

授業内における学生間人的ネットワークの形成について¹

比佐 章一²・奥田 麻衣³・西村 陽一郎⁴・森田 圭亮⁵

Human Network Dynamics of Students in Lectures
Shoichi Hisa, Mai Okuda, Youichirou Nishimura, Keisuke Morita
Kanagawa University

【要約】 本論文では、神奈川大学の学生に、お互いにどの程度コミュニケーションをとっているかをアンケート調査し、学生間のネットワークがどのようになっているか、またどのように形成され変化しているかの分析を行った。アンケート調査の結果、学生同士がコミュニケーションをとる機会が多い経済情報処理ⅠやFYSの授業では、学生間のネットワークが形成されやすい傾向にあった。その一方で、前期にFYSの単位を落とした学生を対象とした再履修のFYSでは、学生間のネットワーク形成がされにくい傾向にあることがわかった。これはFYS再履修学生が、前期の段階で授業に出席していなかったことが再履修となったと思われ、大学に通わない、あるいは授業を受けようとしにくい姿勢が強く、あるいは大学生活や周りの環境に不満があるなどの理由から、周囲の人間とコミュニケーションをとろうとしないと考えられる。また中心性の強い学生が、中心性の値をより大きくしていくとする、いわゆる「マタイの法則」が成立する傾向にあることもわかった。

【キーワード】 ネットワーク分析 ネットワーク中心性

目 次

1. 序論
2. 分析
3. ネットワーク中心性とその推移
4. 終わりに

1 本研究は、「平成28年度神奈川大学経済貿易研究所共同研究助成金」の援助を受けて実施した。ここに感謝の意を表させていただく。

2 神奈川大学 経済学部 准教授 ft101923eh@kanagawa-u.ac.jp

3 神奈川大学 経済学部 非常勤講師

4 神奈川大学 経済学部 准教授

5 神奈川大学 経済学部 准教授

1. 序論

ネットワーク分析とは、ネットワークの要素同士の関係を記述し、その位置特性を分析することであり、各要素のネットワーク上での位置によって、各要素の全体での存在の意義を規定するといえよう。例えば、分析対象が人間であれば、友人関係や血縁関係、情報交換ネットワークなどであり、対象が企業であれば、取引関係や役員関係、出資・所有関係や特許の引用などとなる⁶。

人間の「社会的（ソーシャル）ネットワーク」については、「ミルグラム」実験で、ネブラスカ州オマハとボストンで伝言ゲームを実施したところ、はるかかなたの人々との間で、平均的に高々「6次の隔たり」によって、人々がつながっていることがわかった（詳しくは、Travers and Milgram (1969)、Milgram (1967)、ダンカン・ワッツ (2012)などを参照)。そして人々のが、お互いに意外に近い関連性でつながっている世界に住んでいる（いわゆる「スモールワールド」）ことが知られるようになった。

一方で、ネットワーク構造には、ネットワークの次数が、べき型の分布を持つことが知られている。これは特定の要素の次数が極端に大きな値をとることを意味し、ハブと呼ばれる次数の非常に大きなノードがネットワーク内に少数ながら存在することを意味している。そして人的関係のみならず、多くのネットワーク構造においてみられる現象であることが知られている。人間関係においては、俳優同士の共演関係をネットワーク構造から分析した研究などが有名である（詳しくは Amaral, et al. (2000) を参照）。

こうした事実から、ネットワーク全体に大きな影響を与える「インフルエンサー」が存在する見方も登場した。マーケティングの分野では、Bass (1969) による「バズ・モデル」と呼ばれるものが知られている。実際のところ、「インフルエンサー」が存在するかどうかは議論があるところである（詳しくはダンカン・ワッツ (2012)などを参照）。ただ「インフルエンサー」が存在するかどうかは、お互いがどのようにつながり影響を与えあっているかという点にかかってくると思われる。いずれにせよ、もし人間が、人的ネットワークを通じて情報を伝達ないしやり取りをし、そこで得られた情報を基に人が意思決定をしているのであれば、人々の間に張り巡らされたネットワークの構造によって、人々全体に与える影響が異なってくる可能性も出てくるのかもしれない。つまりネットワークの構造は、集団全体の特徴を決める一つの要素になる可能性があるといえる。

本論文では、本学学生の授業内において、学生同士の人的ネットワークがどのように形成されるかを、アンケート調査によって分析し、学生間の人的つながりがどのように形成されていくかという分析を試みた。もし学生間の人的つながりがどのようになっているかがわかれば、クラス全体のネットワーク構造がわかると同時に、個別学生がクラスワークの中でどのような位置づけにあるかという情報が得られることになるであろう。そしてそれは授業を進めていくうえで有意義となるであろう。例えば、どの学生が孤立しているのかとか、どの学生がネットワーク上で主要な役割を果たしているのかといったことを把握することが可能となり、それによって集団から孤立した学生のケアをすることや、「インフルエンサー」になりうる中心的な学生を通じ

6 詳しくは、安田雪 (2001) を参照。

て、情報伝達などを行うことで、授業の進行等に影響を与えることが可能となることが期待されるからである。

学生同士がどのような人的ネットワークを形成しているのかということに関しては、ネットワーク構造自体が、明示的に観測できるわけではない。というのは学生間のコミュニケーションのネットワークは、制度としてあらかじめ存在しているものではなく、お互いのかかわりの中で、自生的に形成・発展していくものだからである。そのため情報の伝達経路などを把握することは、通常わからない状況にあるといえる。そこでデノーイ等（2009）で解説を行っている、「製材所従業員の拘束関係」で、労働者のコミュニケーション分析をする際に用いた、アンケート調査の方法を応用させ、学生間のネットワークがどのようになっているか、またどのように形成され変化しているかを、視覚的に把握し、分析を行った。また本論文では、主に入学したばかりの新1年生を中心にアンケートを取り、学生間のネットワークが、1年生向けの授業を通じて、どのように形成されていくのかという、ネットワークの時系列的変化をみていく。

本論では第2節で、使用したデータの特徴、アンケートの方法、そしてそれを視覚化して分析をした結果を示す。次の第3節で、各学生のネットワーク上での位置づけを、中心性の指標を用いて数値化し、それが講義の進行に従ってどのように変化するかをみていく。そして第4節で結論を述べる。

2. 分析

本論では、複数回のアンケート調査を基に、おもに神奈川大学経済学部1年生が受講している前期科目の、クラス内における学生間の人的ネットワークに関する分析について論じていく。1年生の入学時点では、多くの学生が知り合いもおらず、よくわからない状況で講義を受けている状況である。そして学期が進むにつれ、徐々に知り合いも増え、お互いにコミュニケーションをとりながら、授業の内容や試験の内容について相談し、勉強をしていくことになっていくと思われる。

2.1 データ

本論では2016年度1年生対象のFYS（Fiscal Year Seminar）の2クラスの学生と、経済情報処理I1クラス、計3クラスの学生を対象に、各クラス内の学生の間関係について、学生にアンケート調査を行った。FYSは、新1年生向けの少人数の授業であり、神奈川大学の特徴や、入学以降必要とされる知識等を教える目的で行う授業である。また講義は出席重視で、原則として、3分の2以上の出席がないと単位取得ができない。一方、経済情報処理Iはコンピュータールームで実施する少人数の授業であり、各自がコンピューターを実際に使いながら作業を行う。そのため学生同士が相談をしながら作業を進めることが行いやすい授業といえる。

アンケートでは、以下の表1のアンケート票を各学生に配り、各学生の間関係を調査した。調査票では各自が、同じクラス内の学生の「氏名」と「フリガナ」を振ったリストがあり、それぞれの学生に対して、

表1 アンケート票

| 氏名 | 氏名カナ | 言葉を交わしたことは無い | 言葉を交わしたことはないが、あいさつ程度は交わしたことがある | 授業中に言葉を交わす | 授業中に言葉を交わすことはないが、授業の前後で言葉を交わす | 授業中と授業の前後で言葉を交わす | 授業では話さないが、授業以外で言葉を交わす | 授業中や前後に加えて授業以外でも言葉を交わす | メールやLINEなどでやり取りをする | 本人 |
|------|-------|--------------|--------------------------------|------------|-------------------------------|------------------|-----------------------|------------------------|--------------------|----|
| ABCD | アイウエオ | | | | | | | | | |
| ... | ... | | | | | | | | | |
| ... | ... | | | | | | | | | |
| WXYZ | ワラン | | | | | | | | | |

1. 言葉を交わしたことは無い
2. 言葉を交わしたことはないが、あいさつ程度は交わしたことがある
3. 授業中に言葉を交わす
4. 授業中に言葉を交わすことはないが、授業の前後で言葉を交わす
5. 授業中と授業の前後で言葉を交わす
6. 授業では話さないが、授業以外で言葉を交わす
7. 授業中や前後に加えて授業以外でも言葉を交わす
8. メールやLINEなどでやり取りをする

の選択肢を提示した。これは数字が増えるほど、学生間のコミュニケーションの親密度が大きいことを意図した調査となっている。アンケート票のフォーマットは、上記の表1である。

本論の分析では、3人の教員が各授業でアンケート調査を行った。教員Aは経済情報処理Iを担当し、コンピュータールームを使用した授業を行っており、履修者25名であり、授業開始時点、中間時点および最終時点の、それぞれ3回行った。教員BはFYSを担当し、履修者24名、授業開始時点と中間時点の2回のアンケートを実施、また教員Cは再履修者向けのFYSであり、履修者20名、授業開始時点と中間時点および最終時点の3回行った。また教員Cの先生は、3年生のゼミでもアンケート調査を行い、履修者23名、授業開始時点と最終時点の2回アンケートを実施した。

アンケートから得られる情報は、人数の二乗の数となる。例えば20人にアンケートを取ると、各自が自分自身を含め、20人の関係を答えることとなり、それが20人分となる。それぞれのクラスで取ったアンケートの調査結果の度数分布を取ると、以下の結果(表2)となる。

表2 アンケート調査結果（度数分布）

| | 教員 A | | | 教員 B | | 教員 C | | | 教員 C | | |
|----|-------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 科目 | コンピューター演習 | | | FYS | | FYS | | | ゼミ | |
| | | 第1回目 | 第2回目 | 第3回目 | 第1回目 | 第2回目 | 第1回目 | 第2回目 | 第3回目 | 第1回目 | 第2回目 |
| 回答 | 0または1 | 598 | 244 | 101 | 527 | 386 | 391 | 383 | 391 | 470 | 231 |
| | 2 | 6 | 74 | 58 | 22 | 23 | 2 | 3 | 2 | 16 | 146 |
| | 3 | 11 | 154 | 261 | 15 | 65 | 0 | 2 | 0 | 6 | 42 |
| | 4 | 0 | 12 | 1 | 1 | 8 | 0 | 0 | 0 | 3 | 23 |
| | 5 | 2 | 43 | 40 | 1 | 19 | 0 | 1 | 0 | 4 | 12 |
| | 6 | 2 | 8 | 0 | 0 | 6 | 1 | 2 | 1 | 6 | 23 |
| | 7 | 1 | 42 | 94 | 2 | 31 | 3 | 3 | 3 | 9 | 23 |
| | 8 | 5 | 48 | 70 | 8 | 38 | 3 | 6 | 3 | 15 | 29 |

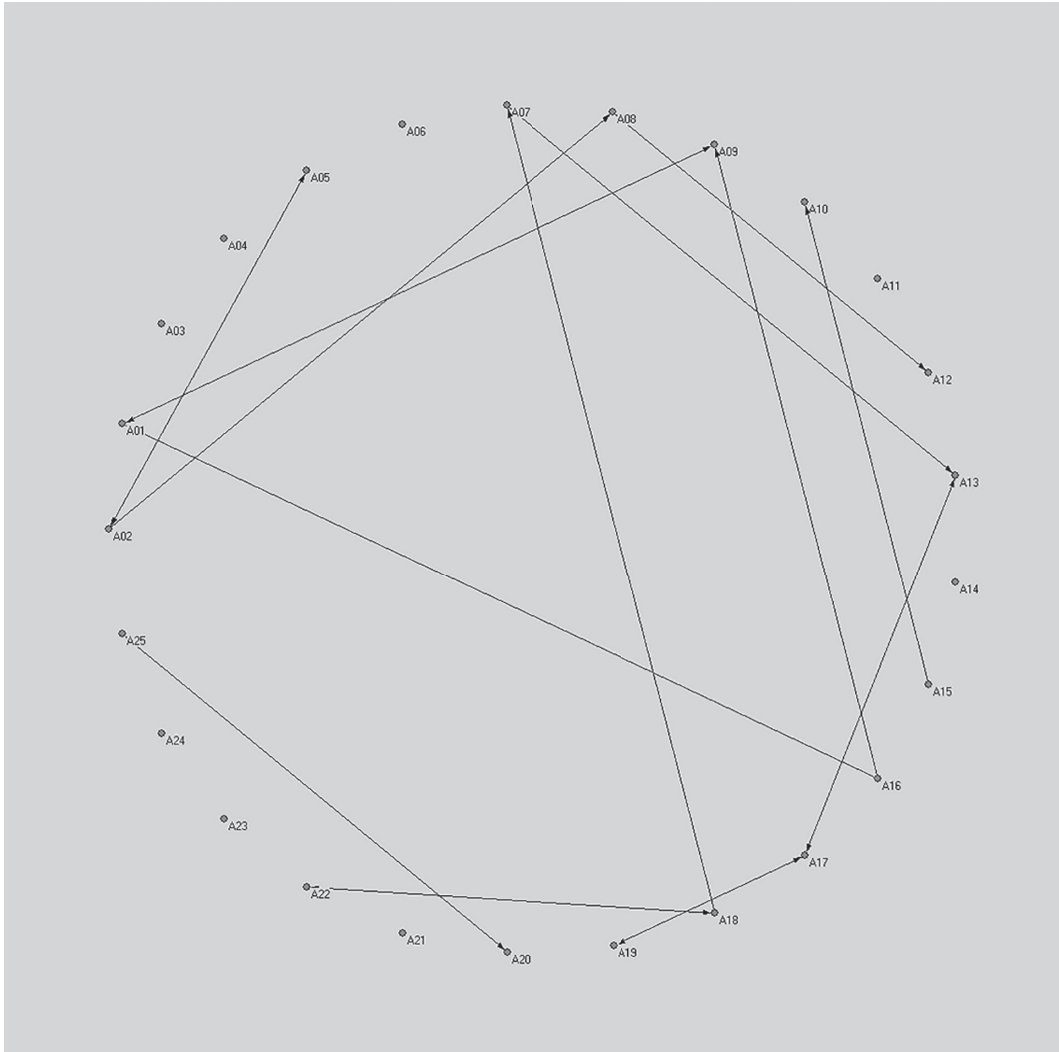
(回答)

0. 本人と回答、もしくはデータ欠損
1. 言葉を交わしたことは無い
2. 言葉を交わしたことはないが、あいさつ程度は交わしたことがある
3. 授業中に言葉を交わす
4. 授業中に言葉を交わすことはないが、授業の前後で言葉を交わす
5. 授業中と授業の前後で言葉を交わす
6. 授業では話さないが、授業以外で言葉を交わす
7. 授業中や前後に加えて授業以外でも言葉を交わす
8. メールやLINEなどでやり取りをする

なお表2では、0と1と回答したものを合計しているが、それはアンケートの際、交流のない学生については答えないケースが多いためであり、ほぼ同じ内容なので合計している。表2から、教員Aの経済情報処理Iでは、講義開始時点では、ほとんどの受講生がお互いに交流がなかったことがわかる。しかし第2回目、第3回目と進むにつれ、受講生同士の交流が進んでいく傾向にあることがわかる。同様のケースは教員BのFYSであり、第2回目のアンケート結果のほうが、7. 授業以外でも言葉を交わしたり、8. メールやLINEのやり取りをする学生数が増えていることがわかる。また教員CのFYSでも同じ傾向が表れているといえよう。これらの結果から、講義を進めていくにつれて、学生間の交流が進んでいく傾向があるといえよう。

