

RFIDの技術動向に関する調査報告書

目次

I. RFID技術解説	1
II. AUTO-IDの技術要素	20
III. GTAG	35
IV. GCIのRFIDに対する取り組み	37
V. AUTO-IDシステムの医療への適用	42
VI. 参考文献	50

第2版

平成16年10月

 **STR** 有限会社 **システリア考房**

I. RFID技術解説

1. RFID概説

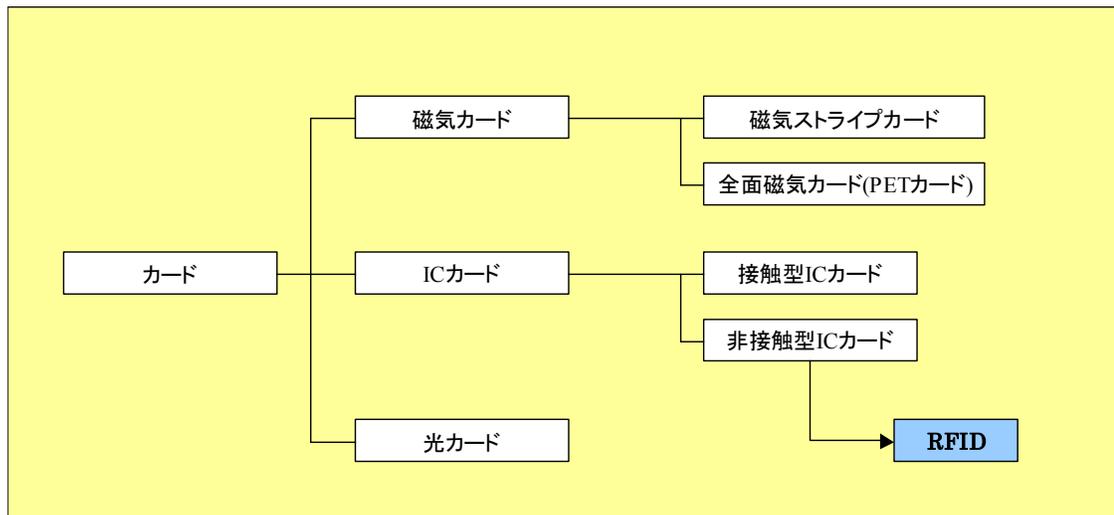
1) RFIDとは

RFID = Radio Frequency-Identification : 電波方式認識

RFIDとは、IDタグに情報を記録し、リーダーライターと電波でデータ交信を行う自動認識技術の総称である。狭義にはIDタグをRFIDと呼ぶ事もあり、社) 日本自動認識システム協会¹では、RFIDの定義を以下のように定めている。

- 1) 携帯容易な大きさであること
- 2) 情報を電子回路に記憶すること
- 3) 非接触通信により交信すること

磁気カードに代わる次世代の情報記録用カードとして、1980年代にフランスでICカードの実験が開始された。ICカードには、リーダーライタと接触させてデータ交信を行う接触型ICカードと、接触させずにデータ交信を行う非接触型ICカードがある。非接触型ICカードを小型化してタグ（荷札）として利用できるようにし、自動認識分野へ適用した物がRFIDである。



¹ <http://www.aimjapan.or.jp/>

2) RFIDの構成要素

- データキャリア
- リーダライタ

i) データキャリア

タグ、ラベル、応答器、RFIDとも呼ばれる。情報を記録するICチップと、電波を受信するアンテナから構成されている。データキャリアの形状にはラベル型、カード型、コイン型、スティック型など様々な種類があり、用途に応じて選択できる。

ii) リーダーライター

タグリーダー、質問器とも呼ばれる。リーダーライターはデータキャリアに電波を発信し、データキャリアからの応答を受けてデータ交信を行う。データキャリアとリーダーライター間の通信方式には複数の種類があり、通信方式によって通信距離が異なっている。また、通信距離の違いにより4種類に分類される。

分類	通信距離	通信方式
密着型	～1mm	電磁結合
		静電結合
近接型	～約20cm	電磁誘導
近傍型	～約1m	電磁誘導
マイクロ波型	数m	電波

2. 標準化動向

1) ISO/IEC JTC1 SC17によるICカード規格の標準化

ICカードが普及するにつれて、ハード面およびソフト面での標準化が必要となった。ICカードの標準化はISO²およびIEC³により標準化作業が行われている。

情報技術分野ではISOとIECの合同専門委員会（JTC1; Joint Technical Committee One, Information Technology）が設置されており、JTC1内の小委員会(SC;Subcommiettee)で標準化作業を行うかどうか決定する。標準化の草案策定はSC内のワーキンググループ(WG;Working Group)で進められる。

ICカードはISO/IEC JTC1/SC17で標準化作業が開始された。SC17は識別カードの規格に関する委員会であり、WG8で非接触型ICカードの標準化作業を担当している。

SC	WG	対象分野
ISO/IEC JTC1/SC17	WG1	識別カードの物理的特性及び試験方法（テストメソッド）
	WG3	機械読取旅券
	WG4	接触型ICカード
	WG5	カード発行者番号
	WG8	非接触型ICカード
	WG9	光カード
	WG10	運転免許証
	WG11	バイOMETRICS（生体認証技術）

SC17/WG8においてメディア形状がカード型のRFIDについて標準化を行っており、分類毎に以下のような規格を制定している。

分類	通信距離	通信方式	ISO標準規格
密着型	～1mm	電磁結合	ISO/IEC10536
		静電結合	
近接型	～約20cm	電磁誘導	ISO/IEC14443
近傍型	～約1m	電磁誘導	ISO/IEC15693
マイクロ波型	数m	電波	未審議

² International Organization for Standardization・・・国際標準化機構

³ International Electrotechnical Commission・・・国際電気標準会議

① 密着型カードの規格 - ISO/IEC10536

i) 規格の概要

ISO/IEC10536で規定される密着型の非接触ICカードは磁気カードの代替として標準化が行われた。クレジットカードや銀行のキャッシュカードとして利用される事を想定している。近接型の登場により密着型を利用する必要性が低くなり、現在は審議が中断されている。

ISO/IEC10536は以下のような構成・仕様となっている。

規格名	規格概要
ISO/IEC10536-1	物理的特性
ISO/IEC10536-2	結合領域の寸法及び位置
ISO/IEC10536-3	電気信号及びリセット手段
ISO/IEC10536-4	初期応答と伝送プロトコル

項目	仕様
通信距離	～2mm
通信方式	電磁結合/静電結合
周波数	4.91MHz
通信速度	9.6Kbps
電池	無
サイズ(mm)	54x85.6x0.76

ii) 通信方式

密着型の通信方式には電磁結合と静電結合の2種類がある。

● 電磁結合

電磁結合方式はカード側のアンテナとリーダーライター側のアンテナを対向させ、静止状態で電磁誘導により通信する。電磁結合方式の利点として雨などの水分に強いが、鉄粉等によって磁気を吸収され、通信が出来なくなるという欠点がある。

● 静電結合

静電結合方式ではカードとリーダーライターに対向する金属箔の電極を設け、コンデンサを形成する。一方の電極の電圧をかけてプラスの電荷を帯びさせるともう一方の電極にマイナスの電荷が誘導される。この現象を静電誘導といい、この原理を利用して通信する。電極間に水滴が入ると静電容量が変化する為、通信が行えなくなる。

② 近接型カードの規格 - ISO/IEC14443

i) 規格の概要

近接型カードは交通精算用、テレホンカード用等、現在幅広い分野で活用されている。規格の構成・仕様は以下の通りである。

規格名	規格概要
ISO/IEC14443-1	物理的特性
ISO/IEC14443-2	電波出力と信号インタフェース
ISO/IEC14443-3	初期化と衝突防止
ISO/IEC14443-4	伝送プロトコル

項目	仕様
通信距離	～約20cm
通信方式	電磁誘導
周波数	13.56MHz
通信速度	106Kbps
電池	無
サイズ(mm)	54x85.6x0.76

ii) 通信方式

リーダーライターのコイルにキャリア周波数をかける事で、リーダーライターのコイル近傍に誘導電磁界が発生する。誘導電磁界内にカードが入るとカード側のコイルに電流が流れる。この事を電磁誘導という。電磁誘導方式は雨・雪の影響を受けにくい特徴を持つ。

iii) 製品化事例

製品化されたISO/IEC14443準拠ICカードとしては、PhilipsのMifare、ソニーのFeliCaの2種類が最も普及している。Mifareは中国や韓国、ブラジル等の公共交通機関で利用されている。FeliCaは日本(JR東日本)、香港、シンガポールなどで利用されている。

FeliCaに関しては通信速度を211Kbpsと高速化しているため、ISO/IEC14443で規格化されていないが、FeliCaはISO/IEC14443 Type Cと呼ばれることもある。

③ 近傍型カードの規格 - ISO/IEC15693

i) 規格の概要

近傍型は近接型と同じ通信方式を採用している。ポケットやバッグの中にICカードを入れたまま通信する用途向け、物流管理用途向けに制定されている。近接型と比較すると通信速度が26Kbpsと低速であるため、多くの情報量を通信する用途には向いていない。

規格名	規格概要
ISO/IEC15693-1	物理的特性
ISO/IEC15693-2	電波出力と信号インターフェース
ISO/IEC15693-3	衝突防止と伝送プロトコル
ISO/IEC15693-4	コマンドセット

項目	仕様
通信距離	～約1m
通信方式	電磁誘導
周波数	13.56MHz
通信速度	26Kbps
電池	無
サイズ(mm)	54x85.6x0.76

ii) 通信方式

近接型と同様、電磁誘導方式を採用している。

iii) 製品化事例

TI社のTag-it等がISO/IEC15693準拠のICカード（RFIDタグ）として製品化されている。

2) ISO/IEC JTC1 SC31によるバーコード・2次元シンボル規格の標準化

ISO/IEC JTC1 SC17で標準化が行われたのはメディア形状がICカード型に限られたRFIDであり、自動認識用途の標準化規格ではなかった。ISO/IEC JTC1には自動認識用途のバーコード・2次元シンボルの標準化を行うSC31があり、1998年にISO/IEC JTC1 SC31/WG4が発足し、無線タグの標準化を行う事となった。

SC	WG	対象分野
ISO/IEC JTC1/SC31	WG1	1次元シンボルおよび2次元シンボル
	WG2	EDIデータの1次元シンボル・2次元シンボルへの符号化方法
	WG3	1次元シンボルおよび2次元シンボルの印刷品質および機器への試験方法
	WG4	RFID
	WG5	RTLS(リアルタイム位置補足システム)

