

令和 2 年 6 月 16 日現在

機関番号：12401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K01009

研究課題名(和文)無線ネットワーク接続型異常通報システムの開発とその組み込み技術教育における評価

研究課題名(英文)Development of Abnormality Report System with Wireless Network Connection and its Evaluation in Embedded Technology Education

研究代表者

荻窪 光慈(Ogikubo, Koji)

埼玉大学・教育学部・准教授

研究者番号：00431726

交付決定額(研究期間全体):(直接経費) 2,500,000円

研究成果の概要(和文):組み込み技術は我が国の基幹産業であるが、学術的に重視されておらず学校教育でも殆ど取り扱われていない。そのため組み込み技術者の育成が喫緊の課題であり、特に学校教育において組み込み技術に関する理解を深める必要がある。本研究課題では、無線ネットワーク接続型異常通報システムを題材とした組み込み技術教育向けの教材開発を目的とし、その研究成果として、高機能かつ安価なマイコンボードを用いた無線ネットワーク接続型異常通報システム並びに関連技術の開発に成功した。また、本システムを活用して最先端の組み込み技術事例を体験的に学習させるカリキュラム等を検討した。本システムの活用により組み込み技術教育への貢献が期待される。

研究成果の学術的意義や社会的意義

組み込み技術は我が国の基幹産業である。組み込み技術関連産業は近年、我が国の国内総生産(名目GDP)の13%程度、及び輸出の過半数を占めているこのような状況にも関わらず、組み込み技術に関する学校教育での取り扱いが殆どないため、その育成が喫緊の課題となっている。本研究課題では、生活に役立つ実用的な組み込みシステムの一例として、無線ネットワーク接続型異常通報システムを開発し、その開発過程等について組み込み技術教育への活用を検討することにより、ハードウェア製作やプログラミングの知識・技能の国民的水準の底上げを目指すとともに、我が国の産業を支える組み込み技術産業に積極的に関わろうとする人材育成への貢献が期待される。

研究成果の概要(英文): Embedded technology is one of the key industries in Japan. However, it is not thought as important academically, and almost no embedded technology education has been carried out in Japanese school education. Therefore, the embedded technology education is an important subject, and it is necessary to deepen the understanding about the embedded technology in school education.

In this study, as an example of the teaching tools for the embedded technology education, "the abnormality report system", which checks the circumstances at the remote place using sensors and a microcomputer board and reports the abnormality and the serious change of the circumstances via the wireless Internet connection, has been developed. In addition, the educational method and curriculum utilizing the system has been considered very much. Through this study, the development of the system has been progressed greatly. This system can contribute to promoting the embedded technology education.

研究分野：産業・技術教育

キーワード：産業・技術教育 教材開発 組み込み技術 組み込みシステム マイコン ネットワーク インターネット 無線通信

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

我が国は世界中で最も豊かな国の一つであるが、天然資源に乏しい我が国にとって、その豊かさは貿易黒字によって支えられているところが大きい。財務省が毎年発表している貿易統計によると、東日本大震災等による影響を受けた一時期を除き、主として電気機器、自動車、一般機械等の輸出によって貿易黒字が産み出されていることが見て取れる。これらの機器や自動車等は、ほぼ例外なく、マイコン(マイクロコンピュータ)を活用した組み込み技術によって電子的に制御されている。また、マイコンを用いた組み込み技術関連産業の規模は、我が国の国内総生産(名目 GDP)の 13.5%(平成 19 年)を占めており、現代の我々の生活や産業に欠かせないものとなっている。まさに、組み込み技術は我が国の基幹産業であるとともに、我が国の豊かさの源泉であると言える。

組み込み技術は、マイコンを含む電子回路等の組み込みハードウェアと、マイコンに具体的な動作を指令する組み込みソフトウェアから成る高度な複合的・統合的な技術であるが、このようなマイコンや組み込み技術の存在や働きは、従来、学術的に重視されておらず、一般社会でもほとんど認知されていない。特に、学校教育における取り扱い、現行の高等学校学習指導要領で専門教科情報科や工業科において組み込み技術に関する幾つかの学習事項が初めて盛り込まれたものの、特に小学校・中学校・普通高校において、まだ圧倒的に不足している状態である。そのため、組み込み技術を志す若者は少なく、産業界では組み込み技術者が数万人単位で慢性的に不足している状況である。それゆえ、我が国のものづくり産業が今後も国際社会の中で飛躍し続けるために、組み込み技術者の育成が国家的な喫緊の課題となっている。

