

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	12 th of November, 2007		
Source	[Author: 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	Understand Japanese regulation for 950MHz active radio systems.		
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.		

**Draft of consultation report for 950MHz radio
systems in Japan**

November 1st 2007

Table of contents

- I. Discussion issues**
- II. Organizational Architecture**
- III. Progression of discussion**
- IV. Overview of discussion**
 - 1. Background of discussion**
 - 2. System overview for 950MHz low power active radio systems**
 - 3. Trend of 950MHz low power active radio systems**
 - 4. Trend of 950MHz passive RFID tag systems**
 - 5. Coexistence between 950MHz low power active radio systems and other systems**
 - 6. Advanced utilization of 950MHz passive RFID tag systems**
 - 7. Technical requirements for 950MHz systems**

5. Coexistence between 950MHz low power active radio systems and other systems

As a step toward the practical use of 950MHz low power active radio systems, we need to consider the interference with other systems whose frequency band in use is outside of 950MHz band and the coexistence with passive RFID tag system whose frequency in use is the same frequency 950MHz band as well as other low power active radio systems whose frequency in use is also the same frequency 950MHz band.

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

When we predict how many 950MHz low power active radio nodes will be deployed, we divided the systems into LR-WPAN systems and active tag systems.

The number of 950MHz LR-WPAN nodes is assumed to be saturated in 2020 judging from the number of deployed 2.4GHz LR-WPAN nodes in 2004 and the predicted number of LR-WPAN nodes in 2008 respectively. Based on the above assumption, we calculated the predicted number of deployed LR-WPAN nodes (see Appendix 1).

Table 5-1-1 shows our results of calculation on the predicted number of 950MHz LR-WPAN nodes.

Table 5.1-1 Prediction of number of deployed 950MHz LR-WPAN nodes

Application 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	119,713,912

We have predicted that the number of 950MHz LR-WPAN nodes that transmit data at the same time will be 10.82 units/km² based on the above calculation and Appendix 1. In addition, as we have predicted the number of 950MHz active tag nodes that transmit

at the same time will be 7.16units / km² from Appendix 1, the predicted total number of 950MHz low power active radio nodes is 17.98 units/km²

5.2 Study of interference to other systems whose frequency band in use is outside of 950MHz band

In order to put 950MHz - 956MHz low power active radio systems to work, we should study their interference with PDC, STL, and PHS. PDC and STL whose radio bands are close to 950MHz. In addition, we should also study the interference with PHS where second harmonics of 950MHz band low power active radio system may affect. Furthermore, we should study their interference with IMT-2000 system which will use 700/900MHz radio bands in the near future.

5.2.1 Assumption of the interference study

As described in chapter 2, the typical scenario of the usage of the low power active radio system will be relatively short range (10 – 30m) and relatively high deployment density. We set the low power active radio system's EIRP is 3dBm when we studied the interference. It is because, judging from Appendix 2, we can get enough communication distance when the EIRP is 3dBm where the antenna power is 1mW and the antenna gain is 3dBi which is the same value of the low power passive RFID tag system. Further in the case of 13dBm EIRP low power active radio system, we referred the study of the 950 MHz passive RFID tag interference when we consider its interference with other systems whose frequency band is outside of 950MHz band. It is because we set the frequency band of 13dBm EIRP low power active radio system to be 952 MHz – 955MHz based on the study of its interference with the other systems whose frequency is outside of 950MHz band.

5.2.2 Interference to PDC system

PDC system uses 940-950MHz and 956~957MHz. As we recognize that PDC system is currently operating and it has to provide the service continuously and smoothly, we analysed the interference incurred by the spurious emission from the low power active radio system and the sensitivity blocking incurred by the main wave of the low power active radio system. (Appendix 3)

From Appendix 3, we derived that the spurious emission strength of low power active radio systems has to be 52dBm/100kHz (EIRP) or less when we set the allowable

probability with which the interference level to the PDC base station exceeds the allowable level is around 99%.

Regarding the sensitivity blocking, it seems no effect to the PDC base station when the transmit power is 3dBm (EIRP) or less under the condition that its frequency band is 200kHz apart from that of PDC. From the above discussion, we have concluded that 955.8MHz is the appropriate upper bound of the frequency for the 950MHz low power active radio systems when the maximum transmission power set to be 3dBm (EIRP), and -52dBm/100kHz is the appropriate maximum level of spurious emission in the band of PDC.

5.2.3 Interference to IMT-2000 system

700MHz/900MHz band IMT-2000 system will use up to 950MHz with 5MHz channel separation. We studied the interference to IMT-2000 mobile terminals from the low power active radio systems. Studied items were sensitivity blocking incurred by the main wave of 950MHz low power active radio system and the interference by the spurious emission of 950MHz low power active radio system. (Appendix4)

In appendix4, the sensitivity blocking was studied in the case that received power of desired wave at IMT-2000 mobile terminal is 3dB higher than the sensitivity of the specification. The interference from spurious emission was studied based on the allowable interference level (-125dBm/100kHz) in the case that 'interference level'/system noise level' is equal to -10dB according to ITU-R M.2039. In both studies it was assumed that one IMT-2000 mobile terminal and one low power active radio node were facing each other and the radio propagation characteristic followed that of free space when calculating the necessary distance between them to make them work properly.

According to appendix4, regarding the sensitivity blocking caused by the main wave of the low power active radio system, we studied the necessary frequency separation with which the influence from 3dBm(EIRP) low power active radio system is less than that from 13dBm(EIRP) low power passive RFID tag system reader/writer. Frequency of low power active radio system was changed from 950MHz by 200 kHz step, which is the bandwidth of its unit radio channel, in order to enlarge the frequency separation between the IMT-2000 system and the low power active radio system. When the frequency separation went to 800 kHz (950.8MHz or more), the necessary distance between the IMT-2000 terminal and the low power active radio node (0.8m-4.5m toward the beam spread direction) was smaller than the necessary distance between the IMT-2000 terminal and the low power passive RFID tag reader with 2MHz separation (1.4m-8m) at the first time. Therefore we have concluded that the lower limit of the

frequency of 950MHz low power active radio systems set to be 950.8MHz.

Regarding the interference incurred by the spurious emission of 950MHz low power active radio node, according to appendix4, necessary distance between 945-950MHz IMT-2000 mobile terminal and the low power active radio node is 44m toward the beam spread direction when the spurious emission level assumed to be -52dBm/100kHz. This figure was derived from section 5.2.2 in which we considered the effect to the existing 940-950MHz/956-957MHz PDC base station. This is the calculated result assuming that one data receiving IMT-2000 mobile terminal faced with one data sending low power active radio node and the radio propagation characteristics followed that of free space. However, the characteristics of the low power active radio node is different from that of the passive RFID tag reader/writer, which has to continuously send radio signal for relatively long time in order to supply power to the passive RFID tag. It is supposed that the low power active radio node sends signal intermittently and each sending time is short such as a few milli seconds. In addition according to section 5.1 even in most dense area the number of simultaneously sending nodes is supposed to be about 18 nodes/km². Considering the ratio of sending time and the ratio of interference area, the influence to the IMT-2000 system is not so significant. Therefore it has been concluded that the coexistence between IMT-2000 systems and low power active radio systems is possible from the practical standpoint of view.

In the passive RFID tag system, in order to reduce the influence to the IMT-2000 mobile system that is planned to be deployed at below 945MHz band, its allowable strength of spurious emission is additionally reduced by 10dB. In the same way, when the allowable strength of the spurious emission at below 945MHz band is reduced by 10dB, which is -62dBm/100kHz (EIRP), the necessary distance to make them work correctly will be 14m calculating with the free space propagation model. Therefore, it has been concluded that the coexistence between the IMT-2000 system and the low power active radio system is possible from the practical standpoint of view. Notice that -62dBm/100kHz is equal to -52dBm/MHz.

From the above discussion, when we consider the coexistence even with the IMT-2000 system that is planned to be deployed at near 950MHz band, it is reasonable that the spurious emission strength of low power active radio systems set to be -52dBm/100kHz (EIRP) in the frequency band below 950MHz and -52dBm/MHz in the frequency band below 945MHz.

5.2.4 Interference to STL

STL system is a wireless radio system whose frequency in use is 958-960MHz. We studied the spurious emission interference from the low power active radio system

to the STL system. It has been concluded that the coexistence is possible when we set the maximum spurious emission strength of the low power active radio system is -55dBm/100kHz (EIRP) because the maximum allowable spurious emission level for the STL system is -54.8dBm/100kHz (EIRP) from Appendix 5.

5.2.5 Interference to PHS

PHS system is a wireless radio system whose frequency in use is 1,9GHz band (1884.5MHz -1919.6MHz). We studied the -52dBm/MHz (EIRP) spurious emission interference at 5.8MHz away from the main wave of the low power active radio system to the PHS base station and the PHS mobile station. It has been concluded that the coexistence is possible under this strength level of the spurious emission from Appendix 6.

5.2.6 Interference from other systems whose frequency band in use is close to 950MHz band

The low power active radio system may get effects from other system's transmit power and spurious emission, whose frequency band in use is close to 950MHz band, However if the carrier sense function is designed properly, it is feasible that the low power active radio system can avoid the interference from other systems.

In any case, we should operate the low power active radio system under the condition that the interference from other systems may exist in the same way with the 950MHz band passive RFID tag systems.

5.3 Study of coexistence with the passive RFID tag system and with other low power active radio systems whose frequency band in use is 950MHz band.

950MHz band is already used by the passive RFID tag system. So, the low power active radio system has to operate so that the systems can share the same band with the passive RFID tag system. The low power active radio system shall not prevent the passive RFID tag system operation.

Then, the low power active radio system shall implement the band sharing technologies that are used by the passive RFID tag system. The band sharing technologies are such as "Channel setting", "Carrier sense", and "Send timing control".

The high power passive RFID tag reader should read many passive RFID tags at once. And, the required reading speed of the high power passive RFID tag system is

fast. So, it is reasonable that the coexistence technologies should have the property which gives the priority to the high power passive RFID system over the low power active radio systems. In addition, the coexistence technologies should be implemented so that the reasonable coexistence between the low power active radio systems are possible.

Refer to these above requirements, we studied the coexistence technologies that have to be used by the low power active radio system and by the passive RFID tag system. We put the carrier sense level of the low power active radio system to be -75dBm. The value comes from the specification of IEEE 802.15.4.

According to appendix 7, in consideration of the necessary distance to satisfy the carrier sense level, where each node is facing each other at the beam spread direction and the radio propagation characteristic follows that of free space, the interference from the existing passive RFID reader/writer is larger than that from the low power active radio node, wherever the passive RFID system is high power or low power. However, the necessary distance to the interference from the low power active radio node to high power passive RFID reader/writer is more than 1km when transmit power of the low power active radio node is 13dBm (EIRP) and some problem may occur on the operation of the high power passive RFID system in the situation that the low power active radio node is already transmitting before the high power passive RFID reader/writer sends signals. Therefore, it is desirable that the low power active radio system should not be used in the frequency band of the high power passive RFID tag system in use.

According to appendix 8, in consideration of the necessary distance among low power active radio systems, the interference from a node whose transmit power is 13dBm (EIRP) is larger than that from a node of other systems. As it is supposed that, for the low power active radio system, its communication range is relatively short (10m to a few 10m) and its density of deployment is relatively high, its interference may give the significant influence to other systems. Therefore, it is desirable that the number of channels whose transmit power is 13dBm (EIRP) is as few as possible.

As a conclusion, it is reasonable the 13dBm (EIRP) low power active radio system shall not use the frequency band of the high power passive RFID tag system in use and may use only 954-955MHz among 952-955MHz which is specified as the frequency band for 13dBm (EIRP) system in the study of the coexistence with the low power passive RFID tag system.

Furthermore, it is expected that the operational rule for the coexistence such as the assignment priority of channels may be specified as a standard of any kinds of private sector, for example, because the operation of the passive RFID tag system may be disturbed by the low power active radio system due to the short carrier sense or no

carrier sense which may be used in the 3dBm (EIRP) system as described in section 5.4.6,

5.4 Study of the regulation regarding low power active radio systems

5.4.1 Antenna power

According to section 5.2 and 5.3, it is reasonable that the maximum transmit power is 3dBm (EIRP) or 13dBm (EIRP) and the maximum antenna power is 1mW and 10mW respectively. It is reasonable that the antenna gain is 3dBi or less. It is the same with that of the low power passive RFID tag system which is a license exempt system in 950MHz band. However, it is reasonable that when the maximum antenna power is set to be 1mW, and the EIRP is less than the value 3dBi added by 1mW, it is allowed to compensate the difference by the antenna gain and when the maximum antenna power is set to be 10mW, and the EIRP is less than the value 3dBi added by 10mW, it is allowed to compensate the difference by the antenna gain.

5.4.2 Frequency band

According to section 5.2, it is reasonable that when the maximum antenna power is set to be 1mW, the lower edge of its frequency band is set to be 950.8MHz in consideration of the interference to the IMT-2000 system. It is reasonable that the upper edge of its frequency band is set to be 955.8MHz in consideration of the interference to the PDC base station.

According to section 5.3, it is reasonable that when the maximum antenna is set to be 10mW, its frequency band is set to be 954MHz-955MHz that is inside the frequency band specified for the low power passive RFID tag system and outside for the high power passive RFID tag system.

5.4.3 Unit radio channel

In consideration of the coexistence with the passive RFID tag system it is reasonable that the unit radio channel of the low power active radio system is assigned to be the same with that of the passive RFID tag system.

As described in chapter 3, in Europe, the maximum occupied frequency bandwidth of the SRD system in 860 MHz band is 600 kHz. In the United States of America, the occupied frequency bandwidth is wider than 500 kHz in 915 MHz band. By allowing

simultaneous use of up to 3 unit radio channels, the occupied frequency bandwidth of the low power active radio system can be 600 kHz or less.

It is reasonable that up to 3 unit radio channels can be used simultaneously and the occupied frequency is $(200 \times n)$ kHz or less (n is an integer from 1 to 3 which is the number of channels used simultaneously) in the frequency band of 950.8MHz-955.8MHz when the maximum antenna power is set to be 1mW and 954MHz-955MHz when the maximum antenna power is set to be 10mW.

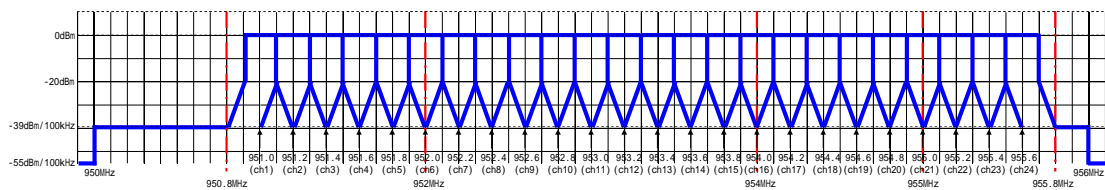


Figure 5.4-1 Unit radio channel allocation (1mW antenna power)

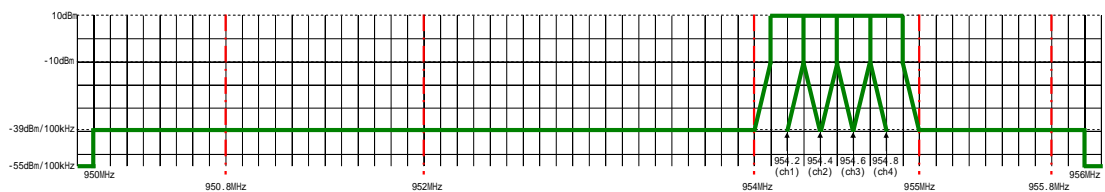


Figure 5.4-2 Unit radio channel allocation (10mW antenna power)

5.4.4 Unit radio channel mask

In consideration of the coexistence with the passive RFID tag system, it is reasonable that the unit radio channel mask in the low power active radio system is the same with that of the passive RFID tag system. So, the power at the channel edge of the unit radio channel should reduce 20dBc or more in the same way as the low power passive RFID tag system, which is a license exempt system as in the case with the low power active radio system.

