

都市解析手法 MUSE の提案と都市デザインにおける役割

PROPOSAL OF MUSE AND ITS ROLE IN THE FIELD OF URBAN DESIGN

村尾 修——*1 山崎文雄——*2

Osamu MURAO Fumio YAMAZAKI

キーワード：
防災都市計画, 都市解析, MUSE, GIS, 都市デザイン, 都市のイメージ

Keywords：
Urban Safety Planning, Urban Analysis, MUSE, GIS, Urban Design, The Image of the City

In this study the method of urban safety analysis and environmental design named "MUSE" is proposed from the disaster-mitigation viewpoint toward the twenty-first century. Modeling a city as an organic and closed system with classifying the urban space into 8 elements and visualizing the aspect of the city, MUSE analyzes and simulates the city from each element or mutual relations between elements. This paper further shows the role of MUSE in the field of urban design. MUSE is expected to be used for the recognition of cities together with new information tools e.g. GIS, GPS, and mobile computer.

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イ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。

本報告では、これらの研究成果が GIS 等の最新技術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・環境的な観点からの都市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⁷⁾。また 21 世紀を間近に控えた現代における MUSE の意味合いを都市デザインの変遷の中から考察し、社会的適用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、ボストン、ジャージーシティ、ロスアンジェルス 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の客観的な指標・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。本報告で提案している MUSE は、目的は異なるものの、都市を物的環境に分類するというこの「都市のイメージ」の考え方を防災都市計画に取り入れたものである。

3. 都市防災環境デザイン手法 MUSE の提案

(1) 生態的都市論と阪神・淡路大震災

第二次世界大戦後、世界的に大規模な建設の時代がおとずれ、二

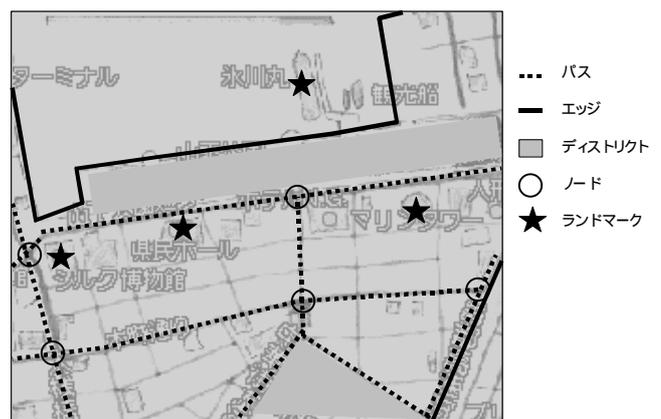


図 1 横浜山下地区のイメージ

*1 筑波大学社会工学系 講師・博士 (工学)
(〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1)

*1 Assistant Professor, Institute of Policy and Planning Science, University of Tsukuba, Dr. Eng.

*2 東京大学生産技術研究所 助教授・工博

*2 Assoc. Prof., Institute of Industrial Science, University of Tokyo, Dr. Eng.

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 1960⁸⁾、Smithson の都市論⁹⁾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。兵庫県南部地震後に発生した多くの都市問題や災害は都市機能が麻痺した結果であった。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、改めて都市を有機的な生態系として見なし、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(図 2、図 3)と全体イメージ(図 4)を示す。

MUSE の要素は次のように分類される。

Element: 0 仮想壁 Imaginary Wall

Element: 主体 Subject (Physical Dynamic Element):
人間, 自転車, 自動車, 鉄道等

Element: 形態要素 Shape (Physical Static Element)
a. パス Path (Leading Path, Secondary Path):
幹線道路, 街路, 小路, 裏道等

b. エッジ Edge:
海岸, 鉄道線路の切通し, 開発地の縁, 壁等

c. セル Cell:
街区, ブロック等

d. ヴォイド Void:
公共空間の広場, 学校の校庭, 駐車場等

e. コア Core:
ライフラインの拠点施設等, 役所, 病院等

Element: ウェブ Web (Systematical Element):
ライフラインの配管, 共同溝, 電線等

Element: 自然 Nature (Natural Element):
水辺, 河川, 緑地, 農地等

以下ではこれらの各要素について説明する。

(3) Element: 0 仮想壁 Imaginary Wall (図 5)

