

IEEE P802.15  
Wireless Personal Area Networks

---

Project	IEEE P802.15 Working Group for Wireless Personal Area Networks (WPANs)		
Title	Report of Japanese committee		
Date Submitted	17 <sup>th</sup> of September, 2007		
Source	[Arthur Kiyoshi Fukui, Yasutaka Kawamoto and Shigeru Fukunaga [Oki Electric Industry Co., Ltd.] [2-5-7 Hommachi, Chuo-ku, Osaka, 541-0053, Japan]	Voice:	[+81 6 6260 0700]
		Fax:	[+81 6 6260 0770]
		E-mail:	[fukui535@oki.com]
Re:			
Abstract	The document describes consultation report of Japanese committee.		
Purpose	Official minutes of the 802.15 TG4d.		
Notice	This document has been prepared to assist the IEEE P802.15. It is offered as a basis for discussion and is not binding on the contributing individual(s) or organization(s). The material in this document is subject to change in form and content after further study. The contributor(s) reserve(s) the right to add, amend or withdraw material contained herein.		
Release	The contributor acknowledges and accepts that this contribution becomes the property of IEEE and may be made publicly available by P802.15.		

---

**Consultation report for 950MHz radio systems in Japan  
(Work in progress)**

**July 5<sup>th</sup> 2007**

**Table of contents**

- I. Discussion matters**
- II. Organizational Architecture**
- III. Progression of discussion**
- IV. Overview of discussion**
  - 1. Background of discussion**
  - 2. System overview**
  - 3. Active tag and PAN system trend**
  - 4. 950 MHz Passive tag system trend**
  - 5. Study of sharing about active and passive systems**
  - 6. Study of high utilization about passive tag system**
  - 7. Study of technology requirement about 950MHz system**

## 5. Study of technical requirements for 950MHz low power active radio systems

In order to make 950MHz low power active radio systems practicable, we need to discuss about the interference for other systems that is used in frequency band outside of 950MHz band, the sharing with passive tag systems that are used in same frequency band and the sharing with other low power active radio systems that are used in same frequency band.

5.1 Prediction of the spread of 950MHz low power active radio systems and the number of communication nodes that transmit data at the same time.

We predicted the spread of 950MHz low power active radio systems in 2020.

Because, we estimated that the spread of LR-WPAN systems will be saturation at 2020.

The estimation was predicted from the growth of low power active radio systems, with the systems to use 2.4GHz, form 2004 to 2008. (The numbers of 2008's low power active radio systems are prospects.) (Appendix 1)

We calculated that the prospects spread numbers of low power active radio systems that use 950MHz are Table 5-1-1.

**Table 5.1-1 Prediction of total number of nodes**

Domain	2008	2012	2020
Security	336,220	7,223,369	50,514,416
Agriculture	2,433	101,603	1,418,898
Environment protection	0	0	0
Robot	79,014	671,136	1,425,224
Medical, Welfare	73,108	1,278,358	15,034,841
Facility Control	154,000	4,665,600	51,273,675
Architectural Monitoring	766	4,745	45,440
Logistics, Marketing	70	420	1,418
Total	645,610	13,945,230	<b>119,713,912</b>

First, we estimated that the numbers of nodes that transmit data at the same time, the node is LR-WPAN node, are 10824/km<sup>2</sup> by Appendix 1. (The low power active radio systems premised on Table 5-1-1)

Second, we estimated that the numbers of nodes that transmit data at the same time, the node is active tag's node. It was estimated 7.16/km<sup>2</sup> from Appendix 1.

Third, we estimated that the numbers of nodes that transmit data at the same time, the node is low power active radio system's node. It was estimated 17984/km<sup>2</sup>

5.2 Study of interference for other systems that is used in frequency band outside of 950MHz band

If we would like to use 950MHz ~ 956MHz low power active radio systems, we have to study that interference for PDC, STL, and PHS. PDC and STL are using radio bands that close to 950MHz. PHS is using radio bands where second harmonics of 950MHz band low power active radio system may occur.

And we must study that interference for IMT-2000 that system is used near future. IMT-2000 is using 700/900MHz radio bands.

### 5.2.1 Requirement of studying interference

Regarding study of chapter 2, the density of the low power active radio system nodes is high. And the nodes communication distance is short that the length is 10m ~ 100m.

We are premised on the low power active radio system's EIRP is 3dBm when we study about the interference of low power active radio systems.

Because, regarding Appendix 2, we think that we can get enough communication distance when EIRP is supposed 3dBm. The EIRP is calculated from the low power active radio system's antenna power (=1mW) and antenna gain (=3dBi). The antenna gain is same value of the low power passive tag system.

We can set the low power active system's EIRP is less than 13dBm. The max EIRP value is decided by Japanese regulation.

We are premised that 950MHz passive tag systems interference values for other systems, when we use the low power active radio systems that EIRP value is 13dBm.

When we studied regarding the 950MHz passive tag system interference for other systems, we decided that the systems have to use 952MHz ~ 955MHz.

### 5.2.2 Interference for PDC

PDC system is wireless radio system that use 956~957MHz. PDC system will be used continuously.

We study of the low power active radio system effects for PDC systems. The effects are spurious emission and the blocking from the low power active radio system main wave.

The right limit of spurious emission strength of low power active radio systems are less than 52dBm/100kHz (EIRP) that dose not serious effect for PDC systems.

Because, regarding Appendix 3, we can allow that the effect of low power active radio systems dose not exceed the PDC base station permissible range of interfere at 99% of probability. If the spurious emission strength of low power active radio systems is less than -52dBm/100kHz (EIRP), the effect don't exceed the PDC base station permissible range of interfere at 99% of probability.

The right limit of frequency band of 950MHz low power active radio systems is under 955.8MHz when the power of transmission is not stronger than 3dBm (EIRP) that dose not serious effect for PDC systems.

Because, we think that the low power active radio systems don't affect for PDC systems when the strength is not stronger than 3dBm (EIRP) and the using band is far from PDC system band width. The distance is about 200 kHz.

### 5.2.3 Interference for IMT-2000

IMT-2000 system is wireless radio system that use 700MHz/900MHz, and the system can use up to 950MHz and channel bandwidth is 5MHz.

We study of the low power active radio system effect for IMT-2000 systems. The effects are spurious emission and the blocking from the low power active radio system main wave.

The right limit of spurious emission strength of low power active radio systems is less than -52dBm/100kHz (EIRP) when the IMT-2000 systems use 945MHz ~ 950MHz. And when the IMT-2000 systems use under 945MHz, the right limit of spurious emission strength is less than -52dBm/1MHz (EIRP).

We think that the low power wireless radio system don't use under 950.8MHz band width when the transmit power of the system is 3dBm (EIRP).

Because, regarding appendix 4, the interference of the low power active radio systems is small to communicate the IMT-2000 systems. The interference value is smaller than the value of high power passive tag systems that use 952MHz band width and that transmit power is 13dBm (EIRP).

Naturally, we think that we can use the low power active radio systems and IMT-2000 systems at same time. Because the low power active radio systems will not serious effect for IMT-2000 systems.

In the future, the PDC system, the systems use 956MHz ~ 957MHz, will expire.

At that time, we will have to restudy of band width assignment that used by the low power active radio systems. Rightly, we have to consider the effects for IMT-2000 systems and the spread of the low power active radio systems when we reassignment these band width.

### 5.2.4 Interference for STL

STL system is wireless radio system that use 958~960MHz.

We study of the low power active radio system spurious emission effects for STL systems.

The right limit of spurious emission strength of low power active radio systems is less than -55dBm/100kHz (EIRP) that dose not serious effect for the STL systems.

Because, regarding appendix 5, we can calculate that the STC system be able to admit of the effects from the low power active radio systems when the low power active radio system's spurious emission is less than -54.8dBm/100kHz(EIRP).

### 5.2.5 Interference for PHS

PHS system is wireless radio system that use 1884.5MHz ~ 1919.MGHz.

We study of the low power active radio system spurious emission effects for PHS systems.

We think that the effect of low power active radio systems for PHS systems is very small when the low power active radio system's spurious emission strength is -52dBm/MHz (EIRP). The EIRP value is decided from study of chapter 5.2.3.

Because, regarding appendix 6, if the low power active radio systems want to effect for PHS systems, we have to use them that range is 1m. The range is enough short for them.

### **5.2.6 Interference from other systems that use close band width.**

We think that the low power active radio systems get effect form other system's transmit strength and spurious emission.

But if we implement carrier sense function, the low power active radio systems can avoid that the interference from other system.

In any case, we implement the low power active radio systems, similarly implement the passive tag systems that use 950MHz, that can use under the other systems effects.

### **5.3 Study of sharing the passive tag systems and other the low power active radio systems that are used in 950MHz band width.**

950MHz band width is already used by the passive tag systems. The low power active radio systems have to implement that the systems can share the passive tag systems. And the low power active radio systems don't prevent passive tag systems.

Then, the low power active radio systems should be implemented the sharing technologies these are used by the passive tag systems. The sharing technologies are "Channel setting" "Carrier sense", " Send timing control".

The high power passive tag systems have to be able to read many passive tags at once. Because, the system's applications are required that function. If we want to implement that function, the passive tag system reading speed must be fast. So, the sharing technologies of the low power active radio systems should be able to precede the high power passive tag systems communication.

Naturally, we must be share 950MHz band width between the low power active radio systems.

Reference of these things, we study regarding the sharing technology of the low power active radio systems that is shared 950MHz band width with the passive tag systems and other the low power active radio systems.

Carrier sense level of the low power active radio system is -75dBm. The value is referenced the value of IEEE 802.15.4.

We think that the low power active radio systems should use only 954~955MHz when the

systems transmit power is 13dBm (EIRP). We decided that the radio systems that use 950MHz band width can use 952MHz ~ 955MHz when the systems transmit power is 13dBm(EIRP). But we think the low power active radio systems should not use 952MHz ~ 954MHz that band width is used by the high power passive tag systems.

Because, regarding appendix 7, if we want to set the value of the transmit power of the low power active radio systems to 13dBm (EIRP), we must set the low power active radio system node and high power passive tag reader at intervals 1km. It is not reasonable to use.

Regarding appendix 8, if we set the value of the transmit power of the low power active radio systems to 13dBm (EIRP), the nodes of the systems can sense carrier far from data sending nodes. When the transmit power of low power active radio system is 13dBm, the condition of communicate is favorable for passive tag systems. The distance is 889m. But then, if we make the applications to use the low power active radio system, the node is put on very high density and their communication distance is short (~10m). So, the ability of to transmit data for long distance may be obstacle for the applications.

## **5.4 Study of the regulation regarding low power active radio systems**

### **5.4.1 Antenna power**

We think that the right sending power values are 3dBm (EIRP) or 13dBm (EIRP) regarding study of chapter 5.2 and chapter 5.3. And the right antenna power values are 1mW or 10mW.

We premise that the antenna gain is 3dBi. The antenna gain value is the low power passive tag system's value. (The low power passive tag systems use 950MHz band width and we can use the system without license).

The theoretical EIRP value is calculated from the send antenna gain (=3dBi) and the antenna power (= 1mW or 10mW).

We can boost the antenna gain while the practical EIRP values don't get over the values of the theoretical values.

### **5.4.2 Frequency bandwidth**

If the low power active radio system's antenna power is 1mW, we think that the right frequency bandwidth that used by the systems is 950.8MHz ~ 955.8MHz.

We decided the values from study of chapter 5.2. The under limit of the frequency bandwidth is decided by the interference for IMT-2000. And the upper limit of the frequency bandwidth is decided by the interference for the base station of PDC systems.

If the low power active radio system's antenna power is 10mW, we think that the right frequency bandwidth that used by the systems is 954MHz ~ 955MHz.

We decided the values from study of chapter 5.3. Under the low power passive tag system's regulation, we can set antenna power to 10mW when the frequency bandwidth is 952MHz ~ 955MHz. We decided that don't use 952MHz ~ 954MHz frequency bandwidth by the low power



active radio systems. That because, the frequency bandwidth is used by the high power passive tag systems.

### 5.4.3 Unit radio channel

For the sharing of the passive tag systems, we think that the low power active radio system's assignment of their unit radio channels is the same as the passive tag system's assignment.

In Europe, 860MHz low power radio system's occupied frequency bandwidth is 600kHz. In United States of America, 915MHz low power radio system's occupied frequency bandwidth is wider than 500kHz. We think that 950MHz low power radio system's occupied frequency bandwidth is up to 600kHz. The 950MHz system's occupied frequency bandwidth is became 600kHz that the system use 3 unit radio channels at same time.

And we think that the 950MHz system's occupied frequency channel bandwidth size is 200kHz or 400kHz or 600kHz.

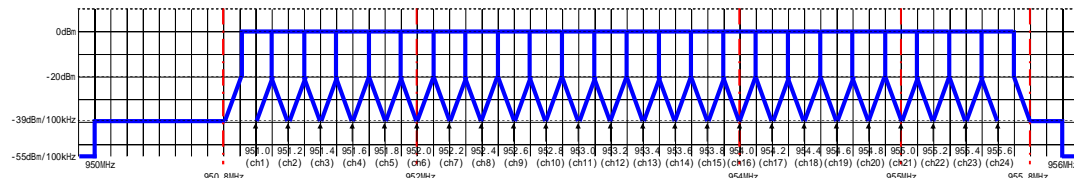


Figure 5.4-1 Unit radio channel allocation (1mW antenna power)

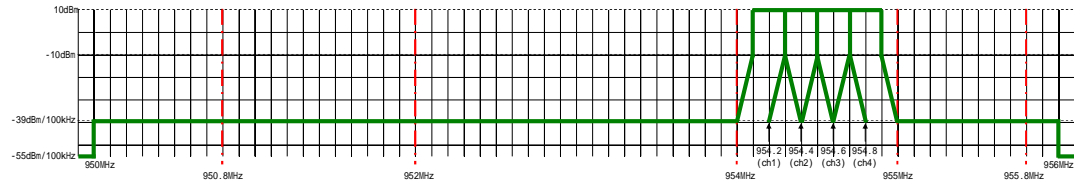


Figure 5.4-2 Unit radio channel allocation (10mW antenna power)

### 5.4.4 Unit radio channel mask

Considering that active low power radio systems share same frequency band with the passive tag systems, it is reasonable that unit radio channel mask of the low power active radio systems is same as the passive tag systems. So, the power at the channel edge of unit radio channel should be 20dBc or less which is same as low power passive tag systems.

In the frequency band of 950-950.8MHz and 955.8-956MHz in 1mW case and 950-954MHz and 955-956MHz in 10mW case, it is reasonable that the spectrum density is -39dBm/100kHz or less (at antenna input) which is same as low power passive tag systems.

In the frequency band of 950.8-955.8MHz in 1mW case and 954-955MHz in the 10mW case, the frequency band apart more than  $(200 + 100 \times (n-1))$  kHz ( $n$  is integer form 1 to 3 which means number of channels used simultaneously) from center frequency of used radio channel should be regarded as spurious region. It is reasonable that its spurious emission strength is -39dBm/100kHz or less which is same as low power passive tag systems.

Considering above, it is reasonable that unit channel mask of active low power radio systems is specified such as figure 5.4-3 and figure 5.4-4. In this case, it is reasonable that power of adjacent channel is -26dBm or less (at antenna input) in 1mW case and -18dBm or less (at antenna input) in 10mW case.

