

## タブレット端末による電気を学ぶアプリの開発とその活用

塚平彩<sup>†1</sup> 植田将基<sup>†1</sup> 久原政彦<sup>†1</sup> 遠藤守<sup>†1</sup> 岩崎公弥子<sup>†2</sup>  
山田雅之<sup>†1</sup> 宮崎慎也<sup>†1</sup> 上拾石弘<sup>†3</sup> 安田孝美<sup>†3</sup>

タブレット端末によるデジタル教材の開発とその活用手法に関心が集まっている。そこで我々は生活に不可欠な「電気」を理解することを目的とした児童向けのタブレット端末用アプリケーションを開発した。本稿ではアプリケーションの具体的な実装手法や Bluetooth による無線通信インタフェースの構築、そしてこれらを活用した児童館でのワークショップの実施結果について述べる。本ワークショップの実施により一定の有効性を確認したので報告する。

### Development of Tablet-based Digital Teaching Material for Learning Electricity and Its Application

SAYAKA TSUKADAIRA<sup>†1</sup> MASANORI UEDA<sup>†1</sup> MASAHIKO KUBARA<sup>†1</sup>  
MAMORU ENDO<sup>†1</sup> KUMIKO IWAZAKI<sup>†2</sup> MASASHI YAMADA<sup>†1</sup>  
SHINYA MIYAZAKI<sup>†1</sup> HIROSHI KAMIJIKOKU<sup>†3</sup> TAKAMI YASUDA<sup>†3</sup>

Tablet-based digital teaching materials and their applications are attracting attention. In this research, we developed a digital teaching material for learning electricity for children. This paper shows its actual implementation of an application, construction of an interface using Bluetooth wireless technology and the result of workshop at children's house. Through the workshop with our implemented software/hardware, our proposed methods and interface's validity were confirmed.

#### 1. はじめに

教育現場への ICT 活用の需要は高まる一方である。しかし PC など、従来からの高額で設置場所が限定される機器の使用は、学習者にとってもその操作方法の習熟のために何時間も学習を必要とすることから、必ずしもコンピュータ以外の学習への積極的な活用には結びつきにくいのが現状である。可搬性の高いタブレット端末の教育現場への導入の試みの一つとして、2006 年度から 3 年間実施された NEXT プロジェクト[1]がある。様々な学習科目への適用が試行されたが、この当時は PC を拡張したタブレット端末が利用されており、その導入コストや重量などの点で一般的な普及には至らなかったと推測される。

しかし 2010 年頃より携帯端末の高性能化・高機能化の背景を受けて開発された PC をベースとしない iPad や Android タブレット端末の開発と普及が急速に進むにつれ、改めてタブレット端末による教育現場への導入の期待が高まってきた。我が国では 2010 年頃から総務省や文部科学省による「フューチャースクール推進事業」や「学びのイノベーション事業」などが展開され、現在も継続中であるが、今まさに、様々な分野におけるタブレット端末を活用した学習環境が生み出されていると言っても過言ではない。

我々もこれまで、地域の科学館や小学校、児童施設、病

院などとの共同で、児童を対象としたタブレット端末の活用によるデジタル教材の開発やレクチャーの実施を行ってきた[2][3][4] (図 1)。これらの研究ではレクチャーにおけるタブレット利用の適切なタイミングや、タブレット端末操作に慣れていない参加児童に対してどのようなインタフェースを提供すべきかといった多くの有益な知見が得られたが、一方でタブレット端末が備える以上の機能を実装することは容易でないことや、学習に必要な他の実験材料や電子機器との連携をどのように円滑に行うかといった課題も示された。

そこで本研究では科学教育、とくに電気の仕組みを分かりやすく学ぶためのデジタル教材をタブレット端末と組み込み技術とを組み合わせたアプリケーションとして、設計・開発することを目的とする。更にこれらを、児童を対象としたワークショップの実施により活用することで、開発アプリケーションの可能性・有効性を検証する。



図 1 タブレット端末を用いた金環日食教室の様子  
Figure 1 The situation of an annular solar eclipse classroom with tablet.

