

平成26年度  
国内外の避難時間推計に係る動向等調査  
技術資料（本編）

平成27年3月  
三菱重工業株式会社

## 目次

1	業務概要	1
2	実施内容	1
2.1	避難時間推計の計算条件及び計算結果の整理	1
2.1.1	国内避難時間推計の計算条件の整理	1
2.1.2	国内避難時間推計の計算結果の整理	1
2.1.3	海外避難時間推計の計算条件及び計算結果の整理	1
2.2	避難の様態に影響を与える計算条件及び計算結果の関係の整理	2
2.2.1	国内 ETE の計算条件及び計算結果の関係の整理	2
2.2.2	避難の様態に影響を与える要因に関する整理	2
3	付録資料	3
4	参考資料	4
5	用語解説	9

### 【付録資料】

本技術の付録資料を以下に示す（詳細は表 1 参照）。

- 付録資料 1 : 国内避難時間推計の計算条件の整理
- 付録資料 2 : 国内避難時間推計の計算結果の整理
- 付録資料 3 : 海外避難時間推計の計算条件及び計算結果の整理
- 付録資料 4 : 国内 ETE の計算条件及び計算結果の関係の整理
- 付録資料 5-1 : 避難の様態に影響を与える要因に関する整理
- 付録資料 5-2 : NUREG/CR-1856 An Analysis of Evacuation Time Estimates Around 52 Nuclear Power Plant Sites の調査
- 付録資料 5-3 : NUREG /CR 6981 Assessment of Emergency Response Planning and Implementation for Large Scale Evacuations の調査
- 付録資料 5-4 : NUREG/CR-6863 Development of Evacuation Time Estimate Studies for Nuclear Power Plants の調査
- 付録資料 5-5 : NUREG /CR 1745 Analysis of Techniques for Estimating Evacuation Times for Emergency Planning Zones の調査
- 付録資料 5-6 : NUREG/CR-6864 Identification and Analysis of Factors Affecting Emergency Evacuations の調査

### 【参考資料】

本技術の参考資料を以下に示す（詳細は表 2 参照）。

- 参考資料 1 : 避難時間推計シミュレーション結果（北海道）

- 参考資料 2 : 東通原子力発電所における原子力災害に係る緊急時防護措置区域内の住民避難を想定した避難時間推計業務 (青森県)
- 参考資料 3 : 福島第一原子力発電所及び福島第二原子力発電所に係る暫定的な重点地域の避難時間推計業務 (福島県)
- 参考資料 4 : 避難時間推計シミュレーションの結果について (茨城県)
- 参考資料 5 : 浜岡原子力発電所の原子力災害対策重点区域の避難シミュレーションの結果について (静岡県)
- 参考資料 6 : 平成 25 年度新潟県原子力災害に係る広域避難時間推計業務 報告書(新潟県)
- 参考資料 7 : 避難時間推計シミュレーション結果 (石川県)
- 参考資料 8 : 富山県避難時間推計シミュレーション結果の概要 (富山県)
- 参考資料 9 : 原子力災害を想定した避難時間推計シミュレーションの結果の概要(福井県)
- 参考資料 10 : 滋賀県 原子力災害に係る避難時間推計業務委託 報告書 (滋賀県)
- 参考資料 11 : 避難時間推計シミュレーションの結果について (京都府)
- 参考資料 12 : 原子力災害時の避難時間推計結果 (鳥取県)
- 参考資料 13 : 原子力災害時の避難時間推計 (島根県)
- 参考資料 14 : 避難シミュレーション結果の概要 (愛媛県)
- 参考資料 15 : 原子力災害時の避難時間推計の概要について (福岡県)
- 参考資料 16 : 原子力災害時の避難時間の推計結果をお知らせします (佐賀県)
- 参考資料 17 : 原子力災害にかかる避難時間推計の結果について (長崎県)
- 参考資料 18 : 川内原子力発電所の原子力災害に係る広域避難時間推計業務 報告書 (鹿児島県)
- 参考資料 19 : Diablo Canyon Power Plant Development of Evacuation Time Estimates
- 参考資料 20 : Indian Point Energy Center Development of Evacuation Time Estimates
- 参考資料 21 : Evacuation Time Estimates for the Peach Bottom Station Plume Exposure Pathway Emergency Planning Zone
- 参考資料 22 : Surry Power Station Development of Evacuation Time Estimates
- 参考資料 23 : Evacuation Time Estimates for the Vogtle Electric Generating Plant
- 参考資料 24 : An Analysis of Evacuation Time Estimates Around 52 Nuclear Power Plant Sites
- 参考資料 25 : Assessment of Emergency Response Planning and Implementation for Large Scale Evacuations
- 参考資料 26 : Development of Evacuation Time Estimate Studies for Nuclear Power Plants
- 参考資料 27 : Analysis of Techniques for Estimating Evacuation Times for Emergency Planning Zones
- 参考資料 28 : Identification and Analysis of Factors Affecting Emergency Evacuations

## 1 業務概要

本作業では、我が国で実施された避難時間推計（ETE：Evacuation Time Estimate）の計算条件及び計算結果をもとに避難の様態に関する特性及び地域固有の特性を横断的に整理するとともに、海外で実施された避難の様態に係る整理・評価の知見を整理した。

また、これらをもとに避難の様態に影響を与える要因を整理した。

## 2 実施内容

### 2.1 避難時間推計の計算条件及び計算結果の整理

#### 2.1.1 国内避難時間推計の計算条件の整理

我が国において平成 24 年度から平成 26 年度にかけて、自治体で実施された ETE の計算条件及び計算結果を整理した。各自治体がホームページ等で公開している情報を調査し、各自治体の ETE の計算条件及び計算結果の特性が把握できるように一覧表形式で整理した（詳細は付録資料 1 参照）。

#### 2.1.2 国内避難時間推計の計算結果の整理

2.1.1 節で整理した道府県情報を対象に、公表されている ETE の計算結果とその計算ケースが分かるように整理した（詳細は、付録資料 2 参照）。

#### 2.1.3 海外避難時間推計の計算条件及び計算結果の整理

米国原子力規制委員会(USNRC)のウェブサイトに掲載されている米国原子力発電所サイトの ETE のレポートを調査し、2.1.1 と同様の整理を行った。対象とした原子力発電所サイトは以下の通り（詳細は、付録資料 3 参照）。

- Diablo Canyon Power Plant
- Indian Point Energy Center
- Peach Bottom Atomic Power Station
- Surry Power Station
- Vogtle Electric Generating Plant



## 2.2 避難の様態に影響を与える計算条件及び計算結果の関係の整理

### 2.2.1 国内 ETE の計算条件及び計算結果の関係の整理

2.1 節で整理した道府県の計算条件と計算結果を基に、計算結果に影響する計算条件の特性を整理した（詳細は、付録資料 4 参照）。

### 2.2.2 避難の様態に影響を与える要因に関する整理

米国の避難の様態についての整理結果から、避難の様態に影響を与える要因（計算条件）の候補を整理した。調査対象資料を以下に示す（詳細は、付録資料 5 - 1 ~ 5 - 6 参照）

- NUREG/CR-6863 SAND2004-5900, 'Development of Evacuation Time Estimate Studies for Nuclear Power Plants', Jan., 2005
- NUREG/CR-6864 SAND2004-5901, Vol. 1, Vol. 2, 'Identification and Analysis of Factors Affecting Emergency Evacuations', Jan., 2005
- NUREG/CR-6981 SAND2008-1776P, 'Assessment of Emergency Response Planning and Implementation for Large scale Evacuations', Oct., 2008
- NUREG /CR 1745 Analysis of Techniques for Estimating Evacuation Times for Emergency Planning Zones
- NUREG/CR-1856 An Analysis of Evacuation Time Estimates Around 52 Nuclear Power Plant Sites

### 3 付録資料

2章で実施した調査・整理の結果を、下表に示す付録資料にまとめた。

表1 付録資料一覧

付録資料番号	技術資料 対応箇所	付録資料図書名
付録資料1	2.1.1節	国内避難時間推計の計算条件の整理
付録資料2	2.1.2節	国内避難時間推計の計算結果の整理
付録資料3	2.1.3節	海外避難時間推計の計算条件及び計算結果の整理
付録資料4	2.2.1節	国内 ETE の計算条件及び計算結果の関係の整理
付録資料5-1	2.2.2節	避難の様態に影響を与える要因に関する整理
付録資料5-2	2.2.2節	NUREG/CR-1856 An Analysis of Evacuation Time Estimates Around 52 Nuclear Power Plant Sites の調査
付録資料5-3	2.2.2節	NUREG /CR 6981 Assessment of Emergency Response Planning and Implementation for Large Scale Evacuations の調査
付録資料5-4	2.2.2節	NUREG/CR-6863 Development of Evacuation Time Estimate Studies for Nuclear Power Plants の調査
付録資料5-5	2.2.2節	NUREG /CR 1745 Analysis of Techniques for Estimating Evacuation Times for Emergency Planning Zones の調査
付録資料5-6	2.2.2節	NUREG/CR-6864 Identification and Analysis of Factors Affecting Emergency Evacuations の調査

#### 4 参考資料

本業務では、平成 24 年度から平成 26 年度にかけて、自治体で実施された ETE 報告書を調査し、その結果をまとめた。また、海外での ETE 実施例についても ETE 報告書を調査し、その結果をまとめた。また、避難様態に影響を与える因子を調査・整理することを目的とした文献調査と、その結果の整理をおこなった。

表 2 に、本業務で使用した参考資料一覧を示す。

表 2 参考資料一覧

参考資料番号	資料属性	
参考資料 1	資料名	避難時間推計シミュレーション結果
	対象炉	泊発電所（北海道）
	作成日	平成 25 年 11 月
	URL	<a href="http://www.pref.hokkaido.lg.jp/sm/gat/bousai/ETE.pdf">http://www.pref.hokkaido.lg.jp/sm/gat/bousai/ETE.pdf</a>
参考資料 2	資料名	東通原子力発電所における原子力災害に係る 緊急時防護措置区域内の住民避難を想定した避難時間推計業務
	対象炉	東通原子力発電所（青森県）
	作成日	平成 26 年 3 月
	URL	<a href="http://www.aomori-genshiryoku.com/dp/cat84/cat85/post-800.html">http://www.aomori-genshiryoku.com/dp/cat84/cat85/post-800.html</a>
参考資料 3	資料名	福島第一原子力発電所及び福島第二原子力発電所に係る 暫定的な重点地域の避難時間推計業務
	対象炉	福島第一原子力発電所（福島県） 福島第二原子力発電所（福島県）
	作成日	平成 26 年 2 月
	URL	<a href="https://www.pref.fukushima.lg.jp/sec_file/16025c/1f.2f_hinanzikansuikei.pdf">https://www.pref.fukushima.lg.jp/sec_file/16025c/1f.2f_hinanzikansuikei.pdf</a>
参考資料 4	資料名	避難時間推計シミュレーションの結果について
	対象炉	東海第二発電所（茨城県）
	作成日	記載なし
	URL	<a href="http://www.pref.ibaraki.jp/seikatsukankyo/gentai/kikaku/nuclear/bosai/documents/250726siryou4.pdf">http://www.pref.ibaraki.jp/seikatsukankyo/gentai/kikaku/nuclear/bosai/documents/250726siryou4.pdf</a>
参考資料 5	資料名	浜岡原子力発電所の原子力災害対策重点地域の避難シミュレーションの結果について
	対象炉	浜岡原子力発電所（静岡県）
	作成日	平成 26 年 4 月 23 日

参考資料番号	資料属性	
	URL	<a href="https://www.pref.shizuoka.jp/bousai/kakushitsu/antai/documents/260423hinansimulation.pdf">https://www.pref.shizuoka.jp/bousai/kakushitsu/antai/documents/260423hinansimulation.pdf</a>
参考資料 6	資料名	平成 25 年度新潟県原子力災害に係る広域避難時間推計業務 報告書
	対象炉	柏崎刈羽原子力発電所（新潟県）
	作成日	平成 26 年 3 月
	URL	<a href="http://www.pref.niigata.lg.jp/genshiryoku/1356794481823.html">http://www.pref.niigata.lg.jp/genshiryoku/1356794481823.html</a>
参考資料 7	資料名	避難時間推計シミュレーション結果
	対象炉	志賀原子力発電所（石川県）
	作成日	記載なし
	URL	<a href="http://www.pref.ishikawa.lg.jp/bousai/bousai_g/genshiryokubousai/hinan_simulation.html">http://www.pref.ishikawa.lg.jp/bousai/bousai_g/genshiryokubousai/hinan_simulation.html</a>
参考資料 8	資料名	富山県避難時間推計シミュレーション結果の概要
	対象炉	志賀原子力発電所（石川県）
	作成日	記載なし
	URL	<a href="http://www.pref.toyama.jp/cms_pfile/00014066/00687910.pdf">http://www.pref.toyama.jp/cms_pfile/00014066/00687910.pdf</a>
参考資料 9	資料名	原子力災害を想定した避難時間推計シミュレーションの結果の概要
	対象炉	敦賀発電所（福井県）
		美浜発電所（福井県）
		高浜発電所（福井県）
大飯発電所（福井県）		
作成日	平成 26 年 7 月 29 日	
URL	<a href="https://www.pref.fukui.lg.jp/doc/kikitaisaku/genshiryoku-saigai_d/fil/260729hinan.pdf">https://www.pref.fukui.lg.jp/doc/kikitaisaku/genshiryoku-saigai_d/fil/260729hinan.pdf</a>	
参考資料 10	資料名	滋賀県 原子力災害に係る避難時間推計業務委託 報告書
	対象炉	敦賀発電所（福井県）
		美浜発電所（福井県）
		高浜発電所（福井県）
大飯発電所（福井県）		
作成日	平成 25 年 11 月	
URL	<a href="http://www.pref.shiga.lg.jp/bousai/gensiryoku/25hinanjikansuikai.html">http://www.pref.shiga.lg.jp/bousai/gensiryoku/25hinanjikansuikai.html</a>	
参考資料 11	資料名	避難時間推計シミュレーションの結果について

参考資料番号	資料属性	
	対象炉	高浜発電所（福井県） 大飯発電所（福井県）
	作成日	平成 25 年 6 月
	URL	<a href="http://www.pref.kyoto.jp/shingikai/shobo-01/documents/03hokoku-hinan-simyu.pdf">http://www.pref.kyoto.jp/shingikai/shobo-01/documents/03hokoku-hinan-simyu.pdf</a>
参考資料 1 2	資料名	原子力災害時の避難時間推計結果
	対象炉	島根原子力発電所（島根県）
	作成日	平成 26 年 5 月
	URL	<a href="http://www.pref.tottori.lg.jp/secure/862446/houkoku_kiki_besshi_siryo260612.pdf">http://www.pref.tottori.lg.jp/secure/862446/houkoku_kiki_besshi_siryo260612.pdf</a>
参考資料 1 3	資料名	原子力災害時の避難時間推計
	対象炉	島根原子力発電所（島根県）
	作成日	記載なし
	URL	<a href="http://www.pref.shimane.lg.jp/bousai_info/bousai/bousai/genshiryoku/jikansuikei.data/hinanjikansuikei.pdf">http://www.pref.shimane.lg.jp/bousai_info/bousai/bousai/genshiryoku/jikansuikei.data/hinanjikansuikei.pdf</a>
参考資料 1 4	資料名	避難シミュレーション結果の概要
	対象炉	伊方発電所（愛媛県）
	作成日	記載なし
	URL	<a href="http://www.pref.ehime.jp/h15550/documents/sryou2.pdf">http://www.pref.ehime.jp/h15550/documents/sryou2.pdf</a>
参考資料 1 5	資料名	原子力災害時の避難時間推計の概要について
	対象炉	玄海原子力発電所（佐賀県）
	作成日	記載なし
	URL	<a href="http://www.pref.fukuoka.lg.jp/press-release/108159.html">http://www.pref.fukuoka.lg.jp/press-release/108159.html</a>
参考資料 1 6	資料名	原子力災害時の避難時間の推計結果をお知らせします
	対象炉	玄海原子力発電所（佐賀県）
	作成日	平成 26 年 4 月 30 日
	URL	<a href="http://www.pref.saga.lg.jp/web/index/bousai-top/genshiryokubousai/_81908.html">http://www.pref.saga.lg.jp/web/index/bousai-top/genshiryokubousai/_81908.html</a>
参考資料 1 7	資料名	原子力災害にかかる避難時間推計の結果について
	対象炉	玄海原子力発電所（佐賀県）
	作成日	平成 26 年 4 月 30 日
	URL	<a href="http://www.pref.nagasaki.jp/shared/uploads/2014/04/1398680015.pdf">http://www.pref.nagasaki.jp/shared/uploads/2014/04/1398680015.pdf</a>
参考資料 1 8	資料名	川内原子力発電所の原子力災害に係る広域避難時間推計業務 報告書
	対象炉	川内原子力発電所（鹿児島県）

国内外の避難時間推計に係る動向等調査 技術資料（本編）

参考資料番号	資料属性	
	作成日	
	作成日	平成 26 年 3 月
	URL	<a href="http://www.pref.kagoshima.jp/aj02/bosai/sonae/simulation/h26ete.html">http://www.pref.kagoshima.jp/aj02/bosai/sonae/simulation/h26ete.html</a>
参考資料 1 9	資料名	Diablo Canyon Power Plant Development of Evacuation Time Estimates
	対象炉	Diablo Canyon Power Plant
	作成日	2012 年 11 月
	URL	<a href="http://pbadupws.nrc.gov/docs/ML1236/ML12363A209.pdf">http://pbadupws.nrc.gov/docs/ML1236/ML12363A209.pdf</a>
参考資料 2 0	資料名	Indian Point Energy Center Development of Evacuation Time Estimates
	対象炉	Indian Point Energy Center
	作成日	2012 年 12 月
	URL	<a href="http://pbadupws.nrc.gov/docs/ML1302/ML13023A025.pdf">http://pbadupws.nrc.gov/docs/ML1302/ML13023A025.pdf</a>
参考資料 2 1	資料名	Evacuation Time Estimates for the Peach Bottom Station Plume Exposure Pathway Emergency Planning Zone
	対象炉	Peach bottom Station
	作成日	2012 年 12 月
	URL	<a href="http://pbadupws.nrc.gov/docs/ML1235/ML12355A240.pdf">http://pbadupws.nrc.gov/docs/ML1235/ML12355A240.pdf</a>
参考資料 2 2	資料名	Surry Power Station Development of Evacuation Time Estimates
	対象炉	Surry Power Station
	作成日	2012 年 12 月
	URL	<a href="http://pbadupws.nrc.gov/docs/ML1303/ML13037A635.pdf">http://pbadupws.nrc.gov/docs/ML1303/ML13037A635.pdf</a> <a href="http://pbadupws.nrc.gov/docs/ML1303/ML13037A630.pdf">http://pbadupws.nrc.gov/docs/ML1303/ML13037A630.pdf</a>
参考資料 2 3	資料名	Evacuation Time Estimates for the Vogtle Electric Generating Plant
	対象炉	Vogtle Electric Generating Plant
	作成日	2013 年 7 月
	URL	<a href="http://pbadupws.nrc.gov/docs/ML1321/ML13214A044.pdf">http://pbadupws.nrc.gov/docs/ML1321/ML13214A044.pdf</a>
参考資料 2 4	資料名	An Analysis of Evacuation Time Estimates Around 52 Nuclear Power Plant Sites
	資料番号	NUREG/CR-1856 (PNL-3662)
	公開者	U.S. Nuclear Regulatory Commission
	公開日	1981 年 5 月
	URL	<a href="http://pbadupws.nrc.gov/docs/ML1325/ML13259A182.pdf">http://pbadupws.nrc.gov/docs/ML1325/ML13259A182.pdf</a> <a href="http://pbadupws.nrc.gov/docs/ML1326/ML13260A040.pdf">http://pbadupws.nrc.gov/docs/ML1326/ML13260A040.pdf</a>
参考資料 2 5	資料名	Assessment of Emergency Response Planning and Implementation for Large Scale Evacuations
	資料番号	NUREG /CR-6981 (SAND2008-1776P)

参考資料番号	資料属性	
	公開者	U.S. Nuclear Regulatory Commission
	公開日	2008年10月
	URL	<a href="http://pbadupws.nrc.gov/docs/ML0829/ML082960499.pdf">http://pbadupws.nrc.gov/docs/ML0829/ML082960499.pdf</a>
参考資料 2 6	資料名	Development of Evacuation Time Estimate Studies for Nuclear Power Plants
	資料番号	NUREG/CR-6863 (SAND2004-5900)
	公開者	U.S. Nuclear Regulatory Commission
	公開日	2005年1月
	URL	<a href="http://pbadupws.nrc.gov/docs/ML0502/ML050250240.pdf">http://pbadupws.nrc.gov/docs/ML0502/ML050250240.pdf</a>
参考資料 2 7	資料名	Analysis of Techniques for Estimating Evacuation Times for Emergency Planning Zones
	資料番号	NUREG /CR 1745 (BHARC-401/80-017)
	公開者	International Atomic Energy Agency
	公開日	1980年11月
	URL	<a href="http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/35/053/35053342.pdf">http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/35/053/35053342.pdf</a>
参考資料 2 8	資料名	Identification and Analysis of Factors Affecting Emergency Evacuations
	資料番号	NUREG/CR-6864 (SAND2004-5901)
	公開者	U.S. Nuclear Regulatory Commission
	公開日	2005年1月
	URL	<a href="http://pbadupws.nrc.gov/docs/ML0502/ML050250245.pdf">http://pbadupws.nrc.gov/docs/ML0502/ML050250245.pdf</a> <a href="http://pbadupws.nrc.gov/docs/ML0502/ML050250219.pdf">http://pbadupws.nrc.gov/docs/ML0502/ML050250219.pdf</a>

5 用語解説

本業務で使用する主な用語と、その解説を以下に示す。

用語	解説
指針	原子力災害対策指針（原子力規制委員会） 制定：平成24年10月31日 最終改訂：平成25年9月5日
原災法	原子力災害対策特別措置法 制定：平成11年12月17日 最終改訂：平成26年11月21日
I A E A	国際原子力機関（International Atomic Energy Agency）
P A Z	Precautionary Action Zone 急速に進展する事故においても放射線被ばくによる確定的影響等を回避するため、先述のEALに応じて、即時避難を実施する等、放射性物質の環境への放出前の段階から予防的に防護措置を準備する区域のことを指す。PAZの具体的な範囲については、IAEAの国際基準において、PAZの最大半径を原子力施設から3～5kmの間で設定すること（5kmを推奨）とされていること等を踏まえ、「原子力施設から概ね半径5km」を目安としている。なお、この目安については、主として参照する事故の規模等を踏まえ、迅速で実効的な防護措置を講ずることができるよう検討した上で、継続的に改善していく必要がある。（出典：指針より）
UPZ	Urgent Protective Action Planning Zone 確率的影響のリスクを最小限に抑えるため、次項に示すEAL、OILに基づき、緊急時防護措置を準備する区域である。UPZの具体的な範囲については、IAEAの国際基準において、UPZの最大半径は原子力施設から5～30kmの間で設定されていること等を踏まえ、「原子力施設から概ね30km」を目安としている。なお、この目安については、主として参照する事故の規模等を踏まえ、迅速で実効的な防護措置を講ずることができるよう検討した上で、継続的に改善していく必要がある。（出典：指針より）
EAL	緊急事態区分に該当する状況であるか否かを原子力事業者が判断するための基準として、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き設定された、緊急時活動レベル。 （出典：指針より）
O I L	防護措置の実施を判断する基準として、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。（出典：指針より）
段階的避難	避難指示対象区域を複数区域に分け、それぞれに異なる発出時刻を与える避難（出典：NUREG/CR 7002より）



用語	解説
影の避難	避難指示の地域に居住しない住民による避難行動（出典：NUREG /CR 7002 より）
需要・避難需要	想定される避難車両の台数（出典：NUREG /CR 7002 より）
交通容量	当該道路を単位時間あたりに通過可能な車両台数（出典：NUREG /CR 7002 より）
背景交通量／通過交通量	避難行動とは関係なく、日常生活などにより発生している交通量（出典：NUREG /CR 7002 より）
公共交通機関	本業務では、船舶、航空機、鉄道などを公共交通機関とした
避難中継所	E/TE で想定する避難経路は長距離になるため、経路の途中（UPZ の外）に中継所を設け、避難車両は一旦中継所を通るものとして設定され、一部の自治体で採用されている。
スクリーニング	本業務では、主として避難所等で実施される避難者を対象として実施される、体表面汚染スクリーニングをスクリーニングとした。
避難行動要支援者	高齢者、障害者、乳幼児等の防災施策において特に配慮を要する避難者（要配慮者）のうち、災害発生時の避難等に特に支援を要する避難者（出典：内閣府『避難行動要支援者対策』より）
避難行動要支援者の早期避難	指針では、自力避難が困難な災害時要援護者等に対して、早い段階からの対処や必要な支援の手当てなどについて、配慮求めている。
社会福祉施設等	本業務では、計算条件の標記が複雑化することを避けるため、入所型の老人健康保険施設、特別養護老人ホーム、グループホームなど全て社会福祉施設と記した
福祉車両	本業務では、車椅子ごと輸送可能な車両や、座位保持が困難な避難行動要支援者について、担架・ストレッチャ等に乘せたまま輸送可能な車両を全て福祉車両とした。
（避難指示）覚知時間	本業務では、避難指示の発出から、避難者が指示の発出に気が付くまでの時間を覚知時間とした。
避難の準備時間	本業務では、身支度、家族の集結、生業の中断など、避難をするにあたり必要となる時間を、避難の準備時間とした。（出典：NUREG /CR 6863 より）
一時滞在者	当該地域（避難対象となる地域）に居住しない人口のうち、就労、就学、観光などの目的により、当該地域（避難対象となる地域）に立ち入っている人口。（出典：NUREG /CR 6863 より）
自家用車利用率	対象避難人口のうち、自家用車を利用して避難する人口の割合。（出典：NUREG /CR 6863 より）
道路インパクト	自然災害などにより発生した、道路の使用が困難となる事象。（出典：NUREG /CR 7002 より）
特別な行事	想定する避難対象区域、もしくはその周辺において年1～2回程度の頻度で開催される、大規模な一時滞在者の流入が見込まれるイベント（出典：NUREG /CR 6863 より）

注 NUREG /CR 7002 : Criteria for Development of Evacuation Time Estimate Studies  
 (URL: <http://pbadupws.nrc.gov/docs/ML1130/ML113010515.pdf>)

## 付録資料 1 【国内避難時間推計の計算条件の整理】

### 1 はじめに

本業務では、平成26年11月時点で、インターネットのホームページなどで公開されている情報<sup>1</sup>をもとに、想定している計算条件を調査し、想定条件について差が見られる条件については、その要因を記載した。

### 2 計算条件

#### 2.1 計算条件の整理

各道府県が実施した避難時間推計において、使用した情報、考慮した条件を整理した(表 3.2-2～表 3.2-7 参照)。なお、PAZ並びにUPZの定義は各道府県が定める定義に従うものとし、人口情報等についても、各道府県の公開情報に従うものとした。

なお、データの整理に予断が入らないよう、特定の道府県名を伏せ整理を行った(Pref01～Pref17)。以下、次節以降に想定条件の差異と、その要因をまとめた。

---

<sup>1</sup> 平成26年度 国内外の避難時間推計に係る動向等調査 技術資料(本編) 表2参照

## 2.2 計算条件の比較

各道府県が実施した避難時間推計における、幾つかの計算条件について、次節以降にその内容を示す。

## 2.2.1 一般的条件

### (1) 人口分布

人口情報の根拠となる情報は、大きく以下の2種に大別される。

- 国勢調査
- 市町村保有情報（住民基本台帳などによる）

国勢調査は5年に一度の更新であるが、住民基本台帳などによる情報は毎年更新されている。このため、国勢調査情報が評価時点の人口分布と大きく異なる場合には、人口分布に補正係数を乗じて使用することになる<sup>2</sup>。

### (2) 一時滞在者

一時滞在者条件の取り扱いの例を表 2.2-1 に示す。

表 2.2-1 一時滞在者条件の取り扱いの例

ID	Pref. 04	Pref. 05	Pref. 10
一時滞在需要	観光シーズンを考慮	夏期の観光シーズンを考慮	就労者、就学者を考慮

今回実施された避難時間推計で、確認された一時滞在者の種類を以下に示す。

- A) 就労
- B) 就学
- C) 観光

#### 【就労者の取扱い】

事業所から自家用車で直接避難する取扱いと、発災から避難指示までの間に、対象地区内の自宅に戻り避難の準備（家族の集結を含む）を完了させた後に避難する取扱いが見られた。

#### 【就学者の取扱い】

学校から直接集団避難とする取扱いと、発災から避難指示までの間に学童の帰宅もしくは、家族による引き取りが完了し、家族単位での避難行われるとする取扱いが見られた。

#### 【観光客】

<sup>2</sup> 国勢調査情報を修正して用いる手法は、NUREG /CR 1856 でも有効とされている。

観光客については、避難対象地区の住民でないため、発災後に当該地域に留まる理由（利得）が少ないことから、一部が避難指示発出の前に避難を完了するとした取扱いと、観光先から直接自家用車で避難するとした取扱いが見られた。

なお、居住者人口は一時滞在者人口より多く、一時滞在者数の増減が避難時間に大きな影響を与えていない計算結果も見られた。

以上から、いずれの自治体においても一時滞在者条件は検討されているが、発災から避難指示に至るまでの時間の想定等の違いから、取扱い方法に差が生じる。

### (3) 季節条件

季節条件の取り扱いの例を、表 2.2-2 に示す。

表 2.2-2 季節条件の取り扱いの例

ID	Pref. 01	Pref. 09	Pref. 15
季節	夏/冬	冬以外/冬	不明

上記の差は、以下に示すように、冬期条件の取扱い方針の違いにある。

- 冬期条件を特別な条件として取り扱う
- 冬期条件を特別な条件として取り扱わない

冬期を特別な条件として取り扱う理由は、以下の通り。

- A) 山間部などで冬期閉鎖区間が設定される
- B) 降雪などにより車両速度の低下が見られる

冬期の降雪が少ない地域では、冬期閉鎖区間は設定されないことがある。また、仮に設定されたとしても、それが避難経路と異なる場合、当該区間の閉鎖は避難性状に影響を与えない。

なお、冬期に降雪が見込まれる地区では、降雪により以下の影響が出る。

- I. 除雪・排雪作業により道路を開通させるまでの時間の発生
- II. 車両速度の低下

しかし、I については、発災から避難指示までの間<sup>3</sup>に除雪・排雪が完了していれば、準備時

<sup>3</sup> 東京電力福島原子力発電所の事故に伴う避難指示は、以下の時系列で行われている。  
地震発生（14：44）、原災法10条の定める事象の発生通報（15：42）、原災法15条の定める事象の発生通報（16：36）、原子力緊急事態宣言（19：03）、発電所を中心とした3km圏の避難指示（21：23）。

間は避難時間推計上0と見積もることができる。IIについては、避難時間推計では、車両の最高速度の低下として表現することになるが、避難経路上で渋滞が生じる場合には、降雪の有無に関わらず車両速度は低下する。

以上から、以下の何れかが成立している場合、冬期条件を特別な条件として考慮している。

- 避難経路上に冬期閉鎖区間がある
- 積雪が見込まれる地域で、発災から避難指示までの間に除雪・排雪が完了しないものと想定する
- 避難経路上で渋滞が発生しない

#### (4) 曜日

曜日条件の取り扱いの例を表 2.2-3 に示す。

表 2.2-3 曜日条件の取り扱いの例

ID	Pref. 05	Pref. 06	Pref. 07
曜日	平日／休日	不明	平日／休日

上記の差は、以下に示すように、人口分布の取扱い方針の違いにある。

- 平日と休日の人口分布の差を考慮する
- 平日と休日の人口分布の差を考慮しない

なお、平日と休日の人口分布の相違では、以下が考慮されている。

- A) 居住者の移動行動の変化（避難開始位置の変化）
- B) 一時滞在者入込状況の変化
- C) 背景交通量・通過交通量の変化

#### 【居住者】

平日（日中）の場合、多くの就労者は就労先に滞在している。しかし、2.2.1(2)節に示したように、発災から避難指示までの間に避難の準備が完了していると仮定し、避難開始位置は平日と休日で変化は生じないとした計算条件も見られた。

#### 【一時滞在者】

休日の場合、集客施設などに平日より多くの一時滞在者の入り込みが想定される。しかし、2.2.1(2)節に示したように、これらの人口については、発災から避難指示までの間に先行的に避難する想定もある。

## 【背景交通量・通過交通量】

背景交通量・通過交通量は、平日と休日では異なる。しかし、2.2.1(2)節に示したように、発災から避難指示までに時間猶予があるものと仮定し、これらの交通量は避難指示の前に当該地を通り抜けるとした計算条件も見られた。

以上から、いずれの自治体においても曜日条件は検討されているが、発災から避難指示に至るまでの時間の想定等の違いから、取扱い方法に差が生じている。

## (5) 時間帯

時間帯条件の取り扱いの例を表 2.2-4 に示す。

表 2.2-4 時間帯条件の取り扱いの例

ID	Pref. 09	Pref. 10	Pref. 11
時間帯	昼/夜	昼/夜	昼

上記の差は、以下に示すように、人口分布の取扱い方針の違いにある。

- 昼間と夜間の人口分布の差を考慮する
- 昼間と夜間の人口分布の差を考慮しない

ここで、昼間と夜間の人口動態に差が出る理由は、2.2.1(4)節に示したように、対象人口の移動状況にある。このため、2.2.1(4)節と同様の理由から、時間帯条件が避難時間推計に与える影響は、発災から避難指示までに要する時間の想定により差が生じる。

(6) 天候

天候条件の取り扱いの例を表 2.2-5 に示す。

表 2.2-5 天候条件の取り扱いの例

ID	Pref. 09	Pref. 10	Pref. 11
天候	冬期に積雪の影響を考慮（平均自由速度 <sup>4</sup> 25%低下）	悪天候（平均自由速度20%低下）	考慮せず

上記の差は、以下に示すように、悪天候条件の取扱い方針の違いにある。

- 悪天候条件を取り扱う
- 悪天候条件を取り扱わない

悪天候条件が避難時間推計に与える影響としては、以下がある。

- A) 降雨による車両の速度低下
- B) 降雪による車両の速度低下
- C) その他悪天候による車両の速度低下
- D) A) ~C) の条件に伴う運転者への負担増
- E) D) による交通事故の発生
- F) 除雪・排雪時間の発生

ここで表 2.2-5 で示したように、避難シミュレーションでは、悪天候の影響は平均自由速度の低下として扱う。このため、避難経路上で渋滞が見込まれる場合であれば、A) ~C) の悪天候の影響がシミュレーション結果に与える影響は小さい。

次に、D) E) については、不確定要素が大きく、コンピュータシミュレーションのような予測手法で取り扱うことは困難となる。

F) については、2.2.1(3)節に示したように、除雪・排雪に要する時間は、発災から避難指示までに要する時間の想定により、取り扱い方が異なる。

以上から、いずれの自治体においても天候条件は検討されているが、発災から避難指示に至るまでの時間の想定等の違いや、発生する渋滞の状況から、取扱い方法に差が生じている。

<sup>4</sup> 前方車両の存在が当該車両の走行に影響を与えない程度以上に離れた位置を走行する際の、当該車両の移動速度。



## 2.2.2 道路網に関する想定

### (1) 信号設定

信号設定条件の取り扱いの例を表 2.2-6 に示す。

表 2.2-6 信号設定条件の取り扱いの例

ID	Pref. 09	Pref. 10	Pref. 11
信号設定	交通集中時の現示スケジュールに従う	不明	所定の時間帯の現示率に従う

上記の差は、以下に示すように、信号設定の取扱い方針の違いにある。

- 昼間/夜間の信号設定を考慮する
- 特別な考慮をしない(特定の時間帯の設定を流用する)

信号設定のうち、避難時間推計に影響を与えるものは、青色信号現示時間、黄色信号現示時間、赤色信号現示時間、サイクル長であるが、主要な避難経路となる幹線道路では、時間帯、曜日によりその設定は変化する。

このため、仮に避難時間が24時間となる場合、避難開始時間により信号設定が避難性状に与える影響は異なる。すなわち、昼間に避難が開始されれば、避難初期の道路混雑は、昼間の信号設定で処理され、後に夜間設定で処理されることになるが、夜間に避難を開始する場合には、その逆となる。

このように、信号設定を詳細に設定しようとする場合、避難指示発出時刻により条件が異なるため、避難開始時間を明確に規定する必要がある。

他方、2.2.1(3)節に示したように、避難経路上で渋滞が生じることが予想され、信号設定が避難時間にあまり影響を与えない可能性もある。

以上から、いずれの県でも、信号設定条件は検討されているが、避難指示発出時刻の取扱い(避難指示発出時刻を明確に定めるか否か)、避難経路上で生じる渋滞状況等の相違から、取扱い方法に差が生じている。

(2) 背景交通量・通過交通量

背景交通量・通過交通量は、避難行動とは関係なく生じている交通量であり、これが避難経路と重複する場合には、交通渋滞を生じやすくさせ、避難時間に影響を与える。

背景交通量・通過交通量条件の取り扱いの例を表 2.2-7 に示す。

表 2.2-7 背景交通量・通過交通量条件の取り扱いの例

ID	Pref. 08	Pref. 09	Pref. 10
背景交通量・通過交通量	日中平日の交通量が2時間継続	平時の交通量を想定	不明

上記の差は、以下に示すように、日常の背景交通量・通過交通量が維持される時間についての取扱い方針の違いにある。

- A) 避難開始から一定時間は、平時の交通量が維持されると仮定する
- B) 平時の交通量が維持されると仮定する
- C) 背景交通量を考慮しない

避難指示の範囲の付近を走行する、当該地域に居住しない人口が運転する車両は、原子力発電所事故に関する情報、避難指示などの情報を受け、当該地域から離れる行動をとると予想される。すなわち、原子力発電所事故発生から一定時間が経過すれば、背景交通量・通過交通量は低下する。一方、このような影響は発電所から離れることで小さくなることが予想される。

以上を勘案すれば条件A)は発電所から大きく離れていない地区であって、発災から避難指示までの時間間隔が短い場合を想定しており、条件B)は発電所から十分に離れた地域を想定しており、C)は発電所から大きく離れていない地区であって、発災から避難指示までの時間間隔が長い場合を想定していることになる。

以上に示したように、原子力発電所事故が背景交通量・通過交通量に与える影響の範囲や、発災から避難指示までの時間間隔の想定により、背景交通量・通過交通量の取扱い方法に差が生じる。

(3) 交通誘導

交通誘導条件の取り扱いの例を表 2.2-8 に示す。

表 2.2-8 交通誘導条件の取り扱いの例

ID	Pref. 06	Pref. 07	Pref. 08
交通誘導	渋滞緩和を目的とした車両の誘導	特定の道路の使用規制	考慮せず

Pref.06 の事例は、利用する割合の比較的低い避難経路に避難車両を誘導することで、道路負荷の平準化を期待する場合や、遠方に設定される避難先へ効率的に誘導することを企図している。逆に、Pref07 の事例は特定の道路に車両が集中することで、渋滞が発生し、避難効率が低下することを回避することを目的とする場合や、他の地域が当該道路を使う場合で、他の地域の避難を優先させるべき事情がある場合に想定される。

しかし、Pref06 の事例及び Pref.07 の事例を想定するには、予め道府県の避難計画（地区ごとの避難先と避難経路等）を定める必要がある。このため、避難計画が定められていない道府県では、Pref.08 のように計算条件として考慮をしないことになる。

### 2.2.3 避難計画

#### (1) スクリーニング

スクリーニング条件の取り扱いの例を表 2.2-9 に示す。

表 2.2-9 スクリーニング条件の取り扱いの例

ID	Pref. 07	Pref. 08	Pref. 11
スクリーニング	考慮 (避難中継地点での 実施)	考慮 (UPZ境界での 実施)	考慮せず

体表面汚染スクリーニングは、避難者及び避難車両に放射性物質が付着（汚染）し、その状態を継続させることは、避難者にとっての不利益であることから、これを早期に除去することを目的としている<sup>5</sup>。

Pref.07 と Pref.08 以外の自治体では、PAZ地区の避難は放射性物質の放出前に行われることを想定しているため、スクリーニングは評価対象外としている。

これに対し、Pref.07 と Pref.08 は、発電所の事故に伴い放射性物質が放出された後の避難を想定するため、体表面汚染スクリーニングを評価対象としている。なお、放射性物質の放出後の避難は、OIL1に相当するレベルの放射線量率を観測した地域の避難<sup>6</sup>、OIL2に相当するレベルの放射線量率を観測した地域の一時移転<sup>7</sup>を見込むことになり、Pref.07 については、UPZ全域で閾値以上の放射線量を検出するとの想定がなされている。

<sup>5</sup> これにより、避難車両に付着した放射性物質の不要な拡散に対する抑制効果も期待される。

<sup>6</sup> 指針では、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避難等の緊急防護措置を講じることを求めている。

<sup>7</sup> 指針では、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ることを求めている。

(2) 避難所までの移動

今回実施された避難時間推計では、幾つかの道府県において、避難所までの移動も検討されている（表 2.2-10 参照）。

表 2.2-10 避難所までの移動条件の取り扱いの例

ID	Pref. 03	Pref. 04	Pref. 07
避難所までの移動	考慮	考慮せず	考慮

避難所までの移動も検討することで、『避難時間』の定義には幾つかの解釈が存在する（図 2.2-1 参照）。このため、地区毎の避難先（避難所）の指定が完了している道府県では、避難時間の終点として、避難所への到着を採用する事例もあった。このため、異なる自治体の避難時間を比較する場合には、それぞれの避難時間の定義に留意する必要がある。

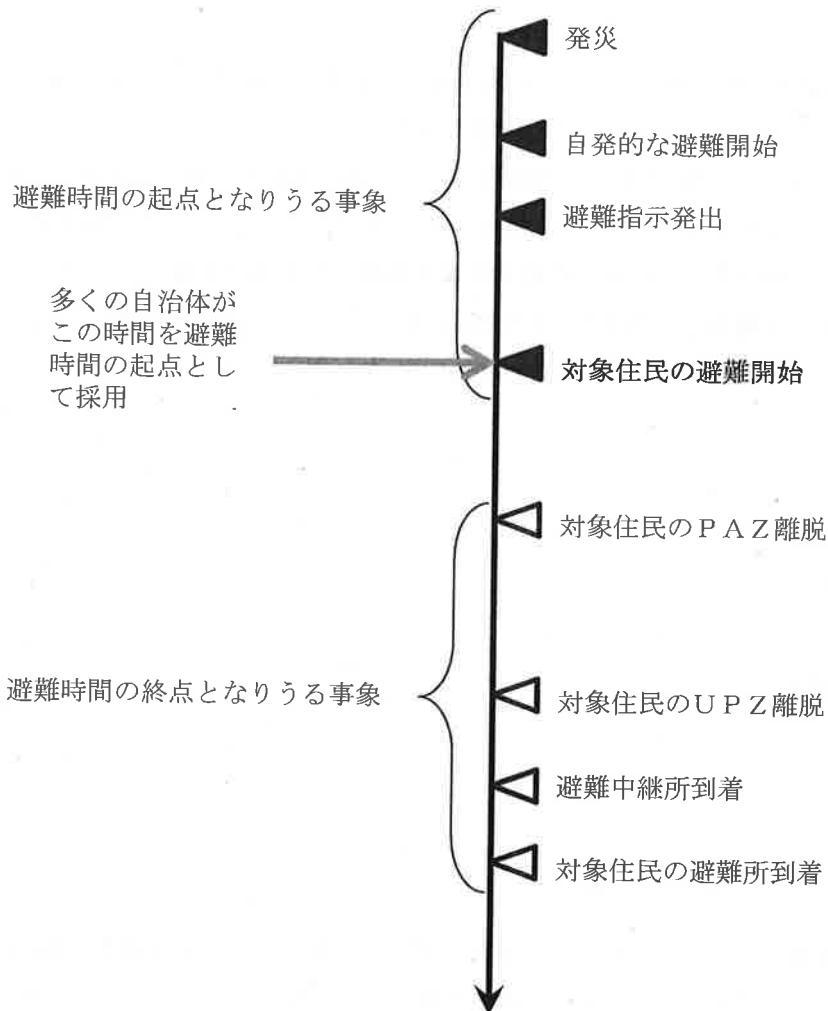


図 2.2-1 避難時間の考え方

(3) バス利用避難準備時間

バスによる避難は、自家用車数の削減に繋がり、渋滞の緩和に繋がる。一方、人口が多い地域では手配すべきバスの台数が増え、これを実施することは困難となる。また、緊急時にバスを手配することは自治体にとっても大きな負担となる。

今回の実施された避難時間推計では、表 2.2-11 に示すように、多くの計算条件でバス避難が見込まれている。

表 2.2-11 バス利用避難に係る準備時間の取り扱いの例

ID	Pref. 07	Pref. 08	Pref. 09
バス利用避難	準備時間は考慮せず	バス避難を想定せず	手配時間等の準備時間を想定する

ただし、バス利用避難を考慮する場合であっても、バス利用避難に係る準備時間の扱いは、以下に示すように、自治体により差が見られた。

- 準備時間を考慮しない
- 準備時間を考慮する

ここで、バスによる避難の準備時間とは以下が考慮されている。

- A) 運転者の確保時間及び車両（バス）と燃料の確保時間
- B) 運転者への経路説明時間
- C) 輸送業者から避難者乗車地点までの移動
- D) 避難者のバスへの乗車時間
- E) 住民の参集時間（A）～D)の間に対象住民の参集が完了している場合)

さらに、調達できるバス台数に限りがあり、同じバスを繰り返し利用する場合には、以下の時間を追加する必要がある。

- F) 避難者のバスからの下車時間
- G) 避難者下車地点から避難者乗車地点までの移動時間
- H) 避難者のバスへの乗車時間

しかし、発災から避難指示の間に上記 A)～C)及び、E)の対応が完了していれば、避難時間推計ではバス手配時間を 0 と見込むことが出来る。

以上から、いずれの自治体においてもバス利用避難は検討されているが、人口が多い地域ではバス避難は計算条件に含まれていない。また、バスの準備時間については、発災から避難指示に至るまでの時間の想定等の違いから、取扱い方法に差が生じている。

## (4) 公共交通機関

公共交通機関の取り扱いの例を表 2.2-12 に示す。

表 2.2-12 公共交通機関の取り扱いの例

ID	Pref. 07	Pref. 11	Pref. 12
公共交通機関	鉄道／船舶	考慮せず	船舶

## 【鉄道を利用した避難】

避難時の鉄道利用については、避難経路上に鉄道が敷設されている必要があり、全ての立地環境で使用可能ではない。なお、鉄道利用については、以下の課題があるが、一回に大量の人口を移動させることが出来る利点がある。

- 運行スケジュールの管理が難しい
- 乗降に一定の時間を要する
- 乗降箇所付近への移動手段の確保が求められる
- 踏切交差点での安全確認・安全維持に労力を要する

## 【船舶を利用した避難】

船舶避難については、船舶利用避難でも、鉄道避難で触れた課題が生じるが、以下の状況での利用が想定されている。

- ① 離島など陸路での避難が不可能
- ② 半島・湾口・湖など地形的要因から陸路での輸送が合理的でない

以上を勘案すると、以下の何れかが成立している場合、公共交通機関を考慮する利点がある。

- 他に避難手段がない
- 運用上のデメリットを上回るメリットがある

(5) 避難行動要支援者避難

避難行動要支援者避難の取扱いの例を表 2.2-13 に示す。

表 2.2-13 避難行動要支援者の取り扱いの例

ID	Pref. 01	Pref. 02	Pref. 03
避難行動要支援者 避難	明示的に取り扱わ ず	P A Z 住民に先行 して避難	社会福祉施設等の 入所者はバスで避 難

大きく以下の 3 種に大別される。

- A) 福祉車両・バスなどを利用した P A Z 住民に先駆けた早期避難
- B) 福祉車両・バスなどを利用した避難
- C) 考慮せず

Pref.02 及び Pref.03 が想定した条件は、主として社会福祉施設からの避難を想定したものであり、Pref.01 が想定した条件は、緊急期には屋内退避を行い、その後、バス・福祉車両等を利用し、避難行動要支援者への負担を軽減するような移転を想定したものである。

なお、在宅の避難行動要支援者の場合であれば、家族による避難支援を想定しているため、これらの対応時間は、一般住民の避難において考慮されている。

以上を勘案すれば、以下が成立している場合、避難行動要支援者避難を避難時間推計で明示的に取り扱う必要性が生じる。

- P A Z 内に立地する在宅型の社会福祉施設があり、緊急期に屋内退避を選択しない



(6) 段階的避難

段階的避難の取り扱いは、表 2.2-14 に示すように、各自治体は幾つかのパターンを検討している（表中に示す段階的避難の種類についての詳細は、表 3.2-1 を参照）。

表 2.2-14 段階的避難の種類

ID	検討した段階的避難の種類
Pref. 01	(1) P A Z ⇒ U P Z (2) P A Z ⇒ 1 0 k m ⇒ 2 0 k m ⇒ U P Z
Pref. 02	(1) P A Z ⇒ U P Z (2) P A Z ⇒ 1 0 k m ⇒ 2 0 k m ⇒ U P Z (3) 地区毎の計画的避難
Pref. 03	(1) P A Z ⇒ 1 0 k m ⇒ 2 0 k m ⇒ U P Z
Pref. 04	(1) P A Z ⇒ U P Z (2) P A Z ⇒ 2 0 k m ⇒ U P Z (3) 地区毎の計画的避難
Pref. 05	(1) P A Z ⇒ U P Z
Pref. 06	(1) P A Z ⇒ 1 0 k m ⇒ 2 0 k m ⇒ U P Z
Pref. 07	(1) P A Z ⇒ 2 0 k m ⇒ U P Z
Pref. 08	(1) P A Z ⇒ 1 0 k m ⇒ 2 0 k m ⇒ U P Z
Pref. 09	(1) P A Z ⇒ U P Z (2) P A Z ⇒ 2 0 k m ⇒ U P Z (3) P A Z + 1 0 k m ⇒ 2 0 k m ⇒ U P Z
Pref. 10	(1) P A Z ⇒ U P Z (2) P A Z ⇒ 1 0 k m ⇒ U P Z (3) 地区毎の計画的避難
Pref. 11	(1) P A Z ⇒ U P Z (2) 地区毎の計画的避難
Pref. 12	(1) P A Z ⇒ U P Z (2) P A Z ⇒ 1 0 k m ⇒ U P Z (3) P A Z ⇒ 1 0 k m ⇒ 2 0 k m ⇒ U P Z (4) P A Z ⇒ 1 0 k m ⇒ 1 5 k m ⇒ 2 0 k m ⇒ 2 5 k m ⇒ U P Z
Pref. 13	(1) P A Z ⇒ U P Z (2) P A Z ⇒ 1 0 k m ⇒ U P Z (3) P A Z ⇒ 1 0 k m ⇒ 2 0 k m ⇒ U P Z (4) P A Z ⇒ 1 0 k m ⇒ 1 5 k m ⇒ 2 0 k m ⇒ 2 5 k m ⇒ U P Z
Pref. 14	(1) P A Z ⇒ U P Z

ID	検討した段階的避難の種類
Pref. 15	(1) P A Z ⇒ U P Z (2) P A Z ⇒ 1 0 k m ⇒ U P Z (3) P A Z ⇒ 1 0 k m ⇒ 2 0 k m ⇒ U P Z (4) P A Z ⇒ 1 0 k m ⇒ 1 5 k m ⇒ 2 0 k m ⇒ 2 5 k m ⇒ U P Z
Pref. 16	(1) P A Z ⇒ U P Z (2) P A Z ⇒ 1 0 k m ⇒ 2 0 k m ⇒ U P Z (3) 地区毎の計画的避難
Pref. 17	(1) P A Z ⇒ U P Z (2) P A Z ⇒ 1 0 k m ⇒ 2 0 k m ⇒ U P Z

指針では、PAZ の避難及び一時移転について、『PAZにおいては、全面緊急事態に至った時点で、原則としてすべての住民等に対して避難を即時に実施しなければならない』としており、即時的な避難を想定している。また、UPZ の避難及び一時移転については、『UPZにおいては、原子力施設の状況に応じて、段階的に避難を行うことも必要である。また、緊急時モニタリングを行い、数時間以内を目途にOIL1を超える区域を特定し避難を実施する。その後も継続的に緊急時モニタリングを行い、1日以内を目途にOIL2を超える区域を特定し一時移転を実施しなければならない』としており、原子力発電所事故の進展を鑑み、指示の範囲が拡大されることも想定している。このため、各自治体は、避難指示の範囲がUPZ全域に拡大される事態までを検討している。

なお、段階的避難は、一度に走行する車両数を低減させることが可能であるため、避難経路上で発生する渋滞を緩和させ、避難車両の走行時間を短縮させる効果がある。一方、避難を多段階にすることは、避難効率を下げる傾向にあり、避難時間は増加する。

## 2.2.4 避難行動

### (1) 影の避難割合

今回実施されている避難時間推計では、いずれの道府県においても、影の避難を想定している（表 2.2-15 参照）。

表 2.2-15 想定された影の避難割合

ID	影の避難割合
Pref. 01	20%、40%、60%
Pref. 02	20%
Pref. 03	22.5%～37.5%
Pref. 04	20%、40%、60%
Pref. 05	20%、40%、60%
Pref. 06	20%、40%、60%、80%
Pref. 07	20%、40%、60%
Pref. 08	40%
Pref. 09	20%、60%
Pref. 10	20%、40%、60%、80%
Pref. 11	20%、40%、60%、80%
Pref. 12	20%、40%、60%
Pref. 13	20%、40%、60%
Pref. 14	20%、40%、60%
Pref. 15	20%、40%、60%
Pref. 16	20%
Pref. 17	20%、40%、60%

住民の避難行動は、不確実性が高く、これを事前に精緻に予測することは難しい。このため、パラメータサーベイ（複数の想定条件での計算予測）が有効となる。

一般的に、PAZ住民の避難は、影の避難割合が高ければ、より激しい渋滞を経験することになる。このため、影の避難の割合を高く想定することは、避難時間のみを求める場合であれば、安全側の評価（避難時間が長くなる評価）になる。

しかし、避難時間推計は避難経路上の渋滞箇所を推定し、その対処方法を検討することが目的でもある。過度な影の避難割合を見込む場合、影の避難により発生する渋滞のみを評価し、本来のPAZ住民の避難上の問題点を見落とす可能性もあることから、パラメータサーベイにより避難性状を把握することが重要となる。

