

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 17 日現在

機関番号：12401

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23501134

研究課題名(和文)直観的なメディア特性に基づいた情報教育のための教材に関する研究

研究課題名(英文)The learning materials for the computer literacy education based on the intuitive media characteristics

研究代表者

内木 哲也(UCHIKI, Tetsuya)

埼玉大学・教養学部・教授

研究者番号：70223550

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円、(間接経費) 1,140,000円

研究成果の概要(和文)：コンピュータの基本動作原理を体感として理解することが、現代の社会生活を営む人々にとって重要となっている一方で、近年の技術の普及進展が却ってその習得を困難にしている。本研究では、コンピュータの基本動作原理を直観的に把握できる実験を通して経験的に実体感を形成できる教材のあり方とその実現方法について検討した。結果として、具体的な教材のデザインに不可欠な、教授すべき基本動作原理を導き出すと共に、教材に求められる要件を明らかにした。また、この知見に基づいて試作した教材の実地評価を通して、このデザインの有用性のみならず、さらに教育効果を高めるための教材のデザイン方策も得られた。

研究成果の概要(英文)：It is important that the principles of functionality of a computer are recognized as real physical feelings of the people who live in today's societies. In contrast, the acquisition of these feelings as a tacit knowledge is difficult in a highly information-oriented society in today. This research discussed the design and its realization method of the learning materials which can make a real physical feeling experientially through the experiment to understand the basic logical processes of a computer intuitively. As the result, the principles of functionality of logical process indispensable to the design of learning materials that are required became clear. Also the basic design of the learning materials was clarified. Furthermore, the usefulness of this design was verified through actual evaluation of these learning materials in some experimental teaching classes. And the design policy of such a learning material for heightening an education effect was also obtained.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学

キーワード：教育工学 システム 実験教材開発 コンピュータ・リテラシー 科学教育 情報教育 情報メディア 教育情報

1. 研究開始当初の背景

(1) 現代の大学生はコンピュータに関する知識や操作技能を習得し、情報機器を日々活用している一方で、実践的経験知とその基本原理との著しい乖離により、実体感に基づいてそれらを理解することができないだけでなく、コンピュータに関する苦手意識さえ生じさせている。しかもそれ故に、情報技能の原理的脆弱性やそれに伴う技術利用上の問題点にも根本的に対処できない状況となっている。

(2) このような状況は欧米をはじめとする諸外国においても同様であり、対応策として基本動作をコンピュータで視覚化したシミュレータ型教材が、内外で数多く試作されてきた。しかし、シミュレータ型教材はその精巧さとは裏腹に、物理的なメカニズムが動作するような臨場感に乏しいため、学習者にはビデオゲームのようなフィクションと感じられ、基本原理を直観的に強く実感するには至らず、目的とする教育効果は期待された程には大きくなかった。そこで近年では、電子工学的な機構をコンピュータシミュレーションではなく単純な電気機械式の動作機構として直観的に把握させようとする教材が注目されつつある。

(3) 申請者は感覚的に把握できない電子工学的な動作機構を、光や音、物体の運動等の物理的な動作機構として実現することでコンピュータの基本原則を直観的に把握できる教材の開発に取り組んできた。これまでにリレーを用いて視聴覚的に動作を実感できる全加算器や、自ら設計した論理回路の動作を検証できる電子ブロックを試作してきた。これらを実際の教育現場で用いることを通して、コンピュータの基本原則を直観的に強く実感させ、理解を深めさせる手立てとしての有効性を確認できた。しかしその一方で、教材に対しては、電子素子ではなく電気機械的機構で構成され、動作の連携が視覚的に把握可能な機構であり、学習者が自分の設計を実験的に検証できること、が求められていることが明らかになった。

(4) このような情報基礎教育において要望される実験教材に関する知見に基づき、電子演算機構の動作をリレースイッチのような物理的機構の動作として視覚的に把握させると共に、学習者が自らの設計に従って論理回路を組み上げてその動作を実地に検証することで、理論的教育アプローチと実践的教育アプローチとを融合させる一翼を担う教材開発研究への示唆が得られることが期待し、本調査研究の実施を思い至った。

