



Idea IT College Aso

専門学校 アイデアITカレッジ阿蘇

AI・IoTとデータ実践

担当講師：青木 振一

データを活用する一連の作業（データ収集・分析・モデル作成・評価）を実践する手法を学ぶ。



- ✓ データ収集・分析に関わる手順と技術を実践する。
- ✓ 分析した結果をもとに、判断およびアクションの考え方を実践的に学ぶ。

1. スマート農業とデータ解析
2. 成長観察データの取得
3. 自立電源の設計・電源とエネルギー
4. スマート農業
5. 電源と自立電源製作実践
6. 圃場環境データ取得のための百葉箱製作
7. 作物成長観察のためのタイムラプスカメラ設置の治具作成
8. 圃場環境・画像データの取得と整理

全体スケジュール

時数	授業内容	時数	授業内容
1	スマート農業とデータ解析（1）	19	圃場環境データ取得のための百葉箱製作（1）
2	スマート農業とデータ解析（2）	20	圃場環境データ取得のための百葉箱製作（2）
3	成長観察データの取得（1）	21	圃場環境データ取得のための百葉箱製作（3）
4	成長観察データの取得（2）	22	圃場環境データ取得のための百葉箱製作（4）
5	自立電源の設計・電源とエネルギー（1）	23	圃場環境データ取得のための百葉箱製作（5）
6	自立電源の設計・電源とエネルギー（2）	24	圃場環境データ取得のための百葉箱製作（6）
7	自立電源の設計・電源とエネルギー（3）	25	作物成長観察のためのタイムラプスカメラ設置の治具作成（1）
8	自立電源の設計・電源とエネルギー（4）	26	作物成長観察のためのタイムラプスカメラ設置の治具作成（2）
9	中間まとめ	27	作物成長観察のためのタイムラプスカメラ設置の治具作成（3）
10	中間まとめ	28	作物成長観察のためのタイムラプスカメラ設置の治具作成（4）
11	スマート農業（1）	29	作物成長観察のためのタイムラプスカメラ設置の治具作成（5）
12	スマート農業（2）	30	作物成長観察のためのタイムラプスカメラ設置の治具作成（6）
13	電源と自立電源製作実践（1）	31	圃場環境・画像データの取得と整理（1）
14	電源と自立電源製作実践（2）	32	圃場環境・画像データの取得と整理（2）
15	電源と自立電源製作実践（3）	33	圃場環境・画像データの取得と整理（3）
16	電源と自立電源製作実践（4）	34	圃場環境・画像データの取得と整理（4）
17	電源と自立電源製作実践（5）	35	全体まとめ
18	電源と自立電源製作実践（6）	36	全体まとめ

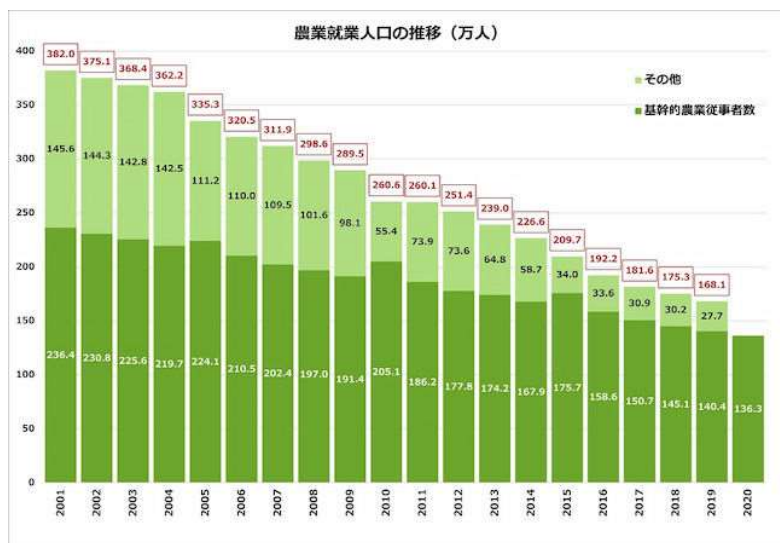


IT農業実践： スマート農業とデータ解析

7

日本の農業問題 1. 高齢化等による担い手の減少

- 農業構造動態調査をもとに、2015年以降の基幹的農業従事者の数を見ると、2015年の175万7,000人から毎年減少を続け、2020年速報では136万3,000人、2021年の農業構造動態調査による推定値は130万2,000人とさらに減少。

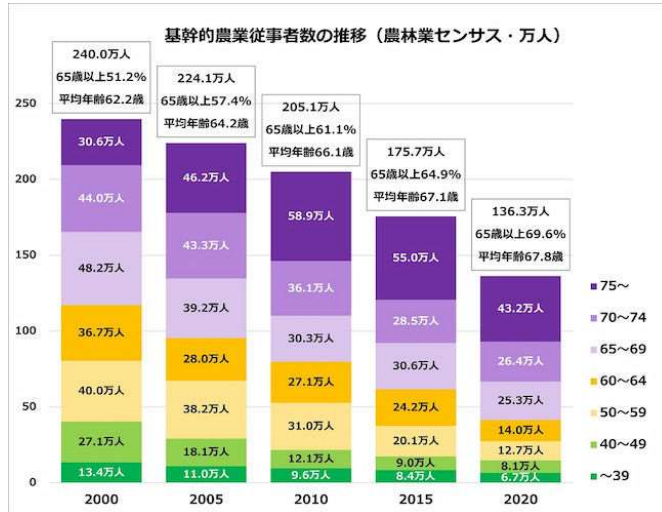


8

8

農業従事者の年齢推移

- 基幹的農業従事者の年齢についても、2015年の67.1歳からわずかな上下があるが2020年には67.8歳と高齢化傾向である。基幹的農業従事者数と平均年齢の担い手の減少と高齢化の主な原因は、年々離農する農家がある一方で、新規就農者が思うように増えないことが挙げられる。



9

9

新規就農者の推移



新規就農者数は2015年には6万5,000人、2020年には5万3,700人と、多少の増減はあるものの、ほぼ横ばい

10

10

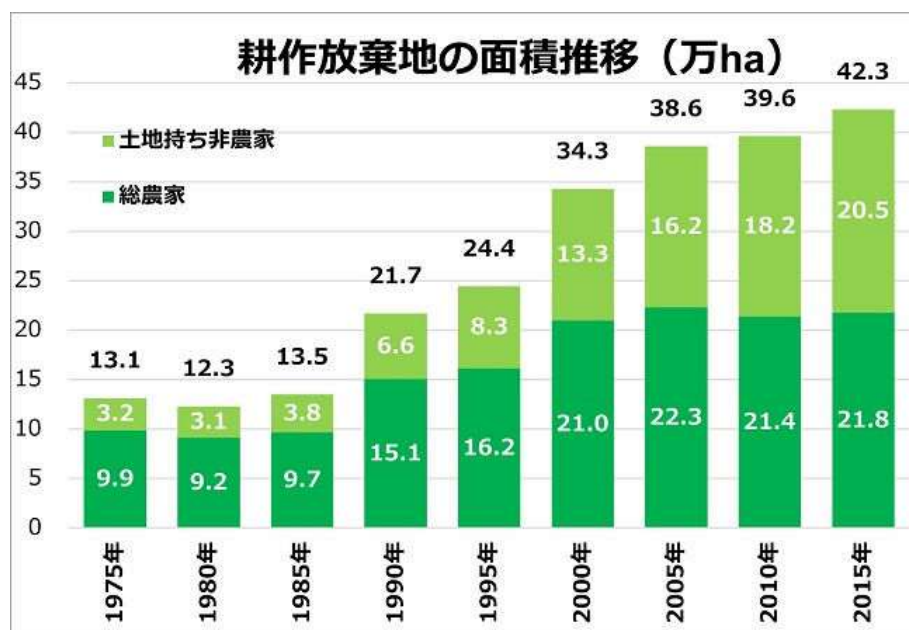
日本の農業問題： 2. 耕作放棄地の増加

- 「耕作放棄地」とは、農家が主観的に「1年以上作付けされる予定がなく、数年内に作付けの予定がない」と回答した土地のこと。
- 一方で、「荒廃農地」は、農林水産省「荒廃農地の発生・解消状況に関する調査」での定義で市町村や農業委員会の調査員が「荒廃しそのままでは作物の栽培が不可能」と客観的に判断した農地を指す。
- 近年の耕作放棄地の面積推移を見ると、2010年（平成22年）の農林業センサスでは39万6,000ha、2015年（平成27年）には42万3,000haというように微増を続けている。1990年（平成2年）の21万7,000haと比べると、20年でほぼ倍増している。
- 耕作放棄地が増加している原因は、**高齢化や労働力不足**により、すべての圃場では作付けできなくなり、一部の圃場の耕作を放棄してしまうケース。また、農地のまま土地を所有している非農家、つまり農家をリタイアしたものの**後継者が不在**で、農地をほかに転用せずそのまま所有しているケースもある。ほかには、農作物の**価格低迷**や収益の悪化を理由に作付けをやめてしまうケースもある。

11

11

耕作放棄地の面積推移



12

12

日本の農業問題 3. TPPによる価格競争

- 「TPP (Trans-Pacific Partnership)」とは、太平洋を取り巻く国々からなる「環太平洋パートナーシップ」の略称のこと。
- 「TPP協定」とは、そのうち日本を含む11カ国による経済連携協定を指す。協定の発効によって、関税やさまざまな規制を削減・撤廃し、モノだけでなく投資や情報、サービスにおいてもほぼ完全な自由化をめざしている。
- 農林水産分野の全2,594品目（注）のうち、およそ8割に当たる2,135品目の関税が撤廃され、自由化が進むことになる。そうなれば、外国産の安価な農産物が市場に出回るようになり、国内だけでなく海外との価格競争も激化すると予想されてる。
- この関税撤廃については、分野によっては恩恵も大きいので、推進していくこと自体には大きな意義があるが、食糧安全保障上の観点では、一定の制限も必要となってくる可能性はある。

13

13

食糧安全保障とは

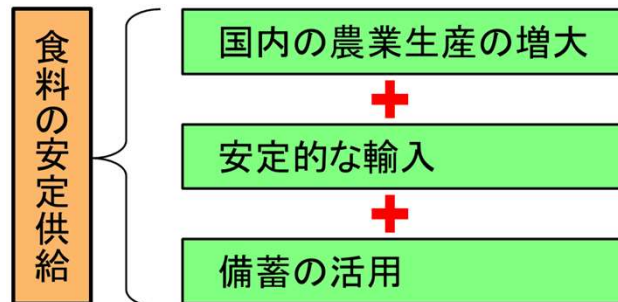
- 平成11年7月に公布・施行された「食料・農業・農村基本法」においては、国内の農業生産の増大を図ることを基本とし、これと輸入及び備蓄を適切に組み合わせ、食料の安定的な供給を確保することとしている。
- また、凶作や輸入の途絶等の不測の事態が生じた場合にも、国民が最低限度必要とする食料の供給を確保しなければならない。世界的な人口増加等による食料需要の増大、気候変動による生産減少など、国内外の様々な要因によって食料供給に影響を及ぼす可能性があり、食料の安定供給に対する国民の不安も高まっている。
- このため、不測の事態に備え、日頃からそうした要因の影響等を分析、評価するとともに、不測の事態が生じた場合の具体的な対応手順の整備等を進めておく事が重要である、こうした取り組みを通じて、総合的な食料安全保障の確立を図っていくことを食糧安全保障という。

14

14

食糧の安定供給のイメージ

- 日本国民に対する食料の安定的な供給については、国内の農業生産の増大を図ることを基本とし、これと輸入及び備蓄とを適切に組み合わせることにより確保することが基本となる。
- 食料の供給の観点からは、自国で生産することは、輸送障害や他国との競合等のリスクが低くより安定的な供給が期待できることから、食料自給率・食料自給力の維持向上を目指すことが重要となる。



15

15

食料自給率

食料自給率 ① 食料自給率の基本的考え方

【自給率の基本的考え方】

- 食料自給率とは、国内の食料全体の供給に対する食料の国内生産の割合を示す指標です。分子を国内生産、分母を国内消費仕向として計算されます。
- 単純に重量で計算することができる品目別自給率と、食料全体について共通の「ものさし」で単位を揃えることにより計算する総合食料自給率の2種類があります。このうち、総合食料自給率は、熱量で換算するカロリーベースと金額で換算する生産額ベースがあります。

【食料自給率の計算式】

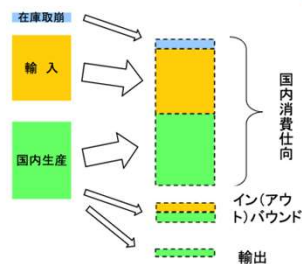
国内の食料全体の供給に対する国内生産の割合
⇒ 食料自給率

$$\text{食料自給率} = \frac{\text{国内生産}}{\text{国内消費仕向}}$$

$$= \frac{\text{国内生産}}{\text{国内生産} + \text{輸入} - \text{輸出} \pm \text{在庫増減}}$$

※ 平成30年度確定値より、イン(アウト)バウンドによる食料消費増加分を補正

【国内消費仕向(分母)の考え方】

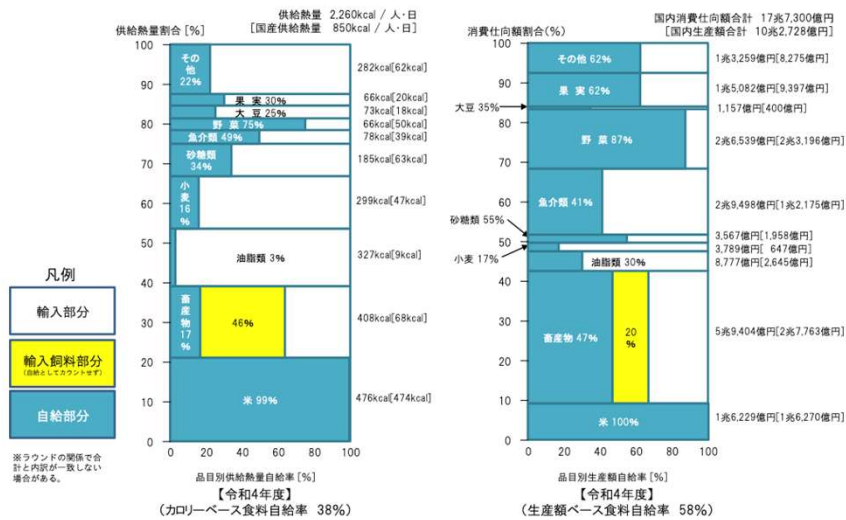


16

16

食料自給率

カロリーベースと生産額ベースの食料自給率（令和4年度）



17

17

課題解決の考え方 持続可能な農業の実現

- 日本農業の問題は、日本に限らず世界中の農業にも共通している。
- 各国でさまざまな対策がとられているが、課題解決のカギになるとされているのが、「**持続可能な農業の実現**」である。
- 国際的に取り組まれているSDGs（エス・ディー・ジーズ：持続可能な開発目標）でも、**目標の2つ目である「飢餓」を終わらせる方法**として、持続可能な農業の促進を掲げている。
- 持続可能な農業とは、偏った施肥や過剰な連作で土壌の養分バランスを崩し、圃場への負荷が高い農業は、持続的とはいえない。
- 土壌や水、日光をはじめとした天然資源を有効活用し、圃場を取り囲む自然環境や生物多様性に配慮しながら、必要な施肥や農薬散布も適切に取り入れ管理することが、持続可能な農業には不可欠である。

