

話し合いにおける生徒同士の相互作用の特徴： 「生物基礎」遷移についての授業例[†]

三浦 益子*・川村 教一**

秋田県立能代松陽高等学校*・秋田大学教育文化学部**

高等学校「生物基礎」の一次遷移の授業を例として、グループでの話し合いの実態を明らかにするためプロトコルとワークシートの記述を分析したところ、活動中の社会的相互作用と学習成果について次のような点を見出した。

(1) 生徒間の社会的相互作用に関して、「先達生徒間相互作用」、「初心者生徒間相互作用」、相互作用不成立の3つの特徴的なタイプが見られた。

(2) 「先達生徒間相互作用」は、先達生徒のみのグループ内の話し合いの場合、活発で本質的な談話がなされたが、学習目標の達成状況は不十分な場合があった。

(3) 「初心者生徒間相互作用」は、初心者生徒のみのグループ内の話し合いに見出される。有用な情報がある生徒から示された後にその内容の確認が重ねられた場合、顕著な学習成果につながった。一方、活発ではあっても本質的な話し合いの内容が少なく不正確な知識のやり取りにとどまると、顕著な学習成果は見られなかった。他に、認知的徒弟制と類似したピア・ラーニングが見られた。

(4) 先達生徒と初心者生徒の混合グループでは、先達生徒同士間の相互作用が見られるが、初心者生徒は相互作用にほとんど関わらなかった。

(5) 話し合いが不活発で相互作用がほとんど成立しないグループがあった。

以上の点をもとに、グループ内での話し合い活動で学習成果を高めるための視点を示した。

キーワード：高等学校，理科，ピア・ラーニング，プロトコル分析，社会的相互作用，認知的徒弟制

1. はじめに

高等学校学習指導要領が平成30年に改訂され、「主体的・対話的で深い学び」を目指すために、授業における話し合いが一層重要視されている（文部科学省，2018）。このことに関し、いわゆる協同学習は、

学習の達成度などに肯定的な影響を与えることが報告されている（例えば、シャンペーン・バンス，1991）。高等学校理科における協同学習に関して、約50年前の溝口（1965）の物理や加藤（1969）の化学の実践例がある。しかしながら最近では、物理（石井，1997；田淵・Albert，2008；田淵，2009）、化学（後藤，1998；蔦岡ほか，2009，2010；和田・森本，2014）、生物（藤本ほか，2014）の各領域の例、学校設定科目における理科の内容の例（高橋・松本，2017）が若干ある程度で、十分に実践研究例の蓄積がなされているとはいいがたい。

ところで、他者との協同が問題解決に果たす役割

2019年1月7日受理

[†]Masuko MIURA*, Norihito KAWAMURA**, Social interaction characteristics in conversations: A study on succession in a basic biology class for upper secondary school students

*Noshiro Shoyo High School, Akita Prefecture

**Faculty of Education and Human Studies, Akita University

として、他者への説明は自己説明にもなり問題解決における理解を深めること、他者から新たな情報や発想を得ることができること、知識の協同構築を他者で行えることなどが挙げられている（藤村・橋, 2013）。しかし筆者らの検討によると改訂前の教育課程下の学習内容とはいえ、高等学校理科の例えば「生物基礎」では問題解決的な学習の場が少なく、話し合い活動の効果を実証的に研究する機会に乏しい。そこで、本研究では話し合い活動が適切と考えられる授業主題を取り上げ、生徒同士の話し合いの様子と学習課題の達成状況との関連を明らかにして、「生物基礎」における話し合い活動の在り方を考える基礎資料とする。

なお、本教育実践研究は、筆者のうち三浦が平成28年度秋田大学教職大学院の開講科目「教職実践プロジェクト」の一環として行ったものである。

2. 研究の概要

高等学校理科では、学習集団構成にあたり出席簿に記された番号（いわゆる出席番号）を用いた機械的なグループ編成がよく見られる。本研究ではこのような学習集団においてどのような話し合いが授業中に行われるか、その様子を記録したプロトコルの分析を行い、その特徴と学習課題との関係を明らかにする。また、分析結果をもとに指導の視点を得る。

3. 教育実践

(1)実践対象

秋田県内の公立高等学校普通科1年生理系進学クラス（出席生徒数35人）で、2016年12月に実施した。授業者は著者のうち三浦である。

(2)学習項目と指導観

授業は、「生物基礎」の「生物の多様性と生態系」における「植生と遷移」を取り上げた。一次遷移の例として、東京都三宅島や鹿児島県桜島などの火山の溶岩流上の例が教科書に掲載されている（本川ほか, 2011；本川ほか, 2016；嶋田ほか, 2016a；嶋田ほか, 2016b；浅島ほか, 2017a；浅島ほか, 2017b；庄野ほか, 2017）。一次遷移のプロセスを理解させるために、文献に掲載されている二次資料ではあるが、生物学的な資料をもとに生徒同士の話し合いを取り入れた協調学習が内容理解の達成に効果的であろうと予想した。

(3)教材の作成

活動的な火山島の溶岩流上における一次遷移（裸地→地衣類・コケ植物→草原→低木林→陽樹林→混交林→陰樹林）のモデル過程を理解させるために、東京都伊豆大島における一次遷移に関する調査結果（植物種類数と植生の高さ、林床における照度、土壌の厚さと有機物の割合；Tezuka, 1961）のグラフやデータが日本語で書かれた資料を本川ほか（2011）を参考にして作成した。遷移の過程を適切に説明するためには、植生の高さや地表の明るさについてのグラフから必要な情報を見出し、また陽樹と陰樹の性質についての知識を用いることが求められる。ワークシートには、これらのグラフを掲載（一部は生徒がデータをもとに作成）した。これをもとに遷移の過程のうち、混交林から陰樹林への変化が起こる理由について記述させた。その際、話し合い活動を通じた認識の変容に気づかせるため、一枚ポートフォリオ評価（堀, 2013）を参考に話し合い前後に記入する欄を設けた。

(4)単元計画

「植生と遷移」（総時間数10単位時間）

- 1) バイオームの形成過程（陸上にはさまざまな植生がみられ、長期的には移り変わっていくことを理解する。5単位時間、本時は第1時）
- 2) バイオームとその分布（気温と降水量の違いによって、地球上ではさまざまなバイオームが成立していることを理解する。5単位時間）

(5)授業の概要

学習テーマは「遷移はどのような仕組みで進むのだろうか」、本時のねらいは「伊豆大島の植生調査の結果や樹木の性質を用いて遷移のしくみを解釈し、根拠をもとに導き出した考えを説明できる。『評価の観点：思考・判断・表現』」である。評価規準は、ワークシートの「土壌の発達と森林内の光環境に注目し、遷移のしくみについて説明」欄への記述状況について3段階で設定した。

