

理科 の 教育

令和5年6月号
通巻851号
2023 / Vol.72

| | |
|-------------------------|----|
| 全国大会(二次案内)..... | 54 |
| 『理科の教育』 公開編集委員会..... | 56 |
| 学会通信..... | 58 |
| 入会案内..... | 60 |
| 次号予告..... | 64 |

【特集】 見せてください！あなたの学校の 理科室・理科準備室

■新しい時代の理科室経営について

- 1人1台端末のある理科室での学習の考え方 高橋 純.....5
- デジタル時代の理科室はどうあるべきか
－「役割分担」と「情報の共有」の視点から－ 森 健一郎.....8

■新しい時代の理科室経営の実践（小学校）

- ヒト・モノ・コトが生み出し続ける学びの空間－判断の主体を子どもたちに
委ねる授業デザインの2年次－ 井野 雄介.....12
- 「楽しい」が広がる理科室前ネイチャーワールド 常田 幸江.....15
- 誰もが楽しめる理科授業にするために
－子どもも先生も楽しい理科授業経営－ 秋元 孝文.....18
- 子どもが主体的に動き出せる理科室の工夫－宇都宮大学共同教育学部附属小学校
の理科室・準備室－ 渡邊 雅浩.....21

■新しい時代の理科室経営の実践（中学校）

- 工夫により広がる理科室の可能性
－時代に合わせた柔軟な使い方－ 村越 悟.....24
- 誰にとっても使いやすい理科室・理科準備室
－UDを意識した理科室経営－ 井出 祐介.....27

■新しい時代の理科室経営の実践（中等教育学校）

- 中学校と高等学校のカリキュラムの接続を考えた理科室経営－中学校から高等
学校の学びへつなげる中高一貫校の工夫－ 上村 礼子.....30
- 新しい時代の「科学教育」と最適化された理科室の検討－「真の学力」の育成を目指す
さいたま市・国際バカロレア (IB) 認定校での取り組み－ 木村 佑介.....33

■新しい時代の理科室経営の実践（高等学校）

- 自校の特徴を意識して多面的な役割・機能を付与した理科実験室
仲野 純章・米田 敬司・石橋 涼.....36

連載講座

- 『理科教育学研究』を授業に生かす
数学と理科の教科等横断的な学習の試み
－中学校第1学年「密度」の発展的授業を例に－ 金井 太一.....40
- 生徒をひきつける観察・実験
「月の見え方」の学習課題を見つける 江崎 士郎.....42
- 教材研究一直線
スタンプづくりの極意② 田中 千尋.....44
- 教材の隠し味
ピーカーと線香の煙を用いた凸レンズの屈折光の可視化 高橋 政宏.....46

Show Us Your School's Science Room & Science Preparation Room !

- 5..... Way of Thinking About Teaching and Learning With PC/Tablet for Each Student in Science Room
TAKAHASHI Jun, Tokyo Gakugei University, Tokyo
- 8..... How Science Room Should Be in Digital Era ? : From the Viewpoint of "Role Sharing" and "Information Sharing"
MORI Kenichiro, Hokkaido University of Education, Hokkaido
- 12..... Learning Space to Keep Creating Man, Matter, and Thing : 2nd Year of Instructional Design to Leave the Decision up to Children
INO Yusuke, Yao Elementary School, Osaka
- 15..... Nature World in Science Room Where Children Find Much Joy
TSUNEDA Sachie, Meisei Elementary School, Tokyo
- 18..... In a Bid to Make Science Lessons More Enjoyable for All Children : Instructional Design of Enjoyable Science for Both Children and Teacher
AKIMOTO Takafumi, Ishiwa Elementary School, Saitama
- 21..... To Improve Science Room Where Children Think and Act Independently : Science Room and Science Preparation Room of Elementary School Attached to Utsunomiya University
WATANABE Masahiro, Elementary School Attached to Utsunomiya University, Tochigi
- 24..... To Expand the Possibility of Science Room by Using Ingenuity : Flexible Approach in Keeping with the Times
MURAKOSHI Satoru, Kanda-Hitotsubashi Lower Secondary School, Tokyo
- 27..... An Easy-to-Use Science Room & Science Preparation Room for Everyone : Management of Science Room with Universal Design in Mind
IDE Yusuke, Iwamatsu Lower Secondary School, Shizuoka
- 30..... Management of Science Room, Bearing in Mind the Articulation of Lower and Upper Secondary Schools' Curriculums : Improvement at Integrated Lower & Upper Secondary School to Bridge the Learning from Lower to Upper Secondary School
KAMIMURA Reiko, Tama Upper Secondary School, Tokyo
- 33..... "Science Education" in New Era, and Consideration of Optimized Science Room : Efforts at Authorized School that Offers the International Baccalaureate, to Promote "Genuine Academic Ability"
KIMURA Yusuke, Omiya International Secondary School, Saitama
- 36..... Science Laboratory Equipped with Multi-function and Multi-role, Identifying the Characteristics of our School
NAKANO Sumiaki, KOMEDA Takashi, ISHIBASHI Ryo, Nara Upper Secondary School, Nara

