

中学校「技術・家庭科」における タブレット型情報端末を活用したミニ四駆の指導

吉田 誠*
Makoto Yoshida*

北埜 貴文**
Takafumi Kitano**

奈良教育大学大学院教職開発講座* 河内長野市立加賀田中学校**
School of Professional Development in Education, Nara University of Education*
Kawachinagano Municipal Kagata Junior High School**

1. はじめに

平成24年度より完全実施となった新学習指導要領における中学校技術・家庭科技術分野（以下技術科）では、「エネルギー変換に関する技術」領域が必修となり、目標は『エネルギー変換に関する基礎的・基本的な知識及び技術を習得させるとともに、エネルギー変換に関する技術が社会や環境に果たす役割と影響について理解を深め、それらを適切に評価し活用する能力と態度を育成する』とされている¹⁾。また、旧学習指導要領で選択履修であった「エネルギーの変換と利用」と必修履修であった「機器の仕組みと保守点検」が一つにまとめられたため、学習内容はかなり増加している。しかし、技術科では3年間で「材料と加工に関する技術」、「エネルギー変換に関する技術」、「生物育成に関する技術」、「情報に関する技術」のすべての領域を指導する必要があり、総指導時間数は87.5時間であるため、「エネルギー変換に関する技術」領域の配当時間数は20時間程度しかなく、効率的に知識や技能を修得させる指導方策の検討が必要となっている。

本報告では、「エネルギー変換に関する技術」領域の指導において、市販されているミニ四駆を主教材とし、実習授業の効率化を図るためにタブレット型情報端末（本報告ではiPadを使用するため、以下iPad）を活用する体系的かつ系統的な授業実践を行い、その課題を検討する。

2. 研究の概要

2.1. ミニ四駆の概要について

安東²⁾は、ミニ四駆を旧学習指導要領における「機械」領域の導入時に使用する副教材としてその有効性を述べているが、本報告では、ミニ四駆を「エネルギー変換に関する技術」領域の主教材として使用することにより、領域目標の達成を図ることとする。

ミニ四駆は、株式会社タミヤが商標権を保有して

いるプラスチック製の小型モータ付き自動車模型である（写真1）。



写真1 ミニ四駆の完成車

ミニ四駆は、単3乾電池2本を動力源として、駆動するミニモータと、プラスチック製のシャーシ、ボディで構成され、ミニ四駆用の専用コース上で4輪駆動で走行する。ラジコンではないため、コース内での方向転換には車体に取り付けるローラーを利用する。部品はすべてはめ込み式やねじ止め式で固定する。大きさは実車の32分の1で、リヤモータ式、フロントモータ式、ミッドシップモータ式の3方式があり、プロペラシャフト等を取り外すことにより2輪駆動化することも可能である。軸受は同じ部位にすべり軸受やボールベアリングが利用でき、軸受の違いによる性能の変化も確かめることができる。ボールベアリングは駆動部分の他に方向転換用のローラー等にも使用されている。

ミニ四駆の製作を通して指導できるエネルギー変換に関する基本的知識の内容は、エネルギー変換のしくみ、動力伝達のしくみ、機械要素、機械の保守点検と整備、電気回路、電気機器の保守点検等である。また、ミニ四駆は歯車等の機械部品やモータ等の電気部品がグレードアップパーツとして別売されており、製作の途中でこれらの部品に交換することにより、車体各部の機能の確認ができたり、走行性能を高めたりできる。

実習授業でミニ四駆が完成した後は、専用コースで走行させ、走行タイムを各班で競い合わせる。走行タイムの結果から、各班で走行性能を向上させるための車体の改良を繰り返して行わせる。生徒は、試行錯誤を繰り返すことで、ミニ四駆に使用されている一つ一つの部品のエネルギー損失を少なくすることが、走行タイムの短縮に大きく影響することを体験的に捉えることができる。このことは、エネルギーの有効利用や、エネルギー変換に関する技術の評価の指導につなげることができる。

