

中学校理科における協同学習技法「DOUBLE-DOUBLE」の効果

平見 真希人 (広島大学 大学院人間社会科学研究科, d224909@hiroshima-u.ac.jp)

松元 亮 (都城市立妻ヶ丘中学校, matsu.ryo020409@gmail.com)

Effects of “DOUBLE-DOUBLE” cooperative-learning techniques in junior high school science

Makito Hiram (Graduate School of Humanities and Social Sciences, Hiroshima University, Japan)

Ryo Matsumoto (Miyakonojo City Tsumagaoka Junior High School, Japan)

Abstract

Cooperative learning involves structured small group activities that enhance cognitive engagement through peer interactions, and is recognized as an effective instructional approach. Among various forms of cooperative learning, constructive interaction, in which students co-construct an abstract understanding using discussions, plays a crucial role in promoting deep learning. The knowledge-constructive jigsaw method has been proposed as an instructional design to facilitate such interactions. However, its implementation poses challenges including the complexity of task structures, constraints related to group formation, and extended lesson durations. To address these challenges, Shima and Watanabe (2021) introduced the “DOUBLE-DOUBLE” method, a simplified approach to cooperative learning. The present study investigates the effectiveness of the “DOUBLE-DOUBLE” method in middle school science education. Participants were third-year students from a public junior high school. Two classes (Class A: 36 students, Class B: 28 students) received instructions using the “DOUBLE-DOUBLE” method, while a third class (Class C: 32 students) received conventional instruction as the control group. The instructional intervention focused on the unit “Composition and Decomposition of Forces.” Students’ conceptual understanding was assessed using pre- and post-tasks based on the one-page portfolio (OPP) method. The results revealed a significant improvement in correct responses exclusively in the experimental groups using the “DOUBLE-DOUBLE” method. Additionally, students in these groups demonstrated significantly higher scores on written explanations than those in the control group. Discourse analysis indicated that students experienced difficulties in integrating different tasks into a coherent understanding, suggesting the need for additional instructional scaffolding. These findings suggest that the “DOUBLE-DOUBLE” method facilitates the development of conceptual understanding by promoting structured peer discourse; however, further refinements are needed for optimal implementation.

Key words

cooperative learning, the jigsaw method, middle school science education, instructional design, conceptual development

1. 問題と目的

学習指導要領の改定に伴い「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善が推進されており（文部科学省, 2017）、「主体的・対話的で深い学びの視点からの授業改善を進め、実生活、実社会の様々な場面で直面する課題について自ら思考し、判断・表現できる力の育成に向けて取り組む」（文部科学省・国立教育政策研究所, 2023）ことが求められている。そのような学びを実現する手法として学校現場では協同学習が関心を集めている。協同学習とは小集団を活用した教育方法であり、生徒たちが一緒に取り組むことによって互いの学習を最大限に高めようとするものである（Johnson, Johnson, & Holubec, 2002（石田・梅原（訳）, 2010））。

協同学習によって高い学習効果を得るには、協同時の他者との言語的な相互作用が重要であり（例えば、Okada & Simon, 1997）、特に、個人がそれぞれの視点で抽象化された理解を獲得するような相互作用である建設的相互作用（Miyake, 1987）を起こすことが有効である。しかし、

単に他者と一緒に取り組むだけでは建設的相互作用が起こるとは限らず、効果的な学習を実現するにはそのような相互作用が起こるように授業をデザインする必要がある。

建設的相互作用を実現するための授業デザインに知識構成型ジグソー法がある。知識構成型ジグソー法とは、「生徒に課題を提示し、課題解決の手がかりとなる知識を与えて、その部品を組み合わせることによって答えを作り上げるという活動を中心にした授業デザインの手法」（三宅・東京大学 CoRFF・河合塾, 2016）である。知識構成型ジグソー法は5つのステップで構成される。まず、答えを出したい問いをクラス全体で共有し、各自問いに対する考えを持つ。次に、問いに答えるために必要となる複数の部品（資料）を分担してグループで検討し、自分の言葉で説明する準備をする。そして、異なる部品を担当したメンバーで集まり、問いに対する答えを構築する。さらに、構築した答えをクラス全体で交流し、最後に、各自で問いに対する答えを再確認する。この知識構成型ジグソー法は高い学習効果をもたらすとされている。

