

平成23年度文部科学省
東日本大震災からの復旧・復興を担う
専門人材育成支援事業

農業の復興を担う

被災地向け農業 IT コンサルタンの育成

成果報告書

平成24年3月

学校法人三橋学園
船橋情報ビジネス専門学校

目 次

第 1 部 事業概要	1
第 1 章 事業の背景	1
第 2 章 事業の目的	3
第 3 章 事業推進の流れ	3
第 4 章 推進協議会の構成	5
第 2 部 調査報告	7
第 1 章 調査概要	7
第 2 章 調査結果	8
第 3 章 調査のまとめ	25
第 3 部 教育プログラム開発	27
第 1 章 スキルマップ開発報告	27
1.1 スキルマップ開発の目的	27
1.2 スキルマップ開発の方法	27
1.3 スキルマップの実際	28
1.3.1 人材像	28
1.3.2 能力ユニット一覧	30
1.3.3 スキル評価基準	32
第 2 章 カリキュラム開発報告	57
第 3 章 教材開発報告	59
3.1 教材開発の概要	59
3.2 植物工場モデルセル	59
3.2.1 植物工場の定義	59
3.2.2 被災農業から見る植物工場	60
3.2.3 見方を変えた植物工場モデル	60
3.2.4 植物を育てる方法	61
3.3 植物工場モデルセル	62
3.3.1 全体設計	62
3.3.2 カプセル設計	63
3.3.3 カプセル材料の検討	66
3.3.4 パイプの材料（カプセル部分）	69
3.3.5 パイプの材料（カプセル間）	72
3.3.6 カプセル固定パネル	73
3.3.7 生育室全体	76

3.3.8	霧発生装置	77
3.3.9	霧発生容器の加工	81
3.3.10	ポンプ	86
3.3.11	ポンプと霧発生装置の接続・テスト	87
3.4	センシングとモニタ	90
3.4.1	システム概要	90
3.4.2	マイコン	90
3.4.3	センサ	93
3.4.4	センサ基板の準備作成	96
3.4.5	先進の技術「XBee 無線モジュール」の準備	102
3.4.6	専用プログラム(X-CTU)での初期設定	107
3.4.7	センサ側 mbed マイコンの準備	117
3.4.8	プログラミング	119
3.5	生育実験	127
3.5.1	種子	127
3.5.2	播種から発芽	129
3.6	ガイガーカウンタの製作と計測	138
3.7	フィールドパラメータネットワーク	141
3.7.1	フィールドサーバ	142
3.7.2	広域農業情報システム	144
3.8	農業 IT e ラーニング	147
3.8.1	農業の用語を学ぶ	149
3.8.2	農業の問題を解く	151
3.8.3	IT の問題を解く	152
第 4 部	実証報告	153
第 1 章	実証実験の目的	153
第 2 章	実証実験	154
2.1	実証講座	154
2.1.1	実施日時・場所	154
2.1.2	対象者	154
2.1.3	実施内容	154
2.1.4	使用した教材	155
2.1.5	実証講座風景	161
2.1.6	農業 IT e ラーニングの実施報告	190
2.1.7	授業アンケートの結果	193
2.2	フィールドパラメータネットワークの動作検証	205

2.2.1	フィールドサーバの設置	205
2.2.2	動作テストの結果	209
2.3	実証のまとめ	212
	付録	215
1.	実証講座テキスト	215
2.	実証講座アンケート	260
3.	河北新報 平成 24 年 3 月 14 日（水曜日） 夕刊	262

第1部 事業概要

第1章 事業の背景

東日本大震災の発生によって、被災県の農業は甚大な被害を受けた。

まず、地震によって発生した津波により、岩手県、宮城県、福島県の3県だけで、2万haを超える農地が流失や冠水等の被害を受けた。特に、宮城県の太平洋岸市町村に限定すると、41.9%の農地が被害を受けたことが発表されている。これは、岩手県の11.7%、福島県の20.1%を大きく上回っており、宮城県の太平洋岸における津波による被害の甚大さを示している。このような状況から、農業生産を再開できるように支援していくことが急務である。

また、福島第一原子力発電所の事故に関わる放射性物質による汚染も深刻である。福島第一原子力発電所から20km圏内は警戒区域に設定され、原則立ち入りが禁止されている。また、警戒区域外であっても、一部の地域では計画的避難地域に設定され、国が住民に避難を求めている。こうした地域では放射性物質の影響が考えられる。ところが、文部科学省による航空機モニタリングの結果、福島第一原子力発電所から200kmほど離れた千葉県柏市で、1m²当たり60kBq～100kBqの放射性セシウムが検出されている。これは、福島県内の比較的汚染の少ない地域と同程度の数値であり、事故発生地点から距離が離れている地域でも、放射性物質の影響が大きいことを示している。さらに、食品衛生法に基づく暫定規制値を超える放射性物質が検出されたことで、農作物の出荷制限の指示が、福島県以外でも依然出され続けている。このような放射性物質による影響を極力避ける形での農業生産を支援することも求められている。

そして、放射性物質に関する農作物の風評被害が、福島県産だけでなく、東北地方産の農作物に発生している。そのため、東北地方産の農作物が敬遠され、農業生産者にとっては大きな打撃となっている。このような風評被害を解消するために、自治体で独自に農作物の放射線検査を実施している事例もある。しかし、一日に受け入れられる件数に限度があるなど、農業生産者のニーズを十分に満たしているとは言い切れない。

このような課題を解決し、農業の復興を果たすためには、以下のような方策が有効である。

①先進的な植物工場¹による生産

津波による被害を受けた広大な農地の土壌改良には時間がかかるが、植物工場であれば、土壌の塩害や有害物質等の除去の必要が少なく、比較的短時間で生産を再開できる。例えば、被災地の農家が国や県、市の助成を受けて、宮城県南部に植物工場を建設するという

¹ 内部環境をコントロールした閉鎖的または半閉鎖的な空間で植物を計画的に生産するシステム。

プロジェクトが推進されている²。また、通常の霧よりも粒子の小さい「ドライフォグ」を活用した栽培方法で、栽培に土が不要、冷房や施肥の効率が高くランニングコストをおさえられる、装置が軽量で簡単に組み立てられる、等のメリットを備えた装置が開発されている³。このような植物工場を設置することで、雇用を生み出し、速やかに農業生産を再開できる。

②フィールドサーバ⁴や GIS⁵、線量計を活用し、栽培管理と放射線量監視を徹底

これらの装置を活用することで、栽培管理や放射線量の監視を徹底し、それらの情報を農作物に付加することで消費者に安全性をアピールすることができる。さらには、海外産農作物に対して品質面で優位に立つこともでき、我が国の TPP 参加に備えることもできる。

③生産から加工、販売までを農業生産者が主導する農業の第 6 次産業化を目指す

近年、農業生産法人等が中心となって、地元の農業生産者や食品加工企業、流通企業等との連携体制により、農業の第 6 次産業化を果たして大きな成功を収めている事例が多数見受けられる⁶。このような形を目指すことが、震災からの農業の復興を果たし、農業の振興を実現することにつながる。

これらを実現するためには、農業に IT を導入することが必要である。そのためには、農業生産者と IT 技術者との間を仲立ちする農業 IT コンサルタントが不可欠である。そこで、本事業によって、被災地向け農業 IT コンサルタントを育成する基盤を整備し、まずは被災地に数多くの農業 IT コンサルタントを輩出して、その活動を全国に広げていくことが必要である。

ただし、単純に IT を導入して解決できるものではない。農業従事者と、IT 技術者と、それらを仲立ちする農業 IT コンサルタントが協力して新たな技術なりノウハウなりを構築していくことで、震災からの復興が実現できると考えている。この点に留意しつつ、被災地向け農業 IT コンサルタントのスキルマップ開発、教育プログラム開発に取り組んだ。

² 「みんなで応援！被災農家復興プロジェクト」

URL : <http://ktamiya.posterous.com/73255241>

³ 「ドライフォグを活用した低環境負荷・低コストの次世代型施設園芸」の研究開発（神戸大学、神戸市、株式会社神戸ワイン、株式会社いけうち）

⁴ 圃場に長期間設置して、環境の計測（気温や日射量、土壌水分など）、動植物のモニタリング、農園の監視等を行う装置。

⁵ 地理的位置を手がかりに、位置に関する情報を持ったデータ（空間データ）を総合的に管理・加工し、視覚的に表示し、高度な分析や迅速な判断を可能にする技術。

⁶ 代表的な例は農事組合法人と郷園 URL : <http://www.wagoen.com/>

第2章 事業の目的

本事業では、被災地の農業の復興を支援する被災地向け農業 IT コンサルタントの教育プログラムを開発して実施した。農業 IT コンサルタントの教育プログラムは、平成 22 年度文部科学省「産学連携による実践型人材育成事業—専門人材の基盤的教育推進プログラム—」として本校が取り組んだ「農業を対象分野とする IT コンサルタントを目指す人材の育成プログラムの開発と実施」において開発した。ところが、この既存の教育プログラムは汎用的な内容となっており、「東日本大震災の復旧・復興を支援する」ということには対応していない。そのため、本事業では、被災地の農業に今まさに求められている被災地向け農業 IT コンサルタントのスキルマップを開発し、それを基にした教育プログラムを開発し、実施した。こうした事業成果を、被災地を初めとした全国の IT 系専門学校や IT 系大学、農業関連企業・団体等へ広く提供し、普及を図る。このような活動を通して震災から農業を復興させ、わが国の農業の振興に貢献することが、本事業の目的である。

第3章 事業推進の流れ

本事業は、以下のような流れで推進した。

①震災からの復興支援に関する内容を盛り込んだ被災地向け農業 IT コンサルタントのスキルマップ開発

震災からの復興を支援する被災地向け農業 IT コンサルタントに求められるスキル要件を明らかにした。農業分野、IT 分野、コンサルティング分野を備えた、昨年度の事業成果であるスキルマップを活用し、分野の関係を考慮しながら、震災からの復興支援に関する内容を盛り込んで新たに構築した。

②震災からの復興を支援する被災地向け農業 IT コンサルタントの教育プログラムの開発

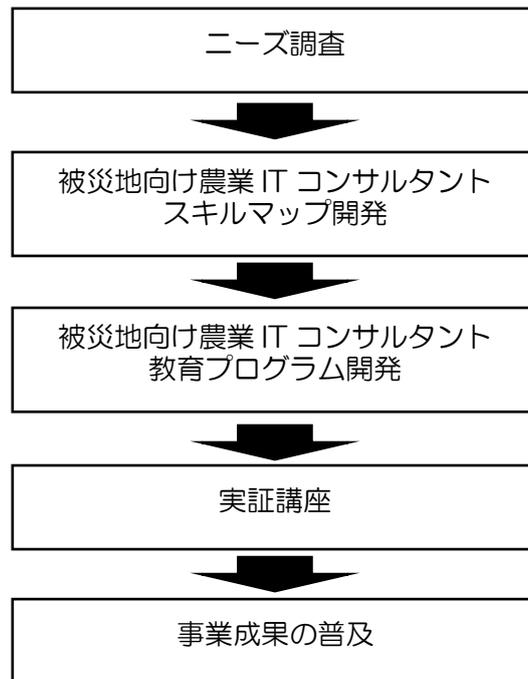
開発したスキルマップを基に、震災からの復興を支援する被災地向け農業 IT コンサルタントの教育プログラムを開発した。題材として、フィールドサーバ、GIS、放射線量の測定、植物工場等の先進的な事例を盛り込んだ。また、受講者のスキルをチェックするために、農業 IT スキル確認テストを構築した。

③開発した教育プログラムの実証と効果の検証

開発した教育プログラムの一部を、宮城県仙台市の東北電子専門学校にて試行導入し、その効果を検証した。効果の検証には、構築した農業 IT スキル確認テストの他、授業アンケートなどを用いた。

④事業成果の普及

開発したスキルマップ、教育プログラムや農業 IT スキル確認テストを全国へ普及・周知させ、被災地向けを中心に、より多くの農業 IT コンサルタントの育成を図る。



図表 1 本事業推進の流れ

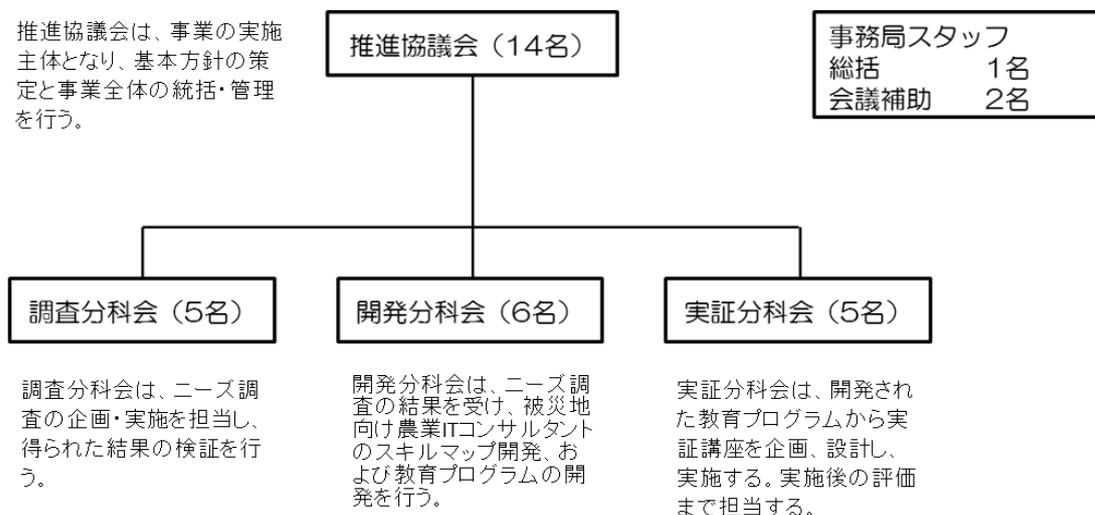
第4章 推進協議会の構成

以下に、本事業の推進協議会の構成を示す。

組織名	代表者	役割等	都道府県
学校法人三橋学園 船橋情報ビジネス専門学校	校長 鳥居 高之	委員長	千葉県
学校法人日本コンピュータ学園 東北電子専門学校	校長 佐藤 公一	実証	宮城県
学校法人電子学園 日本電子専門学校	校長 古賀 稔邦	実証	東京都
学校法人コンピュータ総合学園 神戸電子専門学校	校長 福岡 壯治	調査	兵庫県
学校法人新潟総合学院 新潟コンピュータ専門学校	副校長 丸山 一彦	実証	新潟県
株式会社 NTT データ・ソルフィス	代表取締役社長 小林 健造	開発	千葉県
有限会社とねやしき農場	代表取締役 永浦 清太郎	調査	宮城県
有限会社ワイズマン	代表取締役 原田 賢一	開発	千葉県
いんざい産学連携センター	インキュベーションマネージャー 小松原 進	調査	千葉県
日本ナレッジ株式会社	代表取締役社長 藤井 洋一	調査	東京都
株式会社 イーラボ・エクスペリエンス	代表取締役 櫻井 良雄	開発	東京都
住友セメントシステム開発 株式会社	顧問 川田 理	開発	東京都
学校法人三橋学園 船橋情報ビジネス専門学校	経営戦略室長 島崎 智也	実証	千葉県
株式会社 ライフビジネスウェザー	代表取締役 石川 勝敏	開発	東京都

図表 2 推進協議会の構成

また、事業推進体制を以下に図示する。



図表 3 事業推進体制

第2部 調査報告

第1章 調査概要

本事業では、東日本大震災によって甚大な被害を受けた被災地において、農業を復興させ、わが国の農業の振興に貢献することを目的としている。そのために、農業の復興を支援する被災地向け農業 IT コンサルタントの育成を図った。農業 IT コンサルタントの育成という点では、平成 22 年度文部科学省「産学連携による実践型人材育成事業—専門人材の基盤的教育推進プログラム—」として本校が取り組んだ「農業を対象分野とする IT コンサルタントを目指す人材の育成プログラムの開発と実施」において、スキルマップを構築し、それを基とする教育プログラムを開発している。しかし、こうした既存のスキルマップや教育プログラムは、「東日本大震災からの復旧・復興を担う」という点では対応しておらず、今回、再構築する必要がある。

そこで、本事業では、被災地向け農業 IT コンサルタントのスキルマップ、及び教育プログラムを再構築するための基礎資料を得ることとした。そのために、被災地において農業生産を再開する上で、農業生産者がどのような課題を抱えているかを明らかにするために、被災地の農業生産者を対象にアンケート調査を実施した。

アンケート調査の概要は、以下の通りである。

調査方法	インターネットリサーチによる
調査対象	岩手県、宮城県、福島県在住で、農業に携わっている男女 100 人
調査時期	平成 24 年 2 月 6 日～23 日

図表 4 調査概要

第2章 調査結果

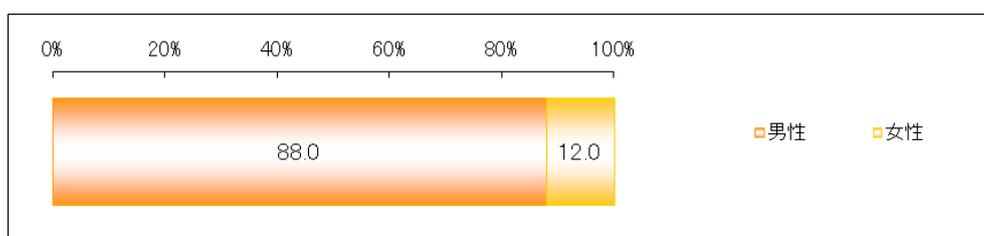
以下、アンケート調査の結果を報告する。

●回答者の属性

・性別

回答者 100 人の性別は、男性 88 人、女性 12 人となった。男性が大半を占めていた。

性別	人数
男性	88 人
女性	12 人
合計	100 人

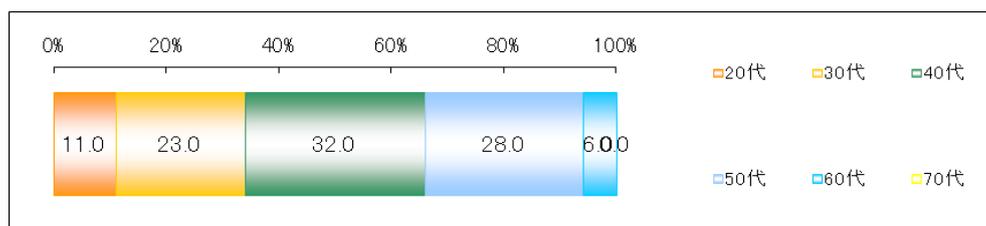


図表 5 性別

・年代

年代では、40代が32人と最も多く、50代28人、30代23人と続く。全国では65歳以上が61%であるが、回答者の平均は43.8歳であった。インターネットリサーチに登録している人が回答者であるため、年齢分布は全国のものとは大きく異なることに留意すべきである。

年代	人数
20代	11人
30代	23人
40代	32人
50代	28人
60代	6人
70代	0人
合計	100人

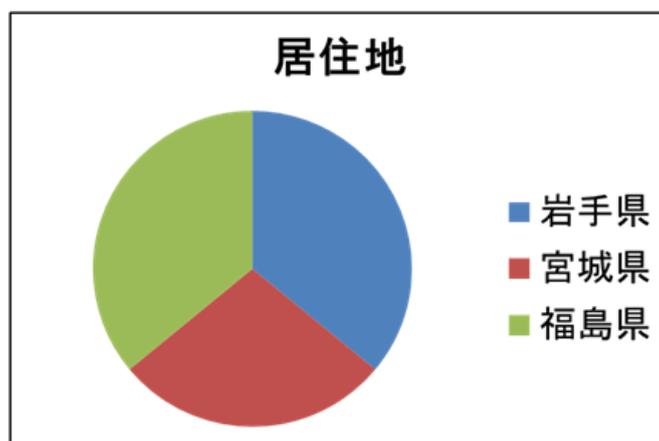


図表 6 年代

・居住地

居住地では、岩手県 36 人、宮城県 28 人、福島県 36 人と、宮城県が他 2 件より少し少なかった。

居住地	人数
岩手県	36 人
宮城県	28 人
福島県	36 人
合計	100 人

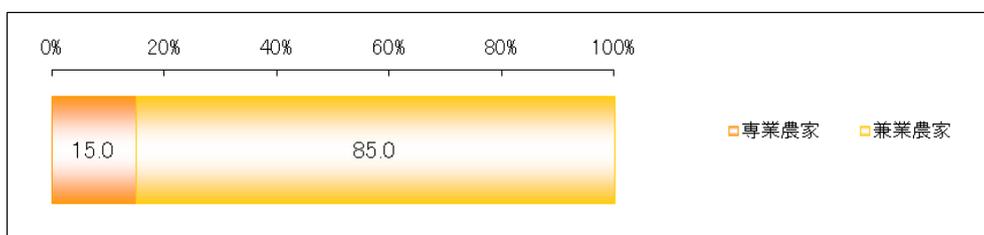


図表 7 居住地

● 専業農家か兼業農家か

専業農家か兼業農家かでは、専業農家が 15 人、兼業農家が 85 人という結果になった。全国的には、平成 22 年度農業構造動態調査の結果によると、専業農家が 45.2 万戸、兼業農家が 118.0 万戸となっている。比率に直せば、専業農家：兼業農家＝27.7%：62.3%である。これより、今回の回答者では、兼業農家の割合が全国よりやや高いことがわかる。

区分	人数
専業農家	15 人
兼業農家	85 人
合計	100 人



図表 8 専業農家か兼業農家か

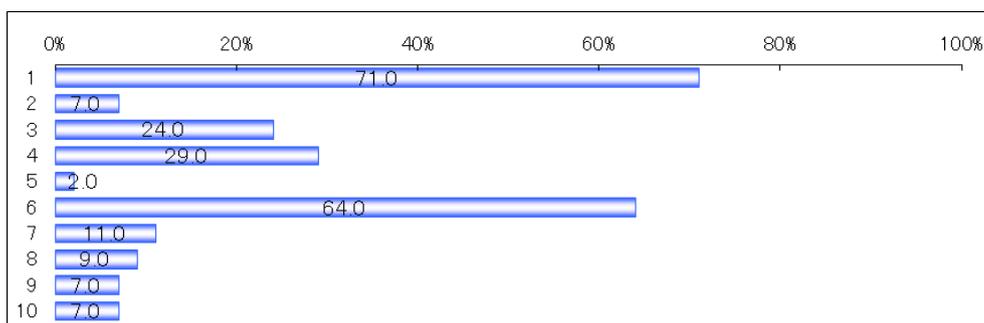
●主に生産している農作物

主に生産している農作物としては、米が 71 人と最も多かった。次は野菜類の 64 人が多い。「その他」の回答としては、以下のようなものが得られた。

- ・牛乳
- ・ハーブ
- ・果樹
- ・菌床椎茸
- ・モモ、リンゴ、ブドウ
- ・リンゴ、すいか、いちご
- ・果実

番号	農作物	人数
1	米	71 人
2	麦類	7 人
3	穀類・豆類	24 人
4	いも類	29 人
5	工芸農作物	2 人
6	野菜類	64 人
7	花き類	11 人
8	植木類	9 人
9	飼料作物	9 人
10	その他	7 人

(複数回答可)

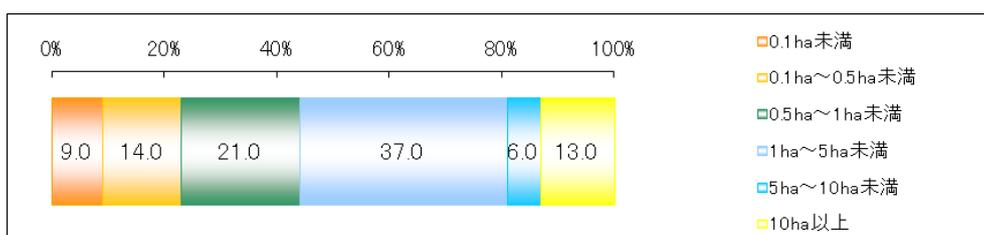


図表 9 主に生産している農作物

●農地の面積

農地の面積では、1ha～5ha未満が最も多く37人であった。次は0.5ha～1ha未満で21人、0.1ha～0.5ha未満が14人と続く。10ha以上という回答は13人であった。なお、平成23年農業構造動態調査によると、平成23年2月1日現在における農地面積の平均は、全国で2.02ha、北海道（22.00ha）を除く都府県では1.46haとなっている。

農地面積	人数
0.1ha未満	9人
0.1ha～0.5ha未満	14人
0.5ha～1ha未満	21人
1ha～5ha未満	37人
5ha～10ha未満	6人
10ha以上	13人
合計	100人

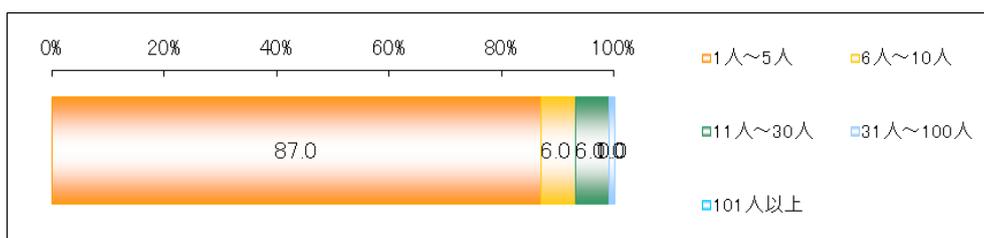


図表 10 農地の面積

●農地で作業をしている人数

農地で作業をしている人数は、1人～5人が87人と大半を占めた。逆に、101人以上の大規模な農場に勤めている回答者はいなかった。なお、平成22年農業構造動態調査によると、販売農家が163.1万戸であり、販売農家の人口が650.3万人であることから、販売農家1戸当たりの人数の全国平均は、 $650.3 \text{ 万人} \div 163.1 \text{ 万戸} = 3.99 \text{ 人/戸}$ であると推定できる。

農作業の人数	人数
1人～5人	87人
6人～10人	6人
11人～30人	6人
31人～100人	1人
101人以上	0人
合計	100人

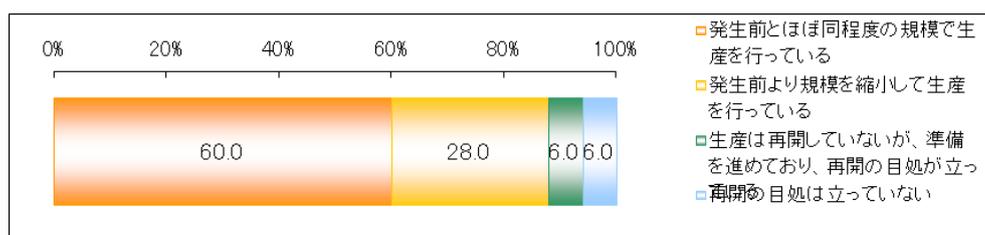


図表 11 農地で作業をしている人数

●震災後の農業生産の状況

震災後の農業生産の状況では、「発生前とほぼ同程度の規模で生産を行っている」という回答が 60 人であった。また、「発生前より規模を縮小して生産を行っている」が 28 人であり、合計で 9 割近くが既に生産を再開していることがわかる。一方で、「再開の目処は立っていない」という回答も 6 人から得ており、ほぼ 1 年経った調査時でも、震災の影響の大きさがよくわかる。

農業生産の状況	人数
発生前とほぼ同程度の規模で生産を行っている	60 人
発生前より規模を縮小して生産を行っている	28 人
生産は再開していないが、準備を進めており、再開の目処が立っている	6 人
再開の目処は立っていない	6 人
合計	100 人



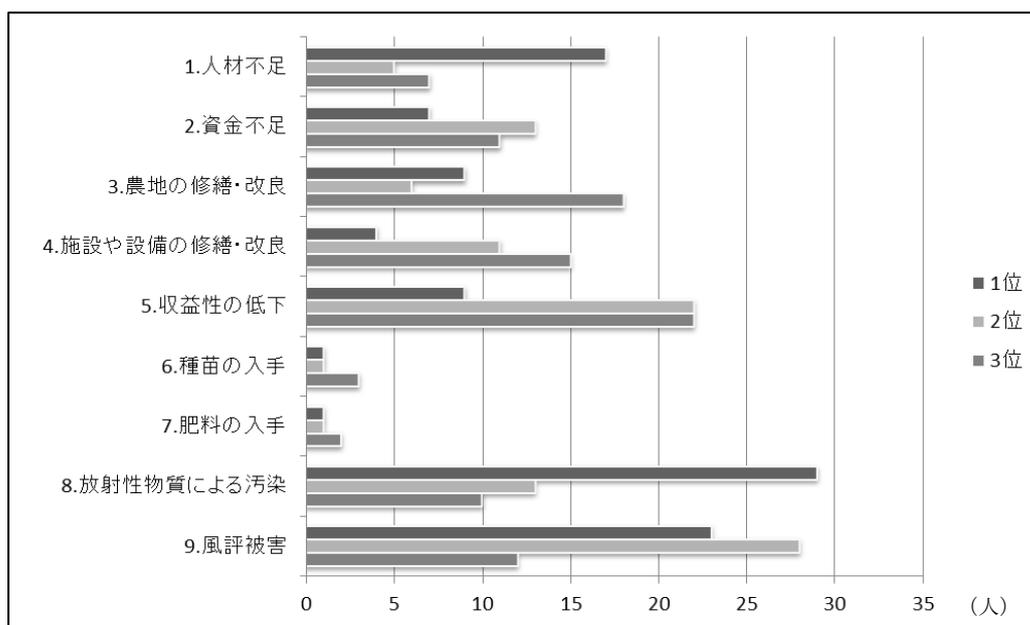
図表 12 震災後の農業生産の状況

●農業生産を再開するに当たっての課題

農業生産を再開するに当たっての課題として、1位に選んだ回答者が最も多かったのが、「放射性物質による汚染」で29人であった。次いで、「風評被害」が23人、「人材不足」が17人と続く。2位に選ばれたものでは、「風評被害」が28人で最も多く、「収益性の低下」22人、「資金不足」「放射性物質による汚染」13人と続く。3位では、「収益性の低下」22人、「農地の修繕・改良」18人、「施設や設備の修繕・改良」15人と続く。1位～3位の合計では、「風評被害」が最も多くて63人、「収益性の低下」が次に多く53人、「放射性物質による汚染」が52人と続く。

課題	1位	2位	3位	合計
人材不足	17人	5人	7人	29人
資金不足	7人	13人	11人	31人
農地の修繕・改良	9人	6人	18人	33人
施設や設備の修繕・改良	4人	11人	15人	30人
収益性の低下	9人	22人	22人	53人
種苗の入手	1人	1人	3人	5人
肥料の入手	1人	1人	2人	4人
放射性物質による汚染	29人	13人	10人	52人
風評被害	23人	28人	12人	63人

(3つまで自由に選び、順位をつける)



図表 13 農業生産を再開する上での課題

●その他の課題（自由記述）

農業生産を再開する上での課題について、自由記述欄に記述された内容を列記する。

<放射性物質関連>

- ・ 近くで放射能が検出されたので、心配です。
- ・ 放射線量測定には限界がある。風評被害も含めこの現状はしばらく（5年間以上）継続すると考えている。何とも言いようのないことである。
- ・ 畜産をしているため、牧草の放射能がどの程度になるか？風評被害で、家畜売買制限が掛かっている
- ・ うちの畑と田の放射線を測定してみると、しっかり数値が出ており、影響がちゃんとあることに驚く。最も高いところで0.8 μ シーベルトもあったので、市と相談して除染を考えなければならない。測定器が自由に使えるようだといいのだが。
- ・ とにかくにも放射能に関する、風評被害による収益低下が著しい。賠償請求もしているが前年度と同水準に収入をもっていくのがちょっとむずかしい。
- ・ 原子力発電所からの放射能汚染について、大まかなポイントでは調査されているようですが、果たして生産している土地はどうか不明であり、何らかの問題があった場合、生産する事が長期にわたり出来なくなる可能性があり、出荷量が激減してる状況で、もし出荷できなくなったらという恐怖感に、恐怖感に毎日おびえています。

<収益性の低下・景気の低迷>

- ・ 売り上げ大暴落
- ・ 景気が低迷、原発事故による人口流出によって顧客が減った。
- ・ 震災の被害はなかったが収益性が悪いことと高齢化が問題
- ・ ものが安くて売れない
- ・ 米や野菜は買った方が安く済む。
- ・ 生産品の価格が同じでも資材値上げで利益ダウン、生産より商品購入の方が割りに合うかも！

<風評被害>

- ・ せっかく収穫しても値段がつかない。また、土壌の状態も今までと違うため収量が減る。さらに風評被害で放射能検査しているのにもかかわらず買い手がつかない。よく言われていることですが、そのあたりが一番差し迫った問題かと思います。
- ・ 風評被害により販売が難しい

<高齢化>

- ・ 従事者の高齢化

- ・ 両親が主に作業している兼業農家だが、高齢でもありやめること検討している。
- ・ 人材不足と同じような内容ですが高齢化問題は深刻だと思います

<TPP 関連>

- ・ 震災とはほとんど無関係になるが、農産物の輸入自由化（TPP 問題）を抱える農村は、一部の企業的農業（農業法人化、企業による農業分野参入など）を展開する人たちだけの産業分野になり、小規模兼業農家は消滅せざるを得ないであろう。その時日本農業の大半を占める小規模兼業農家の労働者はどうなるのだろうか、どうすべきなのだろうか。
- ・ TPP,農協の存在

<その他>

- ・ 狭い土地で収益が上がれば良い
- ・ 干し柿など生産出荷ができなくなった。
- ・ 生産組合など今後法人化し、規模拡大農業でなくては、収益確保は難しいと思う。
- ・ いつもの通り出来た。
- ・ 規制解除
- ・ 個人的にできることが少ない。
- ・ 支障木がなかなか撤去されない
- ・ 杜撰な内部統制
- ・ 福島県は汚染された農産物を市場に流通させてしまったのだから風評被害と言っではいけない。今後、農産物の徹底検査を実施し市場の信頼回復を期待したい。

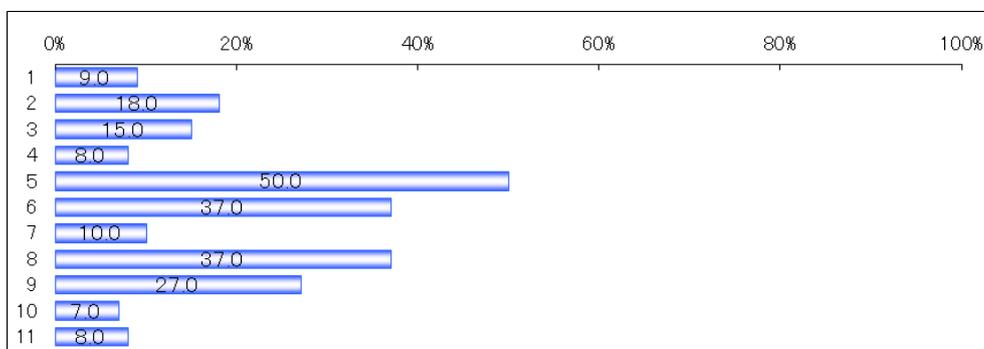
放射性物質関連の課題が比較的多い。また、収益性が低下したため「買った方が安い」という意見も寄せられている。風評被害や高齢化に関する内容もある。その他、震災とはあまり関係がないが、TPP 関連の内容も記述されている。

●希望する支援

被災地の農業生産者が希望する支援としては、「放射性物質の測定による安全性の確認」が半数に昇っている。また、「放射性物質の除染」と「農作物の買い取り保障」が 37 人で次に多い。

番号	支援の内容	人数
1	作業支援	9人
2	地域での協力体制の確率	18人
3	農地の復旧支援	15人
4	施設・設備の復旧支援	8人
5	放射性物質の測定による安全性の確認	50人
6	放射性物質の除染	37人
7	営農資金の貸し付け	10人
8	農作物の買い取り保障	37人
9	販売支援	27人
10	その他	7人
11	当てはまるものはない	8人

(複数回答可。「番号」は、下記グラフの番号に対応する)



図表 14 希望する支援

また、「その他」の回答に挙げられたのは、以下の通りである。

<放射性物質関連>

- ・ 作物に放射能がどれだけ含まれているかの測定がたやすくできるようになってほしい。
- ・ 人体に影響のないレベルの認定

<その他>

- ・ 東電、国が責任を持ちすべて希望する農地を買い上げることも考えるべきだ
- ・ 東京電力の解体

- 支援不要 農家を減らせばよい
- 支障木を撤去して欲しい
- 農地受け入れ場所

ここでも放射性物質関連の内容が見受けられる。また、一部厳しい意見も寄せられた。

●農業への IT の活用

現在、農業に IT を活用している内容としては、「特に活用していない」が最も多く 44 人であった。実際に活用している中で多いものは、「作業記録」が 30 人、「経営管理」が 23 人、「農作物の生産管理」が 18 人である。直接生産作業に関わる内容よりは、記録や管理に関する内容に IT を活用していることが見受けられる。

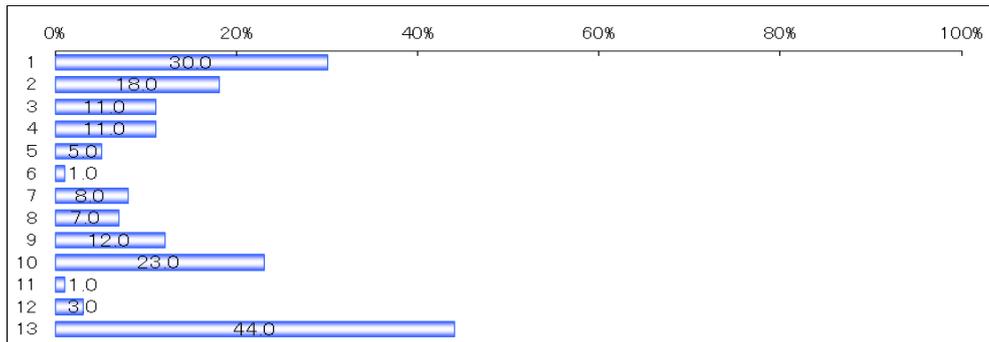
また、「ホームページ上での販売」(8 人)、「ホームページ上での広告・宣伝」(7 人)も少なく、流通に IT を活用している事例もあまり多くはないことがわかる。しかし、今回のアンケートの回答者がインターネットリサーチの登録者であることを考慮すると、普段慣れ親しんでいるインターネットを活用した事例の回答が現れていることにも留意すべきである。

なお、「その他」の回答に挙げられたのは、以下の通りである。

- ・確定申告用収支決算書や申告
- ・営農組合
- ・農作物の販売のための宅配便手配管理

番号	IT 活用の内容	人数
1	作業記録	30 人
2	農作物の生産管理	18 人
3	農薬情報の管理	11 人
4	肥料情報の管理	11 人
5	圃場、温室等の環境情報収集	5 人
6	圃場、温室等の遠隔制御	1 人
7	ホームページ上での販売	8 人
8	ホームページ上での広告・宣伝	7 人
9	農業従事者どうしの情報交換	12 人
10	経営管理	23 人
11	圃場、温室等の防犯	1 人
12	その他	3 人
13	特に活用していない	44 人

(複数回答可。「番号」は、下記グラフの番号に対応する)



図表 15 農業への IT の活用

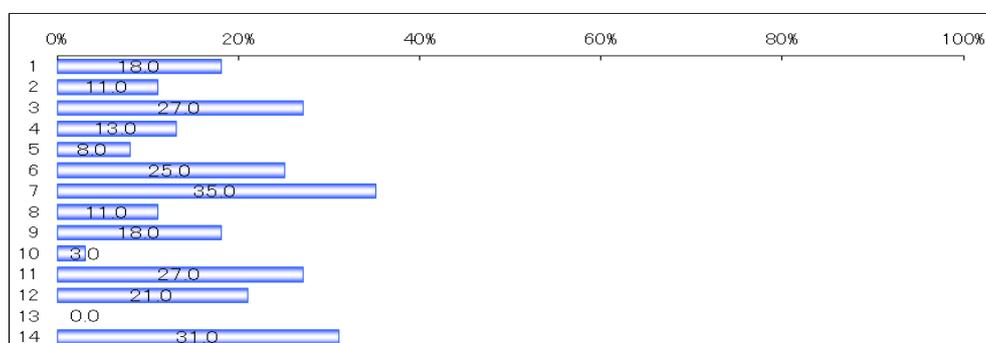
●IT を導入したい作業

今後、IT を導入したい作業としては、「販売・出荷」が 35 人で最も多かった。その次は「栽培管理」と「経営管理」がともに 27 人となっている。流通や管理に関する作業が比較的多い。一方で、「栽培」（18 人）や「収穫」（11 人）等、生産に関する作業はやや少なかった。また、「放射線量の監視」（25 人）も、全体の 4 分の 1 に上っており、東日本大震災の影響が現れている。

なお、「特になし」も 31 人と比較的多い結果となった。

番号	IT を導入したい作業	人数
1	栽培	18 人
2	収穫	11 人
3	栽培管理	27 人
4	病虫害対策	13 人
5	圃場や温室等の環境情報管理	8 人
6	放射線量の監視	25 人
7	販売・出荷	35 人
8	種苗の調達	11 人
9	農具・資材・機械等の調達	18 人
10	圃場・温室等の防犯	3 人
11	経営管理	27 人
12	農業従事者どうしの情報交換	21 人
13	その他	0 人
14	特になし	31 人

(複数回答可。「番号」は、下記グラフの番号に対応する)



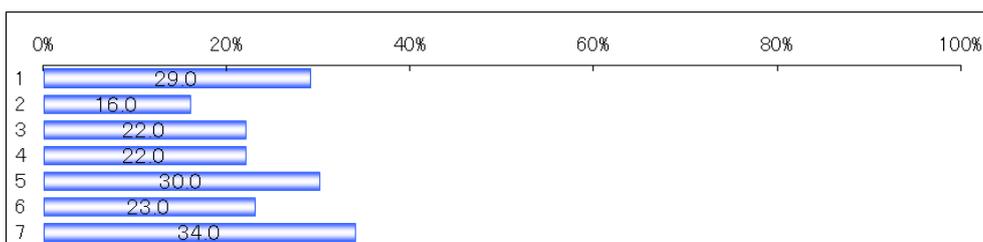
図表 16 IT を導入したい作業

●興味のある最新技術

IT を農業に活用した事例で興味のあるものを質問したところ、「特になし」が 34 名で最も多かった。興味のあるものの中では、「草刈りや収穫を自動で行う農業ロボット」が最も多く 30 人であった。次いで、「温度や湿度、照度等を自動で計測し、測定値を蓄積するシステム」が 29 人である。これは、「フィールドサーバ」を想定した選択肢である。そして、「使用した農薬の種類や量を入力すると、次の農薬散布に関するアドバイスを携帯電話のメールで送信してくるシステム」（農薬に関するデータベースシステム）が 23 人と次に多い。その他、「圃場の状況を地図上に表示し、管理や分析を支援するシステム」（GIS の活用）と「温度や湿度、照度などの環境を管理し、水やりや施肥を自動で行う植物工場」が 22 人、「圃場や温室内の様子をカメラでリアルタイムに撮影・表示するシステム」が 16 人という結果になった。どれも突出して興味が高いというものではないが、一定の興味はあることがうかがえる。

番号	興味のある最新技術	人数
1	温度や湿度、照度等を自動で計測し、測定値を蓄積するシステム（フィールドサーバ）	29 人
2	圃場や温室内の様子をカメラでリアルタイムに撮影・表示するシステム	16 人
3	圃場の状況を地図上に表示し、管理や分析を支援するシステム（GIS の活用）	22 人
4	温度や湿度、照度などの環境を管理し、水やりや施肥を自動で行う植物工場	22 人
5	草刈りや収穫を自動で行う農業ロボット	30 人
6	使用した農薬の種類や量を入力すると、次の農薬散布に関するアドバイスを携帯電話のメールで送信してくるシステム（農薬データベース）	23 人
7	特になし	34 人

（複数回答可。「番号」は、下記グラフの番号に対応する）



図表 17 興味のある最新技術

第3章 調査のまとめ

本調査の回答者は、東日本大震災の後、既に「農業生産を再開している」という回答が100人中88人に上っている。しかも、60人は震災前とほぼ同規模で生産を行っている。このことから、被災地の農業が復旧・復興に向けて動き出していると考えられる。農地の面積や農作業をしている人数から、回答者の多くは小規模な農家であることがうかがえ、復旧・復興に向けて大変な努力をしていることが想像できる。

そのような状況であっても、被災地の農業における課題として、放射性物質に関するもの、及び、風評被害が多く回答されている。特に、放射性物質の測定や除染に関する支援のニーズが高いことがわかった。風評被害に関しても、その一つの原因がやはり福島第一原子力発電所の事故に伴う放射性物質の飛散であることから、放射線量測定等による安全性の確認によって、解消することができると考えられる。

一方、現状で農業にITを活用している例としては、「栽培記録」や「経営管理」など限定的であることもわかった。農業生産者からのニーズとしては、出荷や販売など、流通部分で比較的高いという結果になっている。また、栽培や収穫など、生産に関わる部分にも、ITを導入する余地があることもわかった。しかし、本アンケートの回答者がインターネットリサーチの登録者であり、比較的ITの知識を備えていることを考慮すると、そのような回答者であってもITを導入している例が少ないことから、一般の農業生産者がITを導入することはさらに高いハードルがあることが考えられる。そのため、農業にITを導入するためには、農業生産者とIT技術者との間を仲立ちするブリッジ人材としての農業ITコンサルタントが必要になってくる。

ITを活用した農業の最新技術に関しても、それぞれ一定のニーズがあることがわかった。このような最先端の技術を活用することで、農業の復旧・復興を支援し、6次産業化も見据えて農業の振興を果たしていけるはずである。

以上の結果から、被災地向け農業ITコンサルタントとしては、「放射性物質の測定」とそれに基づく「風評被害の解消」を、「栽培」「収穫」「販売」の部分で重点的に支援していく必要があることがわかった。そこで、この結果を基に、スキルマップの再構築と教育プログラムの再構築、及び教材等の開発・導入を行った。

第3部 教育プログラム開発

第1章 スキルマップ開発報告

1.1 スキルマップ開発の目的

教育プログラム開発に先立ち、被災地向け農業 IT コンサルタントに求められるスキル要件を明らかにするため、スキルマップの開発を行った。

1.2 スキルマップ開発の方法

農業 IT コンサルタントのスキルマップとしては、平成 22 年度文部科学省「産学連携による実践型人材育成事業—専門人材の基盤的教育推進プログラム—」として本校が取り組んだ「農業を対象分野とする IT コンサルタントを目指す人材の育成プログラムの開発と実施」において、既に開発している。しかし、この既存のスキルマップは汎用的なものであり、「東日本大震災からの復旧・復興を担う専門人材育成支援」という点には対応していない。

そこで、本事業では、調査結果を踏まえ、被災地向け農業 IT コンサルタントのスキルマップを開発した。但し、今年度の事業期間の長さを考慮すると、被災地向け農業 IT コンサルタントのスキルマップを新たに開発することは非常に難しい。そのため、昨年度の事業成果である農業 IT コンサルタントのスキルマップに対して、農業分野、IT 分野、コンサルティング分野の関係を考慮しながら、震災からの復興支援に関する内容を盛り込んで再構築することとした。

なお、昨年度開発した農業 IT コンサルタントのスキルマップは、将来、農業 IT コンサルタントを目指して自己研鑽していく人材を育成する教育プログラムの開発を目的として開発したものである。これは例えば、IT スキル標準で言えば、次のレベル 2 に相当するレベルである。

上位者の指導の下に、要求された作業を担当する。プロフェッショナルとなるために必要な基本的知識・技能を有する。スキル開発においては、自らのキャリアパス実現に向けて積極的なスキルの研鑽が求められる。

図表 18 IT スキル標準におけるレベル 2 の定義

そのため、本事業で開発した被災地向け農業 IT コンサルタントのスキルマップも、このレベル 2 に相当するレベルとしている。

1.3 スキルマップの実際

スキルマップは、「人材像」「能力ユニット一覧」「スキル評価基準」からなる。

1.3.1 人材像

被災地向け農業 IT コンサルタントは、農業分野、IT 分野のそれぞれの知識や技術を持ち合わせていることに加え、コンサルティング技術も備えている必要がある。さらに、震災等の大規模災害から農業を復興させることを支援するのが主要な目的であることから、被災地における農業従事者が農業生産を再開させる上でのニーズを汲み取り、課題解決を支援していくことが求められる。以上のことを考慮すると、被災地向け農業 IT コンサルタントの人材像は、以下のようになる。

