

原子力災害を想定した避難時間推計
基本的な考え方と手順
ガイダンス

平成28年4月11日
内閣府（原子力防災担当）

目次

1. はじめに	5
2. 避難時間推計の考え方	6
2.1. 避難時間推計の対象	6
2.2. 避難時間推計の目的	7
2.3. 避難時間推計の手法	9
3. 避難時間推計の進め方の全体像	11
3.1. 避難実施のオペレーションフロー	11
3.2. 避難時間推計の実施フロー	13
4. 避難時間推計のシナリオ	16
4.1. 外部シナリオ条件の設定	16
4.2. 推計の対象とする区域の条件設定	20
4.3. シナリオの想定条件の設定	32
5. シナリオ設定のためのデータ整備	35
6. シミュレーションツールの選定	50
7. 避難時間推計結果の評価・活用	53
7.1. 標準的な出力項目	53
7.2. 避難時間推計結果の妥当性の確認	56
7.3. 避難時間推計結果の評価	57
7.4. 避難時間推計結果の住民への広報	64
8. 避難時間推計の継続的な見直し及び改善	68
9. まとめ	69
参考文献	70

図表一覧

図

図 3-1	避難実施のオペレーションフロー例.....	12
図 3-2	標準的な ETE の実施フロー	13
図 4-1	シナリオ設定の考え方.....	16
図 4-2	標準的な ETE の推計の対象とする区域（予防的防護措置）	21
図 4-3	標準的な ETE の推計の対象とする区域（緊急時防護措置）	22
図 4-4	推計の対象とする区域（市町村全域を推計の対象とする区域に設定した場合）のイメージ	23
図 4-5	東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故後に観測された空間放射線量率の観測値 ...	24
図 4-6	排気筒から放出される放射性雲からの等空気カーマ率分布図.....	25
図 4-7	推計の対象とする区域と避難等実施単位の設定イメージ.....	26
図 4-8	推計の対象とする区域の設定例 シナリオ 1-1（左）、シナリオ 2-1（右）	29
図 4-9	PAZ-UPZ の段階的避難の考え方 ①PAZ 避難が終了後に UPZ の一時移転等が始まるシナリオ.....	30
図 4-10	PAZ-UPZ の段階的避難の考え方 ②PAZ 避難に引き続き UPZ の一時移転等が始まるシナリオ	31
図 5-1	交差点図例.....	38
図 5-2	アンケート結果「自主的な判断による避難を行った住民の割合」（国会事故調 [13]より）	41
図 5-3	避難退域時検査場所 屋外の配置計画図、動線図の例.....	45
図 5-4	避難退域時検査レーンのイメージ（避難退域時検査時間・レーン毎の処理能力）	45
図 5-5	アンケート結果「避難した住民の割合」（国会事故調 [13]より）	47
図 7-1	標準的な避難時間のイメージ（PAZ の避難）	53
図 7-2	標準的な避難時間のイメージ（UPZ の一時移転等）	54
図 7-3	避難完了率.....	55
図 7-4	避難等実施単位ごとの避難時間・平均移動時間の例	55
図 7-5	UPZ 離脱時間・避難完了率によるシナリオ評価の例.....	57
図 7-6	平均速度のマップの例.....	58
図 7-7	渋滞の発生状況の例示.....	59
図 7-8	避難退域時検査場所への避難者到達人数	60
図 7-9	愛媛県が実施した避難時間推計の概要	64
図 7-10	愛媛県が実施した避難時間推計結果の評価.....	65
図 7-11	避難時間推計における避難時の状況（PAZ の場合：ケース 1 及びケース 2）	65
図 7-12	伊方地域における交通誘導対策の強化	67
図 7-13	広報誌（えひめ原子力だより「Soleil」）・ワークショップの様子	67

表

表 2-1	ETE 活用の考え方.....	8
表 4-1	基本的な外部シナリオ条件の組み合わせの例.....	16
表 4-2	考慮すべき地域特性の例.....	19
表 4-3	重点区域の推計の対象とする区域設定の考え方.....	20
表 4-4	一時移転等の運用を考慮した場合のシナリオ設定例.....	27
表 4-5	一時移転等の運用方法とシナリオへの反映例（行政区で避難等対象地域を設定した場合）	28
表 4-6	一時移転等の運用を考慮した場合のシナリオ設定例（再掲）.....	32
表 4-7	代表的な施策シナリオの例.....	33
表 5-1	(a) PAZ 避難が終了後に UPZ の一時移転等が始まるシナリオでの自主避難者数の算定例	42
表 5-2	(b) PAZ 避難に引き続き UPZ の一時移転等が始まるシナリオでの自主避難者数の算定例	43
表 5-3	避難時間推計を実施するにあたっての必要な情報のまとめ.....	48
表 5-4	避難及び一時移転の対象者の運用想定例.....	49
表 6-1	ETE ツールに必要とされる機能（1/2）.....	51
表 6-2	ETE ツールに必要とされる機能（2/2）.....	52
表 7-1	標準的な避難時間.....	53
表 7-2	標準的な避難時間に関する集計項目.....	54
表 7-3	OIL と防護措置について.....	63

1. はじめに

東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故の教訓を踏まえ、原子力災害対策指針(平成24年10月31日原子力規制委員会決定。以下、「指針」という。)[1]が策定され、「緊急事態における原子力施設周辺の住民等に対する放射線の影響を最小限に抑える防護措置を確実なものにする」との観点から、原子力災害における防護措置の考え方が改められた。策定された指針では、国際原子力機関(International Atomic Energy Agency: IAEA)等の国際的な基準等 [2]を参考に、防災対策を重点的に充実すべき地域の範囲や、予防的防護措置を含む防護措置実施の判断基準の考え方などが示されている。特に、指針における初期対応段階においては、「確定的な影響を回避するために放射性物質の放出開始前から即時避難を実施する等必要に応じた防護措置を講じなければならない」とし、「施設の状況に応じた緊急事態の区分を決定し予防的防護措置を実行するとともに、確率的影響のリスクを最小限に抑えるため観測可能な指標に基づき、避難や一時移転等の緊急時防護措置を迅速に実行できるような意思決定の枠組みを構築する」としている。指針の考え方を踏まえ、事前の避難計画の作成にあたっては、初期対応段階における実効性のある防災体制を構築するために、避難に要する時間をあらかじめ推計(以下、「避難時間推計」という。)し、これを踏まえた避難計画を作成しておくことが重要である。

避難時間推計に関する国際的な動向の一例として、米国では連邦規則10CFR50.47や10CFR50付録Eで、避難に要する時間を推定する避難時間推計(Evacuation Time Estimation: ETE: 以下、「ETE」という。)の実施が規定されている¹。また、また、ETEに関する条件設定や手法等の具体的な情報は、海外では米国が充実しており、我が国のガイダンスを作成するにあたってのNUREG-0654(原子力発電所の緊急時対応計画と緊急時体制の整備と評価に関する基準) APPENDIX 4にETEの避難経路及び交通の制御の具体的な仮定や方法等が示されている。[3] [4] [5] [6]

我が国のETEに関するこれまでの取組みとして、関係地方公共団体では、旧原子力安全基盤機構からの技術的な支援を受け、それぞれの地域における地理的な条件などの地域特性に基づくETEを実施している。本書は、これらの関係地方公共団体におけるETEの実施事例や、指針、ETEの国際的な動向等を踏まえ、避難計画のさらなる充実化を目的として、関係地方公共団体の地域防災計画の実務担当者向けに、ETEを実施する際に必要となる基本的な考え方と技術的な手順を解説することを目的としている。

¹ 米国では電力事業者が避難時間推計を実施している。

2. 避難時間推計の考え方

2.1. 避難時間推計の対象

ETE とは、緊急時において、周辺地域の住民や一時滞在者が避難に要する所要時間（避難時間）を、あらかじめ推計することである。

指針が示す予防的防護措置を含む防護措置実施の判断基準の考え方は、放射性物質放出前の「施設の状況(EAL)に基づく判断により、避難等の予防的防護措置を講じる」避難と、放射性物質の放出後の「緊急時モニタリングを迅速に行い、その測定結果を、防護措置を実施すべき基準(OIL)に照らして、必要な措置の判断を行い、これを実施する」ことに基づく避難や一時移転（以下、「一時移転等」という。）の枠組としている。

避難時間は、一時移転等の指示を受けて一時移転等を開始するまでの時間（避難準備時間）、自家用車、交通機関等によって移動する時間（移動時間）、避難が完了したことを確認するのに要する時間（避難完了確認時間）から構成される。これらは、一時移転等の指示が出されることを想定する地域（推計の対象とする区域）、放出前避難と放出後避難の運用方法、時間帯（日中、夜間）や気象（季節、天候）等の外部条件、避難経路、避難手段、交通施策等の条件により変化する。これらの条件を組み合わせた複数のシナリオを準備し、避難時間を推計することにより、より効果的な避難方法の検討に資する。

本ガイダンスにおける ETE の対象範囲は、指針を踏まえ、予防的防護措置を準備する区域（PAZ²：Precautionary Action Zone）と、緊急時防護措置を準備する区域（UPZ³：Urgent Protective Action Planning Zone）の原子力災害対策重点区域（以下、「重点区域」という。）を対象として、関係地方公共団体が定める避難計画に基づき、避難等対象地域から避難先までの避難を扱う。また、一時移転等の防護措置の判断基準については、指針に示されている EAL⁴及び OIL⁵を対象とする。

なお、本ガイダンスは実用発電用原子炉を対象としたものであり、実用発電用原子炉以外の原子力施設については、指針において、緊急事態区分及び EAL や重点区域の範囲に関する検討結果が明らかになり次第、本ガイダンスの見直しを行う。

²原子力施設から概ね半径 5km を目安に、地域防災計画で定める区域。

³原子力施設から概ね半径 30km を目安に、地域防災計画で定める区域。なお、本ガイダンスにおいて、UPZ と記載の際には、原子力施設から概ね半径 5～30km を目安に、地域防災計画で定める区域を指すものとする。

⁴ 緊急時活動レベル。原子力施設における深層防護を構成する各層設備の状態、放射性物質の閉じ込め機能の状態、外的事象の発生等の原子力施設の状態等に基づいた基準。

⁵ 放射性物質の放出後の防護措置の実施を判断する基準として設定された空間放射線量率や環境試料中の放射性物質の濃度等の原則計測可能な値で表される運用上の介入レベル。

2.2. 避難時間推計の目的

事前の避難計画の作成にあたって、初期対応段階における実効性のある防災体制を構築するために、避難に要する時間をあらかじめ推計し、これを踏まえた避難計画を作成しておくことが重要である。ETEの目的は、様々な状況下でのETEの実施結果を緊急時対応の意思決定の参考にするとともに、避難計画の内容において、ETEにおいて検証すべき視点や項目を抽出し、これに基づき様々な条件を設定することにより、避難計画上の課題を明らかにし、避難計画の実効性向上を図ることである。ETEの実施結果は、避難経路や交通制御等による相対的な結果を示すことはできるが、避難計画の参考値であることに留意することが必要である。

避難計画の実効性向上を図るためのETE活用の考え方の例について、表 2-1 に示す。

表 2-1 ETE 活用の考え方

番号	カテゴリ	対象区域		避難計画への活用	緊急時対応への活用	対象住民への避難計画の啓発
		PAZ	UPZ	<実施の視点> PDCA サイクルを実施し、課題の抽出と対応策による避難の効率化を実施する	<実施の視点> あらかじめ数多くのシナリオの ETE を実施することで、その推計結果を緊急時対応の意思決定の参考とする	<実施の視点> ETE の結果を住民に伝達することで、段階的避難や乗り合いなどへの理解を促進させる
1	避難の運用に関する事項	○	○	避難を円滑に運用するために必要となるオペレーションの検討	避難を運用した場合の避難完了時期のめやすの把握	避難計画の有効性に関する理解促進
2	避難経路の設定に関する事項	○	○	避難時間の長期間化や避難経路の交通渋滞等の課題の抽出などの検討・複数の避難経路の設定・改善	EAL, OIL に応じた複数の避難経路の使用や避難経路の変更などの実施	—
3-1	避難手段の検討に関する事項	○	○	自家用車非利用者に対して、バス等を利用した避難の検討（バス等の必要台数を算出する等）	EAL, OIL に応じたバス等の必要台数の見直しとバス会社等へのバス提供の要請	—
3-2		○	○	避難に使用するバス等の必要台数の到着までに要する時間の想定	—	—
3-3		○	○	避難手段分担率（自家用車利用者数やバス利用者数）の変化による避難時間や交通渋滞発生などの比較検討	—	交通渋滞緩和のための自家用車の乗り合いへの理解促進
4	交通施策に関する事項	○	○	避難時間の長時間化や避難経路の交通渋滞等の課題の抽出とそのため交通規制施策（交通規制、信号制御など）の検討	EAL, OIL に応じた効果的な交通規制施策の実施箇所の変更	—
5-1	避難退域時検査場所や避難先の運用等に関する事項	—	○	避難退域時検査場所に到着する避難者数とその到着時間の見積りによる避難退域時検査場所の受け入れ態勢の検討	EAL, OIL に応じた避難退域時検査場所に到着する避難者数とその到着時間の見積りによる避難退域時検査場所の受け入れ態勢の変更	—
5-2		○	○	避難先に到着する避難者数とその到着時間の見積りによる受け入れ態勢の検討	EAL, OIL に応じた避難先に到着する避難者数とその到着時間の見積りによる避難先の受け入れ態勢の変更	—

2.3. 避難時間推計の手法

前節に挙げた活用例を参考に、ETEによってその効果を評価するためのシナリオ設定の考え方を示す。時間帯や気象等の外部条件、一時移転等の指示が出されることを想定する地域（推計の対象とする区域）、避難経路、避難手段、交通施策等の条件に基づく効果を評価するためには、その条件を設定した施策シナリオとその条件を設定しない基本シナリオとの比較により、その効果を評価することができる。この考え方を踏まえ、比較するシナリオ設定の考え方を以下に示す。

（1）基本シナリオ

指針を踏まえた現行の避難計画に基づき、基本シナリオを設定する。基本シナリオは、以下に示すような施設敷地緊急事態発生に基づく施設敷地緊急事態要避難者の避難、全面緊急事態発生に基づくPAZ内一般住民の予防的防護措置としての避難、また、緊急時モニタリング結果に基づきUPZ内の対象区域を特定のうえ、対象区域住民の一時移転等のシナリオを想定する。

① 予防的防護措置に関する基本シナリオ

指針では、緊急事態の初期対応段階における防護措置の考え方として、放射性物質の放出開始前から、必要に応じた防護措置を講じるものとしている。この考え方に基づき、予防的防護措置に関する基本シナリオとして、EALによる施設敷地緊急事態発生における施設敷地緊急事態要避難者の避難及び全面緊急事態発生におけるPAZ内一般住民の予防的防護措置としての避難を想定する。

② 緊急時防護措置に関する基本シナリオ

指針では、放射性物質の放出後は緊急時モニタリング結果に基づきUPZ内の対象区域を特定のうえ、対象区域住民の一時移転等の緊急時防護措置を講じるものとしている。この考え方に基づき、緊急時防護措置に関する基本シナリオでは、UPZ内でOILに基づく一時移転等がなされることを想定する。

さらに、UPZ内の一時移転等を想定する場合において、UPZ内の対象区域を細分して、それらの一時移転等を順次実施するシナリオを想定し、両者のシナリオを比較することで、交通渋滞の緩和などの順次一時移転による効果を把握する。 表 2-1 の 1 が該当

なお、UPZの推計の対象とする区域を複数としてケース設定した場合は、それぞれのケースに基づき複数の基本シナリオを準備する必要がある。あわせて、避難計画の効果等を評価するための参考シナリオとして、重点区域内の住民が一斉避難することを想定したシナリオもあわせて準備することが望ましい。

（2）施策シナリオ

① 避難経路の設定に関する事項 表 2-1 の 2 が該当

基本シナリオの ETE 実施結果により抽出された交通渋滞等の課題に対して、複数の避難経路の設定や、避難経路の改善等を実施した場合のシナリオである。基本シナリオと比較することで、基本経路以外の避難経路を設定することによる効果を把握する。

② 避難手段の検討に関する事項 **表 2-1 の 3-1, 3-2, 3-3 が該当**

避難手段や自動車の乗車人数を変更したシナリオである。基本シナリオと比較することで、バス等の利用や、自動車への乗り合い等の施策の効果を把握する。

③ 交通施策に関する事項 **表 2-1 の 4-1, 4-2, 4-3 が該当**

基本シナリオの結果で出てきた課題点に対応して、交通規制や信号等の調整、誘導等の交通施策を実施した場合の効果を把握する。

④ 避難退域時検査場所や避難先の運用等に関する事項 **表 2-1 の 5-1, 5-2 が該当**

避難退域時検査場所における運用態勢や避難先の受入態勢の検討にあたり、それぞれの避難退域時検査場所や避難先に流入する時間や車両台数を ETE 実施結果により把握することで、避難退域時検査場所における運用態勢や避難先受入態勢の適切性を把握する。また、この考え方を活用し、安定ヨウ素剤の緊急配布場所及び配布体制の検討にも活用することも考えられる。

3. 避難時間推計の進め方の全体像

3.1. 避難実施のオペレーションフロー

ETE の対象としては、前述のように PAZ 内の避難、UPZ 内の OIL1 を示した地区の避難、OIL2 を示した地区の一時移転がある。基本的には、放射性物質の放出開始前に施設の状況に応じて、PAZ 内の施設敷地緊急事態要避難者、一般住民が避難を行う。また、放出後は、緊急時モニタリング結果に基づき、OIL1 を超える地区で避難を行い、OIL2 を超える地区で一時移転を行う。実効性のある防災体制を構築するために ETE を実施し、これを踏まえた避難計画を作成するためには、避難実施のオペレーションを時系列で整理することにより避難の優先度を把握しておく必要がある。オペレーションフロー例を図 3-1 に示す。

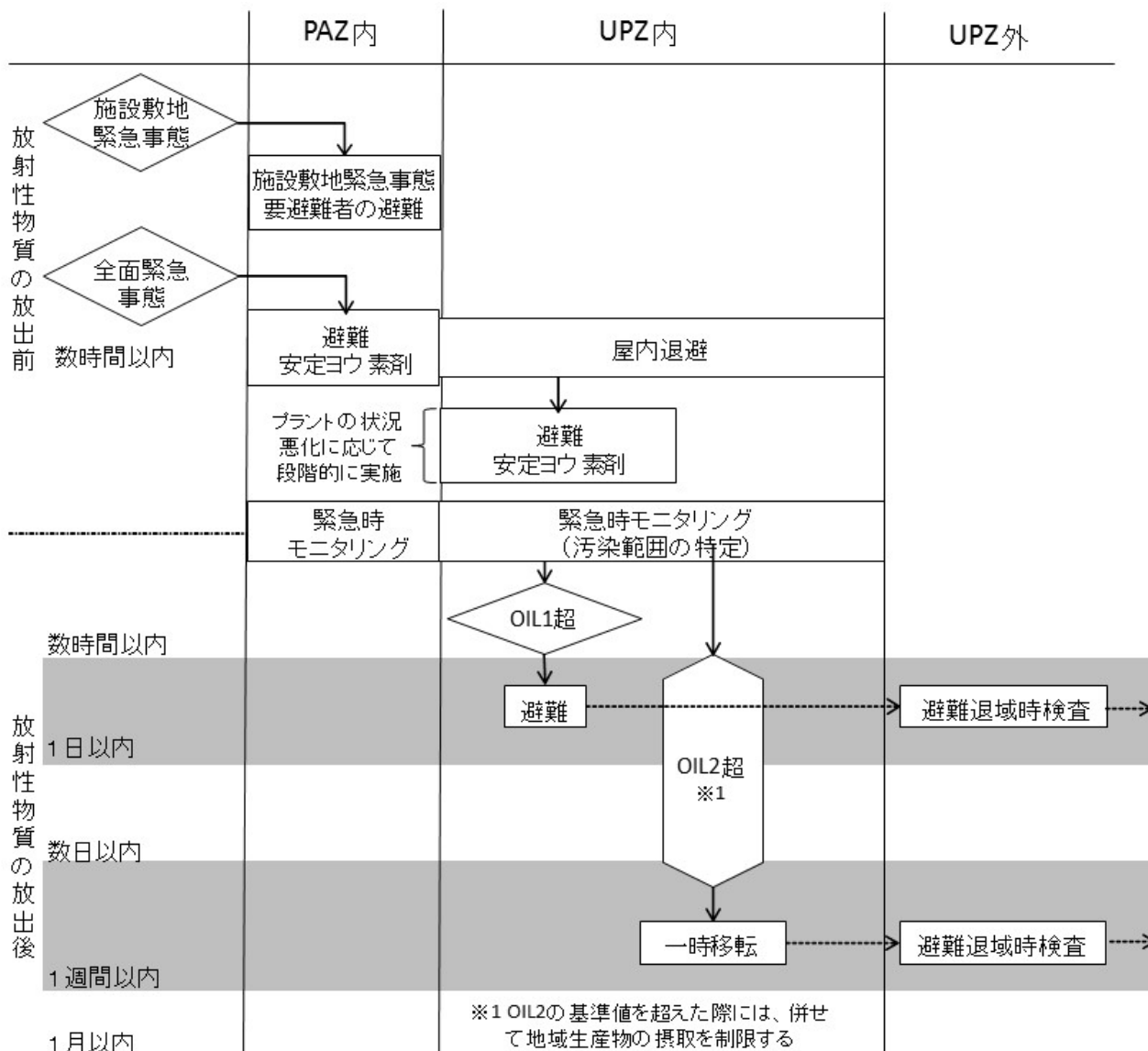


図 3-1 避難実施のオペレーションフロー例⁶

(原子力規制委員会, “原子力災害対策指針” 平成 27 年 8 月 26 日, p.12 図 1 「防護措置実施のフローの例」を参考に作成)

⁶ UPZ 外についても、一時移転の早期防護措置を講じた場合を想定し、必要に応じて避難時間推計を行うことが考えられる。

3.2. 避難時間推計の実施フロー

標準的な ETE の実施フローを図 3-2 に示す。

図 3-2 に示すとおり、避難計画を踏まえ、推計の対象とする区域や段階的避難の考え方、交通対策、時間帯（日中、夜間）や気象（季節、天候）等の外部シナリオ条件や自家用車利用率などの想定条件（変動要素）を掛け合わせた複数のシナリオを準備する。さらに、準備した複数のシナリオに基づき ETE を実施し、結果を比較検討していくことで避難計画や外部シナリオ条件等の見直しを図る。これらの一連の PDCA サイクルを運用することで、実効性を持った避難計画立案に役立てていくものである。

合わせて、複数の ETE の結果をデータベースとして蓄積することによって、緊急時に実際の事故の進展や状況に類似した ETE 結果を参照し、防護措置の意思決定の参考とすることが可能である。

