

小学校理科授業における対話学習の実態と効果

Dialogue learning and effect in elementary school science classes

大串爽太郎¹, 池戸亮平¹, 藤原玄宜², 佐藤秀行², 中村 琢¹

Soutaro Oogushi, Ryohei Ikedo, Genki Fujihara, Hideyuki Sato, Taku Nakamura

岐阜大学教育学部, 岐阜大学教育学部附属小学校

Gifu University¹, Affiliated Elementary School, Faculty of Education, Gifu University²

概要

理科の授業において、学習者同士が理科のテーマについて能動的に対話する活動が、理科の概念獲得に有効であると考え、授業における対話活動の状況を調査した。本研究では、小学校の理科授業において、少人数グループでの対話活動の実態を調査し、学習者一人ひとりの発話内容と発話時間を分析した。その結果、低学年では対話が成り立たず、高学年になると改善傾向がある。対話のテーマによって対話の活性化が異なる。グループにより対話活動の活性化に傾向が見られる。以上のことが明らかとなった。

キーワード 対話活動, グループ, 小学校理科, 発話分析

1. 研究の背景

学習者の能動的な学びの手法が主流となり、対話を取り入れた学習手法が注目されている。学習指導要領においても、初等・中等教育では、知識の理解の質を高め資質・能力を育むために「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善が重視され、各教科等の特質に応じた見方・考え方を働かせながら、学習の充実を図ることが示された。この流れを受けて、多くの実践・実証的研究がなされている。たとえばグループの編成や構造に関するもの、教師の発話方略、指導の原則に関するもの、児童の発話内容や合意形成に着目したもの、学習者の意識との関連に関するものなどがある。

西川(2000)らは、小学校理科学習において、児童の発話回数と発話内容について比較的大きな分類を単位として分析し、どの学年においてもグループの話し合いで「安易な合意ケース」が多いことを指摘している。また、吉田(2001)らは、小学校理科授業における学び合いの実態を調査から、「話し合いの発達レベルは学年発達ではなく、学び合いの文化に依存する」としている。

これらの研究では、いずれも発話回数と発話内容についてグループ単位を基に分析されている。我々は、対話活動を活性化させるためには、発話回数と内容に加えて学習者個人の発話時間も重要であると考え。

一方、物理教育の研究においては、高等学校や大学の実践的研究で、グループにおける対話が物理概念の獲得に有効であるという報告が多数されており(たとえば, Redish 2012, 山崎 2013 など), 青木(2017)らはグループの発話時間に着目して分析し、グループのメンバーの発話時間の偏りが小さいほど、概念の獲得が良いことを示している。これらの結果は、小学校の学習においても同様に、対話活動の効果が期待できると考えられる。

本研究では、児童同士のグループにおける対話活動に着目し、発話時間、発話内容、発話回数を個人レベルの小単位で分析し、対話活動の実態を明らかにすることを目的とする。

2. 研究の方法

2-1 調査の対象

本調査は、公立の小学校1校、第3-6学年を対象に実施した。対象学級は各学年1学級で、生徒数はそれぞれ約40名である。2016-2017年の2年間で実施した。対象とした学級の教員は、年齢が20代後半から

30代の3名で、公立の小中学校で8年から15年の教育歴を有する中堅の理科専科の教員である。調査した授業の授業数、単元、対話回数、対話時間は表1に示す通りである。

表1 調査した理科授業

教員	学年	授業単元	授業数	対話回数	対話時間(分)
A	3	ぐんぐんのびろ	1	1	3
B	4	天気と気温	4	2	15
B	4	あたたかくなると	1	1	10
B	4	電気のはたらき	1	0	0
B	5	植物の発芽と成長	11	7	92
B	5	植物の発芽と成長	5	5	48
B	5	植物の発芽と成長	4	3	45
B	5	流れる水のはたらき	2	2	12
C	6	物の燃え方と空気	9	6	57
C	6	物の燃え方と空気	9	13	79
A	4	物の体積と力	16	2	10
A	4	人のからだのつくりと運動	4	2	6

