

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 8 日現在

機関番号：12101

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2014

課題番号：24653290

研究課題名(和文)盲学校の理科実験で使用する音階出力高感度感光器の開発

研究課題名(英文)Newly developed light probe device kit

研究代表者

榊 守(SAKAKI, MAMORU)

茨城大学・教育学部・教授

研究者番号：50196060

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：開発した感光器はルネサスエレクトロニクス社GR-KURUMIを用いて設計・製作し、室内用と屋外用の切り替え式で、116音階で明るさを表現できる。低照度環境においての動作では紙面上に映した月の像も観測させることができる。さらに、化学反応で発生する煙の認識、半透明のBTB溶液の色の変化を認識させることができるようになった。現在、回路メーカーと協同でこの感光器の市販化を計画している。この装置キットを教員の指導のもと、技術や工作の時間に生徒が自分専用の感光器を組み立てできるので個人の視覚支援機器として卒業後も所有でき、何よりも、盲学校の児童・生徒に物づくりの喜びを体験させることができる。

研究成果の概要(英文)：The newly developed light probe device kit has a feature that enables switching between indoor and outdoor modes to adjust the device's sensitivity according to the ambient light level. The detected light is converted into a sound that is given one of 116 pitches, depending on the detected light level (brightness). This device is capable of operating in low light levels, so it can recognize an image of the moon projected onto a piece of paper. It can also detect smoke that is released during a chemical reaction. And it can detect changes in the color of a translucent bromothymol blue (BTB) solution. The kit is prepared so that the user can assemble his or her own light probe device, giving visually impaired students of various ages the additional joy of building things with their own hands in class.

研究分野：社会科学

キーワード：盲学校 視覚障がい児童生徒用 感光器 光プローブ

1. 研究開始当初の背景

代表者の研究室では茨城県立盲学校と交流（授業参観とテーチングアシスタント）を行っている。中学部理科の実験を参観した際、視覚障害の生徒は市販の感光器を用いて光の明暗（照度）の変化を認識していることを知った。しかし、市販の感光器は照度が小さい領域での感度が低いため、半透明の BTB 溶液の色の变化や机上の紙の上の図形などの明暗を測定することはできない。さらに、その出力は照度に比例した周波数の音であるため、明るさの変化は音の高さで判断できるものの、その変化を定量的な判断は難しく、その明るさの程度を記録することもできない。

これらの問題を解決するために、本研究では、感度が数段階に切り替えでき、計測した明るさを音階で出力できる感光器を開発することとした。

2. 研究の目的

本研究は、盲学校の理科の授業で使用する感度が任意に設定できる感光器を開発することを目的として研究を進めた。本装置はワンチップマイコンとフォトダイオードを利用し、市販されている感光器では測定できない化学反応で発生する煙の認識、半透明の BTB 溶液の色の变化を認識できるようにした。この装置を用いると、月や星の望遠鏡像を観測できるので、盲学校の児童生徒に「月や星の動きの単元（小学部4年）」、「太陽と月の形の単元（小学部6年）」において月の満ち欠けなどの理解を支援することも出来るようになった。

3. 研究の方法

本申請研究は、盲学校の理科の授業に用いる感度が数段階に切り替えでき、計測した明る

さを音階で出力できる感光器を開発した。本装置はワンチップマイコンとフォトダイオードを使用し、照度を音階で表現する装置である。仕様は図2に示す研究組織における盲学校教諭らと検討し決定した。

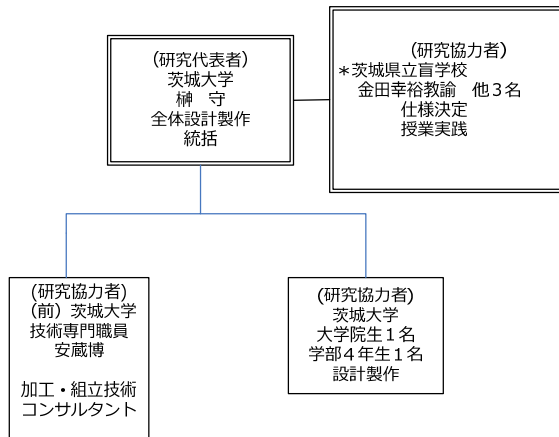


図2 研究組織

図1に本研究のタイムスケジュールを示す。24年度は照度を音階で表現する装置の受光部および回路部を試作した。25年度は感光器の感度切り替え部を考案し試作した。26年度は茨城県立盲学校と国立リハビリセンタにおいて検証を重ね試作品の完成度を高め、実用レベルの装置を完成させた。現在、この感光器の製作キット化を試みている。

