



北海道情報大学紀要

ISSN 0915-6658

Memoirs of Hokkaido Information University Vol.30 No.2 March 2019

30-2

Memoirs of Hokkaido Information University

北海道情報大学紀要

第30巻 第2号

2019年3月



北海道情報大学

目 次

〈論 文〉

「総合的な探究の時間」における高大連携プログラムの開発（Ⅰ） －高等学校における教育現場の実態調査から－	五浦 哲也 椿 達	1
オプティカルフローとテクスチャ内の画像特徴量に基づく架空送電線領域検出	藤原 孝幸	21
横回転中のブレ映像からの画像特徴量検出	藤原 孝幸	31
プログラミングに対する自信と諸要因の因果関係の ベイジアンネットワークを用いた検証	宮西 和機 齋藤 健司	37

〈報 告〉

商法上の商号専用権に関する一考察	関根 洋	49
------------------	------	----

〈論 文〉

「総合的な探究の時間」における
 高大連携プログラムの開発（Ⅰ）
 —高等学校における教育現場の実態調査から—

五 浦 哲 也* 椿 達†

Development of Co-operated Education Program among High School and University on
 “Periods for Integrated Exploration Activities” (Ⅰ)
 - Survey on actual situation of educational site in high school -

Tetsuya ITSUURA* Toru TSUBAKI†

要 旨

本研究は、「総合的な探究の時間」において「生徒に身に付けさせたい力」を中心に「基盤となる力」、有効な「方法」や「評価法」を明らかにした。高等学校 154 校に質問紙を配布し 87 校から回答があった。収集したデータから「基盤となる力」23 項目を因子分析し、3 因子「協働的学びを支える関心・意欲・態度」「学びの成果を表現する力」「協働し学びを深化させる力」を抽出した。「生徒に身に付けさせたい力」25 項目を因子分析し、4 因子「主体的・対話的に探究する力」「先見性に基づく情報活用力」「高次な思考を構築する力」「現実検討力」を抽出した。次に、「基盤となる力」を説明変数、「生徒に身に付けさせたい力」を目的変数として重回帰分析を繰り返し、パス解析を行った。結果、「基盤となる力」から「生徒に身に付けさせたい力」へのパスが認められた。有効と考える「方法」、「評価法」は、予備調査における面接の回答との比較検討から幅広いニーズが確認できた。

Abstract

In this study, which focuses on the skills that teachers want their students to develop, we reveal the foundational skills as well as the effective methods and assessments applied in periods for integrated exploration activities. We distributed questionnaires to 154 high schools and received 87 responses. Based on the data that was collected, we carried out a factor analysis on 23 items about foundational skills and extracted three factors: "the interest, willingness, and attitude towards cooperative learning", "the ability to express the results developed through one's studies", and "the ability to deepen cooperative learning". From a factor analysis of 25 items about the skills that teachers want their students to develop, we extracted four factors: "independent and interactive exploration", "information utilization based on foresight", "higher-order thinking", and "reality testing". Next, using foundational skills as the explanatory variable and skills that teachers want their students to develop as the response variable, we repeatedly performed a multiple regression analysis and subsequently carried out a path analysis. As a result, we recognized a path connecting foundational skills to skills that teachers want their students to develop. Furthermore, through a comparison between the questionnaire responses and responses obtained through preliminary interviews with the teachers, we identified a wide range of requirements for what the teachers believed were effective methods and assessments.

キーワード

総合的な探究の時間 Periods for Integrated Exploration Activities
 生徒に身に付けさせたい力 the skills that teachers want their students to develop
 基盤となる力 foundational skills 方法 methods 評価法 assessments

* 北海道情報大学経営情報学部准教授 Associate Professor, Department of Business and Information Systems, HIU

† 北海道情報大学経営情報学部准教授 Associate Professor, Department of Business and Information Systems, HIU

1. 研究目的

1-1 問題

2016年12月の中央教育審議会（答申）では、次のように言及している。“社会の変化は加速度を増し、複雑で予測困難”な時代である。そのため、受け身的な生き方ではなく、自らの感性を働かせ“主体的に学び続け”、“多様な他者と協働する”中で“新しい価値”の創造や“未来を構想・実現”できる資質・能力の育成が重要である。

上記の2016年中央教育審議会（答申）によって示された方向性に基づき、改訂された高等学校学習指導要領（2018）が平成30年3月に告示された。学習指導要領は、移行期間を経て2022年度より完全実施される。

本研究で、高等学校を対象としたのには、現在の社会情勢から、特に高等学校卒業が、生徒にとって重要な時期にあるからである。

1つは、社会との接続という視点である。2015年には、公職選挙法が一部改正され公職選挙の選挙権が満20歳以上から18歳以上に改められ、2016年6月より施行されている。これに伴い、民法や少年法などの成人に関する規定の改正が進められている。

つまり、生徒は、高等学校卒業時に社会人（成人）としての責務・資質・能力・判断力・行動力等を身に付けていくこと求められている。

2点目は、学びの連続性・発展性における高大接続という視点である。高大接続というと大学入学者選抜だけが注目されているが、高等学校教育や大学教育を含めた一体的な視点である。

文部科学省が発表した2017年度の学校基本調査（確定値）によると、社会では、少子化により児童・生徒数の減少する一方、大学、短期大学への進学率は、現役生で54.8%と年々増加する傾向が示された。大

学進学率が50%を超えると大学全入時代と言われている。この状況において課題となるのは、高等学校において、全ての生徒が高等教育機関等で主体的に質の高い専門的な学びが構築できる資質・能力を保証することである。

これは、大学において激変する社会に対応できる学びの質的転換が求められていることにも関連がある。

2014年の中央教育審議会（答申）において“大学教育を、従来のような知識の伝達・注入を中心とした授業から、学生が主体性を持って多様な人々と協力して問題を発見し解を見いだしていくアクティブ・ラーニングに転換“することが必要であると指摘している。

アクティブ・ラーニングは、小・中・高等学校において最も近い概念として、「主体的・対話的で深い学び」として提示されている。

つまり、児童・生徒・学生が、学びを社会や生活との関連の中で連続的・系統的に身に付けスパイラル的に高めていくことを目指しているのである。

この「主体的・対話的で深い学び」について、これまでの教育で実績をあげてきたものの1つであるのは「総合的な学習の時間」である。

「総合的な学習の時間」は、地域、学校、児童・生徒の実態に応じて横断的・総合的な学びを目指すものである。高等学校学習指導要領解説総合的な探究の時間編（以下解説編と示す）では、「総合的な学習の時間」の成果として“探究的な学習活動に取り組んでいる児童生徒の割合が増え”てきていたとしている。

2018年の学習指導要領改訂により、1999年の学習指導要領において創設された「総合的な学習の時間」は、高等学校において「総合的な探究の時間」に変更された。高

等学校学習指導要領解説総合的な探究の時間編（以下解説編と示す）では、「総合的な探究の時間」で育成する資質・能力は、「自己の在り方生き方を考えながら、よりよく課題を発見し解決していくため」と記載されている。これまでの総合的な学習の時間においては、課題を設定、解決していき自己の生き方を考えていくものであったが、「総合的な探究の時間」においては、課題設定から解決のプロセスと自己の在り方生き方を一体化させていくことを目指している。このような学びの在り方を求めることが探究である。

解説編では、自己の在り方生き方を3つの角度から考えることができるとしている。

1つ目は、「人や社会，自然との関わり」や「社会や自然の一員として」為すべきことを考えることである。2つ目は、「自分にとっての学ぶことの意味や価値を考え」「学習活動を通して、自分の考えや意見を深める」ことである。そして、3つ目は、以上の2つを踏まえ「学んだことを現在及び将来の自己の在り方生き方につなげて考えること」であると明記している。

このような自己の在り方生き方から4つのプロセス（「課題の設定」「情報の収集」「整理・分析」「まとめ・表現」）を通して、本質を見極めるという意味から高等学校では、探究という言葉を使用している。

1-2 研究の位置づけ

本研究では、高等学校において教育現場の教員から見た「総合的な探究の時間」において「生徒に身に付けさせたい力」を明らかにする。

さらに「生徒に身に付けさせたい力」の「基盤となる力」，「生徒に身に付けさせたい力」を育成する有効な「方法」「評価法」を明らかにする。

また、今後の各学校における「総合的な

探究の時間」の計画・立案に寄与することが研究目的の1つである。

そのため、北海道の高等学校において、現場の教員を対象とした調査研究を実施した。「総合的な学習の時間」における生徒の実態を明らかにした研究はほとんどない。

そこで、教員の視点からこれまでの「総合的な学習の時間」を振り返り、「総合的な探究の時間」において生徒に身に付けさせたい力を明らかにしていく。

筆者は、本学研究紀要に前掲された「総合的な学習（探究）の時間」高大連携プログラムの開発（Ⅱ）において同様の調査研究論文を発表している。

前回の研究は、現場の教員への半構造化面接を通して得られた内容からニーズの構造化を試みた質的研究であった。

本研究は、前掲論文を踏まえ、高等学校教員への質問紙調査による量的研究の側面から教育現場のニーズについて再検証を試みるものである。

本研究は、「共同研究「総合的な探究の時間」における高大連携プログラムの開発」において、現場のニーズに即した高大連携プログラムを構築していく上で基盤となる研究であると考えられる。

1-3 研究の目的

共同研究「総合的な学習（探究）の時間」高大連携プログラムの開発（Ⅱ）を基にして検討・改善を加えて作成した質問紙を高等学校教員に配布・回収を行う。質問紙調査結果に基づき、「総合的な学習（探究）の時間」において「生徒に身に付けさせたい力」とそのため教員が重要であると考えている「方法」や「評価」について「総合的な学習（探究）の時間」高大連携プログラムの開発（Ⅱ）の結果を加味し考究を試みる。

2. 方法

2-1 調査期間

2018年6月～8月

2-2 対象者

北海道の公立高等学校全日制普通科 154校に勤務する教員を対象とした。回答者は、各校1名とし、回答教員の選出は、各学校に委ねた。

2-3 手続き

本研究における調査の質問紙は、共同研究の内容に従い、回答者の属性を記載するフェイスシートに加え、次の4つの設問から構成されている。①「総合的な学習の時間」の実施状況 について（実施状況、意思決定の経緯 や内容の変化・改善のタイミング、実施のスタンス）、②「総合的な探究の時間」の実施について（実施上における自校の生徒に必要な力や身に付けさせたい力、そのために有効と考える方法・評価方法）、③高大連携について（高大連携の現状、大学と「総合的な探究の時間」において連携するときに魅力的と思えるプログラムとそのスタンス）、④「総合的な探究の時間」の実践の構想についてである。

本研究は、②について行った質問紙調査に基づくものである。②で使用した質問紙のうち、生徒に付けさせたい力は、共同研究「総合的な学習（探究）の時間」高大連携プログラムの開発（Ⅱ）」において半構造化面接から得た質的データを KJ 法によりカテゴリー化することで作成した質問紙 52 項目が原版となっている。

この質問紙の原版における生徒に付けさせたい力についての各項目は、「総合的な探究の時間」について見識深い大学教員1名と高等学校教員3名に妥当性の検討を依頼した。依頼した内容は、各項目における専

門家などの個人的かつ主観的判断を通してなされる妥当性判断である内容的妥当性の検証と前の質問と回答が後続の質問の回答に影響するかというキャリアオーバー効果の検証であった。

妥当性検証の結果を受け、生徒に身に付けさせたい力 52 項目において重複内容が4項目指摘され削除した。また、生徒に身に付けさせたい力は、学ぶ上で基盤となる力と学びを通して身に付けて欲しい力に2分できるという指摘を受けた。

そこで、「総合的な探究の時間」を学ぶ上で「基盤となる力」23項目と学びを通して「身に付けさせたい力」25項目に修正した。再度、キャリアオーバー効果を検討したが、認められなかったため、「総合的な学習（探究）の時間」を学ぶ上で「基盤となる力」23項目と学びを通して「身に付けさせたい力」25項目に修正した質問紙を作成し配布した。

回答者には、5：思う、4：やや思う、3：どちらとも言えない、2：やや思わない、1：思わないの5件法により回答を求めた。質問紙の信頼性に関しては、質問紙回収後、統計分析を行いクロンバックの α 係数により確認を行った。

また、生徒に身に付けさせたい力を醸成する有効な方法に関する質問紙の各項目は、「今、求められる力を高める総合的な学習の時間の展開（高等学校編）総合的な学習の時間を核とした課題発見・解決能力、論理的思考力、コミュニケーション能力等向上に関する指導資料」（2013）に掲載されている方法と「総合的な学習（探究）の時間」高大連携プログラムの開発（Ⅱ）」における半構造化面接時の項目について上述の専門家に妥当性の検討を依頼した。

結果を受け、課題設定プロセスでは、「ワークシート」「ランキング」の2項目を削除し、「ディベート」を加え8項目と

した。情報収集のプロセスでは、加除修正なく11項目とした。

整理・分析では、「マインドマップ」を削除し、「ベン図」「同心円チャート」「ピラミッド・チャート」「イメージマップ」を加え17項目とした。

まとめ・表現では、加除修正はなく10項目の合計4カテゴリー46項目により構成した。この他、項目にない内容の自由記述項目も設定した。回答者には、方法として1：有効である，2：有効ではないの2件法により回答を求めた。

さらに、「総合的な探究の時間」において生徒に身に付けさせたい力の評価方法についても質問紙として項目を作成した。各項目は、学内共同研究「総合的な学習（探究）の時間」高大連携プログラムの開発（Ⅱ）における半構造化面接時の使用した項目を基盤とした。この項目は、前述した「今、求められる力を高める総合的な学習の時間の展開（高等学校編）」（2013）に掲載されている評価方法から作成したものである。

項目については、上述の専門家に妥当性の検討を依頼し修正を行った。「学習の記録」と「ワークシート」は共通部分が多々あるということから「学習の記録」を集約し13項目により構成した。

この他、項目にない内容の自由記述項目も設定した。回答者には、方法として1：有効である，2：有効ではないの2件法により回答を求めた。

生徒に身に付けさせたい力を育成するための方法と評価については、思考法や評価法に関する専門的な用語を使用していることから回答者の回答基準を担保するために用語解説資料を作成した。

質問紙に学校長への依頼文書を添え、返信用の封筒を同封し、郵送により配布し回収した。

回収したデータは、BellCurve エクセル統

計により統計処理を行った。

2-4 倫理的配慮

学校長及び調査対象者に対し、本調査の趣旨として“新学習指導要領編成上の学校現場が抱える課題を明らかにするとともに、高大連携による「総合的な探究の時間」のプログラムの開発を試みる”ことであることを明記した。

本調査における質問紙への回答にあたり①回答は、必ずしも学校としての公式見解である必要はありません。回答者の個人的な見解でよい、②回答に関しては、統計処理により学校や個人が特定されることはない、③本調査研究以外には使用しない、ことを明記した。

3. 結果

3-1 質問紙調査の回答率

質問紙調査は、北海道の公立高等学校全日制普通科154校に配布し、87校から回答があった（回答率56.5%）。

回答の意図を誤解していないか、回答の仕方が不適切ではないかを共同研究者で検討したところ、不適切な回答はないと判断した。

従って、有効回答率も56.5%であった。

3-2 回答者の属性

調査回答者の属性については、属性把握を深めるために、共同研究「総合的な学習（探究）の時間」高大連携プログラムの開発（Ⅰ）に記載しているものを構成し直した。属性については、回答者の性別（表1）、回答者の年齢構成（表2）、回答者の役職（表3）、回答者の総勤務年数（表4）、回答者の現任校での勤務年数（表5）で示す。

表1 回答者の性別

性別	人数	割合 (%)
男性	78名	90%
女性	9名	10%

表2 回答者の年齢構成

年齢	人数	割合
30歳未満	2名	2.3%
30～34歳	9名	10.3%
35～39歳	7名	8.0%
40～44歳	11名	12.6%
45～49歳	19名	21.8%
50～54歳	28名	32.2%
55歳以上	9名	10.3%
不明	2名	2.3%

表3 回答者の役職

役職	人数	割合 (%)
副校長, 教頭	22名	25.3%
主幹教諭	1名	1.1%
教務部長	36名	41.4%
進路指導部長	8名	9.2%
総合的な学習部長	3名	3.4%
進路指導部長	8名	9.2%
ガイダンス部長	2名	2.3%
教諭その他	6名	6.9%
不明	1名	1.1%

表4 回答者の総勤務年数

総勤務年数	人数	割合 (%)
5年以下	2名	2.2%
6～10年	11名	12.6%
11～15年	4名	4.6%
16～20年	15名	17.2%
21～25年	13名	14.9%
26～30年	28名	32.2%
30～35年	12名	13.8%
36年以上	1名	1.1%
不明	1名	1.1%

表5 回答者の現任校での勤務年数

勤務年数	人数	割合 (%)
1年	9人	10.3%
2年	17人	19.5%
3年	9人	10.3%
4年	5人	5.7%
5年	8人	9.2%
6年	12人	13.8%
7年	6人	6.9%
8年	2人	2.3%
9年	6人	6.9%
10年	6人	6.9%
11年以上	7人	8.0%

3-3 学びの基盤となる力の分析

生徒に身に付けさせたい力については、生徒が「総合的な探究の時間」を学ぶ上で基盤となる力23項目について、全回答者が5:思うあるいは、1:思わないといった偏った回答の検討を行ったが該当する項目はなかった。

次に、各項目の相関係数が、0.7以上になる項目について、項目内容が重複しているかの検討を行った。

その結果、相関係数が0.705となった「物事に意欲的に取り組むことができる力」と「失敗を恐れず取り組む力」については、内容が類似し前者の内容は後者の内容を包括していると判断し、後者の項目を削除することとした。

また、相関係数が0.802となった「文章を正確に構成する力」と「内容を文章・表・図で整理する力」についても、内容が類似し後者の内容は前者の内容を包括していると判断し、前者の項目を削除することとした。

2項目削除した21項目を主因子・斜交Promax回転による因子分析を行ったところ、固有値の減衰状況および仮説から3因

子が適当と判断されたため、因子数を3因子に指定して同様の因子分析を行った（図1）。21項目に対する3因子解での累積寄与率は、55.18%であった。

固有値1.0以上の3因子解において、因子負荷量が0.4以上の21項目の中で、線形結合している変数「時間をかけて深く考察できる力」の項目を削除することにより、20項目から構成される3因子が抽出された。

第1因子は、「他者との関係で自己を高める力」「これまでの学び・経験を活かすことができる力」「役割に責任を持ち、やり遂げる力」「取り組みを振り返ることができる力」「建設的な質問・意見ができる力」「内容を文章・表・図で整理する力」など、探

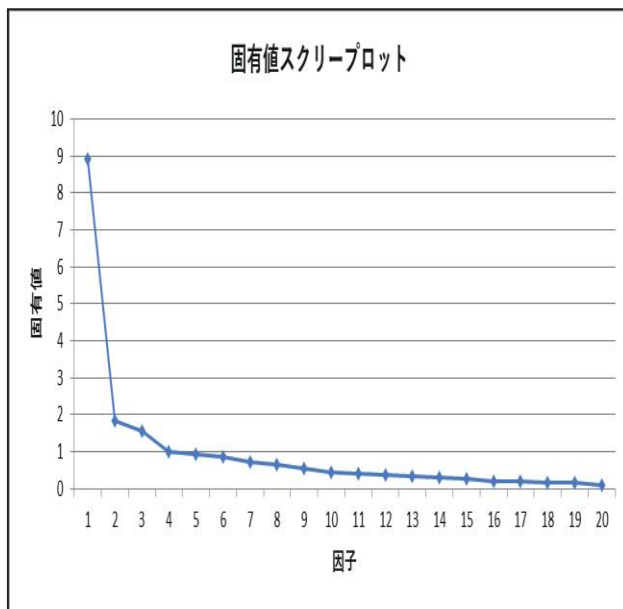


図1 「基盤となる力」の因子分析による固有値

求に繋げる深い学びに関する関心・意欲・態度に関わる因子と解釈された。そこで、第1因子を「協働的な学びを支える関心・意欲・態度」因子と命名した。

第2因子は、「レポートや論文を形式に沿って書く力」「論理的思考を文章化する力」「文章を表現力する力」など、学びの成果について一般的な記載方法を遵守し、論理的かつ他者に分かり易く表現できる力に関

わる因子と解釈された。そこで、第2因子を「学びの成果を表現する力」因子と命名した。

第3因子は、「他者を認め、尊重する力」「自らの良さを知り、発揮できる力」「根気強く最後まで課題に取り組む力」など他者との学び合いを通して、学びを深化させ高次の思考へと繋げる力であると解釈された。そこで、第3因子を「協働し学びを深化する力」と命名した。

次に各因子についてCronbachの α 係数を算出した。その結果、第1因子0.924、第2因子0.810、第3因子0.816といずれも十分な内的一貫性が確認された（表6）。

3-4 身に付けさせたい力の分析結果

「総合的な探究の時間」において生徒に身に付けさせたい力25項目について、全回答者が5：思うあるいは、1：思わないといった偏った回答の検討を行ったが該当する項目はなかった。

次に、各項目の相関係数が、0.7以上になる項目について、項目内容が重複しているかの検討を行った。

その結果、相関係数が0.714となった「具体的で意義ある課題を設定できる力」と「課題設定から発表まで一貫した取組ができる力」については、内容が類似しておらず、他の因子の因子負荷量が低く、関係性が低いと考えられ、項目内容的にも重要であると考えたのでこの項目を残すこととした。

また、相関係数が0.726となった「他者の中で自己を活かす力」と「互いに学び合う力」については、内容が類似し後者の内容は前者の内容を包括していると判断し、前者の項目を削除することとした。

残った24項目を主因子・斜交Promax回転による因子分析を行ったところ、固有値1.0以上の4因子が抽出され、固有値の減衰状況では4因子が適当と判断されたため、4

表6 総合的な探究の時間における基盤となる力の因子分析結果（主因子法・Promax回転・3因子指定）

項目	F1	F2	F3
F1 協働的学びを支える関心・意欲・態度			
他者との関係で自己を高める力	0.854	0.517	0.483
これまでの学び・経験を活かすことができる力	0.799	0.412	0.284
役割に責任を持ち、やり遂げる力	0.790	0.409	0.524
取り組みを振り返ることができる力	0.780	0.615	0.434
建設的な質問・意見ができる力	0.719	0.492	0.314
内容を文章・表・図で整理する力	0.704	0.660	0.335
社会的な視野を持つことができる力	0.673	0.619	0.396
意義や楽しさを知って学ぶ力	0.650	0.361	0.454
他者の話を聞くことができる力	0.642	0.406	0.550
興味・関心を持って学ぶ力	0.638	0.297	0.327
生き方に繋がる学びができる力	0.633	0.238	0.276
自らを高める意欲を持ち取り組める力	0.592	0.344	0.454
F2 学びの成果を表現する力			
レポートや論文を形式に沿って書く力	0.305	0.796	0.203
論理的思考を文章化する力	0.375	0.787	0.285
文章を表現力する力	0.591	0.712	0.293
自らの言葉で発表できる力	0.494	0.628	0.398
F3 協働し学びを深化する力			
他者を認め、尊重する力	0.398	0.260	0.920
自らの良さを知り、発揮できる力	0.318	0.256	0.689
根気強く最後まで課題に取り組む力	0.593	0.452	0.636
失敗を恐れず取り組む力	0.477	0.328	0.564
因子間相関	F2	0.552	
	F3	0.496	0.351
α 係数		0.924	0.810
			0.816

因子に指定して同様の因子分析を行った。因子分析の結果から、因子負荷量 0.4 未満の「説得力のあるプレゼンテーションができる力」「多様なプレゼンテーション方法を活用できる力」の 2 項目を削除し、22 項目が残った。そこで、再度 22 項目で、主因子・斜交 Promax 回転による因子分析を行ったところ、固有値 1.0 以上で 4 因子が抽出され、固有値の減衰状況および仮説においても 4 因子が適当と判断されたため、因子数を 4 因子に指定して同様の因子分析を行った。22 項目に対する 4 因子解での累積寄与率は、55.60%であった（図 2）。

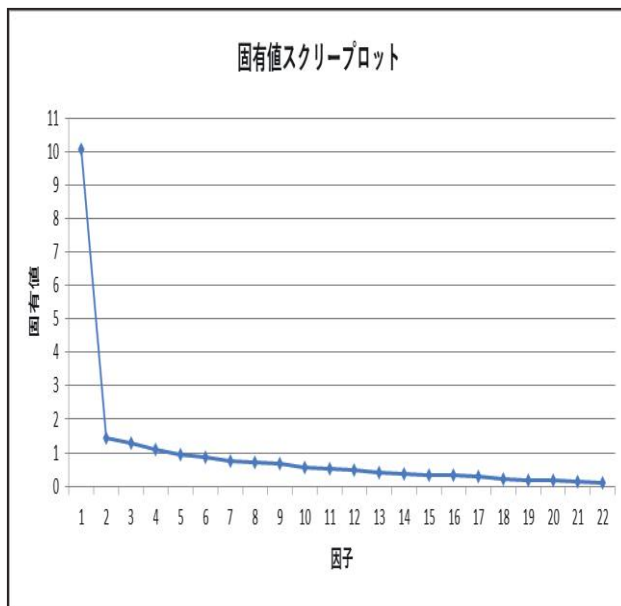


図 2 「身に付けさせたい力」因子分析の固有値

第 1 因子は、「高次の批判的思考ができる力」「課題を焦点化できる力」「協働的（グループ）活動ができる力」など、主体的に課題解決に向けて探求することに関わる因子と解釈された。そこで、第 1 因子を「主体的・対話的に探究する力」因子と命名した。

第 2 因子は、「情報を取捨選択できる力」「多様な手段で情報を収集できる力」「情報を多角的に分析できる力」など、解決の見通しを持ち、既存の知識と新奇な情報を融

合することで課題解決に有用な情報の取捨選択や分析をすることに関わる因子と解釈された。そこで、第 2 因子を「先見性に基づく情報活用力」因子と命名した。

第 3 因子は、「他者意識を持った表現力」「現実性のある課題解決力」「効果的なディスカッションができる力」など、探求に向けての高次な思考活動に関わる因子と解釈された。そこで、第 3 因子を「高次な思考を構築する力」因子と命名した。

第 4 因子は、「情報の重要度を判断できる力」「現実的・実行可能な思考ができる力」「情報の信頼性を検討できる力」など情報の信憑性や現実的な課題解決に繋がる情報であるかの的確な判断に関わる因子と解釈された。そこで、第 4 因子を「現実検討力」因子と命名した。

