

ポスト真実社会の情報信頼再構築に向けた認識的能力育成に資する 学習環境デザイン

代表研究者	望月俊男	専修大学 ネットワーク情報学部 准教授
共同研究者	Clark A. Chinn	ラトガース大学 教育学研究科 教授
共同研究者	山口悦司	神戸大学 大学院人間発達環境学研究科 准教授
共同研究者	北澤武	東京学芸大学 教職大学院 准教授
共同研究者	舟生日出男	創価大学 教育学部 教授
共同研究者	大浦弘樹	東京工業大学 教育革新センター 准教授

1 はじめに

知識基盤社会では、市民が自ら能動的に多様な情報にアクセスし、日常の問題解決に役立てるようになってきている。しかし、以前は情報発信機関や情報発信者の信頼度評価だけで、情報を信頼して利用することができた（図1左）が、これまではあまり疑うことなく参考にできた情報源が十分な根拠なく情報発信したり、また1つの事象に関して、別々の情報源が様々な根拠をもとにそれぞれの情報発信を行ったりするような現象が生じている。たとえば、ワクチンやダイエットに関する情報のように、信頼性の高いと思われる情報源から大量の情報が出ているものの、その中から複数の情報を得ても、相互に矛盾を感じられて、迷うことも少なくない。そうした情報源から誤った情報が流布することもある。それぞれの情報に含まれる条件や状況が違って判断しにくいこともある。

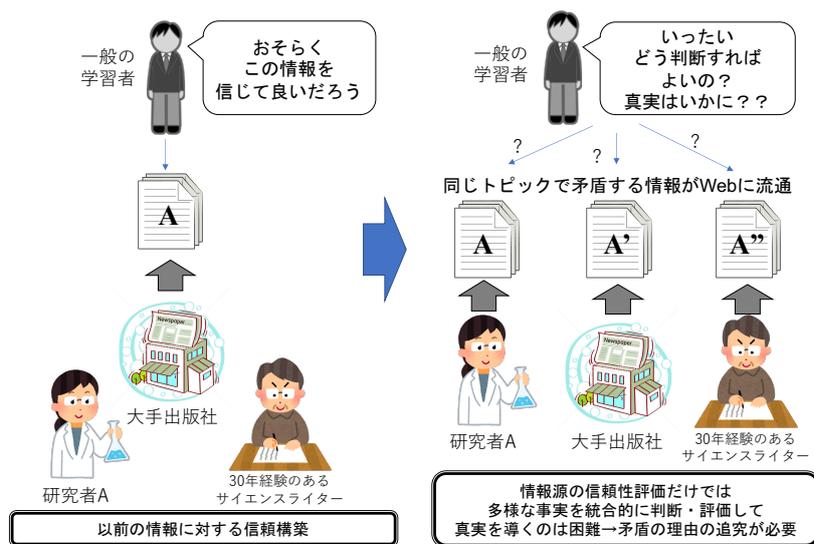


図1: 情報信頼構築のあり方の変遷

このように、ポスト真実 (post-truth) 社会においては、科学者やジャーナリズムのような情報発信機関の質や倫理が低下し、何が真実なのかを判断し、信頼することが容易ではない状況が生じている。こうした社会において、誰がよい情報源なのかという評価軸だけで、信頼可能な情報の提供を誰かに頼るのは十分ではない。専門知識に詳しくなくとも、入手する情報を信頼しうるかどうかの規準をもち、情報源のみに頼ることなく、自ら複数の情報を真偽判断・比較・統合する等の高次思考を適切に行う方略、即ち複数の情報に対して主体的に信頼を構築する方略を獲得する必要がある（図1右）。

しかし、どのようにしたら、そうした情報の統合的な評価・判断・重み付けをし、望ましい形で信頼を構築できるのか、これまで十分に知見が蓄積されていない。たとえば、文章間の矛盾を解決するための様々な方略の教授学習を支援する研究が広がってきている (cf. Barzilai, Zohar, & Mor-Hagani, 2018)。だが、複数の矛盾する情報を問題解決に合理的に活かすには、本質的には、矛盾を複数の相反する情報の情報源に加えて、研究の詳細や文書中の他の情報の詳細な検討を行い、なぜ矛盾する情報が出てきているのかを考え、

その上で矛盾を解消するための方略を使用することを読者に促す必要がある。それにもかかわらず、そうした方略の習得を支援する研究はほとんど行われていない。こうした方略を習得することがなければ、よい情報源と判断される出所の情報をただ取り上げてしまったり、矛盾点が孕む問題を正確に把握しないまま、両方の都合の良いところだけを何となく取り上げてしまったりすることになる。

本研究は、Web上にみられる同一トピック内で矛盾する多様な情報に対して、各情報の生成プロセス（条件・規準等）に関する情報に着目し、それら情報との信頼を構築する方略を学習可能にすることで、市民の認識的能力(epistemic competency, Barzilai & Chinn, 2018)育成に資することを目的とする。

筆者らのグループは、これまでに複数の矛盾する文章間の矛盾点を同定・分析する方略を学ぶ教材を開発してきた(Mochizuki, Chinn, Zimmerman, & Yamaguchi, 2018)。この教材では、①情報源の評価、②矛盾・一致点・ユニークな点の分析、③各矛盾点・一致点を示す証拠の同定、④証拠と、証拠が生み出された過程に関する情報から矛盾の理由の同定、という4つの方略を学ぶ。これらの学習を通して、複数の矛盾する文章の情報との信頼を学習者自ら主体的に構築することを意図している。本研究では、この教材を用いて3週間の学習プログラムを実施した後、学習者の認識的規準を調査する評価を実施し、多様な情報に対してそれらの矛盾点を分析して、どの情報をいかに信頼するかについて主体的に検討しているのかを分析した。その結果、この教材で学んだ学習者は矛盾する情報のもととなった研究の詳細に焦点を当てて矛盾を解消しようとすることが示された。