我が国における組み込み技術のより一層の発展を図るためには、組み込み技術に関する技術的進歩はもちろん必要であるが、それに加えて国民の組み込み技術に関する科学的技術的理解を促進する必要がある。特に、学校教育における児童・生徒の組み込み技術に対する積極的な理解や態度を育成することが必須である。このような背景から、研究代表者は、生活に役立つ実用的な機器を題材とした組み込み技術教育について取り組み、その教材化及びカリキュラム開発を目指している。

2. 研究の目的

本研究課題では、従来の組み込み技術に関する研究と比較しても高機能なシステムを実現可能な 32 ビットマイコンを含む安価かつ入手性の高いマイコンボードを用いた題材を設定した。最先端の組み込み技術を活用した組み込みシステムの事例について、児童・生徒に体験的に学習させるための組み込み技術教材として、無線ネットワーク接続型異常通報システムを開発する。無線ネットワーク接続型異常通報システムとは、32 ビットマイコンを含む高機能なマイコンボードによって制御された種々のセンサモジュール等から、一定時間毎に周囲環境の計測データ(例えば温度、湿度等)を取得し、メモリに保存するとともに、それらのデータに異常を検知した場合、無線通信及びインターネットを通じて、データをインターネット上の特定のホームページで閲覧可能な状態にしたり、データを含む文章を電子メール等の手段により利用者に通知したりするシステムである。

また、本システムを、最先端の組み込み技術事例として活用して学習効果を高める授業構成やカリキュラムを検討する。

以上の観点を踏まえ、以下の 2 点を本研究課題の目的とした。(1)「高機能なマイコンボードを活用した無線ネットワーク接続型異常通報システムを開発し、本システムを含む最先端の組み込み技術事例について、児童・生徒に体験的に学習させる組み込み技術教材を開発すること」。(2)「開発した教材を活用して、学習効果を高める授業構成やカリキュラムを検討すること」。以上の目的により、児童・生徒が組み込み技術に積極的に関与する態度が期待できるとともに、我が国のものづくり産業に積極的に関わろうとする人材の育成に資することができるかと期待される。

3. 研究の方法

本研究課題は、当初、3 年計画で実施する予定であった。ただし、本研究課題の実施期間中に、技術・情報教育に関する教育環境の変化及び組み込み技術関連の技術的進展が見られたため、1 年間延長した。具体的には、新たな学習指導要領が告示されるとともに、本研究課題の開始当時には存在しなかった高度な技術的要素(マイコンボード等)が普及してきたためである。

1 年目は、主として組み込み技術教育に関する児童・生徒の実態と学校教育現場の状況を把握し、学習指導要領における系統的な指導内容を検討しながら、無線ネットワーク接続型異常通報システムを題材とした組み込み技術教材の開発を行い、その基礎的機能の実現を図ることとした。2 年目は、教材としての機能向上を目指して無線ネットワーク接続型異常通報システム並びに関連技術の開発を継続し、それらの更なる機能向上を図るとともに、教材の授業での活用を念頭において、確実に実践可能な製作・制作プロセスの確立を目指しながら、組み込み技術教育に関する授業構成及びカリキュラムの検討を行うこととした。3 年目は、新学習指導要領を意識しながら、無線ネットワーク接続型異常通報システム並びに関連技術の動作安定性を高めるとともに、それらの教材化を更に推し進め、より良い授業展開の方法を検討することとした。4 年目は、引き続き新学習指導要領を意識しながら、学校教育現場での授業実践を念頭に置きつつ本システムを含む教材の活用方法や予想される実践結果並びに評価規準を検討し、教材及び指導課程の更なる発展的改良を行うこととした。

4. 研究成果

(1)「高機能なマイコンボードを活用した無線ネットワーク接続型異常通報システムを開発し、本システムを含む最先端の組込み技術事例について、児童・生徒に体験的に学習させる組込み技術教材を開発すること」については、マイコンで各種センサ等の状態を監視しながら、センサの出力値に異常を検知した場合に、センサ出力が異常を示した旨の警告メッセージを、無線ネットワーク接続型異常通報システムから無線通信並びにインターネットを通じて、短文投稿サイトに投稿したり、特定の URL によって示されるホームページ上に表示したり、電子メールによってあらかじめ設定されたメールアドレスに送信したりといった、複数の手段で異常を通報・通知できるシステムを開発した。センサとしては、温度、湿度をはじめとして、アナログ出力またはデジタル出力を問わず様々なセンサが利用可能であるため、本システムを用いることにより、遠隔地の様々な状態変化や異常を、インターネットを通じて世界中のどこに居ても知ることができるという極めて革新的な組込みシステムが開発された。本システムは、最先端の組込み技術事例として活用可能であると考えられる。また、センサ以外にも、USB を含む、マイコンと周辺機器との間のシリアル通信インターフェイスが活用可能であるため、カメラモジュールや大容量フラッシュメモリを利用することが可能となっており、本システムは大きな機能拡張の可能性を秘めている。そのため、本システムを活用した様々な応用事例が期待される。今後、本システムを、画像データ等を含む更なる大容量データを、電子メール添付等の形式でインターネットを通じて遠隔地に円滑に通知できるようにするなど、更なる高機能化を推し進めていく予定である。

