

科学テーマに関する対話の可視化と特徴

Visualization and characterization of dialogue on scientific themes

赤堀侃司*

一般社団法人ICT CONNECT 21*, 東京工業大学*

本研究は、自然科学や社会科学などの正解が決まっているテーマについて、教師と学習者および学習者間で対話を行い、その思考過程を可視化して、その特徴を分析した結果を報告している。この研究分野は、授業研究とか授業分析と呼ばれ、授業実践に影響をもたらした長い歴史を持っているが、その流れを概観した上で、本研究の特徴を対比的に述べる。本研究方法については、10の科学的課題をテーマにして、14名の大学生を対象にして合計14の対話事例を逐語記録して、対話の思考過程を可視化して、その特徴を分析した。その結果、4つの対話パターンとして分類することができた。この対話パターンを検討することで、対話における思考過程の特徴を抽出することができた。さらに、それらの特徴を模式図として表現した。本研究によって、これまでの授業分析研究にも寄与できる示唆が得られた。

キーワード：対話，思考過程，可視化，授業分析，質的研究

1. 研究の背景

我が国の授業研究や授業分析と呼ばれる分野については、長い歴史を持っている。近年では、学校現場における授業後の教師による研究協議の有効性が、諸外国の研究者によって評価され、”Lesson Study”として知られるようになった。始めに、この授業研究について外観し、本研究の位置づけを明確にする。

1960年代から1970年代において、教育の科学化や現代化運動がおきて、行動科学的な授業分析が流行した。Flandersの相互作用分析(1968)やHoughら(1970)によるOSIA(Observational System for Instructional Analysis)などが日本でも盛んに用いられ、授業を科学的な方法で可視化するようになった(小金井, 1977)。この方法は、教師行動と学習者行動をいくつかのカテゴリーに分類して、授業を観察しながらどのカテゴリーが生起するかをチェックしてその遷移過程を表示し分析する方法である。教室にビデオカメラを導入して、その行動観察をして逐次的にチェックし、コンピュータで処理する方法も導入された。しかし行動観察という制約上、教師の意図や学習者の思考過程が可視化されないことから、表面的な知見しか得られず廃れていった。

1970年代後半から1990年代にかけて、認知科学や認知心理学が、授業分析に影響を与えた。Shavelson

(1973)が、授業をコミュニケーション過程として捉え、教師がどのように次の行動を選択するか意思決定モデルが、日本の授業研究に影響を与えた。日本では、吉崎(1983)の授業過程における教師の意思決定モデルが評価され、今でもこのモデルが授業研究ではよく参照される。教師は、生徒についての知識、教材内容についての知識、授業構造についての知識など、いくつかの知識を持っており、生徒からの手掛かり(キュー)を知覚して、授業計画とのずれを認知して、どこに原因があるかを探索して、対応行動をとるという流れであるが、教師の意思決定における情報処理を可視化している。

ラメルハート(1979)の人間の情報処理モデルに基づく研究で、いくつかのモデルが提案された。思考過程の可視化方法は、対話の逐語記録や、学習者の内観を発話させる発話プロトコルであった。内容や思考を探るには、どうしても発話そのものや何を思考しているかを記述する必要があった。発話記録は現在でも用いられているが、発話プロトコルは教育現場では敬遠された。学校現場において学習者の思考を探る方法としてストップモーション方式が導入されたが、授業に介入するので現実的ではなかった。

2000年代から現在までにおいて、現実の学校と切り離れた研究は、特に授業という生きた営みを扱うにはなじまないことが認識されて、実践知の抽出や

実践との融合が注目されるようになった。そこでは授業改善が重視され、質的研究が中心になってきた。教室で交わされる発話や教師との関わりを、教室全体の文脈で捉えるという方法で、具体的には学校現場で実践されている授業、その後における研究協議などに注目するようになった。その背景には、状況的な学習(Lave, & Wenger, 1991)や協調学習(白水, 2020)や学びの共同体(佐藤, 2006)のような、実践する場における研究方法がある。

そこでは、教師の省察(レフレクション)、校内研究協議(Lesson Study)、ワークショップ型、デザイン研究などが研究方法論として重視されている。特にデザイン研究(Reeves, 2006)は、授業デザインとして主流になりつつある。そこでは研究者と実践者が協働で、理論と実践を橋渡ししながら遂行する研究であり(Akahori, 2011)、近年では研究者が学校現場に入って共同で研究する方法が教員養成系の大学では通常になっている。