2-2 授業の記録

調査した学校では、理科の授業は理科室で行われている。1グループ児童4人が1つの実験機につく。理科室の後ろに全体を撮影するカメラ(以下、全体カメラと呼ぶ)を設置して45分間の1回の授業を録画する(図1)。全体カメラは授業の進行と、教員および児童の動きを記録するためのものである。加えて、各実験機に班の対話活動を記録するICレコーダーまたは、ビデオレコーダーを設置する。ICレコーダーは音声のみの記録であり、ビデオレコーダーは音声と映像を記録する。ビデオレコーダーは全方位に向いた集音マイクと広角レンズが特徴で、人物の特定がしやすい。ICレコーダーは音声のみの情報であるため、児童の声とその人物を一致させることが困難である。特に変声期前の児童は、男女の区別も難しいことがある。そのため、あらかじめ授業時間外に生徒全員に自分の名前を言わせ、人物を特定できるようにした。

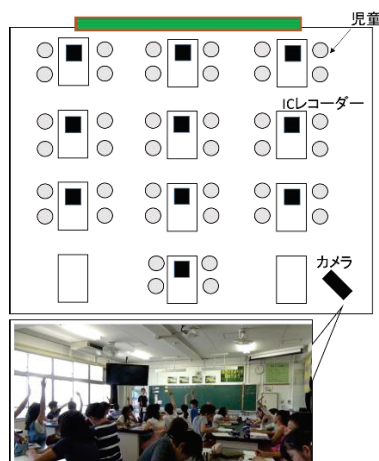


図1 教室内の実験機と記録機材の配置

2-3 発話分析

ここでは発話分析の手順を説明する。最初に全体カメラで記録した動画を再生し、45分間の授業の流れを調べる。教員の考えや教授法により、授業の流れは異なるので、授業の中で対話活動がどこに位置付けられているかを把握するために、時系列に沿って図2のような帯グラフを作成する。これを用いて、授業時間で対話活動の時間帯を調べ、各グループの映像・音声を抽出する。

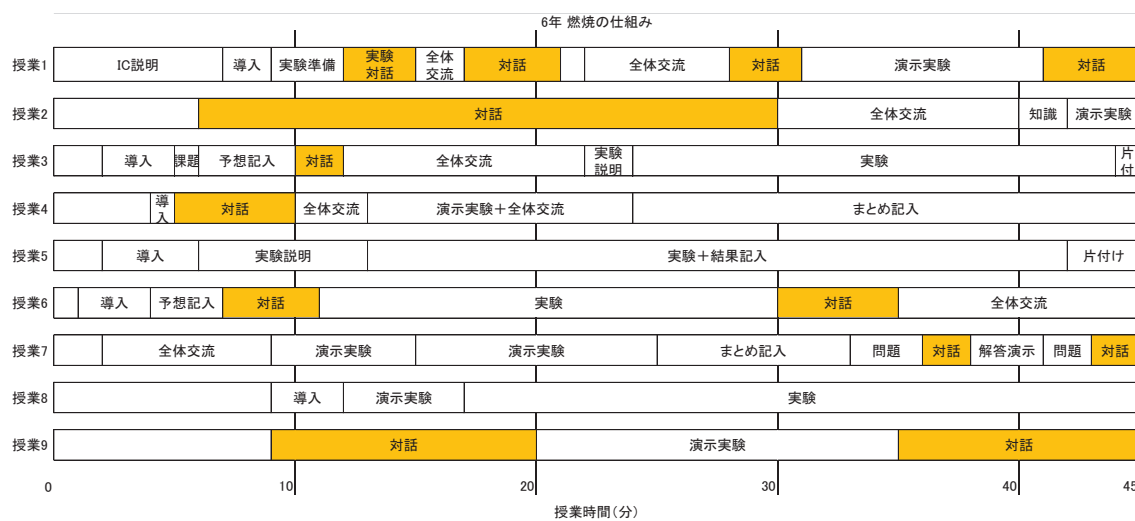


図2 授業の流れにおける対話活動

抽出した時間の映像・音声を再生しながら、発言した人物と、発話内容を時間とともに分類する。発話内容は表2に示すように、主張、説明、疑問、応答、反応、進行、雑談の7種類に分類する。

