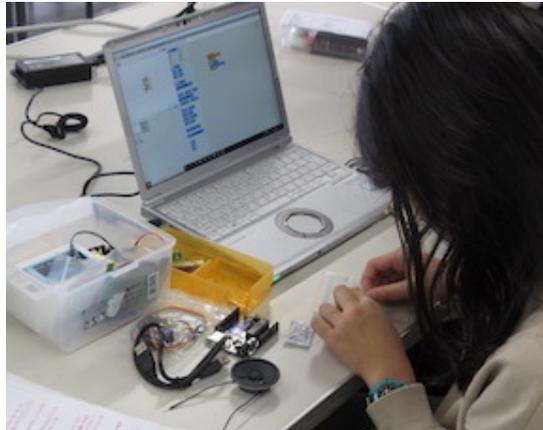


令和2(2020)年度科学研究費助成事業(科学研究費補助金)  
 実績報告書(プログラム実施報告書)  
 (研究成果公開促進費)「研究成果公开发表(B)  
 (ひらめき☆ときめきサイエンス~ようこそ大学の研究室へ~KAKENHI)」

<b>課題番号：</b> 20HT0123 <b>プログラム名：</b> 音を見る？光を聴く？プログラミングで可視光通信を体験しよう													
	<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">所属 研究 機関</td> <td>名称</td> <td>信州大学</td> </tr> <tr> <td>機関の長 職・氏名</td> <td>濱田 州博</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">実施 代表者</td> <td>部局</td> <td>学術研究院工学系</td> </tr> <tr> <td>職</td> <td>教授</td> </tr> <tr> <td>氏名</td> <td>笹森 文仁</td> </tr> </table>	所属 研究 機関	名称	信州大学	機関の長 職・氏名	濱田 州博	実施 代表者	部局	学術研究院工学系	職	教授	氏名	笹森 文仁
	所属 研究 機関		名称	信州大学									
		機関の長 職・氏名	濱田 州博										
実施 代表者	部局	学術研究院工学系											
	職	教授											
	氏名	笹森 文仁											
開催日	2020年10月31日												
実施場所	信州大学 長野(工学)キャンパス												
受講対象者	小学校5・6年生、中学生												
参加者数	小学校5・6年生11人、中学生2人												
交付申請書に記載した募集人数	20人												
<b>プログラムの目的</b> 本プログラムに関連する科研費の研究は、情報を効率良く無線伝送するためのOFDM方式の符号化方法を理論的側面から検討するとともに、無線センサネットワークエリアの広域化および低消費電力化(長寿命化)に主眼をおいて検討したものである。一般に、無線伝送は搬送波周波数帯で行なうものだが、提案した符号化を採用することで、ベースバンドで無線伝送することが可能になる。提案方式は離散フーリエ変換を応用した方式なので、原理を理解するためには少なくとも複素数の知識が必要である。そのため、本プログラムでは、小・中学生にも理解できる内容で、可視光を媒体とした無線ベースバンド伝送を体験してもらうことを目的としている。													
<b>プログラムの実施の概要</b> ☆ 受講生に分かりやすく科研費の研究成果を伝えるために、また受講生に自ら活発な活動をさせるためにプログラムを留意、工夫した点 科研費による研究は離散フーリエ変換を応用した無線ベースバンド伝送方式であるが、対象となる小・中学生にフーリエ変換の理解は無理なので、小・中学生にも理解できる内容で無線ベースバンド伝送を体験してもらうことを意識した。具体的には、音と光は小・中学生にも馴染み深いものなので、まずは普段聞き慣れている単一周波数の音(聴力検査時の音や音階など)やド・ミ・ソの三和音を聞いてもらい、音当てクイズを実施した。また、音や自分の声の波形とスペクトルを実際に見てもらい、音の特徴(振動数・周波数の概念)を理解してもらった。小学生にとっては理科の予習、中学													

生にとってはその復習になる内容でもあるため、原理を視覚的に理解できるように、イラストを多用した資料を活用したり、パソコンソフトやアプリを用いた実演を積極的に行ったりした。パソコン用のオシロスコープソフトを用いてスクリーン上に映し出した音の波形の波数を数えて周波数を計算したり、スペクトル解析ソフトを用いて音や声の周波数の解析ができることを理解したりしてもらった。記念として、自分の声の波形とスペクトルを印刷してプレゼントした。