さらに近年では情報通信技術(ICT)が、授業分析や授業研究にも重要な役割を果たしつつあり、その枠組みとしてTPACKモデル(Shulman, 1987)がよく参照されるが、ここでは省略する。この研究方法の課題は、教室での発話を逐語記録して質的に分析するので、データ量が多く可視化が難しい点である。実践記録をまとめるという研究の視点としては、教室における記録をできるだけ可視化して本質だけを抽出することが理想であるが、容易ではない(佐藤, 秋田, 1992, 木原, 1995)。

そこで本研究では、対話に注目して、その対話過程や思考過程の全体の流れを可視化する方法を提案し、それを分析して特徴を抽出することにした。さらに、実践の場である教室では、関連する要因が多すぎて、明確に因果関係を同定することが難しいので、実験的な方法で対話記録を得ることにした。なお、以下の記述において、対話と議論の用語を混在して使用しているが、その差は特になくお断りしておく。

2. 研究の方法

2.1. 対話記録の方法

上記の背景で示したように、実際の教室環境では、要因を制御することは困難なので、本研究では以下のような実験環境を設定した。

実験協力者として、東京都内の私立大学と国立大

学に所属する大学生を選んで依頼した。AからDの学生と筆者が対話して、その対話記録を取った。

- A 理系学生1名 B 文系学生1名
C 文系学生5名 D 文系理系学生7名

実験の時期は、2020年3月上旬から中旬で実施した。

メディアは、対面とオンラインの両方を用いた。科学的なテーマは10問であるが、何回かに分けて実施した。合計14の対話記録を取り、文字化した。科学的テーマは、以下の10テーマである。

- 寒いと息が白くなるのはなぜか(理科)
(解) 水蒸気の凝結だから
- 魚は、なぜ水の中で生きていられるのか(理科)
(解) えら呼吸で水中の酸素を取り込んでいるから
- 夏は昼間が長く冬は昼間が短いのはなぜか(理科)
(解) 地軸が傾いているから
- 鳥はどうして電線にとまっても平気なのか(理科)
(解) 電気は電気抵抗の小さい回路を流れるから
- マンホールは、何故丸いのか(社会科)
(解) ずれても下に落ちないから
- 鍋に水を入れて温めると泡が出るが泡の中は何か(理科)
(解) 水が蒸発したので水の分子
- どうして目が見えるのか(理科)
(解) 光が網膜に映り電気信号に変わって脳に達するから
- 電話はどうして遠くの人と話せるのか(社会科)
(解) 声が電気信号に変換されて電話線の中を流れるから
- どのように電話番号は決まっているのか、誰が決めたのか(社会科)
(解) 電話番号の最初の数字は地域を示し、NTTが決めた
- 外国と日本ではどうして言葉が違うのか(社会科)
(解) それぞれの地域で住人が合図で意思を伝え、それが言葉になった

上記のように、比較的易しい問題が多いが、実際には大学生であってもかなり難しい。先行研究(赤堀, 2020, 2021)において、理科や社会科の問題は、小学校の教科書に掲載されているレベルであっても、その正答率は低い。

さらに、上記で、(理科)は理科の問題を示し、(社会科)は理科以外の社会に関わる問題を示している。これは、理科の問題とそれ以外の問題を提示して、学生の関連知識との比較をするためである。理科の問題だけでは、理系の学生は正解しやすいが、文系の学生は難しく、社会科の問題では、逆の関係が想

定されるからである。論文のタイトルを科学テーマとしているのは、すべての問題はオープンエンドではなく解があるので、自然科学と社会科学の意味を表している。つまり、科学的な思考を必要とする問題として10問を選択した。(解)は、簡単な解を示している。なお、解は一般的な参考書や専門書も参考にしたが、理科は筆者の判断も入っている。

2.2. 対話記録の分類の方法

AからDの大学生に対して、何回かに分けて対話記録を取って文字化した。その内訳を、表1に示す。表1の項目について、以下説明する。

学習形態は、個人(AとB)かグループ(CとD)を示し、教師質問は、筆者が教師役を務めたが、対話の過程で、「有り」は質問をかなりの頻度で出し、「無し」はほとんど出さなかったことを示す。質問の有無によって対話の質やレベルが異なるからである。次に、課題内容は、先に記述した理科か社会科の区別である。いずれも、科学的な思考が必要とされる。

