

広域連携の実現を目指した 社会基盤としての災害対応空地情報に関する基礎的研究

A Basic Study of Open Space Information as Social Infrastructure for Wide-range Cooperation in Large-scale Seismic Disaster

古屋 貴司¹, 林 春男², 浦川 豪³, 井ノ口宗成⁴

Takashi FURUYA¹, Haruo HAYASHI², Go URAKAWA³, Munenari INOUCHI⁴

¹横浜国立大学 安心・安全の科学研究教育センター

Center for Risk Management and Safety Sciences, Yokohama National University

²京都大学 防災研究所

Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

³京都大学 生存基盤科学研究ユニット

Institute of Sustainability Science, Kyoto University

⁴新潟大学 災害復興科学センター

Research Center for Natural Hazards and Disaster Recovery, Niigata University

The open space area is necessary for disaster operation such as evacuation, clean-up, logistics and temporary housing. Tokyo Metropolitan Earthquake will cause enormous damage and have far-reaching consequences. Therefore, local governments have to regulate wide-range cooperation for use of available open space area. In this study, 1) the problem schemes of open space is clarified based on the logistic process of Theory of Constraints, and 2) Geospatial distribution and size of open space area is analyzed quantitatively based on land-use database, 3) the conceptual design of the comprehensive open-space database management system is formulate considering decision-making process.

Keywords: Tokyo Metropolitan Earthquake, Open Space, Large-scale Seismic Disaster, Wide-range Cooperation, Disaster Response, Geospatial Information Analysis

1. はじめに

我が国は世界有数の地震大国であり、今後30年以内に発生する確率が極めて高いものとして、宮城県沖地震や東海地震、東南海地震、南海地震、および首都直下地震が挙げられている。中央防災会議による首都直下地震被害想定によれば、例えば首都地域では2~300年間隔でM8級（関東大震災級）の地震が発生しており、その間にM7級の直下型地震が数回発生していることから、首都直下地震の30年以内の発生確率は70%にも及ぶ。そして、被害想定がなされている18タイプの地震のうち被害規模が最悪のシナリオとなる東京湾北部地震の場合、死者1万人以上、経済被害112兆円と見積もられている^{1), 2)}。

この被害想定を受けて、予防対策から応急対策、復旧・復興対策までを含んだ地震防災対策のマスタープランである「首都直下地震対策大綱」³⁾が2005年9月に定められ、2010年1月に「首都直下地震応急対策活動要領」⁴⁾とともに修正が行われている。追加事項の一つとして「膨大な数の避難者及び応急住宅需要への対応」が挙げられているが、具体的には「避難所不足に係る対策」として既存避難所の状況把握と機能確保や公的施設・民間施設の利用拡大が、「必要物資等の供給と避難所運営に

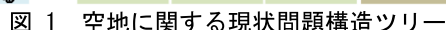
係る対策」として必要物資等を円滑に供給できるロジスティクスの確保が、「応急住宅提供等に係る対策」としては、公的ないし民間の空家・空室の活用や、応急仮設住宅の早期提供等の多様な提供メニューの用意が挙げられている。また、「震災廃棄物対策」として処理計画の策定やその他廃棄物処理に係る防災体制の整備促進も謳われている。すなわち、震災対策を実施するにあたり諸活動を展開するために必須とされているスペースの確保および情報共有等の重要性が示されている。さらには、地方公共団体間の連携等によって広域的な体制づくりを行うことも求められている。これに関連して、2010年4月から政令指定都市となった相模原市を含む九都県市においては首脳会議や首都直下地震対策研究協議会での検討をもとに各種協定が締結されており、関係自治体の地域防災計画にも反映されている。

しかしながら、職員派遣などの人的支援や応急対策物資・資機材等の物的支援はいくつか取り交わしがされているものの、諸活動を展開するスペースに関する情報については利用計画自体の有無や情報量や基準にはばらつきがあり、具体的なオペレーションで活用できるレベルの情報交換が平常時からどれだけ実現できているのかは明らかとなっていない。また、中林ら（2009）⁵⁾にお

以上のように、首都直下地震の発生により甚大な被害を受ける地方自治体やその周辺自治体の多くにとって、限られた空地を最大限に活かし、都市基盤整備の戦略的な維持管理および有効活用が求められている。そのためには、事後対応での運用だけではなく、事前からの空地情報の把握や情報共有も必要性が高まってきている。しかしながら、空地を必要とする災害対応業務全体を俯瞰してとらえた研究はなされていない。そこで本研究では、これらの空地を地方公共団体や基礎自治体の枠組みを越えた広域的な視野で管理する仕組みの確立について提案することを目的とし、首都直下地震における空地に関する問題構造の整理と、土地利用情報を主とした首都圏（東京都・埼玉県・神奈川県・千葉県（1都3県））における空地の規模や分布の把握、および割り当てのための意思決定概念モデルを提案し、データベースの構築と運用に向けて、これらの過程で必要となる手続きに関して課題点の整理と実現性の基礎的検討を行った。

これらの過程で収集されたエンティティを用いて、空地に関する問題構造の明確化を試みる。空地に関しては全65個のエンティティが作成されている。これらを因果関係に基づいて現状問題構造を読み解くと次のように整理することができた。

効果的な災害対応を実施するうえで空地を必要とする諸活動とは、避難スペース(各自治体)・がれきの処理(環境省)・物資や応援の召集(自治省・内閣府)・仮住まいの提供(厚生労働省)などが挙げられる。ところが、首都直下地震は複数の都県を襲う未曾有の大規模災害であり、これらの活動は災害発生直後から空間的にも時間的にも重なって展開されるため、現存の地域防災計画の枠組みの中では空地の効果的な配分は難しい。すなわち、圧倒的な被害量に対して必要空地が間に合わないなりにも、自治体毎に担当する各課がベストを尽くして災害対応業務を行おうとすると、前述したがれきの仮置き場・応急仮設住宅建設用地・応援物資や資機材置き場などの確保で空地の取り合いが起こり、調整のために貴重な時間を費やすこととなる。空地利用の意思決定に関わる優先順位には明確な基準が設けられているわけではないことや、現場も非常に混乱していることから、本部または自治体間で連携し効果的かつ迅速に調整や対応することは難しく、その分諸活動が遅れをとることとなる。その結果、活動が遅れても空地を確保できない状態は改善されず、業務の効率を落としていく負の循環が生まれることとなる。図1に作成した現状問題構造ツリーを示す。



(2) 中核対立から対立解消図へ

論理思考プロセスの手順に従い、前項で示した現状問題ツリーを踏まえて明らかとなった中核対立から、対立解消策を考える。社会一般の共通目標として「幸せな都市生活を送る」を掲げるならば、「都市空間の安全・安心を確保することも」、「都市空間の生産性を高める」ことも目標達成のために必要な要望であり、これら自体は対立しているわけではなく、むしろ両立することが望ましいといえる。しかし、それぞれの要望を満たすための行動として、「被災地内空地が必要である」と「被災地内に空地が少ない」ことが対立しており、このジレンマが、災害発生時に組織の迅速な立ち上げや業務の遂行にとっても支障となるボトルネックになるといえる。このように明らかとなった問題構造から、これらを解消するための対策を検討すると①「被災者を地方に移住させる」、②「新たに空地を作る」、③「総合的に空地をマネジメントする」が見出された。つまり、現状問題構造ツリーから中核対立を見直した結果、程ら（2009）で示された対立解消図⁹⁾の妥当性が確認できたといえる。

