



# 農業ロボット (II)

- 機構と事例 -

Agri-Robot (II)  
Mechanisms and Practice

▶ 目次 *Contents*

---

▶ 索引 *Index*

---

▶ 「農業ロボット (I) -基礎と理論-」目次  
Contents of **Agri-Robot (I) - Fundamentals and Theory -**

終了  
Quit

# 目次

## Contents

### 1. 農業機械のメカニズムと動き始めた農業ロボット

1. Mechanisms of agricultural machinery and lifting agri-robots

### 2. アグリビジョンの事例

2. Practice of agri-vision

### 3. アグリロボットのエンドエフェクタとアームの事例

3. Practice of end-effectors and arms for agri-robots

### 4. ビークルオートメーションの事例

4. Practice of vehicle automation

# 農業機械のメカニズムと動き始めた農業ロボット

## Mechanisms of agricultural machinery and lifting agri-robots

- 1.1 動き始めた農業ロボット Lifting agri-robots
- 1.2 耕うん機械 Tilling machines
- 1.3 施肥機（たい肥，粉状，粒状，液肥） Fertilizer distributors  
(manure, powder, granule, liquid fertilizers)
- 1.4 播種機（散播，条播，点播） Seeders (broadcast, drill, dibble)
- 1.5 田植機 Rice transplanters
- 1.6 野菜移植機 Vegetable transplanters
- 1.7 中耕除草機 Cultivators
- 1.8 防除機 Chemical sprayers
- 1.9 穀物収穫機 Grain harvesters
- 1.10 畑作物・野菜・果実収穫機 Vegetable and fruit harvesters
- 1.11 選別・調製機械 Grading and preprocessing machines
- 1.12 牧草収穫機 Forage crop harvesters
- 1.13 搾乳用機械 Milking machines
- 1.14 運搬機械（動力運搬車，モノレール） Carriers (power cart, monorail)

## 1.1 動き始めた農業ロボット Lifting agri-robots



[図1 Fig.1]  
農作業体系  
Farm-work procedure



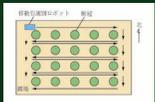
[図2 Fig.2]  
ロボット, センサから得られる情報量  
Information from robots and sensors



[図3 Fig.3]  
コミュニティベース精密農法の実現  
Community-based precision agriculture



[図4 Fig.4]  
移動形選別ロボット  
Mobile fruit grading robot



[図5 Fig.5]  
移動形選別ロボットの経路例  
Example of mobile fruit grading  
robot's traveling course

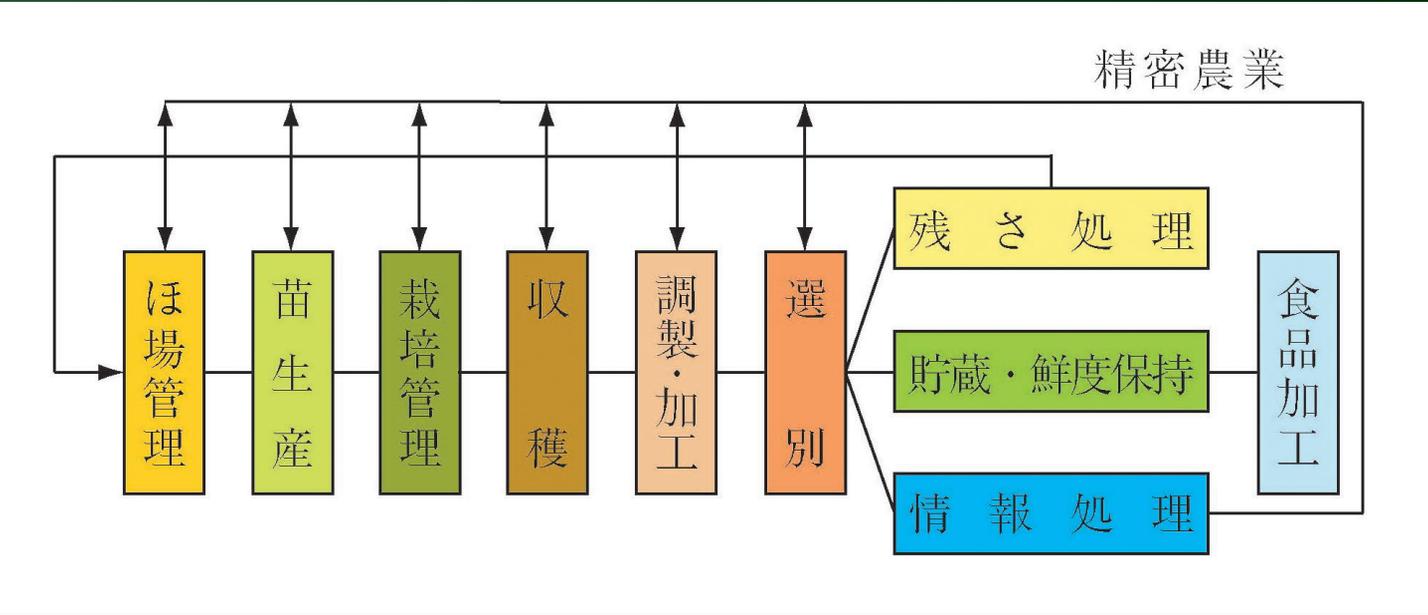
戻る  
Back

トップページ  
Top page

目次  
Contents

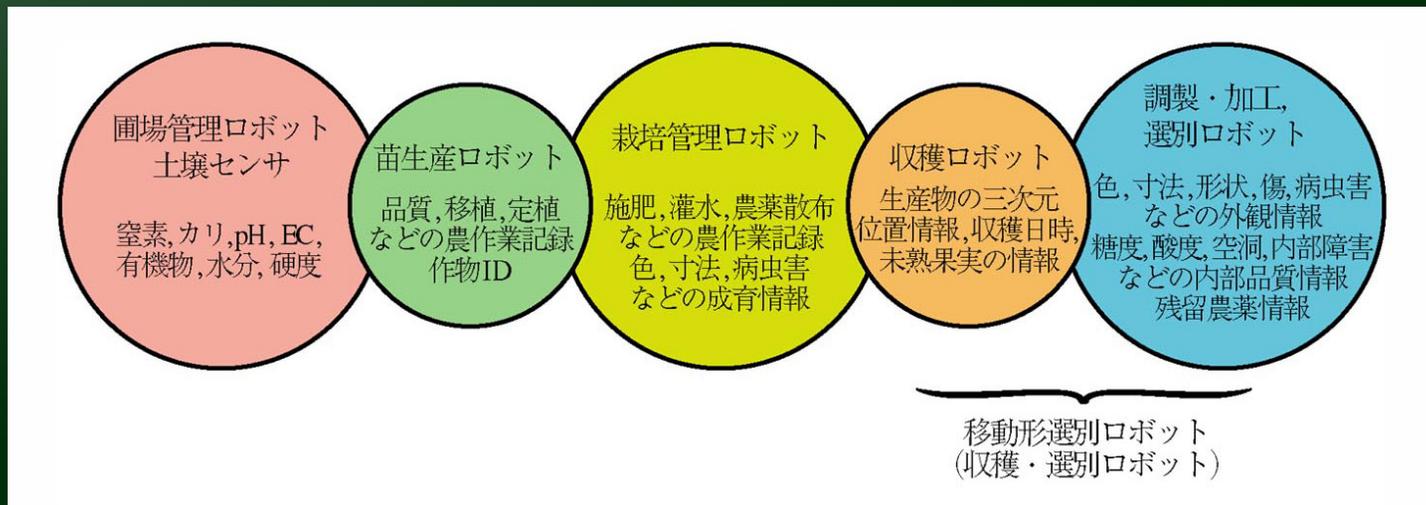
次のページ  
Next page

# Agri-Robo Gallery



## 農作業体系 Farm-work procedure

# Agri-Robo Gallery



ロボット, センサから得られる情報量  
Information from robots and sensors

トップページ  
Top page

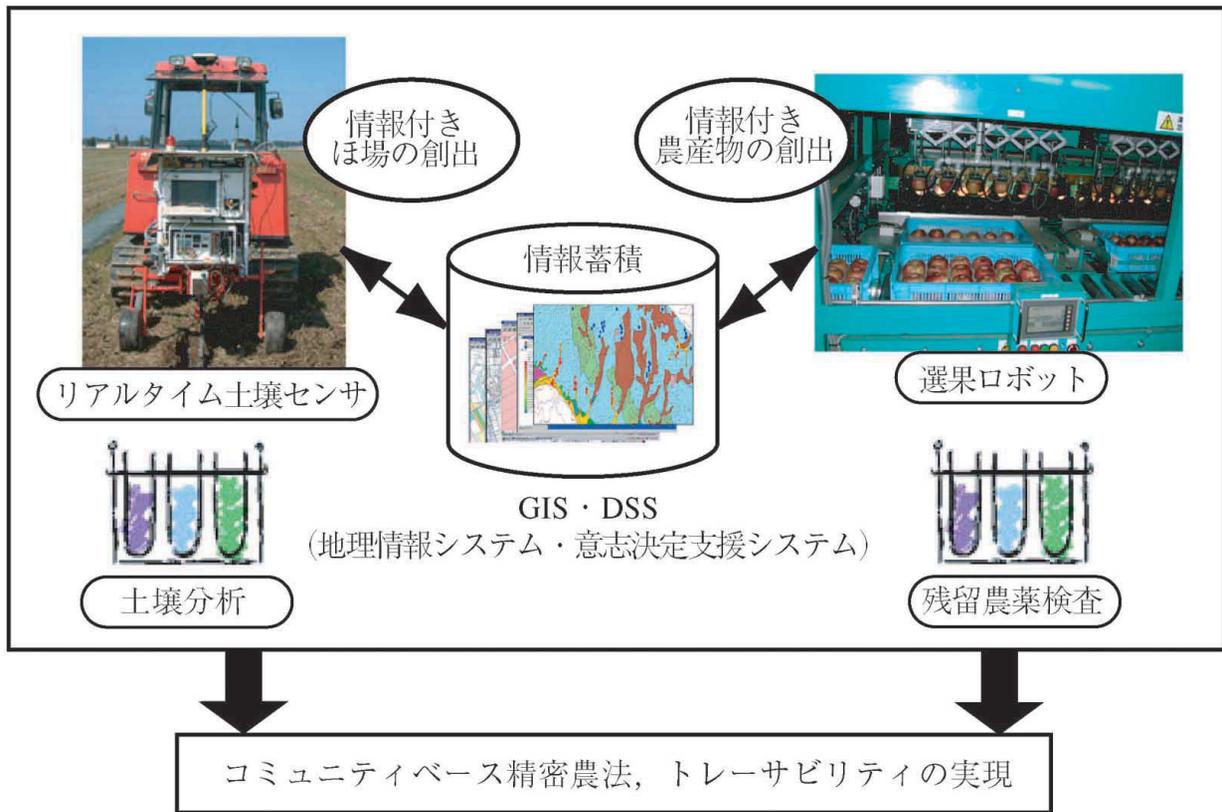
目次  
Contents

前のページ  
Previous page

次のページ  
Next page

戻る  
Back

# Agri-Robo Gallery



コミュニティベース精密農法の実現  
Community-based precision agriculture

トップページ  
Top page

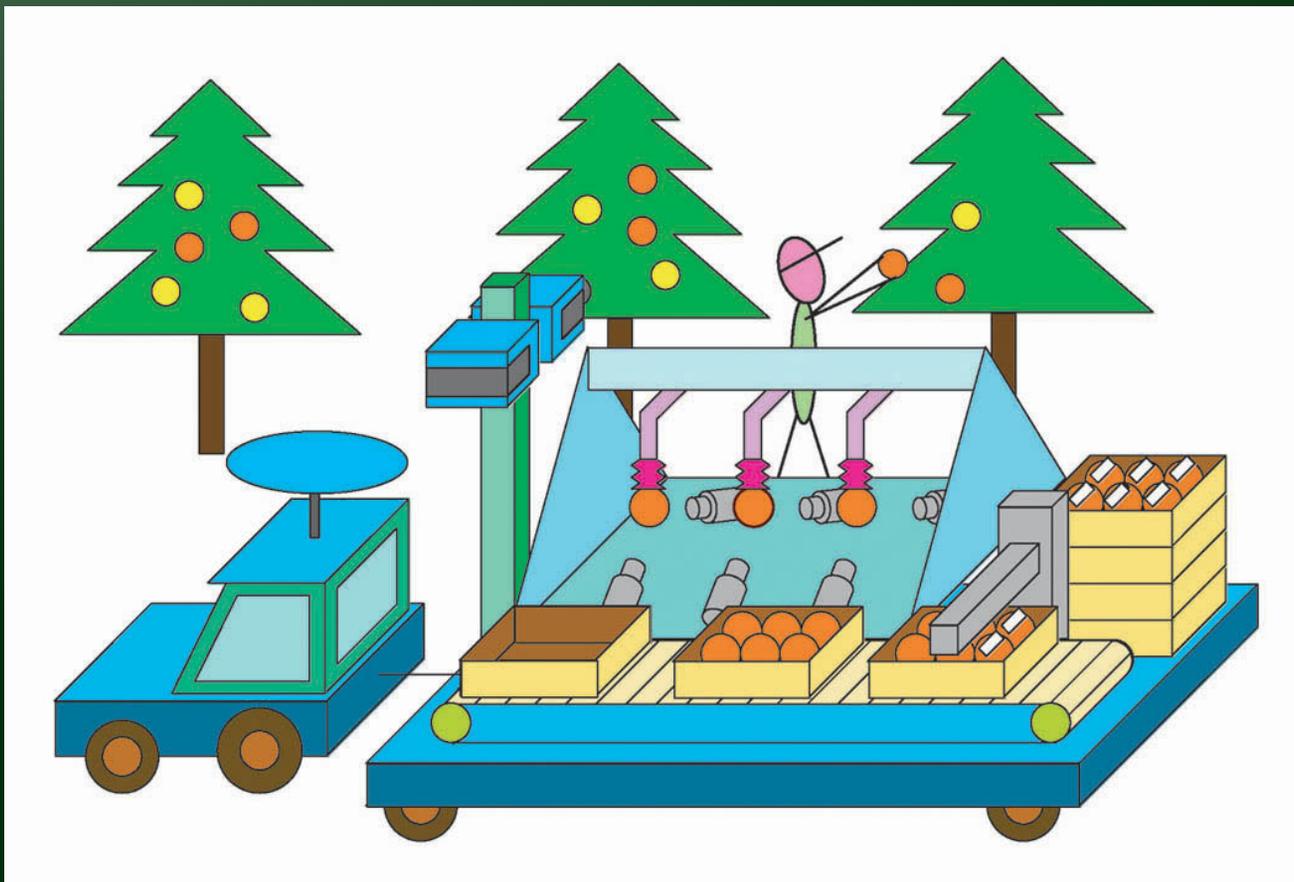
目次  
Contents

前のページ  
Previous page

次のページ  
Next page

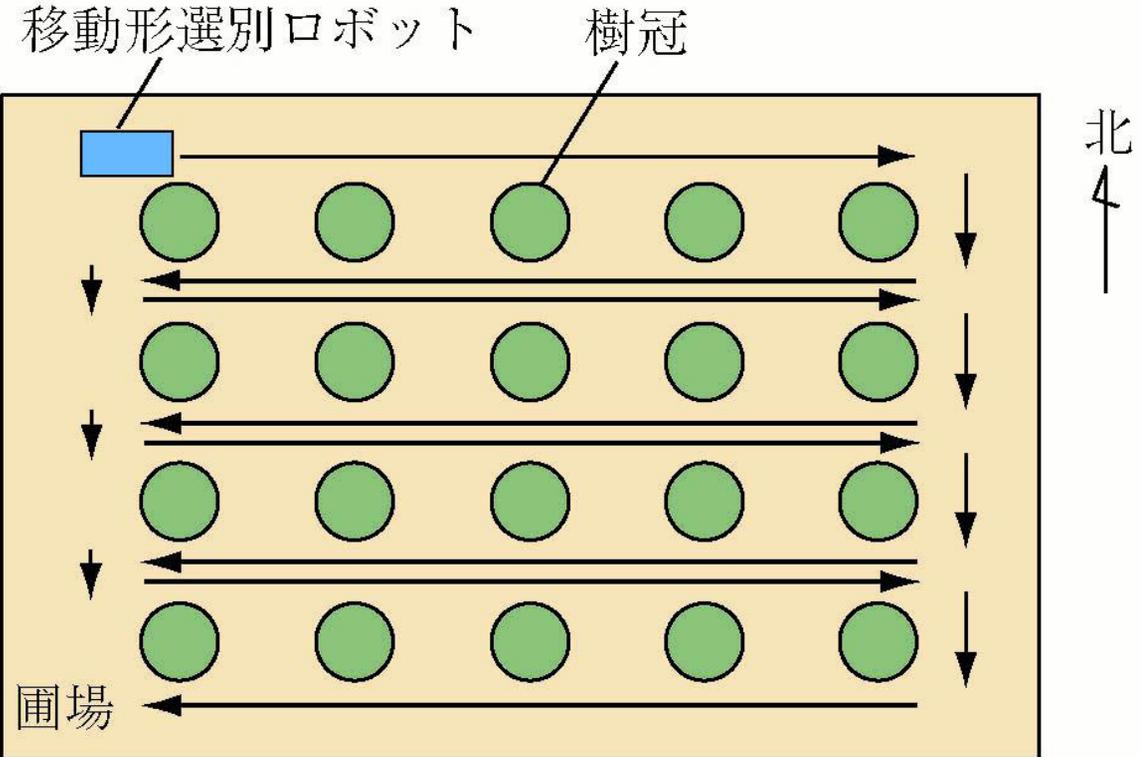
戻る  
Back

# Agri-Robo Gallery



移動形選別ロボット  
Mobile fruit grading robot

# Agri-Robo Gallery



移動形選別ロボットの経路例  
Example of mobile fruit grading robot's traveling course

## 1.10 畑作物・野菜・果実収穫機 Vegetable and fruit harvesters



[図1 Fig.1]  
イモ類収穫機  
Potato harvester



[図2 Fig.2]  
ハクサイ収穫機  
Nappa leafy vegetable harvester



[図3 Fig.3]  
ハクサイ収穫機の構造  
Mechanism of nappa leafy vegetable harvester



[図4 Fig.4]  
ネギ収穫機  
Leek harvester



[図5 Fig.5]  
加工用トマト収穫機  
Tomato harvester



[図6 Fig.6]  
サクランボ用シェーカ  
Cherry shaker



[Movie 1]  
ダイコン収穫機  
Daikon radish harvester



[Movie 2]  
サクランボ用シェーカ  
Cherry shaker

# Agri-Robo Gallery



イモ類収穫機  
(小橋工業(株))

Potato harvester  
(Kobashi Kogyo Co., Ltd.)

トップページ  
Top page

目次  
Contents

前のページ  
Previous page

次のページ  
Next page

戻る  
Back

# Agri-Robo Gallery



ハクサイ収穫機  
(生研センター)

Nappa leafy vegetable harvester  
(BRAIN)

トップページ  
Top page

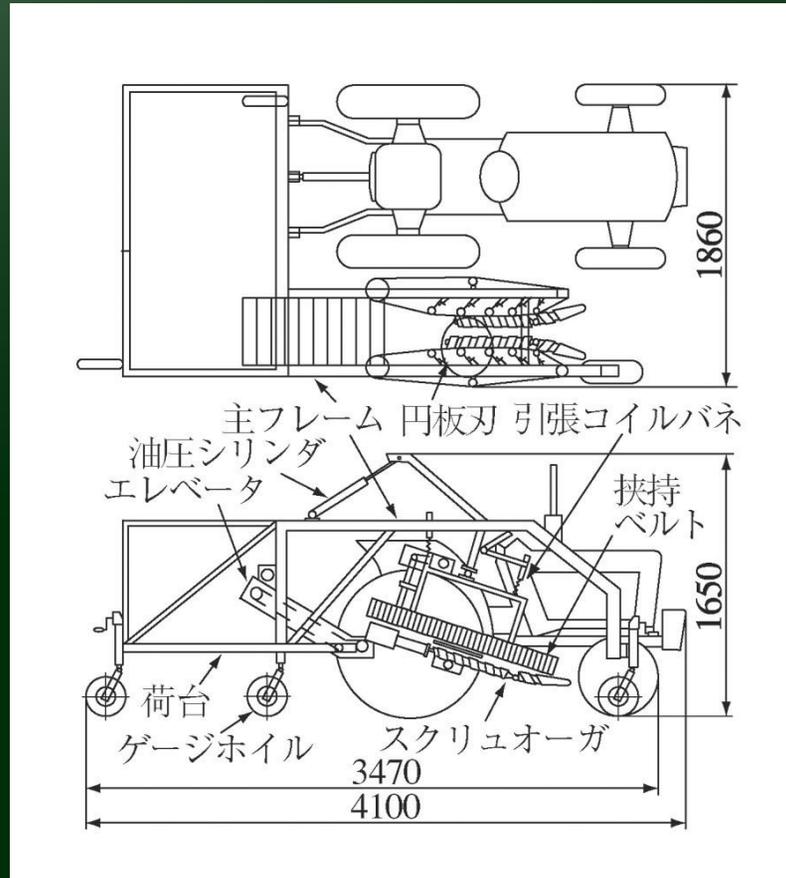
目次  
Contents

前のページ  
Previous page

次のページ  
Next page

戻る  
Back

# Agri-Robo Gallery



ハクサイ収穫機の構造  
(生研センター)

Mechanism of nappa leafy vegetable harvester  
(BRAIN)

# Agri-Robo Gallery



ネギ収穫機  
(小橋工業(株))

Leek harvester  
(Kobashi Kogyo Co., Ltd.)

