

# RFIDに関する調査(アンケート) の結果について

RFIDに関する調査(アンケート)の結果について

回答総数：103

主な回答業種：RFIDメーカー(36社)、RFIDユーザー(45社)等

(注) RFIDメーカーとRFIDユーザーは重複あり

(1) RFIDシステムの利用状況

問1 RFIDの利用状況

利用している : 44.6%  
利用していない : 55.4%

問2-1 (利用していない場合) それは何故か

特段の必要性がない : 45.3%  
他のシステムで十分 : 28.3%  
その他 : 26.4%  
・ RFID技術が未成熟  
・ 認識率、コスト等の問題 等

問2-2 (利用している場合)

A. システムの概要

A-1 目的

入退室管理 : 38.9%  
工程管理 : 22.2%  
食堂等の精算 : 11.1%  
物品管理 : 9.3%  
貨物管理 : 5.6%  
トレーサビリティ : 3.7%  
その他 : 9.3%

A-2 タグを付ける物品

IDカード、食器、パレット、コンテナ、車両、書籍、食品、等

A-3 利用している規模

数10~数万枚(平均:約8000枚)

A-4 その他

特段の回答なし

B. 使用周波数帯

参考資料5 RFIDに関する調査(アンケート)の結果について

135kHz 以下	: 27.8%
13.56MHz	: 37.0%
2.45GHz	: 25.9%
その他	: 9.3%

C. タグのタイプ

電池内蔵型	: 20.0%
電池なし	: 80.0%

D. タグの形状

カード状、箱形、コイン状、ラベル状、等

E. 質問機とタグの通信距離(典型値)

5cm 未満	: 22.9%
5cm ~ 1m	: 66.7%
1m ~ 10m	: 8.3%
10m 以上	: 2.1%

F. タグの保有するデータ容量

100 バイト以下	: 29.3%
100 バイト ~ 1k バイト	: 41.5%
1k バイト ~ 100k バイト	: 29.3%
100k バイト以上	: 0.0%

G. データ伝送速度(読み取り速度)

数 kbps ~ 数百 kbps (平均: 58kbps)

H. リーダ/ライタのタイプ(複数回答)

ハンディ型	: 20.4%
設置型	: 77.8%

J. リーダ/ライタの設置場所

出入口、精算所、工場ライン上、集荷場、等

K. 現在使用しているシステムの満足度

満足している	: 51.2%
不満な点がある	: 48.8%

問3 その他(要約、抜粋)

- ・ コスト、距離、指向性、アンチコリジョン等の課題の解決が必要
- ・ システム設計、データベース管理等、運用面の課題の解決が必要

(2) RFIDシステムの製造状況

問1 RFID機器の製造状況	
している	: 35.0%
していない	: 65.0%

問2 (製造している場合)

- A. 製造している製品
  - チップ : 11.5%
  - アンテナ : 17.2%
  - タグ : 23.0%
  - リーダ/ライタ : 29.9%
  - システム : 17.2%
  - その他 : 1.1%
  
- B. 周波数帯
  - 135kHz : 16.1%
  - 13.56MHz : 53.6%
  - UHF帯 : 10.7%
  - 2.45GHz : 19.6%
  
- C. タグのタイプ
  - 電池内蔵型 : 15.0%
  - 電池なし : 85.0%
  
- D. タグの形状  
カード状、コイン型、ラベル状、等
  
- E. 質問機とタグの通信距離(典型値)
  - 5cm未満 : 20.0%
  - 5cm~1m : 65.7%
  - 1m~10m : 14.3%
  - 10m以上 : 0.0%
  
- F. タグの保有するデータ容量
  - 100バイト以下 : 27.6%
  - 100バイト~1kバイト : 53.4%
  - 1kバイト~100kバイト : 19.0%
  - 100kバイト以上 : 0.0%
  
- G. データ伝送速度(読み取り速度)  
数kbps~数百kbps(平均:85kbps)

参考資料5 RFIDに関する調査(アンケート)の結果について

- H. 変調方式  
ASK、FSK、PSK、等
- I. 符号化の方式  
マンチェスター、ISO 準拠、等
- J. 一括読み取りの可否  
可能 : 82% (数個～100個以上)  
不可能 : 18%
- K. リーダ/ライタのタイプ  
ハンディ型 : 42.5%  
設置型 : 57.5%
- L. システムの概要  
入退室管理、物品管理、工程管理、食堂、図書館、衣料品、  
チケット、コンテナ、レンタル、スキーリフト、セキュリティ、  
トレーサビリティ、手荷物、等
- M. 年間の出荷数  
1000個未満 : 50.0%  
1000～100万個 : 29.2%  
100万個以上 : 20.8%
- N. 主な納入先  
食堂、図書館、アパレル、製造業、学校、物流業界、レンタル業、  
食品会社、リサイクル業、運輸業、等

- 問3 ISO等の標準規格の採用状況  
全面的に標準規格に沿っている : 40.6%  
独自規格の部分がある : 59.4%

- 問4 (独自規格の部分がある場合) どのような部分か  
変調方式、データ形式、符号化、コマンド、アンチコリジョン、  
セキュリティ、等

問5 採用している標準規格選択の理由

- ・ 真正性の確保
- ・ 市場規模
- ・ 互換性
- ・ コストの低減
- ・ 開発期間短縮
- ・ 汎用性、周辺機器が充実
- ・ 顧客の要望

問6 IPRの課題があるか

とくにない : 60.0%  
ある : 40.0%

問7 独自の技術の紹介  
(略)

問8 顧客の満足度

満足していると思われる : 47.5%  
・ 性能(長距離、小型、容量、汎用性)  
・ 価格 等

不満な点があると思われる : 52.5%  
・ 性能(認識率、距離、速度、大きさ、重さ、耐ノイズ、電池寿命)  
・ 価格 等

問9 その他

- ・ 要望とコストのバランスが合っていない
- ・ 要望がレベルアップしてきている
- ・ 社会的認知不足
- ・ 標準規格どうしの互換性がとりづらい

(3) 導入計画

問1 近い将来の導入計画の有無

計画がある : 39.8%  
特にない : 59.1%

問2-1 (導入計画がある場合) 導入時期

1年以内 : 51.5%  
1~3年 : 45.5%  
それ以降 : 3.0%

A-1 目的

入退室管理、工程管理、物流管理、物品管理、貨物管理、履歴管理、  
トレーサビリティ、盗難防止、マーケティング応用、等

A-2 タグを付ける物品

IDカード、食器、パレット、コンテナ、車両、書籍、食品、等

A-3 その他

(略)

参考資料5 RFIDに関する調査(アンケート)の結果について

- B. 使用周波数帯  
135kHz 以下 : 6.8%  
13.56MHz : 34.1%  
2.45GHz : 31.8%  
その他 : 27.3%  
・ 800/900MHz 帯を検討中、等
- C. タグのタイプ  
電池内蔵型 : 13.9%  
電池なし : 83.3%
- D. タグの形状  
カード状、箱形、ラベル状、等
- E. 質問機とタグの通信距離(典型値)  
5cm 未満 : 6.7%  
5cm ~ 1m : 53.3%  
1m ~ 10m : 40.0%  
10m 以上 : 0.0%
- F. タグの保有するデータ容量  
100 バイト以下 : 13.6%  
100 バイト ~ 1k バイト : 36.4%  
1k バイト ~ 100k バイト : 50.0%  
100k バイト以上 : 0.0%
- G. データ伝送速度(読み取り速度)  
数 kbps ~ 数百 kbps (平均 : 78kbps)
- H. リーダ/ライタのタイプ(複数回答)  
ハンディ型 : 44.2%  
設置型 : 48.8%
- I. リーダ/ライタの設置場所  
出入口、精算所、工場ライン上、集荷場、等
- J. 導入にあたり期待される効果  
作業の効率アップ、コスト削減、セキュリティ向上、ミス削減、  
顧客サービス向上、新たなビジネスの可能性、等

問2-2 (導入計画がない場合)

A. それは何故か

- 特段のニーズがない : 51.1%
- 他のシステムで十分 : 17.0%
- その他 : 31.9%

既に導入済み、利便性に対する認識不足、等

B. どのような条件が整えば導入を考慮するか

コスト面

- ・ バーコードと同等以下の価格
- ・ コストパフォーマンスがバーコード以上となること 等

通信距離

- ・ 近接タイプで10cm以下
- ・ 長距離タイプで数m以上 等

データ容量

- ・ IDとして十分な容量があれば良い
- ・ 容量が大きくなれば新たな利用方法が広がる 等

データ伝送速度

- ・ データ容量、利用用途に依存
- ・ なるべく速いほうが良い 等

その他

- ・ 識別成功率はほぼ100%が必要
- ・ 耐環境性
- ・ サイズが小さくて軽量
- ・ 多数の一括読み取り
- ・ 高セキュリティ
- ・ 実験による利便性の実証 等

C. 検討にあたってどのような効果を重視するか

- ・ コスト削減
- ・ 省力化
- ・ セキュリティの向上
- ・ 作業の効率化、利便性の向上

問3 その他、導入に際しての課題

- ・ 世界標準規格の策定が望まれる
- ・ メンテナンス方法の確立
- ・ 実装技術の向上
- ・ データベース管理、システム管理
- ・ ネットワーク活用技術
- ・ 環境問題、リサイクル
- ・ IDの管理・運用体制
- ・ 耐久性 等



(4) ニーズ・市場動向

問1 有望と思われる分野、サービス、アプリケーション

A. 分野、サービス、アプリケーションの概要

- ・ 物流分野
- ・ 商品管理、在庫管理、レンタル品管理
- ・ 入退室管理
- ・ 工程管理
- ・ 物品管理
- ・ セキュリティ (盗難防止、真贋判定、認証 等)
- ・ トレーサビリティ
- ・ マーケティング
- ・ リサイクル 等

B. 有望と考えられる利用イメージやスペック

- ・ センサ付きタグ
- ・ 手荷物タグ
- ・ 家電製品
- ・ 紙幣偽造防止
- ・ 使い捨てタグ
- ・ リライタブルなタグ
- ・ 携帯電話と融合
- ・ 目視情報表示機能
- ・ UWB を利用 等

問2 RFID市場規模予測

- |               |      |          |
|---------------|------|----------|
| A. 2~3年後(平均値) | : 日本 | 538億円    |
|               | 世界   | 2,600億円  |
| B. 5年後(平均値)   | : 日本 | 1,883億円  |
|               | 世界   | 8,915億円  |
| C. 10年後(平均値)  | : 日本 | 11,519億円 |
|               | 世界   | 38,774億円 |

D. その他

- ・ 将来の動向が不透明
- ・ タグ市場よりもシステム・アプリケーションが伸びる

問3 RFIDはバーコードを代替していくか

- ・ 当面は併用されていくと予想
- ・ 代替が順次進んでいくと予想
- ・ バーコードの代替はかなり難しいと予想
- ・ コストが低減されることが条件
- ・ RFIDの特長(一括読み取り、非接触等)が活かされる分野で普及する
- ・ 小型化、軽量化が必要
- ・ 識別成功率の向上が必要
- ・ セキュリティ、データ規格統一が必要
- ・ インフラ整備が必要

問4 RFIDの普及に必用な条件

A. コスト

1枚あたり0.3~100(平均値:20円)程度に下がることが必要

B-1 必要となるRFIDの機能

データの読み取り	: 23.9%
データの読み取り及び内容の書き換え	: 61.5%
データ処理・演算機能	: 14.5%

B-2 このような機能が活用される分野

物流分野、工程管理、商品管理、資産管理、トレーサビリティ、  
アミューズメント、セキュリティ、電子マネー 等

C. その他、普及のための条件

- ・ 規格の標準化
- ・ セキュリティの確立
- ・ 付加価値のあるアプリケーションの創出・充実
- ・ 利用者に対する利便性のアピール
- ・ 他の技術との融合
- ・ 環境問題への配慮
- ・ 個人情報保護 等

(5) RFIDの技術動向

問1 各周波数帯の長所・短所

	長所	短所
A. 135kHz	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 全世界で使用可能</li> <li>・ 回折性が高い</li> <li>・ 浸透性が良い</li> <li>・ ノイズ(水、金属)の影響を受けにくい</li> <li>・ 技術的に安定</li> <li>・ 干渉が少ない</li> <li>・ 実績がある</li> <li>・ 動作が安定</li> <li>・ 免許不要</li> <li>・ 低消費電力 等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 通信距離が短い</li> <li>・ 伝送速度が遅い</li> <li>・ タグの単価が高い</li> <li>・ タグ(アンテナ)が大きい</li> <li>・ 環境ノイズ(蛍光灯等)の影響を受ける 等</li> </ul>
B. 13.56MHz	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 全世界で使用可能</li> <li>・ ISO準拠であり、実績あり</li> <li>・ ノイズ(水、等)の影響を受けにくい</li> <li>・ 薄型化</li> <li>・ 周辺機器が低価格</li> <li>・ 通信距離が長い</li> <li>・ 回折性が高い</li> <li>・ 浸透性が良い</li> <li>・ 伝送速度が比較的速い</li> <li>・ 動作が安定</li> <li>・ 免許不要</li> <li>・ 扱いやすい周波数 等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 通信距離が短い</li> <li>・ アンテナが大きい</li> <li>・ 金属の影響を受けやすい</li> <li>・ タグが高価</li> <li>・ 相互干渉 等</li> </ul>
C. 400MHz 帯	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 通信距離が長い</li> <li>・ 伝送速度が速い</li> <li>・ 伝搬損失が小さい</li> <li>・ 回折性が高い</li> <li>・ 小型化が可能</li> <li>・ 動作が安定</li> <li>・ 扱いやすい周波数 等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 日本では使用できない</li> <li>・ アマチュア無線との共用検討が必要</li> <li>・ アンテナが大きい 等</li> </ul>
D. 800/900MHz	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 通信距離が長い</li> <li>・ 伝送速度が速い</li> <li>・ 比較的回折性が高い</li> <li>・ 欧米規格との互換性</li> <li>・ 小型化可能</li> <li>・ タグが安価</li> <li>・ 中庸なところが長所</li> <li>・ ノイズに比較的強い</li> <li>・ 扱いやすい周波数 等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 日本では使用できない</li> <li>・ 携帯電話等との共用検討が必要</li> <li>・ アンテナが大きい 等</li> </ul>

E. 2.45GHz	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 全世界で使用可能</li> <li>・ 通信距離が長い</li> <li>・ 伝送速度が速い</li> <li>・ 小型化可能</li> <li>・ タグが安価</li> <li>・ 直進性</li> <li>・ 免許不要 等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 水の影響を受けやすい</li> <li>・ 直進性</li> <li>・ 無線 LAN 等との混信</li> <li>・ 反射波の影響</li> <li>・ 金属の影響</li> <li>・ 人体への影響</li> <li>・ 伝搬損失が高い</li> <li>・ 動作が安定しない</li> </ul>
---------------	---	---

問2 有望と考える周波数帯

- 135kHz 以下 : 1.7%
- 13.56MHz : 31.0%
- 400MHz 帯 : 3.4%
- 800/900MHz 帯 : 39.7%
- 2.45GHz 帯 : 22.4%
- その他 : 1.7%

その他の意見

- ・ 用途に応じてそれぞれの周波数が有望 等

問3 タグの受信帯域に正規の信号以外の信号が入ってきた場合

A. 正常に動作させる技術・対策はあるか

- ある : 28.9% (11件)
- ・ 周波数ホッピング等により混信を避ける
- ・ 符号拡散方式
- ・ コード体系に独自性を持たせる
- ・ リトライ、誤り訂正 等
- ない : 71.1%

B. (ない場合) どのような技術が考えられるか

- ・ 周波数ホッピング等により混信を避ける
- ・ 変調方式の変更
- ・ 最適なプロトコルの検討
- ・ 暗号化
- ・ UWB
- ・ 逆相電磁界による干渉キャンセラ
- ・ 閉空間での使用 等

C. 上記の技術・対策を実現するための妨げとなる要因

- ・ コストの増加
- ・ 処理速度の低下
- ・ サイズの大型化
- ・ 電池寿命の短縮 等

問4 リーダ/ライタの受信帯域に正規の信号以外の信号が入ってきた場合

A. 正常に動作させる技術・対策はあるか

ある : 22.2% (8件)

- ・ 符号拡散方式
- ・ アンテナ形状による外部ノイズの遮断
- ・ 指向性アンテナ
- ・ 周波数ホッピング
- ・ 誤り訂正 等

ない : 77.8%

B. (ない場合)どのような技術が考えられるか

- ・ 周波数ホッピング
- ・ フィルタの挿入
- ・ スペクトラム拡散
- ・ 指向性アンテナ
- ・ 逆相電磁界による干渉キャンセラ
- ・ 使用周波数帯の分離
- ・ 閉空間での使用 等

C. 上記の技術・対策を実現するための妨げとなる要因

- ・ コストの増加
- ・ 処理速度の低下
- ・ サイズの大型化
- ・ 電池寿命の短縮 等

問5 タグのコストはどこまで低減できると予想するか

回答: 47件

相当数の生産規模を確保することによりタグのコスト低下が見込める  
(詳細省略)

問6 リーダ/ライタのコストはどこまで低減できると予想するか

回答: 35件

相当数の生産規模を確保することによりリーダー/ライタのコスト低下が見込める  
(詳細省略)

問7 今後、RFIDに応用可能な技術

- ・ 新たな変調方式
- ・ 新たな干渉対策技術
- ・ マルチアクセス技術
- ・ デュアル周波数対応
- ・ 小型高感度アンテナ技術
- ・ 指向性アンテナ

参考資料5 RFIDに関する調査(アンケート)の結果について

- ・ UWB
- ・ 超低消費電力
- ・ 情報可視化
- ・ 自律発信型
- ・ 位置検出技術
- ・ 送出電力制御
- ・ 情報家電とのメモリ共有
- ・ RFID どちらの対称通信

( 6 ) RFIDの標準化

問1 どのような形で標準化活動に参加しているか

A. 国内標準化

電波産業会 ( ARIB )、日本自動認識システム協会 ( AIMJ )、等

B. 国際標準化

ITU : 7.1%

ISO : 64.3%

( JTC1 SC17、SC31、等 )

その他 : 28.6%

問2 今後標準化が必要な分野

周波数関連

- ・ UHF 帯の標準化
- ・ デュアルバンド対応
- ・ 周波数割当に係る技術的事項の検討 等

データフォーマット関連

- ・ コード体系
- ・ 異業種間のデータ交換
- ・ アプリケーションフォーマット
- ・ プロトコル 等

その他

- ・ セキュリティの確保
- ・ 異なるメーカー間の相互運用性 等

問3 標準化において、日本が主導権を取れる分野

- ・ タグ及びリーダ/ライタ
- ・ データフォーマット
- ・ 特定業界での仕様
- ・ 実装技術 等

問4 標準化において、日本が主導権を取るべき分野

- ・ データフォーマット
- ・ IDの発行・管理システム
- ・ セキュリティ技術 等

(7) その他

- ・ 通信方式、データフォーマット等の国際共通化が必要
- ・ データ構造の標準化により互換性を持たせることが必要
- ・ 欧米のデファクトに左右されているのが実状であり、自国の都合による標準を求められた際に、作業性や経済性に不利益を被らないよう検証が必要
- ・ それぞれの周波数帯に長所と短所があり、一本化は困難
- ・ 業界単位での利用基盤を構築することが有効
- ・ 官民一体となった取組が必要
- ・ RFIDの普及には実証実験が必要
- ・ コストについては、投資効果・メリットとのバランスで考えるべき
- ・ 費用対効果を満足するアプリケーションの構築と普及促進策
- ・ 利用者のニーズを採り入れて普及・標準化を進める事が重要
- ・ 企業だけでなく個人にまで普及できるサービスを検討することが必要
- ・ RFIDとインターネット等のネットワークの連携が重要
- ・ 莫大な数量のタグを超低コストで安定生産・供給する生産技術の開発が課題
- ・ バーコードの高度化が進展しており、RFIDの優位性を明確にする必要がある
- ・ セキュリティ、認証、個人情報保護に対する配慮が必要
- ・ リサイクル、環境問題への配慮が必要

等

# RFID国際規格と各国の規定状況



## RFID国際規格と各国の規定状況

周波数	RFID国際規格(審議中)		海外の状況		日本の状況
	ISO/IEC 18000 (注1)	ISO 18185 (注1)	ヨーロッパ (注2)	アメリカ (注3)	
135 kHz未満	パート 2		119-135 kHz 66 dB $\mu$ A/m (距離10m) 135-140 kHz 42dB $\mu$ A/m 140-148.5 kHz 37.7dB $\mu$ A/m	ヨーロッパと同レベル (FCC 15.209)	微弱無線局 500 $\mu$ V/m (距離3m)以下、ないし、 距離 /2 において15 $\mu$ V/m以下
13.56 MHz	パート 3		$\pm 7$ kHz : 42 dB $\mu$ A/m $\pm 150$ kHz : 9 dB $\mu$ A/m (距離10m) $\pm 7$ kHz で 60 dB $\mu$ A/m の 提案が審議中	$\pm 7$ kHz : 10000 $\mu$ V/m (距離30m) $\pm 7$ kHz以外 : 30 $\mu$ V/m (距離30m) ヨーロッパと同レベルの提案が審議中 2003年内に改正予定	ヨーロッパと同レベル (距離10m) $\pm 7$ kHz : 47544 $\mu$ V/m (42 dB $\mu$ A/m) $\pm 150$ kHz : 1061 $\mu$ V/m (9 dB $\mu$ A/m) $\pm 450$ kHz : 316 $\mu$ V/m (-1.5 dB $\mu$ A/m)
315 MHz		Active (注4) Narrowband		200 $\mu$ V/m (距離3m) (FCC 15.209)	微弱無線局 500 $\mu$ V/m (距離3m)以下 288-322MHz 公共業務(移動)、航空官制通信で使用
433 MHz	パート 7 433MHz	Active Narrowband 433.92MHz	433.05-434.79 MHz 10 mW e.r.p.	周期的動作( )により 4400 $\mu$ V/m (距離3m) (FCC 15.231)  周期動作の例 発信1秒、停止30秒	微弱無線局 35 $\mu$ V/m (距離3m)以下 430-440 MHzアマチュア無線で使用  433 MHzは 欧米、カナダ、オーストラリア、台湾、シンガポールで使用ができるが、日本では現状は使用できない  ARIB STD-T67「特定用小電力無線局テレメータ用、テレコントロール用及びデータ伝送用無線設備標準規格」(429.8125-429.9250 MHz、449.7125-449.8250 MHzなど、10 mW)を適用できる可能性はある。ただし、周波数、RFIDのバックスキッタ方式や通信速度の課題がある

参考資料6 RFID 国際規格と各国の規定状況

860-930 MHz	パート 6 860-930 MHz	FHSS (注5) Passive/ Active (注4) Narrowband  862-928 MHz 915 MHz	869.4-869.65 MHz 500 mW e.r.p. (注6)  500 mW では電池レス タグでの 交信距離1m程度。 865-868 MHz・2W の提案が審 議中	FHSS方式 902-928 MHz 1 W + 利得6 dBi (FCC 15.247)  上記は 4 W e.r.p.に当たり、無 電池タグで交信距離 2 mが可 能  狭帯域方式 902-928 MHz 50 mV/m (距離 3m) (FCC 15.247)	微弱無線局 35 μV/m (距離3m)以下 携帯電話、航空機無線、航空MCA、防災無線で使用
2.45 GHz	パート 4	(注8)	狭帯域・FHSS 2446-2454 MHz 0.5 W e.i.r.p. (注6)  屋内かつ周期動作( ) の場合 4 W e.i.r.p. 周期動作 発信 30 ms 停止 170 ms	FHSS方式 2400-2483.5MHz 1W + 利得6dBi (FCC 15.247)  上記は4W e.i.r.p.に当たる。 900 MHz帯と同じ出力だが、周 波数が高い分、電波の減衰が 大きい。無電池タグでの交信 距離は1m以下  狭帯域方式 2400-2483.5 MHz (FCC 15.249)	(注7)
5.8 GHz	パート 5 CD投票結果で 規格化中止		パッシブ (ボックスキャッタ方式) 5725-5825 MHz 25 mW e.i.r.p.		アクティブ(トランシーバ方式) 基地局300 mW、移動局10 mW  トランシーバ方式は、RFIDでは使用できない

注1) ISO/IEC 18000 : "RFID for Item management" (物の管理用RFID)

ISO 18185 : "Freight Containers - Radio-frequency communication protocol for electronic seal" (海上コンテナのセキュリティ用電子シールの無線通信)

注2) ヨーロッパ ERC: European Radiocommunications Committee 欧州無線通信委員会

ERC Recommendation 70-03 E relating Short Range Devices, May 2003

参考資料6 RFID 国際規格と各国の規定状況

注3) アメリカ FCC: Federal Communications Commission 連邦通信委員会 Part 15

注4) Active 電池駆動タグ、Passive 無電池タグ(タグの電源を質問器から非接触供給)

注5) FHSS Frequency Hopping Spread Spectrum、周波数ホッピング スペクトラム拡散方式  
広い周波数帯域を使用して雑音や干渉の影響を少なくする通信方式

注6) ERP Equivalent Radiated Power、等価輻射電力(アンテナからの送信電力を理想アンテナに置き換えて表した電力)  
EIRP Equivalent Isotropic Radiation Power、等価等方輻射電力

注7)

	狭帯域	FHSS
構内無線局 (要免許)	最大300 mW + アンテナ利得 最大20 dBi (換算値 最大30 W e.r.i.p.)	最大300 mW + アンテナ利得 最大20 dBi (換算値 最大30 W e.r.i.p.)
特定小電力 (免許不要)	最大10 mW + アンテナ利得 最大20 dBi (換算値 最大1 W e.r.i.p.)	最大260 mW + アンテナ利得 最大6 dBi (換算値 最大1 W e.r.i.p.)

