

検索サイトを利用した深い協同学習の分析

平 真木夫

Analysis of Collaborative Deep Learning by Using Search Engines

TAIRA Makio

概要

2つの質的に異なるトピックを協同で検索して解決することで、どのような学びが得られるのかを考察する。2つのトピックはそれぞれ既存知識が豊富にあるトピックと乏しいトピックとなっていたが、それらをチームを組んで検索して回答を求めた。その結果、既存知識が豊富にあるトピックの方が深い理解を得たと報告された。その理由として既存知識が変容することによって自己効力感が得られた可能性が示唆された。そして、その既存知識が変容するために他者の意見の受容が大きな役割を果たしていたことも示唆された。

Key words: 協同学習 検索サイト 深い理解 領域知識

I. 協同による学習を研究する必要性

Scardamalia & Bereiter (2005)は、アメリカの小学校のクラスで Computer-Supported Intentional Learning Environments (CSILE)を活用し、お互いのアイデアノートや集めた情報をシェアするような形態で授業を進めたところ、標準学力試験もポートフォリオ評価も向上したことを報告している。彼女たちの実践では、更にコンセプトマップや描画ツールを利用してお互いのアイデアを繋げるような活動を行った結果、生徒たちの深い学びに繋がったという。このような活動は実際の教師が行っている協同研究の場面と類似したものといえるだろう。文科省が提唱するような深い学びを一般の学級でも到達させるためには解明すべき重要な知見となっている。

このような研究動向を背景として、協同で問題解決を行う状況、学習を行う状況においてより現実的な協同場面を想定すべきであるという動きが一般的になってきている。例えば、教育政策研究所(2012)は「教育課程の編成原理への示唆」として以下のような提言を行っている。

変化の激しい社会においては、学校で学んだ知識や技能を定型的に適用して解ける問題は少なく、問題に直面した時点で集められる情報や知識を入手し、それを統合して新しい答えを創り出す力が求められている。なおかつ、アイデアや情報、知識の交換、共有、およびアイデアの深化や答えの再吟味のために、他者と協働・協調できる力が必須となってきている。（「社会の変化に対応する資質や能力を育成する教育課程編成の基本原則」 p12）

本研究では協同で検索しその結果を共有し解を導き出す過程を考察するが、実際に仕事や日常生活で協同的な情報収集(Collaborative Information Seeking)が一般的になってきている。例えば、家族旅行を計画する場合、親も検索サイトを利用して検索するが同時に子どもたちも検索することが多い。Arif et. al. (2013) は友人同士で旅行の計画を立てるときの計画の立て方を考察している。そこでは計画の立案から個々の検索、結果の共有のプロセスを分析している。Kelly & Payne (2014) も同様に授業内の受講者同士で旅行計画を協同で立案する中で検索結果を共

有する過程において、どのような共有ツールの利用があるのか分析している。他にも Morris & Horvitz (2007) も協同で旅行先を検索する場面でのアプリケーションの開発について考察を行っている。そして、お互いに離れた場所で協同で旅行先を検索して調べる状況を考察した研究として Gossen et. al. (2011) や Arif et. al. (2013) がある。国内における研究として山本・高田 (2017) を挙げられるが、同様に授業を履修している友人同士における旅行計画の立案に関するものであった (iPad の音声認識機能を利用した情報共有システムの開発)。

ただし、CIS が一般的な行動となっているのにも関わらず、研究対象として旅行計画の立案に偏っていることが示唆される。本研究では旅行計画ではなく他の情報検索場面として、領域知識を操作した課題解決場面を設定し考察していく。

1. 検索サイトの特異性と限界

情報検索において情報を探すプロセスの中で探し手の知識構造の変化は頻繁に生じている (Taylor, 1968)。例えば、途中で探す目的が変わったり、目標変更に伴い情報ニーズが様々に変化する。その一連の流れを説明する古典的モデルとしてタイラーの図書館におけるレファレンスサービスを例に説明しよう。

第1段階では、必要な知識が不足していることを漠然と感じているものの、どのような知識が欠けているか、そのギャップを埋めるためにどのような情報を探したら良いのか分からない状態となっている。実際に図書館ではなくてもインターネット上の検索サイトの利用においても、「*情報検索システムとは、自分がどんな情報を探しているかを説明できない探し手に対して、情報ニーズを的確に示すキーワードの入力を要求する、なんとも矛盾した仕組み* (三輪, 2003 p49)」といった不全感が存在する。これは心奥のニーズ (visceral need) の段階といえよう。

第2段階では、人に上手く説明できないが、不足している知識の領域は把握しており、頭の中で推論したり他者に漠然とした問いを発することによって、求めるべき情報が何か徐々にハッキリしてくる。このような段階は意識したニーズ (conscious need) の段階といえよう。これは検索結果を幾つか見ることによって、臆気ながら方向性が定まってくるような段階に相当している。

第3段階では、欠けた知識が明確に定義され、論理的な質問を投げかけることが可能になる段階である。これは具体化したニーズ (formalized need) の段階といえよう。ここまでくれば検索サイトで正しいキーワードを投入して意図したような結果が得られる確率が高くなる。

第4段階では、図書館のレファレンスサービスモデルにしたがえば、司書の知識構造や理解度を想定し、その人が答えられるような形で質問を投げかけることができるようになる。これは妥協したニーズ (compromised need) の段階といえよう。第4場面を検索サイトを利用する状況で考えると、検索語の数や正規表現などを利用してどれくらいの検索結果を得たいのかコントロールできるようになる段階となっている。例えば、検索結果において網羅性を重視したい場合には、キーワードを限定的に少数指定したり論理的な正規表現を利用したりする。その一方で、ピンポイントで少数の結果が欲しい場合、つまり適合度を高めたい場合はキーワードを複数指定し、正規表現でいうところの論理的に表現することになる (それぞれ OR 検索, AND 検索に相当)。

