

# 農業分野の生産性向上・省力化に係る ロボット技術の活用への期待

三浦 純

豊橋技術科学大学

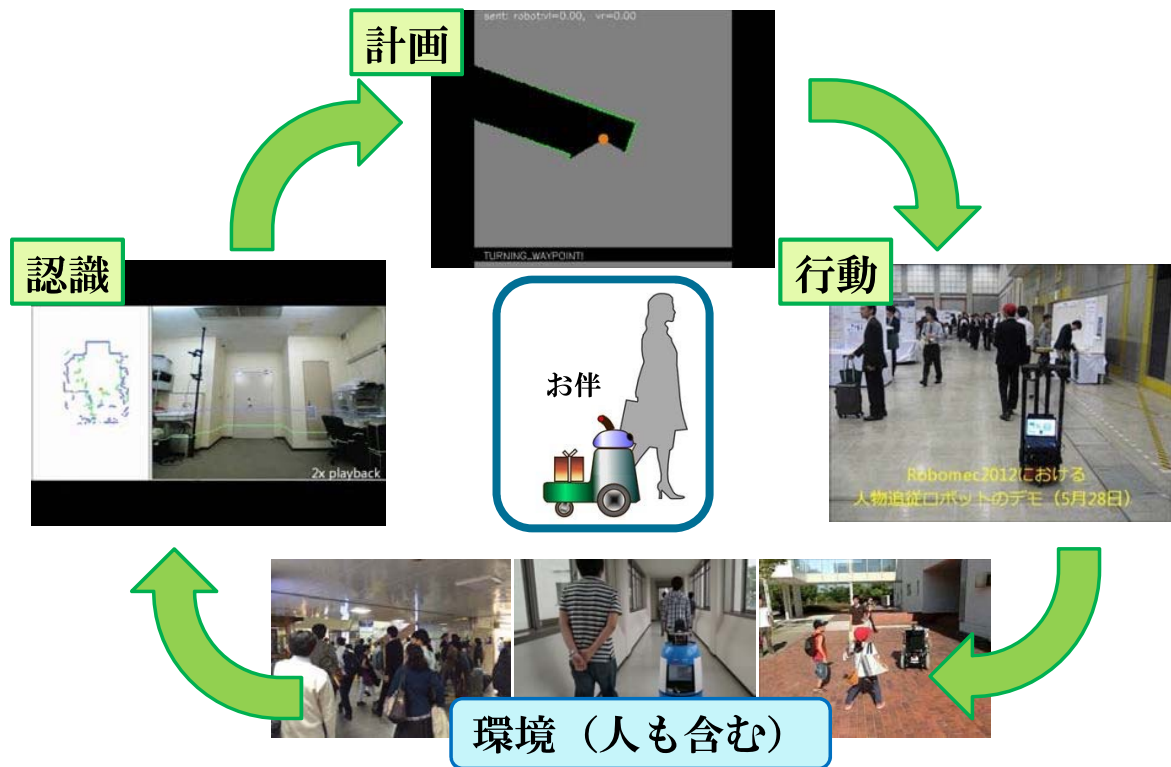
情報・知能工学系

人間・ロボット共生リサーチセンター

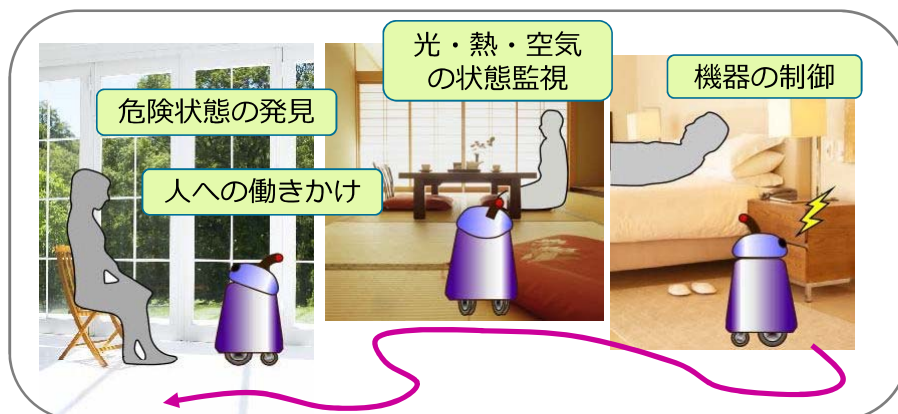
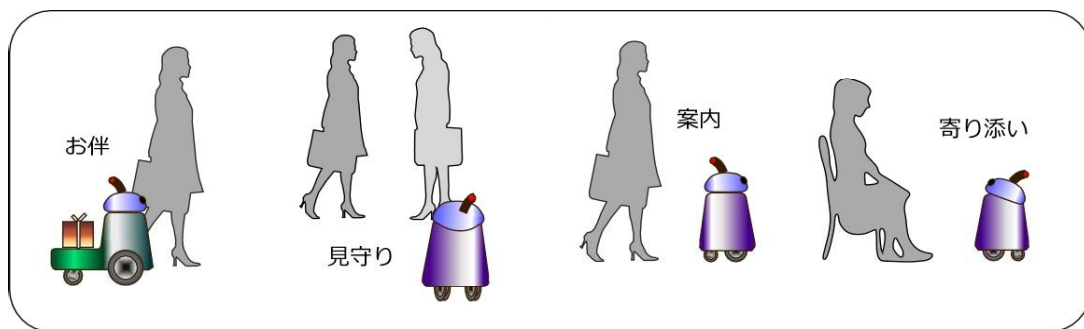
## 講演の内容

