

Scratch と1人1台端末を活用した効果的な理科の『学び合い』授業実践

GIGA スクール構想に係る1人1台端末で生徒の思考を深める

白山市立笠間中学校 教諭 浅見 拓真

1 はじめに

1-1 背景

現代は、デジタルシフトをはじめとした急速な技術革新によって、あらゆるものを取り巻く環境が複雑さを増しており、10年後すら予測が困難なVUCA(変動性・不確実性・複雑性・不透明性が高い状態)の時代と呼ばれている。World Economic Forum(世界経済フォーラム)の2016年の報告書には、「現在小学校に入学する子ども達の65%が、現時点では存在しない完全に新たな職種に就くことになる」と書かれている。

先進国の中でも少子高齢化が進み、これから人口減少が加速していく日本では、人手不足解消のため、2018年に入管法が改正され、外国人労働者の受け入れが拡大した。今を生きる子ども達は、多様な文化をもつ人々と新たな社会に対応した職業を生み出したり、価値を創造したりしていかなければならない。急速に変化する社会を真に自立的に生き、社会の形成に積極的に参画し、一人ひとりが国を支えていかなければならないのである。

このような時代背景から、現在の学校教育に求められているのは、一斉指導の中で知識・技能を効率よく身に付けさせることではない。多様な人が集まって、お互いに関わり合いながら主体的・協働的に学び、身に付けた知識や技能を活用して深い学びを獲得する環境をつくることである。つまり、多

様な人とコミュニケーションを取りながら、課題を解決したり、新たな課題を設定したりする能力を育成することが求められている。

また、昨年度からGIGAスクール構想に係る1人1台端末が整備され、運用が始まった。インターネットの発展により、手にすることができる情報量は数百倍に増え、いつでもどこでも誰でも情報のやり取りが可能となった。1人1台端末の活用により、これからの学校での学び方は急激に変化していくことが予想される。学び方に限らず、生活様式や働き方も急激に変化するであろう。そのため、子ども達に情報活用能力を確実に身に付けさせることが急務となっている。

(1) DXが大きく進む激変の「2025年」

未来が予測困難なVUCAの時代においても、正確に予測できるものが人口動態である。2025年は、ミレニアル世代(1980年以降に生まれ、インターネット環境の整備が飛躍的に進んだ時代に育ったためITリテラシーが高い世代)以降のデジタルネイティブ世代が、生産年齢人口の2人に1人となる年である。現在、1980年生まれの150万人おり、その親世代は約2倍いる。去年生まれた子は約半分の80万人であり、ミレニアル世代の親世代は去年生まれた子の4倍になることになる。このような人口動態では、DXを進めることは極めて難しい。しかし、社会の中心にいる生産年齢人口の半分をデジタルネイティブ世代が占めれば、DXは劇的に進むだろうと言われている。選挙の投票行動も、消費者

の生活様式も、企業が提供する商品もサービスも、何もかもが変わる。その年がまさに 2025 年であり、3年後に迫っているのである。2025 年以降、世の中の変化が劇的に早くなることは疑いようがない。

（２）社会を変える技術「ブロックチェーン」

世の中の変化を急激に加速するであろう技術、「ブロックチェーン」が誕生した。ブロックチェーンは、「インターネット以来の技術革新」と言われるほどの可能性を持っている。ブロックチェーンとは、「参加者の中に不正を働く者や正常に動作しない者がいたとしても正しい取引ができ、改竄が非常に困難で、停止せず、多数の参加者に同一のデータを分散保持させる仕組み」である。つまり、国家や企業が中心となって管理するのではなく、参加者全体で情報の監視・同期をして動かす仕組みなのである。

そもそもブロックチェーンは、2008 年にコンセプトが発表され、2009 年に取引が開始された、ビットコインを支える技術として世に現れた。ビットコインとブロックチェーンの生みの親と言われるサトシ・ナカモト氏によりもたらされた、既存技術の組み合わせによる技術革新である。サトシ・ナカモト氏は、政府による度重なる経済への介入を嫌っており、誰も介入できず、決してダウンせず、公正に取引を記録する新たなインフラをつくるためにビットコインを生み出した。その土台となる技術がブロックチェーンである。

貨幣は国家の信用によって、電子マネーやポイントは大企業の信頼によって、その価値を担保している。ブロックチェーンの誕生により、参加者全員で価値を担保できるようになったため、国も大企業も必要としない通貨「ビットコイン」が生まれた。これまでオンライン上で扱うのが非常に難しかった「価値」を扱うことができるようになったのである。

このビットコインを元に、通貨だけでなく柔軟にトークンなどを含むプログラムを作れるブロックチェーンとして、イーサリアムが生まれた。日本において円があるように、商店街には商品券がある。トークンとは、商品券のような自由に設計できる証明書のプログラムである。（この商品券のルールブックを

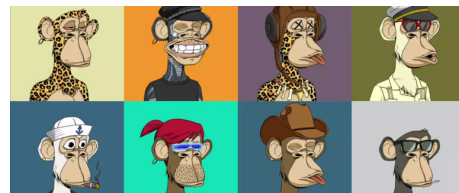
プログラムで実現する技術がスマートコントラクトである。）

このトークンには、FT (Fungible-Token: 代替性トークン) と NFT (Non-Fungible Token: 非代替性トークン) の2種類がある。FT は、1万円が誰にとっても同じ1万円であるように、皆にとって同じ価値があるものであり、NFT は、席指定のライブチケットのように、個別に価値があるものである。企業が発行したポイントは企業が倒産すればなくなるが、トークンは企業（発行主体）とは無関係に残り続ける。

この NFT によって、デジタルコンテンツを所有・流通できるようになった。有名なものでは、75億円で落札された Beeple のデジタルアートや、CryptoPunks, Bored Ape Yacht Club などがある。



CryptoPunks



BAYC

また、NFT によってスポーツや音楽のチケットは、（取引が全て見えるため）転売問題が解決できる上に、譲渡がスムーズに行えるようになる。今後、ほぼ全ての業界において、NFT が圧倒的なメリットをもたらすことになる。

（３）ブロックチェーンがつくる web3

ブロックチェーンによってさまざまなことが可能となり、web3 の時代が到来した。web3 は、GAFAM (Google, Amazon, Facebook, Apple, Microsoft) の次の時代と言われている。



web3 では、現実世界よりネット上の仮想世界(メタバース)で過ごす時間が長くなると考えられている。

1990～2004 年は Web1.0 と呼ばれ、PC で、ホームページやブログのテキストを見ていた。2005 年以降、Web2.0 は、スマートフォンで SNS (Instagram で画像、YouTube で動画など)を見ている。Web1.0 では主に情報を閲覧するのみであったが、Web2.0 ではそれが双方向となり、情報の交換ができるようになった。発信の民主化こそが Web2.0 の本質である。web3 では、VR や AR のゴーグルなどのデバイスを使い、メタバースの中で過ごすようになる。誰でも仮想世界を創造できるという意味で、神の民主化と呼ばれている。

コアテクノロジーのブロックチェーンによって、お金、所有権、契約の移動が簡単にできるようになり、経済活動ができるようになった。今までは SNS による情報交換しかできなかったが、web3 では、全ての価値が交換できるようになり、仮想世界で生活ができるようになる。情報交換の時代から、価値交換の時代になるのである。

具体的な変化としては、貨幣は仮想通貨、銀行などの金融サービスは DeFi (Decentralized Finance:分散型金融)、所有権は NFT、株式会社は DAO (Decentralized Autonomous Organization: 自律分散型組織)となる。

(4) メタバース

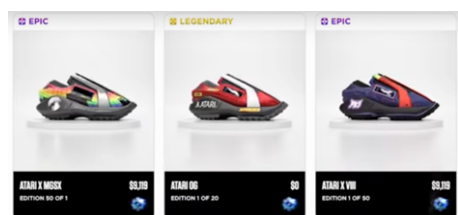
上記の通り、現実世界とほぼ同じことが仮想世界でできるようになった。例えば現在、香港のメタバース企業が作った SANDBOX 上では土地が売られ、有名アーティストや大企業がすでに買っている。近くの土地は値上がりし、転売もされている。さらに、その土地に建物を建てる 3D 建築家も現れた。最近では、メタバース内に東京タワーや SHIBUYA109 が建設されており、109 内のテナントは数千円で売られている。



AI によってつくられた 3DCD の東京

このメタバースを牽引するのは、ゲームである。かつてゲームは、お金を払ってプレイ (Pay to Play) していたが、スマートフォンが登場した頃から無料でプレイ (Free to Play) できるようになり、現在では稼ぐためにプレイ (Play to Earn) するようになっている。例えば、ゲーム内で獲得したアイテムを売って稼いだり、キャラクターの服をデザインして売って稼いだり、買ったアイテムや服を転売して稼ぐといったことができるのである(それぞれ、農民・職人・商人と呼ばれている)。これは現実世界とほぼ同じである。

メタバース内でアバターが着るアパレルもすでに売られている。GUCCI は SANDBOX 内に土地を所有し、BURBERRY は昨年引き続き今年もアバター用のアクセサリコレクションを発表した。Dolce&Gabbana は昨年 9 月に NFT コレクションを 7 億円売り上げた。昨年 12 月には、アバター用スニーカーブランド RTFKT (アーティファクト) を NIKE が買収した。



