

## 第 XXV 部

# Auto-ID とインターネット



## 第 25 部

### Auto-ID とインターネット

#### 第 1 章 Auto-ID ワーキンググループについて

Auto-ID ワーキンググループは、2002 年末に WIDE プロジェクトにおいて RFID 技術とインターネット技術の研究領域の統合を検討するために設立された。WIDE プロジェクトにおけるインターネット研究の経験や成果をバックグラウンドとして、RFID などによって実現される実空間情報を扱うアーキテクチャの検討や標準化への貢献、実空間指向アプリケーションの検討を行うグループとして活動している。

設立当時は、第一フェーズとして WIDE プロジェクトとしての新しい研究領域を導入するための基本的な調査を主な目的としていた。特に 2002 年は慶應義塾大学をホスト機関として Auto-ID Labs ジャパン<sup>1</sup>が設立された時期でもあり、WIDE プロジェクト側の研究エンティティとしての役割が期待されたため、Auto-ID Labs を中心に進められるネットワーク型の RFID 技術を理解しインターネット研究者としての視点による検討を行う必要があった。

Auto-ID Labs がより積極的な実用化フェーズに移行して、EPCglobal[66]が設立される時期になると同時に、WIDE 側の研究体制もより調査フェーズからその結果を適用した研究を行うフェーズに移行した。2004 年には所属エリアをアプリケーションエリアへ変更し、より技術開発よりのワーキンググループとして活動を行った。さらに 2005 年には趣意書を、今後展開される標準化技術を基盤とした実空間ネットワーク一般に関する記述に変更し現在にいたっている。

現在の Auto-ID ワーキンググループの目的は、  
人、もの、位置、周辺環境の情報、など実空間の情報をインターネットから扱い、また、実空間からインターネット上の情報を扱う、実空間

ネットワークを研究すること

である。

Auto-ID ワーキンググループは識別子からのアプローチを行う。電子タグをはじめとするデバイスを用いて実空間とインターネット上の情報を識別子を通じて接続し、実空間ネットワークを構築する。

現在 WIDE 内には実空間に関連するワーキンググループが Auto-ID ワーキンググループ以外にも spears、igeoid、Live E! ワーキンググループなどがある。Auto-ID ワーキンググループはこれら他のワーキンググループと連携しながら実空間ネットワークに関する研究を行っていく。

#### 第 2 章 Auto-ID ワーキンググループ 2005 年度の活動概要

Auto-ID ワーキンググループでは WIDE の研究会、合宿以外にも定期的に BoF を開催し、変化の激しい RFID 関連の情報や、各メンバーの活動についての研究発表、議論を行っている。

また、必要に応じてより深い議論や実装を行うための実装合宿などを開催する場合もある。2005 年 7 月には EPCglobal の公開仕様にもとづいた EPCnetwork のサンプル実装を行い仕様の妥当性などを議論した。

2005 年 9 月の WIDE 合宿では、Auto-ID Labs の協力のもとで、RFID リーダを用いた合宿の発表支援を行うシステムを構築し運用した。参加メンバーに名札と同時に、個人識別子が記録された RFID タグ (HF 帯 : ISO15693 規格) を携行してもらい、それにもとづいたサービスを展開した。とくに、研究発表などの際に、話者のプロフィールや過去の話者の履歴を提示する「イントロダクション」システムは、会議進行のうえで大変有用なツールであることが実証された。本システムは更に改良を継続したう

1 Auto-ID Labs・Auto-ID センターマサチューセッツ工科大学 (米国)、ケンブリッジ大学 (英国)、アデレード大学 (豪州)、ザクトガレン大学 (スイス)、復旦大学 (中国)、慶應義塾大学 (日本) の世界 6 拠点によって構成された研究組織。2003 年にさらなる EPC ネットワークの普及を目指して EPCglobal 設立するとともに、大学組織による AutoID labs に移行。AutoID Labs では EPC に関連する先進的な研究を継続している。

