

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 8 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K00481

研究課題名(和文) ユビキタス植生ハウスによる中学校技術分野の学習コンテンツ開発に関する研究

研究課題名(英文) Development of The Ubiquitous Greenhouse as a teaching content for technology education in junior high schools

研究代表者

渡辺 健次 (Watanabe, Kenzi)

広島大学・教育学研究科・教授

研究者番号：00220880

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、中学校技術分野の学習指導要領で示されているA 材料と加工に関する技術、B エネルギー変換に関する技術、C 生物育成に関する技術およびD 情報に関する技術の4つの学習内容を融合して総合的に学ぶことができる学習コンテンツとしてユビキタス植生ハウスを開発し、その動作を確認した後、実際に中学校の技術の授業において、ユビキタス植生ハウスを題材とした授業実践を計画し、実施した。授業実践を通して、中学校技術分野の4つの学習内容を学習する学習コンテンツとして、ユビキタス植生ハウスが機能することが確認できた。

研究成果の概要(英文)：In this research, we have developed The Ubiquitous Greenhouse as a teaching content for technology education in junior high schools. This material works an integrated educational content of technology education's four fields as follows; A. materials and their processing, B. energy conversions, C. nurturing living things, and C. information processing. At first, we had developed the Ubiquitous Greenhouse and confirmed how it works without problem. Then we had evaluation experimental classrooms at junior high school. Results of the experimental classrooms shows The Ubiquitous Greenhouse works fine.

研究分野：教育工学

キーワード：プロジェクト型学習支援システム インターネット センサー 技術教育

## 1. 研究開始当初の背景

平成24年4月から実施されている学習指導要領の中学校の技術分野では、A材料と加工に関する技術、Bエネルギー変換に関する技術、C生物育成に関する技術およびD情報に関する技術の4つの内容について、ものづくりなどの実践的・体験的な学習活動を通して、基礎的・基本的な知識及び技術を習得することを目標としている。目標を実現するために、4つの内容を融合して総合的に学ぶことができる学習コンテンツの開発が求められており、緊急の課題となっている。

## 2. 研究の目的

ユビキタス植生ハウスとは、気温、湿度、日照センサーなどにより遠隔地の状況を計測して、インターネット経由でそれらのデータを収集し、そのデータを再現する植生ハウスである。気象条件が異なる遠隔地の気象を再現することで、植物の生育の違いなどを実際に観測できる、体験・観察学習を行うことができる。

本研究では、我々が開発してきた、インターネットを介して得た遠隔地のリアルタイムの気象情報を元に、その遠隔地の気象を再現するユビキタス植生ハウスの開発を通して、中学校の技術の4つの分野を総合的に学ぶことができる、プロジェクト型学習のための学習コンテンツの開発を実践的に研究する。ユビキタス植生ハウスによる学習コンテンツを開発し、それをを用いた授業を実践して効果を示すことが、本研究の目的である。

ユビキタス植生ハウスの開発では、植生ハウスのハードウェアの作成にA材料と加工に関する技術が必要であり、開発を通してこの内容を体験的に学習することができる。植生ハウス内の温度などの制御は電気的に行われるため、回路やデバイスの開発を通して電気エネルギーを熱などの他のエネルギーに変換するBエネルギー変換に関する技術を体験的に学習することができる。また、遠隔地のリアルタイムの気象データをインターネット入手して植生ハウスを制御するためには、プログラムによる計測と制御が必要であり、D情報に関する技術を体験的に学習することができる。さらに、植生ハウスは植物を栽培するためのハウスであるので、C生物育成に関する技術も体験的に学習することができる。

## 3. 研究の方法

中学校技術分野の目標は、ものづくりなどの実践的・体験的なプロジェクト型学習活動を通して基礎的な技術を習得して、技術を活用する能力と態度を育てることである。ユビキタス植生ハウスの開発そのものが、プロジェクト型学習のための実践的・体験的な学習活動となる。

しかし、中学校技術で利用するプロジェクト型学習のための学習コンテンツとなりうるには、生徒が自ら課題を発見し、課題を解決することができる学習過程として、シナリオを構築する必要がある。そのため、ユビキタス植生ハウスの開発プロセスから、A材料と加工に関する技術、Bエネルギー変換に関する技術、C生物育成に関する技術、D情報に関する技術の課題を具体的に抽出する。抽出したそれぞれの課題を、学習過程に沿った授業計画として構成した上で、単元の展開を構築する。その上で、開発した学習コンテンツを用いて授業実践を行い、有用性を示す。

