

遠隔地農場をより身近なものに

～簡易植物工場製作とICTを活用した生育観察～

福島県立相馬農業高等学校

〒975-0012
福島県南相馬市原町区三島町一丁目65番地

<http://www.soma-ah.fks.ed.jp/>

1. 研究の背景

福島県立相馬農業高等学校は、1903年（明治36年）に原町実業補習学校として開校して以来、地域の皆さんとともに相双地域の農業高校として歩み、今日までに110年を超える長い歴史と伝統がある。そのような本校には校舎敷地内の農場と、戦後の飛行場跡地を開墾して整備されたひばりが原農場の二つの農場があった。しかし、本校舎の農場はグラウンドへ整備されるとともに、校舎前にあった温室なども、図書館棟の建設により、昭和49年までには姿を消した。

そのため、現在の農業実習は本校舎より2.5km離れたひばりが原農場にて行っている。遠隔地にあるため、生徒は週に一度農場に登校し、総合実習や課題研究などの授業に参加している。そのため本校舎では講義が中心となり、体験的な学習を行うことが大変難しい状況にある。常に本校舎で行われる講義を、実習内容や植物の成長と体系づけるために、農作物の状況や作業の様子などを農場登校日以外でも知る手だてが切望される。

また、本校は南相馬市原町区にあり、福島第一原子力発電所より25kmの距離に位置する。南相馬市の農業は稲作を除いて少しずつ再開されつつあるが、放射性物質の影響は完全には払拭できず、風評被害も合わせてこの地域の農業は危機的状況にある。その状況におかれている南相馬市では、放射性物質や津波による塩害に対応した新しい農業技術を学ぶことは、地域の新しい農業を担う高校生にとって大変有意義なものとなる。

2. 研究の目的

離れた農場において農作物がどのような生育をしているのか、ICT技術により本校舎の授業中でも確認できる仕組みづくりをすることで農場を身近に感じ、生徒の農業に関する興味・関心を高める。また、環境制御施設（植物工場）の作製と生産に向けた基礎実験を通じ、東日本大震災で発生した放射性物質や農作物に関わる病害虫にも汚染されずに栽培し、安心安全で安定した生産をするなかで農業に関する知識・理解を深める。そして地域の未来を支える農業生産者育成に繋げるため、本研究を題材に設定した。

3. 研究の方法

(1) ポケットWi-Fiを用いたインターネット環境

現在、実習農場にはインターネット環境が無いため、ポケットWi-Fiを用いてインターネット環境を構築し、タブレット端末を用いて本校舎と農場の間でウェブカメラを使用した通信を行えるようにする。

本校舎側では大型テレビに接続し、その様子を教室で見られるようにすることで生徒の興味・関心を高める。

(2) 簡易植物工場の製作

3学年の農業実習日である金曜日の総合実習・課題研究において閉鎖型環境制御施設（植物工場）の設置を進める。生物工学準備室の一室を改造し、空調設備、棚、水耕栽培用の設備を設ける。自らの手で植物工場を計画・製作することで問題点を洗い出し、新しい農業技術についての知識・理解を深めさせる。

金曜日の実習日以外に、月曜日の野菜、水曜日の植物バイオテクノロジーの授業において植物工場の様子を確認し、閉鎖型施設における農業生産の在り方について考えさせる。

実験の過程で生じた疑問や問題点は、プロジェクト学習のテーマとして掲げ、新しい栽培技術の研究を行う。この取り組みについて課題研究発表会にて発表を行い、校内、そして地域の方々にも研究成果を聞いて頂くことで、今後の浜通りの農業について考える機会を増やす。生徒自身も質疑応答の機会を持つことで考えを深める場を設定する。

4. 研究の内容・経過

(1) 遠隔地農場における意識調査

生徒自身が本校における遠隔地農場についてどのように感じているのか、実習や卒業論文に向けての研究を行っている生産環境科の3年生33名にアンケートを実施した。すると、農場登校を行うのは「遠い」と感じている生徒が6割近くいることが分かった。その他の生徒が「普通」と答えているが2年間通っている中で距離的な障害を感じにくくなっていると思われるが、「近い」と感じる生徒はいなかった

(図1)。また、農場登校の回数が1回であることについてどう考えているか尋ねると、6割の生徒が「少ない」と感じていることが分かった。その理由については「週に1回では生育調査に支障をきたす」「収穫が間に合わない、タイミングが合わない」などと答え、特に生育変化の激しい野菜部門の生徒が問題を感じていた(図2)。その多くの生徒が、農場登校日以外の日に実習を行いに行っている状況が分かった。

