

## 環境の多様な利用のための実世界セマンティクスに関する考察

A Consideration of Real-World Semantics for Various Utilization of Environment

服部正嗣，平松 薫，柳沢 豊，山田辰美，岡留 剛，佐藤哲司

Takashi Hattori, Kaoru Hiramatsu, Yutaka Yanagisawa, Tatsumi Yamada, Takeshi Okadome, Tetsuji Satou

NTT コミュニケーション科学基礎研究所

NTT Communication Science Laboratories

**Abstract:** The system presented here models the real world regarding it as the set of “things” which generate information about themselves through RFID tags with various sensors attached to them. Using a constraint-oriented algorithm and an extended machine-readable ontology, the system infers unknown properties of a thing (and also relation between things) represented by linguistic symbols grounded into sensor data, which inherit the human knowledge constructed as an ontology. Thus, the system enriches the information about the “things” and complements a lack of the knowledge about the real world.

### 1 はじめに

コンピュータが日常環境に偏在し、人の日々の生活を支援するユビキタスコンピューティング環境に関する研究が盛んである。

ユビキタスコンピューティング環境における人の日常生活支援（以下ユビキタス支援）では、支援システムがカメラやセンサネットワークなどで日常環境に関する情報を取得し、その取得情報に応じたサービスを提供することが基本となる。その意味では「ユビキタスコンピューティング」という言葉が生まれる以前から実用化されていた自動ドアもまたユビキタス支援の一種といえる。

一方、近年の加速度センサや温度センサをはじめとするセンサやプロセッサ、ストレージ、通信ネットワークシステムの進歩により、自動ドアのような単一の支援動作を実施するユビキタス支援のみならず、複数のセンサから得られる豊富な情報に基づいた、より高度なユビキタス支援も実用化されつつある。このような高度なユビキタス支援システムを運用する上では、複数のセンサから得られる情報に基づき、実世界モデルを構築することになる。

本研究では、環境中に存在するモノの集合体として実世界を捉え、言語シンボルの集合として実世界モデルを記述する手法を提案する。環境中に存在す

る人やモノに複数のセンサを有する RFID タグを貼付し、人やモノに関する情報を収集する。そのようにして得られた情報を基に、そのモノ自体やそのモノと他のモノとの関係を表現するシンボルを推論により生成し、タグに付与するという課題に取り組む。すなわち、タグから得られるセンサデータと、意味処理を行う次世代ウェブであるセマンティックウェブ研究の根幹を成すオントロジ（対象領域の意味概念構造）との動的な対応付けを行うことにより、モノ自体や他のモノとの関係を言語シンボル化する。

ユビキタス支援システム的设计者は、「人がドアの前に来る」というようなイベントでサービス提供の条件を記述する。赤外線式自動ドアの場合、ドアの前に対して赤外線センサを設置し、「人がドアの前に来る」というイベントを検知する。一方でこのイベントは、人とモノの関係として「『人』が『ドア』の『前に』ある」というシンボルの三つ組で記述することで表現が可能である。したがって、RDF での環境表現と同様に、支援システムにこのシンボルの三つ組を持たせることで同じ支援を実現できる。

ある環境に存在するモノ自体やモノとモノの関係を言語シンボルとして表現すれば、その言語シンボルの集合はその環境を表現することになる。言語シンボルに基づく実世界モデルが人やモノのインタラクションを通じて半自動的に生成されることで、ユ

ビキタス支援システム設計者は自ら実世界モデルを構築する過程から開放される。また、設計者以外にもシステムの挙動が理解しやすくなるため、システムの再利用が容易に行えるようになることが期待される。

## 2 ユビキタスコンテンツ基盤システムプロジェクト

ユビキタス支援システムの構築支援および複数の作成者によって独立に作成されたシステムが連携することのできる基盤として、「ユビキタスコンテンツ基盤システム」を提案し、プロジェクトとしてその実現を目指す。とりわけ再利用のためには、他者によって作成されたシステムの振る舞いを再利用者が容易に理解できることが重要である。したがって個々のユビキタス支援システムは、環境からのセンサデータの信号処理、またはそのシステム独自の記号処理に基づく構成ではなく、他者の理解しやすい言語シンボルおよび言語シンボル間の関係を示したオントロジに基づく構成であるべきである。本稿では機械可読なオントロジ表現言語として標準化された OWL を用いる [1]。