注8) 2001年に日本から2.45 GHzを提案したが否決された

# 電子タグと既存システムとの 共用可能性に関する検討

## 電子タグと既存システムとの共用可能性に関する検討

### 【検討結果概要】

( 1 ) 800/900MHz

#### 【電子タグが既存システムに与える干渉の計算】

携帯電話（PDC 方式、CDMA 方式）、MCA、パーソナル無線の各システムが電子タグから受ける影響を検討した。

計算の前提条件及び計算方法は、

- ・ 規格感度、所要信号対干渉電力比(C/I)、干渉対雑音電力比(I/N)等から、既存システムの許容干渉電力レベルを推定
- ・ 想定されるタグの出力やアンテナ利得等から、干渉を防ぐために必要な損失量を計算
- ・ 必要な損失量を満たすための所要離隔距離を算出
- ・ 伝搬損失の推定には、自由空間伝搬モデル（見通し）、2波モデルや奥村・秦モデル（見通し外）を使用

とした。

計算結果は以下の通りであり、共用が可能となるには非常に大きな離隔距離が必要になるため、遮蔽等の特別な措置を施さない限り、既存システムに影響が生じることと考察される。また、計算の過程において、隣接する周波数帯へも影響を及ぼすおそれがあることが判明したため、これについても詳細な検討/検証が必要である。

被干渉局	自由空間伝搬モデル	2波モデル等
PDC（基地局）	9130km	34km
CDMA（基地局）	100km 以上	0.4～13km
MCA（アナログ制御局）	33～814km	1.5～12km
パーソナル無線	436～1868km	0.5～1km

（注）システムによりモデルの詳細が異なるため、これに基づいて電子タグの導入の容易さを比較することはできない。

#### 【既存システムが電子タグに与える干渉の計算】

携帯電話（PDC 方式、CDMA 方式）、MCA の各システムから電子タグが受ける影響を検討した。

計算の前提条件及び計算方法は、

- ・ 電子タグリーダーの許容干渉電力レベルを-70dBm と推定

参考資料7 電子タグと既存システムとの共用可能性に関する検討

- ・ 既存システム端末の出力やアンテナ利得等から、干渉を防ぐために必要な損失量を計算
  - ・ 必要な損失量を満たすための所要離隔距離を算出
  - ・ 伝搬損失の推定には、自由空間伝搬モデル（見通し）、2波モデル（見通し外）を使用
- とした。

計算結果は以下の通りであり、共用が可能となるには非常に大きな離隔距離が必要になるため、タグの運用に支障が生じることと考察される。即ち、干渉を防ぐためには遮蔽等の特別な措置が必要と考えられ、ユビキタス的な利用が困難であると考察される。

被干渉局	自由空間伝搬モデル	2波モデル等
既存システム（端末）	2000～7600m	140～280m

(2) 433MHz

計算の前提条件及び計算方法は、

- ・ 受信感度、所要信号対干渉電力比(C/I)等から、アマチュア無線の許容干渉電力レベルを推定
- ・ 電子タグの許容干渉レベルは、電子タグの通信距離を300mとした場合の回線設計から算出
- ・ 想定されるタグの出力やアンテナ利得等から、干渉を防ぐために必要な損失量を計算
- ・ 必要な損失量を満たすための所要離隔距離を算出
- ・ 伝搬損失の推定には、自由空間伝搬モデル（見通し）、自由空間モデルに20dBの損失を加えたものを使用

とした。

計算結果は以下の通りであり、共用が可能となるには非常に大きな離隔距離が必要になるため、以下の影響が生じると考察される。

- ・ 遮蔽等の特別な措置を施さない限り、アマチュア無線に影響が生じる
- ・ アマチュア無線からの影響により、タグの運用に支障が生じる（遮蔽等の特別な措置が必要と考えられ、ユビキタス的な利用は困難）

被干渉局	自由空間伝搬モデル	自由空間 + 20dB 損失
アマチュア無線への干渉	1000～5000km 以上	-
電子タグへの干渉	851～2万1千 km	13～100km 以上

(注)モデルの詳細が異なるため、これに基づいて干渉の程度を比較することはできない。

## 【RFID システムから携帯電話システムへの干渉検討結果①】

携帯電話システムの被干渉許容レベルを満足するための RFID システムと携帯電話システム（基地局及び移動局）の所要離隔距離を算出したので報告する。

所要離隔距離の算出には、「自由空間伝搬損失算出式」と「2 波モデルによる伝搬損失算出式」の 2 式の計算式を用いて行い、

-スプリアス干渉については、所要離隔距離を自由空間伝搬損失に基づき算出し【計算式1】、

-同一周波数干渉については、ビル等による見通し外伝搬路を考慮し、市街地から郊外の建物状況に対応できる陸上移動伝搬路における平面大地伝搬(2波モデル)を基準にした伝搬損失推定法に基づいて算出した【計算式2】。

### 【計算式1】自由空間伝搬損失算出式

$$L = 20 \log(4 \pi d / \lambda)$$

L : 伝搬損失(dB)  
d : 伝搬距離(m)  
 $\lambda$  : 波長(m)

### 【計算式2】2波モデルによる伝搬損失算出式

$$L = 20 \log(d^2 / h_1 h_2) + \beta$$

L : 伝搬損失(dB)  
h1、h2: 送受信アンテナ高(m)  
d : 伝搬距離(m)  
 $\beta$  : 市街地状況による補正係数

被干渉許容レベルを満足する伝搬損失最小値(L)は、次式より算出した。

$$L = (\text{タグリーダ送信機出力} + \text{タグリーダ送信アンテナ利得} - \text{タグリーダ給電線損失}) + \\ (\text{基地局(又は移動局)受信アンテナ利得} - \text{基地局(又は移動局)給電線損失}) - \\ \text{基地局(又は移動局)被干渉許容レベル}$$

算出した被干渉許容レベルを満足する伝搬損失最小値(L)を【計算式1】、【計算式2】に代入し、所要離隔距離を求めた。

なお、市街地状況による補正係数 $\beta$ は、ビル街45.1dB、市街地27dB、住宅地21.7dB及び郊外地18.3dBであるが、ここではビル街を想定し、 $\beta = 45.1$ dBとして伝搬距離を評価した。

1 スプリアス干渉

1.1 RFIDシステムの第二高調波による干渉

図1は、RFIDの第二高調波が移動局の受信周波数と同一になり、移動局に干渉の影響を及ぼす可能性があることを図示したものである。

RFIDシステムの送信周波数に割当て可能な周波数の1つである、433.92MHzを使用した場合、第二高調波は 867.84MHz となり、移動局受信周波数と同一になり、移動局に干渉の影響を及ぼす可能性があることから干渉評価を行った。

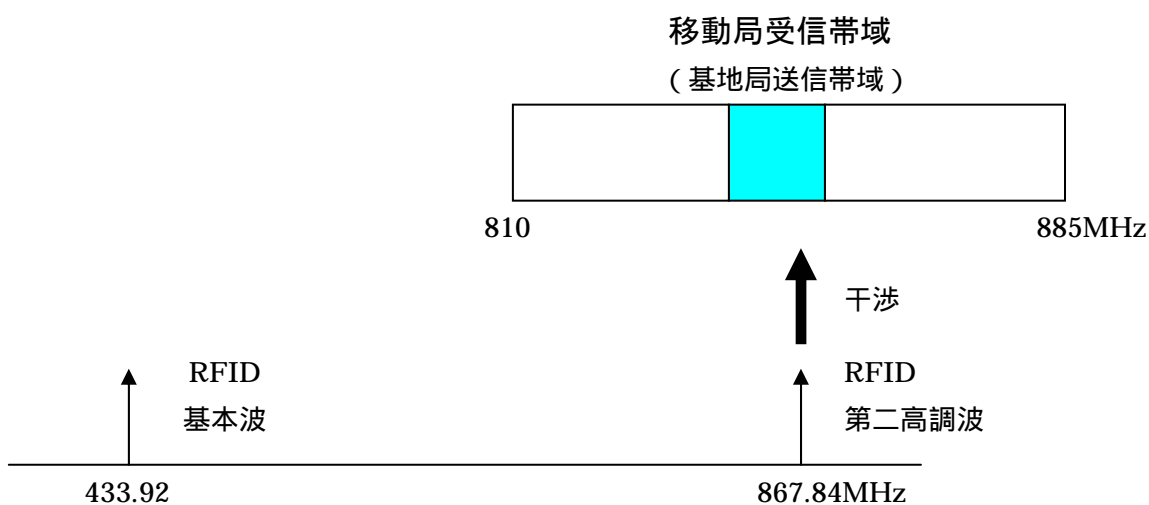


図 1

表1は評価結果を示したものであり、移動局の被干渉許容レベルを満足させるためには、移動局と RFID システムの離隔距離を、十数 m～百数十mにすることが必要という結果となった。

表1 移動局と RFID システムの所要離隔距離(第二高調波による干渉)

RFID システム	凸版印刷 Type B	NEC	大日本印刷 D 社	日本郵政公社
被干渉側	移動局	移動局	移動局	移動局
離隔距離 (m)	119	15	119	12

(離隔距離は自由空間損失にて算出)

1.2 RFIDシステムのスプリアスによる干渉

図2は、RFIDの送信スプリアスが基地局及び移動局に干渉の影響を及ぼす可能性があること



を図示したものである。

携帯電話システムが RFID システムからの送信スプリアスにより干渉の影響を受ける可能性があることから干渉評価を行った。

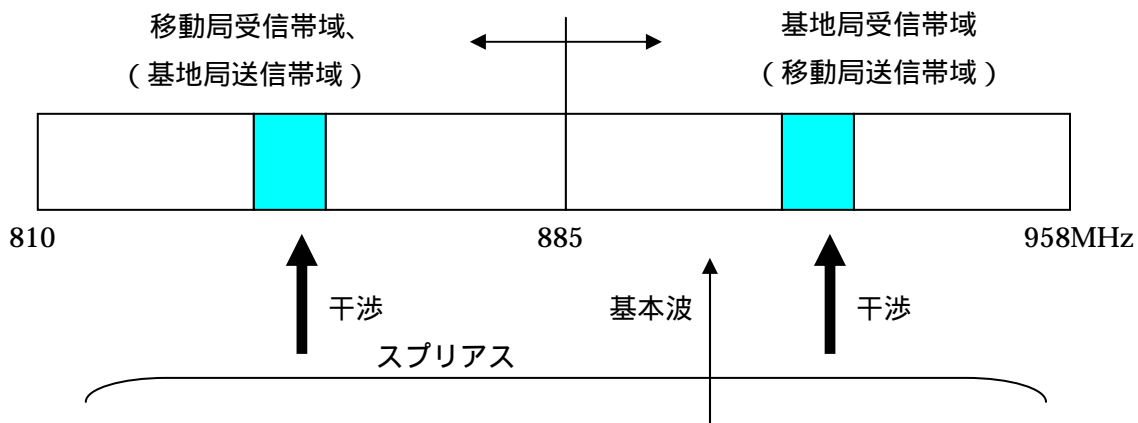


図 2

表 2-1 及び表 2-2 は評価結果を示したものであり、基地局の被干渉許容レベルを満足させるためには基地局と RFID システムの離隔距離を数十 m～数百mにすることが必要という結果となり、移動局については十数 m～千数百 m にすることが必要という結果となった。

表 2-1 基地局と RFID システムの所要離隔距離(スプリアスによる干渉)

RFID システム	凸版印刷		大日本印刷		日本フィリップス		
	Type A	試作品	A 社	B 社	欧州(現在)	欧州(検討中)	米国
被干渉側	基地局	基地局	基地局	基地局	基地局	基地局	基地局
離隔距離 (m)	70	509	106	56	428	428	281

(離隔距離は2波モデルにて算出)

表 2-2 移動局と RFID システムの所要離隔距離(スプリアスによる干渉)

RFID システム	凸版印刷		大日本印刷		日本フィリップス		
	Type A	試作品	A 社	B 社	欧州(現在)	欧州(検討中)	米国
被干渉側	移動局	移動局	移動局	移動局	移動局	移動局	移動局
離隔距離 (m)	21	1120	48	14	793	793	338

(離隔距離は自由空間損失にて算出)

1. 3 RFID システムと携帯電話システムの周波数帯域が隣接する場合の干渉

図 3 は、RFID システムを 900MHz 帯域に導入した場合、携帯電話システムの周波数帯域と隣接し、携帯電話システムに干渉の影響を及ぼす可能性があることを図示したものである。

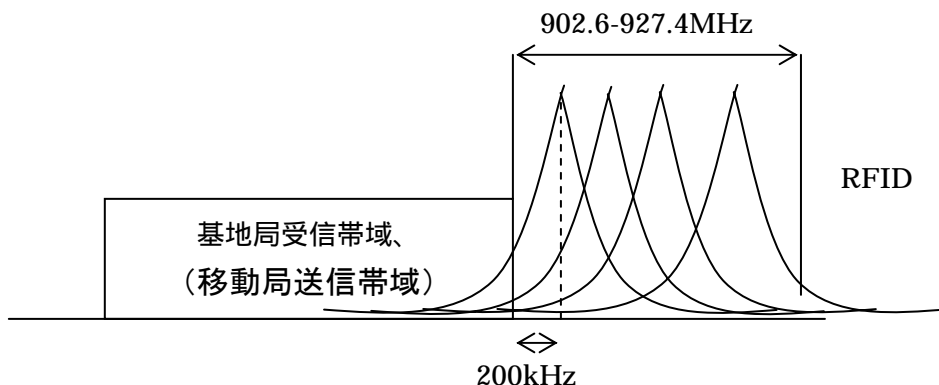


図 3

RFID システム使用周波数帯域が携帯電話システム使用周波数帯域に隣接する場合について、大日本印刷様よりご提供いただいたB社の技術パラメータの出カスペクトル(別表1参照)をもとに干渉評価を行った。RFID システムのチャネル帯域幅が 400kHz であるので、周波数差として 200kHz 以上の場合について評価した結果、表 3 に示すように2波モデルのビル街を想定した場合においても 200kHz 離れた場合の離隔距離として約 4km、10MHz 離れても離隔距離として 600m 必要な結果となった。2波モデル郊外の場合は、200kHz 離れた場合の離隔距離として約 18km、10MHz 離れても離隔距離として 2.6km 必要な結果となった。比較として、自由空間の場合でみると、200kHz 離れた場合の離隔距離として約 1126km、10MHz 離れても離隔距離として 25km 以上必要な結果となった。なお、参考として奥村モデルで検討した場合、200kHz 離れた場合の離隔距離として約 6.4km、10MHz 離れても離隔距離として約 0.7km 必要な結果となった。

表 3 基地局と RFID システムの所要離隔距離(システム隣接による干渉)

基地局周波数帯域と RFID キャリア周波数差 (kHz)	200	500	3000	10000
スプリアス特性 (dBc)	-20	-33	-43	-53
所要改善量 (dB)	152.6	139.6	129.6	119.6
離隔距離				
2波モデル(ビル街)(km)	3.8	1.8	1.0	0.6
2波モデル(郊外)(km)	17.6	8.3	4.7	2.6
奥村モデル(km)	6.4	2.7	1.4	0.7

自由空間 (km)	1126.4	252.2	79.4	25.2
-----------	--------	-------	------	------

2. 同一周波数干渉

図 4 は、RFID システムを 800/900MHz 帯に導入した場合に、RFID システムの送信周波数が、携帯電話システムの受信周波数と同一になり、干渉を及ぼす可能性があることを図示したものである。

800/900MHz 帯に RFID システムを導入した場合、RFID システムの送信周波数が、携帯電話システムの受信周波数と同一になり、携帯電話システムに干渉の影響を及ぼす可能性があることから干渉評価を行った。

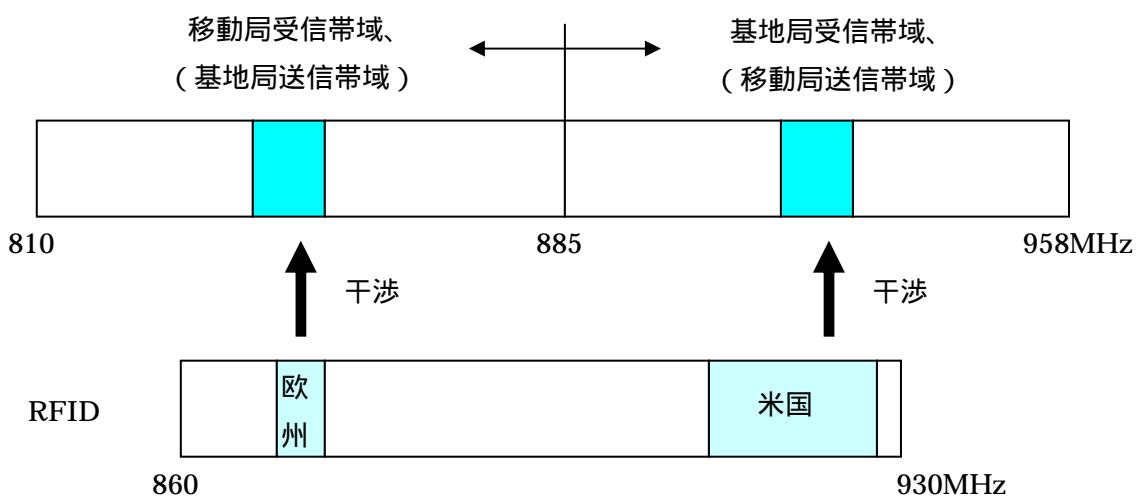


図 4

表 4 は評価結果を示したものであり、基地局の被干渉許容レベルを満足させるためには、基地局と RFID システムの離隔距離を数 km~十数 km にする必要があるという結果となった。

一般的な都市部における基地局配置の間隔は1km 以下であることから、ほとんどの基地局で干渉許容値以上の干渉を受けることが想定される。

また、移動局においては数百mの離隔距離であっても干渉の影響を受けることが想定されることから、携帯電話システムは全サービス地域で被干渉許容値をみたさない干渉を受けることが想定され、共用は不可と考えられる。

表 4 携帯電話システムと RFID システムの所要離隔距離(同一周波数干渉)

RFID システム	凸版印刷		大日本印刷		日本フィリップス			日本 TI
	Type A	試作品	A 社	B 社	欧州 (現在)	欧州(検討中)	米国	
被干渉側	基地局	基地局	基地局	基地局	移動局	移動局	基地局	基地局
離隔距離 (km)	6.333	2.408	11.457	11.928	0.390	0.464	12.855	12.855

(離隔距離は2波モデルにて算出)

### 3. サービス範囲への影響

RFIDシステムと携帯電話基地局間の距離を100m、500mとした場合の携帯電話サービス範囲への影響について評価を行った。この結果、別表2-1及び2-2に示すように、基地局のサービス範囲は100mの場合は96~99.8%以上、500mの場合は20mW出力RFIDシステムを除き84~93%以上縮小する結果となり、携帯電話サービスは大きな影響を受けるものと推測される。また、携帯電話の受信感度劣化についても評価したところ、20m離れた地点でも数十dB以上の減衰が見られ、端末側への影響も大きいことが推測される。

### 4. RFIDシステムを950MHzに配置した時の携帯電話システムへの干渉

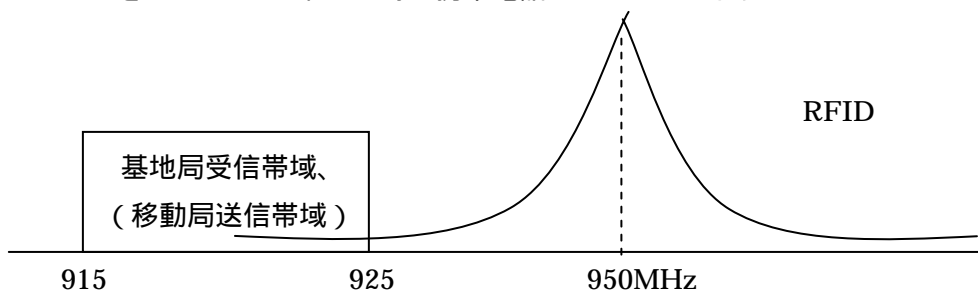


図 5

図5は、RFIDシステムを950MHzに配置した時の状態を表したものである。大日本印刷様よりご提供いただいたB社の技術パラメータの出カスペクトル(別表1参照)をもとに評価を行った。基地局の受信周波数帯域は915MHzから925MHzであるので、周波数差25MHz及び35MHzの場合について検討を行った。

