

GISと生活行動シミュレータPCATSを利用した消防防災拠点の評価*¹

Evaluation of the Location of Fire Stations Using GIS and PCATS*¹

菊池輝*², 藤井聡*³, 北村隆一*⁴

By Akira KIKUCHI*², Satoshi FUJII*³ and Ryuichi KITAMURA*⁴

1. はじめに

1995年1月17日に発生した阪神・淡路大震災により、阪神間のあらゆる施設が壊滅的な損傷を受けた。道路施設も例外ではなく、瞬時にして道路ネットワークや各交通機関は麻痺してしまった。慢性化した交通渋滞といった現象にも表現される、我が国の都市における人口集中は、災害直後の避難誘導や、消防・救助活動に大きく影響し、人的・物的被害が拡大した。

災害時に被害の拡大を最小限に食い止めるためには、災害発生時点でいち早く被害状況を把握し、速やかに避難誘導や、消防・救助活動を行うことが肝要である。そのためには、単にこれまでの防災対策の見直しにとどまらず、災害状況の想定やそれぞれの対応策の有効性を含めた防災計画が不可欠である。特に、人口が集中する大都市においては、地震発生の時間帯やその時間帯における人口の地域的分布、さらに消防署などの防災拠点や、学校や公園などの避難地域の都市内における分布状況が、災害発生後の被害の拡大に大きく影響することになるため、その防災計画には多角的な検討が不可欠である。

本研究では、こうした多角的検討を行うために、まず、生活行動シミュレータPCATS¹⁾を用いて災害発生時点の人々の滞在場所の地理的分布の把握を試みる。今回の分析では、より微視的な分析を行うために、人々の活動地点を直交座標系で再現する²⁾様に改良したものを用いる。改良にあたっては、マルコフ連鎖モンテカルロ法 (Markov Chain Monte Carlo Algorithms: 以下、MCMC法)³⁾を用いて膨大な活動地点の選択枝集合からの選択を効率的に再現し、計算時間を大幅に短縮することを目指す⁴⁾。それに続いて、地理情報システム (Geographic Information System: 以下、GIS) を利用し、防災拠点や避難場所の空間的分布^[注]を視覚的に把握し、各防災拠点・各避難場所から滞留人口

集中地区への直線距離とそこまでの移動時間を指標として、現状の防災拠点・避難場所と滞留人口集中地区との空間的関係を検討した。移動時間に関しては、任意の地点の交通機関別移動時間を算定できるシステムを用い、座標間の移動時間を的確に算出することを目指す。

本研究は、上述の既存研究成果を統合し、微視的な視点による都市内の行動パターン⁵⁾の把握と、防災計画における多角的な分析を可能とするシミュレーションの構築を目指し、京都市中心部を対象として上記の分析を行うことにより、京都市における防災対策検討のための基礎的な資料を提供することを目的とする。

2. シミュレーションモデルの概要

(1) 生活行動シミュレータPCATS

PCATS (Prism Constrained Activity-Travel Simulator) は、一日は個人の自由意思で決定可能な自由時間帯と、時間利用形態が先決されている固定時間帯から構成されるという仮定に基づいている (以下、自由時間帯における活動を自由活動、固定時間帯における活動を固定活動と表記する)。この前提の下で、PCATSは個人データ (年齢、性別、当日の全固定活動の場所、開始・終了時刻、内容等) と、活動を実行する可能性のある地域の全ての土地利用データ (人口、サービス事業所数等)、ならびにOD間の移動抵抗データ (機関別OD所要時間・費用等) に基づいて、自由時間帯での個人の行動パターンを逐次的・段階的に再現するマイクロシミュレータである。

生活パターンの生成にあたっては、逐次的、段階的な意思決定過程を想定する一方で、個々の意思決定の局面を、Hazard-Based Duration モデルに基づいた活動時間分布モデル、Nested Logit モデルに基づいた活動内容選択モデルと、目的地 (活動場所)・交通機関選択モデルの3つのサブモデルを組み合わせて用いることで再現する。

