

センサ・計測技術の 農業・環境分野への新たな適用

2010.12.20

(有)田澤R&D技術士事務所 田澤勇夫



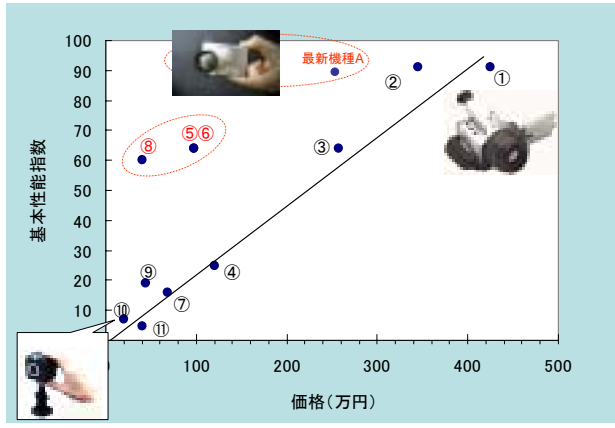
農業分野において使用されている計測機器

分類	計測対象	計測器	分類	計測対象	計測器
耕地環境 (熱、水分の交換の結果 農地環境が作られる) (過度の施肥の結果、 土壌中に塩類集積)	熱移動量 水分移動量 塩分移動量	日射計 温度計 湿度計 風速計 CO2計 熱伝導率計 伝導率計	農産機械 (農産物収穫後から人間 が利用するまで)	乾燥 貯蔵 選別	水分計 温度計 湿度計 形状選別機 色彩選別機 未熟球選別機 糖度計
微気象 (農業生産の安定化の ため、自然環境を把握)	放射 日射 風向、風速 気温 湿度 雨量	長波放射計 日射計 風向、風速計 温度計 湿度計 露点計 雨量計	農業土木 (施設の施工、維持管理 水利施設の遠方管理)	水理量 土壌の歪	流速計 流量計 圧力計 液面計 歪率計 振動計 距離計
栽培 (環境に対する植物の 反応を把握)	水ポテンシャル 伸長、生長 葉面積 蒸散量 気孔開度 葉温 光合成 乾流	サイクロメータ 流量計 湿度計 温度計 ポロメータ 電子顕微鏡 放射温度計 熱画像装置 CO2計	農業機械	エンジン トラクタ ほ場	燃料計 回転数計 動力計 トルク計 速度計 振動計 油圧計 傾斜計
環境制御	温湿度の制御 CO2制御 土壌環境制御 水耕溶液制御	温度計 湿度計 CO2計 水分計 O2計 PH計 伝導率計			