そこで、これらの3つの対策案について新たに検討を行った。まず①に関しては、阪神・淡路以来、従前の住まいから離れた地域へ移住させることの難しさや問題点も指摘されているが、中央防災会議の専門委員会によると、苫小牧や新潟県から100万人の被災者を受け入れたいという御申出があったことが報告されており、地方に受け入れの準備があることが確認されている¹⁰⁾。建物全壊・焼失は阪神・淡路の約8倍ともいわれる首都直下地震の被害規模を考慮すれば、選択肢としては残すべき案となる。次に、②に関しては、従来の都市計画に基づいた案や、コンパクトシティ構想の他、荒川にスーパー堤防をつくるといった壮大な案がワークショップで挙げられているものの、既成市街地において直ぐに実現できるかと言われれば、実効性は低い。さらに「空地がない」に対しては、「郊外には空地がある」、「臨海部にも空地がある」、「都心にも空地がある」、「空地が無いのは山の手と木賃ベルト地帯である」などのエンティティも挙げられており、空地がどこにどれだけあるのかといったことに対して状況認識の統一が図られていないことも同時に示している。

以上のことから、本研究では一番現実的なソリューションは③「空地をマネジメントする」だと位置付け、まず定量的に現状を把握するということも含め、以降の解析・検討を行うものとする。

3. 空地情報の定量的な把握

米国ではWTC同時多発テロ後、カリフォルニア州のSEMSを参考として2003年2月28日に国家危機管理システムであるNIMS（NIMS: National Incident Management System）が策定された。その要素としてICS（Incident Command System）があり、空地の管理を含むリソースマネジメントは本部が備えるべき機能として明確に決められている。日本国内においては、阪神・淡路大震災の教訓から、神戸市では地域防災計画において災害時空地管理マニュアルおよび災害時空地管理様式が定められている¹¹⁾。これによると、災害発生後に必要となる空地用途として①ライフライン復旧用地、②防災関係機関復旧用地、③駐車場用地、④臨時ヘリポート、⑤避難所、⑥

ゴミ・瓦礫置場、⑦救援物資置場、⑧応急仮設住宅建設用地、⑨その他用などが想定されており、概ね1,000m²以上の空地に対して、災害発生「後」に現存空地情報の把握や利用ニーズの調整、管理台帳の整理を行うものとされている。また、首都直下地震対策大綱によれば「地方公共団体は、あらかじめ利用可能な空地のリスト化を行い、随時、情報を更新しておく。」とあり³⁾、例えば、横浜市や町田市などの地域防災計画の資料編では市が保有する空地・未利用地の施設名・住所および面積に加えて、災害時の用途（場合によっては1箇所につき複数）が表形式で掲載されている。しかし、前章でも述べたように現行計画は管理主体毎のソリューションとなっており、さらに「土地」には所有権の問題も絡んでいる。首都直下地震のように被害規模が甚大で、かつ広範囲に影響を及ぼすことに対して地方団体間の広域連携が求められる場合、公有地も私有地も合わせて、行政界を越えて一元的に把握することが重要となる。つまり、前章の対立解消方策として挙げた「空地をマネジメントする」とは、現在地方自治体ごとに決められている空地に関する情報のリストをマネジメントしていくことだと考えられる。これを遂行するにあたり、地理空間情報としてデータベースを構築していくことが有効な手段となる。

空地の定量的な把握に関しては、国土交通省（2003）によって復旧・復興用地の必要量と確保量について市区町村単位の集計データによるシミュレーションされているが、より即地的な検討が必要とされている¹²⁾。

(1) データセットの作成

空地に関する情報としては、各自治体の地域防災計画での記載を元に整理することも考えられるが、明確な位置情報を伴わないものも多数あるため、首都圏全域において総括的に比較検討するためには情報量が不足する。広域的な空間網羅性やデータ取得時期の差による情報信頼性を考慮すると、各自治体で整備されている都市計画データの土地利用現況データを利用することが本来であれば最適であると考えられるが、委託研究業務としての締結が無い限り大学等へのデータ貸与を行わない自治体もある。そこで、今回は一般に入手可能性が高いデータとして、市販データのうち神奈川・埼玉・千葉に関しては国土地理院数値地図5000（土地利用）首都圏2000年¹³⁾を、東京都に関しては国土地理院細密数値情報（10mメッシュ土地利用）1994年¹⁴⁾を用いた。さらに、作成年度や空間解像度の違いによって生じる分類精度の向上や属性情報の拡充を図るために、数値地図2500相当の場地区域¹⁵⁾レイヤー¹⁵⁾および学校ポイントデータ¹⁶⁾を用いた。

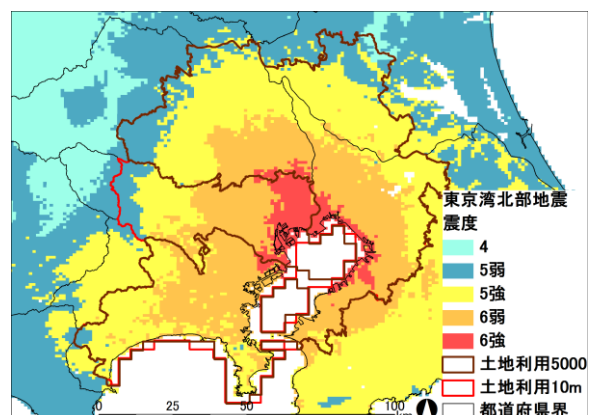


図2 東京湾北部地震の想定震度とデータ刊行範囲

図 2は、国土地理院刊行の土地利用データ刊行範囲を内閣府による東京湾北部地震の被害想定震度に重ねて示したものである。これらは首都圏整備法に基づく既成都市区域及び近郊整備区域を中心に整備されているため、埼玉県・東京都・神奈川県西部や千葉県東部におけるデータは存在しないものの、山間部の空地は利便性が低いこと、及び甚大な被害が予測される震度5強以上のエリアを概ね包括していることを考慮すれば、欠損による影響は少ないとみなし、以下の手順でデータ作成を実施した。

- ① 地理情報標準プロファイル (JPGIS) 準拠のXML形式およびテキスト形式からシェイプファイル形式へフォーマットの変換。
- ② 属性値の土地利用分類コードから災害時の諸活動で活用可能な空地的土地利用として「空地」、「公園・緑地等」、「その他の公共公益施設用地」、「その他」を抽出。
- ③ 場地ポリゴンデータの名称属性から墓地、寺社の境内地等を特定し、残りを②に従い再分類した上で、②と重なり合う部分を加除更新。
- ④ 抽出したフィーチャの面積を計算。
- ⑤ 空間結合 (位置関係に基づいたレイヤー間での属性情報の結合) による、想定震度および都道府県情報の付与。

はじめに、東京湾北部地震モデルにおいて、その地震外力にさらされ直接的に甚大被害を受ける範囲や人口の基礎統計情報を能島ら(2004)¹⁷⁾や鈴木ら(2008)¹⁸⁾の手法に習い算出したものを以下に示す。人口に関しては最新の国勢調査 (2005年) のデータを用いた。¹⁹⁾

表 1 都道府県別・震度別区域面積

面積[m]	震度4	震度5弱	震度5強	震度6弱	震度6強	総計
東京都	196,373,027	323,034,810	371,334,979	600,529,389	328,503,091	1,819,775,295
神奈川県	0	209,026,019	1,294,462,420	968,476,512	22,010,936	2,493,975,886
千葉県	7,320,302	566,466,664	2,956,786,580	1,432,939,438	229,318,778	5,192,831,762
埼玉県	902,425,522	1,125,629,176	1,138,056,428	599,013,051	66,844,214	3,831,968,391
計	1,106,118,852	2,224,156,669	5,760,640,406	3,600,958,391	646,677,018	13,338,551,335