- 40... Bringing "Journal of Research in Science Education" into the Classroom
- 42... Demonstrations to Attract Students
- 44... Hot Pursuit of Science Material Development
- 46... Tips to Spice up Instructional Materials
- 48... Let's Try! DX in Science Lesson
- 50... My Teacher Is a Science Magician <NEXT>
- 52... Science and My Job

目次英訳：柿原聖治

A table of contents is translated into English by KAKIHARA Seiji

<今月の表紙>

ウリハムシ

学名 : *Aulacophora femoralis*

コウチュウ目ハムシ科。
スイカやキュウリなどにつく害虫として知られるハムシの一種。4月に気温が上がり始めると、ウリ科の植物に産卵し、幼虫はその根を食べる。

表紙写真：片平久央

表紙・本文デザイン：辻井 知 (SOMEHOW)

● Let's Try ! 理科授業のDX

動的なワークシートの実現 「動画」の挿入で子どもの記録が変わる！

横田 直人.....48

● 先生はサイエンスマジシャン NEXT

QR コードの秘密

辻本 昭彦.....50

● 理科とわたしの仕事

水産高校は科学の実践の場

加藤 司.....52

新たな時代の理科室経営に向けて

理科室・理科準備室は、「児童生徒を理科好きにさせたい」「児童生徒に主体的に観察・実験に取り組みせたい」など、理科を担当する先生の願いや思いが込められている空間である。学習指導要領の改訂や最近の教育改革の流れに呼応するように理科室・理科準備室もさらなる充実が必要である。先生方は学習指導要領の改訂によって、新たな単元、学年移動した単元、前回よりもより充実された自然災害に関する内容によって、新たに教材・教具を自作したり、購入したりしてそろえるなどの準備をされていることだろう。また、最近の教育改革の一つであるGIGAスクール構想によって、子どもたちの手元に1人1台端末が届けられているが、理科の授業でも様々な場面で活用されており、理科のデジタル教材も増えていることだろう。そのような流れの中で「主体的・対話的で深い学び」の視点に立った授業改善を目指し、児童生徒にも使いやすい理科室が工夫されてきているのではないだろうか。

しかし、各学校が抱える環境や現状は厳しいものがあることは否めない。「理科室備品の学校予算が少ない」「収納スペースが少ない」「老朽化で使えるスペースが限られる」、小規模校からは「理科室と家庭科

室が一緒にスペースがない」など、「整備したいがなかなか進めることができない」といった声、さらに小学校では「専科制や教科担任制によって、理科室の整備方針が変化した」、中学校や高等学校では「複数配置による先生方の理科室の運営の考え方の違いがある」といった声が聞こえてくる。一方で、こうした厳しい環境や現状においても先生方が「デジタル教具が扱いやすい環境を心掛けた理科室をつくっています」「児童生徒が観察・実験を主体的に取り組みやすくする理科室の環境をつくっています」「児童生徒が興味関心をもつための工夫をした理科室をつくっています」など、日々奮闘している声も聞こえてくる。

