

3.4 帰宅困難者の行動と対策に関する調査研究

目次

(1) 業務の内容

- (a) 業務題目 帰宅困難者の行動とその対策に関する調査研究
- (b) 担当者
- (c) 業務の目的
- (d) 5カ年の年次実施計画
- (e) 平成18年度業務目的

(2) 平成18年度の成果

- (a) 業務の要約
- (b) 業務の実施方法
- (c) 業務の成果
 - 1)道路関連データの収集・加工
 - 2)シミュレーションモデルの改良
 - 3)シミュレーションの考え方
 - 4)シミュレーション結果
 - 5)ヒアリング
 - 6)パンフレットの作成
- (d) 結論ならびに今後の課題
- (e) 引用文献
- (f) 成果の論文発表・口頭発表等
- (g) 特許出願，ソフトウェア開発，仕様・標準等の策定

(1) 業務の内容

(a) 業務題目 帰宅困難者の行動とその対策に関する調査研究

(b) 担当者

所属機関	役職	氏名	メールアドレス
株式会社三菱総合研究所	主席研究員	佐野昌利	m-sano@mri.co.jp
株式会社三菱総合研究所	主任研究員	田野中新	tom@mri.co.jp
株式会社三菱総合研究所	主任研究員	田山裕信	tayama@mri.co.jp

(c) 業務の目的

大都市において震災時には多くの帰宅困難者が発生することが予想される。このような帰宅困難者の発生により、滞留先や帰宅経路上の混雑等による混乱発生や、非常用物資の不足等の危険性が考えられるが、従来、帰宅困難者についてはその発生状況や行動にも不明確な部分が多く、行政により十分な対策がとられてきたとはいえない。

これに対し、本研究開発では、場所別・時間帯別の人口分布推計手法を開発した上で、帰宅困難者の発生状況や帰宅困難者がとる行動に関する推定手法を構築し、この推定結果に基づき帰宅困難者対策を比較検討することで、地域の特性に応じた最適な対策（宿泊や食事の提供の需要や手段、家族等との安否確認や帰宅のための情報提供方法、非被災地側での交通手段の提供等）を提示することを目指す。本研究開発の位置づけを図 1 に示す。

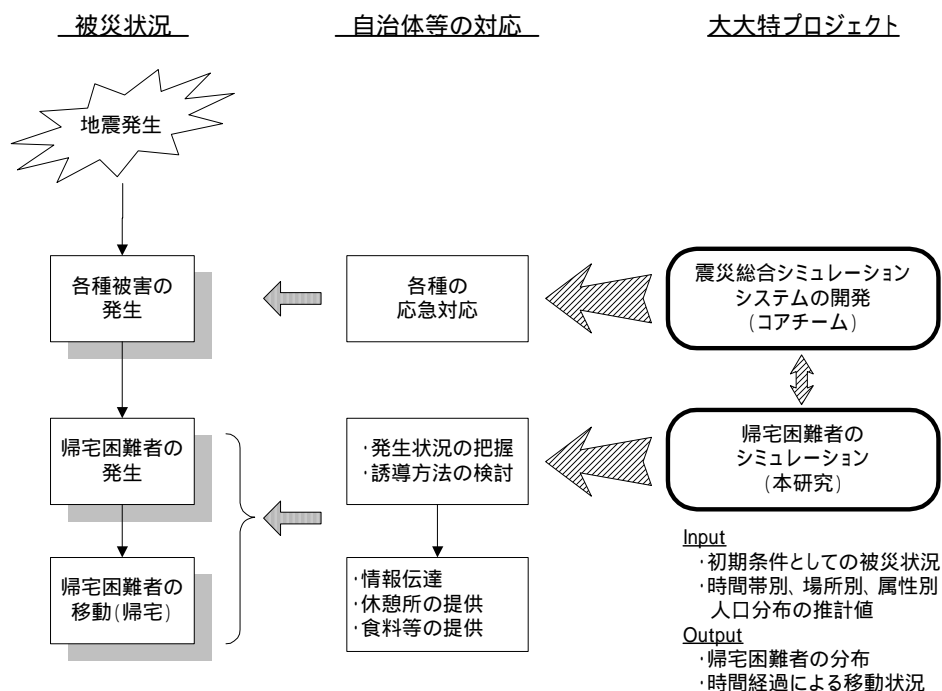


図 1 本研究の位置づけ

(d) 5カ年の年次実施計画

1)平成14年度：

- a)地震発生時の大都市内における属性別人口推計手法の開発
- b)帰宅困難者行動シミュレーション手法の検討

2)平成15年度：

- a)人口推計の実施
- b)行動パラメータの設定
- c)帰宅困難者行動シミュレーションの開発

3)平成16年度：

- a)帰宅困難者行動シミュレーションの開発
- b)対策に関する検討

4)平成17年度：

- a)帰宅困難者行動シミュレーションの開発・計算
- b)帰宅困難者行動シミュレーションにおける対策効果の評価

5)平成18年度：

- a)道路等関連データ収集・加工
- b)シミュレーションモデル改良
- c)施策の評価
- d)ヒアリング
- e)パンフレットの作成

(e) 平成18年度業務目的

平成17年度においては、これまで東京都を対象としていたシミュレーションを、首都圏を対象としたシミュレーションプログラムに拡張したモデルを完成させた。

また、徒歩帰宅者が減少した場合の効果について検討した。

平成18年度においては、以下を行う。

道路等関連データ収集・加工

上記必要な諸データの修正等を進める（道路ネットワーク、人口分布データの修正等）。

シミュレーションモデル改良

首都圏地域を対象とした帰宅困難シミュレーションプログラムの完成度を高める（過剰な移動人口密度の抑制や首都圏全域に対象を広げることに伴う計算上の問題点の解消）。

施策の評価

帰宅困難者対策として考えられる対策について、シミュレーションモデルにより定量評価を行う。

ヒアリング

自治体担当者等にヒアリングを行い、帰宅困難者対策に対するコメントを得る。

パンフレットの作成

計算結果をとりまとめ、自治体・一般市民を対象としたパンフレットとしてわかりやすくとりまとめる。（行政施策の検討、防災啓発資料として活用されることを意図する）

(2) 平成 18 年度の成果

(a) 業務の要約

首都圏全域でのシミュレーションにつき、昨年度は、地方道も含めて幅広く考慮していたが、現実には、帰宅者は主要道路を中心に歩くことが予想されるため、徒歩帰宅者は国道及び東京都が指定している帰宅支援道路を主として利用するとして、シミュレーションを行った。

この変更を行った結果を使って分析を行った結果、一斉帰宅で歩道のみを利用するという厳しい条件下において徒歩帰宅者が歩き続けた場合、20 時間後に多くの人が帰宅し、40 時間後にほぼ帰宅行動は終了するという結果となった。

また、一斉徒歩帰宅者が減少するケースや、東京駅等でバス等の代替輸送を行っているケースを想定し、自宅まで帰らなくても東京駅等まで行けば帰宅とみなすケースでは、かなり帰宅は早まり道路上の混乱は低下する。同様に国道等の半分を歩行者専用とした場合も大きな効果がある。

一方、人々が何十時間も歩き続けるのは現実的でないので、途中での休憩や宿泊を考慮しつつ、休憩場所や宿泊場所の必要量、食事・飲料水、トイレ等の必要量についても試算し、どの場所でいつ、どのくらいの必要があるのか分析を行った。この結果、次のような必要があるという結果が得られた。

- ・必要な食料は、合計約 1,500 万食、必要な水は合計 1,500 万リットル。
- ・初日に必要な食料は、合計約 600 万食、必要な水は合計 600 万リットル。
- ・必要なトイレは、合計約 2,900 万回分。
- ・初日に必要なトイレは、合計約 1,500 万人分。
- ・必要な休憩場所は、合計約 1,400 万人分。
- ・初日に必要な休憩場所は、合計約 900 万人分。
- ・必要な宿泊場所は、合計約 900 万人分。
- ・初日に必要な宿泊場所は、合計約 600 万人分。

これらの結果を整理し、マニュアルの整理を行った。

(b) 業務の実施方法

佐野、田野中、田山 3 名の体制で、それぞれ主として全般的な管理・対策等の検討、データ作成・マニュアルの検討、プログラムの作成を行った。

(c) 業務の成果

1) 道路関連データの収集・加工

主要道路である国道及び国道以外の徒歩帰宅支援道路をメッシュ間のリンクデータとして作成した。従来から、5.5m 以上の道路に関するリンクデータは作成していたので、これらをあわせて、基本的に、人々は主要道路を利用して歩くものの、出発メッシュや帰宅メッシュに主要道路が通過していない場合、主要道路までは、5.5m 以上の道路を利用するものとした。

2)シミュレーションモデルの改良

・データの修正にあわせ、基本的には人々は国道等の主要道路を中心に歩くよう、シミュレーションモデルを改良した。

・リンクが東西もしくは南北方向となっているため、南東・南西・北東・北西向きの道路を進む場合、本来の歩行距離より、2倍歩く計算になる。

このため、概略的な補正として、出発地と帰宅先の東西距離を X、南北距離を Y として、その OD を持つ集団については、混雑度を考慮した走行速度に対して、次の補正係数をかけることで、調整を図った。

$$\frac{X+Y}{\sqrt{X^2+Y^2}}$$

・代替交通輸送手段の効果を評価するためのプログラムの修正を図った。

・車道一部開放時の効果を評価するためのプログラムの修正を図った。

・その他、5年間シミュレーションを少しずつ改良した関係でソフトウェアが複雑化しているところを一部単純化するなどの見直しを図った。

3)シミュレーションの考え方

a)シミュレーションモデル

シミュレーションモデルは昨年度とほぼ同様であるので、詳細は割愛する（平成 17 年度報告書を参照のこと）が、一部、道路網の扱いについて昨年度から変更を加えている。

昨年度までは、5.5m 以上の幅員をもつ全道路を均等に取り扱い、帰宅時間の評価を行っていたが、實際上、帰宅者は幹線道路を歩いて帰宅するケースが多いと考えられることから、帰宅に使用する道路は、国道等の広幅員道路とし、スタート地点（スタートメッシュ中心点）からゴール地点（ゴールメッシュ中心点）への最短距離となる経路を使用するものとした。ただしスタート及びゴールメッシュに国道等の主要道路がない場合は最寄の主要道路までは、5.5m 以上の道路をつかって移動するとした。

b)シミュレーション手法

シミュレーション手法も基本的な考え方は昨年度と同様であり、幹線道路の扱いについて、移動は基本的に主要道路を通じて帰宅するとして、主要道路がないスタートメッシュやゴールメッシュについては、最寄の主要道路まで最短経路で進んだ上で、後は主要道路上を歩行するとした点において変更している。

