

地域防災計画にマネジメント手法を 取り入れる方法論に関する一考察

早稲田大学大学院建設工学専攻 ○鈴木信行*1
早稲田大学理工学総合研究センター 客員教授 鈴木明人*2
早稲田大学大学院社会環境科 教授 濱田政則*3
by Nobuyuki SUZUKI, Aketo SUZUKI, Masanori HAMADA

防災活動は、達成目標、有期性、独自性を持つプロジェクトと捉えることができる。防災活動において最も重要なマネジメント要素は情報である。災害は繰り返されるといわれる。しかし、地域の特性等により必ずしも全く同様には発生しない。自治体が策定する地域防災計画を基に行政内部及び市民や企業間を包括した情報の流れをネットワーク構造として捉え情報の伝達特性を分析する。情報の伝達特性をマネジメントすることにより、防災計画に柔軟性・堅牢性を持たせることが可能となる。被災のパターンと防災計画の最適化により、効果的な防災活動が可能となる。

本研究では、防災計画の柔軟性の向上に関して情報ネットワーク構造の特性を分析し、長い短絡情報伝達網、および情報媒介組織の重要性を示す。

【キーワード】防災マネジメント、地域防災計画、情報伝達特性

1. 研究の背景と目的

2004年10月には最大震度7を記録した新潟県中越地震が発生した。さらに、2004年は台風23号等による風水害も多く発生した。また、2005年には福岡県西方沖（最大震度5強、4月）、千葉県北西部（最大震度5強、7月）、宮城県沖（最大震度6弱、8月）、新潟県中越（最大震度5強、8月）等の比較的大きな地震が発生している。一部では、わが国は地震の活性期に入ったとも危惧されている。1995年1月に発災した兵庫県南部地震からちょうど10年が経過し、耐震・免震構造や防火対策等のハード技術が開発・普及しはじめている。また、インターネットや携帯電話などの急速なIT化の進展により、IT技術を援用した防災システムが開発・運用されている。しかし、最近の地震発生時に甚大な人的被害は少ないものの、防災に対する様々な課題が抽出されている。

災害は繰り返すと良く言われる。今日までの多くの被災および復興等の経験を基に、防災に対するPlan（計画）⇒Do（実施）⇒Check（評価）⇒Action（改善）という管理サイクルを用いるマネジメント手法が有効となる。

本研究の目的は、防災マネジメントの中核となる地域防災計画に関して、情報伝達特性の観点で考察する。

2. 防災マネジメントと地域防災計画

(1) 災害発生の自然誘因と地域特有の課題

災害は、通常を超える外力等が加えられて、建物や地盤の許容範囲を超えると発生する。そのとき、災害に対する地域特有の脆弱性等により、リスクポテンシャルが変わる。すなわちハード技術とソフト技術の融合で災害に対応しなければならない。

自然誘因の発生を完全に把握し、それに対応できるハード技術の構築は、現時点では困難である。また、数十年～数百年に1度の頻度で発生する大地震災害に対し過度の防災施設や設備は、費用対効果の観点から説明が困難である。そこで防災計画や防災システム等のソフト技術による被害の抑止や軽減が重要となる。

大災害時において、地域はそれぞれ特有の挙動や振舞いを示す。例えば、大都市部と中山間地域、海洋に面している地域等で、災害に対する特性は異な

*1 (財) JACIC 03-3584-2401

*2 理工学研究センター 03-5272-6272

*3 理工学研究科 濱田研究室 03-3208-0349

3. 防災計画の適応化

(1) 情報伝達特性と防災計画

地域防災計画は、緊急時の混乱を避けるために行政の策定したものであり、多様な被災状況に対して最適な対応にならないケースがある。また、防災活動は市民と企業が一体化して効果が発揮される。そこで、防災マネジメントにとって最も重要な要因である情報伝達特性を、行政と市民、そして企業まで包括して分析し、多様な災害に対応できる防災計画を考察する必要がある。

(2) 長い短絡情報伝達による防災計画

緊急時の情報伝達には、伝達距離や伝達時間、伝達情報量という物理的指標以上に、伝達の確実性が重視される場合が多い。

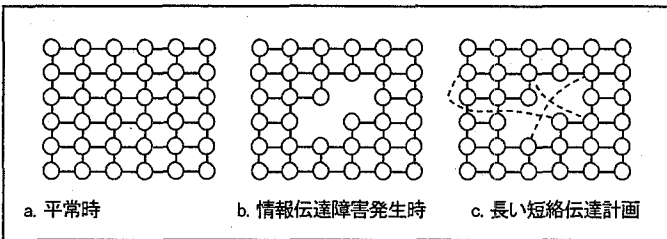


図-3 長い短絡情報伝達計画

図-3は、情報の流れをリンク、市民や行動主体をノードとして表現した簡単な社会格子モデルとする。実社会はこのように整然とした格子状に連携をしていないが、情報伝達ネットワーク特性を静的に数値解析する。

ネットワーク構造を示す代表的な指標に、あるノードにつながっている2つのノードそれぞれがつながり三角の形状につながっている確率を示すクラスター係数 C 、あるノードからあるノードまで到達するステップ数を示す平均ノード間距離 $\langle L \rangle$ がある。

ノード i が持つリンク数 k_i 、クラスター数を E_i 、ノード総数を N 、ノード i と j の距離（ステップ数）を δ_{ij} とすると、 C と $\langle L \rangle$ は次式で定義できる²⁾。