関連知識は、先の理科か社会科の課題内容に対して、実験協力者が関連知識を持っているかどうかである。これは、対話過程に直接に影響を与える要因であるが、測定する手段が難しい。先行研究(赤堀, 2020, 2021)では、特に理科の問題では、理系専攻か文系専攻かの差が大きいことが分かっている。ここでは、理科の問題では理系専攻、社会科の問題では文系専攻の学生が関連知識有り、として分析した。記録数は、1つの問題に対して、教師と学生間の対話を記録して、1対話記録とした。すべて文字化して、合計14記録数になった。

表1 14事例の対話記録とパターン分類

学習形態	個人	*		*		*	*
	グループ		*		*	*	
教師質問	有り	*	*	*	*	*	*
	無し					*	
課題内容	理科	*		*	*	*	*
	社会科		*	*			*
関連知識	有り	*	*			*	*
	無し			*	*		
	混在					*	
記録数(全数14)		3	3	3	1	2	1
パターン番号		# 1		# 2		# 3	
							# 4

さらに以下に記述するように、14対話記録は、4つの対話パターンに分類することができた。例えば、表1において、パターン#1は、個人の記録数が3、グループの記録数も3で、合計6の対話記録数として、パターン#2は合計4の対話記録数として、分類されたことを示している。

2.3. 対話記録の可視化の方法

次に、対話記録の可視化の方法を、図1に示す。

発言順序	課題	あいまいな根拠			的確な根拠		
		知識	推論	結論	知識	推論	結論
1	2. 魚は水の中で生きておれるのはなぜか						
2			①呼吸ができないから死んでいたのではないか				
3			②人間なら死んでいる				
4						③鰓呼吸をしている	
5			④鰓で空気を吸っている				
6			⑤魚を飼っているとポンプがあるので水の中に空気がある				
7						⑥しかし水の中には空気がある	
8			⑦いや水の中に空気が溶けている				
9			⑧水の中で水素と酸素に分解される				

図1 対話の可視化の方法

図1において、あいまいな根拠と的確な根拠に分けてその遷移過程を表示しているのは、科学的推論は、根拠に基づいて推論することが重要であり(坂本, 他, 2014)、そのあいまいさが対話によって的確になったり、逆に的確な根拠があいまいになったりするからである。

図1のように図中に発言内容を記述して内容を可視化している。なお図中の課題は、教師の発言である。根拠の内容は、知識、推論、結論に分類して表示している。図1において、発言がどこに該当するかを、四角の色で示し、その右横に発言内容を記載しているが、紙面の都合上、右端の途中で切れている場合もある。なお、発言がどこに該当するかの判断は、すべて筆者が行った。

3. 対話パターンの分析

本研究の分析方法は、対話のテキストを対象にしている。テキストマイニングなどの手法はあるが、これらは単語の頻度などを手掛かりにしており、実際にMAXQDA(佐藤, 2008)などを適用したが、目的の結果は得られなかった。質的分析のM-GTA(木下, 2007, 2020)などを、主に対話の特徴のカテゴリー抽出において参考にした。また、大島・新原, 他(2010)の研究アプローチを、本研究の特徴の分析に参考にした。ただし、本研究における特徴は、図1

に示したように、あいまいな根拠と的確な根拠に分けて、その遷移過程を可視化することにある。その分析は、データマイニングよりも可視化に比重が大きく、対話過程が一覧できること、その対話過程において、特徴を抽出できることを重視した。なお、特徴抽出は、トライアングレーションの考え方を取り入れて、類似の特徴が複数回出現した場合を一応の目安にしている。

3.1. 対話パターンの抽出

表1に示したように、本研究では、4つの対話パターンを抽出した。その模式図を、図2に示す。

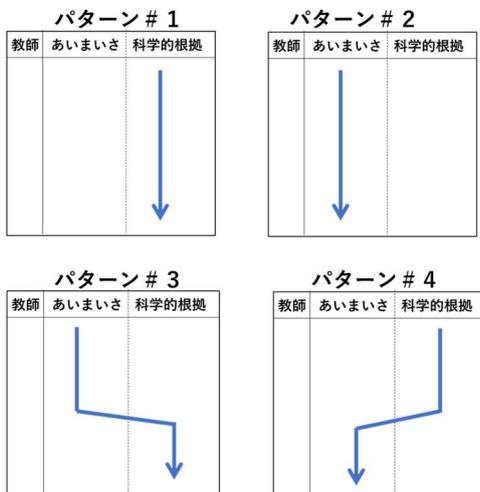


図2 対話パターンの模式図

以下、それぞれの対話パターンの具体事例と特徴を示す。

3.2 対話パターン#1の特徴

表1に示したように、6記録数があるが、紙面の都合上、1事例だけ図3に示す。

図2の模式図に示したように、図3の事例においても、学生の回答が、ほとんどの確な根拠に基づいている。表1に示すように、6記録のすべてが、関連知識有りの学生であったことが特徴になっている。この対話記録を質的に分析すると、以下のような特徴が抽出された。