教員によっては、授業中にグループを離れて、他のグループとの対話や情報交換、教員の机での追究などを許している場合もある。これを「離席」として発話の7項目に加える。

表2 発話内容の分類

分類	発話の内容	典型的な発話
主張	自分の意見を述べる発言	私は〇〇だと思う。理由は〇〇だからです。
説明	既習事項や、結果、図などの情報を伝える発言。	〇〇したことがあるから、これは〇〇だよ。
疑問	わからない事柄について疑問を投げかかる発言	〇〇とはどういうことですか？
応答	疑問に対して応える発言	(疑問を受けて)〇〇は〇〇ということです。
反応	他者の発言に対して、同意したり、復唱したり、納得したりする発言	(同意)私もそう思う。 (復唱)〇〇は〇〇ということです。 (納得)わかった。
進行	グループの意見をまとめたり、他者に発言を促したりするなど、対話を進めるための発言	意見がある人はいますか。〇〇さんどうぞ。
雑談	授業の内容とは関係のない発言	

3. 実態調査

3-1 授業形態と対話の位置づけ

最初に、理科の授業における対話活動の導入状況を示す。授業中に学習者間の対話活動の時間を対話活動と定義する。たとえば、課題を提示した後の予想の場面で、グループで個々の予想を共有する際には、学習者間の対話がある。また、実験後の考察させる場面では、結果をもとに議論する対話がある。対話活動の回数を求めるときには、このような小グループでの対話活動を独立に1回の対話と数えた。

調査した全67回の授業について3名の教員が1回45分の授業で取り入れている対話活動の回数の平均は、表3のようになった。45分間の授業で平均1回程度取り入れており、教員による対話活動の回数の差異は大きくないことが明らかとなった。これは教員が対話活動を重視していることを示していることに加え、理科室の実験機の配置が、生徒4名が向かい合う形で着席するようになっているため、対話の場面を設定しやすいことも一因であろう。

対話活動の場面は、授業中に独立した時間を設定して意識的に議論させる場合と、実験・観察などの活動中に自由な対話を促し、独立した時間を設定しない場合がある。これは対話をどのように位置づけるか、教員の考え方の違いによる。独立した対話時間を設定しない場合は、対話活動の認識が難しい。グループによっては全く対話のないケースもあり、一律な評価がしにくい。本調査では、独立に時間を設定された対話活動のみを解析対象とした。

表3 1回の授業中における対話活動の回数の平均

	教員 A	教員 B	教員 C
対話活動の回数(回/時間)	1.0	0.7	1.1

授業における対話活動の占める時間の割合は表4のようになった。全9回の授業では、対話活動のない授業が1回あり、他の8回では、8%から25%の時間を対話に割り当てている。対話活動のない授業では67%の時間をグループでの実験に割り当てており、教師Aは、実験中の自由な発話を促している。上述の理由で数値では0となっているが、全く会話がなないわけではない。対話活動のほか、実験、全体交流の時間は、学習者の主体的な活動の時間であり、3名の教員のほぼすべての授業で50%以上の時間が割り当てられている。

表4 主体的・協同的な授業内容が占める割合 (%)

(授業1回あたり45分間に占める時間の割合で算出)

教師	学年	授業単元	対話活動	実験	全体交流
B	4	天気と気温	8.3	26	11
B	4	あたたかくなると	22	0	11
B	4	電気のはたらき	0	67	0
B	5	植物の発芽と成長	18	24	26
B	5	植物の発芽と成長	21	16	34
B	5	植物の発芽と成長	25	32	19
B	5	流れる水のはたらき	8.9	55	6.7
C	6	物の燃え方と空気	14	31	9.1
C	6	物の燃え方と空気	20	27	11

同一の教員による授業で比較すると、学習者の主体的な活動に割り当てた時間の差は、教師Aでは授業により30%強の差があり、教師B、教師Cでは10%未満であった。教師Aは授業内容により、1回45分間の授業の流れや生徒の活動などの形態を変えているのに対し、教師B、教師Cは授業形態が比較的似ていた。たとえば、教師Aは実験の予想だけで45分を使っている場合もあり、2回続きで1単元を構成す

