

# オントロジーを利用したみかん生育支援システムの提案

2010SE007 青木 泉帆 2010SE017 藤本 玲子

指導教員：青山幹雄

## 1 はじめに

みかん栽培などは、一年単位であるため、その知識獲得には多くの年数を要する。特に、高品質なみかん栽培には、経験や勘、適切な作業タイミングを必要とする。本稿では、オントロジーを用いて高度なみかん栽培の知識を体系化し、農業を支援するシステムを提案する。

### 1.1 研究の背景

高品質なみかんの生育には、今までに積み重ねてきた経験や勘と、適切な作業タイミングを必要とする。しかし、適切なタイミングを見計らい、経験や勘に頼る知識を短時間で習得することは容易ではない。

また近年、農業における後継者不足などの問題点を解決するため、IT の利用方法として携帯電話を用いた「気付き情報の共有」や圃場センサによる外部環境条件のデータ化、作業実績管理などが挙げられる。

### 1.2 研究課題

高品質なみかん栽培の支援を行うために、以下の 2 点を研究課題とする。

- (1)みかん生育に関する知識の体系化
- (2)生育作業プロセスの明確化

## 2 関連研究

### 2.1 オントロジー

情報科学において、知識領域をある視点で見たときに現れてくる構成要素を明示的に表現し、関係を体系的に記述したものである。それぞれの構成要素、概念がどのような意味を持つか、という概念定義の問題を重視するものであるため、オントロジーに基づいて知識を記述することにより、その知識が表している内容が明確になる [3]。

### 2.2 農業への応用

農業知識は特別の領域の中での知識が必要であり、農業指示システムや農業専門言語システムといった知識サービスシステムのためには重要な基礎となる。このことから、農業知識に関する資料や農業専門家のアドバイスをもとに、農業に関するオントロジーを定義し、農業知識獲得の半自動化方法が提案されている[5]。

### 2.3 オントロジーの評価方法

オントロジーの評価手法と、オントロジーのレベルに着目し、評価を行う[1]。

## 3 アプローチ

農業の特徴に着目し、基礎から高度な知識まで体系化したオントロジーと、それを利用した栽培支援システムを提案する。

### 3.1 みかん生育知識の獲得

基礎知識として資料から栽培プロセスを明確にし、明らかになったプロセスを各々詳細化する。さらに専門農業従業者にインタビューを行い、より高度な知識を獲得する。

### 3.2 オントロジー利用による知識の体系化

オントロジー利用を用いて、ベテランの持つ暗黙の知を含めたみかん生育知識を体系化する。これにより、システムに関わるステークホルダがみかん生育知識を理解しやすくなる。また、ベテランと初心者、各農家間での知識共有が図れる。

## 4 提案方法

### (1) システムのコンテキスト

本研究で提案する生育支援システムのコンテキスト図を図 1 に示す。次の 3 種類のデータベースを用いる。

- 1) 農業従事者が毎回登録する、肥料情報、作業をした圃場の記録、農作物の状態などのデータ
- 2) 圃場に設置しているセンサから送信される、温度、湿度、土中水分量などのデータ
- 3) Web から取得する温度、湿度、天気などのデータ

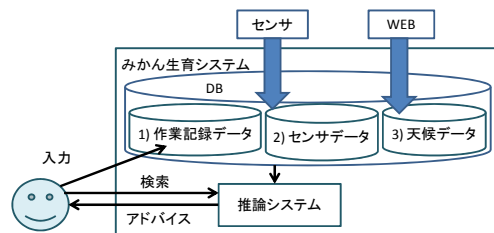


図 1 生育支援システムのコンテキスト図

### (2) システムのアーキテクチャ

提案するシステムのアーキテクチャを図 2 に示す。

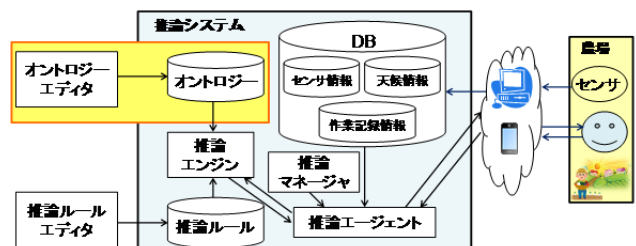


図 2 生育支援システムのアーキテクチャ

栽培支援システムは、オントロジー、推論ルールを用いて、農家で集められたデータを基に常に適切なアドバイスを提供する。本稿では、本システムに必要なオントロジーに着目し、オントロジーの構築方法を提案する。