実際に知識が豊かで習熟している領域においては、検索者は第4の段階に近い形態の検索が可能で、知識が乏しい領域においては第1~2の段階に留まることが Taira (2008) は示している。図1は Taira (2008) の実験結果であるが、今回報告する調査と同じ課題ともなっている。

Created は課題文にない自ら作り上げた検索語であるが、Borrowed は課題文にある単語を検索語として直接利用した数である。SR は「自己責任の原則」といったインターネットを利用する場合の基礎的リテラシーを問うトピックで、

IMAP は IMAP サーバーを利用したメールの同期に関するトピックである。被験者にとって明らかに前者のトピックの領域の方が知識が豊富で、課題文以外の様々な知識を持っているはずである。しかし、後者の IMAP に関しては、スマートフォンを利用しているのにも関わらずその背景となる専門領域の知識は乏しいはずである。その結果、グラフにも示されているように SR は検索語の数が多くなり、結果的に適合度が高くなるような検索行動をとることができるようになった。逆に、IMAP においては検索語が少なく網羅性が高いような検索行動になってしまったことが示されている【 $F(1,103)=534.40, p<.001, \eta^2=.07$ 】¹。

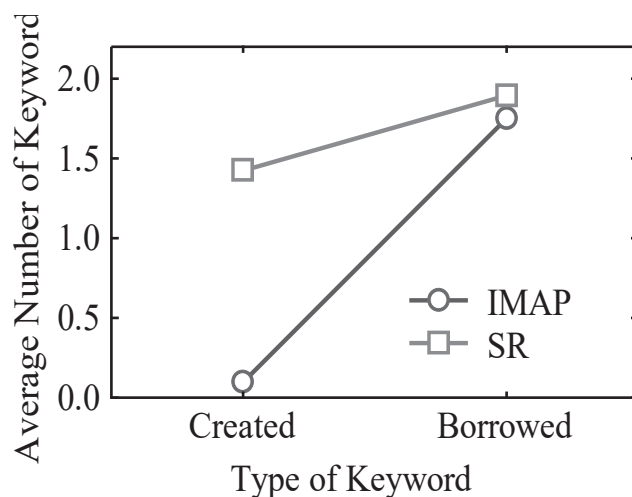


図 1. 知識が豊富な領域(SR)と乏しい領域(IMAP)の検索語の比較
Created は課題文以外から独自に作った検索語, Borrowed は課題文からそのまま借用した検索語を意味している。

このような特異性はヴィゴツキーが指摘する「発達の最近接領域 (Zone of Proximal Development)」との類似性も指摘できるだろう。ZPD 理論として知られているように、子どもには課題を独力で解決できる限界がある(現時点での発達水準)。この限界の上に、大人が与えるヒントなどの援助によって解決できるレベルがある(潜在的な発達水準)。この2つの水準のあいだの領域を ZPD とよぶが、まさに検索活動において表示される結果の質がどのレベルの結果であるかが重要となるのではないだろうか。検索結果とは、大人(検索サイト)が子ども(検索者)の発達の最近接領域に働きかけ、潜在的な発達可能性を目標とする発達水準(目標とする知識の獲得)へ変え、それに伴い新たな潜在的な発達可能性の水準を生み出す可能性を持つものではないだろうか。これが協同で検索する場合はどのような相互作用を生み出すのか本研究では解明してきたい。

2. 協同による問題解決に関する知見

協同による問題解決に関する研究として、おそらく認知科学の領域における最も古い研究として Miyake (1986)が挙げられる。Miyake はミシンでなぜ布が縫えるのか、特にボビンの機能がどのような働きを持っているのか、大学院生と研究室の助手が協同で「分からなさ」という不全感をどのように克服するかを研究している。基本的には、分かっているような気になっている説明者が聞き手に説明し、その説明の破綻を聞き手が指摘し、更にその説明を説明者が補

¹ 分散分析の交互作用が 1%水準で有意であること、効果量が中程度以上であることを意味している。

足し直すというキャッチボールから課題解決が構成されていた。つまり、分かっている人だけでは理解には到達できず、分かっている人の働きが重要であるということになる。これは一般の授業における班別活動やペアワークにおいても見られる現象となっており、普遍的な問題解決のプロセスといえるであろう。

その他にも Miyake & Shirouzu (2001)は、正方形の折り紙を3分の2に折って、更にその紙を4分の3に折った結果に得られる領域を図示する課題を2人の被験者に解かせた。この問題解決過程では、当初は指示どおり折った結果の面積を単純に塗りつぶすだけだったが、折る過程を観察している一方が $\frac{2}{3} \times \frac{3}{4}$ の分数の掛け算で面積が求められることに気づくようになる。このように自信を持って折って説明する立場の被験者を、折っている過程を客観的に観察することで一般解を導き出すという役割の変化を通して、一人ではすぐには気がつかなかった解決に繋がることも協同による問題解決の特徴の一つとっていいだろう。

この二つの研究からいえることは、協同による問題解決では、互いの違いを解消して共通理解を得ようとする事、そして調整や監督能力の重要性が高くなると考えて良いだろう。実際に PISA 2015 でも collaborative problem-solving skills の要素として Monitoring and repairing the shared understanding が重要視されている。

このような協同に基づく問題解決の重要性は、PISA 調査の根本となる Definition and Selection of Competencies (DeSeCo)でも規定されている(DeSeCo, 2005)。そこでは以下の3点が重要事項として挙げられている。

