

地震による都市的災害の様相に関する基礎的考察

中林 一樹*

要 約

都市での生活様式の変化, 都市活動の多様化と相俟った都市機能の高度化, それらを支える都市施設の複合化は, 過去の大震災時の都市状況と全く異なる都市状況を出現せしめている。そうした都市の地震災害が, 従来の都市震災と異なる都市的災害の様相を呈するであろうことは多くの指摘がある。しかし, この都市災害の様相については, 部分的な究明あるいは, 従来とは異なるとの単なる指摘にとどまり, 諸様相の全貌的把握の試みはまだない。

本研究では, 東京を例にとり, 大都市の多様な特性を有する地域と, 都市が果している機能(活動)及び人間行動の組み合わせによって, 平常時の全貌的都市状況を設定し(表-3), 震度5~7, 季節, 曜日, 時間帯の組み合わせによる8つの災害ステージごとに各々の側面での災害の様相の想定を試みた。ここでの被害想定は, 理学的・工学的に被害量を推定するのではなく, どのような災害状況, 災害の種類が発生し, 推移していくかを想定したものである(表-4~表-8)。想定手法は既応の震災事例を基礎に, いわゆる専門家(学術研究者)の集団討議を経て, 想像しうる都市的災害の様相を簡潔な言葉で, 見やすく表示するという方法である。こうした想定が現実に起こるであろう都市的災害をどの程度の精度で予測しているのかは不明であるが, 現状において想定しうるあらゆる災害の様相を整理しておくことは, 防策対策の実施, 運用をシュミレートする基礎となるものであり, 既応の対策計画の問題点を抽出するのに有用であるといえる。本研究では, 表-4~表-8の災害様相の想定から, 各々の局面での特徴と, 重視すべて対策課題の指摘をも試みた。

1 研究の目的

災害とくに自然災害に対する防止策を検討するために, 災害の発生・推移(拡大)の構造を把握することは災害科学の基本である。佐藤他(1964)や高橋(1975), 藤井他(1977)は, 災害の構造を簡潔に図示することにより, 災害の基本的な概念を図式化した。この図式は, 災害の多様な諸事象をすべて整理し, 把握するために, 項目の細分化をはかるには困難がある。各事象の因果関係や波及を図示するのは不可能に近いからである。

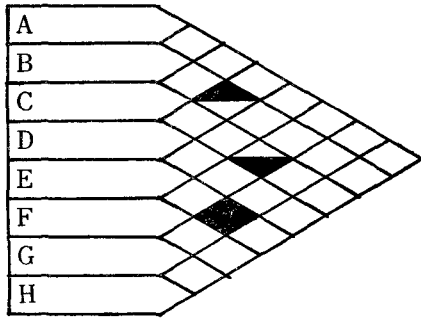
大都市の地震災害が, 従来の災害構造の枠を超え, 異なる災害の様相を呈するであろう, との議論は, 新潟地震(1964)を契機に東京の防災計画(とくに下町低地での防災対策)が展開されたと同様に, 宮城県沖地震(1978)を契機に沸騰した。それは, 都市での諸活動及び人間行

動の多様性と, その結果としての都市機能及び都市機能維持システムの複合性の故に, 都市災害が極めて多様であり, 複合的な様相を呈すると想定されるからである。災害の構造としてみれば, 大都市に内在する拡大要因が多様化, 複合化しているとの認識であり, 二次・三次被害が最大の防災課題であることを提示しているのである。

こうした災害諸事象が多様化し, 複合化するであろう大都市での災害を「都市的災害」と仮に定義しておくと, 都市的災害に対する地震防災対策を検討するには, 「地震時における都市的災害」をどのように把握し, どのような被害が出るかを想定しなければならない。二次, 三次被害が, とくに諸被害の連鎖によって発生, 拡大するため, 連鎖・因果関係の把握が重要となる。

因果関係に着目した災害の把握方法としては, いわゆる「連鎖因果関係図」がある(図1-参照)。これは,

* 東京都立大学都市研究センター・理学部

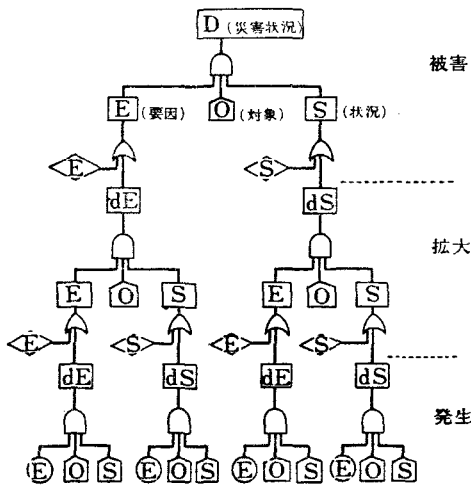


B → D 因 → 果
 C ← F A ~ H : 項目
 E ⇄ G

図-1 連鎖因果関係図

連鎖よりも、因果を図式化するもので、災害事象としての諸様相(項目)を詳細に、完全にすれば、より具体的に災害の全貌と、その因果関係を把握しうる。そうした完全な図を作成しうれば、各地域で発生しうる項目を想定することにより、その因果関係を押え、防災対策の検証や順位づけも可能になろう。しかし、この方法の課題は、災害事象としての諸様相(項目)を、将来起こりうる大都市の災害に対応してどこまで洞察できるか、にある。

Fault Tree Analysis は、ひとつのシステムの「ある故障に対し、関連する要素を論理和と論理積で組みたて基本的 Fault 事象の発生確立から、問題とする故障に至る確率を捉える」方法として開発された(図-2 参照)。これは、因果もさることながら、各 Fault 事象の連鎖を明快に示すものである。これは前述の連鎖因果関係図では繁雑となる連鎖関係を把握する方法として優れているが、FTA 手法の災害への応用は、むしろこれからの課題でもあろう。(秋元・大田, 1980, 矢代, 1979, 建築業協会編, 1975)



基本的記号:

- 総合化されるフォルト事象
- 基本的フォルト事象
- ◇ 情報が充分あり発生確率既知
- ◇ 基本的フォルト事象 (情報や有意性不足)
- 正常状態が存在する事象 (フォルト事象でない)
- △ 連結記号
- E : 要因
- O : 対象
- S : 状況
- dE : 災害状況
- 出力「アンド」ゲート: すべての入力事象が共存するとき出力事象が発生
- 入力: 出力「オア」ゲート: 入力事象の1つが存在すれば出力事象が発生

図-2 F. T. A. で表現した災害構造モデル

実際の都市的災害の推移と応急対策を想定すれば、地震災害では、発災から数10時間という時系列での災害事象の連鎖因果をどのように想定するかも大きな課題であろう。大都市という膨大な人口(被災者)を前提とすれば、復旧過程自体が大きな社会混乱を生じさせかねない問題であるから、災害の連鎖(因果)、復旧過程を時系列で把握(想定)しておくことは、防災対策(特に応急対策のダイナミックな運用)のためにも必要であろう。しかし、先の連鎖因果図、FTAは、ともに、必ずしも災害の推移を時系列では表現していない。さらに、こうした被災状況の中で、人間がどのように反応し、行動するかも都市的災害に大きく係わる問題である。この「人間の災害時の行動」を把握し、そこから全体像を把握している方法に、高野(1978, 1979)による「ストーリーシミュレーション」がある。これは、「人間の想像行為を組織的に運用して災害の状況的側面を実像的に表現しよう」というもので、識者のブレインストーミングによりあらゆる「ストーリー(状況像)を想定」していくというものである。このストーリーは、状況の場を設定し場の被害とそこでの人間の行動を想定し、時系列に沿って、記述していくものである。同様の手法に Haas らによるシナリオ法がある。シナリオ法は、ある状況をシナリオとして準備しておき(絵や文章など)、時系列に沿ってシナリオを示してその時どうい行動をとるか、を実際に調査していく方法である。この方法は、地震予知が与える社会的レスポンスを調査(アセスメント)するために実施された方法であるが、地震発生後の状況をシナリオ化して、その時、その場での行動を聞きとっていくことも方法としては可能である。しかし、平静時の判

断による行動がそのまま災害時の行動をどの程度示すかは大きな留意点である。ストーリーシミュレーションは、この人間行動をも（識者による）想定で組み立てているのである。これらの方法は、人間行動の把握の試みとして評価されるものであるが、人間行動を想定するには、その人がどういう場に居る時に発震するか、がストーリーの出発となり、大都市の多様さからみると、都市的災害の全貌を想定するには「多様な場」を設定する必要がある。

以上のことから、「都市的災害」についての防災対策を検討していくには、幾多の研究課題のあることがわかる。第一に、「都市的災害」の全貌が未だ十分に洞察されていないことである。災害を知らずして対策はたてられないのである。従って、「都市的災害」の全貌を明らかにすることが、その出発点となる。これは、地震時の都市の被害想定なのであるが、従来、被害想定とは、後

表一 現代都市の震災被害とその対応の比較

	1964.6 新潟地震	1978.6宮城県沖地震
震 度	新潟市で 5	仙台市で 5
死 者(県)	14人	27人
負 傷 者(県)	重傷 46人 軽傷 270人	262人 10,700人
出 火・焼 失	12件・402棟	11件・13ヶ所
水 害	5,000ha (12,334世帯)	—
避 難 収 容	新潟市で21,600人	仙台市で 1,500人
ガス復旧(市)	35日後に30% 189日後に99%	12日後に 50% 31日後に100%
電気復旧(市)	5日後に家庭用復旧 (浸水区域11,000戸 には25日を要した)	2日後に家庭用復旧 (産業電力は7日後)
上水道復旧(市)	45日後に100%	9日後に100%
電話復旧(市)	15日後に50%, 34日後に100%	輻輳, 2日後に平常
石油タンク	180,000kl (5基) 350時間炎上 (361世帯を延焼)	68,000kl (3基) 流出のみ
小 学 校	8日間休校	1日のみ休校
中 学 校	8日間休校	休校せず

<表一, 表二に関する資料等>

1. 「東京都の人口統計のあらし、昭和50年」東京都 1975
2. 「東京区部における地震被害の想定に関する報告書」東京都防災会議 1978
3. 「78宮城県沖地震災害の概況」宮城県 1978
4. 「宮城県沖地震と都市ガス」日本瓦斯協会 1979
5. 「新潟地震の記録—地震の発生と応急対策」新潟県 1970