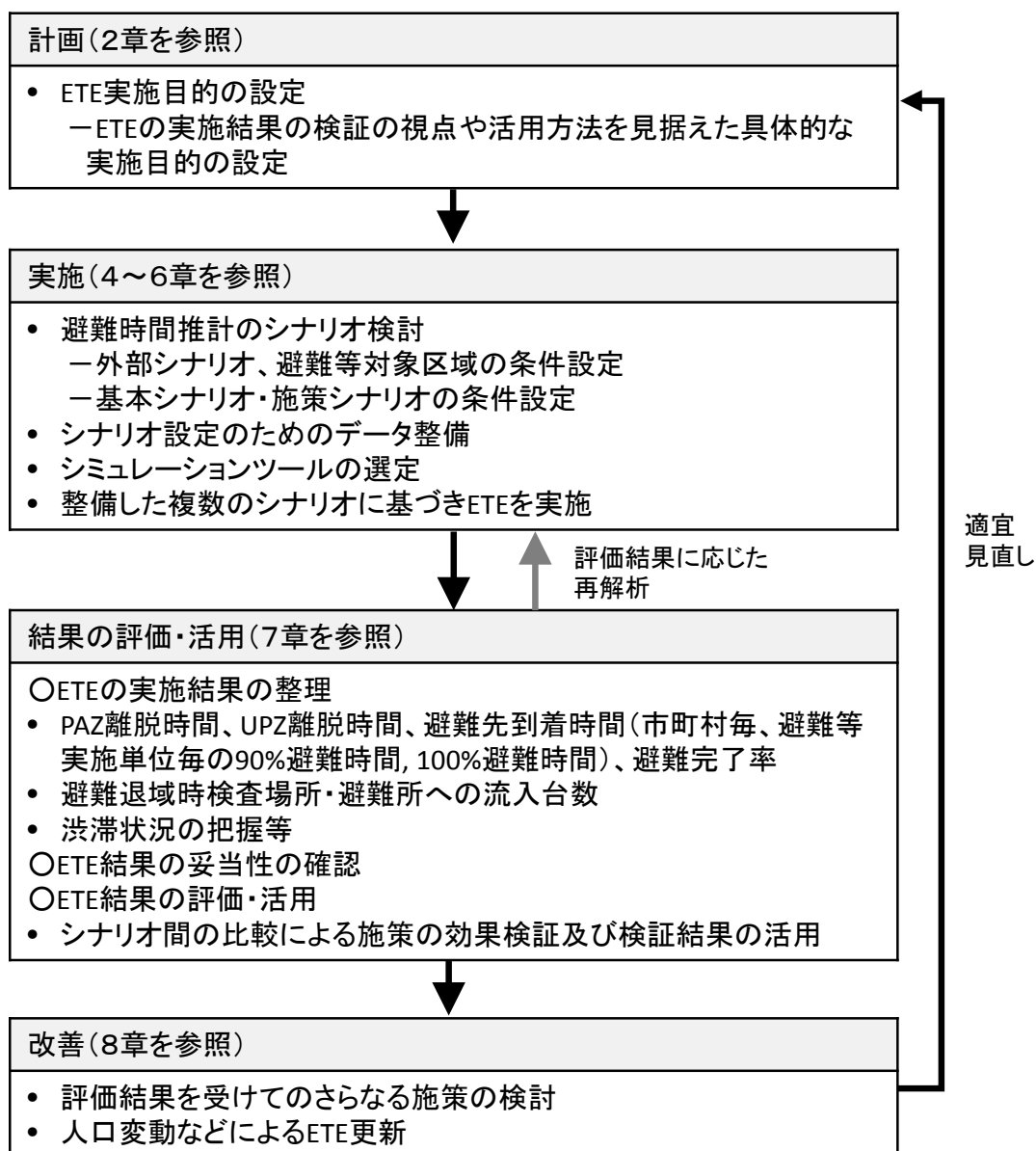


図 3-2 標準的な ETE の実施フロー

図 3-2 の標準的な ETE の実施フローにおける各段階の概要を以下に示す。

(1) 計画

関係地方公共団体が定める避難計画において、ETE により検証したい具体的事項を整理し、これに基づく ETE の実施目的を定める。ETE の実施結果に基づく評価は、避難計画に基づいた基本シナリオと避難経路、避難手段、一時移転を効果的に運用する方法⁷、交通施策等の条件を設定する施策シナリオとの比較により施策の効果を評価する。施策の効果は、その内容に基づき評価の指標が異なるため、これらの施策の評価を適切に行うためには、具体的な実施目的を設定する必要がある。ETE の実施目的の設定については 2 章に詳細を示す。

(2) 実施

ETE の実施目的を踏まえ、時間帯（日中、夜間）や気象（季節、天候）等の外部シナリオ条件や、推計の対象とする区域の想定、避難手段・避難経路等などの施策ケースを掛け合わせた複数のシナリオを準備する。指針、地域の避難計画に沿った基本シナリオの他、避難計画の実効性向上を目的として、各種施策をシナリオとして検討する。ETE のシナリオ、シナリオ設定のためのデータ準備、シミュレーションツールの選定について 4 章～6 章に詳細を示す。

整備した複数のシナリオに基づき ETE を実施する。ETE の結果については、実施した複数のシナリオごとに整理を行う。必要に応じて再解析を行う。

(3) 結果の評価・活用

ETE の実施結果の評価のため ETE 結果の整理を行う。標準的な出力項目としては、確定的影響を防止するために必要な避難時間（PAZ 離脱時間）、確率的影響をできる限り低減するために必要な避難時間（UPZ 離脱時間）、対象住民が避難するために必要な避難時間（避難先到着時間）について整理を行う。避難時間の整理にあたっては、推計の対象とする区域の全避難者の避難時間の他に、避難者の累積割合を示す避難完了率、市町村・避難等実施単位⁸ごとの避難時間、避難等実施単位ごとの平均移動時間などを整理する⁹。標準的な出力項目の他、実施目的により、避難退域時検査場所・避難所への単位時間ごとの流入台数、避難経路上の主要な交差点での渋滞の長さなどについて整理を行う。

ETE 結果の整理を行った後、実施目的に応じた ETE 実施結果の評価を行う。ETE の結果は基本シナリオに基づく結果の他、実施目的に応じた各種施策シナリオを実施した場合の結果が出力される。それぞれの目的に応じた評価指標を用いて施策の効果検証を行う。7 章に詳細を示す。

⁷一時移転の対象範囲が広域にわたる場合を想定し、運用上、一時移転の対象区域を複数区域に分割（細分）し、特定の条件の下で、対象地区が順次に一時移転を実施すること。

⁸重点区域において避難や一時移転を実施する際に、地域のコミュニティ維持の観点から、同一の避難行動をとるべき地区の単位。国内で実施された ETE では、避難計画を踏まえ、小学校区、町丁・大字等の行政区画を避難等実施単位としている例が多い。

⁹一般に避難時間推計で評価される時間は、最初の住民の避難開始時刻から、最後の住民が避難目標地点に到達した時刻までをいうため、特定の避難実施者、あるいはグループ（市町村・避難等実施単位）ごとの時間情報を整理しておくことが重要である。

(4) 改善

改善段階では、ETE 実施担当者及び地域防災計画を担当する者などの知見をもとに、ETE の結果を踏まえた避難経路、避難手段、交通施策等の条件等の避難時間を短縮する手法など改善すべき項目を抽出する。抽出した項目は、緊急時における防護措置などの課題として検討し、必要に応じて地域防災計画などを見直し等に役立てることができる。8章に詳細を示す。

なお、重点区域が複数の道府県に跨る ETE の実施が必要となる場合がある。一連の PDCA サイクルによる実効性を持った避難計画立案のために、重点区域を含む全ての道府県が一緒に ETE を実施すべきである。

4. 避難時間推計のシナリオ

ETE のシナリオは、以降に述べる外部シナリオ条件の設定、推計の対象とする区域の条件設定、基本シナリオ・施策シナリオの設定を掛け合わせて作成する（図 4-1）。それぞれの詳細について、以降の節で記述する。

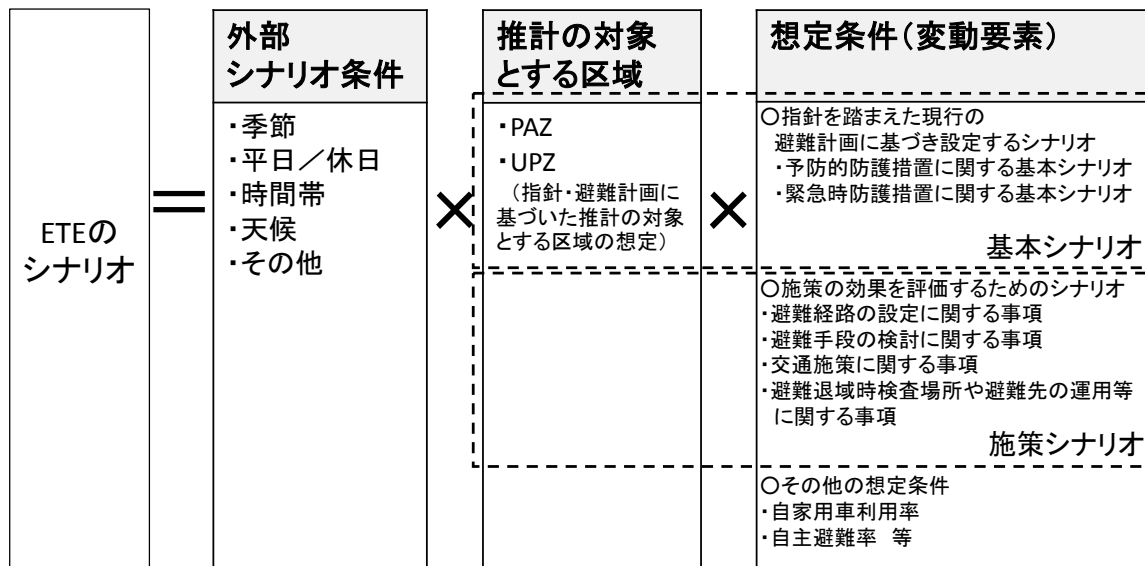


図 4-1 シナリオ設定の考え方

4.1. 外部シナリオ条件の設定

避難に要する時間は、時間帯や気象等の様々な条件に影響されるため、避難時間に影響する様々な状況を想定したシナリオを作成する。季節、平日/休日、時間帯、天候などといった要素を組み合わせ、複数の外部シナリオ条件を作成し、ETE を実行することが必要である。

外部シナリオ条件は、地域の実情にあわせて設定する必要がある。すべての組み合わせについて外部シナリオ条件を作成する必要はなく、実際に起こる可能性の高い組み合わせ、または、特に考慮すべき組み合わせを選定し、外部シナリオ条件とする。想定する外部シナリオ条件の基本例を表 4-1 に示す。

表 4-1 基本的な外部シナリオ条件の組み合わせの例

番号	外部シナリオ条件	季節	平日/休日	時間帯	天候
1	標準（日中）	標準	平日	日中	標準
2	標準（夜間）	標準	平日	夜間	標準
3	悪天候	-	平日	日中	悪天候
4	観光ピーク時期	-	休日	日中	標準
5	特別な行事	-	-	-	標準
6	道路インパクト	標準	平日	日中	標準
7	その他	地域特性の考慮			

表 4-1 に示した外部シナリオ条件の説明を以下に示す。

(1) 標準(日中)

年間を通じた平均的で標準的な天候の平日の日中を想定する。最も標準的な日中の状況を対象とすることがこのシナリオの目的であるため、年間の季節変動から平均的な時期を選定して、この条件を基本としたシナリオを作成する。住民が日常活動を行っており、主な職場が日中の通常の稼働レベルにあるという想定である。

日中の外部シナリオ条件では就労、就学、観光、買い物等での一時滞在者が避難等対象地域内にいることが考えられる。また、避難等対象地域の住民も就労、就学で避難等対象地域外に移動していることも考えられることから、これらを考慮する必要がある。また、一時滞在者数及び住民数の想定は、地域防災計画等をもとに、重点区域の取り扱い、一時移転等の順次実施、発災から避難指示までの時間の想定等を考慮して決定する必要がある。例えば、昼間であっても UPZ で屋内退避指示の場合には一時帰宅して屋内退避を行い自宅に待機することも想定される。この場合には夜間シナリオと同様の想定となる。

また、地域によっては冬期、積雪状態が長く続くことも考えられる。その場合には標準的な天候として夏季、冬季の天候など、年間の季節変動から標準的な天候を複数設定して外部シナリオ条件の組み合わせを検討する。

(2) 標準(夜間)

(1)と同条件の夜間を想定する。夜間では多数の住民が在宅していると想定する。また、夜間、学校は閉鎖しており、生徒は在宅していると考えられるため、地域に居住する住民の多くは自宅から避難することを想定する。

また職場の人員配置は夜の標準レベルを想定し、商業施設、観光施設、宿泊施設などの各施設の稼働状況は年間を通じた平均的な平日夜間の水準を想定する。

(3) 悪天候

道路の交通容量への影響など、避難時間に影響が考えられる悪天候の状況を想定する。悪天候の内容や対象とする季節は、地域の気候によって異なる。夏の台風、冬の大雪などの悪天候の可能性のうち、影響が大きいと考えられるシナリオを一つ又は複数作成する。特別な理由がある場合を除き、平日の日中を対象とする。悪天候の場合、自家用車を用いず、近隣家庭の車に同乗する、またはバス等の大型輸送車両を利用することなどが考えられるため、自家用車利用率などに与える影響についても考慮する。

悪天候が ETE に与える影響としては、以下のものを想定する。

- 降雨による車両の速度低下、交通容量低下
- 降雪による車両の速度低下、交通容量低下
- その他、悪天候による車両の速度低下、交通容量低下

運転者への負担増、交通事故等も考えられるがシミュレーション上では取り扱わない。

米国の事例 [5]では、豪雨時での速度を平常時の 85%、交通容量を平常時の 90%としている。また、豪雪時では、速度を平常時の 65%、交通容量を平常時の 85%としている。一方で、国内では、積雪時の速度・交通容量低下に関する研究報告の他、高速自動車国道等における異常気象等発生時の交通規制、自治体が管理する道路の冬期閉鎖等の情報を参考にすることができる。また、地域によっては避難車両の走行に必要な除雪に要する時間の検討も必要となる場合がある。その場合、平時の除雪に要する時間等を参考にすることができる。

(4) 観光ピーク時

年間を通して最も観光客が多くなる時期における、標準的な天候の休日の日中を想定する。住民は、自宅または重点区域内に分散し、職場は週末の稼働レベルにあるという想定である。学校の夏季休暇や盆休み、冬季の正月休みや春の大型連休などの商業施設、観光施設、宿泊施設などの集客量や稼働率を考慮した想定を行う。想定にあたっては、地域において把握されている関連調査の結果を活用することなどが考えられる。関連するデータの整備については5章で述べる。

(5) 特別な行事

特別な行事の開催で重点区域内のいずれかの施設または地域の観光客数がピークに達しているという想定である。特別な行事の時間経過を想定に反映させる必要がある。行事の来場者数を算定する場合は、一時滞在者と重点区域内の住民が来場することを考慮して、住民の二重計上を防ぐ。また、行事に来場しない住民は自宅から避難することを想定する。その他、職場の人員配置や商業施設、観光施設及び宿泊施設の稼働状況は、対象となる行事の開催期間中に対応した水準にする。

(6) 道路インパクト

地震や津波、洪水などの自然災害の条件を想定する。また、長期に亘る大規模な道路工事が予定されている場合など、必要に応じて複数のシナリオを作成する。洪水などの特別な条件の想定以外では、年間を通じた平均的で標準的な天候の平日日中を対象とする。

津波や洪水などの自然災害では、地域のハザードマップ等を活用し、交差点や道路区間の通行止め、一部の車線が利用できないことなどを想定する。また、複合的な要因の影響(停電による交差点の信号機の機能が喪失など)もシナリオに反映する場合もある。

交差点の信号機の機能喪失については、無信号交差点と同様の扱いとすることが考えられるが、無信号の一時停止制御交差点と同様の扱いとした場合、優先側道路の交通容量が高くなり、従道路流入部の流入が停止することなども考えられることから、災害時の状況を想定した一時停止の設定、交差点内の徐行等の設定を考慮することが必要である。

工事については、長期間にわたり道路工事が予定されている区間について考慮したシナリオを作成する。

米国におけるこのシナリオの目的は、交通管制計画の策定や対応車両(レッカー車など)を事前配置する必要性の算定を支援することであり、防護措置の勧告や決定には使用されていない。しかし、わが国では道路工事などの他に、自然災害との複合災害時の ETE を実施するものとし、防災マニュアルなどへ直接かかわるシナリオとしている。

(7) その他

その他、その地域の実情が反映された ETE 実施結果を得るためには、それぞれの発電所や周辺地域における地域特性を十分に考慮する必要がある。特に、ETE の結果に影響の大きい項目と考慮すべき事項について表 4-2 に示す。

表 4-2 考慮すべき地域特性の例

項目	考慮すべき事項
地理的な特徴	<ul style="list-style-type: none"> • 半島部等、避難経路が原子力発電所脇を通る場合（避難方向、避難タイミングなど） • 対象地区に住民の存在する島がある場合（避難手段など）
大都市、大規模集客など	<ul style="list-style-type: none"> • 対象地区に大都市が含まれる場合（避難指示タイミング、避難先など） • 対象地区に大規模工場、研究所がある場合（自家用車利用率など） • 大規模な集客施設がある場合（自家用車利用者数、どの地域からの来たかの想定など） • 集客が多いイベントがある場合（開催時期、自家用車利用者数など）
その他	<ul style="list-style-type: none"> • 避難範囲が隣接府県に跨がる場合 • すぐに避難ができない施設（化学工場、火力発電所など）がある場合 • 特別施設（刑務所など）がある場合

4.2. 推計の対象とする区域の条件設定

ETE は、重点区域の住民を対象に、避難計画で定められている避難先までの一時移転等を扱う。推計の対象とする区域の条件設定の考え方を以下に示す。

(1) 推計の対象とする区域設定の考え方

推計の対象とする区域とは、ETE を実施する上で、EAL や OIL に基づき一時移転等の指示がなされることを想定する区域である。様々な状況の想定により複数の推計の対象とする区域の設定が可能である。

推計の対象とする区域は、避難計画で示されている一時移転等の実施単位の集合体で構成され、指針における一時移転等の考え方に基づき、施設敷地緊急事態及び全面緊急事態発生による PAZ 内の避難、緊急時モニタリングに基づき対象区域を特定する UPZ 内の一時移転等を想定して設定を行う。重点区域での推計の対象とする区域の設定の考え方を表 4-3 に示す。

表 4-3 重点区域の推計の対象とする区域設定の考え方

重点区域	推計の対象とする区域設定の考え方
PAZ	<ul style="list-style-type: none"> EAL に基づき、施設敷地緊急事態及び全面緊急事態発生による避難を想定。PAZ 内の避難対象区域全域を推計の対象とする区域として設定する。
UPZ	<ul style="list-style-type: none"> 緊急時モニタリングにより OIL の基準を超える区域が特定された後に、緊急防護措置に基づく避難(OIL1 による)あるいは早期防護措置に基づく一時移転等(OIL2 による)を想定する。 推計の対象とする区域は、UPZ 全域を対象としたシナリオと、指針に基づき、特定の区域を対象としたシナリオを準備する。区域の特定にあたっては、想定するシナリオや地域の地理的条件等により大きく条件が異なると思われるため、各地域の状況にあわせて設定を行う。

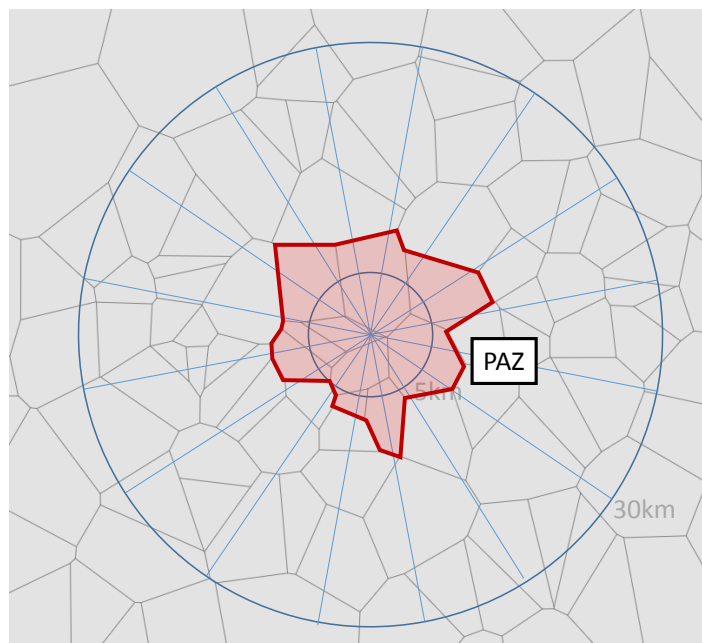
(2) 区域の条件設定

指針では、緊急事態の初期対応段階における防護措置の考え方として、放射性物質の放出開始前から必要に応じた防護措置を講じるものとしている。初期対応段階において、施設の状況に応じた EAL に基づき予防的防護措置を実施し、放射性物質の放出後は、緊急時モニタリングの結果に基づき緊急時防護措置を実施する。予防的防護措置、緊急時防護措置のそれぞれにおいて、対象とする区域の条件設定の考え方を以下に示す。対象区域は、避難計画に定められている PAZ, UPZ にそれぞれ該当する地域であることを想定する。

① 予防的防護措置の対象とする区域の条件設定

ETE で扱う標準的な一時移転等として、PAZ においては指針に基づく放出前の予防的防護措置を検討する。ETE の推計の対象とする区域の設定例を図 4-2 に示す。

図 4-2 における推計の対象とする区域 1 は、指針に基づく原子力発電所から概ね 5km の PAZ 圏内を対象に、EAL に基づく放出前の避難を想定したものである。指針に示されているとおり、万が一全面緊急事態の発生が確認された場合は PAZ の範囲は即時避難の防護措置を実施することとなる。そのため、推計の対象とする区域 1 においては、一斉の即時避難を想定する。



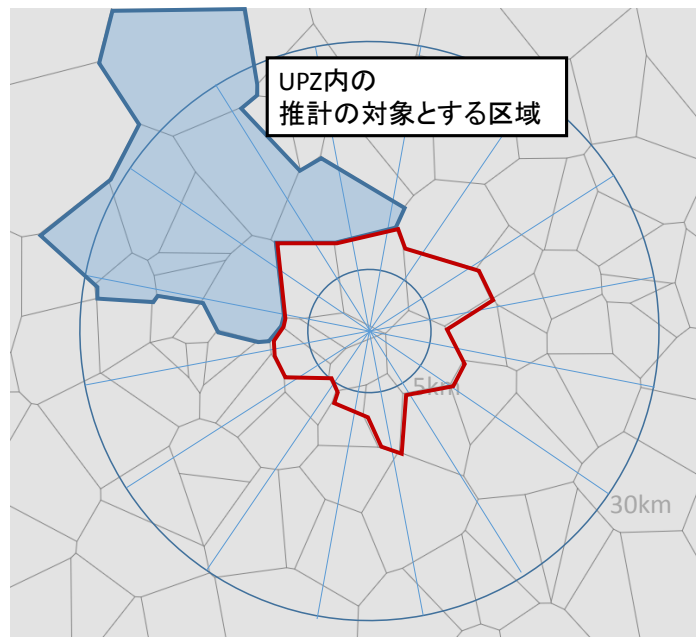
推計の対象とする区域 1
0～5km

図 4-2 標準的な ETE の推計の対象とする区域（予防的防護措置）

② 緊急時防護措置の対象とする区域の条件設定

ETE で扱う標準的な一時移転等として、UPZ においては指針に基づく放出後の緊急時防護措置を検討する。ETE の推計の対象とする区域の設定例を図 4-3 に示す。