## 4. 研究成果

### (1) ユビキタス植生ハウスの開発

ユビキタス植生ハウスは、遠隔地の気象を再現することができる。この特徴を活かして、ユビキタス植生ハウス内（遠隔地）とユビキタス植生ハウス外（現地）で同時に同じ植物を育成し、成長の違いを観察する、特に植物の発芽から成長の違いを見ることで、効果的な学習が行えると考えた。そこで、植物の発芽に影響を与える気象条件として気温と湿度にしぼり、遠隔地の気温と湿度を再現できる機能を備えたユビキタス植生ハウスの開発を行った。

ユビキタス植生ハウスの開発では、実際に学校で授業に用いることを考慮して、入手しやすく比較的安価な家電を組み合わせることで行った。ユビキタス植生ハウス本体には、レマコム株式会社の冷蔵庫 RCS-4G63W を用いた。これ自身が冷蔵庫であるため、内部の温度を下げることができる。この冷蔵庫の内部に、温度を上げるためのヒータ（ツインバード工業株式会社の FH-4142）、湿度を上げるための加湿器（Ibyone クールミスト加湿器）、湿度を下げるための除湿器（株式会社 TOHO、RLC-101WH）、および内部の温度と湿度を計測するための温湿度センサー（DHT11）を内蔵した。なお、温湿度センサーは風等の影響を受けないように、百葉箱を作成してその中に収めた。ユビキタス植生ハウスの外観を図1に示す。

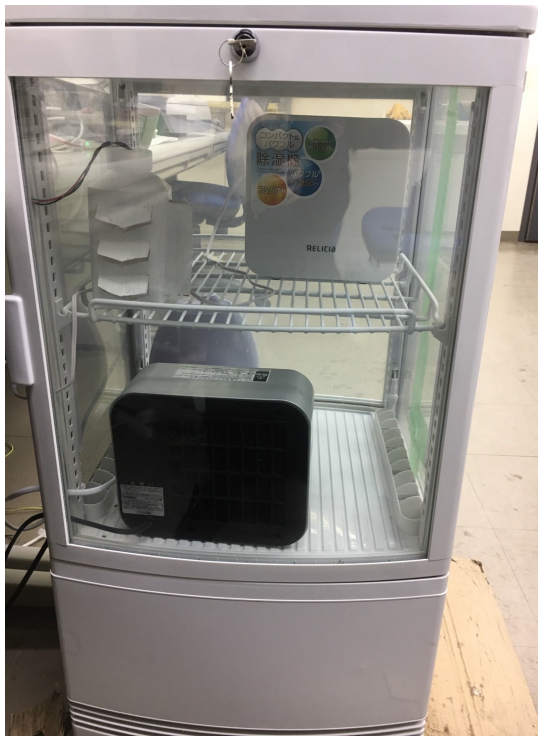


図 1：ユビキタス植生ハウス外観

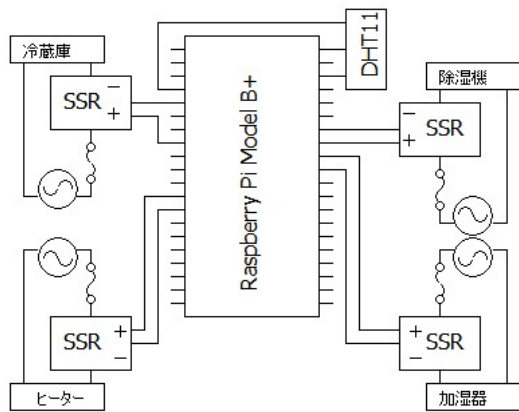


図 2：回路図

遠隔地の気象情報の取得、温湿度センサーを用いたユビキタス植生ハウス内部の温度と湿度の取得、および家電の制御は、シングルボードコンピュータ Raspberry Pi Model B+ 上にプログラムを開発して行った。遠隔地の気象情報として、気象庁のアメダス情報をインターネット経由で取得する機能を、Raspberry Pi で動作する Python 言語の BeautifulSoup モジュールを用いて開発した。取得した遠隔地の気温と湿度と、内部の気温と湿度を比較して、遠隔地の気温と湿度を再現するように、家電（冷蔵庫、ヒーター、加湿器、除湿器）を制御する。家電の制御は、Raspberry Pi の GPIO ピンに接続したソリッドステートリレー（SSR）を用いて、家電の電源を ON・OFF することで行った。また、内部の気温と湿度の制御を行うプログラムは Python で作成し、Raspberry Pi で動作させた。図 2 に回路図を示す。

