

情報通信審議会 情報通信技術分科会

小電力無線システム委員会報告

概要

諮問2009号

「小電力の無線システムの高度化に必要な技術的条件」に関する一部答申（案）

- ・ 移動体識別システム（UHF帯電子タグシステム）の技術的条件のうち中出力型950MHz帯パッシブタグシステムの技術的条件並びに高出力型及び低出力型950MHz帯パッシブタグシステムの高度化に必要な技術的条件
- ・ 950MHz帯アクティブ系小電力無線システムの高度化に必要な技術的条件

平成21年12月18日
小電力無線システム委員会

委員会、作業班の審議状況

小電力無線システム委員会

第25回（平成21年7月7日）

小電力無線システム委員会において「950MHz帯中出力型パッシブタグシステムの技術的条件」の審議開始。

第26回（平成21年8月27日）

関係者からの意見陳述が行われ、956～958MHzの周波数帯の拡張を含めた検討及び950MHz帯アクティブタグシステム高度化に関する検討についての要望があり、これらの技術的条件についても審議を実施することとなった。

第27回（平成21年11月9日）

作業班で取りまとめられた小電力無線システム委員会報告（案）についての審議を行った。平成21年11月13日から同年12月13日までの間、パブリックコメントを募集することとした。

第28回（平成21年12月14日）

パブリックコメントの結果を踏まえ、小電力無線システム委員会報告のとりまとめを行った。

UHF帯電子タグシステム作業班

第1回（平成21年7月7日）

作業班の運営方針及び検討の進め方について審議を行った。関係者より現在の950MHz帯パッシブタグシステムの取り組み状況について説明があった。

第2回（平成21年8月24日）

950MHz帯パッシブタグシステムの普及予測、国際動向について審議を行った。

第3回（平成21年9月14日）

950MHz帯中出力パッシブタグシステムのシステム提案、LTE・航空無線との共用検討について審議を行った。

第4回（平成21年10月1日）

LTE・航空無線との共用検討及び950MHz帯電子タグシステムの技術的条件案について審議を行った。

第5回（平成21年10月15日）

航空無線との共用検討及び委員会報告案概要について審議を行った。

第6回（平成21年11月6日）

950MHz帯中出力パッシブタグシステムと航空無線との共用検討及び小電力無線システム委員会報告（案）のとりまとめを行った。

小電力システム委員会報告目次

審議概要

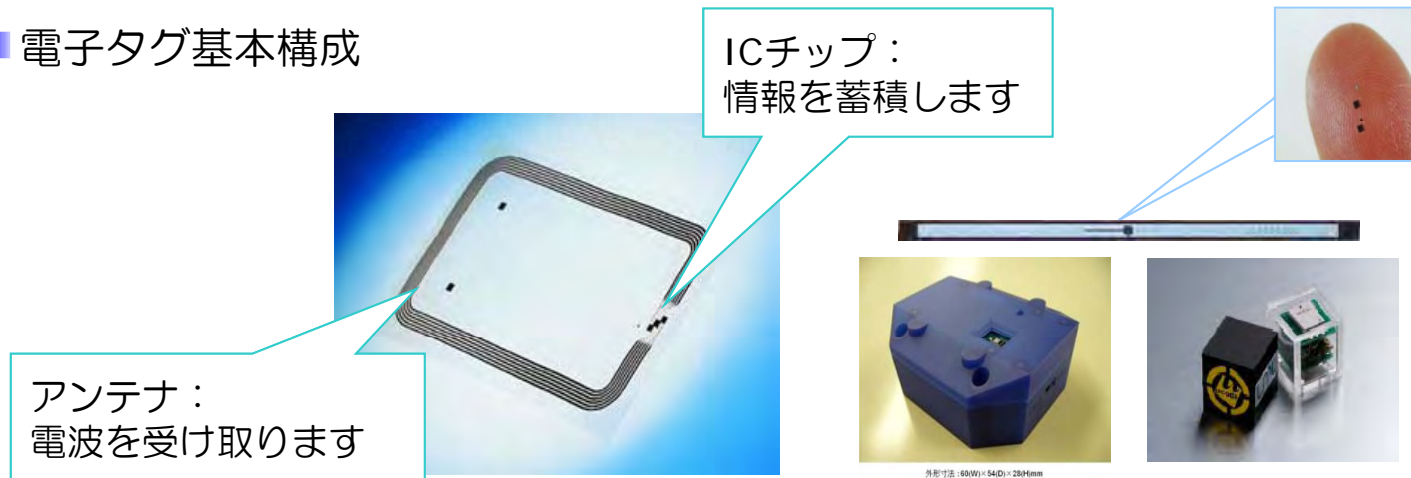
- 第1章 審議の背景等
- 第2章 860～960MHz帯電子タグシステムの国際標準化動向
- 第3章 中出力型950MHz帯パッシブタグシステムの導入
- 第4章 950MHz帯電子タグシステムの利用周波数帯
- 第5章 中出力型950MHz帯パッシブタグシステムの導入及び既存の
950MHz帯電子タグシステムの高度化に関する検討
- 第6章 他の無線システムとの共用に関する検討
- 第7章 技術的条件の検討
- 第8章 今後の検討課題

第1章 950MHz帯電子タグシステムの現状

■ 電子タグとは

RFID: **R**adio **F**requency **I**Dentification (無線による固体認識技術)
「タグ」「無線タグ」「ICタグ」「RFIDタグ」とも呼ぶ。