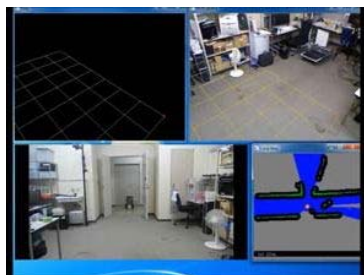
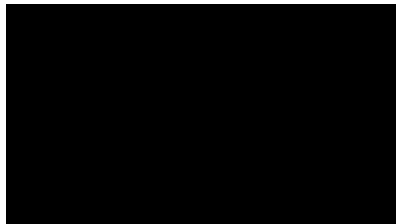
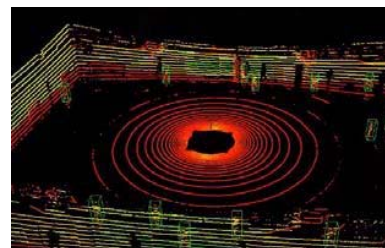
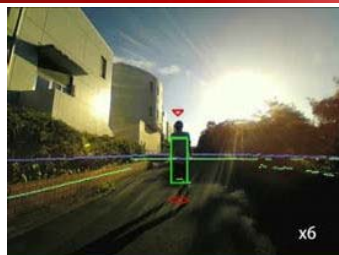
- 研究紹介
- 農業ロボティクスに対するニーズとロボット技術
- 農業ロボティクスへのアプローチ

# 自律ロボット技術（認識・計画・行動）



# 人間共生ロボット





Finding and Picking up a Specific Object  
in a Pile of Objects with Sweeping and  
Picking Motions by a Dual-arm  
Humanoid Robot

K. Chikaarashi and J. Miura  
ToyoHashi University of Technology

## 農作業のステップ（路地野菜の例）

### 1. 耕うん・整地・基肥



### 2. 育苗・移植・播種



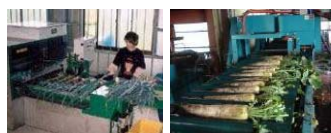
### 3. 追肥・除草・防除



### 4. 収穫



### 5. 調製



参考：「農業機械をめぐる現状と対策」  
農水省生産局技術普及課生産資材対策室，平成25年11月28日  
[http://www.maff.go.jp/j/council/sizai/kikai/16/pdf/data2\\_2.pdf](http://www.maff.go.jp/j/council/sizai/kikai/16/pdf/data2_2.pdf)

# 農業ロボティクスの課題

- 屋外・ハウス内
  - 多様な状況，屋内ほど整備されていない
- 多様な対象，柔軟物体
  - さまざまな色や形，ハンドリングが困難・注意を要する
- 人の感性
  - 花や果物などの品質判断
  