1. Use tools interactively (e.g. language, technology)
2. Interact in heterogeneous groups
3. Act autonomously

そして、類似の資質能力が ACT21S(21st Century Skills)や Hesse al al.(2015)でも重要事項として規定されている。例えば白水(2014)は以下のように旧来の「生きる力」との相違点を挙げ、21世紀型スキルとして何が重要となるか考察している。

(知識基盤社会では) 複雑な問題を解決するために情報を伝達したり共有したり利用したりできるかどうか、新しい要求や変化する環境に即して適応したり革新したりできるかどうか、新しい知識を作り出すためにテクノロジーの力を集結させたり拡張したりできるかどうか、人々の能力や生産性を拡張できるかどうか、成功できるかがかかってくるのです

中略

三つ目の特徴は、協調的な対話能力の重視です。リストの「働く方法」にコミュニケーションやコラボレーションが優先的に入れられているように、職場での協働の重要性が増すにつれ、教育現場でも協調的な問題解決能力が標準的に求められるようになりました。(「新たな学びと評価は日本で可能か」p208-209)

Miyake (1986)の研究から始まって近年の文部科学省の動向(白水, 2014)まで振り返って見たが、平成29年・30年に改訂された学習指導要領に明記されているように、協同による問題解決、つまり「どのように学ぶか」という観点として主体的で対話的な学びが強調されている。

しかしながら、必ずしも協同による問題解決が優れた結果を示すわけではない。例えば、複数でブレインストーミン

グを行う場合、具体的には4人の集団のアイデア数の平均が28であったのに対して、4人が単独で考えたあとアイデアを持ち寄った場合は74.5となった(Diehl & Stroebe, 1987)。また、ブレインストーミングの結果、良いアイデアと専門家から評価された割合は集団では20.8%であったのに対して、単独の場合は79%であった。このように、複数での問題解決が上手く機能するかは条件や課題によって大きく異なることが示されている。他にもKim & Park (1996)は複雑な仕事を行う場合は二人の人間の間での調整作業の量が増えるため、そのコストによって単純な仕事を協同で作業するよりもパフォーマンスが上がらないことも示している。今回のように協同で検索を行う場合は複数のメンバーの行動がどのように機能するか解明していきたい。

II. 方法

本調査は教育学部の教職必修科目のなかで実施され(2019年7月11日)、後で示す項目群をレポートとして提出を求めた(2019年8月15日締め切り)。レポートは著者にメールで送付するよう求めたが、後述する2つのそれぞれのトピックについて回答作成も含めて約30分程度で検索するよう求めた(7月11日)。グループの編成と実験の説明を含め約80分程度で実験が終了した。

協同で作業をするグループは、この講義で行うグループワークの集団を基本として2~3名でグループを編成するよう指示した(結果的に4名のグループが1つ存在した)。そして、7月11日の実験の日には、グループの代表が後述するトピックの回答(200文字程度)とメンバー構成、回答をまとめるのに要した時間、それぞれの検索の意図や結果の評価などのメモを筆者にメールで送るよう指示した。

1. 被験者

実験に参加した被験者は5年生が1人で残りは全て3年生であった。その内訳は、男子学生が13名、女子学生が48名、合計61名が参加した。2名のグループが12組、3名が11組、4名が1組となっていた。

実験にあたって前もってパソコンを持参するよう指示していたが、全ての参加者が持参していたわけではなかった。しかし、検索時にパソコンを持っていたのにも関わらず、検索はスマートホンを利用していた被験者もかなりの人数が存在していた。実際に水谷・小川(2019)は、大学生を対象にパソコンの入力速度とスマートホンのフリック入力の手速を比較したところ、スマートホンの入力速度の方が有意に速く多くの文字を入力できたことを報告している。具体的には5分間の入力文字数で比較したところ、パソコンでは平均236.1文字であったのに対してスマートホンでは平均344.0文字であった²。その割合は定かではないが、今回参加した被験者たちもパソコンよりもスマートホンの方が入力速度が速かった可能性がある。そのような文脈での道具の活用を考察する必要がある。

2. 実験課題

実験課題はレポート課題となっていたが、最終的に提出を求めたものは以下の6つである。

1. 知識が豊富な領域での検索(トピック1)と、知識が乏しい領域における検索(トピック2)でどのような違いがあるのか

² パソコン入力スピード認定試験において、初段から5級まであるレベルにおいて10分間のあいだに4級が300文字、2級が700文字となっている(平成31年度)。文字数から換算すると、5分間で344文字も入力できる能力は2級に相当すると考えられる。

2. 検索する場面でその領域に関する知識がどのような役割を果たしているのか
3. トピック1とトピック2を比べて、どちらの方が「深い理解」を得たと感じたのか
4. 検索するあいだどのように協力したのか、相互の役割や、どのようなやり取りがあったか
5. 検索するときにスマホも一緒に使った方が楽だったか
6. 情報を共有する場合にラインなどのツールを使っていた場合は、そのツールの具体名と使った感想

トピック 1 (自己責任)「ネットワークを利用するときには責任を自分でとる必要がある」といわれていますが、なにを、どのように責任をとるのでしょうか？

トピック 2 (IMAP)「IMAP を使うと同期をとるのが簡単になる」といわれていますが、なにが、どのように簡単になるのでしょうか？

トピック 1 は教育学部に所属する大学生にとっては馴染みのある話題であろう。特に児童・生徒たちが SNS を利用するときにその危険性などを教える立場に立つ可能性が高いことを考えると、熟知しているべきトピックといえよう。そして、トピック 1 は様々な危険、リスクがあることから分かるとおり、多様な回答(対応策)が考えられるトピックともいえる。例えば、ネットワークを利用するにあたって気をつけるべき事項としては、LINE のような SNS を利用したいじめ問題、動画の違法アップロードといった著作権侵害の問題、出会い系サイトにおける性犯罪や詐欺事件、ネットセキュリティの問題などが挙げられる。インターネットを利用するにあたって生じる多様な問題に対処するために、早い段階から自分の身を守るためのネットリテラシーを身につけることが期待されている(例えば今度ら, 2017 など)。