■ 電子タグ基本構成




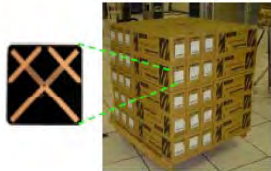



■ 電子タグの特徴

- 情報量はバーコードの数倍から数千倍。
- 無線による非接触（数cm～数m）での送受信が可能。
- 同時一括読み取りが可能。
- 汚れに強く、経年変化が少ない。
- IDの読み出し機能のみの安価な製品から、情報の書き換え可能なものや各種センサと連携した情報管理等が可能で高機能製品まで様々な種類のタグがある。
- 米粒より小さいものからカード型や箱形、棒状のものまで様々な形状のものがある。

➡ 電子タグをモノに付けることで、そのモノを個体識別・管理することが可能。

電子タグシステムに係る制度化の状況

周波数帯	135kHz	13.56MHz	433MHz※	950MHz	2.45GHz
最大通信距離	～30cm	～60cm	～数100m	～10m、 ～数100m※	～1m
制度化	昭和25年	平成10年	平成18年	平成17年	昭和61年
価格	△	◎	○	○	○
主な用途	スキーゲート、 食堂清算等 	交通系、行政 カードシステム等 	国際物流関係 	物流管理、物 品管理等 	物流管理、物 品管理等 

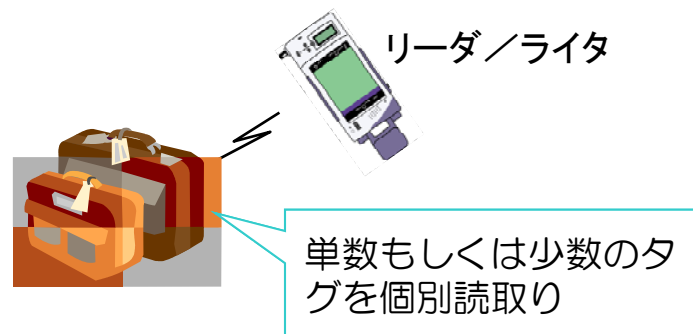
※ アクティブタグシステム

950MHz帯パッシブタグとアクティブタグシステムについて

■ パッシブタグシステムについて

パッシブタグは自発的に電波を発射せず、リーダ/ライタからの搬送波の電力を利用し、電波を発射する（一部には、電子タグの内部回路や付属するセンサ等に電力を供給するために電池等を有しているものもある。）電子タグ。

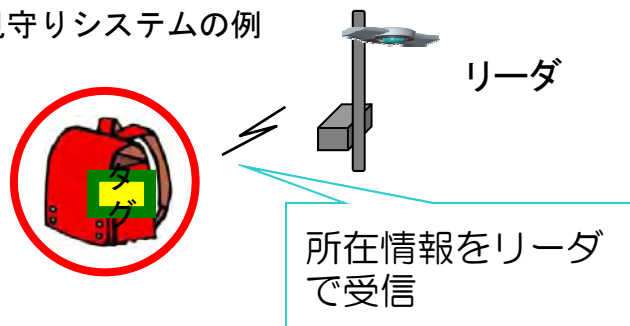
※低出力型の例



■ アクティブタグシステムについて

内蔵した電源等からのエネルギーにより自発的に電波を発射することができる電子タグ

※子供見守りシステムの例



950MHz帯電子タグシステムの技術基準等の策定の経緯

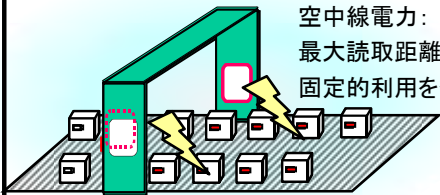
パッシブ・タグシステム ※1

高出力型

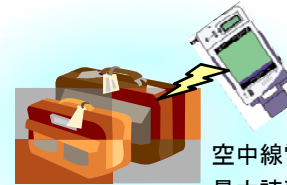
中出力型

低出力型

※1 リーダ/ライタからの電波のエネルギーを使用して情報のやり取りを行う方式



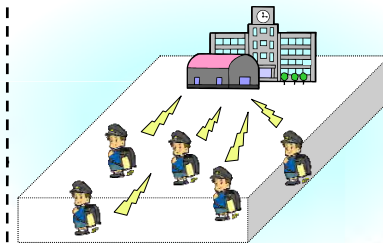
空中線電力: 1W以下
最大読取距離: ~10m程度
固定的利用を想定



空中線電力: 10mW以下
最大読取距離: 10cm程度
ハンディ型を想定

アクティブ系小電力無線システム ※2

※2 タグ内蔵の電源で通信を行う方式



空中線電力: 10mW以下
最大通信距離: 数十m程度
電源を内蔵し、長い通信距離、センサと連携した高機能化が容易

アクティブ系システムのニーズの高まり

情報通信審議会一部答申
制度化 (特定小電力無線局)

H16. 7

情報通信審議会諮問



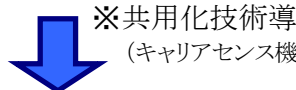
※先行的に検討

H16.12

情報通信審議会一部答申

H17. 4

制度化 (免許局)



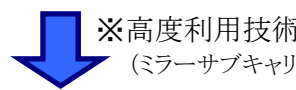
※共用化技術導入
(キャリアセンス機能)

H17.10

情報通信審議会一部答申

H18. 1

制度化 (登録局を追加)



※高度利用技術導入
(ミラーサブキャリア方式)

H19.12

情報通信審議会一部答申

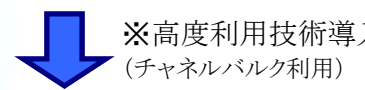
H20. 5

制度化



情報通信審議会一部答申

制度化 (特定小電力無線局)



※高度利用技術導入
(チャンネルバルク利用)

