

IC タグの現状

システム化にあたる課題と解決の方向性

The Current State of RFID

Issues in RFID System Development and Direction of Resolution

末 永 俊 一 郎

要 約 現在 IC タグは事例が増えてきたことから注目をされ、多くの場所で適用の検討が行われている。ただし、導入にあたり制約となる要因が存在する。そのうち主たる要因は“ IC タグの単価の高さ ”、“ 適用にあたる検討と環境整備の難しさ ”、“ 無線技術の限界 ”といえる。これら制約のうち、“ 無線技術の限界 ”はシステムや運用で補うことが可能であることから、運用よりもシステムでこれを補う機能を実装することが望ましい。

また、IC タグシステムをシステム化する際、IC タグを用いないシステムに比べ、付加的に考慮すべき課題がある。それら課題は三つあり、①適用箇所の課題、②物理特性の課題、③情報システムの課題、である。これらの課題の解決の方向性は、①詳細な業務分析に基づく適用範囲の抽出、②経験に基づく無線機器の調整、③100% という絶対的な数値は保証されない情報システムへの IC タグデータの取り込みを補う機能の充足、である。

Abstract Since various examples using RFID technology are increasing, this technology is getting momentum and many companies are starting its application.

However there are three challenges which make RFID application difficult, which are :“ High unit price of the RFID Tag ”,“ Difficulty in spotting key points before applying RFID technology and preparing its environment ”,“ Limitation of the RF technology ”.“ Limitation of the RF technology ”can be resolved by the information systems or operations. Therefore, information systems must complement at least the limitation.

There are more issues to consider in developing RFID systems than non RFID systems. These issues are“ where to apply ”,“ physical feature ”, and “ information system ”. The direction to resolve these issues are :“ Scope of application coverage based on detailed business analysis ”,“ RF equipment adjustment based on experiences ”,“ lining up the functionalities which complement introducing unreliable RFID tag data to information systems ”.

1. はじめに

2000 年ころから IC タグが着目をされ、数年が経過した。この間、さまざまな場所での実証実験および実用、標準化団体の活動等をおし、IC タグはとても着目される技術となった。EPC グローバル、ユビキタス ID センター、ISO / IEC といった標準化団体におけるソフトウェア仕様、ハードウェア仕様、コード体系、IC タグそのものの仕様の規格化は進み、実際に適用が開始されている。米国ではウォルマートが今春から上位 100 社のサプライヤに対し納入時に EPC コードを持った IC タグを取り付けることを義務付けるといった適用が開始されようとしている。一方、日本では経済産業省主導の実証実験が進んでおり、また、今まで使用できなかった UHF 帯の適用に関しても検討され目処がたった。

こうした状況は、“ IC タグを適用するための環境基盤の整備がこの数年で著しく進歩した ”ということの意味し、これを受けて様々な場所での適用が検討されている。ただし、今の状況

は“全てのユーザにとって今すぐ IC タグ適用が容易に可能である”ということの意味するわけではない。さらに IC タグは便利なツールであるが、昨今マスコミで取りざたされるようなスマートさやパフォーマンスを容易に発揮可能なデバイスでもない。実力とその適正の見極めが不十分であると返って逆効果にもなる。従って、IC タグの現実と課題を正確に把握することが現在肝要である。

IC タグについて言及をするとき多様な側面（プライバシー、コスト、適用モデル、標準化技術）があるが、本稿では、IC タグシステムを構築する際に、通常のシステム開発に比べ附加的に考慮しなければならない課題と、解決の方向性について述べる。