トップページ  
Top page

目次  
Contents

前のページ  
Previous page

次のページ  
Next page

戻る  
Back

# Agri-Robo Gallery



加工用トマト収穫機  
(アメリカ)  
Tomato harvester  
(USA)

# Agri-Robo Gallery



サクランボ用シェーカ  
(アメリカ)  
Cherry shaker  
(USA)

トップページ  
Top page

目次  
Contents

前のページ  
Previous page

次のページ  
Next page

戻る  
Back

# Agri-Robo Theater

サクランボ用シェーカ  
(アメリカ)  
Cherry shaker  
(USA)

トップページ  
Top page

目次  
Contents

前のページ  
Previous page

次のページ  
Next page

戻る  
Back

# アグリビジョンの事例

## Practice of agri-vision

- 2.1 土中のセンシング Sensing under the ground
- 2.2 キクの挿し木 Chrysanthemum cutting sticking
- 2.3 カーネーション・ジェラニウムの挿し木 Carnation and geranium cutting sticking
- 2.4 株間の除草 Crop space weeding
- 2.5 作物列の認識 Crop row recognition**
- 2.6 レーザ距離計による外界認識 External recognition by laser scanner
- 2.7 トマト・ミニトマトの収穫 Tomato and cherry tomato harvesting
- 2.8 ミニトマト・イチゴの収穫 Cherry tomato and strawberry harvesting
- 2.9 ナスの収穫 Eggplant harvesting
- 2.10 キュウリの収穫 Cucumber harvesting
- 2.11 キャベツの収穫 Cabbage harvesting
- 2.12 ミカンの選別 Orange grading
- 2.13 ユズ・スダチ・カボスの選別 Citrus fruits for use of acidity and flavor grading
- 2.14 モモの選別 Peach grading**
- 2.15 ナシの選別 Pear grading

# アグリビジョンの事例

## Practice of agri-vision

- 2.16 リンゴの選別 Apple grading
- 2.17 カキの選別 Persimmon grading
- 2.18 レンブ・キウイの選別 Tropical fruits grading
- 2.19 ブドウの選別 Grape cluster grading
- 2.20 トマトの選別 Tomato grading
- 2.21 ナスの選別 Eggplant grading
- 2.22 キュウリ・ニガウリの選別 Cucumber grading
- 2.23 ピーマンの選別 Sweet pepper grading
- 2.24 ジャガイモ・タマネギの選別 Potato and onion grading
- 2.25 アスパラガスの選別 Asparagus grading
- 2.26 長ネギの調製・選別 Leek preprocessing and grading
- 2.27 キャベツの調製・大形果実の選別 Cabbage preprocessing and larger size fruit grading
- 2.28 キクの切り花の選別 Chrysanthemum cut flower grading
- 2.29 木材の検査 Wood inspection

# アグリビジョンの事例

## Practice of agri-vision

2.30 畜・林・海産物の検査・処理 Stock farm products, forest products,  
and marine products inspection

2.31 牛の監視 Cattle watching

**2.32 テラヘルツ画像の事例 Terahertz imaging**

2.33 ハイパースペクトル画像（AOTF）の事例 Hyper spectral imaging  
(AOTF : Acousto-Optic Tunable Filter)

2.34 リモートセンシング画像の事例 Applications for remote sensing

## 2.5 作物列の認識

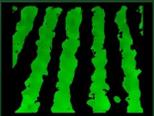
### Crop row recognition



[図1 Fig.1]  
作物列画像の座標変換  
Coordinate conversion of crop row image



[図2 Fig.2]  
トラクタに装着されたステレオビジョン  
Stereo vision system mounted on tractor



[図3 Fig.3]  
ステレオビジョンによる作物列の認識  
Crop row recognition by stereo vision



[図4 Fig.4]  
マシンビジョンによる車両の自動走行  
Autonomous traveling by machine vision



[図5 Fig.5]  
マシンビジョンによる作業機の横方向制御  
Implement control by machine vision

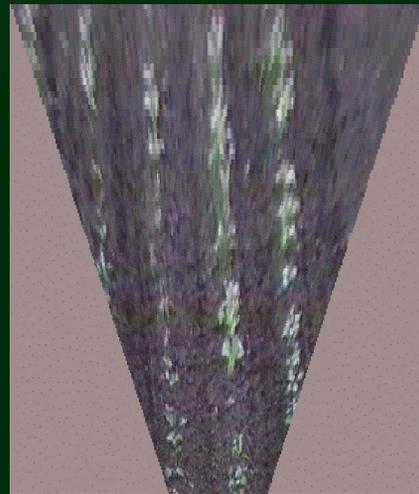


[Movie]  
マシンビジョンによる車両制御  
Vehicle control by machine vision

# Agri-Robo Gallery



(a) 原画像  
Original image



(b) 車両座標系への変換  
Conversion to vehicle coordinate

作物列画像の座標変換  
(北海道大学)

Coordinate conversion of crop row image  
(Hokkaido Univ.)

# Agri-Robo Gallery



トラクタに装着されたステレオビジョン  
(北海道大学)

Stereo vision system mounted on tractor  
(Hokkaido Univ.)

トップページ  
Top page

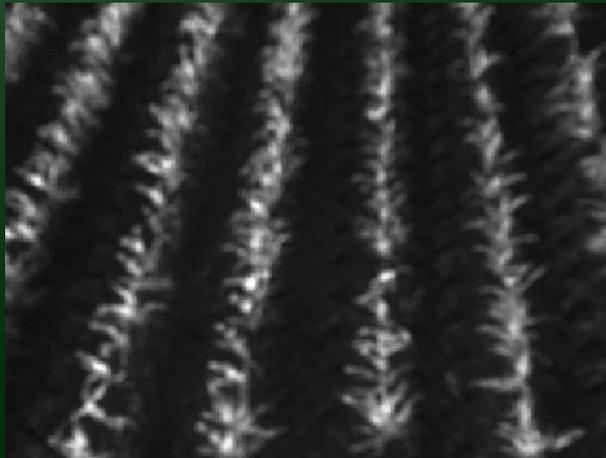
目次  
Contents

前のページ  
Previous page

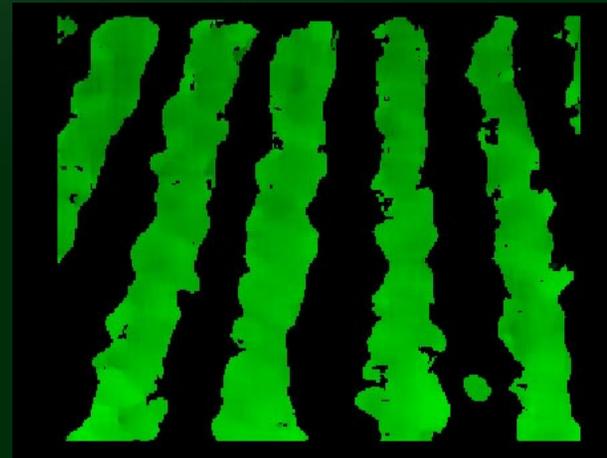
次のページ  
Next page

戻る  
Back

# Agri-Robo Gallery



(a) モノクロ画像  
Monochrome image



(b) 距離画像  
Recognized image

ステレオビジョンによる作物列の認識  
(北海道大学)

Crop row recognition by stereo vision  
(Hokkaido Univ.)

トップページ  
Top page

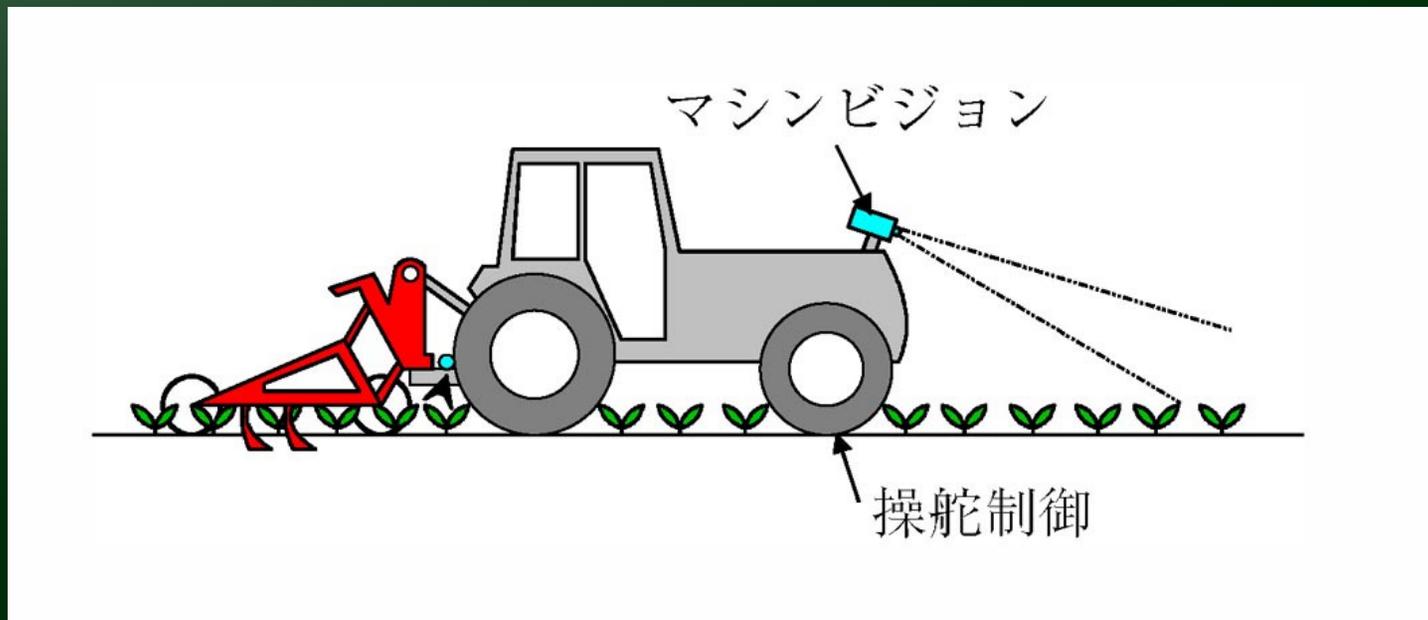
目次  
Contents

前のページ  
Previous page

次のページ  
Next page

戻る  
Back

# Agri-Robo Gallery



マシンビジョンによる車両の自動走行  
(北海道大学)

Autonomous traveling by machine vision  
(Hokkaido Univ.)

トップページ  
Top page

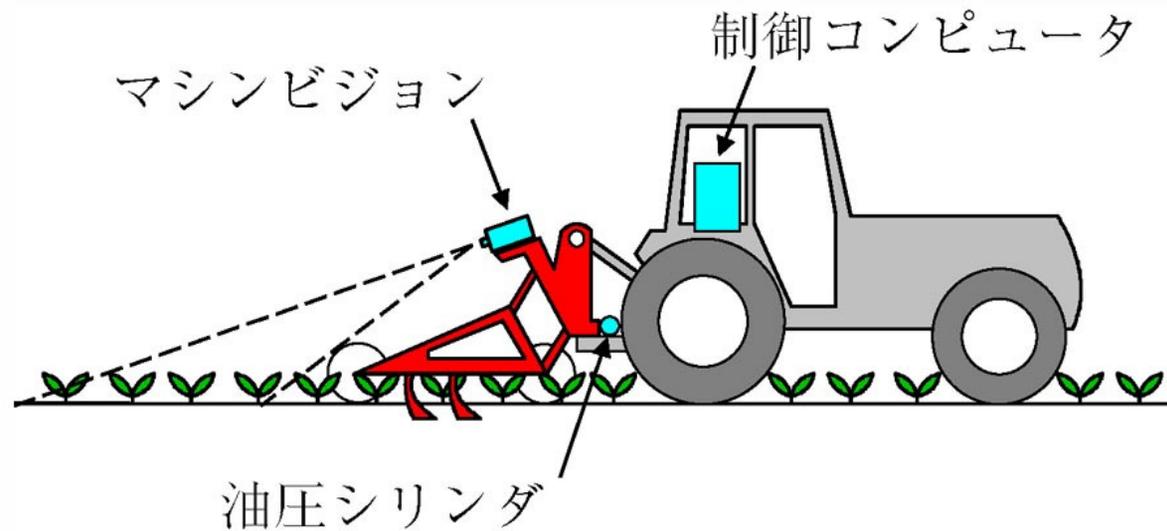
目次  
Contents

前のページ  
Previous page

次のページ  
Next page

戻る  
Back

# Agri-Robo Gallery



マシンビジョンによる作業機の横方向制御  
(北海道大学)

Implement control by machine vision  
(Hokkaido Univ.)

戻る  
Back

トップページ  
Top page

目次  
Contents

前のページ  
Previous page

次のページ  
Next page

# Agri-Robo Theater

マシンビジョンによる車両制御  
(北海道大学)  
Vehicle control by machine vision  
(Hokkaido Univ.)

トップページ  
Top page

目次  
Contents

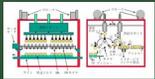
前のページ  
Previous page

次のページ  
Next page

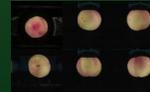
戻る  
Back

### 2.14 モモの選別

#### Peach grading



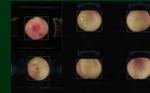
[図1 Fig.1]  
選果ロボットシステム  
Fruit grading robot system



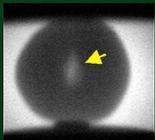
[図2 Fig.2]  
ロボットによるモモのサンプル画像  
Six original images of a peach fruit



[図3 Fig.3]  
色変換画像  
Color conversion images of Fig.2



[図4 Fig.4]  
処理結果画像  
Processed images of Fig.2

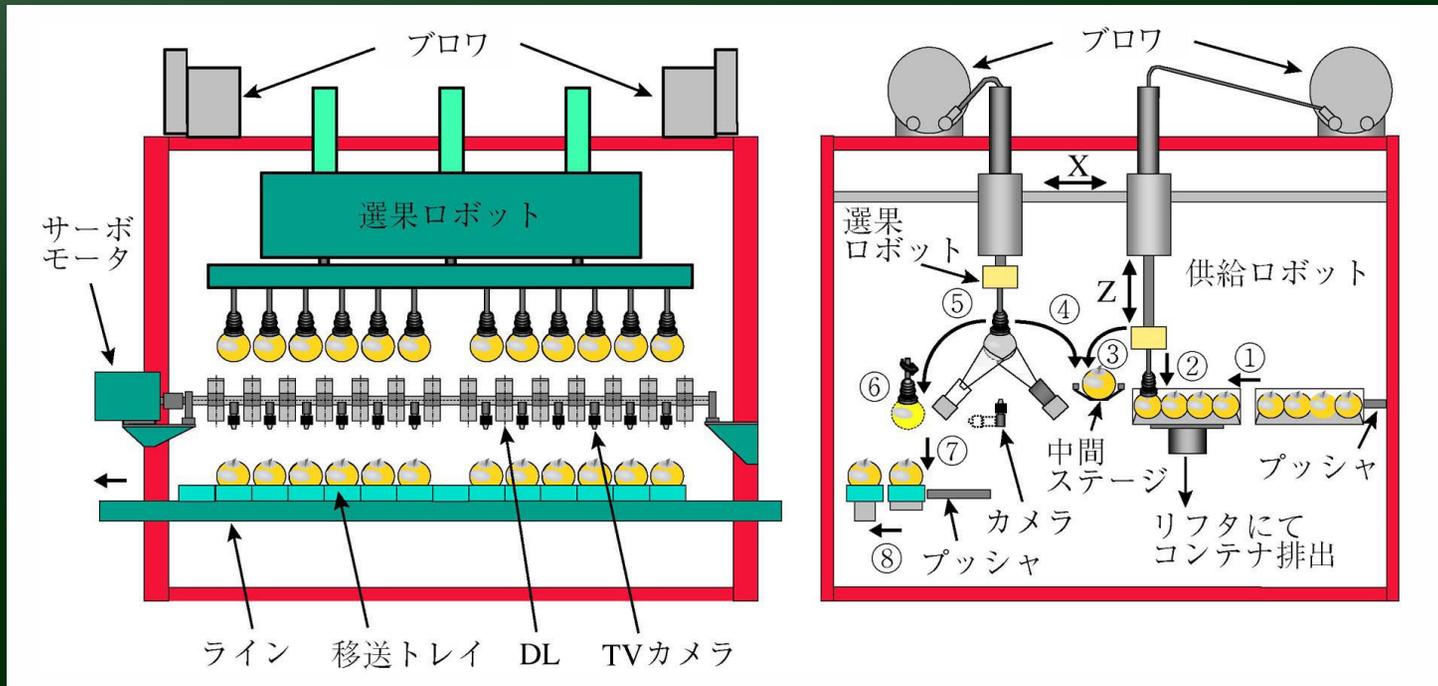


[図5 Fig.5]  
モモの核割れ  
Split-pit of peach



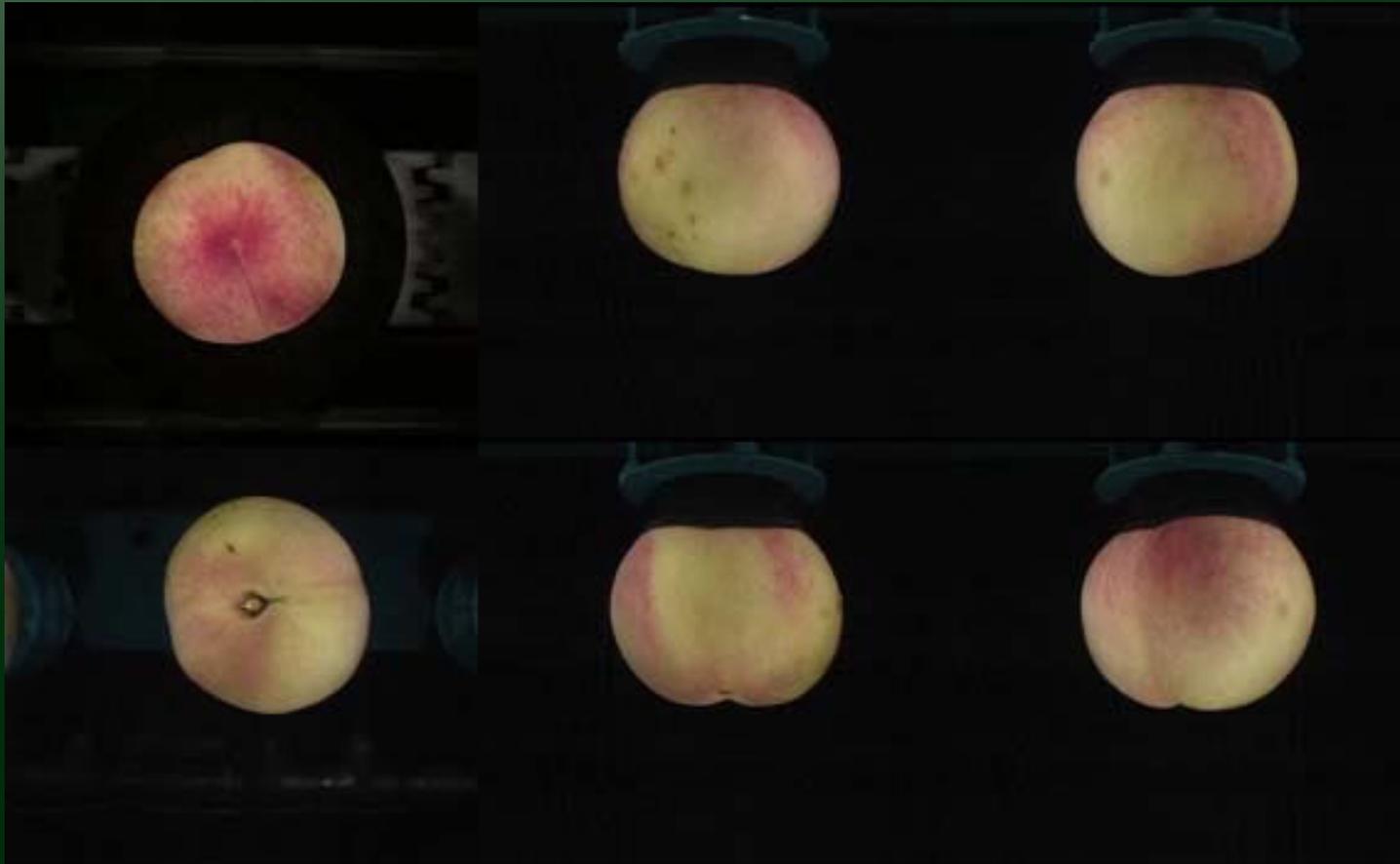
[Movie]  
選果ロボットシステム  
Fruit grading robot system

# Agri-Robo Gallery



選果ロボットシステム  
(エスアイ精工(株))  
Fruit grading robot system  
(SI Seiko Co., Ltd.)

# Agri-Robo Gallery



ロボットによるモモのサンプル画像  
(エスアイ精工(株))

Six original images of a peach fruit  
(SI Seiko Co., Ltd.)