次に各因子について Cronbach の α 係数を算出した。その結果、第 1 因子 0.831、第 2 因子 0.845、第 3 因子 0.814、第 4 因子 0.807 といずれも十分な内的一貫性が確認された（表 7）。

3-5 2つの力間のパス解析

「総合的な探究の時間」を学ぶ上で基盤となる力と生徒に身に付けさせたい力の構造を示すため、基盤となる力得点、身に付けさせたい力得点を用い、パス解析を実施した。パス解析は、変数を 2 つの水準に分け、「生徒に身に付けさせたい力」の変数を目的変数とし、上位にある水準「基盤となる力」の 3 因子変数を説明変数とする重回帰分析を繰り返し行った。

第 1 水準は、基盤となる力での「協働的学びを支える関心・意欲・態度」「学びの成果を表現する力」「協働し学びを深化させる力」であった。第 2 水準は、生徒に身に付けさせたい力での「主体的・対話的に探究する力」「先見性に基づく情報活用力」「高次な思考を構築する力」「現実検討力」

表7 総合的な探究の時間で身に付けさせたい力の因子分析結果（主因子法・Promax回転・4因子指定）

項目	F1	F2	F3	F4
F1 主体的・対話的に探究する力				
高次の批判的思考ができる力	0.711	-0.034	-0.072	0.223
課題を焦点化できる力	0.696	0.185	0.101	-0.073
協働的（グループ）活動ができる力	0.676	0.029	-0.026	0.096
主体的に課題解決に取り組む力	0.603	0.221	-0.050	0.116
課題解決に関連する有効な情報を収集できる力	0.593	0.037	0.312	-0.033
論理的で深い思考ができる力	0.505	0.208	0.219	-0.048
F2 先見性に基づく情報活用力				
情報を取捨選択できる力	0.100	0.765	-0.088	0.028
多様な手段で情報を収集できる力	-0.063	0.600	0.234	-0.058
情報を多角的に分析できる力	0.220	0.571	0.018	-0.109
課題設定から発表まで一貫した取組ができる力	0.098	0.514	0.206	0.018
学習した知識を活用できる力	0.016	0.503	-0.021	0.173
互いに学び合う力	-0.068	0.479	0.065	0.393
見通しを持って計画立案できる力	0.010	0.403	0.054	0.214
F3 高次な思考を構築する力				
他者意識を持った表現力	-0.026	0.090	0.833	-0.026
現実性のある課題解決力	0.088	0.060	0.620	0.087
効果的なディスカッションができる力	-0.074	0.103	0.471	0.306
情報の専門用語を理解・説明できる力	0.425	-0.225	0.436	0.129
多様な情報を編集できる力	0.073	0.206	0.407	0.053
F4 現実検討力				
情報の重要度を判断できる力	-0.024	-0.094	0.197	0.803
現実的・実行可能な思考ができる力	0.269	0.024	0.182	0.458
情報の信頼性を検討できる力	0.227	0.131	-0.036	0.552
具体的で意義ある課題を設定できる力	0.298	0.138	-0.101	0.500
因子間相関	F2	0.599		
	F3	0.542	0.490	
	F4	0.553	0.445	0.479
α 係数		0.831	0.845	0.814
				0.807

であった。

重回帰分析は、標準偏回帰係数の有意性（5%水準）を基準にした。パス解析の結果をパス図として図4に示す。「協働的学びを支える関心・意欲・態度」からは「主体的・対話的に探究する力」と「先見性に基づく情報活用力」と「高次な思考を構築する力」と「現実検討力」の全てに正のパスが見られた。「学びの成果を表現する力」からは「主体的・対話的に探究する力」と「先見性に基づく情報活用力」と「高次な思考を構築する力」に正のパスが見られた。「協働し学びを深化する力」からは、身付けさせたい力へのパスは認められなかった（図3）。

この結果は、教員経験に関係するのではないかと考えた。そこで、「総合的な探究の時間」を学ぶ上で基盤となる

力と生徒に身に付けさせたい力の構造を詳細に示すため、基盤となる力得点、身に付けさせたい力得点を用い、回答者の教員経験年数の平均値 22.71 年（標準偏差：8.37）に基づき回答者の教員経験年数 22 年以下を低群、教員経験年数 23 年以上を高群の2群に分け、同様のパス解析を実施した結果をパス図として図4、図5に示す。

低群においては、「協働的学びを支える関心・意欲・態度」からは「主体的・対話的に探究する力」と「先見性に基づく情報活用力」と「高次な思考を構築する力」と

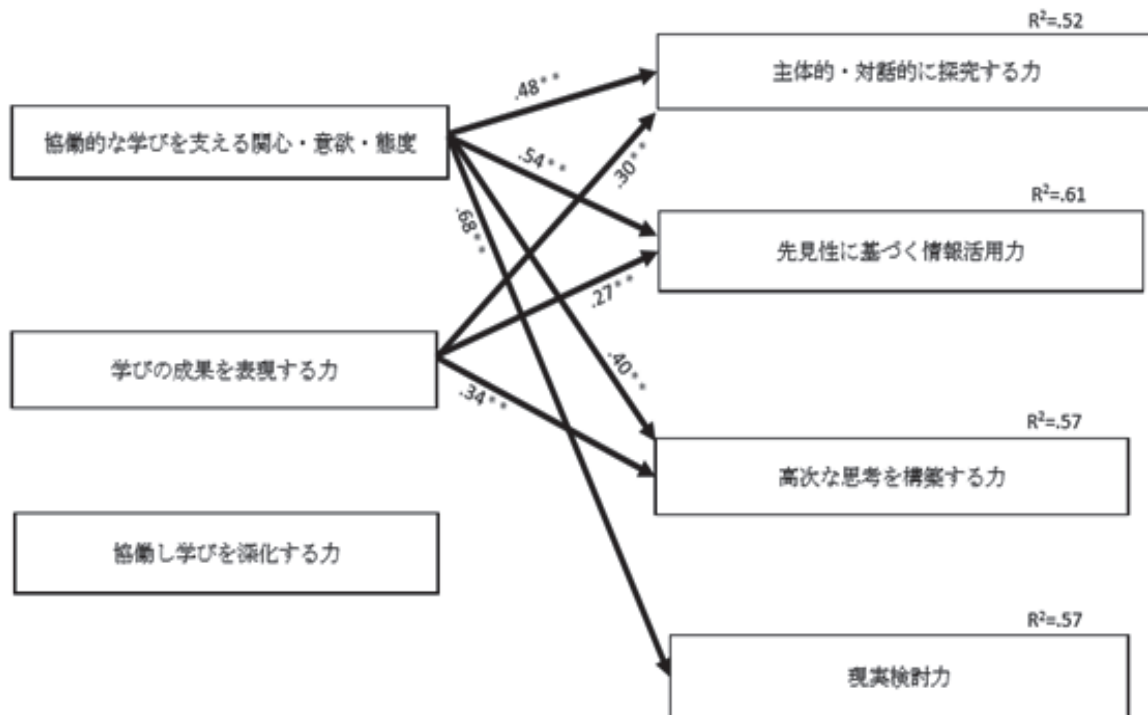


図3 基盤となる力と身に付けさせたい力の因子間のパス図

「現実検討力」の全てに正のパスが見られた。「学びの成果を表現する力」からも「主体的・対話的に探究する力」と「先見性に基づく情報活用力」と「高次な思考を構築する力」と「現実検討力」の全てに正のパスが認められた。

「協働し学びを深化する力」からは、身に付けさせたい力へのパスは認められなかった。

高群においては、「協働的学びを支える

関心・意欲・態度」からは「主体的・対話的に探究する力」と「先見性に基づく情報活用力」と「高次な思考を構築する力」と「現実検討力」の全てに正のパスが見られた。「学びの成果を表現する力」からは、「高次な思考を構築する力」に正のパスが認められた。

「協働し学びを深化する力」からは、身に付けさせたい力へのパスは認められなかった。

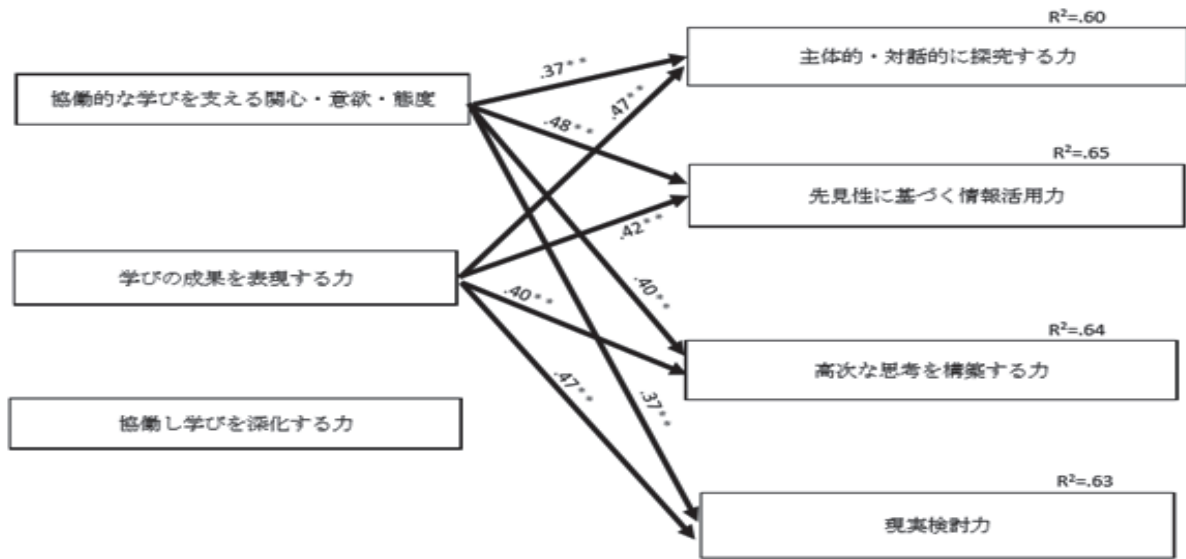


図4 経験年数低群における基盤となる力と身に付けさせたい力の因子間のパス図

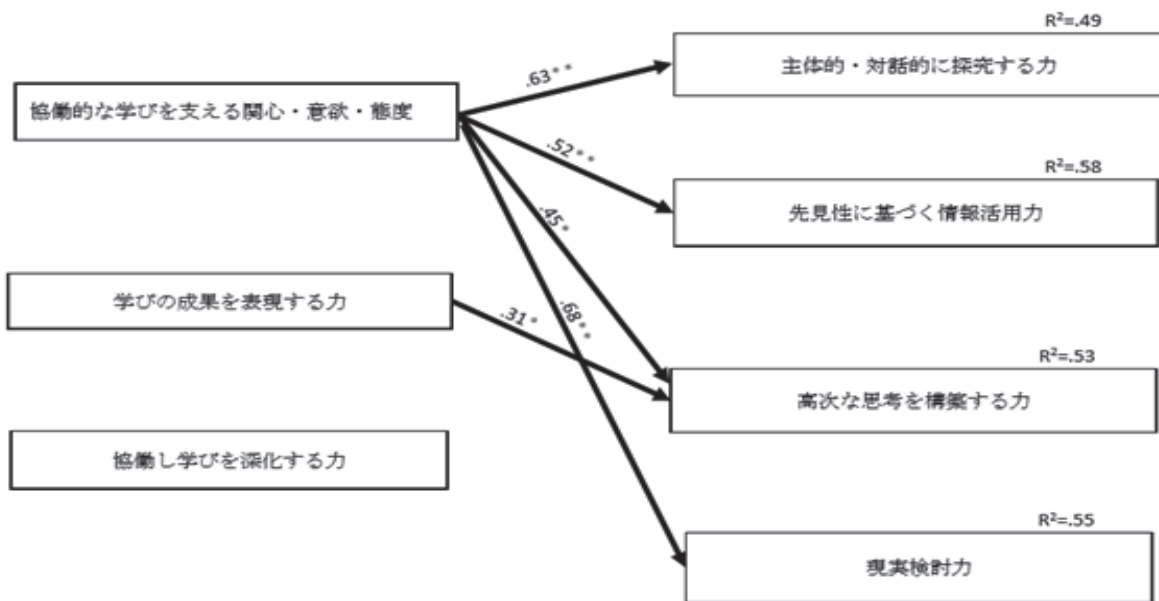


図5 経験年数高群における基盤となる力と身に付けさせたい力の因子間のパス図

3-6 有効な方法についての結果

「総合的な探究の時間」を通して生徒に身に付けさせたい力の育成に向けての有効な方法についての質問紙における46項目の回答数を図6に示す。

生徒に身に付けさせたい力の育成するための課題設定時に有効な方法としては、体験活動が最も多く、次いで資料比較やブレインストーミング、KJ法が50%以上の回答数であった。

生徒に身に付けさせたい力の育成するため情報収集時に有効な方法としては、インターネットが最も多く、次いでフィールドワーク、アンケート調査、インタビュー、図書、実習、実験や観察が50%以上の回答数であった。

生徒に身に付けさせたい力の育成するため整理・分析時に有効な方法としては、コンセプト・マップが最も多く、次いでメリット・デメリット、KJ法、ピラミッド・チャート、時系列が50%以上の回答数であった。

生徒に身に付けさせたい力の育成するためまとめ・表現時に有効な方法としては、ポスター発表が最も多く、次いで新聞が50%以上の回答であった。

次に、本研究の質問紙調査の結果と本研究の質問紙作成に関わる「総合的な学習(探究)の時間」高大連携プログラムの開発(Ⅱ)において、実施した半構造化面接時における各項目への回答率(対象17名)から比較を行った(図7)。

課題解決時の半構造化面接時と質問紙での各項目の回答比率を比較すると、ディベートを除いて概ね同様の比率であった。

情報収集時の半構造化面接時と質問紙での各項目の回答比率を比較すると、アンケート、インタビュー、フィールドワーク、電話取材は質問紙調査の回答率が高かった。インターネット、実験や観察、実習、講演

会やセミナーは、半構造化面接時の回答率が高かった結果が高い割合であった。図書、電子メールは、ほぼ同じ回答率であった。

整理・分析時の半構造化面接時と質問紙での各項目の回答比率を比較すると、コンセプト・マップ、メリット・デメリット、KJ法、ビフォー・アフター、時系列は質問紙の回答率が高かった。

ピラミッド・チャート、二次元表(座標軸)イメージマップ、同心円チャート、ベン図については、質問紙において有効であるという回答が認められた。

統計的手法は、概ね同様の比率であった。

まとめ・表現時の半構造化面接時と質問紙での各項目の回答比率を比較すると、ポスター発表、新聞、シンポジウム、演劇は半構造化面接時の回答率が高かった。

3-7 有効な評価法についての結果

生徒に身に付けさせたい力をどのように評価することが有効であるかという質問に対する回答結果を図8に示す。

有効な評価方法としては、自己評価が最も多く、教師の観察、ポートフォリオ、相互評価、レポートや論文、プレゼンテーション、ルーブリック評価、記録が多かった。

この結果を前述と同様に、半構造化面接を実施した場合と質問紙における回答者の比率を比較すると、自己評価、相互評価、ルーブリック評価は同じ割合であった。教師の観察、インタビューやフィールドワークによる評価は、半構造化面接における割合が高かった。一方、記録、制作物と回答した質問紙調査の割合は、半構造化面接より大幅に回答率が高かった。レポートや論文、ポートフォリオ、プレゼンテーション、パフォーマンス評価も質問紙調査の割合は、半構造化面接より回答率が高かった(図9)。