表 2 都道府県別・震度別人口

人口[人]	震度4	震度5弱	震度5強	震度6弱	震度6強	総計
東京都	2,888	36,643	1,832,453	7,311,142	3,315,157	12,498,283
神奈川県	0	41,849	1,792,393	6,243,801	193,220	8,271,263
千葉県	9,554	178,371	1,276,538	3,608,545	877,192	5,950,200
埼玉県	107,041	859,187	2,805,431	3,322,513	527,144	7,621,316
計	119,483	1,116,050	7,706,815	20,486,001	4,912,713	34,341,062

(2) 空地分類と分布

前項の手順で抽出した空地的土地利用をa)低未利用地、b)公園緑地、c)学校敷地、d)公共公益施設用地、e)その他、の5つに分類し、各分類における分布や規模、箇所数について定量的な把握を試みる。なお、土地利用データのみを元にしていないため、当該敷地に含まれる構造物の面積は考慮していない。また、東京都に関しては作成年度が古く、10m×10mのメッシュデータを基本としていることから面積集計は離散的な傾向となる他、同一敷地を複数箇所としての認識や、隣接する同一用途の敷地を連担しての認識など、3県より精度面では劣っている。

まず全体像として、5つの空地分類がワーストシナリオで想定されている東京湾北部地震の想定震度においてどのくらい分布しているのかを表 3に示す。なお、個々の空地を図形として把握していることが本研究においては重要な点となるが、非常に小さいポリゴンが多数存在しており、可読性を考慮して全体表示は割愛する。

表 3 対象範囲全体での震度別空地数

箇所[件]	震度4	震度5弱	震度5強	震度6弱	震度6強	総計
低未利用地		6,906	88,653	168,725	168,664	299,765
公園緑地	9	2,041	17,578	29,693	29,675	55,972
学校敷地	29	462	3,208	6,482	1,380	11,561
公共公益施設用地		1,338	18,462	34,879	10,853	65,532
その他	17	161	652	716	57	1,603
総計	55	10,908	128,553	240,495	240,403	434,433

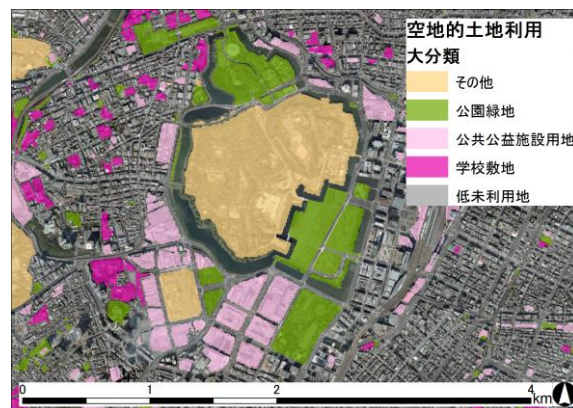


図 3 皇居周辺の空地的土地利用状況例 (背景: 航空写真)

a) 低未利用地

この分類は土地利用分類コードの「空地」に相当し、人工的に土地の整理が行われ、現在はまだ利用されていないものとして土地及び簡単な施設からなる屋外駐車場や資材置場等が該当している。b)～e)とは排他的な関係になっており、相対的に所有権がプライベートなドメインであることが考えられる。都県毎に震度別の面積集計した結果を表 4に示す。また、特に甚大な被害となることが予測される震度6強および震度6弱のエリアに含まれる空地に関しては図 4a)に面積規模別の箇所数を示す。

街中でも多くみられる数台から十数台分の場所など比較的面積が小さいところでは、一時避難場所としての利用が考えられる。また、近隣レベルでの瓦礫置き場や避難所へ入りきらない、もしくは入らない人たちが車上生活の場として利用することが考えられる。

表 4 低未利用地の震度別面積集計

面積[ha]	震度4	震度5弱	震度5強	震度6弱	震度6強	総計
東京都	0	60	2,087	3,048	1,781	6,975
神奈川県	0	7	2,013	5,245	164	7,429
千葉県	0	7	2,674	8,040	1,518	12,240
埼玉県	0	1,004	4,805	3,511	415	9,736
計	0	1,079	11,579	19,843	3,878	36,380

b) 公園緑地

この分類は土地利用分類コードの「公園・緑地等」に相当し、公園、動植物園、遊園地等の公共的性格を有する施設及び総合運動場、競技場、野球場等の運動競技を行うための施設用地が該当している。場地データから特定できた墓地や寺社の境内地に関しては除外している。都県毎に震度別の面積集計した結果を表 5に示す。また、図 4b)に面積規模別の箇所数を示す。もともと、都市計画的には都市緑地が0.1ha、街区公園は0.25ha、近隣公園は2haを目安として整備されており、広域避難所（避難場所）、応急仮設住宅の建設用地、資機材・物資・廃棄物のストックヤード、大規模な応援部隊の集結地などの利用が想定される。なお、内閣府によれば、応急仮設住宅の設置場所は避難所や広域避難場所に無指定の公共空きスペースである運動公園等を想定している自治体が多く、次いでは広域避難場所と報告されている²⁰⁾。

表 5 公園緑地の震度別面積集計

面積[ha]	震度4	震度5弱	震度5強	震度6弱	震度6強	総計
東京都	0	79	1,484	3,288	2,199	7,050
神奈川県	0	16	1,679	4,238	162	6,095
千葉県	2	39	1,268	3,742	776	5,827
埼玉県	15	1,372	3,103	2,146	221	6,856
計	17	1,507	7,533	13,415	3,357	25,829

c) 学校敷地

この分類は教育文化施設（学校、研究所、図書館、美術館等からなる地区）を含む土地利用分類コード「その他の公共公益施設用地」の内、学校ポイントデータ¹⁶⁾から特定できた学校を抽出したものである。公立・私立を問わず、大学院、短期大学、高等専門学校、高等学校、高等学校通信課程、中等教育学校、中学校、小学校、幼稚園、盲学校、聾学校、養護学校、各種学校、専修学校が該当する。都県毎に震度別の面積集計した結果を表 6 に示す。また、図 4c)に面積規模別の箇所数を示す。

地域防災計画において通常は公立校が避難所に定められているが、同時に高校などではヘリコプターの緊急時離着陸場にも定められている。1都3県の学校ポイントを集計すると、公立校は6,735校であったが、仮に震度6弱以上にある学校の全てが避難所になったとすると、955校増加し、約1.7倍の校数となる。

表 6 学校敷地の震度別面積集計

面積[ha]	震度4	震度5弱	震度5強	震度6弱	震度6強	総計
東京都	0	23	1,135	3,300	1,083	5,542
神奈川県	0	11	1,001	2,801	86	3,899
千葉県	4	132	954	2,536	436	4,060
埼玉県	60	768	2,050	1,501	122	4,500
計	63	934	5,140	10,138	1,726	18,001

d) 公共公益施設用地

この分類は土地利用分類コードの「公共公益施設用地」から「道路用地」と「公園緑地等」を引いた「その他の公共公益施設用地」から、さらにc)で作成した学校敷地および場地データを用いた鉄道用地を除いたものであり、公共業務地区（国、地方自治体等の庁舎からなる地区）、教育文化施設（研究所、図書館、美術館等からなる地区）、供給処理施設（浄水場、下水処理場、焼却場、変電所からなる施設地区）、社会福祉施設（病院、療養所、老人ホーム、保育所等からなる施設地区）、バス発着センター、車庫、港湾施設用地、空港等の用地が該当する。都県毎に震度別の面積を集計した結果を表 7 に示す。また、図 4d)に面積規模別の箇所数を示す。

