

[理 科]

主体的に学習に取り組む態度の育成に向けた 自由進度学習を取り入れた授業実践

— 中学校第2学年「電流」の単元において —

鬼木 哲人*

1 問題の所在

子供たちが、学習内容を人生や社会の在り方と結び付けて深く理解し、これからの時代に求められる資質・能力を身に付け、生涯にわたって能動的に学び続けることができるようにするためには、「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善を推進することが求められている（文部科学省，2018）。また，中央教育審議会の答申『「令和の日本型学校教育」の構築を目指して—全ての子供たちの可能性を引き出す，個別最適な学びと，協働的な学びの実現—』において，「個別最適な学び」と「協働的な学び」を一体的に充実し，「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善につなげていくことが必要であるとされている（中央教育審議会，2021）。そして，奈須（2020）は，文部科学省中央教育審議会初等中等教育分科会教育課程部会の資料において，個別最適化された学びとして「単元内自由進度学習」の実践を紹介している。この実践では，学習の開始に際し，教師は単元のねらい，時数，標準的な学習の流れ，利用可能な学習材や学習機会を記したカードを子どもたちに与え，それによって教師からの要求と指示を理解し，自分の興味や学習スタイルに応じた学習をいかに進めるかを考え，学習計画を立てるといった学習スタイルである。しかし，奈須（2020）は，「個別化された学びに対しては，学力の低下や格差の拡大をもたらすと批判がある」と，比嘉（2002）は，自由進度学習は，学習の進みに生徒間の差が開くことや生徒同士の練り合いの場がないので，他者からの学びが少ないことなどを報告している。そこで，これらの課題を踏まえ，単元の最後に自由進度学習を設定する。最後に設定することで，生徒の学習進度の差が生まれたり，学びの質に差が生まれたりしないようにでき，かつ，生徒個々が主体的に学習に取り組む態度が育成されるのかを検証する。

2 本研究の目的

既習知識を基に様々な電子回路を試行錯誤しながらつくる課題（以下，最終課題と表記）を単元終末に設定する。これを自由進度学習として，生徒が自分で取り組みたいと思う最終課題に粘り強く取り組む活動を行う。また，最終課題は単元の初めに生徒に示し，学習内容がどの課題に役立つのかを意識させながら単元の学習を進める。これらのことが，主体的に学習に取り組む態度の育成につながるか否かを検討することを目的とした。

3 研究の方法

(1) 調査の対象と時期

2023年9月下旬から11月中旬にかけて，新潟県内の公立中学校1校の第2学年1クラスの生徒66名を対象として授業実践を行った。

(2) 質問紙について（主体的に学習に取り組む態度）

理科における主体的に学習に取り組む態度の調査には，妥当性・信頼性が確認されている平澤・久坂（2021）の51項目（粘り強さ：22項目，自己調整：29項目）を参考にした。その際，「評価指標として使用する際に項目数が多いことや項目内容に重複感が見られることから，類似性や近接性の観点からさらに項目を絞る必要がある」（平澤・久坂，2021）との指摘を踏まえ，本研究では因子負荷量が0.60以上の項目を抽出して使用することとした。具体的には，粘り強さ：11項目（表1の1～11）と自己調整：17項目（表1の12～28）の計28項目とした。なお，回答については，「5.とてもあてはまる」「4.少しあてはまる」「3.どちらともいえない」「2.少しあてはまらない」「1.全くあては

