RFID
コンタクトレスICカード
I

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01

目次

＜第1部＞
第1章　RFIDとは
第2章　RFIDの基礎用語
第3章　RFIDの原理と特徴
第4章　RFタグ
第5章　リーダライタ

＜第2部＞
第6章　電波法とその他の法規と活用法
第7章　使用上の留意点と活用法

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata　2014-05-01

RFIDとは

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01

第1章　RFIDとは

1.1　自動認識（AIDC）技術の概要
1.2　RFID技術の概要
1.3　RFIDの市場動向
1.4　RFIDの未来

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata　2014-05-01

1.1 自動認識技術の概要

AIDC（Automatic Identification and Data Capture）

⇒ 自動認識及びデータ取得技術

「人、動（植）物、物、情報などに付加されたデータキャリアの情報を取得する技術」

データキャリア

- 1次元シンボル
- 2次元シンボル
- コンタクト付きICカード
- コンタクトレスICカード
- OCR
- RFID
- 磁気カード
- バイオメトリクス

国際標準化

人に関する標準化（ISO/IEC JTC1/SC17、/SC37）、動（植）物に関する標準化（ISO TC23）、物に関する標準化（ISO/IEC JTC1/SC31）

■ISO/IEC JTC1/SC31の国内窓口：

日本工業標準調査会（JISC）－＞（社）情報処理学会／情報規格調査会 SC31専門委員会

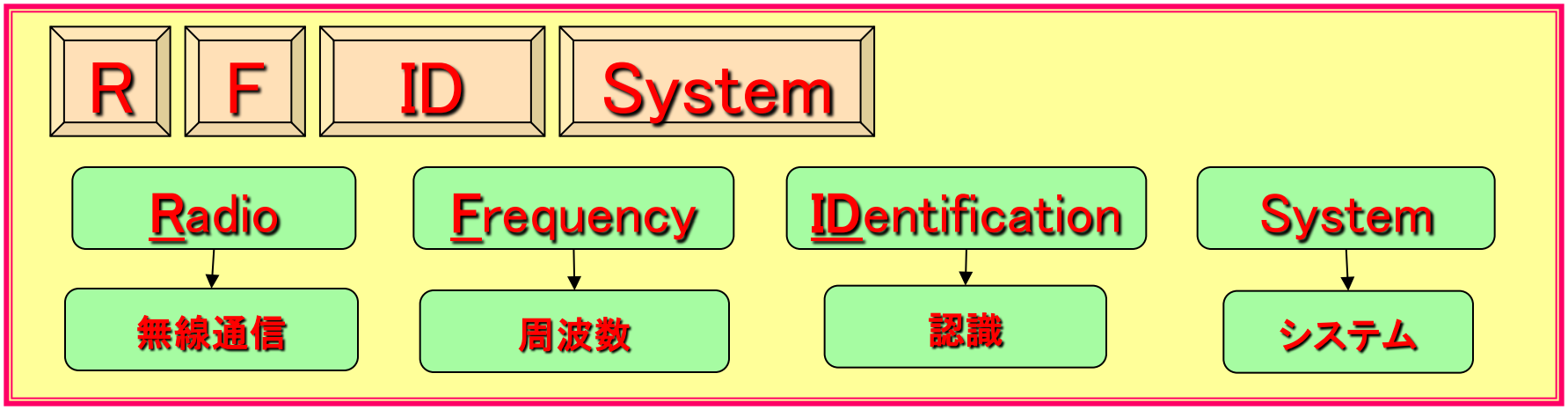
－＞電子情報技術産業協会（JEITA）：

SC31の各ワーキンググループ（WG1～WG7）とそれを統括するAIDC委員会が設置

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01

1.2 RFID技術の概要

(1)RFIDとは？



＜JISにおけるRFIDの定義＞

JIS X 0500-1:2009　自動認識及びデータ取得技術－用語－第1部：一般
JIS X 0500-2:2009　自動認識及びデータ取得技術－用語－第2部：光学的読取媒体
JIS X 0500-3:2009　自動認識及びデータ取得技術－用語－第3部：RFID
（本JISはISO/IEC19762:2005を基礎として策定）

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata　2014-05-01

1.2 RFID技術の概要

（1）RFIDとは？

■JIS X0500-3: 2009におけるRFIDの定義

RFタグの固有IDを読み取るシステム。RFIDは，種々の変調方式と符号化方式とを使って，RFタグへ又はRFタグから通信するために，スペクトルの無線周波数部分内における電磁的結合又は静電結合を，具体的に利用している。

■旧JIS X500: 2002におけるRFIDの定義

誘導電磁界又は電波によって，非接触で半導体メモリのデータを読み出し，書込みのために近距離通信を行うものの総称。

■JIS X0500-3: 2009における用語

・RFタグの名称： RFタグ
　電子タグ、ICタグ、IDタグ、RFIDタグ、トランスポンダ、無線タグ、無線ICタグ
・リーダライタの名称： リーダライタ
　リーダ/ライタ、リーダ・ライタ、質問器、インテロゲータ、コントローラ

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01

1.2 RFID技術の概要

(2)RFIDの特徴

非接触でデータの読み出し、書き換えが可能

・必要な情報を自由に非接触で読み出すことができる
・情報をその場で、かつ非接触で書き換え可能

電波・電磁界で交信するため，見えなくても読書きが可能

・バーコードと違い電波・電磁界で交信するため、表面状態に影響されない
・金属以外のもの(樹脂，水等)で、アンテナとタグの間が遮蔽されても交信に影響なし

複数の一括読み取りが可能

・交信領域に存在するRFタグを複数に一括してアクセスすることが可能
・交信領域に存在する複数のRFタグから必要なRFタグを選択してアクセスすることが可能

小型/薄型、耐環境性、移動中読書き、耐久性、セキュリティ性

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01

1.2 RFID技術の概要　RFIDの特長1

RFIDとバーコードとの比較（RFIDの優れている点）

①RFタグは、紙・木・プラスチックなどの非金属であれば、透明でなくても透過して交信することが可能。

②RFタグは、耐環境性に優れ、水、油、薬品等の汚れや傷、外乱光による影響を受けずらい。

③RFタグは、取り付け表面の状態に左右されない。
薄型、小型化しやすく、小さな取り付けスペースなどにも対応できる。

④RFタグは、読み書きが自由。（最近では、何回も読み書きできるリライトシートを組み合わせたRFタグが注目を浴びている）。しかも、一括で！

⑤RFタグは、取り付ける際に位置決めが容易である。

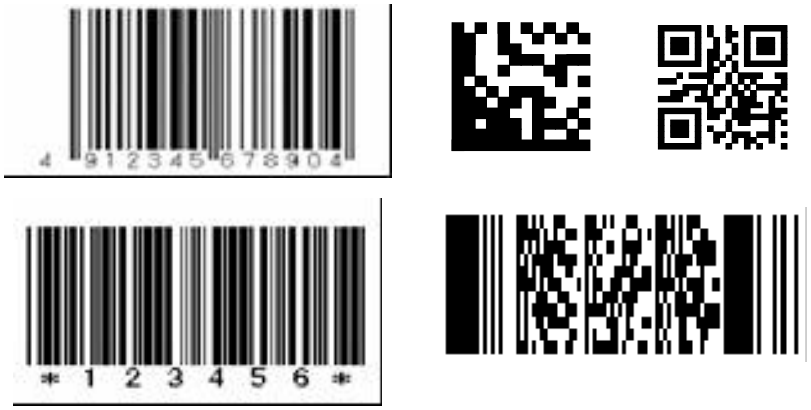
⑥RFタグは、半永久的に使用可能。（再利用型）
リーダライタのアンテナ側からの電力伝送により、電池レス化。
繰り返して使用することで、ランニングコストを抑えることができる。

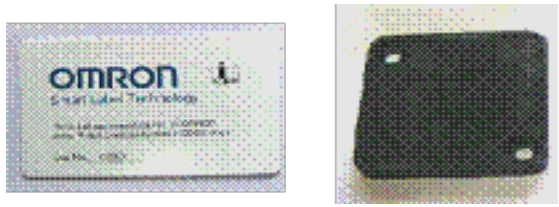
All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata　2014-05-01

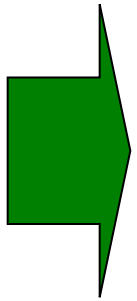
1.2 RFID技術の概要 RFIDの特長2

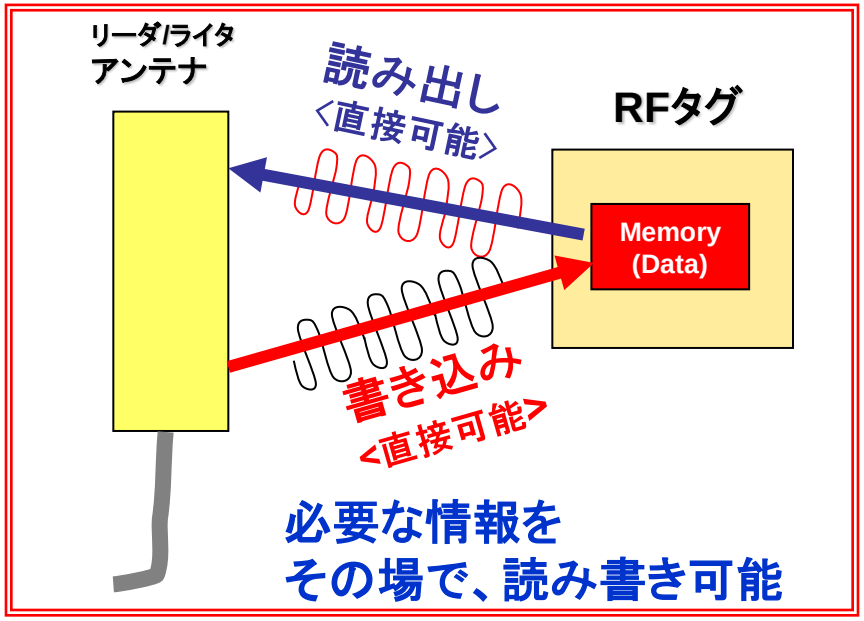
同時アクセスによる リードライト機能

1D symbols | 2D symbols | RFID







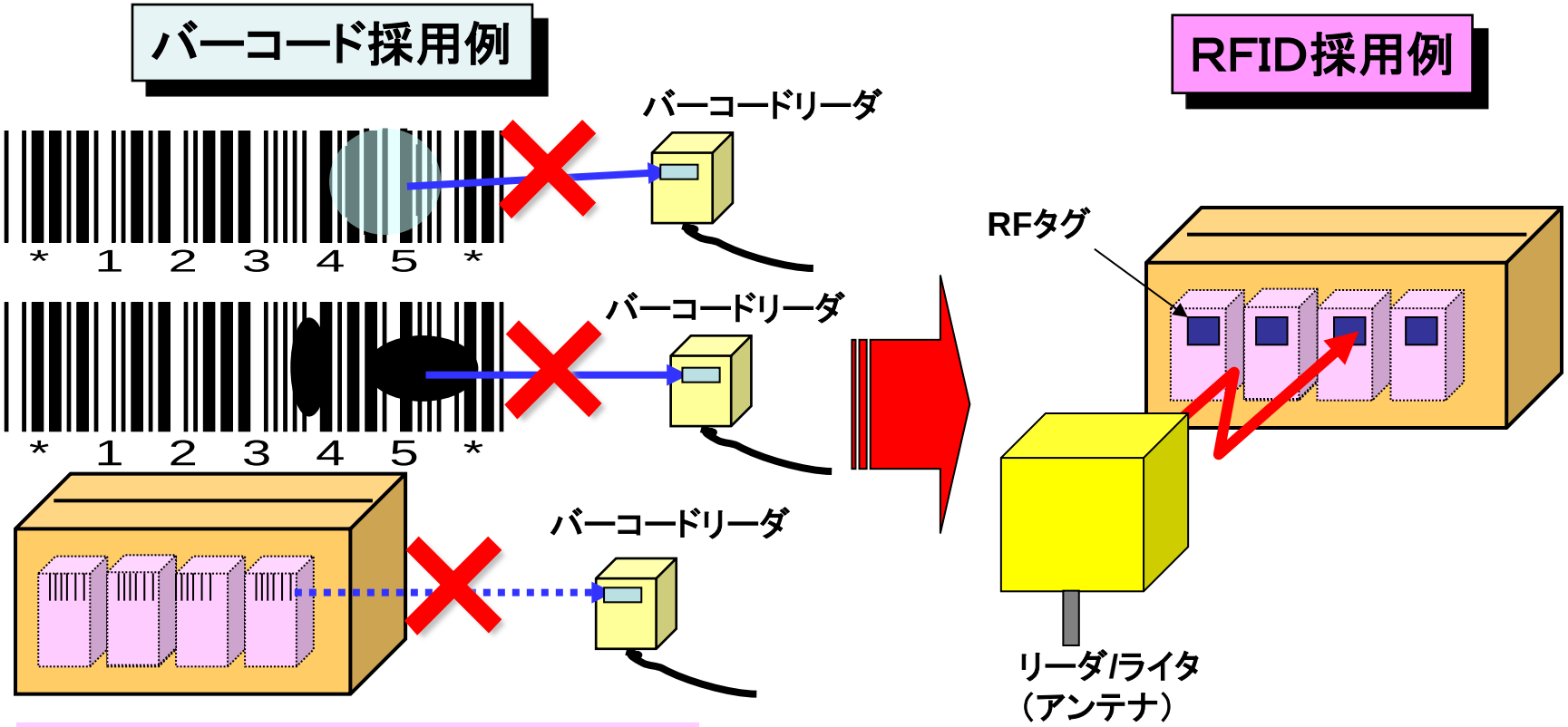


書き込み	読み出し
<ツールを活用>	<直接可能>
プリンター	CCD BCR
ラベラー	レーザ BCR
レーザ・マーカ	レーザ2DCR
打刻機	カメラ方式

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01

1.2 RFID技術の概要 RFIDの特長3

優れた耐環境性・・・見えなくてもアクセス可能



・見えないラベルや汚れたラベルは読めない。勿論、箱の外からも。
・確率論に基づく読取結果での判断には、誤読発生の可能性がある。

・見えないRFタグとアクセス可能。
・耐環境性に優れている。

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01

1.2 RFID技術の概要　RFIDの特長4

一括読み取りが可能

複数の情報を
一括で読み出し可能

＊バーコードでは無理

注：ただし、事前の数量把握が必要

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata　2014-05-01

1.2 RFID技術の概要　RFIDの特長5

RFIDと磁気カードとの比較（RFIDの優れている点）

①リーダライタにはメカ機構がないので、長寿命で保守コストを抑えることができる。

②RFタグは、磁気カードに比べ接触面がないので長寿命である。

③RFタグは、磁石などの影響を受けにくい、また、変形に強く、読み書きが可能で、かつ操作が簡単なので取り扱いが容易である。

RFIDには、
メカ機構がない

RFタグは、
読み書き回数の
寿命が長い

RFタグは、
磁気の影響を受けない

RFタグは、
変形しても読める
（取扱が容易）

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata　2014-05-01

1.2 RFID技術の概要

■ 国内におけるRFIDのルーツ

1986年に国内でRFタグを採用

マシニングセンターにおける
ツール管理アプリケーション

ツールシャンク

RFタグを
プルスタッドに
埋め込み

優れた耐環境性
の要求

RFタグへの格納情報

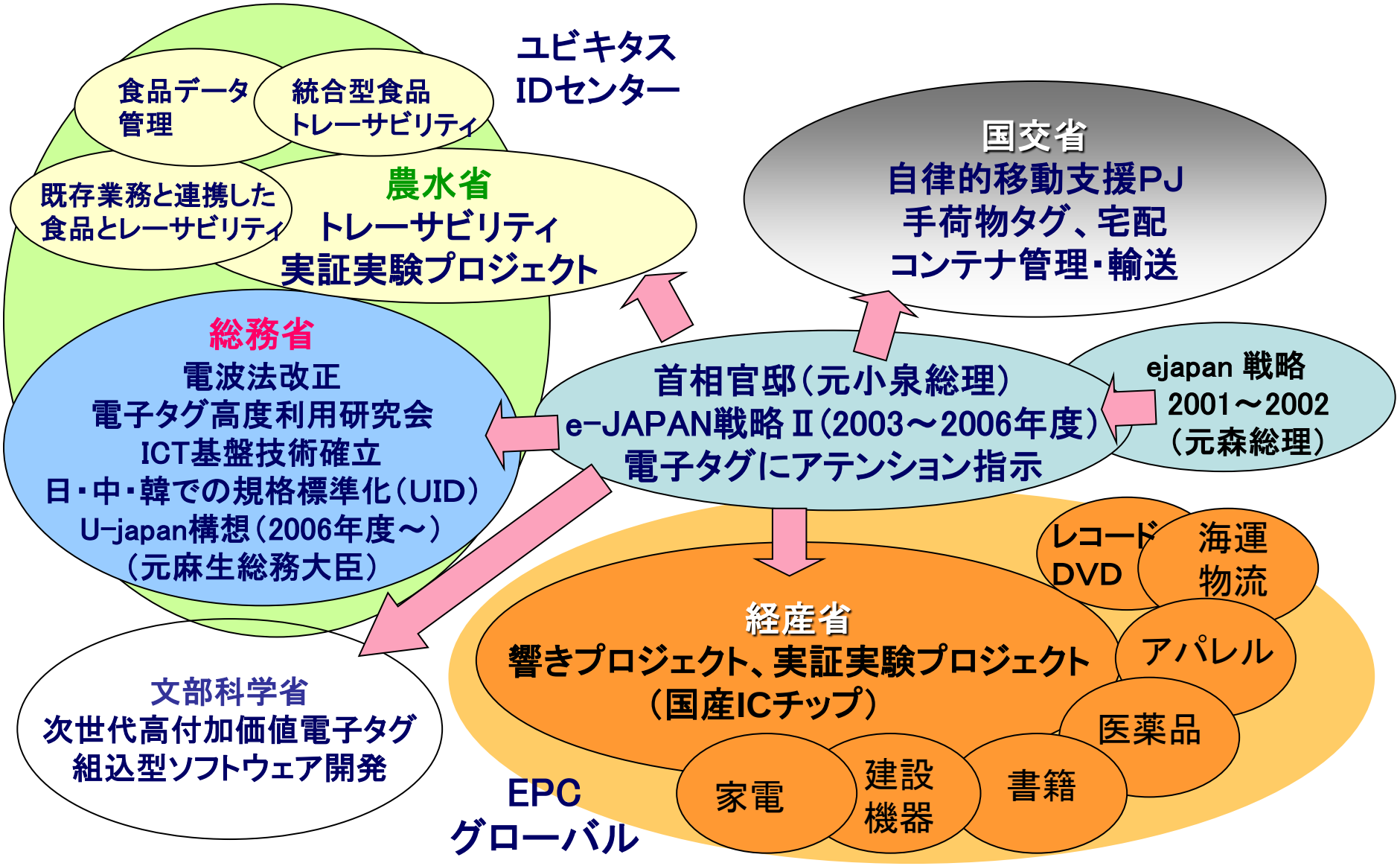
- 工具No
- 工具型式
- 工具名称
- 工具長
- 工具長補正値
- 使用時間

