

# 理科実験における学校BYODの実践報告

## Google サイエンスジャーナルの活用

Practice report of “School BYOD” in science experiment.

西澤 利治  
株式会社電腦商会

藤廣直人  
株式会社CAMI & Co.

生徒所有のスマホを学校に持ち込む「学校BYOD」は、通信端末としての利用が論じられている。しかし、スマホに内蔵された音・照度・動き・磁気など各種センサーの計測値が利用できれば、教科に連動したBYOD実現が期待できよう。そこで本研究では、実験ノート作成アプリの「Google Science Journal」を利用して、理科実験でBYODを実践する際の問題点と効果、観察データのクラウド共有などの在り方を報告する。

キーワード：STEAM 教育，教育方法，理科教育，BYOD

### 1. はじめに

遅々として進まない学校のICT環境を改善するため、生徒のスマートデバイスを学校に持ち込む「学校BYOD」の検討がなされている。BYODは「Bling Yore One Device」の略語であるが、主にビジネスシーンにおいて、従業員が所有するICT機器を業務に使用することを指していた。これに対して文部科学省の資料によれば、「学校BYOD」は、「スマートフォン、タブレット等の家庭用情報端末を学校等で利用すること」と解説されている。

ところが、ここに問題がある。そもそも携帯電話やスマートフォン（以下「スマホ」と略す）は、教育委員会により学校への持ち込みを禁止している県が多かった。これを、学校BYODを推進するために、学校へのスマホ持ち込み禁止ルールを緩和する動きが起こっているものの、家庭用情報端末を学校に持ち込んで利用すると言っても、実際に「どのように」学校教育で活用するかといった示唆はなされていない。そのため、家庭用情報端末を携帯電話の延長線上に捉え、「スマホは音声通話用だから」授業のジャマになるので、学校への持ち込みは容認するが授業中は学校が預かって管理すべしといった議論も未だに行われている。

だが、家庭用情報端末は、通信「だけ」の機器として済ませて良いのだろうか。本稿では、スマホに搭載されたセンサーを物理実験の計測に利用することで、学校BYODの在り方について検討したものである。

### 2. 本研究の目的と背景

改めてスマホの機能を見直してみれば、音声通話、データ通信は当然のことながら、カメラ、マイク、方位（コンパス）、傾き、動き、気圧…といった各種センサーの複合体であることに気付かされる。そこで、スマホに搭載された様々なセンサーを利用して外部のデータを計測できるならば、理科教育における物理実験に応用できるのではないだろうか。こうした、音声通話・データ通信用としてではないスマホの利用シーンを検討することによって、学校BYODの在り方を示すことができると考えた。

### 3. 研究の方法

#### 3.1. 物理実験の課題

まず、理科教育で生徒が物理実験を行う場合の問題点を検討した。その結果、授業時間の配分の問題から生徒実験に十分な時間をとれない、単純な実験でも生徒の習熟度が低いと観察の精度が上らず、得られたデータもばらつきがあり、結果として法則性が見出せない、などの問題があることが判明した。

こうした生徒による物理実験の抱える問題を改善するため、実験を肉眼で観察してデータを収集するのではなく、マイコンとセンサーを組合せて自動計測を行って観察の精度を向上させる多数の取り組みが実践報告されている。こうした事例では、環境が低価格で構築できることや技術情報が入手しやすいことから、シングルボードマイコンのArduinoなどにセン

サーを接続してデータを計測する構成のシステムが採用されていることが多い。ただしこのシステムの問題は、実践事例を再現するにもマイコンのプログラミングスキルが必要であり、また、センサーを実践事例と異なる部品を使用した場合は定格が変わるためプログラムの修正が必要となることもあり、必ずしも誰にでも受け入れられる方法とは言えない点が指摘できる。

### 3.2. スマホの実験ノートアプリの活用

そこで本研究では、スマホを利用して物理実験を支援するという学校BYODの実践を検討するため、以下の前提条件を設けた。

1. スマホの外部には、センサーなどの部品や電子回路は追加しない。
2. プログラミングせずに、スマホの内部センサーによって実験の各種データを計測・収集する。この条件に合致するのは、アプリの利用である。

Webで調査を行った結果、実験ノートアプリに注目した。

今回評価した実験ノートアプリは、Google製のGoogleサイエンスジャーナル(以下、「GSJ」と略す)である。物理実験の実験ノートをアプリ化したものであるが、Android版、iOS版が公開されており、アプリストアから無料で入手することができる。GSJの機能は、スマホの内部センサーで計測したデータ値を記録できる他、メモを残す、写真を撮るなどを組み合わせたデジタルの実験ノートを作成するツールである。また、計測したデータはスマホに保存するだけでなくクラウドにアップロードすることも可能である。

GSJを実験ノートとして用いるメリットは以下の通りである。

1. スマホだけで、様々なデータを計測することができる。
2. プログラミング不要で直ぐに利用できる。
3. メニューが日本語化されている。
4. 実験データを計測するだけなら外部サーバーへの通信は発生しない。
5. 実験データを、クラウド上のストレージサービスにアップロードして共有できる。ただし、使用するスマホにクラウドストレージのアプリがインストールされていることが必要になる。クラウドストレージとしては、Googleドキュメント以外に、Dropboxなどが利用できる。
6. 観察データはCSV形式で書き出すことができる

ので、複数の観察データを表計算ソフトで集計し平均値を求めるなどの連携が容易である。

7. 型落ちしたスマホでも利用できる。  
このように機能が充実したGSJだが、メリットばかりでない。以下にデメリットを述べる。

1. 国内での導入事例が少なく、情報が入手しにくい。海外のGSJコミュニティを参考にしない。
2. GSJを使用する実験のアクティビティが用意されているが、英語のものしかない。
3. アクティビティは基本的にオンラインで使用する自学自習教材のため、指導案やワークシートなどは整備されていない。
4. 当然のことだが、このアクティビティは日本の学習指導要領にリンクしていない。そのため、アクティビティはそのままでは授業に使用しにくい。
5. 標準ではスマホの内部センサーしか利用できない。