4)シミュレーション結果

a)時間経過別の全域の様相

平日 12 時を対象とした場合のシミュレーションによる試算結果は次の通りである。

昨年度の調査結果では、比較的幅員の狭い道路も利用して最短経路を歩くとしていたため、経路は短いものの、かえって混雑が発生しやすく、帰宅に時間を要する結果となっていた。また、見た目にも道路網を歩いているということが分かりづらい結果となっていた。

この点、今回幹線道路を中心に歩くとしたことで、歩道面積が広いため、かえって全体的な帰宅時間は早く、また道路網を歩いて帰宅する様子が見えるようになった。

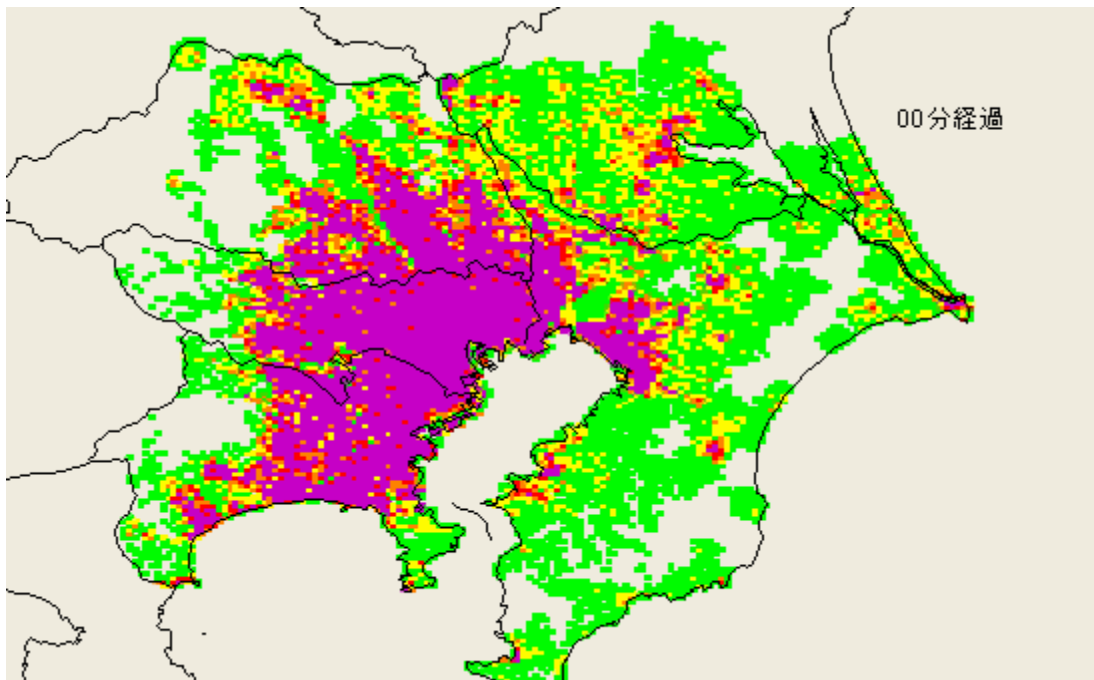


図 2 外出者（徒歩帰宅可能者）の分布（0分後）

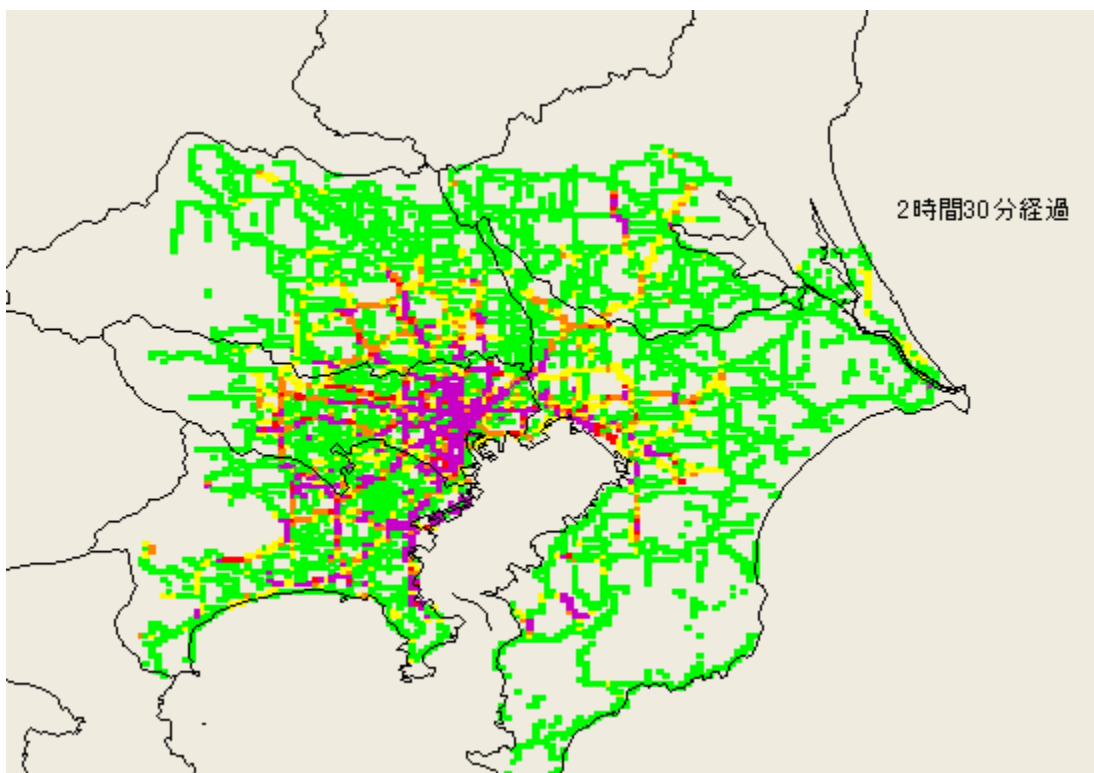


図 3 外出者（徒歩帰宅可能者）の分布（2時間30分後）

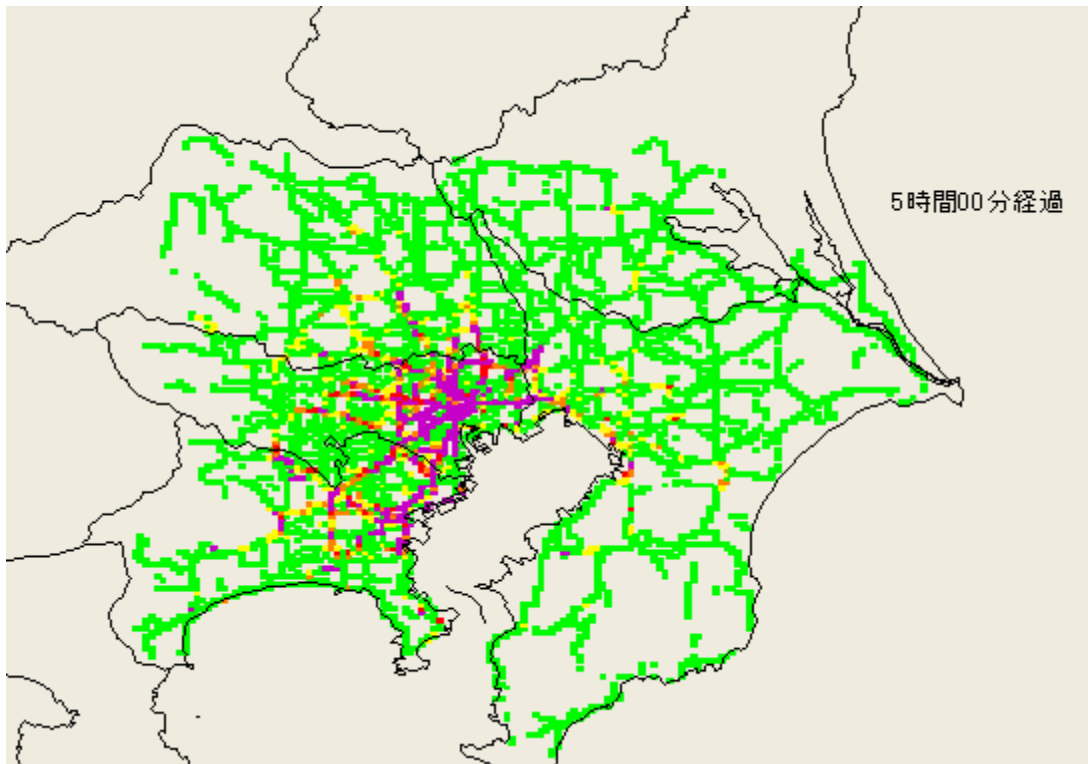


