

1人1台端末を活用した理科授業の開発と評価 —探究過程の蓄積と「主体的に学習に取り組む態度」の育成及び評価—

平澤傑*, 佐々木聡也*, 小原翔太*, 久坂哲也**, 菊地洋一**

*岩手大学教育学部附属中学校, **岩手大学教育学部

(令和3年3月4日受理)

1. 問題と目的

(1) 1人1台端末を活用した授業における問題

GIGA スクール構想の展開により1人1台端末を活用した教育実践を通し、資質・能力を確実に育成することが求められている。文部科学省(2020)は、「多様な子供たちを誰一人取り残すことなく、公正に個別最適化され、資質・能力がいっそう確実に育成できる教育 ICT 環境を実現する」としており、ICT を用いることで主体的・対話的で深い学びの視点からの授業改善が図られることが求められている。現在、各教科における活用事例やデジタル教材の開発及び蓄積が喫緊の課題となっており、活用の質をより一層高めることが必要である。Puentedula(2010)は、授業等で活用する場合に、そのテクノロジーが授業にどのような影響を与えるのかを示す尺度となるものである SAMR モデルを示した。Substitution(代替), Augmentation(拡大), Modification(変形), Redefinition(再定義)の4段階があり、下から上の段階であるほど「ICT を用いることでしか実現できない学び」であり、ICT の利活用と捉えることができる(図1)。

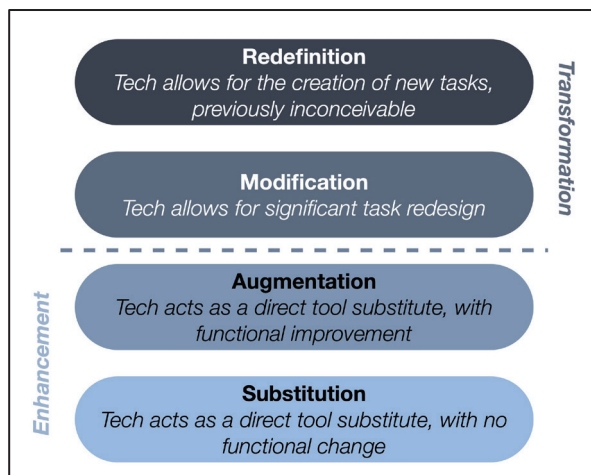


図1. SAMR モデル

文部科学省(2020)においても、これまでのICT活用について、資料提示等を紙などから大型提示装置に代替することにより、生徒の興味関心を高めることはできるが、一斉授業の形態は変わらないとしている。1人1台端末の環境を実現することにより、子供たち一人一人の反応を踏まえた双方向型の授業が実現でき、個別の学習状況に応じた学習を可能にしていくことを挙げている。

理科においても、1人1台端末を活用することで、事象を動画として保存し何度も見返したり、動画に直接考察を書き込み、それをもとに他者へ伝え合ったりするといった活用方法が可能となった。このことにより、科学的思考力の要素である実証性と客観性が促進されるなど、科学的探究能力の向上が見込まれる。

一方で、生徒の探究過程を学びの履歴として残すことが困難であることが課題として挙げられている。例えば、原子モデルを操作し化学反応式を作成するときに、どの場面で試行錯誤し完成に至ったかの情報を残すことは困難である(図2)。また、天気図の動画に生徒が書き込んで説明する際、どのような順で書き込んだかまではわからないなどである(図3)。このように、操作後の最終的な完成物や画像が手元に残るが、どのような過程で完成させ、概念を形成していったかが履歴として残らないため、生徒自身のメタ認知を促すことや教師による形成的評価・総括的評価への活用が困難であった。

つまり、これまで学習の履歴を残したり思考を整理したりする目的で用いられてきたノートや授業プリントへの記述が、思考そのものを活性化させる目的である一人一台端末の利用に置き換わったことで、学習履歴の蓄積に課題が残ることとなった。