2. IC タグの現実と適用領域の拡大

2.1 IC タグの事例と現実

IC タグを適用するということがトレンドとなっている現在、事例は増加している。表 1 は各業界での代表的な事例を示したものである。

表 1 代表的な IC タグの事例

| 業 界 | 説 明 |
|----------|---|
| 製造 | <ul style="list-style-type: none"> ・部品やカンバンに IC タグを付け、工程管理を行う。 ・製品に IC タグを付け、出荷実績の管理を行う。 |
| 流通・小売 | <ul style="list-style-type: none"> ・単価の高いもの（靴、宝石、家電等）に IC タグを付け、在庫管理から、情報の検索といった店頭でのサービスを行う。 ・食品に IC タグを付け、生産・生産地情報等の情報を顧客に対して提示する。 |
| 物流・倉庫 | <ul style="list-style-type: none"> ・IC タグを荷物につけて、自動的に仕分けを行う。 ・コンテナやパレットに IC タグをつけ、物流業務の効率化、可視化を図る。 |
| アミューズメント | <ul style="list-style-type: none"> ・スポーツクラブなどでトレーニングの履歴管理を行う。 ・ロッカーの鍵に IC タグを付け、セキュリティとキャッシュレス等のサービスを展開する。 |
| 公共 | <ul style="list-style-type: none"> ・図書館で本に IC タグを付け、棚卸や貸し出し業務で使用される。 |
| その他 | 入退室管理、イモビライザ、レンタル品の管理、レースの着順管理、電子マネー等 |

こうした事例が大きく報道された結果、IC タグによる個体識別・自動認識の世界が既に実現されていると誤った認識をされているケースがある。この誤認識の主たるものは以下の三つである。

- ① IC タグの適用範囲を実際の適用範囲より広いと認識している。
- ② IC タグの導入コストがビジネスにより回収されていると認識している。
- ③ IC タグとリーダ間の通信のみで 100% に近い読み取り精度が実現されていると認識している。

例えば、ドイツのメトロフューチャーストアでは、一部の製品に IC タグがつけられているが、清算時には IC タグではなくバーコードを読んでいる。従い、全ての製品に IC タグがつけられていて、清算が IC タグを用いて行われているわけではない。メトロではタグを使い捨てしているが（製品につけられた IC タグを販売時に回収しないが）、タグのコストは製品のベンダやタグベンダが負担しているのが実態である。

また、読み取り精度に関しては、100%に近い読み取り精度を実現していると報告される例があるが、100%でない以上、運用もしくはシステムによって読み取りミスを補佐する仕組みになっている。例えば、荷物の自動仕分けの例では、検出されなかったICタグが付いている荷物は、判別不能として振り分けられ、人手によって再度仕分けが行われる。

こうした観点で事例をみると現在ICタグが活用されているのは以下の二つの条件を満たすことが多い

- ・再利用を行う、企業内での局所的な適用をしている。
- ・100%にいたらない認識を運用等でカバーしている。

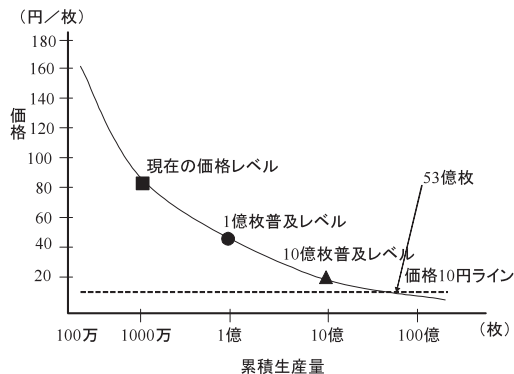
2.2 ICタグ導入にあたり制約となる要因

先の条件はなぜ抽出されるのか。これらは、以下三つの要因に依存している。

- タグ単価の高さ
- 適用にあたる検討と環境整備の難しさ
- 無線技術の限界

a) 通常ICタグはインレットと呼ばれる基盤部分と、プラスチックなどの加工部分を一体化させ、対環境性能を引き出している。よく言われているような現在のICタグの単価は、このインレットとプラスチックの合計であり、数十円～数千円（ICタグの性能、ロット数により異なる）のオーダーである。ユーザにとっては、バーコードと比較した場合まだまだ高い価格であるので、導入検討の際には再利用を行うことが半ば前提となっている。現在、経済産業省が主導するプロジェクトによって、単価5円のICタグが製造されようとしているが、これは前述したインレットの状態であり、対環境性能を求めた場合、別途加工費が必要である。