図 4 外出者（徒歩帰宅可能者）の分布（5 時間後）

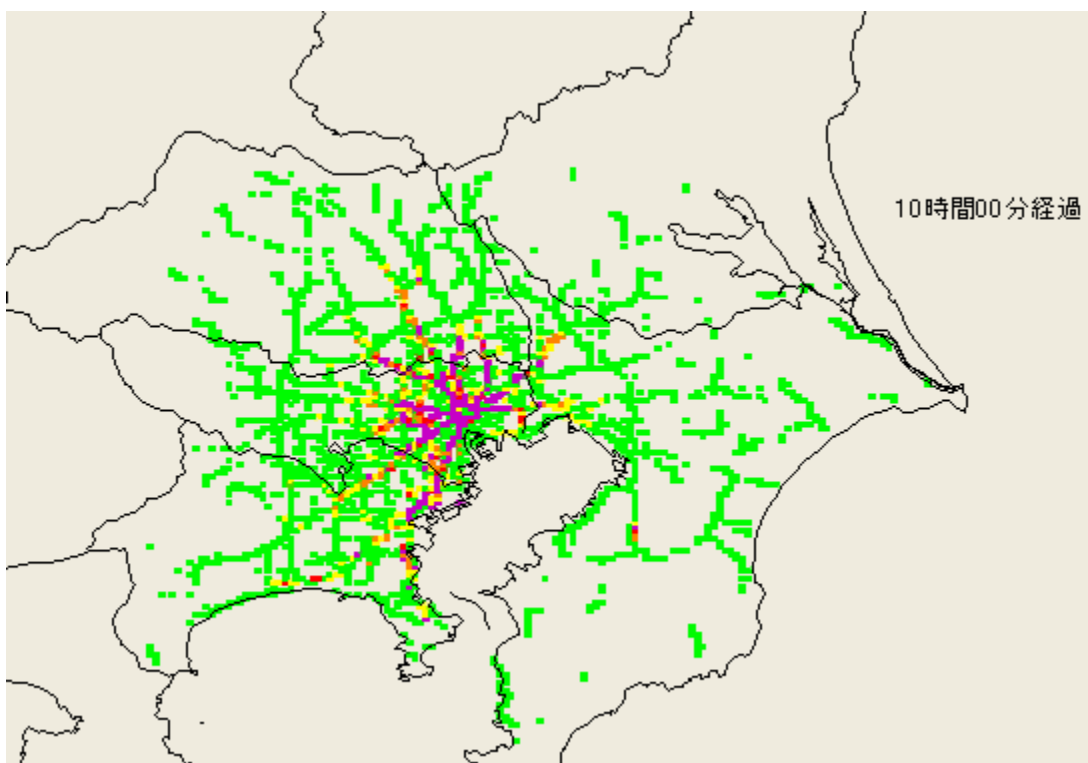


図 5 外出者（徒歩帰宅可能者）の分布（10 時間後）

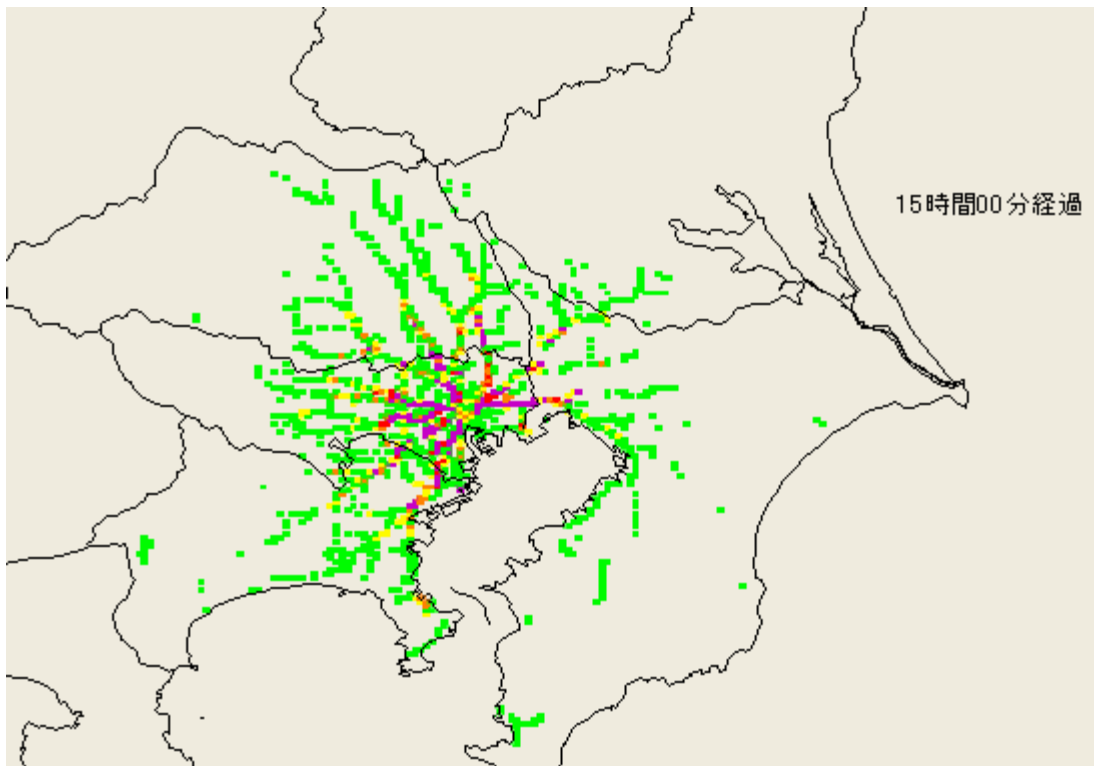


図 6 外出者（徒歩帰宅可能者）の分布（15 時間後）

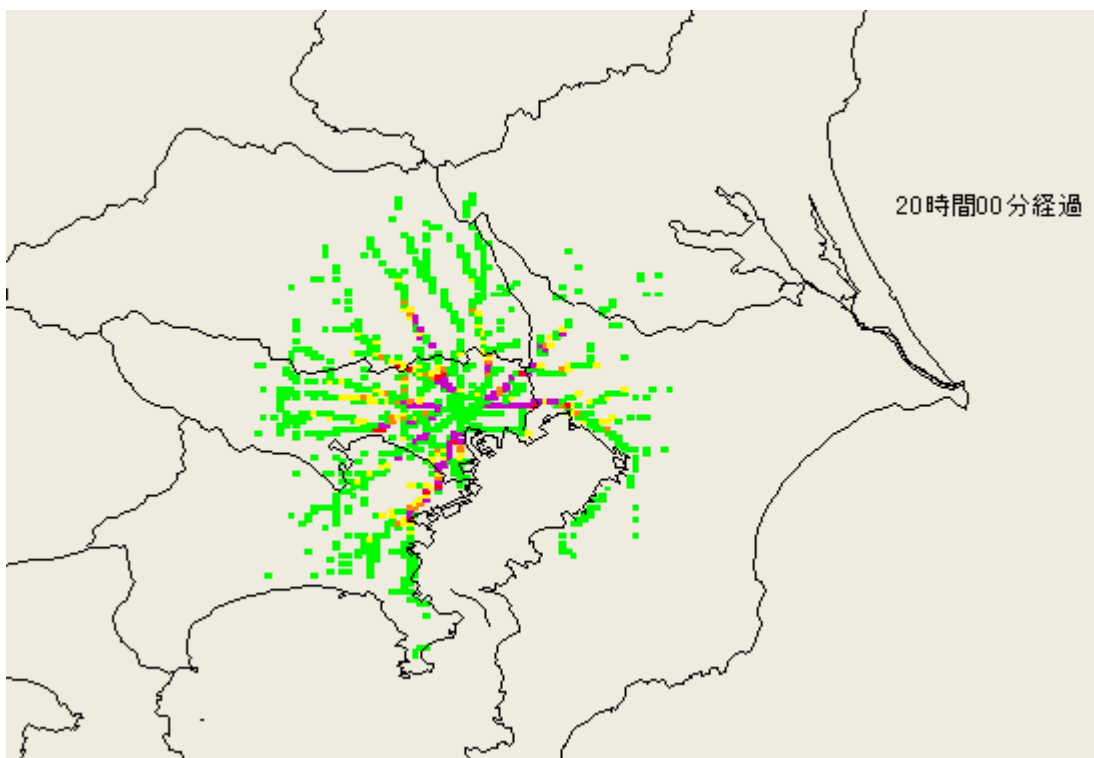


図 7 外出者（徒歩帰宅可能者）の分布（20 時間後）

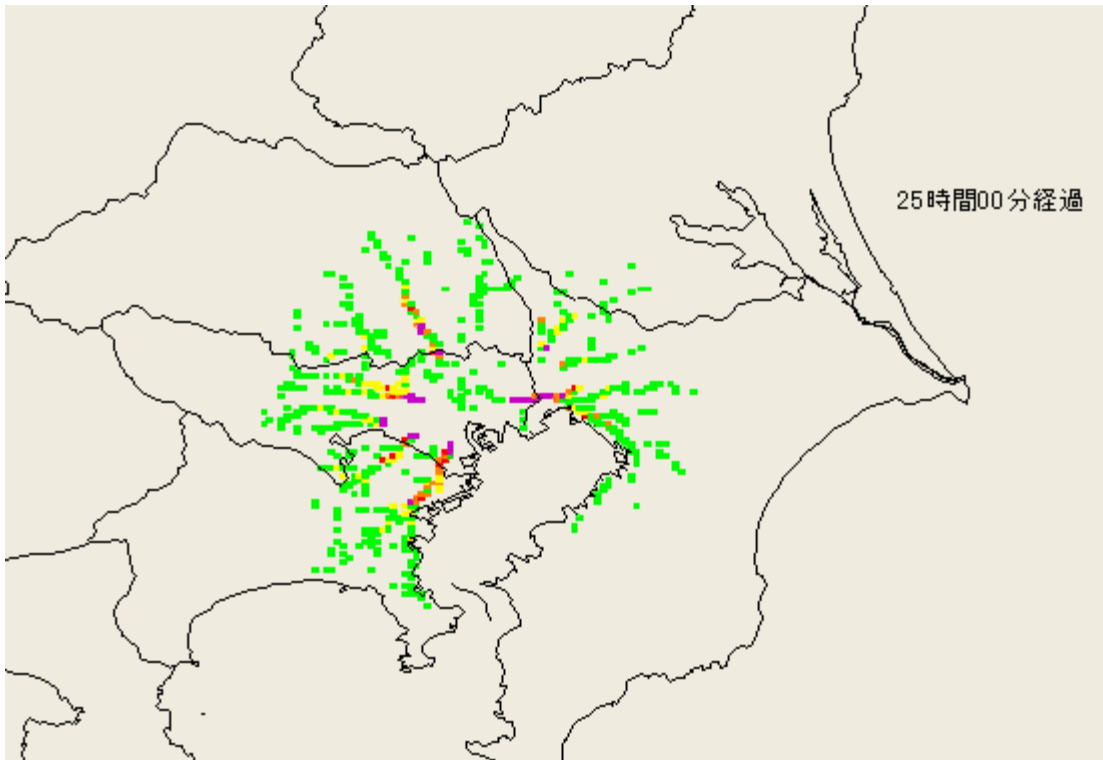


図 8 外出者（徒歩帰宅可能者）の分布（25 時間後）

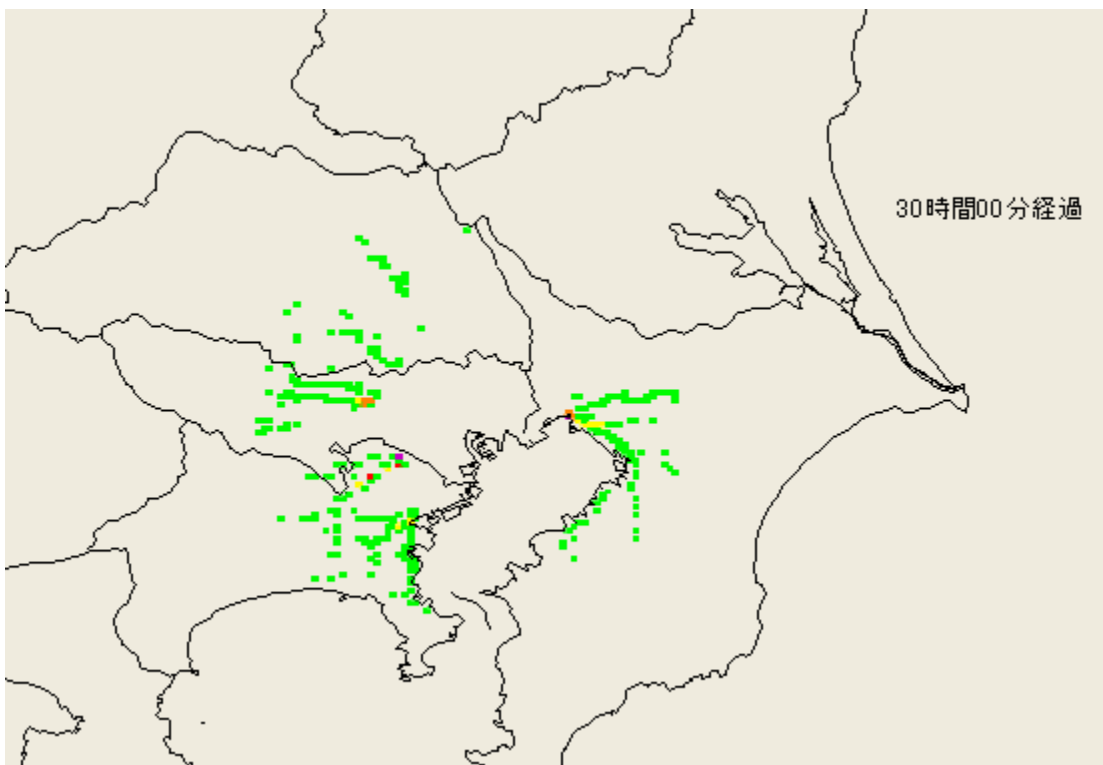


図 9 外出者（徒歩帰宅可能者）の分布（30 時間後）

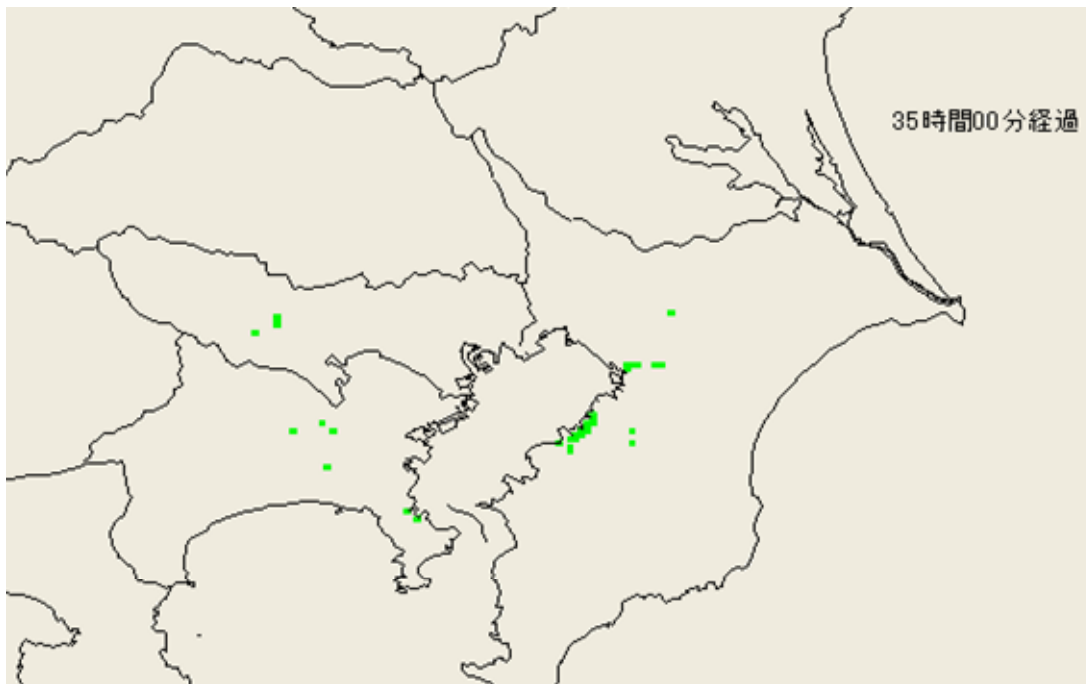