表 7 公共公益施設用地の震度別面積集計

面積[ha]	震度4	震度5弱	震度5強	震度6弱	震度6強	総計
東京都	0	44	798	1,518	1,770	4,130
神奈川県	0	5	876	3,369	319	4,568
千葉県	0	9	818	2,095	1,048	3,969
埼玉県	0	253	1,707	1,341	123	3,424
計	0	310	4,199	8,323	3,259	16,091

e) その他の空地

この分類は土地利用分類コードの「その他」に相当し、防衛施設、米軍施設、基地跡地、演習場、皇室に係る施設及び居住地の他、ゴルフ場等が該当する。都県毎に震度別の面積を集計した結果を表 8 に示す。また、図 4e)に面積規模別の箇所数を示す。

他の4分類に比べて絶対数は少ないものの、1ha以上(=10,000㎡以上)の大規模な土地の割合が多いため、10ha規模での一団型仮設市街地の形成や特大規模の応援

部隊の集結地としての利用が考えられる。例えば、ゴルフ場は災害時利用協定において、食事や風呂の提供およびヘリコプターの離着陸場としての利用などが締結されているケースもあるが、現状ではコース内の利用許可を全面的に打ち出しているわけではない。しかし、今回抽出できたゴルフ場は443箇所、計14,854haとなっており、空地残存量としては他の用途でも利用できるポテンシャルを持つといえる。

表 8 その他の空地の震度別面積集計

面積[ha]	震度4	震度5弱	震度5強	震度6弱	震度6強	総計
東京都	0	403	1,560	1,277	1,630	4,870
神奈川県	0	325	3,220	2,497	16	6,058
千葉県	9	178	3,999	4,395	170	8,750
埼玉県	361	2,615	1,984	1,257	8	6,226
計	369	3,522	10,763	9,425	1,824	25,904

次に、管理の最小単位となる市区町村レベルで個別の対応した場合と、広域的な連携の中で対応した場合とで、どれだけ近隣に存在している空地を選択肢として取りこぼすことになるのかについて検討を行った。ここでは市区町村界のポリゴンデータをラインデータに変換したのち、各空地から一都三県の海岸線を除く市区町村界までの距離を算出した。そして、5分類した空地的土地利用毎の距離変化における累積存在率を求めた。図 5 から、公園緑地以外の空地に関しては、1km圏内で約60%から70%の空地が近隣に存在していることが分かる。なお、公共公益施設用地と低未利用地の存在割合は非常に類似していたため、ほぼ同一の曲線に示されている。防災生活圏である1km四方を勘案すると、生活圏内に存在するにもかかわらず、管理自治体の違いにより有効な相互利用ができない可能性が高い空地が全体の半数以上存在していると考えられる。すなわち、自治体の枠組みを越えた広域的な視野で管理することによるスケールメリットが期待できることが確認できた。

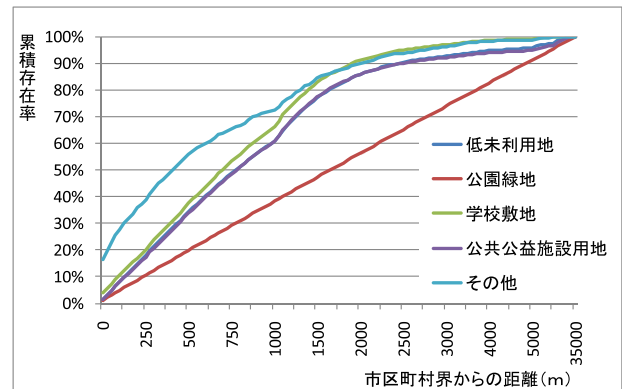


図 5 市区町村界からの距離変化における空地率

さらに、5つに分類した空地が空間的にどのような様子を分布しているかをより詳細に明らかにするために、確率変数の確率密度関数を推定する手法の1つとして知られるカーネル密度推定法を用い、その分析と可視化を試みた。ここでは、対象地域を250m四方の領域(セル)に分割し、検索半径(バンド幅)は徒歩圏内を意識して2kmに設定し、カーネル関数はGaussianを用いた。この手法により、離散的なデータの代表値を単にメッシュで面的に表現するというのではなく、各セルおよびその周辺のセルからの影響を総和的に表現されることとなり、近傍も含めて利用可能なポテンシャルとして捉えることができる。