RTFKT

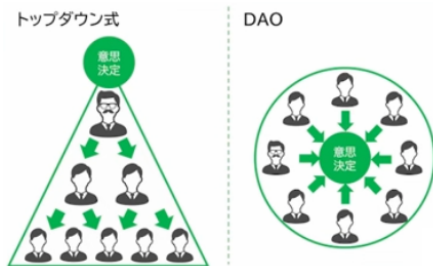
日本でも今後、メタバース上で有名アーティストのライブや有名アイドルのファッションショーなどが決定している。

(5) 新しい組織の形「DAO」

大航海時代、オランダの東インド会社は、植民地だったインドを中心に様々な国と貿易を行って

いた。しかし、貿易には船が必要で、海賊や嵐など多くの危険があった。また、船旅には人件費や船の修理、食料など多くの資金が必要であった。貿易業は儲かる一方、リスクがあまりにも大きい。そこで、多くの人に少しずつお金(資本金)を出してもらい、お金を出した人に証明書(株券)を発行し、貿易の儲けを証明書に応じて分け合うことにした。これが、人類が発明した株式会社である。それまでは一部の資本家しか成功できなかったが、ビジネスアイデアさえあれば誰でも成功できるチャンスが生まれた。株式会社という発明が世界を変え、現在の資本主義社会となった。

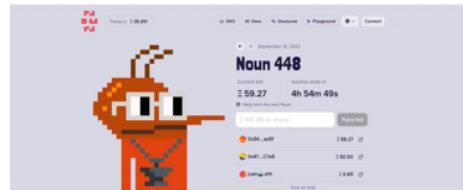
昨今、上記のさまざまな技術によって、全く新しい組織の形が誕生した。ブロックチェーン上のルールに則り運営される共通のミッションを持った組織、DAO である。



トップダウンの組織と DAO

DAO では、トークンによって資金(イーサリアム)を集め、投票によって意思決定を行い、得られた報酬をスマートコントラクトで分配する。これはさながら、メタバース上に現れた株式会社である。大きく違うのは、素早く、簡単に、プロジェクト単位で組織をつくることができる点と、社長のようなトップが存在しない点である。

有名な DAO として、60億円(下の画像時点)の資金を集めている Nouns がある。24時間に1つ NFT が自動でオークションにかけられ、参加者(NFT を持っている人)はその収益の使用用途を提案でき、投票で実行が決定される。



Nouns

DAO は、中央集権システムからの解放であり、国家と大企業が要らないほどの技術がメタバース上に揃ってしまったことを意味している。

この DAO という集団が活性化しているのには、理由がある。

世界屈指の美食の街として知られるスペインのサン・セバスチャンでは、夜になると酒場が盛り上がる。サン・セバスチャンでは1, 2杯酒を飲んだら次の店に行く文化があり、一晩で何軒も梯子するため、前に同じ店にいた客と仲良くなる。これが盛り上がる要因となっている。そこから少し離れた山奥にシードレアというりんご農場の酒場がある。そこにはシードルの大樽がたくさん並んでおり、それから直接グラスに注いで飲むシステムになっている。しかし、大樽から直接注ぐため勢いが強く、グラスからこぼれてしまう。樽から離れると今度は蛇口に手が届かない。そこで、近くにいる人に頼んで蛇口をひねってもらい、注ぐことになる。今度はお返しにその人のために蛇口をひねって、その初対面の客と乾杯する。共同作業しないとお酒にありつけないことが要因となって、客同士で盛り上がる。実はこの酒はサン・セバスチャンの酒場でも同じものが売られているのだが、ここに来ている客は、客に会いに来ているのである。なぜこの客たちは仲良くなり、これほどまでに盛り上がっているのか。それは、協力しないと突破できない不便、共通の課題があるからである。集団を活性化し続けるために必要なものは、戦略的に、解きたくなる課題を、ちょうど良い塩梅で配置することなのである。

これと全く同じ現象が、今まさに DAO の世界でも起きている。現在、web3 そのものが非常に不便なため、新しく参加してきた人に、前からいる人が入り方を教える。教えた人には褒美としてトークンが配られる。教わる側は教えてくれた人を好意的

に感じ、教えた側は満足感を得られる。さらに、一度できるようになった人は、次の人に教えることができる。web3 黎明期の現在では、少し前に入った人が新しく入る人に教えることにのみよって、集団が活性化しているのである。

1-2 育てたい資質・能力

社会は 2025 年以降さらに急速に変化し、人々はメタバースの中で生きるという未来が予想される。そのような社会に生徒を送り出す学校は、どのような力を育成しなければならないのか。

(1) 義務教育に求められているもの

教育立国推進協議会第5回総会の内容を以下にまとめる。

テクノロジーの進展によって、社会やその経済構造が大きく変化している。今の子どもたちは、一つの会社に就職して定年まで働くということはありません。また、食糧問題、環境問題、平和問題など、現在抱えているどの問題も、利害対立が起こり、解決は容易ではない。このような時代では、一部のリーダーに任せるのではなく、全員が自己決定する力が必要である。対立・ジレンマが起こることを当然として受け入れ、対話を通して解決していく人材を育成することが求められている。しかしながら、教育は以下のような点数に注目してしまふ。

2018 年調査 OECD 加盟国 (37 か国) における平均得点の国際比較

国立教育政策研究所の資料から

順位	国名	平均得点	順位	国名	平均得点	順位	国名	平均得点
1	エストニア	525	1	日本	527	3	ニュージーランド	520
2	オーストラリア	520	2	韓国	526	4	フィンランド	519
3	フィンランド	520	3	エストニア	523	5	オーストラリア	519
4	アイスランド	518	4	オーストラリア	519	6	韓国	518
5	韓国	518	5	オーストラリア	519	7	オーストラリア	518
6	ニュージーランド	517	6	アイスランド	515	8	アイスランド	511
7	オーストラリア	516	7	オーストラリア	515	9	ニュージーランド	509
8	ニュージーランド	516	8	アイスランド	515	10	アイスランド	507
9	アイスランド	515	9	アイスランド	515	11	アイスランド	505
10	アイスランド	515	10	アイスランド	515	12	アイスランド	503
11	アイスランド	515	11	アイスランド	515	13	アイスランド	503
12	アイスランド	515	12	アイスランド	515	14	アイスランド	503
13	アイスランド	515	13	アイスランド	515	15	アイスランド	503
14	アイスランド	515	14	アイスランド	515	16	アイスランド	503
15	アイスランド	515	15	アイスランド	515	17	アイスランド	503
16	アイスランド	515	16	アイスランド	515	18	アイスランド	503
17	アイスランド	515	17	アイスランド	515	19	アイスランド	503
18	アイスランド	515	18	アイスランド	515	20	アイスランド	503
19	アイスランド	515	19	アイスランド	515	21	アイスランド	503
20	アイスランド	515	20	アイスランド	515	22	アイスランド	503
21	アイスランド	515	21	アイスランド	515	23	アイスランド	503
22	アイスランド	515	22	アイスランド	515	24	アイスランド	503
23	アイスランド	515	23	アイスランド	515	25	アイスランド	503

2018 年調査 OECD 加盟国における平均得点

日本は、どの項目をとってもトップクラスである。これをもって、日本の教育はまんざらでもないという意見があるが、それは全く違う。日本経済は 20～30 年停滞しており、国際競争力は低下し、労働生産性は低く、新産業への対応は遅れている。日本経済・日本社会が抱えているこれらの課題の原因

は、学校教育にある。いじめ問題や不登校問題など、いかなる問題もこの教育システムが原因である。これを変えなければ、日本の未来はない。そのことを象徴するデータを3つ示す。

世界9カ国の 18 歳を対象にした意識調査では、「自分を大人だと思うか」、「責任がある社会の一員だと思うか」、「国や社会を変えられると思うか」、「解決したい社会課題があるか」、「社会課題について周りの人と議論しているか」等の問いに対して、日本だけが圧倒的に低い結果となっている。

	自分を大人だと思う	自分は責任がある社会の一員だと思う	国や社会を変えられると思う	自分で国や社会を変えられると思う	解決したい社会課題がある	社会課題について周りの人と議論している
日本	29.1%	44.8%	60.1%	18.3%	46.4%	27.2%
インド	84.1%	92.0%	95.8%	83.4%	89.1%	83.8%
インドネシア	79.4%	88.0%	97.0%	68.2%	74.6%	79.1%
韓国	49.1%	74.6%	82.2%	39.6%	71.6%	55.0%
ベトナム	65.3%	84.8%	92.4%	47.6%	75.5%	75.3%
中国	89.9%	96.5%	96.0%	65.6%	73.4%	87.7%
イギリス	82.2%	89.8%	91.1%	50.7%	78.0%	74.5%
アメリカ	78.1%	88.6%	93.7%	65.7%	79.4%	68.4%
ドイツ	82.6%	83.4%	92.4%	45.9%	66.2%	73.1%