それに対してトピック 2 は、多くの被験者にとっては初めて聞くネットの専門用語であり、知識が乏しい領域の課題であったといえよう。しかし、求められる回答は比較的単純で明快である。例えば、想定される回答としては以下のようになる。

POP メールでは原則的にメールは PC やスマホといった各端末のローカルにダウンロードして読むことになる。その結果、メールは各端末でバラバラに管理される可能性が高くなる。しかし、IMAP ではメールファイルはサーバーで管理されており、ユーザーはメールの読み書きをするときにはサーバーにアクセスすることで処理することになる。そのため POP メールと比べてメールの同期が簡単にできるようになる。(191 文字)

原理的にはトピックの組合せとしては(A)知識が(豊富・乏しい)、(B)回答が(多様・シンプル)の 4 つが考えられる。知識の要素について旅行計画の立案を例にとって考えると、馴染みのある場所に対して馴染みのない場所となる。例えば、仙台市に対して旧ユーゴスラビアのクロアチア共和国の首都のザグレブがそれに相当するだろう。しかしながら、回答の多様性の要素においてメールの取り扱いで考えてみると、メールの暗号システムは知識が乏しくて回答が多様なトピックとなる。例えば、現行の RSA 暗号や開発途中の格子暗号等が回答(対応策)となるが、知識があまりにも乏しい領域においては、回答が多様であってもその理解が困難になり、実質的に検索者としては回答(対応策)がシンプルなものにならざるを得ないことが予測される。それに対して、今回採用した IMAP は 1988 年から存在するメールプロトコルで枯れた技術といって良く(POP は 1984 年)、2019 年の時点では分かりやすく解説された web ページが多数存在していた。そして、運用するサーバーの違いはあるが、プロトコルとしては比較的単純で回答として多様性がないトピックといえるだろう。

中西ら(2018)は素朴概念の変容プロセスを探る調査結果から、「(素朴概念の確信度等が)自らの知識を再構築することに対する自己効力感は、もともと高ければ上述の通り自らが既に持っていた知識との矛盾を感じるような情報から受け入れていく対決型でも概念変化につながるが、もともと高くなければ概念変化につながりにくいと考えられるため、対決型によって下がってしまったり、あまり上がらなかつたりすると考えられる。p200」と考察している。今回のように知識の多寡をコントロールした課題において、知識の変容によって自己効力感が増加するのは知識が多い領域における探索課題となると予想される。それに対して、IMAP 課題においては知識がほとんどゼロからの検索となっていたと考えられるが、このような場合は単に知識が増えただけで、概念の変化がないため自己効力感が低い課題ととらえられると予想される。

Ⅲ. 結果

まず始めに、トピック1(自己責任の原則)とトピック2(IMAP)を比べて、どちらの方が「深い理解」を得たと感じたのか調べ、それぞれの問いについてどのように回答したか分析する。

なお、本研究では形態素解析(テキストマイニング)を用いてレポートの記述を分析するが、そのときに利用したソフトは KH coder 3.Alpha.17b で、複合語抽出には KH coder に実装されている専門用語用自動抽出 Perl モジュール TermExtract を利用した。KH Coder では茶筌も複合語の抽出に利用できるが、今回は TermExtract を採用した³。

また、今回分析に利用する共起ネットワークにおける共起関係とは、1つのテキストの中に複数の語がそれぞれ共に頻出している状態を意味している。例えば、小中の勉強の違いに関する質問の中で「勉強方法」と「丸暗記」が共に頻出していれば、その状態は強い共起関係にあるという。テキストの中で用いられた単語をノードとし、単語と単語の共起性をリンクとするネットワークとなっている。そして、リンクの強さを Jaccard 係数で表現する(強さ=太さ)。Jaccard 係数とは、集合XとYの共通要素を要素の総数で割って集合間の類似度を比較するものとなっている。例えば、 $X=\{1,4,7\}$ $Y=\{1,3,4,8,9\}$ とすると、 $J(X,Y) = |X \cap Y| \div |X \cup Y| = |\{1,4\}| \div |\{1,3,4,7,8,9\}| = 2 \div 6 \doteq 0.33$ となる。このとき Jaccard 距離 $= 1 - (\text{Jaccard 係数}) = (|X \cup Y| - |X \cap Y|) \div |X \cup Y|$ となる。KH coder では他にもユークリッド距離、コサイン係数も選択できるようになっているが、本研究では Jaccard 係数を採用した。同じサブグラフに含まれるサブグラフは実線で繋がっていて、線の太さで共起関係の強さを表す⁴。また、破線はお互いに異なるサブグラフであることを示す。なお、それぞれのサブグラフの共起関係はクラスター分析によっても確認したが、紙幅の関係でそれらのグラフは載せていない。

1. トピック1とトピック2の深い理解の違い

2つのトピックを検索した結果どちらが自分にとって深い理解をしたか選択するよう求めた結果、トピック1「自己責任の原則」が45名(トピック1群)、トピック2「IMAP」(トピック2群)が16名となった。二項検定(正確確率検定)の結果