トップページ  
Top page

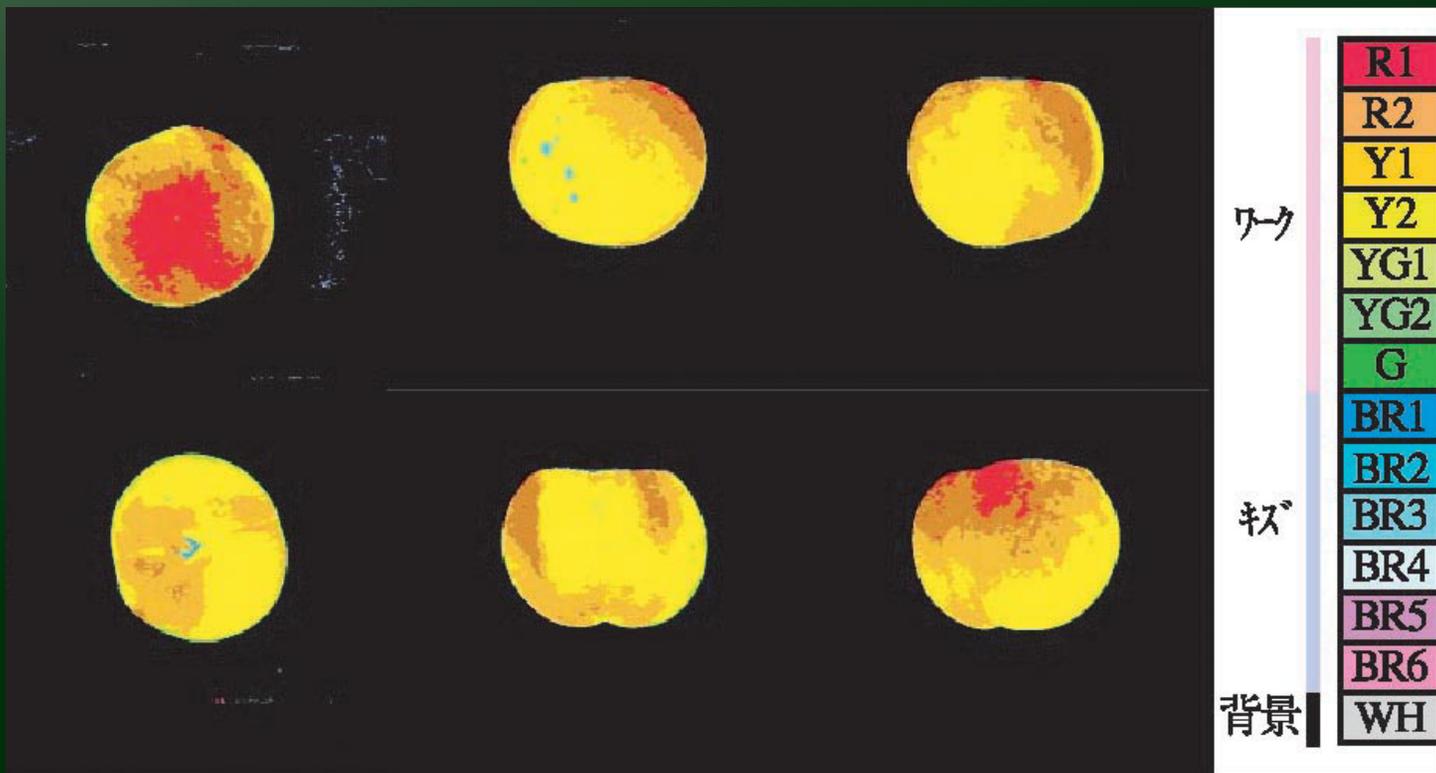
目次  
Contents

前のページ  
Previous page

次のページ  
Next page

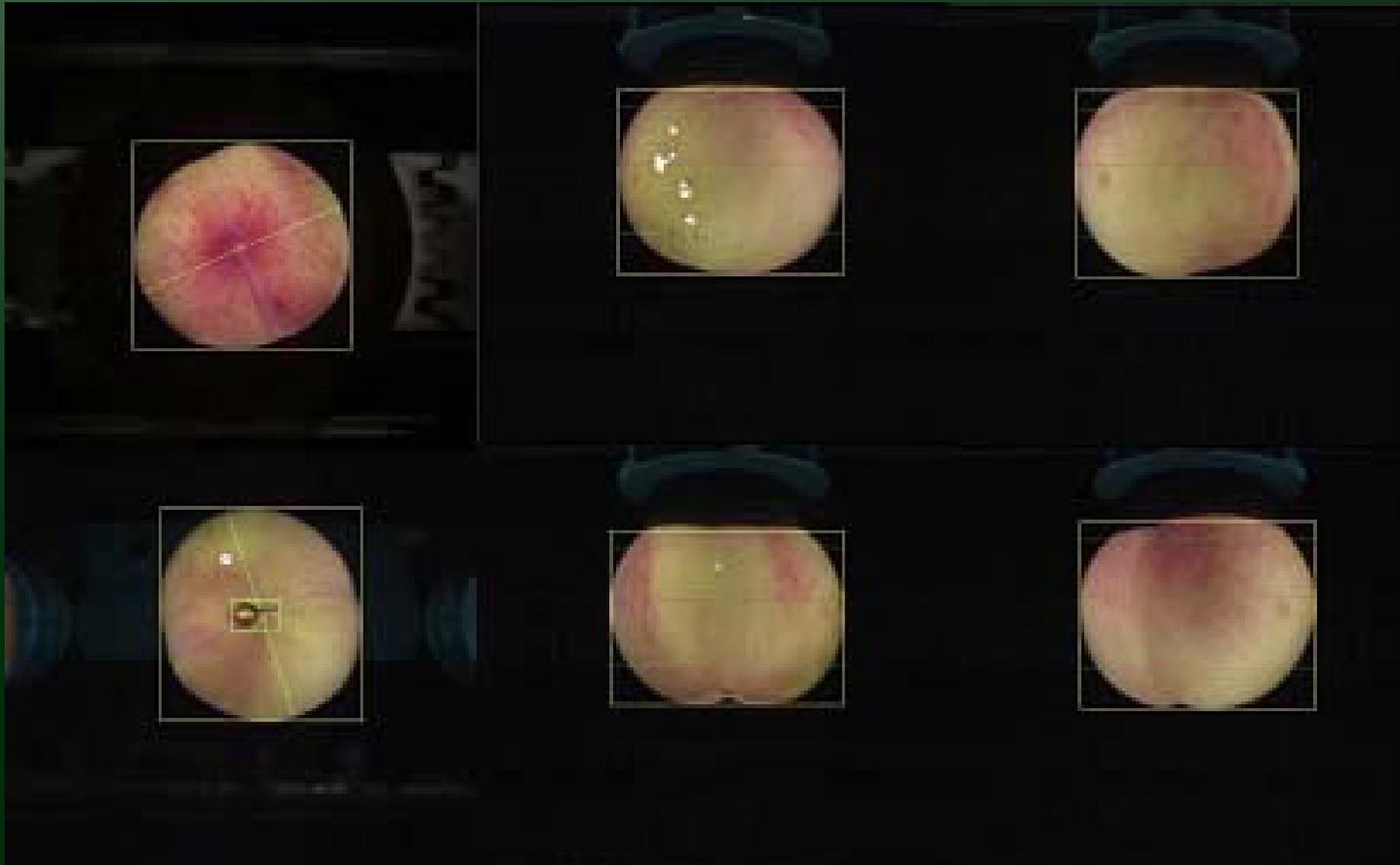
戻る  
Back

# Agri-Robo Gallery



色変換画像  
(エスアイ精工(株))  
Color conversion images of Fig.2  
(SI Seiko Co., Ltd.)

# Agri-Robo Gallery



処理結果画像  
(エスアイ精工(株))  
Processed images of Fig.2  
(SI Seiko Co., Ltd.)

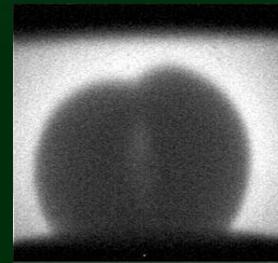
# Agri-Robo Gallery



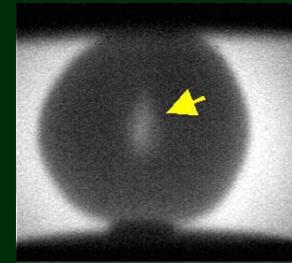
(a) 外観  
Appearance



(b) 内部  
Section of fruit (a)



(c) X線画像(側面)  
X-ray image (side)  
of fruit (a)



(d) X線画像(上面)  
X-ray image (top)  
of fruit (a)

モモの核割れ  
(エスアイ精工(株))  
Split-pit of peach  
(SI Seiko Co., Ltd.)

トップページ  
Top page

目次  
Contents

戻る  
Back

前のページ  
Previous page

次のページ  
Next page

# Agri-Robo Theater

選果ロボットシステム  
(エスアイ精工(株))  
Fruit grading robot system  
(SI Seiko Co., Ltd.)

トップページ  
Top page

目次  
Contents

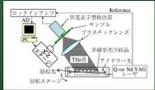
前のページ  
Previous page

次のページ  
Next page

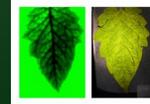
戻る  
Back

## 2.32 テラヘルツ画像の事例

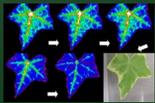
### Terahertz imaging



[図1 Fig.1]  
テラヘルツ波イメージングシステム  
Terahertz imaging system



[図2 Fig.2]  
トマトの葉のテラヘルツ画像  
Terahertz images of tomato leaf

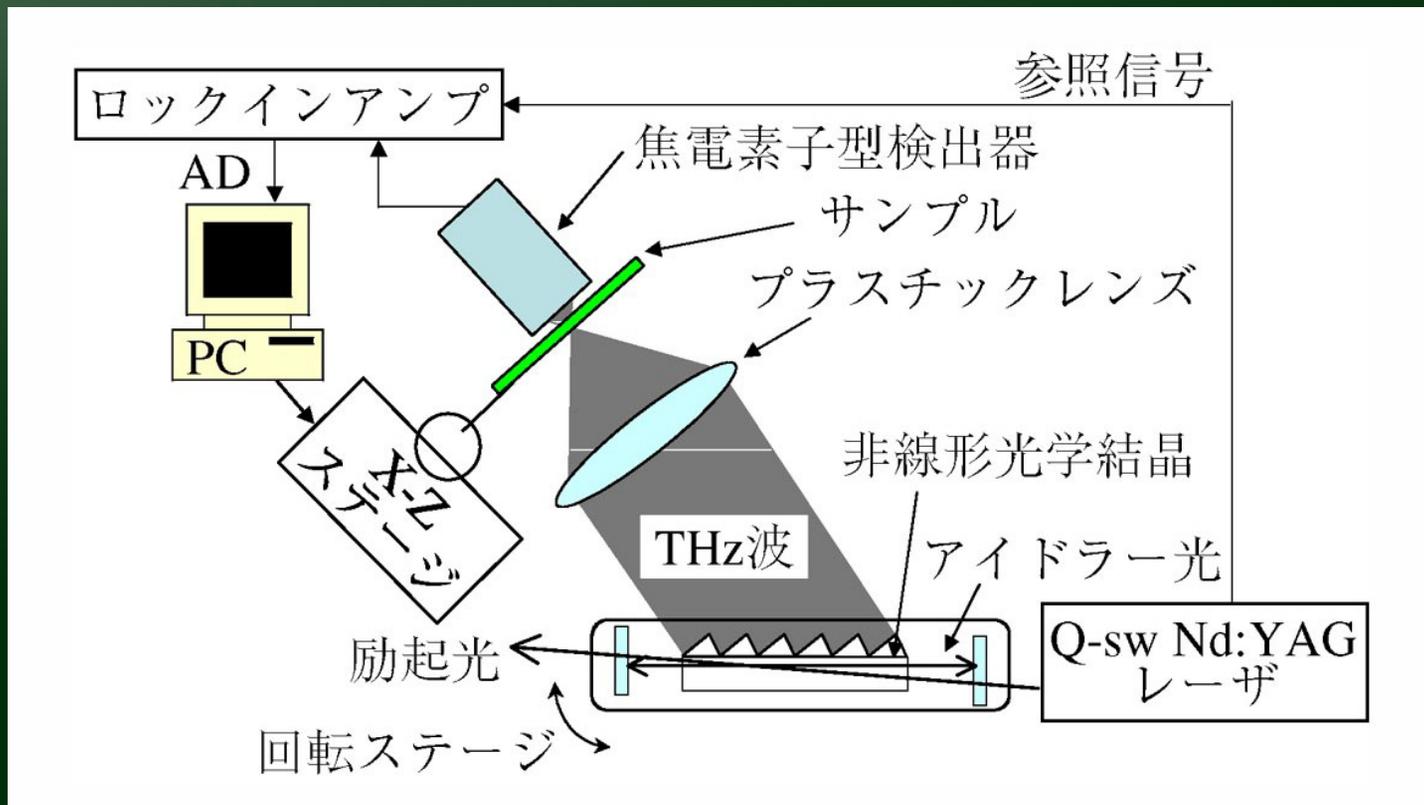


[図3 Fig.3]  
テラヘルツ波の透過画像による切り葉の水分変化  
Leaf images during water content change



[図4 Fig.4]  
テラヘルツ波画像例  
Samples of terahertz images

# Agri-Robo Gallery



テラヘルツ波イメージングシステム  
(理化学研究所)

Terahertz imaging system  
(RIKEN)

戻る  
Back

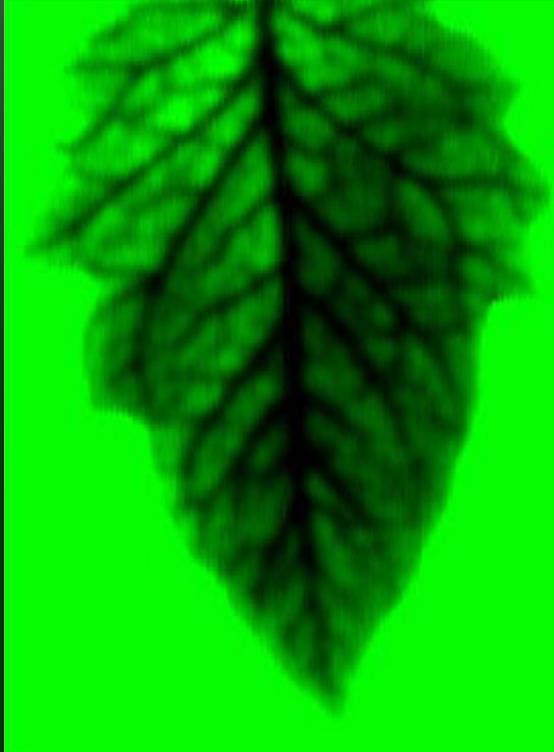
トップページ  
Top page

目次  
Contents

前のページ  
Previous page

次のページ  
Next page

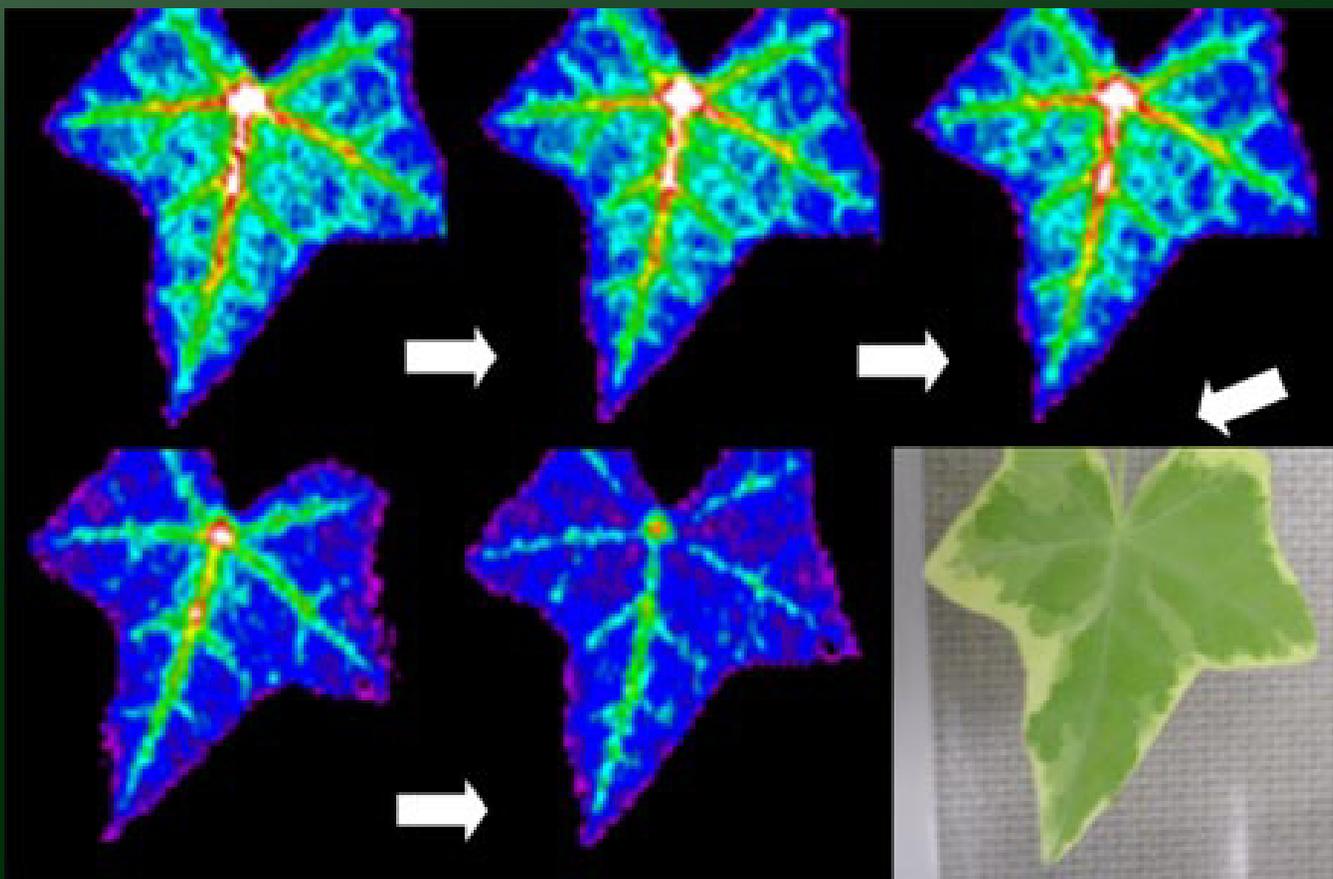
# Agri-Robo Gallery



トマトの葉のテラヘルツ画像  
(理化学研究所)

Terahertz images of tomato leaf  
(RIKEN)

# Agri-Robo Gallery



テラヘルツ波の透過画像による切り葉の水分変化  
(理化学研究所)

Leaf images during water content change  
(RIKEN)

トップページ  
Top page

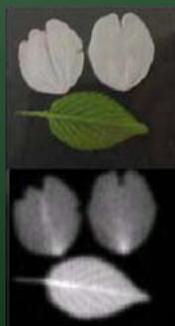
目次  
Contents

戻る  
Back

前のページ  
Previous page

次のページ  
Next page

# Agri-Robo Gallery



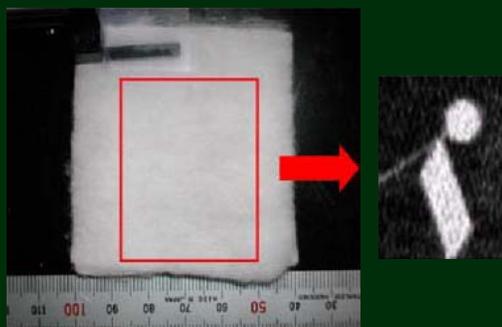
(a) 桜の花びらと葉  
Cherry petals and leaf



(b) 乾燥エビ  
Dried shrimp



(c) 唐辛子  
Red pepper



(d) 綿の中の針とカッタ刃  
Needle and cutter blade in cotton

テラヘルツ波画像例  
(理化学研究所)

Samples of terahertz images  
(RIKEN)

トップページ  
Top page

目次  
Contents

前のページ  
Previous page

次のページ  
Next page

戻る  
Back

# アグリロボットのエンドエフェクタとアームの事例

## Practice of end-effectors and arms of agri-robots

- 3.1 苗の移植 Seedling transplanting
- 3.2 キクの挿し木 Chrysanthemum cutting sticking
- 3.3 接ぎ木 Grafting
- 3.4 枝打ち Pruning
- 3.5 ブドウの袋掛け Grape bagging
- 3.6 ブドウの摘粒・整房 Grape berry thinning
- 3.7 ブドウの収穫 Grape harvesting
- 3.8 オレンジ・リンゴの収穫 Orange and apple harvesting
- 3.9 イチゴの収穫(土耕栽培) Strawberry harvesting on annual hill
- 3.10 イチゴの収穫(高設栽培) Strawberry harvesting on table top culture**
- 3.11 トマトの収穫 Tomato harvesting**
- 3.12 ミニトマトの収穫 Cherry tomato harvesting
- 3.13 ナスの収穫 Eggplant harvesting
- 3.14 キュウリの収穫・下葉処理 Cucumber harvesting and defoliation
- 3.15 レタスの収穫 Lettuce harvesting

# アグリロボットのエンドエフェクタとアームの事例

## Practice of end-effectors and arms of agri-robots

- 3.16 キャベツの収穫 Cabbage harvesting
- 3.17 スイカの収穫 Watermelon harvesting
- 3.18 重量物収穫・作業のアシスト Assist for heavy material handling
- 3.19 マッシュルームの収穫 Mushroom harvesting**
- 3.20 果実の選別 Fruits grading
- 3.21 農産物の結束 Binding of agricultural products
- 3.22 羊毛の刈取り Wool shearing
- 3.23 搾乳 Milking
- 3.24 植物工場 Plant factory
- 3.25 加工食品のハンドリング Processed foods handling

### 3.10 イチゴの収穫(高設栽培)

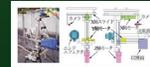
## Strawberry harvesting on table top culture

[図1 Fig.1]



イチゴの高設栽培  
Strawberry grown on table top culture

[図2 Fig.2]



直角座標形イチゴ収穫ロボットと  
その機構  
Cartesian coordinate type harvesting  
robot and its mechanism

[図3 Fig.3]



回転式エンドエフェクタ  
Sucking type end-effector

[図4 Fig.4]



フック式エンドエフェクタ  
End-effector with hook

[図5 Fig.5]



夜間に働くイチゴ収穫ロボット  
Harvesting robot in the night

[Movie 1]



吸引式収穫ロボット  
Sucking type harvesting robots

[Movie 2]



フック式エンドエフェクタ  
End-effector with hook

[Movie 3]



夜間に働くイチゴ収穫ロボット  
Harvesting robot in the night

# Agri-Robo Gallery



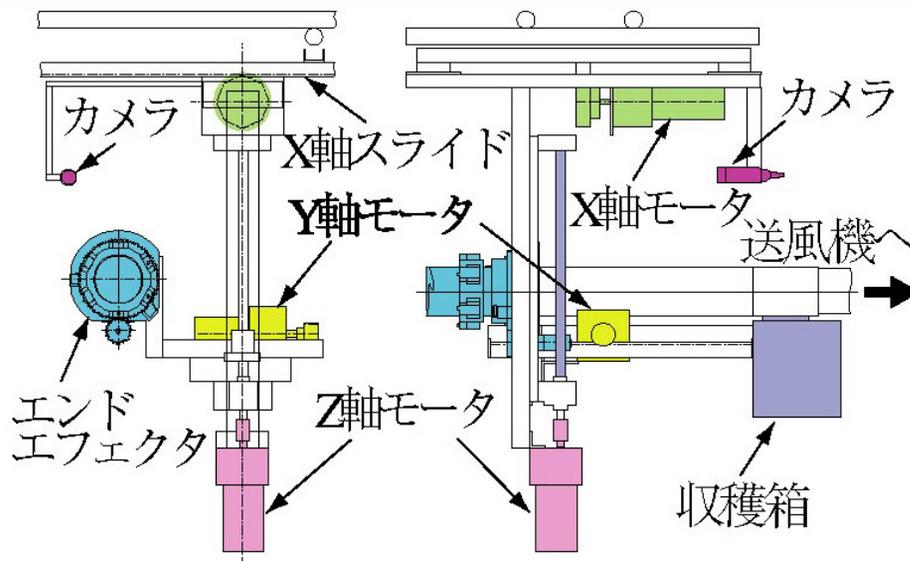
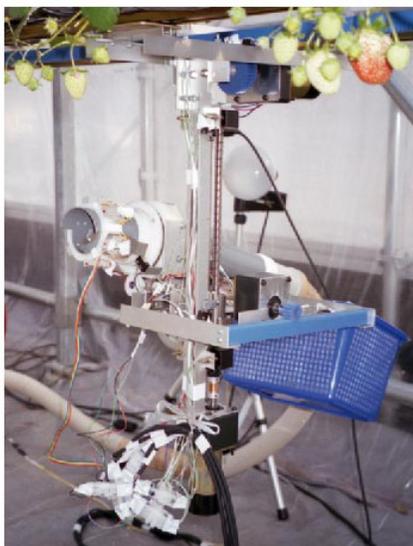
(a) テーブルタイプ  
Table type



