

研究課題	オンライン実験授業を活用した探究学習による小学理科教育の実践
副題	～在外教育施設補習授業校における初等教育の教育効果の向上にむけて～
キーワード	補習授業校、理科教育、探究学習、ICT 活用、オンライン授業、植物栽培、アサガオ、比較観察
学校/団体名	私立ブルーミントン日本語補習校
所在地	〒47401 3924 E. Breckenmore Dr., Bloomington, Indiana, アメリカ合衆国
ホームページ	https://bloomingtoninjapan.wixsite.com/website

1. 研究の背景

在外教育施設である補習授業校は、海外での生活の中で日本語に触れる機会が限られる児童生徒に対して、日本語による教育を受ける機会を確保することを目的として設置されている教育機関である。これらの学校では、文部科学省が定める学習指導要領に基づいた教育が行われている。多くの補習授業校では、週1回程度の授業形態で年間40日前後の授業日に国語や算数を中心とした教育が行われている。日本国内の学校と比較すると授業時間は大幅に限られている。このような教育環境の中で、理科教育をどのように実施するかは多くの補習授業校に共通する課題となっている。

理科教育においては、観察や実験を通して自然現象を理解する学習活動が重要である。しかし補習授業校では、学校施設を常時利用できない場合が多く、栽培や飼育を伴う教材を長期間にわたって扱うことが難しい。また、実験器具や教材を保管する場所の確保も容易ではない。そのため、理科を通年で開講する補習授業校は極めて限定的である。

さらに、補習授業校に通う児童生徒は、平日は現地校で教育を受けており、科学教育の内容や授業時間は、学校や地域によって大きく異なる。ある学校では科学教育に多くの時間が割かれている一方で、別の学校では科学教育の時間が非常に少ない場合もある。このような背景から、児童生徒の科学的経験や知識には大きな差が生じる可能性がある。

こうした状況の中で、児童生徒が観察や実験を通して自然現象を理解し、自ら問いを立てて考察する探究的な学習をどのように実現するかが重要な課題となっている。特に植物栽培などの継続的な観察活動は、自然現象の変化を時間的に追跡することができるため、理科教育において有効な教材である。しかし、前述のような施設や時間の制約により、補習授業校では継続的な栽培活動を実施することが難しい場合が多い。

近年、ICTを活用したオンライン授業は、地域や学校を越えて学習機会を共有する手段として注目されている。オンライン環境を活用することで、離れた地域に住む児童生徒が同じ教材を用いて実験や観察を行い、その結果を共有することが可能になる。こうした環境は、限られた教育資源の中でも探究的な学習活動を実現するための有効な手段となり得る。探究型学習は、観察や比較を通して科学的思考を育てる学習方法として理科教育分野で広く研究されてきた[1-4]。本研究では、このようなICT環境を活用し、家庭での植物栽培とオンライン授業を組み合わせた理科

教育の実践を行い、補習授業校における探究学習の可能性について検討した。

2. 研究の目的

本研究の目的は、家庭での観察活動とオンライン授業を組み合わせた理科教育の実践を通して、在外教育施設における探究的学習の可能性を明らかにすることである。

具体的には、次の三点を研究の目的として設定した。

第一に、オンライン授業を活用した観察結果の共有が、児童の探究的学習を促進するかを検討することである。児童がそれぞれの家庭環境で行った観察結果を共有することで、他者の観察結果と比較しながら考察する学習活動が成立する可能性がある。本研究では、このような学習環境の中で児童がどのように問いを立て、観察結果を解釈していくかを明らかにすることを目的とした。

第二に、植物栽培を教材とした理科実践が、児童の科学的な見方や考え方の形成にどのような影響を与えるかを検討することである。植物の栽培活動は、生物の成長や変化を継続的に観察することができるため、理科教育において重要な教材とされている。本研究では、児童が植物の形態や生育の違いを観察する過程で、どのような理解の変化が生じるかを検討した。

第三に、家庭環境での栽培活動とオンライン授業を組み合わせることにより、補習授業校の教育条件の中でも継続的に理科教育を実施するための教育モデルを提案することである。補習授業校では施設や時間の制約が大きいいため、学校施設に依存しない教育方法の開発が求められている。本研究では、家庭栽培とオンライン共有を組み合わせた学習方法が、在外教育施設における理科教育の一つの実践モデルとなり得るかを検討した。