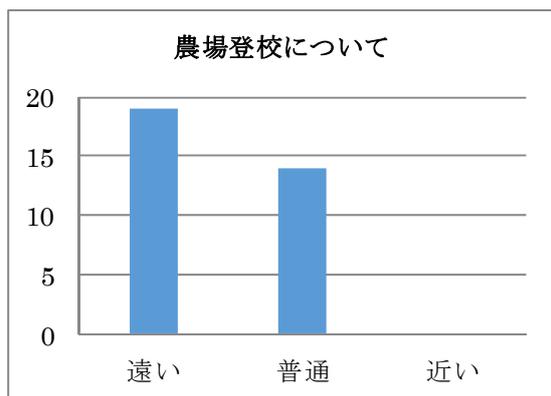


図1 農場登校に対する意識

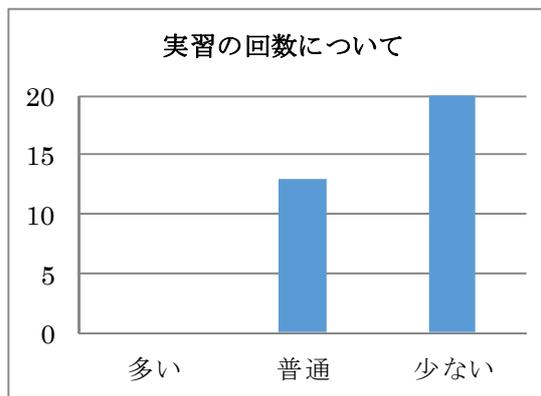


図2 実習回数に対する意識

(2) 植物工場製作と調査

①植物工場について

植物工場は、安全な食料の供給・食材の周年供給を目的とした環境保全型の生産システムである。養液栽培を利用し、自然光または人工光を光源として植物を生育させ、温度・湿度の制御なども行うこと

ができるため、植物の周年・計画生産が可能となる。植物工場には、完全に環境を制御した閉鎖環境をつくる「完全制御型」の施設と、温室等の半閉鎖環境で太陽光の利用を基本として、雨天・曇天時の補光や夏季の高温抑制などを行う「太陽光利用型」の施設の二つがある。

植物工場は、台風などの気象変動の影響を受けることがなく、また病原菌や害虫の侵入がないため、それらを予防・駆除するための農薬の散布も不要であり、無農薬による安全な生産が可能となる。一方で、植物工場の設置にあたり各種設備をそろえる必要があり、高額な初期投資が必要である。植物の育成のための光源の電力費、その他適温の維持のための空調費なども高額になってしまうところが問題となる。

②植物工場の製作

実験は本校ひばりが原農場の生物工学実験室 2 F の旧無菌室を改造し、総合実習及び課題研究の時間に行った。植物工場作製にあたり、生物工学室隣の牧草地と、植物工場内の放射線量をガイガーカウンターにて調査すると、牧草地では $0.5 \mu\text{Sv/h}$ 、植物工場内では $0.11 \mu\text{Sv/h}$ であり、植物工場内の放射性物質は $1/5$ と少ない状態であることが分かった（図3）。

スチールラックに蛍光灯を設置し、栽培容器としてプラスチックコンテナに発泡ポリスチレン板を設置し、観賞魚用エアポンプを用いて培養液内に酸素が供給できるようにした（図4）。