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ネ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, 学校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。

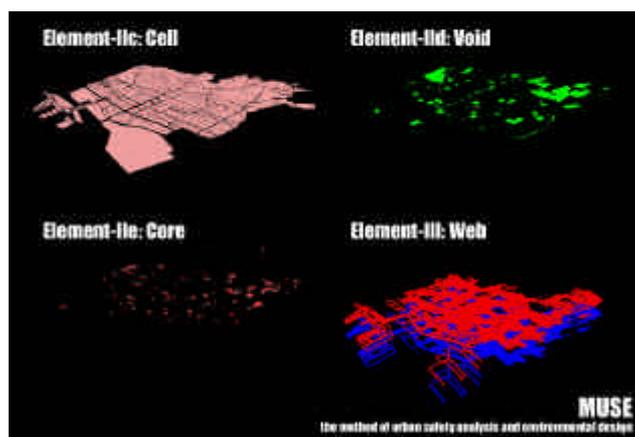
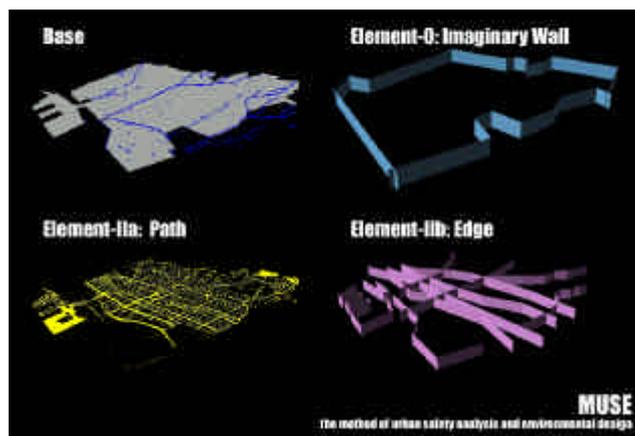