2009年6月26日 群馬大学講演
 「小型・安価な熱画像装置とセンサネットの技術動向と市場動向」 において

安価・小型の熱画像装置の出現により、潜在的市場が開拓され市場規模が拡大



基本性能指数 = $\sqrt{(\text{フレームレート}) * \sqrt{(\text{画素数}) / (\text{温度誤差})}}$

その後の調査結果
 農業分野が重要な市場

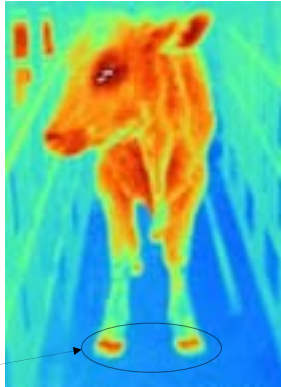


2009年は豚インフルエンザ対策における熱画像装置の活用が注目された



農業分野への熱画像装置の最近の応用例

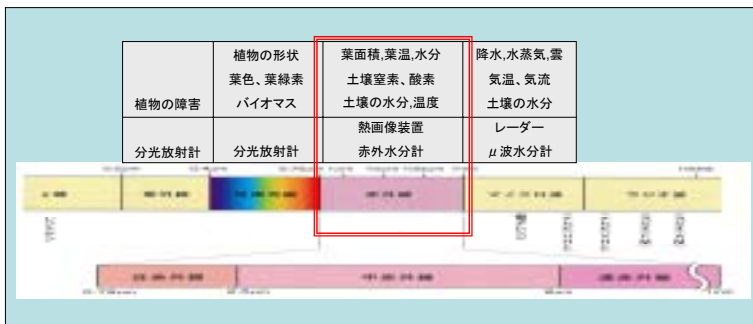
口蹄疫対策への応用



「蹄の発熱部位を観察することによって、34.4°C以上であれば口蹄疫に感染している牛を特定できる。最大88%の信頼性をもって、その動物が48時間以内に臨床徴候を呈することを私達は予測できる」
 米国国務省農業研究部(ARS)プラモ島動物疾病センター(PIADC)研究主任のLuis Rodriguez氏

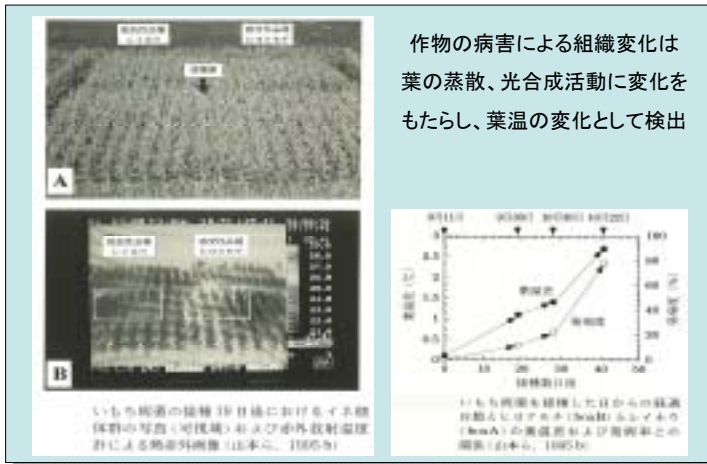


農業におけるリモートセンシング技術の活用



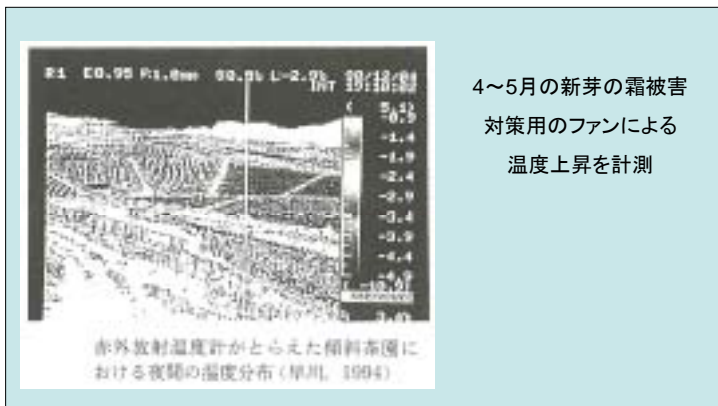
農業における熱画像計測事例(1)

稲のいもち病被害

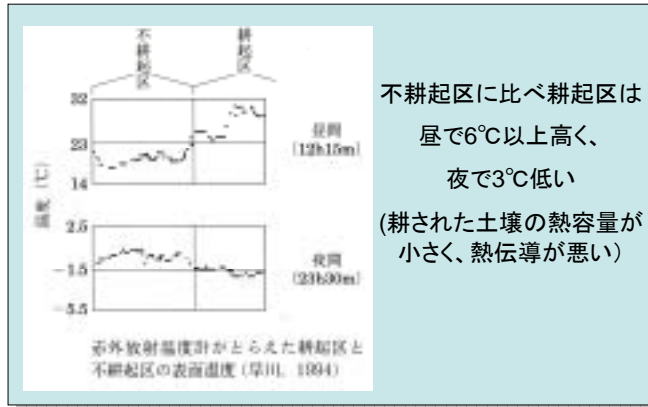


農業における熱画像計測事例(2)