るなど、自由な授業形態を取っているのに対し、教師 B、教師 C では、毎回の授業で、事象提示、課題設定、予想・仮説立案、実験・観察、結果・考察、まとめ、といった流れがある程度決められていた。

一方、教師 B、教師 C の同一学級の授業では、対話活動と、実験において、20%以上の時間差が見られることもある。これは単元によって重点を置く場面が異なるため、それに応じて授業形態を変えていることによる。

3-2 対話のグループ間比較

同一の授業を受けている児童の、グループ間の対話の傾向を比較する。第6学年の「物の燃え方と空気」の単元について、全10グループの40名の児童を対象に、5回の対話活動における各児童の発話時間と発話内容を調査した。分析した授業の対話のテーマを表5に、典型的な2グループを抽出し、発話内容の結果を図3に示す。

表5 対話活動のテーマ

対話活動	対話活動のテーマ	
対話①	ろうそくのロウと芯はどちらが燃えているだろうか	【予想】
対話②	ろうそくのロウと芯はどちらが燃えているだろうか	【考察1】
対話③	ろうそくのロウと芯はどちらが燃えているだろうか	【考察2】
対話④	集気びん内の煙の動きを見て気づいたこと	【考察】
対話⑤	酸素 20%, 二酸化炭素 80%でろうそくは燃えるだろうか	【終末期の発展問題】

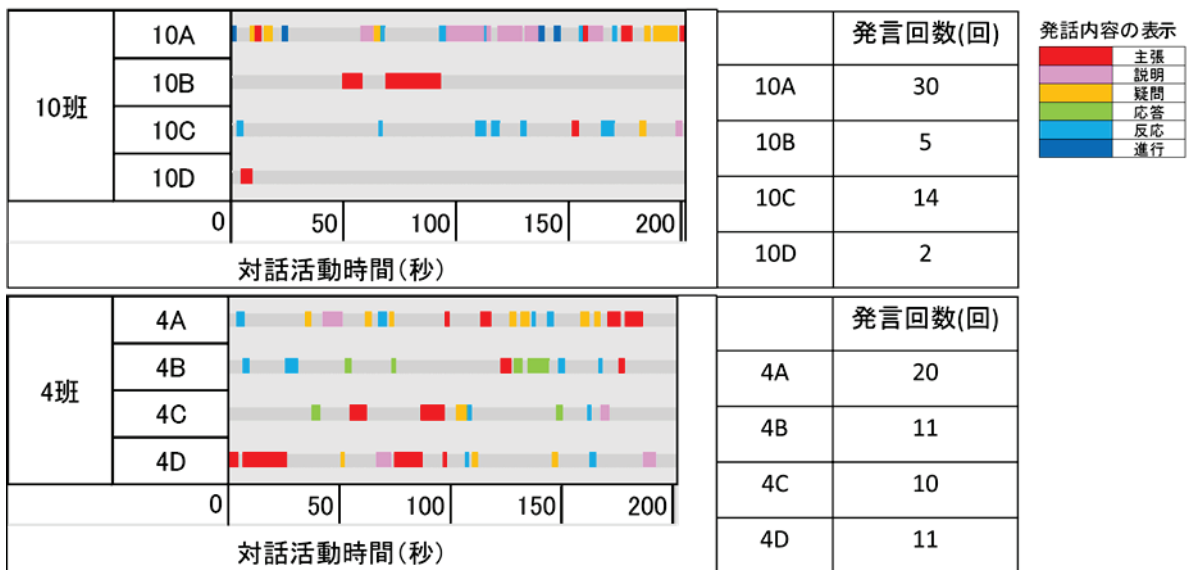


図3 対話活動におけるグループ間の発話状況比較(2グループ比較)