以上のことから、ミニ四駆を製作する実習授業から得られる技能や知見は大きいと判断できるため、「エネルギー変換に関する技術」領域の主教材として使用する。

2.2. iPadの活用について

学校の情報通信技術（ICT）の整備及び活用は、2010年6月に閣議決定された「新成長戦略」で、2020年を目標に、児童生徒への1人1台の情報端末による教育の本格展開の検討、推進を表明している。これを受け、主としてハード・インフラ・情報通信技術面から実施が検討された総務省の「フューチャースクール事業」³⁾（2012年度に廃止判定）と、主としてソフト・ヒューマン・教育面から実施が検討された文科省の「学びのイノベーション事業」⁴⁾が始まり、デジタル教科書と共に教育現場で情報端末を活用する取組が本格化してきている。

新学習指導要領においても、技術科の各領域の指導で生徒にパソコン等の情報機器を使用させる頻度が高くなってきている。しかし、パソコンを授業で使用する場合は、機器類の使用環境が整ったパソコン教室等を利用する必要があるため、時間的な制約が生じたり、指導内容が制限されることが多い。一方iPadは、簡単な機器を設置するだけで、技術教室や一般教室でも使用環境が整うので、各領域の指導において多様な授業展開を行うことが可能となる。また、iPadは最近のマスコミ等からの情報や、急激なモバイル情報機器の一般家庭への普及等により認知度が高く、パソコンより操作性が優れているため、機器を操作する指導時間を短縮することができる。

iPadが発売されて2年間しか経過していないため、技術科の授業におけるiPadを活用した授業研究等の報告は少ないが、佐藤⁵⁾らが「栽培に関する技術」領域の学習において、iPadを観察記録や調べ学習、遠隔地との比較学習用のツールとしてその有効性を報告している。佐藤らの研究は、1人1台のiPadと無線LANが利用できる環境を構築して授業実践を行っているが、本報告では、使用するiPadは6台で、ミニ四駆走行時のタイム計測、組立過程

や完成車の写真撮影、写真の印刷、結果発表（プレゼンテーション）のツール等として使用することとする。

3. 授業の準備

3.1. ミニ四駆関連について

3.1.1. 走行コースの設定

走行コースは、タミヤ製の「ジャパンカップ・ジュニアサーキット」に、180度分のコーナーとジャンプ台を追加して設定する（写真2）。1周28.23mの3コース設定で、ミニ四駆を約7秒で走行させることができる。コーナーやスロープセクションでは車体の安定性が求められ、安定性が不足すると車体がコースから飛び出してしまうため、各班に車体がコースから飛び出さない工夫をするよう課題を与える。



写真2 ミニ四駆の走行コース

3.1.2. ミニ四駆のシャーシ

ミニ四駆のキットは、1班（5人）に1台とし、キットの種類は生徒たちに選ばせる。多彩な条件を生徒に与えるため、キットの種類はボディデザインだけでなく、性能に直接影響するシャーシも選択させる。シャーシは、ホイールベースが小さく軽量の「スーパー1シャーシ」、ホイールベースが長く作りが頑丈な「スーパーTZシャーシ」、フロントにモーターを配置する「スーパーFMシャーシ」、ホイール幅がワイドな設計の「スーパーXシャーシ」、「スーパー1シャーシ」の改良型である「VSシャーシ」から選択させる。

3.1.3. モーターの種類

ミニ四駆のモーターは、マブチモーター株式会社のFA-130型が利用できるが、回転数やトルク、出力の異なるモーターが選択できる。本報告では、低回転・高トルク仕様の「トルクチューンモーター」をす

すべてのキットで使用する。

3.1.4. 乾電池の種類

ミニ四駆には単3乾電池が必要であるが、マンガン乾電池では消耗が著しいため、パナソニック製の低容量ニッケル水素乾電池「eneloop lite」を使用する。「eneloop」シリーズは充電時にメモリー効果が起きにくい設計がされており、短い間隔の充電に十分対応できることから選定する。「eneloop」シリーズの標準タイプは、重量が重くミニ四駆がコースアウトした際に破損する恐れがあることと、モータに過電流が流れて発熱することがあるため使用できない。