しかし一方で、教員Cの再履修者向けのFYSについては、3回のアンケートを通じて、受講生同士の交流がほとんど進んでいないことがわかる。これは、1年生前期に取るべき講義の単位を落とした学生を対象としており、こうした受講生は、講義内の学生同士で、お互いに交流をとろうとしない傾向が見て取れる。通常、FYSは授業にきちんと出ていれば単位が取れる内容の講義であることから、大学1年生の当初から、きちんと授業に参加しようという意志が弱い学生が、履修者の大半であったと考えられる。

図1.1 学生間の人的ネットワーク



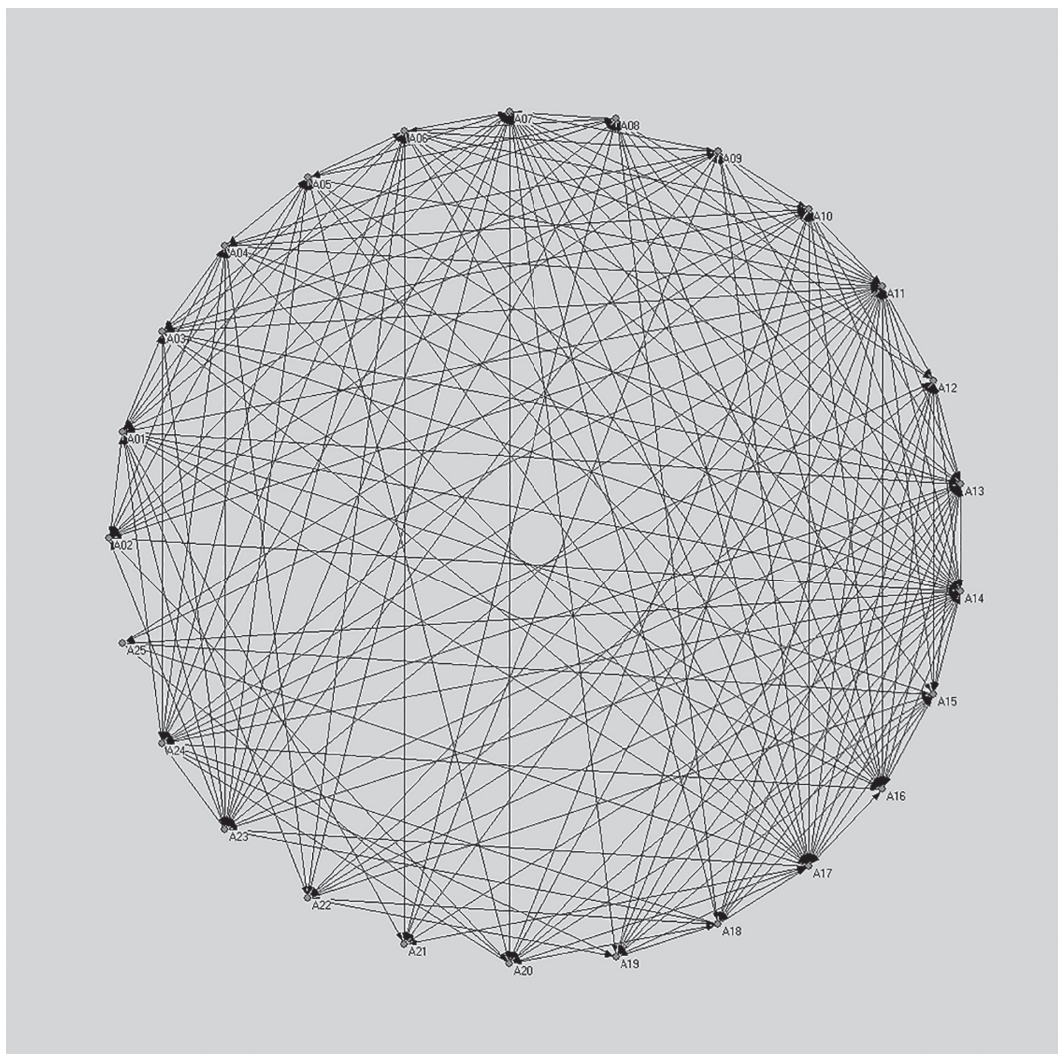
教員 A・第1回目 アンケート調査結果

2.2 ネットワークの特徴

次に受講生間の人的つながりを、グラフを使って表現をする。以下では、回答で3と答えた、すなわち「3. 授業中に言葉を交わす」以上の答え、すなわち3.、4.、5.、6.、7.、8.と回答をした場合に、回答者が相手に対して人的交流があると認識していると定義し、グラフを作成していく。なおネットワークをグラフで視覚化する作業では、Pajek というフリーソフトを用いた。

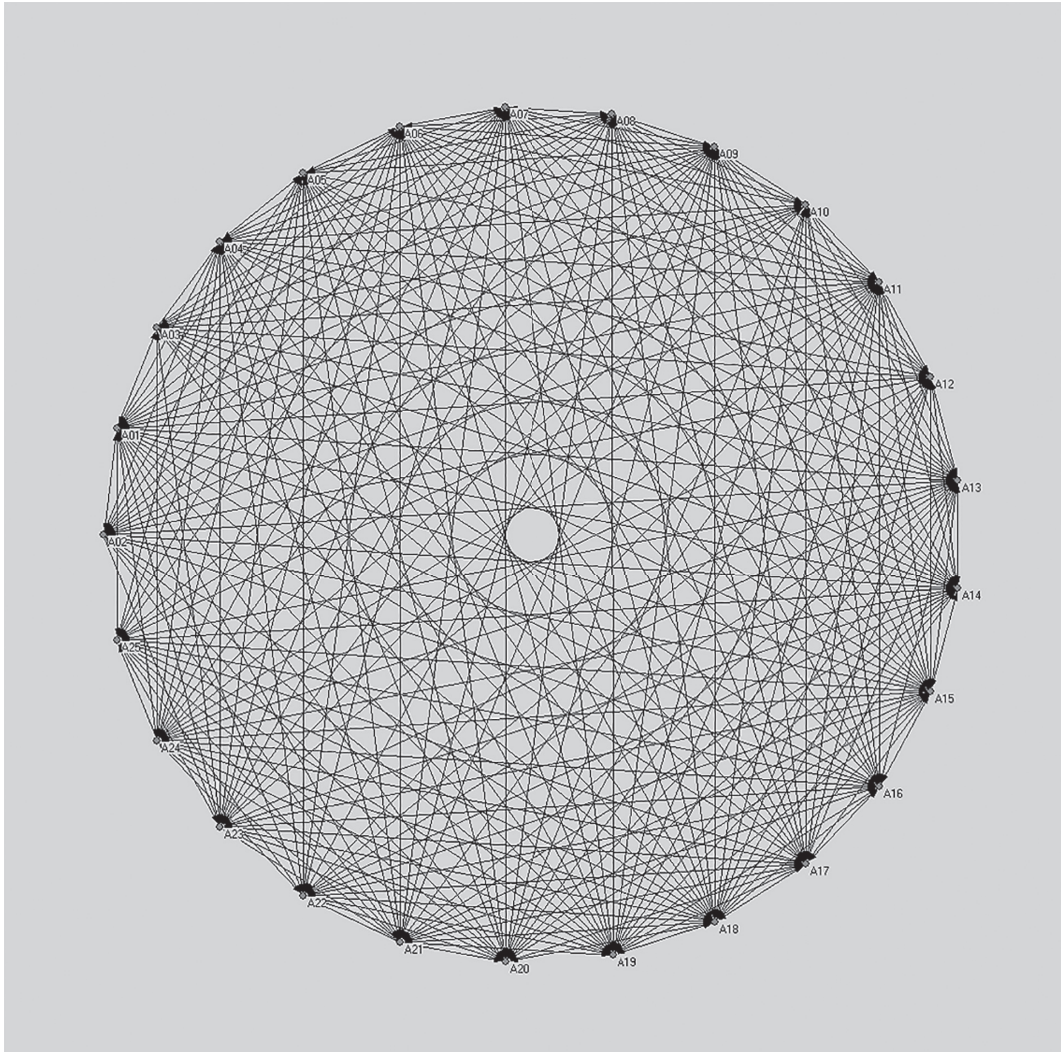
図1.1~1.3は、教員 A 経済情報処理 I の授業 3 回分のアンケート調査の結果である。これを見るとわかるように、第1回目の時点では、人的つながりがほとんどない（図1.1）が、第2回（図1.2）、第3回（図1.3）と講義が進捗するにつれて、履修者間の人的ネットワークが密になっていくことがわかる。経済情報処理 I の講義は、実習が多いことから、学生間で相談をするなど

図1.2 学生間の人的ネットワーク



教員 A・第2回目 アンケート調査結果

図1.3 学生間の人的ネットワーク



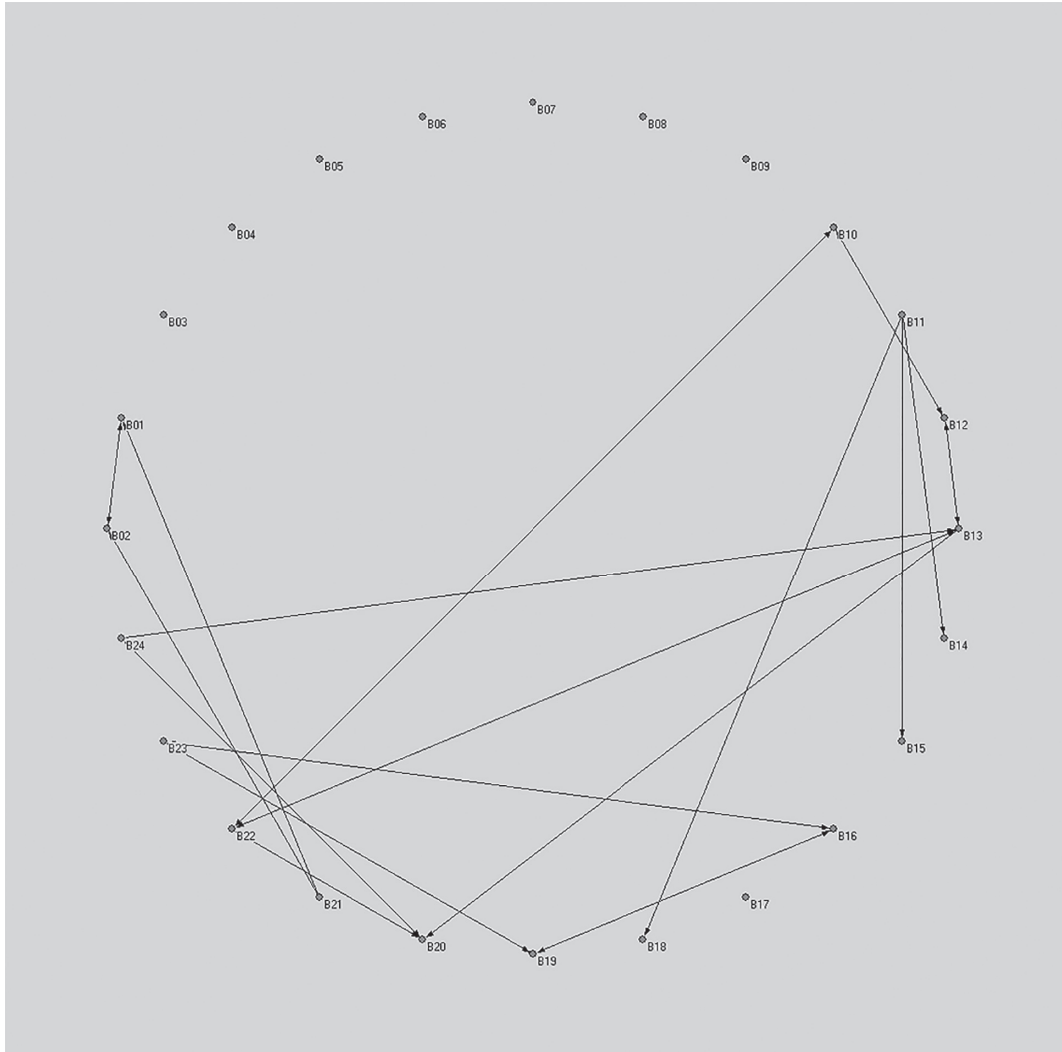
教員 A・第3回目 アンケート調査結果

の機会が多く、このことが学生間のつながりを強めていると思われる。講義の進捗方法など、授業のやり方というのが、こうした結果をもたらした可能性が高いといえよう。

一方、教員 B、1年生向けの FYS の講義の場合も同様に、講義が進展するにつれて、当初は人的つながりがほとんどなかった状態（図1.4）から、人的つながりが密になる状況（図1.5）へと移行していくことが観察された。この授業は、1年生前期の授業であり、これから大学生活を進めていこうとする学生向けであることを考えると、それなりに意義のある結果を得ているといえるであろう。学生は、高校までとは違い、クラスや担任が事実上存在しない状態で、授業を受けていくことになり、それに慣れるのに大変な状況にあるといえる。

そうした状況において、学生間でコミュニケーションを図ることで、対応することは極めて意義があることだと思われる。もちろん常に正しい情報が学生間でやり取りされるわけではない

図1.4 学生間の人的ネットワーク

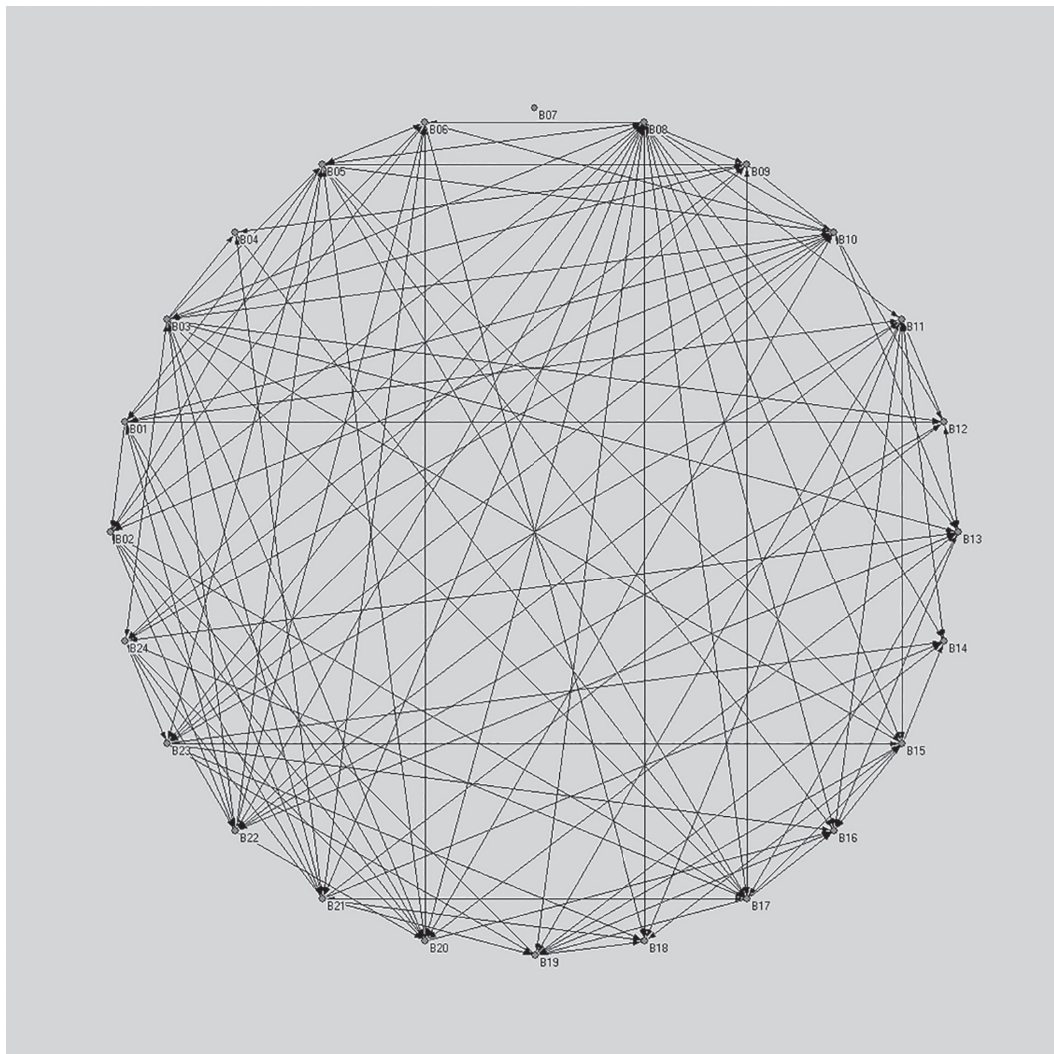


教員 B・第1回目 アンケート調査結果

が、教員から伝えられた情報を、仮にある学生がきちんと受信できていれば、その情報が多くの学生に伝わる可能性が高いといえる。もちろん伝達の途中で情報にゆがみが生じる可能性があるため、できるだけお互いが広くつながっていることが重要であり、図1.4はそれをある程度満たしていると思われる。