作成したユビキタス植生ハウスの動作を

確認するために、平成 28 年度の冬に植物育成実験を行った。ユビキタス植生ハウスで気象を再現する遠隔地に沖縄県那覇市を選び、ユビキタス植生ハウス内部で那覇市の気温と湿度を再現した。まず動作の確認を行い、気温と湿度に関して、ユビキタス植生ハウス内で那覇市の気温と湿度がほぼ再現できたことから、ユビキタス植生ハウスが正しく動作していることが確認できた。

動作確認と合わせて、ユビキタス植生ハウス内とユビキタス植生ハウス外（実験場所である広島県東広島市）でカイワレダイコンを育てて、発芽から成長の様子を比較した。図 3 に実験期間中のユビキタス植生ハウス内（那覇市）と東広島市の気温の違いを、図 4 に湿度の違いを示す。図 5 にカイワレダイコンの成長の様子を示す。ユビキタス植生ハウス内のカイワレダイコンは発芽し成長したが、ユビキタス植生ハウス外は気温が低く、発芽温度に達しなかったため、カイワレダイコンは発芽しなかった。

以上の植物育成実験を通して、ユビキタス植生ハウスが正しく機能していること、および、植物の発芽の違いを観察できる教材として機能しうることが確認できた。

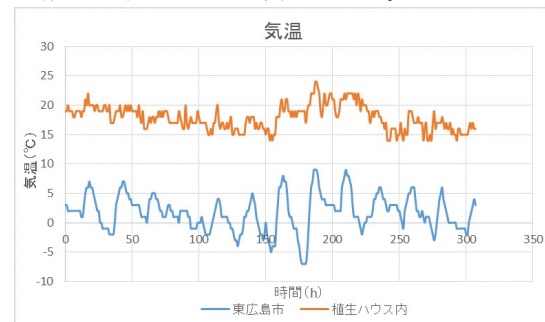


図 3：実験期間における気温の比較

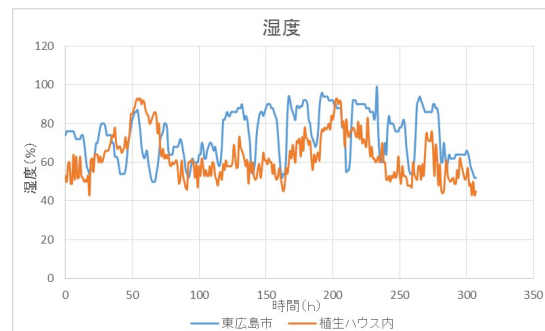


図 4：実験期間における湿度の比較

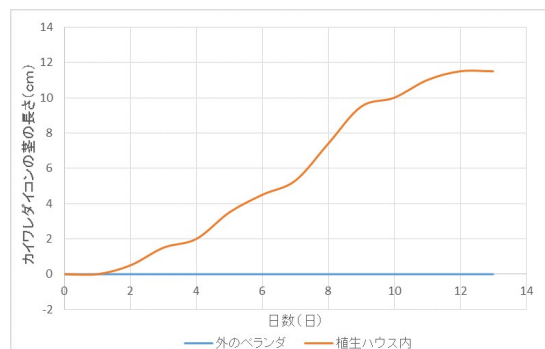


図 5：カイワレダイコンの成長の比較

## (2) 教育実践

開発したユビキタス植生ハウスを題材とした授業実践を計画し、実施した。4つの分野を学習するために、ユビキタス植生ハウスの製作にあたり、以下の内容を取り扱うこととした。

A材料の加工に関する技術では、百葉箱の製作を通して学習するようにした。百葉箱を製作するにあたって、百葉箱の目的や条件に応じて製作品を設計し、設計図通りに組み立てることとした。Bエネルギー変換に関する技術では、SSR回路の作成を通して学習することとした。SSR回路を作成するにあたって、はんだごてを適切に扱い回路を作成し、電流計を用いて作成した回路が適切にはんだ付けを行えたかを確認するために導通チェックを行うこととした。C生物育成に関する技術では、気象条件の違いを意識しながら再現する遠隔地を選択し、目的や条件に応じた栽培計画を立てることとした。D情報に関する技術では、順次、分岐、反復処理を用いてプログラムを作成し、遠隔地の温湿度を再現する目的を達成するために、適切に家電製品を制御することとした。

