

平成21年 6月10日現在

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2007～2008

課題番号：19500718

研究課題名（和文） 失敗しない栽培学習のための支援ソフトウェア群の開発と公開

研究課題名（英文） Development and release of the series of the software for agricultural education.

研究代表者

岡 正明 (OKA MASAAKI)

宮城教育大学・教育学部・准教授

研究者番号：50292355

研究成果の概要：本研究は、小中学校で行われている栽培学習に役立つソフトウェアや教材植物の情報を提供することを目的とした。ソフトウェアの開発では、草花の名称や野菜の形態を覚えるためのクイズ、長期にわたる植物成長を記録・整理するシステム、作物の適正栽植間隔を理解するためのソフトウェア、などを開発した。教材情報では、多様な特徴を有する教材植物の画像や、植物の動きや成長に伴う形態変化を記録した映像などを作成した。これらは、近日中に web 公開する予定である。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2008年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,400,000	720,000	3,120,000

研究分野：栽培教育

科研費の分科・細目：科学教育・実験観察

キーワード：栽培教育、ソフトウェア、学習支援、学習クイズ、シミュレーション、画像解析

1. 研究開始当初の背景

栽培体験は、小学校の生活・理科・総合的学習の時間や、中学校の技術科において、多くの学校で取り組まれている学習である。しかし、生徒が栽培している教材植物が途中で生育不良になる、栽培が長期休暇にずれ込んでしまうなど、授業に関する失敗が少なくないのが現状である。これは、担当する教師に栽培の知識・体験が不足していることに由来するとともに、個々の教材植物に関する情報を教師に提供するシステムが不十分であることも一因である。

2. 研究の目的

本研究では、教育現場での植物栽培の失敗を減らし、栽培に対する生徒の興味関心をより引き出すことを目的に、代表的な教材植物に関する情報と栽培学習に役立つソフトウェアを作成・開発し、小中学校の教師に提供する。

3. 研究の方法

ソフトウェアの開発では、草花の名称や野菜の形態を覚えるためのクイズ、長期にわたる植物成長を記録・整理するシステム、作物の適正栽植間隔を理解するためのソフトウ

エア、教材植物の収穫適期予測法、などを開発する。教材情報では、多様な特徴を有する教材植物の画像や、植物の動きや成長に伴う形態の変化を記録した映像などを作成し、その活用法についても検討する。

4. 研究成果

(1)教材植物の名称を覚えるソフトウェア

①草花名称クイズ

小学校・生活の教科書に掲載されている代表的な草花（12種類）について、葉・花・花以外の植物体などの画像を提示し、その名前を当てさせるゲームソフトウェア（web対応：図1）を作成した。大学生50名程度に試行したところ、正答率が高い草花と低い草花とがあった。また、葉の画像だけを見せた場合、コスモスなど特徴的な形状の草花を除き正答率は低く、草花の種類判断が主として花器の特徴によることがわかった。このソフトウェアを活用することにより、草花を観察する生徒の視点を花器ばかりでなく葉や茎など他の部位にも向けさせることができる。



図1 草花名称クイズ

②野菜の各生育段階の形態を覚えるクイズ

野菜の種類は、収穫期に見ればほとんどの生徒が識別できるが、生育前期では困難である場合が多い。予備実験の結果、特に種類の見分が難しいことがわかった葉菜類（図2）を中心に、苗から収穫期まで生育段階毎の野菜の画像を撮影し、大学生約70名を対象に①と同様の調査を行った。その結果、果菜類と比較し葉菜類の正答率が低いこと、また学生の前歴（栽培体験が多いか少ないか）が正答率に有意に影響を与えることが示された。

(2)多様な栽培学習のための教材植物の画像・映像

①イネ粒形の画像データベース

本研究室に保存するイネ種子から、教材として利用価値の高い48品種（現在の普及品種、江戸～昭和時代に栽培された品種、最新多収品種、大粒・小粒品種、外国品種など）を選抜し、籾と玄米を撮影して（図3）、



図2 調査に使用した葉菜類の画像の一例（本葉が数枚展開した段階の苗）

左上：キャベツ 右上：ハクサイ
左下：レタス 右下：ブロッコリ

イネ粒形画像データベースを作成した。籾長・籾幅の分布（図4）から、粒形に関して大きな変異を含む教材であることが示された。これらの画像をweb上で公開するとともに、籾と玄米をサンプルケースに入れた実物標本も作製しており、学外への貸し出し教材として活用している。