図 10 外出者（徒歩帰宅可能者）の分布（35 時間後）

b) 主要な区ごとの時間経過別徒歩帰宅者数

平日 12 時を対象とした場合に、各区を歩行中の徒歩帰宅者数の試算結果は次の通りである。

) 特別区

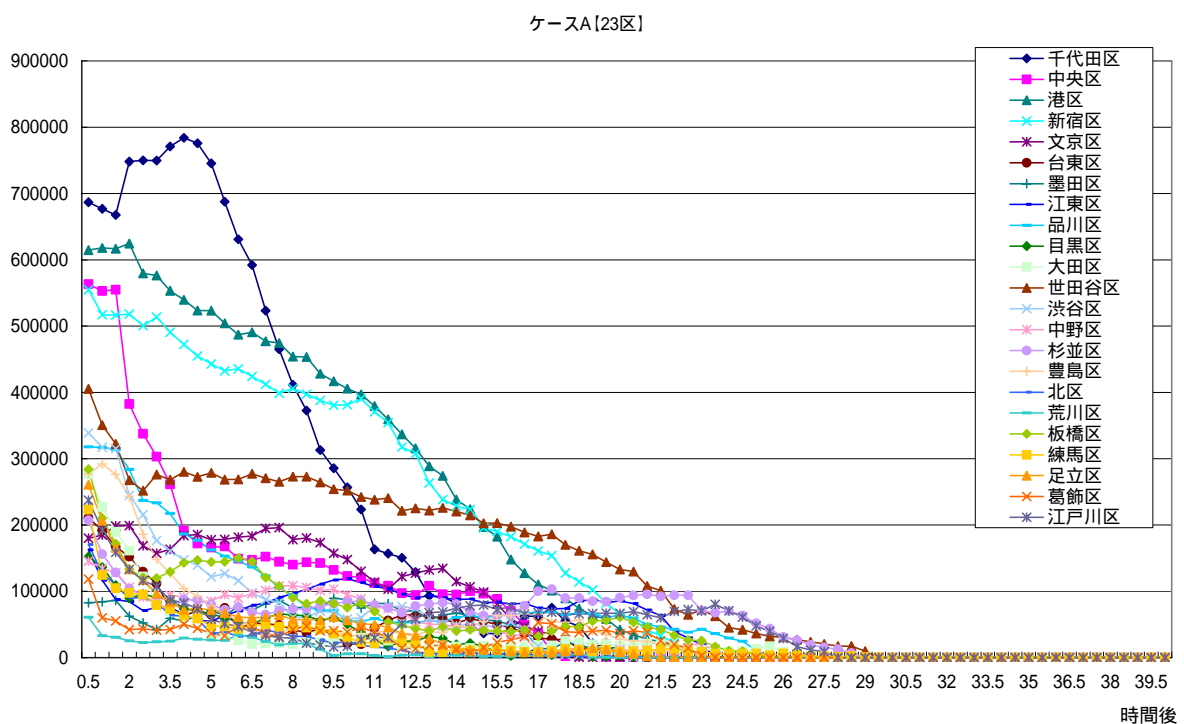


図 11 徒歩帰宅者の時間経過別分布（特別区）

) 横浜市

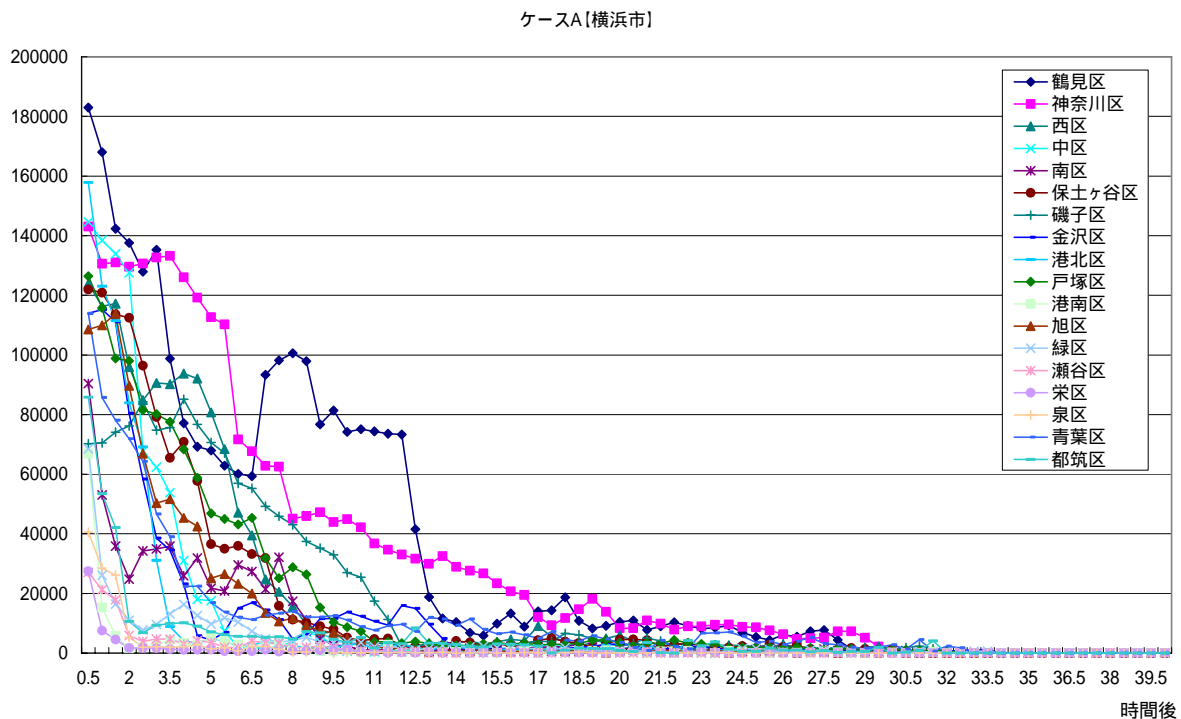


図 12 徒歩帰宅者の時間経過別分布（横浜市）

) 川崎市

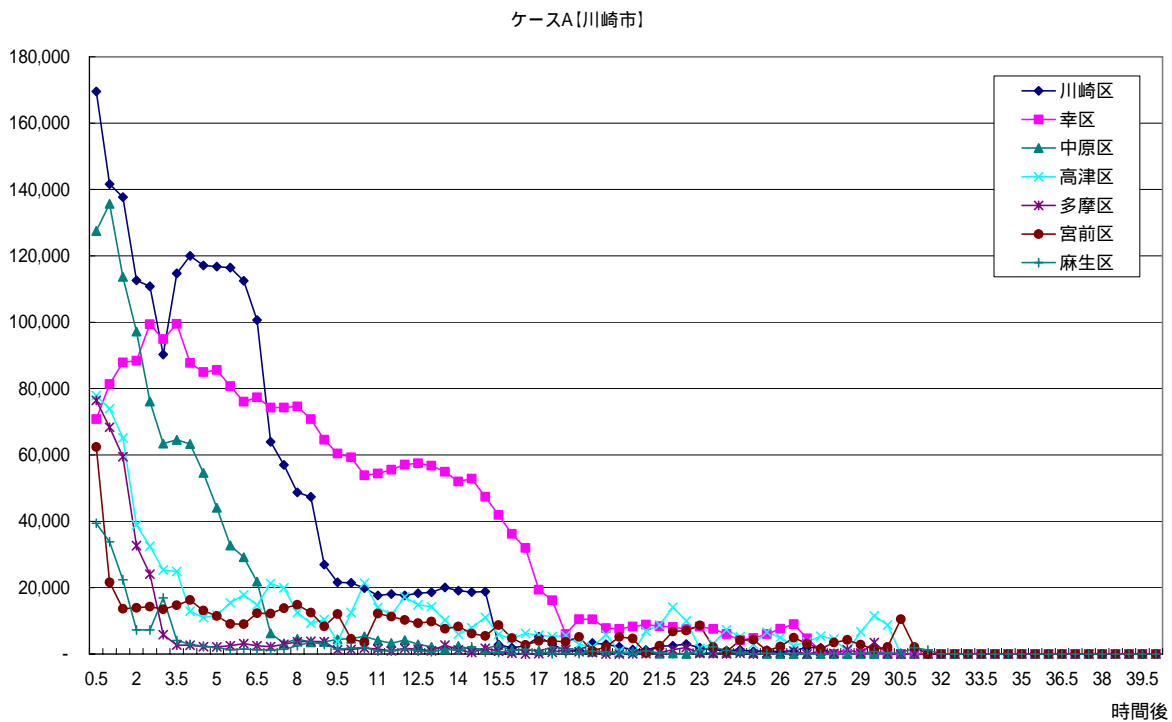


図 13 徒歩帰宅者の時間経過別分布（川崎市）

)千葉市

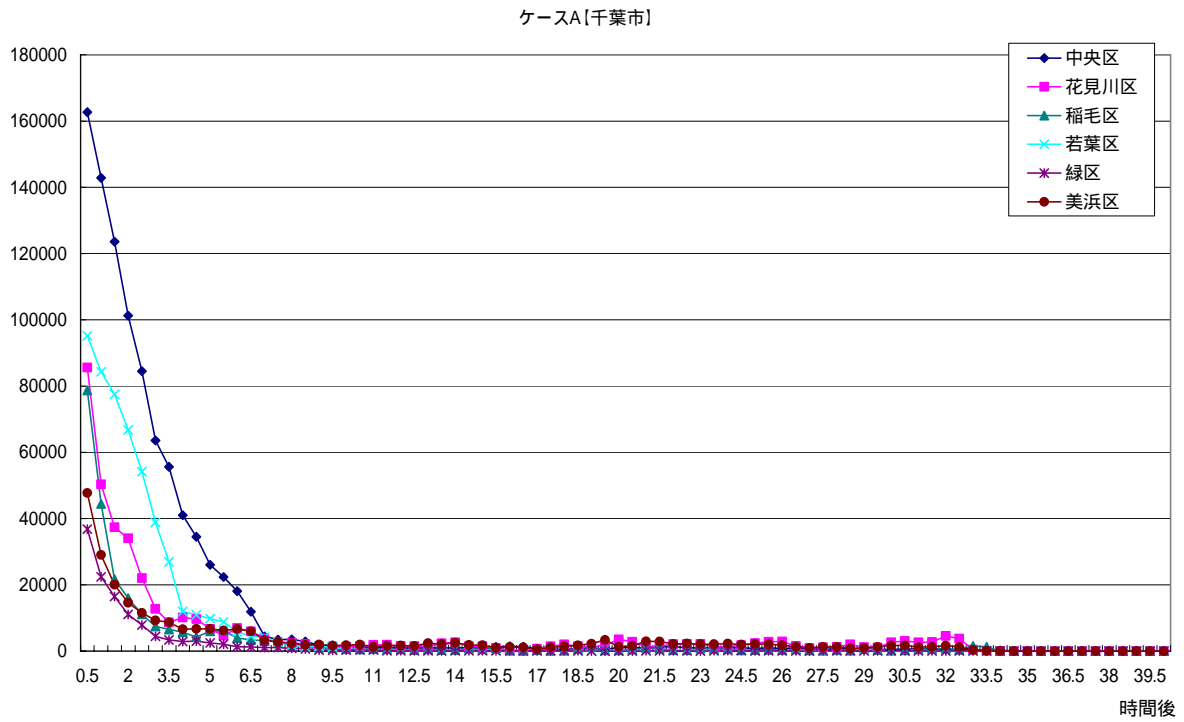


図 14 徒歩帰宅者の時間経過別分布 (千葉市)

)さいたま市

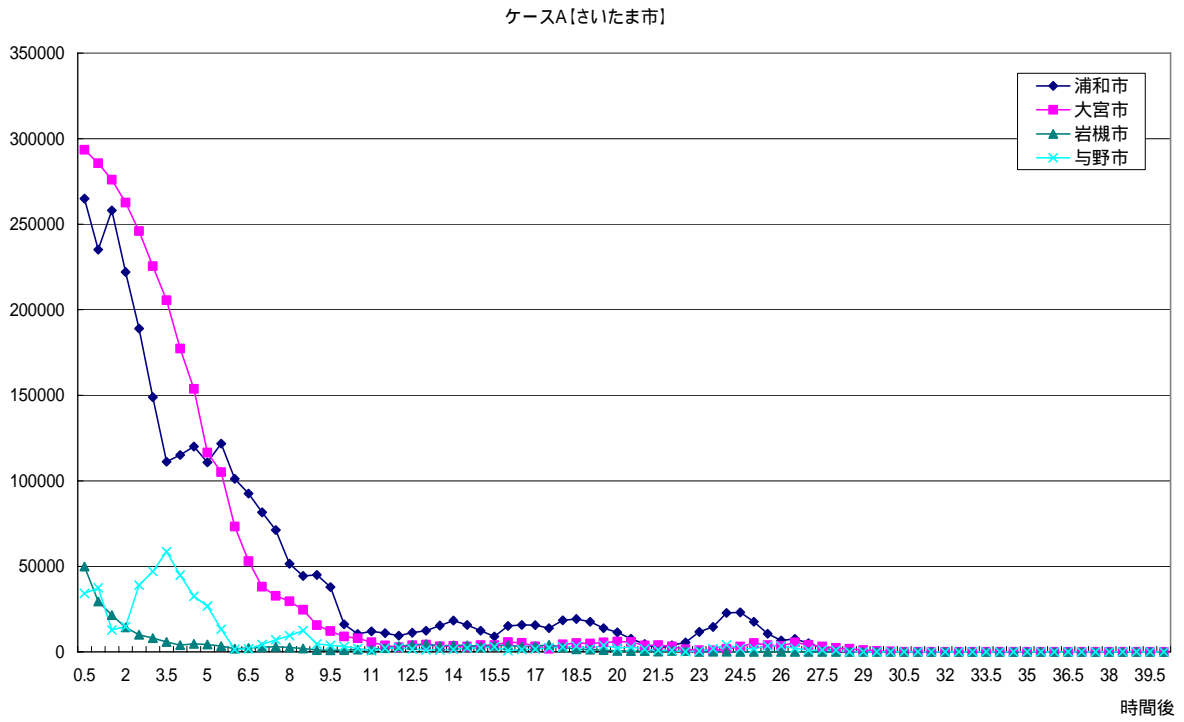