テーマ：魚は水の中でなぜ生きておれるのか

① 質問によって分からなくなってくる

発言順序	課題	あいまいな根拠			的確な根拠		
		知識	推論	結論	知識	推論	結論
0							
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
		9	2		6	10	1

図3 パターン#1の事例（理科）

質問：空気を吸う場合は酸素だけをどうやって取り入れるのですか

回答：それは考えたことがなかった

質問：人は窒素を取り入れるのですか、あるいは吸わないのですか

回答：言われてみると分からなくなりました

② 質問によって自信を持つてくる

回答：酸素は反応してエネルギーになります

回答：窒素は無害なのでそのまま反応しないで出て行くと思います

回答：多分魚も同じだと思います

テーマ：夏は昼間が長く冬は昼間が短いのはなぜか

③ 分かっているにも人に説明することが難しい

質問：そうすると夏日照時間が長いという理由は何ですか

回答：言われてみるとなかなか伝わりにくい

テーマ：電話はどうして遠くの人と話せるのか

④ 質問で別の知識を探索する

質問：どうやってデータになるのだろうか

回答：レコード盤を見るとその深さなどで音に変換している

回答：心拍数なども同じ方法かもしれない

以上のように、すべて理解しているわけではなく、質問や対話過程で変容することが見いだされた。パターン#1では、理科の問題は、理系専攻の学生が回答し、社会科の問題は文系専攻の学生が、回答している。つまり、関連知識有りの学生は、的確な根拠に基

づいて回答するが、それが完全ではないことを示している。内容は難しくないが、質問や対話という過程において、その根拠が揺らいだり、逆に自信を深めたりする。さらに、別の知識を探索することで、深い理解につながる場合もある。6対話記録を分析した結果を、模式的に図4にまとめる。なお図中、「根拠」は的確な根拠の回答を、「あいまい」はあいまいな根拠の回答を、「振り替えり」や「知識探索」などは質的分析による特徴を示すが、その違いは図形の違いで示す。

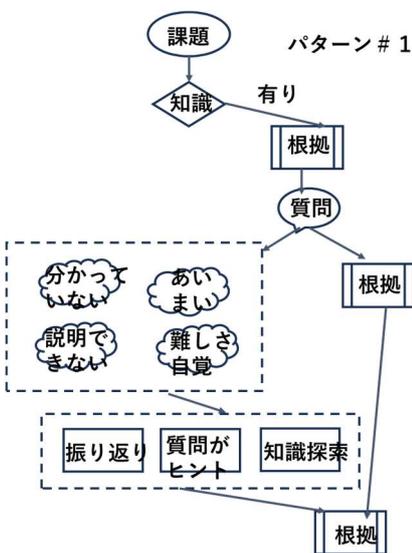


図4 パターン#1の特徴

3.3 対話パターン#2の特徴

表1に示したように、対話パターン#2は、4事例あるが、1事例だけ図5に示す。

発言順序	課題	あいまいな根拠			的確な根拠		
		知識	推論	結論	知識	推論	結論
1	4. 温度を高くすると出てくる泡の中は何があるか						
2							
3	泡の中に空気があるのですか						
4	水を含めると吐く息が白くなるのは逆の現象だということですか						
5							
6	ではそのまま泡の中は何が入っているのですか						
7							
8	ではその空気はどこから来たのですか						
9							
10	水の中に空気は入っているのですか						
11							
12	では魚は水の中で空気を吸っているのですか						
13							
14	それは水と空気を一緒に取り込んで空気だけを吸っている						
15							
16	しかし水の中の空気は見えないですよ						
17							
18	泡は大きいですよ						
19	その大きなモノが水の中に入っているのですか						
20							
21							
22							
23	わかりました						
		12	1	8	1	0	1

図5 パターン#2の事例 (理科の課題)

表1に示したように、関連知識無しの学生の事例がパターン#2になっている。図2の模式図に示したように、図5の事例でも、ほとんどが、あいまいな根拠だけの回答になっている。4事例から質的に分析すると、以下のような特徴が見出された。