図3では、典型的な2グループ(10班と4班)を抽出した。それぞれのグループの4名の児童を区別するために、グループ番号の後にAからDの識別記号をつけている。カラーチャートで表示する帯グラフは、対話活動①の203秒間の発話内容の時間変化である。右の発言回数は、各児童が時間内に発言した回数である。一人の児童が発話中に、話を止めるか、他の児童が話し始めた場合に、1回の発話が終了したとみなす。たとえば図の10班では、冒頭に児童Aが進行の話をし、続いて児童Cが反応し、児童Dが主張を展開

したことを示しており、ここまでの3名の児童の発言回数が各1回である。帯グラフの幅は、発話時間に対応している。

10班では、児童Aの発言回数が30回と最も多く、グループでの対話を最初から最後まで、主導的に進めていることがわかる。一方児童Dは、冒頭で短く主張したあとは、一切発言しておらず、聞き役に徹している。グループで対話が成立しているとは言えず、一方的に児童Aが「説明」している状況である。

他方4班では、4名の児童がそれぞれ10回以上発言しており、全員が自分の意見を「主張」している。3名の児童が、他者の発言に対してわからないことに「疑問」を投げかけ、それに「応答」したり、「説明」したりと、対話が成立している様子が見られる。

授業中の対話活動では、発話者が偏ることなく、均等に対話に参加することが必要と考える。ここではメンバーの対話活動での参加度を、発話時間のばらつきで示す。対話①～⑤の発話時間100秒あたりの標準偏差は表6のようになった。対話④を除き、10班の標準偏差が4班の標準偏差よりも大きくなっていて、メンバーの発話時間の偏りが大きいことがわかる。つまり、発話時間の偏りはグループによって傾向があり、偏りの大きい10班のようなグループでは、毎回のように偏りを生じている。

表6 5回の対話活動におけるグループ4名の発話時間の標準偏差(秒)

グループ	対話①	対話②	対話③	対話④	対話⑤
4班	12	8.0	16	22	11
10班	37	20	45	22	18

次に、グループのメンバーの発話時間を個人単位で比較する。表7に示すように、10班では児童Aが全5回のすべての対話活動で、他のメンバーよりも時間発言が長く、児童Dは5回中3回で、発言時間が最も短くなっている。このことから、対話活動では児童の発言時間に傾向があり、よく話すメンバーとあまり話さないメンバーなどといった、発話活動における役割が固定化していることがうかがえる。

表7 10班の発言時間(秒)

メンバー	対話①	対話②	対話③	対話④	対話⑤
10A	89	47	105	28	32
10B	32	16	15	13	0
10C	22	11	22	2	32
10D	4	2	8	23	2

3-3 対話の学年間比較

次に、同様のことを他の学年についても調査し、比較した。第3学年、第5学年、第6学年において表1に示す61時間の授業を対象とした。「活発な対話」と、「均等な対話」の結果は表8のようになった。

表8 対話活動の学年間比較

教員	学年	グループ数	活発な対話 ※1	均等な対話 ※2
A	3年	9	0グループ	0グループ
B	5年	9	5グループ	1グループ
C	6年	10	7グループ	6グループ

※ 1 活発な対話：全メンバーの合計発言時間（話をしていない時間と「私語」項目を除いた時間）の、

対話活動に設けられた時間に占める割合が 50%以上であったグループの対話を「活発な対話」とした。
 ※ 2 均等な対話：4名のメンバーの発言時間の標準偏差が 20 秒以下であったグループの対話を「均等な対話」とした。

表 8 から、第 3 学年では活発な対話、均等な対話が成立しておらず、高学年になるほど活発な対話、均等な対話ができるようになっていくことがわかる。第 5 学年でもあっても、活発な対話ができているグループは半数にとどまり、均等な対話ができているグループはわずか 1 グループであった。

次にこれらの発言内容に分けて考察する。「主張」、「説明」、「疑問」、「応答」、「進行」の項目のグループ別発言割合を表 9、表 10 に示す。

いずれの学年でも、「主張」に占める割合が最も高く、全発言時間の半分程度の時間となっている。「説明」は学年進行とともにわずかに増加している。「疑問」は第 3 学年ではいずれも 7%以下と少なく、第 5 学年、第 6 学年では半数以上のグループで 10%を超えている。疑問を受け返す「応答」では、第 3 学年は極端に少なく、数%にとどまっている。一方、「進行」は第 3 学年が最も割合が高く、第 5、第 6 学年は比較的割合が低い。