PCATSの最大の特徴は、ある個人が実行する各々のトリップに関する情報を全て含む形で、一日の「生活パターン」全体を再現するという点である。これによ

*1 キーワーズ: 防災計画, GIS, シミュレーション

*2 正員, 工博, 京都大学工学研究科土木システム工学専攻

*3 正員, 工博, 東京工業大学理工学研究科土木工学専攻

*4 正員, Ph.D, 京都大学工学研究科土木システム工学専攻
(京都市左京区吉田本町, TEL: 075-753-5136, FAX: 075-753-5916)

り、各種交通施策が生活行動に与える影響を再現し、活動の変化に伴い生じる、トリップ生成、個々のトリップの機関選択、目的地選択、出発時刻選択、あるいは、トリップチェーン形態等の二次的、三次的变化を総合的に把握、分析することが可能となる。なお、詳細は参考文献1)を参照されたい。

(2) PCATSの改良

本研究ではPCATS内のサブモデルの一つである交通機関・目的地選択モデルを、座標システムを利用したモデルに変更する。その際、従来のPCATS内の空間表現はゾーンシステムであるため、これを座標システムに対応させる必要性が出てくる。すなわち、PCATSに導入されている制約条件や計算方法、入出力データの形態をゾーンシステムから座標システムに変更する必要がある。また、空間表現手法を座標システムに移行した場合、選択肢集合が膨大になり計算コストが長大となってしまう。そこで目的地選択行動の再現には、近年になって広い範囲での応用が注目されているMCMC法³⁾によるサンプリングを適用する。MCMC法は、実現可能性のある事象が膨大に存在する場合に、理論的な確率分布から、全事象を考慮することなく近似的にサンプル事象を抽出するアルゴリズムである。この手法の交通分野での応用例として、離散選択モデルのパラメータ推定^{5) 6)}や道路ネットワークの確率的利用者均衡配分状態の算出⁷⁾、活動パターンの生成手法⁸⁾等が挙げられる。また筆者らは、目的地選択行動の再現にMCMC法を利用し、再現結果の妥当性を確認している⁹⁾。

以上のような改良をPCATSに加え、個人の一日の生活行動を座標システム上で再現し、詳細な交通行動を取り扱えるモデルに発展させる。

また、交通機関・目的地選択モデルにおいて、トリップは一般に代表交通機関で表現され、自動車トリップは、出発地点から目的地まで全て自動車で移動しているかのように扱われている。しかし、実際の自動車を利用した移動というものは、まず目的地周辺の駐車場まで自動車で移動し、そこから徒歩で活動場所となる目的地へ移動する、というものであり、車両流入規制時には徒歩での移動時間が、目的地の選択に大きく影響を及ぼすと思われる。すなわち、車両流入規制の効果を適切に評価するには、シミュレーション内で駐車場の位置関係を取り扱う必要があると考えられる。そのためには、駐車場の座標上の位置をデータ化すること、および、自動車の移動時間の算出の際に駐車場からの徒歩移動時間を考慮すること、に対処しなければならない。

まず前者に関しては、GISを用いて、後述の事例研

究の対象である京都市中心部に存在する駐車場の座標をデータベース化した。なお、データベース化した駐車場の数は公営駐車場をはじめ254の一時預かり駐車場である。ただし、入力したのは直交座標と、駐車場の名称だけであり、駐車容量・営業時間・料金といった属性は今回の分析においては考慮していない。

また、後者の駐車場を考慮したときの自動車による移動時間は、目的地に直線距離で最も近い駐車場を選択すると仮定した上で、駐車場間の移動時間を自動車移動抵抗データ算出システム²⁾を用いて算出し、駐車場から目的地への移動は平均速度4km/hで移動するものとし、これら移動時間の和を自動車による移動時間とした。ここで自動車移動抵抗データ算出システムとは、任意の地点間の自動車利用時における移動時間を算定するシステムである。