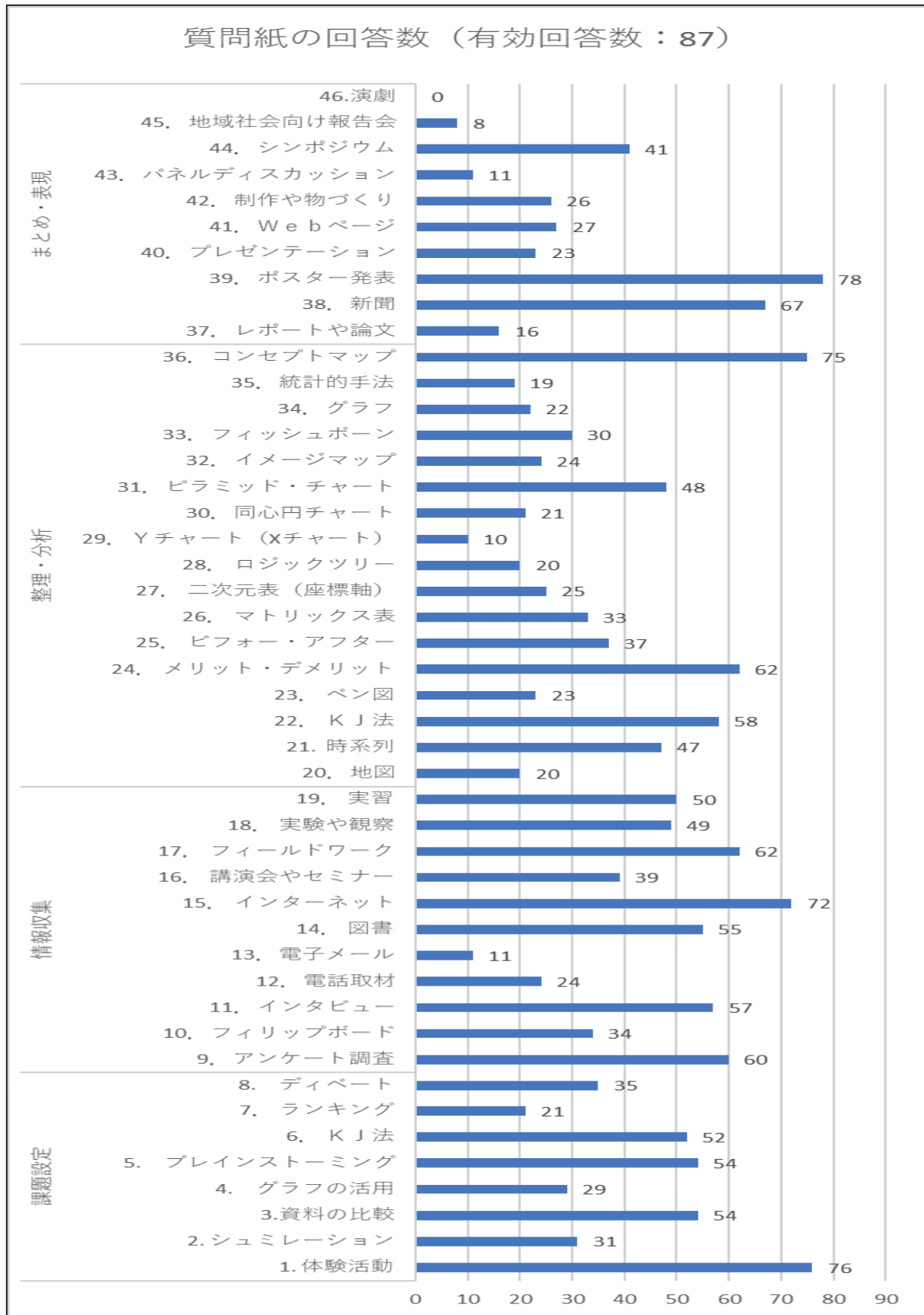


図6 生徒に身に付けさせたい力について有効な方法であると質問紙に回答した人数

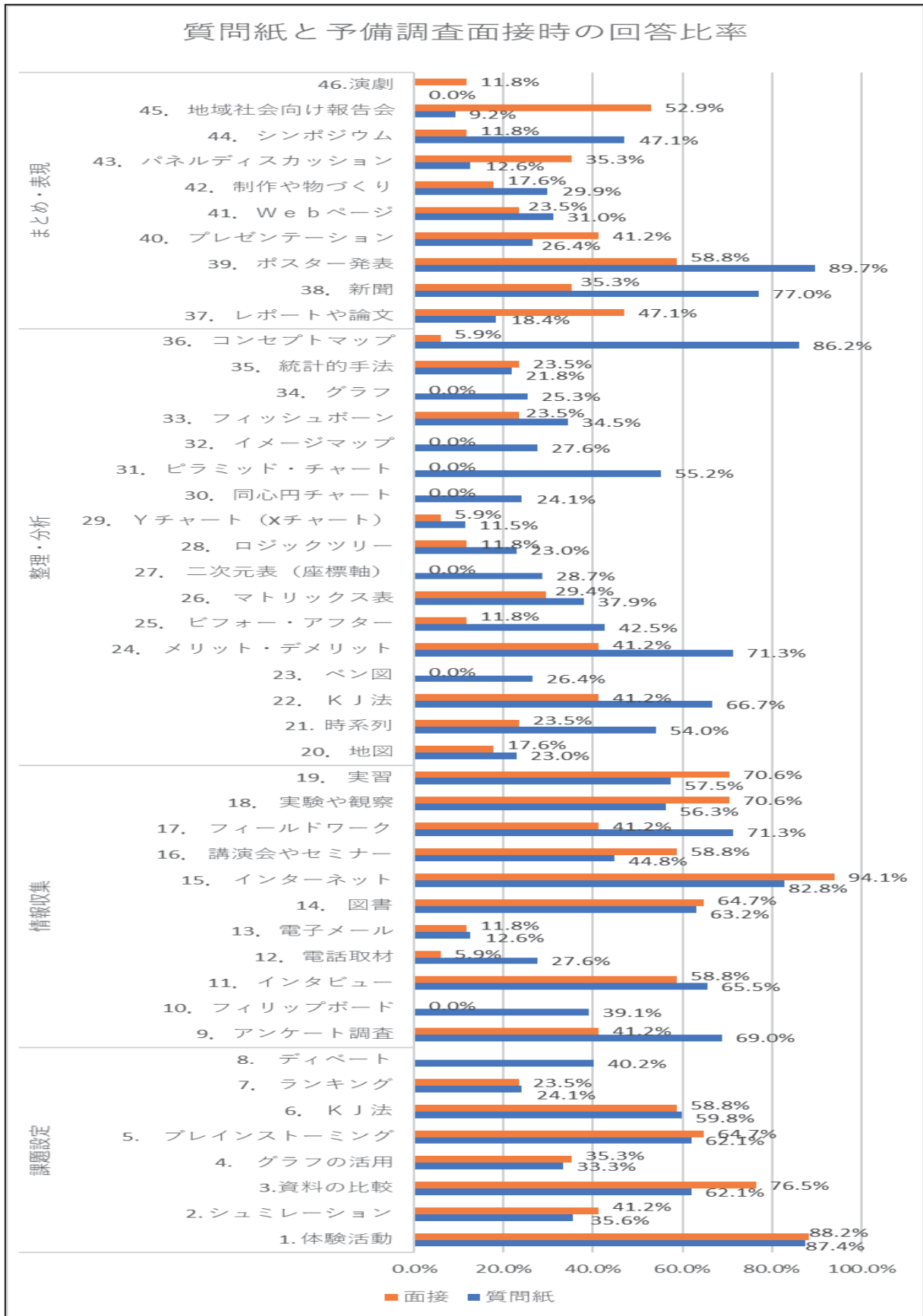


図7 有効な方法についての質問紙と半構造化面接における回答比率

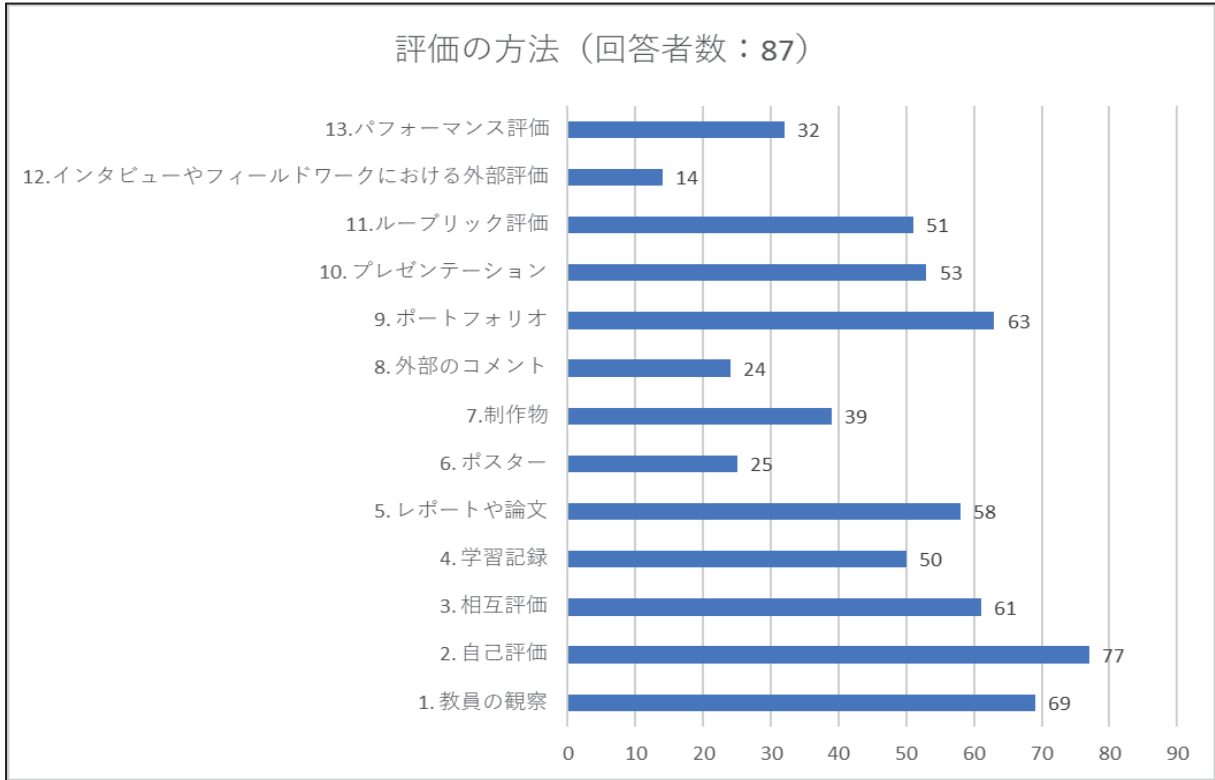


図 8 生徒に身に付けさせたい力について有効な評価法であると質問紙に回答した人数

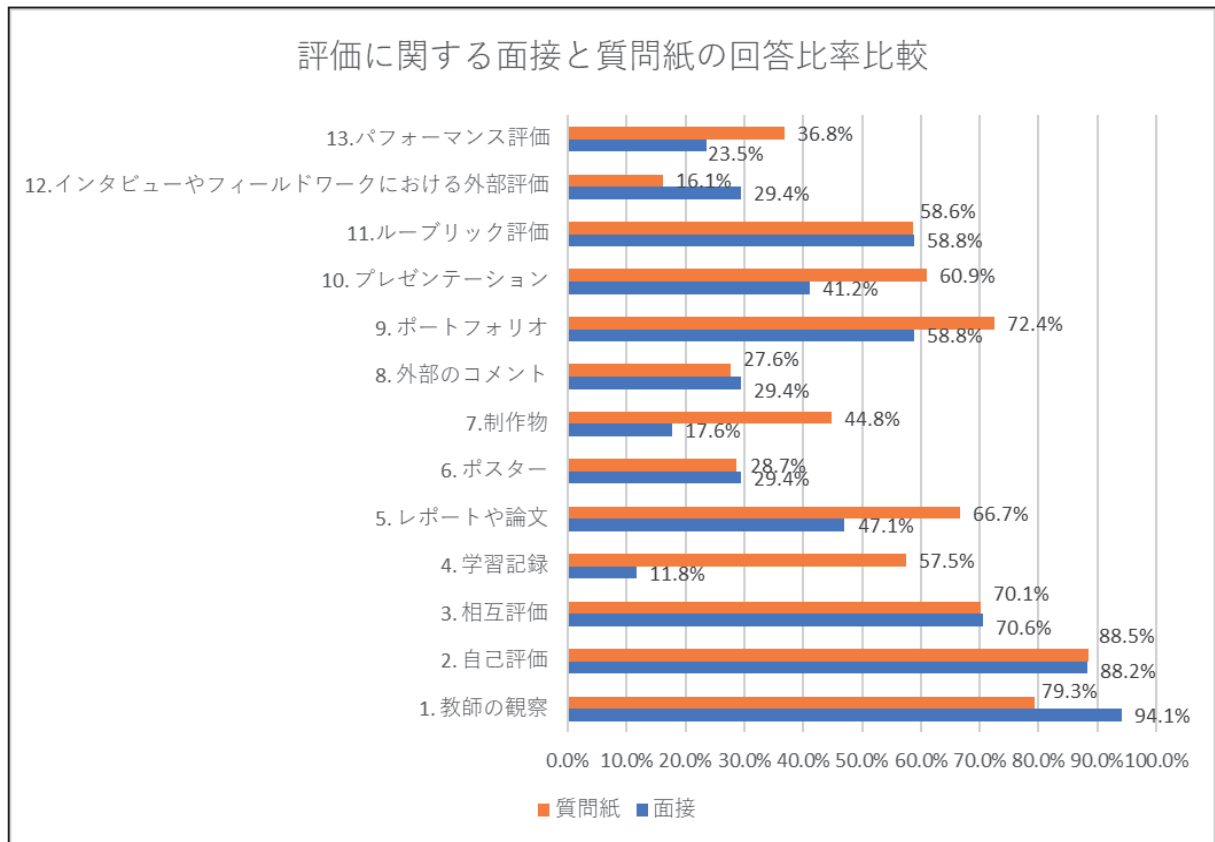


図 9 有効な評価法についての質問紙と半構造化面接における回答比率

4. 考 察

4-1 基盤となる力

「協働的学びを支える関心・意欲・態度」因子は、多くの項目が分類された。これは、教育現場で生徒を向き合う教員にとって、生徒の興味・関心・態度の醸成が重要であると感じていることを物語っている。「総合的な学習（探究）の時間」高大連携プログラムの開発（Ⅱ）」において、筆者が、教員に半構造化面接を実施した。その際、多くの教員から将来よりも今、現在の楽しさを求める生徒に学びに対する興味・関心を持たせ、態度に繋げ、意義を実感させるかの困難さが切実に語られていたことと関連しているのではないか。この「学びを支える関心・意欲・態度」は、「探究」を推進する原動力ではないかと考える。

それとともに、文章や表・図の理解を含めた既存の知識・経験を活かすことができる力の育成が、現在の高校生の課題であると考えることができる。

さらに、教員において協働的な視点において、生徒が他者の話を聞き、他者との関係で自己を高めたりする力が基盤となると捉えていることが明らかになった。

「学びの成果を表現する力」因子では、学びで得た成果を論理的かつ自らの言葉で表現する出力の面での因子と考えることができる。樺沢（2018）はその著書において、学びの定着は、情報収集などによる入力だけではなく出力により確実にすることに言及している。読む、聞くことで入力された情報を分析・検討という思考のフィルターを通して、書く、話すという出力を通して、知識・理解・思考力・判断力・表現力が洗練され蓄積されることになる。現場の教員が、生徒にとって文章構成力等の書く力を重視していると考ええる。

「協働し学びを深化する力」因子は、他

者を通して自らの在り方生き方を模索する「探究」のプロセスにおいて欠かすことができない。前述のように筆者が、教員に半構造化面接を実施した際、生徒の実態として、他者との協働場面において常に特定の生徒が推進することで、他の生徒はフリーライダー化したり、グループリーダーの経験をしていなかったりする生徒の増えてきていることに危機感を感じている教員が多く見られた。生徒に求める他者との協働の基盤として、他者理解、他者受容、根気強さ、失敗を恐れない気持ちが重要であることが示唆されたと考える。これらを言い換えると心の安心・安全な場の創造と言えるのではなかろうか。

4-2 身に付けさせたい力

「生徒に身に付けさせたい力」における「主体的・対話的に探究する力」因子は、主体性と協働性の相乗効果により高次の論理的かつ批判的思考を求める力であると考える。本因子項目は、協働における主体に重きをおいた項目であることから、教員が生徒に自らの人生の主人公として課題に挑む力を付けることを望んでいると考える。

「先見性に基づく情報活用力」因子は、先行き不透明で多様な情報が交錯する社会における先見性はパラドックス的視点と言える。生徒が発展的・建設的な課題解決に繋げるには、先見性を確保しながら多角的に情報を収集・精査していく力が重要であると教員は考えているのではなかろうか。

「高次の思考を構築する力」因子は、協働性における他者伝達の根底となる他者意識を重視している。他者意識なき交流は、自分本位となり建設的・発展的な高次の思考に到達することは難しい。教員は他者意識に基づく情報の編集、ディスカッションや表現等による相互作用により、生徒に高次の思考を培うことが重要と考えて

いるのではないか。

「現実検討力」因子は、高度情報化・グローバル化する社会で主体的に本質を見極めて生きていく上で必須の力と教員が捉えていると考える。「探究」の4つのプロセス全てにおいて現実検討力は欠くことができない力であろう。

4-3 2つの力の関係

教員が、「基盤となる力」の3因子が「生徒に身に付けさせたい力」の4因子にどのような影響があると捉えているかを明らかにするためパス解析を実施した。

「基盤となる力」の3因子のうち「協働的学びを支える関心・意欲・態度」因子「学びの成果を表現する力」因子から「生徒に身に付けさせたい力」の「主体的・対話的に探究する力」因子「先見性に基づく情報活用力」因子「高次な思考を構築する力」因子、「現実検討力」因子へのパスは認められた。しかし、「基盤となる力」の「協働し学びを深化する力」因子から、「生徒に身に付けさせたい力」の4因子いずれにもパスが認められなかった。

これは、教員の総勤務年数すなわち経験値が影響しているのかと考え、教員経験年数において経験年数の少ない低群と多い高群に分けて再度パス解析を行った。結果、低群と高群のいずれにも「基盤となる力」の「協働し学びを深化する力」因子から、「生徒に身に付けさせたい力」の4因子いずれにもパスが認められなかった。これは、教員が「基盤となる力」における「協働し学びを深化する力」因子が「生徒に身に付けさせたい力」にどのように影響してくるのかという捉えが明確でないことが考えられる。これまでの「総合的な学習の時間」や各教科における協働的な学びの充実が構築できていないことが推測される。前述した協働場面での生徒のフリーライダー化、

リーダー経験や発表経験の不足により、グループ活動の基礎的・基本的な資質・能力の育成の段階である高等学校が増えてきている可能性がある。

そのため、その先の「生徒に身に付けさせたい力」へと明確なビジョンが持てないことも考えられる。今後のグループ活動の在り方により、パスが認められるようになることも考えられる。

教員の経験年数から低群、高群に分けたパス解析により明らかになったこともある。経験年数の少ない教員群の方が、「学びの成果を表現する力」因子から「生徒に身に付けさせたい力」の4因子全てへのパスが認められた。経験年数の少ない若手教員が、学びの成果を出力することが「生徒に身に付けさせた力」に影響を与えると捉えていることが考えられる。このような捉え方こそが、高等学校における「総合的な探究の時間」を加速させる原動力となるのではなかろうか。

筆者は、このような従来の入力型教育から出力型教育への転換が「総合的な探求の時間」における質の高い「探究」の在り方には必要であると考えている。

4-4 「探究」プロセスで有効な方法

課題設定においては、各項目について有効であると考えられる比率は、質問紙と半構造化面接の結果に大きな相違は認められなかった。課題設定時、情報収集時には、概ね今回の結果が多く的高等学校において支持されるのではないかと考える。しかし、整理・分析、まとめ・表現においては、各項目について有効であると考えられる比率は、質問紙と半構造化面接の結果に相違が認められた。

また、総じて各項目における回答比率が半構造化面接の結果より質問紙の結果の方が高くなっている。

これは、半構造化面接時には、短時間であった。そのため、各方法に関する検討時間や情報提示が不十分であったことが要因として考えられる。

質問紙では、回答者の検討時間があったことや各方法についての解説資料を同封したことによる理解が促進されたことが考えられる。

しかし、課題設定や情報収集においては、方法についてある程度の統一性を示せるが、整理・分析やまとめ・表現においては、生徒の実態、学校や地域の実態に応じてカスタマイズしていくことが必要であるとも考えられる。

4-5 「探究」における有効な評価法

教員の観察、自己評価、相互評価を軸とし、「探究」のプロセスを重視するポートフォリオ評価、評価の客観性・一貫性を担保するルーブリック評価が重要な評価法となると考える。

レポートや論文、学習記録、制作物、プレゼンテーション、パフォーマンス評価は、質問紙調査の回答率が半構造化面接の回答率よりも低かった。プレゼンテーションはルーブリック評価における評価として適している。また、ポートフォリオ評価は、学習プロセスを蓄積する学習記録と共通する部分がある。レポートや論文、制作物もポートフォリオ評価に加味することが可能である。

新学習指導要領が公示され、各高等学校においては、計画段階であり、方法や評価の在り方が十分に検討されていないことも考えられる。

「生徒に身に付けさせたい力」とそれを取り巻く「基盤となる力」や「方法」、「評価法」は密接に関連しあっている。今後の高等学校における計画が進む中で、進捗状況により評価に対する認識の変化も表れて

くるのではなかろうか。

5 本研究の成果と今後の課題

「総合的な学習（探究）の時間」高大連携プログラムの開発（Ⅱ）」では、「生徒に身に付けさせたい力」について半構造化面接の結果に基づき、「探究」というキーワードに集約されていく1次元的に概念図を提案した。この結果を振り返りながら、本研究においては、専門家の見解を取り入れながら質問紙調査を行ったことで、「基盤となる力」に基づく「生徒に身に付けさせたい力」という階層的な構造が明らかにできた。

本研究の中核にある「総合的な探究の時間」において「生徒に身に付けさせたい力」は、「主体的・対話的に探究する力」、「先見性に基づく情報活用力」「高次な思考を構築する力」「現実検討力」の4つの因子に集約された。質問紙作成の段階では、「総合的な学習（探究）の時間」高大連携プログラムの開発（Ⅱ）」により構築された概念図を基に「課題の設定」「情報の収集」「整理・分析」「まとめ・表現」という探究プロセスを重視した。結果、4つのプロセス全てに関わり「探究」を貫く因子として集約された。

前述の概念図は、質的研究であったが、本研究は質問紙調査による量的研究である。この2つの研究結果を通して、「総合的な探究の時間」において「生徒に付けさせたい力」を横断的な視点と縦断的視点から捉えることができたと考える。

この「生徒に付けさせたい力」において明らかになった項目を各高等学校において自校の生徒の実態把握の一助とすることができると考える。生徒の実態が明確化することで各校での機能的・効果的な「総合的な探究の時間」が実現できると考える。

この「生徒に身に付けさせたい力」と探究の4つのプロセスにおける方法と評価を組み合わせることが重要である。

今後の課題は、さらに多くの学校からの協力を得て、本研究で得た知見の信頼性と妥当性を高めていくことである。

また、変化の激しい時代に対応するために、検証を重ね新しい知見を加味していくことも必要である。

6 高大連携の視点

本研究は、高大連携プログラムにいかにつなげていくかということである。各高等学校では、「総合的な探究の時間」に向けて計画を立案していくことになる。多忙を極める教育現場に、今回の研究で明らかになった資料や多様なニーズに対応できるような様々なプログラムを提供できるシステムの構築が望まれる。プログラム開発にあたり、高等学校での学びを大学での学びに繋げていく視点だけでなく、小中学校を含めた包括的な学びの連続性という視点が重要ではないかと考える。

引用文献・参考文献

- [1] 中央教育審議会（答申）（2014）「新しい時代にふさわしい高大接続の実現に向けた高等学校教育，大学教育，大学入学者選抜の一体的改革について～すべての若者が夢や目標の芽を吹かせ，未来に花開かせるために～」
（http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/_icsFiles/afiel_dfile/2015/01/14/1354191.pdf 11月30日アクセス）
- [2] 中央教育審議会（答申）（2016）「幼稚園，小学校，中学校，高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について」
（http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/_icsFiles/afiel_dfile/2017/01/10/1380902_0.pdf 2018年11月30日アクセス）
- [3] 樺沢紫苑（2018）「学びを結果に変えるアウトプット大全」サンクチュアリ出版
- [4] 文部科学省（2018）「高等学校学習指導要領」
http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2018/07/11/1384661_6_1_2.pdf（2018年11月30日アクセス）
- [5] 文部科学省（2017）「平成29年度学校基本調査（確定値）の公表について」
（http://www.mext.go.jp/component/b_menu/other/_icsFiles/afieldfile/2018/02/05/1388639_1.pdf 2018年11月30日アクセス）
- [6] 文部科学省（2013）「今，求められる力を高める総合的な学習の時間の展開（高等学校編）総合的な学習の時間を核とした課題発見・解決能力，論理的思考力，コミュニケーション能力等向上に関する指導資料」
（http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/_icsFiles/afieldfile/2013/08/01/1338358_3.pdf 2018年11月19日アクセス）
- [7] 総務省（2015）公職選挙法等の一部を改正する法律 概要
（http://www.soumu.go.jp/main_content/000364623.pdf 2018年11月30日アクセス）

謝辞

本論文を執筆するにあたり，松本大学山崎保寿教授，北海道石狩南高等学校渡部恵太先生，北海道札幌稲雲高等学校志田光瑞先生，北海道石狩翔陽高等学校奥本将晴先生から貴重なご助言を頂きましたことに心より感謝致します。

〈論 文〉

オプティカルフローとテクスチャ内の画像特徴量に基づく 架空送電線領域検出

藤原孝幸*

Transmission Power Line Detection Based on Optical Flow and Estimation of Aluminum Conductors Boundary

Takayuki Fujiwara*

要旨

架空送電線(電線)の経年変化による影響や、損傷を発見・判断する点検技術の自動化が期待されている。これまでも非接触でカメラを用いて電線を点検する手法が提案されているなか、著者らは強風下でも風の影響を受けにくく、また可搬性に優れた点検装置の実現を試みている。しかしながら、装置の堅牢性を重視しているため、スポーツ用途向けのウェアラブルカメラで電線を計測しており、画像処理に適した画像を得ることができていない。本論文ではこのような被写界深度が深く背景が鮮明に写り込む環境においても画像中の電線を安定して検出するための改善手法について提案する。

Abstract

It is expected that the criteria would propose the inspection system for detecting the power line of unusual condition such as the damage or the aged deterioration. In this paper, we propose the method for extracting the region of power line from the images obtained from the camera mounted on the automated moving device. Our method detected the region of power line even though there are the complex background with the roof of the building or the grove by using Optical Flow. Then it detected the detail region by using Graph Cuts for the post processing of the inspection.

キーワード

架空送電線領域検出 画像の領域分割 ガボールフィルタ オプティカルフロー

* 北海道情報大学情報メディア学部情報メディア学科, Associate Professor, Department of Information Media, HIU

1. はじめに

架空送電線(電線)の経年変化による影響や、損傷を発見・判断する点検技術の自動化が期待されている[1, 5, 6]。これまでも非接触でカメラを用いて電線を点検する手法が提案されているが、北海道電力の研究グループでは強風下でも影響が弱く、また持ち運びがしやすいサイズでの点検装置の実現を試みている[4]。

本論文では、電線点検用自動走行装置にて撮影した画像から、電線領域を検出する手法を提案する。従来手法では、カメラだけでなく、装置で電線を囲むことで画像処理を容易にしている一方で、装置のサイズと重量の大きさも原因となり取り回し時の手軽さを損なっていた[1, 3]。本研究では、山岳地域が多く、また風の影響が強い北海道での利用をまずは前提としている。そこで、装置サイズおよび重量を低減させることを重要視した。そのためロボットの設計については、ほぼフレームのみの簡素な設計で実装した。フード等で覆うことができれば、電線撮影時の背景をコントロールできるが、剥き出しの構造でカメラを取り付けているため、撮影の一部では結果的に地上側の複雑な背景を持つ画像が取得されることになる。最終的な検査の対象は電線であることより、背景は除去対象の領域となるため、本研究の目的として電線と背景を領域分割する問題であると位置づけ検討を進めた。そこで、本提案手法では電線と背景のカメラからの距離が異なり、また走行装置が一定の方向に動く事を利用し、画像のオプティカルフロー[2]を領域分割に用いることとした。また、オプティカルフローが安定しない場合の他の特徴量として、電線表面のテクスチャに着目することとした。電線はその構造上、表面に規則的な素線の境界があるので、電線検出のアルゴリズムに有効活用できると考えられる[7]。

実験においては、家屋や林等の複雑な背景

においても安定した結果を得ている。また、後工程の検査のため、グラフカット[8]による領域のセグメンテーションを用いた詳細な電線領域を得ることができた。

2. 電線の撮像機器と取得画像

先行研究では地上や電線に併走するヘリコプタから画像を得る方法[6]も提案されているが、全周の画像を得ることが困難であることや、強風下での利用に向かないことが問題となっていた。また、自走式の点検装置においても 20~25kg 程度であれば人による運搬も可能ではあるが、50kg 超のサイズとなると計測に必要なコストも問題となる。本研究ではさらなる軽量化と計測にかかるトータルコストを軽減すべく新たに計測用自動走行装置を設計している。この装置では画像の取得において、図1のように電線の周りに120°間隔で3台のカメラを配置している。ここで、運搬時に必要とされる堅牢性や撮像手順の簡易化のため、本研究ではSONY製HDR-AS30Vを採用している。近年、ウェアラブルカメラとも呼ばれ、スポーツ時の一人称撮影等に用いられているカメラであるが、図2のようにワイドな画像が取得されるのが特徴であり、画像周辺部の歪みも強いため点検に用いる場合には問題となる。カメラ設置の条件と画像周辺の歪みの影響が少ない方向を考慮し、画像の縦方向を電線の長手方向としている。また、カメラアーム形状よりその揺れも無視できない程度にあるが、電線がほぼ画像中央に位置するため、取得段階では1280x720で得る画像を、中央部600ピクセルのみを後の処理で用いている。なお、カメラ設置の精度が高まれば画像の横幅をさらに狭くすることもできるが、簡易な取り付けにも対応すべく一定以上の幅としている。

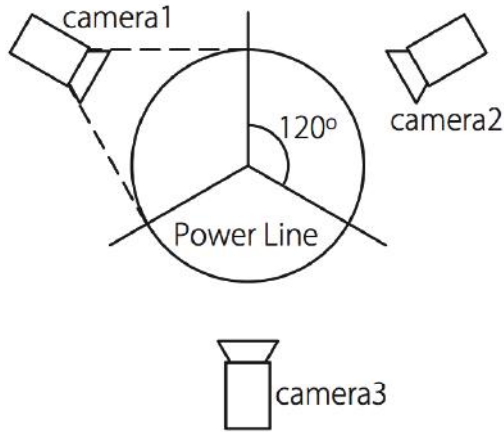


図1 電線とカメラの配置



(a) カメラ 1



(b) カメラ 2



(c) カメラ 3

図2 取得された画像

3. 素線境界の検出λ

電線の中心には、鉄塔間の張力に耐えるための鋼心があり、そのまわりを軽く腐食に強いアルミニウムの素線で覆う構造となっている。4章で述べる電線の左右端を抽出する手法については、この素線境界を抑制するような

前処理を用いる。一方で、本章では素線を複雑背景下でも検出できるようにするため、図3のようなアルゴリズムを構築する。なお、環境によって外部の素線が変色することや外乱光の影響が強いことより、グレースケール画像を対象とした処理となる。なお、以下の解説では画像の左上を原点とし、横方向に X 軸、縦方向に Y 軸とする。λ

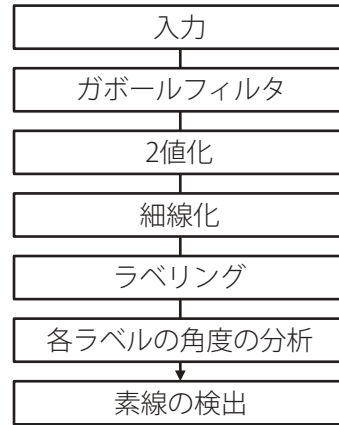


図3 処理の流れ

3-1 素線境界の候補

素線境界の候補となる線を検出するため、図4のような入力画像に対し、ガボールフィルタを用いる。素線間の影によって濃度値が低くなる領域を抽出することを狙うため、式(1)のようなフィルタを設計した。

$$g(x, y; \lambda, \theta, \psi, \sigma, \gamma) = \exp\left(-\frac{x'^2 + \gamma^2 y'^2}{2\sigma^2}\right) \cos\left(2\pi \frac{x'}{\lambda} + \psi\right), \quad (1)$$

$$(x' = x \cos \theta + y \sin \theta, y' = -x \sin \theta + y \cos \theta)$$

ここで、カーネルサイズや波長 λ については画像内のおおよその電線のサイズにあわせて求めるが、厳密な値とはしていない。また、位相 ψ を 180°, 方向 θ は 0° として、図5に示すようなカーネルを用いている。なお、連続して計測しているため、2フレーム目以降では角度 θ は前フレームの素線情報を基にして最適化

している。 π

得られたガボールスペースに対して、2値画像を図6のように得る。この画像に対してラベリングをし、素線とならないような例外値の面積を持つラベルを除去する。本手法ではかなり小さいエッジを除去するため面積の閾値を200ピクセルとした。図7は各領域の細線化結果であり、この領域群を素線境界の候補とする。



図4 入力画像の例



図5 ガボール
フィルタの例

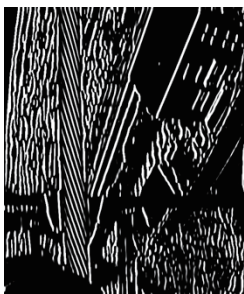


図6 2値画像の例

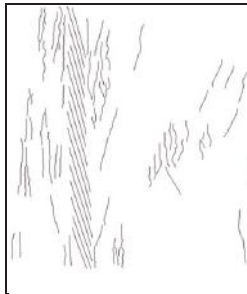


図7 細線化結果例

3-2 素線境界の選定

全ての素線境界の候補より、その領域におけるモーメント特徴を算出し、図8のようなヒストグラムを生成する。このヒストグラムは横軸に角度、縦軸にその角度を持つ領域の頻度(領域の個数)を示している。このヒストグラムに対して、より頻度の高い角度を持つモードが素線であると仮定し、その角度付近のエッジを素線として図9のように抽出する。検出された素線境界については、4章の電線領域抽出手法において2値の特徴量として用いる。 π

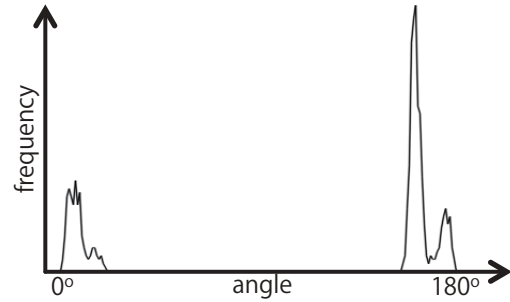


図8 素線境界候補の角度ヒストグラム

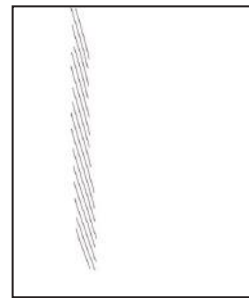


図9 素線の検出結果

4. 電線と背景の領域分割 π

本研究の最終的な目標は電線に対する外観検査により、電線の経年変化や損傷の状況を得ることである。本論文ではそのための前処理である電線領域の検出を目的とする。本手法の電線領域の検出においては、電線のテクスチャがほぼ均一であることを利用し、グラフカットを用いて領域分割している。領域分割に与えるシードについては、上記の理由より詳細な領域は必要ではなく、画像内の電線領域の一部が確実に与えられればよい。このアルゴリズムによって、電線表面の経年変化や外乱光の影響によって様々に変化することへ対処している。また、電線の太さについても規格が複数あるため、その変化にも対応できるように各パラメタの設定に余裕を持たせてアルゴリズムを構築した。

4-1 処理手順

全体の処理手順を図10に示す。最終的な画像の領域分割に用いるシードは、電線の左右

端の直線から求めており、その内側を候補領域としている。そこで、電線の左右端が確実に抽出できるように、電線の素線のエッジはぼかしつつも、電線の左右端エッジが確実に抽出できるようにアルゴリズムを構築した。