図 2 MUSE の各要素

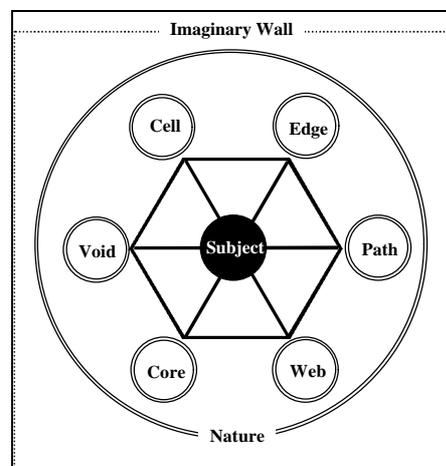


図 3 MUSE の各要素のダイアグラム

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

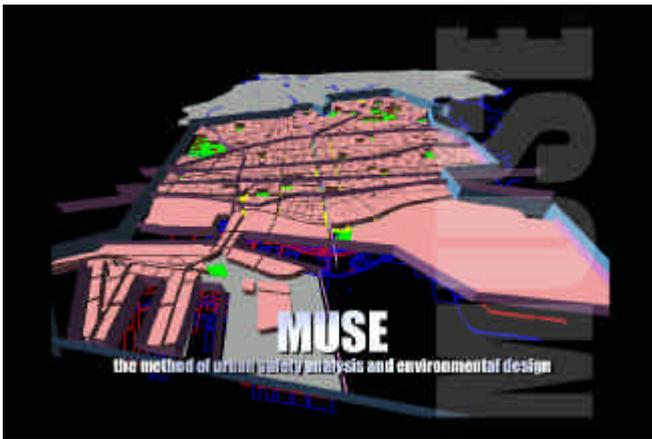


図4 MUSEの全体イメージ

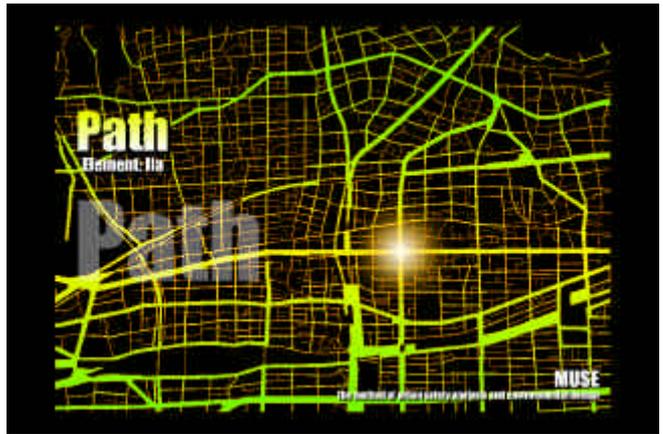


図6 Element: II-a パス

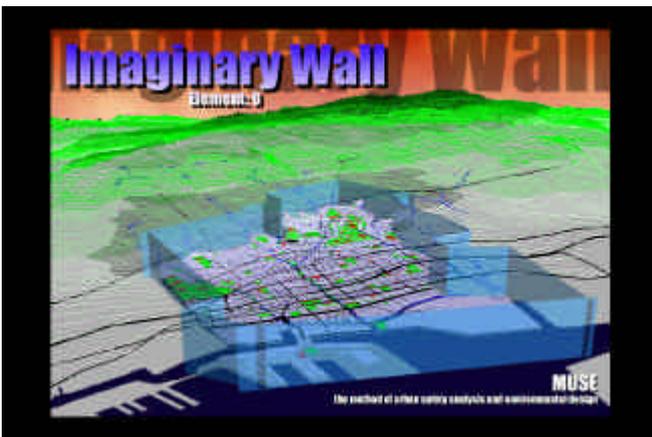


図5 Element: 0 仮想壁



図7 Element: II-b エッジ

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る。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、接触可能な物的なもの）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6)

パスとは、街路、散歩道、運送路、運河、鉄道など人々の通行路である。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、主体の公共的な通行路であり、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、個々の家庭にとって日常生活に密着した存在である。これ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7)

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ごとである。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ネガティブなエッジとされる場所も、災害時には水路と