そこで、本特集では「デジタル時代に即した理科室の環境」「授業における実感的な学びとともに、理科室の環境に隠された何気ない環境からの学び」「授業を効率よく実施するための授業準備を支える理科室、理科室の教材教具の配置」など、先生方の思いの詰まった理科室・理科準備室の工夫を紹介していただく。それらにより、急速に変化する時代の中で、新たな時代の理科室経営の在り方の一つの提案としたい。

(『理科の教育』編集委員会)



[新しい時代の理科室経営について]

1人1台端末のある理科室での学習の考え方

高橋 純

1. はじめに

近頃、AIによるサービスが話題である。しかし、コンピュータ画面上にいかにか充実した情報が表示されても、実際の体験まではできない。実際に身体を動かして学んでいくことの重要性は変わらず、むしろ一層重視されるようになるに違いない。このように考えたときに、身体を動かして実験が行える理科室の役割は一層重視されるものと考えられる。一方で、単なる動画の後追いの実験、指示された手順通りに行うだけの実験といった質が低めの体験は、実験の仕方そのものを学ぶ初期段階であればともかく、その意義が問われかねない。実験という学習活動の質の確保や向上が求められると言える。

1人1台端末もAIの進化を踏まえて、より本質を意識して活用を進めていく必要があるだろう。そこで本稿では、筆者の専門である教育の情報化の観点から、1人1台端末の考え方について述べ、読者の皆様に新しい時代の理科室経営の実践に寄与する情報提供を行いたい。

2. 資質・能力の育成と端末活用

授業は紙や鉛筆、黒板といった学習環境を前提に、100年以上にわたって先達の教師たちによって最適化が図られてきた。その授業の枠組みそのものを変えずに情報端末を導入したとしても、それは紙や鉛筆を使い続けた方が効果的なのは自明であろう。

そこで資質・能力と端末活用をイメージとして整理した(図1)。縦軸に資質・能力の高まり、

横軸に発達段階を置く。

A領域は低学年を示しており、子どもの発達を考えたり、基礎基本や体験活動の重要性を考えたりすれば、端末活用は限定的と言えるだろう。

B領域の個別の知識・技能とは、一斉指導による授業で中心的に指導されていると考えられるが、次第にAIドリルや学習動画などが多用されていくと思われる。一人一人の状況や興味・関心に基づいて学習ができ、一斉の単線型の学習形態から、複線型に転換できる。また、自分に合う講師の動画を選んだり、アプリを選んだりと学び方も選択できる。学習の時間や場所も選ばないので、当然、理科室での活用も可能であろう。理科実験の補完や補充などに活用できる。ただし、どんなに活用しても、理科実験の全てが置き換わらないとすぐに理解できるように、それがAIドリルや動画による学習の限界となる。しかし現在、普通教室で行われている学習の多くは、こうした程度の可能性がある。しかも、多様な子どもが増える中において、個人差に対応しにくい一斉指導で行われている。そこで置き換わりが進む可能性があると思像できるのである。

C領域は、思考力・判断力・表現力等といった高次の資質・能力の育成を対象としている。ここでは、子ども一人一人が課題等をもって学習して

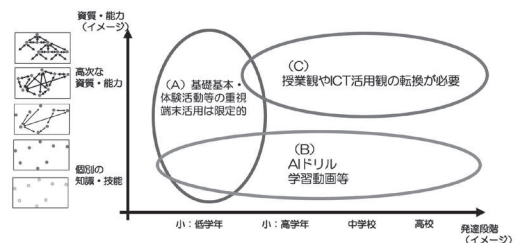


図1 資質・能力と端末活用

いく複線型の授業が基本となる。1人1台端末は、主に学習の成果（アプトプット）を記録する道具として活用される。これには「授業観×ICT活用観」の転換が求められると思われる。次節以降で説明したい。理科実験で言えば、そもそも複線型であると考えられるかもしれないが、磁石の実験など実験材が一人一人にあり、一人一人が自分なりに試行錯誤できる環境の場合に限られるだろう。理科室

で行う多くの実験では、班に一つの実験材しか準備できないケースも多い。費用やスペース等の問題がなければ、当然、一人一人に実験材を準備するのが基本と言える。専門外の立場から言えば、最も理科室で求められているのは、子ども一人一人の実験環境であろう。1人1台端末を理科実験で活用する際もここが最大のボトルネックであり、端末活用に特別な工夫が求められる点になっている。