表4は評価結果を示したものであり、2波モデルのビル街を想定した場合の離隔距離として約300m必要な結果となった。2波モデルの郊外を想定した場合は、離隔距離として約1.3km必要な結果となった。比較として、自由空間の場合でみると、離隔距離として約6km必要な結果となった。なお、参考として奥村モデルで検討した場合、離隔距離として約300m必要な結果となった。

表4 基地局とRFIDシステムの所要離隔距離

基地局周波数帯域とRFID キャリア周波数差(MHz)	25	35
スプリアス特性(dBc)	-65	-69
所要改善量(dB)	107.6	103.6
離隔距離		
2波モデル(ビル街)(m)	283	224
2波モデル(郊外)(m)	1322	1050
奥村モデル(m)	315	241

参考資料7 電子タグと既存システムとの共用可能性に関する検討

自由空間 (m)	6334	3997
----------	------	------

(参考)

市街地状況による補正係数の所要離隔距離への影響

大日本印刷(B 社)について、2波モデルで市街地状況による補正係数を変化させた場合の所要離隔距離への影響を表5に示す。一般的な都市部における基地局配置の間隔は1km 以下となることもあること、また、その他の地域でも数 km であることから、携帯電話システムはRFID システムから大きな干渉を受けると考えられる。

表 5 市街地状況による補正係数と所要離隔距離の関係

補正係数 $\beta$ (dB)	ビル街 45.1	市街地 27.0	住宅地 21.7	郊外地 18.3
離隔距離(km)	11.900	33.733	45.768	55.662

以上

参考資料7 電子タグと既存システムとの共用可能性に関する検討

別表1

RFID システム	凸版印刷			NEC	大日本印刷			日本郵政公 社	日本フィリップス			日本TI	
	Type A	試作品	Type B		A社	B社	D社		欧州 (現在)	欧州 (検討中)	米国		
周波数(MHz)	904	915	433.92	433.92	906 1MHz*8	915 400kHz*63	433.92	433.92	868.525	866.55	915	900	
帯域幅(MHz)	2	0.8	4	4	8	24.8	4	50	0.25	2.1	26	10	
送信出力(mW)	300	20	50	50	1000	1000	50	0.001(ERP)	500(ERP)	2000(ERP)	4000(EIPP)	4000(EIRP) 2000(ERP)	
アンテナ利得(dBi)	10	-3	20	2	6~9	5.73	20		6	6	6		
アンテナ高(m)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	
給電線損失(dB)	5		アンテナ利得 1に含む	アンテナ利得 に含む	2		アンテナ利得 2に含む						
スプリアス特性													
電界強度( $\mu$ V/m)	35		35(第2、第 3高調波)	35(第2、第 3高調波)	200 以内	200 以内	35(第2、第 3高調波)	112(867.8M Hz)			500		
測定地点(m)	3		3	3	3	3	3	3			3		
スプリアス電力( $\mu$ W)		5							0.25	0.25			
変調方式					FHSS	FHSS						AM	
通信方式													
その他			ISO18000-7	ISO18000-7								ISO18000-7	
CDMAシステム													
基地局													
周波数(MHz)	887-889 898-900 915-925	887-889 898-900 915-925	887-889 898-900 915-925	887-889 898-900 915-925	887-889 898-900 915-925	887-889 898-900 915-925	887-889 898-900 915-925	887-889 898-900 915-925	887-889 898-900 915-925	887-889 898-900 915-925	887-889 898-900 915-925	887-889 898-900 915-925	887-889 898-900 915-925
帯域幅(MHz)	2, 2, 10	2, 2, 10	2, 2, 10	2, 2, 10	2, 2, 10	2, 2, 10	2, 2, 10	2, 2, 10	2, 2, 10	2, 2, 10	2, 2, 10	2, 2, 10	
アンテナ利得(dBi)	18.15	18.15			18.15	18.15					18.15	18.15	
給電線損失(dB)	3	3			3	3					3	3	
アンテナ高(m)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	

参考資料7 電子タグと既存システムとの共用可能性に関する検討

移動局												
	832-834	832-834	832-834	832-834	832-834	832-834	832-834	832-834	832-834	832-834	832-834	832-834
	843-846	843-846	843-846	843-846	843-846	843-846	843-846	843-846	843-846	843-846	843-846	843-846
周波数(MHz)	860-870	860-870	860-870	860-870	860-870	860-870	860-870	860-870	860-870	860-870	860-870	860-870
帯域幅(MHz)	2, 2, 10	2, 2, 10	2, 2, 10	2, 2, 10	2, 2, 10	2, 2, 10	2, 2, 10	2, 2, 10	2, 2, 10	2, 2, 10	2, 2, 10	2, 2, 10
アンテナ利得(dBi)			2	2			2	2	2	2		
給電線損失(dB)			0	0			0	0	0	0		
アンテナ高(m)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
平面大地伝搬損(2波モデル)												
被干渉許容レベル(dBm/MHz)	-124	-124	-111	-111	-124	-124	-111	-111	-111	-111	-124	-124
所要改善量(dB)	161.6	144.8	72.2	54.2	171.9	172.6	72.2	52.3	141.7	144.7	173.9	173.9
所要離隔距離(km)	6.333	2.408	0.119	0.015	11.457	11.928	0.119	0.012	0.390	0.464	12.855	12.855
スプリアス(基地局)												
被干渉許容レベル(dBm/MHz)	-124	-124	-124	-124	-124	-124	-124	-124	-124	-124	-124	-124
所要改善量(dB)	83.4	117.8			90.5	79.5			114.8	114.8	107.5	
所要離隔距離(km)	0.070	0.509			0.106	0.056			0.428	0.428	0.281	
スプリアス(移動局)												
被干渉許容レベル(dBm/MHz)	-111	-111	-111	-111	-111	-111	-111	-111	-111	-111	-111	-111
所要改善量(dB)	57.2	91.7			64.4	53.4			88.7	88.7	81.3	
所要離隔距離(km)	0.021	1.120			0.048	0.014			0.793	0.793	0.338	

## 【RFID システムから携帯電話システムへの干渉検討結果②】

### (1)同一周波数帯における干渉

携帯電話が送信している周波数と同一の周波数の電波が、タグリーダからも送信されます(周波数:925MHz~927.4MHz)。この同一の周波数帯において、タグリーダが、携帯電話基地局に与える干渉について評価いたしました。

タグリーダは、周波数ホッピング(FH)を適用(資料-無-4-1)しております。しかし、別紙の図 3-1 に示しましたように、タグリーダ帯域内では、定常的に、タグリーダの変調により生じる不要波が発生することが予想されます。そして、この干渉は、タグリーダ送信波の時間平均値(15.9mW=1W÷63ch)よりも大きくなります。そこで、タグリーダと同一の周波数帯となるドコモ帯域内において、タグリーダからの送信波が存在する場合と、送信波は存在しないが変調により生じる不要波が存在する場合に分けてそれぞれ評価しました。

表 1 に、「基地局」と「タグリーダ」間の最小離隔距離を示します(詳細は別紙参照)。基地局に対する干渉を回避するためには、最低でも 13km は隔てる必要があることが分かります。

表 1. 「基地局」-「タグリーダ」間の最小離隔距離 [km]

		送信波による影響	不要波による影響
伝搬モデル	見通し(自由空間損失)	9130	1820
	見通し外(奥村・秦式)	33.7	13.0

### (2)隣接周波数帯における干渉

携帯電話基地局が、タグリーダからの送信スプリアスにより受ける干渉の影響について評価いたしました。

表 2 に、「基地局」と「タグリーダ」間の最小離隔距離を示します(詳細は別紙参照)。この結果から、基地局に対する干渉を回避するためには、お互いの距離を数百 m 以上、基地局が見通しとなる場合では 4km 以上隔てる必要があることが分かります。

表 2. 「基地局」-「タグリーダ」間の最小離隔距離 [km]

ドコモ帯域内の周波数 [MHz]		930	940	948
伝搬モデル	見通し(自由空間損失)	127	10.0	3.9
	見通し外(奥村・秦式)	2.7	0.59	0.34

### (3)その他

今回の検討は、タグリーダが一台の場合の評価結果です。別紙の図 3-2 に示しましたように、タグリーダがユビキタ的に利用され、複数のタグリーダが同時に送信した場合の離隔距離は、今回の検討結果よりもさらに大きくなりことが予想されます。

今後、タグリーダの運用モデルを明確にした上で、モデルに沿った干渉検討を行う必要があると考えられます。



【別紙】

1. 同一周波数帯(925~927.4MHz)における干渉計算

表 1-1. 干渉計算の諸元

項目			値	
基地局	① 規格感度	dBm	-109	
	② 所要 CIR	dB	13	
	③ I/N	dB	-10	
	④ アンテナ利得	dBi	21	
	⑤ 給電線損失	dB	3	
	⑥ 許容干渉電力	dBm	-132	
タグリーダ	⑦ 送信電力密度	dBm/Hz	-26.0 (⑦-1)	-40.0 (⑦-2)
	⑧ アンテナ利得	dBi	5.73	
	⑨ 給電線損失	dB	2	
許容干渉電力を満足する伝搬損失		dB	171.0	157.0

表 1-2. 「基地局」-「タグリーダ」間の最小離隔距離 [km]

タグリーダの送信電力密度		dBm/Hz	-26.0 (⑦-1)		-40.0 (⑦-2)	
周波数		MHz	925	927.4	925	927.4
伝搬損失		dB	171.0		157.0	
伝搬モデル	見通し(自由空間損失)	km	9160	9130	1830	1820
	見通し外(奥村・秦式)※1		33.8	33.7	13.0	13.0

※1: 奥村, 進士 監修, “移動通信の基礎”, 2章(移動通信の電波伝搬), 電子情報通信学会, 1988.  
(大都市を想定. 基地局 ANT 高=50m, タグリーダ ANT 高=1.5m)

2. 927.4~948MHz におけるタグリーダ帯域外干渉計算

表 2-1. 干渉計算の諸元

項目		値			
周波数	MHz	930	940	948	
基地局	① 規格感度	dBm			
	② 所要 CIR	dB			
	③ I/N	dB			
	④ アンテナ利得	dBi			
	⑤ 給電線損失	dB			
	⑥ 許容干渉電力	dBm			
タグリーダ	⑦ 送信電力密度	dBm/Hz	-63.0 (⑦-3)	-85.0 (⑦-4)	-93.0 (⑦-5)
	⑧ アンテナ利得	dBi	5.73		
	⑨ 給電線損失	dB	2		
許容干渉電力を満足する伝搬損失		dB	133.9	111.9	103.9

表 2-2. 「基地局」-「タグリーダ」間の最小離隔距離 [km]

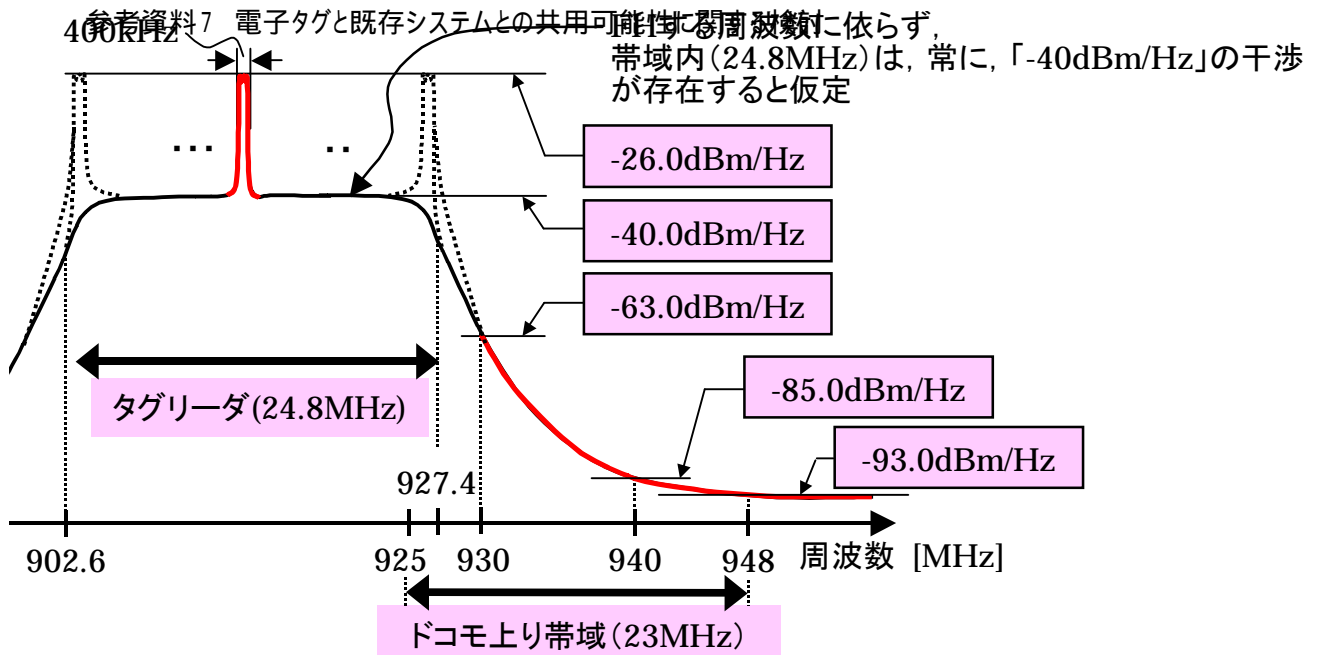
周波数		MHz	930	940	948
伝搬損失		dB	133.9	111.9	103.9
伝搬モデル	見通し(自由空間損失)	km	127	10.0	3.9
	見通し外(奥村・秦式)※1		2.7	0.59	0.34

※1: 奥村, 進士 監修, “移動通信の基礎”, 2章(移動通信の電波伝搬), 電子情報通信学会, 1988.  
(大都市を想定. 基地局 ANT 高=50m, タグリーダ ANT 高=1.5m)

3. その他

表 3-1. 干渉計算の諸元(表 1-1, 1-3)における各項目の説明

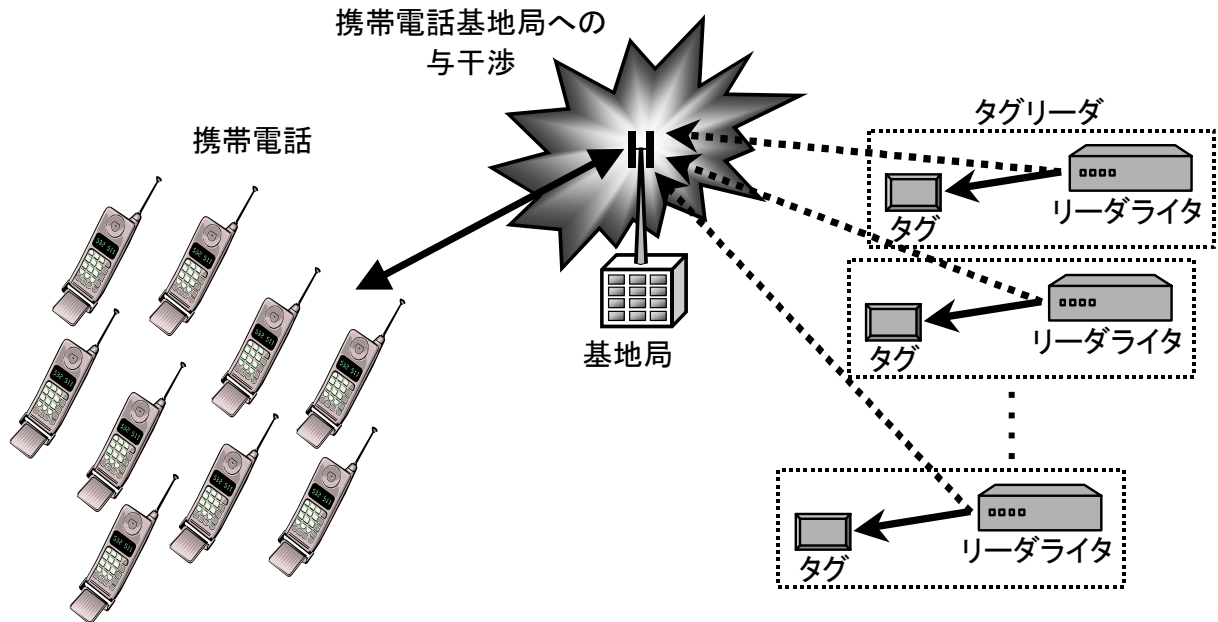
項目	説明
① 規格感度	ARIB STD-27 記載値(4dB $\mu$ V, Static). -109dBm = 4dB $\mu$ V - 113dB
② 所要 CIR	ARIB STD-27 記載値
③ I/N	<p>タグリーダが、ユビキタ的に利用される場合、PDC システムは、恒常的に、タグリーダから干渉を受けることが想定される。したがって、Recommendation ITU-R M.1388 に基づき、BSS(s)との共用基準である I/N=-10dB を適用した。</p> <p>ただし、装置感度値の実測値は、規格感度値よりも低いため、状況により見直す必要はある。</p>
④ アンテナ利得	資料-無-3-2 別紙(NTT ドコモ提出諸元)記載値
⑤ 給電線損失	資料-無-3-2 別紙(NTT ドコモ提出諸元)記載値
⑥ 許容干渉電力	①-②+③
⑦ 送信電力密度	<p>各周波数における、タグリーダの送信電力密度について説明する。また、図 1 に、干渉計算に用いたタグリーダの送信スペクトルの概略を示す。</p> <p>⑦-1 は、周波数ホッピングしたタグリーダの送信周波数が、PDC と同一となる場合の評価である。資料-無-4-2 別紙(大日本印刷(株)様御提出資料)記載値を参照した。</p> <p>⑦-2 は、周波数ホッピングしたタグリーダの送信周波数は異なるが、変調により生じる不要波による干渉の評価である。EMC Test Data(0dBm@RBW=10kHz)を参照した。周波数ホッピングの適用により、タグリーダの送信電力密度の時間平均値は、-44dBm/Hz(=1W÷63)となる。これは、EMC Test Data から読取った変調による不要波の -40dBm/Hz よりも大きいため、この値にて評価した。</p> <p>⑦-3 から⑦-5 は、タグリーダ帯域外漏洩電力による干渉の評価である。これら値は、EMC Test Data からの読取り値を送信電力密度に換算した値である。</p>
⑧ アンテナ利得	資料-無-4-2 別紙(大日本印刷(株)様御提出諸元 B 社)記載値を参照した。
⑨ 給電線損失	資料-無-4-2 別紙(大日本印刷(株)様御提出諸元 B 社)記載値を参照した。
⑩ 許容干渉電力を満足する伝搬損失	<p>⑦ + ⑧ - ⑨ + ④ - ⑤ + “雑音帯域幅(21kHz)” - ⑥</p> <p>雑音帯域幅は、BTs=1 を想定(B:雑音帯域幅, Ts:PDC のシンボルレート,21kHz)</p>



スペクトルの値 (EMC Test Data)		送信電力密度
925~927.4MHz (送信波):	30dBm/400kHz	⇒ -26.0dBm/Hz
925~927.4MHz :	0dBm/10kHz(=RBW)	⇒ -40.0dBm/Hz
930MHz:	-13dBm/100kHz(=RBW)	⇒ -63.0dBm/Hz
940MHz:	-35dBm/100kHz(=RBW)	⇒ -85.0dBm/Hz
948MHz:	-43dBm/100kHz(=RBW)	⇒ -93.0dBm/Hz

EMC Test Data (pp13-20) 参照

図 3-1. タグリーダの送信スペクトル(概略)



一つの基地局が干渉を受けると、  
複数のユーザの通信に影響がある。

複数のタグリーダが存在すると、  
干渉は一層厳しくなる

図 3-2. タグリーダの干渉による携帯電話システムのダメージ図

参考資料7 電子タグと既存システムとの共用可能性に関する検討

干渉計算シート【アナログ MCA 制御局被干渉・与干渉側屋外使用時】

【与干渉(電子タグ)側】				
システムタイプ	A-1(量産製品想定)	A-2(現在の試作品)	A社(パッシブ)	B社(パッシブ)
送信周波数 [MHz]	905~907(*5)	915	902-910	902.6-927.4
占有周波数帯幅 [kHz]	2,000	800	8,000	24,800(400kHz × 63ch)
送信出力 [mW]	300	20	1,000	1,000
送信出力 [dBm]	24.77	13.01	30.00	30.00
送信アンテナ利得 [dBi]	10.00	-3.00	9.00	5.73
給電線損失 [dB]	5.00	1.00	2.00	2.00
EIRP [dBm]	29.77	9.01	37.00	33.73
【被干渉(アナログ MCA 制御局)側】				
受信周波数 [MHz]	905~915 のうちの 1 チャンネル			
チャンネル当たり受信通過帯域幅 [kHz]	8			
受信アンテナ利得(最大指向方向) [dBi]	10.50			
受信給電線損失 [dB]	0.50			
【共用条件(アナログ MCA 制御局)】 (チャンネル帯域内)				
受信干渉波電力の許容値 [dBm]	-123.00			
チャンネル帯域幅換算による補正(*1) [dB]	-23.98	-20.00	-30.00	-16.99
使用条件による EIRP 低下量 [dB]	0.00	0.00	0.00	0.00
俯角による受信アンテナ利得低下量 [dB]	0.00	0.00	0.00	0.00
許容伝搬損失(*2) [dB]	138.79	122.01	140.00	149.74
離隔距離(自由空間) (*3) [km]	230.81	33.43	265.26	814.11
離隔距離(秦式) (*4) [km]	5.23	1.48	5.73	11.92

(\*1) 被干渉側チャンネル当たり受信通過帯域幅／与干渉側占有周波数帯幅

なお、B社(パッシブ)の電子タグについては、一のホッピング周波数帯幅(400kHz)における平均電力値を用いている。

(\*2) 許容伝搬損失 = EIRP + チャンネル帯域幅換算による補正 + 受信アンテナ利得(最大指向方向) - 受信給電線損失 - 俯角による受信アンテナ利得低下量 - 受信干渉波電力の許容値

(\*3) 離隔距離(自由空間) =  $(10^{(許容伝搬損失/20)}) \times \lambda / 4 / \pi$  ここに  $\lambda = 300 / 900$

(\*4) 条件: 大都市, 送信アンテナ高 1.5m, 受信アンテナ高 150m

(\*5) 仮にこの帯域とする

参考資料7 電子タグと既存システムとの共用可能性に関する検討

干渉計算シート【アナログ MCA 制御局被干渉・与干渉側屋内使用時】

【与干渉(電子タグ)側】				
システムタイプ	A-1(量産製品想定)	A-2(現在の試作品)	A社(パッシブ)	B社(パッシブ)
送信周波数 [MHz]	905~907(*6)	915	902-910	902.6-927.4
占有周波数帯幅 [kHz]	2,000	800	8,000	24,800(400kHz×63ch)
送信出力 [mW]	300	20	1,000	1,000
送信出力 [dBm]	24.77	13.01	30.00	30.00
送信アンテナ利得 [dBi]	10.00	-3.00	9.00	5.73
給電線損失 [dB]	5.00	1.00	2.00	2.00
EIRP [dBm]	29.77	9.01	37.00	33.73
【被干渉(アナログ MCA 制御局)側】				
受信周波数 [MHz]	905~915 のうちの 1 チャンネル			
チャンネル当たり受信通過帯域幅 [kHz]	8			
受信アンテナ利得(最大指向方向) [dBi]	10.50			
受信給電線損失 [dB]	0.50			
【共用条件(アナログ MCA 制御局)】 (チャンネル帯域内)				
受信干渉波電力の許容値 [dBm]	-123.00			
チャンネル帯域幅換算による補正(*1) [dB]	-23.98	-20.00	-30.00	-16.99
使用条件による EIRP 低下量(*2) [dB]	18.00	18.00	18.00	18.00
俯角による受信アンテナ利得低下量 [dB]	0.00	0.00	0.00	0.00
許容伝搬損失(*3) [dB]	120.79	104.01	122.00	131.74
離隔距離(自由空間) (*4) [km]	29.06	4.21	33.39	102.49
離隔距離(秦式) (*5) [km]	1.35	0.38	1.48	3.08