述するように、あるインパクトによって、“どこで” “どのような被害” が “どれほどの規模(量)” で発生するかを想定するものである。それには、どのような被害(種類)が、どのような連鎖因果関係のもとで、どのような時系列的推移で発生し、その時その場の人間はどのように行動(レスポンス)し、それらがまた連鎖因果関係により波及していく、という災害の構造が基本的な大前提として、明らかにされねばならない。

本研究の目的は、東京という大都市を設定して、「どこで」「どのような被害」が「どのような時間経過」のもとで発生するかを、いくつかの異なる条件のもとで想定し、各々での都市的災害の特徴と、そこでの重視すべき防災課題を検討することにある。これは、各災害事象間の連鎖因果関係を明らかにするための因果関係図における項目や、FTAのフォルトを網羅することである。つまり都市的災害を構成するあらゆる事象を定性的に透

表二 東京と仙台の都市的状況と震災被害の比較

	東京市 (大正11年)	東京23区	仙台市
面 積	km ² 80	579	237 (DID 71)
夜 間 人 口	千人 2,265	8,647	615 (DID532)
昼 間 人 口	千人 2,265 ¹⁾ (推)	10,714	704
夜間人口密度	人/ha 283	149	26 (DID 75)
昼間人口密度	人/ha 283 ¹⁾	184	30 (DID100)
高 速 道 路	km —	96	—
自動車保有台数	台 2,800	1,619,900 ²⁾	168,600
地 下 鉄	km —	153 ³⁾	—
地 下 街	ha —	27	—
超高層ビル(45m)	棟 —	128	6
ガス本管 ⁴⁾	km 1,607	6,748	829
上水道配水管 ⁵⁾	km 980	11,920	1,144
死者・不明者	人 68,600	36,000 ⁶⁾	13
負 傷 者	人 26,000	63,000 ⁶⁾	9,300
全 壊 家 屋	棟 4,200	62,000 ⁶⁾	715戸
焼 失 家 屋	棟 301,000	473,000 ⁶⁾	—
ガス本管破損	所 4,185	8,061 ⁶⁾	20
上水道配水管破損	所 220	3,418 ⁶⁾	110

- 1) 昼間人口については、昭和5年、15年、22年、以降各国調年度がある。戦前については、区部の昼間人口は夜間人口よりわずかに少ない程度である。(「東京都の人口統計のあらし(1975)」による)
- 2) 警視庁の非公式見解によると、このうち、約1/4 (54万台) が走行し、1/4 が路上に駐車し、1/4 が使用されていないという。
- 3) 市部を一部含む。 4) 75mm径以上のもの。
- 5) 東京市(大正11年)、仙台市は75mm径以上、23区は50mm径以上。
- 6) 「東京区部における地震被害の想定に関する報告書(1978)」による。ガス本管、上水道配水管の破損は、継手及び液状化による破損(中・低圧管)を含む。

表-3 東京の都市的状況

	政治・行政	業務・経済	商業・流通	工業・生産	建築物・設備
都心	<ul style="list-style-type: none"> ・国際経済情報 ・外交・大使館 ・国家予算・治安 ・国会(中枢) ・都庁(予算・中枢) 	<ul style="list-style-type: none"> ・金融(通貨・銀行) ・株式市場(取引) ・保険業務 ・本社(中枢管理) 		<ul style="list-style-type: none"> (本社:中枢管理) (営業所) ・印刷業(情報) 	<ul style="list-style-type: none"> ・高層ビル ・コンピューター ・テレファックス ・ホテル ・超高層ビル
副都心	<ul style="list-style-type: none"> ・消防庁(防災) ・警視庁(治安) ・特別区制 		<ul style="list-style-type: none"> ・デパート(群集) ・地下街(群集) ・飲食街 ・深夜営業 ・卸売店舗 		<ul style="list-style-type: none"> ・地下街 ・雑居ビル(火気) ・娯楽施設(群集) ・落下物
港湾埋立地			<ul style="list-style-type: none"> ・卸売市場 ・倉庫(物資) ・海上輸送(港湾) 	<ul style="list-style-type: none"> ・(コンビナート) ・木材(復興資材) ・鉄鋼(") 	<ul style="list-style-type: none"> ・冷凍倉庫 ・荷上げ設備 ・ドック ・オイルタンク ・団地
中心的商店街			<ul style="list-style-type: none"> ・スーパー(生活品) 		<ul style="list-style-type: none"> ・ペンシルビル ・雑居ビル ・スーパー ・落下物
商工住混在地			<ul style="list-style-type: none"> ・小売店舗 	<ul style="list-style-type: none"> ・食品加工 	<ul style="list-style-type: none"> ・老朽家屋 ・併用住宅 ・大規模マンション
工住混在地				<ul style="list-style-type: none"> ・都市型消費財製造業 	<ul style="list-style-type: none"> ・併用住宅 ・マンション・団地
既成住宅地			<ul style="list-style-type: none"> ・他給他足生活(現金消費生活) 		<ul style="list-style-type: none"> ・木造アパート ・ミニ開発
周辺住宅地					<ul style="list-style-type: none"> ・低地盛土開発 ・丘陵地開発
他都市		<ul style="list-style-type: none"> ・支社・営業所 ・工場 	<ul style="list-style-type: none"> ・食品供給 		

交通施設	人間・行動	情報・通信	エネルギー・水	他	(活動中心)
<ul style="list-style-type: none"> ・高速道路 (高架・地下) ・地下鉄 ・交通渋滞 ・国電・新幹線 ・ターミナル(群集) ・郊外電車(私鉄) ・過密ダイヤ 	<ul style="list-style-type: none"> ・昼間人口(就業者) ・流動人口(群集) ・VIP集団 ・外国人 ・昼夜間人口格差 ・夜間流動人口 ・酔っぱらい ・昼夜間人口格差 ・群集心理 	<ul style="list-style-type: none"> ・新聞社 ・放送局 (ラジオ・TV) ・コンピューター ・テレファックス ・マイクロ回線 ・電話(量) 	<ul style="list-style-type: none"> ・電力需要 ・コンピューター ・エレベーター ・照明 ・ポンプ ・他 ・ネットワーク ・ " の複雑 ・ " の大きさ 	<ul style="list-style-type: none"> ・大学(薬品) ・研究所(") ・病院(") 	
<ul style="list-style-type: none"> ・タンカー ・貨物船 ・貨物駅(鉄道) 			<ul style="list-style-type: none"> ・オイルタンク貯蔵量 ・ガスタンク貯蔵量 ・エネルギー供給 (タンカー・火力発電) ・危険物(有毒ガス・爆発物) 	<ul style="list-style-type: none"> ・地盤(軟弱) 	
<ul style="list-style-type: none"> ・ショッピングモール ・歩道橋 	<ul style="list-style-type: none"> ・流動人口(群集) 				
<ul style="list-style-type: none"> ・路上駐車 ・細街路 	<ul style="list-style-type: none"> ・高い人口密度 		<ul style="list-style-type: none"> ・動力用電気 ・可燃物 ・大型火気 	<ul style="list-style-type: none"> ・Open Space 不足 ・0メートル ・軟弱地盤 	
<ul style="list-style-type: none"> ・路上駐車 ・細街路 				<ul style="list-style-type: none"> ・0メートル ・軟弱地盤 	
<ul style="list-style-type: none"> ・細街路 	<ul style="list-style-type: none"> ・昼間人口(女・子供) ・孤立人間 ・人口移動 ・未登録人口 ・大学生 ・遠距離通勤 ・転入人口(不案内) ・核家族 	<ul style="list-style-type: none"> ・家族との連絡(電話) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ガス普及(代替火気がない) ・水道(給水) ・水洗(下水) ・石油ストーブ 	<ul style="list-style-type: none"> ・軟弱地盤 ・ガケ・よう壁 	
<ul style="list-style-type: none"> ・幹線道路 	<ul style="list-style-type: none"> ・疎開(縁者) 		<ul style="list-style-type: none"> ・水源・導水管 ・緊急送電 ・復旧物資・人員 		<p>星 夕 夜</p>

視することを試みるものである。

2 東京の都市的状況

宮城県沖地震は、いくつかの特徴的な点を示した震災であるが、特に3点が指摘される(中林, 1978, 1979a, b)。

- ① 人的被害(死者・負傷者)を、夜間人口あたりの出現率としてみれば、仙台市、泉市の出現率が極めて高く、各々、1万人あたり153人、109人で、次いで名取市の42人である。つまり、人的被害に関しては、都市部において著しい。
- ② 物的被害(直接被害)を地域社会が受けた経済的ダメージとして“被害額”でみると、県全体の約 $\frac{1}{2}$ を占める仙台市でも、市税収入に対する比でみると320%ほどである。他方、約2.2%を占めるにすぎない鳴瀬町では、町税収入に対する比は2550%にも達するのである。つまり、物的(地域経済的)に被ったダメージは、都市部よりも沖積低地の農村部に著しい。
- ③ 都市的生活(他給自足)を支えるガス・上水道・電気・電話・交通など、ネットワークとして機能すべきライフラインの破綻は、一時的にしる、市民生活を混乱させたこと。しかし、表-1示にすように、新潟地震に比べて、その復旧は極めて早かったともいえる。

さて、本研究の主目的は、東京についての「地震時における都市的災害」をどのように把握し、防災対策としてどのような課題が提示されるべきかを考えることにある。そうした観点から、東京市(関東大震災当時の)、東京都区部(昭和50年頃の)、仙台市について、各都市的状況及び主たる被害量を比較したのが表-2である。

関東震災(震度6)当時の東京市に比べ、現在の東京都区部は、夜間人口で約4倍、昼間人口で約4.5倍に成長しているが、居住人口密度でみると、当時の約 $\frac{1}{2}$ に減じている。当時とは住宅事情、家族構成などが異なるとはいえ、大正5年当時最も人口密度の高かったのは浅草区で547人/ha、次いで日本橋区の495人/haと下町を中心に高い人口密度を呈していた。昭和52年時点では、豊島区の225人/haが最高で、次いで中野区の220人/haであり、夜間人口密度は、木造アパートの分布に類似して、山手地域にその重心を移しつつある。

しかし、この間の東京の都市構造の変化は、昼間人口の都心集中を押し進め、昭和50年では、昼間人口密度は千代田区で783人/ha、中央区で626人/haに達しているのである。このことは、東京のインフラ・ストラクチャーの相異となって示される。現在、東京には、高速自動車道が延べ96km、区部での保有自動車162万台、地下鉄延べ150km、地下街17ヶ所27ha、45mを超える超高層ビル128棟(100mを超えるもの21棟)などが存在するのであ