情報通信審議会一部答申

制度化

H21. 6

ハンディ型で最大読取距離2m程度の新たなニーズの高まり



小電力無線システム委員会において審議再開

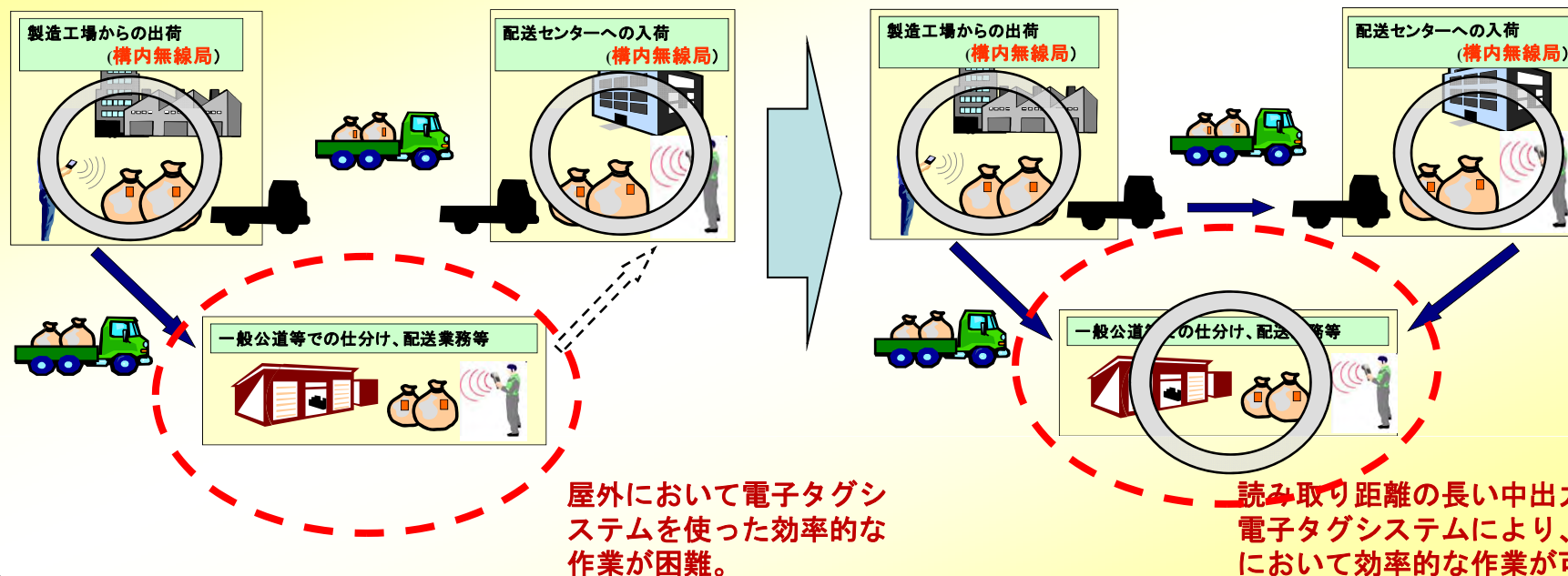
審議の背景等

○現行の950MHz帯パッシブタグシステムの利用形態と新たなニーズの高まり

- ・高出力型950MHz帯パッシブタグシステムは10m程度、構内のみの利用
- ・低出力型950MHz帯パッシブタグシステムは10cm程度、屋外でも利用が可能

屋外で最大読取距離2m程度の新たなニーズの高まり

中出力型パッシブタグ導入により、屋外の物流等の利用シーンにおいて、業務の効率が飛躍的に上昇



情報通信審議会情報通信技術分科会小電力無線システム委員会において、審議開始
(2009年7月～)

第2章 電子タグシステムの国際標準化動向

パッシブタグシステム

	日本	欧州	米国
規定	無線設備規則第49条の14	ヨーロッパ勧告 (欧州無線通信委員会) ERC/REC 70-03 Annex 11	FCC (連邦通信委員会) FCC15.247 など
用途	電子タグ限定 (SRDと共用)	電子タグ限定 (一部SRDと共用)	限定なし
周波数	952~955 MHz (3MHz)	865~868 MHz (3MHz)	902~928 MHz (26MHz)
出力	952~954 MHz : 1W+6dBi (4W EIRP) 952~955 MHz : 10mW+3dBi (20mW EIRP)	865~865.6 MHz : 0.1W ERP (0.16W相当) 865.6~867.6 MHz : 2W ERP (3.2W相当) 867.6~868 MHz : 0.5W ERP (0.8W相当)	FH>50 : 1W+6dBi (4W EIRP) FH<50 : 0.25W+6dBi (1W EIRP)
チャンネル数	9チャンネル (LBT ^{注2} 要) 2チャンネル (LBT不要) 14チャンネル (10mW)	15チャンネル (LBT要) 4チャンネル (LBT不要)	52チャンネル (FHSS)
帯域幅	200kHz	200kHz	最大500kHz
混信回避	LBT必須、送信時間制御 ただし、LBT不要の2チャンネルを配置	LBT必須 ただし、LBT不要の4チャンネルを配置 (2009年末から有効)	FHSS方式 ^{注1}