このようなユビキタス支援システムの運用には言語シンボルで表現された実世界モデルが必要となる。提案システムは、取得した環境情報を基に、言語シンボル化で表現された実世界モデルを作り上げる機構である。

### 2.1 全システムの概略

図 1 は構築するシステムの全体図である。ここではユビキタス支援システムの適用範囲として、「部屋」をひとつの単位として考える。

本システムは、センサネットワーク、センサデータを格納する観測データベース（以下 DB）、その部屋に存在する「モノ」や「モノ間の関係」の概念およびその関係（例：「鉛筆」は「筆記具」の一種である、「支えている」は「接触している」の一種である）が OWL で記述された部屋オントロジ DB、OWL 形式で記述されたモノ固有のシンボル情報（individual 情報）を格納する individualDB、および推論エンジンを持つ。

部屋オントロジには「会議室」「台所」「居間」「オフィス」「浴室」などが存在し、部屋の使用目

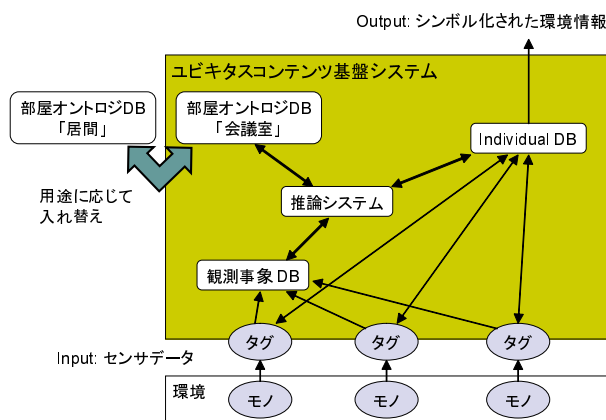


図 1: ユビキタスコンテンツ基盤システム全体像

的に応じて入れ替えて利用する。例えば「会議室」オントロジには「指示棒」「ホワイトボード」「机」など通常会議室にあるモノが記述されている。

観測事象 DB と individualDB は使用する部屋オントロジに対応して作成される。

部屋に関する情報は、部屋中に存在するモノに貼り付けられた RFID タグから収集される。

本プロジェクトでは次のような機構を持つアクティブ RFID タグ（以下タグ）の使用を想定する。

- 加速度、照度、温度などを検出できる複数のセンサ
- CPU 及びストレージ
- 電源
- 外部との通信機構

センサデータは一時的にストレージに格納され、観測 DB に送られる。ストレージにはさらにタグが貼り付けられているモノに関するシンボル情報が格納されており、この情報は individualDB に送られる。

本システムを用いることで、部屋の中に存在するモノが使用されるうちに、モノやモノ同士の関係が部屋オントロジ上の言語シンボルに対応付けられる。言語シンボルは、ユビキタス支援システムに部屋に関する情報として提供される。この実現は以下の 5 つの階層からなる。

1. センサネットワークによりセンサデータを獲得する。
2. タグの持っているシンボルデータを individualDB に格納する。

3. センサデータの一次加工（シンボル化）を行い，観測 DB に格納する．
4. 推論システムが 3 つの DB を相互参照し，情報の言語シンボル化，シンボルの詳細化を行い各 DB を更新する
5. 部屋に関する情報をシンボルでユビキタス支援システムに提供する．

本稿では，第 4 の階層に焦点を当てる．

## 2.2 研究課題

RFID タグの貼り方には，1．ユーザが貼り情報を与える場合（ユーザタギング）と 2．モノの作成者が情報を与えた状態で作成時に貼る場合（ソースタギング）の二通りがある（付録 A 参照）．

ユーザタギングの場合，使用しながら人が情報を新たに追加することもできる．しかし，情報追加の際にユーザが犯す誤りは大きな問題である．また，ユーザタギングの場合，情報を与えるコストの問題があるため，最悪の場合タグにモノに関する情報が一切与えられていないケースも考えられる．ユーザの誤りを修正する方法，あるいは事前情報のないタグに情報を与える方法として，先の 3 つの DB を相互参照することによる情報のシンボル化は有用である．