- テーマ：温度を高くすると出てくる泡の中は何があるか
- ①自分の考えからなかなか抜け出せない
 質問：出てくる泡の中は何があるか
 回答：空気ではないでしょうか
 質問：では空気はどこから来たのですか
 回答：水の中に空気が含まれているからです
 テーマ：マンホールは四角でなくて丸いのはなぜですか
- ②辻褄を合わせるようにする
 質問：四角でも同じように力がかかるのではないですか
 回答：つまり作業効率と危険防止のため
 テーマ：鳥が電線に止まっても平気なのはなぜだろうか
- ③聞いた知識で応えようとする
 質問：身体を電気が通り抜けると怖いのではないですか
 回答：二つの線の場合は危険だと聞いたことがある
 回答：二本足で立つと危険だと聞いたことがある

以上のように、関連する知識が無い場合は、自分自身も納得できるように、試行錯誤している。その模式図を図6に示す。

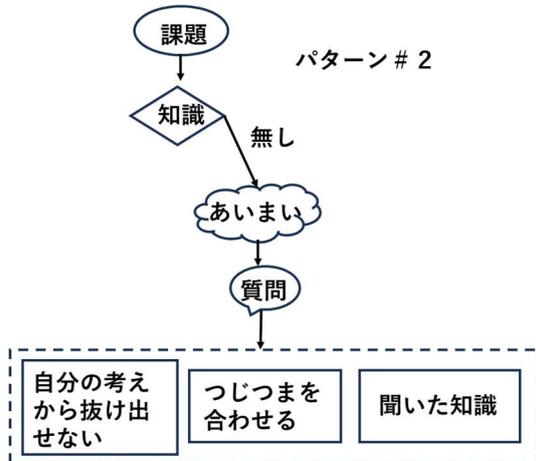


図6 パターン#2の特徴

3.4 対話パターン#3の特徴

表1に示すように、対話記録数は3であり、そのパターンの特徴は、図2の模式図に示したように、あいまいな根拠からの確な根拠に遷移している。その具体事例を、図7に示す。

発言順序	課題	あいまいな根拠			的確な根拠			
		知識	推論	結論	知識	推論	結論	
1		1.寒いと息が白くなるのはなぜだろう						
2				①湯気で白くなる				
3					②気温と体温の温度差			
4					③体温は36度なので気温は5度くらい			
5			④湯気が縮む					
6				⑤水と砂糖との関係と同じ				
7					⑥湯気が空気に溶けないから			
8					⑦飽和水蒸気になるのでそれ以上溶けない			
9					⑧それは固体が液体か			
10					⑨空気中の水分の話			
11					⑩液体だろう			
12					⑪雲と同じ原理			
		1	0	2	1	4	3	1

図7 パターン#3の事例（理科の課題）

3事例から、質的分析によって以下のような特徴が見出された。

テーマ：寒いと息が白くなるのは何故だろう

①理科の問題では、理系は科学的な知識で説明し、文系は経験的な知識で回答する

質問：寒いと息が白くなるのは何故だろう

回答：文系は、湯気で白くなる、湯気で縮む

文系は、水と砂糖との関係と同じ

回答：理系は、気温と体温の温度差である

理系は、体温は36度なので気温は5度くらい

テーマ：マンホールは四角でなくて丸いのはなぜですか

②多方面から理由を考える

質問：マンホールは四角でなくて丸いのはなぜですか

回答：バリアフリーのためではないでしょうか

角があると足にかかりやすいから

円はきれいで滑らかだから

③質問によって気づく

質問：他には何か理由はありますか

回答：丸だと下に落ちないから

四角だと斜めになると下に落ちるから

以上の特徴を図8に模式的にまとめる。

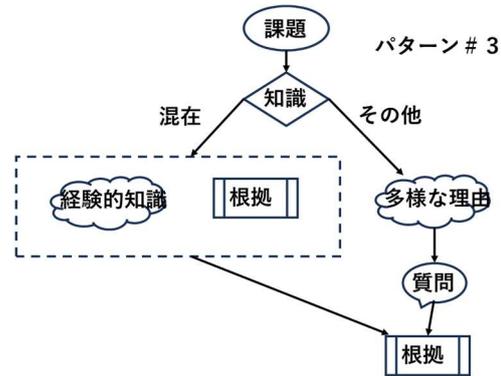


図8 パターン#3の特徴

この図8について、説明を追加する。表1に示したように、パターン#3は、関連知識が混在している事例と、それ以外の事例がある。混在している事例は、実験協力者がDの文系理系学生7名の対話記録である。そこで、理系専攻の学生は的確な根拠で回答し、文系専攻の学生は、あいまいな根拠で回答するが、そのあいまいさは日常生活の経験的知識が元になっている。それが、あいまいな根拠と的確な根拠が表示されて、回答が遷移している。対話が進むにつれて、文系専攻の学生も、的確な根拠に基づく論理的な回答に納得して、回答が変容している。