茶園の霜被害の防止



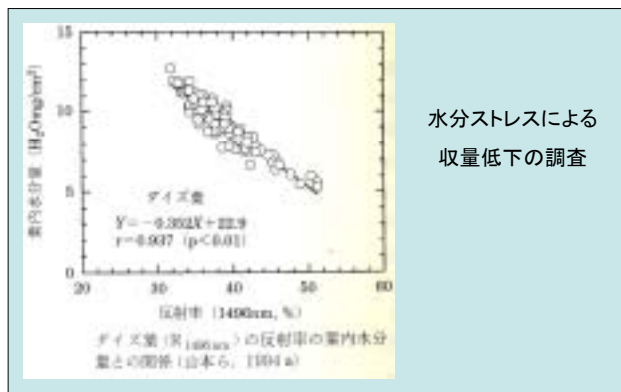
農業における熱画像計測事例(3) 耕起、不耕起による表面温度差



不耕起区に比べ耕起区は
昼で6°C以上高く、
夜で3°C低い
(耕された土壌の熱容量が
小さく、熱伝導が悪い)



農業における分光計の事例 大豆葉の反射率と葉内水分量



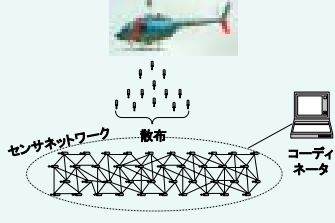
水分ストレスによる
収量低下の調査



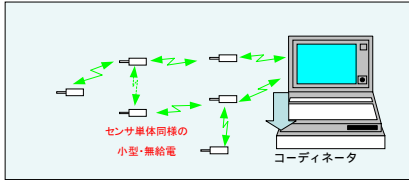
2009年6月26日 群馬大学講演でのセンサネットに関する概要

「スマートダスト」プロジェクト

(MEMS、センサ、無線通信技術を集約して自律的なネットワークを構築)



センサネットワーク



センサ・ネットワークの用途

- 防災・災害対策 (洪水予報・避難警報・地震モニタリング等)
- 建築物の健全性診断システム
- 生態系調査
- 環境情報取得システム
- **農業生産支援(温室管理、天候・土壌モニタリング)**
- 道路情報システム(交通モニタリング、事故防止)
- 子供の安全管理
- ビルオートメーション・メンテナンス
- 医療・介護システム(自宅での健康チェック)
- 防犯・ホームセキュリティ
- クリーンルーム等の高度温度・湿度管理
- 各建築物内のCO2排出管理システム



各社から農業用無線センサ・ネットワークが続々登場

NECなどのField Server

クロスボーの農業用センサネット「eKo」

ティアンドディの無線ネットワーク

このシステム(ハード)を活用した結果、
どのような成果(品質、生産性)につながるかに関するソフト面が重要



植物工場の計測・制御システム



農業という産業分野の現状

- 熱画像装置やセンサ・ネットは研究・試験機関や一部の大規模農場にしか採用されていない。
- 将来においても植物工場は農産物の生産手法の一部でしかない。
- 農業分野のGDPは1%程度にしか過ぎない。
- 現状では魅力ある産業分野とは言えない。



悪く言えば、ニッチな産業分野で更にニッチな市場でしかない



農業分野で計測技術を適用する上での方向性

- 多くの農業従事者が使用する可能性が高い計測技術の開発
- 新技術を採用することによる効果(農業生産上の実益)に関するノウハウの開発
- 大きな時代の潮流に即した開発



環境と農業—地球温暖化対策

○ 大気中の温室効果ガスの減少の方法には、排出量の削減と、温室効果ガスの吸収がある。

排出量を減少させる



農産部門をはじめとする部門でのエネルギー消費量を減少させることにより、温室効果ガスの排出量を削減させる。

しかし、

- 経済発展との整合性
- 先進国・途上国間の排出量に関する意見の相違等の課題がある

温室効果ガスを吸収させる



適切な森林経営や農地管理等を行うことで、大気中の温室効果ガスを吸収させることが可能である。

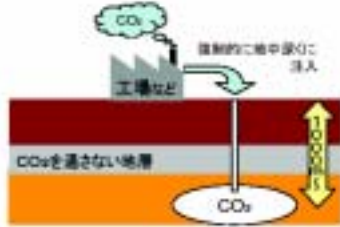
しかし、温室効果ガスの吸収量については、そもそも吸収量を増やすことの条件、計算方法等に關し様々な議論がある状況。