18

18



課題解決の提案 1. スマート農業の導入

- IoTやAI、ロボット技術などの先端技術を取り入れた新たな農業技術「スマート農業」の導入は、農作業の効率化や省力化を大幅に進める効果が期待できる。
- 現時点で多くの企業から優れた商品やサービスが続々と開発されており、ドローンによる農薬散布や生育管理、自動水管理システムによる給排水の制御、アシストスーツによる体への負担軽減、トラクターの自動操舵などをはじめ、少ない人数や負担でより多くの作物を栽培するための技術開発は、日進月歩である。
- ただし、『農業のスマート化』には、危険な落とし穴もある。
- AI利用やIoT化を図る際には、費用対効果比を考えるだけでなく、必ずスマート化にかかる費用の総額を念頭に置かないと、うまく進められなくなる危険がある。

技術革新による農業の将来イメージ

栽培管理ノウハウ

- センサーデータ（施設・機械・ドローンなど）とビッグデータ解析（気象データ、生育データ、市況データなど）により、最適の栽培管理（水管理・収穫時期など）を決定。



作業ノウハウ

- AI等により、熟練農業者のノウハウを形式知化。
- ロボットにより、人の作業を省力化。



「農業技術」 × 「先端技術」
↓
スマート農業

ICTで機械に作業指示



作業

- ロボット技術等による
 - ・ 無人機械（ロボットトラクター、収穫ロボットなど）
 - ・ 作業者の能力向上
 - ・ 労力軽減機械（アシストスーツなど）

機械に組み込む

容易にノウハウ習得

ロボットによる作業のサポート

5

スマート農業の推進に向けた様々な取組

- 人工知能（AI）やIoT、ロボット技術の活用により、生産性の飛躍的な向上などのイノベーションを推進するため、優先的に取り組むべき課題の特定、研究開発や現地実証、新技術を普及させるための支援や環境づくりなどを推進

将来像や優先に取り組むべき課題の特定

- スマート農業の実現に向けた将来像や、重点的に取り組む課題の特定

スマート農業の将来像

- 1 産量力・大規模生産を実現
- 2 作業の能力を最大限に発揮
- 3 きつい作業、危険な作業から解放
- 4 誰もが取り組みやすい農業を実現
- 5 消費者・実需者に安心と信頼を提供

新たな技術の開発、現地実証

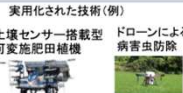
- コストなど明確な開発目標の下で現場実装まで視野に入れた技術開発
- 人工知能等による新たなイノベーション創出
- 内閣府の戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）での各省連携した技術開発

導入しやすい価格の水田センサー



新技術の普及、導入支援

- AIやIoTを活用して新規就農者の技術習得を短期化する新たなシステムの構築
- ICTやロボット技術等の先端技術の導入実証や支援



先進技術が導入できる環境づくり

- 農業分野におけるデータ利活用促進を図るためのデータの標準化
- 自動走行トラクターの現場実装に向けた安全確保のルール作り
- ベンチャー企業、先進的な人工知能等の研究者など様々な分野の方の技術開発参画



6

課題解決の提案 2. 農地や経営を大規模化

- 担い手不足に対応し、作業効率化やコストダウンのための策として、現在、農地の集約や経営体の大規模化が進んできている。
- すでに農地を所有している農家でも、農地バンクなどの利用でまとまった農地を確保して規模を拡大可能である。
- **大型機械や管理システムを導入**すれば、効率的な農作業で大幅な収量増を実現でき、農家の所得向上にもつながる。
- 規模拡大にあたっては、**法人化**することで融資を受けやすくなったり、税金対策ができる可能性がある。
- 近隣に耕作放棄地などがあるならば、それらを集約することで土地の有効活用にもなる。

- ただし、大型機械などの導入に関しては、**総コストの検討**が重要である。

23

23

課題解決の提案 3. 集落営農への取り組み

- 小さな農地が点在しているような中山間などの地域では、大規模化は難しい。
- その場合は、集落単位で共同による農作業をしたり、農業経営を分担したりする「集落営農」を検討することが重要となる。

- 個人では難しい施策も地域一丸となって実行できるため、**担い手の確保や設備・農機の共有、作業の分担**ができ、耕作放棄地の対策にもつながる。

- 地域全体の活性化や他産業との連携も可能となる。地域を挙げたブランド化や
6次産業への取り組みにつなげていける。

24

24

「6次産業化」とは？

- 6次産業化とは、**1次産業**としての農林漁業と、**2次産業**としての製造業、**3次産業**としての小売業等の事業との総合的かつ一体的な推進を図り、農山漁村の豊かな地域資源を活用した新たな付加価値を生み出す取り組みのこと。これにより、農山漁村の所得向上や雇用の確保を目指していく。
- 具体的には農林漁業者（1次産業）が、農産物などの生産物の元々持っている価値をさらに高め、それにより、農林漁業者の所得（収入）を向上していくこと。
- 生産物の価値を上げるため、農林漁業者が、農畜産物・水産物の生産だけでなく、食品加工（2次産業）、流通・販売（3次産業）にも取り組み、それによって農林水産業を活性化させ、農山漁村の経済を豊かにしていこうとするものを言う。

25

25

IT農業実践

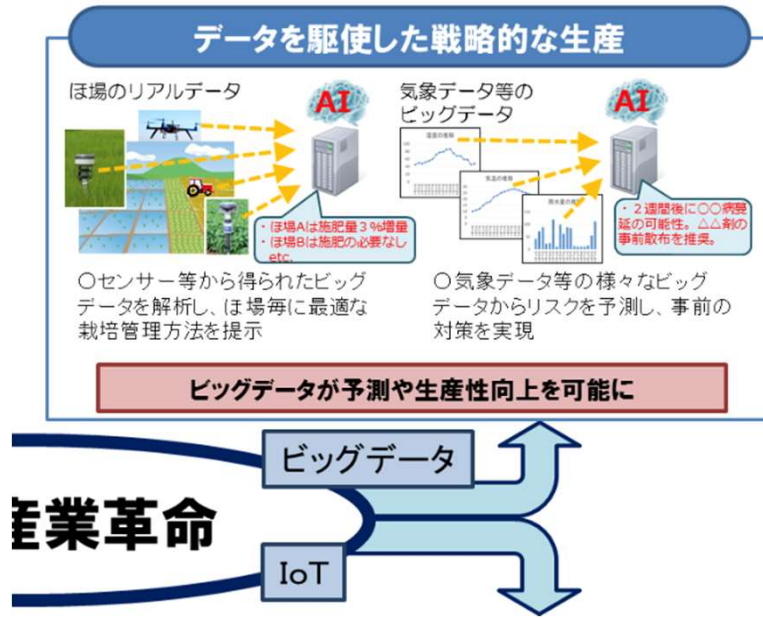
- 農業のIT化にはいろいろな手法がある。
- 次のスライドに農林水産省が提示したIT農業についてのイメージを示す。

26

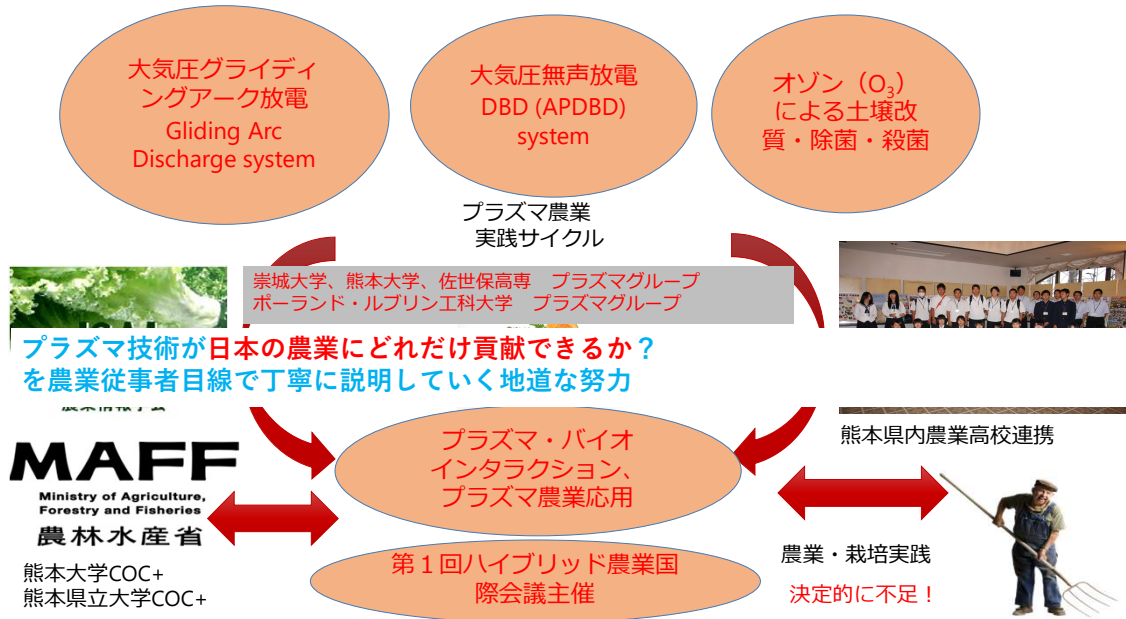
26

AI、IoTを活用したスマート農業の加速化

- 人手不足への対応や生産性の向上を進めるためには、ICTを活用したスマート農業の推進が重要
- 今後人工知能やIoT等の先進技術により、生産現場のみならずサプライチェーン全体にイノベーションを起こし、生産性向上や新たな価値創出を推進



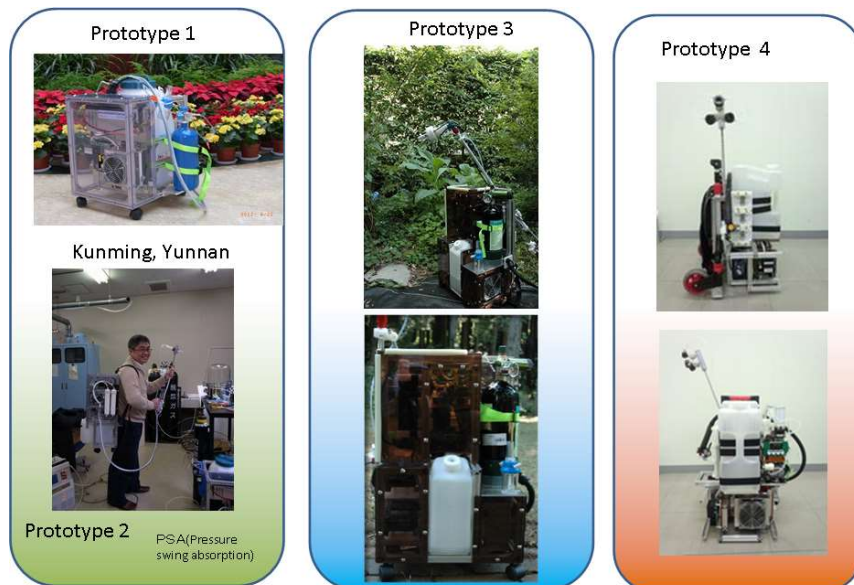
崇城大学研究グループのフレームワーク紹介



29

29

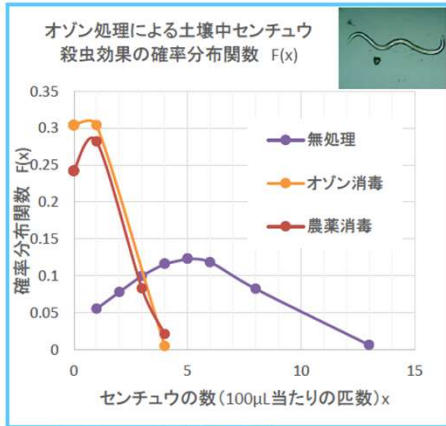
オゾンミスト装置による病害虫抑制（装置開発）



30

30

オゾンミスト装置による病害虫抑制（データ）



5号機

害虫	植物	消毒効果
タバコ モモアカアブラムシ		80~90% O ₃ :86g/m ³ , 1liter/minO ₂ オゾン溶解度:5ppm 噴霧時間: 10sec
タバコ オオタバコガ		50% O ₃ :86g/m ³ , 1liter/minO ₂ オゾン溶解度:5ppm 噴霧時間: 20sec
セイタカアワダチソウアブラムシ		95~100% O ₃ :86g/m ³ , 1liter/minO ₂ オゾン溶解度:5ppm 噴霧時間: 10sec
ミカンクロアブラムシ		100% O ₃ :86g/m ³ , 1liter/minO ₂ オゾン溶解度:5ppm 噴霧時間: 10sec
茶葉 チャドクガ		100% (オゾンガス) O ₃ :86g/m ³ , 1liter/minO ₂ 噴霧時間: 20sec 90% (オゾンミスト)

31

31

実験圃場とデータ取得

- 講義では実験圃場を対象に、圃場環境データの自動取得システムを構築する。
- 環境データ取得には、自立電源を用いる。これは法人化された大規模営農を除くと、一般的には圃場の電源確保は容易でないためである。
- 環境データの取得後は、通信回線を用いてサーバにデータを集積する。一般的には環境データはビッグデータとなる。
- 実験圃場では、実際に作物を栽培する。作物は秋植え作物で、栽培期間が3ヶ月以内のものを選択する。
- 集積されたデータを整理し、栽培物との関連性を調査する。
- 発展として、作物の成長促進を画像取得する。これと合わせて、病害虫観測も可能かどうか検討する。画像取得システムは、**タイムラプスカメラ**を考えて、適切なシステムの提案をする。

32

32

環境データ取得について

圃場環境データには多数の項目がある。

以下のような項目が主要な物理・化学データ

温度（気温）、湿度、土温、紫外線量、光量、二酸化炭素濃度、土壌EC値、
土壌水分量、窒素濃度、アンモニア濃度、リン酸濃度、PH値

今回は基礎的物環境値として、温度、湿度、紫外線量を主要なデータとして取得することを考える。

発展として、カメラによる栽培物成長促進計測も含まれてる。

33

33



Idea IT College Aso

専門学校 アイデアITカレッジ阿蘇

成長観察データの取得

34

作物成長観察の研究

- 農作物は日々成長するが、**成長観察の手法は目視**によっていた。
- 近年はライブカメラの高性能化、低価格化でオンラインからの目視は容易になってきている。
- しかし**目視での観察は定性的**であり、**観測者の経験値**に依存している。