えて、2006 年 3 月に開催される WIDE 合宿でも適用される予定である。

また、2005 年 9 月合宿で開催された BoF では鈴木茂哉さんの渡米にともない、ワーキンググループチェアが若山史郎さんとなった。また、同時に趣意書と活動内容の差違に関する議論も行われ、その議論を受けて、2005 年 12 月 24 日に趣意書が変更された。

現在の Auto-ID ワーキンググループでの具体的なアクションアイテムを以下に示す。

- 実空間指向の情報・アプリケーションアーキテクチャの研究
- ミドルウェアの開発
- 開発ミドルウェアを利用したアプリケーションの開発と活用
- 合宿でのデモ

---

### 第 3 章 2005 年度の実装状況

---

Auto-ID ワーキンググループではとくに EPCglobal によって標準化が進められている EPC ネットワーク<sup>2</sup>に関連した実装を進めている。本章は Auto-ID ワーキンググループの 2005 年度の活動の中でソフトウェア実装のアクティビティをまとめたものである。

#### 3.1 EPC ネットワークの仕様と研究課題

現在検討されている EPC ネットワークの仕様は以下の要素に分解される。

- RFID タグ自体に関連する仕様群
  - 1) RFID タグの技術仕様( HF Class1 gen1、UHF Class0/1 gen1、UHF Class2 gen2 など)
  - 2) RFID タグと RFID リーダライタ間の通信プロトコル (RFID の air protocol)
- RFID リーダと上位コンポーネントの接続のための仕様群
  - 3) RFID リーダライタと上位コンポーネント間の通信プロトコル( Reader Protocol-RP )と

2 EPC ネットワーク EPCglobal が標準化を進めている RFID を用いた情報システム。RFID タグ (IC タグ) の無線プロトコル (Air Protocol) といった物理層の仕様から各用途毎の識別子 (ID) の構造までの RFID を利用としたシステムを構築する上で必要になる要素を含む。

- 4) RFID リーダライタの管理用プロトコル (Reader Management Protocol-RM)
- 5) RFID リーダなどからの読み込みイベントをアプリケーションに適した形に処理するためのしくみ (Filter & Collection) およびプロトコル (ALE: Application Level Event)
- EPC と関連する情報を扱うための技術の仕様群
  - 6) EPC 関連情報を扱うためのコンポーネント間のプロトコルとスキーマを規定する EPCIS (EPC Information Service)
    - 6-1) EPCIS に情報を蓄積するための仕組み (EPCIS capture Interface)
    - 6-2) EPCIS で扱う情報の規定 (EPCIS Data Specification)
    - 6-3) EPCIS を検索するための仕組み (EPCIS Query Interface)
  - EPC システムを相互接続するためのしくみ群
    - 7) DNS 技術を基盤とした EPC と EPCIS の関連性を解決するためのしくみ ONS (Object name service)
    - 8) 複数の EPCIS にまたがった情報群を取り扱うための仕組みである EPCDS( EPC Discovery Service)
  - EPC の仕様群
    - 9) EPC の構造の規定 (TDS: Tag Data Standard)
 

用途別の EPC の構造や、ビット長、URN 表現などを規定している
    - 10) EPC の表現の変換システム( TDT: Tag Data Translation)

これらの全ての仕様化が完了しているわけではなく、現時点でも議論中のものも多い。また EPCglobal では、最終的に仕様を広く公開するための、議論は限られた仕様策定メンバーにしか開示されないことになっている。しかし、Auto-ID ワーキンググループでは公開されていない部分についても議論や実装および実験を行い、その知見を標準仕様策定作業へフィードバックすることも目標としているため、ある程度独自の拡張などについても着手している。

## 3.2 Auto-ID ワーキンググループによる EPCglobal 標準仕様の実装

### 3.2.1 EPC Tag Data Specification

EPC TDS (Tag Data Standard 1.1) の仕様はすでに EPCglobal から一般向けに公開されている [65]。Auto-ID ワーキンググループでは、各種アプリケーションで利用される EPC の共通ライブラリ作成の一貫として、EPC TDS ver.1.1 に定義されている各形式に EPC コードを変換するライブラリ (ruby 版) を実装した。作成後に公開 / 補足された仕様にはもついでないため最新の仕様とは若干のずれがあるが、それぞれの形式間の変換は可能になっている。