図1はICタグの価格が生産量によって低下することを示した図であるが、生産量が時間によって増加すると考えると、この問題の解決は強く時間に依存する。また、ICタグベンダはタグ単価を下げるため、印刷によってICタグを生成する技術を検討しているが、まだ時間を要するのが現実である。ICタグがバーコードの代替となるには、単価数円レベルが期待されているが、もう少し時間を要するであろう。



(出展:「航空貨物輸送分野におけるRFIDの活用に関する調査研究」運輸政策研究機構)

図1 ICタグの生産量と価格

- b) 企業間をまたがるような IC タグの導入検討を行う際、コスト分担、役割分担、想定されるトラブル時の責任の切り分け等の検討事項が一企業内で検討するのに比べ複雑になる。例えば、サプライチェーンにおいて強い力をもつ小売業者が、自社に絡むサプライチェーンを横断する IC タグの適用を考えた場合、小売業者からみたサプライヤのサプライヤまで調整を行うのは現実では難しい課題である。こうしたことから多くの場合、一企業内での適用となり、企業間をまたがる場合でも、なんらかの強い関連（資本関係がある、情報システムのデータ連携が密である、企業間の取引が片方の企業にとって死活問題となる等）をもつ企業間での適用となるケースが大半である。

この問題の解決方法は、各業種、各企業群によって異なるであろうが、タグのメリットをサプライチェーン全体で享受できるといった効果的なモデルの実現である。サプライチェーン全体での適用を考えた検討はさかに行われているが、効果的なモデルの実現を行った事例となると稀少であるのが現実であることから、まだ時間を要するといえる。

- c) IC タグの通信は無線で行われるため、変動する要素のある環境にて安定した性能を発揮させることは非常に難しい。タグとリーダ間の通信は各ベンダによって工夫されているが、常に 100% という絶対的な数値を保証できるものではない。

そこで、運用やシステムでの工夫がこの数値を向上させる上で必要となる。運用の工夫とは、IC タグを持った人間がアンテナの前で数秒間立ち止まり、読み取り精度を向上させるといったことであり、システムの工夫とは、アンテナを複数用いることで読み取り機会を増加させ、読取り誤りを無くすといったことである。

100% に近い認識率の高い事例は、こうした運用やシステムでの工夫とあわせた形で報告されているのが実態である。

従って、事例からみた場合、a) タグ単価の高さ、b) 適用にあたる検討と環境整備の難しさは、結果的には時間が解決する要因となる。c) 無線技術の問題はシステムもしくは運用によって補うことができる要因である。

3. システムとして捉えた IC タグの課題と解決の方向性

3.1 IC タグシステムと通常のシステムのシステム化時の課題

さて、IC タグ単価の課題、IC タグ導入によるプライバシーの課題等に関しては多く記述されているので、本稿ではこれ以上の言及はせず、IC タグシステムのシステム化時の課題と解決の方向性について述べる。

IC タグシステムはデバイスである IC タグを末端にもつシステムであるが、末端にデバイスを持たないシステム（ここでは通常のシステムとよぶ）と比較したとき、システム化する際の課題は変わるのだろうか。表 2 は通常のシステムをシステム化する際の課題である。

これらの課題は、図 2 のとおり IC タグシステムのシステム化時の課題にも当てはめることができる。

従い、IC タグのシステム化に際しての課題の構成要素自体は通常のシステムのそれと同じと考えられる。

しかし、課題解決にあたっては、IC タグでは付加的に考慮すべき事項があるのが現実である。これについては次節で整理する。

表2 通常のシステム システム化時の課題

| 番号 | 課題 |
|----|---|
| A | 現実世界のどの部分を情報システムとして扱うかという課題。情報システムから見た対象とする現実世界の部分。 (どの場所のどの商品をどのように管理するか) |
| B | 現実世界と、情報システムが接するインタフェースをどのようにとるかという課題。 (得られた在庫情報を、どのようにシステムにインプットするか) |
| C | 1で捉えられた現実世界の出来事をどのように情報システムの中で処理するかという課題。 (管理の手法を、どのようにアプリケーションの中で実現するか) |

