

役員兼任ネットワークが密になる要因の特定 —Louvain 法を用いた明治 30 年, 40 年の新潟県の分析—

笠原祐輝

長岡技術科学大学大学院博士前期課程

綿引宣道

長岡技術科学大学

Abstract

In this study, we focused on the years 1890 and 1907 in Niigata Prefecture, which was the period of industrial transition, and identified the factors that led to a dense network of concurrent directorships, assuming "same industry" or "physical distance". The results showed that comparing the relationships between the same industry and physical distance, the relationships with close physical distance were denser. However, it is possible that the development of railroads has changed the relationships from dense relationships due to close physical distance to dense relationships even when the physical distance is far.

1. はじめに

本研究では産業転換期である新潟県の明治 30 年と 40 年に着目し、「同業種」あるいは「物理的距離」を仮定して、役員兼任ネットワークが密になる要因の特定を目的とする。また、鉄道の発展による、役員をつながり方の変化を考察した。Nahapiet and Goshal(1998)が「人間関係が密なほど、情報共有がなされて産業発展のきっかけを生み出す」と述べるように、この目的を達成することで、情報共有や支援を求めるときに、誰に接するべきかを判断する手がかりが得られる。本研究では役員による会社役員の兼任関係を基にする。密とは、複数の役員が同じ会社の役員に就任していることによる、複数の役員が関わりを持つ機会が多くあることとする。

2. 分析対象

本研究では明治 30 年と 40 年の新潟県を分析対象とした。鈴木ら(2009)によると、明治 27 年から 40 年にかけて全国で会社数が 5 倍となった。図 1 は『日本全国諸会社役員録』から筆者が作成したものである。図 1 より、新潟県でも明治 30 年から 40 年にかけて会社数が増加しているが、石油会社の数は減少している。

この背景には、新潟県の石油産業は明治 30 年にピークを迎え、その後明治 40 年にか

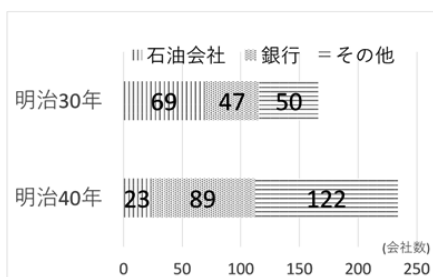


図1 明治30年と40年における新潟県の会社数比較

て合併が進んだことがある(新潟県 1998)。銀行については3章で述べるが、当時の新潟県の会社の多くは石油会社と銀行であった。従って、新潟県の明治30年と40年を比較することで、役員兼任ネットワークが密になる要因として「同業種」であることが影響しているかを分析できると考えた。

3. 分析手法

3.1 データ源

本研究では『日本全国諸会社役員録』を用いる。本資料には、会社および会社所在地・所属役員・役員の住所・資本金などが書かれており、各社における役員の兼任関係の分析を可能とする(鈴木ら 2009)。これを用いて、明治30年および40年の新潟県の会社と役員の情報データベース化し、役員兼任ネットワークを作成した。本研究では「同業種」と「物理的距離」を仮定して、役員兼任ネットワークが密となる要因の特定を目指す。ネットワークは役員をノードとし、2人の役員が同じ会社に所属していれば、その役員2人をエッジで繋ぐ無向の1部グラフとした。役員は会社機関を担う人物を対象とした。また、ネットワークの最大連結成分以外の成分は小規模であったため、本研究では最大連結成分のみ扱った。

3.2 コミュニティ抽出

役員兼任ネットワークが密になる要因を特定するためにコミュニティ抽出を行った。コミュニティ抽出とは、ネットワーク全体から相対的にノードが密に集まった部分を抽出する手法であり、一般的には友達グループの特定などで用いられる。本研究ではノードが密に集まったコミュニティに所属する役員の属性を分析することで、何を要因として役員兼任ネットワークが密になるのかを特定した。コミュニティ抽出の手法は様々あるが、本研究ではLouvain法を用いた。Louvain法はコミュニティ抽出でよく使われており、高精度かつ高速な計算ができる場合が多いことで知られている。Louvain法を用いた理由は、他の手法と比べてモジュラリティが最も高い結果となったためである。モジュラリティとはコミュニティ抽出の精度を評価する指標であり、これが高いほど高精度にコミュニティ抽出できたことを示す。モジュラリティは数式(1)のように定義される。Louvain法は実行するごとに結果が変わるため、1000パターン試行し、最もモジュラリティが高くなったときの結果で分析を行った。そして、抽出したコミュニティそれぞれで、コミュニティに所属する人物の住所および人物が所属している会社の業種で分類分けした。これによって「同業種」あるいは「物理的距離」に近い人物で密なつながりを分析した。

