

## 第 8 章 都市脆弱性の評価

## 第8章 都市脆弱性の評価

### 8.1. 建物

調査対象地域内の建物が有する耐震性を数量的に把握する目的で、簡易な建物耐震診断を試みた。

今回の調査で対象としたのは、次の二つの建物である。外観を写真 8.1.1に示す。

1. ÜSKÜDAR TİCARET MESLEK LİSESİ (S-1)
2. HAZERFEN AHMET ÇELEBİ İLKÖĞRETİM OKULU (S-2)



a) ÜSKÜDAR TİCARET MESLEK LİSESİ b) HAZERFEN AHMET ÇELEBİ İLKÖĞRETİM OKULU

写真 8.1.1 建物外観

各建物、各階、各方向について計算した結果を表 8.1.1に示す。

表 8.1.1 Is 値まとめ

ÜSKÜDAR TİCARET MESLEK LİSESİ

		保有性能基本指 標 $E_0$	形状指標 $S_0$	経年指標 T	構造耐震指標 $I_s$
桁行 方向	5階	2.068	0.540	0.800	0.893
	4階	1.004	0.540	0.800	0.434
	3階	0.734	0.540	0.800	0.317
	2階	0.645	0.540	0.800	0.279
	1階	0.606	0.540	0.800	0.262
梁間 方向	5階	2.569	0.540	0.800	1.110
	4階	1.235	0.540	0.800	0.534
	3階	0.895	0.540	0.800	0.387
	2階	0.771	0.540	0.800	0.333
	1階	0.718	0.540	0.800	0.310

HAZERFEN AHMET ÇELEBİ İLKÖĞRETİM OKULU

		保有性能基本指 標 $E_0$	形状指標 $S_0$	経年指標 T	構造耐震指標 $I_s$
桁行 方向	4階	1.683	0.600	0.800	0.808
	3階	0.822	0.600	0.800	0.395
	2階	0.632	0.600	0.800	0.303
	1階	0.556	0.600	0.800	0.267
梁間 方向	4階	1.861	0.600	0.800	0.893
	3階	0.909	0.600	0.800	0.436
	2階	0.697	0.600	0.800	0.334
	1階	0.613	0.600	0.800	0.294

表 8.1.1に示した構造耐震判定指標  $I_s$  値は、建物が保有する耐震性を表現しており、その値は構造耐震判定指標  $I_{s0}$  と比較して、想定している地震に対する安全性が評価される。日本の基準「2001年改訂版既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断

基準」を適用すると、公用建物に要求される  $I_{SO}$  値は 1.32 となる。

トルコの建物に対する適用性については、1992 年エルジンジャン地震の際に被害建物について  $I_S$  値を計算する試みがなされ、図 8.1.1 に示すように実際の被害率と  $I_S$  値の対比が報告されている。

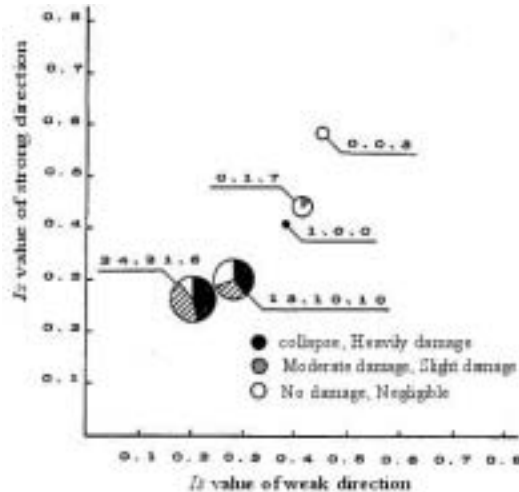


図 8.1.1  $I_S$  値と実際の被害率との関係（1992 年エルジンジャン地震）

この図から導かれる結論は次のとおりである。

- $I_S$  値が 0.4 ~ 0.5 程度あれば、1992 エルジンジャン地震程度の地震動を受けても軽微な被害におさまる
- $I_S$  値が 0.2 程度の場合には、1992 エルジンジャン地震程度の地震動を受けた際に約半数の建物が崩壊や大破に至る

そこで今回調査した学校建物 1 階の  $I_S$  値の最小値を見ると、ÜSKÜDAR TİCARET MESLEK LİSESİ について 0.262、HAZERFEN AHMET ÇELEBİ İLKÖĞRETİM OKULU について 0.267 である。このことから、この建物が 1992 年エルジンジャン地震程度の地震動を受けた際には崩壊あるいは大破に至る可能性が非常に大きいと推定できる。また、この建物が標準設計を基にしていることを考えると、イスタンブール市域の学校建物の多くがこの程度の耐震性しか保有していないと推定できる。

また、調査対象とした建物が有している固有の事情がある。そこで今回調査の 2 校を見ると、標準設計の基本理念から逸脱していると考えられる点が散見される。（詳細についてはメインレポートを参照）

このことから、実際に建設されている公用建物の多くは耐震基準を満足していないことが推定される。このような建物を耐震補強して、今回の調査で想定しているシナリオ地震程度の地震においても完全崩壊に至らないようにすることは非常に難しいと考えられる。このことから、防災拠点となるべき建物を順次調査し、この程度の耐震性である場合には、取り壊し-建て替えを実行することが望まれる。しかしながら、限られた制約条件の中で出来る限りの準備をするという努力も重要である。そこで、メインレポートでは、既にイスタンブール地域で行われている耐震補強の実態をレビューし、さらに日本の技術の内から今後の役に立ちそうな設計概念と事例を紹介した。

## 8.2. 公共施設

公共施設には、地震時に防災拠点として機能する必要があるものが多い。たとえば、被災時～被災後の災害対策本部、避難所、医療拠点、などは公共施設に設置されることが多い。また、公共施設が被害を受けた場合の損失は、物質的損失にとどまらず、社会的、経済的にも影響が甚大となることは想像に難くない。以上のことから、公共施設が耐震性を有することは、防災対策上極めて重要である。ここでは、下記の公共施設について被害想定をおこなった。

- 1) 教育施設；小中学校、高校
- 2) 医療施設；病院・ポリクリニック
- 3) 消防施設；消防署
- 4) 保安施設；警察、治安警察
- 5) 行政施設；国・県・市の関係機関

公共施設は、通常の建物と比べて頑強に作られることが求められる。また、学校や消防署には特徴的な構造のものが多い。そのため、公共施設の被害想定をおこなう場合、公共施設用の被害曲線を設定することが望ましい。しかし、公共施設だけの被害曲線を設定するに足るデータが不足していることから、公共施設の被害想定は、建物の被害想定で使われた方法を用いておこなった。

したがって、今回は、一般建物の被害曲線を用いていることを念頭におき、公共施設の被害想定結果を考察する必要がある。留意点は、下記の2点である。

- 1) 一般建物の被害曲線には、公共施設の建物に類似した建物も含まれるが、当然それ以外のものも含まれている。そのため、特徴的な構造を有する公共施設の特性を反映しきれていないと難しい。
- 2) 公共施設は、一般建物に比べて頑強なものが求められる。そのため、今回得られている被害の割合は、やや高めの値を示している可能性がある。

また、一部の施設では、耐震補強が進められているが、今回の被害想定には考慮していない。

以上の状況をふまえて、公共施設の被害想定の結果は、調査対象地域を一括して示し、7.1 節で述べた全建物に対する被害想定結果と比較することで被害の特徴を把握した。

### 8.2.1. 公共施設に関するデータ

表 8.2.1に、公共施設に関するデータの特徴を示す。

表 8.2.1 公共施設に関するデータの特徴

データ		数	構造	階高	建設年代	データ数	被害想定に必要なデータ
Educational	センサス 2000	建物棟数				2,253	
	2002 年 5 月入手データ 小中学校と高校	施設数	×	×	×	1,933	×
Medical	センサス 2000	建物棟数				635	
	2002 年 5 月入手データ 病院とポリクリニック	施設数	×	×	×	468	×
Fire Fighting	IMM の消防局データ 2002 年 5 月入手	施設数			×	40	
Security	2002 年 2 月入手データ	施設数			×	166	
Governmental	2002 年 2 月入手データ	建物棟数			×	491	

\*センサスと消防局以外のデータは、県の Disaster Management Center から入手

### 8.2.2. 各施設の特徴

図 8.2.1に構造種別、階高、建設年度などの各施設の特徴と、地震動計算によって求められた施設位置での震度を示す。

### 8.2.3. 被害想定結果

図 8.2.1に被害想定結果を示す。公共施設の被害想定結果は、消防署を除いて全建物被害とほぼ同様の結果を示す。消防署の被害率は他の建物の被害率より低く求められている。消防署は、RC 構造で 3 階以下の建物がほとんどであることが影響していると考えられる。しかし、実際には、1 階車庫の前面には壁が無く、周囲

の壁材もレンガが主体であるため、必ずしも耐震性が高いとは言い切れない。地震発生時の被害を極力回避するために、詳細な耐震診断をおこなったうえで、耐震補強を進めていく必要がある。



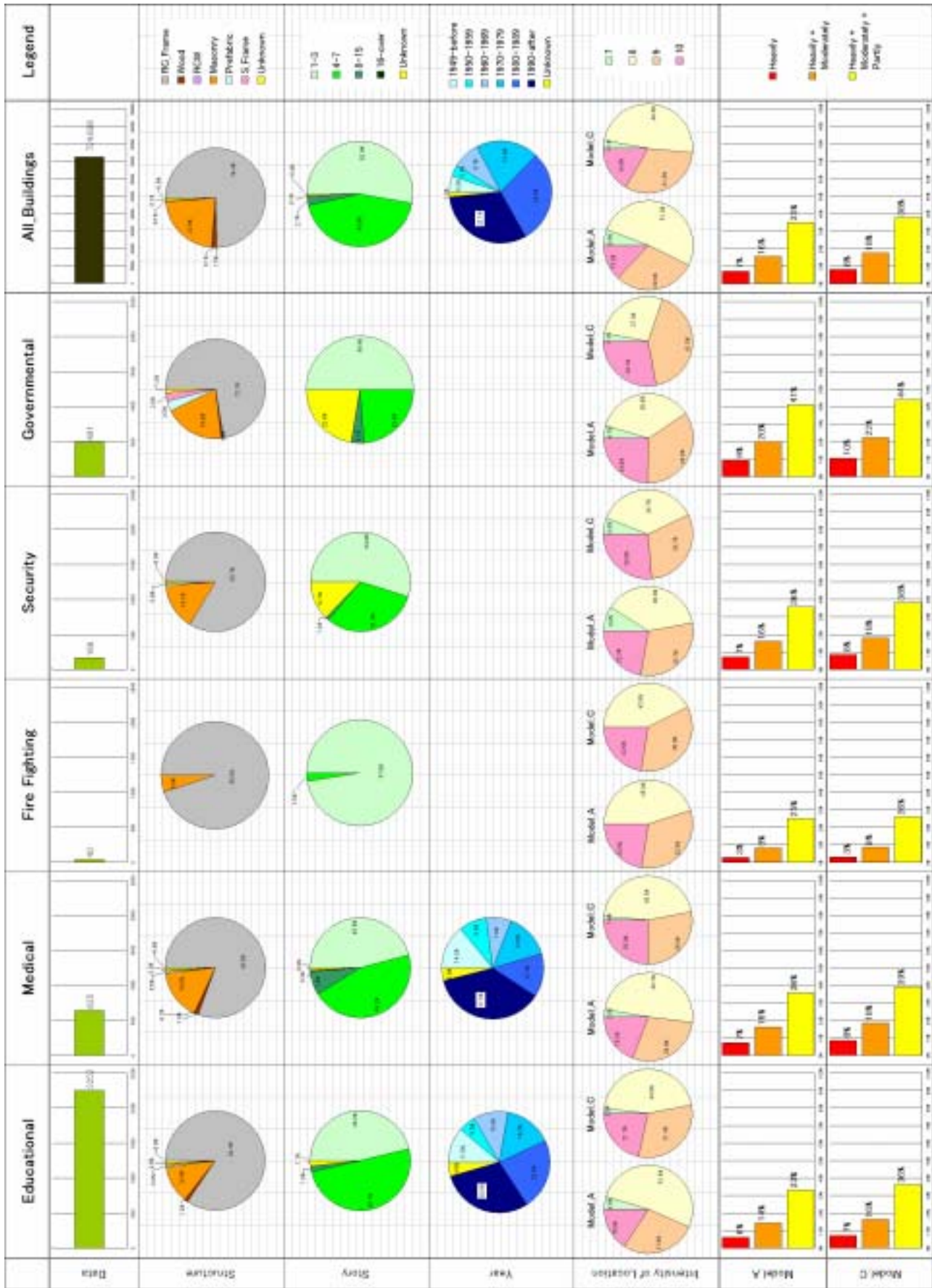


図 8.2.1 公共施設の特徴と被害想定結果

### 8.3. 火災

地震火災は様々な施設や建物から発生する。一般家庭からの出火確率は台所で使用される火気器具の種類や台所の構造、暖房器具の種類などの地域特性に大きく左右される。このため一般家庭からの出火を想定するためにはその地域で発生した地震火災に関する統計解析とこれに基づく被害関数の作成が必要であるが、イスタンブールにおいてはこのようなデータは存在しない。そこで、本調査では可燃性液体やガスを取り扱う危険物施設からの出火を取り上げた。考慮した施設は、LPG 貯蔵所、塗料工場、化学製品倉庫、LPG 充填所、ガソリンスタンドである。マハレ毎の出火危険度ランクを図 8.3.2と図 8.3.3に示した。

木造建物が多く建ち並び、棟間間隔が充分で無い場合、火災は延焼する。日本には多くの木造建築物があるため市街地延焼火災に関する多くの研究がなされている。図 8.3.1に示したのは建設省(1982)による、焼失面積率と木造面積率の関係に関する数値シミュレーション結果である。

$$\text{焼失面積率} = \frac{\text{焼失面積}}{\text{全面積}}$$

$$\text{木造面積率} = \frac{\text{木造建物の床面積合計}}{\text{全面積}}$$

この結果から、木造面積率が 30%未満であれば火災は延焼しないことがわかる。イスタンブールでは全てのマハレにおいて木造面積率は 10%以下であるため、延焼は発生しないと結論される。

イスタンブールではほとんどの建物がコンクリートやレンガを建築材料としているため大規模な延焼火災の発生する可能性はきわめて低い。しかし、地震火災は地震発生直後に同時に多くの場所で発生するものであり、瓦礫などによる道路通行障害のために消防隊が出火現場に到達するまでには時間がかかることを認識しておく必要がある。

