

視覚特別支援学校における3年間の  
タブレット端末の活用状況  
—中学部理科の授業実践を通して—

北 野 琢 磨・氏 間 和 仁

# 視覚特別支援学校における3年間の タブレット端末の活用状況 — 中学部理科の授業実践を通して —

福岡県立北九州視覚特別支援学校

北 野 琢 磨

広島大学大学院教育学研究科

氏 間 和 仁

## 要約

近年、タブレット型多機能携帯端末（以下、タブレット端末）の技術進歩はすさまじく、教育界でもその普及に伴い様々な実践がなされ、その成果や課題が報告されている。筆者らは、平成24年度より iPad（アップル社製）を用い、主に理科授業におけるその活用方法について研究を行っており、本年度までに中学校理科の全ての単元においてその活用を検討することができた。

3年間ににおける、iPad 活用の事例は79事例であり、それらを SAMR モデル（Puentedura, 2010）に基づいて学年ごとに整理・分類を行った結果、S（Substitution：代替）までが16事例、A（Augmentation：増強）までが17事例、M（Modification：修正）までが40事例、R（Redefinition：変革）までが6事例だった。

このことから、iPad が既存の器具の代替にとどまらず、生徒の学習方法や教師の授業方法等に様々な影響を与えていることが明らかとなった。

また、教師が iPad の操作法を身に付け、その有効性を認識することで、その活用方法が広がっていくとともに、生徒も iPad を活用する機会が増えることで、教師から指示されて使用するのではなく、自ら考え必要に応じて活用しようとする姿が増加することが分かった。

**キーワード：**理科授業、弱視、iPad、SAMR モデル

## 1. はじめに

近年、タブレット端末の技術進歩はすさまじく、教育界でもその普及に伴い様々な活用方法が模索されている。本研究においても、昨年度の青森大会においてタブレット端末に関する研究が数多く報告されるとともに（千葉ら, 2014；小山ら, 2014；朝日ら, 2014；小倉ら, 2014；松下ら, 2014）、「タブレット端末は未来を拓くか」というテーマでシンポジウムが行われた。

福岡県立北九州視覚特別支援学校では、平

成24年度より広島大学大学院教育学研究科氏間研究室の「iPad の視覚障害教育への活用に関する研究パートナー校」として主に理科授業における iPad の活用について研究を行ってきた。平成24年度は中学部1年生と2年生、平成25年度は2年生と3年生、本年度は3年生で実践を行い、中学校理科の一通りの単元で iPad の活用を検討できた。そこで、3年間の実践事例について SAMR モデルに基づく整理・分類を試みた。その成果と課題を分析し、今後の実践に生かしていく

表1 授業実践対象者のプロフィール

| 生徒 | 視覚の状態 | 遠見視力              |            |            | 使用年度 |         |
|----|-------|-------------------|------------|------------|------|---------|
| A  | 弱視    | 右0.03(0.5)        | 左0         | 両0.03(0.5) | H24  | H25     |
| B  | 盲     | 右0.03程度 (TAC による) |            |            | H24  | H25     |
| C  | 弱視    | 右0.4 (0.5)        | 左0.1 (0.1) | 両0.5 (0.6) | H24  | H25 H26 |
| D  | 弱視    | 右0.07             | 左0.06      | 両0.07      | H25  | H26     |

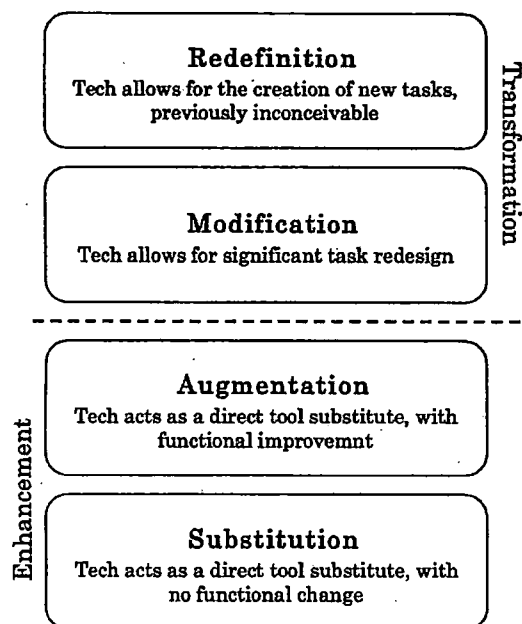


図1 SAMR Model  
(Puentedura, 2010)

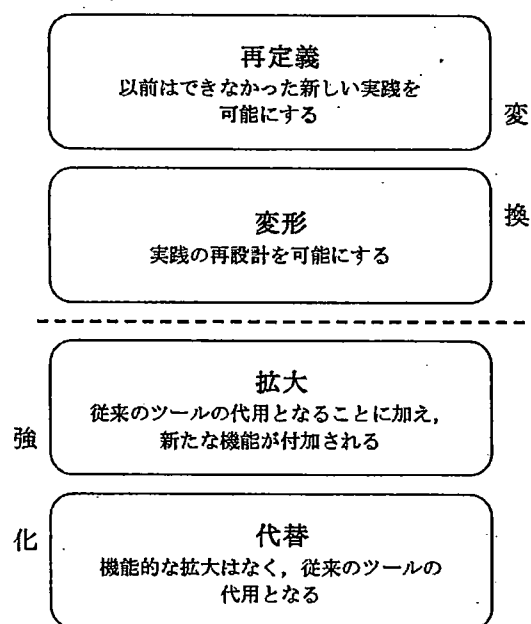


図2 SAMRモデル  
(三井, 2014)