$$\sum_{i \in c} \left\{ \frac{e_{ii}}{2m} - \left(\sum_{j \in c} \frac{e_{ij}}{2m} \right)^2 \right\} \quad \text{— 数式(1)}$$

c: 抽出したコミュニティ数

e_{ij} : コミュニティ i からコミュニティ j へ接続されている辺の数

m: ネットワーク全体の辺の総数

業種は石油・銀行・その他とし、その他は前記 2 種以外の業種全てである。このように分けた理由は、図 1 より調査対象年の新潟県の会社のうち、石油会社と銀行が 50%以上であったためである。その他の業種は石油・銀行と比べると極めて少ないため、石油・銀行・その他で分けた。役員住所については、蒲原・中越・上越・魚沼・岩船・佐渡・県外・住所未記入で分けた。ただし、住所未記入の役員であっても、明治 30 年および 40 年の前後 3 年の役員録にその役員の住所の記載があれば、その住所を用いた。

3.3 密であるかの判定基準

抽出されたコミュニティが「物理的距離」あるいは「同業種」で密になっていたのかの判定は k-means 法を用いた。k-means 法とは数値データをユークリッド距離が相対的に近いものが同じクラスタになるようにクラスタリングする手法である。本研究では、抽出された各コミュニティでその業種あるいは住所の役員がそのコミュニティ内で占める割合を、k-means 法でクラスタリングした。そして、割合が高い数値が集まるクラスタを密とした。ただし、「その他の業種」で密になっていたと判定された場合は除外した。「その他」の内訳は石油と銀行を除く全ての業種で構成されているためである。また、k-means 法はあらかじめクラスタ数を決める必要がある。反復試行をした際の結果の誤差によって最適なクラスタ数を決めるエルボー法を用いてクラスタ数を決定した。

4. 結果

4.1 抽出されたコミュニティ

表 1 明治 30 年のコミュニティ抽出の結果 (業種で分類)

	銀行	石油	その他	合計	密であるかの判定
コミュニティ(30-1)	23	15	84	122	
コミュニティ(30-2)	36	9	13	58	
コミュニティ(30-3)	1	126	10	137	○
コミュニティ(30-4)	27	15	41	83	
コミュニティ(30-5)	23	0	17	40	
コミュニティ(30-6)	28	0	20	48	
コミュニティ(30-7)	8	40	0	48	○
コミュニティ(30-8)	10	13	7	30	
コミュニティ(30-9)	0	131	7	138	○
コミュニティ(30-10)	0	0	10	10	
コミュニティ(30-11)	0	17	0	17	○
コミュニティ(30-12)	0	93	6	99	○
合計	156	459	215	830	

表 1 から表 4 に、明治 30 年および 40 年の新潟県の役員兼任ネットワークをコミュニティ抽出し、各コミュニティに所属する人物を住所・業種で分類したものを示す。表 1 と 3 より、明治 30 年の新潟県の役員兼任ネットワークをコミュニティ抽出すると 12 個のコミュニティが抽出できた。表 2 と 4 から、明治 40 年の場合は 20 個のコミュニティが抽出できた。

表2 明治40年のコミュニティ抽出の結果（業種で分類）

	銀行	石油	その他	合計	密であるかの判定
コミュニティ(40-1)	42	7	52	101	
コミュニティ(40-2)	9	43	28	80	
コミュニティ(40-3)	32	0	6	38	○
コミュニティ(40-4)	7	7	19	33	
コミュニティ(40-5)	37	10	14	61	
コミュニティ(40-6)	21	9	11	41	
コミュニティ(40-7)	53	23	100	176	
コミュニティ(40-8)	21	29	46	96	
コミュニティ(40-9)	43	8	18	69	
コミュニティ(40-10)	26	1	17	44	
コミュニティ(40-11)	24	1	32	57	
コミュニティ(40-12)	55	0	86	141	
コミュニティ(40-13)	25	0	0	25	○
コミュニティ(40-14)	7	8	10	25	
コミュニティ(40-15)	30	0	8	38	○
コミュニティ(40-16)	28	0	8	36	○
コミュニティ(40-17)	8	9	0	17	
コミュニティ(40-18)	0	4	17	21	
コミュニティ(40-19)	15	1	26	42	
コミュニティ(40-20)	0	0	21	21	
合計	483	160	519	1162	