しかし、知識構成型ジグソー法は適切に複数の部品に分割できるような課題の設定が難しいことや、部品の数に対応する人数の倍数でグループを組めない場合の対

処、グループ間で活動時間に差が生じるなどの授業設計の難しさ、一斉講義型に比べて時間がかかる等の理由から、日常的に取り入れられる指導法にはなりにくい (cf. Aronson & Patnoe, 2011 (昭和女子大学教育研究会 (訳), 2016); 友野, 2016)。

知識構成型ジグソー法のこのような特徴を改善し、簡便に生徒同士の相互作用を通じた学びの機会を保障するための協同学習技法として、島・渡辺 (2021) は中学校数学科での実践を通じて「DOUBLE-DOUBLE」を提案している。これは4人1組を基本とした活動であり、島・渡辺 (2021) で提案された手順は以下の通りである。

まず、関連する2つの課題①と②を用意する。そして4人のグループをペアA、Bに分け、それぞれに課題①または②を解決させる。次に、教師はペアのうちどちらかのメンバーを指名して自分たちが取り組んだ課題について他方のペアに向けて互いに説明させる。続いて、課題①と②に含まれる共通点や相違点等について話し合わせ、2つの問題を統合した内容の発展的課題③などを課し、グループ全体で学びを深める。

このような手順とすることで各自が責任を持って相互作用する機会を保障できる。用意する必要がある部品は2つであるため課題設定も比較的容易であり、グループを組み替える必要もないため、知識構成型ジグソー法に比べて汎用性が高い授業デザインであると言える。

島・渡辺 (2021) は全国学力・学習状況調査B問題を用いて、「DOUBLE-DOUBLE」を実践することで生徒の成績が向上することを示した。しかし、一斉講義型の授業との直接の比較はされておらず、通常の授業に比べて「DOUBLE-DOUBLE」が生徒の学びを促すのかどうかは明らかにされていない。簡便に授業に取り入れることができるというだけでは効果的な指導法であるとは言いきれず、通常の形式の授業以上の学習効果が得られることが望ましい。

そこで本研究では、中学校理科の授業において島・渡辺 (2021) の「DOUBLE-DOUBLE」を参考にした実践を行い、通常形式の授業を行うクラスの成績と比較することで、実践の有効性を検証する。

2. 授業実践

2.1 実践の対象

本研究は、宮崎県内の公立中学校Tにおいて、中学校Tの理科の教員である第2著者が同程度の成績であると判断した3年生の3クラスを対象に行った。クラスA(36名)、B(28名)では「DOUBLE-DOUBLE」を参考にした実践を行い、クラスC(32名)では通常形式の授業を行った。なお、クラスAにおける実践は校内の研究授業として行った。いずれも第2著者が授業を行った。

2.2 授業の概要

「力の合成と分解」の単元を題材とした。この単元の目標は「力、水圧について日常生活や社会と関連づけながら理解させるとともに、それらの観察、実験などに関す

表1：授業の構成

時間	学習活動
1	- 単元を貫く課題について考える。 1つの物体にいくつかの力がはたらく場合の物体にはたらく力の関係について考える。
2	ばねばかりなどを使って、合力とものの2力の関係を調べる。
3	力の平行四辺形の法則と、作図して合力を求める方法を理解する。
4	力の合成の作図を練習する。
5	3力のつり合いについて、図を用いて考える。
6	1つの力を2つの力に分解するにはどのようにすればよいかを理解する。
7	力の分解の作図をすることができる。
8	単元を貫く課題について、学習した知識を用いて、根拠をもって説明することができる。

る技能を身につけさせる」、「力のつり合いと合成・分解についての規則性や関係性を見いだして表現することができる」の2点であった。これらの単元の目標を踏まえて、本研究では、次節に記す「単元を貫く課題」の内容について、この単元で学んだ知識を使って説明できるようになることを具体的な目標とした。授業は全8時間で構成され(表1)、「DOUBLE-DOUBLE」を参考にした実践を行ったのは8時間目であった。なお、話し合いの過程を捉えるため、クラスAにおいて生徒同士の話し合いの内容をVCレコーダーを用いて録音した。