2. 研究の目的

(1) 本研究では、概念的に表現されてきた直接的に感覚できない電子演算機構の動作を、

光や音、物理的動作などの直接的に感覚できるメディアで表現することに焦点を当て、コンピュータの基本原則を直観的に理解させると共にその深化および拡大を図れる実験型教材に必要な情報とそのメディア表現などの要件を探り出し、教材デザインのあり方を提示することが目的である。

(2) 具体的には、電子演算機構の動作をリレースイッチのような物理的動作として感覚できるメディアの動作として表現することでそのメカニズムを直観的に把握させると共に、学習者の設計に従って論理回路を組み上げてその動作を実地に検証できる教材として、リレーのような電気機械的機構による論理演算ブロックを開発するために、以下の3点について取り組む。

電子式論理演算ブロックに対する教育現場での実地検証

リレーを用いたブロックの試作、動作の検証、教育現場での利用可能性の検討と開発すべき論理演算ブロックの要求事項の抽出

電気機械的機構による論理演算ブロックの試作と教育現場での実践的評価

3. 研究の方法

(1) 申請者が試作した電子式論理演算ブロックを、学習者の設計に従って論理回路を組み上げてその動作を実地に検証させる実験教材として用いて、いくつかの情報基礎教育現場で実地に評価する。評価に際しては、単に学習者の設計回路の組みやすさや動作検証だけでなく、学習者の実験状況の観察やヒアリングなどを通して、学習効果を高めるために表現すべき情報のメディア特性と、より多くの実験に必要なとされる演算ブロックの種類や機能を探り出す。

(2) 演算機構の作動原理が視覚的に分かるリレー式による論理演算ブロックを試作し、申請者および研究協力者が担当する演習授業で受講生の協力の下でこのブロックと電子式ブロックを用いた比較実験を実施して、論理演算の動作を直観的に把握させるための物理的な動作の表現方法について実地に検討する。この知見を踏まえて研究協力者と共に検討を重ね、最終的な実験教材に望まれる機能要件と求められるメディア特性を探り出す。特に電気機械機構となるリレー式論理演算ブロックについては、教材としての自由度と相反する確実な動作に向けたタイミングの調整と、駆動電源の容量確保のための手立てが必要とされると考えられるため、多様な利用状況を想定した十分な動作試験が不可欠と考えられ、そこで得られたデータに基づき教育現場での実地の使用に耐え得るリレー式論理演算ブロックを設計する。

(3) 電子式論理演算ブロックとリレー式論理演算ブロックを用いた比較実験を通して、最

最終的に設計すべき論理演算ブロックへの要求事項を明らかにすると共に、実際に要求されるメディア特性を有したブロックを試作することを通して、その教育的効果と共に、最終的な教材の実現方策について考察する。この研究の成果は単に情報基礎教育のみならず、情報システムの観点から教育一般において実験による教育効果を引き出す方策を検討する上でも重要な示唆を提供するものとしても期待できる。

4. 研究成果

(1) コンピュータの基本動作原理を経験的な感覚と結びつけることで、具体的な現象として学習者に直観的に把握させ、理解を深めさせようとする取組は、主として実際の教育現場で実践的になされており、教育現場で教師が用いる教具や学習者自身が主体的に使用する教材として、具体的な実験用機材から教科書や演習書などの書籍に至るまで、多様な形態のものが開発されている。これらの教材の全体像は図1のように示すことができるが、これまで開発されてきた実験型教材の多くは電子演算機構それ自体を学ぶことが目的ではないため、演算機構がブラックボックス化されており、その状況はソフトウェアによる物理的機構のシミュレータ教材と同様に「間接的な」学習教材となっていたことが総括的な調査研究から明らかとなった。つまり、情報基礎教育においては、技術の活用や技能育成に重点が置かれ、その基本原理の理解や経験的知識に裏打ちされた利用のあり方などがほとんど取り組まれていない現状が浮かび上がってくるのである。