<sup>†1</sup> 中京大学  
Chukyo University

<sup>†2</sup> 金城学院大学  
Kinjo Gakuin University

<sup>†3</sup> 名古屋大学  
Nagoya University

## 2. 電気を学ぶアプリケーションの開発

### 2.1 アプリケーション概要

図2に本研究において開発するアプリケーションの概要を示す。システムはだまかに、タブレット端末のみで動作するソフトウェア部と、タブレット端末と連動して動作するハードウェア部とに分かれる。システムは実際に活用されるワークショップの進行と連動し、時間的経過に伴いはじめはソフトウェア中心の内容から、徐々にハードウェアを交えた構成とする。

学習内容は順に「モータの仕組み」で発電に関する基礎知識を学習し、次に具体的な発電の事例として「風車」をテーマとしたコンテンツに移行し、最後に実際に発電玩具を用いた実験に向けたコンテンツとする。

コンテンツではタブレット端末の利用経験がない学習者でも操作できるよう配慮し、ソフトウェアによるインタフェースでは指1本のみによる操作で、かつはじめはタッチ操作のみ、次にタッチパネルを円状になぞる操作、最後にボタン等のUIを用いた操作を自然に学べるインタフェースとする。各部の詳細は以後の節にて述べる。

### 2.2 タブレット端末用コンテンツ

電気の仕組みを学ぶタブレット端末用コンテンツとして、図4に示すコンテンツを構築した。(a)および(b)は独立した一つのコンテンツであるが、(c)と(d)は1つのコンテンツ内で画面上のボタンにより切り替えて利用する。

#### (1) モータの仕組み

本コンテンツはモータの基本原則を理解するためのコンテンツである(図4(a))。磁石で挟まれ、線が巻かれたコイル付近をタッチすることでコイルが回転し、その回転の状態によりブラシの接触が切り替わることでコイル両端のN極、S極が交互に切り替わり、電気が発生したことを表示する。タブレット端末に関しての知識がなく、タッチパネルを初めて触る児童でも容易な操作を可能とするため、本コンテンツの操作は指1本によるタッチ操作のみとした。

#### (2) 風車を回して発電する

風力によるモータの回転によって電気を起こす風力発電を模したコンテンツである(図4(b))。本コンテンツにおいて、風車は慣性の力で回転しており、一定速度以上の回転になって初めて左にあるバッテリーの充電が開始される。コンテンツ利用者は指1本で風車の周りを円状になぞることで風車を回転させることができるが、風車の回りはじめはゆっくりと、その後徐々に回転速度を増す。また高速に回転させている

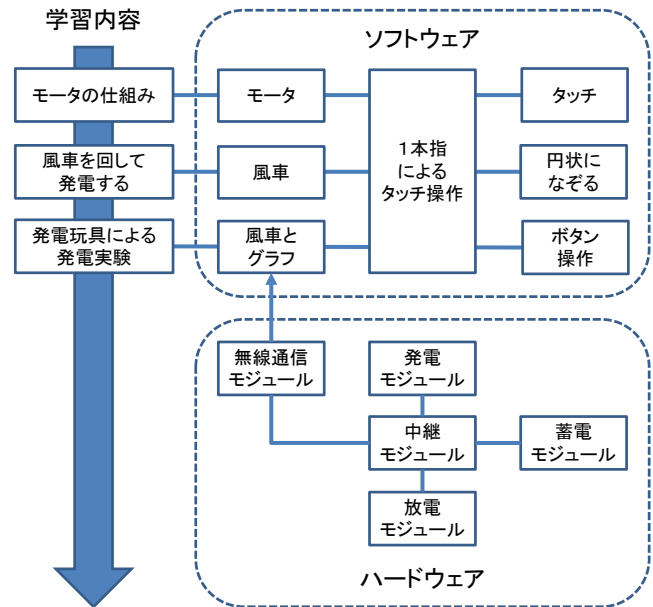


図3 アプリケーション概要  
 Figure 3 Outline of an application.

