

第4章 人的リスク評価の検討

第1節 災害情報加工の必要性

1 災害情報加工の必要性

消防機関から都・区市町村等へ、都・区市町村等から住民へという情報の流れを、一つの情報の流れとして考えた。

その情報の流れについて、火災情報等を消防機関が収集し、東京都や区市町村等の外部の機関が理解・活用できる形に加工し、消防機関、東京都、区市町村等が共有し、更に住民に伝達し受容する、という過程に分けて検討してきた。

消防機関が収集した情報を、東京都や区市町村等と共有し活用するためには、わかりやすく活用しやすい状態に加工する必要がある。

加えて、情報を整理、分析、評価し、他の情報と重ね合わせることで、新たな情報を生産することができると考えられる。

そこで、同時多発火災における住民避難をケーススタディとして、情報加工について検討した。

2 災害情報加工の検討

災害情報の提供により人的被害を軽減するために、出火場所等の火災の情報に加えて、建物状況、道路ネットワーク等の情報を重ねた分析による、人的被害のリスクに対する情報への加工について検討した。

事前に人的被害のリスクを要素ごとに分析し、可視化する人的被害リスクマップと、災害時において覚知された火災の情報と潜在的な火災発生リスク（出火危険度）から分析する人的被害リスクシミュレーション手法について、次のとおり検討した。

(1) 人的被害リスクマップを活用した事前評価

道路ネットワークや建物情報等の基盤情報を基に地域別のリスクを試算し、事前に地震火災時の人的被害リスクマップとして活用することを検討する。道路の勾配、避難場所からの距離、道路通行人数、道路閉塞率、避難経路の選択肢数等の要素を分析し、リスクの高い地域については、地震火災に対する消防戦略樹立支援、地域のリスクに応じた防災指導等への活用が考えられる。

(2) 人的被害リスクシミュレーション手法による地震時の情報活用

地震発生時に、出火場所や出火時間、風向、風速等、その時点でわかっている情報を基にリスクを評価する手法を検討する。評価した結果を区市町村や東京都等の関係機関と共有し、それぞれの機関による地震時の対応へ活用することが考えられる。

3 人的被害リスクマップの検討

地震時における住民の火災からの避難行動に影響を及ぼし、人的被害が発生し得る、市街地の持つリスク要素を抽出し、その人的被害リスクを地域ごとに評価したマップ化することについて検討する。

図 4-1-1 に市街地の持つリスク要素の例を挙げた。

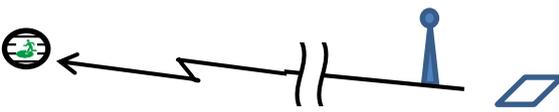
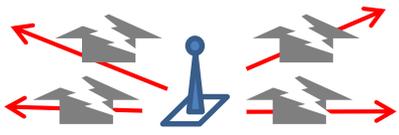
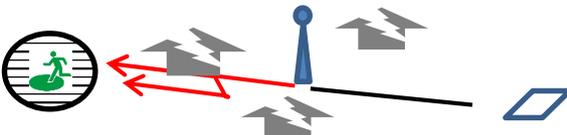
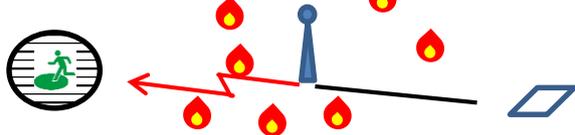
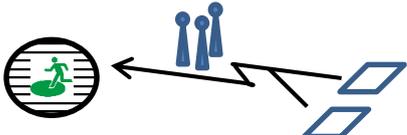
<p>(1) 避難場所までの距離</p>  <ul style="list-style-type: none"> 指定避難場所までの最短距離を算出 	<p>(2) 道路閉塞 (メッシュ内)</p>  <ul style="list-style-type: none"> 建物倒壊により避難開始点から出られない (街区から出られない) リスク
<p>(3) 道路ネットワークの脆弱性</p>  <ul style="list-style-type: none"> 経路選択枝が少ない (指定避難場所までの中途が道路閉塞しやすい、地域の道路密度が疎) 	<p>(4) 火災リスクが高い</p>  <ul style="list-style-type: none"> 指定避難場所への経路上に火災の起きやすいエリアがある 周辺の延焼速度が速い
<p>(5) 人の多さのリスク</p>  <ul style="list-style-type: none"> 人口をメッシュに按分し、按分した各点から指定避難場所までの最短距離経路を作成、経由する道路区間ごとに、通行人数を集計する。 	<p>(6) その他のリスク</p>  <p>例) 避難場所自体のリスク (周辺の燃えやすさ、周辺道路の閉塞しやすさ、キャパシティ不足)</p> <ul style="list-style-type: none"> 避難圏域内の人口を集計する。圏域が指定されていない市部については、全員が最寄りに避難した場合とする

図 4-1-1 市街地の持つリスク要素例

(1) 人的被害リスクマップの活用用途

市街地のリスク要素を抽出し、人的被害リスクマップ化するにあたり、使用用途によって、パラメータやアウトプットを切り替える必要がある。

そこで、リスク評価結果の活用用途について、消防活動戦略樹立、避難行動の改善及び防災都市づくりの3つの観点から整理する。

ア 地震火災に対する消防戦略樹立支援

地震時に消防部隊を運用し人的被害を減らすために、同時多発した火災に対して延焼危険度、出火危険度、避難場所及び避難道路の状況等を考慮する。そのうえで優先的に延焼拡大を防ぐ地域、優先的に救助活動が必要な地域の把握等、地震火災に対する消防戦略樹立を支援する。

イ 住民の地震火災からの避難行動改善

住民が地震火災から身を守るために、住民自身がどのような状況におかれているのか、どの地域が危険なのか、地震火災に対してどのような行動をとるべきなのか等について周知し、地震火災からの避難行動を改善する。

ウ 防災都市づくり推進への反映

地域の地震火災に関する危険性、消防活動の困難性、住民の避難行動の困難性等を把握し、防災都市づくりに関する行政機関や協議会等に提言及び要望を行うことで、防災都市づくりの効果的な推進に反映させる。

(2) 活用用途別の各リスク要素の活用イメージ及びアウトプット

前(1)で示した各活用用途について、市街地の持つ各リスク要素の評価がどのような意味を持つのか、アウトプットとしてどのようにリスクを表現するのかなどについて整理する。

ア 地震火災に対する消防戦略樹立支援における整理

地震火災に対する消防戦略樹立支援を目的として、各リスク評価要素について表 4-1-1 のとおり整理した。

表 4-1-1 地震火災に対する消防戦略樹立支援における整理

リスク要素	活用イメージ	アウトプット
避難場所までの距離	火災からの避難中に経路が通れなくなる可能性が高い地域の把握	避難場所までの所要時間 250m メッシュ毎
道路閉塞 (メッシュ内)	身動きが取れなくなる可能性が高い地域の把握	道路閉塞率 250m メッシュ毎
道路ネットワークの脆弱性	火災から避難する経路の選択肢が少ない地域の把握	具体的な経路図 250m メッシュ毎
火災リスク	火災からの避難中に別の火災に遭遇する可能性が高い地域の把握	出火危険性、延焼危険性 250m メッシュ毎
人の多さリスク	避難行動中に身動きが取れなくなる可能性の高い地域の把握	予想通行人数 道路毎
その他のリスク		

イ 住民の地震火災からの避難行動改善における整理

住民の地震火災からの避難行動改善を目的として、各リスク評価要素について表 4-1-2 のとおり整理した。

表 4-1-2 住民の地震火災からの避難行動改善における整理

リスク要素	活用イメージ	アウトプット
避難場所までの距離	「避難場所に向かうときは時間的余裕を持って出発する」	避難場所までの所要時間 250m メッシュ毎
道路閉塞 (メッシュ内)	「安全な通り道を確認しておく」	道路閉塞率 250m メッシュ毎
道路ネットワークの脆弱性	「安全な回り道を確認しておく」	具体的な経路図 250m メッシュ～ 街区毎
火災リスク	「安全な回り道を確認しておく」	具体的な経路図 250m メッシュ～ 街区毎
人の多さリスク	「避難場所の周辺は混雑するおそれがある」 「お年寄りや小さな子供は早めに避難する」	予想通行人数 道路毎
その他のリスク		

ウ 防災都市づくり推進への反映における整理

防災都市づくり推進への反映を目的として、各リスク評価要素について表 4-1-3 のとおり整理した。

表 4-1-3 防災都市づくり推進への反映における整理

リスク要素	活用イメージ	アウトプット
避難場所までの距離	(避難場所活用における注意点)	避難場所までの距離 250m メッシュ毎
道路閉塞 (メッシュ内)	(耐震化の推進)	道路閉塞率 250m メッシュ毎
道路ネットワークの脆弱性	(道路ネットワーク分析に基づく優先的耐震化)	具体的な経路図 250m メッシュ～ 街区毎
火災リスク	(道路ネットワーク分析に基づく優先的不燃化)	具体的な経路図 250m メッシュ～ 街区毎
人の多さリスク	(道路拡幅、道路状況改善)	予想通行人数 道路毎
その他のリスク	(避難場所活用における注意点)	避難有効面積余裕度 避難場所毎

(3) 人的被害リスクマップ

避難場所までの距離・勾配・段差等、建物の倒壊リスク、道路ネットワークの脆弱性、火災発生リスク、人の多さのリスク等が人的被害リスク評価の要素になると考えられる。

さらに、それぞれの要素を分析し、重ね合わせることで、潜在的なリスクを可視化し、対策を検討することができると考えられる。

以降に、各リスク要素のマップと活用のイメージを示す。

ア 倒壊建物と人口

地震が発生した際に建物倒壊に巻き込まれ、火災からの避難行動を取ることができず、延焼拡大した火災による人的被害の発生に至る可能性がある。(図4-1-2)

このような建物倒壊危険度が高く、かつ、人口も多い地域については、出火した場合の出場優先順位を高くするなど、消防部隊運用の判断支援に活用することが対策として考えられる。

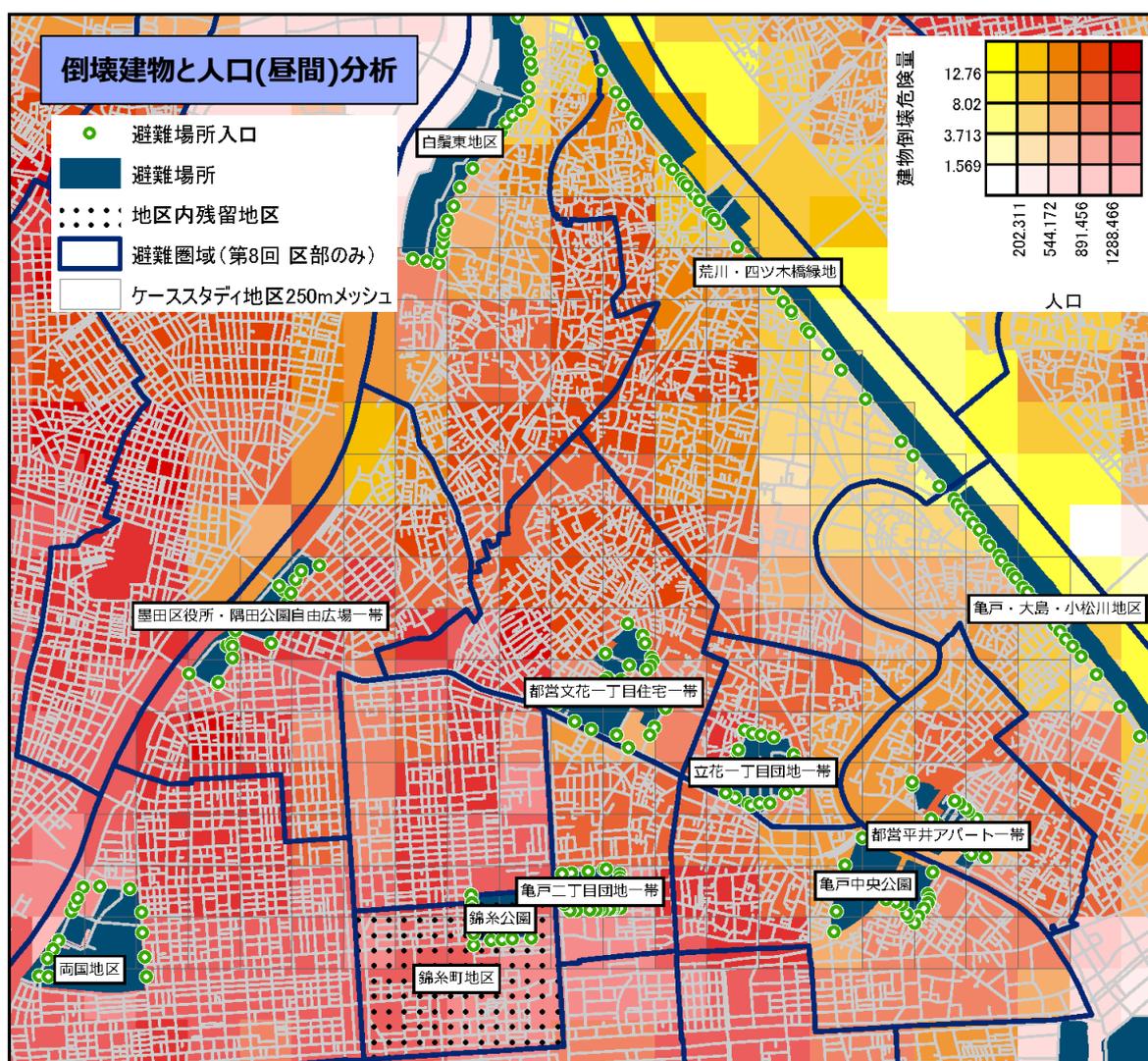


図4-1-2 倒壊建物と人口(昼間)の分析

イ 勾配

火災からの避難行動を取っている際、勾配、段差、瓦礫等により歩行速度が低下している間に火災が延焼拡大し、避難経路が閉ざされて人的被害の発生に至る可能性がある。(図 4-1-3)

特に避難行動要支援者への影響が大きいと思われるため、地域のリスク特性として勾配、段差、瓦礫等について把握しておく必要性が高いと考えられる。

現状では、道路上に影響を及ぼす段差や瓦礫等のデータ入手や予測は困難であるため、勾配について分析した。

指定された避難場所までの経路に勾配の影響度が高い地域については、避難行動要支援者及びその支援者への防災指導や訓練、勾配の大きい地区への消防部隊運用の判断支援に活用することなどが対策として考えられる。

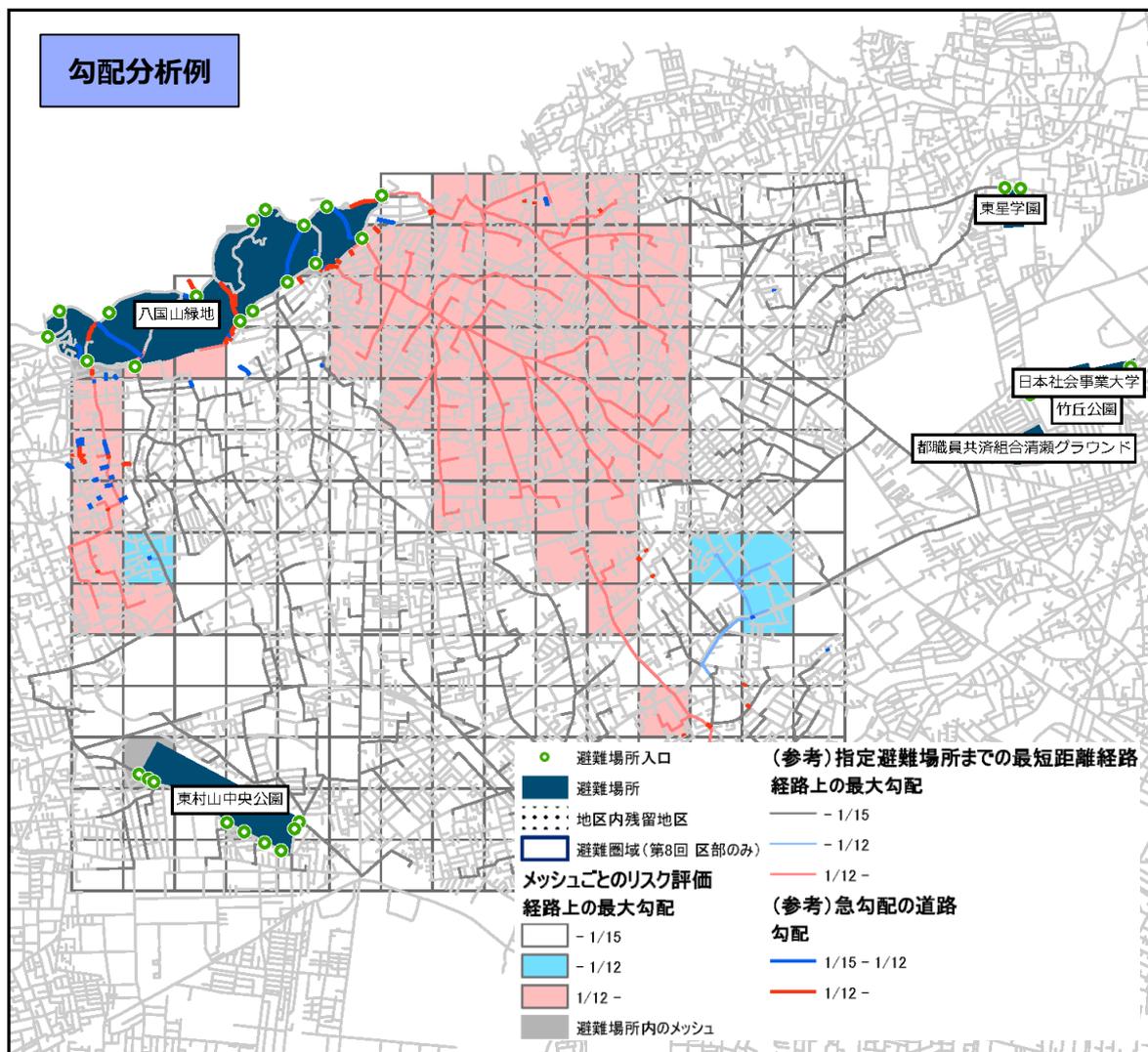


図 4-1-3 勾配の分析

ウ 道路通行人数

火災からの避難行動を取っている際、指定された避難場所までの経路を進むにつれて避難者が集中して群衆となり、歩行速度が下がったところで火災が延焼拡大し、行き場を失った避難者が巻き込まれ、人的被害の発生に至る可能性がある。

また、避難場所に近い道路、地域ほど通行人数が増加し、リスクが高くなる傾向にある。

道路単位で分析し、当該道路の通行人数を表現するものと、避難場所までの経路の通行人数を分析し、経路中の通行人数の最大値を出発地点のメッシュに表現するものについて検討した。(図 4-1-4)

通行人数が多い地域は、避難者が集中する可能性があり、避難場所に近くなるほど身動きが取れなくなる。その危険性についての防災指導や、群衆の発生しやすい地域への消防部隊運用の判断支援に活用することなどが対策として考えられる。