また，ソースタギングの場合，モノの詳細な情報を与えておくことが可能であるが，「どこで使用されるのか」など事前には与えようのない情報も存在する．このような情報を追加する仕組みとしても情報のシンボル化は有用である．

以上整理すると，タグの持つ情報に関して次の二つの課題がある．

課題 1 情報がないモノに関する情報の付与

課題 2 得られている情報の検証・修正・更新

## 3 モノ推論アルゴリズムとオントロジの拡張

本稿では，前節で挙げた課題のうち「情報がないモノに関する情報の付与」に取り組む．本節ではこの課題に対するアプローチと現状構築している推論システムのアルゴリズム，さらに今後の展開につい

て述べる．また，提案アルゴリズムを使用する上で必要な従来のオントロジの拡張について述べる．

### 3.1 アプローチ

われわれは，OWL 知識表現記述に従って，ある特定のモノ（individual）の持つ情報を次の三つのいずれかに分類する．

**type** モノが何であるのか，モノの所属するクラス（第 2 節の例における「絵画」）

**object property** 他のモノとの関係（第 2 節の例における「絵画の作者」）

**datatype property** 大きさ，重さなどモノ自体が持つ属性（第 2 節の例における「絵画の作成時期」）

**type** が同定されていればオントロジによってある程度他の二つを推定することが可能である．しかし，**object property**，**datatype property** の片方だけでは他の二つの情報は推定することは難しい．したがって，これら三種の情報のうち，最も情報量が多く重要なのは **type** 情報であると考えられる．

またソースタギングの場合，**type**，**datatype property** については事前に与えることが可能であるが，**object property** に関しては不可能である．以上より，課題 1 では特に未定義な **type**，**object property** を同定することが重要であるといえる．

しかし，貼られているタグのセンサからの情報，「ある瞬間にそのモノは加速度（ $\ddot{x}$ ， $\ddot{y}$ ， $\ddot{z}$ ），温度  $T$ ，照度  $B_{lx}$  であった」というようなスナップショット的情報では **type** の推論は困難である．一方，「円軌道を描く，午前 6 時ごろから徐々に温度が上昇し正午を境に減少する」という連続的な時間の取り扱いを行うと情報量は多くなるが，連続的時間の記述を行っている大規模な既存のオントロジは存在せず，ゼロからオントロジを構築しなければならない．

上述のふたつの方法は「同定したいモノに貼られているタグから得られる情報のみから未定義情報を同定する」という点で共通している．本研究では，複数のタグから得られる「モノ同士の関係」から同定していく方法を試みる．

「関係」の分類は，その関係がいくつのモノにかかわる関係か（2 モノ間関係， $N$  モノ間関係）という関係するモノの個数による観点と，制約関係（電

化製品には電力供給が必要)や包含関係(蓋は急須の一部である)という関係の種類による観点から可能である。本研究では現在、2モノ間の制約関係に注目して未定義 type の同定を行う方法を構築している。情報が事前に付与されているモノを手がかりにしてそれらに關係する未定義なモノの type を定義していくという方法である。

### 3.2 シンボル決定のアルゴリズムの基本的アイデア

OWL では2モノ間の関係は、モノの持つ object property によって記述される。例えば、子供に実母が存在がすることは (child, hasNaturalMother, mother) というように主語、関係を表す述語 (object property)、目的語の三項関係で表される。実母を持つという述語の主語は、子供クラスに所属していなければならない。また目的語は母親クラスに所属していなければならない。この主語と述語が満たすべき所属クラス (type) の条件を OWL ではそれぞれ object property の domain そして range と呼ぶ。この例の場合、ある特定の子供に対して実母は必ず1人だけ存在する。このように特定の個体 (individual) に対して、その述語の目的語となりうる individual がいくつであるかを規定している制約を、OWL では cardinality と呼ぶ。上記例の場合、cardinality は1である。(会社員の週当たりの労働日の cardinality は7以下である、というように不等号を用いて制約を表現することもできる。)以上で紹介した OWL の制約記述を用いて、以下のように未定義なモノの type 定義を行う。

**制約駆動推論** 「ある懐中電灯が必ず電池をひとつ使用する (cardinality=1)」ことは事前情報として与えることはできる。しかし、どの電池を利用しているかということはあらかじめ付与できない。このように多くの場合、object property の目的語にあたる individual は未定義である。