途中でタッチパネルから手を放すとプロペラの回転速度は次第に減速する。このため利用者は頑張ってプロペラを回し続けることになる。なお画面上の電池が満充電になると目標達成のアラームが鳴りコンテンツの終了となる。

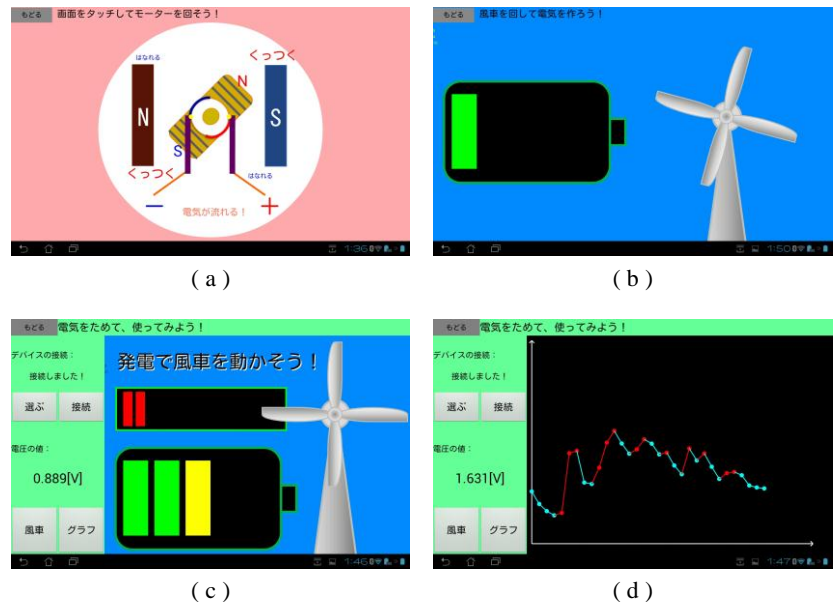


図4 構築アプリケーション画面

- a) モータの仕組み b) 風車を回して発電する
- c) 発電玩具による実験 - 風車 d) 発電玩具による実験 - グラフ

Figure 4 Application Screens.

- a) "Structure of a motor" b) "Electricity generation by turning a propeller"
- c) Scientific experimentation with toy for electricity generation - Propeller
- d) Scientific experimentation with toy for electricity generation - Graph

### (3) 発電玩具による発電実験

図 4(c)および(d)は、発電玩具と併せて利用するコンテンツとなる。(c)は画面構成上(b)と似ているが、こちらはプロペラの動きをタッチパネルの操作ではなく、発電玩具からの電圧値によって回転させる。電池上部のゲージは発電した際の瞬間的な電圧値を示すが、発電値を時系列で確認することができないため、(d)で示すグラフ表示に切り替えることが可能である。(d)では電圧上昇、電圧低下、電圧一定の3種類の色で表示することにより、電圧の変化を判り易く知ることができる。

また、3.1で述べたように発電玩具とは Bluetooth 通信によって接続するため、利用者は本コンテンツ開始時に接続処理を行う必要がある。具体的な手順として、タブレット端末と同時に配布された Bluetooth 無線通信モジュールに貼り付けられている番号と同じ番号をリストから選択した後、「接続」ボタンを押下する。以上の操作により、タブレット端末と発電玩具との間で通信が開始される。

### 2.3 無線通信モジュール

発電玩具により発電・蓄電・放電された電気をタブレット端末により可視化するため、玩具とタブレット端末間を接続するための無線通信モジュールを設計・開発した(図 5 左)。本通信モジュールは単 4 電池 4 本を収納可能な電池ケースを用いて実装されたものであり、単 4 電池 2 本とマイコン、Bluetooth 通信モジュールからなる。電池はマイコンと Bluetooth 通信モジュールを駆動させるためだけに使用され、発電による電力に依存せず動作するよう設計した。

本モジュールは後に述べる発電モジュールによって作り出された電気や、蓄電モジュールに蓄電された電気の電圧を計測し、その電圧値を一定間隔でタブレット端末に送信する。なお、Bluetooth 通信を行う際には予め送信側と受信側でペアリング登録を行う必要がある。本ワークショップでは本モジュールと対となるタブレット端末を予めペアリング登録をしておき、配布時にペアになるように双方に共通のラベルを付けてセットで配布することとした。

