

校内教育ICT環境の構築

ータブレット端末 (iPad) の活用を中心としてー

長 田 朋 之 (文教大学教育研究所客員研究員)

今 田 晃 一 (文教大学教育学部)

Establishment of ICT Environment in School Education -Focus of Application of Tablet Terminals (iPad)-

OSADA TOMOYUKI, IMADA KOICHI

(Guest Researcher of Institute of Education, Bunkyo University)
(Faculty of Education, Bunkyo University)

要 旨

教員用と児童用のタブレット端末を効果的に用いて、校務の効率化やきめ細かい児童の学習状況・生活態度の把握、授業の理解度の向上などを目標として校内の教育ICT環境の構築を行った。光塩女子学院初等科では2015年度前期に全教員へ1人1台のタブレット端末「iPad mini3」と、学年の最大児童数92人に対応した92台の児童用タブレット端末「iPad mini2」を導入した。本稿では、限られた予算内（文部科学省の補助金）での現時点における最適なICT環境の在り方について検討し、実際に構築したシステムについて報告する。

1. はじめに

平成23年4月28日に文部科学省は「2020年度に向けた教育の情報化に関する総合的な推進方策」と位置付けた「教育の情報化ビジョン」を示した。この中で、知識基盤社会の時代を担う子どもたちに必要な能力について、OECD(経済協力開発機構)が多くの国々の専門家や教育関係者などの協力を得ることで定義付けた「主要能力 (キーコンピテンシー)」を国際的に共通した認識として紹介している。

OECDは「主要能力 (キーコンピテンシー)」について、「社会・文化的、技術的ツールを相互作用的に活用する能力」「多様な社会グループにおける人間関係形成能力」「自律的に行動する能力」の3つのカテゴリーから構成されるとしている。また、「社会・文化的、技術的ツールを相互作用的に活用する能力」の中には「知識や情報を活用する能力」や

「テクノロジーを活用する能力」が含まれているとしている。

「教育の情報化ビジョン」の中で「21世紀にふさわしい学びの環境とそれに基づく学びの姿 (例)」では、具体的に児童・生徒が携帯端末やデジタルノートといった数種類の電子情報端末を使い分けながら学習活動を行う場面が示されており、タブレット端末は情報活用能力の育成に使われることが想定されている¹⁾。

このように、文部科学省はタブレット端末をキーコンピテンシーの育成のための重要なツールとして位置付けており、「学びのイノベーション事業」などを通じて教育現場にタブレット端末が導入され、活用されることを目指している。

また、東京都荒川区においては区内のすべての公立中学校10校とすべての公立小学校

24校に合計約9,500台のタブレット端末が導入される²⁾など、自治体単位で導入される事例も少しずつではあるが、報告されてきている。

光塩女子学院初等科（私立小学校・東京都杉並区・児童数487名、以下「同校」とする）においても、2010年よりタブレット端末の検討を開始し、端末の試行を進めると同時に、文部科学省の校内教育ICT環境整備のための補助金などを用いて導入に向けた校内LAN環境の整備を行った。2015年度の前期には全教員へ1人1台のタブレット端末「iPad mini 3」と、学年の最大児童数92人に対応した92台の児童用タブレット端末「iPad mini 2」を導入した。これらの教員用と児童用のタブレット端末を効果的に用いて、小学校の授業におけるタブレット端末の活用を中心として、授業の理解度の向上やきめ細かい児童の学習状況・生活態度の把握、校務の効率化などを目標として一応、滞りなく実践も進められるようになった。

そこで本稿では、2015年の端末導入以前に、その準備段階として行った2010～2014年のタブレット端末の試行的実践の概要と、校内ネットワーク環境の試行と構築の概要を含む、校内教育ICT環境の実際について、限られた予算内におけるその成果と課題について実践的な面から検討する。

2. タブレット端末導入前の試行

同校では、2010年にiPadが発表されてから各種端末を試験的に導入しながら調査を行い、段階的にタブレット端末の本格導入に向けた準備を行ってきた。ここでは、それらの試行的な実践について述べる。

2.1 教員用端末としてiPadを検討

2010年に教員用iPadとして文教大学教育研究所より1台借りて校内で導入試験を開始した。当時のiPad（第1世代、16GB・Wi-Fi

モデル、680g³⁾）にはカメラが搭載されていなかったこと、アプリの設計自由度が低かったことから、教育用途で即時活用できる状況ではなかったため大規模な導入は見送った。ただし、タブレット端末の将来性は十分に感じたため、将来、端末が導入される可能性が高いと判断し、調査を続行した。

