

3次元GISを用いた都市解析手法 MUSE の提案

Proposal for the Method of Urban Safety Analysis and Environmental Design using Arc/View 3D Analyst

村尾 修, 山崎 文雄
Osamu MURAO and Fumio YAMAZAKI

東京大学生産技術研究所
Institute of Industrial Science, University of Tokyo

In Japan where earthquakes occur frequently, it is important to make urban planning considering natural disasters. In this paper, the authors propose a method named MUSE (the Method of Urban Safety Analysis and Environmental Design) to analyze a city from a viewpoint of urban safety. MUSE is based on a theory from *the image of the city* by Lynch (1961) and some urban physical elements (subject, path, edge, cell, void, core, web and nature) are defined. Using these elements as parts of an organic system, GIS, GPS and the results of risk assessment, like the building collapse risk, the proposed method may be useful for urban safety assessments in the future.

Keywords: building collapse risk assessment, urban safety analysis, environmental design, GIS, the Image of the city

1. はじめに

筆者らは、これまでに兵庫県南部地震による建物被害データを用いて、建物被害調査の比較^{1), 2)}, 地震動分布の推定³⁾, 建物被害関数の構築⁴⁾, 建物倒壊危険度評価の提案⁵⁾など、一連の研究を行ってきた。これらの研究成果はGIS, GPSなど昨今のコンピュータ技術と組み合わせることにより、今後の実時間地震防災等に役立つと思われる。またこれらの成果を都市の解析や計画に適用し、都市相互のモデル分析による比較を行いマクロゾーネーションの決定要因に使用したり、都市計画をする上で開発地域の優先順位を決定するための指標とすることも可能である。

本研究では、これらの研究成果がGIS等を用いることにより一層活用されるよう、Lynch (1968)⁶⁾の「都市のイメージ」を参考とした、防災的、環境的な観点からの都市の解析およびデザイン手法すなわち「防災環境都市デザイン手法 MUSE (The Method of Urban Safety Analysis and Environmental Design)」を提案する。また建物倒壊危険度を用いた防災環境都市デザインのビジョンを提示する。

2. 都市のイメージ

具体的な物的な要素を取り上げて都市の違いを認識するのは難しい。Lynchは著書「都市のイメージ」⁶⁾の中で、そしてボストン、ジャージーシティ、ロスアンジェルス⁷⁾の3都市を調査対象として取り上げ、これらの問題に答えるためにイメージアビリティという新しい基準を提案した。この「都市のイメージ」という概念は、都市にある物的要素を5種に分類し、その配置によって都市の特性を記述することができるというものであり、それまで都市を解析する上で欠けていた視覚的認識について、客観的な指標・基準を設定した実験的な試みであった。それらの要素とは、「パス (path)」、「エッジ (edge)」、「ディストリクト (district)」、「ノード (node)」、「ランドマーク (landmark)」の5つの

要素 (図1) であり、形態を持つ独立した物的実体である。

3. 都市防災環境デザイン手法 MUSE の提案

本節では、「都市のイメージ」の概念を参考にして、かつ都市を生態的に見立てて、21世紀に向けた防災的・環境的な観点からの都市解析およびデザイン手法を提案したい。

(1) 生態的都市論

第二次大戦後、世界的に大規模な建設の時代がおとずれ、ニュータウンの建設や再開発が行われるようになると、都市をデザインする上で従来の都市計画技術では対応できなくなってきた。そこで、丹下健三研究室の東京計画 1960 (1961)⁷⁾, Smithsonの都市論 (1971)⁸⁾など、人体の構造、植物の幹、枝、葉といった有機体のアナロジーによって、都市の機能を統合しようという動きが現れた。しかし、1970年代には、大気汚染・水質汚濁などの公害や交通渋滞などの都市問題が浮き彫りになり、夢をもたらしべき都市づくりに対する気運が薄れていく。生態的都市論が叫ばれた1960年代から40年近くの年月が経ち、兵庫県南部地震が発生し、この複雑化した社会の脆弱さが露呈してしまった。