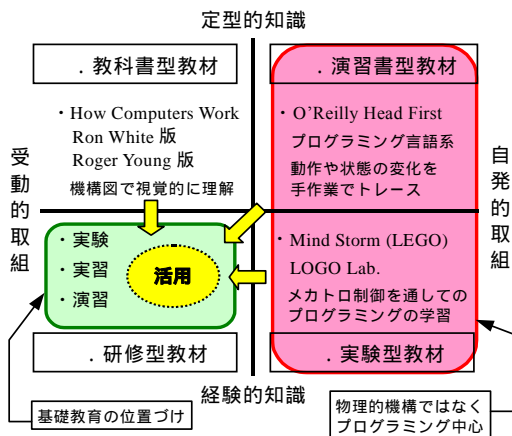


図1 教材の開発状況

(2) 論理演算ブロックによる実験型教材は、現在の教材に欠如している高度にブラックボックス化されたコンピュータの動作原理を基本的な物理現象のレベルからの理解を促進させるだけでなく、その理解に基づいた技術利用上の問題認識やその回避方策の立案へと現代の社会生活を営む上で不可欠な知識基盤の形成をも期待できる。そのためには、単純な論理演算を組み合わせたより複雑な演算機能ブロックを用意する必要も

あるが、本研究ではその礎としてまず基本的な論理演算を感覚的に把握するために必要な情報のメディア特性を踏まえた効果的な表現方法とその実現方策とを探る必要がある。特に、図2に示したリレースイッチのような物理的動作を伴うメディア表現は、動作原理は単純で理解も容易であるものの、製作および稼働上で電気機械特性としての制約が大きく、実現性のみならず、実験教材としての自由度も制限される危険性が高いため、試作と実践的評価を繰り返すことにより、あるべき教材の姿を探り出す調査研究が不可欠であったわけである。

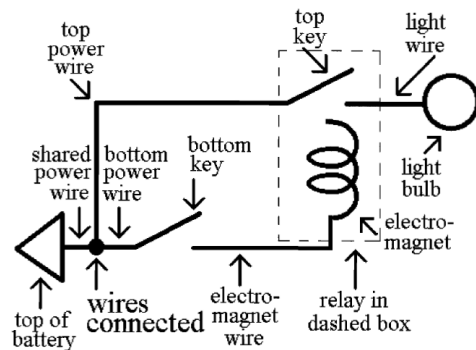


図2 自動開閉スイッチの配線ダイアグラム表現

(3) 市販のリレーは、その動作視認が容易ではなく、電気回路としての状態把握もできないため、図2のようにリレー動作を把握でき、またそのスイッチング状態も視認できる大型のリレースイッチブロック(図3)を製作した。このスイッチブロックを組み合わせることで各種論理演算回路を実現することができ、リレーの状態を踏まえて配線を視覚的に追うことで電気回路の状態として論理演算の動作原理を理解できる教材とした。

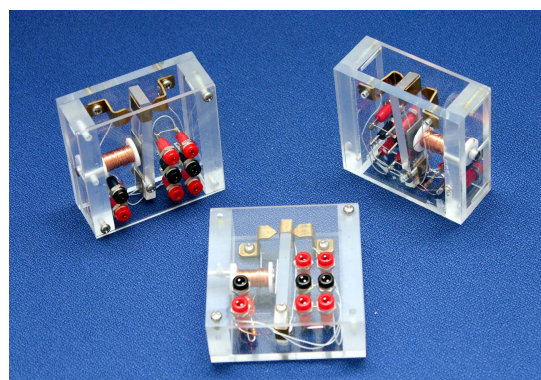


図3 試作したリレースイッチブロック

(4) 電子式論理演算ブロックとリレー式論理演算ブロックとを用い、埼玉大学を始めとするいくつかの大学学部における情報基礎教育の場で学習者に実験させる演習授業を実施させたところ、設計の基本的考え方通りに、電子式ブロックよりもリレー式ブロックの方が電子演算機構の動作を実感でき、直観的に動作を把握できることが、受講生に対する

アンケートやインタビューなどを通して実感できた。但し、動作状況を示す視覚的メディアに求められるのは、回路の結線状態を直接的に示すことよりも各論理ブロックの入出力点での論理値の明示性にあることが明らかとなった。そして、回路の作動についてはリレースイッチによる物理的な切り換え動作表現よりも、リレーの作動音のような音響的メディアを伴った LED 状態表示装置の方がむしろ実感を得られるということも被験者との対話を通して明らかとなった。これらの知見を踏まえて、当初検討していたメカニカルな論理ブロックを再検討し、最終的な実験教材としては実現性および実用性の点から論理状態を LED で明示するリレー式論理演算ブロックが望ましいとの見解を得られた。