さらに、図8における関連知識が混在している以外には、それぞれが多方面から理由を考えて回答している。さらに、③質問によって気づくことは、対話パターン#1で示した、質問によって他の知識を探索する特徴にも近いと言える。

発言順序	課題	あいまいな根拠			的確な根拠			
		知識	推論	結論	知識	推論	結論	
1		1. どうして目が見えるのか						
2					①水晶体とか網膜などを通して脳に伝わっているから			
3		すると水晶体というレンズに光が入ってくるのですか						
4		その後脳にどのように伝わるのですか						
5		レンズを通しただけでは見てることにならないですよね						
6		どうして見えているのでしょうかという質問です						
7					波長が長い短い色が決まる			
8					それは目の中のレンズで行う			
9					それを脳に伝える			
10		それは脳のどこかに蓄えられるのですか						
11		それは波長によってここは黄色ここは赤という風に蓄えるのですか			波長の違いで脳に送り、脳がそれを受けて色を認識する			
12					黄色か赤かなどの色の違いは脳が認識する			
13		脳はこれが黄色だとなぜ分かるのだろうか						
14		黄色という言葉をつけたのは人間だけれどもどうして見えるか						
15					多分小さい時からこの波長はこの色という風に経験しているから			
16		ということは人は経験で認識していると言っているのですか						
17		でも赤やんでも黄色という色は見えていますよね						
18					それはお菊さんに黄色だと教えてもらったから			
19		ということはやはり経験がないと見えなんでしょうか						
20					だんだんわからなくなってきたが			
21					脳のどこかで波長の違いを色に変換しているのではないかと			
22					でも遺伝子的にもう教わらなくても見えているような気がする			
23					これはかなり難しい問題ですね			
24					動物は生まれながらにして危険を回避したりするので認識している			
25					一度専門家聞いてみたい			
26								
		12	0	5	1	3	3	0

図9 パターン#4の事例（理科の課題）

3.5 対話パターン#4の特徴

表1に示すように、1事例だけであるが、図2の模式図に示すように、対話パターン#3と逆で、的確な根拠の回答から、あいまいな根拠の回答に遷移する対話パターンである。その具体的な事例を、図9に示す。

この事例から、以下のような特徴が見出された。

テーマ：どうして目は見えるのか

①科学的な根拠で答える場合は、論理的に答える

質問：どうして目は見えるのか

回答：水晶体とか網膜などをとおして脳に伝わっているから

回答：波長が長い短いで色が決まる

それは目の中のレンズで行う

それを脳に伝える

②議論が深くなると教師も議論に加わる

質問：脳はこれが黄色だとなぜわかるのだろうか

回答：多分小さい時からこの波長はこの色というふうに経験しているから

質問：ということは経験で認識していると言っていますか

③議論が深くなると探究活動に変わる

質問：でも遺伝子的にもう教わらなくても見えているような気がする

回答：動物は生まれながらにして危険を回避したりするので認識している

質問：一度専門家に聞いてみたい

以上の特徴を、図10にまとめる。

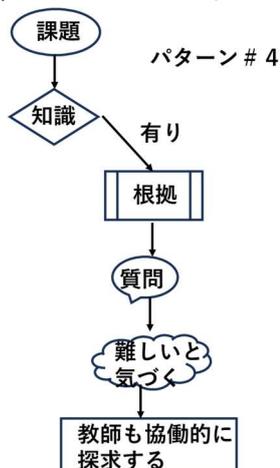


図10 パターン#4の特徴

4. 結果と考察

本研究では、以上のように4つの対話パターンを見出し、その特徴を述べた。その特徴を以下まとめる。

1. パターン#1では、学習者がテーマに関連する知識を有している場合であり、的確な根拠を述べて回答する。

2. パターン#2では、学習者が関連する知識が無い場合には、あいまいな根拠を元に回答する。

3. パターン#3では、関連知識を有する学生と無い学生が混在している場合に、あいまいな根拠と的確な根拠の発言が混在するが、対話を進めていくと、的確な根拠の発言に遷移していく。