なお、PCATSの詳細は参考文献1)を、PCATS改良の詳細は参考文献4)を参照されたい。

3. 京都市中心部における滞留人口分布

(1) 分析に用いたデータの概要

a) 対象地域

分析対象とする地域を京都市中心部の矩形領域（東西13km、南北11km）に設定し、目的地は10m単位の直交座標で表現する。対象地域内の地点数は約140万個となるが、このうち明らかに活動を実施することが不可能な点（河川等の水域や鉄道敷領域・道路領域等）を除いた約74万地点をあらかじめ抽出した。

b) 個人データ

平成2年京阪神パーソントリップ調査データ（以下PTデータ）より、すべての固定活動を対象地域内で行った個人を抽出し、トリップの起終点等ゾーン単位で表現されている情報は、トリップの目的（活動目的）を基準に座標に変換した⁴⁾。

c) 土地利用データ・機関別移動抵抗データ

個人データ以外で、シミュレーションの実行に必要なデータに土地利用データ、交通機関別の移動抵抗データがあるが、そのうち土地利用データは、町字単位で集計されている調査データ（平成7年国勢調査、平成8年事業所・企業統計調査）から得られる、人口、世帯数、事業所数、従業員数をデータ項目とし、GISを用いて加工した。また任意の地点間の移動抵抗データは、道路交通・公共交通シミュレーションモデル¹⁰⁾およびGISを用いて算定することにした。以上のデータの詳細については、参考文献2)を参照されたい。

さらに、PCATSを構成する3つのサブモデルのうち交通機関・目的地選択モデルのパラメータは菊池らの研究²⁾で推定されている値を利用した。

(2) 滞留人口分布^[注2]

シミュレーションの出力結果より京都市都心部の滞留人口分布の時間変動を、活動中（自宅活動・それ以外）か移動中かに分け、集計した結果を図-1に示す。

昼間滞留人口の方が夜間滞留人口より多く、滞留の増加は午前7時から始まり、午後9時頃まで続くことが示されている。とくに昼間においては、自宅活動を行っている人口よりも自宅外で活動を行っている人口の方が多くなっており、さらに移動中の人口は約10%程度であることが示されている。また昼間時の移動人口は、出勤帰宅時間帯において全体の15%から20%を占めている。しかし滞留人口の総数が多いのは午後1時から4時にかかる時間帯であり、最も多いのは午後3時台となった。すなわち、この時間に災害が発生した場合に、最も避難を行う人口が多く、被害が大きくなる可能性があることが予想される。

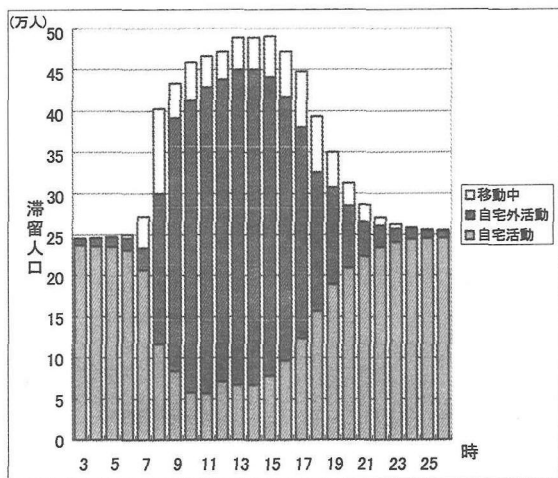


図-1 時間帯別人口滞留分布

ここで京都市都心部における滞留人口がピークを迎える午後3時の人口分布を図-2に示す。この図はPCATSにて直交座標上で再現した活動地点を、100Mメッシュに集計した結果をGIS上で表現したものである。円の半径が大きい場所ほど滞留人口が多いことを意味する。まず図の中央付近（四条烏丸付近）に集中している様子が伺える。この付近は京都市内のオフィス街でもあり、この時間帯は就業先にて活動を行っている人が多いことを反映している。次に川沿いの商業施設が多い地区（三条河原町～四条河原町）、あるいは図の中央下付近（JR京都駅周辺）にも滞留人口が集中している様子が伺える。これらの地区には買い物等の自由活動を行っている人が集中していると思われる。

