

他者の知識を可視化した協同学習における会話活動と学習パフォーマンスの関係性：ターンテイキングと知識の収束に着目して

Relation between dialog activity and learning performance on collaborative learning visualized other knowledge: An analysis of turn-taking and knowledge convergence

下條 志巖[†], 林 勇吾[†]
Shigen Shimojo, Yugo Hayashi

[†] 立命館大学総合心理学部
College of Comprehensive Psychology at Ritsumeikan University
cp0013kr@ed.ritsumei.ac.jp

概要

本研究では、knowledge awareness tools として知られているコンセプトマップを用いた協同学習におけるターンテイキングと個人・ペアにおけるパフォーマンスとの関係性を検討することを目的とした。そこで、話者交替の回数と個人間のパフォーマンスとペア内のパフォーマンス差との相関分析を行った。その結果、それらの変数間には有意な相関が認められなかったが、後者における差が大きい場合負の相関の傾向がみられた。今後、教育エージェントの開発のために、協同プロセスとパフォーマンスとの関係性を探る必要がある。

キーワード: Computer-Supported Collaborative Learning (CSCL), knowledge awareness, knowledge convergence, コンセプトマップ, ターンテイキング

1. 背景

認知科学における協同学習研究では、協同学習のメリットとして他者とのインタラクションを通じて異なる視点に基づいて考えることができるという点が指摘されてきた。その中では、個々人が持つ異なる知識を外化することでメタ認知を活性化させ、新たな知識の獲得を促進させる上で有益になるとされている。例えば、折り紙を用いた研究 [1] では、外的なリソースを個人の時と同様にペアでも用いていることが示され、その外的なリソース、つまり課題に関する個人の視点の外化を行うことによって、一人が観察者となり、その外化された異なる視点を用いて再解釈し、理解の抽象化が生じ、問題解決することを明らかにされている。つまり、知識の外化は、その課題に関する理解を促進させているのである。また、観察者と実行者の立

場を入れ替わることによって再解釈していくというサイクルを繰り返すことによって理解が深まる。外的リソースを用いることによってメタ認知が活性化され、それが新たな知識を獲得し、既存の知識の理解を深めることに繋がるのである。[2]の研究では、異なる視点を持つようにあらかじめ課題を設定し、規則発見課題における協同を検討している。ここでは、相手の視点の正しい理解が解決へと至る要因として大切であることが分かった。そのため、ICTを用いることによってどのように他者の視点や知識の正しい理解を築くことができるのか検討する必要がある。

特に、Computer-Supported Collaborative Learning (CSCL) の分野では、情報通信技術を用いて学習ペアの協同による学習を支援できるかどうかに関する検討が行われてきた。ここでは、knowledge awareness toolを用いることによる研究がなされている。たとえば、[3]の研究では、コンセプトマップという概念間の関係を図示できるツールである cmap tools を用いることによって、他者の知識に気付き、知ることができると分かった。そこで、[4]では、そのツールを用いた学習支援において学習パフォーマンスが促進されるのか、異なる視点が発現するのか検討した。その結果、コンセプトマップを用いることによって、学習パフォーマンスが促進され、異なる視点が発現することが分かった。しかし、どういった会話活動、つまりフィルター、話者交替、うなづき、抑揚などが影響するのか検討されていない。今回、我々は、会話分析における代表的な指標の1つであるターンテイキング [5] と学習パフォーマンスとの関係を探ることによって検討する。ターンテイキングを含めた会話構造は、知識の共有、異なる理解をしていることを知り、妨

げとなる問題を修正させることができる [6]. そのため, 他者とのインタラクションや他者視点の理解が促進され, 個人のパフォーマンスだけではなく, ペアのパフォーマンスも促進されると考えられる. しかし, テキストベースのチャットでは, ターンテイキングが上手いかわからないことが知られている [7]. 本研究では, テキストベースのチャットではなく, 口頭対話によって課題を進めることで, ターンテイキングが円滑になるため, インタラクションが活性化し, 学習者のパフォーマンスを促進すると考えられる. 本研究では, 個人のパフォーマンスだけではなく, ペア単位におけるパフォーマンスも検討する. 今回は, ペアにおけるパフォーマンスとして知識の収束を用いる. 知識の収束は協同学習において有用であることが知られている [8]. それは, 直感的にも理解できる. なぜなら, 協同において他者の知識を獲得し, 最終的に収束していることは協同の効果になるからである. 一人では, 自分の知っている知識しか得られないが, 協同によって他者の知識を獲得や共有することができる. [9] では, 協同学習における知識の収束の重要性を指摘し知識の共有と等価性に分類し, 協同の前段階・プロセス・結果における知識の収束を測定する方法を提案している. そこでは, 結果における知識の等価性はグループ内における変動係数を算出して測定している. また, 結果における知識の共有は, 一対比較によって行われている. しかし, 今回の研究では, pre・middle・post テストにおいて選択肢形式ではなく記述形式で行った. つまり, 一対比較と変動係数を求めることは困難であると考えられる. つまり, 新たな手法を用いる必要がある. そこで, 本研究では, ペアのパフォーマンスつまり, 知識の収束を個人における本課題前と本課題後のテストの点数の差をペア内においてさらに引いた値を算出することによって測定した.