(b) 吊り下げタイプ  
Hanging type

イチゴの高設栽培  
Strawberry grown on table top culture

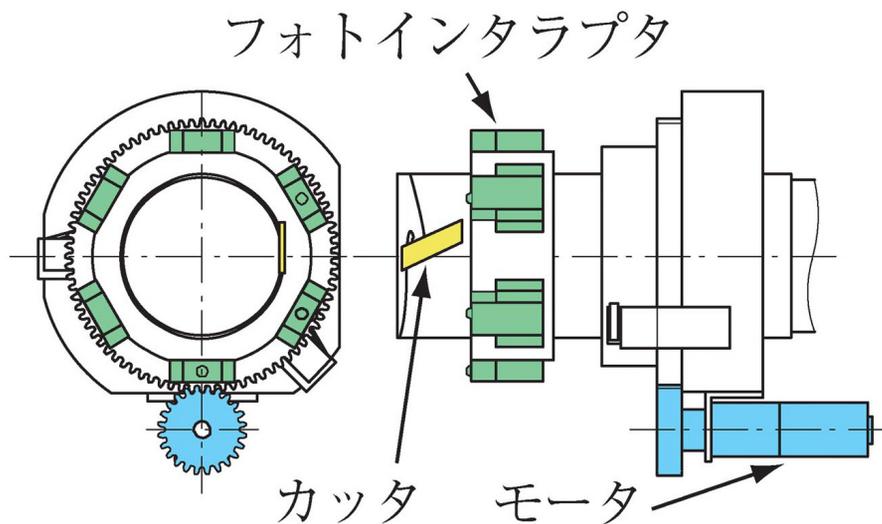
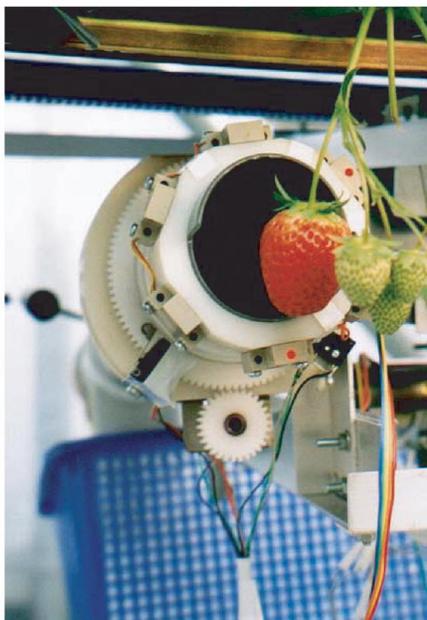
# Agri-Robo Gallery



直角座標形イチゴ収穫ロボットとその機構  
(岡山大学)

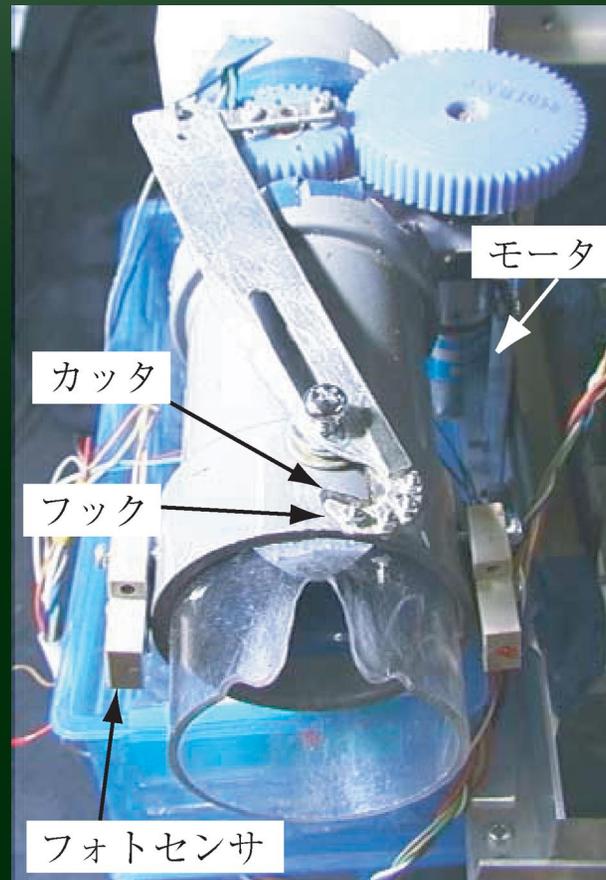
Cartesian coordinate type harvesting robot  
and its mechanism (Okayama Univ.)

# Agri-Robo Gallery



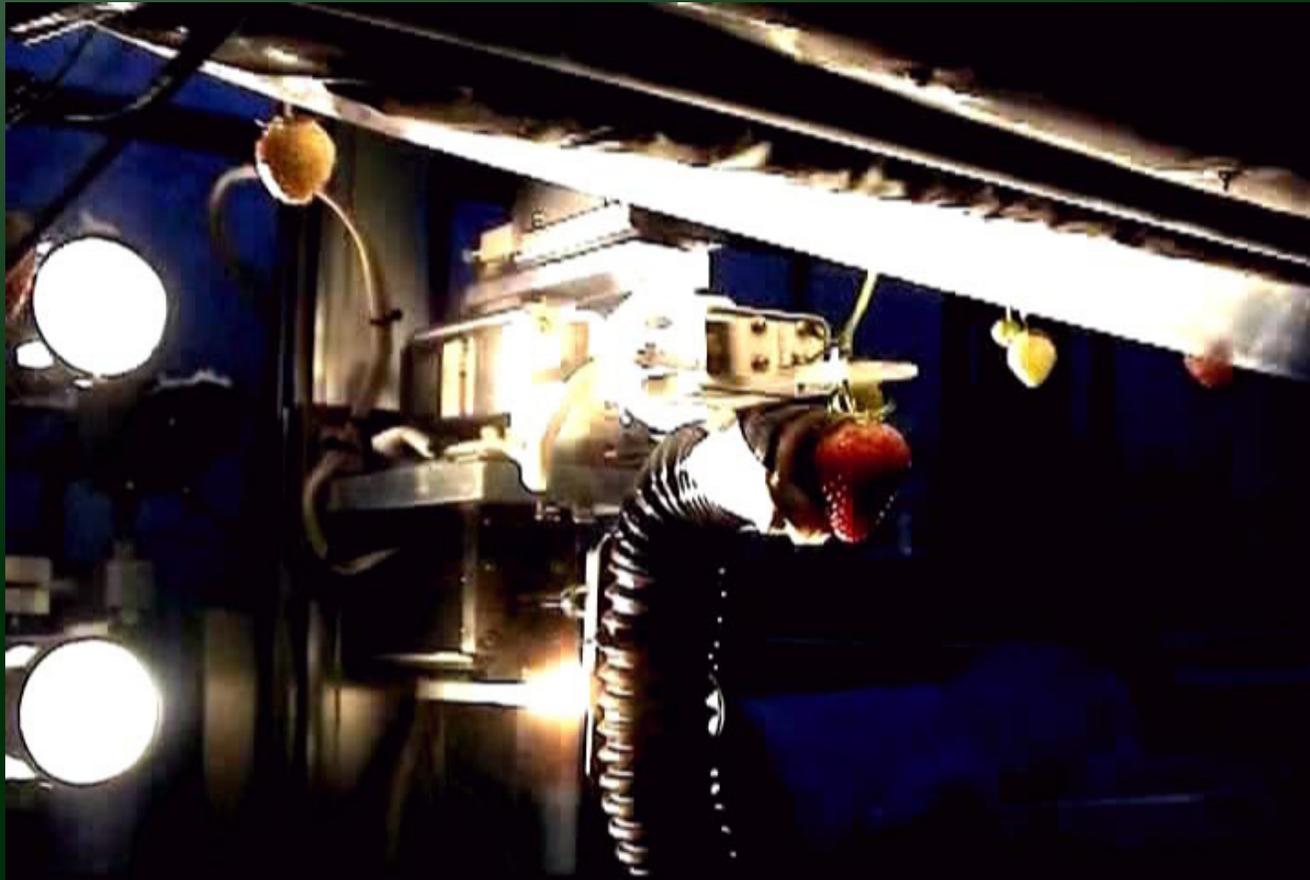
回転式エンドエフェクタ  
(岡山大学)  
Sucking type end-effector  
(Okayama Univ.)

# Agri-Robo Gallery



フック式エンドエフェクタ  
(岡山大学)  
End-effector with hook  
(Okayama Univ.)

# Agri-Robo Gallery



夜間に働くイチゴ収穫ロボット  
(生研センター, エスアイ精工(株))  
Harvesting robot in the night  
(BRAIN, SI Seiko Co., Ltd.)

[トップページ](#)  
Top page

[目次](#)  
Contents

[前のページ](#)  
Previous page

[次のページ](#)  
Next page

[戻る](#)  
Back

# Agri-Robo Theater

フック式エンドエフェクタ  
(岡山大学)  
End-effector with hook  
(Okayama Univ.)

トップページ  
Top page

目次  
Contents

前のページ  
Previous page

次のページ  
Next page

戻る  
Back

### 3.11 トマトの収穫

#### Tomato harvesting



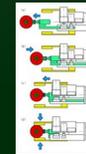
[図1 Fig.1]  
トマト収穫ロボット  
Tomato harvesting robot



[図2 Fig.2]  
トマトの離層  
Separation layer of tomato



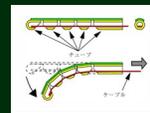
[図3 Fig.3]  
トマト収穫エンドエフェクタ  
Harvesting end-effector



[図4 Fig.4]  
トマト収穫の手順  
Tomato harvesting procedure by robot



[図5 Fig.5]  
多指形エンドエフェクタ  
Four fingered harvesting end-effector



[図6 Fig.6]  
フィンガの構造  
Structure and action of finger



[Movie 1]  
トマト収穫ロボット  
Tomato harvesting robot



[Movie 2]  
多指形エンドエフェクタ  
Four fingered harvesting end-effector

# Agri-Robo Gallery



トマト収穫ロボット  
(岡山大学)  
Tomato harvesting robot  
(Okayama Univ.)

トップページ  
Top page

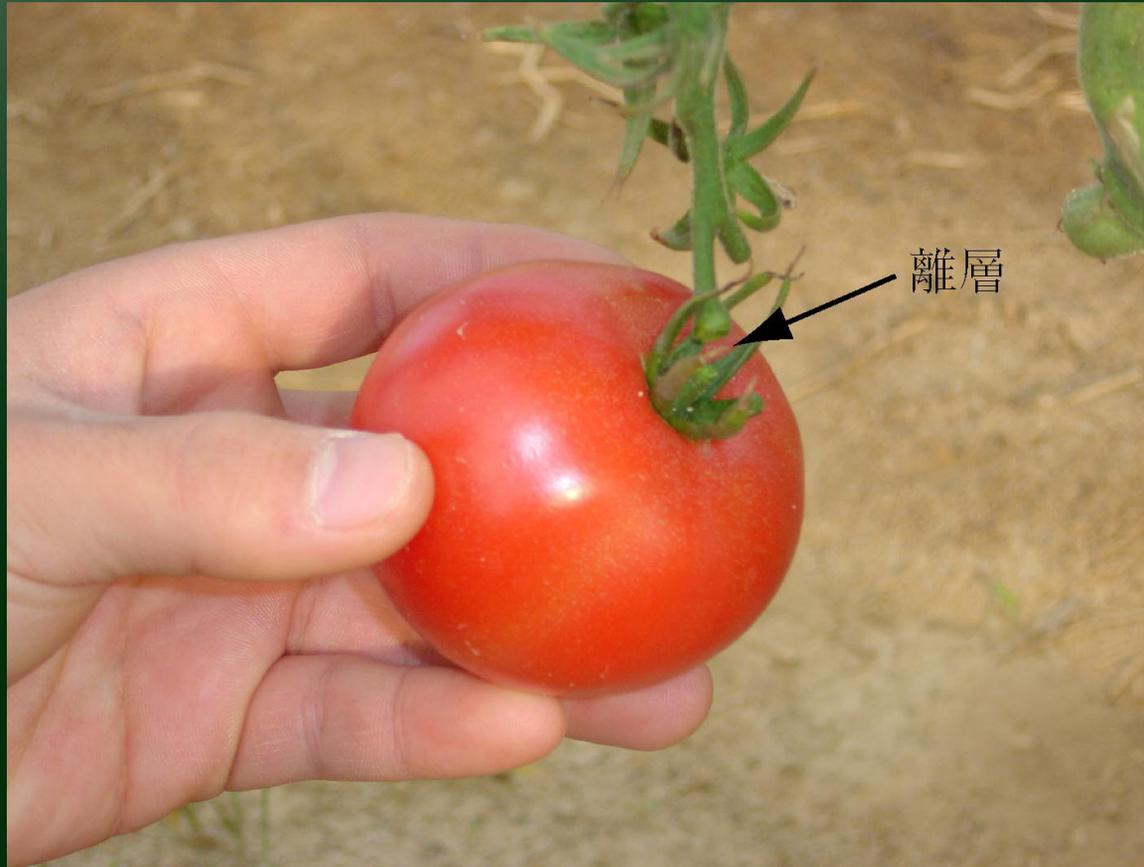
目次  
Contents

前のページ  
Previous page

次のページ  
Next page

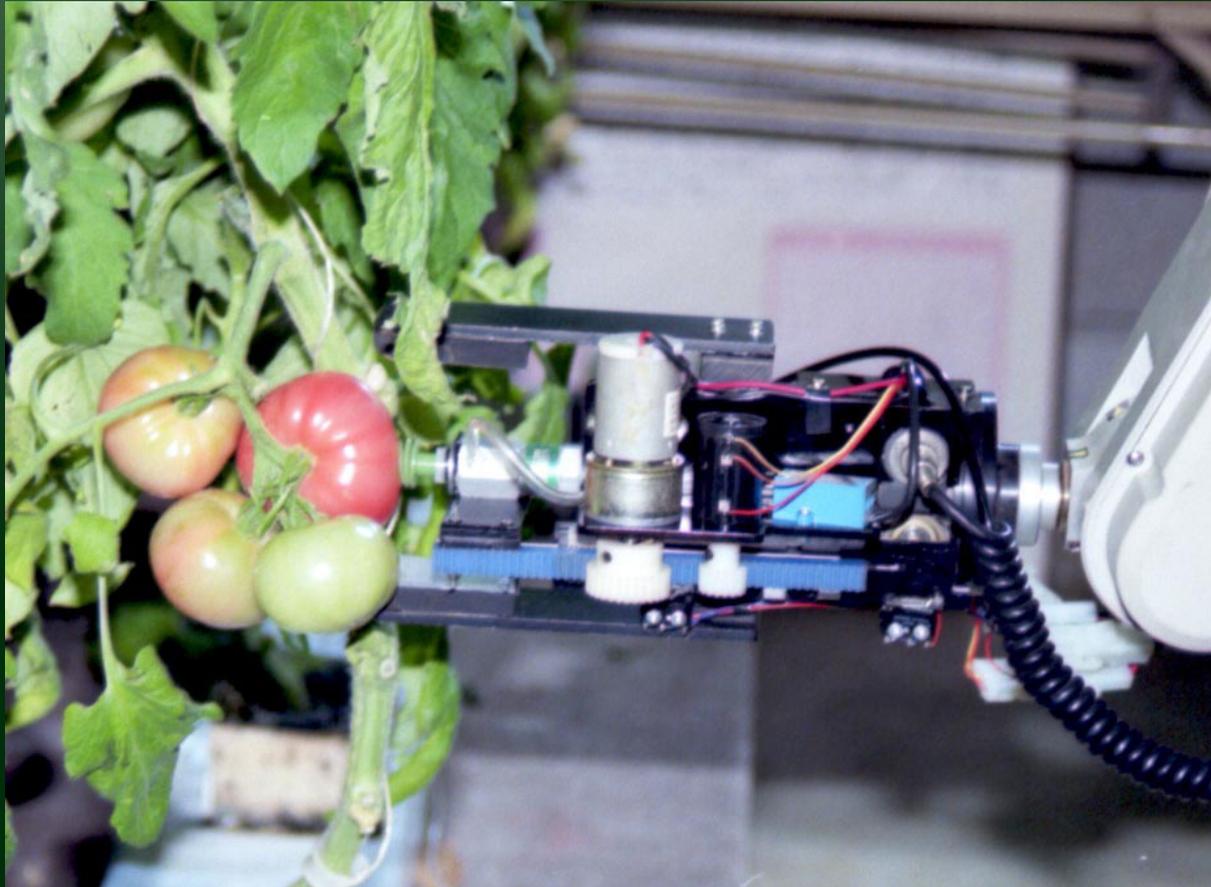
戻る  
Back

# Agri-Robo Gallery



トマトの離層  
Separation layer of tomato

# Agri-Robo Gallery



トマト収穫エンドエフェクタ  
(岡山大学)  
Harvesting end-effector  
(Okayama Univ.)

トップページ  
Top page

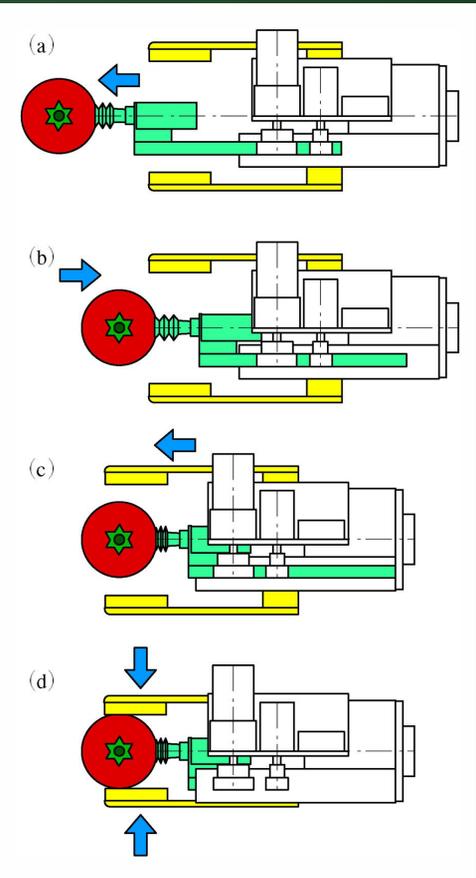
目次  
Contents

前のページ  
Previous page

次のページ  
Next page

戻る  
Back

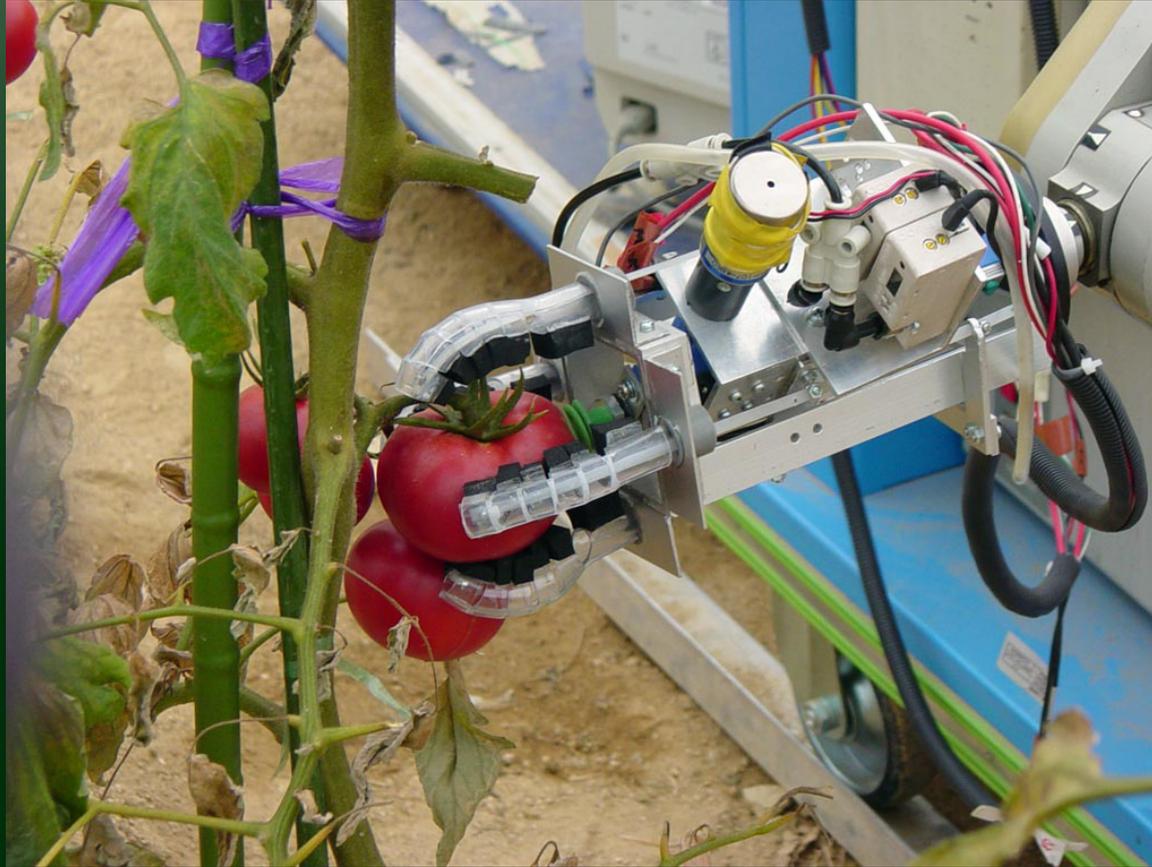
# Agri-Robo Gallery



トマト収穫の手順  
(岡山大学)

Tomato harvesting procedure by robot  
(Okayama Univ.)

# Agri-Robo Gallery



多指形エンドエフェクタ  
(岡山大学)

Four fingered harvesting end-effector  
(Okayama Univ.)

