

1 はじめに

学生間の友人関係は主に学校教育の過程で形成されており、グループによる活動はその形成に大きな影響があると考えられる。これまでに社会ネットワーク分析に基づいた友人生成のための班分け手法が複数提案され、実際の授業において、班内の新規友人生成が確認されている [1]。しかし、複数ある班分け手法の効果の違いや、長期間の友人関係の変化についての考察は行われていない。本研究ではこれらの手法を実際の授業の班分けに適用した結果を考察し、有効性の検証を行う。また、クラス分けが大規模なグループ分けとみなせることに注目し、クラス単位の友人関係とネットワーク構造の変化を長期間観察し、グループ分けがネットワーク構造に与える影響を考察する。

2 社会ネットワークの指標

本研究では「モジュラリティ」「クラスタ性」の二つの社会ネットワーク指標を用いて分析を行う。

モジュラリティとはネットワークをいくつかのコミュニティに分割したとき、どの程度上手にネットワークを分割できているかを表す指標である [2]。

総リンク数 M のネットワーク全体が V_1, V_2, \dots, V_L と L 個の重複しないコミュニティに分割された際、モジュラリティ Q は次のように定義される。

$$Q = \frac{1}{2M} \sum_{i \in 1 \dots L} (e_{ii} - a_i^2) \quad (1)$$

e_{ii} はネットワーク全体のリンク数の内、 V_i 内のリンクが占める割合を意味し、 a_i は V_i に入出入りしているリンクの割合を意味する。つまり、コミュニティとして内部に密度の高い V_i が分割されているとき、モジュラリティ Q は高い値をとる。

友人関係ネットワークでは、自分の友人の友人が、自分と直接の友人であるという現象が頻繁に見られる。このような 3 者閉包の関係が多く含まれるような性質をクラスタ性という [3]。クラスタ性を測る指標であるクラスタ係数 C は次のように定義される。

$$C = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{2}{k_i(k_i - 1)} N_i \quad (2)$$

k_i はノード i の次数、 N_i は頂点 i と 3 者閉包であるノードの組の数を表す。つまり、ノード i が持ちうる全ての 3 者閉包の関係のうち、実際にどれだけの関係が存在しているかがノード i のクラスタ係数となり、ノード数 n のネットワーク全体のクラスタ係数 C は、全てのノードのクラスタ係数の平均となる。

3 友人生成のための班分け

加藤らの提案した班分け手法 [1] は次の初期ノード 3 通り、評価値 2 通りを組み合わせた 6 通りの手法が存在する。

1. ネットワーク全体から班の初期ノードを以下のいずれかの方法により決定する
 - (a) 全てのノードの組み合わせの中でモジュラリティが最も低くなるペア
 - (b) 友人数の多い人 (次数高ノード)
 - (c) 友人数の多い人と少ない人 (次数高低ノード) のペア
2. (1) の班に追加するノードを班員の規定数まで以下のいずれかの評価値に基づいて決定する
 - (a) 追加後のモジュラリティが最も低くなるノード
 - (b) 班内に共通の友人の数が多いペアを多くするノード (クラスタ性を考慮)

4 班分けによる友人関係の変化

本研究では、加藤らの実験で考察されなかった班分けの効果を明らかにするために、実際にグループワークが行われた講義期間の友人関係ネットワークの変化を観察する。ここで、友人関係ネットワークは下村ら [4] が提案した友人スコアを用いることで安定的に得られるものと仮定している。観察するネットワークにはグループワークを実施した 6 年間のネットワークを用いる。このうち、3 年分は学籍番号による単純な割り振りによる班分け、もう 3 年分は加藤らの提案した班分け手法を適用している。これらのネットワークに対して、講義開始前と講義終盤時のネットワークから新規班内友人数を算出し、手法ごとの新規班内友人数の比較を行う。また、講義終了後のアンケートの回答結果も用いて比較を行う。友人関係ネットワークから得た班内の新規友人数およびアンケート回答結果の班分け手法別の平均値を図 1 に示す。

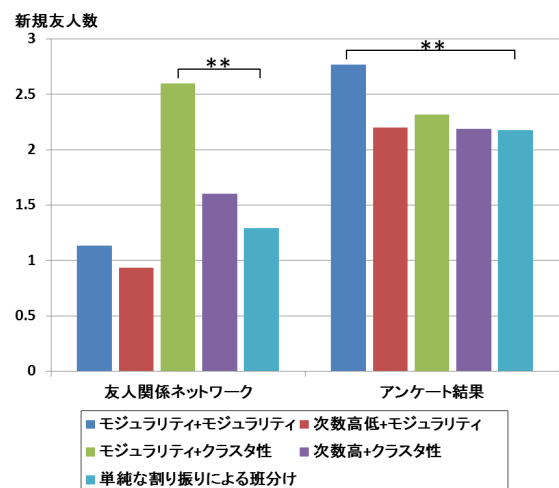


図 1: 手法ごとの新規友人数

Wilcoxon 検定により単純な割り振りによる班分けと各班分け手法を比較した結果、友人関係ネットワークから得た結果では、モジュラリティ+クラスタ性の手法において、アンケート回答から得た結果では、モ