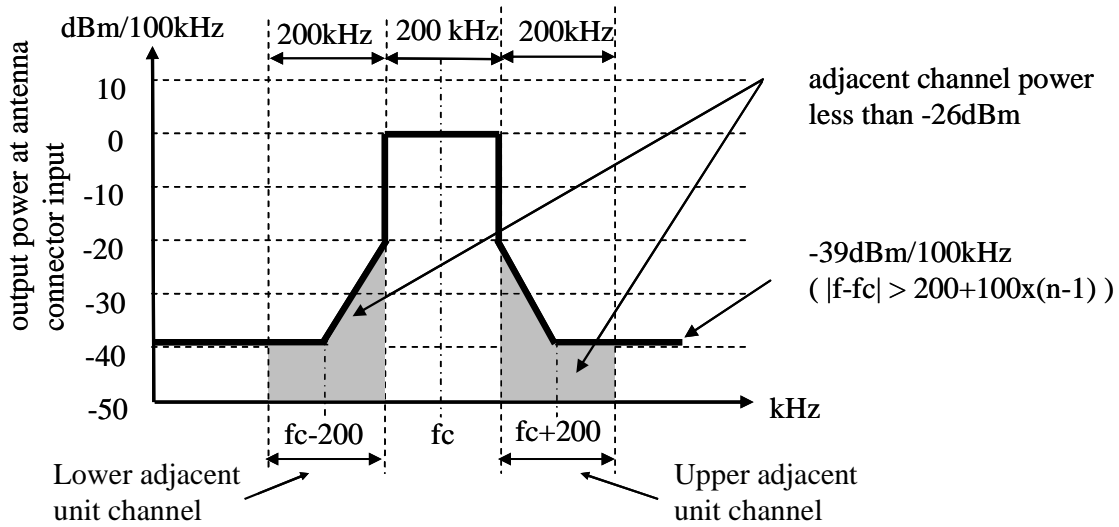


Figure 5.4-3 Unit radio channel mask (1mW antenna power)

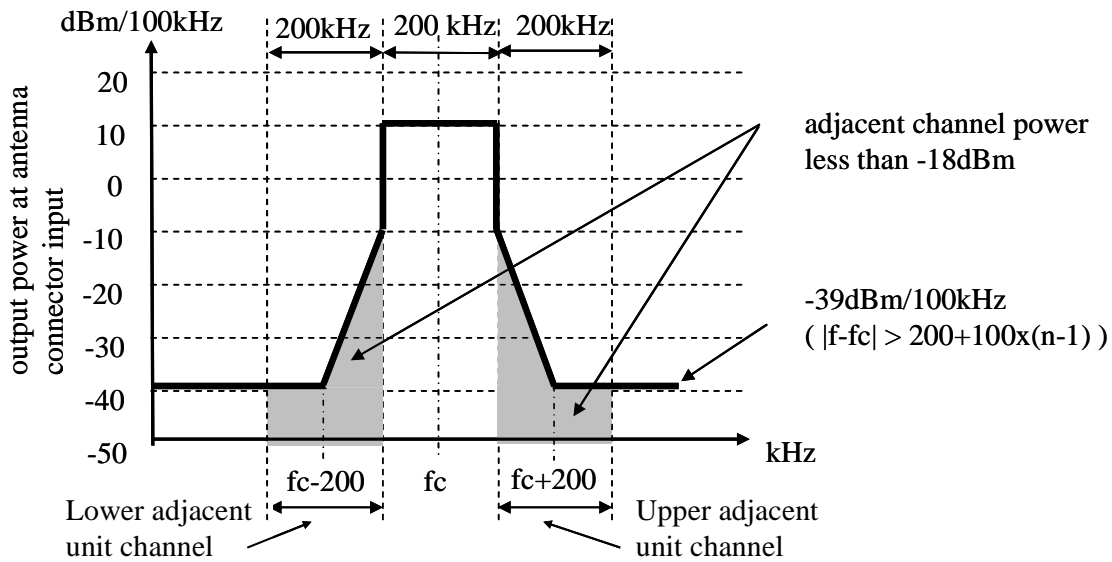


Figure 5.4-4 Unit radio channel mask (10mW antenna power)

### 5.4.5 Sending control

It is desirable that sending control comply with that of low power passive tag systems, which is

license exempt and require quick response same as low power active radio systems, so that low power active radio systems do not work against existing passive tag systems.

Therefore it is desirable that radio equipment of low power active radio systems stops emitting radio signal within 1sec after it started to emit and waits emitting radio signal for 100msec. But considering efficiency of communication it is desirable to be able to continuously emit again during a certain amount of time after emitting radio initially such as specified for low power radio systems in 426/429MHz band which belong to specified low power radio station as well as 950MHz low power active radio systems. Therefore it is reasonable to be able to emit again without waiting 100msec within 1 sec after emitting initially.

#### 5.4.6 Carrier sense

It is desirable that carrier sense comply with that of low power passive tag systems, which is license exempt and require quick response same as low power active radio systems, so that low power active radio systems do not work against existing passive tag systems. Therefore it is reasonable that carrier sense time is 10ms or more. According to section 5.3, it is reasonable that carrier sense level is -75dBm.

But in one to one and one to N communication it is desirable that carrier sense time of responder after sender executes 10ms carrier sense is 128us that is minimum value specified in IEEE802.15.4. But considering coexistence with passive tag systems it is desirable that sending time of responder is as short as possible if low power active radio systems can be suitably operated. As the maximum sending time specified in IEEE802.15.4 is about 53ms, considering operation of low power active radio systems 100ms of sending time has no problem. So, it is desirable that pausing time is 100ms or more same as low power passive tag systems. In addition, considering efficiency of communication it is desirable to be able to continuously emit again during a certain amount of time after emitting radio initially. Therefore it is reasonable to be able to emit again without waiting 100msec within 100msec after emitting initially.

Figure 5.4-5, figure 5.4-6 and figure 5.4-7 show flows of low power active radio systems in each mode described in section 2 respectively.

Figure 5.4-5

Figure 5.4-6

Figure 5.4-7

#### 5.4.7 Spurious emission strength

According to section 5.2, it is reasonable that strength of spurious emission (EIRP) is -52dBm/MHz at frequency below 945MHz and from 1884.5MHz to 1919.6 MHz, -52dBm/100kHz at frequency from 945MHz to 950MHz and from 956MHz to 958MHz and -55dBm/100kHz at frequency from 958MHz to 960MHz. According to section 5.4.1 describing the antenna gain (3dBi or less), strength of spurious emission at antenna input is -55dBm/MHz at

frequency below 945MHz and from 1884.5MHz to 1919.6 MHz and -55dBm/100kHz at frequency from 945MHz to 950MHz and from 956MHz to 958MHz. Meanwhile, according to section 5.4.4, it is reasonable that strength of spurious emission is -39dBm/100kHz (at antenna input) in the frequency near the main radio signal in the band that is 950.8-955.8MHz in 1mW case or 954-955MHz in 10mW case. Strength of spurious emission at the frequency other than frequency band discussed above apply the value of table 5.4-1 correspondingly that is specified in ITU-R SM.329-10 and is used as allowable strength of spurious emission in mobile terminal of IMT-2000 systems.

Consequently, it is reasonable that strength of spurious emission of low power active radio systems is specified such as table 5.4-2.

**Table 5.4-1 Strength of spurious emission specified in ITU-R SM.329-10**

Frequency band	Spurious emission strength (antenna input)	Reference bandwidth
$30\text{MHz} < f \leq 1\text{GHz}$	-36dBm	100kHz
$1\text{GHz} < f$	-30dBm	1MHz

**Table 5.4-2 Strength of spurious emission (at antenna input)**

Frequency band	Spurious emission strength (antenna input)	Reference bandwidth
$30\text{MHz} < f \leq 1\text{GHz}$ (except for $710\text{MHz} < f \leq 960\text{MHz}$ )	-36dBm	100kHz
$710\text{MHz} < f \leq 945\text{MHz}$	-55dBm	1MHz
$945\text{MHz} < f \leq 950\text{MHz}$	-55dBm	100kHz
$950\text{MHz} < f \leq 956\text{MHz}$ (except for $ f-f_c  \leq 200+100x(n-1)\text{kHz}$ )	-39dBm	100kHz
$956\text{MHz} < f \leq 958\text{MHz}$	-55dBm	100kHz
$958\text{MHz} < f \leq 960\text{MHz}$	-58dBm	100kHz
$1\text{GHz} < f$ (except for $1884.5\text{MHz} < f \leq 1919.6\text{MHz}$ )	-30dBm	1MHz
$1884.5\text{MHz} < f \leq 1919.6\text{MHz}$	-55dBm	1MHz

### Technical requirements of the low power active systems in 950MHz band

*This part is based on the proposal to the committee of MIC. (Work in progress) and is supposed to be in section 7.*

#### (1) Communication System

One-way method, simplex method, duplex method, semi-duplex method, or broadcast

#### (2) Modulation System

This document does not specify any modulation system considering development of technology in future.

#### (3) Frequency band

<Antenna power 1mW>

950.8MHz – 955.8MHz (5.0MHz)

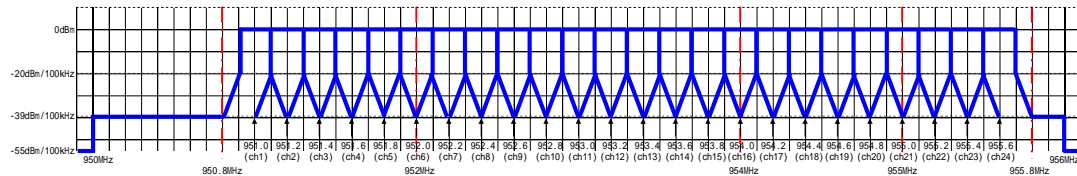
<Antenna power 10mW>

954.0MHz – 955.0MHz (1.0MHz)

#### (4) Unit radio channel

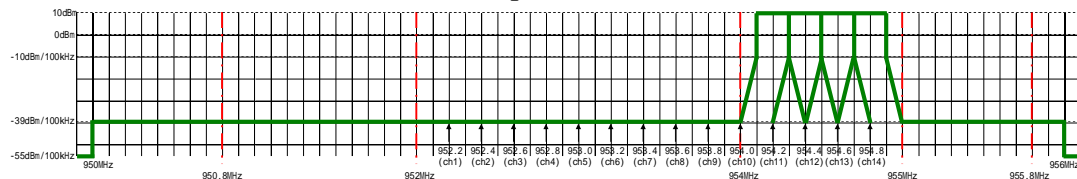
<Antenna power 1mW>

There are 24 unit radio channels so that their center frequencies shall be located from 951.0MHz to 955.6MHz with 200kHz separation.



<Antenna power 10mW>

There are 4 unit radio channels so that their center frequencies shall be located from 954.2MHz to 954.8MHz. with 200kHz separation.



#### (5) Radio channel

Radio channel shall contain whole of the occupied frequency bandwidth of emitted radio signal and shall be consisted of up to 3 consecutive unit radio channels.

#### (6) Antenna power

1mW or 10mW

(7) Antenna gain

<Antenna power 1mW>

It shall be equal to or less than 3dBi. It can be increased unless EIRP of emitted radio signal is over than EIRP emitted when 1mW power is provided to 3dBi antenna.

<Antenna power 10mW>

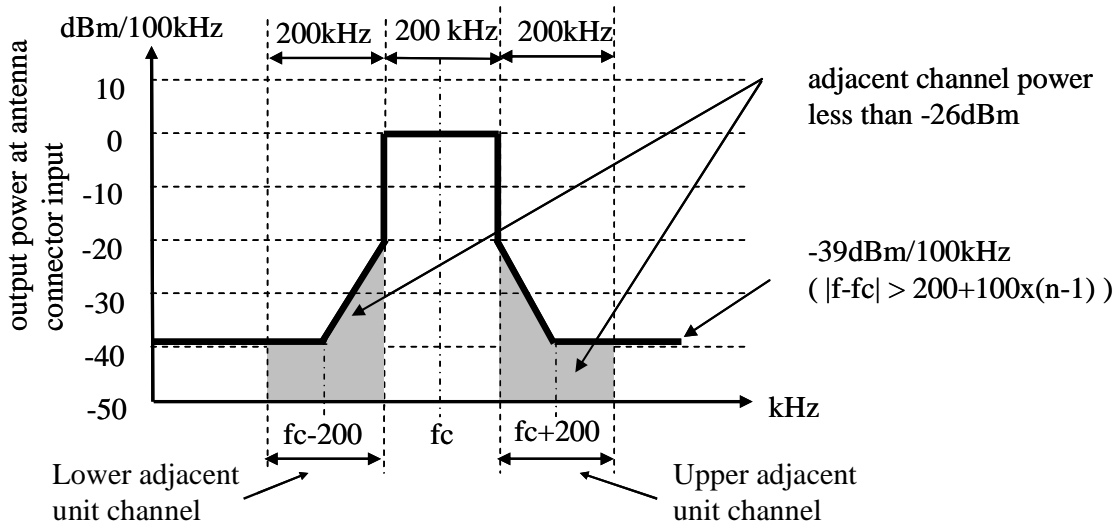
It shall be equal to or less than 3dBi. It can be increased unless EIRP of emitted radio signal is over than EIRP emitted when 10mW power is provided to 3dBi antenna.

(8) Channel mask

<Antenna power 1mW>

Frequency band of radio channel shall be (200kHz \* n). Where n is a number of unit radio channels simultaneously used and is integer from 1 to 3.

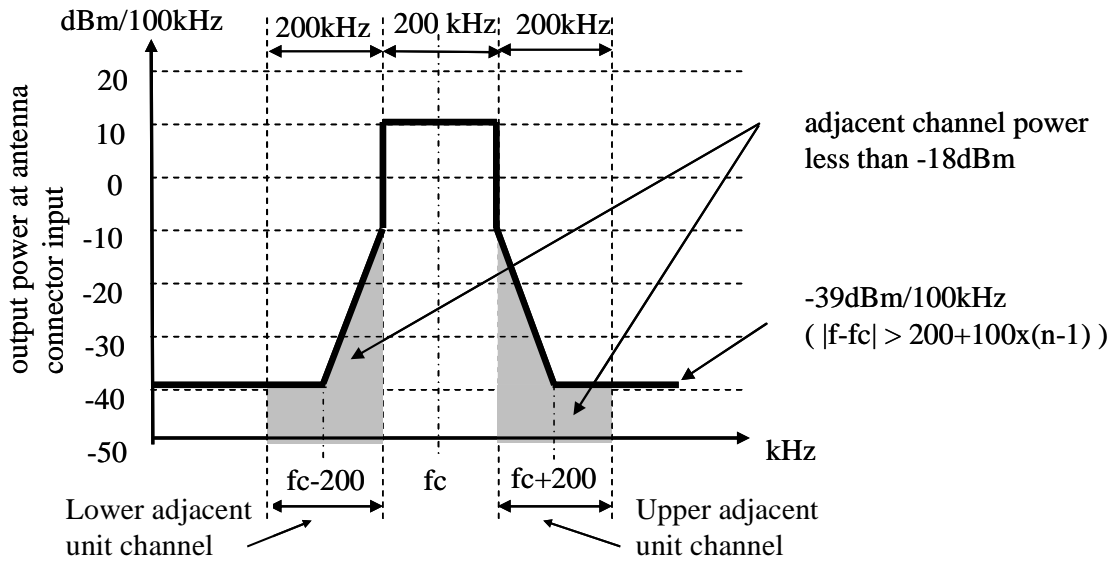
At the edge of radio channel it shall be equal to or less than 20dBc. The power emitted in adjacent unit radio channel shall be equal to or less than -26dBm/200kHz.