SC31/WG4ではRFID関連の以下の規格に関して審議が進められている。

規格名	規格概要	審議状況 ⁴	
ISO/IEC15961	アプリケーションインタフェース	IS:国際規格	
ISO/IEC15962	データコード化規則と論理メモリ機能	IS:国際規格	
ISO/IEC15963	固有ID	IS:国際規格	
ISO/IEC18000	エアインタフェース		
	18000-1	規格化パラメータ	IS:国際規格
	18000-2	135kHz以下	IS:国際規格
	18000-3	13.56MHz	IS:国際規格
	18000-4	2.45MHz	IS:国際規格
	18000-5	5.8GHz	不成立
	18000-6	860-930MHz(UHF)	IS:国際規格
	18000-7	433.92MHz(UHF)	IS:国際規格
ISO/IEC18001	アプリケーション要求条件	TR:テクニカルレポート	
ISO/IEC24729	アプリケーション要求条件	TR:テクニカルレポート	
ISO/IEC24710	Elementary tag	IS:国際規格	

⁴ 2004年10月現在の審議状況

ISO国際規格の審議状況について

ISO国際規格(IS:International Standard)は以下の手順を経て制定される。

WD:Working Draft (作業原案)

↓

CD:Committee Draft(委員会原案)

↓

FCD:Final Committee Draft(最終委員会原案)

↓

DIS:Draft International Standard(国際規格案)

↓

FDIS :Final Draft International Standard(最終国際規格案)

↓

IS:International Standard(国際規格)

テクニカルレポート (TR)

国際規格としては制定されないが、国際規格では規定されていない分野に関する情報提供型の文書としてテクニカルレポート(TR)がISOより発行される。TRの発行手順もISと同様の審議を経て発行されるが、最終的な承認段階が省略される点がISの制定手順と異なっている。

(WD~FCDまではISの手順と同様)

↓

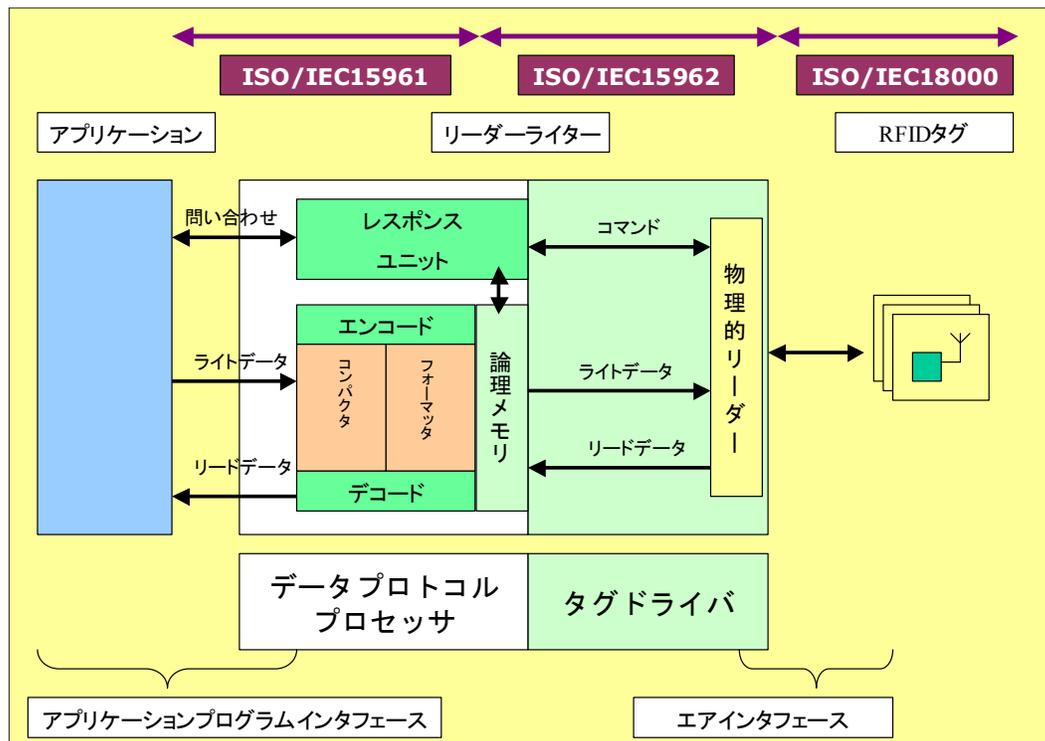
DTR:Draft Technical Report:審議段階の技術文書

↓

TR:Technical Report:テクニカルレポート、技術報告書

RFIDシステムの概念図(ISO/IEC15961/15962/18000)

以下の図にRFIDシステムの概念図とRFID関連ISO規格の適用範囲を示す。RFIDシステムはRFIDタグ、リーダーライター、アプリケーションから構成されている。リーダーライターはタグドライバとデータプロトコルプロセッサから構成されており、RFIDタグのエアインタフェースに合わせたタグドライバをインストールすることで複数のエアインタフェースに対応できるよう規定されている。



① データシンタックスに関する規格 - ISO/IEC15961/15962

ISO/IEC15961:Data protocol: application interface

ISO/IEC15962:Data protocol: data encoding rules and logical memory functions

ISO/IEC15961/15962では、物品管理用RFIDにおけるデータシンタックス（構文）を規定している。ISO/IEC15961はアプリケーションとリーダーライター間のアプリケーションコマンドとデータフォーマットを規定している。ISO/IEC15962はリーダーライターの論理メモリとタグドライバを規定している。

② 固有IDに関する規格 - ISO/IEC15963

ISO/IEC15963:Unique Identification for RF Tag

ISO/IEC15963ではRFIDで使用する固有IDについて規定している。固有IDはRFIDに使用されているICチップの品質管理履歴やRFIDの複数同時読み取り時の衝突回避（アンチコリジョン）に利用される。

固有ID

割当クラス	固有ID発行者登録番号	シリアル番号
8ビット	割当クラス毎に定義	割当クラス毎に定義

合計64ビット

発行者のクラス分け

割当クラス値	クラス	発行者登録番号	シリアル番号	発行者	合計
'11100000'	1	8ビット	48ビット	IC製造者	64ビット
'11100001'	2	8ビット	48ビット	タグ製造者(2 nd クラス)	64ビット
'11100010'	3	16ビット	40ビット	タグ製造者(3 rd クラス)	64ビット
'11100011'	4	24ビット	32ビット	タグ製造者(4 th クラス)	64ビット
'1100100'~ '1101111'	未定	未定	未定	未定	64ビット

③ エアインタフェースに関する規格 - ISO/IEC18000

ISO/IEC18000: Air Interface

ISO/IEC18000ではエアインタフェース（タグとリーダーライタ間の無線接続）についての規格である。非接触ICカードに関する規格ではICカードの物理的な形状を規定しているが、RFIDタグは形状が自由である為物理的な規格は定められていない。よって、RFIDタグとリーダーライタ間の通信方式に関する規格はエアインタフェースが中心となる。

エアインタフェースは周波数帯毎に審議が進められており、現在はPart1からPart7まで国際規格化されている。Part5は規格案が否決され、不成立となっている。

規格名	規格概要		審議状況
ISO/IEC18000	エアインタフェース		
	18000-1	規格化パラメータ	IS:国際規格
	18000-2	135kHz以下	IS:国際規格
	18000-3	13.56MHz	IS:国際規格
	18000-4	2.45MHz	IS:国際規格
	18000-5	5.8GHz	不成立
	18000-6	860-930MHz(UHF)	IS:国際規格
	18000-7	433.92MHz(UHF)	IS:国際規格

③-1 Part1: ISO/IEC18000-1 (規格化パラメータ)

ISO/IEC18000-1では、ISO/IEC18000-2以降のパートで規定されるパラメータを定義している。ISO/IEC18000-1で定義されているパラメータを以下に示す。

(1) 質問器→タグ	(2) タグ→質問器	(3) プロトコル	(4) アンチコリジョン
周波数	周波数	通信開始条件	タイプ
占有帯域幅	占有帯域幅	タグアドレッシング	読み取り時間
EIRP	EIRP	固有ID	処理可能タグ数
スプリアス	スプリアス	読取サイズ	
スペクトラムマスク	スペクトラムマスク	書込サイズ	
タイミング	タイミング	読込トランザクション時間	
変調	変調	書込トランザクション時間	
符号化	符号化	エラー検出	
ビットレート	ビットレート	エラー訂正	
変調精度	ビットレート精度	メモリサイズ	
プリアンプル	変調精度	コマンド構造・拡張性	
スクランブル	プリアンプル		
ビット転送順	スクランブル		
ウェークアップ	ビット転送順		
偏波			

③-2 Part2: ISO/IEC18000-2 (135kHz以下)

ISO/IEC18000-2では135kHz以下のRFIDのエアインタフェースについて規定している。135kHz以下のRFIDタグにはTypeA(FDXタグと呼ばれる)とTypeB(HDXタグと呼ばれる)の2種類があり、リーダーはTypeAとTypeBの両方のタグと通信ができる必要がある。

TypeA(FDX)は通信時、常にリーダーから電源供給を受けているのに対して、TypeB(HDX)はタグ→リーダーの通信時は電源供給を受けず、リーダー→タグの通信時のみ電源供給を受ける。

		Type A (FDX)	Type B (HDX)
リーダーからの発信	搬送周波数	125kHz	134.2kHz
	変調方式	ASK 100%	
	通信速度	平均5.2kbps	1.0-2.3kbps
	符号化方式	PWM	
タグからの発信	通信方式	負荷変調方式	容量再放電方式
	副搬送波	無し	134.2kHz/124.2kHz
	通信速度	4kbps/2kbps	8.2kbps/7.7kbps
	変調方式	OOK	FSK
	符号化方式	マンチェスタ/ デュアルパターン	NRZ

③-3 Part3: ISO/IEC18000-3 (13.56MHz)

ISO/IEC18000-3では13.56MHzのRFIDのエアインタフェースについて規定している。ISO/IEC18000-3ではMODE 1とMODE 2の2種類のモードが規定されている。MODE 1はISO/IEC15693(近傍型 非接触ICカード)の規格にオプションとしてTagsys社の衝突防止方式を追加したものである。MODE 2はMagellan社が提案している規格であり、8チャンネルを利用してデータ伝送を行う為、106kbps×8=848kbpsという高速通信を実現しているのが特徴である。