- ロボティクス技術の重要な応用分野

## 必要な技術：ほ場内の移動



耕うん・整地



草刈り



空中散布



移動しながら収穫



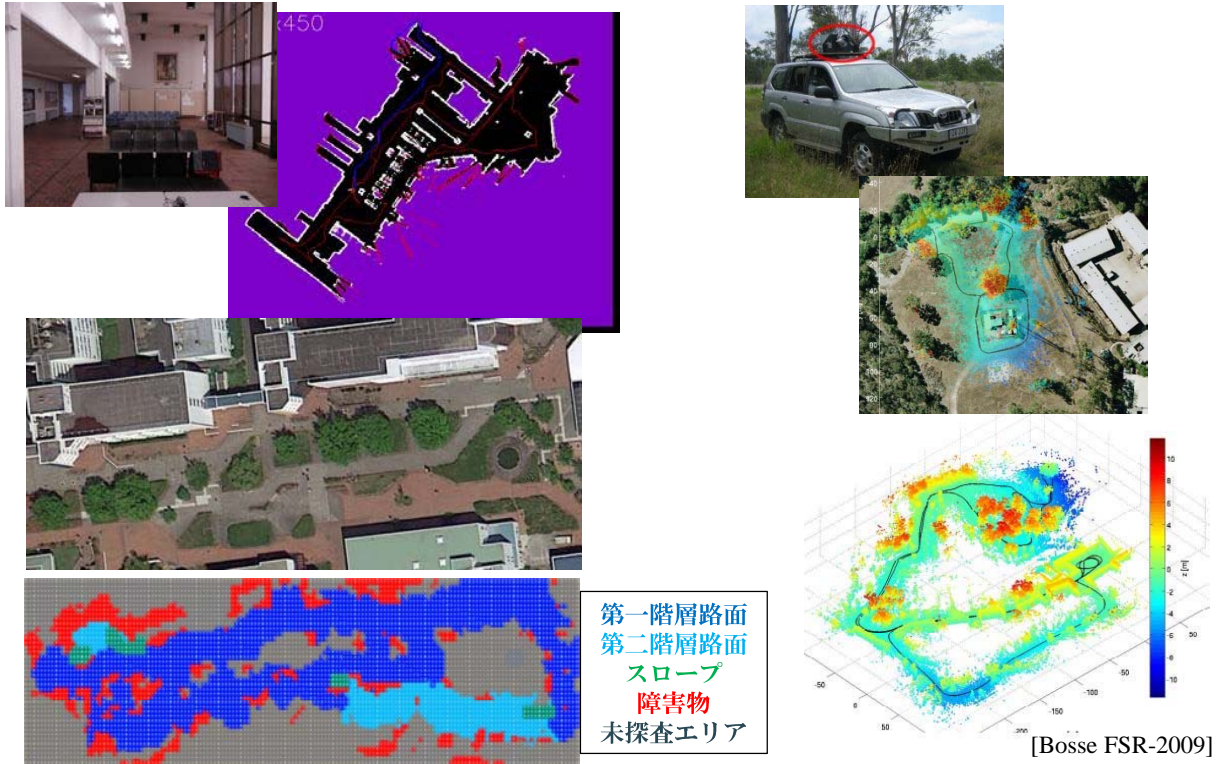
運搬

- 自律移動
  - 地図生成
  - 位置推定
  - 走路検出
  - (人物検出)

参考：ロボット技術・ICT技術の農業応用  
(農林水産省 スマート農業の実現に向けた研究会 第4回会議資料)

[http://www.maff.go.jp/j/kanbo/kihyo03/gityo/g\\_smart\\_nouguyo/pdf/02\\_kadai.pdf](http://www.maff.go.jp/j/kanbo/kihyo03/gityo/g_smart_nouguyo/pdf/02_kadai.pdf)

# 地図生成

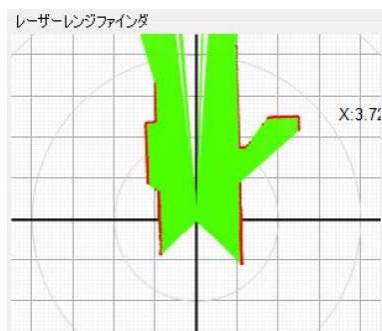


# 位置推定

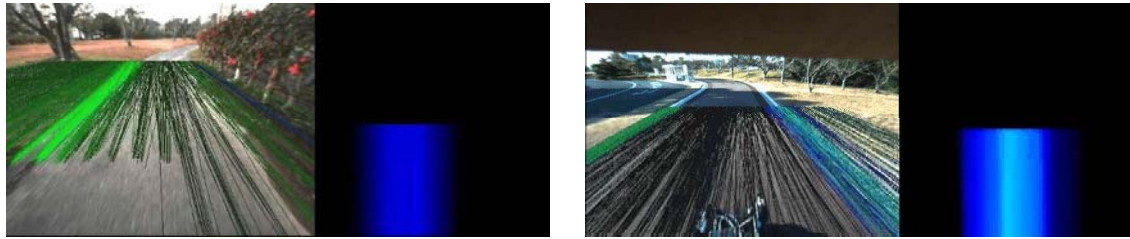
- 地図やランドマークに対する自分の位置を計算する
  - GPS等の衛星測位システム