このときオントロジ DB を参照して、電池を使用するという object property をプロパティオントロジにおいてひとつ下位の object property の集合としてブレイクダウンすることができる (例えば「懐中電灯は、内部に電池の individual を持つ」)。これらの条件をすべて満たすモノが必ずひとつ存在する (cardinality の制約)。このような individual が

観測 DB から発見された場合、その individual が目的語であると推論することができる。観測できなければブレイクダウンを繰り返す。このとき、その individual の type が未定義であるならばそれを domain の制約より「電池」であると推論することができる。

以上を整理すると、以下ようになる。

1. cardinality 制約により目的語に相当する individual の存在が确实だが、目的語が同定されていない object property を探す。
2. プロパティオントロジを参照して、その object property をより下位の object property の集合にブレイクダウンする。
3. 2の作業を最も下位の property に到達するか、すべての条件を満たす individual が観測 DB から発見されるまで繰り返す。
4. 発見された individual の type が未定義であれば、当初の object property の range の制約より type が同定される。
5. type (所属クラス) が同定されると、そのクラスの持つ object property がモノの持つ属性として継承される。この object property が 1. の性質を満たせば、再び上記の操作が行われる

現在この推論方略のアイデアに基づき言語のシンボル化を行う推論機構のプロトタイプを構築している。このプロトタイプは、第3.1節で述べたユビキタス基盤システムの設計方針に則り、次のような情報が格納された3つDBを持っており、未定義 type の同定を行う。

- 部屋の中に存在する3つのモノ(内1つの type が未定義)についての IndividualDB
- それぞれ3つのクラスおよびプロパティからなるクラスオントロジ、プロパティオントロジが格納された部屋オントロジ DB
- 部屋の中に存在するモノの一次シンボル化された近接関係が格納されている観測事象 DB

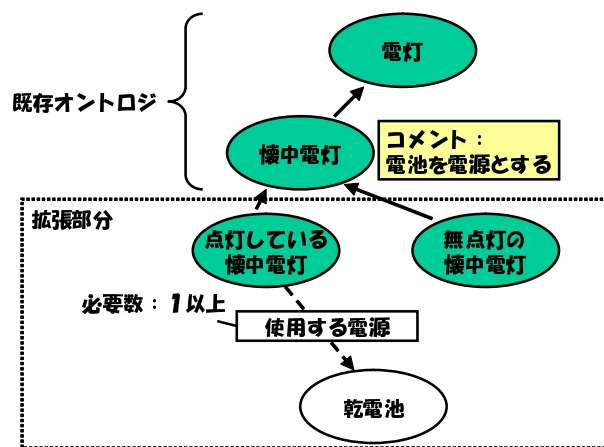


図 2: 構築するオントロジと既存オントロジの関係

### 3.3 モノの状態毎の制約条件を記述したオントロジ

本稿で提案したアルゴリズムの根幹を成すのは二つのモノの間の制約関係である。しかし、WordNet[2, 3] や Cyc[4] といった既存のオントロジでは、概念の上位下位関係は機械可読に記述されているものの、制約関係は機械可読に記述されていない。そのため、制約関係に基づいた推論を行うためには、モノの制約関係を機械可読な形で表現する形で従来のオントロジを拡張しなければならない。

また、制約関係はモノの状態によって変化する。上述の例で言えば、点灯していない懐中電灯に必ずしも電池は必要ない。点灯している場合に初めて電池が必要となる。したがってモノの状態の記述がオントロジには必要となる。既存のオントロジは基本的にそのモノが何を目的としているモノかという「本質的な」記述（例「懐中電灯は電池で光る電気的なランプ」）をしているため、モノの状態の記述がない。したがって既存のオントロジに状態に基づく記述を追加しなければならない。構築すべきオントロジと既存オントロジの関係を図 2 に示す。

