

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 14 日現在

機関番号：62601

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K20816

研究課題名（和文）寡黙な学習者の認知モデル開発：対話を深い学びに繋げるために

研究課題名（英文）Do Vocal Students Learn More than Silent Students?: Building Cognitive Model of Silent Students for Deeper Learning through Dialogue

研究代表者

白水 始（SHIROUZU, Hajime）

国立教育政策研究所・初等中等教育研究部・総括研究官

研究者番号：60333168

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,900,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、対話的な学習場面において沈黙しがちな子どもでも深く学ぶメカニズムと授業の条件を明らかにするために、小中高校で収集済みの対話データを基に、量的・質的研究手法を融合して寡黙な学習者の認知モデルを開発するものである。中高の知識構成型ジグソー法7授業61グループ172名の発話量と学習成果の関係を調べたところ、両者の相関係数は $r=.07$ と低く、寡黙に理解を深めている生徒の存在が示唆された。質的検討から、寡黙な生徒が他の生徒の会話をよく聞いており、資料中の情報をおさえ、要所でそれを結び付ける役割を担っていたことが示された。場の対話の論点を先取り、拡張することに長けたモニターの特徴が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

教育実践は学術的に未検証の前提に立ってなされることも多く、実践の成果検証はその前提の検証も共に行われることが望ましい。「主体的・対話的で深い学び」の実践において、対話的な学びを発話量の増加を目指して行い、その成果を全員平等の活発な対話で測るとするならば、果たして発話量の多寡が学びの深まりと相関するのかの検証が必要である。本研究はこうした検証の一例を示した意義を持つ。成果の一部は、文部科学省の「教育データの利活用に関する有識者会議」の論点整理に掲載された。教育データの利活用も、このようにデータを各種の介入など取組の前提の検証に使われるべきとの示唆を発信できた。

研究成果の概要（英文）：This study aims to develop a cognitive model for silent learners by integrating quantitative and qualitative research methods based on collected dialogue data in school settings, in order to elucidate the mechanisms of deep learning in learners who tend to be silent in interactive learning situations and the conditions for effective instruction. By examining the relationship between the amount of speech and learning outcomes in 61 groups comprising 172 students from the "knowledge construction jigsaw" lessons in middle and high schools, a low correlation coefficient of $r=.07$ was found, suggesting the presence of students who deepen their understanding silently. Qualitative analysis revealed that silent students were actively "listening" to other students' dialogues, grasping information from the materials, and playing a role in connecting the key points. Their characteristics as monitors, who excel at anticipating and expanding the discussion points, were suggested.

研究分野：学習科学・認知科学

キーワード：グループ活動 話量 理解 協調学習 知識構成型ジグソー法

1. 研究開始当初の背景

GIGA スクール構想など初等中等教育の情報化に伴い、教室におけるグループ学習でも、各グループや児童生徒の発話量を即座または授業直後に可視化し、学習支援や授業研究に活用する試みが数多くなされている。そこには、話量が多いグループ/児童生徒の方がよく学んでいるという前提があると考えられる。

その一方で、協調学習の実践研究においては、発言回数が少ない子どもでも、活発な子どもと同等の学習成果を収めることが経験的に知られている。これは、認知科学の協調問題解決研究で明らかにされてきた「建設的相互作用」に拠ると考えられる。すなわち、協調場面では解決を主導する「課題遂行者」の話し手に対して、聞き手が「モニター」としてその説明を咀嚼し、自らの理解に統合しようとする作用が働く。それにより、発話という明示的な認知活動が行われていなくとも各参加者には「聞きながら考える」という認知過程が働き、その結果、話量と理解の程度の間には明確な相関関係が見られない現象が観察されることになる。

2020 年度から段階的に実施される学習指導要領では「主体的・対話的で深い学び」が教育現場に求められており、対話を通じた深い学びを保証する研究知見が必要になる。そのためには、たとえ話量と学習成果の相関関係といった基礎的な知見であっても、一定の役には立つと思われる。しかし、管見の限り組織的な先行研究はない。黙りがちな児童生徒が何をどの程度理解しているのかがデータに表出されない難しさがあるためだろう。