実施した授業の概要は表1のとおりである。学習課題の設定では、生徒全員にグラフをもとに混交林から陰樹林への変化の仕組みを説明するよう指示をした。まず、個人でワークシートに説明を記述させたのち、学習グループで各自が説明を述べる話し合いを5分以内でよう指示した。話し合いの進行はグループで進行役を決めるなどして生徒にまかせた。その後、グループごとに生徒の主な考え発表させるとともに、再びワークシートに仕組みの説明を

書かせた。

(6)調査方法

話し合いの活動では各グループ内で発話された生徒の音声 ICレコーダーで収集した(原田, 1993の「対話法」)。併せて、授業で生徒により記入されたワークシートの写しを取得した。

表1 一次遷移についての授業の流れ

学 習 活 動	教師の主な支援
1. 溶岩で覆われた大地は、時間が経つと森林になっていくことを知る。	・遷移のプロセスを提示する。
2. 学習課題を知る。	・陽樹と陰樹の性質について説明する。
3. 植物が生育する条件を確認する。	
4. 遷移が進行すると植物の生育に影響を与える条件はそれぞれどのように変化するか考える。	
5. 遷移の初期段階では、土壌の発達が生産の変化する主な要因であることを理解する。	
6. 伊豆大島の植生調査の結果をもとにグラフを作成し、森林内の光環境の変化を見出す。	・ワークシートを用意し、植生の高さや地表の明るさについてグラフを作成させる。
7. 伊豆大島の植生調査の結果を踏まえて、混交林から陰樹林に植生が変わる理由を考える。 【個人でワークシートに記入→グループで話し合い→クラスで発表】	・陽樹と陰樹の性質を確認させる。
8. 遷移のしくみを土壌の発達と森林内の光環境に注目してまとめる。【個人でワークシートに記入】	・机間指導を行う。
9. 本時の振り返りをする。	

4. 分析方法

(1)分析の視点

話し合い活動の特徴、また学習課題に対して個人の考えがどの程度改善されたかについて明らかにするため、学習課題に対する解答の達成状況について採点規準を設定して定量的に評価した。また、話し合い中のプロトコルを定量的に分析し、グループの特徴を見出した。これらの結果から特徴的なグループを5例抽出し、次章(4)節において談話の詳細な質的分析を行う。

(2)ワークシート記入内容の分析

ワークシートに学習課題に対する答えとして、話し合い前後に記述された内容を採点し、点数化した(1人6点満点)

(3)プロトコルの量的分析

1) 発話数

発話の単位として、文末を発話単位の終了とみなして、プロトコル数を集計し、各種統計値に用いた。発話単位にはグループごとの時系列順に発話番号を付した。

2) 発話内容の文字数

質的分析のために、発話内容を書き起こしてその文字数を計数した。その際、漢字表記や送り仮名などを統一し、同一内容は同一文字数となるよう留意した。

(4)プロトコルの質的分析

量的分析では、談話内容の特徴を見出すために、プロトコル単位で分類した。分類区分は末吉(1983)の6分類を参考とし、プロトコルの内容のうち「受け手のない単なる発言」区分を修正して、A:メンバーに向けた新しい発言、B:相手の発言に対する積極的発言、C:相手の発言に対する簡単な応答、D:明確な受け止めのない発言、E:進行調整の発言、F:阻害する発言、のほかにG:その他を加え7区分とした。

5. 分析結果

(1)ワークシート記入内容の分析結果

採点結果を表2に示す。1人あたり得点は話し合い前では平均得点3.9(標準偏差 $\sigma=1.75$)、話し合い後は4.4($\sigma=1.39$)であり、t検定によると有意差が見られ($p=.0000$, $p<.05$)、話し合い後は平均点が高くなったといえる。話し合い後のワークシートの記述にはグループ内の他のメンバーの考えが反映している可能性があるため、生徒個人間の得点の変化の比較ではなく、グループ全員(4人分)の合計点(24点満点)でグループ間の比較を行った。

表2 ワークシート評価結果のグループ別一覧

班 番号	人数	話し合い前		話し合い後	
		グループ 計	1人 平均	グループ 計	1人 平均
1	4人	10	2.5	13	3.3
2		9	2.3	17	4.3
3		18	4.5	20	5.0
4		13	3.3	20	5.0
5		16	4.0	20	5.0
6		13	3.3	23	5.8
7		19	4.8	21	5.3
8		20	5.0	9	2.3
9	3人	16	5.3	18	6.0
平均	★	14.8	3.9	17.9	4.6
標準偏差	★	3.9	1.75	4.4	1.39

★ グループ計では9班を除く

(2)プロトコルの量的分析

プロトコルとワークシートの採点結果の関係を見出すため、プロトコルの統計値と得点について分析を行う。

1) 本質的な話し合いの実施状況

グループごとの全プロトコル数の集計結果を表3に示す。1グループあたりの平均は49.2件($\sigma=20.9$)で31件(7班)~98件(1班)の幅がある。

プロトコルのうち、話し合いの本質に関係するもの(区分A, B)の件数を見ると平均は28.6件で、グループ人数の異なる9班(3人)を除いたデータについて χ^2 検定を行うと、件数のばらつきには有意差がある($\chi^2(7) = 38.105, p < .01$)。このことから、件数に開きがあることが分かる。ライアンの名義水準を用いた多重比較(有意水準5%)によると、7班は1, 2, 6, 8班よりも、4班は1, 2班よりもそれぞれ件数が少なかった。

話し合いのうち区分A, Bについて、全プロトコルに占める割合を示したのが図1である。構成人数の異なる9班を除いたデータについて χ^2 検定によると、区分A, Bとそれ以外のプロトコル件数の比率には有意差が見られる($\chi^2(7) = 41.990, p < .01$)。残差分析の結果から、8班**は課題に対する本質的な発話が比較的多く、他方、1*, 4**, 7班**では比較的小さいといえる(* $p < .05$, ** $p < .01$)。

表3 グループ別のプロトコル数の集計結果
(区分A, Bは話し合いの中心的内容, 区分C~Gはそれ以外の内容)

班番号	人数	全プロトコル		区分AとB		区分C~G	
		プロトコル数	1人あたり平均	プロトコル数	1人あたり平均	プロトコル数	1人あたり平均
1	4	98	24.5	46	11.5	52	13.0
2	4	59	14.8	39	9.8	20	5.0
3	4	40	10.0	27	6.8	13	3.3
4	4	48	12.0	16	4.0	32	8.0
5	4	33	8.3	24	6.0	9	2.3
6	4	58	14.5	39	9.8	19	4.8
7	4	31	7.8	9	2.3	22	5.5
8	4	35	8.8	28	7.0	7	1.8
9	3	41	13.7	29	9.7	12	4.0
クラス平均		49.2	12.7	28.6	7.3	20.7	5.3