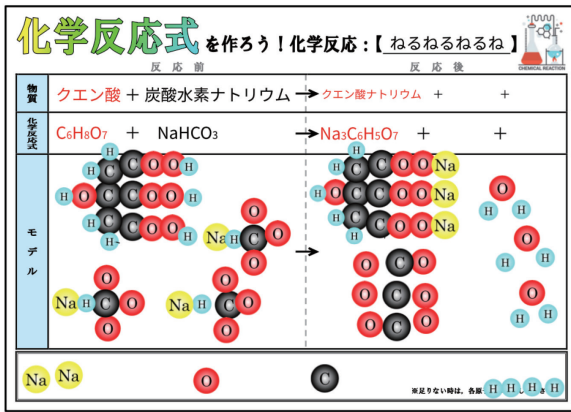


図2. 原子モデル操作による化学反応式

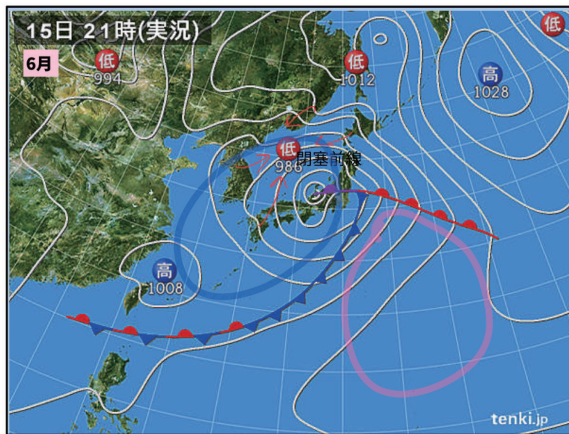


図3. 天気図

(2) 主体的に学習に取り組む態度の評価と ICT 活用における問題点

平成 29 年 3 月に告示された小学校及び中学校の学習指導要領では、三つの柱で整理された資質・能力を確実に育成するため、「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善（アクティブ・ラーニングの視点に立った授業改善）を推進することが求められている（文部科学省，2017）。さらに、新学習指導要領では、各教科等で育成を目指す資質・能力が明確化されたことによって、教師が「子供たちにどのような力が身に付いたか」という学習の成果を的確に捉えやすくなり、「指導と評価の一体化」が実現されやすくなることが期待されている（国立教育政策研究所，2020）。

資質・能力が三つの柱で整理されたことに伴い、観点別学習状況の評価も三つの観点に整理されている。中でも、「主体的に学習に取り組む態度」の評価は、「粘り強い取組を行おうとする側面」と「自

らの学習を調整しようとする側面」の 2 側面から見取る必要性が示され、この 2 側面の姿は、実際の教科等の学びの中では別々ではなく相互に関わり合いながら立ち現れるものと考えられている（国立教育政策研究所，2020）。

平澤・久坂（2019）は、主体的に学習に取り組む態度の評価について、評価の対象こそ例示されているものの、生徒のどのような姿を指標として見取るのかの具体は十分には示されておらず、学校現場では生徒の具体的な姿を十分に捉えきれないまま指導や評価を行うことの危険性を指摘している。これに対し、平澤・久坂（投稿中）は主体的に学習に取り組む態度の評価指標を開発しており、評価指標を活用した具体的な評価実践例を蓄積することが望まれる。

国立教育政策研究所（2019）が公表した「学習評価の在り方ハンドブック」では、主体的に学習に取り組む態度の具体的な評価方法として、「ノートやレポート等における記述、授業中の発言、教師による行動観察や、児童生徒による自己評価や相互評価等の状況を教師が評価を行う際に考慮する材料の一つとして用いることが考えられる」と説明している。このように、主体的に学習に取り組む態度の評価において、生徒の学習過程の質的な見取りが非常に重要であり、教師の評価能力の向上が求められていることも示唆していると考えられる。

一方で、一人一台端末を用いて科学的探究活動を行う際、タブレットや PC 上で操作する時間が増えることで、教師が生徒の探究の過程をリアルタイムで観察し見取ることが困難になる。グループでのディスカッションや全体での議論のように思考過程が外化される場面では見取りやすいが、タブレットや PC 上で生徒同士の協働やコミュニケーションが行われる場合には、全生徒の様子を把握することはほぼ不可能であると思われる。