図 4-3 における推計の対象とする区域 2 は原子力発電所から概ね 5km から 30km の UPZ の範囲における、放出後の OIL に基づく一時移転等を想定したものである。（図 4-3 の推計の対象とする区域 2）



推計の対象とする区域 2
5～30km(特定の推計の対象とする区域)

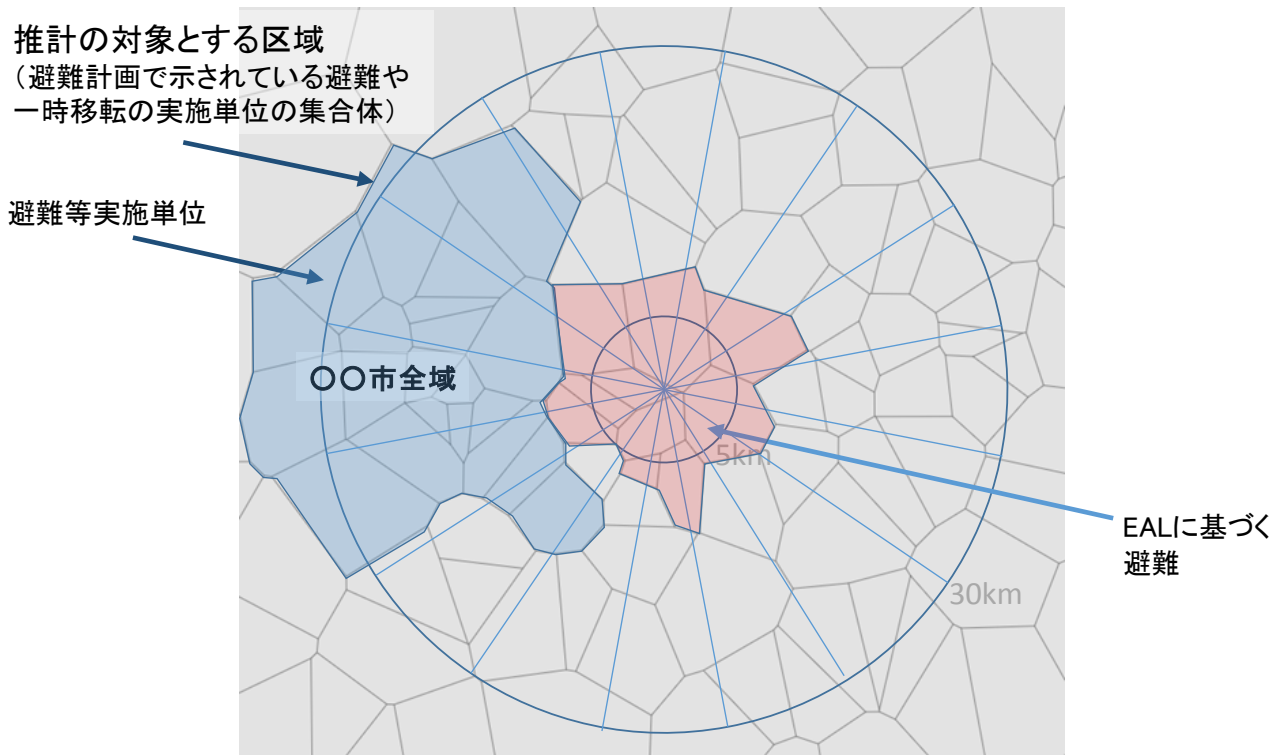
図 4-3 標準的な ETE の推計の対象とする区域 (緊急時防護措置)

UPZ 内の推計の対象とする区域は、緊急時モニタリング結果を踏まえ、OIL に基づき対象区域が特定された後の一時移転等を想定して設定されるため、ETE においては推計の対象とする区域を仮想的に特定する必要がある。推計の対象とする区域を想定する方法の例として、(a) 市町村単位で推計の対象とする区域を想定する方法、(b) 方位を目安に推計の対象とする区域を想定する方法などが考えられる。以下ではそれぞれの方法について説明する。

(a) 市町村単位で推計の対象とする区域を想定する方法

OIL に基づく一時移転等の指示が特定の市町村全域を対象に行われることを想定して推計の対象とする区域を想定する。OIL に基づく一時移転等の指示が、重点区域を含む特定の市町村全域を対象に行われることを想定して推計の対象とする区域を想定する¹⁰。市町村単位で推計の対象とする区域を想定する方法のイメージを図 4-4 に示す。

¹⁰ 推計の対象とする区域として市町村全域を想定するため、市町村域によってはその一部の区域が UPZ 外となる区域を含めることが考えられる。



※実際の設定ではモニタリングポストの設置単位、地域のコミュニティ等による避難先の違いなどを考慮して小学校区、町丁・大字等の行政区画に基づき設定する

図 4-4 推計の対象とする区域（市町村全域を推計の対象とする区域に設定した場合）のイメージ

(b) 方位を目安に推計の対象とする区域を想定する方法

UPZ 内の推計の対象とする区域を設定するための一例として、原子力発電所を中心とした 5km, 30km の同心円を 16 方位に分割したセクターと呼ばれる概念で区分し、該当するセクターと重なる避難等実施単位（避難計画における行政区など）の集合体を避難対象となるエリアとして設定する。図 4-7 に推計の対象とする区域と避難等実施単位の設定例を示す。図の青で示すセクターが想定された OIL の一時移転等の対象範囲となる場合、該当するセクター（図の赤）と重なる避難等実施単位が OIL に基づく一時移転等の推計の対象とする区域として設定される。なお、ここで示す例では説明のため避難等実施単位を模式的に示しているが、実際には関係市町村などが定める避難計画に基づき、小学校区や町丁・大字等の行政区画で設定される。また、避難等実施単位は地域の状況に応じて設定される。例えば、道路の状況等により避難の困難が想定される場合などでは、セクターの概念にあてはまらない場合でも避難等実施単位として設定されることが考えられる。

東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故後に観測された空間放射線量率の観測値（図 4-5）を踏まえると、OIL2 に該当する範囲は概ね UPZ 内の一定方向の 45° 内にあり、ETE で想定するセクターの範囲としては、UPZ 内の一定方向 45° を基本とし、それ以上やそれ以下に対象範囲が変わる場合も考慮して複数のケースを設定することが考えられる¹¹。

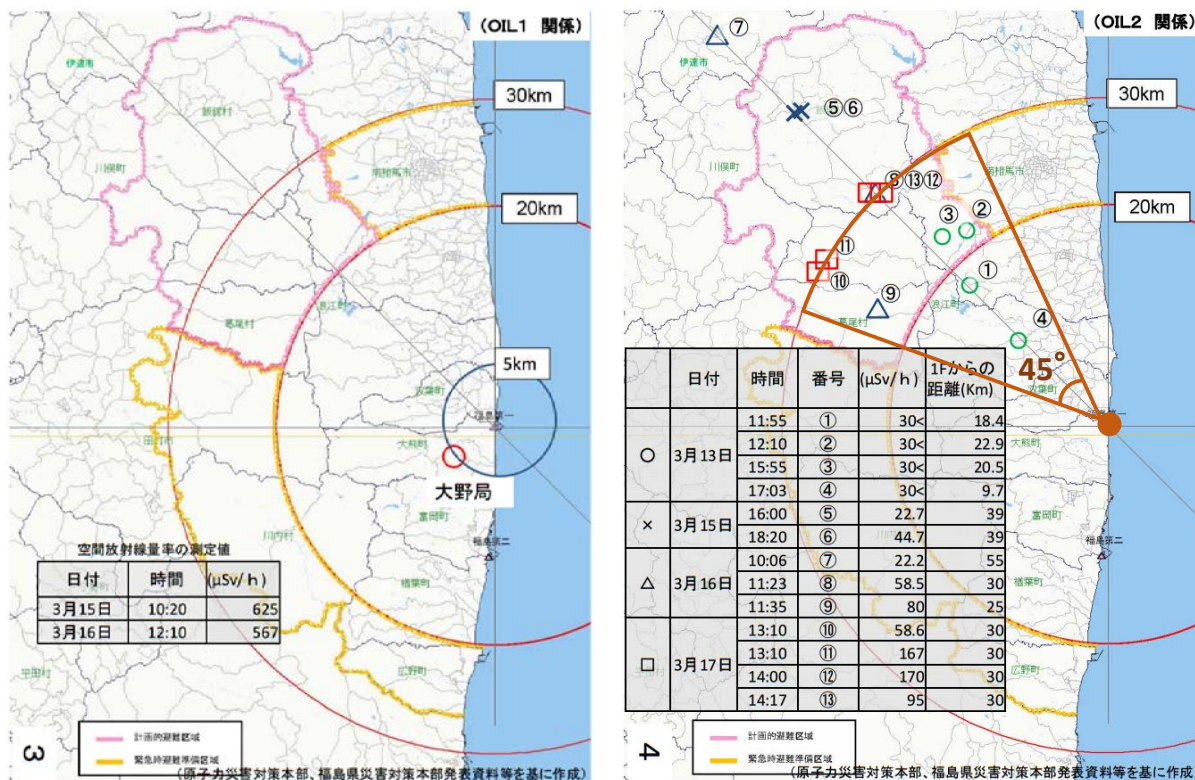


図 4-5 東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故後に観測された空間放射線量率の観測値
(左 : OIL1 関係、右 : OIL2 関係)

(出典) 『防護措置の実施の判断基準 (OIL:運用上の介入レベル) の設定 (案)』第 6 回原子力災害対策等に関する検討チーム (平成 25 年 1 月 21 日),原子力規制委員会

(※) 東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故後に観測された OIL2 を超える空間放射線量率の範囲 (図 4-5) を見ると、3 月 15 日の 16 時 00 分及び 18 時 20 分には北西 39km の飯館村において 22.7 $\mu\text{Sv/h}$ 及び 44.7 $\mu\text{Sv/h}$ の値が、3 月 16 日以降では西北西や北西の 25km 以遠において 50 $\mu\text{Sv/h}$ 以上の値を観測している。なお、3 月 15 日の 4 時 00 分の段階で南南西 43km に位置するいわき市において 23.7 $\mu\text{Sv/h}$ の値が、同日の 12 時 00 分には西南西 22km の川内村において 20.5 $\mu\text{Sv/h}$ の値が、それぞれ記録されているが、これはプルームの通過に伴う一時的な空間放射線量率の増加の可能性が高い [7] [8]。

¹¹ アメリカ海洋大気庁 (National Oceanic and Atmospheric Administration : NOAA) による風向の継続確率についての分析では、米国ではどの地域でも 2 ~ 4 時間以内に均等の確率で風向の変化が起きるとしている。また、注意すべき点として、周辺地域の降雨、風速状況、プルームの移動に影響を及ぼす要素を挙げている。 [20]

方位を目安に推計の対象とする区域を想定する際の参考として、排気筒から放出される放射性物質による地表での空気カーマ率¹²の分布のシミュレーション結果例を図4-6に示す。このシミュレーション結果例は、風向、風速、その他の気象条件が一様であって、放射性物質が定常的に放出され、かつ、地形が平坦であると仮定した場合の地表面での空気カーマ率の分布を示している。このようなシミュレーション結果は主に希ガスの空間線量率における外部被ばくの線量推定に使用されている。

図4-6によると、風速1.0m/s、放出高さ60.0m、中程度の大気安定度を仮定した場合、原子力発電所から5km以遠では、2方位(45度)よりも外側の区域では放射線から受けるエネルギー量が100万分の1以下程度となることがわかる。

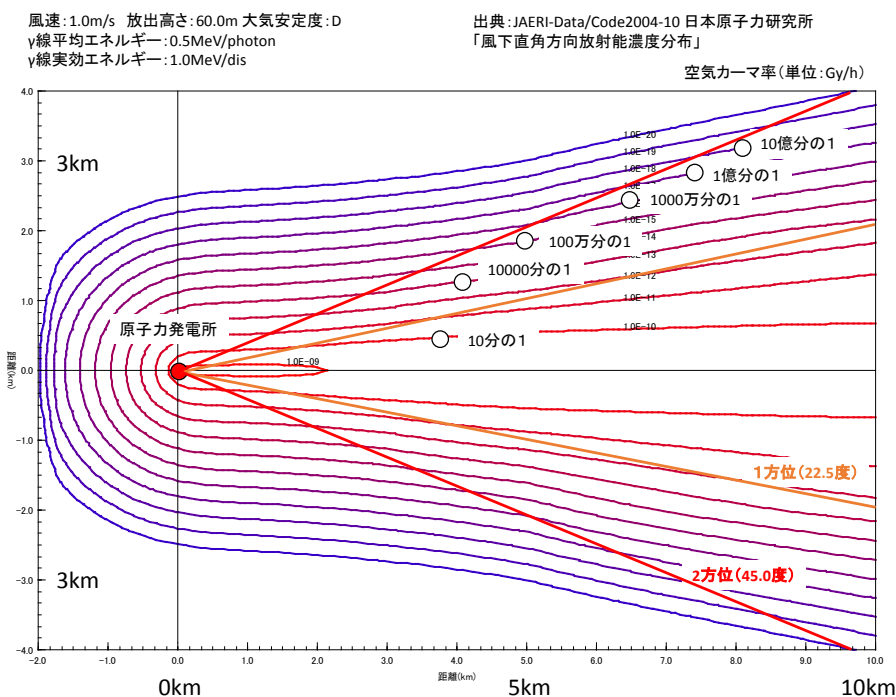
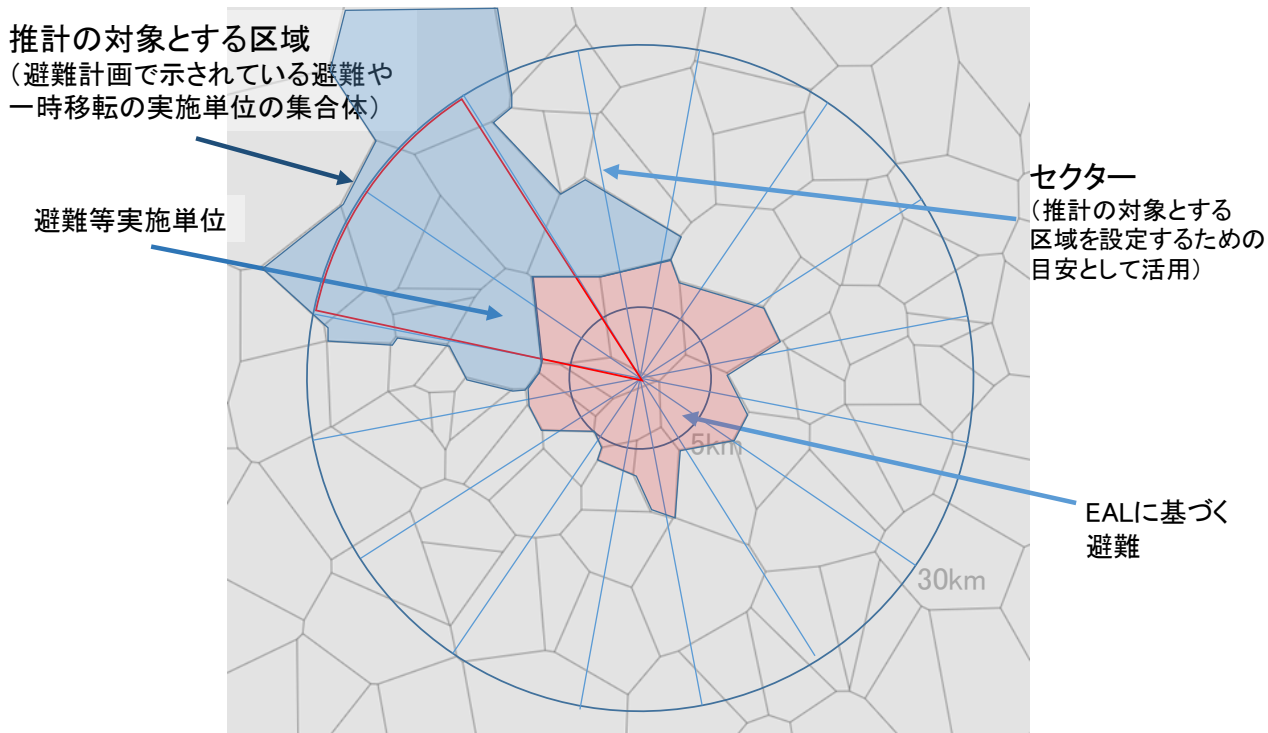


図 4-6 排気筒から放出される放射性雲からの等空気カーマ率分布図

※JAERI-Data/Code2004-10 日本原子力研究所「風下直角方向放射能濃度分布」 [9]をもとに方位等を加えて加工

推計の対象とする区域は、全ての方向に対して同様に区域の設定を行い、区域に含まれる人口、避難の困難さなどを検討したうえで、地域の状況にあわせて防護措置上インパクトの大きいと思われる区域を複数抽出する。図4-7に推計の対象とする区域となるセクターの設定イメージを示す。

¹² 空気が単位時間に放射線から受けたエネルギーの量。単位は Gy/h。



※実際の設定ではモニタリングポストの設置単位、地域のコミュニティ等による避難先の違いなどを考慮して小学校区、町丁・大字等の行政区画に基づき設定する

図 4-7 推計の対象とする区域と避難等実施単位の設定イメージ

(3) 一時移転等の運用に関する条件設定

標準的な ETE では、表 4-4 に示す一時移転等の運用方法例を参考に条件設定を行う。

基本シナリオ 1 では、全面緊急事態に基づく PAZ の避難の後、UPZ 内の特定の区域で OIL に基づく一時移転等がなされる 2 段階避難を想定する。ここでの第 2 段階の避難では UPZ 内の特定の区域が一斉に一時移転等を行うことを想定する。なお、UPZ 内の特定の区域は防護措置上のインパクトを考慮して複数の区域を準備する。

基本シナリオ 2 では、全面緊急事態に基づく PAZ の避難の後、UPZ 内で OIL に基づく一時移転等がなされる 2 段階避難を想定する。さらに、関係地方公共団体が一時移転等を効果的に運用することを目的に、対象とする区域をさらに区分し、それぞれの区域が順次一時移転等を行うことを想定する。

また、参考シナリオとして①PAZ 及び UPZ の一斉避難、②第 1 段階を PAZ 全域、第 2 段階を UPZ 全域とした 2 段階一斉避難を想定する。

表 4-4 一時移転等の運用を考慮した場合のシナリオ設定例

番号	一時移転等の運用方法	概要
1	2段階避難 第1段階：PAZ 第2段階：UPZ内の特定区域	全面緊急事態に基づくPAZの避難の後、UPZ内の特定の区域でOILに基づく一時移転等がなされることを想定 (一部方位の範囲は複数のケースを準備)
2	2段階避難 第1段階：PAZ 第2段階：UPZ内の特定区域 推計の対象とする区域を順次一時移転することを想定	全面緊急事態に基づくPAZの避難の後、UPZ内でOILに基づく一時移転等がなされることを想定するが、一時移転を効果的に運用するために、推計の対象とする区域が順次一時移転等を実施することを想定
(参考)	全方位一斉避難	①PAZ及びUPZの一斉避難 ②第1段階をPAZ全域、第2段階をUPZ全域とした二段階一斉避難

表 4-5 に推計の対象とする区域の設定例を示す。また、同表におけるシナリオ 1-1、シナリオ 1-2 の場合の市町村の位置関係を図 4-8 に示す。

表 4-5 一時移転等の運用方法とシナリオへの反映例（行政区で避難等対象地域を設定した場合）

基本シナリオ										
シナリオ 番号	推計の対象とする区域名	推計の対象とする区域								
		PAZ	UPZ							
		A 村	B 市	C 町	D 市	E 町	F 村	G 町	H 町	I 村
1-1 2段階避難(UPZ内同時)	2段階避難 第1段階: PAZ 第2段階: UPZ内の特定区域	1	2	2	2					
1-2 2段階避難(UPZ内同時)	2段階避難 第1段階: PAZ 第2段階: UPZ内の特定区域	1				2	2	2		
.....	(適宜UPZ内の特定区域を変更し適宜実施)									
2-1 2段階避難(推計の対象とする区域を順次一時移転)	2段階避難(UPZを順次一時移転とするケース) 第1段階: PAZ 第2段階以降: UPZ内の特定区域 一時移転を効果的に運用するために、推計の対象とする区域を順次一時移転	1	2	3	4					
2-2 2段階避難(推計の対象とする区域を順次一時移転)	2段階避難(UPZを順次一時移転とするケース) 第1段階: PAZ 第2段階以降: UPZ内の特定区域 一時移転を効果的に運用するために、推計の対象とする区域を順次一時移転	1				2	3	4		
.....	(適宜UPZ内の特定区域を変更し適宜実施)									
参考 (全方位一斉避難)	0~30km(全方位)	1	1	1	1	1	1	1	1	1
参考 (2段階全方位一斉避難)	2段階避難 第1段階: PAZ 第2段階: UPZ全方位	1	2	2	2	2	2	2	2	2

(注1) 2段階避難(推計の対象とする区域を順次一時移転)は、全面緊急事態に基づくPAZの避難の後、UPZ内でOILに基づく一時移転等がなされることを想定するが、一時移転の対象範囲が広域にわたる場合を想定し、推計の対象とする区域が順次一時移転を行うことを想定