ユビキタス植生ハウスの製作を題材とした授業を計7時間で計画した。ユビキタス植生ハウスはD情報に関する技術の学習と同時に進めたため、最初の3時間は、ユビキタス植生ハウスの製作ではなく、ユビキタス植生ハウスで用いられる情報に関する技術の学習とした。1時間目は、ユビキタス植生ハウスとコンピュータの構成、2時間目はユビキタス植生ハウスとネットワーク、3時間目はユビキタス植生ハウスと計測・制御の学習とした。4時間目から6時間目はユビキタス植生ハウスの製作とし、各班4人から5人に分かれ、班内でそれぞれ先述した4つの分野ごとの内容に役割分担し、製作を行い、出来た製作物を組み合わせ、植物育成実験を行った。7時間目は植物育成実験のまとめと、各班で役割分担ごとに発表し、それぞれの学習内容の共有を行うこととした。

計画した授業実践を、授業計画の1時間目から2時間目を平成29年4月10日から5月1日、3時間目から7時間目を10月23日から平成30年1月22日まで広島大学附属福山中学校の3年生計115名を対象に実施した。植物育成実験は平成29年11月27日から12月8日までと、12月11日から12月22日までの計2回行った。授業の様子を図6に示す。

ユビキタス植生ハウスを用いた授業が適切に教材として機能したかどうか、アンケート調査を用いて評価することとした。アンケートは5段階で答える方式とし、質問内容は以下の通りとした。

授業の全体を通じたユビキタス植生ハウスについての質問を、①「ユビキタス植生ハウスのシステムについて理解できましたか」、②「ユビキタス植生ハウスの製作に興味を持って取り組みましたか」、③「ユビキタス植

生ハウスの製作は難しかったですか」、の3問を質問した。



図6: SSR回路を作成している様子

1時間目から3時間目のD分野の学習に関する質問を、④「ユビキタス植生ハウスを用いたコンピュータの構成の学習は理解できましたか」、⑤「ユビキタス植生ハウスを用いたコンピュータネットワークの学習は理解できましたか」、⑥「ユビキタス植生ハウスを用いた計測・制御の学習は理解できましたか」の3問を質問した。

植物育成実験に関する質問を、⑦「ユビキタス植生ハウスの実験を通して、ユビキタス植生ハウスの家電製品がプログラムで制御されていることを感じましたか」、⑧「ユビキタス植生ハウスの実験を通して、遠隔地の気象を再現できたことを感じましたか」、⑨「ユビキタス植生ハウスの実験を通して、ユビキタス植生ハウス内と外で育てた植物の育成に差を感じましたか」の2問を質問した。

製作を通して総合的な内容の技術を意識できたかについて、⑩「ユビキタス植生ハウスの製作を通して、技術科で学習した様々な分野の技術を利用して製作していることを感じましたか」、⑪「ユビキタス植生ハウスの製作を通して、技術科で学習した様々な分野の技術を用いた製作に興味を持ちましたか」の2問を質問した。

それぞれの役割分担に応じて学習内容に意識をもって取り組めたかを、⑫「百葉箱の目的や条件に応じて製作品を設計することができましたか」、⑬「製作図を基に、設計通り組み立てることはできましたか」、⑭「はんだごてを適切に扱い、SSR回路を作成することができましたか」、⑮「電流計を適切に用いて、SSR回路の点検を行うことができましたか」、⑯「目的や条件に応じた栽培計画を立てることができましたか」、⑰「気象条件の違いを意識しながら遠隔地を選択することができましたか」、⑱「順次、分岐、反復処理を用いながらプログラムを作成することができましたか」、⑲「遠隔地の温湿度を再現する目的を達成するためにプログラムを用いて家電製品を制御することができましたか」の6問を質問した。

アンケートの結果は、次のようになった。

①に対しては、4、5と答えた生徒は8

3%であり、②に対しては、4、5と答えた生徒は77%であった。これより、多くの生徒がユビキタス植生ハウスを理解し、興味を持って取り組めたと考えられる。

③に対しては、回答の平均値が4.0であり、ユビキタス植生ハウスの製作はやや難しく感じていたと考えられる。

④に対しては、4、5と答えた生徒は59%であり、⑤に対しては、4、5と答えた生徒は61%で、⑥に対しては、4、5と答えた生徒は73%であった。これにより、多くの生徒に対して、ユビキタス植生ハウスを用いた情報に関する技術の学習は一定の効果があったと考えられる。