ことが本研究の目的である。

## 2. 実践事例の整理・集約

### (1) SAMR モデルとは

Ruben R. Puentedura (2010) によって考案されたモデルであり、テクノロジーを利用する際にそれが従来の考え方や学び方に与える影響を4つの側面で示す尺度である(図1)。三井(2014)は、Puenteduraの著作を基に図2の様に意識したものを提案している。

SAMR モデルでは、「代替」「拡大」「変形」「再定義」と進むにつれ、授業等に大きな影響を与えるとされる。

また、「代替」から「変革」へと進むに従い、ブルーム及びその後継者らによって提唱された「ブルーム・タキソノミー」つまり、児童・生徒の認知スキルも「記憶」「理解」

「応用」「分析」「評価」「総合」という様により高度化すると指摘されている。

なお、本研究では氏間が提案している意識、S(代替)、A(増強)、M(修正)、A(変革)を用いた。

### (2) 授業実践と実践の整理・分類

授業実践で対象とした生徒の視覚の状況は、表1のとおりである。

授業では、東京書籍発行の「新しい科学1年～3年」を教科書として用いた。実践事例は、表2の様式で学年ごとに整理・分類を行った。

1年生22項目30事例、2年生16項目22事例、3年生23項目27事例の合計61項目79事例でiPadを活用した授業実践を行った。そのうちS(代替)のみの事例は16事例、A(増強)までは17事例、M(修正)までは40

表2 SAMR モデルによる整理・分類の例 (中学1年)

1 使用教科書 東京書籍「新しい科学 1年～3年」  
 2 1年 ※ 活用事例欄の数字は、新たに活用した年次 ①・・・研究1年次の事例 ②(③)・・・研究2(3)年次に新たに活用した事例

| 単元名                   | 活用項目                | 使用アプリ等                                 | 活用事例      | S (代替)                     | A (補強)                                                                             | M (修正)                                                            | R (変革) |
|-----------------------|---------------------|----------------------------------------|-----------|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------|
| ようこそ科学の世界へ            | 身近に見られる植物の観察        | カメラ (静止画)                              | 撮影・観察     | ・画面に大きく映し出して見る。弱視レンズの機能代替  | ・撮影して記録に残し、手元で拡大できる機能補強                                                            |                                                                   |        |
|                       | 植物図鑑 (検索)           |                                        | ①植物検索     | ・植物を検索する植物図鑑の機能代替          | ・画像や文字を拡大表示して確認する機能補強                                                              |                                                                   |        |
|                       | ・観察2<br>水中の小さな生物    | カメラ (静止画)<br>AiORemote (印刷)            | ①顕微鏡観察、記録 | ・視野映像を大きく映し出す顕微鏡撮影装置等の機能代替 | ・視野映像を撮影して記録に残し手元で拡大しトリミングできる機能補強<br>・撮影した画像をWiFi機能で即時に印刷できる機能補強<br>(AiORemote 使用) | ・視野映像を他者と共有しながら観察できる授業形態の修正                                       |        |
|                       | ・基礎操作の確認<br>顕微鏡の使い方 | ePub資料<br>(広島大学氏間研究<br>免責協力)<br>iBooks | ①学習資料     | ・教科書の代替                    | ・文字の大きさ、フォント、画面の明るさ等を実態に応じて設定できる機能補強                                               | ・印刷した記録を授業プリントにはり、観察をまとめる授業方法の修正<br>・実際に使用する器具の静止画や動画等を用いる資料内容の修正 |        |
| 1 植物の世界<br>花のつくりとはたらき | ・観察1<br>色々な植物の花のつくり | カメラ (静止画)                              | 撮影・観察     | ・画面に大きく映し出して見る。弱視レンズの機能代替  | ・撮影して記録に残し、手元で拡大できる機能補強                                                            |                                                                   |        |
|                       | ・観察2<br>葉のつくり       | カメラ (静止画)<br>AiORemote (印刷)            | ①顕微鏡観察、記録 | ・視野映像を大きく映し出す顕微鏡撮影装置等の機能代替 | ・視野映像を撮影して記録に残し手元で拡大しトリミングできる機能補強<br>・撮影した画像をWiFi機能で即時に印刷できる機能補強<br>(AiORemote 使用) | ・視野映像を他者と共有しながら観察できる授業形態の修正                                       |        |