これはこの授業を担当した FYS の教員の授業に創意工夫があった可能性も否定できない。だが FYS が、入学当初知り合いもない状況のなかで、学生の人的つながりを広げていく効果があることが観察されたといえよう。とはいえ、図1.3ほどの密な人的つながりは形成されていないといえる。これは授業の実施様式によるところが大きいと考えられる。

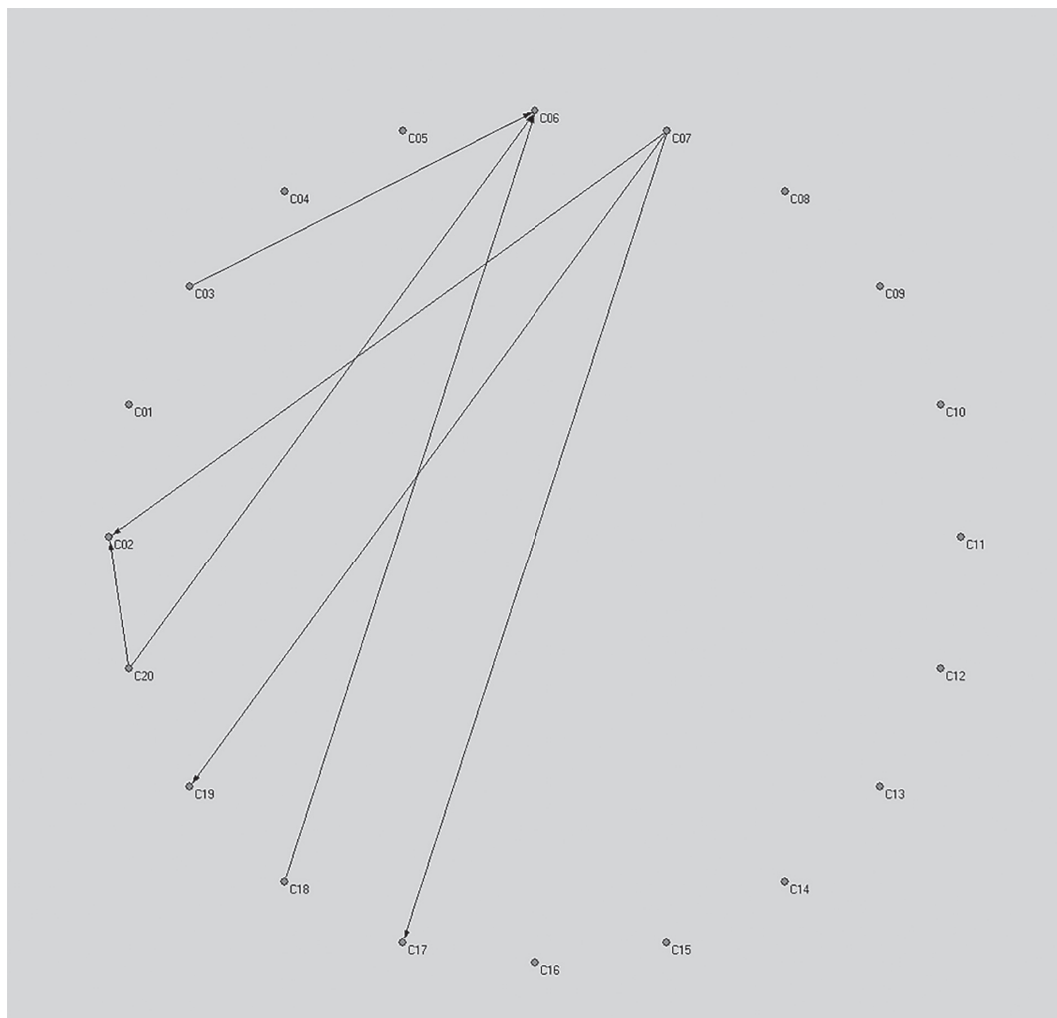
図1.5 学生間の人的ネットワーク



教員 B・第2回目 アンケート調査結果

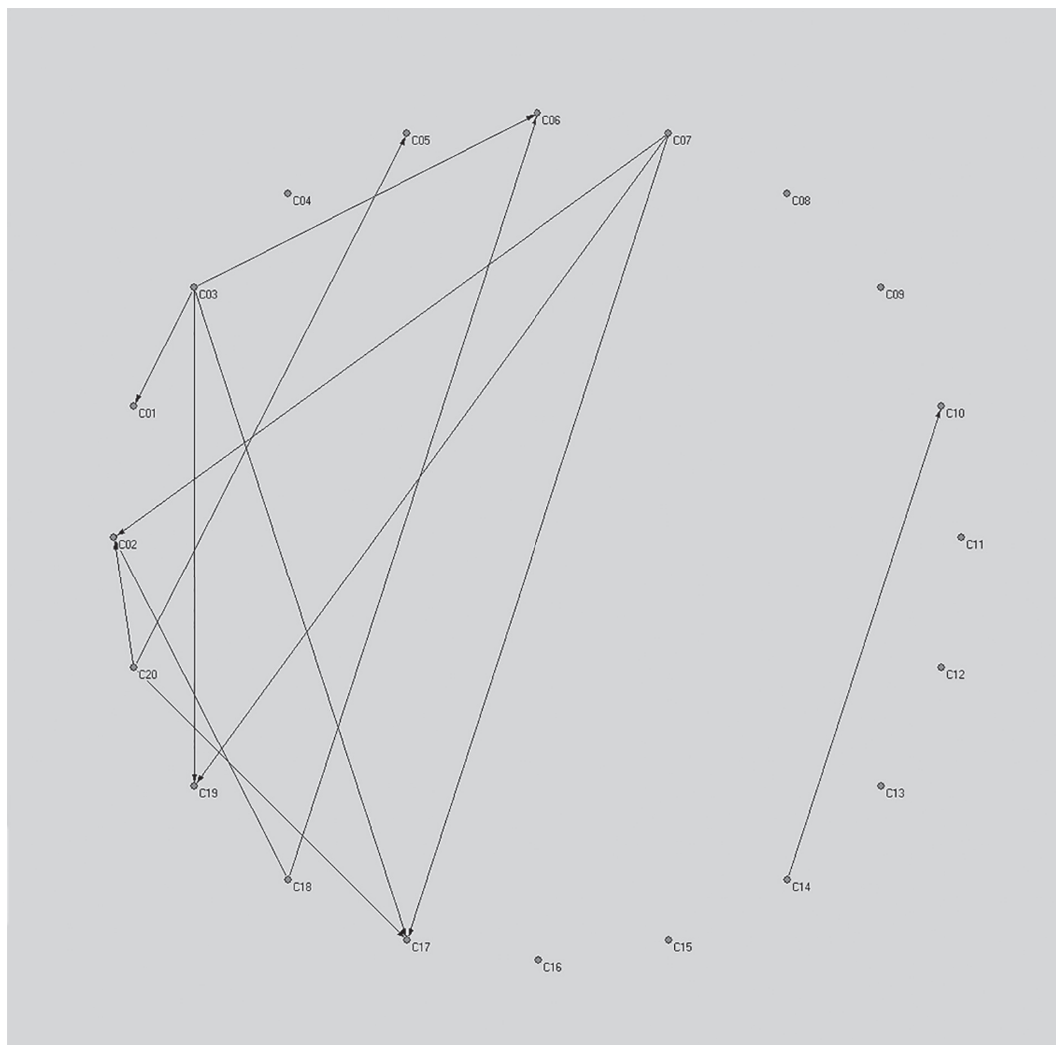
他方、教員 C、1年生向けの FYS の講義（再履修）の場合は、講義が進展してもほとんど人的つながりが起こらなかった特殊なケースといえる（図1.6～1.8）。これは FYS 再履修の学生は、そもそも前期の段階で、FYS の授業にほとんど出席していなかったことが原因と考えられ、そもそも大学に通おうとするインセンティブがない学生が多いと思われる。そのため学生同士の交流が起こらなかったと考えられる。こうした学生が、その後、大学生生活をきちんと続けていくことができるかどうか不安を感じるところであり、こうした学生のケアも考える必要があるのかもしれない。