(3) 目的

そこで、本研究では中学校理科を対象に 1 人 1 台端末を活用した授業実践を行い、学習者自らの探究過程を学習ログとして蓄積し、探究過程に対するメ

タ認知を促し、主体的に学習に取り組む態度の育成と評価を行う方法について検討することを目的とした。

2. 方 法

(1) 授業の開発と実践

対象は、国立大学附属中学校第2学年生徒4クラス140名で、授業は気象単元で行った。1人1台利用できるものとして配付した端末はiPad第7世代で、教育支援ソフト「ロイロノート・スクール」を用いた。まず、単元を通して問題解決における記録を蓄積し、学習後でも見返すことができるようにした。また、単元の導入で「観天望気の分類」、「台風のUターン」が起こる理由と気象現象「モーニンググローリー」が起こる原理を説明させ、単元学習後にも同じ問いに対する考えを記述させた(図4)。その後、思考ツール「クラゲチャート」を用いて、単元学習前後で自分の考えが変化する要因となった学習活動や内容を自由記述させた(図5)。上部には単元学習前後の考え、下部には変化の根拠となった学習活動や内容を記述する形式となっている。

自由記述欄には、データや写真などを載せてもよいこととした。

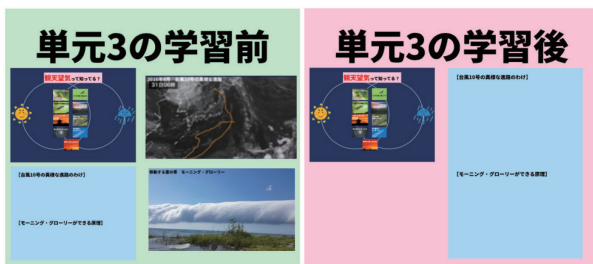


図4. 配布した単元学習前後の記述シート

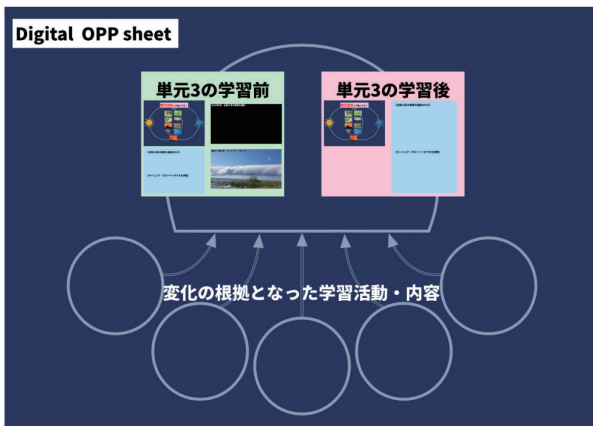


図5. 配布したクラゲチャート

主体的に学習に取り組む態度の評価は、単位時間で完結するものではなく、単元などの内容のまとまりごとに見取ることの重要性が述べられている(国立教育政策研究所, 2020)。そのため単位時間の学習の履歴を辿るものではなく、単元の学習過程を記録し、振り返りと評価を行うことができるようにした。

(2) 生徒の作成物からの主体的に学習に取り組む態度の評価

単元学習前後のシートへの記述とクラゲチャートにおける変化の要因となった学習活動について、内容を質的に分析した。分析する際には、前述の評価指標を用いて粘り強く単元の学習に取り組み、自己調整を働かせながら学習を積み重ねているかどうかに着目した。

生徒のクラゲチャートへの記述内容から「主体的に学習に取り組む態度」を評価するために、平澤・久坂(投稿中)による評価指標を用いた(表1・表2)。この評価指標は、対象となる国立大学附属中学校の理科教員3名から自由記述によって得たものを整理・統合し、粘り強さ22項目、自己調整29項目を導き出したものである。それぞれの尺度について、探索的因子分析と学力検査との相関関係を明らかにし一定以上の妥当性が担保されたものを用いた。この中から、記述を評価する際に働くと考えられる項目を抽出した。評価指標の項目は、因子負荷量が0.50以上のものから、粘り強さ尺度から3項目、自己調整尺度から5項目を抽出した。

粘り強さ尺度から「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」「6. 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」「7. 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」の3項目を抽出した。自己調整尺度からは、「6. 学習前と学習後で自分の考えがどのように変わったか考えようとしている」「10. 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」「12. 理科の学習中に自分が分からないことは何かを考え