(\*1) 被干渉側チャンネル当たり受信通過帯域幅/与干渉側占有周波数帯幅

なお、B社(パッシブ)の電子タグについては、一のホッピング周波数帯幅(400kHz)における平均電力値を用いている。

(\*2) 与干渉側の使用条件: In-Building, Large(downtown and commercial building)

(\*3) 許容伝搬損失 = EIRP + チャンネル帯域幅換算による補正 + 受信アンテナ利得(最大指向方向) - 受信給電線損失 - 俯角による受信アンテナ利得低下量 - 受信干渉波電力の許容値

(\*4) 離隔距離(自由空間) =  $(10^{(許容伝搬損失/20)}) \times \lambda / 4 / \pi$  ここに  $\lambda = 300 / 900$

(\*5) 条件: 大都市, 送信アンテナ高 1.5m, 受信アンテナ高 150m

(\*6) 仮にこの帯域とする

参考資料7 電子タグと既存システムとの共用可能性に関する検討

干渉計算シート【デジタル MCA 制御局被干渉・与干渉側屋外使用時】

【与干渉(電子タグ)側】				
システムタイプ	A-1(量産製品想定)	A-2(現在の試作品)	A社(パッシブ)	B社(パッシブ)
送信周波数 [MHz]	905~907(*5)	915	902-910	902.6-927.4
占有周波数帯幅 [kHz]	2,000	800	8,000	24,800(400kHz×63ch)
送信出力 [mW]	300	20	1,000	1,000
送信出力 [dBm]	24.77	13.01	30.00	30.00
送信アンテナ利得 [dBi]	10.00	-3.00	9.00	5.73
給電線損失 [dB]	5.00	1.00	2.00	2.00
EIRP [dBm]	29.77	9.01	37.00	33.73
【被干渉(デジタル MCA 制御局)側】				
受信周波数 [MHz]	905~915 のうちの 1 チャンネル			
チャンネル当たり受信通過帯域幅 [kHz]	16			
受信アンテナ利得(最大指向方向) [dBi]	10.50			
受信給電線損失 [dB]	0.50			
【共用条件(デジタル MCA 制御局)】 (チャンネル帯域内)				
受信干渉波電力の許容値 [dBm]	-126.00			
チャンネル帯域幅換算による補正(*1) [dB]	-20.97	-16.99	-26.99	-13.98
使用条件による EIRP 低下量 [dB]	0.00	0.00	0.00	0.00
俯角による受信アンテナ利得低下量 [dB]	0.00	0.00	0.00	0.00
許容伝搬損失(*2) [dB]	144.80	128.02	146.01	155.75
離隔距離(自由空間) (*3) [km]	461.08	66.79	529.89	1,626.29
離隔距離(秦式) (*4) [km]	8.22	2.33	9.00	18.72

(\*1) 被干渉側チャンネル当たり受信通過帯域幅／与干渉側占有周波数帯幅

なお、B社(パッシブ)の電子タグについては、一のホッピング周波数帯幅(400kHz)における平均電力値を用いている。

(\*2) 許容伝搬損失 = EIRP + チャンネル帯域幅換算による補正 + 受信アンテナ利得(最大指向方向) - 受信給電線損失 - 俯角による受信アンテナ利得低下量 - 受信干渉波電力の許容値

(\*3) 離隔距離(自由空間) =  $(10^{(許容伝搬損失/20)}) \times \lambda / 4 / \pi$  ここに  $\lambda = 300 / 900$

(\*4) 条件: 大都市, 送信アンテナ高 1.5m, 受信アンテナ高 150m

(\*5) 仮にこの帯域とする

参考資料7 電子タグと既存システムとの共用可能性に関する検討

干渉計算シート【デジタル MCA 制御局被干渉・与干渉側屋内使用時】

【与干渉(電子タグ)側】				
システムタイプ	A-1(量産製品想定)	A-2(現在の試作品)	A社(パッシブ)	B社(パッシブ)
送信周波数 [MHz]	905~907(*6)	915	902-910	902.6-927.4
占有周波数帯幅 [kHz]	2,000	800	8,000	24,800(400kHz×63ch)
送信出力 [mW]	300	20	1,000	1,000
送信出力 [dBm]	24.77	13.01	30.00	30.00
送信アンテナ利得 [dBi]	10.00	-3.00	9.00	5.73
給電線損失 [dB]	5.00	1.00	2.00	2.00
EIRP [dBm]	29.77	9.01	37.00	33.73
【被干渉(デジタル MCA 制御局)側】				
受信周波数 [MHz]	905~915 のうちの 1 チャンネル			
チャンネル当たり受信通過帯域幅 [kHz]	16			
受信アンテナ利得(最大指向方向) [dBi]	10.50			
受信給電線損失 [dB]	0.50			
【共用条件(デジタル MCA 制御局)】 (チャンネル帯域内)				
受信干渉波電力の許容値 [dBm]	-126.00			
チャンネル帯域幅換算による補正(*1) [dB]	-20.97	-16.99	-26.99	-13.98
使用条件による EIRP 低下量(*2) [dB]	18.00	18.00	18.00	18.00
俯角による受信アンテナ利得低下量 [dB]	0.00	0.00	0.00	0.00
許容伝搬損失(*3) [dB]	126.80	110.02	128.01	137.75
離隔距離(自由空間) (*4) [km]	58.05	8.41	66.71	204.74
離隔距離(秦式) (*5) [km]	2.13	0.60	2.33	4.84

(\*1) 被干渉側チャンネル当たり受信通過帯域幅/与干渉側占有周波数帯幅

なお、B社(パッシブ)の電子タグについては、一のホッピング周波数帯幅(400kHz)における平均電力値を用いている。

(\*2) 与干渉側の使用条件: In-Building, Large(downtown and commercial building)

(\*3) 許容伝搬損失 = EIRP + チャンネル帯域幅換算による補正 + 受信アンテナ利得(最大指向方向) - 受信給電線損失 - 俯角による受信アンテナ利得低下量 - 受信干渉波電力の許容値

(\*4) 離隔距離(自由空間) =  $(10^{(許容伝搬損失/20)}) \times \lambda / 4 / \pi$  ここに  $\lambda = 300 / 900$

(\*5) 条件: 大都市, 送信アンテナ高 1.5m, 受信アンテナ高 150m

(\*6) 仮にこの帯域とする



参考資料7 電子タグと既存システムとの共用可能性に関する検討

MCAシステムのパラメータ

システムパラメータ	800MHz 帯アナログ MCA		800MHz 帯デジタル MCA		備考
	制御局	移動局	制御局	移動局	
(与干渉)					
送信周波数	850～860MHz	905～915MHz	836～838MHz 850～860MHz	891～893MHz 905～915MHz	
占有周波数帯幅	8.5kHz	8.5kHz	24.3kHz	24.3kHz	
最大送信出力	実効輻射電力で 80W (標準は 40W)	30W (標準は 10W)	40W	2W	
送信アンテナ利得	10.5dBi (標準的な値)	4.0dBi	10.5dBi (標準的な値)	4.0dBi	
給電線損失	8.36dB (標準的な値)	1.5dB	8.36dB (標準的な値)	1.5dB	
スプリアス特性	基本周波数の平均電力より 60dB 以上低く かつ 1mW 以下		基本周波数の平均電力より 60dB 以上低いか、又は 2.5 $\mu$ W 以下 ただし平均電力が 1W 以下の場合は 25 $\mu$ W 以下		
(被干渉)					
受信周波数	905～915MHz	850～860MHz	891～893MHz 905～915MHz	836～838MHz 850～860MHz	
受信通過帯域幅	8kHz	8kHz	16kHz	16kHz	
受信アンテナ利得	10.5dBi (標準的な値)	4.0dBi	10.5dBi (標準的な値)	4.0dBi	
給電線損失	0.5dB (標準的な値)	1.5dB	0.5dB (標準的な値)	1.5dB	
受信干渉波電力の帯域内許容値	-123.0dBm(*1)	-123.0dBm(*1)	-126.8dBm(*3)	-123.8dBm(*5)	
受信干渉波電力の帯域外許容値	-60.0dBm(*2)	-60.0dBm(*2)	-81.8dBm(*4)	-78.8dBm(*6)	
(その他)					
離隔距離(セル半径)	22.5km (標準的な値)		28km (標準的な値)		

\*1 システム運用上の受信機入力レベルの基準値 (0dB  $\mu$  = -113.0dBm) - 所要 C/(N+I) (10dB)

\*2 帯域内許容値 + 3dB + 60dB (隣接チャネル選択度)

\*3 システム運用上の受信機入力レベルの基準値 (-6.9dB  $\mu$  = -119.9dBm) - 所要 C/(N+I) (6.9dB)

\*4 帯域内許容値 + 3dB + 42dB (隣接チャネル選択度)

\*5 システム運用上の受信機入力レベルの基準値 (0.1dB  $\mu$  = -112.9dBm) - 所要 C/(N+I) (10.9dB)

\*6 帯域内許容値 + 3dB + 42dB (隣接チャネル選択度)

参考資料7 電子タグと既存システムとの共用可能性に関する検討

Environment Loss

800/900Mhz

1)Building Cutter Loss in dB

Countryside	0
Town	5
Suburban	10
<b>City</b>	<b>18</b>
<b>Dense City</b>	<b>29</b>

Tokyo,Osaka,Nagoya

2)In-Building Loss in dB

Small (residential building)	6
<b>Medium</b> (medium size stores,apartment building)	<b>11</b>
<b>Large</b> (downtown and commercial building)	<b>18</b>

**【電子タグとパーソナル無線の干渉検討】**

UHF 帯の電子タグと既設通信システムであるパーソナル無線との干渉に関して所要離隔距離を算出した結果を報告する。電子タグの諸条件に関しては、無線システム WG にて各社より提出された資料による。

既設の無線システム(基地局、移動局及び固定局)と電子タグ(以下 RFID とする)の干渉検討を行うに当たり以下の考え方に基づいて検討するものとする。

**1. 与干渉システム及び被干渉システムのモデル化**

パーソナル無線については、移動局として想定し、RFID についてはリーダー側は固定局、タグ側は移動局と想定される。また、RFID については第3回 WG にて提出されたモデルとして以下のものを想定する。

- ・凸版印刷 TypeA
- ・大日本印刷 A 社  
B 社
- ・日本フィリップス 欧州  
欧州(検討中)  
米
- ・日本 TI

**2. 各々のモデルにおける基本的条件の明確化**

パーソナル無線の基本的な条件は以下の通りとする。

	パーソナル無線
周波数	Cch; 903.0125MHz、 Sch; 903.0252MHz~904.9875MHz
変調方式	FM
キャリア間隔	25kHz
占有帯域幅	13kHz 以内
空中線高	1.5m
送信出力	5W(37dBm)
送信アンテナ利得	7.14dBi
EIRP	44.14dBm
受信感度	12dB SINAD 法にて-4dBu 以下
送信アンテナ利得	7.14dBi

タグ側の基本的な条件については、以下のものと想定される。

	無線タグリーダー	
周波数	860～930MHz	欧米において異なった周波数が使用されていることを考えても周波数については可変可能なものとする
変調方式	ASK 10%～99%	
キャリア間隔	—	
占有帯域幅	250kHz ～24.8MHz	別紙参照
空中線高	—	
送信出力	20mW～4W	
送信アンテナ利得	0～10dBi	別紙参照
受信感度	－90dBm～－115dBm	別紙参照
受信アンテナ利得	0～10dBi	別紙参照
許容受信干渉電力	－70dBm～－50dBm	別紙参照

### 3. 与干渉電力の想定

システム毎の送信電力及び送信アンテナ利得から EIRP を想定する。

### 4. 耐干渉入力の想定

パーソナルと RFID では、システムの考え方が違うため同じ基準で干渉の影響を論じることが難しい。パーソナルにおいては電波法で受信感度が規定されていないため一般に市販されている無線機の標準的な受信感度の値を採用するものとする。RFID においては－70dBm～－50dBm と想定する。

### 5. 伝搬損失モデルの想定

伝搬損失モデルとしては様々なものが想定される。以下に、そのモデルとその算出式を示す。

＜パーソナル→タグリーダー(タグリーダー→パーソナル)伝搬損失モデル＞

パーソナル(移動局)とタグリーダー間の干渉においては最も干渉の影響が大きいと想定される見通し内伝搬と、パーソナル或いはタグリーダー近傍モデルとしてビル等による回折を想定した2波干渉モデルを適用するものとする。以下において、与干渉側と被干渉側のアンテナの結合量を  $L_t$  とする。

見通し内伝搬伝搬については自由空間伝搬損失を用いると

$$L_t = 20 \log(4 \pi d / \lambda) + L$$

ここで、L は送信側受信側における使用条件による損失(人体損失、偏波損失等)であり、相互のシステム毎に適切に選択する必要がある。

2波干渉モデルにおいては

$$L_t = 20 \log(d^2/h_1/h_2) + \beta$$

ここで、 $\beta$  は市街地状況による補正係数であり、ビル街 45.1dB、市街地 27dB、住宅地 21.7dB 及び郊外 18.3dB とする。

## 6. 与干渉・被干渉の計算

上記5に基づき干渉計算を実施する。

パーソナル無線に関しては実機の送信機雑音データに基づき所定のRFIDへの干渉を考えるものとする。タグ側については許容干渉電力—50dBmとして暫定的に計算。

以下に、 $L=0$  及び  $\beta = 45.1$  のときの離隔距離を示す。

①RFIDの送信周波数とパーソナル無線の受信周波数が同一帯域内のとき

	凸版印刷	大日本印刷		日本フィリップス			日本 TI
		A社	B社	欧州	欧州 (検討中)	米国	
RFID→パーソナル	TypeA	A社	B社	欧州	欧州 (検討中)	米国	
自由空間離隔距離(m) L=0	576,054. 0	1,321,306. 0	1,268,266. 5	436,000. 3	871,641. 7	1,166,032. 1	1,868,456. 7
2波干渉離隔距離(m) h1=h2=1.5m 、 $\beta = 45.1$	522.2	791.8	779.5	445.2	628.9	747.5	941.0

②RFIDの送信周波数がパーソナル無線帯域外であり、RFIDの帯域外減衰が70dBのとき

	凸版印刷	大日本印刷		日本フィリップス			日本 TI
		A社	B社	欧州	欧州 (検討中)	米国	
RFID→パーソナル	TypeA	A社	B社	欧州	欧州 (検討中)	米国	
自由空間離隔距離(m) L=0		182.2	417.8	401.1	137.9	275.6	368.7
2波干渉離隔距離(m) h1=h2=1.5m、 $\beta = 45.1$		9.3	14.1	13.9	7.9	11.2	13.3

参考資料7 電子タグと既存システムとの共用可能性に関する検討

③パーソナル無線の帯域外雑音を勘案して計算(タグ側は現在の周波数とする)

但し、タグ側の許容電力は一律 -50dBm とした。

	凸版印刷	大日本印刷		日本フィリップス			日本 TI
	TypeA	A 社	B 社	欧州	欧州 (検討中)	米国	
自由空間離隔距離(m) L=0	1,132.3	3.0	6.6	27.5	27.6	8.3	1,132.3
2 波干渉離隔距離(m) h1=h2=1.5m、 $\beta=45.1$	23.2	1.2	1.8	3.5	3.5	2.0	23.2

7. 今後の進め方

上記 5. 伝搬損失モデルの想定において使用した。

L; 送信側受信側における使用条件による損失(人体損失、偏波損失等)

$\beta$ ; 市街地状況による補正係数

の適用の範囲を、運用から考察するとともに、RFID の受信帯域外雑音の想定により、計算を実態に近づける作業が必要と思われる。

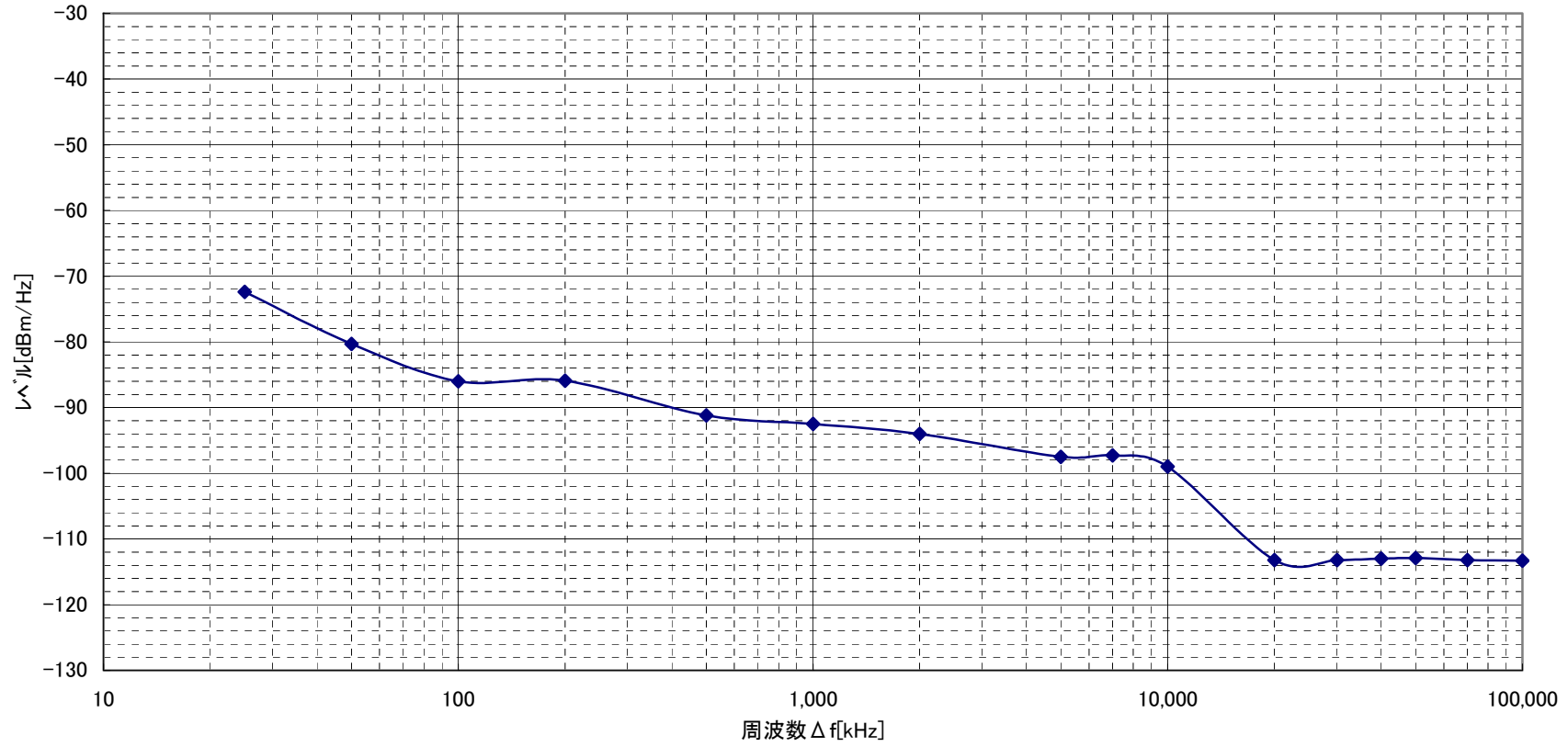
参考資料7 電子タグと既存システムとの共用可能性に関する検討

	システム	既設 パーソナル	RFID						
			凸版印刷	大日本印刷		日本フィリップス			日本 TI
			TypeA	A 社	B 社	欧州	欧州(検討中)	米国	
周波数(MHz)	903~905	904	906	915	868.25	866.55	915	905	
占有帯域幅(MHz)	0.013	2	8	24.8	0.25	1.05	26	0.4	
送信出力(mW)	5000	300	1000	2000	500	2000	4000	1000	
アンテナゲイン(dBi)	7.14	10	6~9	5.73	0	0	0	10	
ケーブル損失(dB)	1.5	5	2	2	0	0	0	0	
占有帯域幅内における与干渉電力(dBm)	42.64	29.77	37	36.73	27	33	36	40	
受信感度(dBm)	-117	—	-70	-70	-90	-90	-90	-90	
受信アンテナ利得(dBi)	7.14	10	6~9	5.73	0	0	0	10	
許容受信干渉電力(dBm)		—	—	—	—	—	—	-50	
RFID 受信帯域におけるパーソナルからの干渉電力(dBm/Hz)	別紙の通りの送信機雑音とする	占有帯域内	-91	-98	-110	-110	-100	占有帯域内	

無線機諸元

参考資料7 電子タグと既存システムとの共用可能性に関する検討

送信機雑音(参考)  
f<sub>tx</sub>=903.7375MHz  
I-BW=13kHz,CH-SPN=25k,RBW=10k,VBW=100kHz,トーン1kHz,60%変調+10dB





## 【433MHz 帯アマチュア無線被干渉検討結果】

### 1) 日本の 433MHz 帯アマチュアバンドの現状

日本の 433MHz 帯アマチュア無線バンドは 430.00MHz から 440.00MHz までの 10MHz が割り当てられている。運用は、電信(A1A)や SSB(J3E)等の狭帯域の通信をはじめ、FM(F3E)、データ(F1D)等の様々な通信方式が使用されている。また、アマチュア無線専用の中継局(レピータ局)を使用した通信や、月面反射通信(EME)、アマチュア衛星などを使用した通信も行われている。

我が国には約 80 万局のアマチュア無線局が開設されているが、その 3/4 の 60 万局が 433MHz 帯の免許を受け様々な運用モード、運用形態で運用を行っている。

### 2) 欧米と日本との比較

アマチュア無線と他業務とが共存している国と日本との違いを下記に示す。

- ① 欧州 : 433MHz 帯は比較的人気が低く、短波帯やマイクロ波帯が好まれている。
- ② 米国 : 広いアマチュアバンド(日本の3倍、30MHz の帯域が使用可能)  
広い国土  
住宅環境など
- ③ 日本 : 運用局数に対して狭いアマチュアバンド(免許局数 60 万局)  
狭い国土  
密集する住宅事情、隣接する工業地域と住宅

以上のように、周波数共用が成立している国と日本とでは環境条件が異なることを十分認識して頂きたい。

### 3) アマチュア無線と他業務との違い

アマチュア無線は免許された自局の無線設備を使い、より遠方との通信を行うものでサービスエリアの概念は無い。当該周波数帯に於いても、対流圏や電離圏などの自然現象を活用した見通し外の遠距離通信や月面反射通信など受信設備のスレシヨルド限界までの通信を行っている。