次に、こうした実践を支援するWebアプリケーションを開発した。証拠に基づいた情報実践を支援する枠組みであるGrasp of Evidence Framework(Duncan, Chinn, & Barzilai, 2018)を参照し、学習者どうして複数の文章を分析する協調学習環境EDDiE(Electronic Document Disagreement Evaluation)を開発した。これは文章の重要な部分に線を引いてドラッグ&ドロップし、矛盾の理由を分析する表を作成することを支援する。このアプリケーションを試行的に評価した結果、大学生が、複数の文章の情報源や二次的情報源、証拠の品質や、主張との関係性(主張を支持する強さや一貫性、代表性など)について協調的に議論できることが確認された。

2 矛盾する情報に対する推論：矛盾点の同定・分析のプロセスの支援による情報信頼再構築

2-1 教材の内容

筆者らは、なぜ意見の不一致が起こるのか、そしてそのような意見の不一致をどのように解決することができるのかに関するタキソノミーに基づいて、①情報源の評価、②矛盾点・共通点の分析、③各矛盾点・共通点を示す証拠の同定、④証拠と、証拠が生み出された過程に関する情報(実験条件や科学的メカニズムなど)から矛盾の理由の同定という4つの方略を学ぶことで、複数の矛盾した情報を用いた問題解決における適切な意思決定を学ぶ教材を開発した(Mochizuki, Chinn, Zimmerman, & Yamaguchi, 2018)。このような推論の方略を習得するには、この教材は単にそれらの方略を知識伝達するのではなく、学習者が自ら知識を構成するやり方で、対話的に学習活動を進める必要がある(Chi & Wylie, 2014)。そのような観点から以下のような4つのフェーズで構成されている。

まず、教材では、複数の情報の矛盾点を解決するためには、(i)情報源の信頼性を評価する、(ii)情報間の矛盾点、共通点、独自の考えを分析する、(iii)それぞれの矛盾点、共通点の証拠を特定する、(iv)証拠とプロセス情報(条件、メカニズムなど)に基づいて不一致の理由を特定する、という4つの重要なステップがあることを知識として学習者に伝える。

次に、学習者には練習用のサンプルの文章セットが与えられる。学習した(i)(ii)(iii)のステップを踏まえて、文章を表に整理して分析を試みる(図2)。この段階では、学習者は、矛盾点や共通点を特定するために探索することが期待される。したがって、この段階では正確に表を完成させることができないと予想される。その後、教師が作成したものとされるモデルが提示され、比較を行う(図3; Renkl, 2014)。学習者は自分たちが作ったものをモデルと比較して、近隣の学習者1,2名と話し合い、自分たちが作った暫定的なものの改善点を話し合ったりするように促される。この際、この教師の作成例はまだ途中段階のものであり、見落とししている矛盾点・共通点もあるので、さらに必要と考えられる矛盾点や共通点があれば自ら列挙するように促される。このプロセスを通して学習者の自己説明を促進し、矛盾点の同定について思考を精緻化することを目的としている。

第三に、学習者は文章間の矛盾の理由を自分で考え出すように促される。図4は、ある学生が作成した矛

それでは、下の表に、最初の3つの方略（情報源の確認、不一致点・共通点の分析、証拠分析）をしていってみましょう。証拠分析はかっこの中に（E:・・・）と書きます。

文章①の情報源：ハーバード大学の教育研究者
10年以上
信頼性 (0:低 5:高) 0--1--2--3--4--5

文章②の情報源：スタンフォード大学の教育研究者
信頼性 (0:低 5:高) 0--1--2--3--4--5

不一致の理由 (今の時点では書かない)	一致していない アイデアや情報	一致している アイデアや情報	ユニークな アイデアや情報
	① 発見学習は、 伝統的学習よりも効果的 (22%優) ② 発見学習に 重要な効果 なし ① 小1~高校 を対象 ② 大学生対象 ③ 各条件につき	① 50の他の研究 とも合わせて 発表 ② 対照は 構造的学習	

図2：学習者の矛盾点・共通点の分析

表が埋まりましたか？ 山口先生がやった結果はこのようになりました。

文章①の情報源：ハーバード大の10年以上の経験を持つ教育研究者

信頼性 (0:低 5:高) 0--1--2--3--4--5

文章②の情報源：スタンフォード大学の教育研究者

信頼性 (0:低 5:高) 0--1--2--3--4--5

不一致の理由	一致していない考え	一致している考え	ユニークな考え
	1: 発見学習はうまくいく (E:20の研究) 2: 発見学習は有意義な利点がみられない (E:ある最近の研究)	1: 発見学習は、熱心に研究されている領域である。 2: 発見学習は、非常に面白い新しい方法として持ち上げられている。	1: 研究—事後テストで、問題解決能力を測定 2: 結果は、著者がレビューした50の研究と一貫している
	1: 発見学習では、生徒が何か困ったときにはヒントを与える。 2: 発見学習では、何も援助やフィードバックを全く与えない。		
	1: 研究—1年生から高校生まで、各研究で1条件あたり10クラス。 2: 研究—大学生。1条件あたり1クラス。		

図3：教師が作成したとする暫定作業例

不一致の理由	一致していない考え	一致している考え	ユニークな考え
対象者が違うから、ヒントを与えていないから	1: 発見学習はうまくいく (E:20の研究)。 2: 発見学習は有意義な利点がみられない (E:ある最近の研究)。	1: 発見学習は、熱心に研究されている領域である。 2: 発見学習は、非常に面白い新しい方法として持ち上げられている。	1: 研究—事後テストで、問題解決能力を測定 2: 結果は、著者がレビューした50の研究と一貫している
	1: 発見学習では、生徒が何か困ったときにはヒントを与える。 2: 発見学習では、何も援助やフィードバックを全く与えない。		
	1: 研究—1年生から高校生まで、各研究で1条件あたり10クラス。 2: 研究—大学生。1条件あたり1クラス。		

