

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 20 日現在

機関番号：52601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K01001

研究課題名(和文) 視覚障害者の理科教育支援のための教材開発と展開研究

研究課題名(英文) DEVELOPMENT OF SCIENCE TEACHING TOOLS TO SUPPORT MEASUREMENT EXPERIMENTS FOR VISUALLY IMPAIRED STUDENTS

研究代表者

高橋 三男 (takahashi, mitsuo)

東京工業高等専門学校・物質工学科・教授

研究者番号：40197182

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：視覚障害者のために科学実験で使われる測定機器(温度計、pH計、電圧計、伝導計、気圧計)で液晶表示された数字をスマートフォンを使ってリアルタイムで数値を読み上げる教材を開発した。液晶表示の7'segだけでなく、ドットマトリックス表示でも対応できるようにした。さらに実験データを3次元表示できるように、スマートフォンから測定したデータをPCへ転送し、エクセルを使ってグラフ化した後、カプセルペーパーを使ってグラフをプリンターに打ち出した。そのカプセルペーパーを加熱処理することで立体グラフを作製した。国際マイクロスケール学会では、中和滴定実験でpH計を使った実験を報告した。

研究成果の概要(英文)：We developed a teaching tool for visually impaired students that can read aloud the experimental data obtained by a measurement apparatus used in science experiments in real time using an android tablet. In addition, the graphs could be touched with the fingertips by converting the voice data into a three-dimensional graph. Using this technology, every data item on the liquid crystal display of a measurement apparatus (thermometer, thread balance, pH meter, voltmeter, conductivity meter, barometer, etc.) used in science experiments can be converted to a voice and palpable system. Therefore, it is expected that scientific thought and exploratory minds can be stimulated. We will report on an experiment using a pH meter.

研究分野：科学教育

キーワード：視覚障害者教育 スマートフォン 音声化 カプセルペーパー 触知化

1. 研究開始当初の背景

理科の実験で測定した実験値を音声化する場合、高価な測定器には出力端子を使って音声化することができる。しかし、安価な測定装置には、出力端子が付いていない。そこで、安価な装置でも音声化できないか模索していた。そこで、誰でも持っているスマートフォンのカメラを利用して、測定機器の液晶表示の数値を認識して音声化するアプリを開発できないかとの発想に至った。

2. 研究の目的

視覚障害者の理科実験の測定機器を音声化できる教材開発ができれば、理科実験の支援が広がり、より科学的な見方や考え方が育まれると考えている。これまで理科実験で利用する測定機器の様々な測定値を音声化できる手法やシステムを模索してきた。そこで測定器のデジタル液晶表示(7segLED)に着目し7segLEDで表示される測定数値を音声で読み上げる教材キットを開発することを目的とする。

3. 研究の方法

スマートフォンやタブレットを使って、測定機器の測定数値を認識し、読み上げるソフトを開発する。測定機器は、デジタル温度計、デジタル天秤、デジタル電圧計、デジタル電流計など、基本的には、デジタル液晶表示されている測定機器は、音声化することができる。さらに、音声化する場合、スマートフォンやタブレットの機能を使うことで、日本語だけでなく、英語など世界中の音声をそれぞれの言語で音声化することが可能となる。さらにアンドロイド端末(アンドロイドスマートフォンやアンドロイドタブレット)をWindows PCに接続し、アンドロイド端末内のファイルをWindows PCのエクスプローラ(ファイルなどがウィンドウ内に見えるところ)から操作できるようにする。計測されたデータは、PCにダウンロードすることで、図形ソフト(エクスプローラ)を使ってグラフを描くことができる。通常2次元のグラフが描かれる。それをカプセルペーパーを使うと、3次元のグラフを描くことができる。カプセルペーパーで描かれた黒インクの部分が熱を加えると盛り上がり、立体グラフを描くことができる。これにより視覚障害者は、音声化だけでなく、実験データを立体グラフとして記録することができ、指先によって触知化することが可能となる。