注1 FHSS : Frequency Hopping Spread Spectrum 短い時間ごとに送信する信号の周波数を変更し通信する方式

注2 LBT : Listen Before Talk 信号を出す前にその周波数帯の信号が発射されていないかを確認したあと通信をする方式

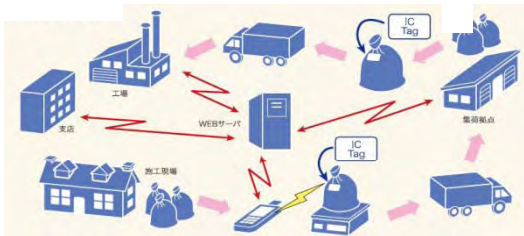
アクティブタグシステム

	日本	欧州	米国
周波数	951-956 MHz	863-870MHz	902-928MHz
出力	951-956 MHz 1mW(EIRP 3dBm) 954-955 MHz 10mW(EIRP13dBm)	【狭帯域通信方式、FHSS方式】 25mW (ERP値) 【DSSS方式】 25mW(ERP値) ただし、865-870 MHz帯では、 10mW (ERP値)	【FHSS】 チャンネル数50以上 : 1W チャンネル数50未満 : 0.25W 空中線利得 6dBi 【狭帯域通信方式】 50mV/m (測定距離3m) 【DSSS】 8dBm/3kHz以下

第3章 中出力パッシブタグシステムの利用シーン

○新たな中出力型950MHz帯パッシブタグシステムでは、これまでの950MHz帯パッシブタグシステムでは困難であった次の6つの用途への適用が期待される。

(1) 運輸（積込み）の作業効率向上



資源環境システムにおいて、廃棄物の正確なデータ、資源の分別状況などの把握のために電子タグを資源袋に装着して管理を行う。

(2) アパレル店舗、書店等の在庫管理の作業効率向上



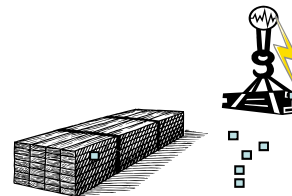
ハンガー形状で積載された商品や箱に重ねて収納された商品に装着された電子タグを読み取って、店舗等への商品在庫管理をする。

(3) 集配・回収業務の作業効率向上



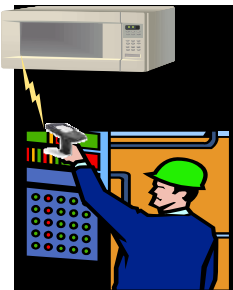
コンビニ、宅配、スーパー等の商品等の集配・回収業務において、移動可能なリーダ／ライターで、商品や回収容器に装着された電子タグを読み書きし誤配、遅配などを防止する。

(4) 搬送物等置き場の作業効率向上



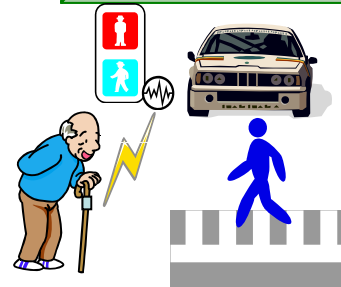
屋外の積み上げた搬送物や、大型の搬送物等に電子タグを装着し、所在の確認作業や入出荷作業の効率を上げる。