(2) 避難の準備に要する時間

避難の準備に要する時間の取り扱いの例を表 2.2-16 に示す。

表 2.2-16 避難の準備に要する時間の取り扱いの例

ID	Pref. 08	Pref. 13	Pref. 14
避難の準備に要する時間	指示から一律 3 時間と想定（一斉）	考慮せず	0～2 時間を想定（均一な分布）

避難の準備に要する時間には以下の要素があり、その時間には個人差（世帯差）がある。

- A) 避難指示の覚知時間
- B) 生業などの中断に要する時間
- C) 就労・就学先から自宅への帰宅時間
- D) 荷造りなどの身支度時間
- E) 家族の集結時間
- F) ペットなどの持ち出し準備

Pref.08 で行われた想定は、A)～F)に示した準備行動が、全ての避難者において3時間かかる想定したものであり、Pref.13 で行われた想定は、これらの準備行動が、避難指示の前に完了する想定したものであり、Pref.14 で行われた想定は、これらの準備に要する時間は、0～2時間の間で均一に分布していると想定したものとなっている。

なお、Pref14.の想定は、車両を一斉に発生させないことで、一部の避難車両の避難開始が遅くなり、避難時間を長く見積もる効果となる。しかし、一斉に車両が走行開始しないことで、避難開始直後の渋滞が緩和され、避難効率は向上する（避難時間を短くする効果）。

Pref.08 及び Pref.13 が想定した条件については、いずれも一斉避難となるため、避難時間推計上は特に違いはない。

以上から、いずれの自治体においても避難の準備に要する時間は検討されているが、発災から避難指示に至るまでの時間の想定等の違いから、取扱い方法に差が生じている。

(3) 自家用車利用率

自家用車利用率の取り扱いの例を表 2.2-17 に示す。

表 2.2-17 自家用車利用率の取り扱いの例

ID	Pref. 01	Pref. 02	Pref. 03
自家用車利用率	50%、95%	100%	25%、50%

なお、複数の利用率を想定する場合、乗り合い避難や、バス避難を想定し、100%未満の利用率を想定している。

(4) 乗車人数

乗車人数の取り扱いの例を表 2.2-18 に示す。

表 2.2-18 乗車人数の取り扱いの例

ID	Pref. 07	Pref. 08	Pref. 09
乗車人数	3人/台	1.5人/台(100%利用想定)、 1.67人/台(90%利用想定)、 1.88人/台(80%利用想定)	世帯単位避難

なお、今回実施されている避難時間推計では、多くの場合平均乗車人数は、2～3人/台であり、これは多くの地区の平均世帯人数に近いことから、両者に実質的な差はない。

(5) 特別な行事

特別な行事の取り扱いの例を表 2.2-19 に示す。

表 2.2-19 特別な行事の取り扱いの例

ID	Pref. 01	Pref. 02	Pref. 03
特別な行事	UPZ内の大型イベント（集客行事）を考慮	初詣（UPZ内の複数箇所への一時滞在者集中）	考慮せず

なお、PAZからの避難経路が、特別な行事の実施場所と離れている場合、特別な行事からの一時滞在者の避難は、PAZ住民の避難に影響を与えない。さらに、2.2.1(2)節に示したように、これらの一時滞在者の避難は、UPZ住民に先行して行われることも考えられる。

以上から、いずれの自治体においても特別な行事に関する検討されているが、行事が行われる場所と避難経路の関係や、発災から避難指示に至るまでの時間の想定等の違いから、取扱い方法に差が生じている。

(6) 道路インパクト

道路インパクトの取り扱いの例を表 2.2-20 に示す。

表 2.2-20 道路インパクトの取り扱いの例

ID	Pref. 01	Pref. 02	Pref. 03
道路インパクト	主要経路の使用不能を考慮	橋梁等のネック部の通行止め	考慮せず

Pref.01 の想定は、主要な避難経路の喪失が避難に与える影響を評価するものである。これに対し、Pref.02 の想定は、避難経路上に存在する都市部のボトルネック（橋梁）での道路インパクトの影響を評価するものである。

このように、道路インパクトが避難に与える影響は、人口分布、道路網により異なるため、その取扱い方針に差が生じている。

### 3 まとめ

#### 3.1 調査結果の概要

これまでに実施されている避難時間推計での計算条件を調査・整理することで、以下の知見が得られた。

##### A) 背景交通量・通過交通量の取り扱いに差が見られる

(補足)

例えば、Pref.11 では、発災から避難指示までの時間として、一定時間以上（避難対象地域を通過する車両が通り抜けを完了する時間）を見込むため、背景交通量・通過交通量は大幅に低減するものと想定している。また、Pref.08 では避難対象地域を通過する交通は、避難開始から 2 時間は日常の交通量が維持され、その後大幅に低減するものと想定している。

##### B) 避難開始条件の取り扱いに差が見られる

(補足)

避難対象住民の一斉避難に比較し、避難開始が一定の時間幅を持っていると仮定した場合、単位時間当たりの避難車両の走行開始台数は低減するため、渋滞は緩和する。すなわち、避難開始遅れを見込むことは、避難開始直後の渋滞を緩和する条件での評価を行うことになる。

##### C) 影の避難割合の取り扱いに差が見られる

影の避難割合を高く見込むことは、PAZ 住民の避難時間を安全側に評価する（避難時間が長くなる評価）ことになるが、その反面、PAZ 住民の避難の障害となりうる渋滞の発生を見落とす可能性がある。例えば、Pref.10 が実施した評価では、影の避難が高まることで、発電所から 20km 以上離れた都市部の渋滞が激しくなるが、渋滞個所は、PAZ 住民の避難経路上にないため、PAZ の避難には影響を与えない。このため、この都市部の渋滞に注目することで、本来優先すべき PAZ 住民の避難障害となる渋滞が、相対的に低く評価される可能性がある。

D) 一時滞在者の避難行動の想定に差が見られる

(補足)

一時滞在者については、早期の避難が予想される反面、情報の不足から適切な避難行動が期待できない可能性もある。このため、情報提供、避難手段の確保・提供などの活動が重要となることから、当該地域での一時滞在者についての取組みにより想定する状況は異なる。

E) 避難行動にかかる因子のパラメータサーベイの実施が重要である

F) その他の事項

国内で実施された避難時間推計では、概ね世帯当たり1台の自家用車で避難することとしている。また、Pref.05、Pref.08などでは、乗り合い避難などにより、使用する車両数を低減させることも検討しており、使用する車両数の低減は、渋滞を緩和させることになるため、避難時間の短縮が期待できる。

しかし、避難対象地域では、1世帯が複数の自家用車を保有することもあり、世帯当たり複数台の自家用車避難も想定される。避難に使用される車両の数の低減については、平時の住民への呼びかけ（啓蒙活動）が重要となる。



### 3.2 調査結果の一覧

本業務により得られた調査結果を表 3.2-2～表 3.2-7 に示す。

なお、表中に示す段階的避難については、幾つかのパターンが検討されている（表 3.2-1 参照）。

表 3.2-1 段階的避難の解説

本表での標記	解説
PAZ⇒UPZ	<p>PAZ への避難指示を発出した後、UPZ への避難指示を発出する避難の形態。</p> <p>UPZ への避難指示発出の時期は、固定的な時間を定めるもの、PAZ からの避難車両の 90%が UPZ 外に移動した時点とするもの、PAZ からの全ての避難車両が UPZ 外に移動した時点とするもの等が想定されている。</p>
PAZ⇒10km⇒UPZ	<p>PAZ への避難指示を発出した後、発電所を中心とした 10km の範囲への避難指示を想定し、続き、残る UPZ 全域への避難指示を発出する避難指示の形態。</p> <p>10km の範囲、UPZ への避難指示発出の時期は、固定的な時間を定めるもの、前段の指示に伴う避難車両の 90%が UPZ 外に移動した時点とするもの、前段の指示に伴う全ての避難車両が UPZ 外に移動した時点とするもの等が想定されている。</p>
PAZ⇒20km⇒UPZ	<p>PAZ への避難指示を発出した後、発電所を中心とした 20km の範囲への避難指示を想定し、続き、残る UPZ 全域への避難指示を発出する避難指示の形態。</p> <p>20km の範囲、UPZ への避難指示発出の時期は、固定的な時間を定めるもの、前段の指示に伴う避難車両の 90%が UPZ 外に移動した時点とするもの、前段の指示に伴う全ての避難車両が UPZ 外に移動した時点とするもの等が想定されている。</p>
PAZ ⇒ 10km ⇒ 20km ⇒UPZ	<p>PAZ への避難指示を発出した後、発電所を中心とした 10km の範囲への避難指示を想定し、続き、発電所を中心とした 20km の範囲への避難指示、残る UPZ 全域への避難指示を発出する避難指示の形態。</p> <p>10km の範囲、20km の範囲、UPZ への避難指示発出の時期は、固定的な時間を定めるもの、前段の指示に伴う避難車両の 90%が UPZ 外に移動した時点とするもの、前段の指示に伴う全ての避難車両が UPZ 外に移動した時点とするもの等が想定されている。</p>
PAZ ⇒ 10km ⇒ 15km ⇒ 20km ⇒ 25km ⇒	<p>PAZ への避難指示を発出した後、発電所を中心とした 10km の範囲への避難指示を想定し、続き、発電所を中心とした 15km の範囲への避</p>

<p>UPZ</p>	<p>難指示、発電所を中心とした 20km の範囲への避難指示、発電所を中心とした 25km の範囲への避難指示、残る UPZ 全域への避難指示を発出する避難指示の形態。</p> <p>10km の範囲、15km の範囲、20km の範囲、25km の範囲、UPZ への避難指示発出の時期は、固定的な時間を定めるもの、前段の指示に伴う避難車両の 90%が UPZ 外に移動した時点とするもの、前段の指示に伴う全ての避難車両が UPZ 外に移動した時点とするもの等が想定されている。</p>
<p>地区毎の計画的避難</p>	<p>避難対象地域を、行政区界などで分割し、各分割区域に対し、予め定めた指示のタイミングに従い、避難指示の発出を想定する避難の形態。</p>

表 3.2-2 計算条件の比較① (Pref.01～Pref.03)

ID	Pref. 01	Pref. 02	Pref. 03
季節	夏/冬	夏/冬	不明
曜日	不明	平日/休日	平日/休日
時間帯	昼/夜	昼/夜	昼/夜
天候	悪天候 (平均自由速度が35%低下)	考慮せず	晴/雨
人口	国勢調査	国勢調査	H25.1.1時点人口
信号設定	昼夜設定を考慮	所定の時間帯の現示率に従う	不明
背景交通量	日中・夜間の交通量が2時間継続	平時の交通量が2時間継続	不明
一時帯在需要	夏期の観光シーズンを考慮	休日の観光客を考慮	休日の観光客を考慮
交通誘導	渋滞緩和を目的とした車両の誘導	考慮せず	考慮せず
スクリーニング	考慮せず	考慮せず	考慮
避難所までの移動	考慮せず	考慮せず	考慮
公共交通機関	考慮せず	考慮せず	鉄道
バス利用準備時間	不明	準備時間は考慮せず	準備時間は考慮せず
避難行動要支援者	明示的に取り扱わず	PAZ住民に先行して避難	社会福祉施設等の入所者はバスで避難
段階的避難	PAZ⇒UPZ PAZ⇒10km⇒20km⇒UPZ	PAZ⇒UPZ PAZ⇒10km⇒20km⇒UPZ 地区毎の計画的避難	PAZ⇒10km⇒20km⇒UPZ
影の避難割合	20%、40%、60%	20%	22.5%～37.5%
避難の準備に要する時間	考慮せず	考慮せず	考慮せず
自家用車利用率	50%、95%	100%	25%、50%

ID	Pref. 01	Pref. 02	Pref. 03
乗車人数	2.5人/台	2.5人/台	3人/台
特別な行事	UPZ内の大型イベント(集客行事)を考慮	初詣(UPZ内の複数箇所への一時滞在者集中)	考慮せず
道路インパクト	主要経路の使用不能を考慮	橋梁等のネック部の通行止め	考慮せず
PAZ人口	4,195人	10,811人	①77人 ②0人
UPZ人口	163,369人	459,934人	①127,434人 ②89,982人
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 冬期条件は、悪天候条件に同じ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 観光客は避難指示前に避難を呼びかけることで、半数に減少すると仮定</li> <li>● 高速道の料金所解放を想定</li> <li>● 避難方向は県広域避難計画に従う</li> <li>● バスは各集結場所の2台配車と仮定</li> </ul>	-

表 3.2-3 計算条件の比較② (Pref.04～Pref.06)

ID	Pref. 04	Pref. 05	Pref. 06
季節	夏/冬	春秋/冬/夏	不明
曜日	不明	平日/休日	不明
時間帯	昼/夜	昼/夜	昼/夜
天候	不明	冬期に積雪の影響を考慮 (平均自由速度 25%低下)	悪天候 (平均自由速度 30%低下)
人口	国勢調査	H25. 4. 1 時点人口	不明
信号設定	昼夜設定を考慮	不明	不明
背景交通量	日中平日の交通量を想定	不明	日中平日の交通量が 2 時間継続
一時滞在需要	季節変動を考慮	夏期の観光シーズンズンを考慮	夏期の観光客増を考慮
交通誘導	渋滞緩和を目的とした車両の誘導	考慮せず	渋滞緩和を目的とした車両の誘導
スクリーニング	考慮せず	考慮せず	考慮せず
避難所までの移動	考慮せず	不明	考慮せず
公共交通機関	考慮せず	考慮せず	考慮せず
バス利用準備時間	手配時間等の準備時間を想定	考慮せず	バス避難を想定せず
避難行動要支援者	明示的に取り扱わず	明示的に取り扱わず	明示的に取り扱わず
段階的避難	PAZ⇒UPZ PAZ⇒20km⇒UPZ 地区毎の計画的避難	PAZ⇒UPZ	PAZ⇒10km⇒20km⇒UPZ
影の避難割合	20%、40%、60%	20%、40%、60%	20%、40%、60%、80%
避難の準備に要する時間	考慮せず	考慮せず	考慮せず

ID	Pref. 04	Pref. 05	Pref. 06
自家用車利用率	50%、70%、95%	50%、75%、95%	80%、90%、100%
乗車人数	2.4人/台	3人/台	2.5人/台
特別な行事	不明	不明	UPZ内の大型イベント（集客行事）を考慮
道路インパクト	不明	不明	主要経路の使用不能を考慮
PAZ人口	3,024人	①352人 ②980人 ③1,053人 ④5,525人	80,000人
UPZ人口	75,916人	①281,922人 ②231,577人 ③76,297人 ④49,412人	980,000人
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 自家用車を利用しない人口は、バスによる避難をするものと想定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 県内の4サイトを対象</li> <li>● バス避難については、自家用車を利用しない人口を対象に、40人/台を想定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 自家用車を利用しない人口は、乗り合い乗車による避難をするものと想定</li> <li>● 避難指示の範囲は、原則としてPAZの範囲</li> </ul>

表 3.2-4 計算条件の比較③ (Pref.07～Pref.09)

ID	Pref. 07	Pref. 08	Pref. 09
季節	冬以外/冬	不明	冬以外/冬
曜日	平日/休日	不明	平日/休日
時間帯	昼/夜	昼/夜	昼/夜
天候	晴/雨/雪	考慮せず	冬期に積雪の影響を考慮 (平均自由速度 25%低下)
人口	H25.3.21 時点人口	国勢調査	国勢調査
信号設定	交通集中時の現示スケジュールに従う	昼夜設定を考慮	交通集中時の現示スケジュールに従う
背景交通量	平時の交通量を想定	日中平日の交通量が2時間継続	平時の交通量を想定
一時帯在需要	夏期の観光シーズンを考慮	主として就労を考慮	季節変動を考慮
交通誘導	特定の道路の使用規制	考慮せず	渋滞緩和を目的とした車両の誘導
スクリーニング	考慮 (避難中継地点での実施)	考慮 (UPZ境界での実施)	考慮せず
避難所までの移動	考慮	考慮せず	考慮
公共交通機関	鉄道/船舶	考慮せず	考慮せず
バス利用準備時間	準備時間は考慮せず	バス避難を想定せず	手配時間等の準備時間を想定
避難行動要支援者	社会福祉施設等の入所者はバスで避難	明示的に取り扱わず	明示的に取り扱わず
段階的避難	PAZ⇒20km⇒UPZ	PAZ⇒10km⇒20km⇒UPZ	PAZ⇒UPZ PAZ⇒20km⇒UPZ PAZ⇒10km⇒20km⇒UPZ
影の避難割合	20%、40%、60%	40%	20%、60%
避難の準備に要す	20km圏：1h程度	指示から一律3時間と想定 (一斉)	考慮せず

ID	Pref. 07	Pref. 08	Pref. 09
時間	20km以遠：考慮せず		
自家用車利用率	20%、40%、50%、60%、80%、95%	80%、90%、100%	50%、80%、95%
乗車人数	3人/台	1.5人/台(100%利用想定)、1.67人/台(90%利用想定)、1.88人/台(80%利用想定)	世帯単位避難
特別な行事	UPZ内の大型イベント(集客行事)を考慮	考慮せず	考慮せず
道路インパクト	主要経路の使用不能を考慮	考慮せず	考慮せず
PAZ人口	0人	3,650人	3,155人
UPZ人口	57,714人	126,337人	70,080人
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 他県からの流入も想定</li> <li>● 発災から避難指示までの間にバス避難準備が完了と仮定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 自家用車を利用しない人口は、乗合い乗車による避難をするもの想定</li> <li>● スクリューダンプでは、必要な人員を避難開始から5時間後に配置可能と想定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 自家用車を利用しない人口は、バスによる避難をするものと想定</li> </ul>



表 3.2-5 計算条件の比較④ (Pref.10～Pref.12)

ID	Pref. 10	Pref. 11	Pref. 12
季節	夏/冬	夏期	不明
曜日	平日/休日	平日/休日	平日/休日
時間帯	昼/夜	昼	不明
天候	悪天候 (平均自由速度20%低下)	考慮せず	考慮せず
人口	国勢調査	国勢調査	H25.4.1時点人口
信号設定	不明	所定の時間帯の現示率に従う	不明
背景交通量	不明	考慮せず	不明
一時滞在需要	休日の観光客を考慮 就労者、就学者を考慮	夏期の観光シーズンを考慮	秋期の観光客を考慮
交通誘導	渋滞緩和を目的とした車面の誘導	考慮せず	考慮せず
スクリーニング	考慮せず	考慮せず	考慮せず
避難所までの移動	考慮せず	考慮せず	考慮せず
公共交通機関	考慮せず	考慮せず	船舶
バス利用準備時間	準備時間は考慮せず	準備時間は考慮せず	準備時間は考慮せず
避難行動要支援者	明示的に取り扱わず	明示的に取り扱わず	P A Z住民に先行して避難
段階的避難	PAZ⇒UPZ PAZ⇒10km⇒UPZ 地区毎の計画的避難	PAZ⇒UPZ 地区毎の計画的避難	PAZ⇒UPZ PAZ⇒10km⇒UPZ PAZ⇒10km⇒20km⇒UPZ PAZ⇒10km⇒15km⇒20km⇒25km⇒UPZ
影の避難割合	20%、40%、60%、80%	20%、40%、60%、80%	20%、40%、60%

ID	Pref. 10	Pref. 11	Pref. 12
避難の準備に要する時間	考慮せず	考慮せず	考慮せず
自家用車利用率	60%、80%、95%、100%	100%	50%、100%
乗車人数	世帯単位避難	世帯単位避難	2.5人/台
特別な行事	UPZ内の大型イベント(集客行事)を考慮	海水浴	UPZ内の大型イベント(集客行事)を考慮
道路インパクト	主要経路の使用不能を考慮	主要経路の使用不能を考慮	主要経路の使用不能を考慮
PAZ人口	21,700人	49,824人	8,102人
UPZ人口	466,500人	808,602人	261,628人
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>道路インパクトは過去の災害事例を参考に設定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>休日想定、一時滞在者は観光ピークに同じ</li> <li>多段階避難は、避難対象区域の避難車両数を数千台に調整する手法</li> <li>発災から避難指示までの間にバス避難準備が完了と仮定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>離島地区については船舶による避難を想定</li> <li>離島地区については、避難所までの移動を想定</li> </ul>

表 3.2-6 計算条件の比較⑤ (Pref.13～Pref.15)

ID	Pref. 13	Pref. 14	Pref. 15
季節	不明	不明	不明
曜日	平日/休日	不明	平日/休日
時間帯	不明	不明	不明
天候	考慮せず	悪天候 (平均自由速度 35%低下)	考慮せず
人口	H25. 4. 1 時点人口	不明	H25. 4. 1 時点人口
信号設定	不明	昼夜設定を考慮	不明
背景交通量	不明	平時の交通量が 2 時間継続	不明
一時滞在需要	秋期の観光客を考慮	夏期の観光客を考慮	秋期の観光客を考慮
交通誘導	考慮せず	渋滞緩和を目的とした車両の誘導	考慮せず
スクリーニング	考慮せず	考慮せず	考慮せず
避難所までの移動	考慮せず	考慮せず	考慮せず
公共交通機関	船舶	考慮せず	船舶
バス利用準備時間	準備時間は考慮せず	準備時間は考慮せず	準備時間は考慮せず
避難行動要支援者	P A Z 住民に先行して避難	明示的に取り扱わず	P A Z 住民に先行して避難
段階的避難	PAZ⇒UPZ		PAZ⇒UPZ
	PAZ⇒10km⇒UPZ		PAZ⇒10km⇒UPZ
	PAZ⇒10km⇒20km⇒UPZ	PAZ⇒UPZ	PAZ⇒10km⇒20km⇒UPZ
	PAZ⇒10km⇒15km⇒20km⇒25km⇒UPZ		PAZ⇒10km⇒15km⇒20km⇒25km⇒UPZ
影の避難割合	20%、40%、60%	20%、40%、60%	20%、40%、60%
避難の準備に要す	考慮せず	0～2時間を想定 (均一な分布)	考慮せず

ID	Pref. 13	Pref. 14	Pref. 15
時間			
自家用車利用率	50%、100%	50%、70%、95%	50%、100%
乗車人数	2.5人/台	2人/台、3人/台、4人/台	2.5人/台
特別な行事	UPZ内の大型イベント（集客行事）を考慮	夏期の観光客を考慮	UPZ内の大型イベント（集客行事）を考慮
道路インパクト	主要経路の使用不能を考慮	主要経路の使用不能を考慮	主要経路の使用不能を考慮
PAZ人口	8,102人	4,902人	8,102人
UPZ人口	261,628人	209,300人	261,628人
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>離島地区については船舶による避難を想定</li> <li>離島地区については、避難所までの移動を想定</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>避難所までの移動については避難方向、避難経路を指定</li> </ul>

表 3.2-7 計算条件の比較⑥ (Pref16~Pref17)

ID	Pref. 16	Pref. 17
季節	夏/冬	夏/冬
曜日	平日/休日	不明
時間帯	昼/夜	昼/夜
天候	考慮せず	悪天候 (平均自由速度 35%低下)
人口	国勢調査	国勢調査
信号設定	所定の時間帯の現示率に従う	不明
背景交通量	平時の交通量が2時間継続	不明
一時滞在需要	休日の観光客を考慮	夏・秋期の観光シーズンを考慮
交通誘導	考慮せず	不明
スクリーニング	考慮せず	考慮せず
避難所までの移動	考慮せず	考慮せず
公共交通機関	考慮せず	考慮せず
バス利用準備時間	準備時間は考慮せず	不明
避難行動要支援者	PAZ住民に先行して避難	明示的に取り扱わず
段階的避難	PAZ⇒UPZ PAZ⇒10km⇒20km⇒UPZ 地区毎の計画的避難	PAZ⇒UPZ PAZ⇒10km⇒20km⇒UPZ
影の避難割合	20%	20%、40%、60%
避難の準備に要する時間	考慮せず	指示から一律の準備時間を想定 (一斉)
自家用車利用率	100%	50%、70%、95%

ID	Pref. 16	Pref. 17
乗車人数	2.5 人/台	不明
特別な行事	初詣 (UPZ 内の複数箇所への一時滞在者集中)	UPZ 内の大型イベント (集客行事) を考慮
道路インパクト	橋梁等のネック部の通行止め	主要経路の使用不能を考慮
PAZ人口	10,811 人	0 人
UPZ人口	459,934 人	16,440 人
その他	観光客は避難指示前に避難を呼びかけることで、半数に減少すると仮定 高速道の料金所解放を想定 避難方向は県広域避難計画に従う バスは各集結場所の 2 台配車と仮定	—

## 付録資料2【国内避難時間推計の計算結果の整理】

### 1 はじめに

本業務では、付録資料1（国内避難時間推計の計算条件の整理）において調査した計算条件を元に、計算結果の整理を実施した。

### 2 計算結果の整理

計算条件と計算結果を整理した（付録資料2添付資料参照）。





ID	case	季節		曜日		時間帯		天候		影の避難割合						自家用車利用率				乗車人数			交通誘導	スクリーニング	公共交通機関		バス利用率(準備時間)		バス運行方法		避難行動要支援者			段階的避難					避難準備時間	特別なイベント	道路インパクト	その他	PAZ圏から30km圏外への避難に要する時間	(参考) UPZ圏から30km圏外への避難に要する時間
		冬	冬以外	平日	休日	昼間	夜間	通常	悪天候	0%	20%	40%	60%	80%	100%	R<50	50≤R<75	75≤R<95	95≤R	世帯	乗車人数	乗り合い			鉄道	船舶	あり	なし	ピストン	一回	バス等	先行	なし	PAZ	PAZ>UPZ	PAZ>10>30	PAZ>10>20>30	地区単位等						
1	段階的避難		○	○		○		○											○						○		○											2.50	27.83					
2	一斉避難		○	○		○		○						○					○						○		○										10.00	21.75						
3	乗り合せ避難		○	○		○		○												○					○		○										2.33	24.17						
4	観光客早期避難誘導		○	○		○		○											○						○		○										○	2.50	28.08					
5	高速道路料金所開放		○	○		○		○											○						○		○										○	2.33	28.00					
6	対策組み合わせ組み合わせ		○	○		○		○												○					○		○										○	1.92	24.17					
7	段階的避難(休日)		○		○	○		○											○						○		○										○	2.08	29.33					
8	"(夜間)		○	○			○	○											○						○		○									○	2.00	28.00						
9	"(冬)	○		○		○		○											○						○		○									○	2.33	32.75						
10	"(冬・休日)	○			○	○		○											○						○		○									○	2.00	32.42						
11	対策組み合わせ(休日)		○		○	○		○												○					○		○									○	1.75	23.83						
12	"(冬)	○		○		○		○												○					○		○									○	2.00	25.17						
13	"(冬・休日)	○			○	○		○												○					○		○									○	1.75	27.00						
14	特別な行事	○			○	○		○											○						○		○									○	2.00	32.33						
15	道路通行止め		○	○		○		○											○						○		○									○	2.33	28.50						
16	道路通行止め		○	○		○		○											○						○		○									○	2.42	28.42						
17	計画外の道路使用(夏)		○	○		○		○											○						○		○									○	2.33	26.83						
18	計画外の道路使用(冬)	○		○		○		○											○						○		○									○	2.25	31.08						
19	弓浜半島一斉避難		○	○		○		○											○						○		○									○	2.50	30.67						
20	弓浜半島避難時間間隔固定		○	○		○		○											○						○		○									○	2.50	28.42						
21	着工中道路整備完了		○	○		○		○											○						○		○									○	2.00	22.42						
	福島避難指示タイミング(夏)		○	○		○		○											○						○		○									○	2.50	41.83						
23	福島避難指示タイミング(冬)	○		○		○		○											○						○		○									○	2.33	42.92						































ID	case	季節		曜日		時間帯		天候		影の避難割合						自家用車利用率				乗車人数			交通誘導	スクリーニング	公共交通機関		バス利用準備時間		バス運行方法		避難行動要支援者			段階的避難					避難準備時間	特別なイベント	道路インパクト	その他	PAZ圏から30km圏外への避難に要する時間
		冬	冬以外	平日	休日	昼間	夜間	通常	悪天候	0%	20%	40%	60%	80%	100%	R<50	50≤R<75	75≤R<95	95≤R	世帯	乗車人数	乗り合い			鉄道	船舶	あり	なし	ピストン	一回	バス等	先行	なし	PAZ	PAZ>UPZ	PAZ>20>30	10>20>30	地区単位等					
1	A_50_02_N_S		○		○		○	○							○				○						○	○				○											14.00		
2	A_50_06_N_S		○		○		○	○							○				○						○	○				○											36.17		
3	A_50_10_N_S		○		○		○	○						○	○				○						○	○				○										55.83			
4	A_80_02_N_S		○		○		○	○											○						○	○				○										14.17			
5	A_80_06_N_S		○		○		○	○											○						○	○				○										35.33			
6	A_80_10_N_S		○		○		○	○						○					○						○	○				○										57.33			
7	A_95_02_N_S		○		○		○	○											○						○	○				○										14.17			
8	A_95_06_N_S		○		○		○	○											○						○	○				○										35.33			
9	A_95_10_N_S		○		○		○	○						○					○						○	○				○										56.00			
10	B_50_02_N_S		○		○		○	○							○				○						○	○				○						○				14.00			
11	B_50_06_N_S		○		○		○	○							○				○						○	○				○										36.00			
12	B_50_10_N_S		○		○		○	○						○	○				○						○	○				○										55.67			
	B_80_02_N_S		○		○		○	○											○						○	○				○										14.17			
14	B_80_06_N_S		○		○		○	○											○						○	○				○										35.33			
15	B_80_10_N_S		○		○		○	○						○					○						○	○				○										57.00			
16	B_95_02_N_S		○		○		○	○											○						○	○				○										14.17			
17	B_95_06_N_S		○		○		○	○											○						○	○				○										35.17			
18	B_95_10_N_S		○		○		○	○						○					○						○	○				○										56.00			
19	C_50_02_N_S		○		○		○	○							○				○						○	○				○							○			18.00			
20	C_50_06_N_S		○		○		○	○							○				○						○	○				○										39.33			
21	C_50_10_N_S		○		○		○	○						○	○				○						○	○				○										57.17			
22	C_80_02_N_S		○		○		○	○											○						○	○				○										19.67			
23	C_80_06_N_S		○		○		○	○											○						○	○				○										38.67			
24	C_80_10_N_S		○		○		○	○						○					○						○	○				○										58.00			
25	C_95_02_N_S		○		○		○	○											○						○	○				○										19.17			
26	C_95_06_N_S		○		○		○	○											○						○	○				○										39.17			
	C_95_10_N_S		○		○		○	○						○					○						○	○				○										59.67			
28	A_95_00_N_S		○		○		○	○											○						○	○				○										3.00			
29	B_95_00_N_S		○		○		○	○											○						○	○				○										3.00			
30	C_95_00_N_S		○		○		○	○											○						○	○				○										4.17			
31	B_95_02_N_S 交通規制		○		○		○	○											○						○	○				○										6.33			
32	B_95_06_N_S 交通規制		○		○		○	○											○						○	○				○										14.50			
33	B_95_02_N_S		○		○		○	○											○						○	○				○							○			13.50			
34	B_95_06_N_S		○		○		○	○											○						○	○				○							○			33.50			
35	B_95_02_N_S 避難方向指定		○		○		○	○											○						○	○				○										2.67			
36	B_95_06_N_S 避難方向指定		○		○		○	○											○						○	○				○										3.00			
37	B_95_10_N_S 避難方向指定		○		○		○	○						○					○						○	○				○										3.50			
38	B_95_02_N_S 避難方向指定2		○		○		○	○											○						○	○				○										2.67			
39	B_95_06_N_S 避難方向指定2		○		○		○	○											○						○	○				○										6.50			
40	B_95_02_N_S 緊急交通路指定		○		○		○	○											○						○	○				○										12.83			



ID	case	季節		曜日		時間帯		天候		影の避難割合						自家用車利用率				乗車人数			交通誘導	スクリーニング	公共交通機関		バス利用準備時間		バス運行方法		避難行動要支援者			段階的避難					避難準備時間	特別なイベント	道路インパクト	その他	PAZ圏から30km圏外への避難に要する時間	(参考) UPZ圏から30km圏外への避難に要する時間
		冬	冬以外	平日	休日	昼間	夜間	通常	悪天候	0%	20%	40%	60%	80%	100%	R<50	50≤R<75	75≤R<95	95≤R	世帯	乗車人数	乗り合い			鉄道	船舶	あり	なし	ピストン	一回	バス等	先行	なし	PAZ	PAZ>UPZ	PAZ>10>30	PAZ>10>20>30	地区単位等						
1	①-T-1		○	○			○	○		○								○	○							○				○											6.25	33.75		
2	①-T-2		○	○			○	○										○	○							○				○											7.33	30.50		
3	①-T-3		○	○			○	○										○	○							○				○											12.00	29.75		
4	①-T-4		○	○			○	○										○	○							○				○											16.17	29.50		
5	①-T-5		○	○			○	○										○	○							○				○											20.75	29.42		
6	①-T-6		○	○			○	○										○	○							○				○											25.00	29.58		
7	①-T-7		○	○	○		○	○										○	○							○				○											6.83	34.33		
8	①-T-8		○	○			○	○										○	○						○				○												1.92	29.08		
9	①-F-1		○	○			○	○										○	○							○				○												7.75	39.75	
10	①-F-2		○	○			○	○										○	○							○				○											8.67	35.08		
11	①-F-3		○	○			○	○										○	○							○				○											13.33	33.25		
12	①-F-4		○	○			○	○										○	○							○				○											16.92	33.17		
13	①-F-5		○	○			○	○										○	○							○				○												20.58	32.75	
14	①-F-6		○	○			○	○										○	○							○				○												24.25	32.42	
15	①-F-7		○	○	○		○	○										○	○							○				○												8.25	40.33	
16	①-F-8		○	○			○	○										○	○							○				○												2.25	33.50	
17	②-T-1		○	○			○	○										○	○							○				○												6.75	45.67	
18	②-T-2		○	○			○	○										○	○							○				○												6.75	34.75	
19	②-T-3		○	○			○	○										○	○							○				○												8.42	31.33	
20	②-T-4		○	○			○	○										○	○							○				○												12.00	33.00	
21	②-F-1		○	○			○	○										○	○							○				○												7.92	46.25	
22	②-F-2		○	○			○	○										○	○							○				○												7.75	35.83	
23	②-F-3		○	○			○	○										○	○							○				○												10.67	33.67	
	②-F-4		○	○			○	○										○	○							○				○												14.17	34.58	
26	③-1		○	○			○	○										○	○							○				○												6.25	33.75	
27	③-2		○	○			○	○										○	○							○				○												6.25	18.50	
28	③-3		○	○			○	○										○	○							○				○												6.25	18.50	
28	③-4		○	○			○	○										○	○							○				○												6.25	23.33	



ID	case	季節		曜日		時間帯		天候		影の避難割合						自家用車利用率				乗車人数			交通誘導	スクリーニング	公共交通機関		バス利用準備時間		バス運行方法		避難行動要支援者			段階的避難						避難準備時間	特別なイベント	道路インパクト	その他	PAZ圏から30km圏外への避難に要する時間	(参考) UPZ圏から30km圏外への避難に要する時間
		冬	冬以外	平日	休日	昼間	夜間	通常	悪天候	0%	20%	40%	60%	80%	100%	R<50	50≤R<75	75≤R<95	95≤R	世帯	乗車人数	乗り合い			鉄道	船舶	あり	なし	ピストン	一回	バス等	先行	なし	PAZ	PAZ>UPZ	3段階避難	4段階避難	6段階避難							
1	乗り合わせ4人		○	○		○												○		○							○														6	11.75			
2	乗り合わせ3人		○	○		○														○							○														8	15.75			
3	乗り合わせ2人		○	○		○									○					○							○														10.25	22			
4	影20%		○	○		○														○							○														6.5	24.75			
5	影60%		○	○		○														○							○														16.5	22.25			
6	夜間信号		○	○			○													○							○														10	22.75			
7	悪天候	○		○		○			○											○							○														11.5	24.5			
8	観光ピーク		○		○	○														○							○									○					12.25	25			
	津波避難からの避難		○	○		○														○							○														10.5	21.75			
10	主要国道通行不可		○	○		○														○							○														12.25	22.5			
11	高速使用不可		○	○		○														○							○														15.75	28.75			
12	乗り合わせ2人+誘導		○	○		○														○							○														9.5	18.25			
13	乗り合わせ4人+誘導		○	○		○									○					○							○														5	9.25			



### 付録資料 3 【海外避難時間推計の計算条件及び計算結果の整理】

#### 1 はじめに

本業務では、米国原子力規制委員会(USNRC)のウェブサイトに掲載されている米国原子力発電所サイトの避難時間推計 (ETE) <sup>1</sup> のレポート<sup>2</sup>を引用し、計算条件の整理を実施した。

#### 2 計算条件と計算結果の整理

##### 2.1 Diablo Canyon Power Plant

###### 2.1.1 計算条件の整理

###### (1) 対象人口の更新

Diablo Canyon Power Plant では、2000 年人口に基づく ETE を実施している。最新の評価は 2010 年であるため人口に変化が生じている (図 2.1-1 参照)。

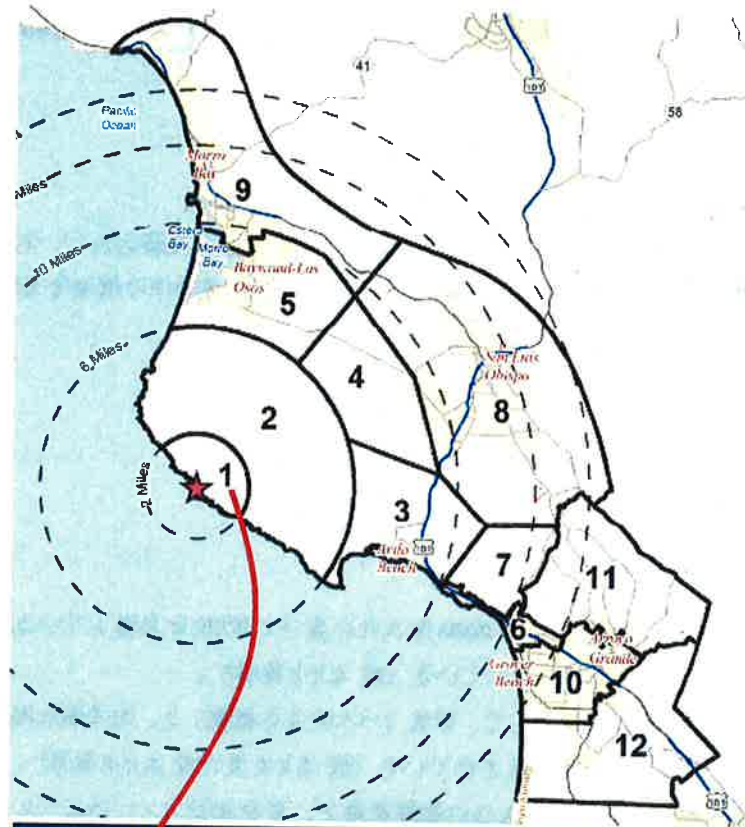
また、特別な対応が必要な人口として、学童 (バスによる避難) と、社会福祉施設入所者 (特別な車両などによる避難) の需要をまとめている (図 2.1-2 及び図 2.1-3 参照)。

さらに、公共交通機関に依存する人口の避難需要と、その対応リソースについても図 2.1-4 に示す。

---

<sup>1</sup> 米国の ETE は主として、発電事業者が実施する。これは、10CFR50 Appendix E (Emergency Planning and Preparedness for Production and Utilization Facilities)のIV章 3 項 (Content of Emergency Plans) において、『Nuclear power reactor licensees shall use NRC approved evacuation time estimates (ETEs) and updates to the ETEs in the formulation of protective action recommendations and shall provide the ETEs and ETE updates to State and local governmental authorities for use in developing offsite protective action strategies.』とする記述があり、さらに、10CFR50.47 (Emergency plans.)の(b)(10)項では、『Licensees shall update the evacuation time estimates on a periodic basis. Guidelines for the choice of protective actions during an emergency, consistent with Federal guidance, are developed and in place, and protective actions for the ingestion exposure pathway EPZ appropriate to the locale have been developed.』とする記述もあり、これらに基づき、事業者が ETE を実施することによる。なお、CFR (Code of Federal Regulations : 連邦規則集)のうち、発電用原子炉の安全設計基準、放射線防護等に関連する主要な文書は 10CFR としてまとめられている。

<sup>2</sup> 平成 26 年度 国内外の避難時間推計に係る動向等調査 技術資料 (本編) 表 2 参照



PAZ	2000 Population	2010 Population
1	2	0
2	168	168
3	2,069	2,736
4	637	713
5	14,661	14,217
6	7,760	6,562
7	56	281
8	57,320	60,962
9	13,502	13,126
10	36,060	37,476
11	3,481	4,205
12	4,941	6,775
<b>TOTAL</b>	<b>140,657</b>	<b>147,221</b>
<b>EPZ Population Growth:</b>		<b>4.67%</b>

図 2.1-1 Diablo Canyon Power Plant における人口の変化

PAZ	School Name	Enrollment	Buses Required
3	Bellevue-Santa Fe Charter School	146	3
5	Baywood Elementary School	455	7
5	Heartland Christian Academy	29	1
5	Los Osos Middle School	369	8
5	Manzanita School	24	1
5	Monarch Grove Elementary School	320	5
5	Sonshine Preschool, Kindergarten, and Afterschool	37	1
5	Sunnyside Elementary School	302	5
6	Judkins Middle School	529	11
6	Shell Beach Elementary School	405	6
8	Bishop Peak Elementary School	320	5
8	C. L. Smith Elementary School	410	6
8	California Polytechnic State University <sup>1</sup>	18,762	58
8	Charles E. Teach Elementary School	151	3
8	Christian Day School	45	1
8	Discovery House Montessori	16	1
8	Grizzly Challenge Charter School	225	5
8	Hawthorne Elementary School	345	5
8	Juvenile Court Community School	35	1
8	Laguna Middle School	678	14
8	Laureate Private School	169	3
8	Laurus College <sup>2</sup>	354	-
8	Liberty Christian School	13	1
8	Los Ranchos Elementary School	452	7
8	Mission College Prep	290	6
8	Montessori Children's School	94	2
8	Old Mission School	299	6
8	Olive Grove Charter School	75	2
8	Pacheco Elementary School	505	8
8	Pacific Beach High School	71	2
8	San Luis Classical Academy	125	3
8	Sari Luis Community School	50	1

図 2.1-2 学童避難の需要

PAZ	Facility Name	Municipality	Current Census	Ambulatory	Wheel-chair Bound	Bed-ridden	Bus Runs	Wheel-chair Bus Runs	Ambulance
<b>SAN LUIS OBISPO COUNTY MEDICAL FACILITIES</b>									
5	Bay Osos RCFE I	Baywood-Los Osos	6	5	1	0	1	1	0
5	Bay Osos RCFE II	Los Osos	6	5	1	0	1	1	0
5	Bay Osos RCFE III	Los Osos	6	5	1	0	1	1	0
5	Baywood Manor Residential Care	Los Osos	6	5	1	0	1	1	0
5	Baywood Manor Residential Care II	Los Osos	6	5	1	0	1	1	0
5	Caluya's Residential Care	Los Osos	4	3	1	0	1	1	0
5	Caluya's Residential Care II	Los Osos	4	3	1	0	1	1	0
5	JAJ Residential Care	Los Osos	6	5	1	0	1	1	0
5	JAJ Residential Care II	Los Osos	6	5	1	0	1	1	0
5	Los Osos Residential Care	Los Osos	6	5	1	0	1	1	0
5	Los Osos Residential Care II	Los Osos	6	5	1	0	1	1	0
5	M&L South Bay MaxiCare	Los Osos	6	5	1	0	1	1	0
5	Orchid Garden Residential Care	Los Osos	4	3	1	0	1	1	0
5	Pacific Heights Residential Home	Los Osos	5	4	1	0	1	1	0
5	Rose Garden	Los Osos	6	5	1	0	1	1	0
5	Rose Garden II	Los Osos	5	4	1	0	1	1	0
5	Sachele Senior Guest Home III LLC	Los Osos	6	5	1	0	1	1	0
5	Sea Gardens	Baywood-Los Osos	6	5	1	0	1	1	0
5	Southbay Maxi Care	Los Osos	6	5	1	0	1	1	0
5	Sunrise RCFE	Los Osos	6	5	1	0	1	1	0
5	Sunrise V	Los Osos	6	5	1	0	1	1	0
5	Welcome Home II	Baywood-Los Osos	6	5	1	0	1	1	0
6	Aunt Carol's at the Beach	Pismo Beach	6	5	1	0	1	1	0

図 2.1-3 社会福祉施設入所者の避難需要



Transportation Resource	Drivers	Buses <sup>1</sup>	Total Wheelchair Capacity <sup>2</sup>	Ambulances
<b>Resources Available</b>				
San Luis Coastal Unified School District	28	39	45	0
Lucia Mar Unified School District	37	45	36	0
Cayucos School District	1	1	0	0
Atascadero Unified School District	15	26	19	0
Coast Unified School District	9	11	7	0
Paso Robles Joint Unified School District	33	36	13	0
San Miguel Joint Unified School District	7	6	3	0
Shandon Joint Unified School District	5	6	3	0
Templeton Unified School District	5	8	18	0
San Luis Obispo County Office of Education	6	4	0	0
Community Action Partnership	10	10	0	0
Atascadero Transit	10	6	12	0
Morro Bay Transit	4	5	10	0
Paso Robles Transit	10	6	12	0
Ride On	50	51	100	0
San Luis Regional Transit Authority (Fixed Route)	42	27	54	0
San Luis Regional Transit Authority (Door-To-Door)	14	12	24	
So County Area Transit	21	6	12	0
SLO City Transit <sup>3</sup>	25	18	28	
Funride	0	13		0
Silverado Stages	24	14	2	0
Silver Bay Tours	4	1	0	0
AmericanStar Trailways	24	19	2	
Bella Vista Transportation (SNF)	1	1	1	1
Garden Creek (RCFE)	1	3	1	0
Bayside Care Center (SNF)	1	1	1	0
Casa De Flores (RCFE)	1	1	2	0
Wyndham (RCFE)	1	1	1	0
Country Care (SNF)	1	1	1	0
Atascadero Christian (RCFE)	1	1	1	0
Ingleside (RCFE)	1	1	2	0

図 2.1-4 公共交通機関に依存する人口の避難需要と対応リソース

(2) シナリオの想定

米国で実施される ETE は風向きを考慮するため、想定する発災シナリオ（風向きと、影響の及ぶ距離の想定）により、想定される避難指示の範囲が異なる（図 2.1-5 参照）。これと同時に、避難指示発出時の状況に関するシナリオ（避難シナリオ）を想定し（図 2.1-6 参照）、これを網羅的に組み合わせて ETE を実施する。

なお、Diablo Canyon Power Plant では、冬期の避難シナリオでは学校は閉講されているが、夏期シナリオでは夏期休暇を想定している。

		全方位避難												区域番号
		PAZ												Corresponds to PG&E Scenario Number:
Region	Description	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
R01	2-Mile Ring	X												N/A
R02	6-Mile Ring similar to the FEMA 5-mile ring)	X	X											1 - Base
R03	FEMA EPZ	X	X	X	X	X								N/A
R04	Full EPZ	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	10 - BEPZ
Evacuate 2-Mile Radius and Downwind to 6 Miles														
Region	Wind Direction From:	PAZ												
	SE, SSE, S, SSW, SW, WSW, W, WNW, NW, NNW	Refer to Region R02												1 - Base
	N, NNE, NE, ENE, E, ESE	Refer to Region R01												N/A
Evacuate 6-Mile Radius and Downwind to 10 miles														
Region	Wind Direction From:	PAZ												
R05	SSE, S	X	X	-	-	X								2 - North-A
R06	SSW, SW	X	X	-	X	X								N/A
	WSW	Refer to Region R03												N/A
R07	W, WNW	X	X	X	X									N/A
R08	NW, NNW	X	X	X	-	-								6 - Southeast-A
	N, NNE, NE, ENE, E, ESE, SE	Refer to Region R02												1 - Base
Evacuate 6-Mile Radius and Downwind to 13 miles														
Region	Wind Direction From:	PAZ												
R09	SSE, S	X	X			X					X			3 - North-B
R10	SSW, SW	X	X		X	X			X	X				5 - North & East
R11	WSW	X	X	X	X	X		X	X	X				N/A
R12	W, WNW	X	X	X	X		X	X	X					N/A
R13	NW, NNW	X	X	X			X	X						7 - Southeast-B
	N, NNE, NE, ENE, E, ESE, SE	Refer to Region R02												1 - Base

図 2.1-5 避難指示の範囲に関する想定



Scenarios	Season <sup>1</sup>	Day of Week	Time of Day	Weather	Special
1	Summer	Midweek	Midday	Good	None
2	Summer	Midweek	Midday	Rain	None
3	Summer	Weekend	Midday	Good	None
4	Summer	Weekend	Midday	Rain	None
5	Summer	Midweek, Weekend	Evening	Good	None
6	Winter	Midweek	Midday	Good	None
7	Winter	Midweek	Midday	Rain	None
8	Winter	Weekend	Midday	Good	None
9	Winter	Weekend	Midday	Rain	None
10	Winter	Midweek, Weekend	Evening	Good	None
11	Summer	Midweek	Evening	Good	Firework Shows at Avila Beach, Pismo Beach, and Morro Bay Harbor
12	Summer	Midweek	Midday	Good	Lane Closure outbound on US 101 Southbound

特別なイベント

道路インパクト

図 2.1-6 シナリオ一覧

(3) 道路網の想定

Diablo Canyon Power Plant の ETE で想定した道路網を図 2.1-7 に示す。米国の避難指示の範囲は 10mile であるが、図 2.1-7 に示すように、計算対象は 20mile までとしている。これは、計算終了地点を 10mile から離すことで、計算上の誤差を低減することを目的としている。

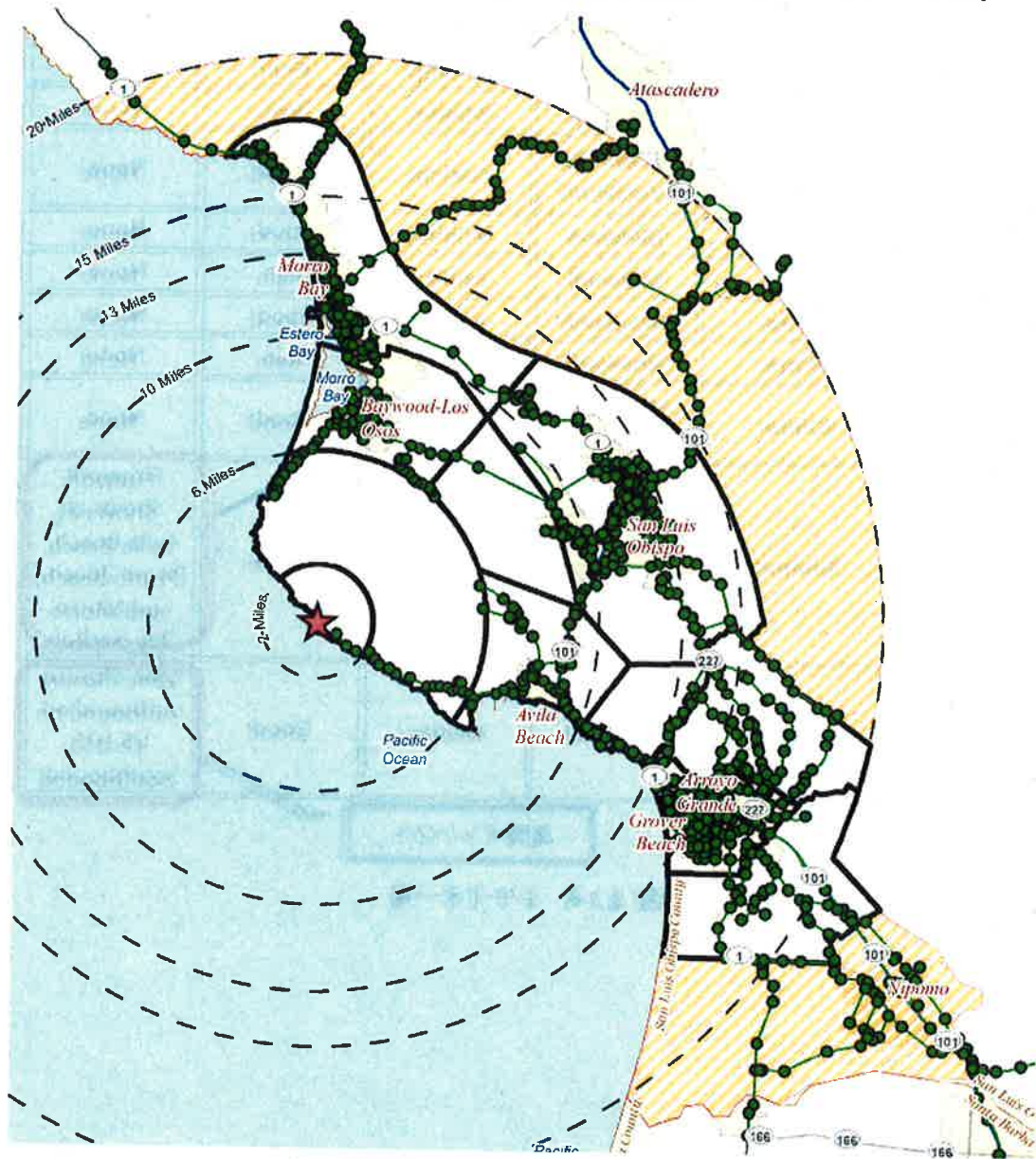


図 2.1-7 Diablo Canyon Power Plant で想定した道路網

### 2.1.2 ETE の更新

2.1.1(1)節に示したように、Diablo Canyon Power Plant では 2000 年に ETE を実施しており、2010 年はその更新にあたる。このため、前回 ETE 実施時との計算条件の比較を示している。

前回 ETE 実施時との計算条件の比較結果を図 2.1-8～図 2.1-11 に示す。

Topic	Previous ETE Study	Current ETE Study
<b>Resident Population Basis</b>	2000 US Census Data; Population = 142,483	ArcGIS Software using 2010 US Census blocks; area ratio method used. Population = 147,221
<b>Resident Population Vehicle Occupancy</b>	Derived from updated estimates of population and dwelling units within each PAZ. Vehicle occupancy ranges from 1.1 to 1.8 persons per vehicle, averaging 1.5 persons per vehicle	2.3 persons/household, 1.3 evacuating vehicles/household yielding: 1.77 persons/vehicle.
<b>Employee Population</b>	Employee estimates based on information provided by county agencies about major employers in EPZ. Between 1.0 and 3.0 employees per vehicle were used for all non-resident workers and 1.2 for DCP. Employees = 15,556 (Normal Weekday Non-Summer Daytime)	Employee estimates based on information obtained from the US Census Bureau Longitudinal Employer-Household Dynamics, and data provided by PG&E. 1.08 employees per vehicle based on telephone survey results. Employees = 18,054 (Winter Midweek Midday)

図 2.1-8 前回 ETE 実施時との計算条件の比較①

Topic	Previous ETE Study	Current ETE Study
<b>Transit-Dependent Population</b>	Bus capacities were used to estimate the number of people requiring evacuation assistance. A total of 13,087 persons require evacuation assistance using 327 buses. An additional 312 homebound special needs persons need special transportation to evacuation (3 buses required, 22 wheelchair-accessible vehicles required, and 34 ambulances required)	Estimates based upon U.S. Census data and the results of the telephone survey. A total of 3,402 people who do not have access to a vehicle, requiring 114 buses to evacuate. An additional 553 homebound special needs persons needed special transportation to evacuate (426 required a bus, 117 required a wheelchair-accessible vehicle, and 10 required an ambulance).
<b>Transient Population</b>	Transient estimates based on information from obtained from county and local agencies. Non-resident beach visitors' vehicle occupancy ranges from 2.7 to 3.5 persons per vehicle. Transients = 29,923 (Normal Weekend Summer Daytime)	Transient estimates based upon information provided about transient attractions in EPZ. Transients = 30,935 (Summer Weekend Midday)
<b>Special Facilities Population</b>	Special facility population based on information provided by the county. Special Facility Population = 1,686 Vehicles originating at special facilities = 120	Special facility population based on information provided by county and local agencies within the EPZ. Current census = 8,777 Buses Required = 98 Wheelchair Bus Required = 83 Ambulances Required = 17
<b>School Population</b>	School population based on information provided by the county. School enrollment = 22,053 (public and private) Vehicles originating at schools = 74 (Private schools provide their own transportation)	School population based on information provided by the county and California Polytechnic State University. School enrollment = 50,863 Buses required = 412
<b>Voluntary evacuation from within EPZ in areas outside region to be evacuated</b>	Not considered	20 percent of the population within the EPZ, but not within the Evacuation Region (see Figure 2-1)
<b>Shadow Evacuation</b>	Not considered	20% of people outside of the EPZ within the Shadow Region (see Figure 7-2)

図 2.1-9 前回 ETE 実施時との計算条件の比較②

Topic	Previous ETE Study	Current ETE Study
<b>Network Size</b>	Not Specified.	1,429 links; 1,035 nodes
<b>Roadway Geometric Data</b>	Field surveys conducted in 2002. Road capacities based on 2000 HCM.	Field surveys conducted in November 2010. Roads and intersections were video archived. Road capacities based on 2010 HCM.
<b>School Evacuation</b>	Not Specified.	Direct evacuation to designated Public School Relocation Center.
<b>Ridesharing</b>	Not considered	50 percent of transit-dependent persons will evacuate with a neighbor or friend.
<b>Trip Generation for Evacuation</b>	Does not specify where Trip Generation curves were obtained from. Evacuees mobilize between 15 and 120 minutes after the Evacuation Order.	Based on residential telephone survey of specific pre-trip mobilization activities: Residents with commuters returning leave between 30 and 270 minutes. Residents without commuters returning leave between 15 and 210 minutes. Employees and transients leave between 15 and 120 minutes. All times measured from the Evacuation Order.
<b>Weather</b>	Heavy rainfall. No specific reduction capacity and free flow speed given.	Normal or Rain. The capacity and free flow speed of all links in the network are reduced by 10% in the event of rain.
<b>Modeling</b>	Evacuation Time Assessment Program	DYNEV II System – Version 4.0.4.0
<b>Special Events</b>	None considered	July 4 <sup>th</sup> Fireworks Show, occurs once a year at Avila Beach, Pismo Beach Pier, and Morro Bay Harbor. Special Event Population = 134,130 additional transients
<b>Evacuation Cases</b>	10 Regions and 5 Scenarios producing 50 unique cases.	26 Regions (central sector wind direction and each adjacent sector technique used) and 12 Scenarios producing 364 unique cases.