MODE 1とMODE 2には互換性は無い。

		MODE 1	MODE 2
リーダーからの発信	搬送周波数	13.56MHz±7kHz	
	変調方式	ASK100%,10%	PJM
	通信速度	24.68kbps/1.65kbps	423.75kbps
	符号化方式	PPM	MFM
タグからの発信	通信方式	負荷変調方式	
	副搬送波	423.75kHz/423.75kHz & 484.28kHz	8チャンネル 969/1233/1507/1808/ 2086/2465/2712/3013
	通信速度	26.38kbps/6.62kbps or 26.69bps/6.67kbps	105.9375kbps 8チャンネルで同時通信 可能(106kbps× 8=848kbps)
	変調方式	OOK & FSK	BPSK
	符号化方式	マンチェスタ	MFM

③-4 Part4: ISO/IEC18000-4 (2.45GHz)

ISO/IEC18000-4では2.45GHzのRFIDのエアインタフェースを規定している。MODE 1とMODE 2の2種類があるが、両者間に互換性はない。MODE 1はIntermec社が提案した方式であり、電池を搭載しない。MODE 2はSiemens社、Nedap社から提案された仕様であり、電池を搭載する仕様である。電池を搭載する為RFIDタグは大きくなるが通信距離が数メートルから10メートル程度までとなっているのが特徴である。

ISO/IEC18000-4の特徴として、FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum : 周波数ホッピングスペクトラム拡散)を採用している事が挙げられる。FHSSはデジタル化した信号の中心周波数を、乱数を用いて変化(ホッピング)させる。FHSSにはタグとリーダー間の接続手順が簡略化されるという利点があるが、2.45GHz帯を利用する他の通信に影響を与える可能性がある。日本では2002年にFHSSが認可され使用可能となった。

		MODE 1	MODE 2
電源		電池なし	電池付き
リーダーからの発信	搬送周波数	2.45GHz	
	方式	FHSS	
	変調方式	ASK	GMSK
	通信速度	30-40kbps	384kbps
	符号化方式	マンチェスタ	shortened Fire codes
タグからの発信	副搬送波	なし	153.6kHz
	通信速度	30-40kbps	384kbps
	変調方式	Backscatter	DBPSK
	符号化方式	FM0	マンチェスタ

③-5 Part5: ISO/IEC18000-5 (5.8GHz)

ISO/IEC18000-5は5.9GHzを利用するRFIDの規格である。Q-Free⁵社が提案している規格である。ISO/IEC18000-5はITS(高度道路交通システム)での利用を想定している規格である。Part5は規格案が否決され、不成立となっている。

		MODE 1
リーダーからの発信	搬送周波数	5.805GHz±10MHz
	変調方式	Two-level AM
	通信速度	500kbps
	符号化方式	FM0
タグからの発信	副搬送波	1.5MHz/2.0MHz
	通信速度	250kbps
	変調方式	2-PSK
	符号化方式	NRZI

③-6 Part6: ISO/IEC18000-6 (860-930MHz UHF)

ISO/IEC18000-6はUHF帯の860-930MHzを使用するRFIDの規格である。ISO/IEC18000-6にはType AとType Bの2種類があり、主な違いはアンチコリジョンのプロトコルにある。Type AはAlohaプロトコルを使用し、Type BはBinary treeプロトコルを使用している。860-930MHz帯は日本では携帯電話用に割り当てられている電波帯であり、この規格を採用する事は難しい状況である。

		Type A	Type B
リーダーからの発信	搬送周波数	860-930MHz	
	変調方式	AM	
	通信速度	33kbps	10-40kbps
	符号化方式	Pulse Interval Encoding	マンチェスタ
タグからの発信	副搬送波	なし	
	通信速度	40kbps	
	変調方式	Backscatter	
	符号化方式	FM0	

⁵ <http://www.q-free.com/>

③-7 Part7: ISO/IEC18000-7 (433.92MHz UHF)

ISO/IEC18000-7はUHF帯の433.92MHzを使用するRFIDの規格である。電池を内蔵するタイプのアクティブタグを想定している。SAVI社⁶が提案を行っている。433.92MHz帯は同じUHFの860-930MHz帯と比較して、多くの国・地域で使用可能という利点がある。

		パラメータ値
リーダーからの発信	搬送周波数	433.92MHz
	変調方式	FSK
	通信速度	27.7kbps
	符号化方式	マンチェスタ
タグからの発信	副搬送波	なし
	通信速度	27.7kbps
	変調方式	FSK
	符号化方式	マンチェスタ

③-8 ISO/IEC18000準拠の製品化事例

ISO/IEC18000準拠のRFIDタグは、Infion社⁶のインテリタグ(ISO/IEC18000-4準拠)、Magellan社/日本信号の18000-3準拠RFID等が製品化されている。

⁶ <http://www.savi.com/index.html>

④ アプリケーション要求条件 - ISO/IEC18001

ISO/IEC18001はRFIDシステムを設計する際に必要となる仕様を、アンケート結果を基にいくつかの典型的なアプリケーション例として例示している。ISO/IEC18001はIS(国際規格)ではなくTR(テクニカルレポート)として発行されている。下記の表はISO/IEC18001に記載されている各アプリケーションに必要なメモリ容量とタグ-リーダー間の距離のアンケート結果をまとめたものである。

オペレーション距離				
	< 10 cm	10 - 70 cm	70 cm - 5 m	
1 KByte	パレット ID	資産管理	車両管理	
			パレット管理	
		FA 自動化倉庫	道路料金	
		FA 物流パレット	倉庫/物流	
			パレット管理	
			資産管理	
			ガソリン	
	メモリサイズ			廃棄物管理
				在庫管理
			ログトラッキング	
			ログトラッキング	
			MRTAG	
128 Byte				
		入退室管理	入退室・追跡	
		図書館	手荷物搬送	
		パレット管理	手荷物	
			廃棄物管理	
			レンタルビデオ	
			コンテナ管理	
			航空手荷物	
			資産管理	
			EAS(電子商品監視)	

⑤ アプリケーション要求条件 - ISO/IEC24729

ISO/IEC24729はISO/IEC18001に続いて発行された、RFIDのアプリケーション要件に関するテクニカルレポートである。ISO/IEC24729は下記の3つのパートに分類されている。

パート	内容
Part 1	RFIDラベルの実装要件
Part 2	RFタグのリサイクル
Part 3	RFID質問器/アンテナの実装

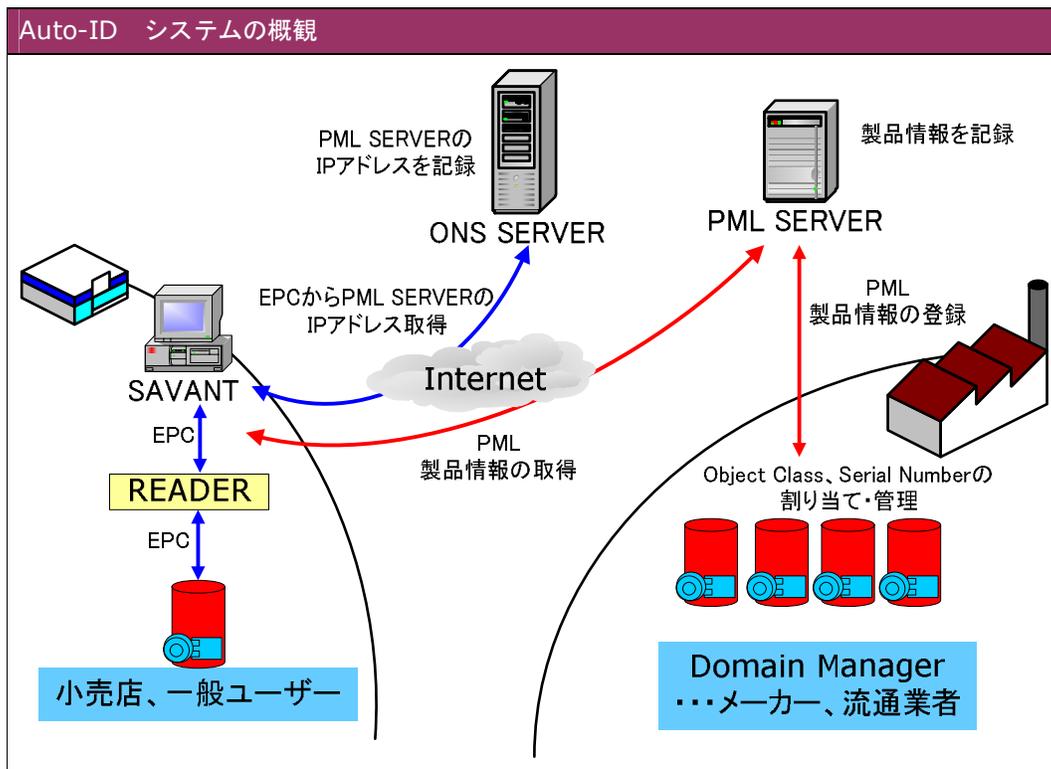
⑥ Elementary Tag - ISO/IEC24710

ISO/IEC24710はISO/IEC18000規格に準拠した、Elementary Tag（基本的な機能のみを実装したタグ）の実装に関するテクニカルレポートである。このテクニカルレポートではElementary Tagの性能として、メモリ容量256bit以下で書き換え不可（ライトワンス）であるタグの実装を想定している。

II. Auto-IDの技術要素

米EPCGlobal（オートIDセンターを改組）が構築しているRFIDシステムは、RFIDタグおよびリーダーと、以下の技術要素から構成されている。

- EPC (Electronic Product Code)
- PML (Physical Markup Language)
- ONS (Object Name Service)
- Savant



Auto-IDシステムによって構成される自動認識システムの概観は上記の図のようになる。Auto-IDのインフラストラクチャは既存のインターネット技術を基盤としており、EPC、PML、ONSもインターネットで利用されている技術を基にして開発された物である。以下の章において、各構成要素の解説を行う。

1. ハードウェア(タグ、リーダー)

1) タグ

Auto-IDでは、13.56MHz帯のタグと860-930MHz帯のタグの使用が予定されている。RFIDに関する国際規格としては、ISO/IEC18000-3(13.56MHz)とISO/IEC18000-6(860-930MHz)の規格があるが、Auto-IDではこれらのISO/IEC規格を意識する事無く、独自にタグの開発が進められている。