(注2) 各推計の対象とする区域の避難等実施単位に設定されている数値は、段階的避難、順次一時移転の順序を示す

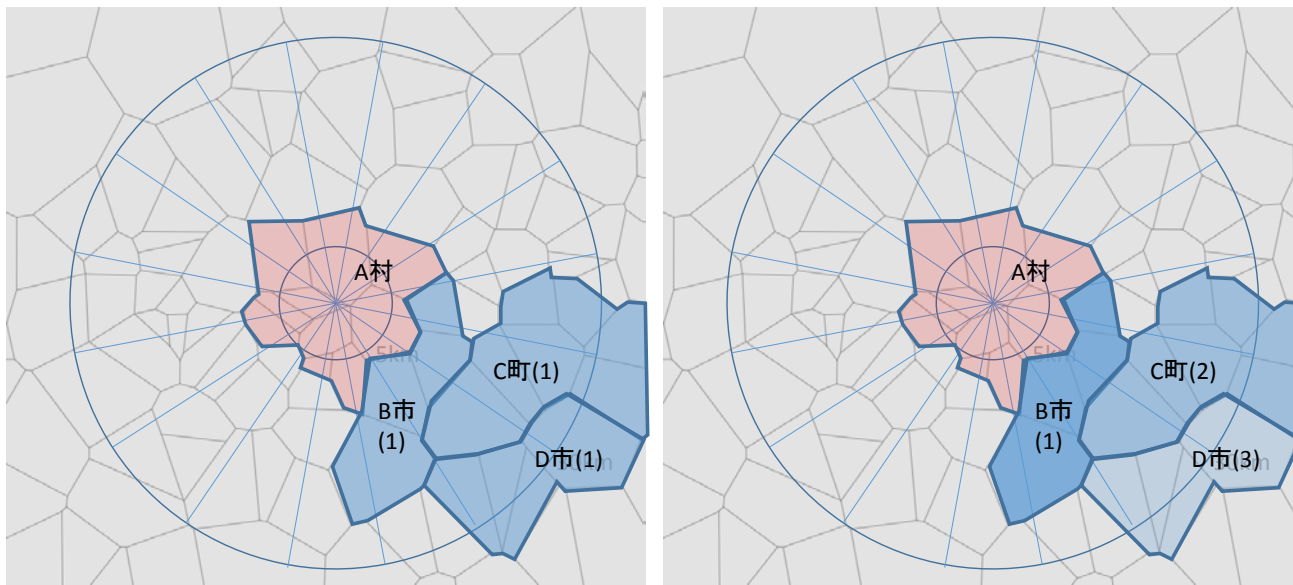


図 4-8 推計の対象とする区域の設定例 シナリオ 1-1 (左)、シナリオ 2-1 (右)

※図中の括弧内の数字は推計の対象とする区域が順次一時移転を行う際の順序を示す。

(4) 時間進展に関する条件設定

ETE で PAZ、UPZ の段階的避難を考慮したシナリオを実施する場合、避難時間等の取扱いについて ①PAZ 避難が終了後に UPZ の一時移転等が始まるシナリオ、②PAZ 避難に引き続き UPZ の一時移転等が始まるシナリオの 2 つの考え方がある。以下ではそれぞれの考え方について説明する。

なお、シナリオ設定にあたり、OIL による防護措置の実施に係る指示が出される特定の時間を設定することは困難であるため、この 2 つの考え方を組み合わせることにより、複数の条件下での施策の効果を検討する。

① PAZ 避難が終了後に UPZ の一時移転等が始まるシナリオ

EAL に基づく PAZ の避難の後に、OIL に基づく UPZ の一時移転等が実施されることを想定したシナリオである。EAL の避難指示から OIL による一時移転等の開始までの間は、PAZ の避難時間と比較し、一定の時間があることが想定されるため、PAZ の避難と UPZ の一時移転等は独立した避難として扱う。(図 4-9)

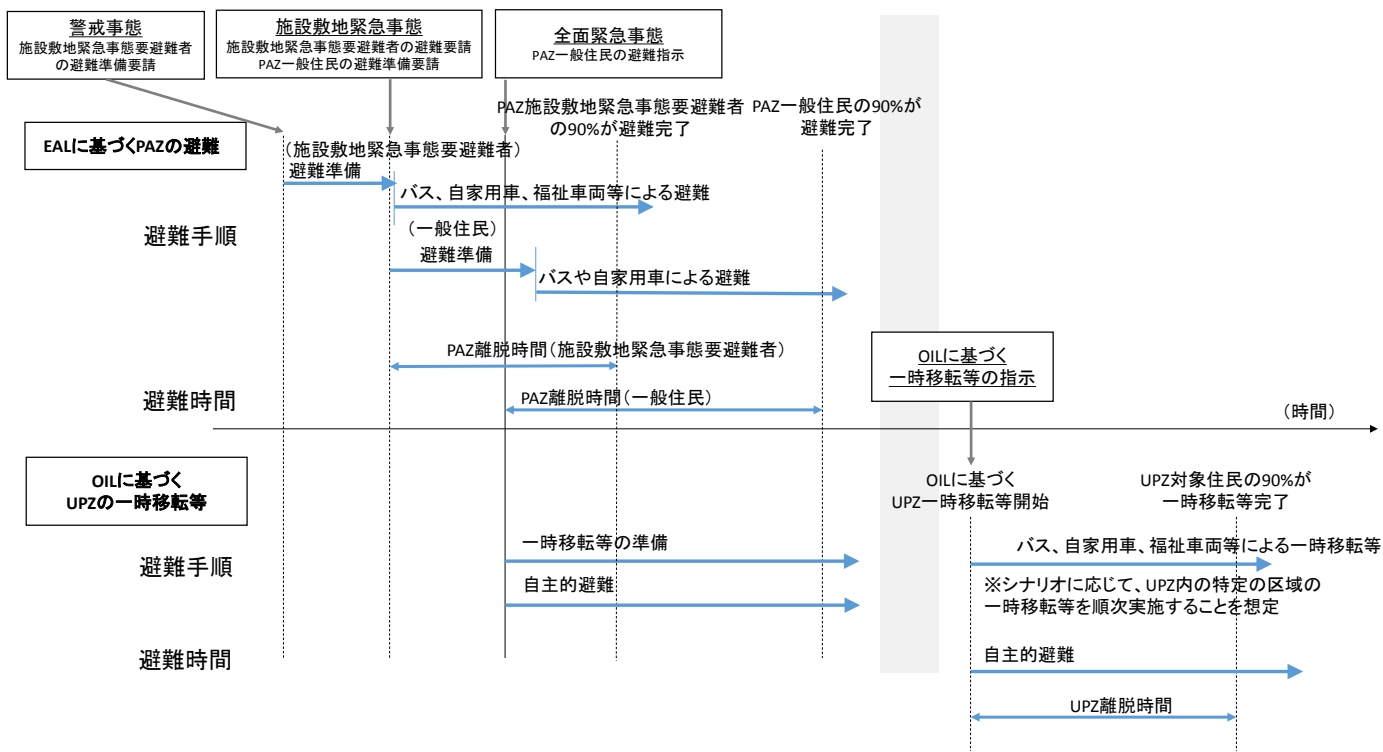


図 4-9 PAZ-UPZ の段階的避難の考え方 ①PAZ 避難が終了後に UPZ の一時移転等が始まるシナリオ

② PAZ 避難に引き続き UPZ の一時移転等が始まるシナリオ

PAZ の避難と UPZ の一時移転等の間に、時間的な差がないような場合を想定して実施しておくシナリオである。例えば、EAL に基づいて PAZ の避難が開始した後、PAZ の住民の 90% が UPZ 外に避難完了した時に OIL による一時移転等の指示がなされ、UPZ の住民が一時移転等を開始することを想定する¹³。避難時間としては、PAZ の避難時間と UPZ の避難時間を合計した避難時間の他に、PAZ、UPZ それぞれの避難時間についても解析を行う。(図 4-10)

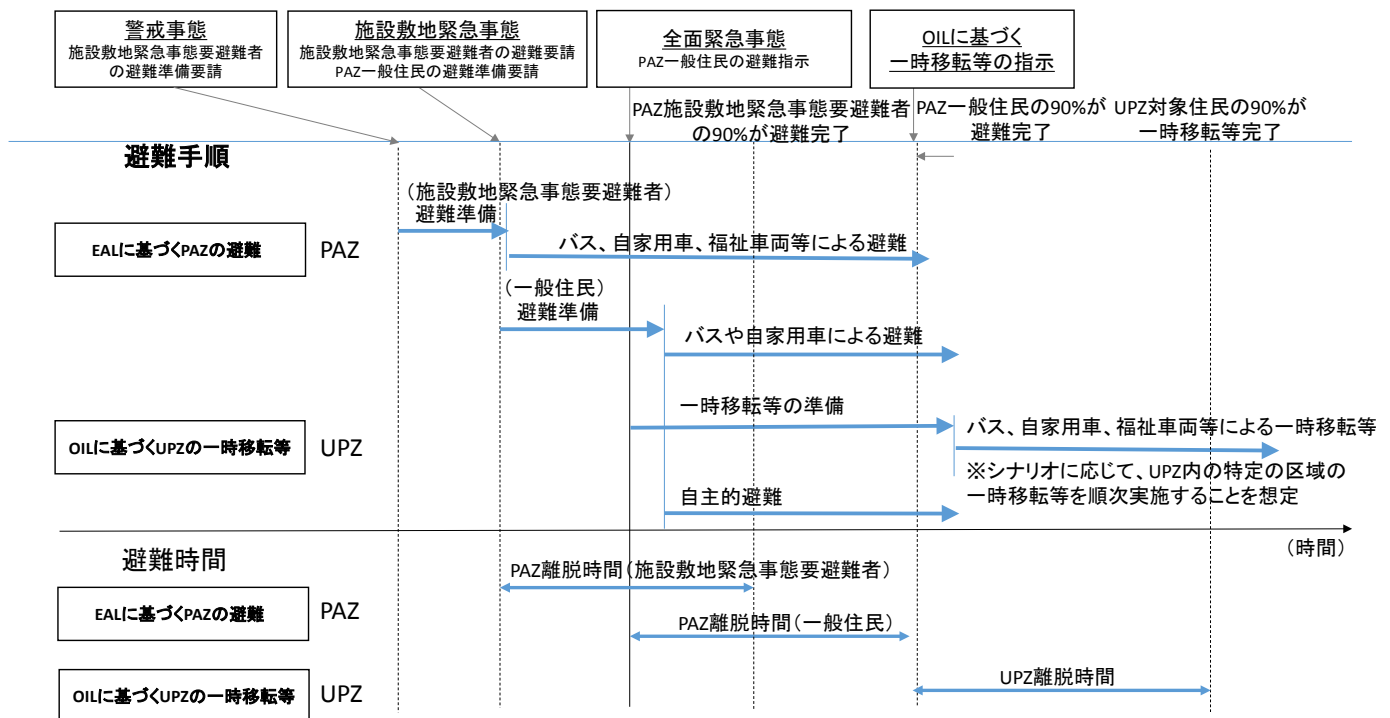


図 4-10 PAZ-UPZ の段階的避難の考え方 ②PAZ 避難に引き続き UPZ の一時移転等が始まるシナリオ

¹³米国における ETE では、大半の避難者が避難を完了する時間として 90%避難時間を防護活動の意思決定に用いるとしている。段階的避難では原子力発電所から 0~2 マイル圏の避難が 90%完了した段階で、2~5 マイル圏が避難を開始する想定としている。

4.3. シナリオの想定条件の設定

ETE ではシナリオの想定条件（変動要素）として、指針を踏まえた避難計画に基づいた条件（基本シナリオ）と、避難計画を改善するための各種施策を想定した条件（施策シナリオ）を設定する。基本シナリオでの ETE の結果により抽出された課題点に対して、各施策を実施した場合のシナリオ（施策シナリオ）を比較することでその効果を把握する。以下では、基本シナリオ、施策シナリオの例について説明する。

(1) 基本シナリオ

施策に対する比較を行うための基本的なシナリオとして、指針を踏まえた避難計画に基づいた PAZ・UPZ の段階的避難を基本シナリオとする。推計の対象とする区域の設定としては、標準的な一時移転等の運用方法（表 4-6）を参考に設定し、その他の条件については地域の避難計画に基づいた標準的な避難経路、避難手段などを設定する。

表 4-6 一時移転等の運用を考慮した場合のシナリオ設定例（再掲）

番号	一時移転等の運用方法	概要
1	2段階避難 第1段階：PAZ 第2段階：UPZ 内の特定区域	全面緊急事態に基づく PAZ の避難の後、UPZ 内の特定の区域で OIL に基づく一時移転等がなされることを想定 (一部方位の範囲は複数のケースを準備)
2	2段階避難 第1段階：PAZ 第2段階：UPZ 内の特定区域 推計の対象とする区域を順次一時移転することを想定	全面緊急事態に基づく PAZ の避難の後、UPZ 内で OIL に基づく一時移転等がなされることを想定するが、一時移転を効果的に運用するために、推計の対象とする区域が順次一時移転等を実施することを想定
(参考)	全方位一斉避難	①PAZ 及び UPZ の一斉避難 ②第1段階を PAZ 全域、第2段階を UPZ 全域とした二段階一斉避難

(2) 施策シナリオ

基本シナリオでの ETE の結果により抽出された課題点に対して、各施策を実施した場合のシナリオ（施策シナリオ）を比較することで、その効果を把握する。施策シナリオは地域の課題に応じて様々なシナリオが想定される。施策シナリオの立案は基本シナリオでの ETE の結果、地域の状況等を踏まえ、必要に応じて ETE 事業者の知見を活用して設定するものとする。表 4-7 に代表的な施策シナリオの例を示す。

表 4-7 代表的な施策シナリオの例

シナリオ名	概要
避難経路の設定	基本シナリオの ETE 実施結果により抽出された交通渋滞等の課題に対して、高速道路利用や、避難経路の改善等を実施した場合のシナリオである。 避難では、主要な道路が交差する交差点、高速道路の入り口などで渋滞が発生し、避難のボトルネックとなることが多い。基本シナリオでそのような避難上の課題を抽出し、施策シナリオでは課題を解決するため、道路の新設等や拡充等も含めて複数経路の設定などを検討する。この結果を基本シナリオと比較することで、避難経路を変更もしくは追加設定することによる効果を把握する。
避難手段の設定	避難手段や自動車の乗車人数を変更したシナリオである。避難手段としては、自家用車、関係地方公共団体などが手配するバスなどの大型の輸送車両、鉄道、船舶など様々な避難手段が考えられる。地域の人口や年齢構成、大型車両の手配状況など地域によって、望ましい避難手段は異なると考えられる。 施策シナリオでは、地域で利用できる避難手段とその組み合わせ等を検討し、その効果を検証する。必要に応じて、避難手段の組み合わせの割合、乗車人数等の想定により、複数のシナリオを検討することも考えられる。
交通施策	交差点を起点とした渋滞や、域外からの流入車両による渋滞など、基本シナリオの結果で出てきた交通施策上の課題点に対応するシナリオである。 交通施策の例としては、域外からの流入を迂回させる交通規制や、避難経路に応じた避難交通量を考慮した信号等の調整、誘導等の交通施策の実施などが考えられる。
避難退域時検査場所や避難先の運用	避難退域時検査場所や避難先を調整することにより、退避時検査に要する時間の短縮、必要なリソース等の把握を行うためのシナリオである。 避難場所のマッチングや、避難退域時検査場所に要するリソースも検討事項となるが、ETE と合わせて検討することにより、避難が円滑に行われるか検討を行うことができる。

(3) その他の想定条件

自家用車利用率、避難車両あたりの乗車人数、避難準備時間、自主避難の比率など、条件を変化させて影響の度合いを検討する項目について想定条件を設定する。具体的な情報収集、設定等については、「5. シナリオ設定のためのデータ整備 (5) 想定しておくべきデータの検討」に示す。

5. シナリオ設定のためのデータ整備

前章までに述べたシナリオ設定の考え方を踏まえ、シミュレーションをより現実に即したものとするため、ETEを実施する前に、地域の状況に精通した関係者と十分に協議し、シナリオに必要なデータの準備及び地域特性の条件設定等を行っていくことが必要である。

ETEを実施するには、避難に用いる道路の交通容量などの情報や、避難対象住民に関する詳細な情報などが必要である。また、時間帯や季節などの状況を想定したシナリオを作成して、避難時間にどのような影響があるかを把握するための準備を行う。

ETEを実施するにあたっての必要な情報とそれらの入手方法を以下に示す。ETEで避難対象とする地区や避難先に関するデータのほか、周辺の社会環境に関するデータを準備する必要があるため、関係周辺地方公共団体からの協力を得ながらデータ準備を行う必要がある。基本的にはETEを実施する担当者がデータや条件を整理するが、整理した条件は、関係地方公共団体のETE実施担当者の確認を得た上で、ETEのシナリオに反映する。

(1) 人口などの基本情報

① 避難等実施単位

緊急時に避難指示等を行うタイミングや避難先の違いなどを考慮し、同一の防護措置を実施する単位として、対象地区を最小区画に分割した避難等実施単位を設定する。

② 人口情報（夜間人口）

住民基本台帳などを基に、避難等対象住民の基礎データとして世帯数及び夜間人口数を、先に設定した避難等実施単位ごとに整理する。

③ 自動車保有台数

自動車検査登録情報協会の車両登録情報、及び全国軽自動車協会連合会の軽自動車登録情報等から、発生する避難車両数の基礎データとして該当する区域ごとの車両保有台数の情報を取得する。登録情報は市町村単位で入手可能であるが、さらに避難等実施単位に対する情報が必要な場合は、人口比率で設定するなどの調整を行う。なお、自動車登録情報には登録時の旧地区名が用いられていることがあるため、注意が必要である。

④ 避難手段の整理

推計の対象とする区域における住民の避難手段については、関係地方公共団体が行う調査等を通じて把握した情報をもとにできる限り把握し、基礎データとして整理しておくことが、現実的なシナリオ設定に役立つ。なお、自家用車を利用しない避難者は、基本的には緊急時の輸送車両を利用することとなるため、避難等実施単位ごとに利用人数を把握しておく。また、半島や離島などの地域においては、必要に応じ船舶による避難も考慮する。

分類した避難手段のうち、船舶や航空機による避難の時間推計は、自動車によるETEとは別に、妥当と考えられる手法での計算を行うことを検討する。具体的には、距離、避難手段

の移動速度、避難手段の要請に要する時間、乗降に要する時間等を用いて避難時間を推計することができる。例えば、船舶を用いた避難では、避難計画等により、避難に利用する船舶の乗船定員、速度、避難経路の港を結ぶ距離を得ることができる。距離と速度から移動に要する時間、避難者数を乗船定員から必要な往復回数を得ることができるため、往復の移動時間・乗降時間の和と往復回数を掛けて、避難に要する時間を算出することができる。

また、自転車、徒歩などによる避難は、一般的には車両の通行に大きな影響を与えないと考えられるため、自動車による ETE とは独立に計算することで問題は生じない。ただし、多数の避難者が同時に自転車、徒歩などによる避難を行うなど、自動車による ETE に影響をきたす可能性がある場合には、これを考慮できるよう検討しておく必要がある。

バス等の自家用車以外の避難手段を使用する場合、地域の実情を踏まえて避難に使用する車両等が避難に利用可能となるまでの時間を推計する必要がある。例えば、避難にバスを利用する場合には、利用する輸送事業者への協力要請から、バスの調達、乗務員の参集、避難開始場所までの移動、避難者の乗車・降車時間などを考慮した時間を推計する。この時間はバスを利用する避難者の避難準備時間の一部として使われる。また、往復輸送を想定する場合には、避難先での住民の降車、復路も想定したシミュレーションが必要となる。

⑤ 公共輸送

一般の公共輸送として、鉄道、バス、航空機、船舶に関する情報を収集し、整理する。また、関係地方公共団体などが手配する緊急時の輸送車両（バス、タクシーなど）の情報を収集し、整理する。

ETE の対象となる路線バスに関しては、通常の自動車と速度が異なることが想定されるため、平時の運行スケジュールなどの情報が必要となる。また、鉄道、航空機、船舶については、時刻表などから UPZ の外に出るまでに要する時間を計算してデータを準備しておく必要がある。

緊急時の輸送車両は、台数、車種（乗車人数）、通常時の待機場所及び待機場所を出るまでに必要な時間（運転手の手配時間など）を整理しておく必要がある。

⑥ 一時集合場所、避難先などの避難収容施設に関する情報

避難等実施単位ごとに、関係地方公共団体などが手配するバスなどの大型輸送車両で避難する住民の一時集合場所を定め、集合予定人数など（④に示した自家用車を利用しない避難者を考慮して検討）の情報を合わせて整理する。また、⑤で整理した緊急時の輸送車両の情報と合わせて、災害時避難者搬送に関する計画（車両の手配、走行経路など）を立て、ETE へ反映する情報とする。

避難先に関する情報として、収容可能人数、駐車可能台数などの情報を整理する。

(2) 避難行動要支援者等の避難に関する情報

① 医療機関及び社会福祉施設の情報

医療機関や社会福祉施設などの特別な施設における避難行動要支援者数（搬送要請が必要な人数）、搬送手段などの情報を収集し整理する。一方施設（病院など）で搬送可能な人数、搬送要請が必要な人数、及び搬送先をそれぞれ示す。この際、支援に必要な人員（医者の付き添い、運転手など）の確保などについても情報をまとめる。これは、ETEで避難行動要支援者等の避難車両の発生台数等を推定する際には、支援に必要な人員も考慮に入れた推定を行うためである。また、避難準備時間の設定を行う際に、必要な搬送手段の調達、要因の参集等に要する時間等を考慮する。

② 避難行動要支援者を擁する施設の車両情報など

①で情報を収集した施設において、それぞれの施設が保有する搬送車両の詳細（一度に搬送可能な人数、保有台数など）情報を収集し整理する。

③ その他の避難行動要支援者などの人口把握

その他、避難等実施単位ごとの、在宅の避難行動要支援者、乳幼児等の要配慮者数及び搬送先に関する情報をリストで作成する。これらの情報を元に、搬送に関する計画（車両の手配、走行経路など）を立て、ETEへ反映する情報とする。

(3) 避難経路に関する道路情報

① 避難に使用する道路

ETEにおいては、原則として、避難計画で定められている避難経路を利用することを想定する。避難に使用する道路として、全国道路・街路交通情勢調査（道路交通センサス）¹⁴などに記載される主要幹線道路に加え、生活道路のうち、住民が車両での避難に実際に使用すると考えられる道路を抽出する。

② 交通容量、道路形状など、道路区間に関する情報

避難経路として抽出された道路に対し、交通容量、及び車線数、車線と路肩の幅、避難経路で最も幅の狭い道路区間などの道路形状、また、高速道路などの料金所とこれに付随する車線導流帯、区間ごとの速度制限、踏切の有無、季節や天候に応じて通行止めとなる区間などの解析時に必要な情報を収集し、整理する。

これらの情報は、ETEを実施する担当者が、解析に必要な情報を道路交通センサスやデジタル地図情報などから整理することで効率よく実施できる。関係地方公共団体のETE実施担当者は、整理された情報を地域の状況をよく知る関係者とともに、最新情報であることなどを確認する。

¹⁴全国道路交通の現況と問題点を把握し、将来にわたる道路の整備計画を策定するための基礎資料を得る目的で、5年ごとに全国的な規模で実施される調査。

③ 交差点情報

交差点情報として、交差点の枝数、流入部車線数と利用構成（左直、右折など）、流出部車線数、右折/左折付加車線の有無を収集し、整理する。また、信号情報として、信号サイクル長/ステップごとの長さ、表示パターン、日中及び夜間の標準的な設定に関する情報を収集し、整理する。情報を整理するのは、原則として重点区域内の主要な交差点とする。