*括弧中は在庫管理アプリケーションをシステム化するときの簡単な例

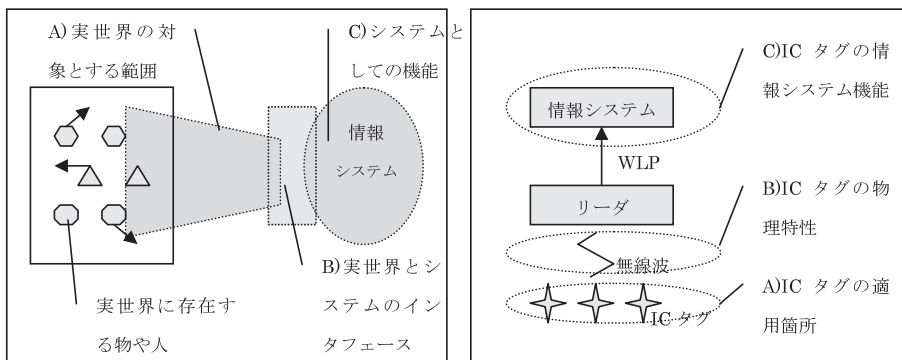


図2 通常のシステム、IC タグシステム システム化時の課題

3.2 IC タグシステム システム化における課題と解決の方向性

3.2.1 適用箇所の課題と解決の方向性

適用箇所を探る上では IC タグ適用の目的を理解することが肝要である。IC タグシステムと通常のシステムの目的の決定的な差異は、IC タグシステムが“ 個体識別を目的とした自動認識 ” に特化していることであろう。従って、自動認識もしくは個体識別が出来なければ IC タグを用いるメリットは少ない。しかしながら、現時点での読み取り精度（自動認識）は、1 章で述べたように 100% という絶対的な数値までに至らない。従って、適用箇所を探る上では、“ 自動認識の範囲を広げると、読み取り誤りの可能性が増し、業務に支障をきたす ” という目的との矛盾が発生することを念頭に、妥協点を見出すことが必要となる。

この妥協点を見出すためには、主に以下の 2 点が必要と考えられる。

1) 詳細な顧客の業務分析

IC タグの適用箇所を探る上では、精度の高い業務分析能力が求められ、以下の三つが業務分析の結果から導出されるものでなければいけない。

- ① IC タグを付けるもの
- ② 付けるもののライフサイクル
- ③ 導入効果

例えば、製造工程の進捗管理が業務上の課題であったとき、それぞれ以下のような分析を行い、最適な適用箇所を見出す必要がある。

- ① 製造される製品，作業指示書，通い箱等の，“進捗を抽出可能な要素”のどれに付けるのか
- ② それらは工程の中で，“再利用される”・“一時的な使用で破棄される”のか，“形状や意味合いが変わる”・“変わらない”のか，“動く”・“動かない”のか
- ③ ①，②を組み合わせたとときの選択肢の導入効果は，どれほど期待できるのか

2) IC タグの性能・特性に対する理解

導入効果は期待できるが，リスクの少ない（読み取り誤りの被害が最小限ですむ）範囲で IC タグのパフォーマンスを最大限に発揮する工夫が必要である．このためには IC タグの性能・特性に対する理解は不可欠である．

3 2 2 物理特性の課題と解決の方向性

要件定義を経て適用箇所が決まると，通常タグの実地検証が始まるが，その時大半のケースが，この課題に直面する．“読み取り対象の IC タグが読み取れない，読み取り対象でない IC タグを読んでしまう”という課題である．この課題は，理論的ではなく経験的なものであるが，無線技術の“調整を試みないとパフォーマンスは出ない”という問題に依存していることから，従来のシステムとは全く異質である．

例えば，アンテナの向きや感度の調整を行うにしても，IC タグとアンテナの相性，設定は顧客毎の業務要件により異なるので，顧客環境にて統計的に有意なデータをサンプリングし，最適な調整結果を反映することが必須になる．また，似たような場面での適用実績があったとしても，調整結果をそのまま反映できることは少ない．この課題は IC タグを導入する上で最も厄介であり，調整作業には時間を要する．