例えば、明治30年のコミュニティ(30-1)は蒲原中心の72名の役員で構成され、この72名が所属する会社の業種は、銀行23社、石油15社、その他84社の合計122社である。表1と3でコミュニティ人数の合計が異なるのは、ある人物が複数の会社の役員を兼任している場合、その役員は「銀行」と「石油」といった複数の業種を持つためである。これは表2と4(明治40年)についても同様である。

表3 明治30年のコミュニティ抽出の結果（役員住所で分類）

	蒲原	中越	上越	魚沼	岩船	佐渡	県外	住所空欄	合計	密であるかの判定
コミュニティ(30-1)	56	5	0	1	0	1	3	6	72	○
コミュニティ(30-2)	4	32	0	1	0	0	0	3	40	○
コミュニティ(30-3)	4	59	0	0	0	0	1	3	67	○
コミュニティ(30-4)	0	25	25	3	0	0	0	6	59	
コミュニティ(30-5)	30	0	0	0	0	0	0	1	31	○
コミュニティ(30-6)	2	2	0	35	0	0	0	0	39	○
コミュニティ(30-7)	0	21	0	0	0	0	4	6	31	○
コミュニティ(30-8)	19	2	0	0	0	0	1	0	22	○
コミュニティ(30-9)	6	45	0	0	0	0	1	3	55	○
コミュニティ(30-10)	7	0	0	0	0	0	0	2	9	○
コミュニティ(30-11)	0	10	0	0	0	0	0	0	10	○
コミュニティ(30-12)	1	46	0	0	0	0	6	3	56	○
合計	129	247	25	40	0	1	16	33	491	

表4 明治40年のコミュニティ抽出した結果（役員住所で分類）

	蒲原	中越	上越	魚沼	岩船	佐渡	県外	住所空欄	合計	密であるかの判定
コミュニティ(40-1)	0	55	3	0	0	0	1	0	59	○
コミュニティ(40-2)	16	20	1	1	0	0	14	1	53	
コミュニティ(40-3)	0	0	32	0	0	0	0	0	32	○
コミュニティ(40-4)	12	8	0	0	0	0	5	0	25	
コミュニティ(40-5)	11	8	0	25	0	0	0	0	44	
コミュニティ(40-6)	0	0	32	0	0	0	5	0	37	○
コミュニティ(40-7)	85	0	1	0	1	0	1	0	88	○
コミュニティ(40-8)	70	0	0	0	0	0	2	0	72	○
コミュニティ(40-9)	17	22	1	1	0	0	5	3	49	
コミュニティ(40-10)	0	0	0	0	21	0	4	8	33	○
コミュニティ(40-11)	4	0	37	0	1	0	4	0	46	○
コミュニティ(40-12)	0	0	87	0	0	0	4	0	91	○
コミュニティ(40-13)	0	0	0	19	0	0	0	0	19	○
コミュニティ(40-14)	8	15	0	0	0	0	0	0	23	○
コミュニティ(40-15)	21	0	0	0	0	0	0	1	22	○
コミュニティ(40-16)	0	7	0	21	0	0	1	0	29	○
コミュニティ(40-17)	12	4	0	0	0	0	0	0	16	○
コミュニティ(40-18)	8	7	1	0	0	0	0	0	16	
コミュニティ(40-19)	28	0	0	0	1	0	5	0	34	○
コミュニティ(40-20)	0	0	17	0	0	0	1	0	18	○
合計	292	146	212	67	24	0	52	13	806	

4.2 密になる要因として「同業種」の検討

表1より明治30年は12個のコミュニティのうち、石油業の役員で密になっていたコミュニティが5個あった。銀行の役員で密になっていたコミュニティはなかった。明治30年は、石油業の役員459名のうち、407名が石油業の役員で密になっていた5つのコミュニティに所属していた。従って、明治30年は石油業の役員で密になっていた。表2より明治40年は20個のコミュニティのうち、銀行の役員で密になっていたコミュニティが4個あった。明治30年とは異なり、石油業の役員で密になっていたコミュニティはなかった。明治40年は、銀行の役員483名のうち、115名のみが銀行の役員で密になっていた4つのコミュニティに所属していた。従って、明治40年は同業種で密になっていなかった。