2. 目的と仮説

そこで, 本研究では, コンセプトマップを用いた協同学習においてターンテイキングと学習パフォーマンスとの関係性があるのか検討することを目的とする. 本研究の仮説としては, 以下の通りである.

H1 一つは, 学習者ペアにターンテイキングが多くなるにつれて, インタラクションが活性化され, その中で知識の抽象化を生じさせる説明活動も多くなると考えられ, 概念への理解が促進されると予想される.

H2 ターンテイキングを行うことによって, インタラクションが活性化され, 他者の知識をより多く共有することができるため, ペア内のパフォーマンス差

がより小さくなると予想される.

3. 方法

3.1 実験参加者

大学生 26 名 (男性 11 名・女性 15 名) が参加した. 平均年齢は, 20.7 歳 ($SD = 1.37$) であった. 本実験は, 一要因被験者内計画によって行われた. また, ある 1 つのペアの発話がなかったため, 分析から除外した.

3.2 実験課題

本実験には, PC2 台とモニター 2 台, 協同プロセスを録画と録音するためのビデオ 2 台 (Sony, HDR-CX680) とコンセプトマップを作成するツールである Cmap Tools を用意した (<https://cmap.ihmc.us/>). 本研究では, コンセプトマップを作成するためのツールである Cmap を用いた説明活動を通じた概念の学習を行った. コンセプトマップとは, 概念間の関係を表す図である. たとえば, A と B という概念を繋げるだけではなく, その間の関係性も同時に表すことができる. そのため, 知識の外化には適していると考えられる. また, 複数人によるコンセプトマップ作成を可能にする同期システムがあり, 複数のウィンドウを同時に表示することができる. そのため, 他者の知識への awareness や外化に有効なツールであるといえる. 実験環境は, ディスプレイなどで相手の姿を見ることが出来ない状況であった. それは, 今後分散環境における協同学習を検討するにあたり, より近い実験状況にするためである.

3.3 手続き

本実験は, プレ・ミドル・ポストテスト, Cmap Tools に関する教示, 学習テキストと例の参照, 本課題 1, 本課題 2 によって構成された. プレ・ミドル・ポストテストでは, 「帰属理論について自由に記述せよ」という設問が設けられた. また, Cmap Tools に関する教示では, 実験参加者はコンセプトマップとはどのようなものなのか説明を受け, 実際にコンセプトマップを作っている動画を参照した. 本課題 1 では, 帰属理論とその例に関してのコンセプトマップを個別に作成した. また, 本課題 2 は, 協同学習のステップであり, お互いのコンセプトマップを参照し, 説明しあいながら協同でコンセプトマップを作成した.

3.4 従属変数

従属変数としては、(1) 学習パフォーマンスとして、[4] で用いられた学習パフォーマンスとそれに基づくペア内のパフォーマンス差、(2) ターンテイキングである。(1) は、[4] で用いた個人のミドル・ポストテスト間の差をとったものを使用し、個人とペア内におけるパフォーマンスの差を測る変数として採用した。ペア内のパフォーマンス差は上記の背景で述べ通りであり、ミドル・ポスト間の点数の差を用いることによって、二人の学習者の学習パフォーマンスの促進されているのか捉えた。しかし、これだけでは知識の収束が生じていたのかどうかを捉えることはできないため、結果でさらに分析を行った。(2) は、単純に何回ペアの発話において話者が交代されていたのか算出したものを採用した。

4. 結果

[4] の研究では、コンセプトマップを用いた協同を通じた協同学習のパフォーマンスとして以下の結果が得られた。テストをコーディングし、得点化することによって、パフォーマンスが促進されたのか見るために、一要因被験者内分散分析を行った。その結果、テスト間の得点に有意な差が見られた ($F(2, 25) = 173.78$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.87$)。そこで、どのテスト間に差があるのかを調べるために、Ryan の方法による多重比較を行った結果、ミドル・ポストテストはプレテストに比べて有意に得点が高いということが明らかとなった ($p = .00$)。さらに、ポストテストはミドルテストに比べて有意に得点が高いということが分かった ($p = .02$)。個人における学習パフォーマンスが促進されたということが分かった。そこで、本研究では、より詳細な分析をするため、ターンテイキングとの関係を見た。