図1.6 学生間の人的ネットワーク



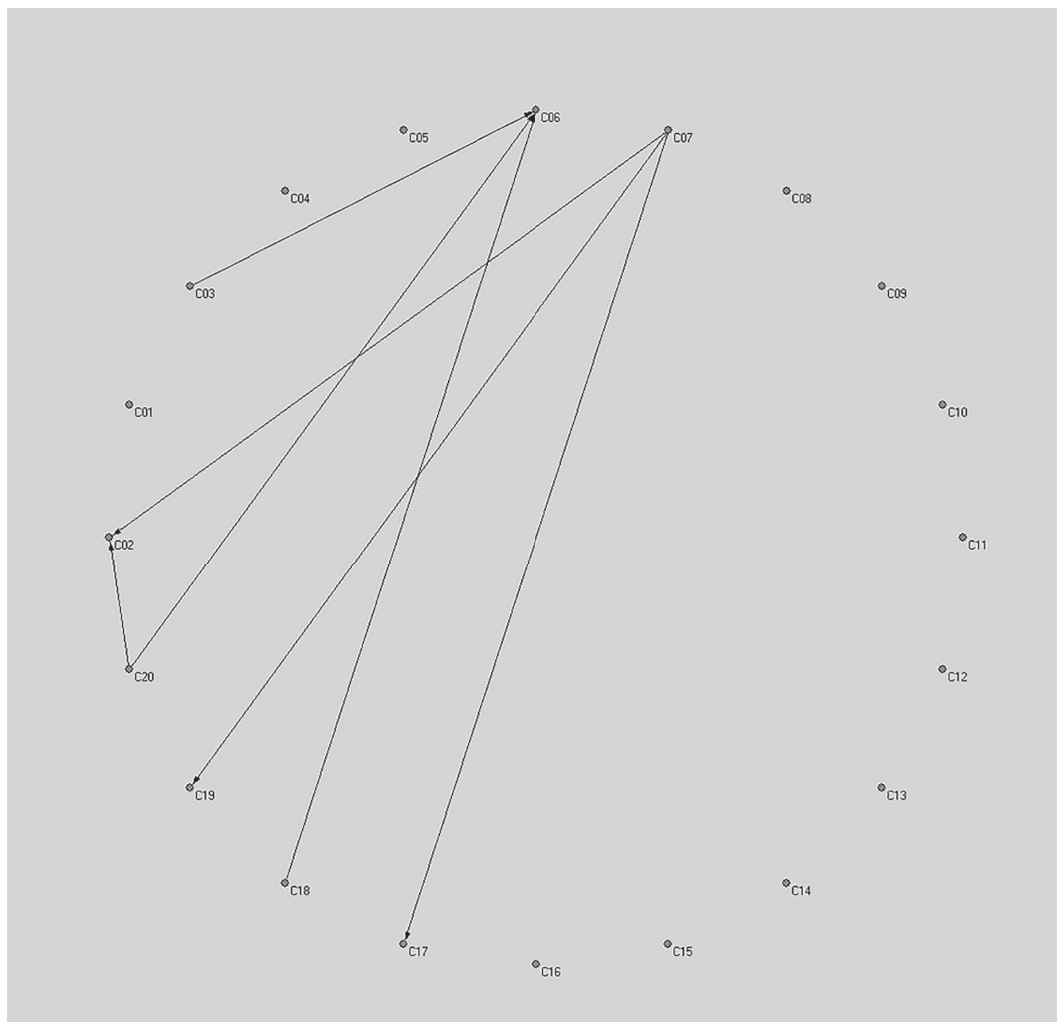
教員 C・第1回目 アンケート調査結果

図1.7 学生間の人的ネットワーク



教員 C・第2回目 アンケート調査結果

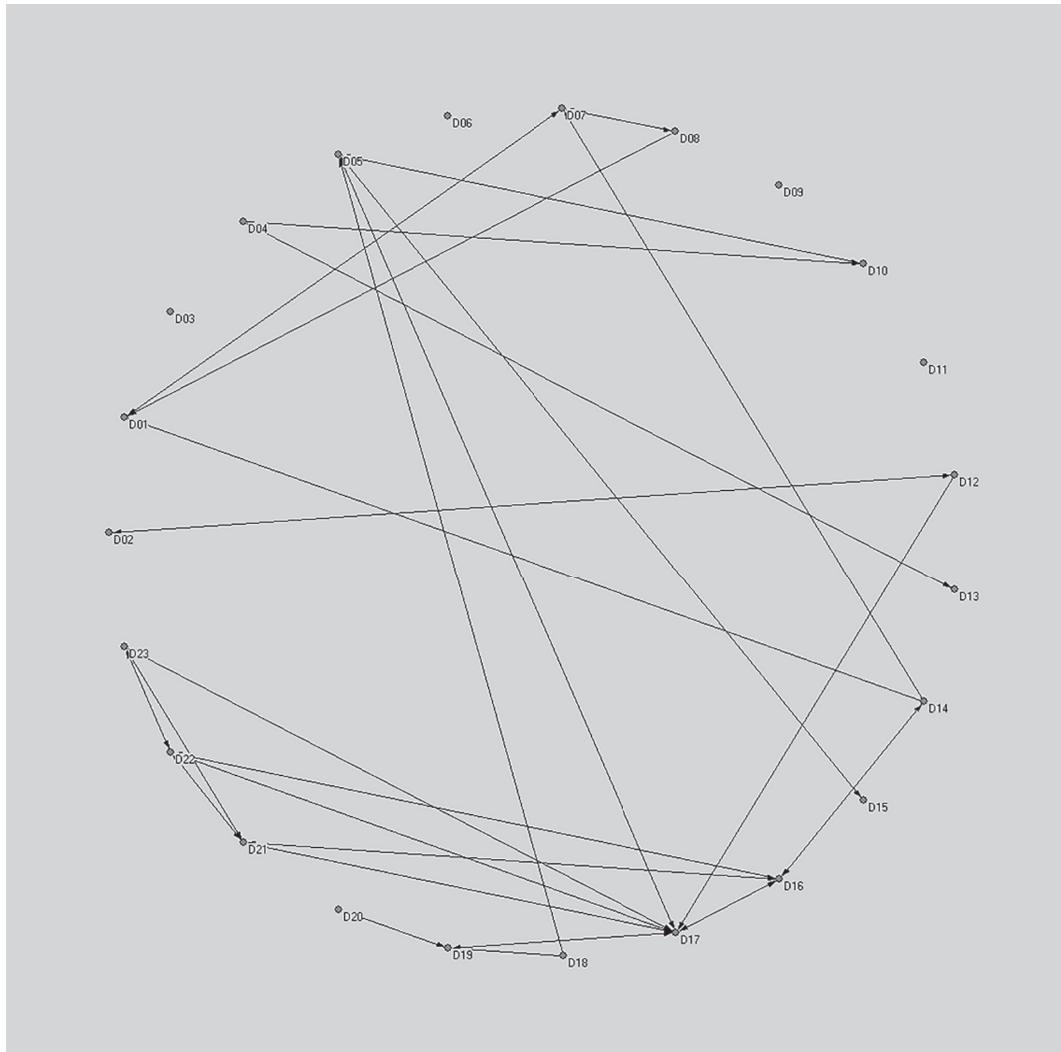
図1.8 学生間の人的ネットワーク



教員 C・第3回目 アンケート調査結果

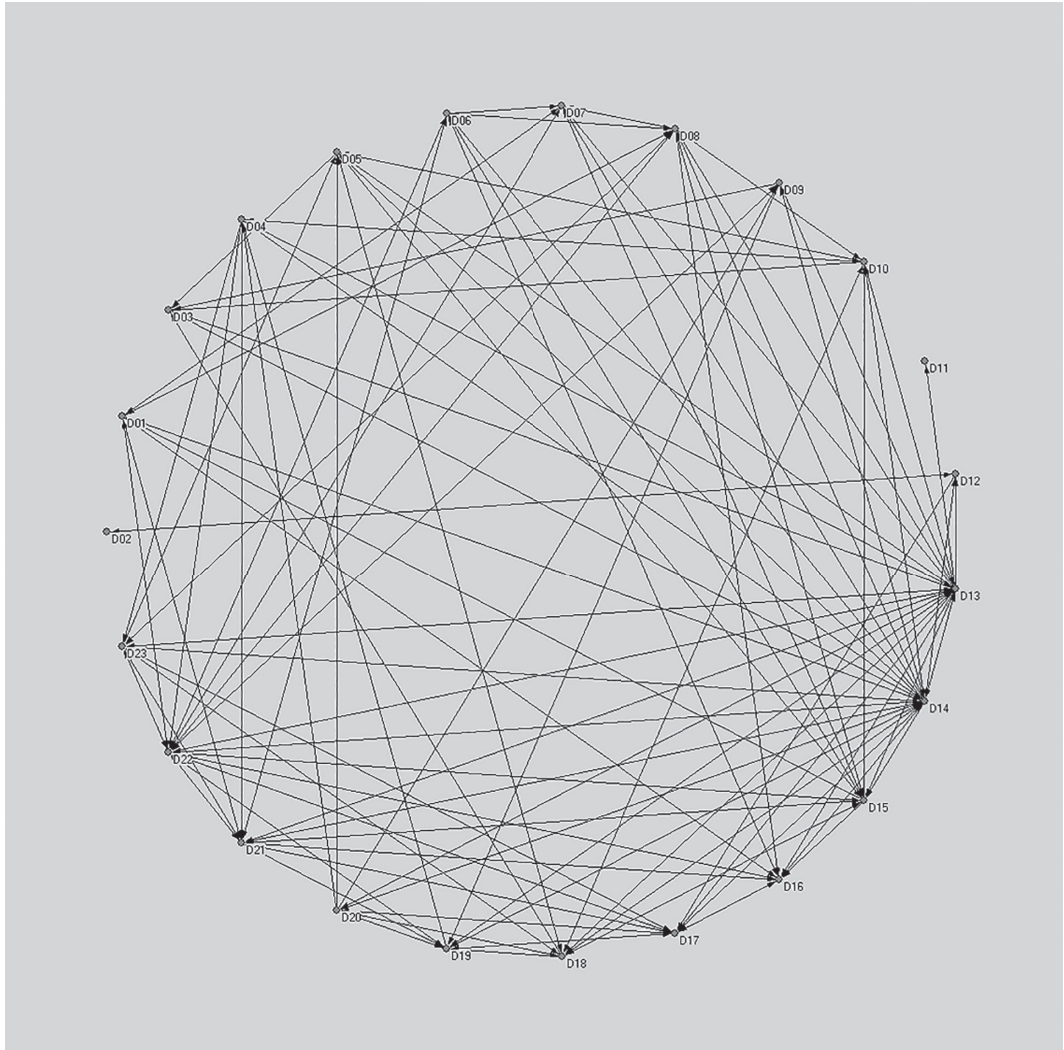
さきほどの FYS 再履修の結果は、教員の授業の仕方に問題があるという可能性は、さきほどの結果だけでは否定できないが、しかしその可能性が低いと思われる。というのは、同じ教員によるゼミでの人的ネットワークをみると、ゼミ実施によって、人的ネットワークが形成されていることがわかる（図1.9, 1.10）。ゼミは、同じサークルの友人同士で同じゼミに行くケースもあることから、比較的人間関係がある状態に入るケースが多い。そのため第1回目のゼミに入った段階で、ある程度人的ネットワークが形成されているといえる。図1.9を見れば明らかのように、ほかの授業の場合に比べ、ある程度人的つながりが出来上がっているといえる。しかしそれでも人間関係が構築されていない学生も見受けられることがわかる。しかしゼミが進むにつれて、人的ネットワークが構築されていくことが、図1.10から明らかといえる。

図1.9 学生間の人的ネットワーク



教員C・ゼミナール・第1回目 アンケート調査結果

図1.10 学生間の人的ネットワーク



教員C・ゼミナール・第2回目 アンケート調査結果

また図1.1-1.10の結果から、どの学生が講義を受けている学生の中で、中心的な役割を果たしているか、またどの学生がクラスの中で孤立しているのかといったことが把握できることがわかるであろう。特に孤立しがちな学生は、どの学生かとつながっているかを把握することで、孤立しがちな学生が孤立しないよう、つながりのある学生を通じて、何か情報を伝えたりしてサポートすることができるであろう。

さらに視覚化することのメリットは、学生自身がクラスの間人間関係がどのようになっているか、またネットワーク上でどのような位置にあるのかが認識できるという点にある。実際、ある学生がネットワークの中心にいても、その学生自身が、それを認識できているわけではない。というのは、ネットワーク構造自体は、直接認識できるわけではないからである。しかしアンケートを実施することで、視覚化されることで、自身がどのような位置づけにあり、また影響

を与える立場になるかどうかということを実感できるようになるであろう。

3. ネットワーク中心性とその推移

各学生間で人的つながりをみると、人的関係が密である学生もいれば、そうしたつながりから孤立する学生、あるいは少ない学生としかつながりがない学生など、それぞれの学生の他者とのつながり方には特徴があるといえる。また全体の人的つながりの構造のどのポジションに学生が存在するかによって、その学生がネットワークの中心にいるのか、またネットワークのはずれのほうに存在するのかといったことが決まってくることになる。

またネットワークの形成が進むにつれて、ネットワークの構造が変化することになるが、それによって各学生のネットワークにおける位置づけが変わってくるのかといったことも、複数のアンケート調査から知ることができる。

ネットワークにおいて、どれだけの人（場合によっては企業などの組織）とつながりがあるかを表す指標として、次数という概念がある。これは各頂点から出る枝の数であり、本論文では、コミュニケーションをとっている学生数に該当する。また今回の調査では、各学生間につながりについて、有向性をみることができているデータとなっている。つまりそして学生Aから学生Bに対して、自身はコミュニケーションをとっていると回答した場合、図1では「A→B」という形で、矢印の向きがAからBへ向かう形で表現される。またこの次数は、Aに対して出次数が1、Bに対して入次数が1という計算をすることとなる。また学生Aから学生Bがともに、コミュニケーションをとっていると回答した場合、図1では「A↔B」と表現され、A、Bの学生の次数はともに、出次数1、入次数1とカウントする。

そのため学生Aが、学生Bとつながりがある（すなわち「授業中に言葉を交わす」「授業中に言葉を交わすことはないが、授業の前後で言葉を交わす」「授業中と授業の前後で言葉を交わす」「授業では話さないが、授業以外で言葉を交わす」「授業中や前後に加えて授業以外でも言葉を交わす」「メールやLINEなどでやり取りをする以上のつながりがある」のいずれかを回答）と思っけていても、学生Bのほうが学生Aに対してそれほどのつながりを感じていない（すなわち「言葉を交わしたことは無い」あるいは「言葉を交わしたことはないが、あいさつ程度は交わしたことがある」と回答する）と答える可能性があるといえる（このことは図1を見ていただければ、確認ができる）。本論の分析では、有向性を考慮したうえで、各学生間の人間関係をみていく。

ネットワーク関係においては、各頂点の中心性を測ることで、各主体がネットワーク構造の中で、中心的役割を果たしているか否かを図ることができる。またネットワーク理論においては、複数の中心性に関する指標があり、局所的なものとは大局的なものとに分けられる。局所的な中心性の指標としては、次数、次数相関、クラスター係数、モチーフなどがある。これらの変数は、頂点の付近の情報だけで計算できるものであり、比較的計算もしやすいものである。これに対し、平均距離、近接中心性、媒介中心性、固有値中心性などは、ネットワーク全体の情報を使って計算するものであり、ネットワークの構造内における中心性を測る指標としては、こちらの数値を使用するほうが良いといえる。しかし指標を求める際には、ネットワーク全体の構造を把握する必要があることから、計算が煩雑になるという問題点があり、データ数が多くなると、コン

表3.1 基本統計量・中心性の指標（教員 A, 経済情報処理 I）

| | 入次数 | | | 出次数 | | | 入・出次数 | | | 近接中心性（入次数） | | |
|------|---------|-------------|---------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|-------------|-------------|
| | 第1回目 | 第2回目 | 第3回目 | 第1回目 | 第2回目 | 第3回目 | 第1回目 | 第2回目 | 第3回目 | 第1回目 | 第2回目 | 第3回目 |
| 平均 | 0.84 | 12.28 | 18.6 | 0.84 | 12.28 | 18.6 | 1.68 | 24.56 | 37.2 | 0.058230303 | 0.676698022 | 0.822006287 |
| 中央値 | 1 | 12 | 18 | 1 | 11 | 19 | 2 | 23 | 37 | 0.08 | 0.666666667 | 0.8 |
| 最大 | 2 | 19 | 23 | 2 | 24 | 24 | 4 | 40 | 47 | 0.133333333 | 0.827586207 | 0.96 |
| 最小 | 0 | 6 | 14 | 0 | 5 | 3 | 0 | 11 | 24 | 0 | 0.571428571 | 0.705882353 |
| 標準偏差 | 0.78384 | 3.181446212 | 2.41661 | 0.731026675 | 4.574014 | 4.979959839 | 1.348184 | 7.026122686 | 5.663921 | 0.050393324 | 0.062685758 | 0.069343224 |

| | 近接中心性（出次数） | | | 近接中心性（入・出次数） | | | 媒介中心性 | | |
|------|------------|-------------|---------|--------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| | 第1回目 | 第2回目 | 第3回目 | 第1回目 | 第2回目 | 第3回目 | 第1回目 | 第2回目 | 第3回目 |
| 平均 | 0.05876 | 0.684993708 | 0.83745 | 0.068993939 | 0.729476 | 0.919514496 | 0.002029 | 0.021304348 | 0.009783 |
| 中央値 | 0.08 | 0.648648649 | 0.82759 | 0.08 | 0.685714 | 0.923076923 | 0 | 0.014505583 | 0.008895 |
| 最大 | 0.12 | 1 | 1 | 0.133333333 | 1 | 1 | 0.014493 | 0.072040768 | 0.038622 |
| 最小 | 0 | 0.545454545 | 0.53333 | 0 | 0.571429 | 0.8 | 0 | 0.001080636 | 0.00109 |
| 標準偏差 | 0.04629 | 0.108795046 | 0.12735 | 0.050419487 | 0.106159 | 0.066674134 | 0.004109 | 0.018698553 | 0.007112 |

表3.2 基本統計量・中心性の指標（教員 B, FYS）

| | 入次数 | | 出次数 | | 入・出次数 | | 近接中心性（入次数） | |
|------|---------|-------------|---------|-------------|----------|-------------|------------|-------------|
| | 第1回目 | 第2回目 | 第1回目 | 第2回目 | 第1回目 | 第2回目 | 第1回目 | 第2回目 |
| 平均 | 1.125 | 6.958333333 | 1.125 | 6.958333333 | 2.25 | 13.91666667 | 0.075089 | 0.453775219 |
| 中央値 | 1 | 7 | 1 | 8 | 2.5 | 15 | 0.083333 | 0.472222222 |
| 最大 | 3 | 11 | 3 | 19 | 6 | 30 | 0.178571 | 0.554347826 |
| 最小 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 標準偏差 | 1.09211 | 2.091235015 | 1.12962 | 4.97894874 | 2.025874 | 6.095877478 | 0.067945 | 0.100498562 |

| | 近接中心性（出次数） | | 近接中心性（入・出次数） | | 媒介中心性 | |
|------|------------|-------------|--------------|-------------|----------|-------------|
| | 第1回目 | 第2回目 | 第1回目 | 第2回目 | 第1回目 | 第2回目 |
| 平均 | 0.07275 | 0.453084344 | 0.09234 | 0.601026379 | 0.001647 | 0.019927536 |
| 中央値 | 0.08333 | 0.577733984 | 0.125 | 0.620098039 | 0 | 0.014189132 |
| 最大 | 0.17857 | 0.843333333 | 0.20833 | 0.843333333 | 0.011528 | 0.115971468 |
| 最小 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 標準偏差 | 0.07014 | 0.27029369 | 0.06984 | 0.139182592 | 0.003586 | 0.023849614 |

コンピューターの計算量が膨大となり、多くの時間が必要となるなどの問題点がある。（詳しくは増田・今野（2010）を参照）。なお今論文での分析は、各グループのデータ数がさほど多くないことから、それぞれの学生に対する中心性の指標を求めることは難しくない。

本論の分析では、局所的な中心性の指標として「次数」を使用する。しかしこれだけでは中心性を図るのは不十分であるといえる。というのは、仮に枝の数が大きくても、それがネットワークの端のほうに存在しているならば、その企業は、ネットワーク全体において中心的役割を果たしているとはいえないからである。そこで「近接中心性」（Closeness）や「媒介中心性」（Betweenness）という指標が用いられる。「近接中心性」は、頂点から他の頂点すべての間の平均

表3.3 基本統計量・中心性の指標（教員 C, FYS・再履修クラス）

| | 入次数 | | 出次数 | | 入・出次数 | | 近接中心性（入次数） | |
|------|---------|-------------|---------|-------------|----------|-------------|------------|-------------|
| | 第1回目 | 第2回目 | 第1回目 | 第2回目 | 第1回目 | 第2回目 | 第1回目 | 第2回目 |
| 平均 | 0.35 | 0.65 | 0.35 | 0.65 | 0.7 | 1.3 | 0.0275 | 0.05 |
| 中央値 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 最大 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 0.2 | 0.2 |
| 最小 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 標準偏差 | 0.79215 | 1.013656747 | 0.79215 | 1.235920709 | 1.004988 | 1.307669683 | 0.058041 | 0.072456884 |

| | 近接中心性（出次数） | | 近接中心性（入・出次数） | | 媒介中心性 | |
|------|------------|-------------|--------------|-------------|-------|------|
| | 第1回目 | 第2回目 | 第1回目 | 第2回目 | 第1回目 | 第2回目 |
| 平均 | 0.0275 | 0.045 | 0.06295 | 0.127403846 | 0 | 0 |
| 中央値 | 0 | 0 | 0 | 0.136538462 | 0 | 0 |
| 最大 | 0.2 | 0.25 | 0.2 | 0.28125 | 0 | 0 |
| 最小 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 標準偏差 | 0.05804 | 0.082006097 | 0.07962 | 0.113590316 | 0 | 0 |