表 3 は，“読める・読めない”という課題と解決策（サンプル）である．

表 3 IC タグの物理特性による課題とその解決方法

| 番号 | 問題 | 解決策（サンプル） |
|----|----------------------|---|
| 1 | 読み取り対象ではないタグを読んてしまう。 | <ul style="list-style-type: none"> ・アンテナの感度を弱め、読み取り範囲を狭める。 ・指向性の強いアンテナを用い、対象範囲を狭める。 ・IC タグの指向性を利用して、読み取り対象ではない IC タグの向きを工夫する。 ・リーダの読み取り範囲を狭めるためにアルミ等金属で、読み取り範囲の制御を行う。 |
| 2 | 読み取り対象のタグが読めない。 | <ul style="list-style-type: none"> ・複数のアンテナ、リーダを用いて読み取り率を向上させる。 ・アンテナの角度、感度調整を行う。 ・金属等、特殊な素材があるときにはそれ相応の対応を行う。 ・運用上の工夫を行う。（人手によりチェックする等） |

これらの事象は現場にいかねば把握できない．また，唯一の対応方法は，原因を特定し，解決策を出し，それを実施することであるが，それは経験を要する．

問題の把握をする際，見えない無線波をどのように可視化するかは，問題解決の糸口となるのでとても重要である．例えば，アンテナの読み取り範囲と想定される範囲に実際に IC タグ

をおき、読み取り範囲の計測を行うといった地道な作業を実施し、調整を行うといった具合である。

3.2.3 情報システム機能の課題と解決の方向性

“読める・読めない”という問題が解決すると、いよいよ本題である情報システム構築のフェーズとなる。情報システムに求められる要件のうち、業務に対するビジネスロジックに関しては通常のシステムと同じである。ただし、ICタグシステムでは“ICタグのデータが読めない可能性（情報システムにデータが入ってこない可能性）”を想定し、それに対する対策をシステムで実装することが必要である。

ICタグシステムのほとんどは、ICタグ、ICタグリーダー、情報システム(アプリケーション)で構成される。図3は単純に示したものであるが、単純なシステムですら存在する可能性のあるトラブルを表4にまとめた。

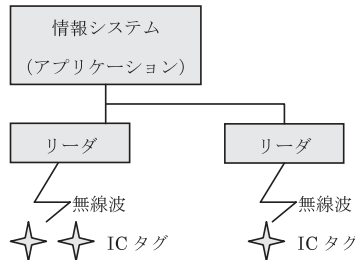


図3 単純なICタグシステム

表4 情報システムにデータが入ってこない場合に想定される主なトラブル

| 番号 | トラブル箇所 | トラブル |
|----|---------|---------------------------------------|
| 1 | タグ | タグが壊れており、リーダーとの通信ができない。 |
| 2 | タグ/リーダー | 無線通信が正常に行われず、タグのデータがリーダーに読み込まれない。 |
| 3 | タグ/リーダー | リーダーはタグのデータを読んでいるが、タグのデータ全てを読み込んでいない。 |
| 4 | リーダー | リーダーが落ちている。 |

表4のトラブルを、リーダーで入荷検品をするような情報システムにあてはめると、次のようなケースが想定される。

- 1) タグそのものが壊れており、入荷数が足りない。
- 2) タグの読み込みエラーであり、同様に入荷数が足りない。
- 3) タグは読まれているが、データ全ては読み取られておらず、何が入荷したのかわからない。
- 4) リーダーが落ちているので、読み込みそのものが正常に行われず、結果入荷情報が反映されない。

これらのトラブルはポリシーの観点にたつと、二つの解決のアプローチがある（ポリシーなので互いに独立ではない、具体策は共存するケースが多い）。

- A) 全てのトラブルを想定し、それをいち早く検知する仕組み、対処する機能を情報システムで実装する。

B) トラブルを業務上支障のない範囲で、情報システムの中で吸収してしまう。

A) のアプローチを行う場合の具体策の例として、障害の検出を行うようなツールの導入がある。リーダからサーバに上がってくるデータを周期的にチェックし、異常なデータ（全て読み取られていない等）を検知した場合に障害を報告し、再読み込みの指示を送るといった具合である。現状は、トラブルの検出をリーダのログ、サーバのログを解析し行っているのがほとんどであるので、期待される効果は高い。

