

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 24 日現在

機関番号：11302

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24501088

研究課題名(和文)四次元観察と仮想体験を可能とするICT植物教材群統合プラットフォームの構築と公開

研究課題名(英文) Development and publication of Web page platform on ICT teaching materials of plant education for 4D observation and imaginary experience

研究代表者

岡 正明 (OKA, Masaaki)

宮城教育大学・教育学部・教授

研究者番号：50292355

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：AR(拡張現実)とプロジェクションマッピングを含む最新のICTを用いて、植物学習のための新しい教材を開発した。植物の生長過程を観察するための微速度撮影動画と植物生長3DCGアニメーション、植物耐塩性を理解するためのバーチャル実験システム、作物の生産能力を理解するためのeラーニング教材、AR花壇設計システムなどを作成した。これらの異なるシステムの教材を統合する教材群プラットフォームを構築するために、技術的な課題を検討した。

研究成果の概要(英文)：I developed the many teaching materials for plant education using ICT including the newest AR (Augmented Reality) and projection mapping. For example, they are the imaginary experiment system for understanding plant salt tolerance, the AR flower bed design system, the e-learning teaching materials for evaluating the production ability of several crops, and the series of slow-speed photography animation and 3DCG animation for recognizing a plant growth process, etc. I also examined the technical problems in order to build the group platform combining the various system of teaching materials.

研究分野：科学教育

キーワード：植物観察 ソフトウェア シミュレーション ICT教材 仮想体験

1. 研究開始当初の背景

ICTは目覚ましい発展を遂げており、現代社会の多くの分野に応用されている。教育分野でも、ICTを用いた教材・活用法が開発され普及しつつあるが、まだ十分ではない。特に、植物学習分野では、観察結果の記録など一部の活用にとどまっており、最新のICT活用は行われていない。また、多様なICT教材をインターネット上で公開するシステム構築も不十分である。

2. 研究の目的

本研究は、小中学校の植物観察・実験・栽培体験で用いられるICT教材(植物生長動画・eラーニング教材・学習用ソフトウェア・遠隔映像など)をより有効に活用するため、最新のICTを活用した教材コンテンツを開発するとともに、これらを統合した教材群プラットフォームの構築を試みる。

研究代表者は、過去の科研費対象研究(基盤研究(C)No.19500718、同 No.21500864)において、eラーニング教材、教材データ集(植物生長動画や植物個体の3D構造モデルなど)、栽培学習ソフトウェア(群落生産性を評価するシミュレーションソフトウェアなど)、データベース(イネ粒形・植物形、地域在来作物など)を構築してきた。

本研究では、まずこれらのコンテンツの拡充を行い、またAR(拡張現実)やプロジェクションマッピングなど、最新のICTを活用した植物学習教材を開発する。また、作成したICT教材群を公開するためのWebページを作成する。その際、異なるシステムからなる教材群を統合したプラットフォームを構築する上での技術的な課題を検討する。

3. 研究の方法

小中学校の教育現場で有効に活用できる、ICT植物教材(植物生長動画・eラーニング教材・学習用ソフトウェア・遠隔映像など)の拡充を行う。特に、これまでほとんど植物学習には適用されていないAR(拡張現実)やプロジェクションマッピングなど最新ICTを用いた教材を開発する。開発教材は、次の4つの区分から構成される。

(1) 四次元観察エリア: 長期間の植物生長を短時間で観察するなど、時間軸を自由に操りながら植物観察ができる植物生長動画群。微速度撮影の映像と、植物生長を再現した3DCGアニメーションが中心となる。

(2) バーチャル実験エリア: 多様な栽培条件下での植物生長をシミュレートできるソフトウェア群、及び、現実に行った植物実験の映像・画像・データを用いて仮想体験できる仮想実験群。この区分において、ARとプロジェクションマッピングを活用した、新規性の高い教材を開発する。

(3) 自主学習エリア: 多様なeラーニング教材を用いて生徒が自主学習できる。

(4) 空間移動観察エリア: “どこでもドア”

で空間移動するように、複数地域に設置したWebカメラで撮影した植物の様子をリアルタイムで観察できる。

作成・開発した多様なICT教材群をWeb上で公開するために、異なるシステムの教材を統合するためのプラットフォームの構築を試み、技術的な課題を見出す。Web公開以外にも、DVD版の配布、現職教員向けの講習会などで、教材の普及を図る。

