

令和 2 年 6 月 15 日現在

機関番号：54501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K01058

研究課題名(和文) 高専における若年層を対象にした新しいデジタル技術教育プログラムの開発

研究課題名(英文) Development of educational programs for new digital technologies targeted at younger technical college students

研究代表者

堀 桂太郎(hori, keitaro)

明石工業高等専門学校・電気情報工学科・教授

研究者番号：80342525

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：大学や高専などで使用されているデジタル信号処理技術を学ぶ各種の教材を調査すると、学生向けとしては難易度が高いものが多かったため、新たな教材の開発を行った。学べる内容は、デジタル信号処理技術において重要な機能であるデジタルフィルタとデジタル方式の変調回路と復調回路の動作原理などとした。また、音声データを用意して、変調から復調までの処理過程で変化する音声を聞きながら実験することで、学習者が興味をもって学べるよう工夫した。開発した教材を学生らに使用してもらい、教材の有効性を確認しながら、改良を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

デジタル技術は、新しい信号処理方式などを含む複合技術であり、日本が工業製品分野において世界をリードしていくための重要な鍵となっている。本研究では、中学を卒業した若年層を対象に高度な技術教育を行っている高専において、日本の工業界を牽引していくための新しいデジタル技術に対応できる人材を育成する教育プログラムの開発と普及を目的とした。このため、デジタル信号処理技術について興味を持って学ぶことができる有効な教材の開発などを行った。

研究成果の概要(英文)：A new teaching material has been developed based on surveyed teaching materials for teaching digital signal processing technologies used at universities and colleges of technology. Survey results showed that many of them are more difficult for students to understand. Learning contents were selected as operating principles of digital filters and digital modulation and demodulation circuits, which are important functions for digital signal processing technology. Additionally, audio data preparation was devised so that students would be able to learn with interest by experimenting with sounds to change the processing from modulation to demodulation. Furthermore, materials were improved while having students use the developed teaching materials to verify its effectiveness.

研究分野：技術教育

キーワード：技術教育 工業教育 教材開発 デジタル技術 デジタル信号処理 デジタルラジオ

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

### 1. 研究開始当初の背景

世界経済フォーラム(WEF)が発表した2016年の国際競争力ランキングにおいて、日本は138カ国・地域中8位であった。この結果は前年の6位から後退しており、主な要因は技術革新力や高等教育の質の低下などであると言われている。日本が国際競争力のある工業製品を生み出していくためには、個々の基礎技術を統合することでなし得る革新的な工業製品を生み出せる能力をもった技術者を育成することが急務である。

現代は、デジタル時代であり、かつてアナログ回路で構成されていた多くの工業製品がデジタル回路に置き換わっている。つまり、デジタル技術は、革新的な工業製品を生み出すための重要なキーとなっている。例えば、かつてのラジオや無線通信機は、トランジスタやダイオードなどの個別の電子部品で構成されたアナログ回路であり、ラジオ少年とよばれた小学生や中・高校生らの愛好家が、より高性能な回路方式にステップアップしながら製作することで、電子技術を習得していくことができた。しかし、近年では、ラジオなどのデジタル化(図1)が進み、デジタル信号処理技術が導入されると同時に、個別の電子部品が大規模なデジタル集積回路(FPGA)に置き換わっている。このため、技術者を目指す工学系学生であっても、デジタル方式のラジオの回路を理解して自作することが極めて困難になっている。

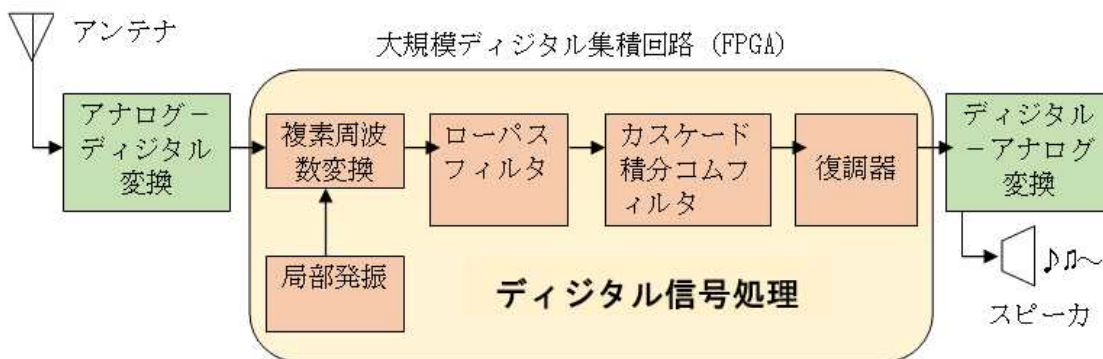


図1 デジタル方式のラジオの構成例

高専や大学などの教育機関では、デジタル技術を学ぶ科目「デジタル回路」や「デジタル信号処理」などを新設してデジタル化に対応している。ここで問題となるのは、これらの科目を学ぶことと、図1に例示したデジタル方式のラジオの動作原理を理解して設計製作ができる能力を身に付けることとの乖離である。デジタル方式のラジオは、多くの基礎技術を統合することで実現できるデジタル技術の集大成とも言える工業製品であり、基礎となる個々の技術を学んだだけでは全容を理解できない。一方で、デジタル方式のラジオを理解するための教科書に適した書籍や教材、有効な指導実践例の報告は見当たらない。