2.2 児童用端末としてiPod touchを検討

2011年に試験的にカメラ付きiPod touch（第4世代、8GB、101g⁴⁾）を1台購入した。iPod touchシリーズはiPadよりも早く前から販売されており、iPadと同系統のOSが搭載されているため、操作性がほぼ同等であることはわかっていた。iPadの試験利用でカメラ機能の重要性を把握していたので、以前から販売されていた第3世代までのカメラなしiPod touchの導入は見送っていたが、カメラ付きとなったことで調査を行い、カメラ機能は有用であると結論付けた。

2.3 児童用iPod touchを導入

2012年に児童用端末としてカメラ付きiPod touch（第4世代）を11台購入した。前年に購入した1台と合わせて12台で運用した。

授業や校外活動（図1・図2）において利用し、活用方法を模索した結果、小型・軽量であるために長時間持ち運ぶ場面や、閲覧や編集を一切せずに写真を撮るだけの場面では、手軽に使用できるので有用である一方で、閲覧については操作性がよいものの、画面が小さいので多人数で1台の端末を同時に閲覧する場面では明らかに不相当であり、その場合はタブレット端末などの大型の画面を搭載した端末の方がよいことがわかった。

また、運用の中で要求されるカメラの性能が明らかとなり、接写に対応できるピント調節機能と写真印刷に耐えられる程度の解像度が必要だとわかった⁵⁾。



図1 授業でカメラ機能付きiPod touchを児童に使用させた場面



図3 児童によるiPod touchとiPad3利用の様子



図2 被写体が近すぎてピントが合っていない写真(児童がiPod touchで撮影)

2.4 iPad3の検討

2012年3月にiPad3(第3世代、16GB・Wi-Fiモデル、652g)⁹⁾が発表され、同機はピント調整機能と高い解像度をもったカメラが搭載されており、学習環境で使用する場面で十分な性能を有していた。一方で、本体重量が652gと重く、大人であっても長時間の保持は難しい重さであった。他の中学校の実践研究において、重量601gのiPad2(第2世代、Wi-Fiモデル)⁷⁾を屋外で利用した中学生から「大きく、重かった」という感想が報告されている⁸⁾。同校の児童に持たせた際も同様の感想を児童が述べたため、小学生の体格では機器が重すぎると判断し、導入は見送った(図3)。

2.5 iPad miniの検討

2012年10月、iPad mini(第1世代、16GB・Wi-Fiモデル、308g)⁹⁾が発表された。重量・画面の大きさ・カメラ機能のいずれもこれまでの調査で判明している活用に必要な性能を達成しており、児童用端末としての要件を満たしていた。

2013年9月、筆者が客員研究員として所属している文教大学教育研究所のiPad miniを6台用いて4年生の総合的な学習の時間の授業でグループごとに使用させた(図4)。

結果は、4年生はiPad miniを使用するのが初めてだったが、iPad miniとアプリの使い方の説明は5分間程度で手早く済ませることができた。説明後、本体・アプリの操作法に関する質問は全くなかった。使い方の説明に割く時間を少なくできることと、グループ学習の場面ではiPod touchと比べて画面が大きいiPad miniの方が適していることが確認されるとともに、iPad miniが児童用端末として適していることが確認できた¹⁰⁾。



図4 児童によるグループ学習におけるiPad miniの利用

一方で、教員用端末としてiPad miniを評価した場合は、視認性・操作性・携帯性について十分な性能を有していたが、セキュリティ機能が不十分であった。教員用端末は、授業で個人の作品を提示する場面など、授業中である程度の個人に関する情報を扱うことが想定される。限定的であっても個人に関する情報が可搬型端末で扱われる以上、それに見合った強固なセキュリティ機能が必須である。

iPad miniはパスワードによる認証機能を持ち、遠隔操作で端末内の情報を抹消したり、不審なパスワードの試行を制限したりする機能を持っており、セキュリティに関してある程度の機能は備えている。

しかし、これらのセキュリティが機能するためには、パスワードが漏洩しないことが前提である。教室で使用する場合、大勢の児童の前で使用するため、パスワードの入力場面を見られて、パスワードが漏洩する可能性がある。実際にiPad miniを教員用端末として試験的に運用したところ、入力画面が児童から見えてパスワードが知られてしまうことがあったり、児童が入力画面を見える位置にいたためにパスワードの入力を躊躇して、使いたい場面で速やかに使い始められなかったり、ということがあった。