*上越市立城北中学校

まらない」の5件法とし、そのまま得点化した。回答時間は15分であった。

表1 主体的に学習に取り組む態度の質問項目

1. 理科の授業で、難しいと感じることがあっても投げ出さず、問題や課題と向き合っている。
2. 他のことに興味や関心が移ったりせず、一つのことを徹底的に追究しようとしている。
3. 解決に時間がかかる問題でも、すぐにあきらめず最後まで向き合っている。
4. 話し合いでは、より良い考え方を求めて深く考えようとしている。
5. 授業を通して明確な答えが分からなくても、納得できるまで学習しようとしている。
6. 授業の中であまり理解できなかったところは、授業後に自分で理解しようと努力している。
7. 難しい課題に直面したとき、投げ出さず最後まで取り組もうとしている。
8. 常に学習課題や解決したい疑問を意識しながら授業に取り組もうとしている。
9. 答えや考えが思い浮かばないとき、自分なりにわかるところまで表現し考えようとしている。
10. 実験が上手くいかなかったとき、その理由を明らかにし、正しい結果が得られるように努力している。
11. 自分の考えが他者に伝わるように、根気強く説明したり、説得したりしようとしている。
12. 最初はあまり興味もてない課題でも、それを解決しようと取り組むことができる。
13. 課題を解決するときは、目標を明らかにしてから取り組もうとしている。
14. 友達と自分の意見を比較しながら、より良い考えを生み出そうとしたりしている。
15. 学習内容や身の回りの現象に対して、自ら疑問や問題を見つけようとしている。
16. 考えていた実験結果が得られない時でも、方法を修正しながら、実験をしている。
17. 理科の学習中に自分が分からないことは何かを考えるようにしている。
18. 観察や実験で結果が出た後でも、他の調べ方がなかったか考える。
19. 観察や実験では、自分が調べたいことを調べられているかどうか確認している。
20. 実験後は、予想や実験計画が適切に立てることができたかを深く振り返るようにしている。
21. 理科の授業で分かったことが、日常生活やこれからの学習にどのように活用できるか考えるようにしている。
22. 理科の授業後に、今回学んだことに対して新たな疑問点などを見つけるようにしている。
23. 学習したことを身の回りの現象や生活経験と結びつけるようにしている。
24. 授業前と授業後で、自分の考えがどのように変わったか考えるようにしている。
25. 一見興味がわかなそうなことでも、意欲的に取り組むようにしている。
26. 自分の苦手なことや分からないことを明らかにしてから学習に取り組んでいる。
27. 理科の学習を通して、どのような力を身に付けたいか考えるようにしている。
28. 理科の学習を通して、どのような力が身に付いたか振り返るようにしている。

注) 平澤・久坂 (2021) から抜粋

(3) 分析方法

質問紙(表1)については、生徒個々の尺度得点を算出した後、各群の授業前後の変化をウィルコクソンの符号順位検定で検討した。

4 単元の授業の流れと概要

単元の授業の流れを表2に示す。第1時は、実験の予想を立てやすくするために、電流が電子であることを説明した。第2時は、回路図について学習した。第3時は、回路を流れる電流の測定を行い、電流は利用しても大きさが変化しないことを確認した。第4時は、直列回路と並列回路に流れる電流の値を流水モデルを活用して予想を立てた。第5時は、直列回路と並列回路に流れる電流の値の測定を行った。第6時は、回路のどの部分に電源の電圧が加わるのかを調べた。第7時は、直列回路と並列回路に加わる電圧について調べる実験を行った。第8時は、電圧の変化による電流の変化を調べた。第9時は、オームの法則を用いた計算を行った。第10時は、導体、不導体についてや合成抵抗の求め方について学習した。第11,12時は最終課題に取り組んだ。

表2 単元の授業の流れと時数

時	学習内容
1	電流の正体
2	回路図、実験装置の説明
3	回路を流れる電流の測定
4	直列回路と並列回路の電流(予想)
5	直列回路と並列回路の電流(実験)
6	電圧の測定
7	直列回路と並列回路の電圧
8	電圧と電流の関係
9	オームの法則の計算演習
10	導体、不導体、合成抵抗
11	最終課題
12	〃

5 教材と最終課題の開発

(1) 教材について

教材の作製に使用したものを表3に示す。本実践では、様々な回路を容易に試すことができるようにブレッドボードを活用した。ブレッドボードは穴に部品や導線を差し込むだけで接続ができ、簡単に回路を組み立てることができる。内部に金属が入っており、内部でつながっている穴と、つながっていない穴がある(図1)。この穴にジャンパー線と呼ばれる導線(図2)を差し込み回路を作成していく。また、カーボン抵抗器や光センサーといった電子部品は何度も取り外しをすると端子が曲がってしまうため、電子部品の端子にコネクターピンをとり付け、それぞれの大きさに合わせたプラスチックハウジング(コネクターピンのカバー)を付けたものを使用した(図3)。これにより、簡単にブレッドボードに取り付けたり、取り外したりができる。また、抵抗器には抵抗値のシールを貼った(図3)。