3.1.5. 追加パーツの種類

ミニ四駆グレードアップパーツから、「ファーストトライパーツセット」（写真3）を各班に配布する。

フロントとリヤに取り付けるFRP製の強化バンパーや、低摩擦プラスチック製ローラー、スタビライザー、マスダンパー等が入っており、車体のエネルギーロスの低減や安定性の向上に役立てることができる。

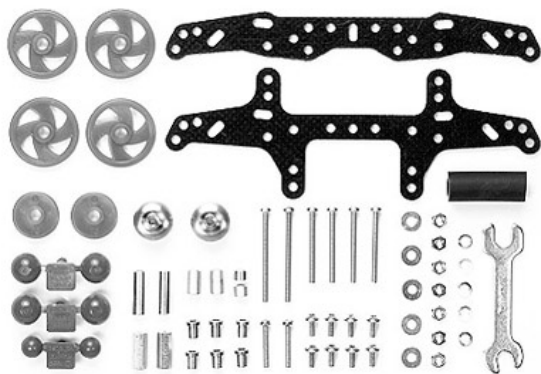


写真3 ファーストトライパーツセット

また、付属のグリスの代わりに利用する自転車用のモリブデンオイルと戸すべり用のパラフィンオイルを使用する。オイル粘度によっても、エネルギーロスに差が出ることを確認させる。

3.1.6. 使用する工具

プラモデル用のプラスドライバーと部品のバリ取りに使うナイフや鉄工やすりの他、軽量化改造を施すための小型電動ドリル、汚れをぬぐうウェス等を準備する。

3.2. iPad環境について

iPadを効果的に利用するために、アップル社の簡

易無線ルータ「AirMac Express」を利用し、iPadとiPadの印刷仕様「AirPrint」に対応したヒューレット・パッカー社の「Photosmart 5510」を無線で接続する環境を技術教室内に構築する。また、「AppleTV」を利用して、iPadに出力する画像を50インチディスプレイに出力する。また、出力画像は、HDMI分配器、HDMI to VGA変換器を介して液晶プロジェクタにも出力する（図1）。

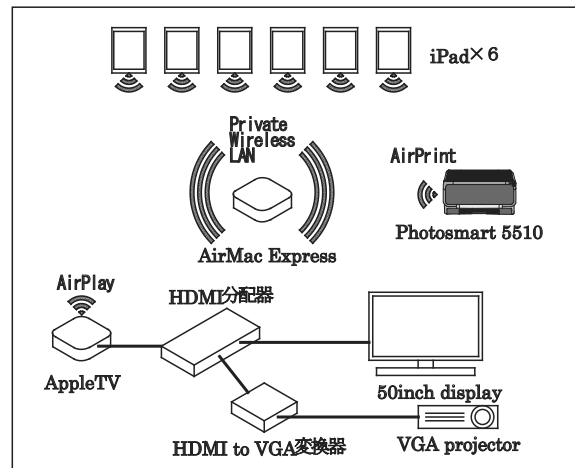


図1 技術教室のiPad環境

生徒が授業中にiPadを落とししたり、机等にぶつけたりして破損させることを考慮して、iPadには、グリフィン社の耐衝撃ケース「Survivor」を装着する。

生徒にミニ四駆の最適なセッティングを調べさせるため、iPadでインターネットを利用した調べ学習を取り入れようとしたが、校内LANにiPadが接続できない環境であるため、あらかじめ個々のiPadにWebサイト「HSV of a Racing Factory」⁶⁾の「最速への道～基本編～」を資料として保存しておく。授業中に資料が必要なときにiPadを利用して資料を素早く参照できたり、必要箇所を容易に拡大することができるため、生徒の学習効率が高まると思われる。また、この資料はB4用紙に出力すると10枚以上になるため、用紙の節約にもなる。