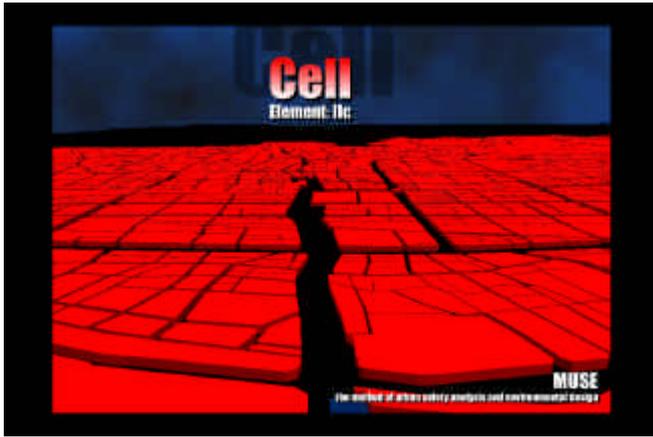


図8 Element: II-c セル

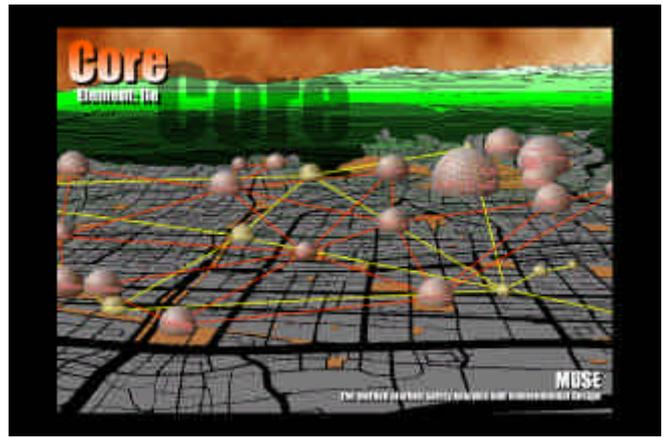


図10 Element: II-e コア



図9 Element: II-d ヴォイド

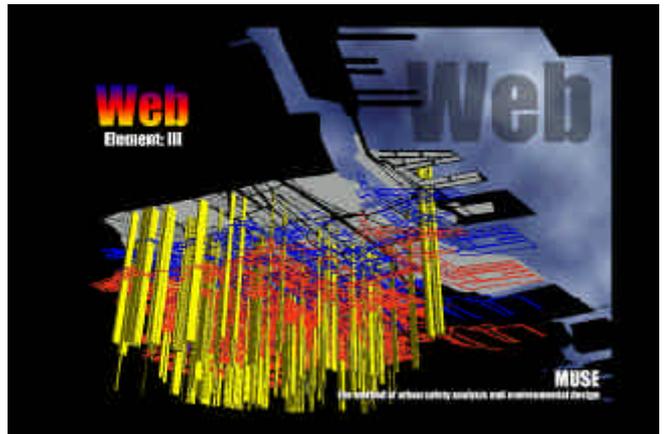


図11 Element: III ウェブ

して主要なパスになることもある。

-c. セル Cell (図8)

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。街区の中には建物が建ち並んでおり、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(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、想定死者数等の属性を持っている。

-d. ヴォイド Void (図9)

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も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10)

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、各施設を持つ、収容人員数、駐車可能数、空きベッド数、出勤可能消防車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11)

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的に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. 都市デザインの4つの段階と MUSE のビジョン

ここでは都市デザインという側面から見た MUSE という手法の現代における位置付けと、実用化のビジョン・役割について考える。

1960年代から70年代にかけて、現実の都市計画の提案あるいは近代都市の理想としてのユートピア的都市構想が多く、建築家や都市計画家により提案された。そのような背景の中で磯崎新は、パリなどのバロック的都市計画から記号の集積として表現される昨今の都市に至る「都市デザイン」の概念の変遷を次のように述べている¹⁰⁾。

実体論的段階(実在空間 与件・提案): 都市を物的存在そのものと考え、都市計画はそれを物理的に美しく仕上げる手法であるという段階。パリ、ワシントンDCの都市計画等。

機能論的段階(ダイアグラム空間 機能配分計画): 都市を「住む、働く、憩う、巡る」という4つの機能の配置、図式的な空間としてとらえる段階。用途地域の設定等。

構造論的段階(パターン空間 組織化計画): 都市をその部分と全体が常に変化し生長し新陳代謝しつづけているものとし、人間と物の活動パターンを具体的な形態に反映しようとしている段階。丹下健三研究室の東京計画⁸⁾、SmithsonのCluster City⁹⁾等。

象徴論的段階(モデル空間 仮説操作計画: 方法体系): 都市を知覚される対象(シンボルの集合)とみなし、それらを操作し組み立ててから、ものそのものへ還元する方法をとる段階。都市はシンボルの分布濃度となる。都市記号論、GISを用いた解析等。

高度情報化された現代において、都市は人々により「象徴論的」なものとして認識されていると思われる。Crane¹¹⁾は60年代に巨大で複雑な都市における全体認識の必要性を説き、目に見えないものを見えるようにする新しいアーバン・デザインが必要だと言っている。この考え方は今にして思えばコンピュータによるシミュレーションによる都市解析の手法であろう。しかしながら当時の技術