る。さらに都市ガス本管は延べ6,748km、上水道配水管は11,920kmにも及ぶ。

こうした現在の区部の状況を、仙台市と較べるならばその都市的状況の相異は大きい。人口集中地区(DID)でみても、仙台市の夜間人口密度は75人/haで区部の $\frac{1}{2}$ にすぎず、高速自動車道(都市内)、地下鉄、地下街は存在しないのである。

こうした状況を念頭において、関東震災、宮城県沖地震において東京市、仙台市の被った主要な直接被害と、「東京区部における地震被害の想定に関する報告書」で想定された被害を対比させてみると、今回の仙台の被害は、負傷者の発生率が高かった反面、物的被害については、軽度にとどまったともいえる。

ところで、東京における地震による都市的災害の様相は、仙台と東京の人口規模の差(1:16)程度でトレンドしうるものか否かは大きな問題である。都市のインフラ・ストラクチャーが根本的に異なっていることは、被害規模が都市規模に比例して増大するだけではなく、全く別の様相を呈するのではないかと予想させる。それは現在の東京の都市的状況を、どのように認識するか、という問題でもある。

このような観点から、東京が現有する機能や施設等を9項目に、東京を構成している市街地を土地利用等の地域特性に着目して8類型に区分し、そのマトリックスをベースとして、東京の都市的状況を表現したものが、表-3である。これは、いわば、東京の都市的状況を“因数分解”したようなものであるが、その背後には、次の3点の「東京の特性」が認識されるべきである。

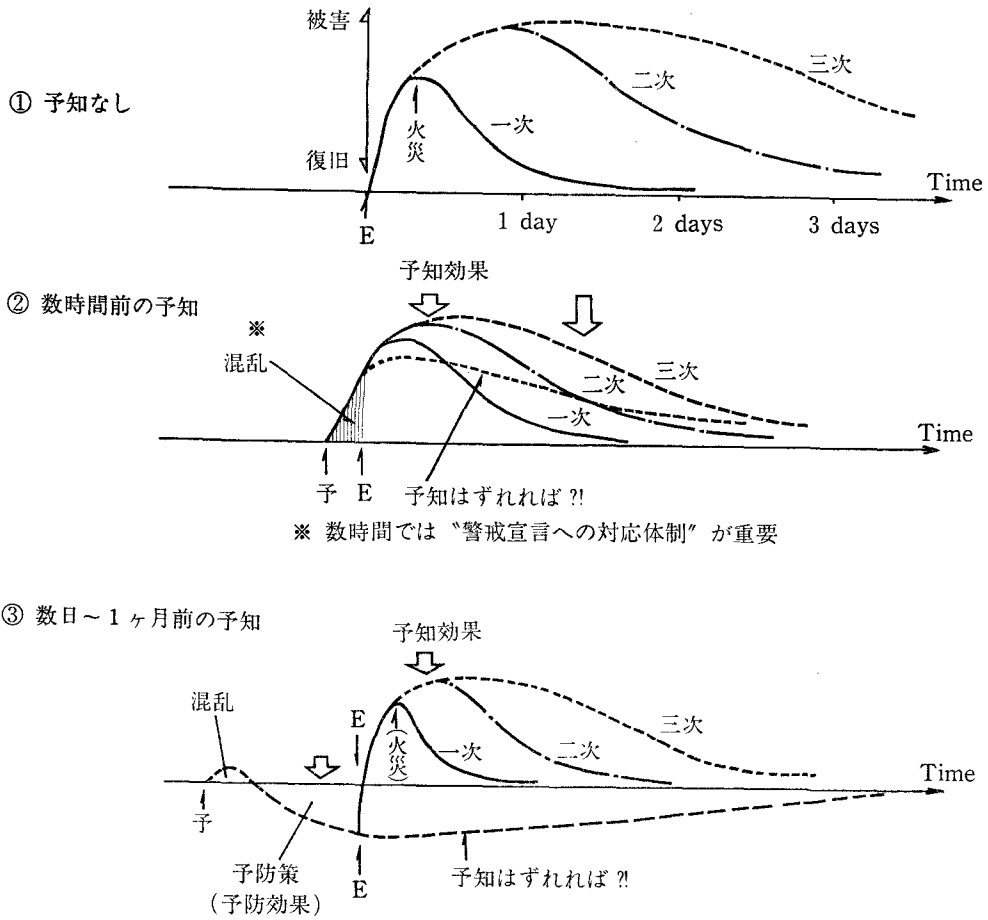
- ① 高密度であること。——人間一人あたりの利用する空間があらゆる側面で小さいということ。このことは逆に、すべての面での空間効率が高いということ。
- ② Large Scale であること。——人間、物質ともに移動量が大さいということ。さらにその波及する範囲は全国的、国際的ですからあること。
- ③ 地縁・血縁性が低く他給自足社会であること。——民族的、人種的には極めて均質であるが、寄せ集まりで、群集的人間集団が、個々には孤立して、他給自足の生活を営んでいること。ただし、“社縁性”は高いともいわれている。

こうした東京の都市的状況は、また地震による被災の対象なのである。さらに、この状況は、時間、季節等により、その内容を変化させることも留意すべきである。

3 都市的災害の様相を規定する Stage

3-1 予知条件

地震の発生が予知できないかという課題は新しくはない。予知の内容は、震源の位置、規模、日時が必要であ



※ 数時間では「警戒宣言への対応体制」が重要

③ 数日～1ヶ月前の予知

(註) ・現状では、いわゆる「東海地震」以外は予知は期待できない
 ・「東海地震」による東京の震度は5強～6弱であるといわれている。

図一三 震災の時系列変化と予知効果の概念的モデル

る。特に重要であり、予知が困難とされてきたのが地震発生の日時である。

現在、測地学の進展とともに観測網の拡大が図られつつあるが、現状で予知の可能性が高いのは駿河湾を震源とする「東海地震」であろう。想定されている位置、規模を前提とすれば、その時の東京での震度は、5強～6弱といわれている。震源距離の近い都下南部の沖積地で最も震度が大きくなるであろう。

いずれにせよ、予知においては、発生の日時が、防災上の対応策の実施にとって大きな問題となるため、関係各機関においても議論されている。つまり、警戒情報が数時間前に出されるのか、数日前か、数ヶ月前か、は、各方面でどのような防災対策をとるかに大きくかわるのである。

図一三は、①予知がない場合の地震災害、②数時間前での予知がなされた場合、③数日から1ヶ月前に予知さ

表一四 地震災害の様相を規定する条件

A. 予知	B. 震度	C. 季節	D. 曜日・時間
A ₁ (予知なし)	B ₁ (震度5～6弱)	C ₁ 冬	D ₁ 平日・昼間
A ₂ (短期予知)	B ₂ (震度6～7)	C ₂ 春・秋	D ₂ 平日・休日・夕刻
A ₃ (長期予知)		C ₃ 夏	D ₃ 平日・休日・夜間
			D ₄ 休日・昼間

表一 5 東京における都市的災害の様相 Stage B₁—D₁ (震度5強, 14時, Weekday)

	政治・行政	業務・経済	商業・流通	工業・生産	建築物・設備
震度5強 ⇨	<ul style="list-style-type: none"> 資料散乱 業務停止 被害状況把握 ↑ 緊急体制 (電話) (無線) ↓ 	<ul style="list-style-type: none"> 資料散乱 業務停止 関係機関連絡 コンピューター, テレファックス 一部停止 情報収集 ↓ 	<ul style="list-style-type: none"> 商品散乱 客の混乱(デパート, 地下街) ↓ 店内指示 客の避難(負傷者) 出火—消火 	<ul style="list-style-type: none"> 製品散乱 操業停止 機械, 設備の一部破損(負傷者) 出火—消火 	<ul style="list-style-type: none"> 一部倒壊 窓, 二次部材, など破損 落下物, 塀 出火(少ない) 家具の転倒 崖, よう壁の一部破損(一部で崩壊)
5~10分▷	<ul style="list-style-type: none"> 関係機関連絡 対策本部の設置 	<ul style="list-style-type: none"> 社内指示(負傷者) 	<ul style="list-style-type: none"> 出火—消火 	<ul style="list-style-type: none"> 出火—消火 	<ul style="list-style-type: none"> 一部破損(一部で崩壊)
15~20分▷	<ul style="list-style-type: none"> 職員の家族連絡(電話) 	<ul style="list-style-type: none"> 就業者の家族連絡(電話) 	<ul style="list-style-type: none"> 客の家族連絡(電話) 	<ul style="list-style-type: none"> 就業者の家族連絡(電話) 	
60分~▷	<ul style="list-style-type: none"> ☆情報収集(被害状況把握) ☆応急復旧体制 電気—交通信号, 照明 ガス漏れ探知 電話—通話 救急医療—重傷者 避難収容 給水体制準備 	<ul style="list-style-type: none"> ☆就業者, 流動人口の負傷者の救急 ☆就業者(昼間人口)への行動指示(行動計画) 			<ul style="list-style-type: none"> ☆出火防止策
その夜▷	<ul style="list-style-type: none"> ☆職員の泊り込み? 				
翌日▷	<ul style="list-style-type: none"> ☆市民への対応はできるか(応急体制) ↓ 	<ul style="list-style-type: none"> ☆業務再開はいつか ☆現金引き出しは? (銀行, 郵便局など, オンラインは?) 	<ul style="list-style-type: none"> ☆商店は開けるか ☆市場は開けるか ☆食品が輸送されるか 	<ul style="list-style-type: none"> ☆工場は操業できるか 	
?日後▷	<ul style="list-style-type: none"> ☆日常業務はいつ再開できるか 				

れた場合、の三つの場合について、地震の発生から災害の拡大過程における予知効果を模式的に示したものである。

①の場合は、従来の震災過程である。これを基礎として、数時間前に予知が公表(警戒宣言)された場合が②である。予知が昼間の数時間前とすれば、現時の状況では予知が当る、はずれるに拘らず、大なり小なり混乱を生じさせるであろう。もしはずれば、その混乱が“二次的被害”として残るであろうし、予知どうり地震が発生すれば、特に一次被害の人的被害、二次災害の火災発生において予知効果が発揮されよう。

③の場合は、数日から一ヶ月ほど前に予知された場合であるが、警戒宣言直後に社会的混乱が発生するにしても、②ほどではないであろう。予知された地震発生までの時間的余裕は、各方面にわたる予防策の実施が可能であろう。予知がはずれば、予防策による防災効果の持続が望まれるものの、事態の収拾のされ方によっては効果は漸減していくであろう。他方、地震が発生すれば、予防策が効を奏することは期待しうるはずである。