図 2.1-10 前回 ETE 実施時との計算条件の比較③

Topic	Previous ETE Study	Current ETE Study
<b>Evacuation Time Estimates Reporting</b>	ETE reported for 100 <sup>th</sup> percentile population for all regions. Results presented by Region and Scenario.	ETE reported for 90 <sup>th</sup> and 100 <sup>th</sup> percentile population. Results presented by Region and Scenario.
<b>Evacuation Time Estimates for the entire EPZ (100<sup>th</sup> percentile)</b>	Winter Weekday Midday, Good Weather: 13:00	Winter Weekday Midday, Good Weather: 10:15

図 2.1-11 前回 ETE 実施時との計算条件の比較④



2.1.3 計算結果

(1) 全体的な計算結果

計算結果は、図 2.1-12 に示すように、発災シナリオと避難シナリオを組み合わせた、一覧表で整理されている。

Scenario:	Summer		Summer		Winter		Winter		Summer		Summer	
	Midweek		Weekend		Midweek		Weekend		Midweek		Weekend	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
Region	Midweek	Rain	Good	Midday	Evening	Good	Midday	Good	Midday	Evening	Good	Midday
	Weather	Weather	Weather	Weather	Weather	Weather	Weather	Weather	Weather	Weather	Special Event	Roadway Impact
Entire 2-Mile Region, 6-Mile Region, and EPZ												
R01 (PAZ 1)	1:00	1:00	1:00	1:00	1:00	1:00	1:00	1:00	1:00	1:00	1:00	1:00
R02 (PAZ 1, 2)	1:10	1:10	1:10	1:10	1:15	1:10	1:10	1:15	1:15	1:20	1:15	1:10
R03 (PAZ 1, 2, 3, 4, 5)	2:45	3:00	2:45	3:00	2:50	2:50	3:05	2:45	2:55	2:45	6:15	3:45
R04 (PAZ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12)	8:20	9:10	7:30	8:15	6:45	8:05	8:50	7:05	7:45	6:30	11:40	10:25
6-Mile Ring and Keyhole to 10 Miles												
R05 (PAZ 1, 2, 5)	2:55	3:10	2:50	3:05	2:45	2:55	3:10	2:45	3:05	2:45	2:45	2:50
R06 (PAZ 1, 2, 4, 5)	2:55	3:15	2:55	3:10	2:50	2:55	3:10	2:50	3:05	2:50	2:45	2:55
R07 (PAZ 1, 2, 3, 4)	1:35	1:45	1:25	1:40	1:35	1:35	1:40	1:25	1:40	1:40	6:40	2:45
R08 (PAZ 1, 2, 3)	1:40	1:45	1:25	1:35	1:30	1:35	1:40	1:25	1:30	1:35	6:35	2:50
6-Mile Ring and Keyhole to 13 Miles												
R09 (PAZ 1, 2, 5, 9)	4:05	4:25	4:05	4:15	3:40	3:55	4:15	3:45	3:55	3:30	4:35	4:15

避難シナリオ

発災シナリオ

図 2.1-12 計算結果の一覧表

(2) 学校の避難時間

学校の避難時間については、個々の施設単位で避難時間が整理されている(図 2.1-13 参照)。

School	Driver Mobilization Time (min)	Loading Time (min)	Dist. To EPZ Bdry (mi.)	Average Speed (mph)	Travel Time to EPZ Bdry (min.)	ETE (hr:min)	Dist. EPZ Bdry to S.R.C. (mi.)	Travel Time from EPZ Bdry to S.R.C. (min)	ETE to S.R.C. (hr:min)
<b>SAN LUIS OBISPO SCHOOLS</b>									
Arroyo Grande High School	120	15	6.63	6.57	61	3:20	1.87	2	3:20
Arroyo Grande Montessori	120	15	6.03	9.33	39	2:55	1.87	2	3:00
Baywood Elementary School	120	15	15.76	4.74	200	5:35	25.42	28	6:05
Bellevue-Santa Fe Charter School	120	15	8.87	2.46	216	5:55	1.87	2	5:55
Bishop Peak Elementary School	120	15	15.76	10.88	87	3:45	25.42	28	4:10
Branch Elementary School	120	15	8.83	11.48	46	3:05	1.87	2	3:05
C. L. Smith Elementary School	120	15	6.86	2.70	152	4:50	25.97	28	5:15
California Polytechnic State University	120	15	3.88	2.99	78	3:35	25.97	28	4:05
Cayucos Elementary School	120	15	1.52	14.60	6	2:25	11.94	13	2:35
Charles E. Teach Elementary School	120	15	5.47	9.80	33	2:50	36.23	40	3:30
Christian Day School	120	15	5.17	6.40	48	3:05	25.97	28	3:35
Coastal Christian High School	120	15	6.52	6.57	60	3:15	25.97	28	3:45
Dandy Lion Montessori	120	15	8.35	8.44	59	3:15	1.87	2	3:20
Del Mar Elementary School	120	15	4.52	41.90	6	2:25	25.42	28	2:50
Discovery House Montessori	120	15	6.45	2.67	145	4:40	25.97	28	5:10
Fairgrove Elementary School	120	15	8.71	8.44	62	3:20	1.87	2	3:20
Grizzly Challenge Charter School	120	15	12.81	9.00	85	3:40	25.42	28	4:10
Grover Beach Elementary School	120	15	7.85	4.57	103	4:00	1.87	2	4:00
Grover Heights Elementary School	120	15	8.10	4.24	115	4:10	1.87	2	4:15
Harloe Elementary School	120	15	6.66	8.28	48	3:05	1.87	2	3:05
Hawthorne Elementary School	120	15	4.73	6.40	44	3:00	25.97	28	3:30
Heartland Christian Academy	120	15	10.93	3.05	215	5:50	25.42	28	6:20
Judkins Middle School	120	15	9.64	3.41	170	5:05	1.87	2	5:10

S. R. C.: School Relocation Center  
 (学童のバスでの集団避難の避難先。保護者の学童の引き取りは学校ではなく、原則 S. R. C. で行うこととなる)

図 2.1-13 学校の避難時間



(3) 公共交通機関に依存する人口  
公共交通機関に依存する人口（いわゆる交通弱者）については、個々の施設単位で避難時間が整理されている（図 2.1-14 参照）。

Route Number	Bus Number	Number of Stops <sup>2</sup>	One-Wave				Two-Wave								
			Mobilization	Length (miles)	Speed (mph)	Route Travel Time	Pickup Time	ETE	Distance to Rec. Ctr (miles)	Travel Time to Rec. Ctr	Unload	Driver Rest	Route Travel Time	Pickup Time	ETE
29	1-8	30	90	16	11.2	86	30	3:30	36	39	5	10	144	30	7:20
	9-16	30	110	16	13.9	69	30	3:30	36	39	5	10	144	30	7:20
	17-25	30	130	16	14.6	66	30	3:50	36	39	5	10	125	30	7:20
30	1-2	30	90	18	4.3	252	30	6:15	12	13	5	10	119	30	9:15
	1-18	30	90	13	6.1	127	30	4:10	26	28	5	10	112	30	7:20
	19-36	30	110	13	6.6	118	30	4:20	26	28	5	10	111	30	7:25
31	37-54	30	130	13	7.3	107	30	4:30	26	28	5	10	110	30	7:35
	1-11	30	90	24	5.8	249	30	6:10	15	16	5	10	195	30	10:30
	12-22	30	110	24	6.0	241	30	6:25	15	16	5	10	180	30	10:30
32	23-33	30	130	24	6.2	231	30	6:35	15	16	5	10	177	30	10:35
	Maximum ETE: 6:35													Maximum ETE: 10:35	
	Average ETE: 4:55													Average ETE: 8:35	

図 2.1-14 公共交通機関に依存する人口の避難時間

(4) 医療施設等の避難

医療施設については、個々の施設単位で避難時間が整理されている（図 2.1-15 参照）。

Medical Facility Location	Patient	Mobilization	Loading Time (per person)	People	Total Loading Time (minutes)	Travel Time to EPZ Boundary	ETE
Los Osos and Morro Bay (PAZs 5 & 9)	Ambulatory	90	1	318	30	100	3:40
	Wheelchair bound	90	5	80	15	91	4:20
	Bedridden	90	15	6	2	100	3:40
San Luis Obispo (PAZ 8)	Ambulatory	90	1	673	30	136	4:20
	Wheelchair bound	90	5	178	15	136	5:05
	Bedridden	90	15	15	2	136	4:20
Grover Beach and Arroyo Grande (PAZs 6, 10, 11, & 12)	Ambulatory	90	1	354	30	136	4:20
	Wheelchair bound	90	5	94	15	158	5:25
	Bedridden	90	15	7	2	136	4:20

図 2.1-15 医療施設の避難時間

(5) 在宅の要配慮者等の避難

在宅の要配慮者等の避難については、個々の避難支援手段単位で避難時間が整理されている（図 2.1-16 参照）。

Vehicle Type	People Requiring Vehicle	Vehicles deployed	Stops	Weather Conditions	Mobilization Time	Loading Time at 1 <sup>st</sup> Stop	Travel to Subsequent Stops	Total Loading Time at Subsequent Stops	Travel Time to EPZ Boundary	ETE
Buses	426	30	15	Normal	90	5	126	70	48	5:40
				Rain	100		140		54	6:10
Wheelchair Buses	117	15	8	Normal	90	5	63	35	43	4:00
				Rain	100		70		48	4:20
Ambulances	10	5	2	Normal	30	15	10	15	20	1:30
				Rain	40		11		29	1:50

図 2.1-16 在宅の要配慮者等の避難時間

(6) 全方位避難における避難シナリオの影響比較  
 全方位 10mile 避難における、避難完了割合の変化を図 2.1-17～図 2.1-19 に示す。

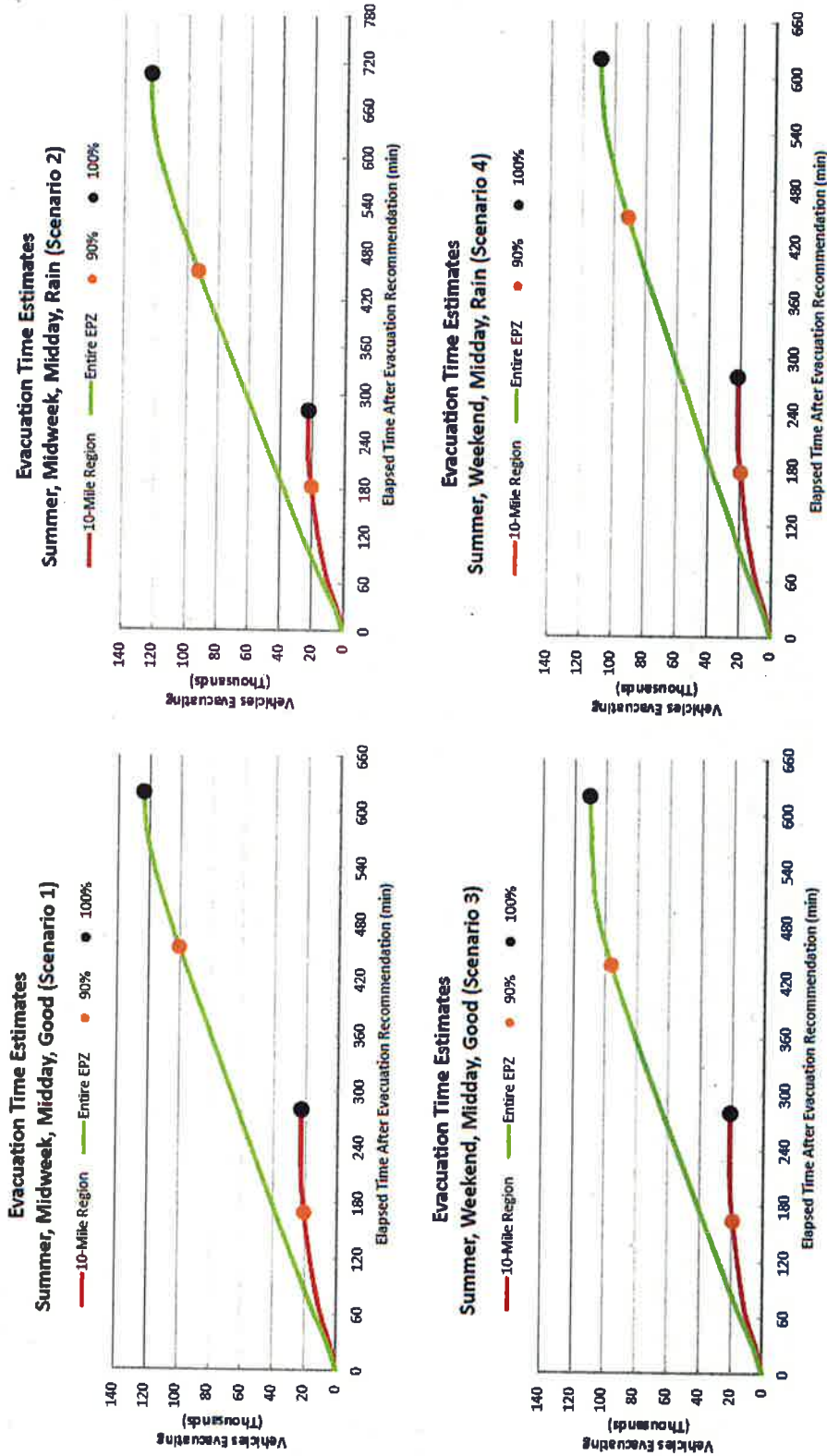


図 2.1-17 シナリオ1～4における避難完了割合の変化

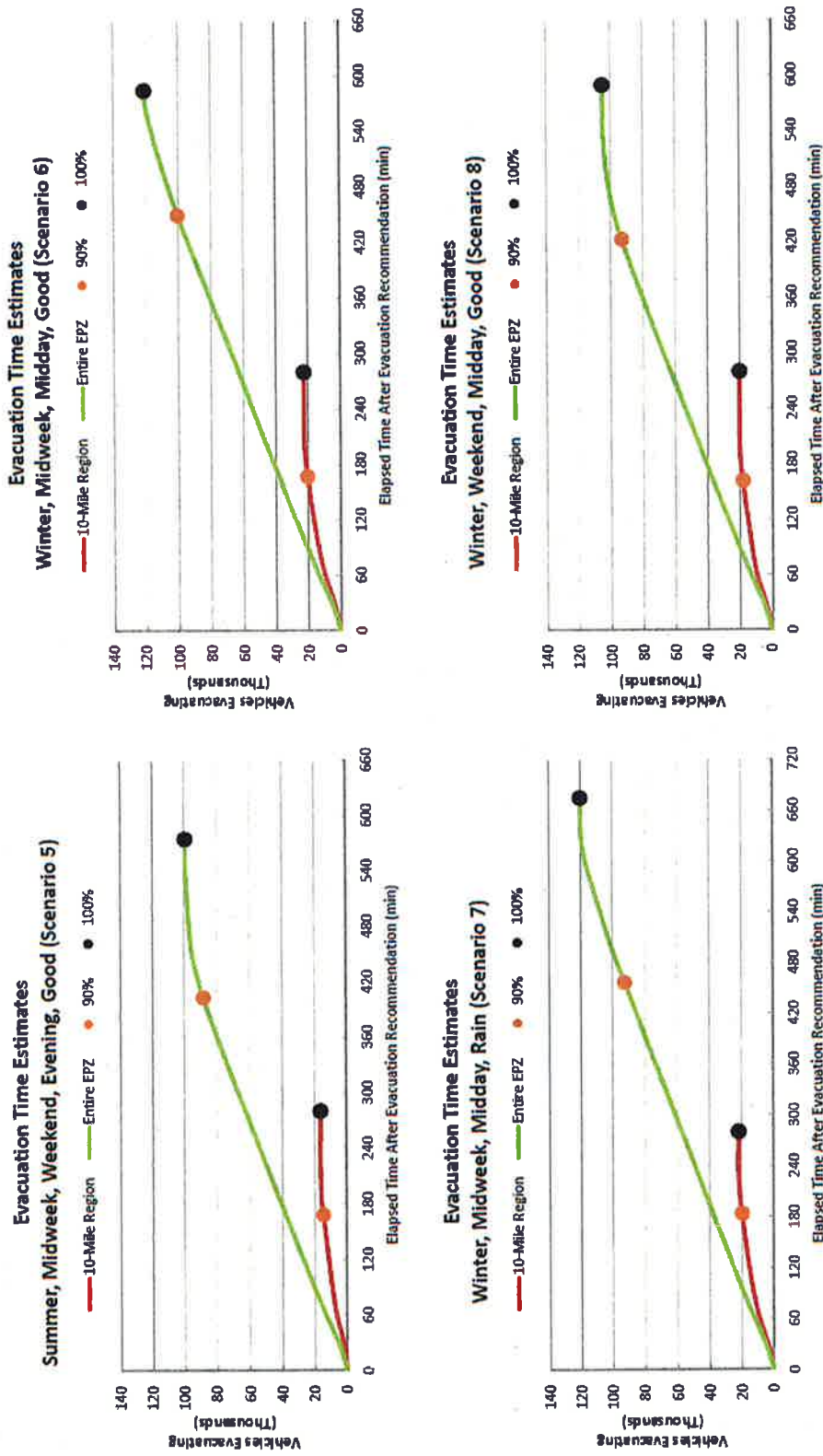


図 2.1-18 シナリオ 5～8 における避難完了割合の変化

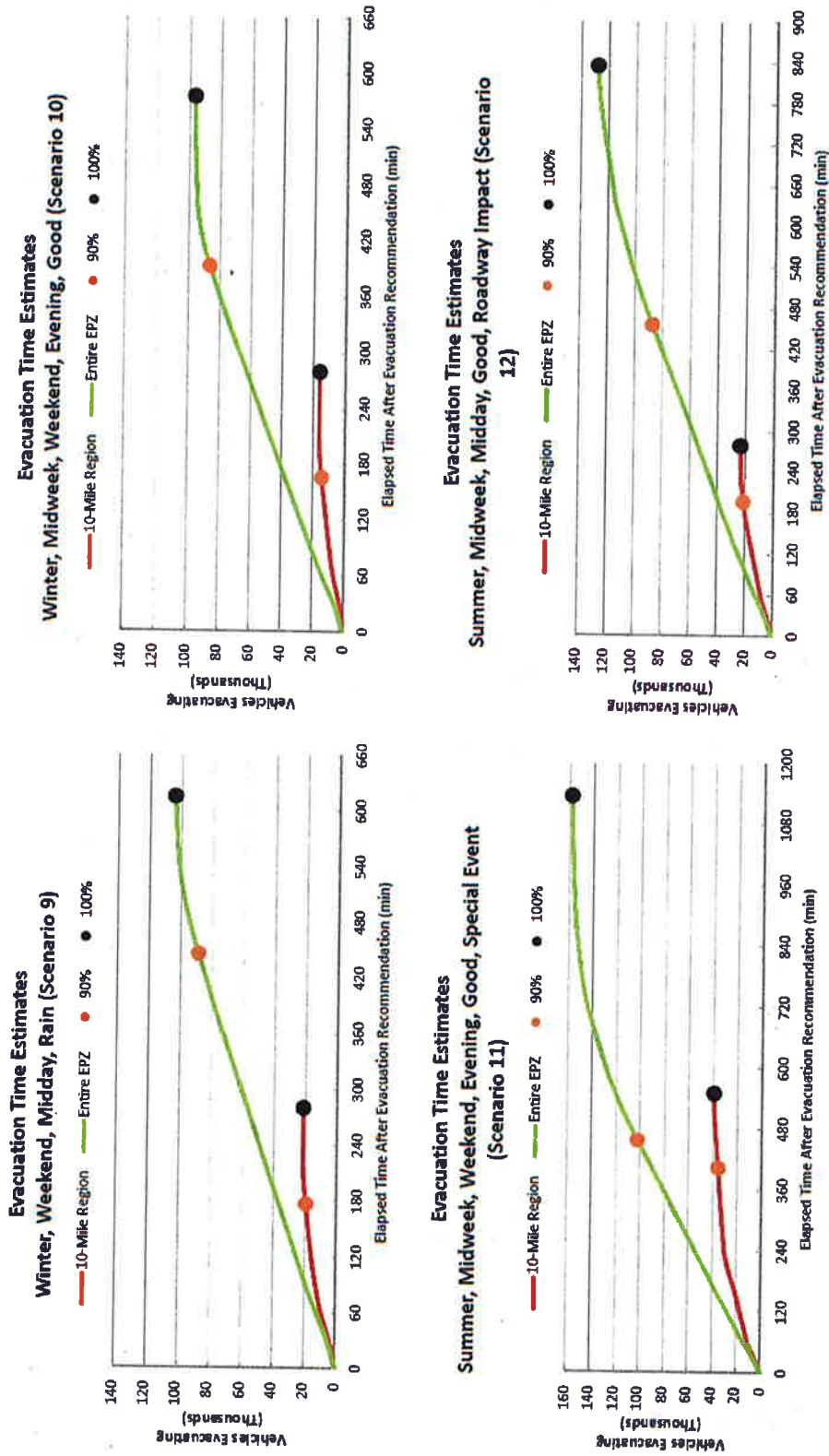


図 2.1-19 シナリオ9～12における避難完了割合の変化



## 2.2 Indian Point Energy Center

Indian Point Energy Center の立地条件を図 2.2-1 に示す。以下、次節以降に Diablo Canyon Power Plant と想定異なる点を中心に記載する。



図 2.2-1 Indian Point Energy Center の立地条件

2.2.1 計算条件の整理

(1) 避難シナリオ (Diablo Canyon Power Plant との相違点)

Indian Point Energy Center で想定する避難シナリオを図 2.2-2 に示す。ここから、Indian Point Energy Center では、降雪シナリオが平日と休日に設定されていることが分かる。

ここから、避難シナリオは想定される状況の合理性を鑑み想定されていることが分かる。

Scenario	Season <sup>1</sup>	Day of Week	Time of Day	Weather	Special
1	Summer	Midweek	Midday	Good	None
2	Summer	Midweek	Midday	Rain	None
3	Summer	Weekend	Midday	Good	None
4	Summer	Weekend	Midday	Rain	None
5	Summer	Midweek, Weekend	Evening	Good	None
6	Winter	Midweek	Midday	Good	None
7	Winter	Midweek	Midday	Rain	None
8	Winter	Midweek	Midday	Snow	None
9	Winter	Weekend	Midday	Good	None
10	Winter	Weekend	Midday	Rain	None
11	Winter	Weekend	Midday	Snow	None
12	Winter	Midweek, Weekend	Evening	Good	None
13	Winter	Weekend	Midday	Good	West Point Football Game
14	Summer	Weekend	Midday	Good	Event at Croton Point Park
15	Summer	Midweek	Midday	Good	Roadway Impact Route 6; Route 9W; Palisades Parkway; Taconic Parkway

図 2.2-2 避難シナリオ



(2) ETE の更新

Indian Point Energy Center も Diablo Canyon Power Plant と同様に、2000 年に ETE を実施しており、2010 年はその更新にあたる。このため、前回 ETE 実施時との計算条件の比較を示している。

前回 ETE 実施時との計算条件の比較結果を図 2.2-3～図 2.2-5 に示す。

Topic	Previous ETE Study	Current ETE Study
<b>Resident Population Basis</b>	2000 US Census Data extrapolated to 2007 Population = 311,197	ArcGIS Software using 2010 US Census blocks; area ratio method used. Population = 310,553
<b>Resident Population Vehicle Occupancy</b>	Vehicle occupancy based upon telephone survey results. Vehicle occupancy ranges from 2.24 to 2.68 persons per vehicle.	2.88 persons/household, 1.23 evacuating vehicles/household yielding: 2.34 persons/vehicle.
<b>Employee Population</b>	Employee estimates based on information provided about major employers in EPZ. 1.07 employees per vehicle based on telephone survey results. Employees = 46,782	Employee estimates based on 2010 Census data, supplemented with data provided by the plant. 1.07 employees per vehicle based on telephone survey results. Employees = 40,415
<b>Transit-Dependent Population</b>	Census data used to provide an estimate of the number of people without access to personal transportation. Population = 14,642 Homebound special needs were not considered.	Estimates based upon U.S. Census data and the results of the telephone survey. A total of 15,992 people who do not have access to a vehicle, requiring 432 buses to evacuate. An additional 440 homebound special needs persons needed special transportation to evacuate (167 required a bus, 172 required a wheelchair-accessible vehicle, and 101 required an ambulance).
<b>Transient Population</b>	Based on telephone calls to individual facilities. Transients = 71,939	Transient estimates based upon information provided about transient attractions in EPZ, supplemented by observations of the facilities during the road survey and from phone calls to facilities. Transients = 85,584
<b>Special Facilities Population</b>	Special facility population based on information provided by each county within the EPZ. Special Facility Population = 6,185 Buses Required = 214 Wheelchair Bus Required = 117 Wheelchair Vans Required = 9 Ambulances Required = 118	Special facility population based on information provided by each county within the EPZ, supplemented with phone calls to individual facilities. Current census = 6,763 Buses Required = 150 Wheelchair Bus Required = 88 Ambulances Required = 155

図 2.2-3 前回 ETE 実施時との計算条件の比較①

Topic	Previous ETE Study	Current ETE Study
School Population	School population based on information provided by each county within the EPZ. School enrollment = 69,890 Bus Runs Required = 960	School population based on information provided by each county within the EPZ. School enrollment (includes preschools and daycares) = 72,725 Buses required = 1,539 Vans required = 140
Voluntary evacuation from within EPZ in areas outside region to be evacuated	50 percent within the EPZ, but not within the evacuation region.	20 percent of the population within the EPZ, but not within the evacuation region (see Figure 2-1)
Shadow Evacuation	Population in areas between the EPZ boundary and the bounding interstate highways (I-84, I-684, I-287 and I-87) was considered. Nominally, 30 percent of this population will move away from the EPZ.	20% of people outside of the EPZ within the Shadow Region (see Figure 7-2)
Network Size	2,132 links; 1,031 nodes	5,110 links; 3,213 nodes
Roadway Geometric Data	Field surveys conducted in 2002. Road capacities based on 2000 HCM.	Field surveys conducted in March 2011 and January 2012. Roads and intersections were video archived. Road capacities based on 2010 HCM.
School Evacuation	Direct evacuation to designated School Reception Center.	Direct evacuation to designated School Reception Center
Ridesharing	50 percent of transit-dependent persons will evacuate with a neighbor or friend.	50 percent of transit-dependent persons will evacuate with a neighbor or friend.

図 2.2-4 前回 ETE 実施時との計算条件の比較②

Topic	Previous ETE Study	Current ETE Study
<b>Trip Generation for Evacuation</b>	Based on residential telephone survey of specific pre-trip mobilization activities: Residents with commuters returning leave between 30 and 240 minutes. Residents without commuters returning leave between 15 and 180 minutes. Employees and transients leave between 15 and 90 minutes. All times measured from the Advisory to Evacuate for all above. Additional time to clear snow added to residential evacuation times for snow scenarios.	Based on residential telephone survey of specific pre-trip mobilization activities: Residents with commuters returning leave between 30 and 315 minutes. Residents without commuters returning leave between 15 and 225 minutes. Employees and transients leave between 15 and 105 minutes. All times measured from the Advisory to Evacuate. Additional time to clear snow added to residential evacuation times for snow scenarios.
<b>Weather</b>	Normal, Rain, or Snow. The capacity and free flow speed of all links in the network are reduced by 10% in the event of rain and 20% for snow.	Normal, Rain, or Snow. The capacity and free flow speed of all links in the network are reduced by 10% in the event of rain and 20% for snow.
<b>Modeling</b>	IDYNEV System: TRAD and PCDYNEV	DYNEV II System – Version 4.0.14.0
<b>Special Events</b>	West Point Football Game West Point Commencement	West Point Football Game Event at Croton Point Park
<b>Evacuation Cases</b>	35 regions and 14 scenarios producing 490 unique cases.	44 regions (3 adjoining 22.5 degree sectors with central sector corresponding to wind direction) and 15 scenarios producing 660 unique cases.
<b>Evacuation Time Estimates Reporting</b>	ETE reported for 50 <sup>th</sup> , 90 <sup>th</sup> , 95 <sup>th</sup> and 100 <sup>th</sup> percentile population. Results presented by region and scenario.	ETE reported for 90 <sup>th</sup> and 100 <sup>th</sup> percentile population. Results presented by region and scenario.
<b>Evacuation Time Estimates for the 2-Mile Region (Region R1), 90<sup>th</sup> percentile</b>	Winter Weekday MIDDAY, Good Weather: 3:55 Summer Weekend, MIDDAY, Good Weather: 3:10	Winter Weekday MIDDAY, Good Weather: 2:25 Summer Weekend, MIDDAY, Good Weather: 2:10
<b>Evacuation Time Estimates for the 5-Mile Region (Region R2), 90<sup>th</sup> percentile</b>	Winter Weekday MIDDAY, Good Weather: 4:30 Summer Weekend, MIDDAY, Good Weather: 4:00	Winter Weekday MIDDAY, Good Weather: 3:00 Summer Weekend, MIDDAY, Good Weather: 2:50
<b>Evacuation Time Estimates for the entire EPZ (Region R3), 90<sup>th</sup> percentile</b>	Winter Weekday MIDDAY, Good Weather: 5:20 Summer Weekend, MIDDAY, Good Weather: 4:50	Winter Weekday MIDDAY, Good Weather: 4:05 Summer Weekend, MIDDAY, Good Weather: 3:35

図 2.2-5 前回 ETE 実施時との計算条件の比較③



(2) 学校の避難時間

学校の避難時間については、個々の施設単位で避難時間が整理されている(図 2.2-7 参照)。

School	Driver Mobilization Time (min)	Loading Time (min)	Dist. To EPZ Bdry (mi)	Average Speed (mph)	Travel Time to EPZ Bdry (min)	Dist. EPZ Bdry to R.C. (mi)	Travel Time from EPZ Bdry to H.S. (min)	ETE to R.C. (hr:min)
<b>ORANGE COUNTY SCHOOLS</b>								
Fort Montgomery Elementary School	90	15	6.8	29.6	14	8.4	13	2:15
Highland Falls Intermediate School	90	15	4.2	14.6	17	8.4	13	2:20
Highland Falls Middle School	90	15	8.4	14.5	35	8.4	13	2:35
James O'Neill High School	90	15	8.4	29.5	17	8.4	13	2:20
Nursery School of the Highlands	90	15	7.3	29.6	15	8.4	13	2:15
<b>PUTNAM COUNTY SCHOOLS</b>								
Bounous Montessori School	90	15	0.9	45.0	1	21.8	33	2:25
Comm. Nursery School of 1st Presbyterian Church	90	15	1.2	45.0	2	21.8	33	2:25
Garrison Elementary School	90	15	4.0	8.6	28	21.8	33	2:50
Haldane Central School	90	15	1.2	8.5	8	21.8	33	2:30
Noah's Ark Nursery School	90	15	3.2	1.8	107	16.0	24	4:00
Pine Grove Children's Ctr. Of Putnam Valley	90	15	Located outside the EPZ			17.8	27	2:15
Putnam Valley Elementary School	90	15	4.5	2.4	113	18.2	27	4:10
Putnam Valley High School	90	15	4.5	3.6	75	18.2	27	3:30
Putnam Valley Middle School	90	15	4.5	3.5	78	18.2	27	3:35
Putnam Valley Parks and Recreation Dept.	90	15	4.5	1.3	213	18.2	27	5:50
St Phillip's Nursery School	90	15	4.0	8.6	28	21.8	33	2:50
St. Luke's Nursery School	90	15	2.6	6.6	23	20.5	31	2:45
The Nest Childcare/Nursery School	90	15	1.4	10.0	8	21.8	33	2:30
Valley Day Care Center	90	15	2.6	10.7	14	20.5	31	2:35
<b>ROCKLAND COUNTY SCHOOLS</b>								
Ages & Stages Nursery and Child Care	90	15	2.7	7.6	22	10.3	15	2:25
Albertus Magnus High School	90	15	Located outside the EPZ			6.7	10	1:55
ARC Prime Time for Kids Children's Day Care Center	90	15	3.6	9.6	23	0.4	1	2:15
Bais Chinuch Hayesdon (Girls)	90	15	2.2	5.0	26	15.2	23	2:40
Bais Yaakov Chofetz Chaim	90	15	3.7	40.6	5	15.2	23	2:15
Beechwood Pre-School	90	15	2.9	8.1	21	10.3	15	2:25
Building Blocks Day Care	90	15	8.1	5.1	95	0.4	1	3:25
Busy Bee Play School	90	15	0.1	1.8	3	8.1	12	2:05

図 2.2-7 学校の避難時間



(3) 公共交通機関に依存する人口

公共交通機関に依存する人口（いわゆる交通弱者）については、個々の施設単位で避難時間が整理されている（図 2.2-8 参照）。

Route	One-Wave					Two-Wave					ETE (hr:min)			
	Bus Group Number	Mobility (min)	Route Length (miles)	Speed (mph)	Route Travel Time (min)	Pickup Time (min)	FTE (hr:min)	Distance to R. C. (miles)	Travel Time to R. C. (min)	Unload (min)		Driver Rest (min)	Route Travel Time (min)	Pickup Time (min)
ORANGE COUNTY														
OC-1	1	120	8.1	16.4	30	30	3:00	6.5	10	5	10	32	30	4:30
	2	150	8.1	27.1	18	30	3:20	6.5	10	5	10	32	30	4:50
OC-2	1	120	16.8	20.2	50	30	3:20	6.5	10	5	10	58	30	5:15
	2	150	16.8	22.5	45	30	3:45	6.5	10	5	10	58	30	5:40
OC-3	1	120	8.8	50.8	10	30	2:40	28.5	43	5	10	67	30	5:15
	2	150	8.8	50.6	10	30	3:10	28.5	43	5	10	67	30	5:45
OC-4	1	120	7.1	32.9	13	30	2:45	6.3	9	5	10	32	30	4:15
	2	150	7.1	33.7	13	30	3:15	6.3	9	5	10	31	30	4:40
OC-5	1	120	0.3	55.0	0	30	2:30	22.8	34	5	10	35	30	4:25
	2	150	0.3	55.0	0	30	3:00	22.8	34	5	10	35	30	4:55
OC-6	1	120	12.1	51.6	14	30	2:45	20.2	30	5	10	61	30	5:05
	2	150	12.1	55.0	13	30	3:15	20.2	30	5	10	61	30	5:35
OC-7	1	120	9.4	48.9	12	30	2:45	20.2	30	5	10	55	30	4:55
	2	150	9.4	52.6	11	30	3:15	20.2	30	5	10	55	30	5:25
PUTNAM COUNTY														
P-1	1	120	1.7	44.3	2	30	2:35	29.3	44	5	10	49	30	4:55
	2	150	1.7	44.3	2	30	3:05	29.3	44	5	10	49	30	5:25
P-2 (1)	1	120	11.7	5.3	133	30	4:45	11.7	18	5	10	50	30	6:40
	2	150	11.7	6.7	105	30	4:45	11.7	18	5	10	50	30	6:40
P-2 (2)	1	120	2.3	3.7	38	30	3:10	11.7	18	5	10	30	30	4:45
	2	150	2.3	3.8	37	30	3:40	11.7	18	5	10	27	30	5:10
P-3	1	120	12.1	3.2	224	30	6:15	26.3	39	5	10	75	30	8:55
	2	150	12.1	4.0	181	30	6:05	26.3	39	5	10	75	30	8:55
P-4	1	120	6.7	1.8	228	30	6:20	25.9	39	5	10	59	30	8:45
	2	150	6.7	1.8	224	30	6:45	25.9	39	5	10	59	30	9:10
P-5	1	120	6.8	3.4	120	30	4:30	25.9	39	5	10	59	30	6:55
	2	150	6.8	3.2	127	30	5:10	25.9	39	5	10	58	30	7:35
P-6	1	120	6.9	1.7	237	30	6:30	25.9	39	5	10	59	30	8:55
	2	150	6.9	2.0	205	30	6:25	25.9	39	5	10	59	30	8:50
P-7	1	120	10.0	15.5	39	30	3:10	34.0	51	5	10	78	30	6:05
	2	150	10.0	15.6	38	30	3:40	34.0	51	5	10	78	30	6:35

図 2.2-8 公共交通機関に依存する人口の避難時間

(4) 医療施設等の避難

医療施設については、個々の施設単位で避難時間が整理されている（図 2.2-9 参照）。

Medical Facility	Patient	Mobilization (min)	Loading Rate (min per person)	People	Total Loading Time (min)	Dist. To EPZ Bdry (mi)	Travel Time to EPZ Boundary (min)	ETE (hr:min)
<b>PUTNAM COUNTY MEDICAL FACILITIES</b>								
Franciscan Sisters-Atonement	Ambulatory	90	1	58	30	5.5	7	2:10
	Wheelchair bound	90	5	22	75	5.5	7	2:55
St Christopher's Inn Inc	Ambulatory	90	1	130	30	6.2	8	2:10
Mother Lurana House	Ambulatory	90	1	6	6	5.4	7	1:45
St. Paul's Friary of the Atonement	Ambulatory	90	1	100	30	5.4	7	2:10
Walter Hoving Home	Ambulatory	90	1	75	30	4.3	98	3:40
Blair Lodge	Ambulatory	90	1	50	30	2.9	87	3:30
<b>ROCKLAND COUNTY MEDICAL FACILITIES</b>								
Rockland ARC: Prime Time for Kids	Ambulatory	90	1	126	30	3.3	59	3:00
	Wheelchair bound	90	5	4	20	3.3	59	2:50
	Ambulatory	90	1	112	30	0.2	0	2:00
Nyack Manor Nursing Home	Wheelchair bound	90	5	34	75	0.2	0	2:45
	Ambulatory	90	1	569	30	3.3	19	2:20
Rockland ARC (Day Hab)	Wheelchair bound	90	5	41	75	3.3	9	2:55
	Ambulatory	90	1	10	10	0.7	3	1:45
Tolstoy Foundation Adult Home	Ambulatory	90	1	7	7	0.7	3	1:40
Tolstoy Foundation Nursing Home Cottage	Wheelchair bound	90	5	79	75	0.7	1	2:50
	Ambulatory	90	1	40	30	1.3	11	2:15
Friedwald Center for Rehabilitation & Nursing Inc.	Wheelchair bound	90	5	140	75	1.3	13	3:00
	Ambulatory	90	1	78	30	0.7	10	2:10
Hillcrest Nursing Home	Wheelchair bound	90	5	116	75	0.7	12	3:00
	Bedridden	90	15	12	30	0.7	10	2:10
Keahon House / Loeb House Inc.	Ambulatory	90	1	12	12	1.9	4	1:50
L'Dor Adult Home (was Laurel Manor)	Ambulatory	90	1	44	30	1.8	24	2:25

図 2.2-9 医療施設の避難時間

(5) 在宅の要配慮者等の避難

在宅の要配慮者等の避難については、個々の避難支援手段単位で避難時間が整理されている（図 2.2-10 参照）。

Vehicle Type	People Requiring Vehicle	Vehicles deployed	Stops	Weather Conditions	Mobilization Time (min)	Loading Time at 1 <sup>st</sup> Stop (min)	Travel to Subsequent Stops (min)	Total Loading Time at Subsequent Stops (min)	Travel Time to EPZ Boundary (min)	ETE (hr:min)
Vans	167	42	4	Good	90	5	27	15	15	2:35
				Rain	100		30		17	2:50
				Snow	110		33		17	3:00
Wheelchair Vans	172	35	5	Good	90	5	36	20	15	2:50
				Rain	100		40		17	3:05
				Snow	110		44		18	3:20
Ambulances	101	51	2	Good	90	15	10	15	15	2:25
				Rain	100		11		17	2:40
				Snow	110		13		17	2:50
<b>Maximum ETE:</b>										<b>3:20</b>
<b>Average ETE:</b>										<b>2:50</b>

図 2.2-10 在宅の要配慮者等の避難時間



(6) 全方位避難における避難シナリオの影響比較

全方位 10mile 避難における、避難完了割合の変化を図 2.2-11～図 2.2-13 に示す。

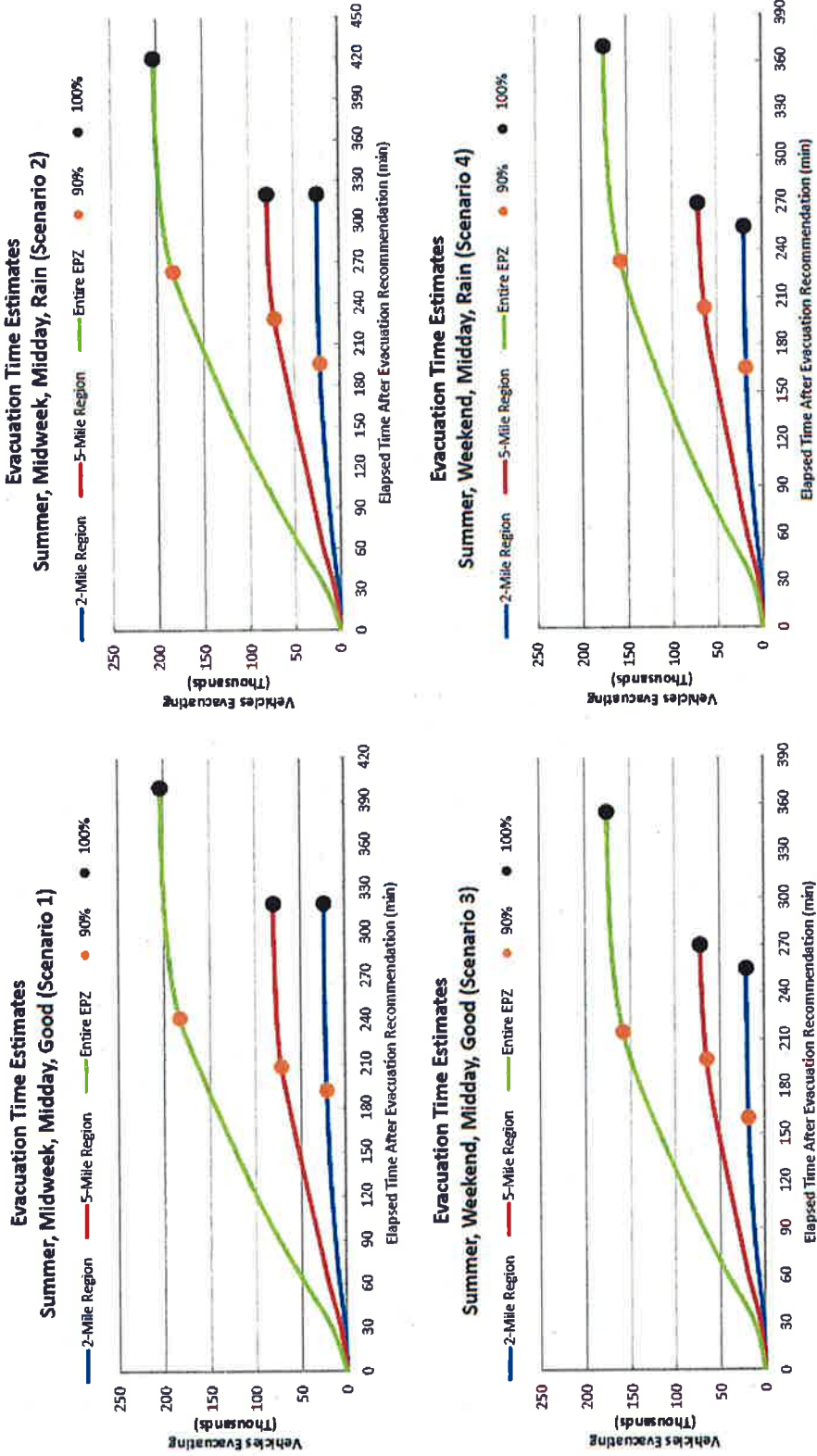


図 2.2-11 シナリオ1～4における避難完了割合の変化

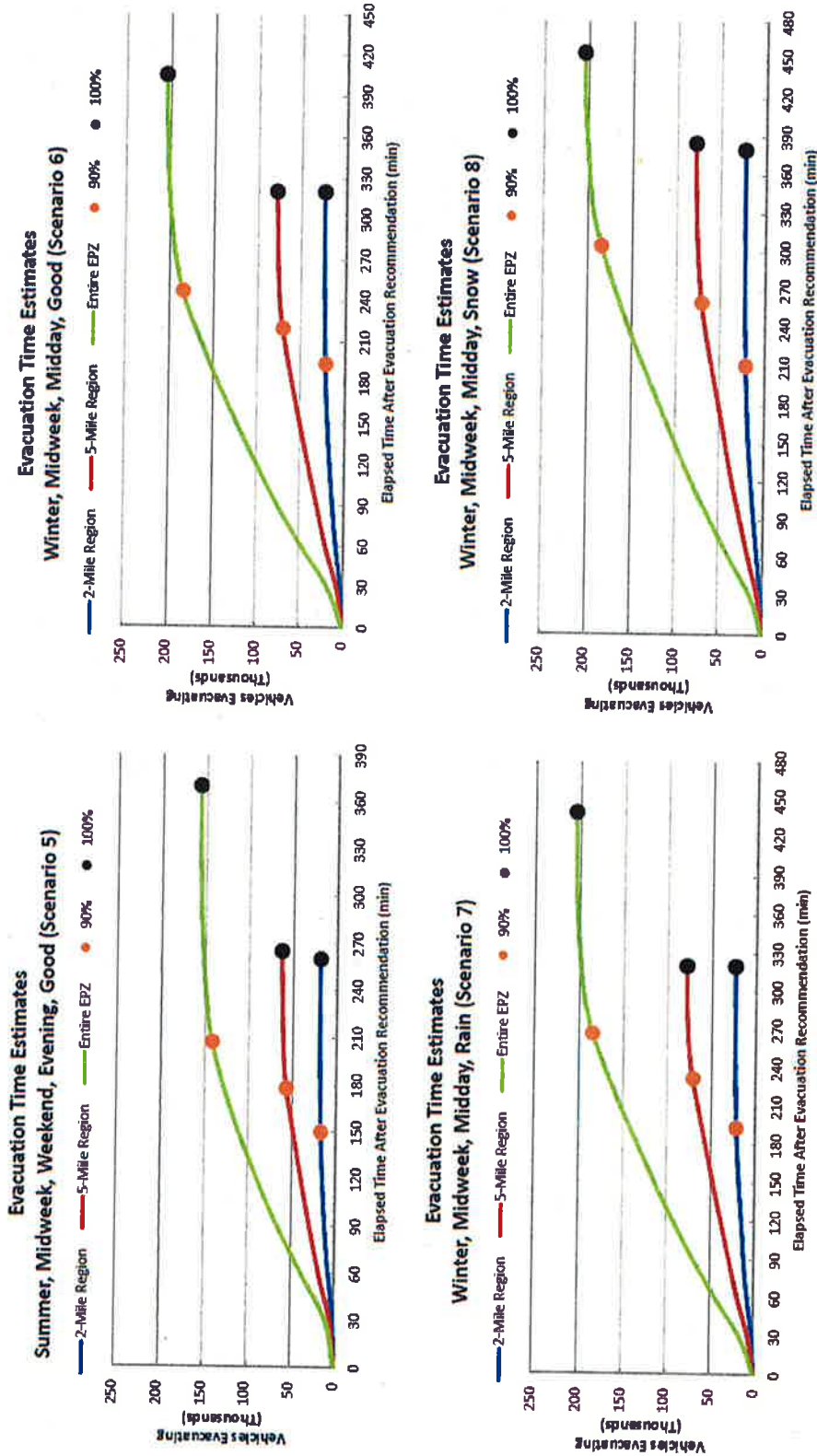


図 2.2-12 シナリオ5～8における避難完了割合の変化

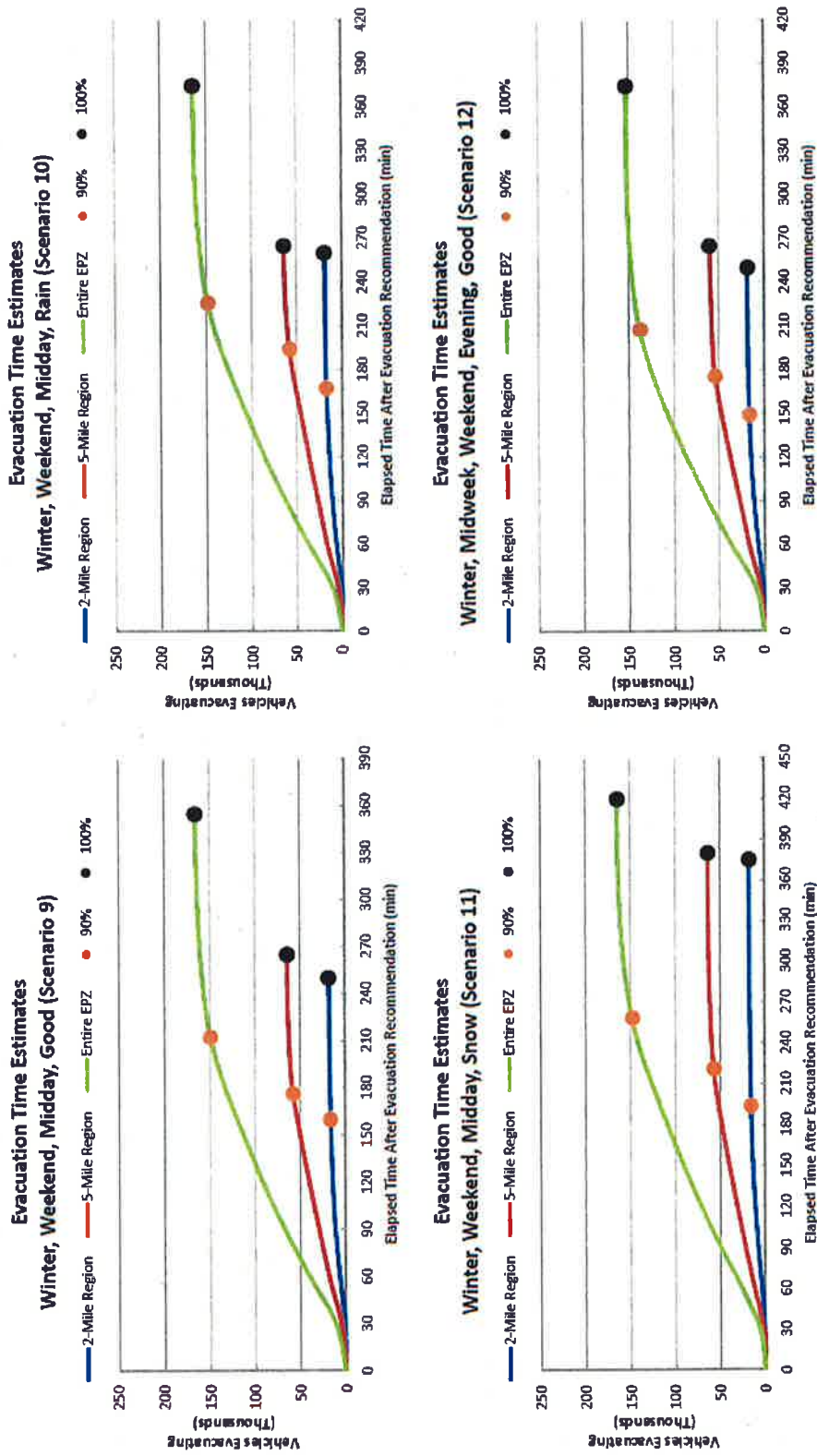


図 2.2-13 シナリオ 9～12 における避難完了割合の変化

## 2.3 Surry Power Station

### 2.3.1 計算条件の整理

#### (1) 避難シナリオ (Diablo Canyon Power Plant との相違点)

Surry Power Station で想定する避難シナリオを図 2.3-1 に示す。ここから、Surry Power Station では、降雪シナリオが平日にのみ設定されていることが分かる。

