

偏ネットモデルの適用可能性

岐阜大学工学部 正会員 宮城俊彦、片田敏孝
岐阜大学工学部 学生会員 ○高木潔、伊藤克也

1. はじめに

現在、交通や情報などのネットワーク構造の分析にはグラフ理論が用いられている。グラフ理論は構造がすでに与えられているネットワークに対して、ノード間の連結関係などのデータに従い、ネットワークの分析をするといった特徴がある。それに対して偏ネットモデルはノード間の連結関係に推移性や反射性が強く作用する現象に着目し、ノード間の関係からネットを張ろうというものであり、ネットの生成過程を追跡、分析できるという特性を持っている。この偏ネットモデルの特性は、今までの手法では解くことが困難だった問題に対しても有用な分析手法となり得るのではないだろうか。

この「偏ネットモデル」(biased net model)は、ラバポルト (Rapaport, A.) らによる神経細胞の情報伝達の説明モデルとして出発し、主に社会学の分野で研究が進められてきており、土木計画学の分野での研究はほとんどされてこなかった。だが土木計画学の分野でも、ネットワーク自体の決定のメカニズムを説明するような問題など、既存のモデルよりも適切な説明が可能な分野が多々あり、その適用可能性は大きいと思われる。この社会学から発生した理論を土木計画学の諸問題に用いることができないであろうか。そこで本研究では偏ネットモデルの土木計画学分野への応用を試み、その適用可能性と有用性の検討をおこなう。

2. 偏ネットモデル¹⁾

(1) 偏ネットモデルとは

あるノードからある本数の選択枝を出すようなネットワークを考えた場合、その選択枝はどの点と結び付くのであろうか。その決定はランダムではなく、ある方向へ向かわせる力(バイアス)に従っている。このバイアスに着目し、ネットワークの生成過程と、それにより生成されたネットワーク構造を分析する手法を偏ネットモデルという。

(2) ネットワークの結合度の測定

偏ネットモデルではネットワークの特性を測るために、ネットワークの結合度を用いる。ネットワークの結合度を、次のような手続き(トレーシング: 図1参照)によって測定する。

- ① トレーシングのスターターをランダムに抽出する。これを第一サンプルのスターターとする。
- ② 第一サンプルのスターターより何点かを選択する。そして次のステップとしてその選ばれた点からさらに何点かを選択する。(トレーシング)
この仮定においてバイアスが作用する。
- ③ ステップごとの $P(t)$ (tステップで初めて選択される割合)、 $X(t)$ ($=\sum P(t)$ でtステップまでの累積割合)を計算し、 $P(t)=0$ でストップ。
- ④ 新たに第2サンプルについても②、③の作業を行い、 $P(t)$ 、 $X(t)$ を求め、各サンプルの平均と分散を求める。

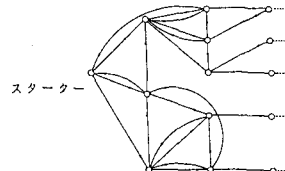
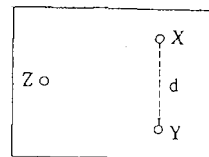


図1 トレーシング

(3) バイアス事象

トレーシングにおいて次の点を選ぶ際、その選択はランダムに行われた結果ではなく、ある点を選択するような力が働いた結果と考えた方がより一般的であろう。この力あるいはズレを偏ネットモデルではバイアスと定義する。

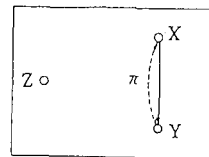
バイアスには各ノードに関係したものや、ネットワークの構造に関係したものなどがある。ここではノード間に存在する特定の配置関係だけに着目する。以下にこれに関係した3つのバイアスを挙げる。なおバイアスパラメーターを $0 \leq \pi, \sigma, \rho \leq 1$ とする。