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

In the frequency band of 950.8-955.8MHz when the maximum antenna power is set to be 1mW and 954-955MHz when the maximum antenna power is set to be 10mW, the frequency band apart more than $(200 + 100 \times (n-1))$ kHz (n is an integer from 1 to 3

which is the number of unit radio channels used simultaneously) from the center frequency of the radio channel in use should be regarded as spurious region. It is reasonable that its spurious emission strength is -39dBm/100kHz or less (at an antenna input) in the same way as the low power passive RFID tag system.

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

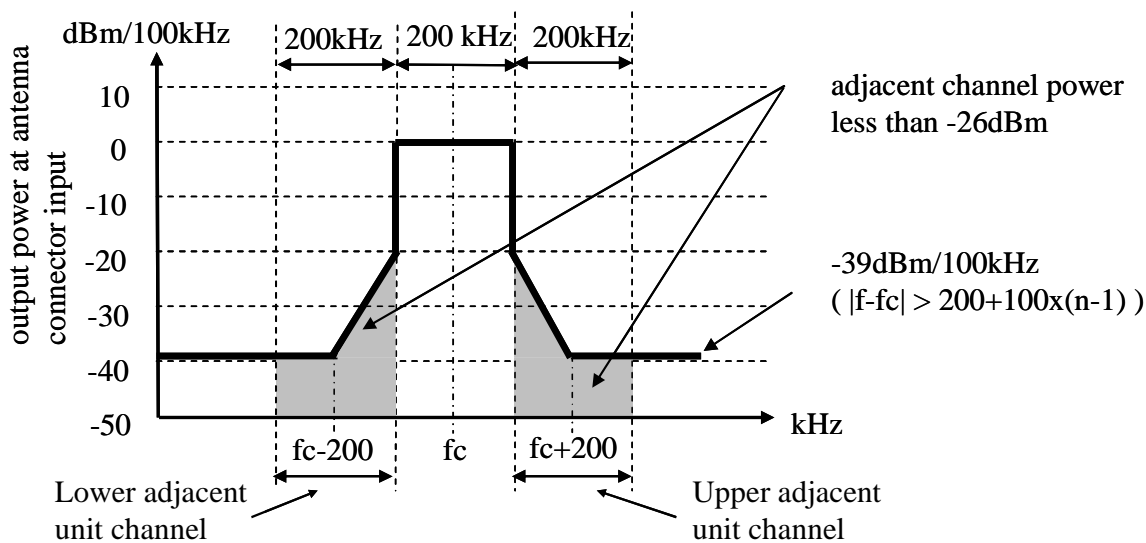


Figure 5.4-3 Unit radio channel mask (1mW antenna power)

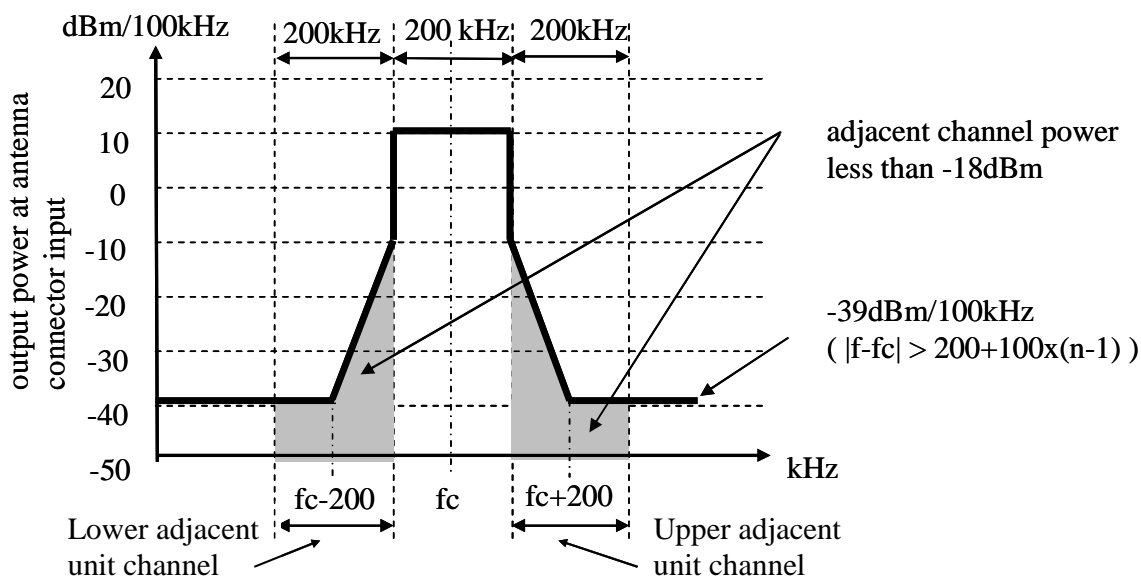


Figure 5.4-4 Unit radio channel mask (10mW antenna power)

5.4.5 Sending control

In consideration of the coexistence with the passive RFID tag system, it is reasonable that the sending control complies with that of the low power passive RFID tag system which is a license exempt system as in the case with the low power active radio system. Therefore it is reasonable that a radio equipment of the low power active radio system stops its emission of the radio signal within 1s after it starts to emit and it waits 100ms or more for the consecutive emission. However, in consideration of the efficiency of communication, it is desirable to be able to continuously emit the signal again during a certain amount of time after it starts to emit, in the same way as specified for the system in 426/429MHz band which belongs to the specified low power radio station as in the case of the 950MHz low power active radio system. Therefore it is reasonable that it may emit again without waiting 100ms if it is within 1s after its first emission and the emission shall be finished within this 1s interval.

In consideration of the coexistence with passive RFID tag system, it is reasonable that the sending control such as described in section 5.4.6 is specified when the short carrier sense or no carrier sense is applied.

5.4.6 Carrier sense

In consideration of the coexistence with the passive RFID tag system, it is desirable that the carrier sense complies with that of low power passive RFID tag system, which is a license exempt system as in the case of the low power active radio system. Therefore it is reasonable that the carrier sense time is 10ms or more. According to section 5.3, it is reasonable that the carrier sense level is -75dBm.

However, in consideration of the communication with plural number of nodes in a short period of time, quick response, power saving operation, and convenient operation, it is desirable that (1) short carrier sense time and (2) no carrier sense are specified.

(1) Short carrier sense time

It is desirable that the short carrier sense time is set to be 128 us that is the minimum value specified in IEEE802.15.4. However, in consideration of the coexistence with the passive RFID tag system it is desirable that the sending time of a responder is as short as possible without losing the proper operation of the low power active radio system. As the maximum sending time specified in IEEE802.15.4 is about 53ms, it is sufficient to set the sending time of the low power active radio system to be 100ms. It is desirable that the pausing time is 100ms or

more in the same way as the low power passive RFID tag system as well. However, in consideration of the efficiency of communication, it is desirable to make it possible to continuously emit again during a certain amount of time after it starts to emit, such as specified in the system of 426/429MHz band which belongs to the specified low power radio system as in the case with the 950MHz low power active radio system. Therefore it is reasonable that it may emit again without waiting 100ms only if it is within 100ms after its first emission and the emission shall be finished within this 100ms interval.

The carrier sense time for the passive RFID tag system is 5ms for high power system and 10ms for low power system. In the same frequency band of the passive RFID tag system, the low power active radio system is additionally used. In consideration of the coexistence with these systems, it is desirable to specify the duty cycle restriction when the short carrier sense is used. In Europe the SRD system in 860MHz band also have the restriction of the carrier sense or the duty cycle. In Japan, in consideration of the coexistence with the system whose carrier sense time is longer than 128 us, it is desirable that the low power active radio system is restricted by both the carrier sense and the duty cycle. Furthermore, in a use case of the low power active radio system such as environmental monitoring, automatically meter reading and security system, it is supposed that the data traffic will be concentrated in the emergency case. Therefore it is reasonable that the duty cycle for the short carrier sense mode of the low power active radio system is 10% or less which is the maximum value of the duty cycle specified in the 860MHz band SDR system in Europe except for 100%.

(2) No carrier sense

In no carrier sense case, it is desirable that the sending time is 100ms or less and the pausing time is 100ms or more, in the same way as those in the short carrier sense case. However, in consideration of the efficiency of communication, it is desirable to make it possible to continuously emit again during a certain amount of time after it starts to emit, such as specified in the system of 426/429MHz band which belongs to the specified low power radio station as in the case with the 950MHz low power active radio system. Therefore it is reasonable to specify that it may emit again without waiting 100ms only if it is within 100ms after its first emission and the emission shall be finished within this 100ms interval. It is reasonable that the duty cycle for the no carrier sense case of the low power active radio system is 0.1% or less which is the minimum value of the duty cycle specified in the 860MHz band SDR system in Europe.

Figure 5.4-5, figure 5.4-6 and figure 5.4-7 show the flow chart examples of the low power active tag system in each mode described in chapter 2 respectively. Figure 5.4-8 shows an example of the low rate wireless PAN system.