4. 研究成果

(1) 装置の構成

装置のブロック図を図3に示す。センサの計測部にフォトトランジスタを実装した Smart Analog、制御部にはマイコンボード、出力にはスピーカを使用した。

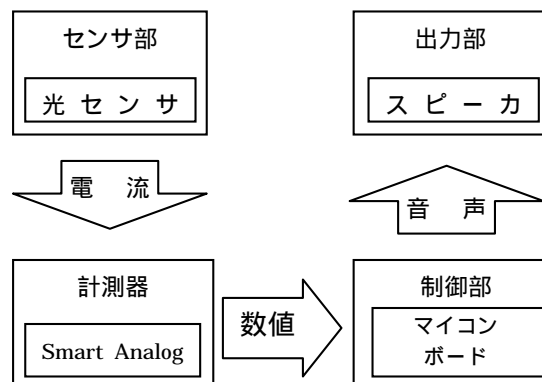


図3 開発した光プローブの構成

センサ部および計測部にはテセラ・テクノロジー社製の SN Shield を用い、出力には圧電スピーカで構成した。

(2) 装置のプログラム

マイコン部にはルネサスエレクトロニクス社 GR_SAKURA と Smart Analog シールドを用いて構成し、照度を 116 音階で表現するシンプルな感光器を実現した。さらに、感光器の感度切り替えプログラムを考案した。感度

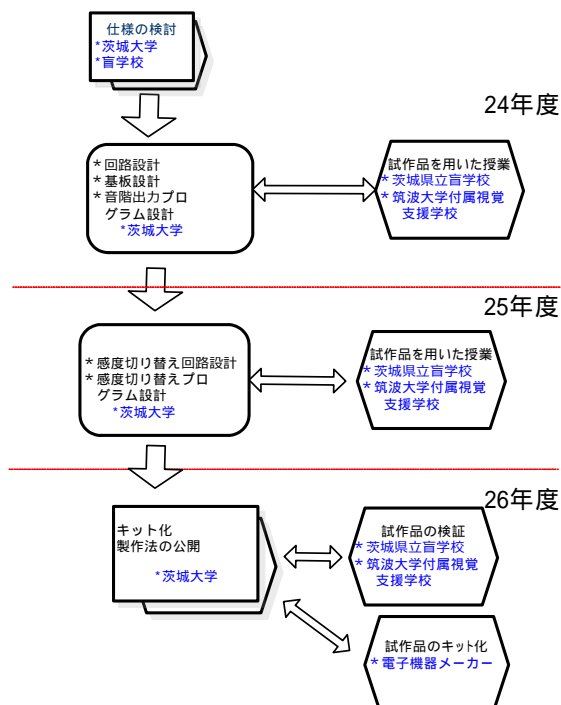


図1 研究の流れ

切り替えプログラムにより、図4に示すように、室内（青色ライン）、屋外（赤色ライン）に対応するようにした。プログラムの流れ図を図5に示す。

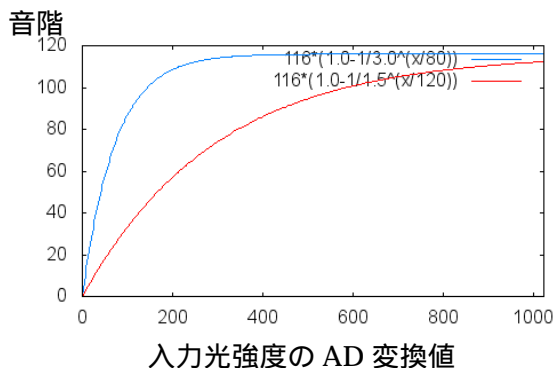


図4 感度切り替えによる室内、屋外対応

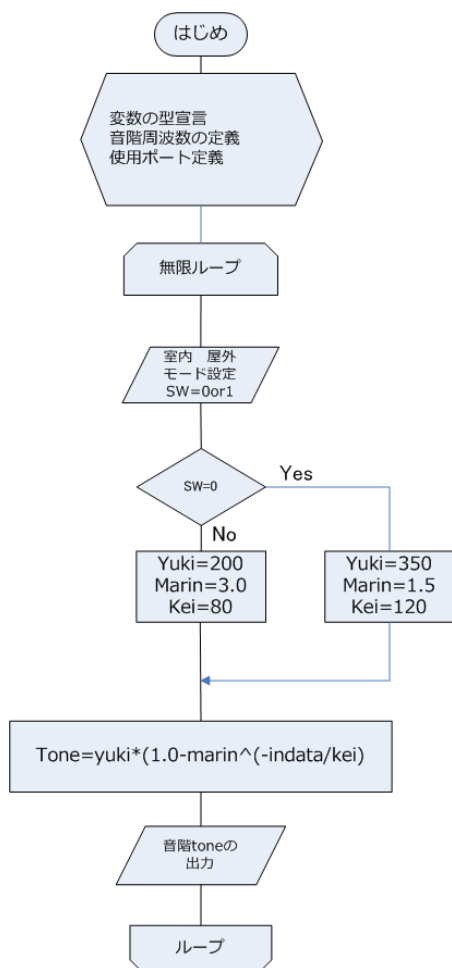


図5 感器プログラムの流れ図

(3) 装置の小型化

製作したプロトタイプを茨城県立盲学校と国立リハビリテーションセンターにて検証を行った。その結果、子どもの手で本体を持てる大きさに小型化することが求められた。そこで、ルネサスエレクトロニクス社製 Smart Analog IC を搭載した Smart Analog