### (3) システムの振る舞い

提案するシステムの振る舞いを図 3 に示す。

ユーザからシステムへアクセスがあった場合は、DB の

データ、オントロジー、推論ルールを基に、システムが推論し、アドバイスをを行う。

ユーザからアクセスのない場合は、一定条件を満たすと、推論マネージャが推論エンジンに働きかけ、アクセスがある場合と同様に推論しアドバイスをを行う。

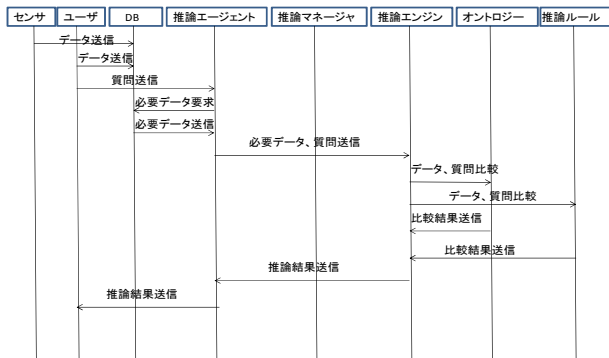


図3 みかん生育支援システムの振舞い

- (4) システムの提供サービス  
システムが提供するサービスを図4に示す。

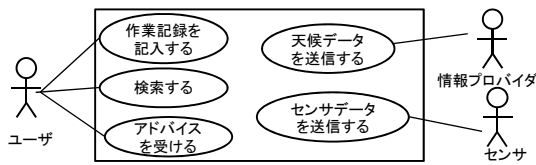


図4 ユースケース図

## 5 オントロジー構築方法

### 5.1 プロセス

図5にオントロジー構築の流れを示す。以下に各ステップで行う内容を示す。

- (1) 資料からの情報獲得:
  - 1) 基本的知識の獲得:
 

資料を参考にし、一年を通し、みかん栽培の基本的な情報を獲得する。どのような作業の流れで一年の周期が行われているのか、具体的な栽培作業の内容を中心に調べる。
  - 2) 応用的情報の獲得:
 

特定の作業情報、高品質みかんを栽培するために必要な情報を得る。1)の情報をベースとして応用的な情報を加えることにより、よりよいみかんを生産することを目標とする。
- (2) オントロジー設計:
 

(1)で得た情報を基に、実際にオントロジー構築にあたる。オントロジー構築の際には、エディタ「法造」[4]を用いて作成する。疑問が出た場合は(1)に戻り、情報を明確にした後に、再度オントロジーを設計する。
- (3) インタビューからの高度な知識獲得:
 

資料からの情報を獲得した(1)を踏まえて設計したオントロジーを、さらに高度なものにするため、実際にみかん栽培に携わる人にインタビューを行う。(2)のオントロジー設計のプロセスに戻りオントロジー設計を行う。
- (4) 評価:
 

(2)で設計したオントロジーを評価する。

このプロセスの利点は大きく二点ある。一点目は農業

独自の栽培作業プロセスに着目することで、農業に不可欠な知識を段階的に獲得することができる点である。二点目は、インタビューにより、経験に基づいた、より高度な知識を獲得できる点である。