Auto-IDシステムのタグは以下のような目標を念頭に設計されている。

- 低コスト（5セント以下を目標とする）
- EPCの各バージョンに対応する
- 通信速度、操作方法はタグの高速な読込に対応する
- 広範な読込範囲を可能とする
- 他の無線タグシステムからの干渉を受けにくい
- ISO標準規格のタグと相互干渉しない

日本においては、860-930MHz帯のタグはISO/IEC18000-6と同様、携帯電話の周波数帯に干渉する事から、現在の電波状況では使用する事が不可能である。

2) リーダー

Auto-IDシステムで使用するリーダーは、13.56MHz帯のタグと860-930MHz帯のタグの両方を読み込む事ができるよう設計が進められている。Auto-IDシステムはインターネット技術をベースとしたクライアント/サーバ方式のネットワークシステムである事から、インターネットプロトコルで通信し、ネットワークシステムの一部として動作する事が求められている。

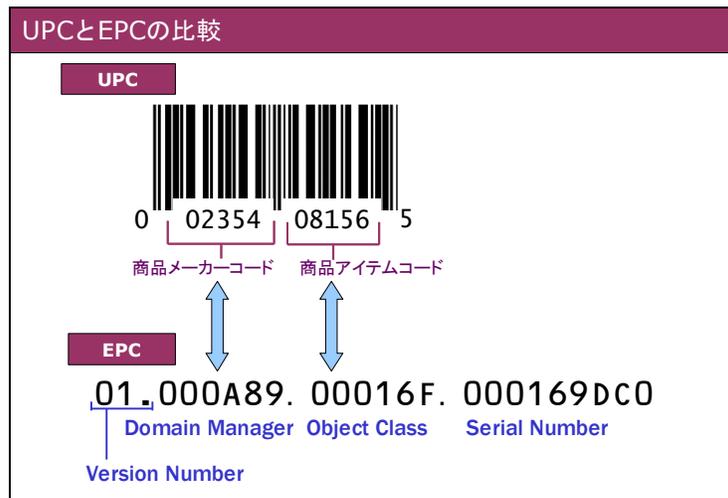
2. EPC (Electronic Product Code)

1) EPCとは

EPCはバーコードを進化させた次世代の製品認識コードである。現在バーコードで利用されているJAN、UPC、EANといったコードとEPCが異なるのは、EPCは個々の製品1つ1つについて固有の番号が設定されるという点である。現在、EPCには7つのバージョンがあり、ビットデータの長さによってEPC-64、EPC-96、EPC-256の3つに分類されている。

2) EPCのデータ構造

EPCはEPCのバージョンを表すVersion Number、製造者番号を表す Domain Manager、製品名を表す Object Class、製品固有の番号を表す Serial Number の、4つのデータ区分から構成されている。これを現在使用されているJANやUPCと比較すると、Domain Managerと商品メーカーコード、Object Classと商品アイテムコードが対応する。



7つのEPCバージョンはそれぞれ異なった構造を持っている。下表に各バージョンとそれぞれのデータ区画のビット数を示す。

EPCバージョンと各データ項目のビット数

		VERSION NUMBER	DOMAIN MANAGER	OBJECT CLASS	SERIAL NUMBER
EPC-64	TYPE I	2	21	17	24
	TYPE II	2	15	13	24
	TYPE III	2	26	13	23
EPC-96	TYPE I	8	28	24	36
EPC-256	TYPE I	8	32	56	192
	TYPE II	8	64	56	128
	TYPE III	8	128	56	64

i) Version Number

EPCのVersion NumberはEPCデータ構造の中にコード化されている。EPCの7つのバージョンに対して、下表に示すように番号が割り当てられている。

EPC-64のVersion Numberは2ビットで表現されるため、表現できるバージョン数は01,10,11の3つに限定されている。このようなVersion Numberの最大数の制限を避けるために、EPC-96とEPC-256では拡張用のバージョン番号として0010 0000と0000 1000を定めた。この2つのVersion Numberは、将来8ビット以上のVersion Numberを制定する際に使用される。

Version Number割り当て

EPC VERSION		値(2進数)	値(16進数)
EPC-64	TYPE I	01	1
	TYPE II	10	2
	TYPE III	11	3
	拡張	NA	NA
EPC-96	TYPE I	0010 0001	21
	拡張	0010 0000	20
EPC-256	TYPE I	0000 1001	09
	TYPE II	0000 1010	0A
	TYPE III	0000 1011	0B
	拡張	0000 1000	08
予約		0000 0000	00

ii) Domain Manager

Domain Managerとは、EPCを付番する組織である。想定しているのは製品を製造するメーカー・流通業者などの企業、あるいは大学や官公庁などの組織もDomain Managerとなり得る。EPCのDomain Managerデータ区画は、Domain Manager番号を表す。Domain Managerは自らのドメイン（企業等の組織）に属しているObject Class、Serial Numberを管理する。Domain Managerは15ビット(EPC-64 TYPE II)から128ビット(EPC-256 TYPE III)で表現される。

Domain Managerを含む、EPCのデータ区画は0パディング（固定長に満たないビット長となる場合は0で埋める）された固定長でコード化される。

Domain Managerのコード化例

1206466(10進数)のコード化

EPC-64 TYPE I (21bit)

100100110100011000010

EPC-64 TYPE III(26bit)

00000100100110100011000010

Domain Managerのうち、0と167842659の2つは特別な用途向けに割り当てられている。0はMIT(マサチューセッツ工科大学：オートIDセンターが設置されている)のDomain Manager番号であり、167842659はプライベート番号として割り当てられている。プライベート番号は、Domain Manager番号を登録せずに、限られた範囲内でEPCを利用したい場合に使用する事が認められている。EPCは同じ番号が重複してはならないため、プライベート番号を付けたAuto-IDは自らが管理できる範囲内での利用に限定される。

プライベートDomain Manager番号

10進数 : 167842659

2進数 (28bit) : **1010000000010001001101100011**

iii) Object Class

Object Classは製品番号を示す。Object ClassはDomain Managerが付番する。Object Classが表現する番号として想定しているのは、SKU (Stock Keeping Unit : 在庫管理の最小分類単位)、ロットナンバー、あるいは他のグループ化規則に則った番号である。Object Classは13ビット(EPC-64 TYPE II、III)から56ビット(EPC-256 TYPE I～III)で表現される。Object Classの割り当て方法に制限はないが、0(全てのビットが0のデータ)はObject Classとしては使用できない。

iv) Serial Number

Serial Numberは製品のシリアル番号を示す。Serial Numberは24ビット(EPC-64 TYPE I、II)から192ビット(EPC-256 TYPE I)で表現される。Serial Numberの割り当て方法に制限はないが、0(全てのビットが0のデータ)はSerial Numberとしては使用できない。

3. PML (Physical Markup Language)

1) PMLとは

PMLは物体(Object)の情報を記述する為の言語である。PMLはAuto-IDシステムに関連する構成要素間のインターフェースとして機能する。PMLは PML CoreとPML Extensionに分類される。

PML CoreはAuto-IDシステムの標準的なボキャブラリ(要素や属性の集合)を提供する。PML Coreによって表現される情報は、Auto-IDシステムから直接取得できる情報である。

- ① 位置情報
 - 例) タグXは倉庫YにあるリーダーZから読み込まれた
- ② テレメトリ情報
 - 物体の物理情報(大きさ、質量等)
 - 物体の周辺環境の情報(温度等)
- ③ 構成情報
 - 梱包、コンテナ、パレットなどの組合せ情報

PML Extensionは、Auto-IDシステム外から得られる情報を統合する目的で使用される。PML Extensionは目的に応じて複数存在する。最初に作成されたPML ExtensionはPML Commerce Extensionであり、企業間の商業取引を表現する。

2) PMLの記述方法

PMLはXML(eXtensible Markup Language)に準拠した記述方法で記述される。XMLはデータを階層構造を持った要素(element)の集合として記述する。要素はタグによって識別され、開始タグと終了タグの間に内容を記述する。

PMLの記述例

```

<entity> ←開始タグ
  <type>Person</type>
  <title>Mr.</title>
  <first>Robert</first>
  <middle>Douglas</middle>
  <last>Mooreland</last>
</entity> ←終了タグ

```

3) PML Server

PML ServerはEPCとPMLの対応情報を記録したコンピュータである。PML Serverの役割は、リクエストに応じてEPCに対応したPML情報を返答する事である。PML情報が記録されているファイルをPMLファイル(PML file)と呼び、PML Server内に格納されている。製品の製造者(=Domain Manager)はPMLファイルとPML Serverを管理する必要がある。Auto-IDシステムではリクエストはインターネット(あるいはVPN:暗号化された仮想専用回線)を経由して届けられる為、PML Serverもインターネットに接続されている必要がある。

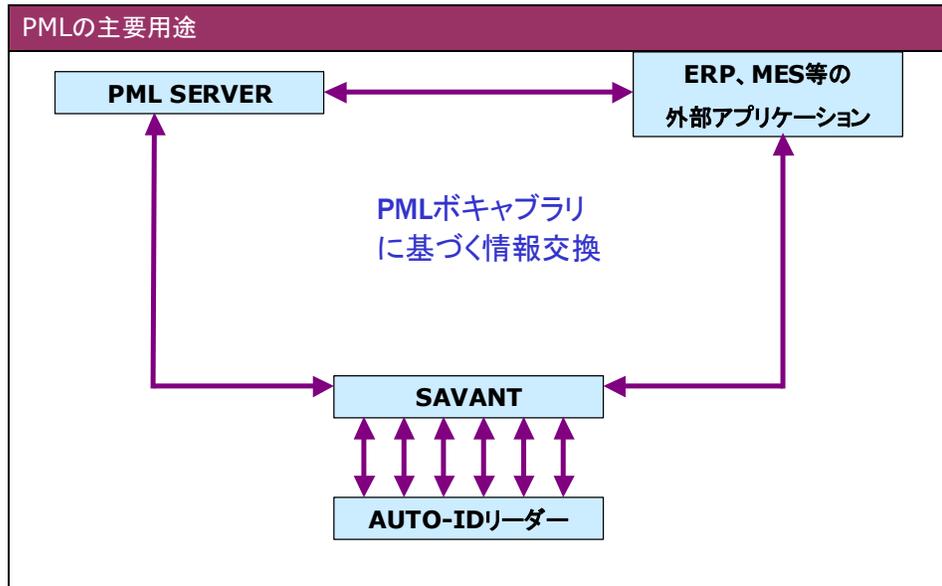
PML ServerのIPアドレスはONS Server(後述)に記録されており、Savantからリクエストを受けたONS Serverが、EPCに対応するPMLファイルを格納しているPML ServerのIPアドレスを応答する。PML ServerはインターネットのWebサーバと同様の機能を持つ。PML ServerがWebサーバと異なる点は、Webサーバはリクエストに対してHTMLファイルを返すが、PML Serverはリクエストに対してPMLファイルを返すという点である。