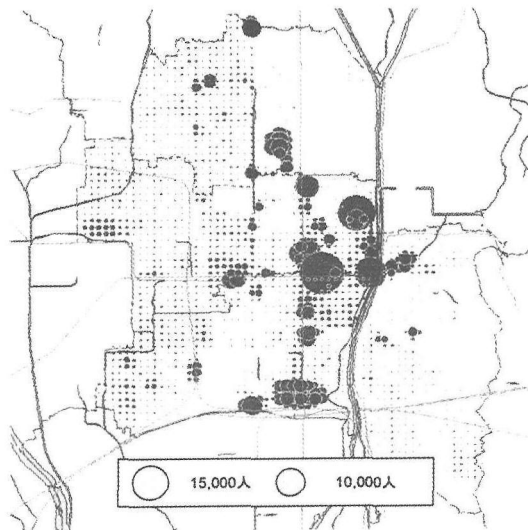


図-2 午後3時における滞留人口の空間的分布

(3) 都心部における避難行動の分析

次に、午後3時における、都心部に滞留している人々の災害発生時に利用する避難場所やその避難時間・避難距離を分析する。ここで避難場所として設定したのは学校（319箇所）、公園（14箇所）、各個人の自宅である^[注3]。このうち、学校および公園の特定と、座標システム上での位置の特定は、数値地図2500（国土地理院刊行、平成9年4月1日発行）をGISソフト上に読み込み、この中で定義されている「学校」、「都市公園」をそれぞれ、学校、公園として用いることとした。抽出した学校、公園の空間的分布を図-3に示す。



黒色：学校、灰色：公園

図-3 京都市内の避難場所（学校・公園）の分布

また活動場所から避難場所への移動方法は、

- ①午後3時の時点で何らかの活動を行っている場合
すべての避難場所のうち、直線距離で最も近い場所へ徒歩で避難する。すでに避難場所にいる場合、避難活動は行わない。
- ②午後3時の時点で移動中の場合
全ての避難場所のうち直線距離で最も近い場所へ避難する。自動車を利用していた人は自動車で、自動車以外で移動していた人は徒歩で避難する。

と仮定した。

各滞留地点から各々の避難場所までの直線距離の分布を図-4に、避難時間の分布を図-5に示す。ここで、避難時間の算出には、菊池ら²⁾が座標システムにおける交通機関・目的地点選択モデルを推定する際に用いている、任意の地点間の交通機関別移動時間を算定するシステムを利用した。このシステムは平常時における移動時間を算定するものであるため、実際の避難時間とは異なるものであるが、避難時に最低限必要とされるであろう時間であり、滞留人口と避難場所の

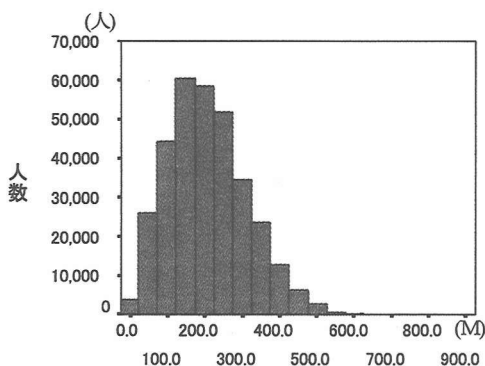


図-4 避難場所までの直線距離の分布

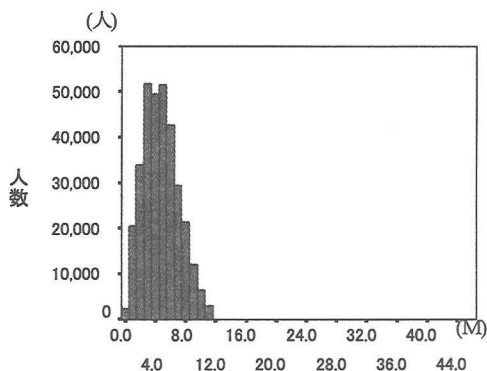


図-5 避難場所までの移動時間の分布

空間的関係を示す一つの指標となりうる。また避難距離に関しては、避難経路の特定が困難^[注4]であることから、単純直線距離を用いることにする。これらの図より、全ての滞留地点において1,000m以内に避難場所が存在し、200m付近に存在する人口が最も多いことが分かる。

また避難時間に関しても、10分以内のところに避難場所が存在していることが分かる。これらの値は極端に大きいものとは言いがたく、人々に避難施設に関する地理的な認知があり、適切な避難誘導を行えば、被害の拡大を防ぐことが可能であるものと推測される。