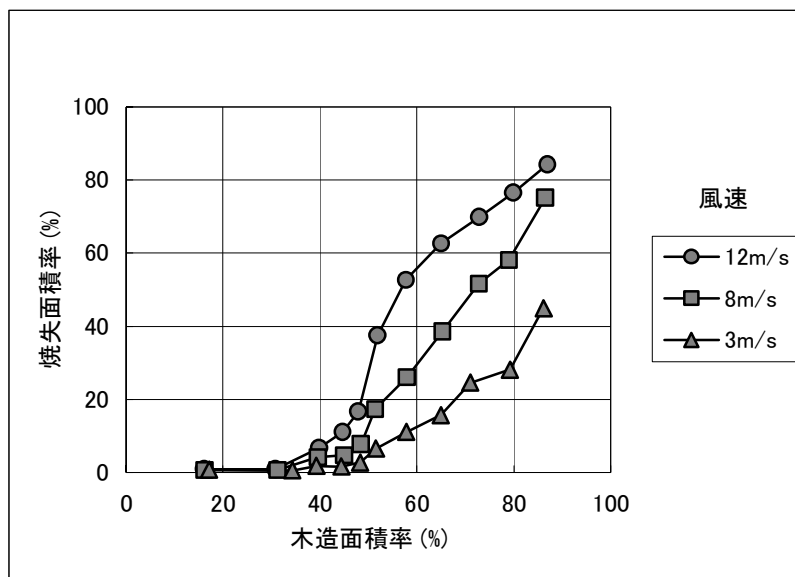


図 8.3.1 消失面積率と木造面積率の関係

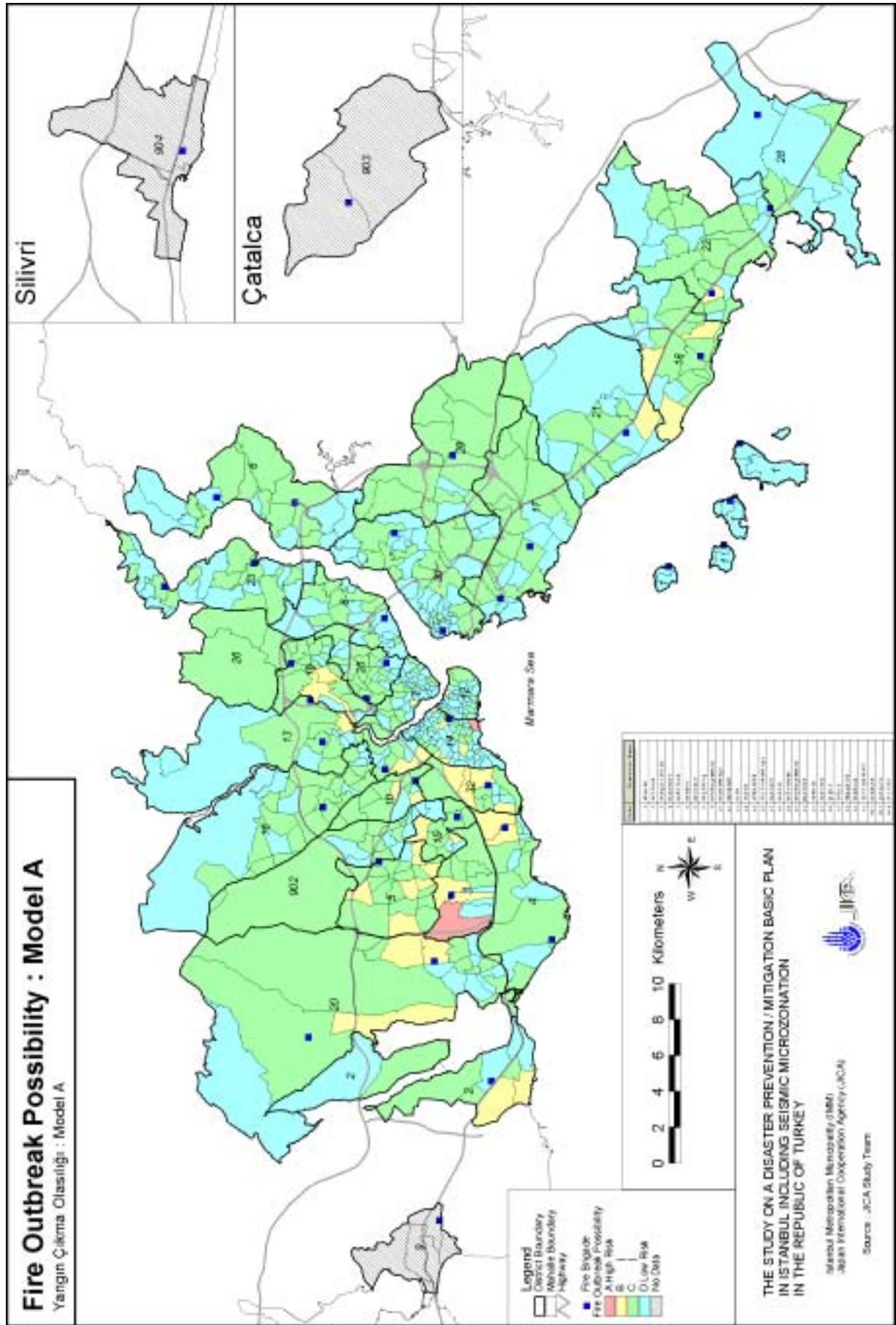


図 8.3.2 危険物施設からの出火危険度ランク (モデル A)

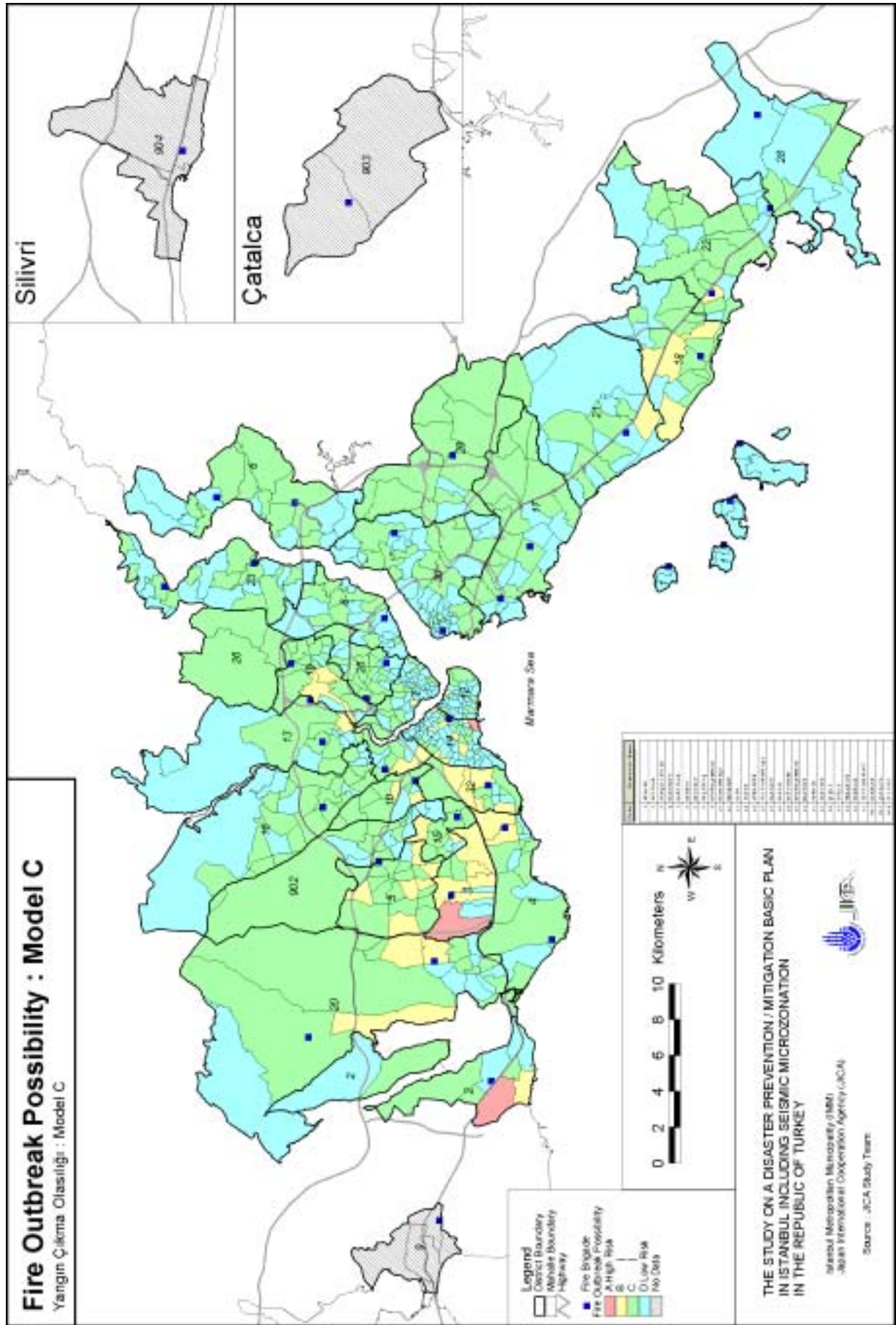


図 8.3.3 危険物施設からの出火危険度ランク (モデル C)

## 8.4. ライフライン

ライフライン施設は、ノード施設とリンク施設に大別される。ノード施設とは発電所、変電所、浄水場のような施設のことを指し、リンク施設とは管路や電線のような供給、配給を行う施設を指す。このうち、本調査ではリンク施設、つまり配給管路、電線の被害を統計的に取り扱った。ノード施設はその目的、立地の違いなどによって個々にその特性が異なり統計的な取扱いができないため、本調査では扱わない。被害想定のためには個別の詳細調査を行うことが必要である。

なお、Silivri、Çatalca、Büyükçekmece については、サービス地域外であったり、またサービス地域内であっても十分なデータが得られなかったため、想定対象から除外した。

### (1) 上水道

上水道管路被害と加速度あるいは速度との関係が多くの研究者によって提案されている。それらの研究成果の分析から、本調査では被害と速度の関係式を被害想定に用いることにし、コジャエリ地震の被害データを用いた検証結果から日本水道協会(1998)の提案している被害関数を採用した。

上水道管路被害の定義を表 8.4.1に示した。被害は 500m メッシュ毎に算定し、表 8.4.2にまとめを示した。図 8.4.1にはモデルCの場合の被害分布を示した。モデルAの場合についてはメインレポートを参照されたい。

モデル A、モデル C でそれぞれ 1,400 箇所と 1,600 箇所の被害が算定された。被害はヨーロッパ側に集中し、最も被害率が高い箇所は Fatih と Güngören に位置する。

表 8.4.1 上水道管路被害の定義

対象	配水管
被害の内容	管、接合部の切断 接合部の抜けだし
被害量	被害箇所数

表 8.4.2 上水道管路被害のまとめ

	管路延長 (km)	被害箇所数
モデル A	7,568	1,400
モデル C		1,600

## (2) 下水道

下水道管路被害の想定方法は上水道管路被害の想定方法に準ずる。

下水道管路被害の定義を表 8.4.3に示した。被害は 500m メッシュ毎に算定し、表 8.4.4にまとめを示した。図 8.4.2にはモデル C の場合の被害分布を示した。モデル A の場合についてはメインレポートを参照されたい。

モデル A、モデル C でそれぞれ 1,200 箇所と 1,300 箇所の被害が算定された。十分なデータが得られなかったいくつかのディストリクトについては被害想定を行うことができなかった。

表 8.4.3 下水道管路被害の定義

対象	全ての管路
被害の内容	管、接合部の切断 接合部の抜けだし
被害量	被害箇所数

表 8.4.4 下水道管路被害のまとめ

	管路延長 (km)	被害箇所数
モデル A	6,174	1,200
モデル C		1,300

### (3) ガス

コジャエリ地震によるガス管路被害の検討から、東京都防災会議(1997)の用いた被害関数を採用した。

建築物統計調査では、建物毎のガス供給の有無も調査されている。これによると約 186,000 棟 (25.6%) の建物にガスが供給されている。サービスボックスは、ガス供給が行われている建物の 1 階あるいは外壁に設置されているガスレギュレーターとメーターが組み込まれている装置である。ガス供給が行われている建物が倒壊した場合にはサービスボックスも損傷を受けることになる。この場合、埋設されたガス供給管に被害が無くてもサービスボックスからガスが漏れ、爆発の危険がある。本調査では大破建物に設置されたサービスボックスは全て損傷を受け、中破建物の場合は半数が損傷を受けると仮定した。

被害の定義を表 8.4.5 に示した。被害は 500m メッシュ毎に算定し、表 8.4.6 にまとめを示した。図 8.4.3 と図 8.4.4 にはモデル C の場合の被害分布を示した。モデル A の場合についてはメインレポートを参照されたい。

ガス管路の被害は非常に少ない。これはイスタンブールのガス管路が新しく、可撓性に優れ、耐震性の高いことが過去の被害地震で証明されているポリエチレン管を採用していることが主な原因である。しかし 25,000 以上のサービスボックスが脆弱な建物の被害に伴って損傷を受ける。

表 8.4.5 ガス管路とサービスボックス被害の定義

対象	供給管	サービスボックス
被害の内容	管、接合部の切断 接合部の抜けだし	サービスボックスの破壊
被害量	被害箇所数	被害箇所数

表 8.4.6 ガス管路とサービスボックス被害のまとめ

	管路延長 (km)	被害箇所数	サービスボックス数	被害ボックス数
モデル A	4,670	11	185,000	25,000 (14%)
モデル C		13		29,000 (16%)



#### (4) 電力線

電力設備に関しては、高圧線の位置が入手できたためこれを GIS データ化した。中圧、低圧線については電力供給会社の供給地域ごとの電線延長統計のみが入手できた。このため 500m メッシュにおける電線延長は、建物密度分布を用いて推定した。

架空線の被害関数は、トルコ国内における電線被害と既存の被害関数をもとに新たに設定して用いた。地中ケーブルに関してはエルジンジャン地震における被害を参考にして、HAZUS99 の被害関数を採用した。高圧線に関しては、過去の被害地震による事例から、被害は発生しないものと仮定した。

被害の定義を表 8.4.7 に示した。被害は 500m メッシュ毎に算定し、表 8.4.8 にまとめを示した。図 8.4.5 にはモデル C の場合の被害分布を示した。モデル A の場合についてはメインレポートを参照されたい。

モデル A、モデル C でそれぞれ 800km と 1,100km の被害が算定された。被害はヨーロッパ側に集中し、最も被害が激しい箇所は Zeitinburnu、Güngören、Bahçelievler に位置する。

表 8.4.7 電力線被害の定義

対象	配電線（低圧、中圧）
被害の内容	電線の切断
被害量	修理を要する電線

表 8.4.8 電力線被害のまとめ

	電線延長 (km)			被害電線延長 (km)		
	地中	架空	合計	地中	架空	合計
モデル A	14,500	18,500	33,000	280 (1.9%)	540 (2.9%)	820 (2.5%)
モデル C				360 (2.5%)	710 (3.8%)	1080 (3.3%)