この情報は、道府県警察本部から入手する必要があるため、関係地方公共団体の ETE 実施担当者は、主要幹線の交差する交差点や平時より渋滞が発生する交差点などの考慮すべき交差点を抽出した上で、道府県警察本部へ情報の提供を要請する。情報入手が困難な場合、ETE を実施する担当者が必要に応じて現地での調査を行う。

交差点情報の例を図 5-1 に示す。

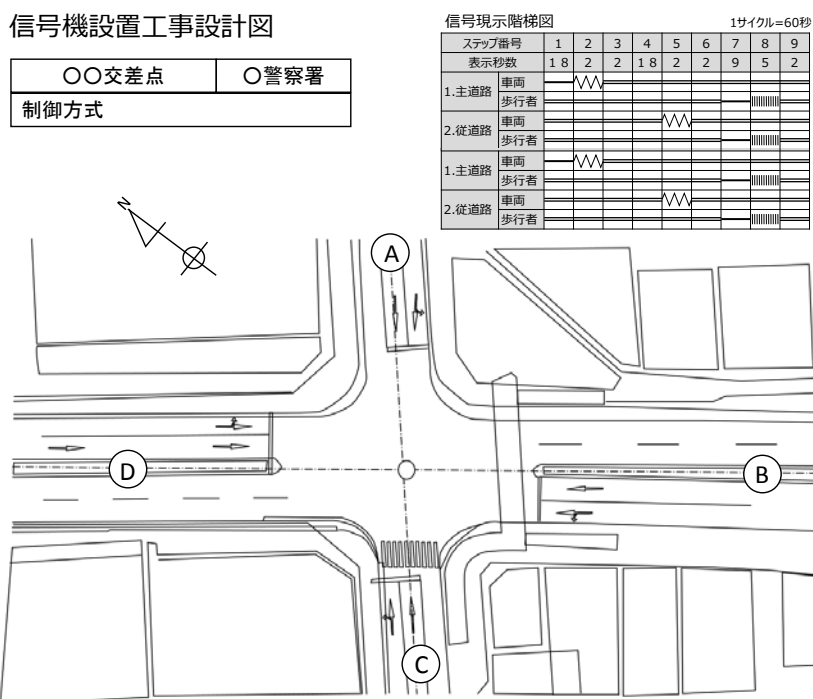


図 5-1 交差点図例

(4) その他収集すべき情報

① 一時滞在者情報（昼間人口）

推計の対象とする区域に居住せず、昼間に一時的に立ち入る人口を整理する。一時滞在者人口には、就労者、就学者等を考慮する。また、休日などにおいて大規模な集客がある施設（レジャーランド、大規模店舗など）の情報を収集する。

情報の収集に当たっては、周囲の道路交通状況を加味しながら避難交通上のインパクトが大きいと思われる施設について、地域において把握されている関連調査の結果を活用して収集を行う。

② 学校情報

避難等実施単位ごとに学校リストを作成し、関係地方公共団体が実施している学校基本調査関連の情報などから就学者数などを収集する。また、各校における避難計画（自宅への帰宅、もしくはスクールバスによる避難など）を加える。

③ 工場・会社に関する情報

避難対象区域に大規模な会社や工場があり、就労者の多くが自家用車を利用する場合は、周辺での交通の集中や、家族を迎えに行くなどの一時帰宅のため、避難準備時間が長くかかる可能性が考えられる。そのため、大規模な会社や工場を対象として、就労者数、自家用車利用者数や車両台数、各地域の避難計画における取扱い等の情報を準備する。

これらの情報のうち就労者数は、総務省統計局が実施している経済センサス情報¹⁵などが情報源となる。自家用車利用者数や車両台数などの情報を関係地方公共団体などが把握できる場合は、その情報を追加情報として用いる。

④ その他集客施設情報など

その他、推計の対象とする区域に、商業施設、観光施設、宿泊施設などの大規模な集客がある施設が存在する場合、ピーク時の曜日及び時間帯、集客数、自家用車利用者数、及び1台あたりの平均乗車人数の情報を収集し整理する。同様に、大規模な集客が見込まれるサッカーリーグや花火大会などのイベントについても情報を収集する。

商業施設、観光施設、宿泊施設などの各施設の稼動状況は、外部シナリオ条件で設定された季節、平日／休日、時間帯、天候等を考慮して、曜日・時間帯等ごとに年間を通じた標準的な水準を想定する。年間を通じた標準的な水準は、例えば月別又は季節別の人口・一時滞在者数の統計値を参考に年間の変動を把握して求めることができる。

観光客数は、関係地方公共団体の産業振興課などが所管する観光白書、観光入込客統計などから情報を取得する。必要に応じ、観光施設などに問い合わせを行うなどして、月別や曜日別の観光客の人数を把握し、そこから検討対象となるピーク時期の避難対象者数（同時滞在人数）を推定する。また、自治体統計資料の県外構成比等から、県外から流入する観光客数を推計すること等が考えられる。

観光客の交通手段についても考慮することが必要である。イベント及び時間によっては、大半が公共交通機関を利用することが考えられる。このような場合、イベント会場の最寄り駅など、主要な場所における利用者数の把握も必要となる。ただし、この情報は通常時の利用者数とも比較し、一時滞在者と居住者がダブルカウントされないよう注意する必要がある。想定にあたっては、地域において把握されている関連調査の結果を活用した推計を行う。

¹⁵総務省統計局が実施している経済センサス情報 <http://www.stat.go.jp/data/e-census/>

⑤ 季節ごとの気象条件

シナリオを作成するため、推計の対象とする区域の年間の気象条件を考慮し、道路の交通に対して必要に応じ季節ごとの厳しい条件を設定する。地域によっては、積雪、凍結、霧などの道路交通に大きな影響を与える気象を考慮する必要がある。

⑥ 地震・津波などの災害が発生した場合の道路インパクト情報

地震・津波などの災害が発生した場合、使用可能な道路が限られることが考えられる。災害時の道路のインパクト情報（速度制限、車線規制、不通などの道路に対する災害の影響に関する情報）を、ハザードマップなどをもとにあらかじめ想定しておく。また、複合的な要因の影響（停電による交差点の信号機の機能が喪失など）もシナリオに反映する場合もある。

(5) 想定しておくべきデータの検討

① 自主避難

自主避難とは、避難指示対象区域外の人が自主的な判断により避難を開始してしまうことをいい、交通に影響を及ぼすため、どの程度の自主避難が発生するかを考慮する必要がある。自主避難者の数は、ETEを行ううえで非常に大きな変動因子となることが分かっている。米国では、避難指示等区域外の20%が避難を開始するものとして想定している [4]。また、米国で実際にETEを実施した例では、自主避難率を30%としたものがある [10] [11] [12]。

一方で、国会事故調査報告書 [13]に示された福島第一原子力発電所事故時の住民に対するアンケート結果「自主的な判断による避難を行った住民の割合」を、図 5-2 に示す。このアンケートでは、最大で60%が自主避難を行い、全体では40%近くの住民が自主避難を行った¹⁶ことがわかる。この結果から、国内における自主避難率の設定は40%を基本とする。その際、自主避難時の避難経路については、避難経路を指定したケースと指定しないケースの双方を考慮する。

また、福島第一原子力発電所の調査から、UPZ外でも自主避難が行われていたと考えられる。UPZ外に人口の大きな都市がある場合などは、UPZ外の自主避難が、推計の対象とする区域における円滑な一時移転等を妨げる可能性がある。そのような場合には、UPZ外の自主避難について検討しておくことが考えられる。 [14]

¹⁶ 東京電力株式会社福島第一原子力発電所から10km圏内の避難指示が発出された双葉町、大熊町、富岡町、浪江町を除いた集計による

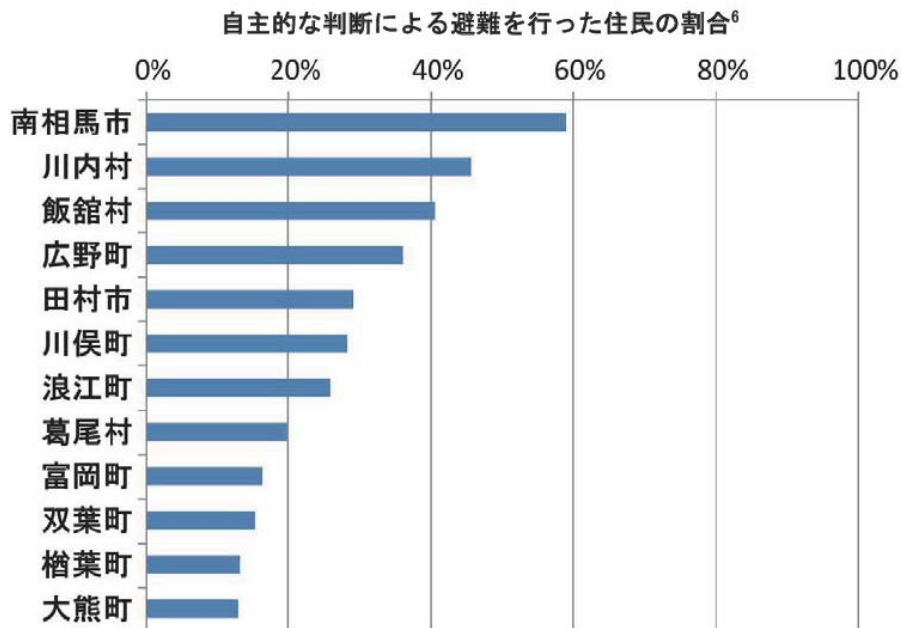


図 5-2 アンケート結果「自主的な判断による避難を行った住民の割合」（国会事故調 [13]より）

避難が段階的に実施されたとした場合の想定については、図 4-9 及び図 4-10 で示した通り、(a) PAZ 避難が終了後に UPZ の一時移転等が始まるシナリオ、(b) PAZ 避難に引き続き UPZ の一時移転等が始まるシナリオの2つの考え方がある。この考え方を踏まえ、それぞれのシナリオにおける自主避難設定の考え方を以下に示す。

(a) PAZ 避難が終了後に UPZ の一時移転等が始まるシナリオ

EAL に基づく PAZ の避難指示と、OIL に基づく UPZ 対象区域の一時移転等の指示の間に相当の時間があることを想定したシナリオである。このシナリオでは、EAL に基づく PAZ の避難指示後に、UPZ 内の全範囲から自主避難が発生することを想定する。

そのうえで、OIL に基づく UPZ 対象区域の一時移転等については、一時移転等の指示の間に相当の時間があることを想定する。この時、安全側を見て評価するため、一時移転等の指示後に、UPZ の推計の対象とする区域の対象住民が一時移転等を行うとともに、推計の対象とする区域以外の UPZ の範囲から自主避難が発生することを想定する。この際、PAZ の避難指示後に UPZ 内の全範囲から発生した自主避難による避難対象人口の減少は考慮せず、避難上の負荷として扱う。自主避難者数の算定例を表 5-1 に示す。

表 5-1 (a) PAZ 避難が終了後に UPZ の一時移転等が始まるシナリオでの自主避難者数の算定例

自主避難者が発生する タイミング	自主避難者が発生する区域 自主避難者数
EAL に基づく PAZ の避難 指示後	<ul style="list-style-type: none"> ・UPZ 内の全範囲から自主避難者が発生する ・自主避難者数=UPZ 内の人口×自主避難率 想定する時間帯によって、夜間人口、昼間人口を用いて自主避難者数を算定する
OIL に基づく UPZ の一時 移転等指示後	<ul style="list-style-type: none"> ・推計の対象とする区域以外の UPZ 内から自主避難者が発生する ・自主避難者数=推計の対象とする区域以外の UPZ 内の人口×自主避難率 ※想定する時間帯によって、夜間人口、昼間人口を用いて自主避難者数を算定する ※PAZ の避難指示後に UPZ 内の全範囲から発生した自主避難により、UPZ 内の避難対象人口が減少することが想定されるが、この UPZ 内避難対象人口の減少は考慮せずに自主避難者数を算定する。
OIL に基づく UPZ の一時 移転等指示後(推計の対象 とする区域が順次一時移転 を実施することを想定)	OIL に基づく UPZ の一時移転等指示後と同様 一時移転の順次実施の度に、推計の対象とする区域以外の UPZ 内から自主避難者が発生することを想定する。

(b) PAZ 避難に引き続き UPZ の一時移転等が始まるシナリオ

EAL に基づく PAZ の避難指示後、連続的に UPZ の一時移転等の指示を行うことを想定したシナリオである。このシナリオでは、EAL に基づく PAZ の避難指示後に、UPZ 内の全範囲から自主避難が発生することを想定する。

そのうえで、OIL に基づく UPZ 対象区域の一時移転等については、先行する PAZ 避難で発生する自主避難によって人口が減少することを考慮して一時移転等の対象者数を設定する。

合わせて、PAZ 避難に引き続き UPZ の一時移転等が始まるシナリオでは、PAZ の避難時には既に UPZ 内の自主避難が発生し避難中であると考え、UPZ の一時移転等を行う際には、UPZ 内の自主避難者は一時移転等の指示に基づき行動する住民のみが残っているものとし、自主避難は発生しない想定とする。自主避難者数の算定例を表 5-2 に示す。

表 5-2 (b) PAZ 避難に引き続き UPZ の一時移転等が始まるシナリオでの自主避難者数の算定例

自主避難者が発生する タイミング	自主避難者が発生する区域 自主避難者数
EAL に基づく PAZ の避難 指示後	<ul style="list-style-type: none"> ・UPZ 内の全範囲から自主避難者が発生する ・自主避難者数=UPZ 内の人口×自主避難率 想定する時間帯によって、夜間人口、昼間人口を用いて自主避難者数を算定する
OIL に基づく UPZ の一時 移転等指示後	<ul style="list-style-type: none"> ・自主避難者は発生しない(EAL に基づく PAZ の避難指示のタイミングで、既に自主避難が行われているため) ※一時移転対象者数は、先行する PAZ 避難で発生する自主避難によって人口が減少することを考慮して設定する。
OIL に基づく UPZ の一時 移転等指示後(推計の対象 とする区域が順次一時移転 を実施することを想定)	<ul style="list-style-type: none"> ・自主避難者は発生しない(EAL に基づく PAZ の避難指示のタイミングで、既に自主避難が行われているため) ※一時移転対象者数は、先行する PAZ 避難で発生する自主避難によって人口が減少することを考慮して設定する。

② 避難車両一台あたりの乗車人数

発生する避難車両の台数を設定するため、避難車両 1 台あたりの乗り合わせる乗車人数を想定する。地域の車両保有状況、時間帯等により乗り合わせの状況が異なることが想定されるため、地域の状況に応じて世帯数、自動車保有台数等を参考に想定する。

③ 背景交通¹⁷、通過交通¹⁸など

ETEの開始時には、道路上に通常通り走行車両が存在するものと想定する。これらの車両は一定時間後（広報車などによる避難指示の認識を想定）に避難方向へ向かう。

背景交通及び通過交通については、ETEの初期条件として通常時の交通量が必要となる。ETEのシナリオの内容に応じて、設定条件に反映する。

④ 避難準備時間

避難準備時間とは、避難指示が出されてから避難を開始するまでの時間である。指針では施設敷地緊急事態にすべての住民等を対象とした一時移転等の予防的防護措置を準備するものとしており、万が一、全面緊急事態に進展した場合には、ある程度の避難準備が進んでいることが想定される。ETEでは推計の起点となる施設敷地緊急事態および全面緊急事態時点での状況を想定して避難準備時間を算出する。

避難準備時間は昼夜もしくはイベント時などのシナリオごとに条件を想定して設定する。例えば、地震などによる停電の発生を想定する場合には、避難開始が遅れることなどを考慮する。

避難準備においては次の5つの状況などを考慮 [15]し、事故の発生（避難指示）時期と対象者に応じて、状況の組み合わせから避難準備に要する時間を考慮する。なお、これらの避難準備時間に関連する条件は、地域の就業状況、観光、道路ネットワーク等により異なることが考えられるため、地域の実情に合わせた想定を行う。

- 通常状態
- 避難指示の認識
- 職場などからの出発
- 自宅への到着
- 自宅から避難先へのお出発

⑤ 避難退域時検査にかかる時間

避難退域時検査会場に到着してから、避難退域時検査を実施し、避難退域時検査会場を出発するまでの時間について推定を行う。避難退域時検査にかかる時間推定の基本的な手順の例を示す。

(a) 会場内のレイアウトの確認

避難計画で設定された避難退域時検査会場内のレイアウトをもとに、入場から退場までの経路と避難退域時検査レーンのレイアウトを確認する。図 5-3 に避難退域時検査会場内の経路と、レイアウトの例を示す。

¹⁷ 通常時にエリア内を走行している一般交通

¹⁸ 通常時のエリア内へ流入及びエリア外へ流出する一般交通

屋外の配置計画図、動線図の例

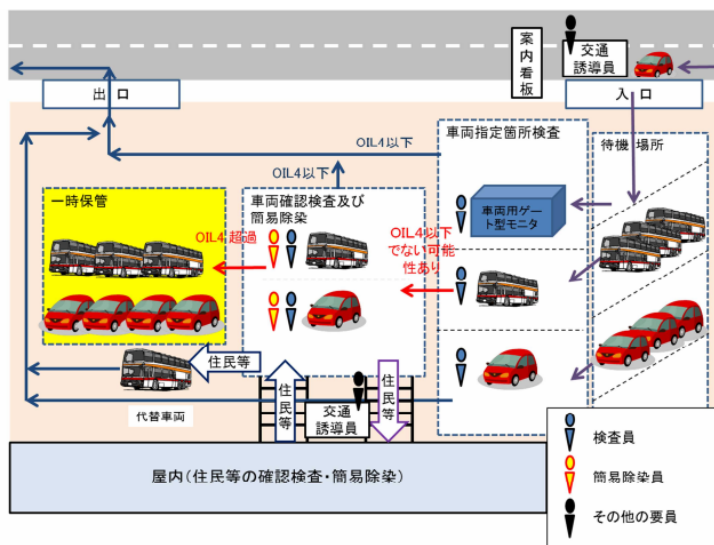


図 5-3 避難退域時検査場所 屋外の配置計画図、動線図の例

(原子力規制庁 原子力災害時における避難退域時検査及び簡易除染マニュアル 平成 27 年 3 月 [16])

(b) 避難退域時検査時間、レーン毎の処理能力の算定

レイアウトで設定されたそれぞれの避難退域時検査レーンが避難退域時検査に要する時間と、単位時間あたり検査可能な車両台数を想定する。想定例を図 5-4 に示す。図はゲート型モニタの設置を想定した設定としているが、ゲート型モニタの性能や現場の状況や訓練等において要した時間等を踏まえて個別に設定を行う。

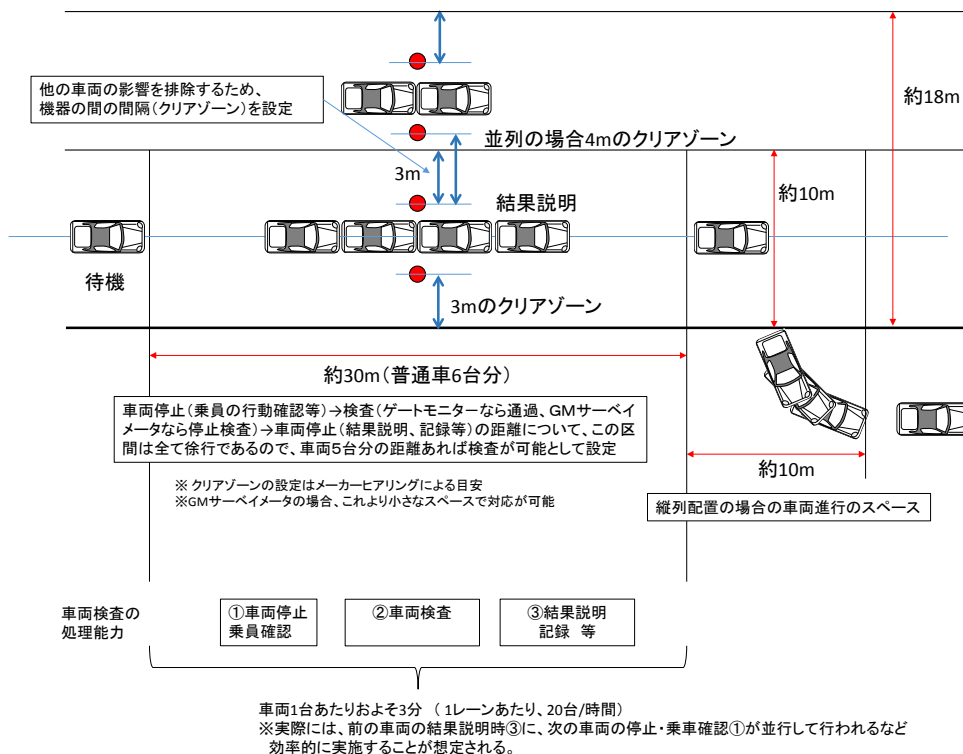


図 5-4 避難退域時検査レーンのイメージ (避難退域時検査時間・レーン毎の処理能力)

(c) 会場内の移動時間の算定

入場から退場までの経路の距離から、会場内の移動に要する時間を算定する。

(d) 駐車・車両乗降等の処理能力の算定

入場から退場までの経路から、必要に応じて駐車・車両乗降等の処理能力を算定する。避難退域時検査にかかる時間は、ボトルネックとなる箇所の処理能力に依存するため、避難退域時検査時間がレーンあたりの処理能力に依存する場合には、駐車・車両乗降等の処理能力の算定を行う必要はない。例えば、駐車、避難車両の乗り換え等が必要となる場合には、駐車場の面積と駐車可能台数がボトルネックとなる可能性があるため、駐車場の入出庫処理能力を算定し、避難退域時検査レーンあたりの処理能力と比較して避難退域時検査場所でのボトルネックとなるか検討を行う必要がある。

(e) 避難退域時検査に要する時間の想定

避難退域時検査の所要時間は、次式で求めることができる。

所要時間＝検査開始までの滞留時間＋避難退域時検査時間＋会場内の移動時間

※ 検査開始までの滞留時間：避難退域時検査場所への単位時間経過ごとの流入台数と
避難退域時検査場でのボトルネックの処理能力、滞留の対応方法等により検討。

⑥ 避難完了確認時間

避難完了確認時間には、推計の対象とする区域からの対象住民が避難先に到着してから、避難先での受け入れに要する時間（駐車、降車、収容等）を指す。

④の避難準備及び⑤の避難完了確認に要すると想定される時間は、シナリオや、地域ごとの勤務地から戻るまでの時間、避難確認の方法等によって異なる。例えば米国の例における避難準備時間の想定では、平日昼間は学校、会社などから一旦帰宅し、家族単位での避難開始とするために避難準備時間は比較的長いと想定され、夜間休日では避難準備時間は比較的短いと想定されている。

国会事故調報告書 [13]に示された福島第一原子力発電所事故時の住民に対するアンケート結果「避難した住民の割合」を図 5-5に示す。平成23年3月11日夜間に福島第一原子力発電所から3km内に最初の避難指示が出されているが、その時点での避難開始は少ない。福島第一原子力発電所から10km内の避難指示は同12日朝に出されており、この時点から2時間以内に半数以上の住民が避難を開始している。しかし、全住民の避難開始までにはかなりの時間を要していることがわかる。

