

# 社会的ネットワークの形状が情報伝播速度に与える影響

東北大学大学院 情報科学研究科 人間社会情報科学専攻  
Infrastructure Planning Division, Graduate School of Information Sciences, Tohoku University  
空間計画科学研究室 高安杏奈  
<http://www.plan.civil.tohoku.ac.jp/kuwahara/index.php>

## 1. 災害時における各個人の交通状態把握と経路選択行動

現実において人は通常時、過去の自分の経験や、テレビ、ネット、カーナビから得た公式情報などから交通状態を把握推測し、経路選択行動を行う。しかし、地震などの災害時には道路状況が通常と全く異なり、公式情報では道路損傷状況や復旧状況が把握しきれない可能性がある。その場合、知人などからメールや口頭、SNSで得られる個人発情報によって情報を補完すると考えられる。本研究ではこの個人発の情報の伝播挙動について考察した。

### 個人発情報の与える影響について

個人発情報には利点と欠点がある。

利点: マスメディアの掴んでいない

有力情報の拡散が可能

欠点: 誤情報の拡散、

情報の拡散状況のばらつきや情報の

遅れによる混乱の発生

以上のことから、個人発情報の伝播が各個人の経路選択行動、さらには道路ネットワーク全体の交通状態に大きな影響を与える可能性がある。

最大規模で拡散をお願いします!

熊本で山沿いにお住まいの皆様!  
親から落石の写真連絡がありました!  
ニュースでは落石の報道はされていません!!  
避難にも移動の際は注意してください!  
みんな無事を願います!!!!



←左図 マスメディアの掴んでいない落石情報を写真付きで拡散 (Twitterより)  
↓下図 落橋情報が拡散されているが、実際にはこの橋は落ちていなかった (Twitterより)

熊本の竜神橋って橋が落ちたらしい...  
友達が2時間前くらいに通ってたって言うしほんと怖い

25,544 4,953  
22:20 - 2016年4月14日

2:41 - 2016年4月18日

### 個人発情報の伝播の考慮

道路リンク情報を知り合いに伝播させるモデルを考えるために、今回は道路ネットワーク(RN)と社会的ネットワーク(SN)の二つのネットワークを考える。

・RN: リンク=各道路リンク

・SN: ノード=各個人, リンク=知人関係

SN上の各個人*i*はRN上のリンク*l*に関する通行止めや旅行時間に関する情報量 $x_i^l \in [0,1]$ を持っている。

このとき、各個人の情報量初期値は

・観測した道路リンク:  $x_i^l(0) = 1$

・未観測の道路リンク:  $x_i^l(0) = 0$

また情報量は以下の仮定に基づいて伝播・更新するものとする。

仮定1 各個人はSNで繋がった相手全員と同時に情報交換を行う

仮定2 情報交換の量は二人の個人間の情報量の差に比例する

仮定3 観測した道路リンクに対しては情報交換を行わない

本研究の伝播モデルを図で表したのが図2であり、拡散方程式で表せる。

未観測道路リンクに対して

$$x_i^l(k+1) = (1 - |f_i| \theta) \cdot x_i^l(k) + \theta \cdot \sum_{j \in N} x_j^l(k) \cdot a_{ji}$$