3. 研究の経過

本研究は、補習授業校における理科教育の可能性を検討することを目的として、家庭での植物栽培活動とオンライン授業を組み合わせた学習活動として計画された。研究の実施にあたっては、授業設計、教材準備、栽培活動、オンライン授業の実施という段階を経て進められた。

まず研究の初期段階では、理科教材として使用する植物の選定および授業計画の作成を行った。本研究では、日本の小学校理科教育において広く利用されている教材であるアサガオを用いることとした。アサガオは発芽から開花までの過程を比較的短期間で観察することができる。また、葉形や花色などの形質に多様性が見られるため、観察活動や遺伝現象の理解を促す教材として適していると考えられる[5-7]。

教材として用いたアサガオの種子は、日本のナショナルバイオリソースプロジェクト (NBRP) によって維持管理されている系統を利用した[8]。これらの系統には、子葉形態や葉形に特徴的な違いが現れるものが含まれており、発芽後の初期段階から形態の違いを観察することが可能である。

次に、参加児童生徒に種子を配布し、各家庭において栽培活動を開始した。本研究には、米国中西部、ポルトガル、ドミニカ共和国などに居住する児童生徒計 20 名が参加した。参加者の多くは補習授業校に在籍する小学生から中学生であった。ドミニカ共和国を除く参加者には、九州大

学から種子の提供が行われ様々な栽培環境のもとで5系統のアサガオの栽培と観察を行った。栽培活動と並行して、オンライン授業を実施した。オンライン授業は6月から10月にかけて合計7回実施され、植物の栽培方法、観察の視点、実験の進め方などについて指導を行った。児童は自宅で栽培した植物の生育状況を写真として記録し、オンライン授業の際にその結果を共有した。

オンライン授業では、参加者がそれぞれの観察結果を紹介し、形態の違いや生育差について議論を行った。こうした活動を通して、児童は自分の観察結果を他の参加者の結果と比較しながら学習を進めることができた。

また、授業後には児童から寄せられた質問や観察記録を整理し、授業内容の改善や教材開発に反映した。このように、家庭栽培とオンライン授業を組み合わせることで、学校施設に依存しない理科教育の実践を行った。

4. 代表的な実践

(1) アサガオの形態観察による遺伝子型の推定

最初の実践では、アサガオの子葉形態を観察し、その違いを記録する活動を行った。アサガオの子葉には形態の違いがあり、それぞれ遺伝子型に対応していることが知られている。児童は発芽した個体の子葉を観察し、形の違いを比較しながら記録を行った。

児童はそれぞれの家庭で発芽した個体を観察し、子葉の形態を写真として記録した。その後、オンライン授業においてそれらの観察結果を共有し、他の参加者の結果と比較する活動を行った。観察開始当初、多くの児童は子葉の小さな個体を生育の弱い個体と考え、栽培過程で間引く対象であると捉えていた。しかし観察を続ける中で、子葉の形態には複数のタイプが存在することが確認され、それらが遺伝的な違いによって現れている可能性について議論が行われた。さらに、それぞれの形態を既知の遺伝形質と照合することで、児童は形態観察から遺伝子型を推定する活動を行った。

こうした活動を通して、児童は同一の種子集団から形態の異なる個体が出現することを理解し、遺伝現象について興味を持つようになった。またそれぞれの参加者が栽培することで得られたF₂の4つの表現型に基づき、遺伝子型を決定したところ典型的なメンデルの遺伝法則に基づく理論値にほぼ合致した結果がえられた。

本実践で用いた系統に出現する柳、笹、糸柳の葉は親木のそれにくらべて極めて小さい。「こんな小さな葉でも光合成してる？」という児童からの問いが提示された。これをうけて植物の二酸化炭素吸収実験による解説を授業の中に組み入れて実施するとともに、この取り組みから派生させる形で光、音、波、電気、磁石の性質など生活に身近な現象に解説を加えた。

(2) アサガオの交配実験

第二の実践では、白色花と青色花の二種類の花色の異なるアサガオ系統を用いた交配実験を行った。児童は開花前のつぼみを観察し、おしべを取り除いた後に別の系統の花粉を受粉する操作を行った。