図4：学生によるオリジナルの矛盾理由

★ワークシート 7月18日 学籍番号 [] 名前 []

あなたと一緒に取り組んだ人:

① 学籍番号 [] 名前 []

② 学籍番号 [] 名前 []

- ・対象者が違っている。
- ・片方ではヒントを与え、片方では与えないなど、実験の条件が違う。
- ・評価基準が違う。
- ・集計方法の違い。
- ・何の力を測定したか、たのみの違い。
- ・裏付けの情報の違い。
- ・主観や思い込み、誤り。
- ・利害関係によって起る意見の違い。

図5：学習者のピア・ディスカッションの記録

この2つのアイデアはかなり違ってるね。1つは、発見学習が良いと言っているけど、もう1つはそうではないと言っているよ。

美緒

そうだね。1つはたくさんの、もう一方よりも多くの証拠があるよ。彼らは、結構大きなサンプルサイズの研究を20もやっているよ。彼らはより多くの証拠を持っているよ。

亮太

まあ、1つの研究は、他のものよりもはるかに多くの証拠を知っているよ。同じようにその研究チームは、自分たち自身の研究以外にもたくさんの研究のレビューを行っているよ。でも、もう1つの研究の研究チームは、自分の研究以外の研究については何も述べていないよ。

美緒

そうだね。だから単に意見が違うというわけではないよ。①は裏付けとなるよりたくさんの研究、より多くの証拠を持っているね。

亮太

スタンフォード大学の研究者は、彼らが研究したクラス数や人数については言及していないよ。それはハーバードのものよりも少ないかもしれないよ。それにあなたが言ったように、彼らはたった1つの研究しかしていない。

美緒

図6：矛盾の理由について学ぶマンガストーリー

盾理由の一例である（一番左の列。右3列の赤丸は、1段階前の暫定例との比較活動の結果）。この時点では彼らはまだ複数の情報間の矛盾する理由についての具体的な指導を受けていなかった。しかし彼らは、この

時点でも、いくつかのオリジナルの理由を作成することができていた。これらは、理科の授業や日常生活で得た事前知識に基づいて自分で作った矛盾理由である。最後に再度、近隣の学習者1,2名とピア・ディスカッションを行う。彼らは自らの考えた矛盾の理由を共有し、詳しく説明する。その後、今提示されている文章だけでなく、Web上の情報の中の矛盾を解消する上でも使える理由を考えるように促される。図5に示した緑のシート中の黒い文字は、学習者が1人のピアと矛盾の理由を共有したときのものである。

最後に、学習者はそれぞれ、図6に示すようなマンガストーリーを読む。この物語の中には、与えられた複数の文章間にある矛盾の理由について、可能性のある矛盾の理由が埋め込まれている。具体的な理由としては、異なる研究は異なる結果をもたらす、異なる測定基準を用いることで異なる主張をもたらすなど、いくつかの定型的な理由が含まれている。学習者はマンガを読む中で、自然と意味づけることが期待される。その後、学生たちは近隣の学習者1,2名とピア・ディスカッションを行い、複数の文章間に生じる矛盾の理由について自分たちの推論を練り上げていく。図6の緑のシート中の赤の文章は、物語を読んだ後にピア・ディスカッションの中で練り上げた理由である。

こうした学習活動は概ね90分間(典型的な大学の授業の1コマ分)を使って活動できるようにデザインされ、2回の授業にわたって繰り返し行われる。扱う文章のトピックは、病気の治療に関するものに加え、税制、医療の有効性、発見学習、コンピュータ支援教育などをテーマにしている。繰り返し学習を進める中で、次第に学習活動上の足場かけである、矛盾を解消する方略の説明、分析表の作業例、分析表の枠組みそのものが次第になくなり、学んだことを使って文章の分析を進めることができるようになっていく。

3回目の授業には、動機づけに関する4つの文章セットを読み、矛盾を解消することを目的とした小論文を書く課題に取り組むようになっていく。

2-2 学習活動の分析を通じた、矛盾解消方略の効果検証

本研究では、関西の国立大学で教育学の授業を受講した96名の1年生(女性52.1%)を対象に、こうした矛盾解消方略の効果検証を実践的に行った。受講者は、前記の教材を使う群(教材群)と、各情報の文章要約を促し論点をまとめる教材を使う群(要約群)に無作為に割り当てられた。要約群では、学生が各情報に記載された主張の違いに注意を払うように要約表を作るように教示した。要約群も教材群と同様に、表のモデルを読み、ピア・ディスカッションに取り組んだ。それぞれ週1回90分×3回の授業で段階的に学習した。

3回目の授業の最後に、風疹ワクチンの有効性をWebで調査している場面で、ワクチンは効果的でない(例:予防接種後に集団感染が発生した)というWebサイトと、効果的だというWebサイトを5つずつ読んだ場合に、最良の答えを見いだすためにこれらの矛盾する情報をどのように考え、判断し、行動するのかを7分間で記述させた。

各学習者の記述は、認識的認知のAIRモデル(Chinn, Rinehart, & Buckland, 2014)に基づいてコード化した。AIRモデルは、認識的認知には Aims & values (人々が設定する認識的目標と、これらの目標に置く価値)、Ideals (説明などを評価するための規準)、Reliable epistemic processes (認識的目標を達成する上