以上のモデル的検討は決して充分なものではないが、予知に関する防災上の課題としていくつかの課題が指摘できよう。

交通施設	人間・行動(居住)	情報・通信	エネルギー・水	<消防>	<警察>	<他>
<ul style="list-style-type: none"> ・地下鉄 ・私鉄 ・国電 ・新幹線 ・交通信号停止 ・道路、橋梁の一部破損(交通障害) 	<ul style="list-style-type: none"> ・とっさの行動(身の安全・消火) ・負傷者(死者) ・救助、避難 ↓ ・救急、消火要請(電話) 	<ul style="list-style-type: none"> ・電話一部不能(電話器・回線の一部破損) ・ラジオ・テレビ局の緊急体制 ↓ ・情報収集(電話)(無線) 	<ul style="list-style-type: none"> ・停電 ・非常発電(自家) ・オイルタンク漏れ ・一部ガス漏れ ・水道漏れ ・オイル・ガスの火災? ・市民からの情報(停止要請) 	<ul style="list-style-type: none"> ・緊急体制 ・緊急体制 ・出動体制 ・出動体制 ↑(対策本部との連絡) ・消防車要請 ・救急車要請 	<ul style="list-style-type: none"> ・薬品転倒 ↓ ・出火 	
<ul style="list-style-type: none"> ・道路混雑、渋滞 ・駅、ターミナルの混雑 	<ul style="list-style-type: none"> ・家族間連絡(電話) 		<ul style="list-style-type: none"> ・電話輻輳 	<ul style="list-style-type: none"> ・(道路混雑)・交通整理 ・消火 ・消火活動 ・治安確保 		
<ul style="list-style-type: none"> ☆乗客への対応 ☆再開への体制(どれ位で再開できるか) ↓ ☆いつ、帰宅できるか(不安、群集、……) ↓ ☆その日のうちに帰れるか ↓ ☆翌日の出勤は? ☆長距離輸送は? 	<ul style="list-style-type: none"> ☆負傷者の救急 ☆家族連絡 ☆学校の児童対策(どう帰宅させるか) ↓ ☆その夜、どうするか(余震) ↓ ☆食料買出し(店は開いているか) ☆出勤するか、できるか ☆学校は休校 ☆生活できるか(・ガス代替火気) (・給水 etc) ☆いつ生活が復旧するか 	<ul style="list-style-type: none"> ☆報道内容の統一(デマ防止) 	<ul style="list-style-type: none"> ☆電話コントロール ☆延焼阻止 ☆人員配置 ☆停電一復旧速度 ☆ガス漏れ探知・遮断 ☆オイル流出防止 ☆オイル・ガスの火災が発生すれば消防力結集(延焼防止) 	<ul style="list-style-type: none"> ☆復旧を急ぐ 	<ul style="list-style-type: none"> ☆治安(混乱防止) 	

註：() は具体的例示
 ☆ は対応すべき課題
 ? は不確定要素

① 都市社会が、前述の如く地縁・血縁性が薄く、高密度で大規模な“群集的人間集団”により構成されていることから、予知情報(警戒宣言など)にともなう社会的混乱の防止(民生の安定)策の充実。

② 予知時間、宣言の時刻に対応した、行政体制の確立と、なすべき応急対策の順位など警戒宣言に対応したフレキシブルな体制・対策の整備。

③ 住民、通勤者、通学者、企業の対応行動の把握と、各個がなすべき予防策の提示、教育の徹底。

地震の予知とその対策についても、東京の都市的状況から派生する事態には“都市的様相”が想定される。

3-2 災害の様相を規定する条件と Stage

震災とは、自然現象としての地震動が人間に損失を与えることであり、その損失がどのような種類、形態をとるかは、被災対象の種類、状態などによる。都市的災害とは、従って、被災対象が都市なのであり、その様相は都市状況の相異により異なる。勿論、地震動の強さ、振れ方によっても異なる。

対象都市を定めて、災害の様相を規定する条件を示すと、A. 予知、B. 震度、C. 季節、D. 曜日・時間、の4つがあろう。

表一4の如くに各条件を類別すれば、72の組みあわせがありうる。最悪の事態が想定される Stage は、 $A_1-B_2-C_1-D_2$ であり、最も軽いと思われる Stage は、 $A_3-B_1-C_3$ (又は C_2) - D_3 の場合であろう。

こうした Stage は、以下における都市的災害の様相を想定するための Stage であるからすべての条件の組合せを検討すべきであろう。しかし、以下では、前節で検討した予知条件を除くとともに、特に出火及び避難対策にとって重要な季節条件を最も悪い「冬」に固定して検討することにする。すなわち、「冬、予知なし」の上で、以下の条件の組み合わせから、8つの Stage を設定する。

- B_1 ・震度 5～6 弱：物的被害は少ないがライフライン等に障害。死者より負傷者。
- B_2 ・震度 6 強～7：人的、物的被害も大きい。
- D_1 ・平日昼間：朝の通勤ラッシュ時から午後5時の終業時まで。都心には昼間人口+滞留人口が集中している。
- D_2 ・平日・休日夕刻：退社時から帰宅まで。夕食準備飲食街等で火気使用の最頻時間。同時に帰宅ラッシュ及び副都心、盛り場に滞留人口が多く、酔客も少なくない。
- D_3 ・平日・休日夜間：帰宅から翌朝出勤まで。家族がそろって家庭に居る。(夜間人口)
- D_4 ・休日昼間：都心や工場などに就業者は居ない。副都心や盛り場、行楽地に滞留人口あり。酔客は少ない。

4 都市的災害の様相

表一3で示した東京の都市的状況を基礎に前記の8 Stageから、 B_1-D_1 、 B_2-D_2 、 B_2-D_1 、をとりあげ、各 Stage での災害の様相の想定を試みる。これは、一種のシナリオ・ライティングと考えるべきものであり、質的様相の検討にその目的がある。つまり、被害態様を全貌的に把握すること、可能な限り被害態様の相互関係を考察することを主眼とするもので、被害の量的把握はおこなわない。

4-1 Stage B_1-D_1 での東京における都市的災害の様相

表一5は、震度 5～6 弱、すなわち、宮城県沖地震時の仙台における程度の揺れ、が、平日の昼間(14時頃)に発生したと仮定した時の東京における都市的災害の様相(どのような状況がどこで生じるか)を想定したものである。これは、災害の発生・拡大(一次災害→二次災害→三次災害)を各々の被害事象として、時系列で示すことにより、全貌的に提示したものである。想定に

あたっては、宮城県沖地震、新潟地震を始め過去の災害事例に学びつつ、本調査研究の一環としておこなった多分野の専門家の指摘をも踏まえ、発生しうると考えられる事象を時系列に沿って整理していった。

福井地震(1948)以後、新潟地震での石油タンクの破壊～火災による延焼以外には市街地での延焼火災は発生していない。そうした事象が発生するか否かは大きな問題ではあるが、幸運にして延焼火災が発生しなかったとすれば、この Stage における対策上の大きな課題として次の7点が指摘できる。

① 負傷者への対応

宮城県沖地震の例によるならば、負傷者が同時多発するであろう。仙台においては、負傷者への対応に、コミュニティ・ケアが有意であったとの報告もある。路上交通の混乱とともに、救急車の配備台数も平常時での対応力以上には期待できない。仙台での死傷者出現率をそのまま適用すれば、区部で約14万人、重傷者は約1,800人となる。

② 交通機関の復旧と代替手段の確保

平日昼間を想定すれば、千代田区だけで区外からの通勤、通学者は90万人弱であり、滞留人口を加えれば、100万人は超えよう。長距離通勤、過密ダイヤを考えれば、こうした被災者にとって、交通遮断は極めて大きな問題であることは多くの指摘のあるところである。

③ 電話のコントロール

この Stage では、全域的に不通となる事態は考えられないが、交通が遮断されることと、家族に対する心配から、その利用が集中し、輻輳する事態は必ず発生すると考えるべきである。

④ 都民・群集への情報

家族の心配とともに、帰宅できるか否かが最大の関心であろう。ストや平常時の事故によっても、駅等での群集のパニック状況が発生する。ただし、全員が地震を体験するのであるから、一方的な不満によるパニック的状況はむしろ発生しないとも考えられるが、時間の経過とともに的確な情報が得られなければ、デマの発生、流布とともに大きな混乱を招く恐れがある。

⑤ 電力の復旧

交通信号の停止は、②とも関連して、大きな問題である。さらに、夜の照明の有無は、被災者の心理の安定を促すであろう。その日の夜までにどこまで復旧できるかが事態を決するともいえよう。

⑥ 上水道、ガスの停止

詳しくは第3章で検討されるが、この Stage でも、地下埋設管に被害が出ることは避けられないところであろう。ここでも、復旧のスピードが大きな課題となる一方飲料水、代替火気つまり食事については、都心地区を中心とする残留人口への対応が迫られよう。

⑦ 建物、設備等の復旧要員と資材

地方都市と異なり、瓦屋根の家屋は少ないが、反面、エレベーター、受水槽（ポンプ）等の設備をもつ中高層建物が多い。エレベーターの脱輪、二次部材の破損など建設関係の需要が増大、集中しよう。

以上のうち、特に④～⑥が重要課題といえる。この Stage では、直接被害（一次、二次）は相対的に軽度ではあるとしても、東京の特性としての Large Scale、群集的人間集団と他給自足的生活、という条件を設定すれば、被害量としては大きくなりうる、人間の心理と行動への対応によっては三次災害は大きなものとなりうることに留意すべきであろう。一言で述べれば、最大の行政課題は、人々にいかにして安心感を与えるか、つまり民生の安定をいかに保持するか、であるともいえる。

4-2 Stage B₂—D₂での東京における都市的災害の様相

これは、冬の平日夕刻、震度6～7の地震による東京の都市的災害の様相を想定したものである。この前提条件は、また、「東京区部における地震被害の想定に関する報告」（1978）における前提条件と一致するものでもある。前記の如く、本研究では、被害の量的把握ではなく事象の全貌的把握を主眼とするのに対して、先の報告は、被害の量的把握をおこなうことを目的としている。

表一6は、そのような主眼で、表一5と同じ形式で Stage B₂—D₂での都市的災害の様相を想定したものである。同時に、先の被害想定報告から主な結果を記載した。

この Stage での地震災害は、最悪の事態ということになるが、Stage B₁—D₁との対比から次の6点の特徴を指摘できよう。

① 人的、物的一次被害の増大

死者、重傷者、建物や土木施設の倒壊などの地震動そのものによる直接被害が増大する。物的被害は、空間の高密度と相俟って、人的被害を過去の震災事例以上に高める恐れもある。特に、家具や付属施設、二次部材の転倒、破損は、負傷者出現率を左右するであろう。