まず、ターンテイキングとパフォーマンス 1 との関係を見るために、相関分析を行った。その結果、ターンテイキングとパフォーマンス 1 との相関が見られなかった ($r = .22$, $p = .30$)。つまり、仮説 1 が支持されなかった。また、パフォーマンス 2 との相関分析の結果、相関が見られなかった ($r = .13$, $p = .70$)。しかし、パフォーマンス差が大きいペアつまり、差が 2 以上のペアを見ていくと相関係数が、 -0.71 となったが、2 未満のペアを見ると相関係数は 0.41 であった。つまり、仮説 2 はペア内のパフォーマンス差が大きい場合において、部分的に支持された。しかし、これだけでは、ある一人の持っている知識をそのまま相手も獲得したということだけなのかさらに共有し、そこか

ら理解を深めたのかは分からない。そこで、さらに分析を行った。パフォーマンス差が大きいペアに着目すると 4 ペアである。そのペアの内 3 ペアは、ミドルにおいて高い知識を持っている学習者は、もう片方の学習者の知識を高め、高い方の学習者のミドルテストにおける点数よりも 1 点高くなった。しかし、あるペアは、同得点だったが片方の学習者だけが向上する結果となった。また、そのペアを除外した分析においても相関係数は -0.97 と負の相関を示した。

図 1 は個人の学習パフォーマンスとターン数との関係を示した。また、図 2 はペアにおける学習パフォーマンスとターン数との関係を示したものである。

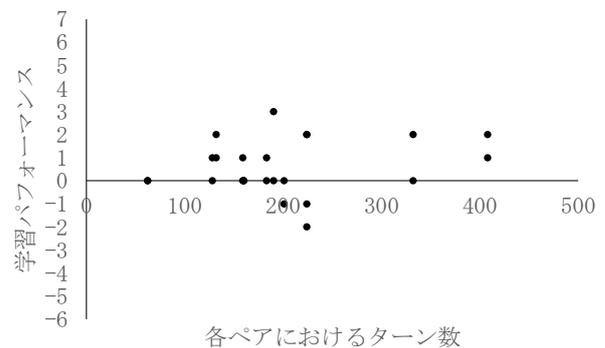


図 1 Turn-taking と個人の学習パフォーマンスとの相関

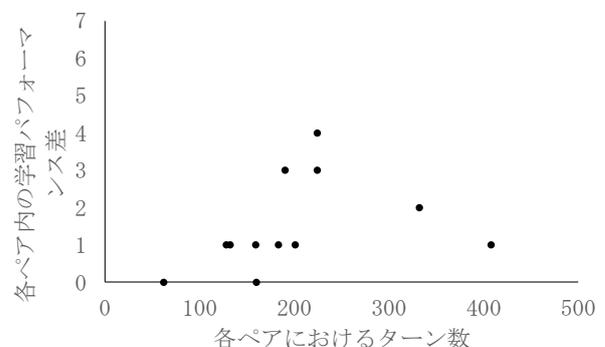


図 2 Turn-taking とペア内の学習パフォーマンス差との相関

5. 考察

実験の結果から、仮説 1 は支持されなかったが、仮説 2 は部分的に支持されたということが分かった。つまり、ターンテイキングと個人の学習パフォーマンスとの間に相関がなく、単純な話者交替では、コンセプトマップを用いた協同学習において学習パフォーマンスを向上させないということがいえる。しかし、この

実験で用いたターンテイキングの指標は、単純なものであったため、パフォーマンスとの関係が見られなかったとも考えられる。また、[10]では、ターンテイキング数と他者視点の理解の促進に相関関係があることを明らかにしている。そのため、今回の研究においては、ペア内のパフォーマンス差が小さい場合、コンセプトマップを用いることによって他者視点の理解が得られるため、単純に話者交代をするからといってパフォーマンスが促進されなかったということが考えられる。しかし、ペア内のパフォーマンス差が大きい場合、異なる視点を理解するために、コンセプトマップだけでは十分ではなく、話者交替を多く取ることによって他者視点を理解していると考えられる。また、あるペアは同得点だったが片方のパフォーマンスが促進されたが、もう片方の学習者はパフォーマンスが下がる結果となった。このペアは、促進された学習者だけが理解を促進する協同プロセスが生じていた可能性が考えられる。また、その他のペアにおいても片方の学習者のパフォーマンスは向上されているが、もともと詳しい人が教えただけになっている可能性がある。協同のメリットは、両方の学習者つまり、知っている人、知らない人に限らず全ての学習者のペアが異なる視点や議論によって、知識の収束などが生じ、さらに深い理解や異なる点に基づいて考えられるようになることである。そのため、今後こういうペアにどういった支援をするのか検討する余地があるといえる。