3. 1人1台端末を活用する授業観

特に図1のC領域に関わって、授業観の転換が必要と述べた。その一助となる考え方をお示ししたい（高橋，2022a）（図2）。

まず、子ども一人一人が主語となる授業をしたと考える。言われるまでもなく、教師なら誰もが抱くことである。となると、一斉の単線型ではなく、一人一人が学ぶ複線型の授業を指向することになる。この時点で、例えば先に述べた理科室の一人一人ではない実験環境の不足が見えてくる。そして、子ども一人一人が学ぶ複線型を実現しようとしたときに、個別最適で協働的な学びや、自

1. 子供は一人一人
2. 複線型の授業
3. 個別最適・協働的な学び、自由進度学習の理論等
4. 自己決定、自己調整（問、学習過程、学習形態、協働等）
5. 一人一台端末（白紙共有、他者参照、途中参照等）
6. 情報活用能力

図2 1人1台端末の活用と授業づくりの検討事項

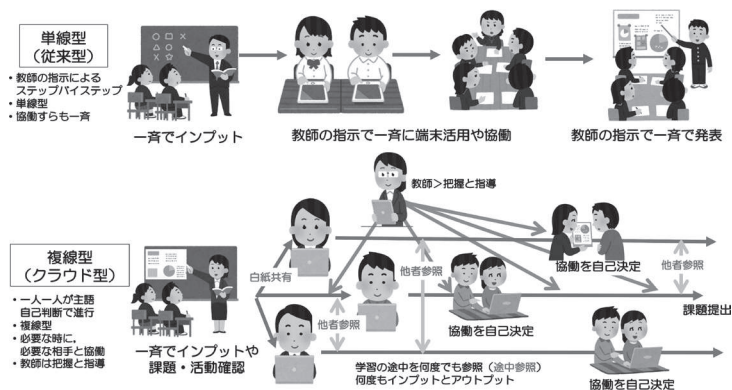


図3 1人1台端末活用の新旧イメージ

由進度学習といった理論や考え方がある。こうして考えていけば、個別最適で協働的な学びの目的やイメージもわかりやすくなる。この際、30人の子どもがいれば30通りの指導を教師がするのは不可能である。生涯にわたって能動的に学び続けるためにも、子ども自身が自己決定や自己調整を繰り返しながら自ら学んでいくことが求められる。

ここまでは1980年代から理論化されており、実践も行われ、成果を上げてきた。しかし、例えば子ども全員のノートの収集、確認、返却が必要となるなど、こうした手間の大きさで普及に至りにくかった。そこで、1人1台端末を活用した学習のアウトプットの作成である（図3）。複線型によって増大した教室内の学習情報を、教師が受け止めるために、ICTの力も借りる。特にクラウド活用によって、教師と子ども間、子ども同士において、成果を共有する以前の白紙の段階から共有し、常に他者参照できるようにし、成果の途中参照も自在にできるようになった。これらにより複線型の授業が実現しやすくなった。そして、こうした子ども一人一人の学習を支えるのは、一人で学ぶための情報活用能力である。一人でも調べたり、まとめたり、伝えたり、端末も使いながらできることが前提となる。教師の細かい指示があればできるレベルではなく、例えば子ども自身が情報を整理しようと自ら発案し、実際にできるレベルでの情報活用能力である。

特集●見てください！ あなたの学校の理科室・理科準備室

[新しい時代の理科室経営の実践(小学校)]