図3 多様なイネ粒形の画像

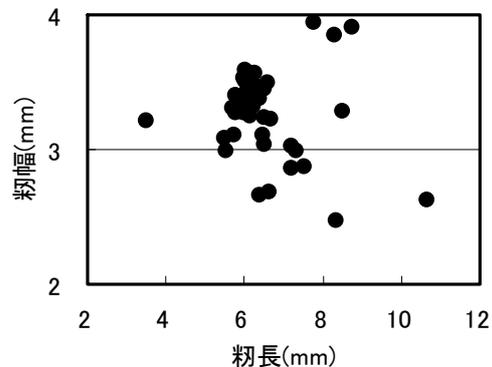


図4 粒形画像を収集したイネ品種の籾長と籾幅の変異

②形態的特徴で検索できるイネ植物形の画像データベース

作物の形は、品種によって大きな差異があり、それらが育成された背景や栽培方法にも関係する。教材植物としての利用が多いイネについて、品種の植物形の多様性を示すイネ植物形画像データベースを作成した。本研究室では、以前から作物の草型と多収性の関係を研究しており、1000枚を超えるイネ品種の画像を保有している。その中から、1)イネ育種の歴史の変遷を生徒に理解させることのできる旧品種・現在の普及品種・最新品種

の画像、2)生徒が世界のイネ品種多様性を認識するための日本品種と特徴ある海外の品種の画像、を中心に、教材として活用できる約200枚を図5の形式で整理した。なお、以前の研究補助金により、植物形の特徴を数値要因で表す画像解析プログラムを開発しており、本データベースではイネ植物形の特徴から画像を検索できる機能も備えている。



図5 イネ植物形画像データベース

③イネの成長過程を記録した映像

植物の成長過程を映像として残すことは、生徒にその作物の栽培を擬似的に体験させることばかりでなく、生育良否の原因を考察したり、年度ごとの生育の違いを比較する上で、有用である。農業研究用に開発された屋外型情報収集装置「フィールドサーバ」(図6)を水田に設置し、2007年移植後から2008年収穫期までの水田の変化を映像として記録した(図7)。草丈伸長が停滞する分げつ期、稈が急激に伸びる節間伸長期、出穂期、稈が徐々になびいてくる登熟期と、イネに特徴的な形態的变化を生徒に見せることができる映像が取得できた。また、2年間の生育の違いも把握できた。他の研究補助金で作成した「USB顕微鏡を用いたイネ観察マニュアル」(生育時期毎の微細な形態的特徴を観察)と組み合わせることにより、より教育効果が高まることを認めた(図8)。



図6 水田に設置したフィールドサーバ



図7 節間伸長期と登熟期の水田映像(2007年の宮城教育大学実験水田)

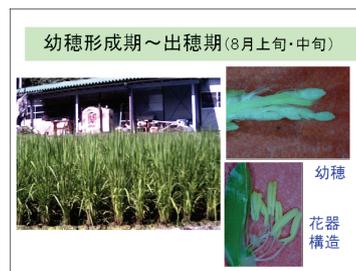


図8 水田映像と「USB顕微鏡を用いたイネ観察マニュアル」との対応

④ハツカダイコン品種の画像データおよび教材活用法の提案

小中学校で栽培学習を実施する場合、授業期間が十分に確保できず、収穫まで数ヶ月かかる作物の栽培が難しい場合もある。本研究では、生育期間が比較的短いハツカダイコンについて、教材植物としての可能性を検討した。品種改良の成果として多様な品種が育成されたことを示す画像(図9)を取得した他、施肥量反応が大きい、簡単な操作で花芽形成時期の制御が可能である、整枝・誘引操作の効果を理解できる、水耕栽培も可能である、無菌培養も行える、ことなどを実証し、多様な栽培技術の習得に有用な教材であることを認めた(論文投稿中)。研究成果を公開するwebページには、品種画像とともに、教材としての活用方法も掲載する。