2.3 単元を貫く課題

「ロープウェーのロープは①『はっている』、②『たるんでいる』ものでは、どちらの方がロープは長持ちするか」という内容であった。堀 (2011) により提唱されている「一枚ポートフォリオ評価 (OPPA: One Page Portfolio Assessment) 論」を参考に作成したOPP (One Page Portfolio) シートを用いた (図1)。生徒は、問いに対する解答とその根拠としての作図、文章での説明を記述することが求められた。この課題は各状況において分力の大きさを正しく作図し、比較することで正解の根拠を見出すことができる。

本単元での学習を通じて生徒の理解状況がどのように変化したかを確認するため、1時間目 (事前課題) と8時間目の最後 (事後課題) に個人でこの課題に取り組む時間を設けた。

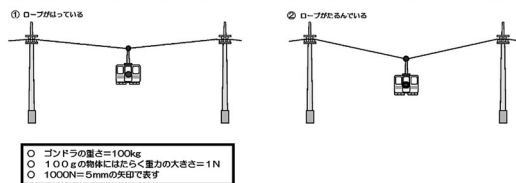
2.4 DOUBLE-DOUBLE を参考にした実践

ペアを作成し、関連する2つの課題①、② (図2) のどちらかを与えた。まず、生徒は与えられた課題にペアで約5分間取り組んだ。2つの課題はどちらも荷物を持つ際にかかる分力を作図する問題であり、単元を貫く課題の各状況を模した課題となっている。本単元の6時間目に学習する「力の分解」の知識を活用し、荷物を支えるひもにかかる力を7時間目に学習する方法で作図すること

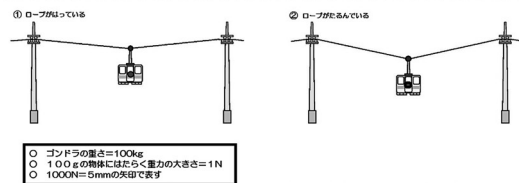
単元全体をとおしての学習問題

ロープウェーのロープは①「はっている」、②「たるんでいる」ものでは、どちらの方が長持ちすると思いますか。理由をつけてあなたの考えを完成させましょう。

学習問題に対するあなたの考え【学習前】



学習問題に対するあなたの考え【学習後】

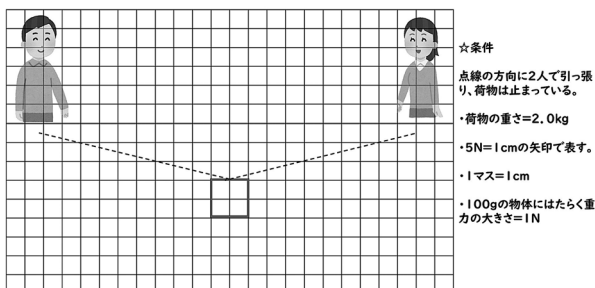


学習前と学習後をくらべてみて、あなたの考えは変わりましたか？変わったとしたらどのように変わりましたか？くわしく書いて下さい。

図 1 : OPP シート

課題 1

2人の距離が遠い時、荷物を持つ時にかかる力を作図してみよう。



課題 2

2人の距離が近い時、荷物を持つ時にかかる力を作図してみよう。

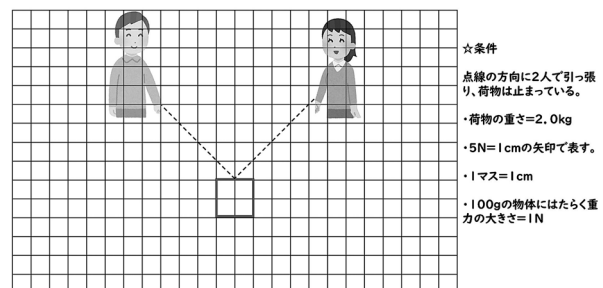


図 2 : DOUBLE-DOUBLE で用いた 2 つの課題

によって解決できる。

次に、異なる課題に取り組んだペア同士で 4 人グループを作り、それぞれの課題の内容について約 5 分間で説明しあい共有した。さらに、それぞれの課題から得た考え方を活かして、4 人で単元を貫く課題に約 15 分間話し合いながら取り組んだ。グループごとに単元を貫く課題が印刷された用紙が配布され、必要に応じて記入することが求められた。