### 2.4 発電玩具の設計と開発

開発アプリケーションを用いたワークショップにおいて、実際に発電・蓄電・放電を行うためのモジュールを開発した。以下にそれぞれのモジュールについて述べる。

#### (1) 中継モジュール

先に述べた無線通信モジュールと以下に述べる発電・蓄電・放電各モジュールを組み合わせて接続するためのモジュールである。4 辺のうち 3 辺をオスコネクタとし、残る 1 辺はメスコネクタを実装した。1 辺のみメスコネクタとした理由は、本中継モジュールを連結して繋げることを想定してのことである。また他のモジュールを裏返しにしても正しく動作するよう、接続部はマイナス、プラス、マイナスの順で 3 本ずつのピン配置とし、またメスコネクタには予め 5 本のピンが刺さるコネクタの両端のピン穴を埋めて実装し、ピンの誤挿入を避けるための工夫を施した。

#### (2) 発電モジュール

参加者が起こすことのできる電気の種類にバリエーションを持たせるため、本ワークショップにおける発電手段として、手回し発電機と風力によって回転するソーラーモータ、太陽電池パネルの 3 種類のモジュールを用意した(図 5 中)。各モジュールは中継モジュールに接続するためのメスコネクタを実装する。

#### (3) 蓄電モジュール

蓄電モジュールは発電した電気を蓄積するためのモジュールで、蓄電素子にはスーパーキャパシタ(電気二重層コンデンサ)を用いた。電荷がほぼ無い状況下における蓄電初期にはスーパーキャパシタの 2 端子はおよそ短絡状態となるため、保護用の容量の異なる電解コンデンサを 2 個実装する。また中継モジュールに接続するためのメスコネクタを実装する(図 5 右)。

#### (4) 放電モジュール

発電または蓄電された電気を様々なかたちで確かめるために、本ワークショップでは光(発光ダイオード)と動き(モータ)、そして音(マイコン制御による電子ブザー)による放電モジュールを用意した。各モジュールは中継モジュールに接続するためのメスコネクタを実装する(図 5 右)。

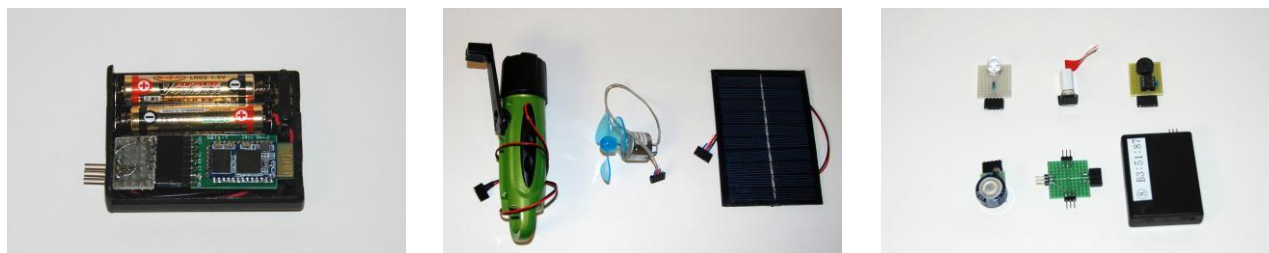


図 5 左: Bluetooth モジュール, 中: 発電モジュール, 右: 放電・蓄電・中継モジュール他

Figure 5 LEFT: Bluetooth module, CENTER: Electric power generation modules, RIGHT: Discharge, Charge and Terminal modules etc.