図 15 徒歩帰宅者の時間経過別分布 (さいたま市)

このようにみると特別区は特に混雑が続きなかなか帰宅できない人が多いと予想されるが、千葉市やさいたま市は比較的早い段階で帰宅できる人が多いと予想される。川崎市は、横浜方面への通過者の分もあって、やや混雑は続き、横浜市もそれ自体が巨大な都市圏である上、川崎市方面から藤沢市方面等へ抜ける人々もいるため、比較的混雑が続くと予想される。

c) O D の時間関係例

主な O D 関係の時間関係例を示す。D (帰宅先) から見て、どの O (出発メッシュ) から何時間徒歩帰宅に要するかを表したものである。

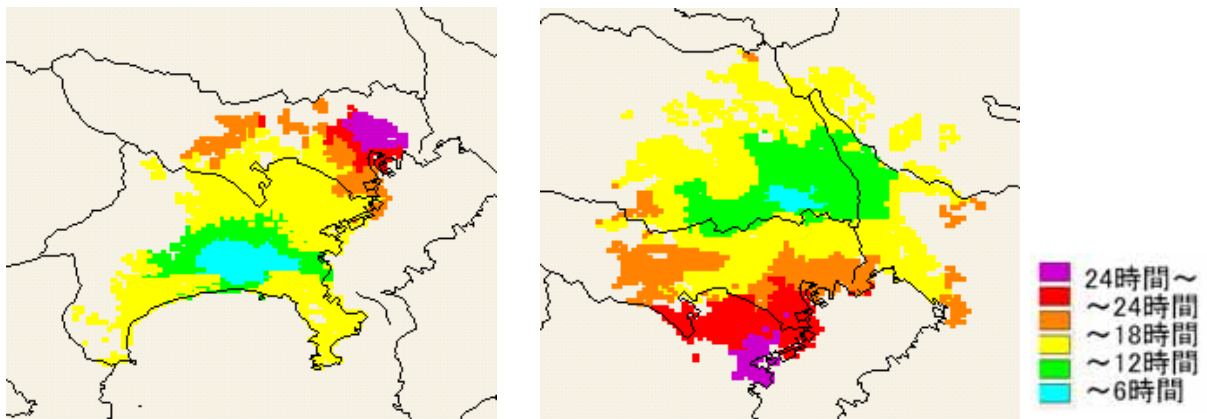


図 16 O D 関係の所要時間例 (左：藤沢市、右：川口市)

このグラフから見ると例えば藤沢市の場合、都心部からの帰宅に相当な時間を要し、川口市の場合は、北部からの帰宅は比較的早いものの、都心部を経由する横浜市方面からの帰宅に時間を要することが分かる。