このような事態を回避するためには、教員用端末のセキュリティ機能として、パスワードのように他人が本人に成りすまして認証で

きてしまう認証方式ではなく、成りすましが困難な生体認証や二段階認証のような認証方式の搭載が必須であると判断した。iPad miniでは成りすましが困難な認証方式が搭載されていなかったため、教員用端末としては機能が十分でないと結論づけた。

教員用端末の見送りに伴い、児童用端末の導入も見送られた。これは、使い方に精通していない端末を、学習場面で児童が効果的に使えるように教員が指導することはできないと考えたからである。

3. ネットワーク環境・教室環境の整備

タブレット端末の導入のための実験授業と並行して、タブレット端末の運用に適した校内無線ネットワークの調査・設計・構築を行った。

2010年にタブレット端末の調査をはじめた時点で、校内LANの敷設状況は職員室と一部の特別教室のみで、普通教室にはLANが敷設されていなかった。

試行を通してタブレット端末の運用に適した校内無線ネットワークの設計を行い、文部科学省の私立学校を対象とした補助金「私立高等学校等IT教育設備整備推進事業費」および「私立高等学校等施設高機能化整備費」の採択を受けて校内無線ネットワークを構築した。

3.1 既存LAN配線を利用したアクセスポイントの設置とAppleTVの設置

2010年、教員用iPadの調査をはじめた際に、無線LANアクセスポイントを職員室と理科室の既存のLAN配線に接続する形態で設置し、それらの部屋において無線LANに接続できるようにした。

無線LANアクセスポイントはAppleのAir Mac Extreme（第4世代）を用いた。この機種は2.4GHzと5GHzの電波に対応し、通信方式はIEEE 802.11a/b/g/nに対応している

¹¹⁾。2つの周波数を使い分けることでさらに適切な活用が可能である。クライアント端末の最大同時接続数は50台とされている。

教員用iPadと児童用iPod touch・12台を接続した際には安定して通信することができ、アクセスポイントに関して接続上の問題はなかった。

理科室にはアクセスポイントのほかに、AppleTVを設置した。AppleTVはiPadなどのApple製品の画面に表示された内容を無線LAN経由でリアルタイムに転送して一般のテレビ画面に表示させる「AirPlay」ができる機器である。教員用端末で写真などの資料を表示させ、その画面と全く同じものを無線でAppleTVに送り、AppleTVを接続した大型テレビに映し出すことができるようにした。

AppleTVに関しても、接続上の問題はなく、動画を転送した場合でも円滑に再生することができた。また、デジタルの資料を手元の端末から無線で大型テレビに表示させられることは従来のパソコンを使った提示方法とは一線を画すものであった。具体的には、端末を手元に持って操作できるため、説明するときの教員の立ち位置が自由になり、児童との距離感を普通の授業と同様にできた。

一方、これらの試験的運用の結果、本格的に無線LAN環境を整備し、タブレット端末の台数を増やしていく上で、検討すべき課題も見つかった。

1つ目は、児童用と教員用の無線LANは切り分けが必要なことである。無線LANに使用したLANは児童用ネットワークに属しており、校務用ネットワークとは分離したLANであるため、情報漏えいなどのセキュリティ面で心配はなかったが、児童用ネットワークに属するために、教員用端末であっても児童用のWebフィルタリングが強制的に適用されてしまった。その結果、児童には閲覧を制限すべき内容であっても、教員にとっては授業に必要なWebページが閲覧制限さ

れてしまい、使いづらいことがあった。そのため、無線LANは校務用ネットワークとは分離したうえで、フィルタリングシステムの強度の異なる児童用無線LANと教員用無線LANを設置することが望ましい。

2つ目は、通信の暗号化にWPA2-PSKを使用すると管理が困難になることである。WPA2で使われる暗号は米標準技術局(NICT)が定めた暗号化標準のAES¹²⁾であり、AESは現時点で脆弱性が発見されていない強力な暗号である。PSKは事前共有鍵方式を表しており、クライアントとアクセスポイントのパスワードが一致していれば暗号通信が成功する仕組みである¹³⁾。

この方式では、アクセスポイントと通信するクライアントはすべてが同一のパスワードを設定していなければならない。アクセスポイントのパスワードを変更した場合は、接続するすべての端末の無線LANの設定を変更しなければならないことを意味する。この仕様は、多数の端末が導入された環境で、例えば端末が盗難されてその端末からのネットワークへの接続を回避しなければならない、といったアクセスポイントのパスワードが変更な場面で困難に直面する。多数の端末を導入するには端末ごとに異なるパスワードで認証することができるWPA2-Enterpriseを使用することの重要性が明らかとなった。