避難準備時間はシナリオ作成時の重要な項目であるため、このような事例を参考にするとともに、地域の状況に合わせ、地域防災に関する専門家などの意見を考慮して決定することが望ましい。

通常、ETE では避難完了確認の時間までは想定しないため、ETE の結果に、避難完了確認にかかる時間等を加えて、避難が完了する時間を見積もることとなる¹⁹。

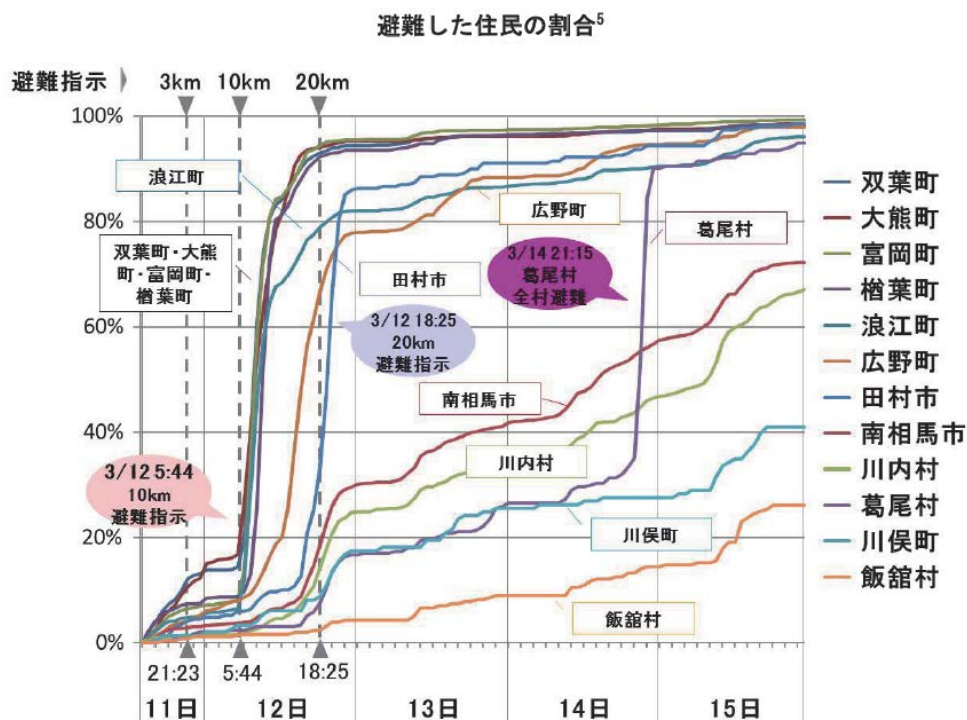


図 5-5 アンケート結果「避難した住民の割合」（国会事故調 [13]より）

避難時間推計を実施するにあたっての必要な情報の項目と留意する内容を表 5-3 にまとめる。

¹⁹地域の实情に応じて、避難完了時間の推計が困難な場合は、避難先市町へ到達する時間で評価することが考えられる

表 5-3 避難時間推計を実施するにあたっての必要な情報のまとめ

番号(*1)	項目	入手方法など	使用条件など
①	避難等実施単位	関係地方公共団体が防災計画を策定する際の検討項目	関係地方公共団体において検討
②	人口情報	住民基本台帳、住民登録の情報等 避難等実施単位別、距離別の情報	関係地方公共団体において準備(*2)
③	保有車両台数	車両登録情報、軽自動車登録情報	自動車検査登録情報協会、全国軽自動車協会連合会より購入(*2)
④	避難手段の分類	避難計画等を参考に避難手段を想定する	関係地方公共団体において実施(*2)(*3)
⑤	公共輸送	鉄道、バス、航空、船舶に関する情報、緊急時に出勤可能な車両	関係地方公共団体において準備(*2)(*3)
⑥	一時集合場所、避難先などの施設情報	関係地方公共団体が、防災計画を策定する際の検討項目	関係地方公共団体において準備
⑦	医療機関、社会福祉施設の情報	関係地方公共団体が、防災計画を策定する際の検討項目	関係地方公共団体において準備
⑧	医療機関、社会福祉施設の車両情報	関係地方公共団体が、防災計画を策定する際の検討項目	関係地方公共団体において準備
⑨	その他の避難行動要支援者などの人口	アンケートなどにより、地区別の災害時要配慮者数、搬送要否を把握する	関係地方公共団体において準備(*3) (最終的に詳細が必要)
⑩	避難に使用する道路	道路交通センサスなど	関係地方公共団体の ETE 実施担当者が主体となって打合せで決定(*4)
⑪	交通容量、道路形状など、道路区間に関する情報	道路交通センサス、デジタル地図情報	ETE 実施担当者が調査・準備
⑫	交差点情報	道府県警察本部の協力が必要	交差点選定は関係地方公共団体の ETE 実施担当者が主体となって打合せで決定(*4)
⑬	一時滞在者情報 (昼間人口)	学校情報・工場会社情報・集客施設情報等	関係地方公共団体は対象リストを作成し、人数、自家用車利用数などのデータをそろえる(*2),(*3)
⑭	季節ごとの気候条件	防災計画に係る気象条件など	関係地方公共団体において準備(*2)
⑮	道路インパクト情報	ハザードマップ等	関係地方公共団体において準備
⑯~⑰	想定条件の検討	自主避難、背景交通、避難準備時間など	シナリオごとに、関係地方公共団体の ETE 実施担当者が打合せを行い検討(*3)

*1：番号は、本文の番号による。

*2：信頼のおける出典を示すことで避難時間推計実施担当者が準備してよい

*3：全体の把握が困難であれば、概算（概要）を示す。

*4：避難時間推計実施時に情報が追加される場合、避難時間推計実施担当者が改めて情報を収集することとなる。

(6) 避難及び一時移転の対象者の運用想定例

推計の対象とする避難及び一時移転対象者の運用上の想定例を表 5-4 に示す。これらの条件設定にあたっては、関係地方公共団体における避難計画や、医療機関、社会福祉施設、学校・保育所における避難計画、避難行動要支援者の個別避難支援プラン等に基づき、地域の実情を踏まえておくことが必要となる。

表 5-4 避難及び一時移転の対象者の運用想定例

対象者の区分	車両による移動開始場所	移動手段 ^(※1)	車両台数の見積	備考
医療機関の入院患者	当該施設	バス、福祉車両（ストレッチャー仕様／車いす仕様）	当該施設の診療科目、病床数、入院患者の状況や職員数に基づき必要車種及び車両数を見積	・無理に避難すると健康リスクが高まる者は、近隣の屋内退避施設へ収容することも考えられる。
社会福祉施設の入居者	当該施設	バス、福祉車両（ストレッチャー仕様／車いす仕様）	当該施設の定員、入居者の状況や職員数に基づき必要車種及び車両数を見積	・無理に避難すると健康リスクが高まる者は、近隣の屋内退避施設へ収容することも考えられる。
学校・保育所の児童等	当該施設	バス	学校・保育所の児童数や職員数に基づき車両数を見積	・警戒事態等の時点で保護者への引渡しを行い、保護者への引渡しができない児童等はバスにより避難先へ移動することも考えられる。
在宅の避難行動要支援者	自宅もしくは一時集合場所	自家用車、バス、福祉車両（ストレッチャー仕様／車いす仕様）	在宅の避難行動要支援者の状況や支援者の状況に基づき必要車種及び車両数を見積	・無理に避難すると健康リスクが高まる者は、近隣の屋内退避施設へ収容することも考えられる。
住民	自宅もしくは一時集合場所	自家用車、バス	人口情報、保有車両台数等の調査結果を参考に避難車両台数を推計	—
一時滞在者	観光施設等	自家用車、バス	観光に関する調査結果に基づき車両台数を見積	・一時移転等の準備段階において、関係自治体からの広報に基づき、適宜居住地に帰宅することが考えられる。

(※1) バス、福祉車両（ストレッチャー仕様／車いす仕様）を移動手段にする場合であって、車両による移動開始場所以外の場所から移動手段を調達する場合は、地域の状況を踏まえて調達に必要な時間を避難準備時間として見積もることが考えられる。

6. シミュレーションツールの選定

ETE の実施には、ETE に求められる内容に適合したシミュレーションツールを用いることが必要である。ETE のシミュレーションツールは、通常の交通シミュレータの機能に加え、避難時における交通需要の極端な増加と集中、地区ごとの避難先の指定、緊急車両の走行経路や優先制御、避難に使用するバスの往復輸送などの様々な条件を反映した解析を行うための機能が必要である。

(1) シミュレーションツールのモデル

シミュレーションツールは、一般に、車両の動きを個別にモデル化するか否かによって、マクロモデル、ミクロモデル、ハイブリッドモデルに大別できる。シミュレーションツール個々の性能は付加機能などによっても異なるが、各モデルの一般的な特徴を以下に示す [17]。

マクロモデルとは、車両の動きを車両密度と車両速度の関係で表現し、道路特性（交通容量と距離）により、区間の走行時間を計算して求めるモデルである。すなわち、道路区間の車両を群として捉えるため、計算時間は早く、広範囲のシミュレーションには適している。しかし、道路上の個々の車両の判別が出来ないため、全体の中の一地域（市町村など）ごとの避難にかかる時間を取り出すことは難しい。また、避難車両と一般車両の区分をつけることも難しく、わが国における ETE として用いるにはやや機能的に不足であると考えられる。

ミクロモデルとは、個々の車両をモデル化し、走行状態をより現実に近い形で表現するモデルである。個々の車両に目的地などの設定をすることが可能であり、信号パターンごとの走行もシミュレートするため、同じ道路区間でも渋滞の状況を細かく表現することが出来る。わが国における ETE には適していると考えられる。しかし、個々の車両の動きを取り扱うため、車両数が多くシミュレーション範囲が広がると、一般的に解析に時間がかかる。また、アプリケーションによっては取り扱う車両数などに制限があるものもあるため、ミクロモデルを用いる場合は事前に取り扱い制限の確認が必要である。

ハイブリッドモデルとは、車両全体の動きをマクロモデルで仮定しながら個々の車両の動きも解析するモデルである。道路区間に信号などの車両動作に変更がない部分ではマクロモデルを用い、信号での細かな動作などはミクロモデルと同じく個々の車両をシミュレーションする。広い範囲のシミュレーションに対応でき、避難車両と一般車両も同時にシミュレーションできるため、わが国における ETE には適していると考えられる。

(2) ETE ツールとして必要とされる機能

ETE で使用するツールとして必要とされる機能の例を表 6-1 と表 6-2 に示す。ここに示す機能例は、米国の ETE ガイダンス [5] に示された記載内容を参考とし、わが国の交通事情を勘案して作成したものである。ETE の支配要因となる避難需要及び交通容量の設定に係る機能や ETE 結果の出力・表示に係る機能を項目ごとにまとめた。

これらの機能を満たさないシミュレーションツールを用いて ETE を実施する場合には、当該地域の ETE においてその機能を満たす必要がないこと、例えば、「公共輸送車両が十分に準備できるため、公共輸送車両の往復

輸送に関する機能は必要ない」などの状況を明確に示す必要がある。また、ある機能について別の手法を用いて代替する場合には、その手法について明確にしておく必要がある。

表 6-1 ETE ツールに必要とされる機能（1/2）

機能項目		要求仕様
避難 需 要	避難者の分類	居住者、一時滞在者など、避難者の分類ごとに異なる属性で考慮・設定できること。また、自主的な避難や、自主避難者についても別の属性として扱えること。
	避難手段の分類	少なくとも、自家用車及び公共輸送車両の2種類以上の避難手段設定を同時に複合的に考慮可能であること。
	避難者グループごとの避難開始場所の設定	避難計画で検討されている避難等実施単位ごとに避難者をグループ分けし、それぞれのグループごとに避難を開始する場所を設定できること。
	避難準備時間	避難者の分類ごと、及び避難手段ごとに異なる避難準備時間を考慮し、設定できること。
	避難方向選択	複数の避難方向・避難道路がある場合は、解析を行う者が恣意的に決めるのではなく、各避難者がその位置や周辺の混雑状況などを考慮して避難方向・避難経路を選択できる機能を有すること。
	避難経路選択	避難計画にあわせて避難経路を設定できる機能を有すること。 また、自主避難者の避難行動の模擬として、時間経過とともに変化する交通状況を考慮し、個々の車両が動的に避難経路を選択できる機能を有すること。
公 共 輸 送 車 両	車種	公共輸送車両は、大型バス、マイクロバスなど、車種により輸送能力及び車両の大きさが異なる。そのため、大きさなどのパラメータの異なる複数の車両を同時に扱える必要がある。
	走行経路	各公共輸送車両は、あらかじめ指定された経路を走行し、バス停や集合場所などにおいて指定する時間停車（乗降などのため）させることができる機能を有すること。
	配車間隔	各公共輸送車両は、時刻指定または時間間隔指定などの機能を用いて指定する時間帯に指定する量の配車を行うことができる機能を有すること。
	往復輸送	避難者を避難指示エリア外の避難所に輸送後、再度エリア内に引き返し往復輸送させることができる機能を有すること。
道 路 設 定	道路形状	平面的な曲線、屈曲部など、道路の主要な形状・特徴について設定できること。また、上り・下りの縦断勾配による速度や加速度への影響についても考慮できること。
	交通容量	車線数及び平均自由速度（又は規制速度）について実際の道路と同程度に設定できること。
	各種イベント	路上駐車、道路工事などによる車線封鎖、通行止め、速度低下などの道路上のイベントについて考慮できること。

表 6-2 ETE ツールに必要とされる機能 (2/2)

機能項目		要求仕様
交差点設定	形状	交差点に接続する道路の接続状況、流出入部車線数、付加車線の滞留長*、停止線位置などについて実際の状況を反映した設定が可能であること。交差点に接続する道路の枝数は6枝以上に対応していること（十字交差点は4枝）
	道路マーキング	交差点流入部における右折・直進・左折などの車線別の交通規制について設定できること。
	横断歩道	交差点の横断歩行者が車両交通に与える影響を考慮できること。
信号設定	パターンの設定	信号制御の基本となる、サイクル長、流入部別、進行方向別（右折・直進・左折）の青時間・黄色時間・赤時間が設定できること。
	時間帯別の変更	交差点の信号制御を、時間帯などにおいてパターンの設定内容を変えることができること。また、シミュレーション実施中において複数の時間帯をまたぐ場合に信号制御を動的に変更する機能を有していること。
	優先信号制御	公共輸送車両、及び緊急車両などが通過しようとする際の、信号の赤時間を短縮するなどの機能について、考慮・設定できる機能を有すること
	感応制御	車両感知器などを利用した感応制御について設定する機能を有すること。
特殊な規制	交通規制	特定の道路区間や、交差点の通行方向について、通行禁止・進入禁止などの制御が可能であること。またその規制の発生条件として時間帯・特定の道路区間の混雑などを利用できること。
	車線規制	特定の道路区間における特定の車線について、公共輸送車両専用車線規制や、その他の専用車線規制、速度規制などの規制が可能であること。またその規制の発生条件として時間帯を指定できる機能を有すること。
	大規模な規制	特定の道路区間において、走行方向を逆にするコントラフローのような大規模な交通規制についても設定が可能であること。
誘導	経路誘導	自家用車避難を行う避難者に対し、避難車両の車種や避難者の属性などを考慮し、避難方向や目的地、避難開始時、及び避難実施中の両方で設定可能であること。
結果出力	地区ごとの結果出力	自治区単位、PAZ 圏単位、及び全体それぞれの時間に対応した避難率、避難完了時間を出力結果として示せること。
	渋滞マップ	時間を追って道路の渋滞状況を視覚的に示すなど、避難状況改善に役立つ資料を結果として示せること。避難計画の検討に活用可能なように、地図上への表示、拡大・縮小などの編集など、再利用可能な形式で整理されることが望ましい。

*「滞留長」：右左折専用レーンの長さ

7. 避難時間推計結果の評価・活用

7.1. 標準的な出力項目

ETE の実施結果を評価するためには、実施目的に応じて活用すべき出力結果が異なる。標準的な出力項目として表 7-1 に示す 3 種類の避難時間を整理する。

表 7-1 標準的な避難時間

避難時間	概要
(1) PAZ 離脱時間	PAZ の対象住民が EAL に基づき避難を行う際、5km 圏、もしくは PAZ に該当する避難等実施単位から予防的防護措置を準備する区域を離脱するまでに要する時間である。指針に基づき、放射線被ばくによる確定的影響を回避するための避難時間として評価に活用する。
(2) UPZ 離脱時間	PAZ の対象住民が EAL に基づき避難を行う際及び UPZ の対象住民が OIL に基づき一時移転等を行う際に、PAZ 及び UPZ に該当する避難等実施単位から緊急時防護措置を準備する区域を離脱するまでに要する時間である。指針に基づき、放射線被ばくによる確率的影響のリスクを最低限に抑えるための避難時間として評価に活用する。
(3) 避難先到着時間	避難対象住民がそれぞれの避難計画で指定された避難先まで避難するために必要な時間である。推計の対象とする区域における住民が、避難や一時移転の指示から避難先に到着するまでに要する時間として評価に活用する。

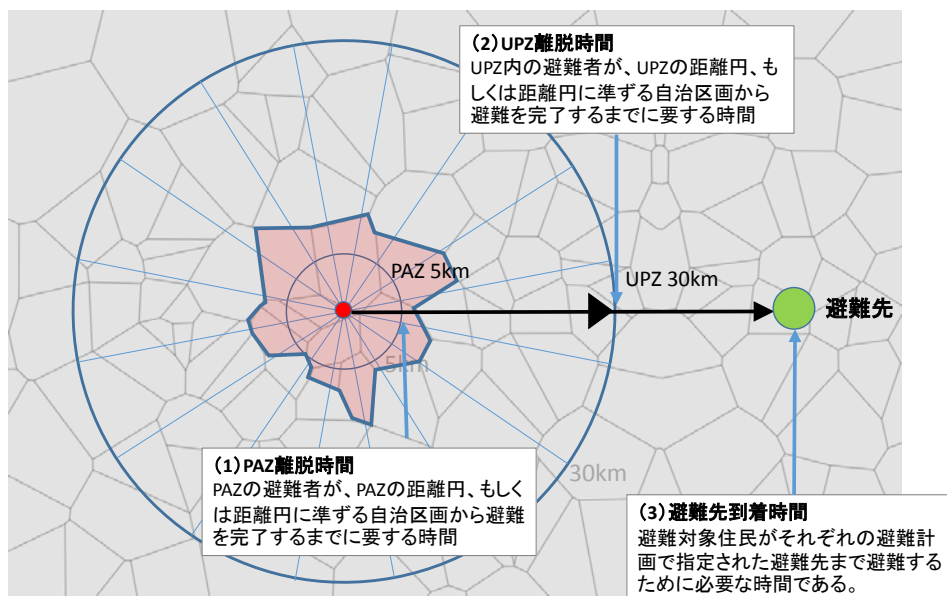


図 7-1 標準的な避難時間のイメージ (PAZ の避難)

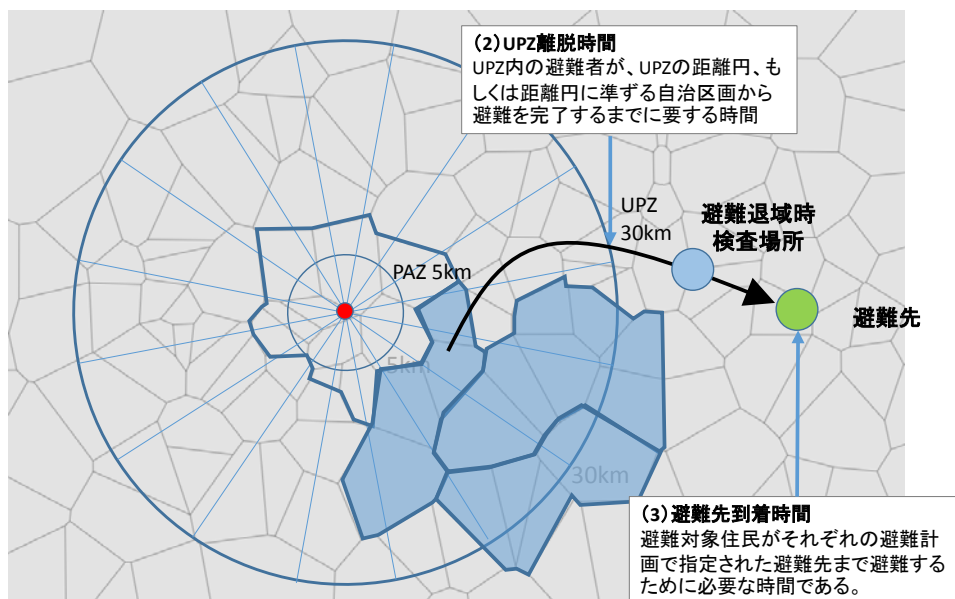


図 7-2 標準的な避難時間のイメージ (UPZ の一時移転等)

表 7-1 で示した避難時間について、それぞれ避難時間の計測対象の区分や分析の観点から、標準的な項目として、避難時間に関する集計情報を表 7-2 に例示する。

表 7-2 標準的な避難時間に関する集計項目

集計する項目	概要
(A) 推計の対象とする区域ごとの避難時間	推計の対象とする区域に居住する住民あるいは一時滞在者が避難を開始してから、避難を完了するまでの時間である。避難者総数の 90% 及び 100% が避難を完了するまでの時間を含める。
(B) 避難者の累積割合を示す避難完了率	避難完了率とは、避難開始後の経過時間ごとに避難完了した避難者の累積割合を示したものである。 (図 7-3、図 7-4)
(C) 避難等実施単位ごとの避難時間	避難等実施単位ごとに、当該区域に居住する住民あるいは一時滞在者が避難を開始してから、避難を完了するまでに要する時間である。避難者総数の 90% 及び 100% が避難を完了するまでの時間を含める。 (図 7-4)
(D) 避難等実施単位ごとの平均移動時間	避難等実施単位に居住する住民あるいは一時滞在者が避難元から避難先までの移動に要する平均時間である。移動時間は避難開始のタイミングによっても異なるため、個々の避難者の平均的な移動時間として整理する。