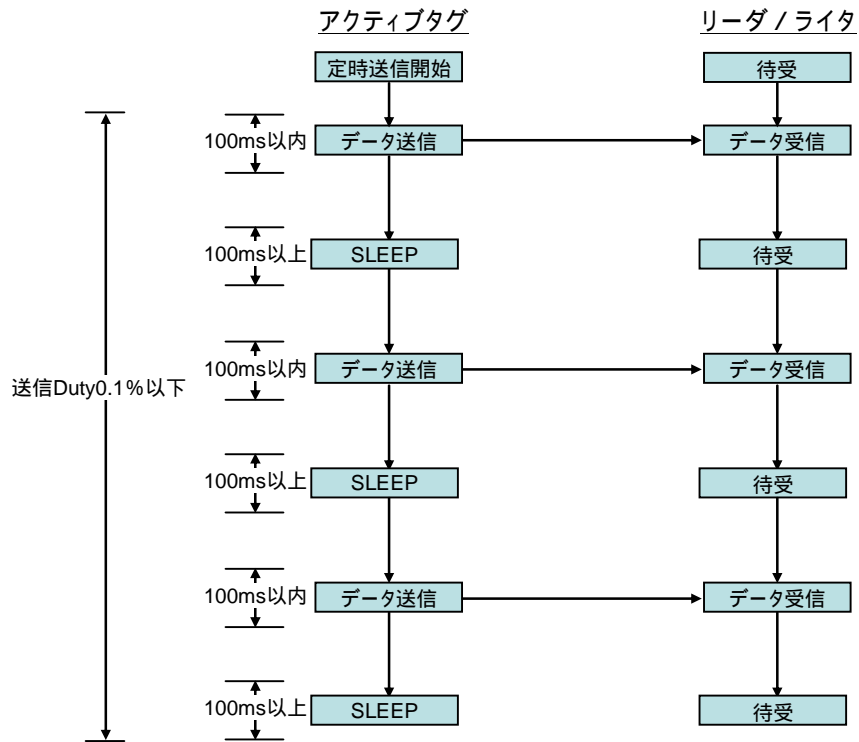


Figure 5.4-5 Flow example for active tag systems in beacon mode

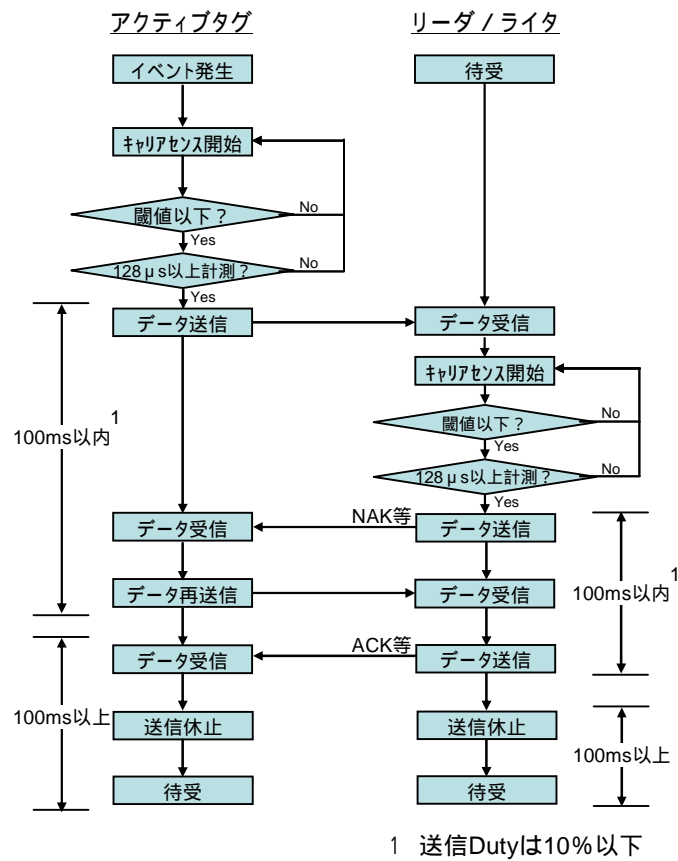


Figure 5.4-6 Flow example for active tag systems in sensor mode

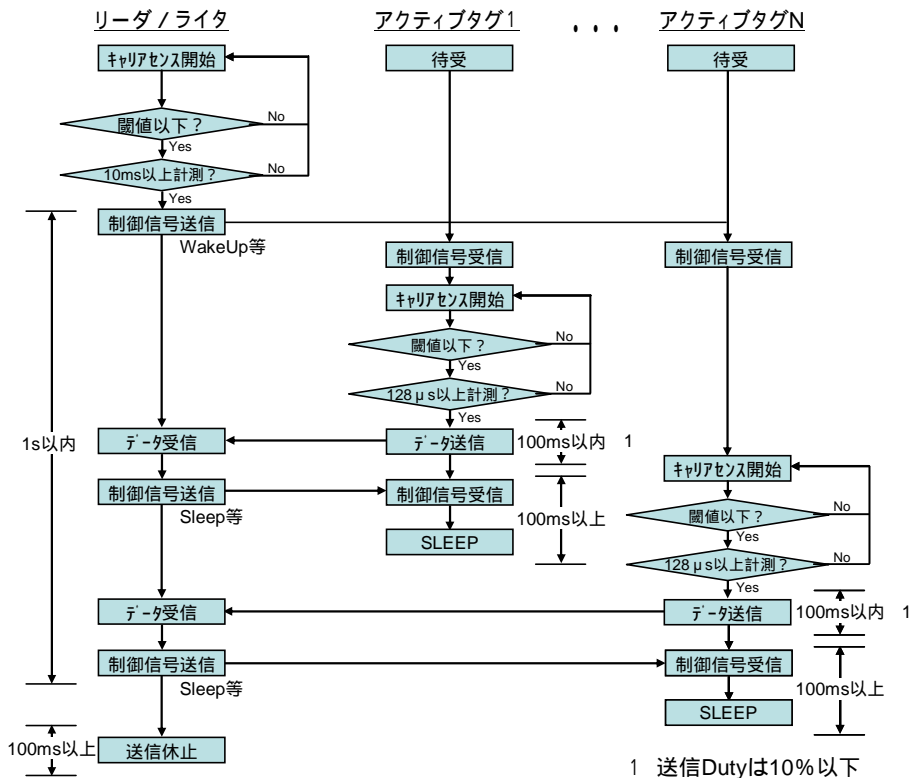


Figure 5.4-7 Flow example for active tag systems in master-slave mode

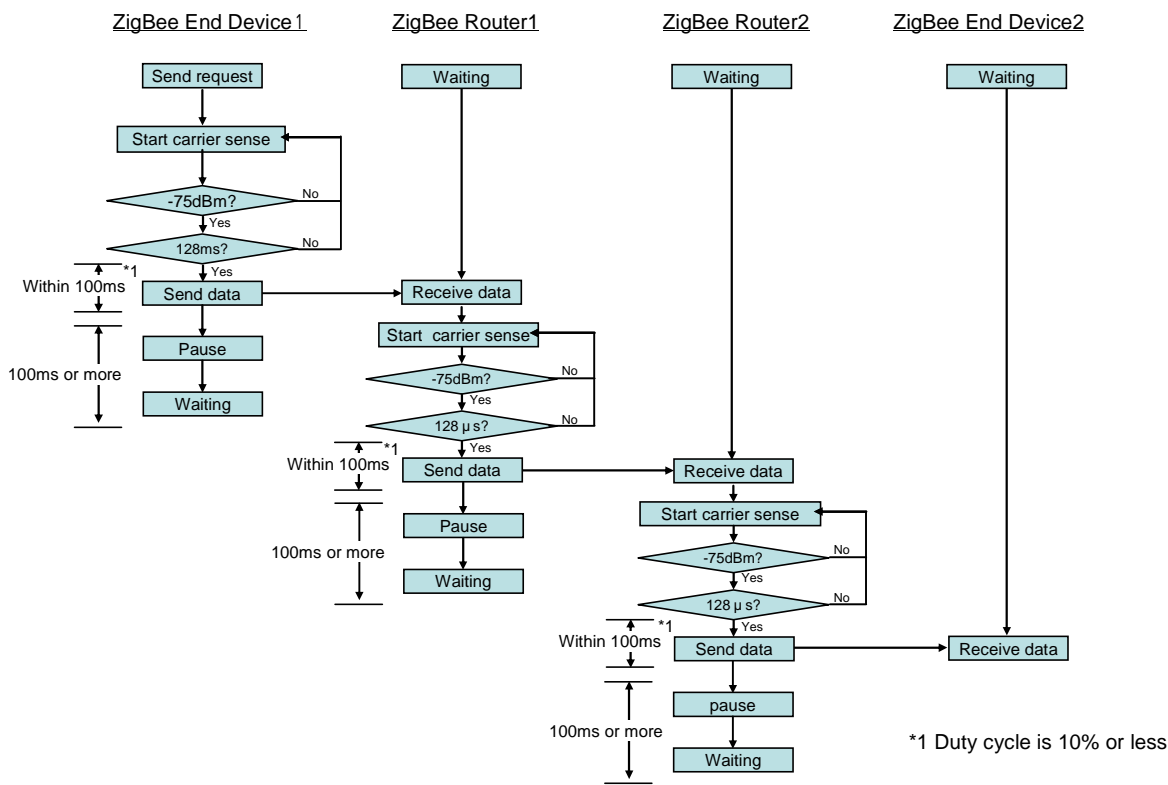


Figure 5.4-8 Flow example for low rate wireless PAN systems

5.4.7 Spurious emission strength

According to section 5.2, it is reasonable that the 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), the strength of spurious emission at an antenna input is -55dBm/MHz at frequency below 945MHz and from 1884.5MHz to 1919.6 MHz, -55dBm/100kHz at frequency from 945MHz to 950MHz and from 956MHz to 958MHz and -58dBm/100kHz at frequency from 958MHz to 960MHz. Meanwhile, according to section 5.4.4, it is reasonable that the strength of spurious emission is -39dBm/100kHz (at an 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. The allowable level of spurious emission strength at the frequency other than frequency band discussed above applies the values of table 5.4-1 specified in ITU-R SM.329-10 and these values are applied as the allowable strength of spurious emission to a mobile terminal of the IMT-2000 system.

Consequently, it is reasonable that the strength of spurious emission of the low power active radio system shall be specified as in table 5.4-2.

Table 5.4-1 Strength of spurious emission specified in ITU-R SM.329-10 (at antenna input)

Frequency band	Spurious emission strength (average power)	Reference bandwidth
30MHz < f <= 1GHz	-36dBm	100kHz
1GHz < f	-30dBm	1MHz

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

Frequency band	Spurious emission strength (average power)	Reference bandwidth
f <= 1GHz (except for 710MHz < f <= 960MHz)	-36dBm	100kHz
710MHz < f <= 945MHz	-55dBm	1MHz
945MHz < f <= 950MHz	-55dBm	100kHz
950MHz < f <= 956MHz (except for f-fc <= 200+100x(n-1)kHz)	-39dBm	100kHz
956MHz < f <= 958MHz	-55dBm	100kHz
958MHz < f <= 960MHz	-58dBm	100kHz
1GHz < f (except for 1884.5MHz < f <= 1919.6MHz)	-30dBm	1MHz
1884.5MHz < f <= 1919.6MHz	-55dBm	1MHz

5.5 Conformance to radio radiation protection guidelines

7. Technical requirements for 950MHz systems

7.1 Technical requirements for 950MHz low power active radio system

It is reasonable that the technical requirements for the 950MHz low power active radio system are below.

7.1.1 General conditions

(1) Communication system

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

(2) Modulation system

It shall not be specified.

(3) Frequency band

950.8MHz – 955.8MHz (5.0MHz)

(4) Unit radio channel

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

(5) Radio channel

Radio channel is defined as the container in which whole of the occupied frequency bandwidth of emitted radio signal is confined and it shall be consisted of up to 3 consecutive unit radio channels.

(6) Antenna power (at an antenna input)

It shall be 1mW or less. Exceptionally, it is allowed to be 10mW or less for unit radio channels from 954.2MHz to 954.8MHz.

(7) Antenna gain

It shall be 3dBi or less. However, in case EIPR is less than the value 3dBi added by the maximum antenna power defined in (6), it is allowed to compensate the difference by the antenna gain.

For example, when the measured antenna power is 3dBm, the antenna gain is allowed to be increased up to 10dBi.

(8) Requirements for system design

A Chassis

It shall be structured not to be opened easily except for the power supply module and the control unit.

B Carrier sense (Energy detection)

- a) Radio equipment shall check interference existence by the carrier sense procedure before its new transmission.
- b) Carrier sense shall be done to all of unit radio channels including its emitted signal.
- c) Carrier sense time shall be 128us or more when the antenna power is 1mW or less.
- d) Carrier sense time shall be 10ms or more when the antenna power is more than 1mW.
- e) Carrier sense level that is amount of received power at all of unit radio channels including its emitted signal shall be -75dBm at the antenna input.
- f) Carrier sense is not necessary if both of the conditions below are satisfied.
 - 1. Antenna power is 1mW or less.
 - 2. It complies with the sending control for no carrier sense case.

C Sending control

- a) Carrier sense time is 10ms or more

Radio equipment shall stop its emission of radio signal within 1s after it starts to emit. It shall wait 100ms or more for the consecutive emission.

However, it may emit again without waiting 100ms, if it is within 1s after its first emission and the emission is finished within this 1s interval.

- b) Carrier sense time is 128us or more

Radio equipment shall stop its emission of radio signal within 100ms after it starts to emit. It shall wait 100ms or more for the consecutive emission. The amount of sending time summed for 1 hour shall be 360s or less.

However, it may emit again without waiting 100ms, while it is within 100ms after its first emission and the emission is finished within this 100ms interval.

- c) No carrier sense

Radio equipment shall stop its emission of radio signal within 100ms after it starts to emit. It shall wait 100 ms or more for the consecutive emission. The amount of sending time summed for 1 hour shall be 3.6s or less.

However, it may emit again without waiting 100ms, if it is within 100 ms after its first emission and the emission is finished within this 100 ms interval.

Note:

- Duty cycle is specified by each node, not by each carrier sense mode.
- Duty cycle is specified in arbitrary 1 hour period, not in previous 1 hour period.

(9) Interference protection

Radio equipment shall have a function that can send or receive identification code.

Note:

- The detail of 'Identification code' in this term is not specified. Short address of IEEE802.15.4 is OK.

(10) Telecommunication terminal equipment that uses radio in itself

- A It shall have identification code which shall be 48 bits length or more.
- B Except for particular case which is defined outside of the specification, it shall make decision if channel is used or not before using that channel. Only if that decision is "channel is not used", it can set a communication path on its channel.

Note:

- This term is for the case of connection to public telecommunication networks via gateway. In this case each IEEE802.15.4 node has to have 48 bits or more of 'Identification code' and be identified the node connected to public telecommunication network by its ID.

7.1.2 Technical conditions

(1) Transmitter

A Channel mask

Frequency band of the radio channel shall be $(200 \times n)$ kHz. At the edge of radio channel its emitted power shall reduce 20dBc that shall be -20dBm or less when the maximum antenna power is set to be 1mW or -10dBm or less when the maximum antenna power is set to be 10mW. The power emitted in its adjacent unit radio channel shall be -26dBm or less when the maximum antenna power is set to be 1mW or -18dBm or less when the maximum antenna power is set to be 10mW. (n is a number of unit radio channels simultaneously used and is an integer from 1 to 3.)

B Frequency tolerance

It shall be within 20×10^{-6} .

C Occupied frequency bandwidth

It shall be $(200 \times n)$ kHz or less. (n is a number of unit radio channels simultaneously used and is an integer from 1 to 3.)

D Tolerance of antenna power

It shall be +20 % (upper bound) and -80 % (lower bound).

Note:

- It is applied to the nominal antenna power.

E Spurious emission strength

Spurious emission strength at the antenna input shall be less than the value in table 1-1.

Table 1-1 Spurious emission strength (at antenna input)

Frequency band	Spurious emission strength (average power)	Reference bandwidth
F ≤ 1GHz (except for 710MHz < f ≤ 960MHz)	-36dBm	100kHz
710MHz < f ≤ 945MHz	-55dBm	1MHz
945MHz < f ≤ 950MHz	-55dBm	100kHz
950MHz < f ≤ 956MHz (except for $ f-f_c \leq 200+100 \times (n-1)$ kHz)	-39dBm	100kHz
956MHz < f ≤ 958MHz	-55dBm	100kHz
958MHz < f ≤ 960MHz	-58dBm	100kHz
1GHz < f (except for 1884.5MHz < f ≤ 1919.6MHz)	-30dBm	1MHz
1884.5MHz < f ≤ 1919.6MHz	-55dBm	1MHz

F Chassis Radiation

It is radiation from equipment to be tested to comply with the technical requirements specified in this section.

EIRP of chassis radiation shall be less than EIRP calculated from corresponding spurious emission strength in table 1-1.

(2) Receiver

Conducted spurious component shall be less than the value in table 1-2.

Table 1-2 Conducted spurious component at receiver

Frequency band	Conducted spurious componet
$f \leq 1\text{GHz}$ (except for $710\text{MHz} < f \leq 960\text{MHz}$)	-54dBm/100kHz
$950\text{MHz} < f \leq 956\text{MHz}$	-54dBm/100kHz
$1\text{GHz} < f$ (except for $1884.5 < f \leq 1919.6\text{MHz}$)	-47dBm/MHz
Other frequency band	Same value in table 1-1

7.1.3 Measurement method

7.2 Technical requirements for 950MHz high power passive RFID tag systems.

7.2.1 General conditions

(1) Modulation

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

(2) Frequency band

952MHz - 954MHz

(3) Unit radio channel

There are 9 unit radio channels whose central frequencies shall be located from 952.2MHz to 953.8MHz with 200 kHz separation.

(4) Radio channel

Radio channel is defined as the container in which whole of the occupied frequency bandwidth of emitted radio signal is confined and it shall be consisted of up to 9 consecutive unit radio channels.

(5) Antenna power (at an antenna input)

1W or less

(6) Antenna gain

It shall be 6dBi or less. However, in case EIRP is less than the value 6dBi added by 1W, it is allowed to compensate the difference by the antenna gain.

(7) Reception from responder

Radio equipment shall be able to receive radio signals from responder (which is equipment for response independent from radio equipment and emit radio signal in same frequency band which power consist of only that of carrier from the radio equipment).

(8) Requirements for system design

A Chassis

It shall be structured not to be opened easily.

B Sending control

Radio equipment shall stop its emission of radio signal within 4s after it starts to emit. It shall wait 50ms or more for the consecutive emission. However, sending control may not be necessary when the unit radio channel of 952.4MHz or 953.6MHz is used and carrier sense is not used.

C Carrier sense

- a) Radio equipment shall check the interference existence by the carrier sense procedure before its new transmission. However it may not be necessary if only one unit radio channel whose center frequency is 952.4MHz or 953.6MHz is used.
- b) Career sense shall be done to all of the unit radio channels including its emitted signal for 5ms or more.
- c) Carrier sense level that is amount of received power at all of unit radio channels including its emitted signal shall be -74dBm at the antenna input.

(9) Conformance to radio radiation protection guidelines

Radio equipment shall conform to radio radiation protection guidelines.

7.2.2 Technical conditions

(1) Transmitter

A Channel mask

Frequency band of the radio channel shall be $(200 \times n)$ kHz. At the edge of the radio channel, the emitted power shall reduce 20dBc or more that shall be 10dBm or less. The power emitted in the adjacent unit radio channel shall be 0.5dBm or less. (n is a number of unit radio channels simultaneously used and is an integer from 1 to 9.)

B Frequency tolerance

It shall be within 20×10^{-6} . (But it shall not be specified if this band is applied to designated frequency band.)

C Occupied frequency bandwidth

It shall be $(200 \times n)$ kHz or less. (n is a number of unit radio channels simultaneously used and is an integer from 1 to 9.)

D Tolerance of antenna power

It shall be +20% (upper bound) and -80%(lower bound).

E Spurious emission strength

Spurious emission strength at an antenna input shall be less than the value in table 2.

Table 2 Spurious emission strength (at antenna input)

Frequency band	Spurious emission strength (average power)	Reference bandwidth
$f \leq 1\text{GHz}$ (except for $710\text{MHz} < f \leq 960\text{MHz}$)	-36dBm	100kHz
$715\text{MHz} < f \leq 945\text{MHz}$	-61dBm	1MHz
$945\text{MHz} < f \leq 950\text{MHz}$	-61dBm	100kHz
$950\text{MHz} < f \leq 952\text{MHz}$	-39dBm	100kHz
$952\text{MHz} < f \leq 954\text{MHz}$ (except for $ f-f_c \leq 200+100 \times (n-1)\text{kHz}$)	-29dBm	100kHz
$954\text{MHz} < f \leq 956\text{MHz}$	-39dBm	100kHz
$956\text{MHz} < f \leq 960\text{MHz}$	-61dBm	100kHz
$1\text{GHz} < f$ (except for $1884.5\text{MHz} < f \leq 1919.6\text{MHz}$)	-30dBm	1MHz
$1884.5\text{MHz} < f \leq 1919.6\text{MHz}$	-61dBm	1MHz

F Chassis radiation

EIRP of Chassis radiation shall be less than EIRP calculated from corresponding spurious emission strength in table 2.

(2) Receiver

The conducted spurious component shall be -54dBm/100kHz or less in frequency band below 1GHz (except for 715MHz-960MHz) and 950MHz-956MHz, -47dBm/MHz or less in frequency band above 1GHz (except for 1884.5MHz-1919.6MHz), or strength of spurious emission in Tab 1 or less in other frequency band.

7.2.3 Measurement method

7.3 Technical requirements for 950MHz low power passive RFID tag systems.

7.3.1 General conditions

(1) Modulation

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

(2) Frequency band

952MHz - 955MHz

(3) Unit radio channel

There are 14 unit radio channels whose central frequencies shall be located from 952.2MHz to 954.8MHz with 200 kHz separation.

(4) Radio channel

Radio channel is defined as the container in which whole of the occupied frequency bandwidth of emitted radio signal is confined and it shall be consisted of up to 3 consecutive unit radio channels.

(5) Antenna power (at an antenna input)

10mW or less

(6) Antenna gain

It shall be 3dBi or less. However, in case EIRP is less than the value 3dBi added by 10mW, it is allowed to compensate the difference by the antenna gain.

(7) Reception from responder

Radio equipment shall be able to receive radio signals from responder (which is equipment for response independent from radio equipment and emit radio signal in same frequency band which power consist of only that of carrier from the radio equipment).