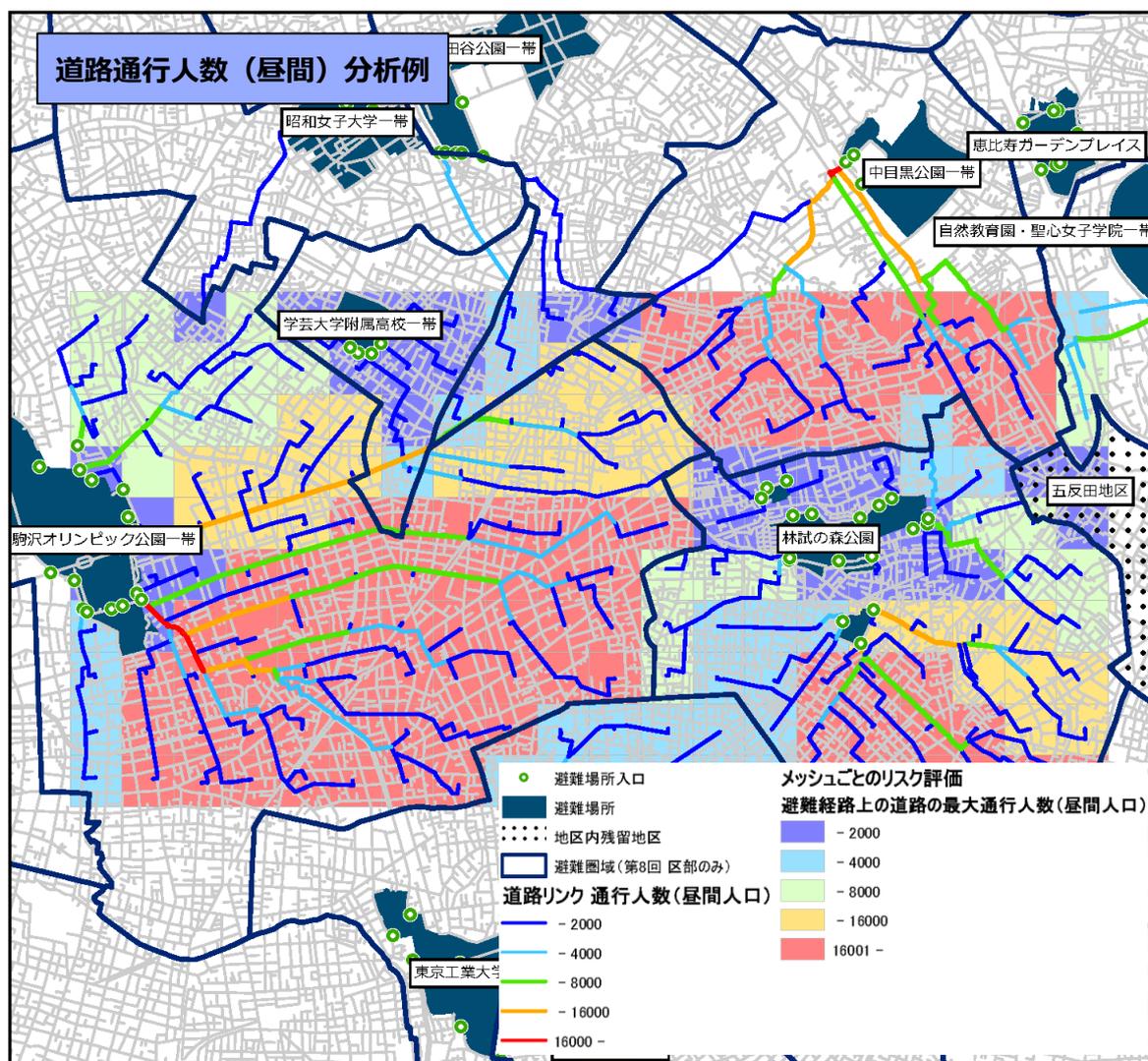


図 4-1-4 道路通行人数の分析 (道路単位)

エ 避難場所までの距離

火災からの避難行動を取っている際、指定された避難場所が遠く、たどり着くまでに時間がかかっている間に、火災が延焼拡大し、避難経路が閉ざされて人的被害の発生に至る可能性がある。(図 4-1-5)

指定された避難場所までの距離が長い地域については、早めに避難行動をとることに関する防災指導や、長距離避難者集団を守るような消防部隊運用の判断支援に活用することなどが対策として考えられる。

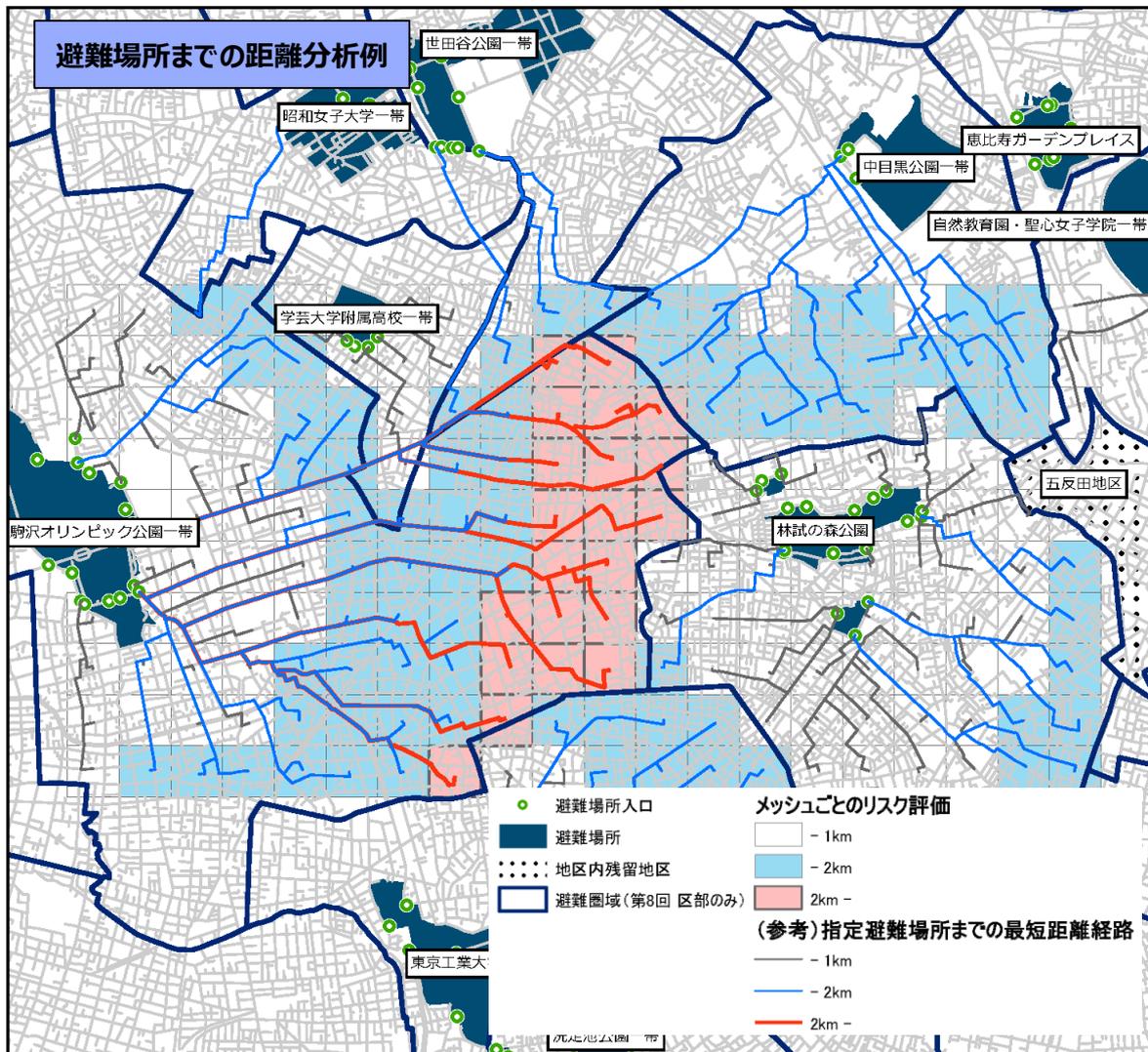


図 4-1-5 避難場所までの距離の分析

オ 道路閉塞率

火災からの避難行動を取っている際、考えていた経路が建物倒壊により閉ざされ、迂回している間に、火災が延焼拡大して巻き込まれ、人的被害の発生に至る可能性がある。(図 4-1-6)

道路閉塞率が高い地域については、完全閉塞しにくい広い道路での避難を意識付けする訓練や防災指導、道路閉塞しやすい地域への消防部隊運用の判断支援に活用することなどが対策として考えられる。

図 4-1-6 のメッシュは経路上の最大の道路閉塞率に応じて分類し表現しているが、この他に、各道路リンクの閉塞確率の掛け合わせや足し合わせの結果により分類し表現する方法も考えられる。

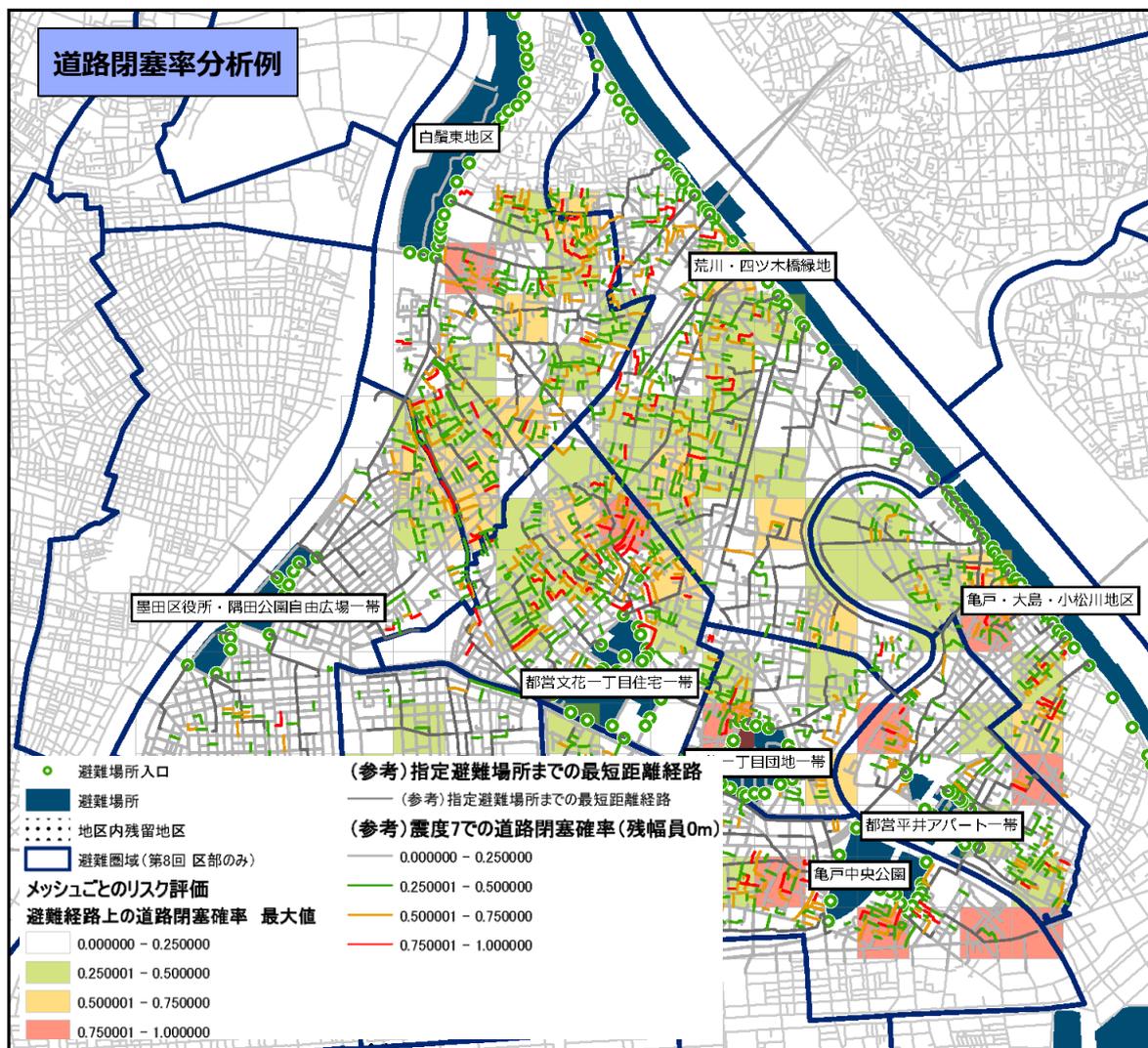


図 4-1-6 道路閉塞率の分析

カ 経路の選択枝

地震が発生し、周囲に火災が発生した際、避難場所への経路の選択枝が少ない場合、建物倒壊や火災による経路遮断によって延焼拡大した火災から逃げ切れなくなり、人的被害の発生に至る可能性がある。(図 4-1-7)

経路の選択方法は後述する排他経路検索手法を用いている。

避難場所への経路の選択枝が少ない地域については、防御する道路を明確化した消防部隊運用の判断支援に活用するなどの対策が考えられる。

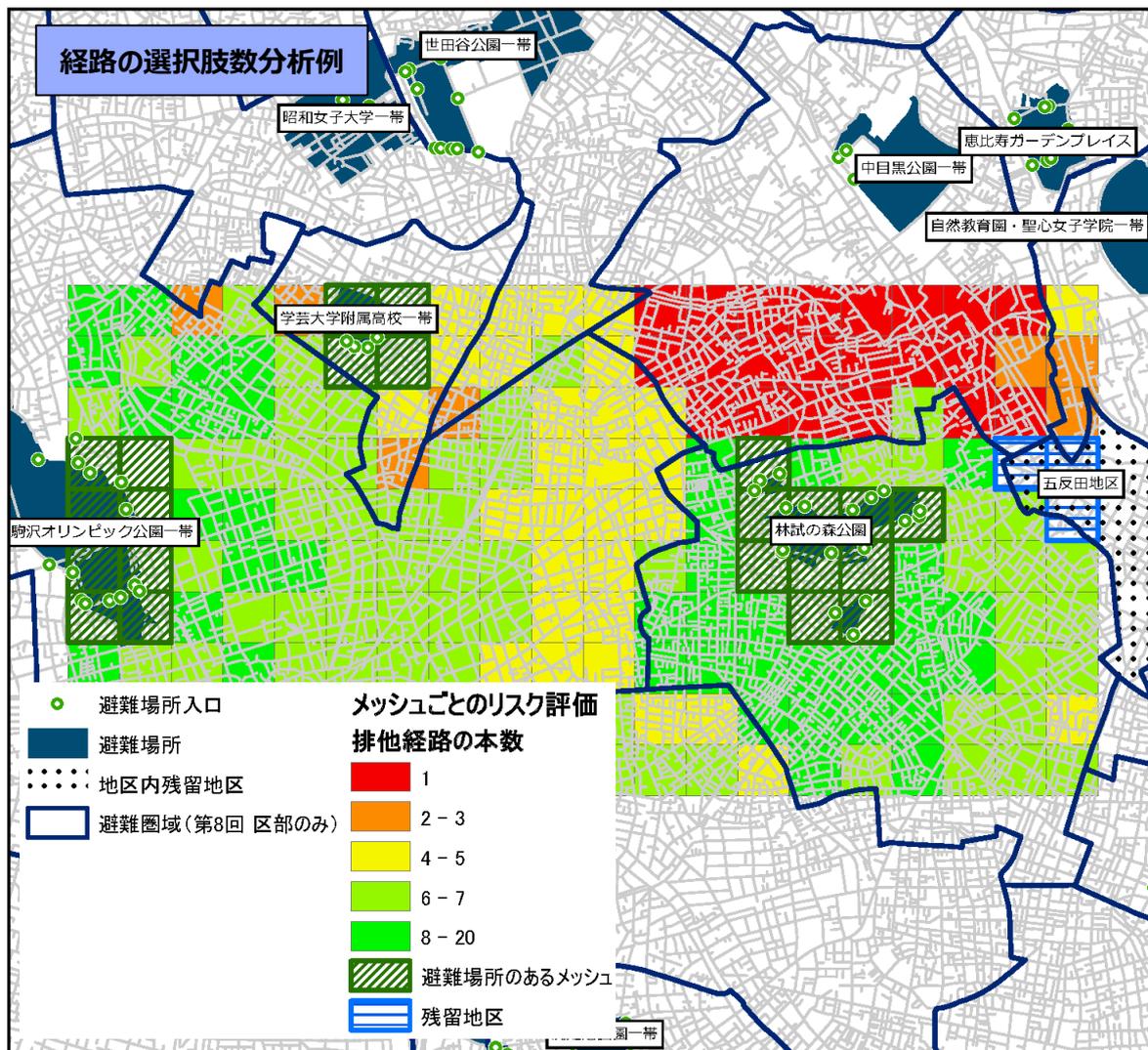


図 4-1-7 経路の選択枝数の分析

4 人的被害リスクシミュレーション手法の検討

(1) 地震火災発生時におけるリスク評価の必要性

地震時の人的被害を軽減するためには、収集した火災等の情報を活用した効果的な部隊運用や迅速な消防活動はもちろんのこと、区市町村や東京都等の関係機関と火災等の情報を共有し、有効に活用することが必要となる。

しかし、地震時における同時多発火災に関する避難勧告等の発令基準や手順が明確に決められていない自治体もあり、また、区市町村長や防災担当者は火災の性状について深い理解があるわけではないため、地震発生時に同時多発し延焼拡大していく火災に対してどう対応すべきか適切に判断できない可能性がある。

これらのことから、区市町村等と共有する情報には、出火場所の情報だけではなく、延焼の進展予測に加えて道路ネットワークや避難モデルを踏まえた火災に囲まれるリスク等の情報を付加することが望ましいと考えられる。

そこで、情報加工過程の課題解決の方向性のひとつとして、地震時の同時多発火災に対する人的被害リスクをシミュレーションする手法の確立について検討する。

(2) 人的被害リスク評価手法に関する検討概要

人的被害リスクの評価手法を検討するにあたり、時間別延焼エリア、時間別使用可能道路ネットワーク、目的地とする避難場所、避難場所までの経路検索手法、リスク評価方法（絶対または相対）等について検討した。