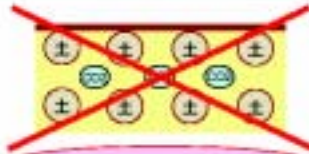
CO₂を地中に貯蔵する方法

- CO₂を直接土壌(地中)に貯蔵する方法については、現在研究が進められている。
- 廃物による炭素の貯蔵とは、炭素が有機物として土中に存在する状態をいう。

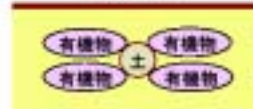
地中への強制的な封印による貯蔵



物質循環による貯蔵とは全く別個の技術！



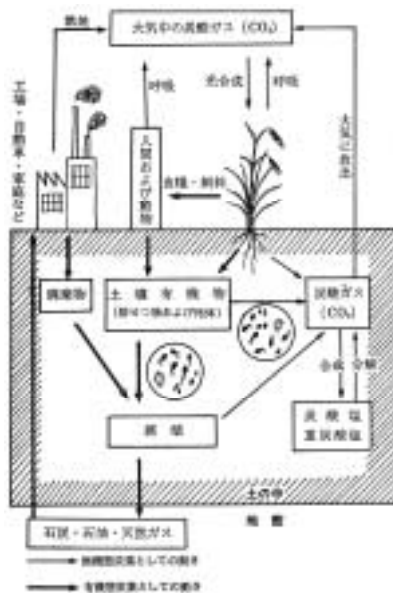
CO₂の状態が存在しているのではなく...



有機物として存在！

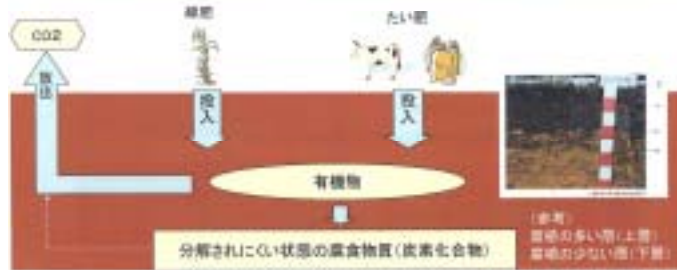


炭素循環の変化＝地球温暖化



農地によるCO2吸収

- たい肥や稲わら等の有機物を土壌中に投入すると、それに含まれる炭素は微生物により分解される。
- 一部は大気中に放出され、一部は長期間土壌中に貯蓄される。



農業と環境—農業を取巻く新たな環境問題

農業分野は温暖化の影響を最も受けやすい分野の一つ！

雑穀(例)



白米熟粒の微生物数



高温によるみかんの「口酸け量」



高温によるみかんの「浮皮症」
【皮裏が黒い部分から肉質部へ次第により、果実全体の品質が急激に劣化する。】

酒造用(例)



高温によるブドウの糖度の低下



播種はく農産物



農業と環境—新たな環境問題

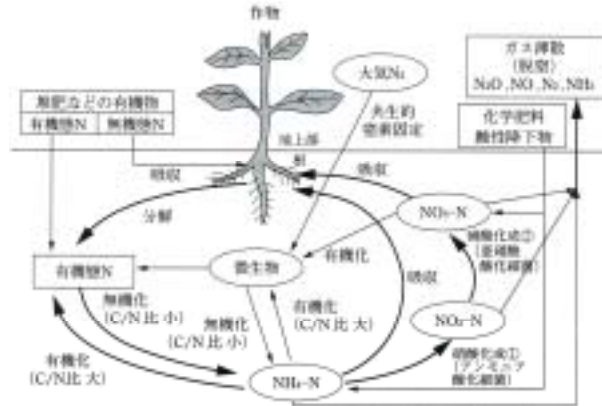


土壌は最も大きなCO2貯蔵庫

- 土壌は、地球全体の炭素循環、気候の貯蔵の場として重要な役割を果たしている。
- 土壌は、年間1tVに約2.2tVの炭素を土壌有機物の形態で保持しており、これは大気中の炭素の2倍以上、植物体バイオマスの約4倍に相当し、その増減は地球温暖化に大きな影響を及ぼす。