これらのことから、第 3 学年では児童が自分の意見を主張するものの、他者の意見に対して応答したり、質問したりすることが少なく、対話が積み上がっていかない傾向が読み取れる。互いの意見を一方的に言い合い、他者の発言を促す「進行」はあっても、発言内容に踏み込んだ会話ができないことがわかる。学年が進行するにつれて疑問や応答、説明が増え、自分の考えを補足する発言が生まれ、対話が成立していく様子が見られる。また、いずれの学年でもグループ間の差があり、メンバーの人間関係によるものや役割の固定化など、発達段階の差異だけではなく要因も考えられる。

これまでの考察のほかに、教員の指導力による差も、対話の活性度と関係があると思われる。現段階では、比較できる授業がないので、この点については触れない。

表 9 対話における「主張」「説明」「疑問」の発言時間の割合 (%) (学年比較)

グループ	3 年			5 年			6 年		
	主張	説明	疑問	主張	説明	疑問	主張	説明	疑問
1	55	5.6	0	50	13	16	34	10	25
2	比較データなし			60	8.7	14	47	0	3.3
3	49	10	4.2	62	7.7	14	47	8.0	9.2
4	60	1.4	4.3	77	5.4	4.2	47	12	15
5	57	3.9	3.6	47	29	15	74	6.8	15
6	59	0	0	67	17	4.5	79	0	15
7	64	6.3	2.4	56	13	14	61	5.6	6.2
8	53	9.6	3.9	49	18	18	54	16	9.1
9	36	0	6.6	64	5.6	6.8	58	18	1.6
10							33	32	14

表 10 対話における「応答」「進行」の発言時間の割合 (%) (学年比較)

グループ	3 年		5 年		6 年	
	応答	進行	応答	進行	応答	進行
1	3.3	24	10	8.5	8.2	14
2	比較データなし		8.7	4.5	0	6.6

3	3.3	17	14	0	24	0
4	5.4	12	6.1	5.9	12	0
5	0	14	6.7	0	13	7.5
6	0	20	9.4	0	8.5	8.5
7	4.7	12	6.3	3.1	16	9.0
8	4.7	16	9.1	2.4	2.7	1.1
9	1.7	30	22	0	0	12
10					0	5.4

3-4 対話のテーマと活性度

対話の活性度には、授業の文脈の中で、対話の必然性があることが重要である。適切なテーマがあることにより、多様な考えや予想が生まれ、対話の中から疑問や葛藤を生むことができると考える。そこで、教師の与える対話のテーマと対話の活性度の関係を調べた。第5学年の「植物の発芽と成長」の単元で、対話のテーマの違いによる対話を比較した。全グループの平均発話割合を表11に、典型的な1グループの発話分析の結果を図4に示す。

表11 対話のテーマと全グループ平均発話割合の比較

対話のテーマ	
深い思考が必要なテーマ①	単純解を求めるテーマ②
54%	25%

平均発言割合は対話活動に設けられた時間に対する各グループの発話時間の割合の平均

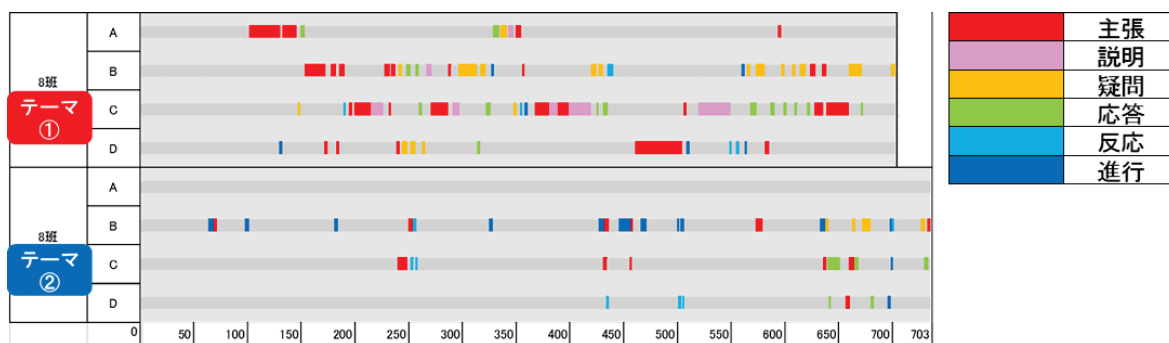


図4 テーマの違いによる発話内容の時間変化(秒)(同一の1グループを抽出)