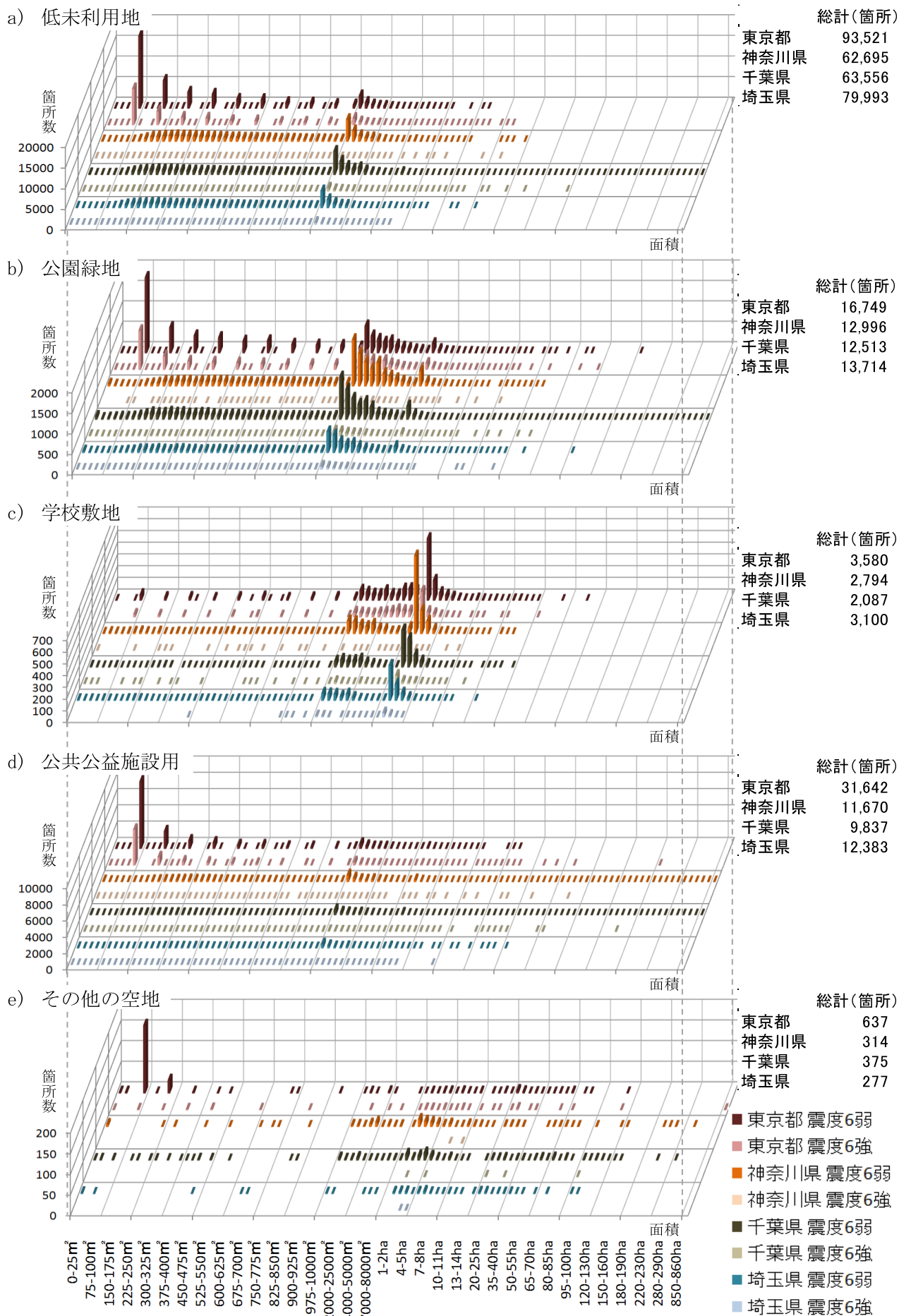
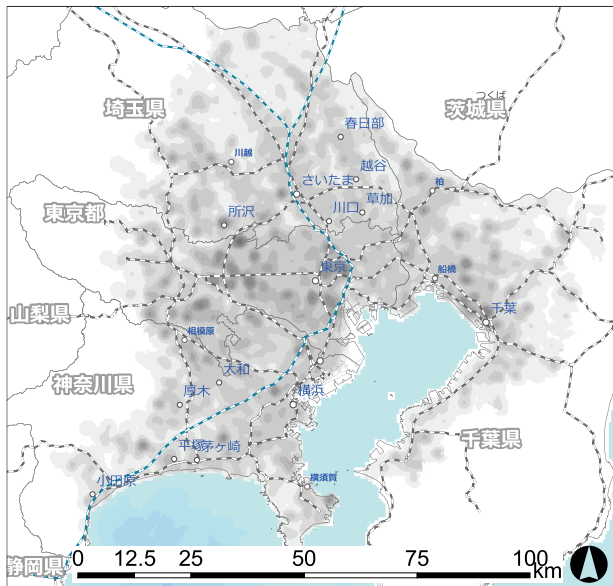
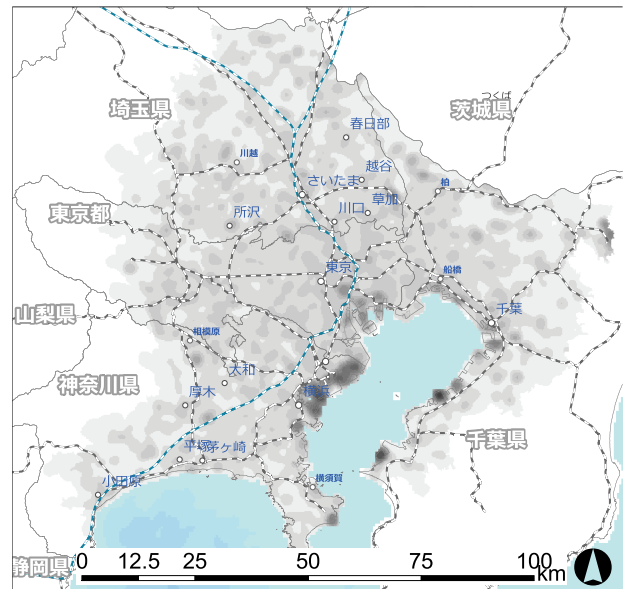


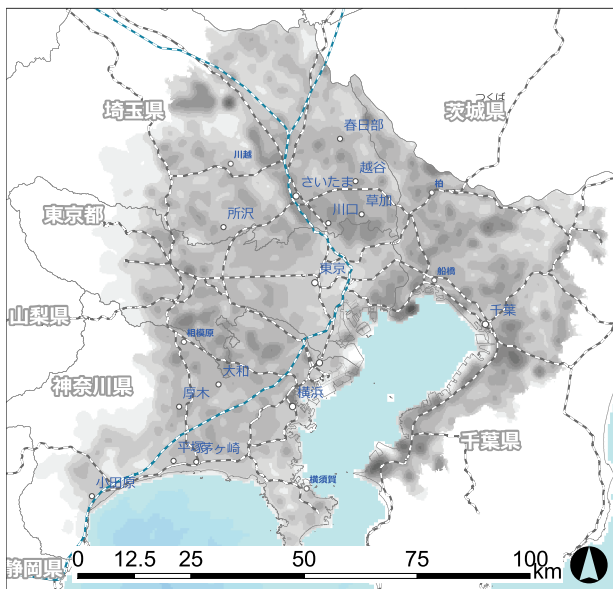
図 4 空地 5 分類の震度別(震度 6 弱・6 強)×面積規模別の箇所数: 総計(箇所)は震度 4 以上すべて



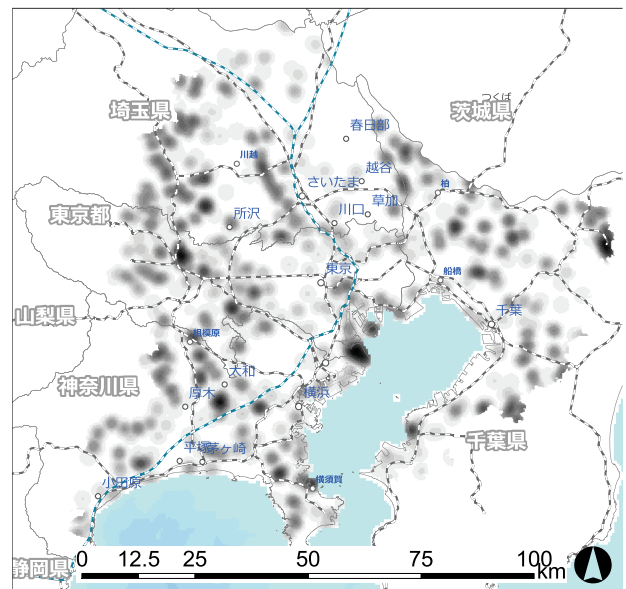
a) 低未利用地



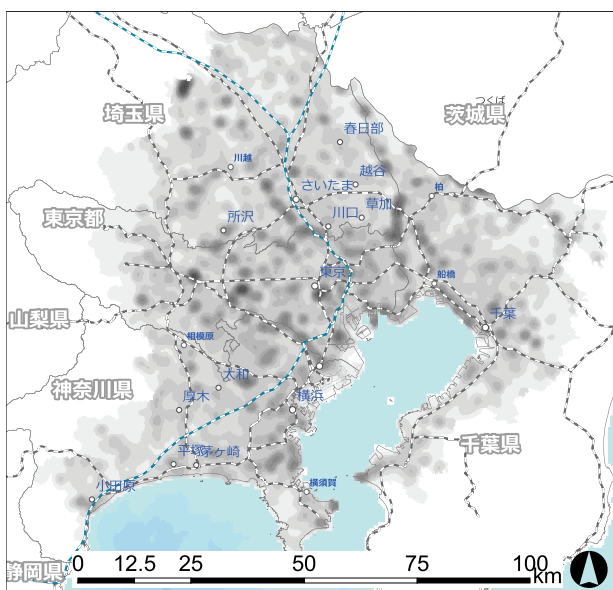
b) 公園緑地



c) 学校敷地



d) 公共公益施設用



e) その他の空地

カーネル密度推定 [m^2/ha]

<セル値>

0 - 1
2 - 100
101 - 250
251 - 500
501 - 750
751 - 1,000
1,001 - 1,500

1,501 - 2,000
2,001 - 2,500
2,501 - 3,000
3,001 - 4,000
4,001 - 5,000
5,001 - 6,000
6,001 - 7,000
7,001 - 8,000
8,001 - 9,000