② 火災、水害など二次被害の増大

どの程度の延焼火災かは別としても、火災の発生が大きな問題となることは否めない。過去の事例からも、延焼火災の発生は、人的被害のうち特に死者を増大させることは明らかであろう。また、堤防の破損と潮位の相互作用から、地震水害の発生も想定される。新潟地震の例からも、湛水区域の復旧は極めて困難で、ライフラインを始めあらゆる復旧の進捗度を大きく左右するであろう。

③ 罹災区域の広域化と滞留人口

関東大震災当時の市街地は、半径5～6km（東京市域が約80km²）であった。つまり市電を利用して片道約30

分が大半の通勤時間であったのに対し、現在の市街地は極めて外延化（東京・八王子40km）している。この Stage での都市的状況では、都心、副都心、盛り場には、多くの滞留人口を抱え、また帰宅途上の人も多いと考えるべきである。その人口分布は、都心の業務街での人口減はあるものの決して夜間人口分布状況ではない。そうした罹災者に対する広域避難と水、食料及び帰宅手段の問題は、民生の安定の上からも、東京なるが故の大きな課題である。

④ 電気・上水道・ガスの復旧と生活困難の長期化

ライフラインのうち、特に都民生活に直結する電気・上水道・ガスが少なくとも一定区域以上で遮断されよう。仙台でも新潟でも、これらの復旧には、全国から資材、人員が召集された。当然、東京の場合は全国からのそうした応援なしには処しきれない。この要員に対する宿舎、食事（水、食料）などには十分な対策が講じられる必要がある。ライフラインの復旧は、他給自足的生活の都民にとっての生命線なのである。いずれにせよ、復旧速度は、電気（仙台で2日後）、上水道（仙台で9日後）、ガス（仙台で31日後）の順位であり、表一1を参照するまでもなく、東京の巨大さから復旧には相当日数を要することになる。

⑤ 中枢管理機能の停止

東京は日本の中枢のみならず、国際政治経済のひとつの中心地をなしている。停電、コンピューターを始めとする情報通信機器自体の破損は、東京の中枢管理機能を全面的に停止させてしまう恐れもある（伯野、1979）。例えば、地震保険の国際保険機構への波及、円の替為レートの低落、金融恐慌、企業倒産、株式証券市場の混乱、物価の混乱、等々が、全国、国際レベルで惹きおきるであろう。そうした世情不安定においては、都民の生活不安を低下させるべく、マスメディアによる情報の提供と表現の統一により、民生の安定を保持していくことも同時に要求されよう。

⑥ 復興計画と建築規制

大災害は、禍い転じて福となす、都市改造の好機でもある。それには、第一に行政のす早い対応が決め手となる。

以上のうち、直接被害が大きければ大きいほど、⑥の重要性が高まることに留意すべきであろう。

4-3 Stage B₂—D₁での都心地区における災害の様相

これは、冬の平日昼間に震度6～7の地震が発生したと仮定した時の、都心地区（例えば霞が関、丸内、銀座地区）における災害の様相を想定したもので、表一7である。これらの都心地区の昼間滞留人口は10万人規模であろう。さらに、建物の不燃化率が極めて高いことも特徴的である。

表-6 東京における都市的災害の様相 Stage B₂-D₂ (震度6~7, 18~19時, Weekday)

	政治・行政	業務・経済	商業・流通	工業・生産	建築物・設備
震度6~7⇒	<ul style="list-style-type: none"> 資料散乱 室内の散乱 (残留者少数) 非常電源, 照明 (避難) 	<ul style="list-style-type: none"> 資料散乱 室内の散乱 コンピューター, テレファックス 破損 (残留者少数) 非常電源, 照明 避難 	<ul style="list-style-type: none"> 商品散乱 負傷者 (死者) 停電-(非常灯) お客の混乱 出火-消火不能 (滞留者多数) 避難 (混乱) 	<ul style="list-style-type: none"> 機械等の転倒 設備の破損 燃料タンク漏れ 有毒ガス漏れ 出火-消火不能 コンビナート? 薬品から出火 アイトープ? 避難 	<ul style="list-style-type: none"> 木造倒壊 <u>62,200棟</u> 落下物*1 ブロック塀 二次部材破損 家具等転倒 住宅より出火 マンション, R C被害 延焼火災発生 <u>300所</u>
20分▷	<ul style="list-style-type: none"> 緊急体制 (非常召集) 		<ul style="list-style-type: none"> ビル火災 	<ul style="list-style-type: none"> 有毒ガス被災者 <u>91,000人</u>*5 	
60分▷	<ul style="list-style-type: none"> 対策本部 ☆広域避難指令 被害情報収集 		<ul style="list-style-type: none"> 滞留者の広域避難(負傷者は?) 徒歩帰宅開始 		<ul style="list-style-type: none"> (ガケ崩れによる) 建物全壊 <u>190棟</u> 流出, 床上浸水 家屋 <u>10,860棟</u>
120分▷	<ul style="list-style-type: none"> 対策検討 救援要請 		<ul style="list-style-type: none"> 非木造建物の類焼 商品 (食品 etc 生活物資) 焼失 		
翌日▷	<ul style="list-style-type: none"> ☆避難者への物資配給 (食料, 水, テント) ☆負傷者の救護 被害状況把握 使用可能な避難収容施設の把握 ☆復旧, 復興計画検討 	<ul style="list-style-type: none"> 株式取引 銀行 郵便局 現金引出し不能 	<ul style="list-style-type: none"> 停止 滞留者の徒歩帰宅 	<ul style="list-style-type: none"> ☆危険物処理 	<ul style="list-style-type: none"> 延焼火災低下 (午後?) 焼失木造家屋 <u>473,300棟</u> <u>186.51km²</u>
翌々日▷	<ul style="list-style-type: none"> 応急住宅の建設 電気の復旧 水, 食料の供給, 分配 復興計画のための規制措置 etc 	<ul style="list-style-type: none"> ☆金融の復旧再開はいつか? ☆株式, 証券は? ☆為替は? 	<ul style="list-style-type: none"> ☆食料, 生活物資の残ったものは売るか? (現金?) ☆卸売市場はいつ再開するか? ☆小売店はいつ再開できるか 	<ul style="list-style-type: none"> ☆工場はいつ再開できるか ☆従業員は集まるか? 	<ul style="list-style-type: none"> ☆復興計画のための建築条例 (再建規則) ☆再建資材の統制?
?日▷					

☆震災時の非常経済体制・物流体制(国)

* □の数字は, 「東京区部における地震被害の想定に関する報告書」の数字

*1 (落下物)は危険の指摘(同上)

*3 相対危険度では最も危険が10倍である。

*2 (堤防)は場所不明(同上)

*4 配水本管(400mm以上)の液状化も含む破損数

土木施設・設備	交通施設	人間・生活	情報・通信	エネルギー・水	<消防><警察>
<ul style="list-style-type: none"> ・崖, 擁壁 <u>1,300所</u> ・堤防破損(侵水)*2 ・道路破損 ・橋梁破損<u>3橋</u>*3 ・鉄道線路破損 ・港湾施設破損 	<ul style="list-style-type: none"> ・鉄道停止 (脱線も?) ・交通信号停止 ・自動車混乱 (衝突→出火?) ・道路交通マヒ ・地下鉄停止 ・避難(混乱) 	<ul style="list-style-type: none"> ・転倒 ・負傷者発生 ・下じき, 切傷 ・火傷 ・消火行動 ・負傷者救出 ・避難(混乱) ・パニック <u>35所</u>*6 	<ul style="list-style-type: none"> ・非常電源 ・ラジオ, TV局 ・非常放送体制 ・電話不能 ・情報収集 ・情報の精度は? ・放送内容の不統一 ・放送内容の統一 ・被災状況の把握 ・どういう情報が☆復旧体制づくり必要か ・(・行動指示) ・パニック防止 	<ul style="list-style-type: none"> ・水道本管 <u>216所</u>*4 ・ガス中圧管 <u>669所</u> ・停電(全城) ・ガスタンク等? ・オイルタンク破損 ☆ガス供給停止 ☆電気送電停止 ☆電気の復旧は? ☆ガスの復旧は遅い(いつ, 数ヶ月?) ☆代替火気はあるか 	<ul style="list-style-type: none"> ・出動体・緊急体制 ・延焼出・自衛隊 ・火点 出動 <u>300所</u> ・消火活動限界(水) ・救急活動不能 ☆避難誘導 ☆破壊消防開始? ☆避難者の治安 ☆広域避難場所の防御(消火) ☆破壊消防(延焼阻止) ☆治安確保 ☆復旧活動(自衛隊)
<ul style="list-style-type: none"> ・浸水域*2 <u>10.78km²</u> 	<ul style="list-style-type: none"> ☆広域避難路は確保されるか ☆緊急輸送ルートの確保 (どの道路か?) 	<ul style="list-style-type: none"> ☆広域避難開始 (暗やみの中) ☆広域避難場所に避難者が集まる (防寒は?) ・避難者の帰宅行動(様子見に?) ・跡かたづけ ・疎開 ・死者 <u>35,700人</u> ・負傷者 <u>63,000人</u> 	<ul style="list-style-type: none"> ☆放送内容の統一 ☆被災状況の把握 ☆どういう情報が☆復旧体制づくり必要か ・(・電気・ガス) ・(・水道・石油) 	<ul style="list-style-type: none"> ☆避難者の治安 ☆広域避難場所の防御(消火) ☆破壊消防(延焼阻止) ☆治安確保 ☆復旧活動(自衛隊) 	
<ul style="list-style-type: none"> ☆水門, 堤防の復旧工事 ☆排水作業 	<ul style="list-style-type: none"> ☆緊急物資の輸送 (水, 食料, 他) ↑ 海上輸送 ☆復旧人員, 物資 (電力, ガス) の輸送確保 ☆都市内交通の復旧は? ☆近郊交通の復旧は? ☆長距離交通の復旧は? ↑ ・復旧人員, 資材 ・運転人員 	<ul style="list-style-type: none"> ☆長期避難収容を要するは何人? ・罹災者 <u>3,499,200人</u> ・罹災世帯 <u>1,240,500世帯</u> ☆どうい生活をするか ☆勤めはどうするか 	<ul style="list-style-type: none"> ☆電話はいつ復旧するか? (受話器の破損, 通信線の破断) 	<ul style="list-style-type: none"> ☆復旧活動(自衛隊) 	