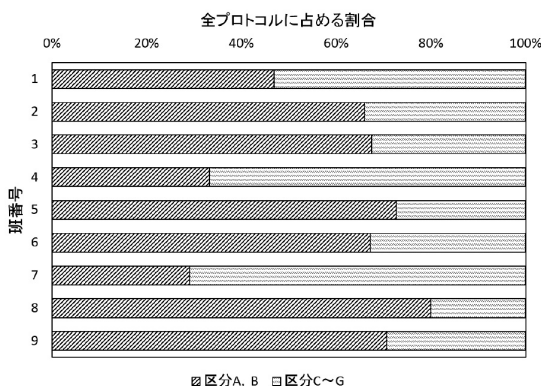


図1 グループ別に見た話し合いの中心的内容プロトコル(区分A, B)の割合

2) 話し合いにおける相互作用性

①話者の交代率

話し合いが相互作用的に行われたかを検討するため、話者の交代回数を計数した。話しかけられてそれに対して発話すれば、1回の交代とした。発話に占める交代回数の割合が多いほど、話し合いが相互作用的であった指標になりうる。そこでグループごとに話者交代頻度の分析を行った。

話者交代直後のプロトコル件数の全プロトコルに占める割合(話者の交代率)は、平均81.5%(範囲: 65.9~96.6%, 図2)で、どのグループも相互作用的なやり取りがあったと考えられる。この比率について、人数の異なる9班を除いたデータについて χ^2 検定の結果、有意差が見られた($\chi^2(7) = 16.104, p < .05$)。これによると6班では特に話者の交代が多かったようである。

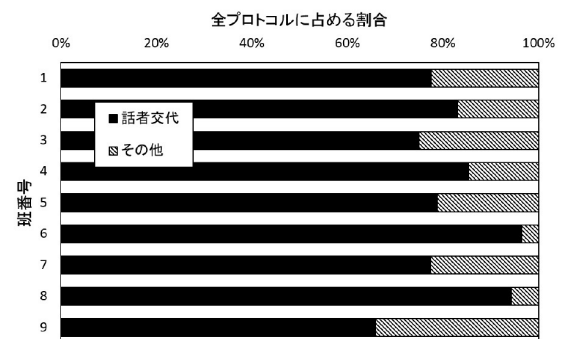


図2 グループ別に見た話者交代直後のプロトコルの割合

②発話率

相互作用に関するもう一つの指標として、話し合いにおいて任意の生徒がどれだけ発話したかを相互作用における貢献の度合いとみなす。このために、あるグループにおける任意の生徒の発話件数の割合を発話率と定義する。4人グループ内の生徒が同じ発話件数であれば全員の発話率は25%となり、生徒間で発話数に差があれば発話率に違いが見られる。表4に全生徒の発話率と、各グループ内の発話率の差について示す。

この表を見ると、グループ内の発話率の差が最も大きいのは3, 8班でいずれも45ポイントほどである。3班には発話率が5.0%, 10.0%の生徒がおり、発話の大半は残りの生徒2名で行われていたことが分かる。また、8班はクラス最低の発話率の生徒が

表4 グループ別に見た生徒の発話率一覧

グループ 番号	生徒番号				発話率		
	①	②	③	④	最高	最低	最高- 最低差
1	38.8	28.6	26.5	10.2	38.8	10.2	28.6
2	37.3	23.7	32.2	6.8	37.3	6.8	30.5
3	50.0	35.0	5.0	10.0	50.0	5.0	45.0
4	35.4	25.0	12.5	27.1	35.4	12.5	22.9
5	21.2	24.2	27.3	30.3	30.3	21.2	9.1
6	31.8	28.8	25.8	13.6	31.8	13.6	18.2
7	19.4	29.0	25.8	29.0	29.0	19.4	9.7
8	49.0	21.6	3.9	25.5	49.0	3.9	45.1
9	51.2	29.3	19.5				

いる。これら2つの班ではグループ内での相互作用が十分ではなかった恐れがある。

(3) ワークシート得点とプロトコル量的分析結果の関係

1) 事前得点と話し合いにおける発話率の差の関係

3人構成の9班のほか、特に発話が少なかった生徒がいた3, 8班を除き、話し合い前の得点（以下、「事前得点」とする）と表4で示したグループ内の発話率の最高-最低差の関係は、回帰分析によると自由度調整済決定係数 $R^2=0.8343$ で、強い負の相関が見られる（図3）。つまり、授業前の得点が高かったグループほど、話し合いにおいて生徒が均等に話す傾向にあった。（以下、自由度調整済決定係数 R^2 を補正 R^2 と表記する。）

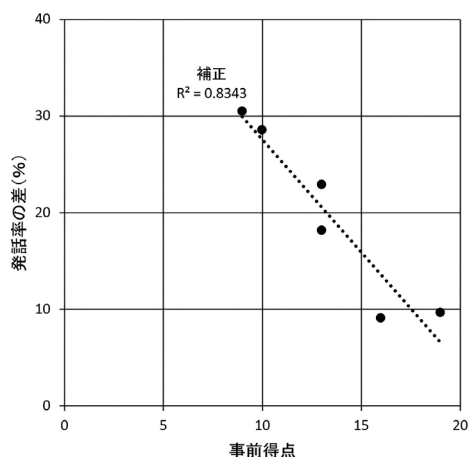


図3 事前得点とグループ内での発話率差の最大値の関係 (3, 8, 9班を除く)

2) 事前得点とプロトコル情報量の関係

1班は話し合い後のワークシートの記述得点（以

下、「事後得点」と呼ぶ）に改善がほとんど見られなかった。この班と前項目同様に3, 8, 9班以外について、プロトコルを文字単位で計数し、話し合い前後で伸長した得点との関係を図4に示す。回帰分析によると補正 $R^2=0.7376$ で正の強い相関が見られる。つまり発話で取り上げられた情報量が多かったグループほど得点が伸長した傾向にある。

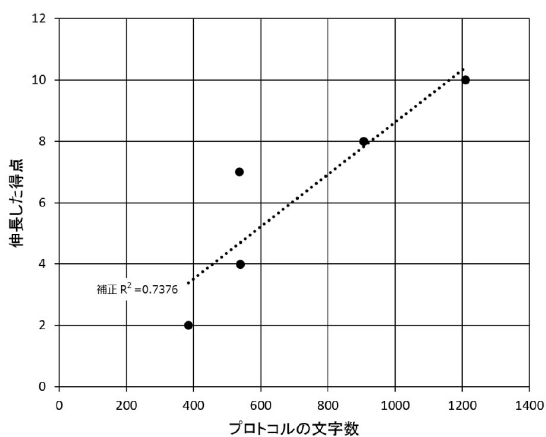


図4 書き起こされたプロトコルの文字数と伸長した得点の関係 (1, 3, 8, 9班を除く)