ジュラリティ+モジュラリティの手法において $p < 0.01$ の有意差が認められた。

5 クラス分けによるネットワーク構造の変化

班分けのような小規模のグループ分けでは確認できない影響を調べるために、クラスを単位とした大規模なグループ分けに対してネットワーク構造の変化を長期間観察した。

5.1 ネットワーク指標の変化

名古屋工業大学では、1年生から進級する際にクラス分けが変更される。そこで、クラス分けの変更を含めた長期間のネットワーク構造の変化を観察する。分析の方法としては、情報工学科の1学年全体のネットワークに対して、1年生のクラス分けと2年生以降のクラス分けをグループ分けとみなして分割を行う。そして、これらの学生の3年間の友人ネットワークに対し、「モジュラリティ」「クラスタ係数」の変化を調べ、グループ分けの違いによる影響を調べる。図2、3に4年分のモジュラリティとクラスタ係数の平均値の変化を示す。分析の結果、クラス分けが変わることでモジュラリティの値に変化が生じており、新しいクラス内で友人生成が活発になっていることが確認できた。また、モジュラリティに比べクラスタ係数は変化が少なく、3者閉包の友人関係は増減しにくいことが確認できた。

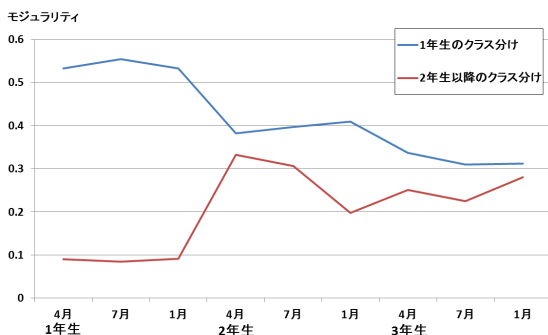


図 2: モジュラリティの変化

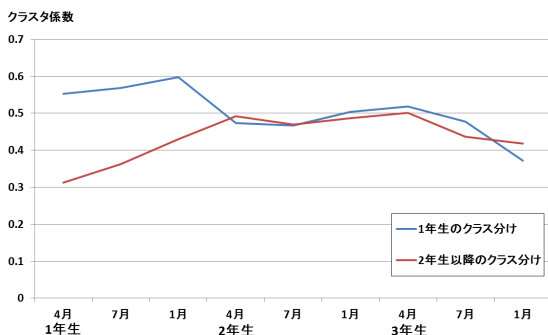


図 3: クラスタ係数の変化

5.2 クラス内の友人関係の継続

1年生のクラス内の友人関係が長期間でどのように変化していくのかを観察する。図4にクラス分けごとのクラス内友人数の変化を示す。全体の友人数のうち、半数以上が1年生のクラス内の友人関係であり、友人関係が長期にわたって継続されていることが確認できた。

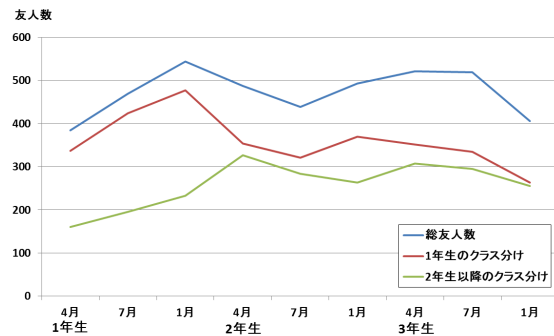


図 4: 友人数の変化

6 まとめ

本研究では班分け学習を行った期間の友人関係ネットワークの変化を観察し、これまでに提案された班分け手法の効果について分析を行った。その結果、班分け手法の違いにより、新規友人生成の促進に対する効果に一部有意差があることが確認できた。

また、クラスを単位とした大規模なネットワークの構造の変化を観察することで、クラス分けがネットワーク構造に与える影響についても考察を行った。その結果、クラス分けが変更されることで、新しいクラス内でも友人生成が活発に行われていることが確認でき、グループ分けがネットワーク内の友人構造に影響を与えていることが明らかとなった。しかし、過去に生成された友人関係が長期間にわたって維持されていることも確認され、クラスの編成替えや、グループ化による友人生成には限界があることが示唆される。

参考文献

- [1] R. Kato, A. Mutoh and N. Inuzuka, "Grouping Methods for Generating Friendship Based on Networks Properties", IEEE SNPD, (2013).
- [2] M.E.J. Newman and M. Girvan, "Finding and evaluating community structure in networks", Phys. Rev. E, 69, 026113, (2004).
- [3] D. J. Watts and S.H. Strogatz, "Collective dynamics of 'small-world' networks", Nature, vol.393, no.6684, pp.409-410, (1998).
- [4] N. Inuzuka, Y. Nakano, and T. Shimomura, "Friendship Analysis Using Attendance Records to University Lecture Classes", IASK International Conference on Teaching and Learning, (2008).