<Antennal power 10mW>

Frequency band of radio channel shall be (200kHz \* n). Where n is a number of unit radio channels simultaneously used and is integer from 1 to 3.

At the edge of radio channel it shall be equal to or less than 20dBc. The power emitted in adjacent unit radio channel shall be equal to or less than -18dBm/200kHz.



(9) Occupied frequency bandwidth  
 Equal to or less than  $(200 * n)$  kHz  
 Where n is a number of unit radio channels simultaneously used and is integer from 1 to 3.

(10) Tolerance of antenna power  
 It shall be +20% (upper value) and -80% (lower value).

(11) Spurious emission strength (at antenna input)

$30\text{MHz} < f \leq 1000\text{MHz}$	-36dBm/100kHz
$1\text{GHz} < f$	-30dBm/MHz

Above spurious emission strength is applied to only except for below

$710\text{MHz} < f \leq 945\text{MHz}$	-55dBm/MHz
$945\text{MHz} < f \leq 950\text{MHz}$	-55dBm/100kHz
$950\text{MHz} < f \leq 956\text{MHz}$	-39dBm/100kHz

(Except for  $|f-f_c| < 200+100(n-1)$  kHz)

$956\text{MHz} < f \leq 958\text{MHz}$	-55dBm/100kHz
$958\text{MHz} < f \leq 960\text{MHz}$	-58dBm/100kHz
$1884.5\text{MHz} < f \leq 1919.6\text{MHz}$	-55dBm/MHz

(12) Sending control  
 Radio equipment shall stop emitting radio signal within 1sec after it started to emit.  
 It shall wait emitting wireless signal for 100msec.  
 It may emit again without waiting 100msec, while it is within 1 sec after first emitting and the emitting shall be finished within this 1 sec.

(13) Career Sense  
 1) Radio equipment shall check interference by the career sense before new transmission.

2) Career Sense Time

Career Sense shall be done to all of unit radio channels included by frequency range to be emitted for 10ms at least.

Except that, in one to one and one to N communication, a career sense of responder after the career sense of sender may comply to the rule (a) and (b).

(This includes all of unit wireless channels included by frequency from responder when a sender and a responder send with different frequency (duplex method) and responder's frequency includes a channel from 952.2MHz(Ch.7) to 954.8MHz(Ch.20) .)

(a) A Career Sense shall be done for 128 micro seconds at least. Sending time shall be within 100msec and amount of sending time for 1 hour shall be less than 360 sec. (Duty Cycle shall be less than or equal to 10%.)

(b) If a sending control stops emitting within 100ms after its start of emitting and amount of sending time is less than or equal to 3.6 second for 1 hour, any career sense is not required.

Regarding 10 channels, 951.0MHz(ch.1), 951.2MHz(ch.2), 951.4MHz(ch.3), 951.6MHz(ch.4), 951.8MHz(ch.5), 952.0MHz(ch.6), 955.0MHz(ch.21), 955.2(ch.22), 955.4MHz (ch.23) and 955.4MHz(ch.24), all of methods may comply to the rule (a) or (b).

(3) Career Sense Level

Amount of received power at all of unit radio channels included frequency emitted shall be - 75dBm at an input point of antenna.



Technical requirements of the high power passive tag systems in 950MHz band

(1) Modulation

Amplitude modulation using DSB or SSB, angular modulation, non-modulation or combination of these systems

(2) Frequency band

952MHz – 954MHz

(3) Antenna power (at antenna connector input)

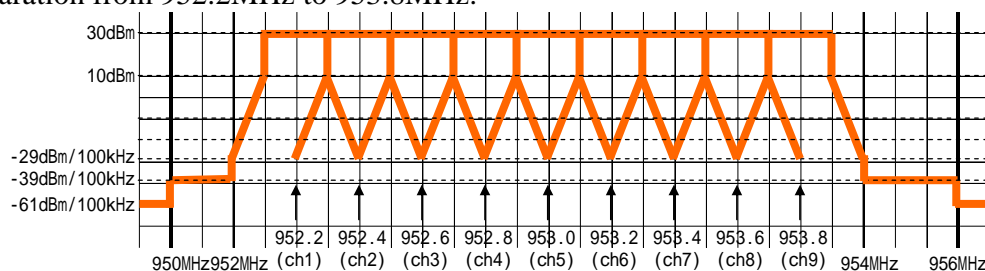
1W

(4) Antenna gain

Less than 6dBi

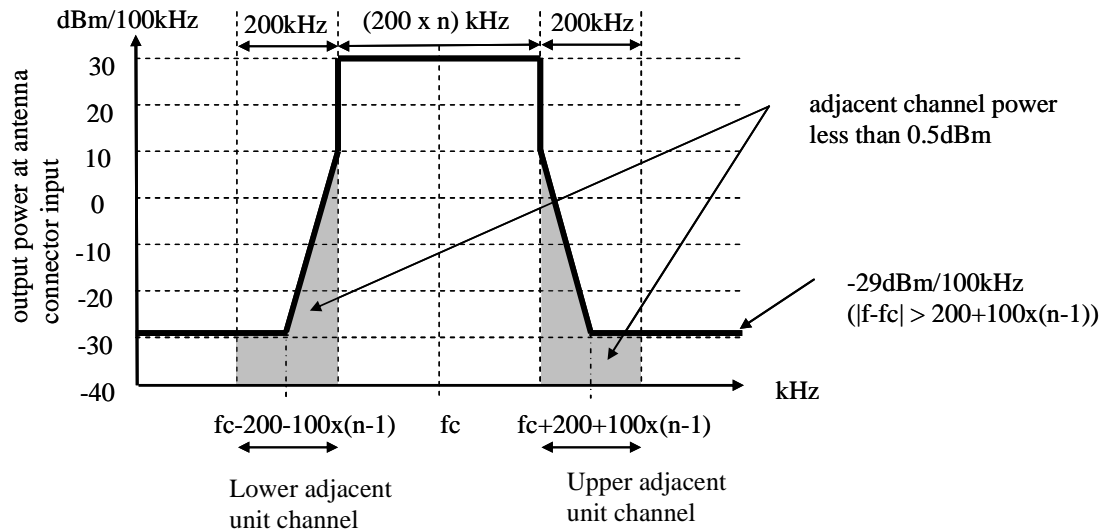
(5) Unit radio channel

Unit radio channels shall be 9 channels whose central frequencies are located by 200 kHz separation from 952.2MHz to 953.8MHz.



(6) Channel mask

- Bandwidth: (200 x n) kHz (n: number of unit channels)
- Level of channel edge: 20dBc
- Power of adjacent channel: less than -0.5dBm



(7) Signal bandwidth

Less than  $(200 \times n)$  kHz (n : 1-9)

(8) Tolerance of antenna power

Upper bound: 20%, Lower bound: -80%

(9) Spurious emission (at antenna input)

$f \leq 1000\text{MHz}$  -36dBm/100kHz  
 $1\text{GHz} < f$  -30dBm/MHz

Above spurious emission strength is applied to only except for below

$715\text{MHz} < f \leq 945\text{MHz}$  -61dBm/MHz  
 $945\text{MHz} < f \leq 950\text{MHz}$  -61dBm/100kHz  
 $950\text{MHz} < f \leq 952\text{MHz}$  -39dBm/100kHz  
 $952\text{MHz} < f \leq 954\text{MHz}$  -29dBm/100kHz

(Except for freq. band within less than  $200 + 100 \times (n-1)$  kHz from  $f_c$ )

$954\text{MHz} < f \leq 956\text{MHz}$  -39dBm/100kHz  
 $956\text{MHz} < f \leq 960\text{MHz}$  -61dBm/100kHz  
 $1884.5\text{MHz} < f \leq 1919.6\text{MHz}$  -61dBm/MHz

(10) Sending Control

After sending less than 4s, it has to pose more than 50ms.

(11) Carrier Sense Level

-74dBm

(12) Carrier Sense Time

5ms

- (13) Multiple channel use  
1-9 channels

Technical requirements of the low power passive tag systems in 950MHz band

(1) Modulation

Amplitude modulation using DSB or SSB, angular modulation, non-modulation or combination of these systems

(2) Frequency band

952MHz – 955MHz

(3) Antenna power (at antenna connector input)

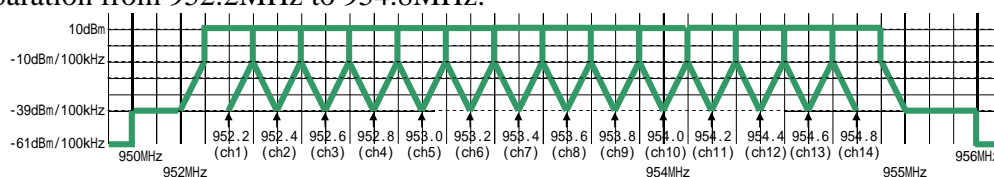
10mW

(4) Antenna gain

Less than 3dBi

(5) Unit radio channel

Unit radio channels shall be 14 channels whose central frequencies are located by 200 kHz separation from 952.2MHz to 954.8MHz.



(6) Channel mask

- Bandwidth: 200 kHz
- Level of channel edge: 20dBc
- Power of adjacent channel: less than -18dBm



- (13) Multiple channel use  
Not available

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 ( 案 )

【平成 19 年 7 月 5 日暫定版】





## 目次

I	審議事項
II	委員会及び作業班の構成
III	審議経過
IV	審議概要
	第1章 審議の背景
	第2章 950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムの概要
	2.1 950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムの概要
	2.2 950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムの動作原理
	2.3 950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムの利用シーン
	第3章 950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムの動向
	3.1 国際標準化の状況
	3.2 諸外国における技術基準
	3.3 950MHz 帯の我が国における利用状況
	第4章 950MHz 帯パッシブタグシステムの動向
	4.1 我が国における利用状況
	4.2 ミラーサブキャリア方式の諸外国の動向
	第5章 950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムの共用に関する検討
	5.1 950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムの普及予測及び同時送信台数
	5.2 帯域外他システムとの間の共用に関する検討
	5.3 950MHz 帯アクティブ系小電力無線システム間及びパッシブタグシステムとの間の共用に関する検討
	5.4 アクティブ系小電力無線システムの諸元の検討
	5.5 電波防護指針への適合について
	第6章 950MHz 帯パッシブタグシステムの高度化に関する検討
	6.1 950MHz 帯パッシブタグシステムの普及予測
	6.2 950MHz 帯パッシブタグシステムの高度利用技術の検討
	6.3 既存局との共用に関する検討
	6.4 電波防護指針について
	第7章 技術的条件の検討
	7.1 950MHz 帯アクティブ系小電力無線システム
	7.2 高出力型 950MHz 帯パッシブタグシステム
	7.3 低出力型 950MHz 帯パッシブタグシステム
V	審議結果
	別表1 小電力無線システム委員会構成員名簿
	別表2 小電力無線システム委員会 UHF 帯電子タグシステム作業班構成員名簿
	参考資料



### 審議事項

小電力無線システム委員会は、情報通信審議会諮問第 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」（平成 14 年 9 月 30 日諮問）のうち「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「950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムの技術的条件」について審議を行った。

### 委員会及び作業班の構成

委員会の構成については、別表 1 のとおり。

なお、検討の促進を図るため、本委員会の下に作業班を設けて検討を行った。作業班の構成については、別表 2 のとおり。

### 審議経過

#### 1 委員会

第 14 回（平成 19 年 x 月 xx 日）

UHF 帯電子タグシステム作業班より、小電力無線システム委員会報告（案）について報告があり、審議を行った。xx 月 xx 日～xx 月 xx 日の間パブリックコメントの募集を行うこととなった。（P）

第 15 回（平成 19 年 x 月 xx 日）

パブリックコメントの結果を踏まえ、950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムの技術的条件に関する委員会報告をとりまとめた。（P）

#### 2 作業班

第 13 回（平成 18 年 2 月 2 日）

UHF 帯（950MHz 帯）電子タグシステムの技術的条件等に関する提案及び周波数共用化技術について審議を行った。

第 15 回（平成 18 年 4 月 6 日）

UHF 帯（950MHz 帯）アクティブタグシステムの規格化動向と諸元案について審議を行った。

第 16 回（平成 18 年 2 月 2 日）

950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムと他システムとの共用検討について審議を行った。

第 17 回 (平成 18 年 9 月 12 日)

950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムの市場普及予測の報告があった。また、電池付きパッシブタグの報告があった。

第 18 回 (平成 18 年 10 月 27 日)

950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムと他システムとの共用検討について審議を行った。また、950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムの諸元について審議を行った。

第 19 回 (平成 18 年 11 月 24 日)

950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムの技術的条件 (案) についての審議を行った。

第 20 回 (平成 18 年 12 月 27 日)

950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムの技術的条件 (案) 及び電池付きパッシブタグの取り扱いについての審議を行った。

第 21 回 (平成 19 年 2 月 2 日)

950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムの技術的条件 (案) 及び委員会報告 (案) についての審議を行った。

第 22 回 (平成 19 年 7 月 xx 日)

( P )

第 23 回 (平成 19 年 7 月 xx 日)

( P )

第 24 回 (平成 19 年 x 月 xx 日)

( P )

#### IV 審議概要

##### 第1章 審議の背景

ユビキタスネットワーク社会において主要な役割を担うことが期待されている電子タグ (RFID: Radio Frequency Identification) システムは、既に、生産、物流、販売、医療、金融、環境及び道路・交通といった幅広い分野において利用が進んでいるところである。

電子タグには、リーダ/ライタから送られてきた搬送波のエネルギーのみを利用して送信を行う、自発的に電波を送信することが不可能であり、かつ、電池などの電力は反射波に送信エネルギーに供給されないパッシブタグと、内蔵した電池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アクティブタグの2つの種類がある。

パッシブタグシステムは、我が国では既に、13.56MHz帯、950MHz帯、2.45GHz帯の周波数帯について制度が整備されているほか、135kHz以下でも利用されている。一方、アクティブタグシステムは、国際的に433MHz帯を利用したシステムについてISO (国際標準化機構: International Organization for Standardization) 標準が策定され、各国においても制度整備、実用化が進められつつあることから、我が国では、平成16年8月より433MHz帯アクティブタグシステムについて審議を行い、平成18年12月に国際輸送用に用途を限定して433MHz帯アクティブタグシステムの制度化が行われたところである。

950MHz帯においても、アクティブ系小電力無線システムを導入することで、アクティブタグとセンサを組み合わせたセンサネットワークシステムの構築など、今後のユビキタスネットワーク社会の実現に向けて大きな役割を果たすことが期待されている。

本審議は、これまでの審議結果を踏まえ、950MHz帯アクティブ系小電力無線システムを利用するための技術的条件について審議を行ったものであり、本報告では950MHz帯アクティブ系小電力無線システムの技術的条件について報告する。

## 第2章 950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムの概要

950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムには、大きく分類して、「短距離無線通信システム」と、「アクティブタグシステム」とがある。ここでは、両システムの概要を述べる。