この実験を通して、児童は花の構造や受粉の仕組みについて学ぶとともに、植物の繁殖や遺伝現

象について理解を深めた。本実践の結果、22 個の F1 種子が得られた。これにより、次年度の教材として本実践を継続するための基盤が確保された。

また、花色の違いに関する観察を通して、児童からは「花の色はどのように決まるのか」「色はどのように見えるのか」といった問いが提示された。これらの問いをきっかけとして、植物の色素や光の性質についての学習へと議論が広がった。

このように、観察活動を中心とした学習活動は、児童の興味や疑問を引き出し、探究的な学習へと発展する契機となった。

5. 研究の成果

本研究の実践を通して、児童の学習過程および理解の変化に関していくつかの重要な成果が確認された。特に、観察活動を基盤とした探究的学習の成立、ICT を活用した学習環境の有効性、そして在外教育施設における理科教育の新しい実践モデルの可能性という三つの観点から成果を整理することができる。

第一に、観察活動を通じた探究的学習の促進である。本研究では児童が家庭で植物を栽培し、その観察結果をオンライン授業で共有する学習環境を構築した。この学習環境では、児童が自分自身の観察結果を他の参加者の結果と比較することが可能となり、単なる観察活動にとどまらず、観察結果の解釈や考察へと学習が発展する様子が見られた。特に、子葉形態の違いを観察する活動では、児童がそれぞれの観察結果を共有することで、同一の種子から形態の異なる個体が出現することに気づく場面が多く見られた。こうした経験は、自然現象を一つの結果として捉えるのではなく、多様な結果が存在することを理解する契機となった。

第二に、児童の自然現象に対する見方の変化である。観察活動の初期段階では、多くの児童が子葉の小さな個体を「生育の弱い個体」と捉え、栽培の過程で間引く対象として考えていた。しかし、オンライン授業で他の参加者の観察結果を比較する中で、同様の形態を示す個体が複数の家庭で確認されることが分かり、それらが単なる生育不良ではなく、遺伝的な特徴として現れている可能性があることが議論されるようになった。このような経験を通して、児童は植物の生育差を単なる成功や失敗として評価するのではなく、自然現象として理解する視点を獲得する様子が見られた。

第三に、児童の問いを出発点とした学習の広がりである。観察活動を続ける中で、児童からは「小さな葉でも光合成はできるのか」「花の色はどのように決まるのか」といった多様な問いが提示された。これらの問いは当初の授業計画には含まれていなかった内容であるが、児童の関心を出発点として議論が広がり、植物の形態や生理、さらには光や色の性質など、理科の複数領域に関連する学習へと発展した。このような学習過程は、児童が観察結果をもとに新たな疑問を持ち、それについて考察するという探究的学習の特徴を示すものである。

第四に、ICT を活用した学習環境の有効性である。本研究ではオンライン授業を活用することで、地域や国を越えて観察結果を共有する学習環境を構築した。これにより、児童は自分の観察結果だけでなく、他の参加者の結果を比較しながら学習を進めることができた。特に、実際に栽

培を試みた参加者の居住地が米国中西部、ポルトガルなど多様であったことから、栽培環境の違いによる生育差も観察され、それらを比較することで植物の生育条件について考える機会が生まれた。このような比較観察の経験は、児童が自然現象を多面的に捉える視点を育てることにつながったと考えられる。

第五に、在外教育施設における理科教育モデルとしての可能性である。補習授業校では施設や授業時間の制約により、理科の実験や観察活動を継続的に実施することが難しい場合が多い。本研究では家庭環境での栽培活動とオンライン授業を組み合わせることで、学校施設に依存しない理科教育の実践を行うことができた。この方法は、補習授業校のように教育条件が限られた環境においても、児童が観察活動を通して自然現象を理解する学習機会を提供できる可能性を示すものである。

以上の結果から、本研究で実施した家庭栽培とオンライン授業を組み合わせた学習環境は、児童の観察活動を促進し、比較観察や議論を通じた探究的学習を成立させる教育方法として有効であることが示唆された。