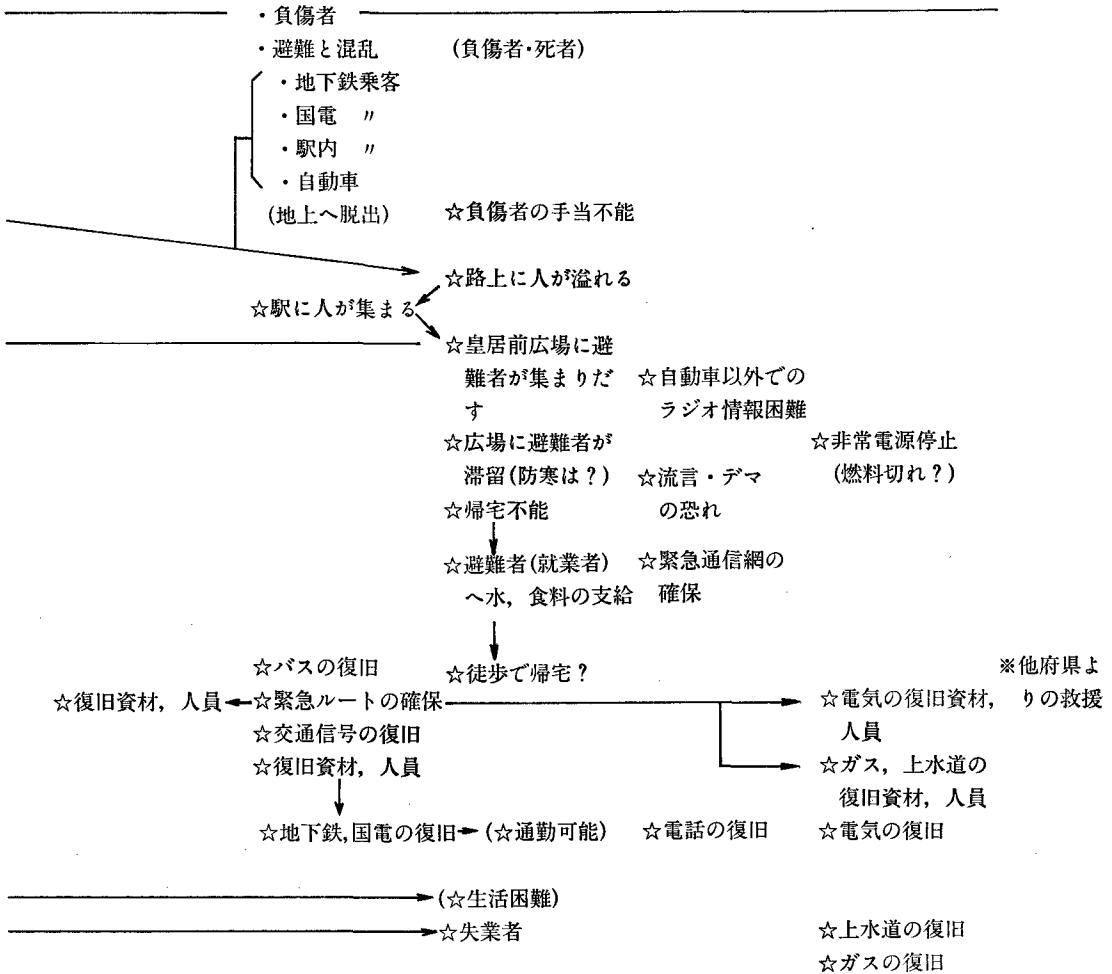
*5 有毒ガスについては、本文中では「潜在的な危険性」の指摘のみで、この数字は試算例である。

*6 不安要因が高くて、立ち上りが遅い地域で、パニックポテンシャルの高い地域である。

表一 7 都心地区における都市的災害の様相 Stage B₂-D₁ (震度6~7, 14時, Weekday)

	政治・行政	業務・経済	商業・流通	工業・生産	建築物・設備
震度 6~7		<ul style="list-style-type: none"> ・資料散乱, 破損 ・コンピューター, テレファックス破損 ・業務停止 	<ul style="list-style-type: none"> ・デパート商品散乱 ・停電→非常電源 ・飲食街 ・映画館 		<ul style="list-style-type: none"> ・オフィスビル ・銀行 ・デパート ・映画館 ・飲食街 ・商店 ・ビル被害(震害) ・ガラス破損, 落下 ・エレベーター破損 ・設備機械破損 ・パイピング破損
10分▷	<ul style="list-style-type: none"> ・負傷者(庁内) ・都対策本部設置 	<ul style="list-style-type: none"> ・負傷者(多数) ・屋外脱出 	<ul style="list-style-type: none"> ・負傷者(多数) ・避難と混乱(屋外脱出) ・出火↔消火 		
20分▷			<ul style="list-style-type: none"> ・延焼火災 		<ul style="list-style-type: none"> ・ビルへの延焼?(デパートなど)
30分▷	国対策本部設置				
120分▷		<ul style="list-style-type: none"> ☆機密・銀行—治安体制 ☆本社(中枢)の機能停止 ☆支店, 営業所との連絡不能 ☆銀行閉鎖(日銀, 他) ☆株式, 為替閉鎖 	<ul style="list-style-type: none"> ☆デパート閉鎖 ☆卸売市場閉鎖 		
翌日▷	<ul style="list-style-type: none"> 通産省(対応) 大蔵省(対応) 国土庁 建設省(対応) 都対策本部 自衛隊 				<ul style="list-style-type: none"> ☆復旧資材, 人員
? 日▷	<ul style="list-style-type: none"> ・臨時閣議 ・復興計画の検討 	<ul style="list-style-type: none"> ☆倒産, 経営困難 ☆経済混乱 ☆金融恐慌 	<ul style="list-style-type: none"> ☆食品流通不能 ☆物不足・パニック 		
		<ul style="list-style-type: none"> ☆経済の復旧体制づくり 	<ul style="list-style-type: none"> ☆食品流通復旧は(卸売市場の再開) 		

土木施設・設備	交通施設	人間・生活	情報・通信	エネルギー・水
<ul style="list-style-type: none"> 地下通路 地下鉄 高速道路(高架) 高架鉄道敷 施設破損(共同溝) 	<ul style="list-style-type: none"> 地下通路停電 地下鉄停止 国電停止 高速道路 } 信号 一般道路 } 停止 街灯停止 東京駅閉鎖 	<ul style="list-style-type: none"> 就業者 滞留人口 通行途上人口 ホテル客 	<ul style="list-style-type: none"> ラジオ, TV局 非常放送体制 電話停止 	<ul style="list-style-type: none"> 停電 ガス管破損(漏れ) 上水道破損, 停止 ガス停止(遮断)



表一8 郊外住宅地区における都市的災害の様相 Stage B₂-D₂ (震度6~7, 18~19時, Weekday)

	政治・行政	業務・経済	商業・流通	工業・生産	建築物・設備
震度6~7⇒			・スーパー, 小売店での商品散乱 ・一部で出火		・住宅破損, 倒壊 ・家具散乱 ・住宅より出火 ・ブロック塀の転倒
10分			・負傷者		・x件の火災
20分			・屋外脱出		
30分			・帰宅(徒歩)		・x'件の延焼火災
60分	・〇〇市役所, 消防署, 警察署非常体制 ・避難命令				(負傷者)
120~180分	・対策本部被害情報収集				・いつ火災がおさまるか?
翌日	・給水体制 ・備蓄品分配体制 ・被害状況の把握 ・電気, 上水道, 電話, ガス等の復旧の検討 ・道路, 鉄道等の復旧の検討	・銀行, 郵便局閉鎖	・商店閉鎖(跡かたづけ) ・残った商品は売れるのか(パニック危険)		・跡かたづけ
2日	・ゴミ処理の体制 ・治安の維持	☆金融不安	☆物不足(仕入れ, 販売不能)		
3~4日	・ゴミのピーク(廃棄物, 残土, 木) ・対市民行政(罹災証明 etc)	☆銀行, 郵便局一部業務開始 ☆現金引き出し(オンライン不能?)	☆商店(食品, 生活用具など)は営業できるか		☆住宅の再建, 修理はいつ可能か

この想定から指摘できる, 特徴的な様相は以下の6点である。

① 昼間滞留人口の被災とその行動

家具の転倒や落下物などによる負傷者の発生は否めない。そうした状況で人々の行動を想定するならば, やはり, 屋外への脱出をはかるであろう。とすれば, たちまち, 路上は人で溢れることになる。

交通の遮断, 路上交通の麻痺は, これらの遠距離通勤者を孤立させてしまう。恐怖, 家族の心配という異常心理の中で, 人々がどのような行動に出るかは予想しがたい。いずれにせよ, 多くの人々が, その日は帰宅しえず都心地区に残留する人も少なくないであろう。

なお, 丸の内地区等は, 延焼火災に際しても建物内残留地区と指示されている。

土木施設・設備	交通施設	人間・生活	情報・通信	エネルギー・水	備考
<ul style="list-style-type: none"> 崖・擁壁の亀裂崩壊 道路の遮断 電車線路の破損 	<ul style="list-style-type: none"> 電車の停止（脱輪） 信号停止 道路の遮断 道路での自動車混乱 一部世帯主徒歩帰宅 電車不通 徒歩で帰宅 信号停止，遮断による道路交通渋滞 ☆長距離輸送困難 物流(食品など) 復旧資材，人員 ☆電車はいつ開通するか 	<ul style="list-style-type: none"> 夕食準備→出火 婦女子が多く世帯主は帰宅途中（多くは帰宅不能？） 負傷者（多数） 負傷者手当と消火 避難と混乱（婦人，老人と子供） 広域避難（水，食料等持参？） 一部帰宅 小学校など避難収容 世帯主が帰宅せず，家族の不安 住宅の跡かたづけ 給水 備蓄食料の配布 買い出し—不能 ☆通勤—不能 ☆いつから通勤するか ☆勤務先との連絡は可能か ☆代替火気による炊事は可能か ☆食料等を購入できるか 	<ul style="list-style-type: none"> 電話停止 世帯主と連絡不能 ラジオでの情報収集 電話不通 デマ 2～3日後，電話非回線復旧？ ☆電話はいつ復旧するか 	<ul style="list-style-type: none"> 停電 ガス漏れ 上水道漏れ ガス停止 電気未復旧 上水道未復旧 ガス未復旧 2～3日後非常用電気の供給？ ☆電気，ガス，上水道はいつ復旧するか 	<ul style="list-style-type: none"> 病院破損 ☆消防車は出動できるか ☆重傷者の手当ては可能か ☆対策本部に人が集まるか ☆復旧要員が集まるか ☆学校はいつから開始するか