表3 教材の作製に使用したもの(それぞれのレベルを5セットずつ)

品物 (P/N)	数	品物 (P/N)	数
LEDオレンジ色 (OSO5CA5111A)	100	スライドスイッチ (SS-12D00-G5)	5
LED緑色 (OSG58A5111A)	100	カーボン抵抗330Ω (CF16J330RB)	120
LEDピンク色 (OSK54K5111A)	100	各種カーボン抵抗 (AF-RKSWC)	1
電池ボックス (B0CG7RD47C)	20	NPN トランジスタ (63-4936-43)	10
電池CR2032 (CR2032)	60	アルミ電解コンデンサー (63-4828-32)	10
ミニブレッドボード25穴 (ZY-25(WHITE))	5	電子メロディ (art-63613)	20
ミニブレッドボード45穴 (ZY-45(WHITE))	25	プロペラ 3枚羽根 (puro00)	5
ベースプレート (ZY-002(WHITE))	10	振動センサー (a19042700ux1083)	5
コネクターピン (A295-TM12548)	100	電子ブザー (UGCM1205XP)	5
ピンハウジング4ピン (2226A-04)	20	光センサー (GL5528)	20
ピンハウジング2ピン (2226A-02)	30	ブレッドボード400穴 (BB-801)	40
熱収縮チューブ黒 (SUMITUBE-C-BLK)	1	プッシュスイッチ (TVGP01-G73BB)	5
熱収縮チューブ赤 (SUMITUBE-C-RED)	1	メロディIC (UM66T-09L)	5
導線赤 (0.2sq (7/0.18)AWG24-R)	1	スピーカー (MSI28-12R)	5
導線黒 (0.2sq (7/0.18)AWG24-B)	1	半固定抵抗 (TSR-3386T-EY5-102TR)	5
スズメッキ線 (TCW 0.6mm 10m)	1	モーター (tamiya76011)	5

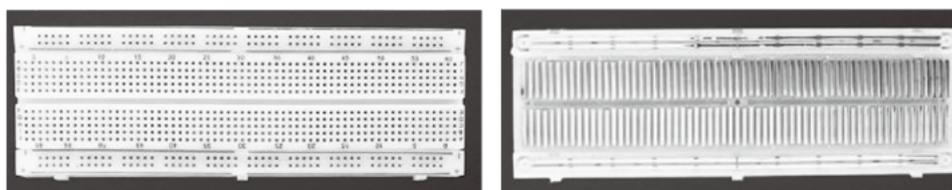


図1 ブレッドボード(左)とブレッドボードの内部構造(右)



図2 導線(ジャンパー線) 右図は先端の拡大

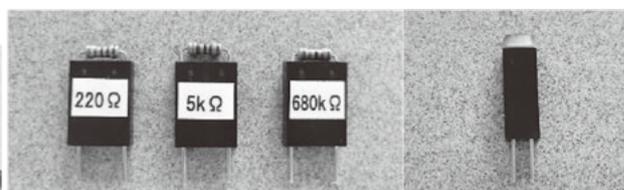


図3 コネクターピンを取り付けた電子部品

(2) 最終課題の開発の意図

生徒が取り組みたいものに挑戦できるよう、レベル1から12までの12個の最終課題を用意した(表4)。実際の完成した装置を図4~15に示す。単元の初めに提示し、教科書の実験をする際にも最終課題のどれに関係しているのかを生徒に伝え、常に最終課題を意識して学習するようにした。最終課題の日常生活での例やそれらがどのように利用させているのかを説明した。内容と設定の意図を表4に示す。

