

ネットワーク分析を用いた授業時間外作業可視化機能の検討

植竹朋文¹ 篠沢佳久²

¹専修大学 経営学部

川崎市多摩区東三田 2 - 1 - 1

²慶應義塾大学 理工学部

横浜市港北区日吉 3 - 1 4 - 1

E-mail: uetake@isc.senshu-u.ac.jp, y_shino@ae.keio.ac.jp

Visualization of the state of the group communication in asynchronous environment using the network analysis

Tomofumi UETAKE¹ and Yoshihisa SHINOZAWA²

¹ School of Business Administration, Senshu University

2-1-1 Higashimita Tama-ku, Kasawaki-shi Kanagawa-ken, Japan

² Faculty of Science and Technology, Keio University

3-14-1 Hiyoshi Kohoku-ku, Yokohama-shi Kanagawa-ken, Japan

E-mail: uetake@isc.senshu-u.ac.jp, y_shino@ae.keio.ac.jp

要旨: 近年、大学において情報リテラシ教育の重要性が高まってきている。本研究では、グループワークが主体となる情報リテラシ教育を対象に、教員が確認することが難しい授業時間外の作業を電子掲示板で行うことを前提としたシステムを考える。ここでは、電子掲示板における作業プロセスをネットワーク分析で可視化することで、教員が適切なサポートを容易に行えるシステムを検討した。

Abstract: Recently, the importance of the information literacy skills is increasingly being recognized. To cultivate information literacy skills, group collaboration is one of useful methods. For the effective group collaboration, it is very important to manage the group collaboration in asynchronous environment. But, how can the teacher grasp the state of group communication in asynchronous environment? In this paper, we visualize the state of the group using the network analysis to support the teacher's work.

1. はじめに

近年、大学においてディベート等を含む広い意味での情報リテラシ教育の重要性が高まっており、何らかの形でカリキュラムの一部として組み込まれているのが一般的になってきた。通常、グループワークが主体となるこれらの授業においては、通常の授業時間だけではなく、授業時間以外の時間で作業（グループワーク）を行ってもらう必

要がある。しかし、授業時間外においては学生がどのようなプロセスで作業を行っているか教員が確認することができず、グループによって成果物に大きな差が出ることが多い。また電子掲示板等を利用し、教員がそこでの作業を確認できたとしても、適切な指導を行うのは現状では非常に手間がかかる作業である（Uetake, 2009）。そこで本研究では、情報リテラシ教育における授業時間外の作業を電子掲示板で行うことを前提に、掲示板における作業プ

プロセスをネットワーク構造ととらえて可視化し、教員が容易に適切にサポートを可能にするシステムを考える。

2. 大学における情報リテラシ教育

情報リテラシ教育等の演習系教育においては、通常の講義とは異なり、情報化社会で必要とする基礎的な知識の獲得を目的としているため、通常の講義スタイルではなく、グループワークなども含んだ作業が必要不可欠となる。したがって、教員の目が届く授業時間内だけではなく、授業時間外にも課題や宿題という形で何らかの作業を課すことが多い(図1)。

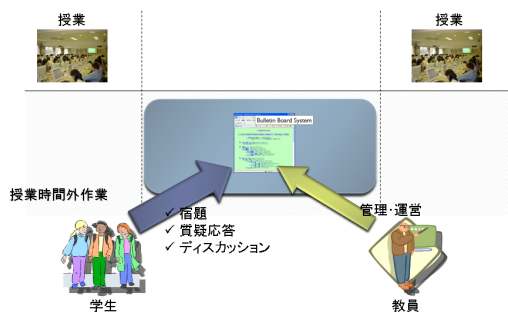


図1 授業と授業時間外作業

しかし、教員の目が届かない授業時間外作業においては、グループによってその成果の差が大きくなることが多い上に、グループ内での作業格差が生じ、フリーライダーが発生する可能性が高い。