図3 ガイガーカウンターによる放射線量調査 牧草地（左）と植物工場内（右）の比較を行う

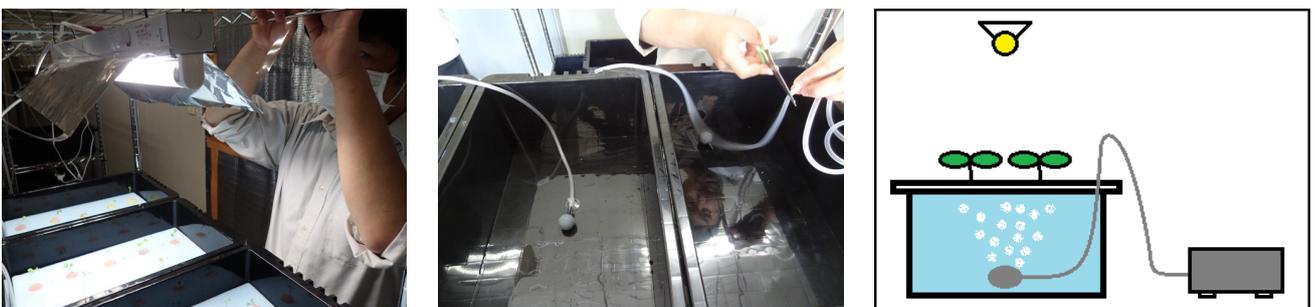


図4 スチールラックに取り付けた蛍光灯（左）と培養容器に設置するエアポンプ（中央）、溶液栽培の模式図（右）

③植物工場における予備試験

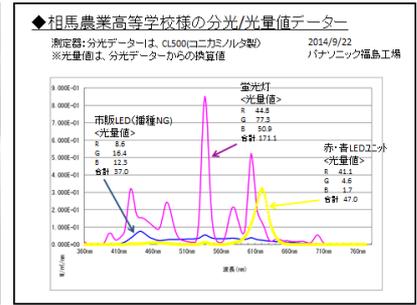
8月に植物工場が完成し、その植物工場において生育予備試験を行った。すると、培養室内の培養物蛍光灯が1本（2000lx）だけは光量不足であり、徒長する結果となった（図5）。そこで、植物工場研究会（JPFA）主催の植物工場シンポジウムに参加し植物工場の構造と利用の知識を学んだほか、実際に商用として運用されている植物工場の見学を行う中で、問題点について考える機会を得た。また、県内で植物工場の研究に取り組んでおられるパナソニック福島工場に見学の問い合わせをしたところ、私たちの作った植物工場の様子を調査していただけることになり、光量の調査や栽培条件などの様々なアドバイスをいただくことができた（図6）。



図5 光量不足で徒長した苗



図6 パナソニック福島工場の方に行っていた光量調査結果



④植物工場における生育調査

蛍光灯を1本から3本へと増やしたことで徒長せず生育しはじめたため、本格的に植物工場での栽培と、ハウス内で水耕栽培を行いその生育を比較した。草丈・葉数を毎週月・水・金曜日に調査し、収穫時にはそれらに加えて根の長さや植物体の重量、どれだけ食べられる部分があるか(可食率)を調査した。9月18日の播種から43日間で収穫できるまで成長した。草丈の比較を行うと植物工場では12.5cmだったのに対し、ハウスでは20cmとなり1.6倍の差があった(図7)。葉数は植物工場とハウスともに大きな差は見られなかった(図8)。収穫時における一株当たりの植物体重は植物工場では11.9gだったのに対し、ハウスでは19.7gと植物重量においても1.5倍の差があった(図9)。しかし、植物重量から食べられない葉を除いた可食率で調べると、植物工場が100%、ハウスでは92.5%という結果となった(図10)。これは、ハウスで栽培したリーフレタスにはハモグリバエなどの被害にあった葉があったのが原因であるため、植物工場では農薬を使うことなくとも病害虫に汚染されないため安心安全である(図11)。さらに収穫後の調整で被害葉を取る必要性がないため、省力化を図ることが可能であると考えられる。また、収穫したレタスをひばり生涯学習センターにて放射能簡易測定を行っていただいたところ、放射性物質は非検出という結果となった。放射性物質の心配をすることなく安心して食べることができた(図12)。