### 3.2.2 Application Level Events (ALE) および Filter & Collection

ALE は、受信したタグの情報をユーザアプリケーションに送るプロトコルである。Filter & Collection 部はユーザアプリケーションからの登録を受け付けた後、タグの情報を受け取り登録情報に適合したならばユーザアプリケーションに対して ALE を送信する。

EPCglobal ALE の仕様も 2005 年度半ばに公開され、参照可能になっている [61]。Auto-ID Labs では、公開された標準仕様にもついでた、試験的な実装を機能限定ながらも行った。その過程でたとえば “3 秒間かざした場合” などができないなど、仕様の問題点や不明確な部分が明確になった。

これらの問題を解決するための ALE 拡張実装に関しては、現在、設計および実装を行っている。

### 3.2.3 Reader Protocol

Reader Protocol は、リーダを管理するための仕様である。Reader Protocol の仕様は現時点では公開されていない。

そのため、Auto-ID ワーキンググループは一般的に RFID リーダを制御するしくみに関して考察を行い、それらの機能に関する試験実装を行うにとどまっている。Alien 社、(株)タカヤ、(株)OMRON、FEIG 社、SYMBOL 社 (matrix を買収) などの各リーダを扱うベンダー依存部分の実装や、プロトコル変換部分の実装に関しては蓄積も進んでおり、今後の標準化の公開に対応可能であると考えている。

### 3.2.4 EPCIS

EPCIS は EPC に関する情報を扱うためのコンポーネントであり、EPCIS 間のプロトコルとスキーマを規定する必要がある。しかし、この部分に関しては未だ標準化作業が終了していない。

そのため、Auto-ID ワーキンググループのなかで EPCglobal の標準化に参加しているベンダーおよび Auto-ID Labs メンバーに閉じた形で、EPCglobal で策定中の仕様と、その実装について議論を行った。その議論を基に EPCIS のプロトタイプ実装を作成した。今後の実験ではこの実装を使用する予定である。

### 3.2.5 Object Naming System (ONS)

ONS は EPC を入力として、その EPC に関連するサービスの位置を返すサービスである。ONS1.0 はすでに EPCglobal で標準化が完了し、仕様が公開されている ([64])。ONS1.0 は技術の大部分にインターネットの名前解決システムである DNS (Domain Name Service) を利用している。そこで、Auto-ID ワーキンググループでは DNS 実装として広く使われている bind を利用して ONS のサーバ実装を構築した。

しかし、bind にはプログラムから管理するためのインターフェースはほとんど存在しないため、EPC ネットワークのサブシステムとして利用するためには、他の EPC ネットワーク構成要素同様、管理用の API が必要だと考えられる。そのため、ONS の管理 API として必要なものについて議論を行い一部のメンバーでの実装作業に着手している。

### 3.2.6 Air protocol

EPCglobal の HAG で第 2 世代 UHF タグ規格の Air Protocol の仕様の議論が進められていた。2005 年度には UHF Class 1 Generation 2 (以下 gen2) として標準化が完了し、仕様が公開されている ([63])。

Auto-ID Labs では、この仕様にもつづき gen2 のリーダを空間内に配置するシミュレータを作成している。このシミュレータは、LBT (Listen Before Talk) を行い使っているチャンネルを読んでから出すと帯域はどうなるかなど、gen2 の挙動を調べることができる。これにより、リーダの向きがランダムになっている場合の LBT の効果を調査したり、gen2 が使用するチャンネルの最適配置などが検証できる。また、

シミュレータであるため、bit error rate などにも自由に設定できる。

3.2.7 EPCIS Discovery

EPCIS Discovery は EPC ネットワークには含まれていない。しかし、EPC ネットワーク上に複数の EPCIS があつたときに、アプリケーションプログラムはどのように EPC を扱うべきかが問題となる。その名前解決に必要な ONS と EPCIS Discovery について、それぞれどのような役割を持ち、どのような機能が必要であるかを議論し、それをもとにプロトタイプ実装を作成した。