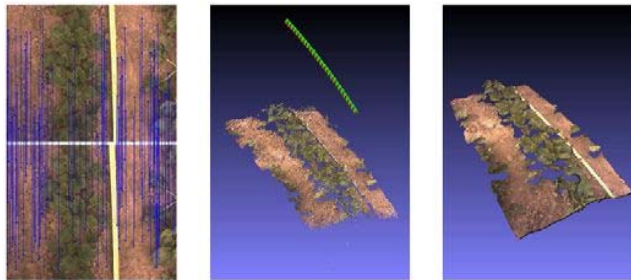
- 地図に対する自己位置推定



# 走路検出



ステレオカメラによる道路境界追跡



移動ステレオ形状復元  
[Jay, RHEA-2014]

距離センサによる道路領域検出  
[Thrun JFSR-2006]



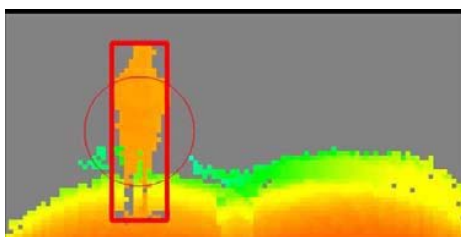
# 人物検出



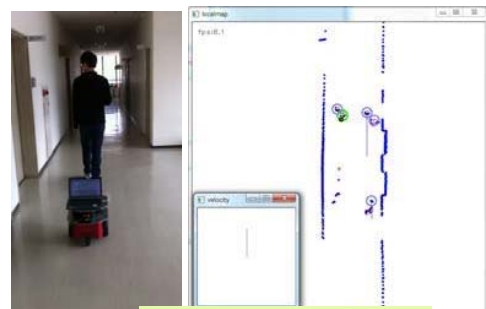
カメラ



赤外カメラ



3次元距離センサ



2次元距離センサ

# 必要な技術：収穫・選別・箱詰め



収穫・摘み取り



選別



箱詰め



かごの上げ下げ

## ■ 収穫・選別・箱詰め

- 認識（形状，品質，...）
- 柔軟物ハンドリング

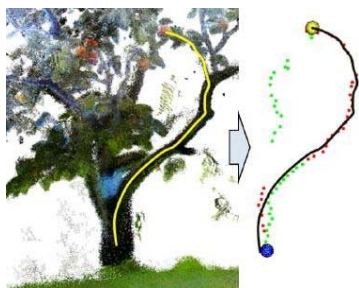
## ■ 農作業の軽労化

- パワーアシスト

参考：ロボット技術・ICT技術の農業応用  
（農林水産省 スマート農業の実現に向けた研究会 第4回会議資料）

[http://www.maff.go.jp/j/kanbo/kihyo03/gityo/g\\_smart\\_nougyo/pdf/02\\_kadai.pdf](http://www.maff.go.jp/j/kanbo/kihyo03/gityo/g_smart_nougyo/pdf/02_kadai.pdf)

# 認識技術

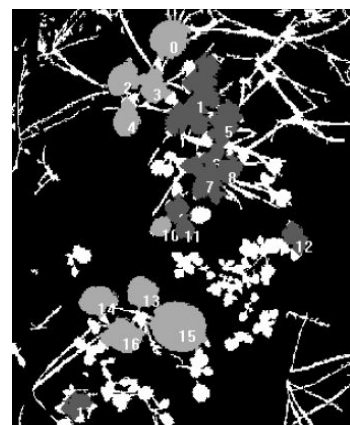


距離データからの枝構造認識

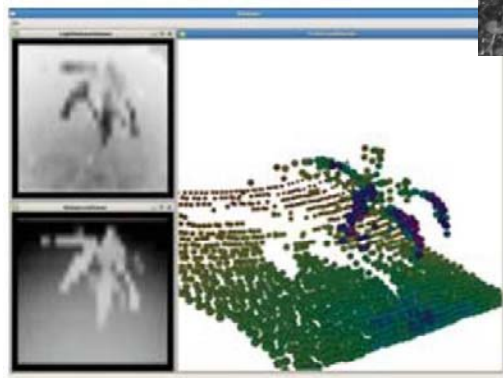
[Yumoto, IAS-2014]