他

リードライト機能
の要求

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01

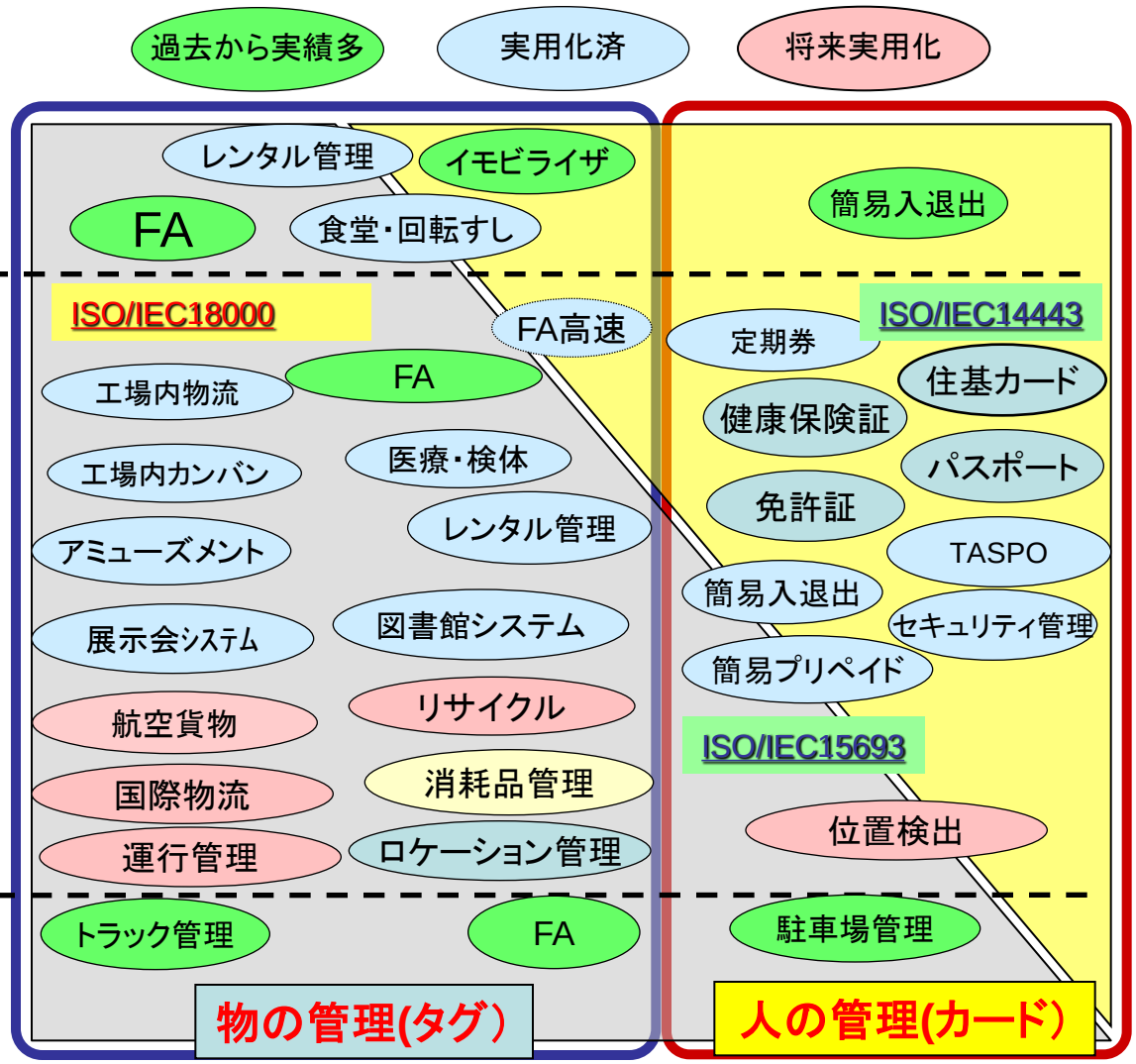
1.3 RFIDの市場動向　日本政府の施策



All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata　2014-05-01

1.3 RFIDの市場動向 国内市場状況

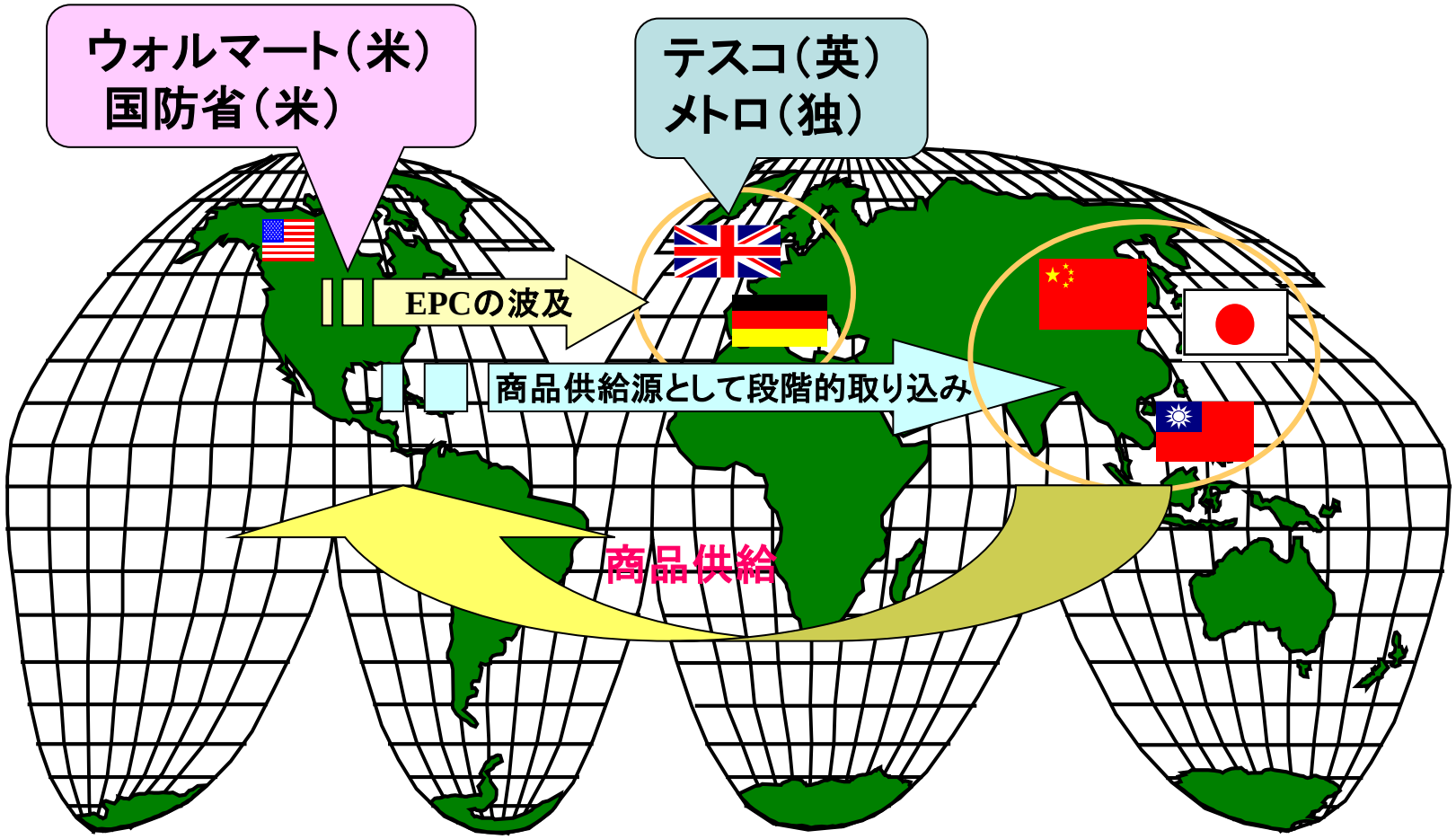
周波数	特 徴
~135kHz 400~ 530kHz	1. 最も歴史が古い 2. FA分野で数多く採用 3. 数10cmの交信距離
13.56MHz	＜ICカードの標準化＞ ◆ISO/IEC15693 1. 安価(ローセキュリティ) 2. 交信距離 数10cm 3. 小,中容量/中速交信 ◆ISO/IEC14443 1. ハイセキュリティ 2. 大容量/高速交信 3. 交信距離 数cm
920MHz 433MHz	＜RFタグの標準化＞ ◆ISO/IEC18000
2.45GHz	1. 比較的歴史が古い 2. 数mの交信距離 3. 水や金属の反射等に留意要



All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01

1.3 RFIDの市場動向 海外状況

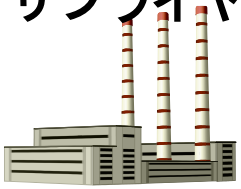
海外は、北米、欧州の流通分野でRFタグの導入を決意。
➔商品の供給源であるアジアでも段階的に取組みが必要となる。



All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01

1.3 RFIDの市場動向 ウォルマートでの利点

サプライヤー



生産拠点

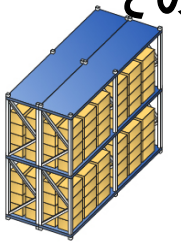
物流センター

出庫

入庫

WAL★MART ALWAYS LOW PRICES. Always

その他リテーラー



倉庫

店舗内

課題と効果

③トラッキング
物品の追跡調査に
時間がかかる

①荷受、出荷
バーコードでの入出庫
チェック、ピッキングに膨大な
人手がかかる

②棚差
理論在庫と実数が合わない
（再発注の手間）

④抜き荷
輸送途上に商品が
消える
（着服・横流し・紛失）

⑤過剰在庫
諸々のリスクをヘッジするため、
在庫が増大する
（倉庫管理者がマジメに
捜索せず再発注するケースもある）

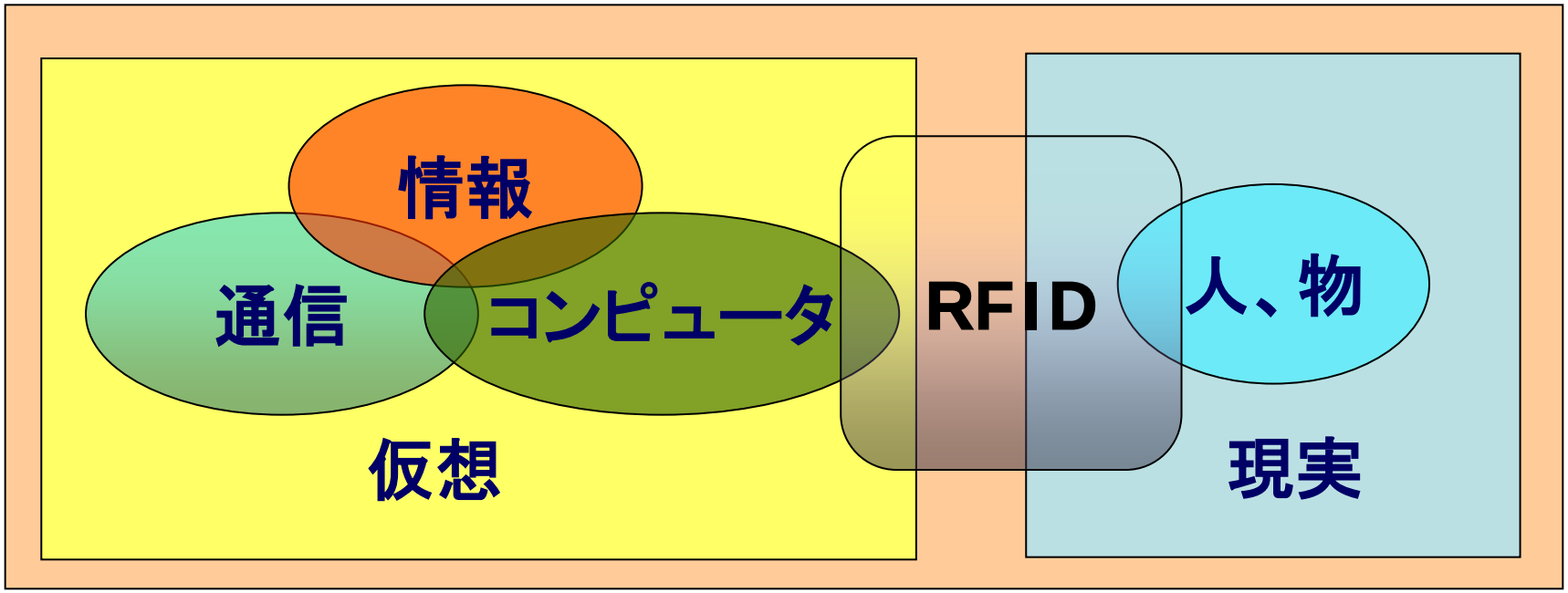
⑥アウトオブストック
在庫切れにより、
販売機会を喪失する

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01

1.4 RFIDの未来 RFIDへの期待

■ユビキタス社会のキーデバイス

・人、物など識別対象を認識することで、仮想社会と現実社会を結ぶキーデバイスとして注目



■国際標準のコード体系

・世界の既存のコード体系をすべて包括できるものが重要

■識別対象が存在する環境条件の自動認識

・温度、湿度、雨量などのセンサ内蔵の高機能RFタグは、ユビキタス社会では不可欠な技術

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01

第1章　RFIDとは　　まとめ

■　RFID（システム）とは

（1）RFIDシステムは、RFタグとリーダライタで構成された無線通信システム
（2）電波・誘導電磁界を利用して、非接触でRFタグの情報の読み書きができる
（3）RFIDは、他の自動認識技術と同世代の技術で、約25年の歴史がある

■　RFID市場動向

（4）これまで、製造分野、セキュリティ分野などのクローズなシステムで
　　普及拡大。これからは実証実験を実施してきた流通、家電、出版などでの
　　RFID導入に期待
（5）UHF帯RFIDシステムの物流分野での普及拡大が最も
　　期待されている

■　RFIDの未来

（6）RFIDは、ユビキタス社会を実現できるキーデバイスとして注目
（7）世界の既存コード体系を包括する国際標準コード体系が重要

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata　2014-05-01

RFIDの基礎用語

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01

第2章　RFIDの基礎用語

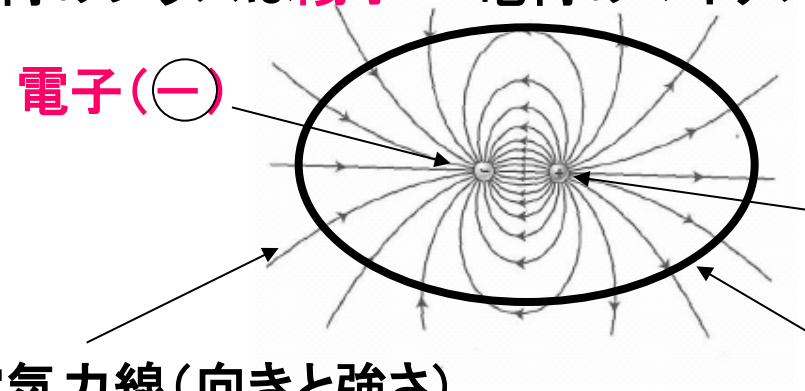
2.1　電磁界に関する基礎用語
2.2　電波に関する基礎用語
2.3　通信に関する基礎用語
2.4　電力に関する基礎用語
2.5　メモリに関する基礎用語
2.6　識別の種類と役割
2.7　関係団体

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata　2014-05-01

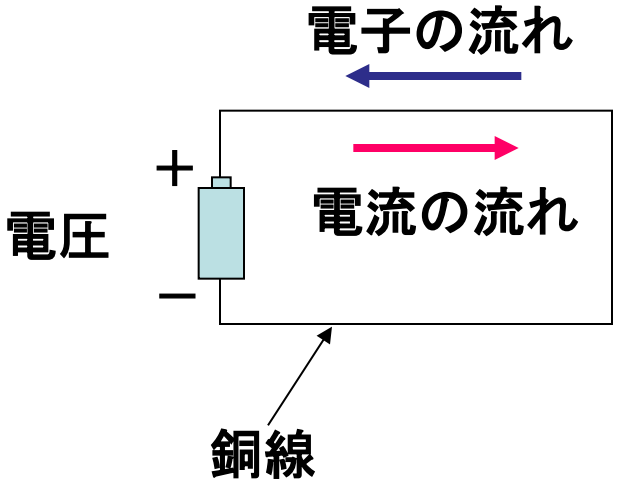
2.1 電磁界に関する基礎用語

(1)電荷、電場、電気力線、電流

電荷のプラスは陽子　電荷のマイナスは電子



電場(または電界)
陽子が空間に存在
強さは距離に反比例



(陽子、正孔の流れ)

電流の大きさ:
単位時間あたりの電荷量

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01

2.1 電磁界に関する基礎用語

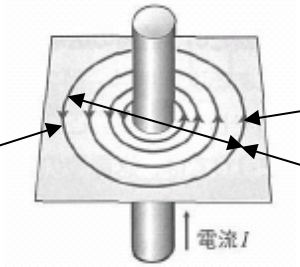
(2)磁場と磁力線

・導線を中心とした同心円状に磁場ができる
・導線に近いほど磁界が強い
（導線に近いほど磁力線の間隔がせまい）
・磁場を強くするには導線に流す電流を大きくする

・磁場は向き（磁力線の向き）と強さ（磁力線の密度）で表すことができる

・銅線に電流が流れると右ねじの法則により磁場ができる。（電流の大きさに比例）
フランス　アンドレ・アンペールが発見した。　→電流の単位：アンペア 【A】

磁場
（または磁界）

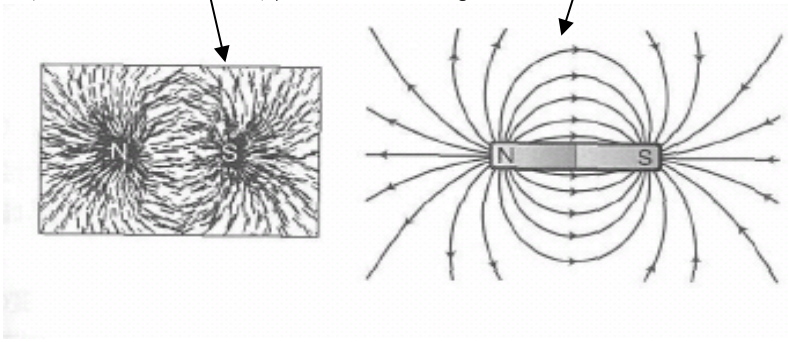


磁力線

磁束：磁力線の束

磁束密度：単位面積あたりの磁束数
（磁力線の間隔）

・磁場は、磁石でも形成される。



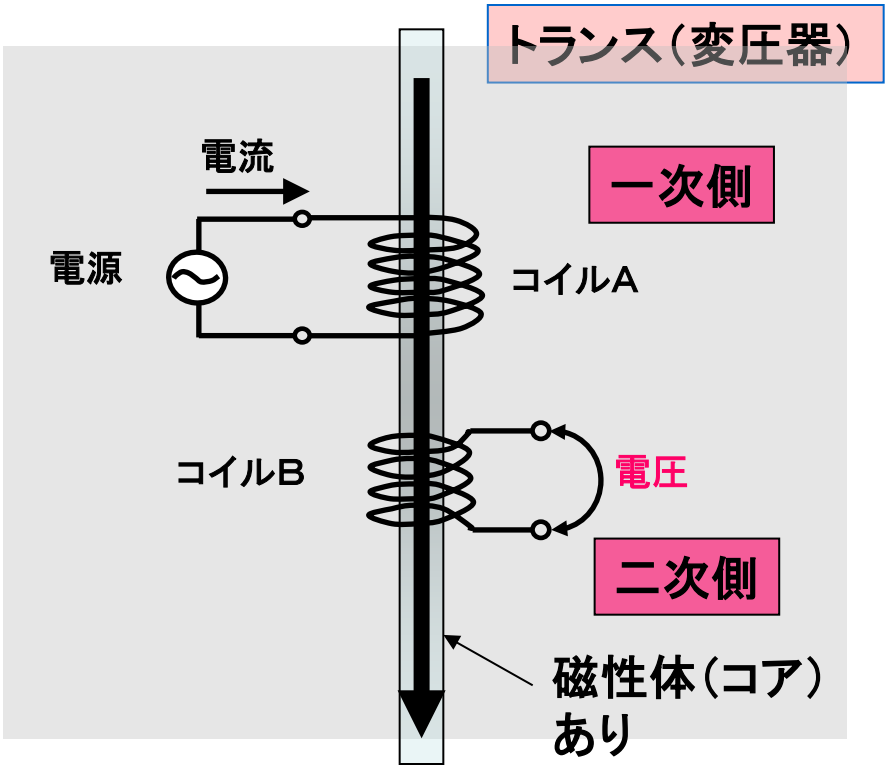
All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata　2014-05-01

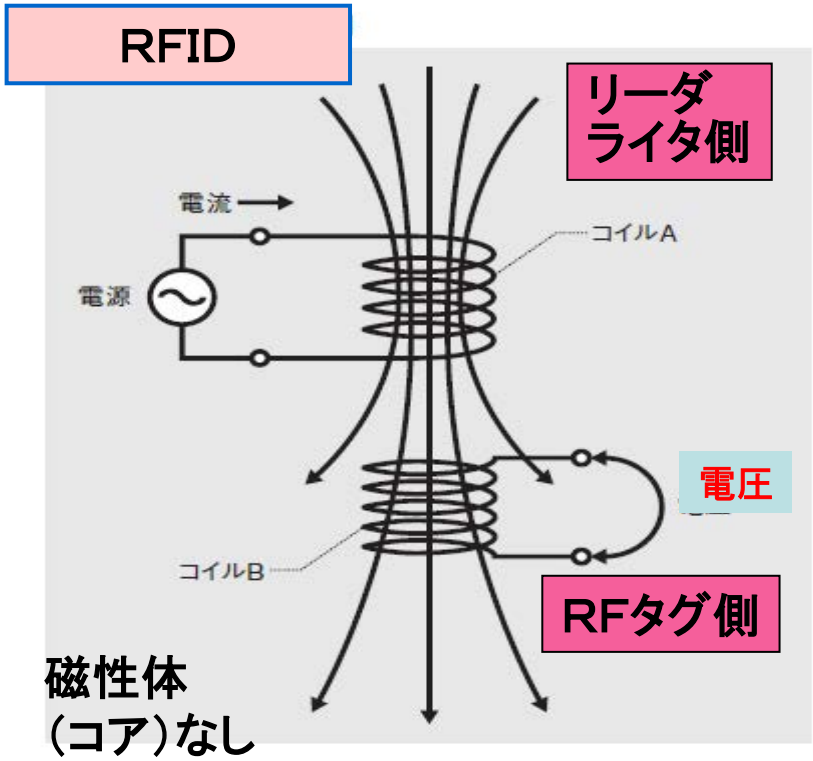
2.1 電磁界に関する基礎用語

(3)電磁誘導

ファラデーの電磁誘導の法則（イギリス　マイケル・ファラデー）

コイルへ通電すると同一方向に磁場ができ、この磁場に別のコイルを置くとコイルの両端に電圧が発生する。





All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata　2014-05-01

2.1 電磁界に関する基礎用語

(4)電磁誘導の法則

1820年 エルステッド(デンマーク)
電流の磁気作用を発見した 。

1820年 アンペールの法則(フランス)
金属に電流を流すと周囲に磁場が発生する。
右ねじの法則

1831年 ファラデーの法則(イギリス)
磁束が変動する環境下に存在する導体(ex.コイル両端)に電位差(電圧)が生じる現象である。また、このとき発生した電流を誘導電流という。