3.3 Auto-ID ワーキンググループ実装の現状と今後

EPC ネットワークの全体を RFID を用いた様々なアプリケーションで利用できるようにすることは、WIDE の他ワーキンググループでの活動に対して寄与する可能性も高い。

現状の実装状況は、主に RFID リーダに付随した部分と、ONS などインターネット技術を応用した部分に重点がおかれている。しかし、現段階では仕様の策定が進んでいない部分の実装はあくまでもサンプルの実装もしくは完全に独自実装になっており、様々な用途で利用できる標準的な実装を提供するに至ってはいない。アプリケーションを考慮した場合には、EPCIS などの実際の読み取りイベントを処理する情報処理要素に関する実装の必要性も高く、これらを視野にいれて今後も継続した活動に取り組んでいく必要がある。

また、これまでの実装および議論により、例えば認証やセキュリティなど問題点が表れてきている。今後は実装を進めるとともに、これら問題点をふまえて標準化活動を進めていきたい。

第 4 章 EPC ネットワーク標準化の動向

本章は EPCglobal が進めている RFID (IC タグ) 利用技術である EPC ネットワークの標準化の動向をまとめたものである。

4.1 EPC ネットワーク

EPC ネットワークは EPCglobal が進める RFID (IC タグ) 利用技術である。もともとは、1999 年にマサチューセッツ工科大学 (MIT) が中心に設立された Auto-ID Labs によって提唱された技術である。EPC とは Electronic Product Code (電子商品コード) のことであり、様々な物品に対して付加されることが想定されている。EPC と既存のバーコードなどの商品コードと番号体系としての相違は、EPC では個品レベルの番号 (シリアル番号) を扱える点である。EPC の基本構造を図 4.1 に示す。

- EPC ネットワークは
- 1) RFID タグの技術仕様
  - 2) RFID タグと RFID リーダライタ間の通信プロトコル (air protocol)
  - 3) RFID リーダライタと上位コンポーネント間の通信プロトコル (Reader Protocol-RP) と管理用プロトコル (Reader Management Protocol-RM)
  - 4) EPC 関連情報を扱うためのコンポーネント間の

header	Manager Code (製造者など)	Object Class (製品番号など)	Serial Number (個体番号)
--------	-------------------------	--------------------------	-------------------------

図 4.1. EPC の構造

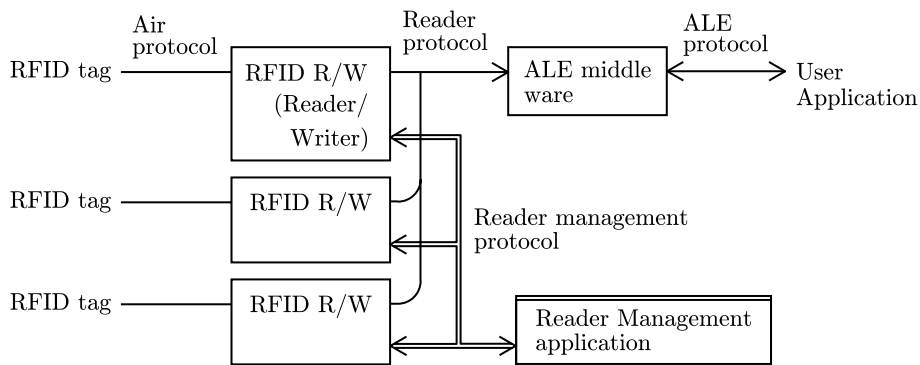


図 4.2. RFID タグから読み取りイベントを扱うアプリケーションまでの流れ (とリーダ管理)

W I D E P R O J E C T 2 0 0 5 a n n u a l r e p o r t

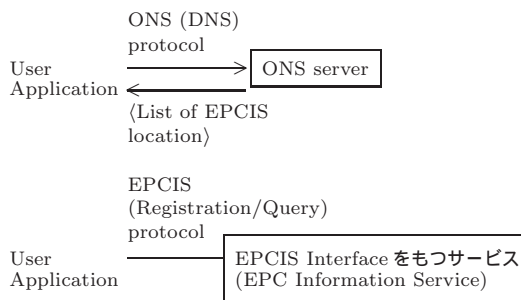


図 4.3. EPC 対応アプリケーションが外部の関連情報を参照・登録する流れ

プロトコルとスキーマを規定する EPCIS (EPC Information Service)