ミニ四駆のコース周回タイムの計測には、赤外線センサーを利用して100分の1秒単位でタイムが計測できる「ミニ四駆ラップタイマー」を利用することとする。しかし、このタイマーは同時に1台しか計測できないため、iPadのストップウォッチ機能を利用して手動計測も行えるようにする。ラップタイマーで計測したタイムは、パソコンの表計算ソフトで集計し、教室内に設置した50インチディスプレイに表示するようにして各班のタイムと順位が時系列で確認できるようにする。

3.3. セッティングシートの作成について

生徒がミニ四駆に行ったセッティングを記録するため、セッティングシートを作成する（図2）。

セッティングシートには、本時及び次時に関する課題の記入欄、ミニ四駆に施したセッティングと手動計測タイムの記入欄、ラップタイマーの記入欄を設ける。また、iPadで撮影したミニ四駆の写真を印刷するスペースを設ける。

ミニ四駆セッティングシート 第 戦 ※必ず全欄の名前を記入すること。

年 期 重 記録担当者

1.課題を話し合う。 セッティング担当者 iPad 担当者

前回公式計測の結果 * セッティング状態の写真

今回の課題

2.いろいろなセッティングを試す。

セッティング項目	手動計測タイム	自動計測タイム
①	*	
②	*	
③	*	

3.一番良かったセッティングで公式計測を行う。 この画を下にして矢印の向きにプリンタへ挿入する→

公式計測の結果 * 前回より - *

4.次戦で実施すべき課題

図2 セッティングシート

4. 実践授業

実践授業は、2012年4月～7月に河内長野市立加賀田中学校2年生121名を対象に実施した。

全12時限の単元指導計画を次に示す。

- (1) 電気の利用……………[0.5時限]
 - ・電気をつくり出す
 - ・電気を利用する
- (2) 発電のしくみ……………[1時限]
 - ・火力発電
 - ・原子力発電
 - ・新エネルギー
- (3) エネルギーとエネルギー変換……[1.5時限]
 - ・エネルギー資源の種類
 - ・エネルギー変換と効率
- (4) エネルギーの変換と利用……………[2時限]
 - ・電気エネルギーの種類
 - ・電気機器への利用
- (5) 動力伝達の機構とその利用……………[2時限]
 - ・動力伝達の特徴と機構
 - ・速度伝達比
 - ・運動を変化させるしくみ
 - ・軸受
- (6) ミニ四駆の組立及び改良……………[4時限]
- (7) まとめ……………[1時限]

4.1. ミニ四駆の製作について

4.1.1. キットの組立

実習授業は、各班ごとに選択したキットが異なる

ため、生徒には添付されている組立説明書を参照し、製作工程を各班で確認しながら組み立てるよう指示した。作業の早い班は約40分、作業の遅い班は約2時間程度で組立作業を完了した。組立作業終了後、すぐにミニ四駆をコースで試験走行させ、組立に問題点がないか確認させた。この時点で、コースの周回タイムを計測させたが、最も速い班は8秒38、最も遅い班は13秒39で、約5秒の差がついた。

4.1.2. 追加パーツの組立・取り付け

ミニ四駆の試験走行が終了後、追加パーツの「ファーストトライパーツセット」を組立させた。小さい部品が多く、生徒たちは組立に苦労していたが、30分～1時間程度で完成させることができた。追加パーツをミニ四駆に取り付け後、2回目の試験走行をさせた。この段階で軸受に注油することを忘れたために周回タイムが18秒もかかる班があり、最速の班とのタイム差は10秒程度になった。

4.1.3. 部品の微調整

iPadに入力した「最速への道～基本編～」を参考にしながら、ミニ四駆のコース周回タイムを短くするために車体各部の調整を行わせた（写真4）。

特にコーナー速度を向上させるためのローラー位置の調整や、ジャンプ台で車体を安定させるためのスタビライザーやマスダンパーの取付位置や方向の調整を入念に行うよう指示した。