アジア側については合計延長しか情報が得られなかったため地中 / 架空延長は地中 / 架空比がヨーロッパ側の平均と同じであるとして推定した。

## (5) 電話

電話線は、主幹線である光ケーブルの位置情報のみが得られ、その他の幹線、枝線（銅線）の情報は、総延長も入手できなかった。

一般的に、光ケーブルの耐震性に関してはよく判っていない。被害想定のための被害関数を作成するためには過去の地震による定量的な被害の統計分析が必要だが、光ケーブルに関する被害はトルコに限らず他の国においてもほとんど報告されていない。トルコにおける唯一の情報は、コジャエリ地震でのイズミットのすぐ東の断層を横切る地点での被害のみである。

したがって、光ケーブルに関する定量的被害想定は行えないが、地震動が大きいほど、液状化危険度が高いほど脆弱性が高いことは事実であろう。図 8.4.6には光ケーブルの位置とモデル C の場合の最大加速度と液状化危険度分布を重ねて示した。相対的な被害危険度がこの図から読みとることができる。

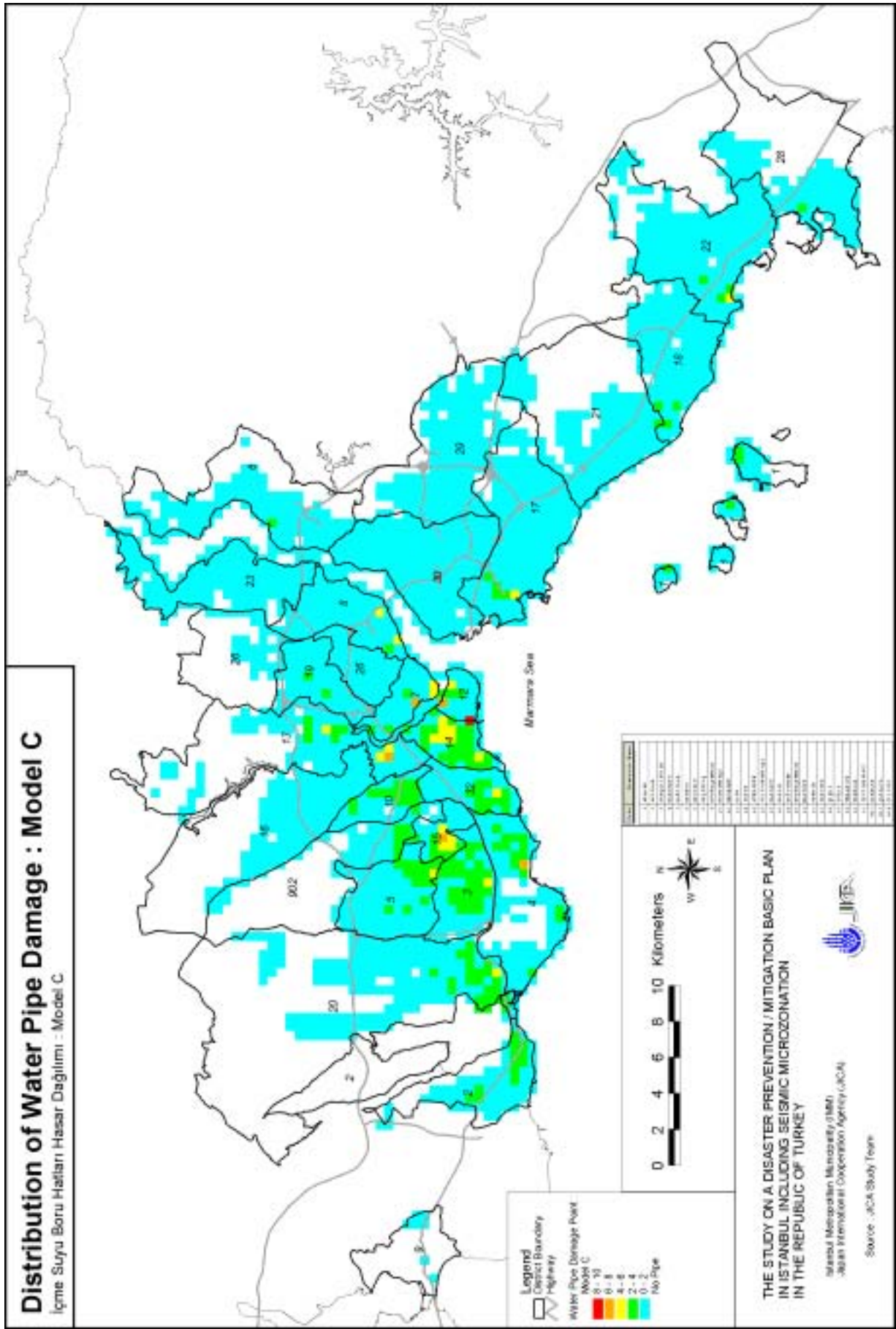


図 8.4.1 上水道管路の被害分布 (モデル C)

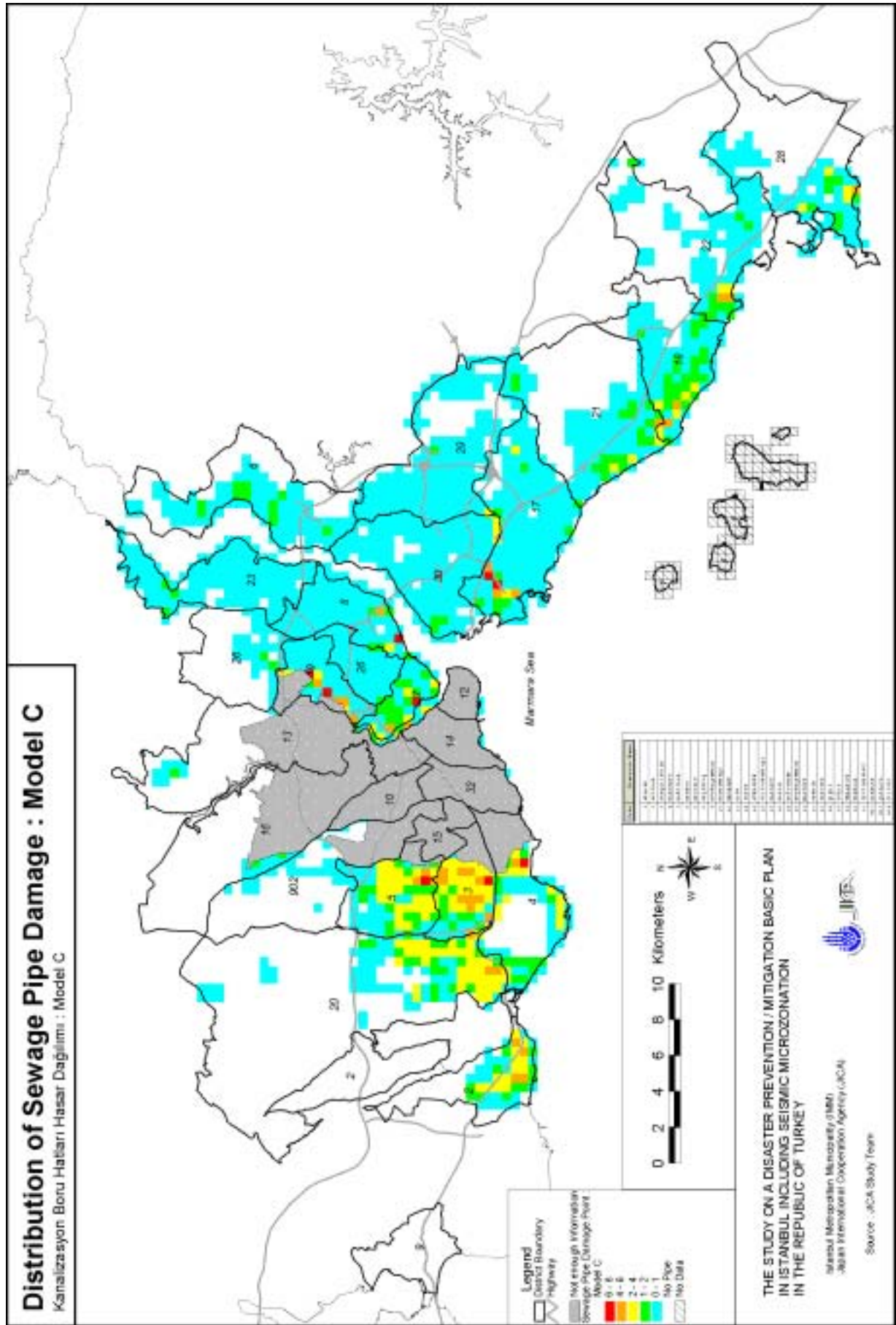


図 8.4.2 下水道管路の被害分布 (モデル C)

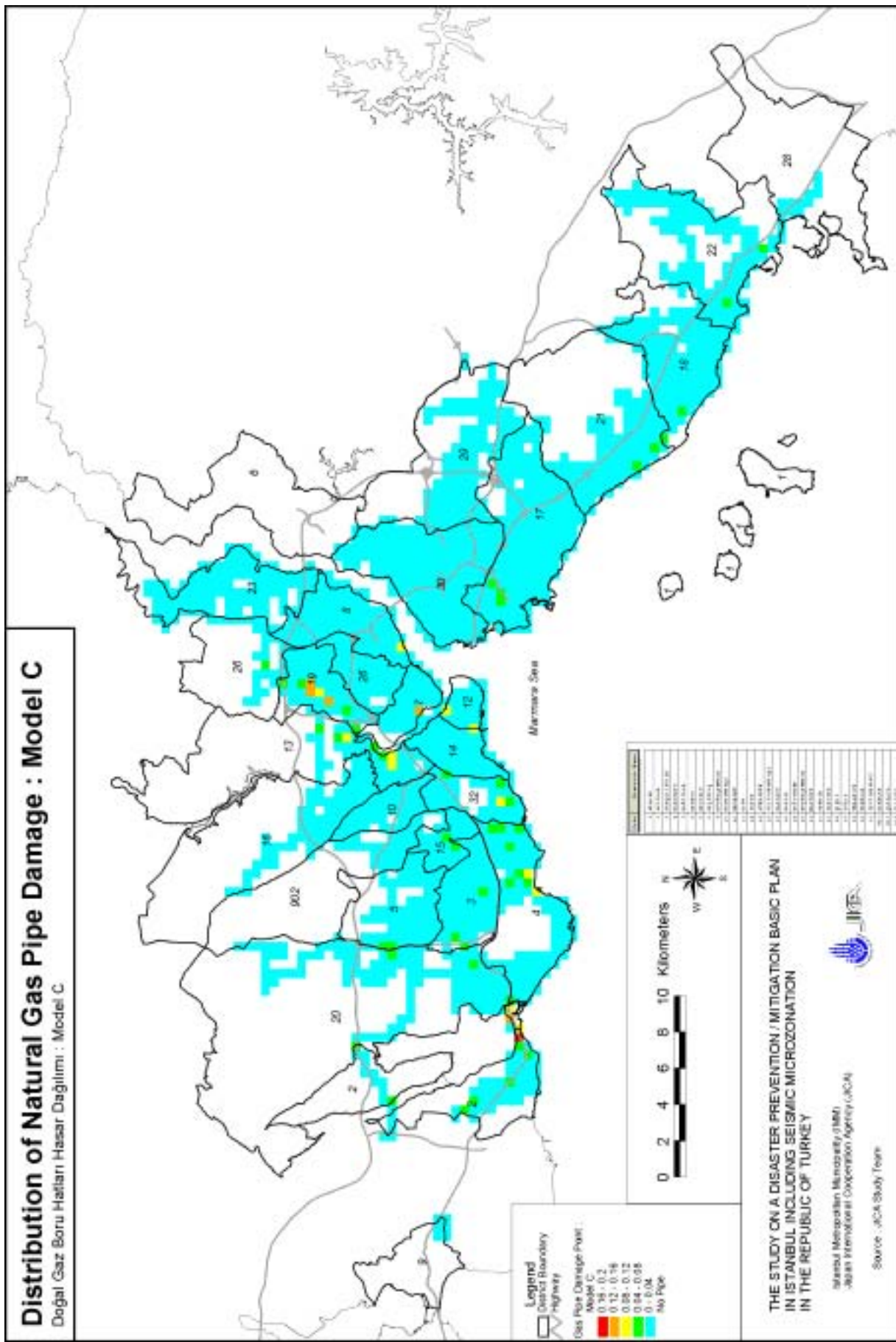


図 8.4.3 ガス管路の被害分布 (モデル C)

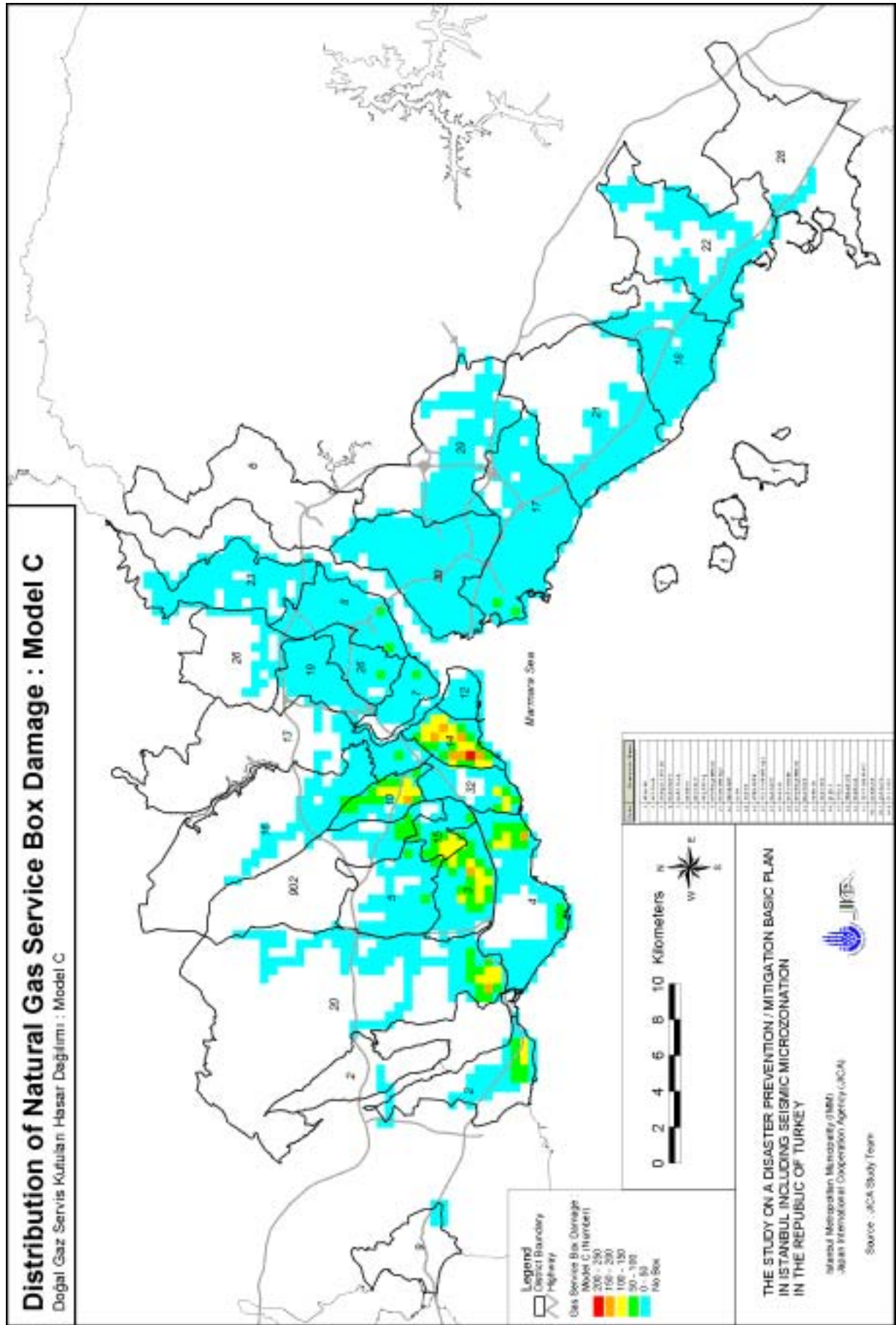


図 8.4.4 ガスサービスボックス被害の分布 (モデル C)