表1 理科学習における粘り強さ尺度

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)	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
3)	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
4)	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
5)	授業の中であまり理解できなかつたところは、授業後に自分で理解しようと努力している
6)	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
7)	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
8)	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
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)	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
11)	実験が上手いかわらなかつたとき、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
12)	単元を通して解決したいことや身に付けたい力を意識し、授業に臨むことができる
13)	友達の力を借りる前に、まずは自分の力で考えようとしている
14)	友達と協力しながら、自分達が分からないことを解決しようとしている
15)	答えがわからないとき、友達や先生にすぐに答えを聞かず、自分の力で答えを出そうとしている
16)	実験で結果が出た後でも、もっと他の調べ方がなかつたか考えようとしている
17)	友達や先生に説明するときは、理科の用語を正しく使うようにしている
18)	授業で友達や先生の話をお聴きときは、最後までしっかりと聴くようにしている
19)	考察の場面で、複数の考え方が現れたとき、どの考え方がより適切かを判断するようにしている
20)	分からない事は自分で調べたり、友達や先生に聞いたりして、解決しようとしている
21)	最初は興味関心をもって取り組むが、内容が難しくなると興味関心がなくなる*【反転項目】
22)	毎時間、考察や結論・まとめなどをノートやプリントに最後まで記入している

表2 理科学習における自己調整尺度

質問項目	
1)	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
2)	観察や実験で結果が出た後でも、他の調べ方がなかつたか考える
3)	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
4)	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
5)	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ていたりしている
6)	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
7)	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
8)	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
9)	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
10)	理科の学習を通して、どのような力が身に付いたかを振り返るようにしている
11)	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
12)	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
13)	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
14)	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
15)	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
16)	最初はあまり興味がもてない課題でも、それを解決しようと取り組むことができる
17)	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
18)	学習の仕方について友達と確認したり共有したりするようにしている
19)	実験が失敗しても、新たな方法を生み出そうとしている
20)	課題を解決するときは、すぐに答えを探すのではなく、解決の方法を考えたり計画を立てたりするようにしている
21)	実験するときは、後で考察したり振り返ったりするために気づいたことを記録しようとしている
22)	実験結果が予想と一致しているかを確認しながら考察している
23)	考察やまとめを書くときは、もっと他に良い考え方がないか探すようにしている
24)	課題に対して予想を立てるときは、習ったことや生活経験をもとに考えようとしている
25)	学習の中で自分が納得できないときは、友達や先生に聞くなどして解決するようにしている
26)	授業で分かったことを再度自分の言葉でまとめるようにしている
27)	実験するときは自分が立てた予想と比べながら取り組んでいる
28)	実験するときは、器具の使い方に間違いがないか考えるようにしている
29)	授業の内容が分からないときは、自分で調べたり他者に助けを求めたりする

ようとしている」「15.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」「26.授業で分かったことを再度自分の言葉でまとめるようにしている」の5項目を抽出した。

3. 結 果

生徒のクラゲチャートの記述例を図6, 図7, 図8に示す。

まず, 少数ではあるが図6のように, クラゲチャートの下部に考えの変化の根拠となる科学的概念の用語を単語のみで示しているもの, ノートのまとめの記述を写真に撮り貼り付けているもの, 新たにインターネット等から得た写真のみを添付したものの, ホームページ等から「台風のUターン」や「モーニンググローリー」について調べ内容をそのまま貼り付けたものなどがあつた。

また, 図7のように, 「台風のUターン」が起こる理由や気象現象「モーニンググローリー」が起こる原理を文章記述によって説明し, 同時にチャートの下部のスペースにその根拠となる科学的概念や知識について文章記述で説明する生徒がいた。

さらに, 図8のように, チャート下部のスペースに科学的探究の中で扱った学習シートのデータなどを貼り付け, 根拠となる学習の過程がどのようなものかを示していた。なお, 図8のチャート下部の写真はタップすることで全てのシートを閲覧することができる。



図6. クラゲチャートの作成例1



図7. クラゲチャートの作成例2



図8. クラゲチャートの作成例3

4. 考 察

まず, 図6のような記述であるが, 粘り強さ尺度から抽出した3項目と自己調整尺度から抽出した5項目に該当する記述を見つけることができなかった。このため, 主体的に学習に取り組む態度の評価対象として適切ではないことが示唆された。