³ KH coder では形態素解析において茶筌が実装されている。一般的に形態素解析は大きく分けて語の切り出しと接辞処理の2つの段階に分けられるが、日本語のような膠着語は更に接尾辞と接頭辞の処理が必要とされる(岸田, 1998)。

⁴ グラフ理論では「コミュニティ=関連の強い頂点集合」とよばれるが、KH coder ではコミュニティではなくサブグラフとよぶ。

果、トピック 1 を深く理解したと答えた被験者が有意に多かった(両側検定, $p=0.0003$)。これは中西ら(2018)が示したとおり、自らの知識を再構築することで自己効力感が高くなり、知識の再編成がない場合は効力感がそれほど高くないことから生じたものと示唆される。

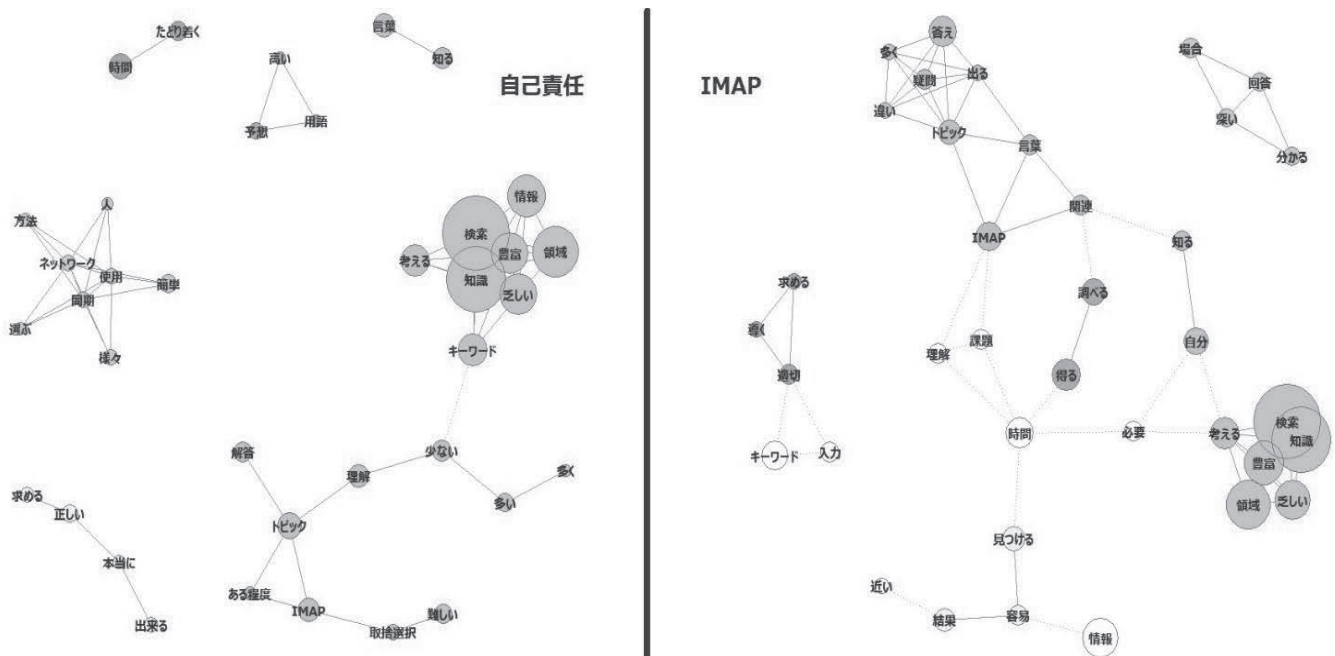


図 2. 検索方法の記述の比較:トピック 1 群(自己責任) とトピック 2 群(IMAP)の共起ネットワーク

2. 知識の多寡と領域知識の役割

先に述べたとおり、トピック1群(自己責任)とトピック2群(IMAP)とで、検索のやり方が違うかそれぞれ分けて分析する(図2)。KH coder を利用して記述を分析したが、トピック1群の記述とトピック2群の記述を比較するために、それぞれについて共起ネットワークを作成して比較した(図 2)。最も頻度が高い単語の繋がりを比較したところ、構成要素に明瞭な違いは見られなかった。実際にトピック 1 群とトピック 2 群とはほぼ同じような記述がされていたことが確認できた。

例えば、トピック 1 群の被験者は、「知識が豊富な領域での検索と知識が乏しい領域での検索の違いは、調べたい答えに対して知識が少しでもあるとより細かいキーワードで検索することができるため、手間がかからないのではないかと考える。また、調べ学習においても調べなくても知識として理解していることがあるため調べる量も知識が乏しいものと比べて比較的少ないのではないかと考える。」と回答した。

トピック 2 群の被験者も「知識が豊富な領域での検索は、キーワードやそこから導かれる答えが何となく想像がついたりする。それに対し、知識が乏しい領域における検索では、どのようなキーワードが適切に答えを導けるのかが分からないため、問題文に含まれている単語以外に何を入力して検索すればよいのかが分からず求める答えが導きにくい。」と回答していた。

そして、知識の役割についても、トピック 1 群とトピック 2 群はほぼ同じような回答が書かれていた。例えば、トピック 1

群では「何かを調べるときのその領域に関する知識は、調べるための、そして、深い理解をするためのきっかけになると考える。知識が豊富ということは、調べるときに、どういうキーワードが必要になるのかわかるので、それをきっかけに検索を初めてそこから知識を深めていける。その領域の知識は、このようなきっかけづくりの役割があると考え。」といった回答が見られた。