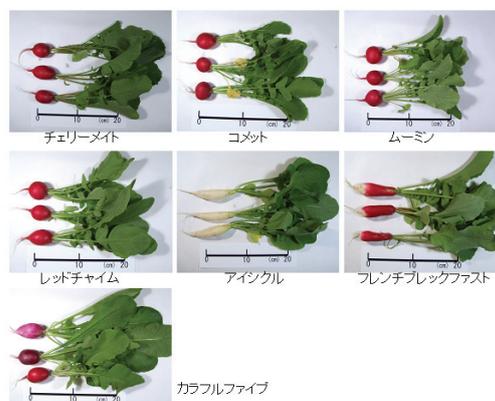


図9 多様なハツカダイコン品種の形状

⑤その他の教材植物に関する画像・映像

これら以外の教材植物に関する情報として、これまで研究室で撮影してきた画像を公開用に整理した。草丈や花器の色・形などが異なるヒマワリ12品種(図10)や、サツマイモ・ケナフなどの品種の画像に加え、食教育・郷土学習にも活用できる在来作物の画像(宮城県では仙台雪菜・仙台芭蕉菜・小瀬菜ダイコンなど)も含まれる。

また、前実験にて、植物を撮影した映像が植物の成長や動きの認識に有効であることが示されたことから、植物の発芽過程や開花

の様子を微速度撮影した映像も取得した。発芽過程では、水の有無、空気の有無（図 11）による発芽の違いを記録した映像、発芽直後の子葉が回転しながら成長する様子を捉えた映像などを作成した。



図 10 多様なヒマワリ品種の画像



図 11 カイワレダイコン発芽の映像
左：空気あり 右：空気無し

(3)教材としてのイネ群落受光シミュレータの活用

①イネ受光シミュレータを用いた水田栽植間隔と受光効率との関係解析

三次元デジタイザを用いてイネの個体葉配置を実測し、コンピュータの中で仮想群落を構築して、任意の太陽角度に対する直達光受光効率を計算する「イネ群落受光シミュレータ」（図 12）を、過去の研究補助金により開発している。本研究では、仮想水田における栽植間隔を変更するステップを組み込むとともに、受光している葉の面積・位置を視覚的に認識しやすくするなど、このソフトウェアを栽培学習用に改良した。中学校・技術・栽培では、作物の生育制御の方法とその結果としての生産性との関係を理解することが求められているが、本ソフトウェアを活用することで、生産性の重要な要因である受光効率と栽培技術（栽植条件）との関係を視覚的に理解することができる。また、その関係が品種草型の特徴によっても異なり、普及品種の“ひとめぼれ”と比べ、長稈直立型の“みつひかり 2005”は、群落内相互遮蔽が小さくなる栽植間隔が狭いことを、数値的に明らかにすることができた。（図 13）。

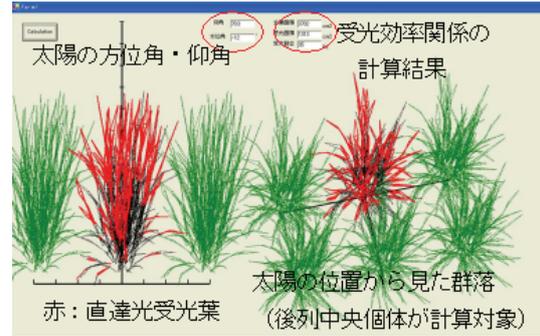


図 12 イネ群落受光シミュレータ

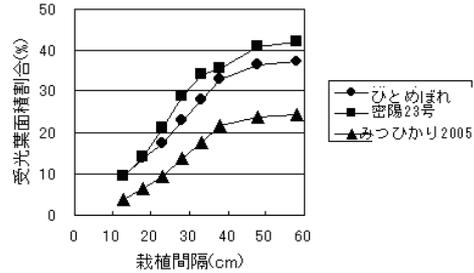


図 13 イネ 3 品種の栽植間隔と受光葉面積割合の関係

②出穂期及び登熟期におけるイネ個体の形態的特徴と水田内光状態との関係

水田内の光合成有効光の強度を精度良く計測するために、本科学研究費補助金でログ光量子計を購入した。2008 年度に、“コシヒカリ”と最新多収品種“タカナリ”について、三次元個体葉配置と群落内光条件を計測した結果、出穂期の個体葉配置の特徴（図 14）は群落内の光減衰曲線の差異を良く説明することができるが示された（個体上部で葉がなびいているコシヒカリでは、その高さでの相互遮蔽が大きく、光減衰も大きい）。しかしながら、登熟期の光減衰曲線は葉配置だけでは説明しがたく、減衰率の大きな高さと同品種の穂の位置が一致していることから、登熟期における群落受光態勢に対して穂の関与が大きいことが示唆された（図 15）。