さらに、本実践を通して、児童が植物の生育を「成功・失敗」といった評価的な視点で捉えるのではなく、個体差や環境条件によって多様な結果が生じる自然現象として理解するようになるなど、自然の見方・考え方の変化が見られたことも重要な成果である。

本研究の実践は、ブルーミントン日本語補習校を中心として開始されたが、実践の過程を通して他地域の教育機関との連携も広がった。特にポルトガル・リスボン日本語補習授業校とは当初から共同して観察活動を行い、異なる地域環境における植物の生育状況を比較する学習活動を実施することができた。また、研究の途中段階では、アリゾナ州の教育機関から本実践への参加希望が寄せられ、新たに観察活動に加わることとなった。このように、本研究の取り組みは実践の進行とともに参加機関が拡大し、地域や国を越えた学習交流へと発展した。こうした連携の広がりは、オンライン環境を活用した理科教育の可能性を示すものであり、在外教育施設における新しい教育モデルとしての発展が期待される。

本研究で得られた成果は、補習授業校における理科教育にとどまらず、学校施設や授業時間が限られる多様な教育環境においても応用可能な教育実践として位置付けることができる。家庭環境での観察活動とオンライン授業を組み合わせることで、学校施設に依存しない理科教育の学習環境を構築することが可能であり、本研究で提案した学習モデルは、在外教育施設や小規模校、遠隔教育などさまざまな教育環境において活用できる可能性を有している。

6. 今後の課題・展望

本研究では、家庭での植物栽培とオンライン授業を組み合わせることにより、補習授業校において探究的な理科教育を実践する可能性を示すことができた[5-8]。しかし、本実践を通していくつかの課題も明らかとなった。今後はこれらの課題を踏まえ、教育実践のさらなる改善と発展を図る必要がある。

第一に、栽培環境の違いに関する課題である。本研究では参加者がそれぞれの家庭環境において植物を栽培したため、栽培場所や日照条件、温度条件などが必ずしも統一されていなかった。そ

の結果、植物の生育状況には一定の差が見られた。このような環境差は、比較観察を行う上では有益な学習資源となる一方で、生育差の要因を分析するには注意が必要である。今後は、家庭環境を活用した観察活動の利点を活かしつつ、例えば播種方法や土壌条件など一部の栽培条件を統一することで、より体系的な比較観察を行う方法を検討する必要がある。

第二に、教材開発に関する課題である。本研究ではアサガオを中心とした植物教材を用いて実践を行った。児童からの問いをうけて色、光合成、胚発生などをテーマとした時間を新たに設け、これらの授業も行うことで児童の問いかけに答えた。今後は植物の観察活動を起点として理科の他領域のさらに多くの単元へと学習を発展させる教材開発を進めることが望まれる。例えば、本研究で行った植物の葉の形態や大きさの違いから光合成の仕組みを考察する学習や、花の色の違いを通して色素や光の性質を学ぶ学習など、生命領域と物質領域・エネルギー領域を関連付けた学習活動に発展させることが考えられる。本年度は主として定性的な観察を中心とした実践であったが、今後はデータの記録と分析を取り入れることで、定量的な視点を加えた学習活動として発展させることが期待される。

第三に、ICTを活用した学習環境の発展である。本研究ではオンライン授業を通して観察結果の共有を行ったが、今後はICTをさらに効果的に活用することで学習活動を発展させることができると考えられる。例えば、児童が撮影した植物の写真をデータベースとして共有し、成長過程を比較できるようにすることで、観察活動の継続性を高めることが可能になる。また、AI技術を活用して葉形や子葉形態を判定するシステムを導入することにより、児童が自ら観察結果を分析する学習環境を構築することで結果のフィードバックの迅速化の可能性も考えられる。

第四に、本研究で構築した教育モデルの普及に関する課題である。本研究で実施した家庭栽培とオンライン授業を組み合わせた学習方法は、補習授業校に限らず、さまざまな教育環境で応用可能であると考えられる。特に在外教育施設では、地域や学校によって教育条件が大きく異なるため、学校施設に依存しない理科教育の方法が求められている。本研究の成果を基に教材や授業方法を整理し、他の補習授業校や教育機関にも共有することで、より広い教育現場での活用が期待される。