表1 認識的プロセスに関する記述の平均頻度と標準偏差

カテゴリー	教材群	要約群	内容
情報源評価	2.00 (1.48)	2.28 (1.50)	他者に尋ねる、情報源の比較、情報源の確認、出版源の確認等
証拠のプロセス評価	1.35 (1.06)	0.58 (0.84)	研究の条件の確認、研究の詳細の確認、研究の結果の確認、研究の条件の比較、研究結果の評価等
共通点の同定	0.67 (0.78)	0.16 (0.51)	情報間の共通点の同定
矛盾点の同定と対処	0.43 (0.72)	0.08 (0.27)	情報間の矛盾の同定、矛盾評価を通じた統合
その他統合プロセス	0.22 (0.51)	0.26 (0.52)	信頼できる情報の接合、研究の比較を通じた統合、必要な情報を選択して統合等
単一の文書または立場の選好	0.07 (0.25)	0.24 (0.48)	信頼できない情報源の排除、信頼できる情報源の選好、1つの立場の選好等
その他	0.22 (0.47)	0.38 (0.67)	非認識的プロセス、あるいは単純な批判的読解、読解、要約等

表2 認知的規準に関する記述の平均頻度と標準偏差

カテゴリー	教材群	要約群	内容
文章内容に焦点化	0.07 (0.25)	0.32 (0.71)	正確性、一貫性、科学的な言語の利用など
情報源に関する規準	1.41 (1.33)	1.90 (1.45)	権威があるか、情報源の裏付けがあるか、著者の熟達性、過去の成功など
研究内容や証拠に焦点化	2.22 (1.36)	1.14 (1.11)	実証的な裏付けや量的なデータ（統計等を含む）があるか
決定性	1.02 (0.95)	0.62 (1.07)	方法論的批判など、研究が十分に結論を支持しているか否か
包括性	0.07 (0.25)	0.02 (0.14)	全ての情報/記載されている研究が含まれるか
個人の経験	0.04 (0.21)	0.12 (0.39)	個人の経験と適合するか
メカニズムまたは説明	0.30 (0.59)	0.08 (0.27)	メカニズムや原則に関する説明があるか

で信頼性の高いプロセス) という3つの要素があることを仮定している。このAIRモデルをもとに Barzilai & Chinn (2019a) が開発した方法を適用し、特定の規準（決定性 (conclusiveness) や裏付けなどの証拠に関する規準）やプロセス（情報源の確認、研究条件の確認、不一致の特定など）を同定し、コーディングした。これらは表1・表2に示すより大きな分類にクラスター化した。

表1は回答中に含まれる認知的プロセスの規準となる記述の頻度の平均と標準偏差を示している。Mann-WhitneyのU検定を行ったところ、教材群の学生は証拠のプロセスの評価を書く頻度が高く ($U=658.00$, $p=.000$, $r=-.391$)、情報間の矛盾を特定し、推論しようとするのがわかった ($U=880.00$, $p=.004$, $r=-.298$)。これは教材群の学生が、条件や詳細の確認などの証拠に関するプロセス評価や、矛盾の特定、複数の情報を統合する理由付けをより頻繁に行うことを示している。さらに、教材群の学生は1つの立場や単一文書を選択または除外する頻度が低い ($U=970.50$, $p=.031$, $r=-.220$) こともわかった。

表2は認知的規準の頻度の平均と標準偏差を示している。Mann-WhitneyのU検定を行ったところ、研究または証拠に焦点を当てること ($U=624.50$, $p=.000$, $r=-.405$) および決定性 ($U=814.50$, $p=.007$, $r=-.273$) に有意差がみられた。教材群の学生は、情報を統合するために、方法論の違いや研究結果の特定のパターンなど、証拠に関するプロセスを詳細に分析および評価する傾向があった。さらにメカニズムや説明 ($U=940.00$, $p=.017$, $r=-.243$)、文書内容への焦点化 ($U=967.50$, $p=.029$, $r=-.223$) にも有意差がみられた。教材群は矛盾に対処する際に説明やメカニズムを好む傾向があり、要約群の学生は文章の内容の側面に焦点をあてる傾向があった。

2-3 矛盾解消方略の効果検証のまとめ

これらの結果を踏まえると、要約群と比較して、教材群では、学生が矛盾する情報に遭遇した場合に、異なる認知的プロセスと認知的規準を記述する傾向があることがわかった。教材群の学生は、矛盾の原因を特定するために、証拠やその証拠が生み出された研究の詳細に着目して、慎重な比較を行うといった方略を記述していた。一方、要約群では、情報中に含まれる研究の内容や証拠など、情報の詳細を調べようとする方略の記述は少なく、むしろ単一の文書または立場を選好しようとする記述が多く見られた。その際に参照するのは、正確性や一貫性、科学的な言語の使用など、表面的な特徴に焦点化することがわかった。

このように、複数の文章間の生じた矛盾を同定し、その理由を検討させる上で、文章中に含まれる証拠に焦点化させ、比較させることが、矛盾解消方略の習得に一定程度有効であることが確認された。

3 複数の矛盾する文章に関する推論を学ぶ協調学習支援環境の開発

3-1 EDDiE (Electronic Document Disagreement Evaluation) システムの開発

複数の異なる情報を読解し、文章の信頼度を評価・統合する際に働かせるべき認知的認知のあり方が探究されている中で、2節で行ってきたような教授学習方略の研究も進んでいるが (Barzilai et al., 2018)、多くの場合は情報源の評価による内容の取舍選択・統合過程に焦点化している (例えば、Wiley, Goldman, Graesser, Sanchez, Ash, & Hemmerich, 2009)。また、Webを利用した学習環境も開発されてきているが、

情報源の確認を通してメタ認知を促すものが多い (Graesser, Wiley, Goldman, O'Reilly, Jeon, & McDaniel, 2007; Stadtler & Bromme, 2007; Barzilai & Chinn, 2019b)。