### 2.1 950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムの概要

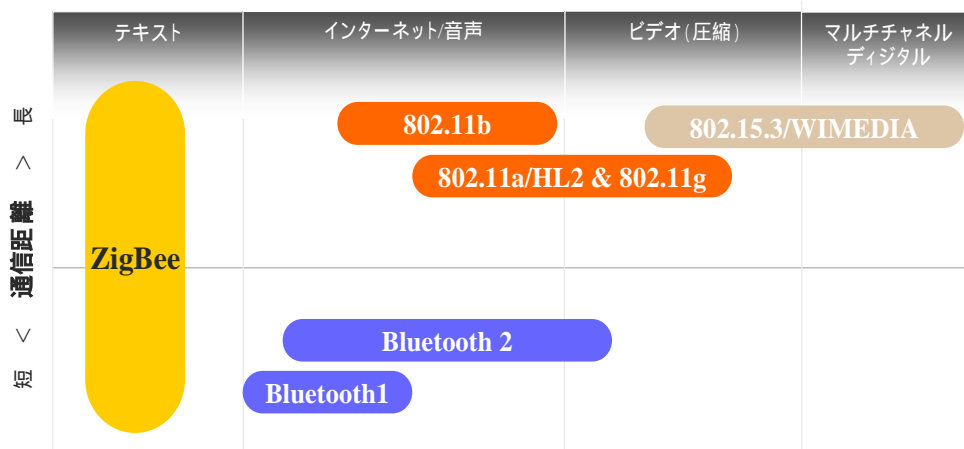
#### 2.1.1 短距離無線通信システムの概要

800/900MHz 帯の短距離無線通信システムとしては、欧州及び米国で既に規格化されている ZigBee が代表的である。以下、ZigBee の概要について述べる。

##### (1) ZigBee の概要

ZigBee は、低消費電力、低コストの通信を目指した、近距離、低レート of 無線 PAN ( Personal Area Network ) の規格の一つである。図 2.1-1 に主な無線ネットワークの通信速度と通信範囲について示す。ZigBee は、比較的近距離において、テキストデータ程度の低速の無線通信を行うことを想定した無線規格であり、最大 250kbps の伝送が可能である。

通信距離に関しては、ZigBee の最大出力を規定せず、各国の法律に従うこととなっている。このため、国によっては IEEE802.11b ( 無線 LAN ) 程度以上の通信距離を実現することも可能であるが、無線 PAN の規格として策定された方式であるため、実際の運用では、数 10m 程度までの比較的近距離でのみ運用されると考えられる。ただし、障害物が多い場所へ ZigBee を適用する場合には、電波の回り込み特性の大きさや通信距離の長さから、高い到達性が期待できる 950MHz 帯の導入が望まれる。



ZigBee Alliance 公開資料から編集

図 2.1-1 無線ネットワークの通信速度と通信範囲

表 2.1-1 に主な無線通信方式の仕様について示す。ZigBee は他の無線通信方式に比較して低消費電力であり、サポートするノード数が多い。また、通信速度が限定される反面、製品のコストが比較的安いという特徴がある。

表 2.1-1 主な無線通信方式の概要

特徴	IEEE 802.11b	Bluetooth	ZigBee
電池寿命	数時間	数日	数年
プロトコルの複雑さ	非常に複雑	複雑	簡単
接続可能ノード数	32	7	64000
通信開始遅延時間	3秒	10秒	30ミリ秒
通信距離	100 -300m	10m	30-100m
最大伝送レート	11Mbps	1Mbps	250Kbps
セキュリティ	認証用 ID (SSID), WEP	64 bit, 128 bit	128 bit AESを利用した認証、暗号化

ZigBee Alliance 資料より出典

### 2.1.2 アクティブタグシステムの概要

アクティブタグシステムは、内蔵した電池等のエネルギーにより、自発的に電波を発射することが可能なタグシステムである。リーダー/ライターが、タグを駆動させるために大きな出力が必要であるパッシブタグシステムに比べて、アクティブタグシステムは、リーダー/ライターの出力を低減でき、広い範囲で通信が可能である。

現在我が国に流通しているアクティブタグシステムの多くは、300MHz 帯（微弱無線）、400MHz 帯（特定小電力無線）及び 2.4GHz 帯の周波数帯で使用されている。また、433MHz 帯が国際輸送用に用途を限定して制度化され使用可能となったところである。

現在のアクティブタグシステムは、タグが ID を送信するタイプが主流であるが、センサ搭載タグ、位置検出機能、双方向通信機能、タグへの情報書き込み機能等の高機能化が進められているところである。

## 2.2 950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムの動作原理

### 2.2.1 短距離無線通信システムの動作原理

#### (1) プロトコル構成

ZigBee の標準化は IEEE 及び ZigBee を推進する業界団体である ZigBee Alliance で検討が進められており、IEEE では物理層と MAC 層、ZigBee Alliance ではデータリンク層、ネットワーク層、アプリケーションインタフェース層について、それぞれ標準化を行っている。図 2.2-2 に ZigBee のプロトコル構成を示す。



図 2.2-2 ZigBee のプロトコル構成

#### (2) デバイスタイプ

ZigBee では、ネットワークを構成するデバイスをそのデバイスが担う機能によって以下の 3 種類に分類している。

##### ア ZigBee コーディネータ

ZigBee ネットワーク内で一つだけ存在し、ネットワークの構築を開始するデバイスである。ZigBee ルータの機能も有する。

##### イ ZigBee ルータ

ZigBee コーディネータ若しくは他の ZigBee ルータに接続し、ルーティングを行うデバイスである。

##### ウ ZigBee エンドデバイス



ネットワークの末端に位置し、ZigBee コーディネータ若しくは ZigBee ルータに接続されるデバイスである。コーディネータやルータとしての機能を有していないため、配下にネットワークに参加するデバイスを接続することができない。

### (3) ネットワークトポロジー

ZigBee ネットワークでは、これら 3 種類のデバイスを組み合わせることにより、図 2.1-3 に示す 3 つのトポロジーを構成することが可能である。

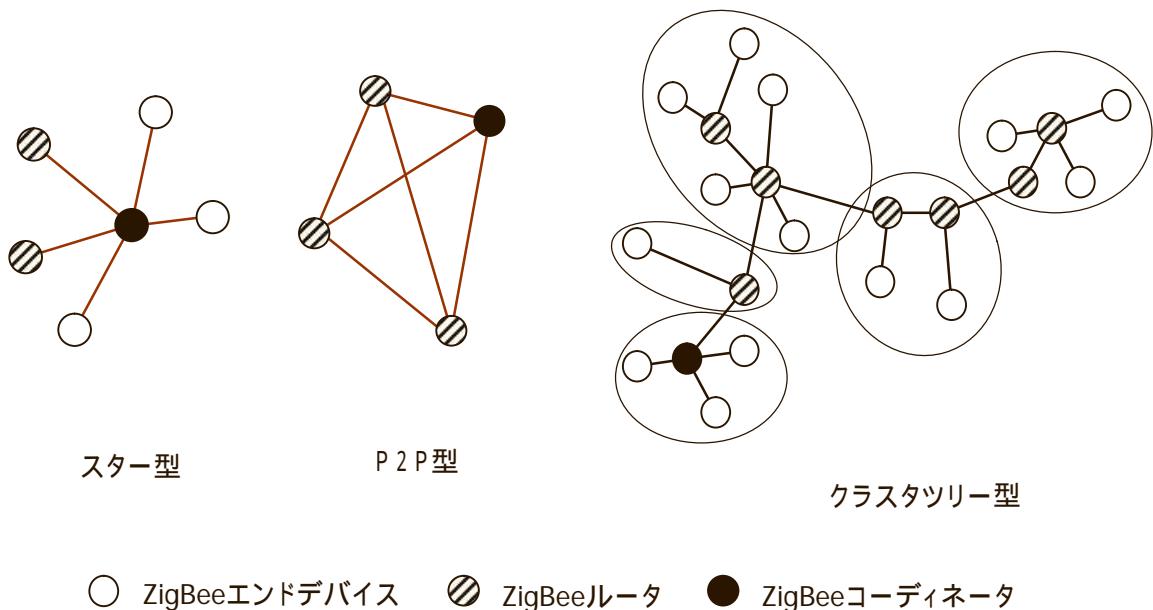


図 2.2-3 ZigBee のネットワークトポロジー

スター型トポロジーは、ZigBee コーディネータの配下に ZigBee エンドデバイスを複数収容する形態であり、ZigBee エンドデバイス間の通信は全て、ZigBee コーディネータを経由して行われる。このトポロジーでは、ZigBee エンドデバイスを最大 65,533 台接続することが可能である。

クラスタツリー型トポロジーは、各ノードを ZigBee コーディネータを中心としたツリー構造で収容する。ZigBee コーディネータと ZigBee ルータは、自らを中心としたスター型ネットワークを構成する。

P2P 型トポロジーは、クラスタツリー型トポロジーによるルートに加え、近隣の ZigBee ルータや ZigBee コーディネータ間にリンクが直接形成される。そのため、経路のロスが

無い効率的な通信が可能であるが、ZigBee ルータに負荷がかかるため、省電力、低コストの観点では他のトポロジーに比べて劣る。

## 2.2.2 電子タグシステムの動作原理

### (1) 電子タグシステムの動作原理

電子タグシステムは、一般的にパッシブタグシステムとアクティブタグシステムに分類でき、それぞれの特徴は次の通りである。

#### パッシブタグシステム

・パッシブタグは自発的に電波を送信することはできず、タグの送信エネルギーにはリーダ/ライタからの搬送波の電力のみ（但しタグの内部回路や付属するセンサなどに電力を供給するために電池などを有しているものもある）を利用し、それ以外の電力は供給されないこと。

#### アクティブタグシステム

・アクティブタグは内蔵した電池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出来る電子タグであり、パッシブタグの規定を満たさないものもアクティブタグとして分類される。

アクティブタグは自ら電源等により電波を発射することができるため、長い通信距離を確保できるとともに、センサ等と連動させることにより高機能化しやすいといったメリットがある。

パッシブタグシステム及びアクティブタグシステムの動作原理を図 2.2-4 及び図 2.2-5 に示す。

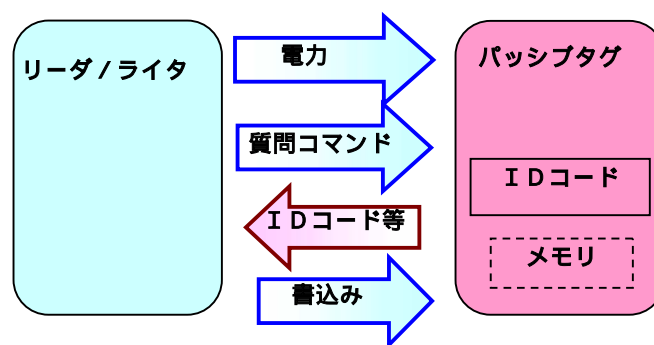
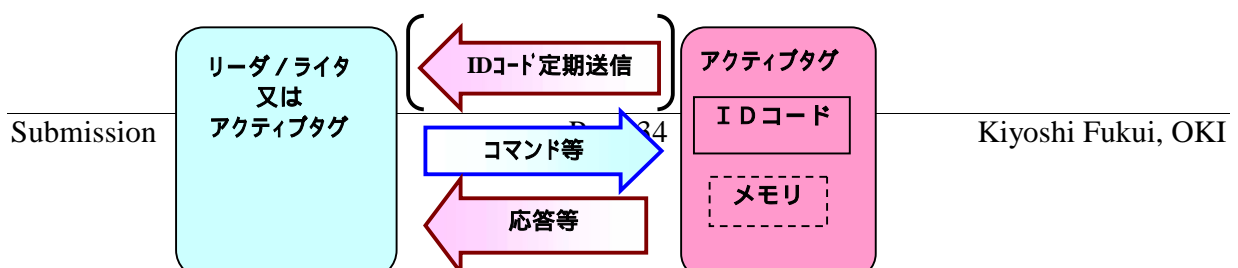


図 2.2-4 パッシブタグシステムの動作原理



ビーコンモードでは ID コードを定期送信する

図 2.2-5 アクティブタグシステムの動作原理

## (2) アクティブタグシステムの動作モード

アクティブタグシステムの動作原理としては、アクティブタグとリーダー/ライタ間又はアクティブタグ同士間で、単方向又は双方向の情報のやり取りが任意のタイミングで行われるものである。

アクティブタグシステムにおける通信モードは、大きく分けてビーコンモード、センサモード及びマスター・スレイブモードの3つがある。ビーコンモード、センサモード及びマスター・スレイブモードのそれぞれの信号のやり取りを図 2.2-6、図 2.2-7 及び図 2.2-8 に示す。

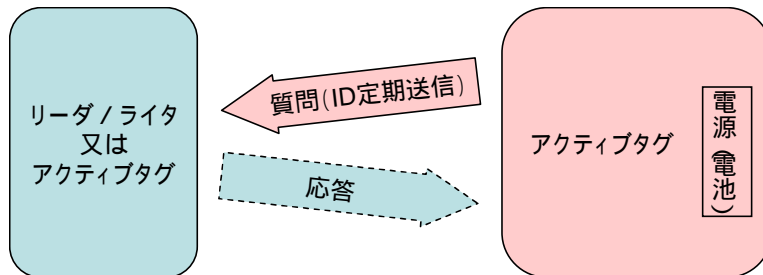


図 2.2-6 ビーコンモードの信号のやり取り

ビーコンモードは、アクティブタグ側から一定間隔で自動的に信号を発信するモードである。主に定期的な情報収集や情報提供を行う必要がある時に用いられる。1回の通信は、通常1回の質問と応答で完了する。

なお、ビーコンモードでは、アクティブタグは単向通信（発信専用）で運用するものもある。

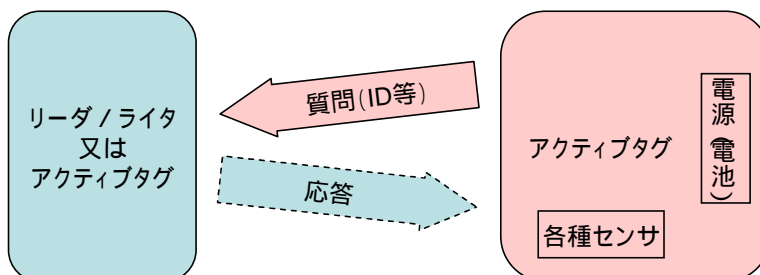


図 2.2-7 センサモードの信号のやり取り

センサモードは、タグ内に温度、振動、タンパ等の各種センサを内蔵し、センサからのイベントにより送信するもので、基本的にセンサからのイベントが発生しない限り送信動作を行わない。1回の通信は、通常1回の質問と応答で完了する。

なお、センサモードでは、アクティブタグは単向通信（発信専用）で運用するものもある。

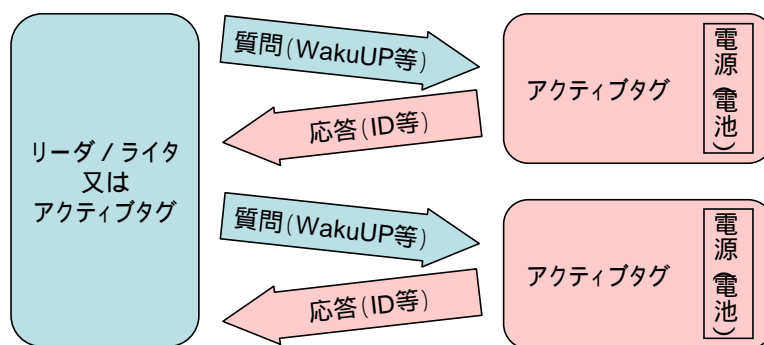


図 2.2-8 マスター・スレイブモードの信号のやり取り

マスター・スレイブモードは、リーダー/ライターからタグを指定して質問を送信するもので、指定されたタグはリーダー/ライターから要求された情報をリーダー/ライターに対し送信する。タグは極力電波の発射を抑え、低消費電力化を図るために、リーダー/ライターからのウェイクアップ信号（始動のための信号）に反応してアクティブタグが始動し（通信可能な状態になり）、リーダー/ライターとの間で情報のやり取りを実施し、情報のやり取り終了後、リーダー/ライターからのスリープ信号（設定情報は保持したまま、動作を停止するための信号）を受信する方式をとることが多い。また本モードにおいては同時に複数のタグを読取ることも可能である。