1838年 レンツの法則(ドイツ)
回路に発生する起電力は、起電力によって回路を流れる電流が起こす磁束が、与えられた磁束変化に逆らうような方向で発生する。

1864年 マクスウェルの方程式(イギリス)
電磁場について「マクスウェルの方程式」として体系化

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01

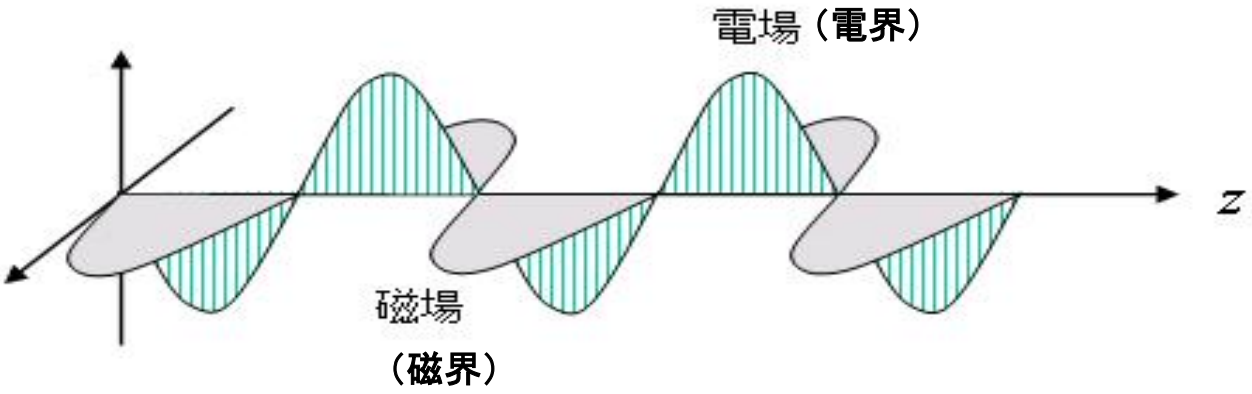
2.1 電磁界に関する基礎用語

(5)電磁波の歴史

1831年 イギリスのファラデーは、「磁場の時間変化があるところには電場ができる。」を示し、電場と磁場は密接に結びつつ波となって伝わっていく。

1864年 イギリス マクスウェルは、電磁波の存在を理論的に、「マクスウェルの方程式」で体系化した。

1888年 ドイツのヘルツが、電磁波の存在を火花放電の実験で確認した。彼の名前を取って、周波数も単位・ヘルツ(Hz)となっている。



All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01

2.2 電波に関する基礎用語

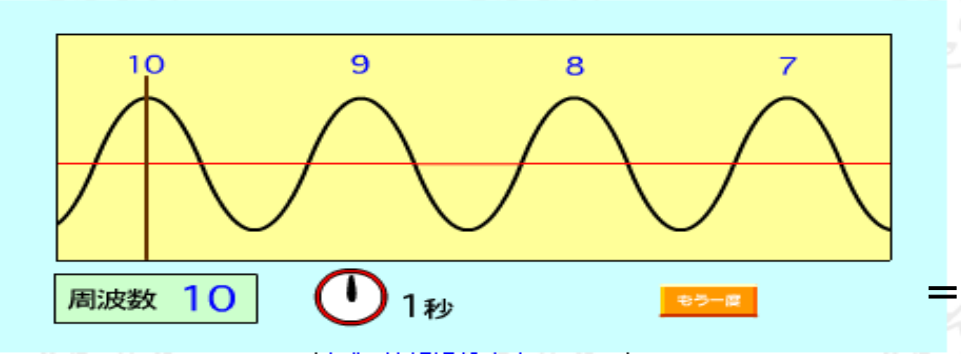
(1)周波数と波長

出所:総務省他

●電波(電波法　第2条の1)
「3,000,000MHz(3THz)以下の周波数の電磁波」と定義

●電波の速さは世界一(周波数に関係なく)
1秒間に30万km　　それは、地球7．5周の距離に相当
(300，000km／s＝300，000，000m／s＝3×10^8m／s)

●周波数:ヘルツ[Hz]　単位時間当たりの波の数(電波の単位)



←　例:10Hzの場合

周波数の単位:Hz(ヘルツ)
電波の存在を実験で立証した人
ドイツのヘルツという人の名前

＝＞10Hzの波長
30万km÷10＝3万km

●周波数と波長(1サイクルの長さ)

$$\text{波長(m)}=\frac{300,000,000\text{(m／s)}}{\text{周波数　X　(Hz)}}$$

Ex.　13.56MHz
$\frac{300,000,000}{13,560,000}$ =22.12(m)

Ex.900MHz
0.316(m)

Ex.433MHz
0.69(m)

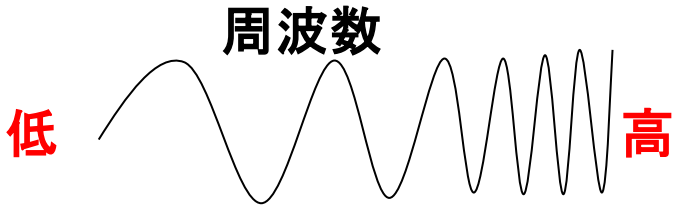
Ex.2.45GHz
0.122(m)

Ex.125kHz
2400(m)

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata　2014-05-01

2.2 電波に関する基礎用語

(2)電波の主な性質



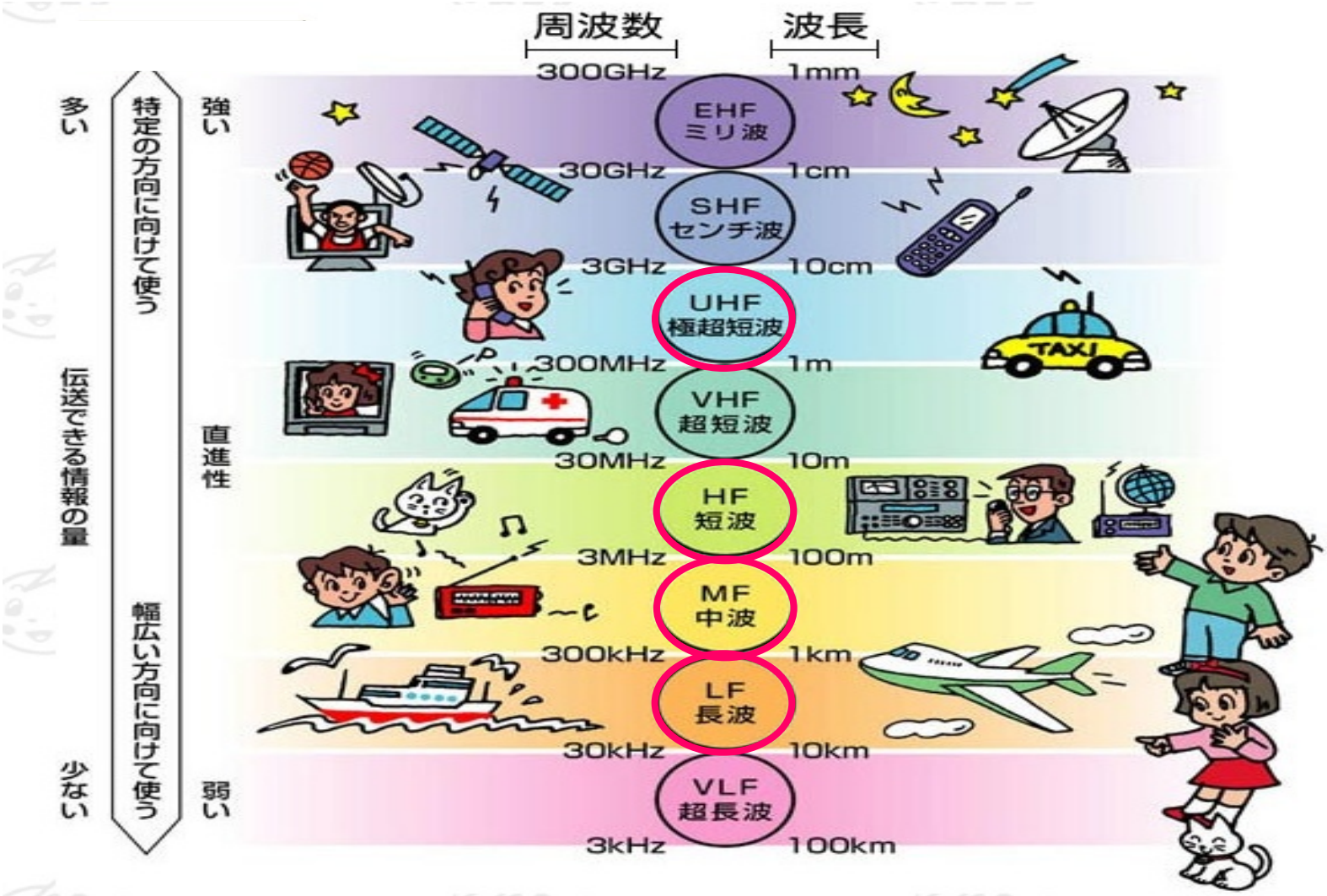
弱	直進性	強	低めの方が見通し外のRFタグを読みやすい
大	アンテナサイズ	小	高めの方が小形化が可能
短	交信距離	長	RFID方式の違いによる。
少	情報量	多	周波数が高い方が多く送れる。
	反射・合成		障害物による反射・合成によって、読み取りミスなどの問題が発生する。

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01

2.2 電波に関する基礎用語

(3) 電波の用途

出所:総務省



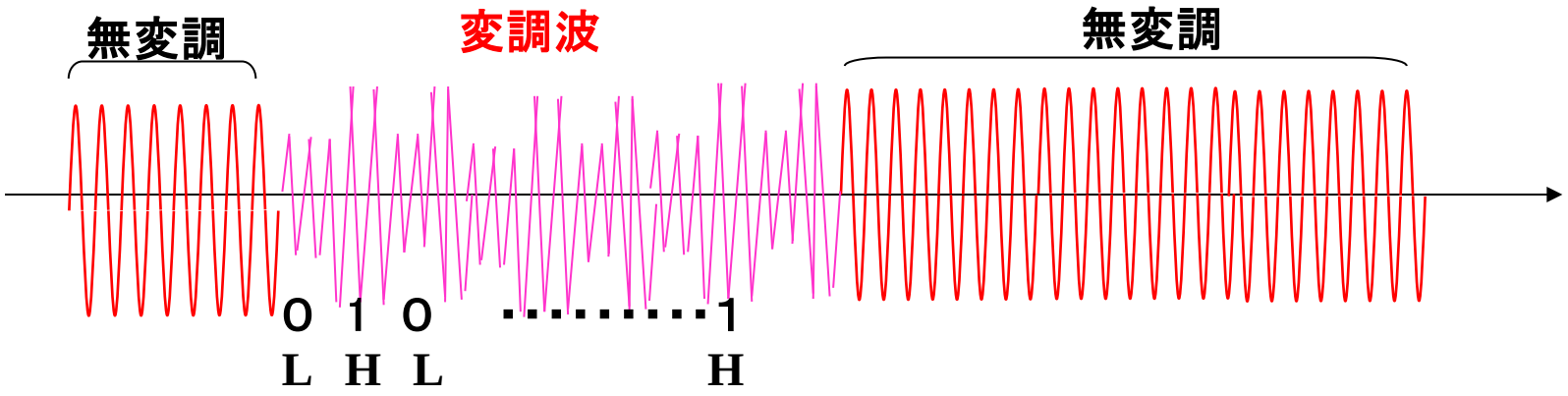
All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01

2.2 電波に関する基礎用語

(4)ISMバンド(工業、科学、医療)・・・ITU(国際電気通信連合)
①13.56MHz(13553-13567 kHz)・・半導体製造装置、RFID機器
②27.12MHz(26957-27283 kHz)・・玩具のトランシーバ
③40.68MHz(40.66-40.70 MHz)・・ワイヤレスマイク
④915MHz(902-928 MHz)・・・・・・携帯電話機　915M～930MHz　RFID機器
⑤2.4GHz(2400-2500 MHz)　(950～958MHz)　RFID機器
・・電子レンジ、無線LAN、Bluetoothなど近距離通信、2.45GHz　RFID機器
⑥5.8GHz(5725-5875 MHz)・・ETC　米国コードレス電話機
⑦24GHz(24-24.25 GHz)

＊国内のRFIDは、上記以外に135kHz未満、400-530kHz等

(5)搬送波 (情報送信と電力供給)
ISMバンド　2.45GHz　　1秒間に約12cmの波が24億5000万個(30万km)



All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata　2014-05-01

2.3 通信に関する基礎用語

(1)2進数と16進数

2進法	16進法	10進法
0000	0	0
0001	1	1
0010	2	2
0011	3	3
0100	4	4
0101	5	5
0110	6	6
0111	7	7
1000	8	8
1001	9	9
1010	A	10
1011	B	11
1100	C	12
1101	D	13
1110	E	14
1111	F	15
10000	10	16

2進数の表現手段

1. 一次元シンボル　幅：太い、細い
2. 二次元シンボル　濃度：黒、白
3. コンピュータ　　電圧：H, L

例

2進数	16進数	10進数
11111111	FF	255

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata　2014-05-01

2.3 通信に関する基礎用語

(2)通信速度と変調速度

①通信(交信)速度:単位時間あたり送れるデータ量
ex 1200ビット/秒(BPS)

②変調速度:単位時間あたり変調できるデータ量
ex 1200ボー(Baud Rate)

③通信(交信)速度と変調速度との関係

a.キャリアを使わないベースバンド伝送では、
通信(交信)速度 ＝ 変調速度

基準になる正弦波に対して0°・90°・180°・270°位相がずれた正弦波を用意し、ディジタル信号に応じてこれらの正弦波を送出すれば一度に四つの状態、つまり2ビットの情報を伝送することができる。これを4相PSKという

PSK:位相変位変調

b.1200ビット/秒の通信速度で4相PSK方式の変調を使用した場合
変調速度 600 ボー＝1200ボー

＊送信データの2ビットは00, 01, 10, 11の4パターンであらわすことができる。
このパターンを4相の位相変調で表すことで、1200ビット/秒のデータは、通信(交信)速度の半分(1200ビット／2ビット)の変調速度 600ボーとなる。

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01

2.4 電力に関する基礎用語

消費電力(W)＝電圧(V)×電流(I)
RFタグの消費電力＝ICチップ内で消費される電力

無線・高周波では、50Ω負荷で1mWを0dBmと定義する。
30dBm＝10^3mW
(30=10logP、logP=30/10=3、P=10^3mW=1000mW=1W)
＝1W
＊デシベル(電力比)は基準となる電力に比べて、
相対的に何倍大きいか小さいかを表す

アンテナの利得(dBi):
エネルギー総量は変わりはないが、電波を放射するときに、特定の方向に集中させることで、基準アンテナに比べて、強くなった度合い。
■基準アンテナ:アイソトロピックアンテナ(等方向性アンテナ)
あらゆる方向に均一の強さの電磁界を放射する仮想的なアンテナで、
アンテナ設計において基準的(理想的)なアンテナとして扱われる。

dBWは1W＝0dBW　dBmは1mW＝0dBm　dBμは1μW＝0dBμ

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01

2.4 電力に関する基礎用語

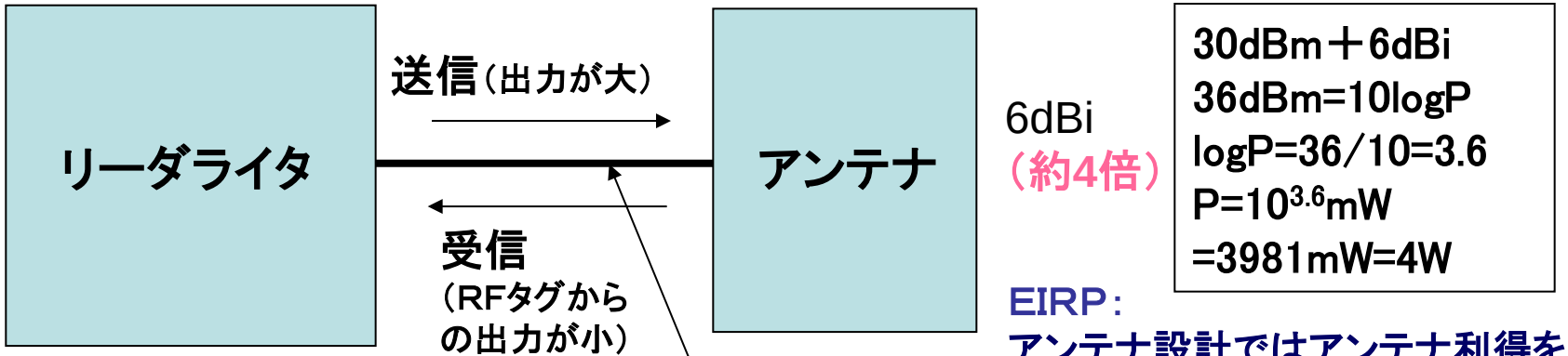
ある一定の方向に放射される電波の電力の強さ

EIRP：Effective Isotropic Radiated Power（実効等方放射電力）

アイソトロピックアンテナ基準　＝（等価等方放射電力）

＝空中線電力（ERP）×（アンテナの利得－アンテナケーブルの損失）

空中線電力：1W(30dBm)　ERP　　アンテナ出力：4W（36dBm）　EIRP



EIRP：
アンテナ設計ではアンテナ利得を
絶対利得で考えるので、EIRPを
使用し、単位には[dBm]を使用する。

ERP：実効放射電力
設備の認証や商品仕様では
実効輻射電力ERP、単位[W]で
表す。（ダイポールアンテナ基準）

アンテナケーブル損失（dB）
50オームのインピーダンスマッチングを取る。

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata　2014-05-01

2.5 メモリに関する用語と単位

ビット　:コンピュータが扱うデータ量の最小単位
（Binary　digit（2進数）の略）
バイト　:コンピュータが扱うデータ量の単位
1バイトとは8ビットで構成　　256文字／バイト
ワード　:コンピュータが扱うデータ量の単位
1ワードは、16ビット、32ビット、64ビットで構成

nビット：2のn乗までの
情報量を表す。
例：3ット　2^3＝8個

	7	6	5	4	3	2	1	0
b0	0	1	0	1	0	1	0	1
b1	0	0	1	1	0	0	1	1
b2	0	0	0	0	1	1	1	1

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	文字
Byte0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Byte1	0	0	1	1	0	0	0	1	1
Byte2	0	0	1	1	0	0	1	0	2

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata　2014-05-01

2.6 識別の種類と役割

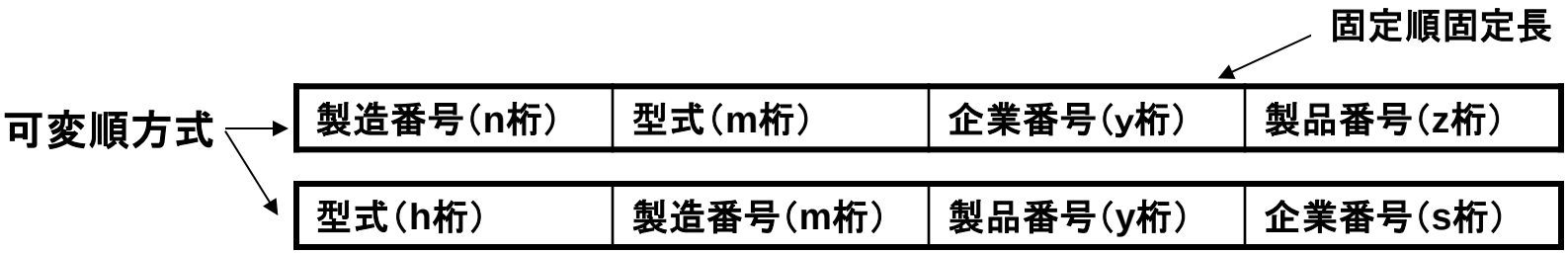
(1) RF固有ID(TAG ID):ISO/IEC15963で規定、ICチップに書き込まれ変更不可
- ICチップメーカまたはRFタグメーカが出荷時に書き込む。
- メーカごとに異なる番号なのでユニークな番号となる。

(2) 物の識別:ユニークID(UID):対象物を唯一特定できる番号
- バーコードも商品の特定可能なので、ユニークIDの一つである。
- パレット、コンテナ、通い箱などの輸送容器にもユニークID使用される。