①ランダム事象

$$P_1 = d$$

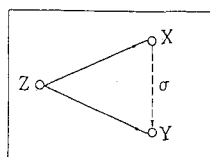
d: ランダムな確率



②反射的バイアス

$$P_2 = \pi + (1 - \pi) d$$

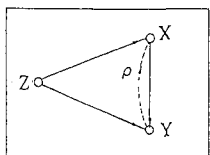
π : 反射的偏パラメーター
 $0 \leq \pi \leq 1$



③推移的バイアス

$$P_3 = \sigma + (1 - \sigma) d$$

σ : 推移的偏パラメーター
 $0 \leq \sigma \leq 1$



④二重役割的バイアス

$$P_4 = \rho + (1 - \rho) P_3$$

ρ : 二重役割偏パラメータ
 $0 \leq \rho \leq 1$

(4) シミュレーション²⁾

上述したバイアスを考慮にいたれたネットをシミュレーションにより生成する。以下にその概要を示す。

〔ネットの生成〕

- ① ノードの数 N 、ノードより出す選択枝の数 A 、 π 、 σ 、 ρ の各パラメーターの値を決める。
- ② ある任意の点をスターターとし、ネットを生成していく。その際、リンクごとに選ぶ側と選ばれる側を記憶しておいて、バイアスが発生する布置か否かを判断する。
- ③ バイアス発生を乱数により決定する。その際、各ノードの選択枝の数が A 本を越えていないかチェックする。
- ④ ②、③を繰り返し、全ての点の選択枝が A 本でストップ。別のスターターについても同様の作業を行う。

〔ネットのトレーシング〕

既に張られたネットに対して上述したトレーシングによりたどっていき、 $P(t)$ 、 $X(t)$ を測定する。

〔結果〕

ランダム ($N=100, A=2, \pi=0, \rho=0, \sigma=0$)

$t=16$ $X(16)=0.813$

バイアス導入 ($N=100, A=2, \pi=0.4, \rho=0.8, \sigma=0.4$)

$t=31$ $X(31)=0.560$

以上に偏ネットモデル理論の概要を述べた。だがこの偏ネットモデルは主に社会学におけるコミュニティ分析をもとにしたものであり、土木計画学の分野に適用するには、その有用性の検討など、根本的な改良の検討から始めなければならない。次の節では、偏ネットモデルの土木計画学分野への適用可能性とその有用性について考察する。

3. 土木計画学への適用

土木計画学の分野でもネットワーク構造を用いて多くの分析がされてきた。それらを偏ネットモデルを用いてよりよく説明できないであろうか。以下に土木計

画学への適用可能性を2,3挙げる。

① 交通への適用

従来の交通の研究では、グラフ理論により交通量の予測、配分などが行われてきており、ネットワーク自体の規模を分析するような研究はなされてこなかった。このネットワークの生成を扱った問題に対して、偏ネットモデルのネット生成過程の分析という特徴はたいへん有効となるであろう。

② 産業構造への適用

産業構造もまた各産業が相互に結び付きネットワークをなしている。そのノード間の関係をバイアスを用いて表すことができるならば、今までとは異なった視点からの産業ネットワークの規模や密度の分析、あるいは産業連関的な分析が可能であろう。

③ コミュニティ論への適用

コミュニティ問題はグラフ理論のような構造が決定しているモデルでは分析が困難であった。それは人間の関係が測定しにくかったためと思われる。偏ネットモデルではその関係を確立的なものとしみなすため、この困難だった分析に対しても適用できるのではないかと。

この様に適用可能性を考えた場合、同時に偏ネットモデル理論の改良も考えなければならない。ここでは詳しい内容は控えるが、偏ネットモデルを考える際、バイアスの定義と、ノードから出す選択枝の数の決定が鍵となることはまちがいないであろう。

本研究ではこの偏ネットモデルを用いた研究の一例として最も適用が容易だと思われる、③のコミュニティ論への適用を考えている。具体的には公共事業を行った際の対象地域住民の合意形成の情報伝播のメカニズムについて、偏ネットモデルを用いて分析するつもりである。なおこの結果については発表時に紹介する。

4. 終わりに

本研究は偏ネットモデルの土木計画学分野への適用の第一歩目の研究であり、偏ネットモデルの理論と適用可能性について言及した。この偏ネットモデルは土木計画学の分野では未開発ではあるが、その適用可能性は多いにあり、その応用範囲も広いと考えられる。だが問題もかなり残されている。今後、この問題の一つ一つ片づけていかなければならない。

〔参考文献〕

- 1) 平松 闕 (1990):「社会ネットワーク」, 福村出版
- 2) Skvoretz, J. (1985): "Random and Biased Networks: Simulation and Approximation.", Social networks. 7, 225-261