(5) 設備・機器等の保守点検の作業効率向上



設置場所を移動できない設備・機器の保守点検業務にて、機器に装着した電子タグ内の情報を読み書きし、作業履歴等を管理する。

(6) 老人・身体障害者等の生活の質向上



老人・身体障害者等が持つ専用の電子タグを識別することで、スムーズに横断できるような信号を制御する。

中出力パッシブタグシステムの普及予測

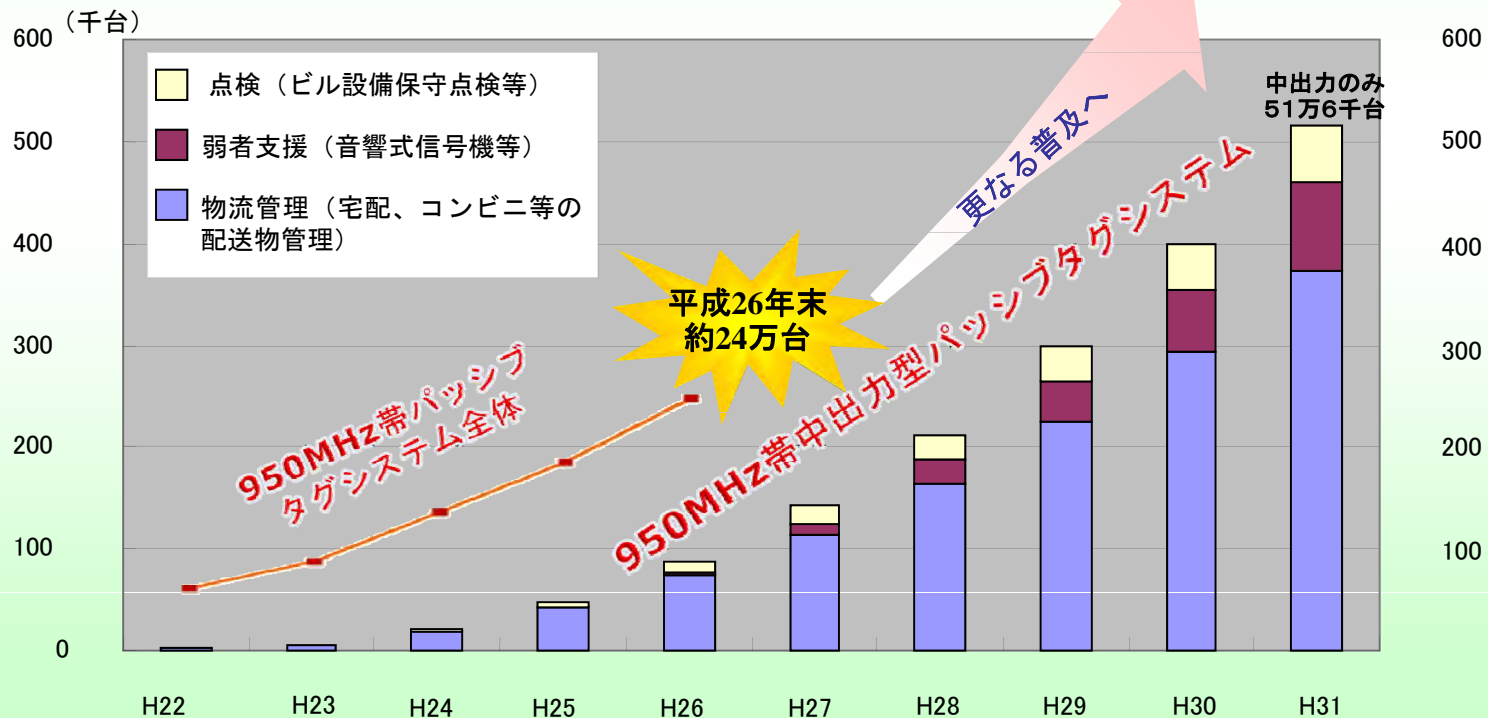
○ 今後のUHF帯電子タグリーダー／ライタの普及予測

中出力パッシブタグ普及予測

- 平成22年より運輸業務、点検業務等での利用が開始
- 平成23年より普及が加速
- 平成31年（10年後）には51万6千台と予測。

パッシブタグ全体の普及予測

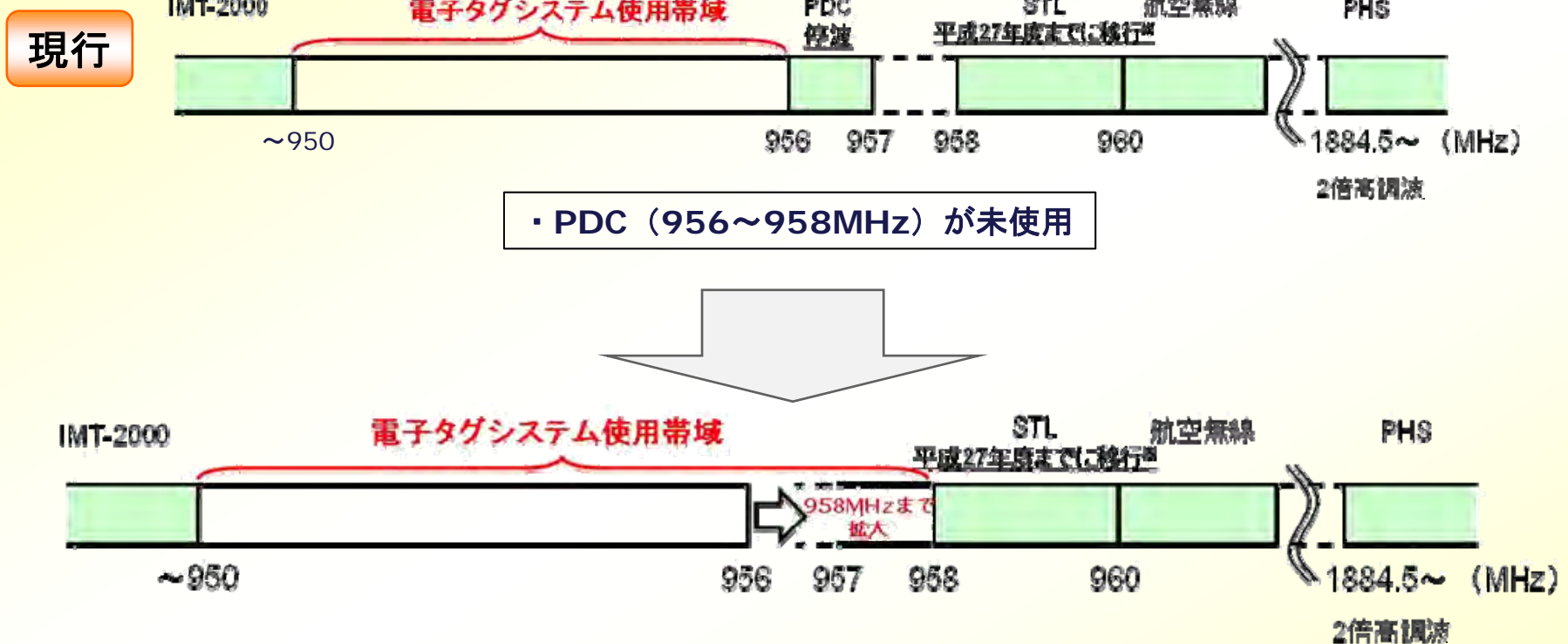
- 平成22年後半より、中出力型の利用に伴い既存機器の市場も活性化
- 平成26年には24万台と予測



第4章 950MHz帯電子タグシステムの利用周波数帯

○今後大幅な普及が見込まれる950MHz帯電子タグシステムでは、現行のチャンネルでは不足が見込まれる。

現在、950MHz帯電子タグシステムに割り当てられている周波数帯は、950～956MHzの6MHz幅



※ 950MHz帯音声STL/TTL(958～960MHz)については、周波数再編アクションプラン(平成20年11月改訂)において、平成20年度中に移行先周波数を決定し、平成27年度までに他の周波数帯へ移行することとされている。