代表的な実験を紹介する。

(1) 強酸と強塩基の中和滴定

強酸 1mol/L HCl に強塩基 0.1mol/L NaOH を滴下して中和滴定の実験を行った。図1に実験装置の概略図を示す。pH計には、マザーツール MotherTool PH-201, デジタルPHメータを使用した。pH計の液晶表示に測定値が表示され、アンドロイドタブレットの動画カ

メラ部からリアルタイムで数値を読み取り、音声化を行った。次にアンドロイドタブレットをパソコンに接続し、タブレットから測定結果ファイルをダウンロードして、エクセルによってデータをグラフ画像として作成した。実験データをエクセルでグラフ作成し、次にカプセルペーパーを使って通常のプリンタで印刷し、立体コピー作成機(加熱器)によってグラフ画像(3次元グラフ)を作成した。実験の様子を図2と図3に示す。当初は、3Dプリンタを使って立体グラフの作成を試みた。コストが掛かり過ぎるのと、かなりの時間を要し難しいことが分かった。それに比べて、カプセルペーパーによる立体コピー作成はグラフィクス画像を簡単に素早く作成することができた。

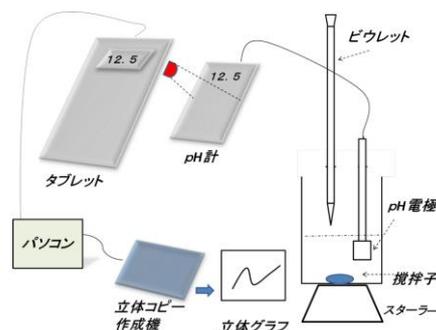


図1. 塩酸と強塩基の中和滴定の概略図



図2. 中和滴定実験の様子



図3. アンドロイドタブレット(裏側においてあるpH計の7segLED表示)が画面に表示されている。

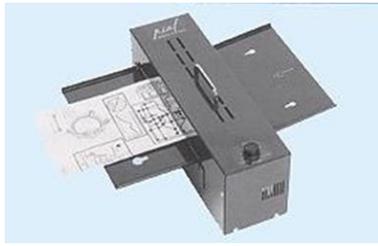


図4. 立体コピー作成機 (加熱器)

1mol/L HCl と 0.1mol/L NaOH の中和滴定による 3 次元グラフの結果を図 5 に示した. さらに pH 値の差 Δ pH として中和点を図 6 に示した. 図 5 から液晶表示 (7segLED) されている測定数字をかなりの精度で数値を認識しており, 読み間違いが殆どないことが分かった. そのため音声化しても殆ど遜色のない実験結果を得ることができた. 図 6 からは, カプセルペーパーにより立体グラフ (グラフ画像) を作成することができた. 強酸-強塩基による典型的な中和点を得ることが出来た.

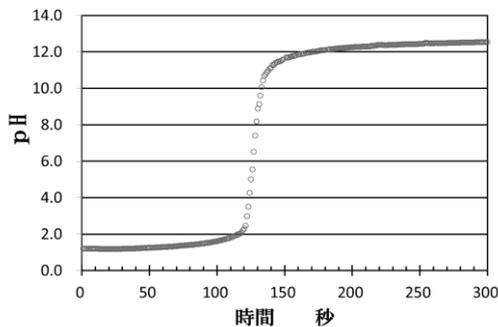


図5. カプセルペーパーによる 1mol/L HCl と 0.1mol/L NaOH の中和滴定による 3 次元グラフ.

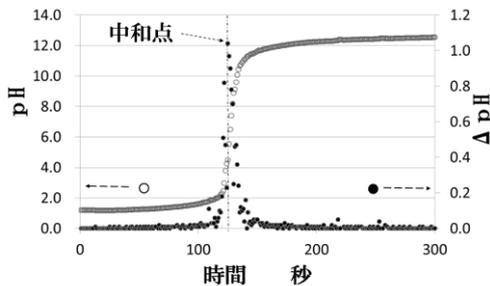


図6. カプセルペーパーによる 1mol/L HCl と 0.1mol/L NaOH の中和滴定と中和点の表示

4. 研究成果

アンドロイドスマートフォンとアンドロイドタブレットによる音声化のソフトは, 測定値を上手く読み上げることができた. 測定値がゆっくり変化する場合は, 確実に読み上げることができた. 一方, 急速に測定値が変

化する場合, 数値の変わり目で明確に認識することが難しいことが分かった. 人間が数値を認識する場合, 脳が判断して, 妥当な値を予測するため, スマートフォンやタブレットで数値を認識して読み上げるには, 人口知能 (AI) の処理が必要であることが分かった. ゆっくりとした変化は, 確実に読み上げることができるが, 急激な変化の場合, たまに誤動作することが分かったため誤動作をしないように処理することが課題である.