また、授業時間外作業を行う場として、既存のeラーニングシステムは非常に多機能ではあるが、上述した問題については必ずしも有効に機能するわけではなく、利用が簡単な(スレッド型の)電子掲示板が実際に利用されていることが多い。

3. 授業時間外作業の可視化

3.1 無向グラフによる視覚化

インターネットを用いたグループでの情報交換をするツールとして非常にポピュラーに用いられるスレッド型の電子掲示板において、一つのトピックは特定的话题を対象とした複数の発言から構成されているため、閲覧者からすると、キーワード検索など簡単な操作によって、自分の必要とする情報を得やすいという特徴を持っている。し

かし、一つのトピックごとで話題がまとまっているため、電子掲示板全体のトピックの関係や特に発言者間の関係、すなわち発言者が形成するコミュニティの特徴をとらえることは困難であり、教員が各グループの状態を把握することは難しい。

そこで、スレッド型の表示形式からコミュニティの特徴をとらえやすくするために、「関係のパターン」をネットワークとしてとらえ、その構造を記述し、定量的に表現することのできる社会科学的分析手法であるネットワーク分析(安田、1997、2001)を用いて、スレッド型の電子掲示板におけるコミュニティの視覚化を行い、教員が授業時間外作業を容易にマネージできるような機能を検討する。

3.2 電子掲示板を利用したグループ作業の質

著者らの大学一年生を対象とした情報リテラシの講義において、講義や課題の質問などに利用させたスレッド型の電子掲示板(高雄、2000、篠沢、2004)を対象に行った分析の結果、うまく機能しなかったクラスには以下の特徴があった(篠沢、2006)。

- 積極的に発言する学生(以降コアユーザと呼ぶ)が存在しない。
- 学生が共通して発言するトピックが少ない。
- 学生が活発に発言せず、教員のみが発言している。
- 教員が学生の発言に全く関与しない。

また、学生を、コンピュータスキルとコミュニケーション能力を軸に以下の4タイプに分類できることも明らかになった(図2)。また、コアユーザと考えられる学生の多くはType1に分類されることもわかった。

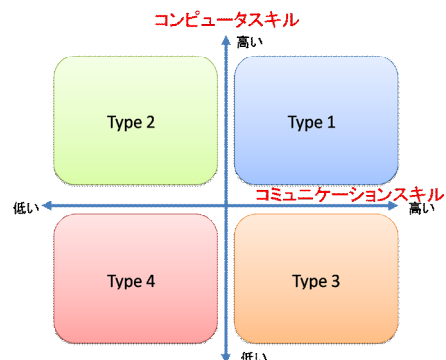


図2 学生のタイプの分類

すなわち、各クラスにおいては、そのクラスのコミュニティを構成するタイプごとの学生数にばらつきが生じてしまうため、電子掲示板でのコミュニケーションの質（発言数、質問、有用な情報の表出する割合）に影響しているのではないかと考えた。そこで、各クラスを小人数から構成されるグループに分け、グループごとで各タイプの学生を均等に配置し、グループを単位としたコミュニティを構成することによって、コミュニケーションの質を向上させることができるのではないかと考えた。

3. 3 授業時間外作業可視化機能の検討

これまで、ネットワーク分析を用いたネットコミュニティの分析（高橋、1999、藤田、2001、稲垣、2002）や、ネットワーク分析を支援するためのさまざまなシステムの研究（井上、2004）がされてきた。一般的にネットワーク分析においては、一対一のコミュニケーションを対象とした人間の関係を基本として、その集団に含まれる全ての人間関係を分析対象としている。本論文においては、これまで述べてきたように、授業時間外に行われるグループの状態を教員が容易に把握し、適切にマネージするため、トピックを通して、発言者の関係の視覚化を図り、発言者と発言者の関係だけでなく、さらに拡張して、トピックとトピックの関係、発言者とトピックの関係を含めたコミュニティを視覚化する点が大きな特徴である。