次に, 図7のような記述について, 粘り強さ尺度の「7. 自分の考えが他者に伝わるように, 根拠強く説明したり, 説得したりしようとしている」, 自己調整尺度の「6. 学習前と学習後で自分の考えがどのように変わったか考えようとしている」「15. 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」「26. 授業で分かったことを再度自分の言葉でまとめるようにしている」を見取ることが可能であると考えられる。しかし, このような記述は, 主に現象の根拠となる概念について記述しており, 自分自身の学習過程そのものの振り返

りには至っていないため、これまでの学習記録を有効に使い、自分自身の学習過程に着目しメタ認知を働かせる段階には至っていないものと考えられる。

図8のような記述は、粘り強さ尺度3項目、自己調整尺度5項目全てについて評価することができると考えられる。探究過程の記録を添付した生徒は、自分自身が現象の原理を説明できるまでに至った変容の理由に着目しており、記述のみの振り返りよりも自己調整を働かせているのではないかと示唆された。また、探究過程に改めて着目することで、単元の学習を再度メタ認知することにもつながるものと考えられる。しかし、探究過程のどの部分に考えの変容の理由があったのかの具体は見とることができなかつた。

5. まとめ

考察から、探究過程の記録を添付した上で、どの過程が変容のきっかけであったかを記述するクラゲチャートの方式が最も効果的に自己調整を促すものと考えられた。その際、チャートの下部を記入するときに、「自分の考えの変化の根拠となったと考えられる授業で扱ったシートを貼り付けてください。また、どの部分がその根拠となったか印をつけ、説明文を書き足してください」などの教示文を付け加えることが妥当と考えられる。

このように、探究過程の記録を一つにまとめ、クラゲチャートの一部に載せることはICTを用いることでしか実現できない方法であり、SAMRモデルのModification(変形), Redefinition(再定義)に位置すると考えられる。このような単元の振り返りシートを用いることで、自己調整の指導と評価を行うことが可能であると示唆された。

今後は、この方法を用いて、学年を通じた指導と評価を行なった場合、生徒の粘り強さや自己調整にどのような効果が見られるかを明らかにすることが必要である。また、Zimmerman (1998) は、自己調整学習とは「学習者が動機づけ、学習方略、メタ認知の3要素において自分自身の学習過程に能動的に関与していること」と述べており、単元を通してどのように自らの学習意欲を高めることがで

きたかを表出させることができる方法も開発し、より多面的に生徒の主体的な学習に取り組む態度を見取ることができるようにしていきたい。

引用文献

- 久坂哲也, 平澤傑, 佐々木聡也, 菊地洋一 (2019) 「理科学習版グリット尺度の試作」『日本科学教育学会年会論文集』第43巻, 405-408.
- 平澤傑, 久坂哲也 (投稿中) 「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」『日本理科教育学会若手特集号』
- 平澤傑, 佐々木聡也, 小原翔太, 久坂哲也 (2020) 「中学校理科における「粘り強い取組を行おうとする側面」の評価指標の開発」『日本理科教育学会第59回東北支部大会論文集』, 52.
- 国立教育政策研究所 (2019) 「学習評価の在り方ハンドブック 小中学校編」 Retrieved from https://www.nier.go.jp/kaihatsu/pdf/gakushuhyouka_R010613-01.pdf (accessed 2020.6.20)
- 国立教育政策研究所 (2020) 「「指導と評価の一体化」のための学習評価に関する参考資料(中学校理科)」 Retrieved from https://www.nier.go.jp/kaihatsu/pdf/hyouka/r020326_mid_rika.pdf (accessed 2020.5.29)
- 文部科学省 (2017) 「中学校学習指導要領(平成29年告示) 解説理科編」 学校図書
- 文部科学省 (2020) 「(リーフレット) GIGA スクール構想の実現へ」 https://www.mext.go.jp/content/20200625-mxt_syoto01-000003278_1.pdf
- Ruben R. Puentedura (2010), 'A Brief Introduction to TPACK and SAMR' www.hippasus.com/rrpweblog/archives/2011/12/08/BriefIntroTPCKSAMR.pdf
- Zimmerman, B. J. (1998). Developing self-fulfilling cycles of academic regulation: An analysis of exemplary instructional models. In D. H. Schunk & B. J. Zimmerman (Eds.). *Self-regulated learning: From teaching to self-reflective practice* (pp. 1-19). New York, NY: Guilford Press.