4. 研究成果

(1) 植物学習のための多様なICT教材の開発

開発したICT教材のうち、主な成果について、上記の区分毎に示す。

四次元観察エリア

植物生長動画の作成

これまでの研究に引き続き、植物の発芽・生長過程・開花～結実の動画を作成した。特に発芽については、小学校の教材植物の発芽をシリーズで収集した。また、研究代表者が所属する大学の附属小学校の授業(生活科)で、生長動画教材の有効性を検証している。

3DCG技術の開発

植物の四次元観察は、生長動画の再生・逆再生の他に、植物の特徴を強調した3DCGアニメーションの表示が適用できる。植物の忠実な描画:特に葉や花器の質感を忠実に再現するための3DCG作成方法を検討した。図1は、開発技術で描画した3DCGの例である。



図1 開発技術を用いたヒマワリ(左)とトウモロコシ(右)の3DCG

分枝規則

多種類の植物の3DCGを描くには、普遍的な植物分枝規則を適用する必要がある。植物分野で応用例のあるL-system(分枝規則を行列式で記述)を用いて、トウモロコシ・ダイズの形態を描く手法を確立した。

撮影機器の比較・検討

植物生長動画を撮影する7種類の機材の特徴を比較検討し、それぞれの機器に適した撮影対象・条件を整理して公表した。

バーチャル実験エリア

AR花壇設計システム

ディスプレイを通して、現実の風景とマーカー上の仮想物体を重ね合わせて表示する

AR（拡張現実）を用いた花壇設計手法を開発した。花壇に見立てた平面上に数種類のマーカーを置き、それぞれに対応した植物の画像・生長アニメーションを表示するシステム（図2 上図）、播種・定植前の花壇にマーカーを置き、開花時の植物を表示させるシステム（図2 下図）などを確立した。

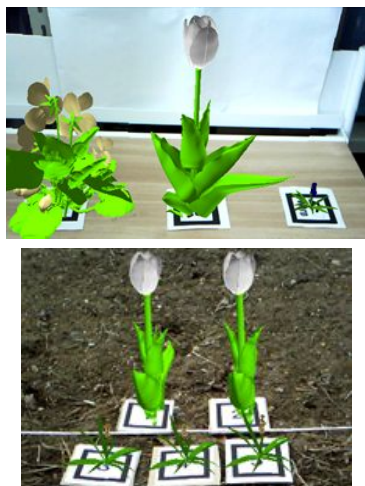


図2 ARを用いた花壇設計システム

プロジェクションマッピングの適用

植物管理にとって不可欠な、正しい農機具使用動作を学習するための新規システムを、プロジェクションマッピングを用いて構築した。図3 上図は、立方体の3面に理想的な鎌振り動作のアニメーション（正面・側面・上方から）を同期させて投影しており、学習者が多視点から正しい動作を把握できるシステムである。また、樹木の種類によって異なる樹皮の模様・色を、円柱に投影することにより、立体的に観察することを可能とするプロジェクションマッピング・樹皮模様図鑑を開発した（図3 下図）。

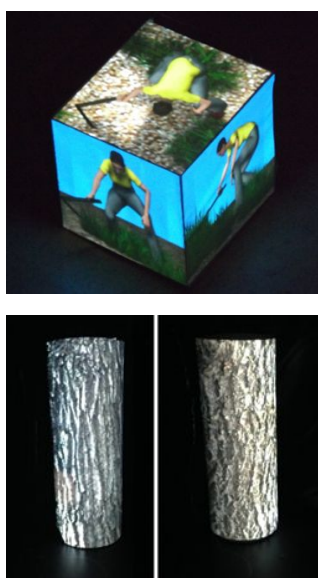


図3 プロジェクションマッピングを用いた学習システム（本文参照）

センサを用いた農機具使用動作の習得
磁力線式三次元デジタイザの位置センサを取り付けた鎌を学習者が使用し、その動作の特徴を定量的に抽出するシステムを作成した。現在は、Kinect(Microsoft)のモーションキャプチャ機能を用いて、同様のシステムを構築中である。

植物耐塩性のバーチャル実験

東日本大震災の津波被害を理解する学習教材として、既報がほとんど無かった小中学校の教材植物について耐塩性程度を実測し、耐塩性極強のアイスプラントのデータと合わせ、生徒が植物の耐塩性を理解するための教材を作成した。