3) 事前得点と得点伸長の関係

前項目同様、1, 3, 8, 9班以外を対象とした事前得点とその後の得点伸長の関係は、回帰分析によると補正 $R^2=0.5589$ で負の相関が見られる（図5）。つまり、話し合い前の得点合計が低かったグループほど話し合い後の得点は増えたといえる。

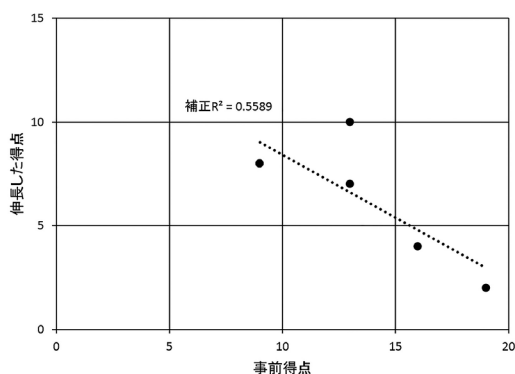


図5 事前得点と伸長した得点の関係 (1, 3, 8, 9班を除く)

(4) 談話分析

量的分析を踏まえ、質的分析としてプロトコルの内容と相互作用の関係について分析を行う。

1) 先達生徒グループ

8班は事後得点が低下した。このグループは、量的分析の結果では話し合いが活発で、本質的な話題の割合が高かった。話し合いが活発であると得点が向上することが期待されるがそのような変化を示さなかったため、談話（ディスコース）の内容について分析する。

表5に8班の談話の一部を示す。他の生徒に対する説明が28件中22件と高い割合で見られ、1件を除き4人中3人による発言である。話し合いの当初から本質的な内容である。このグループの生徒は事前得点がクラス内で最も高かった。談話記録を見ると全員が課題に対する正答をおおむね理解した状態で

表5 8班のプロトコルとその分類の一部

発話番号	生徒番号	プロトコル	分類区分
1	①	まず、自分が考えを言います。	E
2	②	はい。	C
3	①	えっと、陽樹って言うのかな。	B
4	①	陽樹だよな。	B
5	②	陽木ね。	D
6	①	陽木は苗木の時は日当たりが悪いと、なんか、成長悪くて死んでしまった。	B
7	①	でも、陰樹？ 陰木は、あの苗木の時に成長できるので、なんか、そのような入れ替わりが起きるのだと思います。	B
8	①	うん、次。	E
9	②	えっと付け足して、陰樹林は暗い所でも耐性があるから育て、陽樹林よりも高く育っているから、耐陰性の低い陽樹林は、えっと、上の方で書いてある通り、悪い環境だと成長できず、枯れて死にやすいため、陽樹林は枯れるけど、陰樹林の方がどんどん育っていく。	B
10	②	だから、その、交代が起こるのかなって。	B
11	①	はい、③。	E
12	③	土壌が厚くなるからだと思います。	B
13	②	これになった理由だよ？	B
14	②	これになる理由だよ？	D
15	③	何で変わっちゃったのかなって。	B
16	①	はい、④。	E
17	④	要するに光が当たらないでしょ。	B
18	④	なんか光が、なんか当たりにくくても育つから、育つようになるから。	B
19	②	うん。	C
20	①	ここにセントしかないよ。	B
21	④	えーなんか、光が当たらなくても育つようになるから。	B
22	①	うん、主語は何だ？ その文の。	B
23	④	え、こっち。	G
24	④	陰樹林の方が、光が当たらなくても、育つようになるから。	B
25	①	大体、あの、その2つの木の若い時の性質の違いだね。	B
26	①	それでいい？	G
27	①	みんな分かるよね？	G
28	②	分かる。	G
29	①	分かるよね。	G
30	①	ならしいや。	G
31	④	え？ ここでここだったら性質変わるってことでしょ？	B
32	④	どういうこと？	B
33	①	うん、だんだん。	G
34	④	こうなっていく。	B
35	①	そこ問題じゃないよ。	B
36	①	その、この次の世代、日当たりが悪いと、あの、死ぬじゃん。	B
37	①	そこに書いてある、何パーセント。	B
38	①	もうこれしかねーじゃん、光。	B

話し合いが始まっており（発話番号6～24）、話し合いの内容は、解答の表現の適切さを他の生徒に確認してもらうもの（26～30）であった。いわば「先達生徒」間の活発なやりとりであった。「先達生徒」とは、学習のねらいを達成するための活動（本時の場合は話し合い活動）前に、学習集団内で相対的に知識・理解が高い生徒とする。具体的には、8班の場合4人中3人の生徒の事前得点は5～6点、1人の生徒が3点であった。後者の生徒は話し合いにほとんど関わらなかった。比較的高得点の生徒だけでなされた相互作用を「先達生徒間相互作用」と呼ぶことにする。完成度の高い解答で合意形成できた談話の後、ワークシートへの記述内容は前よりも簡潔すぎる記述となり、採点規準からみて得点が低下することとなった。

2) 初心者生徒グループ

①プロトコル件数が多いグループ（低得点からあまり上昇しなかったグループ）

1班は事前得点がクラス内最低レベル（得点範囲0～4点、4人合計24点満点中10点）で、事後得点はあまり改善しなかった（4人合計13点）。ここで、学習のねらいを達成するための活動前に、相対的に知識・理解が低い生徒を「初心者生徒」とする。本実践の場合、事前得点が先達生徒よりも低い生徒とする。このような生徒同士の相互作用を「初心者生徒間相互作用」と呼ぶことにする。1班は、量的分析の結果ではプロトコル件数が最も多かったグループである。話し合いが盛んに行われたのに、その効果が見られなかったのはなぜだろうか。

図1を見ると発話の中心的内容はクラス内の中程度である。表6にプロトコルの一部を示す。発話の状況を見ると、話し合いの前半には本質的な話題（分類区分A、B）が取り上げられておらず、後半になって遷移の説明に関して不適切な考え（発話番号24、34、40）とその考えに対する確認のやり取り（25～33、35～41）が見られる。話し合いの最終段階になって生徒①が説明をまとめたところ（47）で活動終了時間となっている。発話は多くなされているものの、誤った内容のやり取りが後半に行われ、課題に対する正解の確立に至っていない。適切な解答を提示できた生徒は不在であった。

