

3.2.6 復興シナリオの構築と復興シナリオの選定

(1) 業務の内容

(a) 業務の目的

首都直下地震は、人口減少時代を迎える日本の財政状況・人的資源の制約が厳しくなる中で、阪神・淡路大震災の被害を遙かに超える大規模被害と政治・行政・経済の中核機能への支障の発生も危惧されている。これらの被害からの地域・生活再建過程を最適化し、首都機能・経済活動および都市・地域社会・生活の効果的復興を実現するために、本研究では、単に建物施設の再建のみならず、経済活動や雇用・生活の効果的な再建を実現するための復興計画技術の構築と、継続的な事前復興の取り組み手法の開発を目的としている。

そのため、本研究業務では、①市民・企業・行政が協働する震災復興に関する研究、②市街地復興政策検討支援システム、③生活基盤としてのすまいの復旧・復興戦略に関する研究、④住民意識の動向と地域の行政対応に関する研究、⑤復興シナリオの構築と復興シナリオの選定、を進めるとともに、研究会を通して相互に連携し研究の総合推進を図る。

(b) 平成23年度業務目的

1) 9都県市全域における「すまい再建シミュレーション」

平成22年度に実施した9都県市全域の住宅の必要再建戸数、公営住宅必要戸数結果についてシステムの高機能化を行い、将来の人口状況を考慮した検討を実施する。また、本委託業務「広域的危機管理・減災体制の構築に関する研究」内の各々テーマで検討されている首都直下地震による住宅被害の算定・推定結果をまとめる。

2) 将来の状況を踏まえた「都市の復興モデル」の検討

平成22年度に実施した首都直下地震による影響が予想される地域について将来人口を考慮した地域の類型結果に基づき、地域類型毎の復興モデルの検討を取りまとめる。検討結果は3.2.1にフィードバックし、訓練ツールや活用ガイダンスの作成のためのデータとして訓練等に利用する。

3) 地域・生活復興最適化研究会等の参加

「地域・生活復興過程の最適化に関する研究」を分担している各研究グループにおける研究連携と合理的推進を図るための地域・生活復興最適化研究会に参加するとともに、当委託業務関係者による月例研究会、研究成果報告会等に参加し、研究成果の共有化を図る。

(c) 担当者

所属機関	役職	氏名	メールアドレス
京都大学防災研究所	准教授	牧 紀男	
N T T サービスインテグレーション 基盤研究所	主任研究員	東田光裕	
東京大学社会科学研究所	准教授	佐藤慶一	
京都大学防災研究所	研究員	陳海立	

(2) 平成23年度の成果

(a) 業務の要約

平成23年度は平成22年度に実施した「すまいの再建モデル」の構築に基づき、将来人口を考慮した「すまい再建シミュレーション」の実施ならびに首都直下地震による重傷被害の推定結果のとりとめ、地域類型毎の復興モデルの検討を取りまとめを実施した。具体的には以下の研究を行った。

1) 将来人口を考慮した9都県市全域における「すまい再建シミュレーション」

平成22年度に実施した9都県市全域の住宅の必要再建戸数、公営住宅必要戸数結果についてシステムの高機能化を行い、将来の人口状況を考慮した検討を実施した。また、本委託業務「広域的危機管理・減災体制の構築に関する研究」内の各々テーマで検討されている首都直下地震による住宅被害の算定・推定結果をまとめた。

2) 将来の状況を踏まえた「都市の復興モデル」の検討

平成22年度に実施した首都直下地震による影響が予想される地域について将来人口を考慮した地域の類型結果に基づき、地域類型毎の復興モデルの検討を取りまとめた。検討結果は3.2.1にフィードバックし、訓練ツールや活用ガイダンスの作成のための基礎データとして訓練等に利用した。

3) 地域・生活復興最適化研究会等の参加

「地域・生活復興過程の最適化に関する研究」を分担している各研究グループにおける研究連携と合理的推進を図るための地域・生活復興最適化研究会に参加し、当委託業務関係者による月例研究会、研究成果報告会等に参加し、研究成果の共有化を図った。