図 10 処理の流れ

って、電線の左右輪郭のエッジ点の連続性を向上させ、また素線および背景の複雑に孤立・連結するエッジ点を抑制している。

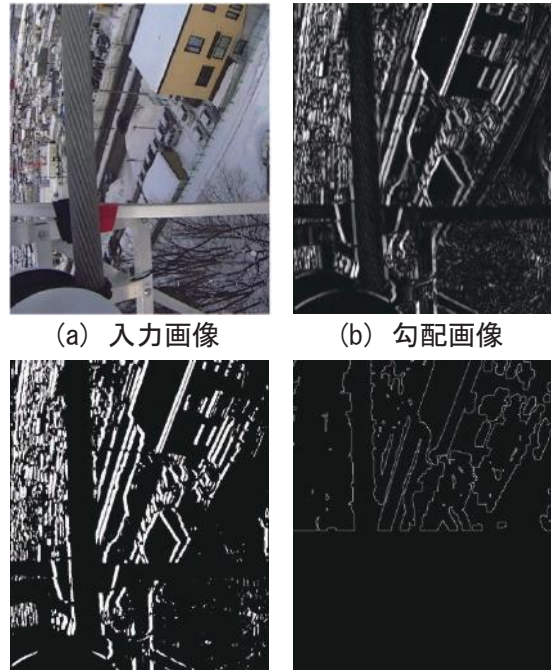


図 11 前処理の結果

4-2 前処理

直線検出までの前処理を以下に示す。電線の表面は素線という細い線が束ねられらせん状に巻かれている。後の処理である検査の段階では、素線に対する精査が必要となるが、本手法では電線の左右端を得ることが目的であるため、現段階で素線の情報は必要ない。そのため、素線のエッジが弱くなるよう、強めの平滑化処理をする。その後、Sobel オペレータにて図 11(b)に示すような勾配画像を得た後に、判別分析法による閾値で 2 値化することにより、弱エッジを消去することで図 11(c)を得る。さらに膨張処理を加え、電線内部のエッジ点を抑制し、電線輪郭のエッジ点の連続性を高めている。その後、画面下部の装置が見える範囲を除外して Canny オペレータを用いているが、処理対象画像がすでに 2 値画像となっており、現状では図 11(d)のような細線化結果を得るために利用している。これらの処理によ

4-3 電線の左右端抽出

前処理で得られた 2 値のエッジ画像に対し、Hough 変換を用い、図 12 のように一定投票数以上の直線を検出している。得られた複数の直線の中から、その直線の角度 θ が画像の Y 軸に対して $\pm 1/10\pi$ の範囲にあり、また直線間の角度 θ_p がほぼ等しく、さらにその間隔 d がある範囲内のペアを左右端として以下のように定めた。

$$\theta_p < 0.01 \tag{2}$$

$$20 < d < 100 \tag{3}$$

$$\theta \in (1/10)\pi, \theta \in (19/20)\pi \tag{4}$$

ここで、角度の単位はラジアン、間隔の単位はピクセルである。またこれらのパラメタは余裕を持たせて設定しており、機器の精度の高い設置を必要としない。例えば間隔の下限に

については、素線よりは明らかに太く、上限については、電線より明らかに太い値としているため、設置条件を考慮した調整はほぼ必要ない。これらの条件を満たす複数の直線ペアを得ることになるため、以下の各特徴量を用いて、最良の直線ペアを定める。



図 12 Hough 直線の検出結果

4-3-1 オプティカルフロー

電線の候補となる領域を評価する特徴量としてオプティカルフロー[2]の上下方向への強度を用いた。オプティカルフローの出力結果を図 13 に示す。なお、本実験では装置が画面下方向に移動しているため電線や背景は上方向に流れる。この図では上方向(フロー強度のマイナス方向)を赤、下方向を青に割り当てて描画している。また本実験では 120 fps で映像を取得しており、オプティカルフローの算出には連続する 2 フレームから求めている。北海道の全ての電線には難着雪リングが設置されており、装置の移動には支障をきたさないが、得られる映像には強く影響する。カメラのシャッタースピードおよびオプティカルフローのフレーム間隔については現時点で最も高速に取得できる設定を採用しているが、継続して詳細な検討が必要である。具体的には、この難着雪リングを乗り越える際の衝撃等の影響により画像全体の見かけ上で「止まる」、「反対方向へ動く」ような結果を得る。実際にはカメラから電線もしくは背景までの距離が異なるため、上記のような状況においても、背景に対して電線の領域は常に一定のオプティカル

フローを画像内で相対的に持つ。



図 13 オプティカルフローの縦方向成分

これらの状況に対処すべく、本手法では以下の手順でオプティカルフローの結果を補正処理した。まず、得られたオプティカルフローの各列において式(5)にてその中央値を得る。

$$m_x = \text{mid}(o_x, y) \quad (5)$$

ここで、 o_x, y は画像のオプティカルフローの各画素における、縦方向成分とし、 m_x はそれらの各列における中央値を示す。 m_x は図 14 に横軸を画像の X 方向、縦軸をオプティカルフロー強度のグラフとして示しており、この例では画像の右側ほどオプティカルフローの縦成分が強く(上側へ流れている)なる。従って、電線よりも背景右側のフローが強くなるため、この結果に対し閾値処理を試みる場合、平均値・中央値どちらでも良好な結果は得ることができない。そこで、 m_x への近似直線をこのオプティカルフローに対する閾値として、閾値以下の成分を除去した結果を図 15 に示す。この結果が示すとおり、図 13 と比べ電線付近のフローが強調され、背景部のフローが低減されていることが分かる。

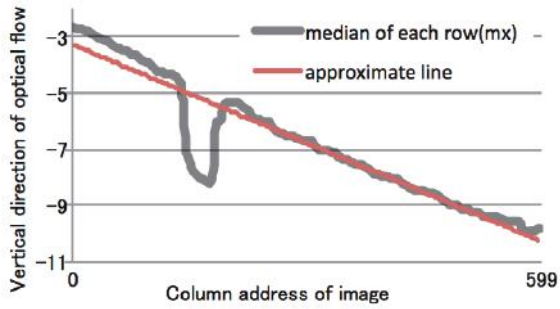


図 14 各列の中央値の例と近似直線



図 15 オプティカルフローの補正結果

4-3-2 電線左右端の選定

複数の直線ペアからオプティカルフロー、素線特徴、および RGB 各プレーンの濃度値を特徴量として選定する。本手法では複数の直線ペア p における直線間の領域に対し、各特徴での分散 v_i, p を算出した。この各特徴を降順ソートし、ペア p 毎に各特徴量の順位を求め、その合計が最も小さいペアを左右端として定めた。

4-4 領域分割

Graph cuts に与えるシードとして、直線の左右端の座標を基に図 16 のようにオブジェクトの候補領域と背景領域を定めた。ここで、前景を与える手順として、1 ライン毎に $x_l - x_r$ を仮装電線幅とおき、その幅の 90% を候補領域とみたと、同様の間隔を外側にとるように背景領域として定義している。図 17 に各カメラの入力画像で領域分割できている結果を示す。

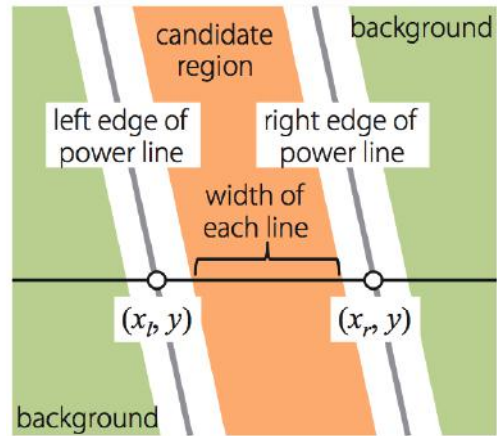


図 16 電線の左右端と各候補領域

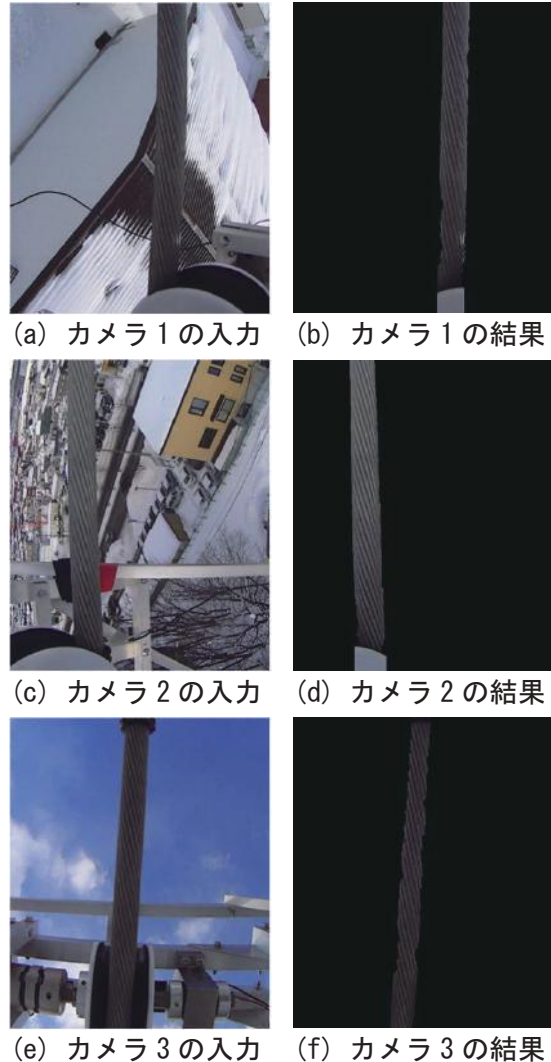


図 17 電線の検出結果

5. 実験

北海道電力内の走行試験場において、電線点検用走行装置に取り付けたカメラで得た画像を用い、画像からの電線領域検出性能を確認した。本実験では各カメラで得られた映像より 240 フレームを対象としてテストデータを作成した。これらのデータセットに対し電線領域抽出の実験を行ったところ全てのフレームで電線領域を検出できたことを確認した。図 17(a および b) で示すように、カメラ 1 のデータセットでは背景に写る屋根の色が電線に似ており、また屋根の周期的なテクスチャも電線の素線に似通っているが問題無く検出できている。図 17(c および d) はカメラ 2 の入力と結果であり、背景の住宅地が非常に複雑なテクスチャとなっている。また、道路も電線に似た色でかつ直線性の高いエッジを含んでいるが、それらのノイズに影響されず電線が検出できている。この例では特にオプティカルフローが効果的であることが知見として得られた。図 17(e および f) はカメラ 3 の入力と結果であり、背景のテクスチャは雲程度だが電線の下側であるため暗くなる。結果として Graph cuts に与えるシードが電線よりもかなり細かい場合は画像の領域分割結果が安定しない結果となった。

6. まとめ

本論文では電線外観検査の前処理である画像内からの電線領域の検出手法を提案した。簡易的なカメラセッティングや、電線の太さが異なる規格でも動作することを前提とした手法を提案し、電線点検用走行装置に取り付けたカメラを用いて実験した結果、良好な検出性能を確認することができた。

今回の実験は試行段階であるため、カメラのフレームレートや装置の動作スピードについては引き続き検討をしていく必要がある。実験回数も不足しており、それに伴い複数の

天候や明るさでの検証や手法の改善についても取り組んでいく。また、領域分割や前処理の内容についても今後改善していきたい。

参考文献

- [1] Debenest, Paulo, Michele Guarnieri, Kensuke Takita, Edwardo F. Fukushima, Shigeo Hirose, Kiyoshi Tamura, Akihiro Kimura, Hiroshi Kubokawa, Narumi Iwama, Fuminori Shiga (2010) "Expliner - Robot for Inspection of Transmission Lines", The transactions of the Institute of Electrical Engineers of Japan. B, A publication of Power and Energy Society 130(5), pp. 469-472.
- [2] Farneback, Gunnar (2003) "Two-Frame Motion Estimation Based on Polynomial Expansion", Proceedings of SCIA2003, pp.363-370.
- [3] 藤原孝幸・岩崎准一・伊藤真也・明河伸一 (2013)「オプティカルフローとグラフカットに基づく電力線領域抽出」『電気学会知覚情報次世代産業システム合同研究会』PI-15-020, IIS-15-046。
- [4] 林原健人・中村尚彦・浜克己・岩崎准一 (2013)「送電線用自動点検装置の開発」『第13回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会』1G1-6。
- [5] 石野隆一・堤富士雄 (2010)「自走式点検装置で撮影した架空地線映像からの異常検出手法」『電力中央研究所研究報告書』R09016。
- [6] 架空送電線の電線劣化(腐食)現象調査専門委員会 (2004)「架空送電線の電線腐食現象」『電気学会技術報告』968, pp.1-90。
- [7] Matsuda, Jukiya, Takayuki Fujiwara, Jun-ichi Iwasaki, Shinya Ito and Shin-ichi Akegawa (2015) "Improvement of Transmission Power Line Detection by Using Gabor Filtering", Proceedings of Electronics, Information and Systems, SS6-2.
- [8] Rother, Carsten, Vladimir Kolmogorov and

Andrew Blake (2004) ""GrabCut" :
Interactive foreground extraction using
iterated graph cuts", ACM Transactions on
Graphics, Vol.23-3, pp.309-314.

謝辞

研究を進めるにあたり重要な知見の提供
を頂いた北海道電力ネットワーク技術グル
ープのメンバーに感謝いたします。

〈論 文〉

横旋回中のブレ映像からの画像特徴量検出

藤原孝幸*

Image Feature Detection from blurring images
in Horizontal turning

Takayuki Fujiwara*

要旨

無人ロボットの発展は、産業向けのみならず、一般家庭向けにも、その活躍する場が広がりがつつある。近年は特に無人航空機（Unmanned Aerial Vehicle : UAV）が注目されており、特にドローンはその機能性から物資輸送等の実現を試みている。現在、ドローンは種類も増え、GPS などのセンサが充実している機体だけでなく、簡素な構成をもつ玩具のような機体など様々である。一方で、ほぼ全てのドローンにはカメラが取り付けられていることより、本研究においては機種への依存性が低い、ビジョンベースの制御方法を確立することを目的としている。しかしながら、ドローンの機種によってはその飛行安定性より、風や旋回移動ブレによるぼけが画像取得における問題となる。また、制御動作にリアルタイム性が求められるため、低コストな計算量となるアルゴリズムが必要となる。本稿では画像の横方向勾配を効率的に利用することで、横旋回等のブレのある画像においても安定してランドマークを検出する手法を提案する。

Abstract

Multicopter is realized such as utilize of materials transportation in recent years. There are many models of multicopter that not only mounted many sensors but also cheap models. On one hand, almost all of the multicopters are mounted the camera. Then this research aims to realize a vision based control method of the multicopter. However the blurry images obtain from the multicopters are a problem because a part of multicopters can't have stable flight performance. Furthermore these systems require real-time processing and low computational cost. This paper proposes the robust detection method of image landmark by analysis of horizontal image gradient.

キーワード

ドローンの制御 ブレ画像 画像特徴抽出 画像濃度値の勾配情報

* 北海道情報大学情報メディア学部情報メディア学科, Associate Professor, Department of Information Media, HIU

1. はじめに

無人ロボットの発展は、我々の生活をより豊かなものに変えていく。移動計画システムを搭載しセンサで物体の形状を検知する家庭ロボット[6]、農薬散布などでつかわれる産業用無人ヘリコプタ[5]、など商業製品としてだけでなく、一般家庭向けにも、無人機が活躍する場が広がりつつある[2]。

最近では手軽に撮影できる機器・飛行ロボットとしても、ドローンが注目されている。しかし、ドローンの性能は機種に搭載されたセンサ等の機能による依存が強く、一般的に高価なドローンはGPSなどのセンサが搭載されており、そのような機種は、ある程度の風速までは安定したホバリングもできる。先行事例として、建物のモデリングを行い、空撮データから工事の進捗管理を行うことでスケジュールの遅れなどを管理するシステムがある[1]。これらの機種の離着陸は自動で、事前に飛行経路を設定しておくだけで空撮映像を撮影し、もとの場所に帰還する。

一方で、特別なセンサに頼るだけではなく、ビジョンシステムにより飛行性能の安定化を図ろうとする取り組みもある。SHIFT [3]は任意の対象を追尾し、画面の中心にくるようにドローンを自動制御する汎用なカメラシステムである。しかし、既存の特徴抽出手法ではコーナーが存在しづらいオブジェクトやブレによるぼけ発生時に安定して追跡することが困難であると考えられる。また、色や形状の情報を用いた手法[7]も提案されており、屋外等の外乱への耐性は検証されているが、静止状態の画像のみを対象としており、ブレによってぼけた画像への対応は難しい。

近年、商業用途レベル等でも導入しやすい価格帯のドローンも普及しているが、安定した飛行に必要な機能は十分とはいえず、そのような機種で品質の高い画像を得るためには、飛行時の環境に左右されやすい。また、

遠隔操作においても、これらのドローンは特に細かい操作では屋外において制御が難しい(慣れた操縦者でも思い通りに飛ばすことが困難)。

そこで、本研究はGPS等の機能がないような機種でも安定した経路による飛行の実現を最終目的として位置づけた[4]。具体的には地面等にマーカを一定間隔で並べておき、そのマーカを順次追跡していくことで、建物のモデリング等に用いることを目的としている。本論文においては、その導入となるマーカ検出について構築したアルゴリズムを報告する。

以下、2章では既存のドローンの問題点を明らかにし、本論文における目的を述べる。3章でカラーコーン検出のアルゴリズムを示し、4章でその実験結果を報告する。

2. 目的

本研究では、導入のしやすさより、近年報告事例の多いAR.Drone2.0を用いる。このドローンは無風状態でも一定方向を向き続けることが難しく、撮影された画像ではブレによる若干のぼけが発生することがあり、発進や停止の際に上下の反動による大きなブレもある。搭載されているカメラでの撮影においては、特に屋外では風の影響を強く受ける。なお、本機種以外でも機体の横旋回時は図1のようにドローンの動作のブレによるボケが強く発生する。

本研究では、マーカを用いた飛行経路制御を目的としているが、上記の通りマーカに向かって飛行するという機能を実装する上で、マーカが画面のどこにあるかを逐次検出する必要がある。マーカの形状が一定であれば画像局所特徴量やテンプレートマッチングを利用することができるが、風や旋回のブレによって画像がボケることより、それらの性能低下が問題となる。すなわち、旋回中のぼけ画像に対するマーカ位置の認識が必須となることより、本論文では画像のぼけに影響されない

カラーコーンの検出アルゴリズムを提案することとする。なお、本手法ではマーカが中心になるような旋回動作をすればよいという前提とし、画像中のどこ(横方向の座標)にあるかを検出することを目的とする。

このような用途を考慮し、本システムではドローンの高さが1~3m程度に位置するものとし、コンピュータによるリアルタイム制御下で動作できる範囲の移動・旋回速度を処理の対象とする。

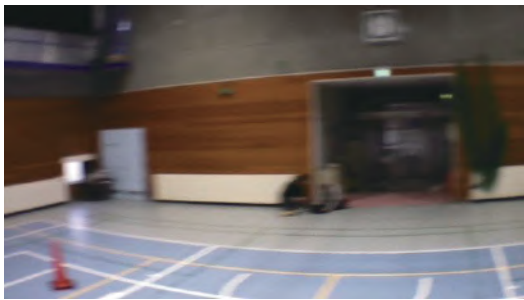


図1 旋回中のフロントカメラで得た画像

3. カラーコーン追跡のアルゴリズム

3-1 処理手順

カラーコーンの位置検出は図2に示す手順となる。本手法では明度の影響を低減するためCIE L*a*b*色空間を用いている。また、カラーコーンの左右端を検出するという手順において、濃度値の勾配を得る際に、単純に絶対値を得るのではなく、正負の値に分けることで、オブジェクトから得られる左右のエッジを分離することでエッジ抽出の処理を容易にしている。

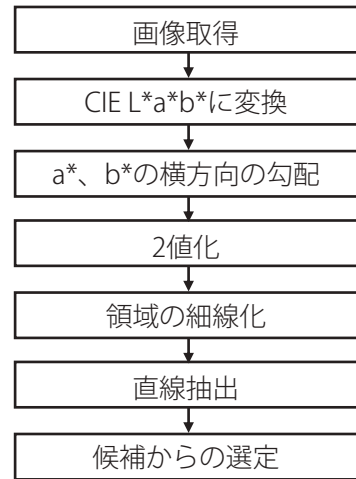


図2 処理の流れ

3-2 CIE L*a*b*色空間を用いた画像2値化

取得したRGB画像から色が定められたカラーコーンを背景から分離させるためCIE L*a*b*色空間で処理をする。なお、立っているカラーコーンを順に追跡することを前提としているため、画像中の縦方向にオブジェクトがあることを想定している。そこで、a*, b*各プレーンの横方向勾配 g_a , g_b を得る。求める色が a*, b* でそれぞれ高い濃度値であれば、その横方向勾配の正の微分値と負の微分値が、領域の左の端と右の端に相当する。そこで、式(1)のように勾配情報の正負を基にした勾配強度の画像を得る。

$$\begin{cases} g_a^+(i, j) = g_a(i, j) & (g_a(i, j) > 0) \\ g_a^-(i, j) = -g_a(i, j) & otherwise \end{cases} \quad (1)$$

図3に示すとおり、マーカの両端のエッジが強調されているのではなく、左もしくは右の一方のみであることがわかる。また、a*における横勾配の正負とb*における横勾配の正負はどちらも同じ色に対する傾斜となる。そこで、正同士、負同士の画像の和をとることで、a*もしくはb*の個々のプレーンへの依存性を消去している。図4, 5はカラーコーン付近を拡大表示おり、図4ではコーンの左側の勾配が強調され、図5では右側の勾配が強調され

ていることが分かる。領域抽出のため、この正の勾配と負の勾配のそれぞれの画像を式(2)のように2値化する。

$$g_p(i,j) = \begin{cases} 1 & (g_a^+(i,j) + g_b^+(i,j) > t_g) \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

ここで t_g は正の勾配および負の勾配で共通な閾値であるが、事前検討にて定めた値を用いる。この2値化結果 g_p を図6に示す。正の勾配に対する2値化であるため、画面左下のカラーコーンの左側エッジのみが得られていることが分かる。なお、式(2)では正の勾配から g_p を得ているが、同様の手順で得られる負の勾配を2値化した g_m においても右側のエッジのみが得られている。

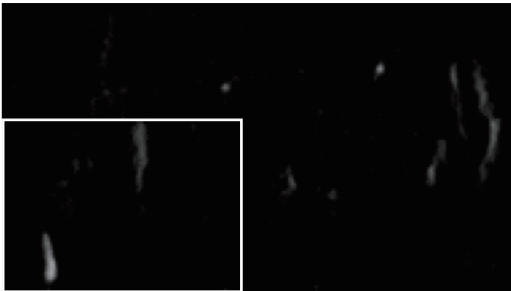


図3 a*の横勾配 (正のみ)



図4 正の勾配(画面左下の拡大)



図5 負の勾配(画面左下の拡大)

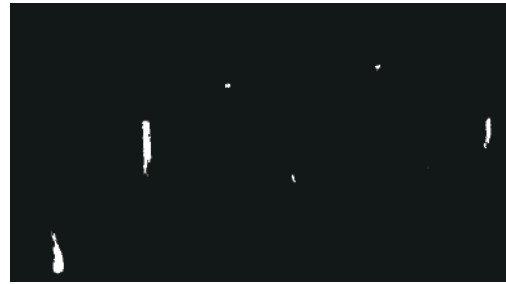


図6 正の勾配値の2値化結果

3-3 カラーコーンの輪郭線の候補の抽出

図6の2値化結果はぼけた画像を入力としているため、カラーコーンと背景との境界幅が広い。実際にはこの中央付近が正しい境界となるため、本手法ではGuo Hallの細線化を用いることにした。なお自明な事ではあるが、ぼけていない画像を用いてもほぼ同じ位置に細線化結果を得ることができる。

細線化結果のみでは、カラーコーンの場所を定める情報として用いることが困難であるため、本手法ではこの細線化結果に対してHough変換を用いて直線を検出する。図7は正勾配から得られた2値画像 g_p に対して、細線化をした後にHough変換で得られた直線を描画した結果である。また、図8は同様に負勾配から得られた2値画像 g_m に対する直線検出の結果を示している。それぞれカラーコーンの左および右側の境界を含め、複数の直線が検出されていることが分かる。これらの縦方向エッジに対する多数の直線検出結果が、次節で述べるカラーコーンの左右端候補となる。

図7 g_p からの直線検出結果図8 g_m からの直線検出結果

3-4 カラーコーンの領域の抽出

カラーコーンの左右端候補からの選定においては、正・負の勾配情報に分割していることを利用する。すなわち、カラーコーンの左側は g_p から得られるエッジ、右側は g_m からのエッジとなる。このようなエッジのペアであり、また上側の点が一定距離以下であることを前提とする。評価値としては、2線分から得られる四角形内の a^* 、 b^* の平均輝度値が、抽出対象の色に最も近くなるペアをカラーコーンの左右端として抽出する。

なお、本手法ではドローンの旋回方向を求めることが目的である。従って、最も単純な例としては旋回するべきか、その方向に留まっているかの制御ができればよいことになる。図9では、カラーコーンの抽出結果として、上側の X 座標の平均としてその位置へ縦線を描画している。

現時点ではカラーコーンの縦幅については求めている。しかし、その実サイズが既知であることより、おおよそのカメラからの距離を求めることができると考えられる。その際には、左右へ旋回する角度についても得られ

ることが期待できる。



図9 出力例

4. 実験

本研究における実験および評価の再現性を確保するため、ドローン制御に必要な各状況下でのカメラ映像を撮影しデータベースとして整備した。大別すると、a)ホバリング中の画像、b)カラーコーン方向へ前進動作している時点での画像、c)旋回動作中の画像、各100枚であり、これらは全て屋内(北海道情報大学体育館内)で撮影した。

これらの画像に対するカラーコーン抽出結果を表1に示す。一部の結果で未検出となったが、全体で安定した性能を得ている。現状で、安定した検出ができるドローン-カラーコーン間の距離を5m程度と想定している。図10においては約5mの距離で問題なく検出している。これら全体の計測時間の平均は52.90msであり、リアルタイム性を有しているとして問題ない計算量である。

画像で確認できる結果としては、旋回によるぼけが非常に強く発生している図11においても検出できていることが分かる。一方で前進時の計測では図12のようにかなり離れている状態が見られた。そのような場合では壁の色と似通っていたため検出が失敗している例もあった。また、カラーコーンの付近にカラーコーンと類似する柱状の物体がある場合、その左右端をコーンの左右端と認識してしまうことがある。このような誤検出を低減

させるため、カラーコーンから得られる特徴量を用いて、色・形状が類似している物体との弁別性を高めるため、機械学種等による検出アルゴリズムの工夫が必要となる。



図 10 ブレなし画像の出力例



図 11 ブレあり画像の出力例



図 12 コーンの検出失敗例

表 1 実行結果

	枚数	エラー数	エラー率
a)	100	0	0%
b)	100	5	5%
c)	100	0	0%

5. まとめと今後の課題

CIE L*a*b*色空間と符号付きの勾配情報を用いた処理により、ぼけ画像でもカラーコーンの安定した位置検出ができる手法を提案した。詳細な旋回角度を得るためには、カラーコーンの縦方向の長さも必要となるため、画像中の横位置だけでなく、オブジェクトのサイズを取得することが今後の課題となる。また、本手法はドローンを制御するためのサー

バ PC 上で動作することを前提としており、その実装および動作の検証をしていく必要がある。

一方でブレの量は旋回や前進の速度と比例するが、定量的な評価には至っていない。今後の安定した画像計測を実現する上で、ブレに関する研究も進めて行く必要があると考えている。

参考文献

- [1] Kespry (2015), www.kespry.com/, (1, Dec., 2018).
- [2] 野波健蔵 (2017) 「ドローン技術の現状と課題およびビジネス最前線」『情報管理』59 卷 11 号, pp.755-763.
- [3] Perceptiv Labs (2015), "SHIFT", flytheshift.com/, (1, Dec., 2018).
- [4] 齋藤千彰・藤原孝幸 (2016) 「カラーコーンの追跡によるドローンの制御」『DIA2016 動的画像処理実利用化ワークショップ講演論文集』 pp.128-129.
- [5] 佐藤彰・中西弘明 (2015) 「産業用無人ヘリコプタの利用状況とその技術」『システム制御情報学会誌』59(6), pp.221-226.
- [6] 田口泰大・下斗米貴之・奥谷一陽・林優介・岡田浩之・大森隆司・福田靖 (2012) 「家庭ロボットの物体移動予測と移動計画システム」『電子情報通信学会技術研究報告, ニューロコンピューティング』111 (483), pp.365-369.
- [7] 武井隼人・武田敦志 (2014) 「色情報と直線検出を用いた AR マーカー検出手法」『情報処理学会東北支部研究報告』。

〈論 文〉

プログラミングに対する自信と諸要因の因果関係のベイジアン
ネットワークを用いた検証

宮西 和機* 齋藤 健司†

**Verification of causal relation of self-confidence in computer
programming and various factors using Bayesian network**

KAZUKI MIYANISHI* KENJI SAITO†

要旨

プログラミングに対する自信に影響する要因を調査するためにアンケートの実施とベイジアンネットワークを用いた分析を行った。その結果、プログラムの自作経験がプログラミングに対する自信に影響を与えることがわかった。また、事象の因果関係を分析するにあたり、ベイジアンネットワークの有用性を考察した。

Abstract

In this paper, we conducted a questionnaire to investigate factors that affect self-confidence in computer programming and showed analysis results using Bayesian network. As a result, it was suggested that the experience of creating a self-made computer program affects self-confidence in computer programming. We also considered the usefulness of the Bayesian network in analyzing causal relationships of events.