(8) Requirements for system design

A Chassis

It shall be difficult to open. But power supply module and control unit is not included in this restriction.

It shall be structured not to be opened easily except for the power supply module and the control unit.

B Sending control

Radio equipment shall stop its emission of radio signal within 1s after it starts to emit. It shall wait 100ms or more for the consecutive emission.

C Carrier sense

- a) Radio equipment shall check the interference existence by the carrier sense procedure before its new transmission.
- b) Carrier sense shall be done to all of the unit radio channels including its emitted signal for 10ms or more.
- c) Carrier sense level that is amount of received power at all of unit radio channels including its emitted signal shall be -64dBm at the antenna input.

7.3.2 Technical conditions

(1) Transmitter

A Channel mask

Frequency band of the radio channel shall be $(200 \times n)$ kHz. At the edge of the radio channel emitted power shall reduce 20dBc or more that shall be -10dBm or less. The power emitted in the adjacent unit radio channel shall be -18dBm or less. (n is a number of unit radio channels simultaneously used and is integer from 1 to 3.)

B Frequency tolerance

It shall be within 20×10^{-6} . (But it shall not be specified if this band is applied to designated frequency band.)

C Occupied frequency bandwidth

It shall be $(200 \times n)$ kHz or less. (n is a number of unit radio channels simultaneously used and is an integer from 1 to 3.)

D Tolerance of antenna power

It shall be +20% (upper bound) and -80%(lower bound).

E Spurious emission strength

Spurious emission strength at the antenna input shall be less than the value in table 3.

Table 3 Spurious emission strength (at antenna input)

Frequency band	Spurious emission strength (average	Reference bandwidth
----------------	-------------------------------------	---------------------

	power)	
$f \leq 1\text{GHz}$ (except for $710\text{MHz} < f \leq 960\text{MHz}$)	-36dBm	100kHz
$715\text{MHz} < f \leq 945\text{MHz}$	-61dBm	1MHz
$945\text{MHz} < f \leq 950\text{MHz}$	-61dBm	100kHz
$950\text{MHz} < f \leq 956\text{MHz}$ (except for $ f-f_c \leq 200+100x(n-1)\text{kHz}$)	-39dBm	100kHz
$956\text{MHz} < f \leq 960\text{MHz}$	-61dBm	100kHz
$1\text{GHz} < f$ (except for $1884.5\text{MHz} < f \leq 1919.6\text{MHz}$)	-30dBm	1MHz
$1884.5\text{MHz} < f \leq 1919.6\text{MHz}$	-61dBm	1MHz

F Chassis radiation

EIRP of chassis radiation shall be less than EIRP calculated from corresponding spurious emission strength in table 3.

(2) Receiver

Conducted spurious component shall be -54dBm/100kHz or less in frequency band below 1GHz (except for 715MHz-960MHz) and 950MHz-956MHz, -47dBm/MHz or less in frequency band above 1GHz (except for 1884.5MHz-1919.6MHz), or strength of spurious emission in Tab 1 or less in other frequency band.

7.2.3 Measurement method

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)

目 次

I	審議事項	5
II	委員会及び作業班の構成	5
III	審議経過	5
IV	審議概要	7
	第1章 審議の背景	7
	第2章 950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムの概要	8
	2.1 950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムの概要	8
	2.2 950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムの動作原理	10
	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	15
	第3章 950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムの動向	21
	3.1 国際標準化の状況	21
	3.2 諸外国における技術基準	23
	3.3 950MHz 帯の周波数の分配状況	25
	第4章 950MHz 帯パッシブタグシステムの動向	26
	4.1 我が国における利用状況	26
	4.2 ミラーサブキャリア方式の諸外国の動向	26
	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	30
	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	30
	5.2 帯域外他システムとの共用に関する検討	30
	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共用に関する検討	34
	5.4 アクティブ系小電力無線システムの諸元の検討	35
	5.5 電波防護指針への適合について	42
	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	46
	6.1 950MHz 帯パッシブタグシステムの普及予測	46
	6.2 950MHz 帯パッシブタグシステムの高度利用技術の検討	47
	6.3 既存局との共用に関する検討	56
	6.4 電波防護指針について	56
	第7章 技術的条件の検討	58
	7.1 950MHz 帯アクティブ系小電力無線システム	58
	7.2 高出力型950MHz 帯パッシブタグシステム	65
	7.3 低出力型950MHz 帯パッシブタグシステム	70
	第8章 将来の検討課題	73
V	審議結果	74
	別表1 小電力無線システム委員会構成員名簿	75
	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	76

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、「950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムの技術的条件」及び「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 帯パッシブタグシステムの高度化に必要な技術的条件」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 UHF 帯電子タグシステム作業班を設けて検討を行った。UHF 帯電子タグシステム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 16 回(平成 19 年 11 月 1 日)

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 19 年 11 月 1 日から同年 12 月 1 日の間、パブリックコメントを招請することとした。

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 14 回(平成 18 年 3 月 6 日)

433MHz 帯アクティブタグシステムの技術的条件の提案及び小電力無線システム委員会報告(案)の提出があった。

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素案について審議を行った。

第 16 回(平成 18 年 5 月 10 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 5 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 950MHz 帯パッシブタグシステムの高度化のための提案についての審議を行った。

第 23 回（平成 19 年 10 月 18 日）

小電力無線システム委員会報告（案）をとりまとめ、小電力無線システム委員会に報告することとなった。

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。

電子タグにはパッシブタグとアクティブタグの2つの種類がある。パッシブタグは自発的に電波を発射することはできず、電子タグの送信エネルギーにはリーダー/ライタからの搬送波の電力のみ（但し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）を利用し、それ以外の電力は供給されないものである。一方アクティブタグは、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である。

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、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及び950MHz帯パッシブタグシステムの高度化の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及び950MHz帯パッシブタグ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。

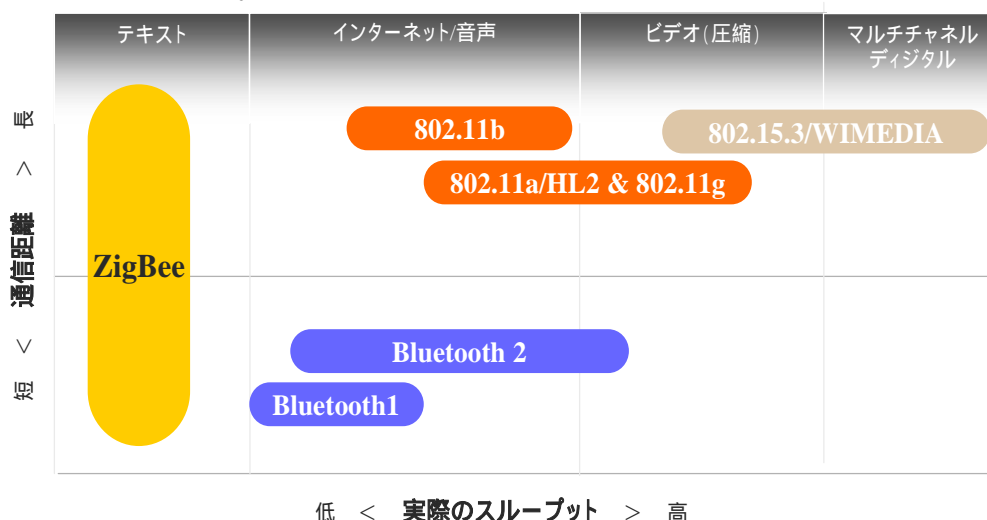
2.1 950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムの概要

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。

ZigBee は、低消費電力、低コストの通信を目指した、短距離、低レートの無線 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、比較的短距離において、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、数十 m 程度までの比較的短距離でのみ運用されると考えられる。ただし、障害物が多い場所で ZigBee を利用する場合には、電波の回り込み特性の大きさや通信距離の長さの観点から、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概要について示す。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低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	IEEE802.11b	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	65,533
通信開始遅延時間	3 秒	10 秒	30m 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)	64bit,128bit	128bit 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/ライタが、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/ライタの出力を低減でき、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。

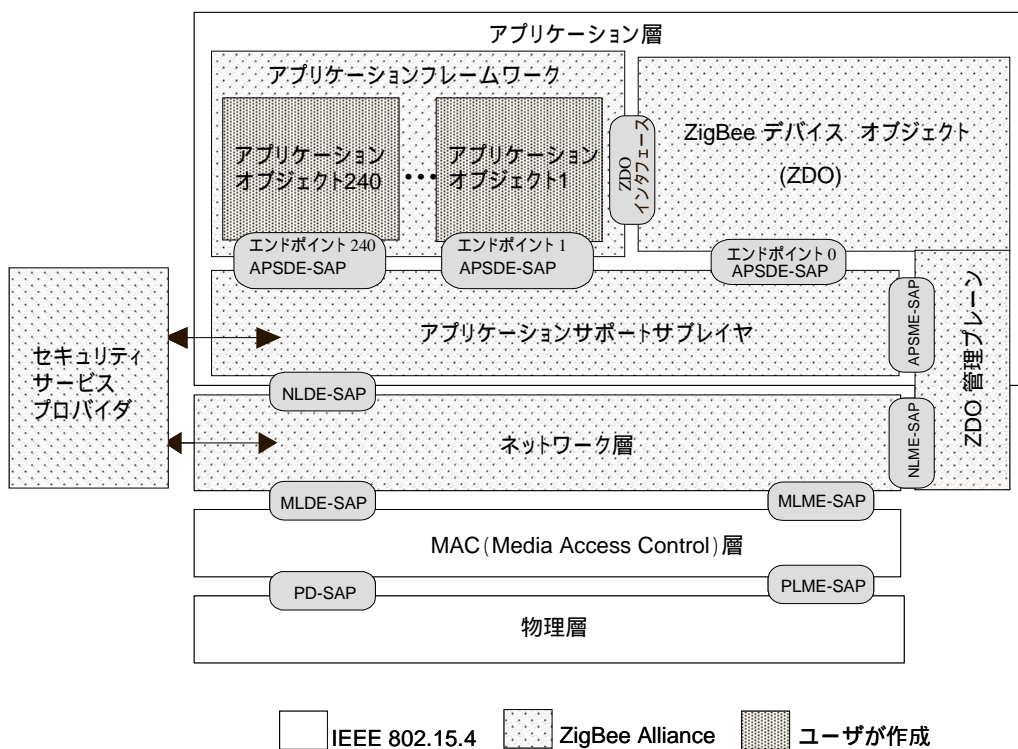
現在のアクティブタグシステムは、タグが ID を送信するタイプが主流であるが、センサ搭載タグ、位置検出機能、双方向通信機能、タグへの情報書込み機能等の高機能化が進められているところである。

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 ではネットワーク層、アプリケーションサポートサブレイヤ等について、標準化を行っている。図 2.2-1 に ZigBee のプロトコル構成を示す。



ZigBee Alliance資料より出典

図 2.2-1 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、ネットワークに参加するデバイスを配下に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 2.1-2 に示す 3 つのトポロジーを構成することが可能である。

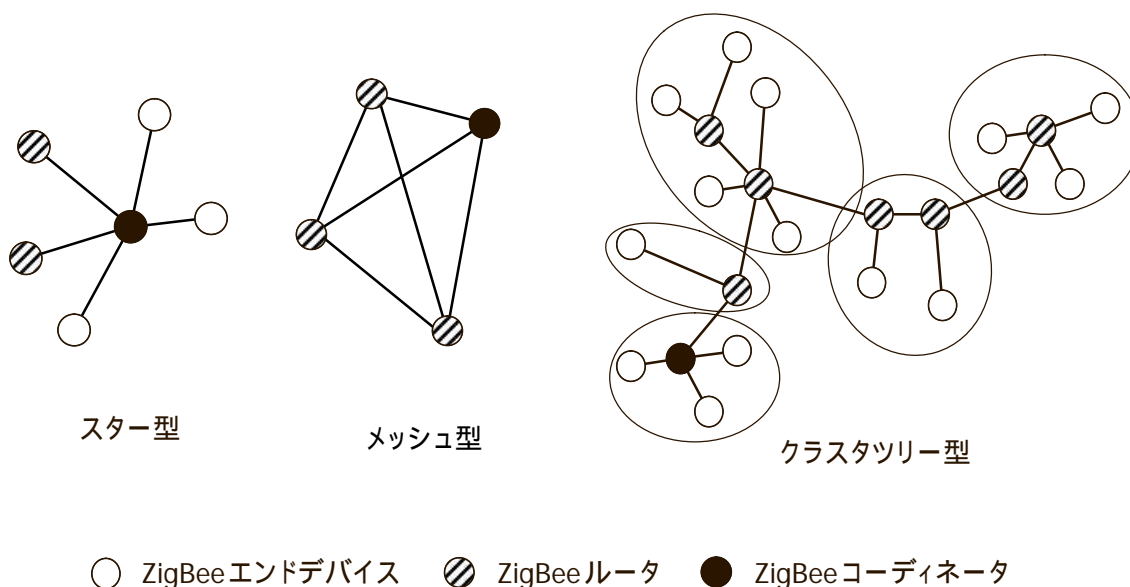


図 2.2-2 ZigBee のネットワークトポロジー

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。

メッシュ型トポロジーは、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。

(4) 低消費電力機能

IEEE802.15.4 や ZigBee では、省電力を実現するために、多くの工夫がなされて

いる。主なものを以下に示す。

a) キャリアセンス

ZigBee で扱うパケットサイズは平均 50 バイト程度と短いため、キャリアセンスも 8 シンボルと短い値が定められている。これにより、送信の際に短くキャリアセンスしてすばやく送信できるため、無駄な受信が発生せず、低消費電力を実現できる。

b) ビーコンによるスリープ同期

ルータの省電力化を図る手法として、ビーコン信号を利用したスリープ制御が ZigBee で規定されている。ルータがビーコン信号を定期的送信する。ビーコン信号にはいつ送受信して、いつスリープするかといった情報が含まれており、各デバイスとルータは同期して動作することができるようになる。これにより、ルータと各デバイスはスリープするタイミングを合わせることができるので、省電力化を図ることが可能となる。

c) クラスタツリールーティング

クラスタツリールーティングでは、ネットワークの幹を構成する ZigBee ルータや ZigBee コーディネータを経由して、マルチホップ通信を行う。

クラスタツリーの枝葉の構造によって固有の ID を割り当てるルールを採用しており、転送先の ID を見ただけで、パケットを自分の上位ノードに転送すればよいか、下位ノードに転送すればよいか分かる仕組みになっている。これにより、どの ID がどこに接続されているかを管理するルーティングテーブルをメモリ上に記憶しておく必要がなく、また転送先へのルートを探査する必要もないため、低コストで低消費電力のルーティングを実現できる

d) インダイレクトトランスミッション

IEEE802.15.4 では、デバイスの省電力化を図るために、デバイスは、親ルータに定期的に関わり合いを行い、自分宛のデータが届いていることを示す ACK 信号を受けた場合にのみ、データ受信を行う。

これにより、デバイスは常に受信状態にしておく必要はなく、任意のタイミングでスリープすることができるようになり、省電力化を図ることが可能となる。一方ルータは、いつ来るかわからないデバイスからの情報や問い合わせを受けるために、常に受信状態にしておく必要があり、省電力化を図ることができない。

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発射することはできず、電子タグの送信エネルギーにはリーダー/ライターからの搬送波の電力のみ(但し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)を利用し、それ以外の電力は供給されないものであること。

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である。

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、パッシブタグと比較し、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 2.2-3 及び図 2.2-4 に示す。