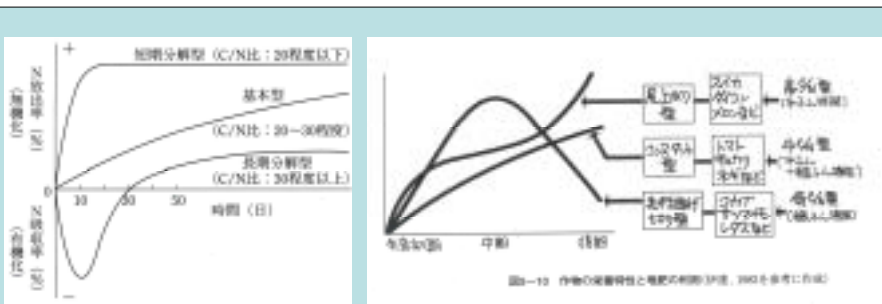
もう一つの循環変化:窒素循環



C:炭素, N:窒素, N₂:大気中窒素ガス, NH₄-N:アンモニア態窒素, NO₂-N:亜硝酸態窒素, NO₃-N:硝酸態窒素, N₂O:亜酸化窒素, NO:酸化窒素, NH₃:アンモニアガス



昔ながらの持続可能な農法+科学技術



土壤から放出される窒素と土壤CN値の関係

作物が必要とする窒素吸収の時間特性



農場で測定できるCNテスターが必要



CNを測定できる装置は大型、高価で現場測定には向かない

方式	機種名	メーカー名	価格
Pregl-Dumas法 (900~950°Cの加熱燃焼)	乾式燃焼法 (燃焼酸化)	EMIA-110	500万円 前後
		CNコーダー-MT7000Mark2	
		NCアナライザー	
		マイクロダー-JM10	
湿式酸化法	湿式紫外線酸化	TOC900型	セントラル科学
		TOC-Vw	
		5000TOCe	
チューリン法	紫外線酸化	TOC500型	セントラル科学



CNコーダー-MT-7000Mark (ヤナコ)



TOC計 TOC-V (島津製作所)



- 多くの農業従事者が使用する可能性が高い計測技術の開発
- 新技術を採用することによる効果(農業生産上の実益)に関するノウハウの開発
- 大きな時代の潮流に即した開発



大豆栽培・豆腐作りを題材として、試験栽培を開始



高級豆腐は全て国産大豆使用



ゆば喜ざる豆腐 472円



JA松島青大豆豆腐 498円



もぎ豆腐店只管豆腐 500円



双葉丸籠豆腐 500円



松本老舗豆腐羹 550円



小野食品丹波豆腐 420円



山陽豆富協同組合名水箱入娘 1800円



玉梨豆腐茶屋青ばとうふ 1260円



ちむら木綿豆腐 300円



いぶり豆腐 300円



扇田食品むし棒 300円



多種多様な国産大豆



ユキシズカ



トヨムスメ



エンレイ



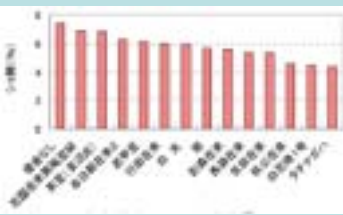
丹波黒



キヨミドリ

産地	品種	特徴
山口県	ユキシズカ	大豆の産地として知られ、品質が安定している。
山口県	トヨムスメ	大豆の産地として知られ、品質が安定している。
山口県	エンレイ	大豆の産地として知られ、品質が安定している。
山口県	丹波黒	大豆の産地として知られ、品質が安定している。
山口県	キヨミドリ	大豆の産地として知られ、品質が安定している。