3.2 普通教室へのAppleTVの設置と独立型アクセスポイントの設置

同校では地上デジタル放送完全移行時にすべての普通教室に大型テレビが設置された。それらに前述のAppleTVを接続し、すべての普通教室にAppleTVを設置した。普通教室には校内LANが敷設されていないため、AppleTVと接続するためだけに使用される独立したアクセスポイントを設置した(図5)。

またアクセスポイントにはPLANEX製のMZKMF 300 N2を用いた。この機種は2.4G

Hzの電波に対応し、通信方式はIEEE 802.11 b/g/nに対応している¹⁴⁾。このアクセスポイントを教室の黒板側の天井付近に設置し、設置した教室と周囲の3教室の合計4教室を1台のアクセスポイントの接続範囲とした(図6)。

iPad miniからAppleTVへの画面転送をアクセスポイントの電波の届く範囲内で行った。静止画の画面転送は、若干遅れることがあったものの、おおむね気にならない速さで転送できた。動画の画面転送は、転送に時間がかかりすぎ、再生を始めるまでに何分も待たされることがあり、実用的な安定性がなかった。

AppleTVとアクセスポイントの無線LAN接続が途切れていることがあり、使いたい場面ですぐに接続できないことがあった。

アクセスポイントの真上の教室と、アクセスポイントに近い側の隣の教室までは無線LANの電波が届いたが、それ以外の教室では電波状況が安定しなかった。

試用した教員から、YouTubeなどのインターネット上のWebサイトの画面を直接表示させるために、インターネット接続の希望があった。

この実験から、1つのアクセスポイントによって複数の教室を通信範囲に収めることができるものの、アクセスポイントが設置されている壁または天井と隣接する教室までであることがわかった。

また、理科室では起こらなかったAppleTVへの動画転送の問題は、アクセスポイントの通信方式の違いによって発生し、5GHzの電波を使用した場合には動画転送は円滑に行えたが、2.4GHzの電波を使用すると動画転送が極端に遅くなることがわかった。動画教材を円滑に転送するためにはアクセスポイントは5GHzの電波に対応したものが必要である。

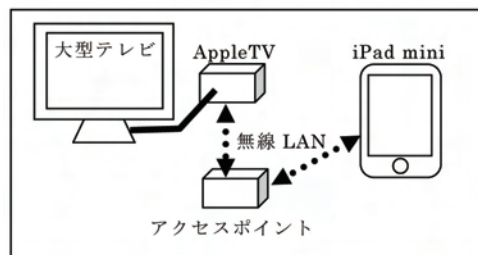


図5 AppleTVと周辺機器の接続図

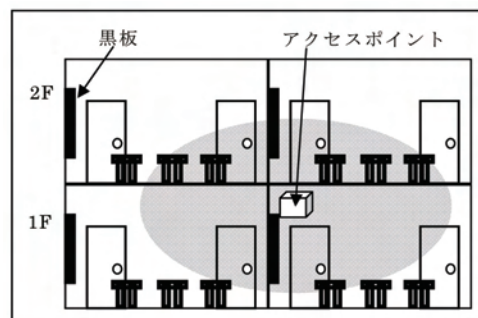


図6 普通教室におけるアクセスポイントの設置図

3.3 校内全域を無線LANエリア化

2014年、校内の児童が立ち入るすべての場所で無線LAN接続できることを目指し、文部科学省の2つの補助金の採択を受けて校内全域を無線LANエリア化する工事を行った。

前述の独立型アクセスポイントの実験結果を踏まえ、1つのアクセスポイントで複数の教室が接続範囲となるようにアクセスポイントの位置を決めた。ただし、アクセスポイントあたりのクライアント同時接続数には限りがあるので、将来、クライアント端末数の増加によってアクセスポイントが飽和した場合を想定し、アクセスポイントを設置していない教室についても、アクセスポイントを増設できるようにLANの配線は行った。

アクセスポイントは、ELECOM製のWAB-I1750-PSを導入した。この機種は2.4GHzと5GHzの電波に対応し、通信方式はIEEE 802.11 b/g/n/a/acに対応している¹⁵⁾。50台の