----- JR線
 - - - - - 新幹線

図 5 カーネル密度推定法による空地の利用可能面積ポテンシャルの分布

図 5ではカーネル密度推定を用いることで、近傍に存在する空地もある程度利用可能とみなすために空間的重みづけを行いながら外挿補間することによって、平滑化された2次元平面分布が利用可能面積のポテンシャルとしての特性を示している。色が濃いセルほどポテンシャルが高い事を意味しているが、その連なり方にも注目したい。例えば、色が濃いセルが連担していれば、当該セルを含む空地だけではなく周辺にも広く利用が期待できる空地が存在することを意味し、大規模な空地を必要とする災害対応活動の広域的な割り当て方を検討する余地があると考えられる。逆に色が濃くても連担していなければ、そこにはスポット的にその空地があることを意味しており、大規模を要する1用途で占めるか、それほど広い空地を必要としない用途を集約し利用するかを検討することとなると考えられる。また、色が中程度に薄い地域が連担していれば、中規模から小規模な空地が近傍で点在していることを意味しており、小規模対応で済む用地割り当てを行うか、近傍度合によって、1つの対応活動を複数個所に分散させるかを検討することとなると考えられる。

ここまでを振り返ると、樹木や構造物などの実際には利用困難な面積も含まれるため、利用可能面積率等も考慮しなければならないが、土地利用データを用いることで私有地・公有地に関わらず空地の絶対量や分布状況を明確化することができたといえる。また、都心にヒトや社会機能が集中している時間帯や震源モデルによる各シナリオに対して災害対応用の空地が足りる・足りないという議論は別途必要であるが、1都3県で相対的に比較した場合、東京都だけが物理量としての空地が取り分け少ないわけではなかった。このことから、第2章で述べた空地に関する認識のズレやバラつきは我々自らが何らかの制約条件をつけて思考していることによって、見た目の土地と管理上の土地、いわば台帳上の土地と認識の差異が生み出されているものと考えられる。

4. 空地情報の管理に向けた提案

災害対応における必要空地の意思決定および問題解決は、前述のような何らかの制約を受けない状態で空地の母集団を確定し、ある目的に対して必要となる諸条件を満たす空地が存在するかどうか、各種対応が時系列で進む中で必要な空地が周囲の自治体も含めて確保できるのかどうかといった判断が必要となる。たとえば、井ノ口ら(2010)²¹⁾によれば、災害時の自治体業務でのデータベース活用における現実と認識の差を埋めることが重要とされている。つまり、空地に関するデータベースを活用するということは、ある時点までの活動で利用可能な資源量を状態変数とし、各空地が持つ様々な特徴も複合的に考慮して、限りある資源をどのように配分するのかというプロセスに他ならない。すなわち、最適資産配分問題や多期間計画問題のような数理モデルとして捉える事ができる。この様な意思決定の支援を可能とするためには、空地に関するデータベースを活かした総合的な空地管理システムの構築が重要な課題となる。

本章では、空地情報の管理に向けた意思決定概念モデルを提案し、各評価軸の必要性についてまとめを行った。そして、データベースの構築と運用に向けて、これらの過程で必要となる手続きに関して課題点の整理と実現性の考察を行った。

(1) 意思決定概念モデルの提案

空地利用に関する意思決定には、空地および空地に関する情報を収集して、作成された代替案から用途や機能などの評価基準に応じて選択することが求められることから、図 6のように第 1 階層の総合目標に対して、第 2 階層に空地の用途を置き、第 3 階層に空地の機能を置き、そして第 4 の階層に空地の利用期間を置いた多階層のモデルを提案する。第 5 階層の代替案とは個別の空地を意味する。このような数理計画手法を応用した大規模な資源配分問題の一つとして、佐藤ら(2007)²²⁾では応急仮設住宅の配分計画手法の構築を行っており、コジョイント分析よりも妥当としている。

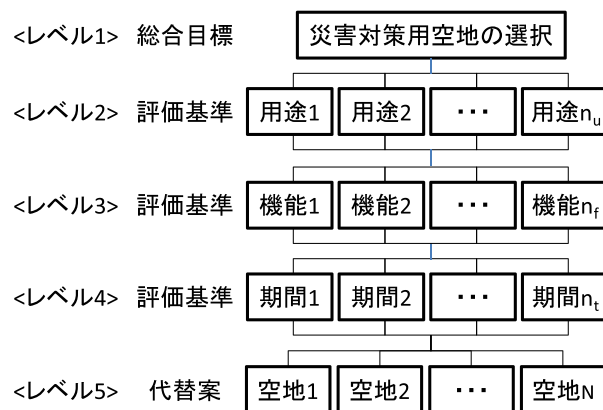


図 6 災害対策用空地選択の階層構造

代替案に関しては、前章で示したように、ある空間領域で切り取った場合において有限であり、事前に把握しておくことが可能である。かつ災害発生後に迅速な活動が求められる中で各基礎自治体が事前計画に基づいて初動の意思決定および行動した結果、一定時間が経過した時点での選択肢はより限定的となり得る。

第2階層の評価基準となる用途の要素としては、横浜市を例に挙げると、①いつとき避難場所、②ヘリポート、③自衛隊宿营地、④応援部隊集結、⑤物資輸送車両基地、⑥災害廃棄物仮置場、⑦家庭ごみ仮置場、⑧復旧資材置場、⑨仮設住宅建設用地、⑩仮設店舗・工事・事業所建設用地、⑪市街地整備用地、⑫災害公営住宅用地、⑬復興資材置場などが該当する²³⁾。

第3階層の評価基準となる機能の要素としては、土地利用区分や面積(有効面積)をはじめとし、駐車場や運動場といった利用状況、電気・水道・ガスや接道などのインフラ整備、国や公社・公団、民間などの所有団体区分などが該当する。例えば、神奈川県での応急仮設住宅用地の設置基準では、「浸水、崖崩れ等の危険がないこと」、「水道、電気等のライフラインの整備が容易なこと」、「仮設住宅建設の資機材の搬入等が容易なこと」、「まとまった敷地であること」、「日常生活に支障を来さない場所であること」、「他の要件が同等である場合は、①公有地、②国有地、③民有地の順に選定すること」と定められており、面積に関しては公有地の場合に2,000㎡以上、私有地の場合に4,000㎡以上が目安とされている²⁴⁾。その他、各自治体の地域防災計画によると、がれき仮置き場は公有地で1ha以上、広域避難場所は10ha以上が目安であるとされている。

さらに、第4階層の評価基準となる利用期間については、多様な空間利用を行うために不可欠な時間軸マッチングの要素である。例えば、増田(2003)²⁵⁾は初動期およ

び応急対応機における公園の利用形態が震災後の時間経過に伴って順次変化していったことや、公園の規模や立地によって利用形態の役割分担が発生することを述べており、また、小口(2003)²⁶⁾も都立公園の震災時利用について、災害フェーズによる時系列的なゾーニングの必要性を述べている。これらの空地が必要となる場面を時系列的に整理したものを次に示す。まず、初動活動期(発災から3日間程度)においては、職員の動員や拠点・避難所の開設、被害情報の収集のほか、人命救助や消火活動や混乱防止に利用されることから、避難場所や救援拠点のニーズが高いことが考えられる。また、応急活動期(4日～10日程度)においては、避難所運営は安定化に向かい、インフラ等の復旧に重点が置かれることから、復旧拠点のニーズが高まる。さらに、復旧活動期(11日目以降)は、被災者の生活再建や復興施策の計画及び実行を行うことから、仮設住宅用地のほか、災害公営住宅用地や復興資材置場、解体廃棄物仮置場等の復興用地のニーズが高まるといえる。したがって、意思決定に対する重みづけはこの時系列による空地ニーズの変化の影響も受けることとなる。