このような O D 関係の図を、都内全ゾーン、都外全市区町村単位、あわせて 444 種類を作成した。

d) 混雑する道路

ここでは、混雑する道路として、次の 2 通りの基準で評価した。

当該メッシュの通過人数が 6 時間以上にわたって、初期 (時刻 0) の徒歩帰宅者数を上回る場合 (赤いメッシュ)

当該メッシュの通過人数が、初期 (時刻 0) の徒歩帰宅者数の 3 倍以上になることがある場合 (青いメッシュ)

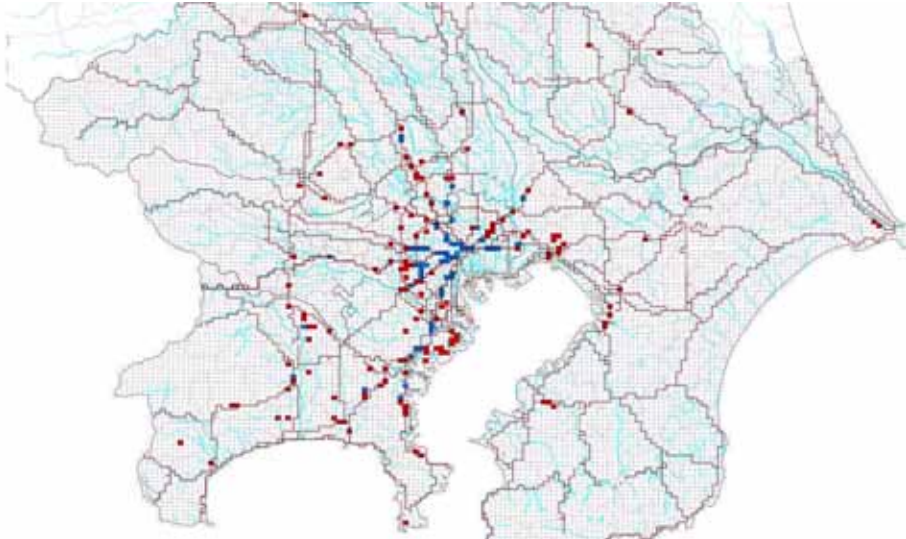


図 17 特に混雑が予想される道路区間

このように都心部からすぐ外側に抜ける道路では、初期の徒歩帰宅者数をはるかに上回る人数が通過するときがあり、その際、大きな混乱をもたらす恐れがある。また、その外側で6時間以上にわたり、当初の帰宅困難者数を上回るメッシュがあり、これらの道路は都心部から、帰宅先へ主に使われる道路であると予想される。

e) 物資等の需要量分布

徒歩帰宅者につき、以下の前提をおいた上で必要な各物資等の量や場所につき分析した。その前提として、徒歩帰宅行動者の動きを次の通りとした。

次の通り量及び場所を仮定し、シミュレーション結果より、全員が以下の動きをとる場合に、物資等が必要となる場所及び量について評価した。

- ・ 行動時間： 1日 8時間
8時～12時、1時間休息、13時～17時、初日は、12時～17時
- ・ 食料 初日は17時、その後は8時、12時、17時にそれぞれ1食
- ・ 水 初日は17時、その後は8時、12時、17時にそれぞれ1リットル
- ・ トイレ 初日は15時、17時、その後は8時、11時、14時、17時
- ・ 休憩 初日は15時、その後は12時
- ・ 宿泊 毎日17時

)食料・水

必要な食料・水の場所、量については、次の通りとなった。

- ・必要な食料は、合計約 1,500 万食、必要な水は合計 1,500 万リットル。
- ・初日に必要な食料は、合計約 600 万食、必要な水は合計 600 万リットル。