電子掲示板での発言の全体像や発言者の関係を視覚的に把握するため、トピックと発言者の関係を一対一のリンクで表現し、このリンクを基本とした無向グラフで、電子掲示板でのトピックと発言者の関係の視覚化を図る。さらにグラフ化において、発言者とトピックのノード属性については、以下のように表現する。

- ノードの色と大きさによって、その発言者の特徴と発言回数を表現
- ノードの大きさによってトピック中の発言数を表現

通常、ネットワーク分析においては、発言者と発言者の関係、すなわち人間関係を分析対象とするが、本論文においては、発言者とトピックの関係を通して、発言者と発言者の関係だけでなく、トピックとトピックの関係、発言者とトピックの関係も含めて表現する。

グループごとで、共通したトピックを通して、発言者と

トピックの関係をリンクで個々につなげていくと、一つのネットワークが形成される（正確には、一つの大規模なネットワークと複数の小さい規模のネットワークから構成される）。それぞれのネットワークは、電子掲示板において、発言者によって形成されるコミュニティを表現しており、このネットワークの特徴を視覚的（定性的）または定量的に分析することによって、発言者やトピック間の関係をとらえることができると考えられる。

作成にあたっては、Kamada-Kawai 法（Kamada、1989）を用い、ネットワーク分析プログラムである Pajek¹を利用した。ネットワークの視覚的な特徴から、以下の電子掲示板の全体的な情報を容易にとらえることができる。

- 発言が活発なグループとそうでないグループの区別
- コアユーザの存在

そして、トピックと発言者のつながりから、以下の情報もとらえることができる。

- 共通するトピックを通しての発言者の関係
- 孤立しているトピックと発言者

またノード間の関係についても述べると、Kamada-Kawai 法は、ばねモデルによってネットワーク図を作成しており、ネットワークの中央に位置するノードは、中心となって発言している発言者もしくは中心となっている発言対象のトピックを表す。トピック間の位置関係については、トピックの内容が類似していると、トピックは近い位置に配置されるというわけではなく、同じ発言者から構成されているトピックは、近い位置関係に配置される。発言者間の位置関係についても、同じような発言をする発言者は、近い位置に配置されるということではなく、同じトピックに発言する発言者は、近い位置関係に配置される。従って、同じ発言者から構成される傾向のあるトピック、同じトピックに発言する傾向のある発言者といった関係もとらえることができる。

以上のように、スレッド型のトピックの表示方式を、ネットワークで表現することによって、スレッド型では、把握することが困難な特徴をとらえることができる（図3）。

¹ <http://pajek.imfm.si/>

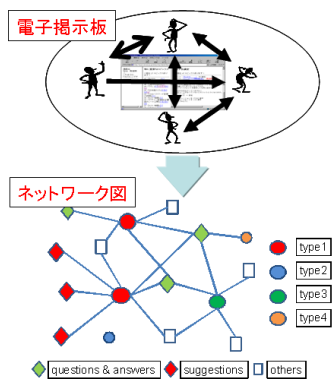


図3 授業時間外作業可視化機能のイメージ

そこで、グループごとに作成したネットワーク図を利用して、

- ① 発言数の多いグループにおけるネットワークの特徴
- ② 発言者の属性によるネットワークの構成
- ③ コアユーザの影響
- ④ ネットワークの形成過程

という点に着目し、教員がうまく授業外で行う学生の作業を管理・運営することで、グループを活性化させ、教育効果を高めることが容易になると考えられる。

4. 予備実験

4. 1 実験概要

企業の研修等でよく行われるコンセンサスゲーム²の一種である「砂漠サバイバルゲーム」を用いて予備実験を行った。テーマは、砂漠に不時着したグループに、残されたいくつかの物品を必要性の高い物から順位付けをするというゲームである。ここでは、正解と各グループの出した回答の差を累計したものを得点とし、得点（正解との差）が少ないグループから順位付けを行った。