ここから、避難シナリオは想定される状況の合理性を鑑み想定されていることが分かる。

Scenario	Season <sup>1</sup>	Day of Week	Time of Day	Weather	Special
1	Summer	Midweek	Midday	Good	None
2	Summer	Midweek	Midday	Rain	None
3	Summer	Weekend	Midday	Good	None
4	Summer	Weekend	Midday	Rain	None
5	Summer	Midweek, Weekend	Evening	Good	None
6	Winter	Midweek	Midday	Good	None
7	Winter	Midweek	Midday	Rain	None
8	Winter	Midweek	Midday	Snow	None
9	Winter	Weekend	Midday	Good	None
10	Winter	Weekend	Midday	Rain	None
11	Winter	Weekend	Midday	Snow	None
12	Winter	Midweek, Weekend	Evening	Good	None
13	Winter	Weekend	Midday	Good	Newport News Fall Festival of Folklife
14	Summer	Midweek	Midday	Good	Roadway Impact – Lane Closure on I-64 WB

図 2.3-1 避難シナリオ

#### (2) ETE の更新

Surry Power Station も Diablo Canyon Power Plant と同様に、2000 年に ETE を実施しており、2010 年はその更新にあたる。このため、前回 ETE 実施時との計算条件の比較を示している。

前回 ETE 実施時との計算条件の比較結果を図 2.3-2～図 2.3-4 に示す。

Topic	Previous ETE Study	Current ETE Study
<b>Resident Population Basis</b>	2000 US Census Data; Population = 137,475	ArcGIS Software using 2010 US Census blocks; area ratio method used. Population = 152,677
<b>Resident Population Vehicle Occupancy</b>	2.5 persons per vehicle.	2.47 persons/household, 1.19 evacuating vehicles/household yielding: 2.08 persons/vehicle.
<b>Employee Population</b>	Employee estimates based on information provided by Claritas Corporation and phone calls to facilities. Did not consider percent that are not from the EPZ. Included in the transient total. 2.5 employees per vehicle.	Employee estimates based on information provided about major employers in EPZ, supplemented by phone calls to employer. 1.08 employees per vehicle based on telephone survey results. Employees = 18,093
<b>Transit-Dependent Population</b>	No independent ETE for transit-dependents.	Estimates based upon U.S. Census data and the results of the telephone survey. A total of 3,480 people who do not have access to a vehicle, requiring 122 buses to evacuate. An additional 348 homebound special needs persons needed special transportation to evacuate (253 require a bus, 95 require a wheelchair-accessible vehicle).
<b>Transient Population</b>	Transients = 153,123 (daytime), including employees. Vehicle occupancy 2.5	Transient estimates based upon information provided about transient attractions in EPZ, supplemented by observations of the facilities during the road survey and internet research Transients = 69,342
<b>Special Facilities Population</b>	Special Facility Population = 969 Vehicles originating at special facilities = 0	Special facility population based on information provided by each city/county within the EPZ. Current census = 1,588 Buses Required = 24 Wheelchair Bus Required = 24 Ambulances Required = 56
<b>School Population</b>	School population based on information provided by the State of Virginia and contact with individual facilities. School enrollment = 36,463 Vehicles originating at schools = 0	School population based on information provided by each city/county within the EPZ. School enrollment = 31,426 Buses required = 437

図 2.3-2 前回 ETE 実施時との計算条件の比較①



Topic	Previous ETE Study	Current ETE Study
Voluntary evacuation from within EPZ in areas outside region to be evacuated	Not considered	20 percent of the population within the EPZ, but not within the Evacuation Region (see Figure 2-1)
Shadow Evacuation	Not considered	20% of people outside of the EPZ within the Shadow Region (see Figure 7-2)
Network Size	161 links	2,157 links; 1,581 nodes
Roadway Geometric Data	Field surveys conducted in 2001. Road capacities based on 2000 HCM.	Field surveys conducted in February 2012. Roads and intersections were video archived. Road capacities based on 2010 HCM.
School Evacuation	No separate ETE for schools.	Direct evacuation to designated Evacuation Assembly Centers.
Ridesharing	Assumption that the majority of transit-dependent population will evacuate with neighbors or friends.	50 percent of transit-dependent persons will evacuate with a neighbor or friend.
Trip Generation for Evacuation	Trip Generation curve adapted from data from studies of evacuations in response to large scale chemical spills. Same mobilization curve for all population groups. Evacuees start their trip between 15 and 130 minutes after the advisory to evacuate.	Based on residential telephone survey of specific pre-trip mobilization activities: Residents with commuters returning leave between 30 and 285 minutes. Residents without commuters returning leave between 0 and 240 minutes. Employees and transients leave between 0 and 105 minutes. All times measured from the Advisory to Evacuate.
Weather	Normal or Adverse (snow/ice). The capacity and free flow speed of all links in the network are reduced by 40% in for Adverse weather conditions.	Normal, Rain, or Snow. The capacity and free flow speed of all links in the network are reduced by 10% in the event of rain and 20% for snow.
Modeling	Evacuation Simulation Model (ESIM)	DYNEV II System – Version 4.0.11.0

図 2.3-3 前回 ETE 実施時との計算条件の比較②

Topic	Previous ETE Study	Current ETE Study
<b>Special Events</b>	No special event but one scenario considered contraflow on I-64	Newport News Fall Festival of Folklife. Special Event Population = 26,250 additional transients
<b>Evacuation Cases</b>	7 geographic scenarios, 2 weather conditions producing 14 unique cases.	41 Regions (central sector wind direction and each adjacent sector technique used) and 14 Scenarios producing 574 unique cases.
<b>Evacuation Time Estimates Reporting</b>	ETE reported for 90 <sup>th</sup> percentile for a full EPZ (north and south of river), 5-mile radius, 2-mile radius, and 4 quadrants.	ETE reported for 90 <sup>th</sup> and 100 <sup>th</sup> percentile population. Results presented by Region and Scenario.
<b>Evacuation Time Estimates for the entire EPZ, 90<sup>th</sup> percentile</b>	Peak season, daytime, Good Weather: 8:11 north of James River; 1:01 south of James River.	Winter Weekday MIDDAY, Good Weather: 3:40  Summer Weekend, MIDDAY, Good Weather: 3:50

図 2.3-4 前回 ETE 実施時との計算条件の比較③

2.3.2 計算結果

(1) 全体的な計算結果

計算結果は、図 2.3-5 に示すように、発災シナリオと避難シナリオを組み合わせた、一覧表で整理されている。

Scenario	Summer		Summer		Summer		Summer		Summer		Summer		Summer			
	Weekend		Midweek		Weekend		Midweek		Weekend		Midweek		Weekend			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)		
Region	Good Weather	Rain	Good Weather	Rain	Evening	Good Weather	Rain	Snow	Good Weather	Rain	Snow	Evening	Good Weather	Midday	Midday	Roadway Impact
R01	1:05	1:05	1:00	1:00	1:00	1:05	1:05	1:05	1:00	1:00	1:00	1:00	1:00	1:00	1:05	1:05
R02	2:15	2:15	2:10	2:10	2:05	2:20	2:20	3:05	2:10	2:15	2:55	2:15	2:15	2:10	3:05	3:05
R03	4:15	4:45	3:50	4:05	3:15	3:40	4:00	4:20	3:10	3:30	3:50	3:05	3:05	3:35	5:10	5:10
Entire 2-Mile Region, 5-Mile Region, and EPZ																
2-Mile Region and Keyhole to 5 Miles																
R04	1:55	1:55	1:40	1:50	1:45	2:25	2:25	3:05	2:05	2:05	2:55	2:10	2:10	2:05	1:55	1:55
R05	2:10	2:15	2:05	2:10	2:00	2:20	2:20	3:00	2:10	2:10	2:50	2:15	2:10	2:10	3:15	3:15
R06	1:55	2:10	2:05	2:05	1:50	2:15	2:15	2:45	2:05	2:05	2:40	2:10	2:10	2:05	3:20	3:20
R07	1:10	1:10	1:25	1:25	1:25	1:15	1:15	1:15	1:25	1:25	1:50	1:25	1:25	1:25	1:10	1:10
R08	2:00	2:00	2:25	2:25	2:25	2:00	2:00	2:40	2:25	2:25	3:10	2:25	2:25	2:25	2:00	2:00
R09	2:10	2:10	2:25	2:30	2:25	2:10	2:10	2:50	2:25	2:30	3:15	2:25	2:25	2:25	2:10	2:10
R10	2:25	2:25	2:30	2:30	2:30	2:25	2:25	3:05	2:30	2:30	3:20	2:30	2:30	2:30	2:25	2:25
R11	2:05	2:05	2:25	2:25	2:25	2:05	2:05	2:45	2:25	2:25	3:15	2:25	2:25	2:25	2:05	2:05
R12	2:10	2:15	2:20	2:20	2:20	2:10	2:10	2:50	2:20	2:20	3:15	2:20	2:20	2:20	2:10	2:10
R13	2:25	2:25	2:20	2:20	2:20	2:25	2:25	3:15	2:20	2:20	3:15	2:25	2:25	2:20	2:25	2:25
R14	2:30	2:30	2:20	2:20	2:25	2:30	2:30	3:20	2:25	2:25	3:15	2:25	2:25	2:25	2:25	2:30

発災シナリオ

避難シナリオ

図 2.3-5 計算結果の一覧表



(2) 学校の避難時間

学校の避難時間については、個々の施設単位で避難時間が整理されている(図 2.3-6 参照)。

School	City/County	Driver Mobilization Time (min)	Loading Time (min)	Dist. To EPZ Bdry (mi)	Average Speed (mph)	Travel Time to EPZ Bdry (min)	ETE (hr:min)	Dist. EPZ to R.S. (mi.)	Travel Time from EPZ to R.S. (min)	ETE to R.S. (hr:min)
Clara Byrd Baker Elementary School	James City	180	15	6.0	5.6	64	4:20	27.4	36	4:35
DJ Montague Elementary School	James City	180	15	0.2	2.1	4	3:20	22.9	31	3:50
Jamestown High School	James City	180	15	5.6	4.2	79	4:35	1.8	2	4:40
Matoaka Elementary School	James City	180	15	3.1	2.5	75	4:30	3.4	5	4:35
Providence Classical School	James City	180	15	5.6	6.4	53	4:10	27.4	36	4:45
James River Elementary School	James City	180	15	5.6	9.8	34	3:50	1.8	2	3:55
Rawls Byrd Elementary School	James City	180	15	5.3	6.1	52	4:10	9.6	13	4:20
General Stanford Elementary School	Newport News	145	15	5.3	9.6	33	3:15	4.5	6	3:20
BC Charles Elementary School	Newport News	145	15	1.5	12.6	7	2:50	7.5	10	3:00
First Baptist Church Denbigh	Newport News	145	15	0.5	1.1	26	3:10	11.1	15	3:25
Jenkins Elementary School	Newport News	145	15	0.8	33.0	1	2:45	7.4	10	2:55
Menchville High School	Newport News	145	15	2.4	12.5	12	2:55	5.9	8	3:00
Sanford Elementary School	Newport News	145	15	2.1	17.0	7	2:50	4.1	5	2:55
Wanwick River Christian School	Newport News	145	15	2.3	4.1	34	3:15	11.1	15	3:30
David A Dutrow Elementary School	Newport News	145	15	2.9	4.4	39	3:20	15.1	20	3:40
David A Dutrow Elementary School	Newport News	145	15	2.9	4.4	39	3:20	15.1	20	3:40
Denbigh High School	Newport News	145	15	2.8	6.4	26	3:10	9.4	13	3:20
Epes Elementary School	Newport News	145	15	2.7	4.0	41	3:25	2.9	4	3:25
George J McIntosh Elementary	Newport News	145	15	1.8	9.2	12	2:55	16.3	22	3:15
Holy Tabernacle Christian Academy	Newport News	145	15	1.9	3.2	37	3:20	10.9	15	3:35
JM Dozier Middle School	Newport News	145	15	5.5	23.4	14	2:55	14.2	19	3:15
Lee Hall Elementary School	Newport News	145	15	6.3	25.8	15	2:55	5.5	7	3:05
Mary Passage Middle School	Newport News	145	15	4.1	7.2	34	3:15	7.4	10	3:25
Oliver C Greenwood Elementary School	Newport News	145	15	5.8	8.0	43	3:25	3.5	5	3:30
Richneck Elementary School	Newport News	145	15	4.6	11.4	24	3:05	3.7	5	3:10
RO Nelson Elementary School	Newport News	145	15	3.8	7.9	29	3:10	1.7	2	3:15

図 2.3-6 学校の避難時間

(3) 公共交通機関に依存する人口  
公共交通機関に依存する人口（いわゆる交通弱者）については、個々の施設単位で避難時間が整理されている（図 2.3-7 参照）。

Route Number	Bus Number	One-Wave					Two-Wave							
		Mobilization (min)	Route Length (miles)	Speed (mph)	Route Travel Time (min)	Pickup Time (min)	ETE (hr:min)	Distance to EAC (miles)	Travel Time to EAC (min)	Unload (min)	Driver Rest (min)	Route Travel Time (min)	Pickup Time (min)	ETE (hr:min)
1	1	180	9.1	44.3	12	30	3:45	7.6	10	5	10	34	30	5:15
2	1	180	9.6	44.1	13	30	3:45	8.6	12	5	10	37	30	5:20
3	1	180	17.9	44.8	24	30	3:55	9.4	13	5	10	60	30	5:55
4	1	180	12.3	44.5	17	30	3:50	16.5	22	5	10	55	30	5:55
5	1	180	13.9	41.3	20	30	3:50	16.1	21	5	10	59	30	6:00
6	1	180	24.2	45.0	32	30	4:05	3.4	5	5	10	69	30	6:05
7	1	180	11.7	33.3	21	30	3:55	4.3	6	5	10	42	30	5:30
8	1	180	14.4	45.0	19	30	3:50	2.7	4	5	10	42	30	5:25
9	1	180	19.8	44.0	27	30	4:00	3.4	5	5	10	57	30	5:50
10	1-3	180	15.4	43.3	21	30	3:55	5.1	7	5	10	49	30	5:40
11	1-3	180	19.6	43.1	27	30	4:00	5.1	7	5	10	59	30	5:55
12	1-2	180	10.5	21.6	29	30	4:00	4.8	6	5	10	35	30	5:30
13	1-3	180	4.1	8.2	30	30	4:00	4.8	6	5	10	19	30	5:15
14	1-2	180	4.4	4.2	64	30	4:35	27.4	36	5	10	49	30	6:50
15	1-2	180	3.6	15.8	14	30	3:45	27.3	36	5	10	47	30	5:55
16	1-2	180	4.2	7.1	35	30	4:05	27.3	36	5	10	48	30	6:15
17	1-2	180	5.2	7.1	45	30	4:15	27.3	36	5	10	51	30	6:30
18	1-2	180	6.2	6.7	56	30	4:30	27.3	36	5	10	53	30	6:45
19	1-4	180	16.5	42.1	24	30	3:55	13.9	19	5	10	63	30	6:05
5-7	180	180	16.5	42.1	24	30	3:55	13.9	19	5	10	63	30	6:05
1-4	180	180	16.1	41.7	23	30	3:55	10.2	14	5	10	57	30	5:55
5-7	180	180	16.1	41.7	23	30	3:55	10.2	14	5	10	57	30	5:55

図 2.3-7 公共交通機関に依存する人口の避難時間

(4) 医療施設等の避難

医療施設については、個々の施設単位で避難時間が整理されている(図 2.3-8 参照)。

Medical Facility	Patient	Mobilization (min)	Loading Rate (min per person)	Total Loading Time (min)	Dist. To EPZ Bdry (mi)	Travel Time to EPZ Boundary (min)	ETE (hr:min)
Chambrel at Williamsburg	Ambulatory	180	1	46	30	4.5	4:20
	Wheelchair bound Bedridden	180	5	3	15	4.5	4:10
Hancock Geriatric Treatment Center	Ambulatory	180	1	215	30	4.5	4:20
	Wheelchair bound Bedridden	180	5	20	100	4.5	4:50
	Wheelchair bound	180	15	30	30	4.5	4:20
	Wheelchair bound Bedridden	180	5	43	100	7.2	4:55
The Covalescent at Patriots Colony- Williamsburg	Ambulatory	180	1	13	13	4.1	3:30
	Wheelchair bound	180	5	45	100	4.1	4:50
Morningside of Williamsburg	Ambulatory	180	1	64	30	6.8	3:40
	Wheelchair bound	180	5	15	75	6.8	4:25
	Bedridden	180	15	1	15	6.8	3:25
	Ambulatory	180	1	29	29	8.0	4:00
Colonial Manor Senior Community	Wheelchair bound	180	5	25	100	8.0	4:55
	Ambulatory	180	1	5	5	5.2	4:00
Woodhaven Hall At Williamsburg	Wheelchair bound	180	5	3	15	5.2	4:10
	Bedridden	180	15	1	15	5.2	4:10
	Ambulatory	180	1	57	30	0.6	3:35
	Wheelchair bound Bedridden	180	5	37	100	0.6	4:45
St. Francis Nursing Center	Wheelchair bound	180	15	11	30	0.6	3:35
	Wheelchair bound	180	5	130	100	6.4	4:50
	Bedridden	180	15	20	30	6.4	3:55
	Ambulatory	180	1	65	30	0.8	3:55
Madison Retirement Center	Wheelchair bound	180	5	10	50	0.8	4:15
	Ambulatory	180	1	46	30	2.5	3:55
Spring Arbor of Williamsburg	Wheelchair bound	180	5	4	20	2.5	3:50
	Ambulatory	180	1	3	3	3.0	4:20
Windsorside of Williamsburg	Wheelchair bound	180	5	9	45	3.0	4:35
	Wheelchair bound	180	5	9	45	3.0	4:35
Maximum ETE:							4:55
Average ETE:							4:15

図 2.3-8 医療施設の避難時間

(5) 在宅の要配慮者等の避難

在宅の要配慮者等の避難については、個々の避難支援手段単位で避難時間が整理されている（図 2.3-9 参照）。

Vehicle Type	People Requiring Vehicle	Vehicles deployed	Stops	Weather Conditions	Mobilization Time (min)	Loading Time at 1 <sup>st</sup> Stop (min)	Travel to Subsequent Stops (min)	Total Loading Time at Subsequent Stops (min)	Travel Time to EPZ Boundary (min)	ETE (hr:min)
Buses	253	30	9	Good	180	5	72	40	24	5:25
				Rain	190		80		28	5:45
				Snow	200		88		28	6:05
Wheelchair Buses	95	15	7	Good	180	5	54	30	24	4:55
				Rain	190		60		28	5:15
				Snow	200		66		28	5:30
									<b>Maximum ETE:</b>	<b>6:05</b>
									<b>Average ETE:</b>	<b>5:30</b>

図 2.3-9 在宅の要配慮者等の避難時間

(6) 全方位避難における避難シナリオの影響比較

全方位 10mile 避難における、避難完了割合の変化を図 2.3-10～図 2.3-13 に示す。

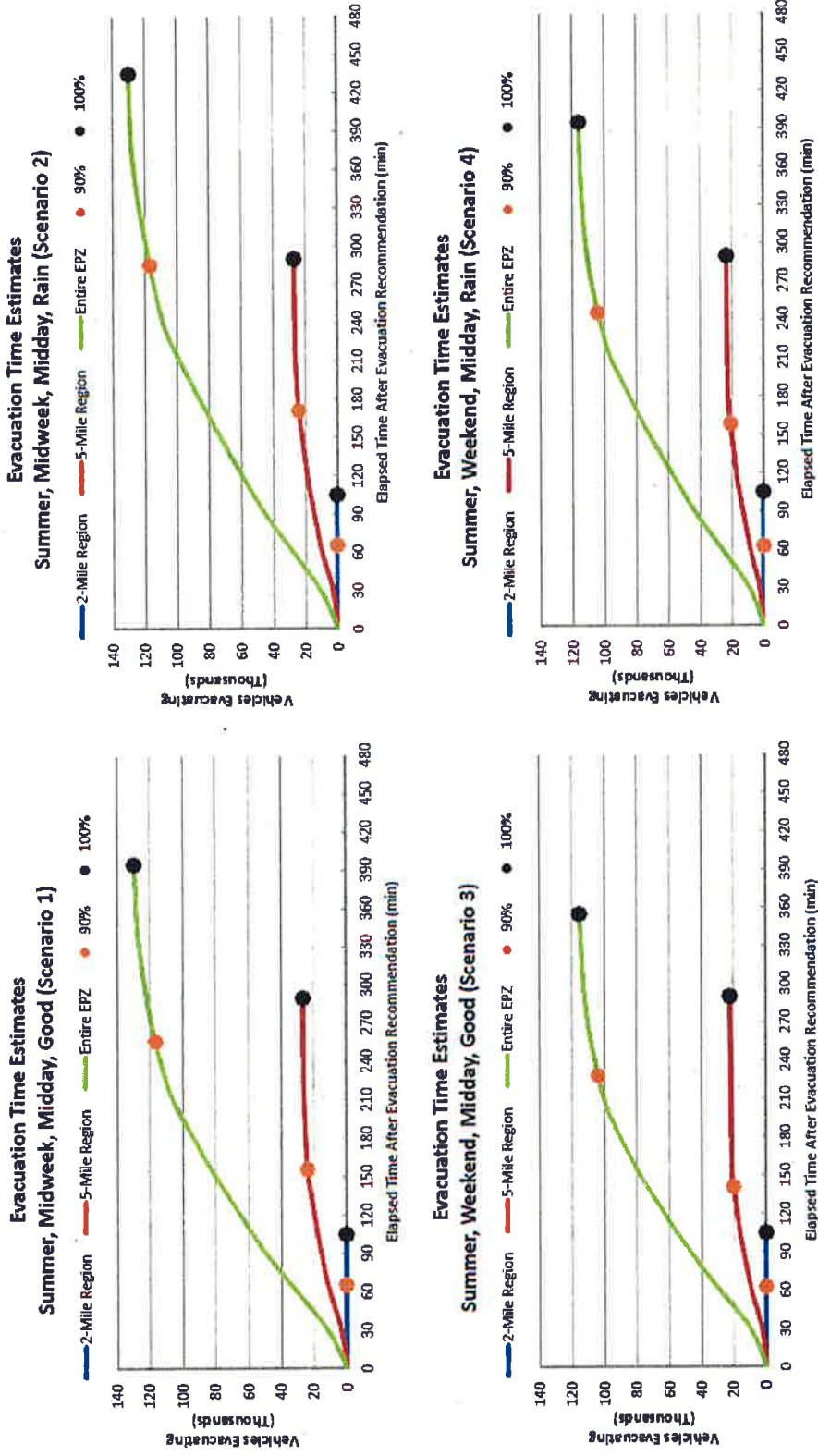


図 2.3-10 シナリオ1～4における避難完了割合の変化



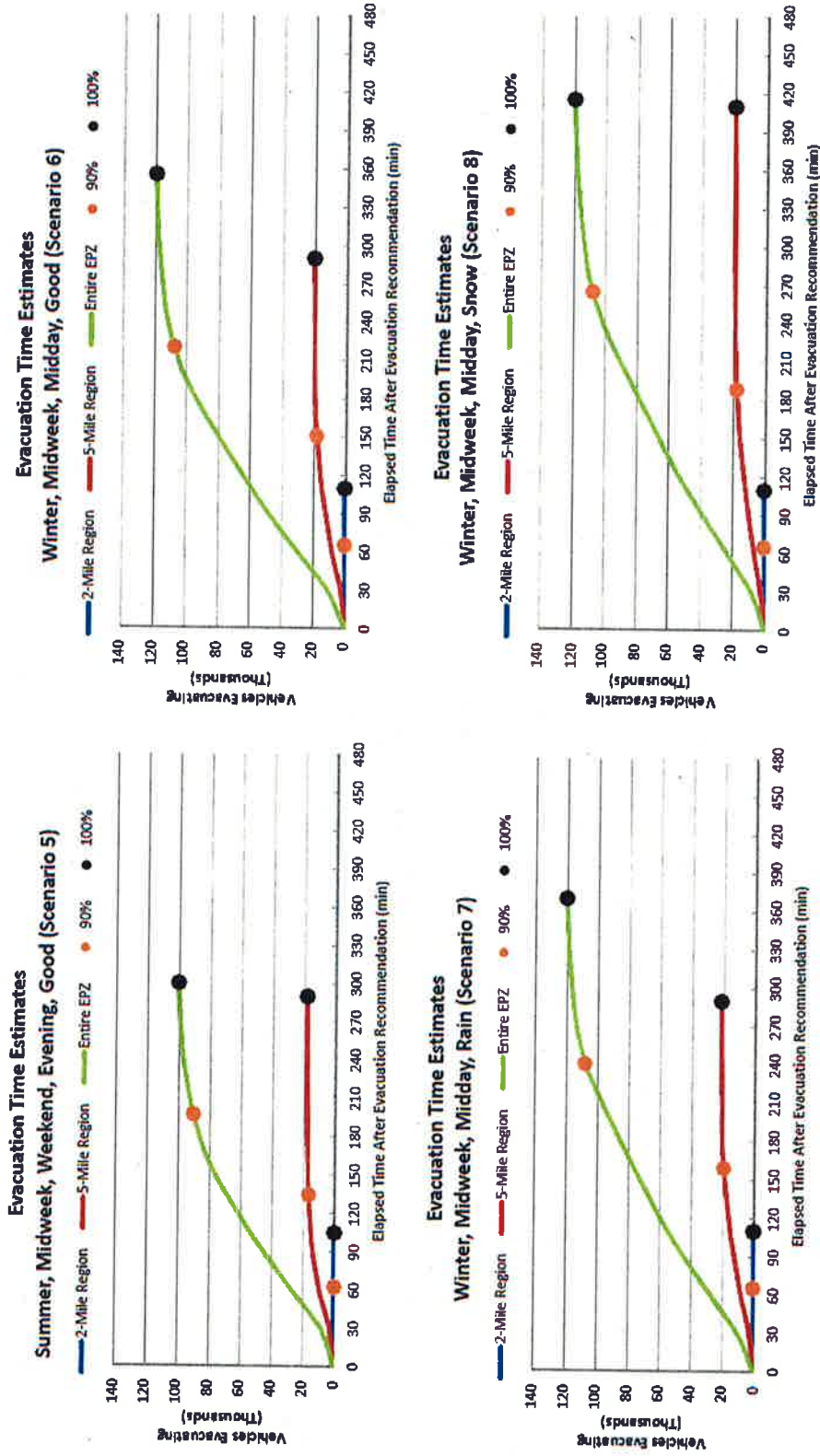


図 2.3-11 シナリオ 5～8 における避難完了割合の変化

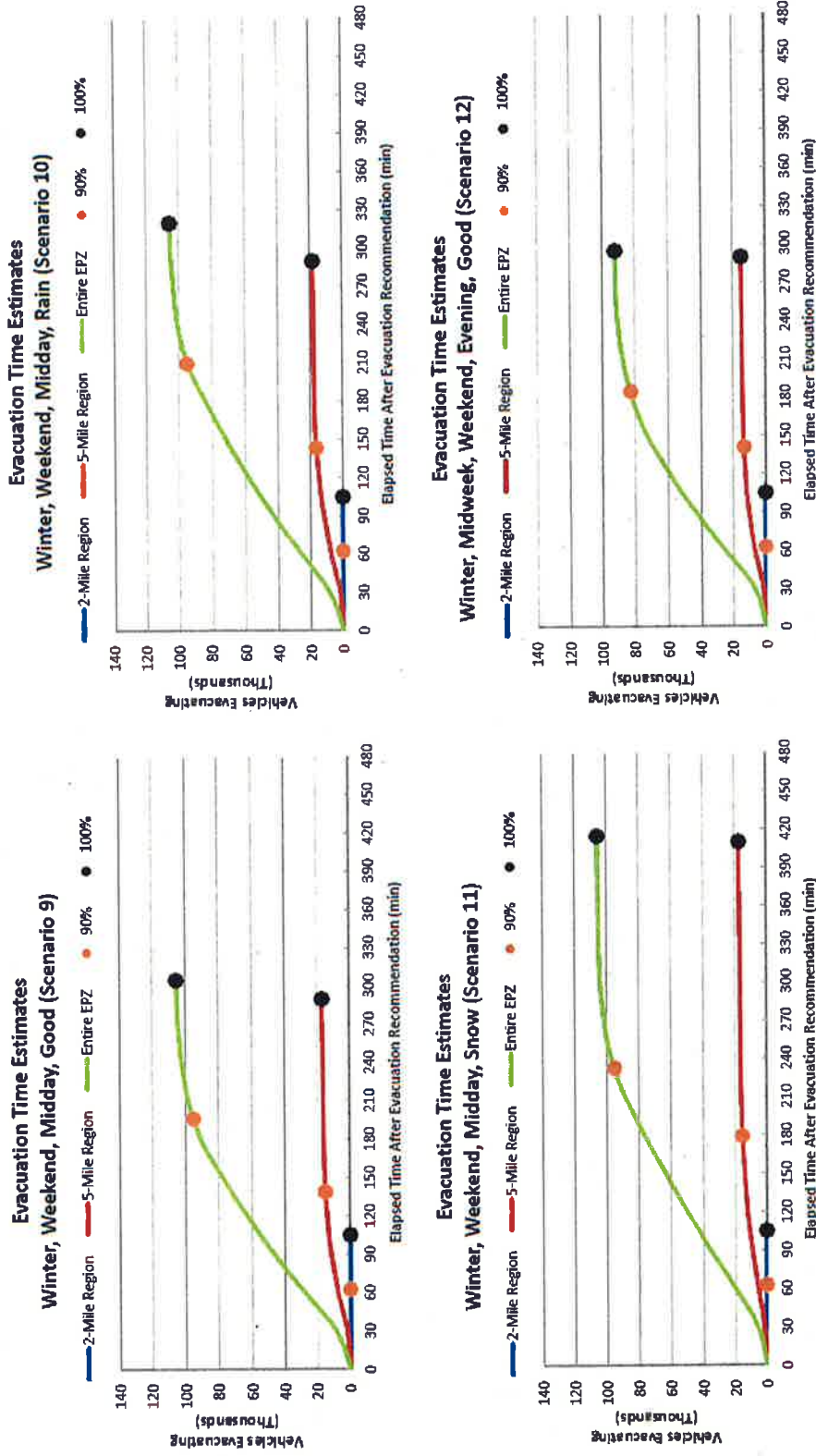


図 2.3-12 シナリオ9～12における避難完了割合の変化

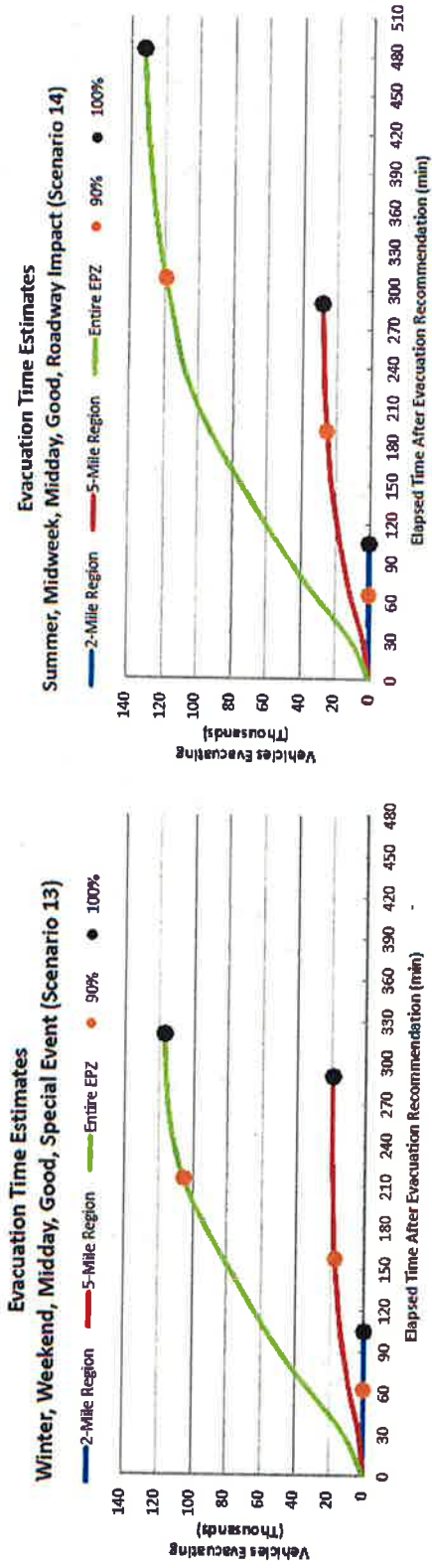


図 2-3-13 シナリオ13～14における避難完了割合の変化



## 2.4 Peach Bottom Atomic Power Station

### 2.4.1 計算条件の整理

#### (1) 避難シナリオ (Diablo Canyon Power Plant との相違点)

Peach Bottom Atomic Power Station で想定する避難シナリオを図 2.4-1 に示す。ここから、Peach Bottom Atomic Power Station では、休日シナリオで悪天候条件が設定されていないことが分かる。これは、図中の赤囲み部に示すように、悪天候条件と通常条件で避難時間に差が出ていないことから、休日悪天候条件を実施しなかったものと考えられる。

ここから、避難シナリオは想定される状況の合理性を鑑み想定されていることが分かる。

Affected ERPAs		90 Percent Evacuation of Affected Areas															
		Summer						Winter									
		Midweek Daytime		Weekend Daytime		Evening		Midweek Daytime		Weekend Daytime		Evening					
		(1)		(2)		(3)		(4)		(5)		(6)		(7)		(8)	
	Scenario:	Normal	Adverse	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Adverse	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
	Weather:																
A,D	2-mile Zone	2:00	2:05	1:55	1:55	1:55	1:55	1:55	1:55	2:10	1:55	1:45	1:45	1:45	1:45	1:45	1:45
A,B,D,E,H,J	5-mile Zone	3:00	3:05	2:45	2:45	2:45	2:45	2:45	2:45	3:00	2:50	2:35	2:35	2:35	2:35	2:35	2:35
A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K	10-mile EPZ	3:40	3:50	3:30	3:30	3:30	3:30	3:30	3:30	3:55	3:35	3:25	3:20	3:20	3:20	3:20	3:20
Evacuate 2-Mile Zone and 5 Miles Downwind																	
A,B,D,J	N,NNE,NE,ENE	2:55	3:05	2:45	2:45	2:45	2:45	2:45	2:45	3:00	2:45	2:35	2:35	2:35	2:35	2:35	2:35
A,B,D	E,ESE	3:00	3:00	2:45	2:45	2:45	2:45	2:45	2:45	3:00	2:50	2:35	2:35	2:35	2:35	2:35	2:35
A,B,D,E	SE,SSE	2:55	3:00	2:45	2:45	2:45	2:45	2:45	2:45	3:00	2:45	2:35	2:35	2:35	2:35	2:35	2:35
A,D,E	S,SSW,SW,WSW	2:40	2:45	2:35	2:35	2:35	2:35	2:35	2:35	2:45	2:30	2:20	2:20	2:20	2:20	2:20	2:20
A,D,E,H	W,WNW	2:35	2:45	2:30	2:30	2:30	2:30	2:30	2:30	2:45	2:25	2:20	2:20	2:20	2:20	2:20	2:20
A,B,D,E,H,J	NW,NNW	3:00	3:05	2:45	2:45	2:45	2:45	2:45	2:45	3:00	2:50	2:35	2:35	2:35	2:35	2:35	2:35

図 2.4-1 避難シナリオ

(2) ETE の更新

Peach Bottom Atomic Power Station は、2003 年に ETE を実施しており、2012 年はその更新にあたる。このため、前回 ETE 実施時との計算条件の比較を示している。

前回 ETE 実施時との計算条件の比較結果を図 2.4-2 に示す。

ETE Element	2003 ETE	Current study
Permanent Residents - Total population - Vehicle occupancy (persons per vehicle)	- 54,667 - Two options (1.75 and 3.0)	- 59,632 - 1.94
Transit dependent - Population estimate - Number of buses - Number of ambulances	Evacuation of transit dependent population was not addressed in 2003 study	- 5,620 (primarily Amish) - 200 bus trips - No ambulances
Transient facilities - Estimated population - Vehicle demand - Adjust for double-count	(winter day/summer weekend) - 3,664 / 5,592 - 2,668 / 2,035 - No adjustment	(winter day/summer weekend) - 2,595 / 8,288 - 2,356 / 3,347 - No adjustment
Special facilities - Estimated population - Number bus, van - Ambulance, other	(winter weekday) - 400 - 15 bus/van - Not identified	(winter weekday) - 478 - 16 buses - 28 ambulances
Schools - student population - Number of buses	(winter weekday) - 11,455 - 254 buses	(winter weekday) - 10,405 (day care included) - 225 buses
Background traffic	None	Average traffic by time of day
Shadow evacuation (assumed basis)	None	20% of resident population outside designated zones
Special event(s)	None	None
Scenarios	- Winter weekday - Winter weeknight - Summer weekend - Both normal and adverse weather for all three cases	- Weekday (winter, summer) - Weeknight (winter, summer) - Weekend (winter, summer) - Adverse weather weekday only - Staged evacuation (weekday)
Adverse weather	Snow for winter, rain for summer	Snow for winter, rain for summer
Evacuation model name and version	NetVac2	PTV Vision VISUM, VISSIM
Departure times	- Residential based on literature - Transient based on literature - Specials based on notification at alert	- Warning based on literature - Residential based on survey - Transient based on survey - Specials notified with public
Evacuation times	Estimates provided for primarily for 100%	Estimates provided for 90 and 100%

図 2.4-2 前回 ETE 実施時との計算条件の比較

2.4.2 計算結果

(1) 全体的な計算結果

計算結果は、図 2.4-3 に示すように、発災シナリオと避難シナリオを組み合わせた、一覧表で整理されている。

避難シナリオ

Affected ERPA's		90 Percent Evacuation of Affected Areas													
		Summer						Winter							
		Midweek Daytime		Weekend Daytime		Evening		Midweek Daytime		Weekend Daytime		Evening			
(1)		(2)		(3)		(4)		(5)		(6)		(7)		(8)	
Scenario:		Normal	Adverse	Normal	Adverse	Normal	Adverse	Normal	Adverse	Normal	Adverse	Normal	Adverse	Normal	Adverse
Weather:															
2-mile Zone		2:00	2:05	1:55	2:05	1:55	2:05	1:55	2:05	1:55	2:10	1:45	1:45	1:45	1:45
5-mile Zone		3:00	3:05	2:45	3:05	2:45	3:05	2:45	3:05	2:50	3:00	2:35	2:35	2:35	2:35
10-mile EPZ		3:40	3:50	3:30	3:50	3:30	3:50	3:30	3:50	3:35	3:55	3:20	3:20	3:20	3:20
Evacuate 2-Mile Zone and 5 Miles Downwind															
N,NNE,NE,ENE		2:55	3:05	2:45	3:05	2:45	3:05	2:45	3:05	2:45	3:00	2:35	2:35	2:35	2:35
E,ESE		3:00	3:00	2:45	3:00	2:45	3:00	2:45	3:00	2:50	3:00	2:35	2:35	2:35	2:35
SE,SSE		2:55	3:00	2:45	3:00	2:45	3:00	2:45	3:00	2:45	3:00	2:35	2:35	2:35	2:35
S,SSW,SW,WSW		2:40	2:45	2:35	2:45	2:35	2:45	2:35	2:45	2:30	2:45	2:20	2:20	2:20	2:20
W,WNW		2:35	2:45	2:30	2:45	2:30	2:45	2:30	2:45	2:25	2:45	2:20	2:20	2:20	2:20
NW,NNW		3:00	3:05	2:45	3:05	2:45	3:05	2:45	3:05	2:50	3:00	2:35	2:35	2:35	2:35

発災シナリオ

図 2.4-3 計算結果の一覧表

(2) 学校の避難時間

学校の避難時間については、個々の施設単位で避難時間が整理されている(図 2.4-4 参照)。

Facility	Population	Vehicles		Mobilization Time (min)	Loading Time (min)	Distance to EPZ Boundary (mi)	Outbound Travel Speed (mph)	Travel Time to EPZ Boundary (min)	ETE (min)
		#	Type						
Clermont Elem School	584	11	Bus	90	30	4	35	7	125
G. A. Smith Middle S	473	9	Bus	90	30	2	25	5	125
Quarryville Elem Sch	499	9	Bus	90	30	2	25	5	125
Solanoco High School	1339	25	Bus	90	60	1	35	2	150
Swift Middle School	519	10	Bus	90	30	4	35	7	125
Delta-Peach Bottom E.S.	374	7	Bus	90	30	14	20	42	160
Fawn Elem School	353	7	Bus	90	30	4	20	12	130
South Eastern M.S.	1076	19	Bus	90	60	4	20	12	130
Kennard-Dale H.S.	1026	19	Bus	90	60	4	20	12	130
Conowingo Elem Sch	619	12	Bus	90	30	4	40	6	125
Dublin E.S.	282	8	Bus	90	30	3	30	6	125
Harford Friends	58	4	Van	90	30	2	30	4	125
North Harford M.S.	1221	26	Bus	90	60	2	30	4	155
North Harford H.S.	1513	30	Bus	90	75	2	30	4	170
Darlington E.S.	148	5	Bus	90	30	2	30	4	125
Harford Christian Sch	488	6	Bus	90	30	4	30	8	125
North Harford Elem	544	14	Bus	90	30	2	30	4	125

図 2.4-4 学校の避難時間

(3) 社会福祉施設等の避難

社会福祉施設等については、個々の施設単位で避難時間が整理されている（図 2.4-5 参照）。

Facility	Population	Vehicles		Mobilization Time (min)	Loading Time (min)	Distance to EPZ Boundary (mi)	Outbound Travel Speed (mph)	Travel Time to EPZ Boundary (min)	ETE (min)
		#	Type						
Quarryville Presbyterian Home	369	50	Amb/Van	90	30	2	30	4	125
Country View Manor	24	2	Amb/Van	60	15	4	25	10	85

図 2.4-5 社会福祉施設等の避難時間

## 2.5 Vogtle Electric Generating Plant

### 2.5.1 計算条件の整理

#### (1) 避難シナリオ (Diablo Canyon Power Plant との相違点)

Vogtle Electric Generating Plant で想定する避難シナリオを図 2.5-1 に示す。ここから、Vogtle Site では、『Midweek and Weekend』と記された想定があるが、これは一時滞在者（観光客）を想定せず、居住者は自宅から避難すると想定したシナリオになっている。

本サイトは、Early Site Permit 状態であり、地域特有の避難性状を把握することよりも、地域全体の避難時の傾向について把握することを目的にしたものと思われる。

Scenario	Day	Time	Weather
1	Midweek	Daytime	Normal
2	Midweek	Daytime	Adverse
3	Midweek and Weekend	Night	Normal
4	Midweek and Weekend	Night	Adverse
5	Weekend	Daytime	Normal
6	Weekend	Daytime	Adverse

図 2.5-1 避難シナリオ

2.5.2 計算結果

(1) 全体的な計算結果

計算結果は、図 2.5-2 に示すように、発災シナリオと避難シナリオを組み合わせた、一覧表で整理されている。

A 避難シナリオ	IRSA	Normal Weather			Adverse Weather		
		Midweek Daytime	Midweek Weekend Evening	Weekend Daytime	Midweek Daytime	Midweek Weekend Evening	Weekend Daytime
A	2-mile ring	150	145	145	150	150	145
A, B-5, C-5, D-5, E-5, F-5	5-mile ring	180	185	190	180	185	190
All Evacuation Zones	10-mile EPZ	200	205	205	200	205	205
Evacuate 2 to 5 miles downwind							
B-5	N	130	135	165	135	140	170
B-5,C-5	NNE	135	140	165	140	145	175
C-5	NE	90	115	100	90	115	100
D-5	ENE	125	135	125	130	135	125
D-5,E-5	E	140	145	140	140	145	140
E-5,F-5	ESE	150	165	165	150	170	170
F-5	SE	140	145	140	140	150	140
F-5	SSE	140	145	140	140	150	140
F-5	S	140	145	140	140	150	140
-	SSW	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
-	SW	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
-	WSW	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
-	W	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
B-5	WNW	130	135	165	135	140	170
B-5	NW	130	135	165	135	140	170
B-5	NNW	130	135	165	135	140	170
Evacuate 2-mile zone and 5 miles downwind							
A,B-5	N	155	155	170	155	155	175
A,B-5,C-5	NNE	155	165	170	160	160	175
A,C-5	NE	150	150	145	155	150	150
A,D-5	ENE	155	150	150	165	165	150
A,D-5,E-5	E	160	165	160	160	165	165
A,E-5,F-5	ESE	165	175	175	170	175	175
A,F-5	SE	160	165	165	160	165	165
A,F-5	SSE	160	165	165	160	165	165
A,F-5	S	160	165	165	160	165	165

図 2.5-2 計算結果の一覧表

(2) 学校の避難時間

学校の避難時間については、個々の施設単位で避難時間が整理されている（図 2.5-3 参照）。

School Name	Outbound Travel Speed	Travel Time to EPZ Boundary	Bus Queue Length	ETE
Lord's House of Praise Christian School	14 mph	6 min	100 ft	55 min

図 2.5-3 学校の避難時間

(3) 公共交通機関に依存する人口

公共交通機関に依存する人口（いわゆる交通弱者）については、個々の施設単位で避難時間が整理されている（図 2.5-4 参照）。

Transit Dependent Vehicle Category	ETE
Special Equipped Vehicle	50 min
School Bus/Standard Van	55 min
Ambulance	50 min

図 2.5-4 公共交通機関に依存する人口の避難時間



### 3 米国 ETE の整理

#### 3.1 米国における計算条件の整理

2.1 節～2.5 節に示したように、今回調査した5つのサイトでは、想定避難シナリオに大きな相違は見られなかった。そこで、5つのサイトで想定されている避難シナリオを、付録1の表 3.2-2 に基づき整理を行った（表 3.1-1 参照）。

表 3.1-1 米国シナリオの国内シナリオ整理フォーマットによる整理

サイト	Diablo Canyon Power Plant	Indian Point Energy Center	Surry Power Station	Peach Bottom Atomic Power Station	Vogtle Electric Generating Plant
季節	夏/冬	夏/冬	夏/冬	夏/冬	夏/冬
曜日	平日/休日	平日/休日	平日/休日	平日/休日	平日/休日
時間帯	昼間/夜間	昼間/夜間	昼間/夜間	昼間/夜間	昼間/夜間
天候	晴天/雨/降雪	晴天/雨/降雪	晴天/雨/降雪	晴天/雨/降雪	晴天/雨
人口	国勢調査に基づく	国勢調査に基づく	国勢調査に基づく	国勢調査に基づく	国勢調査に基づく
信号設定	サイクル長(青⇒黄色⇒赤の一連のサイクルに要する時間)等を考慮 初期の避難指示覚知から2時間以内に停止するものと仮定	サイクル長(青⇒黄色⇒赤の一連のサイクルに要する時間)等を考慮 初期の避難指示覚知から2時間以内に停止するものと仮定	サイクル長(青⇒黄色⇒赤の一連のサイクルに要する時間)等を考慮 初期の避難指示覚知から2時間以内に停止するものと仮定	サイクル長(青⇒黄色⇒赤の一連のサイクルに要する時間)等を考慮 初期の避難指示覚知から2時間以内に停止するものと仮定	サイクル長(青⇒黄色⇒赤の一連のサイクルに要する時間)等を考慮 初期の避難指示覚知から2時間以内に停止するものと仮定
一時滞在需要	就労/観光	就労/観光	就労/観光	就労/観光	就労/観光

サイト	Diablo Canyon Power Plant	Indian Point Energy Center	Surry Power Station	Peach Bottom Atomic Power Station	Vogtle Electric Generating Plant
交通誘導	主要な交差点(コントロールポイント)での誘導を考慮	主要な交差点(コントロールポイント)での誘導を考慮	主要な交差点(コントロールポイント)での誘導を考慮	主要な交差点(コントロールポイント)での誘導を考慮	主要な交差点(コントロールポイント)での誘導を考慮
スクリーニング	扱いなし	扱いなし	扱いなし	扱いなし	扱いなし
避難所までの移動	扱いなし	扱いなし	扱いなし	扱いなし	扱いなし
公共交通機関	扱いなし	扱いなし	扱いなし	扱いなし	扱いなし
バス利用準備時間	想定あり	想定あり	想定あり	想定あり	想定あり
避難行動要支援者	社会福祉施設等の取扱いあり	社会福祉施設等の取扱いあり	社会福祉施設等の取扱いあり	社会福祉施設等の取扱いあり	扱いなし
段階的避難	一部、2mile圏住民の90%が避難を完了した後、6mile圏が避難を行う想定あり	一部、2mile圏住民の90%が避難を完了した後、5mile圏が避難を行う想定あり	一部、2mile圏住民の90%が避難を完了した後、5mile圏が避難を行う想定あり	一部、2mile圏住民の90%が避難を完了した後、EPZが避難を行う想定あり	一部、2mile圏住民の90%が避難を完了した後、5mile圏が避難を行う想定あり
影の避難割合	20%	20%	20%	20%	10%~15%
避難準備時間	対象地区に居住する住民へのアンケート調査に基づき想定	対象地区に居住する住民へのアンケート調査に基づき想定	対象地区に居住する住民へのアンケート調査に基づき想定	対象地区に居住する住民へのアンケート調査に基づき想定	対象地区に居住する住民へのアンケート調査に基づき想定

サイト	Diablo Canyon Power Plant	Indian Point Energy Center	Surry Power Station	Peach Bottom Atomic Power Station	Vogtle Electric Generating Plant
自家用車利用率	国勢調査、対象地区に居住する住民へのアンケート調査に基づき想定	国勢調査、対象地区に居住する住民へのアンケート調査に基づき想定	国勢調査、対象地区に居住する住民へのアンケート調査に基づき想定	国勢調査、対象地区に居住する住民へのアンケート調査に基づき想定	国勢調査、対象地区に居住する住民へのアンケート調査に基づき想定
乗車人数	世帯当たり人数、世帯当たりの持ち出し台数から一台当たりの乗車人数を推定	世帯当たり人数、世帯当たりの持ち出し台数から一台当たりの乗車人数を推定	世帯当たり人数、世帯当たりの持ち出し台数から一台当たりの乗車人数を推定	世帯当たり人数、世帯当たりの持ち出し台数から一台当たりの乗車人数を推定	世帯当たり人数、世帯当たりの持ち出し台数から一台当たりの乗車人数を推定
特別な行事	考慮する	想定あり	想定あり	想定あり	扱いなし
道路インパクト	交通容量の大きい避難経路の障害を想定	想定あり	想定あり	想定あり	扱いなし

3.2 国内 ETE との比較

Diablo Canyon Power Plant ETE で想定されている計算条件と、国内の想定条件を比較した (表 3.2-1 参照)

表 3.2-1 米国 ETE 条件と国内 ETE 条件の比較

米国 (Diablo Canyon Power Plant)		日本		備考
項目	概要	項目	概要	
Resident Population Basis	ArcGIS Software using 2010 US Census blocks; area ratio method used. Population = 147,221	居住者情報	以下が使用されている。 ● 国勢調査情報 ● 住民登録情報	日米に大きな相違無し。
Resident Population Vehicle Occupancy	2.3 persons/household, 1.3 evacuating vehicles/household yielding: 1.77 persons/vehicle.	自家用車使用率	以下が使用されている。 ● 所定の乗車人数 ● 世帯一台避難	日米に大きな相違無し。
Employee Population	Employee estimates based on information obtained from the US Census Bureau Longitudinal Employer - Household Dynamics, and data provided by PG&E. 1.08 employees per vehicle based on telephone survey results. Employees = 18,054 (Winter Midweek Midday)	大規模事業者の従業員 (一時滞在者)	一部自治体では考慮されている (従業員数 = 車両台数)。	日米に大きな相違無し。

米国 (Diablo Canyon Power Plant)		日本		備考
項目	概要	項目	概要	
Transit - Dependent Population	<p>Estimates based upon U.S. Census data and the results of the telephone survey. A total of 3,402 people who do not have access to a vehicle, requiring 114 buses to evacuate. An additional 553 homebound special needs persons needed special transportation to evacuate (426 required a bus, 117 required a wheelchair - accessible vehicle, and 10 required an ambulance).</p>	公共交通機関に依存する人口	一定の試算方法に基づき、公共交通機関に依存する人口を推定し、必要数のバスを運行するシミュレーションを実施。	日米に大きな相違無し。
Transient Population	<p>Transient estimates based upon information provided about transient attractions in EPZ.                      Transients = 30,935 Summer Weekend Middyay)</p>	一時滞在者	観光統計などから季節ごとの入込量を推定。	日米に大きな相違無し。

米国 (Diablo Canyon Power Plant)		日本		備考
項目	概要	項目	概要	
Special Facilities Population	Special facility population based on information provided by county and local agencies within the EPZ. Current census = 8,777 Buses Required = 98 Wheelchair Bus Required = 83 Ambulances Required = 17	社会福祉施設等への入所者	一部自治体では、福祉車両を想定した避難、施設した避難、バスを想定した避難、施設した避難、施設した避難が検討されている。	日米に大きな相違無し。
School Population	School population based on information provided by the county and California Polytechnic State University. School enrollment = 50,863 Buses required = 412	学童の数	教育委員会資料などから推定されている。	日米に大きな相違無し。
Voluntary evacuation from within EPZ in areas outside region to be evacuated	20 percent of the population within the EPZ, but not within the Evacuation Region (see Figure 2 - 1)	自主的な避難 (UPZ内)	0～100%の範囲でのパラメータサーベイが実施されている。	国内 ETE は自主的な避難を厚く取り扱っている。また、その割合は、東京電力福島原子力発電所事故の避難を踏まえた値を設定するため、米国より高めの値が設定されることが多い。