- 一方で、栽培期間中の成長度合いを定量化する技法は、十分に発達していない。

- 植物・作物によって形状、成長過程は大きく異なるので、一元化は困難であるが、撮影技法を検討することで、定量化への提案ができれば、新規就農者を含む、営農者に強力なツールを提供できる。

35

35

成長過程を確保するデータ

- 写真撮影による方法
- センサー類により直接測定する方法

この2つに大別されるが、画像を用いる方法は後処理の余地が大きく、精度向上も見込まれる。

36

36

画像取得から考察まで

- どのような方法で画像を取得するか？
- 栽培植物をどのように撮影するか？
- 撮影された画像は生データで、植物だけの画像ではないので、後処理が必要。どのように処理するか？
- 処理後の成長データを、どのように考察するか？

37

37

タイムラプス

- タイムラプスは撮影方法の一手法のこと。
- タイムラプスの意味　タイムラプスとは、時間（time）と経過（lapse）を意味する単語で、撮影において同一アングルにて静止画を一定間隔で撮って並べ、動画として流す方法のことを言う。
- タイムラプスで撮影を行うと、飛び飛びの時間における場面が映るため、再生すると早送りしているように見える。
- タイムラプスで撮影される画像は静止画を並べたものなので、鮮明な映像になる。
- 静止画を数枚撮影するだけなので、動画に比べてデータ容量が少ない。
- 植物、農作物などの成長を確認するには、便利な撮影手法となる。

38

38

タイムラプスカメラ

- タイムラプスを実現するには、複数の方法がある。

1. 専用のタイムラプスカメラを利用する。



現時点では市場ではBrinnoの一択に近い

オールインワンであり、他のデバイスは何も必要がない。
記録はSDカードに保存され、オフラインで取り出す。

39

39

WEBカメラを利用する方法

- WEBカメラをPCに接続し、ソフトウェアを利用して、タイムラプスを実現する。

必要なもの

- WEBカメラ (Logicool WebCam C310など)
- パソコン (Windows10)
- LiveCapture3 (フリーソフト)
- Yawcam (フリーソフト)

WEBカメラは解像度と画角を、対象に合わせて選ぶことができる。

画像はPC内にファイルとして保存される。

常時10~10W程度供給できる電源が必要となる。

40

40

iPhone, Androidの利用

- 電源の確保が必要。（自律電源から給電）
- 撮影専用となるので、SIM契約なしの機種を準備する必要がある。
- ネット上には撮影事例や利用方法についてたくさんの情報がある。

41

41

タイムラプスカメラ情報

例えば、下記のサイトなどを参考に、同様な事例を検索して調べてみる。

4コマ目は調査時間に当てるので、各自で必要な情報を、確保しておくこと。

例

<https://agripick.com/898>

植物の生育観察にも！タイムラプスカメラ（定点観測カメラ）おすすめ7選 | 性能・価格比較

42

42

実践課題

- ハウスで育成している作物の画像を取得し、環境データや化学データとの関連を考察することに適したタイムラプスシステムを提案し、実際の画像を取得する。
- 取得した画像から成長過程を定量的に示すことができるようにデータ処理を行う。



Idea IT College Aso

専門学校 アイデアITカレッジ阿蘇

自立電源の設計

実践装置の概要

実験圃場ビニールハウス



ハウス内外の環境データ取得



電源供給



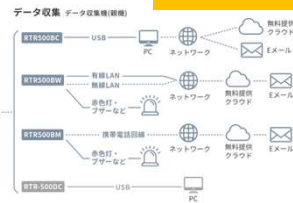
Wi-Fi対応各種環境センサー

測定・記録 データ測定機(子機)



子機で測定できるもの
温度・湿度・照度/UV・CO2・
電圧・4-20mA・パルス数

IICAネットワークに接続



45

45

自立電源の設計

自律電源を製作する場合には、各種必要な要素を十分に把握しておく必要がある。

特に以下の点は重要である。

- 接続される負荷の見積り
- 発電デバイスの選択
- 充電量の見積り
- 接続デバイスが要求する電源の形式（DCかACか）

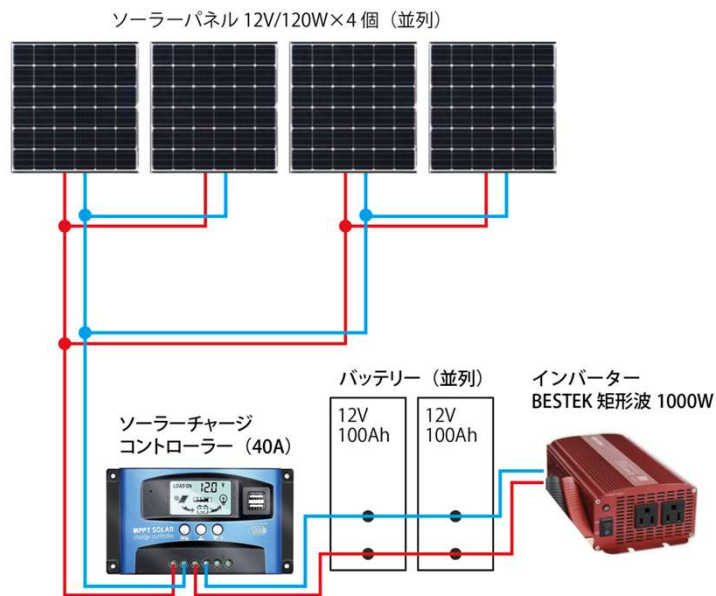
今回の講義の作業としては、設計を行ってもらうが、発電デバイスは、ソーラーパネルとする。

- 他にもあるが、今回はソーラーパネルに限定する。

46

46

標準的なソーラー自律電源の構成



47

47

負荷の見積もり

- 自律電源が供給する電力と負荷の関係は非常に重要であり、発電量より負荷が大きい場合は、運用ができない。
- 負荷は定常負荷と間欠負荷があることも重要な要素となる。
- 今回は、発展課題としてタイムラプスカメラをPCベースで動かすことも考慮する。
- 想定される最大電力量を見積もることになる。

48

48

充電量確保の課題

- ソーラー発電は、太陽光がパネルに照射している時だけ発電し、夜間の発電量はほぼ0である。そのため、発電電力を貯蔵するために、バッテリーが必要となる。
- このバッテリーの構造と充電量は、最大負荷と大きく関係する。
- 今回はリチウムイオン系のバッテリーは検討から外す。（理由は多数ある。講義中に設計提案として検討する。）



ソーラーパネルは夜間は発電しない特性から、夜間はバッテリーは一方向的放電となる。化学電池は充放電サイクルに関して、制限事項があることを考慮する必要がある。またディープ・ディスチャージに対する対応力の課題がある。また経済的な問題、重量の問題、廃棄費用など、実際の実装には用途考えて提案する必要がある。

49

49

接続デバイスが要求する電源の形式

- マイコンを直接駆動する場合は、DC5Vなどが都合が良い。その他、ローレベルパソコンやデバイス類を考えるとDC12Vは効率がよい。
- 一方、ノートPCを含むPCを動かす場合は、AC100Vが使いやすい。ノートPCの場合はDC電圧を直接供給することもできるが、他にPC用のデバイスがある場合は、AC100Vがよい。



一般にノートPC等は電源電圧はDC12,16,20Vなどが使われているが、まちまちである。またWEBカメラなどはDC5Vで動作するものや12Vのものがある。LEDライトは仕様により、多くの入力電圧が存在するため、自立電源でDCを出力することが有効な場合は多く無い。ただしマイコンだけを駆動対象としてUSBで各ペリフェラルを駆動する場合は、DC給電とした方が、余計な電源変換装置が不要となり、電力利用効率上がる。

50

50

AC100Vを出力する場合

- AC100V出力にはインバータが必要になる。
- インバータは負荷の電力を超えて供給させられないので、事前の計算が必要となる。（インバータの供給量を超えた負荷を繋ぐと発火の可能性がある）
- DC出力を考える場合は、DC/DCコンバータが必要になる。



DC/DCコンバータが必要となる場合とは、前スライドの通り、複数のDC電圧を必要とする機器を駆動する場合である。ただ、多数の電圧を発生させるDC/DCコンバータを搭載することのメリットはあまり無い。（価格や装置構成が複雑になる）

一方でDC12Vで出力して全てを賄える場合は、バッテリー電圧そのものであるため（鉛蓄電池の場合）、電圧安定化装置のみで済むので、電源変換機構（コンバータ、インバータ）が不要となる。

51

51

ソーラーパネルの発電量の見積もり

- ソーラーパネルは快晴時に太陽光に直行する場合の発電量が公称発電量として示されている。
- つまり発電量100Wと公称しているパネルが、常時100Wを発電し続けるわけではない。
- 一般には雲があまりない快晴に近い昼にパネルが太陽方向を向いている場合で、公称値の60%程度となる。朝から夕方までのオーバーオールだと、平均値は公称値の10%程度になることを考慮する必要がある。



この値は、設置条件だけでなく、地理的条件、地形や雲などを含む気候条件、気温やパネル表面の状態（経時的に堆積していく汚れや異物、ゴミなど）に依存するので、実験的計算値ではなく、多くの設置事例から得られた情報からの推察である。

52

52

自律電源設計の詳細について

- 講義時間にネット上で資料を集めながら、概略を設計する。

設計要件として以下の点につき、各自で調査を行う。

次スライド以降に具体的な考え方を示す。

- ◎負荷と出力電力の見積もりと仮定
- ◎パネル発電量の見積もり
- ◎チャージコントローラを選択
- ◎太陽高度および方角の算出
- ◎バッテリーの選定
- ◎装置の実装デザイン

53

53

負荷と出力電力の見積もりと仮定 1

今回製作する自立電源には、以下の負荷が接続されることを前提とする。

- ノートパソコン 2台（最大数）

標準的なノートPCの最大電力を調べ、低負荷の場合は**最大電力の40%程度で動作**すると仮定してよい。
常時起動していると仮定する。

- 撮影補助用LEDライト

5～10W程度のライトを仮定

- WEBサーバ型WEBカメラ 1台 および USB接続WEBカメラ 1台

WEBカメラ類の動作電力はあまり大きくないが、USB接続とWEBサーバ型を前提とする。消費電力はカタログ値そのものが常時消費されると仮定する。

- 環境測定用データロガー

今回はRTR500BWを使うこととする

<https://www.tandd.co.jp/product/ondotori/rtr500b-series/rtr500bw/>

54

54

負荷と出力電力の見積もりと仮定 2

- 今回は負荷デバイスへの電源はAC100Vで運用されるとする。
- 負荷の消費電力総量（1日平均値）を求めたら、その電力を供給可能なインバータ（DC12VをAC100に変換する装置）を選定する。
- この際重要な点は、インバータは電力を消費することを忘れないこと。簡単のため、**変換効率は90%**と仮定する。つまり想定負荷が50Wだった場合は、5Wを想定負荷に加算して、55Wが負荷として必要と考える。
- インバータは、Amazonなどのページや太陽光発電を解説したHPなどを参考に実際の製品を選択・検討する。
- 注意点として500Wを超えるようなインバータを必要とする消費電力の仮定を行うと、発電デバイスのサイズ（公称発電量）が膨大になってしまう。このような場合は負荷値を下げる検討が必要となる。

55

55

パネル発電量の見積もり

- ソーラーパネルには単結晶型、多結晶型、折り畳み型など用途によるいくつかの種類がある。
- 今回は**50~150W単程度の固定型単結晶パネル**を使うことを前提とする。
- パネル選定は、その設置と直接関係するので、**設置方法**と合わせて考える必要がある。
- ソーラーパネルからの出力は規格化された専用のケーブルで接続されるので、パネル枚数分のケーブルと取り回しを先に考えておく。**ケーブル規格については、ネットで調べる**こと。



ケーブル規格については、実質的にほぼ一択しかできない。
注意点はケーブルそのものの規格と接続コネクタ規格があり、混同しないように注意！

ケーブル規格：CVケーブル、HCVケーブル 接続コネクタ：MC4コネクタ

56

56

チャージコントローラの選択

- ソーラーパネルの発電出力は、太陽光の強さに応じて常時変動しているため、直接バッテリーに接続できない。
- そのため、**チャージコントローラという装置**を必要とする。
- チャージコントローラにはPWM型とMPPT型の2種類がある。このPWM型とMPPT型の特徴についてネット情報を調べて、**今回はどちらを使うべきかを考察せよ。**



チャージコントローラの方式としてPWMとMPPTのどちらを選択するかは、自立電源の設計では最も重要な検討事項となる。

- 今回はチャージコントローラに入力されるパネル公称出力電圧は12V型として考える。(24V,48V,96V対応もある。設計条件により電圧を決める。ただし、インバータへの入力はDC12Vを仮定する)



通常販売されているパネルは12V出力が一般的なので、直列、並列の接続を考えることになる。

57

57

太陽高度および方角の算出 1

- 太陽光パネルの出力電力値（公称値）は、パネルに快晴時の太陽光が垂直に入射しているような状態での発電量を示している。
- したがって、この公称値を常時発電しているわけではなく、朝夕の光度が低い場合や曇りがちの状態では大きく出力は低下する。また当然夜は発電量は0となる。
- 発電量の見積もりは多くの要素が関係しており、正確な算定は難しいが、ネット上には多くの情報が提供されている。例えば以下のページなどを参照
- https://standard-project.net/solar/hatsudenryo_1day.html
- <https://rakuene-shop.jp/columns/beginner-electric-generating-capacity/>
- 1日平均としては、公称発電力の何%程度となるかを考察せよ。

58

58

太陽高度および方角の算出 2

- 理想的な1日発電量の見積もりを生かすためには、設置方法に大きく依存する。
- 南阿蘇地方の緯度から、10月～2月（冬季）の太陽高度とその方位を調べ、最適なパネルの並べ方をデザインする。
- 基本的に太陽南中時の方位、高度に合わせてパネルを設定すると最大発電効率となると考えて良い。
- 常時太陽光を垂直方向に入射させるように、パネルを動かすと発電量は上がるが、パネルを動かす電力が必要になるので、今回はパネルは固定とする。

59

59

バッテリーの選定 1

- ソーラーパネルは太陽光が入っている時だけ、光量により発電されて、チャージコントローラはその発電量を適正に調整し12V出力する。しかし、インバータは安定した12V入力が必要としているため、電力の貯蔵が必要となる。
- 電力貯蔵にバッテリーを設置する。今回は**鉛蓄電池を用いる**こととする。
- バッテリーの容量をどのように選定するかは、負荷容量とパネル発電量（実効値）により変わってくる。大きな蓄電容量を準備することでシステムとしての余裕は増加する。
- ただし負荷運用時にソーラーパネルで満充電にできないほど大きな充電量を選ぶのは無駄に費用と重量を増やすだけである。

今回の負荷想定（仮定）に見合うには、どのぐらいの容量のバッテリーが必要となるか、検討せよ。

60

60

バッテリーの選定 2

- 鉛蓄電池の規格、充電、放電容量については以下のHPなどを参照にする。
- <https://taketake2.com/S3.html>
- https://www.battery.co.jp/tech/pdf/pdf_tech_01.pdf
- <https://www.cqpub.co.jp/toragi/trbn/contents/2005/tr0509/0509sp2.pdf>