PMLファイルは「ファイル」と呼ばれているが、必ずしもPMLフォーマットのファイル(XXX.PML)である必要はない。PML Server上に記録されている形式は、SQLデータベース、Excel等のスプレッドシート、あるいはCSV形式等のフラットファイルでも構わない。単一のファイルではなく、複数のファイルに分散して格納されていても問題はない。

4) 他の構成要素との関係

PMLはAuto-IDシステムの他の構成要素や外部アプリケーションとの間で、下図のような関係で利用される。ネットワーク上にはPML情報を記録するPML Serverが配置される。リーダーと接続されたコンピュータ上ではSavantと呼ばれるソフトウェアが

実行され、PMLサーバに対して、リーダーが読みとったEPCに対応する物品の情報を照会する。PML ServerとSavantはERP(基幹業務システム)やMES(現場業務システム)といったアプリケーションともデータ交換を行う。これらの構成要素間ではPMLポキキャブラリに基づいてデータ交換が行われる。



4. ONS (Object Name Service)

1) ONSとは

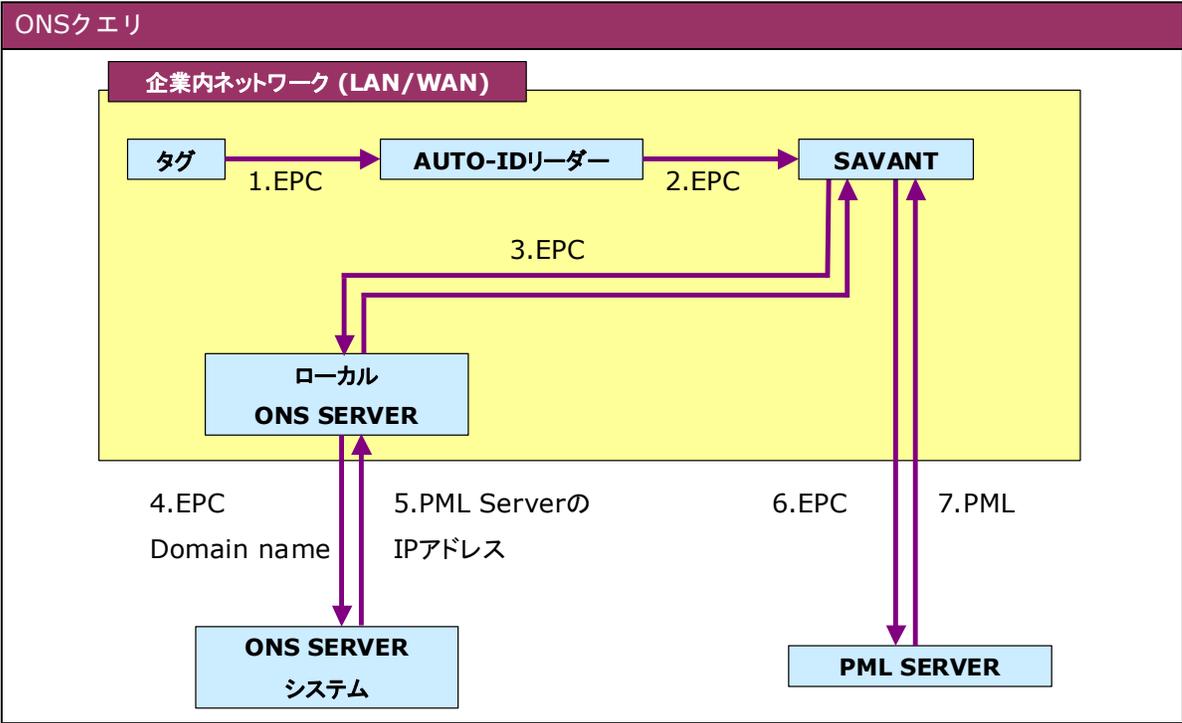
ONSはSavantからの要求に応じて、EPCに対応するPML ServerのIPアドレスを返答するサービスである。ONSはインターネットの名前解決手段であるDNS(Domain Name System)に似た仕組みである。現在実験運用されているONS Serverは、DNS Serverとしてインターネット上で一般的に使用されているBINDを利用している。ONSの必要条件として、以下の5つが要求されている。

ONSの必要条件

1. EPCとPMLのマッピング情報は階層構造で管理可能である事
 - －DNSと同様に階層構造で管理する事により、膨大な数のマッピング情報を記録することが出来る。
2. ONS Serverにマッピング情報のキャッシュが可能である事
 - －一度リクエストされたマッピング情報をONS Serverに保存しておく事で、リクエストへの返答時間を短縮する事が出来る。
3. ONS Serverは冗長化する事が可能である事
 - －1台のONS Serverが故障等で利用不可能となった場合はもう1台のONS Serverがリクエストに対応し、Auto-IDシステムがストップする事を防ぐ。
4. EPCを冗長化されたPML Serverとマッピング可能である事
 - －PML Serverが利用不可能となっている場合、同様の情報を保持している別のPML Serverとマッピングする。
5. EPCがバージョンアップされた際もソフトウェア、ハードウェアに変更を加える必要が無い事

2) ONSクエリの仕組み

ONSに対する問い合わせ（クエリ）は問い合わせ数が多く、かつデータ量が大きくなる事が予想されるため、Auto-IDを使用するユーザー企業のネットワーク内にローカルONS Serverを配置する事が望ましい。一般的なONSクエリの概略図を次ページに示す。ONS ServerシステムとPML Serverはインターネット上に配置されている。ローカルONS Serverはインターネット上にある他のONS Serverに対して問い合わせを行い、一度問い合わせたクエリ結果はローカルONS server内にキャッシュされ、次回以降に同じ内容の問い合わせがあった場合はローカルONS Serverは外部に問い合わせることなく応答する事が出来る。



ONSとDNSの問い合わせ手順の比較表を次ページに示す。DNSではDomain Name→IPアドレスという1つの手順で問い合わせを行うのに対し、ONSではEPCをEPC Domain Nameに変換するという前処理が必要である。これは、EPCは単なるビットの集合でありONSではそのまま解釈する事が不可能なためである。

ONSの問い合わせ手順は以下のようになる。

①EPCをEPC Domain Prefixに変換する

- 変換にはFormat Stringという0～4の数字と”.”から成る文字列を使用する。
例) 4.4.4444.1.1.1.3.3.3.013
- Format Stringの各数字を足してEPC Domain PreFixのビット長とする。
例) 4+4+4+4+4+4+1+1+1+3+3+3+0+1+3=40
- EPC Domain Prefixのビット長だけ抽出したEPCを、Format Stringが示す0～4文字のビット列に分割する。
- 分割されたビット列を0～9、A～Fの文字列に変換する。
例) 1101 → D (4文字のビット列は16進数で表示)
111 → 7 (3文字のビット列は8進数で表示)
10 → 2 (2文字のビット列は4進数で表示)
1 → 1 (1文字のビット列は2進数で表示)
- 変換された文字を”.”で連結してEPC Domain Prefixとする。

EPC Domain Prefix変換例															
Format String	0	1	3	3	3	3	1	1	1	4	4	4	4	4	
EPC (先頭40ビットを抽出)	0	110	101	001	111	0	0	1	0110	1001	1100	1101	0001		
EPC Domain Prefix (逆順)	0	0	6	5	1	7	0	0	1	6	9	C	B	D	1

②EPC Domain Nameを生成する

- EPC Domain PrefixにEPCのルートドメイン(階層構造の最上位に位置するドメイン)であるepc.objod.netを付加してEPC Domain Nameを生成する。

③EPC Domain Nameを使用してONS Serverへ問い合わせを行う

ONSとDNSの問い合わせ手順比較

ONS		DNS	
EPC	011010100111100101101001110010111 10100011010111000110110101100100		
↓	①EPCをONSが解釈できる形式へ変換		
EPC Domain Prefix	1.D.69CB.1.0.0.7.1.5.006		
↓	②ルートドメインepc.objid.netを付加して EPC Domain Nameを生成		
EPC Domain Name	1.D.69CB.1.0.0.7.1.5.006.epc.objid.net	Domain Name	www.mit.edu
↓	③ONS Serverへ問い合わせ	↓	DNS Serverへ 問い合わせ
IPアドレス	18.58.228.181	IPアドレス	18.58.1.171

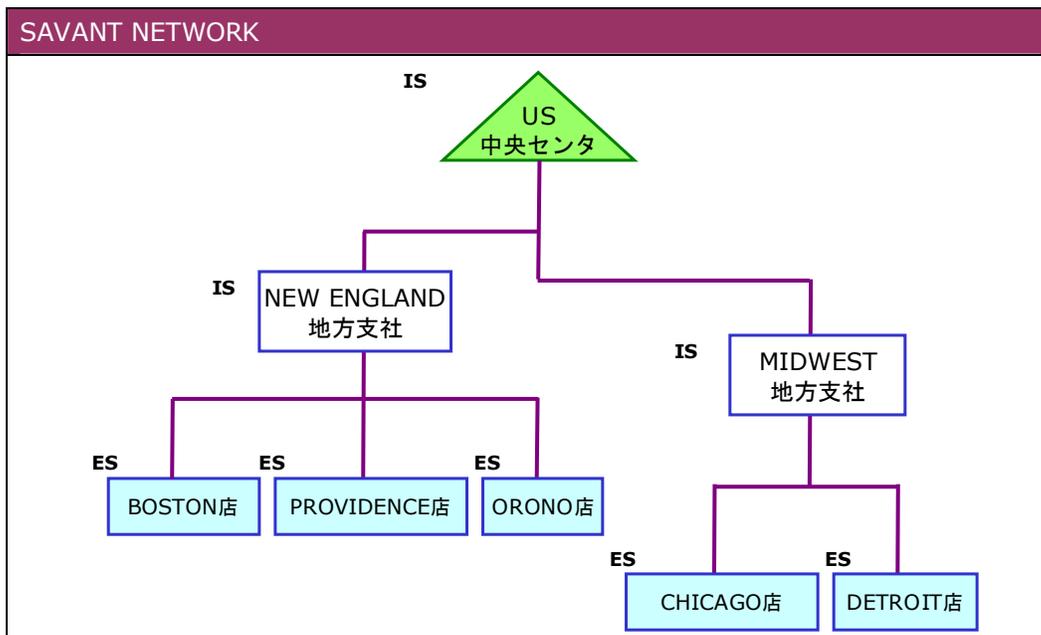
5. Savant

1) Savantとは

現在利用されているバーコードシステムを代替する用途にAuto-IDシステムを使用する場合、その稼働中には膨大な量の事象(event)が発生する。大量に発生するeventの管理を担当するのがSavantである。Savantは階層構造化されたコンポーネントの集合体である。Savantは3つの主要コンポーネントから構成される。