- 5) EPC から関連する EPCIS などの場所検索するための仕組みとプロトコルを規定する ONS (Object naming service) から構成される。

#### 4.2 標準化

EPC ネットワークの標準化は EPCglobal によって進められている。EPCglobal による標準化のための組織は、大きく以下の 3 種類に分類される。

- BAG (Business Action Group)
  - 利用者からの要求事項のとりまとめや、利用方法についての検討を行う。
- SAG (Software Action Group)
  - EPC ネットワークの仕様のうちとくにソフトウェア技術に関連する部分を検討する。EPC ネットワークの仕様のうち RP、RM、ALE、EPCIS、ONS は SAG で議論されている。
- HAG (Hardware Action Group)
  - EPC ネットワークの仕様のうちとくにハードウェア技術に関連する部分を検討している。UHF 帯の RFID タグの技術的仕様の検討と標準化や高機能タグの機能仕様の検討などが行われている。

現在の EPCglobal では BAG による要求をベースに技術的な課題解決を SAG や HAG で行う構造になっており、技術ドリブンではなく要求事項ドリブンの標準化を行っている。

#### 4.3 2005 年の動向

2005 年の EPC ネットワークの標準化は、いままでの議論のとりまとめのフェーズであった。Wal

mart などの非常に力を持つ小売業者からの納入業者に対する納品物タグ付けの義務化を目の前にして、とりえず完全な仕様セットを EPCnetwork 1.0 として公開することが第一の目標になっていたためである。このような状況下にあったため、結果的に実際に利用される部分とくに注力した状態となった。すなわち、UHF Class 1 Generation 2 (第 2 世代 UHF タグ規格) や Reader protocol & Reader management protocol といった実際の現場で利用される部分や、RFID リーダライタからの情報を集約するための ALE の仕様はこれまでの議論をまとめて、1.0 仕様として公開された。また、EPC の番号空間の使い方を規定する、TDS (Tag Data Standard) の仕様もバージョン 1 シリーズの議論は完了し、次のフェーズに移ることになった。それに対して、EPCIS や ONS といった異なるシステム間の相互接続を行うために必要な技術の仕様化は若干状況が異なる。EPCIS は 2006 年 1 月現在まだ議論中で 1.0 仕様は公開できていない。ONS に関しては、2005 年初頭の議論をまとめた ONS1.0 が公開された段階で議論が終端しており、実際に利用される状態になるまで積極的な仕様化が行われない見通しである。

#### 4.3.1 EPCglobal の活動

EPC の普及促進を行うための活動の一貫として、EPC ネットワーク接続要素の仕様適合性 (Conformance)、相互接続性 (Interoperability)、性能 (Performance) の試験・認定が議論されてきた。それをうけて、2005 年には EPCglobal certification program が開始された。このプログラムは「EPC の各標準仕様に適合していることを検査する組織」を認定するプログラムであり、すでに各地で検査機関が稼働し始めている。日本では未だ認定された検査機関は存在しないが、今後なんらかの民間検査機関が認定を受けるとされている。UHF Gen2 タグの相互接続性については現時点で議論中であり、2006 年中に立ち上がる予定である。

また、各アクショングループ (BAG、SAG、HAG) にまたがったアーキテクチャを議論するグループとして、ARC (Architecture Review Committee) は EPC ネットワークの全体のアーキテクチャを解説する文書 [62] を 2005 年 7 月に公開している。

個品タグ付けの仕様化についての活動も始まって

いる。2005年7月にFMCG BAG(のりテラからの参加者)、HLS BAG、HAG から各10名のメンバを選出して、ILT( Item Level Tagging )JRG( Joint Requirement Working Group )が結成され個品タグの要求仕様の検討が開始された。特にユースケースや使用される環境、タグのメモリ量やセキュリティ技術などが、複合的な要因を検討している。ここでの議論をうけて、HAG では新しくILT ワーキンググループが2006年初頭に設立される予定になっている。