②プロトコル件数が多いグループ（低得点から上昇したグループ）

6班は、プロトコル件数や発話文字数と得点伸長

表6 1班のプロトコルとその分類の一部

発話 番号	生徒 番号	プロトコル	分類 区分
24	㊦	多分育ちやすいから、より、なんか森を発展させるためっていうか、自分たちの、なんか、雑草を、雑草を除去していくために、植物は陰樹林に変わるんじゃないかなあ。	B
25	㊦	育ちやすいってこと？	B
26	㊦	うん、育ちやすい。	B
27	㊦	陰樹林のほうが？	B
28	㊦	うーん。	G
29	㊦	みんなこの意見に納得？	B
30	㊦	なんか、光なくても幼木とか育つて書いてあるから。	B
31	㊦	どれどれ、どこに書いてある？	B
32	㊦	プリントの陰樹って書いてあるところ。	B
33	㊦	ここか。	B
34	㊦	じゃあ、えー、俺は、ここでは長い年月をかけて土壌から養分を吸収したから、はい。	B
35	㊦	あつ、だからちょっと減ると。	B
36	㊦	うん、そして、なんか、まあ、	B
37	㊦	はい。	C
38	㊦	いいぞ、〇〇。	C
39	㊦	何？え、だから陰樹林、分かんない、どうだろうなあ。	B
40	㊦	陰樹林は生産速度遅いけど、生物量多いから。	B
41	㊦	どどん増えていくみたいな。	B
42	㊦	あー。	C
43	㊦	あー、確かに。	C
44	㊦	はいー。	C
45	㊦	陰樹林が、あの、幼木の時に耐久性が高いんだって。	B
46	㊦	だから、最初の方に枯れないから早く育つ、育った後にも光とか。	B
47	㊦	あーそっかー、育つから、あの、光を吸収することができるから、陰樹林は、だから成長しやすいってことかな、たと思います。	B

が最も大きかったグループで、低得点（合計13点、範囲3～4点）の初心者生徒グループであるが、高得点（23点、5.5～6点）へと変化した。

表7にこの班のプロトコルの一部を示す。発話の状況を見ると、活動中全体にわたって本質的な発話（分類区分A、B）がなされており、ある生徒がほかの生徒へある事柄を説明するプロトコルのまとめ（「説明-反応クラスター」と呼ぶことにする）が3回見られる。まず発話番号10～19（表7中のC1）では、生徒①（事前得点がグループ内で最も高い）が自分の考えを解説しており（「説明トランザクション」と呼ぶ；表7の区分E）、他の生徒はそれに対して反応（「反応トランザクション」と呼ぶ；表7中のR）しているが、肯定も否定もしていない。しかしその後、生徒①の発話をヒントに、発話番号24で生徒③が「あーそっか、そういうことを言えばいいのか。」と発言しており（表7には省略）、正答の着眼点を得ているように思われる。

第1のクラスター内の発話の成果が見られるのは第2クラスター以降である。第2クラスター（C2）前半（発話番号30～42）で生徒③が説明し、それに対しほかの生徒が説明に対する肯定的な反応を返している。クラスターの後半（43～48）では、生徒①が説明を引き継ぎ、ほかの生徒がやはり肯定的な反応を返している。引き続き第3のクラスター（C3）

表7 6班のプロトコルとその分類の一部

E：説明トランザクション、R：反応トランザクション、Othr：その他；C1～C3：説明-反応クラスター1～3

発話 番号	生徒 番号	プロトコル	分類 区分	E	R	Othr
(略)						
10	㊦	たぶんこの陽樹とさ、陰樹ってさ混合林じゃん。	A	*		
11	㊦	うん。	A		*	
12	㊦	それでさ、この陽樹が成長したら陰樹になるんじゃない。	A	*		
13	㊦	うん。	C		*	
14	㊦	で、それで陽樹は日当たりの良い環境で速く成長するだから、たぶん、日当たりが、たぶん陽樹が日を受けて、吸収っていうか、成長して、それでたぶんこうなるんじゃない？	A	*		
15	㊦	あー、成長過程って？	B		*	
16	㊦	うん、だからこれとこれの性質をたぶん使おうだろうけど。	B	*		
17	㊦	これこれ。	C		*	
18	㊦	うんうんうん。	C		*	
19	㊦	あーそっか。	C		*	
(略)						
30	㊦	最初にあ、あの、日当たりがまだ良いから、その陽樹林が発達するじゃん。	B	*		
31	㊦	んで、陽樹林が発達してくるとさ、あのー、日当たりがどんどん悪くなるから、そこで陰樹林が発達してきて、最終的に陰樹林にこぼって。	A	*		
32	㊦	あ、㊦もそれ思ったんだよ。	B		*	
33	㊦	ってことだと思っただよ。	B	*		
34	㊦	でもさ、これほら、なんか、幼い木の時は暗い場所です。	B	*		
35	㊦	だよ、その、陽樹林の状態で、その、パーって明るい光がみえない感じで成長してきて、で、その段階で、その一部の暗い所に。	B	*		
36	㊦	はいー。	D		*	
37	㊦	成長してきてその段階で一部の暗いところに陰樹林が来るじゃん。	B	*		
38	㊦	あ、あそっかーことか。	C		*	
39	㊦	でもあれ、陽樹林が、その、いっぱいあると日当たりがあんまりないから、発達すると日当たりがあんまりないから。	B	*		
40	㊦	アンダースタンド。	C	*		
41	㊦	ちょっと頃陰樹林が、かがって成長してくる。	B	*		
42	㊦	あー分かった。	C	*		
43	㊦	うん、ほら、なんかさ陽樹林はさ、この日当たりの悪い環境では成長できないからさ、たぶんこのいっぱいここのいる生えてきた中で、たぶんさ、あのアドバンテージってか有利なのはさ、陰樹林じゃん？	B	*		
44	㊦	だから日が当たらない環境では陽樹は死んじゃうんじゃない？	B	*		
45	㊦	あー	D		*	
46	㊦	それで陰樹がたくさん成長するんじゃない？	B	*		
47	㊦	そうそう。	C		*	
48	㊦	はいはいはいはいはい。	C		*	
49	㊦	え、陽樹が成長できなくなるだけじゃないの？	B	*		
50	㊦	で、その陰樹が成長してくると、今度陰樹が陽樹みたいになってくるからそれでまた成長してバーって。	A	*		
51	㊦	そうそうそう。	C	*		
52	㊦	え、陰樹育つてくると日当たりが悪くなるから、陽樹が育たなくなるの？	B	*		
53	㊦	ん、逆逆逆。	B	*		
54	㊦	なんか、陰樹と陽樹があるじゃん、この混合林では。	B	*		
55	㊦	うんうんうん。	C	*		
56	㊦	それで、その時に陽樹っていうのは日当たりの悪い環境では成長できないじゃん。	B	*		
57	㊦	うん。	C	*		
58	㊦	つまり、陰樹と陽樹がこうたくさん生えている中で有利なのは、その日があまり当たらなくても。	B	*		
59	㊦	陰樹？	B	*		
60	㊦	そう、陰樹じゃん。	B	*		
61	㊦	だから、陰樹がどんどん増えてくるんじゃないかっていう。	B	*		
62	㊦	あー、そういうことー	C	*		
63	㊦	あー	D		*	