- RIED (Real-time in-memory event database)
- TMS (Task Management System)
- EMS (Event Management System)

Savantは階層的な木構造で構成される。木構造の枝葉(leaf)に位置するSavantをEdge Savant (ES)、中間に位置するSavantをInternal Savant (IS)と呼ぶ。下図はある企業のSavantネットワークの例である。



2) Edge SavantとInternal Savant

i) Edge Savant

Edge Savant (ES)はリアルタイムのEPCデータを収集する。ESには以下の特徴がある。

- ESは店舗、倉庫、製造工場、輸送トラック等に設置される
- EPCデータは必ずESを経由してAdto-IDシステム内を流通する
- ESは継続的にデータ収集、監視、データ蓄積を行う
- ESは常にSavant Networkの枝葉に位置する
- ESはRFIDリーダーに接続される

RFIDリーダーがタグを読み込んだ際、ESは以下のような処理を行う。

- タグのEPCを読み取る
- タグを読み込んだRFIDリーダーのEPCを読み取る
- 読込を行った時刻（タイムスタンプ）を記録する
- RFIDリーダーが観測した気温、地理的位置等、EPC以外の情報を記録する

ii) Internal Savant

Internal Savant (IS)はSavantの論理的な階層構造の中間に位置するSavantである。ISはEdge Savantが記録したEPCデータを収集する。企業内において、ISは地域のデータセンター、又は各国の中央データセンターに配置される。

3) RIED (Realtime In-memory Event Database)

RIEDはEdge Savant内で、イベント情報を蓄積するメモリ内データベースである。Edge SavantはRFIDリーダーから送られてくるイベントを処理する。EMS (Event Management System)の仕組みによって、ログをデータベースに記録するロガーが実行されているが、データベースは大量のイベントを瞬時に記録する事はできない。RIEDはログを記録するデータベースと同様のインタフェースを持ち、より処理性能の高いデータベースである。RIEDによって、リーダーから送信されてくるイベント情報は瞬時に記録される。

4) TMS (Task Management System)

TMSはSavantで実行される様々な種類のタスクを管理するシステムである。Savantで実行されるタスクには、以下のようなものがある。

- データ収集（他のSavantとの製品情報の送受信等）

- PMLルックアップ (PMLサーバに対して製品情報の問い合わせを行う)
- リモートタスクのスケジューリング(他のSavantに対し、タスクの実行の設定・解除を行う)
- 人に対する警告(商品補充、万引き、期限切れ)
- 遠隔アップロード (他のSCMサーバに対し、製品情報を送信する)

5) EMS (Event Management System)

EMSはEdge Savant上に実装され、タグ読込のイベントを収集する。EMSには以下のような特徴がある。

- 様々な種類のRFIDリーダーに対応できるよう、アダプターが記述できる
- 標準フォーマットのEPCデータを収集可能
- EPCデータのフィルターが記述できる
- EPCデータの読み取りログをデータベースに記述できるよう、様々な種類のロガー (ログを収集するソフトウェア) が記述できる
- フィルターやアダプター、ロガーの処理が遅滞しないよう、イベントをバッファリング(一時的に蓄積)できる

III. GTAG

GTAGはUCCおよびEANによって開発されたRFIDの標準規格である。GTAGの規格は以下のような構成を取る。

- GTAG準拠タグ (GTAG-CT : GTAG-compliant tags)
- GTAG準拠リーダー(GTAG-CR : GTAG-compliant readers)
- GTAG準拠タグーGTAG準拠リーダー間の無線通信
- GTAG準拠タグに格納されるデータフォーマット

1. GTAG準拠タグ(GTAG-CT)

GTAG準拠タグの仕様は以下のように規定される。

- ISO/IEC18000-6準拠のリーダーから送信された信号に対し、ISO/IEC18000-6の仕様に則った応答を返す
- 860-930MHz帯の周波数で動作する
- AFI機能(アプリケーションファミリの識別)をサポートする
- 124bit以上のユーザー定義データを記録できる
- -30°C ~ $+60^{\circ}\text{C}$ の温度範囲で完全に動作する
- -40°C ~ $+85^{\circ}\text{C}$ の温度範囲内で、記録されたデータの破壊が生じない

GTAG準拠タグにはType AとType Bの2種類がある。両者の違いは衝突防止(アンチコリジョン)のプロトコルにあり、Type AはAlohaプロトコルを使用し、Type BはBinary Treeプロトコルを使用する。

2. GTAG準拠リーダー(GTAG-CR)

GTAG準拠リーダーに最低限要求される仕様は以下の通りである。

1) 固定リーダー

- 250個のGTAG準拠タグの固有IDを同時認識できる(認識順序はランダム)
- 250個のタグそれぞれから、124bitのユーザーデータを読み取ることができる
- $0\sim 2\text{ms}^{-1}$ で移動するタグを認識することができる
- $0\sim 2\text{ms}^{-1}$ で移動する250個のタグを5秒以内に99.99%の精度で読み取ることが

できる

2) ハンディリーダー

- 読み取り範囲内のGTAG準拠タグのIDを認識できる
- 認識したタグから124bitのユーザーデータを読み取ることができる
- 1秒間に50個のタグのIDとユーザーデータを読み取ることができる
- 読み取り精度は99.99%以上

リーダーはType AのタグまたはType Bのタグどちらかを読み取る事が出来る。Type AとType Bのタグの両方を読み取りできても構わないが、必須条件ではない。

IV. GCIのRFIDに対する取り組み

1. GCIとは

GCI : Global Commerce Initiativeは消費財のサプライチェーンを効率化するために設立された任意団体である。GCIの主要メンバーとして、コカコーラ、ジレット、J&J、ユニリーバ、P&G等の製造業、カルフルー、テスコ等の流通業が参加している、日本からは花王、イオン、味の素が参加している。

2. GCI-ITAG

消費財の流通にRFIDを活用するため、GCI内にIntelligent Tagging Work Group(GCI-ITAG)が設けられている。GCI-ITAGではGCI Intelligent Tagging Modelを作成し、サプライチェーンへRFIDシステムを導入する際のアプリケーション例や要求される性能の指標を定めている。GCI-ITAGはRFID導入に関して、4つのサプライチェーン要素、コンポーネント、配送方式に関してモデル化を行っている。

サプライチェーン要素
製造業
流通
店舗
消費者
コンポーネント
機能
技術的要求
運用上の要件
人間工学的制限
データ
便益
配送方式
トラック積荷
パレット
箱
消費単位

次項目以降では、GCI-ITAGで規定されている製造業/流通/店舗/消費者の一般モデルについて概略を紹介する。

3. 製造業の一般モデル

機能	技術的要求
調達管理	UCC・EANデータ構造の蓄積
保管	メモリサイズと設定
生産プロセス	標準的な通信プロトコル
完成品の保管と配送	他のデータキャリアとの相互運用性
返品	アンチコリジョン
Eコマース	他の無線ユーザーとの共存 (無線LAN、携帯電話、Bluetooth等)
製品の認証および追跡	電子ノイズ環境下でのタグ認識
資産管理	各国の電波規制(周波数、出力制限等)
セキュリティ	健康・安全面での要求(電波の人体への影響)
運用上の要件	人間工学的制限
温度(+40℃~-30℃)	ハンディリーダーの複雑性・タグの取り付け位置
湿度80%	データ
棚を含めた倉庫の建設	UCC・EANデータ
輸送方式	相互運用性(取引先/他のデータキャリア/既存のデータベース)
リーダーに対するタグの速度と方向	便益
読込距離	在庫コストの低減
書込距離	サービスレベル向上
電磁波干渉(モーター、他の電波機器)	早くて確かなビジネスプロセス
タグ付けされる製品の電磁波特性	リアルタイム(または準リアルタイム)の'Just In Time'の実現
アンテナの形状・大きさ、アンテナの製品からの取り外しに関する要求	余剰在庫の低減による廃棄物削減
フォームファクタに関する制限(大きさ、形状、圧力・温度・水分・洗浄・汚染・酸・アルコールへの耐性)	
フォームファクタの取り付け方法	
リーダーの熱・水分・衝撃に対する耐性	

4. 流通の一般モデル

配送方式	運営上の要件
トラック積荷 －ISOコンテナ、航空ULD、貨物列車	温度(+40℃～-30℃) 湿度80%
パレット －荷役用パレット、船積パレット、手押し車、 車輪付きケージ、IBC（中間バラコンテナ）	棚を含めた倉庫の建設 輸送方式 リーダーに対するタグの速度と方向
箱 ーワンウェイ又はリユーズブル	読込距離
消費単位	書込距離
殆どのケースでは消費単位≠配送単位	電磁波干渉（モーター、他の電波機器）
消費単位＝配送単位となる製品 －家電（冷蔵庫、洗濯機）、衣服（コート、ドレス）等	タグ付けされる製品の電磁波特性 アンテナの形状・大きさ、アンテナの製品からの取り フォームファクタに関する制限（大きさ、形状、圧力・
機能	フォームファクタの取り付け方法
トラックの機能 直接荷下ろし 非直接荷下ろし 倉庫から商品積込	リーダーの熱・水分・衝撃に対する耐性 健康面・安全面の規制 人間工学的制限 ハンディリーダーの複雑性・タグの取り付け位置
パレットの機能 パレットの受入 パレットの積込	データ UCC・EANデータ 相互運用性（取引先/他のデータキャリア/既存のデー
箱の機能 箱の受入	その他のパラメータ定義 タグの読込距離
技術的要求	固定式リーダーのサイズ
UCC・EANデータ構造の蓄積	リーダーを通過する速度
メモリサイズと設定	タグ数
標準的な通信プロトコル	タグの並び順
他のデータキャリアとの相互運用性	パッケージ素材
アンチコリジョン	衝撃及び摩擦
他の無線ユーザーとの共存	リサイクル/リユース
電子ノイズ環境下でのタグ認識	データエラー
各国の電波規制（周波数、出力制限等）	
健康・安全面での要求（電波の人体への影響）	