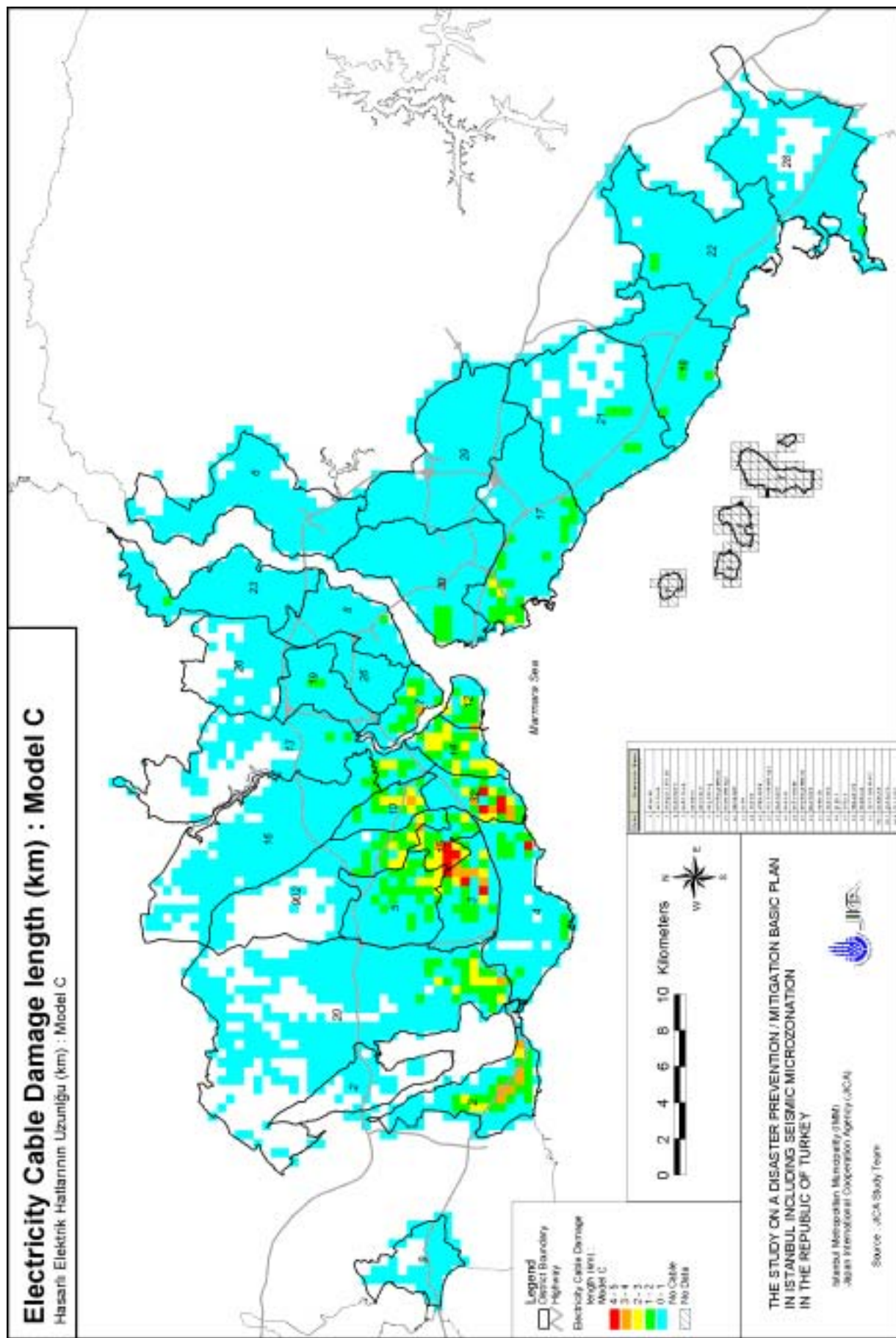


図 8.4.5 電力線被害の分布 (モデルC)

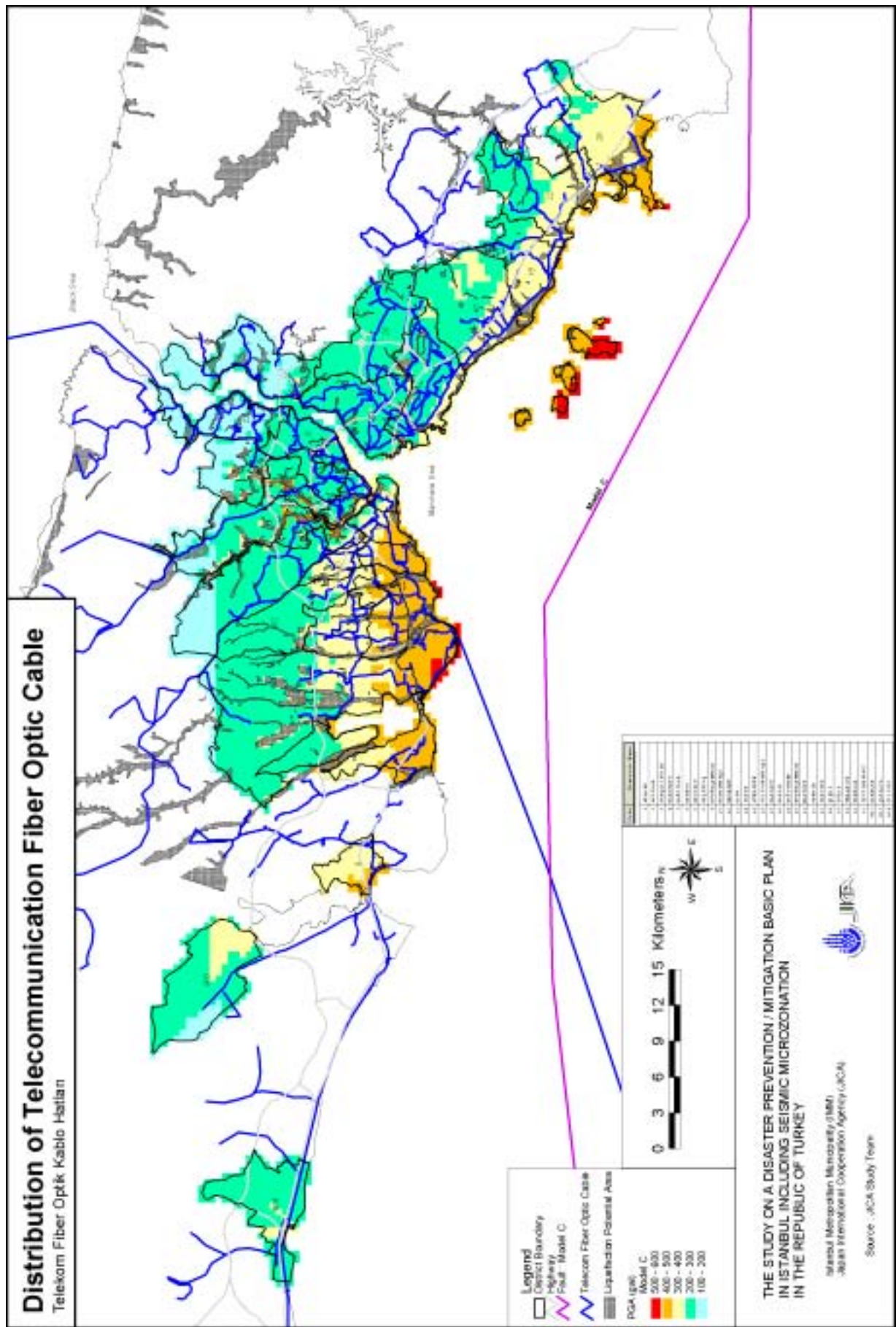


図 8.4.6 光ケーブルの経路と最大加速度、液状化危険度 (モデル C)



## 8.5. 橋梁

現在イスタンブール市域に存在する橋の耐震性を定量的に把握する目的で、片山の方法による採点を行い、評価点  $y_i$  を求めた。

既往の震害事例 関東地震、福井地震、新潟地震による橋梁被害 30 箇所分析では、算出される予測値が 30～35 で落下したものとしなかったものが分離され、26 以上の場合には落橋または落橋寸前のすべてが抽出される、と云う結果を得ている。

そこで、本調査において評価点  $y_i$  は下記のように判定した。

- 30 点以上を落橋可能性大(A)
- 26 点以上 30 点未満を落橋可能性中(B)
- 26 点未満を問題少 (C)

これをまとめると次表のようになる。

	落橋可能性	評価点
(A)	可能性大	30 以上
(B)	可能性中	26 以上 30 未満
(C)	問題少	26 未満

調査対象とした 480 橋について片山の方法を適用したところ、(B) 26 点以上 30 点未満を落橋可能性中に相当するものが 21 橋、(A) 30 点以上を落橋可能性大(A) に相当するものが 4 橋抽出された。点数の分布は図 8.5.1 に示すように 10 点付近の事例が最も多い。

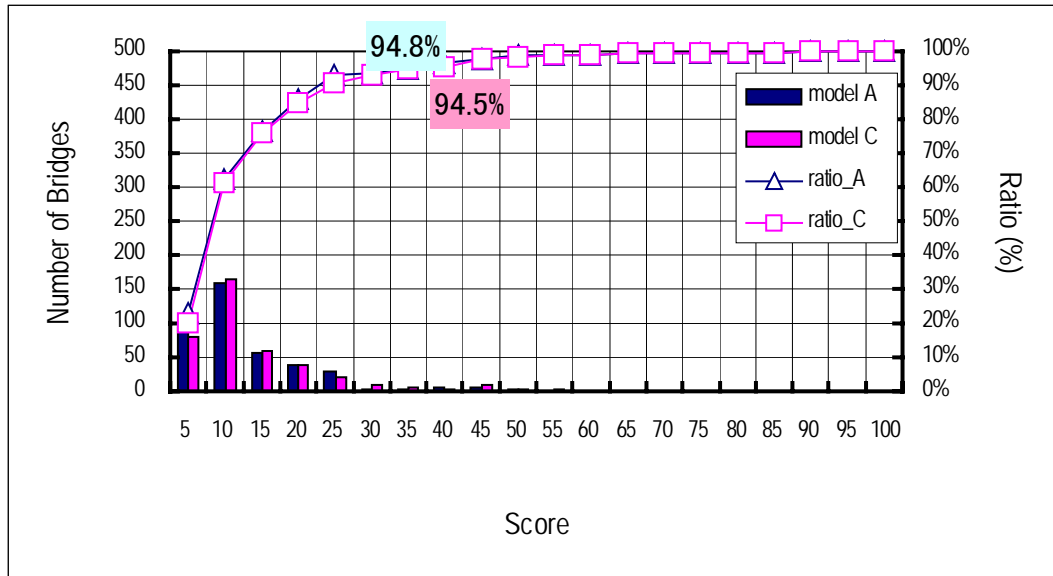


図 8.5.1 評点の分布

調査対象橋梁の中で、片山の方法によって(A)あるいは(B)とされたものを表 8.5.1 に示す。また、片山の方法によって算出された評価点のランクは C であるが、次の条件で篩いにかけての際に見つかった 2 例を表 8.5.2 に示す。

- 橋脚の高さが 10m 以上
- PGA が 300gal 以上

これらの橋梁についてはさらに詳細な調査を行い、必要あるものについては耐震補強を施すことを勧める。

建築に較べて、橋梁は深刻な状態にはないと考えられる。しかしながら、震後の緊急用途と復興期に橋梁が担うべき役割は重要である。この点を考えて、本編では今後実行すべき対策を「基本事項」「設計上の対応」「緊急対策」に分けて提案している。



**表 8.5.2 橋脚の高さが 10m 以上で地表面最大加速度が 300gal 以上の橋梁**

BRIDGE No.	SOURCE	JMA seismic intensity scale		PGA (gal)		Predictors of damage degrees		Class of damage degree	
		Model A	Model C	Model A	Model C	Model A	Model C	Model A	Model C
M 1-3-A	IBB Maintenance	5.3	5.4	276.8	307.6	7.0	7.0	C	C
YIM 5	IBB-construction	5.7	5.7	342.4	379.9	9.9	9.9	C	C

## 8.6. 道路および道路交通

### 8.6.1. 道路ネットワークの重要度評価

地震防災を勘案した道路ネットワークの重要度評価は、道路ネットワーク全体から見た重要度と橋が被災した場合の影響度を検討し、その結果から橋の耐震補強に係る優先順位と今後の道路整備等について総合的に評価・検討した。図 8.6.1は、道路ネットワークの重要度評価に係る検討フローを示したものである。