では生徒④からの質問を、今度は生徒③が回答している。そしてこのクラスターの後半（54～63）では、生徒①が説明を引き継いで生徒④が理解し、この話題は終わっている。

「初心者生徒間相互作用」であるが、有意義な展開がなされた第2、3の説明-反応クラスターでは、2人の生徒が交代しながら他の生徒に適切に説明して理解を深める場面が見られた後に、課題に対する正解の確立に至っている。

③ピア・モデリングが見られたグループ

2班は1班同様、事前得点（合計9点、得点範囲0～3点）が最低レベルであった初心者生徒グループであるが、事後得点は17点（得点範囲3～6点）に上昇した。また、前述の量的分析の結果では、プロトコル件数が2番目に多い、話し合いが活発だったグループである。表8にこの班のプロトコルの一部を示す。

プロトコルの内容を詳細に検討したところ、認知的徒弟制 (Seely *et al.*, 1991) と類似した、親方（指導者）- 徒弟（学習者）間で相互作用しながら進む学習過程のような相互作用が見られた。これはピア・モデリングのマスターー・モデル (Schunk *et al.*, 1987) に似ている。認知的徒弟制では、親方が以下のような学習過程を踏まえるとされている。

- ・モデリング (表7中の分類記号M)
- ・コーチング (同C)
- ・足場づくりあるいはスキャフォールディング (同S)
- ・フェーディング (同F)

親方によるこれらの指導に対し、徒弟が取り組み実践 (表8中のP) は、本時の場合は学習課題に対する「答え」の検討である。

表8は2班のプロトコルの主要部分を抜粋したものであるが、その推移を見ると、生徒①による当初の発話 (発話番号2, 4) は話し合いの話題提供 (分類記号P) であるが、その後生徒②によって称揚されている (5, 7, 10; 表7中に分類記号M-Apで示す)。これで、生徒② (「徒弟的生徒」) によって生徒①は親方的立場 (「親方的生徒」) となり、適切な内容の発言行為は「モデリング」となっている。その後、発話番号16～54では生徒①以外による答えの検討 (表7中の分類記号P) が進んでいる。その間、生徒①は発話番号25～32で自分の意見を前面に押し出さずに、話し合いが進むよう発言しており、「コーチング」とみなすことができる。また、さらに話し合いが進んだ発話番号40, 42では自分 (生徒①) が提案した「進化」を取り下げ、他の生徒が全面的に生徒①の考えを受け入れるのではなく、より適切な考えになることを促していると読み取れる。さらに、発話番号51～52では他の生徒の発話を整理しており、これらは「スキャフォールディング」とみなすことができる。続いて、他の生徒の発言内容の適切さに承認を与えている (53, 55)。発言内容 (注参照) 修正に対する積極的な関与が見られなくなっていることから、これをフェーディングとみることができ

表8 2班のプロトコルとその分類の一部
観点分類記号 M/P: モデリングとしての発話, M-Ap: モデリングとしての承認, P: 実践 (話し合いのための発話), C: コーチング, S: スキャフォールディング, F: フェーディング, Othr: その他

発話番号	生徒	プロトコル	分類記号	認知的徒弟制の観点分類						
				M/P	M-Ap	P	C	S	F	Othr
1	①	えーじゃあ、順番、ま、こうでいいか、	E							*
2	①	えっと、隣樹林から昆虫科?	A	*						
3	②	うん。	B							
4	①	①になって、隣樹が生えてきた時に、隣樹林は日当たりが悪いと環境で成長できなから、その、日当たりが悪くて成長できるように進化している。	A	*		*				
5	②	おー	G			*				
6	①	はい、以上、はい、次、	E						*	
7	②	え、の差入な。	B			*				
8	②	うそそ、これ分かってるか分かんないし、	B						*	
9	②	いや、でも悪い悪い、	B			*				
10	①	はい、◎。	E						*	
11	②	どうしよう、えーどうしよう、うーん、どうしよう、	C						*	
12	①	◎。	E						*	
13	②	まわす?	E						*	
14	②	ちょっと待って、考える。	A						*	
15	②	がんばるわ。	G						*	
16	①	私、隣樹林の落ち葉とかが、その何だっけ、土になって、で、その隣樹林の土は、隣樹林同士にはなくて、実は隣樹林の方が育つ成分が多く含まれてるからかなあーって思った。	G			*				
(中略)										
23	②	でも、①の語がいらばん説得力があるよ。	B			*				
24	②	でもさ、あれだよ、生物量とかも違うわけでしょ。	B			*			*	
25	②	うんどう?	D			*				
26	②	え、ここどこ。	B			*				
27	①	うーん、生き物? 生き物が生息するのに、	B			*				
28	②	思っているか思っていないかあったら、こっちの方が進んでるってわけじゃない。	B			*				
29	①	そんな明るすぎても暗くないんじゃない?	B			*				
30	②	だからなんだろ。	D			*				
31	①	えー何、どうすればいい?	B			*				
32	①	グループの意見はどうするんだー	B			*				
33	②	おわれば?	D			*				
34	②	えーどうしよう。	D			*				
35	②	えー私たちが考えないよ。	D			*				
36	①	私、全然理解のない話をしたわ。今思えば。	A			*				
37	②	あーどうしよう。	D			*				
38	②	あーやっぱり最初のうちにはみんな同じ木が生えていくけど、って感じかな。	A			*				
39	②	あ、でも光。ほんと①の言った。	C			*				
40	①	え? 進化?	C			*				
41	②	うん。	B			*				
42	①	いや、分かんねえよ?	C			*				
43	②	あれかと思った私。	C			*				
44	②	だって種も落ちて隣の方が勝つでしょう。	B			*				
45	②	だってさ、最初ほさ。	B			*				
46	②	隣で。	C			*				
47	②	最初ほさ、最初、同じ木? 違う種類の木が、だっていろいろな種類の木がどっちも生えてたけど、その、日当たりとかの関係で育つのが変わったのかなあ。	B			*				
48	②	◎言ってたじゃん。	C			*				
49	②	◎は選んだから。	B			*				
50	①	私は、どあす。その2つの地点にはいろんな木があったけど、そこに実際に選んでいなかったものからどんどん死んでって、選んだものだけ生き残ってそつなにならねえのって話。	B			*				
51	①	うーん。	D			*				
52	①	うん、まあ、そんな感じ?	C			*				
53	①	木が生えたら、隣樹は育たなくなるから隣樹が死んだかな。	B			*				
54	②	成長できるものだけ生き残った。	B			*				
55	①	それでいっかなあ?	C			*				