### 2.3 950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムの利用シーン

アクティブ系小電力無線システムの利用シーンとしては比較的短距離（10m～数十m程度）の通信を高密度な配置で行うことが想定されている。アクティブ系小電力無線システムは、日本では他周波数帯でも一部利用可能であるが、特に950MHz帯

のシステムでは、以下のようなメリットが考えられる。

- 信頼性： 無線 LAN 等の他の無線システムや、機械等の雑音との電波干渉が少なく、信頼性の高いシステムを実現可能
- 到達性： 電波の回り込み特性が大きく、通信距離も長いことから、障害物が多い場所への適用が可能
- 省電力： 同程度の通信距離を得るために必要な送信出力が少なくてよいことから、省電力なシステムを実現可能

950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムとしては、これらのメリットを生かした利用シーンが想定される。

なお、短距離無線通信システムとアクティブタグシステムでは、技術の特性上、システム構成が異なり、同じ応用例でも異なるアプローチをとるため、ここでは利用シーンも重複して示している。例えば、子供の安全サポートは両方のシステムの応用例に挙げているが、短距離無線通信システムでは、子供が持参する端末機同士の通信や、固定設置装置間のマルチホップネットワークなども含めることで、面的に広がりを持った行動監視を実現することになり、アクティブタグシステムでは、校門に設置したリーダ/ライタと子供のランドセル等に搭載したタグとの通信による通過確認など、点における監視もできる。

### 2.3.1 短距離無線通信システムの利用シーン

短距離無線通信システムの利用シーンとしては、主に以下のような分野への適用が期待されている。

- ホームセキュリティ  
家庭のセキュリティを向上させるために、例えば、火災報知機などの防災向けセンサや窓開閉センサなどの侵入検知センサが家庭内でネットワークを構成し、異常を検知したときに、ホームゲートウェイや電話回線経由で外部に通知する。
- 子供/高齢者の安全・安心  
通学中の子供や散歩中の高齢者が携帯する短距離無線通信システムの携帯ノードと、街角に設置された固定ノードがネットワークを構成し、位置管理などを行うとともに、交通事故防止や健康管理、道案内などを行う。
- ホーム/ビルの施設制御  
家庭やオフィスの空調システムや照明システムを高度化するために、温度セ

ンサ、空調風量・風向制御器、照明明るさ制御器などでネットワークを構成し、状況に応じた温度調節や運用休止などを行い、省電力化を目指す。

- 工場内制御、モニタリング

工場内の大型機械やラインが正常動作しているか、粉塵量が規定レベル以下であるか、排出物質の安全性などを監視することで、工場の安全かつ効率的な運用を行う。また流通における物品管理も行う。

- 病院内管理

病院内の医者や看護師、患者の行動を監視することで、院内の事故を防いだり、発作などを早期発見したりする。また、院内で共有する可搬測定機器の管理などにも利用する。

- メータ自動検針

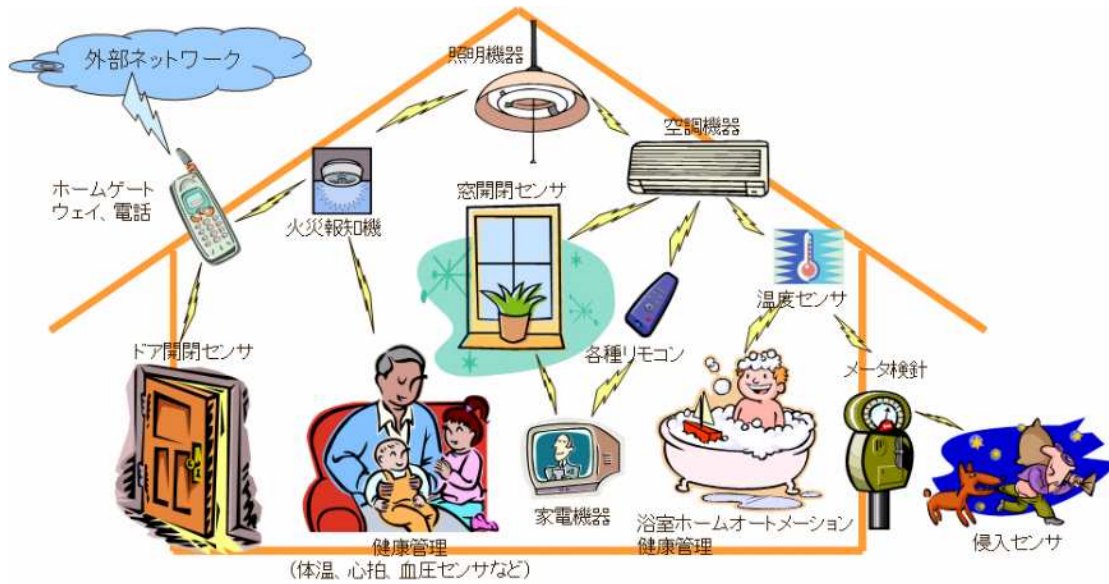
集合住宅や地域の水道、ガス、電気などのメータに取り付けた小電力無線システムがネットワークを構成し、検針した情報をセンターへリモート通知する。また、異常時にセンターからの緊急制御などにも対応する。

- 屋外モニタリング

大気汚染の濃度や花粉量を測定し、地域住民に対する警告を自動で発信したり、各地に取り付けた温度や照度などの自然環境測定データから、天気予報や自然災害への対応にも利用する。

図 2.3-1 に短距離無線通信システムの利用シーンを示す。

< 家庭 >



< 街角・公共場所 >



<工場・病院>

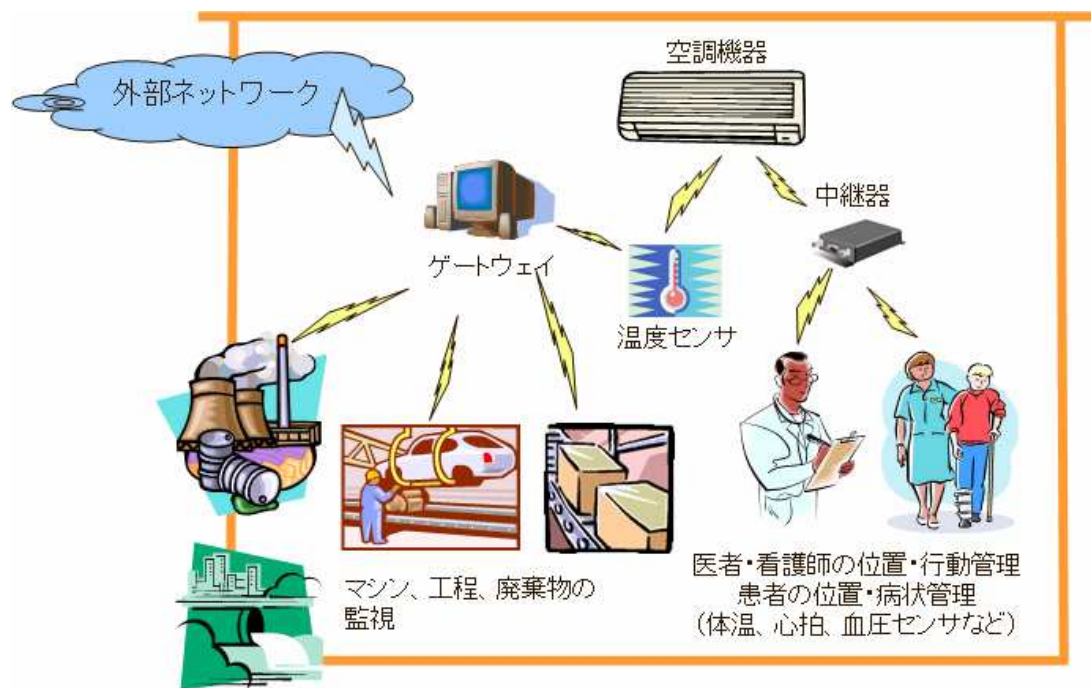


図 2.3-1 短距離無線通信システムの利用シーン

### 2.3.2 アクティブタグシステムの利用シーン

アクティブタグシステムの利用シーンとしては、主に以下のような分野への適用が期待されている。

- 児童登下校サポート
- 危険地区進入管理
- 固定資産管理
- 高額商品管理

図 2.3-2 にアクティブタグシステムの利用シーンを示す。





図 2.3-2 アクティブタグシステムの利用シーン

### 第3章 950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムの動向

#### 3.1 国際標準化の状況

アクティブ系小電力無線システムとして、現在 ZigBee 等の短距離無線通信システムとアクティブタグシステムが検討されている。アクティブ系小電力無線システムについては、各種標準化団体により国際標準化が進められているため、我が国においても国際標準化の動向を踏まえる必要がある。そのため、それぞれのシステムにおける国際標準化の状況を述べる。

##### 3.1.1 ZigBee の国際標準化の状況

ZigBee の下位層（物理層、MAC 層）である IEEE802.15.4 は、2003 年 4 月に IEEE802.15.4-2003 として標準化された。その後、868MHz 帯及び 915MHz 帯での伝送レートの向上（250kbps）を含む機能拡張が審議され、2006 年に IEEE802.15.4-2006 に改版された。表 3.1-1 に IEEE802.15.4-2006 で規定された物理層の仕様を示す。伝送速度は 20～250kbps、キャリアセンス時間は 128～640 $\mu$ s、キャリアセンスレベルは -75dBm 又は -82dBm 以下となっている。

表 3.1-1 IEEE802.15.4 の物理層仕様

周波数帯	2.4GHz帯 (2400-2483.5)	915MHz帯 (902-928)			868MHz帯 (868-868.6)		
	変調方式	変調方式	変調方式	変調方式	変調方式	変調方式	変調方式
変調方式	OQPSK	OQPSK	ASK	BPSK	OQPSK	ASK	BPSK
チャンネル間隔	5MHz	2MHz			600kHz		
ビットレート	250kbps	250kbps	250kbps	40kbps	100kpbs	250kbps	20kbps
シンボルレート	62.5ksps	62.5ksps	50ksps	40ksps	25ksps	12.5ksps	20ksps
受信感度	-85dBm以下	-85dBm 以下	-85dBm 以下	-92dBm 以下	-85dBm 以下	-85dBm 以下	-92dBm 以下
キャリア センス時間 (8シンボル)	128 $\mu$ 秒 以上	128 $\mu$ 秒 以上	160 $\mu$ 秒 以上	200 $\mu$ 秒 以上	320 $\mu$ 秒 以上	640 $\mu$ 秒 以上	400 $\mu$ 秒 以上
キャリアセンス レベル	-75dBm以下	-75dBm 以下	-75dBm 以下	-82dBm 以下	-75dBm 以下	-75dBm 以下	-82dBm 以下

図 3.1-1 にチャンネル配置を示す。ZigBee の周波数帯は 868MHz 帯、915MHz 帯、2.4GHz 帯であり、868MHz 帯は欧州の SRD（Short Range Devices）用帯域、915MHz 帯は米国の ISM 用帯域、2.4GHz 帯は世界各国で利用することができる。また、各帯域で割り当てられるチャンネル数は、868MHz 帯は 1 チャンネル、915MHz 帯は 10 チャンネル、2.4GHz 帯は 16 チャンネルとなっている。

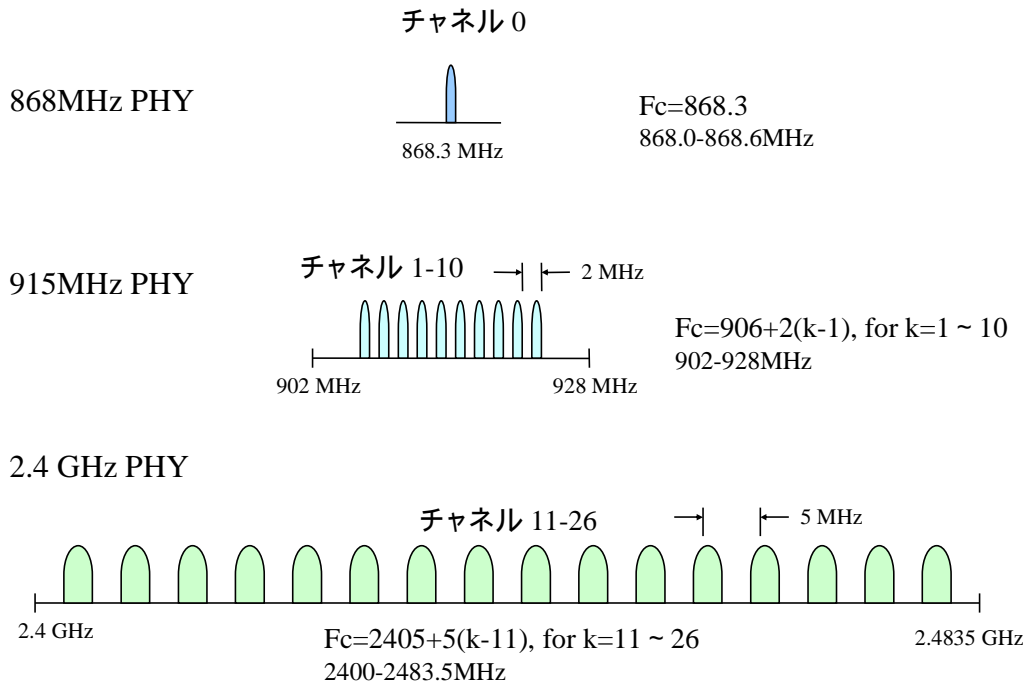


図 3.1-1 IEEE802.15.4 のチャンネル配置

### 3.1.2 アクティブタグシステムの国際標準化の状況

電子タグシステムについては、ISO/IEC JTC1 で国際標準化が進められており、UHF 帯パッシブタグシステムに関しては 860~960MHz 帯の規格が制定されている。また、アクティブタグシステムに関しては、433MHz の規格が制定されている。

ISO/IEC における電子タグシステムの標準化状況を表 3.1-2 に示す。

表 3.1-2 ISO/IEC における電子タグシステムの標準化状況

番号	名称	策定年月
ISO/IEC 18000-1	一般パラメータ	2004 年 9 月
ISO/IEC 18000-2	135kHz 未満エアインタフェース	2004 年 9 月
ISO/IEC 18000-3	13.56MHz エアインタフェース	2004 年 9 月
ISO/IEC 18000-4	2.45GHz エアインタフェース	2004 年 8 月
ISO/IEC 18000-5	5.8GHz エアインタフェース 【審議中止】	-
ISO/IEC 18000-6	860~960MHz エアインタフェース	2004 年 8 月
ISO/IEC 18000-7	433MHz エアインタフェース (アクティブタグ)	2004 年 8 月