資料を読むことにより、ミニ四駆を分解して組立や注油等をやり直す等、班ごとに様々な試行錯誤が見られた。調整を繰り返して行った結果、各班の周回タイムは向上し、すべての班が10秒を切ることができた。



写真4 iPad画面での資料確認

4.1.4. 潤滑油の注油

ある班が潤滑油にモリブデンオイルを使用して6秒台の周回タイムを記録すると、すべての班がモ

リブデンオイルやパラフィンオイルを使用した。

すべての軸受に潤滑油を丁寧に塗布できたミニ四駆は、常に6秒台の周回タイムを維持した。潤滑油を注油するだけでは記録が伸びなかったため、やすりでギヤを削り、軽量化することで大幅に記録更新を達成した班もあった。

最終記録は、最も速いミニ四駆は6秒57、最も遅いミニ四駆は7秒87で、その差は1秒程度になった。

4.2 iPadの機能について

4.2.1. セッティングシートの作成

毎時間のミニ四駆の組立状況を各班ごとにiPadを利用して撮影させた。撮影した静止画ファイルから最良のものを選択させ、プリンタに送信してセッティングシートに印字させた。

各授業時間ごとに作成したセッティングシートの利用方法は各班で決めさせた。

そのため、ただ単にセッティングシートを作成するだけの班や過去のセッティングシートを見ながら最善のミニ四駆のセッティングを割り出す班（写真5）等があり、その利用方法は多彩であった。



写真5 セッティングシートによる確認

4.2.2. ストップウォッチ機能の利用



写真6 iPadのストップウォッチ表示画面

コースの周回タイムは、iPadのストップウォッチ機能（写真6）を利用し、手動でも測定させた。しかし、ゴール地点のミニ四駆の通過速度が速いため、目視による手動計測では、改良によるわずかな速度向上の効果を確認するには難が感じられた。

5. 授業実践の成果と課題

5.1. ミニ四駆の製作について

実践授業中の様子や授業後に書かせた授業の感想文等から、生徒は男女ともミニ四駆に関心を示し、意欲的に学習に取り組む様子が見受けられた。そのため生徒は、ミニ四駆を製作し、調整・改良することを通してエネルギー変換に関する多くの知見を得ることができたと判断できる。また、ミニ四駆のメンテナンスやセッティングを班で行うことにより、生徒に集団で課題解決に取り組む態度や、課題を解決するために創意・工夫をする態度が培われたと考えられる。

ミニ四駆の台数は、1班あたり1台の割合で配布したが、実習授業中に何も作業をしない生徒がいる班が見受けられた。そのため、1班あたりのミニ四駆の適切な台数や、実習授業中の指導内容を検討する必要がある。

また、河内長野市の地場産業の一つにボールベアリングがあるが、指導時間の不足から、ミニ四駆に使用されているベアリングの指導が十分にできなかった。地域連携の面からも、ベアリングの指導は是非とも行う必要がある。

5.2. iPadの活用について

授業へのiPadの活用については、大きな意味があったと考える。セッティングを調べるために生徒たちはiPadを活用し、知りたいことについて自由に調べることができた。オフラインでのWebページの活用であったが、それでも授業内では十分な情報量であった。

ストップウォッチを使った手動タイム計測や写真撮影とセッティングシートへの印刷等も、自分たちのミニ四駆をよりよくするために、試行錯誤を繰り返しながら上手に使いこなしていた。iPadで撮影する写真は、スケッチよりも短時間で正確に完成し、いつでもできるタイム計測はミニ四駆を改良した効果の程度を示すわかりやすい指標となった。