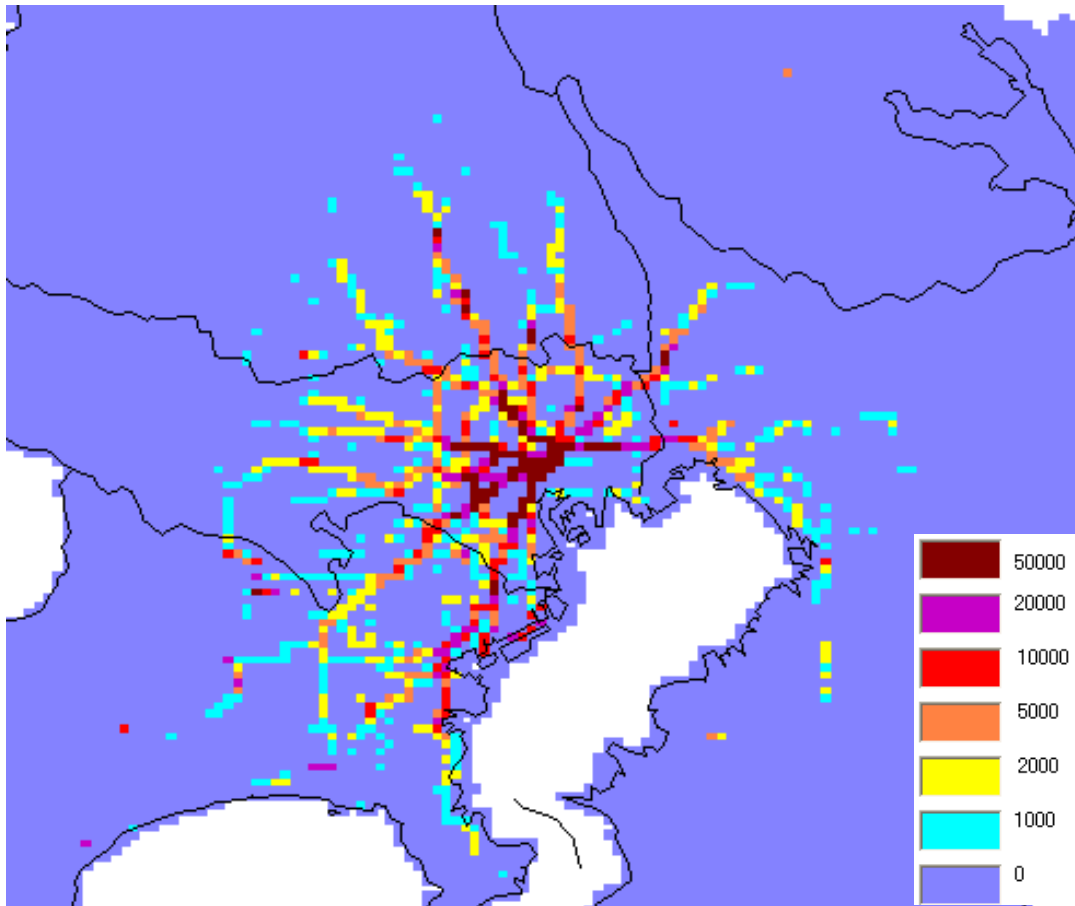


図 18 食料・水の必要量・場所の分布

)トイレ

必要なトイレの場所、量については、次の通りとなった。

- ・必要なトイレは、合計約 2,900 万回分。
- ・初日に必要なトイレは、合計約 1,500 万人分。

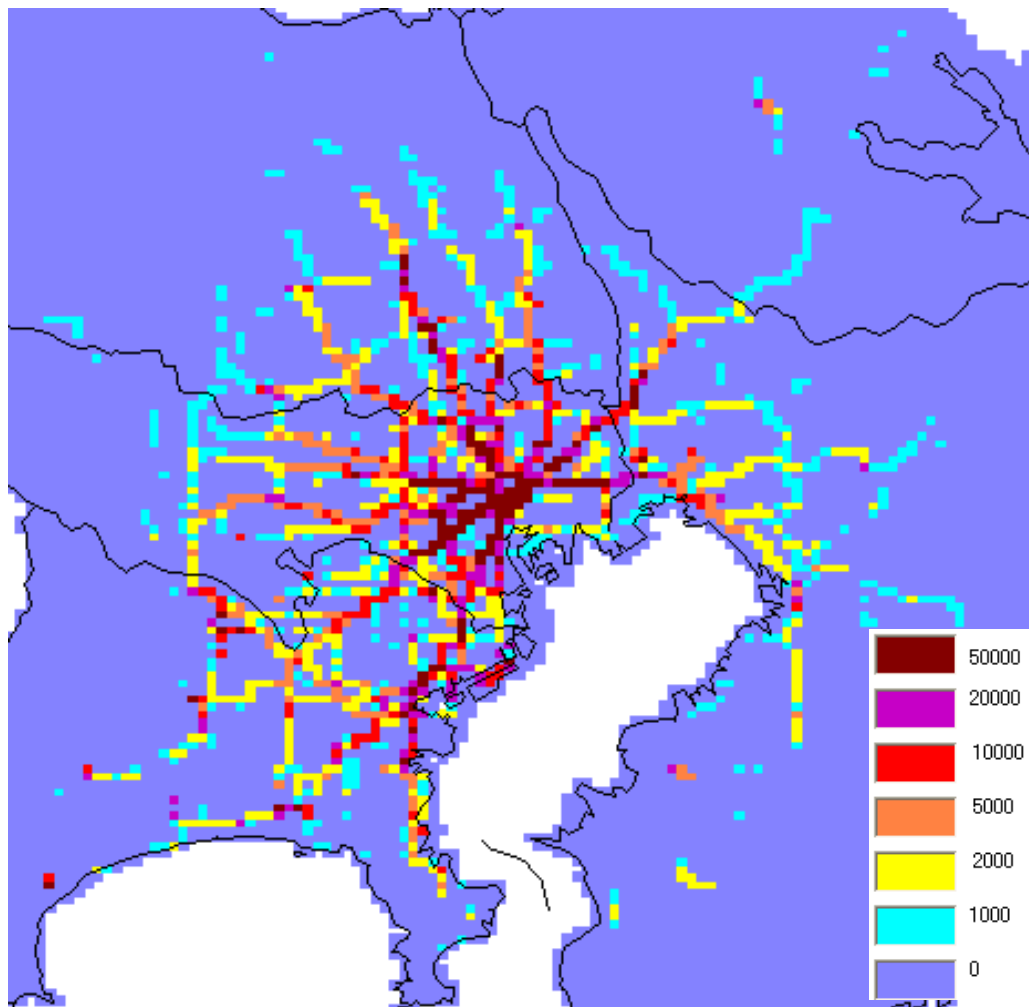


図 19 トイレの必要量・場所の分布

)休憩場所

必要な休憩場所の場所、量については、次の通りとなった。

- ・必要な休憩場所は、合計約 1,400 万人分。
- ・初日に必要な休憩場所は、合計約 900 万人分。

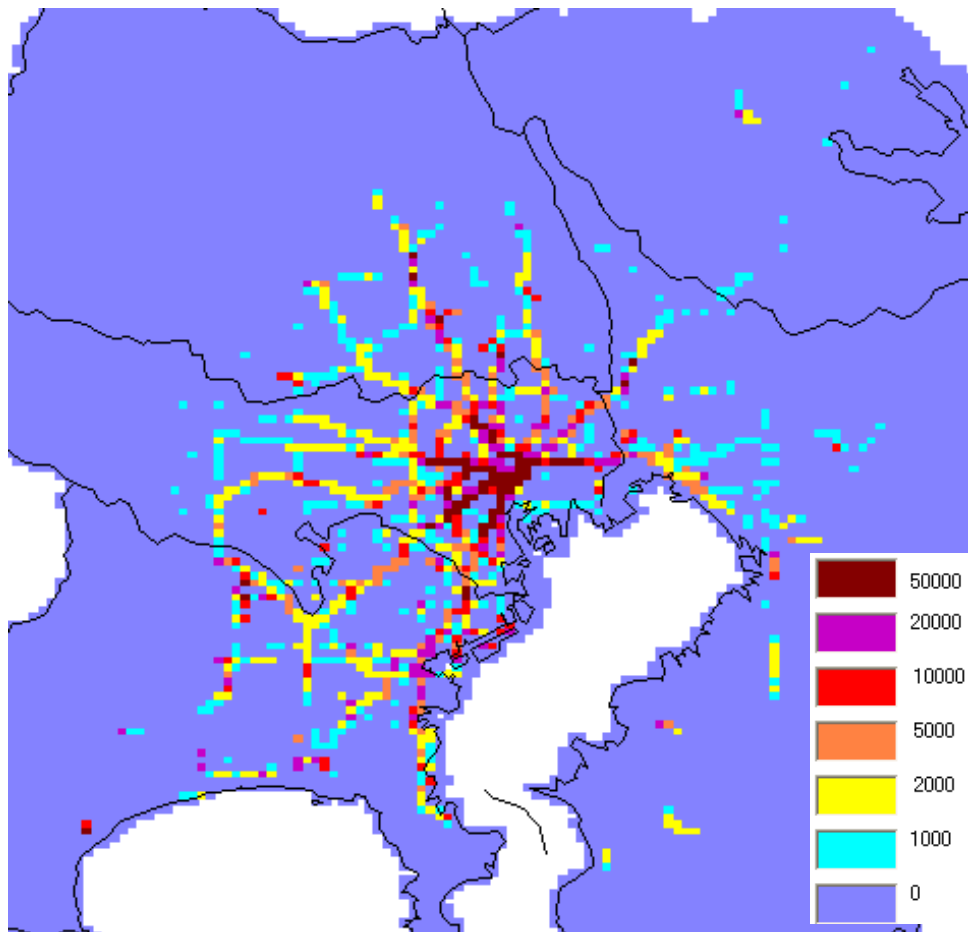


図 20 休憩場所の必要量・場所の分布

) 宿泊場所

必要な宿泊場所の場所、量については、次の通りとなった。

- ・ 必要な宿泊場所は、合計約 900 万人分。
- ・ 初日に必要な宿泊場所は、合計約 600 万人分。

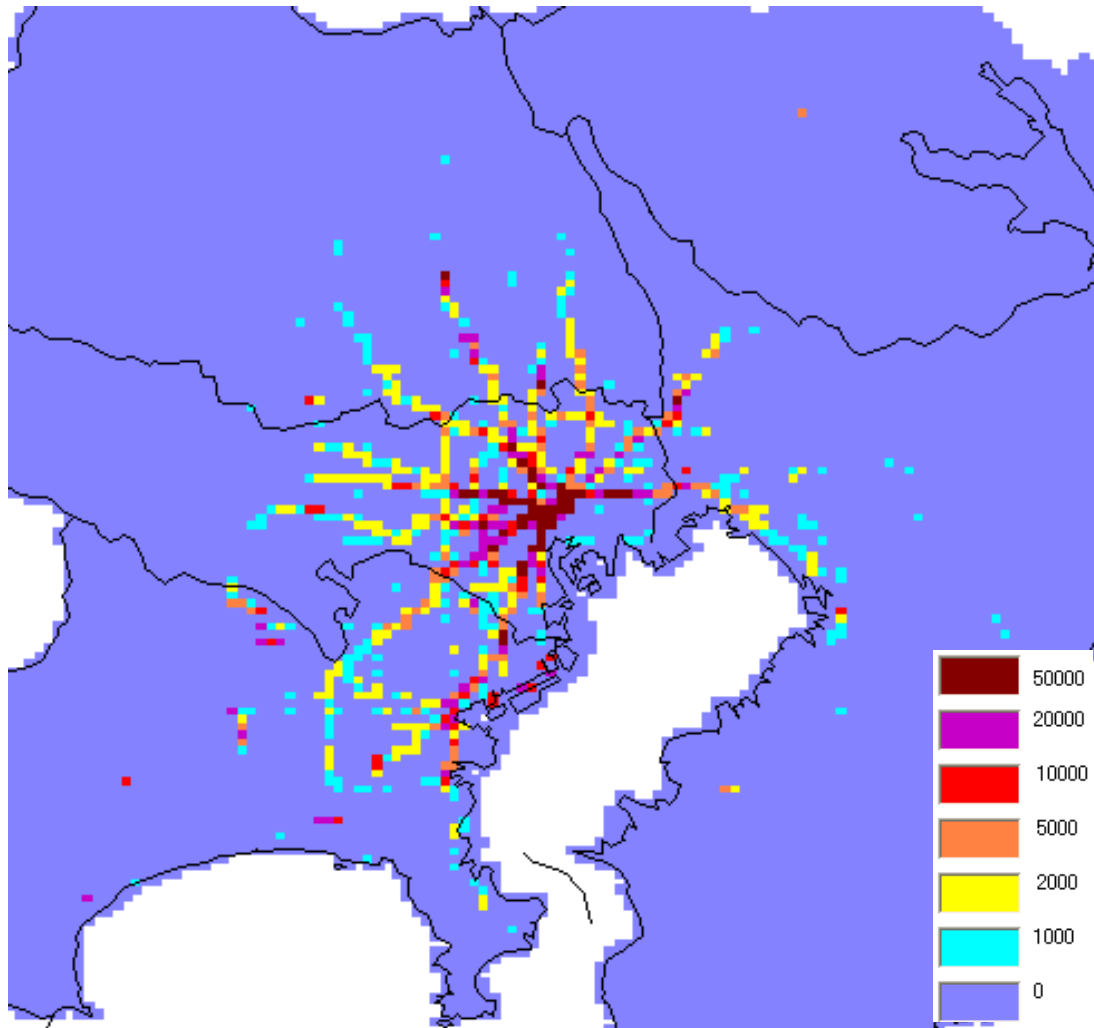


図 21 宿泊場所の必要量・場所の分布

f) 施策の評価

) 一斉帰宅者の減少

安否情報の確認や、企業・学校における食料等の備蓄推進により、外出者のうち、20%、40%、60%が直ちに帰宅することを控えた場合についてその効果を試算した。

この結果は次の通りである。

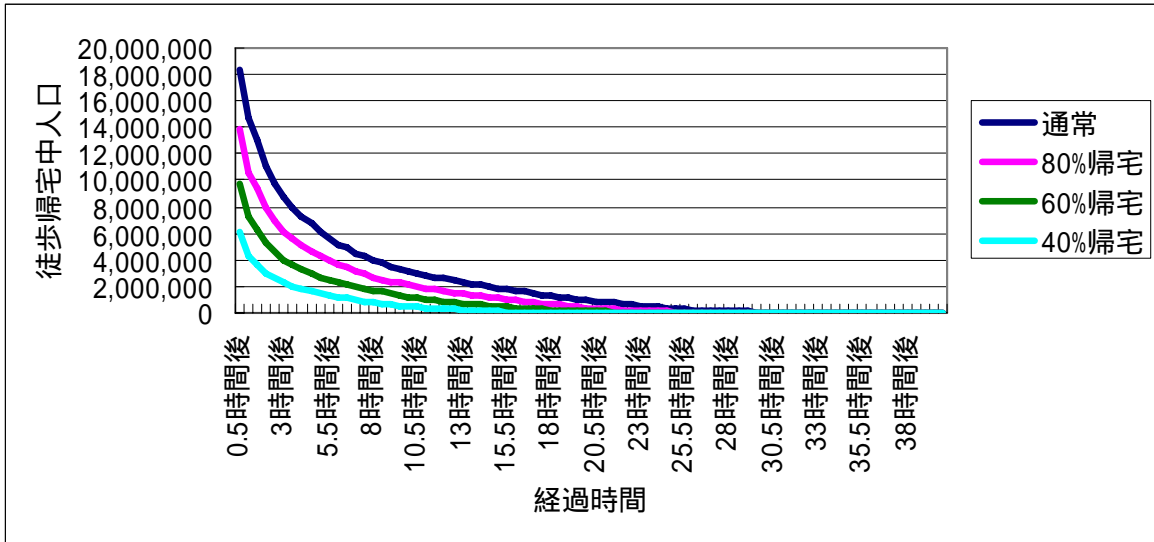


図 22 一斉帰宅者減少の影響

このようなグラフを見ると初期の段階では、帰宅者が一斉帰宅の場合の40%であっても、例えば8時間後などをみると、40%しか帰宅しない場合は、ほとんどの人が帰宅を終えており、混雑がかなり少ないことが分かる。このようなことから、一斉帰宅をやめることは、道路混雑を避ける上で重要な対策の一つであると考えられる。

)代替交通機関の活用

ここでは、鉄道停止中、東京駅及び新宿駅でバス等による輸送が行われ、竹芝桟橋で船舶による輸送が行われる状況を想定した。

徒歩帰宅を開始した人は、東京駅、新宿駅（バス輸送）、竹芝桟橋（船舶輸送）周辺の3メッシュと本来の帰宅先との距離を比較して、近い方を選択することとし、3メッシュに到着した時点で帰宅と同等とみなすこととした。