塩ビ管水耕装置の開発

失敗少なく簡単に教材植物を栽培できる手法として、“植物学習”と“ものづくり体験”を同時に実践できる塩ビ管水耕装置を提案した。植物の根に触れる培養液の量を調整することにより、土耕栽培の数倍の生長速度を実現できた。

自主学习エリア

植物を原料とするものづくり手法を

学ぶeラーニング教材の作成

生徒自らが栽培した植物を用いたものづくり「アイ・ベニバナを用いた染色」「ヒョウタンを装飾する研ぎ出し・和紙張り・墨流し」「イネの茎の繊維を用いた紙漉き」などの手順を学ぶeラーニング教材を作成した。コンテンツには、各植物の栽培上の注意点も加えた。

対話式「受光量シミュレータ」の作成

研究代表者が過去に開発した「受光量シミュレータ」は、実測した個体植物形、また植物形の特徴を変化させながら、その個体が構成する仮想群落の受光効率を評価するシステムであり、植物学習でも有効な教材として使用できる。元々農学研究のためのソフトウェアとして開発したため、使用する際は作物学とプログラミングの知識が必要であった。本研究では、中学生の学習（技術科での学習を想定）にも適用できるように、特徴要因の数や用語を見直し、選択式で要因入力ができる対話式ソフトウェアに改良した（図4）。

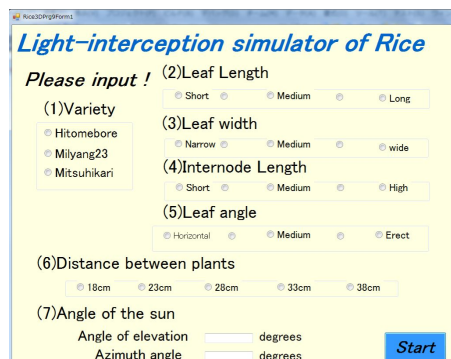


図4 改良したイネ受光量シミュレータ（英語版を表示）

「イネの多面的な学習教材としての活用」を補助する教材の作成

小中学校の教材として広く用いられているイネについては、これまでに構築してきた植物形・粒形データベースや生長動画などをWeb公開できる形式に整えた。また、「イネを用いた国際理解教育」として、世界で食べられているイネの亜種の説明に加え、インディカ（長粒米）・ジャワニカ（大粒米）を小中学校の教室で炊飯する場合の手法を紹介するeラーニング教材を作成した。これらの研究成果は書籍（共著）としても出版している。

栽培学習カルタのコンピュータゲーム化

これまでの科研費対象研究で、植物学習の重要なポイント（栽培技術・植物の分類・各植物の特徴など）を学ぶ「栽培学習カルタ」を作成している。本研究では、この教材をWeb配信できるように、コンピュータゲーム化した（VisualBasic、Windowsマシンで動作）

空間移動観察エリア

研究期間当初は新規技術開発が必要と考えていたが、研究期間の間に、ハードディスク対応型のネットワークカメラが多数市販されるようになり、教育現場で安価に導入できる状態になった。研究代表者の大学構内にある数カ所の圃場にネットワークカメラを設置し、画像を収集・公開した。

（2）教材公開のための統合プラットフォームの検討

収集・作成したコンテンツのうち、数値・画像・映像データについては、既存の手法に則ってWeb公開できることを確認した。

「自主学習エリア」のコンテンツであるeラーニング教材を作成する上で、複数のeラーニング作成ソフトウェアを試行した。そのうち、国際標準基準SCORMに準拠したソフトウェアである「LectureMAKER」(KiBANインターナショナル)を採用し、本研究のeラーニング教材作成に使用した。2画面以上のフレームを自由に設定でき、画像・映像・音声の加工も容易である。一方、作成したeラーニング教材を試行してもらった現職教員の方から、「eラーニング教材自体は使いやすい・理解しやすい」との感想をいただいたが、同時に、「eラーニング教材を自分で加工し授業に用いたい」「eラーニング教材に組み込んでいる画像・映像などを素材データとして使用したい」との意見もあった。本研究の教材群プラットフォームの本格公開の際には、LectureMAKERで作成した教材とともに、簡易eラーニング教材として設定したパワーポイントファイル、画像・映像ファイルもダウンロードできるようにする予定である。「バーチャル実験エリア」のコンテンツも、同様の方針で考えている。