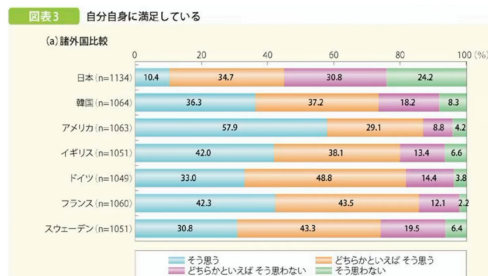
日本財団「18 歳意識調査 2019.11」

ユニセフの調査では、日本の身体的健康は1位であったが、心の健康は38カ国中37位である。



UNICEF「レポートカード16」2020.9

自己肯定感の調査については、「自分に満足しているか」という質問に対し、日本は7カ国中圧倒的に低い結果となっている。



内閣府 2019 版「子ども・若者白書」

日本子どもたちがこのようになってしまったのは、日本の教育が一番失ってはいけない「当事者意識」や「主体性」を失ってしまったからである。その原因は、子どもたちが与えられることに慣れたからである。

「もっと良いサービスをくれ」をいうニーズに応え続けると、人は与えられることに慣れていく。与えられることに慣れた人間は、サービスの質に不満を言う。生徒で言えば、教師が手をかければかけるほど生徒は自律できなくなり、自分がうまくいかないことを誰かのせいにするようになる。勉強がわからないと「授業が悪い」と言い、クラスの人間関係がうまくいかないと「担任がハズレだ」と言う。そのような生徒は主体性を失い、自分も他人も嫌いになり、人に優しくなれない。日本の教育はこれまでずっと、子どもたちに与え続けることで、子どもたちから主体性と当事者意識を奪い、自己肯定感と幸福度を下げてきた。その原因は、良かれと思ってやっている教師自身にあるのである。

教育界には手段の目的化が蔓延している。「自律した生徒を育成する」という目的を達成するための手段として「基礎学力を身につけさせる」ことがあったはずが、いつの間にか基礎学力を身につけさせること自体が目的になっている。1点でも多く点数を取れば合格できるような受験システムを残しているのは、世界でも日本と韓国くらいである。本当は自分で勉強できる子に育ててほしいはずなのに、いつの間にか勉強時間が目的になっている。特に宿題は、自立を失わせる最たるものである。大量の宿題を出すと、生徒はわからないところを飛ばして(あるいは解答を丸写しして)提出する。たくさんの時間だけが奪われ、学力は何ひとつ変わらない。

学校が、指示されたことをこなすだけの子どもを育てているため、日本の労働生産性が低いのは当然である。日本の労働生産性は OECD 加盟38カ国中28位で、これは1970年以降最低である。

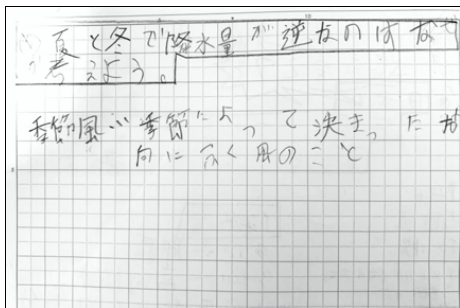


OECD 加盟諸国の労働生産性 2020

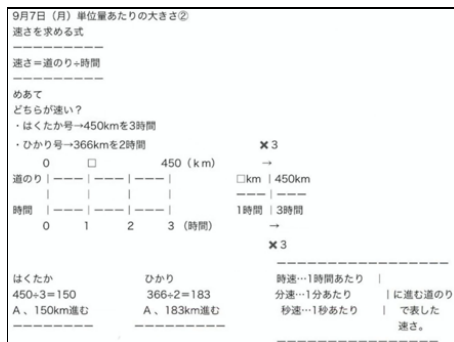
少子高齢化が進む日本では、労働生産性の向上が必要不可欠であるにもかかわらず、学校では真逆のことを教えている。少ない時間で効果を出す子を育てなければならないはずなのに、自分で考えて自分で行動できる子を育てなければならないはずなのに、「勉強時間を増やせ」と指導して、宿題をたくさん出している。

今、日本の教育は、最上位目標(教育の本質)から見直さなければならない。これまでの日本の教育は、明治維新以降ヨーロッパのスタイルを真似し、カリキュラム(何を教えるか)を定め、教え方(どのように教えるか)を研究してきた。日本が未だにこのような教育を行なっている一方、ヨーロッパはすでにこのような教育を見直している。何を学んで(カリキュラム)、どのように学ぶか(学び方)といった学習者主体の教育に変更したのである。

一つの事例を示す。以下は小学5年生のノートである。



この1時間の授業でこの児童が書けたのはたったの2行であり、その理由はノートを書くのも漢字を書くのも苦手だからである。この児童は、スティーブン・スピルバーグやトム・クルーズと同じ、ディスレクシア（読み書き障害）である。日本の学校では、ディスレクシアの児童はペーパーのテストで点が取れないため特別支援学級に入ることが多い。しかし、トム・クルーズは読み書きができないが、セリフを録音しているため仕事で困ることはない。この児童は、校長と相談し、端末でノートを取ることにした。数日後のノートが以下である。



たった2行しか書けなかった児童が、わずか数日でこれだけ書けたのである。この児童は自分がノートを取れることに気づき、驚いた。半年後のノートが以下である。



誰が教えたわけでもなく、自分で工夫してここまでできるようになったのである。

日本において、特別支援教育では生徒を学校に適応させようとする。一方欧米では、将来に適応させるように学び方を探していく。そしてそれは、一斉授業の中では決して身につけることができない。

横浜創英中学・高等学校（神奈川県）の数学の授業では、一斉授業を行っていない。タブレットで勉強する生徒もいれば、紙のノートで勉強する生徒もいる。わからないところがあると、教師を呼んだり友達を呼んだりしながら、勉強を進めている。

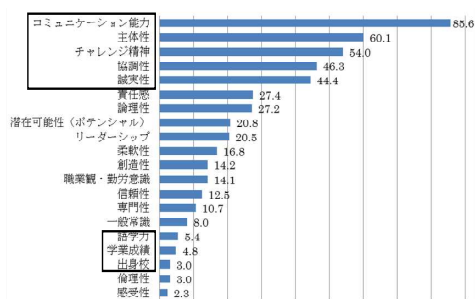
一斉授業のような「教える授業」では、教師はわかる授業を必死に研究している。わかる授業を研究すればするほど、生徒は「先生の授業はわからない」と人のせいにする。一方、「教えない授業」を徹底すると、生徒は質問し合う。教師のせいにする生徒などいない。わからなければ、それがわかる生徒を探す。生徒が手に入れるこのような学びは、一生ものの学びである。

教育基本法第1条には、教育の目的は人格の完成であると書かれている。しかしながら、日本は、学校教育の最上位の目標を全員で合意していない。人格の完成者とは、社会の当事者として自立して生きていく者である。この認識を誤った結果、デジタルかアナログか、オンラインか対面か、不登校を減らすか学びを提供するかなどの二項対立に陥り、優先されるべきことが実行されなくなっていく。学校は、「自律型の生徒を育てる」という最上位目標に常に立ち返る必要がある。全員を当事者に変え、全員が最上位目標に合意し、目標を実現するための手段を決定する組織にしていかなければならないのである。

（２）コミュニケーション能力

社会がどれだけ変化しようが、生活や仕事メタパスの中で行われようが、変わらないことがある。それは、「人は、人と生きていく」ということである。そして、どのような時代になったとしても必要とされる能力は、「コミュニケーション能力」である。

コミュニケーション能力とは、「いろいろな価値観や背景をもつ人々による集団において、相互理解を深め、共感しながら、人間関係やチームワークを形成し、正解のない課題や経験した事のない問題について、対話をして情報を共有し、自ら深く考え、相互に考えを伝え、深め合いつつ、合意形成・課題解決をする能力である」(コミュニケーション教育推進会議(第4回), 2011)とされている。人間という生物は弱いからこそ、生き残るために「集団で生きる」という進化を遂げた。得意なことで仲間を助け、苦手なことは仲間に助けてもらう、そうして進化をしてきたからこそ、ここまで繁栄できたのである。それは大昔も今も変わらない。その証拠に、経団連が調査した「企業が選考にあたって重視した点」は、学歴よりも、語学力よりも、プログラミングスキルよりも、コミュニケーション能力であった(一般社団法人日本経済団体連合会, 2018)。



新卒採用に関するアンケート調査結果

これをみても、コミュニケーションに関する能力の育成を求める社会的要請が高まっていることは明白である。そして、この結果は 11 年連続変わっていない。つまり、社会がこれだけ大きく変化しても、求められる力はコミュニケーション能力なのである。

この「コミュニケーション能力」を獲得し、仲間を獲得し、仲間と協力することを学ぶ場所こそ、他でもない学校である。

（３）情報活用能力

「情報活用能力」とは、世の中の様々な事象を情報との結び付きとして捉え、情報及び情報技術を適切かつ効果的に活用して、問題を発見・解決したり自分の考えを形成したりするために必要な資質・能力である。具体的には、学習活動において、必要に応じてタブレット端末等を使って情報を得たり、整理・比較したり、得られた情報を分かりやすく発信・伝達したり、保存・共有したりといったことができる力であり、さらに、このような学習活動をする上で必要な操作の習得等も含むものである。

もともと日本では、ICT は人の能力とは別物だと考えられてきたが、世界的な流れとしては読み書きそろばんに加えて、ICT 活用スキル自体も能力として認識されるようになってきている。生徒の情報活用能力を高めるために必要なのは、教師がわかりやすく教えるための教具として ICT を扱うのではなく、学習プロセスを生徒に委ね、生徒の文具として ICT を扱わせることである。