米国 (Diablo Canyon Power Plant)		日本		備考
項目	概要	項目	概要	
Shadow Evacuation	20% of people outside of the EPZ within the Shadow Region	自主的な避難 (UPZ外)	一部の自治体では、UPZ外での自主避難率をUPZ内の1/2と設定するなどの検討がなされている。	国内 ETE は自主的な避難を厚く取り扱っている。また、その割合は、東京電力福島原子力発電所事故の避難を踏まえた値を設定するため、米国より高めの値が設定されることが多い。
Roadway Geometric Data	Field surveys conducted in November 2010. Roads and intersections were video archived. Road capacities based on 2010 HCM.	道路網データ	多くの自治体では、デジタル道路地図をベーススデータとして用いている。	日米に大きな相違無し。
School Evacuation	Direct evacuation to designated Public School Relocation Center.	学校避難	学校を起点としたバス避難、学校を起点とした乗用車避難（家族以外の車両を想定）など、幾つかのシナリオが検討されている。	日米に大きな相違無し。
Ridesharing	50 percent of transit - dependent persons will evacuate with a neighbor or friend.	乗り合い	一部の県では、自家用車使用割合の低下条件を、乗り合いによる車両数の低下と想定している。	日米に大きな相違無し。



米国 (Diablo Canyon Power Plant)		日本		備考
項目	概要	項目	概要	
Trip Generation for Evacuation	Based on residential telephone survey of specific pre - trip mobilization activities: Residents with commuters returning leave between 30 and 270 minutes. Residents without commuters returning leave between 15 and 210 minutes. Employees and transients leave between 15 and 120 minutes. All times measured from the Evacuation Order.	避難準備時間	国内 ETE では、以下の2種が想定されている。 ● 準備時間終了後に避難指示が発出されると想定 (一斉避難) ● 一定の時間幅の中で、均等に避難が開始される	米国 ETE の準備時間は、立地住民へのアンケートに基づく。これに対し、国内 ETE では、東京電力福島原子力発電所事故の避難を踏まえ、準備時間を2時間以内と想定する事例や、発災から避難指示までの時間遅れを想定し、一斉避難とする事例としている。
Weather	Normal or Rain. The capacity and free flow speed of all links in the network are reduced by 10% in the event of rain.	悪天候	国内 ETE では、悪天候による速度低下を 10%~35%の間で見積もっている。	日米に大きな相違無し。
Special Events	July 4th Fireworks Show, occurs once a year at Avila Beach, Pismo Beach Pier, and Morro Bay Harbor. Special Event Population = 134,130 additional transients	特別な行事	UPZ 内で開催される行事が検討されている。	日米に大きな相違無し。

米国 (Diablo Canyon Power Plant)		日本		備考
項目	概要	項目	概要	
Evacuation Cases	26 Regions (central sector wind direction and each adjacent sector technique used) and 12 Scenarios producing 364 unique cases.	計算条件数	国内 ETE では、数十ケース～数百ケースが実施されている。	国内 ETE では、パラメータサーベイを実施する自治体と、個別のケースを複数実施する自治体に分かれている。
Evacuation Time Estimates Reporting	ETE reported for 90th and 100th percentile population. Results presented by Region and Scenario.	避難時間	国内 ETE では、90%ETE と 100%ETE が併記される事例が多い。また、避難時間としては、PAZ 避難ではなく、UPZ 全域の避難時間とする事例が多い。	表記方法 (90%ETE と 100%ETE) に、日米に大きな相違無し。 ただし、避難対象範囲の考え方は、米国はセクター避難を想定しており、全方位避難を基本とする我が国とは大きく異なる。
Evacuation Time Estimates for the entire EPZ (100th percentile)	Winter Weekday Midday, Good Weather: 10:15	UPZ 全域一斉避難	全ての国内 ETE で実施している。	日米に大きな相違無し。

付録資料 4 【国内 ETE の計算条件及び計算結果の関係の整理】

1 PAZ 住民の UPZ 退避時間

本業務では、付属資料 1 で整理した計算条件、付属資料 2 で整理した計算結果をもとに、計算条件が、PAZ 住民が UPZ 外に移動するまでの時間（以下、『移動時間』と記す。）に与える影響を整理した。

このため PAZ 住民が UPZ 外に移動するまでの時間を整理可能な県として、Pref.01、Pref.02、Pref.04、Pref.05、Pref.06、Pref.09、Pref.11、Pref.14、Pref.15 を取り扱い対象とした。

1.1 Pref.01 の計算結果の整理

Pref.01 は、影の避難割合を 20%、40%、60%、100% とした避難シミュレーションを実施している。図 1.1-1 に示すように、影の避難割合が高くなることで、PAZ 住民の UPZ 退避に時間を要している。

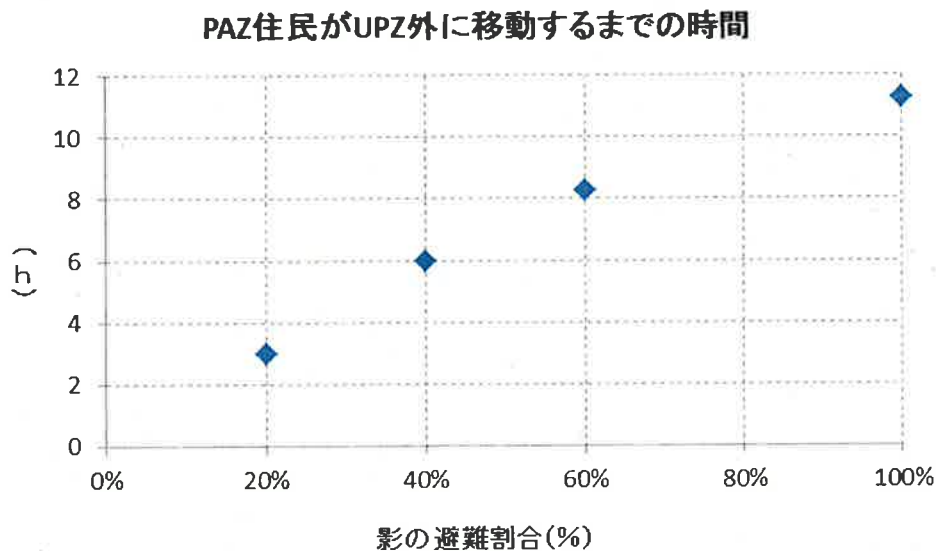


図 1.1-1 影の避難割合が PAZ 住民の UPZ 外への移動時間に与える影響

図 1.1-2 から、悪天候条件が標準条件よりも早い時間となっている。これは、Pref.01 では悪天候条件では、影の避難割合として 20% を想定していることによる。

ここから、Pref.01 では、悪天候の影響と比較し、影の避難割合の影響の方が大きいことが示されている。

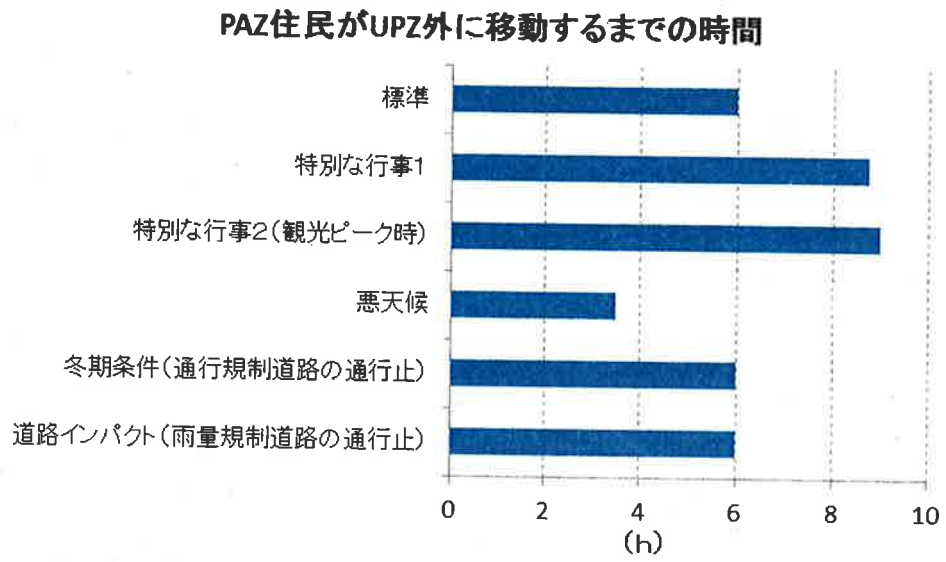


図 1.1-2 特別な条件が PAZ 住民の UPZ 外への移動時間に与える影響

### 1.2 Pref.02 の計算結果の整理

Pref.02 の ETE では、影の避難割合のパラメータサーベイを行わず、避難に影響を与える条件を複数評価している。まず、人口分布が移動時間に与える影響を図 1.2-1 に示す。ここから、休日条件は、一時滞在者（観光客）の影響により移動時間が伸びている。また、冬期条件では冬期道路閉鎖などの影響もあり、移動時間が休日、平日条件とも増加している。

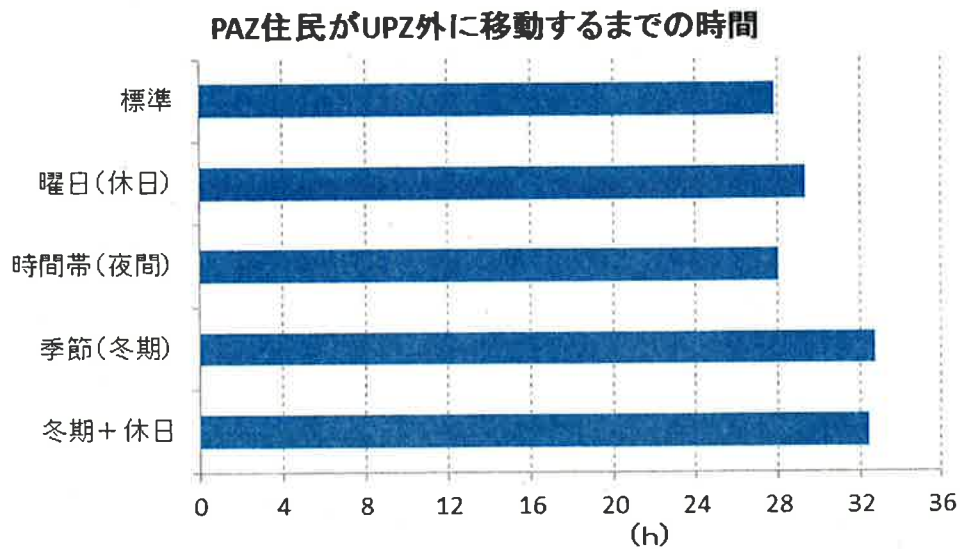


図 1.2-1 人口分布が移動時間に与える影響

次に、移動時間を短縮するための対策の評価を図 1.2-2 に示す。ここから、移動時間短縮の効果がみられる対策と、効果がみられない対策があることが示されている。効果の見える対策は、車両数の低減を想定するもの、及び、交通容量の増加も見込むものであることから、移動時間の短縮には、車両数の低減、交通容量の拡大が効果的であることが示されている。

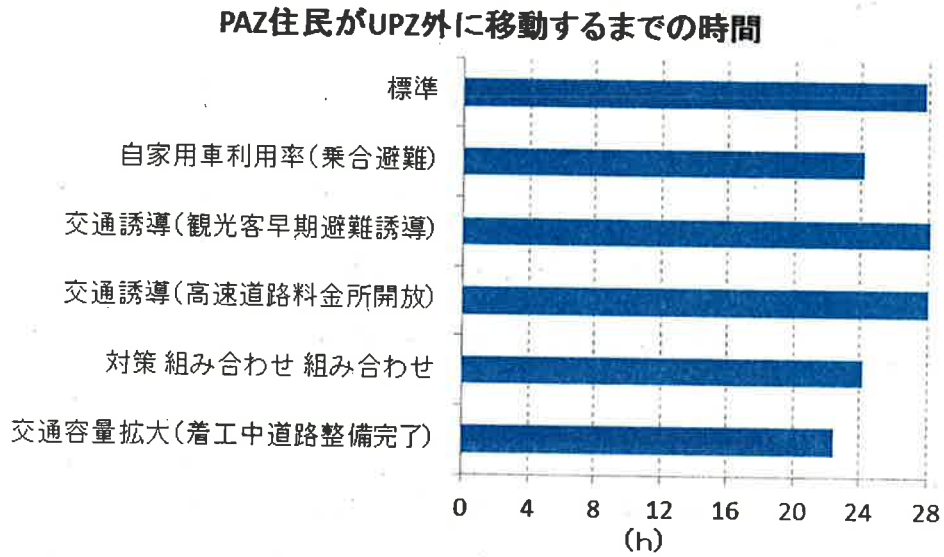


図 1.2-2 移動時間を短縮するための対策の評価

最後に、避難に影響を与える事象の評価結果を図 1.2-3 に示す。ここから、Pref.02 では道路インパクトより、特別な行事の方が、影響度が大きいことが示されている。

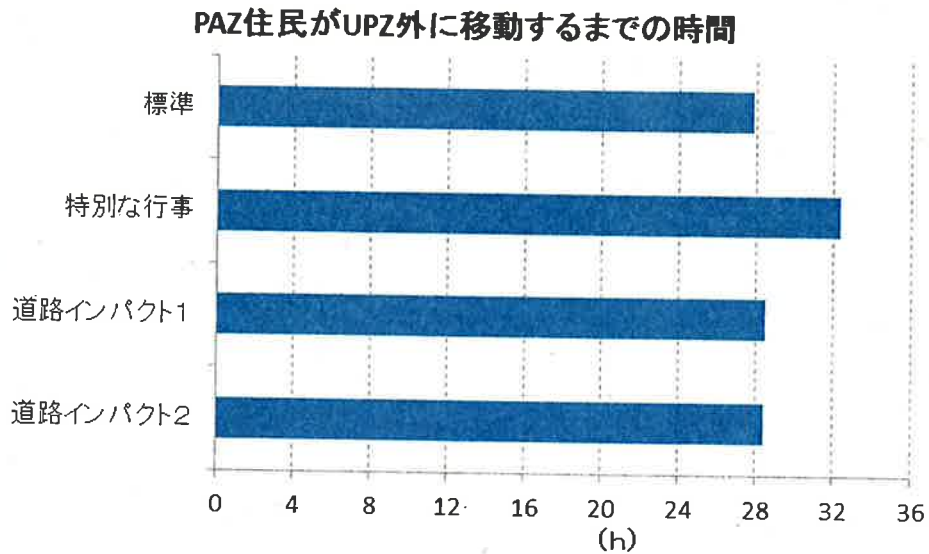


図 1.2-3 避難に影響を与える事象の評価

### 1.3 Pref.04 の計算結果の整理

Pref.04 は、影の避難割合を20%、40%、60%、100%とするパラメータサーベイを、通常条件、道路インパクト条件、観光ピーク条件で実施している。さらに、これらのパラメータサーベイは、PAZ⇒UPZ、PAZ⇒20km⇒UPZ、地区毎の計画的避難 の3種の段階的避難について検討されている<sup>1</sup>。

以下、夏期昼間条件における避難割合を図 1.3-1 に、夏期夜間条件における避難割合を図 1.3-2 に、冬期昼間条件における避難割合を図 1.3-3 に、冬期夜間条件における避難割合を図 1.3-4 に示す。

図 1.3-1～図 1.3-4 より、段階的避難の方法により、PAZ 住民が UPZ 外に移動するまでの時間に差が見られない。また、季節条件、時間帯条件により影の避難の影響の出方に多少の差異は見られるものの、

影の避難割合が増加するにつれ、移動時間は概ね増加していることが示されている。

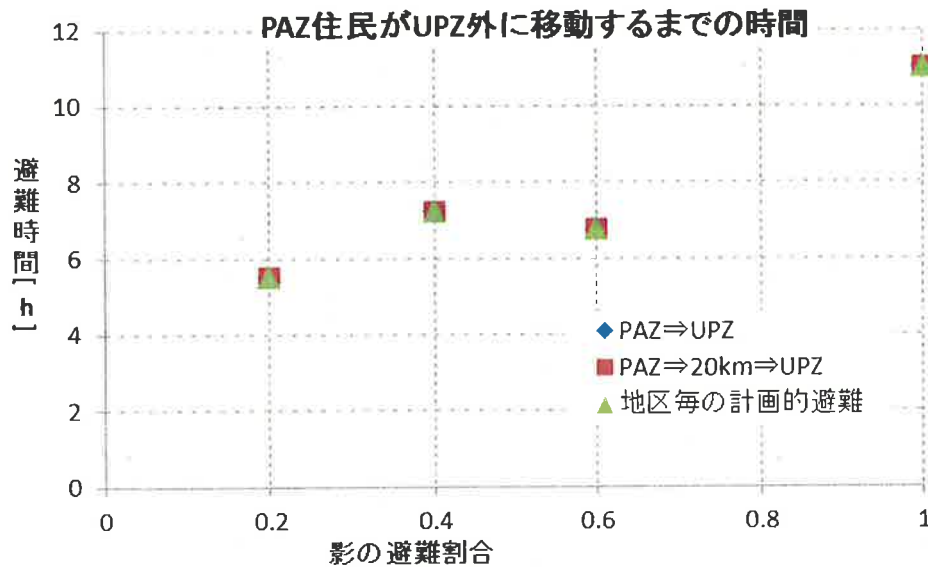


図 1.3-1 夏期昼間条件において影の避難割合が PAZ 住民の UPZ 外への移動時間に与える影響

<sup>1</sup> それぞれの段階的避難の具体的な内容は、付録資料1 表 3.2-1 を参照



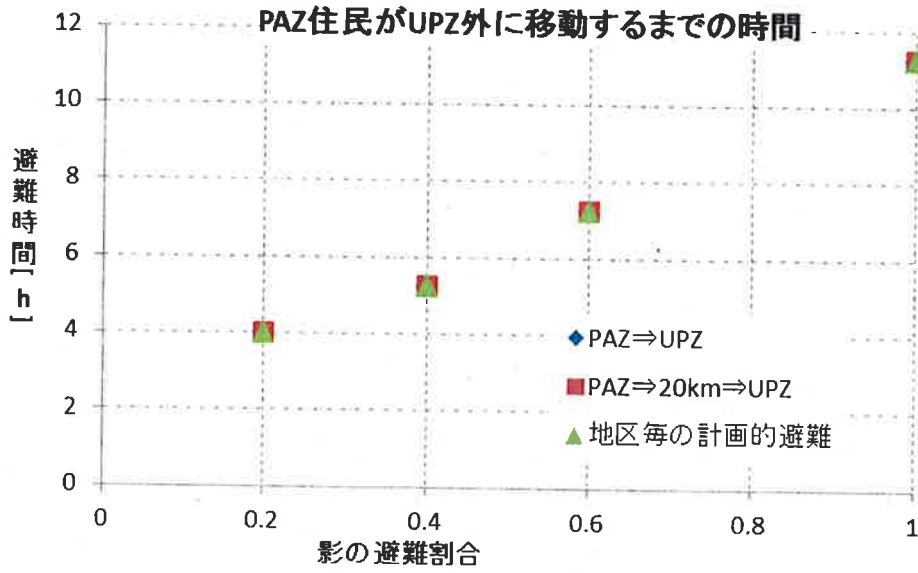


図 1.3-2 夏期夜間条件において影の避難割合が PAZ 住民の UPZ 外への移動時間に与える影響

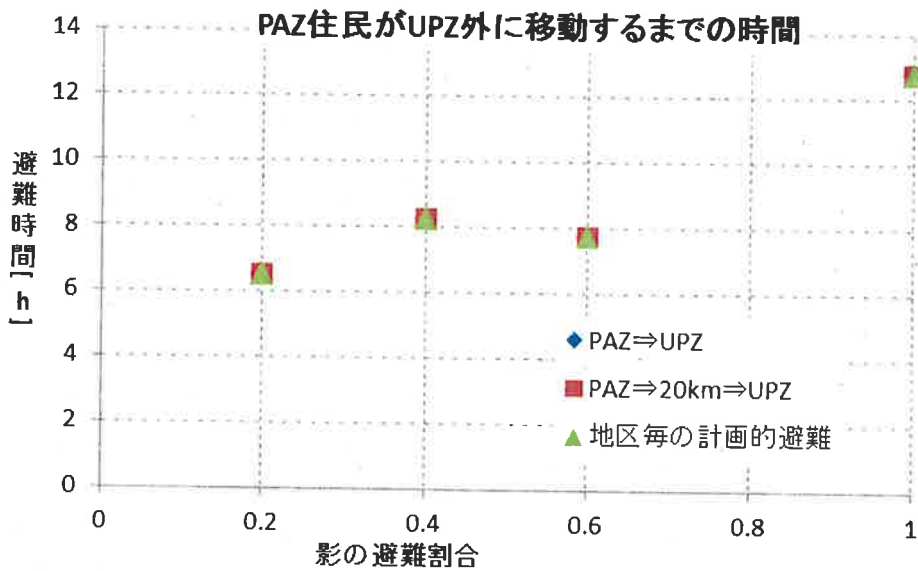


図 1.3-3 冬期昼間条件において影の避難割合が PAZ 住民の UPZ 外への移動時間に与える影響

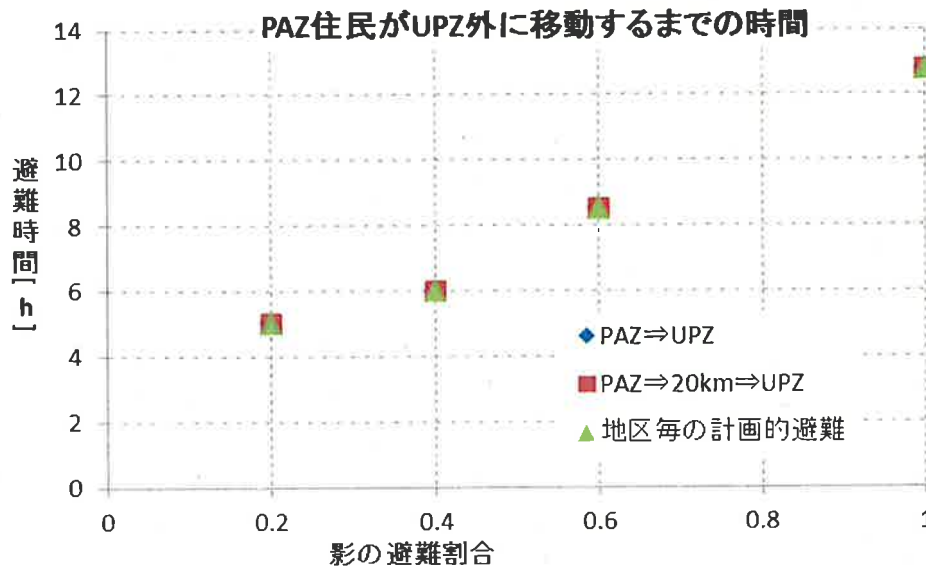


図 1.3-4 冬期夜間条件において影の避難割合が PAZ 住民の UPZ 外への移動時間に与える影響

Pref.04 では、夏期昼間における道路インパクト条件を 3 種想定している（それぞれ、道路インパクト 1、道路インパクト 2、道路インパクトと記す）。それぞれの道路インパクト想定において、影の避難が移動時間に与える影響を図 1.3-5～図 1.3-7 に示す。ここから、道路インパクト条件においても、影の避難割合が増加するにつれ、移動時間が増加していること。

また、図 1.3-1 と図 1.3-5～図 1.3-7 の比較から、影の避難割合が低い場合、道路インパクトの影響が大きくなっているが<sup>2</sup>、影の避難割合が高くなるにつれ、その影響は小さくなることが示されている。

ここから Pref.04 では影の避難の影響は、想定した道路インパクトより、大きいことが示されている。

<sup>2</sup> 標準条件では影の避難が 20% の際の避難時間は 4 時間以上であるが、道路インパクト条件では 6 時間以上となっている（2 時間の増加）。これに対し、影の避難割合が 100% の場合、避難時間に大きな差は見られない。

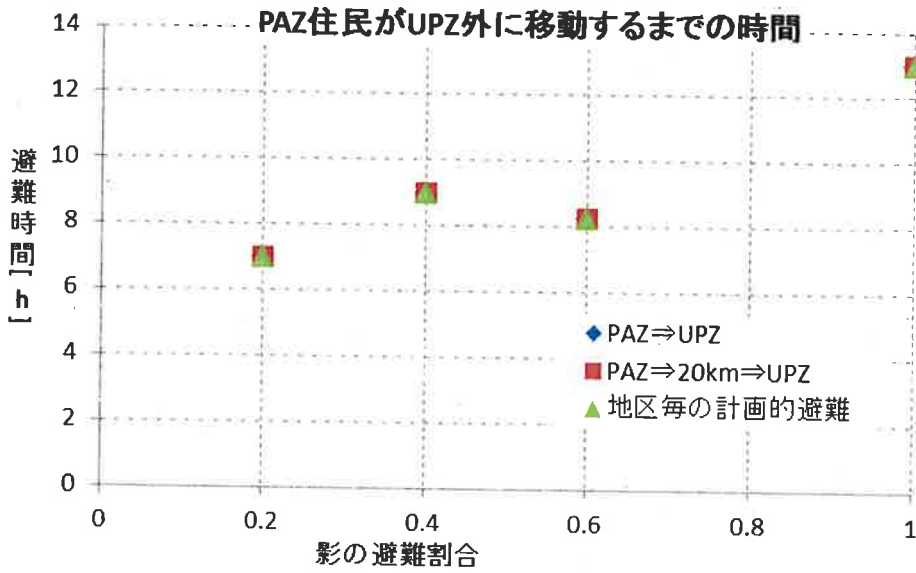


図 1.3-5 道路インパクト条件1において影の避難割合が PAZ 住民の UPZ 外への移動時間に与える影響

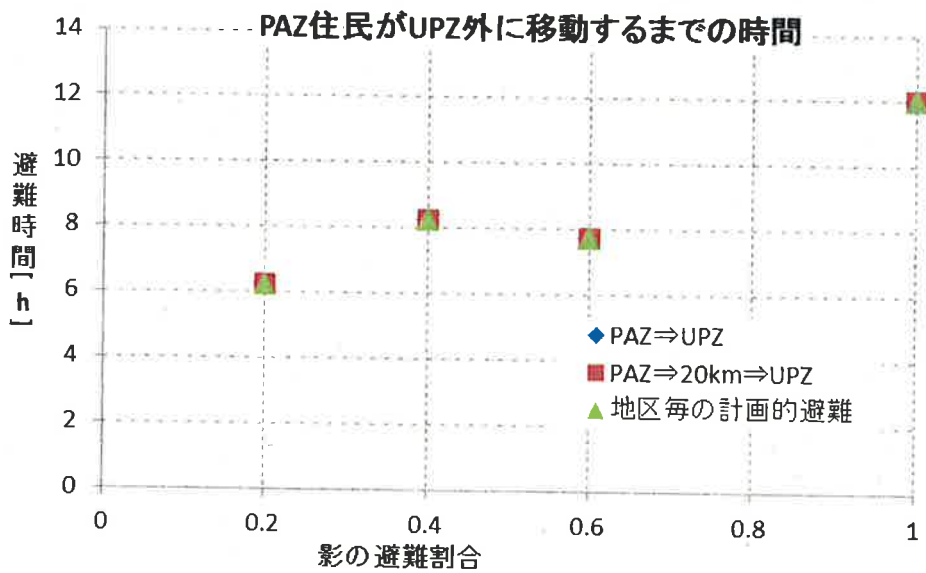


図 1.3-6 道路インパクト条件3において影の避難割合が PAZ 住民の UPZ 外への移動時間に与える影響

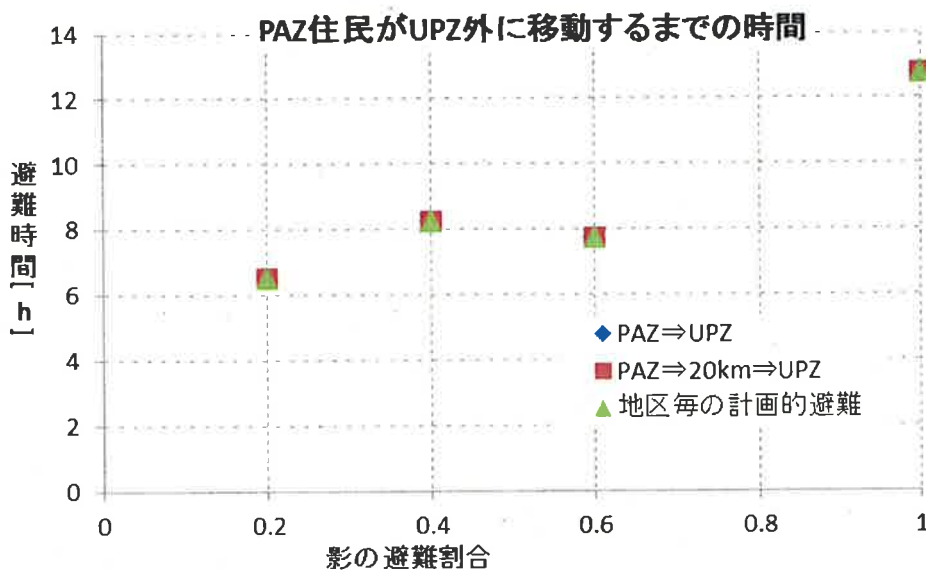


図 1.3-7 道路インパクト条件 2 において影の避難割合が PAZ 住民の UPZ 外への移動時間に与える影響

最後に、観光ピーク条件を想定する場合の、影の避難が移動時間に与える影響を、昼間条件を想定したものを図 1.3-8 に、夜間条件を想定したものを図 1.3-9 に示す。ここから、観光ピーク条件においては、影の避難割合の増加影響がより顕著になることが示されている。

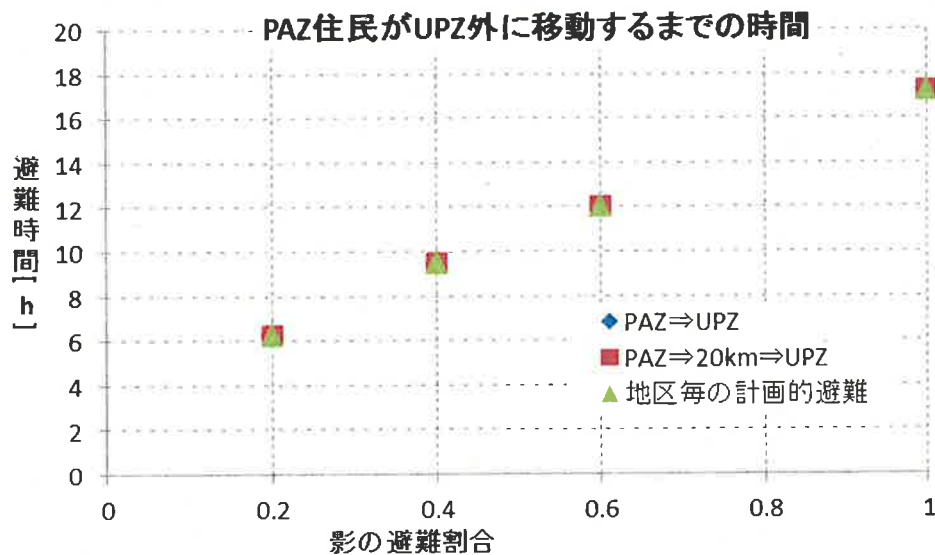


図 1.3-8 観光ピーク条件において影の避難割合が PAZ 住民の UPZ 外への移動時間に与える影響（昼間条件）

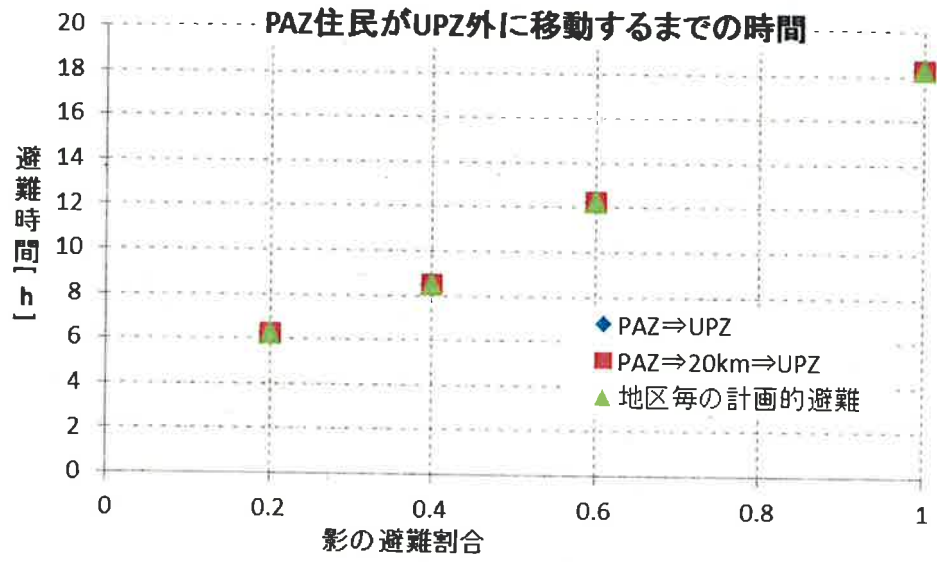


図 1.3-9 観光ピーク条件において影の避難割合が PAZ 住民の UPZ 外への移動時間に与える影響 (夜間条件)

### 1.4 Pref.05 の計算結果の整理

Pref.05 は、県内に複数のサイトがあり、それぞれのサイトについて、影の避難割合を20%、40%、60%、100%とするパラメータサーベイを実施している（図 1.4-1 参照）。

ここから、いずれのサイトにおいても影の避難割合が増加するにつれ、移動時間が増加していることが示されている。

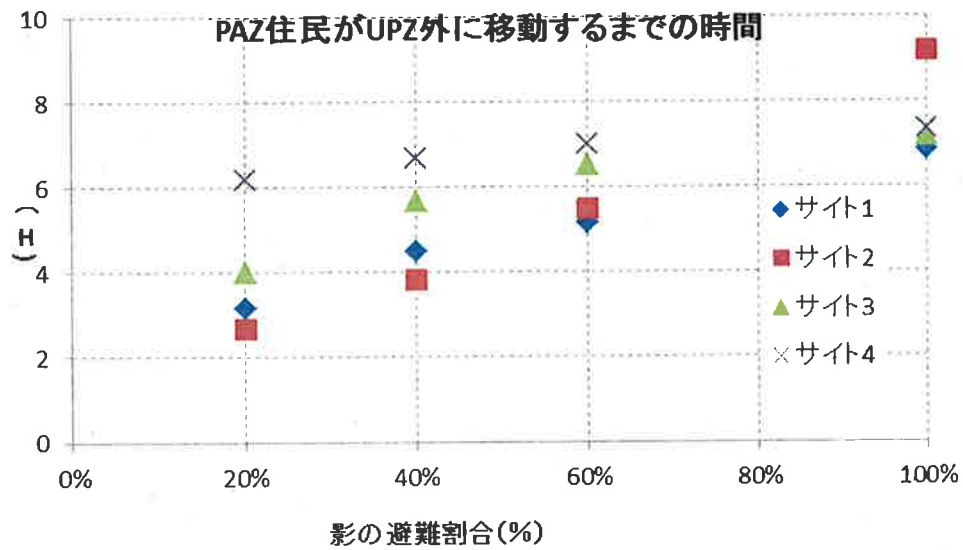


図 1.4-1 影の避難割合が PAZ 住民の UPZ 外への移動時間に与える影響

なお、影の避難割合を40%と固定し、自家用車利用率を50%から95%の範囲で変動させた計算結果を図 1.4-2 に示す。ここから、影の避難を40%と見込む場合、自家用車利用率は、PAZの移動時間に大きな影響を与えないことが示されている。

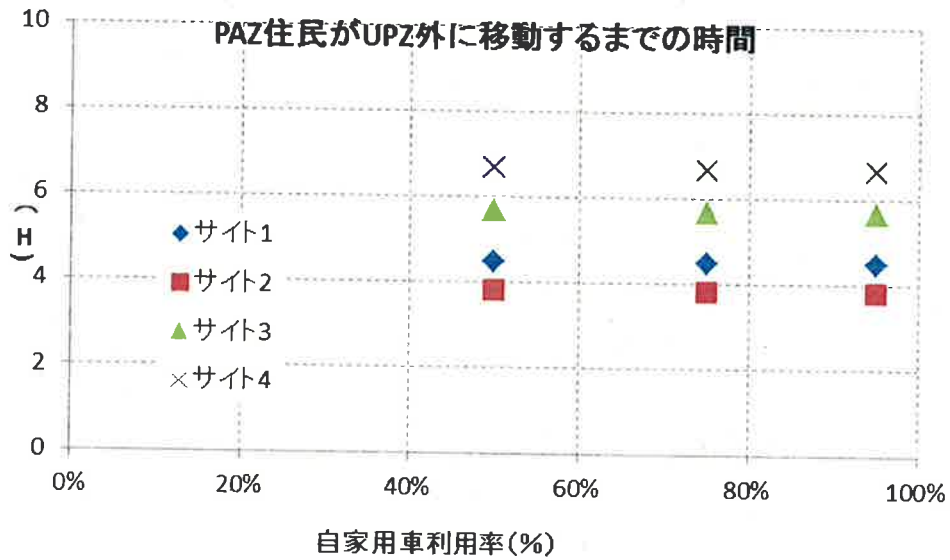


図 1.4-2 自家用車利用率が PAZ 住民の UPZ 外への移動時間に与える影響

1.5 Pref.06 の計算結果の整理

Pref.06 は、影の避難割合を 0%、20%、40%、60%、80%、100%とした評価を実施している。図 1.5-1 に示したように、影の避難割合が高くなることで、PAZ 住民の UPZ 外への移動に時間を要しているが、増加の割合は緩やかとなっている。

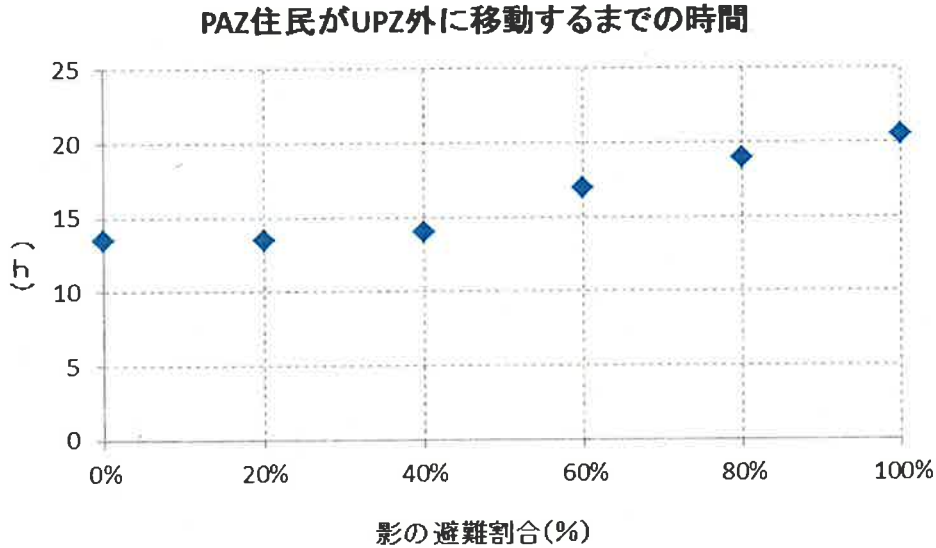


図 1.5-1 影の避難割合が PAZ 住民の UPZ 外への移動時間に与える影響

また、特別なイベントや道路インパクトなど、特別な条件が PAZ 住民の UPZ 退避に与える影響を図 1.5-2 に示す。ここから、Pref.06 では高速道の使用不可が最も大きな影響を与えることが示されている。

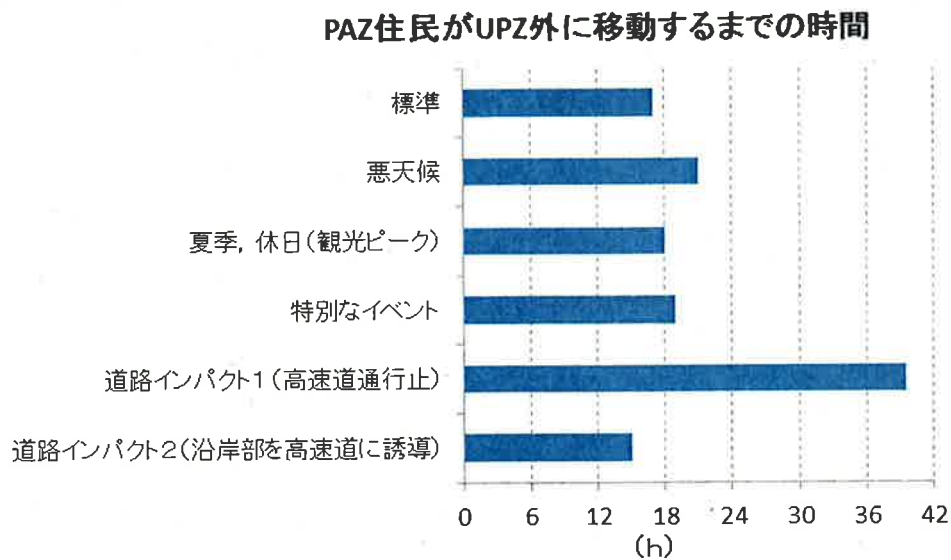


図 1.5-2 特別な条件が PAZ 住民の UPZ 外への移動時間に与える影響



### 1.6 Pref.09 の計算結果の整理

Pref.09 は、異なる段階的避難方法について<sup>3</sup>、影の避難割合を 20%、60%、100%とした避難シミュレーションを実施している。段階的避難 A において影の避難割合が PAZ 住民の UPZ 外への移動時間に与える影響を図 1.6-1 に示す。ここから、影の避難割合が高くなることで、PAZ 住民の UPZ 退避が遅れていることが示されている。

ただし、5km 圏離脱時間を見ると、その時間は影の避難の影響を受けていない。

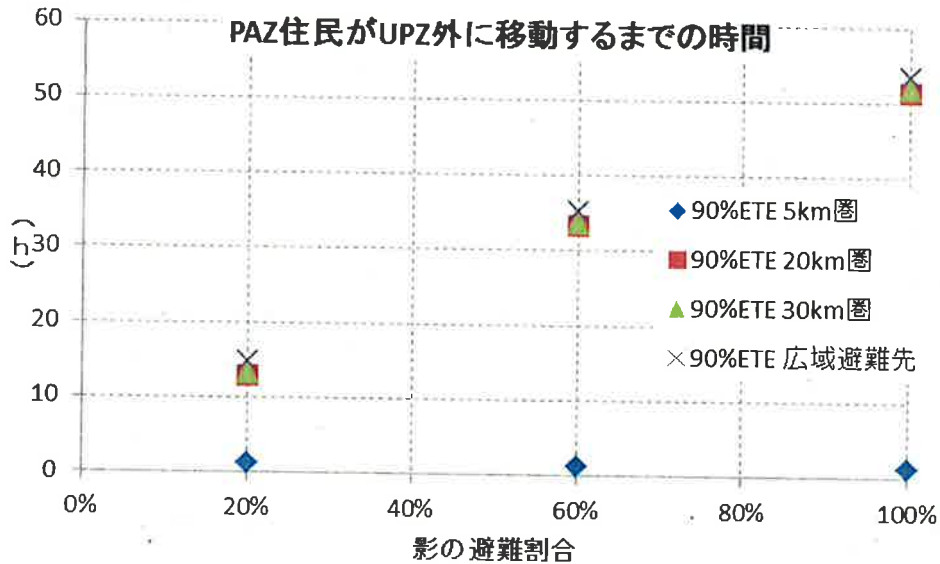


図 1.6-1 段階的避難 A において影の避難割合が PAZ 住民の UPZ 外への移動時間に与える影響

同様に、段階的避難 B、段階的避難 C についても、影の避難割合が PAZ 住民の UPZ 外への移動時間に与える影響を示す。ここから、段階的避難の方式に関わらず、影の避難の増加により移動時間が増加することが示されている（図 1.6-2 及び図 1.6-3 参照）。

<sup>3</sup> 段階的避難 A は、付録資料 1 表 3.2-1 に示す『PAZ⇒UPZ』を示す。同様に、段階的避難 B は『PAZ⇒20km⇒UPZ』、段階的避難 C は、『PAZ⇒10km⇒20km⇒UPZ』を示す。

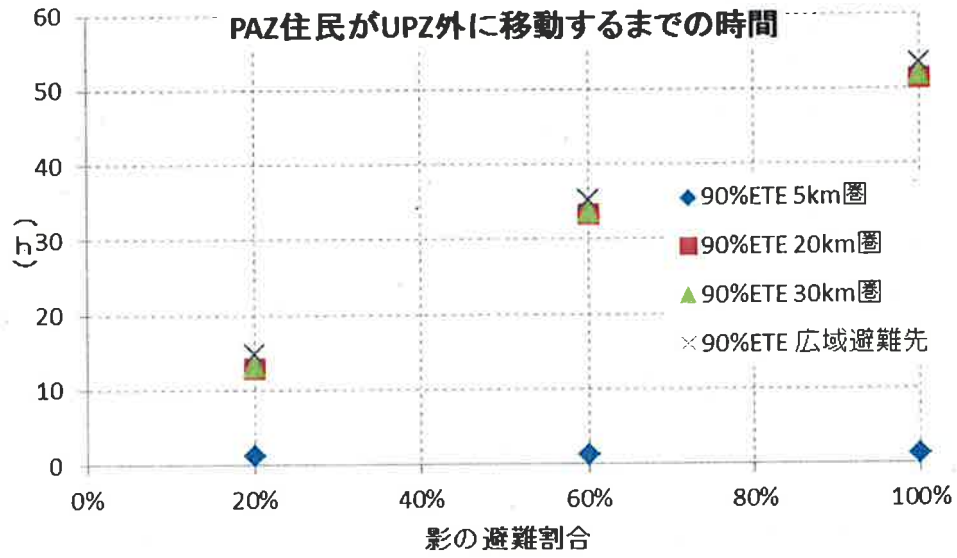


図 1.6-2 段階的避難 B において影の避難割合が PAZ 住民の UPZ 外への移動時間に与える影響

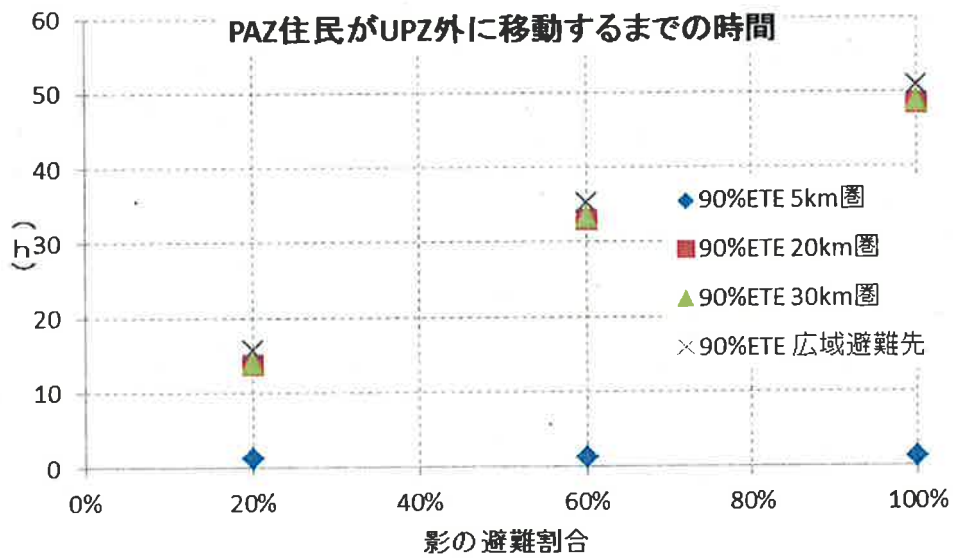


図 1.6-3 段階的避難 C において影の避難割合が PAZ 住民の UPZ 外への移動時間に与える影響

1.7 Pref.11 の計算結果の整理

Pref.11 は、影の避難割合を 0%、20%、40%、60%、80%、100%とした避難シミュレーションを通常条件と、複合災害条件（沿岸部道路の使用不可）の 2 種で実施している。

まず、通常条件での評価結果を図 1.7-1 に示す。ここから、影の避難割合が高くなることで、PAZ 住民が UPZ 外に移動するまでの時間が増加していることが示されている。

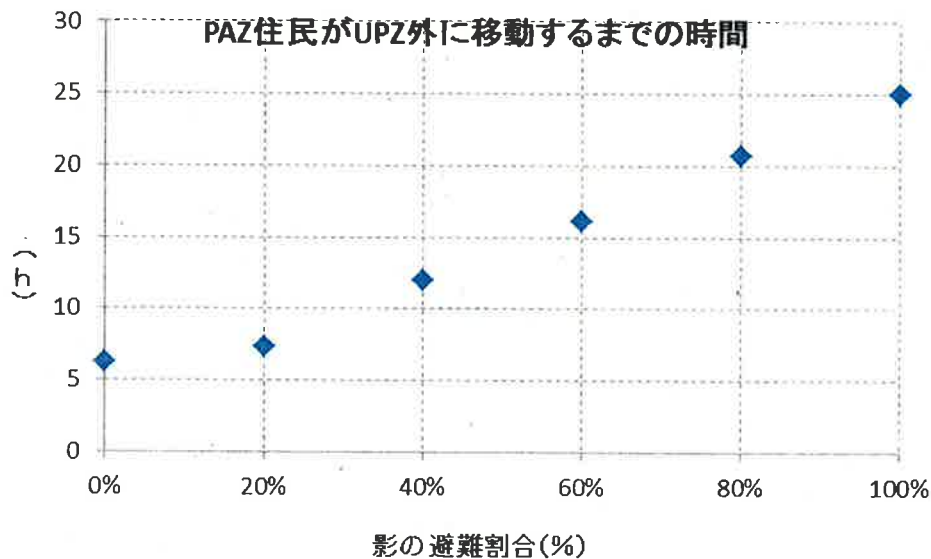


図 1.7-1 影の避難割合が PAZ 住民の UPZ 外への移動時間に与える影響（通常条件）

次に、複合災害条件での評価結果を図 1.7-2 に示す。通常条件と同様に、影の避難割合が高くなることで、PAZ 住民が UPZ 外に移動するまでの時間が増加していることが示されている。

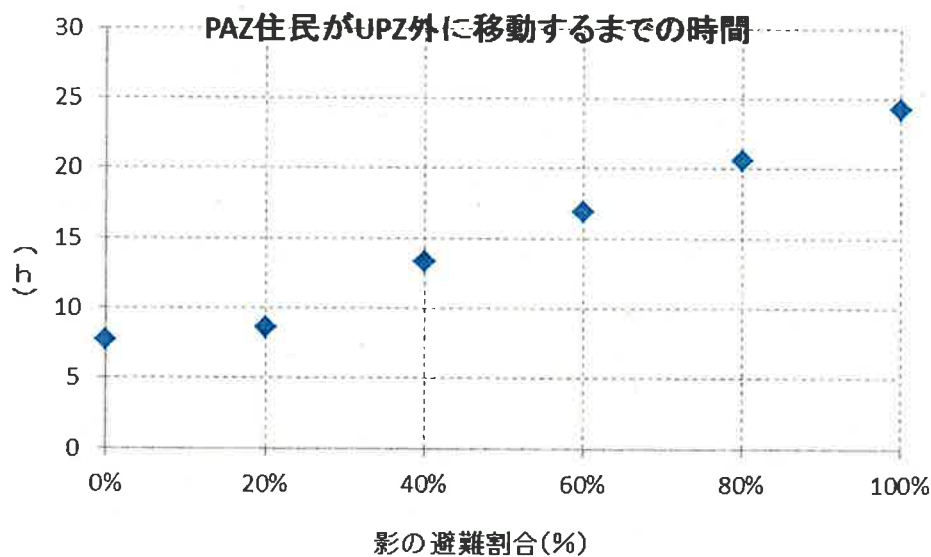


図 1.7-2 影の避難割合が PAZ 住民の UPZ 外への移動時間に与える影響（複合災害条件）

ただし、影の避難割合を0%としたとき、PAZの移動時間は通常条件で6.25時間、複合災害条件で7.75時間と、1.5時間増加しているのに対し、影の避難割合を100%としたときには、通常条件で25時間、複合災害条件で24.25時間とほぼ等しい時間となっている。

ここから、Pref.11では、複合災害（沿岸部の道路使用不可）により、PAZ住民のUPZ退避は遅れることになるが、影の避難割合が高くなれば、その影響は複合災害の影響よりも大きくなり、複合災害の影響は見えにくくなることが示されている。

### 1.8 Pref.14 の計算結果の整理

Pref.14 は、影の避難割合を 20%、40%、60%とした避難シミュレーションを実施している。図 1.8-1 に示すように、影の避難割合が高くなることで、PAZ 住民が UPZ 外に移動するまでの時間が増加している。

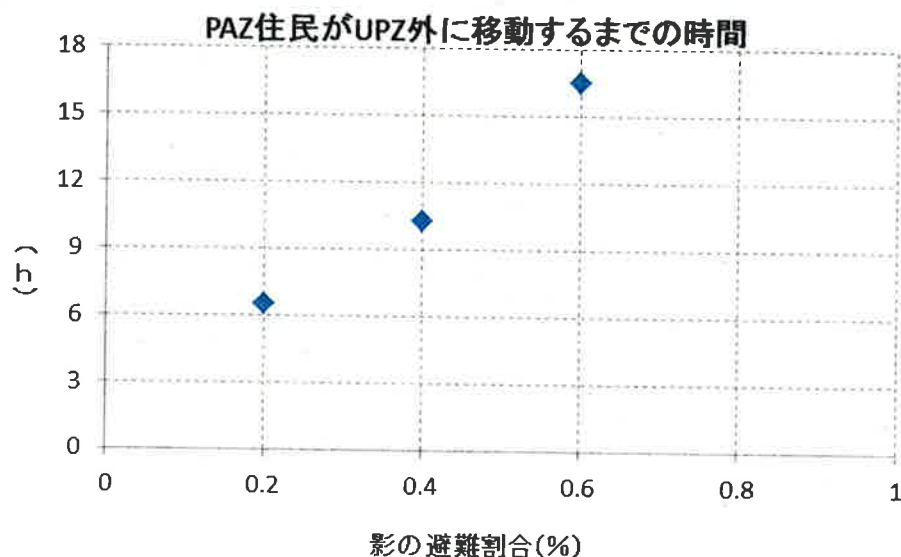


図 1.8-1 影の避難割合が PAZ 住民の UPZ 外への移動時間に与える影響

次に、特別な条件が PAZ 住民の UPZ 外への移動時間に与える影響を図 1.8-2 に示す。ここから、Pref.14 では高速道の使用不可が移動時間に大きな影響を与えることが示されている。