今後は、こうした課題を踏まえながら、家庭での観察活動とオンライン授業を組み合わせた理科教育の実践をさらに発展させ、在外教育施設における理科教育の充実に貢献していきたい。

7. おわりに

本研究では、家庭での植物栽培とオンライン授業を組み合わせた理科教育の実践を通して、在外教育施設における探究的学習の可能性について検討した。補習授業校では授業時間や施設利用の制約が大きく、理科の観察や実験を継続的に実施することが難しい場合が多い。しかし、本研究の実践から、家庭環境を活用した観察活動とオンライン授業を組み合わせることで、こうした制約を乗り越えた理科教育を実現できる可能性が示された。

特に、本研究の実践では児童がそれぞれの家庭環境で植物を栽培し、その観察結果をオンライン授業で共有することにより、比較観察を基盤とした学習活動が成立することが確認された。児童は自分の観察結果だけでなく、他の参加者の観察結果を比較しながら学習を進めることで、自然

現象を多様な結果として理解する視点を獲得していった。このような学習経験は、理科教育において重要とされる科学的な見方や考え方の形成につながるものであると考えられる。

また、児童の観察活動を通して生まれた問いを出発点として学習が発展する場面も多く見られた。例えば、植物の形態の違いに関する観察から光合成の仕組みを考える学習へと発展したり、花色の違いをきっかけとして色素や光の性質について考える学習へと広がったりするなど、児童の関心を出発点とした学習活動が形成された。このような学習過程は、探究的な理科学習の特徴を示すものであり、児童の主体的な学びを促す教育方法として有効であると考えられる。

さらに、本研究ではオンライン授業を活用することで、地域や国を越えた学習交流が可能となった。栽培を行った参加者の居住地域は米国、ヨーロッパなど多様であり、また参加者の居住環境により屋内、屋外での栽培と、それぞれの環境条件の違いが観察結果にも反映されていた。こうした環境差は比較観察の材料として活用され、児童が植物の生育条件について考える契機となった。当初は正しいアサガオの栽培方法にこだわりを見せていた参加者が、本実践を通じてアサガオの成長に正誤というものはなく、それぞれの個体が本来もっている遺伝的背景とおかれた環境の中で生育の様子を表現しているにすぎないと参加者が認識するに至ったのは大きな成果であったと考えている。このような国際的な学習環境は、在外教育施設ならではの教育的価値を持つものであるといえる。

本研究で得られた成果は、補習授業校における理科教育の新しい実践モデルとして、今後の教育活動に活かされることが期待される。家庭環境を活用した観察活動と ICT を用いた学習共有の仕組みを組み合わせることで、限られた教育条件の中でも探究的な理科学習を実現することが可能になると考えられる。

今後は本研究で得られた知見をもとに、教材や授業方法の改善を進めるとともに、他の補習授業校や教育機関との連携を通して、より多くの児童生徒が理科の観察活動を経験できる学習環境の構築を目指していきたい。

8. 参考文献

1. Tomera AN.

Transfer and retention of the science processes of observation and comparison in junior high school students. *Science Education*. 1974;58(2):195–203.

2. Wandersee JH, Schussler EE.

Toward a theory of plant blindness.

Plant Science Bulletin. 2001;47(1):2–9.

3. Minner DD, Levy AJ, Century J.

Inquiry-based science instruction—What is it and does it matter?

Journal of Research in Science Teaching. 2010; 47(4): 474–496.

4. Bevins S, Price G.

Reconceptualising inquiry in science education.

International Journal of Science Education. 2016;38(1):17–29.

5. Kajita Y, Nishino E.

Developmental analysis of maple–willow leaf mutants in *Ipomoea nil*.
Journal of Plant Research. 2009;122(3):345–352.

6. Iwasaki M, Nitasaka E.

The delicate mutation affects dorsiventrality in leaves of *Ipomoea nil*.
Genes & Genetic Systems. 2006;81(5):345–352.

7. Nitasaka E.

Insertion of transposable elements in flower pigment genes of *Ipomoea nil*.
Plant Biotechnology. 2007;24(4):357–362.

8. National BioResource Project (NBRP) Morning Glory.

Kyushu University. Available from: <https://nbrp.jp/>