キーワード

プログラミング学習 (Learning programming), ベイジアンネットワーク (Bayesian Network)

* 北海道情報大学情報メディア学部情報メディア学科助教, Assistant Professor Faculty of Information Media, HIU

† 北海道情報大学情報メディア学部情報メディア学科准教授, Associate Professor Faculty of Information Media, HIU

1. はじめに

プログラミングを学ぶ者にとって、その学習の効果や効率を高めることは重要な事柄である。どのような学習スタイルで取り組めば効果的にプログラミングを学べるのか、プログラミング以外の知識はプログラミングの学習効率に影響を与えるのか、というような、プログラミング学習をより良いものとするための方法論に関して、学習者は関心を寄せるものと思われる。

プログラミングの学習スタイルには、サンプルプログラムを模倣して入力、実行し、その結果を確認するという「写経型学習過程」(岡本他, 2013)と呼ばれる手段や、プログラミング言語の仕様の概念の理解を優先して学ぶ方法などが考えられる。

プログラミング学習における初学者のつまずきに関しては、学習を困難にする要因の類型化と学習方略が提案されている(岡本・喜多, 2014)。一方で、プログラミングの学習を促進させる要因については一般的にあまり知られていない。

プログラミング学習が促進された結果として、学習者はプログラミングに対して自信を持つものと考えられる。そこで、プログラミングに対して自信を持つ者と持たない者の間に、学習スタイルの違いや、プログラミング以外の知識の差、その他何らかの違いに対して、プログラミングに対する自信とその要因を推察することができれば、効果的な、または効率的なプログラミング学習の方法論に関する足がかりを得ることができると考え、そのためのデータ収集と推論を試みた。

集めたデータに対して単純な統計処理を行うのみの場合、何らかの事柄とプログラミングに対する自信の関係について相関を調べることができるが、その因果関係についてはその関係を見出すことは難しい。そこで、確率推論を用いたベイジアンネットワークを用いて確率的に因果関係を見出すことを試みた。

1-1 ベイジアンネットワーク

ベイジアンネットワークとは、確率変数を有向グラフのノードとし、ノード間の確率的な関係をリンクを用いて表現することによって得られる確率モデルである(Pearl, 1988; Heckerman, 1995)。図1はベイジアンネットワークの

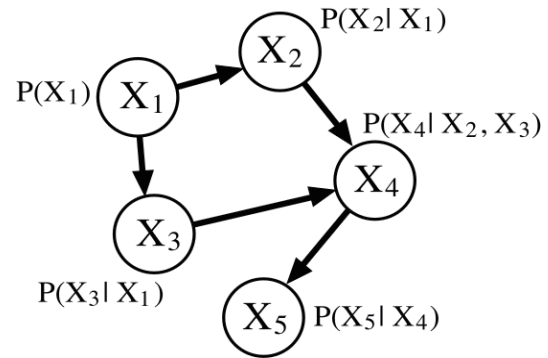


図1 ベイジアンネットワークの例

一例を図示した物である。この図の中には X_1 から X_5 までの確率変数が含まれており、確率的に関係のある確率変数間が有向線分によって接続されており、確率的な関係は条件付き確率によりモデル化される。この図では X_1 から X_2 に向って矢印が引かれているが、これにより X_1 と X_2 の確率変数は独立ではなく従属性があることを示している。 X_2 の確率変数の図には $P(X_2|X_1)$ という条件付き確率分が書き込まれているが、これは X_2 の確率分布が X_1 の値によって変化することを意味しており、この分布を調べることで従属性の強さや正の相関があるのか負の相関があるのかを判断できる。

ベイジアンネットワークは多数の事象が互いに影響を及ぼし合っている現象をモデル化するのに適しており、医療診断、故障診断、自律移動システムのナビゲーション、ユーザーの心理モデル構築など多くの応用例がある(Russell and Norvig, 1997; 本村, 2003)。

ベイジアンネットワークを用いた確率モデルを構築するためには、項目間の接続の決定と、各項目が表わす確率変数の条件付き確率分布の決定が必要である。これらの作業を、その分野の知識のある専門家の助けを借りて人手で行う場合もあるが、多くの場合は大量のデータを用いて機械学習の技術を使うことで自動的に確率モデルを構築する。本研究では学生のアンケートへの回答のデータを用いてベイジアンネットワークを機械学習させることになるが、これによりアンケートのどの質問項目間に関連があり、どの項目間に関連が無いのかを自動的に図示することが可能となる。

データからの確率モデルの構築や推定分野では、過剰適合やオーバーフィッティング、または過学習と呼ばれる問題があるが、ベイジアンネットワークの学習においては各種情報量基準

を用いた学習アルゴリズムを採用することが多く、これらの問題に対する一定の理論的裏付けがなされている。本研究ではMDL(Minimum Description Length, 最小記述長) (韓・小林, 1994) と呼ばれる情報理論に基く情報量基準を採用した。

MDL原理は、その確率モデルを記述するための情報量と、その確率モデルを用いて学習データを圧縮した時の情報量の合計が最小となる確率モデルを良いモデルとして数値化する。これは物事を説明する複数の方法がある時は最も単純で明解な方法を採用すべきであるという「オッカムの剃刀」という哲学を過学習などの問題に適応した物と考えることができ、実際にこの方法を採用することにより、学習データへの適応度と確率モデルの複雑さとのバランスが自動的に調整され、学習に使用していないテストデータでの適応率が高くなることが示されている。

2. 目的

本研究の目的は、良いプログラミング学習の方法論の考察の足がかりとなるような、プログラミング学習者のプログラミングに対する自信に良い影響を与える要因を見つけ出すことである。

3. 方法

北海道情報大学の学生に対してアンケートを実施し、そこで集められたデータをもとに、独自に開発したベイジアンネットワークを用いた推論ソフトウェアである「bNet」を用いて推論を行う。

3-1 アンケートの内容

アンケートに含めた項目は、①学年、②大学の科目、または独学でプログラミングを学んだことがある、または現在学んでいるか、③プログラミングに自信があるか、④どのようなスタイルでプログラミングを学んでいるか、⑤プログラミングの勉強にどのくらい時間をかけているか、⑥大学の授業とは関係のないプログラムを自分で作ったことがあるか、⑦これまで受けてきたプログラミング系の授業で楽しいと感じたことがあるか、⑧コンピュータが動く仕組みについて理解しているか、⑨数学は得意か、⑩英語は得意か、である。

②大学の科目、または独学でプログラミングを学んだことがある、または現在学んでいるか、の項目は「大学の科目と独学の両方で学んでいる」「大学の科目でのみ学んでいる」「独学でのみ学んでいる」「プログラミングを学んでいない」の中から1つ選択する方式とした。

③プログラミングに自信があるか、の項目と、⑧コンピュータが動く仕組みについて理解しているか、の項目、⑨数学は得意か、の項目、⑩英語は得意か、の項目については5段階評価での回答とした。

④どのようなスタイルでプログラミングを学んでいるか、については「サンプルを書き写して動作させるスタイル」と「プログラミング言語の仕様の概念を理解していくスタイル」を複数回答ありでの回答とした。

⑤プログラミングの勉強にどのくらい時間をかけているか、の項目は「まったくしていない」「大学の授業でやる分だけ」「大学の授業の予習復習もやる」「授業とは関係のないこともやる」の中から1つ選択する方式とした。

3-2 ベイジアンネットワークを用いた推論ソフトウェア「bNet」

今回、ベイジアンネットワークを用いた分析をするにあたり独自のソフトウェア「bNet」を使用した。このソフトウェアは考慮すべき項目と、その項目に対応する確率変数が従うべき大量のデータを与えることにより、ネットワークの構造を自動的に学習して最適なベイジアンネットワークを出力する。

図2は、このソフトウェアのユーザーインターフェースである。このインターフェースを用いることで項目の追加、学習データの読み込みや学習の開始などをマウスやコマンドの入力により実行することができる。学習後のベイジアンネットワークを分析するための機能も実装した。図2はグラフィカルなユーザーインターフェースであるが、コマンドラインのみを持つユーザーインターフェース(CUI)もあり、グラフィカルユーザーインターフェースを持たないサーバーで実行させることも可能である。

3-3 ベイジアンネットワークの学習アルゴリズム

前述したように、bNetではデータからベイジアンネットワークを機械学習により構築す

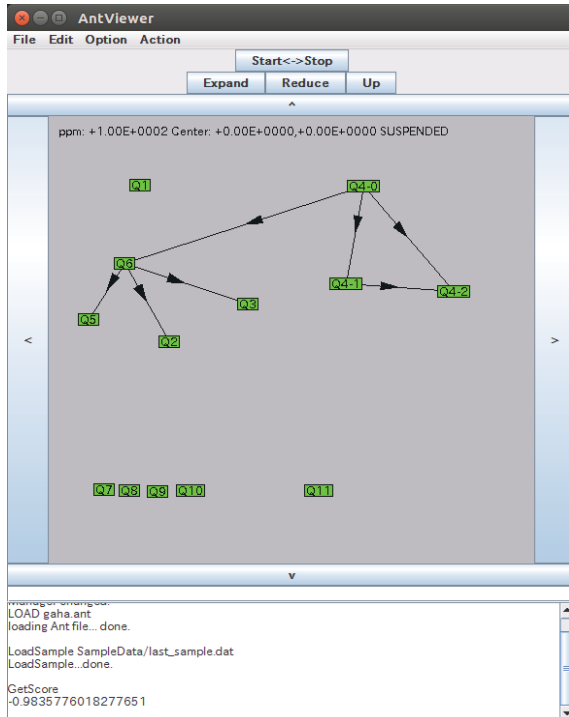


図2 bNet のユーザーインターフェース

るが、本研究で採用したアルゴリズムについて説明する。

まず、学習に使用するデータの内容について説明する。データの内容は分析したいと考えている項目に対応する標本の列である。現在のところ bNet は離散的なデータのみに対応しているので、実際のデータは複数の項目に対応する整数の列となる。今回は学生のアンケート結果を学習させるために、アンケートの1つの質問が1つのノードに対応し、質問における各選択肢を整数に対応付けすることでデータを作成している。複数の選択肢を選択できる質問の場合は、それぞれの選択肢を独立した2値の確率変数とした。自由解答欄を含む選択肢については、入力項目は無視して自由解答欄を選択したことのみデータに反映させている。これらのデータは Google フォームの出力する CSV ファイルから生成することができるが、この生成処理をサポートするプログラムも作成した。

第1-1節にて説明したように、ベイジアンネットワークを用いた確率モデルを構築するためには、(1) 各ノードに対応する確率変数の条件付き確率分布の決定と、(2) ノード間の接続の決定が必要である。実際には(2)を決定してから(1)を決定する必要があるがまず(1)を説明し、次に(2)を説明する。

表1 $P(X_{Q1})$ の確率表

X_{Q1}	$P(X_{Q1})$
1	0.10
2	0.48
3	0.23
4	0.19

3-3-1 確率変数の条件付き確率分布の決定

アンケートの各回答内容を離散型の確率変数 $X_i (i = 1, \dots, M)$ で表すことにする。ここで、 i は質問番号(ノードの通し番号)、 M は質問の総数をほぼ表わしている。本研究では1-1節で述べたベイジアンネットワークモデルの考え方にに基づき、ノード X_i に関する各値の発生確率 $P(X_i)$ が X_i とは異なるノード $X_{c_j} (j = 1, \dots, l)$ の発生確率の影響を潜在的に受け取ると仮定し、この状況を調べるために条件付き確率 $P(X_i | X_{c_1}, \dots, X_{c_l})$ に着目する。ここで、 l は $P(X_i)$ に影響を与えるノードの総数、 c_j はその具体的なノードの番号を意味し、これらの値は未知とする。また $l = 0$ の場合には $P(X_i | X_{c_1}, \dots, X_{c_l}) = P(X_i)$ となるものとする。

本研究では $P(X_i | X_k) (i \neq k)$, あるいは $P(X_i)$ の頻度確率をアンケートの回答結果に基づいて集計し、その値を発生確率にもつ確率分布を確率表 (PT: Probability Table) もしくは条件付き確率表 (CPT: Conditional Probability Table) として定義する。アンケートの最初の質問項目である回答者の学年について、この確率表の例を挙げることにする。この学年の質問事項への回答は後に示すように他の質問事項への回答とは独立しており、別の質問事項の影響を受けることは無かった。このような場合、アンケートに回答した学生の学年を表す確率変数を X_{Q1} とし、この確率変数の分布を表1のように表すことができる。

X_{Q1} の確率表は1年から4年までのそれぞれの事象の確率そのものであるが、離散的な確率分布を表現する確率モデルであると見なすことができる。表中の数値は確率であるために、全てを合計した時に1にならなければならないという制約がある。この制約によって、表1の確率表に基づく確率分布に関する自由度は3となる。この自由度は後程説明する MDL 値を計算するときに必要な数値となる。

次に条件付き確率表を例をあげて説明する。アンケートの中に、「大学の授業とは関係のな

表 2 $P(X_{Q6}|X_{Q4-0})$ の条件付き確率表

X_{Q6}	X_{Q4-0}	$P(X_{Q6} X_{Q4-0})$
T	T	0.32
F	T	0.68
T	F	0.62
F	F	0.38

いプログラムを自分で作ったことがあるか？」という質問(Q6)がある。また、どのようなスタイルでプログラミングを学習しているかを問う質問(Q4)があり、複数の選択から自分にあてはまる物を複数選択する形で回答する。その選択肢の中に「サンプルを書き写して動作させるスタイル」という選択肢(Q4-0)がある。どちらの場合も Yes/No や、選択する/しないの2値をとるデータで、ここではそれを真(T)と偽(F)で表すことにする。質問(Q6)を確率変数 X_{Q6} 、選択肢(Q4-0)を確率変数 X_{Q4-0} で表した時に、 X_{Q6} の分布を条件付き確率表にした物が表2である。

この表からは様々なことを読み取ることができる。条件に対応する X_{Q4-0} がTであるかFであるかによって X_{Q6} の確率分布が変化している。 $X_{Q4-0} = T$ の時は X_{Q6} はFになりやすく、 $X_{Q4-0} = F$ の時は X_{Q6} はTになりやすい。つまり X_{Q4-0} と X_{Q6} の間には弱い負の相関があると言える。表2の数値は確率を表す数値であるため $P(X_{Q6} = T|X_{Q4-0} = T) + P(X_{Q6} = F|X_{Q4-0} = T) = 1$ と $P(X_{Q6} = T|X_{Q4-0} = F) + P(X_{Q6} = F|X_{Q4-0} = F) = 1$ の関係が成り立たなければならない。よって、表2には4つの数値が存在するが、自由度は2となる。

これら(条件付き)確率分布関数の値を求める計算は、欠損などの問題や、隠れた確率変数などの難しい状況は存在しないので「(該当するデータの数) ÷ (全体のデータの数)」という単純な計算であり、最尤推定で確率モデルのパラメータを決定する場合と同等の性質を持つ。

3-3-2 ノード間の接続の決定

次に、どのノードがどのノードから影響を受けておりどのように結合させてネットワークを形成するのかを決めるアルゴリズムについて説明する。これを考えるにあたり、どのようなネットワークが良いネットワークで、どのようなネットワークが悪いネットワークかを判断するための指標が必要である。良いネットワークとは、(1) ノード間の関係性を現実に即

した形で表しており、(2) そのネットワークを使うことで学習データを良く説明することができ、(3) 未知のテストデータに関しても良い精度で予測・推論ができる、ことを意味している。ベイジアンネットワークは全体として見た時に、全てのノードに対応する確率変数の同時確率分布を表す確率モデルと見なされるが、「学習データを良く説明できる」とは学習データを前提とした時の確率モデルの尤度により数値化できる。ただ、一般的にこの尤度を大きくすることだけを目標とすると、過剰適合が起り未知のテストデータを予測・推論する性能が低くなってしまう。この問題を解決するためにベイジアンネットワークの学習においては様々な情報量基準をネットワークの良し悪しの基準として採用する機械学習が採用されることが多い。本研究ではこの情報量基準として MDL(Minimum Description Length, 最小記述長)を採用している。これは第1-1節でも説明した「オッカムの剃刀」の主張を情報理論を用いて数値化した物と見ることができる。

本研究で使用するモデルを MDL 基準を用いて選択する方法について検討する。アンケートの各質問に対応する X_i に関する学生 $j(j = 1, \dots, N)$ の回答を確率変数 X_{ij} で表すことにする。ここで、 N は学生の総数(アンケートの有効回答数)を意味する。前節の考え方に基づき、 X_i 以外の質問内容 $X_{ck}(k = 1, \dots, l)$ に関する回答 X_{ck} が X_i の回答結果 X_{ij} へ及ぼす潜在的な影響を調べるために $P(X_{ij}|X_{c1j}, \dots, X_{clj})$ の確率分布に着目する。

アンケートに関する全ての回答結果 $\mathbf{D} = \{x_{ij}|i = 1, \dots, M, j = 1, \dots, N\}$ が学習データとして得られている下で、本モデルの MDL は以下で与えられる。

$$\begin{aligned}
 & -\log P(\mathbf{D}) + \frac{d \log N}{2} \\
 & = \sum_{i=1}^M \left\{ \frac{d_i \log N}{2} \right. \\
 & \quad \left. - \sum_{j=1}^N \log p_i(x_{ij}|x_{c1j}, x_{c2j}, \dots, x_{clj}) \right\} \quad (1)
 \end{aligned}$$

ここで $p_i(x_{ij}|x_{c1j}, \dots, x_{clj})$ は $P(X_{ij} = x_{ij}|X_{c1j} = x_{c1j}, \dots, X_{clj} = x_{clj})$ によって定義される確率分布関数であり、これらの値は条件付き確率表に対応する。また、 d_i は X_i 毎に定義される $P(X_i)$ 、あるいは $P(X_i|X_k)(i \neq k)$

に関する確率分布の自由度, そして $d = \sum_{i=1}^m d_i$ を示している。MDL では d は確率モデルのパラメータ数と説明されることが多いが, これは確率モデル自体の記述長に対応しており確率表を用いたベイジアンネットワークでは各ノードの自由度の合計に対応している。MDL が最も小さくなるように各ノード間の因果関係を選択することで, 学習データの下で最適なネットワーク構造が選択できる。

MDL は小さな数値を示すほど良い確率モデルであることを意味しているので, 評価関数として使用する場合には MDL の符号を逆にして使用する (Suzuki, 1993)。ちなみに MDL の符号を逆にしたものには BIC (Bayesian information criterion) という名前があり, 統計的推測の観点からまったく別の計算方法により導き出されたものと完全に一致する。

良いネットワークを判断するための評価関数が決定すれば, 残る問題はこの評価関数を最大にするネットワークの結合の仕方を見付け出すことになる。しかし, 多くのノードを含むベイジアンネットワークのネットワークの構造が取り得る場合の数は膨大になるために全数探索などの手法では計算機を用いたとしても現実的な時間で答を出すことは不可能である。そこで, 機械学習の手法を用いて評価関数を最大とするネットワーク構造の近似値を求めることになる。本研究では焼き鈍し法 (シミュレーテッドアニーリング法) を用いてこの近似値を求める。

焼き鈍し法は, 金属材料を熱した後で徐々に冷やし, 結晶を成長させてその欠陥を減らす作業により内部エネルギーを最小とする結晶構造を作り出す現象を模倣することで, 評価関数を最大にする組み合わせを見つけ出す手法である。この方法のポイントとなるのは, 高温の状態から温度を下げていく時のコントロールにある。本研究でもパラメータを変更しながら何回もシミュレーションを行うことで最終結果を導き出している。

焼き鈍し法によりベイジアンネットワークの構造を決定する方法は以下ようになる。

- (1) 初期温度 t を設定する
- (2) 適当な初期ネットワーク (本研究では結合がまったく無いネットワーク) を用意する
- (3) 評価値として現在のネットワークの MDL 値を計算しておく
- (4) 乱数を用いて 2 つのノード a と b を選び

出す。

- (5) a と b の間の結合を変更する
 - $a \rightarrow b$ の間にすでに結合が存在していれば削除する。もしくは $a \leftarrow b$ のように逆転する
 - $a \rightarrow b$ の結合が存在していなければ追加する。ただし, その追加した結合によりネットワーク中にループが生じる場合には変更をキャンセルし, (4) に戻る。(ベイジアンネットワークの確率的な要請による)
- (6) 新しい結合で MDL 値を計算する。
- (7) 「古い MDL 値」と「新しい MDL 値+乱数」を比べて後者の値が大きい場合は a と b の間の結合の変更をキャンセルし (4) に戻る。ここで「乱数」は温度 t の数値が高いほどランダム性が高くなるようにしておく。
- (8) 繰り返しの処理の中で結合の変更がキャンセルされることが長い間繰り返された場合はアルゴリズムを終了する。
- (9) 温度 t の値を少し減らす。
- (10)(4) に戻る

本ソフトウェアでは, このアルゴリズムを実行する時にネットワークの構造の変化をリアルタイムで表示させることも可能となっている。初期は温度 t が高いので, 非常に多くの結合が生成されて結合と切断が繰り返されるが, 温度 t が低くなるにしたがって結合数が少なくなっていき, 変化も少なくなってくる様子が見られる。

4. 結果

アンケートは Google フォームを用いて作成し, 北海道情報大学の学生に回答を呼び掛け, 2018 年 11 月 7 日から 2018 年 11 月 16 日までの 10 日間に回答を受け付けた。その結果, 合計で 115 件の回答を得ることができた。

ベイジアンネットワークを用いた分析結果の前に, プログラミングに対する自信と, その他の質問項目との統計的な関係についての結果を示す。

4-1 大学の科目, または独学でプログラミングを学んでいることとプログラミングに対する自信の関係

大学の科目, または独学でプログラミングを学んでいることとプログラミングに対する自

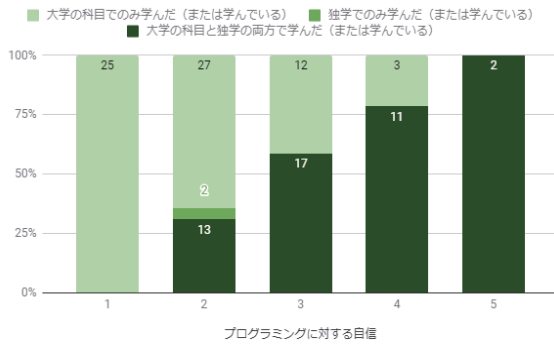


図3 大学の科目、または独学でプログラミングを学んでいることとプログラミングに対する自信の関係

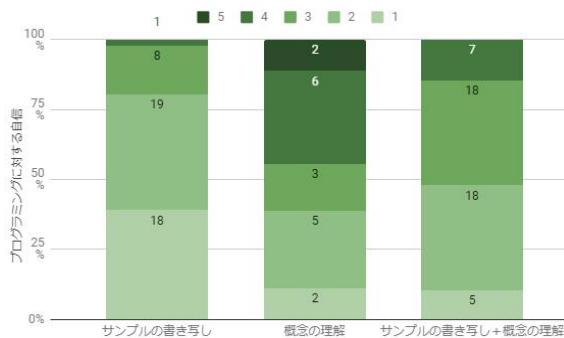


図4 プログラミング学習スタイルとプログラミングに対する自信

信の関係は図3のようになった。

「独学のみ」「大学の科目のみ」「大学の科目と独学の両方」という順序尺度として捉えたときに、大学の科目、または独学でプログラミングを学んでいることとプログラミングに対する自信の相関係数を求めたところ中程度の正の相関が認められた ($r = 0.53$)。