表3.4 基本統計量・中心性の指標（教員 C, ゼミナール）

| | 入次数 | | 出次数 | | 入・出次数 | | 近接中心性（入次数） | |
|------|---------|-------------|---------|-------------|----------|-------------|------------|-------------|
| | 第1回目 | 第2回目 | 第1回目 | 第2回目 | 第1回目 | 第2回目 | 第1回目 | 第2回目 |
| 平均 | 1.86957 | 6.608695652 | 1.86957 | 6.608695652 | 3.73913 | 13.2173913 | 0.158287 | 0.50188204 |
| 中央値 | 1 | 7 | 2 | 6 | 3 | 13 | 0.163043 | 0.52173913 |
| 最大 | 7 | 12 | 5 | 20 | 12 | 30 | 0.401338 | 0.629685157 |
| 最小 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0.280936455 |
| 標準偏差 | 1.72713 | 2.666036472 | 1.36108 | 4.878873092 | 2.937278 | 6.691698437 | 0.114405 | 0.077726626 |

| | 近接中心性（出次数） | | 近接中心性（入・出次数） | | 媒介中心性 | |
|------|------------|-------------|--------------|-------------|----------|-------------|
| | 第1回目 | 第2回目 | 第1回目 | 第2回目 | 第1回目 | 第2回目 |
| 平均 | 0.15509 | 0.506711231 | 0.22299 | 0.614100413 | 0.034726 | 0.038678713 |
| 中央値 | 0.17984 | 0.55 | 0.24783 | 0.594594595 | 0 | 0.024321602 |
| 最大 | 0.2657 | 0.916666667 | 0.41304 | 0.916666667 | 0.231962 | 0.241907011 |
| 最小 | 0 | 0 | 0 | 0.360655738 | 0 | 0 |
| 標準偏差 | 0.08299 | 0.20020267 | 0.11674 | 0.109393616 | 0.057895 | 0.051599818 |

的な距離によって定義され、平均的な距離に近いほど、値が大きくなるような指標となっている。一方、「媒介中心性」は、頂点が全体のネットワーク上の流れの橋渡しや、制御する度合いであり、大きいほど中心性が大きくなる⁷。論文では、各個人の「近接中心性」「媒介中心性」を特定化して分析をおこなう。なお「近接中心性」は、入次数、出次数、および双方を考慮した指標が計算できるのに対し、「媒介中心性」は方向性を考慮した分析ができない。

まず教員 A の経済情報処理 I についてみてみると、入次数、出次数をはじめ、ほとんどの中心

7 これについては、増田，今野（2010）を参照。

性の指標が、講義が進むにつれて、上昇していることがわかる（表3.1）。ただし中心媒介性については、第3回目の結果の平均値、中央値とも、第2回目比べて減少していることがわかる。「媒介中心性」は、全体のネットワーク上の流れの橋渡しや制御する度合いであることから、特定の個人がネットワークの橋渡しをする役割（いわゆるキーマンのような）がある場合、その値が大きくなるといえる。しかし第3回目になると、ほとんどの学生が多くの学生とつながっていることから、特定の学生がネットワーク上の橋渡しをする必要のない状況になっているといえよう。

また教員BのFYSについても同様の結果が見て取れる（表3.2）。ただ表3.1と比較するとわかるように、平均・中央値などの指標が、教員Aよりも値が小さいことがわかる。また教員CのFYS（再履修クラス）は、さらにその値が小さい。また教員Cのゼミナールの結果をみると、FYS（再履修クラス）よりは中心性の値の平均・中央値が大きくなっているが、教員Aほどではないといえる。これらの結果は、前述のグラフで表現したネットワークのつながり度合いを、指標でもって表しているといえるであろう。

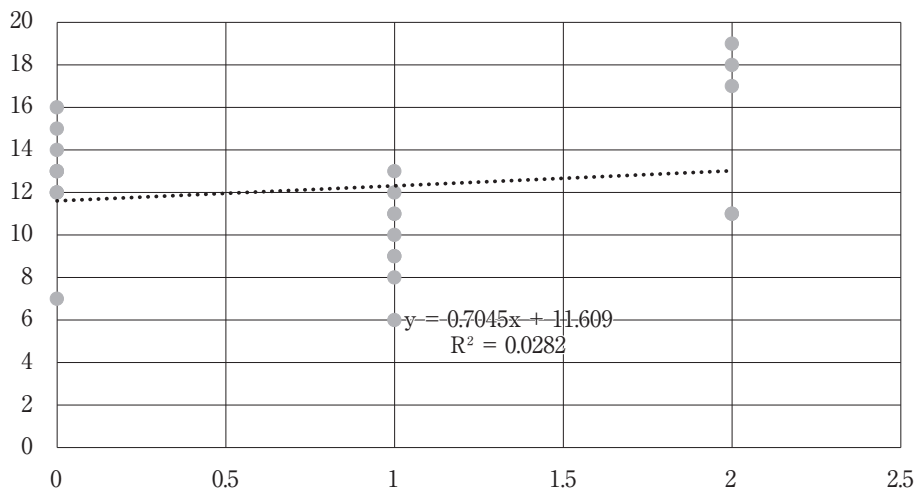
また分析では、これらの中心性を表す指標が、時間とともにどのように変化するかを分析する。そしていわゆる「マタイの法則」が成立するのか否か、すなわちネットワークの中心に存在する人は、ネットワークの中心性をますます強めるのかといった点を検証する。ネットワークの次数がべき乗分布に従うなどの指摘は、これまでのネットワーク研究で指摘されてきた。本論のデータを見てわかるとおり、講義を受講した初期の段階においては、学生間のつながりはほとんどみられない。しかし講義が進むにつれて、人的ネットワークが形成されていく傾向にあることがわかる。ではネットワークの中心にいる人は、さらに中心性を増すようになっていくのであろうか？

図2.1は、第1回目と第2回目の入次数、および第2回目と第3回目の入次数の相関図である。これを見るとわかるように、第1回目と第2回目の入次数（すなわち相手から人的つながりがあると思われる）との間には、さほど大きな相関がみられないことがわかる。2変数間の決定係数が0.028とかなり低いことから明らかであろう。

しかし第2回目と第3回目の入次数の相関図を見ると、両者の間で相関が強いことがわかる。これは相手から人的つながりがあると思われる人ほど、その後、人的つながりの広さがさらに広がるといえる。つまり初期時点において、人的つながりがほとんどない状況では、中心性の高い人ほど、中心性が高くなっていくという傾向がみられないが、ある一定の人的ネットワークが出来上がっていくと、中心性の高い人がより中心性を増やしていくという傾向が生じることがわかった。

図2.1 入次数の相関図 (教員 A, 経済情報処理 I)

入次数散布図 (横軸：第1回目・縦軸：第2回目)



入次数散布図 (横軸：第2回目・縦軸：第3回目)

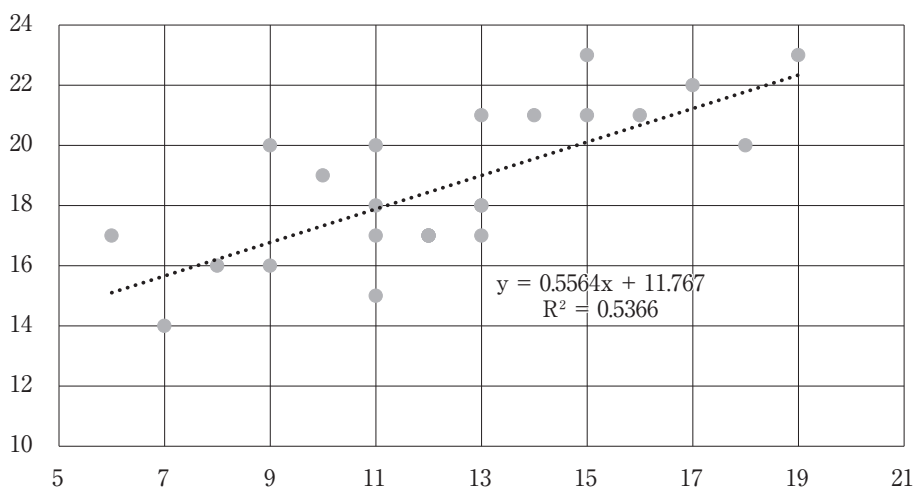
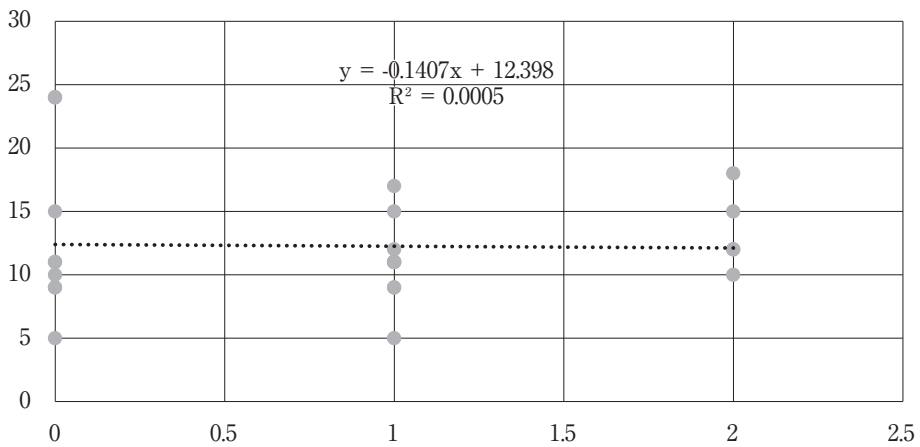
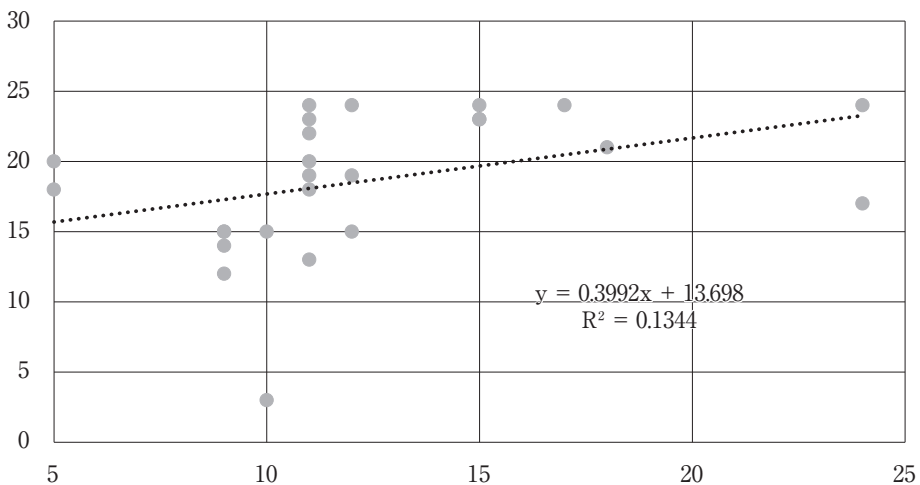


図2.2 出次数の相関図（教員 A, 経済情報処理 I）

出次数散布図（横軸：第1回目・縦軸：第2回目）



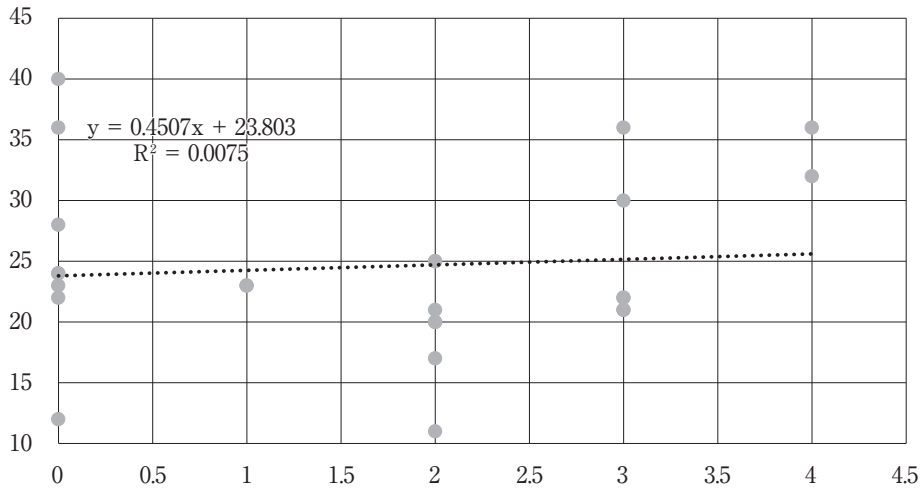
出次数散布図（横軸：第2回目・縦軸：第3回目）



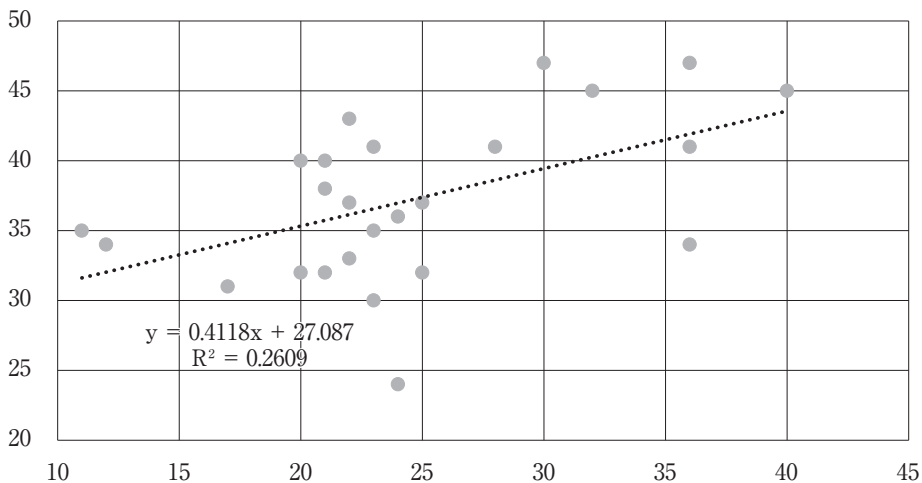
この傾向は、出次数および入出次数についても同様にいえる。図2.2は第1回目と第2回目の出次数、および第2回目と第3回目の出次数の相関図である。また図2.3は第1回目と第2回目の入出次数、および第2回目と第3回目の入出次数の相関図である。出次数とは、他人に対してつながりがあると思っている相手の人数である。また入出次数は、入次数と出次数の合計である。図2.2、図2.3を見るとわかるように、第1回目と第2回目の結果の間にはさほど大きな相関がみられないことが、第2回目と第3回目との間の相関が強まっていることがわかる。

図2.3 入出次数の相関図（教員 A, 経済情報処理 I）

入出次数散布図（横軸：第1回目・縦軸：第2回目）



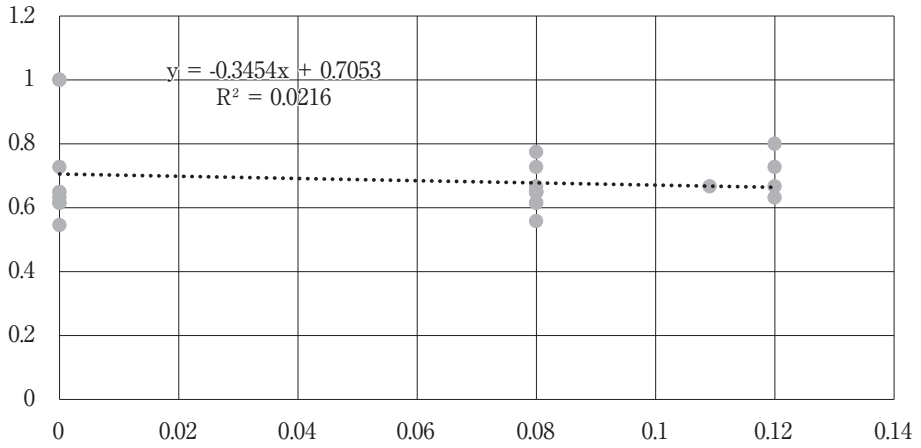
入出次数散布図（横軸：第2回目・縦軸：第3回目）



また中心性の指標である近接中心性についてみたものが、図2.4（入次数）、図2.5（出次数）および図2.6（入出次数）である。これらの図を見るとわかるように、第1回目と第2回目ではそれぞれ相関が弱いですが、第2回目と第3回目の結果をみると、それらの相関が強まっていることがわかる。これらの結果は、ある一定の期間ないしネットワーク構造が構築されるまでは、過去のネットワークの中心的存在であったかどうかによって、その後のネットワークの位置づけが決まるわけではないが、それ以降が、中心性の強い人が、より中心性を高めていく傾向にあることがいえる。