被災地向け農業 IT コンサルタント 人材像

【概要】

農業従事者からのニーズを汲み取り、農業と IT に関する知識や技術を活用し、IT 技術者との間の仲立ちをする。その上で、農業への IT 導入に対するカウンセリング、提言、助言の実施を通じ、IT を用いて震災からの農業の復興を支援し、営農を続けていく上での課題解決に貢献する。

【仕事の内容】

震災からの農業を復興させることを念頭に置き、農業従事者からの、農作業や作業記録、出荷や販売等、営農上のあらゆる場面での課題やニーズを汲み取る。それに応じて、農業や IT に関する知識や技術を活用し、課題を解決するに当たって必要な IT システムの導入に対するカウンセリング、提言、助言を行う。そのために、農業従事者と IT 技術者との間を仲立ちし、課題解決に最適な IT システムの開発と導入を支援する。

【求められる能力】

- (1) 震災後に農業を再開、継続していく上での課題解決に自らの知識や技術、最新事例等を活用していくことが求められる。
- (2) 農業従事者のニーズや課題を汲み取るために、農作業に関する基本的な知識や技術を有していることが求められる。
- (3) 最適な IT システムの開発と導入を達成するために、ハードウェアの制御やソフトウェア開発に関する知識や技術が求められる。
- (4) 農業従事者と IT 技術者との間を仲立ちし、農業従事者の課題解決に貢献するために、IT コンサルタントとして必要な知識や技術が求められる。

【関連する資格・検定等】

- 日本農業技術検定 3 級
- IT パスポート試験

図表 19 人材像

1.3.2 能力ユニット一覧

被災地向け農業 IT コンサルタントに求められるスキル用件を、「農業分野」「IT 分野」「コンサルティング分野」に大きく分け、それぞれを能力ユニットに分類した。能力ユニットは、「農業分野」6 ユニット、「IT 分野」6 ユニット、「コンサルティング分野」12 ユニットの、合計 24 ユニットからなる。昨年度の事業成果である農業 IT コンサルタントの能力ユニット一覧と比較すると、「コンサルティング分野」に「放射性物質への対応」「大規模災害からの復興支援」の 2 ユニットが追加されている。さらに、能力ユニット一覧よりも下位の層であるスキル評価基準では、各ユニットに大規模災害からの復興支援に関わる内容を盛り込んでいる。

以下、能力ユニットの一覧を示す。

分野	能力ユニット名
農業	栽培の基礎
	農業機械
	農業施設
	農産物の加工
	農業経営
	農業と暮らし
IT	アルゴリズムとプログラミング
	ソフトウェア
	ハードウェア
	ヒューマンインタフェース
	データベース
	ネットワーク
コンサルティング	課題の特定と分析
	「農業における IT」の知見からの課題発見
	解決の方向性の提言
	コンサルティングメソッドロジの活用
	知的資産管理と活用
	プロジェクトマネジメント
	リーダーシップ
	コミュニケーション
	ネゴシエーション
	農業の知見の活用
	放射性物質への対応
	大規模災害からの復興支援

図表 20 能力ユニット一覧

1.3.3 スキル評価基準

能力ユニットをさらに細分化し、スキル要素とそのレベルを設定したものがスキル評価基準である。それぞれの能力細目に、大規模災害からの復興支援に関する内容を盛り込んでいる。

以下、スキル評価基準の表を列記する。

分野	農業
能力ユニット名	栽培の基礎
概要	栽培に関する基礎的な知識や技術。

能力細目	職務遂行のための基準
栽培環境	○作物を取り巻く環境要因（気候、土壌、生物）について理解している。
	○我が国は沖縄～北海道まで南北に長く、気候型は、亜熱帯～亜寒帯まで広い。地域の自然環境をうまく利用した作物が作られていることを理解している。
	○四季をもち、季節ごとの気象条件をうまく利用した農業が行われている。地域の季節ごとの気象条件を理解している。
	○作物を栽培する土壌の特徴について理解している。
栽培植物の種類と作物品種の選択	○栽培植物の分類方法について理解している。
	○利用分野による分類、植物の利用部位による分類、植物分類による分類について理解している。
	○作物や品種を選択するポイントを理解している。
作付け体系	○栽培体系がどのように決まるのか理解している。
	○基本的な栽培体系について理解している。
耕地改良	○耕地の土壌を改良する方法について理解している。
	○塩害を受けた土壌を改良する方法について理解している。
栽培作業	○基本的な栽培作業の名称と作業内容を理解している。
	○基本的な栽培作業の目的と方法等について理解している。
農業用具	○農業用具の特徴と使用目的を理解している。
施肥	○施肥の役割を理解している。
	○肥料の種類とその働き方を理解している。
	○農業生物の栽培に必要な肥料の施し方を理解している。
病害虫	○作物の健全な生育を妨げる病害虫の種類を理解している。
	○作物の健全な生育を妨げる病害虫の特徴を理解している。
雑草	○雑草の特性を理解している。
	○主な水田雑草の種類と特徴を理解している。
	○主な畑雑草の種類と特徴を理解している。
有害生物防除	○雑草防除の方法を理解している。
	○有害生物防除の仕組みと方法について理解している。
気象災害	○気象災害の特色について理解している。
	○気象災害の対策方法について理解している。

園芸基礎用語	○園芸用語を理解している。
--------	---------------

分野	農業
能力ユニット名	農業機械
概要	農業機械とその扱い方、及び簡単な点検に関する基礎的な知識や技術。

能力細目	職務遂行のための基準
原動機	○原動機の各部の名称や役割について理解している。
トラクタ	○乗用トラクタの各部の名称と役割について理解している。
	○歩行トラクタの各部の名称と役割について理解している。
耕うん・整地用 機械	○耕うん・整地作業について理解している。
	○耕うん・整地作業用機械の名称やそれを用いて行う作業について理解している。
収穫調整用 機械	○収穫調整機械の名称やそれを用いて行う作業について理解している。
工具類	○農業機械の点検・整備に必要な工具類の名称を理解している。
	○工具類の正しい使用方法を理解している。
	○農業機械の点検・整備に必要な測定器具の名称を理解している。
燃料と潤滑油	○燃料の種類とその特徴を理解している。
	○燃料の安全な取り扱い方を理解している。
	○潤滑油の種類とその特徴を理解している。
	○潤滑油の働きを理解している。

分野	農業
能力ユニット名	農産物の加工
概要	農産物の加工や保存に関する基礎的な知識や技術。

能力細目	職務遂行のための基準
農産物加工の 意義	○農産物の保存性を高める必要性を理解している。
	○農産物の利用価値を高めることを理解している。
農産物製造 基礎	○食品の分類（植物性食品・動物性食品・加工食品）について理解している。
	○加工食品の種類と特徴を理解している。
	○食品に含まれる栄養素の種類と働きを理解している。
食品の変質と 貯蔵	○食品が食べられないということはどういうことかを理解している。
	○食品の変質の原因となるものを理解している。
	○食品の変質の原因を除くことで貯蔵性が増すことを理解している。
	○各種の貯蔵方法の原理と方法を理解している。
	○放射性物質から食品を守る貯蔵方法を理解している。
包装	○食品包装の原理を理解し、その方法を知っている。
	○食品の包装材料や形態を知っている。
加工食品の 表示	○加工食品の表示の意識や目的を理解している。
	○食品表示に関する法律を知り、表示項目を理解している。
食品衛生	○食品の安全を守るための食品衛生の重要性を理解している。
	○食中毒の種類や発生原因を理解している。
	○食中毒を予防するための知識を持っている。

分野	農業
能力ユニット名	農業経営
概要	農業の動向や農業を取り巻く政治・経済・社会の環境を理解した上で、農業を経営していくために必要な知識や技術。

能力細目	職務遂行のための基準
農業の動向	○世界における日本農業の移り変わりを理解している。
	○我が国の農業技術の特徴を理解している。
農業経営の情報	○現代の農業経営は、情報によって経営を組織し管理・運営していく技術が大切なことを理解している。
	○農業政策や関係する法規を理解している。
農業経営の組織と運営	○農業生産の要素について理解している。
	○農業生産の要素の合理的結合と経営活動の成果について理解している。
	○農業経営の方式、生産部門の組合せ、集約化について理解している。
農業経営診断と農業簿記	○農業経営の診断と改善について理解している。
	○農業簿記の目的、農業資産について理解している。
農業経営と流通の仕組み	○農業経営における生産資材の選択と購入、資金・労働力の調達などを理解している。
	○市場の仕組みと機能、農産物の流通経路と流通経費を理解している。
	○農業経営における資金調達について理解している。
	○放射性物質による出荷制限の基準について理解している。
農業経営と政治・経済・社会環境	○農家を取り巻く社会環境と家族経営と生産組織について理解している。
	○各種農業団体の活動と農業者の課題解決について理解している。
	○農業の位置づけと農業政策の多面性について理解している。
	○農業政策と農業関係法令について理解している。

分野	農業
能力ユニット名	農業と暮らし
概要	地球環境と農業との関係を理解し、環境保全にも貢献できる農業を営むのに必要な知識や技術。

能力細目	職務遂行のための基準
人間と自然	○自然と人間の関係について理解している。
	○環境のとらえ方を理解している。
暮らしと農業・環境	○環境と農業に関する基礎的な知識を習得し、環境問題の重要性を理解している。
生態系	○生物と生態系の関わりを、食物連鎖などの生態系の仕組みからよりよい環境保全・創造するために必要な考えを理解している。
	○地域を取り巻く森林・農耕地・河川・湖沼・都市などにおける様々な生態系の特徴を理解している。
地域環境の成り立ち	○地域の自然と人間の関わりについて理解している。
	○地域の環境のとらえ方を理解している。
農業の持つ機能	○農業が国土や環境の保全に果たす役割を理解している。
	○環境をよりよくする農業技術を理解している。
	○農業生産物の消費者のニーズを理解している。
森林・林業と環境保全	○日本の気候帯やその植物群について理解している。
	○森林の様々な機能と保全についての知識がある。
地球規模の環境問題	○環境問題の重要性を理解している。
	○地球環境と日本の環境について理解している。

分野	IT
能力ユニット名	アルゴリズムとプログラミング
概要	アルゴリズムの考え方と基本的な表現方法、及び、アルゴリズムを実現させるためのプログラミングの考え方とプログラム言語に関する知識や技術。

能力細目	職務遂行のための基準
データ構造	○データの分析や整理を行うために、データ及びデータ構造の基本的な考え方を理解している。
アルゴリズム	○作業の分析やシステム化を行うために、アルゴリズムと流れ図の基本的な考え方と表現方法を理解している。
プログラミング・プログラミング言語	○システム開発では、プログラム言語を用いてプログラミングが行われることについて理解している。
その他の言語	○コンピュータ上での表現手段として広く利用されている代表的なマークアップ言語について、その種類と特徴を理解している。また、マークアップ言語を利用する際の簡単な使い方（書き方を含む）を理解している。

分野	IT
能力ユニット名	ソフトウェア
概要	OS、ファイルシステム、開発ツールの基本的な機能や仕組みに関する知識や技術。

能力細目	職務遂行のための基準
オペレーティングシステム	○コンピュータシステムの管理と利用の観点から OS を理解し、代表的な種類についてそれぞれの特徴を理解している。
ファイルシステム	○業務上システムを活用するという観点から、ファイル管理の考え方や、基本的な機能の使い方を理解している。また、システムの誤操作や障害によるファイルの破損に備えて、ファイルのバックアップの必要性、世代管理などの考え方を理解している。
開発ツール	○ワープロソフト、表計算ソフトなどのソフトウェアパッケージの特徴を理解し、それらを業務に活用するための基本的な操作法を理解している。
オープンソースソフトウェア	○OSS の特徴、利用目的及び利用する際の留意点を理解している。

分野	IT
能力ユニット名	ハードウェア
概要	センサやLEDなどの電子部品を扱い、それらの制御や、得られたデータを視覚化するのに必要な知識や技術。

能力細目	職務遂行のための基準
ハードウェア	○情報システムを構成する、PCをはじめとするコンピュータや、キーボード、マウス、ディスプレイ、プリンタ、といった入出力装置などの代表的なハードウェアについて、それぞれの種類と特徴を理解している。
センサ技術	○各種センサの特徴と扱い方を理解している。
	○センサから得られた検出値を数値化する方法を理解している。
視覚化技術	○LEDや液晶を用いて、数値を様々な方法で表現する方法を理解している。
	○数値を視覚化して表示するための回路の制作方法を理解している。
制御技術	○条件に応じてハードウェアの制御を行う方法を理解している。
	○目的に合った制御回路の制作方法を理解している。

分野	IT
能力ユニット名	ヒューマンインタフェース
概要	ヒューマンインタフェースの特徴と設計の考え方に関する知識や技術。

能力細目	職務遂行のための基準
ヒューマンインタフェース技術	○ヒューマンインタフェースの特徴と、その代表的なインタフェースである GUI について、各構成要素の特徴を理解している。
インタフェース設計	○人とシステムの接点となるインタフェースが、使いやすさや理解しやすさを大きく左右することを理解し、望ましいインタフェースの考え方を理解している。

分野	IT
能力ユニット名	データベース
概要	データベースを扱うのに必要な知識や技術。

能力細目	職務遂行のための基準
データベース方式	○データベースは、業務を情報（データ）という観点から表現するための重要な手段であり、データベース管理システムは、データを構造的に蓄積し、それらの一貫性を保ち、効率的に取り出すための機能を備えたものであることに注目し、その意義、目的、考え方を理解している。
データベース設計	○データの分析・設計の必要性や、その基本的なプロセスを理解している。
データ操作	○関係データベースを活用するために必要なデータ操作を理解している。
トランザクション処理	○複数の利用者によるデータの参照や更新に備えて、排他制御とリカバリ機能によってデータベースの一貫性を保つ必要があることを理解している。

分野	IT
能力ユニット名	ネットワーク
概要	機器間の通信を確立し、正常に通信を行う回路の制作に必要な知識や技術。

能力細目	職務遂行のための基準
通信技術	○各種インターフェースを用いた通信方式について理解している。
	○通信プロトコルの名称や役割を理解している。
	○目的に合った通信回路の制作方法を理解している。

分野	コンサルティング
能力ユニット名	課題の特定と分析
概要	営農上の課題を特定・分析し、分析結果を評価・検証して、プロジェクトとしての報告としてとりまとめ、農業従事者や IT 技術者に提示するのに必要な知識や技術。

能力細目	職務遂行のための基準
ビジネスモデルの分析	○現行のビジネスモデルを分析し、課題を抽出するために必要な考え方や手法を理解している。
顧客・市場・業界に関する情報収集	○農業を取り巻く顧客や市場、農業全体に関する情報を収集し、整理するために必要な考え方や手法を理解している。
公開情報の収集	○農業に関する公開情報を収集し、整理するために必要な考え方や手法を理解している。
営農環境上の課題の整理	○営農環境上の課題を整理するために必要な考え方や手法を理解している。
課題の抽出	○収集した情報から課題を抽出するために必要な考え方や手法を理解している。
課題の構造化と関連づけ及び範囲の設定	○課題を構造化し、課題どうしの関連づけを行い、課題の範囲を設定するのに必要な考え方や手法を理解している。
作業プロセスの調査	○作業プロセスを調査する方法を理解している。
リスクコントロールの評価	○リスクコントロールを評価する方法を理解している。
農業従事者との意見交換	○農業従事者との意見交換の際に持つべき心構えや、その際の方法について理解している。
IT 技術者との意見交換	○IT 技術者との意見交換の際に持つべき心構えや、その際の方法について理解している。

分野	コンサルティング
能力ユニット名	「農業における IT」の知見からの課題発見
概要	情報システムの調査・評価、農業における IT 活用の動向、関連するソリューションの動向、IT マネジメント体制の調査・評価を行い、専門家の視点からの問題提起を、農業従事者や IT 技術者に対して提示するために必要な知識や技術。

能力細目	職務遂行のための基準
最新ソリューション動向	○農業に関連した最新のソリューション動向に関する情報を調査・分析するために必要な考え方や手法を理解している。
IT マネジメント体制	○現行の IT マネジメント体制の調査や評価に必要な考え方や手法を理解している。
農業における IT の活用動向	○農業における IT の活用動向に関する情報を調査・分析するために必要な考え方や手法を理解している。
情報技術動向の調査	○情報技術の動向に関する調査に必要な考え方や手法を理解している。
作業プロセスを支援する情報システムの調査	○作業プロセスを支援する情報システムに関する調査に必要な考え方や手法を理解している。

分野	コンサルティング
能力ユニット名	解決の方向性の提言
概要	課題の解決の方向性を導出・検証し、費用対効果を算定し、実現するための戦略展開計画を策定して、農業従事者や IT 技術者に提示するために必要な知識や技術。

能力細目	職務遂行のための基準
課題の分析	○課題を分析するために必要な考え方や手法を理解している。
影響範囲分析	○課題によって影響を及ぼす範囲を分析するために必要な考え方や手法を理解している。
優先順位の仮説設定	○課題の解決に当たって優先順位を仮に設定するために必要な考え方や手法を理解している。
解決の方向性の導出	○課題解決の方向性を導出するために必要な考え方や手法を理解している。
解決の方向性の検証	○課題解決の方向性を検証するために必要な考え方や手法を理解している。
概算の投資対効果の見積もり	○概算の投資対効果を見積もるために必要な考え方や手法を理解している。
戦略的展開計画の立案	○課題解決を実現するための戦略的展開計画を立案するために必要な考え方や手法を理解している。

分野	コンサルティング
能力ユニット名	コンサルティングメソドロジの活用
概要	コンサルティングメソドロジを適用し、コンサルティングプロジェクトを実施するために必要な知識や技術。

能力細目	職務遂行のための基準
コンサルティングメソドロジの選択と活用	○プロジェクトに最適なコンサルティングメソドロジを選択し、活用するために必要な考え方や手法を理解している。
分析ツールとモデルの理解と活用	○プロジェクトを進める上で、分析ツールとモデルを理解し、活用するために必要な考え方や手法を理解している。

分野	コンサルティング
能力ユニット名	知的資産管理と活用
概要	知的資産のデータベース化、活用、維持、管理を行い、コンサルティングプロジェクトを効率的、高品質に実施するために必要な知識や技術。

能力細目	職務遂行のための基準
知的資産（事例、分析、提言テンプレート）の管理と活用	○プロジェクトを効率的、高品質に実施するために必要な知的資産を管理し、活用するために必要な考え方や手法を理解している。

分野	コンサルティング
能力ユニット名	プロジェクトマネジメント
概要	プロジェクト計画策定、計画実施、スコープ管理、品質管理を行い、コンサルティングプロジェクトを実施するために必要な知識や技術。

能力細目	職務遂行のための基準
プロジェクト統合マネジメント	○プロジェクト統合マネジメントに必要な考え方や手法を理解している。
プロジェクト・スコープ・マネジメント	○プロジェクト・スコープ・マネジメントに必要な考え方や手法を理解している。
プロジェクト・タイム・マネジメント	○プロジェクト・タイム・マネジメントに必要な考え方や手法を理解している。
プロジェクト・コスト・マネジメント	○プロジェクト・コスト・マネジメントに必要な考え方や手法を理解している。
プロジェクト品質マネジメント	○プロジェクト品質マネジメントに必要な考え方や手法を理解している。
プロジェクト人的資源マネジメント	○プロジェクト人的資源マネジメントに必要な考え方や手法を理解している。
プロジェクト・コミュニケーション・マネジメント	○プロジェクト・コミュニケーション・マネジメントに必要な考え方や手法を理解している。
プロジェクト・リスク・マネジメント	○プロジェクト・リスク・マネジメントに必要な考え方や手法を理解している。
プロジェクト調達マネジメント	○プロジェクト調達マネジメントに必要な考え方や手法を理解している。

分野	コンサルティング
能力ユニット名	リーダーシップ
概要	コンサルティングプロジェクトを実施する上で、自ら積極的に働きかけながら他のメンバを引っ張っていき、コンサルティングプロジェクトを実施するために必要な知識や技術。

能力細目	職務遂行のための基準
リーダーシップ	○自ら積極的に働きかけて他のメンバを引っ張っていくために必要な考え方を理解している。

分野	コンサルティング
能力ユニット名	コミュニケーション
概要	農業従事者や IT 技術者とプロジェクトに関する意思の疎通を図り、コミュニケーションを行うために必要な知識や技術。

能力細目	職務遂行のための基準
2Way コミュニケーション	○2Way コミュニケーションの考え方や手法を理解している。
情報伝達	○農業従事者や IT 技術者に情報を伝達するために必要な考え方や手法を理解している。
情報の整理・分析・検索	○伝達すべき情報を整理し、分析したり検索したりするために必要な考え方や手法を理解している。

分野	コンサルティング
能力ユニット名	ネゴシエーション
概要	農業従事者や IT 技術者とコミュニケーションを図り、プロジェクトに関するネゴシエーションを行うために必要な知識や技術。

能力細目	職務遂行のための基準
ネゴシエーション	○ネゴシエーションの考え方や手法を理解している。

分野	コンサルティング
能力ユニット名	農業の知見の活用
概要	農業に固有なスペシャリティ（全体構想、顧客マネジメント、サプライチェーンマネジメント、特定作業／制度）を活用し、現状分析報告、戦略展開計画の提言を農業従事者や IT 技術者に対して提示・提言するために必要な知識や技術。

能力細目	職務遂行のための基準
農業固有のスペシャリティ（全体構想、顧客マネジメント、サプライチェーンマネジメント、特定作業／制度）の知見	○農業固有のスペシャリティの知見を調査・分析して活用するために必要な考え方や手法を理解している。

分野	コンサルティング
能力ユニット名	放射性物質への対応
概要	農業分野において放射性物質に対応するために必要な知識や技術。

能力細目	職務遂行のための基準
放射線に関する 基礎知識	○放射線の種類や性質を理解している。
	○放射性物質の種類や性質を理解している。
	○日常にある放射線について理解している。
	○放射線に関わる事故の事例について理解している。
放射線の人体への影響	○放射線が人体に与える影響について理解している。
放射線の測定	○放射線の測定方法について理解している。
	○放射線の測定機器について、種類や線量測定の原理を理解している。
	○適切な機器を用いて放射線量を測定することができる。
関係者への対応	○放射性物質の除染方法を理解している。
	○放射性物質に関して、関係者への適切な対応を取ることができる。

分野	コンサルティング
能力ユニット名	大規模災害からの復興支援
概要	東日本大震災をはじめ、過去に生じた大規模災害を教訓とし、被災地における農業の復興を、ソフト・ハードの両面から支援するために必要な知識や技術。

能力細目	職務遂行のための基準
大規模災害からの復興事例	○過去に生じた大規模災害の事例に関する知識を持っている。
	○過去に生じた大規模災害から農業を復興させた事例に関する知識を持っている。
大規模災害からの復興支援	○大規模災害から農業を復興させる上での課題を抽出する手法を理解している。
	○大規模災害から農業を復興させる上での課題を解決する手法を理解している。
	○大規模災害から農業を復興させるために、地域の特殊性を考慮しながら適切な手法や技術の提案ができる。
	○災害を原因とした風評被害を解消させるために適切な手法や技術の提案ができる。

第2章 カリキュラム開発報告

開発した被災地向け農業 IT コンサルタントのスキルマップを基に、カリキュラムを開発した。カリキュラムは、スキルマップに沿って「農業分野」「IT 分野」「コンサルティング分野」のそれぞれを扱う講座からなる。授業時間数は、「農業分野」40 時間、「IT 分野」90 時間、「コンサルティング分野」110 時間で、合計 240 時間である。昨年度の事業成果である農業 IT コンサルタントのカリキュラムを参考に、大規模災害からの復興支援の部分である「放射線とその測定」「最新事例研究」を「コンサルティング分野」に新たに設けた。これらは、アンケート調査で明らかになった、被災地の農業従事者のニーズである「放射性物質の測定」「風評被害の解消」に対応する内容である。

また、講義、実習、フィールドワーク、ケーススタディ、e ラーニングを組み合わせ、各項目の教育効果が最大限高まるように工夫をしている。

(単位：時間)

講座	項目	講義	実習	フィールドワーク	ケーススタディ	eラーニング	合計
農業分野 (40 時間)	栽培の基礎	4		2		4	10
	農産物の加工	3				2	5
	農業経営	5				5	10
	農業と暮らし	3				2	5
	流通の仕組みとマーケティング	5		2		3	10
IT 分野 (90 時間)	アルゴリズムとプログラミング	7	2			6	15
	ソフトウェア	7	4			4	15
	ハードウェア	7	2			6	15
	ヒューマンインタフェース	5				5	10
	データベース	8	5			7	20
	ネットワーク	5	4			4	15
コンサルティング 分野 (110 時間)	ストラテジ	10			5	5	20
	マネジメント	10			5	5	20
	放射線とその測定	15	10	5			30
	最新事例研究	15		10	15		40
合計		109	27	19	25	58	240

図表 21 カリキュラム表

第3章 教材開発報告

3.1 教材開発の概要

本事業では、教育プログラムの中から中核に当たる「放射線とその測定」「最新事例研究」で用いる教材の一部を開発・導入した。具体的には、「植物工場モデルセル」「センシングシステム」「ガイガーカウンタキット」「フィールドパラメータネットワーク」である。また、受講者のスキルをチェックするためのツールとして、「農業 IT スキル確認テスト」も構築した。

3.2 植物工場モデルセル

本節では植物工場モデルセルの開発報告を行う。

3.2.1 植物工場の定義

植物工場には様々な形式があるが、農林水産省・経済産業省が2009年にまとめた「植物工場の事例集」では、その冒頭で次のように述べられている。

『植物工場は、施設内で植物の生育環境（光、温度、湿度、二酸化炭素濃度、養分、水分等）を制御して栽培を行う施設園芸のうち、環境及び生育のモニタリングを基礎として、高度な環境制御と生育予測を行うことにより、野菜等の植物の周年・計画生産が可能な栽培施設である。』

植物工場には、

- (1) 閉鎖環境で太陽光を使わずに環境を制御して周年・計画生産を行う「完全人工光型」
- (2) 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技術等により周年・計画生産を行う「太陽光利用型」（太陽光利用型のうち、特に人工光を利用するものについては「太陽光・人工光併用型」という）の2つがある。』

ここに掲げられている定義は、特に植物の生育上で不可欠な「光」をどのようにして与えるかにより大別されている。

また、いずれの型も「高度な環境制御と生育予測」を実現したシステムとしての植物工場を前提としているが、その設置や運用開始には多大な費用負担と時間が必要であり、また一度設置・運用を開始すれば、連続して制御システムを運用しながら、稼働率を上げて行かなければならない事は言うまでもない。

既に、被災地域の小中学校向けに植物工場ユニットが設置されているという報道もあり、今後ますます植物工場が身近な存在になっていくことが予想される。



富岡町小中学校に設置した1台目の「みらい畑」外観

図表 22 福島県内の学校に設置された植物工場

3.2.2 被災農業から見る植物工場

一方、大きく被災した農産地の立場から考えると、早急な農業の再開や、今後も長年にわたり影響が無視できない放射線などの影響と、それに起因する風評被害などで、細かな方向変換などの対応を余儀なくされる。このことを前提にすると、たとえ費用を工面できたとしても、立ち上げまでにかかる時間は、大きなロスにつながる。また、稼働後に生産対象をおいそれと変える事はなかなか難しく、同じものを同じような状況で育ててはいても、生育状態に変化が出て収穫の差が大きくなってしまいうこともあり得る。

植物工場は完全自動で環境制御などが行えるが、地域の季候や利用できる水などによって、あるいは空気なども考慮した自動制御パラメータも決定できて生産が軌道に乗るまでになるには、なかなか容易ではない。設備だけが整っても、すぐに軌道に乗る保証はないということである。

3.2.3 見方を変えた植物工場モデル

そこで本事業では、IT 技術者の立場から、これまでの定義にはこだわらない「植物工場モデル」を考えた。

特に、モデル設計には、次の点を配慮・検討した。

- ①. IT 専門の人材にも理解しやすい。
- ②. 農業従事者にも理解しやすい。
- ③. できるだけシンプル。
- ④. 仕組みに透明感があり、納得できる仕掛けである。

- ⑤. 身近に入手できるもので実験できる。
- ⑥. 結果がわかりやすい。
- ⑦. 新規性・斬新さ。
- ⑧. 超低コスト。
- ⑨. 一目見て誰でもやってみたくなる。
- ⑩. 軽くできてレイアウト変更が容易。
- ⑪. 生産対象の変更が容易。
- ⑫. 誰でも試せるような「コンパクト性」

3.2.4 植物を育てる方法

植物は、冒頭の定義にもある「光」以外に「水」「養分」「空気」「熱」「培地」などが必要である。この中で「水」は、成分が地域により異なるため、現地の水を使うには、水耕栽培などでも行われるように、液肥の成分バランスを考える施肥設計が重要である。また、水は他の要件と比較すれば特に重く、水耕栽培などでは容易にレイアウトを変更したりできない。

欧米では、水をあまり使わない、液体肥料の「噴霧」方式で野菜を栽培する「エアロポニックス栽培」で一定の成果が上がっているということがわかった。国内では、独立行政法人育苗管理センター⁷において「種苗生産（ばれいしょ）のコスト低減に係る技術の開発」等々の研究においてこの栽培法が試され、一定の優位性を持つことも明らかになっている報告がある。

本事業では、水の代わりに「霧」を使用した栽培方法を検討した。

国内のノズルメーカーが「均一粒子の霧」を発生させるノズルを開発し、その製品の応用で「霧」による植物の栽培システムを販売していることがわかった。野菜やイチゴなどの栽培実験も行われているが、数百万円という価格で、多くの農家が容易に導入できるものではない。

そこで本事業における開発に当たっては、「誰でも試せる」という要件も視野に入れ、「カプセル」＋「霧」を使った栽培方法を研究した。

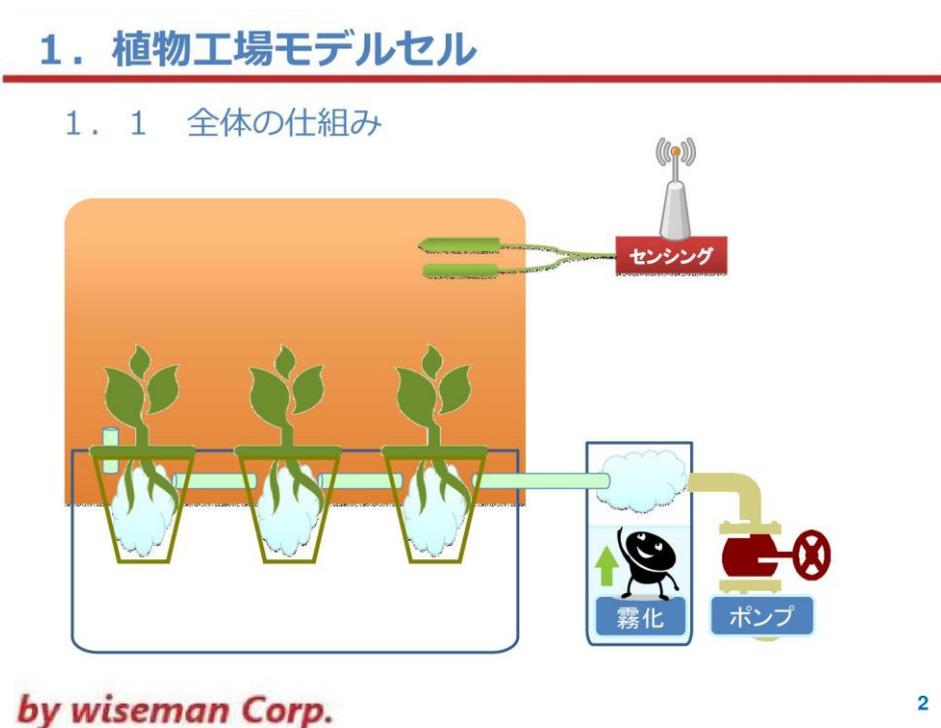
⁷ <http://www.ncss.go.jp/>

3.3 植物工場モデルセル

以下、開発した植物工場モデルセルについて報告する。

3.3.1 全体設計

前節の配慮・検討事項を踏まえ、設計した全体の仕組みが、次の図である。



2

図表 23 植物工場モデルセルの仕組み

植物工場モデルセルの構造は、大きく次の6つの部分に分かれる。

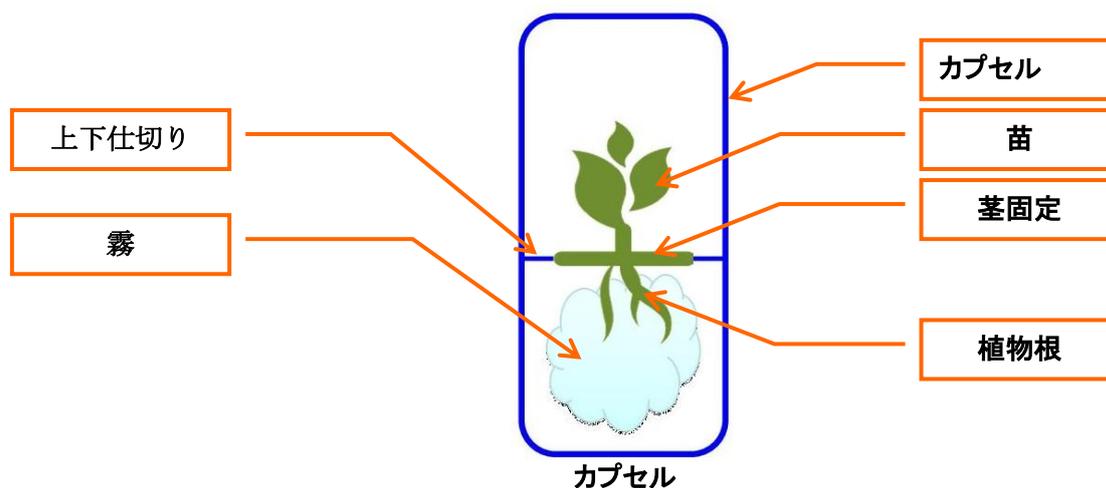
- ①. 育苗カプセル・・・直接植物を育てる部分
- ②. 霧搬送路・・・カプセル間を接続するパイプ
- ③. 生育室・・・カプセルを固定する部分
- ④. 霧発生装置・・・水から霧を作り出す部分
- ⑤. ポンプ・・・霧搬送システムの心臓部
- ⑥. センシング・・・温・湿度を測定し、無線でPCに送信

※センシングについては、次節で報告する。

以下、各部分について、開発・製作方法などについて述べる。

3.3.2 カプセル設計

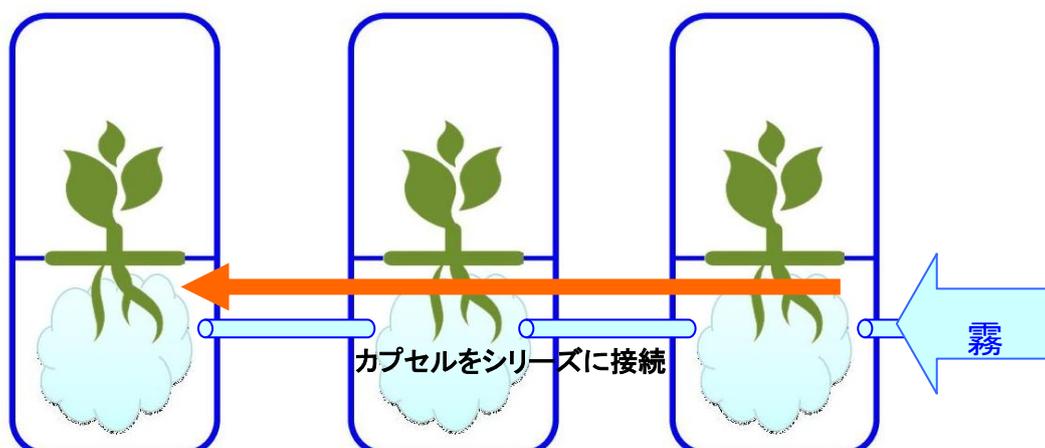
密閉されたカプセルに種子・苗を入れ、必要な管理を行えば、発芽・育苗・成長・収穫まで行える可能性があると考え、次のようなカプセルを考案した。



図表 24 カプセルの構造

このようなカプセルであれば、多くの苗を育てるためにたくさんの霧を発生させなくとも、植物の周辺環境にだけ霧を充填すればよいので、より効率的である。

このままでは、密閉されていて外部からの霧や空気や養分などの供給ができないので、このカプセルを複数繋いで順に霧が充填できるように設計した。



図表 25 複数カプセルをシリーズ（直列）接続する

最終端のカプセルは、他のものと同様に 2 つの穴を空け、前段カプセルから搬送されてくる空気を放出するようにすることも可能である。また、前段からの霧搬送を受ける口だけでも可能である。ただ、後に述べる搬送システムの流量が大きいと、カプセルの上下が外れる可能性がある。

カプセルの上下仕切りの部分、または、苗固定部分にスキマができて霧が漏れる可能性もあるが、葉や茎に霧が当たれば、水分が葉や茎の表面からも吸収されるので問題ないと考えた。肥料などが植物の根のほか、葉など植物体の表面からも吸収されることが早くから知られていて、葉面散布用肥料が正式に肥料として認められていることもあり、この方法は広く普及している。

本事業での開発のように霧による栽培では、根からだけでなく植物の表面全体からの吸収も利用した方が得策と考えた。

カプセル製作については、事前に身近な材料で数多くの実験を行った。以下、その様子を示す。



図表 26 カプセルから霧が漏れている様子

⁸ 鹿児島大学

<http://www.agri.kagoshima-u.ac.jp/kfruit/Resources/FoliarUptake.html>

わずかのスキマでも霧が漏れてしまう。途中で霧が漏れると、次のカプセルには到達できない。



図表 27 漏れのないカプセルの例

漏れのないカプセルを作ると、霧が一度カプセルに入った後、充填後に出口から突出する。これは、使い捨てのコーヒーカップに、総菜のカップを組み合わせた物を作り実験を行った。



図表 28 カプセルを複数接続した様子

3.3.3 カプセル材料の検討

身の回りで入手しやすく、かつ安価な材料で、水に強く加工が容易な材料を検討したところ、透明プラカップが入手も容易で、安価であり、加工性も抜群で水にも強いということで採用した。市販のものには豊富な種類があるが、適度な柔らかさがあり、苗を育てるのに丁度よい容量のものが 220ml のものであった。



図表 29 市販のプラカップ (220ml)

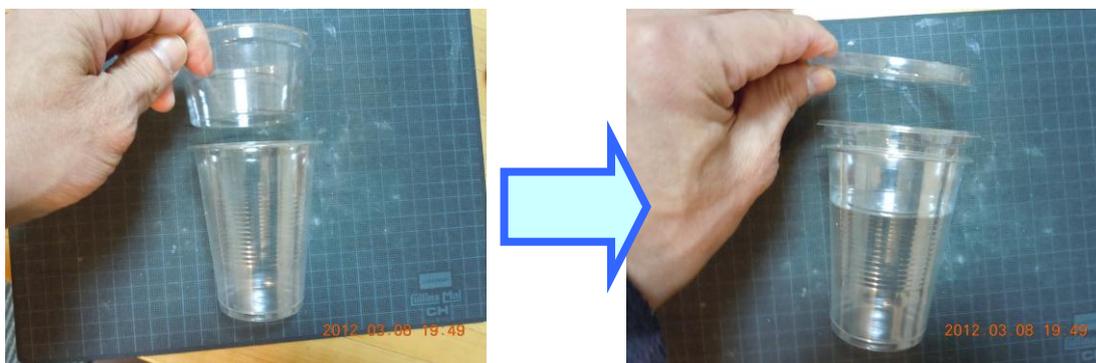
カプセルの上部も、同じカップをつないで製作する計画であったが、スキマができない

ようにつなぐことが難しく、別のものを探すことにした。その結果、同じ材質で、市販の弁当や総菜の入れ物として使われる小さなカップで、蓋のついたものが最適であるとわかった。



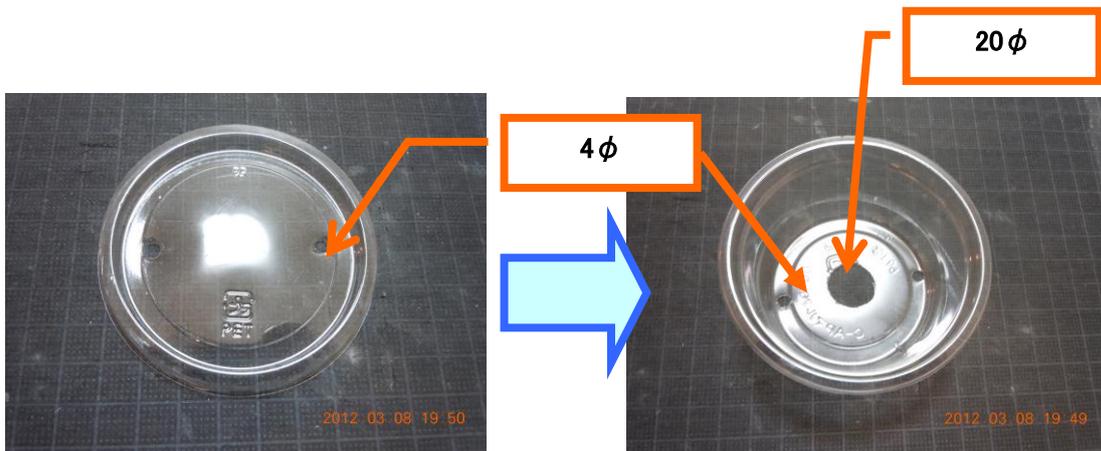
図表 30 市販のプラカップ（カプセル上部）

この2つのカップを重ねることで、根の部分に霧を触れさせる部分ができあがる。



図表 31 プラカップを重ねる

カプセルの上部には穴を空け、他のカプセルから霧を受けるパイプを繋ぐ。また、上部カプセルの底部中央にも穴を空け、発芽してある程度育った苗を挟み込めるようにする。



図表 32 上部プラカップに穴開け加工

この穴空け加工はなかなか難しい作業である。最初に、穴を空ける部分にマジックで円形の目印を描いておいて、カッティングマットの上で丁寧に作業する。カッターナイフの刃先で目印に沿って一度切り取り線を作る要領で、1mm おき程度にカットして、その後で本格的に切り取る。完全な円形でなくても構わないが、その際は小さめの穴にしないと、せっかく作る霧が漏れてしまう。

作業には刃先のとがったカッターナイフを準備した。反対側の握りの部分は、小さく空けた穴を少しきつめに広げるのに重宝する。



図表 33 クラフト用カッターナイフ

また、レザークラフト用の穴空けポンチは、1度で綺麗に穴が空くので、大量に加工する際は便利である。使用するストローの径より若干小さ目のものを準備する必要がある。



図表 34 レザークラフト用ポンチ

ハンドル付きのポンチは、先述のカップの蓋部分のように、平たい物なら便利であるが、カップの底の穴空けには不便である。またこのような形の工具で、径の大きな物は見当たらなかった。

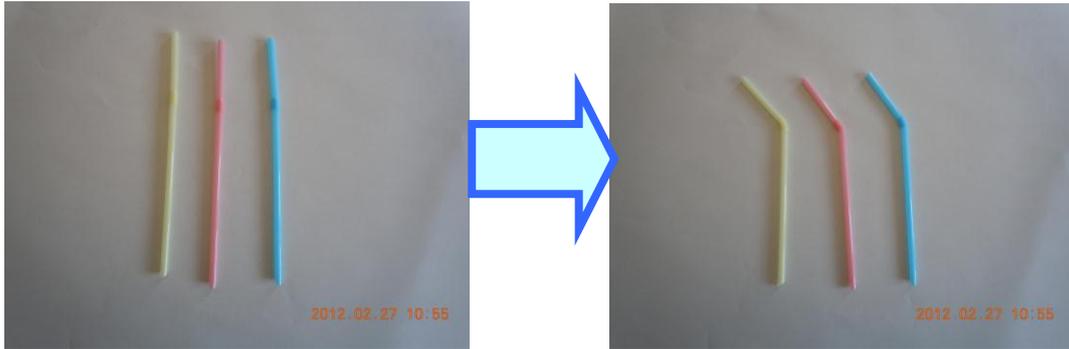


図表 35 ハンドル付ポンチ

3.3.4 パイプの材料（カプセル部分）

カプセル間を接続するために、パイプもカプセルと同様に容易に入手できて、安価な材料を検討した。カプセル部分の穴を貫通する物は、上下のカップを貫通するので、堅い材料である必要がある。それに対してカプセル間を接続するものは、柔らかい材料がよいと考えられる。

容易に入手できるもので適当な材料として、ストローがある。これはホームセンターや百元均一ショップ、コンビニエンスストアで容易に手に入り、安価である。一般に市販されている物は 6φと 4φの 2 種類の径があるが、4φのもので、しかも自由に曲げられる蛇腹がついているものが向いている。



図表 36 ストロー (4φ)

先述のカプセルに空ける穴は、このストローの径に合わせたものである。ストローの先が斜めにカットされているものが、最も適している。

上部カップを組み合わせ、ストローを差し込む。



図表 37 上部カップにストローを差し込む



図表 38 下部カプセルと組み合わせる

カップにストローを通したり、蓋をしたり、下部カップと組み合わせたりする際には、カップがへこんでしまうことがないように注意する。少しでもへこみやシワができると、組み合わせた際にスキマができて、霧が漏れてしまう。カップは消耗品の類であるが、大切にすれば長く使える。

3.3.5 パイプの材料（カプセル間）

ポンプ～霧発生装置～カプセル間を接続する部分は、農業資材として流通しているシリコンチューブが径も選べてよさそうであったが、価格が高いため、観賞魚飼育用のエアチューブを利用した。他にも、観賞魚飼育資材を利用することとしたので、チューブの径がぴったりと合い、もれなく霧搬送ができるような組合せになった。

ストローは、観賞魚飼育用エアチューブ内径と同じものを探した。



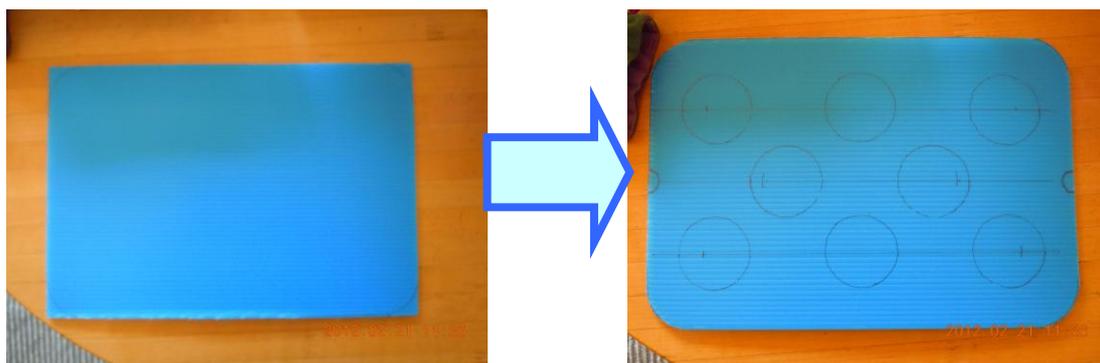
図表 39 観賞魚用エアチューブ

これを必要な長さにハサミでカットして使用する。

3.3.6 カプセル固定パネル

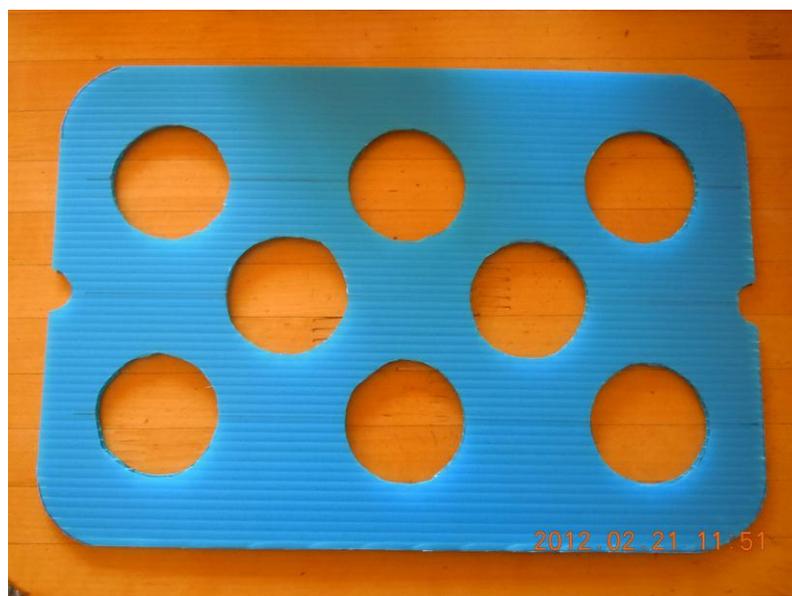
カプセルは軽いのでそのままでは倒れてしまい、取り扱いが面倒である。そこで、生育室にカプセルを固定するためのパネルを作った。