| 単元名            | 活用項目                     | 使用アプリ等                                        | 活用事例         | S (代替)                            | A (補強)                                                                    | M (修正)                           | R (変革)                 |
|----------------|--------------------------|-----------------------------------------------|--------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------|
| 葉、茎、根のつくりとはたらき | ・葉でできたダンブンの確認            | カメラ (静止画)                                     | ①葉の撮影、記録     | ・対象を撮影するデジタルカメラの機能代替              | ・撮影した画像を、手元で拡大し、トリミングできる機能補強<br>・撮影した画像を他のアプリ (ペイント等) で利用できる機能補強          |                                  |                        |
|                |                          | PlayPaint (追記)                                | ①結果予想        | ・葉の輪郭やふが描かれた、紙の機能代替<br>・マジックの機能代替 | ・撮影した観察対象物の静止画に追記できる機能補強<br>・消しゴムや修正液等を使わずに、何度も修正できる機能補強                  |                                  | ・思い切って予想しようとする生徒の意識の変革 |
|                | ・トワイ<br>気体検知管での呼吸確認      | カメラ (静止画)                                     | ①気体検知管の目盛り確認 | ・画面に大きく映し出して見る。弱視レンズの機能代替         | ・撮影した画像を手元で拡大できる機能補強<br>・視認性を高めるためにコントラストを高めることができる機能補強<br>(PlayPaint 使用) |                                  |                        |
|                | ・観察3<br>蒸散と吸い上げられる水の量の関係 | カメラ (静止画)<br>PlayPaint (追記)<br>AiORemote (印刷) | ①蒸散実験結果の記録   | ・対象を撮影する、デジタルカメラの機能代替             | ・撮影した画像をWiFi機能で即時に印刷できる機能補強<br>(AiORemote 使用)                             | ・印刷した記録を授業プリントにはり、観察をまとめる授業方法の修正 |                        |
|                |                          |                                               | ①気孔の顕微鏡観察、記録 | ・視野映像を大きく映し出す顕微鏡撮影装置等の機能代替        | ・視野映像を撮影して記録に残し手元で拡大しトリミングできる機能補強<br>・撮影した画像に追記できる機能補強<br>(PlayPaint 使用)  | ・視野映像を他者と共有しながら観察できる授業形態の修正      |                        |

| 単元名                         | 活用項目                              | 使用アプリ等                              | 活用事例                                    | S (代替)                     | A (補強)                                                                             | M (修正)                           | R (変革) |
|-----------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------|
|                             | ・トワイ<br>ダイコンの根の観察                 | カメラ (静止画)                           | ①ダイコンの根毛の顕微鏡観察による観察、記録                  | ・画面に大きく映し出して見る。弱視レンズの機能代替  | ・撮影した画像を、手元で拡大できる機能補強                                                              |                                  |        |
| 2 身のまわりの物質<br>身のまわりの物質とその性質 | ・基礎操作の確認<br>顕微鏡の使い方<br>電子てんびんの使い方 | ePub資料<br>iBooks                    | ①学習資料                                   | ・教科書の機能代替                  | ・文字の大きさ、フォント、画面の明るさ等を実態に応じて設定できる機能補強                                               | ・実際に使用する器具の静止画や動画等を用いる資料内容の修正    |        |
|                             |                                   | カメラ (静止画)                           | ①メスシリンダーの目盛り、上皿てんびんの針の確認<br>電子てんびんの数値確認 | ・画面に大きく映し出して見る。弱視レンズの機能代替  |                                                                                    |                                  |        |
| 気体の性質                       | ・気体の発生方法と性質                       | ビデオ (動画)<br>SpeedUpTV<br>(再生スピード調整) | ①アンモニア噴水の記録、確認<br>水素が燃える様子の確認           | ・動画を撮影・再生する、ビデオカメラの機能代替    | ・撮影した動画を、手元で拡大できる機能補強<br>・撮影した動画の再生速度を調整できる機能補強<br>(SpeedUpTV 使用)                  | ・短時間で起こる現象の瞬間を確認する、授業方法の修正       |        |
|                             | ・実験5<br>水にとける物質の様子                | カメラ (静止画)                           | ①電子てんびんの数値確認                            | ・画面に大きく映し出して見る。弱視レンズの機能代替  |                                                                                    |                                  |        |
|                             | ・実験6<br>水にとけた物質を取り出す              | カメラ (静止画)<br>AiORemote (印刷)         | ①蒸発させた物質の顕微鏡観察による観察、記録                  | ・視野映像を大きく映し出す顕微鏡撮影装置等の機能代替 | ・視野映像を撮影して記録に残し手元で拡大しトリミングできる機能補強<br>・撮影した画像をWiFi機能で即時に印刷できる機能補強<br>(AiORemote 使用) | ・印刷した記録を授業プリントにはり、観察をまとめる授業方法の修正 |        |
| 物質の姿と状態変化                   | ・実験7<br>ろうが状態変化するときの体積や質量の変化      | カメラ (静止画)                           | ①電子てんびんの数値確認                            | ・画面に大きく映し出して見る。弱視レンズの機能代替  |                                                                                    |                                  |        |