図2.4 近接中心性（入次数）の相関図（教員 A, 経済情報処理 I）

近接中心性（入次数）散布図
 (横軸：第1回目・縦軸：第2回目)



近接中心性（入次数）散布図
 (横軸：第2回目・縦軸：第3回目)

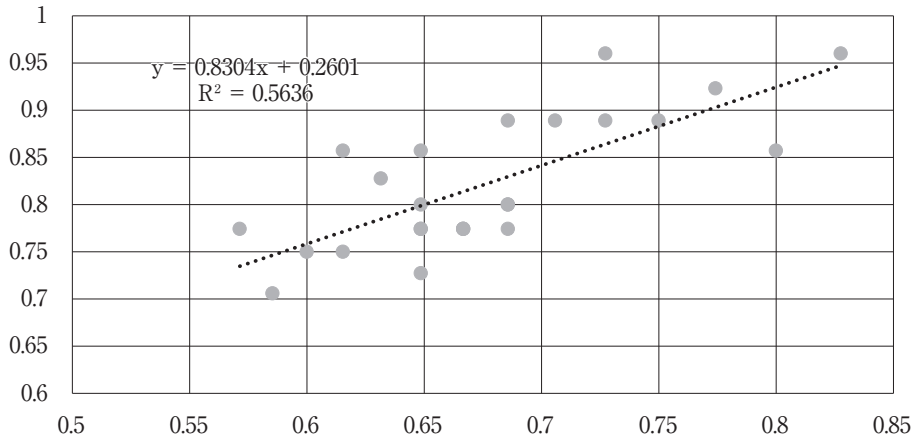
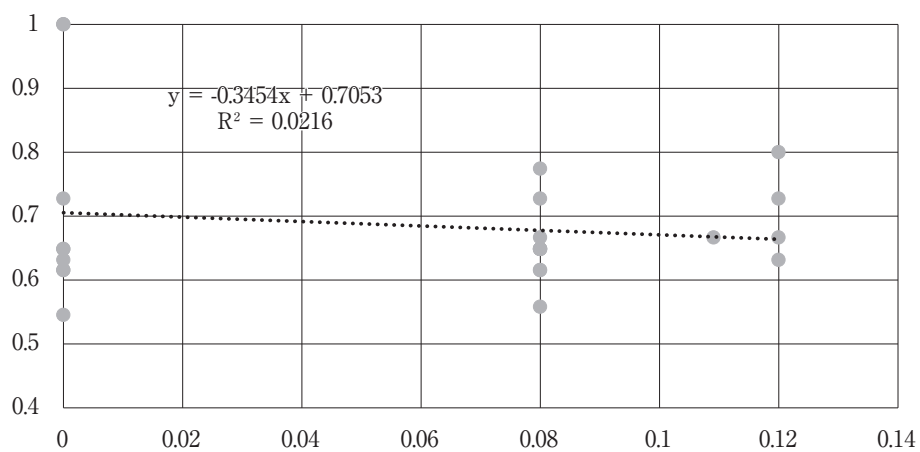


図2.5 近接中心性（出次数）の相関図（教員 A, 経済情報処理 I）

近接中心性（出次数）散布図
 （横軸：第1回目・縦軸：第2回目）



近接中心性（出次数）散布図
 （横軸：第2回目・縦軸：第3回目）

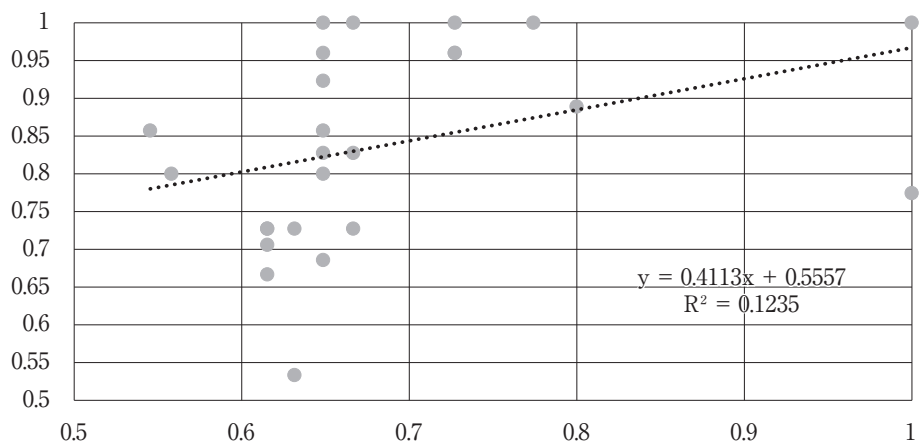
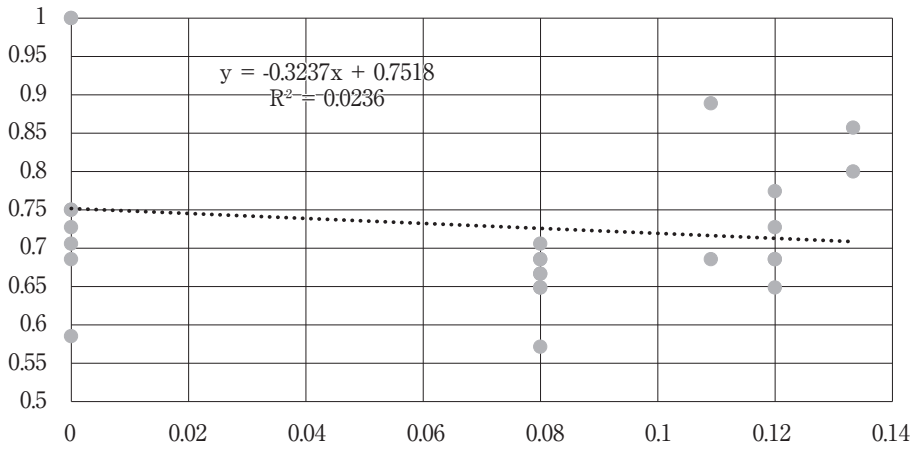


図2.6 近接中心性（入出次数）の相関図（教員 A, 経済情報処理 I）

近接中心性（入出次数）散布図
 (横軸：第1回目・縦軸：第2回目)



近接中心性（入出次数）散布図
 (横軸：第2回目・縦軸：第3回目)

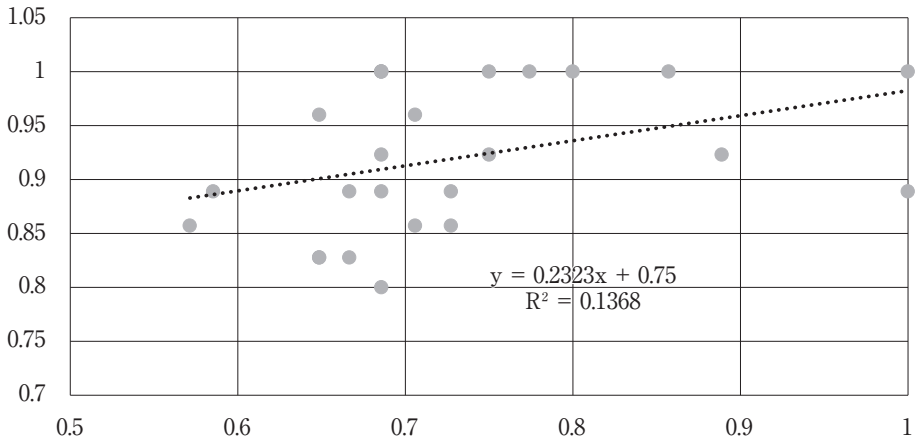
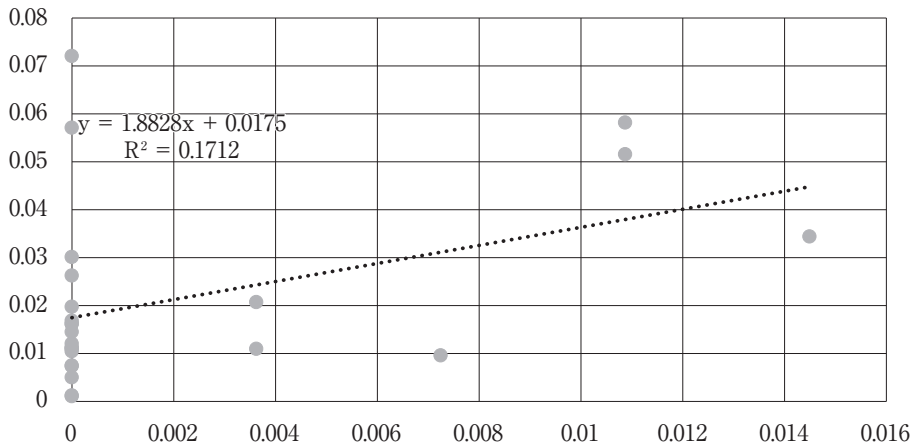
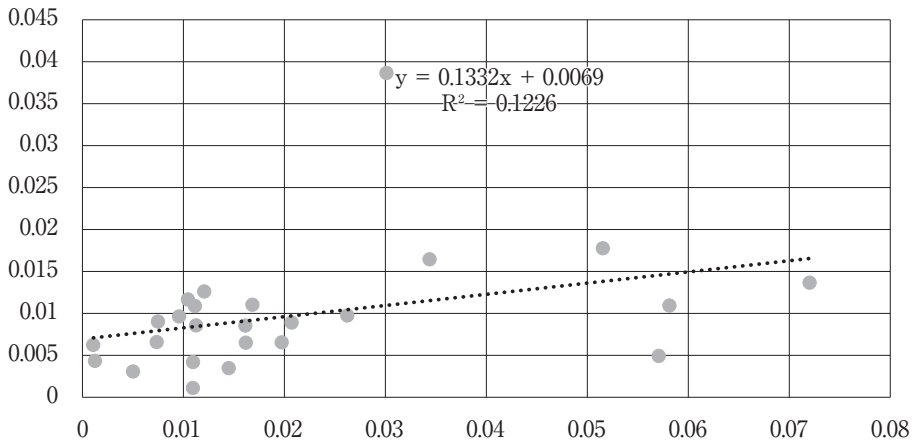


図2.7 媒介中心性の相関図（教員 A, 経済情報処理 I）

媒介中心性散布図
（横軸：第 1 回目・縦軸：第 2 回目）



媒介中心性散布図
（横軸：第 2 回目・縦軸：第 3 回目）



なお図2.7は、近接中心性の相関図であるが、これについては、第 1 回目—第 2 回目の場合よりも、第 2 回目—第 3 回目のほうが、相関が強まっているように、一見するとみえるが、しかし決定係数の大きさが減少していることから、明確な主張はできないことがわかる。

なお教員 B・FYS、教員 C の FYS（再履修クラス）およびゼミについては、第 1 回目と第 2 回目の間の相関しかみられないが、これらの結果をみると、教員 A の第 1 回目—第 2 回目の場合とほぼ同様の結果であり、相関はさほど強くなかった。

図2.8 入次数の相関図 (教員 B, FYS)

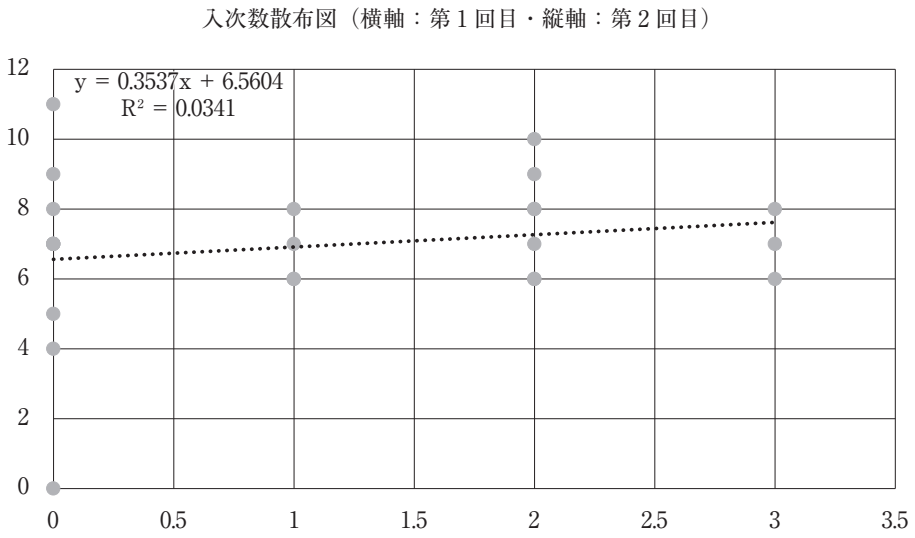


図2.9 出次数の相関図 (教員 B, FYS)