次に、単一周波数の音やフルカラーLED、サーボモーターを制御するプログラムを作成し、可視光による情報通信（無線ベースバンド伝送）を体験してもらった。人の声や音楽を可視光に乗せて運ぶ送受信機を電子パーツやブレッドボード、マイコンを使って自分で組み立ててもらうことで、ものづくりの楽しさを体験してもらった。デバイス制御に使うプログラムに関しては、ビジュアルプログラミング言語「Scratch 2.0」を使用し、Arduino マイコンボードの制御ができる拡張機能「Scratio」を採用することで、プログラミングを楽しみながらデバイス制御の体験ができるよう工夫した。

## ☆ 当日のスケジュール

例年は 10:00～16:00 の 1 日講座であったが、今年度は新型コロナウイルス感染症対策のため、午前の部と午後の部に分け、人数を半分ずつにして実施した。当日のスケジュールは下記のとおり。

午前の部	午後の部	
8:30～9:00	13:00～13:30	受付（集合場所：W2棟（総合研究棟）1階）
9:00～9:20	13:30～13:50	開講式（挨拶、オリエンテーション、科研費の説明）
9:20～9:40	13:50～14:10	講義①「音を見よう!？」
9:40～9:50	14:10～14:20	休憩
9:50～10:10	14:20～14:40	講義②「音を調べよう」
10:10～10:50	14:40～15:20	実習①「音を制御しよう」
10:50～11:00	15:20～15:30	休憩
11:00～11:50	15:30～16:20	実習②「組み立てよう」「光を聴こう!？」
11:50～12:10	16:20～16:40	クッキータイム・質疑応答・ディスカッション
12:10～12:30	16:40～17:00	修了式（アンケートの記入、未来博士号の授与）
12:30	17:00	終了、解散

## ☆ 実施の様子

最初の講義で中学理科の範囲である「音の波形と周波数」について、音当てクイズを入れつつ対話形式で講義を進めたが、とても熱心に参加していた。ファンクションジェネレータアプリとパソコンのオシロスコープソフトを用いてスクリーンに波形を投影し、単位時間あたりの波の数を数えて周波数を計算してもらった（写真1）。また、パソコンのスペクトル解析ソフトを用いて周波数を確認する実習では、3つの周波数の音（ド・ミ・ソ）を合成して和音を再現したり、受講生自身の声を解析したりして（写真2）、いくつかの周波数成分が合わさって特徴のある音や声が作られていることを理解してもらった。受講生全員に自分の「あ」から「お」の声の違いを確認してもらうとともに、気に入った解析結果をポストカードに印刷して配布したところ、皆さんとても喜んでくれた（写真3）。

電子パーツやブレッドボード、マイコンを使った実習では、ブレッドボード上での電子回路の組み立てや、パソコン上での

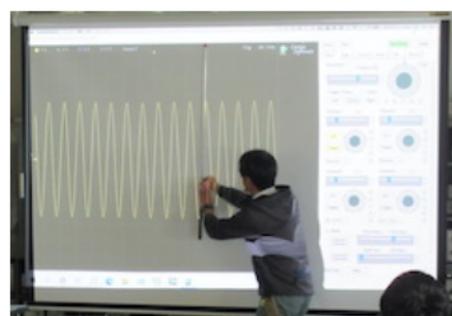


写真1 周波数の計算



写真2 受講生自身の声の解析

LED 制御プログラムの作成（ビジュアルプログラミング）を自分自身の手で行ってもらった（巻頭写真）。ブレッドボードを初めて扱う受講生がほとんどで、パソコン作業に慣れていない受講生にとってはビジュアルプログラミングの作業は難易度が高いため、進行状況に差が生じると予測していたが、実施協力者（研究室学生）の手厚いサポートの甲斐もあってスムーズに進行できた。