ヒト・モノ・コトが生み出し続ける学びの空間

—判断の主体を子どもたちに委ねる授業デザインの2年次—

井野 雄介

1. 授業デザイン

(1) ヒト・モノ・コトが生み出す解釈と分析のスパイラル

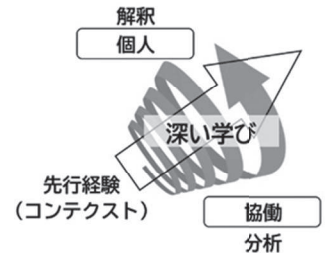
友達がいる。先生がいる。机がある。椅子がある。黒板がある。大型液晶テレビがある。タブレット端末がある。クラウドがある。モバイルディスプレイがある。タブレットアームスタンドがある。素材がある。自然がある。子どもたちは日々の活動でそれらと直観・直感で対話し、学びを紡いでいる。このような状況をアフォードするため、授業者は環境をコーディネートするという支援を行う。「常に対象（自然）と話す」「常に他者と話す」、そして「常に自分と話す」という状況が生まれる環境をつくる。ここに対話を常に行える、インタラクティブな対話空間が生まれる。このような環境の下、子どもたちは比較したり、関係付けたりするといった見方・考え方を相互補完的、相互支援的に働かせることによって問題解決する、探究するという状況を生み出し続けることができる。



具体として、子どもたちが「問題解決のプロセスを文脈として捉え、その妥当性を協働の中で図る」ことができる環境をコーディネートしている。

特に「妥当性を協働の中で」というのは、問題解決や探究のプロセスを見える化する手段である。「対象（自然）」があるから話す、「他者」がいるから話す、だからこそ利那に「自己」と話す。そこには対話空間としての自由がある。対話空間の

自由は、制限されることがない。このような対話空間を阻害する権利は、教師といえどももち得ない。子どもたちは、これまでに培ってきた比較したり、関係付けたりするといった見方・考え方、そして各教科教育で培ってきた見方・考え方を教科横断的に直観・直感で働かせ、問題や課題へのアプローチと、問題解決・探究の妥当性や先行経験から結論を導き出す推論を図る。ただし、子どもたちはそれらの見方・考え方を一人で駆使し、一人で到達することなど



到底成し得ない。だからこそ、子どもたちは常に話せる。常にノートに書ける。常にタブレット端末を使える。常に対象に語り掛ける。子どもたちが「常に対象（自然）と話す」「常に他者と話す」「常に自分と話す」という状況を生み出すと同時に、相互補完、相互支援の環境を学びの場として、自立的・自律的につくり出す。

このような状況を生む環境で子どもたちは、「友達に解釈を聴きたい」「自分の解釈と比べたい」「自分の解釈したことを伝えたい」、そして「もっと試してみたい」と、対話を刹那で捉えることとなる。ここに「解釈と分析のスパイラル」が起こる。このような学びの空間で、子どもたちは「一人で考え、自ら判断してもよいし、友達と共に考え、友達と共に判断してもよい」という相互許容、相互受容の空間をつくり出す。

(2) 相互補完、相互支援の受容空間が生み出す
ティンカリングと、試しを解き放つ活動
理科は実験操作や実験器具を安全に扱う支援が

必要になるため、「〇〇をやりなさい」「〇〇を使いなさい」といった授業者の指示が少なくない。

しかし、これからの社会を形成する子どもたちである。マニュアルを読まずにティンカリングで解決しようとするエージェンシーを求められるのは子どもたちである。多数ある見方・考え方の中から、直観・直感で判断する主体は子どもたちである。子どもたちが自分たちの「やってみよう！」と思う手段・手法を試し続ける中で、「うまくいった!」「もうちょっとこうしたらいいかな?」「別の方法でやってみよう!」といった想いと共に、道具やツールに、そして、自分たちを取り巻く環境に、意味や価値をもつようになる。だからこそ、子どもたちに判断の主体を委ねる学びのデザインの一端を担う、環境をコーディネートするという授業者の支援が必要となる。



45分の授業時間だけでは、効果的な見方・考え方を働かせることができないかもしれない。検討違いのため失敗するかもしれない。こんなとき助けになるのが他者の存在になる。うまくいかなかったとき、失敗したときに笑顔が生まれるのは他者がいるからである。また、効果的な見方・考え方を働かせることができたとき、それを認めてくれるのも他者である。互いの見方・考え方の働かせ方を補完したり、苦手としている分野や内容を支援し合ったりすることで、互いの対話、互いの見方・考え方に意味や価値を見いだし、相互補完、相互支援の環境に意味と価値を見いだす。協働の学びが、個別最適な学びの環境を生むことになる。