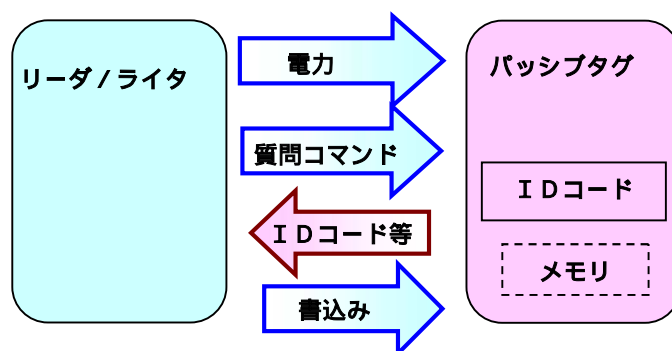
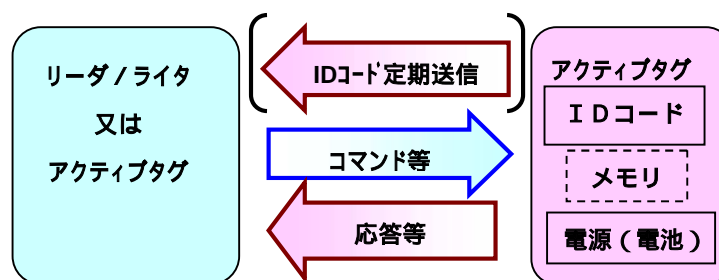


図 2.2-3 パッシブタグシステムの動作原理



ビーコンモードではIDコードを定期送信する

図 2.2-4 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/ライター間又はアクティブタグ同士で、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 2.2-5、図 2.2-6 及び図 2.2-7 に示す。なおそれぞれのモードにおいて、キャリアセンス時間を短くし又はキャリアセンスを省略することにより、応答の高速性、省電力化を図ることができる。

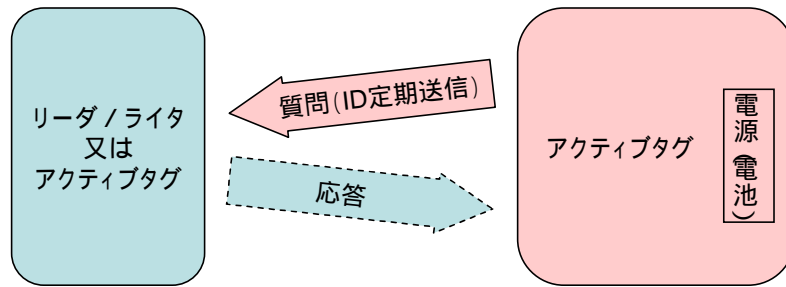


図 2.2-5 ビーコンモードの信号のやり取り

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送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方向通信（送信専用）で運用するものもある。

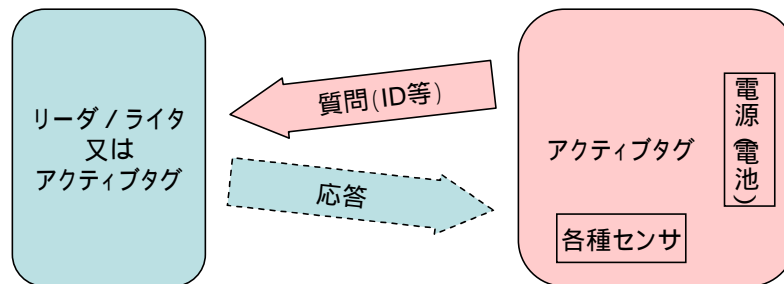


図 2.2-6 センサモードの信号のやり取り

センサモードは、タグ内に温度、振動、異常検知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方向通信（送信専用）で運用するものもある。

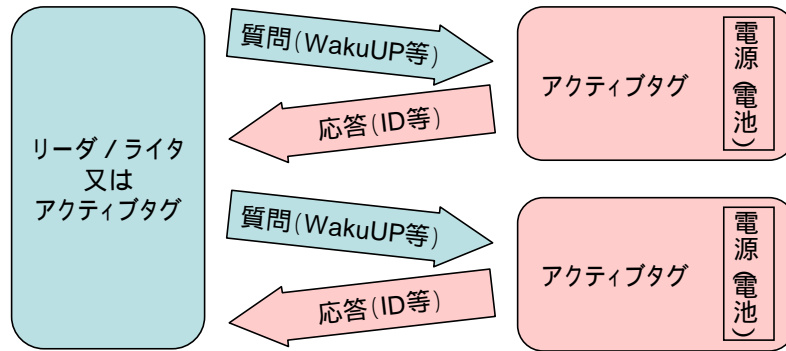


図 2.2-7 マスター・スレイブモードの信号のやり取り

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み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： 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。
- 即応性： 従来の小電力無線システムに対し高速化が図れることにより、システム適用範囲の幅が広がる。また、短時間でのデータ伝送により省電力化が可能。
- 低価格化： 従来の小電力無線システムに対し規格が簡略化されることにより、開発・製造コストの低減を図ることができる。

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多様な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、児童や高齢者等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、児童や高齢者等が携行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動態把握を実現することになり、アクティブタグシステムでは、校門等に設置したリーダー/ライターと児童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、点における行動履歴把握を実現することになる。

短距離無線通信システム及びアクティブタグシステムは、各々の特性を活かしシステム運用方法、用途や要求性能等により得意分野が異なるため、一般的に、短距離無線通信システムでは高出力、アクティブタグシステムでは低出力で利用することが想定される。このため、両者の利活用領域の棲み分けが進むものと予測される。

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。

- 児童や高齢者の安全・安心、健康管理

通学中の児童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、街中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、交通事故防止や道案内などを行う。また、ジョギングなどスポーツ中に生体センサからの情報を統計処理することで、健康管理などを行う。

- 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、照明の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う。

- 工場内制御、モニタリング

工場内の大型機械やラインの動作状況、粉塵量、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。

工場内では、大型機械装置など電波透過性の低い障害物が多く存在することから、電波到達性確保のため、高出力での利用が期待されている。

- 病院内管理

病院内の医者や看護師、患者の行動を把握することで、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。

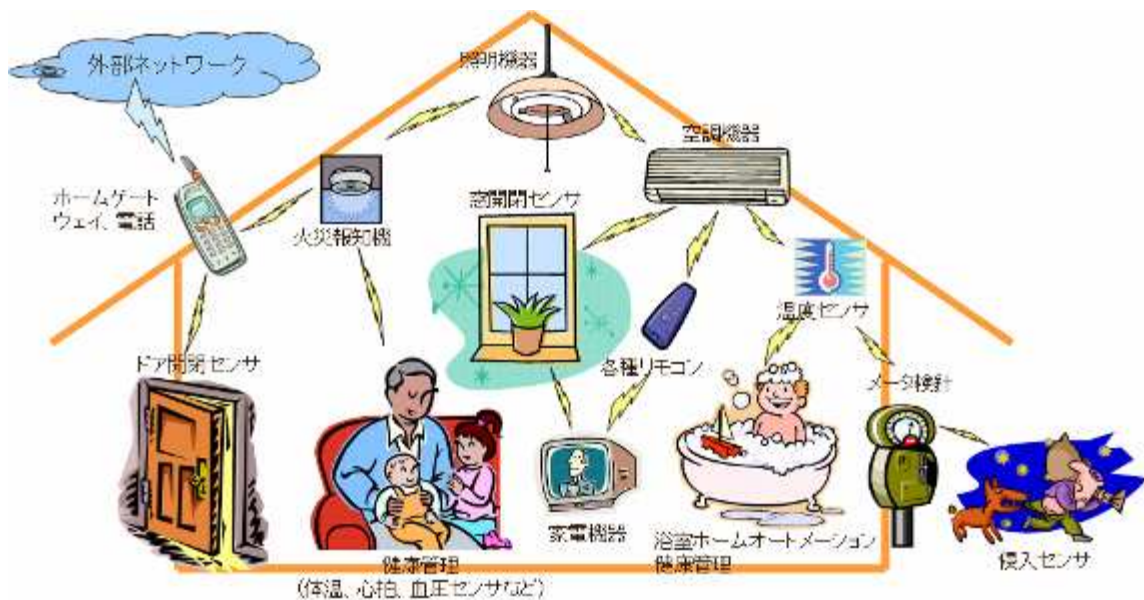
地中に設置された水道メータや、集合住宅でパイプシャフト内に設置されたメータを自動検針する場合は、電波到達性確保のため、高出力での利用が期待されている。

- 屋外モニタリング

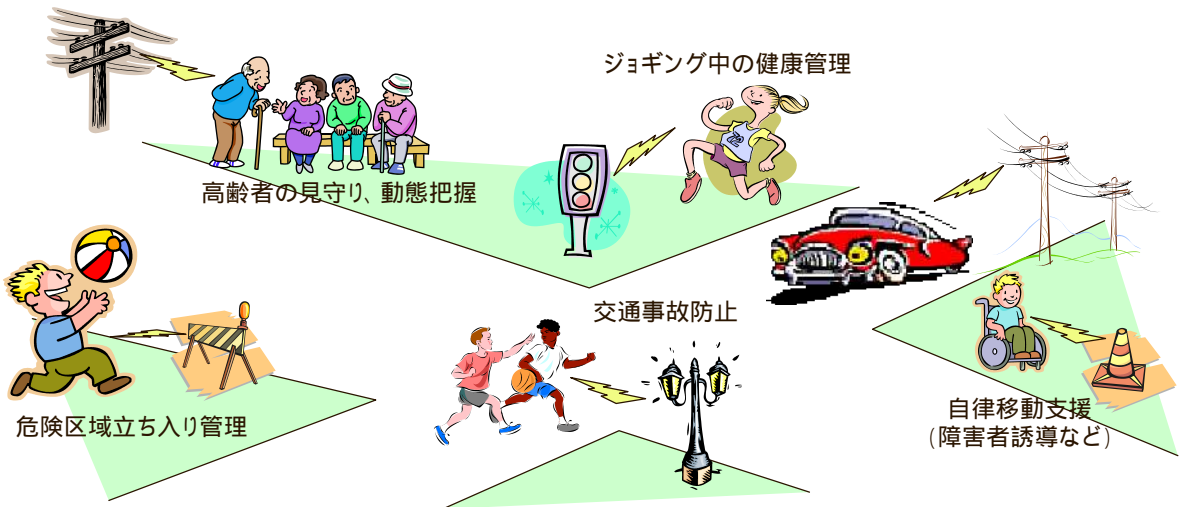
大気汚染の濃度や花粉量を測定し、地域住民に対する警告を自動で送信したり、各地に取り付けた温度や照度などの自然環境測定データから、天気予報や自然災害への対応にも利用する。

図 2.3-1 に短距離無線通信システムの代表的な利用シーンを示す。

< 家庭 >



< 街角・公共場所 >



< 工場・病院 >

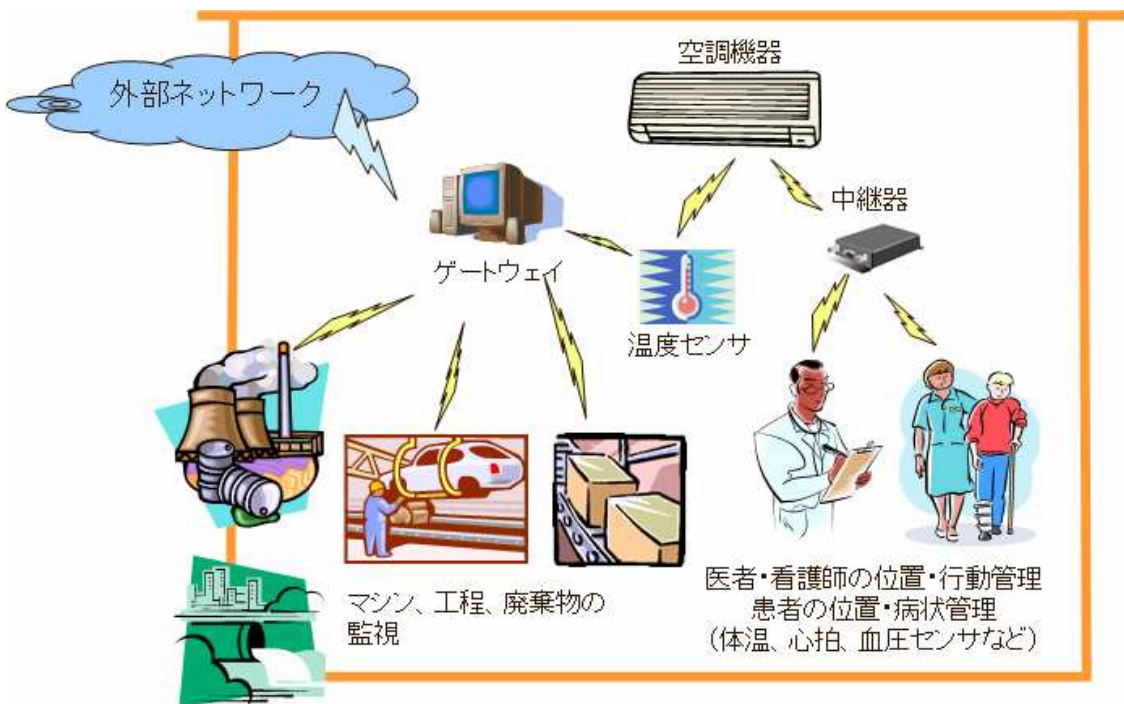


図 2.3-1 短距離無線通信システムの利用シーン

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。アクティブタグシステムは動作モードにより、様々な用途に展開が可能であるが、ここでは代表的な利用シーンを述べる。ただし、実際には複数の動作モードの組合せによりシステムが構築される。

- 児童登下校サポート（ビーコンモード等）

児童のランドセル等にアクティブタグを取り付け、学校や街中に設置されたリーダー/ライタ等で読み取ることにより、「何時、何処にいたか」等の所在情報を管理し、必要に応じて、所在情報を予め登録された保護者等へ通知する。
- 商店街安全サポート（ビーコンモード等）

商店街の従業員等がタグを携行し、商店街の自動販売機等にリーダーを設置する。これにより、商店街において異常事態が発生した場合、リーダーからの呼び出しを行い即時に警備会社に通報することができる。警備会社では通報者、場所を特定することにより現場到着までの時間を短縮でき、被害の拡大を抑えることができる。
- 危険地区進入管理（ビーコンモード等）

工事現場等危険区域にリーダー/ライタ等を設置し、タグを携行した人・物がエリアに侵入したことを検知し、システム側へ情報を提供する。
- 固定資産管理（センサモード等）

固定資産物にタグを貼付し、物の存在情報を定期的に自らが、または、リーダー/ライタ等からの呼び出しにより、所在を通知する。
- 高額商品管理（センサモード等）

美術館等において高額展示物にアクティブタグを貼付し、物が動かされた際に振動を検知し、振動センサからのトリガにより通知する。
- 車両・車庫管理（マスター・スレーブモード等）

車両にタグを設置し、駐車場・車庫の出入口にリーダーを設置する。車両の接近を自動的に検知し、出入ゲートの開閉や出入情報を自動的に把握する。また、広大な駐車場では駐車位置の同定も行う。
- 工程管理（マスター・スレーブモード等）

アクティブタグに格納された情報によって、工場内の各工程へ製造指示を行い、生産情報を収集する。これにより、情報伝達の信頼性の向上、情報収集コストの削減を図り生産性の向上に寄与する。