950～958MHzをタグ使用周波数帯として共用検討を実施

第5章 中出力型950MHz帯パッシブタグシステムの出力等

950MHz帯中出力パッシブタグシステムの出力等の検討

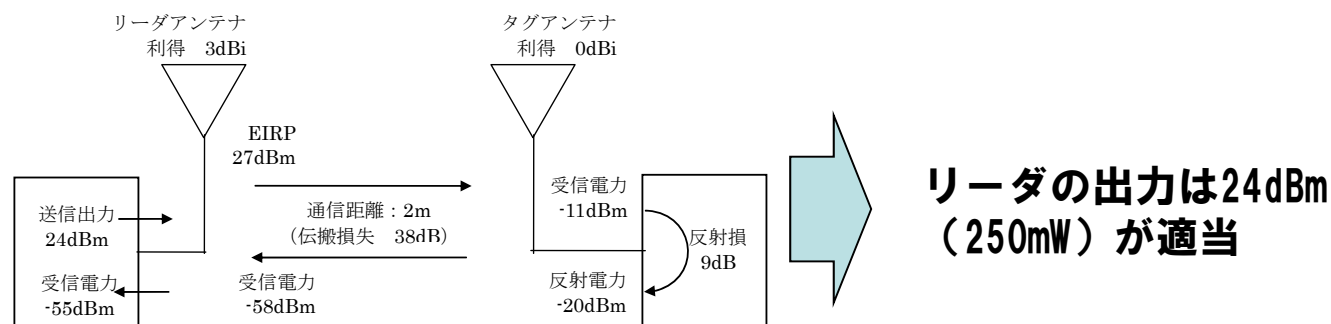
■中出力パッシブタグシステムに求められる前提

利用シーンをベースに運用面から前提条件を整理し、回線計算により必要な空中線電力及び空中線利得等の検討結果

項目		想定値
通信距離		2 m (伝搬損失 38dB)
リーダ	アンテナ利得	3dBi
	受信電力	-68dBm以上
タグ	アンテナ利得	0dBi
	受信電力	-11dBm以上
	反射損	9dB

■回線計算

上記の条件で、伝搬特性モデルを求め、中出力型950MHz帯パッシブタグのリーダに必要な送信電力を求める。



空中線電力は250mWとし、空中線利得は3dBi以下

ただし、等価等方輻射電力が、3dBiの送信空中線に250mWの空中線電力を加えたときの値以下になる場合は、その低下分を送信空中線の利得で補うことができるものとする。

電波防護指針と医療機器への影響について

○電波のエネルギー量と生体及び医療機器への影響について

■電波防護指針への適合について

電波防護指針を満足する離隔距離の算出結果

	算出方式の項目比較	中出力型	高出力型（参考）
	等価等方輻射電力（EIRP）（周波数）	27dBm（954MHz）	36dBm（953MHz）
ア	すべての反射を考慮しない場合	7.91 cm	22.3 cm
イ	大地面の反射を考慮する場合	12.66cm	35.7cm
ウ	算出地点付近にビル、鉄塔、金属物体等の建造物が存在し強い反射を生じさせるおそれがある場合	25.26cm	71.3cm



システムの送信時間制限は4秒と短く、再読み取り等を考慮しても、一度の運用で十数秒程度の電波発射時間であり、指針で示されている平均時間6分に比べて非常に短いため、特段支障がない。

■医療機器への影響について

高出力型の機器のうち、12機種中1機種において最大75cmの距離で影響があるとされたものもとに、中出力型の送信電力に換算すると離隔距離26.5cmとなる。



ハンディタイプの移動する無線局での運用が想定されており、同一場所で長時間電波を発射する利用形態ではないことから、基本的には影響がないと考えられるが、今後、その影響について検証することが望ましい。

周波数拡張に伴う無線チャンネル数等の検討

- ・高出力パッシブタグにおいては、キャリアセンスなしチャンネルが2チャンネルしか利用できず、大規模な流通センタなどでのミラーサブキャリア方式の設置・運用に問題があった。⇒4チャンネル使用可能へ
- ・スマートメータ等の利用が期待できる10mWアクティブタグシステムについて、4チャンネルしか利用できない。⇒17チャンネル使用可能へ

現行

ch	中心周波数 (MHz)	アクティブ		パッシブ	
		特定小電力無線局 1mW	特定小電力無線局 10mW	構内無線局 1W	特定小電力無線局 10mW
1	951.0				
2	951.2				
3	951.4				
4	951.6				
5	951.8				
6	952.0				
7	952.2				
8	952.4			免許局	
9	952.6				
10	952.8				
11	953.0				
12	953.2				
13	953.4				
14	953.6			免許局	
15	953.8				
16	954.0				
17	954.2				
18	954.4				
19	954.6				
20	954.8				
21	955.0				
22	955.2				
23	955.4				
24	955.6				
25	955.8				
26	956.0				

956~958MHz
を拡張

新たな周波数配置イメージ(案)

ch	中心周波数 (MHz)	アクティブ		パッシブ		
		特定小電力無線局 1mW	特定小電力無線局 10mW	構内無線局 1W	中出力 250mW	特定小電力無線局 10mW
1	951.0					
2	951.2					
3	951.4					
4	951.6					
5	951.8					
6	952.0					
7	952.2					
8	952.4			免許局		
9	952.6					
10	952.8					
11	953.0					
12	953.2					
13	953.4					
14	953.6			免許局		
15	953.8					
16	954.0					
17	954.2					
18	954.4					
19	954.6					
20	954.8					
21	955.0					
22	955.2					
23	955.4					
24	955.6					
25	955.8					
26	956.0					
27	956.2					
28	956.4					
29	956.6					
30	956.8					
31	957.0					
32	957.2					
33	957.4					
34	957.6					
35	957.8					
36	958.0					

拡張するチャンネル

956~958MHz

950MHz帯電子タグシステムの高度利用技術の検討

950MHz帯電子タグシステムの高度化

○ 短いキャリアセンス時間の適用

○アクティブタグシステムでは、1パケット長は10～50ms程度であり、現行の制御時間制限では長すぎる。電池寿命の点も考慮し、キャリアセンス時間を短くし、利用効率を上げることが適当。

