交通をそのまま発生させたケースでは、発災時刻である12時を境に極端にネットワーク平均速度が低下し、東日本大震災時と同様にグリッドロックが発生した。

(2) 組合せ1（駐車場誘導+情報提供）

駐車場誘導シナリオと情報提供シナリオの組合せでは、帰宅交通の一部を駐車場に誘導したため、全体の平均速度は対策なしよりも高くなったが、グリッドロックが発生したことが分かる。

(3) 組合せ2（駐車場誘導+交通発生分散12時間）

駐車場誘導シナリオと帰宅交通および23区内相互交通の発生を12時間に分散させた組合せでは、発災直後から3時間は交通の発生が抑えられるため、ネットワークでは渋滞は発生しない。3時間が経過すると一時的に速度が低下するものの、発生交通量の減少と分散によって交通需要がネットワークの容量を下回る結果となり、大規模な渋滞の発生は見られなかった。

(4) 組合せ3（駐車場誘導+交通発生分散12時間+情報提供）

全ての施策を組合せでは、組合せ2よりも若干平均速度が高くなった。これは、規制や火災による通行止め道路の情報を事前に得られるスマートフォン所持者が、情報提供が無い場合よりも効率的な経路を選択出来ている結果と考えられる。

## 6. おわりに

個々の施策の渋滞削減効果は限定的であっても、発災後における帰宅交通の発生を時間的に分散させる施策とともに、帰宅交通の発生を空間的に分散させる施策や交通規制情報をドライバーに対して提供する施策を同時に行うことにより、東日本大震災時のようなグリッドロックの発生を防ぐことが可能であることが分かった。ただし、本検討で設定した仮定は、全てのドライバーが各施策に従って行動するという前提があるため、震災時のグリッドロックを回避するためには、ドライバーに対する情報提供や施策の周知を徹底する必要があると考えられる。

## 謝辞

本研究を進めるにあたり、警視庁交通部交通管制課より東日本大震災時における管制データ提供と、震災時における交通規制の考え方について貴重な意見を頂きました。ここに深甚なる謝意を表します。

## 参考文献

- 1) <http://www.i-transportlab.jp/products/sound/>
- 2) 飯島・福本・桑原：第27回日本道路会議 首都圏ネットワークにおける動的シミュレーションの適用可能性 2007
- 3) [http://marketingservice.co.jp/upload\\_report/pdf/NO001\\_TOTAL\\_Report\\_01.pdf](http://marketingservice.co.jp/upload_report/pdf/NO001_TOTAL_Report_01.pdf)
- 4) <http://www.keishicho.metro.tokyo.jp/toukei/jyutai/data/ippan.pdf>
- 5) 東京都：「ITS等次世代技術導入に向けた調査・検討委託」平成24年3月報告書