これもホームセンターなどで容易に入手できる「プラダン」という、樹脂製の段ボール素材である。1枚が1畳ほどの大きさであるので、これをハサミで切り離し、必要な外形サイズとする。

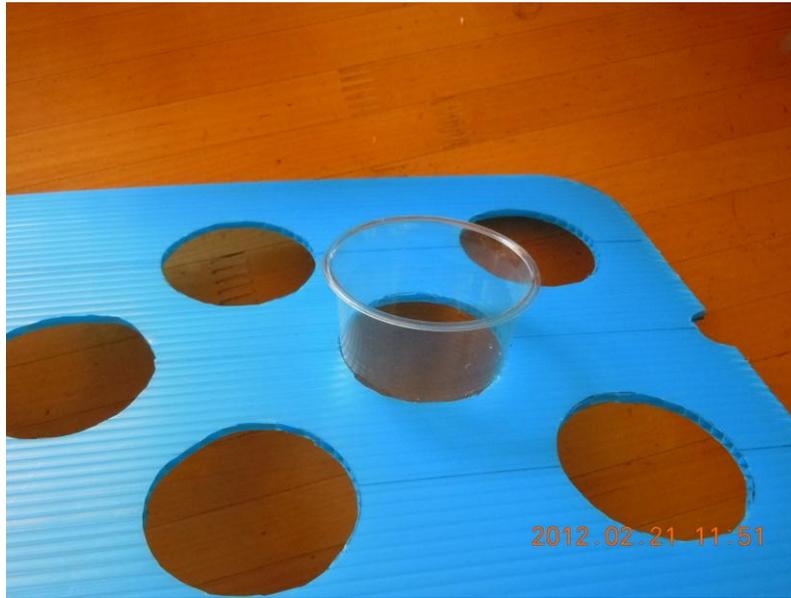


図表 40 プラダンの加工 パネルの切り出し

切り出したパネルの表面に、予めカプセルを固定する穴用の円とコーナー部分を描き、カットの目印とする。



図表 41 加工完了した固定パネル



図表 42 カップを固定した様子

なお、パネル両側の切り込みは、指をかけるための部分になる。

今回は、生育室に市販の 40 型プランターを使用した。プランターには、上部に段差がついており、その部分に引っかけてパネルを固定する。



図表 43 パネルを固定する



図表 44 生育室に使用したプランター



図表 45 カプセルを固定した様子

カプセルを配置して、パイプで接続する。



図表 46 ストロー間をパイプで接続する

3.3.7 生育室全体

生育室は、軽くて持ち運びが容易なものとして、前節写真で示したプランター(40 型)を用いた。このプランターは、多目的用途のために外周に穴があり、支柱を立てられるようになっている。

これで支柱を立て、透明ビニールをかぶせるとビニールハウスのミニチュア版になり、これが植物生育室となる。サイズは、高：530×幅：400×奥行：300 (mm)である。



図表 47 植物生育室

園芸用品は様々なものが市販されていて、大きなものも選べるが、後に述べる霧発生器の能力との関係があるので、今回は実験により大きさを決定した。

3.3.8 霧発生装置

霧発生装置は、2つの部分に分かれる。

- ①. 超音波霧化器・・・一般に市販されている加湿器の霧化部分
 - ②. 霧発生容器・・・水を入れ霧化空間が適当に取れる容器
- ※容器は密閉できる必要がある。

霧発生には、ノズルによるものと超音波によるものがある。今回は霧化量：300ml/hのスペックのものを採用した。

国内メーカーが、大きさが均一である水粒子の「ドライフォグ」という霧を発生させるノズルを開発している。本事業でも当初はこのノズルを用いることを考えた。ところが、「大きさが均一な水粒子」である事の必要性が見出せず、また導入費用の面を勘案して、容易に実験できる超音波霧化器を用いることにした。

下記写真の白い円形の部分に超音波振動子が入っていて、このユニット自体を水中に沈めて用いる。水中では、超音波振動がユニットの上部に垂直に伝わるので、水柱ができる。この水柱には、大変大きなエネルギーが伝わっているので、手などを触れることのないように注意が必要である。また、写真の上部にある黒いバーには、水位センサが入っている。水位が一定量以下に下がると超音波振動が止まる仕組みとなっている。



図表 48 超音波霧化器

霧化器にはスイッチはなく、電源を接続すると発振を始めるので、大もとにスイッチ付の配線を行う必要がある。

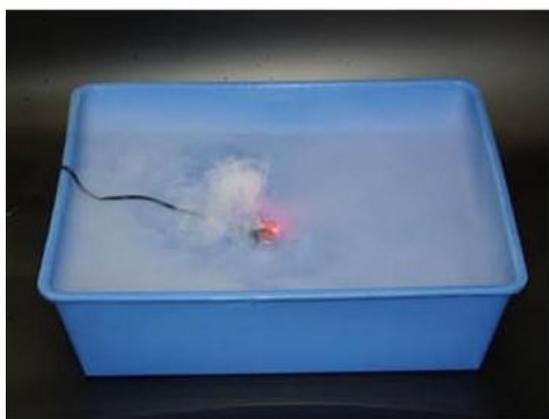
全体のカプセル数を増やして、時間当たりの霧化量がより多く必要になった場合は、この霧化器を複数使用する。あるいは、超音波振動子が複数入っている大きなユニットも入手できる。

ただ、霧化量の大きなユニットは電源が付属しないので、24V の交流電源を別途準備する必要がある。単体のユニットを複数使う方が、霧化量の調整が容易である。

超音波振動子は消耗品である。一定時間連続発振すると、振動子がすり減って霧化効率が低下する。仕様では、連続 3,000 時間(=125 日)で振動子交換が目安となっているが、間欠動作させると 1 年以上は保つと考えて、今回採用した。振動子交換もユーザ側で可能で、保守性も問題ないと考えている。



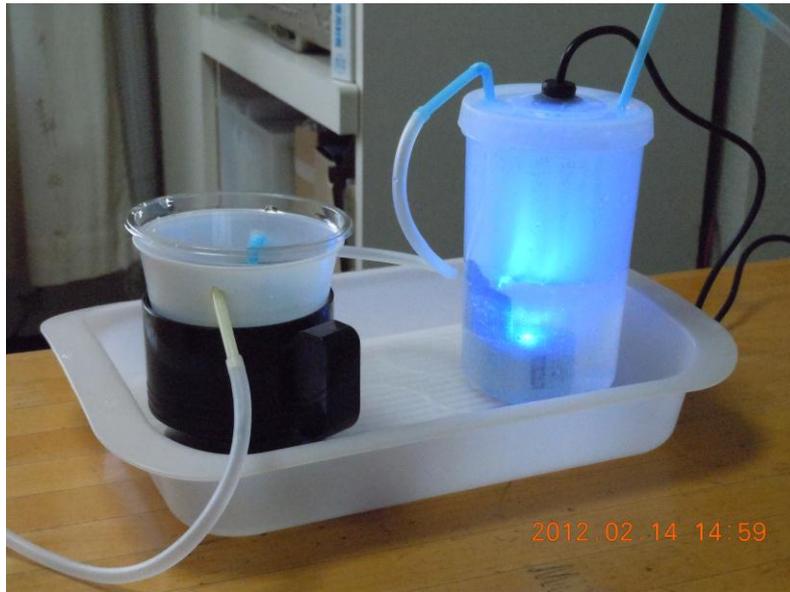
②付属のACアダプタを
コンセントにさすと
すぐに霧が発生しはじめ
ます。



③どンドン霧が発生して
このような状態になります。

※発生した霧は下にさが
る性質がありますので、
霧を拡散させたい場合は
ファンなどで送風してくだ
さい。

図表 49 霧化の様子



図表 50 霧化実験の様子

霧化容器は、密閉できる容器で、水を適当な量入れても霧化空間が保てるものを探し、筒型タッパー容器を用いて作成した。

カプセルの実験製作を行い、霧化のテストを始めた際の写真を示す。カプセルにも霧が充填できたのだが、タッパー容器は完全密閉ではないようである。時間が経過すると、タッパーの蓋と本体のスキマ部分から水が漏れてきてしまい、トレイに乗せて使うこととした。

講座で使用する際は、このように水が漏れ出すと養分溶液を霧化させた場合大きなロスになり、衛生的にもよくないので、さらに材料を検討し、ゴムパッキン付きの密閉容器を採用することとした。



図表 51 複数のカプセルによる霧化実験の様子



図表 52 ゴムパッキン付きの密閉容器

3.3.9 霧発生容器の加工

容器の蓋を加工する。



図表 53 蓋に目印をつけ穴を空ける

蓋に目印をつけ、ドリル・リーマーなどで、穴を空ける。中央の穴には、超音波霧化器の電源ケーブルを通してゴムパッキンで密閉するので、ゴムパッキンの大きさを測り、少しきつめにする。

ドリルやリーマーで穴を広げるとバリが出る。バリがあると部品が密着しないので、カッターナイフなどで、丁寧に取り除きながら、穴の径を慎重に広げる。



図表 54 樹脂部品に穴を空けるとバリが出る



図表 55 バリを丁寧に取る



図表 56 リーマーで穴を広げる



図表 57 穴径の測定

穴の加工は、目安で行うときちんと合わないので、必ずノギスなどで測定をしながら行う。

ジョイント部の穴の加工ができれば、ジョイントをまずねじ込んで、びたりとはまることを確認して接着する。

色々な材質のものを接着する接着剤が市販されているが、なかなか用途に合うものを探すのは難しい。今回のものはシール剤としての接着となった。



図表 58 ジョイント

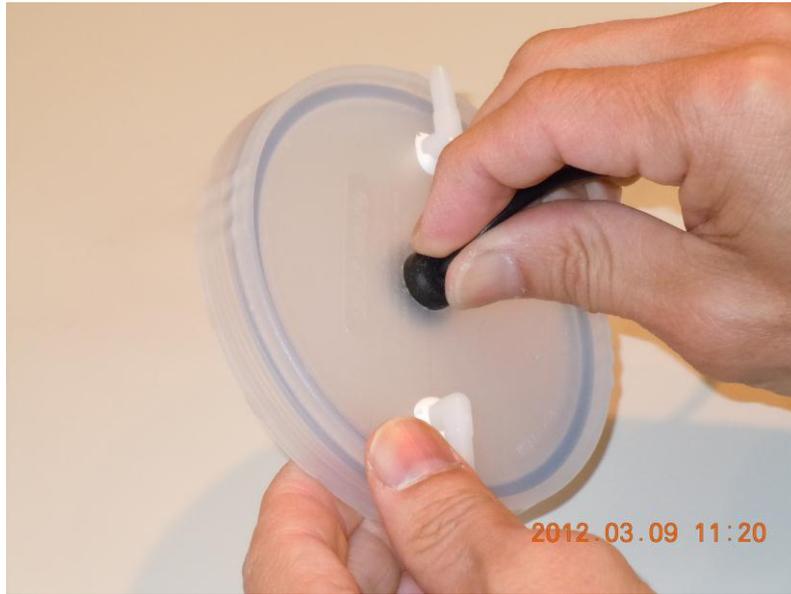


図表 59 ジョイントの接着

ジョイントは手に引っかかり易いので、蓋の開け閉め時には注意して取り扱う。十分に接着剤が固まったら、超音波霧化器と組み合わせる。超音波霧化器は、容器の中に入るようにコネクタを通す。



図表 60 霧化器のコネクタを通す



図表 61 ゴムパッキンを引き出す



図表 62 容器の蓋を閉める



図表 63 霧発生装置完成

3.3.10 ポンプ

ポンプは、霧化した霧を霧化容器からカプセルに追い出す「霧搬送システム」の要である。



図表 64 エアポンプ

仕様は様々であるが、観賞魚飼育用のエアポンプで、流量：2L/min のものを利用した。

音は大変静かで、これもホームセンターなどで安価に入手できる。

霧の流量が不足する場合は、大きな流量のポンプ、または、コンプレッサを使う事が考えられるが、その際には次の点に注意するとよい。

- ①. 霧化容器の容量
- ②. チューブとストローの径

流量が大きくなると圧力が増して、チューブの径が小さいとカプセルからの漏れが多発する。径を大きくする際は、農業資材のシリコンチューブアッセンブリーを使う。

3.3.11 ポンプと霧発生装置の接続・テスト

エアチューブでポンプと霧発生装置のジョイントを接続する。



図表 65 エアポンプ側



図表 66 霧化容器側（蓋を外す必要はない）

接続できたら、容器に水を入れ、しっかりと蓋を閉めてポンプと超音波霧化器の電源を投入する。



図表 67 霧搬送システムの動作テスト

まず、霧化容器内に霧が発生して溜まり、それがポンプの力で反対側のジョイントから突出する。漏れがあるかないかは、背景が黒いところで見るとよくわかる。

カプセル全体を接続したら、同様に、ポンプと超音波霧化器の電源を投入する。霧発生

器から最初のカプセルに霧が溜まり、しばらくすると次々にカプセル内部が曇っていく。最後のカプセルから外に霧が出てきたら、テスト成功である。最後のカプセルに出口を付けていない場合は、カプセルの蓋を取って確認する。

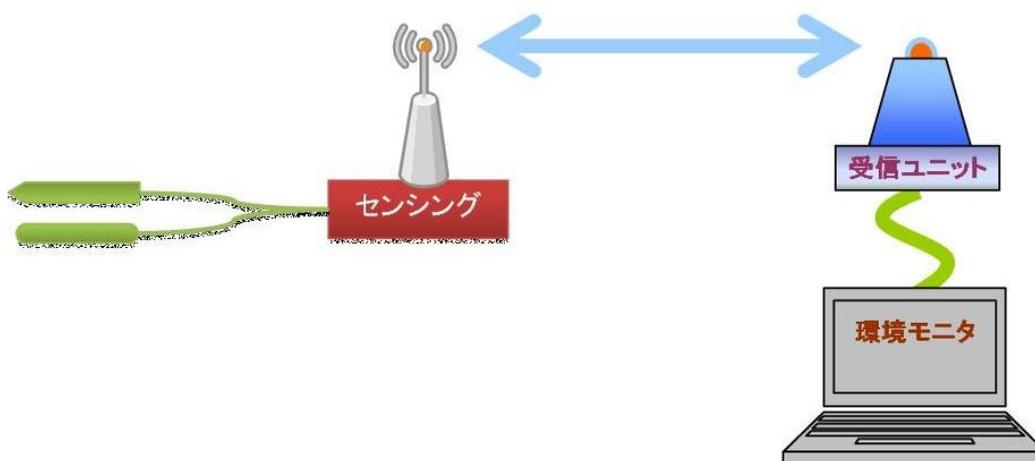
3.4 センシングとモニタ

植物工場で使われるセンシングについては、多くの種類の環境計測センサを使う事になるが、本事業ではつぎの5点を考慮して、研究・開発を行った。

- ①. IT 関連専門学校での授業で利用できる
- ②. 一般の農業家でも短期間の講習で製作ができる
- ③. 製作に当たり特別な道具を使わない（準備は別途）
- ④. 先進性・斬新さがあるシステム
- ⑤. 材料・開発環境が単純で費用がかからないこと

3.4.1 システム概要

この研究では「植物工場モデルセル」の内部環境（植物生育室）で使えて、PCでモニタできるシステムを考えた。



図表 68 センシングシステムの概要

設計仕様としては、次のようなものである。

- ◇ 計測する環境パラメータは、基本的な項目として、温度、湿度を計測することとする。
- ◇ 計測したデータは、無線でPCに送りモニタリングできるようにする。
- ◇ PC側では、専用プログラムを使わなくてもモニタリングできるようにする。
- ◇ センサ側は、電池駆動が可能なシステムとする。

3.4.2 マイコン

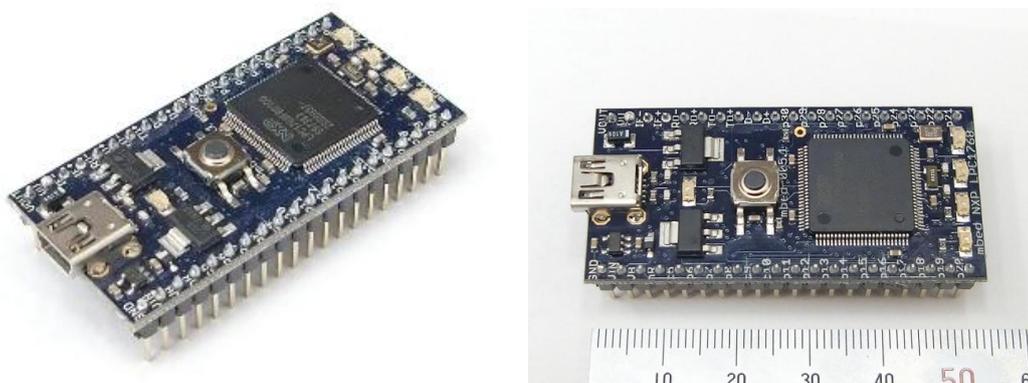
計測にはマイコンが必要である。この研究では、配線がブレッドボード⁹で対応できる

⁹半田付けの必要がない汎用電子回路基板で、ジャンパー線を手で差し込み配線する。

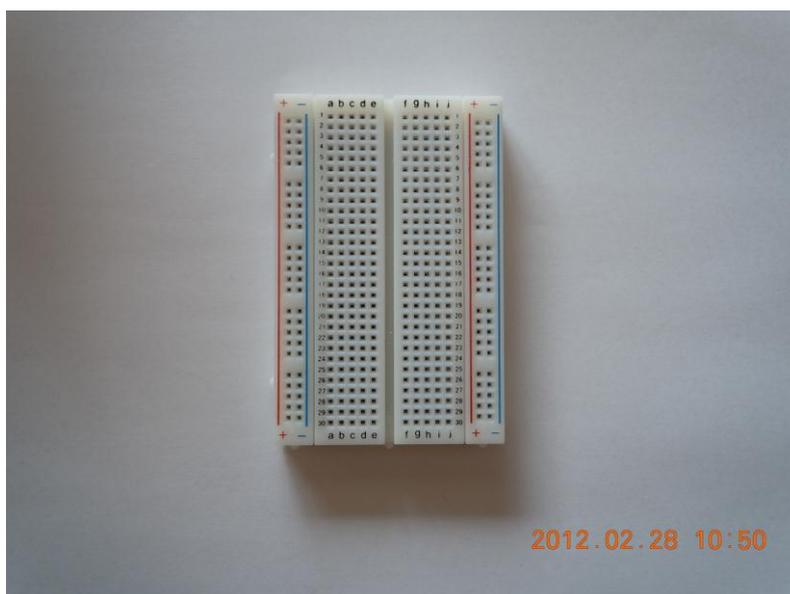
mbed マイコンを使うことにする。

このマイコンは、**Rapid Prototyping Tool** (手っ取り早く試作できるツール)というコンセプトで生まれたマイコンである。そのため、マイコンに周辺回路がある程度付属している状態で提供される。通常は、マイコンチップ単体での提供になるが、小さな基板に必要な回路がすでに載せられ、半田付けも不要な状態で提供される。

通常電源は、DC5V や DC3.3V のレギュレータ IC を使用して付加するが、この基板は、USB から電源を取れるようになっていて、開発中は電源の心配はらない。写真のように最初からピンヘッダがついているので、周辺 IC やセンサ類を接続するにも、ブレッドボードを使って、楽に配線ができる。



図表 69 mbed マイコン基板

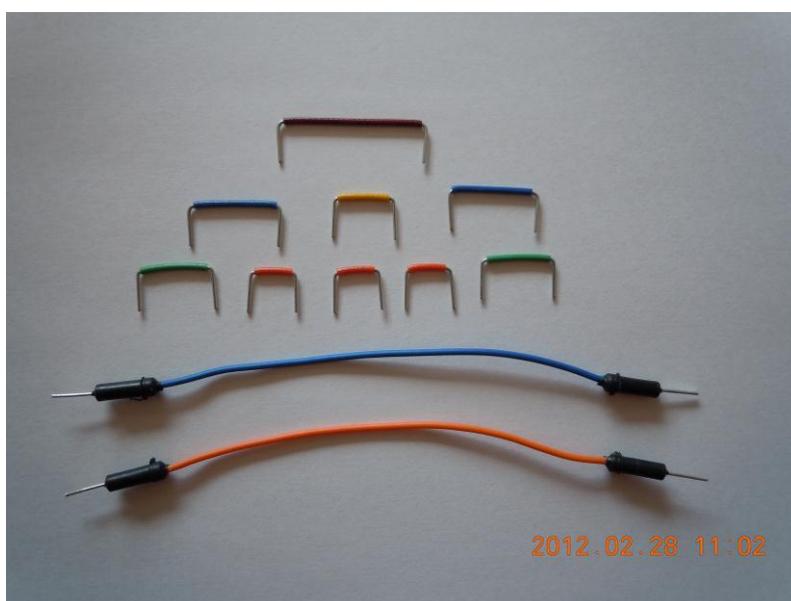


図表 70 ブレッドボード

配線は、写真に示すジャンパワイヤをブレッドボードの穴に差し込むことで行う。



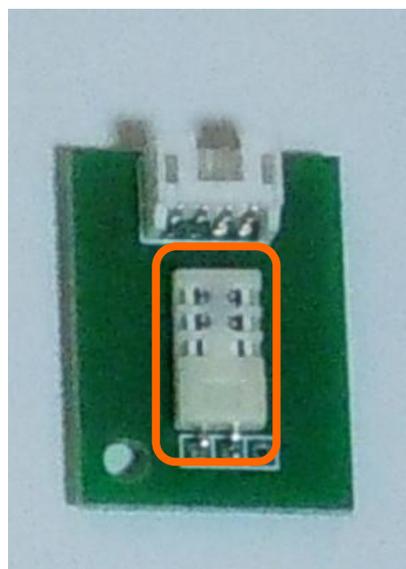
図表 71 配線用ジャンパワイヤセット



図表 72 ジャンパワイヤ

3.4.3 センサ

センサは、温度と湿度を計測するので2つ必要であるが、この研究では配線の数を減らすために、小さな基板の両面に2種類のセンサがついているものを用いた。



図表 73 HSM-20G センサ基板

写真の基板上の下部にあるものが湿度センサである。温度センサは裏側にある。

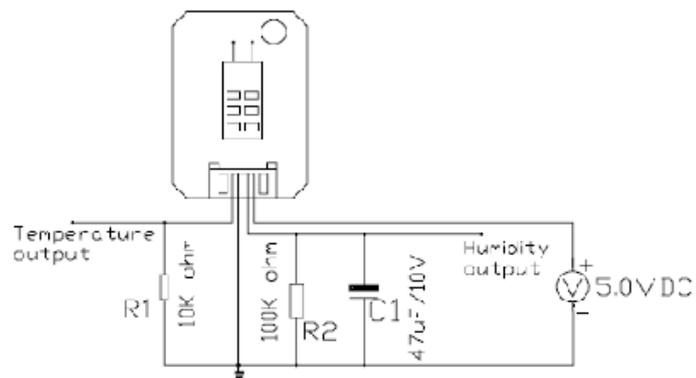


図表 74 センサ基板とコネクタケーブル

この基板でセンサ自体の配線は簡単になるが、さらに周辺回路が必要なので、IT系専門学校などで授業に利用する際は多少準備が必要になる。もちろん、一般の農業従事者向け

の講座も同様である。

周辺回路は、センサのデータシートに記載の推奨回路を示す。

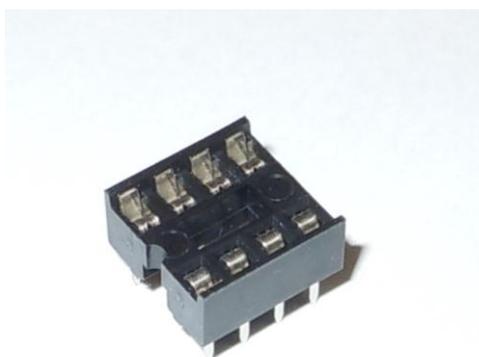


図表 75 センサ回路

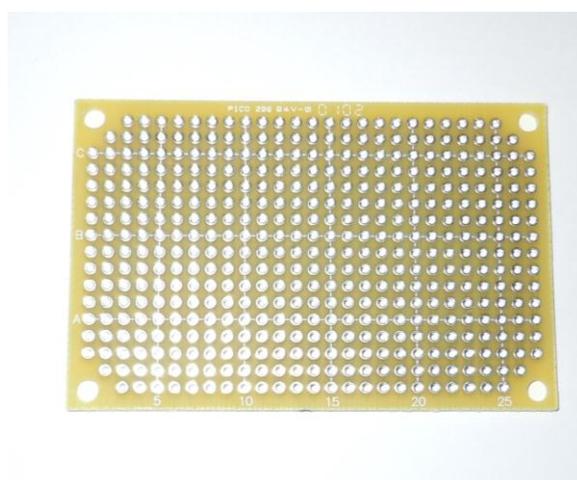
この回路とセンサを組んでブレッドボード対応にするには、次のようなパーツを使う。



図表 76 抵抗と電解コンデンサ



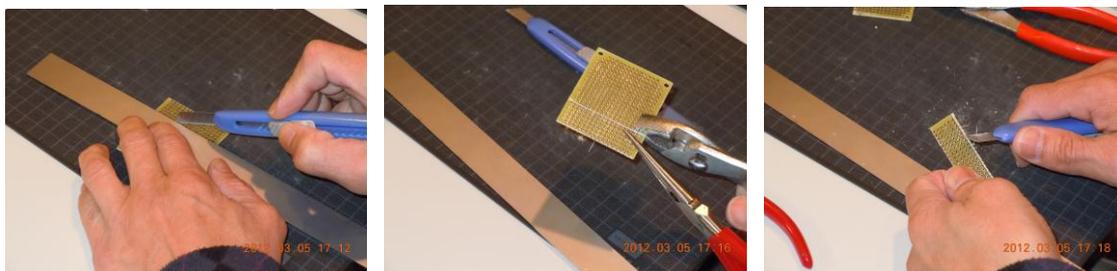
図表 77 8pin ソケット



図表 78 汎用基板

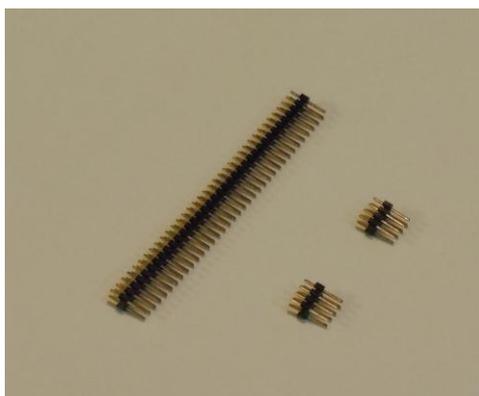
3.4.4 センサ基板の準備作成

先述の部品から小さな基板を切り出し、推奨の周辺回路をハンダ付けして、ブレッドボードに挿せるように準備する。

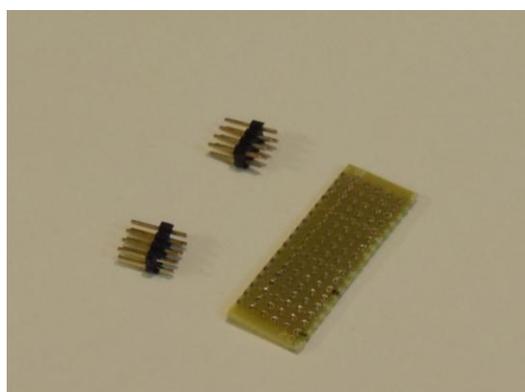


図表 79 基板の切り出しと成型

次に、pin ヘッダを切り出して準備した部品を並べる。



図表 80 pin ヘッダの切り出し



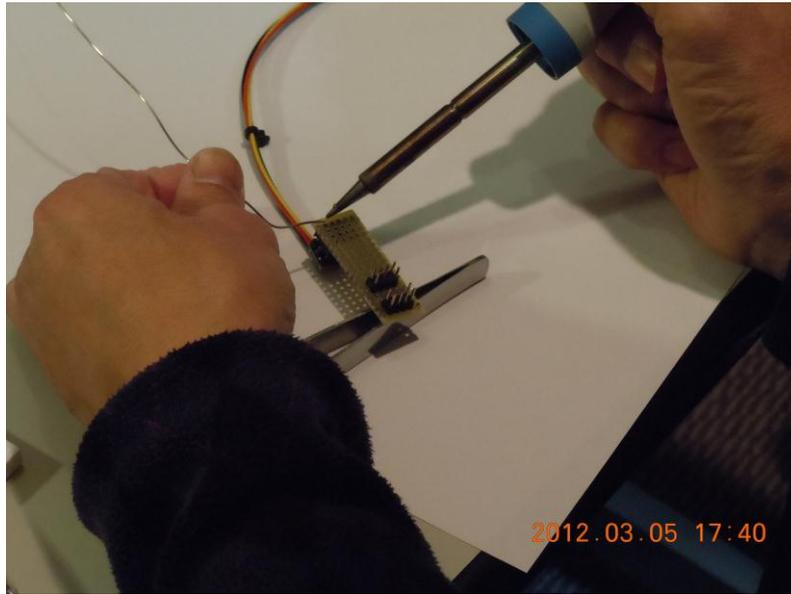
図表 81 pin ヘッダと基板



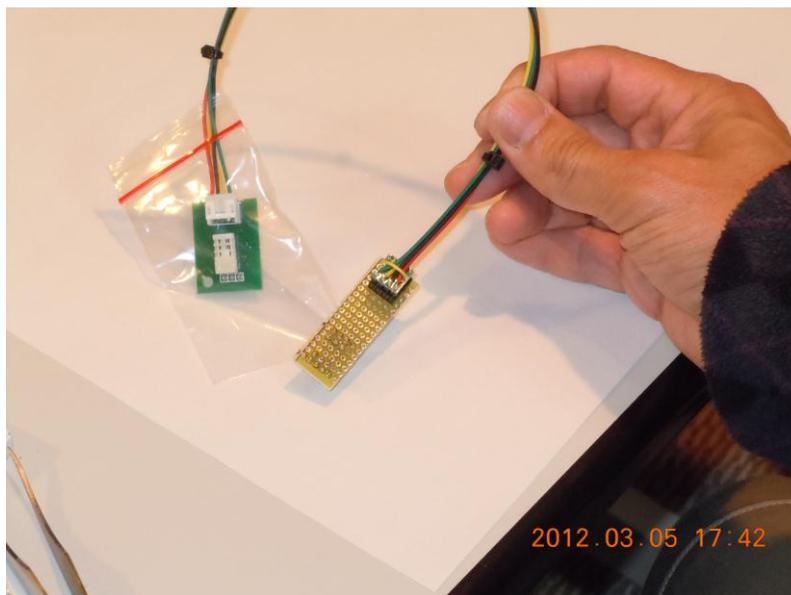
図表 82 パーツの配置



図表 83 半田付け



図表 84 半田付け

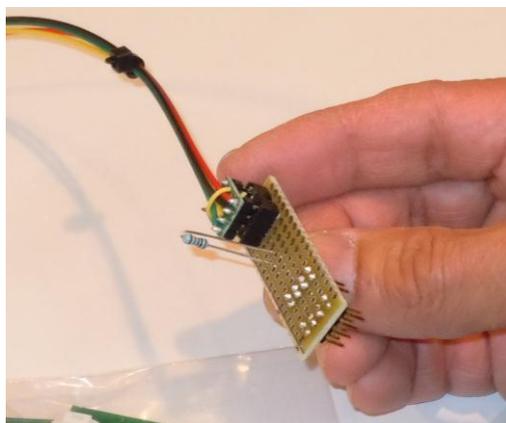


図表 85 半分完成

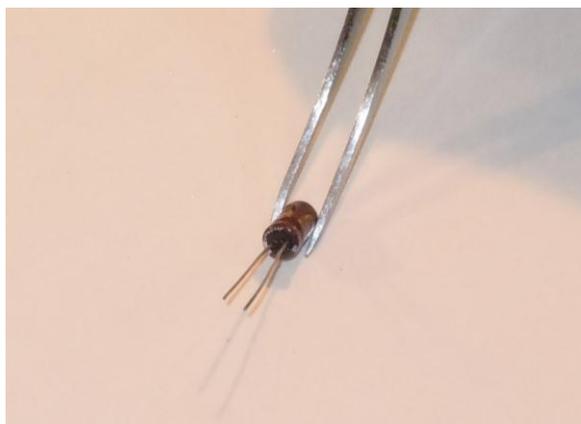
さらに、推奨回路を基板上に組む。

- ①抵抗の取付け
- ②電解コンデンサの取付け
- ③配線材の切り出し
- ④半田メッキ
- ⑤半田付け

等を行い、ブレッドボード対応のセンサ基板が準備できる。



図表 86 抵抗の配置



図表 87 電解コンデンサ配置



図表 88 配線切り出し



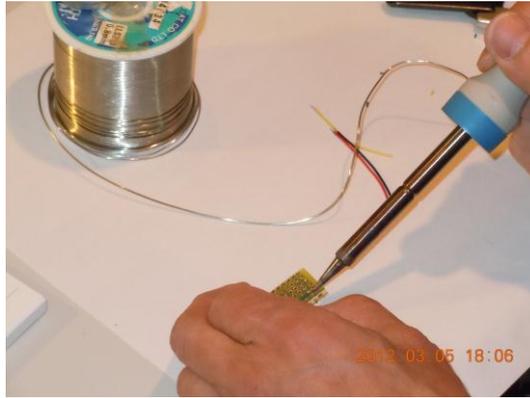
図表 89 配線材皮むき



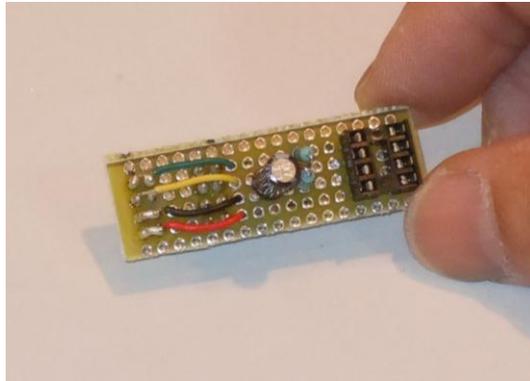
図表 90 先端半田メッキ



図表 91 配線計画



图表 92 半田付け



图表 93 完成

3.4.5 先進の技術「XBee 無線モジュール」の準備

本事業では、計測した環境データを無線で離れた PC に送り、モニタリングすることとした。無線は、mbed マイコンでも取り扱え、PC にも対応できる XBee 無線モジュールを使うことにした。手配線でも作れる無線ユニットという、新規性がある。

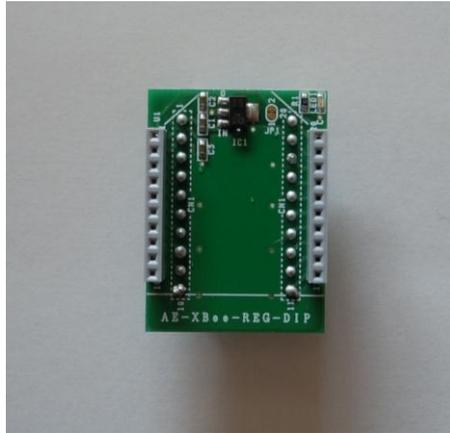
XBee 無線モジュールは、出力 10mW で、屋内 60m、屋外 1500m の到達距離があるので、植物工場モデルセルの環境計測には最適な無線モジュールである。



図表 94 XBee 無線モジュール

電源は、ブレッドボード経由で mbed マイコンから供給させるようにするので、単独の電源を心配する必要はない。

ただし、このモジュールは、pin のピッチが狭いため、ブレッドボードにはそのままでは差し込めない。そこで、ピッチ変換を行う基板を準備することになる。

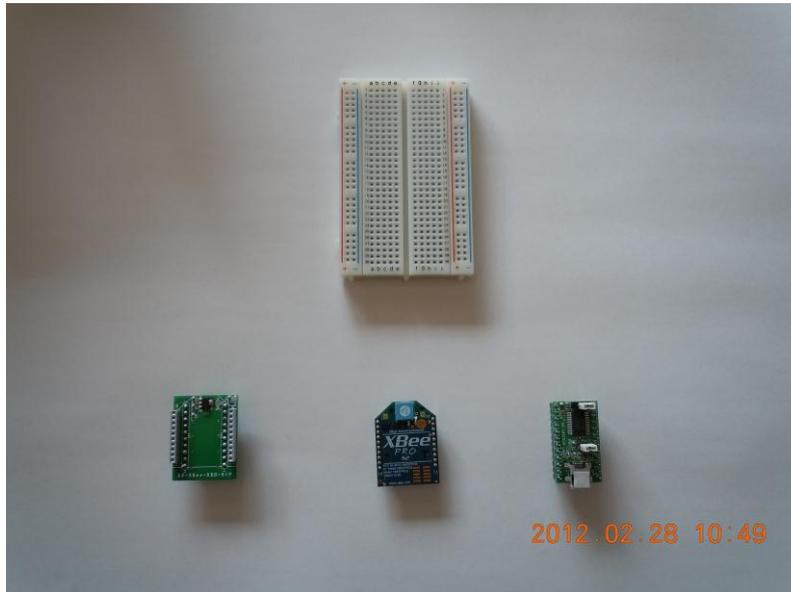


図表 95 XBee 用ピッチ変換基板

この変換基板は電源用 IC も搭載しているが、基板両サイドの表・裏 4 箇所付属の pin ヘッダを半田付けしておく必要がある。送信と受信で 2 組必要になる。

XBee モジュールは、使用前に内部の設定を専用プログラム(X-CTU)で行い、マイコンが特に初期化をしなくても使用することができるようになっている。そのために、PC のシリアル通信にも使うことができるので、今回は受信側 PC のシリアル通信端(USB による仮想シリアル通信)にも利用する。

まず始めに、XBee モジュールを PC に接続して初期設定をするために、USB シリアル変換モジュール・ピッチ変換基板・XBee モジュール・ブレッドボードを各々 2 組準備する。



図表 96 XBee 設定用電子パーツ

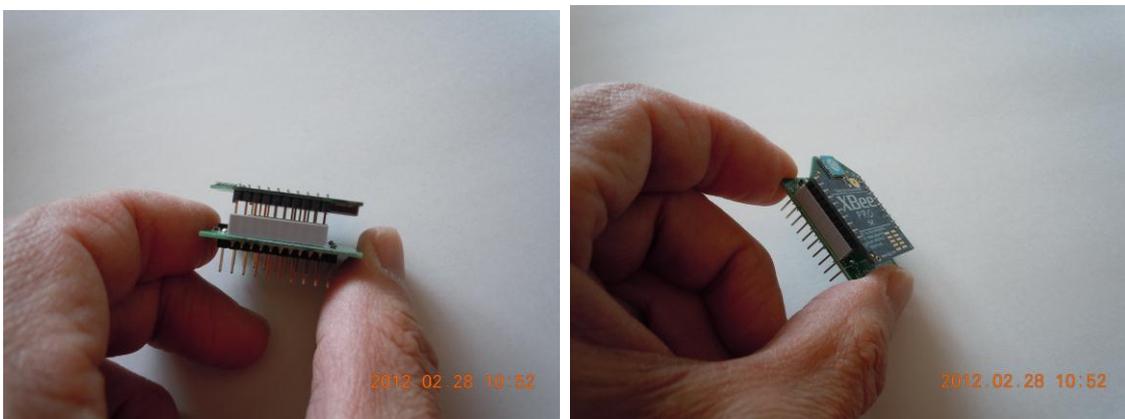
写真上段：ブレッドボード

写真下段 左：ピッチ変換基板 中央：XBee モジュール 右：USB シリアル変換基板

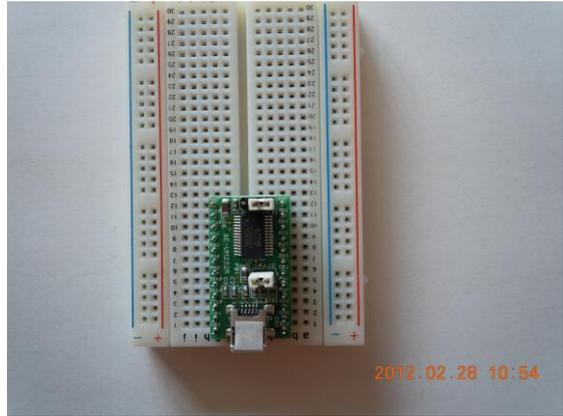
以下、手順を示す。

- ①. XBee モジュールをピッチ変換基板の表側 pin ヘッドに差し込む。
- ②. 同様に USB シリアル変換モジュールをブレッドボードに差し込む。
- ③. 同様に XBee モジュールとピッチ変換基板をブレッドボードに差し込む。
- ④. ジャンパー線で配線をする。

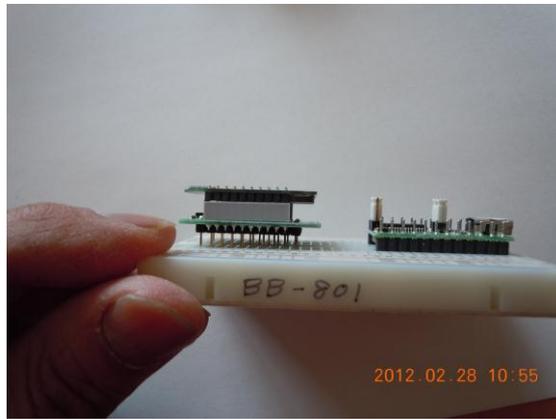
※配線の全体は、最後の写真を参照されたい。



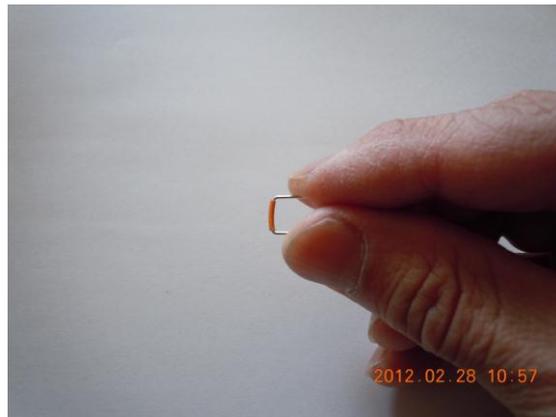
図表 97 手順①



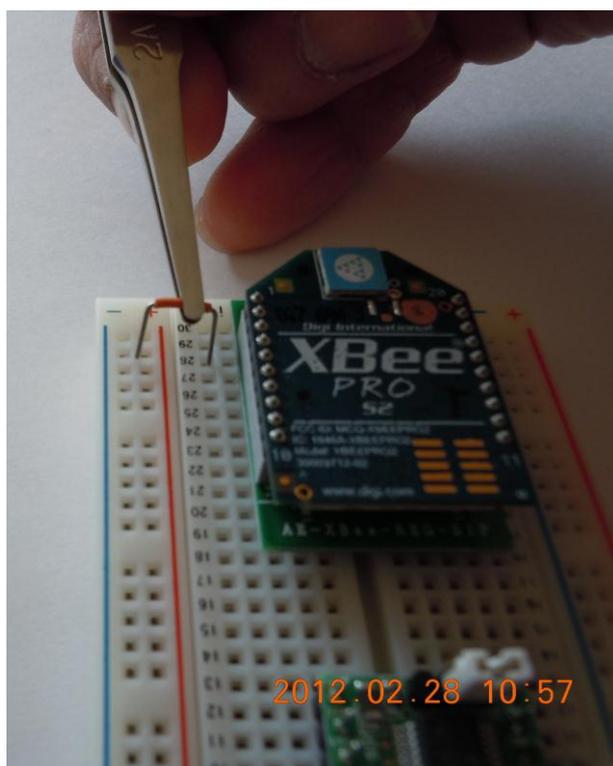
图表 98 手順②



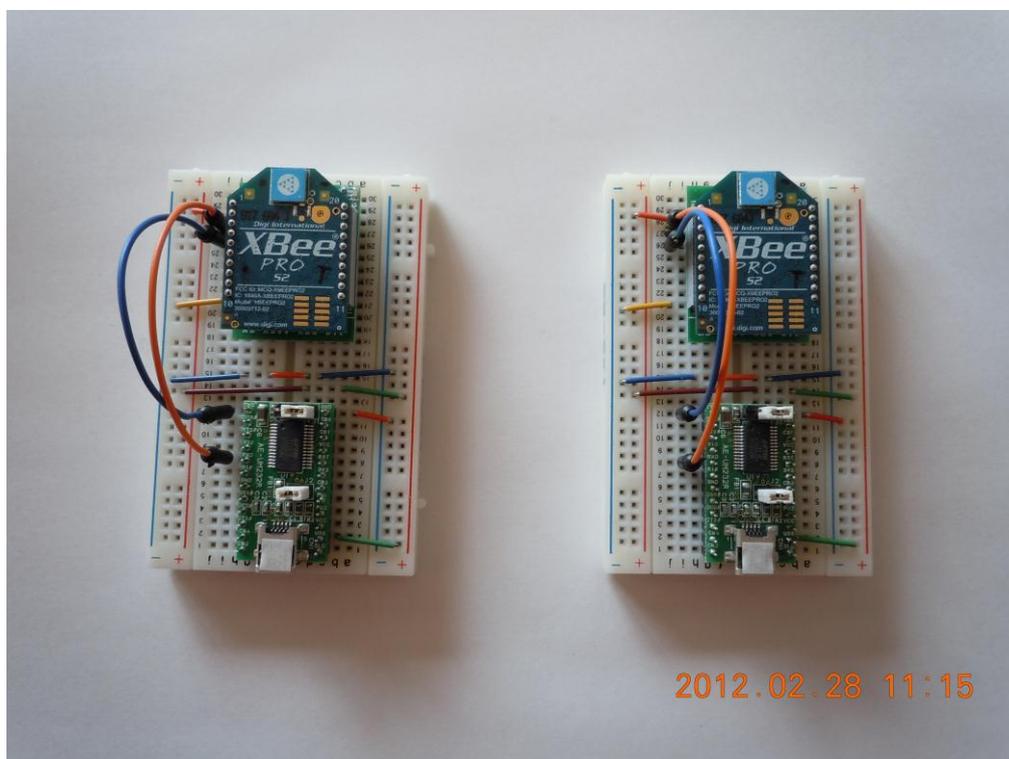
图表 99 手順③



图表 100 手順④



図表 101 手順④ ジャンパー線で配線



図表 102 配線の様子

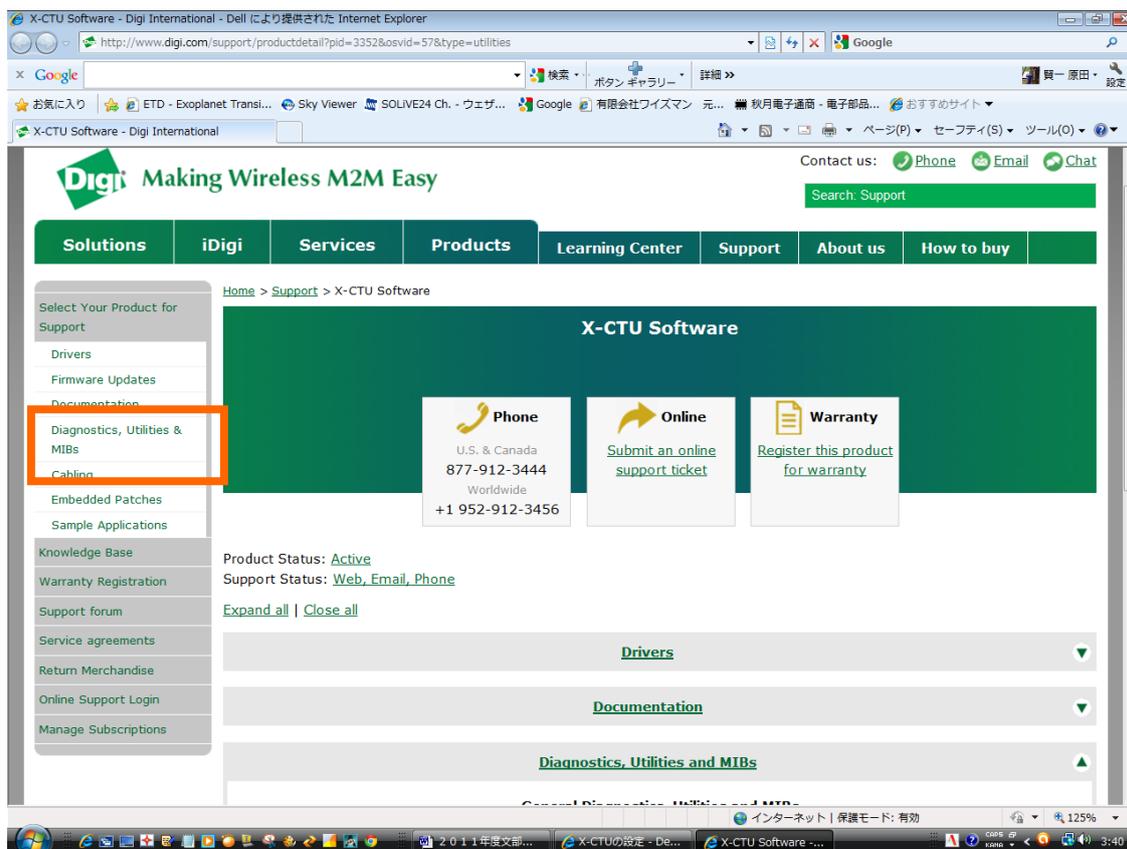
中央部の水平の配線は、基板両側の+赤と-青を接続するので2本で済むが、適当な長さのものがなかったので、短いもので配線した。