トップページ  
Top page

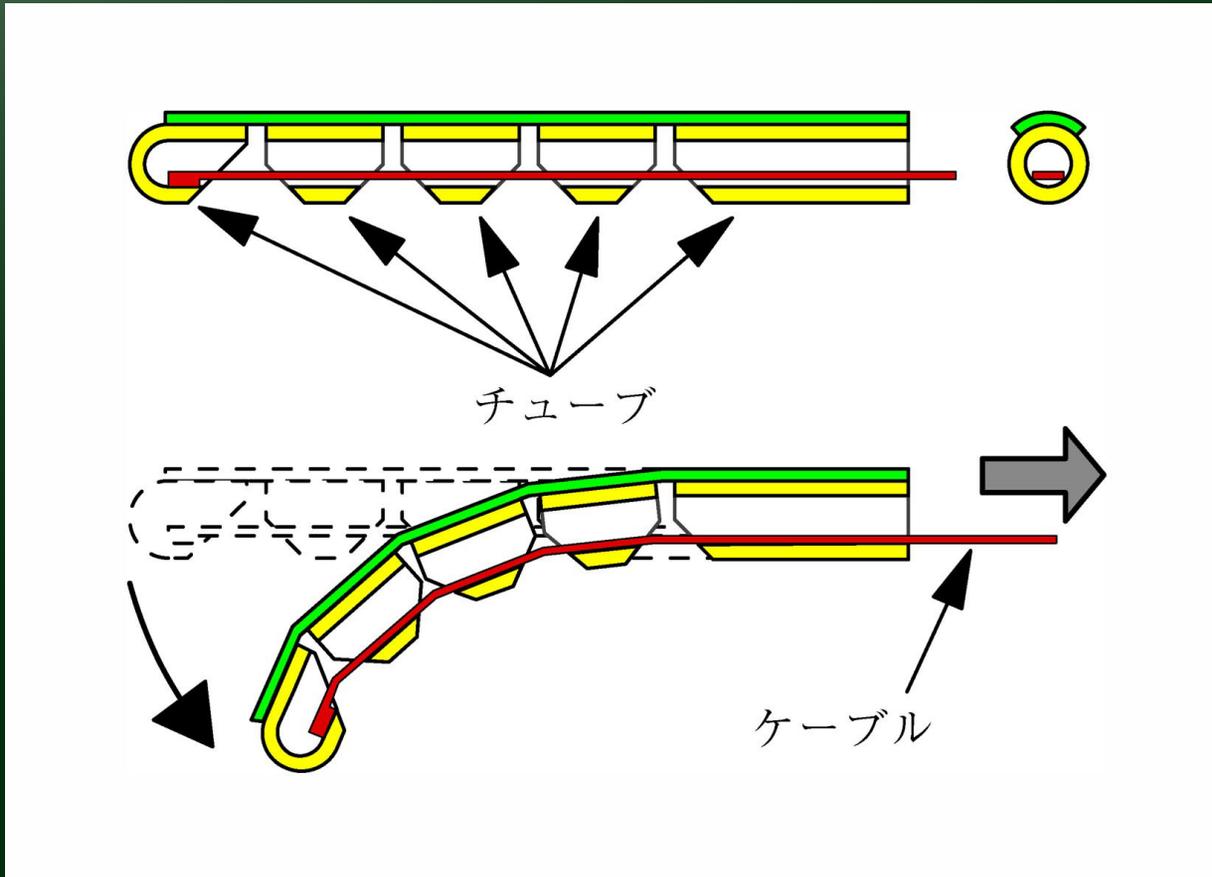
目次  
Contents

戻る  
Back

前のページ  
Previous page

次のページ  
Next page

# Agri-Robo Gallery



フィンガの構造  
(岡山大学)

Structure and action of finger  
(Okayama Univ.)

トップページ  
Top page

目次  
Contents

前のページ  
Previous page

次のページ  
Next page

戻る  
Back

# Agri-Robo Theater

多指形エンドエフェクタ  
(岡山大学)

Four fingered harvesting end-effector  
(Okayama Univ.)

トップページ  
Top page

目次  
Contents

前のページ  
Previous page

次のページ  
Next page

戻る  
Back

### 3.19 マッシュルームの収穫

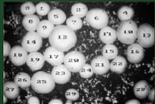
#### Mushroom harvesting



[図1 Fig.1]  
棚式栽培されたマッシュルーム  
Mushrooms grown on shelves



[図2 Fig.2]  
マッシュルーム収穫ロボット  
Mushroom harvesting robot



[図3 Fig.3]  
視覚部からの画像  
Acquired image by machine vision



[図4 Fig.4]  
エンドエフェクタ  
Harvesting end-effector



[図5 Fig.5]  
搬送コンベア  
Conveyor for harvested mushroom



[図6 Fig.6]  
グリッパ  
Grippers attached to conveyor



[Movie]  
マッシュルーム収穫ロボット  
Mushroom harvesting robot

# Agri-Robo Gallery



棚式栽培されたマッシュルーム  
Mushrooms grown on shelves

トップページ  
Top page

目次  
Contents

前のページ  
Previous page

次のページ  
Next page

戻る  
Back

# Agri-Robo Gallery



マッシュルーム収穫ロボット  
(Silsoe Technology 社, イギリス)  
Mushroom harvesting robot  
(Silsoe Technology Limited, UK)

トップページ  
Top page

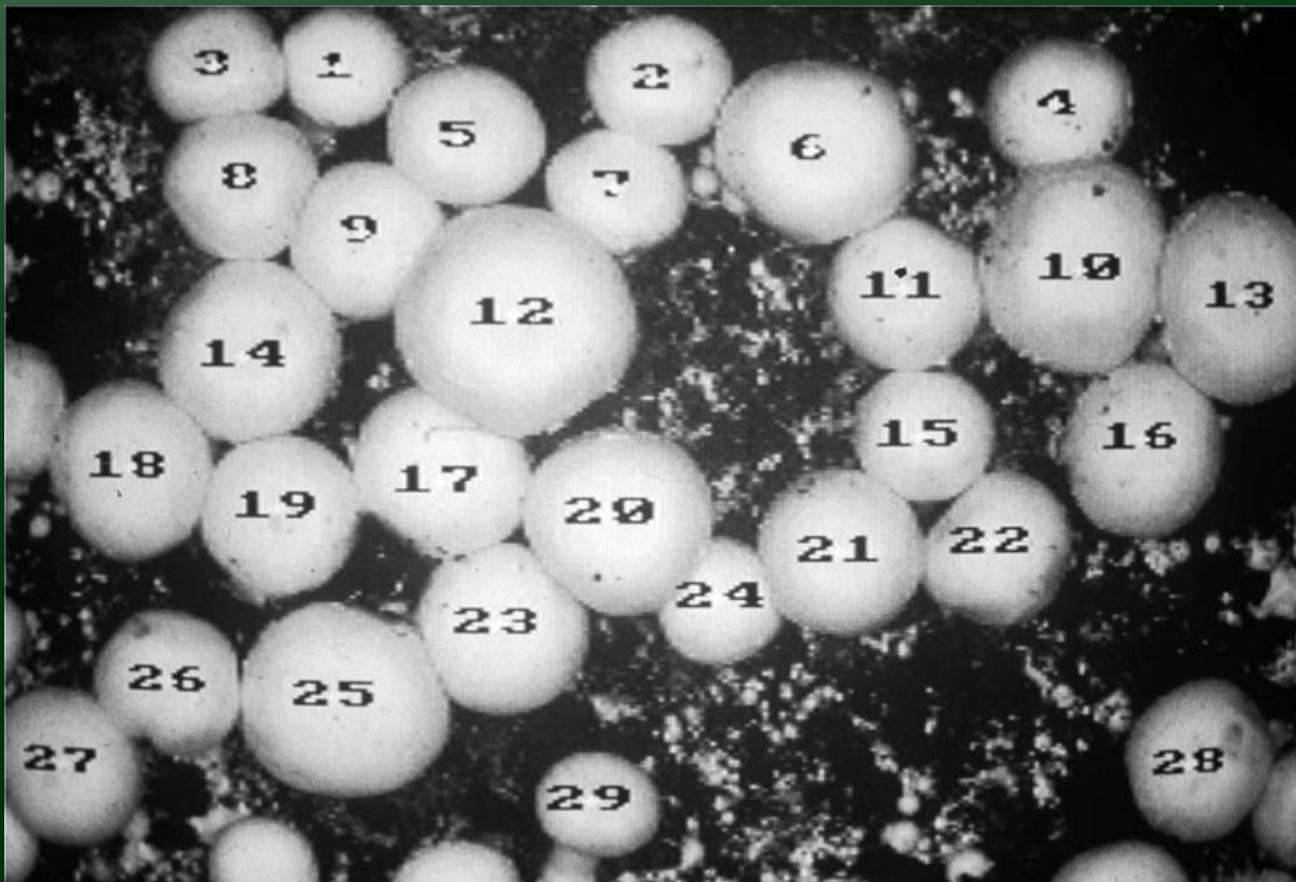
目次  
Contents

前のページ  
Previous page

次のページ  
Next page

戻る  
Back

# Agri-Robo Gallery



視覚部からの画像  
(Silsoe Technology 社, イギリス)  
Acquired image by machine vision  
(Silsoe Technology Limited, UK)

トップページ  
Top page

目次  
Contents

前のページ  
Previous page

次のページ  
Next page

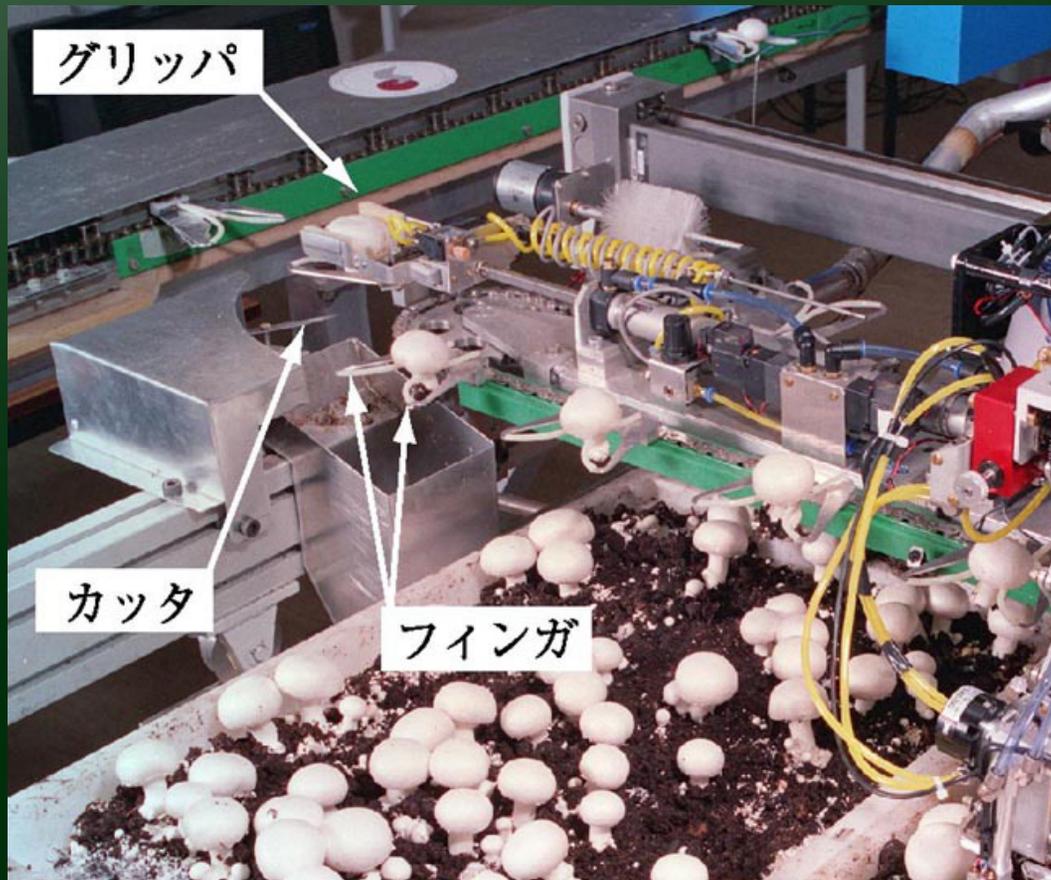
戻る  
Back

# Agri-Robo Gallery



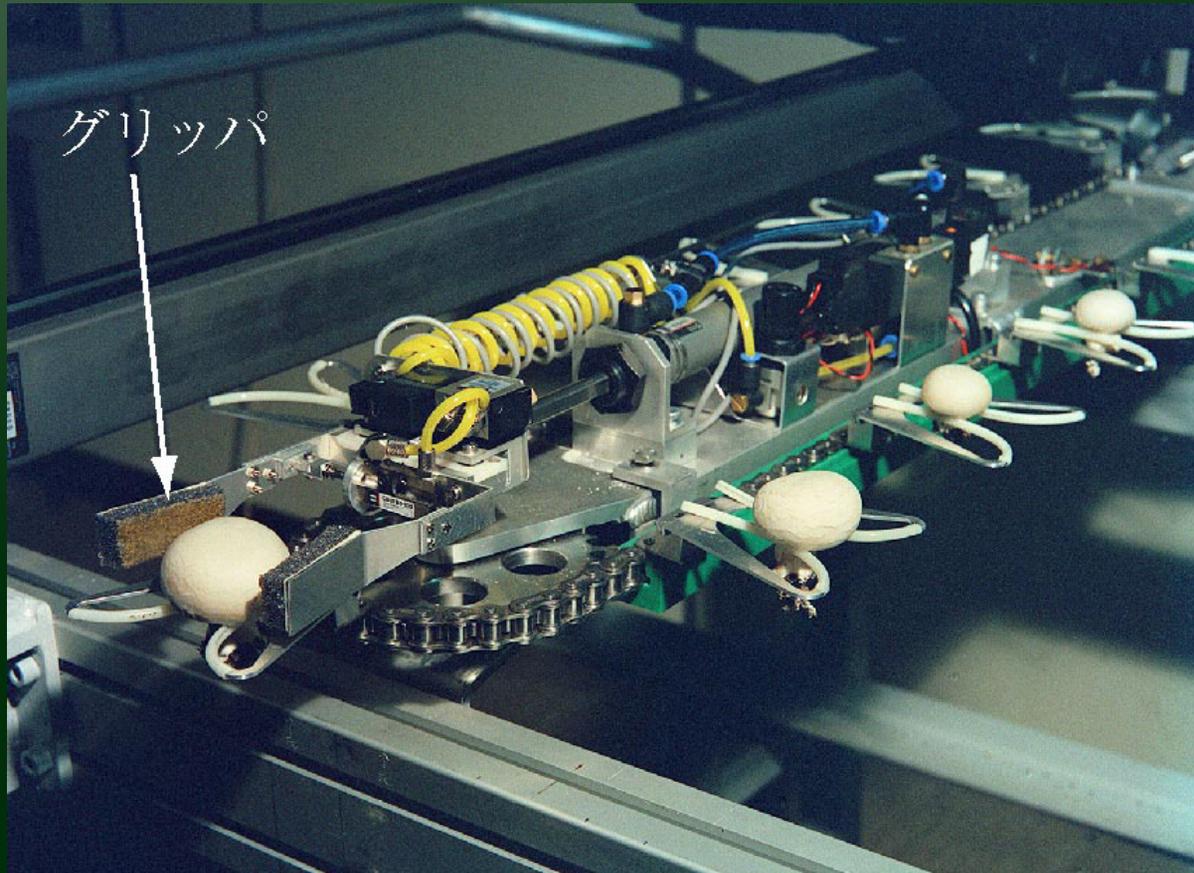
エンドエフェクタ  
(Silsoe Technology 社, イギリス)  
Harvesting end-effector  
(Silsoe Technology Limited, UK)

# Agri-Robo Gallery



搬送コンベア  
(Silsoe Technology 社, イギリス)  
Conveyor for harvested mushroom  
(Silsoe Technology Limited, UK)

# Agri-Robo Gallery



グリッパ  
(Silsoe Technology 社, イギリス)  
Grippers attached to conveyor  
(Silsoe Technology Limited, UK)

# ビークルオートメーションの事例

## Practice of vehicle automation

- 4.1 Drive-by-wire Drive-by-wire
- 4.2 運転支援システム Operation support systems for farm vehicles**
- 4.3 自動走行システム-1 (GDS) Automatic guidance system-1 (GDS)
- 4.4 自動走行システム-2 (GPS) Automatic guidance system-2 (GPS)
- 4.5 自動走行システム-3 (ビジョン) Automatic guidance system-3 (vision)
- 4.6 自動追従制御 Automatic following system
- 4.7 コンバイン群管理システム Management system for multiple combines operation
- 4.8 ロボットトラクタ Robot tractor
- 4.9 耕うんロボット Tillage robot**
- 4.10 田植えロボット Rice-transplanting robot
- 4.11 水田用除草ロボット Weeding robot for rice paddy field
- 4.12 ハウス内作業ロボット移動機構 Mobile mechanisms for greenhouse robots
- 4.13 ハウス内防除ロボット Chemical spraying robots in greenhouses
- 4.14 果樹園ロボット Robots in orchard fields
- 4.15 ビジョンベース自律牧草ハーベスタ Vision-base mowing robot for grass land

# ビークルオートメーションの事例

## Practice of vehicle automation

4.16 芝刈ロボット Lawn mowing robots

4.17 急傾斜地用施肥ロボット Fertilizing robot for steep slope field

4.18 モノレール Monorail systems

4.19 ガントリー Gantry systems

4.20 履帯形ロボット Crawler-type robot

4.21 脚形ロボット Legged robots

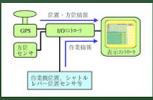
4.22 ロボットヘリコプタ Robot helicopters

**4.23 マスタスレーブシステム Master-slave system**

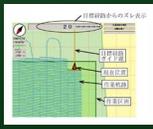
4.24 テレオペレーション Tele-operated robots

### 4.2 運転支援システム

## Operation support systems for farm vehicles



[図1 Fig.1]  
作業ナビゲータ (作業ナビ) の機器構成例  
System configuration of Operation Navigator



[図2 Fig.2]  
作業ナビのディスプレイ表示例  
Display of Operation Navigator



[図3 Fig.3]  
パラレルトラッキングシステム (PTS) の  
コントローラ  
Controller of Parallel Tracking System (PTS)

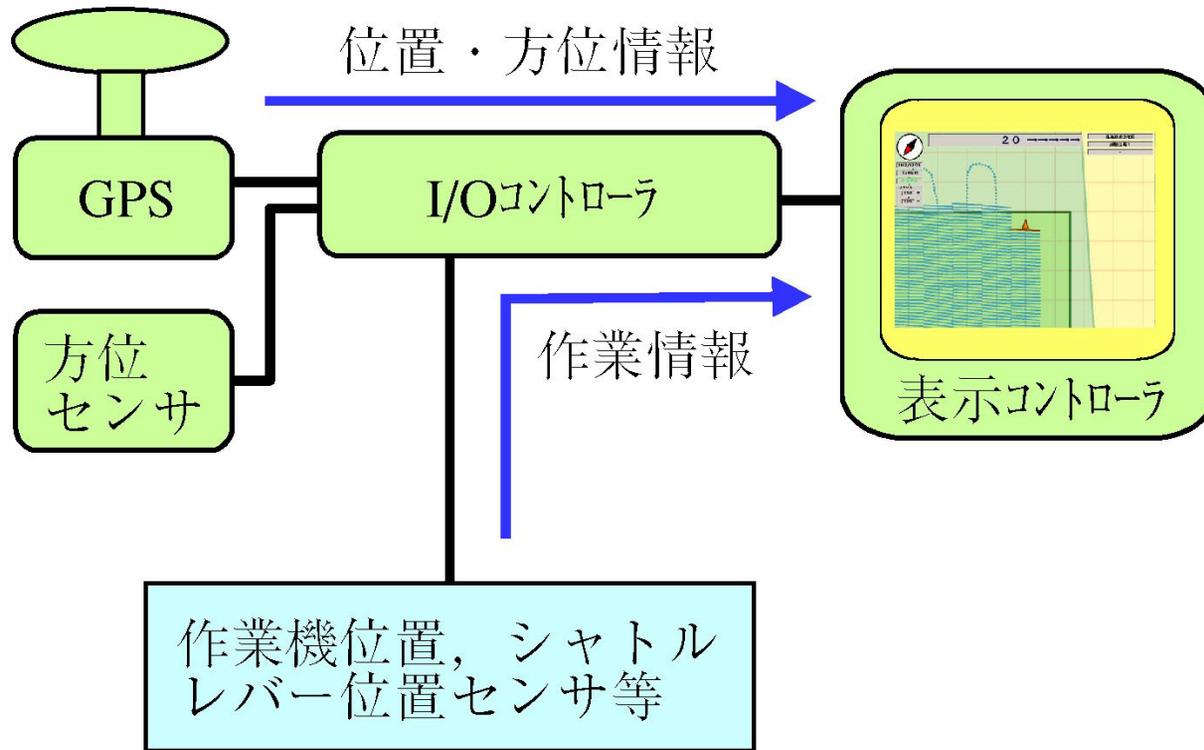


[図4 Fig.4]  
PTSの表示例  
Display of PTS



[Movie]  
作業ナビのディスプレイ表示例  
Display of Operation Navigator

# Agri-Robo Gallery



作業ナビゲータ (作業ナビ) の機器構成例  
(生研センター)

System configuration of Operation Navigator  
(BRAIN)