また、50インチディスプレイにリアルタイムで更新される各班の周回タイムの結果を映し出すことにより、各班間の競争意識を高めることができた（写真7）。

iPadのストップウォッチ機能を利用したミニ四駆のコース周回タイムの計測は、授業終了後にiPad

のカメラ機能を利用して自動的に周回タイムと速度を同時に計測するアプリケーションがあることがわかったため、今後の使用を検討する（写真 8）。

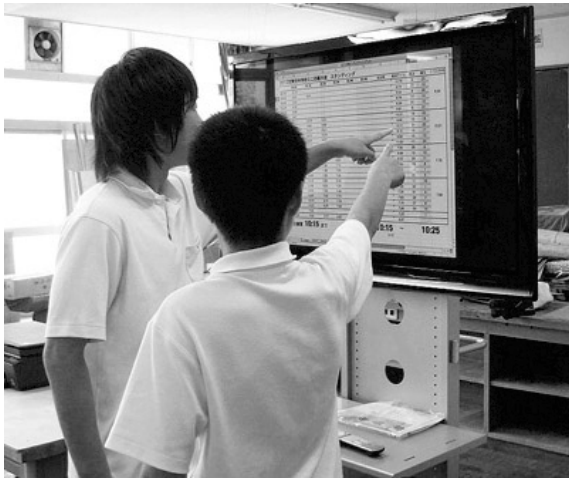


写真 7 周回タイムの確認

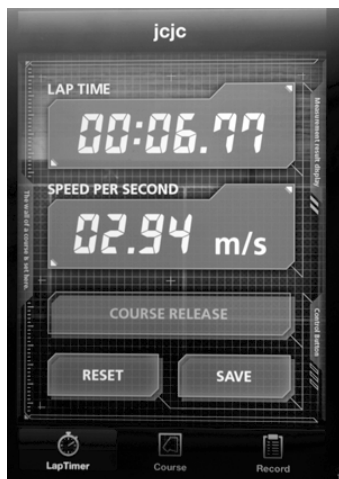


写真 8 自動計測ストップウォッチの画面

6. おわりに

「エネルギー変換に関する技術」領域の指導では、ミニ四駆と iPad の教材・教具を組み合わせることによって、生徒の授業への関心を高め、効率的に知識・技能を習得させる有効な指導方策として機能すると言える。今後は、実践授業で抽出された課題を解決するために、より緻密な指導計画を構築していく必要があると思われる。

また、授業で使用する iPad の台数を多くすることで、学習効率がさらに向上すると考えられるが、現在、大阪府下の各自治体では、学校の校舎耐震工事等の諸事情があるため、高額な物品の購入に十分な予算を当てる事が難しい状況となっている。しかし、新しい学習ツールとしての利便性や、これからの生徒用デジタル教科書の本格的な普及等を考慮すると、生徒 1 人に iPad が 1 台という環境が早

期に整えられることを期待する。

7. 謝辞

本報告をまとめるにあたり、文教大学准教授今田晃一氏、立命館守山中学校教諭木村慶太氏から多くのご協力、ご指導を賜りました。心より御礼申し上げます。

付記

本報告で用いた機材の一部は、パナソニック教育財団第 38 回（平成 24 年度）実践研究助成〔代表者：北埜貴文〕で購入したものを利用した。

註

- 1) 文部科学省（2008）中学校学習指導要領解説技術・家庭編、pp.23-27
- 2) 安東茂樹（2000）中学校技術科機械領域におけるミニ四駆を用いた導入学習の展開、日本教科教育学会誌、第 23 巻 第 1 号、pp.49-56
- 3) 総務省（2012）フューチャースクール推進事業 http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/kyouiku_joho-ka/future_school.html（2012.12.20 確認）
- 4) 文部科学省（2011）未来を拓く学び・学校創造戦略 事業 A 学びのイノベーション事業 http://www.mext.go.jp/a_menu/hyoka/kekka/1297364.htm（2012.12.20 確認）
- 5) 佐藤正直、山本利一（2012）ネットワークを利用した遠隔地同時栽培学習の提案ータブレット型情報端末(iPad)を活用した授業方法の研究ー、日本教材学会第 24 回研究発表大会研究発表論文集、pp.38-39
- 6) RedSaber（2010）HSV of a Racing Factory ー最速への道ー基本編ー <http://redsaber.iaigirl.com/mini4%20kihon.htm>（2012.12.20 確認）