また、図-2において、最も人口が集中している地点（最も円の半径が大きい地点）は図中央付近（四条高倉付近）であったが、この滞留人口過密点付近における避難場所への移動時間と直線距離の平均値・最大値を、対象地域全体の値とともに表-1に示す。滞留人口過密地区においては、対象地域全体と比較して直線距離・移動時間ともに平均値は上回っているが、最大値に関しては大きく下回っている。ここで対象地域全体において、移動時間の最大値を与えているのは車利用による避難者であった。本研究では、避難経路として細街路をすべて考慮しているわけではないため、現実的な避難経路よりも大きく迂回し、このような高い値が算出されたと考えられる。しかしながら対象地域全体で、避難時間に20分以上の時間が必要となる滞留人口は全体の約5%存在しており、過密地区である都心部では20分で全員が避難可能であることより、小さい値とは言いがたい。以上のことは、都心部には過度に人口が集中していることを意味するが、避難場所は比較的近い場所に存在するため、人々の避難場所の空間的認知が防災上重要であると言える。

しかしながら、本研究で用いた移動時間の算定システムは、災害発生時の道路混雑やネットワークの被災状況を考慮したものではないため、実際の移動時間は表-1の結果よりも大きな値となることが予想される。そしてその増分は、道路ネットワークの被災箇所や被災規模に影響されると考えられるが、本研究では、それらの影響を反映しておらず、今後の重要な検討項目となるであろう。

表-1 避難場所への直線距離と移動時間の平均・最大値

	対象地域全体		滞留人口過密地区	
	直線距離 (m)	移動時間 (分)	直線距離 (m)	移動時間 (分)
平均値	208.9	4.9	212.7	5.0
最大値	915.6	44.8	409.7	19.4

4. 防災拠点の施設配置評価

(1) 京都市内の防災拠点の空間的分布

災害が発生した場合、防災拠点から迅速に災害発生地点へ救助活動に向かう必要がある。そこで滞留人口の集中地区にて救助活動を行う場合を想定し、その移動にどれほどの時間を要することになるのかを分析した。ここで防災拠点としては、京都市内の全消防署・消防署分署・消防出張所（計 47 箇所）を設定し^[注 5]、GIS を用いてデータベース化した。設定した防災拠点の空間的分布を図－6 に示す。



図－6 京都市内の防災拠点空間的分布

(2) 京都市内における防災拠点の施設配置評価

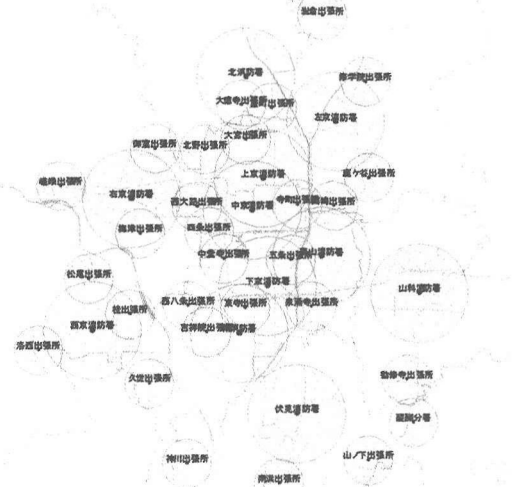
ここで、最も近い場所にある防災拠点から出動すると仮定し、各防災拠点が抱えることになる京都市都心部の滞留人口の分布を、防災拠点からの直線距離および移動時間で集計を行った（表－2）。直線距離に関しては、GIS を用いて滞留地点と防災拠点の直交座標から算出し、移動時間に関しては、滞留人口分布の分析と同様に、任意の地点間の交通機関別移動時間を算定するシステム²⁾を利用した。また、分署・出張所の活動範囲は、本署の活動範囲の半分であると仮定し^[注 6]、このときの各防災拠点の活動範囲を円で表したものを図－7 に示す。

京都市内全域を被覆することはできないが、都心部（上京区・中京区・下京区・東山区）のみを見てみると、平面占有率は 92.6%（都心部面積：約 28.58km²、被覆面積：約 26.47km²）あり、ほとんどの空間を被覆していると言える。