2. 研究の目的

そこで本研究では、一人ひとりに発話する機会と授業における学習成果を表出する機会が保証されている「知識構成型ジグソー法」を用いて、7 授業 61 グループ 172 名の発話と学習成果データをもとに、第一に、その相関関係を明らかにし(研究 1)、第二に、話量は少ないが理解度は伸びている生徒が対話の中でどのような貢献を行っていたかを質的に検討する(研究 2)。加えて、認知モデルの開発に向け、自然言語処理モデルを用いて各授業の特徴を教材の構造から捉え、それと相関係数の関係を考察する(研究 3)。

3. 研究の方法

【研究 1】

研究で活用した「知識構成型ジグソー法(以下 KCJ)」は、授業の最初と最後で各学習者が同じ問いに対する解答を個人で考え、その間に対話を通して三つ程度の異なる資料を分担・交換・統合して答えを作り上げる学び方である。この授業の最初から最後の解答の変化を理解の深まり(理解度の伸び)とみなした。理解度は各学習者の記述解答について、授業担当教員の期待する解答の要素に従ってその言及度を分析することで判定した。さらに、資料を交換・統合する「ジグソー活動」中の発話をすべて文字起こしし、その字数を話量とした。話量は発言がされればカウントされるが、発言がない相槌や身振りはカウントされない。

言及度の判定方法は、要素に完全な形で言及できていれば 1、不完全に言及していれば 0.5 を付与した。以降の分析では、正規化した授業前後の伸び(例:1 から 4 で「3」伸びており、それを期待する解答の要素数「5」で割った 60%となる)と 1 分あたりの話量「ジグソー活動中」に発話した文字数を分析する。

代表者らはこの KCJ を用いた授業改善プロジェクトを 13 年に亘って進めてきており、学校現場教員が年間約 200 以上の授業をコンスタントに開発・実践している。その中でも、児童生徒の音声をヘッドセットで収集し、ワークシートなどで学習成果が同定・分析できた 7 授業(中学理科 2、中学社会 1、高校理科 1、高校社会 3)を当面の研究対象とした。

【研究 2】

研究 2 では、研究 1 の各授業について、生徒の話量の平均と理解度の伸びの平均をそれぞれ求め、平均の上下で生徒を「饒舌深化」「饒舌停滞」「寡黙深化」「寡黙停滞」の 4 つに割り振った。話量が当該授業のクラス平均より少ないのに、スコアが平均以上に伸びた「寡黙深化」の生徒が 48 名いた。この 48 名が属していた 37 グループのうち、メンバー全員の話量と学習成果がすべて揃っていた 33 グループを分析の主たる対象として、グループの対話を分析した。

【研究 3】

最後に 7 授業における「エキスパート資料」(メイン課題を解決するための 3 つの異なる資料)の関係を調べるため、自然言語処理 BERT を用いて資料間の類似度を算出した。資料の近さが、話量が少なくても理解を進める要因となっているかを探索的に検討するためである。

4. 研究成果

【研究1】

上記の7授業に参加した172名の中高生の1分あたりの話量と理解度の伸び(正規化)をまとめたのが、図1である。全体の相関係数は.07であり、有意ではなかった。図に見るように、左上の領域に話量は少ないが、理解度の伸びを見せる生徒が多く存在することがわかる。統計的に有意差がないことを基に積極的な主張はできないが、相関の低さは、話量は少なくとも理解を深めている生徒の存在ゆえだという示唆は得られた。

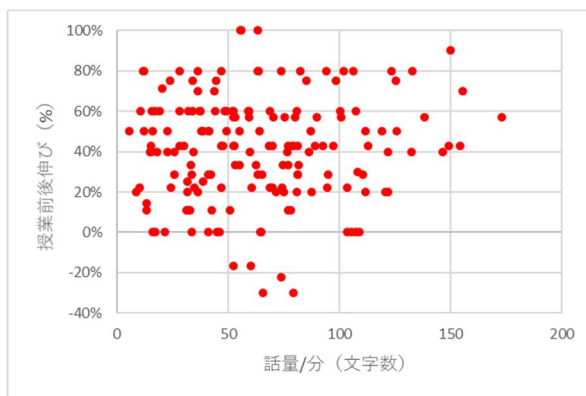


図1 話量と授業前後の伸び(各点が生徒を示す)