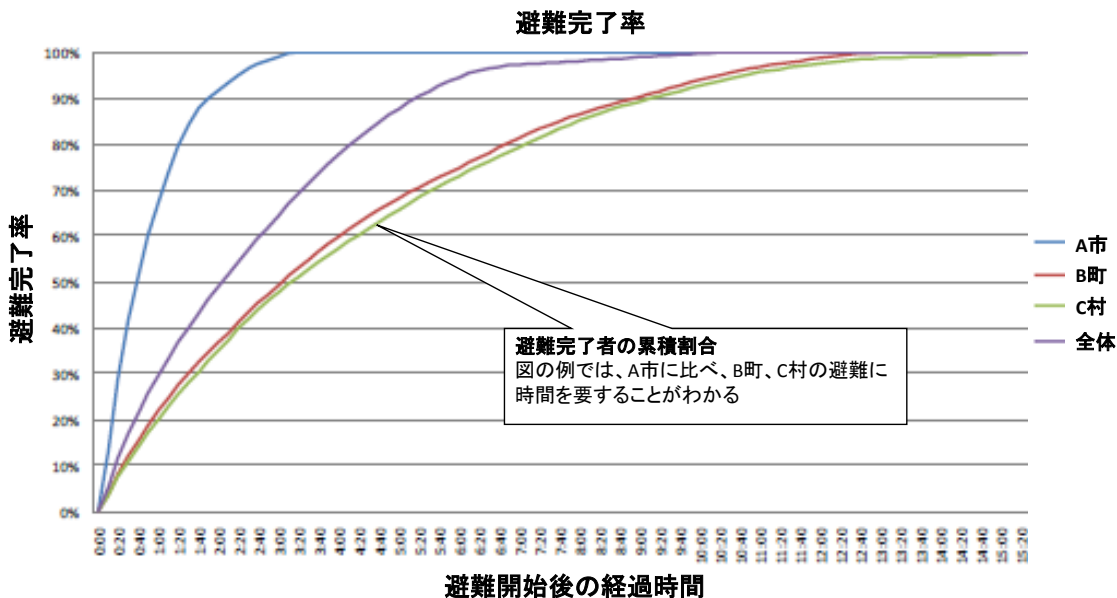


図 7-3 避難完了率

※図の例では全体の避難完了率よりも B 町、C 村の避難完了率が遅くなっている。このように市町村の人口の分布により避難完了率に差がでる場合がある。

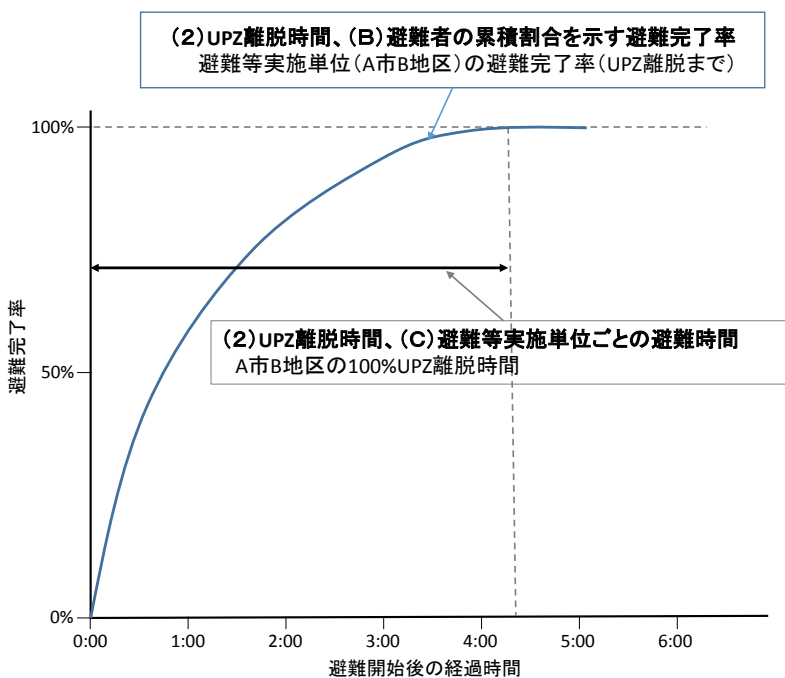


図 7-4 避難等実施単位ごとの避難時間・平均移動時間の例

また、標準的な出力項目の他、実施目的により、以下の項目について整理を行う。

(a) 避難退域時検査場所への単位時間経過ごとの流入台数

避難退域時検査場所に単位時間に到着する車両の台数について整理を行う。避難退域時検査場所は避難経路を考慮し、複数個所で実施されることが想定されるが、避難退域時検査の場所を検討する際に必要となる駐車場の規模、避難退域時検査に対応する担当者の組織編制等、避難者の誘導の検討等に活用できる。

(b) 避難所への単位時間経過ごとの流入台数

避難所に単位時間に到着する車両の台数について整理を行う。避難時間、到着車両台数を把握しておくことで、避難の受け入れ自治体側の準備、避難者の誘導の検討等に活用できる。

(c) 交通量が多い主要な交差点の渋滞の長さ

避難時間が長時間となる要因の一つとして、交差点での渋滞が想定される。避難経路上の主要な交差点での渋滞の長さを把握しておくことで、避難経路の誘導、信号の調整等の交通施策の検討に活用できる。

7.2. 避難時間推計結果の妥当性の確認

シミュレーション結果を評価する前に、ETE が妥当なものかどうかについて、確認する必要がある。主な確認すべき項目についての例を以下に示す。

- ・ 普段は使用されていない道路に多くの車が流れていないか
- ・ 避難先に向かう車は実情にあった道路（目的地に向かう経路）を通っているか
- ・ 意味不明な渋滞が発生していないか
- ・ 渋滞が発生しやすい箇所

確認すべき項目の評価の例として、渋滞発生箇所の渋滞状況の推移などを確認し、ETE の実態に即しているかを検討する。

シミュレーションのシナリオは基本的な条件が同じである場合が多いため、全シナリオのシミュレーションを実施する前に、基本シナリオについて妥当性確認、必要に応じて修正を行い、その後に全シナリオについて妥当性の評価を行うことで、効率良く妥当性の確認を行うことができる。

その際には、地域の道路事情に詳しい者が普段の状況と ETE の結果を比較することも、重要な確認手段となる。これらの妥当性の評価を基に、ETE の道路ネットワークの構築等に関して再度検討を行い、必要に応じて入力に関しての見直しを行い、再解析を行う。

妥当性の評価が終わった後は、シナリオごとに避難にかかる時間及び道路の渋滞状況などを評価していく。

7.3. 避難時間推計結果の評価

7.1 で整理した出力結果をもとに ETE 実施結果の評価を行う。実施結果の評価は、基本シナリオに基づく結果の他、実施目的に応じた各種施策シナリオを実施した場合の結果を比較することで行われるが、評価で使用する出力項目は実施目的によって異なる。

(1) 主な評価指標と評価の例

ETE 実施結果の評価は主に、推計の対象とする区域、避難等実施単位ごとの避難時間や各避難退域時検査場所と各避難先への到着時間、主要交差点の渋滞長などを用いて行う。以下に評価の指標と評価で使用する出力項目の例を示す。

① PAZ 離脱時間・UPZ 離脱時間

推計の対象とする区域に居住する住民あるいは一時滞在者が避難を開始してから PAZ あるいは UPZ を離脱するまでの時間に関する評価である。7.1 で述べた避難を開始してから避難完了までの時間、避難者の累積割合を示す避難完了率、避難等実施単位ごとの避難時間、避難等実施単位ごとの平均移動時間などを評価に用いる。

避難経路の設定や、避難手段などの施策を評価するために、基本シナリオと各種施策シナリオを PAZ 離脱時間・UPZ 離脱時間により比較することにより、施策の効果を検証する。UPZ 離脱時間・避難完了率によるシナリオ評価の例を図 7-5 に示す。

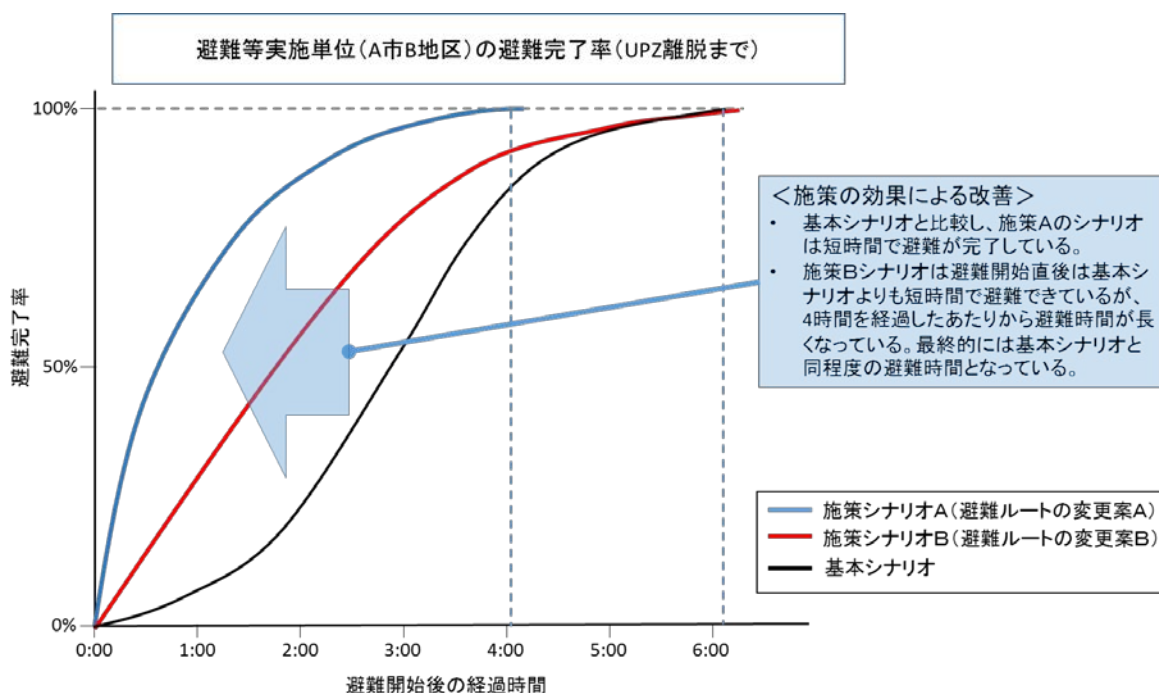


図 7-5 UPZ 離脱時間・避難完了率によるシナリオ評価の例

② 避難先到着時間

避難対象住民がそれぞれの避難計画で指定された避難先まで避難するために必要な時間に関する評価である。①PAZ 離脱時間・UPZ 離脱時間と同様、避難を開始してから避難完了までの時間、避難者の累積割合を示す避難完了率、避難等実施単位ごとの避難時間、避難等実施単位ごとの平均移動時間などを評価に用いる。避難元と避難先のマッチングを踏まえた避難経路の設定や、避難手段などの施策の評価に活用できる。また、避難が長時間にわたる場合には休憩所を設ける等の対応の検討材料とすることができる。

③ ボトルネックとなる道路や主要交差点の交通密度

避難時間が長時間となる要因の一つとして、交差点での渋滞が想定される。交通施策などの対策を検討・評価するため、シミュレーションによる時間ごとの渋滞状況の変化などの結果をもとに、避難にかかる時間や渋滞が起りやすい地点などを詳細に検討する。評価に際しては、避難経路上の主要な交差点での渋滞の長さの他、渋滞が発生している箇所がわかるような道路ごとの交通密度や平均速度のマップ（図 7-6）、渋滞状況の発生状況の例示（図 7-7）などを示し、評価することが望ましい。

また、このようなマップは避難計画の検討に活用するために地図上への表示、拡大・縮小などの編集など、再利用可能な形式で整理されることが望ましい。

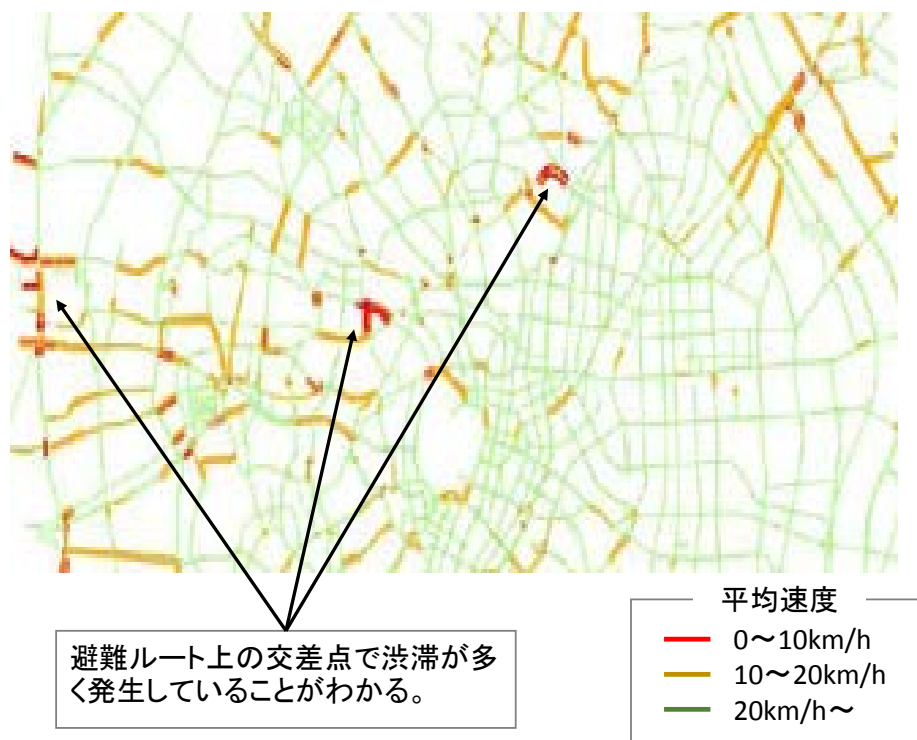


図 7-6 平均速度のマップの例



図 7-7 渋滞の発生状況の例示

④ 避難退域時検査場所及び避難所における時系列の避難者到達人数

避難退域時検査場所及び避難所に単位時間に到着する車両の台数について評価を行う。ここでの評価は、避難退域時検査の場所を検討する際に必要となる駐車場の規模、避難退域時検査に対応する担当者の組織編制、避難の受け入れ態勢の準備、避難者の誘導の検討等に活用できる。それぞれの避難退域時検査場所と避難先の到着時間については、離脱した避難者数や到着した避難者数を時系列グラフ等で評価することが有効である（図 7-8）。

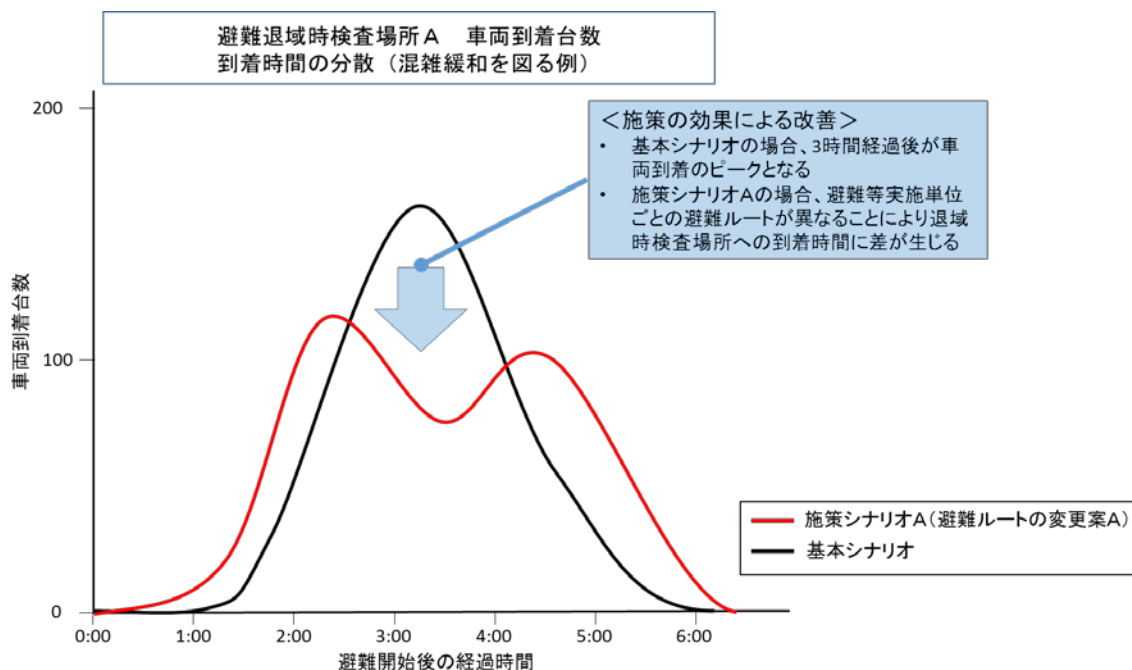


図 7-8 避難退域時検査場所への避難者到達人数

(2) 評価結果に応じた再解析

ETE の実施結果の評価を受けて、さらなる施策シナリオの追加的な検討が必要な場合は、追加的な検討結果を検証するために、必要に応じて ETE の再解析を行う。

例えば、避難経路の設定に関する事項では、基本シナリオの出力から交通密度や平均速度のマップを作成し、渋滞の長さなどを評価することで、避難時間に影響の大きい交差点での渋滞を特定することができる。この結果を踏まえ、例えば特定した交差点での渋滞の課題に対し、渋滞の影響を軽減するためのさらなる代替避難経路についての施策シナリオを検討し、検討した施策シナリオについて再解析を繰り返し実施することで、基本シナリオで抽出した課題に対して、施策の検討・実行・評価・改善のサイクルを実施することができる。

(3) ETE の目的別の評価指標

結果の評価・活用段階では、まず、ETE の結果についての評価を実施する。評価する項目は、表 2-1 に示した実施目的ごとに異なる。2 章で示したカテゴリ別の評価指標について以下に記述する。

① 避難の運用に関する事項 表 2-1 の 1 が該当

対象区域内の要配慮者及び一般住民が段階的避難を行った場合、円滑に避難や一時移転が可能となるオペレーションを検討するためには、まずは UPZ 外に出ることが重要であることから「UPZ 離脱時間」などで評価する。

段階的避難への理解促進と自主避難の抑制を行うためには、自主避難の発生による全体の避難時間の増加、渋滞の発生による走行時間の長時間化などを示した上で、段階的避難の場合の車両での移動時間の短縮を住民に啓発することが有効である。そのため、「避難等実施単位ごとの平均移動時間」や個人の UPZ 離脱に要する車両の移動時間などで評価する。

② 避難経路の設定に関する事項 **表 2-1 の 2 が該当**

避難時間の長時間化や避難経路の交通渋滞などの課題の抽出とそのため的高速道路使用の可否や避難経路の変更などを検討するためには、いつ、どこで、どの程度の交通渋滞が発生して、避難の長時間化の原因となっているのかを把握することが必要である。そのため、「PAZ 離脱時間・UPZ 離脱時間」や「避難先到着時間」、「ボトルネックとなる道路の交通密度」などで評価する。

実際の事故の進展や状況に応じた複数経路の使用や避難経路について変更などを検討するためには、上記と同様に、「PAZ 離脱時間・UPZ 離脱時間」や「避難先到着時間」、「ボトルネックとなる道路の交通密度」などで評価する。

③ 避難手段の検討に関する事項 **表 2-1 の 3-1、3-2、3-3 が該当**

「自家用車非利用者に対して、バス等を利用した避難を検討（バス等の必要台数を算出する等）するためには、バス等を利用した避難について、バスの調達に要する時間、往復輸送に要する輸送、住民の乗降に要する時間を考慮した上で、避難時間がどの程度かかるのかを想定する必要がある。そのため、「バス等の交通手段の PAZ 離脱時間・UPZ 離脱時間」などで評価する。

避難に使用する必要台数のバス等が避難元の一時集結場所等に到着までに要する時間を想定するためには、「バス等の交通手段の避難準備時間」などで評価する。

避難手段分担率（自家用車利用者数やバス利用者数）の変化による避難時間や交通渋滞発生などを比較検討するためには、避難手段分担率の違いによって、いつ、どこで、どの程度の交通渋滞が発生して、避難の長時間化の原因となっているのかを把握することが必要である。そのため、「各避難手段の PAZ 離脱時間・UPZ 離脱時間」や「ボトルネックとなる道路の交通密度」などで評価する。

実際の事故の進展や状況に応じたバス等の必要台数の見直しによるバス会社等へのバス提供を要請するためには、「必要バス台数」などで評価する。

交通渋滞緩和のための自家用車の乗り合いへの理解を促進させるためには、車両での移動時間の短縮による負担軽減を住民に啓発することが有効である。そのため、「UPZ 離脱までの移動時間」で評価する。

④ 交通施策に関する事項 **表 2-1 の 4 が該当**

避難の長時間化や避難経路の交通渋滞などの課題の抽出とそのため交通規制施策（交通規制、信号制御など）を検討するためには、いつ、どこで、どの程度の交通渋滞が発生し、避難の長時間化の原因となっているのかを把握することが必要である。そのため、「PAZ 離脱時間・UPZ 離脱時間」や「避難先到着時間」、「ボトルネックとなる道路や主要交差点の交通密度」などで評価する。

実際の事故の進展や状況に応じた効果的な交通規制施策について、実施個所の変更を検討するためには、上記と同様の理由により、「PAZ 離脱時間・UPZ 離脱時間」や「避難先到着時間」、「ボトルネックとなる道路や主要交差点の交通密度」などで評価する。

⑤ 避難退域時検査場所や避難先の運用等に関する事項 表 2-1 の 5-1、5-2 が該当

避難退域時検査場所や避難先に到着する避難者数とその到着時間の見積りによる避難退域時検査場所や避難先の受け入れ態勢を検討するためには、いつ、どの程度の数の避難者が到着するかを想定する必要がある。そのため、「各避難退域時検査場所及び各避難所における時系列の避難者到達人数」などで評価する。

実際の事故の進展や状況に応じた避難退域時検査場所や避難先の受け入れ態勢の変更を検討するためには、上記と同様に、「各避難退域時検査場所の時系列の避難者到達人数」などで評価する。

(4) OIL に基づく防護措置を行った場合の避難時間の評価について

UPZ の範囲での避難は指針に基づき OIL に基づく一時移転等を想定する。指針における基本的な考え方としては、放射性物質の放出後、高い空間放射線量率が計測された地域においては、被ばくの影響をできる限り低減する観点から、数時間から 1 日以内に住民等について一時移転等の緊急防護措置を講じ、また、それと比較して低い空間放射線量率が計測された地域においても、無用な被ばくを回避する観点から、1 週間以内に一時移転等の早期防護措置を講じなければならないとしている。指針での OIL と防護措置に関する結果指標を表 7-3 に示す。

これに基づき、OIL に基づく防護措置を行った場合の避難時間の評価としては、UPZ 離脱時間を主な指標として用いる。OIL1 を想定する場合には、PAZ と同様に緊急防護措置として早期の避難が必要なものとして評価を行う。OIL2 を想定する場合には、早期防護措置として 1 週間程度内に一時移転を実施するものとして評価を行う。

UPZ の範囲での OIL に基づく防護措置による一時移転等を想定する場合には、渋滞等による避難困難を発生させず、計画的に円滑な一時移転等を実施する観点が必要となる。そのため、UPZ 離脱時間とともに、ボトルネックとなる道路や主要交差点の交通密度による渋滞状況の評価、避難先到着時間、各避難退域時検査場所及び各避難所における時系列の避難者到達人数を用いた評価を行う。