#### 4.3.2 BAG

これまでのEPCglobalの主なターゲット領域はFMCG(一般消費財)であり、BAGもそのためのFMCG-BAGが組織されているだけであった。EPCネットワークの様々な仕様も、FMCGに関連する製造業から流通にいたる過程を対象として議論されてきた。

2005年はEPCネットワークの利用領域を広げ、新しい市場、業界に展開することがEPCglobalの計画であった。実際に、2004年末には新しくHCLS-BAG(Health-Care & Life Science)が組織され、製薬業界や薬剤流通業界におけるEPC利用の議論が始まっていた。HCLS-BAGでは、薬剤流通時の偽薬混入に対するRFID活用などを議論している。それに加えて、TLS-BAG(Transportation & Logistics Service)が2005年中の3回の非公式会議(2005/04、2005/07、2005/12)を経て、2006年1月に正式に設立された。TLS-BAGでは以下の4つのワーキンググループが存在する。

- 1) Transportation ワーキンググループ  
RFID 適用のメリット分析と標準の開発
- 2) 4 Walls ワーキンググループ  
拠点内物流における要求定義、仕様決定
- 3) Integration ワーキンググループ  
国際物流全体を網羅する共通標準の開発
- 4) Import/Export Customs Clearance ワーキンググループ  
RFID 利用の輸出入通関プロセスの開発

更に、EPCglobalでは、

- Aero-Space(航空産業)
- Automotive(自動車産業)
- Apparel、Fashion&Footware(衣服産業)

などでの活動を行っており、今後のBAG化を検討

している。上記の分野以外にも、Defense、Food& Beverage、High-tech、Chemicalなどの各産業へのアプローチを続けている。

#### 4.3.3 SAG

2005年は全体的な仕様のとりまとめを主な活動としていたため、全体のF2F(Face-to-Face)ミーティングはほとんど行われず、必要に応じて、電話会議やワーキンググループごとのミーティングが行われたのとどまった。2005/1月に開催されたF2Fのあとは、2006/2月に開催が予定されているF2Fまでおよそ一年近い間が空いたことになる。

EPCnetwork 1.0の標準化にともなっていくつかのワーキンググループが完了した。その上で、1.0以降の新しい議論を行うワーキンググループが新規設立されるという形で、議論を継承するワーキンググループが新しく設立されている。2005年に新しく設立されたワーキンググループを以下に示す。

- 1) Filtering & Collection 1.1 ワーキンググループ  
ALE1.0の機能拡張(UHF Gen2の機能対応など)の開発と仕様化を行う。
- 2) Reader Operations ワーキンググループ  
Reader protocol ワーキンググループとReader management ワーキンググループをまとめ、次世代Reader Protocolの開発と仕様化を行う。
- 3) Tag Data and Translation Standards ワーキンググループ  
Tag Data Standard ワーキンググループとTag Data Translation ワーキンググループをまとめ、今後のEPCの番号体系の策定を行う。

#### 4.3.4 HAG

HAGはUHF Gen2の仕様化を中心に活動していたが、SAGと同様に2005年は全体F2Fは開催されていない。2006年1月に米国でF2Fが開催され、ILTワーキンググループの設立、各国での電波行政の対応状況などを議論された。

#### 4.4 今後の流れ

EPCnetwork1.0の仕様化は遅れてはいるが2006年前半には一段落する予定になっている。その後は、UHF Gen2で導入された機能を扱うためのしくみの導入や、個品レベルでのタグ付けなどの仕様化が行われる予定である。さらに、新しい産業分



野への拡大にともなって必要となる技術などが新規に導入されていくと考えられる。

---

---

## 第5章 まとめ

---

---

Auto-ID ワーキンググループでは標準化が進められ今後インフラとなっていくだろう ID 技術（特に RFID などの自動認識可能識別子）を前提とした、実空間指向のアーキテクチャおよびアプリケーションについての研究開発を行っている。

2006 年度も継続して、本研究課題にアプローチしていく予定である。