(2)「開発した教材を活用して、学習効果を高める授業構成やカリキュラムを検討・構築すること」については、主として中学校技術・家庭科（技術分野）について検討を行った。その結果、現行の平成 20 年告示中学校学習指導要領の技術・家庭科（技術分野）における単元「D 情報に関する技術」の中の指導内容「(1) 情報通信ネットワークと情報モラル」並びに指導内容「(3) プログラムによる計測・制御」に関する指導において、本研究課題において開発された無線ネットワーク接続型環境見守りシステムが有効に活用可能であると考えられた。指導内容「(1) 情報通信ネットワークと情報モラル」については、現状、学習指導要領や教科書において組込み技術という言葉は使われていないが、世の中や身の回りにはマイコンがたくさんあり、我々は組込み技術に囲まれた生活を送っていることを知らせることが出来るとともに、従来スタンドアロン動作が多かった組込みシステムにおいて、近年の技術進歩により、ネットワーク接続が容易になっていることを知らせることが出来る。また、指導内容「(3) プログラムによる計測・制御」においては、テキスト言語で表現されたプログラミングを指導することには若干の困難を伴うが、世の中の多くの組込みシステムにおいて利用されているマイコンの基本的機能であるタイマ機能や PWM（パルス幅変調）機能等に加えて、通常のプロチャートでは表現できない機能を実現する割り込み機能等、コンピュータを理解する上で欠かせない幾つかの重要な機能について本システムを例示した上で知らせることが出来る。

また、平成 29 年告示の新しい中学校学習指導要領についても、本システムを活用した学習活動を検討した。特に、技術・家庭科（技術分野）の単元「D 情報の技術」における、新規学習事項である指導内容「(2) ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツのプログラミング」に関する指導においては、本システムが無線ネットワーク接続を利用していることから、学習活動への取り込みが容易に実施可能であると推察された。

今後、本システムを活用した更なる指導計画等について検討を加え、幅広い学校種で活用可能となる学習カリキュラムを作成・提案していく予定である。特に、今後新たに出版されるであろう教科書等の内容を深く分析・理解し、本システムを活用してどのような学習活動に貢献できるか等の観点から、検討を加えてゆきたい。