ア 検討手順と処理フロー

地震時の火災避難における地域リスクの評価手法の検討として、**図 4-1-8** の手順を進める。

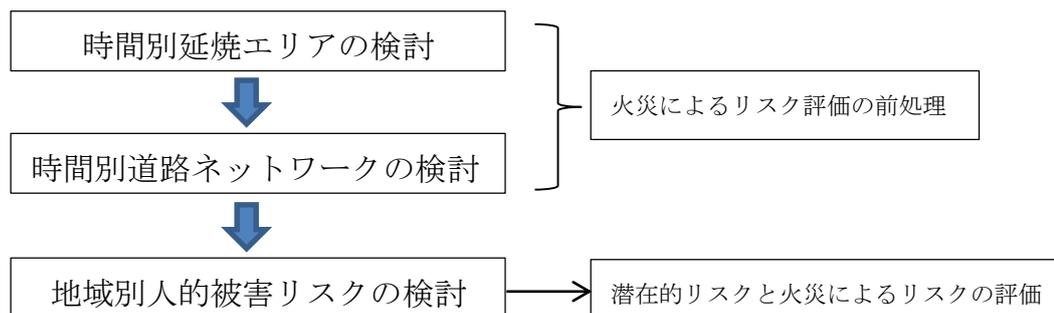


図 4-1-8 検討手順

地震時の火災避難における地域リスクの評価にあたって、処理フローを**図 4-1-9**に示す。

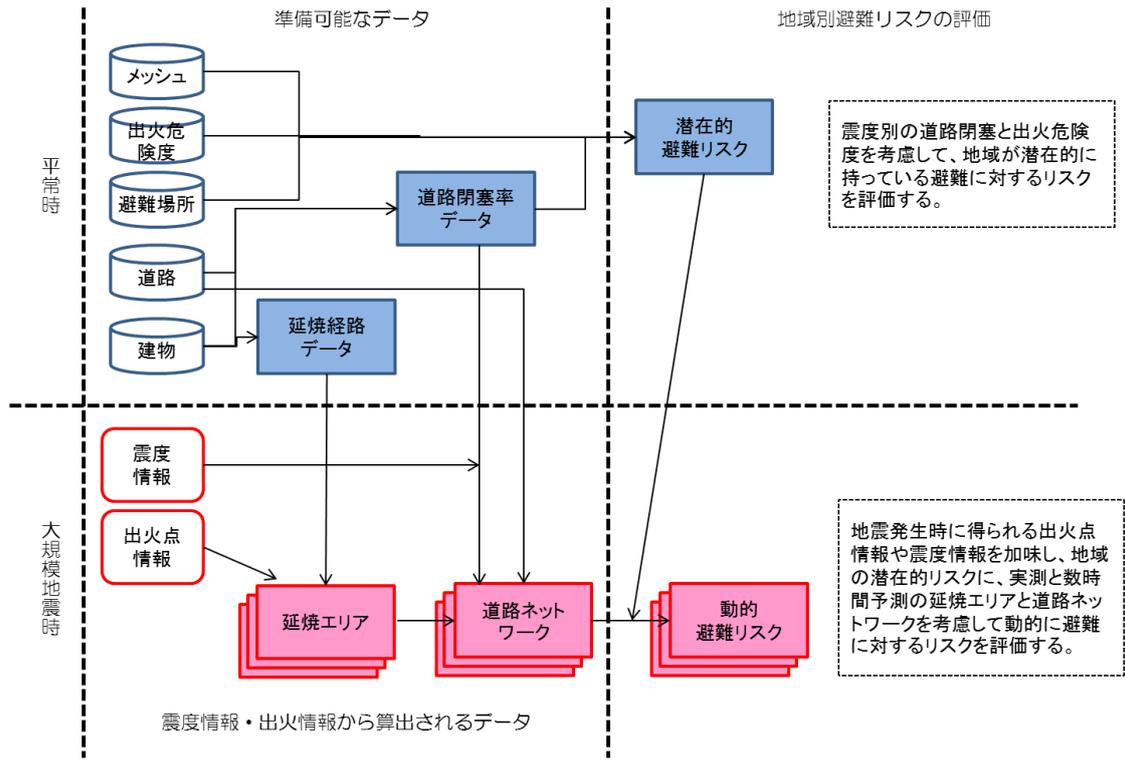


図 4-1-9 処理フロー

イ 時間別延焼エリアの算出

地震時に同時多発する火災や時間差で発生する火災等について、できる限りリアルタイムに延焼拡大する範囲を算出する。(図 4-1-10)

風向は、必ずしも同一方向に吹き続けるとは限らないため、安全側を考慮して全方向に吹いているものとする。風速については、災害時の風速を延焼シミュレーション上で設定するものとする。

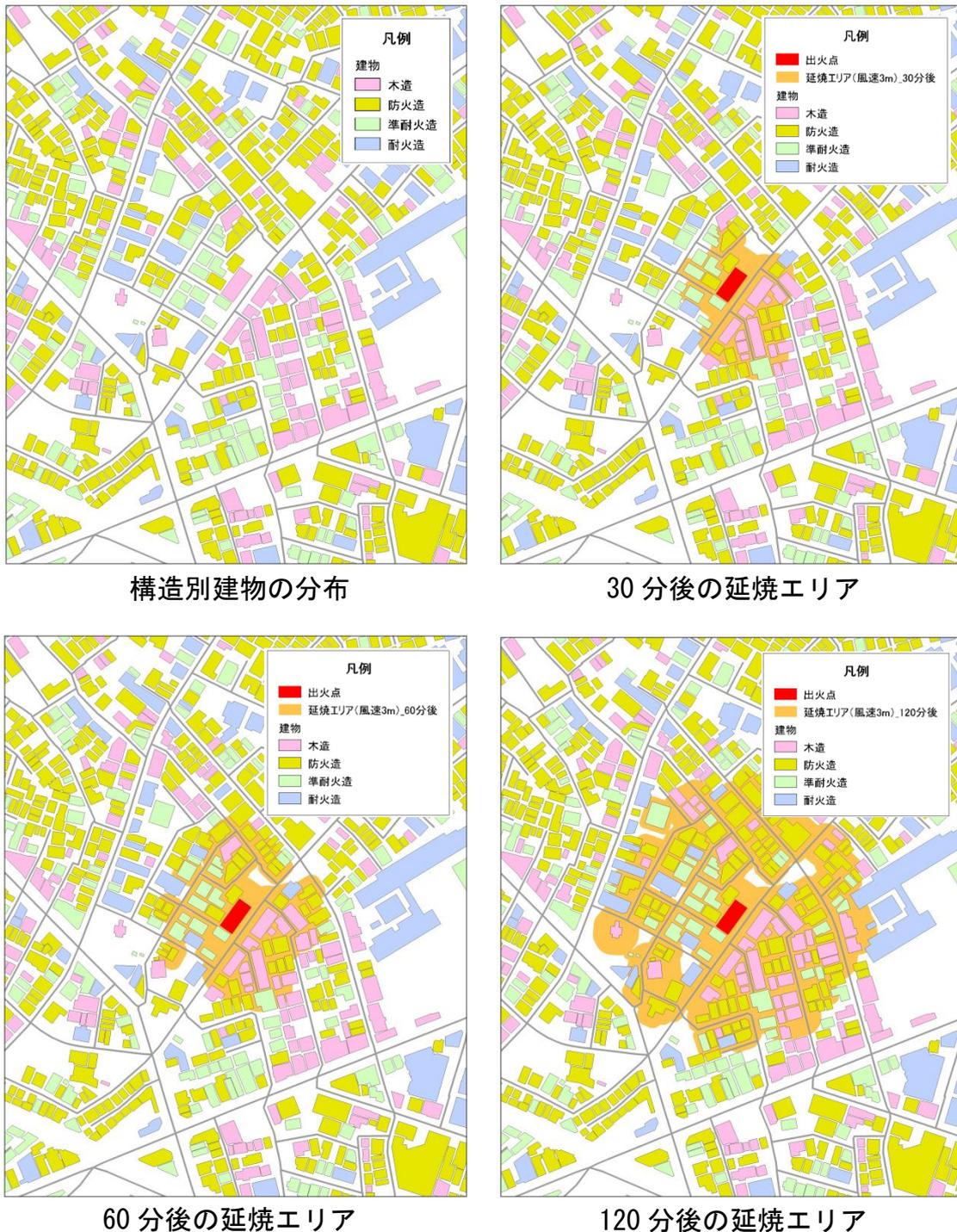


図 4-1-10 時間別延焼エリアのイメージ

ウ 時間別道路ネットワークの算出

火災の延焼拡大によって人が通行不可となる道路を迅速に抽出し、安全な避難経路として使える道路ネットワークを把握する。

延焼中の建物から、人の許容輻射受熱量を考慮した距離に火災拡大の効果を加味するため 1.5 倍を掛け合わせた領域と道路が重なった場合に通行できないものとして検討した。

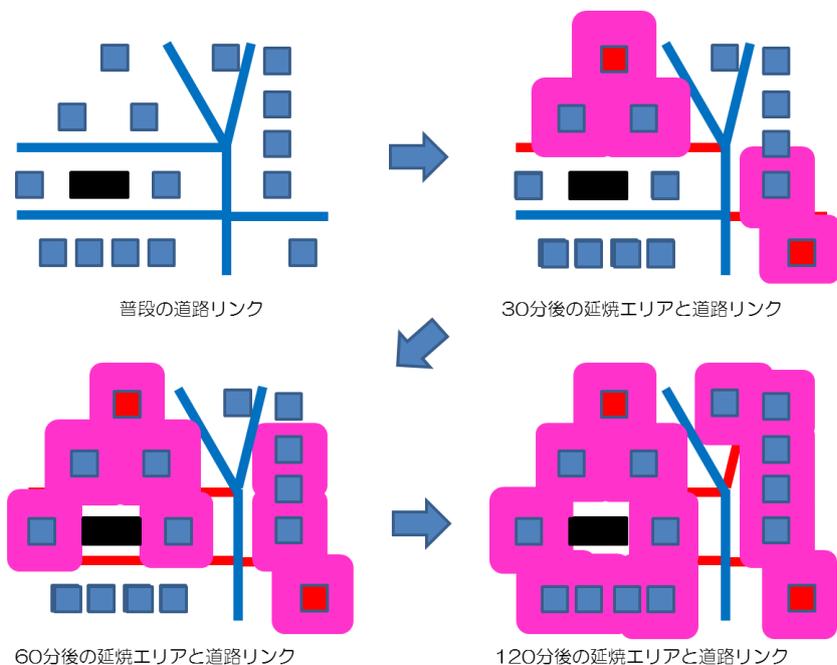


図 4-1-11 時間別延焼エリアと通行不可能となる道路リンク

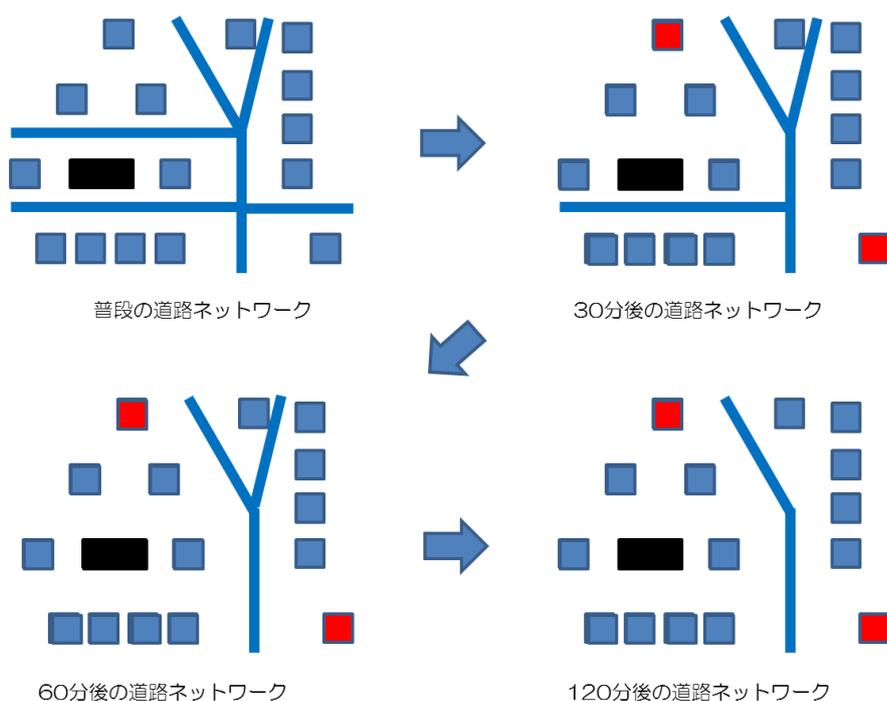
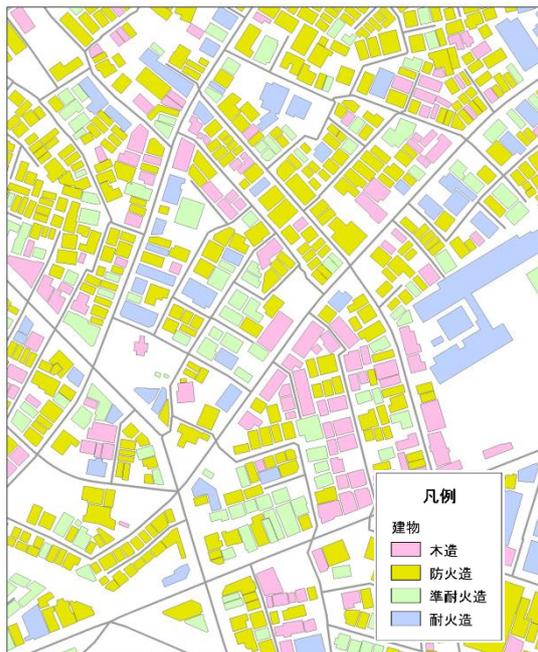
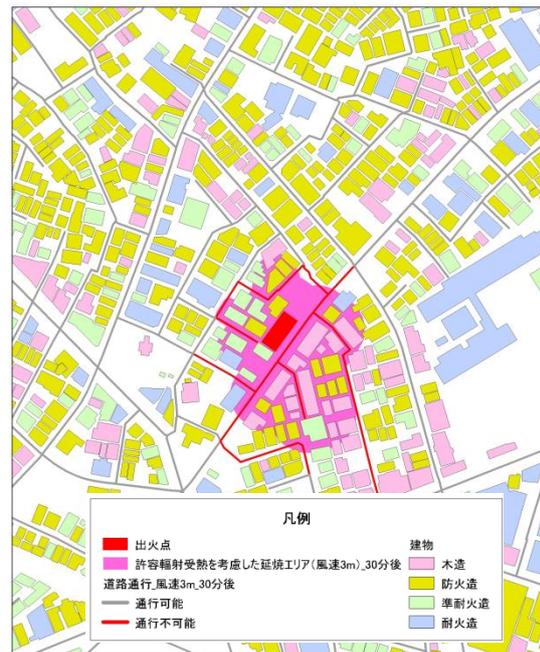


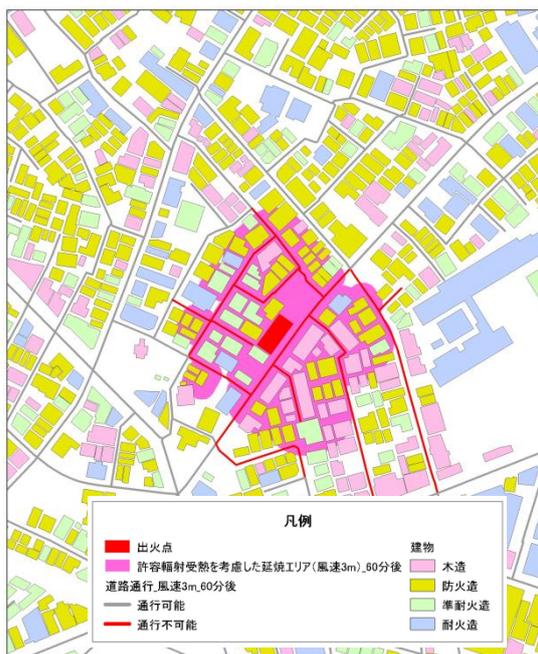
図 4-1-12 時間別道路ネットワーク



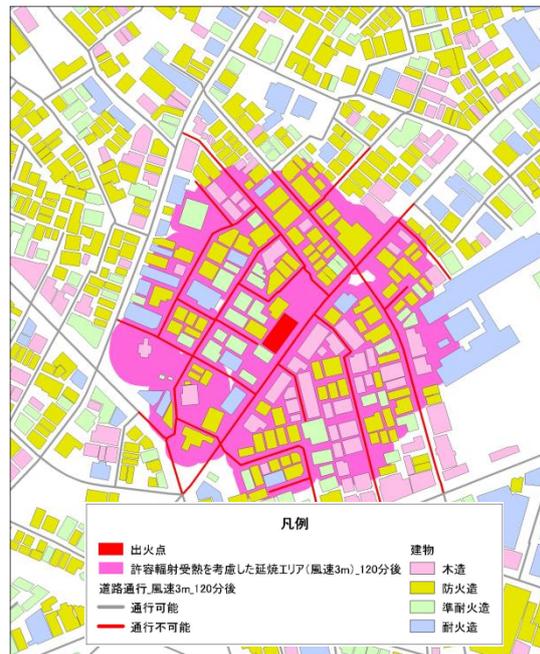
構造別建物と道路リンク



30分後の延焼エリアと道路リンク



60分後の延焼エリアと道路リンク



120分後の延焼エリアと道路リンク

図 4-1-13 時間別延焼エリアと通行不可能となる道路リンク

エ 地域別人的被害リスクの評価方法

地域に潜在的にある避難行動を阻害する要因を考慮し、地域のリスクを可視化するとともに、火災の進展状況に応じたリスクをできる限り動的に評価する。また、自治体担当者が避難誘導等の対応を行う際に、直観的な判断が可能な表現とする。