この結果から、独学のみ、または大学の科目のみでプログラミングを学んでいる者よりも、大学の科目と独学の両方でプログラミングを学んでいる者の方がプログラミングに対して自信を持っている傾向が見受けられることがわかる。

4-2 プログラミングの学習スタイルとプログラミングに対する自信の関係

プログラミングの学習スタイルとプログラミングに対する自信の関係は図4のようになった。

図4のグラフの系列の色の濃さが「プログラミングに対する自信」を5段階評価した結果に対応している。

サンプルを書き写して動作させる学習スタイルでプログラミングを学んでいる者とプログラミングに対する自信の相関係数を求めたところ

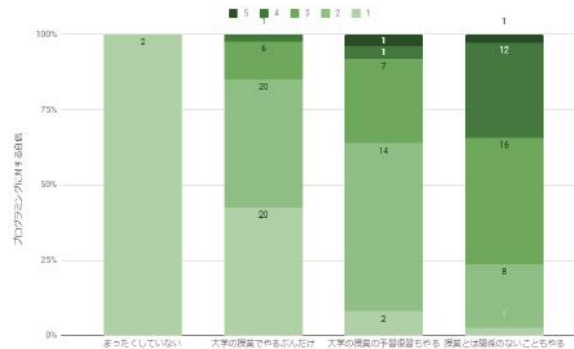


図5 プログラミングの学習時間とプログラミングに対する自信

中程度の負の相関が認められた ($r = -0.43$)。

プログラミング言語の仕様の概念を理解しながら学んでいる者とプログラミングに対する自信の相関係数を求めたところ弱い正の相関が認められた ($r = 0.28$)。

この結果から、サンプルを書き写して動作させる学習スタイルでプログラミングを学んでいる者よりも、プログラミング言語の仕様の概念の理解しながら学ぶスタイルで学んでいる者の方がプログラミングに対して自信を持っている傾向が多少は見受けられることがわかる。また、サンプルを書き写して動作させる学習スタイルである場合、プログラミングに対する自信に良い影響を与えない可能性も示唆される。

4-3 プログラミングの学習時間とプログラミングに対する自信の関係

プログラミングの学習時間とプログラミングに対する自信の関係は図5のようになった。

図4と同様、グラフの系列の色の濃さが「プログラミングに対する自信」を5段階評価した結果に対応している。

プログラミングの学習時間とプログラミングに対する自信の相関係数を求めたところ中程度の正の相関が認められた ($r = 0.63$)。

この結果から、プログラミングの学習時間が多いほど、プログラミングに対して自信を持つ傾向にあることがわかる。

4-4 プログラムの自作経験とプログラミングに対する自信の関係

大学の授業とは関係のないプログラムを自分で作った経験の有無とプログラミングに対する自信の関係は図6のようになった。

プログラムの自作の経験の有無とプログラミングに対する自信の相関係数を求めたところ

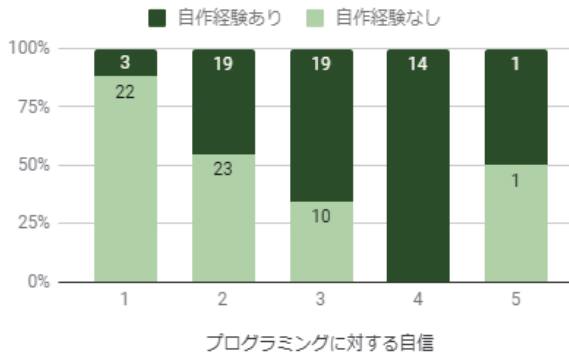


図6 プログラムの自作経験とプログラミングに対する自信の関係

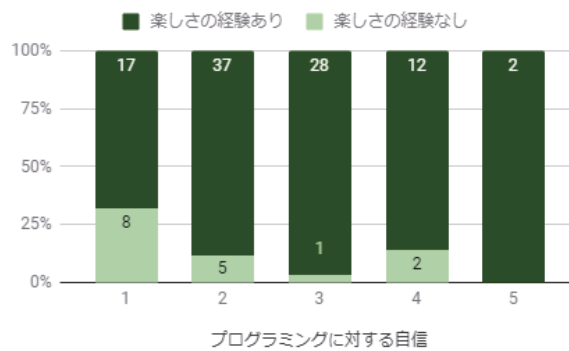


図7 プログラミングの授業に対する楽しさの経験の有無とプログラミングに対する自信の関係

る中程度の正の相関が認められた ($r = 0.49$)。この結果から、大学の授業とは関係のないプログラムを自分で作った経験がある者ほど、プログラミングに対して自信を持つ傾向が多少見受けられることがわかる。

4-5 プログラミングの授業に対しての楽しさの経験とプログラミングに対する自信の関係

プログラミングの授業に対して楽しさを感じた経験の有無とプログラミングに対する自信の関係は図7のようになった。

プログラミングの授業に対して楽しさを感じた経験の有無とプログラミングに対する自信の相関係数を求めたところ弱い正の相関が認められた ($r = 0.21$)。

この結果から、プログラミングの授業に対して楽しさを感じたことのある者の方がプログラミングに対して自信を持つ傾向が多少は見受けられることがわかるが、それほど強い関係があるような結果とはなっていない。

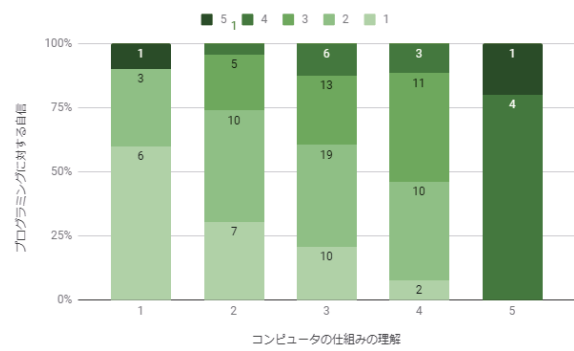


図8 コンピュータの仕組みの理解度とプログラミングに対する自信の関係

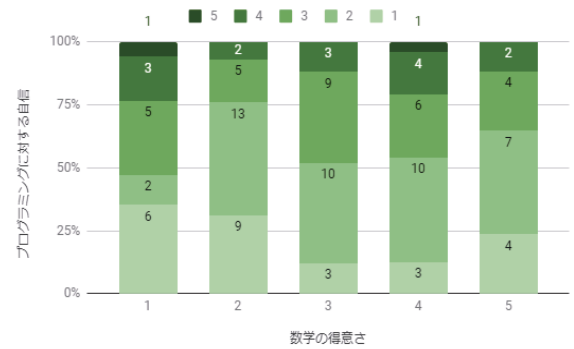


図9 数学の得意さとプログラミングに対する自信の関係

4-6 コンピュータの仕組みの理解度とプログラミングに対する自信の関係

コンピュータの仕組みの理解度とプログラミングに対する自信の関係は図8のようになった。

コンピュータの仕組みの理解度とプログラミングに対する自信の相関係数を求めたところ中程度の正の相関が認められた ($r = 0.41$)。

この結果から、コンピュータの仕組みをより理解しているほど、プログラミングに対して自信を持っている傾向が見受けられることがわかる。

4-7 数学の得意さとプログラミングに対する自信の関係

数学の得意さとプログラミングに対する自信の関係は図9のようになった。

数学の得意さとプログラミングに対する自信の相関係数を求めたところほとんど関係がないことが認められた ($r = 0.05$)。

4-8 英語の得意さとプログラミングに対する自信の関係

英語の得意さとプログラミングに対する自信の関係は図10のようになった。

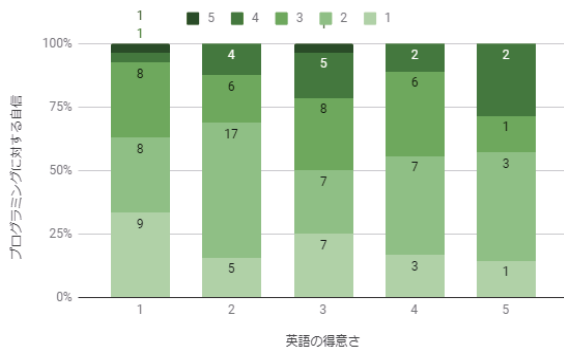


図 10 英語の得意さとプログラミングに対する自信の関係

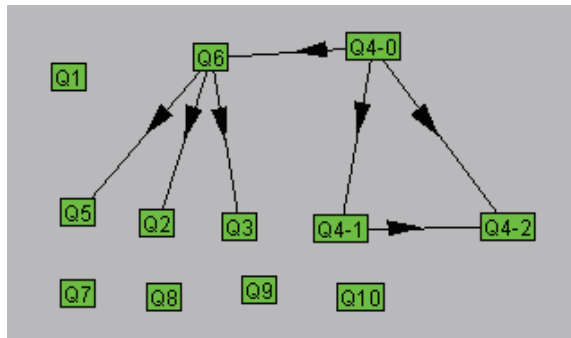


図 11 生成されたベイジアンネットワーク

英語の得意さとプログラミングに対する自信の相関係数を求めたところほとんど関係がないことが認められた ($r = 0.12$)。

4-9 ベイジアンネットワークを用いた分析結果

ベイジアンネットワークの構造を決定するために学生から集めたアンケートの情報を用い、焼き鈍し法のパラメーターを色々に変更しながら計5回の機械学習を行わせたが、5回中4回で等価なネットワークが出力された。ここで等価なネットワークとはMDLの値が同じで、ノード間の連結の方向だけが一部異なるネットワークのことである。ベイジアンネットワークのノード間の連結は向きのある矢印であり、矢印の始点が原因で矢印の終点が結果と見做すことができるが、そもそも確率的な従属性だけでは、原因と結果の区別ができない場合があるので、このような等価なネットワークが複数生成されるということが起る。そのような等価なネットワークの中の一つを図11に示す。

このベイジアンネットワークについて分析を行った。このネットワークでは以下の箇条書きに示したノード間に確率的な関係がある

ということになる。ベイジアンネットワークにおける因果関係は、相関係数により測られる統計的な相関関係とは異なる物である。そして本研究ではベイジアンネットワークとMDL原理により選択された結合が重要であるという立場ではあるが、その関係性を数値的に示すためには確率表などが必要である。ここでは相関係数も参考に示しているがあくまで参考として参照いただきたい。

- Q4-0 ⇔ Q4-1 サンプルを書き写して動作させる学習スタイルと、プログラミング言語の仕様の概念を理解していく学習スタイル ($r = -0.34$)
- Q4-0 ⇔ Q4-2 サンプルを書き写して動作させる学習スタイルと、独自の学習スタイル(自由記述) ($r = -0.74$)
- Q4-1 ⇔ Q4-2 プログラミング言語の仕様の概念を理解していく学習スタイルと、独自の学習スタイル(自由記述) ($r = -0.39$)
- Q4-0 ⇔ Q6 サンプルを書き写して動作させる学習スタイルと、大学の授業とは関係の無いプログラムを作ったことがあるということ ($r = -0.29$)
- Q6 ⇔ Q2 大学の授業とは関係の無いプログラムを作ったことがあるということと、プログラミングを大学科目・独学で学んでいること ($r = -0.53$)
- Q6 ⇔ Q3 大学の授業とは関係の無いプログラムを作ったことがあるということと、プログラミングに自信があること ($r = 0.49$)
- Q6 ⇔ Q5 大学の授業とは関係の無いプログラムを作ったことがあるということと、プログラミングの勉強に多くの時間を割くこと ($r = 0.66$)

ベイジアンネットワークのノード間に結合が生成されるかどうかはMDL原理によって決まる物で、統計学の相関係数とは異なる考えに基いているが、おおよそ相関係数の絶対値が大きい所に結合が生成されていることが確認できた。Q4は複数の選択を選ぶことができる質問であり、これらの中に強い相関があるのは質問の形式によるところが大きいと考えられる。上記7つのノード間以外には結合が生成されていないので、MDL原理の主張にもとづけばそれらの中には関係が無いと見做すべきであると言える。

統計的な相関関係は、因果関係とは別の物であり混同しないことが重要である。実際今回

のベイジアンネットワークにおいても例えば Q4-0 → Q6 の結合を Q4-0 ← Q6 というように逆向きにしても同時確率分布や MDL の値に違いは生じない。しかし中には矢印の方向を変えると確率分布として異なる物になり、MDL の値も変化するような矢印が存在する。これらの間には矢印の始点を原因、終点を結果とした因果関係が成立する可能性があることを示唆している。つまり、そのように考えた方が説明がつく、物事が単純に捉えられる、予測が上手くいく、という状況である。今回のネットワークの場合は Q6 から Q2, Q3, Q5 に接合されている矢印がこれに該当する。つまり、大学の授業とは関係のないプログラムを作ることが、プログラミングを大学科目・独学で学んでいることと、プログラミングに自信があること、プログラミングの勉強に多くの時間を割くことに影響を及ぼしているという可能性を示している。

5. 考察

5-1 プログラムの自作経験と、大学の科目、または独学でプログラミングを学ぶこととの関係

本研究の分析により、大学の授業とは関係のないプログラムを自分で作った経験が、大学の科目か、または独学でプログラミングを学ぶかという結果につながる原因であるという可能性が示唆された。

相関としては、プログラムの自作経験があるほど大学の科目に加えて独学でもプログラミングを学んでいるという関係になっている。自らプログラムを作るという行為が原因となり、その結果、独学でプログラミングを学ぶという関係と捉えれば素直に理解できる因果関係である。ベイジアンネットワークでは全体が有機的に連動しているため、一部の連結だけを入れ替えただけの MDL 値の比較は意味を持たない場合があるが、実際に該当する部分の矢印を反転させて MDL 値を計算してみると、もともと 0.984 だったものが反転させたことにより 0.991 となり 0.007 上昇する。数値としては小さいが優位な差が出ていると言える。

注目すべき点として、この逆の因果関係は今回の分析では見出されていないため、独学でプログラミングを学ぶという行為が自らプログラムを作るという行為につながる可能性を示唆しない点にある。

5-2 プログラムの自作経験とプログラミングの学習時間の関係

本研究の分析により、大学の授業とは関係のないプログラムを自分で作った経験が、プログラミングの学習時間という結果につながる原因であるという可能性が示唆された。

相関としては、プログラムの自作経験があるほど大学の授業時間以外でもプログラミングの学習に時間を割いている、という関係になっている。

アンケートでの質問の内容では、授業時間以外を使ってプログラミング授業の予習復習を行うか、という点についても評価しているため、プログラミングの授業に対する姿勢や熱心さ、という結果にも影響を与えている関係が見いだせる可能性がある。

5-3 プログラムの自作経験とプログラミングに対する自信の関係

本研究の分析により、大学の授業とは関係のないプログラムを自分で作った経験が、プログラミングに対する自信という結果につながる原因であるという可能性が示唆された。

大学の授業等でのプログラミングの作業は指示された内容に基づいて受動的な姿勢でプログラムを作ることとなり、そこに自主性や創造性が発揮されないことが考えられる。一方、大学の授業とは関係のないプログラムを自分で作るという行為は、自主的かつ能動的であり、自ら必要性を見出した上での行為である。この自主性を伴ったプログラミング経験が必然的にプログラミング学習の動機を作り、学習量やプログラミングスキルの獲得に貢献している可能性が考えられる。

しかし、自主性の強要は必然的にできないため(強要した時点で、それは自主的な行為とは言えなくなる)、教育の方法論として、自主性の発揮を直接指示するなどの方法は賢明ではない。

5-4 ベイジアンネットワークを用いた分析の有用性

本研究のベイジアンネットワークを用いた分析で得られた因果関係の分析結果は、前述の考察でも述べたように、意味的に理解可能な結果となった。

また、ベイジアンネットワークを用いることにより、相関はしているが因果関係として認

められない関係についても推論することができた。

6. 課題

6-1 自主的なプログラミング活動に影響を与える原因

考察で述べたように、自主的にプログラムを作る経験によりプログラミングに対する自信や、プログラミングの学習時間や学習態度に好影響を与える可能性を考えた。

しかし、どのような原因が自主性を伴ったプログラミング行為につながるのか、という因果関係については分析の余地を残している。

6-2 本研究で取り上げなかった要因

本研究で使用したアンケートの項目以外にも、プログラミングに対する自信に影響を与える要因の存在の可能性は十分考えられる。

6-3 プログラミングに対する自信と実力の差

本研究で実施したアンケートでは、回答者の主観的なプログラミングに対する自信を回答してもらったが、実際のプログラミングの実力は測っていない。本研究で実施した自己申告による自信の程度を使用した場合の分析と、何らかの方法で実力の計測をした結果を使用した場合では、因果関係の分析結果に違いが出る可能性を残している。

参考文献

- [1] 韓太舜・小林欣吾 (1994) 『情報と符号化の数理』, 岩波書店, 東京千代田区。
- [2] Heckerman, David (1995) "A Tutorial on Learning With Bayesian network," March, Technical Report:Microsoft Research Advanced Technology Division.
- [3] 本村陽一 (2003) 「ベイジアンネットワークによる確率的推論技術」, 『計測と制御』, 第42巻, 第8号, pp.649-654。
- [4] 岡本雅子・喜多一 (2014) 「プログラミングの「写経型学習」における初学者のつまずきの類型化とその考察, パイディア, 滋賀大学教育実践研究指導センター紀要」, 『パイディア: 滋賀大学教育学部附属教育実践総合センター紀要: memoirs of the Center for Educational Research and Training, Shiga University』, 第22巻, pp.49-53。
- [5] 岡本雅子・村上正行・吉川直人・喜多一 (2013) 「<実践報告>プログラミングの写経型学習過程を対象としたつまずきの分析とテキスト教材の改善: 作業の自立的遂行と作業を介した理解のための支援と工夫」。
- [6] Pearl, Judea (1988) *PROBABLISTIC REASONING IN INTELLIGENT SYSTEMS: Networks of Plausible Inference*, San Francisco. California: Morgan Kaufmann Publishers, Inc.
- [7] Russell, S. and P. Norvig (1997) 『エージェントアプローチ人工知能』, 共立出版, (古川康一訳)。
- [8] Suzuki, Joe (1993) "A construction of Bayesian networks from database on an MDL principle," *Proceedings of the Ninth Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence*, pp. 266-273.

〈解 説〉

商法上の商号専用権に関する一考察

関根 洋*

A study on the right to monopolize trade names under the
Commercial Code

Hiroshi SEKINE

要旨

商法上の商号専用権概念は、平成17年商法改正法により大きく変容した。不正競争防止法との関係にも留意しつつ、次の設例を素材に、改正前後の状況を概観する。

Abstract

The right to monopolize trade names changed dramatically with the revision of the Commercial Code in 2005. This paper offers an example that surveys and compares a trade name situations before and after the 2005 revision, with reference to the Unfair Competition Prevention Act.

キーワード

商号専用権(right to monopolize trade name)

商法(the Commercial Code)

不正競争防止法(Unfair Competition Prevention Act)

* 北海道情報大学経営情報学部先端経営学科講師, Lecturer, Department of Business and Information Systems(Dept. of BIS), HIU

1 はじめに

商法上の商号専用権概念は、平成 17 年商法改正法により大きく変容した。不正競争防止法との関係にも留意しつつ、次の設例を素材に、改正前後の状況を概観する。

【設例】

甲市で菓子製造販売業「梅屋」を営む X は、「梅屋羊羹」などの商品により甲市及びその近傍において有名であったが、商号「梅屋」は未登記であったところ、これを奇貨として X の旧従業員 Y が、同じ甲市において菓子の製造販売を目的とする「梅屋本舗」を登記し、「梅屋饅頭」の製造販売を始めた。X の顧客達の多くは、XY 両者を同一営業の「梅屋」として認識していた。X は Y に対して、また Y は X に対していかなる請求をなし得るか。

2 関連諸規定の変遷

現行法との比較対象を平成 17 年改正直前とするが、この問題に関係する規定は累次の改正を経ており、まず右改正に至る以前の状況を簡単に説明する。

2-1 現行商法制定(明治 32 年)

商法旧 20 条¹⁾

- ① 商号ノ登記ヲ為シタル者ハ不正ノ競争ノ目的ヲ以テ同一又ハ類似ノ商号ヲ使用スル者ニ対シテ其使用ヲ止ムヘキコトヲ請求スルコトヲ得但損害賠償ノ請求ヲ妨ケス
- ② 同市町村内ニ於テ同一ノ営業ノ為メニ他人ノ登記シタル商号ヲ使用スル者ハ不

正ノ競争ノ目的ヲ以テ之ヲ使用スルモノト推定ス

「登記商号に専用権(排他的使用権)を認める」という旧商法(明治 23 年)²⁾の建前は、現行商法(明治 32 年)にも承継された。商法旧 20 条によれば、未登記の X に何等の保護も与えられていないのに対して、既登記の Y は、X に対して商号「梅屋」の使用差止(1 項本文)及び損害賠償を請求し得る可能性がある(1 項但書・民法 709 条)ことになる。

2-2 不正競争防止法制定(昭和 9 年)

不正競争防止法旧 1 条³⁾

- ① 不正ノ競争ノ目的ヲ以テ左ノ各号ノ一ニ該当スル行為ヲ為シタル者ハ被害者ニ対シ損害賠償ノ責ニ任ズ
 - 一 本法施行ノ地域内ニ於テ取引上広く認識セラルル他人ノ氏名、商号、商標、商品ノ容器包装其ノ他他人ノ商品タルコトヲ示ス表示ト同一若ハ類似ノモノヲ使用シ又ハ之ヲ使用シタル商品ヲ販売若ハ拡布シテ他人ノ商品ト混同ヲ生ゼシムル行為

(2 号および 3 号 略)

- ② 前項ノ行為ヲ為シタル者ニ対シテハ裁判所ハ被害者ノ請求ニ因リ損害賠償ニ代ヘ又ハ損害賠償ト共ニ其ノ行為ノ差止ヲ命ズルコトヲ得

(3 項 略)

不正競争防止法の制定により、「本法施行ノ地域内ニ於テ広く認識セラルル」⁴⁾こと、

¹⁾ 条文番号の変更を伴った平成 17 年全面改正以前の条文を、本稿では「商法旧〇〇条」と表記する。

²⁾ **旧商法**(明 23・法 32)**26 条** 商号ハ登記ニ因リ同一営業ニ付キ一地域内ニ於テ其専有ノ権利ヲ取得シ他人之ヲ用ユルコトヲ得ス但本法施行以前ヨリ有スル商号ハ従前ノ営業ヲ変セサルモノニ限り

一地域内ニ於テ同一ナルモ妨ナシ

³⁾ 条文番号の変更を伴った平成 5 年全面改正以前の条文を、本稿では「不正競争防止法旧〇〇条」と表記する。

⁴⁾ 日本中に知られているという意味ではなく、日本国内の一定の地域的広がりにおいて周知であることを指す(最判昭 34・5・20 刑集 13・5・755 参

すなわち周知性を要件として、未登記商号にも専用権が認められるようになったが、あくまでも「特別法による商号保護の拡張」であり、登記を要件とする商法上の商号専用権概念に影響を及ぼすことはなかった。すなわち、商法旧 20 条を基礎とする Y の商号専用権とは別建ての不正競争防止法により、未登記商号「梅屋」を使用していた X にも、Y に対して商号「梅屋本舗」の使用差止(1 条 2 項)及び損害賠償請求(1 条 1 項柱書)の可能性が開かれたことになる。

2-3 商法改正(昭和 13 年)⁵⁾

商法旧 20 条

- ① 商号ノ登記ヲ為シタル者ハ不正ノ競争ノ目的ヲ以テ同一又ハ類似ノ商号ヲ使用スル者ニ対シテ其ノ使用ヲ止ムベキコトヲ請求スルコトヲ得但損害賠償ノ請求ヲ妨ゲズ
- ② 同市町村内ニ於テ同一ノ営業ノ為ニ他人ノ登記シタル商号ヲ使用スル者ハ不正ノ競争ノ目的ヲ以テ之ヲ使用スルモノト推定ス

同 21 条

- ① 何人ト雖モ不正ノ目的ヲ以テ他人ノ営業ナリト誤認セシムベキ商号ヲ使用スルコトヲ得ズ
- ② 前項ノ規定ニ違反シテ商号ヲ使用スル者アルトキハ之ニ因リテ利益ヲ害セラルル虞アル者ハ其ノ使用ヲ止ムベキコトヲ請求スルコトヲ得但シ損害賠償ノ請求ヲ

妨ゲズ

昭和 13 年改正法の特徴は、商法旧 21 条の新設にある⁶⁾。これによれば、商号「梅屋本舗」の使用により、Y の営業が X のそれと誤認されるに至った場合(商法旧 21 条 1 項)、X は Y に対して商号「梅屋本舗」の使用の差止を請求し得る可能性がある(商法旧 21 条 2 項)ことになる。このとき X の商号「梅屋」の登記が要件として要求されていないことから、「商法旧 21 条は未登記商号にも専用権を認める趣旨の規定である⁷⁾か否か」が、学説上争われたことがある。

2-4 不正競争防止法改正(昭和 25 年)⁸⁾

不正競争防止法旧 1 条

- ① 左ノ各号ノ一ニ該当スル行為ヲ為ス者アルトキハ之ニ因リテ営業上ノ利益ヲ害セラルル虞アル者ハ其ノ行為ヲ止ムベキコトヲ請求スルコトヲ得
 - 一 本法施行ノ地域内ニ於テ広く認識セラルル他人ノ氏名、商号、商標、商品ノ容器包装其ノ他他人ノ商品タルコトヲ示ス表示ト同一若ハ類似ノモノヲ使用シ又ハ之ヲ使用シタル商品ヲ販売、拡布若ハ輸出シテ他人ノ商品ト混同ヲ生ゼシムル行為
 - 二 本法施行ノ地域内ニ於テ広く認識セラルル他人ノ氏名、商号、標章其ノ他他人ノ営業タルコトヲ示ス表示ト同一又ハ類似ノモノヲ使用シテ他人ノ営業上ノ施設又ハ活動ト混同ヲ生ゼシムル行