(b) 業務の成果

1) 将来人口を考慮した9都県市全域における「すまい再建シミュレーション」

a) すまい再建シミュレーションのシミュレーションフローと住宅供給データ作成

図1に、想定地震後の住宅再取得状況を想定する社会シミュレーションのフローを示す。シミュレーションのフローは下記の通りである。

- i) シミュレーションは個票単位で行われ、ランダムで1世帯ずつ選んでいき、世帯に応じて住宅再取得の選択肢ごとにデータを与え、佐藤他(2009)¹⁾の選択行動モデルを用いて選択確率を算出し、選択行動を割り振る。
- ii) 住宅供給に関するデータは、地区ごとに供給量のみを予めセットして、世帯の希望する居室数に応じて、予め用意したデータを用いて必要自己資金や家賃等を算出する。表1に供給データ作成のルールを示す。
- iii) 新規購入／賃貸住宅／公営住宅の供給数(表1※1に相当)は、設定する供給数イメージに、立地および住宅タイプ別の住宅数の比率を与えて、仮想的に用意する。
- iv) 間取りは、アンケート調査で回答を得た希望する居室数を需要データに与え、シミュレーション内部で得る。必要自己資金／家賃(表1※2に相当)については、立地や間取りに応じて変更することが考えられ、住宅・土地関連データを用いて、立地・住宅タイプ・間取りごとに整理したデータを与える。
- v) 復興公営住宅の家賃は、東京都の公営住宅の基準を参考に与えてある。賃貸住宅は、新規供給データに加えて、既存の賃貸住宅の空室分として、過去に作成した首都地震後に

利用可能な賃貸住宅空室データを用いている。これらのデータについては、他のデータとも差し替え可能なようにシステム構築を行っている。

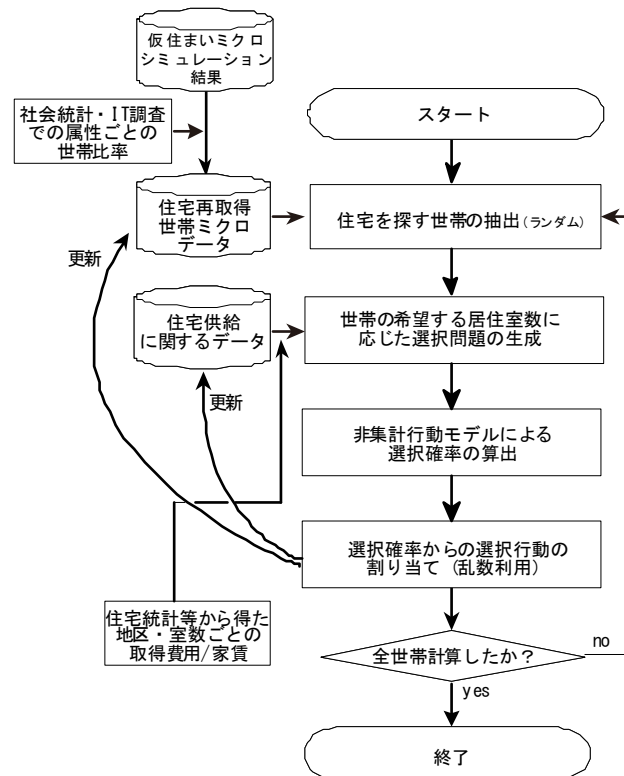


図1 シミュレーションフローの概要

表1 選択肢ごとの供給データの作成ルール

選択肢	選択肢属性		
	供給数(住宅タイプ・立地ごと)	間取り	必要自己資金／家賃
建替え	需要データに応じて決まる	需要データが持つ希望する部屋数を与える	立地・タイプ・間取りに応じて与える※2
新規購入	予め与える※1		
賃貸住宅			
公営住宅		世帯収入に応じて与える※3	
親戚宅等	需要データに応じて決まる	-	-
仮住まいを継続			

b) システムの改良点

上記シミュレーションを実施するため 2011 年度は、将来世帯数予測を用いた需要データの差し替え、複数シナリオを管理するための入力画面の拡張、複数シナリオのアウトプットを管理する機能の追加を行った。主なシステムの変更点は以下の通りである。