中教審答申(2021)⁽¹⁾の中で、新学習指導要領を着実に実施するためには GIGA スクール構想による ICT 環境を最大限活用し、「個別最適な学び」と「協働的な学び」を充実していくことが重要だとされた。本研究では、「個別最適な学び」と「協働的な学び」を実現し、これからの社会で求められるコミュニケーション能力や人と関わる能力、ICT 活用能力の育成を目指す。

1-3 生徒が理科をわかるために教師ができること

（１）認知スタイル

「崖の地層を調べる」という観察を行った場合、生徒の姿はおおむね二つに分けられる。一つは、崖の近くに立ち、砂、岩、土など地層を構成するものを観察している姿。もう一つは、崖からある程度離れて地層の模様を観察している姿。これを決めているのが、場独立／場依存という認知スタイルである。そしてそのスタイルは、草木を観察する場合も、顕微鏡を観察する場合も、写真を使って観察する場合も、一定であることが知られている。

認知スタイル(Cognitive Style)とは、「我々は何かを見聞きする際に、一定の個人特性を持っている」ということである。認知スタイルは、「知覚運動型／概念型」、「場独立型／場依存型」、「柔軟型／固定型」、「衝動型／熟慮型」、「分析型／非分析型」、「複雑性／単純性」、「認知の好み」の7種に分類される。このうち、観察に特に影響があるのは「場独立／場依存型」である。

我々が当たり前に行っている二足歩行には、複雑な制御が必要となる。この制御の基本となる情報は2種類あり、一つは回りの風景(壁や木など)、もう一つは重力の方向(体に感じる重力)である。我々は普段、この2つの情報から垂直方向を定位している。この2つの情報を矛盾させる実験に、BATテストと呼ばれる実験(机や椅子を固定した部屋を斜めにする実験)がある。この場合、回りの風景と重力方向は矛盾した手がかりとなる。このとき、重力を手がかりとするか、風景を手がかりとするかで、被験者は2つのタイプに分けられる。前者は回りの風景(場)から独立しているので「場独立型」と呼ばれ、後者は回りの風景(場)に依存しているので「場依存型」と呼ばれる。場独立型／場依存型の判別は、埋没図形検査(EFT テスト)でもできる。EFTテストとは、複雑な図形の中に隠れている単純な図形を見いだすテストである。数多く見いだした場合は、場独立型と判別できる。このEFTテストと、先のBATテストの結果は一致する。すなわち、場独立型／場依存型という認知スタイルとは、単に垂直定位のためにどのような情報を利用するかという性質ではなく、複雑な情報の中から必要な情報を抽出する能力と考えるべきある。ただし、場独立型／場依存型はいわゆる知能とは直接関係はしない。

この場依存型／場独立型が、理科の観察に関連することが明らかになっており、例えば地層観察の場合、場独立型の生徒は地層を構成する砂・岩・土に着目するが、場依存型の生徒は地層の傾斜・褶曲などに着目することがわかっている。また、観察する際の視線の動きを視線分析器で生理的に測定すると、場依存型の生徒は地層の線に沿って視線を動かしている一方、場独立型の生徒は地層の流れに垂直方向に視線を動かしていることも

わかっている。これは、植物観察においても同様であった。生徒に「自由に植物観察をなさい」と指示をした場合、場独立型の生徒は、葉の色や模様など植物に近づいたとき見いだせることを観察した一方、場依存型の生徒は、日向と日陰では植物の大きさや数が違うことや、人がよく踏む道に生える植物が他と異なることなどに気づき、観察対象からある程度離れた位置からの観察が主であった。場独立の生徒は観察対象に近づき、場依存の生徒は観察対象から距離を置き観察していたのである。つまり、観察したいと思うものに認知スタイルが影響し、その結果として距離が決まっているのである。

教師が「自由に観察なさい」と課題を与えた場合、この認知スタイルの違いにより、2つの問題が生じる。1つ目は、教師自身も認知スタイルを持っているという点である。場独立型の教師は、観察対象に近づいた観察を暗黙のうちに仮定し、場依存型の教師は、観察対象から距離を置いた観察を暗黙のうちに仮定する。しかし、教師と異なった認知スタイルの生徒は、教師の仮定しない観察をする。このような教師と生徒とのズレが1つ目の問題である。2つ目の問題は、いずれの認知スタイルであったとしても、自身の観察傾向に疑問を持つことは殆どないという点である。したがって、ごく限られた範囲の観察にとどまる危険性がある。

もちろん、場独立型の生徒が場依存型的な観察も行い、場依存型の生徒が場独立型的な観察も行うことが望ましい。それらを実現する方法として、生徒の相互作用によって改善する方法がある。異なる認知スタイルの生徒同士は、互いの傾向を補い合うことがわかっている。学習者同士の相互作用は、より深い学びにつながるのである。

(2) 生徒が聞いているものと、教師が聞かせていると思っているもの

我々理科教師は、日々黒板に図を書き、日々教室で語っている。教師が語り、聞かせているものは、生徒にはどう聞こえているのだろうか。

できない人の問題の解き方は、手段目標分析(Simon&Simon 1978, Larkin 1981)に従っている。

この手段目標分析とは、以下のような手順で問題を解決する方法である。

- ① ある目標を達成するための手段を見つけたす。
- ② その手段を達成するための条件が満たされていればその手段を実行し達成する。
- ③ 満たされていないならば、その満たされていない条件を満たすことを新たな目標とする。(②に戻る)

この中での手段というのは、計算問題においては公式にあたり、条件とは変数にあたる。したがって、先的手段目標分析を物理問題に適用すれば以下になる。

- ① 問われている変数の値が解ける公式(問われている変数を含む公式)を見つけ出す。
- ② その公式に含まれる変数の値が全て分かっているならば、それを計算する。
- ③ 公式の変数の中に値が未知のものがあれば、今度はその変数の値を導くことを目標とする。(②に戻る)

以上のように、できない生徒の解答方法は、手段目標分析に従っている。

一方、できる生徒は突然無関係な式から解き始める。しかし、できる生徒はなぜそう思いついたのかが意識することはない。認知心理学ではこれを「自動化」と呼ぶ。キーボード入力や自動車の運転などと同様、どのようにやっているのか、それを言葉にして意識することはほぼ不可能である。

受験勉強などで大量の問題を解いていると、問題を見たときにその問題の解法が頭に浮かぶようになる。しかし、なぜそれが頭に浮かんだのかを説明しようとしても、「なんとなくそう思った」、「以前に解いたような覚えがある」程度の説明しかできないのである。

それでは、できない人にできる人の解き方を説明したらどう感じるのか。おそらく「確かに解けるが何か変だ。何で全く関係ない式から計算するのだろう。」と感じ、釈然としないだろう。そして、我々教師はできる人の解き方をし、学習者のほとんどはできない人である。困ったことに、できる人はその技能に関して自動化しており、自分が自動化していることを意識することはほぼない。また、意識しても、

なぜ自分がそのように解いたのかを説明することはできない。

100mを11秒で走れる人は、12秒でも13秒でも余裕を持って走ることができる。教えることに関しても、教師の教科専門能力が高ければ高いほど、わからない学習者に余裕を持って教えることができると考えがちである。しかし、教えることに関して言えば、11秒で走れる人は13秒で走ることはできない。結果として13秒で走る学習者の伴走はできない。

(3) 日常生活における学び

それでは我々は日常生活の中で、どのようにして知識を得ているのだろうか。このことに関して、我々の社会はおおよそ3つの階層に分類されることが明らかにされている。「ブレイン(Brain)」、「ゲートキーパー (Gatekeeper)」、「エンドユーザー (Enduser)」である。ブレインはある分野に関する専門家、エンドユーザーは素人、ゲートキーパーはその中間に位置する半専門家である。

PCのサポートセンターを例にすると、このサポートセンターで対応する担当者は、コンピュータの専門技術者ではない。しかし、大抵の問題はサポートセンターで解決できる。希にサポートセンターで解決できない問題が起こったら、技術担当者に連絡し、サポートセンターを通じて客に伝える。この場合、ブレインは技術担当者、ゲートキーパーはサポートセンター担当者、エンドユーザーは客に当たる。このとき、客(エンドユーザー)は、サポートセンター(ゲートキーパー)に質問し、技術担当者(ブレイン)には直接質問しない方が望ましい。その理由は2つある。

1つは、技術担当者と客ではコミュニケーションが成立しにくいからである。技術担当者はあまりに専門的で、客が技術担当者の説明を理解することは困難である。また、客が曖昧な言葉で説明をしても、技術担当者にうまく伝わることはそうない。そのため、技術担当者が熱心に聞き、客が懸命に説明しても、コミュニケーションが成り立たないことが多い。一方、サポートセンター担当者は客の説明に慣れているため、曖昧な説明にも見当が付き、客が理解しやすい説明をする。また、エンドユーザーである客の曖昧な説明を整理し、ブレインである技

術担当者に説明することもできる。このように、ゲートキーパーはブレインとエンドユーザーの間の通訳としての役割を果たすことができるのである。

もう1つは、技術担当者の時間等資源には限界があるからである。一般に技術担当者の人数に比べて、客の人数は圧倒的に多い。したがって、全員が技術担当者に連絡を取ろうとしたところで、すぐにパンクしてしまう。しかし、客が抱える問題の多くは初歩的なものが多く、サポートセンター担当者がある程度の知識を持っていれば、ほとんどの質問に答えることができる。サポートセンターで答えられない質問に関してのみ、技術担当者に質問すればよいのである。