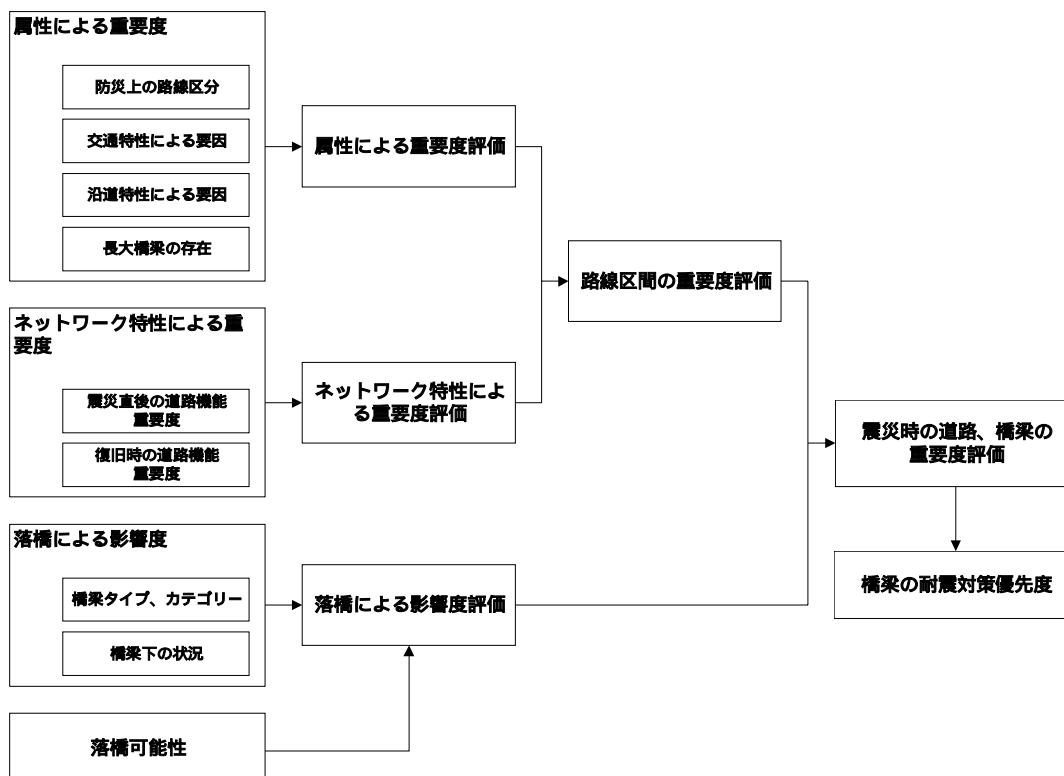


図 8.6.1 道路ネットワークの重要度評価検討フロー

#### (1) 路線区間の重要度評価

属性による重要度とネットワーク特性による重要度から、道路ネットワーク全体の重要度を評価した。属性による重要度は、任意の評点と重みを付与した属性（防災上の路線区分、交通特性による要因、沿道特性による要因等）の総和を重要度として評価したものである。また、道路ネットワーク特性に基づく重要度は、震災時を想定した道路機能の重要度を評価したものである。重要度は3段階に区分して示したが、概ね環状線とこれに接続する主要な放射状線が特に重要な路線、

次いで都市内の主要な幹線道路が重要な路線として位置付けられる結果となった。

## (2) 橋が被災した場合の影響度

480 箇所の橋梁を対象として、片山の方法により耐震性の評価を行った。その結果、24 箇所の橋梁で耐震補強が必要であるとの結論を得た。また、橋脚 10m 以上で、かつ、地表面加速度が 300gal 以上の場所に位置する 2 箇所の橋梁を要対策とした。橋が被災した場合の影響度は、ここで抽出した 26 橋について、震災による落橋もしくは下部工に大規模な変状が生じるなどの被害を受けた場合の波及効果により、その影響度を評価した。

## (3) 地震防災上の道路と橋の重要度評価結果

路線・区間の重要度評価と橋が被災した場合の影響度から、橋の耐震対策の優先順位を設定した。この結果は、図 8.6.2 に示すとおりである。橋の耐震対策の優先順位は、路線・区間の重要度ならびに橋の重要度が高いほど、その優先順位が高くなるように評価している。橋の耐震対策は、この優先順位に従って、計画的に行うことが望ましい。

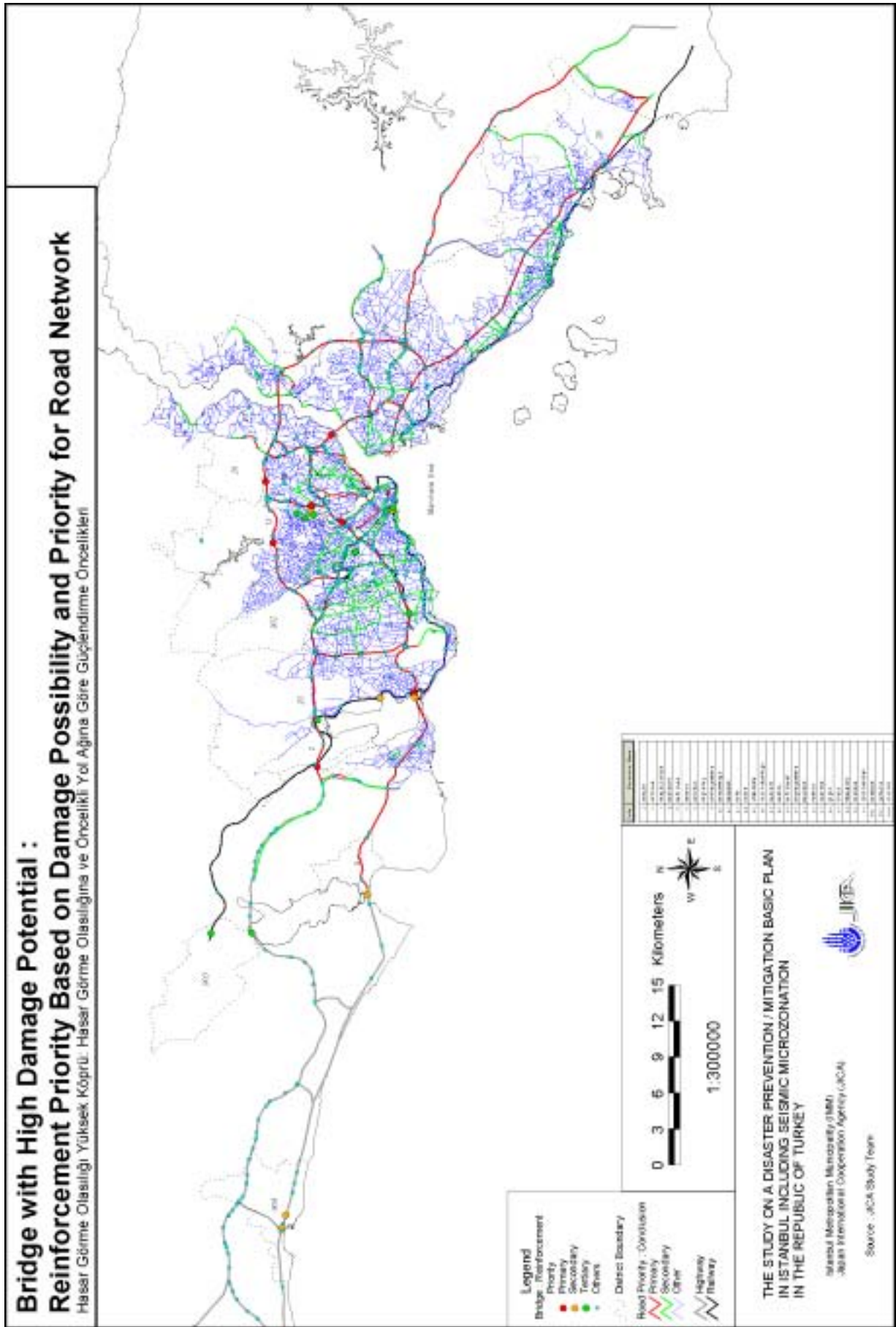


図 8.6.2 道路ネットワークの重要度と落橋危険度に基づいた耐震対策の優先度

### 8.6.2. 倒壊建物による道路の閉塞予測

モデル C 地震動をもとに予測した建物被害の結果より、倒壊建物の影響による道路の閉塞を予測評価した。なお、ここで言う道路の閉塞とは、建物等の倒壊後において、最小の車両の通行が可能となる 3m 以上の通行幅が確保できない場合とした。

道路の閉塞予測については、道路幅が 2-6m、7-15m、16m以上の 3 ケースについて行った。そして、その結果をもとに、道路閉塞によって孤立することが予想される区域を 4 段階に区分して評価した。

図 8.6.3は道路の閉塞によって孤立することが予測される区域を示したものである。この結果によると、ヨーロッパ側の南側で多くの孤立地区の発生が予測される。このような道路の閉塞に伴う孤立地区は、避難ならびに救援活動、倒壊建物等の撤去作業や物資の輸送に対して著しく支障を及ぼす可能性が高い。したがって、このような孤立する危険度の高い地区に対しては、新たな道路整備や沿道の土地利用を含めた改善を行い、孤立の危険度を低減する施策が必要である。



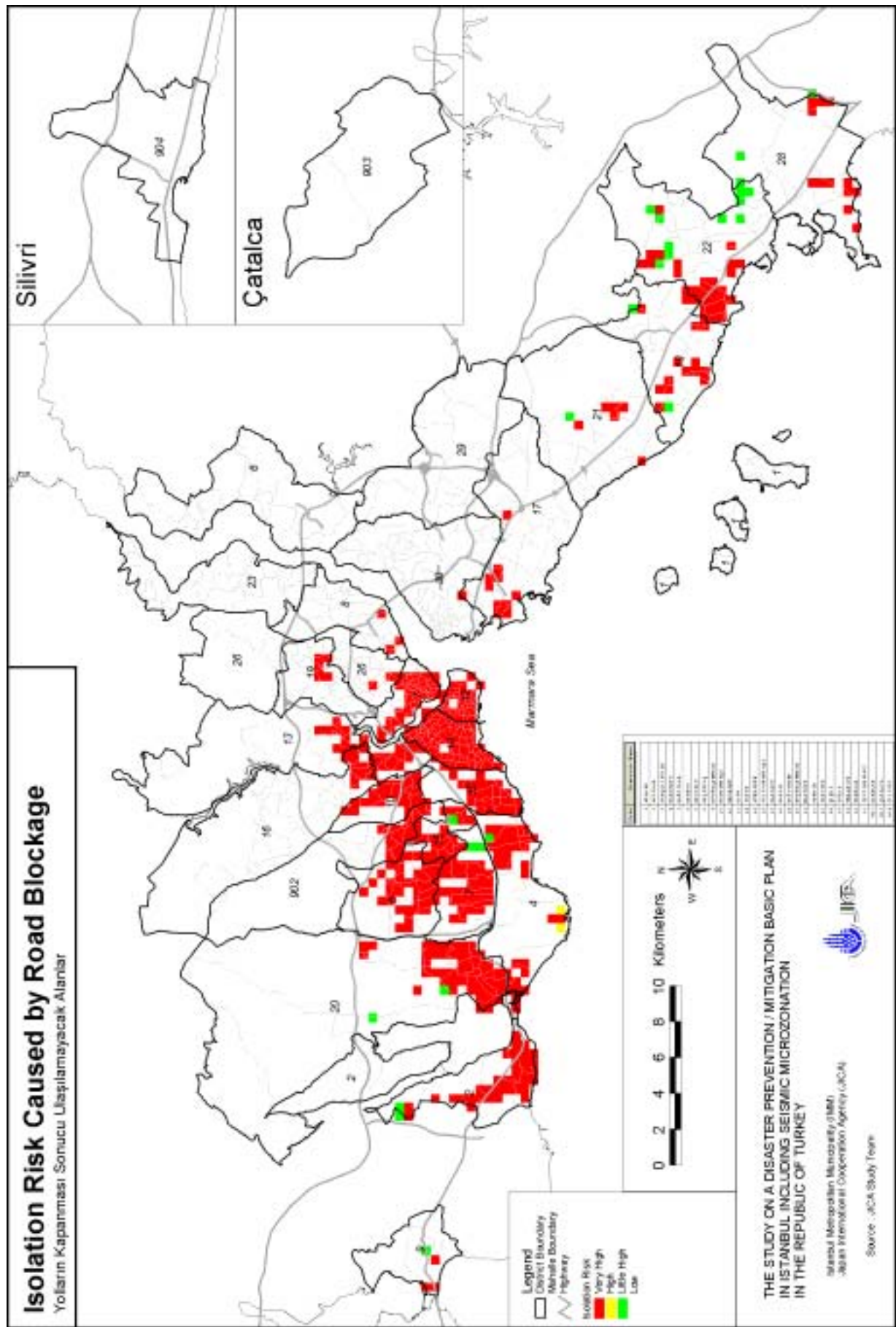


図 8.6.3 道路閉塞による孤立危険度

### 8.6.3. 地震防災を勘案した道路整備のあり方

道路ネットワークの重要度評価及び沿道建物倒壊による道路の閉塞予測の結果より、今後の地震防災を勘案した道路整備については次のように整理することができる。

#### (1) 道路ネットワーク構成について

##### a. ネットワークに余裕のある道路システムに向けて

- 都市内交通と混在した運用形態である Highway (D100) については、国土軸交通と都市交通を分散するための代替路線の計画が必要である。
- IMM で指定する 1st Degree Road のうち、狭隘な道路幅員の区間については、十分な道路幅員の確保や新たな代替路線の計画が必要である。
- 災害廃棄物の処理、運搬に際しては、海沿いに集積地を確保し、海上輸送を経て処分することが一つの案である。

##### b. 横断面構成に余裕のある道路整備に向けて

- 道路閉塞を回避するに当たっては、余裕を持った道路幅員を確保することが必要である。
- 道路幅員が 2-6m 程度の極めて狭隘な道路については、沿道の土地利用を含めた改善が必要となる。
- 道路整備や市街地整備と併せて公共の駐車場整備（例えば大規模な地下駐車場等）が必要である。

#### (2) 震災時における海上交通との連携について

震災時における道路交通の緩和、きめ細やかな物資の輸送、災害廃棄物の輸送等に際しては、道路交通と海上交通との連携が重要である。このため、物資輸送を担うことができる港湾施設の強化や整備、さらに接続する臨港道路の整備等を計画的に進めることが必要である。

## 8.7. 港湾施設

イスタンブールは、ボスポラス海峡及びマルマラ海に接し、水際線には大小様々な港湾が立地している。とりわけ、主要港湾である Haydarpaşa Port や Istanbul-Taksim、Eminonu、Moda 等は、比較的規模の大きな港湾施設を有している。このような港湾施設については、施設の耐震性評価を行うとともに、必要に応じて耐震強化・耐震補強を実施するとともに、防災拠点としての機能強化を図ることが望ましい。

### 8.7.1. 緊急時における港湾の役割

港湾施設には、緊急物資の保管と被災地への物資輸送、災害ゴミの処理と輸送、避難場所の提供等の様々な機能が期待できる。

#### (1) 重要性に応じた港湾施設の耐震性能の設定と強化

常時に要求される機能の重要性に加えて、震災後に要求される機能の重要性、復旧工事の難易度等を考慮した耐震性能を設定することが重要である。

#### (2) 防災拠点としての機能強化

港湾空間の持つ特性を活かし、被災地の復旧・復興に広く貢献するため、緊急物資の輸送拠点として、また、その拠点施設として港湾の機能強化を図ることが重要である。

#### (3) 港湾施設の連携体制の確立

震災時においては、施設の規模や機能等に応じた役割が発揮できるように、非常時の連携を勘案した体制の強化が必要である。

### 8.7.2. 港湾施設の耐震性能の強化

岸壁等の施設の耐震強化と防災拠点を勘案した耐震性の強化対策が必要である。なお、港湾施設の耐震性能の強化は、単に岸壁や港湾施設の耐震性能を向上させるだけでなく、港湾全体の耐震性能を向上させる対応が必要である。