最後の実習では、音楽を入力・伝送するための送信回路を作成し、可視光による音楽伝送実験を行ってもらった（写真4）。一般的には、受信側の受光部はフォトダイオードやフォトトランジスタを用いるが、本プログラムではソーラーパネルを用いて受光し、そのまま音楽が再生される設計となっているため、特別な受信回路を作成すること無く、身近なソーラーパネルで音楽を受信できることに驚いている様子だった。中には、音楽が聞こえるぎりぎりの距離まで送信機と受信機を離すことに挑戦している受講生もいた（写真5）。本プログラムで用いたキット一式を自宅に持ち帰って実験できることを皆さんとても喜んでいました。

#### ☆ 事務局との協力体制

- ・ 財務部および工学部総務グループ（会計担当）が補助金の管理と収支決算報告書を確認した。
- ・ 研究推進部が日本学術振興会への連絡調整と、提出書類の確認・修正等をした。
- ・ 工学部広報室が実施者と共に近隣の小・中学校を訪問し、本事業についてPRした。

#### ☆ 広報活動

- ・ 工学部広報室とともに募集案内を作成し、大学の広報室と連携して、大学のHPに募集案内を掲載した。
- ・ タウン誌、地方新聞に募集案内を掲載した。
- ・ 実施者及び広報室員が分担して近隣の小・中学校を訪問し、本事業についてPRした。
- ・ 教育委員会等を通じて受講対象者・保護者にPRした。

#### ☆ 安全配慮

- ・ 集合場所から実施場所への移動は、協力者が受講生を安全に誘導した。
- ・ 実習の安全確保のため、受講生1人に対して1人の協力者（研究室学生）を配置し、パソコン実習指導も兼務した。また、経験豊富な協力者（大学工学部技術職員）を2人配置し、全体的な安全配慮に務めた。
- ・ 可視光送受信機の作成は、ハンダ付けではなく、ブレッドボード上に電子パーツを挿すことで実現した。
- ・ 受講生を短期のレクリエーション保険に加入させた。

#### ☆ 今後の発展性、課題

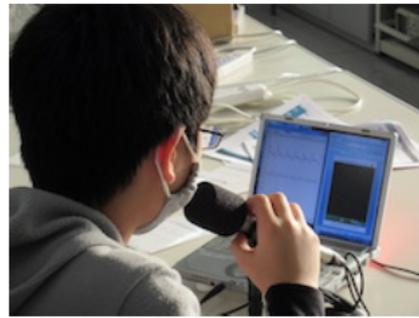


写真3 受講生自身の声の解析結果をプレゼント

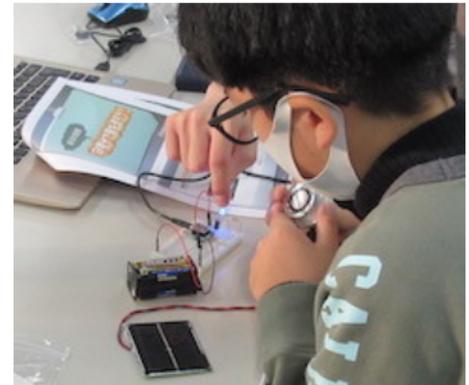
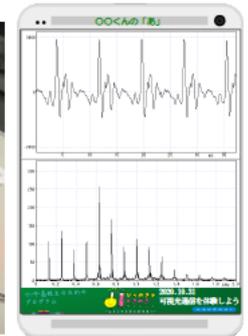


写真4 可視光送信機の作成



写真5 送受信機間の距離を離す実験

- ・今年度は新型コロナウイルス感染症の影響で、夏休み期間に実施することができなかったことに加え、広報活動を例年通り手厚く実施することが難しかったため、20人の募集のところ13人の応募であった。今後は、例年通り開催時期を再び夏休み期間に戻すとともに、広報活動も手厚く実施したい。
- ・今年度は新型コロナウイルス感染症対策で、受講生をグループに分けて活動してもらうことができず、本来ならばオシロスコープやファンクションジェネレータなどの実験装置に触ってもらう予定であったが、それができなかった。実験装置に触ってもらう経験も必要だと改めて感じた。
- ・可視光通信実験において、虫眼鏡で光を集めることで、音の強弱が変わったり、長距離伝送が可能になったりすることを経験させたい。
- ・可視光以外の伝送媒体として、超音波を使った無線ベースバンド伝送にも挑戦したい。
- ・アンケート結果を見ると前向きな意見が多かったので、上記の内容を精査・発展させて、来年度も継続して実施したい。