(5) 本調査研究で得られた知見に基づき、最終的に設計すべき論理演算ブロックへの効であることが明らかになった。

動作を実感するために、電子素子ではなく作動音を伴う電気機械的機構が有効であり、

動作の連係は大型リレー回路を視覚的に追跡よりも入出力点での論理値の視認が効果的で、学習者の自由な接続ニーズに対する駆動電力問題にはラッチ型リレーである程度対処可能である。

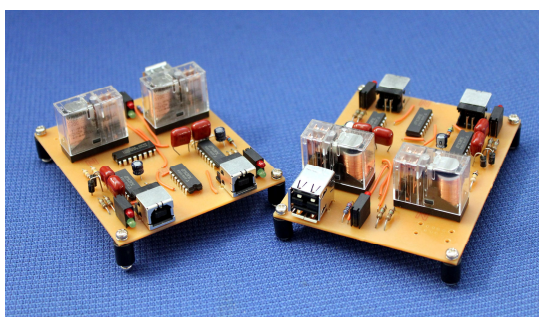


図4 試作したリレー型論理演算ブロック

以上の要件に従って最終的に設計した電気機械的機構は、研究当初に想定していたような物理的に動作状況を視認できる大型リレースイッチによるものではなく、むしろ作動状態を音響的に表現するために市販されている小型のメカニカルリレーを用いる一方、リレー回路の状態を視覚的に視認できる LED の表示機構を備えた。また、採用するメカニカルリレーは、教材の接続の自由度を高めることと共に、作動電力の問題を軽減することを目的として、ラッチ型リレーを採用した。この設計に従って論理演算ブロックを試作し(図4) 埼玉大学の学部演習の場で実践的に用いて受講生の反応やヒアリングから得られた結果としては、動作の伝播が分かるよう、実時間ではなく、論理演算ブロック毎に実感できる程度わずかに遅延させることが望ましいことが明らかとなった。このことは、メカニカルリレーを用いた論理演算ブロックの接続の自由度と動作の安定性の向

上にも寄与することとなるため好都合であり、このための遅延回路をリレー駆動回路に組み込むことで実効的かつ実用的な教材デザインを得ることができた。

(6) 本研究の成果は、一教育支援システムに留まらず、教育効果を最大限引き出すための教育支援のあり方全般を検討する上での重要な指針を示しているとの見解を得ることもできた。さらに、教育活動全般を情報システムと捉えることで、一般的な情報システムのあり方を検討するための指針として考えることも可能との見解も得ることができた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計7件)

内木哲也、社会的文脈における情報システム設計の意義づけに関する考察、埼玉大学紀要、査読無、Vol.49、No.2、2013、pp.17-32

内木哲也、富澤浩樹、受講生の実態調査に基づいた情報基礎教育を巡る社会的状況に関する考察、埼玉大学紀要、査読無、Vol.49、No.1、2013、pp.1-19

内木哲也、直観的なメディア特性を活かした情報教育教材のデザイン、埼玉大学紀要、査読無、Vol.48、No.2、2012、pp.17-31

富澤浩樹、内木哲也、マルチエージェントシミュレーションを用いた市場行動モデルの相違もたらす価格形成現象に関する一考察、第19回社会情報システム学シンポジウム論文集、査読無、2013、pp.35-40

内木哲也、朱曉黎、投稿内容の日中比較に基づいたクチコミ行為の文化的特性に関する研究、埼玉大学紀要、査読無、Vol.48、No.1、2012、pp.15-34

内木哲也、日本の文化環境における情報システム研究に関する研究、埼玉大学紀要、査読無、Vol.47、No.2、2011、pp.27-46

内木哲也、崔初暲、行為者への聞き取り調査に基づく個人的なブログでの日記行為に関する考察、埼玉大学紀要、査読無、Vol.47、No.1、2011、pp.33-54

[学会発表](計18件)