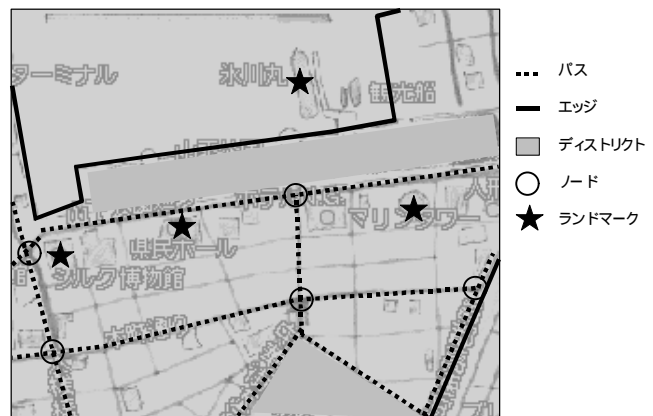


図1 横浜山下地区のイメージ

これらの都市問題や災害は都市の機能が麻痺した結果である。この複雑化した高度情報化社会において、防災的な観点から、あるいは21世紀の環境問題に対処するために、改めて都市を生態的に見なし、解析する手法は今後の都市づくりのために大変有効であると思われる。

(2) MUSE の概要

これらのことを踏まえて、ここで提案する防災環境都市デザイン手法を MUSE (The Method of Urban Safety Analysis and Environmental Design) と名づけた。MUSE とは、都市をひとつの閉じた有機的な系に見立て、8種の物的要素に分類し、都市の様相を可視化することにより、それぞれの要素あるいは要素間相互の関係性から都市を解析し、設計およびシミュレートするための手法である。その概念図と全体イメージを図2、図3に示す。

(3) Element: 0 仮想壁 Imaginary Wall (図4)

ある地域を分析する時に、それらを閉じた系として考える必要がある。通常は行政区域で閉じるのが都合が良からう。また状況に応じて規模を変えることも可能である。日本全国を対象としたマクロゾーンーションを検討する時には東海地方、近畿地方など大きく分ける必要があるであろうし、都道府県単位になることも在り得る。市、区、町村、町丁目、学区など状況に応じて規模を変えていけば良い。その時にその地域を閉ざす役割をするのが仮想壁である。

仮想壁は地域の境界上に想定された鉛直面である。この仮想壁によって地域はその内部と外部に区分される。地域を取り巻く仮想壁のある部分を限定することにより断面積あたりまたは距離あたりの交通路数、交通量、物資の流通量、人口移動量等を計測することが可能になる。観察者は仮想壁を肉眼で見ることができないが、モニターや装着型映像装置上に視覚化することにより、ある地域の各種情報を感覚的に把握できるようになる。

(4) Element: 主体 Subject

都市を舞台と考えれば、一人一人の人間は、そこで演じる役者であり観客でもある。都市という人工的な環境は見る・見られるという両方の立場を共有している一人一人の人間のために造られてきた。都市とは物的環境と人間活動を積分したものであり、政治・経済・防災・娯楽等都市活動のほとんどは、一部の地球環境中心的な考えを除いて、人間を中心としたものであろう。そこで MUSE における主要な第一要素として都市の主役である主体を定義する。主体とは人間であり、その人間の移動手段である自転車、自動車、鉄道等を指す。それらは多くの場合移動可能な点として扱われる。多くの場合この主体の移動によりエネルギー、物資、情報等が伝達されるため、この主体という概念は都市における血液のようなものでもある。

(5) Element: 形態要素 Shape

MUSE は、主に都市空間を取り扱う手法である。そのため経済、政治、哲学など形而上学的なものではなく空間的な要素(位置、長さ、高さ、幅、面積、体積、形等の属性を持ち、触ることが出来る物的なもの)を対象としている。この形態要素とは都市の地上に存在し、空間上で移動したり操作したりすることができる要素である。

-a. パス Path (Leading Path, Secondary Path) (図5)