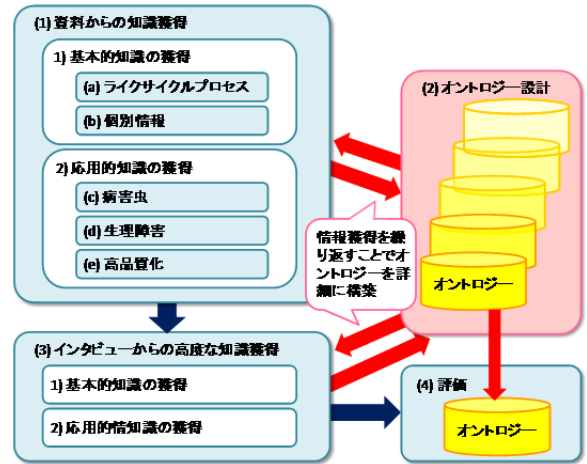


図5 オントロジー構築のプロセス

### 5.2 知識のアーキテクチャ

知識獲得のプロセスによる成果物として、図を生成することを提案する。提案する図について述べる。

- a) ライフサイクルプロセス図: 一年の栽培作業を明確化
- b) 知識展開図: 栽培作業の知識を段階的に展開
- c) 特性要因図: 要因と結果を木構造で表現

特性要因図は本来、問題を把握した後にその問題を解決するために用いられる。よって特性要因図の特性の要素として望まれない要因が入る。しかしここでは、望ましい特性が要素として入る場合にも、原因と結果が一目でわかるよう、特性要因図を用いることを提案する。

図6に知識からの成果物の関係性を示す。

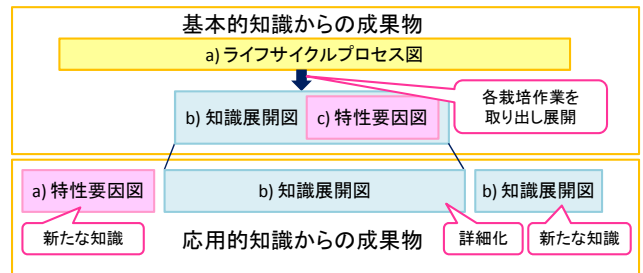


図6 知識のアーキテクチャ

基本的知識の獲得の(a)からは、ライフサイクルの図で表現することを提案する。そして(b)の個別情報は、(a)で得た成果物から派生するように、各作業を取り出し、内容を段階的に展開する図を用いることを提案し、これを知識展開図と名付けた。知識展開図の中には、原因と結果のように関係がはっきりしている場合は特性要因図も用いる。応用的知識からは、高品質みかん栽培のための更なる情報から、基本的知識の(b)で生成した知識展開図も更に詳細化する。

また、定義したライフサイクルプロセス図に示された作業以外にも、新たに作業が追加される場合や、作業以外にも知っておく必要のある情報を獲得できる場合もある。これからは新しい特性要因図や知識展開図を生成する。

## 6 みかんオントロジー構築

### 6.1 資料からの情報獲得

図 5 の手順に沿って文献[2]などから知識情報の獲得を行った。1)の(a)からの成果物は図 7 のライフサイクルプロセス図である。一年を一つのライフサイクルとしている。この図により、みかん栽培を行う上で必要な作業が明らかになる。

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
生育段階	休眠期	休眠期	春枝伸長期	開花・結実期	結実期	果実肥大・成熟期	果実肥大・成熟期	果実肥大・成熟期	果実肥大・成熟期	果実肥大・成熟期	休眠期	休眠期
結実管理				摘果	摘果	摘果	摘果	摘果	摘果	摘果	摘果	摘果
枝管理		整枝・せん定	せん定	せん定	せん定	せん定	せん定	せん定	せん定	せん定	せん定	せん定
土壌管理・施肥	土壌管理	土壌管理	土壌管理	土壌管理	土壌管理	土壌管理	土壌管理	土壌管理	土壌管理	土壌管理	土壌管理	土壌管理
防除他												