61

61

装置の実装デザイン

- 各種想定により、各部材の大きさや重量を計算して、パネル設置方向も含めた、自立電源全体のデザインを行う。
- 自立電源の設置には大きく2つの方法に分けられる。

その1 全てを一つの筐体にまとめたコンパクトデザイン

その2 ソーラーパネルと充電部を分けた分割型のデザイン

- 今回はどちらが有効かを考えてみる。
- ソーラーパネルは晴雨に関係なく露出運用できるが、チャージコントローラからインバータ出力までは、防水である必要がある。

62

62

実装時の注意点 1

- 消費電力と同時に電流値について、考慮が必要である。
- 例えば、600WのインバータでAC100Vで最大出力を出している場合は以下のような電流電圧となる。
- 出力100V×6A= 600W、入力12V×50A= 600W
- バッテリーからは50Aの電流が供給されることになる。

- この50Aという電流値は極めて大きな値であり、パソコン周辺機器やPCの内部で使われているような配線材では流せない。
- 配線材料は送電容量は規格で決められている。下記のHPなどを参照して配線材が大きくて太くなることを考慮する。
- <https://densenkan.com/know/densen11-1.html>
- <https://www.hashimoto-kosan.jp/denryu/>
- <https://www.khd.co.jp/assets/cable/pdf00000012.pdf>

63

63

実装時の注意点 2

ソーラーパネルの重量はそれほど大きくないが面積が大きいため、風に耐えられる設置が必要となる。

蓄電システムとして鉛蓄電池を使うため、蓄電池の重量についてはよく検討しておく必要がある。鉛蓄電池の重量は大きい。

一体型筐体を考える場合は、パネル固定と蓄電池固定に耐えられる機構設計が必要となる。

発電・蓄電分離型でも同様で、パネル部の耐風が重要となる。

64

64



電源とエネルギー

前回までの復習： 実践装置の概要

実験圃場ビニールハウス



ハウス内外の環境データ取得



電源供給



Wi-Fi対応各種環境センサー

測定・記録 データ測定機(子機)



子機で測定できるもの
 湿度・温度・照度/UV・CO2・
 電圧・4.20mA・パルス数

データ収集 データ収集機(親機)



IICAネットワークに接続

電源とはなにか？

- 電源とは、大きく分けると3つの要素となる。

電力系統

電力会社が供給
する電源システム

化学電池

電気エネルギーを
蓄える化学システム

発電機

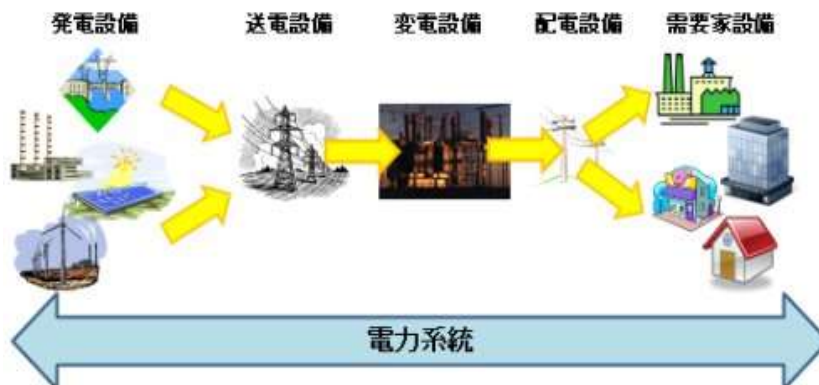
エネルギー変換
するシステム

67

67

電力系統

- 日本には10の電力系統があり、各電力会社がそれぞれを運用している。電力系統の運用とは、周波数と電圧を一定の範囲内に維持させるように、発電所や送配電設備をコントロールすることである。東日本の50Hz地域、西日本の60Hzの2つの周波数がある。

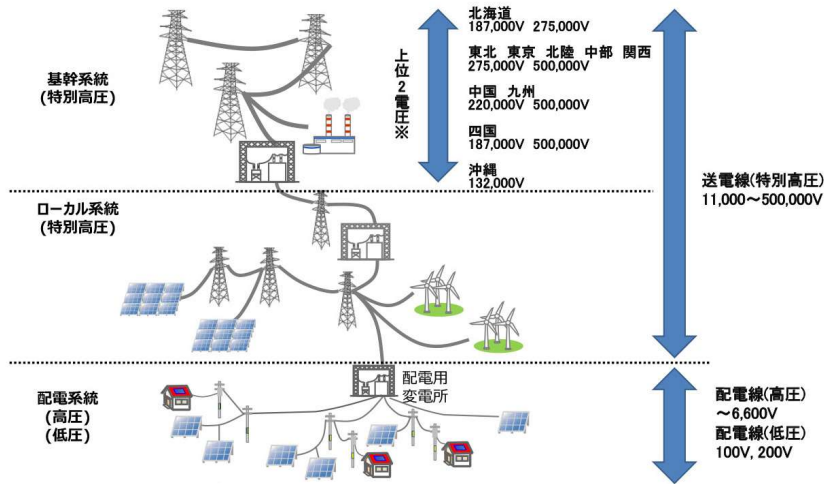


68

68

電力系統の構成

- 人間の血液が大動脈から毛細血管を伝わって、全身の細胞まで行き渡るように、電気も日本全国に血管のように張り巡らせた電力系統) によって運ばれている。
- 大容量の電力を送る基幹送電線(基幹系統)は、電力ネットワークの大動脈であり、発電所でつくられた電気を効率よく日本全体に運ぶ。



69

69

化学電池の必要

- 化学電池はなぜ必要？

発電機で発生した電力は、貯蔵が困難！

電力を電気エネルギーとして貯めることが難しいため、なんとか貯めようとする、他のエネルギーに変える必要がある。

電力貯蔵の一方法として化学エネルギー変換が化学電池の存在意義となる。

70

70

化学電池の種類

- 化学電池は大きく 3 つの種類に分けられる。

1 次電池

1 次電池は、化学エネルギーを電気エネルギーに一方向に変換することのみが一度だけ可能な電池である。

2 次電池

2 次電池は、内部の化学エネルギーが電気エネルギーに変換されるが、放電時とは逆方向に電流を流すことで、電気エネルギーを化学エネルギーに変換して「充電」という蓄積が可能な電池である。

燃料電池

燃料電池は、メタノールや天然ガス、水素などの燃料から触媒を用いて発電を行う発電装置である。

注意：燃料電池は電気エネルギーを蓄える機構ではないので、1 次電池、2 次電池とは電源としての仕組みは異なる。

71

71

化学電池で対応できない場合

- 1 次電池は保管がきくが、化学反応が完了すると再利用はできない。
- 2 次電池は再利用が効くが、別の電源がないと充電できない。

保管が効く化学電池だけで対応できない場合

電力系がない場所で、連続的に電源を必要とする場合

自己発電する！

72

72

発電の種類

- 発電するということは、物理的にはエネルギー変換機構をうまく使うということ

熱エネルギーから電気エネルギー

力学エネルギーから電気エネルギー

化学エネルギーから電気エネルギー

光エネルギーから電気エネルギー

核エネルギーから電気エネルギー

73

73

ここでエネルギーについて考えてみる

エネルギーとは

74

74

エネルギー

- エネルギーって???
- 経済産業省／資源エネルギー庁は何をする？

75

75

力学的エネルギー

- 運動エネルギー (KE)と位置エネルギー(PE)の和

- 運動エネルギー $E_k = \frac{1}{2}mv^2$
- 位置エネルギー $E_p = mgh$

ここで質量m、重力加速度g、質量の移動速度V、基準点からの高さをhとする
ただし、全て物理量なので【単位】がつく。単位はSI単位で計る事が重要!!!

力学的エネルギーEは

$$E = E_k + E_p$$

76

76

エネルギーの種類

- 力学的エネルギー
- 他には???

77

77

エネルギーの種類???

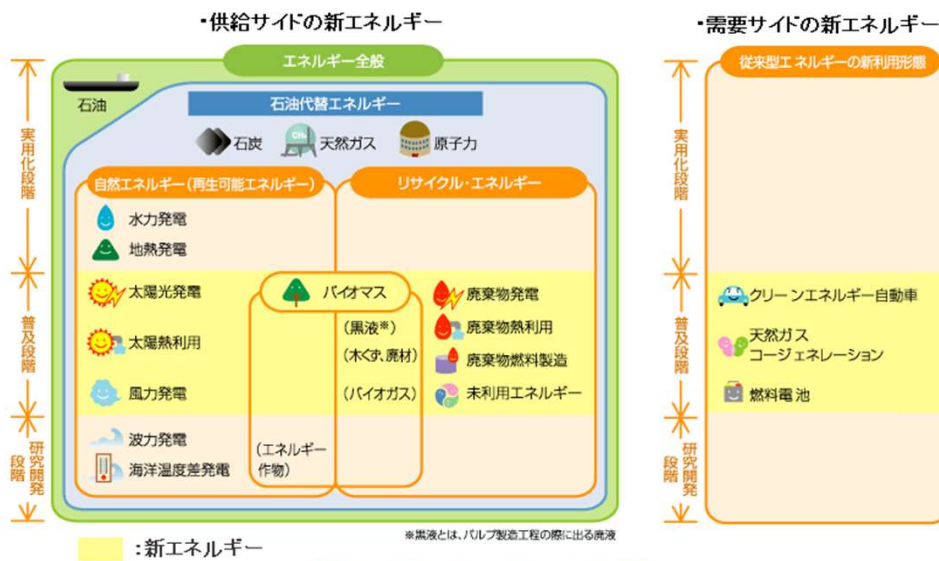


図1 新エネルギーの分類

【出所】(財)新エネルギー財団:What's新エネ?、新エネルギーとは、<http://www.nef.or.jp/what/whats00.html>

78

78

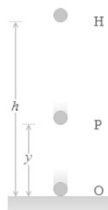
エネルギーの種類

位置エネルギー	高い位置にあるモノは、重力によって落下し、他のモノを動かす（破壊？）位置エネルギーとは、「モノが高い場所にあるときにたくわえているエネルギー」のこと
運動エネルギー	運動エネルギーとは、「モノが運動しているときのエネルギー」のこと。運動エネルギーは、位置エネルギーとあわせて「力学的エネルギー」とよばれ、その総和は常に一定である。これを「力学的エネルギーの保存の法則」という。
熱エネルギー	熱は、モノを温めたりする能力がある。たとえば、摩擦、手をこすりあわせると温かくなるのも、熱エネルギーが発生している。（しかし摩擦させるには、力学的エネルギーが必要、ということは、エネルギーは移動？）
電気エネルギー （電磁気）	電気は、モーターを回したり電球を光らせる。若者にはスマホを動かす一番身近なエネルギーか？実はここにも「位置エネルギー」の考えが存在する。講義が進むにつれ、分かってくるはず、、、
化学エネルギー	ガソリンは、酸素との化学反応で熱も発生する能力がある。これを化学的エネルギーという。また電池も。
光エネルギー （電磁波）	太陽の光には、植物が光合成を行い、でんぷんや酸素をつくる。集光すると火もおこせる。
核エネルギー	原子核が分裂するときに発生するエネルギー

79

79

エネルギー保存則



H点での力学的エネルギーは、 $K_h + P_h = 0 + mgh = mgh$

P点での力学的エネルギーは、自由落下運動の時間を含まない式より $v^2 = 2gy$ y はここでは $h - y$ のことであるから、

$$v^2 = 2g(h - y)$$

$$K + U = \frac{1}{2}mv^2 + mgy = \frac{1}{2}m \cdot 2g(h - y) + mgy = mgh - mgy + mgy = mgh$$

(この詳細は省略)

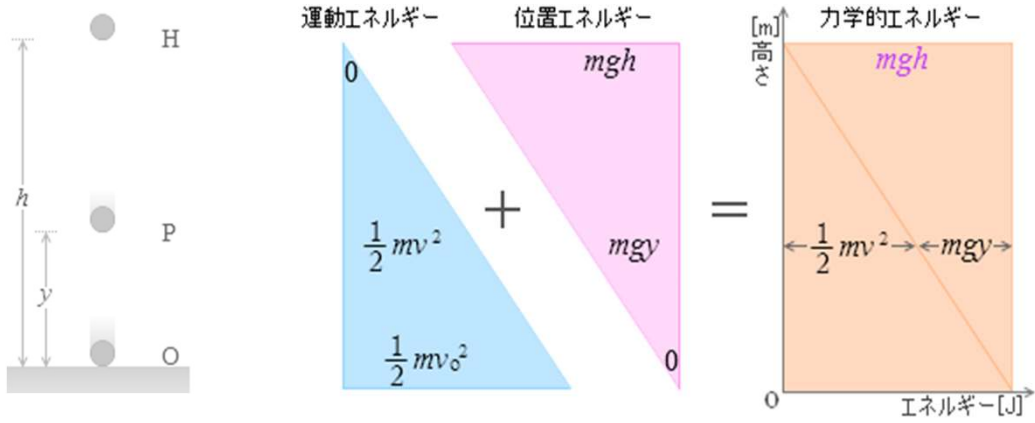
O点での力学的エネルギーは、自由落下運動の時間を含まない式より $v^2 = 2gy$ v はここでは v_0 、 y はここでは h のことであるから、 $v_0^2 = 2gh$

$$K_0 + P_0 = \frac{1}{2}mv^2 + 0 = \frac{1}{2}m \cdot 2gh = mgh$$

80

80

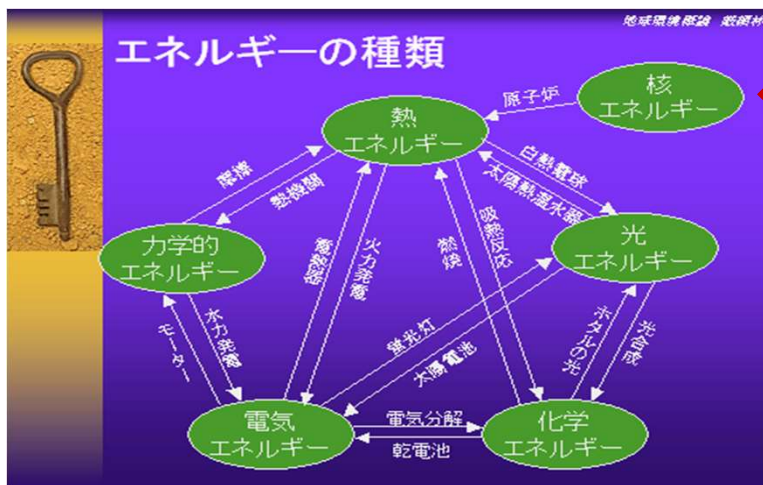
エネルギー保存則



81

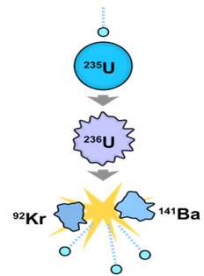
保存されるエネルギーは？

- 力学的エネルギーだけか？



これはちょっと問題あり！

物質の不生不滅



出典：慶応大学：地球環境概論

82

野球ボールのエネルギーは？

- プロ野球の投手が投げるボールのエネルギーはどのくらいだろうか？

プロ野球ピッチャーの直球の球速はおおよそ、150km/h前後である。

ここで球速144km/h、ボールの質量を150gとして計算してみよう！

83

83

運動エネルギー



84

84

新幹線の走行中のエネルギーは？

- 新幹線のN700系の重量は1車両で約43t(1t=1000kg)である。
現在16両編成で運行されている。
- この16両編成のN700系が時速288km/hで走行している時、
車両編成全体の運動エネルギーはどのぐらいだろうか？