他方、B) のアプローチを行う場合の具体策の例として、読めなかった IC タグを読めていたとアプリケーションの中で判断する手法がある。物のトレースと在庫管理を行う IC タグシステムで、四つの場所（流通倉庫）にリーダがおかれていると想定した場合、全ての IC タグが4箇所全てで読み取られるとは限らない。このようなケースにおいて、2番目のリーダでは読まれていないが、1, 3, 4番目のリーダでは読まれたものは、読み取られたものとし、必要なロジック（在庫を変動させるロジック、ステータスを管理するロジック等）を動かしてしまうということが考えられる。

A, B どちらのアプローチを取るにしろ、解決の方向性は運用管理機能（IC タグのデータが読まれない場合を想定した、システムとして実装する機能）の充足となる。

4. IC タグシステムの今後の展望と考察

さて、今後の IC タグシステムはどうなるのであろうか。通常、情報システムの適用領域は次のように広がる（勿論最後まで到達しないケースもある）。

- ① 企業内での試験的な適用
- ② 企業内における適用
- ③ 企業間連携をおこなう適用

これを前提としたとき、現在の IC タグシステムは①と②の中間に位置づけられる。IC タグシステムが②から③へと適用領域を広げるためには、企業間でのシステムの差異と、コード体系の違いを最小化するために、標準化技術は見逃せない。

IC タグを活用したシステムおよびコード体系の標準化活動をおこなっている団体には、EPC グローバルとユビキタス ID センターがある。両団体の違いは、ユビキタス ID センターがユビキタスコンピューティングを目的としているのに対し、EPC グローバルは IC タグの利用に特化し企業間でのデータ連携を目的としていると切り分けられる。

そこで本稿では EPC グローバルの標準化技術を取り上げ、仮にこの標準化技術に準拠したシステムを構築するとした場合、システムベンダーが独自の仕様で実装する範囲について考察する。

現在 EPC グローバルでは、IC タグシステムの、コード体系、ハードウェア仕様、ソフトウェア仕様を検討している。情報システムに相当するソフトウェア仕様では、表 5 に示す仕様を検討されている。EPC グローバルの策定するシステムの要は、Filtering & Collection, ONS, EPC IS である。大雑把に述べるとそれぞれ、IC タグの ID を集める、IC タグデータの格納の場所を指示する、IC タグに関わるデータを提供する、という役割を果たす（図 4 参照）。これらは、ユーザ毎に構築されるアプリケーションと連携し、一つのシステムとなる。

EPC Global の策定する標準化技術は、熟慮、洗練されている。システムベンダーが、企業間にて使用される IC タグシステムを構築する際には、とても有効なツールの一つとなるであ

表5 EPC Global の情報システムに関する主な検討課題

| 番号 | 名称 | 検討課題 |
|----|----------------------|---|
| 1 | EPC-IS | IC タグのデータをネットワーク上に格納し、情報を提供するサービスの仕様を検討。 |
| 2 | Filtering&Collection | リーダから得られた IC タグのデータを、システムが使いやすい形に整形するソフトウェア仕様を検討。 |
| 3 | ONS | ネットワークに格納された IC タグの情報の所在を、システムが引き当てる仕様を検討。 |
| 4 | Security | システムでのトータルなセキュリティを検討。 |
| 5 | Reader Protocol | リーダとホスト間のプロトコル仕様を検討。 |
| 6 | Reader Management | リーダの設定・機能の仕様を検討。 |