最後に、単元を貫く課題についての結論をグループごとにまとめてクラス全体で共有した。

2.5 通常形式の授業

基本的には「DOUBLE-DOUBLE」を参考にした実践を行ったクラスと同様であった。ただし、課題①、②は提示せず、ペアで課題に取り組む時間は設けなかった。そのため、4 人グループで単元を貫く課題に約 25 分間取り組んだ。

2.6 倫理的配慮

本研究は、第 1 著者の所属機関に設置されている倫理委員会の承認を得て実施した（申請番号：HR-PSY-001144）。また、研究実施に先立ち、学校責任者に対して研究目的や方法、データの管理方法等を口頭及び書面にて説明し

同意を得た。

3. 結果

分析には統計分析ソフト HAD（清水，2016）version 18.003 を用いた。

3.1 単元を貫く課題の正解者数

単元を貫く課題の正解者数は表2の通りとなった。なお、OPP シートが提出されなかったクラス A の 1 名を分析から除外した。「DOUBLE-DOUBLE」を参考にした実践を行ったクラス A、B においてのみ事前から事後にかけて正解者数が大きく増えていることが分かる。「DOUBLE-DOUBLE」を参考にした実践を行ったかどうかで正解者数の変化に差があるかを確認するため、クラス A と B を合算し、クラス A、B とクラス C で事前課題から事後課題にかけて不正解から正解に変化した人数、正解から不正解に変化した人数、変化のなかった人数をカイ 2 乗検定により比較した。その結果、有意であり ($\chi^2(2) = 15.1, p = .001$)、残差分析を行ったところ、クラス A、B においては不正解から正解に変化した人数が多く ($p < .001$)、クラス C においては変化のなかった人数が多い ($p = .002$) が示された。したがって、「DOUBLE-DOUBLE」を参考にした実践を通じて正しい解答を選ぶことができるようになったと言える。

表 2：単元を貫く課題の正解者数

	クラス A		クラス B		クラス C	
	事前	事後	事前	事後	事前	事後
正解	5	28	16	26	15	16
不正解	30	7	12	2	17	16

3.2 単元を貫く課題の理解度

「DOUBLE-DOUBLE」を参考にした実践を通じて生徒がどのような理解を深めたのかを確認するため、生徒の作図と文章による説明をそれぞれ採点した。採点基準は授業者である第 2 著者が定めた。作図は、分力や重力とつり合う力が共に正しく作図されていれば 2 点、どちらかが欠けている場合は 1 点、間違っている、または、作図していない場合は 0 点とした。文章による説明は、分力に着目できているかどうかが重要であるとし、分力に

表 3：文章による説明の採点の例

得点	記述内容
2 点	①よりも力の大きさが小さく、負担が少ないから。 - 分力の長さが短い方がかかる力が少ないから長持ちする。 2 力の合力が、角度がある方が強くなるから。
1 点	- ロープウェーにかかる負担が小さくなるから。 - はっているほうがロープの力を最大限に発揮しているから。

着目できており正しい説明であれば 2 点、分力に着目できていないが正しい説明である場合は 1 点、間違っている、または、記述していない場合は 0 点とした（表 3）。

採点は第 2 著者が定めた基準に従い、第 1 著者と研究目的を知らない第三者が独立に行った。ただし、事前課題実施時点では未習の内容であり、ほぼ全員が何も記述できていなかったため、事後課題のみを採点の対象とした。採点の一致率として級内相関係数を算出したところ、作図で .854、文章による説明で .757 であり、十分な値が得られたため、分析には 2 名の平均を用いた。

それぞれの平均得点は表 4 の通りとなった。クラス間でそれぞれの得点に差があるかを分析するため、分散分析を行ったところ、文章による説明でのみ有意差がみられた（「作図」 $F(2, 92) = 0.14, \eta^2 = .003, p = .871$ ；「文章による説明」 $F(2, 92) = 3.75, \eta^2 = .075, p = .027$ ）。そこで Holm 法による多重比較を行ったところ、クラス B とクラス C の間にのみ差があることが示された（「クラス A-B 間」 $t(92) = -1.99, p = .050$ ；「クラス A-C 間」 $t(92) = 0.76, p = .450$ ；「クラス B-C 間」 $t(92) = 2.66, p = .009$ ）。