## 4. 実践と評価

この章では、GSJが実験ノートとしてどのような機能を有しているかを評価する。

### 4.1. GSJの導入と起動

まずは、導入の手順である。GSJは、Android、iOSともに公式アプリストアから入手できる。本稿では、バージョン3.4を使用して評価を行った。以下の画面は、iOS版である。アプリを起動すると、実験ノートの一覧が表示される。スマホに過去の実験が記録されていれば、自動的に追加される(図1)。



図1 起動画面

## 4.2. GSJで利用できる内部センサー

GSJで利用可能な内部センサーは、標準では以下の通りである。なお、データは付記した単位の数値で計測される。

1. コンパス (度) 方位磁石
2. ピッチ (Hz) 周波数計
3. 加速度計X (m/s<sup>2</sup>) スマホの左右方向の動き
4. 加速度計Y (m/s<sup>2</sup>) スマホの上下方向の動き
5. 加速度計Z (m/s<sup>2</sup>) スマホの高さ方向の動き
6. 明るさ (EV) 照度計
7. 直線加速度計 (m/s<sup>2</sup>) スマホ全体の加速度
8. 磁力計 ( $\mu$ T)
9. 音量 (db)

センサー設定画面で、実験に使用する内部センサーを選択する(図2)。ここで複数のセンサーを指定すると、複数種のデータを同時に記録する(例えば周波数と音量)ことが可能であるが、スマホの画面では操作が困難になるため、実験の目的に合わせたセンサーのみ選択することが望ましい。



### マイデバイス

- 内部センサー
- コンパス
- ピッチ
- 加速度計 X
- 加速度計 Y
- 加速度計 Z
- 明るさ
- 直線加速度計

図2 内部センサーの一覧

## 4.3. データの記録

GSJでは、指定したセンサーのデータを、リアルタイムで計測し続けており、ユーザーが必要な部分を記録する。記録開始はスマホの画面の録画ボタンのタップで行うが、音が鳴ったら記録を始めるといったトリガーを設定することもできるので、スマホ画面が見えない状態でも記録が可能である(図3)。



図3 計測中の画面

測定したデータはグラフとして表示される。グラフは縦軸がデータ、横軸が時間であるが、この軸は固定で入れ替えることはできない。

記録したグラフは、ピンチズームによってストレッチが可能であり、一部分を拡大したり縮小したり全体を見ることが可能である(図4、図5)。



図4 標準状態のグラフ



図5 拡大表示

また、グラフの時間軸の指定した箇所にメモを付すことができるので、グラフの山や谷の状態について個別にコメントを残すことも可能である(図6)。



図6 コメントの付記

また、グラフの時間軸とは連動していないが、実験ノートとして記録メモ、カメラ撮影、画像添付ができる。

メニューの「共有」を用いて、実験データをクラウド上のストレージサービスにアップロードすることができる。スマホにアプリがインストールされているストレージサービスであれば、計測データをアップロードすることが可能である (図7、図8)。

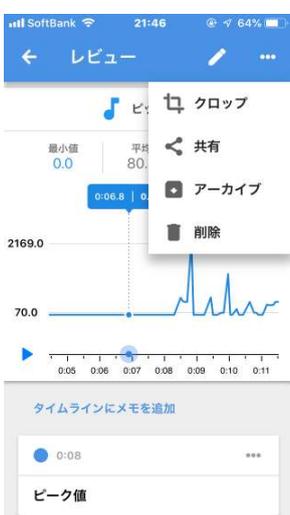


図7 計測データの共有



図8 クラウドの例

共有した計測データは、クラウドストレージにCSV形式で保存される。図は実際の周波数計の計測データであるが、左カラムが時間、右カラムが計測値になっている (図9)。CSV形式なので、表計算ソフトで集計したり、統計処理したりすることが容易にできる。

1568551183948	65.67828369140625
1568551184014	65.67828369140625
1568551184148	1242.100830078125
1568551184214	0.0
1568551184281	0.0
1568551184413	175.54728190104169
1568551184481	0.0
1568551184548	0.0
1568551184614	0.0
1568551184814	389.86328125
1568551184948	65.357421875
1568551185013	65.357421875

図9 クラウドにアップロードされた計測データ

GSJのバージョン4.3より、作成した実験ノートはメモ、写真と記録データを含めてPDFもしくはGSJ形式で出力して保存することが可能となった。

## 5. まとめ

デジタル実験ノートとして充実した機能を有するGSJにより、スマホを理科の実験器具として活用できるようになり、それをきっかけとして家庭用情報端末は音声通話だけでなくことが認識され、ひいては学校BYODが加速することを願っている。

なお、GSJは内部センサーしか利用できないだけでなく、Bluetoothでスマホと外部のマイコンを接続すれば、マイコンに接続したセンサーで計測したデータをGSJに転送できる拡張性が用意されている。ただし、これを実現するには現状ではプログラミングが必須であり、かつ使用可能なマイコンの種類にも制限が多く、海外のGSJコミュニティでも模索が続いている状態である。そこで、国産のIoTマイコンであるObnizをGSJに連携させるプロジェクトを進行中である。

## 6. 参考文献

1. 文部科学省, Society5.0におけるEdTechを活用した教育ビジョンの策定に向けた方向性, 2018
2. Google, Science Journal (公式サイト), <https://sciencejournal.withgoogle.com/experiments>, 2019-09-15アクセス