表 7-3 OILと防護措置について

基準の種類	防護措置の概要	評価指標
緊急防護措置	OIL1 数時間内を目途に区域を特定し、避難を実施。(移動が困難な者の一時屋内退避を含む)	<ul style="list-style-type: none"> • UPZ 離脱時間 (緊急防護措置として早期の避難が必要なものとして評価) • ボトルネックとなる道路や主要交差点の避難先到着時間 • 交通密度による渋滞状況 • 各避難退域時検査場所及び各避難所における時系列の避難者到達人数
早期防護措置	OIL2 1 日内を目途に区域を特定し、地域生産物の摂取を制限するとともに、1 週間程度内に一時移転を実施	<ul style="list-style-type: none"> • UPZ 離脱時間 (早期防護措置として1 週間程度内に一時移転を実施するものとして評価) • ボトルネックとなる道路や主要交差点の避難先到着時間 • 交通密度による渋滞状況 • 各避難退域時検査場所及び各避難所における時系列の避難者到達人数

(5) ETE 結果の評価における避難時間の扱いについて

米国で実施された既存の避難に関する研究 [5]によると、大規模避難時にごく一部の避難対象者は避難に長い時間を要し、その数は避難者の約 10%を占めることが示されている²⁰。このことを踏まえ、適切な大規模避難を評価する場合には、避難対象者全体の 90%が避難完了となる時間 (以下「90%避難時間」という。) を用いることが望ましいとされている。一方で、避難対象者全体の 100%が避難完了となる時間 (以下「100%避難時間」という。) は、シミュレーション上での最後の避難者の行動に依存して変動するため、微小な状況の差異 (例えば、赤信号で停車したか否か等) の蓄積によって、特異的な結果が生じやすいという特徴がある。

この特徴を踏まえ ETE の結果を施策の効果の検証に用いるためには、90%避難時間を用いることが有効と考えられる。一方で、「避難の遅いごく一部の避難者」の行動を評価するためには 100%が避難時間を活用することが有効と考えられる。

²⁰米国での研究によれば、このような現象が起こる要因の一つとして「一部の住民が避難の準備に多くの時間を要し、避難開始が遅れるため」という点が挙げられている [17]

7.4. 避難時間推計結果の住民への広報

緊急時に、指針に基づく段階的避難を的確に実行し、地域住民全体の被ばく線量を最小限に抑えるためには、平時から、地域住民に対し、段階的避難の有効性、すなわち、無秩序な避難による弊害、適切な避難のタイミング、避難経路の選定、交通誘導対策等の実施による避難時間短縮効果についてわかりやすく広報し、理解を促進する取組が必要である。そのため、動画等を用いて、避難時間推計結果のわかりやすい広報資料を作成し、地域住民へ広報することは重要である。

以下に、避難時間推計による施策の評価をわかりやすく説明した ETE の活用例を示す。

(1) 避難時間推計の概要

愛媛県では、避難ルート指定、避難方法、UPZ 自主避難の発生割合、車両の乗り合せ、交通誘導の実施の想定を組み合わせた 5 つのケースで避難時間推計結果の比較を行い、有効な施策についての評価を行った。避難時間推計における前提条件とそれぞれのケースにおける避難時間を図 7-9 に示す。

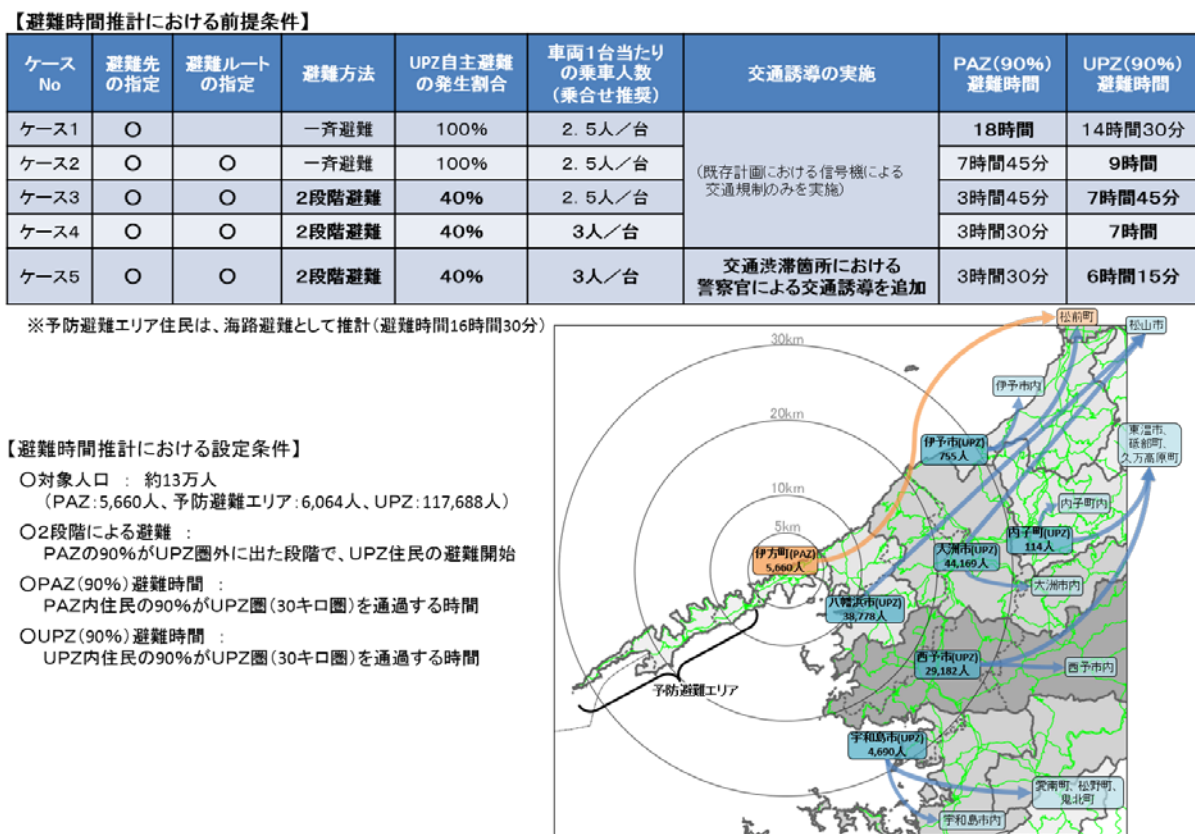


図 7-9 愛媛県が実施した避難時間推計の概要

また、避難時間推計結果の評価については、図 7-10 に示す流れで行われている。基本シナリオとして PAZ 及び UPZ の一斉避難 (ケース 1)、避難ルートを指定したケース (ケース 2)、2 段階避難を実施したケース (ケース 3)、施策シナリオとして乗り合せを推奨したケース (ケース 4)、乗り合せに加えて交通誘導を実施したケース (ケース 5) を想定し、ETE によりそれぞれの施策の評価を行っている。

これらの評価結果から、住民避難を円滑に行うためには、あらかじめ避難ルートを指定し、2段階避難を実施することに加え、更なる対策として、車両の乗り合わせ・渋滞箇所での交通誘導を実施することが有効であるとの結論を得ている。

結果については、図 7-10 のようなシナリオ間での避難時間の比較のほか、図 7-11 に示すように、シナリオ毎に渋滞状況の時間推移を可視化し、施策の効果を整理している。

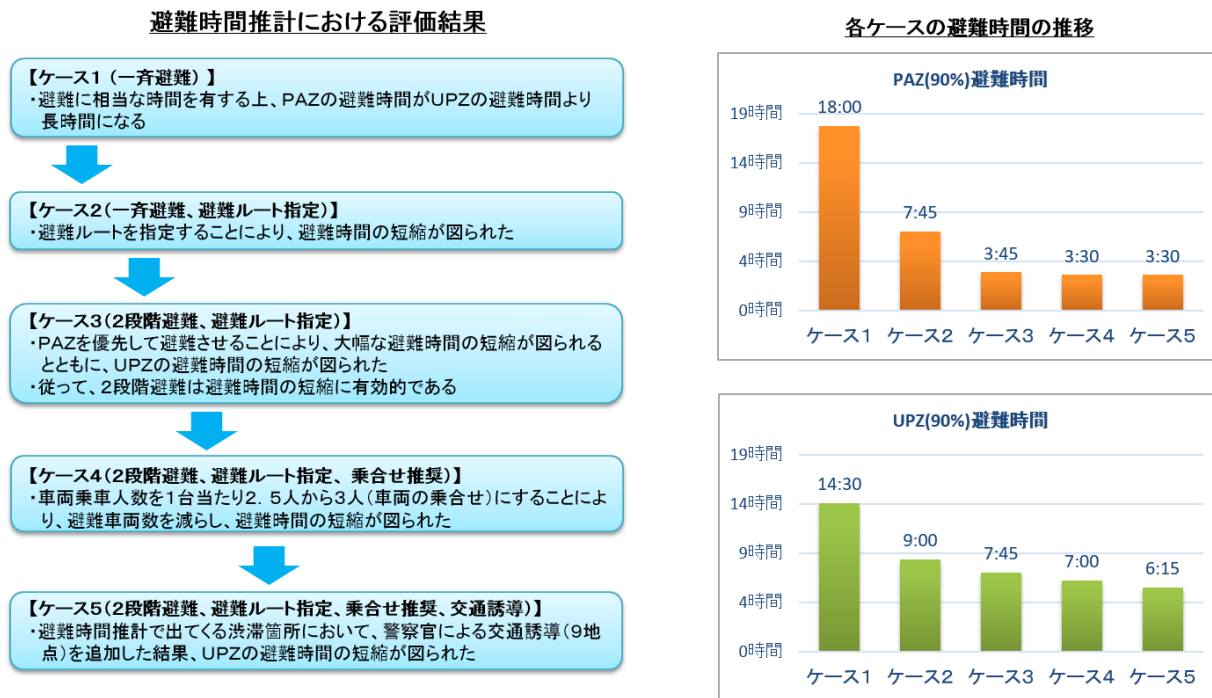


図 7-10 愛媛県が実施した避難時間推計結果の評価

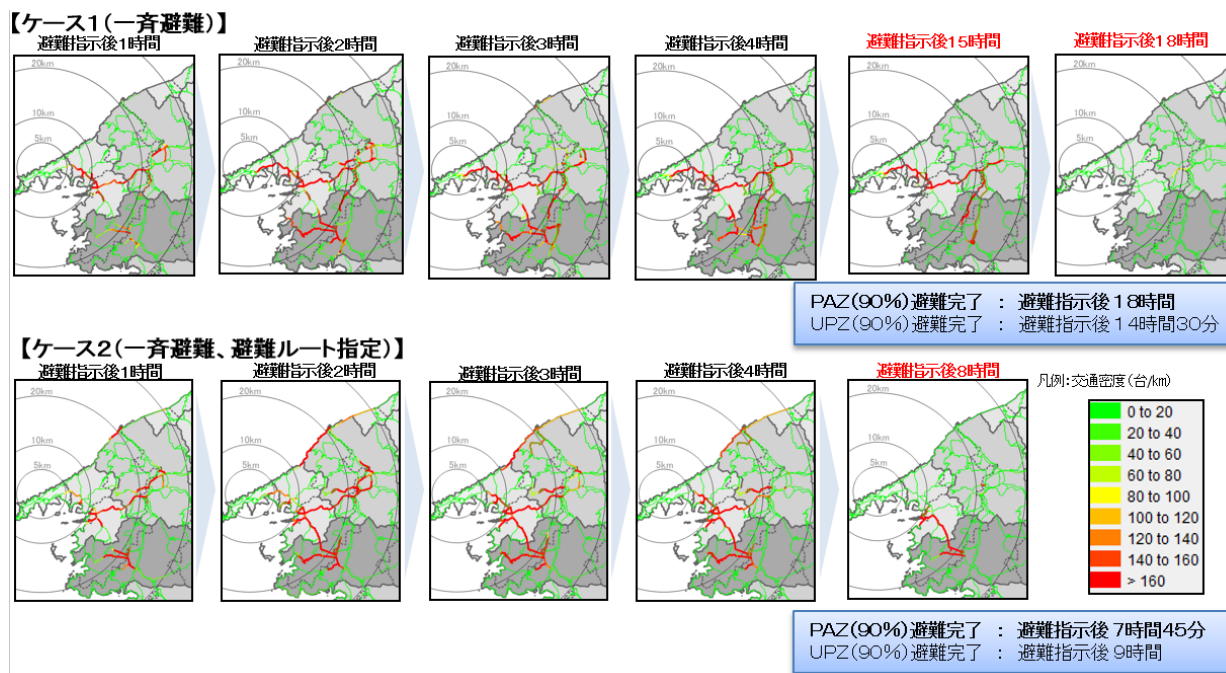


図 7-11 避難時間推計における避難時の状況（PAZの場合：ケース1及びケース2）

(2) 避難時間推計の活用

避難時間推計の評価結果を踏まえ、以下のような取り組みを行っている。

(ア) 避難計画への活用

愛媛県では、平成 26 年 2 月に「愛媛県広域避難計画」を修正（平成 27 年 6 月に追加修正）し、避難対象となっていない住民の自主避難の抑制や、自家用車により避難する住民の乗り合せ推奨を明記した。

愛媛県広域避難計画（平成 27 年 6 月修正）（抜粋）

影の避難（避難指示区域外の自主避難）の抑制

市町は、避難指示対象者が速やかに UPZ 圏外に避難できるよう、交通渋滞の増長原因となる影の避難を抑制するため、平時の住民啓発を実施するとともに、避難指示の際には、避難指示区域外への住民広報を実施するものとする。

乗り合わせ避難の実施

市町は、自家用車の交通量を減少させ、避難時間を短縮するため、家族又は近隣住民等で乗り合せて避難するよう、平時の住民啓発を実施するとともに、避難指示の際には、住民広報を実施するものとする。

(イ) 避難計画への活用（交通誘導施策の強化）

避難時間推計の結果を踏まえ、「伊方地域の緊急時対応」等における検討により見直した交通誘導箇所 29 地点とし、避難を円滑に行うための対策を強化した。（図 7-12）

※避難時間推計時の交通誘導箇所 27 地点

※検討により、追加した箇所 7 地点、削除した箇所 5 地点

伊方地域における交通誘導対策の強化

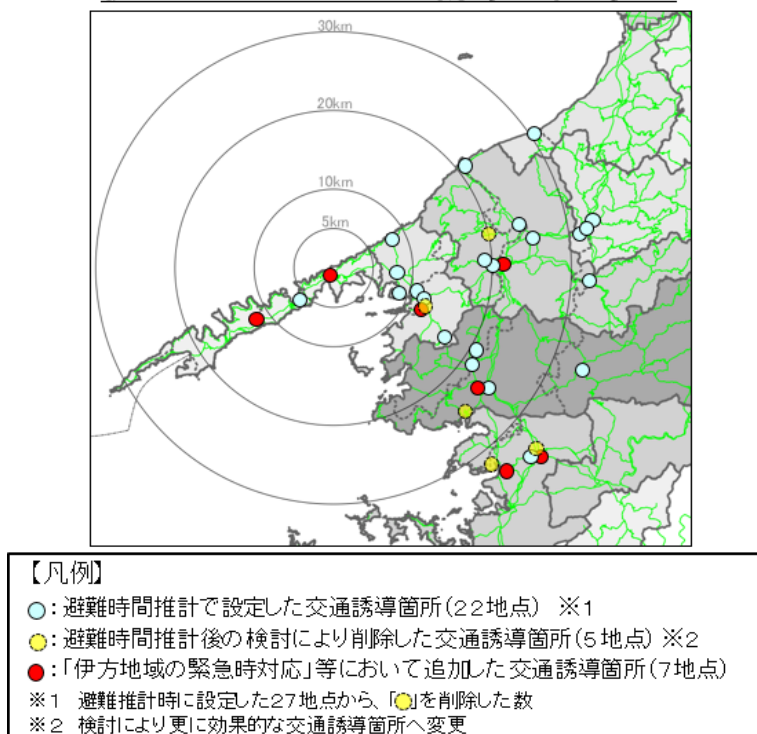


図 7-12 伊方地域における交通誘導対策の強化

(ウ) 対象住民への避難計画の啓発 (広報誌の配布)

愛媛県では、平成 25 年 3 月に避難ルートや PAZ 及び UPZ の避難タイミングを記した広報紙を約 66,000 部作製し、約 57,000 部を PAZ・UPZ 内の全戸に配布すると共に、約 9,000 部をその他の市町や関係機関に配布した。(図 7-13)

(エ) 対象住民への避難計画の啓発 (ワークショップでの避難方法の説明)

愛媛県及び関係市町では、平成 26 年及び平成 27 年に説明会を 2 回、講習会を 31 回実施し、避難方法について住民に周知を図った。また、伊方町においては、自治会単位のワークショップを 55 回実施するとともに、全世帯対象の戸別訪問調査において避難方法の説明を行った。(図 7-13)



図 7-13 広報紙(えひめ原子力だより「Soleil」)・ワークショップの様子

8. 避難時間推計の継続的な見直し及び改善

ETEは、ある条件下における住民の避難時間を推計し、その結果を地域防災に係わる計画や避難などの実施マニュアルへ反映するための情報を提供し、さらに避難時間を短縮する手法などの改善策を特定するためのツールである。また、防災訓練で緊急時と同等の避難を実施することが困難な状況においては、緊急時対応の実効性向上のため、訓練を補完するツールとしても有用である。

ETEの継続的な実施に際し、どこからどのような資料を準備し、関係機関とどのように連絡及び調整を行ったかなどのプロセスを記録しておくことは、ETEの改善や見直しを行う際の重要な資料となる。また、地域防災の専門家の意見を伺うなどにより、ETEに影響を及ぼす可能性のある問題を抽出し、関係機関（交通管制や避難を支援するリソースを提供する部局など）に報告することで、ETEに対する取り組みについての認識を深めることが望まれる。

避難時間の改善の可能性を評価する場合、ETEに大きな影響を及ぼすと考えられる重点区域内の主要な道路や区域を対象とするため、必ずしもすべての交差点や道路網の避難時間の改善の可能性を評価する必要はない。しかし、緊急時に行われる避難指示などの防護措置を決定する際には、ETEは重要な参考情報となる。したがって、ETEの精度を確保するために定期的に入力条件などの見直しを行うとともに、ETEの実施結果が大幅に増減する可能性がある場合には随時更新することが望ましい。

<ETEを更新することが望ましい場合（例）>

- 重点区域内の住民が10%以上増減したとき
- 重点区域で最も人口の多い避難等実施単位の居住人口が10%以上増減したとき
- 新規に道路が整備され避難経路として設定する場合

9. まとめ

本書では、わが国において ETE を実施するために必要な情報を整理し、ETE を実施するシミュレーションツールの機能要件を列挙するなどの、ETE 実施の基本的な考え方と一連の手順を示した。ETE を実施する際には、本書を基に、有効的な避難経路などの個々の地域の特性に応じた詳細な検討を行うことが望ましい。

ETE は、総合的な地域防災に係わる計画の策定に、広く適用することが可能である。例として避難計画を策定する際に、避難先までの経路を様々なパターンでシミュレートし、最適経路を事前に策定することができる。また、避難計画と連携して、交通規制計画を策定することにも役立つと考えられる。

ETE の結果を有効に活用し、適切に評価と再解析を繰り返すためには、ETE の一連の解析を短期間だけのものとせず、長期に亘る評価と解析を繰り返すことで、より洗練された ETE の評価ができていくと考えられる。

今後は、実際に ETE を実施することによる経験や ETE 関係者からのコメントなどを反映し、本書の改訂を継続的に進めていくものとする。

参考文献

- [1] 原子力規制委員会, “原子力災害対策指針,” 平成 27 年 8 月 26 日.
- [2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY VIENNA, “SAFETY STANDARDS SERIES No. GS-R-2,” 2002.
- [3] U.S. Nuclear Regulatory Commission, “Code of Federal Regulations 10, Part 50.47, Emergency plans” .
- [4] U.S. Nuclear Regulatory Commission, “Code of Federal Regulations 10, Part 50, Appendix E - Emergency Planning and Preparedness for Production and Utilization Facilities” .
- [5] U.S. Nuclear Regulatory Commission, “NUREG/CR-7002 "Criteria for Development of Evacuation Time Estimate Studies",” November 2011.
- [6] U.S. Nuclear Regulatory Commission, “NUREG-0654 FEMA-REP-1 Rev.1 "Criteria for Preparation and Evaluation of Radiological Emergency Response Plans and Preparedness in Support of Nuclear Power Plants",” November 1980.
- [7] 第 6 回原子力災害事前対策等に関する検討チーム, “防護措置の実施の判断基準 (OIL: 運用上の介入レベル) の設定 (案),” 平成 25 年 1 月 21 日.
- [8] 第 6 回原子力災害事前対策等に関する検討チーム, “『防護措置の実施の判断基準 (OIL: 運用上の介入レベル) の設定 (案) についての参考資料』,” 平成 25 年 1 月 21 日.
- [9] 日本原子力研究所, “JAERI-Data/Code 2004-010, 排気筒から放出される放射性雲の等濃度分布図および放射性雲からの等空気カーマ率分布図,” 2004.
- [10] KLD Associates, Inc., “Calvert Cliffs Nuclear Power Plant Development of Evacuation Time Estimates,” March, 2011.
- [11] Ontario Power Generation, “Pickering B refurbishment for continued operation environmental assessment,” May 29, 2007.
- [12] KLD Associates, Inc., “Indian Point Energy Center Development of Evacuation Time Estimates,” October, 2004.
- [13] 東京電力福島原子力発電所事故調査委員会, “国会事故調報告書,” 平成 24 年 7 月 5 日.
- [14] 原子力損害賠償紛争審査会 (第 19 回) 配布資料, “(審 19) 参考 2-1 自主的避難関連データ,” 平成 23 年 12 月 21 日.
- [15] Thomas Urbanik II, “Evacuation time estimates for nuclear power plants,” Journal of Hazardous Materials Volume 75, Issues 2-3, Pages 165-180, 28 June 2000.
- [16] 原子力規制庁, 原子力災害時における避難退域時検査及び簡易除染マニュアル, 平成 27 年.
- [17] (社) 交通工学研究会, 交通シミュレーション活用のススメ, 2012 年 1 月.

- [18] 原子力災害事前対策等に関する検討チーム, “『平成 25 年 2 月の原子力災害対策指針における防護措置の実施の判断基準 (OIL : 運用上の介入レベル) の設定の考え方』補足資料,” 平成 25 年 3 月.
- [19] B. Wolshon, J. Jones , F. Walton, “The evacuation tail and its effect on evacuation decision making,” Journal of Emergency Management, January/February 2010, Volume 8, Number 1.
- [20] U.S. Nuclear Regulatory Commission, “NUREG-0396, Planning basis for the development of state and local government radiological emergency response plans in support of light water nuclear power plants,” 1978.
- [21] 愛媛県, “愛媛県広域避難計画” 平成 26 年 2 月修正、平成 27 年 6 月修正