- i) システムは Perl 言語で作成し、どちらも Windows 環境で実行形式ファイルを直接起動できるようにした。
- ii) 作成されたシミュレーションのパラメータ設定画面は図 2 の通りで、需要量の設定、

想定年次、供給データの設定を行う。選択行動モデルのパラメータや、供給データのコンディションに関する詳細な設定は、エクセルファイルで別途管理してある。複数のシナリオが想定できるが、個別に設定実行していると管理が煩雑となるため、タブでシナリオを管理して一括して演算しアウトプットが管理できるように調整を加えた。

iii) 複数回にわたるアウトプットを管理するためのエクセルワークシートへの出力機能として、シミュレーション結果ファイルの生成と並行して、シミュレーション結果クロス集計表を生成するようにした(Excel形式)。複数シナリオを管理するために、シナリオごとのアウトプットをとりまとめたエクセルシートも出力可能である。

iv) 将来世帯数予測を用いた需要データの差し替えは、図3に示す首都圏における将来の世帯主年齢ごとの世帯数比率を利用した。任意に設定する住宅喪失世帯数に対して、将来推計を用いる場合は、地域・世帯主年齢ごとの世帯数比率に応じて、すでに作成された需要データのうち高齢世帯から多くピックアップして、若年世帯からは少なくピックアップするという作業を追加的に実施する。

The screenshot shows a software interface for a simulation system. It includes tabs for 'シナリオ1' and 'シナリオ2'. Under 'シナリオ1', there are input fields for 'シナリオ名', '住宅喪失世帯数' (130,000 units), and '年次' (2005, 2010, 2020, 2030). The '供給データ' section contains a table for '新規購入', '新築賃貸', and '公営住宅' with columns for '供給比率%' and '集合住宅比率%' across eight regions: 東京1, 東京2, 神奈1, 神奈2, 埼玉1, 埼玉2, 千葉1, 千葉2. At the bottom, there are checkboxes for '対象ファイル', a '計算回数' dropdown (set to 1), and '書き出し' options for '統計データ', '書き出し間隔', and 'サンプリング'.

図2 入力画面

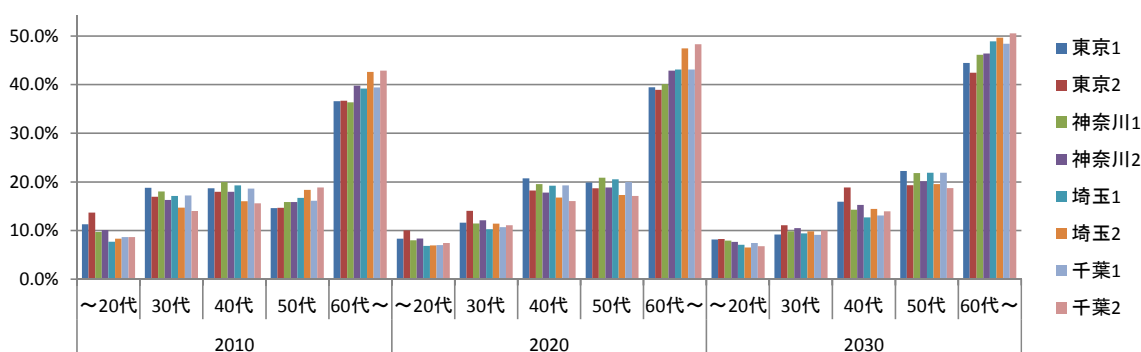


図3 首都圏における将来の世帯主年齢ごとの世帯数比率

v) 演算時間短縮の検討として、サンプル間隔設定の導入を行った。従来の方式では、1つの需要ファイルを処理するのに、70～130万件の処理が発生し、1ファイルあたり10～20分程度の演算時間を要していた。これを、需要データ・供給データともに、N件ごとに1件ずつ処理させることで全体のサンプル数を減少させ、演算時間の短縮を図ることにし、そのための設定項目を導入した。サンプル間隔の設定は、図2入力画面の「サンプリング」の項目で設定する。汎用のPC環境において、演算の所要時間を計測した結果を表2に示す。サンプリング間隔の設定により大幅な演算所要時間の短縮が図れた。表右側に示した東京1地区に居住していて同じ場所で建て替えを選択した世帯の割合の最小値、最大値、平均値を見ると、計算結果に大きな違いが発生していないことを確認した。