今回は大学三、四年生を対象に、上記の課題をスレッド型の電子掲示板で行わせ、その分析を行った。各グループあたりの学生数は4名で、時間は約1時間、合計6グループ実験を行った。

グループ分けにあたっては、あらかじめコンピュータスキルやネットコミュニティの経験についてのアンケート

² ある課題や問題に対して、グループの構成員がそれぞれの意見や解決策を持ち寄り、グループ全体でコンセンサスを得て、グループ全体の解決策を作り出していくゲーム。代表的なものとして、「NASA ゲーム」がある。

トを行い、学生を3.2節にて述べた4種類のタイプに判別した。その結果に基づき、以下のようにグループ分けを行った。

- コアユーザと考えられる Type1 の学生を必ず各グループに配置する
- 構成員を均等に配置するグループ (グループ1と2)
- 構成員にばらつき (Type2 の学生が存在しない) があるグループ (グループ3～6)

各グループの構成員のタイプを表1に示す。

表1 各グループのタイプ別構成員

| グループ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 学生1 | Type1 | Type1 | Type1 | Type1 | Type1 | Type1 |
| 学生2 | Type2 | Type2 | Type3 | Type3 | Type3 | Type3 |
| 学生3 | Type3 | Type3 | Type3 | Type3 | Type3 | Type3 |
| 学生4 | Type4 | Type4 | Type4 | Type4 | Type4 | Type4 |

4. 2 実験結果

表2にグループごとのトピック数、発言数そして、グループごとにまとめた結論に対する得点(順位)を示す。

表2 グループごとの発言数の内訳

| グループ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-------|----|-----|-----|-----|----|----|
| トピック数 | 10 | 40 | 8 | 8 | 3 | 8 |
| 発言数 | 51 | 111 | 110 | 104 | 53 | 71 |
| 得点 | 30 | 18 | 28 | 22 | 32 | 22 |
| 順位 | 5 | 1 | 4 | 2 | 6 | 3 |

表2より、評価の高いグループ(グループ2とグループ4)は総発言数が多いことが分かる(平均108個)。特に順位が一位のグループ2はトピック数も多い。これは話題ごとにトピックを作成することによって、グループ内での意見をより把握しやすくなり、質の高い結論に至ったものと判断できる。まとめると、評価の高いグループの特徴は以下のとおりである。

- 発言数が多い(コミュニケーションが活発)
- トピック数が多い(発言が内容ごとにまとめられており、把握が容易)

一方、評価の低いグループ(グループ1とグループ5)は総発言数が少なく(平均52個)、順位が最下位のグループ5はトピック数が最も少ないことが明らかになった。

次に、各グループのタイプ別構成員の発言の割合を図4に示す。

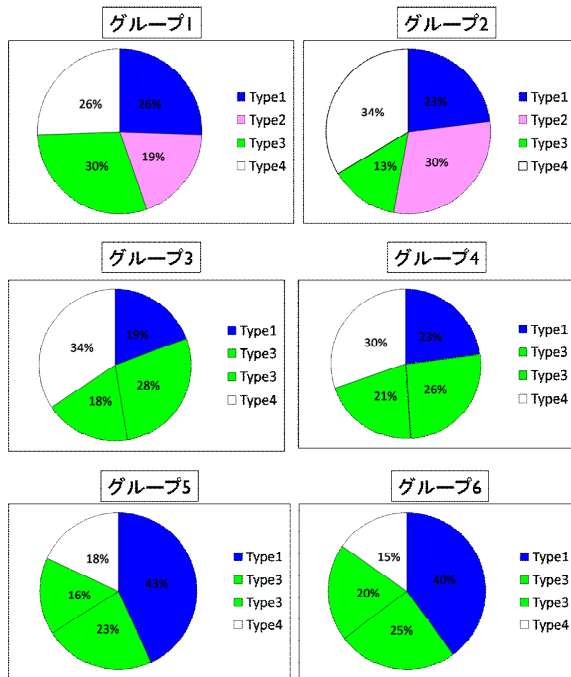


図4 各グループにおける学生ごとの発言の割合

まず評価の高いグループについてみてみると、学生ごとの発言の割合については、必ずしも、コアユーザ候補のType1の学生の発言数が多いというわけではなく、全てのタイプの学生が均等に発言している傾向にある。