5. 店舗の一般モデル

機能	運営上の要件
受取：店舗へ入荷する商品の管理	-25℃(冷凍食品のみ)
片付け：売場又はバックヤードへ商品を運ぶ	タグのガラス、ボール紙、金属への貼付
取り出し：バックヤードから売場へ	詐欺行為（ひっかき、シールド、磁気によるタグの無効化への対策）
販売：売場へ陳列	無線環境
補充	2.5GHz帯の電波(電話、ポケットベル、移動棚)
在庫管理：在庫量の把握と追跡	EAS(セキュリティシステム)：400MHz帯
返品管理：商品とリユーズブル搬送パッケージ	ESEL(電子ラベル)：880MHz
再注文：商品の再注文管理	顧客が持ち込む無線機器(他店のEAS、電話機、ポケットベル)
購入：顧客の行動	タグ性能
販売：顧客へ代金請求	1.5m幅以上の読込幅
カスタマーサービス：返品・苦情の管理	多くの種類のタグを同時に読み取り
その他の問題：冷凍食品の管理	金属によって周囲を囲まれている(他の商品、カート)
その他の問題：セキュリティ	バーコード代替の場合は100%の精度を要求
データ収集	アンチコリジョン
トレーラーのデータ	他の金属に囲まれた金属パッケージ上の複数読込
パレットのデータ	便益
ケースのデータ	自動での入荷受入
商品のデータ	バックヤードの在庫管理
技術的要求	補充管理
配送の一般モデルと同様	期限切れ商品の発見
	返品管理
	セキュリティ(EAS)：万引き防止

6. 消費者の一般モデル

便益	遠隔測定
購入時の意思決定	廃棄期限管理
模造品対策	故障内容の検知
欠品の低減	重要部品の故障に対する警告
会計時の不便さの解消	温度管理
使い勝手・再購入	腐敗しやすい製品の管理
返品	販売前保証
法令遵守	環境面での便益
交換部品の注文	容器のリユース化・リサイクルによる価格低下
スマートプロダクト(製品間での交信)	廃棄時に分類する必要が無い
家庭貯蔵庫	埋め立て廃棄の低減
製造元とのコミュニケーション	自然素材の使用増
製品関連のコミュニケーション(他の購入者とのコミュニケーション)	
インターネットからの再購入	
自動的な再購入	
家庭内在庫の自動測定	
One to Oneマーケティング	

7. Auto-IDとGTAGへのアプローチ

GCI-ITAGでは、将来のRFIDシステム基盤としてAuto-IDとGTAGの両方を統合したモデルを検討している。GTAGに対しては現在稼働しているRFIDとしてその価値を認め、Auto-IDは近い将来標準的なRFIDシステムとなる可能性を認めている。GTAGとAuto-IDの統合を促進する為の活動として、GCI-ITAGはAuto-IDとGTAGのフィールドテストに対する支援を行っている。

V. Auto-IDシステムの医療への適用

本章では、今後世界規模で標準的なRFIDシステムになる可能性が高い、Auto-IDシステムの医療分野への適用について検討する。

1. Auto-IDセンターが提案する医療分野への適用

Auto-IDセンターでは、医療分野へのAuto-IDの適用例として、以下のような分野への適用を検討している。

- 物品認識・追跡
 - 備品、診療器具等の自動認識・追跡は診療効率を上げコスト低減をもたらす。
- 治療の継続性
 - 全世界的なネットワークによって結ばれたコミュニケーションシステムの構築により、病院内での部署移動、入退院、国内移動、海外への移動等で場所が変わってもそれまでと変わる事のない医療を受ける事ができる。
- 患者認識・位置認識
 - 患者が病院内の何処にいるかをシステム上で把握でき、緊急時の適切な対応が可能となる。
- センサー、遠隔検知
 - 脈拍・心電図・呼吸・血中ガス濃度・体温・体位・筋肉の動きなど変化する患者の状態を常にモニターし、それらのデータを共通のネットワーク上で収集し、共通のデータフォーマットで取り扱う事が可能となる。
- 医療記録
 - Auto-IDシステムによって安全で確実な医療記録システムを構築する事が可能となる。

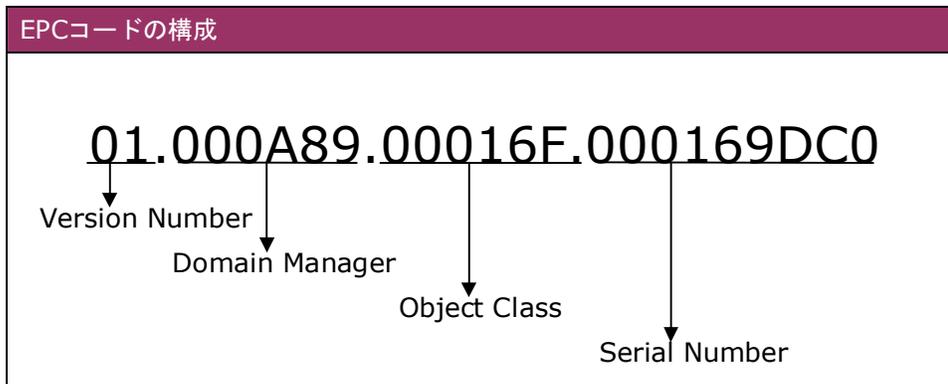
上記の分野への適用例として、下記のアプリケーション例が提案されている。

- 医療機器の所在管理
- 滅菌物管理
- 放射線量管理
- 薬品の投与ミスチェック
- 薬品の正規性チェック
- 説明責任（コンプライアンス）への対応サポート
- 臨床治験

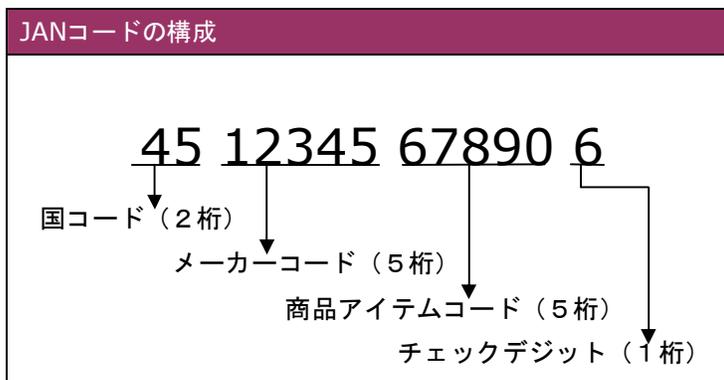
- 患者と医師間の相互作用(Interaction)
- 遠隔検知
- 医療機器の規格統一
- 在宅医療

2. 医療材料バーコードのAuto-IDへの置き換え

Auto-IDシステムを医療へ適用する際の検討材料として、医療業界、特に医療材料の流通で現在使用されているJANバーコードとEAN-128バーコードをAuto-IDのEPCへ変換する方法について検討を行った。



1) JANコード(EAN/UCC-13)のEPCへの変換



⑦ Domain Manager

JANコードは2桁の国コードと5桁のメーカーコードから構成されている。一方、EPCのコード体系では国コードは規定されておらず、メーカーコードに対応するコードとして

Domain Managerが規定されている。EPCは全世界規模での使用を前提としたコード体系である為、コード体系の中に国という概念はない。EAN/UCC-13はメーカーコードの割り当ては各国内でそれぞれ割り当てているが、EPCでは全てのDomain Managerの管理を1カ所で行う事を前提としている。

Auto-IDセンターではEAN/UCC-13(JANコードと互換性のある国際コード規格)をEPCに変換する際の方法として、国コードとメーカーコードの両方をDomain Managerに含ませる方法を提唱している。つまり、国コード+メーカーコードの7桁の番号をユニークIDとしてEPCに対応させる方法である。但し、7桁の番号をそのままDomain Manager番号とするのではなく、現在割り当てられている番号を若い順に連続したDomain Manager番号に割り当てる方法を採用している。例としては、国番号471の台湾までに900,000のDomain Managerが割り当てられていた場合、台湾のメーカーコード2354のDomain Managerは902,354となる。

既存のメーカーコードが割り当てられた後の新規のDomain Manager番号は、国に関係なく順番に割り当てられる事となる。

現在、EAN/UCCに加盟している会社数は約900,000社ある。EPC-64 Type IIではDomain Managerが15bitとなっており、 $2^{15}=32768$ 種類のDomain Managerしか割り当てできない。他のEPCタイプは21bit~128bitでDomain Managerを表現する為、2,000,000種類以上のDomain Managerを割り当て可能である。よって、JANコード (ECC/EAN-13) をEPCに変換する際は、EPC-64 Type II以外のEPCコードを使用する必要がある。

EPC Type別のbit数

		DOMAIN
EPC-64	TYPE I	21
	TYPE II	15
	TYPE III	26
EPC-96	TYPE I	28
EPC-256	TYPE I	32
	TYPE II	64
	TYPE III	128

⑧ Object Class

JANコードの5桁の商品アイテムコードは、そのままEPCのObject Classとして割り当てる事が可能である。EPCはObject Classを13bit～56bitで表現する為、8192種類(13bitの場合)以上～1677万種類(24bit)、さらにはそれ以上の商品アイテムを表現できる。

EPC Type別のbit数

		OBJECT CLASS
EPC-64	TYPE I	17
	TYPE II	13
	TYPE III	13
EPC-96	TYPE I	24
EPC-256	TYPE I	56
	TYPE II	56
	TYPE III	56

⑨ Serial Number

JANコード、EAN/UCC-13ではシリアルナンバーはコード化されていない為、EPCでもシリアルナンバーはコード化されない。Serial Numberのデータは0となる。

・チェックデジット

JANコードでコード化されているチェックデジットは、EPCにはコード化されない。

以上、①～③のコード変換方法に従って、JANコード、EAN/UCC-13をEPCに変換する事が可能となる。下記に、JANコードをEPC-96 Type Iに変換する例を示す。