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。

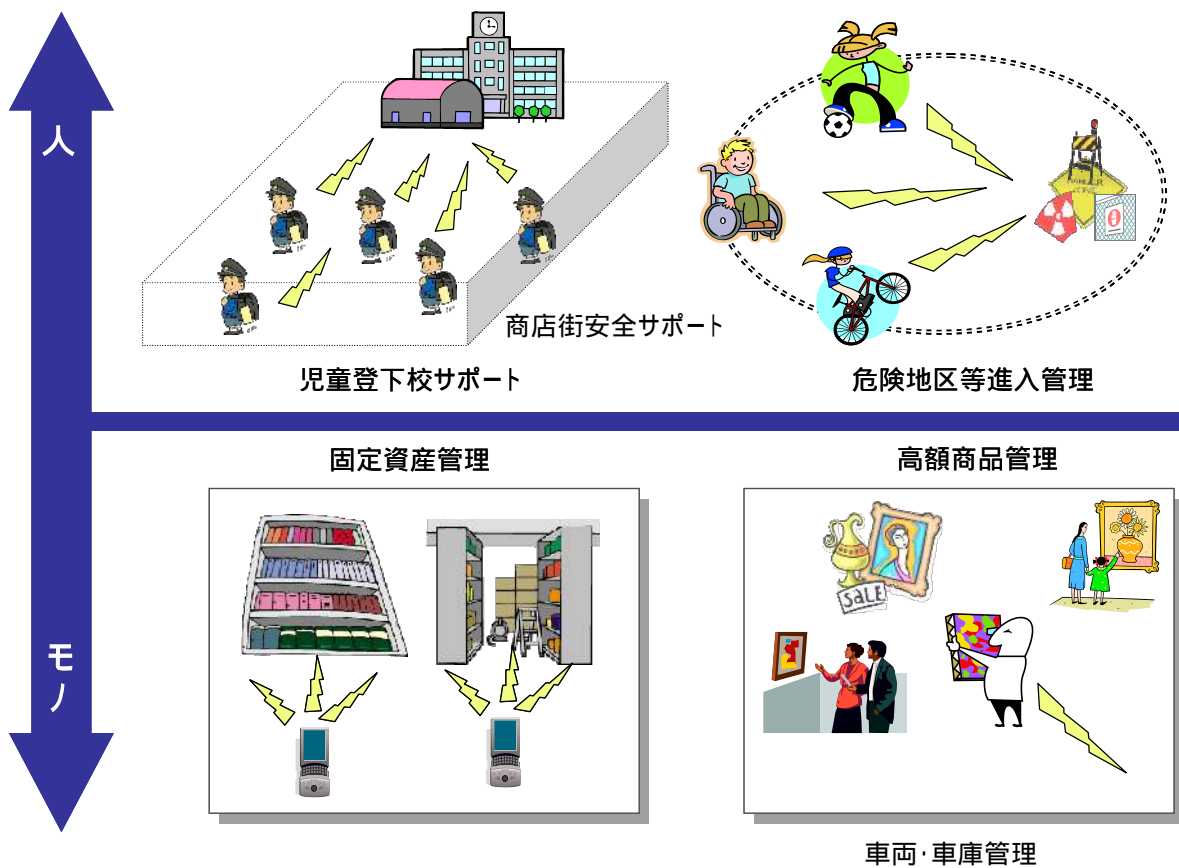


図 2.3-2 アクティブタグシステムの利用シーン

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た検討が必要である。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 μ 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	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 μ 秒 以上	128 μ 秒 以上	160 μ 秒 以上	200 μ 秒 以上	320 μ 秒 以上	640 μ 秒 以上	400 μ 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 IEEE802.15.4 の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。

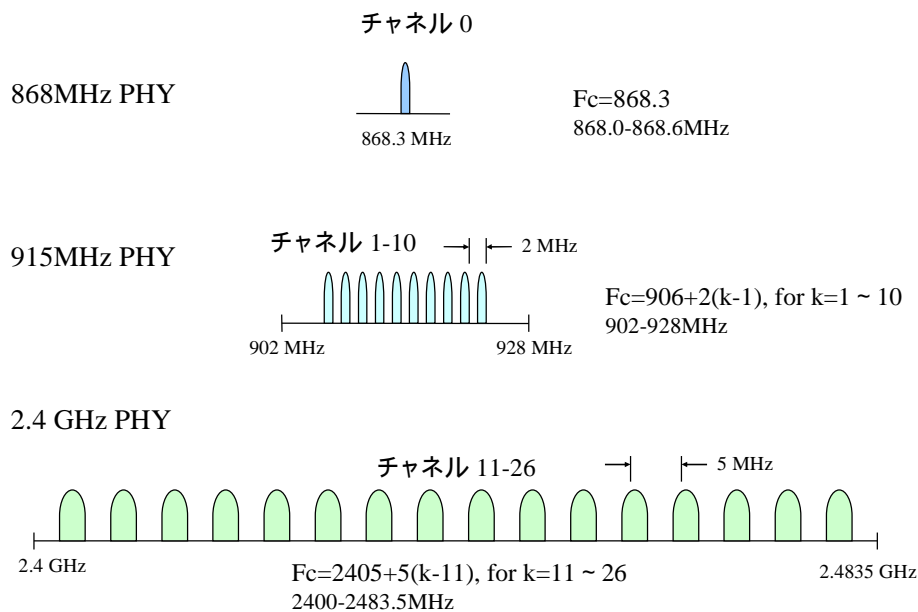


図 3.1-1 IEEE802.15.4 のチャンネル配置

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、EPCglobal¹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²が制定されたこと

¹ 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。

² EPCglobal の Class1 Generation2 規格は、タイプ C として ISO/IEC 18000-6 に追加され、2006 年 6 月に Amendent 1 が成立している。

るである。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>Class 5 リーダ</p> <p>パッシブタグ、セミパッシブタグ、アクティブ通信</p>
<p>Class 4 アクティブタグ</p> <p>アクティブタグ-リーダ間通信、アクティブタグ間通信</p>
<p>Class 3 セミパッシブタグ</p> <p>バッテリーアシストパッシブタグ</p>
<p>Class 2 パッシブタグ</p> <p>リード/ライトパッシブタグ、セキュリティ機能搭載</p>
<p>Class 0 / Class 1 パッシブタグ</p> <p>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 の勧告概要を示す。本勧告における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 の勧告 (ERC/REC 70-03) 概要
(2007 年 5 月 31 日)

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
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
送信装置		
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)
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 ・ 150μV/m (測定距離 3m) (参考 EIRP 近似値 : -52dBm) 216-960MHz ・ 200μV/m (測定距離 3m) (参考 EIRP 近似値 : -49dBm) 960MHz 以上 ・ 500μV/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)
受信装置		
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 帯の周波数の分配状況

3.3.1 諸外国における 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、一次的基礎で固定業務、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、一次的基礎で固定業務及び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

我が国の周波数割当計画では、950 ~ 956MHz 帯は一次的基礎で移動業務に分配されている。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。

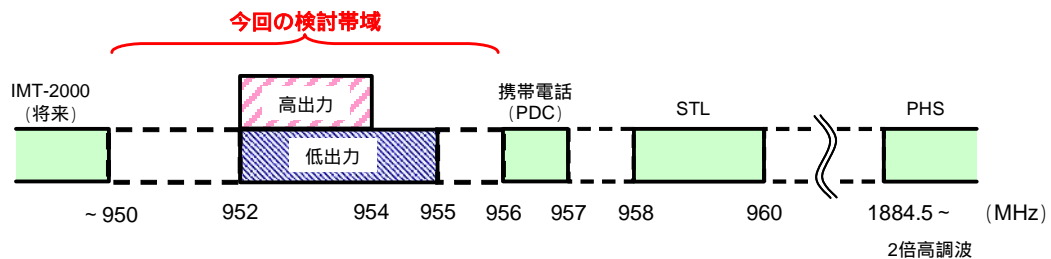


図 3.3-1 我が国の 950MHz 帯の周波数の分配状況

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

現在我が国では、ベースバンド（FM0）方式と、ミラーサブキャリア（MS）方式の2種類の950MHz帯パッシブタグシステムが運用されている。

FM0方式は、リーダー/ライタのコマンド送信とタグの応答信号が使用する周波数は同一である。そのため、同一の送信チャンネルを使用するリーダー/ライタが近くにある場合、タグからの微小な応答信号が妨害され、通信が困難となる。本方式を有効に活用するためには、近くにあるリーダー/ライタは異なるチャンネルを使用することが必要となる。

一方、MS方式は、リーダー/ライタがコマンド送信に使用する周波数と、タグが応答信号に使用する周波数が異なっている。そのため、同一の送信チャンネルを使用するリーダー/ライタが近くにあっても、タグからの応答信号が妨害されることなく通信が可能である。

平成19年3月時点での国内における950MHz帯パッシブタグシステム（高出力型）の普及状況を以下に示す。

- ・ MS方式 : 約 500台
- ・ FM0方式 : 約 1,000台

本数値は、(社)日本自動認識システム協会(JAISA)が、同協会に加盟している950MHz帯パッシブタグシステムのベンダー（リーダー/ライタ製造会社、及び大手輸入会社の計13社）へ平成19年6月時点にてアンケートを実施し、回答を得た10社の結果を集計したものである。回答を得た10社にて、国内の高出力型950MHz帯パッシブタグシステムのリーダー/ライタのうち90%以上の販売を行っている(JAISA調べ)。FM0方式は平成17年8月から出荷、MS方式は平成17年11月から出荷を開始している。

現時点にて稼働している950MHz帯パッシブタグシステム(高出力型リーダー/ライタ)の1システムあたりの設置台数は、平均4台、最大40台である。アンケートでは、平成19年には1システムあたり、平均10台、最大200台、平成24年には平均50台、最大700台規模のシステムの実現が予測される。

4.2 ミラーサブキャリア方式の諸外国の動向

4.2.1 米国

米国での900MHz帯パッシブタグシステムはFCC 15.247他で規定されている。パッシブタグシステムは、902MHzから928MHzまでの500kHz間隔のチャンネルを周波数ホッピングを使って、ISO/IEC 18000-6タイプCに準拠したMS方式で運用されている(図4.2-1)。

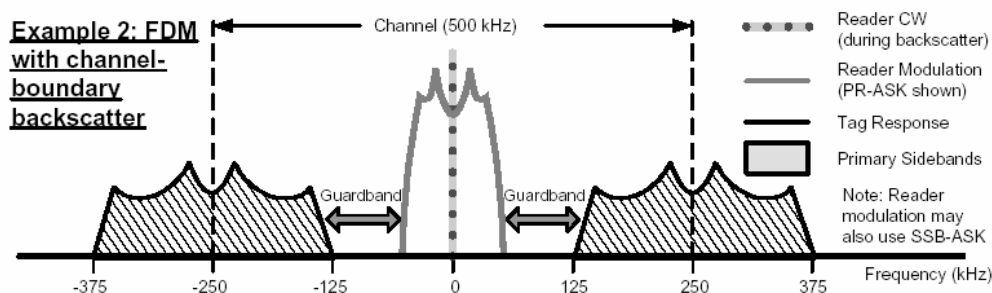


図 4.2-1 米国で運用されている MS 方式
(ISO/IEC 18000-6:2004/Amd 1:2006 から抜粋)

4.2.2 欧州

欧州での 900MHz 帯パッシブタグシステムは、ERC Recommendation 70-03 と ETSI Standard EN 302 208 [2]で規定されており、周波数と出力は表 4.2-1 のようになっている。

表 4.2-1 欧州での UHF 帯 RFID の周波数と出力

周波数	チャンネル (CH)	出力 (e.r.p.)
865.0 ~ 868.0 MHz	1 ~ 15	100 mW
865.6 ~ 868.0 MHz	4 ~ 15	500 mW
865.6 ~ 867.6 MHz	4 ~ 13	2 W

空中線電力が 2W e.r.p. (33 dBm)の場合は、表 4.2-2 に示すような規定になっている。

表 4.2-2 欧州での UHF 帯 RFID (2W e.r.p.の場合) の諸元

項目		諸元
空中線電力		2W e.r.p. (33 dBm)
送信周波数		865.6 MHz ~ 867.6 MHz
占有周波数帯幅の許容値とチャンネル数		200 kHz 10 チャンネル (4 ~ 13CH)
混信防止	方式	LBT (Listen Before Talk) 送信時間制御
	キャリアセンスレベルとセンス時間	-96 dBm 以下 5 ms 以上
	送信時間	送信オン： 最大 4 s 送信オフ： 最低 100 ms

この 2W e.r.p.の規定は、設置するリーダー/ライターが少ない場合は問題なく機能するが、例えば配送センターのように多くのリーダー/ライターが近接して設置される場合においては周波数が飽和することがある。このような場合、チャンネルを確保できなかったリーダー/ライターはチャンネルを利用できるまで最大 4 秒待つことになるため、迅速な処理ができない問題点が指摘された。

このチャンネルの少なさを補う方法として、多くのリーダー/ライターをネットワークでつなぎ、1 台のリーダー/ライターコントローラと LBT トランシーバで制御してひとつのチャンネルを使用する同期方式が検討され、四つのチャンネル(4CH、7CH、10CH、13CH)を同期方式で使用する事が承認された(ETSI TS 102 562 V1.1.1: 2007-03)。

しかし、この方式はチャンネルの有効利用に関しては効果的だが、外部からの干渉ノイズによりしばしばシステムが停止する事態を招き、実運用上有用でないとの指摘があり、多くのエンドユーザーから、この四つのチャンネルの LBT を無くす要望が出されて議論された。

その結果、2007 年 4 月に、図 4.2-2 に示す四つのチャンネル(4CH、7CH、10CH、13CH)に対して表 4.2-3 に示す諸元により、LBT は必須としないことが提案された(ETSI TR 102 649 V1.1.1_3.0.5)。2W e.r.p はこの四つのチャンネルのみで、その他のチャンネルはタグからの受信専用チャンネルとしている。実運用では、例えば 4CH と 10CH を使うリーダー/ライターと、7CH と 13CH を使うリーダー/ライターに分けて使用されることが推奨されている。

なお、この周波数帯(865 MHz-868 MHz)は、SRD(EN 300 220-1)と共用される。

現在上記内容に関して draft ETSI EN 302 208-1 V1.2.10.0.4 を審議中で、2008 年 4 月には発効が見込まれている。

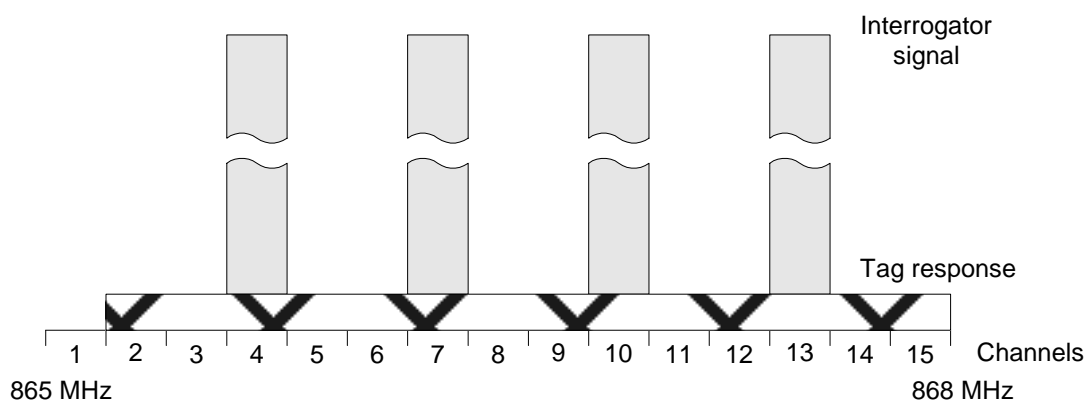


図 4.2-2 提案中の 4 チャンネルプラン (draft ETSI EN 302 208-1 V1.2.10.0.4 から抜粋)

表 4.2-3 欧州で提案中のリーダライタの諸元
 (ERC/REC 70-03[1]の Annex11 の修正案)

項 目	諸 元
周波数帯	865.2 MHz ~ 868.0 MHz に四つの送信周波数を設定 中心周波数は、 ・ 865.7 MHz ・ 866.3 MHz ・ 866.9 MHz ・ 867.5 MHz
空中線電力	2W e.r.p. 以下
送信時間	送信オン： 最大 4 s 送信オフ： 最低 100 ms
占有周波数帯幅の許容値	$f_c \pm 100 \text{ kHz}$
注記	LBT は必須ではない