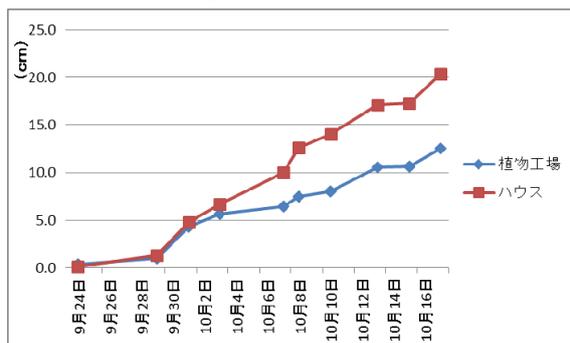


図7 植物工場とハウスの草丈の変化

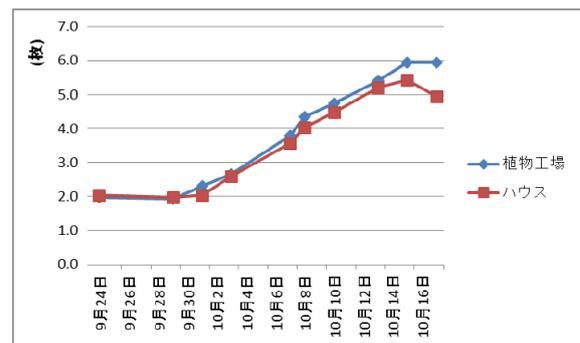


図8 植物工場とハウスの葉数の変化

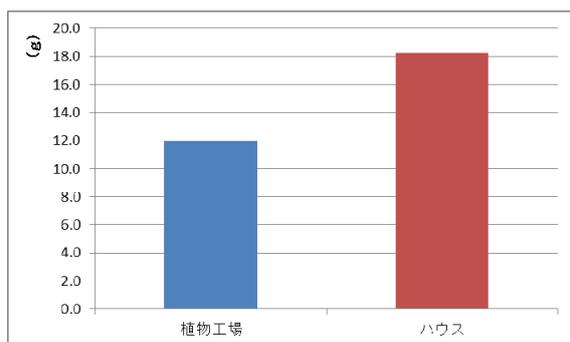


図9 植物工場とハウスの植物体重量の比較

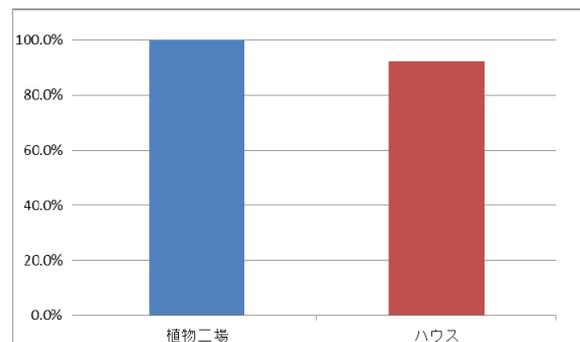


図10 植物工場とハウスの可食率の比較



図11 植物工場（左）とハウス（中央）の生育、ハモグリバエによる被害葉（右）

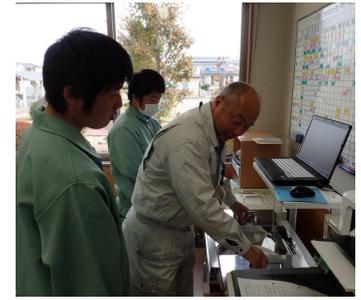


図12 放射線測定の様子

⑤遠隔地農場とのWeb通信

遠隔地農場と通信を行うためにポケットWi-Fiを契約し、タブレットに通信アプリ（Skype）を入れ本校舎と通信を行った。音声と映像が行えるため農場とリアルタイムでの通信を行うことができたが、通信を行う際にお互いに応答をしなければならないため、常時の観察がうまくいかなかった。そこで植物工場にウェブカメラを設置しインターネット接続を行うと、農場側での操作がなくとも観察ができるようになった（図13）。また、パンチルト機能を用いることで本校舎側でも植物工場内の様子を遠隔操作で自由に観察できた。

野菜の授業でWeb通信を用いた授業を行うと、普段離れていて見られない農場の様子をすぐに知ることができ、生徒からも驚きの声が聞かれた（図14）。また、タブレットや自分のスマートフォンからも観察を行うことができ、放課後の教室や渡り廊下、自宅からなど時間や場所を選ばず植物工場の様子を確認することができ、遠隔地農場を身近に感じることができていた（図15）。