図 7 ライフサイクルプロセス図

ここで明らかになった作業を一つずつ取り出し、それぞれ知識展開図を用いて詳細化する。

2)の応用情報の獲得からは図 8 の特性要因が成果物として得られた。

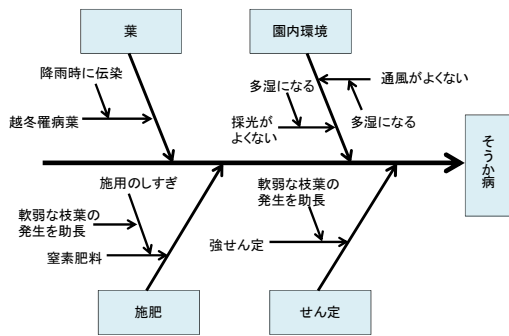


図 8 特性要因図

### 6.2 インタビューからの情報獲得

2011 年から富士通と IT 活用に関する実証実験を行っている和歌山県有田市に所在する株式会社早和果樹園を訪問し、調査を行った(図 9)。また、高品質みかん栽培においてどのような工夫がなされているのかを知るためにインタビューを行った。



図 9 みかん果樹園の様子

土中水分量を検出するセンサや、誰がいつどこでどんな作業を行ったかを記録する作業管理システムを見学した。これらの IT 導入により、みかん育成従業者の行動の振り返りが容易になり、農業では見落としがちの人件費などが見え、コストの視覚化が可能になった。しかし、農作物の生産は年に数回など、限られているため、知識を獲得するには多くの年月が必要になること、競争力を高めるには、時には農家間の協力、連携も必要であること、若者等には、長年の知恵を短時間で説明することは困難であることが明らかになった。

オントロジーに反映させるインタビュー内容は応用的情報の(e)の高品質化の部分である。以下にインタビュー

内容を示す。

- (1) 間伐: センサ情報を利用し、収穫したみかんの糖度を樹ごとに調べ分布図で見ると、中央に位置する樹々の糖度が低いことが判明した。これより、日当たりの良い場所でより甘いみかんができると分かり、間伐が重要な作業であることが明らかになった。
- (2) 摘果: 果こう枝が細いものほど高糖度のみかんが収穫できることがわかった。これにより、摘果の対象となる果実の条件として、果こう枝が太いものが加わった。この知識より、資料からの知識獲得に付け加えられて生成された知識展開図は図 10 である。

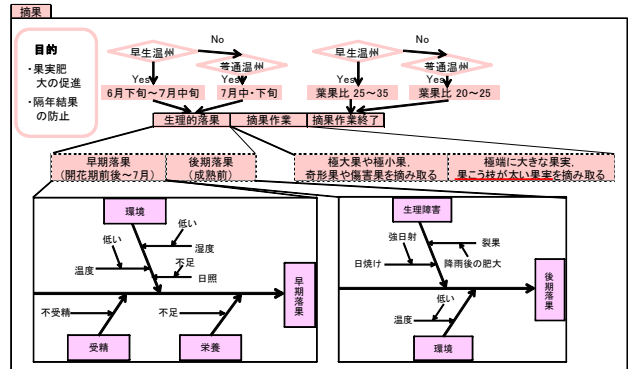


図 10 知識展開図(摘果)

- (1) は新たな知識, (2)は更なる詳細化に分類できる。

### 6.3 設計

前節の情報獲得に沿ってオントロジーを構築した[4]。図 7 からは作業の概念を定義することができ、図 8 や図 10 のような詳細に表した図からは、概念に対してロール概念を付け加えることで内容を詳細に設計することができた。以下に例として、資料からの情報獲得より作成した摘果作業の詳細化オントロジー(図 11)と、インタビュー後に修正した図 10 をもとに作成したオントロジーを示す。

