

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_{ij} は i と j 間のパスの径路総数。

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

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。

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

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