### 8.7.3. 防災拠点としての港湾の強化

港湾空間の特性を十分に認識し、防災拠点として強化することは極めて有効であり、次のような整備の方向性が考えられる。

#### (1) 防災拠点としての整備

現状の港湾施設の配置を基本として、震災に対応した緊急物資の保管施設、通信・情報施設、震災廃棄物の仮置き施設等を備えた防災拠点の整備を進めることが望ましい。

#### (2) 緑地としての整備

施設の配置や各種の動線、オープンスペース等に配慮した上で、積極的に緑地の整備を進めることが望ましい。

#### (3) 港湾空間の災害防止重要度

港湾施設で危惧される二次災害に対しては、復旧支援が十分できるように水と緑を活用した安全な空間を形成することが重要である。

第9章  
都市防災上の都市構造および  
建物の脆弱性の改善についての提案

## 第9章 都市防災上の都市構造および建物の脆弱性の改善についての提案

### 9.1. 都市防災上の脆弱性の改善・「地震につよいまちづくり」の提案

イスタンブール大都市圏は、第二次世界大戦以降の半世紀で市街地・人口が10倍に拡大する等、爆発的な不法建物や未認可市街地開発に伴う地震防災上の脆弱性が危惧されてきた。本調査では、これら建物構造上の脆弱性に加え市街地構造上の脆弱性を含め総合的に分析し、整備課題とその分布を整理し、7種の戦略的な強化・整備策をとりまとめ、「地震につよいまちづくり」策を提案する。

ここで提案する7種の強化・整備策は、統計単位であるマハレを分析・計画のユニットとするマクロな計画であり、各行政区に策定・見直しが提案される区防災計画において、より具体的かつ詳細な調査・検討の基に、事業計画の策定が必要とされる。

#### 9.1.1. 都市防災上の脆弱性と整備課題

##### (1) 地震による被害の発生と都市形成上の問題点

大都市の地震被害は、老朽化や耐震性に欠ける脆弱な建物被害による直接的な人的被害だけでなく、安全な避難場所やルートの欠如、緊急車両アクセスが困難な狭隘道路、危険物施設や電気・ガス等のライフライン施設の損壊に伴う二次災害等、市街地構造上の脆弱性による生存者の二次的被害の増幅が危惧される。また、旧市街地の大部分が歴史的市街地保全地区に指定され、建物や道路の更新・整備が出来ないまま高密度化し、地震災害に対して脆弱かつ無防備な状況にあり、市民・住民の安全確保が大きな問題となっている。一方、新市街地でも、不法占拠住宅と未認可住宅地が大部分を占め、建物の耐震性確保どころか建築基準法も適用されず、道路や公園・緑地等の基盤整備にも計画基準が適用されず、脆弱な建物と市街地構造が問題とされる。

##### (2) 脆弱性分析方法

都市防災上の脆弱性は、既存の統計データを基に、建物構造上の脆弱性を分析すると共に、市街地構造上の脆弱性分析を総合的に行い、整備課題とその分布を整理・把握した。分析作業は、以下のフローに示すように、本件調査で実施した地震マイクロゾーニングの建物被害想定結果を、建物構造の脆弱性分析に反映するだけでなく、二次的な被害発生に係わる市街地構造の脆弱性分析にも反映(被害率が

低いマハレを脆弱性分析の対象から除外する足切要素)した。分析の結果、都市防災上の脆弱性・整備課題は、次の4種に分類される。

- 建物構造・市街地構造ともに脆弱で、戦略的な整備が課題とされる地区
- 建物構造が脆弱で、戦略的な建物構造の強化が課題とされる地区
- 市街地構造が脆弱で、戦略的な整備が課題とされる地区
- 建物構造・市街地構造ともに比較的良好、大規模な整備を必要としない地区

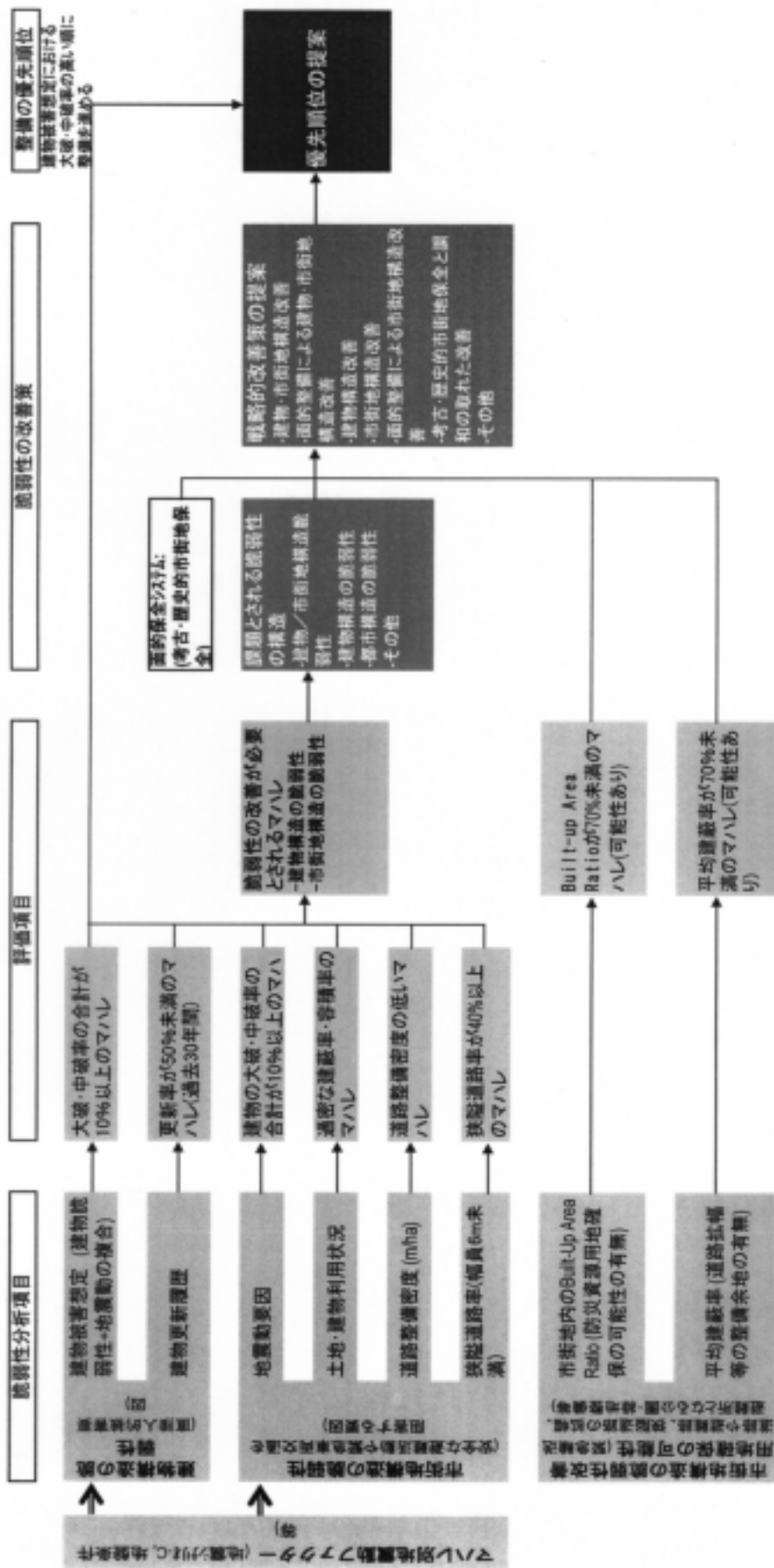


図 9.1.1 都市防災上の脆弱性分析・「地震にしまちづくり」計画フロー



### 9.1.2. 戦略的な建物や市街地構造の強化・整備策の提案

強化・整備策の検討に際し、市街地構造の改善・強化には道路拡幅や避難場所となる公園・緑地等の整備用地が必要とされ、各マハレ内の整備余地の有無を分析し、整備余地の無いマハレには、面的な事業手法の導入を提案した。同時に、面的な歴史的市街地保全指定地区では、新市街地における整備策とは別に、保全計画と整合のとれた別途の強化・整備策による市民・住民の生命と安全の確保を提案する。また、以下に示す 7 つの整備策の計画策定に先立ち、市内の全建物の簡易耐震診断を、大破・中破率の高い地区から順次実施し、建替え・耐震補強の必要性を評価し、提案の 7 整備策の具体的な事業計画の策定を提案する。建替え・耐震補強の促進・優遇策として、耐震強化建物に対する新地震保険料率の設定、建替えに伴う建物登記の税の減免、建物に対する固定資産税の減税や建替え資金の低利融資制度(不法占拠：ゲジコンド対策)等の導入を提案する。同時に、事業資金は、現在、IMM で検討中の建物構造改善・再開発基金を早期に創設し、ローリング方式で優先順位に沿って順次事業化することを提案する。しかし、ローリング方式で資金を回収しつつ事業を展開する計画は、建替えや耐震補強融資金の回収に長期間を要し、高い回転率の確保が難しく、事業の促進には大規模な基金の確保・設立を要すると見られる。



**(1) 建物・市街地構造強化・整備策-1：面的整備手法による建替え・市街地構造強化**

当地区は、大破・中破の建物被害率が 30%以上、狭隘道路率が 80%以上、一時避難地となる公園緑地の整備率が 50%以下、土地・建物利用が極めて高い地区等、建物構造及び市街地構造の脆弱性が大きな課題となると同時に、市街地構造の改善に必要な余地のないリジッドに密集した市街地が対象となる。

IMM と各行政区は協力し、簡易耐震診断による建替え・耐震補強を要する建物の集中する地区を選定し、再開発計画を策定し(ゲジコンド地区の改善策として導入された再開発方式を用い)、区防災計画と整合の取れた緊急輸送道路・避難路等の拡幅整備と公園・緑地等の防災資源整備及び、立体換地を含む建替え整備を、提案の建物構造改善・再開発基金を活用し、面的・一元的な事業方式で実施する。

**(2) 建物・市街地構造強化・整備策-2：市街地構造整備事業と連携した建物構造強化**

(1)と同様の建物構造と市街地構造の脆弱性の改善が大きな課題とされる地区であるが、市街地構造の改善に要する整備余地があると見られ地区を対象とする。

IMM と各行政区は協力し、区防災計画と整合の取れた緊急輸送道路や避難路等の狭隘道路の拡幅整備計画策定、一時避難・集合場所となる公園・緑地等の防災資源整備計画の策定と同時に、建替え・耐震補強が必要と診断された建物の街区単位での強化計画を策定し、これら各整備相互の整合の取れた事業を実施する。

**(3) 市街地構造強化-1：沿道再開発等を含む道路拡幅、防災資源整備**

当地区は、大破・中破率が 10%以上 30%未満と建物被害が比較的少なく、市街地構造の脆弱性が整備課題とされが、道路・防災資源整備に必要な余地のないリジッドに開発の進んだ密集市街地が対象となる。

IMM と各行政区は協力し、簡易耐震診断の建替え・補強の分布状況や区の防災計画を基に、緊急輸送道路や避難路の狭隘道路の拡幅整備と沿道を含む一体的な再開発計画の策定と同時に、一時避難・集合場所となる公園・緑地等の防災資源整備や用地確保のための再開発又は移転を含む計画を策定し、各々の事業を実施する。

**(4) 市街地構造強化-2：道路拡幅・防災資源整備**

(3)と同様の整備課題を抱えるが、市街地構造の改善に要する整備余地を有する地区を対象とする。

IMM と各行政区は協力し、区の防災計画と整合の取れた狭隘道路の拡幅整備計画、これらと連携のとれた公園・緑地等の防災資源整備計画を策定し、整合のとれた各事業を実施する。

#### (5) 建物構造強化：建替え・耐震補強

当地区は、大破・中破被害が 30%以上、過去 30 年間の建物更新が停滞する地区を対象とするが、簡易耐震診断の結果、建替え・耐震補強を要する建物が集中する地区を具体的かつ詳細に再選定する。

IMM と各行政区は協力し、選定した建物構造強化地区を対象に、街区単位での建替え・耐震補強のための戦略的な事業計画を策定する。

また、区内の道路や防災資源の現状を詳細に調査・整理し、区防災計画の具現化に必要な道路や公園・緑地等の防災資源整備の必要性を検討し、街区単位での建替え・耐震補強事業にあわせた道路・防災資源整備事業を補助的に実施することを提案する。

#### (6) 歴史的市街地保全地区における建物・防災資源強化

旧市街地の考古遺産保全と歴史的市街地保全に指定される 2 地区を対象とする(イスタンブール半島には世界遺産地区の指定がオーバーラップ)。これらの密集・老朽市街地は、保全地区の指定後、調査と保全計画の策定が進められると同時に、開発行為や建物の更新が厳しく規制され、狭隘な歩道網を基盤に建物の老朽化が進行し、一部では建物の自然崩壊、スラム化やゴーストタウン化も進み、地震防災上の脆弱性の改善・強化が最も必要とされる地区である。

一部の CBD 地区を含むこれら地区では、文化省の保全部局と IMM との協力により、早期に保全対象とする建物や街区、伝統的景観を保全する街路・歩道路線等、保全対象を明確にする必要がある。また、これら機関と各行政区が協力し、区防災計画を策定し、避難路や緊急輸送道路網の補強・整備や一時避難・集合場所等の防災資源整備計画を検討し、地震防災に配慮した総合的な考古・歴史的市街地保全計画を策定するの必要に迫られている。総合的保全計画の策定と市街地構造整備プロジェクトの実施を引き金に、域内の建物の更新と修復を促進し、市民・住民の生命と安全の確保するよう提案する。

**(7) 建物構造の耐震強化：**

当地区は、(1)から(6)の各強化地区の対象外で、大破・中破率が10%以上30%未満の地区を対象に、簡易耐震診断において建替え・補強を要すると診断された各建物の耐震性の強化を助成・促進する。