る。

以上のように、2班内の相互作用においては、モデリング～フェーディングの学習過程が見られる。ただし、「親方的生徒」の事前得点を見ると「初心者生徒」である。また、事後に得点が大きく上昇したのは、「徒弟的生徒」である生徒②だけである。

注：発話番号4中の「進化」の概念の使用は不適切である。

3) プロトコル件数が少なかったグループ

量的分析からみてプロトコル件数が少なく、話し合いが不活発であったのは7班であった。このグループの話し合いの様子は表9の通り、話し合いに関わる内容の発話は生徒② (「初心者生徒」) から出現するだけであり、学習課題に対する話し合いが成立していなかった。相互作用が学習の成果につながるほど進まなかったと考えられる。

表9 7班のプロトコルとその分類の一部

発話 番号	生徒 番号	プロトコル	分類 区分
1	①	はい、じゃあ②どうぞ。	E
2	②	陰樹は幼い木の時の耐陰性がある。	A
3	③	まあ、暗い時にでも育てる。	A
4	④	だから、陽樹に光を奪われていても成長ができる。	A
5	②	それに加えて、陽樹は、育った陰樹に光を奪われると、枯れて死んじゃう。	A
6	②	だから、遷移が起きるんですよ。	A
7	③	ほぼ同じです。	C
8	④	同じです。	C

6. 成果

(1)分析結果のまとめ

田淵・Albert (2008) は、高等学校理科(物理 I)の授業において学習グループにより話し合いの活発さに違いがあることを定性的に述べたが、本論文ではこれを、プロトコル数、書き起こされたプロトコルの文字数のほか、話者の交代率、発話率の視点で定量的に示し、活発さを記述した。この分析により、話し合いにおける相互作用と学習成果の特徴について次のような点が明らかになった。

①本実践ではグループ内の生徒間の社会的相互作用に関して、「先達生徒間相互作用」「初心者生徒間相互作用」、相互作用不成立の3つのタイプを見出すことができた。

②「先達生徒間相互作用」があったグループ(図6(a), 8班)では本質的な話し合いが活発に行われたものの、ワークシートに記入された説明文の表現は不十分なものとなった。

③「初心者生徒間相互作用」があった別のグループ(1班)では、プロトコルが多数出現したものの本質的な話題は一部で、しかも不適切な提案のやり取りにとどまり(図6(b)), 顕著な学習成果が出なかった。

④「初心者生徒間相互作用」があったグループのうち、有用な情報が生徒から示され、他の生徒とのやり取りの中で情報内容の確認が説明と質問の繰り返しにより行われた場合は、顕著な学習成果が見られた(図6(d)-1~2, 6班)。このようなグループには、学習課題に関して本質的なプロトコルの情報量(発話件数や文字数)と話し合い後の上昇得点数において正の相関が見られた。

⑤プロトコルの詳細を述べる紙面がないが、先達生徒と初心者生徒のグループでは、相互作用のほとんどは先達生徒同士間でしか見られなかった(図6(c); 3, 4班)。話し合いが不活発で相互作用がほ

とんど成立せず、顕著な学習成果のないグループ(図6(e), 7班)があった。

⑥「初心者生徒間相互作用」が見られたグループの中には、生徒間で認知的徒弟制と類似した学習過程を経た場合があった。

⑦相互作用において出現する本質的な談話の情報量の多さは、学習成果を高めるために基本的に重要であると考えられる。

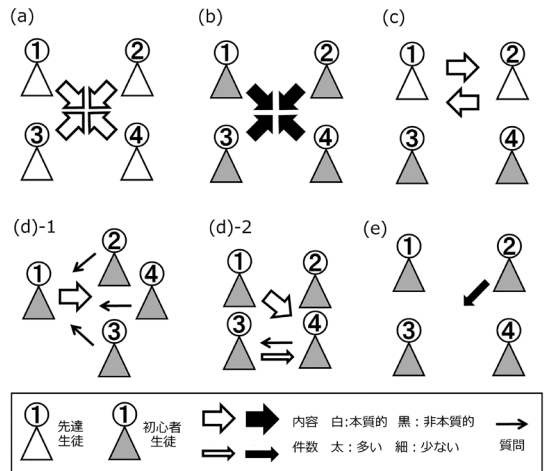


図6 相互作用のタイプ

(a) 先達生徒間相互作用(本質的な談話中心), (b) 初心者生徒間相互作用(本質的でない談話中心), (c) 先達生徒のみによる相互作用, (d) 初心者生徒間相互作用(一部の生徒対他の生徒による本質的な談話), (e) 相互作用不成立

(2)話し合い活動指導上の工夫の視点

前項目のまとめをもとに、学習の成果を高めるための視点が次のように得られた。

(a) 学習前に得点が低いグループほど協調学習における「伸びしろ」があり、話し合い活動において発話が多くなされる。適切な情報を多く発話させるほど得点の伸長が大きくなると期待される。

(b) 学習成果が高まる協調学習が行われるためには、初心者生徒が相互作用に関わるような指導が必要ではないと思われる。例えばアクションラーニング(マーコード, 2004)における質問の連鎖を導入することが考えられる。また、先達生徒から適切な情報を積極的に提示させることも必要である。

(c) 先達的な立場になった生徒には、コーチング～フェーディングの学習過程を踏まえるよう相互作

用を進めさせることも有効であるかもしれない。

7. 課題

協調学習としての話し合い活動の実施にあたり、課題が見受けられる。7班のプロトコルの質的分析で見たように、特定の生徒（本研究における先達生徒）のみが話題を提示する場合がある。このような状況はこれまでも話し合いを広げる際の課題（清水・小峰, 2002）とされているが、本時の例のように、グループ全体の得点が低くても適切な話題を積極的に提供する場合は、学力向上において特に問題は生じない。しかし、初心者生徒が不適切な話題提供に終始した場合の指導法を考えておく必要があり、そのようなグループには特に指導が必要である。

本実践においては遅延テストを実施していないので、思考力等の伸長の状況については明らかでない。授業で実践できる探究学習が比較的少ない高等学校「生物基礎」において、社会的相互作用の場を思考力等伸長のためにどのように活用できるかは、さらに実践を重ねて検討する必要がある。

最後に、山下（2002）によると、等質な学習グループと異質グループの捉え方の違いやコミュニケーションの内容・形態の違いのために、メンバーの組み合わせが理解度に及ぼす影響について統一した見解は得られていない。本実践でも、相互作用の特徴はいくつかのパターンに区分された。今後も、相互作用の実態と学習成果の関係についての詳細な分析の蓄積が必要である。