得られたデータをカプセルペーパーを使って, 立体グラフを描くことは可能になった. 点字によるグラフの作成は, 今後の研究課題となっている.

5. 主な発表論文等

【雑誌論文】 (計 2 件)

①後藤顕一, 高橋三男, 飯田寛志, 小学校理科科教具の視点からの学習環境に関する一考察-酸素センサ導入の試行授業における評価分析を通して- 日本理科教育学会 理科教育学研究 Vol. 57, No. 4, pp. 325~336, 2017 年 6 月, 査読有

②高橋三男, 酸素センサを使った魅力ある理科授業, 「理科の教育」【特集】授業を変える「便利グッズ」東洋館出版社, (2018 年) Vol. 67, No. 790, pp. 297~298, 査読有

【学会発表】 (計 4 件)

①高橋三男, 小坂敏文, ゲイツ・ジョンウエイド, 菌部幸枝, 後藤顕一, 羽田宜弘, 川島徳道. “視覚障害者の理科教育支援教材開発-液晶表示 (7segLED) による音声化とカプセルペーパーによる触知化の研究-” 日本科学教育学会第 41 回年会 (サンポート高松: 香川大学) (2017 年).

②高橋三男, 小坂敏文, 羽田宜弘, 川島徳道, 後藤顕一, 松原静郎. “視覚障害者における音声化と触知化による理科教材開発” 日本理科教育学会北海道支部大会発表論文集 第 28 号 (2018 年 2 月) p. 19

③高橋三男, 羽田宜弘, 川島徳道, 後藤顕一, 松原静郎. “視覚障害者の測定実験を支援するための教材開発” 日本化学会 第 98 回春季年会 (2018), 3B6-28 B, 2018 年 (平成 30 年) 日本大学理工学部船橋キャンパス.

④Mitsuo Takahashi, Development of science teaching tools for visually impaired students Studies on voice generating system using liquid crystal display (7segLED) and palpable system using capsule paper, “9th International Microscale Chemistry Symposium” Aug 8,

第9回国際マイクロスケール実験シンポジウム・マイクロスケールケミストリー
(2017年8月8日), 東北大学川内北キャンパス査読有

【図書】(計1件)

①高橋三男, 「酸素が見える!」楽しい理科授業 酸素センサ活用教本, 日刊工業新聞, (2017年), 157.

【その他】(計3件)

【日本化学会 化学教育賞・受賞】

① 高橋三男, 手作り酸素センサを用いた創造的化学教育への開拓,
日本化学会誌「化学と工業」Vol.71-3, March (2018) p.221. 「化学教育賞」受賞, 日本化学会誌「化学と教育」66巻3号 (2018年) p.154. 「化学教育賞」受賞.

【日本化学会 化学教育賞受賞講演】

②高橋三男, 手作り酸素センサを用いた創造的化学教育への開拓,
第98回春季年会日本化学会 (2018), 186-31

【日本化学会: ハイライトプレゼンテーション】

③高橋三男, 「視覚障害者の測定実験を支援するための教材開発」
日本化学会記者会見, 21社の前でプレゼンテーションを行った. 平成30年3月8日
会場: 化学会館 6階会議室 (千代田区神田駿河台1-5)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

高橋 三男 (TAKAHASHI, Mitsuo)
東京工業高等専門学校・物質工学科・教授
研究者番号: 40197182

(2) 研究分担者

川島 徳道 (KAEASHIMA, Norimichi)
環太平洋大学・次世代教育学部・教授
研究者番号: 90112888