JANコード→EPCコードへの変換例	
JAN:	45 12345 67890 6
EPC:	21.0011A99.010932.00000000

①Domain Manager

国コード45（日本）→ この例では国コード45のDomain Managerは60,000から割り当てられているものと仮定する。

メーカーコード12345 → 開始番号の60,000+12,345=72,345がDomain Managerとなる。
16進数では11A99となる。

②Object Class

商品コード67890 → そのまま67890をObject Classとする。

16進数では10932となる。

③Serial Number

0とする。

以上より、先頭にEPC-96 Type I のVersion Number 21(16進数)を付加し、EPCは以下のようになる。

21.0011A99.010932.00000000

3. EAN-128コードのEPCへの変換

EAN-128のバーコードデータは以下のような構成となっている。

AI	内容	桁数
01	商品コード	14桁（固定）
17	有効期限	6桁（固定）
30	数量	最大8桁(可変)
10	ロットナンバー	最大20桁(可変)

・商品コード

EAN-128コードの商品コードは以下のように梱包インジケータ+JANコード+チェックデジットで構成されている。

項目	桁数	細目	桁数
梱包インジケータ	1		
JANコード	12	国コード	2
		商品メーカーコード	5
		商品アイテムコード	5
チェックデジット	1		

①EPCへコード化

EAN-128のデータ項目のうち、EPCへコード化できるものはJANコードのみとなり、他のデータ項目はEPCのデータ項目に対応する物がないため、EPCへコード化する事は不可能である。

AI	内容		EPCへのコード化可否
01	商品コード	梱包インジケータ	×
		JANコード	○
		チェックデジット	×
17	有効期限		×
30	数量		×
10	ロットナンバー		×

JANコードのEPCへの変換方法は、前項での方法と同様である。

JANコードのデータ項目	EPCのデータ項目
国コード	Domain Manager
商品メーカーコード	
商品アイテムコード	Object Class

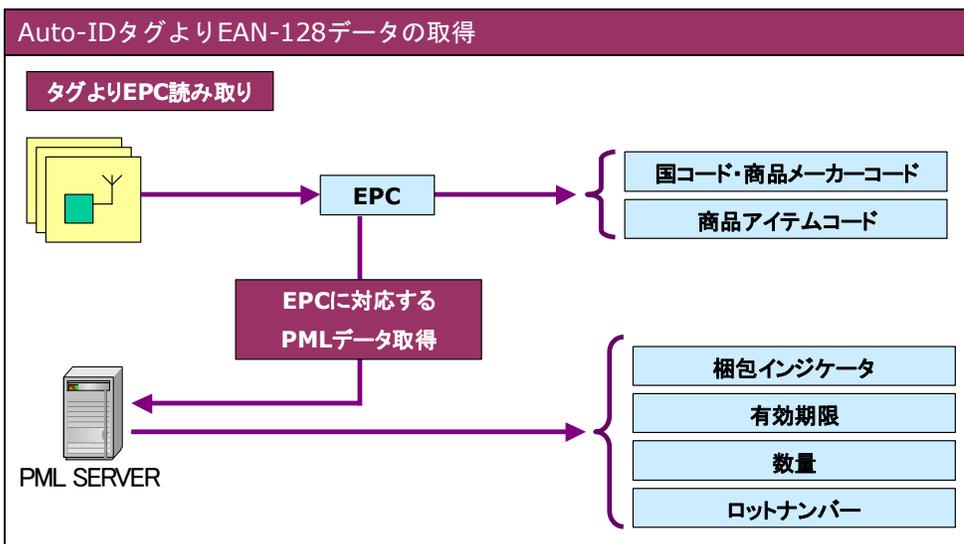
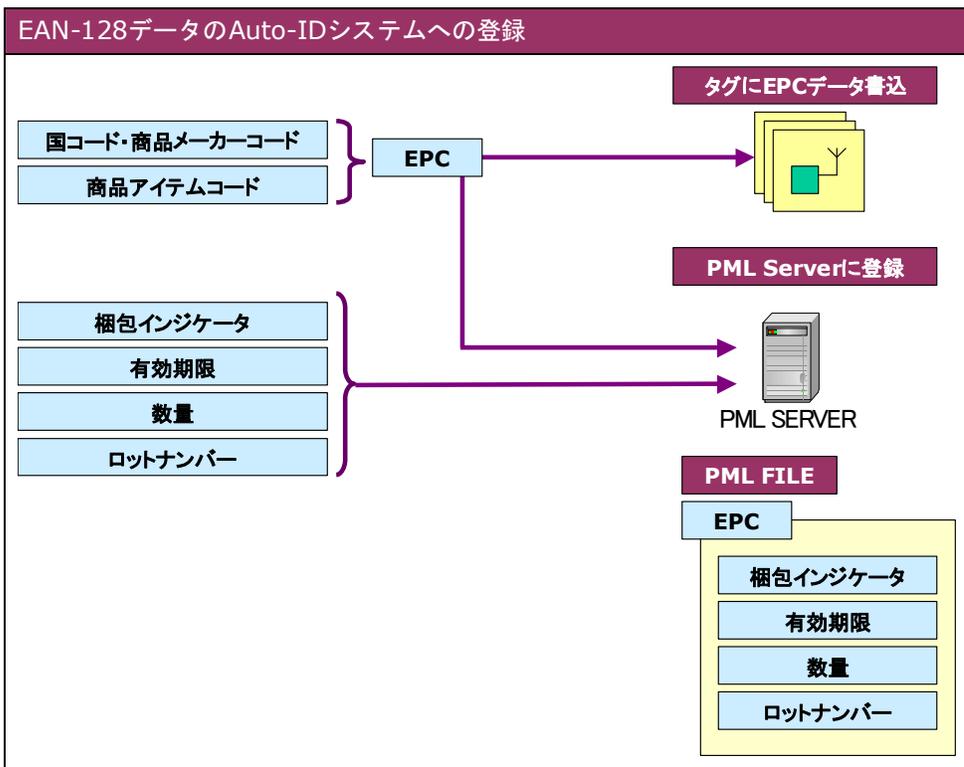
②EPCへコード化できない項目

EAN-128のデータ項目のうち、商品コードの一部（梱包インジケータ、チェックデジット）、有効期限、数量、ロットナンバーはEPCへコード化することができない。Auto-IDシステム内でこれらのデータ項目をコード化する場合はPMLデータとして扱う方法が考えられる。チェックデジットに関しては、JANコードからEPCへの変換の時と同様、変換する必要はないと考える。

PMLデータとして扱うデータ項目

AI	内容	
01	商品コード	梱包インジケータ
17	有効期限	
30	数量	
10	ロットナンバー	

これらのデータ項目をAuto-IDシステム上で使用する場合は、先ずAuto-IDタグにEPCデータを記録する。その際、同時にPML Serverに対して情報登録を行うので、その際にEPCに対応するデータとして上記のデータ項目も登録する。リーダーがタグを読み取った際は読み取られたEPCデータに対応するPMLデータをPML Serverに対して問い合わせ、各データをPML Serverより取得する。



③オプション項目（シリアルナンバー）

一部の医療材料に関しては、EAN-128バーコードのオプション項目であるシリアルナンバー(AI=21)をEAN-128バーコードに追加して出荷しているケースが見受けられる。また、平成15年7月に生物由来製品に関する薬事法の改正が予定されており、製造販売業者・輸入販売業者にはトレーサビリティ情報の保管義務が発生する。このため、EAN-128バーコードにシリアルナンバー(AI=21)を添付して出荷される医療材料が増加する事が予想される。

以上の事から、シリアルナンバーをEPCに変換する方法について検討する。

EAN-128:シリアルナンバー

AI	内容	桁数
21	シリアルナンバー	21桁（可変）

EAN-128のシリアルナンバーは最大12桁の可変長データである。EPCではシリアルナンバーをコード化するデータ項目としてSerial Numberが用意されている為、これを利用する事ができる。EPCのSerial Numberは23bit～192bitで表現されるので、表現できる最大数を考慮してコード化を行う必要がある。

EPC Type別のSerial Numberビット数と最大数

		Serial Number	最大数(10進数)
EPC-64	TYPE I	24	16,777,216
	TYPE II	24	16,777,216
	TYPE III	23	8,388,608
EPC-96	TYPE I	36	68,719,476,736
EPC-256	TYPE I	192	※
	TYPE II	128	※
	TYPE III	64	18,446,744,073,709,551,616

※・・・非常に大きな数値となる為省略

シリアルナンバー以外のデータ項目をEPCにコード化する場合は、PMLデータとしてPML Serverに記録する方法が適切である。

VI. 参考文献

1. 社団法人日本自動認識システム協会
<http://www.aimjapan.or.jp/>
2. ISO
<http://www.iso.org/>
3. “The Electronic Product Code(EPC),”
 Auto-ID White Paper,WH-002,April 2001.
4. “The Use of the Electronic Product Code,”
 Auto-ID Technical Report,TR-009,May 2003.
5. “EPC-256:The 256-bit Electronic Product Code,”
 Auto-ID Technical Report,TR-010,May 2003.
6. “The Physical Markup Language -Core Components:Time and Place,”
 Auto-ID White Paper,WH-005,Sep 2001.
7. “Physical Mark-up Language Update,”
 Auto-ID Technical Report,TR-006,Sep 2002.
8. “The Object Name Service,”
 Auto-ID Technical Manual,TM-004,May 2002.
9. “Savant Guide,”
 Auto-ID Technical Report,TR-015,Apr 2003.
10. “The Savant –Version 01.(Alpha),”
 Auto-ID Technical Manual,TM-003,May 2002.
11. “13.56 MHz ISM band Class1 Radio Frequency Identification Tag Interface
 Specification:Candidate Recommendation,Version 1.0.0,”
 Auto-ID Technical Report,TR-011,May 2003.

12. “860MHz-930MHz Class1 Radio Frequency Identification Tag Radio Frequency & Logical Communication Interface Specification Candidate Recommendation,Version 1.0.1,”
Auto-ID Technical Report,TR-007,Nov 2002.
13. “Smart Medicine -The Application of Auto-ID Technology to Healthcare,”
Auto-ID White Paper,WH-010,May 2002.
14. “Integrating the Electronic Product Code(EPC) and the Global Trade Item Number(GTIN),”
Auto-ID White Paper,WH-004,Feb 2002.
15. “EAN・UCC Global Tag GTAG Technical Specification DRAFT V0.2 for Industry Reference,”
Uniform Code Council,Inc and EAN International,Aug 2002.
16. “Intelligent Tagging White Paper,”
GCI Working Group on Intelligent Tagging,Apr 2002.
17. “The GCI Intelligent Tagging Model,”
GCI Working Group on Intelligent Tagging,May 2001.