【研究2】

表1が172名の各授業平均と比べた人数分布である。表2が抽出した「寡黙深化」の生徒を軸として、同じグループにどのようなタイプの生徒がいたかを分類する。例えば、3人組で残り2名が「饒舌深化」であれば、「寡黙深化」の生徒は聞き手に回りながら学んでいたプロセスがイメージできる。逆に、残りが2名とも「寡黙深化」であれば、全員で口数は少ないながらも、必要最低限の対話で理解を深めていたプロセスがイメージできる(なお、この場合は3名とも検討対象の主軸となることとなる)。

結果は表2の通り、計14パタンの多様なメンバー構成が見られた。結果の解釈のために、メンバー内に一人でも饒舌深化が居たグループを1、寡黙のみを2、饒舌深化はないが饒舌停滞が居たものを3と再分類した。その結果、饒舌深化がいたグループ(1)が21と最も多かった。次いで、メンバーが寡黙(深化か停滞)のみのグループ(2)は7であった。メンバー内に一人でも饒舌停滞が居たグループ(3)は5であった。

紙幅の都合上、対話分析の詳細は割愛するが、まとめると、全33グループ中饒舌が一人でもいたグループは26あり、饒舌な生徒が「課題遂行者」や「課題遂行グループ」として対話している傍で、「モニター」の役割を担っているプロセスが観察できた。

さらに「課題遂行者」と思われる「饒舌」な生徒が(授業前後の記述解答のレベルでは)停滞と判定されているにもかかわらず、「モニター」であるはずの「寡黙」な生徒のみが深化することもあった。これらは、むしろ饒舌な生徒に「語らせながら」自分はその対話から記述可能なポイントを捉えている可能性も推察できた。

一方、寡黙のみでも寡黙深化の生徒が出現したグループも相当数あった。寡黙か饒舌かの判定をクラス平均と照らして行ったため、寡黙な3名なりに役割分担や役割交代が起きていた。

表1 話量と授業前後の伸びのクロス集計(人)

	話量が平均より少ない	平均より多い
授業前後の理解度の伸びが平均より大きい	寡黙深化 48	饒舌深化 49
平均より小さい	寡黙停滞 45	饒舌停滞 30

表2 残りメンバーの構成と該当グループ数

残りメンバーの構成	グループ数
3名組の場合	
(饒舌深化, 饒舌深化) 1	5
(饒舌深化, 寡黙停滞) 1	5
(寡黙深化, 寡黙停滞) 2	4
(寡黙深化, 饒舌深化) 1	3
(饒舌深化, 饒舌停滞) 1	3
(寡黙停滞, 饒舌停滞) 3	3
(寡黙停滞, 寡黙停滞) 2	2
(寡黙深化, 饒舌停滞) 3	1
4名組の場合	
(饒舌深化, 饒舌停滞, 寡黙停滞) 1	2
(寡黙深化, 饒舌深化, 饒舌深化) 1	1
(饒舌深化, 饒舌停滞, 饒舌停滞) 1	1
(寡黙停滞, 寡黙停滞, 饒舌深化) 1	1
(寡黙停滞, 寡黙停滞, 寡黙停滞) 2	1
(寡黙停滞, 寡黙停滞, 饒舌停滞) 3	1
合計	33

【研究3】

表3の「全資料と授業案」が期待する解答の要素等,教師のねらいと資料内容の類似度をBERTにて算出したものである。どれも0.8前後と高い。すなわち,資料の関連付け・統合が期待する解答への到達を密接に支える構造となっている。一方,「話量と理解度」が研究1の授業ごとの相関係数である。その高低と資料の類似性との間に特段の関係は見られない。

今後は,双方ともにより分布の大きな授業もサンプルに含めて検討を進めるべきであろう。それにより,「授業者が適切な解答を期待し,それに向けて全員が伸びる授業では,話量と成果の相関関係が見られず,伸びにくい授業では相関関係が見られる(よく話す者しか学ばない)」という仮説を検証できることになる。