クライアントが同時接続可能なこと、最新の規格IEEE 802.11acに対応していること、PoEによる電力供給に対応していること、マルチSSIDに対応していること、タグVLANに対応していること、WPA2-Enterpriseに対応していること、LANケーブルをデージーチェーンできること、が同機種を選定した大きな理由である。

同校では学級の最大人数は46人のため、児童1人あたり1台の端末を使う状況では、アクセスポイントの同時接続可能数が約50台は必要である。PoEはLANケーブルを使った電力供給の仕組みであり、コンセントが付近にない場所に設置することができる。マルチSSIDは単一のアクセスポイントから異なるネットワークの無線LANを同時に提供する機能である。これにより、児童用と教員用の無線LANを切り分けることができる。タグVLANは1本のLANケーブルで複数の異なるネットワークの通信を行うためのプロトコルである。これにより、児童用と教員用の無線LANの通信内容も異なるネットワークとして扱うことができる。LANケーブルをデージーチェーンさせることで、将来、接続台数の増加によってアクセスポイントの増設を行う際に、LANケーブルの追加敷設が不要である (図7・図8)。

25台のアクセスポイントを互いにエリアが少しずつ重なり合うように最適な場所に設置した結果、普通教室、特別教室、体育館、校庭、廊下など、校内のほぼ全域で通信ができるようになった。これは各教室や場所ごとにアクセスポイントを設置した場合の半分以下の台数で同等の範囲に無線LANを提供できたことを表している。

設置後の調整時に2.4GHzの電波干渉の通信障害が発生した。2.4GHzは使用できる周波数が5GHzよりも少ないため、3台以上のアクセスポイントが接近すると電波干渉が発生する。また、2.4GHzの方が5GHzの電波

よりも障害物を回避しやすい性質を持つため、建物内ではより遠くまで届きやすい。そのため、2.4GHzの電波出力を隣接するアクセスポイントとの距離と障害物の状況を勘案しながら、干渉が起こらない程度まで出力を下げることに対応した。

2.4GHzの電波帯域における干渉問題は出力の調整によって沈静化した。今後、付近の住宅に2.4GHzのアクセスポイントが増設されれば再び干渉問題が発生する可能性がある。他メーカーのアクセスポイントには無線LANコントローラーと呼ばれる製品と連携させられるものがあり、コントローラーがすべてのアクセスポイントからの情報を元にして、それぞれのアクセスポイントが使うべき周波数と出力をリアルタイムに調整することができる。また、アクセスポイント間をまたぐように移動しながら無線LANを使い続けた際に、接続が途切れることがないようにアクセスポイントの切り替えを補助する機能も有している。

導入後、後述の教員用iPad mini 3 (第3世代) を35台導入し、接続しているが問題は起こっていない。AppleTVは新規敷設した校内LANに直結し、教員用無線ネットワークと接続させた。動画の転送も問題なく再生させることができ、過去に導入試験を行った際に課題だった点はすべて克服することができた。

一方、今回の導入で発見された課題はアクセスポイント間の連携であり、アクセスポイントを隣接して設置するような場面では無線LANコントローラーの設置と、それに対応するアクセスポイントを選定することが望ましい。以上の留意点は、現時点における一般的な校内教育ICT環境の構築において重要な視点である。



図7 アクセスポイントが設置されたデジーチェーンLANコンセント



図8 アクセスポイント増設用のデジーチェーンLANコンセント

3.4 サーバの構築

タブレット端末の導入に向け、次の5つの機能を持つサーバを新たに構築した。①教材校内配信用Webサーバ、②RADIUSサーバ、③リモートデスクトップサーバ、④スケジュール共有CalDAVサーバ、⑤メール送受信IMAPサーバの5つである。

教材校内配信用のWebサーバは、校内LANに接続し、児童用無線LANネットワークと、教員用無線LANネットワークから教材を閲覧できるようにするためのサーバである。画像や動画、音声、PDFなど、タブレット端末で表示できるあらゆるファイルをサーバに保存し、必要に応じてブラウザを通してタブレット端末から閲覧することができる。

RADIUSサーバはWPA2-Enterpriseで端末を認証するためのサーバである。Active

Directoryと連携させることで、従来のユーザーアカウントを端末認証にも使用することが可能である。

リモートデスクトップサーバは、Windowsの画面をLAN経由で転送し、遠隔操作を行う機能を提供するサーバである。iPadシリーズに搭載されたOS「iOS」ではWindows用のアプリケーションが動かないため、授業等でWindows用アプリケーションを実行する必要があるときには、リモートデスクトップ上のWindowsをタブレット端末から遠隔操作することにした。