筆者らは、2 節で分析してきたように、意見が矛盾する理由を学んだり (Thomm, Barzilai, & Bromme, 2017)、証拠や専門家の見方をもとに体系的に考えたり (Duncan et al., 2018) することが、複数の異なる情報を読解して統合的に理解・判断する上で重要であると考えている。なぜならば、こうした読解方略を習得することによって、矛盾の種類によってその解決法が異なることを学習できる可能性があり、情報源の権威に囚われて単一の立場を非合理に選択したりすることなく、条件を分けて情報を統合するなどして合理的に判断したり、さらなる情報が必要であることを主体的に考えたりすることにつながるからである。

そこで、証拠に基づいた情報実践を支援する枠組みである Grasp of Evidence Framework (Duncan et al., 2018) を参照して、学習者が協調的に複数の文章を分析する協調学習環境 EDDiE (Electronic Document Disagreement Evaluation) を開発した。図 7 がそのインターフェースである。学習者が協調的かつ効果的に学習を進められるようにするために、次のことを踏まえてインターフェースや機能をデザインした。左側を文章

文章への下線引きと分析表へのドラッグ&ドロップ:
学習者は文章の一部を強調表示し、それらを分析表にドラッグ&ドロップ可能。

文章読解やハイライトのために文章を切り替え可能

協調しながら分析することを支援:
マウスの位置を互いに把握できる。学習者は、複数文章を分析するときに、話し合いながら、協調して分析表を作ることが可能。文章上にも他者が引いた下線が表示される。

色つきのタグ:
各タグは、主張や文章の情報の分類・評価を表すための背景色を付すことができる。

矢印:
情報源や二次の情報源 (他のよく知っている情報源) と主張との間:
矢印の幅は、その情報源がどれだけ支持しているかの強さを示す。
矢印の色は、支持している主張の色 (カテゴリ) を示す。
矛盾している場合は、鎖線矢印で示す。
たとえば、青い矢印は、青い主張を支持することを示す。
青い鎖線矢印は、青い主張に対して矛盾していることを示す。

証拠と主張との間:
矢印の色は、支持している主張の色 (カテゴリ) を示す。
矛盾している場合は、鎖線矢印で示す。
たとえば、青い矢印は、青い主張を支持することを示す。
青い鎖線矢印は、青い主張に対して矛盾していることを示す。

矛盾する理由タグ:
文章間で内容が一致しない、あるいは矛盾が生じる理由をプリセットしたリストから選択して、表中に貼り付け可能。このプリセットには、学習者自身が新たに登録することも可能。

円または楕円:
円または楕円は、各文章の主張を裏付ける情報源や証拠の全体的な評価を表す。
証拠や情報源の数: 楕円の大きさ (横長=多い)
証拠や情報源の質: 楕円の色 (黄色が低品質、緑色が高品質)

図 7 EDDiE システムのインターフェース

表3 Grasp of Evidence フレームワークに基づく Web 学習環境のインタフェースのデザイン

	インタフェース	期待される話し合い
証拠の分析	学習者は、証拠の詳細について、その一部に関する分析情報を表のセルに書き込み、比較する	学習者は、矛盾の原因として、相違点を分析する中で、証拠について話し合う
証拠の評価	学習者は、証拠を円の色や大きさとで評価する	科学者のプロセスの信頼性を検討する（例：適切なサンプルサイズや統制など）
証拠の解釈	証拠と主張の間の矢印は、個々の証拠の強さを反映している。	学習者は、証拠の関連性や、決定可能性、どのように裏付けられるのかなどの規準について話し合う。
証拠の統合	証拠の円のサイズは、証拠の量を示す。証拠と主張の間の矢印は、証拠の強さを示す。	学習者は、複数の証拠があるかどうか、証拠が一貫している程度などの規準について話し合う
一般人としての証拠の利用	Knowledgeable supporters（二次的情報源）の円と矢印は、該当の専門家の質とコンセンサスに関する一般的な評価を示す。	埋め込まれた情報源である Knowledgeable supporters が有能か、偏見がないか、一致しているかどうか、などについて話し合う

エリア、右側を分析エリアと呼ぶ。

(1) 複数の文章の読解と分析を直感的に結びつける。

さまざまな文書情報の批判的読解を促す上で必要な支援方略として、下線引きと、表や概念地図のようなグラフィックオーガナイザーの作成が挙げられる (Kobayashi, 2007)。とくに下線引きだけでなくグラフィックオーガナイザーの作成支援を組み合わせることは、複雑な文章を学習者が読む上で効果的であり (Fiorella & Mayer, 2016)、下線引きをするだけよりも、自ら知識を構成しようとする方略の使用を促すとされる (Ponce & Mayer, 2014a, 2014b)。

このような、文章に対する下線引きとグラフィックオーガナイザー作成をシームレスに支援する学習環境として、eJournalPlus (Mochizuki, Nishimori, Tsubakimoto, Oura, Sato, Johannson, Nakahara, & Yamauchi, 2019) がある。eJournalPlus は、文章にさまざまな色の下線を引いてドラッグ&ドラッグしながら直感的に分析表を作ることができる。このソフトウェアを用いて、文章の部分要素同士を矢印で直接結んで関係性を示すグラフィックオーガナイザーを作成することが、文章の内容自体と論理的な構造を分析して批判的に読解することを促すことができることが確認されている。

筆者らはこのような効果を踏まえて、複数の文章間にある矛盾の同定や、そうした矛盾の理由の探究を促すことを目指し、Web ベースの学習環境を開発することにした。eJournalPlus はデスクトップアプリケーションとして開発されており、協調作業を促すためには Windows サーバーなどと連携して動作させる必要があった。しかし Web 学習環境であれば、1 つの情報空間に複数人がアクセスして協調作業を行うアプリケーションを効果的に開発することができる。この際、他の学習者の挙動の Awareness を提示することに十分配慮するようにした。