表2 サンプリング間隔と演算所要時間および演算結果の部分

サンプリング間隔	10ファイル処理所要時間	1ファイル処理所要時間	min-max	mean
1/1(全件)	160分22秒0	11分20秒3	33.5-33.8	33.7
1/10	14分33秒7	1分07秒5	33.1-33.9	33.5
1/50	5分26秒3	0分22秒2	32.6-34.4	33.6
1/100	4分06秒8	0分16秒2	32.1-33.8	33.1

c) 将来人口を考慮した「すまいの再建シミュレーション」結果

i) 将来の世帯構成変化が与える影響

2010年から2030年までの地域・世帯主年齢ごとの世帯数比率の変化に応じて、住宅再取得状況にどのような変化が見込まれるのかを試算した結果を表3に示す。需要数は130万世帯で変化させず、選好モデルその他供給設定等も、佐藤・牧他(2010)²⁾と同じとした。

その結果、高齢世帯の比率は、2010年から2030年で1割程度増加するが、シミュレーション結果に大きな変動を与えるものではない。佐藤他(2009)¹⁾では、世帯主年齢が上がると、「新規購入」や「賃貸住宅」の選好が下がる関係性があったが、その影響が若干確認できる。その減少分に応じて、「建て替え」および「親せき宅等」が増加している。総量的には、想定首都地震後の住宅再取得において賃貸住宅が最大となることが、あらためて確認される。

表3 被害軽減と世帯構成変化を見込んだ将来推計

年度	建て替え	新規購入	賃貸住宅	公営住宅	仮住まい継続	親せき宅等
2010(a)	18.8%	13.2%	34.2%	7.7%	9.5%	16.6%
2020	19.4%	12.9%	33.5%	7.7%	9.3%	17.1%
2030(b)	19.2%	12.5%	33.8%	7.7%	9.5%	17.4%
差分(b-a)	0.4%	-0.7%	-0.4%	0.0%	0.0%	0.7%

ii) 民間住宅および公営住宅供給量の変化が演算結果に与える影響

次に、供給量の設定において、「新規購入および賃貸の供給量を阪神・淡路大震災と同比率として、公営住宅の供給量を10万戸とするデフォルトケース」「新規購入および賃貸の供給量をデフォルトケースの半分として、不足分を公営住宅で補うケース」「公営住宅の供給量を0として、10万戸を新規購入および賃貸の供給量に分配するケース」の3ケースを設けて演算した結果を図4に示す。

新規購入および賃貸の供給量をデフォルトケースの半分として、公営住宅を36万戸作った場合、約28万世帯の入居に留まり、8万戸近くが余剰分となった。公営住宅の供給量を0として、その分、分譲住宅や賃貸住宅の供給促進を図った場合、建て替え、新規購入、賃貸住宅の数が最大化しつつ、仮住まいを継続や親せき宅等も増加した。災害後の住宅再取得問題においても、市場志向的な住宅政策を進めるほどに、住宅保障の整備が求められるという関係性が示唆される。

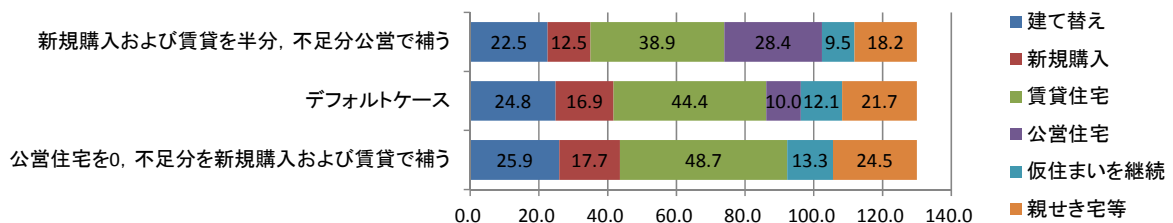


図4 民間住宅および公営住宅供給量の変化が演算結果に与える影響 (万世帯)