| 単元名              | 活用項目                                              | 使用アプリ等                                                      | 活用事例                                            | S (代替)                                                | A (補強)                                                                                                                                      | M (修正)                                                               | R (変革)                                                           |
|------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| 物質の姿と状態変化        | ・実験8<br>エタノールが沸騰するときの温度                           | カメラ (動画)<br><br>TabataPro (タイマー)                            | 試験管内の沸騰の確認<br><br>①<br><br>繰り返し測定時間の確認<br><br>① | ・画面に大きく映し出して見る。弱視レンズの機能代替<br><br>・実験時間の管理を行うタイマーの機能代替 | ・撮影した動画を、手元で拡大できる機能補強<br><br>・時間計測を繰り返して行える機能拡大<br>・設定時間前にカウントダウンを音で行う機能補強                                                                  | ・危険なため目を近づけて観ることができなかった現象を確認することができている実験方法の修正                        |                                                                  |
|                  | ・実験9<br>赤ワインを熱して出てくる物質                            | カメラ (動画)                                                    | 沸騰するフラスコ内の沸騰の確認<br><br>①                        | ・画面に大きく映し出して見る。弱視レンズの機能代替                             | ・撮影した画像を手元で拡大できる機能補強                                                                                                                        | ・危険なため目を近づけて観ることができなかった現象を確認することができている実験方法の修正                        |                                                                  |
| 身のまわりの現象<br>光の世界 | ・実験1<br>かがみに当たった光の進む道筋                            | カメラ (静止画)<br>(自作の撮影箱使用)<br>PlayPaint (追記)<br>AiORemote (印刷) | 光の道筋の確認、記録<br><br>①                             | ・対象を撮影するデジタルカメラの機能代替                                  | ・画像を撮影して記録に残し手元で拡大しトリミングできる機能補強<br>・撮影した画像に追記できる機能補強 (PlayPaint 使用)<br>・撮影、追記した画像を WiFi 機能で即時に印刷できる機能補強 (AiORemote 使用)                      | ・印刷した記録を授業プリントにはり、観察をまとめる授業方法の修正                                     |                                                                  |
|                  | ・実験2<br>透明な物体に入射する光の道筋                            | カメラ (静止画)<br>PlayPaint (追記)<br>AiORemote (印刷)               | 入射角、反射角の確認<br>光の道筋確認、記録<br><br>①                | ・角度を測る、分度器の代替<br>・対象を撮影するデジタルカメラの機能代替                 | ・画像を撮影して記録に残し手元で拡大しトリミングできる機能補強<br>・撮影した画像に追記できる機能補強 (PlayPaint 使用)<br>・撮影、追記した画像を WiFi 機能で即時に印刷できる機能補強 (AiORemote 使用)                      | ・印刷した記録を授業プリントにはり、観察をまとめる授業方法の修正                                     |                                                                  |
| 音の世界             | ・実験4<br>音の大小や高低と物体の振動との関係<br><br>・理科学習発表会 (音について) | FreqAnalyzer<br>PlayPaint (追記)<br>AiORemote (印刷)            | オシロスコープとして<br>音源装置として<br><br>①                  | ・音の波を確認するためのオシロスコープの機能代替<br>・様々な周波数や大きさの音を出す音源装置の機能代替 | ・結果が表示された画面をキャプチャして記録に残し、手元で拡大し色の調整をしたりできる機能補強<br>・キャプチャした画像に追記できる機能補強 (PlayPaint 使用)<br>・キャプチャ、追記した画像を WiFi 機能で即時に印刷できる機能補強 (AiORemote 使用) | ・キャプチャした画面をお互いに見せ合い、音の大きさや高さや振幅や振動数の関係について意見を話し合う授業方法の修正 (科学へジャンプにて) | ・様々な機器をそろえずとも実験が可能となる実験形態の変革<br>・アプリを使用して実験に実験を行いながら発表する、発表形態の変革 |
|                  | いろいろな力の世界                                         | dBUltraPro                                                  | 音の大きさの測定<br><br>①                               | ・様々な音が何デシベルか測定する騒音計の機能代替                              | ・様々な音が何デシベルか測定する騒音計の機能代替                                                                                                                    |                                                                      |                                                                  |
| 大地の変化            | ・実験5<br>力の大きさとばねののびの関係                            | カメラ (静止画)<br><br>メモ帳 (メモ)                                   | ばねののびた長さの確認<br><br>①<br><br>測定値のメモ、記録<br><br>①  | ・画面に大きく映し出して見る。弱視レンズの機能代替<br>・実験記録をメモする記録用紙の機能代替      | ・メモを静止画として記録できる機能補強                                                                                                                         | ・机上进行可能にすることができ (アーム使用) 実験の安全性や機能性を高める実験形態の修正                        |                                                                  |
|                  | ・実験1<br>火山灰の観察                                    | カメラ (静止画)<br>AiORemote (印刷)                                 | 実体顕微鏡観察、記録<br><br>①                             | ・視野画像を大きく映し出す顕微鏡撮影装置等の機能代替                            | ・視野を撮影して記録に残し手元で拡大しトリミングできる機能補強<br>・撮影した画像を WiFi 機能で即時に印刷できる機能補強 (AiORemote 使用)                                                             | ・印刷した記録を授業プリントにはり、観察をまとめる授業方法の修正                                     |                                                                  |
| 大地の変化            | ・地層のでき方                                           | カメラ (静止画)<br>PlayPaint (追記)<br>AiORemote (印刷)               | 実験でできた地層の確認、記録<br><br>①                         | ・画面に大きく映し出して見る。弱視レンズの機能代替                             | ・撮影して記録に残し手元で拡大しトリミングできる機能補強<br>・撮影した画像に追記できる機能補強 (PlayPaint 使用)<br>・撮影、追記した画像を WiFi 機能で即時に印刷できる機能補強 (AiORemote 使用)                         | ・印刷した記録を授業プリントにはり、観察をまとめる授業方法の修正                                     |                                                                  |