これは学校やクラスにおいても同様に考えられる。この場合、教師がブレイン、生徒がエンドユーザーに当たる。教師はその分野に熟達しているので、説明を省略したり、専門用語を入れたりしてしまう。このような説明でわかる生徒もいるが、もちろんわからない生徒もいる。教師がブレインでありながらゲートキーパーのような説明ができる場合もあるが、全ての生徒の質問に答えることについては物理的時間の制約から不可能である。その結果、誰からも教えてもらえない孤立した生徒が多数出現する。そして、そのような教室で生き残る術として、「分かったふり」技術を獲得し、学年と共にその技術を磨き、その結果、教師にとっては、教室での情報の流れが見えなくなる。

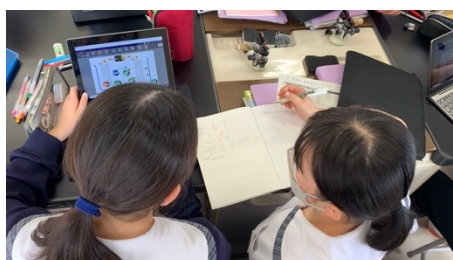
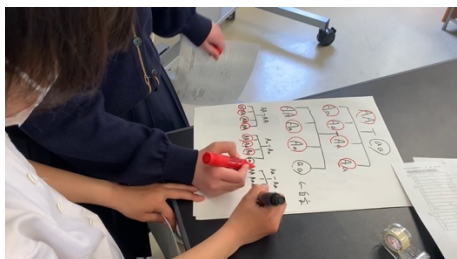
一般社会における情報の3階層は、意図して形成されたものではなく、その方法が最も効率的なために自然発生したものである。したがって、教室でそれが自然発生しないということは、それを阻害している何かがあるということである。学級やクラスにおける情報の3階層は、教師が阻害しているものを排除することによって、自然に発生するはずである。教師の役割は3階層形成を阻害しているものの排除である。ただ、注意すべきは、情報の3階層の構造は比較的安定しており、これが擬似的階級になってしまうおそれがあることである。したがって、教師の第二の役割は、ゲートキーパーを固定させず、流動化させることである。また、様々な問題に対して、それぞれ異なった階層を作るようにする必要がある。

教師の役割は、何かを教えるという役割 (Teacher) から、目的を方向付け、子どもたちが互いに教えあう教室を形成する役割 (Manager) にシフトすべきなのである。

2 授業実践

本研究では、GIGA スクール構想による ICT 環境を最大限活用して「個別最適な学び」と「協働的な学び」を実現し、VUCA 時代に求められるコミュニケーション能力や ICT 活用能力を高め、自律した生徒を育成するために、1人1台端末と Scratch を活用した『学び合い』の授業実践を行なった。

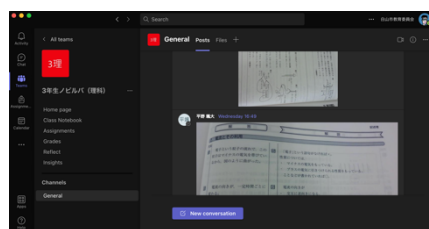
『学び合い』では、教師は「おしゃべりして良い」「席を立てて動いて良い」「何を見ても、誰に聞いても良い」ことを伝え、生徒は数人のグループになって一緒に学ぶ。わからないところは級友に聞き、答え合わせも自分たちで行う。生徒が課題を解決できない原因は多種多様であり、その解決には膨大な対話が必要となるが、ひとりの教師がこれらすべてに対応することは不可能である。しかし、生徒が生徒に教えれば、ひとりの教師の数十倍の時間をかけることができるため、生徒は課題を解決することができる。その過程で生徒たちは協働し、集団の力を高めていく。



『学び合い』の様子

『学び合い』は、授業の中だけで行われる「授業スタイル」ではなく、「考え方」である。生徒は、休み時間でも放課後でも、わからないところは仲間や教師に質問する。

本校3年生のリーダー会から、「オンラインでも、わからないところを仲間に質問できる環境をつくる」という取り組みの提案があり、彼らは Microsoft Teams で各教科について質問できる場所をつくった。



Teams を使ったリーダー会の取り組み

しかし、特に理科においては、テキストベースで質問に解答するのは難しい場合もある。そこで、メタバース上に理科室をつくり、生徒が自由に質問しあえる環境を用意した。今回使用したのは「MetaLife」(現役東大生の近藤潔氏が今年8月に立ち上げたメタバース上のコミュニケーション空間)である。



MetaLife 上の第1理科室

生徒は Teams からメタバース上の理科室に入り、歩き回って教えてくれる仲間を探して質問し、聞かれた生徒は解答する。画面共有で画像などを見せながら話すこともできる。

『学び合い』において、課題の設定は非常に重要である。サン・セバスチャンや DAO と同じく、協力しないと突破できない共通の課題があることで、集団は活性化する。解きたくなる課題を、ちょうど良い塩梅で、戦略的に配置することが必要なのである。

また、1人1台端末の活用では、従来の紙とペンだけの説明よりも、自分の考えを的確に表現したり、相手の考えや説明をより詳しく理解できたりすることを生徒が実感し、積極的に活用する態度を育てる。『学び合い』に、ICT 活用を加えることで、生徒に新たな学び方に気付かせ、学び方の広がりを実感させたい。

2-1 令和3年度実践(金沢市立高尾台中学校)

(1) 3年生 化学分野

3年生化学分野では、電池の電極での電子の授受をイオンのモデルで表し、電極で生じた電子が外部の回路に電流として流れることを理解させる必要がある。しかしながら、これまでの多くの研究⁽²⁾で、粒子概念の形成は困難であることが指摘されている。多くの生徒は目に見えないものは存在しないと考えがちであり、きわめて難しく感じている。

一方、粒子概念の形成を促進するデジタルコンテンツの有効性を調査した結果、デジタルコンテンツの活用を組み込んだ単元構成は、生徒の粒子

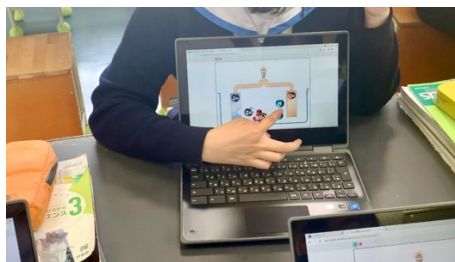
概念の形成に一定の役割を果たしたという研究⁽³⁾がある。

これらのことから、粒子概念の形成は困難ではあるものの、デジタルコンテンツで粒子モデルを用いて可視化することで、粒子概念の形成を促進できると考えられる。

本研究では、Scratch とミライシードのオクリンクを用いたイオンモデルを活用して、理解が困難な3年生化学分野(イオン、電池のしくみ、中和と塩)について、粒子概念の形成と内容の理解を目指し、実践を行った。

(a) Scratch を用いたイオンモデル

Scratch を用いて、自由に動かせるイオンモデルを作成した。Scratch はマサチューセッツ工科大学メディアラボで開発されたビジュアルプログラミング言語である。ブロックをつなげるように直感的にプログラムを書くことができ、世界中のユーザーに公開、共有することができる。今回 Scratch を用いる最大の利点は、1人1台端末で生徒が使用する際、事前にソフトウェアをダウンロードする等の準備が一切必要ない点である。生徒は Google Classroom に貼り付けたリンクから、いつでも Scratch のイオンモデルにアクセスし、活用することができる。

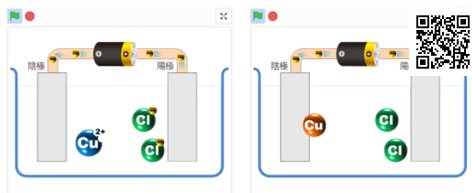


イオンモデルを使って説明している様子

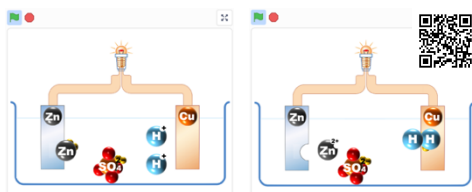
作成した粒子モデルは、

- ・自由に動かすことができる
- ・イオンと電子が触れると原子に変化する
- ・水素イオンと水酸化物イオンが触れると水分子に変化する

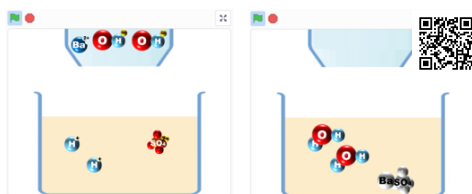
ようになっており、生徒の直感的な理解を助ける。



塩化銅水溶液の電気分解のモデル



ボルタ電池のモデル



硫酸と水酸化バリウムの中和のモデル

なお、この Scratch のリンクは、以下のベネッセのサイトからアクセスできる。

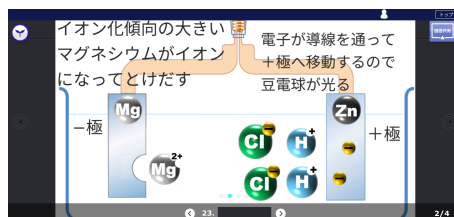
イオンモデルで説明しよう

金沢市立高尾台中学校 浅見拓真先生



(b) オクリンク

オクリンクは、生徒一人ひとりが思考し表現したことを、クラス全体で共有することができる。この機能を使って生徒は各自、図と文章を使って、電池のしくみや中和について説明するプレゼンテーション資料を作成した。