異なる教材システムを公開することを目的とした統合プラットフォーム構築では、いくつかの課題が見出された。特に外部機器を使

用するAR・プロジェクションマッピングでは、ユーザのPCに接続する機種（カメラ・プロジェクタ）により設定が異なるため、これをメニュー選択で行うか、自動判定で動作させるかについて、結論が出ていない。また、ARをPCで実行する際にはARツールキット、プロジェクションマッピングではProcessing、AfterEffectなどをインストールするのが一般的であり、クライアント処理の方が快適に動作する。しかしインストール時に細かな設定も必要になってくることから、小中学校での学習用には、クラウドでの実行が望ましいと判断されたが、この仕組みはまだ構築できていない。

現時点（2015年6月）で、作成したeラーニング教材を含むデータ・画像・映像を搭載したWebページを限定公開している。本年末までに、全てのエリアを含む（AR・プロジェクションマッピングについては教材の説明のみで、実行は別サイトにする予定）統合プラットフォームを学外向けに公開する予定である。

Web公開以外には、作成した植物生長動画、データ集や、eラーニング教材をDVDなどに記録し、多くの小中学校・教員の配布している。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計9件)

岡 正明、相場公旗、小野恭史、栽培学習のための農機具使用動作アニメーションの作成、宮城教育大学情報処理センター研究紀要、査読無、第22号、2015、63-66

岡 正明、小野恭史、詳細な植物体3DCGを作成するための描画手法の検討、宮城教育大学情報処理センター研究紀要、査読無、第22号、2015、39-44

岡 正明、内海菜央子、塩分を含む土壌で栽培できるアイスプラントの教材化、宮城教育大学教育復興支援センター紀要、査読無、第3巻、2015、117-122

岡 正明、米山 淳、佐々木一磨、植物生長に伴う形態的变化を理解するための3DCGアニメーションの作成、宮城教育大学情報処理センター研究紀要、査読無、第21号、2014、17-22

岡 正明、井畑恵理奈、大和田彩加、横山貴洋、教員研修と連動したeラーニング教材の作成 - 栽培教育とものづくり体験の融合教材 -、宮城教育大学情報処理センター研究紀要、査読無、第21号、2014、11-16

岡 正明、津波被害地域の小学校支援を想定した代表的教材植物の耐塩性評価、宮城教育大学教育復興支援センター紀要、査読無、

岡 正明、定量的評価手法を取り入れた栽培教育関係授業の実践、宮城教育大学技術科研究報告、査読無、第16巻、2014、72-75

岡 正明、井畑恵理奈、Photoshopを用いた藍染め、ベニバナ染めにおける染色程度の評価、宮城教育大学情報処理センター研究紀要、査読無、第20号、2013、61-64

岡 正明、佐藤正和、キュウリ群落の三次元葉配置計測と3DCG描画、宮城教育大学情報処理センター研究紀要、査読無、第20号、2013、19-24

〔学会発表〕(計24件)

岡 正明、仮想水田の受光効率実験を容易に実行できる対話式ソフトウェア「イネ受光量シミュレータ」、日本育種学会第127回講演会、2015年3月22日、玉川大学農学部(東京都町田市)

岡 正明、イネとコメを用いた国際理解教育の提案、第32回日本産業技術教育学会東北支部大会、2014年12月7日、コラッセ福島(福島県福島市)

岡 正明、ソフトウェア「イネ受光量シミュレータ」を用いた生物育成における“設計”、第32回日本産業技術教育学会東北支部大会、2014年12月7日、コラッセ福島(福島県福島市)

小野恭史、岡 正明、葉や茎の表面質感を再現した植物3DCGの作成 第2報 エダマメとトモロコシの植物体描画、第32回日本産業技術教育学会東北支部大会、2014年12月7日、コラッセ福島(福島県福島市)

相場公旗、岡 正明、プロジェクションマッピングを用いた植物学習教材の提案 - 立体的な樹皮模様図鑑 -、第32回日本産業技術教育学会東北支部大会、2014年12月7日、コラッセ福島(福島県福島市)

岡 正明、植物生長動画を取得するための撮影機器の特徴比較、日本農業教育学会第72回講演会、2014年10月19日、東京農業大学世田谷キャンパス(東京都世田谷区)