トップページ  
Top page

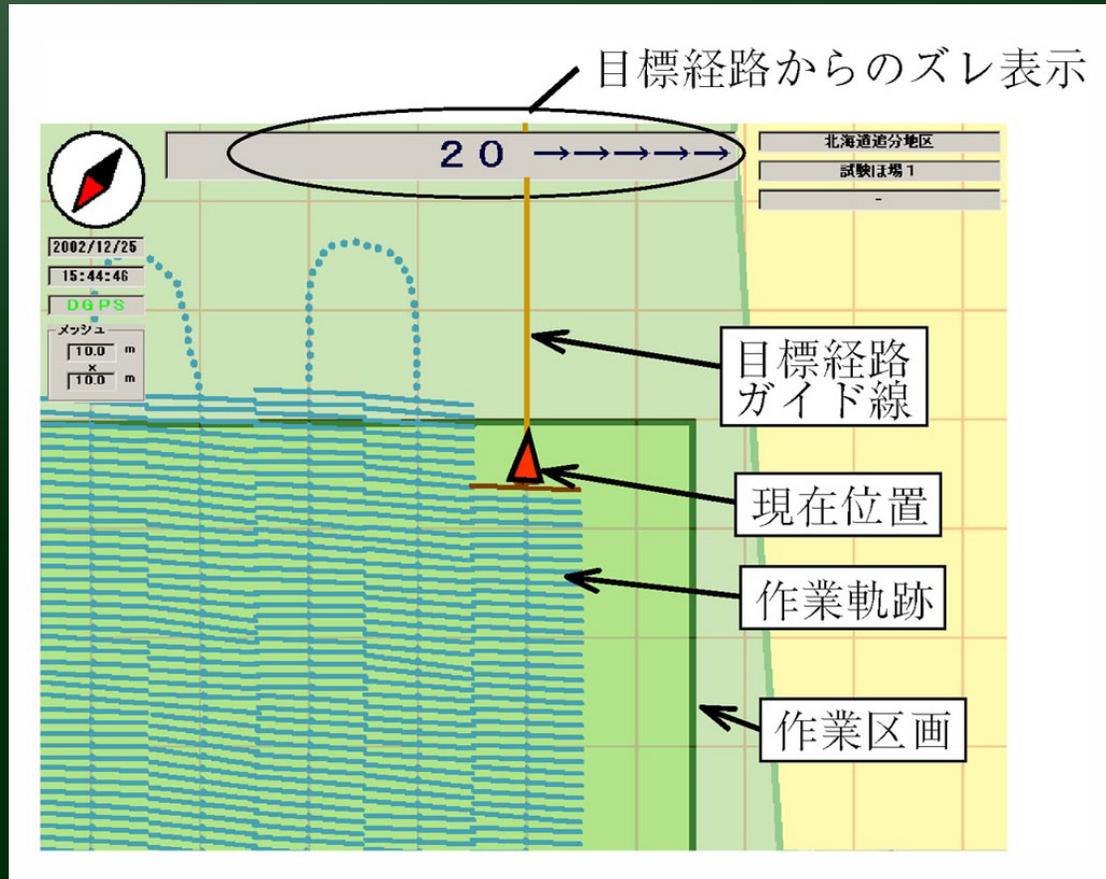
目次  
Contents

戻る  
Back

前のページ  
Previous page

次のページ  
Next page

# Agri-Robo Gallery



作業ナビのディスプレイ表示例  
(生研センター)

Display of Operation Navigator  
(BRAIN)

# Agri-Robo Gallery



パラレルトラッキングシステム(PTS)のコントローラ  
(Deere & Company 社, アメリカ)  
Controller of Parallel Tracking System (PTS)  
(Deere & Company, USA)

トップページ  
Top page

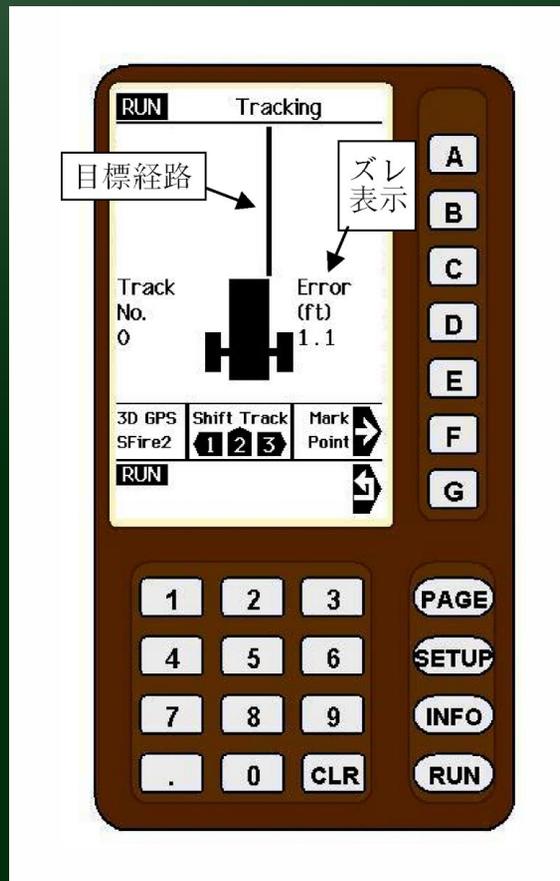
目次  
Contents

前のページ  
Previous page

次のページ  
Next page

戻る  
Back

# Agri-Robo Gallery



PTSの表示例  
(Deere & Company 社, アメリカ)  
Display of PTS  
(Deere & Company, USA)

# Agri-Robo Theater

作業ナビのディスプレイ表示例  
(生研センター)  
Display of Operation Navigator  
(BRAIN)

トップページ  
Top page

目次  
Contents

前のページ  
Previous page

次のページ  
Next page

戻る  
Back

### 4.9 耕うんロボット

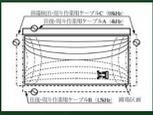
#### Tillage robot



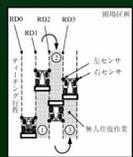
[図1 Fig.1]  
**ROBOTRA**  
ROBOTRA



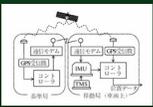
[図2 Fig.2]  
**ROBOTRAの計測・制御**  
Measurement and control system of ROBOTRA



[図3 Fig.3]  
**LNAVにおける電線敷設と生成磁界**  
Cable installation and generated magnetic fields for LNAV system



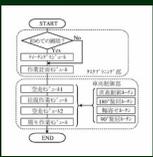
[図4 Fig.4]  
**LNAVの無人作業方法**  
Unmanned operation method of LNAV system



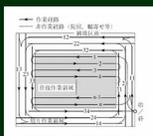
[図5 Fig.5]  
**SNAVの機器構成**  
Device configuration of SNAV system



[図6 Fig.6]  
**XNAVのAP-L1と位置計測システム**  
AP-L1 of XNAV system and measurement system of vehicle position



[図7 Fig.7]  
**作業ソフトのメインフロー**  
Main flowchart for unmanned operation



[図8 Fig.8]  
**無人作業の設定経路例**  
Path planning for unmanned operation



[図9 Fig.9]  
**ロボット作業(ロータリ耕うん)**  
Robot operation (rotary tillage)



[図10 Fig.10]  
**ロボット作業(代かき)**  
Robot operation (soil paddling)

### 4.9 耕うんロボット

#### Tillage robot



[図11 Fig.11]

ロボット作業(ムギの播種作業)  
Robot operation (wheat seeding)



[Movie]

耕うんロボットによる無人作業  
Unmanned operation with tillage robot

# Agri-Robo Gallery



## ROBOTRA

(生研センター, (株)クボタ, 日本航空電子工業(株), 北海道大学)

ROBOTRA (BRAIN, Kubota Co., Ltd.,  
Japan Aviation Electronics Industry, Ltd., Hokkaido Univ.)

トップページ  
Top page

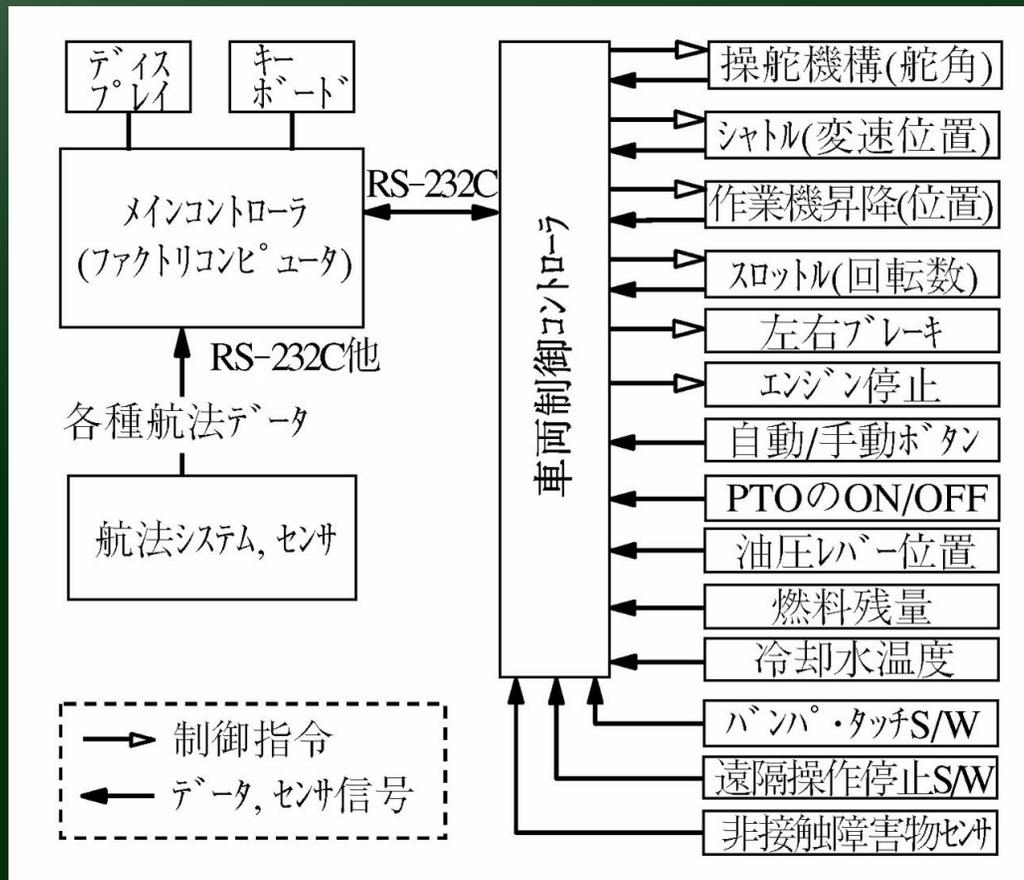
目次  
Contents

前のページ  
Previous page

次のページ  
Next page

戻る  
Back

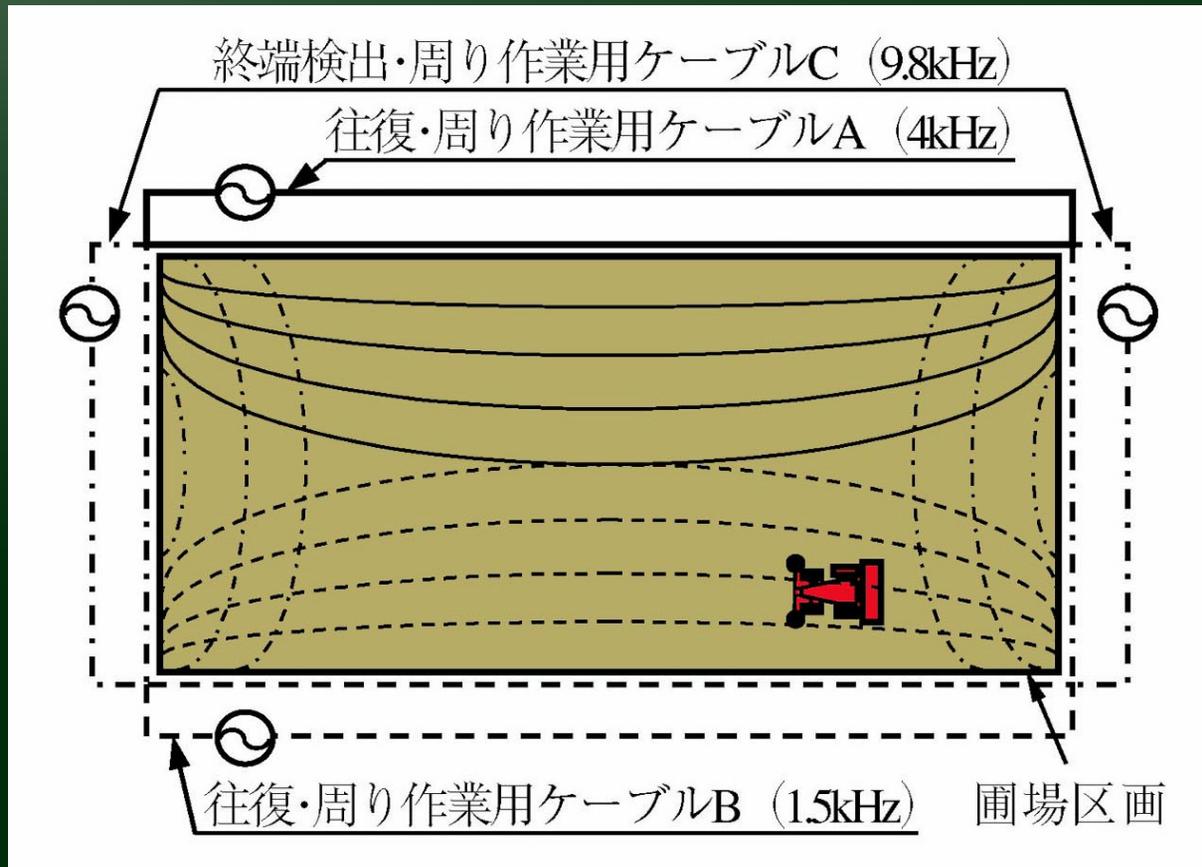
# Agri-Robo Gallery



## ROBOTRAの計測・制御 (生研センター他)

## Measurement and control system of ROBOTRA (BRAIN, et al.)

# Agri-Robo Gallery



LNAVにおける電線敷設と生成磁界  
(生研センター他)

Cable installation and generated magnetic fields  
for LNAV system (BRAIN, et al.)

トップページ  
Top page

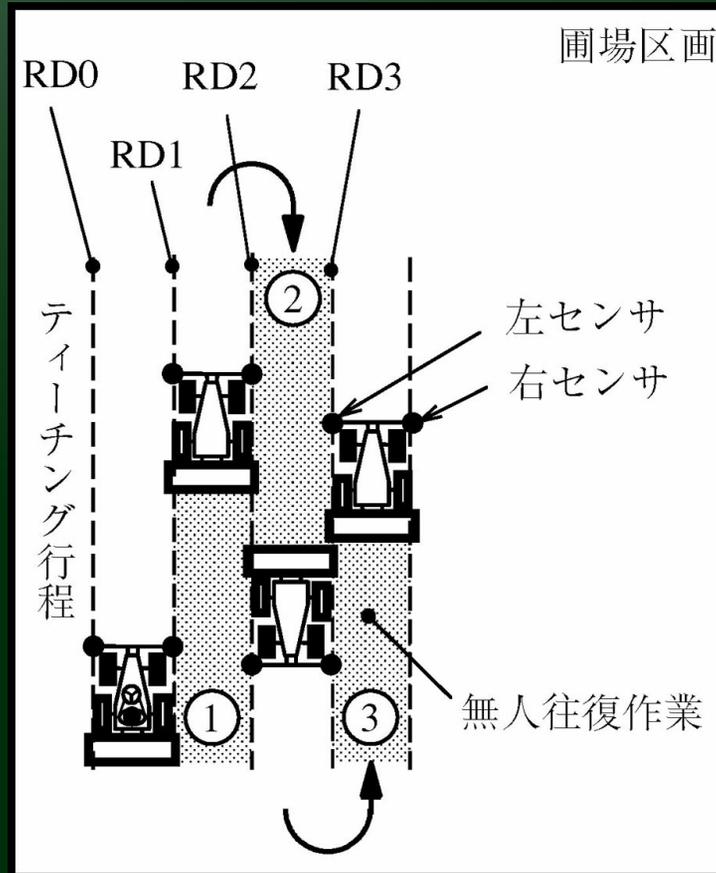
目次  
Contents

前のページ  
Previous page

次のページ  
Next page

戻る  
Back

# Agri-Robo Gallery



LNAVの無人作業方法  
(生研センター他)

Unmanned operation method of LNAV system  
(BRAIN, et al.)

トップページ  
Top page

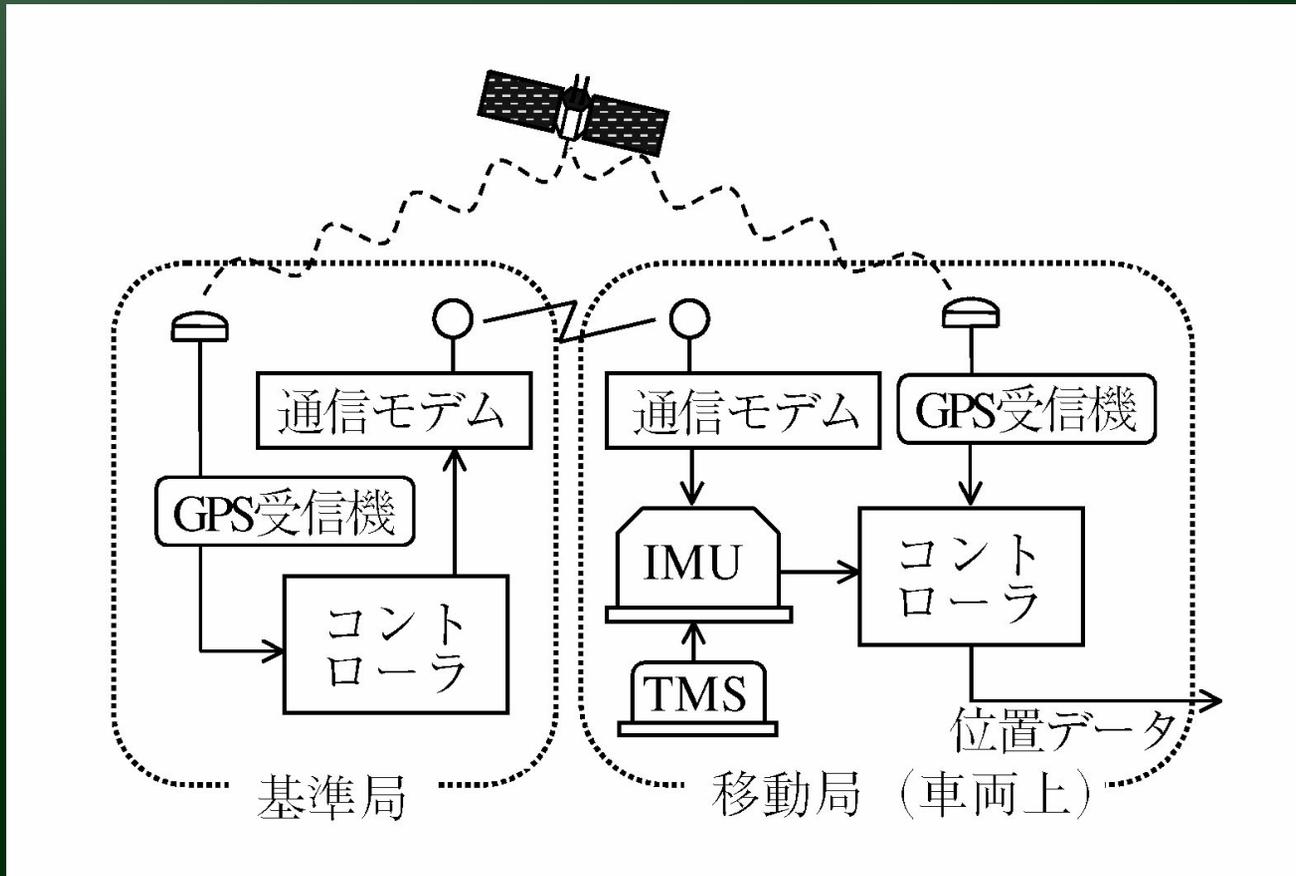
目次  
Contents

戻る  
Back

前のページ  
Previous page

次のページ  
Next page

# Agri-Robo Gallery



SNAVの機器構成  
(生研センター他)

Device configuration of SNAV system  
(BRAIN, et al.)

トップページ  
Top page

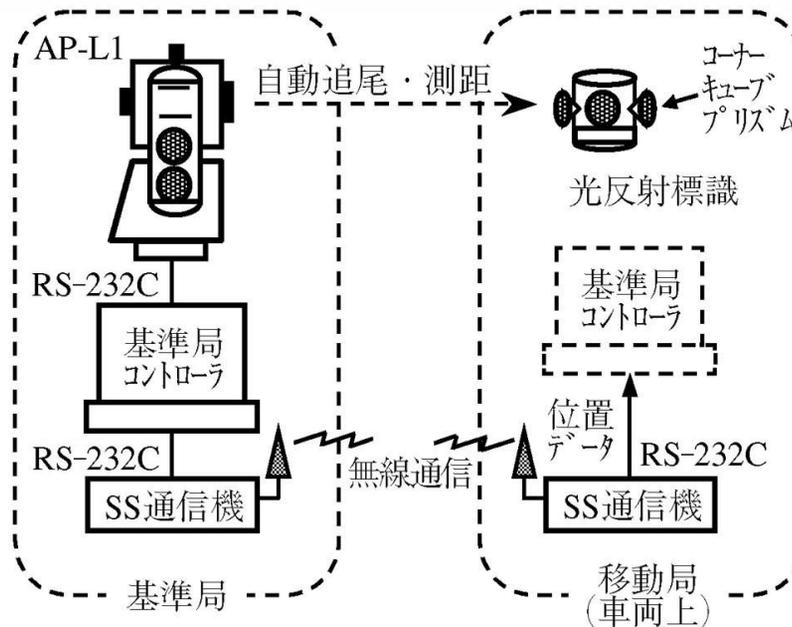
目次  
Contents

戻る  
Back

前のページ  
Previous page

次のページ  
Next page

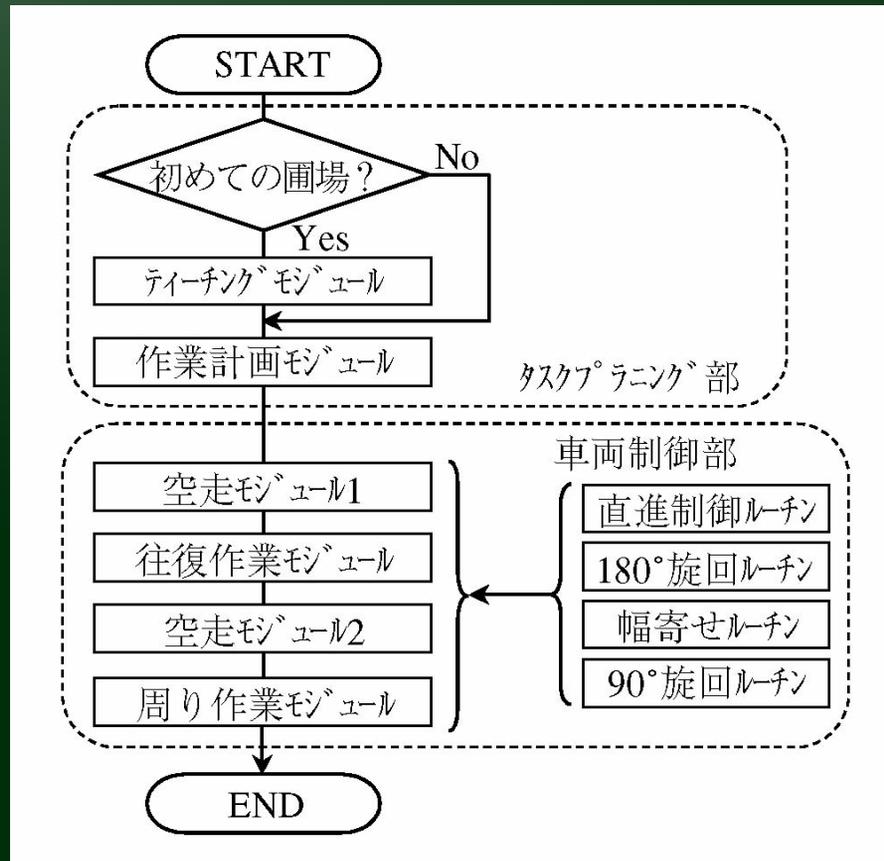
# Agri-Robo Gallery



## XNAVのAP-L1と位置計測システム (生研センター他)

AP-L1 of XNAV system and measurement system  
of vehicle position (BRAIN, et al.)