生徒がオクリンクで作成した資料

生徒は「全員が自分の説明を聞いて、イオンモデルを理解することができる」という課題を達成するために、仲間と協力したり、教科書やインターネットを参考にしたりして、資料を作成した。作成された資料は誰でも見ることができるため、理科を特に苦手と感じる生徒も意欲的に取り組む姿が見られた。



資料を用いて説明している様子

この Scratch とミライシードのオクリンクを用いたイオンモデルを活用した『学び合い』は、令和4年度も同様に行なっている。



イオンモデルを使って説明している様子

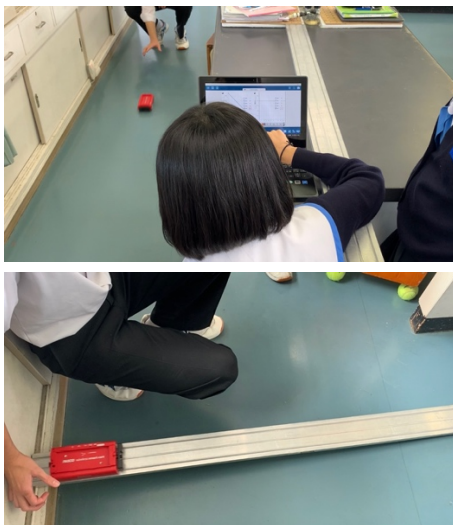


資料を用いて説明している様子

(2) 3年生 物理分野

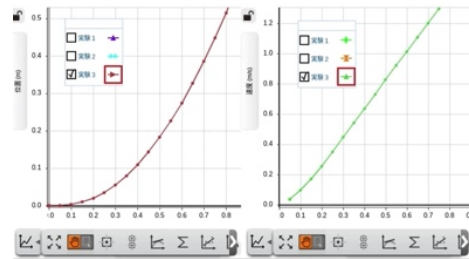
3年生物理分野では、運動の規則性について理解させる必要がある。しかし、この分野では生徒が元々持っている素朴概念により、内容理解が阻害されることが指摘されている。そこで、生徒の内容理解と概念転換を目指し、1人1台端末と物理センサー付き台車を活用した運動の測定を行った。

生徒は自分の1人1台端末と力学台車をBluetoothで接続し、等速直線運動と等加速度直線運動について測定した。



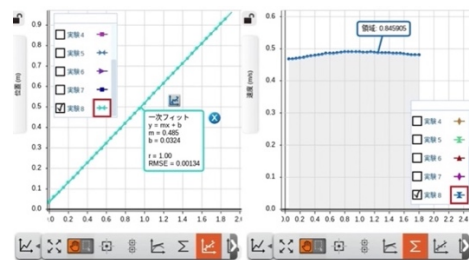
測定している様子

これにより、 $x-t$ グラフと $v-t$ グラフを即時的に作成することができる。



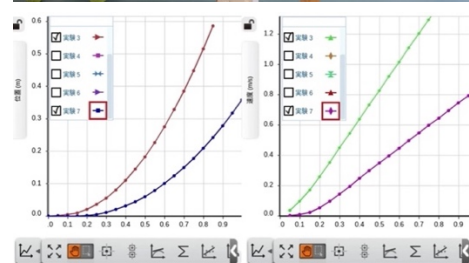
等加速度直線運動の測定結果

また、得られたグラフの傾きや面積を求めることもできるため、 $x-t$ グラフの傾きが速さに一致することや、 $v-t$ グラフの面積が移動距離に一致することを確かめることができる。



等速直線運動のグラフの面積と傾き

さらに、おもりによる運動では、異なる重さのおもりの実験結果を重ねて表示することができる。



おもりによる運動の測定結果

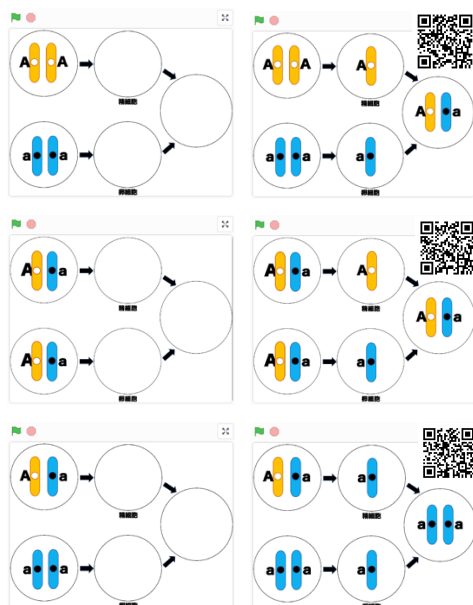
これにより、生徒の直感的な理解と高校物理への円滑な接続を支援する。

2-2 令和4年度実践(白山市立笠間中学校)

(1) 3年生 生物分野

3年生生物分野では、遺伝の規則性について理解させる必要がある。可能であれば実験をさせたいが、遺伝の規則性に関する実験は時間的にも設備的にも実現が難しい。そこで本研究では、Scratch で作ったシミュレーションを用いた。

このシミュレーションは、スペースキーを叩くと交配され、遺伝子がランダムに入るようになっている。1回の交配が2秒ほどで完了するため、単時短で多くのデータを取ることができる。取ったデータは、Teams で共有している Excel ファイルに入力し、結果をすぐに確認できる。



遺伝子のシミュレーション

単元の最後に、地元のブランド米である「ひやくまん穀」を題材とした遺伝の規則性の応用課題を行なった。



ひやくまん穀

このひやくまん穀という米は、「粒が大きい」という形質と、「冷めても美味しい」という形質の2つを持っており、北陸211号(粒が大きい冷めるとまずい米)と、能登ひかり(粒が小さい冷めてもうまい米)を掛け合わせてつくっている。

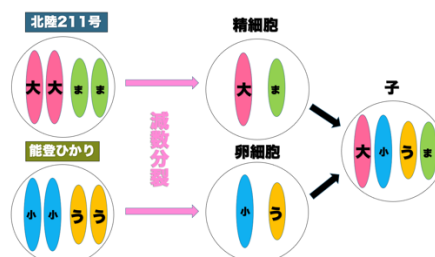
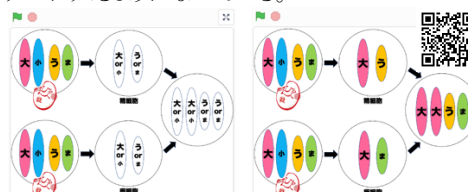


図 ひやくまん穀の遺伝子モデル

「粒が大きい」という形質と、「冷めても美味しい」という形質が顕性であるため、子は全て粒が大きく冷めても美味しい米になる。翌年、その子を掛け合わせて孫をつくった場合、必ずしも全てが、粒が大きく冷めても美味しい米になるわけではない。そこで、「ひやくまん穀どうしの交配で、ひやくまん穀(粒が大きく冷めても美味しい米)ができる割合はどれだけか」という課題を出した。

(a) Scratch を用いた遺伝子モデル

生徒はまず、Scratch で作ったシミュレーションで交配を行い、結果をカウントする。このシミュレーションは、スペースキーを叩くと交配され、遺伝子がランダムに入るようになっている。



ひやくまん穀の遺伝子シミュレーション

このシミュレーションを使ってペアで交配を行い、結果を記録した。1回の交配が2秒ほどで完了するため、2分間で多くのデータを取ることができた。



ペアでシミュレーションを行う様子

シミュレーションの結果、約半分がひやくまん穀の条件を満たす米になることがわかった。

この際、全てのペアの結果を集約しておき、授業の最後に集計結果を伝えた。この学級の結果は 9.19:7 となり、生徒からは歓声が上がった。



シミュレーションの集計結果

なお、この Scratch のリンクは、以下のベネッセのサイトからアクセスできる。

米の遺伝について考えよう

白山市立笠間中学校 浅見拓真先生



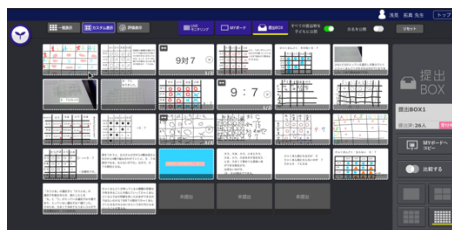
(b) オクリンク

次に、既習の遺伝の規則性を使って、生徒はこの割合を導き出す。答えは以下のパンネット・スクエアの通り、全部で16通りあるうちの9通りがひやくまん穀の条件を満たす米になる。

	大う	小う	大ま	小ま
大う	ひやくまん穀	ひやくまん穀	×	×
小う	ひやくまん穀	ひやくまん穀	×	×
大ま	×	×	ひやくまん穀	ひやくまん穀
小ま	×	×	ひやくまん穀	ひやくまん穀

パンネット・スクエア

生徒はこれを考え、オクリンクで提出する。提出 Box は最初から開放しているため、生徒は早くできた生徒のものをいつでも見ることができ、また直接本人に聞きに行くこともできる。