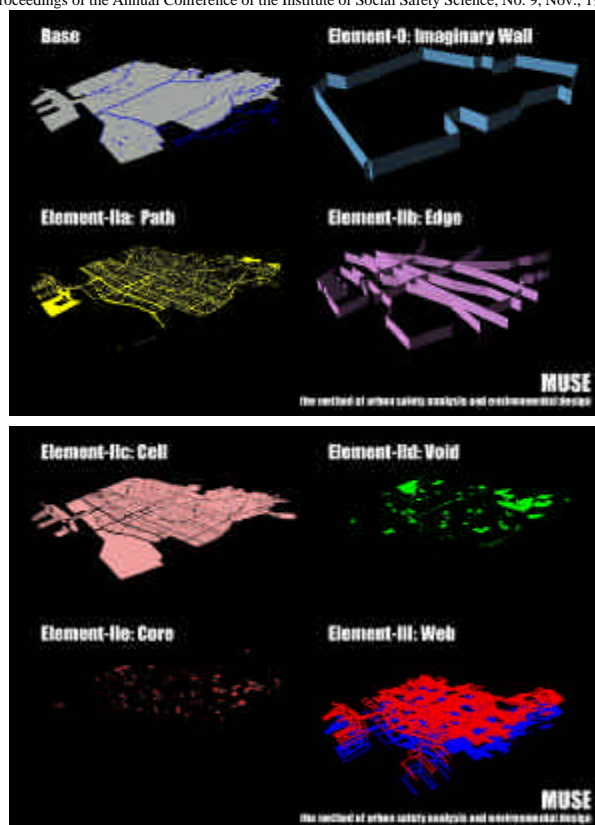


図2 MUSE の各要素

パスとは、街路、散歩道、運送路、運河、鉄道など人々の通路である。形態的には線状であり、ネットワーク化された要素である。地上においてパスは、主体の公共的な通路であり、それに沿って並木道のように自然要素を組み込むことも可能である。また通常その地下にはウェブが組み込まれ、ライフラインのネットワークとも密接にからんでくる。防災的には道路下に共同溝を設け、ウェブを組み込むのが有効とされている。以上のことからパスを生態的に例えれば、ものの通路である血管系であり、それらを保護すべき骨格系であり、情報経路である神経系でもあり、重要な要素である。

パスは、その規模、役割に応じてさらにリーディングパスとセカンダリーパスに分類される。リーディングパスとは主に幹線道路を指し、地域間を結び、ライフラインの主要経路ともなる。また災害時には延焼遮断帯となることもあり、被災者を避難場所へと迅速に正確に導く役割もするため、計画する時にはわかりやすさなどを考慮する必要もある。一方、セカンダリーパスとは小路、裏道など比較的規模の小さい道路であり、個々の家庭の日常生活の中で密着した存在である。このセカンダリーパスは都市における毛細血管のようなもので、幹線道路から分岐して各家庭に様々なものを供給する役割をする。

-b. エッジ Edge (図6)

エッジとは、観察者がパスとしては用いない、あるいはパスとはみなさない、線状あるいは面状の要素をいう。つまり海岸、鉄道線路の切通し、開発地の縁、壁など、2つの局面の間にある境界であり、連続状態を中断する線状のものことである。これは点を示す座標軸というよりは、人々が領域を知るために横側から参照するものである。こ

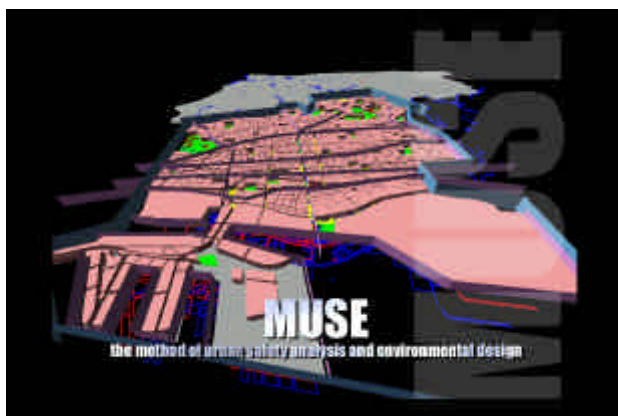


図3 MUSE の全体イメージ



図4 Element: 0 Imaginary Wall



図5 Element: II-a Path



図6 Element: II-b Edge

れは多少の通り抜けのある障壁かも知れないし、2つの地域を相互に関連させる継ぎ目かも知れない。この要素は、防災的には延焼遮断の役割が大きいであろう。ある都市機能を持つエッジとしての壁状の要素を、木造密集地域等に挿入することにより、延焼危険性を低減させることも可能である。また港湾など平常時には歩行者にとってエッジとされる場所も、災害時には水路のパスになることもある。