ただし、トピック2群の被験者たちからは、「知識が乏しい検索では、自分が調べたいことや見つけたいことが、数多くある情報からどれが自分にとって最も必要な情報であるか見つけるのが困難になりやすい。また、検索にかかる時間自体が多くなると考えられる。また、知識が豊富な検索よりかは、得られるものが多く、かつ検索に係る時間が長くなりやすく、検索における達成感をより味わえると考え。」といった記述が見られた。中西ら(2018)が報告したような知識の変容ではなく、知識の獲得という側面での自己効力感の高さが存在することが示唆される。

2. 深い理解の違いの分析

ピック1群(SR: 自己責任)とトピック2群(IMAP)を比べて、どちらの方が深い理解を得たと感じたのか、それぞれの回答を比較するために対応分析を行った(図3)。対応分析はコレスポネンス分析ともよばれる分析だが、クロス集計表のように行列からなるデータの特徴を視覚的に表現する方法である。関連の強い項目どうしは、原点からみて同一方向に布置される。そして、対応分析では対応の小さい項目は原点付近に、偏りの大きい項目は原点から外れて表示される。結果を解釈するときには偏りの大きい項目を中心に行うため、原点近くのレベルを省いた形で描画するオプションを採用した。

図3を見れば分かるが、IMAPの周辺には「単語」「答え」「学び」「結果」「知る」「新しい」といった単語が集まっていることが分かる。それに対して、SR(自己責任)の周辺には「内容」「関連付ける」「機会」「ネットワーク」「改めて」といった単語が集まっていることが分かる。

それぞれの回答を確認したところ、トピック2群(IMAP)の被験者たちからは、「単語の意味からじっくり調べたトピック2の方が新しい知識に加え、質問の答えを導き出すために得た情報も得ることができたので深い学びに感じた。」「簡潔にまとまった知識が書かれていたから納得できた。答えがはっきりしているという部分。初めて知る情報が多かったため、深い理解を得たと感じた。」といった記述が見られた。(下線部筆者)

それに対して、トピック1群(SR)の被験者たちからは、「トピック1はネットワークを利用する際の個人の責任の取り方について考える項目であった。私自身、ネットワークを利用する機会がどんどん増えていき、身近なことについて考える内容であったからである。また、ネットワークは誰でも容易に利用することが可能であり、コミュニケーションの一部として考えている人や情報の発信源として日々活用している人など、人それぞれ場に合った使い道ができとても便利なツールである。しかしその反面、ネットワーク上で様々なトラブルや被害も起こっていることが事実であり、どのように一人一人がネットワークと向き合っていくべきなのかを改めて考えることができたからである。」「ある程度自分が持っている知識の中で情報を取捨選択し、情報をうまく活用して検索することができたからだ。トピック1の方がトピック2よりも時間がかかったのは、得られた検索結果に対して自分の考えをきちんと持つことができたからであると考え。」といった記述が見られた。(下線部筆者)

つまり、トピック2の検索によって深く理解したと考えた被験者は「新たな知識を獲得できた」ことが理由となっていたのに対して、トピック1の方を深く理解したと考えた被験者は「自己の理解を省察して考えが変わった」ことが理由にな

次に、このような協同的な検索活動においてどのようなツールが活用されたか考察する。図4の右には、「パソコン、スマートフォン、使う」、「写真、撮る」、「LINE、共有、情報」、「画面、小さい、慣れる、サイズ」といったサブグラフが見られた。この単語群に相当する代表的な記述として「検索する際にスマートホンのほうが慣れていることもあり、スマートフォンと一緒に使うことによって楽に課題を進めることができた。LINEを使用した。私はパソコンでもLINEを使用できるようにしているので、メモしたことをパソコンからスマートフォンに直接ペアのLINEに送信して共有することが簡単にできた。」「検索した内容をコピーしたり、リンクを貼ったりする際にスマートホンの操作の方が容易であったため、検索する際はスマートフォンも併用して行った方が楽であったと感じた。ペアと情報を共有する際、LINEも使用した。LINEの方がメールよりも操作の手間が省けることや、ファイル形式を保ったまま送り合えることがメリットとして挙げられる。」という記述が見られた。

水谷・小川（2019）が報告したように、本研究でも被験者たちのかなりの人数がパソコンよりもスマートフォンを利用していたことが示唆される。情報教育の中でもコンピュータの活用能力の一つとして、情報端末を利用する際の入力スキルの向上が挙げられるが、入力するデバイスの在り方も今後は検討する必要があるかもしれない。

IV. 考察と今後の課題

協同による検索によって深い理解が得られたのは、領域知識が豊富なトピックであったことが示唆された。これは一般の学校で行われている調べ学習の文脈で考えてみると、児童・生徒の最近接発達領域にあるような概念を扱う場合にのみ調べ学習が効果を発揮する可能性があることを意味している。もちろん、普通は調べ学習を行う場合は教師が小まめに検索キーワードをアドバイスするので、検索サイトは有効に機能するはずである。しかし、そのようなナビゲーションがない場合は、自分で検索できる有能な生徒だけ伸びて、そうではない生徒は伸び悩むかもしれない。例えば、自宅で課題研究のために検索サイトを利用した調べ学習を行う場合は、そのような危険性が高いだろう。

現時点では、世代間格差、貧富の格差、障害者固有の格差、環境による格差など様々な格差が存在し（文部科学省、2011）、全ての子どもたちが自由にICT機器を自由に使えるような環境にはない。しかし、教育のICT化に向けた環境整備5カ年計画（文部科学省、2018）にもあるように、近い将来において児童生徒が一人一台PCを持った状態で授業が行われる可能性が高い。そのような環境においては、自分なりに操作しやすい環境設定をして、検索サイトも自分なりに使いやすいうように操作できるようになっていると期待される。