また、EPCglobal<sup>1</sup>においても電子タグシステムの標準化が行われており、860~960MHz 帯パッシブタグとして Class1 Generation2 規格が制定されたところである。また Class2 以上に関しては、現在審議が進められているところである。EPCglobal における電子タグシステムの分類を、図 3.1-2 に示す。

<p style="text-align: center;"><b>Class 5</b> リーダー</p> <p style="text-align: center;">パッシブタグ、セミパッシブタグ、アクティブ通信</p>
<p style="text-align: center;"><b>Class 4</b> アクティブタグ</p> <p style="text-align: center;">アクティブタグ-リーダー間通信、アクティブタグ間通信</p>
<p style="text-align: center;"><b>Class 3</b> セミパッシブタグ</p> <p style="text-align: center;">バッテリーアシストパッシブタグ</p>
<p style="text-align: center;"><b>Class 2</b> パッシブタグ</p> <p style="text-align: center;">リード/ライトパッシブタグ、セキュリティ機能搭載</p>
<p style="text-align: center;"><b>Class 0 / Class 1</b> パッシブタグ</p> <p style="text-align: center;">リードオンリーパッシブタグ</p>

図 3.1-2 EPCglobal における電子タグシステムの分類

### 3.2 諸外国における技術基準

800/900MHz 帯のアクティブ系小電力無線システムに関しては、欧州では SRD として 860MHz 帯、米国では 915MHz 帯での利用が可能である。表 3.2-1 に、欧州における 860MHz 帯 SRD の規格概要を示す。本規格は 2001 年 3 月 12 日に制定され、周波数帯幅は最大で 600kHz となっている。

表 3.2-1 欧州の 860MHz 帯 SRD の規格 (ERC/REC 70-03) 概要

周波数帯	送信電力 (e.r.p.)	デューティ・ サイクル	チャンネル幅	最大送信時間	最小停止時間
868.000 ~ 868.600MHz	25mW 以下	1%以下 又は LBT		3.6 秒	1.8 秒

<sup>1</sup>国際的なバーコード標準化団体である国際 EAN (European Article Numbering) 協会及び米 UCC (Uniform Code Council) が共同で設立した電子タグ標準化のための非営利組織。

868.700 ~ 869.200MHz	25mW 以下	0.1%以下又 は LBT		0.72 秒	0.72 秒
869.400 ~ 869.650MHz	500mW 以 下	10%以下 又は LBT	25kHz (1チャンネルだけの利用 では全帯域が利用可)	36 秒	1.8 秒
869.700 ~ 870.000MHz	5mW 以下	100%まで			

IEEE802.15.4 で規定された 800/900MHz 帯の周波数は欧州では 868MHz 帯、米国では 915MHz 帯となっている。表 3.2-2 に本周波数帯の欧州と米国の諸元について示す。

**表 3.2-2 欧州と米国におけるアクティブ系小電力無線システムの諸元**

	欧州	米国
	ERC (欧州無線通信委員会) (European Radio Communications Committee) ERC/REC 70-03 ETSI (ヨーロッパ通信標準化協会) (European Telecommunications Standards Institute) EN 300 220-1	FCC (連邦通信委員会) (Federal Communications Commission) FCC 15.247 FCC 15.205 FCC 15.209 他
<b>送信装置</b>		
送信周波数及び空中線電力	868.0-868.6MHz : 25mW (e.r.p 値)	902-928MHz < DSSS > 8dBm/3kHz 以下 < FHSS > チャネル数 50 以上 : 1W チャネル数 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) (規定なし)
周波数の許容偏差	±100ppm	(規定なし)
伝送方式及び変調方式	(規定なし)	FHSS 方式、DSSS 方式、狭帯域通 信方式
拡散帯域幅	(規定なし)	< DSSS > 500kHz 以上 < FHSS > 500kHz 以下
スプリアス発射の強度の許容値	47-74MHz、87.5-118MHz、 174-230MHz、470-862MHz ・ 4nW[-54dBm]以下 (Operating) ・ 2nW[-57dBm]以下 (Standby) 1,000MHz 以下のその他の周波数 ・ 250nW[-36dBm]以下 (Operating) ・ 2nW[-57dBm]以下 (Standby) 1,000MHz 以上 ・ 1μW[-30dBm]以下 (Operating) ・ 20nW[-47dBm]以下 (Standby) 【上記は全て 100kHz 幅での e.r.p 値】	1GHz 未満 -20dBc/100kHz 1GHz 以上 -20dBc/1MHz 但し FCC 15.205 にて定められた 帯域では下記を適用 1.705-30MHz ・ 30μV/m (測定距離 30m) (参考 EIRP 近似値 : - 46dBm ) 30-88MHz ・ 100μV/m (測定距離 3m) (参考 EIRP 近似値 : - 55dBm )

				88-216MHz ・ 150 $\mu$ V/m (測定距離 3m) (参考 EIRP 近似値: - 52dBm)	
				216-960MHz ・ 200 $\mu$ V/m (測定距離 3m) (参考 EIRP 近似値: - 49dBm)	
				960MHz 以上 ・ 500 $\mu$ V/m (測定距離 3m) (参考 EIRP 近似値: - 41dBm)	
送信時間	送信	3.6s 以下	停止	1.8s 以上	(規定なし)
<b>受信装置</b>					
副次的に発する電波等の 限度	1GHz 未満の周波数においては 2nW 以下、1GHz 以上の周波数帯におい ては、20nW 以下であること				(規定なし)

### 3.3 950MHz 帯の我が国における利用状況

#### 3.3.1 950MHz 帯の周波数の分配状況

無線通信規則 (R.R.: Radio Regulations) における 950MHz 帯付近の周波数の国際的な分配の状況は次のとおりである。

Region 1 (欧州、アフリカ) 及び Region 3 (アジア、オセアニア)

942 ~ 960MHz 帯は、一時的基礎で固定業務、移動業務及び放送業務に分配されている。

Region 2 (北中南米)

942 ~ 960MHz 帯は、一時的基礎で固定業務及び移動業務に分配されている。

我が国の周波数割当計画では、950 ~ 956MHz 帯は移動業務に分配されている。

#### 3.3.2 我が国の 950MHz 帯の周波数の分配状況

図 3.3.1 に示すとおり、950 ~ 956MHz 帯は、高出力パッシブタグシステム及び低出力パッシブタグシステムが利用している。

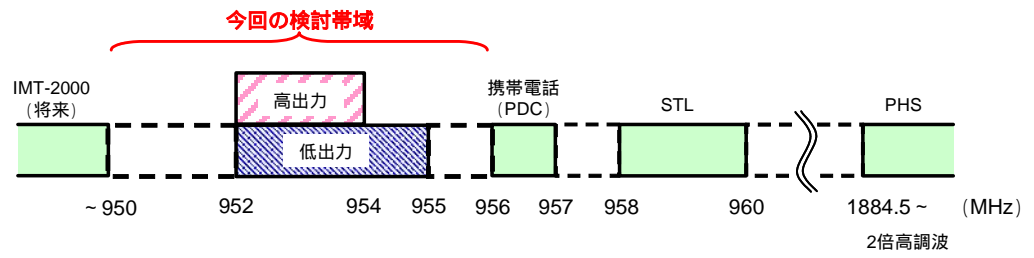


図 3.3-1 我が国の 950MHz 帯の周波数の分配状況

第4章 950MHz帯パッシブタグシステムの動向

4.1 我が国における利用状況

(P)

4.2 ミラーサブキャリア方式の諸外国の動向

(P)



## 第 5 章 950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムの技術的条件の検討

950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムの実用化に向けては、帯域外他システムへの干渉及び同一帯域内のパッシングタグシステムとの共用、アクティブ系小電力無線システム間の共用についての検討を行う必要がある。

### 5.1 950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムの普及及び同時送信台数予測

950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムの内、短距離無線通信システムの普及予測にあたっては、2.4GHz 帯も含む 2004 年の実際の普及台数及び 2008 年の予測台数から 2020 年頃に短距離無線通信システムの無線装置台数が飽和状態になると仮定し 2020 年の普及台数予測を計算した（参考資料 1）。

計算した結果、市場全体の 950MHz 帯短距離無線通信システムの普及予測は表 5.1-1 となる。

表 5.1-1 市場全体の総ノード数普及予測

分野	2008 年	2012 年	2020 年
防犯・セキュリティ	336,220	7,223,369	50,514,416
食・農業	2,433	101,603	1,418,898
環境保全	0	0	0
ロボット/事務・業務	79,014	671,136	1,425,224
医療・福祉	73,108	1,278,358	15,034,841
施設制御	154,000	4,665,600	51,273,675
構造物管理	766	4,745	45,440
物流・マーケティング	70	420	1,418
市場全体	645,610	13,945,230	119,713,912

本普及予測を前提とする短距離無線通信システムの同時送信台数を、参考資料 1 より、 $10.824 \text{ 台} / \text{km}^2$  と推定した。さらにアクティブタグシステムの同時送信台数は、参考資料 1 より、 $7.16 \text{ 台} / \text{km}^2$  と推定されることから、アクティブ系小電力無線システム全体の同時送信台数としては、 $17.984 \text{ 台} / \text{km}^2$  と推定した。

### 5.2 帯域外他システムとの共用に関する検討

950-956MHz にアクティブ系小電力無線システムを導入するにあたって、既存システムとしては、近傍で使用されている PDC 及び STL 並びに 2 倍高調波の帯域を使用している PHS、また、新たに導入されるシステムとして、700/900MHz の IMT-2000 を考慮し、これらのシステムとの干渉に関する検討が必要である。

### 5.2.1 干渉に関する検討の前提条件

第2章で検討したように、アクティブ系小電力無線システムの利用シーンとしては比較的短距離（10m～数十m程度）の通信を高密度な配置で行うことが想定されている。参考資料2より、空中線電力は1mWに低出力型パッシブタグシステムと同一の空中線利得3dBiを加えた値である送信電力3dBm（EIRP）においても十分な通信距離が得られることが想定されることから送信電力3dBm（EIRP）について干渉検討を実施した。また低出力型パッシブタグシステムと同じ送信電力13dBm（EIRP）の場合については、帯域外他システムとの感度抑圧干渉等の検討により使用周波数帯を952-955MHzとしたことから、帯域外他システムとの共用検討に関しては、これを参考とする。

### 5.2.2 PDCへの干渉

956-957MHzの周波数については、PDCシステムが現在運用されており、引き続き円滑にサービスが提供される必要があるとの認識の下、アクティブ系小電力無線システムのスプリアス発射が与える干渉と、アクティブ系小電力無線システムの主波が与える感度抑圧について検討を行った。

参考資料3により、スプリアス発射が与える干渉に関しては、PDC基地局の許容干渉レベルを超えない確率が99%程度であることを許容範囲とした場合、スプリアス発射の強度-52dBm/100kHz（EIRP）以下とする必要がある。感度抑圧に関してはPDCシステムの割当周波数から200kHz離調とした上で、送信電力3dBm（EIRP）以下であれば、PDC基地局へ影響を与えないと考えられる。以上より、950MHz帯アクティブ系小電力無線システムは送信電力を3dBm（EIRP）以下の場合には955.8MHz以下で使用する事が適当である。PDCシステム帯域でのスプリアス発射の強度は-52dBm/100kHz（EIRP）以下とする事が適当である。

### 5.2.3 IMT-2000への干渉

パッシブタグシステムの時と同様に、700/900MHz帯のIMT-2000システムが950MHzまで5MHzのチャネル幅で導入され、この場合の950MHz帯アクティブ系小電力無線システムがIMT-2000移動機へ与える干渉について検討することとし、アクティブ系小電力無線システムの主波が与える感度抑圧と、アクティブ系小電力無線システムのスプリアス発射が与える干渉について検討を行った（参考資料4）。

参考資料4では、アクティブ系小電力無線システムの主波が与える感度抑圧による干渉については、IMT-2000 移動機が受信する希望波の電力を規格感度より 3dB 高い値とした場合について検討を行った。また、アクティブ系小電力無線システムのスプリアス発射が与える干渉については、ITU-R M.2039 より、干渉波レベル/雑音レベル = -10dB とした場合の許容干渉レベル (-125dBm/100kHz) をもとに検討を行った。なお、双方とも、IMT-2000 移動機とアクティブ系小電力無線システムを 1 対 1 で対向させて、自由空間伝搬モデルを用いた所要離隔距離を求める手法で干渉検討を行った。

参考資料4より、アクティブ系小電力無線システムの主波が与える感度抑圧については、アクティブ系小電力無線システムの送信電力を 3dBm (EIRP) とした場合に、低出力型パッシブタグシステムのリーダ/ライタ (13dBm (EIRP)) より、影響が少なくなる離調周波数について検討した。アクティブ系小電力無線システムの周波数を 950MHz から 800kHz 離れた場合 (950.8MHz 以上)、影響の範囲はアクティブ系小電力無線システムの指向方向 0.8m ~ 4.5m となり、低出力型パッシブタグシステムのリーダ/ライタの 2MHz 離れた場合の影響 (1.4m ~ 8m) よりも小さくなることから、950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムの周波数を 950MHz から 800kHz 離れた 950.8MHz 以上の周波数とすることとした。

一方、アクティブ系小電力無線システムのスプリアス領域発射が与える干渉については、5 . 2 . 2 の検討から得られた 956MHz 以上のスプリアス領域発射の強度である -52dBm/100kHz (EIRP) の場合、945-950MHz の周波数を受信する IMT-2000 移動機は、参考資料4から、リーダ/ライタの指向方向で 44m の離隔距離をとる必要がある。これは、リーダ/ライタの指向方向にある 44m 以内の空間では、IMT-2000 移動機に干渉を与える可能性があることを示している。

また、パッシブタグシステムと同様、さらに 5MHz 離調した周波数である 5.8MHz 離調にてアクティブ系小電力無線システムのスプリアス発射の強度を 10dB 下げ -62dBm/100kHz (EIRP) まで抑えると、所要離隔距離が 14m まで改善されている。なお、-62dBm/100kHz のスプリアス発射の強度は -52dBm/MHz と換算できる (\*)<sup>2</sup>。

(\*) 参考資料3のスプリアス発射の影響の検討においては、ITU-R M.2039に基づき、W-CDMAの場合 -99dBm/3.84MHz、CDMA2000の場合 -104dBm/1.25MHzのIMT-2000移動機雑音レベルをもとに、100kHzあたりの雑音レベルに換算して(双方とも -115dBm/100kHz)検討していることから、スプリアス発射の強度 -62dBm/100kHz から単純にそれぞれの帯域幅(3.84MHz又は1.25MHz)に換算しなおしたスプリアス発射の強度値とすることが可能。ただし、双方を一つの値で規定する観点から、1MHzの帯域幅を用いることとし、-52dBm/MHzとする。

したがって、950MHz 近辺に導入される IMT-2000 との共用を考慮し、リーダ/ライタのスプリアス発射の強度は、800kHz 以上の離調である 945MHz を超え 950MHz 以下においては、5.2.2 の検討で得られた-52dBm/100kHz (EIRP) とし、5.8MHz 以上の離調である 945MHz 以下は-52dBm/MHz (EIRP) とすることが考えられる。