表3 資料の類似性と話量・理解度の関係

BERT

授業名	全資料と授業案	話量と理解度
赤い噴水	0.835	0.20
運動の仕組み	0.806	0.49
戦争と国民	0.845	0.23
ドバイ	0.873	0.29
啓蒙専制君主	0.827	0.21
ヒートポンプ	0.799	0.18
平清盛	0.818	0.15

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 飯窪真也・齊藤萌木・白水始	4. 巻 37
2. 論文標題 『深い学び』のデザインと評価を支える授業研究	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 学校教育研究	6. 最初と最後の頁 8-21
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 益川弘如	4. 巻 13
2. 論文標題 情報通信技術の進展をいかした教育環境の革新に向けて	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 教育学年報	6. 最初と最後の頁 93-117
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 白水 始・飯窪真也・齊藤萌木	4. 巻 60
2. 論文標題 展望：学習科学の成立，展開と次の課題 実践を支える学びの科学を模索して	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 教育心理学年報	6. 最初と最後の頁 137-154
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.5926/arepj.60.137	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 飯窪真也，白水始，齊藤萌木	4. 巻 28(3)
2. 論文標題 「理論模型」としての学習科学実践研究コミュニティ：部品の理論群の生成とネットワーキングを支えるデザイン社会実装研究	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 認知科学	6. 最初と最後の頁 458-481
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.11225/cs.2021.027	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計17件（うち招待講演 4件 / うち国際学会 7件）

1. 発表者名 Shirouzu, H., Iikubo, S., & Saito, M.
2. 発表標題 Socially Constructive Interaction for Fostering Teacher Learning
3. 学会等名 ISLS2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 齊藤萌木・白水始
2. 発表標題 「オーガナイズドセッション(0S10) 構成主義的な授業を受けた子どもたちは、大人になって何を覚えているか~LOGO, 仮説実験授業, 知識構成型ジグソー法授業を例に~」
3. 学会等名 日本認知科学会第40回大会論文集 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Shirouzu, H., Saito, M., Iikubo, S., & Menda, K.
2. 発表標題 "Learning Recorder" that Helps Lesson Study of Collaborative Learning
3. 学会等名 AIED 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Shinya Iikubo, Hajime Shirouzu, Moegi Saito and Hideko Hagiwara
2. 発表標題 "Learning Note" that Helps Teachers' Lesson Study Across Time and Space
3. 学会等名 AIED 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 辻真吾
2. 発表標題 生命科学と次元削減
3. 学会等名 IIBMP2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 白水始
2. 発表標題 教育の世界に知識を取り戻す-単元マップの理念と背景-
3. 学会等名 日本認知科学会第39回大会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 白水始・益川弘如
2. 発表標題 オーガナイズドセッション(0S11) 教育の世界に知識を取り戻す:単元マップを媒介に
3. 学会等名 日本認知科学会第39回大会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 飯窪真也・齊藤萌木
2. 発表標題 表標題 単元マップを活用した授業研究例
3. 学会等名 日本認知科学会第39回大会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Takano, S., & Ichikawa, O.
2. 発表標題 Automatic scoring of short answers using justification cues estimated by BERT
3. 学会等名 BEA 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 白水始
2. 発表標題 学習評価のオルタナティブを探る~超長期レトロスペクティブインタビューから~
3. 学会等名 国立情報学研究所 第52回「大学等におけるオンライン教育とデジタル変革に関するサイバーシンポジウム:教育機関DXシンポ」
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Iikubo, S., Shirouzu, H., & Saito, M.
2. 発表標題 Design-based research to improve the lesson study project for co-evolution of research, development and practices
3. 学会等名 ICLS 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 徳永一輝・中山隆弘・白水始・市川治
2. 発表標題 対話の構造の可視化のためのBERTを用いた先行発話への接続確率の推定モデル
3. 学会等名 情報処理学会第84回全国大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中山隆弘, 白水始, 齊藤萌木, 飯窪真也
2. 発表標題 話量は理解となぜ相関しないのか? 「知識構成型ジグソー法」授業を例に
3. 学会等名 日本認知科学会第38回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takano, S. and Ichikawa, O.
2. 発表標題 Automatic scoring of short answers using justification cues estimated by ERT
3. 学会等名 Proceedings of 17th Workshop on Innovative Use of NLP for Building Educational Applications (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 白水始・中山隆弘・齊藤萌木・飯窪真也
2. 発表標題 話量は理解と相関するか? 「知識構成型ジグソー法」授業を例に
3. 学会等名 日本認知科学会第37回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 齊藤萌木・飯窪真也・白水始
2. 発表標題 協調問題解決型授業におけるヒント資料の提示が生徒の理解に及ぼす影響 機能機構階層図による理解深化過程の可視化に基づいて
3. 学会等名 日本認知科学会第37回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Saito, M., Iikubo, S., & Shirouzu, H.
2. 発表標題 Reconciling Structuring Collaboration and Student Agency. (印刷中)
3. 学会等名 The Annual Meeting of the International Society of the Learning Sciences 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計9件