表4 生徒が単元の最後に取り組む最終課題

	課題
1	<p>・スイッチでブザーがなる防犯装置を作ろう！</p> <p>レベル1はプッシュスイッチを使ってブザーを鳴らす装置である。回路を完成させることができるという目的がある。また、電子部品には「+」と「-」の区別があるということも意識させたい。</p>
2	<p>・ブレッドボードであみだくじを作ろう！</p> <p>レベル2はブレッドボードを利用して導線をあみだくじの線に見立て、回路が繋がった当たりを選ぶとLEDが光る装置である。ブレッドボードの構造の理解が目的である。</p>
3	<p>・可変抵抗器で電子メロディの音量を調節しよう！</p> <p>レベル3は可変抵抗器を用いて電子メロディの音量を調節する装置である。抵抗の大きさを変えることのできる抵抗器が存在することを知るとするのが目的である。ただし、音量が変わると同時にメロディの再生スピードも変化してしまう。</p>
4	<p>・装置が傾いたら音がなる装置を作ろう！</p> <p>レベル4は傾きセンサーを用いて、装置が傾いたら電子メロディが鳴る装置である。様々なセンサーが開発されているということを知るのが目的である。</p>
5	<p>・コンデンサーで、LEDを光らせよう！</p> <p>レベル5は電池から発生する電子をコンデンサーにため、LEDを光らせる装置である。コンデンサー自体は小学校で学習をしている。この課題の目的はLEDの光る時間、光る強さを調整するために抵抗器の抵抗値を考えることが目的である。</p>
6	<p>・メロディICでオルゴールをつくろう！</p> <p>レベル6はメロディICを用いてスピーカーを鳴らす装置である。ICとは何かを知ることが目的である。また、端子が3本の電子部品の接続に慣れるというのも目的である。</p>
7	<p>・3Vの電源でLED15個を使って顔文字を描こう！</p> <p>レベル7はコイン電池1枚(3V)の電圧で複数のLEDを光らせる装置である。並列にLEDをつなぐことで電源と同じ電圧をすべてのLEDに加えることができることを確かめることが目的である。</p>
8	<p>・理科室でも涼める強弱のある扇風機をつくろう！</p> <p>レベル8はスイッチと抵抗器を使ってモーターの回る速さを変える装置である。スライドスイッチの仕組みの理解が目的である。2種類の抵抗器を用いて強中弱をつくることことができる。</p>
9	<p>・コンセント(100V)でLEDを光らせよう！</p> <p>レベル9はコンセントにつないで、複数のLEDを光らせる装置である。LEDを直列につなぐことで電源の電圧を分散させることができることを確かめることが目的である。通電は危険であるため、教員ができたものが安全に通電させることができるのかを確認し、適切な抵抗器も加えて通電する。また、コンセントは交流であり、LEDを並列につないでいるものに関しては、「+」と「-」を関係なくLEDを配置してもLEDは光ることを生徒に説明した。</p>
10	<p>・明るくなると音が鳴る目覚ましをつくろう！</p> <p>レベル10は光センサーを用いて明るいと電子メロディが鳴る装置である。光センサーについて理解することが目的である。ただし、暗い時に抵抗が大きくなっても1つの光センサーでは電子メロディが鳴るくらいの電流が流れてしまうため、光センサーを3つ直列につないで抵抗値を大きくする必要がある。直列に抵抗をつなぐと合成抵抗はもとの抵抗の和になることを活用する。</p>
11	<p>・暗くなるとLEDが光る照明をつくろう！</p> <p>レベル11は光センサーとトランジスタを使って暗くなるとLEDが光る装置である。トランジスタには半導体が使われており、トランジスタが発明されたおかげで今の電子機器が小型化されている。このトランジスタがどのようなものであるかを知るのは大切である。</p>
12	<p>・暗くなるとLEDが光り、スイッチを切るとゆっくり消えていく照明をつくろう！</p> <p>レベル12は、レベル11のものにコンデンサーを足して、スイッチを切ってからゆっくりとLEDが消える装置である。レベル5とは違うコンデンサーの使い方を知ることが目的である。</p>

6 結果と考察

(1) 授業の様子

単元の初めに最終課題についての提示を行った際、生徒は紹介された多くの課題に対し、「楽しそう」、「早くやってみたい」、「難しそう」などの反応が見られ、多くは肯定的な反応であった。また、単元の学習の学習途中で、現在の学習内容がどの最終課題につながるのかを考える時間を設けた。設定した時間内だけでなく、生徒は実験が早く終わると最終課題に向けて実験装置で試す様子が見られた。一例をあげると、電圧の学習では使用するLEDの数を増やして、ど

