緊急時におけるIT防災システムの課題に関する研究

(財)日本建設情報総合センター 正会員 鈴木信行 早稲田大学 理工学総合研究センター 客員教授 鈴木明人 早稲田大学 理工学部社会環境工学科 学生会員 梶田光信 早稲田大学 理工学研究科社会環境工学科 教授 濱田政則

1. 研究の背景と目的

1995年の兵庫県南部地震以後,IT技術の進展と社会への浸透に伴い,IT技術を援用した防災システムが研究・構築され,多くの自治体などに様々なIT防災システムが導入されている.しかし2004年新潟中越地震の際,厚生労働省の「広域災害救急医療情報システム」は使用されず,期待されていた効果が十分に発揮されなった¹⁾.そこで,地方自治体の防災担当者が抱いているIT防災システムの不安点や課題などに関して,ヒアリング調査を実施した.

本稿では,ヒアリング結果から緊急時におけるIT防 災システムの機能不全の主要因を可視化し,グラフ理 論を用いて定量的に評価する.その結果から緊急時に 機能するシステム構築の重要課題の特定を目的とする.

2. IT防災システム機能不全要因

(1) 複雑系におけるIT防災システムの機能

自然災害,特に大地震は発生の時期や規模を予測することは現時点の科学では困難である.また,予期できぬ災害の意外性と複雑な組織内部のシステムを対象としたIT防災システムは個体では機能できず,人間系と機械系の相互依存により効果が発揮される²⁾.したがって,人間系行動を踏まえたアーキテクチャーを持ったIT防災システムを構築する必要がある.

(2) 複雑なシステムの可視化

緊急時のIT防災防災システムを用いた行動に関して,5つの自治体へヒアリングを実施した.その結果,多くの機能不全要因が抽出された.その要因をノード(node)とし,相互関連をリンク(link)としてモデリングしたのが図・1である.グラフ形状から,多くの要因が複雑に関連を持っていることが視覚的に把握できる.



図 - 1 防災システム機能不全要因関連グラフ

3. グラフ理論による特性分析

(1) ネットワーク系の中のノード特性

図 - 1はIT防災システムの課題点の関連を示した ネットワークとみなすことができる.このネットワーク系において,それぞれのノード(要因)の位置付け や重要性などのノード特性を,グラフ理論を用いて定 量的に分析することが可能と考える.

(2) ネットワーク特性指数

特性指数の持つ内容と算出式を以下に示す.

a) Degree (次数)

ノードi番目に結合されているリンクの総和である. 他のノードとの関連が多い場合,次数が大きくなる. ネットワーク系で重要なノードであることを示す指標 の一つである.N は全ノード数である.

$$Degree(i) = \frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^{N} x_{ji}$$
 (1a)

キーワード: IT 防災システム,可視化,ネットワーク,グラフ理論,業務フロー 連絡先(早稲田大学理工学部,〒169-8555 新宿区大久保 3-4-1・電話および Fax. 03-3208-0349)

b) Closeness (接近性)

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パスの逆数である. δ_{ii} はiとj間のパスの径路総数.

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

c) Between-ness (媒介性)

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.

$$Between-ness(i) = \sum_{j=1,i=1}^{N} \frac{GPaths_{j \to i \to k}}{GPaths_{j \to k}}$$
 (1c)

上記した式(1a)~(1c)で算出される指標は,概念が異なるので分析には留意が必要であるが,いずれも対象とするネットワーク系の中心性を検討する上で重要な指標である.

(3) 防災システム機能不全要因の分析結果

式(1a)~(1c)を用いて算出した図 - 1のネットワーク特性指数を表 - 1に示す . 図 - 1はノードの関連のみを考慮し,方向性を考えない無向グラフとした . N=53 , リンク数 x=69 である .

表 - 2 ネットワーク特性指数(抜粋)

Node (i)	Degree 次数	Closeness 接近性	Between-ness 媒介性
業務フロー	0.135	0.315	767.7
防災訓練	0.077	0.231	183.6
GISについて	0.115	0.263	501.9
IT技術の不安	0.115	0.240	568.7
必要な情報無し	0.135	0.283	658.7
災害時情報	0.077	0.257	474.9
費用対効果	0.077	0.248	375.1
防災リーダー不足	0.077	0.261	424.4
訓練時のみ使用	0.077	0.284	571.3
研究実務乖離	0.096	0.269	600.7

N=53全てのノードで指標を算出しているが,表 - 2には大きな数値のノードだけを抜粋している.この表 - 2から,次数および接近性,そして媒介性とも "業務フロー"が高い指標を示していることが分かる.これは,IT防災システムの構築において,緊急時に おける実際の防災業務という流れに合致したシステム・フローであることが重要であることを示している.

4. 結論

分析の結果,防災システムは緊急時の業務フローと整合した構築が重要であると判明した.全ての災害が同一パターンで生じることは稀である.したがって,集中型業務フローはシステムとの不整合が生じた場合,機能不全となることが推測できる.数種類の防災行動のパターン化と,そのパターンの選択適応度が重要研究課題である.

社会の中で行動する我々は,周囲からの影響を受けながら行動を規範・制限されている.その反対に影響を強く与えるような行動もする.緊急時の防災行動は,人間と機械の協働作業であり,国 - 県 - 市町村というフラクタル性のある社会組織と防災システムの融合作業である.また,様々な関連が生じ,喪失することにより,画一的な計画では対応が困難になる.分析対象を明確にして,複雑な社会システムにおける防災行動をノードとリンクの関連でモデリングすることにより,複雑系の解析やシステムの脆弱性軽減,堅牢性向上などの研究へ発展が可能と考える.

謝辞:本稿の作成にあたり早稲田大学理工学研究科社会環境工学濱田研究室の関係者に協力をいただき,ここに記して謝意を表します.

参考文献

- 1) 読売新聞: 広域医療システム機能せず, 2004年11 月23日第1面記事
- 2) 鈴木信行,小山和雄:緊急時における情報と防災システムの構築に関する課題,日本地震工学会大会 2004梗概集pp.462-463,2005.01
- 3) 梶田光信:早稲田大学理工学部社会環境学科卒業論文,2005.03