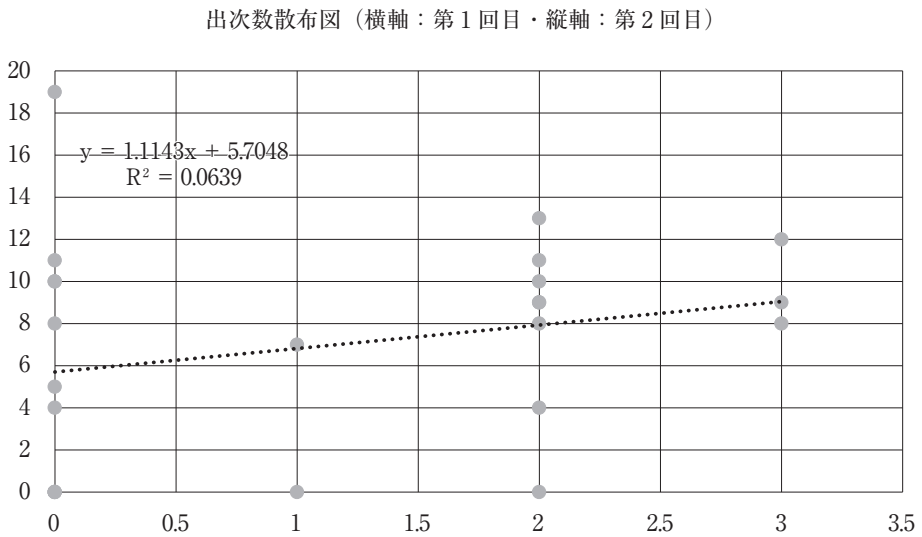


図2.10 入出次数の相関図（教員 B, FYS）

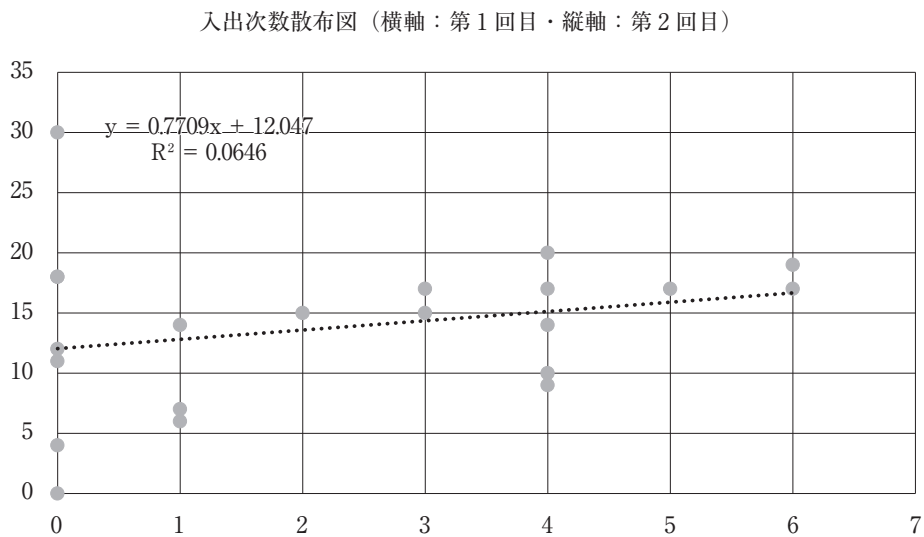


図2.11 近接中心性（入次数）の相関図（教員 B, FYS）

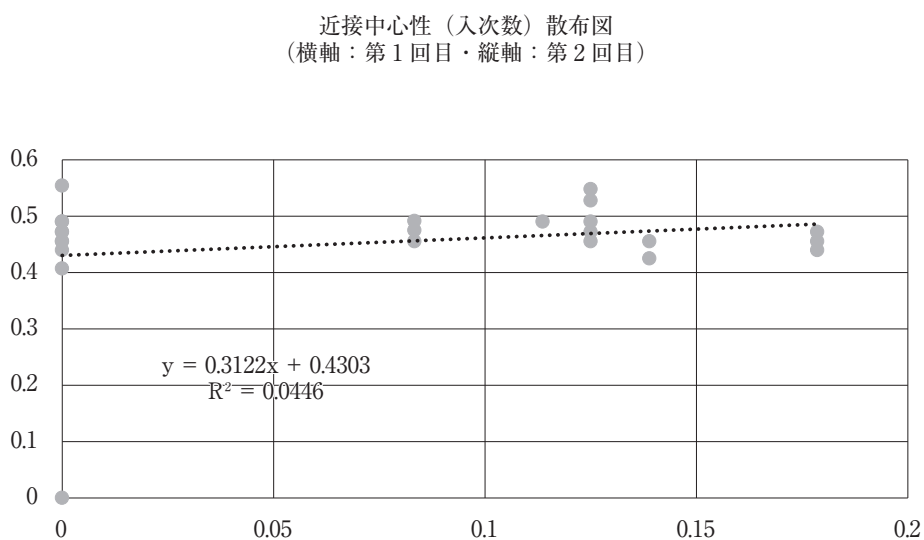


図2.12 近接中心性（出次数）の相関図（教員 B, FYS）

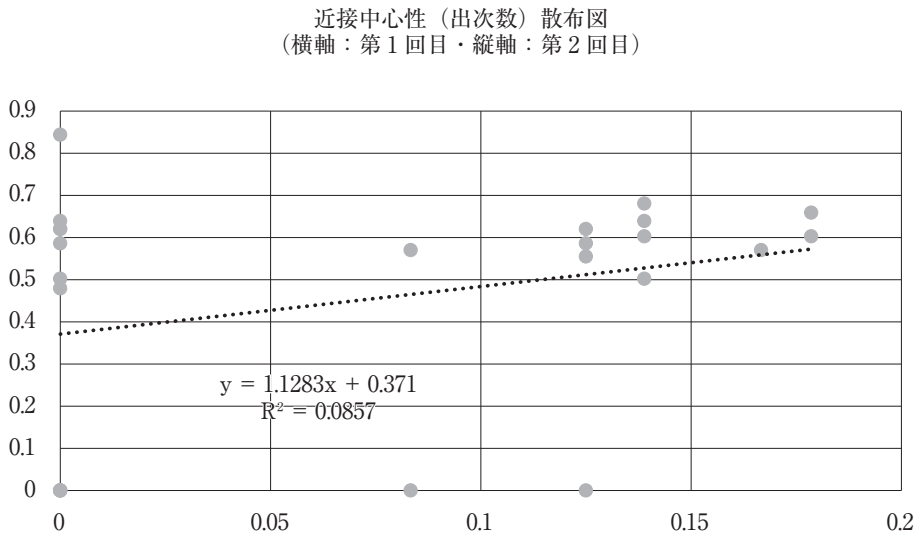


図2.13 近接中心性（入出次数）の相関図（教員 B, FYS）

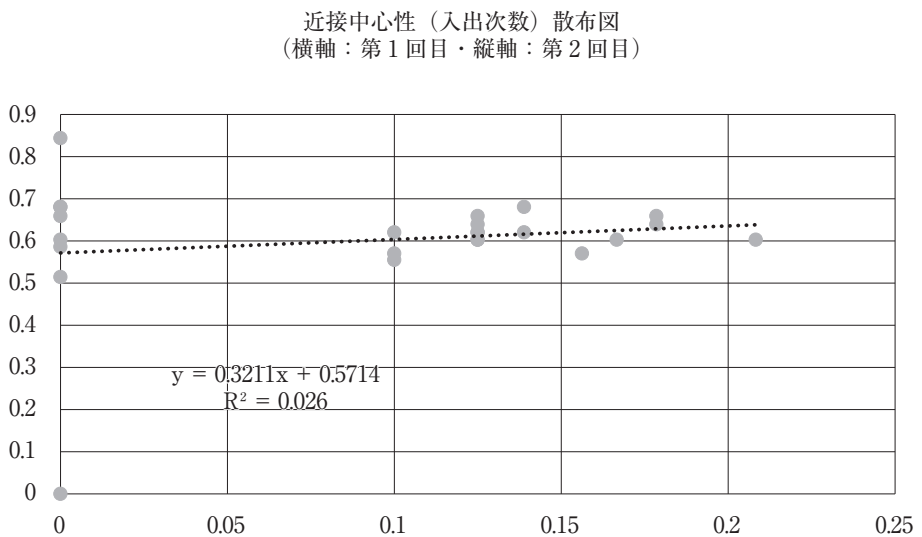


図2.14 媒介中心性の相関図 (教員 B, FYS)

媒介中心性散布図
(横軸：第1回目・縦軸：第2回目)

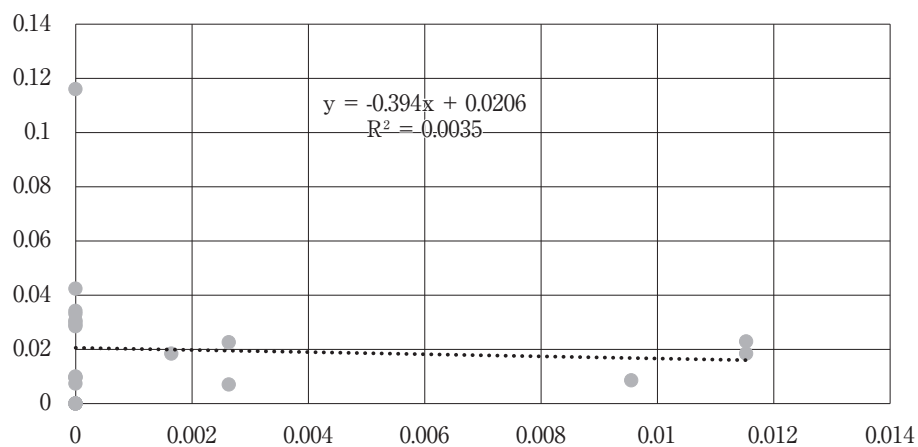


図2.15 入次数の相関図 (教員 C, FYS 再履修クラス)

入次数散布図 (横軸：第1回目・縦軸：第2回目)

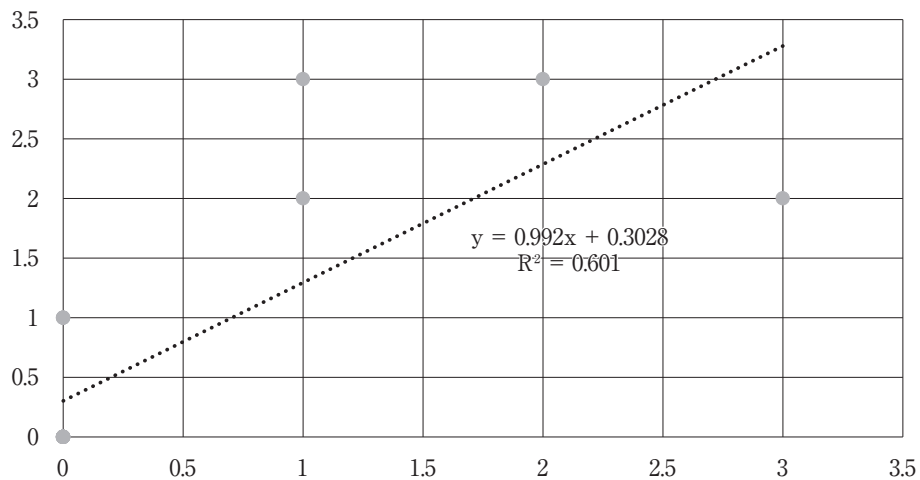


図2.16 出次数の相関図 (教員 C, FYS 再履修クラス)

出次数散布図 (横軸: 第1回目・縦軸: 第2回目)

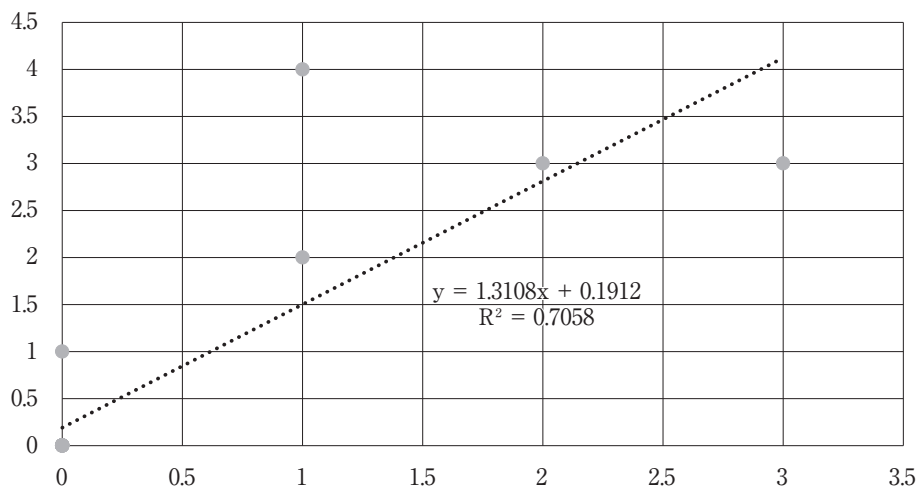


図2.17 入出次数の相関図 (教員 C, FYS 再履修クラス)

入出次数散布図 (横軸: 第1回目・縦軸: 第2回目)

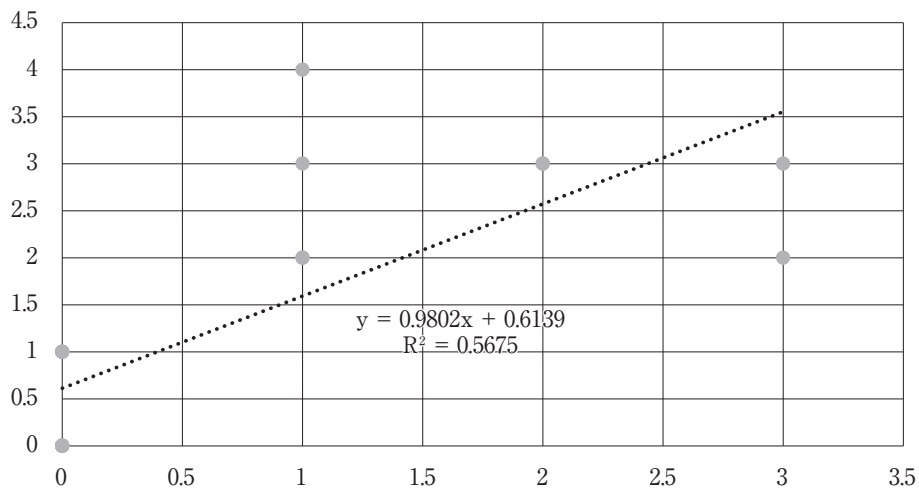


図2.18 近接中心性（入次数）の相関図（教員 C, FYS 再履修クラス）

近接中心性（入次数）散布図
(横軸：第1回目・縦軸：第2回目)

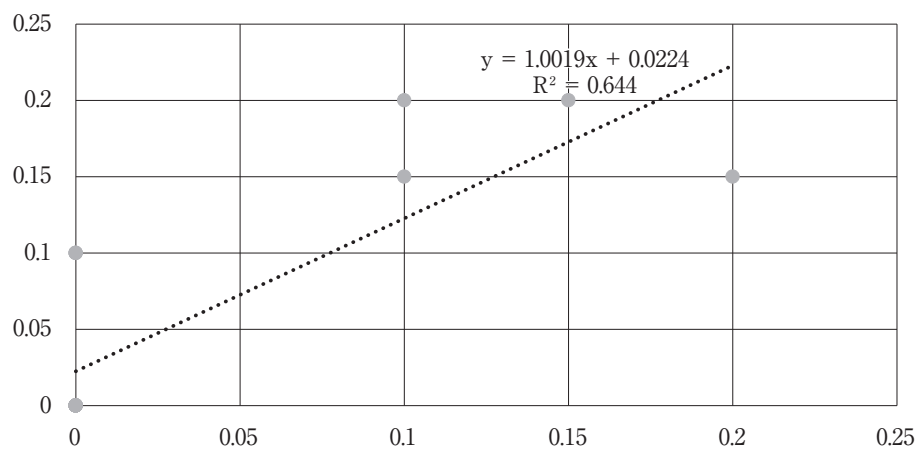


図2.19 近接中心性（出次数）の相関図（教員 C, FYS 再履修クラス）

近接中心性（出次数）散布図
(横軸：第1回目・縦軸：第2回目)