XBeeの設定は、1つずつ行えば、2組作る必要は無いように思えるが、無線通信が実際にできるかどうかを実験する必要があるので、2組作る。これで両方とも初期設定をする。2台のPCにUSB接続して双方でシリアル通信を行うことができれば、無線通信ができていることが確認できる。もし仮にセンサーモジュールからの通信が受信できなければ、mbedマイコンが正しく動作していないことがわかるので、準備段階から不具合の原因切り分けができるような仕組みを作り込みながら、作業を進める。

3.4.6 専用プログラム(X-CTU)での初期設定

X-CTUは、メーカーのHP¹⁰(*)からダウンロードできるソフトウェアである。

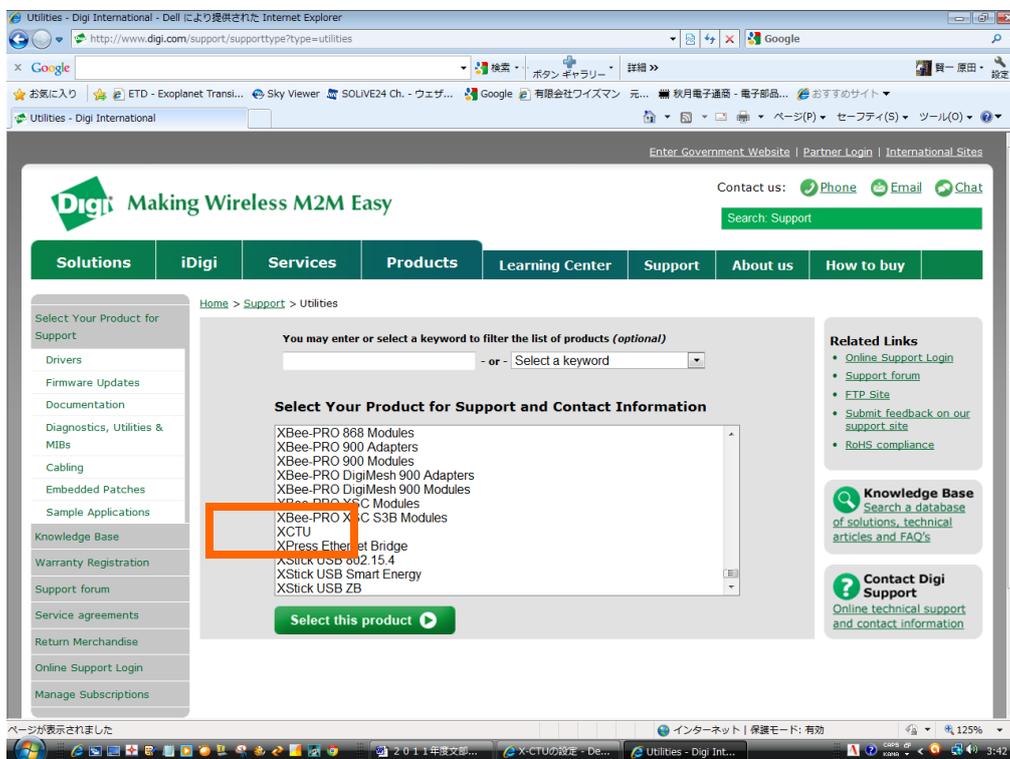
HPで左側のDiagnostics, Utilities & MIBsを選択する。



図表 103 Diagnostics, Utilities & MIBs を選択

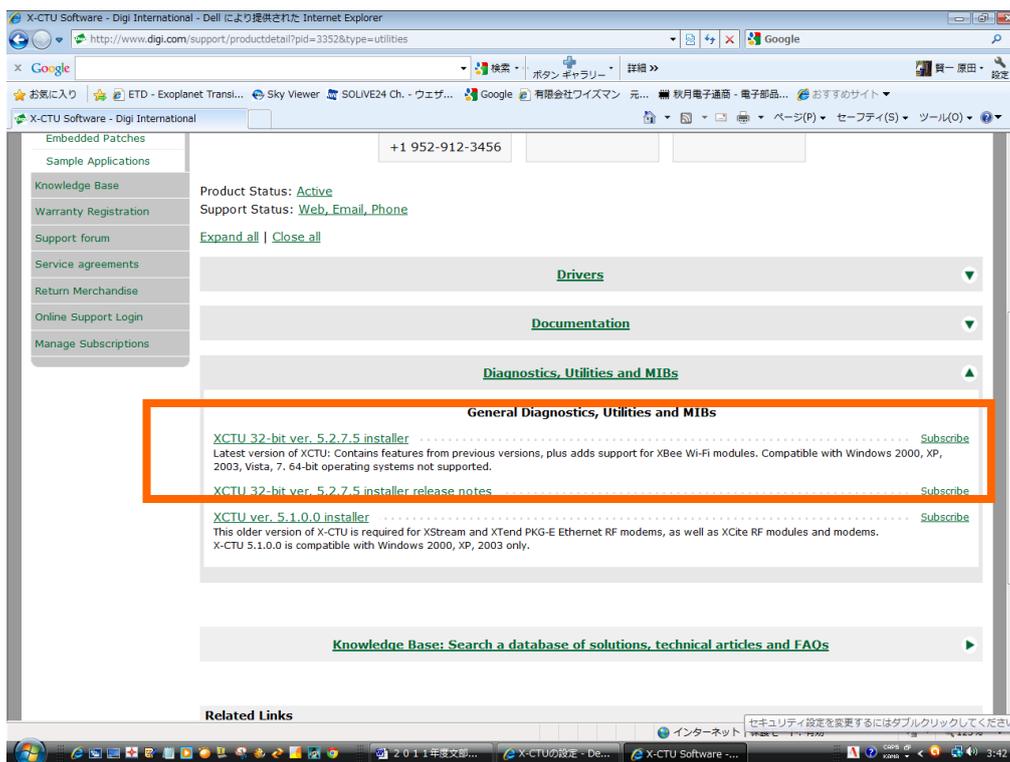
¹⁰ <http://www.digi.com/support/productdetail?pid=3352&osvid=57&type=utilities>

次に現れる画面で、中央の Select Your Product . . . で XCTU を選ぶ。



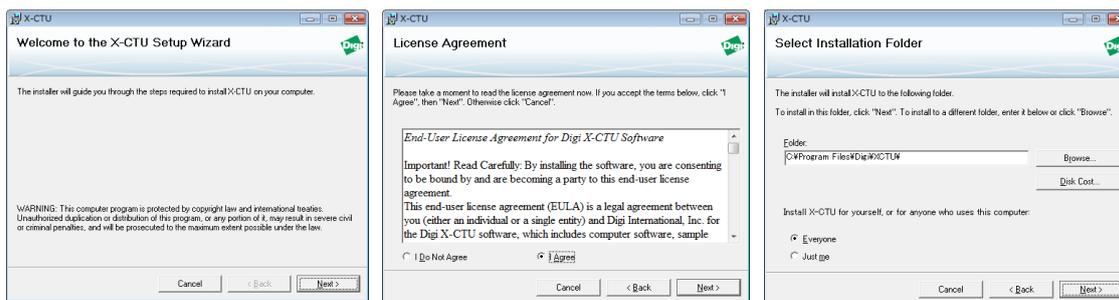
図表 104 Select Your Product . . . で XCTU を選ぶ

Diagnostics, Utilities & MIBs 画面で、XCTU ***xxxxxxx.installer をクリックするとツールがダウンロードできる。

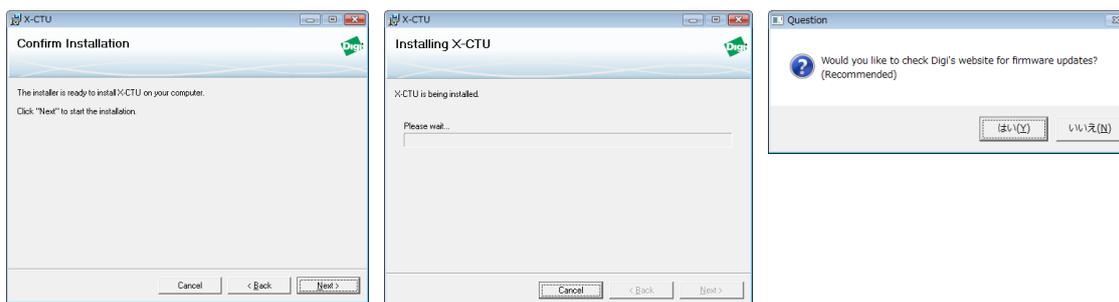


図表 105 ツールのダウンロード

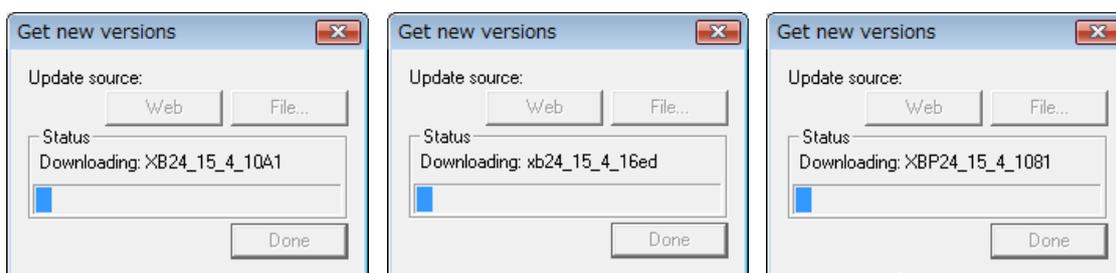
ダウンロードしたファイルを起動すると exe ファイルができあがり、インストールプログラムとなる。インストールの方法は、プログラムを起動して、特に必要が無い限りその OK、Agree を選択することで、容易にインストールできる。参考までに画面の流れを列挙する。



図表 106 X-CTU ツールのインストール①



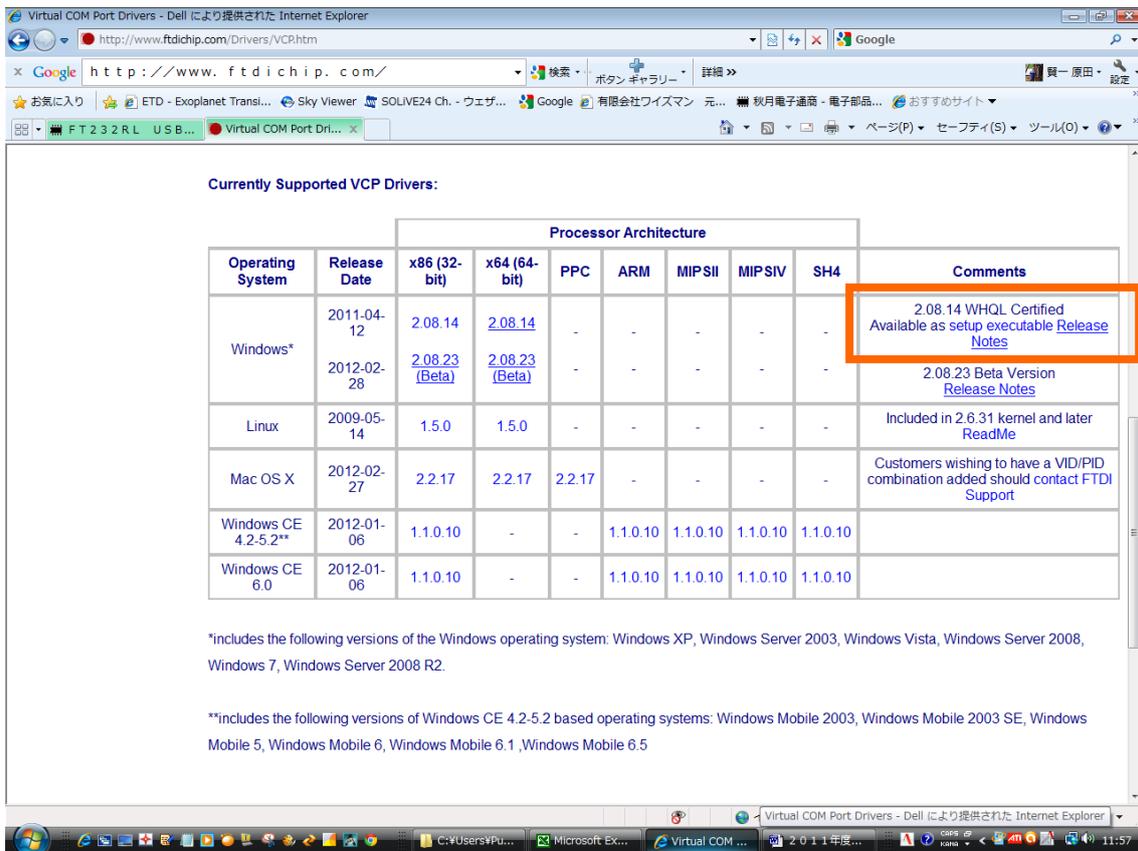
図表 107 X-CTU ツールのインストール②



図表 108 X-CTU ツールのインストール③

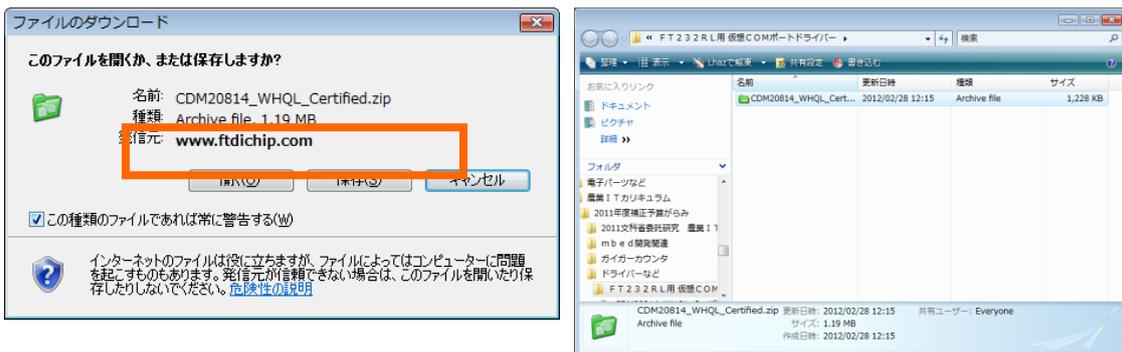
最後に「Update Summary」が表示されて、OK ボタンを押せば、インストールが完了する。

次に、USB シリアル変換モジュール用のドライバをインストールする。ドライバは、メーカーの HP(<http://www.ftdichip.com/>)からダウンロードする。HP 上で、Drivers ---> VCP Drivers と進むと、次のような画面が開く。



図表 109 USB シリアル変換モジュールのドライバダウンロード①

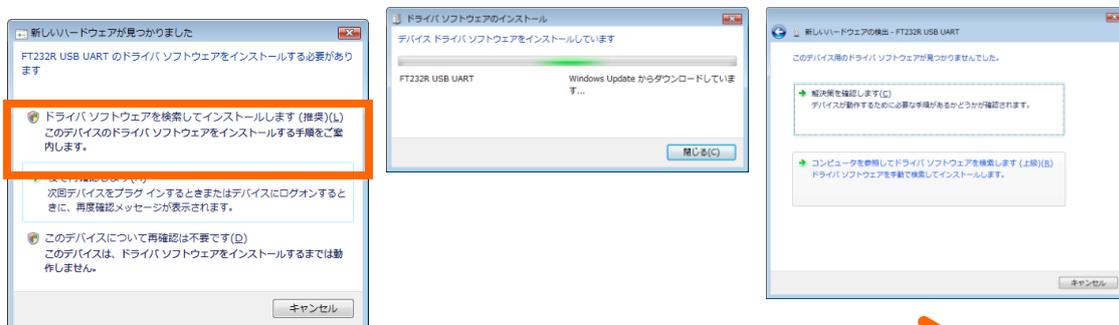
右上の Comments にある、「setup exectable」をクリックすると、ダウンロードできる。



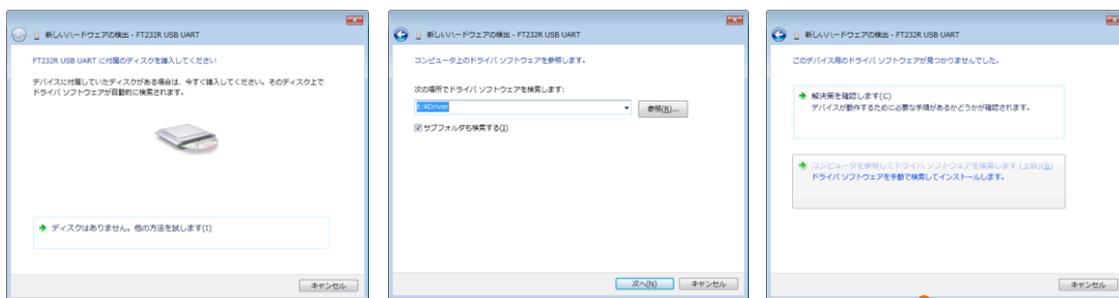
図表 110 USB シリアル変換モジュールのドライバダウンロード②

インストールするには、ダウンロードしたファイルを先に解凍してから、先に作成した XBee モジュールのブレッドボード基板を USB ケーブルで PC に接続する。「新しいハードウェアが見つかりました」というウインドウが表示されるので、ドライバソフトウェアを検索してインストールする。自動でのドライバ検索は失敗するので、手動で検索をして、

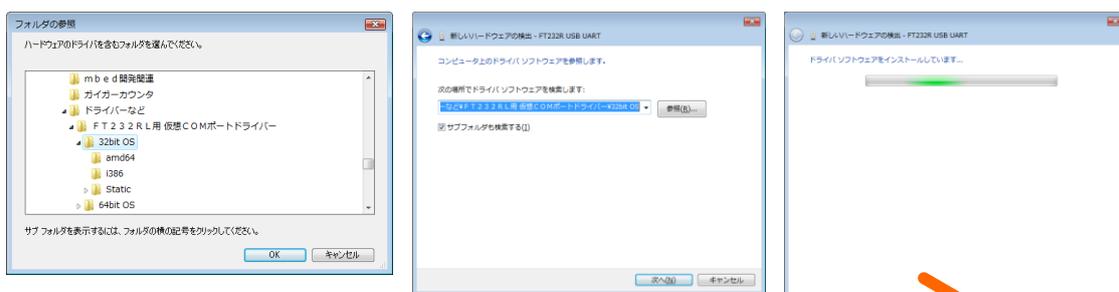
先にダウンロードしたファイルの配置フォルダを指定してインストールする。画面の流れを列挙する。



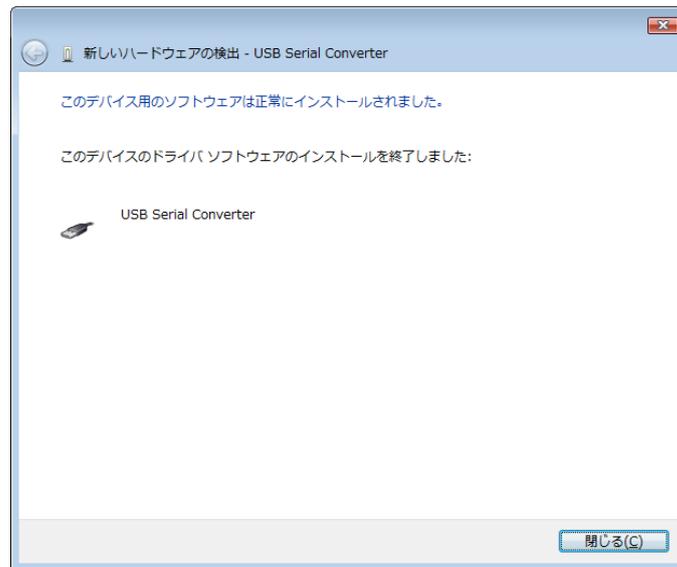
図表 111 USB シリアル変換モジュールのドライバインストール①



図表 112 USB シリアル変換モジュールのドライバインストール②



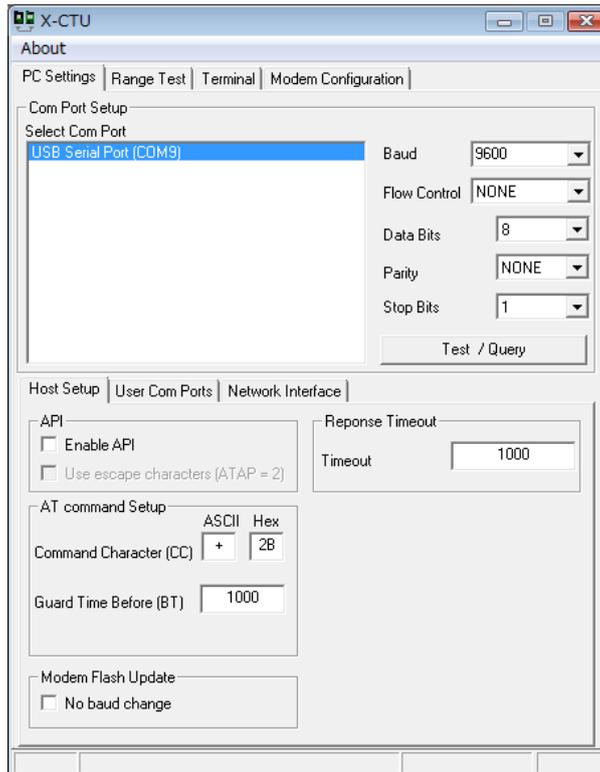
図表 113 USB シリアル変換モジュールのドライバインストール③



図表 114 インストール終了

最後にインストール終了画面が表示される。

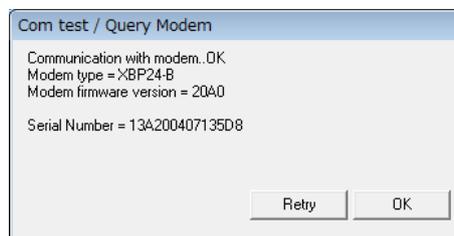
これで、X-CTU による XBee モジュールの初期設定準備が整った。XBee モジュールは既に PC に接続されているので、X-CTU を立ち上げる。



図表 115 X-CTU

上のような画面が表示されて、USB がどの仮想 COM ポートで接続されているかがわかる。デバイスドライバの設定でも確認できるが、この画面が表示されれば、ほぼ XBee モジュールの設定はできていると考えてよい。

さらに、XBee モジュールとの通信ができるかどうかを確認するために、**Test / Query** ボタンをクリックする。X-CTU が XBee モジュールに問い合わせを行い、通信が確立しているかどうかをテストして結果が表示される。

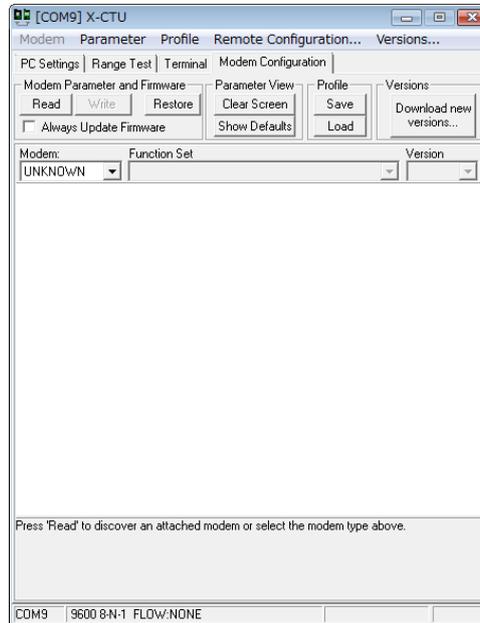


図表 116 Test / Query 結果

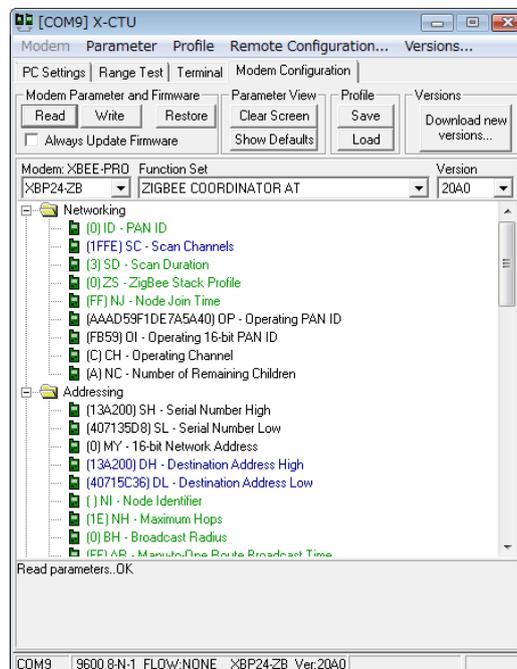
次に、**Modem Configuration** タブを選択する。はじめは何も表示されていないが、画面上部左側にある **Read** ボタンを押すと、現在の XBee モジュールの設定を読み出して表示す

る。

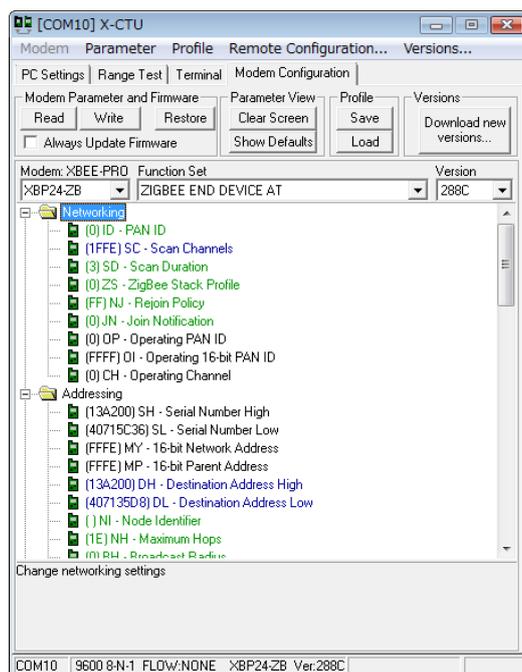
下記は、はじめの画面から PC 側用に設定した XBee モジュールの設定内容を Read したときの表示内容である。



図表 117 Modem Configuration



図表 118 Read した設定内容 (PC 側)



図表 119 Read した設定内容 (センサー側)

設定はこの画面で変更する。

Function Set を

PC 側 : ZIGBEE COORDINATOR AT

センサー側 : ZIGBEE END DEVICE AT

Addressing の DH、DL を

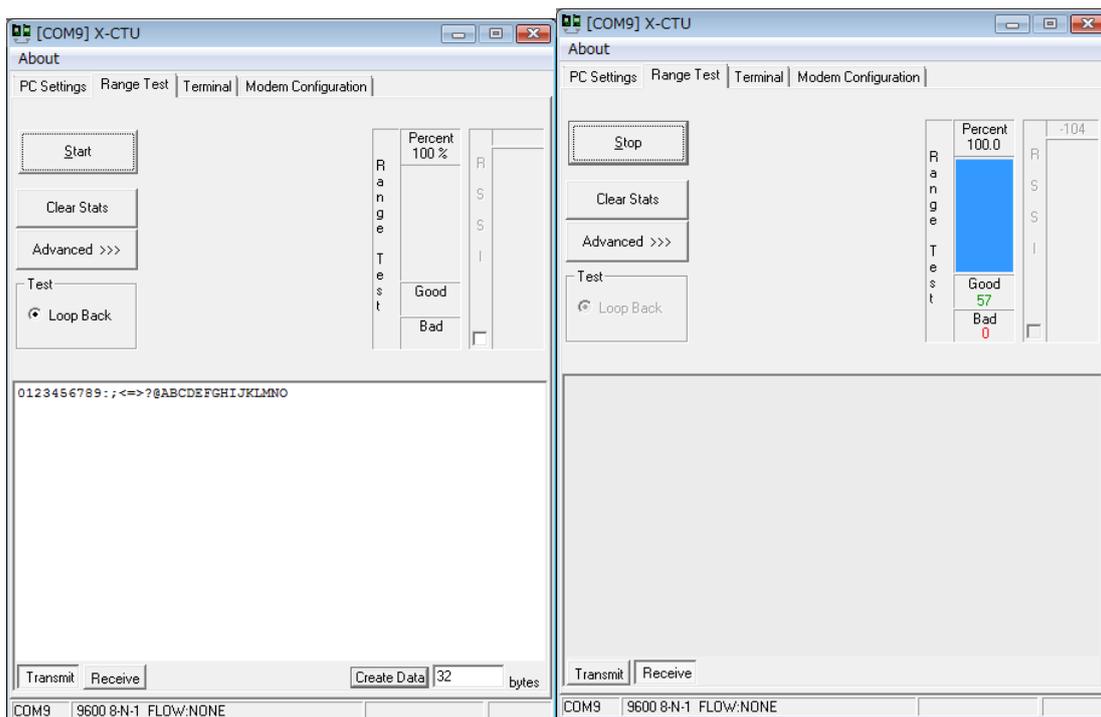
PC 側 : センサ側の SH、SL

センサー側 : PC 側の SHE、SL を書き込む。

これで、互いの通信相手が決まる。設定を変更したら、**Write** ボタンを押して設定内容を書き込む。完了すれば、XBee モジュールの初期設定は終了する。

次は、無線通信のテストを行う。このテストは、ループバックテストといい一方の XBee モジュールからデータ送信を行い、他方の XBee モジュールで受信したデータを、そのまま返信して同じ内容が返ってくるかを確認するテストである。このテストをパスすれば、無線通信できない場合の原因は、mbed マイコン側にあることになる。

まず設定済みの 2 台の XBee モジュールを各々 PC に USB 接続する。一方の PC で先の X-CTU を立ち上げる。Test / Query で接続確認を行い、Range Test タブを選択する。

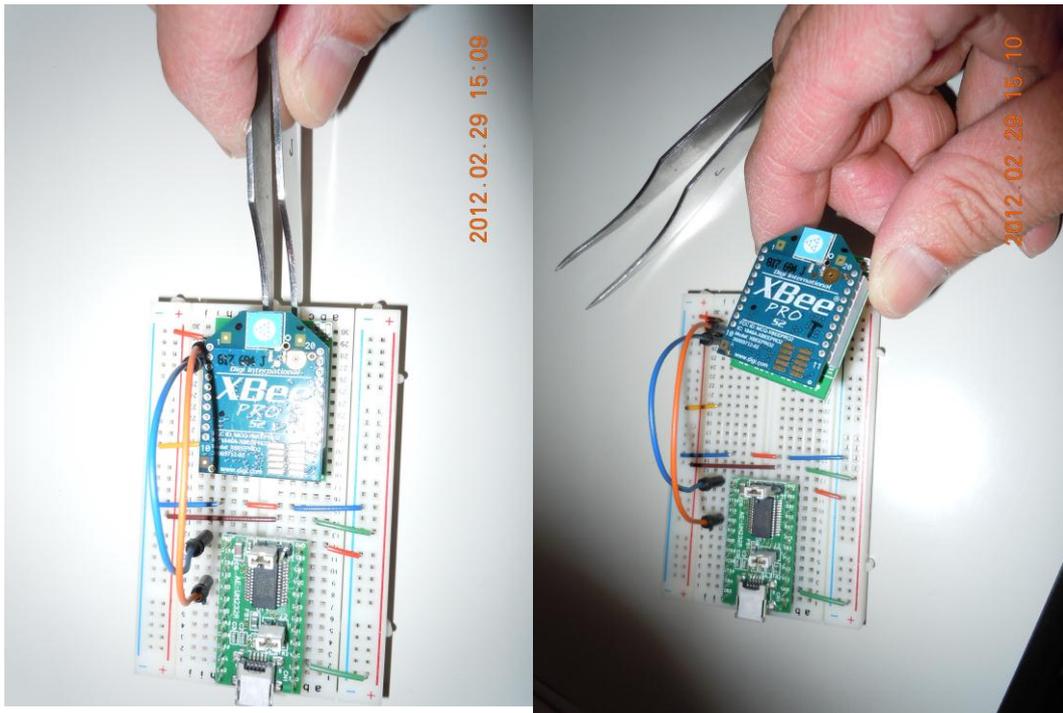


図表 120 Range Test

Start ボタンを押してしばらくすると、画面右側の Good のカウントが上がって行き、送受信のデータが一致したことを確認できる。他方の PC から同様のテストを行えば、さらに精度が上がる。これで、XBee モジュールによる無線通信が可能となった。

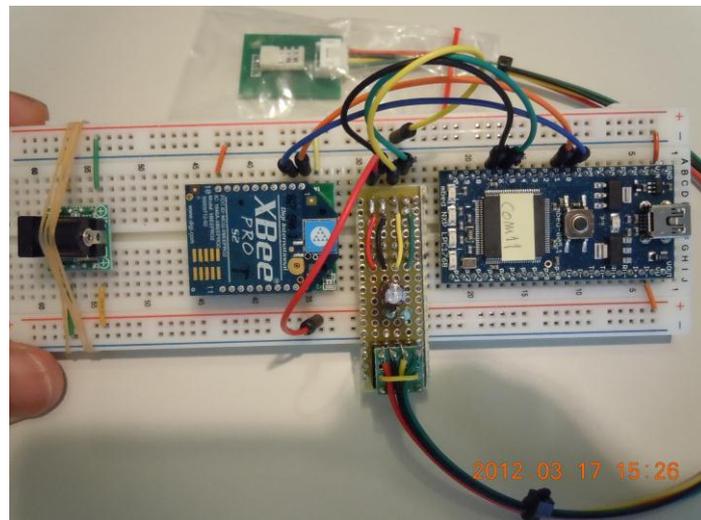
3.4.7 センサ側 mbed マイコンの準備

ここまでで mbed マイコンと XBee モジュール、センサ基板は準備ができていますので、これらのパーツをブレッドボードに配置して、配線を行う。テストしたセンサ側の XBee モジュールははずしておき、後でセンサ側基板に取り付ける。



図表 121 Range Test の終わった XBee モジュールを外す

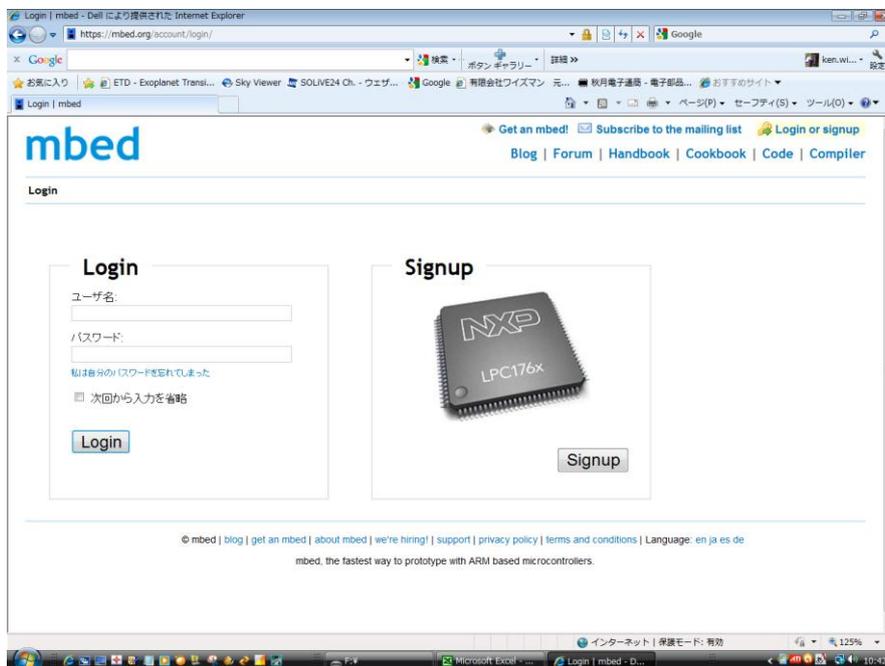
準備した mbed マイコン、外しておいた XBee モジュール、センサ基板と、別途準備しておいた AC 電源ソケットをブレッドボードに配置して、ジャンパー線で配線をする。



図表 122 配線が終了した様子

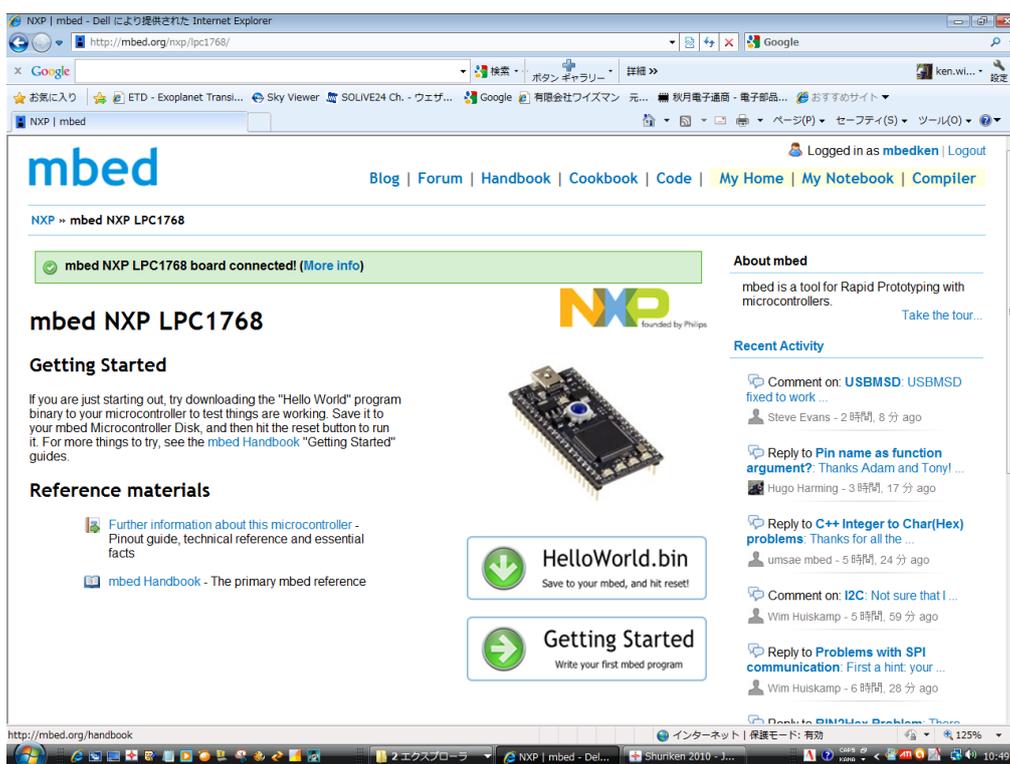
写真左側の手元にある部品は、AC100~DC5V アダプターのコネクタである。これは、予めブレッドボード対応に半田付けして準備しておく。このようにすれば、PC-UCB から電池（USB コネクタ経由）駆動も、AC 電源駆動もできる、3way 電源対応ユニットにな

とブラウザが開く。もし、写真のようにソース表示になった場合は、ブラウザの更新ボタンを押す。



図表 125 USB メモリとして認識

mbed の HP が開き、Login または Signup ができる。Login または Signup を行うと、開発環境が使える WEB 画面になる。



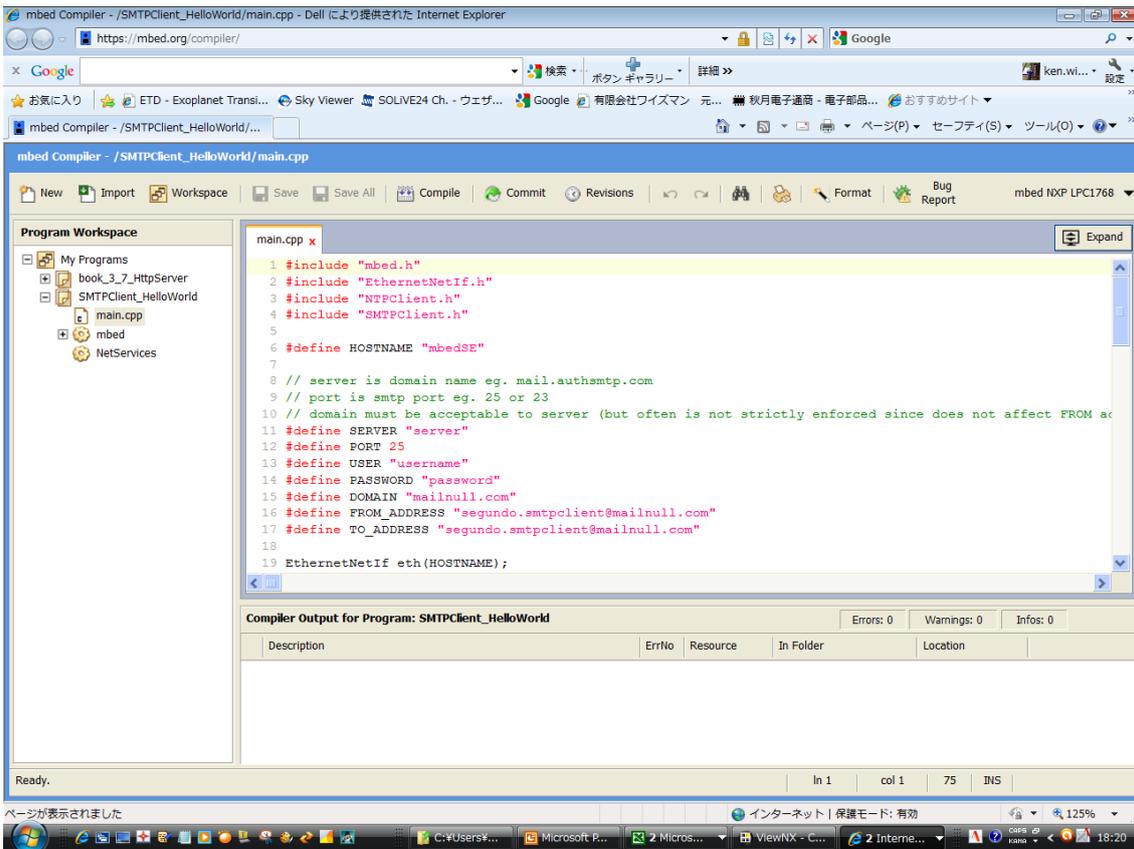
図表 126 Login 後の画面

画面右上の **Compiler** を選択すると、マイコンではお馴染みの開発環境画面に切り替わる。

◇左側のウィンドウは、プログラム毎にフォルダ表示される管理ウィンドウ。

◇中央のウィンドウは、プログラムソースコードを入力するウィンドウ。

◇下側のウィンドウは、コンパイルの状況やエラーなどが分かるウィンドウ。



図表 127 Compiler 画面

プログラム開発は、中央のウインドウに C 言語でソースコードを書いて **Compile** ボタンを押すだけだが、ここからが **mbed** を採用した大きな理由である。

□理由その 1： **Compile** が完了してエラーがなければ、**mbed** マイコンで実行できるバイナリファイルができあがる。これができると、自動的にダウンロード画面になり、ダウンロード先を PC の USB メモリとして認識されている **mbed** ドライブを指定すれば、プログラムの書き込みは終了する。このプログラムを実行するには、**mbed** マイコンの中央にある **Reset SW** を押せばよい。

□理由その 2：画面上部メニュー左側に **Import** というセレクトがある。これを選択すると、**mbed** 側ですでに開発されている多くのデバイス関連、通信関連の諸々のひな形プログラムが、手元に取り込める。あとは、少し標準（ひな形）とは異なる部分を少し変更すれば、大方の事はできる。

元々、何も無い真っ白なところから、マイコンのソースコードを書いて行くのは大変である。まして、周辺デバイスや通信関係のポートのセッティングなども、細かいセッティングを行うコードが必要だが、この **mbed** に関してはその心配がない。

□理由その3：プログラム開発にはデバッグが必要だが、ほとんどのマイコン開発で身近に頼りになるのは、LED だけである。その点滅の様子で、正常に動いたかどうかを判断していくが、mbed には仮想シリアルドライバがあり、開発時に接続している USB を仮想 COM ポートとして使い、printf()関数で、文字列を出力すると PC 側でその出力をモニタできるようになっている。

このモニタには、フリーウェアの Tera Term などが使える。

さて、このようにして開発した今回のソースコードは、約 60 行しかないが、センサから取得した信号を数値に変換し、デバッグ用に PC に送信しながらシリアルポートから XBee モジュール経由で、無線出力するものである。

以下、ソースコードを示す。

```
//This program was wrote for IT-Agricultural sensor unit by kenichi-harada:wiseman Corp,.
//Began to write 2012.02.29.

#include "mbed.h"

DigitalOut led1(LED1);
DigitalOut led2(LED2);
Serial device(p9,p10);          //p9:Tx, p10:Rx
AnalogIn temp(p15);            //temperature sensor
AnalogIn humidity(p16);       //humidity sensor
float sensorValue2 = 0.0;
float sensorValue3 = 0.0;
int nsum=10;

int main() {
    printf("abc123¥n");
    printf("xyz567¥n");

    device.baud(9600);         //baud rate 9600bps
    device.printf("IT Agri Sensor Unit¥n by ken.wiseman¥n");
    while(1) {
```

```

for (int i=0;i<nsum;i++)
{
    sensorValue2 += humidity.read();
    sensorValue3 += temp.read();
}
float sensorValue2Avg= sensorValue2/(float)nsum;
float RH= 30.855*sensorValue2Avg*3.3-11.504;

float sensorValue3Avg= sensorValue3/(float)nsum;
float Vt=(float) sensorValue3Avg*3.3;
float R=(5.0-Vt)*10.0/Vt;
float TinC=0.0037*R*R - 0.9876*R + 65.573;

device.printf("RH  =%3.1f[per]   ",RH);
device.printf("Temp=%3.1f[deg]   ",TinC);
printf("wiseman Corp,.\n");
device.printf("wiseman Corp,.\n");

wait(2.0);

sensorValue2 = 0.0;
sensorValue3 = 0.0;

led1 = 1;
led2 = 0;
wait(0.2);
led1 = 0;
led2 = 1;
wait(0.2);

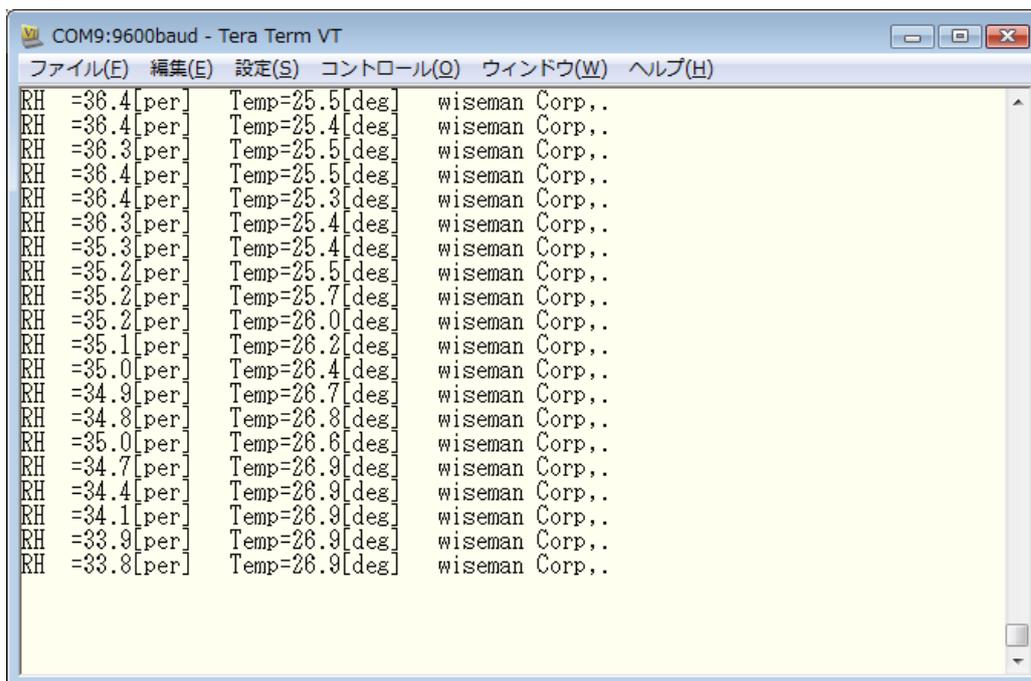
}
}

```

このソースコードを見れば、どのポートに何が接続されているかが一目でわかる。時間をかけてマイコンとの接続図を描くのは後回しで、試作をいち早く作り上げるのに最適である。

さて、このプログラムをセンサ側 mbed に書き込んで RestSW を押す。モニタ PC には、受信側 XBee モジュールを USB 接続して、予め TeraTerm などの通信ソフトを起動しておく。

通信ソフトのモニタウインドウには、次のような情報が表示される。



図表 128 モニタ状況

センサが測定した、湿度、温度の値が無線通信で取得できていることがわかる。欲を言えば、タイマーICなどを使って時刻も記録したり、SDカードにロギングしたりできる拡張を行うのもよい。

写真は、センサ側 mbed を電池駆動している様子である。この状態で、前記のモニタを行った。



図表 129 MBED を電池で駆動

無線が意外に容易に使えることがわかったが、実際どの程度届くのか。データシートによれば、屋内で約 60m とのことである。開発している事務所の部屋から廊下を通り、外に出て金属製のドアを閉めても、データは届いていた。見通し空間でどの程度届くか、また屋外でどのくらい飛ばせるかが気になり、期待も持たせてくれるユニットである。

3.5 生育実験

製作した植物工場モデルセルを使い、野菜の種子で生育の様子を観察した。

3.5.1 種子

野菜自体が小ぶりで、深い根を張らず、カプセルの深さ・径に合いそうなものと考えて、定番野菜のなかで検討した。

第2部 植物工場モデルセル

⑫. 種子選び
◇定番野菜 → 小松菜 !!



by wiseman Corp.