表 4：作図と文章による説明の平均得点（SD）

	クラス A	クラス B	クラス C
作図	0.56 (0.79)	0.66 (0.83)	0.58 (0.80)
文章による説明	0.87 (0.83)	1.29 (0.71)	0.72 (0.91)

3.3 話し合いの内容による影響

話し合いの過程を捉えるため、クラス A において生徒同士の話し合いの内容を VC レコーダーを用いて録音したが、授業中ということもあり多くのグループで録音が不鮮明であった。そこで、比較的鮮明に録音できた 1 つのグループの事例を紹介する。

このグループのメンバーは全員事後課題に正解していた。しかし、単元を貫く課題に関する理解は不十分なメンバーが多く、作図の得点が 2 点、文章による説明の得点が 1.5 点の生徒が 1 人、作図の得点が 0.5 点、文章による説明の得点が 1 点の生徒が 1 人、共に 0 点の生徒が 2 人であった。一方で、関連する 2 つの課題①、②はどちらも正しく作図できていた。したがって、関連する 2 つの課題①、②を単元を貫く課題に関連づけて理解し、ロープウェーのロープにかかる力の大きさを比較することに困難があったペアであると言える。その様子が現れているやり取りを紹介する（表 5）。

表 5 に示した通り、関連する 2 つの課題①、②で与えられた、2 人の距離が「遠い」時と「近い」時といった状況を、単元を貫く課題において比較することが求められたロープが「はっている」状況と「たるんでいる」状況に置き換えて理解することに困難が生じていることがわかる。このように課題間の状況の置き換えに時間がかかり、本質的な内容について議論する時間が確保できなかったと考えられる。また、課題間の状況の対応関係につい

表 5：やり取りの例

生徒 1	理解が及ばない。弛んでるのがこっち。
生徒 2	いや、弛んでないやろここ。
生徒 3	いや、弛んでいるのがこっちだよ。
生徒 4	こっち。
生徒 3	こっちだよ。
生徒 4	張ってるのがこっち。
生徒 3	こっちか。
生徒 4	待って。私今じゃあ全部反対のこと言ってた。わからなくなった。
生徒 2	うーん。
(中略)	
生徒 1	どっちが弛んでて、どっちが張ってるのかちょっとわかんなくなるんだけど。
生徒 4	こっちが弛んでいる。
生徒 1	え、こっちが弛んでいる？
生徒 4	あ違う。こっちが弛み。

ての理解が曖昧なまま議論が行われたため、ほかのメンバーの発言の意図が理解しにくく、正しい説明を構築できなかった可能性がある。

4. 考察

「DOUBLE-DOUBLE」を参考にした実践をすることで通常形式の授業に比べて文章による説明の得点が高くなることが示された。「DOUBLE-DOUBLE」を参考にした実践をしたクラスと通常形式の授業を行ったクラスの違いは、ペアで関連する課題に取り組む時間があったかどうかである。関連する 2 つの課題は単元を貫く課題において比較対象となる 2 つの条件に対応しており、事前に関連する課題に取り組むことで全員が自分なりの理解を構築した上で単元を貫く課題に取り組むことができ、それぞれの理解に基づき分力に焦点を当てた話し合いができたためであると考えられる。しかし、「DOUBLE-DOUBLE」を参考にした実践をしたクラス A、B 両方において事前から事後にかけて正解者数が大きく増えていたにもかかわらず、クラス A では文章による説明の得点が通常形式の授業と同程度であった。これは「DOUBLE-DOUBLE」を参考にした実践を通じて正解に至ることはできるが、それが必ずしも正しい理解に基づいているとは限らないことを意味する。なぜこのような違いが生じるのかについて、話し合いの質が異なった可能性がある。このような話し合いの質の違いは 1 つの事例として紹介したグループのやり取りに現れていた。このグループは関連する 2 つの課題には正しく解答していたにもかかわらず、単元を貫く課題においては正しい説明が出来ていない者が多かった。これは表 5 にも表れているように関連する 2 つの課題と単元を貫く課題の対応づけがうまくいかなかったためであると考えられる。本実践では、関連する 2 つの課題①、②を他のペアに説明する時間が 5 分程度であったが、単元を貫く課題との関連を確認する時間を別に設