## 4 議論

本稿で提案したアルゴリズムは、以下にあげる条件下でモノの情報をオントロジ上のクラスとプロパティに対応付けることができる。

条件 1 環境中に存在するモノのうち、ただひとつだけのモノが未同定である。

条件 2 未同定なモノと制約関係にあるモノが環境中に存在する。

条件 3 ひとつのモノ情報の入力に基づく推論が終了するまで、新たな情報の入力を行われない。

条件 4 部屋の中に存在するモノの概念に関する状況を考慮したオントロジが与えられている。

条件 5 二つのモノの関係の概念に関するオントロジが与えられている。

### 4.1 オントロジの拡張

提案アルゴリズムを運用する上で、制約関係の機械可読な形での記述およびモノの状態の記述が必要となる。これらの記述をオントロジの外に記述することも可能である（例えば状態を変数として持つ制約条件関数として表現することができる）。

しかし、オントロジ内に記述することで、異なるシステムに移しても再利用可能であるというオントロジの持つポータビリティの高さを維持することができる。したがって本稿では、オントロジの拡張を行う方向で研究を進める。

モノの状態の表現 モノの状態の切り分け方は無数にありえる。例えば、懐中電灯が「テーブルに置かれている状態」、「人が持っている状態」などという周囲との関係による状態の表現を行うことができる。この場合、関わる可能性のあるモノの数だけ状態は存在する。また「周辺の温度が N 度の状態」といった連続的な値を用いた表現を行うこともできる。この場合も、とりうる値の数だけ状態が存在する。このように、表現の仕方によっては記述しなければならない状態の数が膨大になってしまう。

提案アルゴリズムで必要とする状態の記述は制約関係の変化を表現できる記述である。懐中電灯の例でいえば、指向性のある光源としての機能を果たすためには電池が必要であるという制約がある。一方で、その機能を果たしていない場合には懐中電灯は上記の制約条件を持たない。本稿では、そのモノが持つ機能を果たしている状態、果たしていない状態の二つの状態を基本として表現する。これは必ずしもモノが取る状態が二つであるということではない。携帯電話のように複数の用途を持つ多機能なモノの場合、通話の機能を果たしている状態、メールを送る機能を果たしている状態、いずれの機能も果たしていない状態などの状態が存在する。つまり、その

モノの持つ機能の数プラス1だけ状態は存在することになる。この表現法では、記述すべき状態の数はモノの機能の数によって決まり爆発はしない。

既存のオントロジからの機能、制約関係の抽出 既存のオントロジでは機能や制約関係は機械可読な形では記述されていないが、人に対するコメント部分に記述されていることがある。例えば懐中電灯は「乾電池を電源にした、携帯用の小型電灯である」と記述されている。この記述中から「乾電池を必要とする」という制約条件を抽出できれば、オントロジの拡張のコストが削減できる。コメント文からの機能、制約関係の抽出の可能性は、本稿で必要なオントロジを構築する上での検討課題である。

制約の分類 制約は、いくつかの観点から分類することができる。例えば、それがいくつかのモノに関する制約であるかという観点での分類が可能である。本稿では、2モノ間の制約に着目したが、例えば単体のモノの制約として、「懐中電灯は点灯時に光る」という制約が挙げられる。また、どの程度一般性のある制約かを表す「制約の強さ」といった観点から制約を分類することができる。最も強い制約としては、「同じ空間を複数のモノが占有することはできない」といった物理的な制約が考えられる。その次に強い制約として本稿で取り上げた機能的な制約が挙げられる。「パソコンの近くでは飲み物を飲まない」といった個人的な制約は弱い制約であるといえる。個人的制約のような弱い制約は、現実には当てはまらないことが多い。しかし、その制約を定義した本人が使用するモノに関しては、多くの場合当てはまると考えられる。

今後、本稿で焦点を取り上げた2モノ間の機能的制約以外の制約にも注目し、その使用を検討していくことを予定している。また、ここでいう弱い制約は、オントロジの外に記述される「ルール」にあたることを考えることもできる。どこまでを「オントロジ上の制約」として表現し、どこまでを「ルール」として表現するかという境界についても今後検討していく。

## 4.2 計算量の検討

提案アルゴリズムを運用する上で、オントロジ上におけるモノの概念の検索とモノの関係の概念の検索の二種類の検索が必要となる。部屋の中に存在す

るモノの数自体は数千個のオーダーであると考えられるが、モノの種類(すなわちオントロジ上のモノの概念)はそれよりも少ない。ここでは、部屋に関するオントロジ上に存在する概念はたかだかN種であるとする。これらN種のモノがすべてP個の機能を持つ多機能なモノであったとしても、記述すべき状態は、たかだかPN個である。本稿で用いるオントロジはツリー構造をしているため、モノの概念の検索に必要な時間計算量はたかだか $O(\log N)$ である。