事例、R (変革) までは6事例であった。また、教師が iPad を活用する有効性やノウハウを知ったことで、2年次3年次は1年次に加え、使用したアプリの増加といった量的な変化のみならず、学習のまとめに活用した事例の増加といった質的な深まりがみられた。なお、生徒も iPad を活用する機会が増えることで、教師から指示されて使用するのではなく、自ら考え必要に応じて iPad を活用しようとする姿が増加した。

### (3) それぞれの活用事例の傾向

#### ① S (代替) としての活用

79事例すべてが既存の器具等を代替する役割を担った。中でも、視覚補助具の代替 (25事例)、デジタルカメラやビデオカメラの代替 (10事例) が多かった。図3は、顕微鏡撮影装置の代替の例である。顕微鏡の接眼レンズに iPad の背面カメラを近づけることで視野画像を iPad 画面上に映し出して観察することが可能である。使用したアプリケーションソフトウェア (以下アプリ) は、

「カメラ」「明るく大きく」等である。他に、オシロスコープ (図4)、音源装置 (図5)、色識別装置 (図6)、騒音測定装置 (図7)、プラネタリウム装置 (図8) などの代替とし

て活用した。

また、タイマー (図9)、分度器 (図10)、単語帳 (図11)、電子黒板 (図12)、ワークシート (図13) などの代替としても活用した。

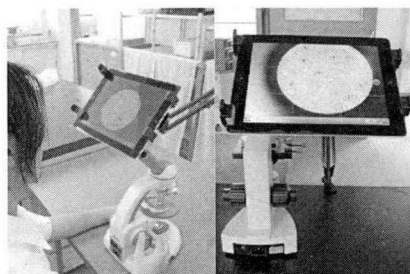


図3 顕微鏡撮影装置の代替  
(アプリ カメラ・明るく大きく)

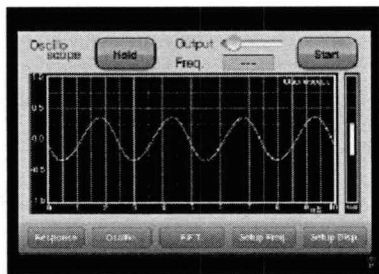


図4 オシロスコープの代替  
(アプリ FreqAnalyzer)

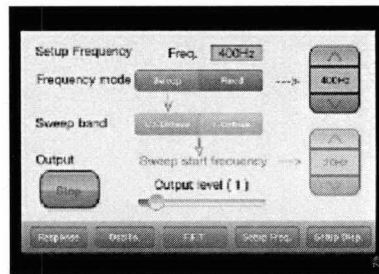


図5 音源装置の代替  
(アプリ FreqAnalyzer)

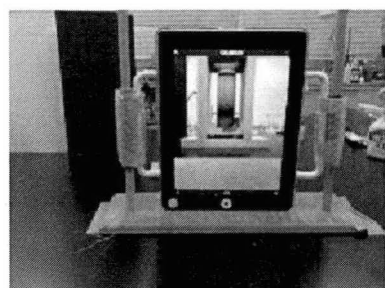


図6 色識別装置の代替  
(アプリ ColorSay)

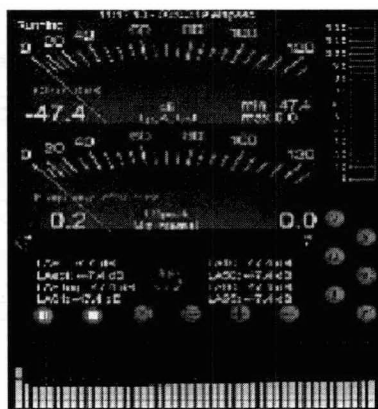


図7 騒音測定装置の代替  
(アプリ dBUltraPro)



図8 プラネタリウム装置の代替  
(アプリ 星座表)



図9 タイマーの代替  
(アプリ TabataPro, ChocoTimeHD, BoxingTimerG)

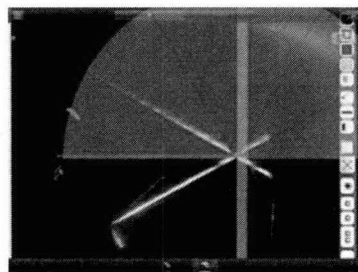


図10 分度器の代替  
(アプリ ポケット定規)

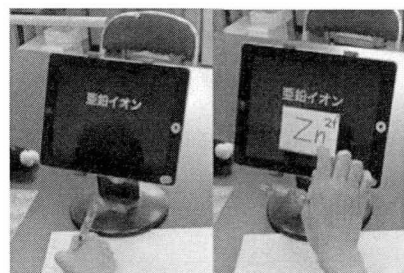


図11 単語帳の代替  
(アプリ ColorSay)

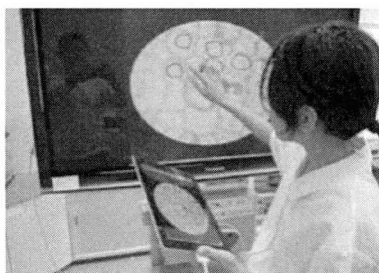


図12 電子黒板の代替  
(アプリ Keynote)

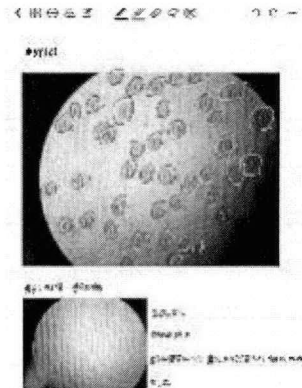


図13 ワークシートの代替  
(アプリ GoodNotes)