照)。周知性は同一市町村を超えることも、それより狭いこともあり得る。

⁵⁾ むろん商法は、この前後に亘って夥しい回数 of 改正を経ているが、本稿の問題に関する限り影響はない。

⁶⁾ 商法旧 21 条は、微細な字句の修正があっただけで、その趣旨に変更はない。

⁷⁾ 仮にそうであるならば、「登記商号に専用権(排他的使用権)を認める」という旧商法以来の概念が、部分的に修正されたことを意味する。

⁸⁾ 不正競争防止法は、この前後に数回(昭和 13 年・昭和 28 年・昭和 40 年・昭和 50 年・平成 2 年)改正されているが、本稿の問題に関する限り影響はない。

為

(3号ないし6号 略)

(2項ないし4項 略)

同1条ノ2

- ① 故意又ハ過失ニ因リ前条第1項各号ノ一ニ該当スル行為ヲ為シタル者ハ之ニ因リ営業上ノ利益ヲ害セラレタル者ニ対シ損害賠償ノ責ニ任ズ

(2項ないし4項 略)

同2条

- ① 前2条(中略)ノ規定ハ左ノ各号ノ一ニ該当スル行為ニハ之ヲ適用セズ

(1号ないし3号 略)

四 第1条第1項第1号若ハ第2号ニ掲グル表示ガ本法施行ノ地域内ニ於テ広く認識セラルル以前ヨリ之ト同一若ハ類似ノ表示ヲ善意ニ使用スル者(以下略)

(5号 略)

(2項 略)

昭和25年改正法は、XのYに対する(商号「梅屋本舗」の使用)差止請求につき要求していた、「不正ノ競争ノ目的」(不正競争防止法旧1条1項柱書)というYの主観的要件を削除した。これにより商法旧20条が空文化し、商号専用権を登記の効力として説明することが困難になった。この点に関する指導的見解⁹⁾は、大要「登記が必要な商法旧

20条1項で、かえって類似商号の使用者に不正競争の目的が要件として残り、これを要件としない不正競争防止法に依る保護の方が容易になっている」と述べている。

この「商法旧20条1項の空文化」は、平成17年改正の大きな理由となったもので、若干の説明を加える。ここで仮に、設例の「梅屋本舗」Yが、甲市に隣接する乙市で設立登記されたものとする。YはXに対して¹⁰⁾商法旧20条1項または不正競争防止法旧1条1項に基づいて商号専用権を行使する余地があるが、後者(昭和25年改正後の不正競争防止法)に依った場合、Xにおける不正競争の目的の有無は問題とされないのに対して、前者に依った場合、Yは、なおXの「不正競争の目的」を立証しなければならない。ところで、Xに不正競争の目的(商法旧20条1項)があったことをYが立証し得るのであれば、ほとんどの場合その前提として、Yは自らの商号「梅屋本舗」の周知性(不正競争防止法旧1条1項)をも立証し得るであろうから¹¹⁾、登記を要求している分だけ、前者のほうが制度として重くなっている。登記に実益がある¹²⁾とすれば、商法旧20条2項の推定規定を利用できる場合のみということになる。

2-5 不正競争防止法改正(平成5年)¹³⁾

不正競争防止法2条

る。

¹¹⁾ 周知性のない登記商号に対する「不正競争の目的(自己の営業を既登記商号使用者の営業と誤認混同させて、競争上自己の営業の有利な展開—例えば顧客を奪う等—を企図すること)」を考えることは困難である。

¹²⁾ Yにとって前者が後者より有利な場合があるとすれば

¹³⁾ 現行の不正競争防止法である。この後も数次

⁹⁾ 中山信弘(1975)p.623

¹⁰⁾ 誤植ではない(直前の段落で「XのYに対する……差止請求」としているので判りにくくなってしまったが)。ここは商法旧20条1項と不正競争防止法旧1条1項の要件を比較する必要があるところ、Xの商号「梅屋」は未登記であるため、そもそも商法旧20条1項の俎上に載せることができない。Yによる商号専用権行使の可否も検討の必要があることは冒頭の設例に示したとおりであ

① この法律において「不正競争」とは、次に掲げるものをいう。

- 一 他人の商品等表示(人の業務に係る氏名,商号,商標,標章,商品の容器若しくは包装その他の商品又は営業を表示するものをいう。以下同じ。)として需要者の間に広く認識されているものと同一若しくは類似の商品等表示を使用し,又はその商品等表示を使用した商品を譲渡し,引き渡し,譲渡若しくは引渡しのために展示し,輸出し,若しくは輸入して,他の商品又は営業と混同を生じさせる行為
 - 二 自己の商品等表示として他人の著名な商品等表示と同一若しくは類似のものを使用し,又はその商品等表示を使用した商品を譲渡し,引き渡し,譲渡若しくは引渡しのために展示し,輸出し,若しくは輸入する行為
- (3号ないし12号 略)

同 3 条

① 不正競争によって営業上の利益を侵害され,又は侵害されるおそれがある者は,その営業上の利益を侵害する者又は侵害するおそれがある者に対し,その侵害の停止又は予防を請求することができる。

(2項 略)

同 4 条

故意又は過失により不正競争を行って他人の営業上の利益を侵害した者は,これによって生じた損害を賠償する責めに任ずる。(但書 略)

に)亘って改正されているが本稿の問題に関する限り影響はない(2条1項1号の末尾が「……輸出し,輸入し,若しくは電気通信回線を通じて提供して,

同 19 条

① 第3条から第15条まで(中略)の規定は,次の各号に掲げる不正競争の区分に応じて当該各号に定める行為については,適用しない。

(1号および2号 略)

三 第2第1項第1号に掲げる不正競争他人の商品等表示が需要者の間に広く認識される前からその商品等表示と同一若しくは類似の商品等表示を使用する者(以下 略)

(4号ないし9号 略)

(2項 略)

条文番号の変更を伴い,かつ平仮名口語体になる等の全面改正となったが,本稿の問題に関する限り,その趣旨は昭和25年改正法と変わらない。

3 設例の検討(平成17年商法改正直前の規定を前提として)

3-1 商法旧20条について

商法旧20条1項によれば,商号を登記した者¹⁴⁾は,不正競争の目的を以て同一または類似の商号を使用する者に対して,その使用の差止を請求できる。相手方が同市町村内であることを要しない。同市町村内で同一営業につき他人の登記商号を使用する者には,不正競争の目的が推定される(商法旧20条2項)。Xの商号「梅屋」は未登記であるから,商法旧20条1項の適用はない。これに対してYの商号「梅屋本舗」は既登記であるから,商法旧20条1項の適用があり得るため,以下に検討する。

Xの商号「梅屋」とYの商号「梅屋本舗」

他人の商品又は営業と……」改められている等)。

¹⁴⁾ 実際に営業している者でなければならない。商法旧21条対照。

は、(完全に同一とは言えないが)少なくとも「類似ノ商号」である。そしてXは、Yの商号が登記されているのと同じ甲市で、Yと同じ菓子製造販売という営業のために、Yの既登記商号(「梅屋本舗」と判然区別し難い商号「梅屋」)を使用していると解されるから、「不正ノ競争ノ目的」も推定される(商法旧20条2項)。しかし、Yの登記前から「梅屋」の商号を用いていたXに、不正競争の目的は認められないから右推定は覆され¹⁵⁾、商法旧20条1項を根拠とする請求権はYには認められない。

3-2 不正競争防止法について

不正競争防止法では、商号が「需要者の間に広く認識」されていれば¹⁶⁾、すなわち周知性があれば、同一または類似の商号を使用する者に対し、その使用の差止を請求し得る。登記の有無を問わず、相手方に不正競争の目的があることも要しない(不正競争防止法2条1項1号・3条)。

Xの商号「梅屋」は未登記であるが、甲市およびその近傍において周知性を有し、かつ需要者の間に誤認混同が生じている(不正競争防止法2条1項1号)以上、Xは、商号「梅屋本舗」の使用の差止(不正競争防止法3条1項)を、Yに故意または過失があれば損害賠償(不正競争防止法4条)を、Yに対して請求することができる。一方、仮にYの商号が周知性を備え、かつXYの商号に混同を生じるに至った(不正競争防止法2条1項1号)としても、XはYの商号が周知性を備える前から自らの商号を使用しており(不正

競争防止法19条1項3号)、Yが不正競争防止法を根拠として、Xに対して商号「梅屋」の使用差止および損害賠償を請求することはできない。

3-3 商法旧21条について

商法旧21条1項にいわゆる「不正ノ目的」とは、「不正競争の目的」¹⁷⁾(商法旧20条1項)と同様に営業主体を誤認混同させる目的のことであるが、「不正競争の目的」よりも広い。使用されるのが「他人」(商法旧21条1項)の商号であることを要しない¹⁸⁾し、その「他人」が同種の営業をしていることも、更には商人であることも不要である。起草者に依れば「故意に信用ある人の氏名等を商号に冒用して一般公衆を欺くものあるの弊」を除去することが、その趣旨であるという¹⁹⁾。結果的に未登記の商号が保護される結論が導かれる場合があるとしても、本条の主眼は「他人(多くは著名人)の氏名の保護」²⁰⁾にあり、商法上の商号専用権が昭和13年改正によって認められたわけではない。

「不正競争の目的」(商法旧20条1項)が認められないのと同様の理由から、Xに「不正ノ目的」(商法旧21条1項)を認めることはできない。一方、Yに「不正ノ目的」(商法旧21条1項)が認められれば、Xは商号「梅屋本舗」の使用の差止及び損害賠償をYに対して請求することができる(商法旧21条2項)。商法旧20条2項のような挙証責任を転換する規定は商法旧21条には存在しないが、設例のような事実関係の下でXがこ

¹⁵⁾ 大判大10・12・3民録27輯2085頁

¹⁶⁾ 趣旨において不正競争防止法旧1条1項1号の「本法施行ノ地域内ニ於テ」と同様である。前掲註4参照。

¹⁷⁾ 前掲註11参照

¹⁸⁾ 無論その登記も問題とならない。

¹⁹⁾ 松本丞治(1931)p.113

²⁰⁾ 「不正の目的で商号に用いることを禁ずる」という限られた範囲ではあるが

れを立証することは、十分に可能であると
考えられる。

4 平成17年商法改正法の骨子と設例 の検討

さきに述べた通り、商法旧20条1項によ
る既登記商号の保護は、不正競争防止法と
の関係で事実上空文化していた。これを受
けて平成17年改正法は、商法旧20条を全
面的に削除し、かつ、改正前は「商号専用
権を保護するための規定ではない」として
いた商法旧21条に関する考え方²¹⁾を全
面的に改め、商号専用権に純化する形で
規定し直した。

商法12条

- ① 何人も、不正の目的をもって、他の商人
であると誤認されるおそれのある名称又
は商号を使用してはならない。
- ② 前項の規定に違反する名称又は商号の
使用によって、営業上の利益を侵害され、
又は侵害されるおそれがある商人は、そ
の営業上の利益を侵害する者又は侵害す
るおそれがある者に対し、その侵害の停
止又は予防を請求することができる。

商法12条は、保護される商号に要件とし
ての登記を要求していない。かつて「登記
の効力」として出発した商法上の商号専用
権は、ここに登記と完全に切り離されるこ
とになった。

また商法12条が使用を禁じている商号
は、「他の商人であると誤認させるおそれの

ある……商号」²²⁾であることから、保護の対
象は「他人の商号」に絞られる。改正前の商
法旧21条が主眼としていた氏名権の保護
は、人格権一般の問題として民法に委ねら
れることになった²³⁾。「商号専用権への純化」
とは、この意味である。

なお商法12条は、損害賠償について言及
していないが²⁴⁾、商号専用権として他人の商
号使用を排斥する権利に特化したためであ
る。また商号権者の利益を侵害する者また
は侵害する恐れのある者が、不正の目的を
有する場合を問題にしているので、損害が
あれば故意による不法行為(民法709条)が
成立することは当然である。

Yの商号「梅屋本舗」は、Xの商号「梅屋」
と「誤認されるおそれのある……商号」(商
法12条1項)であり、現実にXの顧客に営業
の誤認混同を生じている以上、Xは「営業上
の利益を侵害され」(商法12条2項)ている
から、Yに「不正の目的」(商法12条1項)が
認められれば、XはYに対して、商品名「梅屋
饅頭」および商号「株式会社梅屋」の使用の
差止を請求することができる(商法12条2
項)。Xの商号「梅屋」は未登記であるが、商
法12条は商号が登記されていることを保
護の要件としていない。一方、前述の理由か
ら、Xに「不正の目的」(商法12条1項)は認
められないから、Yに商法12条2項の請求
権は認められない。

Xの商号との間に混同を生じたYの商号

²¹⁾ 改正前は「結果的に未登記商号が保護されるこ
とはあっても、商号専用権を保護することを目的と
した規定ではない」と理解されていたことは、さき
に述べたとおりである。現行の商法12条は、商法
旧21条の改正というよりも、条文の新設と見るべ
きかも知れない。

²²⁾ 商法旧21条1項が禁じていたのは「他人ノ営

業ナリト誤認セシムベキ商号」の使用であった。

²³⁾ あたかも、通説が「他人の氏名を商号に用ゐる
ことが、その氏名権の侵害となるが如き場合には、
一般不法行為として取扱はれなければならぬこと
になる」(竹田省〔1932〕p.114)と解していた商
法旧21条制定以前に戻った観がある。

²⁴⁾ 商法旧21条2項但書対照。

が、仮に周知性を備えたとしても(不正競争防止法 2 条 1 項)、X は Y の商号が周知性を備える前から自らの商号を使用しており(不正競争防止法 19 条 1 項 3 号)、Y は X に対して差止(不正競争防止法 3 条 1 項)および損害賠償(不正競争防止法 4 条)を請求することはできない。

5 その他の問題

右に述べた通り、商法上の商号専用権の概念は、平成 17 年商法改正法を境として大きく変容したが、不正競争防止法との関係をどう考えるかについて付言する。すなわち、不正競争防止法以外の商号専用権保護規定として、商法 12 条がいかなる機能を果たし得るか、という問題である。形式的に言えば「商号が周知性(不正競争防止法 2 条 1 項 1 号)・著名性(不正競争防止法 2 条 1 項 2 号)を欠くときに意味がある」ということになるが²⁵⁾、未登記で、周知性も著名性も欠く²⁶⁾商号に専用権を認めることに実益はあるのだろうか。

不正競争防止法 2 条 1 項 1 号に依る場合、商品・営業の誤認混同を生じさせる侵害者の行為(他人の周知商号を自分の商品等表示として使用する行為)²⁷⁾が必要である。これに対して商法 12 条は、他人の商号の、「誤認されるおそれのある名称」としての使用を禁じているが、これには商品等表示として使用される場合のみならず、営業と無関

係の行為に用いられる場合も含まれることになる。この営業上の競争とは無関係の「ただ乗り・信用低下行為」に対して不正競争防止法の手当はあるが、その要件は周知性より強い著名性である(2 条 1 項 2 号)。この場合明らかに、商法 12 条の要件の方が緩やかであるが、実益が認められるか否か、判例の蓄積を待ちたい。

また、かつての「不正競争の目的」(商法旧 20 条 1 項・不正競争防止法旧 1 条 1 項柱書)および「『ただ乗り』の目的」以外の「不正の目的」が存在するならば²⁸⁾、これも商法 12 条の実益たり得ると考えられるが、この点も判例の蓄積を待ちたい。

参考文献

- [1] 中山信弘(1975)「商号をめぐる商法と不正競争防止法の交錯」『現代商法学の課題(中)鈴木竹雄先生古稀記念』有斐閣
- [2] 松本丞治(1931)「商法改正要項解説(一)」法協 49 卷 9 号 113 頁
- [3] 竹田省(1932)『商法総則』弘文堂

²⁵⁾ 周知性のない商号に対する「不正競争の目的」を考えることは難しいが(前掲註・11)、商法 12 条は、いわば「周知性(または著名性)のない商号に対する『不正の目的』は存在し得る」という考え方を採用していることになる。

²⁶⁾ 但し「不正の目的」の立証は必要である。そのため実際には、「被侵害商号が有名である」ことが、間接事実として要求されることが多いである

う。

²⁷⁾ 設例で言えば、Y の「梅屋饅頭」が X の営む「梅屋」の菓子であると需要者に誤認混同させること

²⁸⁾ 例えば「ある商人が違法(営業)行為を行っているかのような誤認混同を一般人に生ぜしめる意図」などの、「加害の目的」が考えられるだろうか。

平成30（2018）年度
大学院経営情報学研究科（修士課程）
「学位論文等」（概要）

- 程 家圓 札幌のデジタルコンテンツ産業におけるビジネスエコシステムに関する研究
杨 倩 日本の情報サービス IPO 企業の成長性 — 売上高と従業員を中心に —
练 昱浔 「越境 E C」産業育成策の中日比較
— 日本の特色ある育成事例を中国に活かす提案を中心に —

〈修士論文概要〉

札幌のデジタルコンテンツ産業におけるビジネスエコシステム に関する研究

程 家圓*

1. はじめに

日本のコンテンツ産業の市場規模は約12兆円で、米国、中国に次いで世界第3位の規模である。

『デジタルコンテンツ白書2018』[1]によると、日本のコンテンツ産業の市場規模の推移は2008年から2009年にかけてリーマンショックに端を発する全世界経済不況により、数値が下がったが、2011年から2017年まで微増ではあるが伸びている。札幌市は、日本の地方都市としてデジタルコンテンツ産業の発展に長い歴史を持つ。1970年代から、札幌のデジタルコンテンツ産業は集積クラスターからサッポロバレーへ次第に発展した。本研究はデジタルコンテンツ産業の産業クラスター及び日本の地方都市に関するデジタルコンテンツ産業の中小企業などの先行研究を踏まえて、その課題と、今後の産業の発展のためのビジネスエコシステムの新たな形を明らかにする。

2. 研究目的と独自性

2-1 研究目的

本研究の目的は三つの部分に分けられる。

一つ目は日本の地方都市としての札幌市において、サッポロバレー以後のデジタルコンテンツ産業の発展を整理するために、札幌のデジタルコンテンツ産業に関する企業群を可視化する。

二つ目はビジネスエコシステムの視点から、札幌のデジタルコンテンツ企業だけでなく、大学、

ファンド、外郭団体などの関係性を見つける。

三つ目は関係図を通じ、札幌のデジタルコンテンツ産業の今後に合う施策の提言をおこなう。

2-2 先行研究と独自性

富沢（2002）は札幌および北海道のデジタルコンテンツ産業の育成と問題点を述べた。受託によるシステム開発やソフトウェア開発をメインにしている企業が多いが技術志向であり、コンテンツ制作やビジネスモデル的な企業が少なく、地元の既存産業との結び付きが弱いなどの問題点を指摘した。株式会社HVC 戦略研究所（2010）は日本と北海道のモバイルコンテンツビジネスの現状を分析し、北海道の強みと弱みを把握した上で、みあう施策案を提言した。北海道の弱みはプロデューサーや財務・営業などの人材不足、情報と交流の不足等により地域における面的な広がりには欠け、事業投資資金が限定的で、自社コンテンツ事業を展開している企業は多くないなどの問題点を指摘した。池永（2013）は日本のデジタルコンテンツ産業のさらなる飛躍を目指し、中小企業が抱えている課題を探った。そして、デジタルコンテンツ産業を取り巻く中小企業の問題点と解決策を提示した。北海道の情報産業に関しては経営基盤の弱み、古い業界構造、優秀な人材の不足などの問題点を指摘した。

以上の先行研究を総合的に見ると、デジタルコンテンツ産業を俯瞰的に可視化するなど新たな視点から地方都市のデジタルコンテンツ産業の発展を分析する論文は少ない。本論文の独自性は以下の通りである。

第一に、札幌市のデジタルコンテンツ産業を俯

* 北海道情報大学大学院経営情報学研究科,
Graduate School of Business Administration
and Information Science, HIU

瞰する研究がほとんどなされていないことを明らかにしたことである。

第二に、札幌市内においてデジタルコンテンツ産業のエコシステムを企業のアンケート調査結果をもとに可視化する。

第三に、札幌市のデジタルコンテンツ産業におけるビジネスエコシステムの特徴を捉えるために、日本の地方都市、福岡市のゲーム産業と、大阪のデジタルコンテンツ産業の特徴と比較する。

3. ビジネスエコシステムとは

エコシステムは生態系生態学から借用したメタファーである。Moore(1993)[2]が、初めてビジネスエコシステム概念を提唱した。ビジネスエコシステムの進化は四つの段階で分けられる。それは誕生 (birth), 拡張 (expansion), リーダーシップ (leadership), 自己革新 (self-renewal) もしくは死亡 (death) である。Moore (1996) は、第一段階の誕生 (birth) を開拓 (pioneering) に代え、リーダーシップ (leadership) を権威確立 (authority) に代えたが、ビジネスエコシステムの基本の仕組みは変わってない。ビジネスエコシステム概念を巡り、多くの研究者が議論してきたが、業界の構造変化と競争に従って、ビジネスエコシステムの定義は次第に変化していく。本研究ではビジネスエコシステムの定義を、伝統的なひとつの企業のビジネスモデルではなく、業界をまたがった形でその中核をなす企業の重要性と、その補完関係にも重点を置く。また、それぞれ一部の企業・組織と、それらの共存のために、良い循環を形成するものとする。

4. デジタルコンテンツ産業とは

「コンテンツ」は元々英語の contents で、外来語として存在している。『デジタルコンテンツ白書 2017』[3]によると、コンテンツの定義とは「様々なメディアで流通され、動画・静止画・音声・文字・プログラムなどによって構成される“情報の中身”、映画、アニメ、音楽、ゲーム、書籍など」のことである。デジタルコンテンツとは「消

費者に対しデジタル形式で提供されるコンテンツ」のことである。本稿では、札幌市のデジタルコンテンツ産業の現状を把握する上で、デジタルコンテンツ産業を「サイト、グラフィック、動画、映像、音楽、ゲーム、アプリ、システム開発、及びそれらと関係のある情報をデジタル形式で消費者に提供する企業が構成する産業」と定義する。

5. 研究過程

5-1 研究の流れ

研究の流れを図1で示す。まずはデジタルコンテンツ産業の歴史の調査で行う。次に札幌におけるデジタルコンテンツ産業企業の整理を行う。その後、整理したデジタルコンテンツ産業の中で調査したい企業を決める。そして、企業にアンケート調査を行う。同時に、企業のサイト調査と文献調査を行う。回収したアンケートの結果を集計した後、ビジネスエコシステムの可視化図を制作する。

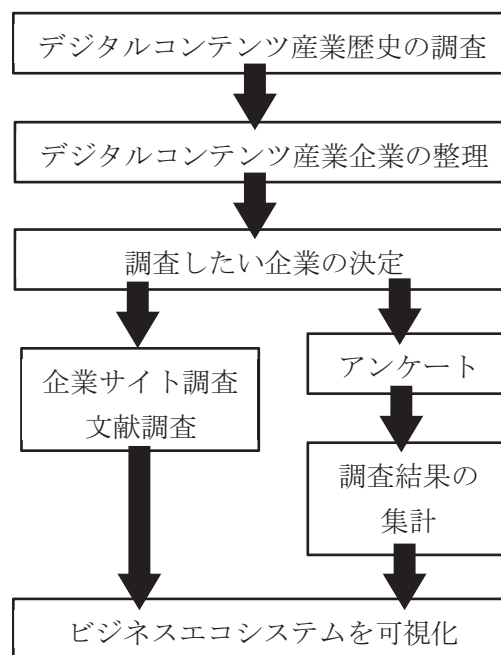


図1 研究の流れ

5-2 札幌市のデジタルコンテンツ産業企業の整理と抽出

本研究は札幌市内においてデジタルコンテンツに関する企業の現状を把握するため、札幌市内のデジタルコンテンツ企業（一部）にアンケート

調査を行う。札幌市のデジタルコンテンツ産業に関する企業の数が多いため、以下の三つの資料を中心に、141社の企業に絞った。

資料1：『平成21年度地域経済産業活性化対策調査事業 北海道に行けるモバイルコンテンツビジネスの発展可能性検討調査』[4]

資料2：札幌ビズカフェカレンダー2018[5]

資料3：『サッポロバレーの誕生 情報ベンチャーの誕生』[6]

そして、「誰に、何を、何で」の三つの方面で企業の主な顧客属性、提供しているサービス内容、対応している主なプラットフォームの種類を分析した。

5-3 札幌市のデジタルコンテンツ企業へのアンケート調査

今回のアンケート調査の目的は札幌市内においてデジタルコンテンツに関する企業の現状を把握し、全体の関連性を見つけることである。さらに、今後の事業展開のために、改善点や新たな課題を抽出することである。

5-3-1 アンケート調査の内容

調査対象は札幌市内のデジタルコンテンツ関連企業である。調査は9月から11月10日で行った。調査項目は企業の基本情報と事業展開を中心に選択式設問が6問と「ビジネスエコシステムパートナーマップ」(以下「マップ」)への記述である。「マップ」は自社を中心とし、企業、組織と団体との関係が書けるようにした。関連組織、例えば金融機関や大学、協力会社、顧客、競争相手などはビジネスエコシステムの各要素である。

5-3-2 アンケート調査の集計

実際に企業にアンケート調査を郵送する際、アドレスの不明や、企業の代表者の不明などの問題もあり、郵送したアンケート数は131件であった。11月10日までに回収したアンケート数は33件で、回収率は25.19%であった。33件の回答の中では、中小企業の数が多かった。特に20人以下の企業は51.5%を占めた。中小企業が多いため、

子会社を持っている企業は少ない。約60%の企業は子会社がないと答えた。事業が始まるきっかけに関しては57.6%の人が会社を辞めた後、起業した。業務内容に関しては自社サービスのみを提供している企業は少ないことが明らかになった。事業内容から見るとサービス系の企業の数が少ないことも明らかになった。回収した「マップ」の結果を見ると、秘密保持契約を結んでいる会社は、回答できない部分があった。これに対しては、企業のWebサイトを調査し、情報を補完した。

5-4 ビジネスエコシステムパートナーマップの作成

アンケートの結果をもとに、札幌市内のデジタルコンテンツ企業パートナーマップと札幌市内におけるデジタルコンテンツ企業の時間軸マップを作成した。完成したマップを付録AとBに載せる。

6. 研究結果のまとめ

6-1 示唆

本研究を通じ、札幌市内のデジタルコンテンツ産業の発展につき、ビジネスエコシステムの視点から三つの示唆を得た。

一つ目はサッポロバレーの時に札幌および北海道で活躍していた大企業が徐々に消えたことである。それに代わり、2000年前後に生まれた企業が大きくなってきた。しかし、リーダーのような企業が存在していない。また、子会社をつくり、規模を広げていく企業も少なくなった。