二つのモノの関係のオントロジは、「接触している」「上方にある」などといった物理的な2モノ関係を基本に構成される。これら物理的な2モノ関係はたかだかM個と仮定する。また、部屋に存在するN種のモノの成す2モノ関係は ${}_NC_2$ 通り存在するが、実際にはすべての概念間に関係があるということではなく、たかだか $O(N)$ 程度しか存在しないと考えられる。よって、2モノ関係に関するオントロジの空間計算量は $O(MN)$ であり、その中から特定の関係を検索する時間計算量は $O(\log MN)$ である。

以上のように、二種類の検索は現実的な計算量で実行可能であると考えられる。

## 4.3 アルゴリズムの拡張

現状のアルゴリズムでは、環境中に存在するモノのうち、ただひとつだけのモノが未同定である(typeが未定義である)。また、一連の推論が終了するまで新たなセンサデータの入力はないという想定で問題に取り組んでいる。今後は以下のような点について検討を行い、プロトタイプの有効性の検証および課題の洗い出しを行なった後、システムの拡張を行う。すなわち、

- 複数のtype未定義なモノがあった場合の推論の手順の開発と、その推論方略の無矛盾性の証明
- typeが定義されているモノと未定義なモノがどの割合までならば推論は収束するかという検討

## 5 関連研究

本研究はユビキタスコンピューティングとセマンティックウェブの合流点における研究であると位置

づけることができる。

同様の研究として以下の研究が挙げられる。

Maryland 大学 ユビキタスコンピューティング環境におけるオントロジ SOUPA [5]

産業技術総合研究所 デジタル世界から実世界へのシンボルグラウンディング [6]

NTT ドコモ ネットワーク研究所 実世界と仮想世界の融合 [7]

## 6 おわりに

本稿では、環境中に存在するモノの集合体として実世界を捉え、言語シンボルの集合として実世界モデルを記述するアプローチを行った。環境中に存在するモノに複数のセンサを有する RFID タグを貼付し、そこから得られる情報から、モノや他のモノとの関係を推論を行ってオントロジ上の概念に対応付けるアルゴリズムを提案した。提案したアルゴリズムにより、二つのモノの制約関係を機軸にして、有限時間内で事前情報のないモノをオントロジ上のモノ概念に同定できることを確かめた。また、同アルゴリズムを運用する上で必要な既存のオントロジの拡張について議論した。今後は、環境中のモノのうち未決定のモノの割合を増やした場合、モノが環境内で果たす役割の変化する場合に対応する可能なように本手法を拡張する予定である。

## 参考文献

- [1] OWL-Guide:  
<http://www.w3.org/TR/owl-guide/>
- [2] Christiane Fellbaum: “WordNet: An Electronic Lexical Database”, MIT Press (1998).
- [3] WordNet:  
<http://www.cogsci.princeton.edu/~wn/>
- [4] Cycorp: <http://www.cyc.com/>
- [5] Harry Chen et al.: “SOUPA: Standard Ontology for Ubiquitous and Pervasive Applications”, In Proceedings, International Conference on Mobile and Ubiquitous Systems: Networking and Services(2004).

[6] インテリジェントコンテンツ:

<http://www.carc.aist.go.jp/~hasida/download/20020516IC.ppt>

[7] 坂本憲司, 國頭吾郎, 山崎憲一: 実世界モデリングを用いたトリガー削除方法, 情報処理学会研究報告, 2003-UBI-2(10), pp.55-60(2003).