4. パターン#4では、学習者が関連知識を有する場合で、始めは的確な根拠に基づく発言をするが、対話が深くなるにしたがって、教師も協動的に議論に加わり、探究的な対話に変容する。

以上が、それぞれの対話パターンの概要であるが、各パターンでは、以下のような特徴が抽出された。

5. パターン#1 (関連知識が有る場合)

①質問によって分からなくなってくる

②質問によって自信を持つてくる

③分かっているにも人に説明することが難しい

④質問で別の知識を探索する

このように、関連知識があったとしても、質問によって、自分の知識レベルに気づいて、分からなくなってくる。そこで、別の知識を探索して、逆に、何度も質疑応答を繰り返すことで、確かに間違いのないという確信に変化する場合もある。さらに、分かっているにも、それを説明することができなくて、分かっていたつもりだったことに、気が付くこともある。この意味で、質問は、学習者に振り返りをさせて、もう一度自分の理解の状態を確認することにつながる。

このように教師による質問の投げかけは、学習者に多様な認知的反応を促すことが分かる。正解です、間違えています、という正誤反応だけならば、ドリル練習帳でできるが、教師の介在は、この認知反応に関わることが大切ではないかと言える。

6. パターン#2 (関連知識が無い場合)

①自分の考えからなかなか抜け出せない

②辻褄を合わせるようにする

③聞いた知識で応えようとする

経験的にも、自分の考えから抜け出すことは容易

ではない。それは、メタ認知能力が必要とされるからとも言えるが、科学的な思考はある意味では、論理的な思考とも言えるので、そうでない場合は、どこかで整合性が成り立たないことになる。その意味で、学習者は辻褃を合わせようとするのではない。辻褃を合わせることは、その閉じた世界の中で、なんとか自分が納得したいので、なかなか外に出にくいことになる。そのためには、何かのエビデンスを求めたくなるので、経験的な知識、つまり聞いた話を持ち込んで、根拠を得たくなるのではないか。この観点で考えれば、知識が無くても、根拠を求めることは、知識を持っている場合と同じであるから、その根拠の在り方、妥当性に気づかせる必要がある。あるいは、別の視点のアドバイスなどの介入が求められる。

7. パターン#3 (知識が混在している場合)

- ①理科の問題では、理系は科学的な知識で説明し、文系は経験的な知識で回答する
- ②多方面から理由を考える
- ③質問によって気づく

現実の教室環境は、このパターン#3が多いのではないかとと思われる。学習者の知的レベルも、教科や分野による興味関心も、多様である。そこで、教師の質問に対して、それぞれの立場で回答することになる。このパターン#3では、あいまいな根拠から、対話によって、的確な根拠に遷移していることが、興味深い。それは、科学的思考は、論理的な思考でもあり、確実なエビデンスに基づいた知見であることを思えば、経験的な知見に基づく、あいまいな根拠では説明できないと納得したからではないかと思われる。その納得を促すきっかけが、教師による質問ではないかと思われる。学習者は、なんとか説明しようとして、多方面から考えているが、最後には、科学的な思考に引き寄せられるのではないだろうか。

8. パターン#4 (探究的な対話になる場合)

- ①科学的な根拠で答える場合は、論理的に答える
- ②議論が深くなると教師も議論に加わる
- ③議論が深くなると探究活動に変わる

このパターンは、関連知識がある学習者の場合であるので、当然ながら論理的な対話になるが、その議論が深くなると、教師も自分の意見を言いたくなり、それは、学習者と教師の立場を超えて、本質は何かを探究する対話に変容するパターンである。教室における授業場面ではあまり見られないかもしれ

ないが、大学の研究室やゼミなどにおける対話は、このパターン#4である。探究課題には、正解がないから、協働的に議論を進めるしかできない。教師が正解を知っていて、学習者と対話する形態は、現在の教室で見られる光景であるが、これからは、正解が分かっていないテーマについて対話すること、つまり探究活動が求められていることは、興味深い。

STEAM教育は、探究活動と極めて親和性が高いことを思えば、このパターン#4の対話は、むしろあるべき姿かもしれない。教室における通常の教科の授業においても、少なくとも学習者には正解の分からないテーマについて追及し、議論をし、科学的なエビデンスを調べ、教師も含めた探究活動をするのは、興味深い。高等学校においては、教科における探究のカリキュラムが試行されている現在、このパターン#4のような対話が参考になるであろう。