現行	出力	キャリアセンス時間	送信時間制限	送信時間総和
	10mW以下 パッシブ アクティブ	10ms以上	1s以下送信後、100ms以上停止	
	1mW以下 アクティブ	10ms以上	1s以下送信後、100ms以上停止	
		128μs以上	100ms以下送信後、100ms以上停止	1時間あたりの送信時間の総和が360秒以下（デューティ10%以下）
		キャリアセンスなし	100ms以下送信後、100ms以上停止	1時間あたりの送信時間の総和が3.6秒以下（デューティ0.1%以下）

修正	出力	キャリアセンス時間	送信時間制御	送信時間総和
	10mW以下 パッシブ アクティブ	10ms以上	1s以下送信後、100ms以上停止	
		<u>128μs以上</u>	<u>100ms以下送信後、100ms以上停止</u>	<u>1時間あたりの送信時間の総和が360秒以下（デューティ10%以下）</u>
	1mW以下 アクティブ	変更なし		

(赤字が追加修正箇所)

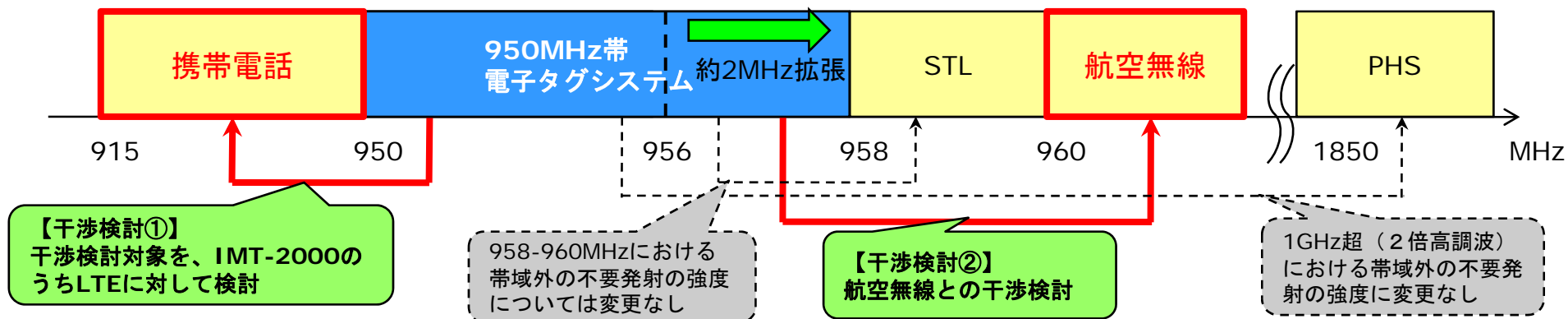
○ 同時に利用する単位チャネルの増加

- アクティブタグシステムでは、セキュリティ確保やIPを使った通信を行うことが想定されており、イーサネットの最大ペイロードサイズである1500octetの通信要求が高い。
- この1500octetのパケットを省電力で信頼性高く通信するためには、同時に利用する単位チャネルを5チャネル（最大1MHz幅）まで拡大することが適当である。

第6章 950MHz帯電子タグシステムの干渉検討対象帯域

○ 950MHz帯電子タグシステムの周波数帯域の拡張を想定し、干渉検討を実施。

958MHzまでの帯域拡張を想定した場合に必要な干渉検討パターン



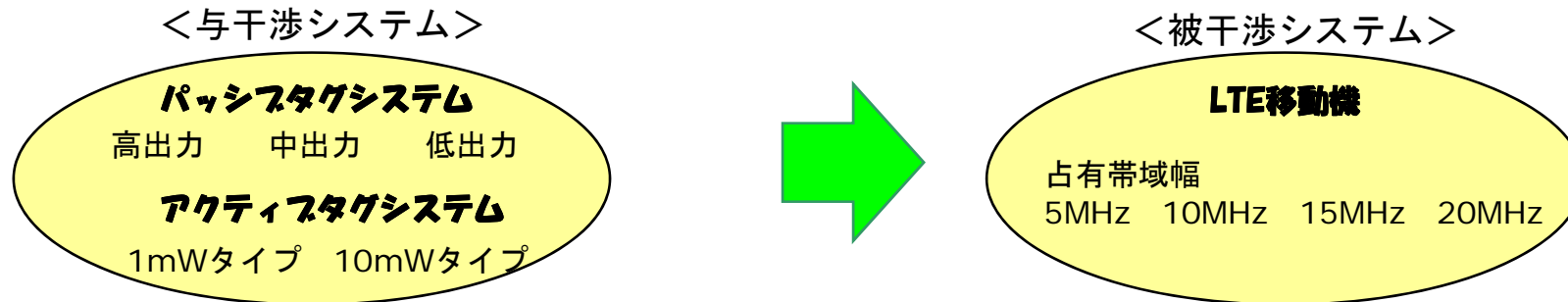
周波数帯	業務・利用システム	干渉検討
915~950	【干渉検討①】 携帯電話	<ul style="list-style-type: none"> 電子タグシステムの帯域外の不要発射の強度が電気通信業務(LTE:3.9世代携帯電話)に影響を与える場合の干渉検討を実施。 なお、電子タグシステムに与える影響については、前回までの答申と同様、干渉を許容するものとして干渉検討は実施しない。
958~960	STL (Studio to Transmitter Link)	<ul style="list-style-type: none"> 帯域外の不要発射の強度は、既存の950MHz帯電子タグシステムのものと同様以下であることから共用が可能であり、干渉検討は特段必要ない。
960~	【干渉検討②】 航空無線 航空用DME (Distance Measuring Equipment) 等	<ul style="list-style-type: none"> 電子タグシステムの周波数の拡張を想定し、電子タグシステムの帯域外の不要発射の強度が航空用DME等に影響を与える場合の干渉検討を実施。
1850~	PHS (Personal Handyphone System)	<ul style="list-style-type: none"> 電子タグシステムの2倍高調波となる周波数帯を利用しているシステム。帯域外の不要発射の強度は、既存の950MHz帯電子タグシステムのものと同様以下であることから共用が可能であり、干渉検討は特段必要ない。