このような理想像が描かれているなかで、子どもたちはどのような資質、能力が情報検索によって養われていくのだろうか。モデルケースとして、IE-School（情報教育推進校）における実践研究を参考に情報検索と関連した資質・能力を考察していきたい。

まず始めに、「検索した情報を整理したり、効果的に表現したりすることができれば、各教科等での学びが豊かになり、見方・考え方が発揮されやすくなり、深い学びに結びつきやすくなります。（「主体的・対話的で深い学びの実現に向けたICT活用の在り方と授業事例」p1）」と位置づけられている。検索するだけでは不十分で、それを整理し効果的に表現する能力が求められていることが分かる。具体的な教科レベルでの実践例としては、高等学校の国語科「国語総合『竹取物語』」において、当時の結婚年齢や寿命や平安時代の行事や文化について検索し、当時の様子について考えるような活動が紹介されていた。例えば、「教科書の本文を読むだけでは分からない疑問について、タブレットPCの「検索機能」を活用して調べることで、多角的な視点で考察を深めることができる。（同事例集 p97）」と報告されていた。これらは学力でいうと、知識及び技能に相当するものといえるだろう。

他にも、ニュースのキーワードから関連する歴史的問題を検索する作業をとおして、歴史と現代の問題の関連情報

を収集する実践例も挙げられていた(高等学校世界史 B「歴史と現代社会の関わりを考える」)。課題追求の一つの手段として、ネットなどを検索して情報を収集し考察や構想をまとめることによって、必要な情報を収集・分析・表現する力を育成することが意図されていたといえるであろう。この場合は、目的に応じた情報メディアを選択し、目的に応じて表やグラフを適切に選択・活用し、情報を整理する力が必要とされていたともいえるだろう。これらの能力は、学力でいうと思考力・判断力・表現力に相当するものといえるだろう。

もちろん、このような高度な検索技能は小学生や中学生では難しいかもしれない。そのような場合において、特に検索キーワードの選定問題を支援するシステムとして、AI機能のレコメンデーション機能が考えられる。例えば、アマゾンなどの通販サイトでは商品を発注する場面で、発注画面に別の商品も一緒に購入されていることを表示する機能がある。このような機能が調べ学習でも利用可能になるかもしれない (Surynek , 2013)。

しかし、個人の行動記録に基づいた行動ターゲット型広告のようなレコメンデーション機能が、調べ学習においてどのような影響を及ぼすべきかは今後の重要研究課題となり得るだろう。例えば、現存する検索サイトのレコメンデーション機能そのものが、フィルターバブル問題(Pariser, 2011)とよばれるほど検索者の好みに過度に適応しているため、検索結果が狭められている可能性が高い。実際に Pariser が友人に「エジプト」と検索してもらったときに、アラブの春の時期だったのに関わらず旅行情報が多数となっていた。このように日常生活でAIを活用することは便利でメリットが多くある反面、気がつかないうちにフィルターバブルのような視野狭窄に繋がるリスクもある。このリスクを回避するために、今回実験したような複数の人間が協同で検索することが一つの解決策となるかもしれない⁵。

なお、今回の調査で補足できなかった要素として、グループ内の知識度のコントロールがある。例えば、権・藤村(2004)は協同活動を行う者どうしの理解水準の差をより相対的に検討し、その差が相互作用の特徴へ及ぼす影響まで踏み込んだ研究を行っている。具体的には、割合概念の学習場面で協同学習の手法の効果測定となっているが、彼らは能力が高い群(H)、中程度の群(M)、低い群(L)の生徒の中から、HL, HM, MM, LL の 4 つのペアの協同学習の効果測定を行っている。結果としては、HL のペアの学習は促進されず、HMとMMのペアがパートナーの示した根拠を再構成する双方向的な深層的交流を報告している。今回の調査ではこのようなきめ細かいコントロールができなかったが、検索サイトを利用した協同学習においても、同様な影響が見られるかもしれない。

引用・参考文献

- Arif, A. S. M., J T. Du, I. Lee (2013) Exploring Tourists' Collaborative Web Search: Implications for System Design. *Proceedings of the First Australasian Web Conference (AWC 2013)*. Pp. 49-58.
- Boydell, O. Boydell, O., Smyth, B., Gurrin C. G. (2005) A study of selection noise in collaborative web search. *IJCAI'05: Proceedings of the 19th international joint conference on Artificial intelligence*. Pp. 1595-1597.
- Bozdag, E. & Hoven, J. V. D. (2015) Breaking the filter bubble: democracy and design. *Ethics and Information Technology*. 17 (4), Pp. 249-265.
- Diehl, M. & Stroebe, W. (1987) Productivity Loss In Brainstorming Groups: Toward the Solution of a Riddle. *Journal of Personality and Social Psychology*, 53(3), Pp. 497-509.