②A（増強）としての活用

撮影した画像を手元で拡大（35事例）、追記やトリミング等の画像加工（22事例）、WiFi 機能を用いた印刷（18事例）等の事例が多かった。

図19は、撮影した画像をピンチアウトして拡大し、アプリ「カメラ」を利用して画像のトリミングを行った例である。「カメラ」の画像編集機能を活用すれば、トリミングの他に、画像の傾きや色調の変更も可能である。アプリ「明るく大きく」では、拡大のほかに明るさやくっきりさを一人一人の見え方に応じて調整することができるため、「カメラ」とともに多くの事例で用いた。

図15は、アプリ「PlayPaint」や「Sketch」

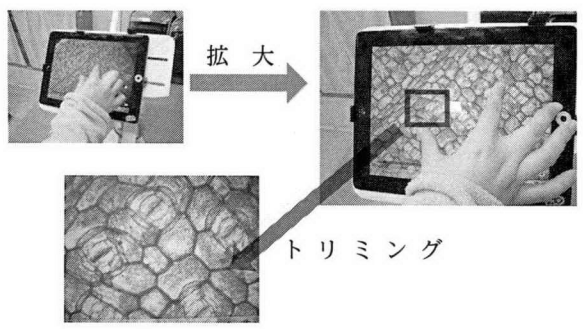


図14 画像の拡大およびトリミングの例  
(アプリ カメラ)

を用いて撮影した画像に追記した例である。追記は、主に実験・観察の方法や結果のまとめに用いた。

iPad では「カメラ」等で撮影した画像を、様々なアプリで二次利用できる。表3は画像を本研究で二次利用したアプリの例である。

③M（修正）としての活用

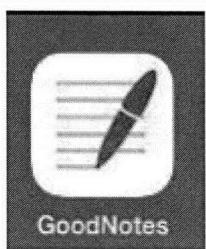
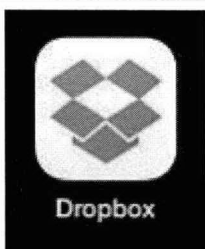
より安全に実験を行うための実験方法の修正（7事例）、撮影した静止画や動画を活用した授業方法の修正等の事例（28事例）が多かった。

図16は、顕微鏡観察における授業形態の修正の例である。iPad を活用することで、顕微鏡の視野画像を他者と共有することが可能



図15 画像への追記の例  
(アプリ 左：PlayPaint 右：Sketch)

表3 画像を2次利用したアプリの例

|                                                                                                |                                                                                                    |                                                                                                   |                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>Keynote | <br>Pair Player | <br>GoodNotes | <br>Dropbox |
| プレゼンテーション                                                                                      | 画像比較                                                                                               | ノート                                                                                               | クラウド                                                                                             |
| <br>Sketch  | <br>PlayPaint   | <br>ロイロノート    | <br>らくらく絵本  |
| 追記                                                                                             | 追記                                                                                                 | 記録・マッピング                                                                                          | 絵本作成                                                                                             |



となるため、自分の視野画像について他者に意見を求めたり、教師が生徒に助言したりすることが容易となった。

図17は、理科室で印刷した記録写真をワークシートにはり、観察記録をまとめる授業方法の修正の例である。これまでカメラで撮影した実験や観察の写真は、一度パソコンに取り込む必要があったり印刷室等他の教室で印刷したりする必要があった。そのため生徒に渡すまでに時間がかかり、その時間内にワークシートに写真を貼って記録をまとめることができないこともあった。しかし、理科室にWiFi機能対応の印刷機を設置し、iPadの無線機能（WiFi機能）を活用することで理科室内での印刷が可能となり、撮影した写真を使ってワークシート等のまとめを行うことが容易となった。

図18は、本校にある実験器具の写真や動画を用いて、実験や観察の資料を電子教材化（以下、ePub化した資料）した例である。筆者が内容の編集を行った後、広島大学氏間研究室にてePub化する方法で、平成24年度からの3年間で、表4の通り12タイトル作成した。

iPadにePub化した資料を取り入れて用いるという授業方法の修正を行ったことにより、教師の説明時間が短縮し生徒の活動量が増える傾向がみられた。これはePub化することにより、実験器具の写真の閲覧がスムーズに行えたり、自動で行替えが行われたり、読み易い文字サイズの設定が行えたりするた

めだと考えられた（松下ら、2014）。

図19は、現象が起きた瞬間をiPadを用いて確認する授業法の修正の例である。

視覚障害を有する生徒にとって、水素の燃焼や放電などの瞬間におこる現象は、音は確認できるが現象そのものを視認することが困難な場合が多い。そこで、その現象を動画影し、再生速度を遅くすることで、現象そのものを確認することが可能となった。

図20は、危険が伴うため目を近づけて確認することができなかった現象をiPadを使うことによって安全に確認することができるようにした授業方法の修正の例である。中学校の化学実験では、実験の過程でガスバーナーを用いたり、化学変化が起こる際に激しい光や熱を伴ったりすることで目を近づけて現象を確認することが困難なものも多い。そのような際、スタンドやアームにiPadを固定することで、現象を安全な位置からリアルタイムに確認することが可能となった。また、同時に動画で録画しておくことで実験後に繰り返し確認することも可能となった。