d) 首都直下地震による住宅被害の算定・推定結果のまとめ

東京湾北部地震の被害想定については、1) 中央防災会議が実施した被害想定³⁾に加えて、2) 各都県が独自で実施した想定^{4) 5) 6) 7)}がある。また、本委託業務「広域的危機管理・減災体制の構築に関する研究」において、「3.5 相互に関連したライフラインの復旧最適化に関する研究」グループ(山崎G)が新たに木造住宅の揺れによる被害について被害想定を行っている。表4はそれぞれの被害想定結果をまとめたものである。想定毎に大きな違いは見られないが、自治体が行った被害想定結果が、首都圏全体の争点を行った、内閣府、山崎Gと比べて木造住宅被害が大きくなる傾向にある。

表4 東京湾北部地震による木造建物の揺れによる被害(単位:棟)

	埼玉県	千葉県	東京都	神奈川県
内閣府被害想定	8,800(11,000)	12,800(16,000)	88,000(110,000)	11,200(14,000)
埼玉県被害想定	7,806(8,498)	-	-	-
千葉県被害想定	-	38,141(41,330)	-	-
東京都被害想定(M7.3)	-	-	(110,372)	-
東京都被害想定(M6.9)	-	-	(45,761)	-
神奈川県被害想定	-	-	-	28,400(31,320)
山崎G推定	10,099	17,264	124,028	10,424

()内の数字は木造+非木造を併せた被害棟数。東京都、内閣府については木造、非木造別の被害棟数は公表されていない。

内閣府被害想定に関わる木造被害棟数については、池内他(2007)⁸⁾に記載のある東京湾北部地震の被害棟数「木造12万棟、非木造3万棟」という記述に基づき、各都道府県を案分して求めた概算である。

2) 将来の状況を踏まえた「都市の復興モデル」の検討

a) 災害前の地域類型と地域類型毎の復興モデル

阪神・淡路大震災、新潟県中越地震の復興状況の分析から災害前の地域類型（「持続型」(Sustainable)、「依存型」(Dependent)、「限界型」(Merginal)）と復興後の地域の姿の間に強い相関があることが明らかになっている¹⁰⁾。具体的には、地域類型に以下のような関係が見られる。1) 災害前に持続類型であった地域は、基本的には災害復興後も持続類型の地域特性を維持している。しかし、震災の影響を受けていない郊外住宅地で高齢化に伴い持続類型から依存類型へと変化する地域が存在する。2) 震災前に依存類型であった地区には、①災害復興を経て持続類型に変化、②依存類型の維持、③限界類型に変化、という3つのタイプが存在する。持続類型に変化した地域は、大量の民間資金による分譲マンションの再建が進み、高齢者が転出し、新築の建物に若年単身世代が入居・復興都市計画の影響で人口は減少しているが、若年層の流入が進んだため持続類型に変化している。震災復興後も依存類型を維持した地域では、人口も減少しており、若年層の流出が継続した、従前居住者の高齢化が進行している地域となっている。依存類型から限界類型に変化した地域は、労働人口の流出により限界類型に変化しており、大きな被害が発生した山間部の地域に顕著に見られる。3) 限界類型であった地域については、災害復興後も限界類型のままである。依存類型であった地域において、人口を戻すための復興事業を実施しても限界類型に変化しているケースがあるなかで、限界類型の地域においては、地域の存続が課題となってくる。

b) 首都圏における2005-2030年の地域類型変化

図5に首都圏における2005年～2030年における地域類型変化を示す。東京都心部においては2030年においても持続類型を維持している地域が多い。しかし、千葉県南東部、埼玉県北部といった都心から離れた地域においては、持続類型から依存類型へと変化する地域が多く見られる。こういった地域はニュータウンが多く立地する地域で、ニュータウン地域においてこういった現象が顕著である。その一方、埼玉県北部においても古くからの市街地が連続する高崎線沿線においては持続類型が維持されている。