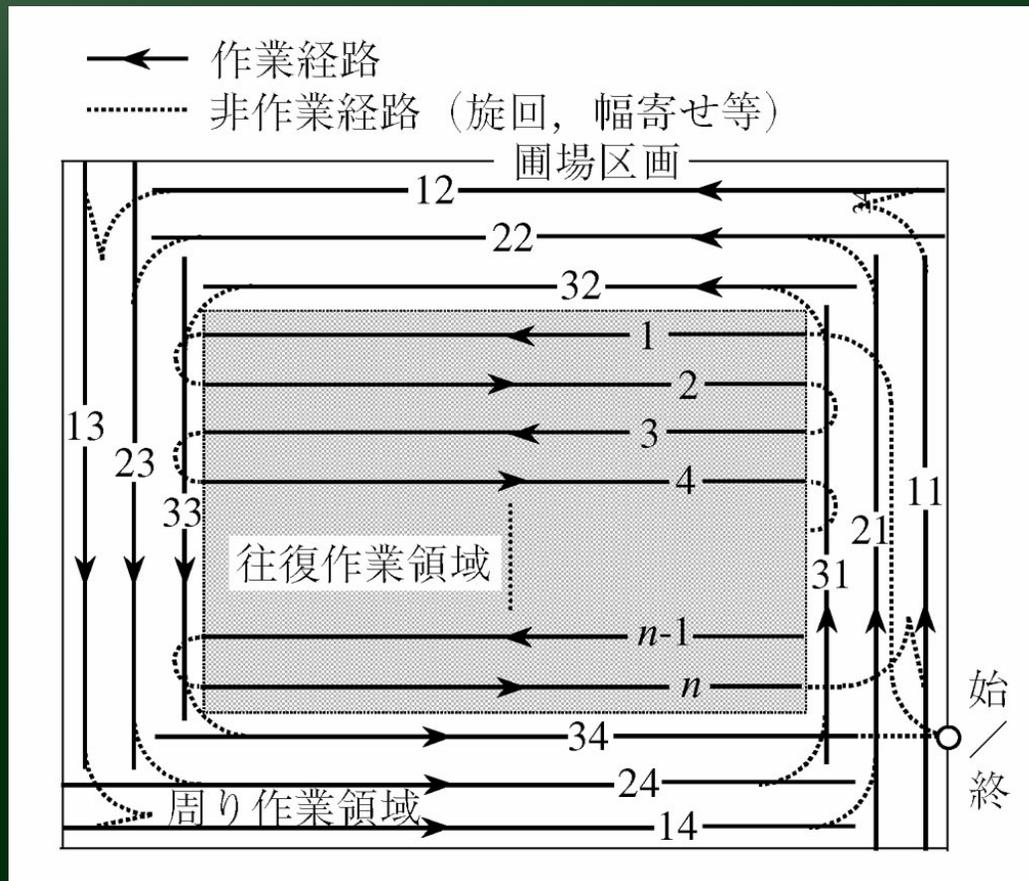
# Agri-Robo Gallery



作業ソフトのメインフロー  
(生研センター他)

Main flowchart for unmanned operation  
(BRAIN, et al.)

# Agri-Robo Gallery



無人作業の設定経路例  
(生研センター他)

Path planning for unmanned operation  
(BRAIN, et al.)

# Agri-Robo Gallery



ロボット作業(ロータリ耕うん)  
(生研センター他)  
Robot operation (rotary tillage)  
(BRAIN, et al.)

トップページ  
Top page

目次  
Contents

前のページ  
Previous page

次のページ  
Next page

戻る  
Back

# Agri-Robo Gallery



ロボット作業(代かき)  
(生研センター他)  
Robot operation (soil paddling)  
(BRAIN, et al.)

トップページ  
Top page

目次  
Contents

前のページ  
Previous page

次のページ  
Next page

戻る  
Back

# Agri-Robo Gallery



ロボット作業(ムギの播種作業)  
(生研センター他)  
Robot operation (wheat seeding )  
(BRAIN, et al.)

トップページ  
Top page

目次  
Contents

前のページ  
Previous page

次のページ  
Next page

戻る  
Back

# Agri-Robo Theater

耕うんロボットによる無人作業  
(生研センター他)  
Unmanned operation with tillage robot  
(BRAIN, et al.)

トップページ  
Top page

目次  
Contents

前のページ  
Previous page

次のページ  
Next page

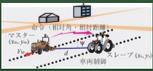
戻る  
Back

### 4.23 マスタスレーブシステム

#### Master-slave system

[図1 Fig.1]

追従走行のイメージ  
Vehicle following control



[図2 Fig.2]

ロボットトラクタの構成  
Constructions of "master-slave system"



[図3 Fig.3]

アクセスポイントを用いた通信例  
Communication through access points



[図4 Fig.4]

データフォーマットの一覧  
List of data formats

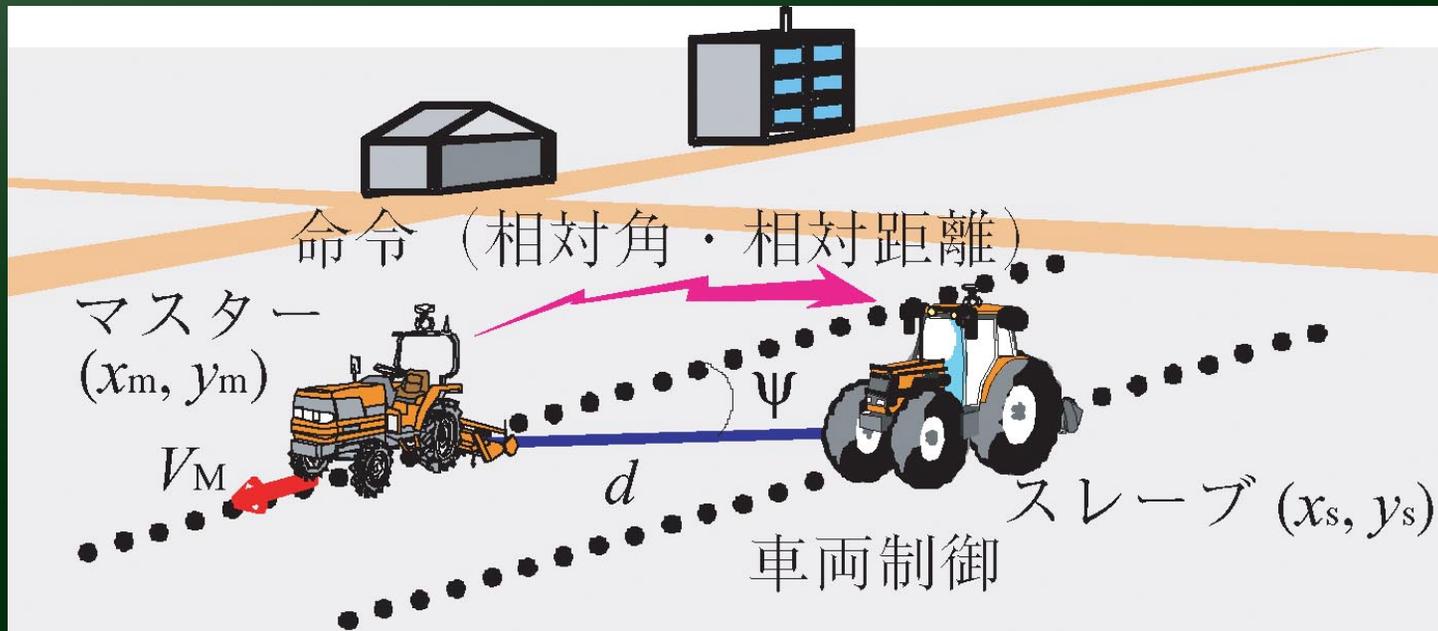


[Movie]

マスタスレーブシステム  
Master-slave system



# Agri-Robo Gallery



追従走行のイメージ  
(北海道大学)

Vehicle following control  
(Hokkaido Univ.)

# Agri-Robo Gallery



ロボットトラクタの構成  
(北海道大学)

Constructions of "master-slave system"  
(Hokkaido Univ.)

トップページ  
Top page

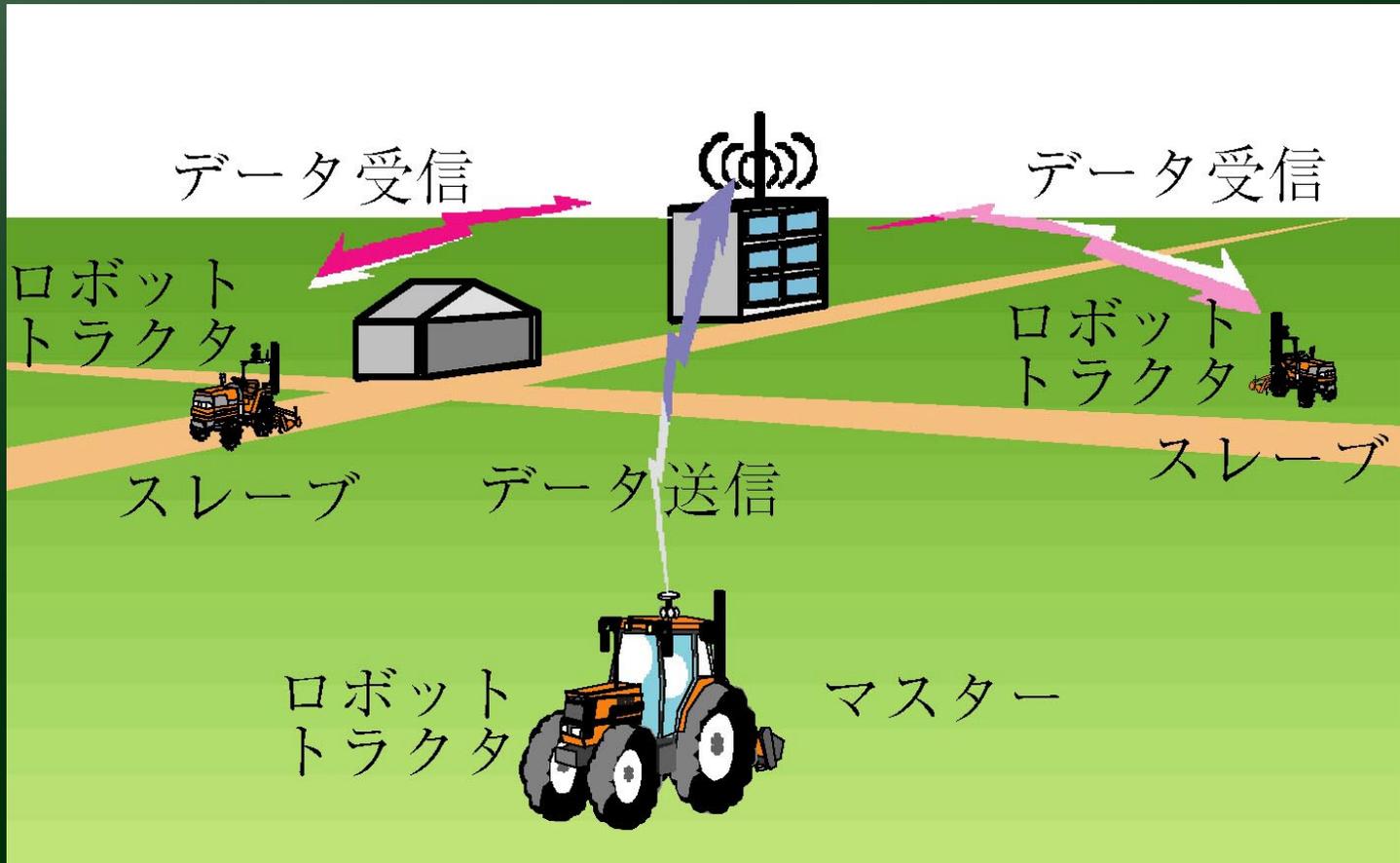
目次  
Contents

前のページ  
Previous page

次のページ  
Next page

戻る  
Back

# Agri-Robo Gallery



アクセスポイントを用いた通信例  
(北海道大学)

Communication through access points  
(Hokkaido Univ.)

トップページ  
Top page

目次  
Contents

前のページ  
Previous page

次のページ  
Next page

戻る  
Back

# Agri-Robo Gallery

command						
	Goto CG	Time	Latitude	Longitude	Heading	Master→ Slave
		ex)CG17:11:12,	43.734259,	138.0456319,	134.521	
	Follow CF	Time	Distance	OffsetAngle		Master→ Slave
		ex)CG17:11:22,	10.452128,	60.0000		
	Stop CS	Time				Master→ Slave
		ex)CG17:11:12				
Request						
	R R	Time				Master→ Slave
		ex)R17:12:31,				
Status	S	Time	Latitude	Longitude	Velocity	Heading
		ex)S15:31:16,	43.536559,	138.0456319,	1.35204,	134.521
	Goto SG	Time	Latitude	Longitude	Heading	Slave→ Master
		ex)SG17:11:12,	43.734259,	138.0456319,	134.521	
	Follow SF	Time	Distance	OffsetAngle		Slave→ Master
		ex)SG18:12:52,	10.965427,	60.0000		
	Stop SS	Time				Slave→ Master
		ex)SG16:13:16				

## データフォーマットの一覧 (北海道大学) List of data formats (Hokkaido Univ.)

トップページ  
Top page

目次  
Contents

前のページ  
Previous page

次のページ  
Next page

戻る  
Back

# Agri-Robo Theater

マスタースレーブシステム  
(北海道大学)  
Master-slave system  
(Hokkaido Univ.)

トップページ  
Top page

目次  
Contents

前のページ  
Previous page

次のページ  
Next page

戻る  
Back

動画

画像

Movies

Pictures

## 【あ】

アスパラガス結束装置

イチゴ収穫ロボット(内成栽培用)

フック式エンドエフェクタ

イチゴ収穫ロボット(高設栽培用)

吸引式エンドエフェクタ

**フック式エンドエフェクタ**

枝打ち機

オレンジ収穫ロボット

## 【か】

外界センシングシステム

加工食品搬送用コンベア

加工食品用エンドエフェクタ

株間除草ロボット

紙袋結束装置

カンショ移植機

キク挿し木ロボット

視覚システム

プロトタイプ

ロボットシステム

キャベツ収穫ロボット

キャベツ選択収穫機・RAC

キュウリ収穫ロボット

電熱カッタ式エンドエフェクタ

マシンビジョン

キュウリ摘葉ロボット

切り花箱詰めロボット

草刈ロボット

**耕うんロボット**

コーンハーベスタ

コンバイン

自脱形

脱穀・選別部

普通形

コンバイン群管理システム

## 【さ】

作業アシスト装置

**作業ナビゲータ**

搾乳ロボット

作物列検出

**サクランボ用シェーカ**

三点リンクヒッチ

ジェラニウム挿し木ロボットシステム

自動追従運搬車

# 索引 Index

用語をクリックすると画像や動画にジャンプします。  
Click an item to see its picture or movie.

動画

画像

Movies

Pictures

自動追従システム

芝刈ロボット

**車両制御**

収穫・計量・包装装置

自律牧草ハーベスタ

白ネギ移植機

真空播種機

スイカ収穫ロボット

スピードスプレーヤ

スペーシングロボット

静電噴霧機

施肥機

セルトレイ挿し木装置

選果ロボット

アニメーション

**ロボットシステム**

【た】

ダイコン収穫機

田植機

植付け機構

自動直進田植機

同時施肥

ロータリ式植付け装置

田植えロボット

タマネギ移植機

中耕除草機

接ぎ木ロボット

全自動形

半自動形

定植装置

テレオペレーション

車両

モニタ

土中画像

土中光センサ

トマト収穫ロボット

**多指形エンドエフェクタ**

トマト箱詰めロボット

【な】

苗移植ロボット

長ネギ調製機

長ネギ前処理装置

ナス収穫ロボット

ナス選果施設

# 索引 Index

用語をクリックすると画像や動画にジャンプします。

Click an item to see its picture or movie.

動画

画像

Movies

Pictures

## 【は】

パイプ誘導式果樹園防除機作業

バインダ

結束機構

ハウス内バッテリーカー

箱詰めロボット

播種機

コーティング種子用

裸種子用

播種プラント

鉢あげロボット

パレタイジングロボット

フォレンジハーベスタ

ブドウ収穫ロボット

ブドウ摘粒・整房エンドエフェクタ

ブドウ袋掛けロボット

補植システム

## 【ま】

**マスタスレーブシステム**

マッシュルーム収穫ロボット

ミカン収穫ロボット

ミカン選果施設

ミカン選別用画像処理システム

ミニトマト収穫ロボット

三次元視覚センサ装着

ハンドアイ形

メロン選果機

モノレール

## 【や】

野菜移植機

全自動形

ホッパ式植付け装置

誘導ケーブル式果樹無人防除機

羊毛刈りロボット

## 【ら】

履帯形ロボット

履帯トラクタ

レタス移植機

レタス収穫ロボット

レタス包装装置

ロータリ耕

ロールベアラとベールラッパ

# 索引 Index

用語をクリックすると画像や動画にジャンプします。  
Click an item to see its picture or movie.

動画

画像

Movies

Pictures

ロボットトラクタ

中耕

防除

ロボットヘリコプタ

トップページ  
Top page

前のページ  
Previous page

# 索引 Index

用語をクリックすると画像や動画にジャンプします。

Click an item to see its picture or movie.

動画

画像

Movies

Pictures

## 【あ】

脚形ロボット

4脚壁面移動

家庭用

林業用

アスパラガス結束装置

## 【い】

イチゴガントリ

機構

イチゴ収穫ロボット(内成り栽培用)

吸引式エンドエフェクタ

フック式エンドエフェクタ

イチゴ収穫ロボット(高設栽培)

回転式エンドエフェクタ

直角座標形アーム

フック式エンドエフェクタ

イチゴ収穫ロボット(外成り栽培用)

移動形選果ロボット

イモ類収穫機

## 【う】

畝間自律走行運搬車

## 構成

## 【え】

枝打ち機

直登機構

煙霧機

## 【お】

オレンジ収穫ロボット

エンドエフェクタ

## 【か】

カーネーション苗生産システム

回行式軌条

加工食品ハンドリング

エンドエフェクタ

空気噴射式コンベア

ケーキ

サクランボ

積載物

ビスケット

株間除草

可変施肥機

# 索引 Index

用語をクリックすると画像や動画にジャンプします。  
Click an item to see its picture or movie.

動画

画像

Movies

Pictures

田植機装着基肥用  
紙袋結束装置  
折り込み工程  
結束工程  
カラーTVカメラ(ヘッド分離形)  
刈払機  
カルチベータ  
カンキツ検査用ライン  
カンショ移植機  
慣性計測装置・地磁気方位センサ  
ガントリ  
機 構  
圃 場  
管理作業用電動台車

## 【き】

キク挿し木ロボット  
Y字形カッタ  
植え付け装置  
視覚システム  
整形装置  
プロトタイプ  
ロボットシステム

キャベツ収穫ロボット  
エンドエフェクタ  
キャベツ調製機  
構 造  
急傾斜地用施肥ロボット  
構 成  
キュウリ収穫ロボット  
エンドエフェクタ  
エンドエフェクタ(機構)  
傾斜棚栽培  
電熱カッタ式エンドエフェクタ  
キュウリ摘葉ロボット  
供給・選果ロボット  
切り花コンテナハンドリングロボット  
切り花ハンドリングロボット

## 【く】

草刈ロボット  
システム構成  
クローラタイプロボットベースマシン

# 索引 Index

用語をクリックすると画像や動画にジャンプします。

Click an item to see its picture or movie.

動画

画像

Movies

Pictures

## 【こ】

耕うんロボット

代かき

ムギの播種

航法装置

コンテナ運搬用アシストアーム

コンバイン

脱穀・選別部

汎用形

## 【さ】

作業アシスト用アーム

操作部

作業ナビゲータ

搾乳ユニット自動搬送装置

搾乳ロボット

つなぎ飼い用

サクランボ用シェーカ

三次元視覚センサ

2波長式

レーザー距離センサ式

三点リンクヒッチ

## 【し】

椎茸選別装置

ジェラニウム挿し木ロボット

エンドエフェクタ

支線式軌条

自動計量装置

自動追従

自動追従バー

自動追尾形測量装置

自動野菜工場

栽培様式

設備

シャトルスプレーカ

樹上走行モノレール

収穫

防除

自律走行試験用車両

自律走行システム

自律走行トラクタ

自律牧草ハーベスタ

真空播種機

テンプレート形

# 索引 Index

用語をクリックすると画像や動画にジャンプします。  
Click an item to see its picture or movie.

動画

画像

Movies

Pictures

## 【す】

スイカ収穫ロボット

アーム

エンドエフェクタ

吸着式エンドエフェクタ

テレオペレーション形

スイカ積載装置

水田除草ロボット

構成

水田用除草機

水稻湛水条播機

ステレオビジョン(作物列認識)

スピードスプレーヤ

スペーシングロボット

スラリスプレッタ

## 【せ】

整列播種装置

整列ローラ

施肥田植機

施肥播種機

セルトレイ挿し木装置

選果ロボットシステム

先行/追走コンバイン

先行/追走車両

全油圧操舵機構

## 【そ】

操向HST

## 【た】

ダイコン収穫用エンドエフェクタ

田植機

自動直進形

車両方位角制御

ロータリ式植付け爪(機構)

ロータリ式植付け爪(軌跡)

田植えロボット

制御ブロック図

多目的モノレール

ダンパ

## 【ち】

中耕除草機

果樹用

水田用

# 索引 Index

用語をクリックすると画像や動画にジャンプします。  
Click an item to see its picture or movie.