Tetsuya Uchiki、The Japanese Situation of "Logicalization" at Information Systems Design、JPAIS/JASMIN International Meeting、Milan(Italy)、Dec. 18、2013

Hiroki Tomizawa、Tetsuya Uchiki、A Concept of the Simulation for Social Context Analysis based on the Difference of Adaptability to the Market Information、JPAIS/JASMIN International Meeting、Milan(Italy)、Dec. 18、2013

Tetsuya Uchiki、The Features of Infor-

mation Systems as Word-Of-Mouth Activities at the E-commerce Sites in Japan, ISBIS2013, Győr (Hungary), Nov. 8-9, 2013
内木哲也、孟雅婷、動画共有サイトの利用行為に関する文化的特性の考察、2013 年秋季全国研究発表大会、経営情報学会、流通科学大学(兵庫)、10/26-27, 2013
王瑩、内木哲也、商品特性に基づいたリユース品取引情報システムの設計、2013 年秋季全国研究発表大会、経営情報学会、流通科学大学(兵庫)、10/26-27, 2013
富澤浩樹、内木哲也、エージェントの市場情報への感度の差異が価格形成に及ぼす影響に関する考察、2013 年春季全国研究発表大会、経営情報学会、慶應義塾大学(東京)、6/29-30, 2013
内木哲也、陸璐、富澤浩樹、実態調査に基づいた情報基礎教育のあり方に関する考察、2013 年春季全国研究発表大会、経営情報学会、慶應義塾大学(東京)、6/29-30, 2013
富澤浩樹、内木哲也、マルチエージェントシミュレーションを用いた市場行動モデルの相違がもたらす価格形成現象に関する一考察、第 19 回社会情報システム学シンポジウム、社会情報システム学会、電気通信大学(東京)、1/23, 2013
Tetsuya Uchiki、The Cultural Feature of Word-Of-Mouth Activities at E-Commerce Sites in Japan, JPAIS/JASMIN International Meeting, Orland, Florida(USA), Dec. 19, 2012
富澤浩樹、内木哲也、市場実験プロセスに着目したシミュレーションモデルの設計、2012 年秋季全国研究発表大会、経営情報学会、金沢星稜大学(石川)、11/29-30, 2012
Tetsuya Uchiki、The Trails of the Character Code Sets in Japan and China as a Difference of the IS Design Concept, ISBIS2012, Győr (Hungary), Nov. 9-10, 2012
内木哲也、佐藤雲母、東日本大震災被災者への聞き取り分析に基づいた社会情報基盤のあり方に関する一考察、2012 年春季全国研究発表大会、経営情報学会、東京経済大学(東京)、5/12-13, 2012
Tetsuya Uchiki、The Characteristic of IS Design Approach in Japan based on the Case Studies in Japan and China, JPAIS/JASMIN International Meeting, Shanghai (China), Dec. 4, 2011
Hiroki Tomizawa、Tetsuya Uchiki、The Effectiveness and Problems of the Logicalizational Systems Analysis from EUD Perspective, JPAIS/JASMIN International Meeting, Shanghai(China), Dec. 4, 2011
Tetsuya Uchiki、Design Approach of Information Systems as Cultural Environment - Design Concept for EUD environments in Japan, ISBIS2011, Győr

(Hungary), Nov. 11-12, 2011
富澤浩樹、内木哲也、EUD に注目した情報システムデザインに関する考察 -人文学における個人的研究活動を事例として-、2011 年秋季全国研究発表大会、経営情報学会、愛媛大学(愛媛)、10/29-30, 2011
内木哲也、富文婷、異体字対応の日中比較に基づく漢字情報システム概念の相違、2011 年秋季全国研究発表大会、経営情報学会、愛媛大学(愛媛)、10/29-30, 2011
内木哲也、近藤香、大型スーパーの顧客窓口におけるビジネスコミュニケーション事例の分析、2011 年春季全国研究発表大会、経営情報学会、専修大学(神奈川)、5/28-29, 2011

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕
出願状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織
(1) 研究代表者
内木 哲也 (UCHIKI, Tetsuya)
埼玉大学・教養学部・教授
研究者番号：7 0 2 2 3 5 5 0

(2) 研究分担者
()

研究者番号：

(3) 連携研究者
()

研究者番号：