(3) RFタグに記憶するデータの識別子

●AI(Application Identifier)
流通系のユーザがRFタグに書き込むデータ種別、その長さを表す識別子

●DI(Data Identifier)
製造系のユーザがRFタグに書き込むデータ種別、その長さを表す識別子



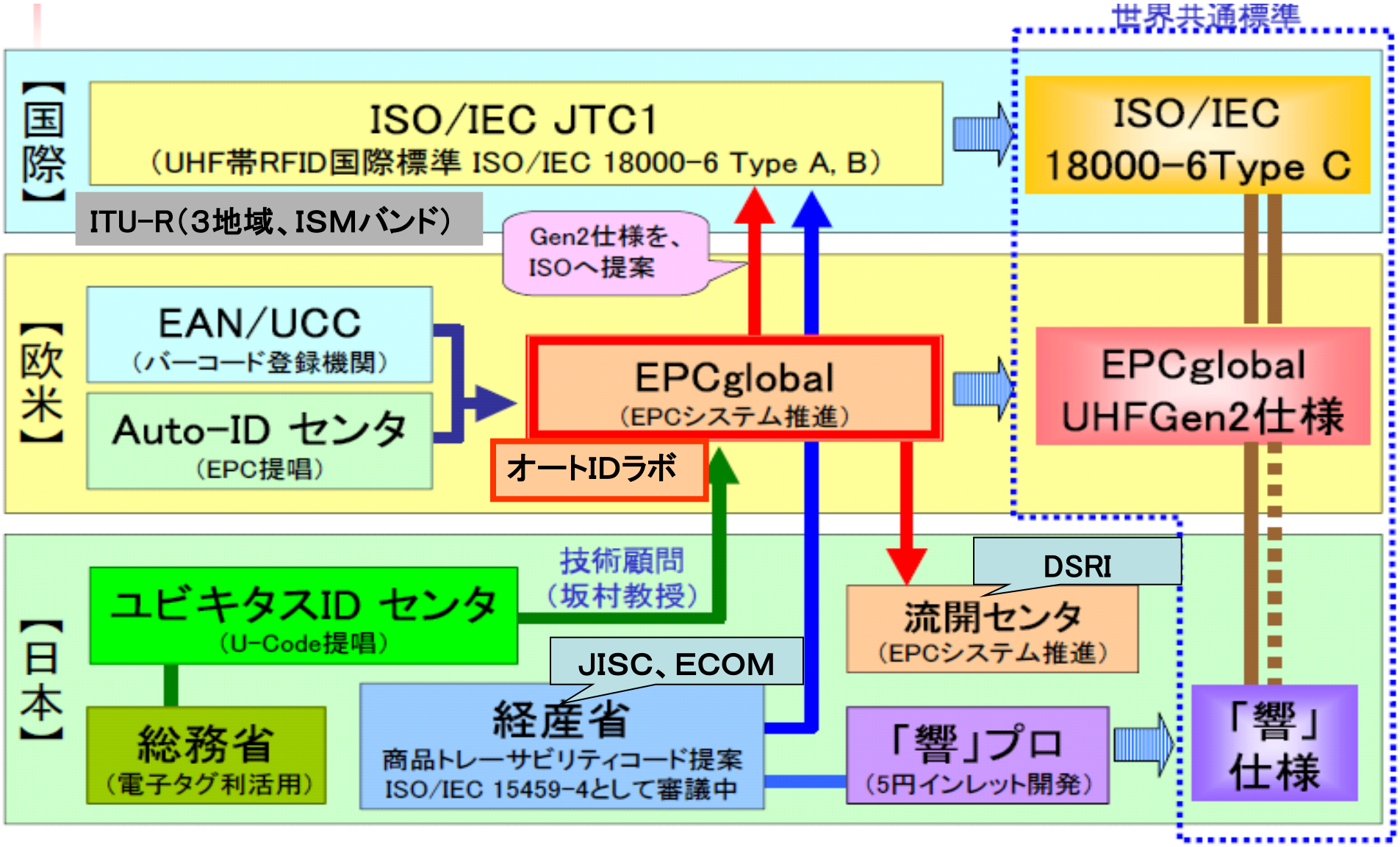
All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01

2.7 関係団体

(1)GS1:流通用のバーコードの発番機関 UCCとEANが合体
(2)UCC(Uniform Code Council):アメリカのバーコードの初版機関
(3)EAN:European Article Number International:欧州のバーコード発番機関
(4)国際標準化機構:(ISO:International for Standardization)
電気及び電子工学技術以外の技術分野
(5)国際電気通信連合:(ITU:International Telecommunication Union)
世界の3地域に分割し、電波に関する法律や基準を規定(電気通信業務の能率・利用増大、普及)
(6)国際電気標準化会議:(IEC:International Electrotechnical Commission)
電気及び電子工学技術分野
(7)日本情報工業標準調査会(JISC:Japanese Industrial Standards Committee)
経済産業省内の組織、ISO/IEC JTC1の国内窓口
(8)電子情報技術産業協会(JEITA:Japan Electronics and Information Technology Industries Association)
電子機器、電子部品の健全な生産、貿易及び消費の増進を図ることにより、電子情報技術産業の総合的な発展に資し、我が国経済の発展と文化の興隆に寄与する。SC31の審議団体。
(9)流通システム開発センター(DSRI:The Distribution System Research Institute)
GS1の国内窓口、下部組織にEPCグリーバルJAPAN)
(10)次世代商取引推進協議会(ECOM:Next Generation Electronic Commerce Promotion Council of Japan)
電子タグ等の新技術に対応した高付加価値、安全安心および国際的な電子商取引の確立に貢献
(11)AIMG(AIMグローバル)
国際的な自動認識団体。傘下に、REG(RFID Expert group)を組織
(12)日本自動認識システム協会(JAISA:Japan Automatic Identification Systems Association)
自動認識技術の普及と市場の活性化。各種ISO審議、JIS対応等の活動も実行。

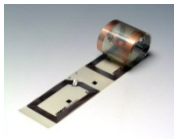
All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01

2.7 関係団体 UHF帯RFIDの関連団体



All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01

2.7 関係団体 JTC1 SC31



JTC1/
SC31

- WG1（データキャリア）
- WG2（データストラクチャ）
- WG3（コンフォーマンス）
  ＊WG1に統合
- WG4（RFID）
  - SG1（ﾃﾞｰﾀｼﾝﾀｯｸｽ）： 15961/15962
  - SG2（ユニークID）　　： 15963
  - SG3（ｴｱｲﾝﾀﾌｪｰｽ）： 18000-1～7
  - SG4（ﾚｷﾞｭﾗﾄﾘ）
  - SG5(ARP)（ｱﾌﾟﾘｹｰｼｮﾝ）： TR18001
  - SG6（ｺﾝﾌｫｰﾏﾝｽ・ﾊﾟﾌｫｰﾏﾝｽ）：18046/7
- WG5（RTLS）
- WG6（モバイル）
- WG7（セキュリティ）

＊WG4：SCMを代表される流通するItem（もの）
に付くRFIDﾀｸﾞの標準化
RFID for Item Management

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata　2014-05-01

第2章　RFIDの基礎用語　　まとめ

■ RFIDの定義、RFタグの呼称
- JISではRFタグ（電子タグ、ICタグ、IDタグ、無線タグなど）

■ 電磁界、電波、通信、電力の用語の基礎
- 右ねじの法則　・ファラデーの法則　・2進数／16進数
- 通信速度／変調速度　・EIRP／ERP　・アンテナ利得

■ メモリの使い方
- メモリの単位、メモリの種類

■ 識別番号の種類と役割
- RFタグ固有　・商品　・動（植）物　・コンテナ　・パレット

■ RFIDシステムの関連団体
- RFIDシステムの標準化を進める団体
- RFIDシステム構築をサポートする団体
- RFIDシステムを提供する団体

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata　2014-05-01

RFIDの原理と特徴

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01

第3章　RFIDの原理と特徴

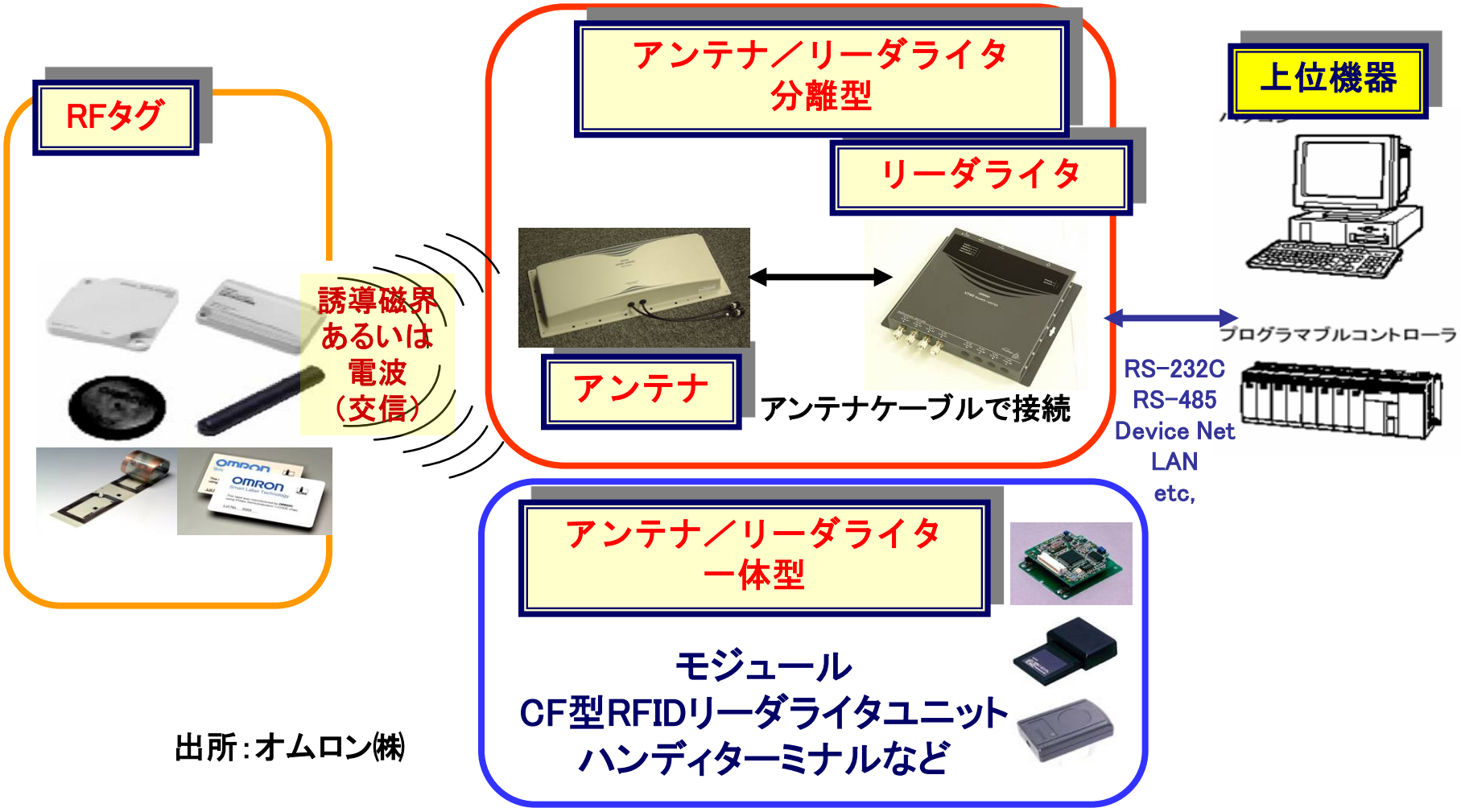
3.1　リーダライタとRFタグ間の交信
3.2　電力伝送
3.3　データ交信
3.4　アンチコリジョン

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata　2014-05-01

3.1 リーダライタとRFタグ間の交信

(1)RFIDシステム構成

国内では約25年の実績があり、これまでに各種のRFタグやリーダライタを採用中

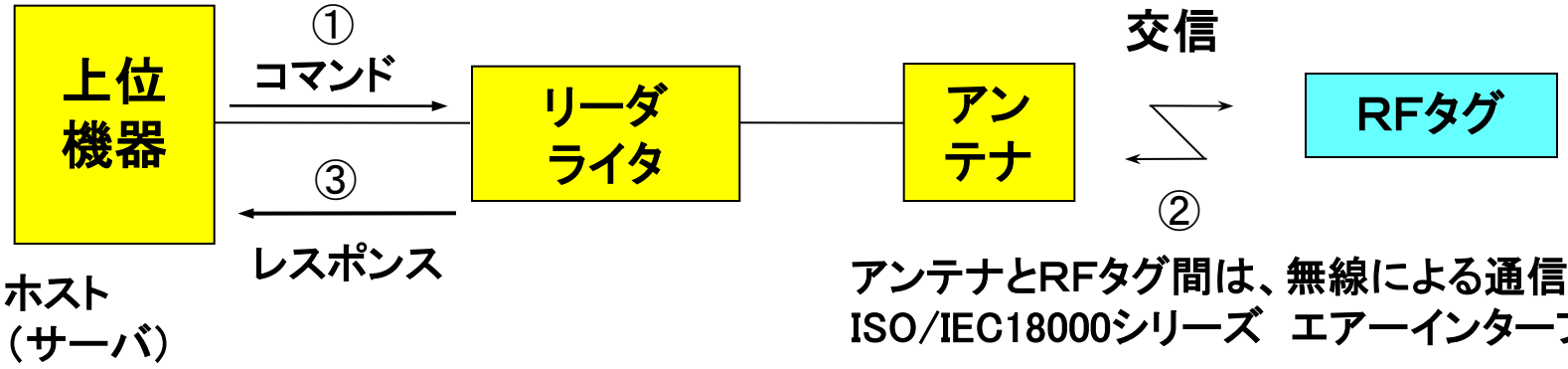


出所：オムロン㈱

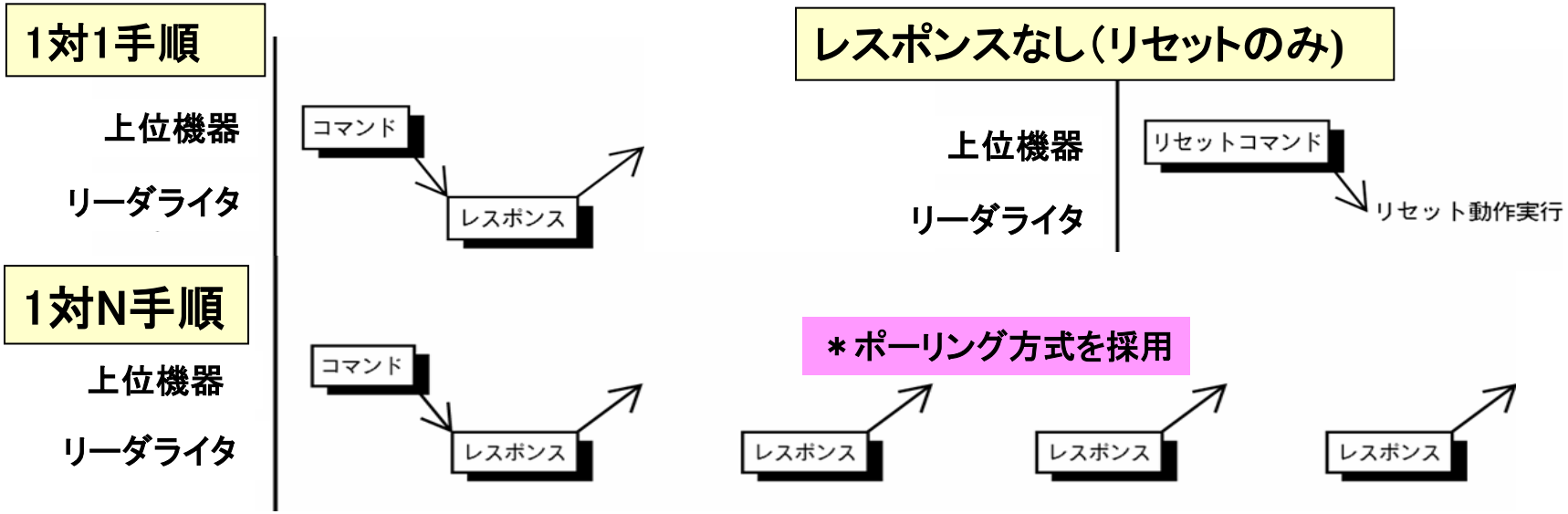
All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01

3.1 リーダライタとRFタグ間の交信

(2)RFIDシステムの制御手順



コマンド・レスポンスの流れ(一例)



All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata　2014-05-01

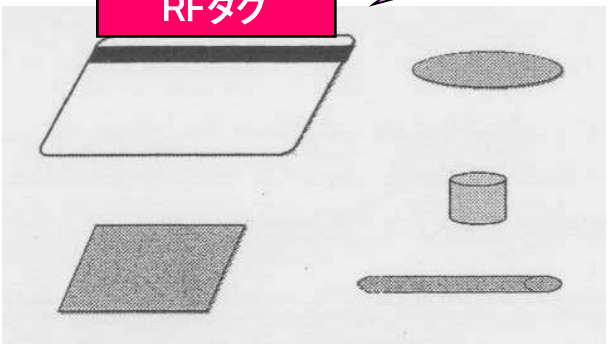
3.1 リーダライタとRFタグ間の交信

(3)RFタグの電力供給方式

①パッシブタイプ

パッシブ
RFタグ

電源を
持たない



情報、電力

情報

交 信

リーダライタ

上位システム

②アクティブタイプ

アクティブ
RFタグ

電源を持つ

情報

情報

交 信

リーダライタ

上位システム

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01

3.2 電力伝送 (1)近傍界と遠方界

■近傍界

電磁誘導の可能な領域では、磁界強度は「距離の3乗」に反比例して減衰する。
アンテナからλ／2π（13.56MHzでは3.52m）以内では「近傍界」と呼ばれ、磁界結合の範囲となる。

■遠方界

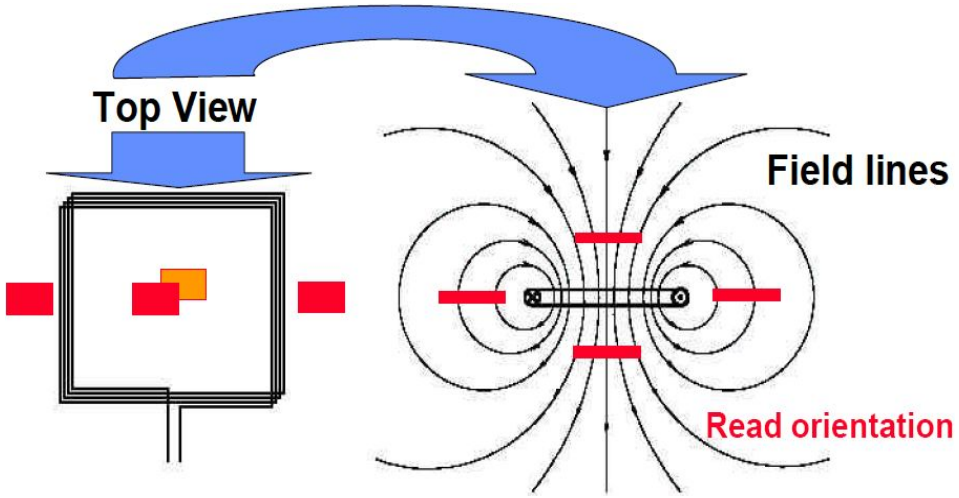
アンテナからλ／2π以遠では「遠方界」と呼ばれる電磁界領域となり、磁界結合はできない。遠方界では「距離」に反比例して電界強度は減衰する。

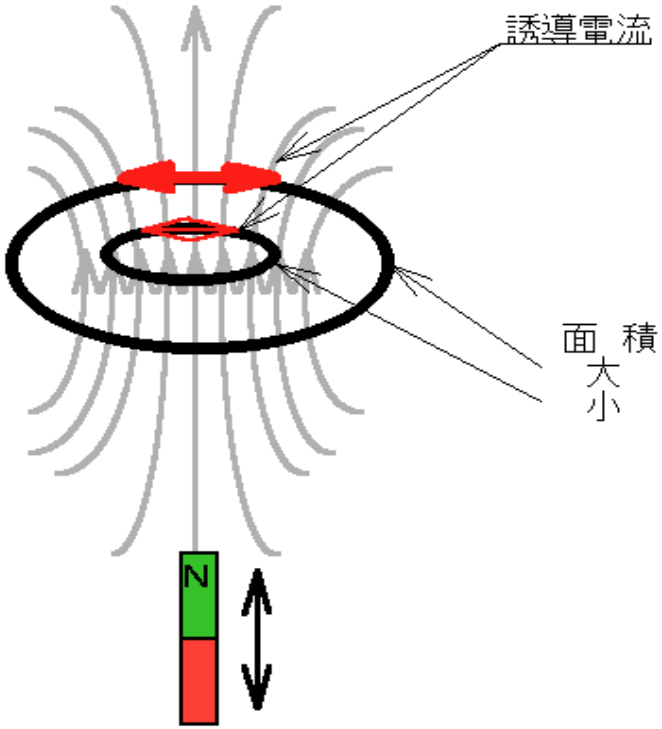
周波数	波長λ【m】※1	近傍 λ/2π【m】	波長 λ/2【m】	動作モード
125kHz	2400.00	382.17	1200.00	磁界
530kHz	566.03	90.12	283.02	磁界
13.56MHz	22.12	3.52	11.06	磁界
433MHz	0.69	0.11	0.35	電界
953MHz	0.31	0.05	0.16	電界
2.45GHz	0.12	0.02	0.06	電界

※1： λ【m】＝300／f(MHz)