なお、英国では 2007 年 5 月 14 日に、EU 委員会の勧告に従って 2005 年施行の免許不要局規則の修正を行い、周波数帯や出力、チャンネル配置を除くすべての技術的制限を撤廃して、LBT や信号発射時間、信号ビーム形状に関する記述を削除している。

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

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、同一帯域内のパッシングシステムとの共用及び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

単位：台

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、10.82 台 / km² 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 台 / km² 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、17.98 台 / km² 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

940-950MHz及び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不要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）。

参考資料3により、不要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、不要発射の強度を-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が3dBm（EIRP）以下の場合には、上限を955.8MHzとして使用することが適当である。PDCシステム帯域での不要発射の強度は-52dBm/100kHz（EIRP）以下とすることが適当である。

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のチャンネル幅で導入され、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不要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不要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/システム雑音レベル=-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から単位チャネル幅である200kHzずつ広げた場合について検討し、800kHz離れた場合(950.8MHz以上)にはじめて、影響の範囲が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不要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940-950MHz及び956-957MHzを使用する既存のPDC基地局への影響を考慮した場合の不要発射の強度である-52dBm/100kHz (EIRP)を用いた場合、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。

また、パッシブタグシステムにおいては、将来割り当てが計画されているIMT-2000移動機への影響を軽減するため、945MHz以下でさらに不要発射の強度を10dB下げている。同様に945MHz以下でアクティブ系小電力無線システムの不要発射の強度を10dB下げ-62dBm/100kHz (EIRP)まで抑えると、所要離隔距離が14mまで改善される。なお、-62dBm/100kHzの不要発射の強度は-52dBm/MHzと換算できる³。

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、アクティブ系小電力無線システムは、5.1の検討結果から、最密集地においても同時送信台数は18台/km²程度と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。

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/ライタの不要発射の強度は、導入予定の帯域の最下端である950.8MHzから

³ 参考資料3の不要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、不要発射の強度-62dBm/100kHzから単純にそれぞれの帯域幅(3.84MHz又は1.25MHz)に換算しなおした不要発射の許容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。

800kHz 以上の離調である 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。

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不要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) までの不要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不要発射の強度を -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) の強度の不要発射が 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、この強度の不要発射であれば、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不要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 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の方が周囲に与える影響が大きい。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/ライタ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/ライタの運用上、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/ライタ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の送信電力 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) の方が周囲に与える影響が大きい。アクティブ系小電力無線システムは、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ことから、その障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。

また、送信電力 3dBm (EIRP) の場合においては、5.4.6 で示す通り、短いキャリアセンス時間やキャリアセンス不要で使用されることもあり、パッシブタグシステムの運用に影響を与える可能性もあることから、民間規格等において、使用するチャンネルの優先順位付けを行う等、共用のための運用ルールが策定されることが期待される。

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) とし、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 (EIRP) 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、EIRP 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も、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(200xn)kHz 以下(n:同時に使用する単位チャンネル数で 1、2 又は 3) であることが適当である。

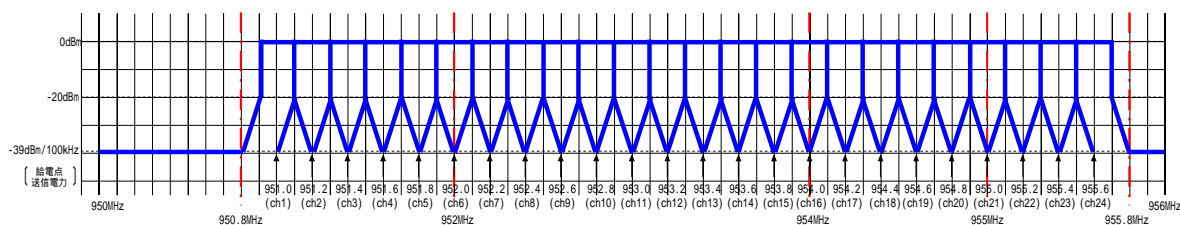


図 5.4-1 単位チャンネル配置 (空中線電力 1mW)

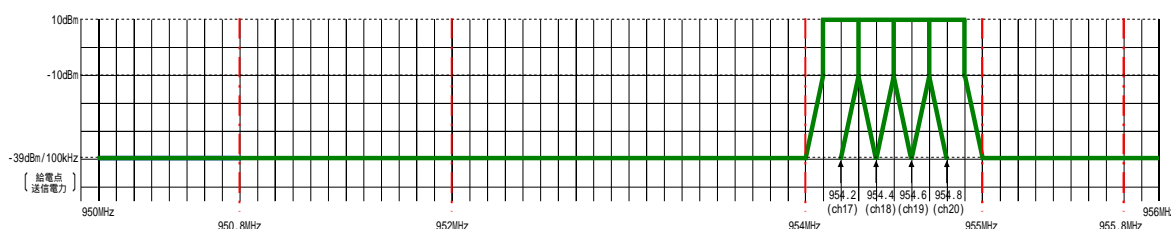


図 5.4-2 単位チャンネル配置 (空中線電力 10mW)

5.4.4 単位チャンネルマスク

単位チャンネルマスクに関し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ー/ライターと同じく、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ー/ライターと同じ -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、2 又は 3) 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ー/ライターと同じく -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。

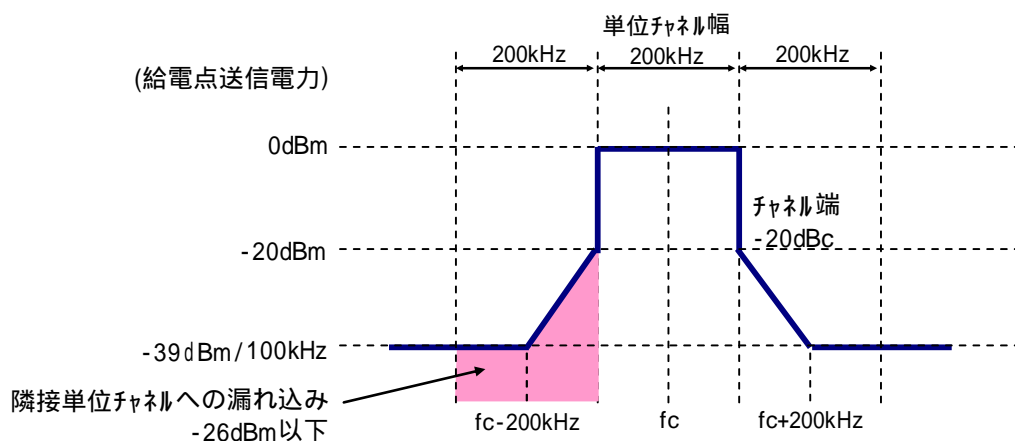


図 5.4-3 単位チャンネルマスク（空中線電力 1mW）

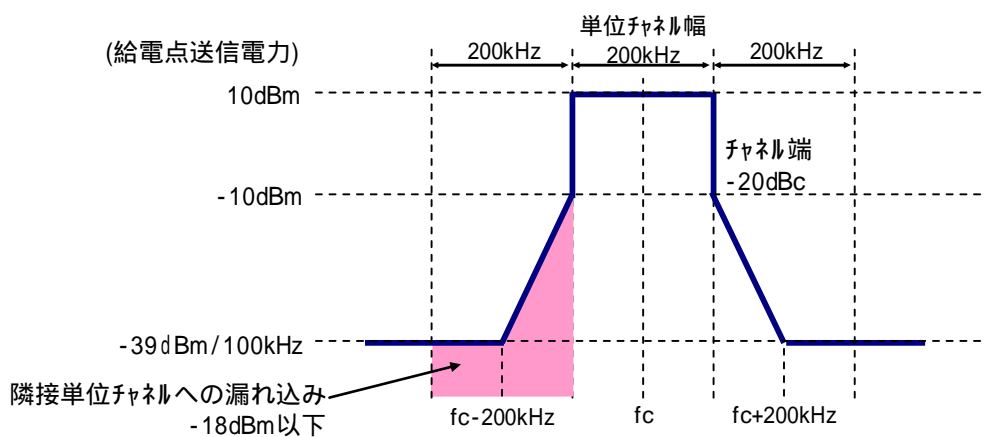


図 5.4-4 単位チャンネルマスク（空中線電力 10mW）

5.4.5 送信時間制御

送信時間制御については、パッシブタグシステムとの共用を考え、同じ免許不要局であ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規定を設けることが望ましい。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。

なお上記における再送信は、最初に電波を発射してから連続する 1 秒以内に完了することとする。

また、短いキャリアセンス時間及びキャリアセンス不要の場合には、パッシブタグシステムとの共用を考え、5.4.6 にて示す送信時間制御を規定することが適

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、パッシブタグシステムとの共用を考え、同じ免許不要局であ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 とすることが適当である。

但し、短時間における複数局との通信、応答の高速性、省電力化等の運用・利便性を考慮し、短いキャリアセンス時間の規定、キャリアセンス不要の規定も設けることが望ましい。

短いキャリアセンス時間

短い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 μ 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 53ms 秒⁴であることから送信時間は 100ms 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同様 100ms 以上とすることが望ましい。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 100ms 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。なお上記における再送信は、最初に電波を発射してから連続する 100ms 以内に完了することとする。

また、同一周波数帯においてパッシブタグシステムがキャリアセンス時間 5ms (高出力型)、10ms (低出力型) で運用されており、キャリアセンス時間 10ms のアクティブ系小電力システムも運用されることになることから、これらのシステムとの共用を考慮し、短いキャリアセンスで運用する場合には Duty Cycle の規定を設けることが望ましい。なお欧州の 860MHz 帯 SRD においても同様に Duty Cycle による規定が設けられおり、その規定は、キャリアセンス又は Duty Cycle というものである。日本においては、同一周波数帯で、128 μ s より長いキャリアセンス時間のシステムと周波数を共用することを考慮し、キャリアセンス且つ Duty Cycle による規定とすることが望ましい。キャリアセンス且つ Duty

⁴ 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 20kbps で送信した場合、133byte \times 8bit / 20kbps = 53.2ms となる。

Cycle による規定とすること、及びアクティブ系小電力無線システムの利用シーンとして想定されている環境モニタリングや自動検針、警報出力等においては、緊急時等に短時間に集中してデータを送信する運用が考えられることから、アクティブ系小電力システムの Duty Cycle は欧州の規定の内 100%以外で最も緩やかな規定である Duty Cycle 10%以下 とすることが適当である。

キャリアセンス不要

キャリアセンス不要の規定に関しては、短いキャリアセンス時間の規定と同様に送信時間は 100ms 以内、休止時間は 100ms 以上とすることが望ましい。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 100ms 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が適当である。なお上記における再送信は、最初に電波を発射してから連続する 100ms 以内に完了することとする。また、Duty Cycle の規定については、欧州の 860MHz 帯 SRD において最も厳しい Duty Cycle 規格である 0.1%以下とすることが適当である。

送信時間制御、キャリアセンス規定に基づいたアクティブタグシステムにおけるフローの例を 2 章で述べたモード毎に図 5.4-5、図 5.4-6、図 5.4-7 に、短距離無線通信システムのフロー例を図 5.4-8 に示す。

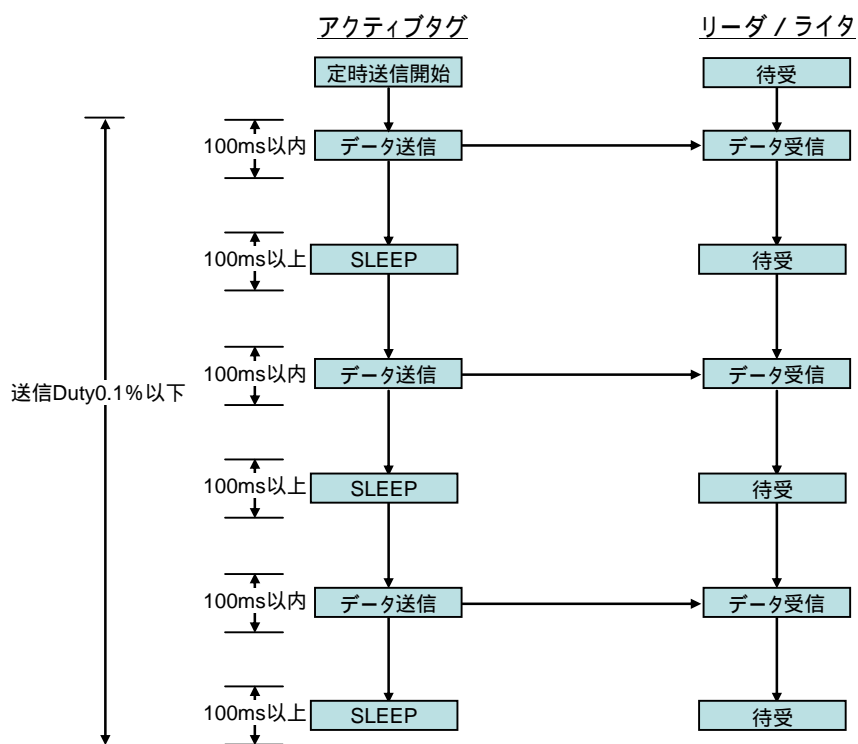
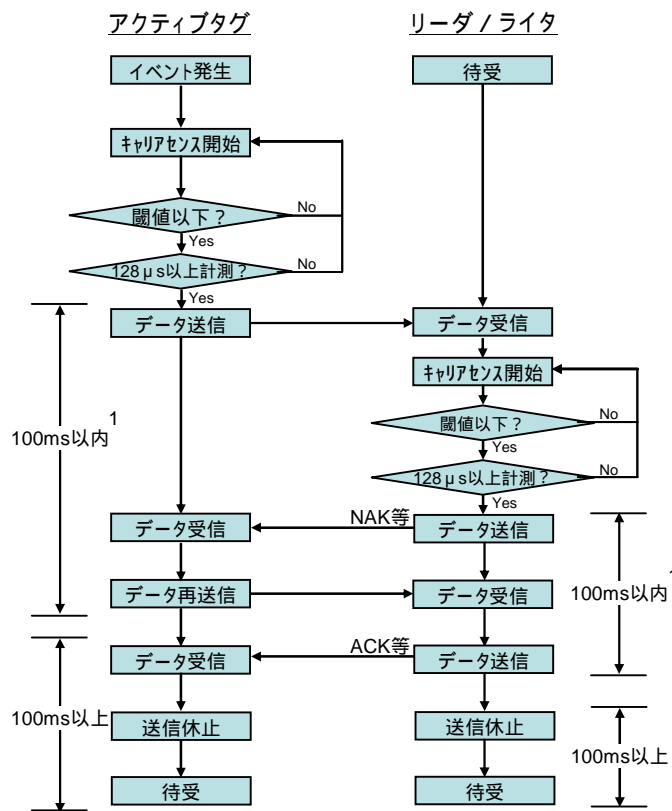
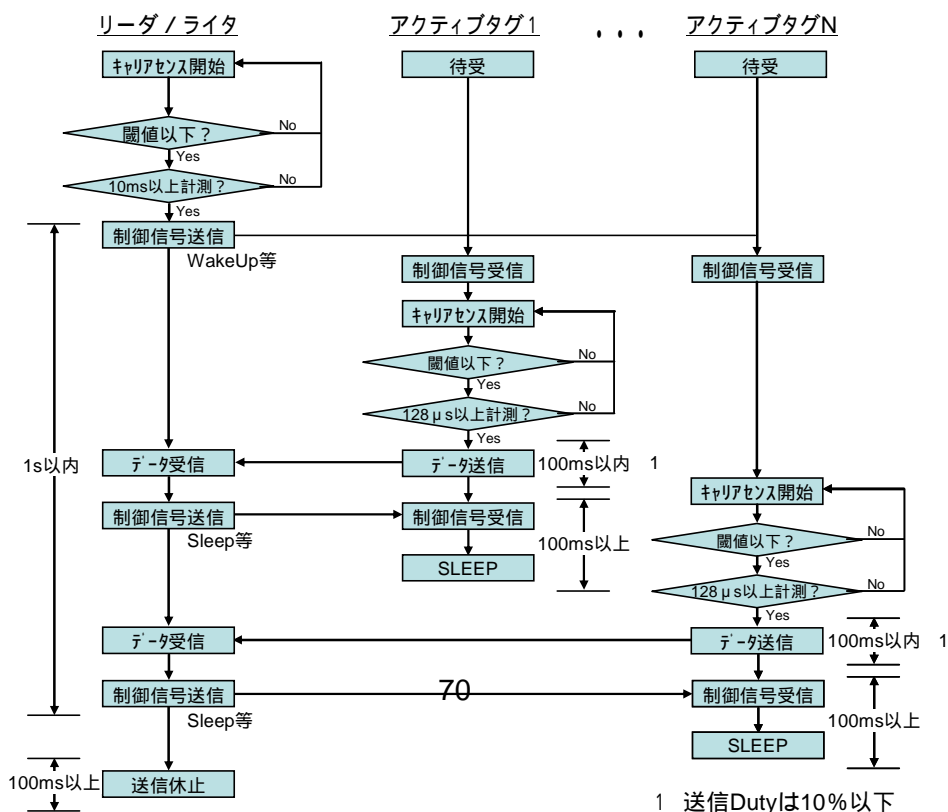