2つの異なる発問を比較する。深い思考が必要なテーマ①では、「種子の発芽に必要なものは何か」という発問で、多数の答や思考が考えられるものである。一方、単純解を求めるテーマ②では、「対照実験の条件を考えよう」という発問であり、既に与えられた条件を比較する要素を挙げるものである。テーマ②では、教員が対照実験の方法を、例を用いて丁寧に説明した後に対話活動が行われた。そのため、児童は思考力を必要とせず、ただ答えを確認する作業になってしまったと考えられる。また、対話に与えられた時間も10分超と長く、図11のように誰も発言しないで、思考もしていない時間が存在していた。対話時間が長く設定されるほどこの傾向は顕著であった。

これらのことから、対話のテーマによって児童の対話は大きく左右されることがわかる。単純解を求めるようなテーマではなく、「なぜ、どうして」を問う、児童が思考を重ねることのできるテーマを設定する

工夫が教員に求められる。加えて、議論の時間も適切に設定することが望ましく、テーマを絞って短く議論させることが必要であろう。

4. まとめ

小学校理科の小グループによる対話活動の状況について、次の知見が得られた。

- ・ 1回の理科授業で平均1回程度、対話活動を取り入れており、教員間の差は小さい。
- ・ 低学年ほど与えられた対話時間を有効に使うことができない。学年進行とともに改善傾向にあり、与えられた時間の50%以上対話できているグループは第6学年で7割である。
- ・ 第3から第5学年ではグループ内で均等に対話できていない。第6学年でも均等に対話できているグループは6割にとどまる。
- ・ グループにより、対話活動の活性度に傾向があり、対話活動の役割の固定化がある。
- ・ 発話における「主張」はどの学年も最も時間が長く、「疑問」、「応答」、「説明」は学年進行とともに増加する。低学年では自分の意見を主張することが大半で、他者の対話に反応するような対話が成立していない。
- ・ 深い思考が必要なテーマを与えるほど、対話が活性し、単純解を求めるテーマでは対話が深まらない。対話時間が長くなるほど、発言しなく、思考しない時間が生じる。

5. 今後の発展

5-1 発達段階のモデル

これまでの発話分析から、対話の発達段階を図5のようにモデル化する。対話の活性度が低い「無交流」の段階では、児童は自分の意見を「主張」するばかりで、相手の意見についての考えを持たない。

「活発な対話活動」を行うためには、自分の主張を相手に伝える必要であり、根拠を生活経験や既習事項から分かりやすく「説明」する力が求められる。次に、相手の意見を否定的に見る態度が必要となる。相手の意見に対し、「本当にそうなのか」といった「疑問」を持ち、その根拠を問う段階である。

そして、その次が疑問に対しての「これは〇〇ということだ」のような他者の「応答」を聞き、自分の意見と異なる点を「主張」し、「説明」していく段階である。このようにして意見の交流は活発になると考えられる。