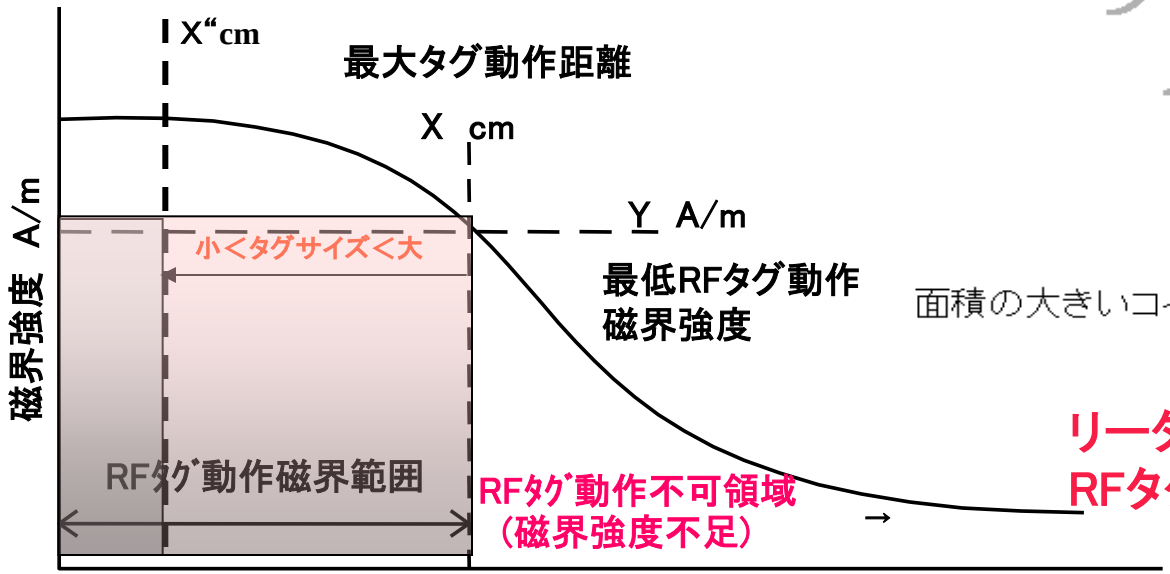
All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01

3.2 電力伝送 (2)電磁誘導方式





面積の大きいコイル程誘導電流が大きくなる



リーダライタ: ループアンテナ
RFタグ : コイルアンテナ
（ループアンテナ）

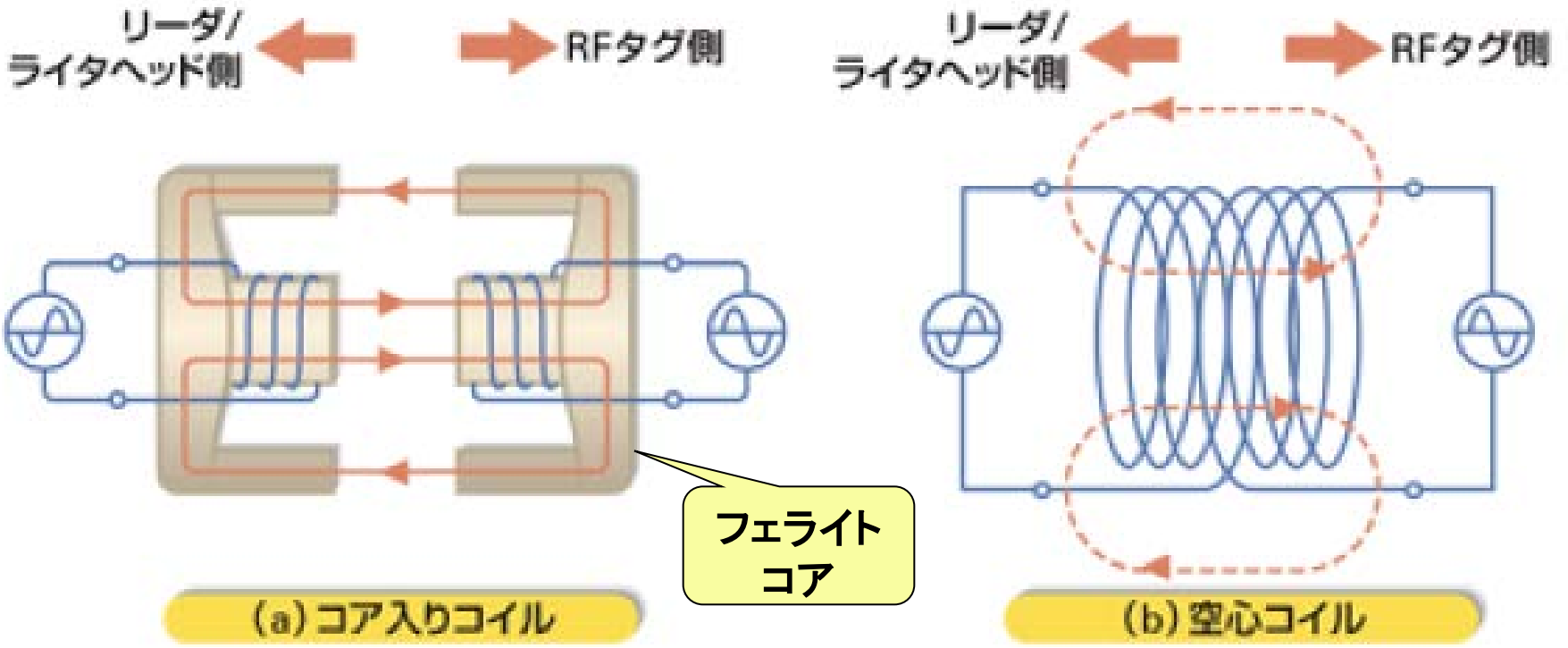
All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01

3.2 電力伝送 (2)電磁誘導方式

■電磁結合方式の原理

（搬送周波数：400kHz～530kHz）

原理

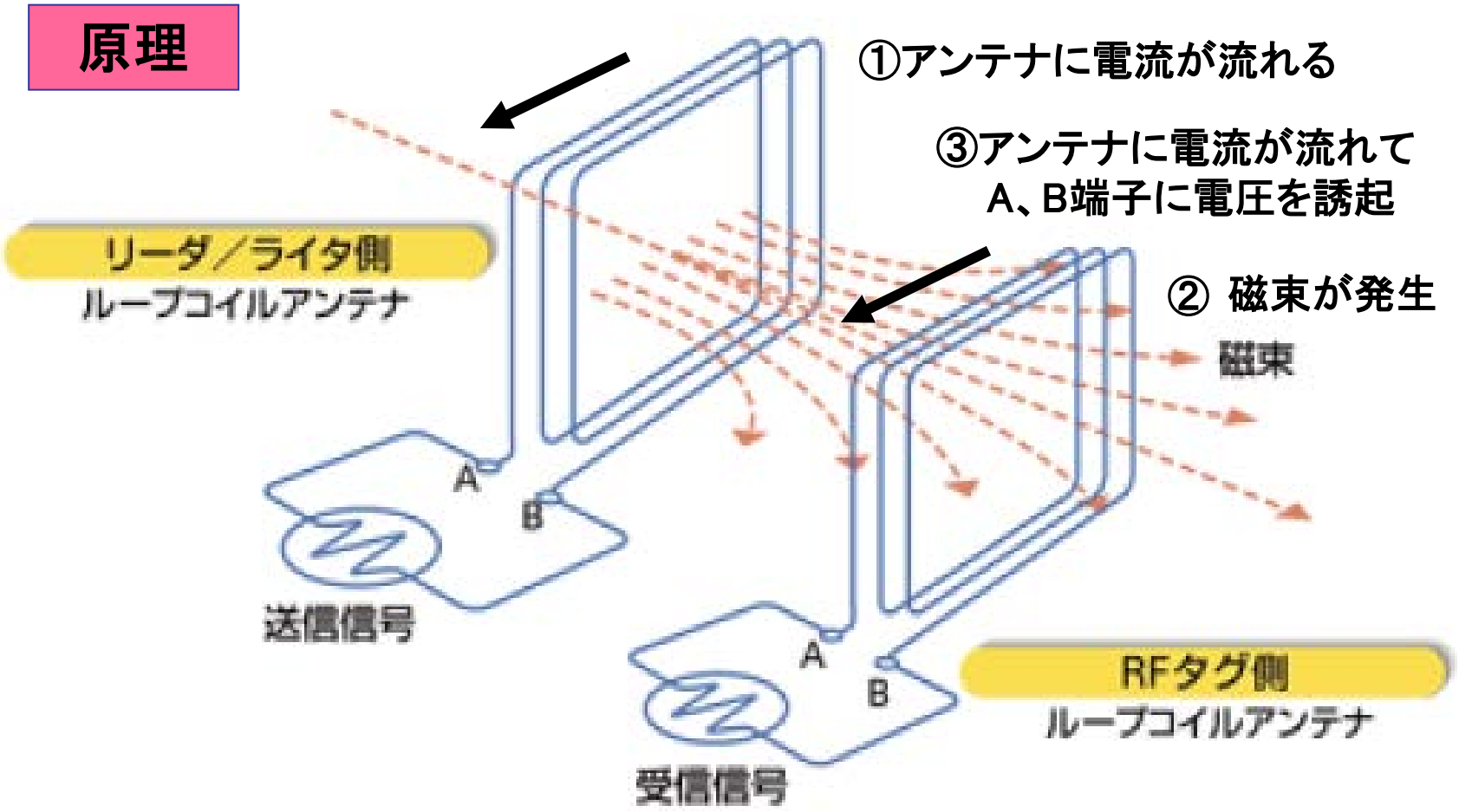


All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01

3.2 電力伝送 (2)電磁誘導方式

■電磁誘導方式の原理

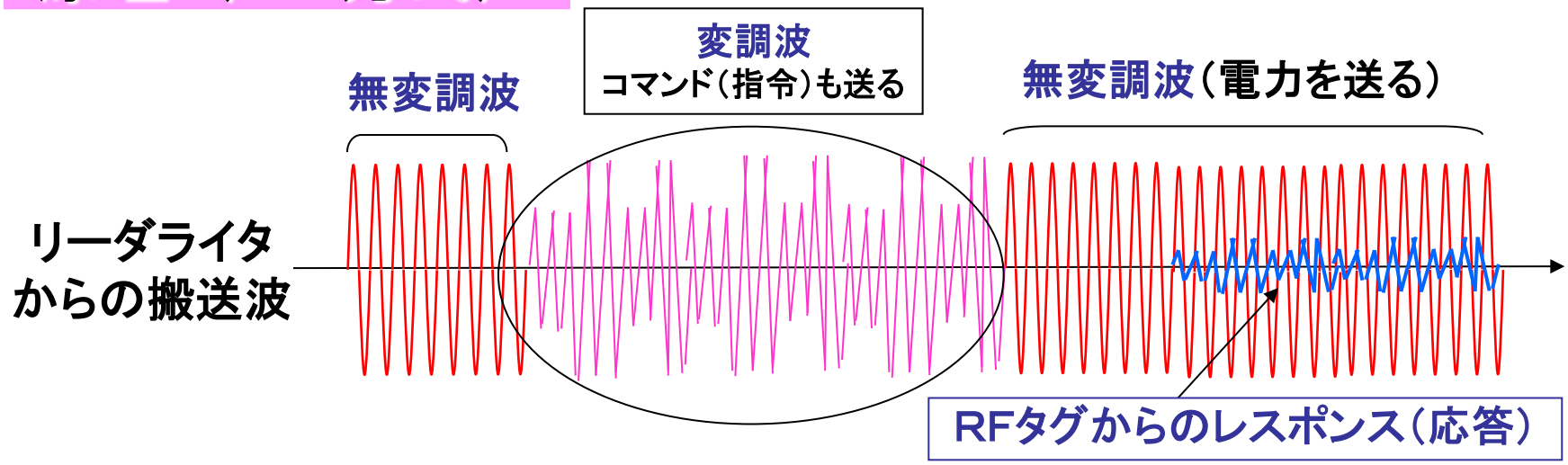
（搬送周波数：LF 135kHz未満、HF 13.56MHz）



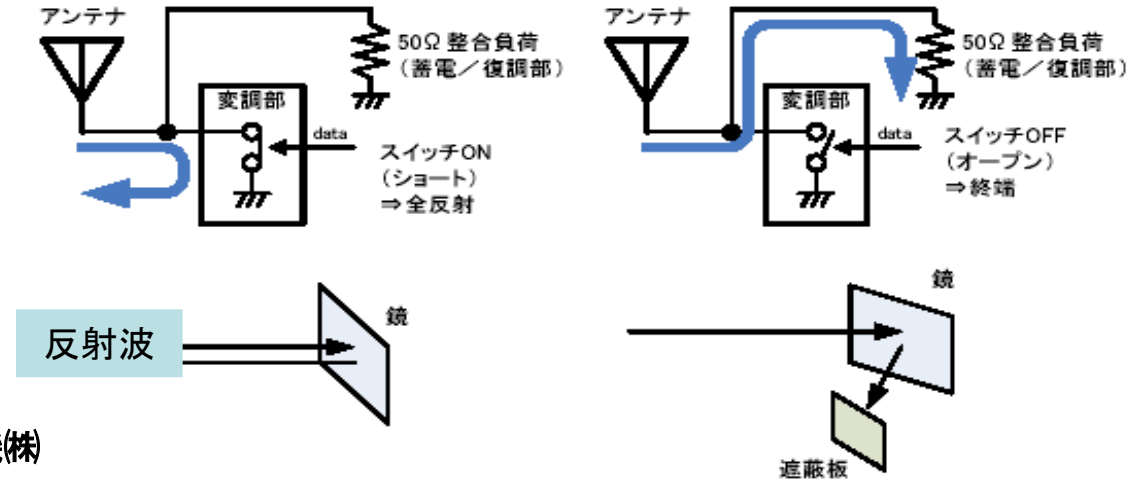
All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01

3.2 電力伝送 (3)電波方式

原理 (FMO方式)



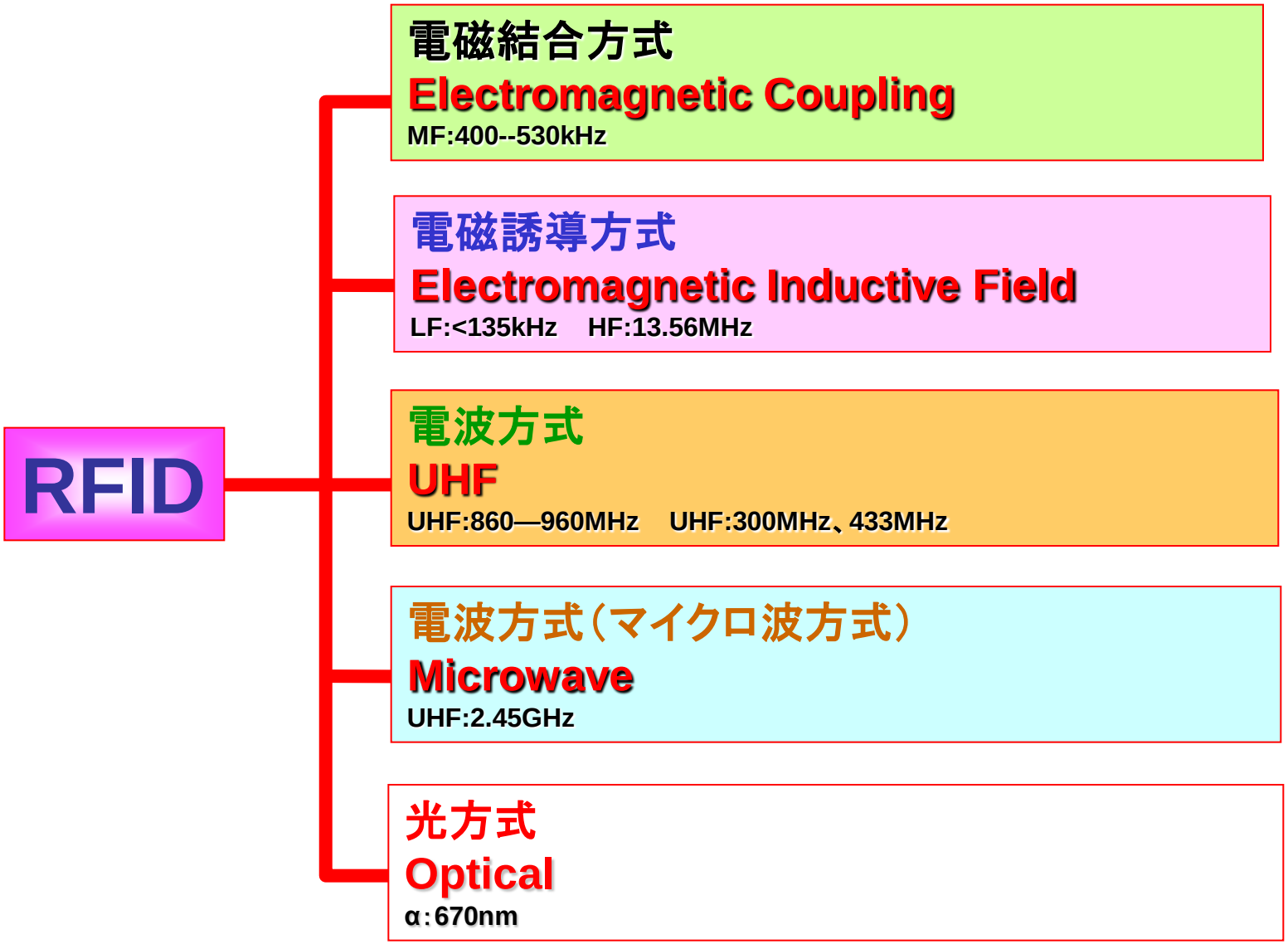
➡ 7m離れるとレスポンスは、コマンドの10^{-10}程度以下の電界強度になる。



出所:三菱電機㈱

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01

3.2 電力伝送 まとめ 主な方式



All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01

3.2 電力伝送 まとめ 方式の特徴比較

方式	電磁結合	電磁誘導			電波	
周波数	400-530 KHz	-135 KHz	13.56 MHz		860-960 MHz	2.45 GHz
規格	—	18000-2	18000-3	14443	18000-6	18000-4
交信距離	-150mm	-1m	-700mm	-100mm	-5m	-1.5m
交信速度	△	×	○	◎	◎	◎
指向性	△	×	△	○	△	
反射・干渉	◎	△	○	◎	×	×
耐ノイズ	◎	△	○	◎	◎	◎
無線機器との干渉	◎	◎	◎	◎	○	△
水分の影響	◎	◎	○	○	△	×
ガラス・樹脂の通過	◎	◎	○	○	○	○

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01

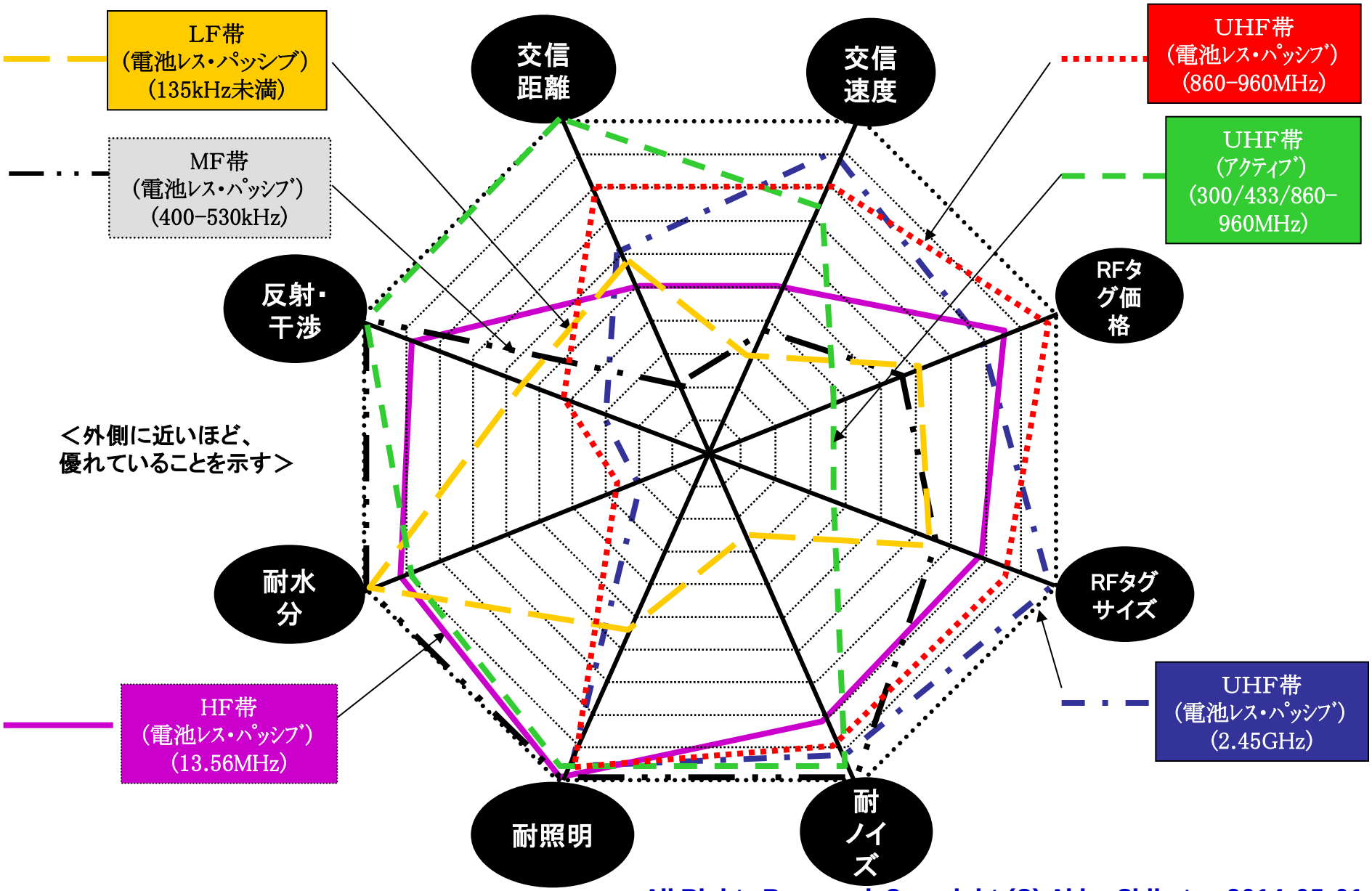
3.2 電力伝送 まとめ 方式の特徴比較

項目 方式	電磁結合方式	電磁誘導方式			電波方式	
周波数	400～530KHz	～135KHz	13.56MHz		860～960MHz	2.45GHz
ISO/IEC ｴｱｰｲﾝﾀｰﾌｪｰｽ規格	－	ISO/IEC 18000-2	ISO/IEC 18000-3 (ISO/IEC 15693)	ISO/IEC 14443	ISO/IEC 18000-6	ISO/IEC 18000-4
交信距離	0～150mm	0～1m	0～700mm	0～100mm	0～5m	0～1.5m
交信速度	△	×	○	◎	◎	◎
電波の指向性/ｼｬｰﾌﾟさ	△	×	△	○	△	○
電波の反射/干渉	◎	△	○	◎	×	×
耐ノイズ性	◎	△	○	◎	◎	◎
無線機器との干渉	◎	◎	◎	◎	○	△
耐水性・水分の影響	◎	◎	○	○	△	×
ガラス・樹脂の通過	◎	◎	○	○	○	○