学習者は左側にある文章エリアのタブから文章を選び、eJournalPlus と同様に、マウスを使ってドラッグすることで、マーカー状の下線を引くことができる。また、下線が引かれた部分をドラッグ&ドロップして、右側にある分析エリアに、文章の内容が入ったノードを作ることができる。

(2) 証拠に基づいた情報実践を取り組めるようにする。

複数の文章に矛盾が生じる際には、様々な理由があるが、なぜそのような矛盾が生じるかについて、一般の人々は十分な教育を受けているわけではない。複雑で多様な内容の情報について、証拠に着目して推論を行い、統合的な理解・判断を行う枠組みを理解した上で、それを適用できるようになることが、学習環境として必要である。

そこで、この枠組みとして、証拠に基づいた情報実践を支援する枠組みである Grasp of Evidence Framework に着目した。この枠組みは、専門家ではない一般人が日常生活の中で科学に取り組む際に必要とされる証拠の把握、具体的には証拠の量や証拠の評価、専門家のコンセンサスや能力などを検討することを促すことに焦点を当てている。こうした枠組みを参照して、複数の矛盾する文書を理解するという情報実践において、学習者が自分たちで主体的に用いることができるように、複数の矛盾する文書を分析するための枠組みを検

討し、主に Web 学習環境の右側のグラフィックオーガナイザーの分析枠組みとして実装した。

表 3 は EDDiE システムのインタフェースデザインにあたって、どのように Grasp of Evidence Framework を参照したかを示している。各文章の証拠の詳細を表のセルに書き込み比較することを通して、矛盾の原因となる証拠の違いについて話し合ったり（証拠の分析）、証拠や情報源を円の大きさや色で評価を決めるなかで、提示された証拠の信頼性を話し合ったり（証拠の評価）、証拠や情報源が主張を支持しているかどうかを、どの矢印の太さや実線・鎖線で示すのかを話し合ったり（証拠の解釈）、証拠の量を検討する中で証拠の一貫性などの規準を話し合ったり（証拠の統合）することが目指される。また、二次的情報源がどの程度信頼が置けるのかを評価する活動も支援している（一般人としての証拠の利用）。なお、情報源と証拠と文章の主張との間の関係を効果的に推論・理解することを支援するために MEL diagram (Chinn & Buckland, 2012) の表現を応用している。文章の要素間をグラフィックオーガナイザーの中で矢印を使って結ぶことで、主張と証拠の間の関係や因果関係を効果的に表現するだけでなく、学習者自身の推論を促す効果がある (van Bruggen, Boshuizen, & Kirschner, 2003; Mochizuki et al., 2019)。

(3) 楽しく取り組めるようにする。

複数の文章の矛盾の同定をしたりその理由を検討したりする学習過程は、認知負荷が高いことは容易に想定される。このような作業をできるだけ楽しめるような環境作りが大切である (Barzilai & Chinn, 2018)。そこで、Barzilai & Chinn (2019b) を参考に、以下の 2 点を踏まえて実装している。

1 点目は、学習者がこうした学習過程に協調的に取り組めるようにすることである。他の学習者とのピア・ディスカッションを通して、互いの意見を出しあって議論することを通して、集団として適切な認識の規準は何かを考え、それを利用しようとする意識が高まる。EDDiE システムでは、文章読解の際に他の学習者が引いたハイライトは下線として表示され、マウスを下線の上に移動すると、誰が下線を引いたのかに関する情報が表示される。また、分析エリアでは、互いのマウスの位置が確認できるようにデザインすることで、表現しているグラフィックオーガナイザーに対して直示しながら、たとえ遠隔会議上でも、話し合いをできるようにしている。

2 点目は、複数の情報の矛盾点を分析する作業をできるだけ楽しいものにするために、証拠の評価や分類、分析に必要な表象をできるだけわかりやすく、楽しいものにするのである。たとえば、証拠の量や二次的情報源の量の多さを表す楕円の幅を決めたり、信頼度に関する色を決めたりという表現の過程を学習者にできるだけ委ねることで、学習者が協同してどのような幅にすればよいか、どの色にすれば適当か、などと話し合いを行えるようにした。また、できるだけカラフルでわかりやすい表象を作り上げることを協調的に達成できるようにした。

3-2 試行的評価

大学 2 年生 3 名 (A, B, C) に試行的に EDDiE システムを使用してもらった。EDDiE システム上で低糖質・低脂質・地中海ダイエットのうち 1 つまたは複数のダイエット方法について、機能、メカニズム、効果、および条件を記述した 5 つの文書情報が与えられた (各 830~952 文字)。情報源は各文書とも信頼性が比較的高く見えるような出所情報を付与して、相対的に著しく信頼性の低い情報源のものは与えなかった。大学生はそれぞれ zoom で遠隔地から EDDiE システムにアクセスして試行評価の演習を行った。40 分ほど基本的な操作説明を行った後、約 2 時間かけて EDDiE システムを用いて文章の分析を行い、良いダイエットとは何か、またそれはなぜなのか、について 3 人の答えを出してもらうように依頼した。EDDiE システムの使用画面のデータおよび会話の内容は、承諾を得て記録し、会話はすべて文字起こした。

表 4 はその議論の中で、証拠の評価を行っている場面を示したものである。事例 1 は分析の最中に「文章 4」で取り上げられていた研究の対象に偏りがあることを指摘して話し合いをしているところである。実験対象に偏りがあるために、本来対象にするべき研究協力者を分析対象にしていることを議論している。事例 2 は、証拠の評価をする際にどの大きさの楕円が適当かについて議論を行っている。この中で楕円の大きさを決めるとい議論の中で、研究の数や説明の質を検討しながら話し合いをしていることがわかる。

