

科学研究費助成事業 研究成果報告書



令和 4 年 6 月 24 日現在

機関番号： 1 4 6 0 2
 研究種目： 奨励研究
 研究期間： 2021 ~ 2021
 課題番号： 2 1 H 0 4 0 5 4
 研究課題名 「音の位相」を切り口とした電磁気分野の教材開発

研究代表者

藤野 智美 (FUJINO, TOMOMI)

奈良女子大学・附属中等教育学校・国立中等教育学校教諭

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 460,000 円

研究成果の概要：本研究では、学習者の得意・不得意の印象として、相反する感覚が抱かれている「音」と「電磁気」に注目した教材開発に取り組んだ。主にオシロスコープを活用し、電子キーボードの電気信号を取り、抵抗とコンデンサー、コイルに接続し、オシロスコープを用いて電流や電位差の時間変化を測定したり、得られた電流波形を利用してフーリエ級数の係数を決定した。フーリエ級数をグラフ化し、電子キーボードから取得した波形の生データと比較した。加えて、ハイパス・フィルタ、ローパス・フィルタなどのフィルタ回路を作成し、音源の周波数を変化させたときに特定の周波数帯がカットされる様子を観測した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究を通して、女子生徒が興味を持ちやすい音の現象から電磁気分野への解析につなげる教材開発ができた。授業後のアンケートでは、工学的探究の面白さと、電磁気的な解析の有用性を体感しやすいという結果が得られた。加えて、音作りという体験を通して波形解析に必要な数学的な理解を深めることが可能となったと考える。本研究を通して、工学的探究を切り口とした

研究分野：物理学

キーワード：音 電磁気 フーリエ級数 オシロスコープ 電気信号 ノイズ除去

1. 研究の目的

「物理は力や電気などの見えないものについて数式で学ぶ科目」

2016年度に県内の高校生男女1133名に対し「学んでみたい物理のテーマと苦手なテーマ」に関するアンケート調査を行なった結果、特に多くの女子生徒が記載していた意見である。男女の差が最も大きかったものが電磁気分野への苦手意識であり、理由として「目に見えないものを理論でイメージすることの難しさ」が挙げられており、このような現状が工学部への女子生徒の進学率の伸び悩みに関係していると感じた。一方、アンケートの結果から、女子生徒は「住居」「音楽」「情報」分野と関連する物理に高い興味があることもわかった。そこで本研究では、相反する印象が抱かれている「音」と「電磁気」に注目した教材開発に取り組んだ。主にオシロスコープを活用し、音の可視化や位相の操作を切り口として電磁気分野の探究へと繋げていくことを目的とした。

2. 研究成果

【1】電子キーボードの波形を利用した電流と電位差の関係の探究

(1) 電子キーボードの波形の解析

電子キーボードは、様々な音色の再現から複雑な波形の電流を取り出せることに加え、正弦波交流を出すことができる。電子キーボードのイヤホン端子から電気信号を取り、抵抗とコンデンサー、コイルに接続し、電流や電位差の時間変化を測定した。正弦波の場合はこの2つの波形は類似しているが、チューバやサキソフォンなど、楽器の音色の場合は2つの波形が異なることを観測し、位相の捉え方について考察した。

(2) フーリエ級数の係数の決定

(1)で得られた電流波形をExcelシートに貼り付け、電流波形の写真と重なる散布図を作成した。解析方法に慣れるため、最初に右図のように「おんさ」の波形を利用してフーリエ係数の決定を行なった。その後、GRAPESを用いて先ほど算出した係数から合成波形を求め、もとの波形を再現できるか考察した。手順を以下に示す。

音叉(440Hz)の波形をオシロスコープで観測する。

1周期を12等分し、y座標を読み取る。各時間のy座標をExcelで整理する。

Excelでフーリエ級数を実行するマクロを作成し、係数を決定する。

GRAPESを用いて、求めた係数から合成波形を求める。(もとの波形を再現できるか確認する)

～④を実施後、生徒の理解度に応じて電子キーボードの音についても同様の解析を行なった。

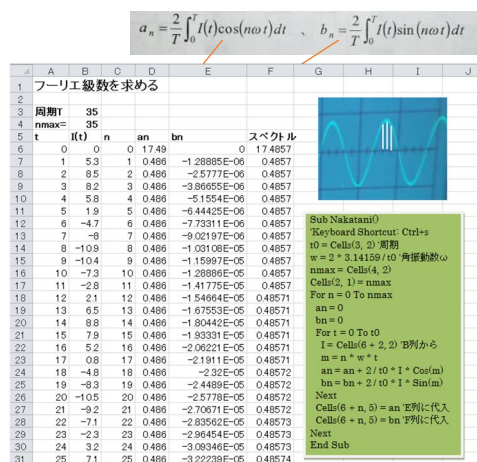


図1 Excelでの処理

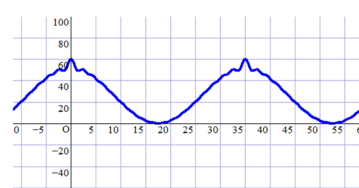


図2 GRAPESでの再現

【2】ハイパス・フィルタ、ローパス・フィルタの作成とノイズ除去

抵抗、コイル、コンデンサーを利用して、ハイパス・フィルタ回路、ローパスフィルタ回路を作成し、音源の周波数を変化させたときに高周波がカットされる様子を観測した。これらの回路とマイクを接続し、ノイズを含む音源を入力させた際に、ノイズ除去が行われる様子をオシロスコープの観測を通じて探究した。

【3】総括

上記の教材は、高校3年の課題研究の時間に実施した。これらの探究活動を通して、女子生徒が興味を持ちやすい音の現象から電磁気分野への解析につなげることができ、電磁気的な解析の有用性を体感しやすいと考えている。授業後のアンケートにおいても、音作りという体験を通して波形解析に必要な数学的な理解や本格的な実験の体験を深めることができたという回答が得られた。本教材により、女子生徒の工学部への進学率向上に努めるとともに、男女問わず実験機器の活用やデータ解析の体験が乏しいまま工学部へ入学する生徒が増加している現状の改善につながると考える。

主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

研究組織（研究協力者）

氏名	ローマ字氏名
----	--------