さて表－2によると、約 1,300m の範囲内に 95%の滞留人口が存在し、移動時間は最大でも 8 分程度であることが示されている。各防災拠点の滞留人口負担（図－8）を見ると、防災拠点の活動範囲を設定したため、本署の負担が大きく、分署・出張所の負担が小さくなっていることがわかる。しかし中京消防署（図－8 中央）の負担が非常に大きくなっており、これは図－2 の結果より、中京消防署周辺に滞留人口が集中していることが一番の原因であるが、大きな災害が発生した場合を想定すると、過度の負担が中京消防署にかかることになる。

表－2 現状での消防署からの直線距離と移動時間

	直線距離(m)	移動時間(分)
平均値	640.9	5.5
パーセンタイル値(90)	1203.8	7.6
パーセンタイル値(95)	1316.7	8.2



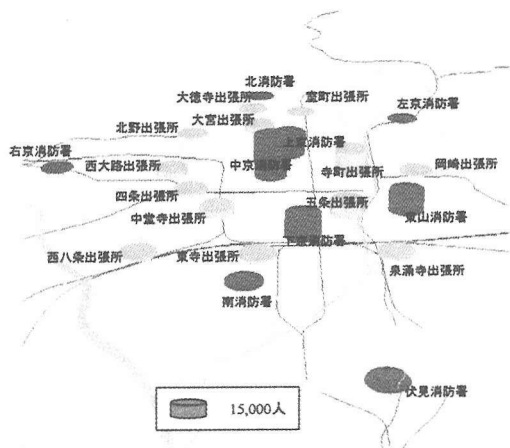
本署の半径が 1,600m、分署・出張所の半径が 800m

図－7 設定した各消防署の活動範囲

そこで本研究では、新たに防災拠点を建設する代替案を設定し、施設配置評価を行うことにする。設定した施設配置代替案は以下の 2 つである。

代替案 A：都心部に存在する「上京消防署」「中京消防署」「下京消防署」「東山消防署」の 4 つの消防署を頂点とする四角形の重心点に消防出張所 A を建設する。ここで、重心の座標は、各々の消防署の負担分担を重み付けした上で算出する。

代替案 B：都心部において負担分担の大きい「中京消防署」と「下京消防署」を結ぶ直線の中点に消防出張所 B を建設する。



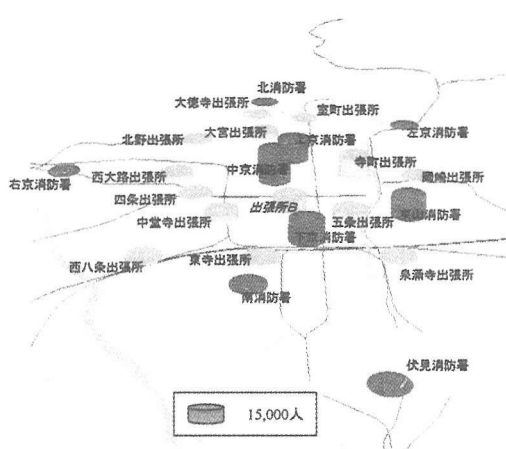
緑：本署，黄：分署・出張所

図－8 各消防署の滞留人口負担



緑：本署，黄：分署・出張所

図－9a 代替案 A 時の各消防署の滞留人口負担



緑：本署，黄：分署・出張所

図－9b 代替案 B 時の各消防署の滞留人口負担

これらの代替案における、各防災拠点が抱えることになる都心部の滞留人口の分布を、防災拠点からの直線距離および移動時間で集計した結果を表－3に、各防災拠点の滞留人口負担を図－9に示す。

代替案 A の結果を見ると、本署の負担が大きく軽減されている一方で、分署・出張所の負担が大きくなったことが分かる。全体としては、直線距離、移動時間の平均値およびパーセンタイル値も小さくなっており、この代替案が防災活動を支援する案であることが分かる。しかし滞留人口負担を集計し立体表示した図－9a を見てみると、中京消防署の負担が小さくなったが、新設した出張所 A の負担が非常に大きく、防災拠点の中で一番大きい結果となった。