スケジュール共有CalDAVサーバは、iPadのカレンダー機能を用いて、スケジュールを共有するためのサーバである。年間行事予定など、教員間で共有すべきスケジュールを一括管理することで、変更時や追記が行われたときに、全教員の端末へ自動的反映させることができる。

メール送受信IMAPサーバは、各教員に割り当てられた学校用メールアドレスをサーバ上で一元管理するためのメールサーバである。クライアントソフト側にメール情報が保存されないため、デスクトップPCからでもタブレット端末からでも使用する端末に関係なく、常に同一のメールボックスを操作することができる。

4. 教員用タブレット端末の整備と展望

2014年、指紋認証機能が搭載されたiPad mini 3が発表された。指紋認証機能はパスコードロックのように、認証画面を覗かれても認証情報が漏洩することはない。児童が付近にいるかどうかにかかわらず認証することができる。iPad miniでは不十分だった機能が改善され、教員用端末としての要件を満たしたため、iPad mini 3（第3世代、16GB・Cellularモデル、341g）¹⁶⁾の導入を決めた。

iPadシリーズに搭載されているOS「iOS」はマイクロソフトのパソコン用OS「Windows」

のようにユーザーを切り替えながら複数人で同一の端末を共有利用することが想定されていない。そのため、1台のiPadを複数人で利用しようとするパスコードも含めて全員で共有しなければならず、使い勝手が悪かった。また、端末の稼働率向上のため、授業以外にも校務でも端末を用いることを想定していたため、教員全員が同時に端末を使えることが望ましかった。そこで、教員用のiPad mini 3は全教員が1人1台ずつ利用できるように整備した。

iPad mini 3には、以下の無償アプリを導入した。文書作成「Word」、文書作成「Pages」、表計算「Excel」、表計算「Numbers」、プレゼンテーション「PowerPoint」、プレゼンテーション「Keynote」、NASファイル閲覧「File Explorer」、複合手書きメモ「Note Lite」、文書撮影用カメラ「Office Lens」、動画編集「iMovie」、撮影動画・写真無線LAN転送「Photo Transfer」、QRコード読み取り「QR」、手書き認識キーボード「Stack」、リモートデスクトップ「RD Client」である。それ以外のアプリは各教員の自由とした。

導入後、日が経っていないため使用状況の詳細はまだ未集計であるが、一部の教員が授業でNHK for schoolの動画を再生するために利用したり、自作のPowerPointを提示するために使用したり、いずれもAppleTVで教材を提示する方法で利用をしていることを確認した。

理科の授業における教員用iPadの利用として想定される活用は、主に次の3つに大別される。

1つ目は、静止画・動画・音声などの資料をAppleTVを通して教室の大型テレビに投影して児童に提示するために使用されることである。草花の写真を提示したり、NHK for schoolやYouTubeなどのWebサイト上の動画を再生したり、動物の鳴き声の音声を再

生したりする場面が考えられる。

2つ目は、児童の状況をiPad上で確認し、教員が状況を把握することを補助するために使用されることである。例えば、児童のこれまでの学習状況が端末上に表示されていれば、机間指導の際にそれまでの学習状況を踏まえて個に応じた対応がしやすくなる。また、前回の授業を欠席した児童に対して、未学習となっている部分のフォローが必要なことを端末上に表示して教員に注意喚起させる機能も実現できる可能性がある。

3つ目は、授業で使用する教員用教科書として使用されることである。児童用の教科書は検定教科書でなければならないが、教員が授業で使用する教科書は検定教科書そのものである必要はない。電子黒板と組み合わせて使用するデジタル教科書も普及しているが、提示用としては優れていても教員の手元で使う教科書としては必ずしも使いやすいとは言えない。従来の朱書き指導者用教科書のように、検定教科書を元にして、授業展開をする上での要点を見やすくまとめた電子指導者用教科書があれば、紙媒体の朱書き指導者用教科書では制約であった紙面の広さの制限を受けずに情報を記載できるので便利である。

5. 児童用タブレット端末の整備と展望

2015年3月に教員用端末が導入されることが決まり、教員用端末が導入されるまで延期されていた児童用端末の導入も決まった。

導入決定時の最新機種はiPad mini 3だったが、児童用端末に指紋認証機能は必要なかったので、費用を抑えるために指紋認証機能以外ではiPad mini 3とほぼ同性能を持つiPad mini 2（第2世代、16GB・Wi-Fiモデル、331g）¹⁷⁾とした。