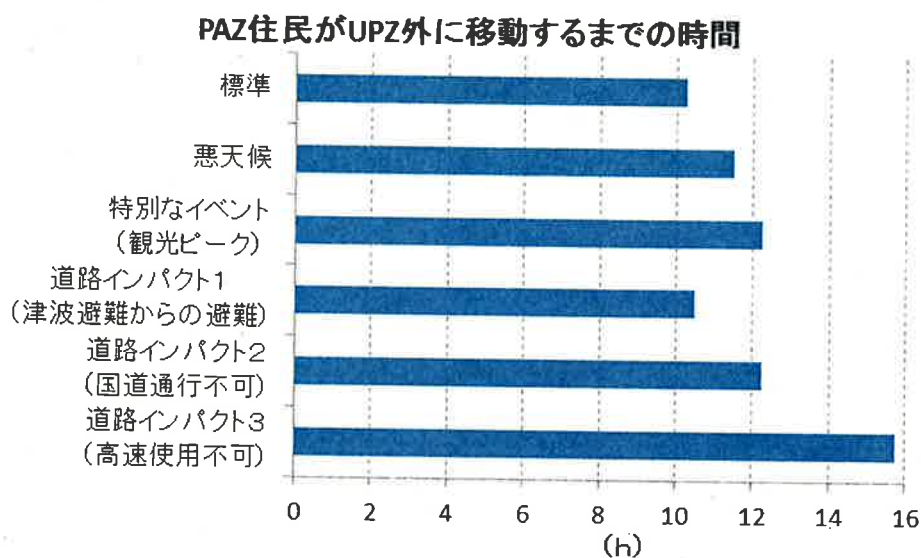


図 1.8-2 特別な条件が PAZ 住民の UPZ 外への移動時間に与える影響

### 1.9 Pref.15 の計算結果の整理

Pref.15 は、影の避難割合を0%、20%、40%、60%とした避難シミュレーションを実施している。図 1.9-1 に示したように、影の避難割合が高くなることで、PAZ 住民が UPZ 外に移動するまでの時間が増加している。

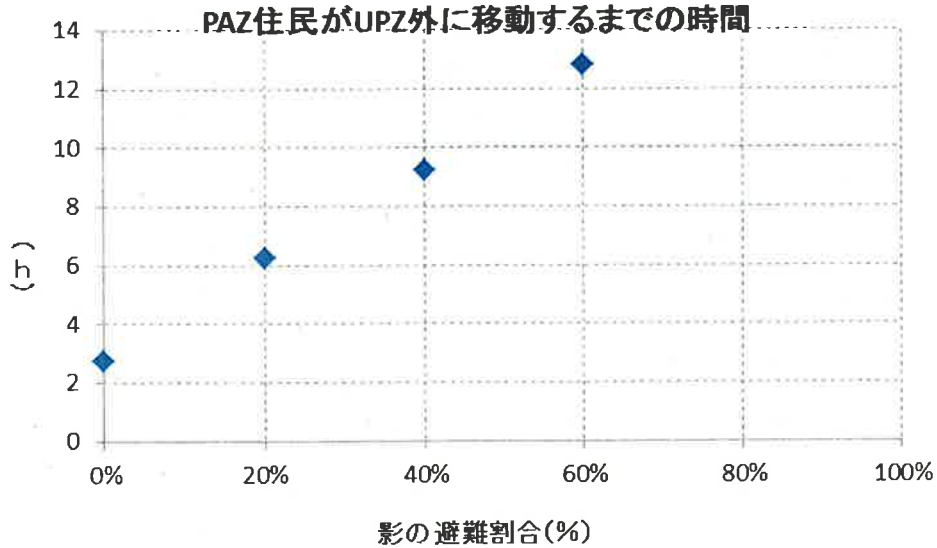


図 1.9-1 影の避難割合が PAZ 住民の UPZ 外への移動時間に与える影響

次に、避難方法（段階的避難の種類）が PAZ 住民の UPZ 退避に与える影響を図 1.9-2 に示す。ここから、PAZ・UPZ 一斉避難、すなわち影の避難割合を100%とする条件で最も移動時間が長いことが示されている。しかし、3段階避難、4段階避難とも PAZ 住民の UPZ 外への移動にはあまり影響を与えていないのに対し、6段階避難では PAZ 住民の UPZ 外への移動時間が大幅に低下している。これは、6段階避難の場合、影の避難割合を0%としていることが主要な要因と思われる。

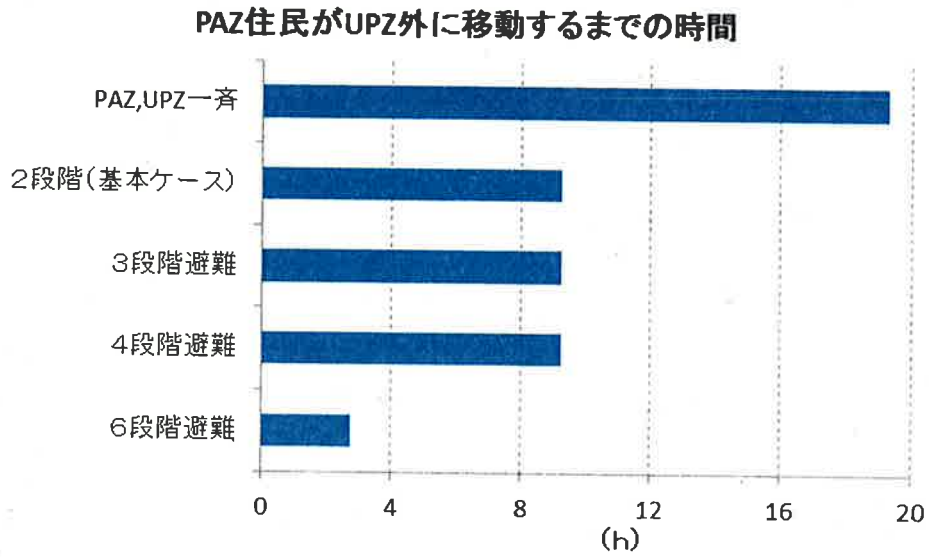


図 1.9-2 段階的避難の種類が PAZ 住民の UPZ 外への移動時間に与える影響

【補足】

段階的避難の種別を以下に示す。

(以下に示した種別の、具体的な方法は付録資料 1 表 3.2-1 を参照)

2段階避難 : PAZ⇒UPZ

3段階避難 : PAZ⇒10km⇒UPZ

4段階避難 : PAZ⇒10km⇒20km⇒UPZ

6段階避難 : PAZ⇒10km⇒15km⇒20km⇒25km⇒UPZ

最後に、道路インパクトがPAZ住民のUPZ外への移動時間に与える影響を図1.9-3に示す。ここから、一部の条件（道路インパクト2）で、移動時間が大幅に増加していることが示されている。

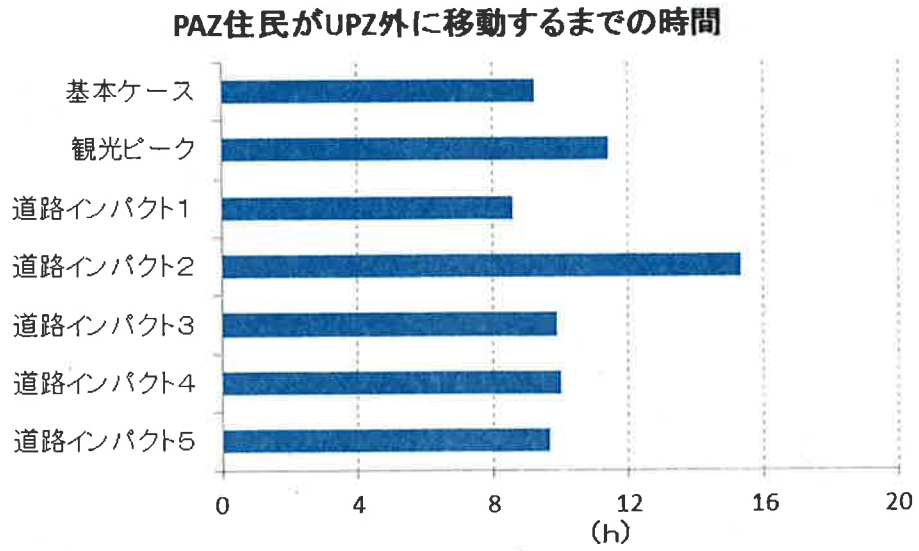


図 1.9-3 道路インパクト条件がPAZ住民のUPZ外への移動時間に与える影響



付録資料 5 - 1 【海外避難時間推計の計算条件及び計算結果の整理】

避難の様態に影響を与える要因（計算条件）の候補の抽出

1 調査資料の概観

本業務では、避難の様態に影響を与える事項について、以下の資料の調査を実施している（個々の詳細は付録資料 5 - 2 ～付録資料 5 - 6 を参照）。

【調査対象図書】

- NUREG/CR-1856 An Analysis of Evacuation Time Estimates Around 52 Nuclear Power Plant Sites（以降、単に NUREG/CR-1856 と記す）
- NUREG/CR-6981 SAND2008-1776P, 'Assessment of Emergency Response Planning and Implementation for Large scale Evacuations', Oct., 2008  
（以降、単に NUREG/CR-6981 と記す）
- NUREG/CR-6863 SAND2004-5900, 'Development of Evacuation Time Estimate Studies for Nuclear Power Plants', Jan., 2005（以降、単に NUREG/CR-6863 と記す）
- NUREG /CR 1745 Analysis of Techniques for Estimating Evacuation Times for Emergency Planning Zones  
（以降、単に NUREG /CR 1745 と記す）
- NUREG/CR-6864 SAND2004-5901, Vol. 1, Vol. 2, 'Identification and Analysis of Factors Affecting Emergency Evacuations', Jan., 2005（以降、単に NUREG/CR-6864 と記す）

## 1.1 NUREG/CR-1856

NUREG/CR-1856 では、ETE の評価項目を以下の 5 条件・10 項目により評価している。

### 【ETE 評価項目】

- |                                |          |
|--------------------------------|----------|
| ● Background                   | 一般的な条件   |
| ➢ Area Map                     | 防災地図     |
| ➢ Assumptions                  | シナリオの仮定  |
| ➢ Methodology                  | 分析手法     |
| ● Demand Estimation            | 避難需要予測   |
| ➢ Permanent Population         | 居住者人口    |
| ➢ Transient Population         | 一時滞在者    |
| ➢ Special Population           | 避難行動要支援者 |
| ● Traffic Routing              | 交通網      |
| ➢ Map of Network               | 道路網地図    |
| ➢ Capacity of Segment          | 交通容量     |
| ● Analysis                     | 分析       |
| ➢ Component Considered         | 想定条件     |
| ➢ Adverse Condition Considered | 特殊な想定条件  |
| ● Overall                      | 総合評価     |

これらは、ETE の評価項目として挙げられているが、避難の様態に影響を与える要因とも考えられる。

## 1.2 NUREG/CR-6981

NUREG/CR-6981 では、まず文献調査において、以下の観点に基づき情報を整理している。

### 【調査項目】

- 避難の原因となった災害の種類
- 人口統計
- 地域のハザードへの認識と防護活動の潜在能力
- 緊急時対応計画とその対応
- 避難の状況
- 要援護者（社会福祉施設及び、在宅）
- 避難所

さらに、避難に関わった実動対処機関職員への聞き取り調査の他、その他の緊急時対応を実行した職員、大学関係者、避難者などへの聞き取りも行っており、以下に示すように、これらの項目は避難の様態に影響を与える要因と考えられる。

【災害時対応に関する聞き取り項目】

- 避難の意思決定
- 災害時対応者との連絡／一般住民の認識
- 一般住民の反応
- 情報伝達
- 交通制御
- 避難所
- 訓練
- 社会福祉施設
- 在宅要配慮者
- 最終的な状況
- 影の避難
- 特別な状況

1.3 NUREG/CR-6863

NUREG/CR-6863 では、避難時間に影響を与える因子として、以下を挙げている。

【避難に影響を与える因子】

- 避難者
  - 居住者
  - 一時滞在者
  - その他特別な対応が必要となる人口
- 想定する避難シナリオ
- 道路の交通容量
- 天候（悪天候などが与える影響）
- 交通事故
- 交通管制（避難誘導、交通規制など）
- 道路工事避難者の行動
- 避難方向
- 屋内退避
- 避難の準備時間
- 計算手段

#### 1.4 NUREG /CR 1745

NUREG /CR 1745 が想定する避難に影響を与える因子の考え方は、NUREG/CR-1856 にほぼ等しい。

#### 1.5 NUREG/CR-6864

NUREG/CR-6864 では、避難時間に影響を与える因子として、以下を挙げている。

##### 【避難に影響を与える因子】

- コミュニティ（地域社会）の状況
- 防災計画等の準備活動
- 災害の発生状況
- 緊急時対応
  - 指揮統制
    - ◇ 意思決定
    - ◇ 命令、指揮、協調
    - ◇ 緊急通信
    - ◇ 緊急時対応
  - 通知と警告
  - 交通規制
  - 避難所
  - 避難地域への再入域
  - その他
    - ◇ 影の避難
    - ◇ 特別な対応が必要となす施設
    - ◇ ペット・家畜への対応

## 2 調査のまとめ

1章に示した内容を整理すると、本業務で調査した資料から、避難の様態に影響を与える因子は以下の要素を持つことが示されている。

- 環境
- 災害文化
- 避難行動
- 行政の対応
- 特別な内容

上記の5つの因子について、考慮すべき事項を表1にまとめた<sup>1</sup>。

表1 避難の様態に影響を与える因子の構造

因子の大別	考慮すべき事項	備考
環境	人口情報	居住者、一時滞在者に関する情報。 【補足】 人口情報は、避難車両数の元となる情報となる
	公共交通機関に依存する人口	自家用車を利用できない人口（バスなどによる避難支援が必要となる人口） 【補足】 自家用車を利用できない人口は、行政が手配するバス台数の元となる情報となる
	発災時の状況	季節、曜日、時間帯など 【補足】 人口分布の変動は、避難車両数に影響を与えるため、人口情報とあわせ、影響因子となる。
	道路環境情報	道路ネットワーク、交通容量に関する情報 【補足】 渋滞の発生状況は、交通量（車両台数）と交通容量で定まる

<sup>1</sup> 補足に示す情報は、NUREG/CR-1856、NUREG/CR-6863、NUREG/CR-6951、及びNUREG/CR-7002 (Criteria for Development of Evacuation Time Estimate Studies) に準じるものとした。なお、これらの資料に含まれないものについては、各項目に参照元となった情報を記載している。

因子の大別	考慮すべき事項	備考
	地形・気候的環境	冬期閉鎖区間、海岸線（大津波警報時に通行不能となる区間）  【補足】 これらの区間が、避難経路と干渉状況すれば、避難に大きな影響を与える
災害文化	住民の保有情報	地域住民の当該地域のリスク、防災計画・避難計画の認識の度合い  【補足】 事前の住民への啓蒙活動の度合いが、避難計画並びに、防災計画（避難先、避難経路）への理解度に繋がり、計画に従う住民の割合に影響を与える
	地域の災害経験	災害への対応に関する基本的な知識の有無  【補足】 住民の保有情報と合わせ、避難計画並びに、防災計画（避難先、避難経路）への理解度、行政の指示に従う住民の割合に影響を与える
	行政の事前活動	緊急時に実施される活動の準備活動に見込まれる時間、リソースから推定される実施能力  【補足】 住民防護に使用するリソースの確保のための活動。さらに、対応を実行するための準備時間を把握し、事前の訓練を行うことで準備時間の短縮が見込まれる。
避難行動	1台当りの乗車人数	避難に使用される自家用車の数  【補足】 事前の世帯避難の呼びかけ、近隣の公共交通機関に依存する人口との乗り合い避難の呼びかけ等が、乗車人数に影響を与える
	影の避難割合	避難指示区域外住民の避難割合  【補足】 避難が見込まれる地域と、その周辺地域の防災計画（避難先、避難経路）への理解度が、指示に従う住民の割合に影響を与える

因子の大別	考慮すべき事項	備考
	避難の準備時間	<p>災害覚知から、避難行動までの所要時間（在宅の避難行動要支援者の準備活動を含む）</p> <p>【補足】 標準的な準備活動を示す。また、在宅の避難行動要支援者需要も併せて把握する</p>
行政の対応	意思決定時間	<p>発災から避難指示までに要する時間</p> <p>【補足】 意思決定に必要な基準と情報、意思決定のタイミングを明確にすることで、確実な意思決定が期待できる</p>
	避難指示の伝達	<p>屋外スピーカー、広報車の配備状況</p> <p>【補足】 避難指示発出直後に、避難行動の開始が期待される地域、広報車により避難が促される地域を把握することで、避難が遅れる地域を把握可能となる</p>
	公共機関による避難	<p>鉄道、船舶、航空機などによる避難の能力と、その準備</p> <p>【補足】 準備活動を把握することで、対応に要する時間の把握が可能となり、これを見直すことで、対応時間の短縮も検討できる</p>
	バスによる避難	<p>緊急時に手配可能なバス台数、運転手数</p> <p>【補足】 手配可能なバス台数、運転手数を把握することで、バス運行スケジュールが検討可能になる</p>
	交通規制	<p>流入の抑制、避難車両の誘導</p> <p>【補足】 緊急時に配備可能な要員の数を把握することで、規制実施箇所の上限数が定まる。また、意思決定時間と移動時間を考慮することで、規制開始時間の推定が可能になる</p>

因子の大別	考慮すべき事項	備考
	コントラフロー	反対車線の利用を想定する区間 <b>【補足】</b> 緊急時に配備可能な要員の数を把握することで、規制実施箇所の上限数が定まる。また、意思決定時間と移動時間を考慮することで、規制開始時間の推定が可能になる。また、ネック部分の渋滞を評価することで、周囲の避難に影響を与えないコントラフローの検討が可能になる
特別な対応	社会福祉施設	屋内退避とする状況、保有する福祉車両、避難行動要支援者数等 <b>【補足】</b> 緊急時における正味の避難需要（屋内退避を選択する施設の需要を除く需要）、手配可能な福祉車両台数、運転手数を把握することで、福祉車両運行スケジュールが検討可能になる
	学校	生徒数、必要となる車両の数 <b>【補足】</b> 生徒数を把握することで、必要なバス台数の把握が可能になる
	その他の施設	行政による支援の内容 <b>【補足】</b> その他、避難に際し特別な対応が求められる施設の有無を把握し、その避難手順を見込むことで、避難に必要な時間を把握することが可能となる



付録資料5-2【海外避難時間推計の計算条件及び計算結果の整理】

NUREG/CR-1856 An Analysis of Evacuation Time Estimates Around 52 Nuclear Power Plant Sites の調査

1 NUREG /CR 1856 整備の経緯

- 1979年11月29日に、米国内52サイトについて、ETEの実施を要求<sup>2</sup>
  - 一部対応を実施していないサイトがある（2サイト）
  - サイト（事業者）からの回答は、1980年1月から10月に受け取られている（図2.1-1参照）

1. Arkansas (1-31-80)	27. Millstone (3-1-80)
2. Beaver Valley (1-31-80)	28. Monticello (4-10-80)
3. Big Rock Point (6-1-80)	29. Nine Mile Point (1-31-80)
4. Browns Ferry (3-20-80)	30. North Anna (2-6-80)
5. Brunswick (no response)	31. Oconee (1-31-80)
6. Calvert Cliffs (1-29-80)	32. Oyster Creek (1-31-80)
7. Cooper (1-31-80)	33. Palisades (6-1-80)
8. Crystal River (1-31-80)	34. Peach Bottom (1-31-80)
9. Davis Besse (8-13-80)	35. Pilgrim (1-31-80)
10. D. C. Cook (4-1-80)	36. Point Beach (3-26-80)
11. Diablo Canyon (4-1-80)	37. Prairie Island (4-10-80)
12. Dresden (1-31-80)	38. Quad Cities (1-31-80)
13. Duane Arnold (1-31-80)	39. Rancho Seco (1-31-80)
14. Farley (2-4-80)	40. Robinson (no response)
15. Fitzpatrick (1-31-80)	41. Saint Lucie (7-17-80)
16. Ft. Calhoun (10-2-80)	42. Salem (1-31-80)
17. Ft. St. Vrain (2-80)	43. San Onofre (1-31-80)
18. Ginna (1-31-80)	44. Sequoyah (3-20-80)
19. Haddam Neck (3-1-80)	45. Surry (2-6-80)
20. Hatch (2-4-80)	46. Three Mile Island (1-31-80)
21. Indian Point (1-31-80)	47. Trojan (1-31-80)
22. Kewaunee (1-29-80)	48. Turkey Point (7-17-80)
23. LaCrosse (1-31-80)	49. Vermont Yankee (1-31-80)
24. LaSalle (1-31-80)	50. Yankee Rowe (1-31-80)
25. Maine Yankee (5-23-80)	51. Zimmer (8-18-80)
26. McGuire (1-31-80)	52. Zion (1-31-80)

図 2.1-1 サイト（事業者）からの回答

- 実施は、NUREG-0654 Rev. 1 に基づき、人口密度、天気、避難の準備時間、避難確認時間を想定。

<sup>1</sup> 文中に記載はないが、TMI（Three Mile Island）事故が1979年3月28日発生であることから、TMI事故を受けての活動と思われる。

<sup>2</sup> 本資料では、Requestを「要求」と訳している。

## 2 NUREG /CR 1856 における資料の分析

本節では、NUREG /CR 1856 での ETE 資料の分析・評価方針に係る調査結果を記す。

### 2.1 定性分析

- 評価基準は Thomas Urbanik 等の論文<sup>3</sup>に記載ある基準に従っている
- 評価は 4 段階評価としている

(補足)

Exel.	優れている
Adeq.	実用上十分
Poor	劣る
None	対応せず

- 評価項目は以下の 5 条件・10 項目としている
  - Background 一般的な条件
    - ◇ Area Map 防災地図
    - ◇ Assumptions シナリオの仮定
    - ◇ Methodology 分析手法
  - Demand Estimation 避難需要予測
    - ◇ Permanent Population 居住者人口
    - ◇ Transient Population 一時滞在者
    - ◇ Special Population 避難行動要支援者<sup>4</sup>
  - Traffic Routing 交通網
    - ◇ Map of Network 道路網地図
    - ◇ Capacity of Segment 交通容量
  - Analysis 分析
    - ◇ Component Considered 想定条件
    - ◇ Adverse Condition Considered 特殊な想定条件
  - Overall 総合評価<sup>5</sup>

<sup>3</sup> 文献リストには『Thomas Urbanik, Arthur Desrosiers, Michael K. Lindell, and C. Richard, Schuller, Analysis of Techniques for Estimating Evacuation Times for Emergency Planning Zones, Battelle Human Affairs Research Centers, June 1980, BHARC-401/80-017』と記載あるが、文献番号 (BHARC-401/80-017) は NUREG /CR 1745 と一致。

<sup>4</sup> NUREG 文献では、避難に際し特別な対応が必要な人口を、『Special Population』している。本業務では自力では避難が困難となる避難行動要支援者を対応させるものとした。

<sup>5</sup> 総合評価 (overall) は、各評価項目の取扱状況を踏まえ、総合的に判断している。すなわち、単純な合計点などではなく、専門家による判断 (professional judgment) が行われている。

- NUREG /CR 1856 作成時の評価状況を図 2.1-1 に示す

Item	Excl.	Adeq.	Poor	None
<b>Background</b>				
A. Area Map	<u>6</u>	<u>30</u>	<u>3</u>	<u>11</u>
B. Assumptions	<u>11</u>	<u>25</u>	<u>9</u>	<u>5</u>
C. Methodology	<u>11</u>	<u>25</u>	<u>10</u>	<u>4</u>
<b>Demand Estimation</b>				
A. Permanent Population	<u>11</u>	<u>29</u>	<u>2</u>	<u>7</u>
B. Transient Population	<u>6</u>	<u>23</u>	<u>2</u>	<u>19</u>
C. Special Population	<u>8</u>	<u>33</u>	<u>3</u>	<u>6</u>
<b>Traffic Routing</b>				
A. Map of Network	<u>9</u>	<u>25</u>	<u>3</u>	<u>13</u>
B. Capacity of Segment	<u>7</u>	<u>22</u>	<u>3</u>	<u>18</u>
<b>Analysis</b>				
A. Components Considered	<u>6</u>	<u>34</u>	<u>8</u>	<u>2</u>
B. Adverse Condition Considered	<u>7</u>	<u>25</u>	<u>15</u>	<u>3</u>
<b>Overall</b>	<u>5</u>	<u>28</u>	<u>17</u>	<u>0</u>

図 2.1-1 評価結果

【補足】

表中の数値は、該当するサイトの数を示す。

また、提出された資料が不十分のため、十分な検討が出来ずに Poor と判断された事例もある。

### 2.1.1 一般的な条件

#### (1) 防災地図

プラントを中心とした周辺地図を評価としている。地図に求められる要件は以下の通り。

- 見やすい（一般住民でも理解可能）
- 交通機関、道路網が記載されている
- 人口分布
- 地形的特徴
- 行政界
- 方位<sup>6</sup>

#### (2) シナリオの仮定

シナリオの仮定を評価する際の観点は、自家用車利用率、道路交通容量の推定、避難者数推定の方法である<sup>7</sup>。なお、気象条件、曜日条件、季節条件などの想定条件は、Analysis (Adverse Condition Considered) に含まれる。

#### (3) 分析手法

避難時間を分析するための手法について説明を求めている。シミュレーション技術を使用するのであれば、その手法についての説明を求めている。

---

<sup>6</sup> 16 方位に基づく同心円の区分けと推定される

<sup>7</sup> NUREG /CR 1745 『Analysis of Techniques for Estimating Evacuation Times for Emergency Planning Zones』より

## 2.1.2 避難需要予測

### (1) 居住者

居住者数は、国勢調査データもしくは、それに類似するデータを用いるか、これを必要に応じ補正して使用する<sup>8</sup>。人口から、乗車人数（2～3人が通常と思われる）を仮定し避難車両数を求めるが、1世帯1台避難とすることも合理的である<sup>9</sup>。

### (2) 一時滞在者

観光ピーク時の入込状況、大規模事業者を想定している。ETEでは最終的には、車両数を必要とするため、人口情報から車両台数を推定するための、平均乗車人数が必要となる。なお、平均乗車人数は一時滞在者の属性により異なる。すなわち、観光客の場合、平均乗車人数は3～4人程度と思われるが、大規模事業者に就労する人口では、平均乗車人数は1.5[人/台]以下としている。

### (3) 避難行動要支援者

NUREG/CR 1856では、避難行動要支援者の推計は、施設（病院、療養所<sup>10</sup>等）毎に実施することを示している。また、これらの施設の避難手段（交通機関）についての調査も求めている。

なお、避難行動要支援者の記述では、施設（institution）について示されているが、在宅の避難行動要支援者については、この項目で記述されていない。

外国人であっても、居住者、一時滞在者、特別な対処が必要な人口の何れかに分類されるため、避難時間推計では特別な取り扱いはないと思われる<sup>11</sup>。

## 2.1.3 交通網

### (1) 道路網地図

地図には、主要な避難経路を示すことを求めている。ただし、避難経路へのアクセス道（生活道）は記載を求められていない。また、道路ネットワーク図では、発電所を中心とした16方位

<sup>8</sup> 代表的な人口情報に国勢調査がある。これは、全国を詳細な区分けで網羅するデータであるが、米国では7年に一度の実施のため、その間の人口増に対応していない（我が国においては、国勢調査は5年に一度）。そこで、NUREG/CR 1745では、補正係数を乗じこれを用いることを示している。

<sup>9</sup> NUREG/CR 1745では同時に、『any rational basis would be appropriate』としていることから、ETEで使用するための、合理的な理由を示すことを求めている。

<sup>10</sup> NUREG/CR 1745では『nursing home』と記述されている。国内の状況を考えると、特別養護老人ホーム（特養）、老人保健施設（老健）などに代表される、入所型の施設が相当するものと思われる。

<sup>11</sup> ただし、解析結果の提示、避難計画の提示においては、外国人への配慮が必要になると思われる。

によるセクター図も要求している。

## (2) 交通容量

主要な避難経路について、以下の情報を求めている<sup>12</sup>。なお、同じ道路であっても属性は、場所（区間）により異なるため、ここでは提示した区間の最も低い条件の区間を採用するものとしている（ボトルネックの考慮）。このため、長い道路区間を一つの区間として表現すると、道路の交通容量を過度に小さく見積もる結果となる

- 車線数
- 道路種別
- 交通容量
- その他特別な情報

---

<sup>12</sup> NUREG /CR 1745 で規定。

#### 2.1.4 分析

##### (1) 想定条件

避難時間は、幾つかの構成要素からなるため、これを推定する必要がある。NUREG /CR 1856 では想定条件に基づき、幾つかの『時間』を定義している。

- NOTIFICATION TIME (NOTIFY : 覚知時間)
  - 【補足】  
避難指示発出から、住民が避難指示を覚知するまでの時間
- PERMANENT POPULATION RESPONSE TIME NORMAL CONDITIONS (PPRNC : 居住者の避難の準備時間)
  - 【補足】  
個々の住民が、避難の準備に要する時間
- PERMANENT POPULATION RESPONSE TIME ADVERSE CONDITIONS (PPRAC : 特別な条件での居住者の避難の準備時間)
  - 【補足】  
特別な条件において、個々の住民が、避難の準備に要する時間
- TRANSIENT POPULATION RESPONSE TIME NORMAL CONDITIONS (TPRNC : 一時滞在者の避難の準備時間)
  - 【補足】  
個々の一時滞在者が、避難の準備に要する時間
- TRANSIENT POPULATION RESPONSE TIME ADVERSE CONDITIONS (TPRAC : 特別な条件での一時滞在者の避難の準備時間)
  - 【補足】  
特別な条件において、個々の一時滞在者が、避難の準備に要する時間
- GENERAL POPULATION EVACUATION TIME NORMAL CONDITIONS (GPTNC : 通常条件における、一般住民の避難時間)
  - 【補足】  
覚知時間、避難の準備時間、移動時間を合計した時間で、居住者及び一時滞在者の双方を含む時間。
- GENERAL POPULATION EVACUATION TIME ADVERSE CONDITIONS (GPTAC : 悪天候条件における、一般住民の避難時間)
  - 【補足】  
悪天候条件における、覚知時間、避難の準備時間、移動時間を合計した時間で、居住者及び一時滞在者の双方を含む時間。
- CONFIRMATION TIME (CONFIRM : 確認時間)
  - 【確認時間】

避難確認に要する時間

- SPECIAL POPULATION RESPONSE TIME NORMAL CONDITIONS (通常条件における、避難行動要支援者等の避難時間)

【補足】

避難行動要支援者や、その他の一般の住民と大きく異なる準備時間を要する人口(観光客等)における避難時間。

- SPECIAL POPULATION RESPONSE TIME ADVERSE CONDITIONS (SPRNC: 悪天候条件における、避難行動要支援者等の避難時間)

【補足】

悪天候条件における、避難行動要支援者や、その他の一般の住民と大きく異なる準備時間を要する人口 (SPRAC: 観光客等) における避難時間。

なお、ETE では、大きく2つの計算が求められており、一つは風下方向を中心とした $90^\circ$ の区画を対象にした避難であり、もう一つは全方位( $360^\circ$ )を対象にした避難である。それぞれの避難は、発電所を中心とした半径2[mile]、5[mile]、10[mile]を対象とする。

## (2) 特別な想定条件

特別な想定条件として、降雨、降雪、霧など、特別な気象条件が例示されている。



2.2 定量分析

2.2.1 結果のまとめ方

NUREG /CR 1856 で想定している ETE 結果のまとめ表の例を、図に示す。

SECTORS	Permanent Population	Permanent Pop. Vehicles	Transient Population	Transient Pop. Vehicles	Evacuation Capacity Per Hour	Notification Time	Preparation Time	Permanent Pop. Response Normal Conditions	Permanent Pop. Response Adverse Conditions	Transient Pop. Response Normal Conditions	Transient Pop. Response Adverse Conditions	General Pop. Evac. Time Normal Conditions	General Pop. Evac. Time Adverse Conditions	Confirmation Time	Special Pop. Evac. Time Normal Conditions	Special Pop. Evac. Time Adverse Conditions
WITHIN TWO MILES																
I	30	10	520	520								120				
II	50	15										60				
WITHIN FIVE MILES																
I, III	505	170	520	520		95	20	5				120				
I, VI	245	80	520	520		90	20	10				120				
II, IV	215	70				65	20	35				120				
II, V	195	65				65	20	35				120				
WITHIN TEN MILES																
I, III, VII	4250	1415	1275	1275		135	20	385				540				
I, VI, X	7635	2545	2070	2070		165	20	295				480			120	
II, IV, VIII	1905	635	75	75		85	20	495				600				
II, V, IX	2870	935	230	230		110	20	470				600				

図 2.2-1 米国における ETE 結果まとめ表の例

(注)

各記載項目は以下の3種に分類される。

- ◇ 社会統計情報 (人口、車両台数など)
- ◇ 推定情報 (避難指示の覚知時間や避難の準備時間など)
- ◇ ETE 結果 (避難時間など)

以下、それぞれの事項に該当する項目を記載する。

【社会統計情報】

- Permanent Population
- Permanent Population Vehicles
- Transient Population
- Transient Population Vehicles
- Evacuation Capacity Per Hour

【避難指示の覚知時間や避難の準備時間などの推定情報】

Notification time

Preparation time

Permanent Population Response Normal Conditions

Permanent Population Response Adverse Conditions

Transient Population Response Normal Conditions

Transient Population Response adverse Conditions

Confirmation time

【ETE シミュレーションにより得られる情報】

General Population Evacuation time Normal Conditions

General Population Evacuation time Adverse Conditions

Special Population Evacuation time Normal Conditions

Special Population Evacuation time Adverse Conditions

なお、NUREG/CR 1856 では、本表から得られる情報を用いて比較検討する場合、平均値ではなく、中央値（メジアン）を使うとしている。これは、米国の場合、40 サイトの周辺人口の平均値<sup>13</sup>は 58 千人であるが、分布は 6 千人～282 千人と幅広く分布していることに起因しているものと思われる。（なおこの推計での中央値は、30 千人）。

---

<sup>13</sup> NUREG/CR 1856 作成時に提出された ETE 結果は、一部が所定のフォーマットに合わず集計から外されている。

### 2.2.2 計算結果の比較

ETE 結果の集計表を図 2.2-2 に示す。図 2.2-2 は避難対象範囲を 10[mile]とした場合について示されたものであり、特別な条件（悪天候等）も実施されている。

Time Component*	Minimum	25%	Median	75%	Maximum	#Sectors	Mean
NOTIFY	0.3	0.8	1.6	3.0	6.0	116	1.9
PPRNC	0.1	1.0	1.8	4.0	6.3	108	2.7
PPRAC	0.2	1.3	2.8	6.0	16.2	100	4.1
TPRNC	0.4	1.3	3.0	3.5	3.7	11	2.4
TPRAC	0.6	0.8	1.7	4.1	4.2	7	2.4
GPTNC	1.0	2.9	5.0	8.0	21.0	111	5.3
GPTAC	1.3	3.0	5.2	8.8	18.3	91	6.4
CONFIRM	0.6	1.0	2.0	4.0	24.0	75	3.5
SPRNC	0.3	1.3	2.7	4.9	24.0	44	3.7
SPRAC	0.6	2.4	3.2	8.0	10.2	28	4.7

\*NOTIFY = NOTIFICATION TIME  
 PPRNC = PERMANENT POPULATION RESPONSE TIME NORMAL CONDITIONS  
 PPRAC = PERMANENT POPULATION RESPONSE TIME ADVERSE CONDITIONS  
 TPRNC = TRANSIENT POPULATION RESPONSE TIME NORMAL CONDITIONS  
 TPRAC = TRANSIENT POPULATION RESPONSE TIME ADVERSE CONDITIONS  
 GPTNC = GENERAL POPULATION EVACUATION TIME NORMAL CONDITIONS  
 GPTAC = GENERAL POPULATION EVACUATION TIME ADVERSE CONDITIONS  
 CONFIRM = CONFIRMATION TIME  
 SPRNC = SPECIAL POPULATION RESPONSE TIME NORMAL CONDITIONS  
 SPRAC = SPECIAL POPULATION RESPONSE TIME ADVERSE CONDITIONS

図 2.2-2 ETE 結果の集計結果

【補足】

40 サイトで計 138 区画についての推計を実施している（いくつかの区画は種々の理由から推計を実施していない）。また、異なる州を跨る評価については示されていないなど、全ての区画の避難時間が推計されるわけではない。

また、各サイトは、図中の項目を全て提出した訳ではないため、図中の sectors の値にはバラツキが見られる。

(1) 比較から見えた事例① 冬季避難の特異事例

悪天候条件では、避難指示への反応時間（準備時間）の増加により避難時間が増加する。ただし、一部の例外的事例として、時間の短縮も確認されている（補足：冬季に一時滞在者が極端に減少したことが要因）。同様に、悪天候時を想定する場合、観光客の流入が低下しているため、地域によっては、避難時間が減少する可能性がある。

ここから、一般的には、冬期条件は避難時間がかかるが、例外的な事例は存在するため、『安全側の判断』のために避難時間を参考にする場合、これらの特性に留意する必要がある。

(2) 比較から見えた事例② 覚知時間の考え方

覚知時間は、0.3時間～6時間と大きな幅を示している。これは、幾つかの試算では、警報の発令から準備活動に入るまでの時間を意思決定時間として見込んでいるためである。しかし、実際には活動を早く開始する住民は、この決定時間より早く活動を開始するため、先の仮定は準備時間を過剰に見積もる可能性がある。

このため、異なる避難時間推計結果を比較する場合には、想定した条件の性質に十分配慮する必要がある。

(3) 比較から見えた事例③ 確認時間の考え方

確認時間は、0.6時間～24時間と非常に大きな幅を持っている（中央値は2時間）。これは確認時間に関する仮定が異なることに起因すると考えられる。

このため、異なる避難時間推計結果を比較する場合には、想定した条件の性質に十分配慮する必要がある。

**2.2.3 地域特性からくる分析**

2.2.1 節に示したように、NUREG /CR 1856 作成時の対象人口は、6 千人～282 千人と大きな幅を持つ。このため、NUREG /CR 1856 では対象人口の多寡に応じ、以下の5つのレベルに分割している（表 2.2-1 参照）。

**表 2.2-1 対象人口の区分**

区分	対象人口（人）
1	～20,000
2	20,000～50,000
3	50,000～100,000
4	100,000～200,000
5	200,000～

表 2.2-1 に示す5つの分類に基づき、整理された ETE 結果を図 2.2-3 に示す。

Component*	Total Population 1-20,000		Total Population 20,000-50,000		Total Population 50,000-100,000		Total Population 100,000-200,000		Total Population 200,000 and up		Overall	
	Median	# of Sectors	Median	# of Sectors	Median	# of Sectors	Median	# of Sectors	Median	# of Sectors	Median	# of Sectors
NOTIFY	3.0	29	1.1	46	2.0	29	2.6	6	1.4	6	1.6	116
PPRMC	3.0	35	3.0	42	1.3	21	1.9	6	3.5	4	1.8	108
PPRAC	4.3	23	2.0	46	1.7	21	2.8	6	5.6	4	2.8	100
TPRMC	3.5	1	2.3	1	1.5	7	3.4	2	---	-	3.0	11
TPRAC	---	--	0.8	1	1.6	4	4.1	2	---	-	1.7	7
GPTMC	4.0	30	3.7	38	5.7	29	5.8	7	5.0	6	5.0	111
GPTAC	4.4	17	3.8	37	5.1	25	7.3	7	6.0	4	5.2	91
CONFIRM	4.4	16	2.0	31	1.0	21	2.0	4	2.0	3	2.0	75
SPRMC	0.8	10	2.4	20	4.0	7	2.8	1	7.2	6	2.7	44
SPRAC	3.0	5	3.2	13	5.0	5	2.8	1	10.2	4	3.2	28

\*NOTIFY = NOTIFICATION TIME  
 PPRMC = PERMANENT POPULATION RESPONSE TIME NORMAL CONDITIONS  
 PPRAC = PERMANENT POPULATION RESPONSE TIME ADVERSE CONDITIONS  
 TPRMC = TRANSIENT POPULATION RESPONSE TIME NORMAL CONDITIONS  
 TPRAC = TRANSIENT POPULATION RESPONSE TIME ADVERSE CONDITIONS  
 GPTMC = GENERAL POPULATION EVACUATION TIME NORMAL CONDITIONS  
 GPTAC = GENERAL POPULATION EVACUATION TIME ADVERSE CONDITIONS  
 CONFIRM = CONFIRMATION TIME  
 SPRMC = SPECIAL POPULATION RESPONSE TIME NORMAL CONDITIONS  
 SPRAC = SPECIAL POPULATION RESPONSE TIME ADVERSE CONDITIONS

図 2.2-3 ETE 結果の人口区分による整理

ここから、NUREG /CR 1856 では、避難時間とサイト周辺人口に目立った関係が見られないとしている。これは、仮に人口が少ない地域であっても、局所的な人口密度が高い場合、当該地区は避難に時間を要することが原因と推定している。

そこで、NUREG /CR 1856 ではサイト周辺人口ではなく、セクター人口の多寡で ETE 結果の傾向比較をするものとした。以下、表にセクター人口のレベル分けを示す。

表 2.2-2 セクター人口の区分

区分	対象人口 (人)
1	～5,000
2	5,000～10,000
3	10,000～25,000
4	25,000～50,000
5	50,000～100,000
6	100,000～

図 2.2-4 にセクター人口別の ETE 結果を示す。NUREG /CR 1856 では、セクター人口区分に加え、距離区分で整理することで、ETE 結果に一定の傾向が見られることを報告している。

このような分析方法を国内で考える場合、区分2～4は町全域の規模であり、区分5以上は市全域に近い人口になる。なお、国内立地環境の多くは、発電所が海岸に設置され、その周囲には山間部があることから、セクターを大きくとることは、地形的に異なる地区を一つのセクターに含める可能性がある。

Component*	Sector Population 0-5,000		Sector Population 5,000-10,000		Sector Population 10,000-25,000		Sector Population 25,000-50,000		Sector Population 50,000-100,000		Sector Population 100,000 and up	
	Median	# of Sectors	Median	# of Sectors	Median	# of Sectors	Median	# of Sectors	Median	# of Sectors	Median	# of Sectors
NOTIFY	2.0	44	1.0	18	1.1	17	2.0	9	1.7	2	1.4	6
PPRNC	1.4	43	1.5	14	1.4	13	3.5	8	4.2	2	3.7	4
PPRAC	1.5	38	2.0	12	1.9	14	5.2	8	4.8	2	5.8	4
TPRNC	3.5	1	2.5	2	3.0	5	1.3	2	3.4	1	---	---
TPRAC	---	---	1.7	1	2.3	4	1.5	1	4.1	1	---	---
GPTWC	3.9	42	6.5	17	4.3	14	5.3	8	7.6	2	6.6	6
GPTAC	4.4	34	4.5	11	4.5	13	5.7	7	8.5	2	7.1	4
CONFIRM	2.2	31	2.0	10	1.0	11	3.5	7	2.0	1	2.0	3
SPRNC	0.8	8	1.9	10	2.7	7	4.0	5	3.7	1	7.2	6
SPRAC	2.0	4	3.1	4	3.1	4	5.0	4	4.7	1	10.2	4

\*NOTIFY = NOTIFICATION TIME  
 PPRNC = PERMANENT POPULATION RESPONSE TIME NORMAL CONDITIONS  
 PPRAC = PERMANENT POPULATION RESPONSE TIME ADVERSE CONDITIONS  
 TPRNC = TRANSIENT POPULATION RESPONSE TIME NORMAL CONDITIONS  
 TPRAC = TRANSIENT POPULATION RESPONSE TIME ADVERSE CONDITIONS  
 GPTWC = GENERAL POPULATION EVACUATION TIME NORMAL CONDITIONS  
 GPTAC = GENERAL POPULATION EVACUATION TIME ADVERSE CONDITIONS  
 CONFIRM = CONFIRMATION TIME  
 SPRNC = SPECIAL POPULATION RESPONSE TIME NORMAL CONDITIONS  
 SPRAC = SPECIAL POPULATION RESPONSE TIME ADVERSE CONDITIONS

図 2.2-4 ETE 結果のセクター人口区分による整理



### 3 まとめ

NUREG /CR 1856 を整理することで、以下の知見が得られた。

#### 3.1 評価の考え方

##### 3.1.1 評価要素

NUREG /CR 1856 では、ETE 結果の評価軸を以下の 4 つに大別している。

- 一般的な条件
- 避難需要予測
- 交通網
- 分析

##### 3.1.2 評価基準

個々の評価要素は、以下の 4 段階（“対応せず”を除けば、実質的には 3 段階）で評価を行う。最終に、サイト全体的な評価を行うが、これは個々の評価点数の積算などの単純なものではなく、専門家の総合的な判断に基づき実施される。これは、個々の評価要素の重要性が均等ではないことが一つの要因となっている。

以下、NUREG /CR 1856 に示された評価結果事例を次節に示す。

3.2 評価結果事例

3.2.1 サイト : Geaver Valley

この事例では、Analysis は Excel.との評価を受けているが、総合評価 (Overall) では Poor との判断に至っている。これは、図下部に記載されている注記では、一部の計算条件の不足によるものとしている。

Item	Excel.	Adeq.	Poor	None
<b>Background</b>				
A. Area Map		X		
B. Assumptions	X			
C. Methodology	X			
<b>Demand Estimation</b>				
A. Permanent Population		X		
B. Transient Population				X
C. Special Population				X
<b>Traffic Routing</b>				
A. Map of Network				X
B. Capacity of Segment				X
<b>Analysis</b>				
A. Components Considered	X			
B. Adverse Condition Considered	X			
<b>Overall</b>			X	

\*Lack of complete documentation makes it difficult to assess the accuracy of the plan. The overall methodology is excellent, there is no evaluation for 90° sectors.

### 3.2.2 Browns Ferry

この事例では、多くの評価項目が None、すなわち対応されていない<sup>14</sup>。しかし、総合評価 (Overall) では Poor との判断に至っている。これは、Special Population への対応が重視された結果と推定される。

Item	Excel.	Adeq.	Poor	None
<b>Background</b>				
A. Area Map	---	---	---	X
B. Assumptions	---	---	---	X
C. Methodology	---	---	---	X
<b>Demand Estimation</b>				
A. Permanent Population	---	---	---	X
B. Transient Population	---	X	---	X
C. Special Population	---	X	---	---
<b>Traffic Routing</b>				
A. Map of Network	---	---	---	X
B. Capacity of Segment	---	---	---	X
<b>Analysis</b>				
A. Components Considered	---	---	---	X
B. Adverse Condition Considered	---	---	---	X
<b>Overall</b>	---	---	X	---

<sup>14</sup> 対応せずには、対応の必要が無い場合も含まれる

3.2.3 Troian

この事例では、一時滞在者の避難需要の評価項目が None、すなわち対応されていない。また、シナリオの仮定も Excel.ではない。しかし、総合評価（Overall）では Excel.との判断に至っている。基本的なシナリオへの対応が重視された結果と推定される。

Item	Excel.	Adeq.	Poor	None
<b>Background</b>				
A. Area Map	—	X	—	—
B. Assumptions	—	X	—	—
C. Methodology	X	—	—	—
<b>Demand Estimation</b>				
A. Permanent Population	X	—	—	—
B. Transient Population	—	—	—	X
C. Special Population	X	—	—	—
<b>Traffic Routing</b>				
A. Map of Network	X	—	—	—
B. Capacity of Segment	—	X	—	—
<b>Analysis</b>				
A. Components Considered	X	—	—	—
B. Adverse Condition Considered	X	—	—	—
<b>Overall</b>	X	—	—	—

付録資料5-3 【海外避難時間推計の計算条件及び計算結果の整理】

NUREG /CR 6981 Assessment of Emergency Response Planning and Implementation for Large Scale Evacuations の調査

1 分析対象としたデータ

1.1 調査対象

NUREG /CR 6981 が取扱い対象とした大規模避難の基準は以下の通り。調査対象とした災害を表 1.1-1 に示す。

【基準】

- 1000 人以上の避難者が発生
- 米国内の事例
- 2003 年から 2006 年で発災（一部の災害は 1998 年に発災）

表 1.1-1 調査対象とした災害

Date	Incident	Name	State	# Evacuated (approximate)
September 1998	Hurricane	Georges	FL, MS, AL	1,200,000
October 2003	Wildfire	2003 Southern California Fires	CA	100,000
September 2004	Hurricane	Ivan	FL, NC, MS, GA	2.3 million
August 2005	Hurricane	Katrina	LA, MS, AL, FL	2 million
September 2005	Hurricane	Rita	TX, LA	3 million
September 2005	Technological	Chemical Fire Romulus, MI	MI	3,000
October 2005	Hurricane	Wilma	FL	300,000
May 2006	Flood	New England Flooding	NH, MA, ME	7,000
October 2006	Technological	Chemical Fire Apex, NC	NC	17,000
October 2006	Earthquake	Hawaii Earthquake	HI	3,000
October 2007	Wildfire	2007 California Fires	CA	900,000

【補足】

1998 年のハリケーン・ジョージは、後のハリケーン・イワンの避難行動に影響を与えた災害であるため、比較対象として取扱い対象とされている。

## 1.2 収集情報

文献（各災害の調査報告書等）から整理した情報は、以下の観点に従っている。

- 避難の原因となった災害の種類
- 人口統計
- 地域のハザードへの認識と防護活動の潜在能力
- 緊急時対応計画とその対応
- 避難の状況
- 要援護者（社会福祉施設及び、在宅）
- 避難所

また、NUREG/CR 6981 では、避難に関わった実動対処機関職員への聞き取り調査の他、その他の緊急時対応を実行した職員、大学関係者、避難者などへの聞き取りも行っている。インタビューは以下の観点で質疑を行っている。

- A) 避難の意思決定
- B) 災害時対応者との連絡／一般住民の認識
- C) 一般住民の反応
- D) 情報伝達
- E) 交通制御
- F) 避難所
- G) 訓練
- H) 社会福祉施設<sup>1</sup>
- I) 在宅要配慮者<sup>2</sup>
- J) 最終的な状況
- K) 影の避難
- L) 特別な状況

### 【補足】

上記項目 B)は項目 C)や K)に大きな影響を与える。また、要配慮者（上記項目 H）、I)について特別な項目として聴取をしているが、避難記録が残されていないこともあったとしている。

<sup>1</sup> NUREG/CR 6981 では、『Special facilities』とあるが、文脈から判断し、要配慮者が滞在する施設と思われるため、本報告書では全て『社会福祉施設』と記載するものとした。

<sup>2</sup> NUREG/CR 6981 で記載する『Special needs individuals』は、文脈から避難行動要支援者ではなく、要配慮者に近いものと考えられるため、本報告書では全て『要配慮者』と記載するものとした。なお、身体的制約などを理由とする場合には、避難行動要支援者とした。

### 1.3 評価基準とする情報

災害時対応などの評価を行う上で、基準となる考え方（ガイドライン）などが必要になるが、NUREG /CR 6981 では、以下に従うものとしている<sup>3</sup>。

- 10 CFR 50.47 - Emergency Plans;
- Appendix E to 10 CFR Part 50 - Emergency Planning and Preparedness for Production and Utilization Facilities;
- Management Directive 8.2 - NRC Incident Response Program;
- NUREG-0728 - NRC Incident Response Plan;
- NUREG-0654/FEMA - REP-1, Rev.1 - "Criteria for Preparation and Evaluation of Radiological Emergency Response and Preparedness in Support of Nuclear Power Plants";
- NUREG-0654/FEMA - REP-1, Rev.1, Supplement 3 "Criteria for Preparation and Evaluation of Radiological Emergency Response Plans and Preparedness in Support of Nuclear Power Plants" Draft Report for Interim Use; and
- 67 FR 20580, "FEMA Radiological Emergency Preparedness: Exercise Evaluation Methodology," April 25, 2002.