一方代替案 B では、本署の負担はそれほど変化ないが、分署・出張所の負担が若干軽減されていることが分かる。直線距離、移動時間の平均値・パーセンタイル値を比較しても大きな変化はないものの、全体として負担は若干であるが軽減されている。滞留人口負担を集計し立体表示した図－9b を見てても、中京消防署や下京消防署の負担が若干軽減されているのが目立つ程度であった。

表－3 代替案時の消防署からの直線距離と移動時間

	代替案A		代替案B	
	直線距離 (m)	移動時間 (分)	直線距離 (m)	移動時間 (分)
平均値	522.7	5.3	619.2	5.5
パーセンタイル値(90)	956.0	7.6	1200.3	7.6
パーセンタイル値(95)	1189.2	8.1	1316.7	8.2

5. おわりに

本研究は、災害時の救助活動を速やかに行うための防災拠点整備を目的とした、シミュレーションモデルとGISの適用可能性を示したものである。防災拠点から人口滞留地点への移動時間や、滞留者の避難時間は、現実の道路ネットワーク構造や、動的に変動する交通状況、すなわち各地域の交通計画に強く依存すると考えられる。通報から現場への移動時間の基準値は8分とも言われており（日本財団事業成果ライブラリーWEBサイト¹¹⁾）、本論文での分析結果による移動時間8.2分（95パーセンタイル値）はそれを若干ではあるが上回るものである。この点に対処するためには、例えば将来の都市計画により、迅速な消防車両の移動を実現するなどが必要となるであろう。例えば菊池ら¹²⁾によると、2010年の大阪市において、何も交通政策を行わない場合、一般道路の平均走行速度は1km/h低下

し、既定の交通政策（道路ネットワーク整備等）を実施することで現状維持が可能であると報告されている。さらに既定の交通政策に加え、現実性の高い交通需要マネジメントを実施した場合でも平均走行速度は約2km/hの向上しか見込まれていない。今後は、これらの既往の知見も考慮しつつ、本研究の結果を踏まえ、防災上の視点からの交通計画評価も重要な課題となってくるであろう。

謝辞

本研究は京都市消防局防災対策室の全面的な協力を得た。ここに記して、深謝の意を表します。

注：

- [1] 本稿で空間をすべて二次元で取り扱っている。一般に、空間分析においては、地理的事象は地物として識別され、それらの属性とリンクして地理的に参照できる、すなわち、経緯度や直角座標など位置を特定できる形態にある。本研究においては、標高など高さに関する情報を考慮していないが、防災拠点および活動場所などの情報はすべて直角座標で表現しているため、「空間」という表現を採用している。
- [2] 本研究における滞留人口の定義は「当該地区に存在している」ことであり、長く留まった状態を表すものではない。
- [3] 避難行動調査において約53%が自宅あるいは最寄りの避難所へ向かうと回答している¹³⁾。
- [4] GISの最短経路探索機能を援用すれば、避難経路を特定することは可能ではあるが、本研究で使った電子地図に収録されている道路ネットワークの精度の信頼性および計算負荷を考慮し、この機能は利用していない。
- [5] 数値地図2500内で定義されている「消防署」の名称および直交座標を抽出し、数値地図2500に収録されていない消防施設に関しては、住所より直接入力した。
- [6] この分析に先立ち、本署、分署・出張所の活動範囲を同一と仮定して、各防災拠点から滞留人口地点への距離を集計したところ、各防災拠点から約1,600m以内のところに全ての滞留人口集中地区があることが確認された。さらに、分署・出張所から滞留人口地点への距離のピークは約800mであった。そこで、本署における迅速な対応が可能な活

動範囲を1,600m、さらに分署・出張所の活動範囲は、本署の半分である800mと仮定した。また分署・出張所においては、800m以上の地点は活動範囲外であるとした。本来であれば、各防災拠点における緊急車両台数、隊員数や実際の出動回数・出動範囲等を考慮し、別途活動範囲を定量的に表現する必要があるが、本研究では、その分析に必要な情報を入手することができなかったため、上述のように活動範囲を設定した。