オクリンクの提出 Box

提出の様式はこちらから指定していない。図形機能を使って仕上げてくる生徒もいれば、全てフリーハンドの生徒もいる。ノートに書いたものを写真に撮って、上にテキストを貼って提出する生徒も見られた。



	大う	小う	大ま	小ま
大う	○	○	○	○
小う	○	×	○	×
大ま	○	○	×	×
小ま	○	×	×	×

卵細胞と精細胞の遺伝子のすべての組み合わせを表でかけあわせると左のようになる。よって、ひやくまん穀になる場合とならない場合の割合は9：7になる。

	大う	大ま	小う	小ま
大う	●	●	●	●
大ま	●	▲	●	▲
小う	●	●	▲	▲
小ま	●	▲	▲	▲

●=失敗
▲=ひやくまん穀

ひやくまん穀：ならない 9：7

	大う	大ま	小う	小ま
大う	大う大う	大う大ま	大う小う	大う小ま
大ま	大ま大う	大ま大ま	大ま小う	大ま小ま
小う	小う大う	小う大ま	小う小う	小う小ま
小ま	小ま大う	小ま大ま	小ま小う	小ま小ま

※赤は百万石
表を見ればわかります。

	大ま	大う	小う	小ま
大ま	×	○	○	×
大う	○	○	○	○
小う	×	×	×	×
小ま	×	○	×	×

9：7になりました。

生徒がオクリンクで作成した資料

最後に、発表者の画面を生徒の1人1台端末に共有して発表を行った。ICTを活用した発表でよく問題となるのが、発表者が話している間も他の生徒がタブレットで編集していて、発表を聞いていないという状況である。しかし、画面共有で発表することでそのような問題は起こらず、不要な指導場面を作らずに済む。



画面共有で発表している様子

この題材のメリットは、知っている知識を使って身近なものを考えることができる点である。しかし、難易度が高すぎて全員が達成できないというデメリットがあった。本実践では、1人1台端末とScratchを活用することで、特別な支援が必要な生徒も含めたクラス全員が課題を提出することができた。

(2) 2年生 化学分野

2年生化学分野では、化学変化を化学反応式で表せるようになる必要がある。Wu and Krajcik (2001)は、化学変化のような巨視的なレベルでの事象把握と化学反応式のような記号的なレベルでの事象把握を関連づけるためには、視覚的要素を媒介させることが有効であると指摘している。これまでも化学反応式の学習において、目に見えない原子や分子を捉えやすくするための様々な工夫がなされてきた。教科書にも載っている、おはじきや磁石を使ったモデルが有名である。しかしこれらは、準備・作成の手間がかかる上に、基本的にモデルは一班に一つのため一人一つ触らせることができない。

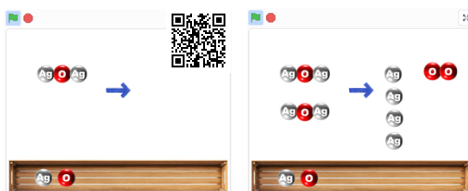
そこで本研究では、Scratch とミライシードのオクリンクを用いた原子モデルを活用して、化学反応式や酸化・還元について、粒子概念の形成と内容の理解を目指し、実践を行った。

(a) Scratch を用いた原子モデル

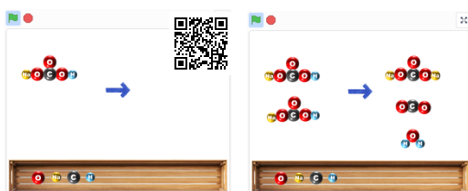
Scratch で作ったモデルは、劣化することなく、複製や修正も容易である。何より、生徒が一人一つ扱うことができるため、より理解しやすいと考えられる。



水の電気分解のモデル

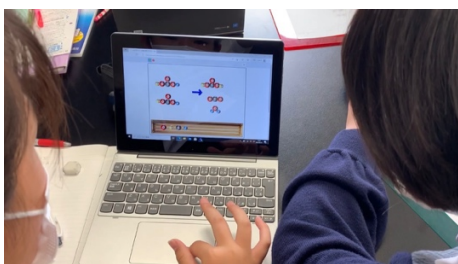


酸化銀の熱分解のモデル



炭酸水素ナトリウムの熱分解のモデル

生徒は、Teams のリンクから、いつでも Scratch のモデルにアクセスし、活用することができる。生徒は、まず Scratch のモデルを使って化学反応式をつくる。わからないところがあれば、級友に聞いたり、教科書を見たりして理解することができる。

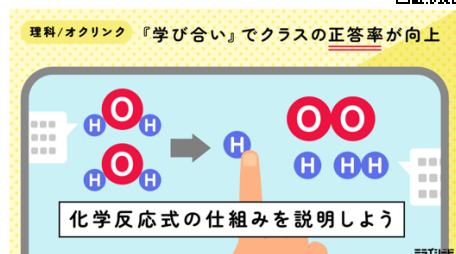


イオンモデルを使って説明している様子

なお、この Scratch のリンクは、以下のベネッセのサイトからアクセスできる。

化学反応式の仕組みを説明しよう

白山市立笠間中学校 浅見拓真先生



(b) オクリンク

次に、オクリンクで原子や分子の素材を渡して、「化学反応式の作り方を、図と言葉で説明する」という課題を出した。生徒はこれを考え、オクリンクで提出する。



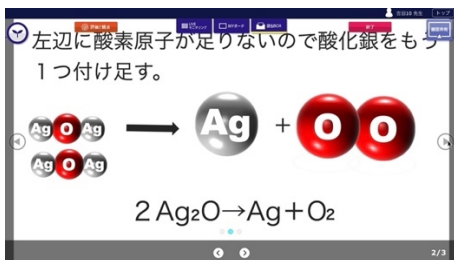
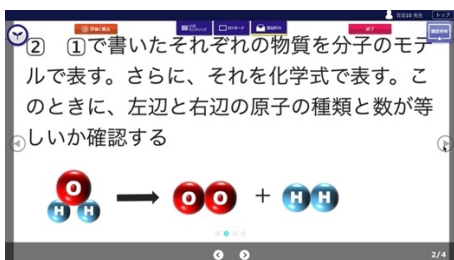
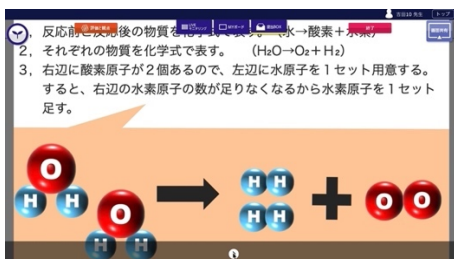
オクリンク資料を作成している様子

提出 Box は最初から開放しているため、生徒は早くできた生徒のものをいつでも見ることができ、また直接本人に聞きに行くこともできる。



オクリンクの提出 Box

Scratch を作成する際に作った原子や分子の画像を、自由に使える素材としてそのまま生徒に渡した。最初にある程度数の素材をオクリンク経由でまとめて渡しておき、さらに必要な分は生徒が各自 Teams からダウンロードして使う。提出の様式はこちらから指定しておらず、5枚のカードを使ってスライドのようにまとめる生徒もいれば、全ての情報を1枚のカードにまとめた生徒もいる。



生徒がオクリンクで作成した資料

最後に、発表者の画面を生徒の1人1台端末に共有して発表を行った。



画面共有で発表している様子

この化学反応式のモデルは、酸化・還元でも同様に使用した。

酸化銅の還元の実験では、炭素や水素、エタノールに加え、煎餅でも還元を行った。

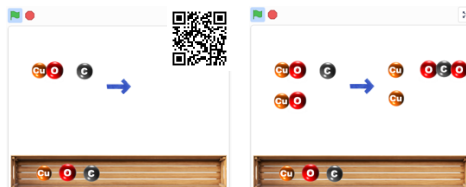


炭素による酸化銅の還元の実験



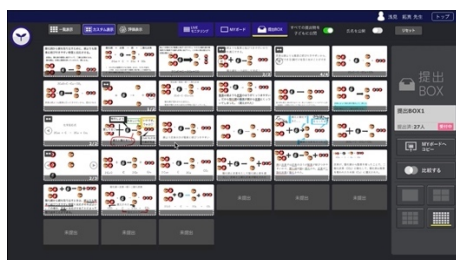
煎餅による酸化銅の還元の実験

生徒は Scratch のモデルを使い、酸化還元反応について理解する。



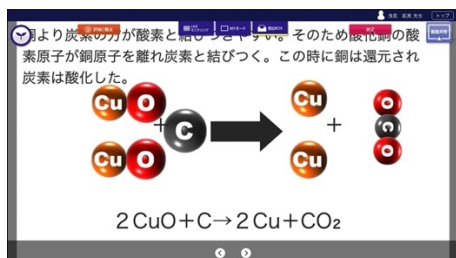
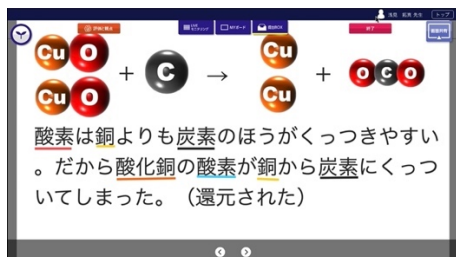
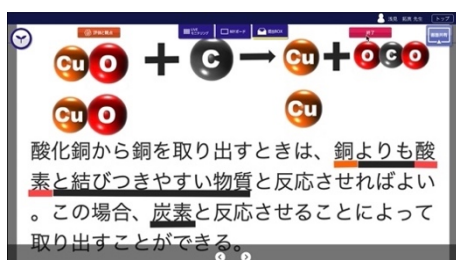
酸化銅の還元モデル