c) 地域類型毎の復興モデル

地域類型毎の復興状況、2005-2003年の首都圏における地域類型変化を踏まえると首都直下地震後の復興モデルとして、以下のようなモデルが提示される。

- i) 都心地域、首都圏西部地域は、将来的にも持続類型地域であり、より良い町として地域を再建するという、従来型の災害復興モデルを適用することが妥当であると考えられる。
- ii) 埼玉県・千葉県のニュータウン地域については、持続類型→依存類型へと変化する地域であり、災害後に大規模な復興投資を実施しても災害前のトレンドを変化させることは困難であり、必要最小限の復旧だけを実施し、将来的には地域の縮小・撤退も考慮した新たな復興モデルを適用することも検討する必要がある。
- iii) 地域・生活復興最適化研究会等の参加

「地域・生活復興過程の最適化に関する研究」を分担している各研究グループにおける研究連携と合理的推進を図るために、「地域・生活再建過程の最適化に関する研究」に関わる1) 市民・企業・行政が協働する震災復興に関する研究、2) 市街地復興政策検

討支援システムの構築による市街地復興の最適化、3) 生活基盤としてのすまいの復旧・復興戦略に関する研究、4) 住民意識の動向と地域の行政対応に関する研究の研究グループと情報共有を行う目的で全研究者が一堂に会する機会を利用して、地域・生活復興最適化研究会に参加するとともに、当委託業務関係者による九都県市首都直下地震対策研究協議会に参加し、研究成果の共有化を図った。

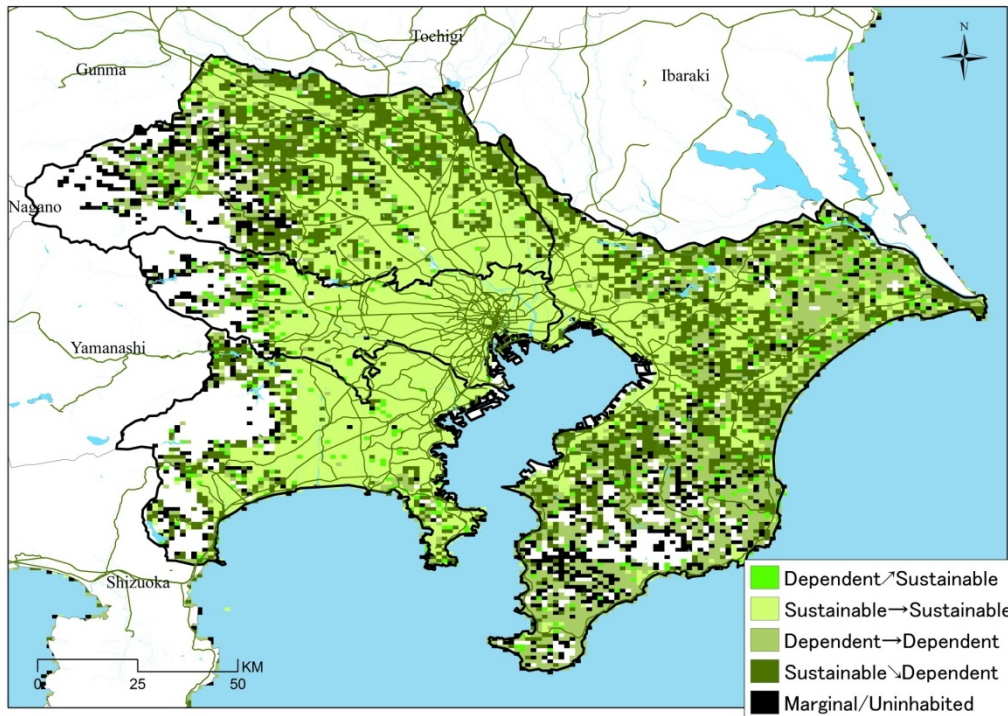


図 5 首都圏における地域類型変化（2005－2030）

(c) 結論ならびに今後の課題

平成 23 年度は平成 22 年度に実施した「すまいの再建モデル」の構築に基づき、9 都県市全域における将来人口を考慮した「すまい再建シミュレーション」の実施ならび、地域類型モデルに基づく首都直下地震後の「都市の復興モデル」の検討を実施した。具体的には以下の成果を得た。