優 ◎ ＞ ○ ＞ △ ＞ × 劣

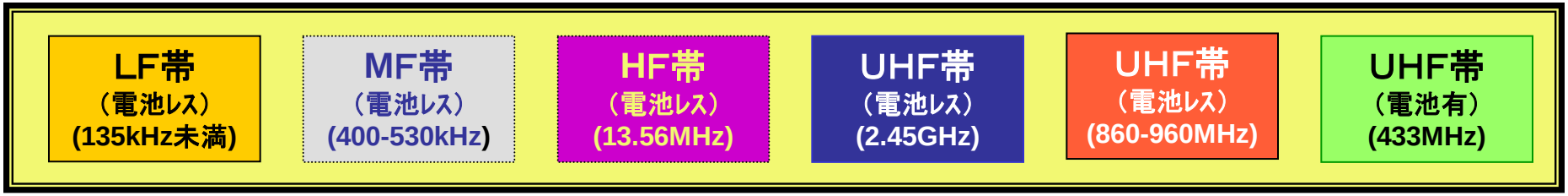
All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01

3.2 電力伝送 まとめ 方式の特徴比較



All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01

3.2 電力伝送 まとめ 方式の特徴比較



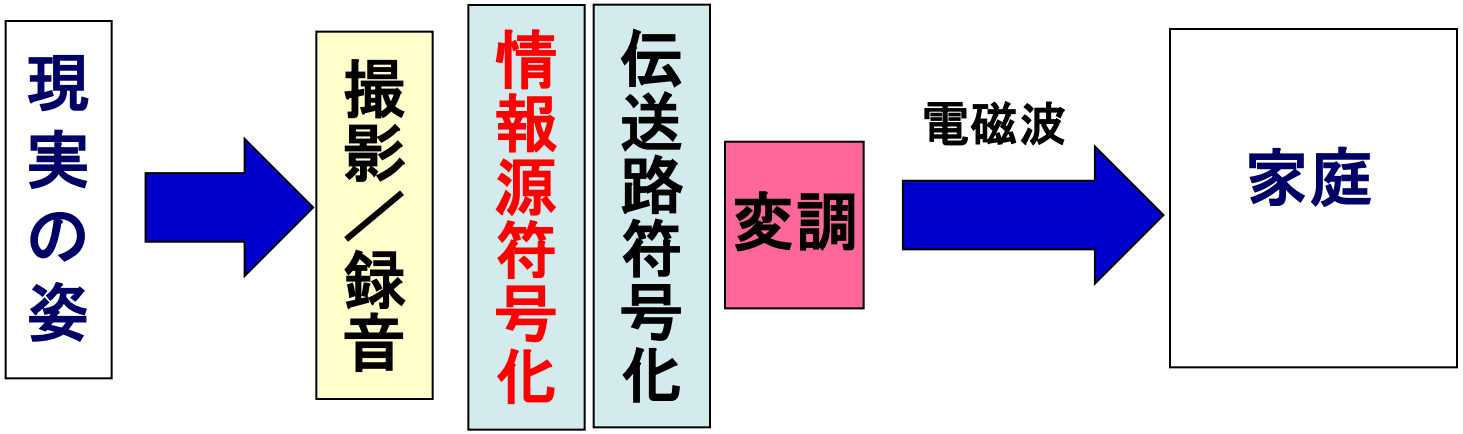
何故、一つの方式に集約できないのか？

現在、RFIDにはオールマイティの方式が存在しない！

各アプリケーションに最適な方式選定が導入成功の鍵！

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01

3.3 データ交信　デジタル伝送の符号化



情報　　符号化（HLのデジタル波形に変換すること）

文字“1”　⇒　31H　（0011　0001）

文字“2”　⇒　32H　（0011　0010）

文字“A”　⇒　41H　（0100　0001）

文字“B”　⇒　42H　（0100　0010）

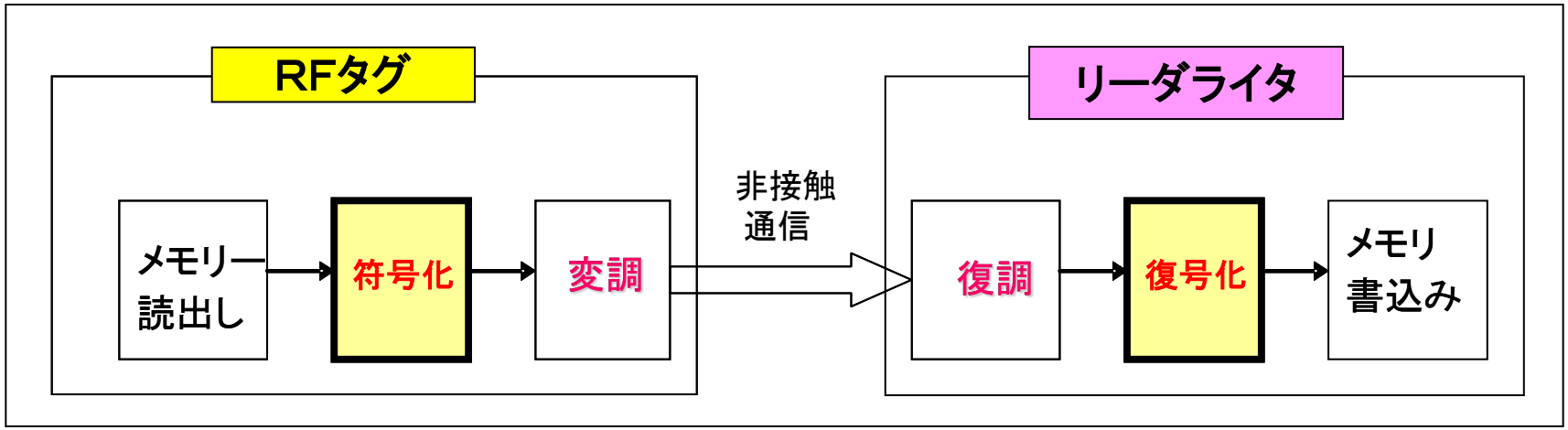
★情報源符号化　：　ASCIIコード、シフトJIS、JPEG、MPEG等の情報の符号化をすること

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata　2014-05-01

3.3 データ交信 伝送路符号化と伝送路復号化

RFIDにおいて
■符号化とは、
デジタル信号（情報）をベースバンド信号（パルス信号）に
置き換えることを指す。
例えば、信号“1”を電圧あり、信号“0”を電圧なし、として
表す方法である。
■この逆が復号化である。

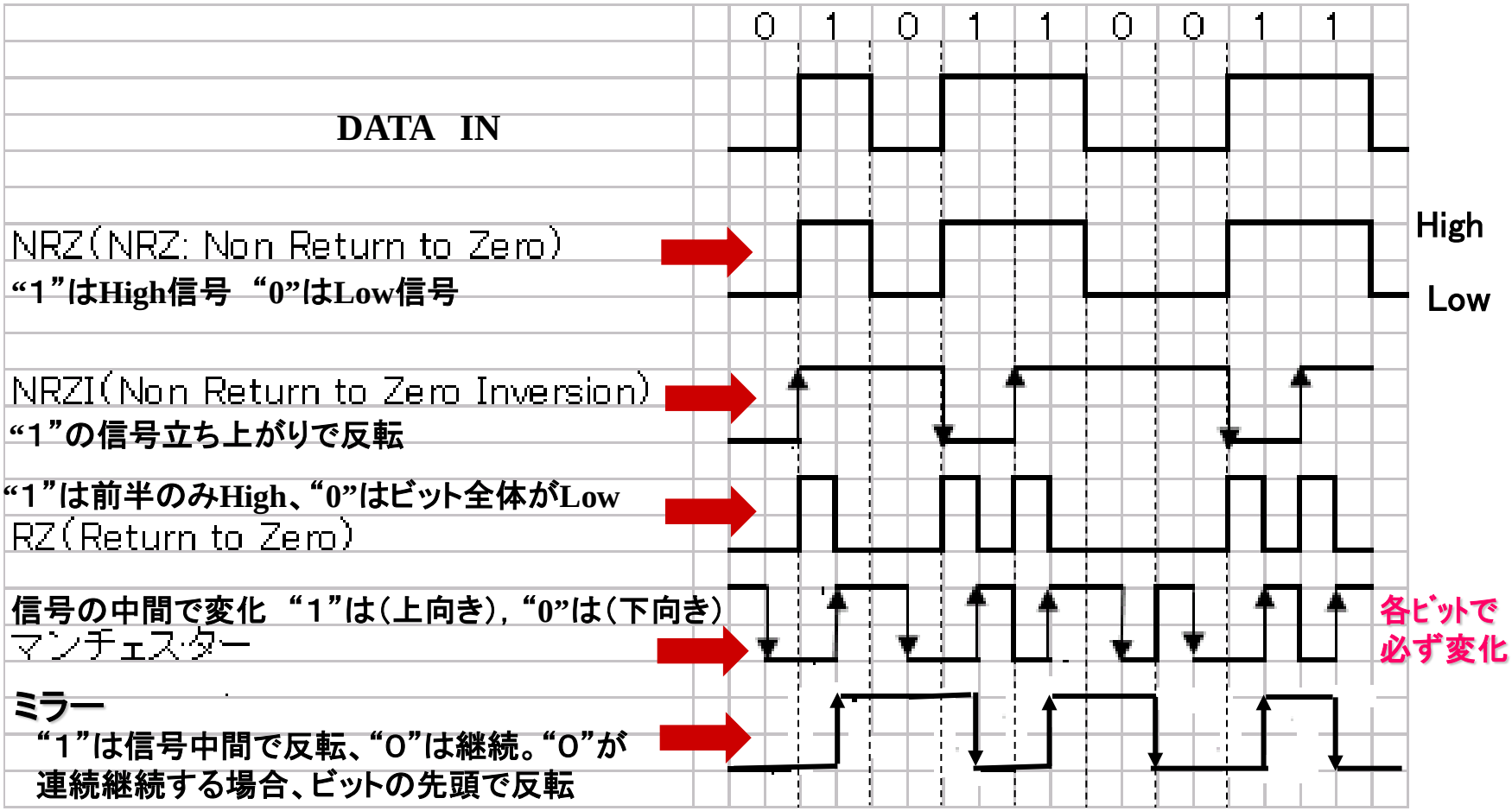
■RFタグのリード時の符号化と復号化



All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01

3.3 データ交信 ベースバンドにおける符号化の種類

NRZ, NRZI, RZ, マンチェスター、ミラー符号化方式の符号化例



All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01

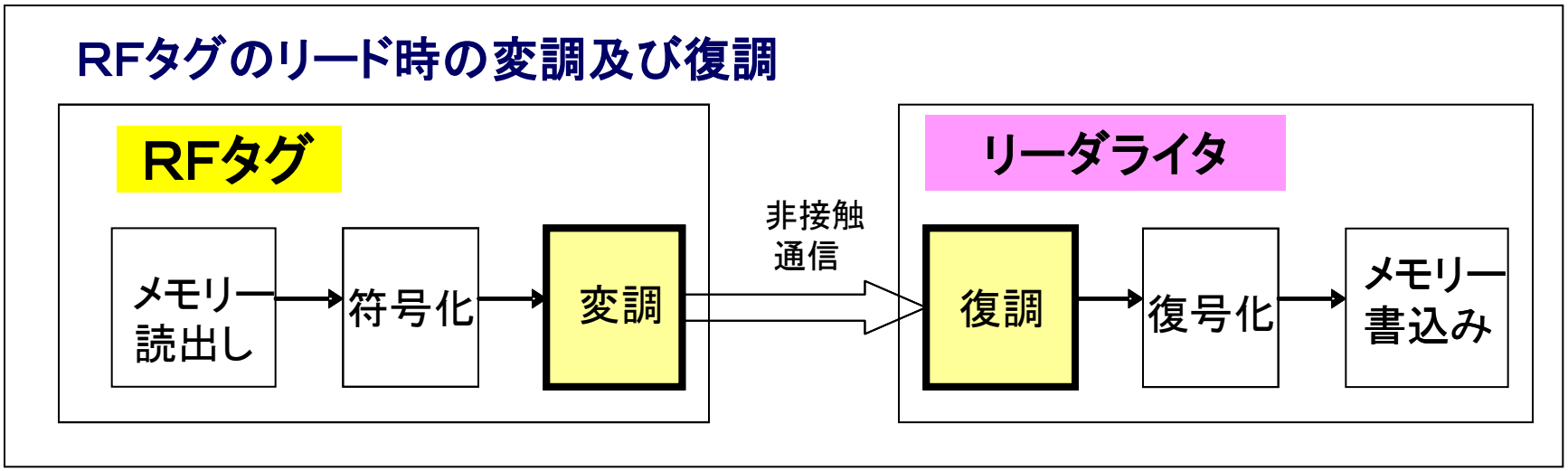
3.3 データ交信 伝変調と復調について

■変調・復調とは

・変調（Modulation） ベースバンド信号を搬送波と呼ばれる高い周波数に一定の規定で乗せること。
－＞デジタル信号をアナログ信号に変換する。

・復調（Demodulation） 変調された搬送波と呼ばれる高い周波数からベースバンド信号に戻すこと。
－＞アナログ信号をデジタル信号に戻す。

・搬送波（キャリア） ベースバンド信号で変調される高い周波数の正弦波のこと。（アナログ信号）

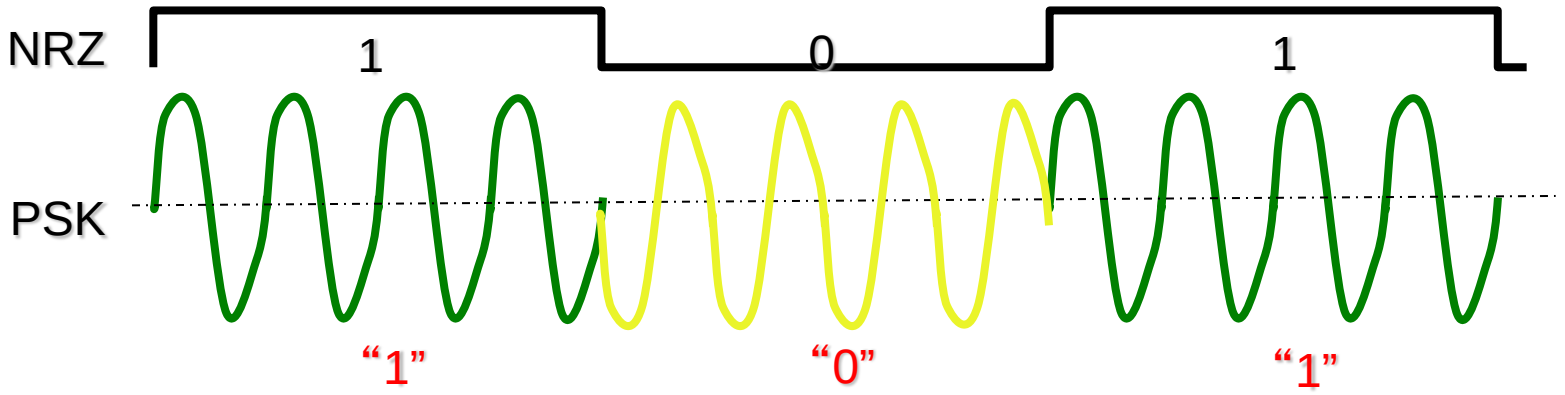


All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01

3.3 データ交信　伝変調と復調について

■PSK（Phase Shift Keying）：位相変調

搬送波の位相（Phase）の変位量の大小（または有無）でデジタル情報ビット（1とO）を表現するデジタル情報変調方式。例えば，位相を180度ずらした2種類の信号で 0と1を送る。



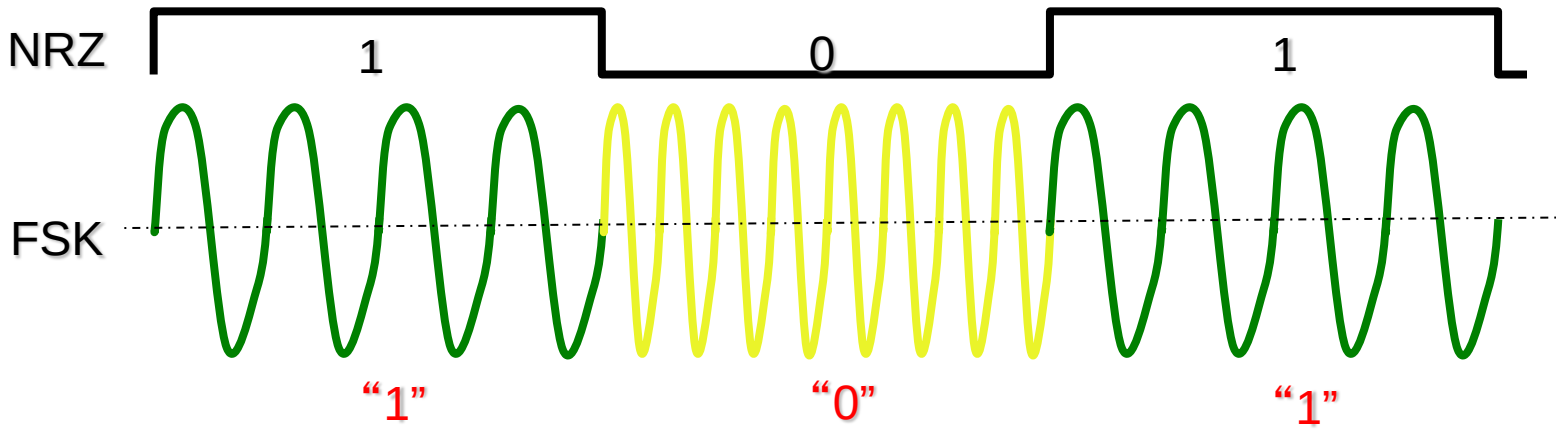
・使用する周波数が1種類だけなので周波数帯域が狭く済む利点がある。
・使用する位相のズレを増やせば（例えば 90° ずつなど）、1回に送れるデータを増やすことができる（MPSK、Multiple Phase Shift Keying）。
・例えば基準になる正弦波に対して 0・90・180・270度ずれた位相を持つ正弦波を用意し、デジタル信号に応じてこれらを送出すれば、一度に4つの状態つまり 2ビットの情報を伝送することができる。（これを4相PSK(QPSK、Quad Phase Shift Keying) という）。
・使用する位相のズレを増やすほど送受信が難しくなり，検出のエラーが増えるのが欠点。
・PSK方式はASK方式に比べて雑音に強い。

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata　2014-05-01

3.3 データ交信　伝変調と復調について

■FSK（Frequency Shift Keying）：周波数偏移変調

搬送波の周波数をベースバンド信号に応じて変化させることにより、異なる周波数に“0”、または“1”を割り当て，ビットデータを転送できるようにしている。



・変調後の振幅が一定なため，レベル変動や雑音に対して強い特性がある。
・送受信機の構成は比較的シンプルになる。
・ただし伝送速度が上がると占有帯域幅が広がってしまうため，高速通信には向かない。

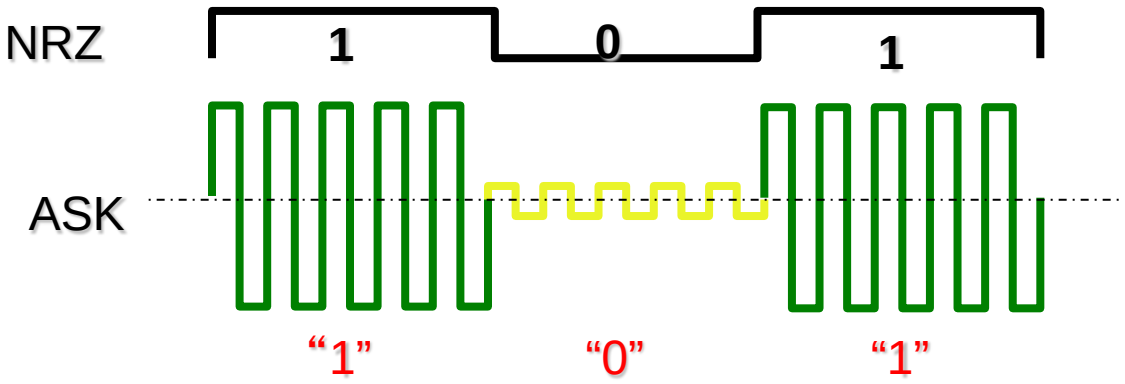
All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata　2014-05-01