動画

画像

Movies

Pictures

## 【つ】

追従形子機車両  
追走コンバイン  
通路移動用台車  
接ぎ木ロボット  
    全自動形  
    半自動形

## 【て】

ティートカップ  
定植装置  
デパレタイザ  
テラヘルツ波イメージングシステム  
テレオペレーション(ヘリコプタ)  
電磁誘導方式

## 【と】

動力運搬車  
    クローラ式  
    小形特殊自動車  
土壌消毒機  
土中光センサ  
    構造

## トマト収穫機

トマト収穫ロボット  
    エンドエフェクタ  
    作業手順  
    多指形エンドエフェクタ  
    フィンガ

トラクタ

トレーラ

## 【な】

苗移植ロボット  
苗認識ロボット  
長ネギ調製・選別システム  
長ネギ前処理工程  
ナス収穫ロボット  
    エンドエフェクタ  
ナス選別用ライン

## 【ね】

ネギ収穫機

# 索引 Index

用語をクリックすると画像や動画にジャンプします。  
Click an item to see its picture or movie.

動画

画像

Movies

Pictures

## 【は】

パイプ誘導式果樹園防除機  
構成

バインダ  
結束方法

ハウス内運搬車両  
構成

ハウス内バッテリーカー  
運搬  
防除

ハクサイ収穫機  
構造

箱詰めロボット  
キュウリ  
トマト

播種機(裸種子用)

鉢あげロボット

反転機構(選別機械)  
反転耕・ロータリ耕

## 【ひ】

ピーマン整列装置

## 【ふ】

フォレンジハーベスタ  
伴走運搬車

敷設電線  
ブドウ管理・収穫ロボット  
アーム

ブドウ収穫エンドエフェクタ  
構造  
フィンガ・カッタ

ブドウ摘粒・整房エンドエフェクタ  
ブドウ袋掛けロボット  
エンドエフェクタ  
作業手順

ブロードキャスト  
噴霧機

## 【へ】

ヘリコプタ  
自律飛行  
ラジコン  
ロボットヘリコプタ

# 索引 Index

用語をクリックすると画像や動画にジャンプします。

Click an item to see its picture or movie.

動画

画像

Movies

Pictures

## 【ほ】

防除ロボット

自動野菜工場

スポット防除

補植システム

マシンビジョン・エンドエフェクタ

捕虫機

ポットサーバー・ソイルサーバ

## 【ま】

マスタースレーブ

追従走行

ロボットトラクタ

マッシュルーム収穫ロボット

エンドエフェクタ

搬送コンベア

搬送用グリッパ

マニユアスプレッダ

## 【み】

ミカン収穫ロボット

エンドエフェクタ

ミカン選別用画像処理システム

ミニトマト収穫ロボット

ハンドアイ形

## 【む】

無人防除機

## 【も】

モアコンディショナ

木材画像検査システム

モノレール

## 【や】

野菜移植機

植付け装置

全自動形

苗取り出し爪

## 【ゆ】

油圧式アーム

誘導ケーブル式果樹無人防除機

誘導ケーブル

# 索引 Index

用語をクリックすると画像や動画にジャンプします。  
Click an item to see its picture or movie.

動画

画像

Movies

Pictures

## 【よ】

羊毛刈りロボット  
2本アーム形  
バリカン  
羊固定装置

ロボットスプレーカ  
ロボットトラクタ  
航法センサ  
防除  
レーザスキャナ搭載

## 【ら】

ライムソーワ

## 【り】

リンゴ収穫ロボット

## 【れ】

レーザ距離計  
昇降装置搭載  
ブドウ管理収穫ロボット搭載  
レタス収穫ロボット

## 【ろ】

ロータリカルチベータ  
ロータリシーダ  
ロータリバケット  
ロールベアラ

動画

画像

Movies

Pictures

## 【A】

Asparagus binding machine  
Assisting device for agricultural operations  
Automatic following system  
Automatic following transport vehicle  
Autonomous hay harvester

## 【B】

Battery-car in greenhouse  
Binder  
    binding mechanism

## 【C】

Cabbage harvester and RAC  
Cabbage harvesting robot  
**Cherry shaker**  
Cherry tomato harvesting robot  
    with 3D vision sensor  
    with 3D vision sensor on its end-effector  
Chrysanthemum cutting sticking robot  
    machine vision system  
    prototype  
    robot system

Combine harvester  
    grain threshing and cleaning section  
    head feeding type  
    multi-purpose type

Complementary transplanting system

Conveyors by use of air flow

Corn harvester

Crawler tractor

Crawler type robot

Crop row detection

Crop space weeding by robot

Cucumber defoliating robot

Cucumber harvesting robot

    end-effector with electric heat cutter  
    machine vision

Cultivator for orchard

Cut flower handling robot

Cutting sticking machine

## 【D】

Daikon radish harvester

# 索引 Index

用語をクリックすると画像や動画にジャンプします。  
Click an item to see its picture or movie.

動画

画像

Movies

Pictures

## 【E】

Eggplant grading facility  
Eggplant harvesting robot  
End-effector for processed foods  
External sensing system

## 【F】

Fertilizer distributors  
Filling and binding machine for grain  
Forage harvester  
Fruit grading robot  
    animation  
    **robot system**

## 【G】

Geranium cutting sticking robot  
Grafting robot  
    full-automatic type  
    semi-automatic type  
Grape bagging robot  
Grape berry thinning end-effector  
Grape harvesting robot

## 【H】

Harvesting, weighing, and packing system

## 【I】

Image acquisition system for orange grading

## 【L】

Lawn mowing robot  
Leek preprocessing system  
Leek transplanter  
Leek trimming machine  
Lettuce harvesting robot  
Lettuce packing machine  
Lettuce transplanter

## 【M】

Management system for multiple combines  
Mandarin orange harvesting robot  
**Master-slave system**  
Melon grading machine  
Milking robot  
Monorail  
Mowing robot

動画

画像

Movies

Pictures

Mushroom harvesting robot

【O】

Onion transplanter

**Operation navigator**

Orange fruit grading facility

Orange harvesting robot

【P】

Packing robot

Palettizing robot

Potato transplanter

Potting robot

Precision seeding plant

Pruning machine

【R】

Rice transplanter

auto-steering rice transplanter

planting fingers

rotary type planting fingers

with fertilizer applicator

Rice transplanting robot

Robot helicopter

Robot tractor

for chemical spraying

for intertillage operation

Roll baler and bale wrapper

Rotary tillage

【S】

Seeding machine

for coated seeds

for naked seeds

Seedling transplanting robot

Soil sensor

image under the ground

Spacing robot

Speed sprayer

Sprayer using static electricity

Strawberry harvesting robot for ridge top

end-effector with hook

Strawberry harvesting robot for table top culture

**end-effector with hook**

end-effector with sucking mechanism

# 索引 Index

用語をクリックすると画像や動画にジャンプします。  
Click an item to see its picture or movie.

動画

画像

Movies

Pictures

## 【T】

Tele-operation  
monitor  
vehicle

Three-point linkage hitch system

**Tillage robot**

Tomato fruit packing robot

Tomato harvesting robot

**multi-fingered end-effector**

Transplanting machine

## 【U】

Unmanned sprayer  
based on wired navigation  
using pipe following navigation

## 【V】

Vacuum seeding machine

Vegetable transplanter

full-automatic type

transplanting device with hopper

**Vehicle control by machine vision**

## 【W】

Watermelon harvesting robot

Wool sharing robot

動画

画像

Movies

Pictures

## 【A】

Aligning seeder for large and elliptical seeds  
Apple harvesting robot  
Asparagus binding machine  
Assisting arm for container handling  
Assisting arm for heavy material handling  
control unit  
Automatic following  
drawbar  
Automatic guidance system  
Automatic in-ridge traveling vehicle  
constitution  
Automatic plant factory  
facilities  
plant training system  
Automatic system for carrying milking units  
Autonomous hay harvester  
Autonomous tractor with machine vision

## 【B】

Battery-car in greenhouse  
for carrier  
for chemical spraying

Binder  
binding procedure  
Branch rails  
Broadcaster  
Buried wire on field  
Bush cutter

## 【C】

Cabbage harvesting robot  
end-effector  
Cabbage trimming machine  
structure  
Cable installation  
Carnation seedling production procedure  
Carrier for lateral movement  
**Cherry shaker**  
Cherry tomato harvesting robot  
with 3D vision sensor  
Chrysanthemum cutting sticking robot  
lower leaves cutting device  
machine vision system  
planting device

動画

画像

Movies

Pictures

prototype  
robot system  
Y-shaped cutter  
Citrus grading line  
Combine harvester  
  grain threshing and cleaning section  
  multi-purpose combine harvester  
Complementary transplanting system  
  machine vision and end-effector  
Crawler type robot tractor  
Cucumber defoliating robot  
Cucumber harvesting robot  
  end-effector  
  end-effector (mechanism)  
  end-effector with electric heat cutter  
  inclined trellis training system  
Cultivator  
  for orchard  
  for paddy field  
  precision cultivator for paddy field  
Cut flower container handling robot  
Cut flower handling robot  
Cutting sticking machine

## 【D】

Daikon radish harvesting end-effector  
Depalettizer  
Drill seeder for direct sowing of rice  
Dumper

## 【E】

Eggplant grading lines  
Eggplant harvesting robot  
  end-effector  
Electric cable for navigation  
Electric motor vehicle for management operation

## 【F】

Fertilizing robot for steep slope use  
  system component  
Filling and binding machine for grain  
  folding procedure of bag opening  
  tying procedure  
Fog machines  
Following combine harvester  
Following vehicle  
Forage harvester  
  and wagon

動画

画像

Movies

Pictures

Fruit grading and providing robots

**Fruit grading robot system**

Full hydraulic steering system

【G】

Gantry system

field

mechanism

for strawberry

for strawberry (constitution)

Geranium cutting sticking robot

end-effector

Grafting robot

full-automatic type

semi-automatic type

Grape bagging robot

bagging procedure

end-effector

Grape berry thinning end-effector

Grape harvesting end-effector

constitution

fingers and cutter

【H】

Head separate type color TV camera

Helicopter

autonomous navigation helicopter

radio-controlled helicopter

robot helicopter

HST for steering

Hydraulic arm

【I】

IMU and GDS in-one system

Insect collector

【L】

Laser scanner

mounted on robot to work in vine yard

mounted on up-and-down device

Leading and following combines

Leading and following vehicles

**Leek harvester**

Leek preprocessing and grading system

Leek preprocessing procedure

Legged robot

動画

画像

Movies

Pictures

for forestry  
for home use  
quadruped walking robot  
Lettuce harvesting robot  
Lime sower

## 【M】

Mandarin orange harvesting robot  
end-effector  
Manure spreader  
**Master-slave system**  
robot tractor  
vehicle following control  
Milking robot  
for cows in stanchion stall barn  
Mobile grading robot for sweet pepper  
Monorail  
Monorail operating over trees  
for harvesting  
for chemical spraying  
Mower conditioner  
Mowing robot  
schematic diagram

Multi-purpose monorail  
Multi-purpose robot for grape  
arm

**Mushroom harvesting robot**  
conveyor  
end-effector  
grippers of conveyor

Mushroom sorting system

## 【N】

**Nappa leafy vegetable harvester**  
mechanism  
Navigation device

## 【O】

**Operation navigator**  
Orange grading machine vision system  
Orange harvesting robot  
end-effector

## 【P】

Packing robot  
for cucumber

動画

画像

Movies

Pictures

for tomato

Plowing and rotary tillage

Pot provider and soil provider

**Potato harvester**

Potato transplanter

Potting robot

Power cart

crawler type

small special vehicle

Processed food handing

biscuit

cake

cherry fruit

conveyor by use of air flow

end-effector

piled objects

Pruning machine

climbing mechanism

【R】

Rice transplanter

rotary type planting finger (locus)

rotary type planting finger (mechanism)

vehicle heading control

with auto-steering system

with fertilizer applicator

Rice transplanting robot

block diagram for control

Robot spray-car

Robot tractor

for chemical spraying

with laser scanner

with navigation sensors

Roll baler

Roller conveyor

Rotary cultivator

Rotary seeder

Rotary tray

Round-about rail

【S】

Seeder with fertilizer applicator

Seeding machine for naked seeds

Seedling recognizing robot

Seedling transplanting robot

Shuttle spray-car

動画

画像

Movies

Pictures

Slurry spreader

Soil disinfectant

Soil sensor  
structure

Spacing robot

Speed sprayer

Sprayer

Spraying robot

in automatic plant factory  
spot-spraying

**Stereo vision system (crop row recognition)**

Strawberry harvesting robot for ridge top  
end-effector with hook

end-effector with sucking mechanism

Strawberry harvesting robot for ridge wall

**Strawberry harvesting robot for table top culture**

**Cartesian coordinate arm**

**end-effector with hook**

**end-effector with rotary mechanism**

Sweet pepper orientation conveyors

【T】

Teat-cups

Tele-operation (helicopter)

**Terahertz imaging system**

Test vehicle for autonomous traveling

Three dimensional vision sensor

two wave length laser beams type  
by use of laser scanner

Three-point linkage hitch

Tillage robot

for soil paddling

for wheat seeding

**Tomato harvester**

**Tomato harvesting robot**

**end-effector**

**harvesting procedure**

**multi-fingered end-effector**

**structure of finger**

Tractor

Trailer

Transplanting machine

Turning over mechanism of grading machine

# 索引 Index

用語をクリックすると画像や動画にジャンプします。  
Click an item to see its picture or movie.

動画

画像

Movies

Pictures

## 【U】

Unmanned sprayer

based on wired navigation

using pipe following navigation

using pipe following navigation (diagram)

Utility battery carrier in greenhouse  
mechanism

## 【V】

Vacuum seeding machine

template type

Variable fertilizer distributor

mounted on rice transplanter

Vegetable transplanter

full-automatic type

seedling picking fingers

transplanting device

## 【W】

Watermelon harvesting robot

arm

end-effector

end-effector with suction cup

tele-operated robot system

Watermelon loading device

Weeding between crops

Weeding robot for rice paddy field  
constitution

Weighing machine

Wood inspection system

Wool sharing robot

hair clipper

sheep fixing device

with two arms

# 「農業ロボット (I) -基礎と理論-」 目次

## Contents of Agri-Robot (I) - Fundamentals and Theory -

はじめに

### 1. 農業生産の自動化とロボット化

- 1.1 農業機械とは
- 1.2 農業機械から農業ロボットへ
  - 1.2.1 農業ロボットの定義
  - 1.2.2 農業ロボットの歴史と役割
  - 1.2.3 ロボットを利用した新しい農業生産

### 2. マシンビジョン

- 2.1 農業ロボットのマシンビジョンとは
- 2.2 対象物の光学的特性
- 2.3 マシンビジョンシステム
  - 2.3.1 エネルギーの流れ
  - 2.3.2 照明
    - (1) 照明の基礎
    - (2) 照射方式
    - (3) ランプの種類
  - 2.3.3 撮像素子とテレビカメラ
    - (1) 撮像素子
    - (2) レンズ
    - (3) テレビカメラ
  - 2.3.4 カメラからPCまでの画像データの転送
- 2.4 マシンビジョンのためのソフトウェア
  - 2.4.1 色変換
    - (1) 色度変換
    - (2)  $L^*a^*b^*$ 変換
    - (3) HSI変換
    - (4) 画像間演算による色抽出

- 2.4.2 前処理
  - (1) エッジ検出フィルタ
  - (2) 平滑化フィルタ
  - (3) 濃度値画像における各種処理
  - (4) 2値画像における各種処理
- 2.4.3 2値画像における特徴量計測
  - (1) 寸法
  - (2) 疑似体積
  - (3) 形状特徴量
- 2.4.4 テクスチャ特徴量
- 2.4.5 位置検出
  - (1) ステレオ画像法
  - (2) 視点の移動による方法
- 2.4.6 認識アルゴリズム
  - (1) 障害部位認識アルゴリズム
  - (2) 作物認識アルゴリズム
- 2.5 マシンビジョンからの情報
  - 2.5.1 X線画像
  - 2.5.2 紫外画像
  - 2.5.3 カラー画像
  - 2.5.4 白黒画像
  - 2.5.5 近赤外画像
  - 2.5.6 テラヘルツ画像
  - 2.5.7 ハイパースペクトル画像
  - 2.5.8 リモートセンシング画像
  - 2.5.9 3次元画像
  - 2.5.10 その他の断層画像

演習問題

# 「農業ロボット (I) -基礎と理論-」 目次

## Contents of Agri-Robot (I) - Fundamentals and Theory -

### 3. エンドエフェクタとアーム

#### 3.1 農業ロボットのエンドエフェクタとアームとは

#### 3.2 対象物の特性

##### 3.2.1 物理的特性

- (1) 基礎的物理特性
- (2) 力学的特性
- (3) 音波特性
- (4) 電気的特性
- (5) その他の特性

##### 3.2.2 栽培様式

- (1) 開心自然形
- (2) ヘッジング, トッピング
- (3) フェンス仕立て
- (4) 棚仕立て
- (5) 畝状栽培様式(1)
- (6) 畝状栽培様式(2)
- (7) 穀物の栽培様式
- (8) 高設栽培
- (9) 植物工場

#### 3.3 アクチュエータ

##### 3.3.1 電気式

- (1) DCモータ
- (2) ACモータ
- (3) ステッピングモータ
- (4) ソレノイド

##### 3.3.2 油圧式

##### 3.3.3 空気圧式

##### 3.3.4 SMAアクチュエータ

#### 3.4 センサ

##### 3.4.1 マイクロスイッチ

##### 3.4.2 光電センサ

##### 3.4.3 ポテンショメータ

##### 3.4.4 エンコーダ

##### 3.4.5 超音波センサ

##### 3.4.6 PSD

##### 3.4.7 レーザ距離計

##### 3.4.8 ひずみゲージ

##### 3.4.9 圧力センサ

##### 3.4.10 赤外線センサ

#### 3.5 エンドエフェクタ

##### 3.5.1 エンドエフェクタの機構

- (1) 把持機構
- (2) 切断機構
- (3) 吸引機構
- (4) 吸着機構
- (5) 貫入機構
- (6) その他

##### 3.5.2 エンドエフェクタの機能

##### 3.5.3 エンドエフェクタのセンシング

- (1) 防除作業における距離検出
- (2) オレンジ収穫における距離検出と吸着, 切断
- (3) ミカン収穫における吸着と分離, 切断
- (4) トマト収穫における吸着と把持
- (5) イチゴ収穫における位置検出と切断
- (6) キュウリ収穫における果柄の検出と切断

#### 3.6 アーム

##### 3.6.1 アームの基本機構

##### 3.6.2 アームの種類と適応栽培様式

- (1) 直角座標形
- (2) 円筒座標形
- (3) 極座標形
- (4) 多関節形

##### 3.6.3 可操作度

##### 3.6.4 冗長自由度アーム

##### 3.6.5 アームの安全性

#### 演習問題

# 「農業ロボット (I) -基礎と理論-」 目次

## Contents of Agri-Robot (I) - Fundamentals and Theory -

### 4. ビークルオートメーション

#### 4.1 オフロードビークルオートメーションとは

- 4.1.1 ビークルオートメーションの構成要素
- 4.1.2 ビークルオートメーションに必要なメカトロニクス
- 4.1.3 次世代のロボット化技術
- 4.1.4 テラメカニクスと非線形運動系

#### 4.2 航法センサ

##### 4.2.1 GPS

- (1) GPSシステム
- (2) 測位原理と精度
- (3) デファレンシャルGPS (differential code GPS; DGPS)
- (4) RTK-GPS (real-time kinematic GPS)

##### 4.2.2 超音波センサ

- (1) 対地速度測定
- (2) 距離測定 (range measurement)

##### 4.2.3 レーザ

##### 4.2.4 地磁気方位センサ

- (1) 計測原理
- (2) 地磁気検出の誤差
- (3) センサ出力の補正

##### 4.2.5 ビジョンセンサ

- (1) 座標系の変換
- (2) ハブ変換に基づく目標経路の検出
- (3) 領域分割に基づく境界線の検出

##### 4.2.6 ジャイロスコープ

- (1) ジャイロスコープとは
- (2) 計測原理

##### 4.2.7 埋設電線

#### 4.3 ビークル運動モデリング

##### 4.3.1 車輪ビークルのモデリング

- (1) 幾何学モデル (kinematic model)
- (2) 力学モデル
- (3) ニューラルネットワーク

##### 4.3.2 履帯ビークルのモデリング

##### 4.3.3 脚形ビークルのモデリング

##### 4.3.4 ヘリコプタのモデリング

##### 4.3.5 カルマンフィルタによる状態推定

#### 4.4 ビークル制御法

- 4.4.1 古典制御
  - (1) PID制御と傾斜補正
  - (2) 点群経路への追従制御
- 4.4.2 現代制御

- 4.4.3 適応制御・学習制御

#### 4.5 作業計画・経路計画

- 4.5.1 慣行作業法とロボット作業法
- 4.5.2 経路生成法
  - (1) 幾何学的手法による経路計画
  - (2) スプライン曲線による曲線経路生成
  - (3) 遺伝的アルゴリズムによる任意経路生成
- 4.5.3 作業計画の最適化

#### 4.6 安全性と障害物回避

- 4.6.1 ビークルオートメーションの安全性
- 4.6.2 自己診断機能
- 4.6.3 障害物検出法と回避動作
  - (1) 危険度の数値化
  - (2) 回避動作の生成

#### 4.7 マルチエージェント

- 4.7.1 統合システムと自律分散システム
- 4.7.2 ネットワークロボット
- 4.7.3 協調動作による農作業の効率化
  - (1) 複数台の機械の無人追従システム
  - (2) 複数台のロボットによる協調作業

#### 演習問題

#### 参考文献

#### 演習問題解答

#### 索引

## 謝辞およびお願い

本CDのムービーおよび写真は、数多くの研究機関、会社および研究者、技術者の皆さまのご厚意により、教育、研究を主目的として掲載させていただいております。ここに、ご協力いただいた皆さまに深くお礼を申し上げます。また、これらのファイルの取り扱いには、ご配慮いただきますよう、お願い申し上げます。

## Many Thanks

The movies files and pictures in this book and on this CD have been reproduced with the permission of many engineers and researchers in companies and research centers for use with the sole purpose of teaching and research. The authors want to express their gratitude to all of the providers of this source material, and appreciate the handling of these files by the readers in accordance with these limitations.