4.3 密になる要因として「物理的距離」の検討

表3より明治30年は12個のコミュニティのうち、同一地域居住の役員で密になっていたコミュニティが11個あった。表4より明治40年は20個のコミュニティのうち、同一地域居住の役員で密になっていたコミュニティが15個あった。明治40年は同一地域居住の役員で密になっていたコミュニティの割合が明治30年よりもやや減少し、2つあるいは3つの地域居住の役員で密になっていたコミュニティがいくつか見られるようになった。これら全てのコミュニティで蒲原・中越の2地域居住の役員を多く含んでいた。これについては、考察で述べるが明治31年の春日新田駅—沼垂駅間の鉄道開通によって、川船よりも安定した移動が容易となったことが要因だと考えた。

5. 考察

結果から、明治30年と40年の役員兼任ネットワークは、「同業種」よりも「物理的距離」に近い関係の方が密であった。また、明治30年と比べると明治40年は同一地域居住の役員で密なコミュニティがやや減少し、中越・蒲原を筆頭に複数地域の役員でつながりが密になっていたコミュニティがいくつか見られた。この理由は鉄道の影響が大きいと考えられる。新潟県では鉄道が普及するまでは川船が重要な交通手段であったが、天候の影響を受けやすく欠航が多くあり、輸送や移動する際の安定性が低かった(川名 2003)。中越—蒲原間の鉄道開通は、明治31年の春日新田駅—沼垂駅間開通が最初である。これにより、明治40年には安定した移動が容易となり、中越と蒲原の役員が交流を持つ機会が増えたと考えられる。つまりは、物理的距離が近いことによる密な人間関係から、鉄道の発展によって、物理的距離が遠くとも密な人間関係を持つように変化した可能性がある。

6. 結論

明治30年と40年の新潟県の役員兼任ネットワークを Louvain 法でコミュニティ抽出す

ることにより、何を要因として役員兼任ネットワークが密になっていたのかを特定した。結果、当時の新潟県では、「同業種」と「物理的距離」の人間関係を比較して、「物理的距離」に近い人間関係が密になっていた。ただし、明治40年は30年と比べて、同一地域居住の役員で密になっているコミュニティの割合がやや減少し、中越・蒲原を筆頭に複数地域の役員でつながりが密になっていたコミュニティがいくつか見られた。これは鉄道の開通が要因の一つだと考えられる。中越—蒲原間の鉄道開通は、明治31年の春日新田駅—沼垂駅間開通が最初である。これにより、明治40年には安定した移動が容易となり、中越と蒲原の役員が交流を持つ機会が増えたと考えられる。つまりは、物理的距離が近いことによる密な人間関係から、鉄道の発展によって、物理的距離が遠くとも密な人間関係を持つように変化している。

参考文献

- Aaron, C., & Newman, M. E., & Moore, C. (2004). Finding community structure in very large networks. *Physical Review E*.
- Arthur, D., & Vassilvitskii, S. (2007). K-means++: The Advantages of Careful Seeding. *Proceedings of the eighteenth annual ACM-SIAM symposium on Discrete algorithms*, 1027-1035.
- Blondel, V. D., & Guillaume, J., & Lambiotte, R. (2008). Fast unfolding of communities in large networks. *Journal of Statistical Mechanics*.
- Janine, N., & Sumantra, G. (1998). Social Capital, Intellectual Capital, and the Organizational Advantage. *The Academy of Management Review*, 23(2), 242-266.
- 川名登. (2003). 『近代日本の川船研究: 近世河川水運史<上>』 日本経済評論社.
- 新潟県. (1988). 『新潟県史 通史編7 近代二』 新潟市.
- 新潟市. (2010). 『新・新潟歴史双書5 鉄道と新潟』 新潟市.
- 鈴木恒夫. 小早川洋一. 和田一夫. (2009). 『企業家ネットワークの形成と展開』 名古屋大学出版会.

本研究は、大林財団の助成を受けたものである。