### 3. ワークショップの実施と考察

#### 3.1 児童館でのワークショップの実施

「電気を学ぼう！つくる、ためる、つかう」と題した本ワークショップは2012年8月5日と11日の2日間にわたり愛知県内の2か所の児童施設において開催され、小学校1年生から6年生までの計27名と、その保護者数名が参加する形で実施された。講習時間は当初アンケートを含めて60分を予定していたが、実際の所要時間は開始から終了まで70分～80分程度であった。

ワークショップの内容は前半と後半に分かれ、前半には電気に関する基礎知識の説明や簡易的な発電玩具を用いた学習に充てられ、後半は発電・蓄電・放電に関する発電玩具を用いたグループ学習形式で実施された。前半は進行役となる1名の講師の説明を中心に進められ、補佐役として主催者側アシスタントが必要に応じてサポートにあたったが、後半では4名+2名程度のアシスタントを1グループとして、数グループが同時進行する形をとった。

タブレット端末を交えた学習は前半の途中からはじめ、前章までで述べた手順により必要に応じてタブレットと発電玩具を持ち替えるなどしながら進められた。最後に、ワークショップ終了後にアンケート調査を行った。アンケート内容は5段階評価による設問9問と自由筆記による設問10問からなる。

#### 3.2 アンケート結果と考察

アンケート結果ではタブレットを使った本ワークショップが楽しかったかどうかについて、27名中23名が最も高い評価を選択し、残りの4名からも高い評価を得たことから本ワークショップが大変高評価であったことを裏付けた。

またその理由を問う設問の回答では、

- ・まわすやつがたのしかった
- ・でんきをためてグラフを見るのがたのしかった
- ・みんなとたくさん電気のいろいろなことをきょうりよくしてできて楽しかった

など、本ワークショップが狙いとした様々な工夫が自然に受け入れられたことが明らかとなった。

逆に、判らなかつたことを2点問う設問では全ての学習者が「なし」または無回答であったことから、本アプリケーションが伝えたい内容の全てが参加者に理解されたと考えられる。

システムに関する評価としては、ワークショップ中にアプリケーションが強制終了する事象は1度も発生せず、また無線通信モジュールの設定に手間取ることが予想されたが、実際には各グループの主催者側アシスタントによるサポートによりスムーズな進行が実現した。さらにBluetooth通信の際、最大15台のモジュールを同時稼働させたが、懸念された混信などは発生しなかつた。総じてワークショップが円滑に実施されたと評価する。



図6 ワークショップの実施

Figure 6 The situation of a workshop.

### 4. おわりに

本研究では、我々の生活に欠かせない「電気」をテーマとし、また昨今のひっ迫した電力需給の背景、節電の大切さなどを子供たちに分かりやすく理解してもらうことを目的とした、タブレット端末と発電玩具の組み合わせからなるアプリケーションの設計・開発を行った。また開発アプリと発電玩具をワークショップ形式によって実践活用し、アンケート調査も併せて実施した。今後はこれらの結果に基づき、更なる改良や新たなデジタル教材・インタフェースの開発を行っていきたい。

**謝辞** 本研究の実施にあたりNTTドコモ東海支社様、およびワークショップの開催にご協力頂きました皆様に深謝いたします。なお本研究の一部は、文部科学省科学研究費補助金、人工知能研究振興財団研究助成、中京大学特定研究助成ならびに中京大学プロジェクト研究助成による。

#### 参考文献

- 1) NEXT プロジェクト：メディア教育センター、マイクロソフト <http://www.microsoft.com/ja-jp/education/next/default.aspx>
- 2) 岩崎公弥子(2009)：プロジェクト型教材開発と小学校の授業実践、金城学院大学 人文・社会科学研究所 紀要 第13号, pp.1-14.
- 3) 浦正広, 中貴俊, 遠藤守, 毛利勝廣, 安田 孝美, 山田 雅之, 宮崎 慎也(2012)：スマートフォンを活用した対話型星座検索アプリの考案と試作, 電子情報通信学会, 信学技報, vol. 111, no.380, MVE2011-60, pp.37-42.
- 4) 中貴俊, 秦野やす世, 遠藤守, 山田雅之, 宮崎慎也(2012)：タブレット端末での利用を考慮した原子軌道描画プログラムシステムの開発, 電子情報通信学会, 信学技報, vol. 111, no. 380, MVE2011-73, pp. 179-183