本研究で得られた知見は、授業研究や授業実践において、以下のような観点から有効だと思われる。一つは対話パターンから、表面的なパターンからの推測だけでなく、教師と学習者の認知過程の特徴を知ること、授業過程において教師の指導や声掛けにも示唆を与えらると思われる。二つは、授業研究において、対話記録を可視化すること、複雑な要因から特徴を抽出する方法が、参考になるとと思われる。

本研究の課題として、紙幅の関係と内容面から、本論文には記述しなかったが、学習者間の協働的な学びについては、さらに多様な学びが示唆された。ただし、質的研究においては、得られた知見の妥当性についての議論がなされる。特に協働的な学びでは、発言間の依存関係を明確にすることが困難なので、妥当性の検証は大きな課題である。さらに、対話パターンは、課題内容の依存性があるので、対話記録数を増やすなどの研究が求められる。

なお、本研究においては、正解のある科学テーマについての対話過程について分析をしたが、オープンエンドな社会問題についての対話については、別の文献を参照されたい(赤堀侃司, 2024)。

なお、本研究は、科学研究費・基盤C(一般)(課題番号20K03171)(代表:赤堀侃司)の助成を得たことを明記する。

参考文献

- Akahori, K. (2011) Revised Design-Based Research Methodology for College Course Improvement and Application to Education Courses in Japan, *Educational Technology*, Vol. 51, No. 6, pp. 26-33
- Flanders, N. A. (1968) Interaction analysis and inservice training. *The Journal of Experimental Education*, 37(1), pp.126-133.
- Hough, J.B., Duncan, J.K.(1970) *Teaching: Description and Analysis*, Addison Wesley, Reading, MA
- Lave, & Wenger (著) (1991) *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*, Cambridge University Press
- Reeves, T. C. (2006). Design research from the technology perspective. In J. V. Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney, & N. Nieveen (Eds.), (2006). *Educational design research* (pp. 86-109). London: Routledge.
- Shavelson, R.J. (1973) The basic teaching skill: Decision making. *Research and Development Memorandum*, No.104, Stanford Center for Research and Development in Teaching
- Shulman, L.S. (1987) Knowledge and teaching: foundations of the new reform, *Harvard Educational Review*, Vol.57, 1-22
- ラメルハート (著), 御領謙 (翻訳) (1979) *人間の情報処理—新しい認知心理学へのいざない*, サイエンス社
- 吉崎静雄 (1983) 授業過程における教師の意思決定, *日本教育工学雑誌*, 8(2), 61-70
- 佐藤郁哉, (2008) *QDA ソフトを活用する実践質的データ分析入門*, 新曜社
- 佐藤学, 秋田喜代美, 岩川直樹, 吉村敏之 (1992) 教師の実践的思考様式に関する研究 (2): 思考過程の質的研究を中心に, *東京大学教育学部紀要*, 183-200
- 佐藤学 (著) (2006) *学校の挑戦・学びの共同体を創る*, 小学館
- 坂本美紀, 山口悦司, 山本智一, 他 (2014) 主張・証拠・理由づけから構成されるアーギュメントの教授方略のデザイン研究, *科学教育研究*, 38 (2) 54-64
- 小金井正己 (1977) 教師教育と教育工学 (その1) 教師の諸能力改善に関する研究・開発, *日本教育工学雑誌*, 2(4), 161-188
- 赤堀侃司 (2020) 同一問題による小中学生と大学生の学力比較の予備的研究, *AI時代の教育論文誌*, 第2巻pp.31-36
- 赤堀侃司 (2021) 同一問題による小中学生と大学生の学力比較, *AI時代の教育論文誌*, 第3巻pp.37-42
- 赤堀侃司 (2024) 大学生を対象にしたチャットによる社会問題の探究型対話の特徴分析, *AI時代の教育論文誌*, 第6巻pp.24-31
- 大島純・新原勇介・太田健介・大島律子(2010) 協調学習のプロセスと個人の貢献を測定する試み—発言のネットワークを用いた学習者の対話分析— *日本教育工学会論文誌*, 33 (3) , 333-342
- 藤岡信勝 (著) (1991) *ストップモーション方式による授業研究の方法*, 学事出版
- 白水始 (著) (2020) *対話力*, 東洋館出版
- 木下康仁 (著) (2007) *ライブ講義M-GTA 実践的質的研究法—修正版グラウンデッド・セオリー・アプローチのすべて—*, 弘文堂
- 木下康仁 (著) (2020) *定本M-GTA:実践の理論化をめざす質的研究方法論*, 医学書院
- 木原俊行 (1995) 教師の反省的成長に関する研究の動向と課題, *教育方法学研究*, 21, 107-113