85

85

ゴジラとガメラはどちらが強い？

- 大怪獣ゴジラは身長50m、体重2万トンといわれる。
(初代ゴジラの場合、ゴジラは後半身長80mまで成長)
このゴジラが時速50km/hで走るときの運動エネルギーを計算せよ
- 大怪獣ガメラは身長60m、体重80トンである
ガメラがマッハ3 (ガメラの公式飛行速度) で時速50km/hのゴジラに
衝突するとどうなるか？

1マッハ=音速、音速は20°Cの気温で340m/sとする

86

86



角川映画
(大映)

ハリウッドGODZILLA
オリジナルは
東宝映画



87

87

エネルギーと電力

- エネルギーの単位は[J] (ジュール)
- 電力の単位は[W] (ワット)
- ここで単位のことを考えてみる。

88

88

単位について

- 単位も一つの学問領域として、分厚い本1冊分の内容がある。ただし計測学においては、測定値がどのような単位になるか？はシステムの都合（設計）で決まっている
- そのため単位そのものが問題となることはあまりないので、その点では心配することはない。
- ただし間接法による測定（一般に大半が間接法）では、異なる単位で測定されたデータはそのまま計算式に用いることはできない。つまり異なる単位系での値はまぜこぜにしてはならないということである。
- 長さで言えば、1m、1インチ、1ヤード、1マイルは全て数値『1』ではあるが、長さそのものが異なる。これを混ぜて計算したら、結果はデタラメ。換算しないとらない。

89

89

そもそも単位とは？

全ての物理量には単位がある！

90

90

国際単位

- 国際単位系
 - 仏: Le Système International d'Unités
 - 英: International System of Units

略称：SI単位系

91

91

単位のあらまし（SI単位）

SIが今日のように広い指示を得るに至った特長は、次の4点と考えられる。

- (1) 各分野の基礎となる合理的で信頼度の高い実現性（再現性）をもつSI基本単位が選ばれている。
- (2) 組立量の単位（組立単位）が基本単位の乗除だけで組み立てられる一貫性のある単位系（例外的に、セルシウス温度の単位セルシウス度 °C は組立単位に位置づけられている）で、各量の単位相互の換算関係に数係数が入り込まず簡明である。
- (3) 多数定義されるSI組立単位の中で、22個の単位に固有の名称とその独自の記号を与えている。
- (4) SI単位の 10^{-24} から 10^{24} までの大きさの分量・倍量単位を表すための20個のSI接頭語を導入し、実用上手頃な大きさの単位を作ることができる。

SI単位は7つのSI基本単位と所定の量の定義にしたがってこの基本単位から作られるSI組立単位を構成要素とする集合と、20個のSI接頭語及びそれによって作られる10の整数乗倍の大きさを意味する倍量及び分量単位によって構成される。

92

92

基本単位 (unit)

量	単位の名称	単位記号
長さ	メートル	m
質量	キログラム	kg
時間	秒	s
電流	アンペア	A
温度	ケルビン	K
物質質量	モル	mol
光度	カンデラ	cd

出典：独立行政法人産業技術総合研究所

93

93

SI組み立て単位 (22単位)

量	単位の名称	単位記号	基本単位による表現
平面角	ラジアン	rad	$m \cdot m^{-1} = 1$
立体角	ステラジアン	sr	$m^2 \cdot m^{-2} = 1$
周波数	ヘルツ	Hz	s^{-1}
力	ニュートン	N	$m \cdot kg \cdot s^{-2}$
圧力、応力	パスカル	Pa	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
エネルギー、仕事、熱量	ジュール	J	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
工率、放射束	ワット	W	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$
電荷、電気量	クーロン	C	$s \cdot A$
電位差(電圧)、起電力	ボルト	V	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
静電容量	ファラド	F	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$
電気抵抗	オーム	Ω	$m^2 \cdot kg^{-3} \cdot s^{-2} \cdot A^2$
コンダクタンス	ジーメンズ	S	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^3 \cdot A^2$
磁束	ウェーバ	Wb	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
磁束密度	テスラ	T	$kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
インダクタンス	ヘンリー	H	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}$
セルシウス温度	セルシウス度	$^{\circ}C$	K
光束	ルーメン	lm	$m^2 \cdot m^{-2} \cdot cd = cd \cdot sr$
照度	ルクス	lx	$m^2 \cdot m^{-4} \cdot cd = m^{-2} \cdot cd$
(放射性核種の)放射能	ベクレル	Bq	s^{-1}
吸収線量・カーマ	グレイ	Gy	$m^2 \cdot s^{-2} (=J/kg)$
(各種の)線量当量	シーベルト	Sv	$m^2 \cdot s^{-2} (=J/kg)$
酵素活性	カタール	kat	$s^{-1} \cdot mol$

94

94

ジュールとワット

○ワット・・・1秒間毎に発生・消費するエネルギーの大きさ

単位は[W]で、意味は[J/s] (ジュール/秒)

○ジュール・・・エネルギーそのものの大きさ

→身近な単位で言うと熱量のカロリー[cal]に近い

※1cal=4.184J

95

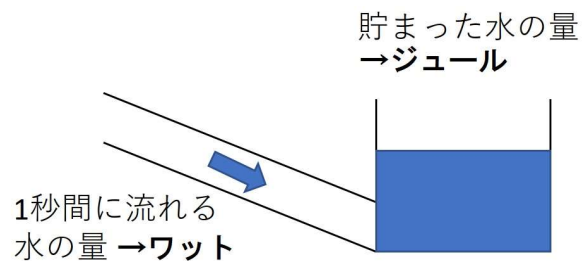
95

事例で説明

- 電子レンジを500Wの設定にして食品を温めていたとする。
この時、電子レンジは1秒間に500Jのエネルギーを食品に与えてる。
- 500Wで1分温めたとすると、
1分間で食品が受け取った全エネルギーは $500\text{W} \times 60\text{秒} = 30,000\text{J}$ となる。

これを水で表現すると

- ○1秒間で流れる水の量 (流量) がワット
- ○貯まった水の量の合計がジュール



96

96

[kWh] (キロワットアワー) について

- この単位はジュールの考えに近い。
使用した電気エネルギーの大きさ、という観点で見ると、次の様な関係になる。
- ○100Wで1秒間使うと100J、2秒間なら200J
- ○100Wで1時間使うと100Wh、2時間なら200Wh
このWhをジュールに換算すると、1Wh=3,600Jになる。
- これは1時間が3,600秒であることから求まる。
- つまり、 $W \times \text{秒数}(s)$ でJ、 $W \times \text{時間数}(h)$ でWhとなる。
(ちなみに、電力会社の検針票のkWhのkはキロと読み、1000倍を表わしている)

97

97

ローカル発電の種類

- 化石燃料（ガソリン、灯油など）による内燃機関を使い
熱エネルギー→力学エネルギー→電気エネルギーと変換する方法
- 太陽光を用いて、
光エネルギー→電気エネルギーに変換する方法
- 風力を使い、発電機を回す、
力学エネルギー→電気エネルギーに変換する方法

98

98

自立電源を構成するにあたって

- 物理的エネルギーは各エネルギー種別間で変換可能なことを学んだ。
- ローカル発電に必要な各種データとして、エネルギー量を示すJ（ジュール）、電力を示すW（ワット）を定義した。
- このJやWは、ソーラーシステムの場合は、Whなどで性能表示されることが多いので、これらの値の換算については、単位系をよく考慮して再認識することが重要である。

99

99



Idea IT College Aso

専門学校 アイデアITカレッジ阿蘇

スマート農業

100

スマート農業の導入

- IoTやAI、ロボット技術などの先端技術を取り入れた新たな農業技術「スマート農業」の導入は、農作業の効率化や省力化を大幅に進める効果が期待できる。
- 現時点で多くの企業から優れた商品やサービスが続々と開発されており、ドローンによる農業散布や生育管理、自動水管理システムによる給排水の制御、アシストスーツによる体への負担軽減、トラクターの自動操舵などをはじめ、少ない人数や負担でより多くの作物を栽培するための技術開発は、日進月歩である。
- ただし、『農業のスマート化』には、危険な落とし穴もある。
- AI利用やIoT化を図る際には、費用対効果比を考えるだけでなく、必ずスマート化にかかる費用の総額を念頭に置かないと、うまく進められなくなる危険がある。

101

101

スマート農業

技術革新による農業の将来イメージ

栽培管理ノウハウ

- センサーデータ（施設・機械・ドローンなど）とビッグデータ解析（気象データ、生育データ、市況データなど）により、最適な栽培管理（水管理・収穫時期など）を決定。



作業ノウハウ

- AI等により、熟練農業者のノウハウを形式知化。
- ロボットにより、人の作業を省力化。



「農業技術」 × 「先端技術」

スマート農業

作業

- ロボット技術等による
 - ・ 無人機械（ロボットトラクター、収穫ロボットなど）
 - ・ 作業者の能力向上
 - ・ 労力軽減機械（アシストスーツなど）

ICTで機械に作業指示



機械に組み込む

容易にノウハウ習得

ロボットによる作業のサポート

5

102

102

スマート農業の取り組み

スマート農業の推進に向けた様々な取組

○ 人工知能（AI）やIoT、ロボット技術の活用により、生産性の飛躍的な向上などのイノベーションを推進するため、優先的に取り組むべき課題の特定、研究開発や現地実証、新技術を普及させるための支援や環境づくりなどを推進

将来像や優先に取り組むべき課題の特定	○ スマート農業の実現に向けた将来像や、重点的に取り組む課題の特定	スマート農業の将来像	<ol style="list-style-type: none"> 1 産量・水増し生産を実現 2 作務の負荷を最大限に軽減 3 きつい作業、危険な作業から解放 4 誰かが取り組みやすい環境を実現 5 消費者・高齢者に安心と信頼を提供
新たな技術の開発、現地実証	○ コストなど明確な開発目標の下で現場実装まで視野に入れた技術開発 ○ 人工知能等による新たなイノベーション創出 ○ 内閣府の戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）での各省連携した技術開発	導入しやすい価格の水田センサー	AIを活用した画像解析による病害虫診断
新技術の普及、導入支援	○ AIやIoTを活用して新規就農者の技術習得を短期化する新たなシステムの構築 ○ ICTやロボット技術等の先端技術の導入実証や支援	AIを活用した学習支援システム	実用化された技術(例) 土壌センサー搭載型 可変施肥田植機 ドローンによる病害虫防除
先進技術が導入できる環境づくり	○ 農業分野におけるデータ利活用促進を図るためのデータの標準化 ○ 自動走行トラクターの現場実装に向けた安全確保のルール作り ○ ベンチャー企業、先進的な人工知能等の研究者など様々な分野の方の技術開発参画	データ標準化 農作業の名称 農作物の名称 農薬に関する情報 肥料等に関する情報 環境情報のデータ項目 データ交換インタフェース	安全性確保のルールづくり (自動走行トラクターの例) 無人走行には多くのリスクが存在



農地や経営を大規模化

- ・ 担い手不足に対応し、作業効率化やコストダウンのための策として、
現在、農地の集約や経営体の大規模化が進んできている。
- ・ すでに農地を所有している農家でも、
農地バンクなどの利用でまとまった農地を確保して規模を拡大可能である。
- ・ **大型機械や管理システムを導入**すれば、効率的な農作業で大幅な収量増を実現でき、
農家の所得向上にもつながる。
- ・ 規模拡大にあたっては**法人化**することで融資を受けやすくなったり、税金対策ができる可能性がある。
- ・ 近隣に耕作放棄地などがあるならば、それらを集約することで土地の有効活用にもなる。
- ・ ただし、大型機械などの導入に関しては、**総コストの検討**が重要である。

集落営農への取り組み

- 小さな農地が点在しているような中山間などの地域では、大規模化は難しい。
- その場合は、集落単位で共同による農作業をしたり、農業経営を分担したりする「集落営農」を検討することが重要となる。
- 個人では難しい施策も地域一丸となって実行できるため、**担い手の確保や設備・農機の共有、作業の分担**ができ、耕作放棄地の対策にもつながる。
- 地域全体の活性化や他産業との連携も可能となる。地域を挙げたブランド化や

6次産業への取り組みにつなげていける。

105

105

「6次産業化」とは？

- 6次産業化とは、**1次産業**としての農林漁業と、**2次産業**としての製造業、**3次産業**としての小売業等の事業との総合的かつ一体的な推進を図り、農山漁村の豊かな地域資源を活用した新たな付加価値を生み出す取り組みのこと。これにより、農山漁村の所得向上や雇用の確保を目指していく。
- 具体的には農林漁業者（1次産業）が、農産物などの生産物の元々持っている価値をさらに高め、それにより、農林漁業者の所得（収入）を向上していくこと。
- 生産物の価値を上げるため、農林漁業者が、農畜産物・水産物の生産だけでなく、食品加工（2次産業）、流通・販売（3次産業）にも取り組み、それによって農林水産業を活性化させ、農山漁村の経済を豊かにしていこうとするものを言う。

106

106

6次産業化の検討

- ・ 農家が栽培した作物を使って加工・製造した商品を販売することを、農業（1次産業）・製造（2次産業）・販売（3次産業）を合わせて「6次産業化」と呼ぶ。
- ・ 農産物だけで差別化が図れない場合は、6次産業化することで**ブランド化**し、売り上げを伸ばす方法が検討事項となる。

事例 埼玉県熊谷市の「TATA GREEN株式会社」の取り組み

創設者はもと証券ディーラー。農業の魅力に取り憑かれ、2012年に30aの作付けを始めてサツマイモの専業農家となる。自社のサツマイモの風味がよいことをより感じてもらうために、オリジナル商品「焼き芋の干し芋」をはじめ、「冷凍焼き芋」や「さつまいもプリン」など関連商品の開発・販売まで手掛け、6次産業化を進めた。

商品の宣伝にはSNSを活用し、自社店舗を使って焼き芋の匂いと対面販売を利用して、顧客を確保した。その後はSNSによる口コミなどで評判が広がり、多くのリピータを確保。また、売上高を向上させるために、ペースト状にしたサツマイモを冷蔵保存し、販売の長期間化を実現した。廃棄ロスの削減にもなり、通年販売につながっている。

107

107

6次化の事例

TATA GREEN株式会社 ビジネス部門 埼玉県熊谷市

カッコイイを創造する農家

該当カテゴリ 食育・食料 6次産業化



全員農業家人の会社スタッフ

海外展開への挑戦マレーシアサバ州政府

零售での農業アピール

概 要

- ・ さつまいもの加工品の開発・製造・販売に取り組む。新規顧客開拓のため百貨店等のイベントにも積極的に参加。
- ・ 若者が興味を持ってもらえるよう「カッコイイ農業」を目指し、SNSやイベント活動を通じて、魅力を発信。

成 果

- ・ 店舗への来店者数は、H30年度には280名/日となった他、さつまいも関連商品の売上が約800万円から約7,400万円へ増加（H26～H30）。
- ・ FacebookやInstagram等のSNSフォロワー数が、500人から10,000人へ増加（H26～H30）。

「フェイスカパー農山産村（むら）の宝」マルシェ

TATA GREEN株式会社 代表取締役と有識者懇談会 座長

農林水産省による紹介ページ

108

108

6次化の事例

埼玉 NO.1 芋農家による さつまいも専門店

IMOYA TATA

True Agriculture is Try and Activity

お知らせ
Follow me!!