表1 MUSE 適用の可能性

ID	要素	解析に必要と思われる主なパラメータ、キーワード	研究者設計者	自治体	住民
0	仮想壁 Imaginary Wall	・通行可能道路幅 ・道路数 ・仮想壁長さ ・地域面積 ・各種移動量など	閉鎖系空間を作る 他地域との関係を明確化	避難地区への誘導	・カーナビゲーションシステムとの連動 ・交通情報受信 ・被災情報把握
	主体 Subject (Physical Dynamic Element) 人間, 自転車, 自動車, 鉄道等	・人口, 人口密度 ・交通量 ・速度など	避難誘導シミュレーション	被災者行動の把握 交通状態の把握 各種情報送信	被災時必要情報の把握 避難場所への被誘導 交通情報の把握
	形態要素 Shape (Physical Static Element)		都市空間設計	各種シミュレーション 各種情報送信 公共空間の提供	各種情報受信 公共空間の享受
	a. パス Path (Leading Path, Secondary Path) 幹線道路, 街路, 小路, 裏道等	・道路幅 ・ネットワーク ・交通量など	交通シミュレーション 路地裏等の有効活用 道路閉塞推定	交通情報の把握 道路被害把握 閉塞状況の把握 交通情報の伝達	各種交通情報の受信
	b. エッジ Edge 海岸, 鉄道線路の切通し, 開発地の縁, 壁等	・エッジ幅 ・エッジ高さ ・延焼遮断性能 ・代替交通可能性など	延焼遮断シミュレーション ・マイナス要素のプラス要素への変換	延焼遮断シミュレーション 港湾等の災害時利用計画	延焼遮断情報の受信
	c. セル Cell 街区, ブロック等	・建物被害率 ・建物存在比率 ・建物倒壊危険量 ・空地率など	建物被害推定 建物倒壊危険度推定 避難場所シミュレーション	建物被害推定 建物倒壊危険度推定 避難場所シミュレーション 危険度の把握と広報	建物倒壊危険度等の把握 リアルタイム被害率の受信
	d. ヴォイド Void 公共空間のオープンスペース, 学校の校庭, 広場, 駐車場, 空地等	・空地率 ・面積 ・延焼遮断性能 ・用途など	延焼遮断シミュレーション 公共空間の設計 避難シミュレーション	延焼遮断シミュレーション 公共空間の設計 避難シミュレーション 避難情報の把握と広報	快適な公共空間の享受 避難所位置の把握 被災情報の受信
	e. コア Core 役所, 病院, 消防署, 警察署, ライフラインの拠点施設等	・用途 ・施設棟数 ・施設配置 ・建物性能など	建物設計 空間配置シミュレーション 被災シミュレーション	建物設計 空間配置シミュレーション 被災シミュレーション 被災状況と広報	各種サービスの享受 建物被災情報の受信
	ウェブ Web (Systematical Element) ライフラインの配管, 共同溝, 電線等	・ネットワーク ・共同溝率 ・配置 ・代替性など	ライフライン破壊シミュレーション 幹線道路(含共同溝)の設計	ライフライン破壊シミュレーション 幹線道路(含共同溝)の設計	ライフラインの享受 ライフライン情報の受信
	自然 Nature (Natural Element) 水辺, 河川, 緑地, 農地等	・緑地率 ・配置 ・運動帯率 ・面積など	公共空間設計 延焼遮断シミュレーション	公共空間設計 延焼遮断シミュレーション 快適な公共空間の提供	快適な公共空間の享受
	意義		三次元的思考 都市シミュレーション 都市解析 都市設計	情報把握 都市シミュレーション 街づくり 情報送信	情報把握 情報受信