この結果、例えば特別区における徒歩帰宅者数は次の通りとなった。

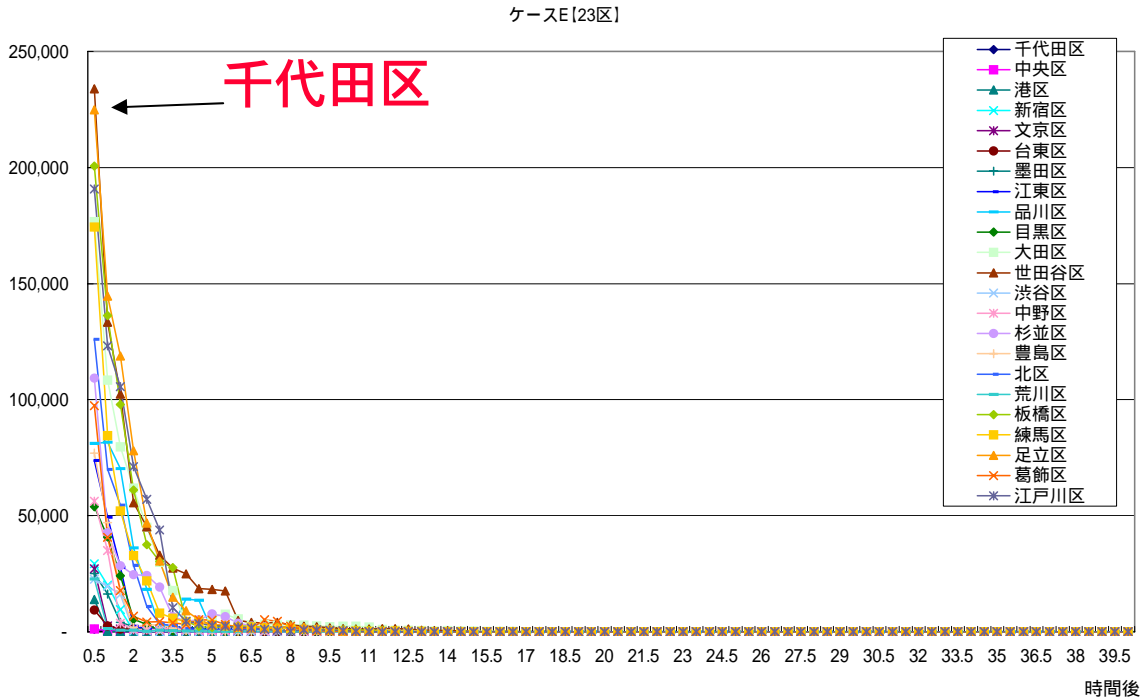


図 23 代替交通機関適用時の影響

このように代替輸送が理想的に行われれば、ほぼ6時間後には都内での徒歩帰宅者は存在しなくなっており、大きな効果を発揮することが分かる。ただし、実際には、バスや船舶の輸送能力には限界があるため、現実的には、これらの目標地点に直ちに捌ききることはできず、かえって大きな渋滞を3地点にもたらすと思われる。このため、代替交通輸送機関については、陸上においてもバスだけでなく、他の交通機関の併用が重要となる。

)緊急輸送路の歩行者への開放

国道等の主要道路のうち、半分の車線を歩行者用に開放した場合、混雑は大幅に緩和するため、帰宅に要する時間の減少が見込まれる。

このように仮定のもとで試算した結果でも、やはり次のグラフの通り、大きな効果が見られた。ただし、このような対策は緊急輸送を妨げるものとなるため、現実的には時期や場所は限定する必要があるといえる。

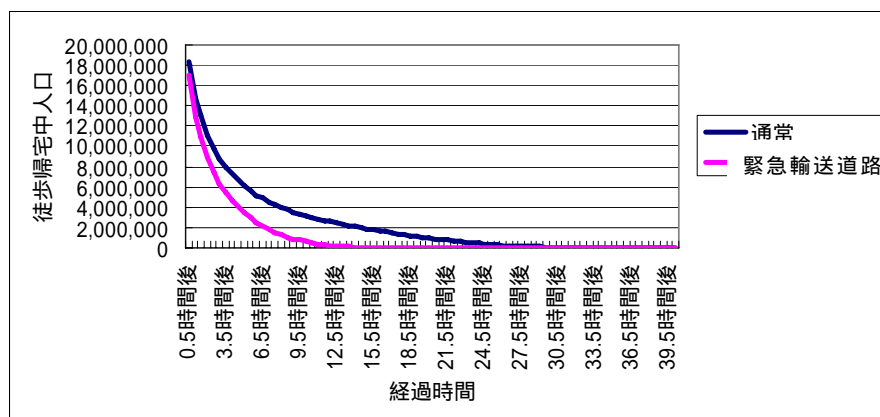


図 24 緊急輸送道路開放時の影響

5)ヒアリング

各区の職員等に帰宅困難者対策について講演等を行った研究者に6月21日、自治体の意識に関してヒアリングを行った。その概要は次の通り。

- ・ 区の防災担当者の意識は意外と低い。
- ・ 被害想定の結果をみても、具体的にどのような様相になるかイメージできない。
- ・ 結果や見方を解説してくれるような人が必要。
- ・ 帰宅困難者については、昼間人口が多い千代田、新宿が熱心（発生者対策）。ただし、積極的にどうするべきか、というところまではなかなか進まない。
- ・ 企業のBCPの一環として自発的に対処してもらいたいと考えている。その意味で企業の役割、責任は大きい。新宿ではそのためのパンフをHPで示している。
- ・ 近隣区で発生する徒歩帰宅者が通過することによる自治区への影響を考えている区はない。また、地域危険度と重ねて見るようなことはしていない。地域危険度についても意外と担当者は知らない場合が多い（人事異動、事務系職員のため）
- ・ 市民意識が高い市もある。
- ・ 帰宅困難者問題に目を向ける意識啓発資料が有用と考えられる。（例：自治区での帰宅困難者の発生は問題ないが、通過人口が非常に大きく、危険度と重なると大きな被害が予想される場合、徒歩帰宅者はここを迂回させるなど）

6)パンフレットの作成

以下の表紙、目次構成でのパンフレットを作成した。

大都市大震災軽減化特別プロジェクト

III.2 大都市特性を反映する先端的なシミュレーション技術の 開発

帰宅困難者に関する調査研究 パンフレット



2006年12月

株式会社 三菱総合研究所

パンフレット 目 次

1	はじめに	1
2	帰宅困難者に関するシミュレーションの概要	2
2.1	前提	2
2.2	条件等	2
3	シミュレーション結果	5
3.1	混雑状況	5
3.2	区市町を通過する徒歩帰宅者数	6
3.3	混雑が継続する箇所	8
3.4	着地別発地からの帰宅所要時間	9
4	今後の課題	10
4.1	モデルについて	10
4.2	被災シナリオについて	10

参考資料（主な地区における着地別発地からの帰宅所要時間）

(d) 結論ならびに今後の課題

一斉帰宅を行い、行動を中心とした道路の歩道のみを利用するという厳しい条件下では、相当の混雑がまず都心で発生し、時間と共に、その混雑が郊外に向かっていくことが試算結果としてわかった。また、いくつかの対策効果を検討したが、基本的に一斉帰宅をとりやめれば、大幅に混雑が緩和される傾向が見られた。また一斉帰宅を実施した場合、現状の帰宅支援ステーション等での供給可能量を大幅に上回る食糧・飲料水・トイレ・休憩所・宿泊場所等が必要となるため、これらへの対策の重要性も伺える。

一方、今後の課題としては次のような点があげられる。

1)行動単位や帰宅意思のある人数の設定等

従業員や学生、買い物客といった属性によっても徒歩帰宅を行うかどうかといった点について、考え方が異なると考えられるため、徒歩帰宅可能者をこのような属性別に分けた上で、徒歩帰宅者の割合等を属性に応じて設定することが考えられる。

2)シミュレーション手法の検討

本ノードやリンクについて、現在 1km メッシュ単位としているが、メッシュ単位を細かくすることや、具体的な主要道路上でのシミュレーションとすることも考えられる。

3)シナリオ設定の検討と対策効果の評価

本シミュレーションの結果を、有効な帰宅困難者支援施策を検討するための有効な情報として活用するためには、着目する外的条件について、シミュレーションの入力情報として、計算条件として反映させることができるようにしておくことが望まれる。

そのため、施策との対応で、どのようなシナリオが用意できるか、どのようにシミュレーション（帰宅者の行動意思）に反映させるかについて検討を行う必要がある。

例「特定方面の帰宅者に対して、推奨路線の情報を提供 %の人が経路選択を変更する」、「支援スポットが開設されたという情報を提供 %の人がゴールを支援スポットに変更する」など

その上で、それらの対策効果を評価していく必要がある。

また、本試算では、首都圏全域で鉄道が利用できないとしたが、一部の地域を除いて運行しているケースも考えられる。例えば特別区外では鉄道が動いている状況であれば、居住ゾーンとの距離が 20km 以上で徒歩による帰宅をあきらめている人も鉄道が動いている場所まで歩いていこうとするため、部分的にはより混雑を増す可能性もある。このような影響も踏まえつつ検討を行っていく必要ことも課題である。

(e) 引用文献

- 1) 東京都：東京における直下地震の被害想定に関する調査報告書, H9.8
- 2) 湯原麻子, 熊谷良雄: 大都市震災時の徒歩帰宅者数の推計～東京都心部からの帰宅ルートに着目して～, 地域安全学会梗概集 NO.9, pp.168～171
- 3) 岩田昌之, 熊谷良雄: 大都市震災時における鉄道ターミナル利用者数の推計, 地域安全学会梗概集 NO.10, pp.9～11
- 4) 湯原麻子, 熊谷良雄: 大都市震災時における都心従業者の就業地滞留に関する分析, 地域安全学会論文集 NO.3, pp.141～146
- 5) 丹原崇宏, 熊谷良雄: 大規模震災時における都心部での非通勤通学者の行動要因に関する研究～家族来訪者を対象として～, 筑波大学卒業研究論文
- 6) 関西広域連携協議会: 災害時の昼間流入人口問題の解決に向けて 広域的な避難・帰宅計画地図の作成
- 7) 岩田昌之, 熊谷良雄: 大都市震災時における都心地区での滞留・滞在可能性に関する研究: 東京銀座地区を事例として, 地域安全学会論文集 NO.4, pp.1～10

(f) 成果の論文発表・口頭発表等

著者	題名	発表先	発表年月日

(g) 特許出願, ソフトウェア開発, 仕様・標準等の策定

1) 特許出願

なし

2) ソフトウェア開発

名称	機能
徒歩帰宅者行動評価プログラム	メッシュ別に徒歩帰宅者のOD関係を与えた上で、時間経過に伴い、メッシュ上に与えたネットワークを最短経路で移動し、道路混雑状況に応じた歩行速度の低減を考慮して、徒歩帰宅者の帰宅所要時間等を評価するプログラム。

3) 仕様・標準等の策定

なし