### 2. 研究の目的

近年、海外メーカーの躍進により、日本の工業製品競争力が失速している。革新的な多くの工業製品に不可欠である新しいデジタル技術は、信号処理などを含む複合技術でもあり、日本の工業製品分野を牽引していく重要な鍵となる。本研究では、中学を卒業した若年層を対象に高度な教育を行っている高専(工業高等専門学校)において、日本の工業界を牽引していく新しいデジタル技術に対応できる技術者を育成するための教育プログラムの開発と普及を目的としている。この教育プログラムは、デジタル方式のラジオなどのように、個々の基礎技術を統合してなし得る実用的な工業製品を対象として、トップダウン形式でその動作原理を理解し、設計・製作ができる内容とする。また、関連科目についても、内容の調整や必要な新設科目の開発を行う。教育プログラム修了者は、高専卒業の時点で、実践的なスキルを身に付けていることを目標とする。

また、企業との連携を図り、求められている新技術を有する人材を効果的に供給できる仕組みを考案し、実践によって効果を検証して、改善をはかりながらスパイラルアップを行うことを目指す。

### 3. 研究の方法

本研究は、次の5ステージを基本にして3年間で遂行することとした。

ステージ1：＜デジタル技術教育に関する現状の調査と分析＞

ステージ2：＜デジタル技術教育プログラムの開発＞

ステージ3：＜開発したデジタル技術教育プログラムの実践＞

ステージ4：＜デジタル技術教育プログラムの実践結果の評価＞

ステージ5：＜デジタル技術教育プログラムの改善と成果の公開＞

特に重視したのは、学習者が、興味や関心を持つことができ、かつ実用化されているディジタ

ル技術製品を使用した教材を開発することである。例えば、デジタル方式のラジオについて、全体の教材化とともに、各部のデジタル処理を主要機能ブロックに分割し、それぞれのブロックの教材化を行うこととした。つまり、実用的なデジタル技術応用製品全体の概要を理解した後、個々の機能ブロックを学べる教材を開発する。これにより、個々の知識を羅列的・網羅的に学習することからの脱却を実現し、個別知識を統合できるエンジニアリングデザイン教育への転換を行う。また、新しいデジタル技術に欠かせない IC である大規模デジタル集積回路 (FPGA) を使った回路設計などの周辺技術も学べることに考慮する。ここでは、企業が求める技術者を育成できる教育プログラムとなるよう特に配慮する。

#### 4. 研究成果

本研究の初年度では、デジタル技術教育に関する現状の調査と分析を実施した。その結果、工業高校については、デジタル信号処理技術を詳しく扱った検定教科書や教育実践例は見当たらなかった。一方、大学や高専などで使用されているデジタル信号処理技術を学ぶ各種の教材は、扱う技術的なレベルが高く、入門者である学生向けの教材として難易度が高いものが多いことがわかった。

このため、2年目以降は、本研究において構築を目標としているデジタル技術教育プログラムで活用する教材の開発を行った。当初は、デジタル方式のラジオを大規模デジタル集積回路 (FPGA) によって構成した教材を開発した (図 2)。