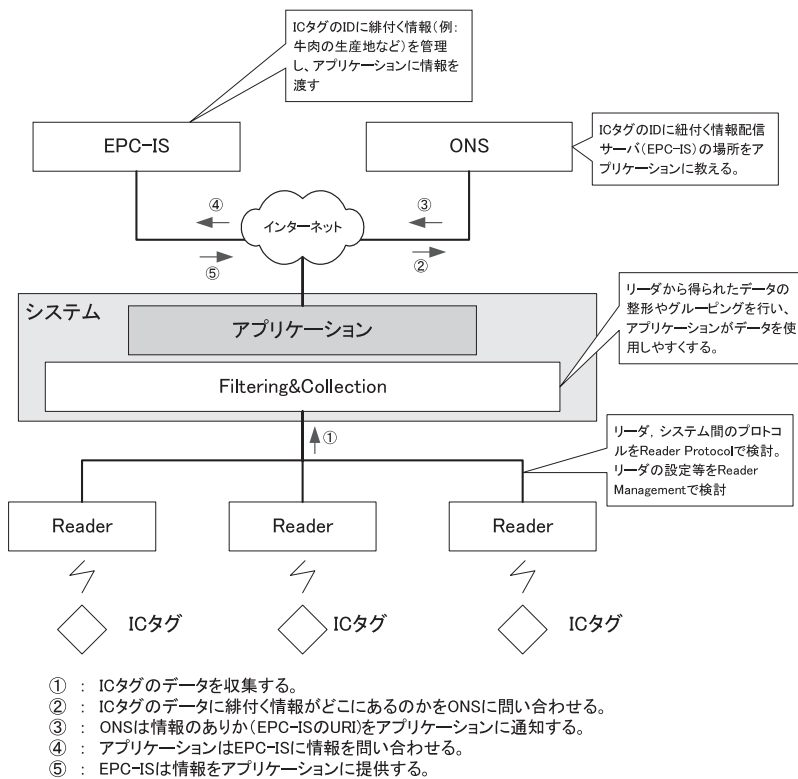


図4 EPC Global のアーキテクチャ

ろう。

しかしながら、当該団体の策定するソフトウェア仕様は、3.2.3項で抽出されるような運用管理機能を解決するような仕様まで包含していないのも事実である。これは、EPCグローバルの検討課題と、実装時に必要な検討課題にはまだ乖離があるということを意味している。

EPCグローバルでの検討課題は流動的であり、運用管理機能が検討される可能性もあるが、業務に依存する部分があることを考えるとその効果に期待するのは現実的ではない。こうしたことから、EPCグローバルの提唱するような標準化技術に準拠したとしても、運用管理機能

のような課題はシステム開発ベンダが固有の仕様で解決・実装する領域となる。

5. おわりに

現在の IC タグに対する高い関心のかたわら、IC タグの実力がそれ以上に評価されているケースが多く見受けられる。IC タグは確かに有効なツールであるが、導入のやり方を誤るとその効力は半減してしまう。導入を検討されている方には、IC タグの実力の発揮のために、自社の業務と現状の IC タグの活用範囲を熟慮していた上で、導入の検討を進めていただきたい。

現在、標準化の進捗や UHF 帯の開放といった明るい材料もあり、IC タグベンダの努力によって価格も段々とこなれてきている。今後は企業内でのより広い利用、企業間をまたがったの適用も増えてくる。従って、今後のシステムには、信頼性の向上、運用の簡易さの追及、セキュリティ（ネットワーク、アプリケーション）や、標準化技術への対応、既存システムとの連携といったことが求められる。これらの要求全てに応えるためには、多くの事例に基づくノウハウの蓄積が必要である。今後は、さらに IC タグが活用され、安全や安心な社会を構築するために不可欠なデバイスとなると確信している。

本書が IC タグシステム構築に際し一助になれば幸いである。最後に、本稿を執筆するにあたり貴重な助言を下された井口伸泰氏、鈴木利尚氏に感謝したい。

-
- 参考文献** [1] RFID テクノロジー編集部/編, 無線 IC タグ導入ガイド, 日経 BP ムック, 2004 年 11 月 11 日
[2] <http://www.epcglobalinc.org/>

執筆者紹介 末永俊一郎 (Shunichiro Suenaga)

1974 年生。1999 年東北大学理学研究科地球物理学専攻修了。電気メーカを経て、2001 年日本ユニシス(株)入社。Web Application 設計開発業務に従事後、SCM、ブロードバンド、IC タグのソリューション開発に従事。現在はネットワーク、IC タグのビジネス開発を担当。