⁵ 課題に応じて望ましい検索語や検索式が規定されるが、複数の検索者が存在しても検索語が少数に限定され、結果的にクラス全員がほぼ同じサイトを閲覧するという現象も生じる。ICTを使うことで個に応じた学習は向上するが、学習内容そのものが多様になるかは別の問題といえるだろう。

- Elbeshausen S., Mandl T., Womser-Hacker C. (2015) Collaborative Information Seeking in the Context of Leisure and Work Task Situations: A Comparison of Three Empirical Studies. In: Hansen P., Shah C., Klas CP. (eds) *Collaborative Information Seeking. Computer Supported Cooperative Work*. Springer
- DeSeCo (2005) Executive summary
<https://www.deseco.ch/bfs/deseco/en/index/02.parsys.43469.downloadList.2296.DownloadFile.tmp/2005.dskcexecutivesummary.en.pdf> (最終アクセス日:2020年1月10日)
- Gossen T., Bade, K., Nurnberger, A. (2011) A Comparative Study of Collaborative and Individual Web Search for a Social Planning Task. In: LWA 2011 Workshop, 2011.
<https://pdfs.semanticscholar.org/5144/2501365f23cfff993805bfb1cb9d553498b1.pdf> (最終アクセス日:2022年1月10日)
- Hesse, F., Care, E., Buder, J., Sassenberg, K., & Patrick, P. (2015) A framework for teachable collaborative problem solving skills. IN: (Eds.) Patrick, G. & Esther, C., *Assessment and Teaching of 21st Century Skills Methods and Approach*, Pp. 37-56.
- 今度珠美・稲垣俊介・前田康裕・原克彦 (2017) スマホ世代の子どものための主体的・対話的で深い学びにむかう情報モラルの授業. 日本標準
- Kelly, R., Payne, S. J. (2014) Collaborative web search in context a study of tool uses in everyday tasks. IN: *2014 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work*. Pp. 807-819.
- Kim, J., & Park, H. J. (1996) Group problem solving in dynamic decision making: Problem complexity and divergent inference. *認知科学*, 3(4), Pp. 32-43.
- 岸田和明 (1998) 知的な情報検索システム 岸田和明著 *情報検索の理論と技術*, Pp. 159-203. 勁草書房
- 国立教育政策研究所 (2012) 教育課程の編成に関する基礎的研究: 社会の変化に対応する資質や能力を育成する教育課程編成の基本原則 <https://www.nier.go.jp/kaihatsu/pdf/Houkokusho-5.pdf> (最終アクセス日: 2020年1月10日)
- 権裕善・藤村宣之 (2004) 同年齢児童の協同はいつ有効であるのか-比例的推理の方略レベルが異なるペアの相互作用 *教育心理学研究*, 52, Pp. 148-158.
- 三輪真木子 (2003) 情報検索のスキル-未知の問題をどう解くか 中央公論新社
- Miyake, N. (1986). "Constructive interaction and the iterative process of understanding". *Cognitive Science*. 10 (2): 151-177
- Miyake N. & Shirouzu, H. (2001) Understanding and Scaffolding Constructive Collaboration. IN: Gray, B.D. & Schunn C. D. (ed) *Proceedings of the Twenty-fourth Annual Conference of the Cognitive Science Society*. Pp. 48.
- 文部科学省 (2011) 教育の情報化に関する手引, 開隆堂出版
- 文部科学省 (2018) 次世代の教育情報化推進事業(情報教育の推進等に関する調査研究)成果報告書「主体的・対話的で深い学びの実現に向けた ICT 活用の在り方と授業事例—平成30年度 ICT 活用推進校(ICT-School)の取組より—」 https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1400796.htm (最終アクセス日: 2020年1月10日)
- Morris, M. R., Horvitz, E. & Horvitz, E. (2007) SearchTogether: an interface for collaborative web search.

- Proceedings of the 20th annual ACM symposium on User interface software and technology*, Pp. 3-12.
- 水谷久康・小川美樹 (2019) 日本語ワープロの入力スキルの習得とスマホ入力のスキルについて *日本教育心理学会第 61 回総会発表論文集*, Pp. 239.
- 中西良文・大道一弘・梅本貴豊 (2018) 知識の正確性ならびに知識再構築に対する自己効力感と概念変化 *教育心理学研究*, 66, Pp. 199-211.
- National Research Council (1999) *How People Learn II: Learners, Contexts, and Cultures*. National Academy Press.
- OECD (2017) PISA 2015 COLLABORATIVE PROBLEM-SOLVING FRAMEWORK. <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Collaborative%20Problem%20Solving%20Framework%20.pdf> (最終アクセス日:2020年1月10日)
- Pariser, E. (2011) *The Filter Bubble: How the New Personalized Web Is Changing What We Read and How We Think*. Penguin.
- Surynek, P. (2013) A Survey of Collaborative Web Search: Through Collaboration among Search Engine Users to More Relevant Results. IN: *Proceedings of the International Conference on Knowledge Engineering and Ontology Development (KEOD-2013)*, Pp.331-336.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (2005). Knowledge Building. In R. Sawyer (Ed.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (Cambridge Handbooks in Psychology, Pp. 97-116). Cambridge: Cambridge University Press.
- 白水始 (2014) 新たな学びと評価は日本で可能か 三宅なほみ・益川弘如・望月俊男 (監訳・著) *21 世紀型スキル: 新たな学びと評価の新たなカタチ*, 北大路書房, Pp.207-223.
- 平真木夫 (2002) 検索前の知識状態から推測される検索方略と知識の広がりについて *日本認知科学会第 19 回大会発表要旨集*, Pp. 24-25.
- Taira, M. (2008). The Influence of Domain Knowledge and Task Requirement on the Selection of Learning Strategies in the Internet. *The Korean Journal of Thinking & Problem Solving*. 18(1), Pp. 45-53.
- Taylor, R.S. (1968). Question-Negotiation and Information Seeking in Libraries. *College & Research Library*, 76, Pp. 251-267.
- 山本卓嗣・高田秀志 (2017) 発話を活用した情報共有インタフェースが対面協調検索へ与える効果の検証 *マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2017)シンポジウム*, Pp. 1512-1518.
- Yue, Zhen & Han, Shuguang & He, Daqing. (2012). An investigation of search processes in collaborative exploratory Web search. *Proceedings of the American Society for Information Science and Technology*. Pp. 49-52.