特筆すべきは、彼らは予め矛盾する文章の解消に関する方略を学ぶトレーニングを受けないまま EDDiE を用いて文書の分析を行っていた点である。1 グループだけの試行的な評価であり、一般化することはできないが、証拠の分析や証拠の評価、証拠の解釈や証拠の統合に関する枠組みを与えた上で協調的に議論させることを通して、協調的に矛盾の同定や矛盾の理由を検討しうる可能性があると考えられる。

表4 3名の大学生による EDDiE システムを用いた協調的文章読解過程における議論の抜粋

(事例1)	(事例2)
<p>C: なんで50歳から79歳の人を使ったんだろうか。 B: 死にやすいからじゃないですか? A: すっごい言い方するじゃん、さっきのシナリオじゃないんだしさあ。 B: でもなんか上のやつ死因とかやってるじゃないですか、全国の死因調査みたいな。 C: ああー、うん。 B: っていうのの一環でついでに調査してたのかもしれないっすね。〇〇(聴取不能)ないとしても…。 A: でもなんで女性なの? B: なんでこっから引っ張ってきたの?っていうのはありますよね。 C: うん。なんでこれを対象に? 対象的には(文章)3のほうが信用できるくない? 調査対象的には。 B: そうですね。ダイエット…〇〇(聴取不能)ダイエットにおいては太ってる人の方が大事ですよ。 (中略) B: …自分が思ったのは、ダイエット、太ってる人が痩せるための効率的なダイエット方法としては、痩せてるおばあさんが…太ってないかもしれない女性をターゲットにした研究を述べてるそっちの4つ目の文章よりも、少なくとも太ってる人が実際に痩せれましたよっていうデータが出て、文章3とかの方が…。 A: そうだね。太ってるかどうか分からないもんね。〇〇(聴取不能)だね。</p>	<p>A: 証拠の量が今回結構あったと思うから、楕円でいいかな。 C: そんなにあった? A: え、だって。結構ないですか?なんか。 B: 何ていうかあれじゃないですか?研究結果が一つあって、で、その内訳みたいな。その原因がインスリンですよ、みたいな感じなんで。 C: うん。なるほどね。 B: そこまで言ってない気もするけど。 A: なるほど? ってなると〜? ってなると〜? B: 普通に丸でいいかなっていう気も。 A: あはは。 C: っぼいね。実験結果は一個だけだしね。 A: 丸々しちゃう? B: でも他のよりかはまあ、色々説明してたから。 A: 若干楕円。あ、楕円の取り合いしてるじゃん。(画面を見ながら) C: ふふふふ。 B: じゃあこんな感じで。 (中略) B: ただなんか、この5つの中の情報源からの数。論文の数がまあ少ないから、あまり信用できないっていうのもありますよね。(文章)1、2、3でも3つ出てるんで。 C: うんうん。そうだねえ。 B: 多いことを言ってるほうが正しいわけじゃないけど。 C: うん。 B: でも4番は1つしかないけど、説得力はめちゃくちゃあるっていう。</p>

4 まとめと今後の課題

本研究は、Web上にみられる同一トピック内で矛盾する多様な情報に対して、各情報の生成プロセス(条件・規準等)に関する情報に着目して、それら情報との信頼を構築する方略を学習可能にすることで、市民の認知的能力育成に資することを目指した。本研究の成果は、以下のようにまとめられる。

(1) 矛盾の同定・矛盾の理由推論のために、認知的規準や信頼できる認知的プロセスに着目させること、またそうした方略を自己考案(self-invention)とピア・ディスカッションを通して精緻化することによって、大学生が複数の文章間の矛盾の解消に必要な方略を一定程度習得できることが明らかになった。

(2) (1)の成果をもとに、証拠に基づいた情報実践を支援する枠組みである Grasp of Evidence Framework を参照した枠組みを用いて、複数の文章間の矛盾の解消に向けた協調的な議論を支援する Web 学習環境を開発した。これを用いることで、証拠の分析や証拠の評価、証拠の解釈や証拠の統合に関するディスカッションを通して、協調的に矛盾の同定や矛盾の理由を検討していることを確認した。

本研究の課題は以下のようにまとめられる。まず、(1)に関しては、複数の文章間の矛盾解消方略をある程度学習できる教育的介入の方法やその効果を同定したといえるが、学習者が実際に矛盾する情報を読み解いて解決しようとした結果までは検討できていない。今後、他の指標などをさらに分析を進める必要がある。(2)に関しては、2018年度の研究助成による調査では実践的な評価までは至っていない。今回の試行的評価を踏まえると、開発した EDDiE システムを用いた複数の文章間の矛盾の分析は、相応の学習効果が期待できると考えられるが、これを用いた実践的な評価の研究を、教育現場と連携して行う必要がある。