産地	品種	特徴
山口県	ユキシズカ	大豆の産地として知られ、品質が安定している。
山口県	トヨムスメ	大豆の産地として知られ、品質が安定している。
山口県	エンレイ	大豆の産地として知られ、品質が安定している。
山口県	丹波黒	大豆の産地として知られ、品質が安定している。
山口県	キヨミドリ	大豆の産地として知られ、品質が安定している。



食品科学から見た豆腐とは

美味しさとは

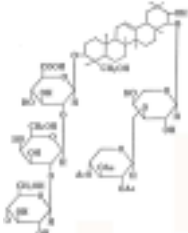
- ・ 甘味—高いシヨ糖含有量
- ・ 風味—配糖体(サポニン、イソフラボン)
- ・ 口味—脂質(レシチン、リノール酸、リノレン酸)

国産大豆の特徴

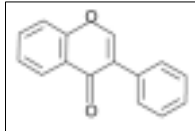
- ・シヨ糖が多い—甘味、旨味
- ・大粒—旨味
- ・蛋白質が多い—作り易さ、食感
- ・吸水率が高い—食感

不快味とは

サポニン、イソフラボンは不快味の原因でもある。



大豆サポニンAa



イソフラボン

健康効果

- ・イソフラボン: 心筋梗塞、がん予防、骨強化
- ・サポニン: 脳疾患、白内障予防
- ・レシチン: 高血圧、肥満予防



美味しい豆腐のための大豆栽培

2008年

蕎麦畑の半分を大豆畑に



8月28日



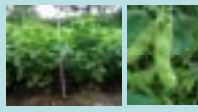
10月1日

2009年

大豆栽培本格化



8月27日



8月7日

9月2日



11月5日

2010年

害虫の大発生



9月22日



11月2日

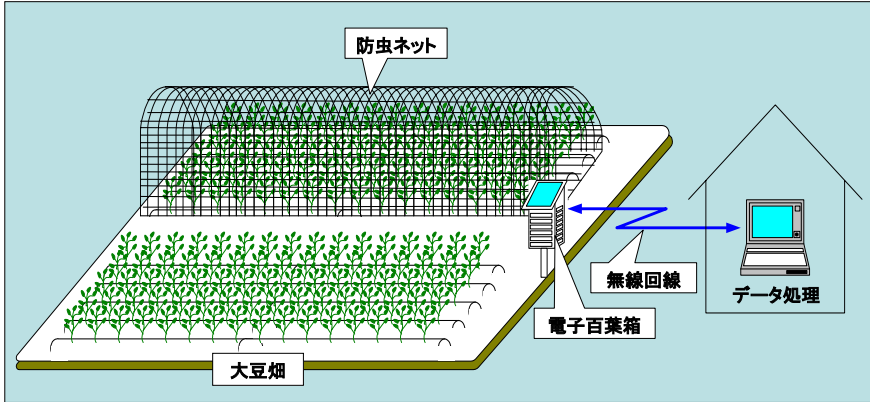


害虫(ホソレカメシ)の大発生

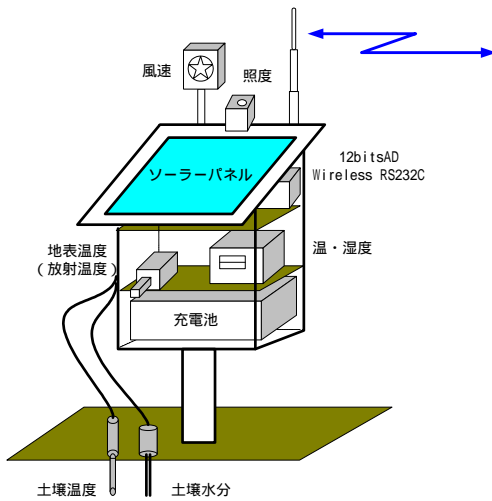
青立ち



2011年大豆試験栽培概要



電子百葉箱によるリアルタイム計測



スポット測定

- T-C/T-N
- PH
- CE
- NH₄-N
- NO₃-N
- P₂O₅
- K₂O
- CaO
- MgO