### 4) 433MHz 帯アマチュア無線の干渉問題

- ① 有線放送設備からの漏洩電波による通信障害  
有線放送の分配器の未使用端子が終端されていないためケーブルがアンテナとして動作し、アマチュア無線などに障害を与える事がある。(全国各地での発生事例あり)
- ② 無線局の受信機からの副次放射による影響  
無線設備規則第三章第二四条に規定される受信機の副次放射レベル(4nW)以下の無線設備でもアマチュア無線に影響を与えることが確認されている。移動局が多いタクシーなどにより、駅や繁華街などでは継続的に影響を受けている。
- ③ 不法な無線システムによる障害  
海外から持ち込まれ不法に使用されている車両の盗難防止装置などがアマチュア無線用中継器の運用を妨害している。

### 5) 共用についての検討結果

- ① 日本郵政公社のシステムとの被干渉検討

## 参考資料7 電子タグと既存システムとの共用可能性に関する検討

### 検討に使用したパラメータ

- 周波数 : 433.92MHz
- 方式 : アクティブ方式(質問機の使用周波数は 136kHz)
- 送信電力 : EIRP -30dBm
- 変調方式 : FSK
- 帯域幅 : 約 50kHz
- その他 : 新東京国際空港及び関西国際空港の国際郵便局で使用

一般の住宅から距離が離れた国際空港の屋内での使用であること、質問機から送信される 136kHz の信号に対して非常に短時間だけ 433.92MHz の電波を送信すること、1日に送信される回数が少ない(20~30回/日)ことなどからアマチュア無線との共用の可能性はあると思慮される。

自由空間損失を用いた干渉計算の結果でも 1km 程度離れるとアマチュア無線局への干渉は無くなるが、当連盟としてはフィールド実験を行い干渉が無いことを実際に確認したい。

## ② 日本電気、凸版印刷、講談社、日本郵船のシステムとの被干渉検討

### 検討に使用した技術的パラメータ

- 周波数 : 433.42~434.42MHz
- 方式 : アクティブ方式
- 送信電力 : コマンド 10mW、リーダー 10mW、タグ 1mW
- 空中線利得: コマンド 6dBi、リーダー 4dBi、タグ 2dBi
- 帯域幅 : 25kHz(最低帯域幅)

使用周波数帯域、送信電力、空中線利得、帯域幅などのパラメータを修正していただきましたが、アマチュア無線としては下記の理由から共存は不可能と考える。

- i 想定されるアプリケーションの種類と数が多いこと。
- ii 共存するには送信電力とアンテナ利得が極めて大きいこと。
- iii 屋外使用であること。
- iv 434.00~435.00 はアマチュア無線用中継局のアップリンク周波数であり、無線中継に妨害を与える恐れがある。
- v 日本では 433MHz 帯で免許を受けているアマチュア局が 60 万局あること。
- vi 離隔距離が大きく現実的でないこと。

## 6)その他

### ① アマチュア無線局相互の隣接干渉について

アマチュア無線では隣接干渉による問題は運用者が状況を判断し、運用周波数の変更やアンテナの指向方向を変えて隣接周波数からの干渉を排除しており、干渉を容認している訳ではない。日本では住宅が密集しており、同一周波数帯を使用するアマチュア局が近隣に存在することが多くある。ブロッキング(感度抑圧)等の問題についても同様の処置や運用時間の調整により共存しているのが現状である。

このように 433MHz 帯アマチュアバンドは「同一業務の無線局が相互に調整を行って共存」している。しかし、異なる業務の無線局と周波数を共用するためには、相互に調整を行うシステム(RFID のハードウェア、調整機関の設置と運用)が必要と考える。

### ② 送信電力とデューティについて

RFID のデューティ比を考慮した干渉計算の「デューティ」そのものの定義が不明である。デューティ比が同じでも時間により被干渉の影響は異なるを考える。例えば同じ送信電力、同じ平均電力で、デューティ比0.1%として、100秒間に0.1秒送信されても障害は軽微であるが、1000秒間に1回であっても1秒間送信されると通信内容が欠落するような妨害となる。また、質問信号に対して多数の無線タグが順番に応答信号を送信すると連続した混信となる。

当連盟では電波法施行規則で規定されている「平均電力」と「デューティ」は異なるものと認識している。

③ 空中線利得の低減及びコマンドポストの設置場所・設置方向について

コマンドポスト局のアンテナ利得を下げれば指向性がブロードになり、メインビームを海に向けても干渉軽減にはあまり意味がないと考える。また、この周波数帯は周囲物体で大変良く電波が反射する。特に金属コンテナ、車両、船舶、建築構造物などからの反射波が存在するため、アンテナの向きで干渉を避けることは難しいと考える。

③ アマチュア無線局からの与干渉について

リーダーとタグ間の通信距離を300mとした時のアマチュア無線局からの被干渉調整距離として23kmから168kmという数値が算出されている。アマチュア無線局が存在する住宅地域と当該RFIDシステムの利活用現場を実際に離すことは国土の狭い日本では不可能と考える。

**【433MHzアクティブタグとアマチュア無線局の共存検討】**

1. 433MHzアクティブタグ周波数ニーズについて

アクティブタグ周波数ニーズは下記の通り。

- |  |                |
|--|----------------|
| 1.1 送信、受信周波数   | 433.92MHz      |
| 1.2 占有周波数帯域(チャンネル帯域)   | 12.5KHz~500KHz |
| 上記帯域を使用する ASK, FSK, QPSK 変調の信号を、FH 又はデューティーレシオを小さくする、あるいはその両者を組み合わせる方法で平均電力を低下させる。 |                |
| 1.3 希望使用周波数帯域  | +/-2MHz        |
| 500KHz/Ch で最大 8Ch。   |                |
| 1.4 最大送信出力   | 50mW(+17dBm)   |
| 1.5 送信アンテナ利得、給電線損失   |                |
| 両者あわせて   |                |
| Tag 側  | 2dBi           |
| 屋外固定リーダ側   | 12dBi          |

屋外固定リーダはコンテナヤード、遊園地などでのセクタ使用を考慮したもので、主に受信側空中線利得を増大させることによってカバレッジを増大させるためのもの。

1.6 スプリアス特性

第二、第三高調波にて、3m 点にて  $35 \mu\text{V}/\text{m}$  以下(検討中)

注:FCC Part 15.231、ISO-18000-7(審議中)、及び ITU-R スプリアス規定を基にそれらと同等またはそれ以下。

参考 : FCC Part 15.231 スプリアスマスク

$150 \mu\text{V}/\text{m}$  at 260MHz、 $500 \mu\text{V}/\text{m}$  at 470MHz or Above  
(260~470MHz間には両者を結んだ線分以下)

2 433MHzアクティブタグにおける アマチュア無線局からの所要調整距離

433MHz帯の既存局はアマチュア無線局であり、アクティブタグと比較してかなり大きな送信出力で運用されている。アマチュア無線局から強い干渉を受ける対策として、基本となる回線設計に、比較的大きな許容劣化マージンを見込むことにより干渉に強くすることが考えられる。ただし、このことは許容干渉電力を高くすることであり、タグの最低受信電力をその値より所要 C/I 分高くしなければならないため、タグの送信電力を一定するとタグとリーダ間の通信可能距離がより短くなることになる。従い、最低の所要通信距離を明確にした上で検討しなければならない。

アクティブタグの通信距離を屋外コンテナヤード等を想定して 300mとしフェードマージン 20dB を加味した受信電力における所要の調整距離について、最悪の状態を想定して計算したものを表 2-1 に示す。

計算の条件：

1. 所要 C/I を 14dB (ASK) とした。

ASKにおける符号誤り率  $1 \times 10^{-3} \sim 1 \times 10^{-2}$  の C/N+I は、完成度の高い機器の実力として 14dB 程度である。簡便な Tag においても一般に、複数回読んで多数決を取る、あるいはパリティを挿入し読み取り信頼度を高める方法をとる。よってかかる符号誤り率においても読み取り率 99%程度確保できると想定される。タグの受信電界が熱雑音レベルに比べ比較的高い場合、C/N+I は C/I とほぼ等しくなるので、このような場合、許容雑音レベルを干渉レベルに配分することとする。

2. 最悪を想定し、双方の空中線が対向するものとして、自由空間損失で計算する。

表 2-1 アマチュア無線局からの所要調整距離

周波数帯	431.92~435.92MHz											
オーバーラップ周波数帯	432.1~435MHz(全FM帯域)				431.92~432.1MHz				435.0~435.92MHz			
1 タグ通信距離(m)	300											
2 受信帯域(KHz)	12.5	500	12.5	500	12.5	500	12.5	500	12.5	500	12.5	500
3 受信レベル(dBm)	-63.7	-63.7	-63.7	-63.7	-63.7	-63.7	-63.7	-63.7	-63.7	-63.7	-63.7	-63.7
4 許容干渉レベル(3項-14dB)(dBm)	-77.7	-77.7	-77.7	-77.7	-77.7	-77.7	-77.7	-77.7	-77.7	-77.7	-77.7	-77.7
5 干渉波パラメータ												
6 干渉波変調形式	F3E(FM)				A1A(EME)				A1A(衛星UpLink)			
7 干渉波送信電力(dBm)	47				57				47			
8 干渉波占有帯域(KHz)	16				0.5				0.5			
9 受信帯域換算干渉波電力(dBm)	47				57				47			
10 送信空中線利得(dBi)	20				28				20			
11 受信空中線利得(dBi)	2	12	2	12	2	12	2	12	2	12	2	12
12 偏波損失(dB)	0	0	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3
13 所要伝播損失(9+10+11-12-4)(dB)	146.7	156.7	146.7	156.7	161.7	171.7	161.7	171.7	143.7	153.7	143.7	153.7
14 所要調整距離(単位Km)	1,202	3,802	1,202	3,802	6,761	21,380	6,761	21,380	851	2,692	851	2,692

アマチュア無線局が電波形式 A1 で、月面反射通信(EME)の場合が最悪で所要伝播損失は約 172dB にもなり調整距離は現実的なものではないことがわかる。従い、タグ側パラメータの再考、周波数、時間、場所、遮蔽物の利用などでの棲み分けの検討が必要である。一方、アマチュア無線局への与干渉において許容干渉レベルが-123dBm となっており、表 2-1 にあるタグ側許容干渉レベル-77.7dBm と比較して 46dB 低く、よって与干渉レベルも相当低減させる必要があることが推定される。

### 3. 棲み分け検討について

#### 3.1 当初案

EME 通信を行うアマチュア無線局からの干渉が最も強いことから、タグの周波数帯域を比較的干渉電力密度が低いアマチュア無線の F3E(FM) 帯域である 432.1～435MHzに限定した。

アマチュア無線局への与干渉による調整距離が、自由空間損失による計算で最悪 5000Km 程度であるとの報告を受けた。これを低減するにはタグの送信出力を低減しなければならないが、タグの送信出力の低減はタグの最大通信距離に影響を与え、また今回のように干渉への比較的大きな許容劣化マージンを見込む必要がある場合、送信出力の低減はこの許容劣化マージンの低下となり、被干渉調整距離が増大することになるので限界がある。よって、タグの最大送信電力を 17dBm から伝送容量・変調方式により 0～10dBm の間で選択しデューティサイクルを下げることによって平均送信電力を下げることにした。これらの変更と共に、採用する伝播損失式を、対象の大多数が空中線地上高が低い携帯、車載型アマチュア無線局及びハンドヘルドリーダ、タグであることから UHF 帯見通し外計算で一般的に使用されている 3.5 乗則を用い与干渉、被干渉各調整距離を計算し共存検討を行った。また、タグのチャンネル帯域の最大を 250KHz に制限した。

#### 3.1.1 タグパラメータ

周波数帯域 : 432.1～435MHz (アマチュア無線 F3E 帯域)

変調方式 : ASK, FSK, QPSK

Duty Cycle : 10%～100% 屋内短距離、屋外長距離等で使い分ける。

空中線利得

Tag : 2dBi 程度

半固定リーダ局 : 給電線損失を含め最大 12dBi

想定される受信感度 : -110dBm @12.5KHz帯域

-97dBm @250KHz帯域

#### 3.1.2. アマチュア無線局パラメータ

電波形式 : F3E

通過帯域 : 16KHz

受信感度 : -123dBm

携帯型無線機

送信電力 : 37dBm (5W)

空中線利得 : 0dBi

無線局・車載機

送信電力 : 43dBm (20W)、47dBm (50W)

空中線利得 : 10dBi (15エレ八木、給電線損失を含む)

スプリアス放射 : -60dB 以下 (-23～-13dBm 以下)

#### 3.1.3. 干渉計算条件

##### 1) 伝播損失式

伝播距離 1Km 以上の伝播損失の計算については両者の主要な空中線設置状況からその大多数が見通し外であると想定できるので、距離の 3.5 乗則を適用する。

伝播損失 =  $32.4 + 20\log(f) + 35\log(d)$  : f MHz、d : Km

伝播距離 1Km 未満については、見通しの確率が高くなるので最悪として自由空間損失を用いる。

##### 2) バックグラウンドノイズを考慮したアマチュア無線局許容干渉レベル

アマチュア無線局のスプリアス放射規定では -60dB 以下となっており、EIRP で最悪 -23 dBm ～ -3dBm/局のスプリアス放射が考えられる。スペクトラムアナライザによる実測では中心周波数から

20KHz離れで-70dB程度であった。従い-33dBm~-13dBm/局程度と想定される。お互い影響しあうアマチュア無線局の局数分電力和されるため、密度が高いと相当なバックグラウンドノイズとなると考えられる。また、スプリアスのみならず144MHz帯のアマチュア無線局の3次歪等のハーモニクスなども存在していると考えられる。

一方携帯型無線機を使用するアマチュア無線局同士の通信において、システムゲインが160dBあるため、3.5乗則を適用しても通信可能距離は138Kmとなり、一般的な郊外での通信距離~30Km程度と比較して相当長い距離となっている。この差の原因として、比較的高いレベルのバックグラウンドノイズによる受信スレッショホールドの上昇があるのではないかと考えられる。

バックグラウンドノイズの推定に明確な計算式がないため、携帯型無線機の通信距離を3.5乗則で30Kmとしてバックグラウンドノイズ量を推定した。その結果雑音量は23.4dB増加となり、受信感度-99.6dBmとなった。最低受信感度を-99.6dBmと想定し、1dB劣化を与えるタグからの許容干渉電力を求めると-105.4dBmとなる。この値を仮にアマチュア無線局の許容干渉レベルとして用いることとした。

### 3) F3E アマチュア無線局受信総合フィルタ特性による改善

F3の場合ベースバンド通過帯域が3KHzとのことなので、その分の改善が見込めると考えられる。実際は変調方式等で効果は異なるが、帯域見合いとして12.5KHz/Chに対し6.2dB、250KHz/Chに対し19.2dBとした。

3.1.4. 433M タグからの与干渉調整距離について

以上の条件を組み入れて調整距離を計算したものを表 3-1 に示す。

表 3-1 433M タグからの与干渉調整距離

被干渉パラメータ									
オーバーラップ周波数帯		432.1~435MHz(全FM帯域)							
1	許容干渉レベル(dBm)	-105.4							
2	干渉波帯域(KHz)	12.5				250			
3	受信機通過帯域(KHz)	3							
4	受信フィルタによる改善度(dBi)	6.2				19.2			
5	受信空中線利得(dBi)	0	10	0	10	0	10	0	10
6	Bm)	-99.2	-109.2	-86.2	-96.2				
干渉波パラメータ									
7	干渉波ピーク電力(dBm)	3				10			
8	Duty比(%)	10	10	10	10	100	100	100	100
9	平均電力(dBm)	-7	-7	-7	-7	10	10	10	10
10	送信空中線利得(dBi)	2	12	2	12	2	12	2	12
11	偏波損失(dB)	0	0	0	0	0	0	0	0
12	所要伝播損失(9+10-11-6)(dB)	94.2	104.2	104.2	114.2	98.2	108.2	108.2	118.2
13	所要調整距離(Km)	1.8	3.5	3.5	6.8	2.4	4.6	4.6	8.8

アマチュア無線局において、送信フィルタで取りきれない隣接干渉漏洩電力は-35dBc 程度であり、その EIRP 値は+2~+22dBm 程度である。従い隣接、場合によっては次隣接周波数帯は、近隣ではアマチュア無線局同士の干渉があり、そのチャンネルは近隣では使用されないと想定され、キャリアセンス機能等を備える高機能のタグにおいてはそこを使用する等考えられるのではないかとと思われる。

3.1.5. アマチュア無線局からの被干渉について

1) 許容干渉レベル

コンテナヤード等で、所要通信距離を 300mとした時の許容干渉レベルの計算結果を表 3-2 に示す。伝播損失については、短距離であるため自由空間損失とし、それに見通し外マージン(フェードマージン)として 20dB 加えている。

表 3-2 タグの許容干渉レベル

周波数(MHz)		433			
カバレッジ(Km)		0.3			
0	伝播損失(dB)	94.7			
帯域(KHz)		12.5		250	
		ダウンリンク	アップリンク	ダウンリンク	アップリンク
1	送信電力(dBm)	3	3	10	10
2	送信空中線利得(dBi)	12	2	12	2
3	EIRP(1+2)(dBm)	15	5	22	12
4	受信空中線利得(dBi)	2	12	2	12
5	受信電界(1+2-0+4)(dBm)	-77.7	-77.7	-70.7	-70.7
8	所要C/I(dB)	14	14	14	14
9	許容干渉レベル(9-8)(dBm)	-91.7	-91.7	-84.7	-84.7

表 3-2 において許容干渉レベルが表 2-1 より低下しているのは、アマチュア無線局への与干渉レベルを下げるためタグ側の送信電力をそれぞれ 14dB、7dB 下げたためである。



2)アマチュア無線局からの被干渉調整距離

1)項で計算した許容干渉レベルに基づく空中線が相対する場合の調整距離を表3-3に示す。

表3-3 通信距離300mとした時のアマチュア無線局からの被干渉調整距離

被干渉パラメータ													
オーバーラップ周波数帯		432.1~435MHz(全FM帯域)											
2	受信帯域(KHz)	12.5	500	12.5	500	12.5	500	12.5	500	12.5	500	12.5	500
3	許容干渉レベル(dBm)	-91.7	-84.7	-91.7	-84.7	-91.7	-84.7	-91.7	-84.7	-91.7	-84.7	-91.7	-84.7
干渉波パラメータ													
6	干渉波変調形式	F3E(FM)											
7	干渉波送信電力(dBm)	37				43				47			
8	干渉波占有帯域(KHz)	16				16				16			
9	受信帯域換算干渉波電力(dBm)	37				43				47			
10	送信空中線利得(dBi)	0				10				10			
11	受信空中線利得(dBi)	2	12	2	12	2	12	2	12	2	12	2	12
12	偏波損失(dB)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	所要伝播損失(9+10+11-12-3)(dB)	131	141	124	134	147	157	140	150	151	161	144	154
14	所要調整距離(Km)	20	39	13	24	58	111	36	70	75	145	47	91

与干渉と同様に、アマチュア無線局の隣接、次隣接などの空きチャンネルを高機能タグが利用する、あるいは、干渉配分をさらに増やす等で共用できるのではないかと考えられるが、特に比較的大きな調整距離を要する狭帯域タグを中心にタグのパラメータの改訂、周波数や場所による棲み分け等さらに検討する必要があることがわかる。

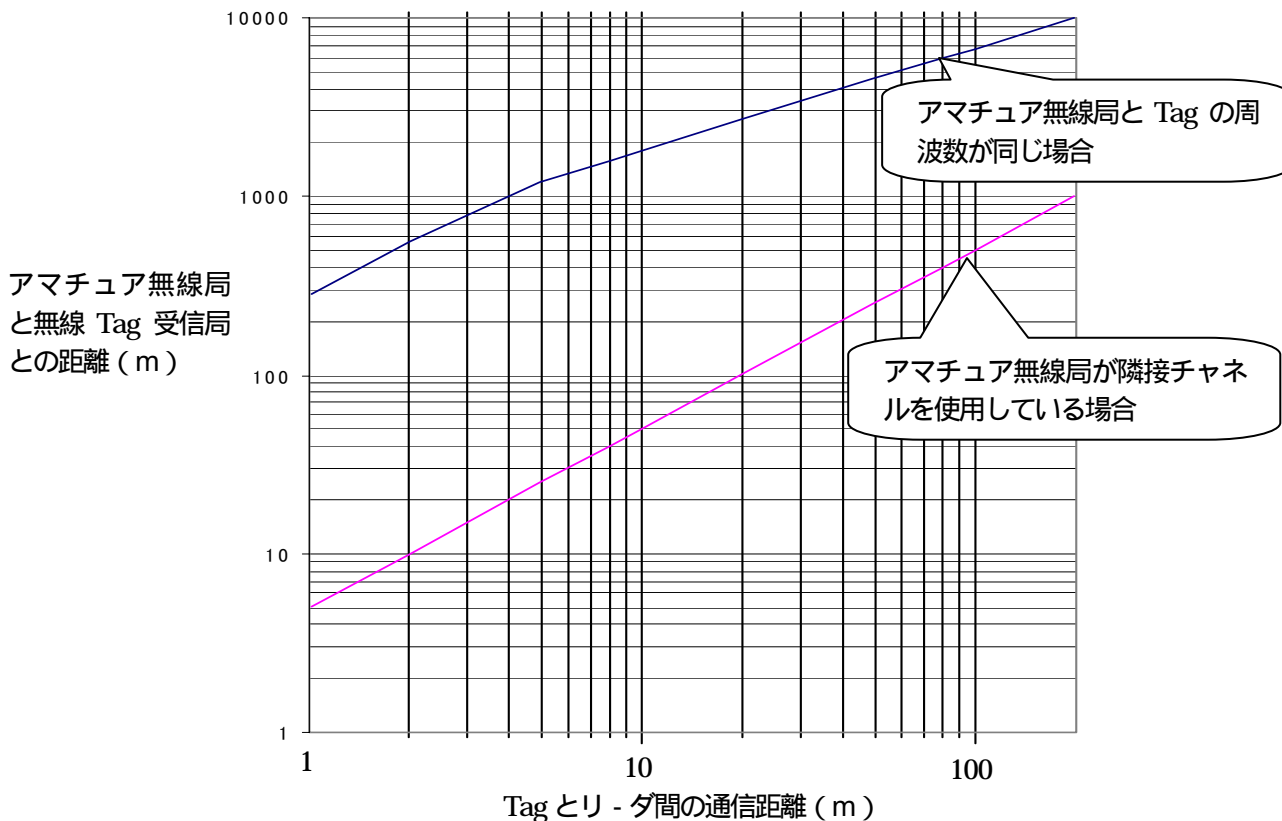
3)タグリーダー間通信距離とアマチュア無線局からの被干渉調整距離の関係

2)項にて検討した通信距離300mは、コンテナヤード等限定された場所での使用形態であると考えられ、ほとんどのアクティブタグのアプリケーションはせいぜい十数m以下と考えられる。そこでタグ、リーダー間の距離を変えていった場合におけるアマチュア無線局からの被干渉調整距離を計算した。ここでのタグのパラメータは下記を用いた。