**9.1.3. 緊急輸送道路システムの見直しと事前対応策の提案**

緊急輸送道路網は、発災直後から必要となる情報の収集・交換、応急・復旧活動や緊急物資輸送のための緊急車両交通需要に応じた的確な道路機能の確保を目的とする。また、緊急輸送道路網を事前に指定・整備すると共に、発災後の道路啓開・維持、交通管理体制を組織し、被災時における道路機能を確保する。一方、イスタンブール大都市圏では、広域・都市・地区幹線道路等の道路機能をベースとする緊急輸送道路網が膨大に指定され、一部に指定状況を示す案内板が設置されたのみで、道路の整備に関する計画・事業が実施されず、被災時における道路機能の維持についての定量的な応急対応計画も検討されていない。県防災センターでは、本件調査における機能的な一次・二次・三次の緊急輸送道路網システムの提案を受け、緊急輸送道路検討委員会を設置して指定路線の見直しを進めている。

提案の一次・二次・三次の各緊急輸送道路網に関連する拠点施設は、県防災センターの応急対応計画より以下のような施設が上げられ、これらの諸施設を結ぶ各緊急輸送道路の延長は以下ようになる。

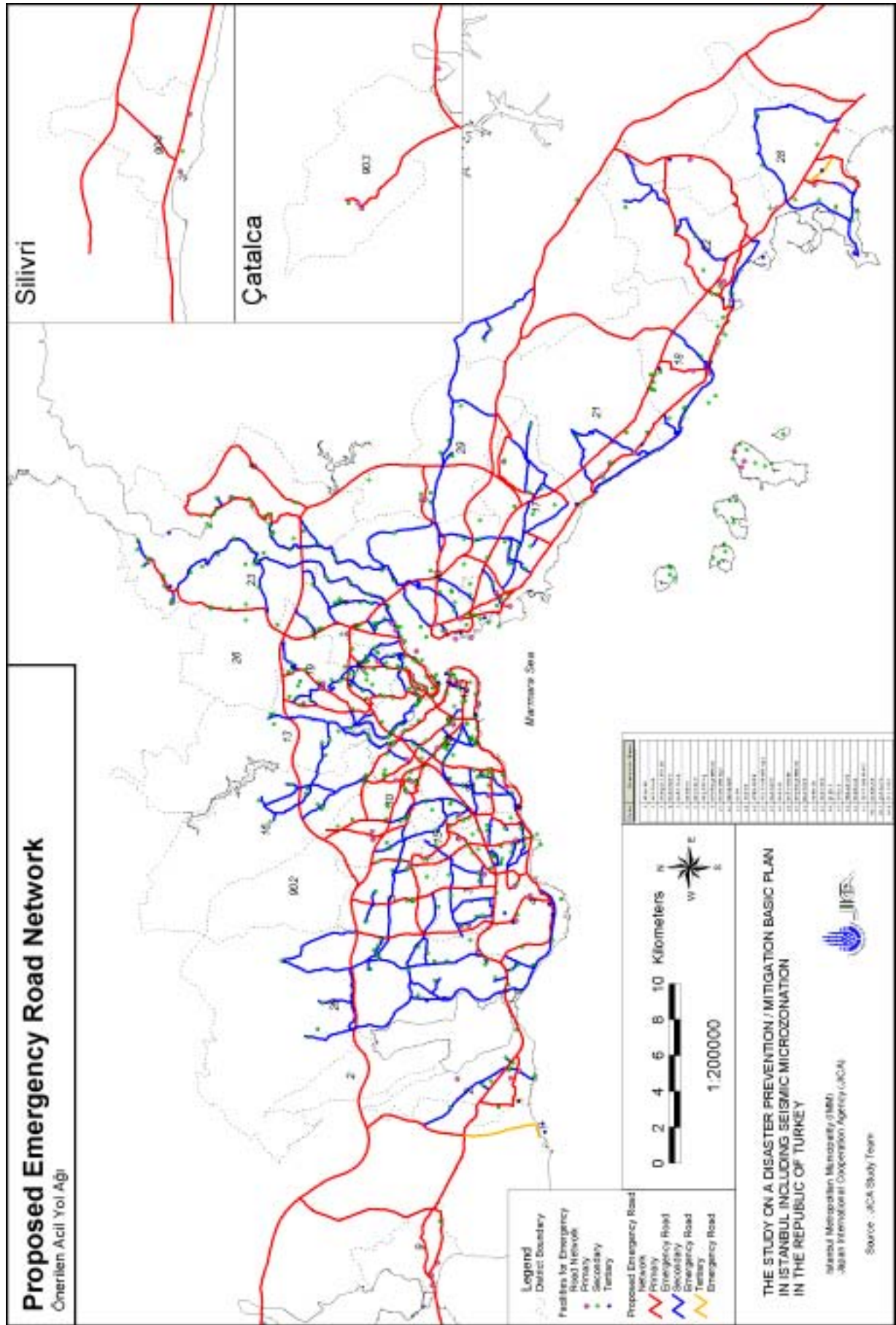
表 9.1.1 緊急輸送道路及び関連拠点施設

	イスタブール県防災センターメンバー(拠点施設)	拠点施設数	緊急輸送道路延長
第1次緊急輸送道路	防災センター(県及び省庁の地方局)	4	455km
	IMM 防災センター	1	
	行政区防災センター	30	
	その他行政機関	60	
	主要空港	4	
	主要港湾	5	
	小計	104	
第2次緊急輸送道路	IMM 救急・救助ユニット	18	360km
	Civil Defense救急・救助チームの集合地	23	
	消防署	44	
	応急対応の軍施設	46	
	災害医療施設・機関	95	
	主要車両・機材基地	2	
	区車両・機材基地	13	
	その他港湾施設	44	
	ヘリポート	200	
	テント村(広域避難所)	486	
	小計	971	
第3次緊急輸送道路	重機拠点	5	3km
	車両用資機材拠点	3	
	緊急物資拠点	4	
	緊急物資用トラック・ターミナル	9	
	緊急物資積み下ろし港湾施設	6	
	緊急物資調整センター	2	
	小計	29	
合計		1,104	818km

出典:拠点施設データは、県防災センターより。緊急輸送道路は、JICA 調査団

提案の緊急輸送道路の各路線は、広域・都市・地区幹線道路でかつ広幅員の路線・区間から優先的に選定したが、15m 以上の適切な幅員を有する区間の延長が 371km (45%)にとどまり、12m～15m の幅員区間が 137km(17%)、7～11m の幅員区間が 278km (34%)、2m～6m の幅員区間が 31km(4%)となっている。

15m 未満の幅員区間は、順次、拡幅整備を進めると共に、構造的に脆弱とされる対象路線上の橋梁の耐震診断と耐震補強を実施する。また、不適切な狭隘道路沿道に位置する拠点施設の内、耐震診断の結果が建替えを要する場合には、広幅員幹線道路沿道への移転・建替えを提案する。



緊急輸送道路網提案

図 9.1.3

#### 9.1.4. 緊急避難システムの導入と事前対応の提案

イスタンブール大都市圏では、緊急避難システムが導入されておらず、避難所に相当するテント村の指定と整備のみが進められている。当地では耐火建築が多く、日本のような大規模な延焼による二次災害の危険性はないが、大量の建物被害に伴い建物内のガス管被害・ガス漏れや電線被害・漏電による二次災害の多発や余震による建物倒壊等により、取り残された生存者の人的被害の増加が想定され、市民の生命と安全を確保するための緊急避難システムの導入が提案される。また、各近隣住区に提案される一時避難・集合場所は、自主防災組織形成<sup>1</sup>のための拠点機能を担うと共に、集合する生存者より収集されるコミュニティ内の詳細な被害情報が、応急活動の適切な構成・配置への貴重な情報となる等、多様な側面から緊急避難システムの導入・整備が提案される。

各行政区では、IMM 及び県防災センターの協力・調整を受け、区防災計画の一環として事前対応や応急対応を含めた緊急避難計画を策定し、必要とされる避難場所や避難路の指定と整備の実施を提案する。

緊急避難計画は、以下に示すシステムに沿って、一時避難・集合場所や広域避難場所、避難路等の新たな機能と施設の整備計画と共に、既存の避難所(テント村)施設の見直しと整備計画の策定が提案される。

(1) 一時避難・集合場所： 近隣住区内住民の集団での避難のための集合場所

避難路： 避難圏域の住民を避難場所へ迅速・安全に避難させるルートの確保

広域避難場所： 広域避難圏内の住民・市民の生命と安全を、二次災害や余震から守るための避難場所

避難所(テント村)： 住宅被害を受けた又は受ける恐れのある被災者の受入と保護

(2) 一時避難・集合場所の選定・指定

当集合場所は、近隣住区等を単位に、公園・緑地や公共施設内の園地等を活用した住民の安全を確保できる場所を指定し、二次災害・余震等の危険性の様子を見て広域避難所への集団避難のための集合場所として提案する。場所の指定及び新たな整備は、近隣住区等の一時避難圏の全居住者と昼間人口を対象に、一人当たり 0.5m<sup>2</sup>

<sup>1</sup>自主防災組織は、情報班、避難誘導班、救助・救護班、緊急飲料水・食料班等より構成し、各コミュニティ内の生存者による自主的応急対応を実施する。



以上の有効面積(1.5m<sup>2</sup>以上のグロス面積)の確保を提案する。

イスタンブール大都市圏では、近隣住区が 3,000 前後と想定されるのに対し、既存の公園・緑地が約 1,650 ヶ所と少なく、公園・緑地が未整備な状況にある。各行政区では、区避難計画の一環としてまた、市街地環境整備を兼ねる新たな公園・緑地整備計画を策定し、一時避難・集合場所の確保を提案する。

### (3) 広域避難場所の選定・指定

広域避難場所は、6km<sup>2</sup>圏、最大 3km の範囲を目途に広域避難圏を設定し、各々の圏内にある大規模な公園・緑地を避難場所に指定し、域内の全市民の生命と安全を確保する。約 518km<sup>2</sup>の市街化された地域が対象となり、85 以上の広域避難圏の設定が見込まれ、各々に広域避難場所となる公園・緑地が必要となる。広域避難圏は、各行政区をベースに、避難距離、圏内人口(避難場所面積需要)や既存の大規模公園・緑地分布等を考慮して設定する。また、避難場所となる 10ha 以上の大規模な公園・緑地が限られ、1ha 以上の比較的規模の大きな公有空地や指定済みのテント村を活用しつつ、各広域避難圏ごとに必要とされる面積(3m<sup>2</sup>/人以上)を確保する。また、適切な広域避難場所となる用地の確保が困難な区では、IMM 及び県防災センターの調整の基に、区内に新たな公園・緑地等を整備するか又は、隣接区内に適切な避難場所を確保する事を提案する。

### (4) 避難所指定の見直し

大都市圏における避難所は、発災直後に住宅被害を受けた被災者を一時的に収容するシェルターとして、テント村の設置を提案する。

県防災センター及び IMM では、既に空地・公園・緑地等 486 ヶ所をテント村として指定しライフラインを整備している。指定のテント村は、30ha 以上の広大な地区から 500m<sup>2</sup>以下の一時避難・集合場所にも適さない小規模なものまで含まれまた、民有地も含む等、緊急時の用地確保や安全性に不安が残る。

各行政区では、県防災センターと IMM の調整の基に、既存の公園・緑地の利用、広域避難場所等を転用・活用しつつ、各区で想定される被災者数に対応した避難所・テント村を区内で確保・指定する又、区内に用地が確保できない場合には、隣接区との協定で避難場所の確保を提案する。

## (5) 避難路の指定と整備

避難路は、広域避難場所が 3km を超える遠距離避難を要する地域又は、危険物施設や二次災害の危険性が著しい地域に対し、市民の安全・円滑な避難・誘導のために指定・整備を提案する。

IMM、県防災センター及び各行政区は、広域避難圏と避難場所に関する危険物施設の分布等を把握し、避難路指定を要とする地区では幅員 20m 以上(又は 10m 以上)の道路を選定・指定又は、拡幅整備等による安全確保策を提案する。

### 9.1.5. 都市マスタープランの見直しと用途地域規制への提言

イスタンブール大都市圏における地震防災性強化の観点より、以下のような既存の都市マスタープランや用途・開発規制の見直しを提案する。

- 1) 自然災害危険地域指定の導入：当該調査において選定された地滑りなどを含む不安定地盤や液状化危険地域を指定し、港湾・道路・橋梁等の強化、不適切な開発の規制、公園・緑地等の適切な土地利用の誘導・促進を図る。
- 2) 危険物施設の登録・監視体制強化：都市の拡大に伴い市街地内に取り残された工業用地や高圧ガス貯蔵施設等は、地震災害時に周辺市街地に被害を及ぼす危険性が高く、施設の防災設備や防災体制強化等に対する監視体制を強化すると共に、工業用地指定の見直しや移転・再配置の検討を提案する。
- 3) 市街地開発の方向性を見直し：既存の都市マスタープランにおけるマルマラ海沿岸に沿った都市開発の方向性は、想定地震の活断層に近く、大きな地表面地震動が想定されており、内陸部方向への転換・見直しを提案する。
- 4) 都市開発行政システムの整合と強化：地方自治確立への過渡期にある大都市圏・IMM では、開発行政圏域が法 3030 地域内の既に市街化された地域に限定され、市街化されていない地域における新市街地開発に対する開発行政が及ばず、都市マスター・プランに沿った一元的な都市開発行政が進められない状況にある。また、指定大都市圏における災害復興は、中央の公共事業・住宅省の所管事項とされ、都市マスター・プランとの整合性の確保が問題となる。整合の取れた開発行政・復興行政の確立に向け、IMM による法 3030 地域の開発行政及び災害復興に係わる計画・実施権限を拡大すると共に、適切な行政機能・実施能力を確保

するため、IMM 及び各行政区の人材の育成・強化を提案する。

## 9.2. 応急・復旧対応計画の機能強化・見直しのための対応需要・フレーム

イスタンブール県防災センターのメンバーとされる 64 機関及び 9 つのタスクフォースでまとめられた応急対応計画は、上水道(ISKI)を除き定量的な被害・復旧目標がなく、各機関の応急対応機能や能力、機能分担の妥当性が評価できない、定量的な計画にとどまっている。

シナリオ地震モデル C による被害想定結果を基に、各応急対応に係わる被害量を基に、定量的な応急・復旧活動需要を算定し、64 メンバー機関だけで十分なのか、現在の機能分担方法で十分なのかまた、各機関の既存キャパシティーだけで十分なのか等が評価でき、緊急対応機能の拡充計画だけでなく、事前の機能強化計画の策定にも資するフレームを整理する。

### 9.2.1. 緊急輸送道路上の瓦礫処理・啓開活動需要

被災時における緊急輸送道路網は、緊急車両交通のための道路機能を回復・確保するため、指定路線の被害の状況を把握し、瓦礫処理チームと車両・重機を組織・派遣し、速やかに啓開して上下各 1 車線以上の機能を確保することが急務である。本調査で提案される緊急輸送道路は、全道路延長の 6%に相当する 818km で、大都市圏で想定される大破・中破建物の総瓦礫量 1.4 億トンの内、約 2%弱に相当する 2.6 百万トンが指定路線上に落下すると見込まれる。これらの瓦礫を 3 日以内に、道路脇ないしは近隣の空き地へ除去するには、大型のダンプ・トラックが約 1.1 万台、ショベルやブルドーザーが 2 千台以上必要と見られる。地域的分布は、ヨーロッパ側のマルマラ海沿岸地域が全体の 33%と多く、次いでヨーロッパ側の内陸部とアジア側のマルマラ海沿岸地域が各々20%と想定される。