梶川拓海、岡 正明、他、栽培分野での重要項目を習得できる学習カルタのコンピュータゲーム化、日本産業技術教育学会第57回全国大会、2014年8月24日、熊本大学(熊本県熊本市)

大和田彩加、岡 正明、他、大ヒョウタンの研ぎ出し装飾の手法を紹介するeラーニング教材の作成、日本産業技術教育学会第57

回全国大会、2014年8月24日、熊本大学(熊本県熊本市)

小野恭史、岡 正明、葉や茎の表面質感を再現した植物3DCGの作成、日本産業技術教育学会第57回全国大会、2014年8月24日、熊本大学(熊本県熊本市)

相場公旗、岡 正明、農機具使用動作アニメーションの作成とプロジェクションマッピングによる表示、日本産業技術教育学会第57回全国大会、2014年8月24日、熊本大学(熊本県熊本市)

横山貴洋、岡 正明、塩ビ管養液栽培装置を用いた葉菜類の栽培結果と水温との関係、日本産業技術教育学会第57回全国大会、2014年8月24日、熊本大学(熊本県熊本市)

高橋雄磨、岡 正明、鎌振り動作における鎌軌跡描画ソフトウェアの作成、第31回日本産業技術教育学会東北支部大会、2013年12月1日、宮城教育大学(宮城県仙台市)

岡 正明、大和田彩加、他、栽培した植物を用いる染色・紙漉き・工作などの手法を学ぶeラーニング教材の作成、日本産業技術教育学会第56回全国大会、2013年8月25日、山口大学(山口県山口市)

岡 正明、横山貴洋、塩ビ管を用いた養液栽培装置の製作と栽培実践、日本産業技術教育学会第56回全国大会、2013年8月25日、山口大学(山口県山口市)

岡 正明、内海菜央子、草花類を中心とする代表的教材植物の耐塩性評価、日本産業技術教育学会第56回全国大会、2013年8月25日、山口大学(山口県山口市)

岡 正明、高橋雄磨、三次元デジタイザを用いて計測した鎌振り動作の個人差、日本産業技術教育学会第56回全国大会、2013年8月25日、山口大学(山口県山口市)

岡 正明、荒谷拓実、他、作物の分枝規則の解析と栽培教育への適用、日本産業技術教育学会第56回全国大会、2013年8月25日、山口大学(山口県山口市)

岡 正明、佐々木一磨、他、AR(拡張現実)を用いた花壇の草花配置を検討する手法の提案、日本産業技術教育学会第56回全国大会、2013年8月25日、山口大学(山口県山口市)

米山 淳、岡 正明、AR(拡張現実)を用いた花壇設計学習の提案、第30回日本産業技術教育学会東北支部大会、2012年12月9日、山形大学(山形県山形市)

()

研究者番号：

井畑恵理奈、岡 正明、栽培した作物を用いる“ものづくり学習”のためのeラーニング教材の作成、第30回日本産業技術教育学会東北支部大会、2012年12月9日、山形大学(山形県山形市)

②①清水 賢、岡 正明、ダイズ分枝構造の調査と栽培学習への応用、第30回日本産業技術教育学会東北支部大会、2012年12月9日、山形大学(山形県山形市)

②岡 正明、内海菜央子、教材植物としてのアイスプラントの生理的・形態的特徴に関する調査、日本産業技術教育学会第55回全国大会、2012年9月2日、北海道教育大学旭川校(北海道旭川市)

②③岡 正明、吉岡 伸、中学校で実施可能なメロン果実の糖度を推定する手法の試行、日本産業技術教育学会第55回全国大会、2012年9月2日、北海道教育大学旭川校(北海道旭川市)

②④岡 正明、米山 淳、植物生長に伴う形態的变化を理解するツールとしての3DCGアニメーション、日本産業技術教育学会第55回全国大会、2012年9月2日、北海道教育大学旭川校(北海道旭川市)

〔図書〕(計2件)

岡 正明(共著)、宮城教育大学 ESD/RCE 推進委員会編、クリエイツかもがわ、「お米」を活用したESD、2014年、45-52

岡 正明(共著)、宮城教育大学 ESD/RCE 推進委員会編、クリエイツかもがわ、「お米」を活用したESD、2014年、132-141

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕

ホームページ等：無

6. 研究組織

(1) 研究代表者

岡 正明(OKA, Masaaki)
宮城教育大学・教育学部・教授
研究者番号：50292355

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者