71

第2部 植物工場モデルセル

⑬. 種子選び
◇ちょっとおしゃれな ベビーリーフ。



by wiseman Corp.

72

第2部 植物工場モデルセル

⑭. 種子選び
◇ほかにもいろいろ・・・



by wiseman Corp.

74

第2部 植物工場モデルセル

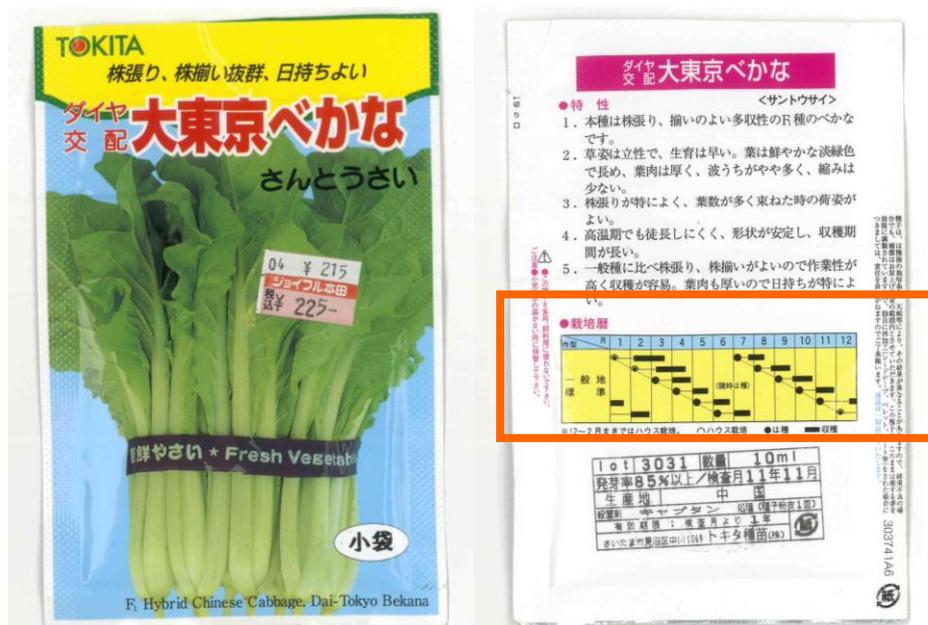
⑮. 種子選び
◇一番容易な野菜栽培にはスプラウトがよい。



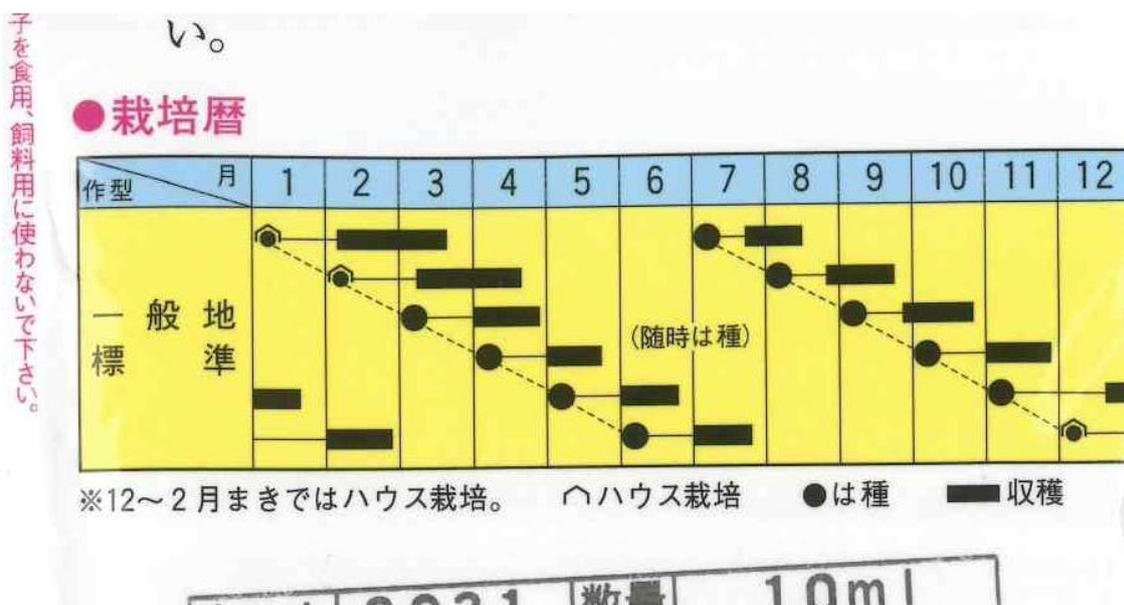
by wiseman Corp.

70

図表 130 定番野菜で検討



図表 131 期待が持てそうな種子



図表 132 さんとうさいの栽培暦

「大東京べかな」(さんとうさい)は、通年播種・栽培が可能で、通常の畑であれば管理も容易で、毎月収穫ができる成長の早い野菜である。ほうれん草は、種子(粒)が大きく、発芽が難しそうであった。また、小松菜は種子が小さく何度も試せそうである。



図表 133 今後実験予定の種子

今回は、さんとうさい・小松菜・ほうれん草で実験している。

3.5.2 播種から発芽

種蒔きは2つの方法を試みた。

- ①. スプラウト方式で発芽させ一定の大きさに育ったところでカプセルに移す方法。
- ②. スポンジに切り込みを入れ、種子を挟み込み、発芽からカプセルで育てる方法。



図表 134 方法① 左：小松菜 右：ほうれん草



図表 135 方法② スポンジの切れ目に播種



図表 136 スタック保管が可能

方法②では、カプセル上部でスタック保管できるので、発芽までの空間利用効率が高まる。スタック保管しても、外部から中の様子が全て見える。

以下、様子を列挙する。報告段階では、期間が短く十分な発育経過が見られない。



図表 137 方法① 小松菜 発芽の様子



図表 138 方法① ほうれん草 発芽が遅い



図表 139 方法② さんとうさい 発芽の様子



図表 140 方法① ほうれん草 発芽の様子



図表 141 方法① 小松菜 発芽の管理の様子

小松菜の発芽後は、植物工場モデルセルのプランター部分に移して、ポンプのみ稼働した。3日後に、双葉が伸びてしまい茎折れの心配が出てきたので、スポンジに挟み込んで植物工場モデルセルの中に移した。このときは、スポンジに水分補給しており、霧の供給はしていない（モデルセルは試作のものを使用）。



図表 142 方法① 小松菜定植後の様子



図表 143 方法① 小松菜 本葉が出てきた様子



図表 144 方法① 小松菜 改良霧発生装置で育苗



図表 145 完成版セル



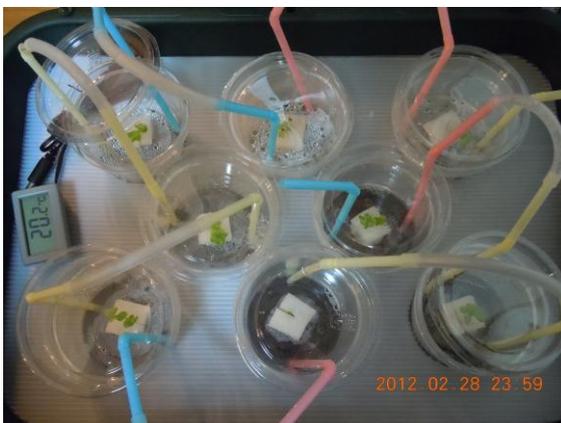
図表 146 カプセルに移動した様子



図表 147 霧発生器を稼働して育苗



図表 148 この間他の種子も播種から発芽を迎えた



図表 149 温度管理しながら育苗している様子



図表 150 上部カプセルの穴にスポンジを固定

全体に霧が巡るように上部カプセルに移動しただけの状態では育てていたが、双葉がはつきりして来たので、カプセルの穴にスポンジを固定して、本格育苗状態にした。

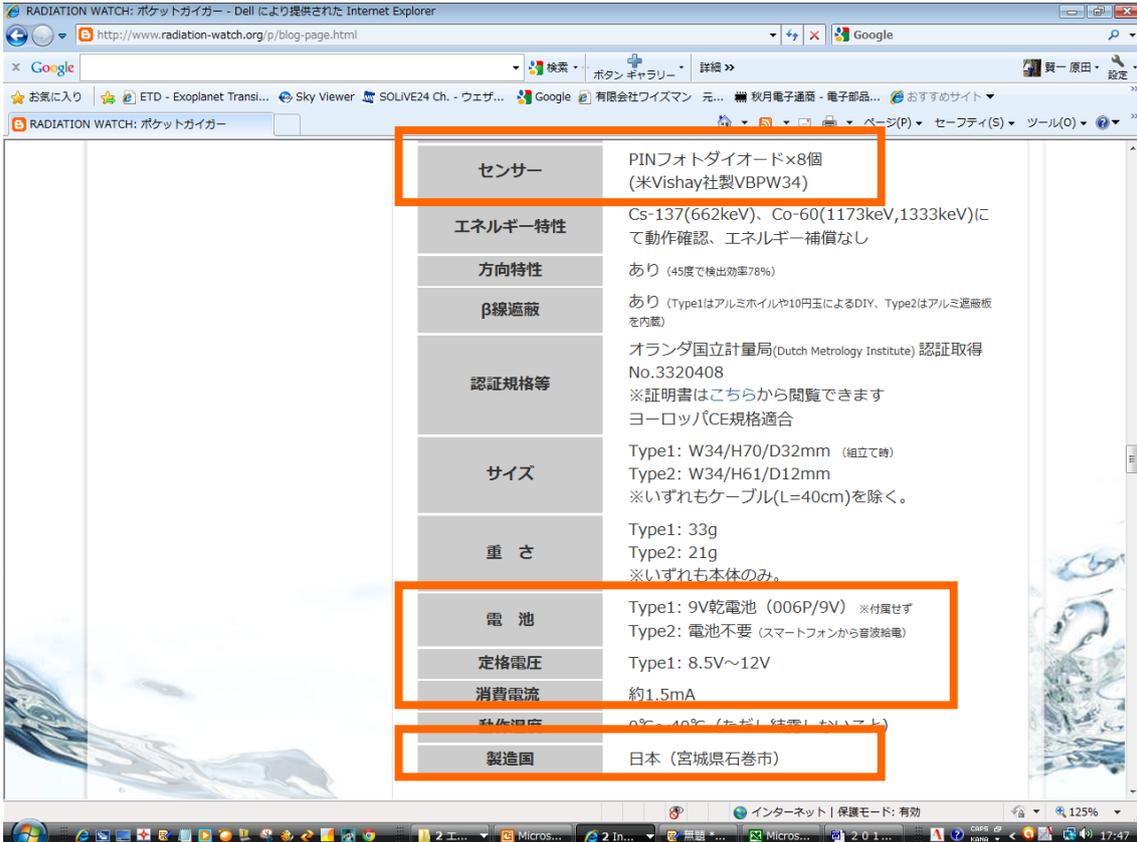
3.6 ガイガーカウンタの製作と計測

この節では、後に実証講座で使用した空間放射線量計について報告する。

宮城県石巻市付近の個人や電子機器メーカーなどが、協力して立ち上げた非営利プロジェクト（radiation-watch.org）が、3000円台で誰でも購入できる空間線量計を配布しているという記事があった。そのHPには次のように記載されている。

非営利プロジェクト「radiation-watch.org」は、誰でも安価に購入でき、スマートフォンによって情報を共有できるサーベイメーター(空間線量計)を開発・配布しています。全ての研究開発は、ボランティアのエンジニア、科学者、デザイナーによって支えられています。

HPに記載されている仕様の一部は次のようなものである。



センサー	PINフォトダイオード×8個 (米Vishay社製VBPW34)
エネルギー特性	Cs-137(662keV)、Co-60(1173keV,1333keV)にて動作確認、エネルギー補償なし
方向特性	あり (45度で検出効率78%)
β線遮蔽	あり (Type1はアルミホイルや10円玉によるDIY、Type2はアルミ遮蔽板を内蔵)
認証規格等	オランダ国立計量局(Dutch Metrology Institute) 認証取得 No.3320408 ※証明書はこちらから閲覧できます ヨーロッパCE規格適合
サイズ	Type1: W34/H70/D32mm (組立て時) Type2: W34/H61/D12mm ※いずれもケーブル(L=40cm)を除く。
重さ	Type1: 33g Type2: 21g ※いずれも本体のみ。
電池	Type1: 9V乾電池 (006P/9V) ※付属せず Type2: 電池不要 (スマートフォンから無線給電)
定格電圧	Type1: 8.5V~12V
消費電流	約1.5mA
動作温度	0℃~40℃ (ただし結露しないこと)
製造国	日本 (宮城県石巻市)

図表 151 ガイガーカウンタの仕様の一部

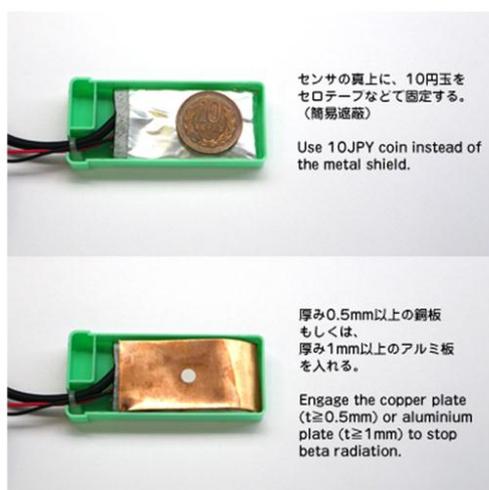
この空間線量計は、半導体センサを使い、9Vの乾電池で駆動し消費電力も約1.5mAと小さい。ガイガーミュラー管(GMT)を使うものは、このGMT両端に数百Vの直流電圧を印加する必要があるが、それに比べて取り扱いが楽である。計測ソフトウェアは

誰でもダウンロードして使う事ができ、iPad や iPhone に対応している。

キット製作も図に示すように、ハンダ付けが不要で、不要な放射線の遮へいも身の回りにあるもので可能になっている。



図表 152 ケースの製作



図表 153 β 線遮へい

また、計測アプリケーションは無料でダウンロードでき、使い方が簡単である。実際に製作してみたところ、準備は必要だが、比較的短時間で完成できることがわかり、実

証講座では、このキットを用いて線量計の作成と計測実習を行うこととした。



図表 154 計測方法の説明

実証講座の一部では、放射線の計測方法についての解説を行った後、キット製作を行い、完成したガイガーカウンタで、周辺の数点の環境計測を実際に行い、結果をまとめるというワークショップを計画した。

計測中は各々がどのように計測しているかが離れていてもわかるように、「広域農業情報ネットワークシステム（有限会社ワイズマン）」に、目的に合うような対応を施して、随時計測結果が報告できるようにした。

3.7 フィールドパラメータネットワーク

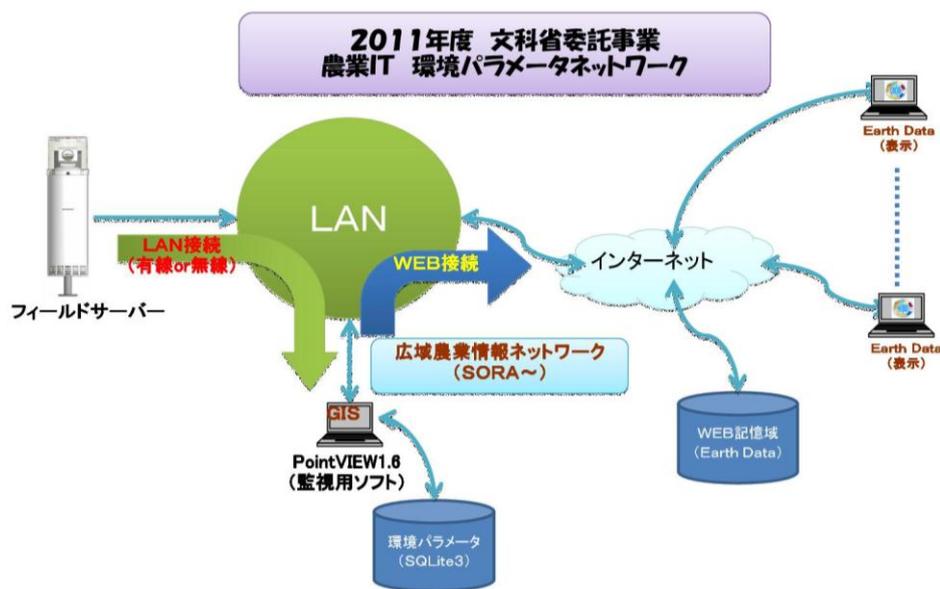
この節では、本事業で構築した環境計測システムの概要と構成要素であるフィールドサーバ、広域農業情報ネットワークの内容を報告する。

「フィールドパラメータネットワーク」とは、計測機器がネットワークで網の目につながり、点での管理から面・網での管理に移行する様子が見られるシステムとして、構築したものである。

このシステムは、

- ①. フィールドサーバ：株式会社イーラボ・エクスペリエンス
- ②. 広域農業情報ネットワーク：有限会社ワイズマン

の 2 つを要素技術として使い、②の広域農業情報システムをこの研究用に対応させて実現したものである。



図表 155 システムの概要

フィールドサーバで計測した環境パラメータ（温度・湿度・日照・線量）は、WAN(3G)を使い、監視システム(PointVIEW)が DB に蓄積する。広域農業情報ネットワーク(SORA~：そらから)は、DB を随時アクセスして蓄積されたデータから計測点毎の情報をGoogleEarth 用に生成して、WEB 記憶域に出力するものである。

3.7.1 フィールドサーバ

株式会社イーラボ・エクスペリエンスのフィールドサーバは、各種センサが計装されているが、新たに空間線量を測定するセンサを搭載したタイプが開発された。

これを利用して、農業地域の温度・湿度・日射・線量を自動計測して、DBに蓄積する事ができる。以下に仕様などを示す。

概要 OVERVIEW

**光・水・土壌・大気
現場の見える化をサポートする
屋外監視計測システム (M2M)**

**FieldServer フィールドサーバ
FS-V / FP**

フィールドサーバは、フィールド(農場)の環境や動植物のモニタリング、監視を行うセンサが複数搭載された一体化したモニタリングシステムです。中央農業研究センターの技術ライセンスにより、コンパクトなボディにモニタリングに必要なすべての機能を搭載した製品です。

だれでも、どこでも、見える現場
フィールドサーバは、どこでも設置可能なコンパクトな筐体で、どこでもフィールドモニタリングが可能です。どこでも、どこでも見られる現場を実現します。農作物の生育状況、土壌の状態、気象の状態、鳥獣害の発生状況、水質の状態、温度・湿度・日射・線量などのデータを、リアルタイムでクラウド上に送信し、いつでもどこでも確認することができます。最大1ヶ月分のデータを内部メモリに保存します。

広いフィールドもワイヤレスでカバー
広域をカバーする無線LANと、インターネット接続により、広いフィールドでもワイヤレスでカバーすることができます。最大18台までのフィールドサーバを同時に接続することができます。1台のフィールドサーバに最大18台までのフィールドサーバを同時に接続することができます。

遠隔操作自在なカメラ
フィールドサーバに搭載されるカメラは、インターネットを介して遠隔操作が可能です。リアルタイムで撮影した画像を、スマートフォンやタブレットで確認することができます。

ネット通信で広がるアプリケーション
ネット通信でモニタリングのデータをクラウド上に送信し、クラウド上でデータを分析・活用することができます。クラウド上でデータを分析・活用することができます。

特徴 FEATURES

FS-V Main features

- 日射センサ**：日射量・日射強度を高精度で計測します。
- 温度・湿度センサ**：大気中の温度・湿度を高精度で計測します。
- 表面濡れセンサ**：葉面濡れの有無を高精度で計測します。
- 表面照度カメラ**：高画質・高解像度のカメラを搭載し、現場の様子をリアルタイムで確認することができます。
- 防水構造**：IP65規格の防水構造を採用し、雨や雪に強い構造です。
- 土壌センサ**：土壌中の水分・温度・湿度を高精度で計測します。

アプリケーション例 APPLICATIONS

- 栽培管理**：現場の様子をリアルタイムで確認し、栽培管理を最適化します。
- 鳥獣害・盗難防止**：現場の様子をリアルタイムで確認し、鳥獣害や盗難を防止します。
- 災害監視**：現場の様子をリアルタイムで確認し、災害発生を早期発見します。
- 環境モニタリング**：現場の様子をリアルタイムで確認し、環境変化を監視します。

データ連携サービス INTERACTIVE DATA ANALYSIS SERVICE

M2M 農業センシングサービス

製品仕様 SPECIFICATIONS

項目	フィールドサーバ (FS-V)	フィールドサーバ (FP)
外形寸法	高さ: 750mm, 幅: 170mm	高さ: 400mm, 幅: 170mm
重量	約 5.2kg	約 3.5kg
電源	AC100V	AC100V
動作温度	5℃ ~ 40℃	5℃ ~ 40℃
動作湿度	10% ~ 90% RH	10% ~ 90% RH
動作電圧	AC100V	AC100V
動作電流	約 0.5A	約 0.3A
動作電圧	AC100V	AC100V
動作電流	約 0.5A	約 0.3A
動作電圧	AC100V	AC100V
動作電流	約 0.5A	約 0.3A

リアルタイム屋外監視計測システム

**FieldServer フィールドサーバ
FS-V / FP**

販売店

eLAB experience

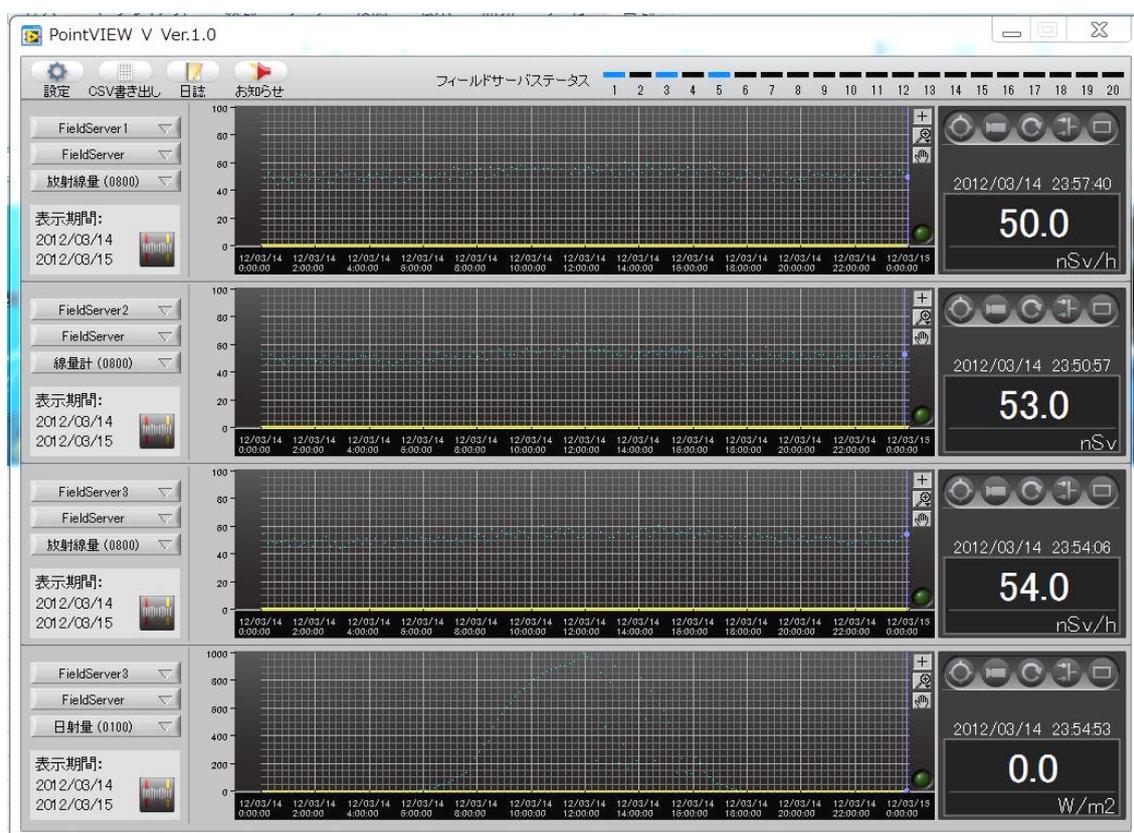
株式会社イーラボ・エクスペリエンス
〒206-0811 東京都葛飾区新井 1-2-8
Tel: 043-379-0204 Fax: 043-379-0205
E-mail: elab@elab-experience.com

図表 156 フィールドサーバの仕様など

フィールドサーバには、データ取得・監視用の PointVIEW というシステムがある。これを使用することにより、計測するフィールドサーバ・センサーの選択、計測間隔などが設定でき、結果をリアルタイムで見ることができる。

このシステムは、計測したデータを 3G 回線で取得するため、離れたところにおいてもモニタリングが可能である。また蓄積されるデータは SQLite という DB に格納されている。

以下に PointVIEW の計測画面を示す。



図表 157 PointVIEW の計測画面

本事業の実証では、3 台のフィールドサーバを宮城県登米市にある「とねやしき農場」に設置して、千葉県柏市からモニタリングを行った。

上記画面で上から順に、

- 計測ポイント 1：空間線量
- 計測ポイント 2：空間線量
- 計測ポイント 3：空間線量
- 計測ポイント 3：日射量

となっている。

※右側の数値で、空間線量の単位は nSv/h である。

3.7.2 広域農業情報システム

有限会社ワイズマンが開発した広域農業情報システムは、圃場での作業の進捗具合や様子を現地から携帯電話で記録するシステムであるが、昨年 Google Earth にその状況を表示する機能拡張が行われた。

以下に特徴を示す。

汎用 GIS & 広域農業情報システム

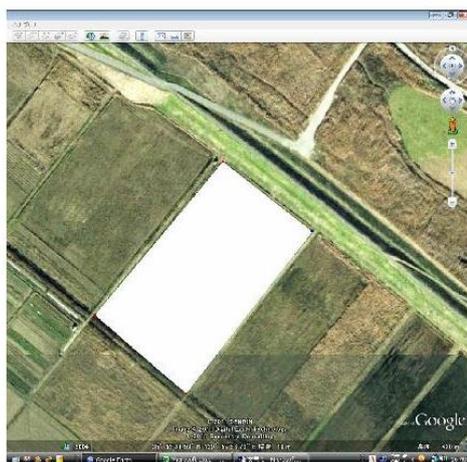
特徴

1. iPhone・iPad・スマホ、何でもOK・・・携帯端末を選ばない：



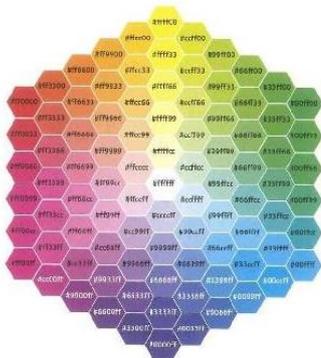
iPhone・iPad・スマートフォン・タブレットPC・携帯電話・・・など、現在ユーザーが急増中の携帯端末の機種を選びません。

2. 四隅クリックの簡単区画作成：



GoogleEarth 上の圃場の四隅（または境界点）をクリックするだけで管理区画が簡単に作れます。

3. フルカラー色設定：



圃場の状況を示す色はフルカラー（約1670万色）の中から選べます。また、下地の透過度も設定出来ます。（半透明の色が設定可能）

図表 158 広域農業情報システムの特徴

汎用 GIS & 広域農業情報システム

4. 入力レス機能：

携帯端末で文言入力をしなくて済むように、情報のひな形をあらかじめ作成できます。この機能で携帯端末での文言入力をせずに管理情報を更新できます。

5. 状況が分かりやすいバルーン表示：



バルーンの中に現在の状況が表示されるので、区画毎の状況がよく分かります。

表示内容もユーザーが簡単に編集できます。

バルーン内に WEB ページへのリンク設定（写真の生育状況・・・など）もできるので、生育状況をブログなどに登録して、そこへのリンクを設定すれば、まさに WEB を駆使した管理システムになります。

<製品に関するお問い合わせ>

有限会社ワイズマン

〒277-0886 千葉県柏市西柏台 2-1-1-122

TEL : 04-7153-9778 FAX : 04-7153-9779 E-mail : ken@wiseman-jp.com

URL : <http://www.wiseman-jp.com>

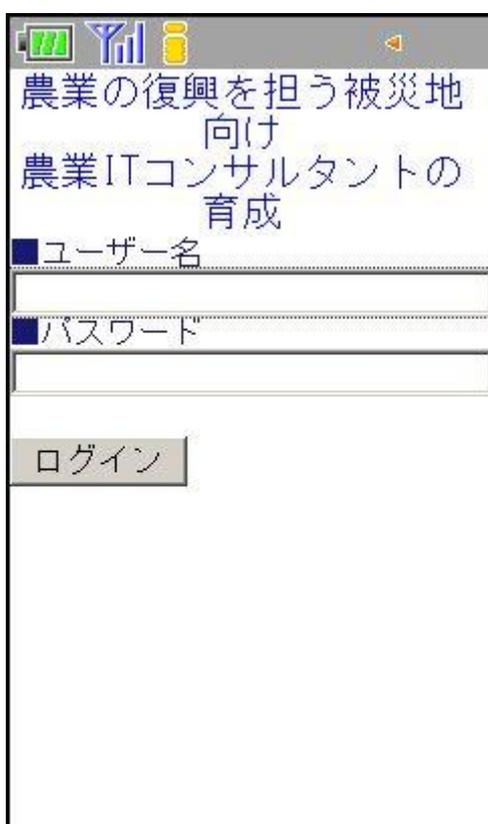
図表 159 広域農業情報システムの特徴

本事業では、携帯端末との連携に加えて、フィールドサーバからのデータが蓄積される DB を検索して、最新の計測データをポイント毎にグラフ化し Google Earth に出力する機能を使い、フィールド計測実験を行った。

3.8 農業 IT e ラーニング

本教育プログラムで学習した受講者の理解度を評価するために、農業 IT e ラーニングを構築した。この e ラーニングは、農業 IT スキル確認テストとしての利用の他、農業分野、IT 分野の基礎的な知識を学習するという方法も想定している。今年度は試験的に、農業分野と IT 分野の問題を収録しているが、将来的には、コンサルティング分野の問題や学習コンテンツも追加していく。

農業 IT e ラーニングは、インターネットに接続されたパソコンや携帯電話、スマートフォン等で利用することができる。

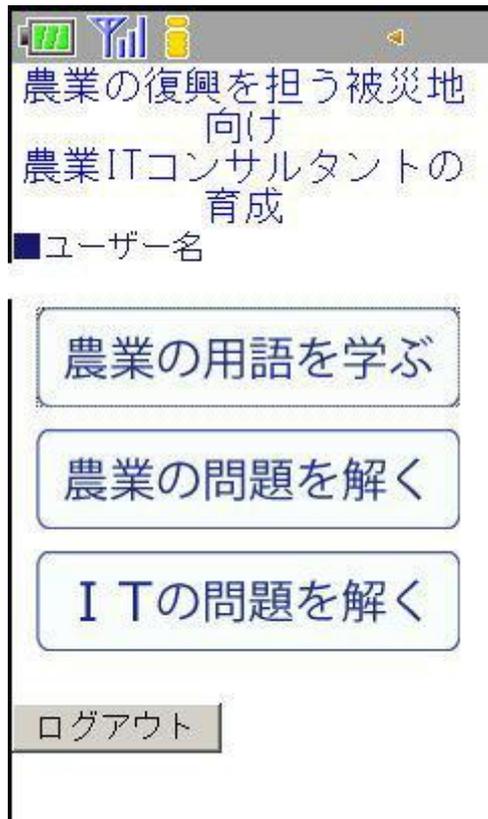


図表 160 農業 IT e ラーニング

農業 IT e ラーニングには、以下の 3 つのメニューを実装している。

メニュー	概要
農業の用語を学ぶ	農業に関する基礎的な用語とその解説
農業の問題を解く	農業の基礎知識に関する演習問題
IT の問題を解く	IT の基礎知識に関する演習問題

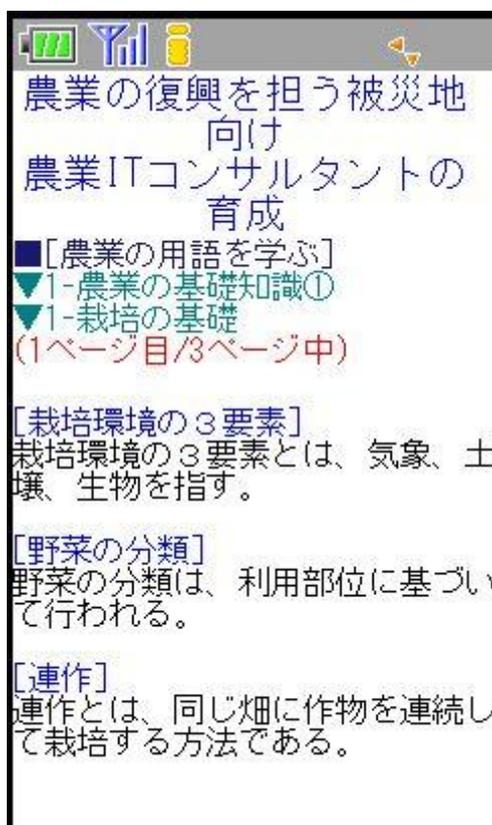
図表 161 農業 IT e ラーニング メニュー



図表 162 農業ITeラーニング メニュー

3.8.1 農業の用語を学ぶ

「農業の用語を学ぶ」は、昨年度の事業で開発した農業分野のテキストから重要な用語を100語抽出し、その解説を読んで学習するようになっている。



図表 163 「農業の用語を学ぶ」 画面例

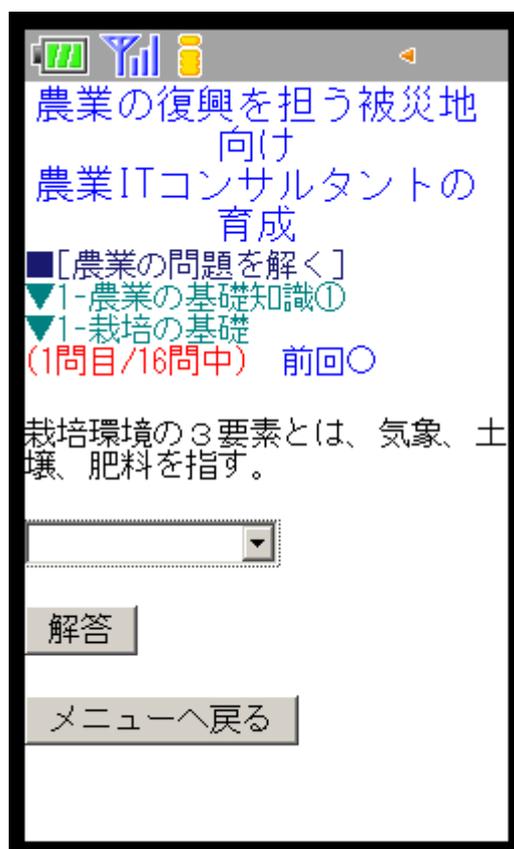
「農業の用語を学ぶ」のサブ・メニューの構成、及び収録用語数は、以下のようになっている。

中項目	小項目	用語数
農業の基礎知識①	栽培の基礎	8
	果樹	7
農業の基礎知識②	農産物の加工	8
	農業と暮らし	7
農業経営	農業の動向	5
	農業経営の情報	5
	農業経営の組織と運営	5
	農業経営診断と農業簿記	7
	農業経営と流通の仕組み	5
	農業経営と政治・経済・社会環境	3
流通の仕組みとマーケティング	生産資材の選択、購入	5
	資金・労働力の調達	5
	市場の仕組みと機能	5
	青果物の流通経路と流通経費	5
	マーケティングの意味	5
	マーケティングの実際と農産物市場	5
	地域としての組織的なマーケティング	3
	多様な販路と生産の改善	7

図表 164 「農業の用語を学ぶ」 サブ・メニュー構成

3.8.2 農業の問題を解く

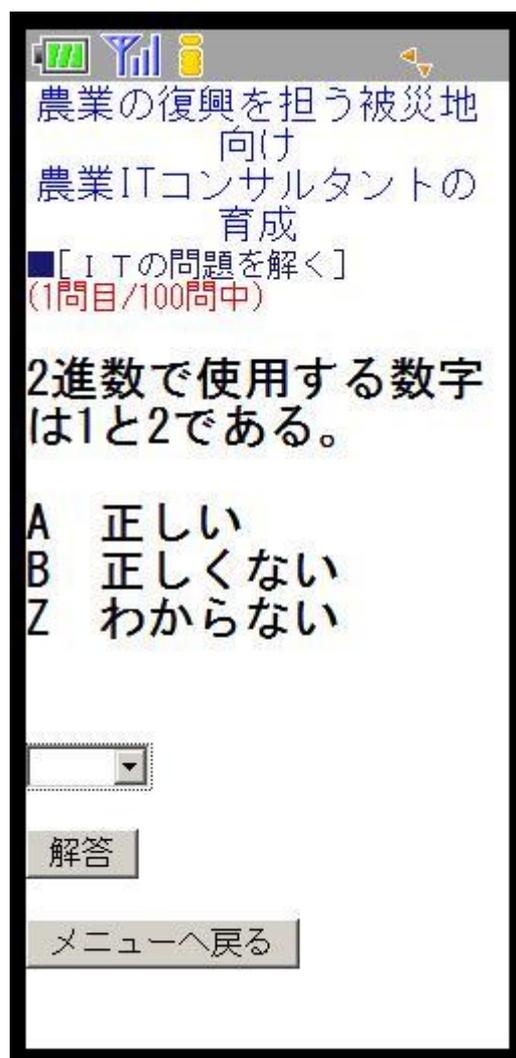
農業の基礎知識に関する演習問題を 100 問収録した。この問題は、「農業の用語を学ぶ」の解説部分を利用し、正誤問題形式にしている。そのため、サブ・メニュー構成は「農業の用語を学ぶ」と同じ形である。



図表 165 「農業の問題を解く」 画面例

3.8.3 ITの問題を解く

「ITの問題を解く」は、特定非営利活動法人教育支援システム研究機構が提供している「ESPRIT 道場 情報基礎学習」(全 400 問)から、ITに関する基礎的な知識に関する問題を 100 問抽出し、それを農業 IT e ラーニングに組み込んでいる。こちらは「農業の問題を解く」と異なり、サブ・メニューを設けておらず、100 問のドリル形式となっている。



図表 166 「ITの問題を解く」 画面例

第4部 実証報告

第1章 実証実験の目的

本事業において開発した教育プログラム、及び教材を使用した実証講座を実施し、その有用性や改善事項等を検証した。本教育プログラムで想定する標準学習時間数は240時間であるが、その全てを実施することは難しい。そこで、実証講座として、本教育プログラムの中から中核となる内容を抽出し、実施した。具体的には、半導体センサを用いた放射線量計に関する講座、植物工場モデルの制作実習、及び、農業とITの基礎知識を学習するeラーニングである。実証講座では、授業アンケートを実施し、授業やテキスト、教材の効果・妥当性を検証した。

また、線量計を搭載したフィールドサーバで、放射線量や気温、照度等を測定し、遠隔でデータを蓄積するフィールドパラメータネットワークの動作検証も実施した。このシステムも本教育プログラムで利用する教材の一つであるが、実際の農業生産に活用できるものを想定しているため、農場に設置し、測定実験を行った。

第2章 実証実験

本章では、実証講座および本教育プログラムで利用する教材の一つであるフィールドパラメータネットワークの動作検証について報告する。

2.1 実証講座

以下、本実証講座の実施日時・場所、対象者、実施内容を列挙する。

2.1.1 実施日時・場所

平成24年3月12日（月）に講義・実習などからなる講座を実施した。講座実施後、1週間にわたり、農業IT eラーニングを用いた自己学習や講座で学んだ知識・技術の振り返りを行い知識・技術の定着化を図った。

日程	時間	場所
平成24年3月12日（月）	9:00～18:00	東北電子専門学校 実習室（1103号室） コンピュータ室（1102号室）
平成24年3月13日（火）～ 3月19日（月）	任意	東北電子専門学校 実習室（1103号室） コンピュータ室（1102号室） 自宅

図表 167 実証講座の実施日時・場所

2.1.2 対象者

東北電子専門学校の自動車組込みシステム科2年生（3年課程）7名、及び、高度ITエンジニア科3年生（4年課程）5名の、合計12名である。

2.1.3 実施内容

講座では、まず、放射線計測の仕組みに関する講義を行い、半導体センサを用いた線量計の制作実習、制作した線量計を用いたフィールド計測実習とグループごとの発表を行った。そして、植物工場モデルセルの制作実習を行い、稼働テストと種まきを行った。さらに、農業ITの基礎知識を学習するeラーニングを実施し、最後に授業アンケートを行った。

なお、当日は地元宮城県の新聞社である河北新報社の取材を受け、その記事が平成24年3月14日（水）の夕刊に掲載された。実際の記事は、付録3を参照されたい。

講師	原田 賢一 委員 (有限会社ワイズマン)		
第 1 部	放射線		
	1.放射線計測の仕組み (講義)	20 分	9:10~9:30
	2.線量計制作実習	30 分	9:30~10:00
	3.フィールド計測実習	110 分	10:10~12:00
昼食・休憩			12:00~13:00
	4.計測結果まとめ・グループ報告	50 分	13:00~13:50
第 2 部	植物工場モデルセル		
	5.植物工場モデルセルの制作実習	120 分	14:00~16:00
	6.稼働テスト・種蒔き	30 分	16:00~16:30
	まとめ	30 分	16:30~17:00
第 3 部	農業 IT e ラーニング	60 分	17:00~17:50
	授業アンケート	10 分	17:50~18:00

図表 168 講座の実施内容

2.1.4 使用した教材

本実証講座では、以下の 3 つの教材を使用している。

- ・ポケットガイガー組立キット Type1
- ・植物工場モデルセル
- ・農業 IT e ラーニング

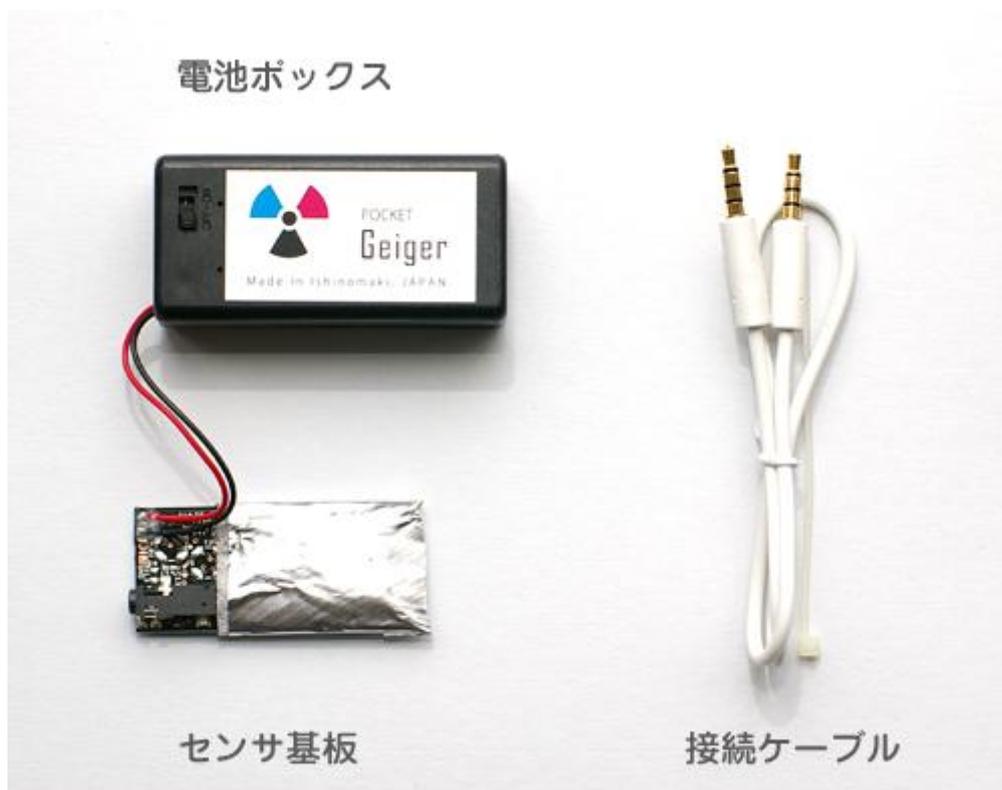
また、上記以外に実証講座用のスライドテキスト（付録 1 を参照）と、授業アンケート（付録 2 を参照）を用いている。