一方、評価の低いグループについてみてみると、最下位のグループ5においては、Type1の学生の発言数が最も多く、Type4の学生の発言数が最も少ない（ただし評価の高いグループ6も同じ傾向にある）。

これらの結果から、Type1の学生のみが積極的に発言しているのではなく、全員が均等に発言するコミュニティの方が、結論の質が高いことが分かる。特にType4の学生はコンピュータスキル、コミュニケーションスキル共に劣っていると考えられる学生のため、Type4の学生から多くの質問を挙げさせ、これらの情報を共有することによって、グループ全体のコミュニケーションの質を向上させることにつながると考えられる（グループ2と4のType4の学生の発言の割合は平均32%であるのに対して、グループ1と5は22%である）。つまり、教員はなるだけすべての学生が均等に発言している状態を作り出すように場をコントロールすることが必要になる。

5. 授業時間外作業の視覚化

グループごとの電子コミュニティを視覚化するため、ネットワーク図を作成した。ネットワーク図において、発言者は丸「○」、トピックは四角「□」にて表現している。

各グループのコミュニケーションをネットワーク図で表現したものを図5に示す。

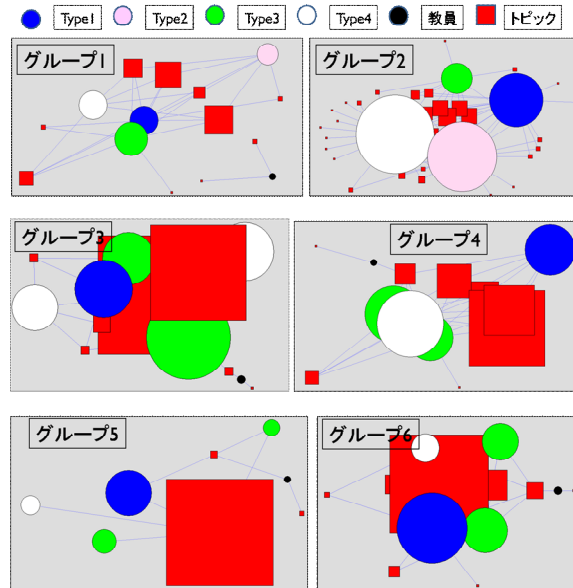


図5 コミュニケーションのネットワーク図

各グループのコミュニケーションを表現したネットワーク図を分析した結果、以下のような特徴があることが明らかになった。

- コアユーザのノードの特徴
コアユーザのノードの特徴だが、コアユーザが存在した（Type1の学生の発言数の割合の高い）グループ5およびグループ6のネットワーク図をみてもらえばわかるとおり、ほぼ中心に位置する。
- 評価の高いグループの特徴
評価の高いグループ（グループ2とグループ4）のネットワーク図は、発言者のノードが重心近くに密集していることが分かる。これは3.3節にて述べたように、同じトピックに発言する発言者は、近い位置関係に配置される傾向になるためである。すなわち発言者が均等に全てのトピックに発言している場合は、発言者のノードは重心近くに集まる。

- 評価の低いグループの特徴

評価の低いグループ（グループ1とグループ5）のネットワーク図は、発言者のノードがばらついていて分かる。従って、ネットワーク図より、発言者のノードが重心から離れている場合は、教員は均等に発言するように促すことが必要となる。

教員は、コミュニケーションの様子を表現したネットワーク図を利用することより、各グループのトピック数、トピックごとの発言数を容易に把握することが可能になる。したがって、学生の授業時間外作業において、教員が電子掲示板でのネットワーク図をチェックし、発言数の少ない学生が存在する場合は発言を促す、あるいは発言数の多いトピックが存在する場合、トピックを分けるように促すといった処置をとることが容易になる。また、上記のようなネットワーク図の特徴を利用することによって、教員が学生の行っている授業時間外作業の状態を判別することが容易になると考えられる。