人的被害リスク評価は道路ネットワーク単位を中心に行うが、最終的に区市町村へ提供する情報はメッシュ単位として検討した。

(ア) 算出手順

地域別避難リスクは、**図 4-1-14** の手順で算出する。

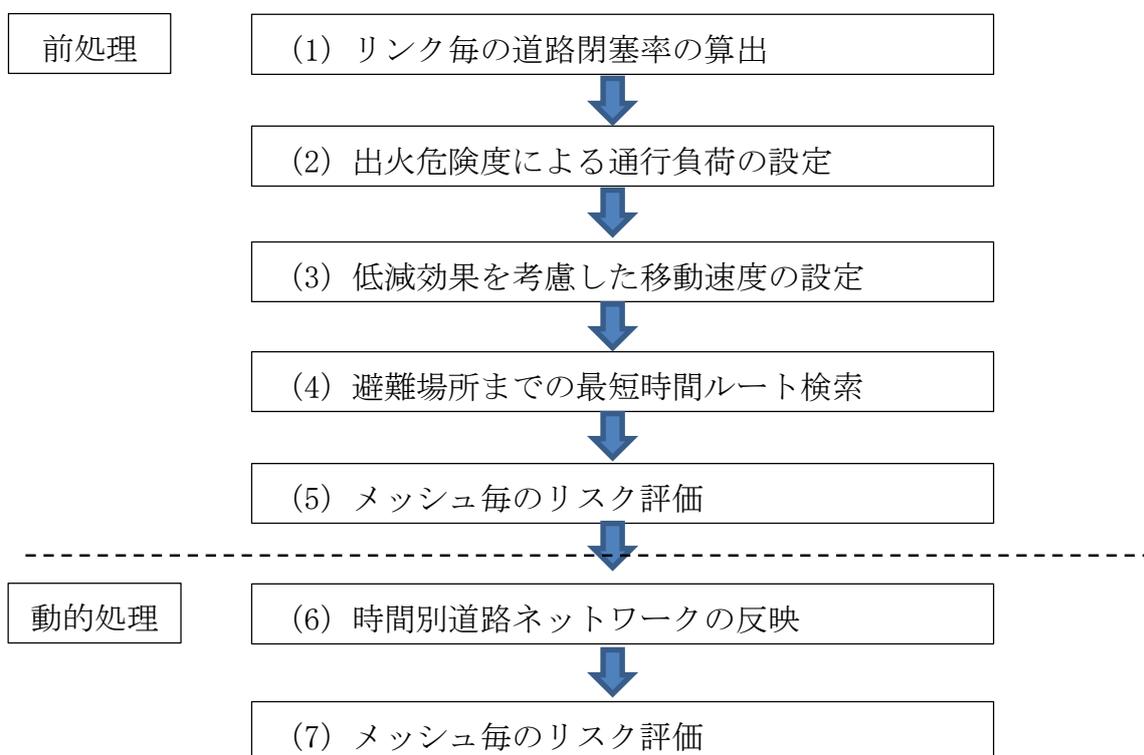


図 4-1-14 算出手順

人的被害リスクの評価項目は以下の3項目について検討し、メッシュ毎に評価を行う。

【評価項目】

- ①避難場所への避難経路（もしくは避難方向）の数
- ②避難場所までの移動時間
- ③ゴールとなる避難場所の数

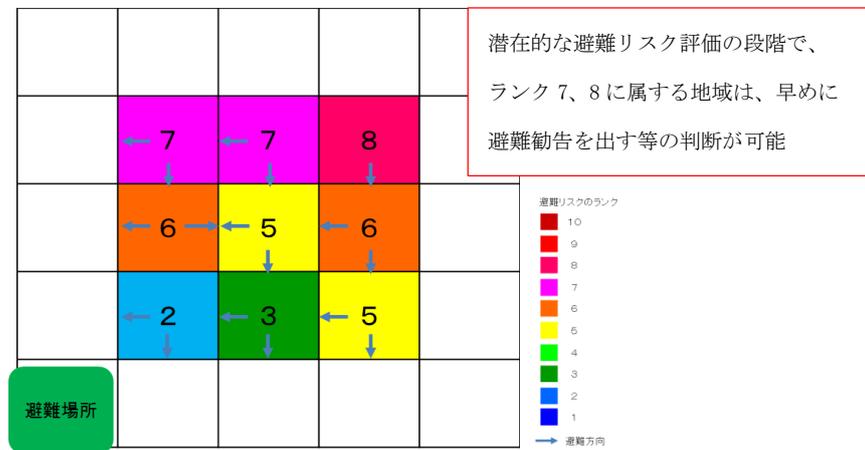
(イ) 避難リスクの評価

地震時の火災避難では、避難経路の選択肢が多い地域であれば避難リスクが低いと考え、地域の避難経路の選択しやすさを分析し、避難リスク評価に用いることを検討した。

また、建物における火災避難の考えである複数方向避難経路の確保を応用し、複数箇所の避難場所への経路が確保されていれば安全性が高いとした避難リスクの評価についても検討した。

評価した結果は、図 4-1-15 に示したイメージのように、避難リスク評価区分ごとに色分けし表現する。

なお、イメージ上では評価区分を 10 段階としているが、避難勧告等に対応させた 3 段階の評価区分についても検討が必要であると考えられる。



潜在的な避難リスクの評価イメージ

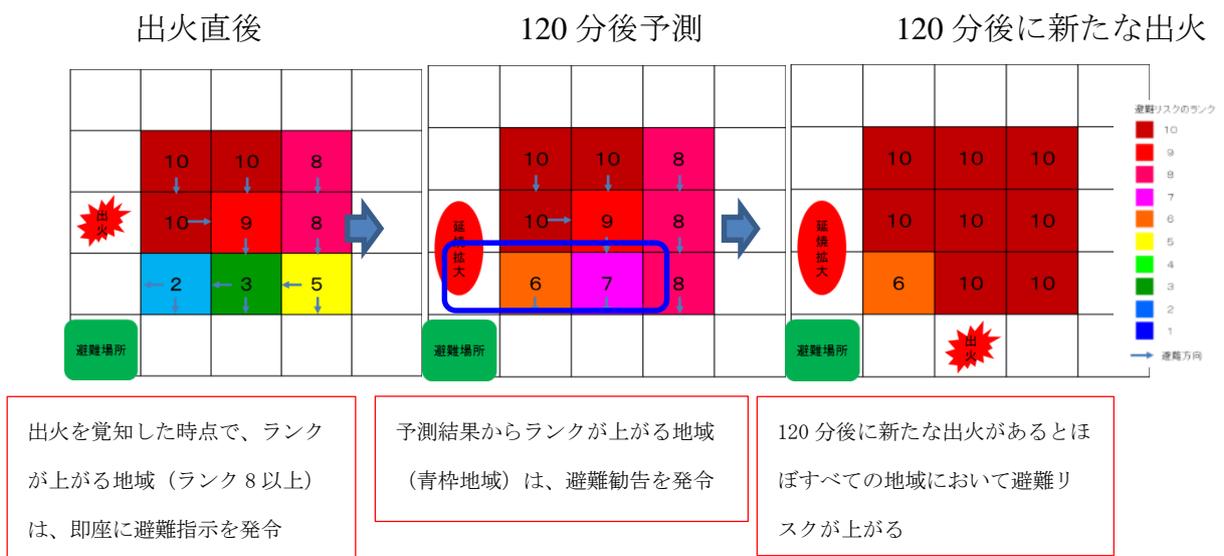


図 4-1-15 動的な避難リスクの評価イメージ

オ 避難経路検索手法の選択

避難経路の検索手法は、大きく分けて排他経路検索手法と複数方向避難検索手法の2つが考えられる。

排他経路検索手法の経路検索のイメージは図 4-1-16 のように、火災避難方向に火災があった場合、その火災を避けた経路を選び、指定された避難場所に向かう方針となる。

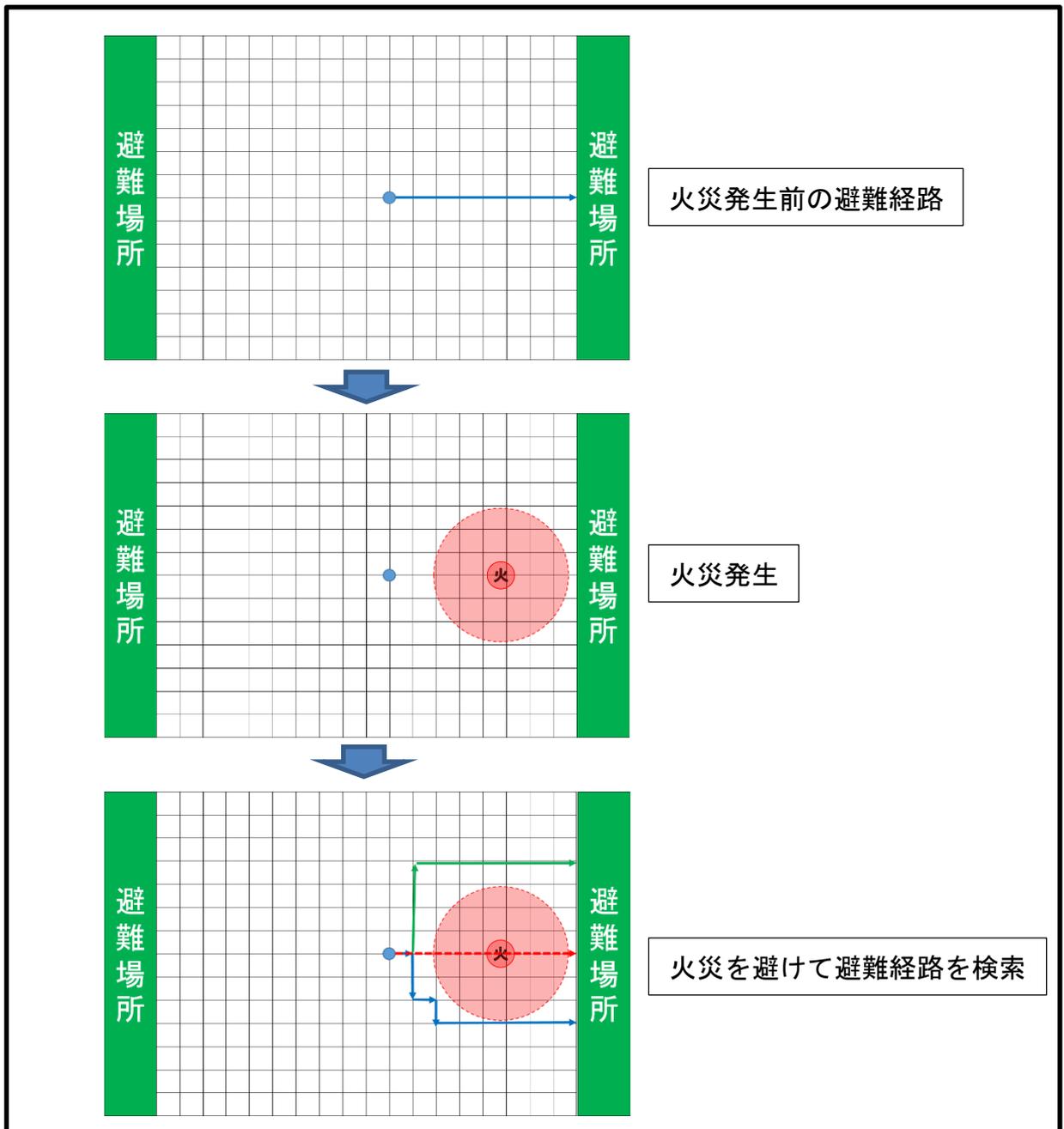


図 4-1-16 排他経路検索イメージ

複数方向避難検索手法の経路検索のイメージは図 4-1-17 のように、近い避難場所の方向に火災があった場合、火災の無い避難場所の方向に向かう方針となる。

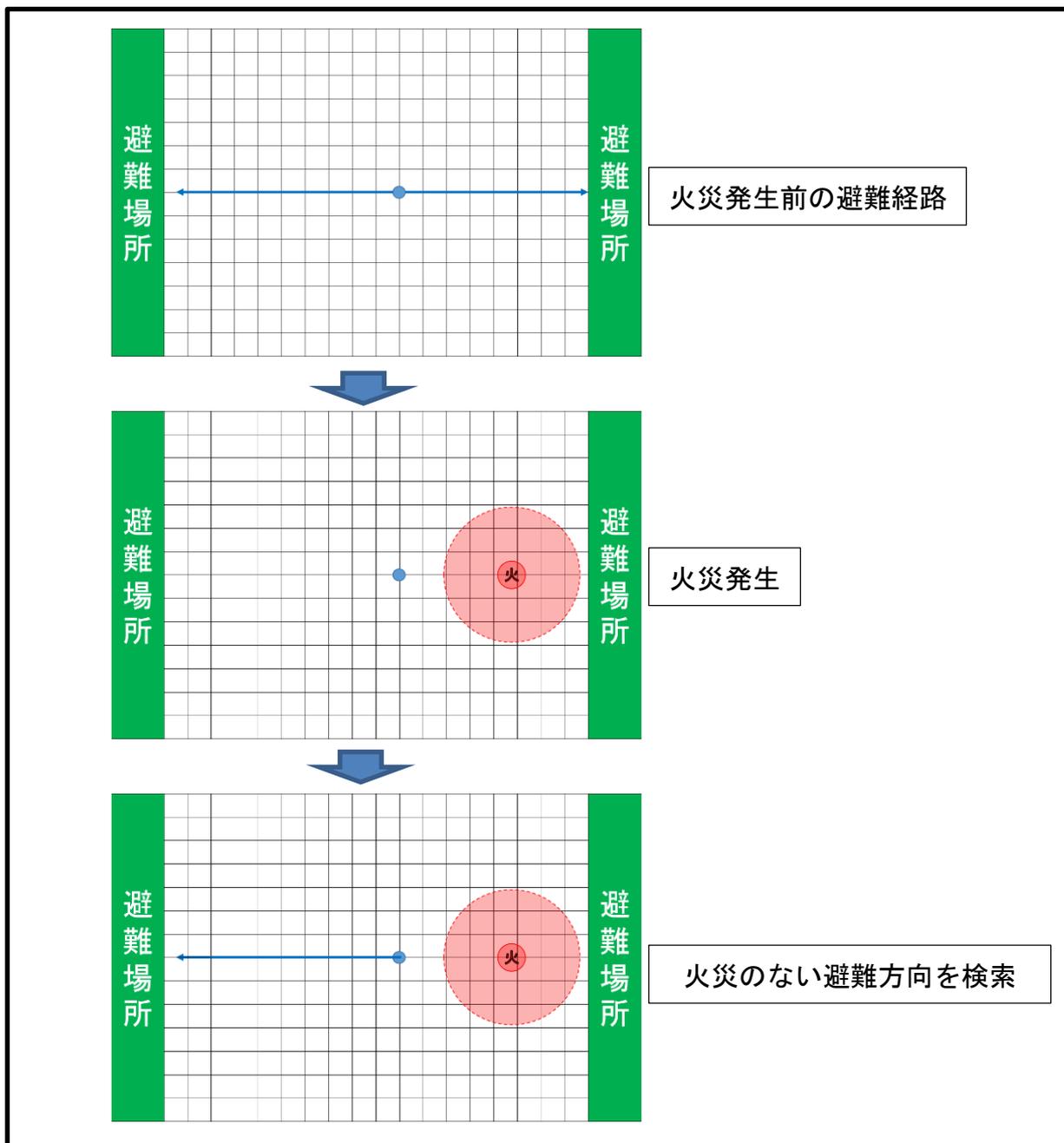


図 4-1-17 複数方向避難検索イメージ

ここで、それぞれのメリット・デメリットを踏まえ、どちらの手法を採用すべきか検討した。

カ 排他経路検索手法の特徴

排他経路検索は、メッシュ中心点から避難場所までの最短時間経路を検索し、それに対して排他的な経路の中から、次善の最短時間経路を検索する。これを一定回数繰り返し、得られた経路の本数、所要時間、到達避難場所の数を算出する手法である。

【特徴】

- ・当該地域の道路基盤のポテンシャル評価に適している。
- ・互いに排他の経路を検索することで、道路ネットワークの冗長性を評価できる。
- ・延焼速度と避難所要時間を考慮した通行禁止範囲を用いることで、道路閉塞のしやすさを評価できる。
- ・避難場所の近隣メッシュにおいては、入口違いで同じ避難場所に避難する経路が複数生成される。この経路付近に火災が発生した場合、ある時点で避難リスク評価が極端に変化する可能性がある。
- ・火災延焼が経路に影響する時刻は、当該時点の分析を実行するまで分からない。
- ・計算負荷は比較的高い。

この手法は、経路別にどれだけのリスクがあるのかを評価しやすく避難経路ナビゲーションのようなものに向いている手法といえる。

しかし、火災付近を通過する経路であっても、通ることさえできれば避難可能とされるため（図 4-1-18）、覚知されていない火災と遭遇した結果、ルートを変更しようとしても複数の火災に囲まれてしまう危険性がある。（図 4-1-19）

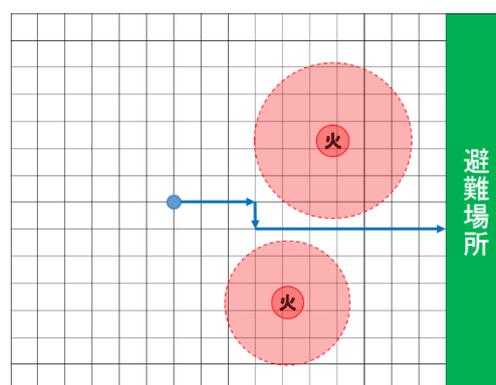


図 4-1-18 火災付近を通る避難経路

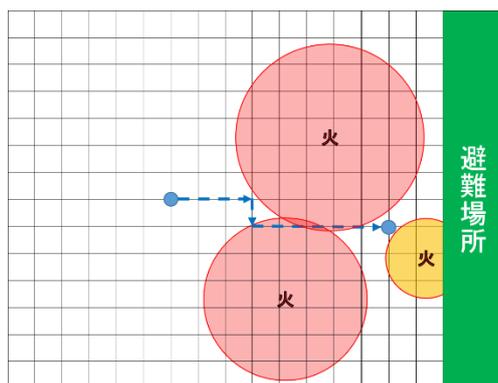


図 4-1-19 覚知していた火災を回避した後に囲まれるケース

図 4-1-20 のように、火災に関する情報を発信した後、住民の避難行動が集中し、火災付近で滞留してしまい火災に巻き込まれてしまう可能性も考えられる。

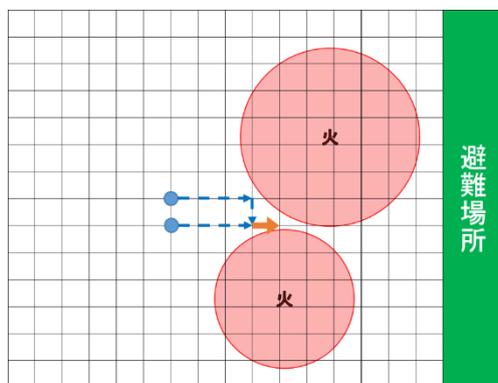


図 4-1-20 情報を基に避難している住民が滞留し火災に巻き込まれるケース

また、避難時の行動としては、普段使う道を選んで避難場所に向かうことが多いと考えられる。しかし、排他経路検索では普段使われない細街路であっても、計算上の避難所要時間が短ければ、避難可能経路として扱われるが、避難行動に適合するののかという疑問が残る。

これらのケースは、住民の安全な避難行動のための情報発信としては、フェイルセーフとフルプルーフの観点でデメリットといえる。

以上のように課題は残されてはいるものの、将来的にリアルタイム避難ナビゲーションシステム等の構築を見据えた場合、発展性の高いアルゴリズムであると考えられる。

キ 複数方向避難検索手法の特徴

メッシュ中心点から周辺の全ての避難場所までの最短時間経路を作成し、最も所要時間の短いものが到達する避難場所を「第1避難場所」とする。それ以外の方角（仮に相対角度90度以上）で最も所要時間の短い避難場所を「第2避難場所」とする。得られた避難場所の方向数、各避難場所への避難経路群の各所要時間を算出する。

【特徴】

- ・避難誘導の観点で、比較的分かりやすい手法である。
- ・火災延焼が経路に影響する時刻を、発災後ゼロ時間（延焼範囲を加味しない）の経路検索結果と延焼範囲予測の重ね合わせで予測することができる。
- ・1つの避難場所に対し複数経路を検索するので、避難者が通りうる地域範囲をつかむことができる。
- ・1つの避難場所に対し複数経路を検索するので、経路に対する延焼範囲の影響の判定が複雑になる。
- ・計算負荷は比較的低い。

複数方向避難検索手法は、避難する方向数を算出するアルゴリズムであり、細かい避難経路検索ではなく、マクロな視点で避難する方向を示すという性格が強い。(図4-1-21)