図21は、星の日周運動を生徒自身がiPadのアプリを用いて確認する授業方法の修正例である。

夜間に実際の天体を観測することは、視覚障害を有する生徒にとって最も困難な活動の一つである。また、星座盤は盤の周囲に書かれた数字が小さく日時の設定を行うのが難しい。iPadの星空表示アプリは、見たい方角・高度にiPadを向けるとその方角・高度の星



図16 顕微鏡観察での授業形態の修正

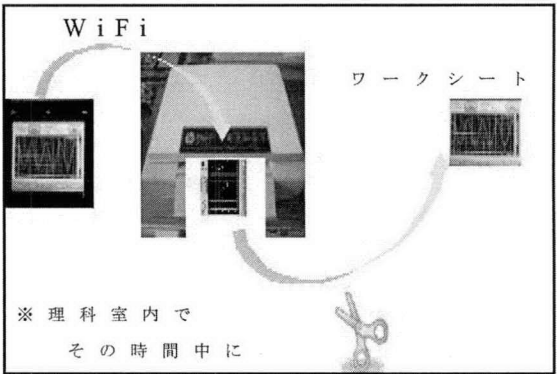


図17 無線印刷を用いた授業方法の修正



空が表示される。また、時間設定も容易にでき、自動で設定した日時の星空が表示される。このような機能を使って、生徒自身が天体の日周運動や年周運動のシミュレーションを行うことで、その理解につながった。

④ R（変革）としての活用  
追記アプリ活用でみられた活動に対する生徒の意識変革（間違いを恐れずに予想してみ）や音声補助が必要な生徒への実験方法の変革（色識別アプリや読み上げる pH メータ

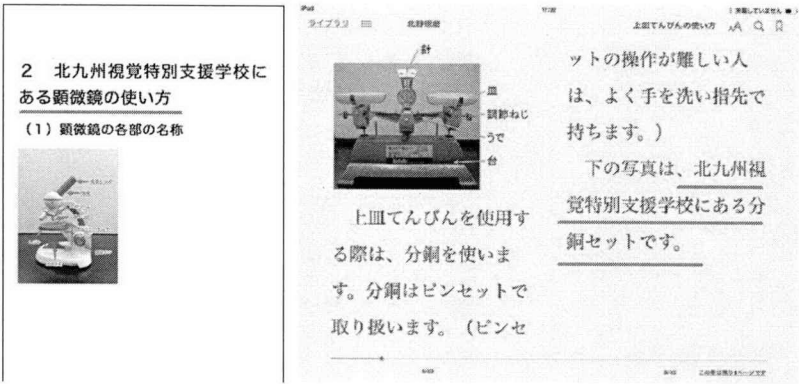


図18 実験や観察の資料を ePub 化した例（アプリ iBooks）

表 4 ePub 化した資料

|    |    |    |    |
|----|----|----|----|
|    |    |    |    |
| 中1 | 中1 | 中1 | 中2 |
|    |    |    |    |
| 中2 | 中2 | 中3 | 中3 |
|    |    |    |    |
| 中3 | 中3 | 中3 | 中3 |

ーアプリの活用)の事例があった。

図22は、追記アプリ活用でみられた、実験結果を思い切って予想しようとする生徒の意識変革の例である。

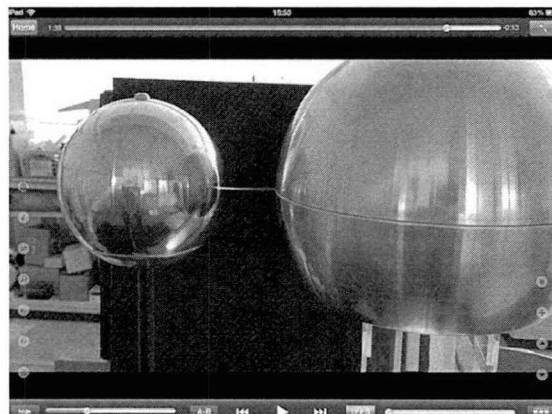
使用した追記アプリでは、iPadの画面をタップすることで、描いたものを削除し修正す

ることが可能なため、間違えることを恐れずに以前より思い切って予想する姿が見られるようになった。

図23は、音声補助を必要とする生徒が、自分自身で、pHを測定したり色の変化を確認したりすることを可能とした実験方法の変



水素が燃焼する瞬間の確認 (中1)



放電の瞬間の確認 (中2)

図19 現象が起きた瞬間を iPad を用いて確認する授業方法の修正 (アプリ カメラ・SpeedUpTV)



図20 目を近づけることができない実験で現象を安全に確認する授業方法の修正 (アプリ カメラ)  
エタノールの沸騰の確認 (中1)



17:30



2時間後のシミュレーション



シミュレーションする生徒

図21 天体の動きを生徒自身が iPad でシミュレーションする授業方法の修正 (アプリ 星座表・StarWalk)  
天体の日周運動の確認 (中1)

革の例である。iPad のボイスオーバー機能を活用することでこれまで他者の支援が必要であった活動を一人で行うことができるようになり、その結果、実験に対する興味・関心・意欲が増すとともに、自分でできたという自己肯定感が高まった。