また、設計したオントロジーの全体図を図 13 に示す。

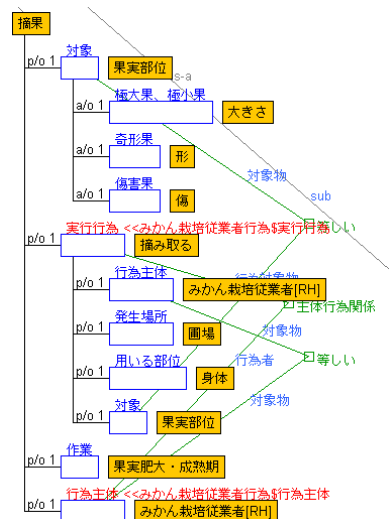


図 11 修正前の詳細オントロジー



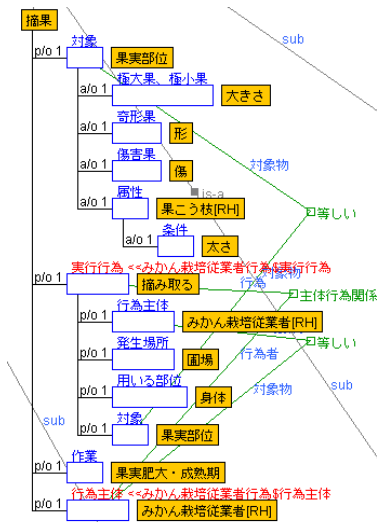


図 12 図 11 の修正後オントロジー



図 13 オントロジーの全体図

## 7 オントロジーの評価

作成したオントロジーの基本概念数、ロール概念数を比較することで評価する。オントロジー内の基本概念「みかん栽培従業者行為」を最上位の概念とし、その概念に付随する基本概念数、ロール概念数を比較した結果を表 1 に示す。

表 1 概念数の比較

「みかん栽培従業者行為」以下の概念数	資料のみ	インタビュー後	増加数
基本概念の個数	22	23	1
ロール概念の個数	132	143	11

また、オントロジー全体の概念数を比較した結果を表 2 に示す。資料のみからの基礎知識とインタビューを用いた高度な知識とを比較すると、概念レベルであっても 12 個の高度な知識が追加されており、高品質みかん栽培に必要な知識の深さと広がり大きいことが明らかとなった。

表 2 オントロジーの概念数比較

オントロジー全体の概念数	資料のみ	インタビュー後	増加数
基本概念の個数	194	204	10
ロール概念の個数	223	234	11

次に、オントロジー全体の基本概念に着目すると、木構造の深さの最大値に変化は無かった。しかし、ロール概念に着目すると、木構造の深さの最大値が 2 から 3 へ増加している。

また、増加した概念の種類に着目すると、みかんそのもの、みかん生育、属性に関するの高度な知識が追加されていた。その中でも、最も増加した概念はみかん生育に関する概念であった。

この結果より、高品質なみかん栽培には、みかんそのものの知識も重要であるが、みかん生育方法の知識が重要であることが分かった。生育に関する高度な知識は、経験を経て積み重なるものであり、経験の浅い農家が高品質なみかんを栽培するには、本システムによって生育に関する高度な知識を提供することが有効と言える。

## 8 考察

ライフサイクルプロセス図、知識展開図、特性要因図を用いて情報を獲得することで、農業に適した高度な知識の獲得が可能となる。また、高品質みかん栽培において、必要な知識領域が明らかとなった。

## 9 今後の課題

インタビューにより獲得した情報は、限られたみかん農家からのものであるため、更なる情報の獲得が必要である。それに伴いオントロジーの拡充が必要となる。また、今回、良いオントロジーの基準として、概念数と木構造の深さを採用しているため、内容が良いかどうかを評価する必要がある。そして、正しいアドバイスを導き出すための推論ルールの作成を行い、実際にシステムを実装していく必要がある。

## 10 まとめ

本研究では、オントロジーを基礎に、みかん栽培に特化した支援システムを提案する。このシステムは、熟年者と若者の経験による作業の差を少しでも解決するためのものである。知識を共有し、さらに、目標を達成するまで背中を押してくれるようなシステムがあればよいと考えた。提案では、様々なデータをもとに、システムがやるべきことを推測し、ユーザーに適切な時期に適切なみかん栽培のアドバイスを提供する。

## 11 参考文献

- [1] A. Gomez-Perez, Ontology Evaluation, Hand Book on Ontologies, Springer, 2004, pp. 251-273.
- [2] 岸野 功, ミカンの作業便利帳, 農文協, 2012.
- [3] 溝口 理一郎, オントロジー構築入門, オーム社, 2006.
- [4] 溝口 理一郎, 法造, <http://www.hozo.jp/hozo/>, 2012.
- [5] N. Xie, et al., Ontology-Based Agricultural Knowledge Acquisition and Application, IFIP, 2008, pp. 349-357.