参考文献：

- 1) 藤井聡、大塚祐一郎、北村隆一、門間俊幸：時間的空間的制約を考慮した生活行動軌跡を再現するための行動シミュレーションの構築、土木計画学研究・論文集 No.14, pp.643-652, 1997.
- 2) 菊池輝、小畑篤史、藤井聡、北村隆一：GISを用いた交通機関・目的地選択モデル：ゾーンシステムから座標システムへの地理空間表現手法の移行に向けて、土木計画学研究・論文集, 17, pp. 605-612, 2000.
- 3) 伊庭幸人：マルコフ連鎖モンテカルロ法とその統計学への応用、統計数理, 第44巻第1号, pp.49-84, 1996.
- 4) 菊池輝、藤井聡、北村隆一：座標システムを導入した生活行動シミュレーションモデルによる交通政策評価、都市計画論文集, No.36, pp.577-582, 2001.
- 5) Hajivassiliou, V., D. McFadden and P. Ruud: Simulation of multivariate normal rectangle probabilities and their derivatives Theoretical and computational results, Journal of Econometrics, Vol. 72, pp.85-134, 1996.
- 6) Chiang, J., S. Chib and C. Narasimhan: Markov chain Monte Carlo and models of consideration set and parameter heterogeneity, Journal of Econometrics, Vol. 89, pp.223-248, 1999.
- 7) Hazelton, M. L., S. Lee and J. W. Polak: Stationary states in stochastic process models of traffic assignment: a Markov chain Monte Carlo approach, Proceedings of the 13th International Symposium on Transportation and Traffic Theory, pp.341-357, 1996.
- 8) Yamamoto, T., Kitamura, R. and Kishizawa, K.: Sampling Alternatives from a Colossal Choice Set: an Application of the MCMC Algorithm, Transportation Research Record (forthcoming)
- 9) 菊池輝、山本俊行、芦川圭、北村隆一：MCMC法を用いた巨大選択肢集合下での目的地選択行動の再現、土木計画学研究・論文集, No. 18, No. 3, pp. 503-508, 2001.
- 10) 西尾健司、中川大、松中亮治、伊藤雅：共通運賃精度の導入による所要時間短縮効果に関する研究、土木計画学研究・講演集, No. 21(2), pp.293-296, 1998.
- 11) <http://lib1.nippon-foundation.or.jp/1998/0595/mokuji.htm>
- 12) 菊池輝、藤井聡、白水靖郎、北村隆一：交通流シミュレータ DEBNetS の現況再現性向上とマイクロシミュレーションによる交通政策の評価に関する事例研究、土木計画学研究・論文集, Vol. 18, No. 4, pp.611-616, 2001.
- 13) 岸野啓一、本田武志：震災後の交通行動に関する考察、阪神・淡路大震災調査研究論文集, pp.333-338, 1997.

GIS と生活行動シミュレータ PCATS を利用した消防防災拠点の評価

菊池輝, 藤井聡, 北村 隆一

本研究では、防災計画の多角的検討を行うために、まず生活行動シミュレータ PCATS を用いて災害発生時点の人々の滞在場所の地理的分布の把握を試みた。PCATS は活動地点を直交座標系で再現する様に改良したものを、さらに GIS を利用し、防災拠点や避難場所の空間的分布を視覚的に把握し、各防災拠点・各避難場所から滞留人口集中地区への直線距離とそこまでの移動時間を指標として、現状の防災拠点・避難場所と滞留人口集中地区との空間的関係を検討した。本研究の成果は、防災拠点整備を目的とした、シミュレーションモデルと GIS の適用可能性を示すものである。

Evaluation of the Location of Fire Stations Using GIS and PCATS

Akira Kikuchi, Satoshi Fujii and Ryoichi Kitamura

In this paper, the geographic distribution of individuals' locations at the time of a natural disaster is calculated with PCATS that is improved to represent the individual's activity location in a coordinates system. In addition, by using GIS and simulation, the spatial distribution of fire stations and evacuation locations is visualized, and the allocation of coverage area for each fire station is evaluated by examining the distance and movement time from each fire station and each evacuation place to heavily populated areas.