- 送信電力：比較的短距離であることから0dBmとした。
- チャンネル帯域：12.5KHz~250KHz。
- 変調方式：ASK
- 空中線利得：Tag・リーダー局とも：2dBi程度
- 許容されるC/Iスレッシュホールド：14dB(ASK)

これらのパラメータを用いて計算した結果を図-1に示す。

図 1-1 タグーリーダー間通信距離とアマチュア無線局からの被干渉調整距離の関係



アマチュア無線局が隣接チャネルを使用している場合についても図 1-1 に示す。隣接チャネル漏洩電力は-35dBcとして計算した。

それぞれの線の下側が Tag の通信が可能な領域である。たとえばアマチュア無線局と Tag の周波数が同じ場合 Tag-リーダー間 1m の場合アマチュア無線局は 280m まで近づいて送信を行っていても TAG システムは 99% 以上の読み取り率で機能する。Tag-リーダー間 10m の場合は 1.8Km となる。隣接チャネルを使用している場合、1m の場合 5m、10m の場合 50m となる。上記は自由空間における安定した受信状態での計算値であり実際は、壁面などからの反射などによる伝播損のふらつきがあるためある程度幅がある。

計算には建物などの遮蔽損は考慮していない。遮蔽が可能な場合その分、グラフの線分は下の方向に移動する。

同一周波数を使う場合においても、Press-to-Talk のアマチュア無線局の場合、送信停止期間があるので、その期間を用いれば上記グラフの線よりも上側で Tag との通信は可能である。

### 3.2 タグパラメータの改訂、周波数、場所棲み分けによる検討

比較的長距離通信を可能とするアクティブタグにおいて、その利用形態をさらに調査しその上で場所、周波数等による棲み分けの可能性を検討した。

#### 3.2.1 利用シーンの検討

比較的大きい送信電力必要とするが、使用する場所が特定出来、場所による棲み分けが可能と考えられる使用形態と、比較的小電力ながら日本全国場所の特定が出来ない使用形態が考えられる。

- 1) 場所が限定できる屋外での比較的長距離での利用。

コンテナヤード等の場所を特定出来る屋外使用。

Tag のコマンド局(コマンドポスト)

常時受信可能なインテリジェントなタグに対し、送信の On/OFF 制御や位置探索等をブロードキャストモードで行うコマンド送信局であって、100~300m程度をカバーさせる。そのため比較的大きな出力を必要とするが、デューティ比は、0.1%程度以下と小さくてよいと考えられる。

リーダーと Tag

コマンドポストが設置されている場合、リーダーは Tag からの信号を読み取る受信中心の動作となるが、送信要求や読み取り後のスリープモードへのコマンド送信や、コマンドポストと同じようなコマンド送信を行うなど使用形態によってはリーダーが電波を発射する場合がある。

リーダー~Tag 間の距離は 10m 以上において十分信頼できる読み取り率を確保する必要があると考えられる。

## 2) 場所が特定できない主に屋内、構内等での利用

リーダー~Tag 間 10m 以上を対象とした利用形態で、初期のアクティブタグの場合リーダーは受信中心となろう。

屋外利用においては、タイヤ空気圧モニタなどに見られるごとく、消費電力を下げるためにもデューティ比を相当小さくして使用するものと考えられる。

### 3.2.2. タグ側で既存システムへの影響を低減させる方策案

#### 1) 送信電力とデューティ比の規定

コマンド局 : 最大 10mW 以下で、デューティ 0.1% 以下とし、平均電力 10  $\mu$ W 以下とする (例 1 mW の時デューティ 1% 以下)

リーダー : 最大 10mW 以下で、デューティ 10% 以下

Tag : 最大 1mW 以下、デューティ 1% 以下

#### 2) 空中線利得の低減

場所限定のコマンド局の空中線利得を 12dBi から 6dBi に低減。

リーダー 空中線利得 : 最大 4dBi

Tag 空中線利得 : 2dBi

#### 3) 電力密度の低減

最低帯域 12.5KHz を 25KHz とする。これにより、アマチュア無線局 F3 帯域 3KHz に対し、2dB 程度改善が期待できる。

#### 4) タグの使用周波数帯域の制限

F3 のアマチュア無線局帯域 432.1~435.0MHz (2.9MHz) のうち、タグの使用帯域を 433.92MHz  $\pm$  500KHz (433.42~434.42MHz) に制限することにより周波数での棲み分けを図る。なおタグの所要帯域については将来のアドホック接続等を考慮して 250KHz x 4Ch の確保を考慮した。

アマチュア無線帯域 : 432.1~433.42MHz、434.42~435.0MHz

タグとの共用帯域 : 433.42~434.42MHz

#### 5) コマンドポスト設置場所、設置方向の限定

コマンドポストをコンテナヤード敷地内に設置し、空中線軸方向を海に向けること等によって、アマチュア無線局と空中線が正対しないように設置する。

### 3.2.3. 433M タグからの与干渉調整距離(パラメータ改訂後)

以上の条件を組み入れて与干渉調整距離を計算したものを表 3-4 に示す。表はアマチュア無線局とタグが

同一周波数を使用する場合の調整距離を示している。

表 3-4 アマチュア無線局への与干渉調整距離(パラメータ変更後)

被干渉パラメータ									
オーバーラップ周波数帯		433.42~434.42MHz (FM帯域の一部)							
1	許容干渉レベル(dBm)	-105.4							
2	干渉波帯域(KHz)	25				250			
3	受信機通過帯域(KHz)	3							
4	受信フィルタによる改善度(dB)	8.2				18.2			
5	受信空中線利得(dBi)	0	10	0	10	0	10	0	10
6	空中線前方許容レベル(1+4-5)(dBm)	-97.2	-107.2	-87.2	-97.2	-97.2	-107.2	-87.2	-97.2
干渉波パラメータ									
7	干渉波ピーク電力(dBm)	0				10			
8	Duty比(%)	0.1	1	0.1	1	0.1	1	0.1	1
9	平均電力(dBm)	-30	-20	-30	-20	-20	-10	-20	-10
10	送信空中線利得(dBi)	2	2	2	2	2	4	2	4
11	偏波損失(dB)	0	0	0	0	0	0	0	0
12	所要伝播損失(9+10-11-6)(dB)	69.2	79.2	79.2	89.2	69.2	81.2	79.2	91.2
13	所要調整距離(Km)	0.16	0.51	0.51	1.31	0.16	0.64	0.51	1.49

コマンドポスト局のアマチュア無線局方向空中線利得を2dBiと仮定した。また4dBiはリーダの空中線利得であり、コマンドポスト局を除き空中線が正対する場合における調整距離を示している。

1Km以下の調整距離は自由空間損での計算値であり、コマンドポスト以外の多くの場合屋内等見通し外と思われる、その場合所要調整距離はさらに小さくなる。

なお計算では干渉波においては平均電力を使用した。これは、被干渉信号がアナログ音声であることから、干渉雑音が聞こえる場合、それは、タグの送信パケット幅が数msec~数十msecで、その繰り返し周期がせいぜい1秒から数分であるクリック音となって聞こえることになる。ITU-Rにおいてもアナログ通信の評価S/NにおいてRMS値が使用されており、よってアナログ通信に対する評価値として平均電力を使ってよいのではないかと考えたからである。また、被干渉電力が干渉電力より9dB程度以上大きい場合、受信機のリミッタ効果等で干渉雑音は急激に小さくなる特性がある。

以上述べたごとく、タグパラメータの見直し、周波数の制限、コマンドポスト局の場所の制限等により、アマチュア無線局と共存は可能ではないかと考える。

【共用条件の議論と干渉実証実験】

これまでの提出した資料を以下の4項目にまとめる。

1. 離隔距離の試算
2. 回避策と共用条件議論の在り方
3. 実証実験の必要性
4. 実証実験結果の理解

以下、上記各項目内容を記述する。

1. 離隔距離の試算

1) 干渉計算の対象既存無線システムと対象周波数帯

- ① パーソナル無線(900.25~904.99MHz)
- ② MCA無線システム(905~915MHz)の移動局の上り回線の周波数(デジ/アナ共用)

2) 理由

- ① パーソナル無線の機器は、市場に投入される無線機器の製造・供給も4年程以前より停止しており、実運用局は大きく減少し、また運用も非常に限定的になってきている。
- ② MCA 無線システムでは、アナログ波方式は1980年代の初等からのものであり、デジタル波方式のシステムも現在の携帯電話システムと比較すると、全国的に見て利用の地域差・利用密度の粗密があると考えられる。またこれらは狭帯域通信で、キャリアセンス機能、MCA システムが示すように制御チャンネルと通話チャンネルが独立しており、干渉回避条件の検討余地が大きいと推測される。
- ③ UHF 推進国の米国運用周波数である ISMバンド902~928MHzに含まれ、タグ側のアンテナの共振周波数(動作範囲)の変更をすることなく、完全な共通運用が可能となる。

以下、周波数考察を参考添付する。

<参考>ISO/IEC18000-6 の推奨運用周波数範囲の860-930MHzを尊重し、この周波数帯域を考察。

利用する周波数候補	共用の可能性は高いか(5段階)				帯域幅	ISO 国際標準との整合性	同一タグの国際共通運用	長期的に使用可能か	備考
	屋外		屋内						
	公道	コンテナヤード	店舗等	倉庫等					
860-892MHz	1	1	1	1	△	○	×	×	
868-871MHz	1	1	1	1	△	○	×	×	EU で検討中の周波数
892-893MHz	5 (注1)	5 (注1)	5 (注1)	5 (注1)	△	○	△	?	MCA のリザーブバンド
893-900MHz	1	1	1	1	△	○	△	×	
900-902MHz	1	1	1	1	△	○	○	?	防災無線
903-905MHz	4	4	5	5	△	○	○	△	パーソナル無線
905-915MHz	2	2	3	3	○	○	○	△	デジ/アナ MCA 無線
915-930MHz	1	1	1	1	○	○	○	×	

注1: リザーブバンドとして今現在空き周波数であるとの条件で。

共用形態として、干渉が懸念される地域ではパーソナル無線の約2MHzのみの固定運用周波数として、その他の干渉発生確率が少ない地域ではMCA とパーソナルをあわせた、13MHzが使用できればよいと考える。尚、ここでは、携帯電話との共用は、その運用局数と通信方式、障害のシステム内連鎖反動的な波及効果が大きいとして、共用条件の検討の可能性が低いと判断した。

3) RFID 側被干渉計算のためのシステムパラメータ

(1)MCA 移動局の送信

- ① 送信周波数 : 905-915MHz
- ② 最大送信出力 : 最大 30 Watt(装置出力端)
- ③ 送信アンテナ利得/給電線損失 : 4dB/1.5dB
- ④ スプリアス特性 2.5uW 以下

(2)RFID の R/W の受信

- ① 受信周波数 : 905-915MHz(搬送周波数からオフセット周波数として 2.2 及び 3.3MHz または 1.1 及び 1.65MHz の周波数)
- ② 送/受信アンテナ利得/給電線損失 : 6dB(中心周波数) / 約2dB
- ③ 受信感度:約-70dBm(BER で  $10^{-2}$  ?)。(送信/受信間のアンテナ共用の分離比は約 35dB 程度)
- ④ 受信干渉波電力の帯域外許容値 : 不明

4)干渉計算

計算対象システムとして、出力の大きい MCA とし、以下の計算条件で試算する。

- ① 伝搬損失については市街地通信で一般的な 3.5 乗則を使用する。
- ② パッシブタグは R/W から電力の供給を受けつつ、その一部を変調し上り回線信号としているため入力電力と上り回線出力の配分を1:1の割合とする。従って入力電力の1/2が上り回線の出力とする。
- ③ RFID の回線成立条件としては、干渉波レベルより 10dB 高い希望波レベルとする。10dB は BER で約  $10^{-5}$  の回線品質が見込まれる。
- ④ タグからの上り信号は 2 乗則を使用(但し、タグ添付物体での透過損失 10dB を別途見込む)

5)干渉距離

R/Wとタグの距離(m)	3	5	7	10
回線成立のための MCA 移動局との離隔距離(km)	7	12	12	12

2. 回避策と共用条件議論の在り方

1)回避策の在り方

多くの干渉計算結果は、尊重されるものとしても、回避の方策として以下の方向での議論は実際的ではないと考える。

- ① 送信出力を干渉が発生しない程度に絞る
- ② 伝搬路を遮蔽する形で干渉波の減衰を計る。

理由は、UHF が他の RFID 周波数に対して特徴づけられている以下の特質を大きく損なう。

- ① 長距離の読み書き用途であり、出力の低減は通信距離に大きく影響する。
- ② その UHF-RFID の利便性(注1)からシステムは安価である必要があり、運用場所での都度の大規模の電波遮蔽はシステム価格の大幅な増大を招き利用・普及を大きく損ねる。

(注1)タグの安価が期待でき最も多くのアプリケーションで多用される可能性が大 従って干渉回避策または共用条件はその他の手段、方法を模索する必要がある。

2)干渉回避策として軽減を期待できるパラメータの列挙

(1)RFID 装置側

- ①可変送信出力 ②アンテナ利得 ③周波数ホッピングと狭帯域の切り替え

(2)既存システム装置面

- ①自動通信障害回避・補完機能 ②キャリアセンス機能 ③制御/通話チャンネルの通信システム ④連続送信時間制限

(3)運用面・操作面

- ①屋内使用に限定 ②運用地域を限定 ③電波遮蔽等で伝搬損失を稼ぐ
- ④アンテナの指向性で分離

3)干渉計算と共用条件議論の方向

RFID を実用域で使用するには、事実上 上記軽減策では100%の干渉回避は難しいと判断される。

#### (1)干渉計算の理解

干渉計算は、共存システムにおける電磁波エネルギー面での電波の衝突時における、受信機入力信号の大小関係に関する代表的な数値モデルと理解される。従って干渉計算結果が、実際の無線システムの運用における実際に発生する回線障害の**全体の判断基準**であるとの理解には無理があると考ええる。

従って無線システムの実運用での回線障害の程度、その発生頻度、確率は、時間軸、周波数軸での運用密度についても検討・考察が必要であると考ええる。

運用密度は、時間面(運用の時間的な連続性:通信の度数又は呼量)、周波数面での周波数

帯の利用密度、物理平面での利用密度(運用局数)である。干渉計算結果はこのうち、相互のシステムが時間的に同時に、かつ同一周波数を使用した場合の物理平面でのシステム相互間の離隔距離の目安を示しているにとどまる。従って時間面、周波数面における障害の発生頻度、確率とその障害度合いは含まれておらず、この視点での議論が必要と考える。

#### (2)共用条件議論の方向

論点は回線の障害発生頻度(確率)や程度とし、その検討パラメータとして以下の3視点に基づく議論が考えられる。尚、以下はパーソナル無線(903-905MHz)及びMCA無線(905-915MHz)を対象周波数としている。

##### ①運用場所(空間分離:離隔距離で干渉を避ける)

- ・運用場所に係る離隔距離は干渉計算で求められ、上記軽減パラメータを採用して再計算をこころみ、再度離隔距離を計算する。
- ・運用局数の粗密があり、粗の地域では離隔距離の確保が期待できる場所もあり得る。

##### ②運用周波数(周波数分離)

- ・狭帯域と周波数ホッピング、さらに既存システムの周波数軸での利用密度によるからの回線障害の発生確率。
- ・運用局数の粗密があり、粗の地域では総割り当てチャンネル数に対する運用局の数が少なく、周波数ハッピング確率が低いことが期待でき得る。

##### ③運用時間(時間分離)

- ・狭帯域または周波数ホッピングの切り替えで回線障害を軽減できる。
- ・既存システムの総割り当てチャンネル数に対する運用局数の時間的増減により、周波数衝突確率が減少し、回線障害(干渉発生)の発生確率の減少が期待できる。

(一般に、無線通信での回線障害発生度合い、全通信の3%以下であれば容認できる範囲としているようである)

### 3. 実証実験の必要性

これらの理由により、干渉計算結果をふまえて、以下の視点で実証実験を行う必要がある。

1)既存無線システムのMCA方式、キャリアセンス機能、送信時間制限等の機能が、障害回避この程度、

どの様に機能し寄与するのかを調査、測定をする。

2)周波数利用密度、運用時間密度での実際に発生する回線障害発生頻度とその程度について調査、測定をする。

共用条件の議論を継続するためには干渉計算結果だけでなく、既に述べてきたような以下の視点での実験・測定を行う。

・干渉計算は、同時、同一周波数での運用において、電波干渉がどの様であるかの視点である。

・時間軸上での運用の同時性・重なり発生頻度(確率)

時系列での回線の混み具合(回線の利用密度:呼量?)で、回線障害の発生確率の検証。

送信周波数が、時間軸上で同時または重なりが起これなければ、干渉は発生しない。

・同一周波数での運用頻度(確率)

許可されている帯域内の、周波数利用密度で、回線障害の発生確率の検証。

送信周波数が、周波数軸上で同一または重なりが起こらなければ、干渉は発生しない。

#### 4. 実証実験結果の理解

回線障害の発生頻度により、共用条件として以下の可能性が見込まれる。

- 1) 日本国内の運用地域毎に、運用時間、運用周波数について共用条件の在り方、判断のための基礎データとして期待できる。
- 2) 具体的には、回線障害の発生頻度、度合いがその地域毎の総通信量に比較し容認できる(3%以下?程度)低さであれば、実運用での共用条件の策定、運用基準の議論を継続できると考える。

以上



## 【既存システムから電子タグへの干渉検討結果】

UHF 帯 RFID システム(B 社パッシブ RFID リーダー既存機 902.6~927.4MHz)を仕様変更せずに既存システムと帯域共用した場合に、既存システム側 1)KDDI 移動局 2)MCA 移動局 3)ドコモ移動局から干渉を受けないためにはどの程度の離隔距離を必要とするか計算を行った。

### 1) KDDI 移動局→RFID システムへの被干渉

UHF 帯 RFID システム(B 社パッシブ RFID リーダー既存機 902.6~927.4MHz)において、KDDI 移動局の 915.75~924.24MHz と帯域を共有した場合の被干渉計算を行った。

与干渉側(KDDI 移動局)から受ける被干渉側(B 社パッシブ RFID リーダー既存機)の受信電力式を以下のように定義する

$$\text{受信電力 } Pr = \text{送信電力 } Pt + \text{送信アンテナ利得 } Gt + \text{受信アンテナ利得 } Gr - \text{空間伝搬損失 } Lo$$

諸パラメータとして、

携帯電話送信周波数	Freq := 920	(MHz)	
携帯電話送信出力	Pt := 24	(dBm)	= 250mW
送信アンテナ利得	Gt := 0	(dBi)	
+	給電線損失		
受信アンテナ利得	Gr := 3.73	(dBi)	
+	給電線損失		
ここで波長は	$\lambda := 3 \cdot 10^8 / \text{Freq} \cdot 10^6$		

RFID システムの受信干渉波電力の帯域内許容値を約-70dBm であることから

$$Lo := Pt + Gt + Gr - Pr$$

Lo = 97.73(dB)の空間伝搬損失による改善量が必要となる。

伝搬損失は一般的に以下の式で表すことができ、

$$\text{①自由空間基本伝搬損失} \quad Lo1 := 20 \log(4 \pi d / \lambda) \quad (\text{dB})$$

$$\text{②2波干渉モデル} \quad Lo2 := 20 \log(d^2 / Ht \cdot Hr) + \beta \quad (\text{dB})$$

但し、

d は機器間距離

Ht、Hr は送受信アンテナの地上高

$\beta$  は市街地状況における補正係数(ビル街: 45.1dB、住宅街: 21.7dB、郊外: 18.3dB)

RFID リーダーと携帯電話における通常の運用では地上高 1.5m 程度と考えられるため、

②損失式を適用し補正係数  $\beta$  はワーストの郊外を想定した場合、

所要離隔距離 = 140m 必要となる。

また、最悪条件の①損失式では所要離隔距離 = 2000m 必要であると考えられる。

2) MCA 移動局→RFID システムへの被干渉

同様に UHF 帯 RFID システム (B 社パッシブ RFID リーダー既存機 902.6~927.4MHz) において、800MHz デジタル MCA 移動局の 905~915MHz と帯域を共有した場合の被干渉計算を行った。

諸パラメータは、

MCA 移動局送信周波数	Freq := 910	(MHz)	
MCA 移動局送信出力	Pt := 33	(dBm)	= 2W
送信アンテナ利得	Gt := 2.5	(dBi)	
+ 給電線損失			
受信アンテナ利得	Gr := 3.73	(dBi)	
+ 給電線損失			
受信干渉波電力の	Pr := -70	(dBm)	
帯域内許容値			
ここで波長は	$\lambda := 3 \cdot 10^8 / \text{Freq} \cdot 10^6$		

$$Lo := Pt + Gt + Gr - Pr$$

$Lo = 109.23(\text{dB})$  の空間伝搬損失による改善量が必要となる。

RFID リーダーと MCA 移動局も地上高 1.5m 程度での運用が考えられるため、②の2波干渉モデルを適用し、補正係数  $\beta$  はワーストの郊外を想定した場合、  
所要離隔距離 = 280m 必要となる。

また、最悪条件の①損失式では所要離隔距離 = 7600m 必要であると考えられる。

3) ドコモ移動局→RFID システムへの被干渉

同様に UHF 帯 RFID システム (B 社パッシブ RFID リーダー既存機 902.6~927.4MHz) において、ドコモ移動局の 925~948MHz と帯域を共有した場合の被干渉計算を行った。

諸パラメータは、

MCA 移動局送信周波数	Freq := 936.5	(MHz)	
MCA 移動局送信出力	Pt := 329	(dBm)	= 2W
送信アンテナ利得	Gt := 0	(dBi)	
+ 給電線損失			
受信アンテナ利得	Gr := 3.73	(dBi)	
+ 給電線損失			
受信干渉波電力の	Pr := -70	(dBm)	
帯域内許容値			
ここで波長は	$\lambda := 3 \cdot 10^8 / \text{Freq} \cdot 10^6$		

$$Lo := Pt + Gt + Gr - Pr$$

$Lo = 102.73(\text{dB})$  の空間伝搬損失による改善量が必要となる。

RFID リーダーとドコモ移動局も地上高 1.5m 程度での運用が考えられるため、②の2波干渉モデルを適用し、補正係数  $\beta$  はワーストの郊外を想定した場合、  
所要離隔距離 = 190m 必要となる。

また、最悪条件の①損失式では所要離隔距離 = 3500m 必要であると考えられる。

参考資料7 電子タグと既存システムとの共用可能性に関する検討

既存基地局からの被干渉計算結果（RFIDリーダーの利用帯域を変更して各既存システム帯域との共用を想定）

与干渉側(既存基地局) 被干渉側(DNP タグリーダー)	NTTドコモ		KDDI		MCAアナログ		MCAデジタル		パーソナル無線	
	A社	B社	A社	B社	A社	B社	A社	B社	A社	B社
送信周波数[MHz]	840	840	845	845	855	855	855	855	903	903
最大送信出力[W]	4	4	10	10	80	80	40	40	5	5
最大送信出力[dBm]	36.1	36.1	40	40	49.1	49.1	46.1	46.1	37	37
送信アンテナ利得[dBi]	21	21	14	14	10.5	10.5	10.5	10.5	7.14	7.14
送信給電線損失[dB]	3	3	5	5	8.36	8.36	8.36	8.36	0	0
受信アンテナ利得[dBi]	9	5.73	9	5.73	9	5.73	9	5.73	9	5.73
受信給電線損失[dB]	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
受信干渉波電力の帯域内許容値[dBm]	-70	-70	-70	-70	-70	-70	-70	-70	-70	-70
所要伝搬損失 最小値[dB]	131.1	127.83	126	122.73	128.24	124.97	125.24	121.97	121.14	117.87
離隔距離 自由空間伝搬モデル[km]	102.1	70.0	56.4	38.7	72.1	49.5	51.1	35.0	30.2	20.7
離隔距離 2波干渉モデル[m]※1	211.9	175.5	158.0	130.9	179.7	148.9	151.2	125.3	119.4	98.9