観測道路リンクに対して

$$x_i^l(k+1) = x_i^l(k) = 1 \quad (\text{上式} \theta = 0 \text{ のときに相当})$$

・この時 $\theta$ は他者の情報の採用度パラメータ、 $a_{ji}$ はSNIに基づく隣接行列の要素である。

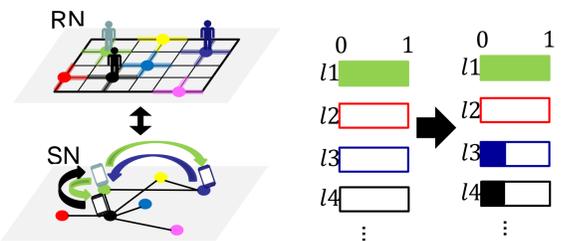


図1 SNとRNの関係と情報量更新のイメージ

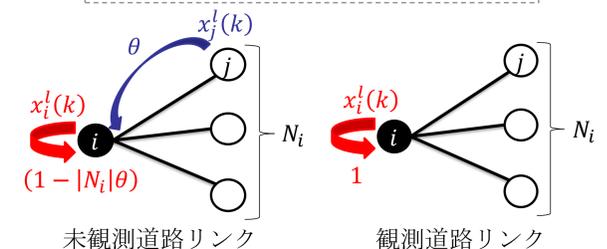


図2 本研究の情報伝播モデル

## 2. 人間関係と情報伝播速度の関係

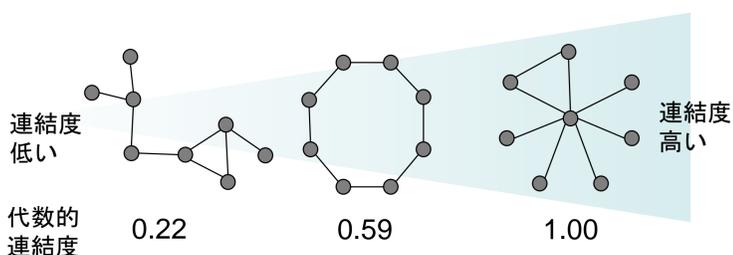
本研究のモデルを用いることで、SN形状(人間関係を表す)と情報伝播速度の関係を解析的・数値計算的に明らかにすることができた。ここでは数値計算による結果を紹介する。

### SN形状の特徴量

SN形状の特徴量として、ラプラシアン行列の0を除いた最小固有値である代数的連結度を用いる。

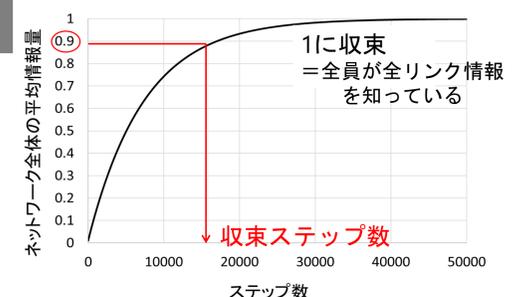
ラプラシアン行列LとはSN上のノード同士の繋がりを表す隣接行列Aと各ノードの次数を表す次数対角行列Dから、 $L = D - A$ によって求められる行列である。

代数的連結度はリンク数による制約をあまり受けずにネットワークの疎密のような連結度の強さを表現できる指標としてグラフ解析の分野で注目されているネットワーク形状の指標である。

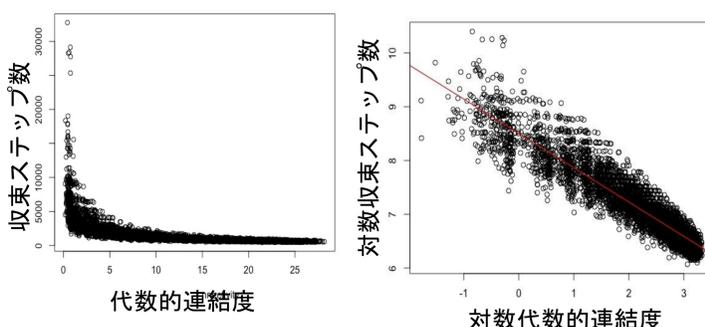


### 情報伝播速度の特徴量

ステップごとのネットワーク全体の平均情報量の収束挙動は右図のようである。収束は漸近的なので今回は平均情報量が0.9に達したときのステップ数を収束ステップ数と呼び、情報伝播速度の特徴量とすることにした。



### 数値計算によるSN形状と情報伝播速度の解析



ノード数100個のSNを5000個ランダムに生成し、それぞれのSNIにおける代数的連結度と収束ステップ数の関係をプロットした結果、左図のようにべき乗の関係があることが判明した。