We are on a journey to spread the sweet potato to the world

facebook Instagram twitter

10月1日より原材料・資材・燃料・人件費等様々な高騰の影響により商品価格に改定がございます。
楽天・店舗共に商品値上げとなりますが引き続きどうぞよろしくお願いいたします。

干し芋・人気の芋ケーキは楽天でも注文可能です。日頃のご褒美・ギフトにぜひご利用ください。

【熊谷店舗】秋冬限定営業

109

109

IT農業実践

- 農業のIT化にはいろいろな手法がある。
- 次のスライドに農林水産省が提示したIT農業についてのイメージを示す。

110

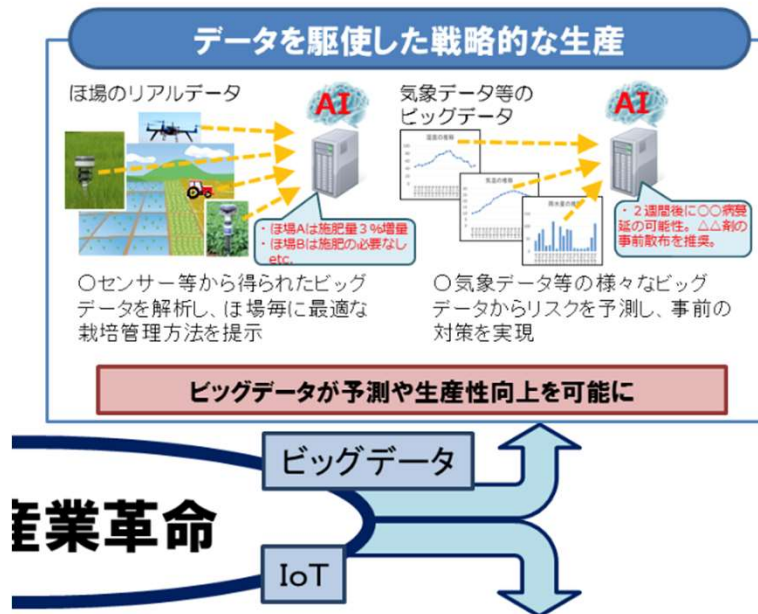
110

AI、IoTを活用したスマート農業の加速化

- 人手不足への対応や生産性の向上を進めるためには、ICTを活用したスマート農業の推進が重要
- 今後人工知能やIoT等の先進技術により、生産現場のみならずサプライチェーン全体にイノベーションを起こし、生産性向上や新たな価値創出を推進



1



ドローンを使うか使わないか？

- これは重要な点であり、いかに使わないか？いかに使いこなすかは、エネルギー利用の観点と省力化、高生産性両方から議論されるべきである。
- 課題を出します。

113

113

スマート農業とは？ メリット・デメリット

- さまざまな業界・業種でICTの活用が進み、近年では農業にICTを導入するようになってきている。
- ICTを活用した農業は「スマート農業」と呼ばれ、農林水産省も積極的に導入を推奨している。
- 農業にICT技術を取り入れることで、どのような効果が得られるか？そのメリットとデメリットと考える。

114

114

スマート農業とは

- スマート農業とは、ICTやロボット技術を活用し、作業の効率化や品質向上を実現する新たな農業である。日本社会全体としてはICT化が進んでいるが、農業の分野ではいまだ人の手が必要とされる場面が多い。
- しかし、農業に携わる人手が不足しており、人手の確保や負担の軽減などの大きな課題がある。これらの課題を解決するための手段としてスマート農業が注目されている。
- 農林水産省では農業分野の担い手の減少・高齢化の進行などによる労働力不足を深刻な問題として取り上げており、スマート農業に関するさまざまな情報を発信し、普及に向けた取り組みを行なっている。

115

115

スマート農業の仕組み

- スマート農業で用いられる技術は、AIやIoT、ロボット、ドローンなどがある。
さまざまな情報をデータ化し、ネットワークに接続してやり取りすることで、作業の自動化や効率化を実現することを目標としている。
- 作物の日照管理や水やり管理などを、IoTを使って情報収集しAIが解析し、ロボットが自動的に実施する、というようなことが可能となる。
- これまでの農業における作業とは経験則が強く反映していて、知識・ノウハウの共有が難しい。
経験から導き出される結果も多く、これらをデータ化して管理することで、新規営農者の育成に活用できるようにしていく。

116

116

スマート農業の目的

1. 農作業の省力化・労力軽減

農作業における省力・軽労化を図る。日本の農業は、個々の農家の高齢化が進み、深刻な労働力不足に陥っている。そのような日本の農業の現場の苦労を、ICTなどを活用して支援していくことが求められている。



117

117

2. 農業技術の継承

- 新規就農者への栽培技術力の継承が重要となる。跡継ぎや農業を継承する人材が不足し続け、これまで個人営農家（家族的経営）の継承のなかで培われてきた農業技術を、スマート農業のシステムなどによって継続的に継承していけるようにすることにある。

篤農家の熟練技術・判断が継承できる

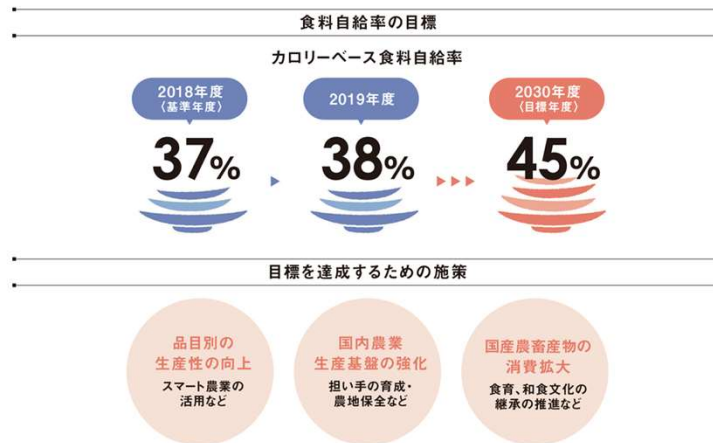


118

118

3. 食料自給率の向上

- 3つ目の目的は、日本の食料自給率対策としてのスマート農業を推進することが挙げられる。日本の食料自給率（カロリーベース）は2019年度で38%と、輸入が自国生産を大幅に上回っており、危険水域に入っている。農業人材不足のなかで収量を上げて自給率を高めるためには、少ない人員で農産物を確実に育てるうえで、**センサーやロボットによる自動化**、植物工場といった仕組みが欠かせなくなる。



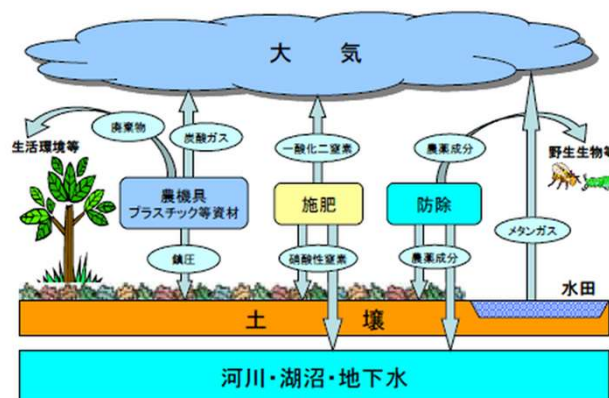
119

119

4. 環境保全

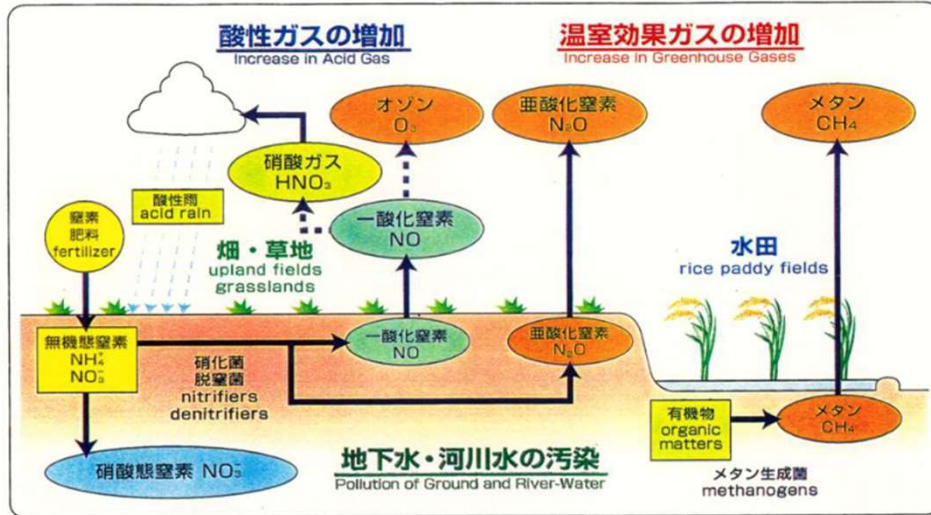
- 肥料や農薬、農業関係の資材による環境への悪影響を防ぐ。現代農業では必須な化学肥料や農薬は、近年は地球環境保護の観点などから、欧州を中心に使用を制限する動きが加速している。スマート農業により、化学肥料や農薬の使用量を削減し、場合によってはまったく使わずに栽培することも検討課題となる。生産性を維持しつつ環境保全していく。

○農業生産活動による環境負荷発生リスク

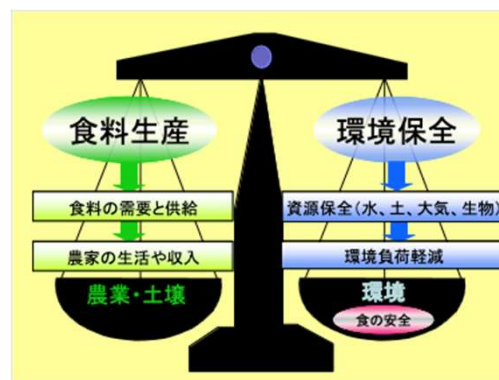


120

120



121

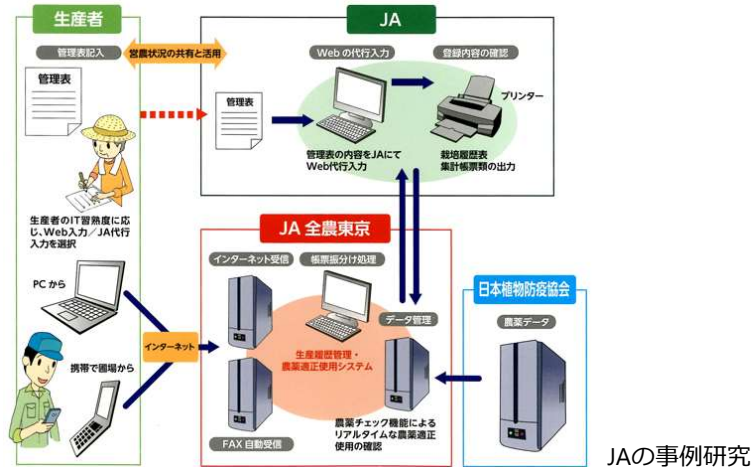


どのようにバランスを取るか？

122

5. 品質の向上

- 生産物の品質向上に寄与すること。品質の向上には、その生産物にとって最適な環境や状況を把握し再現する必要がある。こうした作業はこれまでの営農者が集めてきた知識と経験により実現してきたが、スマート農業によって栽培履歴を管理し、それらを気候や土壌の環境データと組み合わせることで、いつでも最適な食味をもつ米や野菜を栽培することが可能となる。



123

123

品質についての課題

- 農作物を栽培する際にはさまざまなリスクが生じる。例えば、**病害などは代表的なリスク**であり、病害発生の予測や駆除の方法などを細かく検討しないとならない。
- また**気候変動による圃場環境の変化**も管理が難しい。
- さらに気候変動と連動していると考えられる**異常気象への対応**も課題となる。
- さまざまな情報をデータ化して管理しておくことで、栽培時のリスクを回避する方法や、よりよい栽培方法を見つけられる可能性がある。
- 一方で、気候変動に関連する病害虫や圃場環境の変化は、過去の経験と知識だけでは対応できない可能性もある。
- この問題への取り組みはAI導入を検討する必要があるが、学習データ（トレーニングデータ）は高品質なものが望めず、対応が難しい。

124

124

スマート農業のデメリット

- 農業のスマート化はメリットが大きいため、推進していくことには原則的に意味がある
- 一方で課題も多数残されている。一つずつ克服していくことが、今後の対応として重要
- 課題としては以下の点があげられる。
 - 導入コストの高さ
 - スマート農業導入のための知識
 - 機器間の互換性の低さ

125

125

導入コストの高さ

- はじめに課題となる点は導入コストの高さがあげられる。
- IoTセンサーなどの機器やAIなどが稼働するためのシステム、IT企業が提唱する農業クラウドなどは導入時に大きなコストがかかる。
- システム導入のコストは短期間で成果が目に見えて現れるわけではないため、中長期を見据えた計画が必要となる。

126

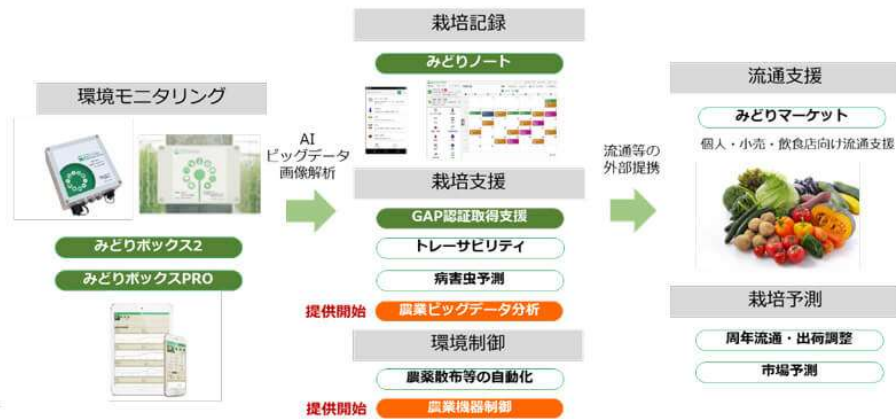
126

事例：みどりクラウド

農業IoTサービス「みどりクラウド」の成長ビジョン



「儲かる農業」を実現する、農業ITプラットフォーム



127

127

スマート農業導入のための知識

- センサーの設置やその運用、管理システムなどは、ハードウェアであり、これまで農業に積極的に使われてきたものではない。さらにセンサー情報をネットワークを經由してサーバーに送信、必要な情報を受信するシステムを使いこなすためには、相応のICTに関する知識が求められる。スマート農業を実現しても、ICTに関する知識が足りないために失敗するケースも少なくない。