協働の学びが生む個別最適な学びの環境は、試行錯誤を繰り返す中で、働かせる見方・考え方を見い出すティンカリングと極めて融和性が高い。協働が生み出す受容空間で、協働解決しようとする相互補完、相互支援の関係性から、授業者は子どもたちのコ・エージェンシーをコーディネートする。相互支援と協働評価を一体化する。

このような環境が、授業者の「〇〇をやりなさい」「〇〇を使いなさい」、子どもたちの「先生、〇〇をやっていいですか」という授業の、そして、教育の権威構造を解放する。子どもたちは手段・手法を試す中、自分たち自身で、ヒト・モノ・コトに意義を見いだす。

※本稿は、本誌 2022 年 7 月号「タブレット端末の文具的活用が生み出す学びの空間」のマイナーアップデートである。

2. 授業の実際

(1) タブレット端末をモバイルディスプレイにミラーリングしてみる子どもたち

小ミーティングルームを社会モデルとし、2022年4月から19インチバッテリー内蔵ディスプレイ4台を理科室に準備し、タブレット端末を有線で接続できるHDMIケーブル4本と、無線で接続できるワイヤレスアダプタ4つを準備し、持ち運び方や接続の仕方、画面ミラーリングの仕方を説明し、理科室の片隅に置いてみた。

もちろん、子どもたちは「新しい道具」に飛びつく。使ってみる。試してみる。「新しい道具」



スタンプづくりの極意② ※3回シリーズの2回目

田中 千尋

今回の教材「スタンプ」

※関連単元 全学年・全領域



1. 紫外線ランプを照射する

出来上がった「原稿」を装置に置いてスイッチを入れると、下から紫外線が照射される。実は紫外線は目には見えないので、正確には「紫外線を含んだ光線」である。原稿は白黒を反転させてあるので、スタンプにした部分（出っ張らせた部分）だけ光が透過しているのがわかる。文字は普通に読める状態でよい。印材に焼き付けたときに、左右が反転するのだ。写真ではわかりやすいように蓋を開けているが、実際には紫外線照射装置の黒い蓋を閉めてから、紫外線を照射させる。



印材の紫外線硬化樹脂には、保護フィルムが貼ってある。それををはがし、フィルムが貼ってあった面を下にして、原稿の上にセットする。写真がセットし終わった状態。この時点では、下から光は当てない方がよい。



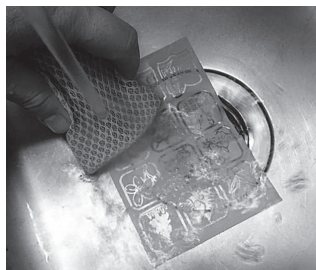
装置の蓋を閉めて、タイマーを③にセットする。その後スタートボタンを押すと緑のランプが点滅し、紫外線の照射がスタートする。照射が終わるまで約3分かかるが、その間、絶対に蓋を開けてはならない。3分後、ランプが消えたら蓋を開け

る。しかし、この時点では使用前のシートと何も変化はない。この後、シートを水洗いすると、凹凸が現れるのだ。

2. 紫外線硬化樹脂を水洗いする

紫外線硬化樹脂は、紫外線を照射した部分だけが硬化し、他の部分は水に溶けて洗い流せる。残った部分が、印面（凸面）になる仕組みだ。「洗い出し」は冷水でも可能だが、時間がかかるので「ぬるま湯」が一番よい。瞬間湯沸かし器があれば、35～38℃ぐらいに設定して、お湯を流しながら洗い出すのが最も効果的である。

流しの底にシートを置いて、印面を上にして流れるお湯を当てる。同時にスポンジ（メッシュ付きか、凹凸のあるスポンジが一番よい）で表面をこする。強くこすってはいけない。お湯に溶けた、感光していない樹脂を落とす感覚で、軽くこする。この作業は3分以内に終えた方がよい。時間をかけ過ぎると、感光した部分（凸部）も溶け出すことがあるのだ。



洗い出しが終わると、紫外線が当たらなかった場所は水に溶けて消えている。紫外線に当たった部分は溶け残り、透明薄板