学級内のグループごとに端末を使う場面、学級の児童が1人1台ずつ使う場面、学年の児童が1人1台ずつ使う場面を想定し、児童用端末の導入台数は学年の最大人数92人が

1人1台ずつ使用できるように92台とした。

文部科学省の私立学校を対象とした補助金「私立高等学校等IT教育設備整備推進事業費」の採択を受けて購入し、既に92台の端末は同校に到着して校内で保管されているが、初期設定が完了していないため現時点では授業で使用していない。

今後の理科の授業では、児童用端末の使用について大別して次のような活用を想定している。1つ目は、実験の記録のために写真撮影をさせたり、動画撮影をさせたり、メモを記録させたり児童の実験記録用の道具として使用させることである。

2つ目は、各端末で資料などの画像を表示させ、閲覧するための道具として使用させることである。フィールドワークで見つけた動植物を同定する場面などで、軽量な図鑑として効果的に作用することが期待できる。

3つ目は、端末を向けた方向に見える星座を表示させるアプリなど、補助教材として拡張現実（AR）アプリを使用させることである。

4つ目は、実験についての予想を発表したり、結果から考察したことを発表したり、協働学習の中で意見を討論する際の補助的な道具として使用させることである。

5つ目は、家庭学習のために端末を自宅に持ち帰って使用させることである。理科の検定教科書は算数の検定教科書とは異なり、演習問題が少ない。そのため、本校では学力の定着のために市販のドリル教材などを用いて演習問題に取り組みさせている。しかし、授業時間が国語・算数と比べて少ない理科では、授業中に演習問題を数多く解くための時間を確保することができない。現在は、そのほとんどを宿題として家庭学習にしている。この方法の課題は、各児童の学力の定着度合を筆記テストによって調べられるものの、児童の実態を速やかに知ることができない点である。この点において、タブレット端末は即時演習

問題の正誤を判定し、全児童の記録を自動集計し、学力の定着度合の分析結果を教員に提示することができるので、有効であると考えられる。学年の児童数に対応した端末があるので、特定の学年を対象として実際に導入することが可能である。

6つ目は、児童の相互評価への活用である。児童の相互評価とは、各児童が発表した作品に対して周囲の児童が評価をして、発表者に戻元するものである。現在、理科の授業では、「観察・発見カード」（図9）という名称で各児童に身近なところで見つけた動植物や自然現象をB5の用紙にまとめさせ、発表させている。他の児童が発表した発見カードに対して、良いと思った点を付箋に記入し、発表者に渡す活動によって相互評価をさせている。児童によっては発見カードを写真や色付きの絵を交えてまとめたり、何枚も発見カードをかいたりするため、全員の作品を一度に掲示することが困難な状況であった。

そこで、掲示する以外の方法として全員の発見カードをADFスキャナで画像として保存し、PC教室のパソコンで児童が全員分を閲覧できるようにして相互評価させた（図10）。このPC教室で相互評価させる手法は児童からも好評だったが、教室移動とパソコンの操作の説明に約15分かかった。PC教室に移動してパソコンで閲覧させる部分を教室でタブレット端末を使って閲覧させる方法にすることで、教室移動や使い方の説明の時間を短縮できる可能性と、通常の教室で活動することで発表者とのコミュニケーションがより活発にできる可能性がある。

これらの課題に関しては、iPad用アプリ「RD Client」を用いて（WindowsをiPadから操作できる）PC教室の資産を活用し、授業の展開に合わせたICT機器の使い分けを目指していきたい。

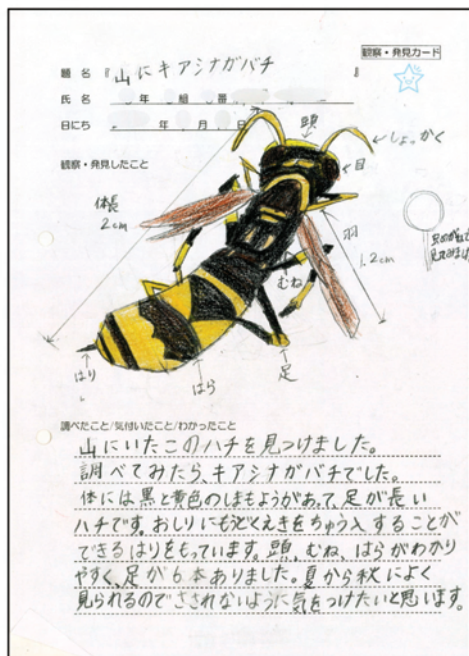


図9 観察・発見カードの作品例



図10 PC教室での相互評価の様子

6. まとめ

本校におけるタブレット端末の導入はおおむね成功したといえる。成功した大きな要因は、適切なタブレット端末を見極めるための事前の調査および実験的に色々として試行を繰り返し行ったこと、タブレット端末の活用に適した校内インフラを構築したこと、教員用タブレット端末を児童用よりも先に導入したこと、必要な機能を満たすタブレット端末が発売されるまで導入を延期したこと。それによって教員が十分な準備ができ、結果的によい実