そのため、明らかに燃えている方向に誘導するという危険性を回避できる要素を持ち、住民や区市町村担当者にも理解しやすいと考えられる。

また、排他経路検索と比較して計算負荷が軽いため、実装しやすいというメリットも挙げられる。

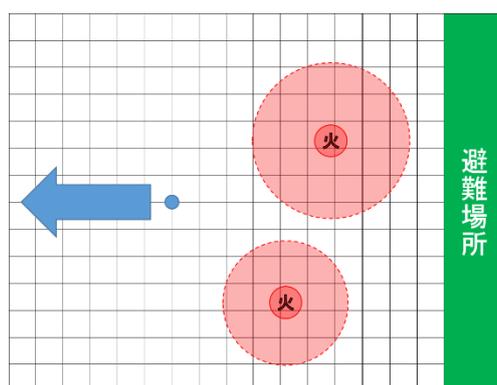


図4-1-21 マクロ的に避難方向を示すイメージ

ク 避難経路検索手法の手順

(ア) 排他経路検索

① 最短時間経路を検索

始点から、最短時間で到達できる避難場所出入口までの経路を取得する。
(ルートA)

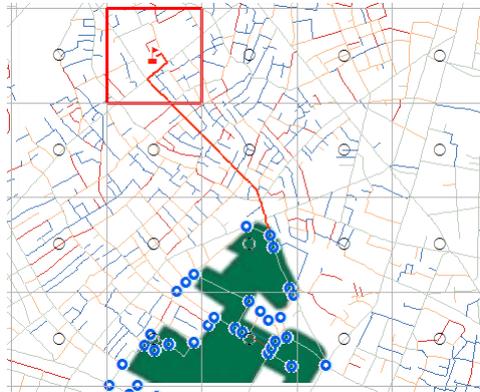


図 4-1-22 第1優先経路の検索

② 最短時間経路が通行不可能になるような火災の発生範囲を作成

最短経路(ルートA)が通行不可能になるような火災が発生すると仮定し、その火災の発生地点の取りうる範囲(火災範囲A)を作成する。

最短経路が直線の場合、火災範囲Aは、図 4-1-23 の網点で示された範囲と考えられる。

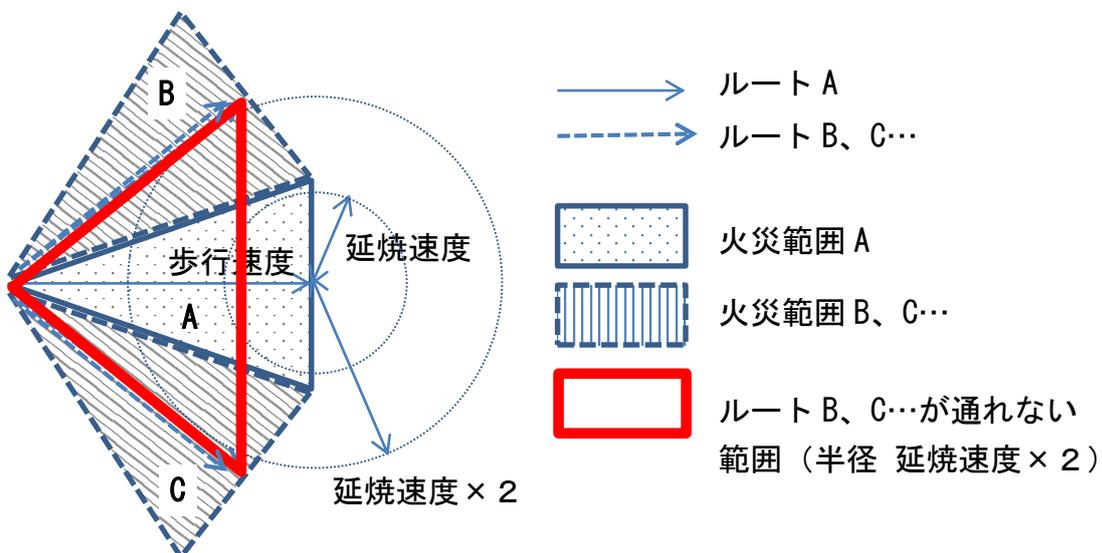


図 4-1-23 火災の危険性を回避した経路検索イメージ

③ 第2優先の経路が通行可能な範囲を作成

さらに、この後に作成する経路(ルートB、C…)を通行不可能にする火災発生地点の取りうる範囲(火災範囲B、C…)が、火災範囲Aと重複しな

いためには、ルートB、C…はルートAから半径がおおよそ延焼速度×2の円より外側にある必要がある。

- ④ 第2優先の経路（ルートB）を検索
前項②の道路ネットワークで、最近の終点への経路を保存する。（ルートB）
- ⑤ 以降、一定回数繰り返す。

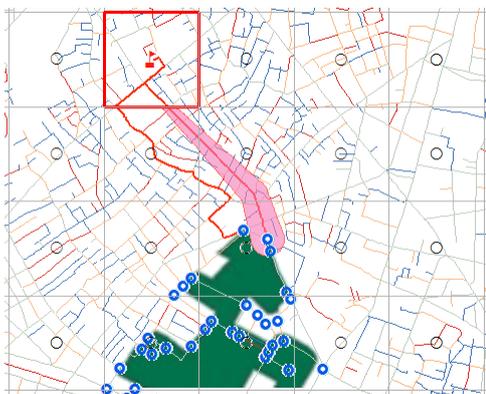


図 4-1-24 第2優先経路の検索

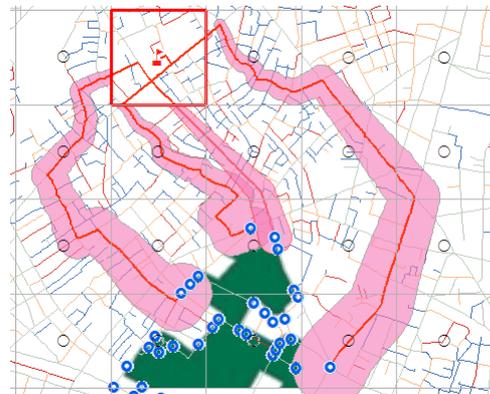


図 4-1-25 第4優先経路まで検索した結果

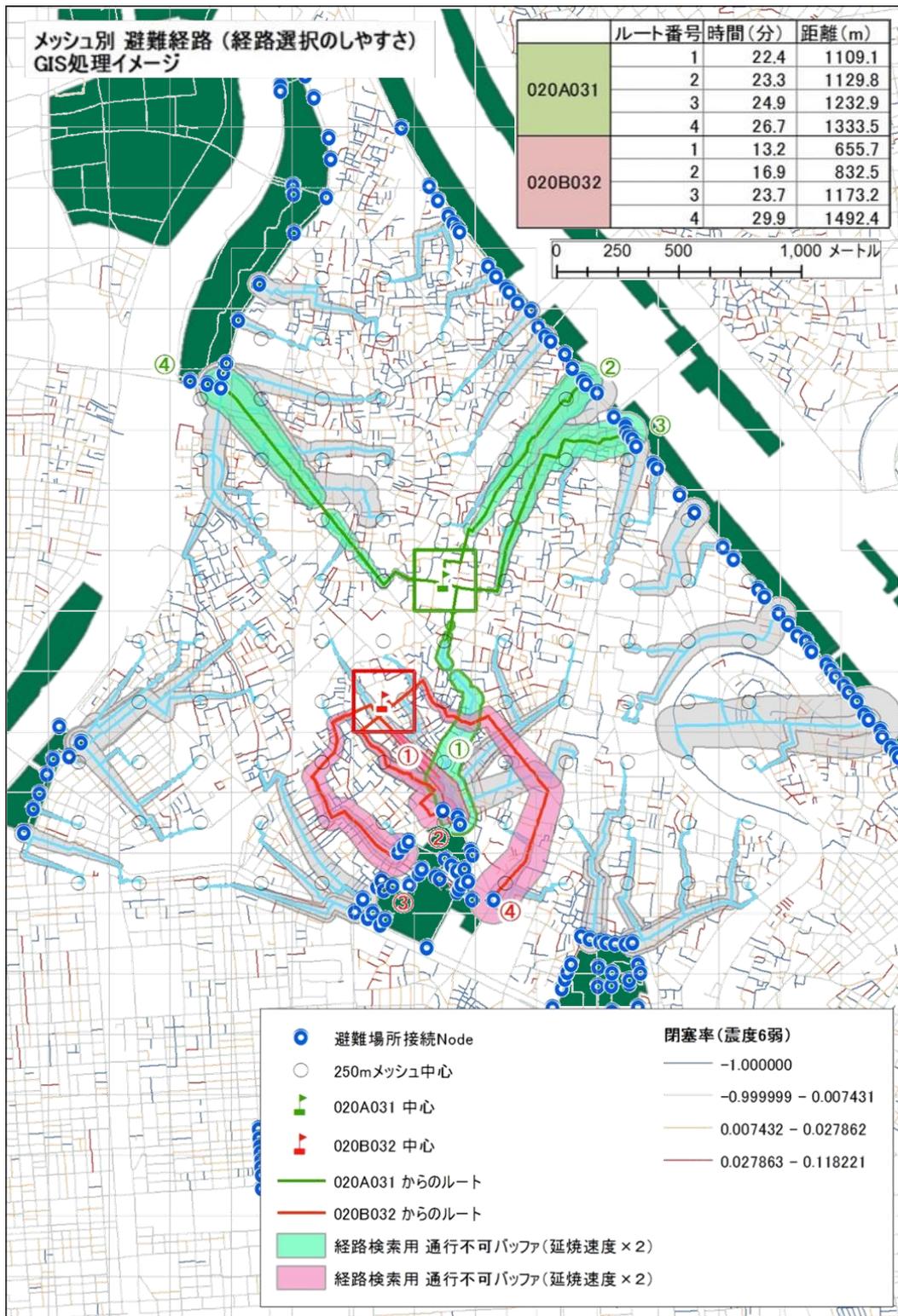


図 4-1-26 2つの 250m メッシュ中心点で各 4 経路作成した例

(イ) 複数方向避難検索

① 避難場所への最短時間経路を作成

メッシュ中心から周辺の全ての避難場所出入口への最短時間経路を作成する。



図 4-1-27 最短時間経路の作成

② 重複の削除

避難場所出入口を経由した後に別の出入口へ到達する経路を削除する。

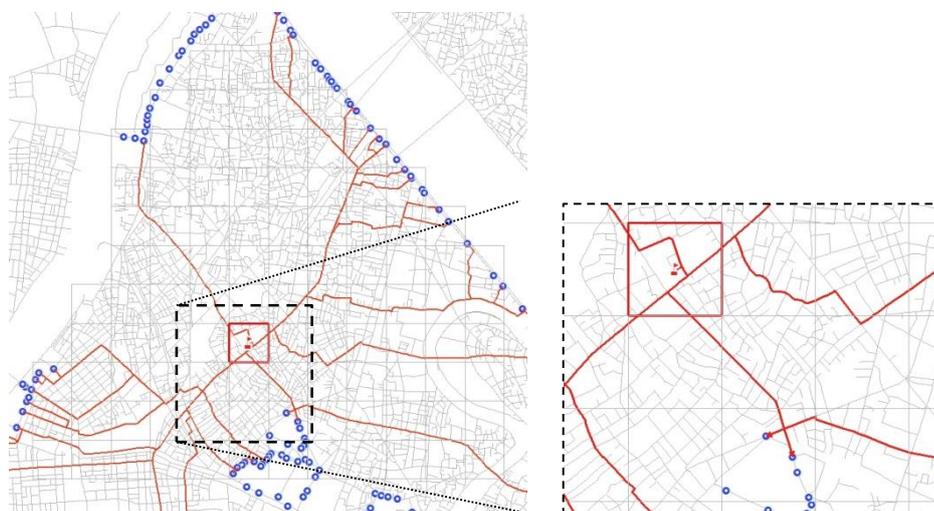


図 4-1-28 重複の削除

③ 2方向の避難場所および経路の抽出

最も所要時間の短い経路が到達する避難場所を「第1避難場所」とし、異なる方角（相対角度 90 度以上）の避難場所のうち最も所要時間の短いものを「第2避難場所」とする。

各避難場所に属する出入口へ到達する経路を抽出し、本数と所要時間を取得する。

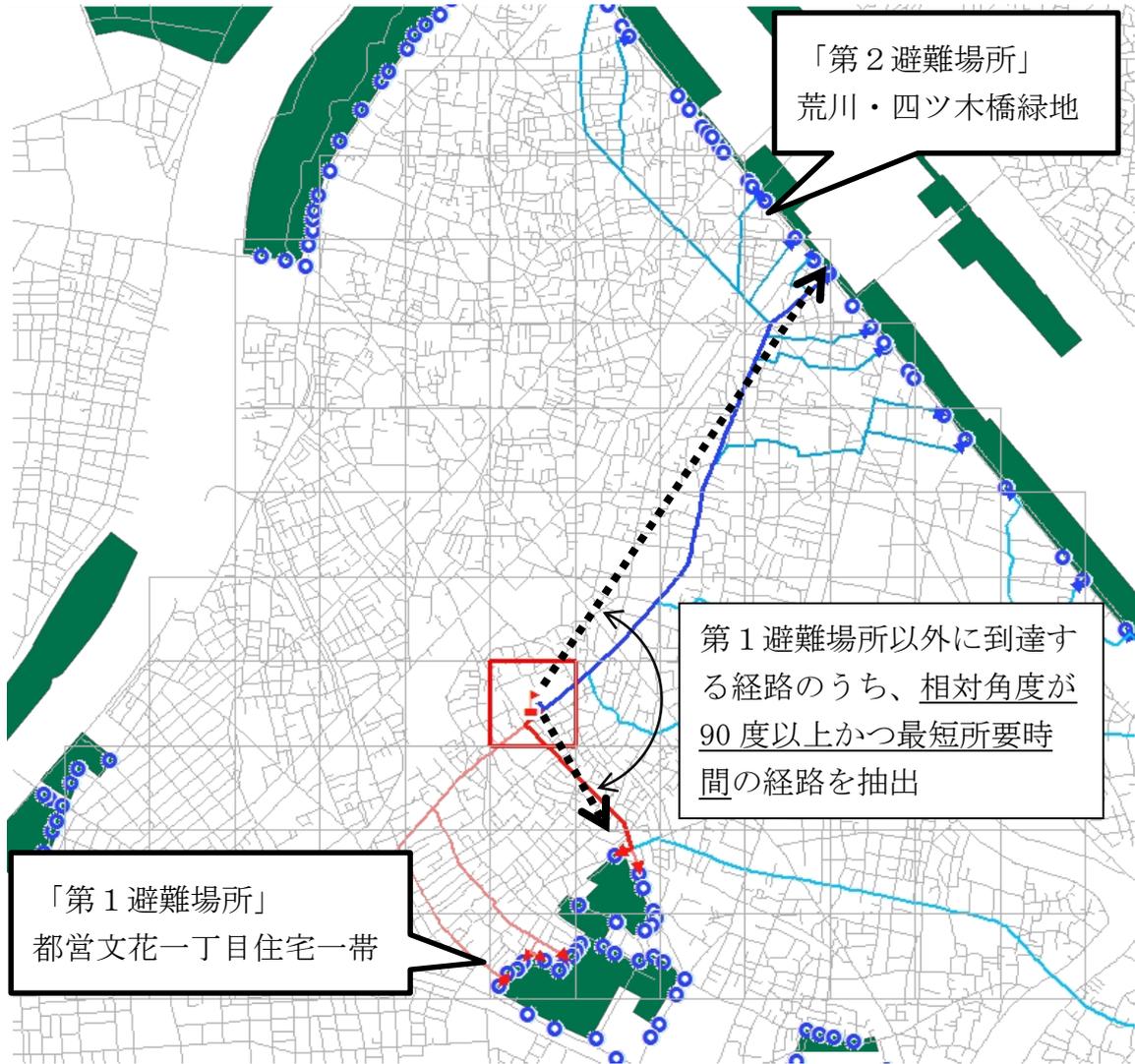


図 4-1-29 2方向の避難場所および経路の抽出

ケ 評価方法の選択

(ア) 人的被害リスク評価方法の特徴

人的被害リスクの評価方法については、相対評価と絶対評価の2つが考えられる。

ここでは、それぞれのメリット・デメリット（表 4-1-4）を踏まえどちらの手法を採用すべきか検討する。

表 4-1-4 評価方法ごとのメリットとデメリット

評価方法	メリット	デメリット
相対評価	<ul style="list-style-type: none">・順位を決めやすい。・評価区分ごとのメッシュが分散しやすく時間経過による人的被害リスクの変化を捉えやすい。	<ul style="list-style-type: none">・危険があってもランクが変化しない場所が現れる可能性がある。
絶対評価	<ul style="list-style-type: none">・住民の避難判断や区市町村の避難勧告等の判断材料としやすい。・隣接するメッシュでランク値のギャップが大きい箇所があり、リスクの濃淡は把握しやすい。	<ul style="list-style-type: none">・評価項目を明確に決める必要がある。

相対評価は東京都全体でどの地域が危険なのかという順序がわかるというメリットがあるが、住民の避難判断や区市町村の避難勧告等の判断材料を目的とした場合は適当ではない。

一方、絶対評価については、評価項目を明確にすることで、人的被害リスクを伝達できる。

そのため、可視化した際にそれぞれの色別に、どのような災害状況を示しているのか、区市町村が発令すべき避難勧告等は何なのか、できるだけ明確に対応していることが望ましい。

そこで、地震火災時の状況と避難勧告等の判断基準及び判断材料から、人的被害リスクの評価区分が表す状況や解釈について検討が必要となる。

(イ) 風水害における避難勧告等の判断基準の基本的な考え方

「避難勧告等に関するガイドライン」（平成 29 年 1 月 内閣府）によると風水害における避難勧告等の判断基準の基本的な考え方に次のようなものがある。

- ・避難準備・高齢者等避難開始、避難勧告の発令基準は、避難のための準備や移動に要する時間を考慮して設定する。

- ・避難指示（緊急）は、災害が発生している、もしくは発生するおそれが極めて高い状況において、発令することを想定している。
- ・避難勧告等の発令基準を具体的でわかりやすいものとして、事前に設定しておくべきである。

以上は、風水害における避難勧告等に関する考え方であるが、地震火災については、出火場所や件数、市街地状況や気象条件等の不確実な要素が多く風水害と同様に取扱うことは困難であることを考慮して、災害情報を消防機関から区市町村に伝達する必要がある。

(3) 人的被害リスク評価手法の選択

前(2)で検討した内容に踏まえて、経路検索に使用する道路ネットワーク、経路検索方法、リスクの検出方法等を組み合わせ、避難モデルを検討し選択する。

ア 人的被害リスク評価の概要

リスク評価は、**図 4-1-30** のとおり大きく分けて3つのプロセスで行う。



図 4-1-30 地震火災における人的被害リスクの検出手順

(ア) 想定避難経路域および避難阻害火災域の作成

避難場所を目的地として、利用可能な道路ネットワーク、移動速度、経路検索方法等を設定し、経路を検索後、経路に対して避難阻害火災域を作成する。

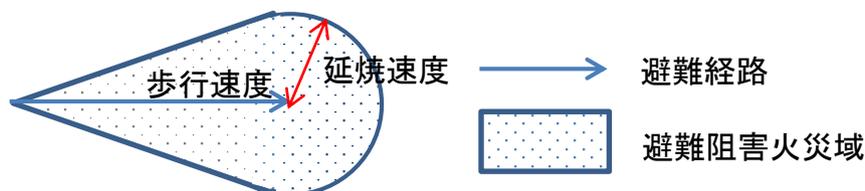


図 4-1-31 避難阻害火災域のイメージ

(イ) 火災による通行困難域予測の作成

避難リスクを評価するための具体的な出火点を設定し、設定した出火点に対して、延焼シミュレーションシステムを使用し時間別の延焼進展予測を行

ったうえで、人の許容輻射受熱量を考慮した通行困難域予測を行う。

なお、実際の地震発生時には、様々な手段により覚知・集約された出火地点の情報の入力を想定するが、本検討では「地震火災被害のイメージ共有のための仮想出火点」を設定し、活用する。