3.3 データ交信　伝変調と復調について

■ASK（Amplitude Shift Keying）：振幅偏移変調

ベースバンド信号に応じて搬送波の振幅を変化させる方式
（電波の断続で1と0を送る）。

・変調された搬送波（変調波）の振幅が変わるということは、変調波の強度が
　絶えず変化 するということで、他の方式に比べるとノイズに弱い側面がある。
・ASKがデータ通信で用いられることはほとんどない。



その他の変調方式：GMSK（Gaussian filtered Minimum Shift Keying），
QAM（Quadrature Amplitude Modulation）など

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata　2014-05-01

3.3 データ交信 通信規則

■TTF（Tag Talk First）：タグトークファースト

RFタグがリーダライタ（アンテナ）の磁界、あるいは電界領域に入った際に電力供給を受け、ICが動作できる状態になると同時にRFタグが自ら、自分のユニークID（UID）等の情報を送信する方式

＊RFタグが一個の場合には有効だが、複数個のRFタグが存在すると、交信上の衝突が起こる。

＊アクティブタグはこの方式が多い。

■RTF（Reader Talk First）：リーダトークファースト

RFタグがリーダライタ（アンテナ）の磁界、あるいは電界領域に入って電力供給を受けたとしても、リーダライタ（アンテナ）からの適正なコマンドを受信しなければRFタグが送信を開始しない方式

＊RFタグが複数個存在しても、リーダライタが特定のRFタグを選択して指示を出せば、そのRFタグしか交信しないので衝突が起こらない。

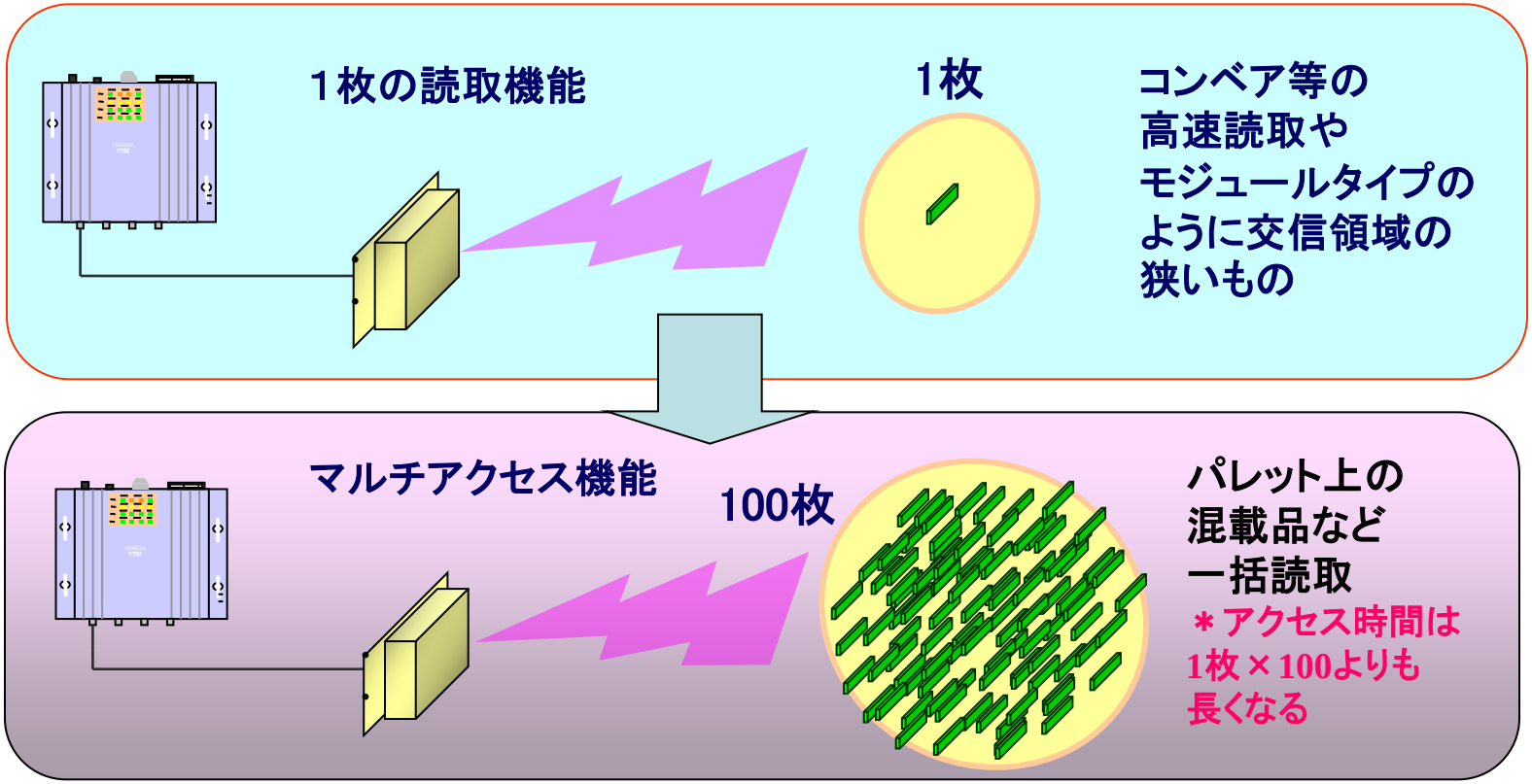
＊パッシブタグはこの方式を多く使用していることが多い。

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01

3.4 アンチコリジョン

■アンチコリジョン:「衝突防止、(複数一括読取)

アンチコリジョン機能を付加することで、複数のRFタグを一括に
読み出し／書き込みが可能となった。ISO/IEC7816-6で定めたユニークなタグID
(3ビット、4ビット単位)等を利用して、衝突を回避する。



方式:「タイムスロット方式」と「ビットコリジョン方式」の二つが代表的

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01

第3章　RFIDの原理と特徴　まとめ

■ RFIDは、符号化方式、変調方式など一般の無線機器の無線通信技術を使っている。

■ RFID方式によって、その特徴は異なる。
それは、使用している周波数の特性を色濃く反映している。

・電磁結合方式
・近距離交信で磁気的な結合が強く、耐ノイズ性が良好　・金属埋め込みも可能。

・電磁誘導方式
・中距離交信　　・水、熱、油など悪環境でも使用可能　LF帯はノイズに注意

・電波方式（UHF帯）
・3m～5mの長距離交信が可能　・水の影響に注意　・高速複数枚一括読取が可能

・電波方式（マイクロ波）
・RFタグを小さくできる　　・指向性がシャープ　・無線LANとの干渉に注意

■ RFIDは、設置環境の影響を受け易いことから売り切り商品ではない。

■ 通信規制にはタグトークファースト(TTF)とリーダトークファースト(RTF)がある。

■ アンチコリジョンの方式はタイムスロット方式、ビットコリジョン方式が代表的。
一括複数読取が長所でもあるが、条件によって、全て読み取ることは困難な場合もある。また、N枚の読み取り時間は、1枚×Nよりも長くなる。

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata　2014-05-01

RFタグ

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01

第4章　RFタグ

4.1　RFタグの分類
4.2　RFタグの形状と内部構成
4.3　RFタグの構成要素
4.4　メモリの種類

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata　2014-05-01

RFタグの分類

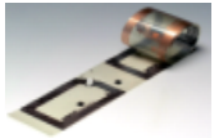
■リーダライタからRFタグへの電力供給方式で分類

タイプ名 / 項目	パッシブタイプ (Passive Type)	セミパッシブタイプ (Semi-Passive Type)	アクティブタイプ (Active Type)
基本原理	受動型 リーダ/ライタからの供給電力でのみ動作	受動型 リーダ/ライタからの供給電力で交信動作	能動型 内蔵電池からの供給電力で全て動作
搭載電池	無	有（センサ用）	有（交信・センサ用）
交信距離	数mm～数m	数mm～数m	数m～数10m
RFタグの価格	低価格	高価格	高価格
付帯機能	ー	センサ付き等	センサ付き等
備考	メンテナンスフリー	電池寿命管理が必要 電池交換or使い捨て	電池寿命管理が必要 電池交換or使い捨て
イメージ			

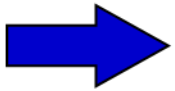
出所：オムロン㈱

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01

RFタグの形状と内部構成

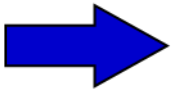
インレット形 (モジュール形)	ラベル形	カード形	角　形	円板形	円筒形	球形	箱　形 (電池内蔵)
							

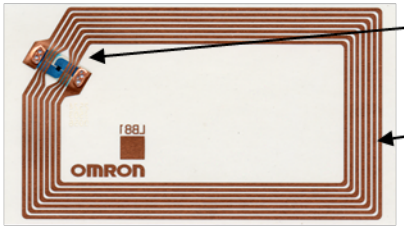
①LF帯の巻き線
　アンテナ
（135kHz未満）



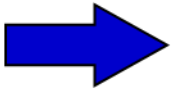
コイルのターン数が非常に多い

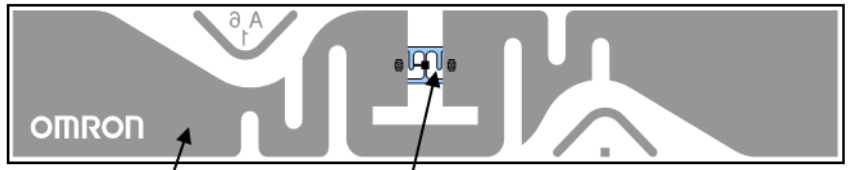
②HF帯のインレット
（13．56MHz）

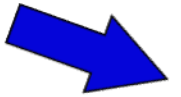




③UHF帯のインレット
（860M～960MHz）





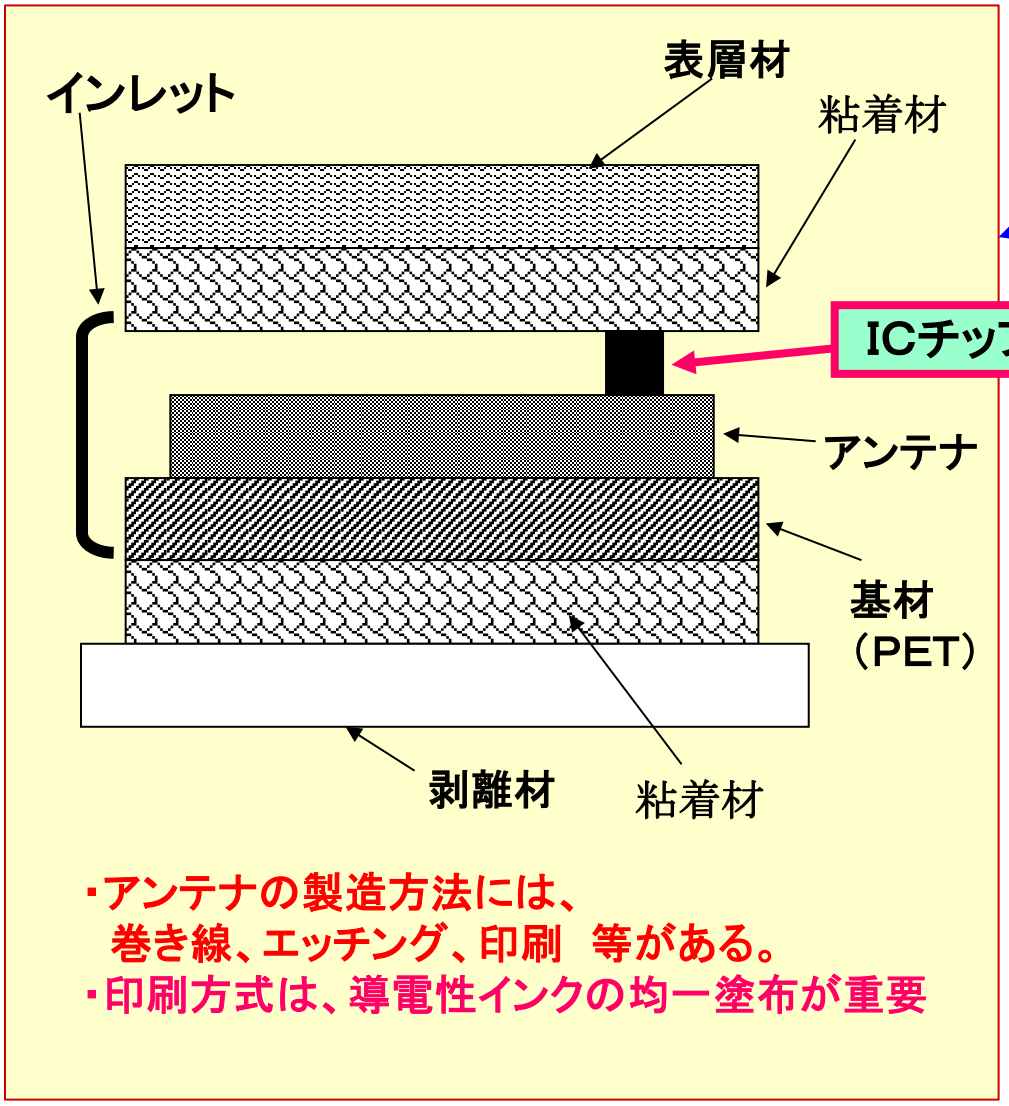


（ミューチップ）

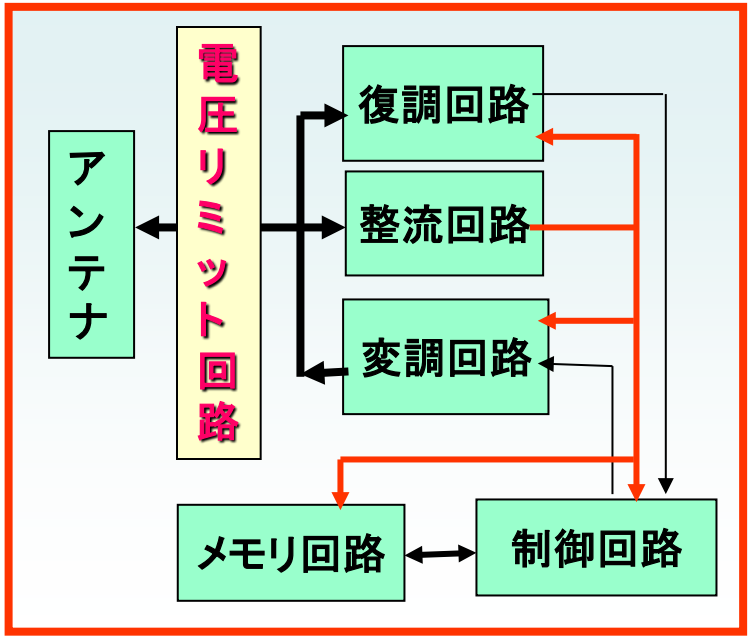
出所：オムロン㈱
　　㈱日立製作所

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata　2014-05-01

RFタグの構成要素



ICチップの機能ブロック図



・アンテナの製造方法には、
　巻き線、エッチング、印刷　等がある。
・印刷方式は、導電性インクの均一塗布が重要

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata　2014-05-01

メモリーの種類

タイプ	リードオンリ (RO)	ワーム (WORM)	リードライト (RW)		
メモリ種類	EPROM	EEPROM	SRAM	EEPROM	FRAM
メモリ容量	数ビット～数バイト	数10ビット～数10バイト	数ｋバイト	数10ビット～数10ｋバイト	数100～数10ｋバイト
電池要否	不要	不要	必要	不要	不要
ユーザでのデータ書換	不可	可(1回)	可	可	可
書換え寿命/制限	ー	1回	無制限（電池寿命有）	10万回	10～100億回 (R/Wの合計)
備考	・読出し回数は無制限	・読出し回数は無制限	・電池廃棄or電池交換 ・読み書きが速い	・読出し回数は無制限 ・書換えは遅い	・高温環境下での課題 ・読書きが速い

RO：Read Only　RW：Read and Write　WORM：Write Once Read Many
EPROM： Electrically Programmable Read Only Memory
EEPROM：Electrically Erasable P-ROM　SRAM：Static Random Access Memory
FRAM：Ferroelectric- Random Access Memory