参考資料7 電子タグと既存システムとの共用可能性に関する検討

与干渉側(既存基地局) 被干渉側(DNP タグ)	NTTドコモ		KDDI		MCAアナログ		MCAデジタル		パーソナル無線	
	A社	B社	A社	B社	A社	B社	A社	B社	A社	B社
送信周波数[MHz]	840	840	845	845	855	855	855	855	903	903
最大送信出力[W]	4	4	10	10	80	80	40	40	5	5
最大送信出力[dBm]	36.1	36.1	40	40	49.1	49.1	46.1	46.1	37	37
送信アンテナ利得[dBi]	21	21	14	14	10.5	10.5	10.5	10.5	7.14	7.14
送信給電線損失[dB]	3	3	5	5	8.36	8.36	8.36	8.36	0	0
受信アンテナ利得[dBi]※2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
受信給電線損失[dB]※2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
受信干渉波電力の帯域内許容値[dBm]※3	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50
所要伝搬損失 最小値[dB]	104.1	104.1	99	99	101.24	101.24	98.24	98.24	94.14	94.14
離隔距離 自由空間伝搬モデル[km]	4.6	4.6	2.5	2.5	3.2	3.2	2.3	2.3	1.3	1.3
離隔距離 2波干渉モデル[m]※1	44.8	44.8	33.4	33.4	38.0	38.0	32.0	32.0	25.2	25.2

※1: 使用条件: ビル街補正 45.1dB を適用

※2: 性能データ取得依頼中のため、0 と仮定

※3: 性能データ取得依頼中のため、-50dBm と仮定

## 国際郵便モニタリングシステムとアマチュア無線との周波数共用実証実験

### 実験目的

- ◆ 433MHz 帯を使用する国際郵便モニタリングシステムとアマチュア無線との与干渉と被干渉について、当該システムの運用を予定している新東京国際空港郵便局において、実際の無線タグ（一部改造を施した PT21）を使用して確認する。

### 概要

- ◆ 実施日 : 平成 15 年 10 月 28 日（火）～31 日（金）
- ◆ 実験場所 : 新東京国際空港郵便局並びに新東京国際空港及び空港周辺
- ◆ 実施者 : 日本郵政公社、（社）日本アマチュア無線連盟

### 実験項目

- ◆ 無線タグ（PT21）の電界強度測定
  - 実環境での局舎内電界強度測定
  - 実環境での局舎外電界強度測定
- ◆ アマチュア無線局の局舎内での電界強度測定
  - 第 1、第 2 空港ターミナル展望デッキからのアマチュア局運用
  - 局舎から約 1km 離れた空港外からの運用
- ◆ 局舎周辺の 400MHz 帯（400～500MHz）電波環境調査

### 供試無線局の概要（国際郵便モニタリングシステム）

- ◆ 局種： 実験局
- ◆ 免許人： 日本郵政公社
- ◆ 電力： 1 $\mu$ W（EIRP）
- ◆ 参考

質問信号無しで連続送信がするよう改造を施した。送信波はCW。



### 供試無線局の概要（アマチュア無線局）

- ◆ 局種： アマチュア無線局
- ◆ 免許人： （社）日本アマチュア無線連盟
- ◆ 電力等：

携帯型無線機

電力 2.5W  
アンテナ利得 2.14dBi

固定型無線機

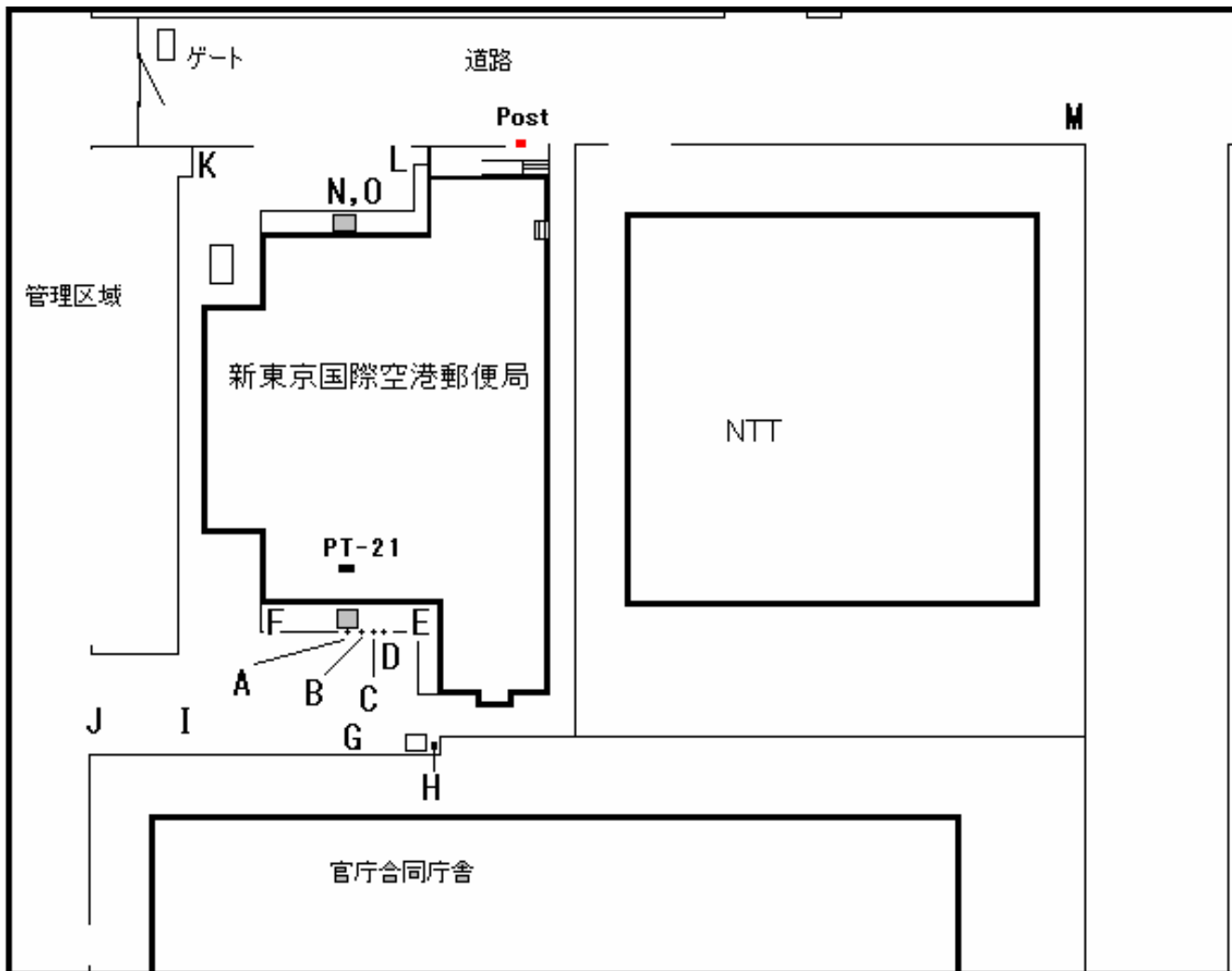
電力 25W  
アンテナ利得 13.1dBi



### 無線タグと質問機間の電界強度

- ◆ 電界強度 52～77dB $\mu$ V/m
- ◆ 電界強度の変化要因
  - アンテナの偏波面
  - 郵袋、郵便物による減衰
  - ベルトコンベアーと無線タグとの距離関係

局舎周辺の電界強度（測定場所）



局舎周辺の電界強度

測定点	電界強度	測定場所	ドア状態
A	62.4dB $\mu$ V/m	無線タグの真南、外床端	ドア開
	57.7dB $\mu$ V/m		ドア閉
G	40.2dB $\mu$ V/m	無線タグの真南、敷地境界	ドア開
	33.0dB $\mu$ V/m		ドア閉
J	31.0dB $\mu$ V/m	西ゲート	ドア開
	27.9dB $\mu$ V/m		ドア閉
M	30.2dB $\mu$ V/m	交差点	ドア明
N	30.2dB $\mu$ V/m	上部床端	ドア開
	33.2dB $\mu$ V/m		ドア閉

### アマチュア無線局による国際郵便モニタリングシステムへの与干渉

局舎周辺で携帯型無線機を使用すると無線タグの運用に支障を与える。  
展望デッキでの携帯型無線機による運用では無線タグの運用に支障はない。  
空港の周辺に高出力のアマチュア局が開設された場合、無線タグの運用に支障を与える。

### 国際郵便モニタリングシステムによるアマチュア無線局への与干渉

- ◆ 新東京国際空港郵便局南側発着口付近では高い電界強度を示すが、西ゲートまで離れると電界強度測定器の測定限界を下回る強度であることを確認した。
- ◆ 実際のアマチュア無線機を使用した実験においても、局舎から20～30m離れるとアマチュア無線の通信に支障が無いことを確認した。

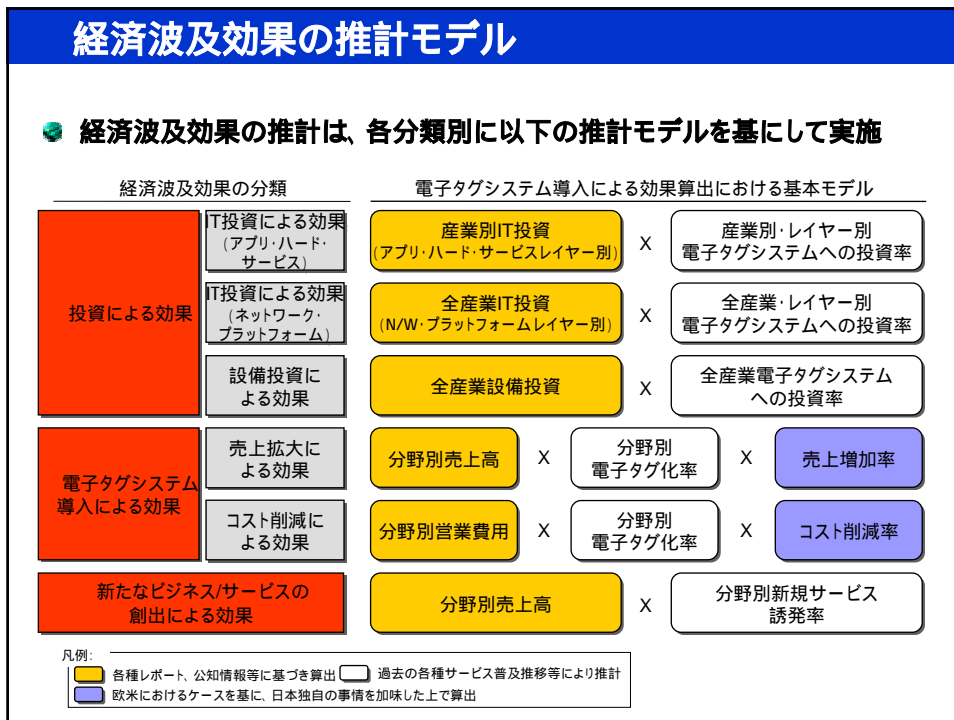
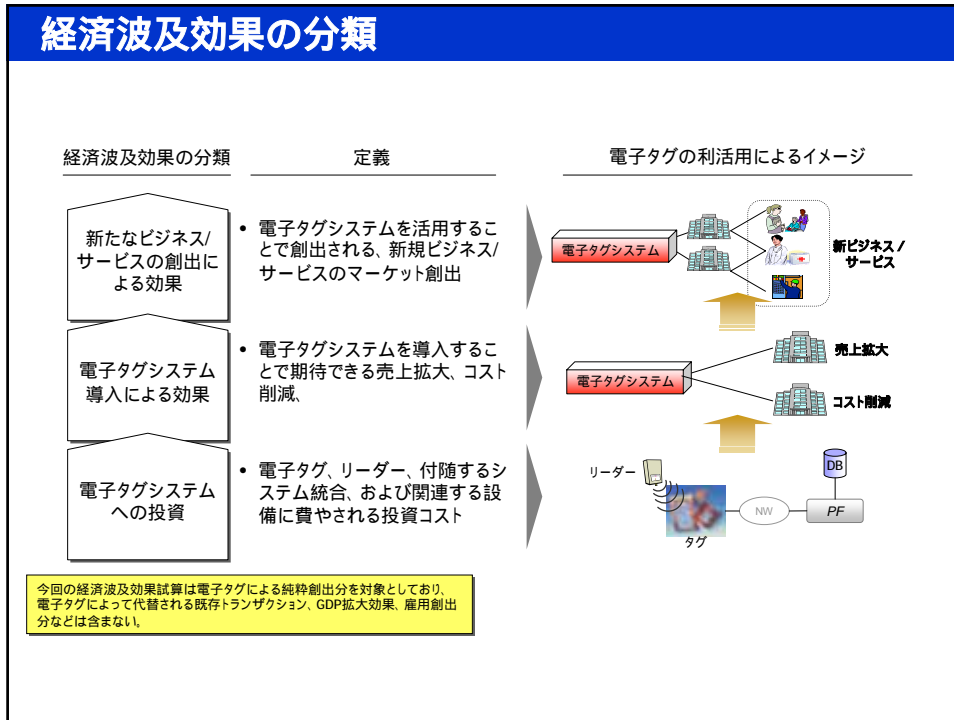
### 国際郵便モニタリングシステムとアマチュア無線との周波数共用の可能性

- ◆ 無線タグ（PT21）の送信電力が1 $\mu$ W（EIRP）と低い電力であること。
- ◆ 無線タグの運用場所が屋内であり、建物の遮蔽効果による減衰があること。
- ◆ 運用場所が空港内であり、一般の住宅からの離隔距離が確保できること。
- ◆ 無線タグの運用は1日に数10個であり、無線タグから発射される時間の合計も1日に数10秒から1分程度であること。

以上のことから、国際郵便モニタリングシステムとアマチュア無線との周波数共用は可能であると判断する。

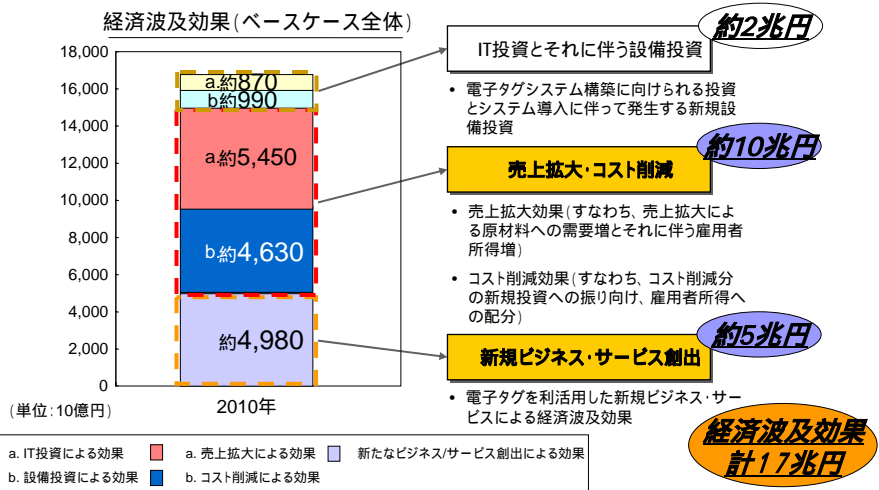


# 経済波及効果の推計



## ベースケースにおける経済波及効果

\* ベースケースの場合(未解決課題はあるものの、普及するために十分な環境が整った場合)、2010年に約17兆円の経済波及効果が生まれると推計される。

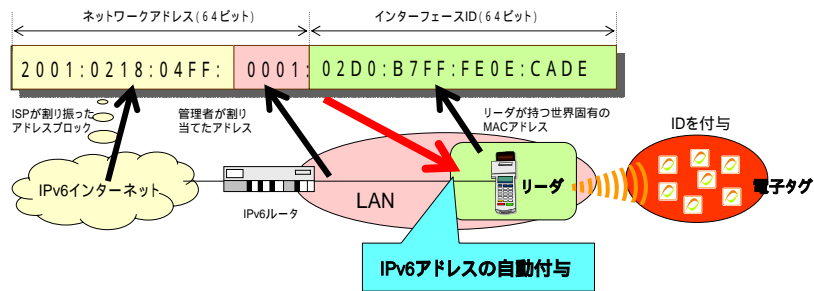


# 電子タグとIPv6との連携

## IPv6のメリット

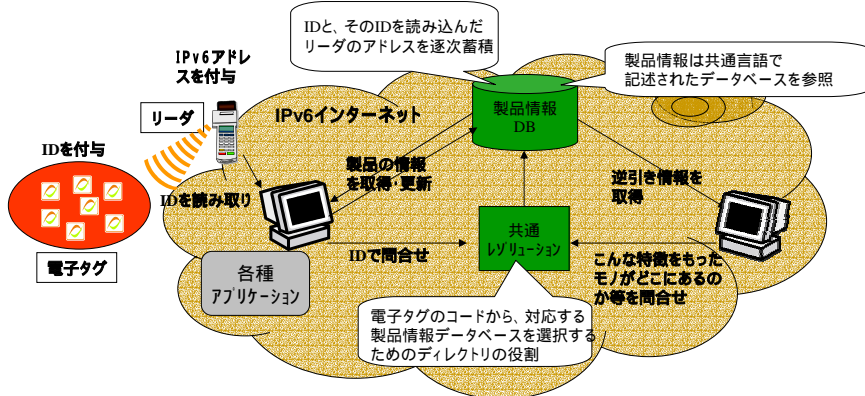
- NAT<sup>1</sup>が不要なため、End-to-Endの双方向通信が可能
- IPSecによる高いセキュリティ
- 豊富なアドレス空間(128bit)
- Plug&Play機能によるIPv6のアドレスの自動付与

<sup>1</sup> NAT : Network Address Translation



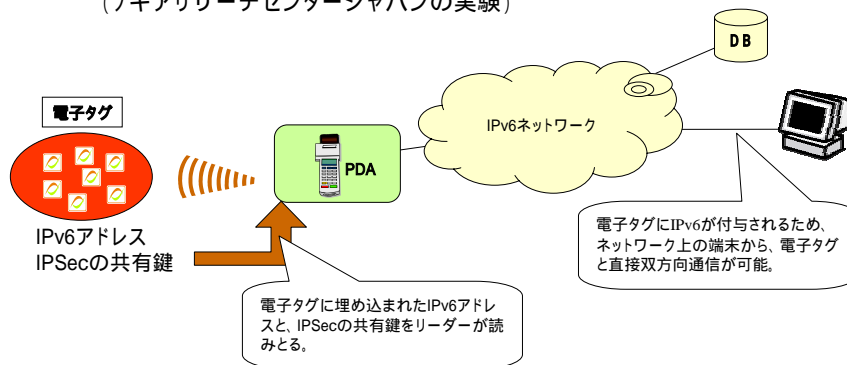
## IPv6と電子タグとの連携例(1) リーダーにIPv6アドレス

- 「電子タグのID」と「リーダーのIPv6アドレス」の組み合わせから、「モノ」の情報検索が可能。
- IPv6アドレスによってリーダーを特定し、どのリーダーでどの電子タグを読み込んだかの情報をDBに蓄積することによって、特定のモノがどこにあるのか、ある特徴をもったモノはどこにあるのかといったモノの逆引きが可能。



## IPv6と電子タグとの連携例(2) 電子タグにIPv6アドレス

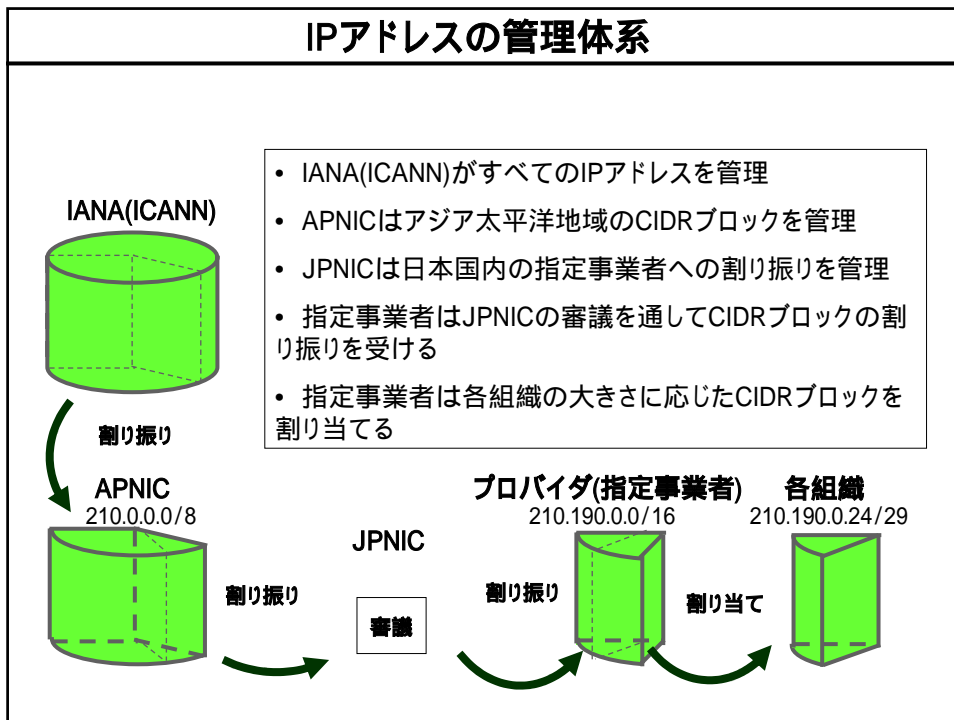
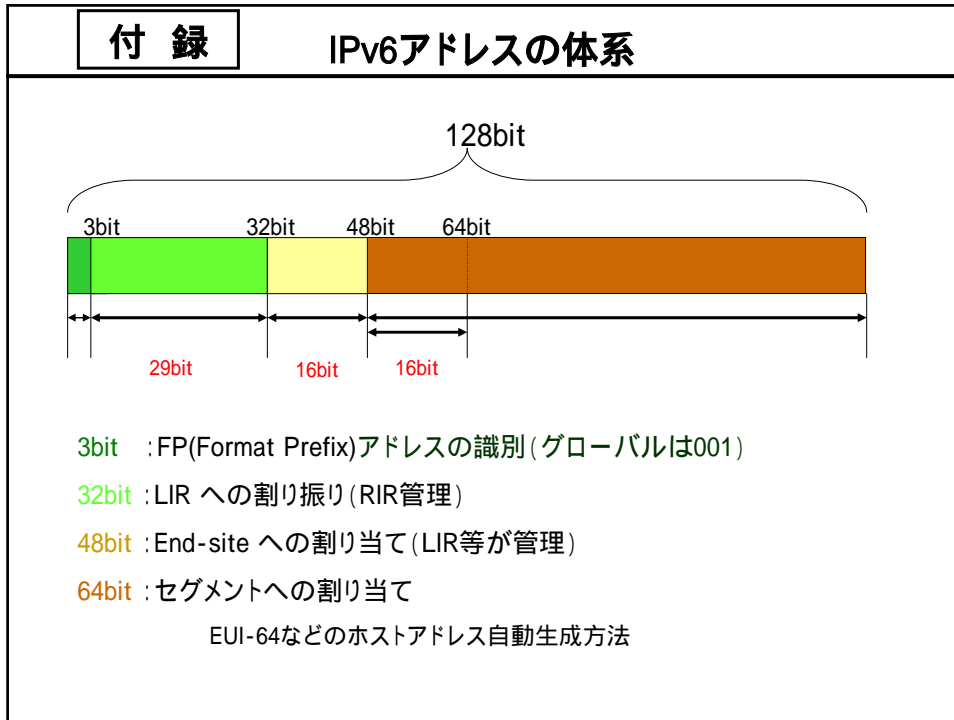
- 電子タグにIPv6アドレスを付与し、それをリーダーで読み込んで、mobile IP/固定IPとして使う例もあり。  
(ノキアリサーチセンタージャパンの実験)