二つ目は大学・教育機関に関し、北海道大学を除き、道内のデジタルコンテンツ企業は大学や専門学校との連携が少ない。また、大学発ベンチャー企業も少ない。学校から起業の比率が少ないため、スキルだけでなく、経営を勉強できる環境が必要と考える。

三つ目はファンド・金融機関に関し、札幌の投資機関が少ない。もっと資金面の補助が獲やすくなれば、起業や自社サービス事業開発がしやすくなる。

6-2 提言

札幌市のデジタルコンテンツ産業に対し、示唆をまとめた後、以下の内容を提言する。提言は大きく、三つの部分に分けた。企業、大学・教育機関、ベンチャー企業・金融機関である。

1、企業

- ・積極的に他社との最新技術や知識の交流を行う。
- ・地域連携や異なる業界との連携に注目する。
- ・各部門の事業を次第に拡大させ、子会社を設立を目指す。

2、大学・教育機関

- ・研究領域だけでなく、他の目的で企業との連携を増やす。
- ・働いているプロの人を招いて、学校で授業を開設する。
- ・イベントを行い、学生の作品を企業に提示する。

3、ファンド・金融機関

- ・道外、海外の投資を探す。
- ・中小企業に向けた新規事業、起業の支援策を提供する。
- ・ファンド・金融機関の情報整理、提供のウェブページを開設する。

7. 今後の課題

札幌市内のデジタルコンテンツ企業のアンケート調査の回収量が足りなかった。また、実際にデジタルコンテンツ産業で貢献している人にインタビュー調査を実施することも必要である。加えて、道外や海外と取引関係がある企業が研究対象外となったので、デジタルコンテンツ産業のビジネスエコシステムに対し不十分なところもあった。また、海外の先進国に関する先進例の研究も行うことができれば、さらに参考となる情報が得られた。今後の課題としてはもっと深く札幌市のデジタルコンテンツ産業を考察するため、実際に企業の方とインタビュー調査を行い、もっと深く企業と組織、外郭団体との関連性を明確することが重要と考える。

参考文献

- [1] 『デジタルコンテンツ白書 2018』, 一般財団法人デジタルコンテンツ協会。
- [2] Moore JF.(1993) 「Predators and Prey : A New Ecology of Competition」 .
- [3] 『デジタルコンテンツ白書 2017』, 一般財団法人デジタルコンテンツ協会。
- [4] 『平成 21 年度地域経済産業活性化対策調査事業 北海道に行けるモバイルコンテンツビジネスの発展可能性検討調査』, 株式会社 HVC 戦略研究所。
- [5] 札幌ビズカフェ公式 WEB, <http://bizcafe.jp/> (2018 年 7 月 21 日)。
- [6] 『サッポロバレーの誕生 情報ベンチャーの誕生』, 北海道情報産業史編集委員会。

謝辞 本研究を進めるにあたり、研究テーマ、研究方法、アンケート調査など多くのご指導を賜り指導教員の北海道情報大学 安田光孝教授に深く感謝しております。

副審査の福沢康弘准教授・斎藤一教授には、本論文を完成させるにあたり、大変有意義及び的確なご意見をいただき、心から感謝の気持ちと御礼を申し上げます。

アンケート調査を協力していただいた札幌市のデジタルコンテンツ企業たちに感謝します。

また、日常の講義を通じて多くの知識や示唆をいただいた田中英夫教授・坂本英樹教授・浜淵久志教授に感謝します。

最後に、助けていただいた北海道情報大学の皆様に感謝の意を申し上げます。

〈修士論文概要〉

日本の情報サービス IPO 企業の成長性

—売上高と従業員を中心に—

楊 倩*

1. はじめに

日本経済の GDP 成長率は毎年 1%前後で、経済が停滞しているが、GAFA に代表されるようにアメリカの情報産業は発展し、経済も好調である。中国のアリババ・テンセントも拡大している。日本ではソフトバンクグループや楽天は有名だが、他の情報サービス業の企業はどのように発展しているだろうか。

2. 研究目的、研究対象、研究の独自性

2-1 研究目的

情報サービス業は世界的なイノベーションの中心にあり、激しい競争になっている。また情報サービス業が成長は経済発展の鍵である。こうした情報サービス業が発展するには、成功企業や失敗企業の事例研究が蓄積され、これらを起業家が参考にすることが不可欠である。

本研究の目的は次のふたつである。

- ① 日本の情報サービス企業の成長度を測定する。
- ② 高成長企業の特徴と低成長企業の特徴を提示する。

2-2 研究対象

本研究の情報サービス業の範囲は、委託による情報システムの構築や運営、インターネット付帯サービス業であり、通信業を除く。研究対象企業

として、インターネットが始まった 1995 年から 210 年に株式を新規公開 (IPO) した 440 社を『会社四季報』などから選んだ。特に 2000 年と 2006 年上場企業を代表例として詳細に分析する。

図 1 はこの期間に IPO した全産業の企業数と情報サービス業の企業数の変化である。



図 1 IPO 企業における情報サービス企業数

2-3 本研究の独自性

忽那論文に代表される先行研究は、分析対象を全業種から選んでいる。しかし、本研究が対象とする情報サービス業は他の産業にない特徴があり、情報サービス業に限定して研究する。情報サービス業に限定した IPO 企業の分析はこれまでなかった。

また売上高と従業員数や経営者の年齢、設立から IPO の年数だけでなく、IPO 企業の事業セグメントの変化や資金調達方法などの経営内容に加え経営者の持ち株比率など経営の具体的な特徴にまで研究を拡大した。

3. 情報サービス業 IPO 企業の成長性

3-1 全期間の動向

3-1-1 IPO から 2016 年までの売上高と従業員数の増加倍率

1995 年から 2010 年までに新規株式公開 (IPO)

* 北海道情報大学大学院経営情報学研究科,
Graduate School of Business Administration
and Information Science, HIU

した情報サービス業 440 社のうち上場廃止の 147 社を除く 293 社の IPO から 2016 年度までの売上高倍率の変化を『会社四季報』などから集計した。

上場を維持した企業の IPO から 2016 年度までの平均売上高合計は、2.89 倍であった。

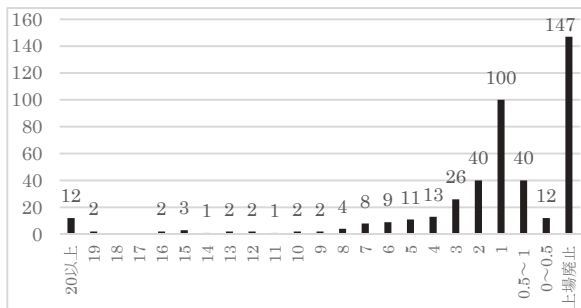


図2 情報サービス業 IPO 企業の売上倍率

情報サービス業は成長産業のイメージが強いが、IPO から 2016 年度までに売上高が 2 倍未満増加企業は 152 社あり上場維持企業の 50 パーセントをしめる。4 倍以下が 66 社 23%であった。10 倍以上の高成長企業数は 9 パーセント程度しかない。IPO 後の売上高の増加は決して高くない。

次に IPO 企業の雇用の増加倍率を計測した。IPO 時の正規従業員数は、10 万 9 千人であった。2015 年度に従業員は 30 万 8800 人と 2.82 倍になった。従業員数の増加倍率の企業の分布を見ると、図 2 の売上高倍率の変化とほぼ同じであった。

3-1-2 高成長企業の特徴

高成長企業と経営者の年齢の相関関係を見たが、高い相関関係は見られなかった。忽那や宮生論文のように経営者の若さは成長に必要だが、不正や経営不振の原因になったことが明らかになった。

次に 20 倍以上の高成長企業の経営の内容を分析した。高成長企業はインターネットやスマートフォンのインベーションに対応し早く参入して地位を固め、その後次々に新規参入し M&A と合わせて多角化して規模を拡大した。

成長企業の資金調達方法を分析すると、多角化で規模拡大した企業は、有利子負債に資金調達依存したので、自己資本比率は 10%前後であった。一方、スマートフォン向けのゲームで成長した企業は、有利子負債がゼロか、負債依存が極めて小

さかった。ゲーム企業は企業規模も小さく、成長の資金は、高い利益 (ROE) を蓄積して、これを投資資金にした。

上場を維持した IPO 企業の経営者のほとんどは創業者である。20 倍以上売上高を増加させた経営者は、日本の有名な情報サービス業の創業者であり、業界のリーダーである。

高成長企業の経営者の持ち株比率は 30~50%であった。経営権を確実に確保するには、持ち株比率が 50%以上必要だが、株式所有が分散した場合 30%程度で可能になるかもしれない。この点はさらに分析が必要である。高成長企業の経営者は、自分名義の株式に加えて、自己の資産管理会社に株式を保有させていた。

3-2 2000 年 IPO した企業の分析

2000 年に IPO した 53 社のうち上場維持は 31 社、上場廃止は 22 社であった。この年は世界的な IT 起業ブームと上場基準の緩和で上場数が多く、不振や不正企業、合併や買収など上場廃止になる企業が多かった。

低成長や経営不振で倒産した企業は、大企業子会社、金融向けソフトウェア開発、PC や携帯電話向けコンテンツ配信などであった。

上場維持 31 社のうち、IPO 時と事業が同じ 16 社は低成長でありこれらは創業者の年齢が高く、創業者が引退すると子供が後を継ぐファミリービジネスで規模も小さい。

2 倍以上成長したのは 15 社であった。売上高が 20 倍以上の高成長は 4 社であり、新規事業への積極的な参入・多角化で成長した。4 社の経営者は、IPO 時 20~30 歳代、持ち株比率 30%前後であった。同時に若い経営者による法令違反などで上場廃止も 6 社あった。

3-3 2006 年 IPO した企業の分析

つぎに 2006 年に上場した企業 62 社を分析する。情報サービス業の IPO 数がピークになったこの年は上場廃止が 23 社、上場維持が 39 社であった。

10 倍以上売上高を成長させた企業のビジネスは、個人消費者向けが 8 社、企業向けサービスが

3社であった。高成長企業の設立から上場までの年数は短い。10倍以上売上高が増加した企業でミクシイ以外の3社は、新規事業の参入と多角化戦略で成長した。

売上が減少した企業の事業内容は、企業向けシステム開発、PC販売・保守点検や携帯電話関係が多い。消費者向けはPCや携帯電話向けのゲームやコンテンツ、ソフトウェア開発であった。

2006年にIPOした企業は、2000年IPO企業に比べ上場期間が短いので売上高の成長は当然小さいが、2016年度で売上高が50億円以下、従業員100人未満が20社あった。上場後10年経ったが、情報サービスの企業の企業規模は小さい。

4. 高成長企業の創業者の日米中比較

3カ国の創業経営者は同じ時期に同じような年齢で起業している。日本では孫正義や三木谷浩史は経営規模が大きい、次第に経営規模が小さくなっている。アメリカの創業経営者はグーグルのように若くても大規模に成長し規模を拡大した。中国の創業者の経営規模も大きい。

日本の企業家は、日本の市場が小さいので海外市場の開拓が必要であるが、ソフトバンク以外は成功していない。

5. 研究結果

本研究は、日本の情報サービス業に限定してIPO後の成長性を分析した。情報サービスの成長企業は、忽那や宮生論文の研究結果のように経営者が、創業者で、年齢が若いことがわかった。しかし本研究では、若い経営者は法令違反などの失敗も多かった。

ゲーム以外の情報サービス業の高成長企業は、積極的な多角化やM&Aで企業規模を拡大し、成長の資金は有利子負債に依存している。経営者は経営権の確保のために30%以上の持ち株比率を維持しようとするが、個人の財産管理会社を活用することもわかった。

日本の創業経営者を、中国・アメリカの情報サービス業の経営者と比較すると創業者が同じ年齢でも日本の企業規模は小さい。アメリカ・中国

は急激に巨大化して、利益を増やして、連続してイノベーションを起こしている。日本の市場は小さいので、海外で事業を展開する必要があるが、成功事例が少ない。孫正義のソフトバンクのような事例が必要である。

6. 今後の課題

情報サービス業は世界的なイノベーションの中心であり、日本でも成長が必要である。情報サービス企業は、世界的に雇用創出と経済の活性化を支えている。情報サービス業の日本企業は成長度が低い企業が多かったが、どうすれば成長企業を増加させるかが大きな課題である。

IPO後の成長の低さは、新興企業向けを含めた株式市場が機能していないことを示している。不振企業を強制的に株式市場から退出させて、成長を促すような改革が必要だ。株式市場の改革をはじめ、イノベーションを起こす起業家を増やす方法などをさらに研究する必要がある。

参考文献

【先行研究論文】

1. 忽那憲治 (2014) 「IPO後の高成長企業と低成長企業」、『一橋ビジネスレビュー』62巻2号、pp. 6-21
2. 宮生侑祐 (2016) 「新規株式公開前後の企業の成長性に関する考察:高成長企業と低成長企業の特徴について」、『慶應義塾大学大学院経営管理研究科』
3. 渡邊佑規 (2014) 「高成長企業における経営者持ち株比率と企業価値」、『一橋ビジネスレビュー』62巻2号、pp. 44-59
4. 細野薫・滝沢美帆 (2015) 「未上場企業によるIPOの動機と上場後の企業パフォーマンス」、独立行政法人経済産業研究所 (RIETI Discussion Paper 15-J-005)

【経営資料】

『会社四季報』、『日経会社情報』などによる。

謝辞 指導担当の浜淵久志教授、副査担当の長尾光悦教授、福沢康弘准教授に深謝する。

〈修士論文概要〉

「越境 EC」産業育成策の中日比較

～日本の特色ある育成事例を中国に活かす提案を中心に～

練 イクジン*

1. はじめに

「越境 EC」とは国を越えた電子商取引 (EC = electronic commerce) のことである。特に、海外向けにウェブサイトを開設し、その国の消費者向けに販売することをいう。

産業政策とは、政府による産業への介入政策のことである。

2. 研究の背景

世界「越境 EC」の市場規模は、2018 年は 6760 億米ドル (約 75 兆円)、2020 年には 9940 億米ドル (約 110 兆円) となり、年率では 20% の成長率 (図 1 参照) [1]。

図 1 世界「越境 EC」の市場規模



出所: Alizila, Jan2017

中国における「越境 EC」が急成長にきたのは、経済発展が急速していること、インターネット人口が急増していること、外国産商品 (ブランド) 品質が良くて取引の安全性が高いこと、訪日中国人によるインバウンド消費にかげりが見られる

* 北海道情報大学大学院経営情報学研究科,
Graduate School of Business Administration
and Information Science, HIU

こと、日本から中国向けの「越境 EC」市場規模が拡大していることなどが背景にあるようである。

日本で、少子高齢化が進む中、個人消費は縮小していること、中国市場にシフトしつつあること、などが背景にあるようである。

3. 問題意識の提起

「越境 EC」産業の育成は、輸出振興や中小企業支援と地方再生を促進するに当たって、最も重要な課題の一つである。

これまでの先行研究では、「越境 EC」産業育成策の中日比較について、十分な議論が行われなかった。そこで、「越境 EC」産業育成策の中日比較を通して、日本の特色ある育成事例を中国西部特産品の輸出に活かす提案をしたい。

4. 研究の目的と独自性

筆者は以下の 3 点を目標として研究を行いたい。

まず、先行研究を精査し、中日両国「越境 EC」産業の育成策をまとめることである。

次に、「越境 EC」産業育成策の中日比較を行い、それぞれの特徴を取り上げて、共通点と相違点を明らかにすることである。

最後に、筆者が整理分析した日本の特色ある「越境 EC」産業の育成事例を中国西部特産品の輸出に活かす提案をすることである。

これまでの先行研究では、「越境 EC」産業育成策の中日比較について、十分な議論が行われなかったため、筆者は次のような独自の研究を行うことにしたい。中日両国「越境 EC」産業の育成策を比較し、それぞれの特徴を取り上げて、共通点と相違点を明らかにすると同時に、「越境 EC」産

業の育成事例をまとめたうえ、日本の特色ある育成事例を中国西部特産品の輸出に活かす提案をすることである。

5. 中国「越境 EC」産業の育成策

中国政府はここ数年、「越境 EC」産業の育成策を推進してきた。主な育成策として、保税モデルを活用する「越境 EC」産業を育成すること、「越境 EC」総合試験区を設置すること（図 2 参照）[2]、税制面での育成策が打ち出されること [3]、各地方政府が推進している「越境 EC」産業を育成すること、電子商務法の施行（2019 年 1 月 1 日）[4]などを挙げることができる。

図 2 「越境 EC」総合試験区分布図



出所: ジェトロ

6. 日本「越境 EC」産業の育成策

日本の個人消費は人口が減少していることから、今後縮小することが予想されている。そのため、「越境 EC」によるビジネスモデルは、日本企業の海外における販売促進の方法を大きく変化させようとしている。特に、「越境 EC」による輸出が、日本国内の地方再生や中小企業支援に一役買うことも期待できる。

「越境 EC」産業を大きく育てていくために、日本政府や地方自治体、商工会議所などが、次のような育成策を実施している。「越境 EC」応援ポータルサイト内に、支援機関トピックスを紹介すること [5]、中小企業の海外販路開拓支援を目的とした「中小企業のための EC 活用支援ポータルサイト (ebiz)」（経産省中小機構）の開設すること [6]、「越境 EC」セミナー（ジェトロ）の開催によること [7]、東京都内中小企業の優れた商品を

海外において販売する「越境 EC サイト」の開設すること [8]、「海外インターネットビジネス研究会」（大阪府堺市国際ビジネス推進協議会）の開催すること [9] などである。

7. 「越境 EC」産業育成策の中日比較

まず、筆者は中国も日本も中央政府による「越境 EC」産業を育てるために、明確な育成策を実施してきた共通点を見つけた。

中日両国が「越境 EC」産業を育てる際には、両国の育成策の相違点に注目されている。中国における「越境 EC」産業を育てる重点は中央政府による育成策を実施している。これに対して、日本における「越境 EC」産業を育てる重点は、中央政府や地方自治体、日本貿易振興機構（ジェトロ）などの相互協力連携による地方再生と中小企業海外販路開拓支援している。

8. 中国西部地域の現状

中国の西部地域総面積は中国全体面積の 71% も占めてある（図 3 参照）。90 年代後半、中国の西部地域は急成長してきたが、東部と比べ、経済や産業などの面はかなり遅れているのは現実である [10]。

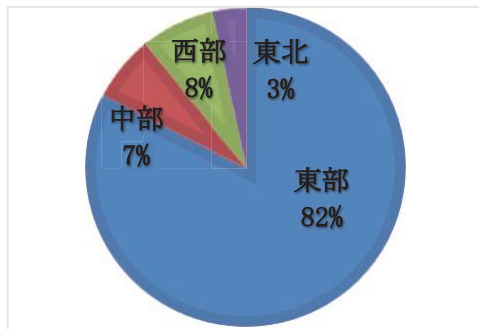
図 3 中国西部エリア



出所: 中国インターネットホームページ

中国東部、中部、西部、東北部経済指標を比較したが、中国輸出総額に占める割合を見ると、東部は 82% に対し、西部は 8% にも達していない（図 4 参照）ので [13]、西部地域の輸出を拡大するために、日本の特色ある「越境 EC」産業の育成事例を中国西部地域輸出振興への利活用を提案する。

図4 中国の輸出入総額



出所: 中国経済データハンドブックの情報を基に筆者作成

9. 西部地域輸出振興への利活用提案

(1) 「越境 EC」セミナー（ジェトロ）開催事例の利活用（提案その 1）

中国の西部地域、とりわけ 5 大少数民族自治区において、中央政府と当該地域地方政府主催で「越境 EC」産業育成のために人材育成、基礎知識普及セミナーを年間数回開催することと中国西部地域に拠点を設けている外資系企業や中国系「越境 EC」企業とのビジネスマッチングの機会を提供するためのセミナーを年間数回開催することなど、積極的に取り組む姿勢を持つことができれば、「越境 EC」貿易による地方再生や西部地域特産品の海外販路開拓支援に一役買うことも期待できる。

(2) 「中小企業のための EC 活用支援ポータルサイト (ebiz)」(経産省中小機構) 開設事例の利活用 (提案その 2)

この事例を利活用して、中国商業部は西部地域の自治区や省レベルの商業庁との協力連携で「ebiz」を開設し、次のような支援策を実施する。

- ① 「越境 EC」を始めたい西部地域の事業者向けに基礎的な情報を提供すること
- ② 西部地域事業者の海外販路開拓支援を目的とした、オンライン講座、イベントセミナーなどを案内すること
- ③ 中国国内から海外まで幅広く、「越境 EC」市場への具体的な参入や運営方法および「越境 EC」に関するノウハウをプロが教える支援活動を展開すること

(3) 「越境 EC サイト」(東京都) 開設事例の利活用 (提案その 3)

この事例を利活用して、中国西部地域に位置している自治区や省レベルの地方政府は当該地域内企業の優れた特産品を海外において販売する「越境 EC サイト」を開設し、次のようなメディア活用海外販路開拓支援事業を展開する。

- ① 優れた特産品の海外販路拡大につなげるため、「越境 EC サイト」を通じて PR すること
- ② また優れた特産品を広く PR するためのプロモーション支援を実施すること
- ③ 海外購入者への発送サポートや税関手続きといった物流支援も実施すること

(4) 「海外インターネットビジネス研究会」(大阪府堺) 開催事例の利活用 (提案その 4)

大阪府堺市国際ビジネス推進協議会主催の「海外インターネットビジネス研究会」開催事例を利活用して、中国の西部地域、とりわけ 5 大少数民族自治区(省レベル地方政府)において、「越境 EC」に精通される研究者や専門家から「越境 EC」ビジネス事業者を対象に、研究会開催などの活動を通じて地元の特産品海外ビジネスをハンズオンで支援すれば、今後における「越境 EC」を進められる事業者にとって不可欠な情報集となり、「越境 EC」を効果的に行うことにより、大きなビジネス拡大につなげていくこともできると筆者は思う。

10. 今後の課題

今後の研究課題としては次の二つがある。

本研究論文は「越境 EC」産業育成策の中日比較に限定したが、比較範囲を中日米に広げることが今後に残された研究課題の一つである。

本研究論文は日本の特色ある育成策事例を利活用して、「越境 EC」を通じて、中国西部地域の再生と輸出振興に貢献できる提案をしたが、中国農村部全体に広げることが今後に残されたもう一つの研究課題である。

参考文献

- [1] 「平成 29 年度 我が国におけるデータ駆動型社会に係る基盤整備 電子商取引に関する市場調査報告書」平成 30 年 4 月 経済産業省
- [2] 「中国における「越境 EC」の動向 (2016 年)」 日本貿易振興機構 2016 年
- [3] 「中国の越境 EC」ジェトロセンサー特集 2017 年 2 月号
- [4] 「電子商取引法来年から施行 罰金最高 50 万元」人民网
- [5] 支援機関トピックス
<https://www.keieiryoku.jp/>
- [6] 中小企業のための EC 活用支援ポータルサイト ebiz
<https://ec.smrj.go.jp/>
- [7] 日本貿易振興機構ジェトロ
<https://www.jetro.go.jp/jetro/>
- [8] 東京都ホームページ
<http://www.metro.tokyo.jp/>
- [9] 「海外インターン取引マニュアル」堺国際ビジネス推進協議会事務局 2018 年 3 月
- [10] 中国内陸部の現状と発展可能性」みずほ総合研究所 2004 年 3 月
- [11] 産業・地域・環境保護交流協会 (MCOS) ホームページ
- [12] 中国国家観光局ホームページ
- [13] 「中国経済データハンドブック」一般財団法人 日中経済協会 2018 年版

謝辞 本論文を書くにあたり, 本研究全般に渡り終始丁寧な指導を頂いた北海道情報大学経営情報学研究科田中英夫教授に心より感謝いたします。

また, 坂本英樹教授, 藤原孝幸准教授には, 本研究に関する研究手法や貴重なアドバイスを頂き, 深く感謝いたします。

CONTENTS

〈Papers〉

Development of Co-operated Education Program among High School and University on “Periods for Integrated Exploration Activities” (I) — Survey on actual situation of educational site in high school —	Tetsuya ITSUURA Toru TSUBAKI	1
Transmission Power Line Detection Based on Optical Flow and Estimation of Aluminum Conductors Boundary	Takayuki FUJIWARA	21
Image Feature Detection from blurring images in Horizontal turning	Takayuki FUJIWARA	31
Verification of causal relation of self-confidence in computer programming and various factors using Bayesian network	Kazuki MIYANISHI Kenji SAITO	37

〈Report〉

A study on the right to monopolize trade names under the Commercial Code	Hiroshi SEKINE	49
--	----------------	----

執筆者紹介（掲載順）

氏名		主たる専攻
五浦 哲也	北海道情報大学経営情報学部 システム情報学科准教授	特別支援教育、生徒指導、 臨床心理学カウンセリング、教育心理学
椿 達	北海道情報大学経営情報学部 先端経営学科准教授	教育制度、数学教育、 進路指導・キャリア教育
藤原 孝幸	北海道情報大学情報メディア学部 情報メディア学科准教授	コンピュータビジョン、 コンピュータグラフィックス
宮西 和機	北海道情報大学情報メディア学部 情報メディア学科助教	ゲームデザイン工学、 ゲームプログラミング
齋藤 健司	北海道情報大学情報メディア学部 情報メディア学科准教授	人工知能、教育システム、仮想環境
関根 洋	北海道情報大学経営情報学部 先端経営学科講師	法学、民事法、商法・有価証券

平成 30 年度北海道情報大学紀要委員会

(2018 年 4 月～2019 年 3 月)

委員長 尾崎 博一 (教授：システム情報学科)
委員 遠藤 雄一 (講師：先端経営学科)
委員 上杉 正人 (教授：医療情報学科)
委員 福光 正幸 (准教授：情報メディア学科)
委員 ジョエル ライアン (講師：先端経営学科)

北海道情報大学紀要 第30巻 第2号

印刷 2019年3月20日

発行 2019年3月30日

編集者 北海道情報大学紀要委員会

委員長 尾崎 博一

発行者 北海道情報大学

学長 澤井 秀

発行所 北海道情報大学

〒069-8585 北海道江別市西野幌59番2

TEL 011-385-4411 FAX 011-384-0134

URL <http://www.do-johodai.ac.jp/>

印刷 株式会社松江印刷

〒060-0033 北海道札幌市中央区北3条東7丁目344番地1

TEL 011-206-7278 FAX 011-206-7268