3. 成果と課題

(1) 成果

- ・ SAMR モデルを用いて、これまでの実践事例を整理・分析することで、iPad が既存の器具の代替にとどまらず、生徒の学習方法・意識や教師の授業方法等に様々な影響を与えていることが明らかとなった。

(2) 課題

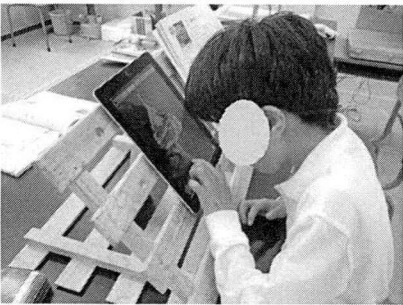
- ・ iPad を活用するからこそ可能となる、S（修正）やR（変革）の活用について研究を進め実践していくこと。
- ・ 通常の学級で行われている授業の中で、視覚障害を有する生徒が主体的に学習を行うための補助具としてS（代替）やA（補強）の事例を通常学級担当の先生方にも広めていくこと。

4. 終わりに

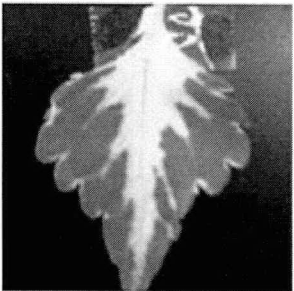
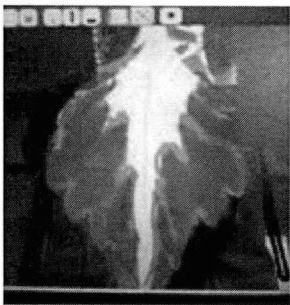
筆者が本研究でタブレット端末で目的に応じた活用を行えるまでには、表5に示す4段階があった。

表5 タブレット端末活用の4段階

|      |                           |
|------|---------------------------|
| 1 段階 | 使い方が分からず活用できない段階          |
| 2 段階 | 基本的な使い方が分かりとにかく使いたい段階     |
| 3 段階 | 自ら使いたいアプリを探す段階            |
| 4 段階 | 授業の一つのツールとして目的に応じて活用できる段階 |

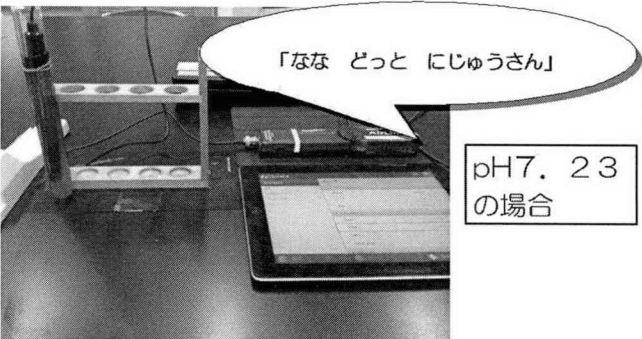


追記アプリで予想する生徒

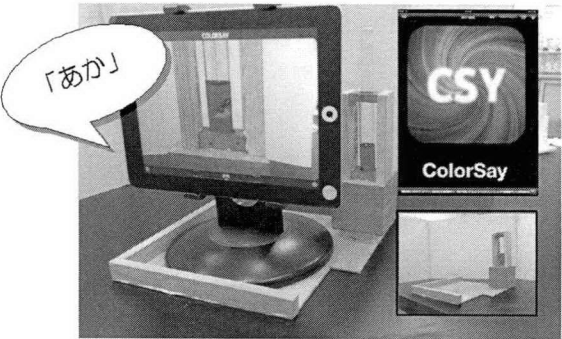


何度でも修正することが可能

図22 葉でできるデンブンの場所の予想（中1）



水素イオン濃度の測定（中3）



指示薬による色の変化の確認（中3）

図23 音声補助の必要な生徒が自分で実験できる実験方法の変革例（アプリ 左：SPARKvue 右 ColorSay）

最終的な目標は4段階に達することだが、それを達成するためには、2段階のとにかく使ってみるということが大変重要であった。視覚障害教育についての専門性をもつ教員が、タブレット端末をとにかく使い、タブレット端末本体及び様々なアプリの機能を知るとともに、可能なことや不可能なことを自身で感じることが、授業での有効活用につながる。ただし、第2段階はより短期間が望ましい。そのためにも、本稿のような実践事例が多く世に出ることが重要である。これまで先達が築いてきた視覚障害教育の「不易」の部分を維持継承していきながらも、タブレット端末の活用という「流行」の部分を組み合わせることが、今後、視覚障害を有する児童生徒の

より充実した学習を可能にする。つまり不易の部分により洗練させていくであろう。

#### 参考文献

- 1) Puentedura, R. R. (2010) Ruben R Puentedura's We blog ,2010/12/08, <http://www.hippasus.com/rrpweblog/archives/000049.html>
- 2) 三井一希 (2014) SAMR モデルを用いた初等教育における ICT 活用実践の分類. 日本教育工学会研究報告集, 14-2, 37-40.
- 3) 松下萌・北野琢磨・佐々木良治・氏間和仁 (2014) 弱視教育における電子教材の作成と実践例. 弱視教育, 52 (2), 19-26.