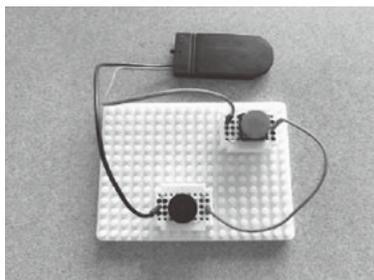


図4 レベル1

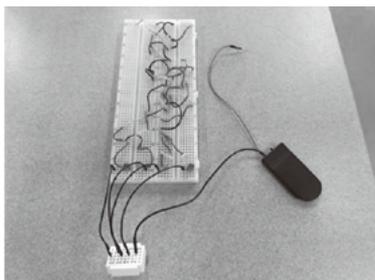


図5 レベル2

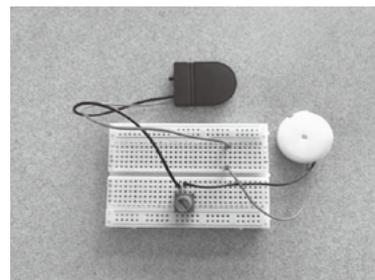


図6 レベル3

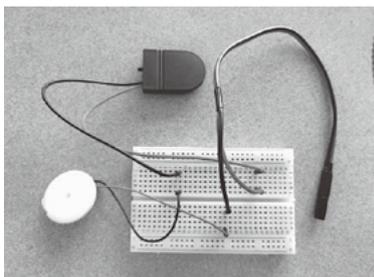


図7 レベル4

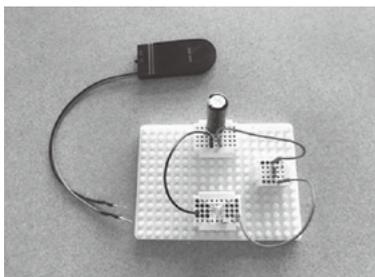


図8 レベル5

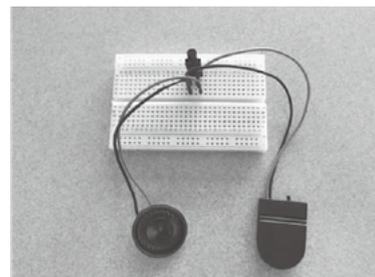


図9 レベル6

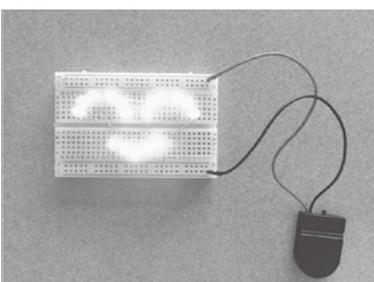


図10 レベル7

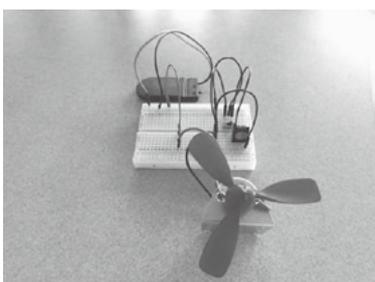


図11 レベル8

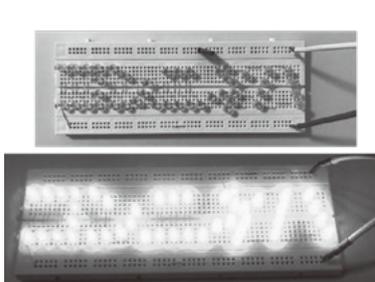


図12 レベル9

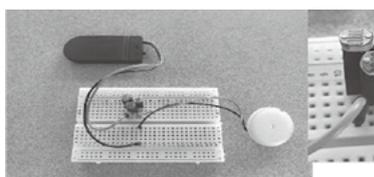


図13 レベル10

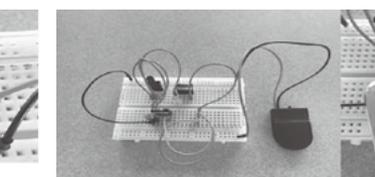


図14 レベル11

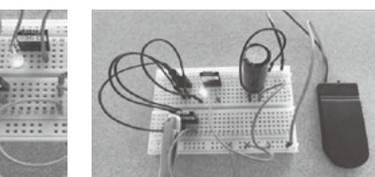


図15 レベル12

のようにつなぐことですべてのLEDが点灯するのかを確かめていた。これは最終課題の「7」につながる内容である。

最終課題では、生徒は自分の興味のあるレベルの課題や自分ができそうなレベルの課題を選択して取り組んだ。完成した装置の写真や動画を撮影して、Googleのクラスルームを利用して提出を行った。少ない生徒で3つ程度、多い生徒で8つ程度の課題に取り組むことができた。生徒は自分1人で課題に取り組んだり、同じ課題に取り組んでいる仲間と一緒に考えながら取り組んだりした（図16左）。また、難易度が高い課題については、クラスルームで課題へのヒントとなる資料を配布し、それを参考にしながら取り組む生徒もいた（図16右）。