1) 将来人口を考慮した 9 都県市全域における「すまい再建シミュレーション」

将来人口構成を考慮した「すまい再建シミュレーション」を実施し、将来人口構成を考慮しても、「建て替え」および「親せき宅等」の需要が若干増加するが、2005 年のモデルと大きな変化は見られないことが明らかになった。従って、これまで実施してきたすまいの再建モデルは 2030 年においても適用可能であると考えられる。

2) 将来の状況を踏まえた「都市の復興モデル」の検討

「都心地域、首都圏西部地域」「埼玉県・千葉県ニュータウン地域」という 2 つの地域モデルが抽出され、「都心地域、首都圏西部地域」については従来型の災害復興モデル、「埼玉県・千葉県のニュータウン地域」については地域の縮小・撤退も考慮した新たな復興モデルを適用も考える必要があることが明らかになった。

3) 地域・生活復興最適化研究会等の実施

地域・生活復興過程の最適化に関する研究」を分担している各研究グループにおける研究連携と合理的推進を図るために地域・生活復興最適化研究会を開催するとともに、当委託業務関係者による月例研究会、全体ワークショップ、研究成果報告会に参加し、研究成果の共有化を図った。

今後の課題としては本研究成果を踏まえた、首都圏を対象により具体的な事前復興計画の策定を行う必要があると考えられる。

(d) 引用文献

- 1) 佐藤慶一、中林一樹、翠川三郎、都市災害後の住宅再取得意向の非集計行動モデル、都市計画論文集 No.44-3、pp.331-336、2009
- 2) 佐藤慶一、牧紀男、中林一樹、翠川三郎、想定首都地震後の住宅再取得に関する社会シミュレーション、都市計画論文集 No.45-3、pp.571-576、2010
- 3) 中央防災会議首都直下地震専門調査会、第13回首都直下地震専門調査会資料2-1「直接被害想定結果について、内閣府、2004
- 4) 埼玉県、埼玉県地震被害想定調査報告書、2008
- 5) 千葉県、平成19年度千葉県地震被害想定調査結果報告書、2008
- 6) 東京都、首都直下地震による東京の被害想定報告書、2005
- 7) 神奈川県、神奈川県地震被害想定調査、2008
- 8) 池内幸司、伊藤夏生、首都直下地震の被害想定と対策、地学雑誌、Vol.116、No.3、pp.490-503、2007
- 9) 丸山喜久、山崎文雄、広域被害予測に基づく東京湾北部地震における上水道管と木造建物被害の相関性、第31回土木学会地震工学研究発表会講演論文集、CD-ROM、9p、2011
- 10) 陳海立、牧紀男、林春男、地域人口特性に基づく地域復興の評価--阪神・淡路大震災と新潟県中越地震の地域特性と復興像、地域安全学会論文集、No.13、pp347-355、2010

(e) 学会等発表実績

学会等における口頭・ポスター発表

発表成果（発表題目、口頭・ポスター発表の別）	発表者氏名	発表場所（学会等名）	発表時期	国際・国内の別
東日本大震災と西日本大震災（口頭）	牧紀男	日本建築学会パネルディスカッション	2011年8月23日	国内
これまでの都市防災を再考する一火災からマルチハザードへ（口頭）	牧紀男	日本建築学会大会研究協議会	2011年8月24日	国内

学会誌・雑誌等における論文掲載
なし

マスコミ等における報道・掲載
なし

(f) 特許出願、ソフトウェア開発、仕様・標準等の策定

1) 特許出願

なし

2) ソフトウェア開発

名称	機能
「すまい再建シミュレーション」 システムの開発	将来人口を踏まえて首都直下地震における住宅の必要再建戸数の想定するためのシミュレーションシステム

3) 仕様・標準等の策定

なし