なお、以上の IMT-2000 移動機との所要離隔距離は、それぞれ1対1でリーダ/ライタと IMT-2000 移動機を対向させた場合における自由空間伝搬モデルを用いた計算結果である。しかし、IMT-2000 移動機周辺に分布するアクティブ系小電力無線システムを考慮した統計により、所要離隔距離が縮められる可能性があること、及びアクティブ系小電力無線システムは、送信時間が極めて短く同時送信台数も小さいことが想定されることから実運用上 IMT-2000 移動機に影響を与える確率が低下する可能性があると考えられるため、IMT-2000 移動機とアクティブ系小電力無線システムの共用が可能になると考えられる。

また、将来、956-957MHz を使用している PDC システムの使用が終了する場合においては、上記で述べた IMT-2000 に対するアクティブ系小電力無線システムからの影響を考慮し、アクティブ系小電力無線システムで使用する周波数等について、アクティブ系小電力無線システムの普及状況を勘案した上で、再検討することが望ましい。

#### 5.2.4 STLへの干渉

958-960MHz の周波数を受信する STL 受信設備について、アクティブ系小電力無線システムのスプリアス領域発射が与える干渉について検討を行った結果、参考資料5から、-54.8dBm/100kHz (EIRP) までのスプリアス発射の強度を許容できることから、アクティブ系小電力無線システムのスプリアス発射の強度を-55dBm/100kHz (EIRP) とすることで、通常の使用においては共用が可能であると考えられる。

#### 5.2.5 PHSへの干渉

5.2.3 の検討から得られた、アクティブ系小電力無線システムの主波から 5.8MHz 離調において-52dBm/MHz (EIRP) の強度のスプリアス領域発射が 1.9GHz 帯 (1884.5-1919.6MHz) を使用している PHS 基地局・PHS 移動機に与える干渉について検討したところ、参考資料6より、この強度のスプリアス発射であれば、通常の使用においては共用が可能であると考えられる。

### 5.2.6 隣接する他システムからアクティブ系小電力無線システムへの干渉

隣接する他システムからの送信電力及びスプリアス発射にアクティブ系小電力無線システムは影響を受けることがあるが、キャリアセンスを具備することにより、干渉を受けた状態で運用される可能性は低下すると考えられる。

いずれにしても、アクティブ系小電力無線システムは 950MHz 帯パッシブタグシステムと同様に、他システムからの干渉を許容する条件のもとで運用することが適当である。

### 5.3 アクティブ系小電力無線システム間及びパッシブタグシステムとの共用に関する検討

950MHz 帯は、パッシブタグシステムが既に利用していることからアクティブ系小電力無線システムは、パッシブタグシステムと相互に適切な運用を図り、パッシブタグシステムの運用を妨げないような運用が必要となる。よって基本的にパッシブタグシステムに準拠した以下の共用化技術を導入することが適当である。

- ・チャンネルの設定
- ・キャリアセンス
- ・送信時間制御

特に高出力型パッシブタグシステムの利用シーンを考慮した場合、高出力型パッシブタグシステムは多数のパッシブタグを読み取ることが想定され即答性が求められることから、アクティブ系小電力無線システムの共用化技術の条件の設定にあたっては、高出力型パッシブタグシステムの運用を優先できるような条件を設定することが適当である。またアクティブ系小電力無線システム間においても相互に適切な運用を図ることが必要である。

以上を踏まえ、アクティブ系小電力無線システム間及びパッシブシステムとの共用検討を実施した。

なお、アクティブ系小電力無線システムのキャリアセンスレベルは IEEE802.15.4 の規格を参考とし、-75dBm とした。

参考資料 7 より、キャリアセンスレベルを満足する見通しで指向方向正面に位置した場合の自由空間での必要離隔距離を考慮した場合は、

- ・高出力型リーダ/ライタ アクティブ系小電力無線システム
- ・低出力型リーダ/ライタ アクティブ系小電力無線システム

のいずれにおいても、既存システムであるパッシブタグシステムが有利な条件となっている。しかしながら、アクティブ系小電力無線システムが高出力型リーダー/ライターに与える影響について送信電力 13dBm (EIRP) の時に関しては、必要離隔距離が 1km 以上となり、アクティブ系小電力無線システムが先に送信している状況においては、高出力型リーダー/ライターの運用上、問題が発生する可能性があるため、高出力型パッシブタグシステムのリーダー/ライターが使用する帯域に関しては、アクティブ系小電力無線システムは送信電力 13dBm (EIRP) は使用しないことが望ましい。

参考資料 8 より、アクティブ系小電力無線システム間におけるキャリアセンスレベルを満足する必要離隔距離を考慮した場合は、送信電力 13dBm (EIRP) が有利となる。アクティブ系小電力無線システムは、比較的短距離 (10m 程度) の通信を高密度な配置で行うことが想定されていることから、その阻害となる可能性があるため、送信電力 13dBm (EIRP) のチャンネルは、必要最小限とすることが望ましい。

以上のことから低出力型パッシブタグシステムのときの共用検討において送信電力 13dBm (EIRP) の使用帯域として決められた 952-955MHz の内、高出力型パッシブタグシステムの帯域は使用しないこととし、954-955MHz とすることが適当である。

## 5.4 アクティブ系小電力無線システムの諸元の検討

### 5.4.1 空中線電力

5.2 及び 5.3 の検討から、送信電力は、最大 3dBm (EIRP) 又は最大 13dBm (EIRP) することが適当である。空中線電力は 1mW、10mW とすることが適当である。空中線利得は、950MHz 帯における免許不要局である低出力型パッシブタグシステムに倣い 3dBi 以下とし、空中線電力が 1mW の場合には、等価等方輻射電力が、3dBi の送信空中線に 1mW の空中線電力を加えたときの値以下となる場合は、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し、空中線電力が 10mW の場合には、等価等方輻射電力が、3dBi の送信空中線に 10mW の空中線電力を加えたときの値以下となる場合は、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が適当である。

### 5.4.2 周波数帯

5.2 の検討から、空中線電力 1mW の場合には、下側は IMT-2000 との干渉を考慮し、950.8MHz 以上とすることが適当である。上側は PDC 基地局との干渉を考慮し、955.8MHz 以下とすることが適当である。

5.3の検討から、空中線電力 10mW の場合には、先に低出力型パッシブタグシステムで決められた、952MHz 以上、955MHz 以下の帯域の内、高出力型パッシブタグシステムの帯域では使用しないこととし、下側は 954MHz 以上とし、上側は 955MHz 以下とすることが適当である。

### 5.4.3 単位チャンネル

パッシブタグシステムとの共用を考え、アクティブ系小電力無線システムのチャンネルに関して、パッシブタグシステムで規定した単位チャンネルを設定することが適当である。

第3章の検討において、欧州では、860MHz 帯の SRD の最大の占有周波数帯幅は 600kHz、米国では 915MHz 帯において 500kHz 以上とされている。これらに倣い単位チャンネルを同時に 3 チャンネルまで利用できるようにすることにより、占有周波数帯幅の許容値として 600kHz 以下が可能となる。

空中線電力 1mW については 950.8-955.8MHz の間において、空中線電力 10mW については、954-955MHz の間において、最大 3 つの単位チャンネルを束ねて無線チャンネルとして使用でき、占有周波数帯幅の許容値については  $(200 \times n)$  kHz 以下 ( $n$ : 同時に使用する単位チャンネル数で 1 から 3 までの自然数) であることが適当である。

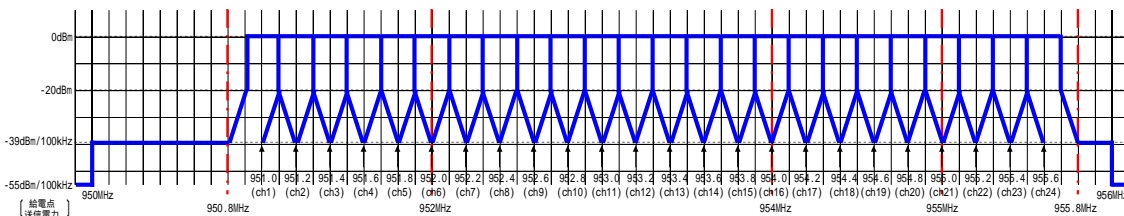


図 5.4-1 単位チャンネル配置 (空中線電力 1mW)

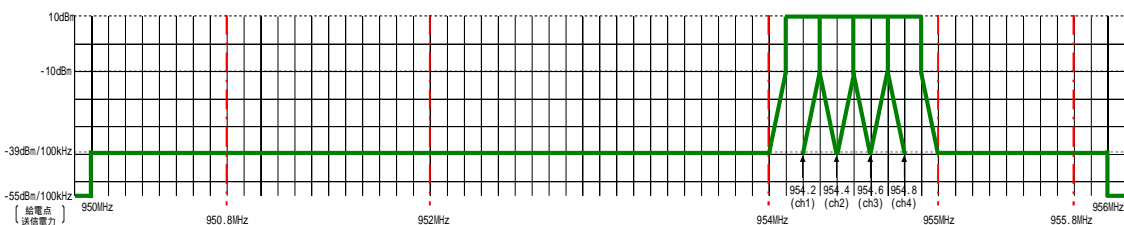


図 5.4-2 単位チャンネル配置 (空中線電力 10mW)

#### 5.4.4 単位チャンネルマスク

単位チャンネルマスクについてもパッシブタグシステムとの共用を考え、パッシブタグシステムで規定した単位チャンネルマスクを設定することが適当であることから、同じ免許不要局である低出力型パッシブリーダ/ライタと同じく、単位チャンネル端において 20dBc 低下させることとする。

また空中線電力 1mW では 950.8-955.8MHz の近傍 (950-950.8MHz、955.8-956MHz)、空中線電力 10mW では 954-955MHz の近傍 (950-954MHz、955-956MHz) についても低出力型パッシブリーダ/ライタと同じ -39dBm/100kHz (給電線入力点) とすることが適当である。

なお空中線電力 1mW では 950.8-955.8MHz の帯域、空中線電力 10mW では 954-955MHz の帯域において、使用する無線チャンネルの中心周波数から  $200+100 \times (n-1)$  以上 ( $n$ :同時に使用する単位チャンネル数で 1 から 3 までの自然数) 離調した帯域については、スプリアス領域とし、低出力型パッシブタグリーダ/ライタと同じく -39dBm/100kHz (給電線入力点) とすることが適当である。

以上を踏まえ、アクティブ系小電力無線システムの単位チャンネルマスクを図 5.4-3、図 5.4-4 のように規定することが適当であり、この場合の隣接単位チャンネルへの漏れ込みは空中線電力 1mW では 26dBm (給電線入力点)、空中線電力 10mW では -18dBm (給電線入力点) とすることが適当である。

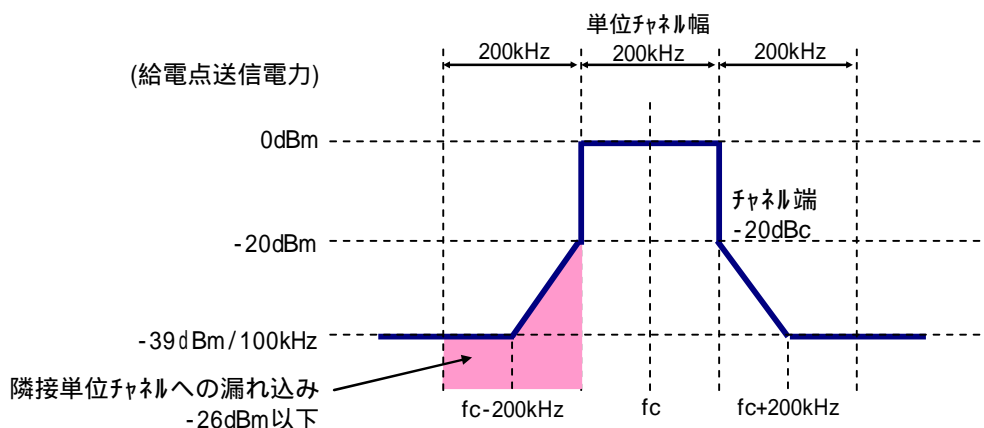


図 5.4-3 単位チャンネルマスク (空中線電力 1mW)



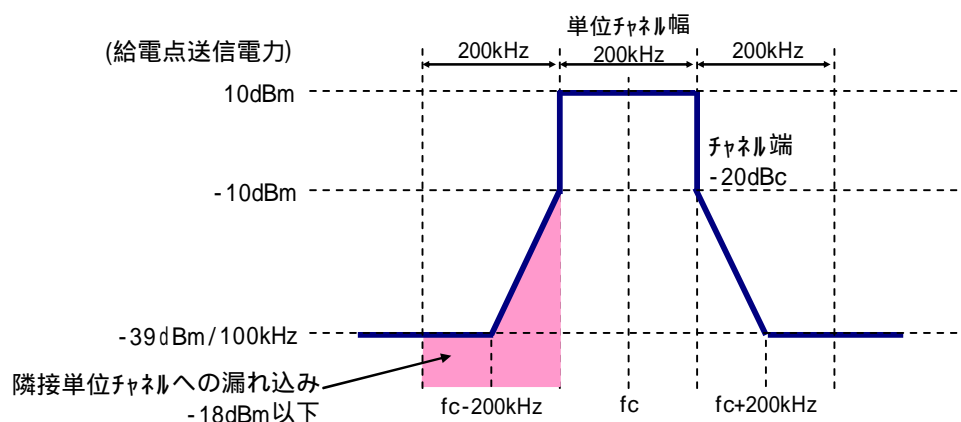


図 5.4-4 単位チャネルマスク (空中線電力 10mW)

#### 5.4.5 送信時間制御

送信時間制御については、既存のパッシブタグシステムの運用に支障がないよう、同じ免許不要局である即答性が求められる低出力型パッシブタグシステムに準拠することが望ましい。よって、電波を発射してから送信時間 1 秒以内にその電波の発射を停止し、送信休止時間 100ms を経過した後でなければその後送信を行わないものとするのが望ましい。但し、同じ特定小電力無線である 426/429MHz 帯において規定されているように、システムの運用効率を考慮し、電波を発射してからの一定時間は連続して再送信できることが望ましいことから、最初に電波を発射してから連続する 1 秒以内に限り、その発射を停止した後 100ms の送信休止時間を設けずに再送信することができるものとするのが適当である。

#### 5.4.6 キャリアセンス

キャリアセンスの規定については、既存のパッシブタグシステムの運用に支障がないよう、同じ免許不要局である即答性が求められる低出力型パッシブタグシステムに準拠することが望ましいことから、キャリアセンス時間に関しては 10ms 以上とすることが適当である。また 5.3 の検討結果よりキャリアセンスレベルは -75dBm とすることによりが適当である。

但し、パッシブタグシステムと同様に 1:1 及び 1:N の対向通信を行う場合において 1:1、質問器からの呼に対して応答器が応答する方式における応答については、短時間における複数応答器との通信、応答の高速性、省電力化等の運用シーンを考慮し、質問器が 10ms 以上キャリアセンス (応答器が質問器と別の周波数に

て送信する場合（複信方式）の場合は、応答器が発信する周波数も含む）したあとの、応答器の送信に関するキャリアセンス時間に関しては、IEEE802.15.4の規定の最小値である  $128\mu\text{s}$  とするのが望ましい。但しパッシブタグシステムとの共用を考慮し、本方式における応答器の送信時間は、アクティブ系小電力無線システムの運用に支障の無い範囲で短い通信とすることが望ましい。IEEE802.15.4の仕様における連続の最大の送信時間は、約  $53\text{ms}$  秒（\*）<sup>3</sup>であることから送信時間は  $100\text{ms}$  以内で運用上問題ないと考えられる。休止時間は、低出力型パッシブタグシステムと同様  $100\text{ms}$  以上とすることが望ましい。なおこの場合もシステムの運用効率を考慮し、電波を発射してから的一定時間は連続して再送信できることが望ましいことから、最初に電波を発射してから連続する  $100\text{ms}$  以内に限り、その発射を停止した後  $100\text{ms}$  の送信休止時間を設けずに再送信することができるものとするのが適当である。