(2) 質問紙

質問紙の結果を表5に示す。質問紙の尺度得点の平均値は、事前が90.3、事後が97.5であった。ウィルコクソンの符号順位検定の結果、有意な差が認められ（ $Z = -4.98$, $p < .001$ ）、授業実践後の得点が有意に高いことが示された。最終課題に取り組む自由進度学習の導入が、主体的に学習に取り組む態度の促進につながったと考えられる。

7 まとめ

本研究の目的は、既習知識を基に様々な電子回路を試行錯誤しながらつくる自由進度学習を設定することが、「主体



図16 最終課題に取り組む生徒の様子

表5 質問紙の項目ごとの平均点と標準偏差

	事前		事後			事前		事後	
	Mean	SD	Mean	SD		Mean	SD	Mean	SD
1	3.62	0.97	3.82	1.11	15	3.18	1.14	3.44	1.03
2	3.15	1.20	3.68	1.03	16	3.65	0.93	3.83	0.93
3	3.55	1.12	3.62	1.08	17	3.21	1.12	3.56	1.13
4	3.62	1.00	3.70	1.00	18	2.56	1.18	3.12	1.09
5	3.94	3.90	3.59	1.18	19	3.29	1.12	3.71	1.01
6	3.29	1.22	3.21	1.20	20	2.67	1.15	3.23	1.06
7	3.45	1.18	3.50	1.13	21	3.05	1.19	3.23	1.18
8	3.00	1.23	3.41	1.07	22	2.61	1.10	3.17	1.14
9	3.76	1.07	3.65	0.98	23	3.14	1.19	3.26	1.09
10	3.45	0.99	3.65	1.07	24	2.73	1.16	3.35	1.13
11	3.05	1.17	3.24	1.10	25	3.30	1.11	3.73	1.02
12	3.53	1.12	3.77	1.03	26	3.20	1.16	3.38	1.07
13	3.24	1.13	3.27	1.04	27	2.94	1.07	3.23	1.14
14	3.55	1.09	3.70	1.04	28	3.05	1.13	3.42	1.10

的に学習に取り組む態度」の育成につながるか否かを検討することであった。質問紙調査の分析結果から、単元を通して課題を意識し、様々な回路を作る課題に取り組むことで、主体的に学習に取り組む態度が育成されることが明らかとなった。

8 今後の課題

今回の実践では実際に生徒が自由な進捗で学習をすすめた時間は2時間である。単元を通して自由進捗学習を行うことができれば、さらに主体的に学習に取り組む態度の育成につながるのではないかと考えられる。生徒の学びの質の平等性を確保しつつ、より一層の自由進捗学習を取り入れた授業を行うことが望まれる。

引用文献

中央教育審議会(2021)「令和の日本型学校教育」の構築を目指して－全ての子供たちの可能性を引き出す、個別最適な学びと、協働的な学びの実現－[答申](本文). 文部科学省.

https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/079/sonota/1412985_00002.htm (参照日 2022.09.07)

奈須正裕(2020)個別最適化された学びについて. 中央教育審議会教育課程部会(第118回)資料1.

https://www.mext.go.jp/content/20200727-mxt_kyoiku01-000008845_2.pdf (参照日 2022.09.07)

比嘉俊(2002)学習の個別化とその評価－中学校理科教育実践を通して－. 琉球大学教育実践総合センター紀要, 9: 127-136.

平澤傑・久坂哲也(2021)「中学校理科における『主体的に学習に取り組む態度』の評価指標の開発」『理科教育学研究』第62巻, 第1号, 149-156.

文部科学省(2018)『中学校学習指導要領(平成29年告示)』文部科学省.