6. まとめ

本論文においては、グループワークが主体となる情報リテラシー教育を対象に、学生が行う授業時間外作業の質の向上に焦点を当て、トピックと発言者の関係に注目することで、トピックと発言者の関係の可視化する機能についての検討を行った。

予備実験を行い、その結果を分析することで、以下の点を明らかにした。

- 授業時間外作業の状態の把握

ネットワーク図でコミュニティの状態を可視化することにより、各学生のトピック数やトピックごとの発言数だけでなく、発言者間の関係やトピック間の関係、発言者とトピック間の関係を容易に把握することが可能である。これらの情報によって、教員は授業時間外に行われる学生の作業状態を容易に把握することができる。

- 教員の果たす役割

効果的な授業時間外作業を学生が行うためには、ある程度教員がコントロールする必要がある。教員

は講義の連絡やレポートの質疑応答に応じたりするほかに、孤立した学生やトピックを減らし、偏った議論を修正するようにサポートする必要があり、コミュニティを活性化させる上で、その果たす役割は非常に大きい。

今後は、実際の運用を通じて、良い授業時間外作業の特徴についての分析を進め、学生間の活発な電子コミュニティの形成を支援することによって、効果的な授業時間外作業を支援するシステムを考案していく予定である。また、教員が容易にサポートできるように支援する機能についても検討を進めていく予定である。

参考文献

- 高雄慎二、三平善郎、「講義支援電子会議サービスにおける参加促進機能」、電子通信情報学会技術報告 MVE2000-72、2000年、43-48ページ
- 井上智雄、小林哲郎、池田謙一、重野寛、岡田謙一、「ウェブ掲示板を対象としたネットコミュニティ分析支援システム：CMINER」、情報処理学会論文誌、第45巻、第1号、2004年、131-141ページ
- 高橋正道、北山聡、金子郁容、「ネットワーク・コミュニティにおける組織アウェアネスの計量と可視化」、情報処理学会論文誌、第40巻、第11号、1999年、3988-3999ページ
- 篠沢佳久、植竹朋文、高雄慎二、「情報教育における学生の疑問の解消を容易にする電子掲示板システム」、情報処理学会研究会 GW-41-10、2001年、55-60ページ
- 藤田邦彦、亀井剛次、Evs Jettmar、吉田仙、桑原和宏、「サイバーコミュニティ形成支援システムのネットワーク分析による評価」、情報処理学会研究会 GW-39-1、2001年、1-6ページ
- 稲垣忠、土井大輔、宇治橋祐之、黒上晴夫、「リレーションに着目した学校間交流学習コミュニティの分析」、教育システム情報学会 第27回全国大会、2002年
- 篠沢佳久、植竹朋文、高雄慎二、「情報教育授業の補佐的な役割を持つ電子掲示板システム「IS-Board」の構築」、情報処理学会論文誌、第45巻、第2号、2004年、623-634ページ
- 篠沢佳久、植竹朋文、「演習系授業向け電子掲示板コミュニティのネットワーク分析を用いた考察」、経営情報学会論文誌、Vol. 15、No. 2、2006年、1-22ページ
- T. Uetake, Y. Shinozawa, "A Design of the Support System for the Group Collaboration to Cultivate Information Literacy Skills", 13th International Conference on Human-Computer Interaction (HCI International 2009), 2009, DVD-ROM
- 安田雪、『ネットワーク分析—何が行為を決定するか』、新曜社、1997年
- 安田雪、『実践ネットワーク分析—関係を解く理論と技法』、新曜社、2001年
- T. Kamada, S. Kawai, "An algorithm for drawing general undirected graphs information", Processing Letters, Vol. 31, 1989, pp. 7-15