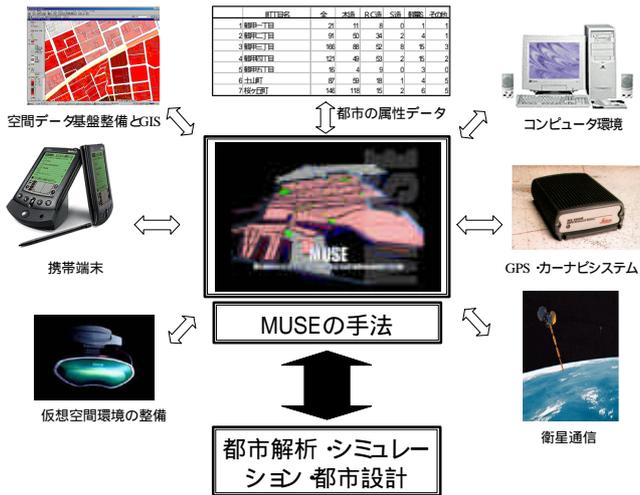


図 12 情報技術と MUSE の連動イメージ

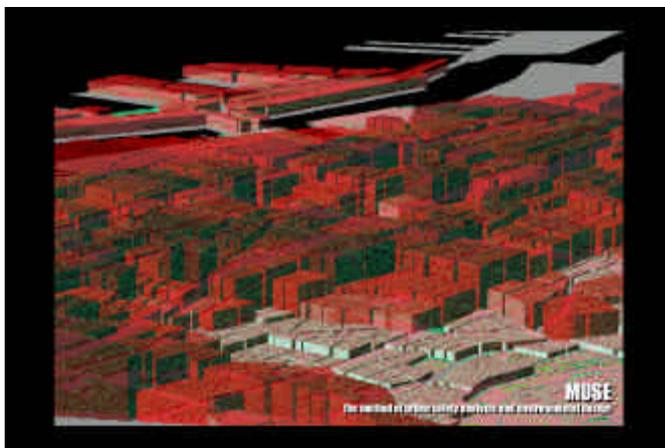


図 13 高さで表示された地震発生時のセルごとの地震動分布



図 14 3次元で表現されたセルごとの建物倒壊危険度

で、それを行うことは難しかった。それから 40 年の年月を経て、情報技術は進化し、空間データ基盤も整備されてきている。60 年代に提唱された都市解析手法が可能になった時代になったのである。フラクタルやカオス理論がコンピュータのシミュレーション技術により初めて可能になったように、これらの技術を MUSE に適用することにより、初めて可能になる都市解析・設計手法があるのではないだろうか(表 1, 図 12)。今後も更なる発展が見込まれる各種情報技術とこ

の MUSE の手法を、建物被害関数⁴⁾や建物倒壊危険度⁵⁾などに適用することにより、より効果的な防災対策が期待できると思われる。

5. おわりに

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 MUSE を提案した。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。ここではさらに MUSE の都市デザインにおける位置付けについても検討した。

昨今の高度情報技術と連携させ、具体的な手法としての MUSE を実現化するためには、いくつかの課題が残されているが、MUSE の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、防災的観点からの新しい都市解析および設計手法が可能となるとと思われる。

都市を防災的観点から考えるということは、特別に日常生活からかけ離れたことを考えるものではない。地震等で都市が被害を受けた時に都市生活におけるあらゆる分野においてそれらの重要性が浮き彫りになるだけである。災害時に、それらが機能しなくなり、改めて日常生活の意味が問われているにすぎない。防災的観点から都市をデザインするというのは、平常時に見過ごしがちな都市生活を防災というマイナス側からのフィルターを用いて見つめ、都市を再構築しようという考え方である。このような考え方を前提として、MUSE を発展させていきたいと思う。

注記

本論文の一部は、1999 年 11 月に行われた第 9 回地域安全学会研究発表会⁷⁾で発表した内容を修正・追加したものである。

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, pp. 189 - 196, 2000. 1.
- 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, pp. 197 - 204, 2000. 1.
- 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) 村尾修, 山崎文雄: 3次元 GIS を用いた都市解析手法 MUSE の提案, 1999 年地域安全学会論文報告集, pp. 72-75, 1999. 11.
- 8) 丹下健三研究室: 東京計画 1960 その構造改革の提案, 1961.
- 9) Smithson, Alison & Peter: 都市の構造, 藤井博己訳, 美術出版社, 1971.
- 10) 日本の都市空間: 都市デザイン研究体, 彰国社, 1968.
- 11) David Crane: City Symbolic, AIA, 1960.