(ウ) 避難経路リスクの検出

避難障害火災域と、火災による通行困難域予測の重ね合わせによって、各避難開始点（メッシュ中心点）からの避難経路に対し、現在覚知されている火災がおよそ何時間後に影響を及ぼすかを予測する。

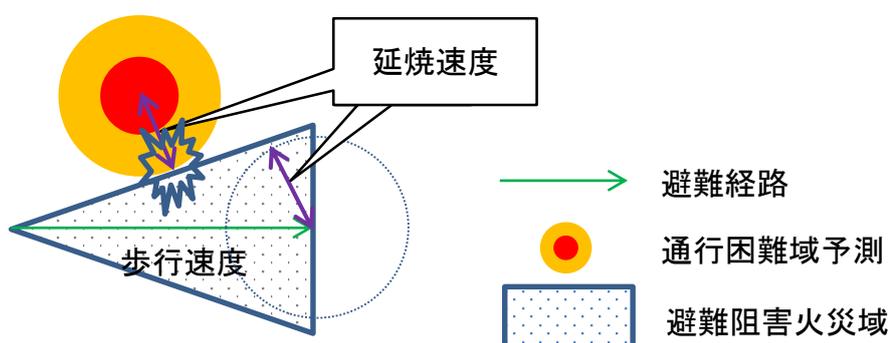


図 4-1-32 避難障害火災域と通行困難域予測の重ね合わせ

イ 避難モデル選択に関する検討

特別区において、現行の計画では地域ごとに避難場所が指定されており、そこに避難することとされている。

一方で、指定避難場所の方向で大きな火災が発生している場合、その方向に避難していくことで危険な状況に陥るケースを考慮し、指定避難場所以外への避難も視野に入れて検討を行った。

それぞれ、使用する道路ネットワークデータ、経路検索方法、リスクの検出方法を組み合わせ、指定避難場所避難モデル、複数避難場所避難モデルとして検討した。

表 4-1-6 使用する道路ネットワークデータによる特徴

使用道路 データ	経路検索結果の特徴	
	利点	注意点
全ての道路 (閉塞率の 高い細街路 を含む)	<ul style="list-style-type: none"> 最短距離のルートが作成できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ルートの安全性が低い（災害時には閉塞して通れない）可能性がある。
頑健な道路 (閉塞率： 低)	<ul style="list-style-type: none"> 検索されるルートの安全性が高い。 避難場所への移動以前に<u>街区からの脱出が困難な地域の抽出</u>に応用できる。 	<ul style="list-style-type: none"> いわゆる賑やかな大通りが頑健とは限らないので、<u>事前の教育と組み合わせての使用が望ましい</u>。 閉塞度の閾値の検討が必要。 非現実的な迂回をする場合があるので、避難経路として利用する場合は一定の基準で絞込が必要。

表 4-1-7 経路検索方法による特徴

検索方法	経路検索結果の特徴	
	利点	注意点
両立	<ul style="list-style-type: none"> <u>ネットワークの脆弱性を意識しない場合に選択しやすいと思われるルート</u>が検索できる（自然な行動に近い）。 より短時間で目的地に到達する。 演算処理が比較的軽い。 	<ul style="list-style-type: none"> 重複区間を許容するので、1箇所の閉塞で複数のルートが使用不能になる可能性がある。
排他	<ul style="list-style-type: none"> 検索される複数ルートの安全面での独立性が高い（ルート単体の安全性が高いわけではない）。 <u>道路ネットワークが脆弱な地域の抽出</u>に応用できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 人が想起しにくい迂回をする場合があるので、<u>事前の教育と組み合わせての利用が望ましい</u>。 演算処理が比較的重い（<u>災害時の即時処理には不適</u>）。 非現実的な迂回をする場合があるので、避難経路として利用する場合は一定の基準で絞込が必要。

表 4-1-8 リスクの検出方法の特徴

リスク検出方法	特徴	
	利点	注意点
AND 検出	<ul style="list-style-type: none"> ・ リスクを<u>敏感</u>に検出できる。 ・ <u>判断基準と結果がシンプル</u>で伝達が容易。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 実際には通行可能な避難経路が多数残っている状況も生じ得る。
OR 検出	<ul style="list-style-type: none"> ・ 許容するリスクに幅を持つことができる。 ・ <u>より複雑な避難リスク状況（火災に囲まれる等）</u>に対応できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 用途によっては<u>具体的な経路の伝達が必要な場合</u>があり伝達難易度が高い。 ・ 用途によっては<u>経路ごとの利用可能性評価が必要</u>になり、解釈と運用の難易度が高い。

(ア) 指定避難場所避難モデル

指定避難場所避難モデルでは、避難者は地域指定の避難場所へ移動する。避難者は地震による道路閉塞や火災の詳しい情報は持たず、大きく迂回するような経路を自ら取ることはないものとする。避難経路については複数本を想定し、避難のためにはある程度の広さを持った範囲が安全である必要があると想定する。この範囲に火災リスクが及ぶことが想定される場合、避難経路リスクとして検出する。

避難者に対して広く告知するシンプルなリスク分析を目的とし、リスクに対して敏感な検出方法であるべきと考えられる。

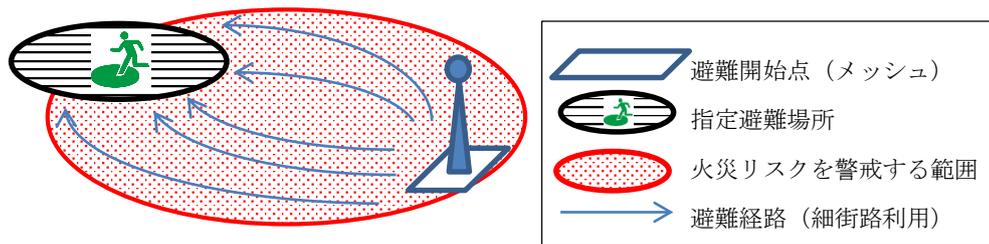


図 4-1-33 指定避難場所避難モデル イメージ

指定避難場所避難モデルでは、避難者は地震時においても日常通行している道路が使用できると考えて、各自の知りうる最短経路または最短に近い経路を通行しようとし、自主的に大きく迂回した経路を取ることはしないものとして避難経路を想定した。そのため、避難経路想定には、閉塞率を考慮しない道路ネットワーク（全ての道路が通行可能）を使用した。

また、リスクの検出については、敏感にリスク検出でき、伝達もしやすい手法として、複数の避難経路群全体と火災との位置関係に着目し、ごく一部にでも火災の影響が予測されればリスク有りとした。

(イ) 複数避難場所避難モデル

複数避難場所避難モデルでは、避難者は周辺の到達可能な避難場所へ移動する。ある程度遠方まで避難する体力と、比較的頑健なルートを選択して迂回できる知識を有するものとする。避難経路については到達避難先1箇所につき1本を想定し、その周辺の火災リスクが及ぶことが想定される場合、避難経路リスクとして検出する。

リスクをある程度許容する手法であり、マクロな観点で避難誘導する側が内部情報として活用することを想定する。

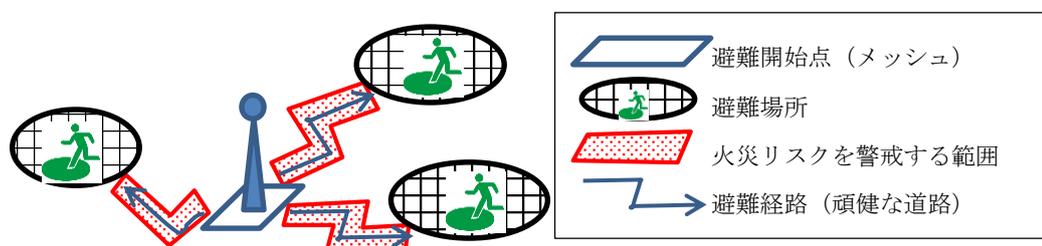


図 4-1-34 複数避難場所避難モデル イメージ

複数避難場所避難モデルでは、避難者は指定避難場所避難モデルよりは遠方へ避難する体力があり、ある程度頑健な道路を選択し迂回した経路を取れるものとして避難経路を想定した。そのため、避難経路想定には、頑健な道路ネットワーク (震度7が発生した際の道路閉塞確率が5%未満の道路)を使用した。

また、リスクの検出については、個別の避難経路と火災との位置関係を考慮した。火災が影響しない経路が残っていればリスクなしと判定することも可能だが、通行可能な経路の特定や評価が必要な場合は注意が必要である。

そのため、リスク許容度に幅を持つことができるが、伝達の難易度は高い手法と考えることができる。

表 4-1-9 道路ネットワークと経路検索方法の組合せによる特徴

			経路検索方法	
			両立	排他
			行動として自然・同時閉塞 リスクあり	各ルート ^の 安全面の独立性高い・事前教育が望ましい
道路ネットワーク	全ての道路	クあり 行動として自然・閉塞リスクあり	<ul style="list-style-type: none"> ・避難者が想定しやすいルート（実際には通れない確率が高い） 	<ul style="list-style-type: none"> ・出発地点や閉塞箇所によってルートが大きく変動し、かつ閉塞リスクもあるため、避難経路としては実用的でない。 ・道路ネットワークの脆弱性分析に有用
	頑健な道路	望ましい・ネットワーク分析に応用可 閉塞リスク低い・事前教育が	<ul style="list-style-type: none"> ・閉塞に遭遇した避難者が結果的に通れるルート ・経路が出発地点によって大きく変わることがないので、<u>地図形式等で事前教育が容易</u> <p>複数避難場所避難モデルに相当</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・<u>最もリスクが低いルート</u> ・道路ネットワークの脆弱性分析に有用 ・出発地点、閉塞箇所によって経路が大きく変わるので、事前教育では地域ごとに個別の資料提供が必要。
			指定避難場所避難モデルに相当	

ウ 実際の運用をイメージした人的被害リスクシミュレーション

実際に運用する際には、各種情報収集手段からの情報集約のタイミングや、各種情報伝達手段との連携等の制約もあることから、常に情報を発信し続けるのではなく、一定時間ごとに情報を更新し、発信する可能性が高い。

そのため、一定時間ごとの評価によるアラート情報をアウトプットとする手法を検討する。

また、避難モデルについては、現行の特別区の計画では避難場所を指定していること、相対的にリスクが高い評価になりやすく安全側に立てること、区市町村の火災に対する判断材料を目的としていること、情報を受け取る住民の混乱を防ぐことなどの観点から、指定避難場所避難モデルをベースに検討する。

なお、火災が拡大し、指定避難場所への避難が困難になる状況では、複数避難場所避難モデルをベースにした対策が必要だと考えられるため、将来的には

両モデルを併用した評価及び情報発信や消防機関や区市町村等の内部で消防部隊運用や避難誘導の判断材料としての活用などを見据えて検討することが望ましい。

(4) 人的被害リスクシミュレーション

同時多発火災からの避難については、火災の発生箇所や覚知率等によって避難猶予時間や避難方向等が時々刻々と変化すると考えられる。

地震発生時は、出火に関する情報が十分に収集できるとは限らないため、覚知できた火災以外のリスクを含めて、地域の避難リスクを予測できる仕組みが求められる。

そこで、実際に覚知された火災による避難リスクとは別に、出火危険度測定を基にした未覚知火災からの避難リスクの算出方法を設定し、地域の避難リスクをこの2つのリスクを踏まえて評価することを考える。(図 4-1-35)

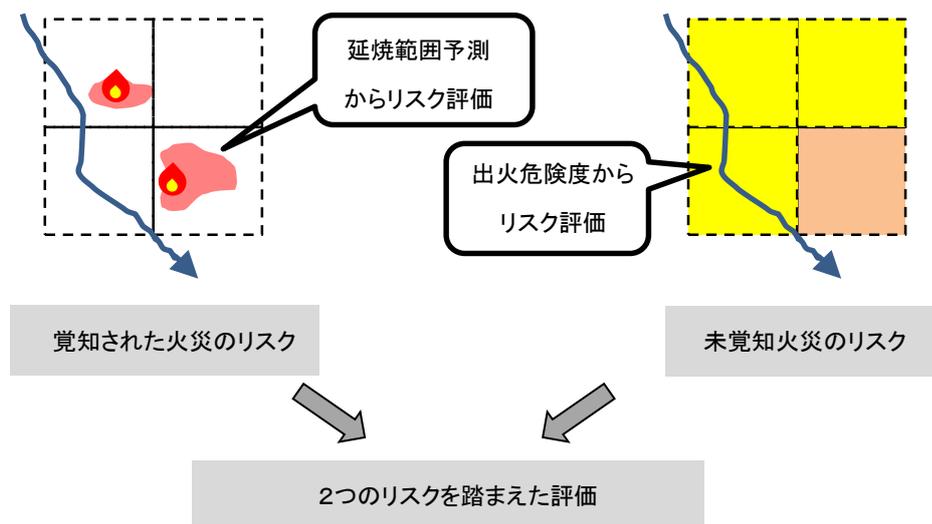


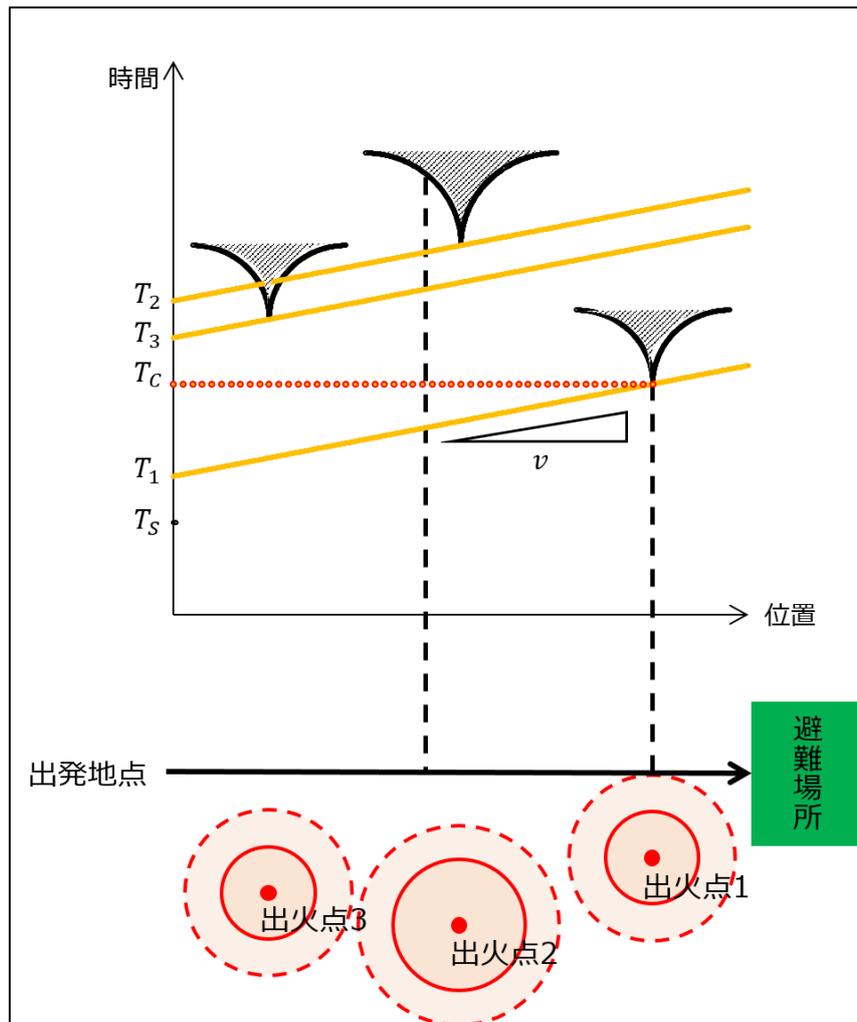
図 4-1-35 覚知火災・未確知火災双方のリスク考慮イメージ

覚知された火災のリスクと未覚知火災のリスクの両方を合わせて評価するために、それぞれ避難開始までの猶予時間を共通の評価項目とする方法を検討した。

ア 覚知された火災に関するリスク評価手法の概念

図 4-1-36 のように、覚知した各火災の延焼範囲が最も早く避難経路に到達する時間を T_c としたとき、歩行速度 v で、その当該延焼範囲と避難経路が交わる位置を通過できる最遅出発時間が T となる。

したがって、避難開始時間を T_s としたとき、猶予時間は $T - T_s$ となり、これを覚知された火災に関する猶予時間 T_a とする。



v = 歩行速度

T_c = 火災が最も早く避難経路に達する時間

T_n = 火災が避難経路に到達する前に通過できる出発時間

$T = \min(T_1, T_2, T_3, \dots, T_n)$

T_s = 避難開始時間

$T - T_s$ = 猶予時間

図 4-1-36 覚知された火災による避難経路リスク (イメージ)

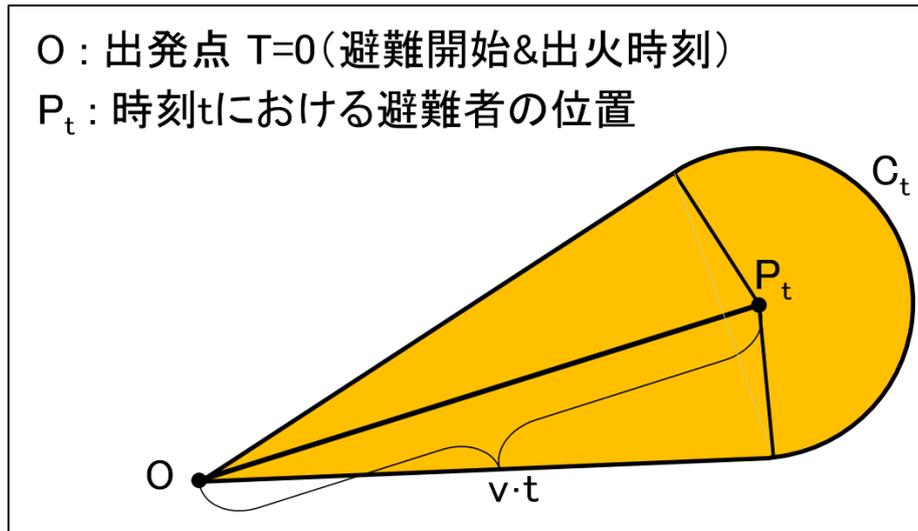


図 4-1-38 避難経路と出火点が存在してはいけない領域のイメージ

したがって、図 4-1-38 のような出発点 O から到達点 P_t に至るためには紡錘形の図形の中に出火点がひとつも存在してはならないということになる。

ここで、避難開始時に出火が生じてはいけない領域を算出し、出火するリスク R_{OG} がある値 (r) 以下となる t_0 を求める。

各領域 A_i に出火点が含まれる確率はポアソン分布に従うと仮定すると、 R_{OG} は次のように書ける。

$$R_{OG} = 1 - \exp\left(-\sum_{i \in A} \rho_i A_i(t_0)\right) \quad [4-1-1]$$

R_{OG} が r 以下であればリスクを許容するとしたとき、

$$R_{OG} = r \quad [4-1-2]$$

となる t_0 を未覚知火災のリスクに関する猶予時間 T_b とする。

(0 以上 1 未満の許容リスク値 r を設定すると、 r に応じた t_0 が求まる)