(2) データベース構築に関して

首都直下地震の被害規模や対象範囲、そして外部応援者も含む業務従事者の多様性を考慮すると、書類ベースの業務処理では対応が間に合わない。そこでICT技術を活用し、個々の空地に対して、a) 事前に空地情報を整備し、災害発生後にb) 利用希望の状況を整理しつつ、c) 利用可能な空地を割り当てていくためには、先に提案したモデルを踏まえてデータベースを構築し、d) 広域連携型の総合的な空地マネジメントシステムとして運用することが必要となる。これらの過程で必要となる手続きに関して課題点の整理と実装に向けた実現性の考察を行った。

a) 空地情報の事前整備について

機能に関わる評価で用いられる空地の特性値は基本的に事前の計画段階で可能な限り埋めておくべきであり、災害発生後に必要に応じての現地調査した結果を効果的に反映させる仕組み作りも必要である。各自治体で整備対象となり利用想定用途が何であるのかを公表されている空地は公有地が主である。しかし、大規模災害時には私有地も選択肢として把握して残しておく必要がある。今回は市販の土地利用データを用いたため、刊行年度と都市化が進んだ現在においては土地利用現況の一部に乖離があるものの、5年に1回程度見直されている都市計画データを用いることによってより正確かつ簡便に現存空地の母集団特定が可能となる。

また、地域防災計画に関してはweb上でPDF形式にて公開されている自治体がほとんどであるが、紙をスキャンした画像のため特定の用語で検索が不可能であったり、編集ロックがかかって別のアプリケーションへコピー＆ペーストできなかったりと、緊急時の再利用性に乏しいケースも存在する。一方で、たとえデジタル化されていたとしても、単に一覧表ができていだけでは十分に機能しない。災害発生後に収集されるデータと結合利用することや、他組織も利用すること、および空間的な把握・可視化を行うことを前提としてリスト化することが重要となる。位置情報については、住所や地番を表記した文字列同士で直接的に情報を結合することは困難であるが、例えば、浦川ら(2009)²⁷⁾は標準的な情報処理手法として、平常時の自治体業務の中でGeoTag付スプレッド

シートを利用することで、災害時との連続性を保ったデータベースを構築する手法を実証提案している。もし自治体毎に住所と位置座標の対応付けを整備していくことが困難な場合でも、全世界共通で扱える場所コードとしてはロカポ(LocalPoint)やNコードなど民間からも提供されている。また、昨今では国土地理院でも場所位置コードやucodeの利活用が検討されていることから、これらの一意の位置とIDを結び付ける仕組みが広域連携型の災害対応を実施する際に役立つことが期待できる。

さらに、設計・施工時のCADデータを空間参照可能な状態にすることによって土地利用データに記載されていない有効面積の算出が容易となる。情報の電子化と共有に関してはCALS/EC⁽²⁾が提唱されており、また近年GISデータや表形式のデータをwebを通じて遠隔地からも共有できる仕組みは技術的には確立されているが、積極的に共有されているとはいえない。

これらの改善のためには、情報提供を行う側の個人情報保護への正しい認識と情報リテラシーの向上が必要である。単一のリストとしてだけではなく、社会情報基盤として公開する部分と公開制限部分を分離しながらも、緊急時には即座に相互参照可能なデータベースとして整備しておくことで平常時の情報共有はより円滑なものになり得る。

b) 利用希望の状況整理について

申請者は確認・通達用の連絡先に加えて、利用目的や必要面積、利用期間を明記する必要がある。データベース入力担当者は1希望用途を1単位として、帳票の固有IDや申込日などの文章管理情報を記載するとともに、必要面積や希望地域などのケース情報を拡充していくプロセスとなる。

c) 利用可能な空地割り当てについて

利用可能な空地に対して、利用希望内容に記載されている条件を満たす、もしくは条件に準じるものを対応させていくプロセスであり、具体的には利用希望リストのIDと空地IDのマッチングを確定させていくこととなる。

また、照会結果だけではなく、照会プロセスも記録することが重複作業を避けるためにも必要であることから、照会日・利用決定日・利用辞退日などのログ管理もここに含まれる。

利用可能な空地の絞り込みにおいては、大規模な土地利用に対して、例えば「避難場所＋災害廃棄物仮置場＋復旧資材置場」のように複数の機能を同時に受け入れるケースが想定される。逆に、例えば家庭ごみ仮置き場では可燃ごみ・不燃ごみ・リサイクルなどの分別が求められることから、輸送コスト等に配慮して、単一機能でも近接する小規模な土地利用を複合的に利用するケースも想定される。そのためにはデータベースに格納されている文字や数値の属性だけではなく、特定の範囲から対象を空間的に絞り込むことができる空間検索機能も必要となる。例えば、稲垣ら(2010)²⁸⁾は、防災拠点とされる公共的施設を業務担当範囲別に整理し、ライフライン途絶時の自立性について基本計画策定に資する地域分類手法を提案しており、空間面・機能面・利用面での複合的な利用方法の在り方を示唆している。

さらに、災害フェーズによる時系列的なニーズの変化に対応するため、利用予定期間とも対応がとれる仕組みでなくてはならない。特に、必要量に対して提供可能な空地が不足する場合は、時間軸で棲み分けをしながら災害対応業務全体を最適化していくことが望ましい。例えば、利用したい空地が現在もしくは近い将来に占有され

ていないかどうか自動的に判断し重複判定フラグを立てることで、その時点での検索候補から除外する仕組みや、プロジェクトのスケジュール管理で一般的に利用されるガントチャートを地理空間情報および属性情報とリンクさせ、都市レベル・地区レベル・個別レベルで状況把握できる仕組みも効果的な手法であると考えます。

d) 運用について

意思決定の品質を担保するには、意思決定の情報と評価基準に加えて、意思決定を行う人・組織が必要となる。しかも、首都圏を中心とした周辺自治体や応援自治体における全体状況を見渡し管理するような組織でなければならない。現在、首都直下地震対策の一環として基幹的広域防災拠点の整備計画が実施されており、国や地方自治体などの合同現地対策本部を設置する本部棟施設として有明の丘基幹的広域防災拠点が2009年6月に竣工された。各自治体の情報を収集し、全体調整の検討を行いながら意思決定していくために、管理主体としては有明へ参集する広域防災のヘッドクォーター組織が妥当であると考えられる。また、平常時における社会基盤の管理と連続性をもって対応することが必要なことから、有識者や実務経験者から構成される団体・協会・独立行政法人との柔軟な連携もしくはそれらへの業務委託も検討に入れる必要があると考える。