けるなどすることで、より効果的な実践とすることができると考えられる。

一方で、作図の得点は通常形式の授業に比べて上昇しなかった。これは作図の仕方自体は既習の内容であり、話し合いの焦点にならなかったためであると考えられる。しかし、いずれのクラスにおいても作図の得点が低い傾向にあった。ロープウェーのロープにかかる分力の大きさを比較するには正しく作図できることが前提条件となるため、このことが本研究の実践に影響した可能性もある。「DOUBLE-DOUBLE」を実践する上で、活動の前提となる知識をいかに獲得させるかは今後の課題である。

また、本研究では「DOUBLE-DOUBLE」を参考にした実践を行ったクラスと通常形式の授業を行ったクラスで、関連する課題に取り組み、それについて話し合ったかどうか異なるため、パフォーマンスの違いが関連する課題に取り組んだこと自体によるのか、関連する課題について話し合ったことによるのか、あるいは両方によるのかは不明である。本実践による促進効果が何に起因するのかを明らかにするには条件を統制した検証が必要である。

本研究では、中学校理科の授業において島・渡辺 (2021) の「DOUBLE-DOUBLE」を参考にした実践を行い、通常形式の授業を行うクラスの成績と比較することで、実践の有効性を一部示すことができた。しかし、単に「DOUBLE-DOUBLE」の形式を取り入れるだけでは生徒の理解の程度にばらつきが生じることが示唆された。与える課題を工夫するなどし、生徒同士が共通の認識を構築した上で理解を深めるための議論を行うことができる環境づくりが重要であると考えられる。

引用文献

- Aronson, E. & Patnoe, S. (2011). *Cooperation in the classroom: The jigsaw method*. Pinter & Martin. (アロンソン, E. & パトノー, S. 昭和女子大学教育研究会 (訳) (2016). ジグソー法ってなに？—みんなが協同する授業—. 丸善プラネット)
- 堀哲夫 (2011). OPPA の基本的骨子と理論的背景の関係に関する研究. 山梨大学教育人間科学部紀要, 13 (20), pp. 94-107.
- Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Holubec, E. J. (2002). *Circles of learning: Cooperation in the classroom, 5th ed.* Interaction Book Company. (ジョンソン, D. W.・ジョンソン, R. T.・ホルベック, E. J. (石田裕久・梅原巳代子 (訳) (2010). 学習の輪—学び合いの協同教育入門—改訂新版. 二瓶社)
- Miyake, N. (1986). Constructive interaction and the iterative process of understanding. *Cognitive Science*, 10, pp. 151-177.
- 三宅なほみ・東京大学 CoREF・河合塾 (2016). 協調学習とは—対話を通して理解を深めるアクティブラーニング型授業—. 北大路書房.
- 文部科学省 (2017). 中学校学習指導要領 (平成 29 年度告示)

解説理科編. 開隆堂出版.

文部科学省・国立教育政策研究所 (2023). OECD 生徒の学習到達度調査 PISA2022 のポイント. https://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/pdf/2022/01_point_2.pdf. (閲覧日: 2024 年 6 月 19 日)

Okada, T. & Simon, H. A. (1997). Collaborative discovery in a scientific domain. *Cognitive Science*, 21 (2), pp. 109-146.

島智彦・渡辺雄貴 (2021). 協同学習技法「DOUBLE-DOUBLE」の提案と一考察—ジグソー法より簡便で生徒全員に対話の場を提供する授業方略—. 日本教育工学会研究報告集, 2021 (3), pp. 166-171.

清水裕士 (2016). フリーの統計分析ソフト HAD—機能の紹介と統計学習・教育, 研究実践における利用方法の提案—. メディア・情報・コミュニケーション研究, 1, pp. 59-73.

友野清文 (2016). ジグソー法を考える—協同・共感・責任への学び—. 丸善プラネット.

受稿日: 2025 年 2 月 16 日

受理日: 2025 年 4 月 21 日

発行日: 2025 年 6 月 30 日

Copyright © 2025 Society for Human Environmental Studies



This article is licensed under a Creative Commons [Attribution-Non-Commercial-NoDerivatives 4.0 International] license.



<https://doi.org/10.4189/shes.23.59>