CSCLの分野では、これまで、多くのgroup awareness toolsによる研究がなされている。[11]では、異なる視点の観点から学習パフォーマンスの促進を検討している。しかし、このgroup awareness toolsを用いた協同学習におけるエージェント開発を試みられた研究は少ないといえる。たとえば、group awareness toolを用いる場面において教育エージェントがメタ認知的支援を行うことによってawarenessを促進することが分かっている[12]。そこで、本研究におけるターンテイキングとパフォーマンスとの関係を検討することは、重要であるといえる。また、より詳細なターンテイキングの検討と発話の分析が課題であるといえる。

6. まとめ

本研究では、CSCLの分野で研究されているgroup awareness toolsの一つであるコンセプトマップを用いた協同学習における会話活動の指標の1つであるターンテイキングに着目した。本研究の目的は、コンセプトマップを用いた協同学習におけるターンテイキングと学習パフォーマンスと関係性があるのか検討すること

である。そこで、分析ではターンテイキングと個人ごとのパフォーマンスとペア内におけるパフォーマンス差との間に相関があるのかに着目した。その結果、単純なターンテイキングでは、学習パフォーマンスを促進する効果はなかったということが明らかとなった。しかし、ペア内の差が大きい場合においては、ターンテイキングによって他者の知識を得ることによって、ペア内の差がなくなっていく傾向にあることが分かった。そこで、さらに分析したところ、4ペアの内3ペアは、ミドルテストにおいて低い点数の学習者はポストテストにおいて、もう一方の学習者のミドルテストよりも高くなった。しかし、1ペアはミドルテストにおいて同じ点数であり、片方の学習者のみの得点が向上した。また、これらの結果はエージェント開発における機能の面に示唆を与えたといえる。今後は、より詳細な発話の分析を行うことによって、協同プロセスとパフォーマンスとの関係性を明らかにすることによって、エージェント開発のためにさらなる示唆を与えることが課題である。

文献

- [1] Shirouzu, H., Miyake, N., & Masukawa, H. (2002). "Cognitively active externalization for situated reflection", *Cognitive Science*, Vol.26, No. 4, pp. 469-501.
- [2] 林 勇吾・三輪 和久・森田 純哉 (2007). "異なる視点に基づく協同問題解決に関する実験的検討" *Cognitive Studies*, Vol. 14, No. 4, pp. 604-619.
- [3] Engelmann, T., & Hesse, F. W., (2010). "How digital concept maps about the collaborators' knowledge and information influence computer-supported collaborative problem solving", *Computer-Supported Collaborative Learning*, Vol. 5, No. 3, pp.299-319.
- [4] 下條 志巖・林 勇吾 (2019). "コンセプトマップを用いた協同学習ペアの説明活動に関する実験的検討：学習パフォーマンスにおける理解度と異なる視点の発現に着目した検討" *信学技報*, Vol. 119, No. 38, pp. 87-91.
- [5] Sacks, H., Schegloff, E. A., & Jefferson, G. (1974). "A Simplest Systematics for the Organization of Turn-Taking for Conversation", *Language*, Vol. 50, No. 4, pp. 696-735.
- [6] Roschelle, J., & Teasley, S. D. (1995). "The construction of shared knowledge in collaborative problem solving", *Computer Supported Collaborative Learning*, Vol. 128, pp. 69-97.
- [7] Herring, S. (1999). "Interactional Coherence in CMC" *Journal of Computer-Mediated Communication*, Vol. 4, No. 4.
- [8] Fischer, F., & Mandl, H. (2005). "Knowledge Convergence in Computer-Supported Collaborative Learning : The Role of External Representation Tools ", *The Journal of the Learning Sciences*, Vol. 14, No. 3, pp. 405-441.
- [9] Weinberger, A., Stegmann, Karsten., & Fischer, F. (2007). "Knowledge convergence in collaborative learn-

- ing: Concepts and assessment”, *Learning and Instruction*, Vol. 17, No. 4, pp. 416-426.
- [10] 林 勇吾・三輪 和久 (2011). “コミュニケーション齟齬における他者視点の理解” *Cognitive Studies*, Vol. 18, No. 4, pp. 569-584.
- [11] Molinari, G., Sangin, M., Dillenbourg, P., & Nussli, M. A. (2014). “Knowledge interdependence with the partner , accuracy of mutual knowledge model and computer-supported collaborative learning”, *European Journal of Psychology of Education*, Vol. 24, No. 2, pp. 129-144.
- [12] Yilmaz, F. G. K, & Yilmaz, R. (2019). “Impact of pedagogic agent-mediated metacognitive support towards increasing task and group awareness in CSCL”, *Computer & Education*, Vol. 134, pp. 1-14.