2.1.4.1 ポケットガイガー組立キット Type1

ポケットガイガー組立キット Type1 は、非営利プロジェクト「Radiation-watch.org」が開発した、半導体センサを用いた空間線量計の組立キットである。ハンダ付けが不要で、簡単に組み立てることができる。iPhone や iPad、iPod touch に接続して、専用のアプリで測定値を表示する。本実証講座では、グループごとに iPad を 1 台ずつレンタルして用いた。また、放射線センサとして PIN フォトダイオードと呼ばれる安価な汎用素子を利用している、組み立て作業をユーザが行う、市販のミニケースを利用することで外装コストを抑えている、などによって、安価に入手することができ、教材として利用しやすい。

0.1 μ Sv/h を超える中線量地域において 5 分程度、0.1 μ Sv/h 未満の低線量地域においては 10 分~15 分程度の測定時間が推奨されている。いずれの場合においても、概ね 20%~

30%の誤差がある。測定時間を長くすることで誤差を小さくできる。アプリでは、1回の測定を20分で行うよう設定されている。また、測定値の表示には、必ず線量値に誤差範囲を表示し、ユーザに正しい情報を与えるよう設計されている。

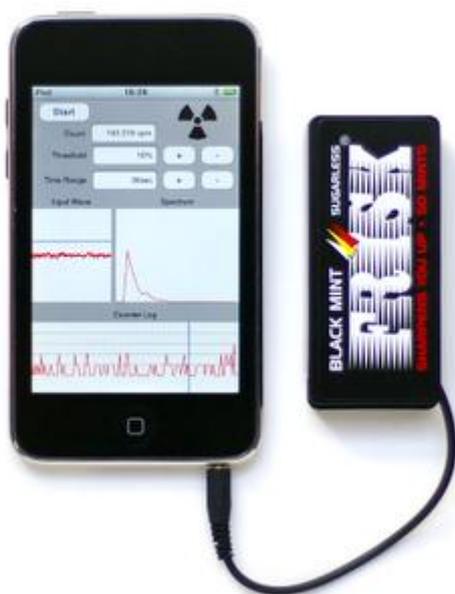


図表 169 ポケットガイガー組立キット Type1 の内容

センサ基板はアルミホイルで包まれているが、組立時にはさらに銅板で挟み込む。センサ基板は市販のミントケースに入れて使用する。その際、ミントケースを加工する必要がある。iPhone や iPad、iPod touch とは、オーディオケーブルで接続する。測定値を表示するアプリ「ポケットガイガーLite」は、Apple Store から無料でダウンロードすることができる。有料の Pro 版を用いると、線量に関する情報と、GPS や Wi-Fi を用いた測位情報を Radiation-watch.org のサーバにアップロードすることができる。Radiation-watch.org プロジェクトは集積された実データを元に、全国の線量地図を作成するための研究開発を行っている。



図表 170 完成品（左）と空間線量測定の例（右）



図表 171 iPhone と接続したところ



図表 172 ポケットガイガーLite (iPhone、iPad、iPod touch 用アプリ)

2.1.4.2 植物工場モデルセル

植物工場モデルセルは、水を霧化装置で霧状にして、パイプやストローで直列に接続されたカップに送り込み、植物を育てる装置のモデルである。本事業で新たに開発した。



図表 173 植物工場モデルセル



図表 174 霧化装置と栽培用カップ

一番右側にある容器が霧化装置である。超音波霧化器を入れてあり、水が霧となってパイプから栽培用カップの方へ流れていく。水位が一定値を下回ると自動でスイッチが切れるようになっている。

左側の 2 つの容器が栽培用カップである。霧を植物の根に直接当てることで、土を使わず、また、一般の水耕栽培よりも水を節約することができる。



図表 175 栽培用カップ

植物は、スポンジに種を植えて育てる。

今回用いた植物工場モデルセルには温度計を設置し、内部の温度を測定することができる。他にも、湿度センサや照度センサなどを取り付けることもできるようになっている。

2.1.4.3 農業 IT e ラーニング

農業 IT e ラーニングは、昨年度の事業で開発した教材と、既存の「ESPRIT 道場 情報基礎学習」（特定非営利活動法人 教育支援システム研究機構）とを融合させ、本事業で構築したものである。詳細は開発報告を参照されたい。

本実証講座では、「農業の用語を学ぶ」を 10 分、「農業の問題を解く」を 15 分、「IT の問題を解く」を 25 分、それぞれ学習した。

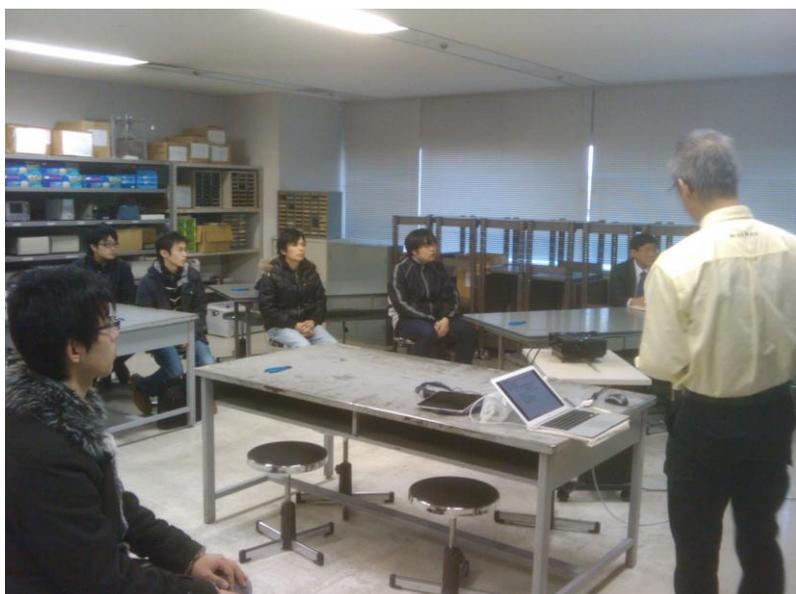
2.1.5 実証講座風景

実証講座の風景を、写真を用いて報告する。



図表 176 放射線計測の仕組み（講義）

放射線計測の仕組みについて、講義を行っている。



図表 177 放射線関連のインターネットサイトでの説明

テキストはスライド資料を用いた他、適宜関連のあるインターネットサイトを参照した。



図表 178 放射線計測の仕組み（講義）

講師の解説を真剣に聞いている様子が見える。



図表 179 線量計制作実習

各自にポケットガイガー組立キット Type1 が配布された。これから制作を開始するところである。



図表 180 ポケットガイガー組立キット Type1

組み立てに使用するミノケースと銅板は別途用意した。



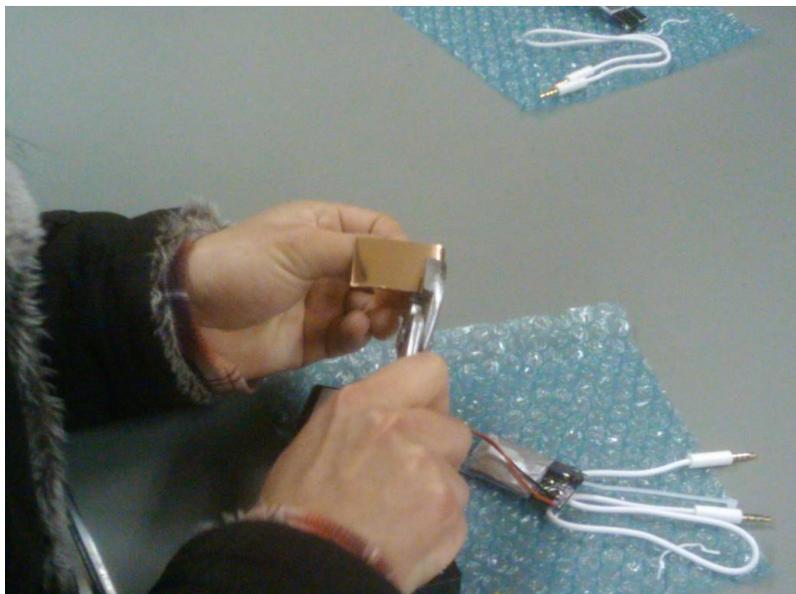
図表 181 線量計制作の流れの説明

組み立て作業の流れの説明を聞いているところである。



図表 182 銅板の加工

β 線を遮蔽するために用いる銅板を曲げているところである。この曲げた銅板で、線量計本体を挟み込む。



図表 183 ペンチを用いた銅板の加工

ペンチを使って銅板を曲げているところである。



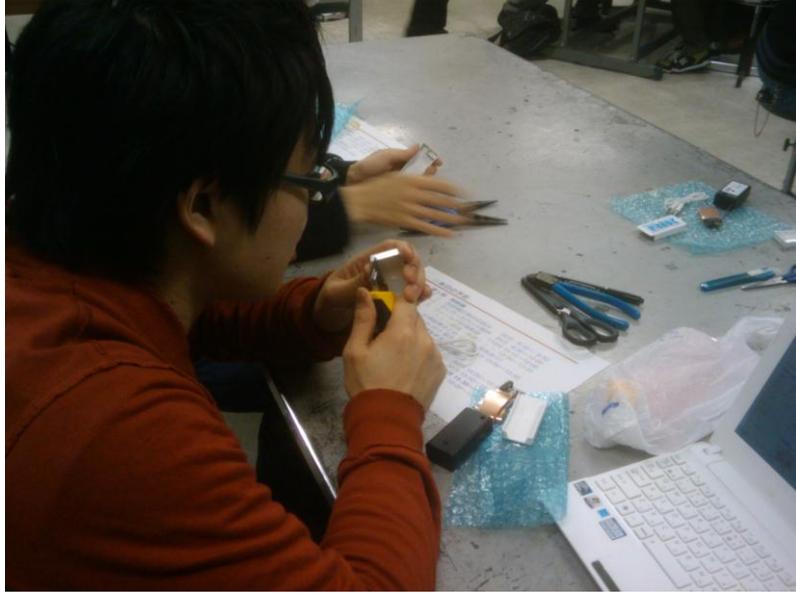
図表 184 ミントケースの穴開け位置の決定

ミントケースに、電源ケーブルを通す穴を開けるための目印を書いているところである。



図表 185 ミントケースの加工

ミントケースに電源ケーブルを通す穴を開けているところである。



図表 186 カッターナイフによるミントケースの加工

ミントケースに穴を開ける作業には、カッターナイフやニッパーを用いた。



図表 187 ケーブルの接続

iPad と接続するためのケーブルを線量計本体に接続したところである。



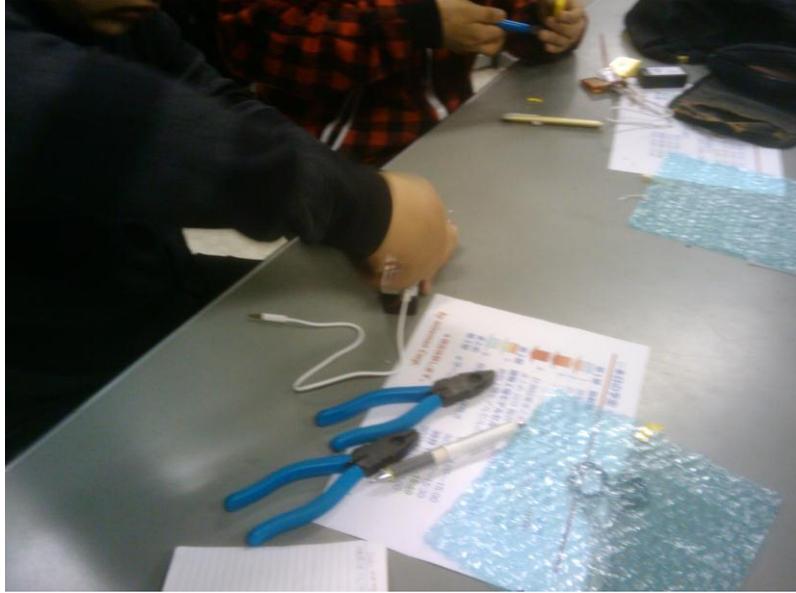
図表 188 ミントケースへの装着

線量計本体にケーブルを接続し、ミントケースに入れているところである。



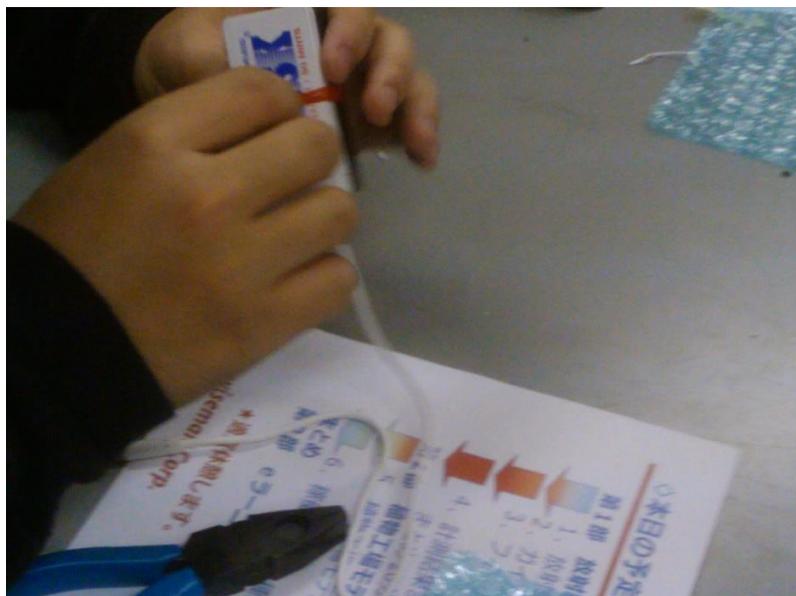
図表 189 線量計制作実習

電源には9Vの角形乾電池を用いる。



図表 190 電池ボックスの接続

線量計本体の入ったミントケースと電池ボックスを接続しているところである。



図表 191 電池ボックスの固定

ミントケースと電池ボックスは、バンドで縛って固定する。



図表 192 iPad での動作テスト

完成した線量計を iPad に接続し、動作テストを行っているところである。



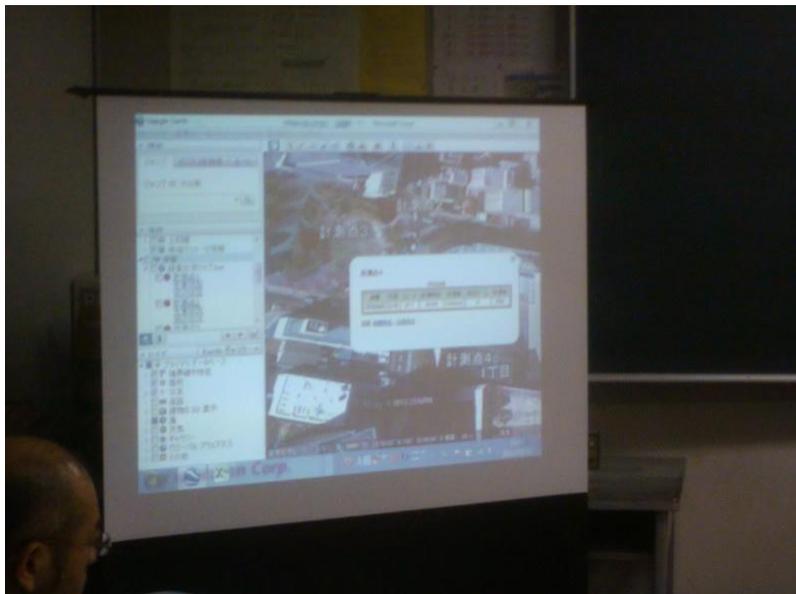
図表 193 iPhone での動作テスト

iPhone を使用している学生は、自分の端末でも動作テストをしていた。



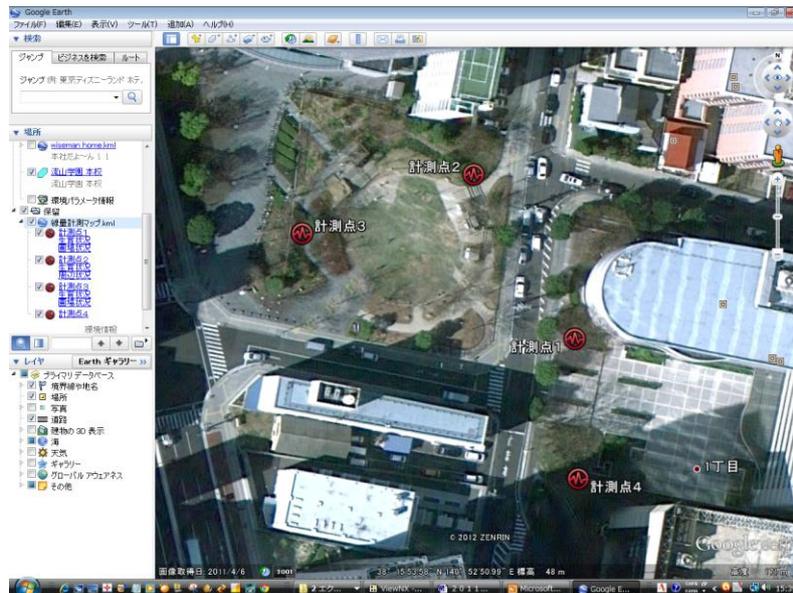
図表 194 GISの説明

Google Earth 上に測定値を表示するデモを説明しているところである。



図表 195 GISのデモ

当日は、有限会社ワイズマンの「携帯端末連携 農業情報システム」を稼働させ、測定者から測定値がメールで報告されると、Google Earth 上にバルーンで測定値が表示されるという方法で、測定値の報告を行った。



図表 196 計測ポイント

計測ポイントは、以下の4箇所である。

- ・東北電子専門学校校舎入り口（計測点1）
- ・花京院緑地 北東の角（計測点2）
- ・花京院緑地 南西の角（計測点3）
- ・仙台市シルバーセンター前（計測点4）

50分の実習時間で、4グループがそれぞれ3箇所ずつ計測した。雪も降り風が強い日で、冷え込んだが、風やセンサの向きなどで、数値が変わるなどの結果が実証され、大変貴重な実習となった。

なお、今回の実証講座では、学生が自ら体験することを目的としており、測定精度の検証は行っていないため、数値は公表しないこととする。



図表 197 線量計測の様子（測定点 1）

測定点 1（東北電子専門学校入り口）で測定をしている様子である。線量計本体の下に保護シートを敷いている。



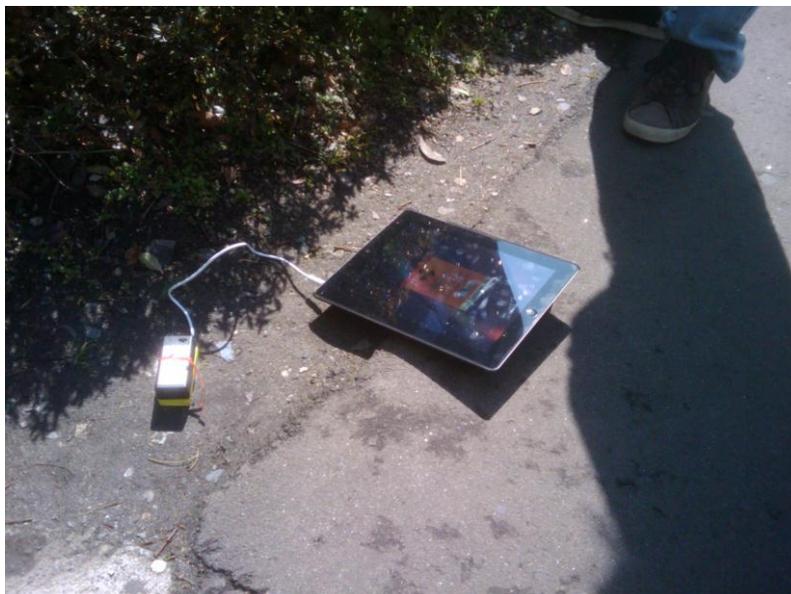
図表 198 線量計測の様子（測定点 2）

測定点 2（花京院緑地 北東の角）で測定をしている様子である。iPad を入れるバッグの上に線量計本体を載せて計測している。



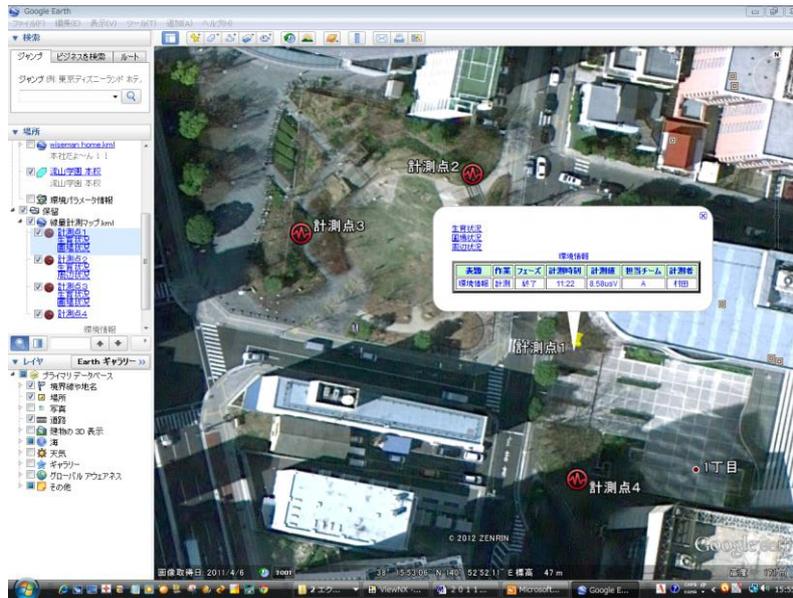
図表 199 線量計測の様子（測定点 3）

測定点 3（花京院緑地 南西の角）で測定をしている様子である。当日は雪がちらついていたため、傘で線量計や iPad を保護しながら計測している。



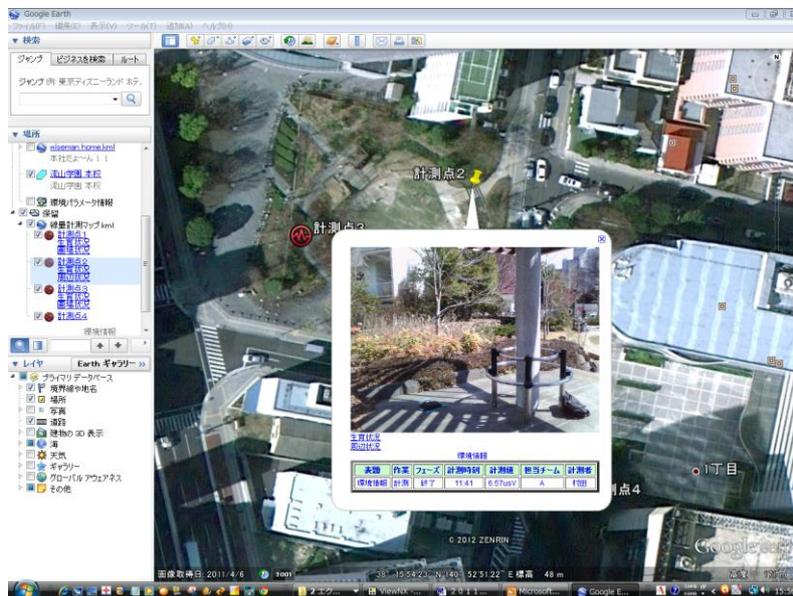
図表 200 線量計測の様子（測定点 4）

測定点 4（仙台市シルバーセンター前）で測定をしている様子である。線量計本体を土の上に直に置いて計測している。



図表 201 報告システムでの計測結果の表示

測定者から測定値がメールで送信されると、このように、Google Earth 上にバルーンで結果がリアルタイムで表示される。



図表 202 報告システムでの写真表示

測定点の写真が添付された場合は、写真も同時に表示されるため、各計測点での測定値を一括で管理することもできる。



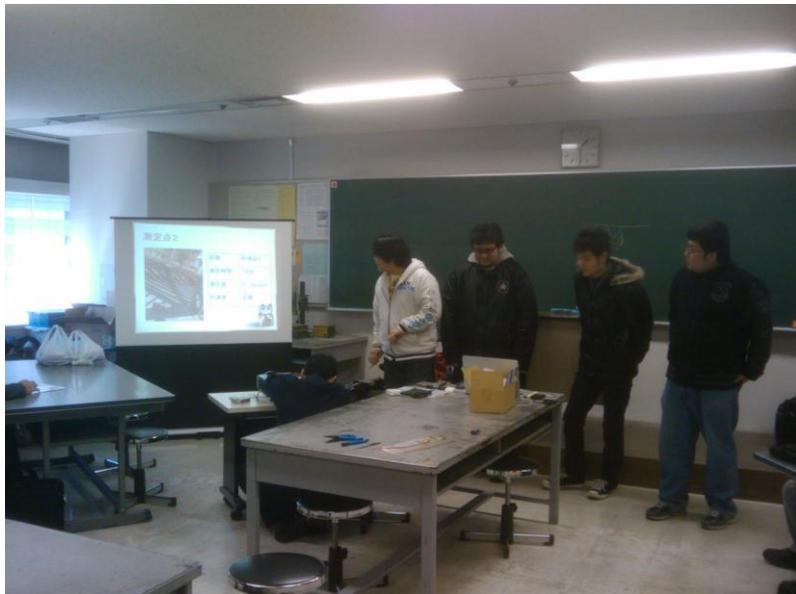
図表 203 グループ発表の準備

測定結果を発表するために、資料にまとめているところである。資料作成の時間を 20 分と短めに設定した。これは、まとめる時間を十分に与えないことで、プレゼンテーションで大切な内容を短時間で判断する力と、資料に不足している事柄を言葉で補う力を養うためである。



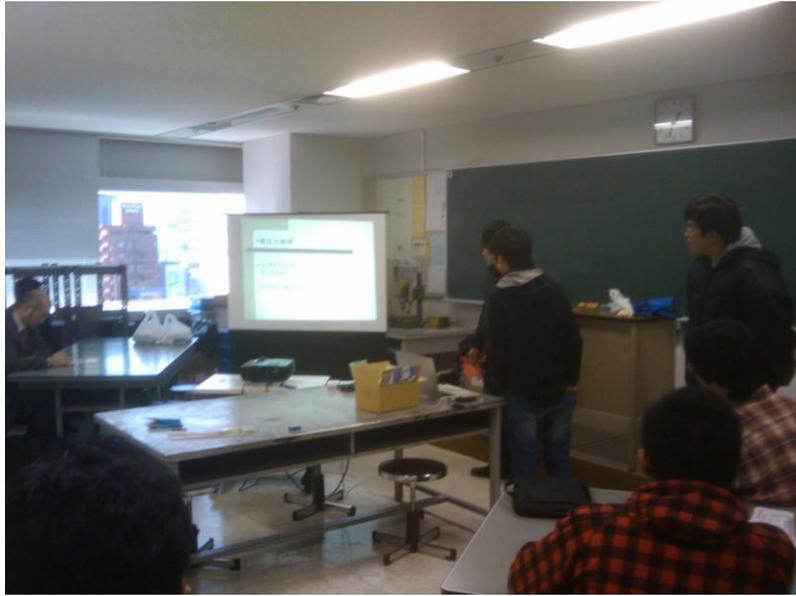
図表 204 1班の発表

1班の発表である。測定値を発表するだけでなく、線量計の制作方法についてもまとめてあった。



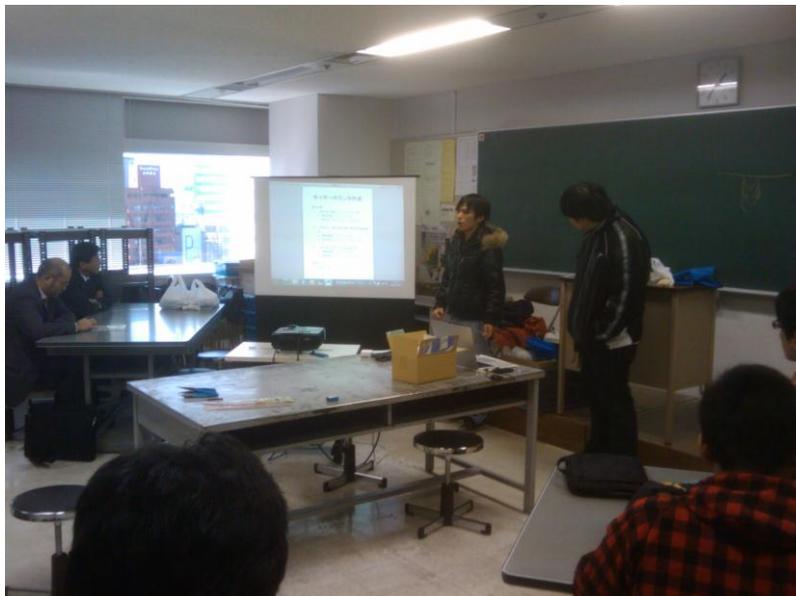
図表 205 2班の発表

2班の発表である。測定値のみの発表になったが、測定風景の写真を測定者がわかるように撮影していた。



図表 206 3 班の発表

3 班の発表である。当日は雪がちらついていたためか、「寒かった」という感想をしきりに口にしていった。



図表 207 4 班の発表

4 班の発表である。他の班が全て Power Point で資料を作成していたのに対し、こちらは Word で作成していた。ポイントが簡潔にまとめられていた。



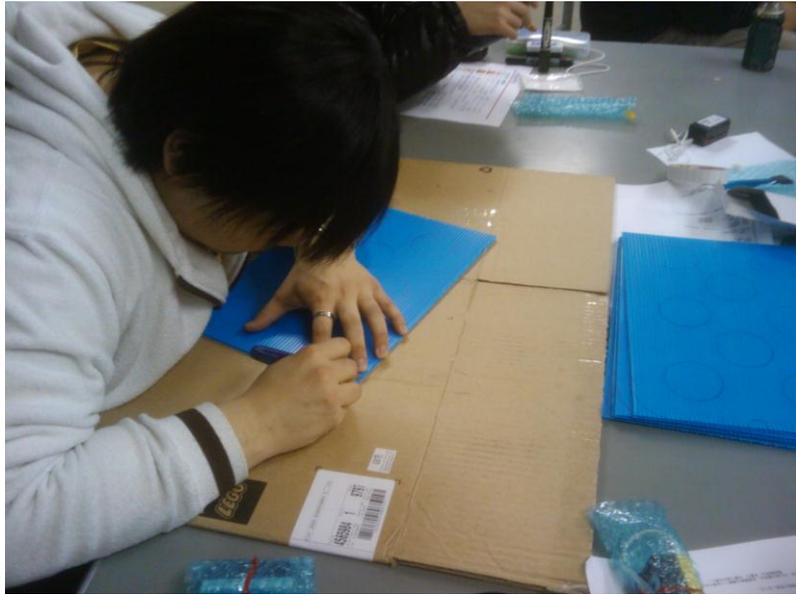
図表 208 計測実習のまとめ

講師から、計測実習についての総評を行っているところである。単に測定値を見るのではなく、日ごとに測定値がどのように変化しているかに注目することが大切だという説明があった。



図表 209 植物工場モデルセルの解説

講師から、植物工場モデルセルの動作の仕組みや構造について、解説を行っているところである。



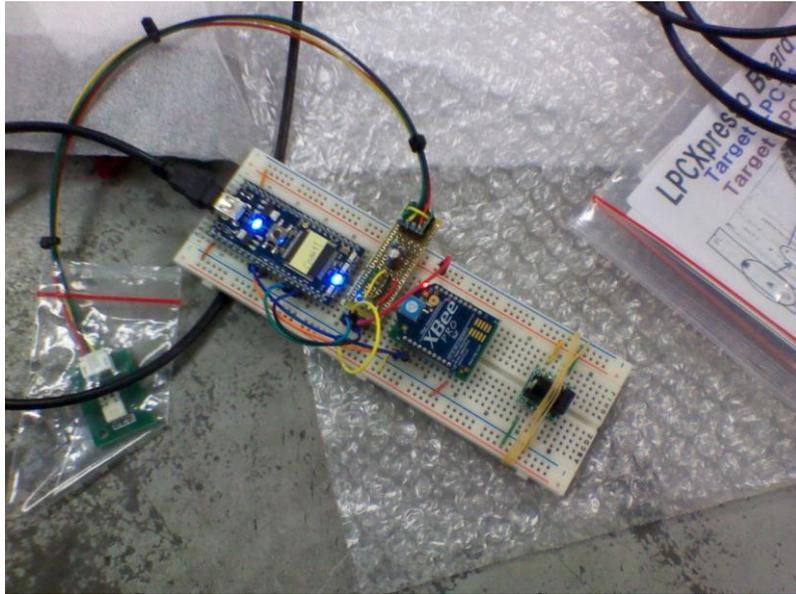
図表 210 植物工場モデルセルの制作 段ボールの穴開け

段ボールに、栽培用カップを置くための穴を開けているところである。



図表 211 栽培用カップの準備

栽培用カップを準備しているところである。このカップに、霧を通すストローを通すための穴を開ける。



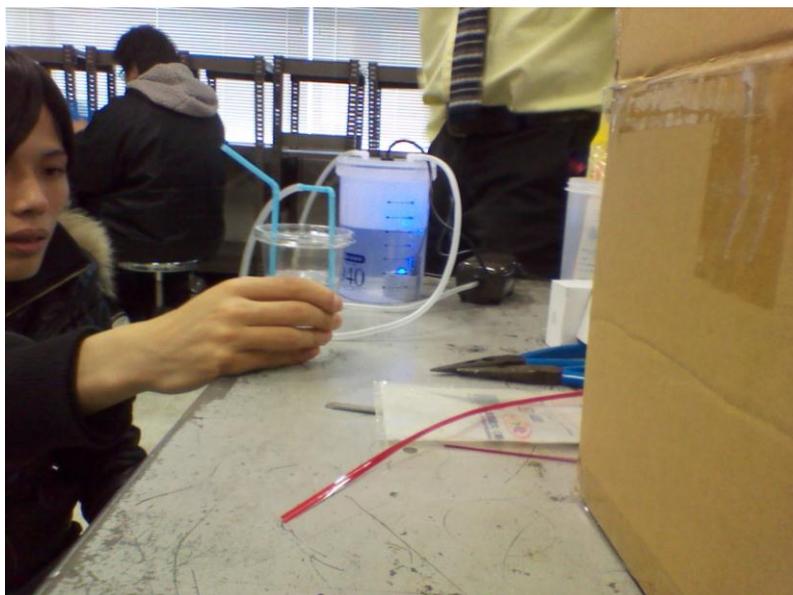
図表 212 無線ユニット

植物工場内で測定した温度や湿度などを計測し、そのデータを無線通信で遠隔地に送るためのユニットである。本実証講座では解説と動作検証のみに留め、実装は行わなかった。動作検証では、同じフロア内全域で通信可能であることが確認できた。



図表 213 霧化装置の説明

霧化装置の説明を行っているところである。



図表 214 植物工場モデルセルの稼働テスト

霧化装置に栽培用カップを接続し、霧が送られているかをテストしているところである。



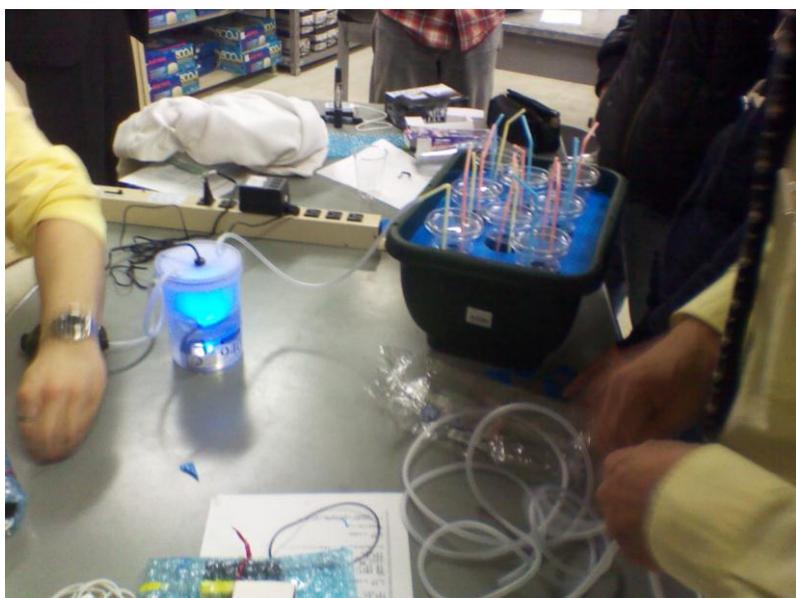
図表 215 段ボール穴開け

栽培用カップは、1つのモデルセルにつき8つ置くことができる。



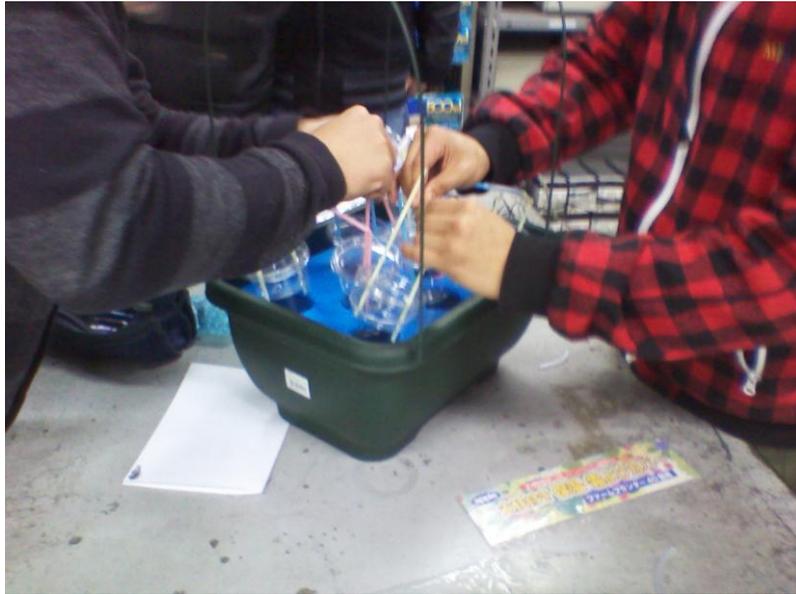
図表 216 栽培用カップの穴開け

栽培用カップに、ストローを通すための穴を開けているところである。



図表 217 栽培用カップの装着

プランターに穴を開けた段ボールを乗せ、その穴に栽培用カップを装着したところである。



図表 218 栽培用カップの調整

栽培用カップが段ボールにまっすぐ入るように、また、全て高さが同じになるように調整しているところである。



図表 219 植物工場モデルセルの完成

ビニール袋をかけ、植物工場モデルセルの完成である。



図表 220 種蒔きの説明

今回はスポンジに種を蒔くが、一部、濡らしたティッシュペーパーに蒔いたもの、及び、土を栽培用カップに入れて蒔いたものも扱った。



図表 221 スポンジの加工

種を蒔くためのスポンジを、角砂糖ほどの大きさに加工しているところである。



図表 222 種の選定

学生それぞれが、自分の蒔く種を選んでいるところである。今回は、サラダ水菜、貝割れ大根、プチトマト、などを蒔いた。



図表 223 種蒔き

スポンジに学生それぞれが選んだ種を蒔いているところである。



図表 224 ティッシュペーパーに蒔いた種

貝割れ大根の種を、濡らしたティッシュペーパーに蒔いたところである。



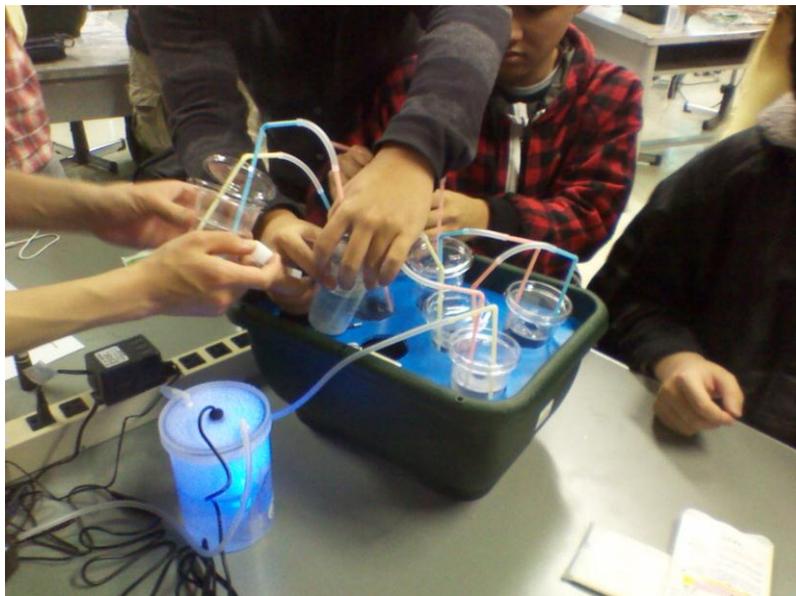
図表 225 土に蒔いた例

一部、土に蒔いたものをつくった学生もいた。



図表 226 スポンジへの種蒔き

スポンジに小さな種を蒔くのに少し苦労していた学生もいた。



図表 227 植物工場モデルセルへの再装着

種を蒔いた栽培用カップを、再び植物工場モデルセルへ装着しているところである。



図表 228 種蒔き後の植物工場モデルセル

再びビニール袋をかぶせ、栽培を開始した。



図表 229 まとめ

講師から、今後の栽培に関する注意を解説しているところである。毎日植物工場モデルセルの中をチェックし、必要に応じて霧化装置を接続する栽培用カップを変更する、などの注意がなされた。



図表 230 農業 IT e ラーニングによる学習

農業 IT e ラーニングによる学習を行っているところである。



図表 231 農業 IT e ラーニングによる学習

実習では周りとは相談しながら賑やかに作業を進めていたが、e ラーニングでは黙々と取り組む姿勢が見られた。

2.1.6 農業 IT e ラーニングの実施報告

本節では、農業 IT e ラーニングの実施結果を報告する。

2.1.6.1 農業 IT e ラーニングの実施概要

開発した農業 IT e ラーニングの有用性や操作性などを検証するために、以下の内容を実施した。

項目	時間
農業の用語を学ぶ	10分
農業の問題を解く	15分
ITの問題を解く	25分

実施対象は、東北電子専門学校の高度 IT エンジニア科 3 年生 4 名、及び、自動車組込みシステム科 2 年生 7 名の、合計 11 名である。

なお、3 月 12 日の講座修了後、各自で 1 週間にわたって、農業 IT e ラーニングを用いた自己学習を行った。

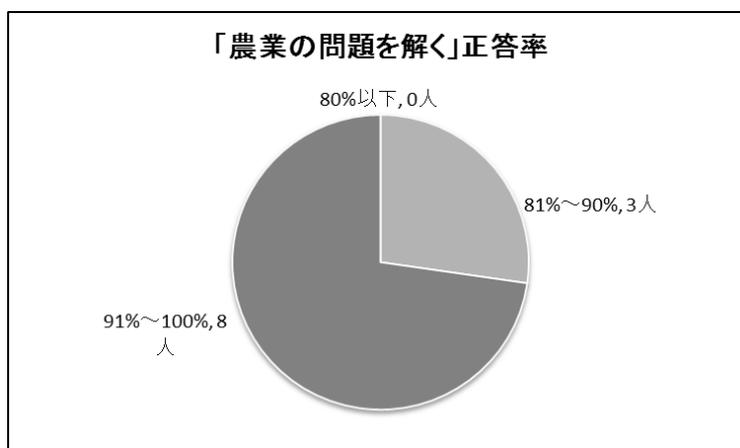
2.1.6.2 農業 IT e ラーニングの実施結果

農業 IT e ラーニングの「農業の問題を解く」「IT の問題を解く」のそれぞれに対し、学生一人ひとりの解答数、正答数、正答率を分析した。なお、「農業の用語を学ぶ」には問題は含まれていないので、ログの保存は行っていない。

(1) 「農業の問題を解く」の実施結果

「農業の問題を解く」は、最大で 200 問を解答した学生がいた。解答数が最も少ない学生は 81 問であった。全部で 100 問が収録されているので、繰り返し学習したことがわかる。正答率は最低でも 83.7%であり、6 人が全問正解であった。「農業の用語を学ぶ」である程度学習しているので、比較的正答率が高かったことが考えられる。また、ただ問題を進めるだけではなく、真剣に取り組んでいたこともうかがえる。

No.	解答数	正答数	正答率
1	134	131	97.8%
2	136	139	83.7%
3	140	116	82.9%
4	130	110	84.6%
5	81	80	98.8%
6	90	90	100.0%
7	83	83	100.0%
8	200	200	100.0%
9	116	116	100.0%
10	140	140	100.0%
11	90	90	100.0%

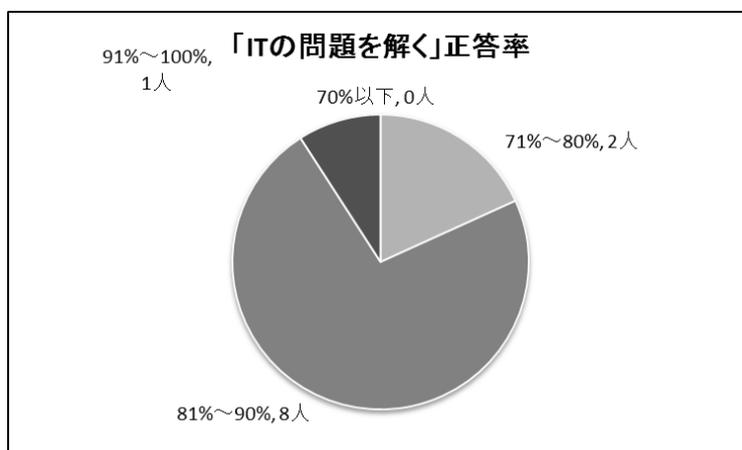


図表 232 「農業の問題を解く」 実施結果

(2) 「ITの問題を解く」の実施結果

「ITの問題を解く」は、最大で102問を解答した学生がいた。解答数が最も少ない学生は100問であった。全部で100問が収録されていることを考慮すると、繰り返し学習した学生は少なかったと考えられる。正答率は最低でも74.5%であり、「農業の問題を解く」に比べると正答率が全体的に低い。

No.	解答数	正答数	正答率
1	100	86	86.0%
2	101	85	84.2%
3	100	93	93.0%
4	100	89	89.0%
5	100	85	85.0%
6	100	87	87.0%
7	100	78	78.0%
8	100	87	87.0%
9	102	76	74.5%
10	100	83	83.0%
11	100	84	84.0%



図表 233 「ITの問題を解く」 実施結果

2.1.7 授業アンケートの結果

本教育プログラムの妥当性を検証するために、授業アンケートを実施した。

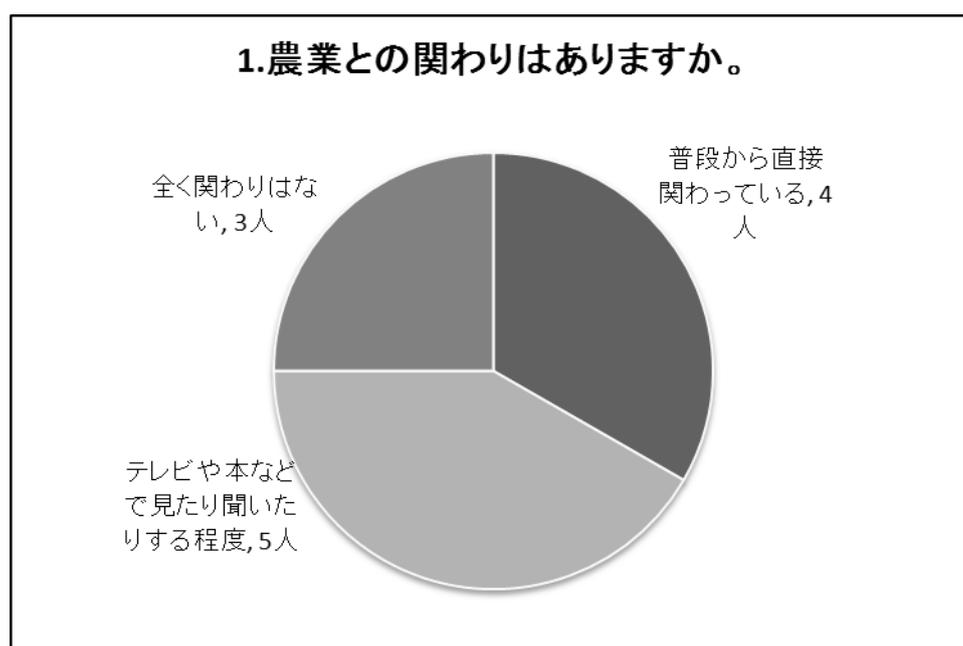
(1) 農業との関わりについて

受講者と農業との関わりについての集計結果を、以下の図表に示す。

[設問 1]