-c. セル Cell (図7)

セルとは街区(ブロック)である。ほとんどの都市は区画整理され街区と街区の間を道路が通っている。そのような街区は都市においてセル(細胞)のようなもので、MUSEにおいては面的な最小単位と位置付けた。街区の中は建物が立ち並んでおり、それらの建物は構造・建築年代等の属性を持っている。それら建物の倒壊危険性と街区の地盤条件によって街区ごとの建物倒壊危険度や地震が発生した時の被害棟数を想定することが可能である。街区の中には建物に占有された部分と駐車場のよう空地となっている部分があるが、それらの空地は私有地である場合が多く、災害時においても中に入れないものと仮定し、基本的にはヴォイドとは区別したマスとして考えることとする。すなわちセルは一般の人が中に入ることが出来ないマス(Mass)として考えることとする。セルは、面積、建物棟数、建物倒壊危険度、空地率、想定死亡者数等の属性を持っている。

-d. ヴォイド Void (図8)

ヴォイドとは、都市の中の公共的なオープンスペース、広場、駐車場、学校の校庭、空地等を指す。パスを幅を持たないネットワークとして考えれば、建物に占められたセ

ルを反転したのと考えられるかも知れない。しかし基本的には、ヴォイドとパスは独立したものとして考え、ヴォイドは閉じた面として考えることとする。ヴォイドは主体にとって、都市の中で憩う場、公共的な活動をするために集まる場、災害時には避難をする場など公共空間として様々な機能を持つ重要な場である。災害時には、パスと共に都市の流通にとって重要な役割を担い、パスとのネットワークの良し悪しによって、災害時におけるヴォイドの機能は大きく左右される。

-e. コア Core (図9)

コアとは、役所、病院、消防署、警察署、ライフラインの拠点施設等、都市生活において核となる重要な機能を持つ各施設を指す。それらは点として扱われ、位置情報を持つ。災害時には、各施設の持つ、収容人員数、出動可能数などのパラメータが有効となるであろう。

(6) Element: ウェブ Web (図10)

地上における物的要素である5種類の形態要素に対し、ネットワークシステムが重要な意味を持ち、必ずしも地上に設置されてはいないライフラインなどの要素をウェブと定義した。ウェブは、ライフライン(上下水道、ガス、電気、情報通信等)の配管、共同溝、電線等を指すが、衛星通信等の不可視な要素も含まれる。

(7) Element: 自然 Nature

都市の中には、水辺、河川、緑地、農地等、様々な自然の要素が存在する。それらは、災害時における生活用水、消火用水、延焼遮断帯等として防災面で重要であるだけでなく、都市におけるヒートアイランドの防止などの環境面