出所：オムロン㈱

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01

第4章　RFタグ　まとめ

■　RFタグの構成

・ICチップ

・アンテナ（巻線、エッチングコイル、エッチングパターン、印刷）

・表層材（紙、樹脂etc）

・RFタグ形状

インレット、カードタイプ、ラベル、箱形etc

■　RFタグの分類

・電力供給方式　・メモリの種類

■　RFタグの仕様

・アプリケーションによって異なる　・どのRFIDか

・外形　・耐環境性　・使い方

■　RFタグの価格

・アプリケーションによって異なる　・数量　・RFタグ仕様

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata　2014-05-01

リーダライタ

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01

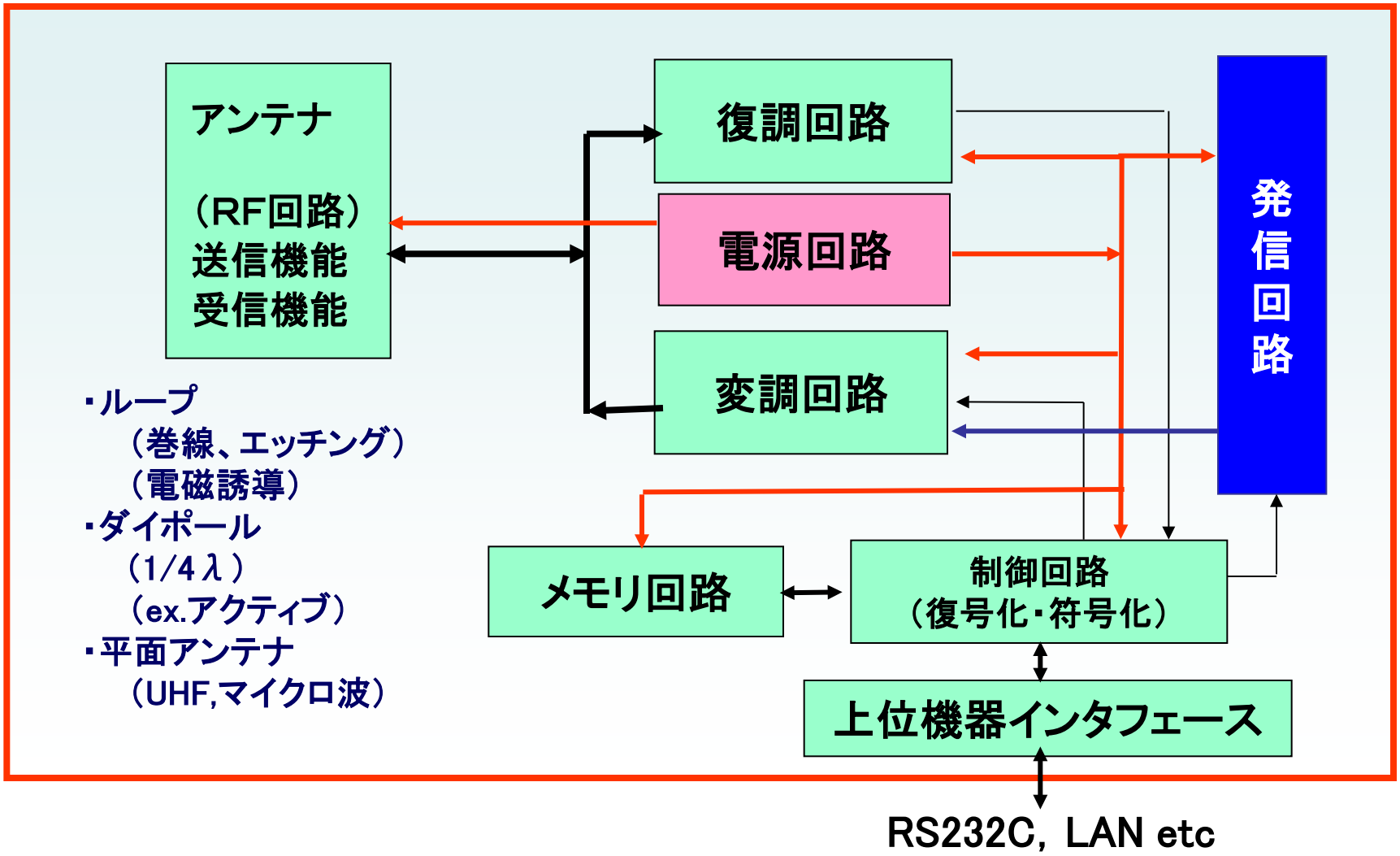
第5章　リーダライタ

5.1　リーダライタの構成と性能
5.2　リーダライタの出力と法規制
5.3　リーダライタの形状
5.4　免許と技術証明

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata　2014-05-01

5.1 リーダライタの構成と性能

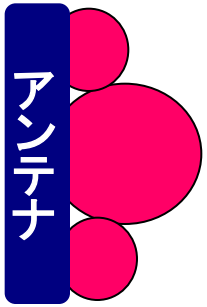
■リーダライタの機能ブロック図



All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01

5.1 リーダライタの構成と性能

■交信領域



電磁誘導方式のアンテナの交信領域
（135kHz未満、13.56MHz）
おわん型

タイプ	交信距離（読取距離）
密着形	数mm以下
近接形	数mm～数10mm
近傍形	数10mm～0.7m
遠隔形	0.7m以上

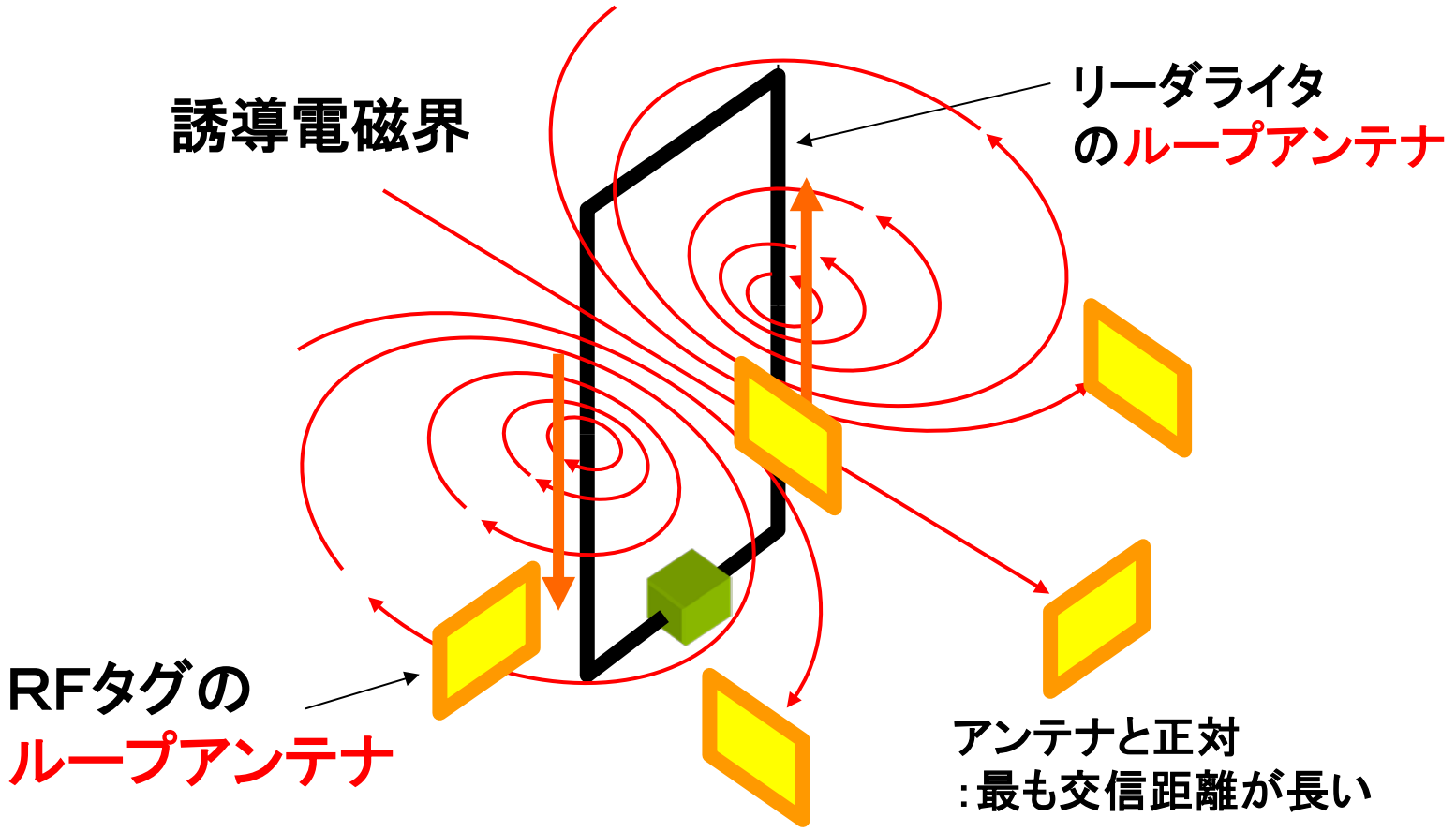
※マイクロ波、UHF帯のパッシブタグでは、読取距離と書込み距離が大きく異なる場合がある。

利用シーンに応じた周波数帯の特徴を使い分けることにより、
最適なシステム構築が可能となる

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01

5.1 リーダライタの構成と性能

■電磁誘導方式のRFタグの指向性

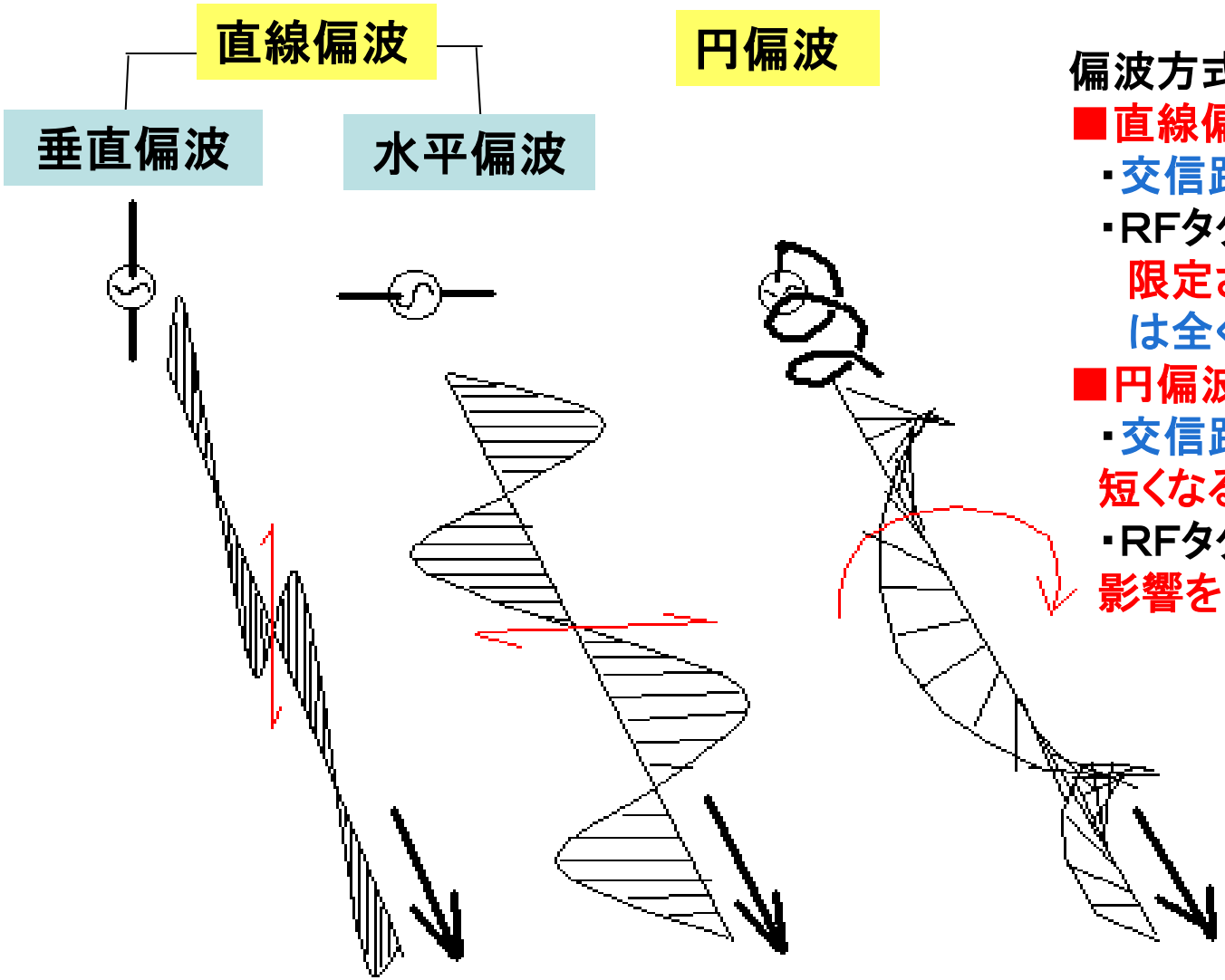


出所:オムロン㈱

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01

5.1 リーダライタの構成と性能

■電波方式のアンテナの偏波方式



偏波方式の特徴

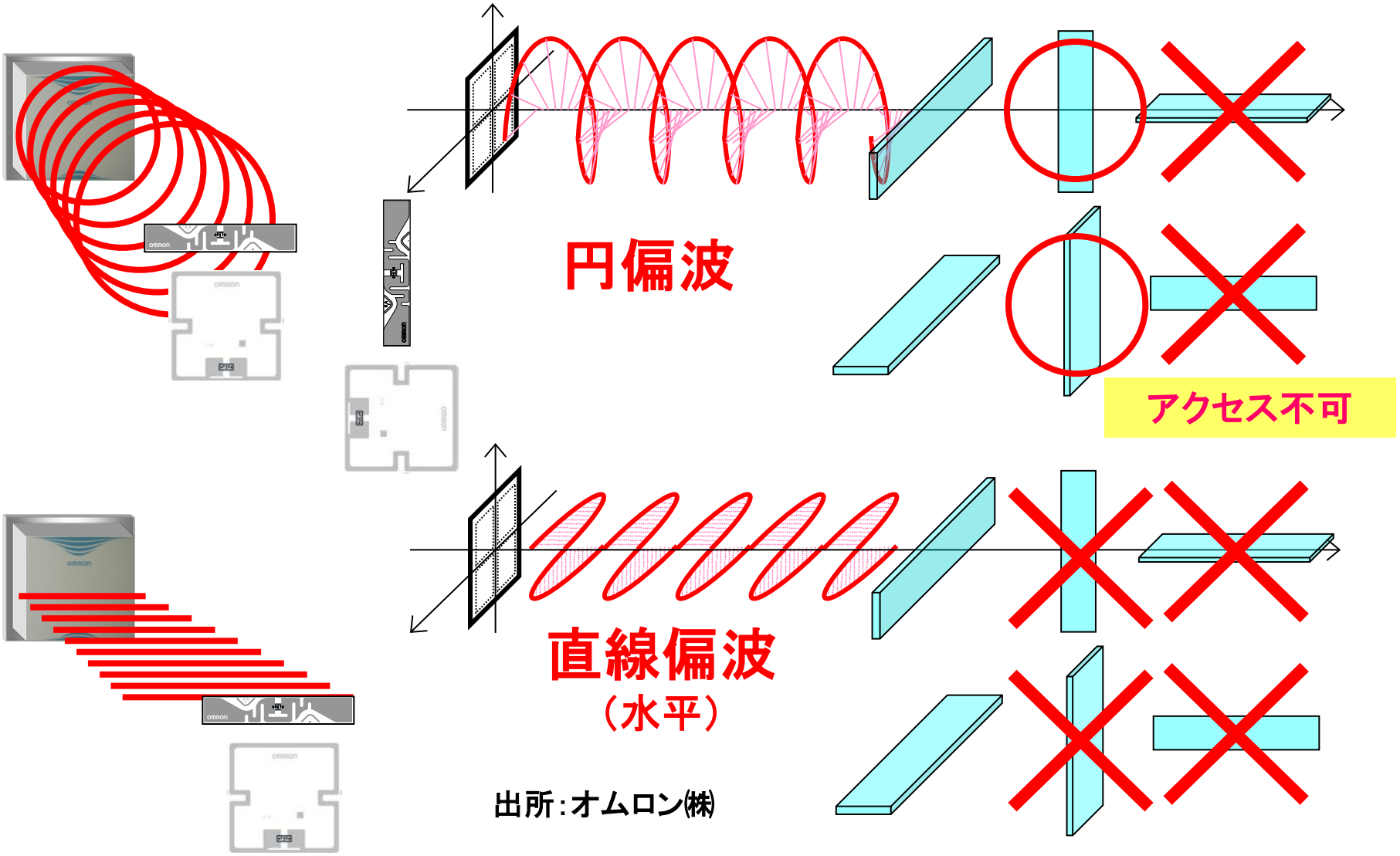
■直線偏波:
- 交信距離が長く取れる
- RFタグの取り付け方が限定される(向きによっては全く読めない)。

■円偏波:
- 交信距離が直線偏波より短くなる。
- RFタグの取り付け方の影響を受けない。

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01

5.1 リーダライタの構成と性能

■電波方式のRFタグの指向性



出所：オムロン㈱

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01

5.2 リーダライタの出力と法規制

周波数帯・タイプ	主な利用用途	導入経緯	制度区分（空中線電力）
135kHz未満 （パッシブ）	○スキーゲート ○自動倉庫 ○食堂精算等	1950年　高周波利用設備として制度化	高周波利用設備 出力：　67dBm【換算値】
13.56MHz帯 （パッシブ）	○交通系カードシステム ○行政カードシステム ○ICカード公衆電話 ○入退室管理システム等	1998年　制度化 2002年　出力の緩和、 手続の簡素化	高周波利用設備 出力：33dBm【換算値】
433MHz帯 （アクティブ）	○国際物流管理 ○コンテナ内状況管理等	2006年　制度化	特定小電力無線局 出力：10mW
920MHz （950MHz）帯 （パッシブ） （アクティブ）	○物流管理 ○製造物履歴管理等	2005年　高出力型システムの制度化 2006年　高出力型システムの高度化及び 低出力型システムの制度化 2008年　アクティブ系、併せてパッシブ システムの更なる高度化 2010年　中出力型システムの制度化、帯域拡大 2012年　950MHz=>920MHzへの移行	構内無線局　出力：1W 特定小電力無線局　1mW 簡易無線局　出力：250mW 校内無線局　出力：1W 特定小電力無線局　出力：250mW
2.45GHz帯 （パッシブ） （アクティブ）	○物流管理 ○製造物履歴管理 ○物品管理等	1985年　構内無線局（移動体識別）として制度化 1992年　免許不要の小電力システムとして制度化 2002年　小電力システムへの周波数 ホッピング(FH)方式を制度化 2003年　構内無線局へのFH方式を制度化	構内無線局 出力：300mW 特定小電力無線局 出力：10mW

これ以外に、免許不要の微弱無線局に該当する機器もある。（電界強度で規定。メーカの自主管理）

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata　2014-05-01

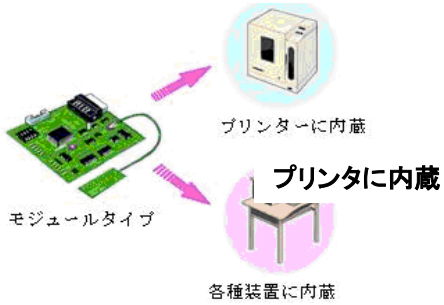
5.3 リーダライタの形状

(1)アプリケーションの使い方からの分類

ゲートタイプ

ハンディータイプ

据え置きタイプ



その他のタイプ

(2)リーダライタとアンテナの接続方法からの分類

- ●一体型　リーダライタにアンテナを内蔵
- ●分離型　リーダライタとアンテナがアンテナケーブルで接続

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata　2014-05-01

5.4 免許と技術証明

(1)ユーザの免許

・登録局
無線局の登録手続きにより、無線局の開設・利用ができる無線局のことを言い、他の無線局に混信を与えない混信回避機能(キャリアセンス、送信時間制限等)を持つことが必須。
・免許局
総務大臣の免許を受けて開設する無線局のことを言い、混信回避機能を持つことを必須としない。

(2)RFID機器の免許

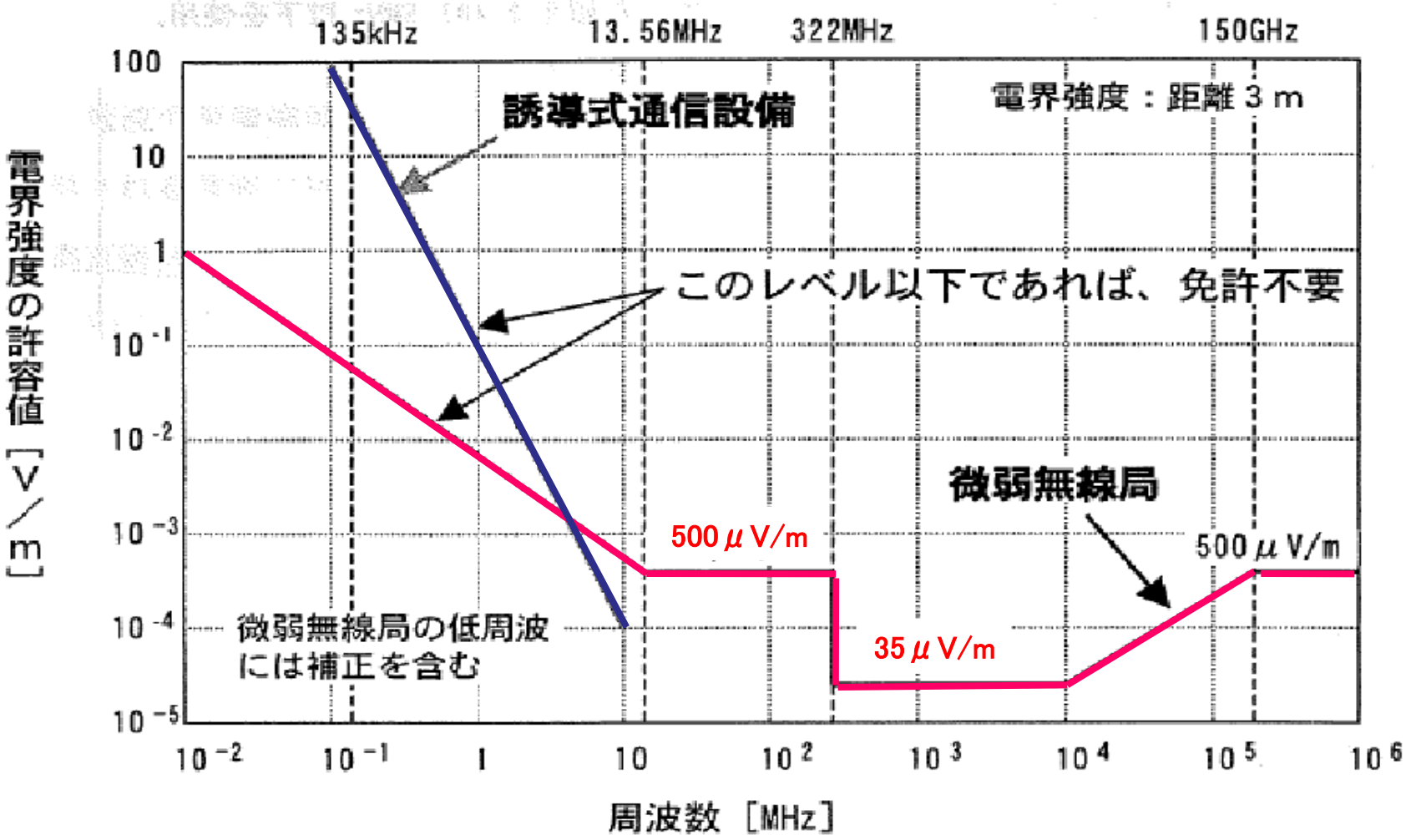
・技術基準適合証明
国内では、RFID機器は一部の無線局を除き、無線機器扱いとなり、指定の機関で電波法令で定めている技術基準に合致した機器であることを証明することが義務付けられている。
・型式認定制度
高周波利用設備機器対象のRFID機器は、型式認定を受けることで、総務大臣の設置許可なしに設置が可能となる(同一製品の大量生産時に有効)。
・微弱無線局
発射する電波が著しく微弱な無線局は、電波法令で規定された以下の電界強度値が指定された機関の証明があれば免許なしで設置することができる。

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01

5.4 免許と技術証明

(3)微弱無線局の電界強度の許容値

＊周波数によって異なる



微弱無線局：電波法第4条第1号、施行規則第6条第1項で認められた免許を要しない無線局である。

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01

第5章　リーダライタ　まとめ

■　リーダライタの基本的な回路の構成要素

・リーダライタのアンテナは、一般的に一つのアンテナで送受信機能を実現
・RFタグとの交信領域は、無線周波数によって大きな特徴がある。
・交信距離はRFタグの指向性よって、影響を受ける。

■　リーダライタの分類

・ゲートタイプ　・据置タイプ　・ハンディタイプ　・モジュールタイプ・その他
・JAISAシールの貼付

■　リーダライタの出力と法規制

国内では、1950年より、135kHz未満、13.56MHz、433MHz、920(950)MHz帯、2.45GHzが段階的に制度化されている。
海外では、海外の電波事情にあった（認定を受けた）RFID機器を提供すること。

■　免許と技術証明

・ユーザの免許
　・構内無線局（免許局、登録局）
　・特定小電力無線局や簡易無線局は、ユーザの免許は不要
・機器の免許
　・技術基準適合証明　・型式認定制度（誘導式電磁誘導RFID）　・微弱無線局

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata　2014-05-01

ご清聴、ありがとうございました。

All Rights Reserved, Copyright (C) Akira Shibata 2014-05-01