せっかくの投資が無駄になる



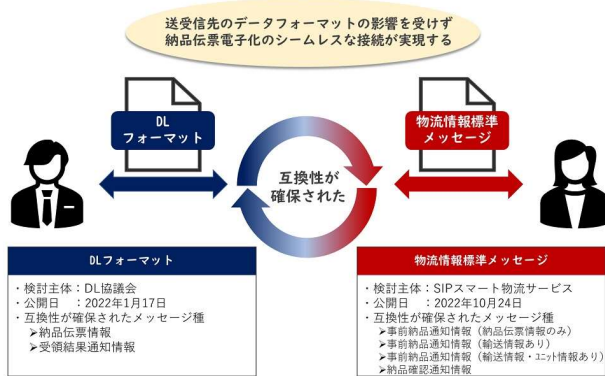
さらには投資の処理によっては経営が成り立たなくなる

128

128

機器間の互換性の低さ

- スマート農業は現在進行形の新しい取り組みであり、各種機器の間でやり取りするためのデータ形式が統一されていないという課題がある。
- スマート農業を成功させるためには、これらの注意点を把握した上で導入することが重要であるが、ICT技術に対する基礎知識を必要とするため問題の回避は容易ではない。（DX化がすすんでいない）



DXの場合

BtoBにおける互換性確保の事例

デジタルロジスティクス推進協議会（DL協議会）は同協議会が定めた「標準データフォーマット」と「物流情報標準メッセージ」の互換性を確保した。「物流情報標準メッセージ」は、サプライチェーンの全体最適化を目指す内閣府の「戦略的イノベーション創造プログラム第2期『スマート物流サービス』」（SIPスマート物流サービス）のことである。

129

129

異分野と農業の協調・協業

- 2次産業、3次産業の各分野と農業での協調・協業はいくつかのカテゴリーに分けられてそれぞれ『スマート農業』としての提案がなされてきている。
- 以下に事例を示していく。

130

130

ビッグデータ×農業

- 圃場の状況を撮影したり、**センサーで計測**したりして集めた**ビッグデータを解析**し、効率的に栽培管理する。
- たとえば、生育状況や病気、日照などの状況による変化が、データ解析により認識できる。
- 野菜の収穫可能時期は**炭酸ガス (CO₂) の量**によりある程度予測することができるが、炭酸ガスの量などを測定することで、収穫／出荷時期を予測する。
- **気象データ**を解析していけば、栽培に関するリスクを予測することも可能になる。過去のデータから生育の傾向を導き出し、確実に成熟した作物の収穫に結びつけることができる。
- 天候は人間がコントロールするのは難しいが、不足している水分や日照などを他の方法で賄うことはすでに行われている。これらをIoT機器やロボットと結びつけることで、人間の作業がなくとも収穫まで行える。

131

131

事例

- 醸造用ブドウの品質向上にスマート農業を活かす
「信州ワインバレー構想」～長野県高山村の例

<https://smartagri-jp.com/smartagri/113>

132

132

人工知能（AI）×農業

- AIは新規就農者向けの**技術やノウハウをシステム化して提供**することにも活用できる。農業の経験や知識がない人でも、農業に従事できるようにして、人材不足の解決につなげていく。
- **作物の形状や色から成長度合いを解析**し、収穫時期を予測・判断するプログラムなどが開発されつつある。
- AIによる画像解析で農作物の**病害虫の情報を早期発見**したり、対処方法を提示するシステムも開発がすすんでいる。
- **ドローンによる圃場の画像**から生育状況を判断したり、病害虫の場所を検知して対処する技術も進歩している。検出した病害虫がいるポイントにだけ農薬を散布し、農薬散布の労力軽減、散布する農薬のコスト削減、自然環境や農作物への影響を必要最小限に抑えることが可能になる。

133

133

事例

- 「スマート米栽培」を初めて実施した農家に聞くAI×ドローンのメリット
<https://smartagri-jp.com/smartagri/159>
- ICTが農家に“休日”をもたらす?! 「ゼロアグリ」が取り組む農業改革
<https://smartagri-jp.com/smartagri/18>

134

134

IoT×農業

- IoTにより **市場の動向や消費者のニーズ** を把握できれば、ニーズに合った産物の生産が可能になる。
- 需要予測が成り立てば、必要とする人に確実に作物などを届けることもできる。規模が大きい法人農業では、生産・流通・販売を連携させることで、輸送コストを低減し、効率化を図れる。
- 日本の主要作物コメ栽培では、トラクターでの走行時に土壌を分析したり、収穫時にどれくらい乾燥させればいいのかを判断するIoTトラクターやコンバインの普及が始まっている。
- 農業従事者の **作業記録** などをスマートフォンなどから入力することで、スタッフの仕事負担の軽減や健康上の問題の早期発見にもつながる。

135

135

事例

- **農業の生産性向上に貢献しているIoT・クラウド活用事例**
<https://smartagri-jp.com/smartagri/16>

136

136

ロボット技術×農業

- ロボットの自動操縦技術によって省力化を図り、収穫作業などをロボット技術により自動化する。
- カメラやセンサーを搭載して画像分析に活用するロボットや農薬散布などの重労働をドローンで行うなど、作物の自動収穫ロボット、収穫した作物の選果や箱詰めをするロボット、荷物を運搬するロボットなどさまざまな目的と用途がある。
- 多くのロボットが近年より安価に、身近な農家レベルでも使えるような導入コストの低減が進んできている。
- このようなロボット技術の開発は生産性の向上や市場規模の拡大も見込める。人間が行う作業をすべてロボットが肩代わりするという世界も実現できるか（？）
- 実作業だけでなく、人間しかできなかったような摘果の判断や、サイズの選別といった部分も、AIと組み合わせることでロボットに任せる取り組みも進められている。

137

137

農業と気象

- 農作物は完全植物工場生産でない限りは、地域天候に強く依存する。
- 農業用栽培ハウスは、ある程度地域気象の変化を緩和・制御可能にするが、パラメータにより制御容易なものや難しいものがある。
- 例えば温度変化については、冷暖房、日照不足については人工光源、灌水については自動水やり装置の設置など。
- 一方露地栽培に関しては、ほとんど人的制御はできない。
- 栽培期間を通じた気象条件 = 気象データの把握は重要となる。

138

138

気象庁が公開しているデータ活用

- 気象庁はアメダス（AMeDASは「Automated Meteorological Data Acquisition System」の略）で測定されたデータを一般に公開している。
- このデータは、ビッグデータ構造であり、日本全土約1300箇所で観測されている。
- このデータの概要と読み解き方を『気象ビジネス推進コンソーシアム』の提供資料を用いて解説する。
- 気象ビジネス推進コンソーシアム
- <https://www.wxbc.jp/>



139

139

重要な注意（著作権等）

- 気象ビジネスコンソーシアムが提供している資料
https://www.wxbc.jp/wp-content/uploads/2019/08/resume-data_all.pdf
- **引用や転載は、原則禁止（URLのみにとどめる）**

140

140



電源と自立電源製作実践

実践装置の概要（再掲）

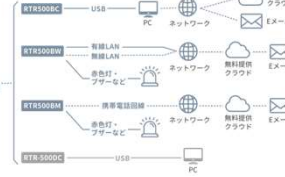
実験圃場ビニールハウス



測定・記録 データ測定機(子機)



データ収集 データ収集機(親機)



IICAネットワークに接続

自立電源製作実践

- 必要な部材の選定が必要であり、講義内では各自で自由な設計を行って、設計結果を課題として提出してもらう。
- 一方で実際に製作する自立電源については、講義用に候補の部材を選定しており、本日より製作を開始して次週には各種の設置まで完了させる（予定）である。

設計についての課題は別紙で示す。課題提出方法は受講生各自のやりやすい方法が良いが課題（別紙）は紙イメージであるので、word形式とPDFの2種類で提供する。

143

143

自律電源の設計

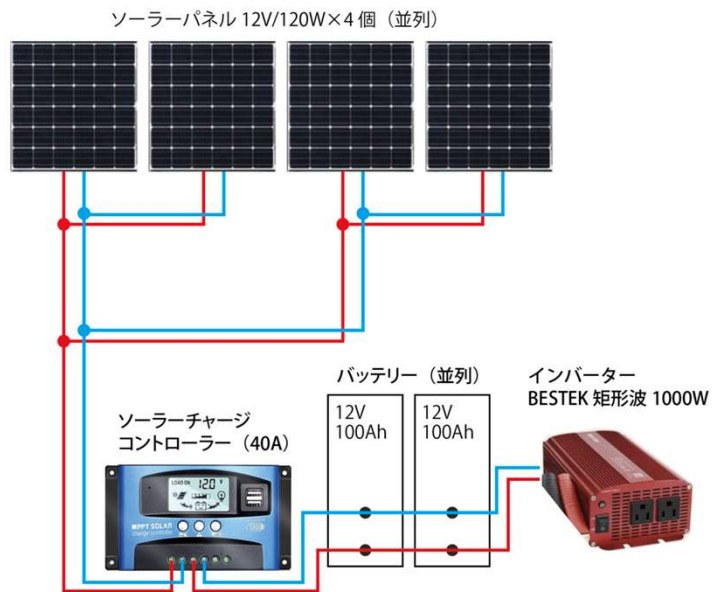
自律電源を製作する場合には、各種必要な要素を十分に把握しておく必要がある。特に以下の点は重要である。

- 接続される負荷の見積り
 - 発電デバイスの選択
 - 充電量の見積り
 - 接続デバイスが要求する電源の形式（DCかACか）
- 今回の講義の課題としては、各自設計を行ってもらうが、発電デバイスは、**ソーラーパネル**とする。他にもあるが、今回はソーラーパネルに限定する。

144

144

標準的なソーラー自立電源の構成例



145

145

負荷の見積もり

講義内で使用する機器の消費電力

- ノートPC 20w~30w
- 環境データ取得親機RTR500BW/500BM/500BC (T&D社) 5w程度
- 『おんどとりくん』に関しては下記を参照のこと
 - <https://www.tandd.co.jp/product/ondotori/>

146

146

充電量確保

- ソーラー発電は、太陽光がパネルに照射している時だけ発電し、夜間の発電量はほぼ0である。
- そのため、どの方向に向けるかが重要な設置条件となる。
- 季節に合わせて向きを調整することで発電量を最適化できるが、基本的に太陽南中時にパネルが正対するように設置する。

課題

南阿蘇村の緯度・経度を調べ、11月の南中の方向（方角）と角度を求めよ。

また、PC給電、データサーバ給電に用いる場合は、ソーラーパネルはどのような方位、迎角が良いと思うか？理由を含めて考察せよ。

147

147

接続デバイスが要求する電源の形式

- 今回の講義中に使うデバイスは、AC100V電源から供給することとする。
- ノートPCやおんどとりくんデータサーバーは100v電源アダプターを通して、機器に給電する。

148

148

AC100Vを出力するためのデバイス

- AV100V出力にはインバータが必要になる。
- インバーターは負荷の電力を超えて供給させられないので、事前の計算が必要となる。
- ただしインバータは最大負荷以下での運転は絶対条件であるが、インバータへの投入入力電力は、ソーラーパネルからではなく、電力貯蔵されているバッテリーからであることに注意。
- つまり、バッテリーの充電容量が下がれば、インバータを正常に動作しない。

149

149

ソーラーパネルの発電量の見積もり

- ソーラーパネルは快晴時に太陽光に直行する場合の発電量が公称発電量として示されている。
- つまり発電量100Wと公称しているパネルが、常時100Wを発電し続けるわけではない。
- 今回の講義対応では、100wパネル4枚を想定している。
- つまり公称400wの発電量となり、南中時にパネルが正対していれば、400wの発電が見込めることになる。ただし、太陽光入射開始から日没時間の全体としては、30%程度の発電量をなる。120w前後だろう。

150

150

パネル発電量の見積もり

- ソーラーパネルには単結晶型、多結晶型、折り畳み型など用途によるいくつかの種類がある。
- 今回は**400W (100W×4枚) の固定型単結晶パネル**を使う。
- パネル選定は、その設置と直接関係するので、**設置方法**と合わせて考える必要がある。設置は100Wパネルを複数枚搭載できる、専用の架台を用いる。
- ソーラーパネルからの出力は規格化された専用のケーブルで接続されるので、パネル枚数分のケーブルと取り回しを先に考えておく。**ケーブル規格はMC4 ケーブルとなる。(これはソーラーパネルの標準規格)**

151

151

チャージコントローラの選択

- ソーラーパネルの発電出力は太陽光の強さに応じて常時変動、直接バッテリーに接続できない。
- そのため、**チャージコントローラ**という装置を必要とする。
- チャージコントローラにはPWM型とMPPT型の2種類がある。自律電源の場合はMPPT型を使うべき



課題この理由を考察せよ。

- チャージコントローラに入力されるパネル公称出力電圧は12V型、つまりソーラーパネルは**直列か並列に接続される**。またバッテリーも12v型を1台としてるが、**追加接続は並列接続となる**。



パネルを直列接続するか並列接続するかは、チャージコントローラの仕様および配線取り回しの要求、発電特性などから慎重に検討する必要がある。

152

152

バッテリーの選定

- ソーラーパネルは太陽光が入っている時だけ、光量により発電されて、チャージコントローラはその発電量を適正に調整し12V出力する。しかし、インバータは安定した12V入力を必要としているため、電力の貯蔵が必要となる。
- 電力貯蔵にバッテリーを設置する。今回は鉛蓄電池を用いることとする。
- バッテリーは自動車用のもので、BOSCH/PSR-85D26Rとする。
- 最大充電量が不足する場合は、並列で追加する。