農業との関わりはありますか。

回答	回答数
普段から直接関わっている	4人
テレビや本などで見たり聞いたりする程度	5人
全く関わりはない	3人
合計	12人



図表 234 農業との関わり

農業との関わりに関しては、「普段から直接関わっている」という学生が4人いた。実家が農家であるなど、地域の特性が表れていると考えられる。

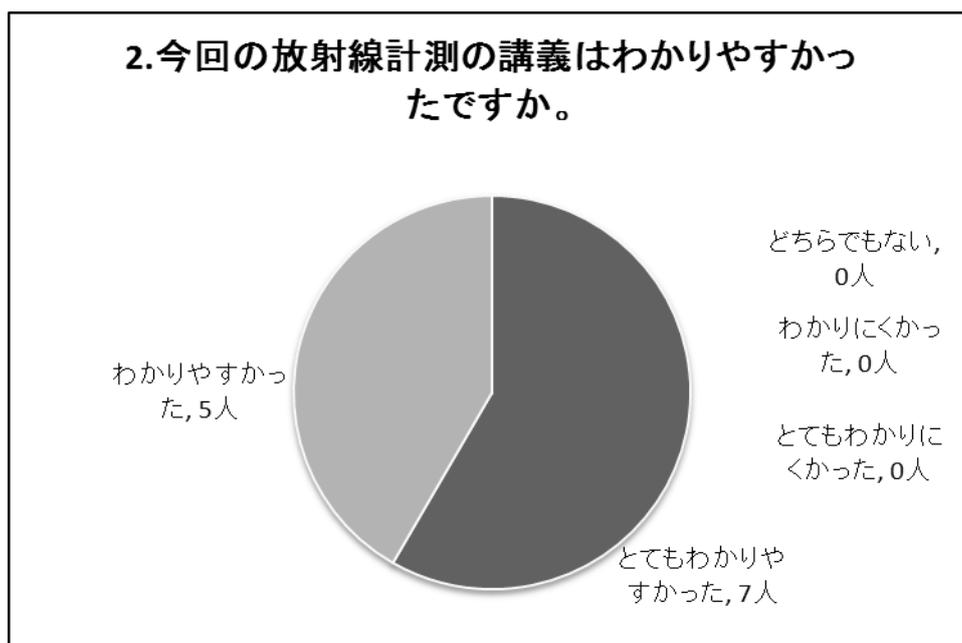
(2) 放射線計測の講義のわかりやすさ

放射線計測の講義のわかりやすさについて、集計結果を以下の図表に示す。

[設問 2]

今回の放射線計測の講義はわかりやすかったですか。

回答	回答数
とてもわかりやすかった	7人
わかりやすかった	5人
どちらでもない	0人
わかりにくかった	0人
とてもわかりにくかった	0人
合計	12人



図表 235 放射線計測の講義のわかりやすさ

放射線計測の講義のわかりやすさでは、7人が「とてもわかりやすかった」、5人が「わかりやすかった」と回答している。全員がわかりやすかったと感じたようだ。

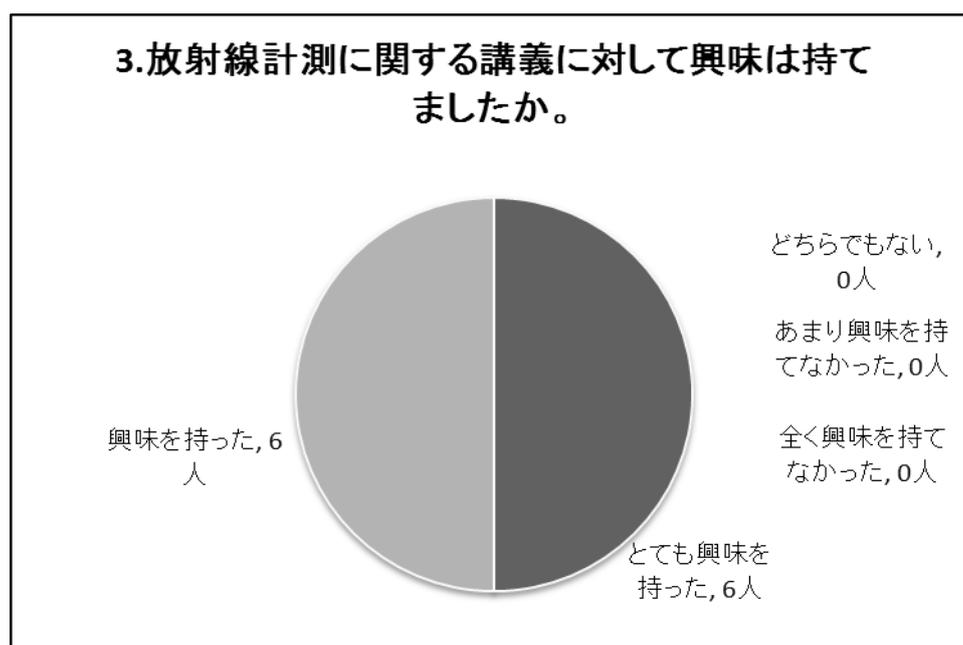
(3) 放射線計測に関する講義の印象

放射線計測に関する講義の印象について、集計結果を以下の図表に示す。

[設問 3]

放射線計測に関する講義に対して興味は持てましたか。

回答	回答数
とても興味を持った	6人
興味を持った	6人
どちらでもない	0人
あまり興味を持てなかった	0人
全く興味を持てなかった	0人
合計	12人



図表 236 放射線計測に関する講義の印象

放射線計測に関する講義の印象では、「とても興味を持った」と「興味を持った」が6人ずつであった。放射線計測に関する興味を持たせることができた。

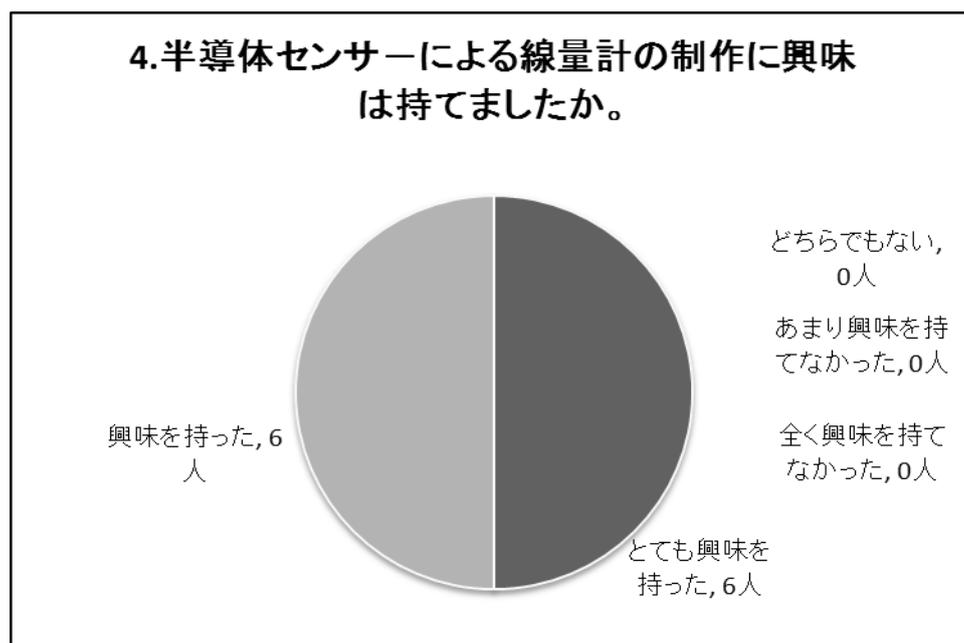
(4) 線量計制作実習の印象

線量計制作実習の印象について、集計結果を以下の図表に示す。

[設問 4]

半導体センサによる線量計の制作に興味は持てましたか。

回答	回答数
とても興味を持った	6人
興味を持った	6人
どちらでもない	0人
あまり興味を持てなかった	0人
全く興味を持てなかった	0人
合計	12人



図表 237 線量計制作実習の印象

線量計制作の印象としては、「とても興味を持った」と「興味を持った」が6人ずつであった。全員に興味を持たせることができた。

(5) 放射線量を測定した感想等

放射線量を測定した感想等を、自由記述形式で質問した。

[設問 5]

実際に放射線量を測定してみた感想等をご自由にご記入ください。

得られた回答をそのまま列挙する。

<測定値に関するもの>

- ・ 風や場所の少しの違いにも反応して変化していくのが、おもしろかった。家の周りや気になる所で気軽に使えるので、ぜひ使用したい。
- ・ 場所などの環境の違いによって様々な変化があることが理解できたと思います。
- ・ 風通しの良さや、土やコンクリートの場所によって、近場でも測定の数値の変化が激しかった。
- ・ 計測する向きや時間によって数値が変化することがわかって勉強になった。
- ・ ちゃんとした数値を計りたい。
- ・ 次、測定を行うことがあったら、正しい数値を計測したい。
- ・ ノイズが乗りやすいせいか他の班と結果が違うのがあった。今の時期、外で計測するのはとても寒い
- ・ 非常に寒い中での計測となりましたが少し場所が変わるだけでかなりの違いが出てくるというのが大きなおどろきでした。

<その他>

- ・ 測定中に風が吹いて寒かった。
- ・ 思っていたより楽しく、家やいろいろな場所でも測定したい。待っている時間が少々ヒマでした。
- ・ いがいと測定がうまくいった
- ・ 寒い時期の計測待ちは辛いものがあった。目に見えるかたちで確認できる点があった。

測定場所や風などの条件によって測定値が大きく異なる点に気付いたという回答が多かった。また、もっと正確な数値を測定したいという積極的な意見もあった。その他、冬場に屋外で計測したこともあり、寒かったという感想も多い。

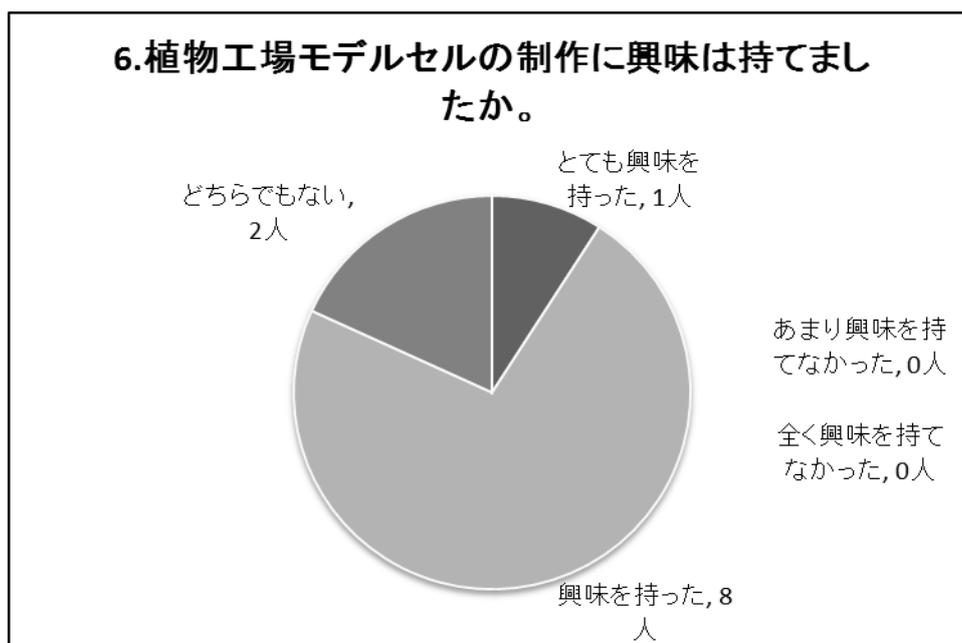
(6) 植物工場モデルセル制作実習の印象

植物工場モデルセル制作実習の印象について、集計結果を以下の図表に示す。

[設問 6]

植物工場モデルセルの制作に興味は持てましたか。

回答	回答数
とても興味を持った	1人
興味を持った	8人
どちらでもない	2人
あまり興味を持てなかった	0人
全く興味を持てなかった	0人
合計	11人



図表 238 植物工場モデルセル制作実習の印象

植物工場モデルセルの制作実習の印象としては、「とても興味を持った」は1人のみであったが、「興味を持った」は8人で、大半の学生に興味を持たせることができた。

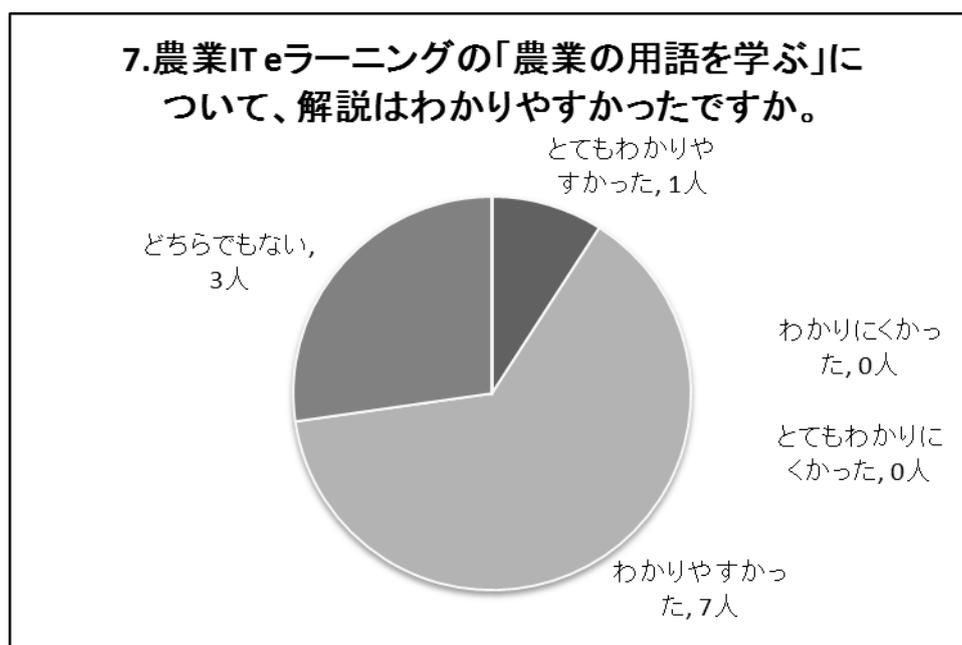
(7) 農業 IT e ラーニング「農業の用語を学ぶ」の解説のわかりやすさ

農業 IT e ラーニングの「農業の用語を学ぶ」について、解説のわかりやすさに関する集計結果を以下の図表に示す。

[設問 7]

農業 IT e ラーニングの「農業の用語を学ぶ」について、解説はわかりやすかったですか。

回答	回答数
とてもわかりやすかった	1人
わかりやすかった	7人
どちらでもない	3人
わかりにくかった	0人
とてもわかりにくかった	0人
合計	11人



図表 239 農業 IT e ラーニング「農業の用語を学ぶ」の解説のわかりやすさ

農業 IT e ラーニングの「農業の用語を学ぶ」にある解説のわかりやすさでは、「とてもわかりやすかった」「わかりやすかった」を合わせると 8 人であった。一方で、「わかりにくかった」「とてもわかりにくかった」という回答はなかった。解説のわかりやすさに関しては、十分であったと言える。

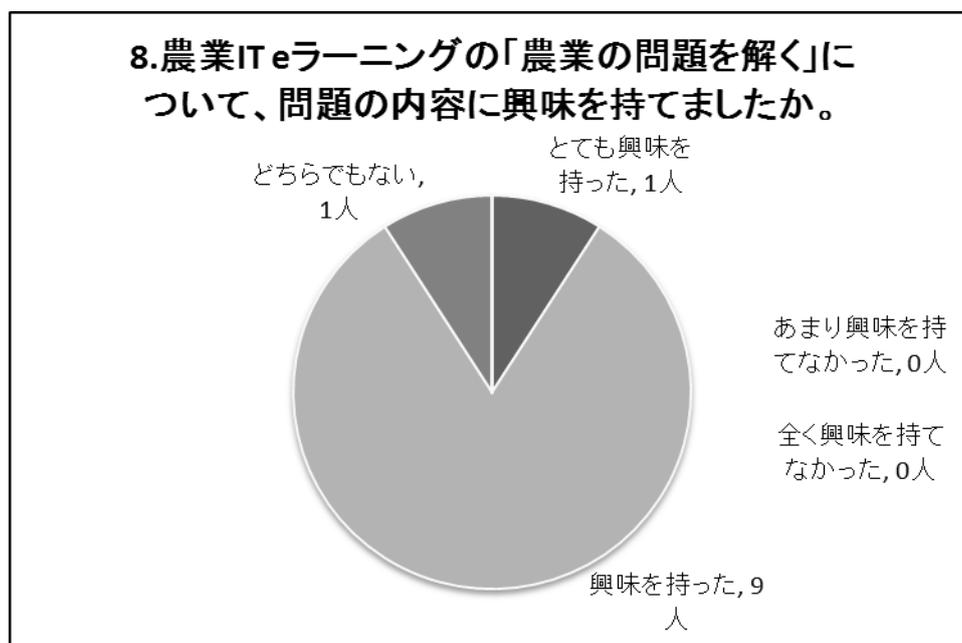
(8) 農業 IT e ラーニング「農業の問題を解く」の印象

農業 IT e ラーニングの「農業の問題を解く」について、問題の印象の集計結果を以下の図表に示す。

[設問 8]

農業 IT e ラーニングの「農業の問題を解く」について、問題の内容に興味を持ってましたか。

回答	回答数
とても興味を持った	1人
興味を持った	9人
どちらでもない	1人
あまり興味を持てなかった	0人
全く興味を持てなかった	0人
合計	11人



図表 240 農業 IT e ラーニング「農業の問題を解く」の印象

農業 IT e ラーニングの「農業の問題を解く」の問題について、10人が「とても興味を持った」または「興味を持った」と回答している。あまり農業と関わりが少ない学生が多い中で、農業に関する興味を持たせることができたのは評価できる。

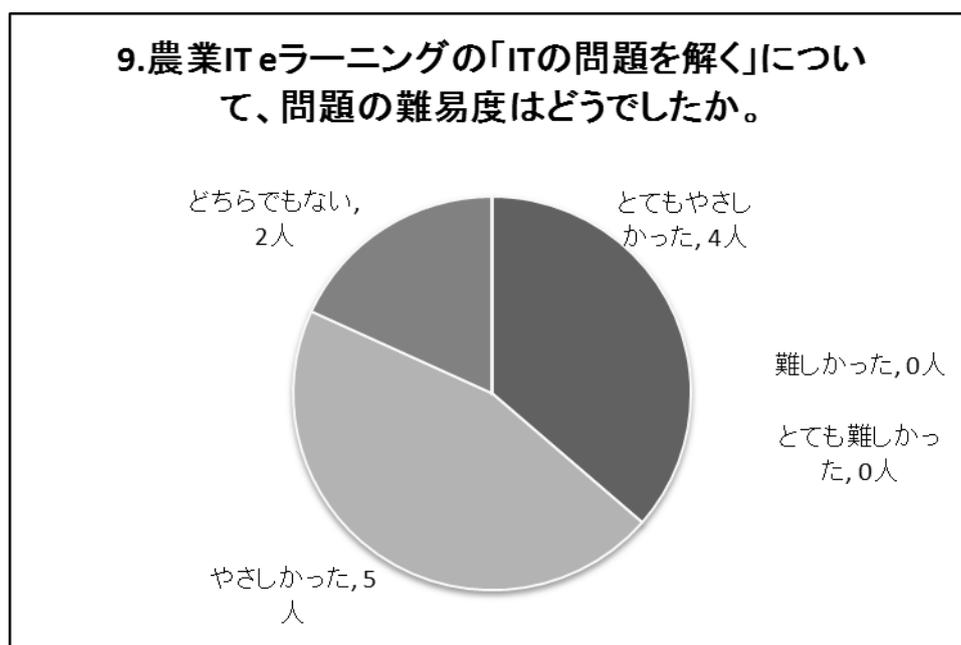
(9) 農業 IT e ラーニング「ITの問題を解く」の難易度

農業 IT e ラーニングの「ITの問題を解く」について、問題の難易度の集計結果を以下の図表に示す。

[設問 9]

農業 IT e ラーニングの「ITの問題を解く」について、問題の難易度はどうでしたか。

回答	回答数
とてもやさしかった	4人
やさしかった	5人
どちらでもない	2人
難しかった	0人
とても難しかった	0人
合計	11人



図表 241 農業 IT e ラーニング「ITの問題を解く」の難易度

農業 IT e ラーニングの「ITの問題を解く」にある問題の難易度は、「とてもやさしかった」が4人、「やさしかった」が5人と、大半はやさしかったと感じている。農業 IT スキル確認テストとして、ITの基礎知識の内容から構成したが、受講者である IT 系の学生にとっては、やさしかったようである。

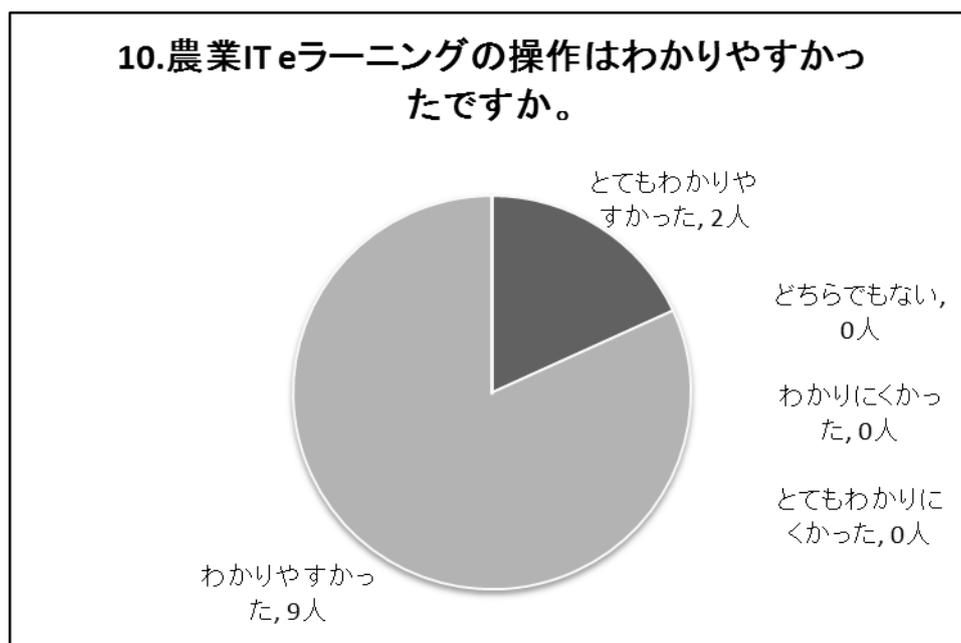
(10) 農業 IT e ラーニングの操作のわかりやすさ

農業 IT e ラーニングの操作のわかりやすさについて、集計結果を以下の図表に示す。

[設問 10]

農業 IT e ラーニングの操作はわかりやすかったですか。

回答	回答数
とてもわかりやすかった	2 人
わかりやすかった	9 人
どちらでもない	0 人
わかりにくかった	0 人
とてもわかりにくかった	0 人
合計	11 人



図表 242 農業 IT e ラーニングの操作のわかりやすさ

農業 IT e ラーニングの操作に関しては、2 人が「とてもわかりやすかった」、9 人が「わかりやすかった」と回答している。操作性には問題はなかったと考えられる。

(11) 実証講座の感想等

実証講座の感想等を、自由記述形式で質問した。

[設問 11]

今回の講座に関して、感想等があればご自由にご記入ください。

得られた回答をそのまま列挙する。

- ・ 農業の問題が難しく解くのに時間がかかりました。プチトマトなどはクラスで大事に育てていこうと思います。
- ・ 出来れば1から全て作ってみたいかった（ガイガーカウンタ）
- ・ もう少し、講座を聞きたかった。
- ・ 充実した1日だった。
- ・ 今回の講座を受け、ITが農業を支えられるということがわかりました。
- ・ フリスクで作れるというのが中々良かった。計測する時、この時期は寒いと思った。農業とITというのはあまり結びつかなかったが今日講座を受けて関係があることを少し知った。
- ・ 時間に余裕が無かった為、もっとゆっくり考えながら講座を受けられたらと感じた。内容は分かりやすく、興味をもって取り組むことができました。
- ・ 普段体験できないようなことを、一日という短い期間でしたが、体験できて良かったです。取り組みやすい環境でしたし、次にこのような機会があれば、参加してみたいです。
- ・ 普段では関わりが少ない分野について学習することができたのはよい経験でした。この機会を今後も生かしたいです。
- ・ ワイワイ楽しく受講することが出来たので、またやってみたいと思えました。しかし、放射線量を自分の近場を測ることで、少なかったら大丈夫ですが、もし、多かったら、あわててしまう人も居ると思うので、「知る」ということは本当によいことなのか分かりません。
- ・ 通常の授業ではやらない内容だったので、良い経験になりました。

普段の授業では扱わない内容であったが、その点が良かったという意見が多い。時間の都合上1日での実施であったが、もっと授業を受けたいという意見もあった。農業とITにも関係があることがわかったという回答もあり、ITで他分野を支援できるということにつながっていくと考えられる。ITを学習する一つの題材として、成功を収めたと言えよう。

(12) 東日本大震災と自分が学習していることとの関係について

東日本大震災が発生してから 1 年が経過した時期であったため、普段学生が学習している内容と関係づけて考えたことについて、自由記述形式で質問した。

[設問 12]

東日本大震災から 1 年が経過しましたが、震災と、自分が勉強していることとの間に関係づけて考えたことがあれば、ご自由にご記入ください。

得られた回答をそのまま列挙する。

- ・ 今回のガイガーカウンタ制作のように私も将来的に良いものを制作して困っている人に喜ばれる物も作りたいと思っております。
- ・ 震災で福島原発が被害を受け、放射線に対して興味を持ちました。今回ガイガーカウンタを作成を行い自分でも簡単に作れたのでスマートフォンになったらつかってほしいと思います。
- ・ 地震後、放射能の問題などが多く出て来たが自分達も IT を学んだことで関係を結びつけることができ、こういう仕事もあるんだなと思った。
- ・ 震災時には電気が使えない状況だった為、自機発電のエネルギーで稼働する機器が作れないのかを考えた。
- ・ まず、生まれ育った宮城を復興したいです。どのような形であれ、貢献できればいいと思います。IT を通してできれば、なお嬉しいです。
- ・ 3 月 11 日のことはけして忘れてはいけないことであり、今後も復興には時間がかかるとは思いますが、現在学習している IT 部分を生かせる場面で生かしていきます。
- ・ IT 分野でいうと、計算が得意なので、地震が来たら、津波の大きさ、到着時間を素早く計算し、海辺の近くの人が被害に合わないよう、情報を伝達したい。
- ・ 震災の復興と IT がどこまで関係付けることができるかわかりませんが、学校で学んだことを復興に少しでも役立てることができれば良いと思っています。

今回の実証講座をキッカケに考えた内容もあれば、以前から考えていたと考えられる内容もある。震災からの復旧・復興に自分の学習しているものを役立てたいという積極的な意見が多い。

2.2 フィールドパラメータネットワークの動作検証

フィールドパラメータネットワークの動作検証は、とねやしき農場（宮城県登米市）に3台のフィールドサーバを設置して行った。バッテリー駆動で計測を行いながら、離れた場所（千葉県柏市）からモニタリングを行いつつ、温度や放射線量のデータを蓄積し、その変化の様子を Google Earth 上に表示するテストを実施した。動作テストの期間は、平成24年3月13日～20日の1週間である。

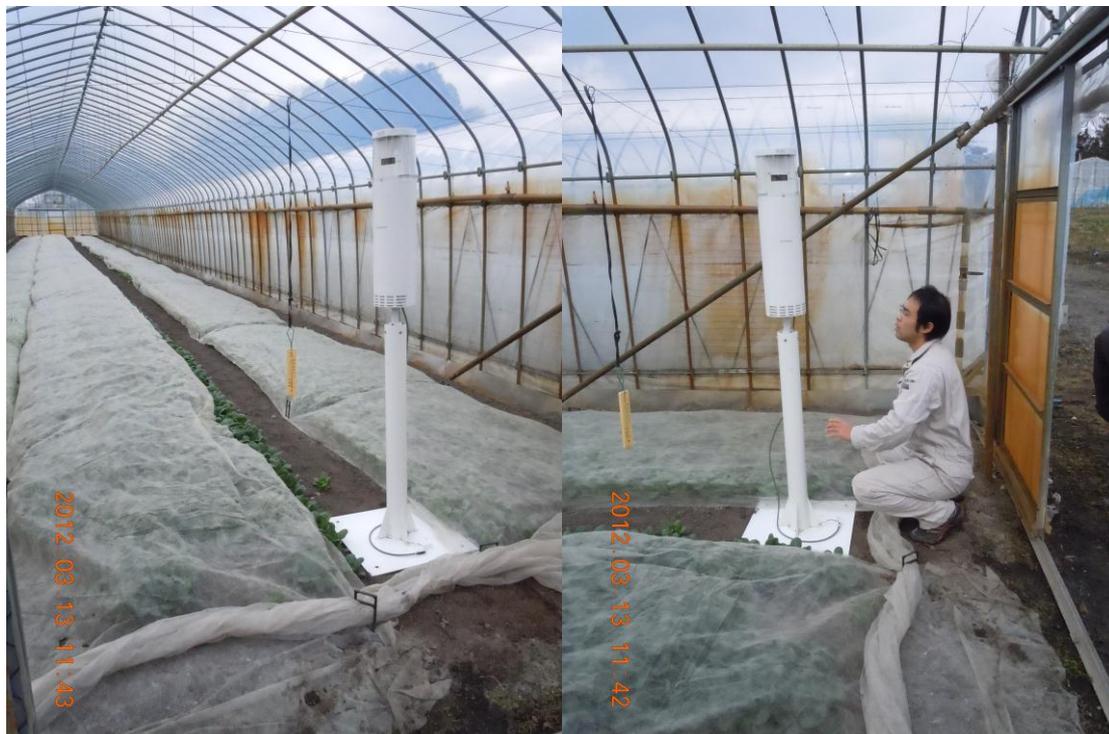
2.2.1 フィールドサーバの設置

今回の動作検証における計測ポイントは、

- ・計測ポイント1：西側ハウス内入り口付近
- ・計測ポイント2：南側ハウス内入り口付近
- ・計測ポイント3：ハウス北の畦（屋外）

の3箇所である。いずれのフィールドサーバも、12V・36Ahのバッテリー駆動とした。このバッテリーで、稼働期間は3日間の見込みである。しかし、実際には、途中で充電をして動作テストを再開し、1週間の動作テストを行った。

以下、設置の様子を示す。



図表 243 計測ポイント1 西側ハウス内入り口付近

1 台目のフィールドサーバは、小松菜を栽培しているハウス内に設置した。



図表 244 計測ポイント 2 南側ハウス内入り口付近

2 台目のフィールドサーバは、ほうれん草を栽培しているハウス内に設置した。



図表 245 計測ポイント 3 北側 畦 (屋外)

3 台目のフィールドサーバは、ハウス北側にある畦に設置した。屋外に設置したので、雨や雪を避けるためにバッテリーにバケツをかぶせた。



図表 246 バッテリーの接続

フィールドサーバにバッテリーを接続しているところである。



図表 247 スイッチを入れる

設置したフィールドサーバのスイッチを入れているところである。



図表 248 計測開始

スイッチを入れると、直ちに計測を開始し、データの蓄積や送信を行う。



図表 249 計測ポイント3の遠景

2.2.2 動作テストの結果

3台のフィールドサーバの動作テストの結果を述べる。今回、バッテリー駆動ということで、3日間の動作見込みであったが、実際に稼働してみると、フィールドサーバ個体ごとにばらつきがあった。

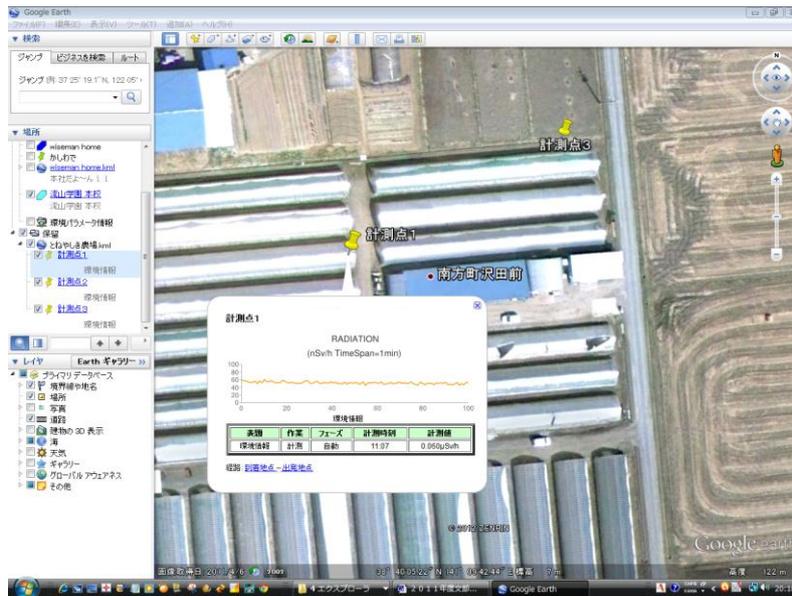
以下は、実際に動作していた期間である。

- ・計測ポイント1：3日+12時間
- ・計測ポイント2：2日+12時間
- ・計測ポイント3：3日+18時間

計測ポイント2のフィールドサーバの稼働期間が短いですが、これは恐らく、バッテリーの充電が他の2台に比べて不十分であったことが原因と考えられる。実際に設置する際は太陽光パネルなどを併用したソーラー充電を行うので、屋外での稼働も問題はない。

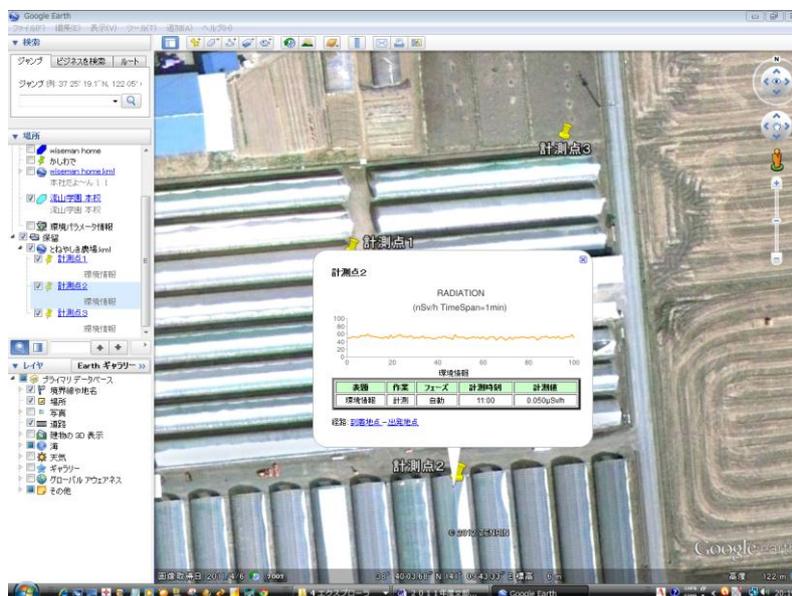
今回の動作テストでは、いったんフィールドサーバの動作が終了した後、とねやしき農場で充電をして稼働を再開していただいたことで、モニタリングを再開することができた。

フィールドサーバから送信されたデータは、直近の一定件数を取得し、それを推移グラフにして、Google Earth上でポイントごとのバルーン内に表示される。このような表示することで、温度や放射線量を、点ではなく面で把握しやすくなる。



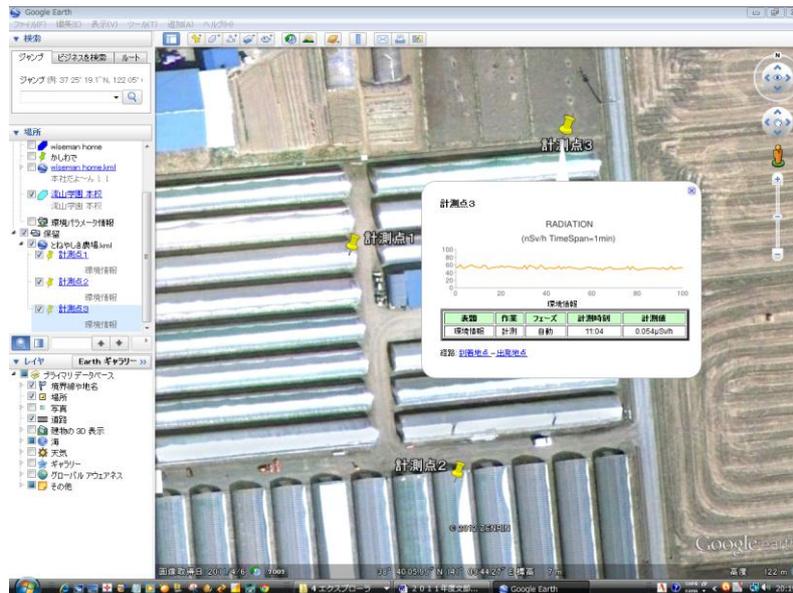
図表 250 計測ポイント 1 のバルーン表示

計測ポイント 1 における放射線量の計測値が、バルーン内のグラフに表示されている。あまり大きな変化は見られない。



図表 251 計測ポイント 2 のバルーン表示

計測ポイント 2 における放射線量の計測値が、バルーン内のグラフに表示されている。計測ポイント 1 とほぼ同じ水準で、やはり、大きな変化は見られない。



図表 252 計測ポイント 3 のバルーン表示

計測ポイント 3 における放射線量の計測値が、バルーン内のグラフに表示されている。こちらにも計測ポイント 1、2 とほぼ同じ水準で、大きな変化は見られない。

このように、フィールドパラメータネットワークが、電源さえ確保できれば、正常に動作することが検証できた。フィールドサーバを設置したとねやしき農場と、モニタリングしていた千葉県柏市との直線距離は約 330km であるが、これだけ遠く離れた地点でも、計測データが正常に取得できることも確認できた。

2.3 実証のまとめ

本事業での実証を実施した結果、以下のような成果が得られた。

まず、IT を他分野に応用したり、IT を用いて他分野の支援をしたりできるという点で、学生の興味を引き出すことができた。これは非常に大きな成果である。今回の受講者には自動車組込みシステム学科の学生が含まれており、比較的ハードウェアの制御に関する知識や技術を備えていると考えられる。それでも、線量計制作実習やフィールド測定実習、植物工場モデルセル制作実習でどの学生も積極的に作業に取り組み、また、授業アンケートでも肯定的な意見がほとんどであった。普段の授業で扱わないような題材であることが、功を奏したと考えられる。

また、制作実習に用いた線量計、植物工場モデルセル、いずれも材料費が非常に安価であった。そのため、今後も教材として十分に使用できるものとなった。本校や東北電子専門学校だけでなく、被災地を中心とした他の IT 系の専門学校や大学でもご活用いただけるものと考えている。

さらに、線量測定値の報告システムのような最先端の技術に触れることで、より IT を活用することに興味を持たせることができたと考えている。このような体験のできる実習をより充実化し、次年度以降、被災地の IT 系専門学校や大学を中心に、広く普及を図ってきたい。

今回構築した農業 IT e ラーニングは、農業 IT スキル確認テストとしての位置付けであった。今回の受講者には易しい内容だったようだが、農業分野、IT 分野、ともに学習ツールとして、また、スキルの確認テストとして、十分に活用できるものとなった。次年度はこれをさらに発展させ、農業 IT 検定の開発につなげていく予定である。

フィールドパラメータネットワークは、今回は動作検証のみに留めたが、実際の圃場やハウスでも十分活用できるものであることが確認できた。次年度以降、これを基にした教材を開発し、教育プログラムに組み入れることで、より充実したプログラムに発展させることができると考えている。

一方、フィールドパラメータネットワークを教材という観点から見ると、課題はある。実際、十分な開発期間が取れなかったため、今回は市販されているフィールドサーバをレンタルして用いることとした。実際に教育プログラムを他の IT 系専門学校や大学等へ提供するには、教材費の面で高いハードルとなってしまう。そのため、例えば昨年度開発したフィールドサーバ教材と、今年度用いた線量計教材を組み合わせることができれば、教

材費も安価に抑えられ、また同時に、制作実習教材として活用することもできる。このような方向でさらなる発展を目指していきたい。

今年度は、東日本大震災からの復旧・復興を担う専門人材の育成を支援するということを目的とし、被災地向け農業 IT コンサルタントの教育プログラムを開発し、その中核となる教材を開発・導入した。アンケート調査で明らかになった、被災地の農業生産者が求めている「放射線の計測」と「風評被害の解消」を重要なテーマとして、線量計と植物工場という教材の導入・開発に至った。農業生産者がこれらのシステムを活用することを支援できれば、農業の復旧・復興につながり、6次産業化を見据えてわが国の農業の振興を果たすことができるはずである。今後も、本教育プログラムの改良・発展を継続し、被災地を中心とする IT 系の専門学校や大学等に広く普及を図っていきたい。

付録

1. 実証講座テキスト

2011年度文科省委託研究事業

実証講座

2012. 3. 12

by wiseman Corp.

有限会社ワイズマン 原田賢一

目次

- ◇自己紹介
- ◇本日の予定
- ◇実証講座
 - 第1部 放射線
 - 第2部 植物工場モデルセル
 - 第3部 eラーニング

by wiseman Corp.

有限会社ワイズマン 原田賢一

1

◇自己紹介

農業・IT・星空のコーディネーター
wiseman
代表取締役
はらだ けんいち
コミュニティ植物医師 **原田 賢一**
KENICHI HARADA

有限会社 ワイズマン
〒277-0886 千葉県柏市西柏台2-1-1-122
TEL:04-7153-9778 FAX:04-7153-9779 携帯:080-5009-6779
E-mail: ken@wiseman-jp.com
http://www.wiseman-jp.com

by wiseman Corp.

2

◇本日の予定

- 第1部 放射線**
- ↓ 1. 放射線計測の仕組み 20分 9:10～ 9:30
 - ↓ 2. ガイガーカウンタ製作 30分 9:30～10:00
 - ↓ 3. フィールド計測実習 110分 10:10～12:00
◇◇◇昼食・休憩◇◇◇ 12:00～13:00
 - ↓ 4. 計測結果まとめ (チーム報告あり)
まとめ 20分 報告 30分 50分 13:00～13:50
- 第2部 植物工場モデルセル**
- ↓ 5. 植物工場モデルセルの組立 60分 14:00～15:00
 - ↓ 6. 稼働テスト・種蒔き 30分 15:00～15:30
- まとめ 30分 15:30～15:50
- 第3部 eラーニング** 60分 16:00～17:00

★適宜休憩します。

by wiseman Corp.

3

1. 放射線計測の仕組み 9:10～ 9:30

放射線とは・・・なんぞや？

『なにになに、なるほど放射線』
(日本原燃)



大きなエネルギーの粒々

の流れ

- ◇言われても痛みを感じない
- ◇小さな変化を体内で引き起こす
- ◇X線など、利用もされている・・・

by wiseman Corp.

4

◇測定原理

原理説明 PDF



◇気体 → ガイガー・ミュラー管

◇固体 → 半導体センサー

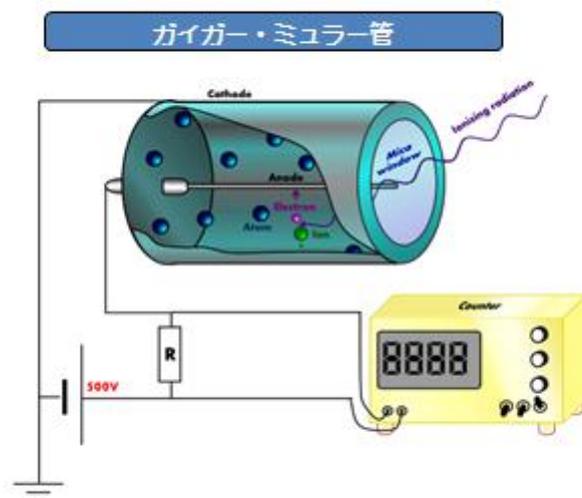
◇励起 → シンチレーター

◇写真作用 → フィルムの感光

by wiseman Corp.

5

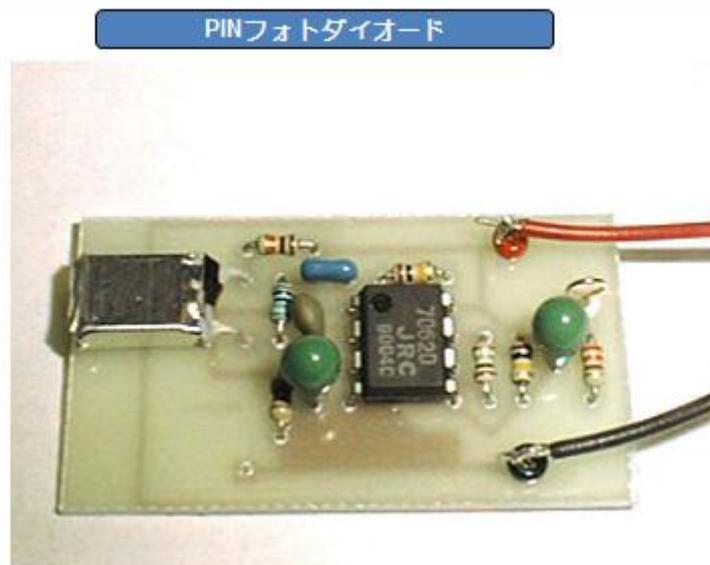
◇ガイガー・ミュラー管



by wiseman Corp.

6

◇PINフォトダイオード



by wiseman Corp.

7

2. ガイガーカウンター製作 9:30~10:00

ポケットガイガーカウンターキット



by wiseman Corp.

8

2. ガイガーカウンター製作 9:30~10:00

ポケットガイガーカウンターキット



[ポケットガイガーWEB資料](#)

by wiseman Corp.

9

2. ガイガーカウンター製作 9:30~10:00

ポケットガイガーカウンターキット



作3ラ!



by wiseman Corp.

10

2. ガイガーカウンター製作 9:30~10:00

銅板加工してください。

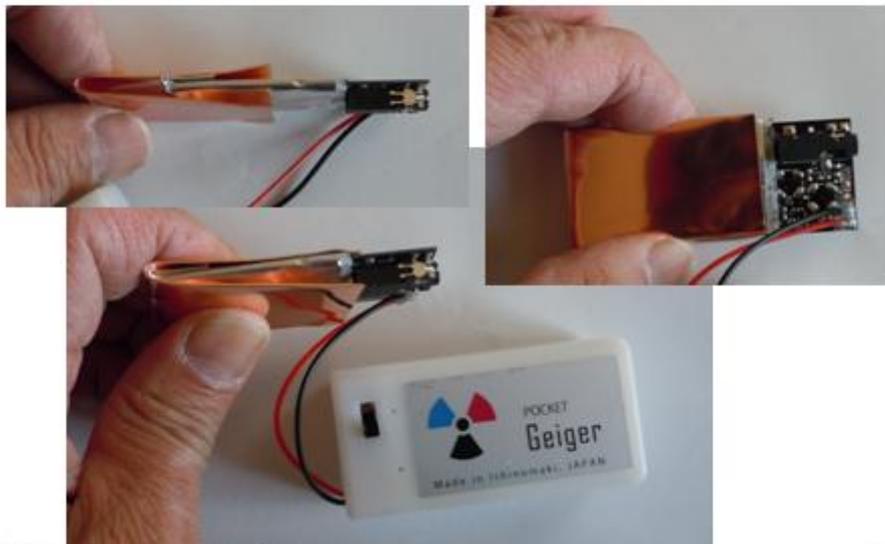


by wiseman Corp.