【参考文献】

- Barzilai, S., Zohar, A. R., & Mor-Hagani, S. (2018). Promoting Integration of Multiple Texts: A Review of Instructional Approaches and Practices. *Educational Psychology Review*, 30, 973-999.
- Barzilai, S., & Chinn, C. A. (2018). On the goals of epistemic education: Promoting apt epistemic performance. *Journal of the Learning Sciences*, 27, 353-389.
- Barzilai, S., & Chinn, C.A. (2019a). *The Emergence of Source Evaluation Criteria: A Microgenetic Study*. Paper presented at the 18th Biennial European Conference for Research on Learning and Instruction.
- Barzilai, S. & Chinn, C. A. (2019b). Epistemic thinking in a networked society: Contemporary challenges and educational responses. In Y. Kali, A. Baram-Tsabari, & A. M. Schejter (Eds.), *Learning in a networked society: Spontaneous and designed technology enhanced learning communities*. Springer.
- Chi, M. T. H., & Wylie, R. (2014). The ICAP framework: Linking cognitive engagement to active learning outcomes. *Educational Psychologist*, 49, 219-243
- Chinn, C. A., & Buckland, L. (2012). Model-based instruction: Fostering change in evolutionary conceptions and epistemic practices. In K. S. Rosengren, E. M., Evans, S. Brem, & G. M. Sinatra (Eds.) *Evolution challenges: Integrating research and practice in teaching and learning about evolution* (pp.211-232). Oxford University Press.
- Chinn, C. A., Rinehart, R. W., & Buckland, L. A. (2014). Epistemic cognition and evaluating information: Applying the AIR model of epistemic cognition. In D. N. Rapp & J. L. G. Braasch (Eds.), *Processing inaccurate information: Theoretical and applied perspectives from cognitive science and the educational sciences* (pp. 425–453). MIT Press.
- Duncan, R. G., Chinn, C. A., & Barzilai, S. (2018). Grasp of evidence: Problematizing and expanding the next generation science standards' conceptualization of evidence. *Journal of Research in Science Teaching*, 55 (7): 907-937.
- Fiorella, L., & Mayer, R.E. (2016). Eight ways to promote generative learning. *Educational Psychology Review*, 28, 717-741.
- Graesser, A. C., Wiley, J., Goldman, S.R., O'Reilly, T., Jeon, M., & McDaniel, B. (2007). SEEK Web tutor: Fostering a critical stance while exploring the causes of volcanic eruption. *Metacognition and Learning*, 2, 89– 105.
- Kienhues, D., Ferguson, L. E., & Stahl, E. (2016). Diverging information and epistemic change. In Greene, J.A. et al. (Eds.) (2016). *Handbook of epistemic cognition* (pp.318–330). New York, NY: Routledge.
- Kobayashi, K. (2007). The influence of critical reading orientation on external strategy use during expository text reading. *Educational Psychology*, 27, 363–375.
- Kobayashi, K. (2014). Students' consideration of source information during the reading of multiple texts and its effect on intertextual conflict resolution. *Instructional Science*, 42, 183-205.
- Mochizuki, M., Chinn, C.A., Zimmerman, R.M., & Yamaguchi, E. (2018). Development of a series of instructions for promoting disagreement resolutions in reasoning about multiple conflicting documents. 日本教育工学会第 34 回全国大会講演論文集, 931-932
- Mochizuki, T., Nishimori, T., Tsubakimoto, M., Oura, H., Sato, T., Johansson, H., Nakahara, J., & Yamauchi, Y. (2019). Development of software to support argumentative reading and writing by means of creating a graphic organizer from an electronic text. *Educational Technology Research and Development*, 67: 1197–1230.
- Ponce, H. R., & Mayer, R. E. (2014a). Qualitatively different cognitive processing during online reading primed by different study activities. *Computers in Human Behavior*, 30, 121-130.
- Ponce, H.R., & Mayer, R. E. (2014b). An eye movement analysis of highlighting and graphic organizer study aids for learning from expository text. *Computers in Human Behavior*, 41, 21-32.

- Renkl, A. (2013). Toward an instructionally oriented theory of example-based learning. *Cognitive Science*, 38 (1), 1-37.
- Stadtler, M. & Bromme, R. (2007) Dealing with multiple documents on the WWW: The role of meta-cognition in the formation of documents models. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 2, 191-210
- Thomm, E., Barzilai, S., & Bromme, R. (2017). Why do experts disagree? The role of conflict topics and epistemic perspectives in conflict explanations. *Learning and Instruction*, 52, 15-26.
- Van Bruggen, J. M., Boshuizen, H. P. A., & Kirschner, P. A. (2003). A cognitive framework for cooperative problem solving with argument visualization. In P. A. Kirschner, S. J. Buckingham Shum, & C. S. Carr (Eds.), *Visualizing argumentation: Software tools for collaborative and educational sense-making* (pp. 25-47). Springer.
- Wiley, J., Goldman, S. R., Graesser, A. C., Sanchez, C. A., Ash, I. K., & Hemmerich, J. A. (2009). Source evaluation, comprehension, and learning in Internet science inquiry tasks. *American Educational Research Journal*, 46, 1060-1106.
- (謝辞) Web 学習環境のデザインと開発にあたっては、スパイスワークス株式会社およびスパイスワークス・ミャンマーの献身的な技術協力をいただいたことをここに付記し、謝意を表する。

〈発 表 資 料〉

題 名	掲載誌・学会名等	発表年月
Development of software to support argumentative reading and writing by means of creating a graphic organizer from an electronic text.	Educational Technology Research and Development	2019年6月
Development of instructions for disagreement resolutions in reasoning about diverging information.	<i>18th biannual conference of European Association for Research on Learning and Instruction</i>	2019年8月
多様な情報を用いた推論過程において矛盾の解消を支援する教材の実践的評価	日本科学教育学会第43回年会	2019年8月
主体的・対話的で深い学びに導く 学習科学ガイドブック	北大路書房	2019年9月
矛盾する情報に対する推論：複数の論争的な文章の評価・判断を学ぶ教材とその評価	日本教育工学会 2020年春季全国大会	2020年2月
Design of web application to support reasoning about controversial multiple documents	East Asian Graduate Student Symposium on the Learning Sciences	2020年3月
Reasoning about disagreements: Instructional design to improve thinking about controversial multiple documents	14th International Conference of the Learning Sciences	2020年6月
複数の矛盾する文章に関する推論を学ぶ協調学習支援環境の開発	日本教育工学会 2020年秋季全国大会	2020年9月(予定)