153

153

装置の実装デザイン

- 各種想定により、各部材の大きさや重量を計算して、パネル設置方向も含めた、自立電源全体のデザインを行う。
- 自立電源の設置には大きく2つの方法に分けられる。

その1 全てを一つの筐体にまとめたコンパクトデザイン

その2 ソーラーパネルと充電部を分けた分割型のデザイン

- 今回はどちらが有効かを考えてみる。
- ソーラーパネルは晴雨に関係なく露出運用できるが、チャージコントローラからインバータ出力までは、防水である必要がある。

154

154

実装時の注意点 1

- 消費電力と同時に電流値について、考慮が必要である。
 - 例えば、600WのインバータでAC100Vで最大出力を出している場合は以下のような電流電圧となる。
 - 出力100V×6A= 600W、入力12V×50A= 600W
 - バッテリーからは50Aの電流が供給されることになる。
- この50Aという電流値は極めて大きな値であり、パソコン周辺機器やPCの内部で使われているような配線材では流せない。
- 配線材料は送電容量は規格で決められている。下記のHPなどを参照して配線材が大きくて太くなることを考慮する。
 - <https://densenkan.com/know/densen11-1.html>
 - <https://www.hashimoto-kosan.jp/denryu/>
 - <https://www.khd.co.jp/assets/cable/pdf00000012.pdf>

155

155

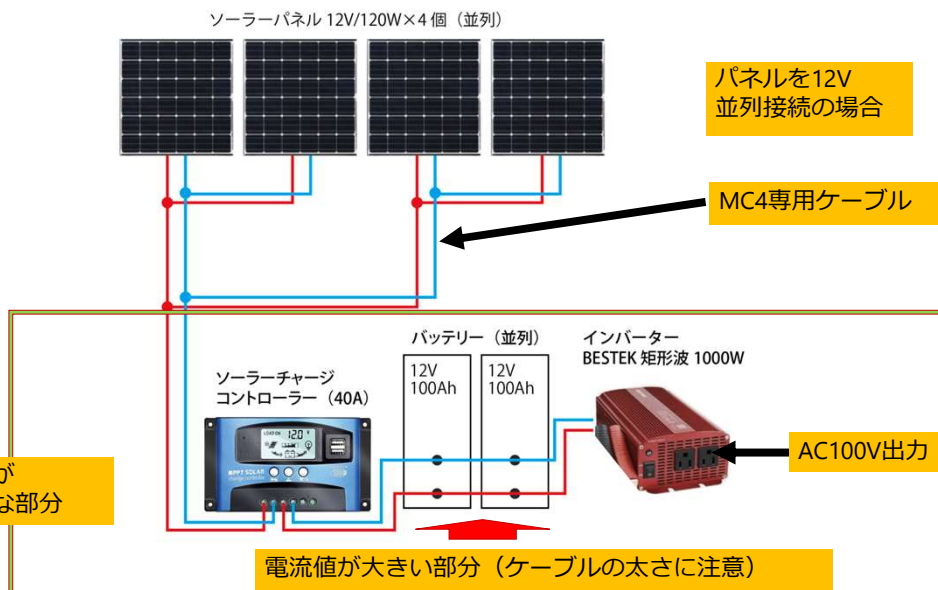
実装時の注意点 2

- ソーラーパネルの重量はそれほど大きくないが、面積が大きいため、風に耐えられる設置が必要となる。
- 蓄電システムとして鉛蓄電池を使うため、蓄電池の重量についてはよく検討しておく必要がある。鉛蓄電池の重量は大きい。
- 一体型筐体を考える場合は、パネル固定と蓄電池固定に耐えられる機構設計が必要となる。
- 発電・蓄電分離型でも同様に、パネル部の耐風が重要となる。

156

156

標準的なソーラー自律電源の配線



157

157



Idea IT College Aso

専門学校 アイデアITカレッジ阿蘇

圃場環境データ取得のための百葉箱製作

158

百葉箱

- 百葉箱とは気象観測のために設置する温度計などの観測機器を日射から遮蔽するとともに雨や雪から保護するための箱のこと。百葉箱を使用することで直射日光の影響や雨などの影響を受けずに、外気温や湿度などを計測できる。



スティーブンソン式の百葉箱

百葉箱設置の要件

- 良質の木材で製作される。熱を中へ伝えにくくするためである。
 - 放射熱をなるべく遮断できるよう外側は白色で塗られている。
 - 外気温を正確に測るには通風が必要なため、側面は二重の罫戸、天面と
 - 底面はすのこ張りの二重構造。
 - 側面の罫戸には双葉式と単葉式がある。
 - 屋根には両屋根式と片屋根式がある。
 - 扉側から直射日光が入らないように設置。扉は北半球で北向き。
 - 百葉箱を設置する場所の地面は芝生またはその地域に自然の地表面とする。
 - 各地点の観測データの相互比較のため、世界気象機関では地上1.25-2.0m
- 日本の気象庁では1.5mの高さ**で測定することを基準としている。

159

159

環境データは百葉箱で

- その他百葉箱については、著作権の関係から以下のサイト(NHK)を参照のこと

- https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?das_id=D0005300227_00000

160

160

製作に必要な部材

- 百葉箱設置の要件に示した内容を全て満たすものは製作に手間がかかるが、基本は風通しがよく、直射日光が当たらず、地上高1.5mが確保できればある程度の性能が期待できる。
- センサーは『おんどとりくんRTRシリーズ』を用いる。
- 製作にあたっては5cm角のスギ材とプラ段ボール、礎石、転倒防止ロープを使う。

実験圃場ビニールハウスの内部と外部に2つの百葉箱を設置する。
講義時間を使って製作し、実験圃場に設置する。
製作にあたっては、講義受講生全員の協力で実施すること。

161

161



Idea IT College Aso

専門学校 アイデアITカレッジ阿蘇

作物成長観察のための
タイムラプスカメラ設置の治具作製

162

タイムラプスカメラ設置条件

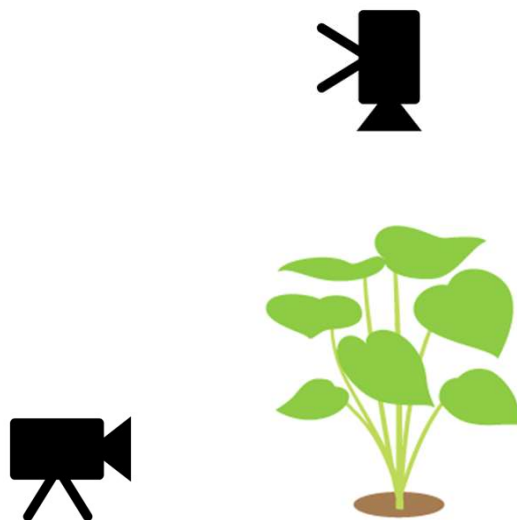
- 本講義では、実験圃場で栽培されている二十日大根の成長をタイムラプスカメラで取得する。
- 取得方法は1株を**上面と側面から測定**することとし、ブリノTLC200のタイムラプスカメラを固定する治具を製作する。
- <https://brinno.com/ja/pages/brinno-tlc200pro-time-lapse-camera>



163

163

タイムラプス カメラ配置



撮影インターバルは30分～2時間程度で適切に設定すること

164

164

タイムラプスカメラのデータ取得

- TLC200はネットワーク対応では無いため、定期的に内臓SDカードのデータを取得する必要がある。
- SDカードを抜く際には電源をOFFにする必要があり、撮影インターバルは乱れる可能性があることを考慮しておく。（大きな問題にはならないはず）
- 再生フレームレートは通常フレームレートの30fpsを選択しておく。（このことはデータ整理上では何も問題がないが、動画再生時は30fpsにしておく方が見やすい）

165

165

カメラと治具の設置

- 実験圃場に設置して、連続的な成長画像をできるだけ長期間に渡って取得を目指すこと。

166

166



圃場環境・画像データの取得と整理

167

ハウス内外のローカルデータ

- 気象データは大局的データと局地的データの2つがあると、精度の高い予測が可能となる。
- 大局データは気象庁等の事業者から取得
- 局地データはセンサー設置で受益者が自ら取得

• 農業におけるローカルデータの種類

環境データ 温度（気温）、土温、湿度、二酸化炭素量、日照量、紫外線量など

土壌データ 土壌水分量、pH値（酸性度）、窒素（リン、カルシウムなど）量、

EC値（土壌電気伝導度）など

成長データ 大きさの推移、色相の推移、収穫物の重量など

168

168

実践装置の概要



ハウス内外の環境データ取得



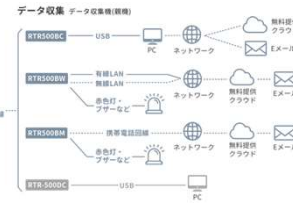
電源供給



Wi-Fi対応各種環境センサー



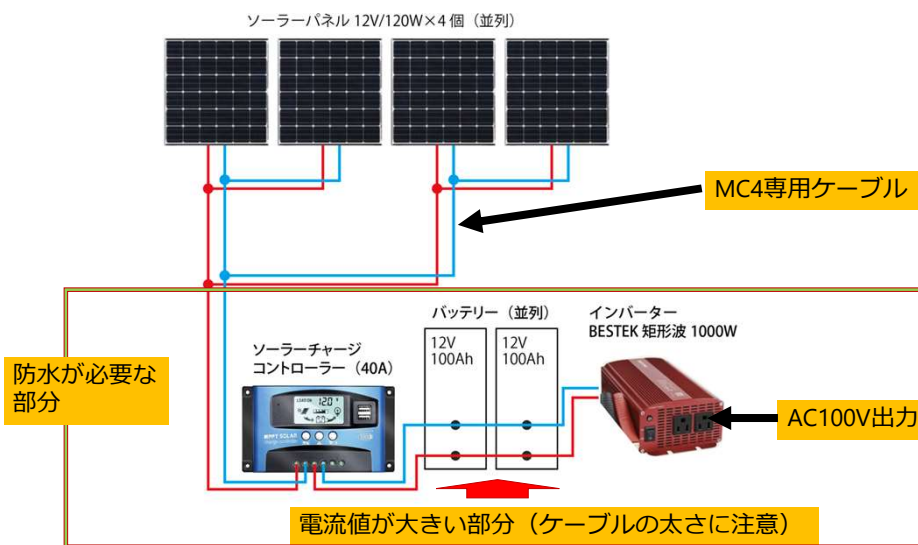
IICAネットワークに接続



169

169

標準的なソーラー自律電源の配線



170

170

自立電源の設計と設置

自律電源を製作する場合には、各種必要な要素を十分に把握しておく必要がある。特に以下の点は重要である。

- 接続される負荷の見積り>>カメラ、ノートPC
- 発電デバイスの選択>>単結晶シリコンソーラーパネル（200w）
- 充電量の見積り>>負荷に対して十分な鉛蓄電池
- 接続デバイスが要求する電源の形式>>AC100V

171

171

充電量確保

- ソーラー発電は、太陽光がパネルに照射している時だけ発電し、夜間の発電量はほぼ0である。
- そのため、どの方向に向けるかが重要な設置条件となる。
- 季節に合わせて向きを調整することで発電量を最適化できるが、基本的に太陽南中時にパネルが正対するように設置する。

課題

設置が適切であるかどうか、検討し、不具合があれば修正すること

172

172

AC100Vを出力するためのデバイス

- AV100V出力にはインバータが必要になる。
- インバーターは負荷の電力を超えて供給させられないので、事前の計算が必要となる。
- ただしインバータは最大負荷以下での運転は絶対条件であるが、インバータへの投入入力電力は、ソーラーパネルからではなく、電力貯蔵されているバッテリーからであることに注意。
- つまり、バッテリーの充電容量が下がれば、インバータを正常に動作しない。

173

173

データ収集と整理作業

- 自立電源の監視システムの構築とデータ収集
- 圃場カメラ（タイムラプスカメラ）のデータ収集
- 圃場環境データの収集
- 収集されたデータの整理

174

174

データの整理と考察

- 圃場の環境センサーのうち照度データは自立電源の充放電データと強い相関がある。
- 充放電データを取得するためには、自立電源が充放電を行なっている必要がある。
- どのような負荷回路を検討するか、またデータをどのように適切に取得するかが課題となる。

環境センサーとチャージコントローラからのデータを比較せよ。

175

175

環境センサーのデータ整理

- ハウス内とハウス外では計測されたデータは異なる。
- この内外の環境データ差をグラフ化して、何がわかるか？
- 温度、日照量などは日々24時間周期で変動している。これらの生データはとても見にくい。
- どのように整理するとわかりやすくなるか？
- ヒント！！
- 移動平均をとって、グラフの急変を抑える。1日平均をとって日変化を見やすくするなど。

176

176

画像データの整理

- 実作物を撮影したタイムラプスカメラの画像から作物の成長状態をグラフ化する。
- 課題
 - 画像から成長の特徴量とどうやって抽出するか？
 - 画像処理技法の調査と実践

今回の講義では、カメラ設置に時間を要したため、データ整理に関して、時間が不足している。栽培物の成長観測としては、上部カメラは葉の広がり、側面カメラは高さを用いることで成長状態をグラフ化すること。

177

177

基本的なデータ整理 1

- 環境データに関しては、以下の点に注目する。
- センサーはハウス内外の温度、湿度、照度、UV量を測定しているため、以下の点をグラフ化することから始まる。
 - * ハウス内外での同一物理量の比較
 - * 各物理量の測定期間での最大値、最小値と1日あたりの最大値、最小値の探索
 - * 各物理量の時間平均（例えば6時間ごとや1日ごと）の算出
 - * 平均値は時間ごとに平均する方法に加え、移動平均で算出も試みる
- ビニールハウスは太陽光（可視光）透過率は、一般に90~95%なので測定値で確認する。
- ビニールハウスのビニールはほとんど紫外光を通過させない。これを確認する。
- 平均気温や最大最小の量がハウス内外での幅がどの程度かの評価

178

178

基本的なデータ整理 2

- タイムラプスカメラデータは環境データと同じく、時間軸で取得されている。
- 日照や気温のデータを合わせて検討が可能となる。
- まずタイムラプスカメラのデータから特徴量（葉面の幅、高さデータ）を時間軸で作図する。
- 作物の時間軸データ整理が完了したら、その時間軸に合わせて環境データを重ねて表示する。これから、どのようなことがわかるか考察する。

179

179

基本的なデータ整理 3

- 製作に用いたチャージコントローラはBluetooth接続で端末に充放電状況を通知可能になっている。
- RENOGY レノジー BT-1 Bluetoothモジュールによる
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.bt.renogy&hl=ja&gl=US>
- これより自立電源の動作が適正であるかが監視できる。監視状況を確認せよ。
- 合わせて、充電特性を取得した場合、おんどとりくんで測定された日照量と比較せよ。
充電特性は日照量と強い相関があるはずである。

180

180

1. スマート農業とデータ解析
2. 成長観察データの取得
3. 自立電源の設計・電源とエネルギー
4. スマート農業
5. 電源と自立電源製作実践
6. 圃場環境データ取得のための百葉箱製作
7. 作物成長観察のためのタイムラプスカメラ設置の治具作成
8. 圃場環境・画像データの取得と整理

キーワード

スマート農業、自立電源、環境データ、

ゴール

データを活用する一連の作業（データ収集・分析・モデル作成・評価）
を実践する手法を学ぶ。

- 本日の講義の中で、わからなかったこと、気になったことがあればぜひ質問してください。
- また、授業後の課題（アンケート）、メールでも質問OKです。

よろしくお祈いします