許容するリスクと猶予時間のイメージは図4-1-39、図4-1-40のようになる。

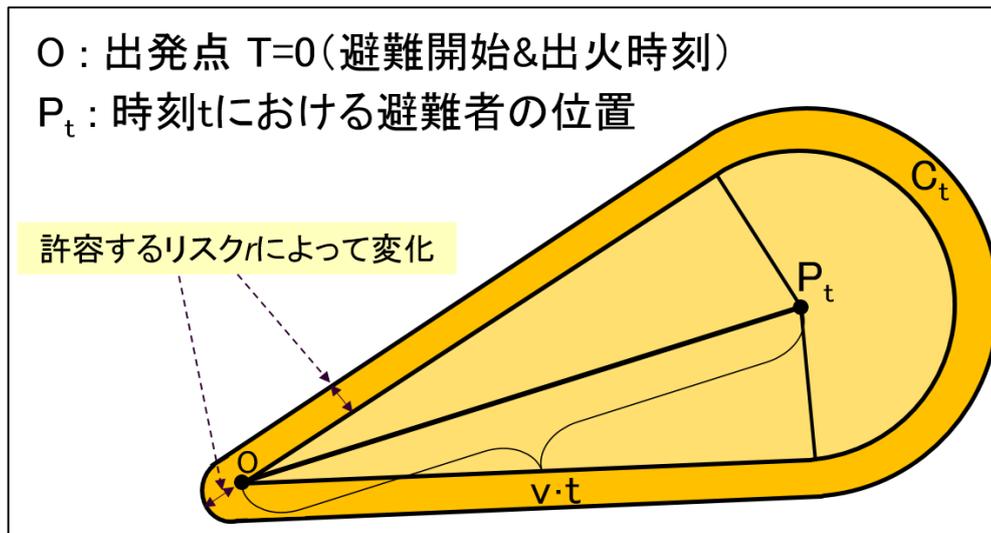


図4-1-39 出火点が存在してはいけない領域の変化イメージ

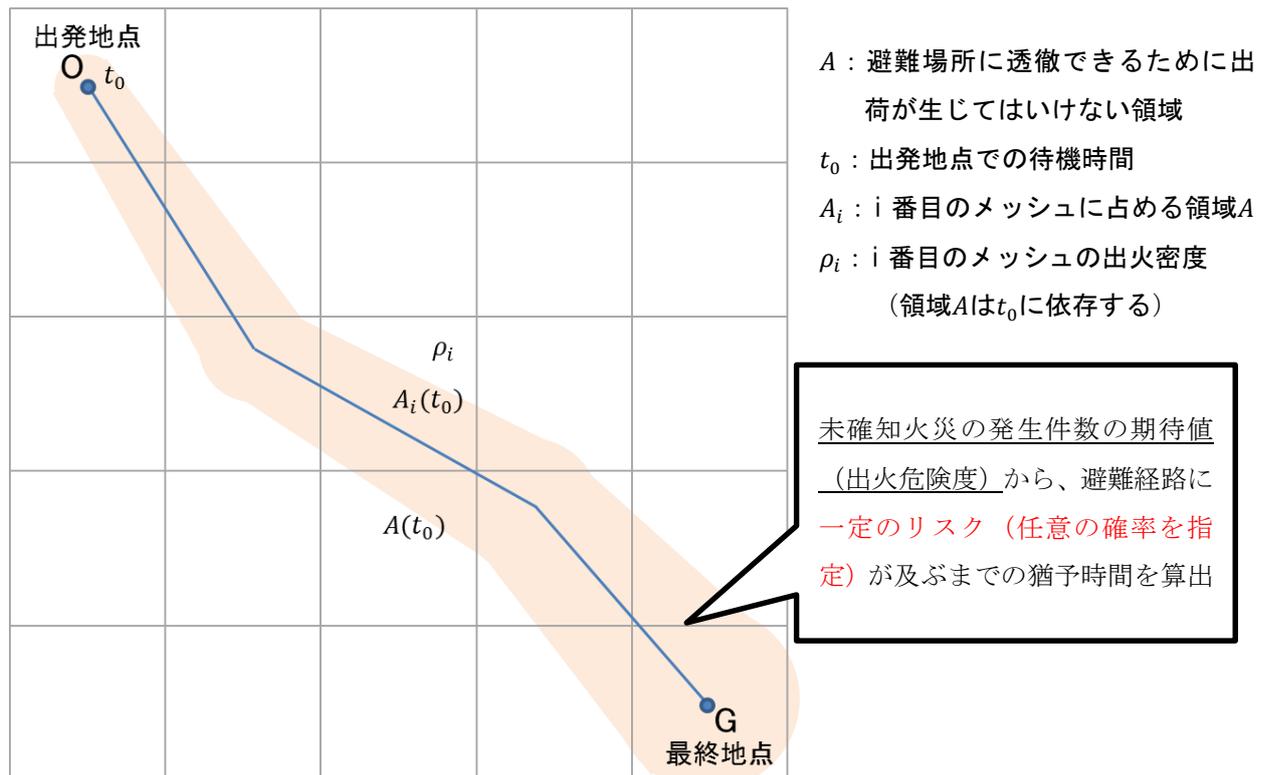


図4-1-40 未覚知火災による避難経路リスク (イメージ)

$T_b = t_0 = 0$ の場合でも、 $r_0 > 0$ となる。

そのため、許容するリスクの設定は、 $r \geq r_0$ とせざるを得ない。

なお、メッシュの出火件数 ρ_i は「東京都の地震時における出火危険度測定」の出火件数期待値を利用し、250メッシュ1枚あたりに換算して利用した。(図4-1-41)

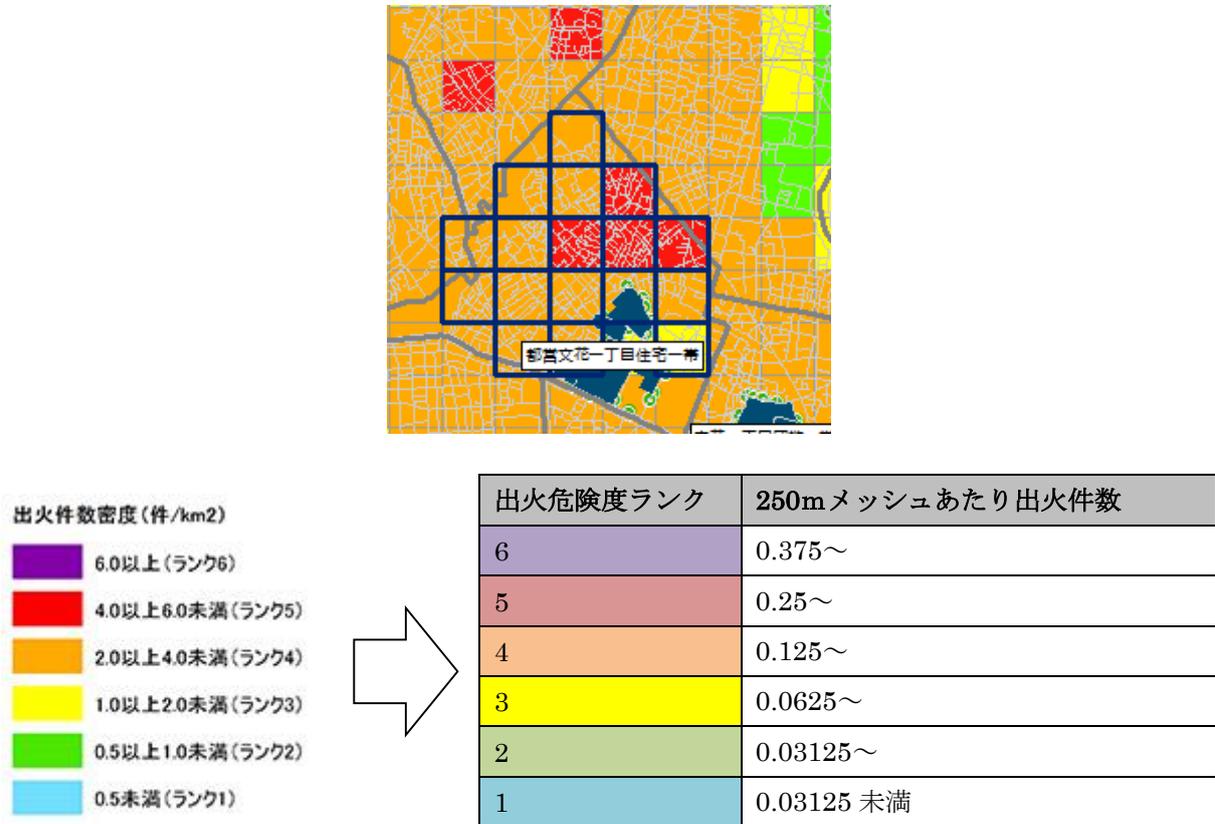


図 4-1-41 出火危険度と期待値

ウ 覚知された火災及び未覚知火災を踏まえたリスク評価方法

「覚知された火災のリスクに関する猶予時間： T_a 」と「未覚知火災のリスクに関する猶予時間： T_b 」を比べて、より短い方が覚知された火災及び未覚知火災を踏まえた猶予時間と考えられる。

したがって、避難経路が閉塞するまでの時間 T^* は、

$$T^* = \min(T_a, T_b) \quad [4-1-3]$$

となる。

ここで、覚知された火災と未覚知火災のリスクをそれぞれ試算した。

覚知された火災のリスク試算に際しては、避難経路はメッシュ中心から指定避難場所までの最短距離経路、火災位置は地震火災被害イメージ共有で使用した仮想出火点、延焼範囲予測は延焼シミュレーション（東消式 2001）を利用した。（図 4-1-42）



図 4-1-42 覚知された火災（延焼範囲予測）と避難経路のイメージ

未覚知火災のリスク試算に際して、避難場所に到達できるために出火が生じてはいけない領域Aは、避難経路の周囲に避難速度を2km/h、延焼速度を100m/hとしてバッファを発生させ設定した。

図4-1-43のようにそのバッファを250mメッシュで切断した領域が前イのAiとなる。

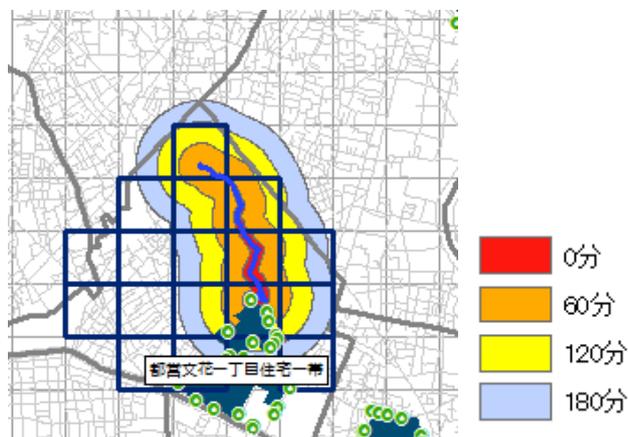


図4-1-43 出火が生じてはいけない領域（猶予時間毎）

また、ここでは前イの許容リスク値 r に関して、0.1と0.5の2パターンで試算した。図4-1-44のとおり r が小さいほど敏感なリスク評価になる。

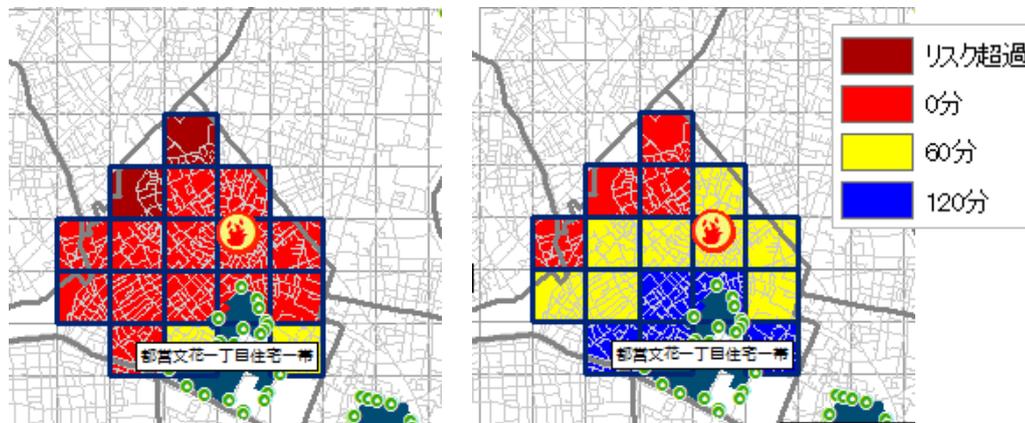


図4-1-44 許容リスク値 r による猶予時間の違い（左： $r=0.1$ 、右： $r=0.5$ ）

r は任意に設定が可能であるが、例えば、要配慮者等に適したリスク評価を想定するのであればより低い値に設定する等の調整が可能になる。逆に高いリスク値を設定すれば、未覚知火災のリスクの考慮度合いを下げ、覚知された火災のみで評価されたリスクに近づくことになる。

最終的に、それぞれの猶予時間を試算した後、250mメッシュごとに、覚知された火災に関する猶予時間と、未覚知火災に関する猶予時間のうち、短い方をそのメッシュの猶予時間として表現する。

第2節 災害情報加工過程に関するケーススタディ

人的被害リスクマップで検討した要因別分析（前章第1節3、(3)ア～カ）を、ケーススタディとして3つの地域（向島、目黒区・品川区・世田谷区境界、東村山）において行い、各地域において、どのような要因に関連したリスクが高いのか視覚的に把握するとともに、それぞれの対策について検討した。

1 目黒区・品川区・世田谷区境界地域

目黒区・品川区・世田谷区境界地域のケーススタディ結果を図4-2-1～8に示した。

避難場所の一つである林試の森公園北東の地域に標高差があり、勾配に関するリスクが高くなっている。

また、同じく避難場所のひとつである駒沢オリンピック公園の避難圏域が東側に広いため、避難圏域東端で避難場所までの距離に関するリスクが高くなっていることが見られる。

林試の森公園南東の地域では、道路閉塞率に関するリスクが高くなっている。林試の森公園北側では、避難経路選択枝が少ない地域が見られ、この地域は一部で勾配のリスクと重複している。

目黒区・品川区・世田谷区境界地域では、林試の森公園の南北及び駒沢オリンピック公園の東側で避難経路の混雑が予想される地域が広がっており、勾配や経路選択枝が少ない、道路閉塞率等の他のリスクが高い地域とも重複しており、より混雑しやすくなっている可能性がある。

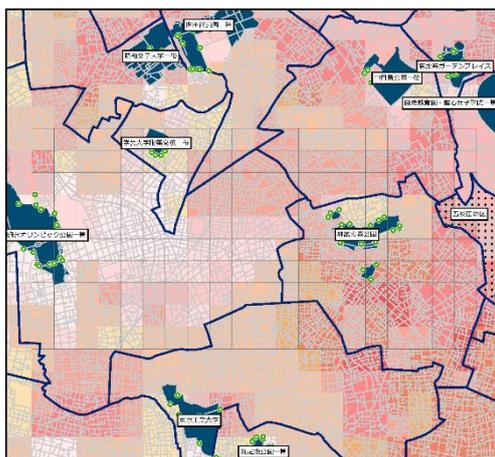


図4-2-1 倒壊建物と昼間人口

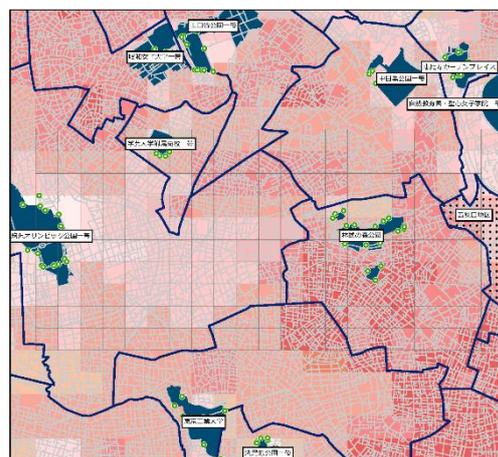


図4-2-2 倒壊建物と夜間人口

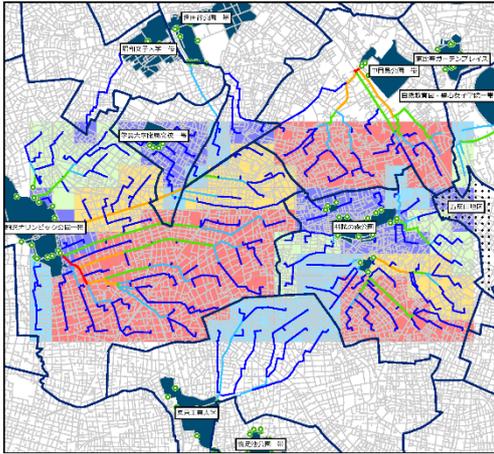


図 4-2-3 避難経路通行人数(昼間)

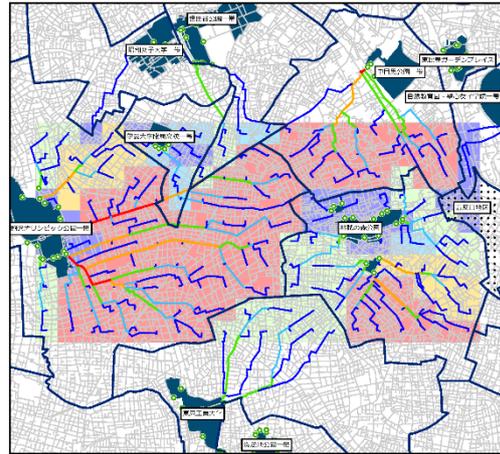


図 4-2-4 避難経路通行人数(夜間)