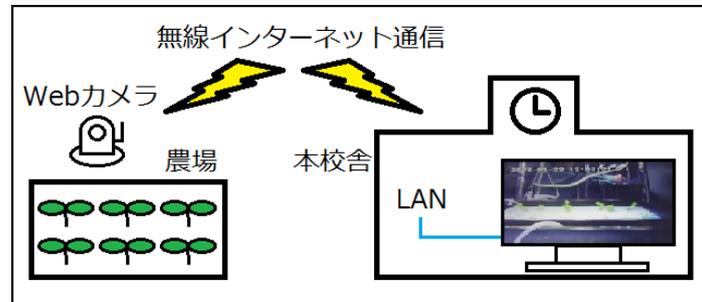


図13 Webカメラによる植物工場の観察（左）と無線インターネット通信による観察の模式図（右）



図14 本校舎での生育観察授業



図15 遠隔地でのタブレットによる観察（左）とスマホでの観察（右）

5. 研究の成果

現在、植物工場が身近にない私たちにとって、試行錯誤を繰り返しながら植物工場の作製から運用試験まで生徒とともに一から行うことで、施設の原理や仕組み、活用の在り方について理解を深めることができた。露地栽培と異なり、植物工場では病虫害の侵入がないことが実際に栽培を行う中で実証された。放射性物質や病虫害による汚染の心配が低いことを学ぶことができ、消費者に安心安全の農産物を届けられるという農業の喜びを実感させることができた。また、電気代も電力測定タイマーを設置することで、照明やエアコンの使用量が高額になることが分かり、今後、太陽光パネルや風力などのクリーンエネルギーの導入について考えさせるきっかけとなった。(図16、図17)

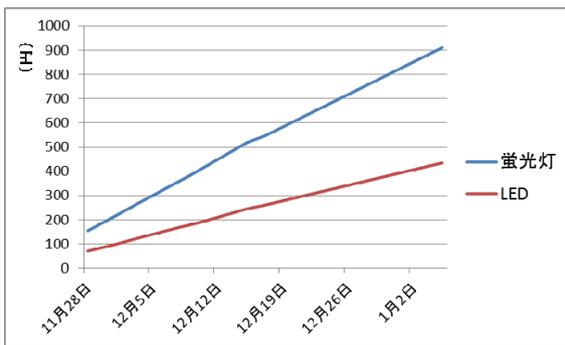


図16 蛍光灯とLEDによる電気代の比較

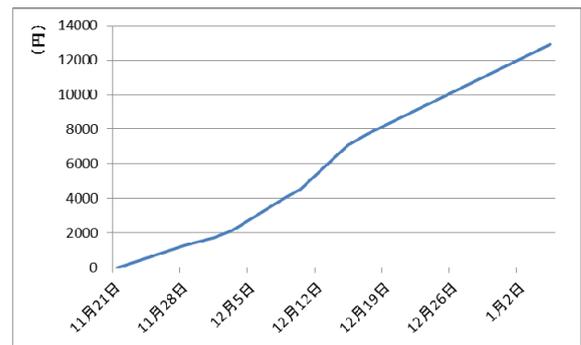


図17 エアコン使用量の変化

タブレット型端末やWebカメラを用いて、植物工場を中心に遠隔地農場とのライブ通信を行うことができ、農産物の生育の様子や変化に気付き週一度の農業実習をより身近なものに、農業生産を体系的に身につける事ができた。生徒の興味・関心を引き出し、知識の定着を深める事ができた。

また、ウェブカメラを利用した観察が行えるようになったことで農場を身近に感じることができ、普段から気にすることで研究意欲の向上につながった。

生徒自らも課題研究として取り組み、研究成果をまとめて地域の皆様に発表する中で、今後の浜通りの農業について考える機会となった。生徒自身も質疑応答の機会を持つことで考えを深めることができた。



図18 課題研究発表会の様子

6. 今後の課題・展望

今年度は植物工場の作製と生育調査などの運用に大部分の時間を費やしてしまい、Webによる通信は植物バイオテクノロジーや野菜の授業での展開にとどまってしまった。

生徒からも草花の管理や、畜産の受精や子牛の出産など、様々な場面における活用をしてもらいたいという話があったので、WebカメラやSkypeなどにより、生徒による農場実習の陰で実習担当教員により行われている農作業の実態を明らかにし、体系づけて学習ができる環境を構築していきたい。

また、閉鎖型植物工場での生育には膨大なエネルギーがかかることが分かったが、福島第一原発事故の経験をした私たちであるからこそ、太陽光パネルや風力発電などの再生可能エネルギーを用いた電力使用量の削減に努める必要性があり、設置の検討を進めていきたい。

7. おわりに

研究を進めるに当たり助成をいただいたパナソニック教育財団、植物工場作成に当たり助言をいただいたパナソニック福島工場に皆様に感謝申し上げます。今後も植物工場に関する研究を進め、福島県相双地域の農業復興の足掛かりとなりように研究を続けていきます。

< 参考文献 >

- ・かんたん！水耕栽培 土を使わないはじめての野菜作り（中島水美著）新星出版社
- ・植物工場シンポジウム資料（古在豊樹著）特定非営利活動法人植物工場研究会