作物・雑草識別



[Hemming, JAER-2000]



草の形状・位置認識 [Weiss, ECMR-2009]

# 必要な技術：環境状態管理

- 環境センシング（温度，湿度，日照，土壌，...）
- 生育状態計測・管理
- データの蓄積と解析（IoT&ビッグデータ）
- 最適環境制御

# 農業ロボティクスへのアプローチ

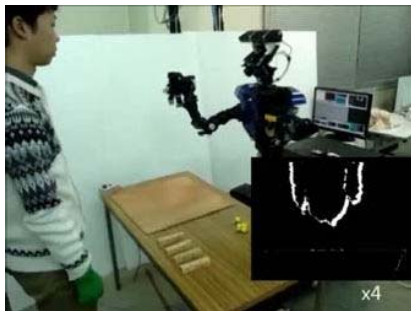
- 半自動化
  - 100%自動化は困難
  - 人を助ける・人が助ける
  - 段階的自動化（効果的&可能なところから）
  - 環境センサ・制御システムとの連携
- ロボットに適した環境づくり
  - 十分な移動空間
  - 十分な植栽間隔
- システム化
  - 機能分類と統合
    - 移動
    - ハンドリング
    - 認識
    - 環境センシング
  - 共通化・規格化



# 人を助ける・人が助ける



人が目的地を教える → ロボットが自ら軌道を生成する  
ロボットが人を見失う → 人がロボットを助ける



ロボットが人の作業を観察し、  
必要なときに手助けする

# 人を助ける・人が助ける



ロボット単独での自動探索



人とロボットの  
協調探索の  
イメージ

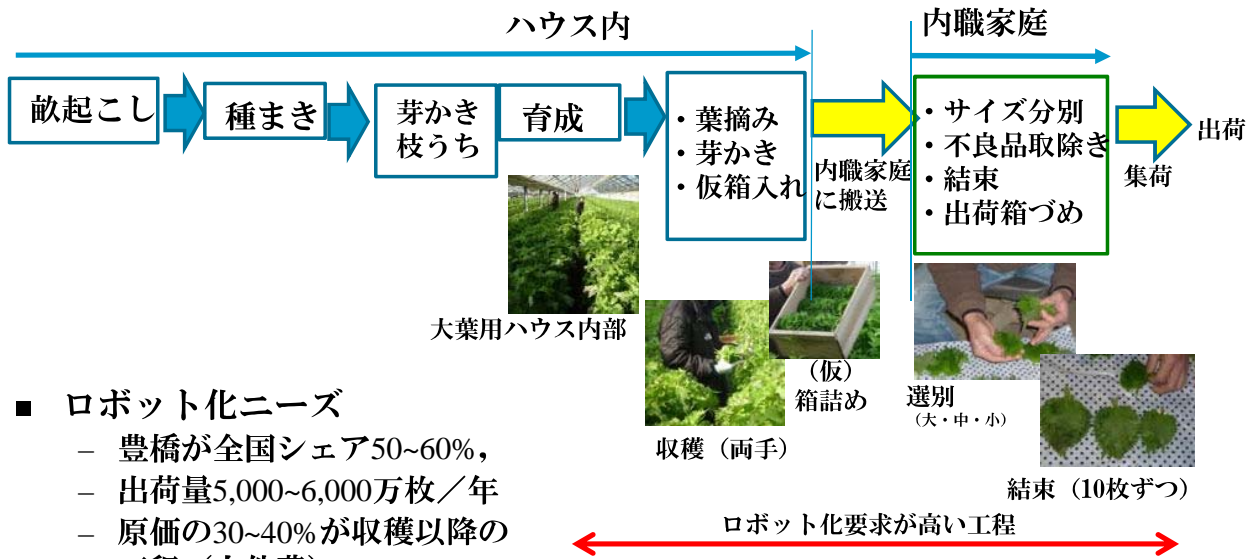


視点制御可能なカメラインタフェース



人とロボットの協調探索

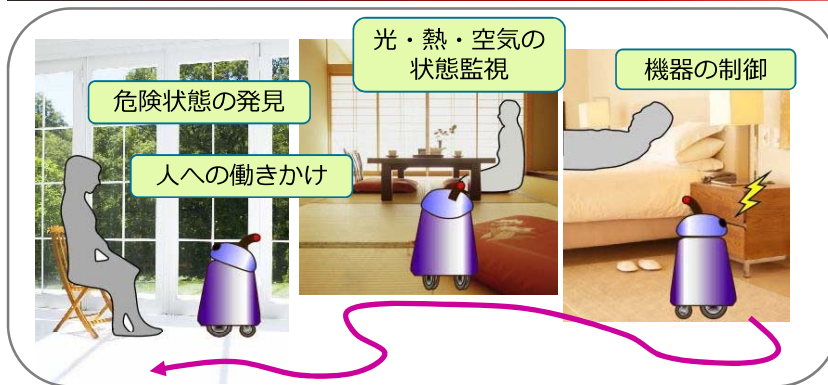
# 大葉栽培の分析



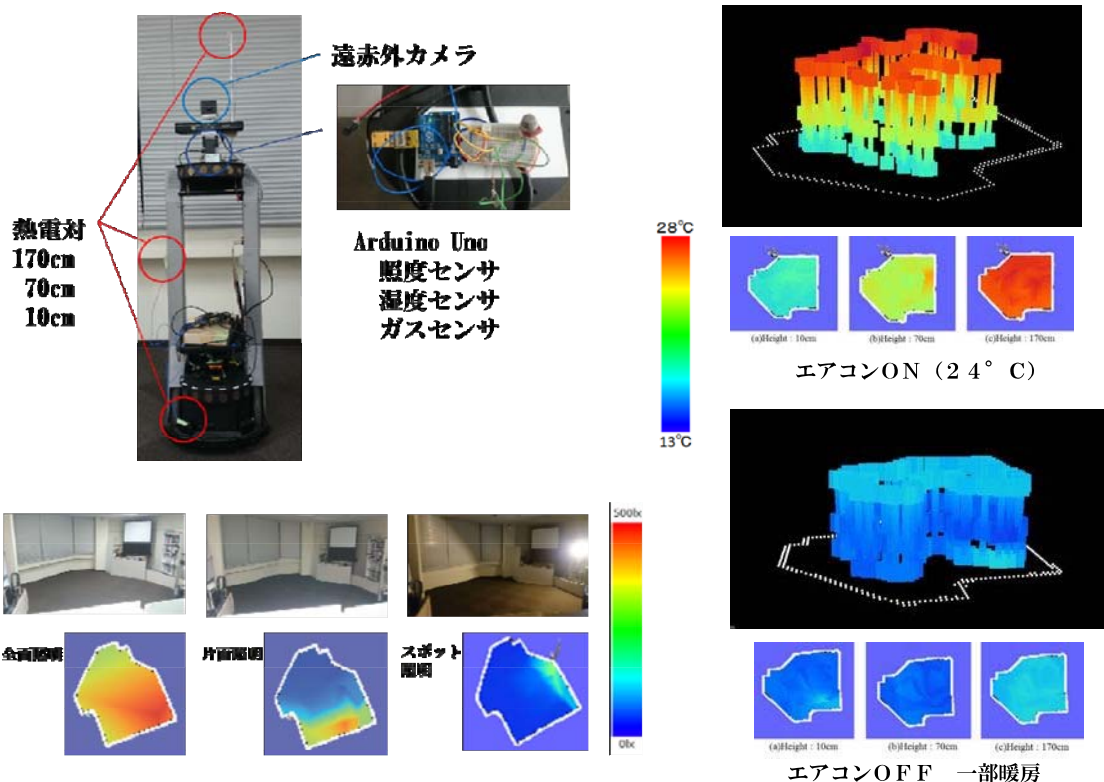
## ■ ロボット化ニーズ

- 豊橋が全国シェア50~60%，
- 出荷量5,000~6,000万枚／年
- 原価の30~40%が収穫以降の工程（人件費）
- 品質維持が最優先で手作業に頼る