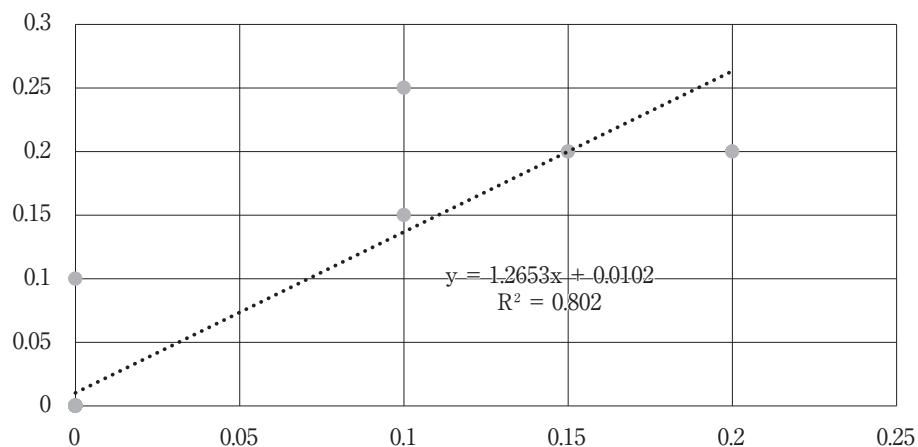


図2.20 近接中心性（入出次数）の相関図（教員 C, FYS 再履修クラス）

近接中心性（入出数）散布図
（横軸：第1回目・縦軸：第2回目）

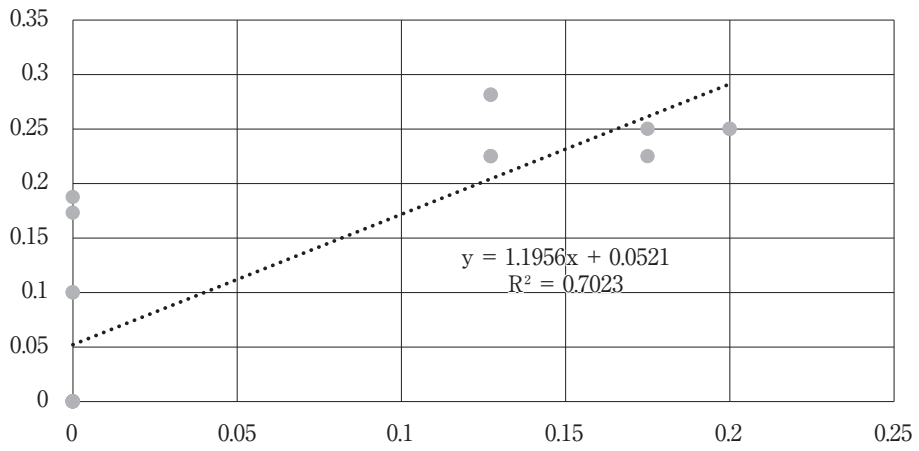


図2.21 媒介中心性の相関図（教員 C, FYS 再履修クラス）

媒介中心性散布図
（横軸：第1回目・縦軸：第2回目）

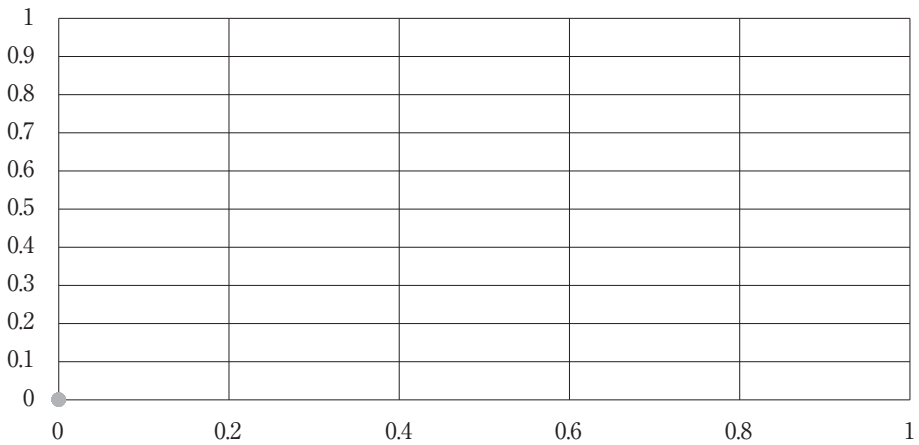


図2.22 入次数の相関図（教員 C, ゼミ）

入次数散布図（横軸：第1回目・縦軸：第2回目）

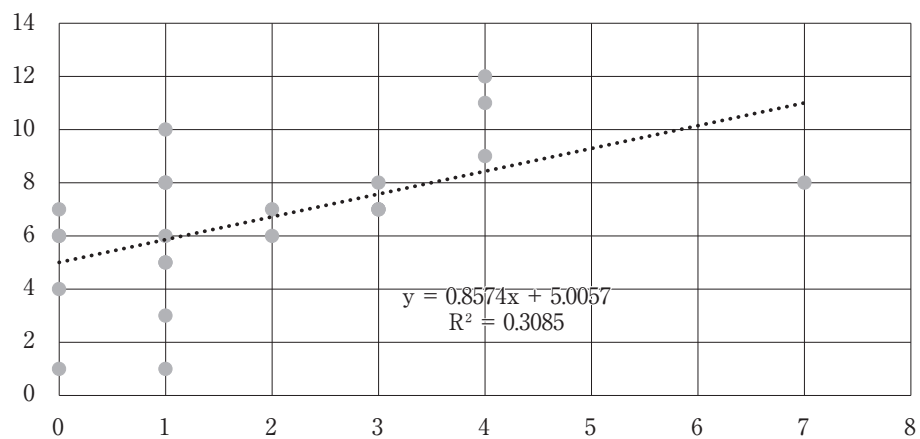


図2.23 出次数の相関図（教員 C, ゼミ）

出次数散布図（横軸：第1回目・縦軸：第2回目）

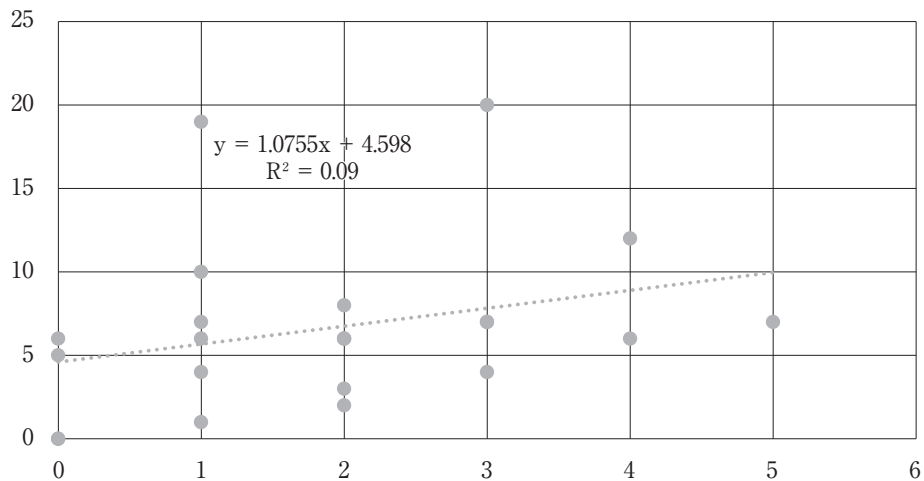


図2.24 入出次数の相関図（教員 C, ゼミ）

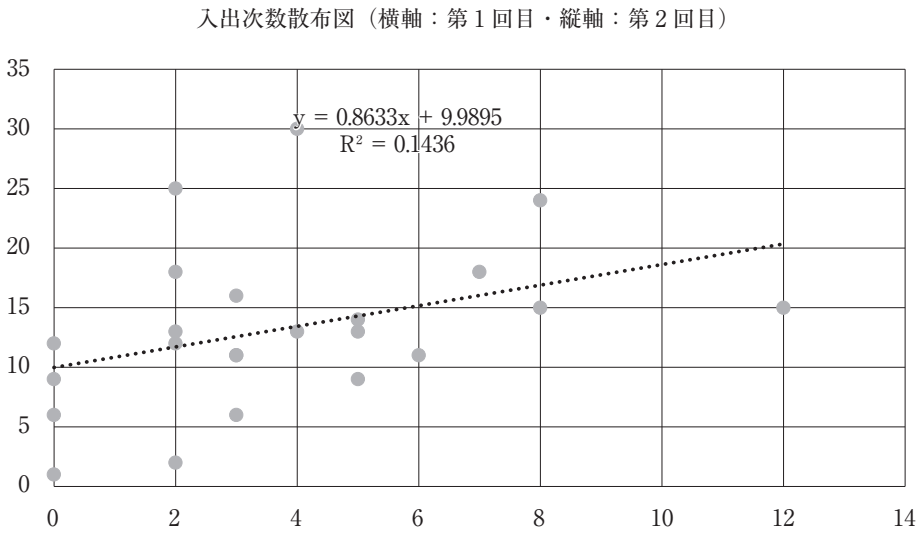


図2.25 近接中心性（入次数）の相関図（教員 C, ゼミ）

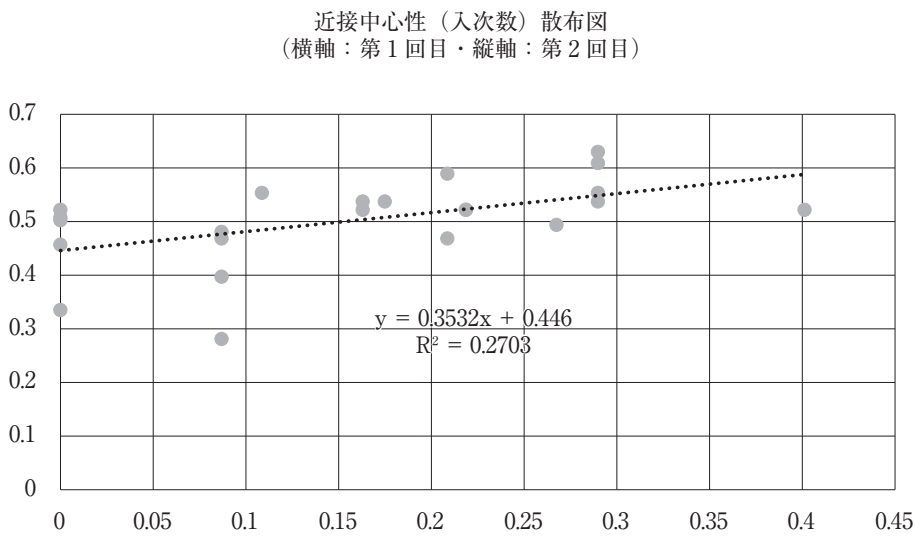


図2.26 近接中心性（出次数）の相関図（教員 C, ゼミ）

近接中心性（出次数）散布図
 (横軸：第1回目・縦軸：第2回目)

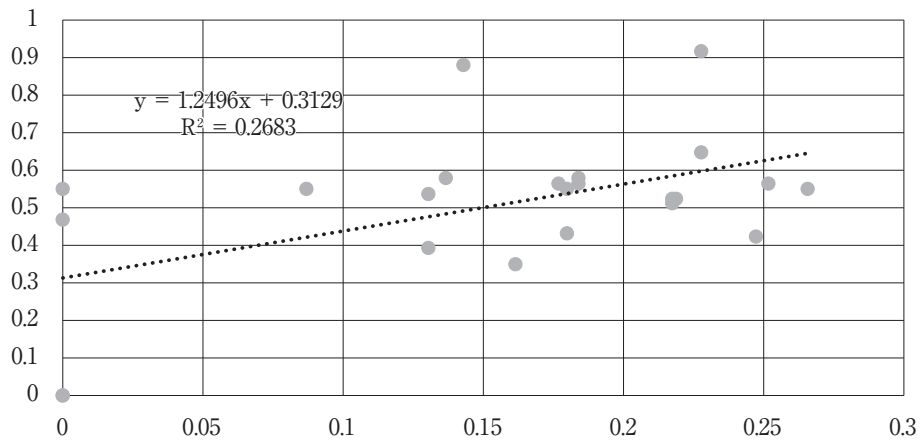


図2.27 近接中心性（入出次数）の相関図（教員 C, ゼミ）

近接中心性（入出次数）散布図
 (横軸：第1回目・縦軸：第2回目)

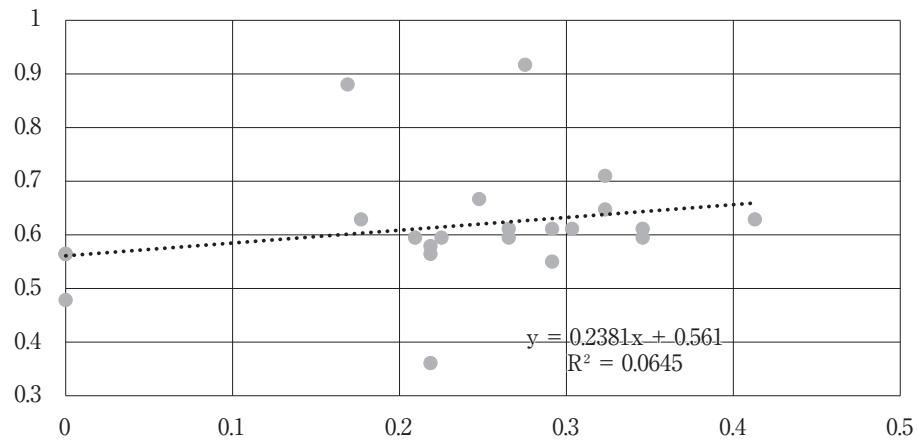
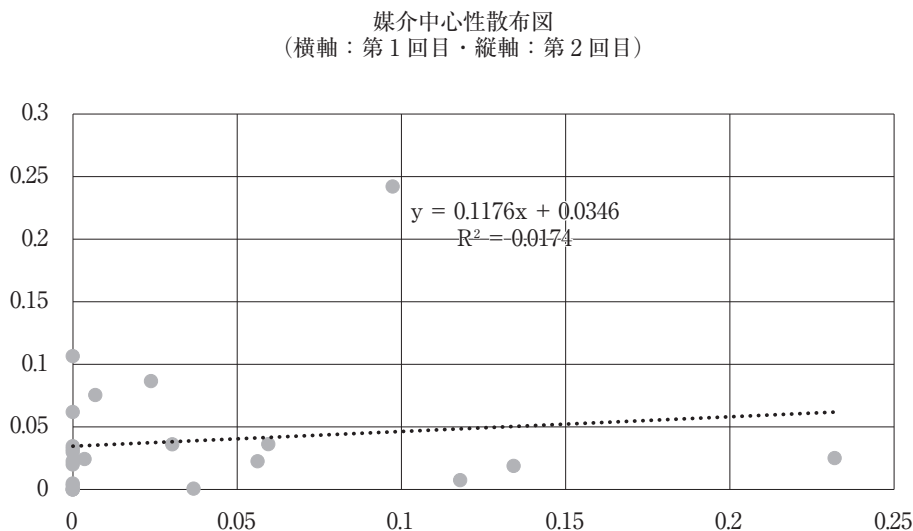


図2.28 媒介中心性の相関図（教員 C, ゼミ）



4. 終わりに

本論文では、主に入学直後の前期講義である経済情報処理IとFYS、および後期に実施される再履修のFYSおよび2年生向けのゼミについて、アンケート調査を行って、1年生向けの受講生の人的つながりがどのように推移するかを分析した。今回の調査対象科目は、おおむね少数人数の科目であったが、経済情報処理Iと、新入生を対象としたFYSおよび後期再履修者向けFYSの科目、ゼミについて調査を行った。

分析では、学生同士がコミュニケーションをとる機会が多い経済情報処理IやFYSの授業では、学生間のネットワークが形成されやすい傾向にあるのに対し、再履修のFYSでは学生間のネットワーク形成がされにくい傾向にあることがわかった。これはFYSの再履修学生は、前期の段階で授業に出席していなかったことが再履修となったと思われ、大学に通わない、あるいは授業を受けようとする姿勢が強く、あるいは大学生活や周りの環境に不満があるなどの理由から、周囲の人間とコミュニケーションをとろうとしないと考えられる。同じ教員のゼミにおけるネットワークの形成と比較するとわかるが、担当教員の授業のやり方や性格などによって、学生のネットワーク形成が阻害されているわけではないことは明らかであると思われる。

また各学生のネットワークの中心性の指標をみても、経済情報処理Iの授業を取っている学生は、平均的に中心性が高く、ネットワークが密に形成されている傾向があるのに対し、後期再履修者向けFYSの学生については、中心性がかなり低いなどの傾向がわかった。

また中心性の強い学生が、中心性の値をより大きくしていくとする、いわゆる「マタイの法則」が成立するかどうかという問題についても考察をした。結論を言うと、3回の調査を行った、経済情報処理Iにおいて、第2回目と第3回目の調査の間では、中心性の高い学生ほど、その後の中心性の指標がより大きくなることがわかった。

ただしこれが、ある一定の時間が経過すると実現するのか、あるいはある学生の中心性の値が

一定の値を超えた段階で、急激に集中性が高まっていくのかという識別はできない。今後の課題として、いろいろな授業で同様のアンケート調査を行い、より詳細な分析を行う必要があるといえるであろう。

●参考文献

- Amaral, L.A.N., Scala, A., Barthelerm, M. and Stanley, H. E. (2000) "Classes of Small-World Networks" Proc Natl Acad Sci U S A. 2000 Oct 10;97 (21): pp.1149-1152
- Bass, Frank M. (1969) "A New Product Growth for Model Consumer Durables." Management Science, Vo..15, No. 5, pp.215-227.
- Travers, J. and Milgram, S. (1969) "An Experimental Study of the Small World Problem", Sociometry, Vol. 32, No. 4, pp.425-443
- Milgram, S. "The Small World Problem", Psychology Today, May 1967. pp.60-67. [スタンリー・ミルグラム (野沢慎司・大岡栄美訳)「小さな世界問題」野沢慎司編・監訳『リーディングス ネットワーク論-家族・コミュニティ・社会関係資本』勁草書房、2006年、97-117頁]
- 増田直紀、今野紀雄 (2010)「複雑ネットワーク 基礎から応用まで」『近代科学社』
- ウオウター・デノーイ、アンドレイ・ムルヴァル、ヴァラディミール・バタゲーリ (2009)「Pajek を活用した社会ネットワーク分析」訳：安田雪
- 安田雪 (2001)『実践ネットワーク分析』新曜社