以上を踏まえて、利用イメージの全体像を次に示す。

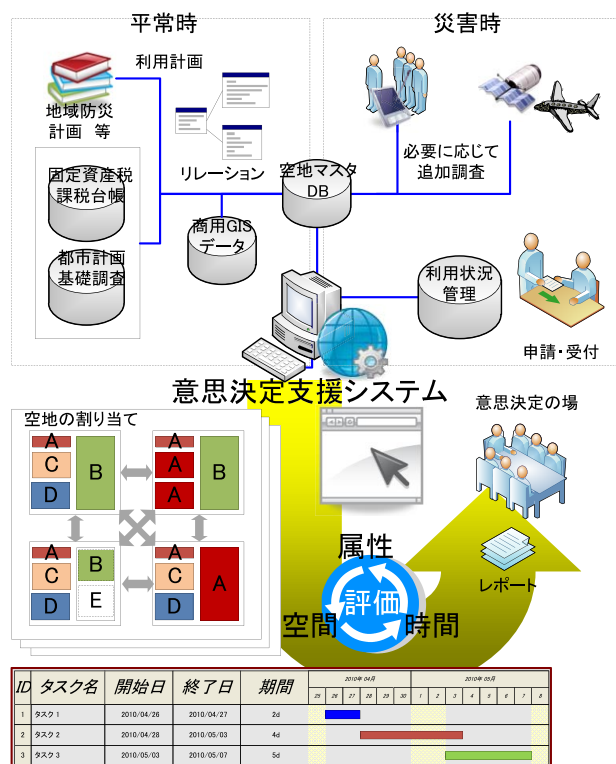


図7 空地マネジメントシステムの利用イメージ

5. まとめと今後の展開

本研究では、災害対応用空地の広域圏での総合的なマネジメントの実現に向けて、首都直下地震の発生が危惧されている東京都・神奈川県・埼玉県・千葉県の下都3県を対象とし、必要となるデータベースシステム構築の基礎的検討を行った。

まず、空地に関する問題の整理からは、各種災害対応

において必要となる空地が、既成市街地では物理的および利用制約的な観点から不足しているという問題構造を明確化し、その対立を解消する実現可能性の高い解決策として空地のマネジメントの重要性を示した。

また、空地に関する空間データベースのエントリ（ケース情報）は土地利用データを用いることによって比較的簡便かつ網羅的に整備できること、および他の施設や場地の空間レイヤーを組み合わせることによって属性情報を拡充することが可能であることを確認できた。また、どの程度の規模の空地が、どの辺りに分布しているのかをそのポテンシャルも含めて定量的に把握するとともに、広域連携による情報管理によってスケールメリットが期待できることを確認した。

さらに、災害対応における必要空地の意思決定および問題解決を最適資産配分問題や多期間計画問題と捉え、意思決定プロセスを整理するとともに、データベースの実装に向けた問題点の整理と考察を行うことにより、既存データの利用促進および効果的運営に注目したシステムの整備施策を提示した。

今後の展開としては、各自治体の現行計画で指定されている空地利用計画と本研究で抽出した空地エントリの照らし合わせ、評価基準に関連する都市環境要因との空間関係を検証するとともに、自治体職員へのヒアリング・アンケート調査等によって、意思決定モデルの評価基準の重みづけを明らかにしていくこと等が課題だと考えている。

謝辞

本研究は、①文部科学省首都圏直下地震防災・減災プロジェクト「3. 広域的危機管理・減災体制の構築に関する研究（研究代表者：林春男 京都大学）」ならびに②特別教育研究経費（大学の特性を生かした多様な学術研究機能の充実）「社会インフラの脆弱性診断・回生技術確立と総合公共システム管理への展開（研究代表 藤江幸一 横浜国立大学）」によるものである。

補注

- (1) 場地区域
鉄道敷、都市公園、学校敷地 等。国土地理院の数値地図2500にて定義されている
- (2) CALS/EC
Continuous Acquisition and Life-cycle Support / Electronic Commerceの略。

参考文献

- 1) 中央防災会議：被害想定について，pp.2-3，2005。
- 2) 地震調査研究推進本部：地震調査委員会，公表，2004
- 3) 中央防災会議：首都直下地震対策大綱，2005
- 4) 中央防災会議：首都直下地震応急対策活動要，2010。
- 5) 中林一樹，小田切利栄：日本における複合災害および広域巨大災害への自治体対応の現状と課題，地域安全学会論文集 No.11，地域安全学会，pp.33-42，2009。
- 6) 畑山満則，松野文俊，角本繁，亀田弘行他：時空間地理情

- 報システム DiMSIS の開発, GIS-理論と応用 Vol.7 No.2, pp.25-33, 地理情報システム学会, 1999.
- 7) 畑山満則, 角本繁: リスク対応型自治体情報管理システムの開発と神戸市長田区総合防災訓練での適用実験, 地域安全学会論文集 No.5, pp.155-160, 2003.
 - 8) 平山 修久, 河田 恵昭: 広域災害時における災害廃棄物処理の広域連携方策に関する研究, 土木学会論文集 G Vol. 63 No. 2, pp.112-119, 2007.
 - 9) 程潔他: 首都直下地震における問題構造解明のための TOC 論理思考プロセスの適用, 地域安全学会論文集 No.11, pp.225-233, 2009.
 - 10) 中央防災会議: 防災分野の研究開発に関する委員会第 52 回, 公表, 2009.
 - 11) 神戸市防災会議: 災害時空地管理マニュアル空地管理, pp.86-91, 2009.
 - 12) 国土交通省 都市・地域整備局 都市・地域政策課 広域都市圏整備室: 平成 15 年度大都市圏震災市街地における広域的な復興方策検討調査報告概要, 2003.
 - 13) 国土地理院: 数値地図 5000(土地利用)首都圏 2000 年, (財)日本地図センター, 2007.
 - 14) 国土地理院: 細密数値情報(10m メッシュ土地利用)1994 年, (財)日本地図センター, 2002.
 - 15) ESRI ジャパン(株): ArcGIS データコレクションスタンダードパック, 2008
 - 16) (株)JPS: 学校ポイントデータ, 2007.
 - 17) 能島ら: 震度曝露人口による震災ポテンシャル評価の試み, 自然災害科学, 23-3, pp.363-380, 2004.
 - 18) 鈴木新吾, 林春男: 首都直下地震災害の曝露指標の算出とその地域的特性に関する研究, 地域安全学会論文集 No.10, pp.97-107, 2008.
 - 19) 独立行政法人統計センター: 男女別人口総数及び世帯総数, 平成 17 年国勢調査 (1km メッシュ), 2005
 - 20) 内閣府 (防災担当): 避難者に関わる市区町村等の対策現況 (アンケート結果) と課題について, pp. 56-64, 2007.
 - 21) 井ノ口宗城, 田村圭子, 林春男: 生活再建支援台帳システムの効果的運用を目指した被災者確定業務の効率化手法, 地域安全学会論文集 No.12, 電子ジャーナル, 2010.
 - 22) 佐藤慶一、石橋健一: 応急仮設住宅の配分計画手法の構築と検証, 日本建設学会計画系論文集第 616 号, pp.121-128, 2007.
 - 23) 横浜市: 横浜市地域防災計画資料編, pp.575-578, 2007.
 - 24) 神奈川県保健福祉部保健福祉総務課, 神奈川県土整備部住宅課: 神奈川県応急仮設住宅供給マニュアル, 2006.
 - 25) 増田昇: 都市防災と公園配置及び機能, ランドスケープ研究, Vol.66 No.3, pp.180-184. 2003.
 - 26) 小口健蔵: 都立公園における防災公園整備プログラムと震災時利用計画の策定, ランドスケープ研究, Vol.66 No.3, pp.208-212, 2003.
 - 27) 浦川豪, 林春男: 位置情報に基づく災害対応業務を効果的に遂行するための標準的な情報処理手法の確立, 地域安全学会論文集 No.11, 2009.
 - 28) 稲垣 景子, 佐土原 聡: 災害時の自律性を確保する拠点区域選定のための地域分類 ―横浜市の公共的施設を対象とした調査分析―, 地域安全学会論文集 No.12, 電子ジャーナル, 2010.

(原稿受付 2010.5.29)

(登載決定 2010.9.12)