② ビル破損と中枢管理機能の停止

鉄骨やRC造のビルも決して破損しないわけではない。特に中小ビルでは鉄骨の溶接が設計強度に達していないビルが少なくないとの指摘もある（朝日新聞社，1975）。とはいえ，ビル自体が転倒壊する割合は高くはないが，二次部材（内装材，窓枠等）や設備（配管，煙突，高架水槽やポンプ，エレベーター等）には多くの被

害を生ずるのであろう。それらが落下したり，室内の家具の移動・転倒は必ず発生し，負傷の原因となることは明らかである。

同時に，コンピューター，テレックス等々の情報機器の破損も否めず，都心地区でのビル破損は，建物自体の破損の問題よりもむしろ，その空間での機能の破綻にこそ問題があるといえる。

③ 地下鉄・地下街の混乱と閉鎖

都心地区では、地上と同等又はそれ以上に地下の利用がなされている。ということは同時に常時多くの人があるということである。地震後の地上への退避行動における混乱（パニック）を指摘する人も少なくない。同じ事態は、東京駅においても想定される。

④ 金融機関（銀行）の混乱と閉鎖

オンラインシステムの停止、帳簿類の散逸とともに、預金引き出し要求による混乱もないとはいえない。

情報システムの破綻はまた、株式市場など国内経済を大混乱におとし入れる恐れもある。

⑤ 商社機能と物資の流通

多くの商社の集中している都心地区では、その商社機能の停止が食料品をはじめとする物資流通を麻痺させる恐れもある。

⑥ 主要省庁と復興体制

国政の中核たる各省庁が、どの程度の機能低下を来たすかは、震災後の復興のあり方を左右する。

都心地区の被害は、いずれにせよ、直接被害の問題としてよりも、その中枢管理機能（政治・行政・業務）がどれほどのダメージを被るのかが最大の焦点となる。それは、直接被災地のみならず、全国に多大な損失を与えるのである。

4-4 Stage B₂—D₂での郊外住宅地における被害の様相

これは、冬の夕刻震度6～7の地震によって郊外住宅地ではどのような災害の様相を呈するかを想定したものである。

① 住宅の破損と女性・子供・老人の負傷

木造家屋も老朽家屋は少なく、瓦屋根の如く重心の高い家屋も少ないので、地方都市よりも住家自体の全半壊は少なくなる可能性がある。反面、高密度な居住空間は家具等の転倒により女性・子供・老人に負傷者が多くなる。 (マンションも含めて)

② 宅造地の地盤被害

高地価を反映して、無理な宅地造成をおこなったところでは、仙台におけると同様の被害を生ずる恐れがある。

③ 家族の分離と連絡不能

多くの家庭では、未だ通勤者（世帯主）が帰宅していないであろう。交通機関の停止、電話不能という事態で家族間の連絡もできないまま負傷者の手当、場合によると広域避難をおこなわねばならず、通勤者はいつ帰宅できるか不明という不安な状態が生じる。

④ 罹災者の公的避難収容

住家を失なった罹災者は、酒田や仙台など地方都市では、縁故関係の住家に身を寄せるケースが多くみられたが²⁾、地方出身者の多い東京では、このようなケースは

少ないと思われる。従って、公的避難収容世帯率は極めて高いものとなるであろう。

⑤ ライフラインの復旧の遅れ、物不足、物資配給の難しさと生活困難

地縁性、血縁性のない孤立家族にとって、公的な飲水、食料、衣類等の配給が生命線となるが、東京の巨大さ（輸送距離が大きくライフラインのネットワークも大きい）から、極めて生活困難な状況が生ずることも想定される。

⑥ 治安と家財の保護

これもまた民生の問題であるが、ガラスの破損等により戸締りが充分に出来ないことから、家財に対する盗難等の不安への対処が行政に求められよう。

以上、6点を都市の住宅地での特徴として指摘する。

4-5 都市住宅地での生活に対する地震被害の波及構造のモデル的検討

図一4は、4-4で示した郊外住宅地での災害の諸相をその相互関連に留意しつつ構造的に示すことを試みたものである。

どのようなプロセスとダメージで、上水道が止まるかガスが停止するか、など、個々のシステム自体も極めて複雑であるが、これについては、宮城県沖地震を例として検討されている（政策科学研究所、1978他）。従って個々のメカニズムはその成果を活用することを前提に、家庭における生活構造を軸にして、各々のメカニズムの相互関係を検討し、提示することを目的とするものである。

図で、太い棒で示したのが地区であり、破線の矢印で外部より示されているのは、地区外からの供給を要することを示している。都市での家庭生活は、平常時でも他給自足的であるが、災害時においても同様であるといえよう。

5 都市的災害の様相と従来の被害想定との対比からみた都市防災上の課題

従来の被害想定とは、東京都防災会議（1978）「東京区部における地震被害の想定に関する報告書」における被害想定である。

これは、被害の量的想定を目標とするもので、想定にあたっての考え方、によると「今回の被害想定では、地震によって発生する各種の災害あるいは障害のうち、典型的なものとして、広域的に発生するもの、大規模な災害となりうるもの及び生活に大きな影響を及ぼす恐れのあるものを、先づ数量的に予測しようとした。

①木造建物の倒壊、②崖・擁壁の崩壊、③橋梁の被害、④落下物災害、⑤地下埋設物の被害、⑥有毒ガスの拡散

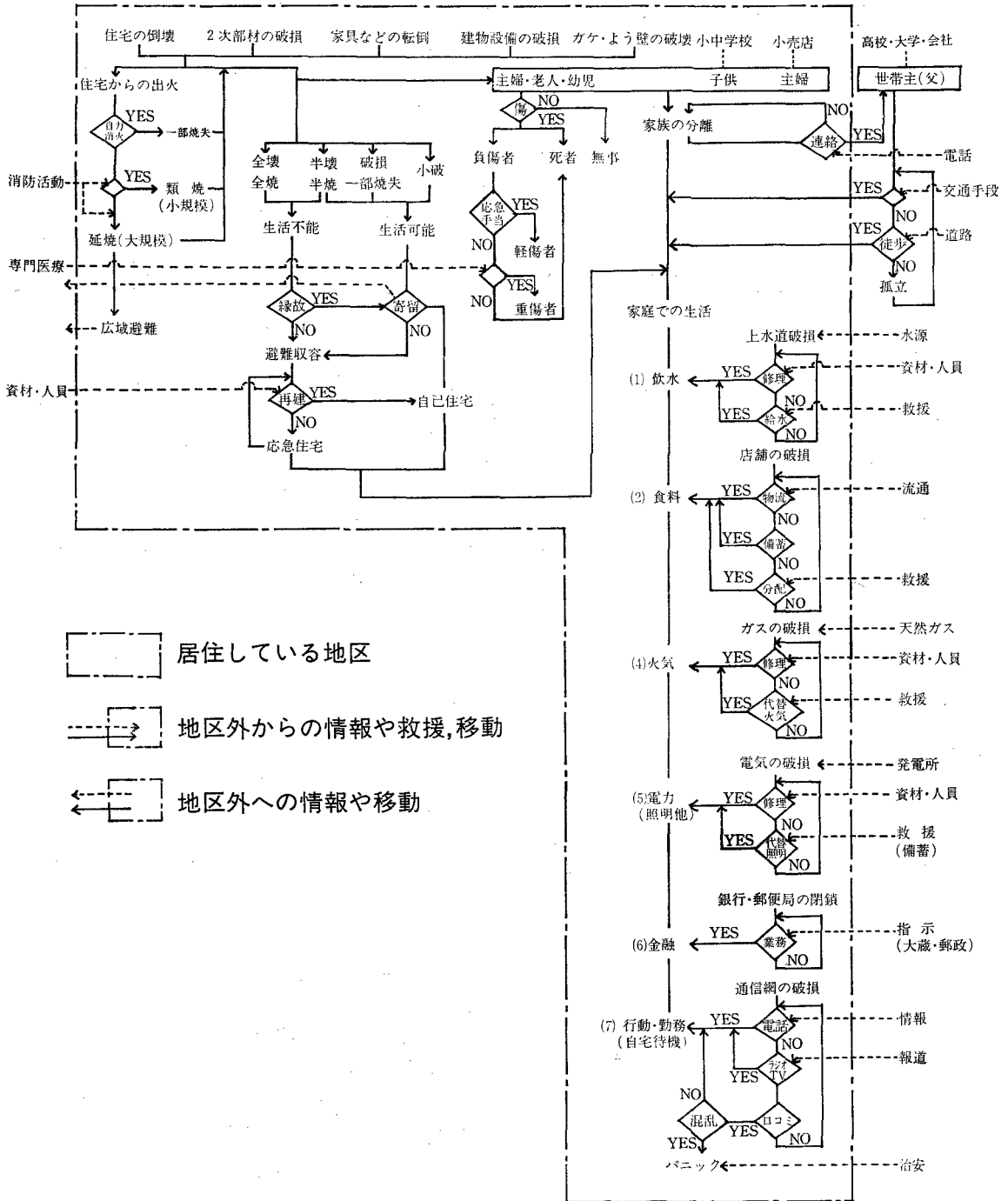


図-4 都市住宅地における災害の構造

⑦火災, ⑧津波, ⑨水害, ⑩人的被害

また、1次あるいは2次災害に起因する⑩パニックの予測も試み、災害の総合的な把握につとめた。(略)調査研究にあたっては、基礎的研究の積み上げと、東京の実地に則したものとするための実証的調査により、できる限り合理性を高めるよう留意した。(同報告書、4ページ)」としている。

従って、これらの11項目の被害について数量的想定を試みたのであり、「高層ビル、地下街、及び交通機関における災害などは、予測手法が確立されていないため、今後の調査研究にまつこととした。(同概要、3ページ)」

こうした被害想定の結果は、先の Stage B₂-D₂での東京における都市的災害の様相を検討した表-6において□又は※印で示してあるものである。

それによると、	
木造建物の全壊	62,200棟
崖・擁壁の崩壊	1,300所
同上 による建物全壊	190棟
主要な橋梁の被害	3橋
水道管(配水本管)の継手抜出し・破損	220所
ガス(中圧管)の継手ゆるみ・破損	670所
火災による焼失家屋	(187km ²) 470,000棟
水害による流失・床上浸水建物	(11km ²) 11,000棟
罹災者(住家を全壊、焼失、流失、床上浸水したもの)	120万世帯、350万人
負傷者	63,000人
死者	36,000人
有毒ガスが全面的に拡散した場合の影響圏の居住人口	91,000人