---

<sup>3</sup> これらの図書は、主としてオンサイトとオンサイト活動を支援するためのガイドライン、原子力災害時対応が示されているため、個々の内容は原子力事故に特化しているが、組織と組織活動の考え方への言及、訓練への言及もあることから、基本理念としてこれらの図書を比較参照している。

## 2 災害の状況

### 2.1 ハリケーン・ジョージ

#### 2.1.1 概況

【発災日】 1998年9月28日

【避難者数】 約120万人

【災害種別】 自然災害（ハリケーン）

【避難の状況】

- 約120万人が避難
- インターステート10号線<sup>4</sup>が工事中のため、交通容量が不足した
- 65千人はメキシコ湾岸に沿って避難
- ニューオリンズスーパードームには16千人が避難
- ターキーポイントとウォーターフォード原子力発電所のEPZは被害区域に含まれていた

#### 2.1.2 事前の状況

##### (1) 緊急事態の経験

ハリケーン・ジョージの被災地域は、水害・竜巻災害などの経験地域であるが、ハリケーンによるニューオリンズ市への被害は1965年（ハリケーン・ベッツィ）、ピクロシ（ミシシッピ州）への被害は1969年（ハリケーン・カミール）と古い。

##### (2) 緊急事態への備え

全ての被災地は緊急時対応計画を整備していた。

ルイジアナ州では、ハリケーン被害に伴う避難の研究を10年前に実施しており、コミュニティの準備活動、各種訓練活動、一般住民への啓蒙活動が行われている。ニューオリンズ州も緊急時対応計画を整備しており、ハリケーン・ジョージ災害において適用している。

##### (3) 訓練

訓練は定期的に行われ、周囲の事業者も参加している（含：原子力発電所、化学工場）。

##### (4) 住民への啓蒙活動

住民のハリケーン災害への意識は高い。また、パンフレットは事前配布され、新聞には避難所へのアクセス方法が記載される。

---

<sup>4</sup> 州と州を跨る自動車専用道路。国から財源を補助され、維持管理は州が行う。



### 2.1.3 緊急時対応

#### (1) 意思決定

避難指示は、知事、市長、行政区長が発出可能であるが、多くの場合知事は市町、行政区長に委任している。なお、この被災区域は、長期に渡り避難指示を発出していない。

#### (2) 実動対処者との連絡体制

各被災地とも EOC (Emergency Operations Center) を開設しており、現地との連絡は、無線機、携帯電話、固定電話が使用された。

#### (3) 住民との連絡体制

ハザードマップは、ハリケーンシーズン到来前に配布している。

避難指示は自治体から発出され、ローカルラジオ、テレビ、インターネット等を通じて発表された。また、広報車<sup>5</sup>も使用し、さらにリスクの高い地域は個別訪問も実施している。

しかし、幾つかの研究では、これだけの情報提供活動を行ったにもかかわらず、自身の居住地が避難指示の範囲内か否かを認識していなかったとの報告があったとしている。

---

<sup>5</sup> 本業務では、拡声器付の車両であって、使用目的が住民への情報提供にある車両は、全て広報車と記すものとした。

#### (4) 避難

避難指示<sup>6</sup>は、低地に設置されているトレーラハウスに発出され、観光客の避難が開始された。居住者の避難率は低く、その理由として以下を推定している。

- 住宅性能の向上
- 自身が避難範囲に居住していることを認識していない
- ハリケーン・ジョージが避難を必要とするほどの脅威として認識されなかった

ジェファーソン地区、オルレアン地区では住民の1/3が避難をしている（避難住民の多くは、ハリケーン上陸の24時間から30時間前に完了している）。また、避難者の多くは同じ地区内に親類・知人と共に避難している。避難の傾向は、浸水区域を認識しており、かつ、自家用車を保有している場合に高い。また、避難を迷っている住民に対しては、市長からの要請（指示）が効果を持つ。

最終的には、ルイジアナ州の54%、ミシシッピ州の60%、キー地区南部の62%、フロリダ北西部の22%が避難をしている。

インターステートの工事区間は、避難のために一時的に供用されている。一部の地区の避難経路は浸水地区を通過している。

ハリケーン・ジョージでは、道路交通容量の確保は特に重要な課題として認識された。

#### (5) 要配慮者避難

ルイジアナ州、ミシシッピ州、キー地区の家庭の40%は要配慮者<sup>7</sup>を抱えており、このうちの半数は医療的な措置、特別な移動手段（救急車等）が必要な避難行動要支援者としている。多くは、近隣住民の手助けで避難を完了しているが、この時点では要配慮者マップは整備されていない。

---

<sup>6</sup> NUREG /CR 6981 では、『Evacuations for Hurricane Georges initially began in the coastal areas of South Florida when officials **recommended** those living in mobile homes』と記載されており、我が国の『避難準備情報』に相当する可能性もあるが、本業務では、行政機関から出された避難の促しは、全て『避難指示』と記すものとした。

<sup>7</sup> NUREG /CR 6981 には、この人口の詳細な定義が示されておらず、その内訳は不明

## 2.2 南カリフォルニア山林火災

### 2.2.1 概況

- 【発災日】 2003年10月21日  
【避難者数】 約10万人以上  
【災害種別】 自然災害（林野火災）  
【避難の状況】

- 100千人以上の避難者が発生
- 屋内退避<sup>8</sup>も実施された
- 20人以上が亡くなっている（その多くは避難を試みている最中に無くなっている）
- 複数の区域に跨る広域災害のため、通信が困難となった
- 施設に居住していない要配慮者は避難をした

### 2.2.2 事前の状況

#### (1) 緊急事態の経験

毎年5千件の山火事がカリフォルニアの山林内で発生しており、そのうちの97%は1日で消火されている。1993年のラグーナビーチ火災を契機に、体制が強化されている。

#### (2) 緊急事態への備え

カリフォルニア消防計画、米国消防計画、ICS<sup>9</sup>、SEMS<sup>10</sup>、MACS<sup>11</sup>が採用されている。

#### (3) 訓練

複数機関合同の訓練は実施されており、ホテルチェーン、石油・化学工場などの事業者も参加している。

#### (4) 住民への啓蒙

南カリフォルニア住民の多くは、火災リスクを認識していた。

---

<sup>8</sup> 本業務では、『Shelter in place』を屋内退避とした。

<sup>9</sup> Incident Command System（危機管理・マネジメント手法の一つ）

<sup>10</sup> Standardized Emergency Management System Act（カリフォルニア州が採用している緊急事態管理のための基本的なシステム・体制）

<sup>11</sup> Multi-Agency Coordinating System（複数の組織連携を想定したコマンドシステム）

### 2.2.3 緊急時対応

#### (1) 意思決定

地区、州、国の関係者の連携は良好。指示と実施・調整はICSを用いて、良好に遂行されている。

#### (2) 実動対処者との連絡体制

2003年初めの時点で、消防関係者は山火事のリスクを認識していた。しかし、広域火災のため、異なる消防管区を跨ったことから、無線周波数が一致しないという問題が発生した。

#### (3) 住民との連絡体制

住民へは、テレビ、ラジオ、新聞を通じて情報提供を行っている（ただし、風向によりハザードエリアは変化するため、告知内容が現状と一致していない可能性があった）。

避難指示は、テレビ、ラジオ、戸別訪問により行われた。さらにリバーズ911システム<sup>12</sup>、サイレン、屋外スピーカによる放送も行われている。しかし、使用された告知手段は多いものの、避難指示を認識していない住民も存在した。また、EAS<sup>13</sup>も状況変化の速さに追従できず、十分な情報発信ができなかった。

また、警報発令時間が夜間になる場合には、夜間避難となることから、警報の発令を見送っている。

#### (4) 避難

住民が避難を開始する時点では、避難経路上のリスクから、避難が適切ではない状況も発生しており、屋内退避も指示されている。しかし、一部の住民は自身の判断に基づき避難を実行している。

また、急激な延焼範囲の広がりに伴い、一部の地区では避難指示から避難までに数分の猶予しかない状態だった。このため、避難中に亡くなる住民が24人発生した<sup>14</sup>。

山間部に居住する80千人が避難を実施しているが、多くは日没以降に行われている（ただし、この時点では停電が観測されている）。避難については、事前の住民教育も奏功し、数時間で完了している。

サンバーナーディーノ地区の避難計画には、コントラフロー（図 2.2-1 参照）が検討されていたが、実施には至らなかった。なお、図 2.2-1 に示すように、コントラフローは2種が存在するが、NUREG/CR 6981では、交通容量の拡大を目的としているため、『コントラフロー2』

<sup>12</sup> 事前に登録した個人の電話番号に、緊急時メッセージを自動的に発信するシステム

<sup>13</sup> Emergency Alert System

<sup>14</sup> NUREG/CR 6981の記載内容には、この死亡した住民の居住する地区が、避難対象地区か、屋内退避地区かは記載していない。

を指していることになる。

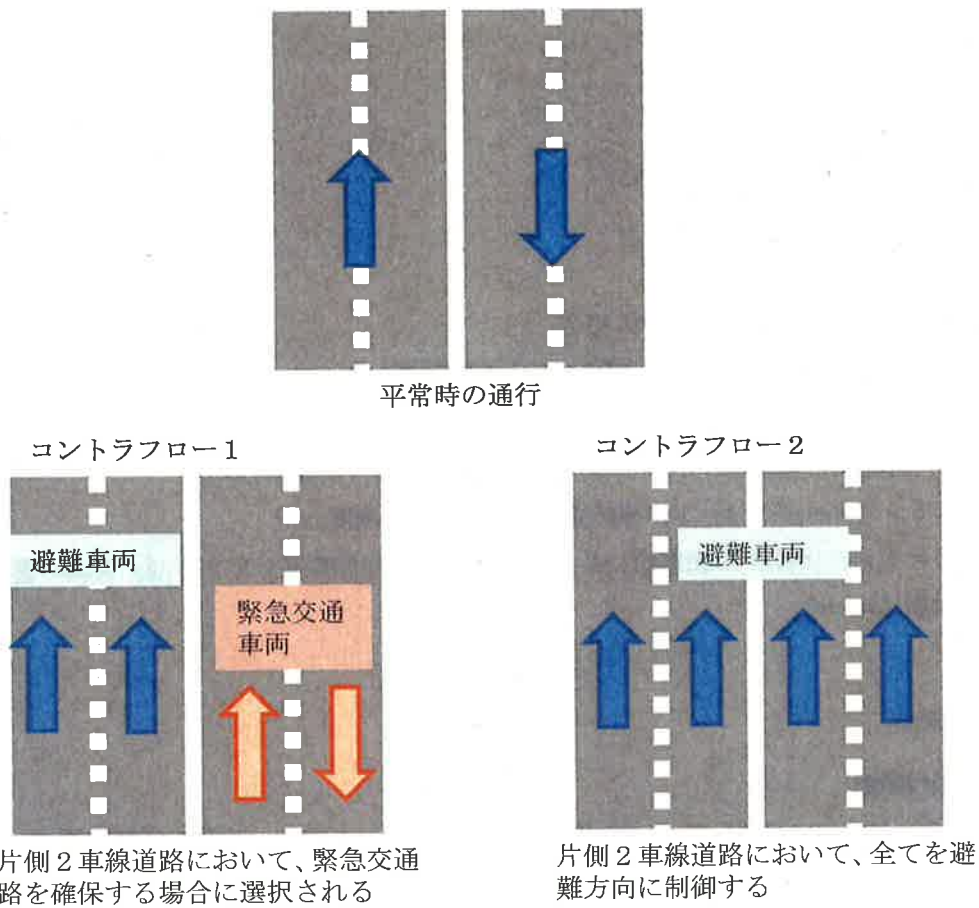


図 2.2-1 コントラフローの種類

避難の多くは自家用車により行われ、避難経路まで指定されることもあった。ただし、避難経路を事前に周知できた訳ではないため、交通管制上の重要箇所には要員を配置している。また、幾つかのインターステートは、火災の影響から通行止めとなっている。

サンディエゴでは、3.5 千頭の馬と、500 匹の家畜の保護（避難）を行っている。

(5) 要配慮者の避難

山間部では、MART A<sup>15</sup>が数十人の身体的に避難が困難な住民を避難させている。

<sup>15</sup> The Mountain Area Rural Transit Agency

## 2.3 ハリケーン・イワン

### 2.3.1 概況

- 【発災日】 2004年9月16日  
 【避難者数】 約230万人  
 【災害種別】 自然災害（ハリケーン）  
 【避難の状況】

- 230万人以上の避難者が発生
- ニューオリンズの高齢者が避難中に死亡
- 交通渋滞が発生したこともあり、避難には36時間要した
- アラバマ州とルイジアナ州でコントラフローが実施され、良好な結果となった
- 避難者は、避難先（避難所、ホテル等）を見つけることが困難だった
- ニューオリンズスーパードームが福祉避難施設<sup>16</sup>として機能した
- ウォーターフォード原子力発電所、リバーベンド原子力発電所のEPZは、災害の影響を受ける範囲にあった

### 2.3.2 事前の状況

#### (1) 緊急事態の経験

ルイジアナ州、ミシシッピ州、アラバマ州とフロリダ州はハリケーン災害の常襲地域で、住民の認識は高い。フロリダキーズは、ハリケーン・イワンの数週間前に2つのハリケーン（チャーリーとフランセス）が襲来。ニューオリンズは、ハリケーン至近の避難は、1998年のハリケーン・ジョージだった。

#### (2) 緊急事態への備え

ニューオリンズの避難計画は避難区域を含んでいたが、市街の交通弱者対策が検討されていなかった。これらの住民については、高層建物を利用した垂直避難が検討されていた。

#### (3) 訓練

訓練は実施されており、緊急時対応組織と、事業者（原子力発電所、化学プラント工場を含む）も参加し行われている。

<sup>16</sup> 本業務では、『special needs shelter』を福祉避難施設としているが、ニューオリンズスーパードームが、現在我が国で想定している福祉避難施設と同等の仕様を満たしているかは不明。

(4) 住民への啓蒙

住民の災害への認識は高い。住民へはパンフレットも配布されており、教育もなされている。発災時には、新聞を通じ避難経路と避難先を示すこととしていた。

### 2.3.3 緊急時の対応

#### (1) 意思決定

自治体からはコントラフローの要望があったが、警察官の配置に時間を要し、開始が遅れた。また、避難経路が周辺都市と隣接していたが、特に調整をしていなかったことから、都市部での渋滞原因になった。

アラバマ州では、インターステート65号線でコントラフローが実施されている。ただし、この実施は、観測データに基づく要求ではない。コントラフローは10時間実施されたが、観測情報からは、すでに避難のピークを過ぎていたものと思われ、これ自体の有効性は不明となったが、後に発災する災害への良い経験（事前の演習）としている。

#### (2) 実動対処者との連絡体制

主に無線、携帯電話を使用し、目立った障害は報告されていない。

#### (3) 住民との連絡体制

ローカルニュース、ラジオ、新聞報道を通じ情報提供がなされ、一部の地域では戸別訪問も行われた。避難の障害となった事象として、指示が出された曜日がある。発出は火曜日であったが、多くの居住者は水曜以降も通勤を計画していた。

#### (4) 避難

フロリダでは、2004年9月9日の早い時期に、フロリダ（キーズ地区）の低地の地域とトレーラハウスの居住者、観光客に避難指示を発出。一部の住民は避難をせずに残留した。二日後に強制的な避難を指示したが、この時点で自主的に避難を開始した住民も多い。

9月13日に各地で激しい渋滞を観測している。州は対策を講じる準備をしていたが、渋滞はより早く発生し、特にミシシッピ州で激しい渋滞となった。この渋滞により、一部の避難者の走行時間は36時間に及んでいる。

なお、本避難では、事前に計画されたコントラフローが初めて実施されているが、コントラフロー開始地点と、終了地点でボトルネックが生じている。

ハリケーン・イワンでは、ハリケーン・ジョージと比較し、2倍以上の人口の避難に成功している。州当局は、渋滞発生後のコントラフローは実施すべきでないとし、NUREG/CR 6981では、渋滞が発生する前に講ずべき措置としてコントラフローを位置付けている。



(5) 要配慮者の避難

ルイジアナでは、要配慮者を特定するための情報が限られていた。なお、ハリケーン・イワンでは、要配慮者とは、身体的特徴などから避難が困難なものを指し、交通弱者<sup>17</sup>については対象外と認識していた。

---

<sup>17</sup> 本業務では、自家用車など、自身の意思で自由に使える移動手段を持たない者を、交通弱者とした。

## 2.4 ロムルス（ミシガン州）の化学工場火災

### 2.4.1 概況

【発災日】 2005年8月9日

【避難者数】 約3千人以上

【災害種別】 工業災害（化学工場火災）

#### 【避難の状況】

- 避難指示の範囲は、半径 0.8km (0.5mile)
- 発生当初はテロも検討（後に否定される）
- 小規模の影の避難があったが、避難への影響はなかった
- 避難地域の外側の地域については、屋内退避が指示された<sup>18</sup>
- 要援護者避難に救急車が使用されている
- 警察と消防署職員は、避難完了を確認するために、一部の地域を車で巡回
- 二つの高校が避難所として使用された

### 2.4.2 事前の状況

#### (1) 緊急事態の経験

化学工場は、デトロイト・メトロポリタン空港の近くのロムルスに位置する。化学工場や産業工場施設の密集地だが、地域住民はこれらのリスクを認識していない。

#### (2) 緊急事態への備え

緊急事態時対応計画は整備されており、郡、州、連邦機関や学校などと連携をとるものとしていた。

#### (3) 訓練

訓練は定期的実施され、事業者と政府（注：地方政府と思われる）の合同訓練が実施されている。

#### (4) 住民への啓蒙

工場施設近傍に人口密集地があるが、情報は不足していた。

---

<sup>18</sup> 窓の閉鎖、エアコン、換気扇の停止も求められているため、原子力災害で想定する屋内退避に近いものと思われる。

### 2.4.3 緊急時の対応

#### (1) 意思決定

避難は、地方の緊急対応組織により決定されて、計画に従って実行された。

#### (2) 実動対処者との連絡体制

当局は、911通報により事故を認識した。現場には移動指揮所が設定され、すべての決定は指揮所で行われた。EOCとの連絡は、無線と携帯電話で実施されている。

ただし、周波数の問題から、無線通話には制限があり、携帯電話が多く使用されている。

#### (3) 住民との連絡体制

警察と消防は、広報車により避難指示の範囲（半径 0.8km）を巡回し、一部の地域では戸別訪問も実施している。

これに対し、メディアは半径 1.6km の避難を報道。しかし、目立った混乱が無いことから、当局は特に反応をしなかった（避難エリアの外の一部の住民が避難したことが報告された）。

このように、緊急時に情報を広範囲に配布するには、テレビなどのメディアが非常に有効であるが、誤った報道がされるリスクも想定される。

#### (4) 避難

避難者は3千人に及ぶが、多くの避難者は化学工場の存在を認識していなかった。避難区域は二日間立ち入り禁止となった。

警察と消防は避難確認のために巡回を実施している。交通管制は、警察官を配置した。

#### (5) 要配慮者の避難

社会福祉施設は、避難指示の範囲に含まれていない。一部の在宅要援護者の避難に、救急車が使用されている。また、計画では交通弱者はバスを使用することになっていたが、使用された記録は残されていない。ここから、近隣住民との乗り合い避難が実施されたものと思われる。

## 2.5 ハリケーン・カトリーナ

### 2.5.1 概況

【発災日】 2005年8月29日

【避難者数】 約200万人以上

【災害種別】 自然災害（ハリケーン）

#### 【避難の状況】

- ハリケーン・カトリーナにより1.8千人が死亡
- 死者の75%が高齢者<sup>19</sup>
- ニューオリンズ・スーパードームが避難所として使用された
- ニューオリンズ・コンベンション・センターは公設避難所ではなかったが、居住者と観光客が集まったため、特別避難所として開放
- 6千人以上の刑務所収容者が、ハリケーン上陸後避難した
- ウォーターフォード、リバーベンドとグランドガルフ原子力発電所のEPZは避難対象範囲に含まれていた
- 堤防などの水防対策が破たんし、都市の80%が浸水した
- ハリケーン・カトリーナ襲来の間、避難しなかった多くの居住者はハリケーン・ベッツィまたはカミールを乗り切った成功体験による判断に従った
- 被害額は1000億ドルを超えた
- 300千棟の住宅が居住不能となった
- 発生した廃棄物は1億立方ヤードに及ぶ
- 通信手段は、ハリケーン上陸後使用不能となった

---

<sup>19</sup> NUREG/CR 6981では、60歳以上としている

## 2.5.2 事前の状況

### (1) 緊急事態の経験

メキシコ湾岸地域はハリケーン常襲地域であった。ニューオーリンズは、ハリケーン・ジョージ（1998年）、ハリケーン・イワン（2004年）で避難を経験している。

しかし、都市部は1965年のハリケーン・ベッツィ以来大きな被害を受けていない。ミシシッピ州もハリケーン・ジョージとハリケーン・イワンで避難をしているが、1969年のハリケーン・カミール以来ハリケーンにより大きな被害を受けていない。

### (2) 緊急事態への備え

ルイジアナ州は一年前のハリケーン・イワンの経験に基づき、コントラフロー計画を修正した。これがルイジアナ州における避難成功の鍵となった。

ニューオーリンズの緊急時対処計画では、避難にあらゆるリソースを投入することを見込んでおり、主に交通弱者対策に充てられる。想定される交通弱者は100千人であったが、計画は奏功しなかった。これは、計画の細部が詰められていなかったことが原因と思われる。

また、ハリケーン・イワンの教訓から、コントラフローの設定準備時間を低減する試みが行われている<sup>20</sup>。

### (3) 訓練

訓練は毎年実施されている。さらに、2005年前半には、ミシシッピ州の1.2千人以上の対応者がNational Incident Management System (NIMS) でトレーニングを受けている。

### (4) 住民への啓蒙

地域住民は、ハリケーン襲来シーズンの前に、ローカルテレビ、ラジオ放送、新聞記事、ウェブサイトを通じ、ハリケーンの脅威に関する情報を受ける。また、ルイジアナ州も、地元の店、ガソリンスタンド、市民の会議、メディア発表により、コントラフローマップと避難方向の配布を含めた広報キャンペーンを行っている。

また、プラクミン地区のパンフレットは、ハリケーン・カトリーナ襲来のわずか二週前に配布されている。

---

<sup>20</sup> NUREG /CR 6981 には具体的な対策は記載されていない

### 2.5.3 緊急時の対応

#### (1) 意思決定

ルイジアナ州の多くの地区とミシシッピ州とアラバマ州の郡が義務的な避難指示をする間、ニューオリンズ市は任意の避難指示を出すのみに留まった<sup>21</sup>。

避難指示は行政区長<sup>22</sup>が発出するが、コントラフローなどは州のリソースを使用するため、避難の意思決定は直ちに知事に伝達される。

行政区は、復旧も想定し、行政職員を避難区域外の地区に職員を退避させている（一部の職員はそのまま職場に戻る事がなかった）。

#### (2) 実動対処者との連絡体制

上陸後は通信手段が限定され、無線と衛星電話が唯一の手段となった。また、衛星電話を使う際に、衛星通信が不完全な信号と、タイムラグのために断続的な会話に留まった。しかし、これらの不満の中には、衛星電話の使い方を理解していないものが多かったのではないかと推定している。

#### (3) 住民との連絡体制

ハリケーンに関する情報は接近前から発信され、段階的な避難の案が示されている（段階的避難<sup>23</sup>が予想される地区には、パンフレットが配布されている）。なお、優先的に避難を行う地域は、水路に近い地区、海拔の低い地区、トレーラハウスとされている。また、パンフレットには、持ち物、避難経路が示されている。

ローカルニュース、ラジオ、テレビ（ケーブルテレビを含む）等は、当局の避難指示の内容を放送し<sup>24</sup>、一部の地区については、広報車による呼びかけが行われている。

また、ウォーターフォード原子力発電所の状況を知らせる手段として、サイレンも使用されている。さらに、交通状況とハリケーンに関する情報を提供するため、避難路にメッセージが提示されている<sup>25</sup>。

一部の情報は多言語で提供されているが、リアルタイム情報などのような、更新頻度の高い情報は英語のみの提示となっている。なお、避難をしていない居住者の73%は避難指示を覚知している。また、25%は指示を聞いていないとしている。

<sup>21</sup> NUREG /CR 6981 では、この意思決定の遅れが多く死者発生要因になったとしている

<sup>22</sup> ここでは州の下位の自治組織を行政区としている

<sup>23</sup> 本業務では、『staged evacuation』を段階的避難とした

<sup>24</sup> NUREG /CR 6981 には『All parishes and counties used media to inform the public』と記載あるため、積極的な使用が行われたものと思われる。

<sup>25</sup> NUREG /CR 6981 には具体的な提示手段は示されていない。

**(4) 避難**

避難指示を効果的にするため、当局は『恐怖戦略<sup>26</sup>』をとっている。恐怖戦略は一般的には推奨される手法ではないが、多くの住民は避難を行い、米国史上最大の避難となった（交通管理上は成功した避難と認識されている）。

この避難で生じた問題の多くは意思決定の遅れ、住民の避難能力（自家用車の保有率など）に起因するもので、避難が直接の死因となった事例は1件のみ<sup>27</sup>。

**(a) ミシシッピ州**

上陸前に、EOC 設置スケジュールを立案。FEMA との調整も実施している。知事は8月26日に州非常事態を宣言し、8月27日に州EOCを設置。

ミシシッピ州知事は、主にルイジアナ州の避難のためインターステート55号とインターステート59号でのコントラフロー計画を実行した。

避難は、水路に近い地区、海拔の低い地区、トレーラハウスから避難を段階的に実施し、約400千人が危険区域を脱している。しかし、避難中にガス欠車両が発生し、さらに交通弱者への対応も計画上不十分だった<sup>28</sup>。

MEMA<sup>29</sup>は上陸前の避難を行うためには、専門の組織が必要と指摘している。またハリケーン上陸後の避難の困難性を指摘している。

**(b) ルイジアナ州**

南部の地区は、早期に避難を開始している。

ニューオーリンズ市長は、早めの避難を推奨するに留まった（指示ではなく、自主的な判断を求めた）。したがって、多くの住民の関心は低かった。8月27日に、プラクミン地区とセント・チャールズ地区が避難を命じている。

ルイジアナの避難計画は、ハリケーン・イワンの経験を踏まえ、2004年に更新された。新たな計画は段階的避難とコントラフロー計画を含んでいた。

この計画は迅速に遂行され、交通量のモニタリングはEOCで行われている。この結果、ルイジアナ州の避難対象者の92%、ニューオーリンズ市の80%が避難したものと推定された（このため、ニューオーリンズ市の残留人口は70千人と推定された）。

<sup>26</sup> 対象住民の不安を煽ることで、避難指示に従う住民の割合を増やす手法

<sup>27</sup> 社会福祉施設入所者の高齢者が12時間のバス避難の最中亡くなっている

<sup>28</sup> NUREG /CR 6981 には、これらの問題の結果、どのような事態が発生したのかは記載されていない

<sup>29</sup> Mississippi Emergency Management Agency

8月28日に強制力を伴う避難指示がニューオーリンズ市に出されたことから、輸送公社<sup>30</sup>は12の地区から、避難所となっているスーパードームへの特別運行を開始した。また、この特別運行は、要配慮者の避難にも適用されている。

カトリーナ上陸後、生存者の救出が始まり、およそ63千人が救出されている。これら生存者の56%は、事前に避難する方法があったとしており、これを裏付けるように、被災地域で多くの車両が確認されている。これらの人口が避難しなかった理由は、ハリケーン災害が小規模にとどまると認識していたとの理由が多く、さらに約1/3は金銭的理由を挙げている

#### (5) 要配慮者の避難

要配慮者の定義についての欠如(例:該当者が不明確、該当者に対し、とるべき対応が不明確)が、緊急時対応に影響を与えている。

##### (a) ミシシッピ州

ガルフポート地区の要援護者避難に、スクールバスを使用した。このとき、要配慮者リストは整備されていなかったが、救急活動に使用しているリストを準用している。

域内の交通弱者は、避難の要請に911を使用している(ハリケーンの影響が少ない期間は応じている)。交通弱者については、近隣との乗り合いが推奨されたが、避難が出来なかった住民向けに、避難所<sup>31</sup>を開設している。

##### (b) ルイジアナ州

8月28日のニューオーリンズの避難指示の後、警察と消防署職員は市内に配置され、避難者をスーパードーム行きのバスに誘導した。約20台のバスが使用された。ただし、市内には目印などは設置されておらず、住民は乗降地点を探すことが困難だった。しかし、乗降地点に辿り着けなかった人口に対する対処計画は設定されていなかった。

一部の地区では、健康上の理由のために避難することができない人々を特定するために、毎年調査表を発行し、緊急時の輸送依頼意思を確認している(約800人が対象となった)。

社会福祉施設は、避難の困難さから、屋内退避を選択する傾向にあるため、70%の施設は避難計画を整備していなかった。この困難さには、費用的な問題もある。仮に避難を行った場合であっても、ハリケーンが逸れ上陸しなかった場合、避難に要した費用は全て施設が負担することになる。この結果、社会福祉施設の避難判断は遅くなる傾向にある。

約60~70の施設がハリケーン・カトリーナの影響を受けている。ルイジアナ保健局と病院は

<sup>30</sup> Regional Transit Authority

<sup>31</sup> 移動手段のない人口向けの施設ため、徒歩圏にある者と推定される。このため、高層のコンクリート建屋と思われる。



7つの福祉避難所を開設している。ルイジアナ州では、認可された社会福祉施設になるには、緊急時対応計画が要求される。しかし、個々の緊急時対応計画が見込んでいた輸送会社には重複があり<sup>32</sup>、リソース不足に直面した。この結果、21の施設のみが、ハリケーン上陸前に避難を完了させている。

この結果、避難途中にエアコンが故障するなどの事態も発生し、想定より避難時間が長くなったことで、薬、酸素ボンベなどが不足し、最終的には避難中に200人以上が命を失っている。

---

<sup>32</sup> 同一の輸送会社が複数の施設からの輸送（避難支援）を請け負っていた。

## 2.6 ハリケーン・リタ

### 2.6.1 概況

【発災日】	2005年9月24日
【避難者数】	約300万人
【災害種別】	自然災害（ハリケーン）
【避難の状況】	

- 当局は、恐怖戦略も使用し、300万人以上の避難を即した<sup>33</sup>
- ハリケーン・カトリーナからの避難者約400千人は、ヒューストン地域に移転して、ハリケーン・リタで被災
- 避難による死亡が100件以上確認されている
- 数千人の要配慮者が避難している
- 12時間～36時間の避難時間が多く確認されている
- コントラフローは計画されておらず、効果的なタイミングでの使用が出来なかった

### 2.6.2 事前の状況

#### (1) 緊急事態の経験

メキシコ湾はハリケーンの常襲地帯であり、住民の意識は高い。また、ハリケーン・カトリーナ災害から3週間しか経過していないため、住民はハリケーン情報に敏感になっていた。

#### (2) 緊急事態への備え

ヒューストン非常事態管理計画は、EOCとの活動を調整するためのガイドライン、トレーニングを含んでいた。

ガルヴェストン・ヒューストン地域は将来のハリケーンの脅威に備え、段階的な避難を容易にする郵便番号避難計画を採用している。

ただし、これはシミュレーション等の定量的な評価（例：避難時間推計が行うような、避難時間並びに渋滞の影響評価等）は行っていない。

#### (3) 訓練

訓練は、大規模なものから、小規模なものまで4種を定期的実施している。

<sup>33</sup> 報道による事前の避難需要見込みは200万人

(4) 住民への啓蒙

ヒューストン危機管理局<sup>34</sup>は市民への防災教育を実施している。

また、カトリーナ災害の後、イベントなどで早期の避難を呼びかけるなどの対応をしている。しかし、2.6.2(2)節に記したように、交通需要と交通容量を把握していない呼びかけとなっていた。

---

<sup>34</sup> The Houston Office of Emergency Management

### 2.6.3 緊急時の対応

#### (1) 意思決定

100 以上の法的な管轄を横通しした対応が行われている。

意思決定は、住民の要望（ハリケーン・カトリーナの被害の再現はしない）に後押しされる形で、早期避難が選択された。

#### (2) 実動対処者との連絡体制

情報はインターネットにより各関連機関と、電子メール、ファックス、携帯電話、有線電話、衛星電話と無線により伝えられた。組織間のコミュニケーション計画は奏功していた。

#### (3) 住民との連絡体制

複数の手段（EAS、テレビ、インターネット等）によって現在の緊急事態を通知している。また、これらのメッセージは頻繁であり、指示に従う人口を増加させた。

しかし、事前の広報で『カトリーナ災害の死因は、避難しないことによるもの』としたため、多くの不要な避難を生じさせる要因となった（避難者の 2/3 は避難の必要が無かった住民）。

また、仮に住民が避難に 20 時間以上かかると理解していれば、余分の食物、水、燃料を用意すると考えられるが、事前の情報不足からこのような準備はされていない。このため、食物、水、燃料の不足から避難を断念した避難者は、時間経過に伴いより危険度の増した沿岸部の道路を走行し帰宅することとなった。

#### (4) 避難

3 百万人の避難はテキサス州史上類を見ない規模となった。これは、カトリーナ災害からの避難者受入が 400 千人含まれていた影響もある。

州は FEMA と協力しハリケーンの陸地接近 4 日前に段階的に 650 台のバスを投入した。

計画では、避難は 9 月 21 日に一般住民に先行し、リスクの高い地域から行われるものとしていた。また、トレーラーのような大型車両は強風の影響を受けやすく、かつ、事故が発生すれば大きな障害になるため、先行的な避難を検討した。

テキサス州は、1999 年のハリケーン・ブレットの経験から、テキサス海岸に沿う道路インターステート 37 号上でのコントラフローを計画していた。その他の経路については、物資輸送の観点、人的資源不足の観点から実施が見送られている。

9 月 22 日、ヒューストンからのすべての主要な道路が麻痺状態になった。これを受け、コントラフローが実施されるが、準備に時間を 10~12 時間要し、効果的な運用が出来なかった。

長時間の避難に伴い、食物、水、トイレ、ガス、医療設備を含む必需品は、避難経路に沿って不足するようになった。このため、地元当局は車での外出を禁じた。この長い渋滞は、住民を家に引き返せる要因となった。また、車内温度の上昇から、脱水症状などに陥り、約 130 人が亡

くなっている。

また、バス避難において、ペットを持ち込んだ場合、車内温度の上昇、餌の不足が発生し、ペット避難においての問題となった。

#### (5) 要配慮者の避難

ハリケーン・カトリーナと同様に、ハリケーン・リタにおいても、要配慮者については、定義が明確にされていなかった。しかし、関係機関の連携のもと、早期に避難を完了している。

テキサス州では、公認の施設には避難計画を要求するが、質的な基準は示されていない。ハリケーン・リタ災害の最も大きな悲劇として、社会福祉施設からの避難車両が、火災に巻き込まれ23人が死亡した事例がある（乗客の多くは身体的制約のある利用者）。また、バス会社の二重契約や、運転手自身の避難により、計画通りの避難が行われなかった事例がある。

## 2.7 ハリケーン・ウィルマ

- 【発災日】 2005年10月24日  
【避難者数】 約30万人  
【災害種別】 自然災害（ハリケーン）  
【避難の状況】

ハリケーン・ウィルマで発生じた事象は、以下に示すように、既出のハリケーン災害で発生した事象と大きく異なるところはない。

- 300千人が避難
- 長期に渡り（6週間）被害が発生
- 避難指示対象者の80%は避難をしていない
- 停電被害が広域で発生
- 100以上の避難所が設置
- 37千人の要配慮者の避難を実施（うち2.1千人は在宅）
- すくなくとも4つの病院が避難
- 公共交通機関に依存する人口のために、スクールバスを使用

## 2.8 ニューイングランドの水害

- 【発災日】 2006年5月  
【避難者数】 約3千人  
【災害種別】 自然災害（洪水）  
【避難の状況】

ニューイングランドの水害で発生じた事象は、以下に示すように、既出の災害で発生した事象と大きく異なるところはない。

- 7千人が避難
- 600以上の道路が冠水
- 避難者の10%が避難所を使用
- 幾つかの社会福祉施設は避難を実施している

## 2.9 ノースカロライナの化学工場火災

- 【発災日】 2006年10月5日  
【避難者数】 約120万人  
【災害種別】 工業災害（化学工場火災）  
【避難の状況】

ノースカロライナの化学工場火災で発生じた事象は、以下に示すように、既出の災害で発生した事象と大きく異なるところはない。

- 17千人が避難
- 103人を収容する社会福祉施設が、17台の救急車、福祉車両、2台のバスを使用し、3時間半で避難を完了
- 30千人の影の避難が発生
- 公共交通機関に依存する人口のために、バスを使用

## 2.10 ハワイ島の地震

- 【発災日】 2006年10月15日  
【避難者数】 約3千人  
【災害種別】 自然災害（地震）  
【避難の状況】

ハワイ島の地震で発生じた事象は、以下に示すように、既出の災害で発生した事象と大きく異なるところはない。

- 3千人が避難
- 避難者は、主として観光客（ホテル滞在者）と、病院
- 避難に要した時間は数時間程度
- 一部の要配慮者はホノルルに空路で移動

## 2.11 カリフォルニアの火災

- 【発災日】 2007年10月～11月  
【避難者数】 約120万人  
【災害種別】 自然災害（林野火災）  
【避難の状況】

カリフォルニアの火災で発生じた事象は、以下に示すように、既出の災害で発生した事象と大きく異なるところはない。

- 900千人が避難
- 12人が死亡し、うち2人は避難途上のもの
- 社会福祉施設の避難は実施されている

### 3 結果の整理

NUREG/CR 6981では、まず、災害経験が頻繁ではない場合、住民及び、行政に以下の影響を与えることを確認している。

- 災害経験の無い期間が、住宅環境、社会環境の近代化が進んだ期間重なる場合、住民は災害を認識しているものの、近代化された環境では大きな被害が発生しないものと考え、避難を必要とする事態が発生しないと考える傾向がある
- 基礎自治体や、それ以下の地区単位では、災害対策本部の設置経験が無い（もしくは少ない）ことがある
- 仮に被災経験のある自治体であっても、行政区が大きい場合、過去の災害についての認識は地区により異なる可能性もあり、これが避難行動の差に繋がる可能性もある
- 初期の住民防護策は、後の被害低減に大きな影響を与えるが、その判断は自治体により異なる可能性が高い

米国では、広域避難における避難指示は、リスクの高い地区から発出する『段階的避難』が適用されている。また、以下に示す事例も発生していることから、避難指示を確実に住民に伝達するための対処（伝達手段の冗長化など）の重要性を示している。

- 住民に対し避難指示の範囲を伝える場合、音声情報のみでは困難な場合がある
- 情報提供方法を多様化したとしても、一定数の住民は情報取得に失敗する
- 特に行政区境界では、情報が混在し、誤った行動が行われる可能性がある
  - 【誤った行動の例】
  - 避難対象区域内に居住する住民が、自身が対象範囲内に居住していると認識しない
  - 避難対象区域外に居住する住民が、自身の居住区域を対象範囲と認識する
- なお、米国では、区域ごとの段階的避難を実現する方法として、事前に郵便番号毎の避難計画を示すことが実施されている
- また、未然のリスクを防ぐために、広い避難指示の範囲を設定することは有効であるが、これは避難時間の増加になる。避難時間の増加は住民の負担になるため、現実的な走行時間で避難が行われるかの事前見積もり（シミュレーション）が重要となる
  - 長い避難時間は住民の避難意向を変更させ、避難者を自宅方向へ向かわせる可能性がある（避難の断念）。これは事故発生要因にもなるため、避難時間を適正化した避難計画が必要となる



要配慮者避難については、情報共有体制を構築することは重要であるが、米国の幾つかの事例では必ずしも十分な共有はなされていない。一方、近隣住民による『乗合避難』が確認されている。また、広域避難が必要となる場合には、交通弱者への対応が重要となる。

特に、社会福祉施設等の避難については、以下に示す課題が指摘されている。

- 社会福祉施設等に入所している要配慮者を長時間バス避難させることで、多くの命が失われる事態が発生している
- 要配慮者については、移動時間を短くすることが重要であり、十分な避難体制の確保が求められる
- NUREG /CR 6981 では、バス避難を試みて奏功しなかった住民に対する対処策の策定も求めている

住民防護対策において、避難は被災リスクを最小化する防護策の一つであるが、住民への負担は大きい。そこで、負担軽減策として、避難対象とする範囲を最小化することが考えられる。山林火災の事例では、風下方向のリスクが高いことから、米国では風下方向のみの避難を検討していた。この方針は、以下に示す状況に遭遇したことが示されている。

- 風向が安定しない場合、最新のリスクの高い範囲の最新情報を住民に提供することは困難である（対象範囲の頻繁な更新）
- 更新された情報が正しく認識されない可能性がある（古い情報との混在）
- 避難行動自体のリスクも考えられるため、情報発信そのものが適切でない状況も想定される
  - 夜間の避難
  - ハリケーン上陸後

広域に及ぶ避難が行われる場合、受け入れ側は被災地から離れていることが多く、これらの地域では日常生活が行われている可能性も考えられる。このため、米国では以下の事例が発生しており、広域避難における地区間の調整の重要性が示されている。

- 避難行動と周辺地域の生活行動の干渉
  - 特に平日の避難の場合、朝夕のラッシュなどは避難による渋滞を助長する危険要素となる

また、コントラフローによる交通容量の拡大は有効な対策であるが、以下に留意すべきであることが示されている。

- 事前の周到な準備と訓練による行動確認
- 既に発生した渋滞の解消は困難であることから、コントラフローの設定は渋滞発生前が望ましい
- 目的とする時間帯にコントラフローを開始するための、先行的な活動
  - ▶ 発災直後に、コントラフローを実施できる体制にあるかの判断をする必要がある
  - ▶ 避難指示判断前の要員配置の検討
- コントラフロー区間の接続部では交通集中が発生する
- コントラフローは警察等の要員配置が必須となるが、災害状況によっては配置が困難となることもため、コントラフローを計画に見込む場合には、設定できない場合の見積もりを事前に行うことが求められる。
- 行政界を跨る場合には、自治体間の調整が重要になる

住民の避難行動は、以下の事例が示すように、大きな不確定性があるため、事前の啓蒙活動による、正しい認識の浸透の重要性が示されている。

- 早期の避難指示を発出した場合、避難行動に結びつかない（特に平日の場合、日常生活が継続される可能性が高い）
- これらの住民が後に避難を決意した場合、災害が進展した後の避難であるため、避難に伴うリスクを上昇させる要因となる場合がある

付録資料5-4 【海外避難時間推計の計算条件及び計算結果の整理】

Development of Evacuation Time Estimate Studies for Nuclear Power Plants  
(NUREG/CR-6863 SAND2004-5900) の調査

1 避難シミュレーションで考慮すべき点

1.1 避難者数の推定

避難者数及び、避難に使用される車両数は、「人口データ」、「自家用車保有率」などから、「自家用車利用率」に基づき推定する。また、避難指示から避難行動までの遅れ(準備時間)は、人口構成、人口、世帯条件、時間帯(昼間/夜間)、場所に依存する。

【補足】

これらを推定する上で、米国ではエビデンスとして、電話調査などの聞き取り調査を行っている。ただし、これらの事前の調査結果が事故時の状況と一致するとは限らない。

なお、我が国においては、平成23年に発生した東京電力福島第一原子力発電所の事故に伴う避難に関し、国会事故調査委員会が避難行動の結果をまとめており、これを参考にすることも有効と思われる。

1.1.1 避難者の種類

避難者はA)~C)に示す3種に大別される。

A) 居住者

【定義】

対象地区内に居住する人口

【推定手段】

国勢調査における夜間人口から推定可能。

B) 一時滞在者

【定義】

対象区域内に居住せず、主として昼間に対象区域外から入り込む人口。主に、就労者、就学者、観光客などが考えられる。

【推定時の注意点】

➤ 季節変動

(補足)

観光客は特に季節変動が大きい。夏季海水浴シーズンであれば、沿岸部に一時滞在者は集中するが、冬期であればスキー客などが、山間部に集中する。

➤ ダブルカウント(例: 宿泊客のイベント参加など)

(補足)

大規模集客施設などでは、集客人口を発表しており、これを一時滞在者とすることが出来る。しかし、大規模集客施設が隣接する地域では、一部の一時滞在者が複数の施設を訪問しており、これら施設の集客数を単純合計すれば、重複計上することになる。

また、当該施設を訪問する人口の一部は、避難対象地区の住民でもあることから、これも重複計上要因となる。

このため、一時滞在者の推定にあたっては、これらの人口の行動パターンとその割合を仮定し、正味の一時滞在者数を把握する必要がある。

なお、施設毎の具体的な集客数が分からない場合には、駐車場の収容台数から推定することも可能と思われる。

C) その他特別な対応が必要となる人口

【定義】

学校、社会福祉施設、刑務所、イベント会場利用者など、避難に際し特別な対応が必要となる人口。

(補足)

この場合、対応の準備時間もE T Eでは取り扱うため、各属性（学校、社会福祉施設など）に応じた避難手順の策定が求められる。

【推定手段】

施設の利用率（社会福祉施設であれば、空床率など）を問い合わせ、避難計画で想定している輸送手段（種類、台数）についての確認をする。

【推定時の注意点】

- これらの避難には公共交通機関が使用されないことも考えられるが、一部は公共交通機関を使用する。このため、住民避難に公共交通機関を見込む場合、これら一時滞在者の公共交通機関需要を過小評価しないよう留意する必要がある。
- 季節変動がある場合にはこれを考慮する

(補足)

例えば、学校などは夏季／冬季に休暇期間がある。

- 刑務所や病院の避難では、避難先を通常の避難所とすることが出来ないため、避難先での受け入れ施設の確保が前提となるため、再配置計画の有無が必要となる。
- 学童などは重複計上としても良い

(補足)

季節、発災時間により避難開始位置は、学校もしくは自宅と変化するため、学校からの避難を想定する場合、居住者と重複計上することになるが、対象人口は少ないことから、安全側の判断として、重複計上している。

### 1.1.2 その他の注意点

- 避難者数予測時は、時間帯による変化を考慮する  
(補足)  
深夜の避難者数は、居住者数にほぼ等しい。一方、日中の避難の場合、通勤、通学などによる移動も考える必要がある。
- 指示外避難（影の避難）は需要予測に必要  
(補足)  
指示外避難は避難経路が重複する場合に問題となる。

### 1.2 想定シナリオ

- 不確定要素を含むデータは、確率分布を仮定する
- パラメータサーベイ（複数の想定条件での計算予測）により、結果への影響が低いと判断される場合、これらのパラメータは固定値として考えることも可能
- 条件の組み合わせを検討する（天気、交通パターンとスペシャルイベント等）

### 1.3 交通容量の取扱

- 交通容量は単位時間当たりには通過する車両数で定義される  
(補足)  
米国では、道路に『サービス水準（LOS）』を設定しており、は高速道路ではAからFの条件で整理され、Aは自由流、Fは強制流で規定される。
- 交通容量は、事故、悪天候、不適切な道路設計、避難者行動の影響を受ける
- 実際の道路ネットワークを考える場合、現地調査により、待ち行列、平均速度、信号管制を調べる必要がある
- 交通容量は、天候、事故等を考慮したバリエーションを考えても良い

### 1.4 悪天候の取扱

- 悪天候による交通容量の低下は、Highway Capacity Manual (HCM) を参考可能
- 降雪が見込まれる地域では、除雪時間を考慮する

### 1.5 交通事故の取扱

- 事故は必ず発生するものではないが（発生頻度は低い）、考慮対象とすべき
- 事故の想定は、どの道路が事故の影響を大きく受けるかにより考慮し、渋滞の緩和についても考慮する
- 事故による交通容量の低下は道路特性に依存する（車線数、幅員など）

### 1.6 交通管制の取扱

- 対向車線の使用は、交通容量を増加させるが、注意が必要
- 対向車線は、緊急車両などの特殊目的に使用すべきと考えられる
- ITSインフラがある場合には、その効果（交通容量の向上など）を考慮する

### 1.7 道路工事の取扱

- 主要幹線道路の道路工事は考慮すべき
- 交通流の縮小は、工事規模、道路種別、主要幹線道路か否かに依存する（HCMではその算出方法が記載されている）
- 道路工事は、特定の道路について、長期的な工事が行われると仮定する（工事の影響は避難に大きな影響を与えないとの研究もある）

### 1.8 運転者行動の取扱

#### 【一般的事項】

- 携帯電話により最新の災害情報、交通情報は得られるが、事故発生頻度は4倍になる
- 各種災害により避難行動は異なるが、最新の研究ではある程度の類似性が期待できる
- 避難計画の周知度が避難行動に大きな影響を与える

#### 【一時滞在者】

- 宿泊客などは施設から避難情報を受けるので、避難傾向が強く、覚知時間も短い

### 1.9 避難方向の取扱

- 避難者は一般的に、ハザードから遠ざかる方向を選択するため、放射方向に避難する

### 1.10 屋内退避

- EPZ内の住民は、屋内退避時の行動（窓を閉める、換気装置を停止する）を、パンフレット、カレンダーなどにより認識している

### 1.11 避難の準備時間の取扱

- 避難の準備時間は、地域性も考慮し、聞き取り調査を行うことが望ましい
- 仮定もしくは一般的な情報が有効である事例もあるが、その場合にはその根拠を示す必要がある
- 準備時間の推定は、「イベントフローの確認」「各イベントのデータの取得」「統計分布の取得」「準備時間の推定」を考慮する
- まずは、異なる住民グループの行動パターンの洗い出しを行う（例えば、平日の場合、覚知⇒職場からの退避準備⇒自宅への移動⇒避難準備。観光客の場合、宿泊所職員からの連絡）。なお、各要素は統計分布が存在する
- 職業（職種）によっては、直ちに避難開始できない可能性がある
- 仕事場から自宅への移動は、距離、移動方向、移動手段を考慮する必要がある
- EPZ内の居住者に配布されるパンフレットには、ペットの取り扱い、持ち出すもの、防犯上の注意事項が記載されている
- ペットの取扱いは避難準備時間を増加させるため、ETEの開発では検討を行うべき
- 避難指示が到達しにくい場所（釣り場など）の取り扱いも考慮すべき（事前の協議が重要）
- 特別な施設の準備時間では、運転者や車両の集結時間、避難者（病人、囚人など）の準備時間、を考慮する（このため、調査は重要となる）
- 状況によってはピストン輸送
- 夜間の避難は、居住地から直接避難を行う（自家用車の無い世帯は公共交通機関を使用する）
- 全てのシナリオには連続性と非連続の事象があり、連続性のある事象は時間の積算、そうでないものは並列処理など、取り扱いが異なる
- 各事象のデータの収集は、電話調査、専門家による回答により、最大値、最小値を定める
- 検証を容易にするために、これらの方法は文書化され、透明性の確保された状態で実施されるべきである
- 計算結果が、あるパラメータに対し敏感でない場合、最適な推定値を設定可能であるので、統計計算をする必要はない
- ETEに使用する計算コードは、固定値入力、確率分布入力が可能である

### 1.12 計算手段について

- 避難モデルは、最適避難ルート、避難シナリオ、ETEに適用可能なものであることが望ましい
- 交通モデルは、交通流の動的特性、最適な避難ルート、交通の問題を解決するための改善案、道路のサービスレベル、信号位相、交差点の容量、都市と地方を結ぶ高速道路のランプ容量の検討（最適化）に使用可能であることが望ましい
- GISにより、避難と輸送データを地理空間的データ上で統合可能となったため、必要に応じてこれを考慮することも可能
- 避難モデルの構築により、避難時間、交通量管理と制御、避難経路、交通流制御ポイント、他の避難計画の要素の抽出など、包括的な避難計画の検討が可能となる。モデルの多くは、マイクロレベル、および、マイクロレベルのニーズに応じて、開発することができる。いくつかのモデルは対話的なインタフェースにより、シミュレーション結果を変化させることができる
- ETEを計算するために使用するモデルの選択は、EPZの複雑さに依存する。モデルを使用する場合、使用者は、データのニーズとデータの可用性の相違を確認すべきであり、また、システムへの入力データの選択結果を文書化すべきである。全てのデータは透明性を確保し、検証可能でなければならない。計算で使用されるモデルは、計算結果の信頼性を確保するために、検証されている必要がある
- ETEは、入力パラメータの変化に敏感だけでなく、交通網の特性に対しても敏感である。一部の入力パラメータでは、感度が極端な場合がある。パラメータの選択とそれらの感度はETEで議論する必要がある
- シミュレーションにより、代替経路、目的地、天気、交通流の統制と管理が検討可能。入力が確率分布で得られる場合、不確実性分析として統計的に試すことも可能。繰り返し計算により、ETEの条件及び最適な避難ルートを決定可能
- 使用者は、分析ツールの特性、避難時間と入力条件との関係を理解する必要がある
- ETEの開発において利用されるすべてのモデルは、ETE検討のため適性検査が必要。コードのドキュメント、モデルの仮定、入力パラメータは示され、チェック可能である必要がある



## 2 ETE 開発で考慮すべき他の事項

### 2.1 避難時間に関する仮定

- 避難地区内の住人（避難対象者）は全て避難する  
（補足）

ただし、一部の人口の避難開始遅れは想定される。

- 避難者は、効果的かつ最小限のリスクで避難可能
- 避難者は避難指示、避難誘導、交通規制に従う
- 日常的に公共交通機関を利用する住民の一部は、知人、隣人、親類の車両に同乗する  
（補足）

交通弱者の避難方法として、知人、隣人、親類による乗合避難があるが、これも完全な避難を見込める訳ではないので、別途輸送手段を検討する必要がある

- パニックなどは仮定しない
- 実動対処組織の実動対処者は、その責務を果たす
- 学童は、居住者および特別な施設（学校）の双方の人口として重複計上することが望ましい
- 避難は、当該地域を対象とした、避難計画に従い実施される
- 既存の道路インフラは、予め計画された交通管制が適用される可能性がある  
（補足）

信号が他地域と連動している場合、避難対象区域のみを対象とした制御は困難である。

## 2.2 公共交通機関に依存する人口の取り扱い

公共交通機関による輸送を考慮すべき人口以下の通り。

- 避難時に自家用車を利用できない人口
  - ▶ 自家用車を持たない世帯の人口
  - ▶ 車両はあるが家族の一部が仕事等で持ち出し、避難に使用できない人口
  - ▶ 未成年者だけが在宅の世帯
- 福祉車両など、特別な装備を有する車両での輸送が妥当な人口
  - ▶ および、上記に帯同する人口
- 公共交通機関を使用する通勤者、もしくは、自転車、長距離歩行通勤者などの一時滞在者

これらの人口は、ETE を決定する際、以下を含める必要がある。

- 輸送需要
- これらの人口の特殊な要求
- 必要とされる車両のタイプ
- 専門的なトレーニングを受けたドライバーの数
- ドライバーの動員に要する時間
- 車両の準備時間（給油時間など）
- 車両の移動時間（避難ルートへの到着まで）
- 乗車時間、降車時間
- E P Z 外及びケアセンタまでの移動時間
- ピストン輸送をする場合には、その戻り時間

### 2.2.1 大量輸送機関及びその代替機関

- 国内の発電所は山間部の海側など、人口が密集していない地域に位置することが多く、大量輸送機関（電車、飛行機など）のサービス提供を受けにくい。ETE にこれら大量輸送機関の使用を組み込む場合には、地域防災計画への盛り込みが必要

### 2.3 特別な対応が必要な施設の人口

- 学校、保育所、療養所、病院、更生施設は通常より避難時間が長くなる可能性がある。人口は、ピーク人口での検討が必要（施設側は有用な情報を提供する必要がある）
  - ▶ 商工会議所、教育委員会、地方機関は、これらの施設認識に有用。これらの施設の人口特性から災害時要配慮者の特定と時間の見積もりが可能となる
- バス、救急車、車椅子用車両を使用する場合は、ドライバーの確保、車両の準備時間を考慮することが必要
  - ▶ 車両数、ドライバー数に往復回数は依存。このとき、戻り時間、乗降時間を考慮
- 学校、病院、刑務所にはさらに特別な配慮が必要と考えられる
  - ▶ 学童を親族が自家用車などで避難させることは望ましいことではないが、そのニーズを見逃してはならず、ケースバイケースの検討が必要
  - ▶ 学童は学校内人口と住人の双方で人口カウントされるべき

### 2.4 確認時間

- 過去の事例から、一部の住民は避難指示に従っていない。域内を全数検査することが困難である場合、統計的手法（サンプリング）で代用することも考えられる
- 確認についても ETE に記載する必要がある（早すぎるタイミングは意味を成さない）
- 電話確認は、緊急車両運行との組み合わせで役立つ。また、釣り客などに対しては空からのアプローチが有効
- 避難確認は、追加の支援を必要とする人口が容易に避難できるよう、結果を伝える手段を含める

### 2.5 指示外避難（影の避難）

- 指示外避難（影の避難）は、過去の事例調査において、1/3 のケースで確認されている。いずれも避難所需要への影響は少ないが、交通（渋滞）への影響はあり
  - ▶ 指示外避難は需要予測に含める必要があり、交通管制などは事前に検討可能
  - ▶ 避難行動はリスク認識により最善の行動になると報告。（パニックなどは起きにくい）
  - ▶ 避難地区外の住民が地理的要因（NPP近傍）、警告メッセージの内容により、指示外避難を行うと推定
- 指示外避難は ETE ごとにケースバイケースで考慮