⑦に対しては、4、5と答えた生徒は85%であり、⑧に対しては、4、5と答えた生徒は74%であり、⑨に対しては、4、5と答えた生徒は71%であった。これにより、多くの生徒がユビキタス植生ハウスの実験を通して、コンピュータが家電製品を制御することによって、遠隔地の環境を再現し、植物の育成に差が生じたことを理解できたと考えられる。

⑩に対しては、4、5と答えた生徒は74%であり、⑪に対しては、4、5と答えた生徒は64%であった。これにより、多くの生徒がユビキタス植生ハウスの製作を通して、ユビキタス植生ハウスのような様々な分野の技術を組み合わせて製作するものに対して興味・関心を持ったことが示唆された。

⑫・⑬に対しては、4、5と答えた生徒はそれぞれ90%と95%であり、⑭・⑮に対しては、4、5と答えた生徒はそれぞれ96%と91%であり、⑯・⑰に対しては、4、5と答えた生徒はそれぞれ78%と82%であり、⑱・⑲に対しては、4、5と答えた生徒はそれぞれ91%と96%であった。これにより、C分野の結果が他に比べると低かったが、いずれも70%を超えており、多くの生徒が、それぞれの分野の学習内容を意識して取り組んでいることが示唆された。

これらのアンケート結果により、多くの生徒は、ユビキタス植生ハウスの製作を通し、技術科の4つの分野を意欲的に取り組みながら、総合的に学習したことが示唆され、教材として有効に活用することが示された。

### (3) まとめ

本研究では、中学校技術分野の学習指導要領で示されているA材料と加工に関する技術、Bエネルギー変換に関する技術、C生物育成に関する技術およびD情報に関する技術の4つの学習内容融合して総合的に学ぶことができる学習コンテンツとしてユビキタス植生ハウスを開発し、その動作を確認した後、実際に中学校の技術の授業において、ユビキタス植生ハウスを題材とした授業実践を計画し、実施した。授業実践を通して、4つの分野を学習する学習コンテンツとして、ユビキタス植生ハウスが機能することが

確認できた。

これらのことから、研究期間の中で、当初目標としていた成果を達成したことが確認できた。現在、研究成果を学術論文にまとめて、学会誌に投稿する準備を進めている。

今後の課題として、ハードウェアのキット化と制御ソフトウェアのクラウド化がある。これらについては引き続き授業実践を通して、継続して研究を進めることで、近い将来達成できるものと考えている。

### 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0件)

[学会発表] (計4件)

1. 吉原和明, 藤森貴子, 渡辺健次: “中学校技術科の学習内容を総合的に学習するための教材“ユビキタス植生ハウス”の開発”, 日本産業技術教育学会第60回全国大会講演論文集, p. 8 (2017.8).
2. 吉原和明, 藤森貴子, 渡辺健次: “Raspberry Pi とソリッドステートリレーによる家電製品の制御を利用したユビキタス植生ハウスの開発”, 第42回教育システム情報学会全国大会講演論文集, pp. 231 - 232 (2017.8).
3. Kazuaki Yoshihara, Kiko Fujimori and Kenzi Watanabe: “The Ubiquitous Greenhouse for Technology Education in Junior High School”, The Sixth International Workshop on Virtual Environment and Network-Oriented Applications (VENOA 2017), Torino, Italy, July 10 - 12, pp. 778 - 784 (2017.7).
4. 吉原和明, 藤森貴子, 渡辺健次: “中学校技術教育のためのユビキタス植生ハウス教材の開発”, 電子情報通信学会教育工学研究会, 信学技法, Vol. 116, No. 517, ET2016-124, pp. 173 - 177 (2017.3).

[その他]

第42回教育システム情報学会全国大会大会奨励賞受賞

<http://www.jsise.org/taikai/2017/award.html>

第60回日本産業技術教育学会全国大会優秀研究発表賞受賞

### 6. 研究組織

(1) 研究代表者

渡辺 健次 (WATANABE、KENZI)  
広島大学・大学院教育学研究科・教授  
研究者番号：00220880