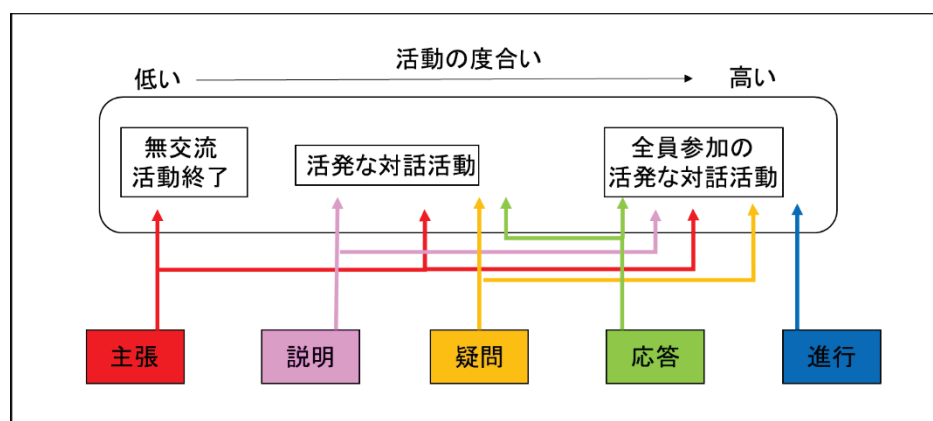


図5 対話活動の発達段階と必要な対話の要素

5-2 対話活動の活性化のために

本稿では、小学校理科の授業における対話活動の取組状況と発話分析について述べてきた。全学習者の

発言を詳細に分析して、まとめて記述したように、学年進行とともに対話活動の活性度は向上していることを明らかにした。発達段階が原因と決めつけるのではなく、今後さらに対話活動を発展させていくための手立てを考えたい。

1点目は、教師が対話の方法を指導することである。児童は対話の手法やスキルを経験によって学んでいくが、自己流で自由に発言している場合が多いように思われる。そこで、より良い対話のためには、「メンバーが均等に話す」、「相手の意見を聞く」、「相手の意見に反応する」、「相手の意見のわからないことを聞く」、「相手にわかるように説明する」などの、方法を説明することが考えられる。

児童により、対話に意欲的である児童もいれば、消極的な児童も存在する。そのような場合には、グループで進行役が「〇〇さんどうですか」などと聞くことにより、話す機会が生まれる。また、他者の意見と自分の意見の差異や共通点、そしてそれらの根拠などを考える機会を作ることなども、少数の意見に合意することなく、全員参加型の活発な対話活動につながるであろう。

2点目は、教師による対話活動を活性化のための授業の工夫である。全員参加型の活発な対話活動を実現するためには、児童間で異なる考えを持つことが重要である。そのために、思考力を必要とするテーマを設定し、対話活動のタイミングや、時間、教材、授業展開等を配慮する必要がある。

5-3 研究の評価

最後に本研究の評価について述べる。対話活動は学習者の主体的な授業の一つの手法であり、対話活動自体が授業に必須の要素ではない。したがって教育効果との関連、理科の概念の獲得や、学びに向かう力などについても評価するべきであると考え。グループで発話していないからといって、議論に参加していないわけではない。実際には、他者の意見を聞くことにより、思考している場合が多いであろう。

また、本研究では小学校理科に絞って議論してきたが、他教科との関連や、理科に特有の対話活動、中学校などの状況など、より良い指導法の獲得のために、発展の可能性はある。

付記

本論文の作成に、研究協力をいただいた岐阜大学教育学部附属小学校の校長先生をはじめとする先生方、児童の皆さまに厚くお礼を申し上げます。

引用・参考文献

- 青木一真, 中村琢, 協働的な学びにおける学習者間の対話と教育効果, 日本科学教育学会研究会研究報告, Vol.31, No.8, 61-64, 2017.
- 伊藤英希, 小学校理科授業におけるグループ学習改善のための基礎的研究—協同的な学習の中での発話と考えの変容に注目して, 千葉大学教育学部研究紀要 53,105-111,2005-02-28
- 西川純, 萩原恵美, 継続的観察を基にした理科学習集団形成に関する事例的研究, 科学教育研究 (日本科学教育学会), 24,122-130,2000.
- 古田豊, 西川純, 小学校理科学習における学び合いの発達に関する研究, 日本教科教育学会誌, 24(2), 11-20, 2001
- 文部科学省, 小学校学習指導要領, 中学校学習指導要領, 総則など, 2017.
- 山崎敏昭, 高校物理に導入したアクティブ・ラーニングの効果と課題, 物理教育, 61, 1, 12-17, 2013.
- E. F. Redish, Teaching Physics with the Physics Suite, 科学をどう教えるか, 丸善出版, 2012.