次に、オクリンクで素材を使って「酸化銅の還元を図と言葉で説明する」という課題について考え、オクリンクで提出する。



オクリンクの提出 Box

生徒は資料をわかりやすくするために、文章に色を使ったり、酸化還元反応を恋愛に例えたりと様々な工夫をしていた。



生徒がオクリンクで作成した資料

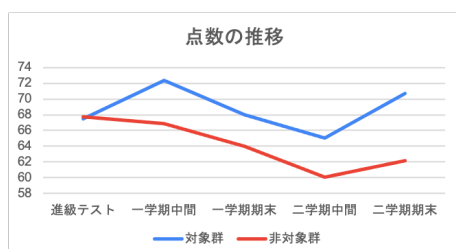
3 成果及び課題

3-1 令和3年度実践(金沢市立高尾台中学校)

担当学級 3 クラス(106 人)を対象群, 非担当学級 2 クラス(74 人)を非対象群として, 定期考査と学校評価の生徒アンケートについて比較した。

(1) 定期考査

年度当初(進級テスト)と, 3 年生化学分野, 物理分野を含む定期考査の平均点について比較すると, 対象群は非対象群に比べて 8.54 ポイント高かった。



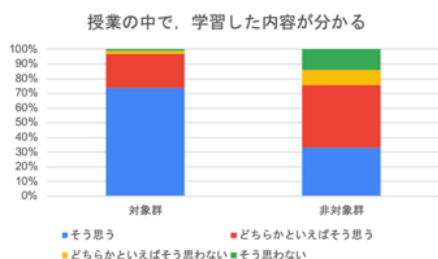
有意水準 5%で両側検定の t 検定を行ったところ,

$$t(177) = 2.508, p < .05$$

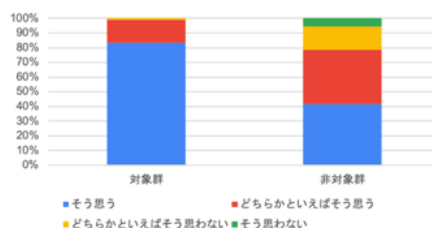
であり, 対象群は非対象群に比べて, 理解度が有意に高いことがわかった。

(2) 学校評価の授業アンケート

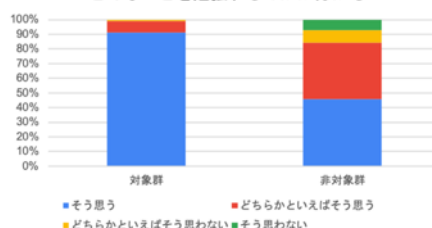
学校評価の生徒アンケートについて, 回答を比較した。



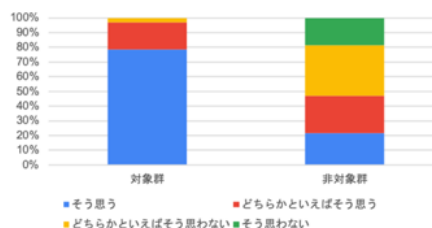
意欲的に授業に取り組んでいる



授業では課題がはっきりしていて
どんなことを勉強するのが分かる



授業では, 意見を出し合ったり
話し合ったりして課題に取り組んでいる



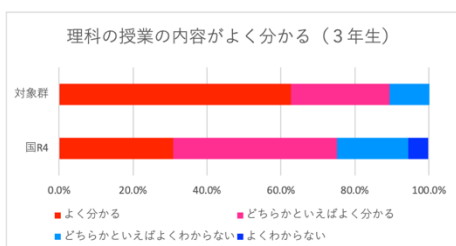
対象群と非対象群で χ^2 検定を用いて検定した結果, 以下の全ての項目で有意差が認められた ($p = .000$)。

3-2 令和4年度実践(白山市立笠間中学校)

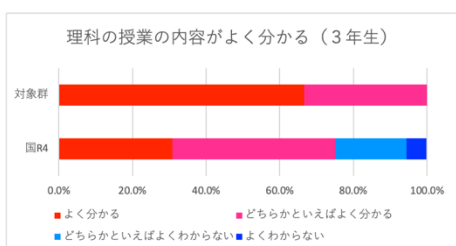
(1) 3 年生について

担当する3年生全学級(3 クラス 86 人)を対象群とし, 学校評価の生徒アンケートについて考察した。本校の学校評価は全国学力・学習状況調査と同じ文言となっているため, 全国学力・学習状況調査の結果と比較した。

遺伝や電気分解, 電池のしくみについては, 対象群は肯定的な回答が 89.4%で, 国と比較して 14.2%高く, χ^2 検定を行ったところ, 有意差が認められた ($p = .009$)。



また、中和については、対象群は肯定的な回答が100%で、国と比較して24.8%高く、 χ^2 検定を行ったところ、有意差が認められた($p=.000$)。



(2) 2年生について

担当する2年生2クラス(65人)を対象群とし、定期考査と学校評価の生徒アンケートについて、石川県基礎学力調査や全国学力・学習状況調査の結果と比較した。また、非担当学級1クラス(33人)とも比較した。

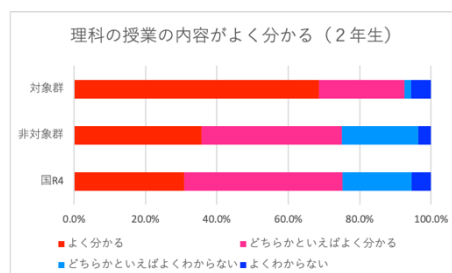
石川県基礎学力調査の化学反応式に関する問題の比較では、担当学級の正答率は73.7%で、県平均と比較して12.5%高く、 χ^2 検定を行ったところ有意差が認められた($p=0.059$)。また、非担当学級と比較して27%高く、 χ^2 検定を行ったところ有意差が認められた($p=0.000$)。

	正答率	大問全体の正答率
担当学級(2クラス)	73.7%	68.0%
非担当学級(1クラス)	46.7%	55.0%
石川県平均	61.2%	58.9%

化学反応式を初めて学習した翌週の定期考査で出題したため、まだ不慣れな生徒にとっては困難な部分もあったと思われるが、よく理解していると感じた。

学校評価については、対象群の肯定的な回答は92.6%で、国と比較して17.4%高く、 χ^2 検定を行ったところ有意差が認められた($p=0.001$)。また、

非担当学級と比較して17.6%高く、 χ^2 検定を行ったところ有意差が認められた($p=0.001$)。



以上より、担当する対象生徒は、内容の理解に有意な上昇が見られ、本実践が生徒の学習内容の理解につながる事がわかった。また、生徒はゴールを明確にしてゴールに到達するための手段や方法を考えながら、意欲的に他者と関わり問題を解決しようとしていることもわかった。

1人1台端末などの道具を活用し、他者と関わりながら学ぶ姿勢や態度は、新学習指導要領が求めるより良い学び手の姿であると考ええる。

本実践では、特に理科を苦手と感じている生徒の意欲を向上させることができた。熱心に課題に取り組む、級友と積極的に学び合う姿が多く見られたことは大きな成果である。

この授業は、いつでも級友と学び合える環境がある。疑問がある生徒は、解決に向けて級友に助けを求めることができ、解決することができた生徒は、級友を解決へと導くことができる。苦手な生徒に限らず、全生徒が安心して学び合える環境が整っており、このことが学習内容の理解と、「できるようになりたい」という学びの意欲につながったと考えられる。

今後は、本研究のようなコミュニケーションツールとしての1人1台端末を用いた効果的な『学び合い』の実践を続け、さらに生徒の理解と意欲が向上するような『学び合い』となるように、研究を続けていきたい。

謝 辞

本研究にあたり、清水晴美 教頭(白山市立笠間中学校)、山崎多加佳 前金沢市立清泉中学校主幹教諭(現石川県教育委員会事務局学校指導課指導主事)、小池洋司 先生(千葉県松戸市立小金中学校)、鶴山達也 先生(津幡町立津幡中学校)、出口翔太 先生(福井県福井市社中学校)、長坂颯人 先生(金沢市立泉中学校)にご指導いただき、大変お世話になった。この場を借りて、感謝の意を申し上げる。

参考文献

- 1) 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)」
- 2) 菌部幸枝ほか(2012)「中学校イオン学習における生徒の意識調査 理解困難と感じる場面と意識の変化」,『日本理科教育学会全国大会要項 (62)』, 302
- 3) 田中将希ほか(2014)「中学校第 3 学年 化学変化とイオン 単元の最適化に関する研究」,『日本科学教育学会研究会研究報告』, Vol. 29, No. 1
- 4) 豊福晋平ほか(2020)『デジタル・シティズンシップ』, 大月出版
- 5) 三崎隆(2018)『中学校理科の「学び合い」』, 大学教育出版
- 6) 西川純(2006)『実証的教育研究の技術』, 大学教育出版
- 7) 西川純(2022)『GIGA スクールを成功させる教師の言葉かけ』