11

2. ガイガーカウンター製作 9:30~10:00

センサー基板を挟み込めるように！！

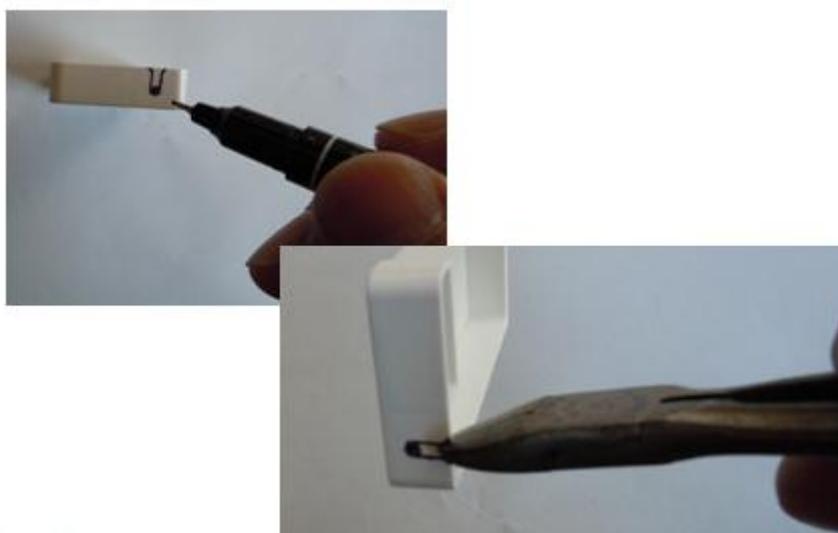


by wiseman Corp.

12

2. ガイガーカウンター製作 9:30~10:00

フリスケケースの穴加工

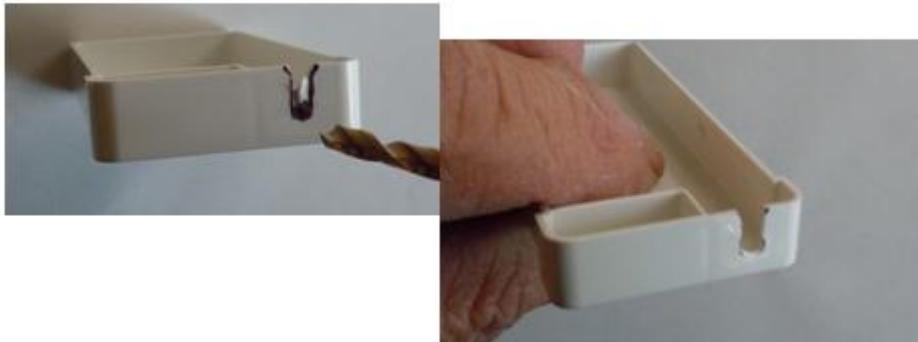


by wiseman Corp.

13

2. ガイガーカウンター製作 9:30~10:00

ハンドビットという道具があれば・・・



by wiseman Corp.

14

2. ガイガーカウンター製作 9:30~10:00

付属の接続ケーブルを差し込みましょう。



by wiseman Corp.

15

2. ガイガーカウンター製作 9:30~10:00

インシュロックタイを取り付けます。



by wiseman Corp.

16

2. ガイガーカウンター製作 9:30~10:00

ポケットガイガーカウンターキット 完成

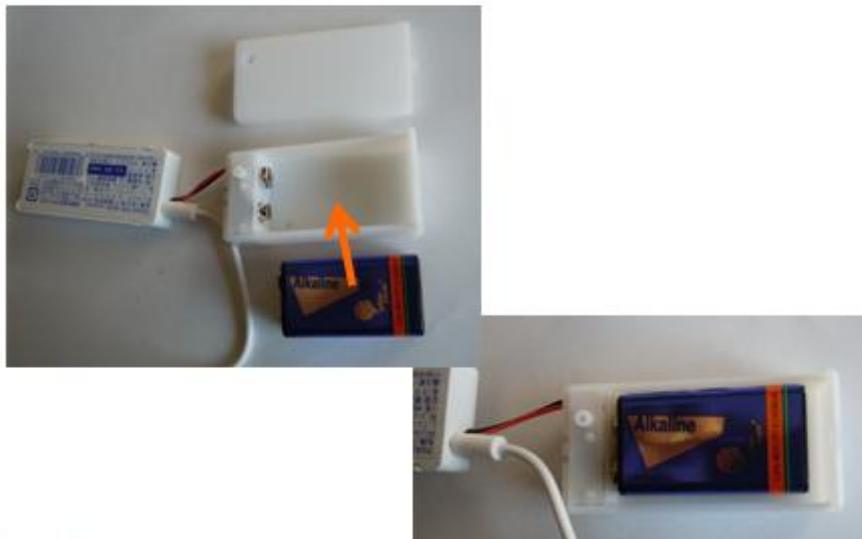


by wiseman Corp.

17

2. ガイガーカウンター製作 9:30~10:00

電池を入れます。

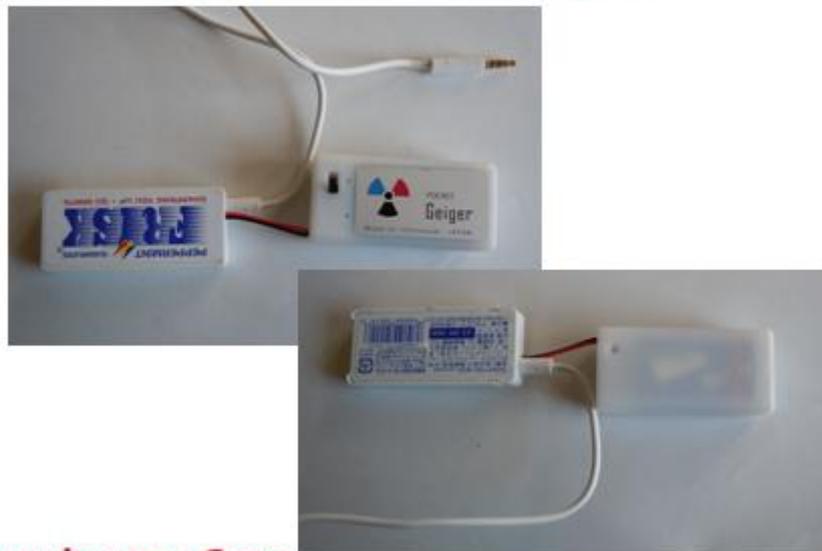


by wiseman Corp.

18

2. ガイガーカウンター製作 9:30~10:00

ポケットガイガーカウンターキット 裏・表

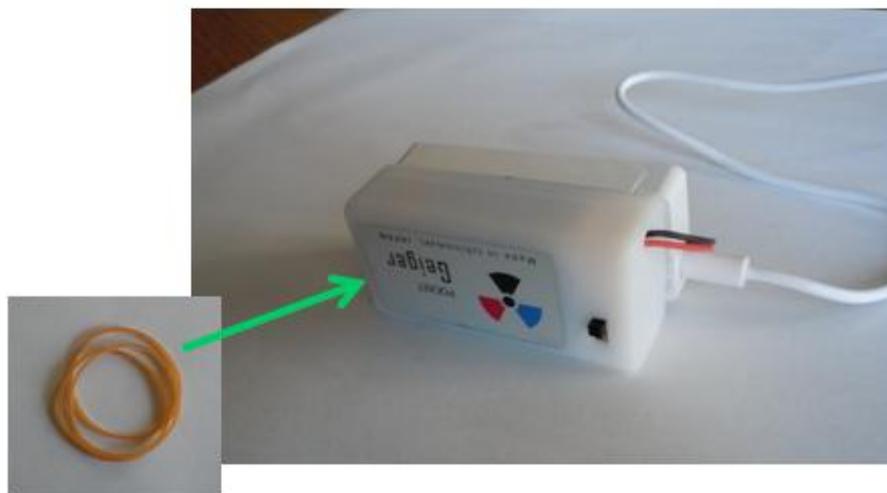


by wiseman Corp.

19

2. ガイガーカウンター製作 9:30~10:00

電池ケースは、輪ゴム・テープなどでとめてもOK!!



by wiseman Corp.

20

2. ガイガーカウンター製作 9:30~10:00

この様に動作します。



by wiseman Corp.

21

3. フィールド計測実習 10:10~12:00

◇組み立てたガイガーカウンターキットで計測

◇計測計画 10:10~10:50

①. ポイント選択 (Google Earth) 10分

◇1点計測20分 (最大) 必要 ★20分の使い方

◇報告・移動時間考慮で

各チーム3点計測

→『線量計測計画』

②. チーム分け (報告者・リーダーの決定) 10分

③. 報告訓練 20分

◇FPNシステム

◇報告メール主担当

◇報告手順 説明 (配布物あり)

◇計測実習 10:50~12:00

by wiseman Corp.

22

◇ポイント選択

4点の計測を4チームで均等に行う

	チームA	チームB	チームC	チームD	計測回数
計測点1	①		③	②	3
計測点2	②	①		③	3
計測点3	③	②	①		3
計測点4		④	②	①	3

by wiseman Corp.

23

4. 計測実習のまとめ 13:00~13:50

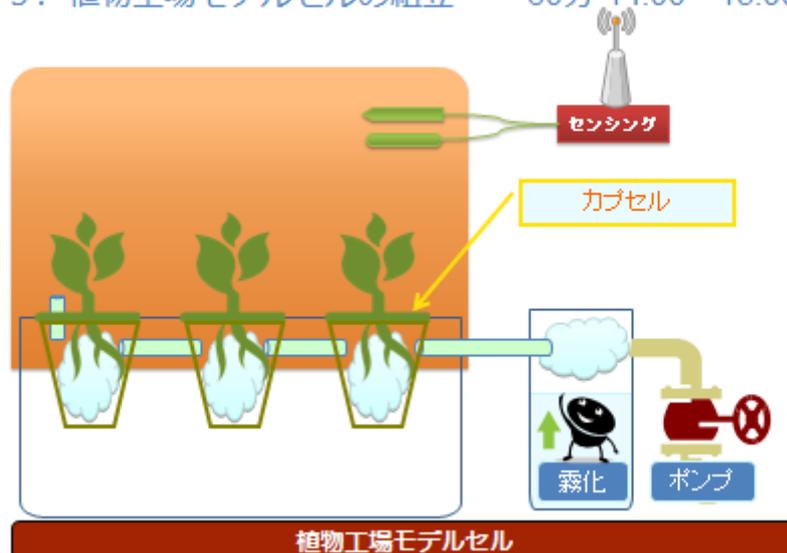
- ◇チーム毎に計測結果まとめ
 - ★まとめ **20分**
 - ★報 告 **30分** (リーダー担当)
- 50分 13:00~13:50
- ◇別室 (コンピュータールーム) で実施
 - ★各チーム毎にまとめる。
 - ★PC・Excel・パワポ使用可。
 - ★キット製作・測定・まとめまで含めて良い。
- ◇各チーム毎に報告 (リーダー**5分程度**)

by wiseman Corp.

24

第2部 植物工場モデルセル

5. 植物工場モデルセルの組立 60分 14:00~15:00



by wiseman Corp.

25

第2部 植物工場モデルセル

5. 植物工場モデルセルの組立 60分 14:00～15:00

①. カプセルの加工



by wiseman Corp.

26

第2部 植物工場モデルセル

①. カプセルの加工

◇下部カップはそのまま使用する。



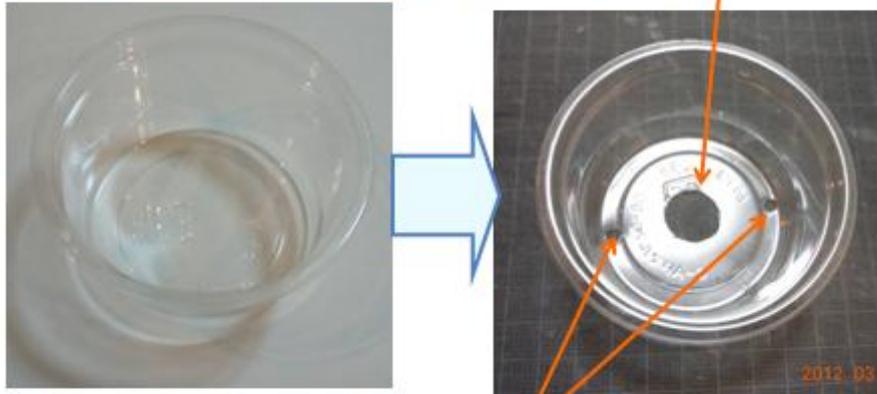
by wiseman Corp.

27

第2部 植物工場モデルセル

①. カプセルの加工

◇上部カップに穴開け加工 (カッターナイフ)



by wiseman Corp.

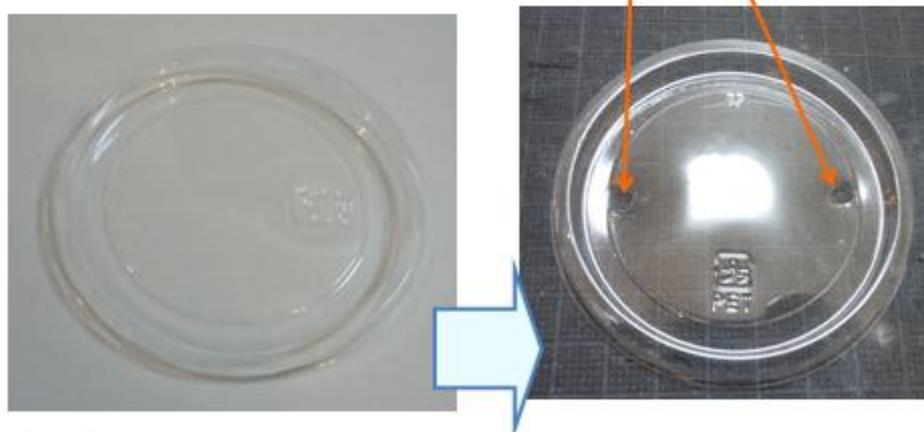
直径4mmの
穴加工

28

第2部 植物工場モデルセル

①. カプセルの加工

◇上蓋穴開け加工 (カッターナイフ)



by wiseman Corp.

29

第2部 植物工場モデルセル

- ①. カプセルの加工
◇組み合わせる



by wiseman Corp.

30

第2部 植物工場モデルセル

- ①. カプセルの加工
◇ストローを差し込む



上蓋と上部カップにストローを通し重ね合わせます。
このとき、カップを変形させないように注意しましょう。
※僅かなスキマで霧が漏れます。

by wiseman Corp.

31

第2部 植物工場モデルセル

①. カプセルの加工

◇力を入れずに、ぴったりと重ねれば **完成**

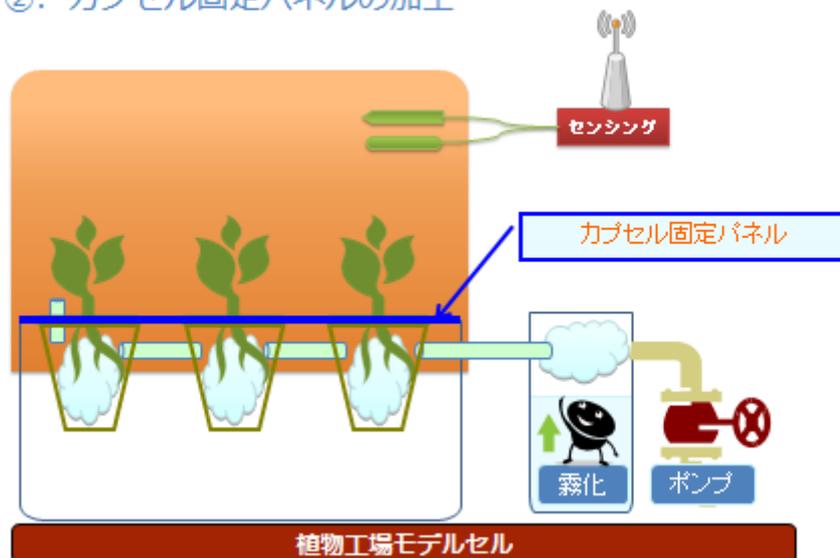


by wiseman Corp.

32

第2部 植物工場モデルセル

②. カプセル固定パネルの加工



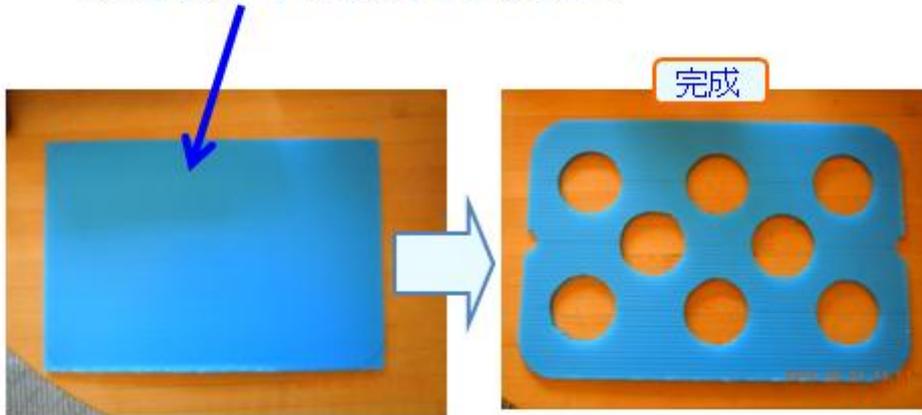
by wiseman Corp.

33

第2部 植物工場モデルセル

②. カプセル固定パネルの加工

◇大きなボードからハサミで切り出す



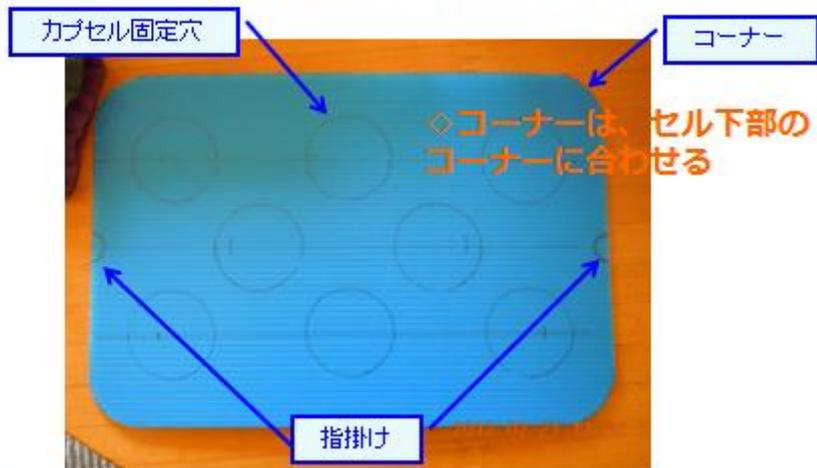
by wiseman Corp.

34

第2部 植物工場モデルセル

②. カプセル固定パネルの加工

◇コーナー・カプセル固定穴・指掛けをけがきする。

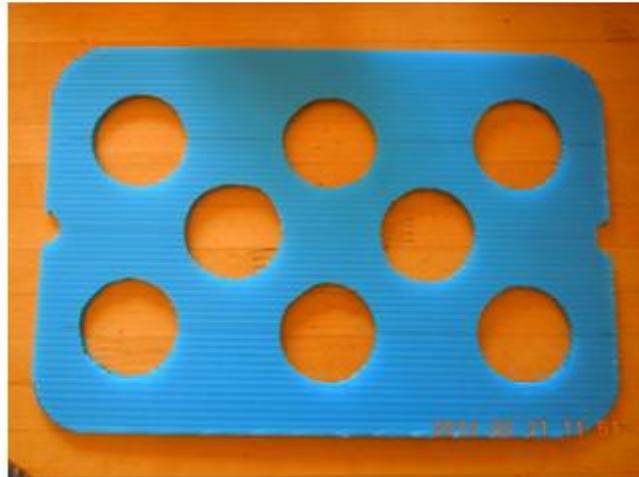


by wiseman Corp.

35

第2部 植物工場モデルセル

- ②. カプセル固定パネルの加工
◇カッターナイフで丁寧に切り抜く。

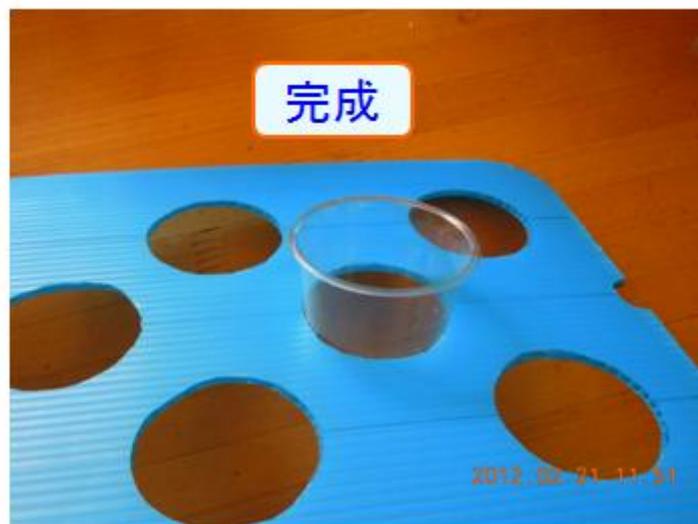


by wiseman Corp.

36

第2部 植物工場モデルセル

- ②. カプセル固定パネルの加工



by wiseman Corp.

37

第2部 植物工場モデルセル

③. カプセル固定パネルをセット

- ◇パネルがプランターの仕切り線に掛かるように固定します。



by wiseman Corp.

38

第2部 植物工場モデルセル

③. カプセル固定パネルをセット

- ◇パネルを差し込み、仕切り線に掛けます。
※特に接着などはしません。

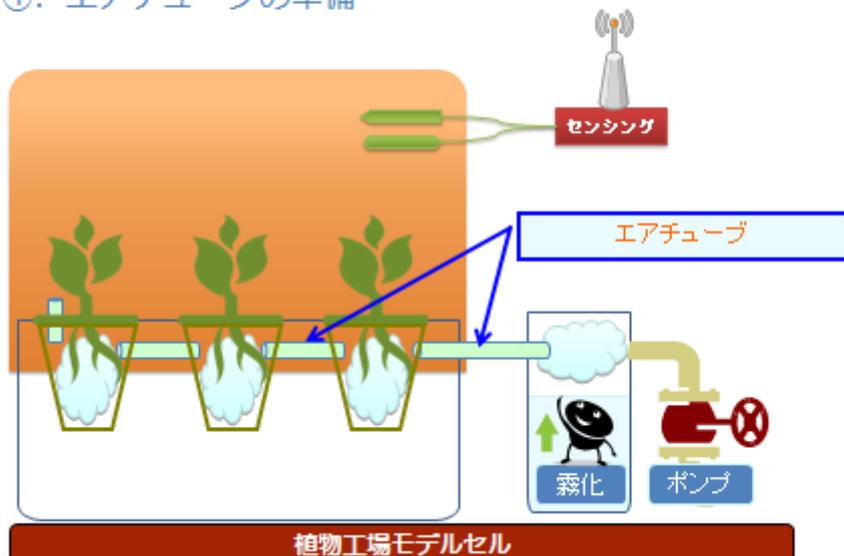


by wiseman Corp.

39

第2部 植物工場モデルセル

④. エアチューブの準備



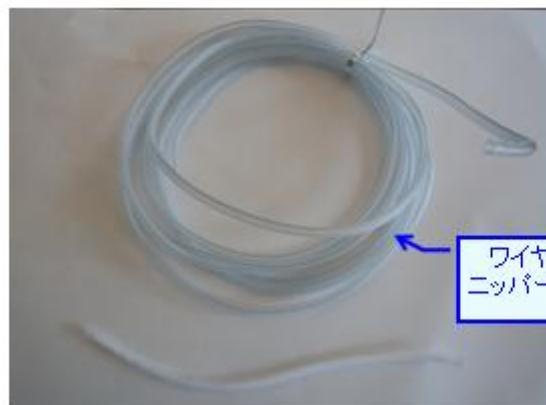
by wiseman Corp.

40

第2部 植物工場モデルセル

④. エアチューブの準備

- ◇霧搬送用のルートを確認するチューブを長さ8cm (×7本/セル)とポンプ・霧化器・セル間を繋ぐチューブ (50cm×2本/セル) をハサミで切ります。



ワイヤ入りチューブはニッパーなどで切ります。

by wiseman Corp.

41

第2部 植物工場モデルセル

⑤. チューブの接続

- ◇カプセルをパネルに配置し、カプセル間をエアチューブで接続します。



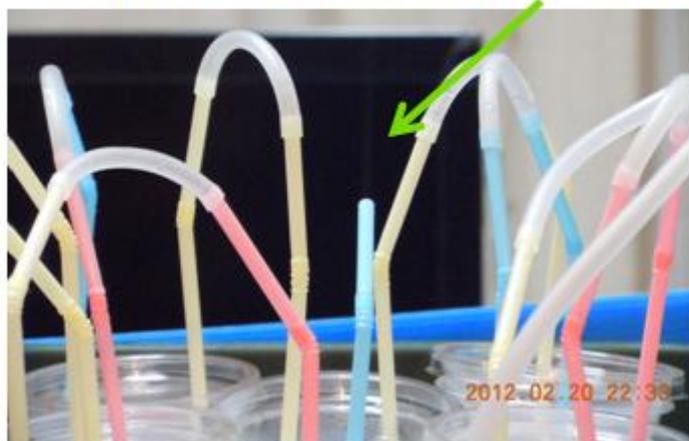
by wiseman Corp.

42

第2部 植物工場モデルセル

⑥. チューブの接続確認

- ◇上下カップの組み合わせ・チューブの接続が
旨く行けば、テストで最終端ストローから霧がでます。

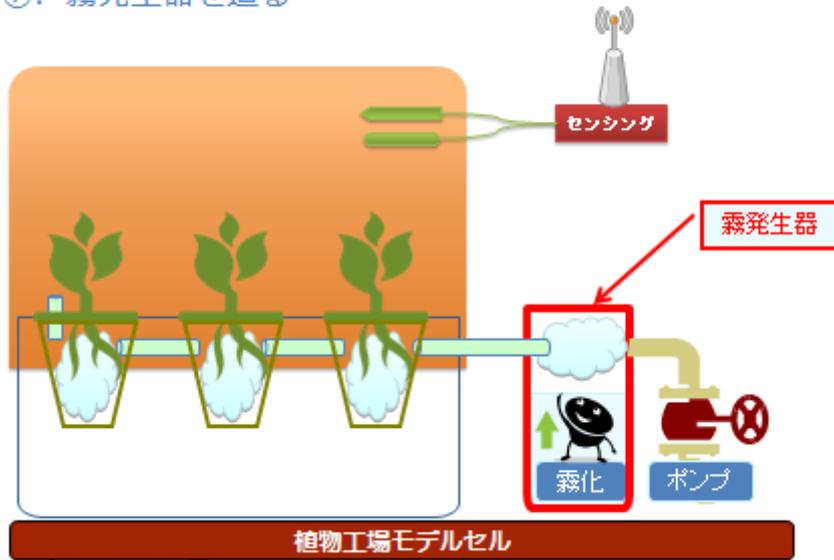


by wiseman Corp.

43

第2部 植物工場モデルセル

⑦. 霧発生器を造る



44

第2部 植物工場モデルセル

⑦. 霧発生器を造る



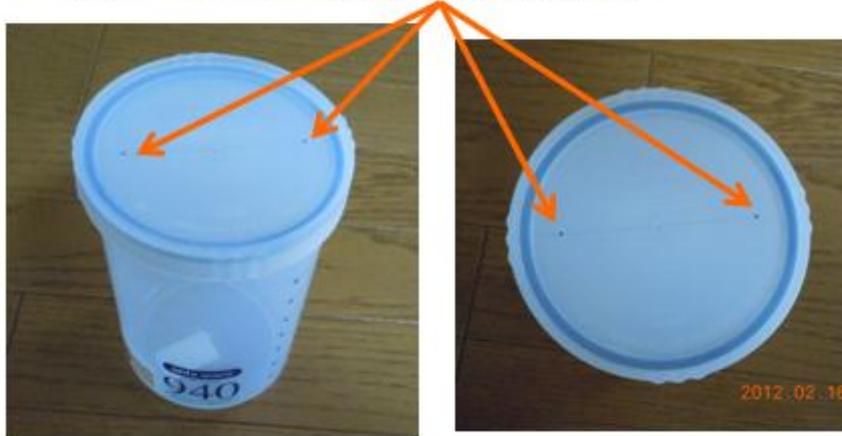
by wiseman Corp.

45

第2部 植物工場モデルセル

⑦. 霧発生器を造る

- ◇密閉容器を使用します。
蓋に、ジョイント用の目印を付けます。



by wiseman Corp.

46

第2部 植物工場モデルセル

⑦. 霧発生器を造る

- ◇密閉容器の蓋の中央に、霧化電源のパッキン用の穴開けをします。



by wiseman Corp.

47

第2部 植物工場モデルセル

⑦. 霧発生器を造る

◇ジョイント用の穴を開けます。



by wiseman Corp.

48

第2部 植物工場モデルセル

⑦. 霧発生器を造る

◇リーマーやカッターナイフで、穴の周りのバリをとります。



by wiseman Corp.

49

第2部 植物工場モデルセル

⑦. 霧発生器を造る

- ◇リーマーでバリを取ると穴の径が広がります。
ゴムパッキンの径より小さめに仕上げます。



by wiseman Corp.

50

第2部 植物工場モデルセル

⑦. 霧発生器を造る

- ◇ジョイントを蓋にねじ込み、接着剤を塗布します。
※接着剤を塗布しても、取れやすいので霧発生器は
慎重に取り扱います。



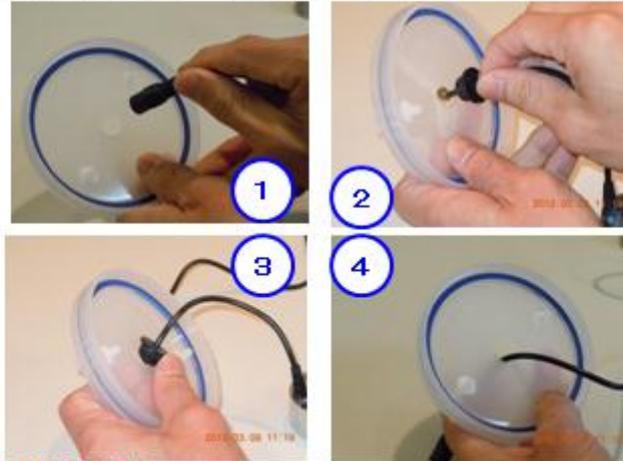
by wiseman Corp.

51

第2部 植物工場モデルセル

⑦. 霧発生器を造る

- ◇霧化ユニットの電源ケーブルを中央の穴に通してゴムパッキンでシールします。



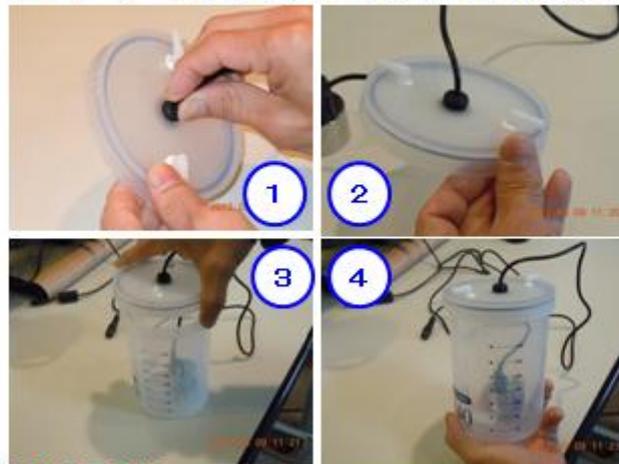
by wiseman Corp.

52

第2部 植物工場モデルセル

⑦. 霧発生器を造る

- ◇蓋の外側からパッキンをしっかりと引き出し、密着させ、ケースに蓋をして霧発生器の完成！！

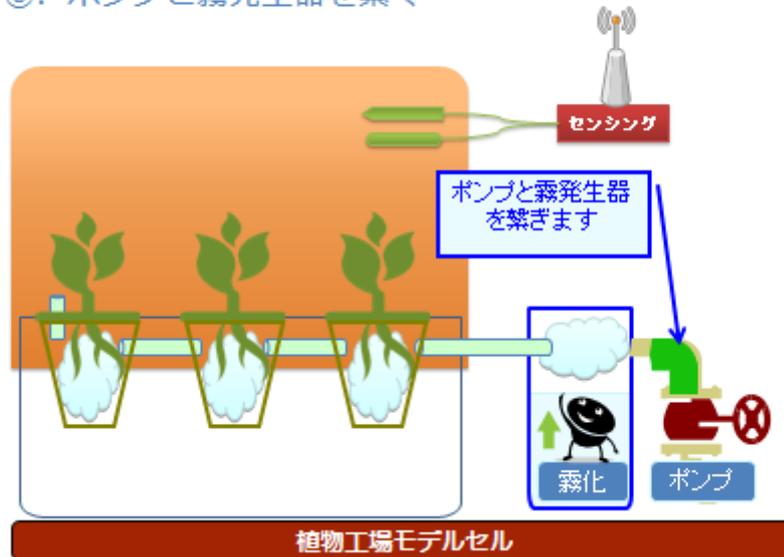


by wiseman Corp.

53

第2部 植物工場モデルセル

⑧. ポンプと霧発生器を繋ぐ



54

第2部 植物工場モデルセル

⑧. ポンプと霧発生器を繋ぐ

- ◇エアチューブを霧発生器の蓋にあるジョイントとポンプに丁寧に差し込みます。



by wiseman Corp.

55

第2部 植物工場モデルセル

⑧. ポンプと霧発生器を繋ぐ

- ◇エアチューブに霧発生器の蓋にあるジョイントを丁寧に差し込みます。



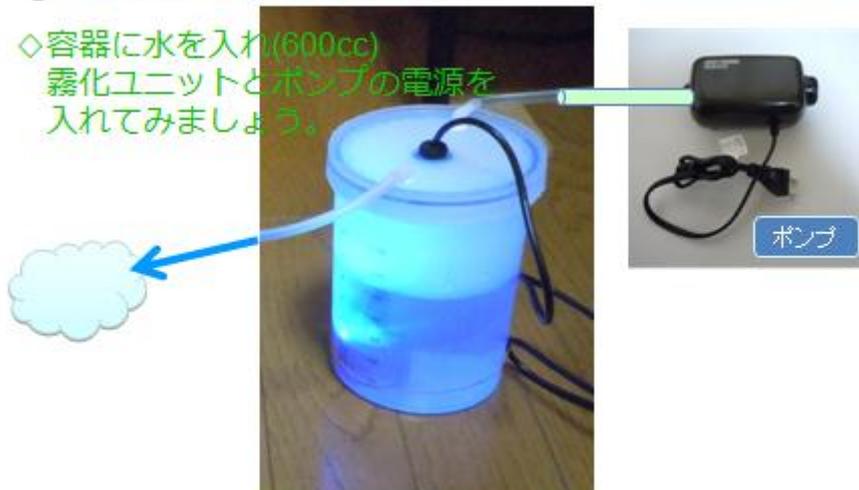
by wiseman Corp.

56

第2部 植物工場モデルセル

⑨. 霧搬送システム完成とテスト

- ◇容器に水を入れ(600cc)
霧化ユニットとポンプの電源を入れてみましょう。



by wiseman Corp.

57

第2部 植物工場モデルセル

⑩. 全体接続 & カバー取付 & テスト

◇カプセル・霧化器を繋ぎます。



by wiseman Corp.

58

第2部 植物工場モデルセル

⑩. 全体接続 & カバー取付 & テスト

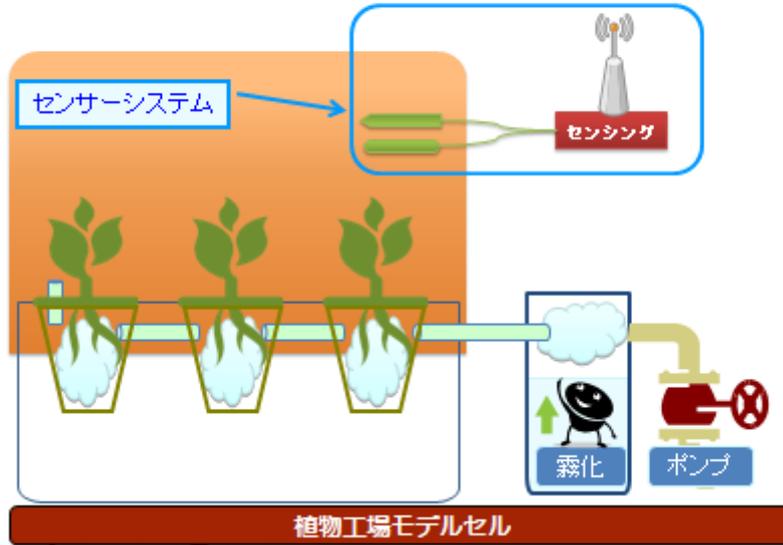
◇カップ中が曇り、最終端のストローから霧が出てきます。



by wiseman Corp.

第2部 植物工場モデルセル

⑪. センサーシステムの開発



60

第2部 植物工場モデルセル

⑪. センサーシステムの開発



by wiseman Corp.

61

第2部 植物工場モデルセル

⑩. センサーシステムの開発

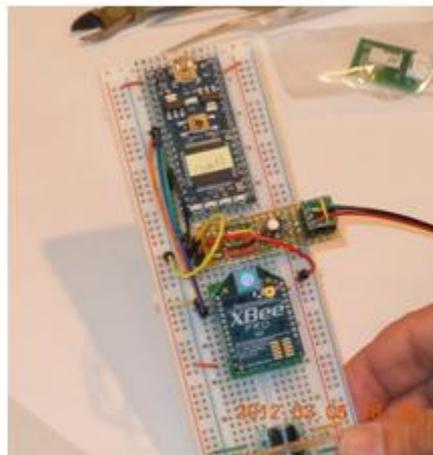


by wiseman Corp.

62

第2部 植物工場モデルセル

⑩. センサーシステムの開発



◇センサー基板完成

by wiseman Corp.

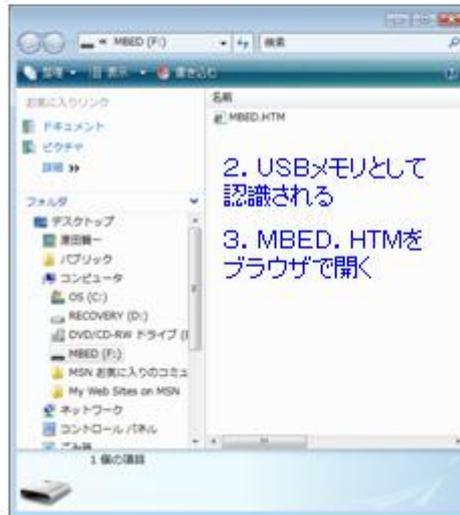
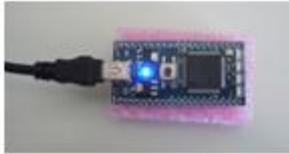
63

1. 植物工場モデルセル

⑪. センサーシステムの開発

mbedマイコン (NXP LPC1768)

1. PCIに付属ケーブル
でUSB接続する



by wiseman Corp.

64

1. 植物工場モデルセル

⑪. センサーシステムの開発

4. Loginする

(またはSignup)



5. mbedサイトが開く



by wiseman Corp.

65

1. 植物工場モデルセル

⑩. センサーシステムの開発

10. Compiler



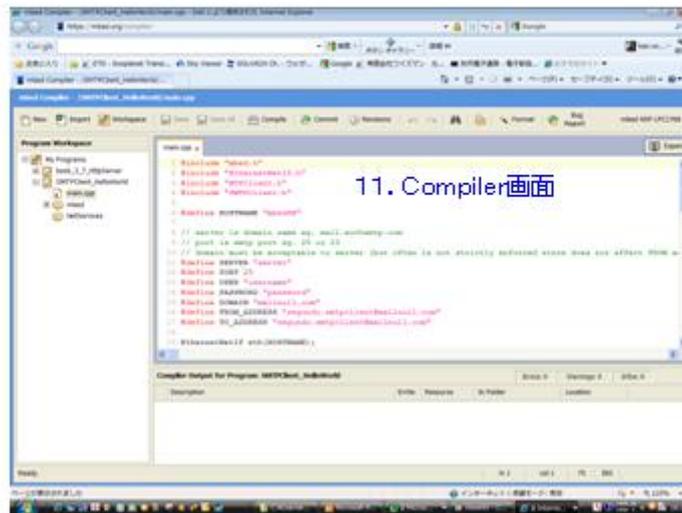
by wiseman Corp.

66

1. 植物工場モデルセル

⑩. センサーシステムの開発

11. Compiler画面



by wiseman Corp.

67

第2部 植物工場モデルセル

⑩. センサーシステムの開発



◇電池駆動も考慮したセンサーユニット

by wiseman Corp.

68

第2部 植物工場モデルセル



最重要課題



◇あなたは、何を育てるか？



種子選び



発芽計画



育苗計画

by wiseman Corp.

69

第2部 植物工場モデルセル

⑫. 種子選び

◇一番容易な野菜栽培にはスプラウトがよい。



by wiseman Corp.

70

第2部 植物工場モデルセル

⑫. 種子選び

◇定番野菜 → 小松菜！！



by wiseman Corp.

71

第2部 植物工場モデルセル

⑫. 種子選び

◇ちょっとおしゃれな ベビーリーフ。



by wiseman Corp.

72

第2部 植物工場モデルセル

⑫. 種子選び

◇オールシーズン対応野菜！！



by wiseman Corp.

73

第2部 植物工場モデルセル

⑫. 種子選び

◇ほかにもいろいろ・・・



by wiseman Corp.

74

第2部 植物工場モデルセル

⑬. 種蒔きいろいろ・・・

◇種蒔きいろいろ・・・



by wiseman Corp.

75

第2部 植物工場モデルセル

⑬. 種蒔きいろいろ・・・



by wiseman Corp.

76

第2部 植物工場モデルセル

⑬. 種蒔きいろいろ・・・



by wiseman Corp.

77

第2部 植物工場モデルセル

⑬. 種蒔きいろいろ・・・

◇種蒔きの後、カプセル内で育てることも考えられます。

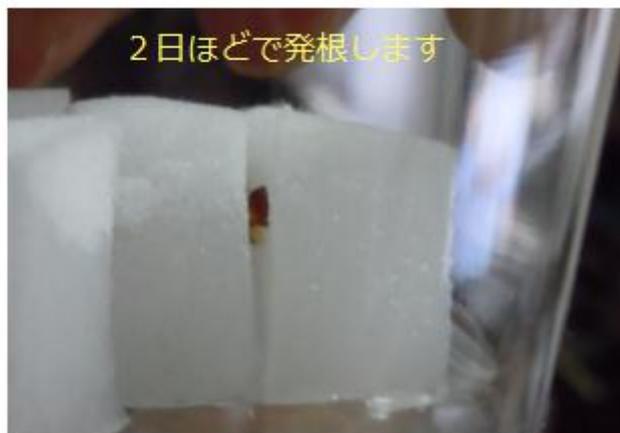


by wiseman Corp.

78

第2部 植物工場モデルセル

⑬. 種蒔きいろいろ・・・



by wiseman Corp.

79

第2部 植物工場モデルセル

⑬. 種蒔きいろいろ・・・



by wiseman Corp.

80

第2部 植物工場モデルセル

⑭. 発芽もいろいろ・・・



by wiseman Corp.

81

第2部 植物工場モデルセル

⑭. 発芽もいろいろ・・・



by wiseman Corp.

82

第2部 植物工場モデルセル

⑮. 少し育ったら定植・・・



by wiseman Corp.

83

第2部 植物工場モデルセル

⑮. 少し育ったら定植・・・



◇写真は、作業を見せるためのもので、実際はもっと育ってからがよいでしょう。

by wiseman Corp.

84

第2部 植物工場モデルセル

⑯. その後・・・

あとは、あなたの愛情で・・・



by wiseman Corp.

85

第2部 植物工場モデルセル

◇植物工場モデルセル タイプB



植物工場モデルセル
タイプB

- 高:620×幅:500×奥行:350(mm)
- ポンプ流量 2リットル/分
- 霧化量 300ml/h
- 霧化器容量 940ml



86

by wiseman Corp.

第2部 植物工場モデルセル

◇植物工場モデルセル タイプG



植物工場モデルセル
タイプG

- 高:530×幅:400×奥行:300(mm)
- ポンプ流量 2リットル/分
- 霧化量 300ml/h
- 霧化器容量 940ml
- ファームプランター40型



87

by wiseman Corp.

第1部・第2部のまとめ 15:30～15:50

濃密
わいわい
あ～疲れた～
◇フリーディスカッション
うまかった
勉強になった～
がやがや

by wiseman Corp.

88

2011年度文科省委託研究事業

また会いましょう(^^)

おつかれさま～・・・

by はらだ

by wiseman Corp.

89

2. 実証講座アンケート

1. 農業との関わりはありますか。

- (1) 普段から直接関わっている (2) テレビや本などで見たり聞いたりする程度
(3) 全く関わりはない

2. 今回の放射線計測の講義はわかりやすかったですか。

- (1) とてもわかりやすかった (2) わかりやすかった (3) どちらでもない
(4) わかりにくかった (5) とてもわかりにくかった

3. 放射線計測に関する講義に対して興味は持てましたか。

- (1) とても興味を持った (2) 興味を持った (3) どちらでもない
(4) あまり興味を持てなかった (5) 全く興味を持てなかった

4. 半導体センサによる線量計の制作に興味は持てましたか。

- (1) とても興味を持った (2) 興味を持った (3) どちらでもない
(4) あまり興味を持てなかった (5) 全く興味を持てなかった

5. 実際に放射線量を測定してみた感想等をご自由にご記入ください。

6. 植物工場モデルセルの制作に興味は持てましたか。

- (1) とても興味を持った (2) 興味を持った (3) どちらでもない
(4) あまり興味を持てなかった (5) 全く興味を持てなかった

7. 農業 IT e ラーニングの「農業の用語を学ぶ」について、解説はわかりやすかったですか。

- (1) とてもわかりやすかった (2) わかりやすかった (3) どちらでもない
(4) わかりにくかった (5) とてもわかりにくかった

8. 農業 IT e ラーニングの「農業の問題を解く」について、問題の内容に興味を持ってましたか。

- (1) とても興味を持った (2) 興味を持った (3) どちらでもない
(4) あまり興味を持てなかった (5) 全く興味を持てなかった

9. 農業 IT e ラーニングの「IT の問題を解く」について、問題の難易度はどうでしたか。

- (1) とてもやさしかった (2) やさしかった (3) どちらでもない
(4) 難しかった (5) とても難しかった

10. 農業 IT e ラーニングの操作はわかりやすかったですか。

- (1) とてもわかりやすかった (2) わかりやすかった (3) どちらでもない
(4) わかりにくかった (5) とてもわかりにくかった

11. 今回の講座に関して、感想等があればご自由にご記入ください。

12. 東日本大震災から 1 年が経過しましたが、震災と、自分が勉強していることとの間に関係づけて考えたことがあれば、ご自由にご記入ください。



線量計を製作する生徒

農地復「耕」 IT生かせ

仙台台

東日本大震災で被災した農地などの復興にIT技術を役立てるための講

習会が12日、仙台市青葉区の東北電子専門学校で開かれた。

同校が千葉県内の専門学校と共同で開催した。ミニ植物プラントや放射線の線量計の製作を通

じ、IT技術と農業のつながりに興味を持ってもらい、この分野の人材育成につなげるのが狙い。この日は同校のIT分野の生徒12人が参加した。

線量計の製作では、市販キットを使用。講師の指導を受けながら、自分たちで配線をつないだ。

完成した線量計は、タブレット型多機能携帯端末などにつなげて使う。

測定値や場所がインターネット上の地図に示されるようになっている。生徒は早速、近くの公園などで放射線量を測った。

受講した高度ITエン지니어科4年の石川大祐さん(21)は「関市」は「普段の講義ではできない体験で勉強になった。実家が農家なので、今回学んだような技術に興味がある」と語った。

平成23年度文部科学省
東日本大震災からの復旧・復興を担う
専門人材育成支援事業
「農業の復興を担う被災地向け農業ITコンサルタントの育成」
成果報告書

平成24年3月
学校法人三橋学園
船橋情報ビジネス専門学校