以上より、本研究課題の研究成果として開発された無線ネットワーク接続型異常通報システム並びに関連技術を活用することによって、組込み技術教育への貢献に資することが期待される。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 3件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 川井勝登、山本利一、萩窪光慈	4. 巻 68-2
2. 論文標題 ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツのプログラミングに関する指導過程の提案 : LEGO Mindstorms EV3を活用した栽培管理システムの制作	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 埼玉大学紀要（教育学部）	6. 最初と最後の頁 247-256
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 川井勝登、萩窪光慈、山本利一	4. 巻 17
2. 論文標題 ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツのプログラミングに関する指導過程の提案～反転学習で活用する学習コンテンツの開発と授業実践～	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 埼玉大学教育学部附属教育実践総合センター紀要	6. 最初と最後の頁 77-84
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Riku Nakamaruo, Toshikazu Yamamoto and Koji Ogikubo	4. 巻 -
2. 論文標題 Proposal and Evaluation of Teaching Process to Learn Logic Circuit Using Simulation Software	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proceedings of the 4th International Conference on Applied Electrical and Mechanical Engineering	6. 最初と最後の頁 55-58
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Koji Ogikubo	4. 巻 -
2. 論文標題 Development of Remote Place Monitoring System as Teaching Tool for Embedded Technology Education	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Proceedings of The International Conference on Industrial Technology Education for Sustainable Development (ICITE for SD-2015)	6. 最初と最後の頁 97-103
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Koji Ogikubo, Takumi Zaima, Akihiro Kanazawa and Toshikazu Yamamoto	4. 巻 -
2. 論文標題 Development of Energy Consumption Measurement System using Wireless Communication Modules as Teaching Tool	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Proceedings of the 8th International Conference on Business and Technology Transfer	6. 最初と最後の頁 82-91
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計22件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 荻窪光慈
2. 発表標題 無線LAN接続型組込みシステムからの多様な情報送信
3. 学会等名 電子情報通信学会 2020年総合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中田航介、荻窪光慈
2. 発表標題 インターネット上の小説を用いたチャットボットの制作
3. 学会等名 日本産業技術教育学会 第31回関東支部大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 荻窪光慈
2. 発表標題 IoT技術教材としてのインターネット接続型組込みシステムにおける情報送信の多様化
3. 学会等名 電気学会 令和元年基礎・材料・共通部門大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 荻窪光慈、芳賀理弘
2. 発表標題 音声AIアシスタントを活用した家電製品の制御
3. 学会等名 日本産業技術教育学会 第34回情報分科会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masato Kawai, Koji Ogikubo and Toshikazu Yamamoto
2. 発表標題 Suggestion of the programming learning about web contents by the inversion learning
3. 学会等名 The 13th International Conference on Technology Education in the Asia Pacific Region (ICTE 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 芳賀理弘、荻窪光慈
2. 発表標題 音声AIアシスタントを用いたスマートホーム環境の構築
3. 学会等名 日本産業技術教育学会 第30回関東支部大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 菊地大吾、荻窪光慈
2. 発表標題 ディープラーニング及びIoTを用いた人物判定システム
3. 学会等名 日本産業技術教育学会 第30回関東支部大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 荻窪光慈
2. 発表標題 1000円WiFiモジュールESP-WROOMを用いた鉄道運行情報通知システムの改良
3. 学会等名 日本産業技術教育学会 第61回全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 荻窪光慈
2. 発表標題 1000円WiFiモジュールESP-WROOMを用いたIoT技術教材としての鉄道運行情報通知システムの開発
3. 学会等名 第17回情報科学技術フォーラム (FIT2018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 荻窪光慈
2. 発表標題 1000円WiFiモジュールESP-WROOMを用いた鉄道運行情報通知システムの開発
3. 学会等名 日本産業技術教育学会 第60回全国大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 荻窪光慈
2. 発表標題 1000円WiFiモジュールESP-WROOMを用いたインターネット接続型組込み技術教材としての鉄道運行情報通知システムの開発
3. 学会等名 電気学会 平成29年基礎・材料・共通部門大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 荻窪光慈
2. 発表標題 近距離無線通信NFC の組み込み技術における活用
3. 学会等名 日本産業技術教育学会 第29回関東支部大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 荻窪光慈
2. 発表標題 近距離無線通信を組み込み技術に活用したNFCタグ読み取りシステムの試作
3. 学会等名 電気学会 平成30年全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 荻窪光慈
2. 発表標題 組み込み技術教育のための近距離無線通信を活用したNFCタグ読み取りシステムの試作
3. 学会等名 日本産業技術教育学会 第33回情報分科会研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 荻窪光慈
2. 発表標題 無線通信モジュールを用いたエネルギー消費計測システムの多重化
3. 学会等名 電気学会 平成28年基礎・材料・共通部門大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 荻窪光慈
2. 発表標題 無線通信モジュールを用いた多重化ロボット電源計測システムの試作
3. 学会等名 第15回 情報科学技術フォーラム(FIT2016)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Koji Ogikubo, Takumi Zaima, Akihiro Kanazawa and Toshikazu Yamamoto
2. 発表標題 Development of Energy Consumption Measurement System using Wireless Communication Modules as Teaching Tool
3. 学会等名 8th International Conference on Business and Technology Transfer (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 遊馬ジェシー, 荻窪光慈
2. 発表標題 心停止通報システムの試作
3. 学会等名 日本産業技術教育学会 第28回関東支部大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 飯倉一貴, 荻窪光慈
2. 発表標題 ATコマンドを用いたXBee Wi-Fiモジュールの動的制御
3. 学会等名 日本産業技術教育学会 第28回関東支部大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 長純平, 荻窪光慈
2. 発表標題 マイコンを用いたスイッチ状態監視システムの開発
3. 学会等名 日本産業技術教育学会 第28回関東支部大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 堀田祐貴, 荻窪光慈
2. 発表標題 気圧センサを用いた灌水量の最適化
3. 学会等名 日本産業技術教育学会 第28回関東支部大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 鵜久森現己, 荻窪光慈
2. 発表標題 ネットワーク接続型防犯システムの試作
3. 学会等名 日本産業技術教育学会 第32回情報分科会研究発表会
4. 発表年 2017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