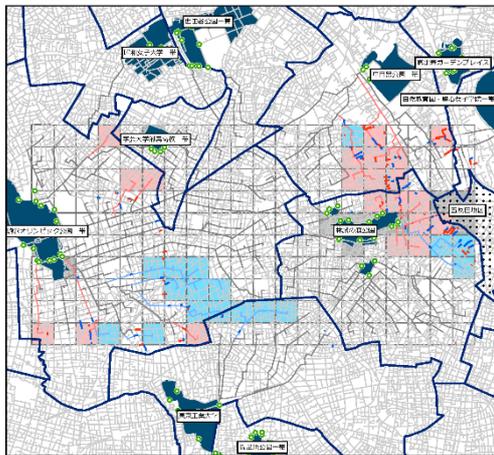


図 4-2-5 避難経路勾配

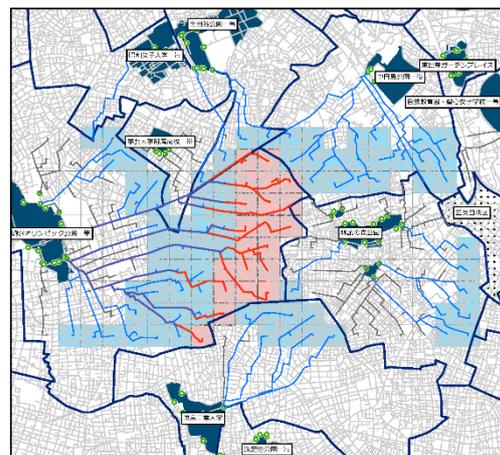


図 4-2-6 避難場所までの距離

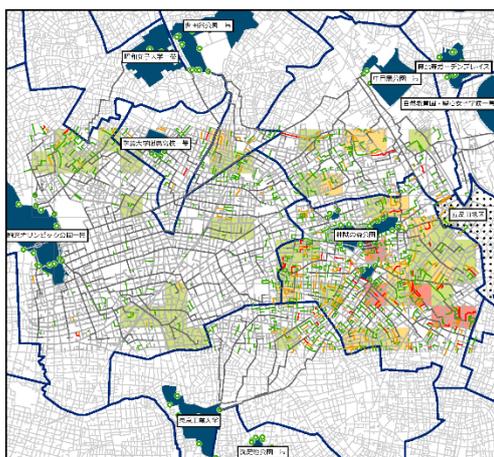


図 4-2-7 避難経路道路閉塞率

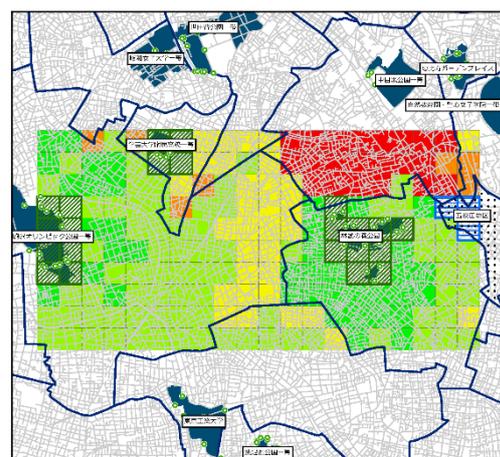


図 4-2-8 避難経路選択肢

2 向島地域

向島地域のケーススタディ結果を図 4-2-9~16 に示した。

向島地域では勾配や避難場所までの距離のリスクについては、さほど高くない結果となった。

一方で、隅田川と荒川に挟まれている地域で、倒壊建物と人口に関するリスクが高い地域が広範囲に見られる。

また、荒川沿いの広範囲に道路閉塞率が高い地域も存在し、先述した倒壊建物と人口に関するリスクが高い地域と一部重複している。

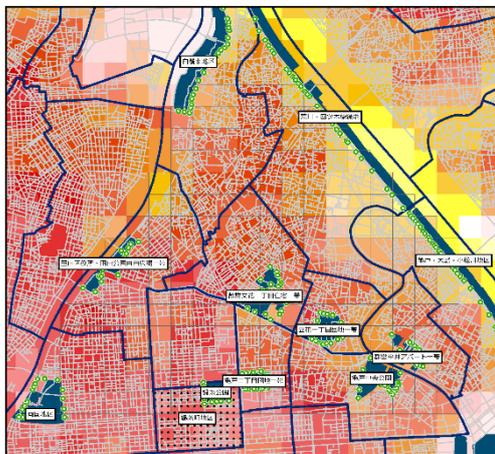


図 4-2-9 倒壊建物と昼間人口

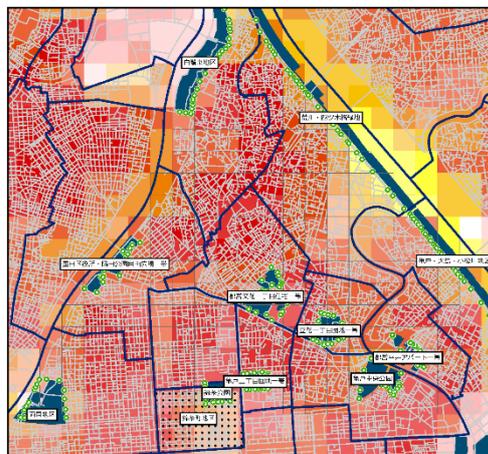


図 4-2-10 倒壊建物と夜間人口

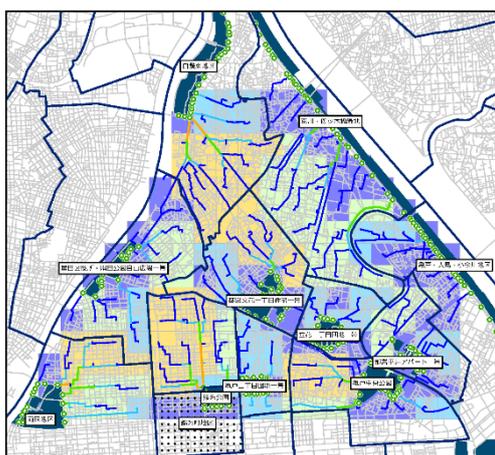


図 4-2-11 避難経路通行人数(昼間)

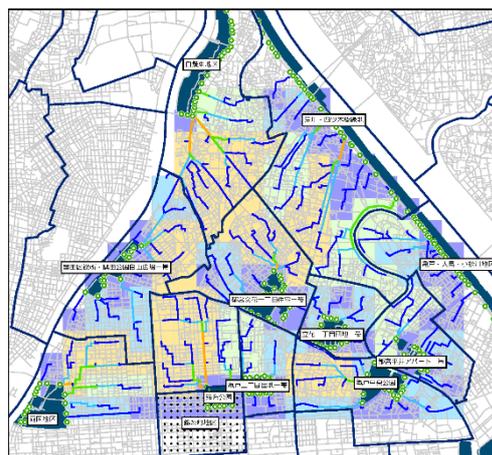


図 4-2-12 避難経路通行人数(夜間)

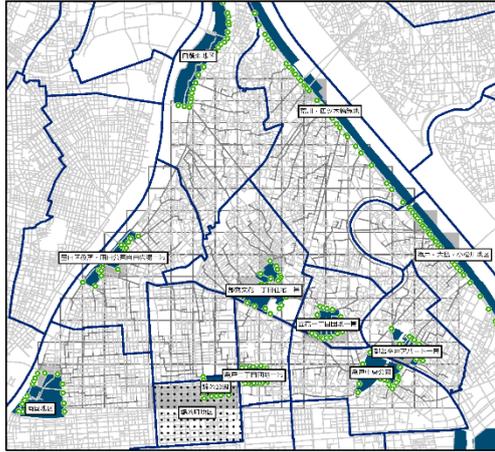


図 4-2-13 避難経路勾配

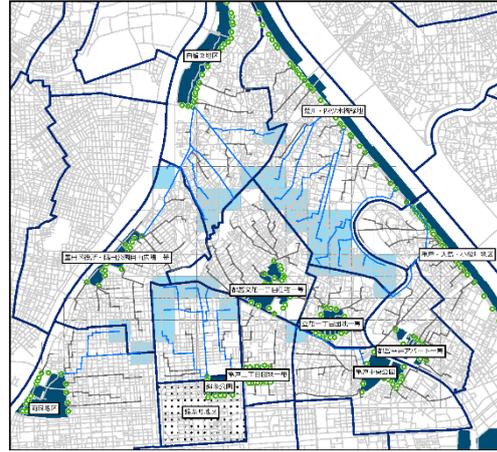


図 4-2-14 避難場所までの距離

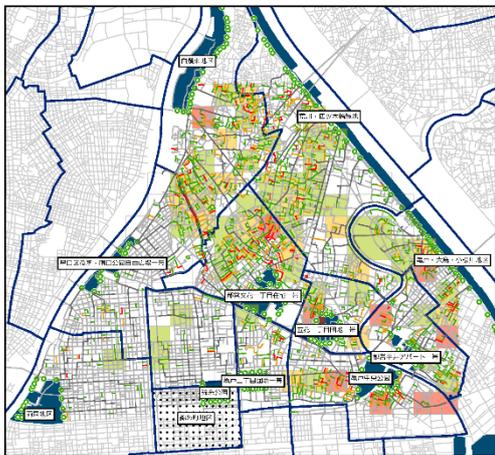


図 4-2-15 避難経路道路閉塞率

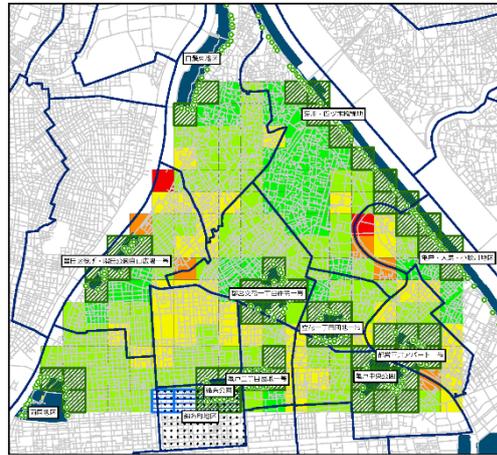


図 4-2-16 避難経路選択肢

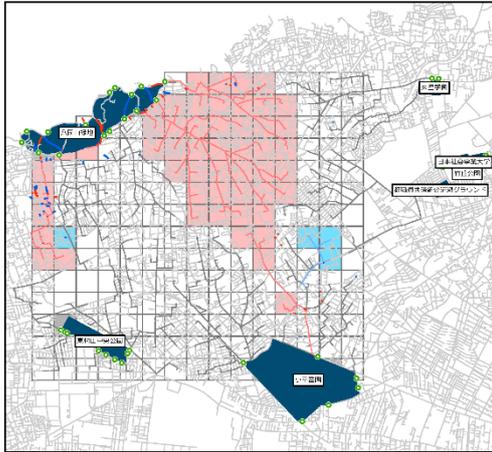


図 4-2-21 避難経路勾配

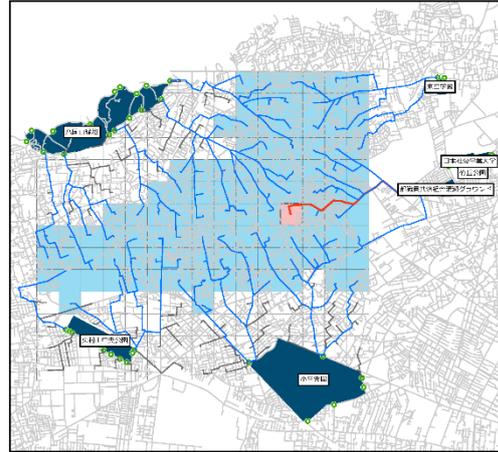


図 4-2-22 避難場所までの距離

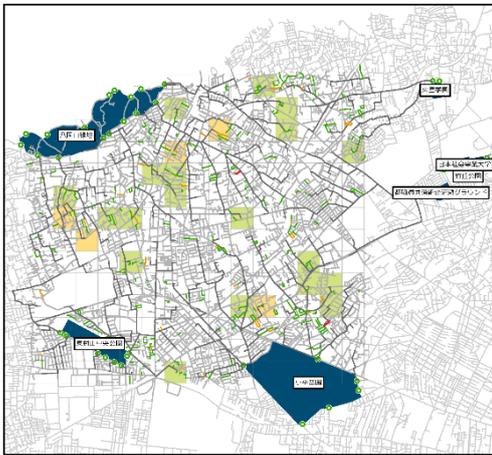


図 4-2-23 避難経路道路閉塞率

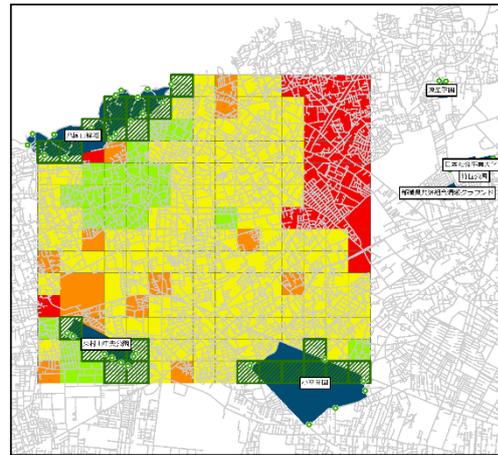


図 4-2-24 避難経路選択肢

第3節 火災情報の取扱いにおける課題と留意事項

1 台風予報との比較

人的被害リスク評価の理想形は、火災を覚知し、加工・評価し、その結果を東京都や区市町村等と共有し、それぞれの目的のために活用されることと考えられる。

この理想形のイメージに近い情報のひとつが台風予報であると考えられる。台風予報は、台風の発生を把握（覚知）し、観測及び予測（加工・評価）し、警戒情報として提供（共有）しており、それを受けた行政や、公共交通機関等がそれぞれの目的に応じて活用、判断し対応している。（表 4-3-1、図 4-3-1）

台風の予想についてもバタフライエフェクト（些細な変化によって、その後の状態が大きく異なってしまうこと）などに見られるように、正確な予測が困難な部分はあるものの一定の信頼が置かれている。一方で、地震時の同時多発火災に関する情報は、台風予報と同程度の段階までは至っていないのが現状である。

そこで、台風予報と地震火災に関する人的被害リスク評価とを比較し、課題を整理した。

表 4-3-1 台風と地震火災の情報比較

台風	地震火災
中心位置	出火点
気圧配置	風向風速、周辺建物状況
予報円	予測延焼範囲
暴風警戒域	人的被害リスク（道路ネットワークを考慮）

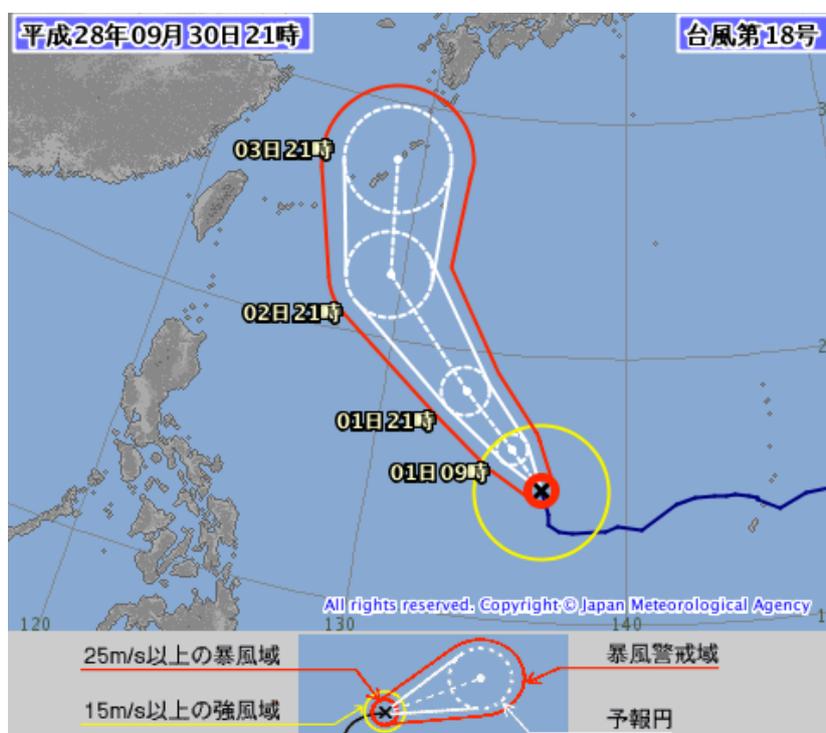


図 4-3-1 台風情報の表示例（気象庁 HP より）

2 災害情報加工の課題

(1) 火災はいつ発生するのかわからない

台風は気象衛星の観測による監視体制を確立しており、発生の初期の段階から把握できるのに対して、地震火災は発生から把握できない可能性がある。

(2) 火災の発生場所がわからない

台風は気象衛星による観測により、どこで発生したのか把握できるのに対して、地震時の火災はどこで発生しているのか把握できない可能性がある。

出火危険度測定結果の活用により、出火する可能性の高い地域の予測をすることで、この課題の解決について検討している。

(3) 発生した火災の延焼拡大予測が難しい

台風は継続した観測により常時参考とする実測データがあるのに対して、地震火災は、局所的な風の影響や倒壊建物の影響等、不確定かつ多くの変数が関係するため延焼拡大の予測が難しい。

(4) 火災が多発する可能性

台風は同時発生したとしても2つから3つ程度であるのに対して、地震時の火災は大量に発生すると考えられる。

特に首都直下地震発生時は数百件以上の火災の可能性があるため、予測や分析を行うのがより困難となると考えられる。

(5) 風水害と比べて過去のデータ蓄積が少ない

台風をはじめとした風水害は、地震と比べて発生頻度が高く、実災害のデータが蓄積されているのに対して、地震火災については、データ蓄積が少ない。

(6) リードタイムが少ない

台風が発生し、接近、上陸し、人的被害が発生してしまうまでのリードタイムは、数日から数週間である。

それに対して、地震時の同時多発火災は、地震が発生し、出火、延焼拡大し、人的被害が発生してしまうまで1時間から数時間であると考えられ、リードタイムが少ない。

(7) リアルタイム性

台風は、継続した観測により常時実測データがあるのに対して、地震時の同時多発火災については、東京都全域の出火状況及び延焼状況を随時把握することが難しい。

3 火災情報を取り扱う上で留意すべき事項

前2で示した特性及び課題があるため、地震時の同時多発火災については、完全な情報を提供するのには困難である。

そこで、火災情報を取り扱う上で留意すべき点について整理した。

(1) 未覚知災害の影響

行政や住民が火災情報を基に何らかの行動を取ろうとした時、その火災情報は地域の状況を網羅した完全な情報であるとは限らない。

そのため、場合によっては火災情報を基に判断し、行動した結果、未把握の災害に巻き込まれ、人的被害が拡大する可能性があることを留意する必要がある。

(2) 災害進展予測誤差

出火していることがわかっている火災については、延焼シミュレーション等により延焼拡大をある程度予測できる。しかし、その予測も変数や不確定要素が多いため、誤差が生じる可能性がある。

(3) 情報伝達時点以降に発生する災害

行政や住民が火災情報を基に何らかの行動中に、別の火災が発生するケースも考えられる。

数時間前の情報が更新されないまま伝わり、現在の情報だと勘違いされることでリスクを高める可能性や、更新情報に気づかない、または見られないことにより、後から発生した災害に巻き込まれる可能性があるため、リアルタイム性が重要となる。

(4) 火災情報の解像度

情報の収集状況によっては、細かい解像度で精緻な情報を提供することは困難であることから、火災からの避難については、細街路単位の評価や10mメッシュ等よりも、250mメッシュや町丁目単位等での評価及び表現が適当だと考えられる。

また、さらに情報が不足している段階では大きなメッシュで表現し、情報の充実に伴い小さなメッシュで表現するなど、情報の不確実さに応じた解像度の使い分けという発想も必要であると考えられる。

今後、上記の(1)から(4)に挙げた留意すべき事項を踏まえ、地震火災に関する人的被害リスク評価手法や、情報加工に関する検討を継続する必要がある。

また、現時点で地震が発生した場合、消防機関、東京都、区市町村等の関係機関は課題や留意すべき事項を踏まえて火災に関する情報を取り扱う必要がある。