謝辞

本実践研究の実施にあたりご協力くださった、実践校の担当教諭に心から感謝申し上げます。また、匿名の査読者の方からご意見を頂戴したこと、御礼申し上げます。

引用文献

- 浅島 誠ほか（2017a）：改訂生物基礎。東京書籍、東京、248p.
- 浅島 誠ほか（2017b）：改訂新編生物基礎。東京書籍、東京、208p.
- Berkowitz, M.W. and Simmons, P.E. (2003) : Chapter 6 Integrating science education and character education, The role of peer discussion. Zeidler, D. L. (ed.), The Role of Moral Reasoning on Socioscientific Issues and Discourse in Science Education, 117-138, Springer.
- 藤本和浩・飯田寛志・後藤顕一（2014）：「相互評価表」を用いた高等学校「生物基礎」授業の実践とその検討 評価規準を検討する生徒同士の会話に着目して。日本理科教育学会東海支部大会発表要旨集, **60**, 12.
- 藤村宣之・橋 春菜（2013）：8章 協同による問題解決過程。中谷素之・伊藤崇達（編）, 「ピア・ラーニング 学びあいの心理学」, 金子書房, 東京, 123-138.
- 後藤顕一（1998）：高校化学実験における実験室の生徒の活動。日本科学教育学会研究会研究報告 **12**(4), 69-74.
- 原田悦子（1993）：4章 プロトコル・データの収集方法。海保博之・原田悦子（編）, 「プロトコル分析入門 発話データから何を読むか」, 新曜社, 東京, 79-105.
- 本川達雄ほか（2011）：新編生物基礎。新興出版社啓林館, 大阪, 159p.
- 本川達雄ほか（2016）：生物基礎改訂版。新興出版社啓林館, 大阪, 238p.
- 堀 哲夫（2013）：教育評価の本質を問う一枚ポートフォリオ評価OPPA 一枚の用紙の可能性。東洋館出版社, 東京, 200p.
- 細馬宏通（1993）：5章 プロトコル・データの記述と解析。海保博之・原田悦子（編）, 「プロトコル分析入門 発話データから何を読むか」, 新曜社, 東京, 106-117.
- 石井登志夫（1997）：相互作用の学習（対話のある物理授業）。物理教育, **45**(1), 21-22.
- 伊東昌子（1993）：7章 分析的な読みにおける「書くこと」の効果の検討。海保博之・原田悦子（編）, 「プロトコル分析入門 発話データから何を読むか」, 新曜社, 東京, 137-152.
- 加藤貞夫（1969）：教師・生徒の相互作用をねらった化学授業の実践。名古屋大学教育学部附属中等学校紀要, **14**, 96-100.
- マーコード, M.J. (2004) : 実践アクションラーニング入門。清宮普美代・堀本麻由子（訳）, ダイヤモンド社, 東京, 257p.
- 溝口仁三郎（1965）：物理の学習における教師と生徒との相互作用について。名古屋大学教育学部附属中等学校紀要, **10**, 93-96.

- 文部科学省 (2018) : 高等学校学習指導要領解説 理科編 理数編. 258p.
- Schunk, D. H., Hanson, A.R. and Cox, P. D. (1987) : Peer-model attributes and children's achievement behaviors. *Jour. Edu. Psychol.*, **79**, 54-61. (伊藤崇達 (2013) : 5章 ピアとともに自ら学ぶ 自己調節学習の視点から. 中谷素之・伊藤崇達 (編), 「ピア・ラーニング 学びあいの心理学」, 金子書房, 東京, 75-89. より引用)
- Seely, B.J., Allan, C., and Paul, D. (1991) : 状況的認知と学習の文化. *現代思想*, **19**(6), 62-87.
- 嶋田正和ほか (2016a) : 改訂版生物基礎. 数研出版, 東京, 232p.
- 嶋田正和ほか (2016b) : 改訂版新編生物基礎. 数研出版, 東京, 184p.
- 清水 誠・小峰香織 (2002) : グループ構成が話し合いに及ぼす効果. *埼玉大学紀要教育学部 教育学*, **51**, 1-8.
- 庄野邦彦ほか (2017) : 生物基礎新訂版. 実教出版, 東京, 238p.
- 末吉悌次 (1983) : 集団学習の研究. 教育出版センター, 東京, 337p.
- シャンペーン, O.B.・バンス, D.M. (1991) : 第2章 学習理論に基づく科学教育. グリン, S.M., イェーニイ, R.H., ブリットン, B.K. (武村重和監訳) 「理科の学習心理学 子どもの見方と考え方をどう変容させるか」, 東洋館出版社, 東京, 31-52.
- 田淵幸一・Albert, C. (2008) : 話し合い活動を活用した物理授業 : ある高校での電磁気学単元からの一例. *日本理科教育学会全国大会要項*, **58**, 258.
- 田淵幸一 (2009) : 話し合いを活用した高等学校物理 (電磁気分野) の実践事例 : 話し合いの導入による理解の深まりと今後の課題. *理科の教育*, **58**(6), 422-424.
- 高橋信幸・松本伸示 (2017) : 高等学校理科の授業後半で行う科学的に思考し推論する協働学習ーアクティブラーニングを取り入れた授業デザインー. *科学教育研究*, **41**, 131-140.
- Tezuka, Y. (1961) : Development of vegetation in relation to soil formation in the volcanic island of Oshima, Izu, Japan. *Jap. Jour. Bot.*, **17**, 371-402.
- 蔦岡孝則ほか (2009) : 創造性を育む理科の授業(2). 学部・附属学校共同研究紀要, **38**, 257-262.
- 蔦岡孝則ほか (2010) : 創造性を育む理科の授業(3). 学部・附属学校共同研究紀要, **39**, 279-284.
- 和田一郎・森本信也 (2014) : 理科授業における社会的相互作用がメタ認知の機能に及ぼす影響についての事例的研究 : -教師と子どもとの協同的なモデル構築過程を中心として-. *理科教育学研究*, **55**(1), 95-108.
- 山下修一 (2002) : 等質グループと異質グループのコミュニケーションの差異 : 慣性に関する課題を例にして. *科学教育研究*, **26**, 3-11.

Summary

This study aimed to determine the perspectives on promoting cooperative study in a science class. The authors taught upper secondary school students a lesson in the primary succession of vegetation and analyzed the protocols of the conversations of nine student groups. One group hardly interacted with one another during the conversation. We found that the social interaction in other groups could be classified into three types: interaction among pioneer students, interaction among pioneer and developing students and interaction among developing students. For interaction among pioneer/developing students, it was observed that participants could gain a deeper understanding of the primary succession process by mentioning more words during conversation. Finally, we concluded that class conversations will be more fruitful when teachers divide the students into groups consisting of pioneer and developing students.

Key Words : high school, science class, peer learning, protocol analysis, social interaction, cognitive apprenticeship

(Received January 7, 2019)