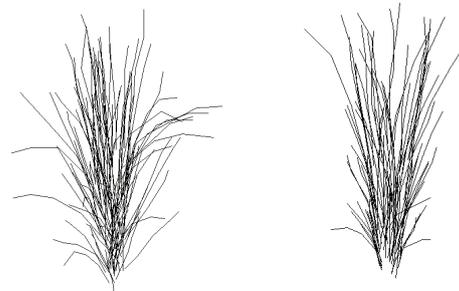


図 14 出穂期における標準的個体の葉配置
左：コシヒカリ 右：タカナリ

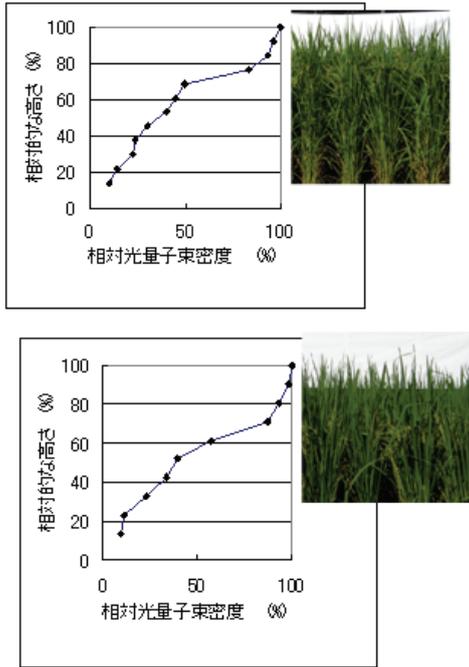


図 15 登熟期における高さ毎の
群落内相対光量子束密度と群落側面写真
上：コシヒカリ 下：タカナリ

(4)草花 3D グラフィックモデルを用いた花壇
設計授業の実践

栽培学習の一環として、生徒に花壇の設計をさせることがある。その際、平面に球根や苗の植え付け位置を記入する（二次元の設計図）場合が多いが、実際の花壇では各草花の草丈が異なり（三次元）、開花の時期も草花で異なる（四次元）。3D グラフィックソフトウェアで時期別の草花モデルを作成し（図 16）、これを学生に提示することが、四次元の草花変化を意識した花壇設計図作成に有効であることを実証した。

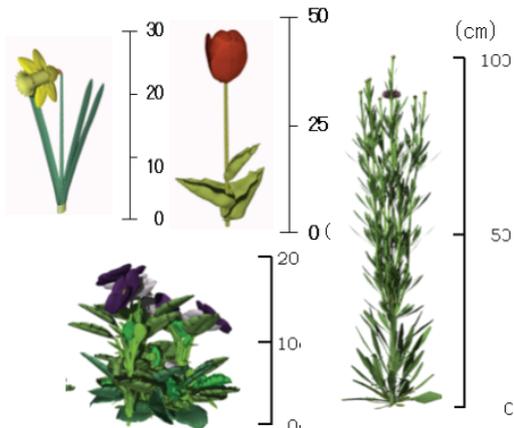


図 16 春の草花の 3D グラフィックモデル
(各草花の開花盛期のモデル)
上左：スイセン (3月 25 日)
上中：チューリップ (4月 26 日)
下：パンジー (5月 15 日)
右：ヤグルマソウ (5月 15 日)

(5)その他の栽培学習支援情報と、研究成果の
web 公開

以上に示した情報以外に、開発済みのソフトウェアや、研究室で作成したマニュアル類を、公開用に整理した（再構成、再計算なども含む）。

①エダマメ収穫適期予測法

本研究室で行った 2 年間計 12 回の栽培試験により、エダマメ早生・中生品種の収穫適期予測に、有効積算温度法が使用できることを報告している。この計算式を用いて、東北地方の主要都市の播種日と収穫適期の関係を計算した。収穫期が夏休みと重なってしまう学校現場の失敗を解決するために、有用な手法である。