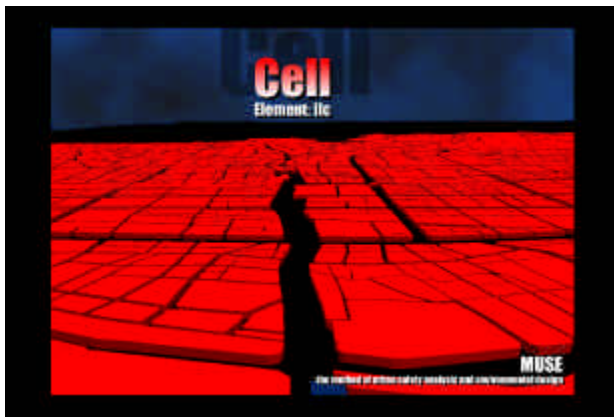


図7 Element: II-c Cell



図8 Element: II-d Void

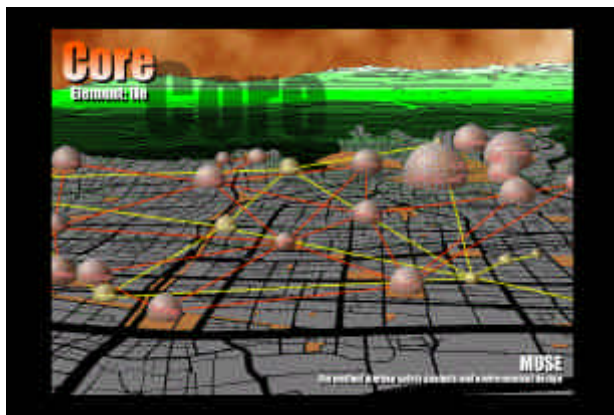


図9 Element: II-e Core

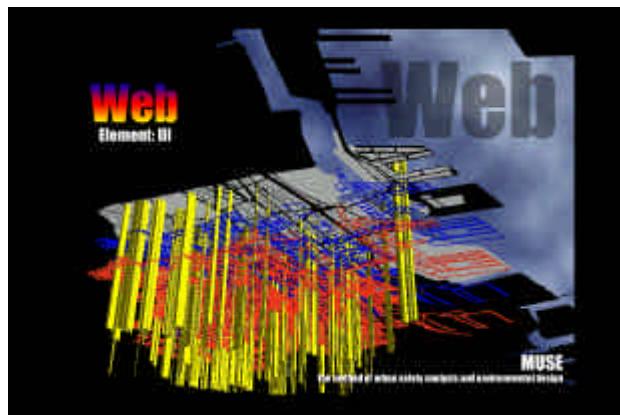


図10 Element: III Web

や、快適な公共空間をつくるなど日常生活においても重要な要素である。これらの自然要因は都市のアイデンティティを形成していることが多く、それらをうまく生かすことが、都市を計画する上では必要不可欠である。

4. まとめ

本章では、Lynchの「都市のイメージ」を参考にして、都市を生態的に見立て、21世紀に向けた都市解析およびデザイン手法を提案した。ここで提案した防災環境都市デザイン手法をMUSE(The Method of Urban Safety Analysis and Environmental Design)と名づけた。MUSEとは、ある都市をひとつの閉じた有機的な系と考え、8種の物的要素に分類し、都市の様相を可視化することにより、それぞれの要素あるいは要素間相互の関係性から都市を解析し、設計およびシミュレートするための手法である。この8種の要素は「主体」、「形態要素」、「ウェブ」、「自然」の4種に大きく分類され、「形態要素」はさらに5つの要素(パス、エッジ、セル、ヴォイド、コア)に分類される。またひとつの地域を仮想的に閉ざすために準要素として「仮想壁」を想定している。

これまでに行った研究成果である建物被害関数や建物倒壊危険度は、「セル(街区)」の評価に適用できる。その他の要素の評価に関しては、これまでにも各方面の専門家により研究されているため、今後の課題として検討していく必要がある。各要素および各要素間の関係の評価手法を整理し、ここで提案したビジョンに肉付けしていくことにより、防災的な観点からの都市の特性の比較が可能となると

思われる。またGISやGPSなどのより具体的な利用法についても検討していく必要がある。

参考文献

- 1) 村尾修, 山崎文雄: 兵庫県南部地震における建物被害の自治体による調査法の比較検討, 日本建築学会計画系論文集, No. 515, pp. 187 - 194, 1999. 1.
- 2) 村尾修, 山崎文雄, 目黒公郎: 芦屋市をモデルとした兵庫県南部地震による建物被害評価の変換法, 日本建築学会計画系論文集, No. 519, pp. 203 - 210, 1999. 5.
- 3) 村尾修, 山崎文雄: 構造・建築年を考慮した建物被害データに基づく灘区の地震動分布の再推定, 日本建築学会構造系論文集, No. 523, pp. 141 - 148, 1999. 9.
- 4) 村尾修・山崎文雄: 自治体の被害調査結果に基づく兵庫県南部地震の建物被害関数, 日本建築学会構造系論文集, No. 527, 2000. 1. (掲載予定)
- 5) 村尾修, 田中宏幸, 山崎文雄, 若松加寿江: 兵庫県南部地震の被害データに基づく建物倒壊危険度評価法の提案, 日本建築学会構造系論文集, No. 527, 2000. 1. (掲載予定)
- 6) Lynch, Kevin: 都市のイメージ, 丹下健三, 富田玲子訳, 岩波書店, 1968.
- 7) 丹下健三研究室: 東京計画 1960 その構造改革の提案, 1961.
- 8) Smithson, Alison & Peter: 都市の構造, 藤井博己訳, 美術出版社, 1971.