# 寄り添いロボットと農業ロボット



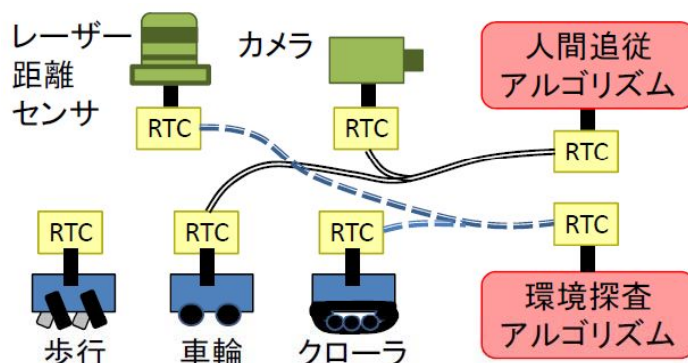
# 移動型環境計測ロボット



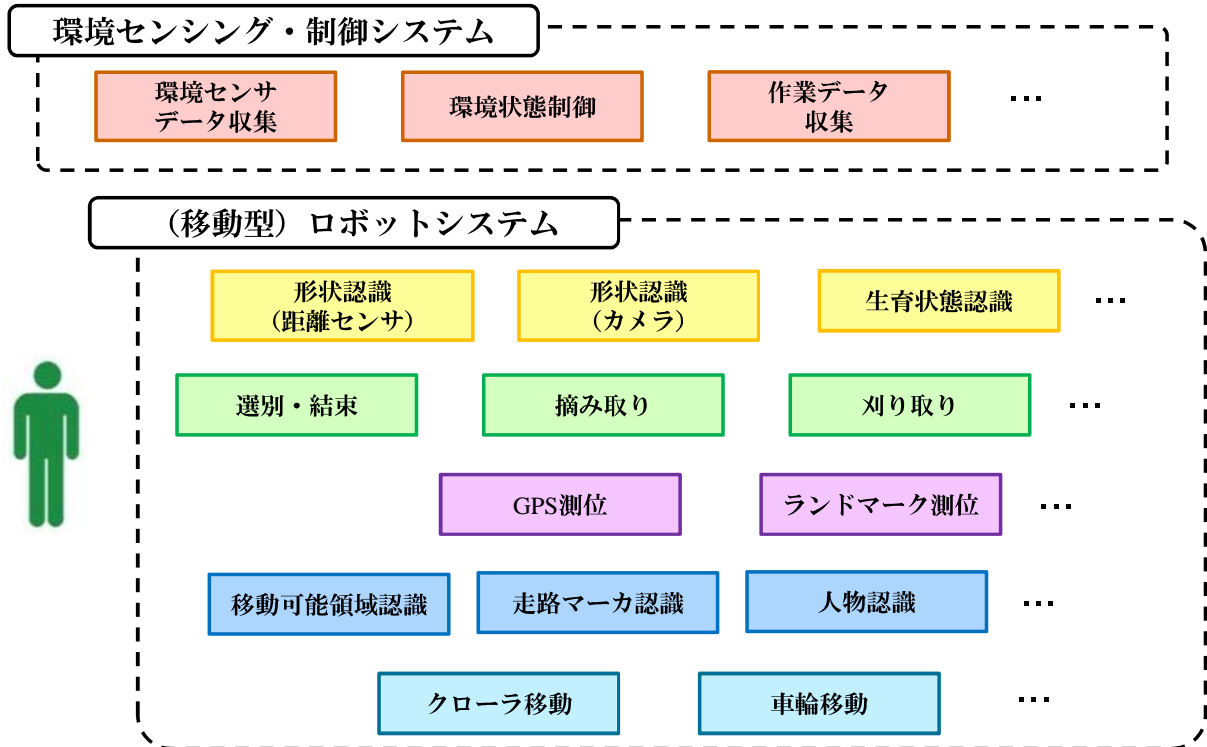
# RTミドルウェアを利用した ロボットソフトウェア開発

## ■ RTミドルウェア **RT**

- 産業技術総合研究所を主体として開発が進められているソフトウェアプラットフォーム
- ロボットを構成するさまざまな機能要素（認識，計画，行動，ハードウェア制御，...）をモジュール化し（RTコンポーネントと呼ぶ），それらを通信ネットワークを介して自由に組み合わせることで，多様なロボットシステムの構築を可能にするを目標としている。



# 機能のモジュール化とシステム統合



## まとめ

- 実フィールドとしての農業ロボティクスへの期待
- 農業ロボティクスの技術課題
  - ほ場の自由な移動
  - 収穫物の形状認識, 生育状態認識, 収穫作業実現
  - 環境センシング・制御システム
- 農業ロボティクスへのアプローチ
  - ロボットと人の協働
  - ロボットと環境知能の協働
  - モジュール化とシステム統合