②水田止葉角度の計算ソフトウェア

水田上部を側面から撮影した画像をもとに、止葉角度を計算するソフトウェアを開発している。止葉角度は、イネの生育状態や群落受光態勢に深く関係する要因であり、水田生育評価の簡便なモニタリング法として利用できる。

③植物を用いた工作マニュアル

栽培学習では、調理して食べるだけでなく、収穫物を工作などの材料として使用する場合がある。本研究室でこれまでに作成した工作マニュアル「ケナフ木質部を用いた炭焼き」（代表的写真を図 17）「アイの生葉染め」「野菜の繊維を用いた紙すき」などを、公開用に再構成した。



図 17 ケナフ木質部の炭焼きマニュアル

本科学研究補助金対象の研究成果は、最終的には全てを web 公開する予定である。現在、コンテンツの入力を行っており、近日中に公開を行う。

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 2 件）

①岡 正明・菊池信孝・小野寺俊一・倉田一平、草花の部位別認識程度に関する調査と学習支援ソフトウェア、宮城教育大学技術科研究報告、10、20-23、2008、査読無

②岡 正明・小野寺俊一・倉田一平、フィールドサーバを用いて取得した水田長期連続

画像の教材化、宮城教育大学情報処理センター年報、15、B1-B4、2008、査読無

〔学会発表〕(計11件)

- ①岡 正明・山田啓太・小野寺俊一・大浦達哉、コシヒカリと最新多収イネ品種の三次元葉配置の比較、日本産業技術教育学会第26回東北支部大会、2008年11月30日、コラッセふくしま
- ②岡 正明・大浦達哉・山田啓太、ロング光量子計を用いたイネ群落内光合成有効光の品種別・時期別比較、日本産業技術教育学会第26回東北支部大会、2008年11月30日、コラッセふくしま
- ③小野寺俊一・倉田一平・岡 正明、フィールドサーバを用いて取得した2年間の水田連続画像の比較、日本産業技術教育学会第26回東北支部大会、2008年11月30日、コラッセふくしま
- ④岡 正明・大浦達哉、ハツカダイコンの教材化－短期春化处理による花芽誘導と誘引・整枝－、日本産業技術教育学会第26回東北支部大会、2008年11月30日、コラッセふくしま
- ⑤小野寺俊一・岡 正明、栽培学習に役立つ映像・画像・ソフトウェアのweb公開、日本産業技術教育学会第26回東北支部大会、2008年11月30日、コラッセふくしま
- ⑥岡 正明・小野寺俊一・倉田一平・前森雄一朗、各種撮影機器を用いた作物生長の撮影とその教材化、日本産業技術教育学会第51回全国大会、2008年8月23日、宮城教育大学
- ⑦岡 正明・大浦達哉、ハツカダイコンを用いた栽培学習－品種比較、肥料反応、無菌培養－、第66回日本農業教育学会講演会、2008年8月10日、滋賀大学
- ⑧岡 正明・小野寺俊一・倉田一平、長期間連続撮影した水田画像の教材化、日本産業技術教育学会第25回東北支部大会、2007年12月9日、宮城教育大学
- ⑨OKA M., S. Onodera, T. Sasaki and T. Nakamura, Comparison of flag leaf angle of three rice cultivars calculated with paddy field image, The 6th Asian Crop Science Association Conference, 2007年11月7日, Bangkok, Thailand
- ⑩岡 正明・菊池信孝・小野寺俊一・倉田一平、大学生の草花部位別認識程度と学習支援ソフトウェア、日本産業技術教育学会第50回全国大会、2007年8月25日、大阪教育大学
- ⑪岡 正明・倉田一平・小野寺俊一、USB顕微鏡を用いた「イネ観察マニュアル」の作成、第65回日本農業教育学会講演会、2007年8月10日、南九州短期大学

6. 研究組織

(1) 研究代表者

岡 正明 (OKA MASA AKI)

宮城教育大学・教育学部・准教授

研究者番号：50292355

(2) 研究分担者

研究組織は、研究代表者1名で構成された。