## 2.6 国と地方のチェック

- 行政機関、消防、公共事業者、交通管理センターなどの機関、およびサイト固有の属性、対応計画、地域の交通条件、利用可能であるバスなどのリソースを条件として想定することが望ましい
- 国と地方機関は ETE で想定する交通管理計画を外部に説明する必要がある。また、これらの機関は都市計画も説明する必要がある

(補足)

米国では、ETE は事業者実施のため、国、地方機関は ETE 実施者に情報を提供する立場となる。

## 2.7 報告

- ETE は対応方針を容易に決定するために、分かり易い形で開発されなければならない。また、避難時間はシナリオにより複数存在する
- 要約文書は意思決定者に以下を提示する効果的な手段と考えられる（別途詳細な文書は必要）
  - シナリオ毎の避難時間推計
  - 適切な ETE を選択するためのガイダンス
  - 避難時間に影響を与える変数（事象）
  - 重要な避難時間推計上の仮定
  - 交通規制の検討
- 基本的な情報には、EPZ 内の人口、車両数を含んでいる
- ETE に使用される道路ネットワークは文書化する。道路ネットワーク（車道タイプ、交通管制機能と能力を含む）の特徴は、避難マップと対応する必要がある（重要なデータと情報は表形式で示す）。計算が行われた場合、大まかなまとめ表を詳細な出力の付録として示す。データ入出力結果は、電子メディアでも提供する

## 2.8 ETE 結果の更新

- ETE は輸送機関の能力などに依存するため、改定は必要
- 人口、道路インフラ、年齢分布、災害時要支援者分布の見直しは必要。以下の項目も考慮する必要がある
  - ▶ 特別な施設、イベントの増加
  - ▶ EPZ 内の高速道路の整備
  - ▶ 司法権限の変化
- コンピュータシミュレーションでは、司法権限の変化は反映できないことから、避難者が想定した避難シナリオの下で避難を実施することを可能とするリソースが必要。
- 国勢調査により人口が得られた時点での再調査（再実施）が求められる  
（補足）  
さらに、以下のタイミングでの再実施も求められる。
  - ▶ 域内人口が 10%以上変動した場合、再調査が必要
  - ▶ 域内の特定の区域の人口が 10%以上変動した場合、再調査が必要
  - ▶ 道路網の見直し

付録資料 5 - 5 【海外避難時間推計の計算条件及び計算結果の整理】

NUREG /CR 1745 Analysis of Techniques for Estimating Evacuation Times  
for Emergency Planning Zones の調査

1 避難の分析

1.1 避難時間の定義

(1) 避難開始時間と終了時間

NUREG /CR 1745 では、避難時間の起点となる時間を、避難を必要とする事象の検出時間<sup>1</sup>とし、終結点とする時刻を、全ての避難者が当該地域を離脱するまでの時間<sup>2</sup>としている。

(a) 避難開始時間

避難の起点時刻は、『避難を必要とする事象の検出時間』とあることから、我が国の状況を踏まえると、以下の4種の時刻が想定される。付録資料 1, 2, 4 から、今回実施された ETE では、D) もしくは E) が採用されている。

- A) 電気事業者からの事故通報（原災法 15 条相当事象）の受信時刻
- B) 国による自治体への避難指示の受信時刻
- C) 自治体による避難指示決定時刻
- D) 住民への避難指示発出時刻
- E) 住民による避難が開始された時刻

(b) 避難完了時間

次に、避難の完了時刻は、『全ての避難者が当該地域を物理的に離脱するまでの時間』とあることから、指示の範囲を離脱するまでの時間となるため、広域避難先までの移動時間は避難時間とはならない。このため、以下に示す2種の時刻が想定される、

- 全ての住民が P A Z（避難指示の範囲）を離脱した時刻
- 全ての住民が U P Z を離脱した時刻

ここで、『当該地域を離脱』とは、避難指示の範囲、すなわち P A Z となるが、指針の求める

---

<sup>1</sup> NUREG /CR 1745 では『time from the detection of an incident which ultimately requires evacuation』と表記している。

<sup>2</sup> NUREG /CR 1745 では『the end of the period required for individuals to physically move out of an area』と表記している。

避難が、UPZ外への移動を求めていることから、終結時刻は、全ての住民がUPZを離脱した時刻となる。

なお、社会福祉施設などの、避難行動要支援者が多く滞在する施設では、直ちに避難せず、状況の進展を見て、後に移転することも考えられる。この場合については、屋内退避を決定し、必要な対処（戸締り、空調管理）などを行った時点をもって、避難が完了となる。

## 1.2 避難時間の構成要素

NUREG /CR 1745 では、避難時間は以下に示す要素から構成されるものとしている。

### I. 意思決定

避難を必要とする事象の検出時刻から、避難指示を発出するまでに要する時間

### II. 避難指示の覚知時間

対象地区の住民が避難指示の発出を認識し、自身の避難の必要性を認識するまでの時間

### III. 避難の準備時間

避難を行うための準備時間

### IV. 移動時間

避難者が、対象地域外に移動するまでの時間

また、上記の要素は独立した要素であり、個々の避難者により異なる。なお、避難確認は避難中にも行われる活動であるため、上記には避難確認時間が含まれていない。

ここで、上記Ⅱ～Ⅳにおいて、ⅡとⅢが避難時間に影響を与え、Ⅳは道路の交通容量と車両台数の影響を受けるため、これを予測することは重要である。

NUREG /CR 1745 では、過去に発生した避難事例を調査しているが、避難時間と相関のある因子は見つかっておらず、避難時間は発災時刻、気象状況、道路状況の影響を受けることによるものと推定している。

しかし、個々の要素を比較すると以下の傾向が得られている。

- 避難指示の覚知時間は、低密度地域で増加する
- 避難の準備時間は、低密度地域で増加する
- 移動時間は、高密度地域で減少する

(注) この傾向は、厳密に検証された結果ではない。また、これらの時間は事前の教育等で変動する。

## 2 ETE の事例

NUREG /CR 1745 では、ETE 分析のポイントを示している。

### 2.1 前提条件

#### 2.1.1 サイトの立地条件

サイト立地条件を示す情報として、以下の情報を見やすくまとめた地図の整備が求められている。

- 防護計画を実施する範囲の地図（サイト位置を含む）
- 地図は以下の情報を見やすく提供する必要がある
  - 道路・交通網
  - 人口分布
  - 地形上の特徴・行政界
- 発電所からの方角と距離

#### 2.1.2 一般的な想定

ETE で使用される想定（自動車使用割合、車道容量、避難需要の推定方法など）は示される必要がある。

#### 2.1.3 計算手法

ETE に使用する手法の説明を示す必要がある。コンピューターシミュレーションが使われるならば、アルゴリズムの一般的な説明を示す必要がある。

## 2.2 避難需要の推定

避難者は、大きく以下の3種に大別する。

- 居住者
- 一時滞在者
- 社会福祉施設入所者

### 2.2.1 居住

居住者数は、国勢調査から推定することが可能。国勢調査結果が、最新の状況を反映していない場合には、補正值を使用することも可能。

また人口情報は、一台あたりの乗車人数を仮定することで、避難に供せられる車両を推定することが可能である。なお、一台あたりの乗車人数は2～3人が一般的であるが、合理的な理由があれば、それ以外の数値を使用することも可能（例：世帯数＝車両数とする仮定など）



### 2.2.2 一時滞在者

一時滞在者には、観光客、就労者などが含まれる。一台あたりの乗車人数は、就労者の場合 1.5 未満となると想定され、観光客の場合 3～4 人になると想定される。

### 2.2.3 社会福祉施設入所者

社会福祉施設入所者については、施設毎に需要を推定する必要がある。また、その具体的な避難手段は示される必要がある。

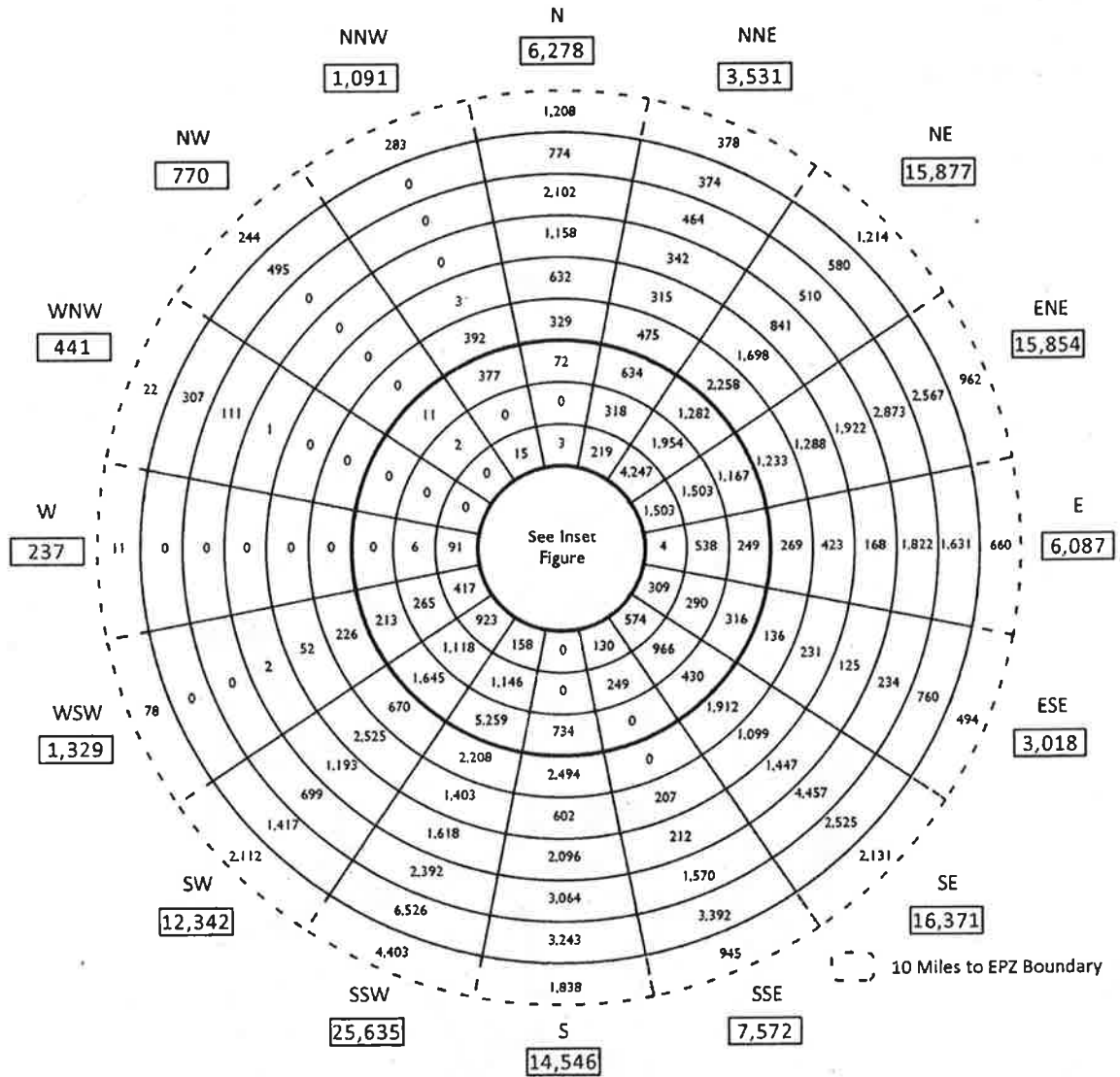
### 2.2.4 調査結果の提示方法

図 2.2-1 に避難需要の表示フォーマットの例を示す。

このフォーマットでは、半径 16mile の EPZ を、半径方向 1mile 刻み、円周方向を 16 分割した区域に分割し、各区域の車両数もしくは住民の数等を記入する（図 2.2-1 の例では、居住者人口から割り出した車両数が記載されている）。

このフォーマットでは、風向毎の合算値が記載されているため、風向きを考慮した避難指示を行う場合の参考情報となる。

また、図中の表に示すリング小計は、各円周状の領域における小計を示しており、段階的避難により避難指示の範囲を拡大する際の参考情報となる。さらに、リング積算では、0mile からの積算値を示しているため、全方位の避難指示を行う際の、参考情報となる。



Miles	リング小計	リング積算
0 - 1	647	647
1 - 2	4,918	5,565
2 - 3	8,593	14,158
3 - 4	8,355	22,513
4 - 5	12,389	34,902
5 - 6	12,602	47,504
6 - 7	10,478	57,982
7 - 8	11,125	69,107
8 - 9	20,298	89,405
9 - 10	24,591	113,996
10 - EPZ	16,983	130,979
Total:		130,979

図 2.2-1 避難需要の表示フォーマットの例

2.3 交通網

2.3.1 避難経路網

避難経路のみを示した地図を示す必要がある（避難経路へのアクセス道は表示しない）。図 2.3-1 に示すように、各道路セクションに ID を付番する必要がある。

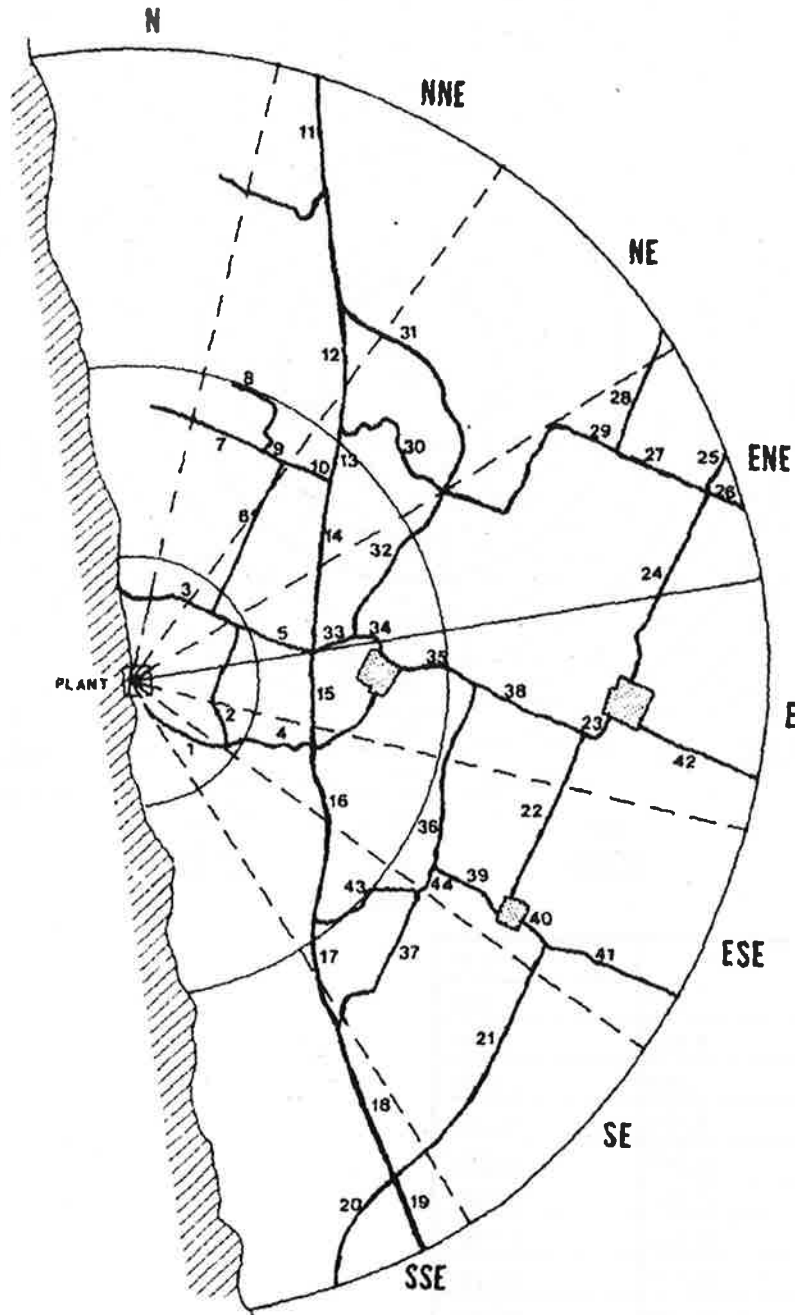


図 2.3-1 避難経路図

### 2.3.2 避難経路区間の属性

避難経路の属性を示す必要がある（交通容量が明らかになっている場合には、これを示す）。なお、道路区間内で属性が一律でない場合には、最も容量の低い箇所の属性を提示する。

### 2.4 避難時間の算出

避難時間は、1.2節に示すように、幾つかの要素から構成される。

また、避難時間は大きく2種に大別され、1つは風下90°方位を対象とした避難区域とし、もう一つは全方位（360°）を対象とした避難区域としたもの。それぞれに対し、2[mile]、5[mile]、10[mile]を対象とした避難区域を想定する。

これらの避難パターン毎に、避難需要、避難時間をまとめた一覧表を作成する（図にNUREG/CR 1745で想定するフォーマットを示す）。このフォーマットでは、二つの状況（通常と特殊な環境）が示されている。また、表中に記載される数値は、根拠を示す必要がある。

												SECTORS		
				WITHIN TEN MILES				WITHIN FIVE MILES				WITHIN TWO MILES		Permanent Population
														Permanent Pop. Vehicles
				WITHIN TEN MILES				WITHIN FIVE MILES				WITHIN TWO MILES		Transient Population
														Transient Pop. Vehicles
				WITHIN TEN MILES				WITHIN FIVE MILES				WITHIN TWO MILES		Evacuation Capacity Per Hour
														Notification Time
				WITHIN TEN MILES				WITHIN FIVE MILES				WITHIN TWO MILES		Preparation Time
														Permanent Pop. Response Normal Conditions
				WITHIN TEN MILES				WITHIN FIVE MILES				WITHIN TWO MILES		Permanent Pop. Response Adverse Conditions
														Transient Pop. Response Normal Conditions
				WITHIN TEN MILES				WITHIN FIVE MILES				WITHIN TWO MILES		Transient Pop. Response Adverse Conditions
														General Pop. Evac. Time Normal Conditions
				WITHIN TEN MILES				WITHIN FIVE MILES				WITHIN TWO MILES		General Pop. Evac. Time Adverse Conditions
														Confirmation Time
				WITHIN TEN MILES				WITHIN FIVE MILES				WITHIN TWO MILES		Special Pop. Evac. Time Normal Conditions
														Special Pop. Evac. Time Adverse Conditions

図 2.4-1 避難時間推計結果表示フォーマットの例

3 避難時間推計結果の評価

避難時間推計結果は、以下の2段階の分析・評価を実施することが可能である。

第一に、図 2.4-1 で示す表に従う比較を行う（データの精度、完全性など）。次に、評価結果の比較を行う。評価結果をまとめる表の例を示す（表 3-1 参照）。

表 3-1 評価結果まとめ表の例

Item	Excel.	Adeq.	Poor	None
Background				
A. Area Map				
B. Assumptions				
C. Methodology				
Demand Estimation				
A. Permanent Population				
B. Transient Population				
C. Special Population				
D. Time of Day/Week				
Traffic Routing				
A. Map of Network				
B. Capacity by Segment				
Analysis				
A. Components Considered				
B. Adverse Condition Considered				
Overall				

この表では、主観的な評価を行う。考え方は、以下の通り。

- None      基準・根拠が示されない
- Poor      基準・根拠が示されるが、不十分な考慮に留まる
- Adeq.     基準・根拠が示されるが、許容可能な考慮を行っている
- Excel.    明らかに優れた品質と完全性である

なお、Overall（総合評価）の評価方法は、各要因の重要性が異なるため、要因の単純な要約とはならない（専門家による総合的判断が必要となる）。

各避難時間の要素についての特性をまとめるフォーマットを表 3-2 に示す。

表 3-2 避難時間要素の特性まとめフォーマットの例

Component	Minimum	Average	Maximum
Total Notification Preparation Response Confirmation			

避難時間推計結果に影響を与えるパラメータは、人口密度、人口属性、道路属性である。人口密度の高低でカテゴリー分けする場合、分割数（閾値）は重要なパラメータとなる。

付録資料 5 - 6 【海外避難時間推計の計算条件及び計算結果の整理】

Identification and Analysis of Factors Affecting Emergency Evacuations  
(NUREG/CR-6864 SAND2004-5901) の調査

1 避難調査

1.1 調査概要

調査対象基準は以下（選別の結果、230件が調査対象となった）。

- 米国本土の避難
- 1990年1月1日～2003年6月30日の間に発生した避難
- 1000人以上の避難
- ビル群や工場設備などからの避難

各避難事象は、以下の観点で分析している。

- 避難規模
- 事象種類（自然災害、人為的もしくは事件性のあるもの等）
- 災害種類（列車事故、ハリケーンなど）
- 発生年
- 発生した都市の種別（都市、地方など）
- 州もしくは地域

1.2 ケーススタディの選択

1.1 節の調査基準に合致した事象から、さらに50件の事象を選択した。選択基準を表 1.2-1 及び式 1.2-1 に示す。

$$R_j^{Now} = \left( \frac{R_j - R_{min}}{R_{max} - R_{min}} \right) \times 100 \quad \text{式 1.2-1}$$

where  $R_{min} = 21, R_{max} = 63, R_j = \sum_{i=1}^7 (weight_{i,j} \times rating_{i,j})$

weight と rating の設定基準は表 1.2-1 を参照。



表 1.2-1 評価値と重み

事象	重み weight	評価値規準 rating
避難者数	5	3 : 避難者数 5,000 人以上 2 : 避難者数 2,000 人未満 5,000 人以下 1 : 避難者数 2,000 人以下
		<p>【備考】</p> <p>大規模避難は、調整、計画が大掛かりなため、コミュニティーの対応能力を図る上で、小規模災害より適している。</p>
対応レベル	5	3 : EPZ 内 2 : ハリケーンの発生しやすい地域 1 : 上記以外
		原子力発電所の EPZ もしくはハリケーンに関する避難が本調査に適していると仮定し、これらの事象を優先
災害種類	3	3 : 人為的もしくは事件性のあるもの 1 : 自然災害
		<p>【備考】</p> <p>人為的もしくは事件性のある事象は自然災害より高い評価値とする。</p>
発生年	3	3 : 2000 年～2003 年 2 : 1997 年～1999 年 1 : 1990 年～1996 年
		<p>【備考】</p> <p>新しい事象に、より重きを置く。これは以下の理由に基づく。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 2001 年 9 月 11 日以降緊急時対応が導入されている</li> <li>● 新しい災害の場合、より確かな記憶（記録）が残されている</li> <li>● 1997 年以降はインターネットを介しての情報収集が可能となった</li> </ul>
特殊な問題	3	3 : 特別な問題あり 1 : 無いもしくは少ない
		<p>【備考】</p> <p>介護施設、病院、学校などの特別な施設を含む避難、航空機や船を利用した避難、計画外避難や渋滞などが発生している事象は高い評価値とする。</p>
コミュニティタイプ	1	3 : 都市 2 : 郊外 1 : 地方
		<p>【備考】</p> <p>高い人口密度は災害時対応を見る上で有意。</p>
地域	1	3 : 北部、南部、中西部（米国東半分） 1 : 西部、南西部、北西部（米国西半分）
		<p>【備考】</p> <p>商用炉が米国東部に集中していることから、地域的な優先順位を検討。</p>

### 1.3 避難効率

各避難事例について、以下の評価項目に従い、問題の有無を整理。

- I. 指揮コントロール（避難の意思決定プロセス）
- II. 緊急コミュニケーション
- III. 緊急時対応要員と職員の通知
- IV. 住民行動
- V. 交通流と交通規制
- VI. 治安維持
- VII. 再入域

評価結果（問題の有無）を表 1.3-1 に示す。

表 1.3-1 評価結果

避難効率	頻度	割合
問題数：0	16	32
問題数：1	21	42
問題数：2	8	16
問題数：3以上	5	10

### 1.4 回帰分析

複数のデータの関係性の評価には、 $\chi^2$  乗検定を適用し、使用ツール SAS 8.02 for Windows としている。

NUREG/CR-6864 では、検定では P 値が 0.05 以下となった場合、取り扱うデータ間に関係性があるとしている。

## 2 分析

### 2.1 全避難の統計的概観

#### 2.1.1 避難者数

図 2.1-1 は米国での大規模避難の規模と分布を示す。100 ケース (43%) は 2,000 人以下、60 ケース (26%) は 2,000-4,999 人、70 ケース (31%) は 5,000 人以上。10,000 人以上の避難者が発生した 17 ケースのうち、15 ケースは自然災害 (ハリケーン)。2 ケースは、ワールドトレードセンターにおける事案。50,000-99,999 人の避難者が発生した 6 ケース中、5 ケースは自然災害。50,000 人以下の避難者が発生した 207 ケースの避難のうち 112 ケースは自然災害による。工学的災害による 85 ケースのうち、10 ケースは悪意に基づく行為によるもの。

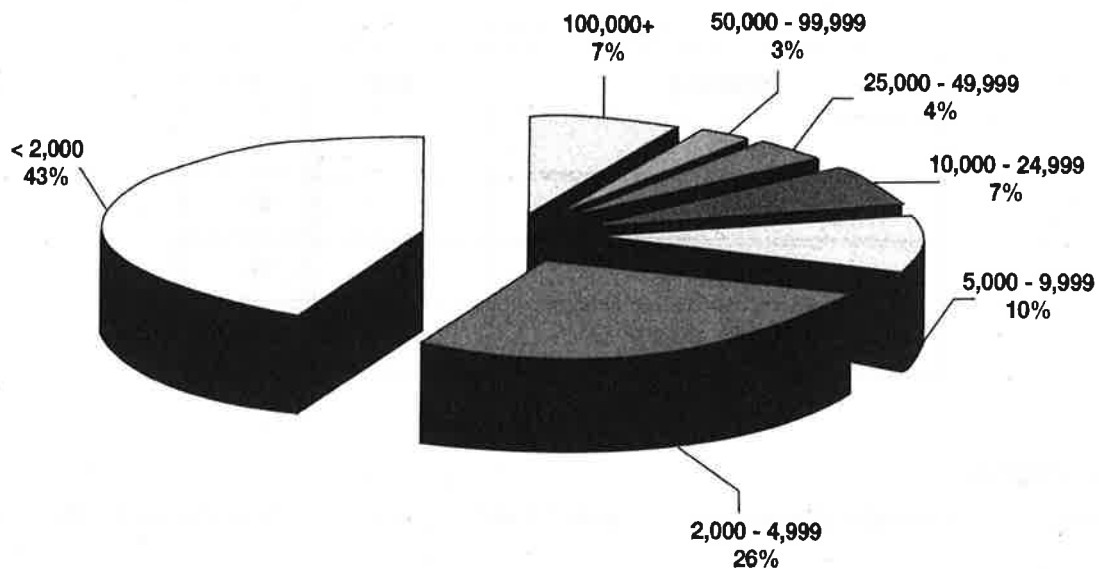


図.2.1-1 米国での大規模避難の規模と分布 (1990年1月1日~2003年6月30日)

#### 2.1.2 コミュニティの対応レベル

##### I. 原子力電所の EPZ (6 ケース、2.6%)

(分析は 4 ケースで実施。全て原子力発電所事故によるものでなかった\*)

##### II. ハリケーン多発地域 (53 ケース、23%)

##### III. それ以外 (171 ケース、74%)

\* Charlotte の倉庫の化学物質漏れ、マイアミのハリケーン Andrew、ハリケーン Floyd による南フロリダの 2 ケース、フロリダの Port St Lucie とミシシッピの山火事

### 2.1.3 災害種類

133 ケース (58%) は自然災害、84 ケース (36%) は工学的災害、16 ケース (6%) は悪意に基づく行為によるもの。自然災害に起因する 133 ケースの避難のうち、2 ケースは地震、56 ケースは森林火災、47 ケースは洪水、26 ケースは竜巻 (図 2.1-2、図 2.1-3)。

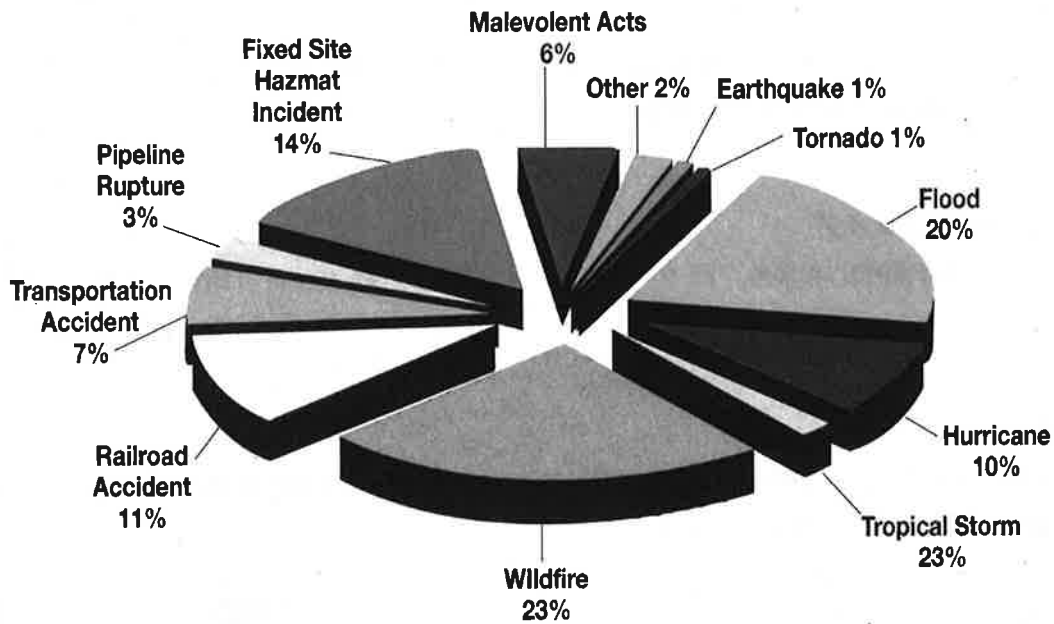


図 2.1-2 米国における大規模避難の原因

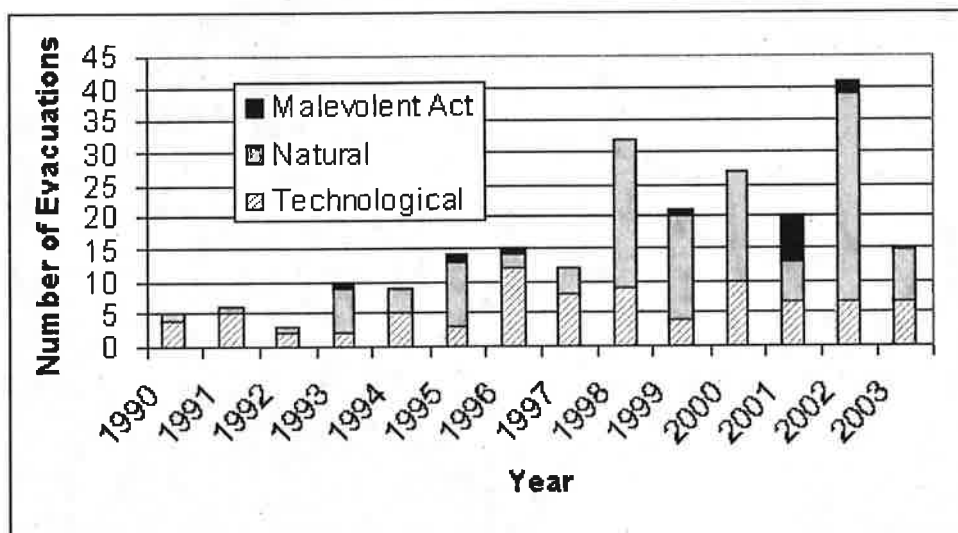


図 2.1-3 避難事例発生年と発生件数

### 2.1.4 特別な問題

・およそ 55 ケース (24%) の避難で特記すべき事象があった。

- 特別な施設 (介護施設、病院、学校) からの避難
- 特別な避難手段 (空、船)
- 特殊な状況 (潜在的避難者、特別な交通規則)

(例)

ワールドトレードセンターの事例ではマンハッタン南部の多くがフェリーでニュージャージー州の Liberty State Park へ避難している。

### 2.1.5 コミュニティタイプ

116 ケース (約 50%) が郊外、77 ケース (34%) が田舎、37 ケース (16%) が都会で発生している。

### 2.1.6 地域

図 2.1-4 に示すように、110 ケースが西部、120 ケースが東部 (大規模避難はハリケーンの多い海岸地域、工業地域) に集中している。

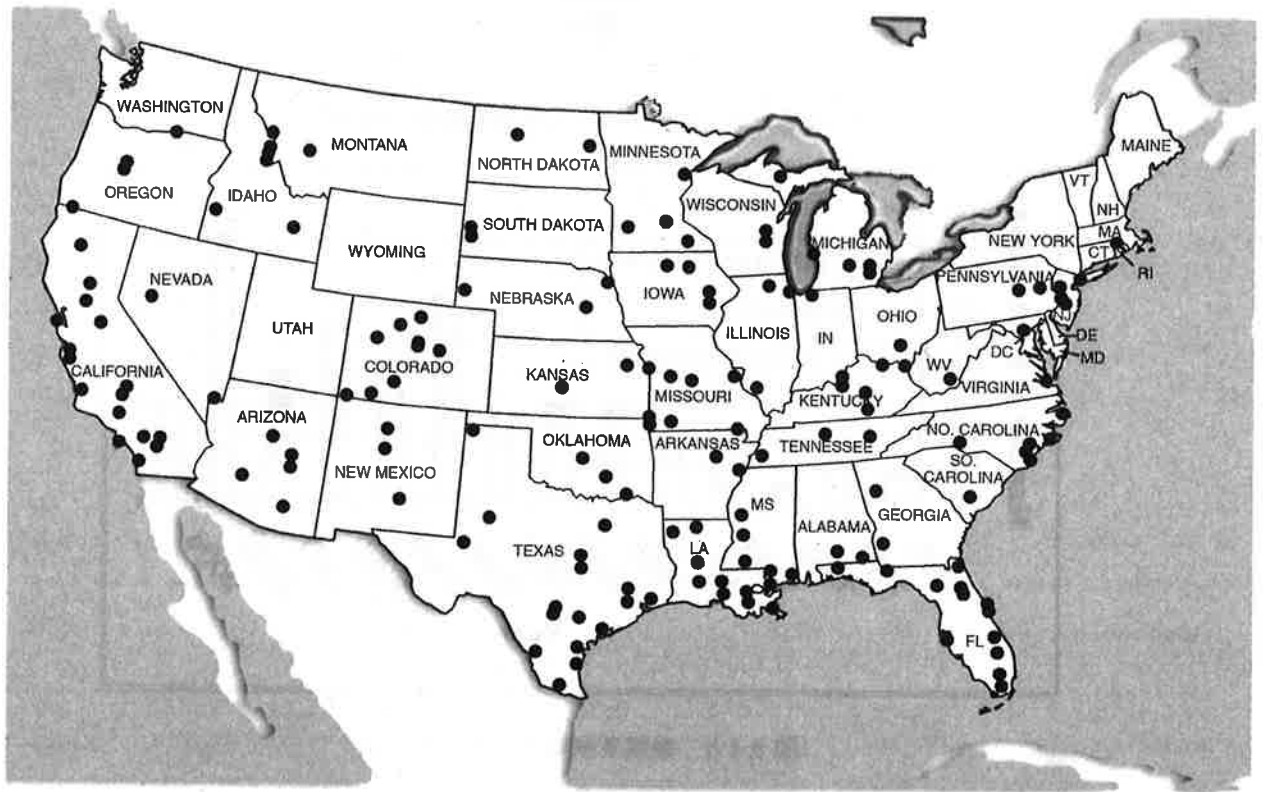


図 2.1-4 米国における大規模避難の発生分布

## 2.2 ケーススタディ

### 2.2.1 コミュニティの状況

郊外と住宅)での発生は50ケースが分析され、それぞれ36ケース(72%)、41ケース(81%)にのぼる。製造及び工業は21ケース(42%)。

### 2.2.2 防災計画等の準備活動

分析したうち47ケース中(94%)が緊急計画をもち、うち40ケース(80%)が避難の項を含む。86%の回答者が計画は緊急時に使用されたと答えている。しかし、NUREG-0654/FEMA-REP-1 Rev1に準拠しているものは12%で、1ケースのみが避難時間評価(ETE)を実施している。

訓練をすべての回答者が行っており、40%がフルスケールの屋外演習を実施している。

### 2.2.3 災害の発生状況

50ケースのうち33ケース(66%)が工学的災害、14ケース(28%)が自然災害、3ケース(6%)が悪意に基づく行為によるもの。40ケース(80%)が昼間、10ケース(20%)が夜に発生。8ケース(16%)が特殊な状況が発生\*。

\* 文中に内容に記載なし

### 2.2.4 結論

負傷者が発生したのは18ケースであるが避難が原因となるものは2ケースのみ。6ケースで災害による死者が発生(1ケースで避難そのものによる死者が発生)。

多くの避難中の犠牲者は、年配者や体の不自由さなどの個人的なものによるところが大きい。

### 2.2.5 緊急時対応

#### (1) 指揮統制

##### (a) 意思決定

避難決定は40ケース(80%)で一人の人間によって行われた(うち25ケース(50%)が消防署長、11ケース(22%)が警察署長)。

##### (b) 命令、指揮、協調

大多数(68%)で緊急対策センター(EOC)を用い、90%が指令所(ICP)を用いた

**(c) 緊急通信**

無線は92%が使用。40%で複数の連絡手段が用いられた。14 ケース (28%) において非常通信が行われた(ただし、うち13 ケースは同一周波数でない無線の使用にとどまる)。携帯電話や複数手段による通信は、多くの場合有効。

**(d) 緊急時対応**

緊急対応要員の動員時間は74%が15分以内、54%が3時間以内に避難を終了している。ただし、トンネル内で通信が困難なため、認知が遅れる場合もある。避難開始までの時間は災害タイプに依存。

**(2) 住民への通知と警告**

複数手段による通知は35 ケース (70%) でおこなわれた。通常は、サイレン、電話、ラジオ、テレビ、PA システム、戸別通知が用いられる。12 ケース (24%) で、警告と取るべき行動を伝えている。

**(3) 交通規制**

**(a) 交通規制**

交通事故が起こったのは4 ケース (8%)、しかし交通渋滞は14 ケース (28%) のみで報告されている。

リバースレーン(全ての車線を退避方向に規制)は6 ケース (12%) で用いられただけ。これは緊急車両を投入するのが困難になるため。31(62%)が特定のルートを用いるよう指示された。

**(b) 治安維持**

治安の問題は3 ケース (6%)、略奪または破壊が5 ケース (10%) と、発生している。警察は38 ケース (76%) で避難地域を守り、46 ケース (92%) は他組織と連携し地域を守った。

**(4) 避難所**

公共の緊急避難所、ケアセンタは80%で使用(赤十字が60%の時間を管理)。避難者の10%未満は到着した医療センターで登録。しかし、3つの事例では、20%以上が集まる医療センターで登録。

**(5) 再入城**

4ケース(8%)で再入城している。そのうち、消防、警官の公式な入場が半分(50%)。再入城は80%で特別なコントロール下で行われた

**(6) その他**

**(a) 影の避難**

公式に宣言された避難区域の外に位置する避難者の避難が18ケース(36%)でみられた。このうち交通移動に影響したのは5ケース。避難所容量への影響はなし。

**(b) 特別な対応が必要となる施設**

18ケース(36%)が特別な設備の設営を行った(介護所、病院、監獄、学校)。1ケースでは、患者を汚染空気にさらずより循環空気で病院内に残すことを選択

**(c) ペット・家畜への対応**

飼い主により避難命令期間中に滞在する場所に運ばれた(2ケースでは残された)。州農業局と市と国の動物管理局が、捨てられた動物のえさやりを含めた、相互に動物管理協定を結ぶことをのちに推奨。



## 2.3 回帰分析

### 2.3.1 概要

以下の項目は統計的に有意だった。(P<0.05)

- 避難要因となる災害のタイプ
- 避難途中で交通事故があったか
- 再入城プロセスのタイプ
- 災害による死者数
- 避難による負傷者数
- 法の強制のため州兵を使ったか
- 略奪や破壊行為はあったか
- 再入城の許可に消防署長は加わっているか
- 人々は指示される前に同時に避難したか
- 避難を拒否した人はいるか
- コミュニティは危機に関してなにがしかの経験があるか
- 学校は避難所として用いられたか
- 避難による死者数
- 公共のビルが避難所として用いられたか
- だれが避難所を管理したか
- 市長が再入城の許可に加わっていたか
- 大衆は NOAA を周知されていたか
- 災害の発生から避難決定までどれくらいかかったか
- 主要道路で使用できないものはあったか

以下の項目は、統計的にやや有意だった。

- 緊急措置センター (EOS) は用いられたか
- 避難完了までの時間
- 公共機関は戸別に知らせたか
- 避難の間の人口密度
- コミュニティの緊急対応機関は平素から緊急時訓練と練習を行っているか
- 避難エリアの大きさ
- 平均より災害の多い場所か
- コミュニティは使用される警告手段をどれくらい認識しているか

### 2.3.2 回帰分析結果

災害の種別と、避難の準備時間の関係を表 2.3-1 に示す。

表 2.3-1 避難の準備時間 (H)

災害種類	ケース数	平均	メジアン	最小	最大
自然災害	14	105	108	0.5	168
悪意に基づく行為	3	0.72	0.25	0.16	1.75
工学的事象	33	0.881	0.5	0.03	6.00

#### (1) 避難の間に交通事故はあったか(標本数=46 (4はデータなし))

##### 【概要】

避難中の交通事故は他の大きな他の阻害要因があり、相対的に避難効率を低下させている可能性がある。

##### 【結果】

- 交通事故は避難効率に大きく影響 (P<0.0001)
- 避難中の交通事故 (4件のみ) は災害タイプと交通事故の重要な関連なし (P=0.180)
- 災害タイプ補正後でも交通事故と避難有効性には重大な関連があった (P=0.0006)

#### (2) 再入城のタイプ (n=49、1はデータなし)

##### 【概要】

再入城プロセスがコントロールされているとき、避難要因と類似性がみられる。しかし一般的な関係を示すものではない。

##### 【結果】

- 再入城タイプは避難効率と重要な関連がある (P=0.0003)
- 災害タイプと再入城に関連なし (P=0.202)
- 災害タイプで補正した後でも再入城タイプと避難スコアには大きな関係がある (P=0.0004)

#### (3) 災害による死者数 (n=50)

##### 【結果】

- 避難効率と重大な関係 (P=0.0007)
- 災害による死者が出たのは6ケースのみ
- 災害による死者数が多いほど、他の阻害要因の可能性も高い
- 災害タイプの補正後、重大な関係がみられる (P=0.0021)

(4) 避難による負傷者数(n=47、3はデータなし)

【結果】

- 避難による負傷者数は避難効率に重大な関わりがある (P=0.0009)
- 2ケースだけが避難による負傷者あり。事例数が少ないため災害タイプとの関連はわからない。災害タイプ補正後も重要 (P=0.0013)

(5) 州兵が治安維持に使われたか(n=50)

【結果】

- 避難効率と州兵の使用は大きな関連 (P=0.0032)
- 災害のタイプで補正後も関連は大きい (P=0.0752)
- 州兵の使用と災害タイプに関連 (P=0.0096)

【備考】

- サンプル数が少なく災害タイプに依存するため、最終的な結論を出すのは困難。
- 州兵のみが出動した4つの避難は、避難者数が2,500-20,000人(平均10,375人)の大規模なもの。
- 警察と州兵が協調した5つの避難はさらに大規模で、避難者数が15,000-650,000(平均210,000人)規模
- 回帰分析では州兵の使用と避難には強い関連がみられるが、州兵は避難要因に貢献していない。大規模で複雑になるほど州兵が用いられる傾向がある

(6) 略奪破壊行為があったか(n=50)

【結果】

- 略奪、破壊行為は避難効率に大きな関係を持つ (P=0.0043)
- 災害タイプとは関連が薄い (P=0.17)
- 災害タイプ補正後、関連が大きい (P=0.0225)

【備考】

5つの例があり1ケースで1件、2ケースで2件、2ケースで3件以上の事例が発生。

(7) 指示がある前に同時に避難したか(影の避難の有無) (n=43)

【結果】

- 避難効率に大きく影響 (P=0.0048)
- 災害タイプとの関連が薄い (P=0.836)
- 災害タイプ補正後も、避難効率と大きく関係あり (P=0.0330)

【備考】

指示される前に避難した場合、避難中に別の問題が起きる可能性が高まる。災害タイプ毎

の指示前避難の発生頻度を表 2.3-2 に示す。

表 2.3-2 災害種類別指示前避難の割合

災害種類	指示前避難 (影の避難)	割合
自然災害	12	85.7
悪意に基づく行為	0	0
工学的事象	10	37
全て	22	51.2

- 災害タイプと早期避難に関連あり。フィッシャーの検定で  $P=0.00221$
- 自然災害で工学的、悪意に基づく行為によるものに比べ早期避難の確率が高い。表 2.3-2 によると自然災害では早期避難が 85.7%、工学的事象では 37%に過ぎない

(8) 消防署長が再入城許可に参加したか(n=49)

【結果】

- 避難効率に大きく関連 ( $P=0.0097$ )
- 災害タイプ補正後は重要な関連なし ( $P=0.277$ )

(9) 避難拒否した人がいたか(n=47)

【結果】

- 避難効率に大きく関係 ( $P=0.0126$ )
- 災害タイプとは関連がない ( $P=0.276$ )
- 災害タイプ補正後も大きく関係 ( $P=0.0388$ )

【備考】

ただし、避難拒否は他の障害に遭遇する確率を高める

(10) コミュニティは災害に経験あるか(n=49)

【結果】

- 避難スコアと大きく関連 (P=0.0168)
- 災害タイプとも関連 (P=0.0310)

【備考】

- 14 ケースの自然災害では全てのコミュニティに事前経験あり。しかしながら自然災害の場合、経験を避難の成功に結びつけることができていない
- 悪意に基づく行為による避難が発生した3コミュニティ中、2コミュニティで同様の災害の経験があった。1つは避難の障害がなく、1つは障害あり。
- 事前経験のない避難は3ケース。工学災害で避難の成功と、事前経験の関連は見られない (P=0.219)

(11) 学校が避難所に使われたか(n=39)

【結果】

- 避難効率と関係 (P=0.0187)
- 災害タイプと少し関係 (P=0.0702)
- 災害タイプ補正後も関係あり (P=0.0174)

【備考】

学校が使用されると他の障害の確率が高まるが、これは結果であって原因ではないと思われる\*。

\* 学校が使用される場合は大災害の確率が高い。

(12) 避難による死者数(n=49)

【概要】

避難による死者が出たのは1ケースだけ。カリフォルニアイーストベイの丘の火事の避難中に19名が死亡。4つの避難がなされ犠牲者も出したが、多くの命も救われた。

(13) 公共の建物が避難所に使われたか(n=39)

【結果】

- 避難有効性スコアに関係大 (P=0.0220)
- 災害タイプと関連なし (P=0.607)
- 災害タイプ補正後、避難有効性と少し関連がある (P=0.0532)

【備考】

公共の建物が使用されると他の障害の確率が高まるが、これは結果であって原因ではないと思われる\*。

\* (11)と同様の議論と思われる。

(14) 誰が避難所の管理をしたか(n=49)

【結果】

- 米国赤十字が60%で管理。
- 避難有効性と関連大 (P=0.0253)

【備考】

赤十字がセンターを管理した際、避難問題が高まっている。しかしこれは、赤十字がより大きく、より複雑な避難において使われる、ということと考えられる。

(15) 再入城の許可に市長が加わっているか(n=49)

【結果】

- 避難有効性と関連大 (P=0.0289)
- 災害タイプと関連なし (P=0.186)
- 災害タイプの補正後、避難効率スコアと関連が大きい (P=0.0181)

【備考】

再入城の許可に市長が加わったのは6ケース。この場合、他の問題が増加する傾向があるが、本質的関連ではないと思われる。

(16) NOAAによる通知があったか(n=49)

【備考】

- 1ケースのみ大規模ハリケーンにより、3つの避難が実施。
- 特に有効に働いたと思えないが結論を出すにはサンプルが少なすぎる。

(17) 災害発生から避難決定までの時間(n=41)

【結果】

- 災害タイプ補正前は関係大 (P=0.0452)
- 補正後は関係なし (P=0.405)

(18) 主要道路が使用不能だった(n=47)

【結果】

- 避難有効性と関連大 (P=0.0463)
- 災害タイプとも関連あり (P=0.0380)

【備考】

- 自然災害の場合、道路が使用できないと避難の障害が増す傾向にある。
- 災害タイプ補正後、関連はない (P=0.135)

(19) 緊急措置センター (EOS) は用いられたか(n=49)

【結果】

- 災害タイプ補正前、避難の効率と関連大 (P=0.0549)
- 補正後、関連なし (P=0.394)

【備考】

自然災害と悪意に基づく行為では EOS は常時使用され、工学災害では約 53%で使用。

(20) 避難完了までの時間(n=37)

【結果】

- 避難効率に少し関連 (P=0.0596)
- 災害タイプ補正後は関連なし (P=0.802)

【備考】

表 2.3-3 に示すように自然災害の方が、避難時間がかかる傾向にある。

表 2.3-3 避難時間 (H)

災害種類	ケース数	平均	メジアン	最小	最大
自然災害	14	9.73	8.00	0.60	22.0
悪意に基づく行為	3	0.71	0.71	0.66	0.75
工学的事象	33	2.09	1.50	0.33	8.00

(21) 公共機関は戸別に知らせたか(n=49)

【結果】

- 避難効率に少し関連 (P=0.0756)
- 災害タイプ補正後は関連が増す (P=0.0559)

【備考】

戸別に回る時は他の障害が少ないため、避難効率が高くなる。このため戸別周知と災害タイプの関連は調べていない。

(22) 避難の間の人口密度(n=46)

【結果】

- 避難効率とわずかに関係 (P=0.0787)
- 災害タイプ補正後は関連なし (P=1.237)

(23) コミュニティの緊急対応機関は平素から緊急時訓練と練習を行っているか(n=49)

【結果】

- 避難効率とわずかに関係 (P=0.0796)
- 災害タイプとも少し関係 (P=0.0947)
- 災害タイプ補正後は避難効率と関係なし (P=0.139)

(24) 避難エリアの大きさ(n=42)

【結果】

- 避難効率とわずかに関係 (P=0.0889)
- 災害タイプ補正後関係なし (P=0.977)

【備考】

一般にエリアが広くなれば障害も増える。自然災害は最大の避難エリアであり障害も多い(表 2.3-4 参照)。

表 2.3-4 避難エリアの大きさ

災害種類	ケース数	平均	メジアン	最小	最大
自然災害	14	708	156	4.5	2600
悪意に基づく行為	3	7.97	2.6	1.3	20
工学的事象	33	10.5	7.8	1.3	72.8



(25) 平均より災害の多い場所か(n=50)

【結果】

- 避難効率とわずかに関連 (P=0.0916)
- 災害タイプと関連あり (P=0.0237)
- 災害タイプ補正後、避難効率と関連なし (P=0.284)

(26) コミュニティは、使用される警告手段をどれくらい認識しているか(n=49)

【結果】

- 避難効率とわずかに関連 (P=0.0954)
- 災害タイプ補正後より強い関連あり (P=0.0013)

【備考】

- 認識が低いケースの60%では、避難に関連した2つ以上の問題が発生している。
- 認識が中~高のケースの18%では、避難に関連した2つ以上の問題を生じている

## 2.4 相関分析

表 2.4-1 相関関係と法の執行問題

変数名	説明	サンプル数	相関係数	P 値
loot_vand	略奪、破壊の有無	50	0.477	0.0235
nat_guard	国の警備隊の使用の有無	50	0.32	0.078
police	警察が法執行に使用されたか	50	0.0745	1

表 2.4-2 警告と住民行動の関係

変数名	説明	サンプル数	相関係数	P 値
adhoc	特別な命令、統制と調整プロセス	50	0.013	1
door_door_pn	ドア to ドアでの通知か	49	0.069	0.731
ebs_pn	住民は非常放送により通知されたか？	49	-0.08	1
multiple_pn	住民は複数の方法で通知されたか？	49	-0.06	0.721
noaa_pn	住民は NOAA により通知されたか？	49	0.253	0.245
pa_system_pn	住民は PA システムにより通知されたか？	49	-0.154	0.331
radio_television_pn	住民はテレビラジオにより通知されたか？	49	-0.178	0.321
sirens_pn	住民はサイレンにより通知されたか？	49	-0.1	0.665
telephone_pn	住民は電話により通知されたか？	49	0.117	0.454

表 2.4-3 交通問題との関係

変数名	説明	サンプル数	相関係数	P 値
Adhoc	特別な命令、統制と調整プロセス	50	0.0668	0.718
evac_instruct	どこへ行くべきか（避難場所？）の指示は与えられたか？	46	-0.437	0.00890
evac_route	特定のルートを使うように指示されたか？	46	-0.284	0.0818
road_haz	主要道は使用不能であったか？	47	0.352	0.037
shad_evac	避難地区外の避難はあったか？	42	0.149	0.501
traff_accid	交通事故はあったか？	44	0.339	0.0555

表 2.4-4 緊急時コミュニケーションとの関係

変数名	説明	サンプル数	相関係数	P 値
Adhoc	特別な命令、統制と調整プロセス	49	0.165	0.285
cell_phone	現場対応者と EOC は携帯電話による連絡か？	49	-0.04	1
Multiple	現場対応者と EOC は複数手段による連絡か？	49	-0.066	0.754
Pager	現場対応者と EOC はポケットベルによる連絡か？	49	-0.091	1
Radio	現場対応者と EOC はラジオによる連絡か？	49	-0.027	1
Telephone	現場対応者と EOC は電話ルによる連絡か？	49	0.129	0.392

表 2.4-5 意思決定プロセスとの関係

変数名	説明	サンプル数	相関係数	P 値
Adhoc	特別な命令、統制と調整プロセス	50	-0.0634	1
bdry_crss	行政区をまたいでいるか？	45	-0.0159	1

## 2.5 結果考察

以下は、避難効率の結果ではなく、原因と考える。

- コミュニティは使用される警告手段をどれくらい認識しているか
- 戸別に知らせたか

以下は避難効率の阻害に関連

- 交通事故
- 災害による死者数
- 避難による負傷者数
- 指示される前の同時避難
- 避難拒否
- 略奪破壊

避難効率は次の変数であらわされる

- 意思決定
- 緊急通信関連
- 対応要員の周知と機関の事項
- 住民の行動
- 交通移動と制御
- 治安維持
- 再入域

以下の変数は、避難効率と相関している。

- 交通事故
- 略奪と破壊