避難にともなうパニック発生の危険の高い地区 35町丁

津波による被害発生のおそれはない。

落下物による危険性は高い。

以上が主な被害の概要である。

本調査研究の主目的たる、「都市的災害とは何か」という視点から、この被害想定の結果及び表-6を検討すれば、今後の研究課題として次の8点が指摘できる。

① 中枢管理機能を低下させるビル被害の検討

都内の多くのビルは、政治・行政・経済等の業務空間であり、東京のもつ中枢管理機能の場でもある。すでに述べたが、鉄骨造やRC造の建物自体が多大な被害を被ることはないにしても、資料の散逸、機器の被損、専門職員の死傷等をもたらす屋内被害は、その中枢管理機能を著しく低下させる。このようなビル被害とその影響(二次的、間接被害)は、都市的災害の主要な様相のひとつである。

② 商工業の被害とその影響

地震災害が地域経済に与えるダメージを、被害額とし

てみると、都市において最も大きな割合を占めるのが商工業関係の被害である。商業では、在庫品の破損等の直接被害の他、仕入れ・営業等の間接被害、工業では在庫品や機械装置の破損の他、事業の操業への投資、関連企業との関係などの間接被害にかかわる諸問題がある。企業の倒産は失業者の増大を招くなど、震災復興にあたっては、重大な行政課題となる。特に東京では、下町を中心とする工業は日用消費材の一大生産地を形成しているのであり、その被害は都市居住者にとって重大な問題である。また、商店等の在庫品がどの程度活用できるかも、被災後の都民の生活にとって重大な問題でもある。

③ ビル被害

①でも述べたが、中高層ビルの被害についての定性的定量的な検討は、大きな研究課題である。特に東京には居住用ビルも少なくない⁸⁾。躯体は被害を受けないまでも、給水設備等の被害は、生活の場としての住居の利用を著しく狭める。復旧に要する資材、人員、費用等も、東京では多大なものとなろう。

④ 道路・鉄道の被害と交通問題

路上に、50万台余の自動車が行き止まりしている(表-2参照)とすれば、橋梁が無事でも、信号の停止等による混乱は極めて大規模となる。さらに、各種鉄道をはじめ、公共交通機関がどの程度の被害で、どの程度運行不能なのかによっては、人々が自動車を利用しようとすることも予想される。都内滞留人口の帰宅、緊急物資の輸送など、バス・トラック輸送は、東京の巨大さ故に、重要な課題である。

⑤ 東京における罹災者の特性

全壊・焼失・床上浸水する住家は、546,000棟で、罹災世帯1,240,000世帯が想定されている。これらの罹災世帯は、先述のように、地方出身者が多く、また知人・友人等も地方都市に比べれば、相当遠距離地に居るであろう。従って、応急仮設住宅等公的対策の需要は、地方より極めて高いものであることに留意すべきであろう。

⑥ 長距離避難とパニック危険

これも、東京の Large Scale 及び群集的人間集団性から、都市的災害の同様相といえる。

⑦ 情報の過多とデマ

平常時における情報の過多は、被災時にも相対的に多様な情報を流すであろう。また、定住性の低い居住者が多いことは、デマ、パニック等の危険性を高める。

⑧ ライフラインの復旧の困難度

特にガスは、一度遮断すれば、復旧にあたってブロック毎に全てのガス栓のチェックを要する。従って、長期不在の住宅等の存在はその復旧を遅らせる。東京の住民属性からは、こうした家庭が多くなることも想定される。

以上の8点のうち、特に①~④については、定性的の

みならず、定量的にも被害予測が望まれよう。⑥～⑧は特に行政における対応策が望まれる課題であるが、いずれも、今後の防災科学上の研究課題であり、一朝一夕に成果を求めえない課題でもあろう。

6 まとめ

地震災害は、佐藤（1965）の災害の構造によれば素因としての地震動、必須要因として、地震動の範囲に人間社会が存在すること、の両要因により発生する。そしてその人間社会の状況によっては二次的、三次的に災害は大きくなる。これが拡大要因である。従って都市的災害とは、必須要因としての都市の存在、拡大要因としての都市的状況に大きく規定される複合的な災害なのである。従って、必須要因としての都市が人間と物的施設の巨大な集積であるが故に、直接被害としての人的、物的被害が量的に大きくなる一方、拡大要因としての都市的状況が直接被害を増大させるとともに、多大な間接被害を生じさせるのである。つまり、多大な間接被害の発生こそが、“都市的災害”の最大の特徴なのである。

間接被害は、都市が個々の人間、物的施設の単なる集合体でなく、相互に極めて複雑な連鎖の上に成立しているために、個々の物的人的被害が、単にその被害のみに留まらず、次々に支障を波及し、ひいては、全体系自体をも停止させるところに、派生する。

これを基本的考え方として、都市的災害の様相の全体像の把握を試みたのが本研究である。このようにして、災害の発生、拡大、収束を定性的にシュミレートしていくと、都市的災害の大きさを規定していくのは、一次被害の大きさ以上に、二次的、三次的被害の発生と拡大である。そして、都市の防災対策は、いかにこうした二次的、三次的被害の発生、拡大をおさえるかにかかってくる。特に三次的被害（間接被害）の発生、拡大を抑えるには、災害の拡大過程の中で、どの時期にどのような対策を講じるか、つまり対策実施のタイミングが対策の効果自体を左右することがよみとれるのである。そのためには、震災時には、いかにしてすみやかに被害の全体像を把握するか、そしてあらゆる事態に対応しうる柔軟かつダイナミックな防災計画の樹立が最大の課題であるともいえよう。

また、本研究で明らかにした各様相（項目）間の因果関係及び連鎖、さらに波及については、連鎖因果関係図やFTAにより検討していく必要がある、その結果項目の再チェックがなされよう。今後の課題としたい。また図一4に示したような類型地域ごとの波及を想定していくことも、シナリオ法あるいはストーリーシミュレーションの図式化の試みとして、今後の課題としたい。

本研究は、東京都防災会議地震部会での調査研究の一

環として「都市的災害」に関する研究委員会（委員長、入沢 恒）での筆者の分担部分を基に、都立大学都市研究センター震災予防グループの定例研究会での議論をふまえて、修正加筆したものである。

註

- 1) 統計数理研究所（1975）「災害対策のためのシステム分析——銀座地区人口調査」によると、1972年当時の銀座地区（夜間人口4,653人）の最大昼間人口（路上・滞留人口）は、17時の78,000人である。
- 2) 仙台では全壊715戸、半壊3,271戸に対し、1ヶ月後の状況は市営住宅71世帯、仮設住宅69世帯、縁故その他340世帯である。
酒田大火では、全焼1,016世帯、半焼7世帯に対し、市・県営住宅に48世帯、仮設住宅198世帯である。（資料：酒田市（1977）「酒田大火記録と復興のあゆみ」）
- 3) データはやや古いが、昭和48年住宅統計によると区部の全住宅戸数269.7万戸のうち、非木造住宅は55.9万戸（21%）に達している。

文献一覽

- 朝日新聞社
1975 「地震——予知と防災」
秋元律郎・太田英昭
1980 『都市と災害』学文社
- 建築物協会編
1975 「地震と都市防災」
佐藤武夫・他
1964 『災害論』勁草書房
- 統計数理研究所
1975 「災害対策のためのシステム分析——銀座地区人口調査」『数研研究リポート』39
- 政策科学研究所
1978 「宮城県沖地震による都市機能および地域社会への影響に関する調査研究」
- 高橋浩一郎
1975 『災害の科学』NHKブックス
- 高野公男
1978 「ストーリーシミュレーションに関する研究（その1）——場の想像の組織化——」『日本建築学会論文報告集』265号、153—161
1979 「同上（その2）——ケーススタディ・地震時の下町住宅地の状況像とその分析」『同上』277号、107—116

- | | | | | | |
|---------|--------|---|--|-------------|--|
| 東京都 | 1979 | 「地震時における「都市的災害」に関する調査研究」 | 中林一樹・他 | 1979 c | 『市川市総合防災基礎調査報告書Part II, 地震被害の想定と応急対策の考え方』市川市 |
| 東京都防災会議 | 1978 | 「東京区部における地震被害の想定に関する報告書」 | 伯野元彦 | 1979 | 「地震に全く無防備な電算機上層階設置, 予備電源なし」『日経アーキテクチャ』8月6日号 |
| 中林一樹 | 1978 | 「地震が地域に与えるダメージとしての“被害の大きさ”について」『総合都市研究』5号, 71-89 | 矢代嘉郎 | 1979 | 「百貨店の被災状況調査が教える今後の地震対策」『日経アーキテクチャ』10月15日号 |
| | 1979 a | 「地震が地域に与えたダメージとその地域特性について——1978年宮城県沖地震を例として——」『総合都市研究』8号, 15-26 | Gilbert F. White and J. Eugene Haas 編著 (中野尊正・安倍北夫監訳) | 1975 (1980) | 「自然災害への挑戦——研究の現状と展望——」ブレン出版 |
| | 1979 b | 「宮城県沖地震にみる被害規模と都市機能に関する課題」『予防事報』118, 52-56 | | | |

STUDY FOR SIMULATION OF DAMAGE TO A METROPOLIS
DURING AN EARTHQUAKE

Itsuki Nakabayashi

Center for Urban Studies, Tokyo Metropolitan University

Comprehensive Urban Studies, No. 14, 1981, pp. 37-58

Urban functions in a metropolis are growing very highly complicated. Human relations are more complex in a metropolis and livelihood depends upon various goods transported from another areas. Therefore, damage sustained in a metropolis due to an earthquake would be presumedly heavy. However, the exact nature and extent of destruction in metropolis are yet to be made clear.

This paper deals with a case study for the development of a simulation method of damage to a metropolis in an earthquake, as in the case of Tokyo. The aim of this study is to make clear the various phases of damage and their features.

All possible phases of damage in a metropolis are presumed based upon survey reports of the Niigata Earthquake (1964), Miyagiken-Oki Earthquake (1978) and several other recent tremors which have occurred in urban areas. These simulations are carried out under several conditions of Tokyo, in a scenario written by specialists on earthquake disasters, and arranged in the form of a table. As a result of these simulations, some damage features expected in a metropolis are cleared and prove useful for an assessment of possible countermeasures in case of such a disaster.