想定される瓦礫の総量と地域的分布に対応し、タスクフォース機関ごとの処理チームの編成と車両・重機確保計画を見直し、集合地点の再検討と配置計画に加え、一時処理場所として期待される空地や緑地等について避難計画との十分な調整が必要とされる。また、ヨーロッパ側内陸部に想定される最終処理場(石炭及び採石場跡地)の指定や処理場へのアクセス道路整備も検討課題とされる。

### 9.2.2. 被災者数と救助活動需要

建物被害に伴う行方不明者の救助活動は、必ずしも大破建物の居住者約 71 万人から発生するのではなく、中破建物の居住者 91 万人の一部、小破建物の居住者約 194 万人の内、災害弱者も救助の対象になると見られる。これら建物の総居住者は 356 万人にもなる。22.3 万人の死亡者や重傷者の発生が見込まれる大破建物の居住者の救助活動は、専門的な技術と機材を有する救助チームの来援を要するケースが大部分を占めると見られる。中破建物については、専門の救助チームの来援を要するケースと地区コミュニティの自主防災チームによる救助活動で対応が可能なケースが混在すると見られる。小破建物の居住者で救助を必要とするのは、災害弱者等がドア・窓の閉鎖や家具の倒壊等で避難が困難なケースが多く、大部分が自主防災チームでの救出が可能と見られる。

膨大な行方不明者の適切な救助は、被災直後の混乱状況の中で、先ず最初に行方不明者とその所在を特定し、情報を整理・把握することが課題とされ、近隣住区に提案される自主防災組織単位でのコミュニティ・ハザード・マップや日常的な顔見知りの情報による行方不明者リストの作成が最も効果を発揮すると見られる。リストでは、専門的なレスキュー・チームの救援を要する行方不明者を整理し、行政区及び県の防災センターに速やかに派遣・応援を要請する。膨大に発生が予測される行方不明者の救助は、限られた生存時間内で、投入できる専門的な救助チーム数の限界、困難なアクセス等の課題が山積し、コミュニティ意識を育てつつ自主防災組織を形成し、各コミュニティが自主的な救助機能を確保ことが必要不可欠と見られる。

### 9.2.3. 応急処置・災害医療救護と緊急医薬品備蓄需要

被害想定における重傷者数は、人口の 1.5%に相当する 13.5 万人と想定され、軽傷者数は重傷者数の 3 倍の 40.5 万人程度と見られ、総負傷者数は人口の 6%に相当する 54 万人と見込まれる。被災地における膨大な First Aid 需要は、各救助隊と一時集合場所や避難場所・テント村に対応した応急処置体制と医薬品の備蓄整備が課題とされる。これらに対しても、各コミュニティごとに提案される自主防災組織内に、救護チームを設け、擦過傷等の膨大な医療サービスの補助的作業にあたる事が提案される。同時に、各救助隊には、重症者の救急・救命措置やトリアージが出来る要員、資機材の備蓄・確保が課題とされる。

一方、既存の防災資源である後方医療施設は、病院の総ベッド数が重傷者数の15%程度に相当する2万床と少なく、建物構造が脆弱な病院が多く18%が大破・中破と想定され、小破を加えると39%が被災すると想定される等、既存の後方医療機能の維持・確保のための建物整備やライフラインのバックアップシステム整備等の事前対策が必要不可欠である。また、重傷者の十分な後方医療体制の確保には、他の大都市圏医療施設活用のための海路・空路を活用した広域搬送体制、域内の医療施設やテント村を活用した仮設の災害医療体制整備(野戦病院型)等、災害医療機能・能力の拡大が主要な整備課題とされる。

県防災センターの後方医療への搬送は、ヘリコプターに重点がおかれ200箇所以上のヘリポートが計画されているが、13.5万人の重傷者の全てを搬送するには1000機以上の機材が必要とされ現実的でなく、道路交通利用の併用が不可欠と見られる。

#### 9.2.4. 失火件数と消防・危険物対策需要

地震被害想定では、882の登録危険物施設のうち所在が確認された814事業所について失火件数の想定を行い、最も被害の大きいモデルCにおいても、16件の失火(2%未満の事業所)にとどまりまた、いずれのマハラでも耐火建築物の比率が85%を超え、延焼の危険性がないとみられる。既存の44消防署の体制・機能で、これらの失火への対応は可能と考えられる。製造業等の登録危険物施設は、市外へと経年的に移転が進んでいるが、ガソリンスタンドや高圧ガスを取り扱うLPGステーション等は増加傾向にあり、化学物質や高圧ガス等の被害にも対応できる要員の訓練・確保と機材整備が、Civil Defenseだけでなく消防署にも提案される。一方、先のマルマラ海東部の地震時に大都市圏東部のAvclarでは、被災した建物から漏電が原因と見られる多数の失火が報告(統計データなし)されている。また、都市ガスについても、市内の管路網の被害は13箇所にとどまるものの、各需要家建物内に設置のサービス・ボックス被害は、総ボックス数の16%に相当する約2.9万件の被害が想定され、膨大な数の同時失火・爆発等の二次災害の発生が予測される。既存の消防署とCivil Defenseによる消火体制と能力では、想定される膨大な失火・爆発への対応が困難と見られるが、これら組織の機能の増強にも限界があり、二次災害発生の防止・安全策が不可欠とされる。現在、IGDASで検討中のSCADA Systemによる管路網の監視・バルブの開閉コントロール機能だけでなく、需要家の建物被害想定機能を付加した総合的なバルブ開閉コントロール・システムの整備

が提案される。市内の配電網についても、同様のシステムの導入・整備が提案される。

### 9.2.5. 被災者数と緊急飲料水・食料・生活必需品需要

現在、大都市圏では、非常用飲料水や食料の備蓄は考えられていない。しかし、被災時には、飲料水・食料品の流通機能が停止するだけでなく、調理に必要な水・電気・ガス等のライフライン機能も停止し、住宅の被災者だけでなく、ほぼ全市民の食料確保が困難ないしは影響を受けると想定される。このような状況は、緊急輸送道路機能の回復と緊急物資輸送タスクフォースの始動で、3日間を目途に徐々に回復を目指すものの3日間は、8.8百万市民の大部分が飲料水と食料を確保できないと想定される。3日間の需要は、飲料水が7.9万トンで食料は約8千万食となり、これら水・食料の長距離輸送及び各世帯への配送は不可能でありまた、周辺に膨大な需要に対応した供給基地となる都市もなく、各行政区、各コミュニティ、各世帯の各々の単位で、非常用飲料水・食料の備蓄システムを確立することが提案される。また、各区役所の非常用飲料水・食料の備蓄は、各区内の住民だけでなく、区内への通勤者や買い物客等、昼間の発災時の帰宅困難者にも対応出来る備蓄と配布システムを整備することが提案される。

また、3日以降についても、テント村(避難所)居住者1.3百万人への飲料水・食料・生活必需品の供給だけでなく、ライフラインの復旧までの期間は、断水地域等への飲料水及び食料の供給システムの継続的なサービスが必要とされる。緊急飲料水・食料供給システムの形成と維持には、NGOや各コミュニティに提案される自主防災組織の炊出し班等による、きめこまかな情報の整理と協力が不可欠と見られ、事前の防災組織の形成が提案される。

### 9.2.6. 住宅被害者数と応急テント村整備需要

トルコ国・大都市圏では、日本の避難所に相当す機能がテント村として指定され、緊急時に備えてライフライン整備が進められている。テント村の需要は、大破建物の全生存者、中破建物居住者の半数、小破建物居住者の1割がテント村を必要とする仮定する場合、133万人の被災者の需要が想定され、833～1,166ha(25～35m<sup>2</sup>/テントの新旧スタンダードによると)の用地に、33.3万張のテント(1世帯/テント)の確保が必要とされる。一方、既定のテント村は、486箇所で約1,000haが指定され、新旧スタンダードの中間値の面積が確保されている。しかしながら、指

定済みのテント村は、特定の4区(Kadıköy, Pendik, Büyükçekmece, Çatalca)に6割以上の面積が集中し、大部分の行政区ではテント村需要を満たすことができない状態にある。既存・計画中の公園・緑地や公有空地の活用を含め、可能な範囲で最大限のテント村を各行政区内に確保し、不足分については隣接区との協定等による広域対応が提案される。また、中破建物に対する適切な応急修理補助策を1ヶ月以内に実施し、被災建物の居住性を維持できないと、中破建物居住者のほとんどがテント村居住となることに配慮を要す。

### 9.2.7. 大破住宅と応急住宅整備需要

応急住宅は、住宅が大破して居住する住宅がなく、自らの資力で住宅を確保できない居住者への応急住宅の供給を目的とし、大破建物の3割程度の居住者が対象として想定される。一方、トルコにおける既存災害対策では、資力に欠ける賃貸住宅居住者には仮設住宅の申請が認められておらず、富裕層である持家居住者にも申請が認められている。大破建物居住者約69万人の3割に対して応急住宅供給を想定すると、短期間に5.2km<sup>2</sup>の用地に約5.2万戸の仮設住宅とライフラインの整備を要する。

### 9.2.8. 死亡者数と遺体の処理・墓地整備・埋葬需要

建物倒壊による死亡者は、約8.7万人と想定され、遺体捜索・搬送、遺体収容所設置、検死・検案、一時保存、洗浄、身元確認調査、遺品保管、墓地整備、葬儀・埋葬等、死者への尊厳に十分配慮した適切な遺体の取り扱いが、関係の諸機関に求められる。墓地整備や埋葬を分担するIMMでは、8.7万の死亡者に対して約10~20haの墓地が必要とされ、既存の墓地(422ha グロス、222ha ネット)に対し、新たな用地の確保と墓地の整備が必要となる。

### 9.2.9. ライフライン被害と応急・復旧対策需要

ライフライン関係機関による既存の応急対応計画では、ISKIの震災による3割の管路被害想定以外、定量的な被害・復旧対策の目標となるフレームの設定がないまま、定性的な応急・復旧対応計画にとどまっている。地震被害想定におけるライフラインの被害は、データ上の問題で想定できなかった通信網を除き、以下のよう

	被害		
	送配電網	364km(架空線)	711km(埋設線)
天然ガス供給管路	13ヶ所(管路)	28,700 サービス・ボックス	
上水道管路	1,580ヶ所		
汚水排水管路	1,300ヶ所		

各ライフライン関係機関では、これらの被害想定量に対応した復旧用の資材備蓄や機材確保、タスクフォースの編成や応援要請等、1週間から3ヶ月での完全復旧を目途にした、具体的な復旧計画の見直しと体制の再整備が提案される。同時に、応急対策として給水ポイントや公衆電話センター・移動通信車等を一時避難・集合場所やテント村に設置するための計画の策定と資機材の確保が提案される。また、二次災害の要因となる天然ガスや電力供給については、計画中の管路や電線網の監視とバルブ・スイッチの開閉コントロールシステムを新たに導入・整備するだけでなく、膨大な数の建物被害に伴うガス漏れや漏電による失火・爆発を防止するため、地表面の地震動に応じた地区バルブやスイッチの開閉コントロール機能の付加が提案される。地表面の地震動のモニタリング・システムに付いては、ライフライン関連機関だけでなく、各防災センターでも被害シュミレーションによる適切な初動体制の立ち上げに有効であり、共有のシステムと通信ネットワーク整備が提案される。

### 9.2.10. 建物被害と総瓦礫処理需要

被災地での円滑な応急対策や復旧・復興を実施するため、震災による大破建物や中破建物の解体により発生する瓦礫を適正かつ速やかに処理する必要がある。イスタンブール大都市圏の建物被害想定に基づく瓦礫量は約1.4億トンと想定され、これらの瓦礫を2ヶ月から3ヶ月間で処理するには、2,800から4,700台の重機と4.4万~7.3万台のダンプ・トラックが必要と見られる。被災後、これらの膨大な処理チームの組織に加え、重機・車両の調達・確保が域内・外より速やかに行われる必要がある。また、これら瓦礫の処理は、資源の再利用を含め適正に実施することが提案されると共に、最終処分場にはヨーロッパ側北部に点在する採炭・採石場跡地の活用が提案される。瓦礫の搬送車両交通は、22万から36万トリップ/日以上と見込まれ、これらの大交通発生を適切に処理するための交通管制策と同時に、市北部の最終処分場へのアクセス道路の整備が応急対応計画に追加することを提案する。また、市では建物被害の状況を専門家の協力を得て調査し、大破又は修理が困難な建物、修理によって利用可能な建物、被災していない建物に分類し、



各々に通知すると共に、修理困難な建物の解体申請の受け付け体制を設けて解体作業を進め、また、修理が可能な建物については速やかに補修のための資金・資材を供給し、市民の住居確保の支援を提案する。

## 第 10 章 地震災害軽減のための対策に関する勧告

## 第10章 地震災害軽減のための対策に関する勧告

トルコの地震研究者は、1999年コジャエリ地震以後15年以内にイスタンブールで地震が発生する危険性があることを指摘している。しかし、すでに有効な対策が十分に実施されないまま3年を経過が経過している。本調査の地震被害予測では膨大な建物の被害と人的被害ならびにインフラの被害が予測されている。本調査より得られた結果に基づき地震災害の軽減対策を提言した。

地震災害軽減対策は基本的にはプロジェクト指向で、短期と中長期の観点がある。短期の対策は出来る限り迅速に実施されるべきもので、中長期の対策は5年ないし10年以上にわたって実施されるべきものである。短期の対策は基本的に重要施設とインフラの補強であり、地震災害発生時にも運用機能を確保することを含む。中長期の対策は、構造物対策以外の都市構造改善画が中心となる。この要点は、高人口密度地域の再開発、狭隘道路網の拡幅、既存の土地利用見直しによる地震防災を考慮した空地の確保である。組織制度の整備も大規模な地震災害への円滑で迅速な対応を行う上で重要である。

### (1) 短期の対策

下記の項目は短期の対策として実施されるべきものである。

- 全ての病院の補強
- 全ての学校の補強
- 市役所や政府建物など公共施設の補強
- 橋の補強
- 港湾施設の補強
- ライフラインの補強
- 災害管理センターの建設
- 防災意識の向上キャンペーン

### (2) 中長期の対策

下記の項目を中長期に実施する対策として薦める。

- 地震防災マスタープランの作成
- 地震に強い町づくりを目指した都市再開発計画作成
- 耐震建物の研究の振興
- 耐震建物のためのクレジットシステムの確立

- 災害管理体制の改善