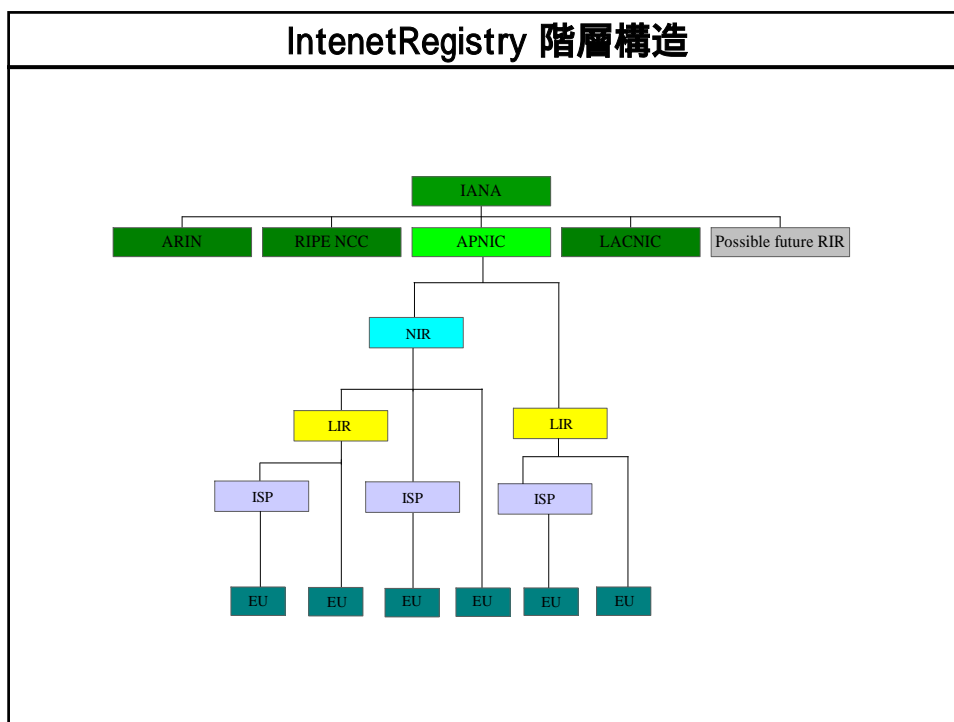


- 将来的にはアクティブタグにIPv6アドレスが割り当てられ、そこで処理をするような形態もありうる。

## IPv6アドレスのIDとしての利用の課題

- IPアドレスとID(モノの名前)の基本的関係  
IPアドレスは通信対象のモノをネットワーク上で位置付けるために使われ、モノを識別する名前(ID)として付与する考え方は一般的ではない。
- ルーティング技術とアドレス割り当ての関係  
情報を目的のIPアドレスまで届ける道筋をあらゆるルーティング技術は、IPアドレスを接続されている回線に沿って階層的に割り当てることにより、その管理に要する処理を効率化している。すなわち、まず回線を管理する通信事業者単位にアドレスブロックの割り当てが行われ、通信事業者は回線の接続形態によりルーティング技術が効率的に機能するように加入者に対してアドレスの割り当てを行っている。  
従って、例えば電子タグの製造者等が割り当てられたアドレスブロックから個々の電子タグにIPアドレスを割り当てるとした場合、アドレス割り当てとルーティングの対応関係がないこととなり、上記のような効率的なルーティング処理ができない。  
一方、回線の接続関係に依存しない技術(mobileIP)も登場してきており、この制約は絶対的なものではなくはなくなっている。今後、このmobileIP技術の進展動向を踏まえ検討を行う必要がある。
- IPアドレスとIDの一体化  
抽象的なIDではなく、具体的に体系が定まっており、その空間も広いIPv6をそのままIDとして適用することにより、ID管理の簡素化などの利点を指摘する意見もある。  
このような利用形態に対応するためにはアドレス割当ポリシーの改定も課題である。





### アドレスポリシー

- **アドレス割当のルール、基準を定めたもの**
  - ✓ 限られた資源を有効にかつ公平に配分するため
- **決定方法**
  - ✓ オープンなポリシーミーティングで決定
    - ・ アドレスの節約に偏りがちなRIRの意見だけでなく、ビジネス側の意見や少数意見なども取り入れたバランスのよいポリシー形成が可能
    - ・ RIR側からだけでなく、割り当てを受けている側からの提案も可能
- **現在有効な新IPv6ポリシー(骨子)**
  - ✓ ある一定以上(2年間で200顧客)の顧客をもつISPが一次割り振りを受けることが可能
    - ・ 上記条件を満たし、割り振られる最小の単位は、32bit分(約65,000顧客分)
  - ✓ サービスプロバイダから顧客への割り当て量はその顧客のネットワークの大きさにかわらず一定
    - ・ 契約単位で割り当て可能。審議不要



**ユビキタスネットワーク時代における電子  
タグの高度利活用に関する調査研究会**

## **開催要綱**

## 「ユビキタスネットワーク時代における電子タグの 高度利活用に関する調査研究会」開催要綱

### 1 背景・目的

電子タグは、現在、バーコード機能の代替としての物流管理や、入退室管理等を中心に利用されているが、今後は、ネットワークとの結びつきを一層深めつつ、物流、食品、環境、教育等の多様な分野での高度利活用が可能なユビキタスネットワーク時代に対応できる電子タグとしての視点が重要になる。このような状況を踏まえ、今後の電子タグの役割、求められる要件を明確化し、取り組むべき研究開発課題や実現に向けた推進策等の検討を早急に行うため、本調査研究会を開催するものである。

### 2 名称

本会の名称は、「ユビキタスネットワーク時代における電子タグの高度利活用に関する調査研究会」とする。

### 3 検討事項

本会は、以下の事項等について調査・検討する。

- (1)電子タグに関する技術・標準化動向と利用ニーズ
- (2)ユビキタスネットワーク時代の電子タグの役割、機能及びネットワークとの関係
- (3)ネットワークアドレスから高度利活用が可能な電子タグへの発展の可能性
- (4)利用ニーズに対応した周波数使用方法
- (5)研究開発・標準化の課題
- (6)社会的・経済的効果
- (7)推進方策

### 4 構成・運営

- (1)本会は、大臣官房技術総括審議官の調査研究会として開催する。
- (2)本会の構成員は、別紙のとおりとする。
- (3)本会には、座長及び座長代理を置く。
- (4)座長は、構成員の互選により定める。
- (5)座長は、本会の構成員の中から座長代理を指名する。
- (6)座長は、本会を招集し、主宰する。
- (7)座長代理は、座長を補佐し、座長不在のときは、座長に代わって本会を招集し、主宰する。
- (8)座長は、本会の審議を促進するため、ワーキンググループを設置することができる。
- (9)座長は、上記の他、本会の運営に必要な事項を定める。

### 5 開催期間

平成15年4月から平成15年12月までを開催期間とし、平成15年6月に中間とりまとめを行う。

### 6 庶務

情報通信政策局技術政策課、研究推進室、通信規格課、情報流通振興課及び総合通信基盤局電波部移動通信課が行う。

**ユビキタスネットワーク時代における電子  
タグの高度利活用に関する調査研究会**

**構成員**

## 「ユビキタスネットワーク時代における電子タグの高度利活用に関する調査研究会」構成員

(敬称略、五十音順)

相上 義明	株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコム 取締役 ネットワーク本部ネットワーク企画部長【第2回まで】
青木 昭明	ソニー株式会社 執行役員 上席常務
縣 厚伸	イワ株式会社 取締役
秋山 正樹	松下電器産業株式会社 取締役 パナソニックシステムソリューションズ 社長
有蘭 徹	社団法人情報通信技術委員会 専務理事
石渡 恒夫	京浜急行電鉄株式会社 専務取締役
伊土 誠一	日本電信電話株式会社 常務理事 情報流通基盤総合研究所所長【第4回まで】
岩沙 克次	日本貨物鉄道株式会社 代表取締役専務【第2回まで】
今井 秀樹	東京大学 生産技術研究所教授
内永ゆか子	日本アイ・ビー・エム株式会社 常務執行役員 ソフトウェア開発研究所長
瓜生 直樹	三菱ケルファーマ株式会社 執行役員 社長室長
大西 弘致	トヨタ自動車株式会社 ITS 企画部長
大山 永昭	東京工業大学 フロンティア創造共同研究センター教授
金子 郁容	慶應義塾大学 大学院政策・メディア研究科教授
川辺 守彦	石川島播磨重工業株式会社 取締役 事業企画部長
國井 秀子	株式会社リコー 執行役員 ソフトウェア研究開発本部長 マルチメディア研究所所長
児玉 駿	日本通運株式会社 執行役員 IT改革部・情報システム部担当
齊藤 忠夫	東京大学名誉教授
坂村 健	東京大学大学院 情報学環教授
塩見 正	独立行政法人通信総合研究所 理事
篠本 学	株式会社日立製作所 情報・通信グループプラットフォームネットワーク部門 CEO
高岡 博史	株式会社東芝 社会ネットワークインフラ社副社長
立石 和義	日本電信電話株式会社 理事 情報流通基盤総合研究所所長【第5回から】
築山 宗之	東京電力株式会社 常務取締役
徳田 英幸	慶應義塾大学 環境情報学部教授
西村 清司	日本郵政公社 理事【第5回まで】
服部 勝至	トヨタ自動車株式会社 ネットワーク事業部長【第1回会合】
二木 治成	株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコム 取締役 ネットワーク本部ネットワーク企画部長
堀田 徹哉	アクセリア株式会社 通信/IT/産業本部パートナー
本保 芳明	日本郵政公社 理事【第6回会合】
松尾 義武	日本電気株式会社 執行役員 EIP ネットワーク事業本部長
三木 彬生	日本貨物鉄道株式会社 執行役員 IT推進本部長
村井 純	慶應義塾大学 環境情報学部教授
村上 輝康	株式会社野村総合研究所 理事長
村上 仁己	KDDI 株式会社 執行役員 技術開発本部長
安田 靖彦	早稲田大学 理工学部教授
大和 敏彦	システムズ株式会社 CTO
若尾 正義	社団法人電波産業会 専務理事
和田 英一	株式会社インターネットイニシアティブ 技術研究所所長

## 「ユビキタスネットワーク時代における電子タグの高度利活用に関する調査研究会無線システムワーキンググループ」構成員

(敬称略、五十音順)

相澤 学	(財)移動無線センター 理事 技師長
赤塚 元	凸版印刷(株) 経営企画本部 IC事業推進部 ICマーケティング部長【第3回まで】
阿部 宣康	モトローラ(株) iDEN/JSMR本部 JSMRビジネスオペレーションプランニング 技術担当マネジャー
荒川 雅典	日本テキサス・インスツルメンツ(株) RFIDシステムズ システム担当技師
石川 俊治	大日本印刷(株) ICタグ事業化センター 副センター長【第3回まで】
石田 良英	(社)電波産業会 研究開発本部 移動通信グループ 担当部長
今井 秀樹	東京大学 生産技術研究所 教授
植野 船首	(株)日立製作所 情報事業統括本部 IT政策推進本部 通信政策推進部 部長代理
江崎 浩	東京大学大学院 情報理工学系研究科 助教授
大原 寛	日本フィリップス(株) 半導体事業部 アイデンティフィケーションセグメント 部長【第11回から】
岡部 利文	日本バレットレンタル(株) 情報管理部 次長
金子 薫	日本貨物鉄道(株) IT推進本部情報システム部 部長【第9回から】
金丸 哲男	NTTコミュニケーションズ(株) 経営企画部 担当部長
川田 将幸	日本郵政公社 郵便事業本部 国際郵便事業部 国際郵便ネットワーク担当グループリーダー【第10回まで】
川端 一彰	(株)東芝 研究開発センター コンピュータ・ネットワークラボラトリー 研究主幹
喜田 浩	ボーダフォン(株) ネットワーク統括部 無線ネットワーク部 主任
越塚 登	東京大学 情報基盤センター 助教授
小林 一雄	凸版印刷株式会社 総合研究所・研究員【第4回から】
小柳 昌通	日本郵政公社 郵便事業本部 国際郵便事業部 国際郵便ネットワーク担当グループリーダー兼マネージャー【第11回から】
近藤 俊幸	日本アマチュア無線連盟 技術課 課長
島田 良一	KDDI(株) 技術開発本部 電波部 課長
須田 博人	(株)NTTドコモ ワイヤレス研究所 電波信号処理研究室長
立花 智輝	日本通運(株) 情報システム部顧客物流専任部長【第12回】
多和田 博	トヨタ自動車(株) ネットワーク事業部 事業室 室長
堤 信五	日本通運(株) 情報システム部管理情報専任部長【第11回まで】
永井 祥一	(株)講談社 営業企画室 部次長
西方 敦博	東京工業大学 教育工学開発センター 助教授
野村 利夫	日本貨物鉄道(株) 総合企画本部 情報システム部長【第8回まで】
般谷 徹	三菱ウェルファーマ(株) 営業本部 医薬統括部門 流通推進部 企画グループ 課長
平野 忠彦	(社)日本自動認識システム協会 RFID専門委員会 委員長
福田 朗	新東京国際空港公団 空港計画室 課長
藤本 芳宣	日本電気(株) EIPネットワーク事業本部 EIPネットワーク事業部 ワイヤレス技術プロフェッショナル
三嶋 智	大日本印刷(株) 電子デバイス事業部電子デバイス研究所エキスパート【第4回から】
港 和行	イオン(株) グループIT本部 情報システム部 システムインフラG マネジャー
安永 豊	日本郵船(株) 経営委員 IT戦略グループ長
柳瀬 明典	松下電器産業(株) パナソニックシステムソリューションズ社 社会システムビジネス 通信技術グループ グループリーダー
吉村 和夫	(社)日本アパレル産業協会 顧問
若菜 弘充	(独)通信総合研究所 横須賀無線通信センター センター長【第11回から】
渡辺 桂三	日本フィリップス(株) 半導体事業部 アイデンティフィケーションセグメント システムマーケティングマネージャー【第10回まで】
オブザーバ	財務省 関税局
オブザーバ	農林水産省 大臣官房 情報課
オブザーバ	経済産業省 商務情報政策局 情報経済課
オブザーバ	国土交通省 政策統括官付

## 「ユビキタスネットワーク時代における電子タグの高度利活用に関する調査研究会ネットワーク利用ワーキンググループ」構成員

(敬称略、五十音順)

秋山 昌範	国立国際医療センター 情報システム部長
荒野 高志	社団法人日本ネットワークインフォメーションセンター 理事 (IPv6 担当)
岩岡 弘覚	イワ株式会社 グループ IT 本部 情報システム部 営業システム G リーダー
上田 伸	日本郵政公社 経営企画部門 地域・環境・ネットワーク活用部 担当部長(ネットワーク活用)【第6回まで】
内田 義昭	KDDI 株式会社 au 事業本部 au 事業企画本部 サービス開発部長
江崎 浩	東京大学大学院 情報理工学系研究科 助教授
影井 良貴	株式会社 NTT データ 法人ビジネス事業本部 サービスビジネスユニット長【第5回まで】
勝島 滋	日本通運株式会社 物流企画部 小口事業戦略室長
九野 伸	株式会社日立製作所 情報・通信グループ 戦略事業企画室 ストラテジスタッフ
越塚 登	東京大学 情報基盤センター助教授
坂口 尚	社団法人情報通信技術委員会 担当部長(標準化)
坂口 正信	ソニー株式会社 コーポレートテクノロジー部門 スタンド戦略部 担当部長
島田 淳一	独立行政法人通信総合研究所 企画部 企画室 主任研究員【第7回から】
須藤 茂雄	東京電力株式会社 電子通信部 通信技術企画グループ 課長
武石 謙二	京浜急行電鉄株式会社 情報ビジネス企画部 課長【第7回から】
竹村 雄二	石川島播磨重工業株式会社 営業統轄本部 本部長補佐
鶴田 信夫	日本郵政公社 経営企画部門 国際・物流・事業開発部【第7回から】
徳田 英幸	慶應義塾大学 環境情報学部教授
中川 忠夫	エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ株式会社 ビジネス開発営業部 担当部長
永田 幸次	株式会社 NTT データ 法人ビジネス事業本部 サービスビジネスユニット長【第6回】
野村 利夫	日本貨物鉄道株式会社 総合企画本部 情報システム部長【第4回まで】
林 雄代	日本電気株式会社 ソリューション開発研究本部 市場開発推進本部 シニアマネージャ
般谷 徹	三菱ケルファーマ株式会社 営業本部 営業統括部門 流通推進部 企画グループ 課長
久島 広幸	株式会社インターネットイニシアティブ 企画開発部 部長
平光 正樹	京浜急行電鉄株式会社 情報ビジネス企画部 課長【第6回まで】
堀田 徹哉	アクセンチュア株式会社 通信/IT/IT産業本部 リーダー
森 徹	日本アイ・ビー・エム株式会社 ソフトウェア開発研究所 テクニカル・ストラテジ部長
森川 誠一	システムズ株式会社 テクニカルリーダー 本部長
守安 隆	株式会社東芝 e-ソリューション社 SI 技術開発センター 参事
山口 考一	日本貨物鉄道株式会社 IT 推進本部 情報システム部 部長代理【第5回から】
山倉 和之	トヨタ自動車株式会社 生産物流システム生技部 生産システム
山崎 憲一	株式会社エヌ・ティ・ティ・コム ネットワーク研究所 北極星ネットワーク研究センター 研究室長
山本修一郎	株式会社 NTT データ 技術開発本部副本部長(兼)事業戦略部北極星推進室長【第7回から】
渡辺 秀介	株式会社野村総合研究所 情報・通信コンサルティング部 上級コンサルタント
オブザーバ	国立国会図書館 総務部 企画・協力課 電子情報企画室
オブザーバ	消防庁 特殊災害室
オブザーバ	財務省 関税局 調査保税課
オブザーバ	文部科学省 研究振興局 情報課
オブザーバ	厚生労働省 医政局 研究開発振興課 医療技術情報推進室
オブザーバ	農林水産省 大臣官房 情報システム課
オブザーバ	国土交通省 道路局 道路交通管理課 ITS 推進室

ユビキタスネットワーク時代における電子  
タグの高度利活用に関する調査研究会

## 検討経過

「ユビキタスネットワーク時代における電子タグの  
高度利活用に向けた調査研究会」

検討経過

日 程	検 討 内 容
第1回調査研究会 平成 15 年 4 月 15 日(火)	調査研究会の運営方針について 調査研究会の進め方について 電子タグに関する技術の現状と利用の動向等について
第1回無線システム WG 平成 15 年 4 月 17 日(木)	無線システム WG の進め方について 電子タグシステムの動向等について
第2回無線システム WG 平成 15 年 4 月 25 日(木)	諸外国の動向等について 共用検討の進め方について
第1回ネットワーク利用 WG 平成 15 年 4 月 23 日(水)	ネットワーク利用 WG の進め方について 電子タグに関する技術の現状と利用の動向について
第3回無線システム WG 平成 15 年 5 月 1 日(木)	干渉計算に必要となる技術的事項について
第2回ネットワーク利用 WG 平成 15 年 5 月 16 日(金)	電子タグに関する利用動向について
第4回無線システム WG 平成 15 年 5 月 16 日(金)	共用可能性検討について
第5回無線システム WG 平成 15 年 5 月 23 日(金)	共用可能性検討について 各分野における取組について
第2回調査研究会 平成 15 年 5 月 27 日(火)	電子タグに関する技術と利用の動向について
第6回無線システム WG 平成 15 年 5 月 29 日(木)	電子タグの技術動向について 共用可能性検討について
第3回ネットワーク利用 WG 平成 15 年 5 月 30 日(金)	電子タグの役割とネットワークの関係について 電子タグの将来イメージについて
第7回無線システム WG 平成 15 年 6 月 3 日(火)	電子タグの技術動向について 共用可能性検討について
第4回ネットワーク利用 WG 平成 15 年 6 月 13 日(金)	電子タグの利用動向、社会的・経済的効果等について 推進方策等について
第8回無線システム WG 平成 15 年 6 月 19 日(木)	各周波数帯について ワーキンググループ中間報告(案)について



参考資料 1 2 検討経過

第5回ネットワーク利用 WG 平成 15 年 6 月 26 日(木)	電子タグの利用動向、社会的・経済的効果等について 推進方策等について
第9回無線システム WG 平成 15 年 6 月 26 日(木)	実証実験について ワーキンググループ中間報告(案)について
第10回無線システム WG 平成 15 年 7 月 9 日(水)	ワーキンググループ中間報告(案)について
第6回ネットワーク利用 WG 平成 15 年 7 月 10 日(木)	ワーキンググループ中間報告(案)について
第3回調査研究会 平成 15 年 7 月 17 日(木)	ワーキンググループ中間報告について
第4回調査研究会 平成 15 年 8 月 1 日(金)	調査研究会中間とりまとめ(案)について 電子タグをめぐる最近の動向と我が国の取組について
第7回ネットワーク利用 WG 平成 15 年 12 月 16 日(火)	ユビキタスネットワークワーキングフォーラムにおける活動について セキュリティ確保・プライバシー保護等について
第11回無線システム WG 平成 15 年 12 月 19 日(金)	中間報告以降の動向把握について
第12回無線システム WG 平成 16 年 2 月 4 日(水)	ワーキンググループ最終報告(案)について
第8回ネットワーク利用 WG 平成 16 年 2 月 12 日(木)	ユビキタスネットワークワーキングフォーラムにおける活動について ワーキンググループ最終報告(案)について
第5回調査研究会 平成 16 年 2 月 18 日(水)	ワーキンググループ最終報告について 調査研究会最終報告(案)について
第6回調査研究会 平成 16 年 3 月 30 日(火)	パブリックコメントの結果について 調査研究会最終報告(案)について