1. 著者名 白水始	4. 発行年 2023年
2. 出版社 北大路書房	5. 総ページ数 -
3. 書名 第10章 協調学習とは何か, 奈須正裕・伏木久始編著『個別最適な学びと協働的な学びの一体的充実を目指して』	

1. 著者名 齊藤萌木	4. 発行年 2023年
2. 出版社 学校図書	5. 総ページ数 -
3. 書名 第6章 理科の授業における知識の統合へ向かう学びを見とり, 支える: 「問」の共同探究に着目して, 磯崎哲夫編著『STEM教育(仮題)』	

1. 著者名 一般社団法人教育環境デザイン研究所CoREFプロジェクト推進部門	4. 発行年 2023年
2. 出版社 CoREF	5. 総ページ数 248
3. 書名 自治体との連携による協調学習の授業づくりプロジェクト(令和4年度報告書)協調が生む学びの多様性 第13集-学びの過程に学び、学びの明日を描く-	

1. 著者名 国立教育政策研究所	4. 発行年 2023年
2. 出版社 国立教育政策研究所	5. 総ページ数 39
3. 書名 高度情報技術の進展に応じた教育革新に関する研究報告書(ダイジェスト版)	

1. 著者名 益川弘如	4. 発行年 2022年
2. 出版社 東京大学出版会	5. 総ページ数 272
3. 書名 協調学習を通じた知識の転移, 鈴木宏昭(編)『認知科学講座3心と社会』	

1. 著者名 国立教育政策研究所	4. 発行年 2023年
2. 出版社 国立教育政策研究所	5. 総ページ数 71
3. 書名 令和3年度教育研究公開シンポジウム「高度情報技術が教育にもたらすインパクト:教育実践・教育研究・教育行政の観点から」	

1. 著者名 教育環境デザイン研究所CoREFプロジェクト推進部門	4. 発行年 2022年
2. 出版社 教育環境デザイン研究所CoREFプロジェクト推進部門	5. 総ページ数 269
3. 書名 自治体との連携による協調学習の授業づくりプロジェクト 令和3年度活動報告書 協調が生む学びの多様性 第12集 一人ひとりの語りで描く学びの軌跡と未来	

1. 著者名 東京大学CoREFユニット	4. 発行年 2021年
2. 出版社 東京大学CoREF	5. 総ページ数 238
3. 書名 自治体との連携による協調学習の授業づくりプロジェクト 令和2年度活動報告書 協調が生む学びの多様性 第11集 学習科学とテクノロジーが支える新しい学びの未来	

1. 著者名 白水始	4. 発行年 2020年
2. 出版社 東洋館出版社	5. 総ページ数 296
3. 書名 対話力 仲間との対話から学ぶ授業をデザインする！	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	益川 弘如 (MASUKAWA Hiroyuki) (50367661)	聖心女子大学・現代教養学部・教授 (32631)	
研究分担者	辻 真吾 (TSUJI Shingo) (80431823)	東京大学・先端科学技術研究センター・特任准教授 (12601)	
研究分担者	齊藤 萌木 (SAITO Moegi) (60584323)	共立女子大学・その他部局等・専任講師 (32608)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	飯窪 真也 (IIKUBO Shinya) (40609971)	国立教育政策研究所・初等中等教育研究部・客員研究員 (62601)	
研究分担者	市川 治 (ICHIKAWA Osamu) (00821612)	滋賀大学・データサイエンス学部・教授 (14201)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関