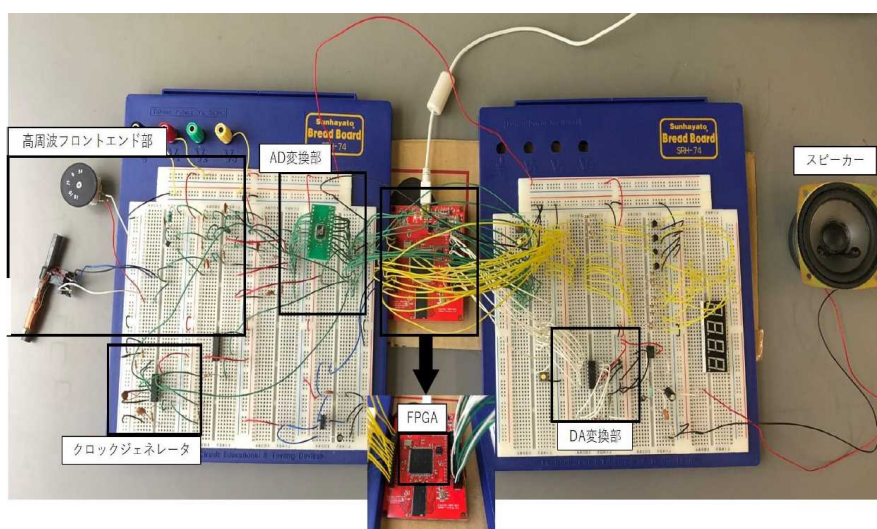


図 2 デジタル方式のラジオ教材

また、デジタル信号処理技術を用いたデジタル方式のラジオにおいて欠かすことのできない主要機能であるデジタルフィルタとデジタル方式の変調回路と復調回路の動作原理に焦点をあてた。これらのデジタル信号処理の基本機能をアナログ信号処理回路と対比しながら学ぶことで、回路構成、動作原理、特徴の違いなどを深く理解できる教材とした。また、実際に聞くことができる音声データを用意して、変調から復調までの処理過程で変化する音声データを聞きながら実験できる機能を付けることで学習者が興味をもって学べるよう工夫した。

これらの教材は、Excel や LabVIEW など広く普及しているソフトウェア上で動作し、視覚的なシミュレーションなどを実行しながら学べる。図 3 にデジタルフィルタ教材のシミュレーション画面例を示す。また、図 4 にデジタル方式の復調を学ぶ教材の画面例を示す。

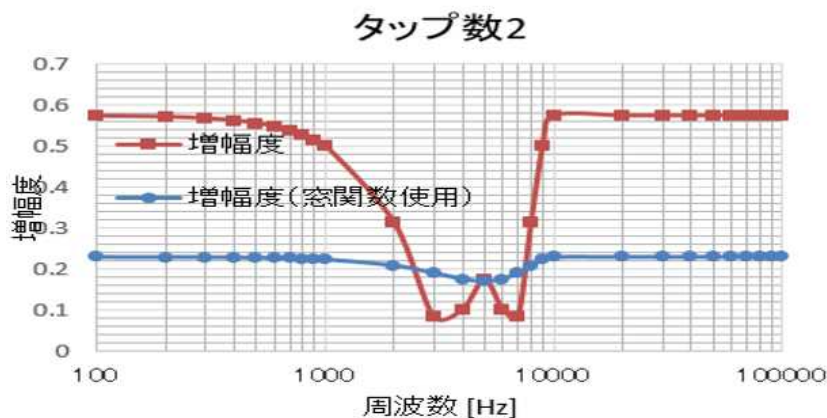


図 3 デジタルフィルタ教材のシミュレーション画面例

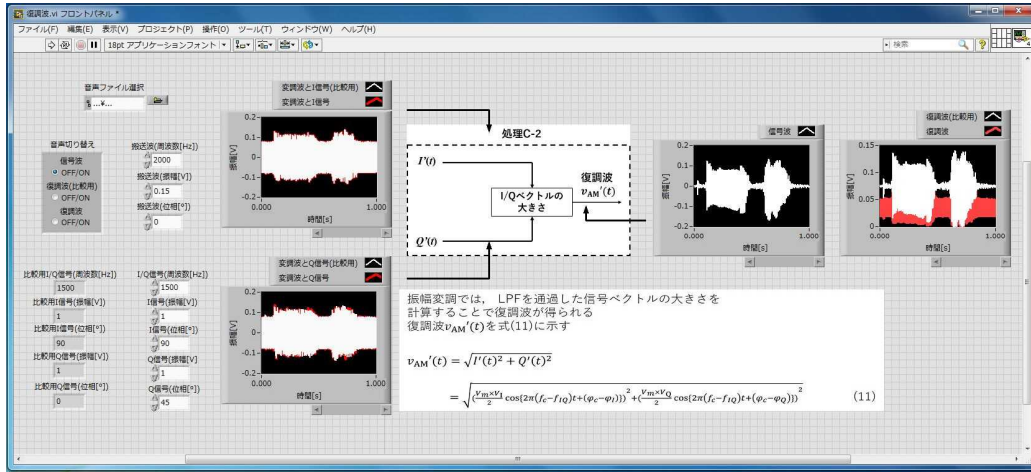


図4 デジタル復調教材の画面例

デジタル技術教育プログラムの実践のため、開発した教材を学生らに使用してもらい、教材の有効性を確認し、改良すべき項目について検討した。これらの成果は、「デジタル信号処理学習支援システムの開発」として、日本工業技術教育学会第29回工業教育全国大会(2019.7)において発表した。

<引用文献>

- ① 川瀬貴大, 木下凌哉, 我妻亮太郎, 堀桂太郎, デジタル信号処理学習支援システムの開発, 日本工業技術教育学会, 第29回工業教育全国研究大会, pp. 38~39

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 我妻亮太郎, 川瀬貴大, 木下凌哉, 堀桂太郎
2. 発表標題 デジタル信号処理学習支援システムの開発
3. 学会等名 日本工業技術教育学会, 第29回工業教育全国研究大会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----