式(2)で算出した平均ノード間距離 $\langle L \rangle$ を表-1に示す。長い短絡情報伝達経路を持つ構造の平均

距離は短くなる。これは、スモールワールド現象³⁾といわれるネットワーク特性を利用した計画である。例えば、区支部と町内会や自治会、および石油精製基地等との間で、緊急連絡網として非常電源を備えた船舶無線のような長い短絡伝達網が提案できる。

$$C = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N C_i \quad C_i = \frac{2E_i}{k_i(k_i - 1)} \quad (1)$$

$$\langle L \rangle = \frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N (\delta_{ij})(i \neq j) \quad (2)$$

表-1 6x6格子グラフの平均ノード間距離 $\langle L \rangle$

状態	平均頂点間距離 $\langle L \rangle$
a. 平常時	4.073
b. 情報伝達障害発生時	4.317
c. 長い短絡伝達計画	3.421

(3) 情報伝達の媒介性と接近性による防災計画

ネットワーク構造におけるノードの中心性（重要性）を示す指標は幾つかあるが、次式⁴⁾について考察する。

a) 接近性（Closeness）

ノード i から他のノードまでの接近性を示す指標である。物理的な距離ではなく、経由するノード間のステップの逆数である。

$$Closeness(i) = \frac{N-1}{\sum_{j=1}^N \delta_{ij}} \quad (3)$$

b) 媒介性（Between-ness）

ノード j とノード k を結ぶ全てのパスとノード i を経由するパス径路数比。関連の無いノード j とノード k を関連付ける性格を示している。

$$Between-ness(i) = \sum_{j < k, i \neq j, i \neq k} \frac{\delta_{jk}(i)}{\delta_{jk}} \quad (4)$$

ここで $\delta_{jk}(i)$ はノード i を経由する最短経路数。

図-4は2つのグループの様々な連携構造を示している。左半分は直接連携、右半分は仲介組織(者)のノード2つを付加している。それぞれの構造の左肩に示した白抜きの数字は、ネットワーク構造の広さ(diameter)であり、各ノード側の数字は媒介性を示している。

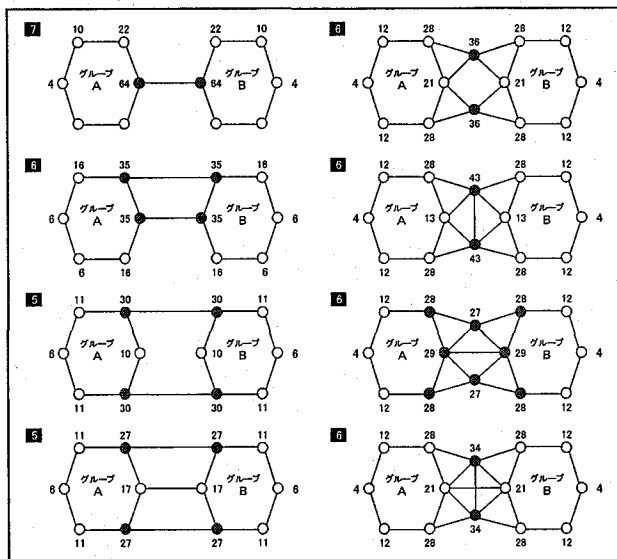


図-4 様々な連携(接続)構造

直接連携の場合(左半分)、接点となるノードの接近性値と媒介性値は高い傾向を示す。その高い数値を示すノードが災害時に機能不全となるとネットワーク全体の機能が低下する。反面、仲介組織を設定した場合(右半分)、個々の媒介性値および接近性値は大きく改善されないが、接点付近の媒介性が平準化されることが分る(特に、右側上から3番目のネットワーク構造)。

これは、行政と市民、企業間にNPOや市民団体等を介在させる防災計画の重要性を示している。

4. 結論

本研究では、被災パターンの多様性に対して、防災計画は市民や企業等の社会システムも包括して策定する必要性を示した。その際、防災マネジメントにとって最も重要な要因である情報の流れを社会ネットワーク構造として捉えた。ネットワーク構造から災害時の社会特性を分析し、脆弱性の改善案を提示した。今後は、被災パターン毎に対する最適な情報伝達構造を構築し、防災計画へ反映できるよう研究を継続する所存である。

【参考文献】

- 1) 例えば、河田恵昭：阪神・淡路大震災，土木学会誌，ミニ特集「情報が生死を分けた」，土木学会誌，Vol.81，7月号，pp.80-83，1996
- 2) 廣安知之，他：遺伝的アルゴリズムによる複雑ネットワークの解析，http://www.is.doshisha.ac.jp/~tom/paper/2005/hiroyasu_network.pdf
- 3) D.J.Watts：辻竜平，友知政樹訳：Six Degrees，pp.89-116,2004.10
- 4) Diego A. Batallas, Ali A. Yassine: Information Leader in Product Development Organization Networks: Social Network Analysis of the Design Structure Matrix, 2004.05

A STUDY ON THE IMPLEMENTATION OF MANAGEMENT CONCEPT TO REGIONAL ANTI-DISASTER PLANNING

Nobuyuki SUZUKI, Aketo SUZUKI and Masanori HAMADA

We could say the disaster prevention action must be A Project, because it should have a purpose achieved, limited time & uniqueness. The most important influence behavior on the Management should be a communication/information. Disaster should be repeatedly happened again and again. However an exactly same case might not be occurred. Base on the regional anti-disaster planning, the characteristics of information flow between citizens, private enterprises and regional offices are treated with network structure. In this paper, we present that the increasing of flexibility and robustness of anti-disaster planning at the information flow management point of view. We propose that long distance-short cut connections and brokerage organizations are important for the disaster prevention actions.