## 付録 A RFID タグ

無線 IC タグ (RFID タグ) とは、無線通信 IC とアンテナからなるモジュールの総称である。基本的な機能として、専用の読み込み/書き込み装置 (リーダー/ライター) からの要求に応じて内蔵メモリのデータを読み出したり、書き込みを行うことができる。また、そのバリエーションとしてマイクロプロセッサを搭載しプログラムを実行できるものや、センサを持ち、周囲の情報を収集するものもある。

RFID は多機能になればなるほどコストが高くなるが、昨今の技術開発の結果、現在では基本的な RFID タグであれば 100 万個発注で単価 20 円未満にまでコストダウンが行われている。一般的なものとして認知されれば、コストはさらに下がるものと期待されている。

例えば、カリフォルニア大学バークレイ校の Smart-Dust 計画に基づいて開発された無線センサネットワーク Mote のモジュールは、温度、加速度、照度、湿度、気圧などのセンサ、無線通信機構、512KB のストレージ、OS を搭載している [1]。電源として通常のバッテリーの他に太陽電池などの発電手段を有している種類もあり、恒久的な利用も視野に入れている。

一方産業界では、生産工程管理や物流システムなどへの利用が実験的に行われており [2]、梱包を解かずに検品できることや同時に複数のタグを認識することなどのメリットで、従来のバーコードによるシステムの問題点を解決することが期待されている。

この場合、タグを誰が貼付するかにより、商品の出荷時にメーカーが貼付するソースタギングと、ユーザがモノに貼付するユーザタギングの二通りのアプローチがある。前者は、主に物流管理など出荷、販売までの効用が大きく、またユーザ (製造者や小売店などの商品の仲介者) がタグを貼り情報を付与する手間が必要ない。後者は、モノを実際に利用する末端ユーザの用途に応じて所望のモノにタグを貼り、情報を更新していくことによってモノの扱いの利便



性を高める効果が期待できる。しかし、実証実験でユーザの運用ミスにより IC タグに誤ったデータが書き込まれる問題点が指摘されており [3]、期待の効果をj得るためにはこの課題の解決が必要である。

本研究で使用するタグは、タグそれ自体はユーザタギング、ソースタギングのどちらの方式で貼付されていてもかまわない。重要なことはタグに書き込まれる情報はユーザが実際にモノの使用を開始してからの情報であるということである。

## 付録B ユビキタスコンテンツ基盤システムのユースケース

### B.1 ユビキタス支援システム設計者

設計するシステムがどのような部屋での活動を支援するのかを決定する（ここでは仮に会議室とする）。部屋に関する情報は基盤システムから得られるので、設計者は、実際にサービスを提供するためのハードウェアのみを構築する。そしてサービス提供のトリガーを、従来のようにセンサデータに基づくレベルではなく、「ホワイトボードの前に人が立ったら」というように「会議室」オントロジ上に存在する言語シンボルレベルでサービス提供条件を記述する。

このように、本システムを利用することで、設計者は所望の環境情報を得るためのセンサの選別や配置などの試行錯誤から開放され、サービス提供そのものに集中できるようになる。また、システムの挙動が設計者以外にも理解しやすくなるため、会議室に対してユビキタス支援を行う複数のシステムを連携させることが以前より容易になることが期待される。

### B.2 ユビキタス支援システムのユーザ

ユーザは部屋の性格を部屋オントロジを選択することで明確にする。そして、その部屋オントロジに対応した支援システムに必要なハードウェアを部屋に設置することで支援を受けられる。

部屋オントロジは、随時取り替えることが可能である。あるときにユーザが普段会議室として使用している部屋をパーティ会場として用いたいと欲したとする。そのユーザが部屋オントロジを「会議室」から「居間」に変更すれば、部屋の中のモノは「居

間オントロジ」にしたがってシンボル化される。その際、「指示棒」や「ホワイトボード」といった会議室オントロジに存在し、居間オントロジに存在しないモノには情報が付与されない。

しかし、ユーザの欲する「居間」に対しての支援を行うシステムは、設計者によって「居間」オントロジ上の言語シンボルに基づいて記述されている。そのため「指示棒」や「ホワイトボード」などのモノに情報が付与されていない場合にも、支援システムに必要なハードウェアさえ事前に設置しておけば、所望の「居間」に関する支援を受けることができる。

このように本システムを利用することで、ユーザは部屋オントロジを変更することで容易に部屋の用途を変え、環境を多様に利用できるようになる。

## 参考文献

- [1] SmartDust Mote:  
<http://www.spp.co.jp/sss/j/motemica.html>
- [2] RFID テクノロジ: <http://itpro.nikkeibp.co.jp/free/NBY/RFID/20040421/1/>
- [3] RFID テクノロジ編集部: 無線 IC タグのすべて: ゴマ粒チップでビジネスが変わる, 日経 BP 社 (2004).