電気通信業務（LTE）との干渉検討・共用条件等

- 電子タグシステムの同時送信台数密度を考慮し、確率計算(モンテカルロシミュレーション注)による干渉検討を実施。

(注) モンテカルロシミュレーションとは、乱数を用いたシミュレーションを繰り返すことにより近似解を求める手法であり、お互いに移動する無線システム間の干渉の評価手法として一般的に使用されている。

干渉モデル



※ 電子タグシステムに与える影響については、前回までの答申と同様、干渉を許容するものとして干渉検討は実施しない。

干渉検討結果・共用条件等

<干渉検討結果>

- LTE帯域内の干渉(電子タグシステムの不要発射による影響)に関しては、LTE5MHzにおいて許容干渉レベルを上回っているが、実装マージンを加味すれば、共用が可能である。
- LTE帯域外の干渉(電子タグシステムの主波による影響)に関しては、高出力パッシブタグが支配的となるが、高出力型パッシブタグシステムは特定の構内において設置・運用されるものであり、その管理主体及び設置場所や電力等が把握できる状態であることから、リーダ/ライタの周辺では携帯電話への干渉のおそれがあるとの注意喚起を行うなどの運用上の対応により共用可能。

航空無線システムとの干渉検討

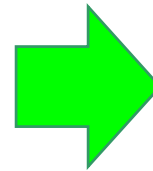
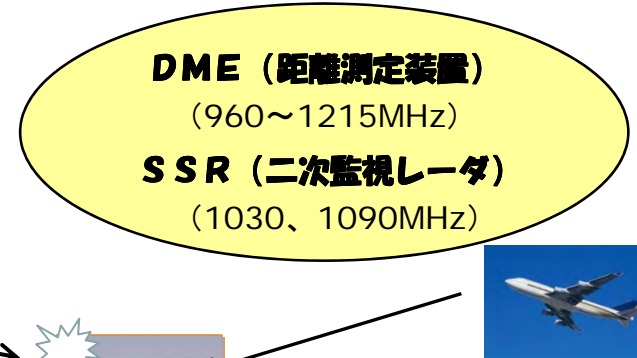
○ダウンリンク干渉(航空機局が地上局に送る電波と、リーダー/ライタの発するスプリアスとの干渉)を検証

干渉モデル

<与干渉システム> (950~958MHz)



<被干渉システム>



干渉検討結果・共用条件等

<干渉検討結果>

○条件が最も厳しい地上DME受信機に対する必要離隔距離は104m



○960~1215MHzの不要発射の強度の許容値を下表の値以下とし、必要離隔距離を確保すれば共用が可能である。

周波数	パッシブタグシステム			アクティブタグシステム	参照帯域幅
	高出力型	中出力型	低出力型		
958~960MHz (参考)	-61dBm	-58dBm	-58dBm	-58dBm	100kHz
960MHz~1GHz	-61dBm	-58dBm	-58dBm	-58dBm	100kHz
1~1.215GHz	-51dBm	-48dBm	-48dBm	-48dBm	1MHz

今後、実証試験等により確認を行い、運用面で干渉を回避する方策をより詳細に検討することが適当。

第7章 950MHz帯電子タグシステムの技術的条件

(ポイントは(1)～(4)の4点)

	パッシブタグシステム			アクティブタグシステム
	高出力型	(1) 中出力型 (新設)	低出力型	
(2) 周波数帯 (拡張)	952～956.4MHz	952～956.4MHz	952～957.6MHz	950.8～957.6MHz
(2) チャンネル数等 (拡張)	952.2～956.2MHzの200kHz間隔21チャンネル	952.2～956.2MHzの200kHz間隔21チャンネル	952.2～957.4MHzの200kHz間隔27チャンネル	951～957.4MHzの200kHz間隔33チャンネル
制度化	平成17年4月	—	平成18年1月	平成20年5月
無線チャンネル	単位チャンネル:1又は2以上	単位チャンネル:1又は2以上	(3) 単位チャンネル:1～5 (高速化) (伝送パケットの大容量化を可能とするため従来1～3であったものを変更)	(3) 単位チャンネル:1～5 (高速化)
空中線電力	1W以下	250mW以下	10mW	1mW以下 (954.2～957.4MHzは10mW以下)
空中線利得	6dBi以下	3dBi以下	3dBi以下	3dBi以下
キャリアセンス時間	5ms	5ms	①10ms ②128μs(954～957.4MHz)	①10ms ②128μs(954～957.4MHz) ③なし
最大送信時間	4秒	4秒	①1秒 ②100ms(総和360s以下/h)	①1秒 ②100ms(総和360s以下/h) ③100ms(総和3.6s以下/h)
送信時間後の停止時間	50ms以上	50ms以上	①100ms以上 ②100ms以上	①100ms以上 ②100ms以上 ③100ms以上

注 下線部は、周波数拡張に伴い変更を行ったもの

(4) 電池寿命を長くするためキャリアセンス時間を短くする規格を追加するもの

③(キャリアセンスなしの適用)は1mW限定

第8章 今後の検討課題

普及拡大に伴う検討

今回の検討では、PDCで利用されていた帯域である956～958MHzを950MHz帯電子タグシステムで利用することについても検討を行ったところである。

今後の950MHz帯電子タグシステムの普及状況によっては、更なる周波数の拡張について検討を行うことが考えられる。