践につながった。予算は常に限られている。機器の機能とネットワークの環境、そして授業内容の検討には十分な時間をかけたい。

今後は、教員用タブレット端末と児童用タブレット端末の双方において授業実践における具体的な活用を行い、その成果と課題を明らかにしていきたい。

付記

本研究の実践の一部は、文部科学省の私立学校を対象とした補助金「私立高等学校等IT教育設備整備推進事業費」（平成26～27年度）および「私立高等学校等施設高機能化整備費」（平成26年度）を利用した事業によって導入された機器および設備を用いた。

謝辞

本研究の実践のために私立光塩女子学院初等科の先生方と関係者の皆様には多大なるご協力をいただきました。ここに改めて感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 文部科学省「教育の情報化ビジョン」, pp.2-18 (2011)
- 2) マイクロソフト「荒川区教育委員会 マイクロソフト導入事例 Microsoft for Business」
https://www.microsoft.com/ja-jp/casestudies/city_arakawa.aspx
(2015.9.12取得)
- 3) Apple「iPad - 技術仕様」
https://support.apple.com/kb/SP580?locale=ja_JP&viewlocale=ja_JP
(2015.9.21取得)
- 4) Apple「iPod touch(第4世代)- 技術仕様」
https://support.apple.com/kb/SP594?locale=ja_JP&viewlocale=ja_JP
(2015.9.21取得)
- 5) 長田朋之・今田晃一「小型情報端末を用

- いた授業づくり：iPod touchを活用した実験・観察およびフィールドワーク」文教大学教育研究所紀要，第23号，pp.105-113（2014）
- 6) Apple「iPad（第3世代）- 技術仕様」
https://support.apple.com/kb/SP647?locale=ja_JP&viewlocale=ja_JP
(2015.9.14取得)
- 7) Apple「iPad2 - 技術仕様」
https://support.apple.com/kb/SP622?locale=ja_JP&viewlocale=ja_JP
(2015.9.21取得)
- 8) 山本利一・佐藤正直「中学校技術・家庭科栽培学習におけるタブレット端末の活用と授業実践」『日本教育情報学会学会誌』，29(1)，pp.45-53（2012）
- 9) Apple「iPad mini - 技術仕様」
https://support.apple.com/kb/SP661?locale=ja_JP&viewlocale=ja_JP
(2015.9.21取得)
- 10) 長田朋之・今田晃一「iPadを用いた授業づくり：Webアプリ作成を中心として」『文教大学教育研究所紀要』，第22号，pp.85-96（2013）
- 11) Apple「AirMac Extreme 802.11n（第4世代）- 技術仕様」
https://support.apple.com/kb/SP672?locale=ja_JP&viewlocale=ja_JP
(2015.9.19取得)
- 12) 宇根正志「次世代の米国政府標準暗号AESを巡る動向について」一般社団法人情報処理学会『情報処理学会研究報告コンピュータセキュリティ（CSEC）』，pp.19-24（1999）
- 13) 横田轟「学内LANへのWPA2エンタープライズでの接続試験」関西医療大学紀要，6，pp.133-138（2012）
- 14) PLANEX「MZKMF300N2製品仕様」
<https://www.planex.co.jp/product/router/mzkmf300n2/spec.shtml>
(2015.9.18取得)
- 15) ELECOM「WABI1750PS - 無線LANアクセスポイント」
<http://www2.elecom.co.jp/network/wireless-lan/ap/wab-i1750-ps/>
(2015.9.19取得)
- 16) Apple「iPad mini 3 - 技術仕様」
https://support.apple.com/kb/SP709?locale=ja_JP&viewlocale=ja_JP
(2015.9.19取得)
- 17) Apple「iPad mini2Retinaディスプレイモデル - 技術仕様」
https://support.apple.com/kb/SP693?locale=ja_JP&viewlocale=ja_JP
(2015.9.19取得)