Shield (テセラ・テクノロジー) と Li イオン電池充電システム (図6) を組み込むことで、電源部の体積を 1/5 に小型化した。

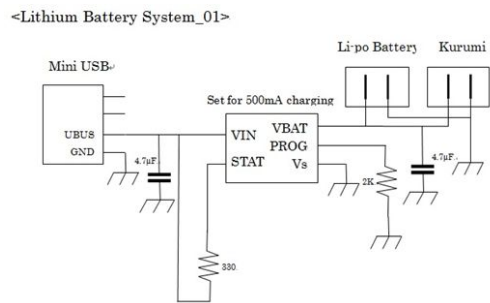


図6 採用したLi-イオン電池充電システム

図7に完成した屋内屋外対応高感度光プローブの内部を示す。タカチ GHA4-3-11PB (35.7×26×114mm) のケース内に収まるように組み込んだ。使用したマイコンボードのGR_KURUMI は以前使用していたGR_SAKURA に比べ面積比が約半分であるため光プローブ本体の小型化を行うことができた。その結果、児童にも持ちやすく扱いやすくなり、片手で操作可能となった。Smart Analog Shield の拡張機能を用いることで、圧電スピーカだけでなくダイナミックスピーカを直接駆動でき、より大きな音を出力することができるようになった。光プローブの構成部品は差し込んで接続できるため、生徒自身で容易に組み立てることができる。

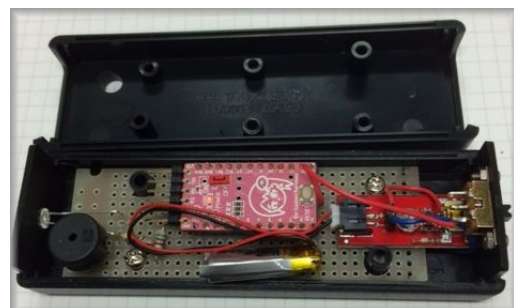


図7 完成した屋内屋外対応高感度光プローブの内部

(4) 本装置の使用により期待できる効果

盲学校の授業における実験では他の人の作業を観察して理解することはできない。そのためグループ実験は難しく、一人1セットの実験装置を持つことが理想である。本光プローブの主要部は数千円のワンボードマイコンと Smart Analog で構成されるため、1台5千円以内で製作でき個人所有が容易となる。

本研究で開発した感器は低照度の状況下にも対応できるため、紙面上に映した月や星の望遠鏡像を観察できる。したがって、盲学校の児童に「月や星の動きの単元(小学部4年)」、「太陽と月の形の単元(小学部6年)」において月の満ち欠けなどの理解を支援す

ることも可能となる。さらに、市販されている感光器では測定できない化学反応で発生する煙の認識、半透明のBTB溶液の色の变化の認識などが期待される。

茨城県立盲学校と国立リハビリテーションセンターにて完成度が上げるため光プローブの検証を継続している。今後は、盲学校の教員対象に講習などで普及に努めたい。現在、本装置をキット化した感光器の市販化に向けて進めている。教員の指導のもと、技術や工作の時間に生徒が自分専用の感光器として組立て、個人所有できる視覚支援器具として普及させたい。

5. 主な発表論文等

〔学会発表〕(計 6 件)

鈴木渉・山中麻衣・片岡李那・金田幸裕・榎守「視覚障がい者用物体認識装置の開発」, Japan AT フォーラム 2014.8.24, 仙台高等専門学校(宮城県・仙台市)

鈴木達也・多辺田翔一・柴田伊織・片岡李那・金田幸裕・榎守「視覚障がい者用光プローブの改良」Japan AT フォーラム 2014.8.24, 仙台高等専門学校(宮城県・仙台市)

小川波留希・佐藤英樹・佐々木敦・榎守「カラーセンサを用いた音響式色判別装置の開発」Japan AT フォーラム 2014.8.24, 仙台高等専門学校(宮城県・仙台市)

柴田伊織・鈴木渉・片岡李那・榎守・金田幸裕「視覚障がい者用高感度光プローブの開発」第4回福祉情報教育フォーラム, 2013.8.25, 沖縄国際大学(沖縄県・宜野湾市)

山本航大・佐藤英樹・佐々木敦・榎守「盲学校の理科実験で使用する突起型電圧計の開発」第4回福祉情報教育フォーラム, 2013.8.25, 沖縄国際大学(沖縄県・宜野湾市)

稲葉隆太・佐藤英樹・佐々木敦・榎守「カラーセンサを用いた音響式色判別装置の開発」第4回福祉情報教育フォーラム, 2013.8.25, 沖縄国際大学(沖縄県・宜野湾市)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

榎守 (SAKAKI MAMORU)
茨城大学・教育学部・教授
研究者番号: 50196060

(2) 研究分担者

佐々木 敦 (SASAKI ATSUSHI)
釧路工業高等専門学校・准教授
研究者番号: 40215710

佐藤 英樹 (SATO HIDEKI)
釧路工業高等専門学校・助教
研究者番号: 20235378