図 5.4-5、図 5.4-6、図 5.4-7 に第 2 章で述べたアクティブタグシステムにおけるモード事のフローの例を示す。

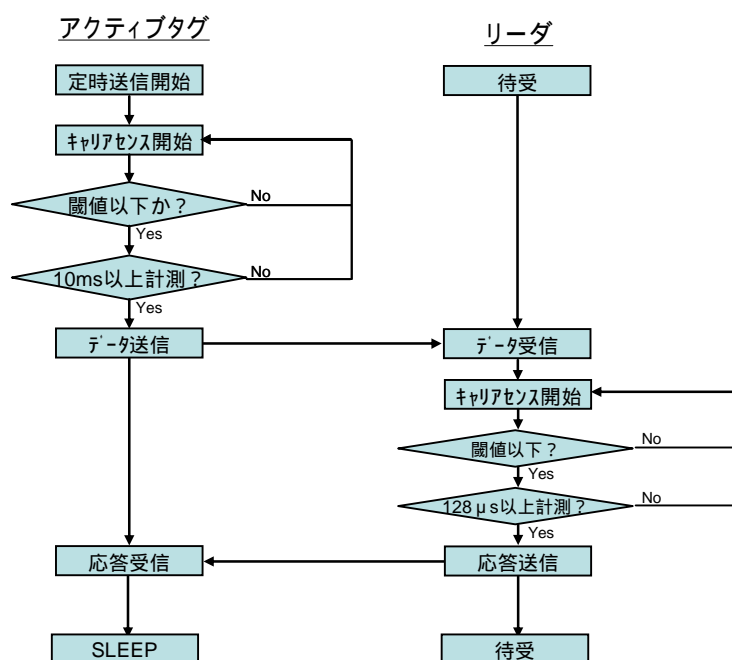


図 5.4-5 アクティブタグシステム ビーコンモード フロー例

(\*) IEEE802.15.4の規格による最大送信パケットサイズは、最大パケットサイズ：127 バイト、プリアンプル：6 バイトより、133 バイトとなる。IEEE802.15.4で規定されている方式で、最も低い送信速度である  $20\text{kbps}$  で送信した場合、 $133\text{byte} \times 8\text{bit} / 20\text{kbps} = 53.2\text{ms}$  となる。

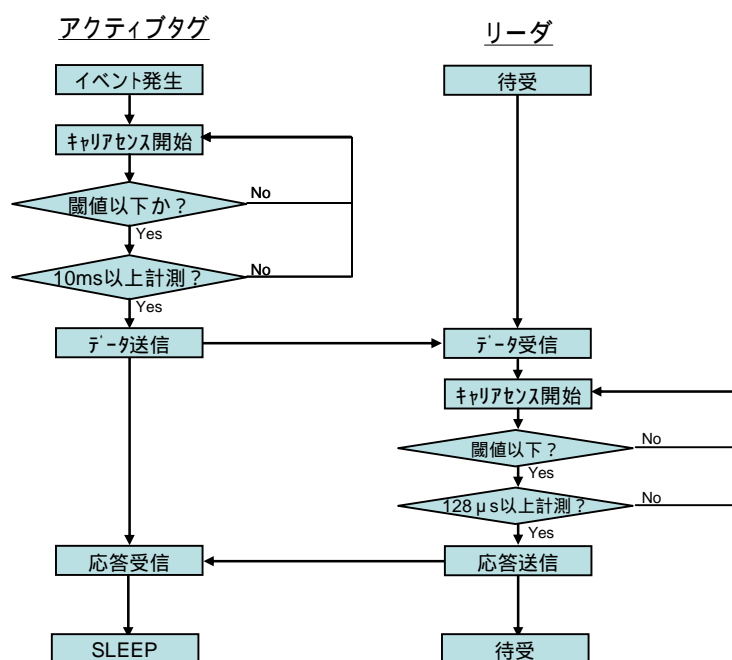


図 5.4-6 アクティブタグシステム センサーモード フロー例

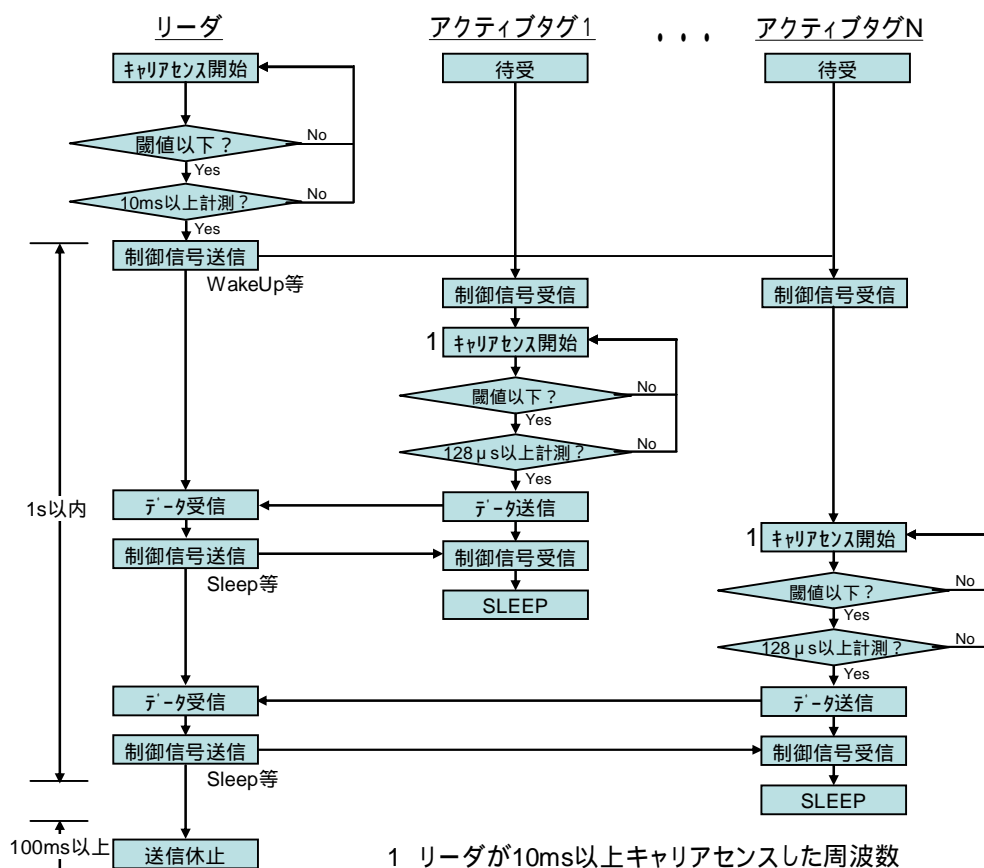


図 5.4-7 アクティブタグシステム マスタスレーブモード フロー例

5.4.7 スプリアス領域発射の強度の許容値について

5.2の検討から、スプリアス領域発射の強度 (EIRP) は、945MHz 以下及び 1884.5MHz を超え 1919.6MHz 以下で -52dBm/MHz、945MHz を超え 950MHz 以下及び 956MHz を超え 958MHz 以下で -52dBm/100kHz、958MHz を超え 960MHz 以下で -55dBm/100kHz とすることが適当とされた。5.4.1の空中線利得の検討 (3dBi 以下) から、給電線入力点におけるスプリアス領域発射の強度は、主波から下側は 945MHz 以下及び 1884.5MHz を超え 1919.6MHz 以下で -55dBm/MHz、945MHz を超え 950MHz 以下及び 956MHz を超え 958MHz 以下で -55dBm/100kHz となる。一方、5.4.4の検討により、空中線電力 1mW では 950.8-955.8MHz の近傍、空中線電力 10mW では 954-955MHz の近傍のスプリアス領域発射の強度は -39dBm/100kHz (給電線入力点) が適当であるとされた。これらの干渉検討対象システムの周波数帯以外の部分については、ITU-R SM.329-10 に規定されているとともに、IMT-2000 移動機のスプリアス領域発射の強度の許容値としても採用され

ている表 5.4-1 の値を準用することとする。

以上から、全周波数帯におけるアクティブ系小電力無線システムのスプリアス領域発射の強度は、表 5.4-2 のとおり規定することが適当である。

**表 5.4-1 ITU-R SM.329-10 で規定されているスプリアス領域発射の強度の許容値  
(給電線入力点)**

周波数帯	スプリアス発射の強度の許容値 (給電線入力点)	参照帯域幅
30MHz を超え 1GHz 以下	-36dBm	100kHz
1GHz を超えるもの	-30dBm	1MHz

**表 5.4-2 周波数帯ごとのスプリアス領域発射の強度の許容値 (給電線入力点)**

周波数帯	スプリアス発射の強度の許容値 (給電線入力点)	参照帯域幅
30MHz を超え 1GHz 以下 (710MHz を超え 960MHz 以下を除く。)	-36dBm	100kHz
710MHz を超え 945MHz 以下	-55dBm	1MHz
945MHz を超え 950MHz 以下	-55dBm	100kHz
950MHz を超え 956MHz 以下 (無線チャネルの中心からの離調が 200+100(n-1)kHz 以下を除く。n は同時に使用する単位チャネル数)	-39dBm	100kHz
956MHz を超え 958MHz 以下	-55dBm	100kHz
958MHz を超え 960MHz 以下	-58dBm	100kHz
1GHz を超えるもの (1884.5 MHz を超え 1919.6MHz 以下を除く。)	-30dBm	1MHz
1884.5MHz を超え 1919.6MHz 以下	-55dBm	1MHz

## 5.5 電波防護指針への適合について

電波防護指針では、電波のエネルギー量と生体への作用との関係が定量的に明らかにされており、これに基づき、システムの運用形態に応じて、電波防護指針に適

合するようシステム諸元の設定に配慮する必要がある。

950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムが使用される機器は、屋内、屋外を問わず使用されることが想定されるため、以下に示す電波防護指針の基準値に基づき、検討を行った結果、電磁界強度指針（一般環境）の基準値を超える送信空中線からの距離を算出すると、0.5 cm ~ 5.05 cm となり、950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムの利用形態を鑑みると特段支障がないと考えられる。

< 電波防護指針の基準値 >

< 電波防護指針の基準値 >

周波数 $f$ [MHz]	電界強度	磁界強度	電力束密度	平均時間
300MHz を超え 1.5GHz 以下	$1.585 f^{1/2}$ [V/m]	$f^{1/2} / 237.8$ [A/m]	$f / 1500$ [mW/cm <sup>2</sup> ]	6 分

注 上表では、電界強度、磁界強度、電力束密度の数値がそれぞれ規定されているが、自由空間における波動インピーダンスは 120 [ ] であるので、各数値の意味は同一である。

### 5.5.1 前提条件

#### (1) 950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムの諸元

950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムは、以下に示すいずれかの周波数帯において、200-600kHz の帯域幅を有し、その帯域幅における e.i.r.p. は 3dBm 以下又は 13dBm 以下である。

- ・ 950.8MHz を超え 955.8MHz 以下の周波数帯 e.i.r.p. 3dBm 以下
- ・ 954MHz を超え 955MHz 以下の周波数帯 e.i.r.p. 13dBm 以下

ここでは、人体に与える影響が最大となる場合として、中心周波数 951MHz、e.i.r.p. 3dBm の場合と、中心周波数 954.2MHz、e.i.r.p. 13dBm の場合について検討することとする。

#### (2) 電波の強度の算出式 （無線設備から発射される電波の強度の算出方法及び測定方法（告示 平成 11 年 4 月 27 日第 300 号）より引用）

$$S = \frac{PG}{40\pi R^2} \cdot K$$

$S$ : 電力束密度[mW/cm<sup>2</sup>]

$P$ : 空中線入力電力[W]

$G$ : 送信空中線の最大輻射方向にいける絶対利得

$R$ : 算出に係る送信空中線と算出を行う地点との距離[m]

$K$ : 反射係数

すべての反射を考慮しない場合： $K=1$

大地面の反射を考慮する場合

・送信周波数が76MHz以上の場合： $K=2.56$

・送信周波数が76MHz未満の場合： $K=4$

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は、算出した電波の強度に6dBを加えること。

### 5.5.2 算出結果

算出結果は以下のとおり。

	周波数	951 MHz	954.2 MHz
ア	すべての反射を考慮しない場合	0.50 cm	1.58 cm
イ	大地面の反射を考慮する場合	0.80 cm	2.53 cm
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	1.60 cm	5.05 cm

#### (1) 中心周波数951MHz、e.i.r.p. 3dBmの場合

$f=951$ [MHz]の場合、 $S=f/1500=0.634$ [mW/cm<sup>2</sup>]である。

ア すべての反射を考慮しない場合

電波の強度の算出式に、 $S=0.634$  [mW/cm<sup>2</sup>]、 $P \times G=0.002$  [W] (3 [dBm])、 $K=1$  を代入することで、 $R=0.0050$  [m] (0.50 [cm]) と算出される。

イ 大地面の反射を考慮する場合

電波の強度の算出式に、 $S=0.634$  [mW/cm<sup>2</sup>]、 $P \times G=0.002$  [W] (3

[dBm])、 $K=2.56$  を代入することで、 $R=0.0080$  [m] (0.80 [cm]) と算出される。

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

電波の強度の算出式に、 $S=0.634$  [mW/cm<sup>2</sup>]、 $P \times G=0.002$  [W] (3 [dBm])、 $K=10.2$  ( $2.56 \times 10^{\wedge}(6/10)$ ) を代入することで、 $R=0.0160$  [m] (1.60 [cm]) と算出される。

(2) 中心周波数 954.2MHz、e.i.r.p. 13dBm の場合

$f=954.2$  MHz の場合、 $S=f/1500=0.636$  [mW/cm<sup>2</sup>] である。

ア すべての反射を考慮しない場合

電波の強度の算出式に、 $S=0.636$  [mW/cm<sup>2</sup>]、 $P \times G=0.02$  [W] (13 [dBm])、 $K=1$  を代入することで、 $R=0.0158$  [m] (1.58 [cm]) と算出される。

イ 大地面の反射を考慮する場合

電波の強度の算出式に、 $S=0.636$  [mW/cm<sup>2</sup>]、 $P \times G=0.02$  [W] (13 [dBm])、 $K=2.56$  を代入することで、 $R=0.0253$  [m] (2.53 [cm]) と算出される。

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

電波の強度の算出式に、 $S=0.636$  [mW/cm<sup>2</sup>]、 $P \times G=0.02$  [W] (13 [dBm])、 $K=10.2$  ( $2.56 \times 10^{\wedge}(6/10)$ ) を代入することで、 $R=0.0505$  [m] (5.05 [cm]) と算出される。



第6章 950MHz帯パッシブタグシステムの高度化に関する検討

6.1 950MHz帯パッシブタグシステムの普及予測

(P)

6.2 950MHz帯パッシブタグシステムの高度利用技術の検討

(P)

6.3 既存局との共用に関する検討

(P)

6.4 電波防護指針について

(P)