図 5.4-5 アクティブタグシステム ビーコンモード フロー例



1 送信Dutyは10%以下

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



1 送信Dutyは10%以下

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

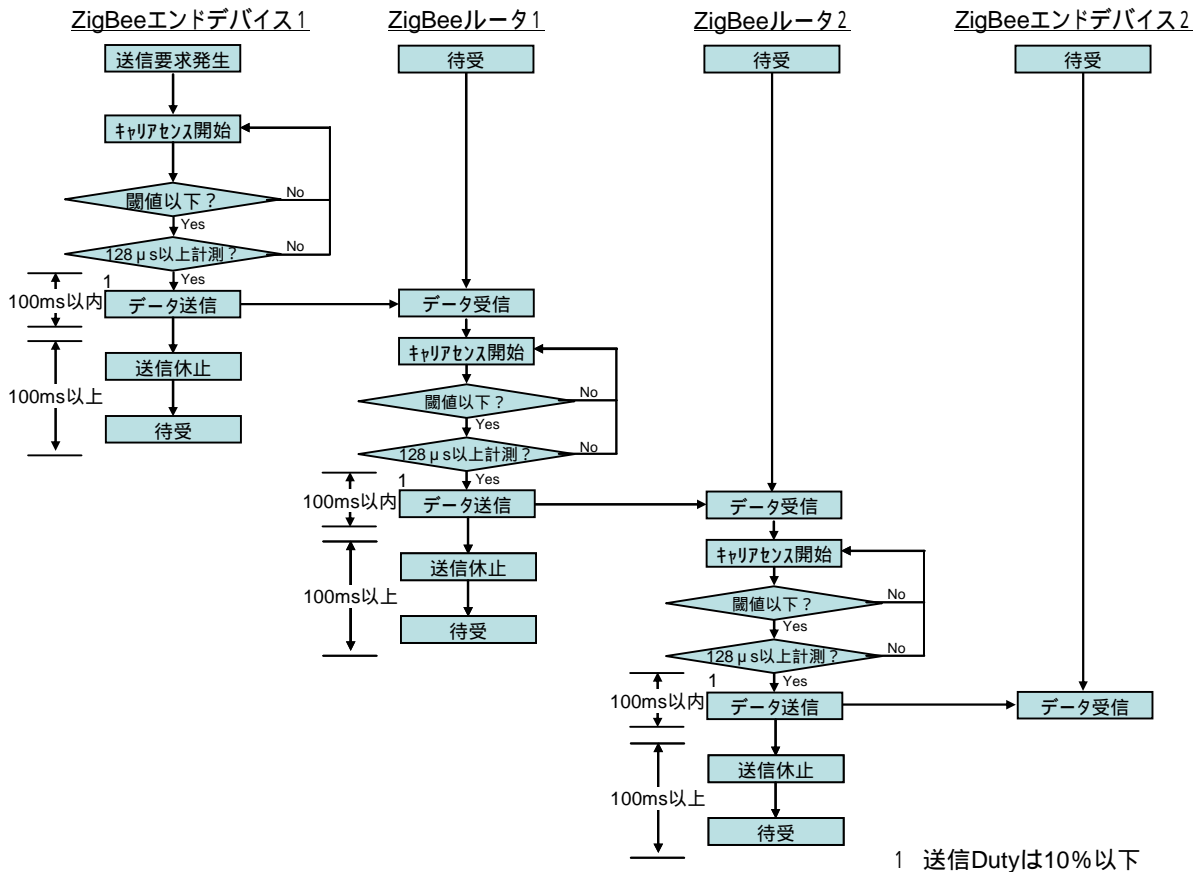


図 5.4-8 短距離無線通信システムの フロー例

5.4.7 不要発射の強度の許容値について

5.2の検討から、不要発射の強度（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不要発射の強度は、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、958MHz を超え 960MHz 以下で-58dBm/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 の近傍の不要発射の強度は-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 移動機の不要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不要発射の強度は、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 で規定されている不要発射の強度の許容値
(給電線入力点)**

周波数帯	不要発射の強度の許容値 (平均電力)	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 周波数帯ごとの不要発射の強度の許容値 (給電線入力点)

周波数帯	不要発射の強度の許容値 (平均電力)	参照帯域幅
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 となる。利用シーンによっては 5.05cm 以内の距離で利用される可能性もあるが、950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムは最長の場合でも連続送信時間が 1 秒と極めて短く、そ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 >

表 5.4-3 電波防護指針の基準値（抄）

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 ²]	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 EIRP 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 EIRP 3dBm 以下
- 954MHz を超え 955MHz 以下の周波数帯 EIRP 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、EIRP 3dBm の場合と、中心周波数 954.2MHz、EIRP 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/cm²]

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。

表 5.5-1 算出結果

	等価等方輻射電力 (EIRP) (周波数)	3dBm (951MHz)	13dBm (954.2MHz)
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、EIRP 3dBm の場合

$f=951$ [MHz]の場合、 $S=f/1500=0.634$ [mW/cm²]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/cm²]、 $P \times G=0.002$ [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/cm²]、 $P \times G=0.002$ [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/cm²]、 $P \times G=0.002$ [W](3 [dBm])、 $K=10.2(2.56 \times 10^{(6/10)})$ 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、EIRP 13dBm の場合

$f=954.2$ [MHz] の場合、 $S=f/1500=0.636$ [mW/cm²] 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/cm²]、 $P \times G=0.02$ [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/cm²]、 $P \times G=0.02$ [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/cm²]、 $P \times G=0.02$ [W](13 [dBm])、 $K=10.2(2.56 \times 10^{(6/10)})$ を代入することで、 $R=0.0505$ [m](5.05 [cm]) と算出される。

5.5.3 医用機器への影響について

アクティブ系小電力無線システムについては、病院内における医師・看護師の行動管理や患者の病状管理(体温、心拍、血圧センサ等)に利用されることも想定されることから、今後、必要に応じて医用機器への影響について具体的な実証実験を行い、その結果に基づいて適切な運用がなされるべきである。

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

950 MHz帯パッシブタグシステムの普及台数を予測するため、JAISAに加盟している国内のベンダーにアンケート調査を実施し、平成24年までの950MHz帯高出力パッシブタグシステムの出荷台数予測について、国内の90%以上を販売しているメーカー及び大手輸入販社10社から得た回答を図6.1-1に示す。なお、平成20年1月に特定チャネルのキャリアセンスレベルが緩和又は撤廃されるとの仮定のもとで、MS方式とFM0方式各々の出荷台数予測を調査した。

この結果、MS方式の台数は徐々に増加して、平成21年時点ではFM0方式の累積出荷台数を上回ると予測される。平成24年時点では、MS方式がFM0方式の2倍程度の累積出荷台数となり、双方の合計は12万台を超えると予測される。また、1システム（構内無線局）あたりのリーダー/ライタ台数は、最大で700台と大規模になると予測される。

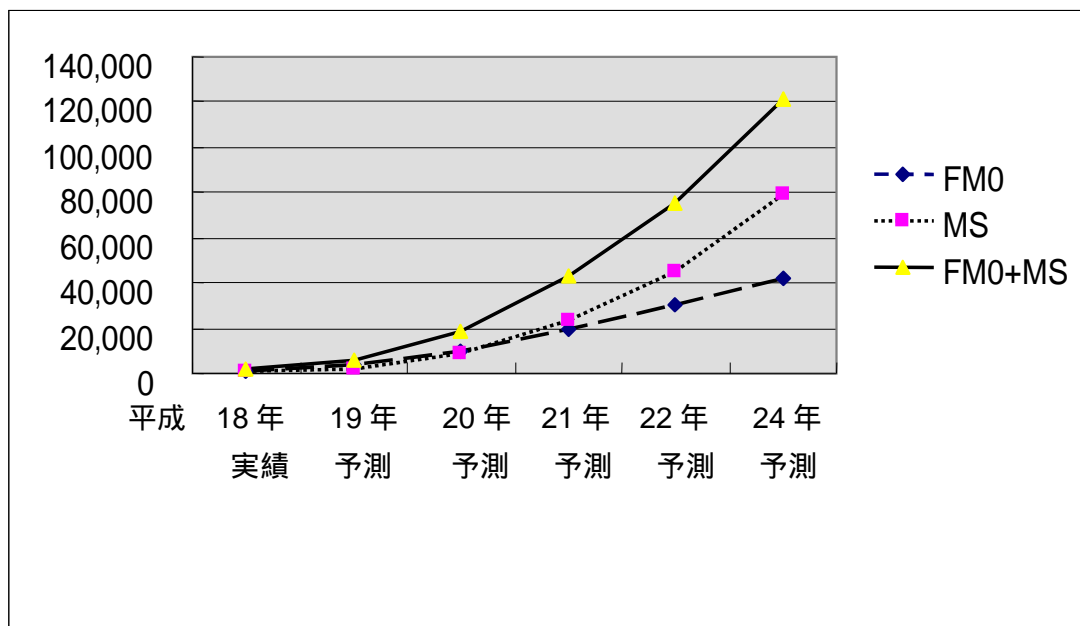


図 6.1-1 高出力型 950MHz帯パッシブタグシステムの普及予測

6.2 950MHz 帯パッシブタグシステムの高度利用技術の検討

このように 950MHz 帯パッシブタグシステムの累積出荷台数は急激に増加し、また、同一構内あたりの設置台数も増加し、アプリケーションの大規模化が予測される。

本方式を有効に活用するためには、タグからの応答信号にて使用する周波数に、他のリーダー/ライターからのコマンド送信を重ねて使用しないことに加えて、リーダー/ライターからの送信に先立ち、接続する複数のリーダー/ライターで同一チャンネルを共有することが望ましく、キャリアセンスの条件を含めた更なる高度化技術の検討が必要となる。

本節では、MS 方式と FM0 方式の周波数利用効率を比較し、さらなる周波数利用効率の拡大のため、技術的見地から最適なチャンネルプランを検討する。

6.2.1 高出力型パッシブタグシステムにおける FM0 方式（キャリアセンス有）と MS 方式（キャリアセンス無）の周波数利用効率比較

FM0 方式（キャリアセンス有）と MS 方式（キャリアセンス無）のケースにおける周波数利用効率について、（1）相互干渉距離の理論値計算、（2）ゲートモデルのシミュレーションによる待ち時間の評価、（3）電波暗室での実験結果を示す。

（1）相互干渉距離の理論値計算

表 6.2-1 に示す前提条件で、同一チャンネルを使ったリーダー/ライターの相互干渉距離を算出した。

表 6.2-1 相互干渉の理論値計算の条件

項目	値	コメント
送信電力	1W	等価等方輻射電力（EIRP）は 36dBm になる
アンテナ利得	6dBi	
伝搬空間	自由空間 アンテナ同士は正対	
リーダー/ライター-タグ間距離	5m	
CIR	14dB	干渉波に対する信号波の電力比

FM0 方式（キャリアセンス有）

同一チャンネルを使うときは、近接では、システム間の干渉が発生しないように LBT が機能する。2つのシステムが同時に通信することが許される LBT のレベルは、アンテナの地点で -80dBm であり、干渉元の送信した出力は EIRP で 36dBm であることから、アンテナ同士が正対した条件では空間減衰が $36\text{dBm} - (-80\text{dBm}) = 116\text{dBm}$ 必要である。これは、自由空間で約 20km に相当する（図 6.2-1）。

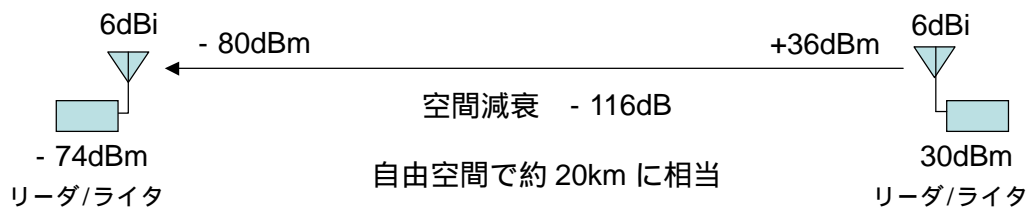


図 6.2-1 FM0 方式（キャリアセンス有）が同時に通信できる条件

MS 方式（キャリアセンス無）

次にキャリアセンスを行わない場合の MS 方式における干渉距離を算出した。このケースでは、干渉距離は、干渉源のリーダ/ライタの送信電力が被干渉タグに影響を及ぼし、タグの動作が不安定になる“タグコンフュージョン”が問題となる。リーダ/ライタとタグ間の通信距離を 5m と想定すると空間減衰は 46dB となるので、タグに届くリーダ/ライタからの電力は、 $36\text{dBm} - 46\text{dB} = -10\text{dBm}$ となる。タグの CIR = 14dB と仮定するとパッシブタグに許容される干渉波の電力は $-10\text{dBm} - 14\text{dB} = -24\text{dBm}$ となる。干渉源の送信電力は 36dBm であるので、空間減衰が $36\text{dBm} - (-24\text{dBm}) = 60\text{dB}$ 以上必要となる。自由空間で 60dB の空間減衰が確保できる離隔距離は、約 20m である（図 6.2-2）。

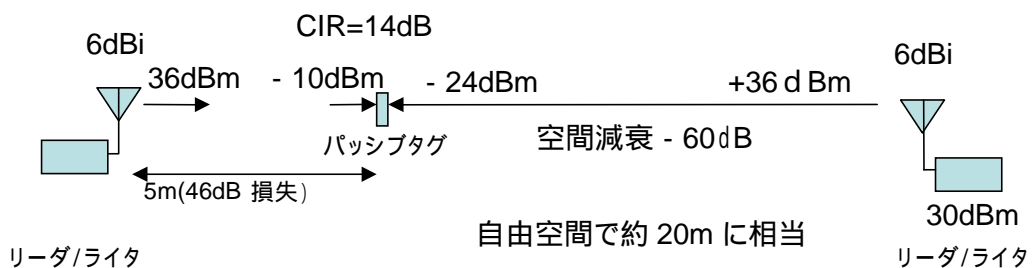


図 6.2-2 MS 方式（キャリアセンス無）が同時に通信できる条件

この結果を比較すると、MS 方式は、FM0 方式に比べてシステム間の隔離距離を少なくすることができ、リーダ/ライタを密に配置することが可能となる。

(2) ゲートモデルのシミュレーションによる待ち時間の評価

パッシブタグシステムが主に利用される物流センターにおいて多数のゲートが設置される環境をモデルとして、特定のチャンネルのみキャリアセンス無しとした場合の周波数利用効率向上効果を定量化するためにシミュレーションした。モデルは、実際の物流拠点の環境を想定し、20 台のリーダ/ライタを以下の図 6.2-3 のように近接して設置させた。

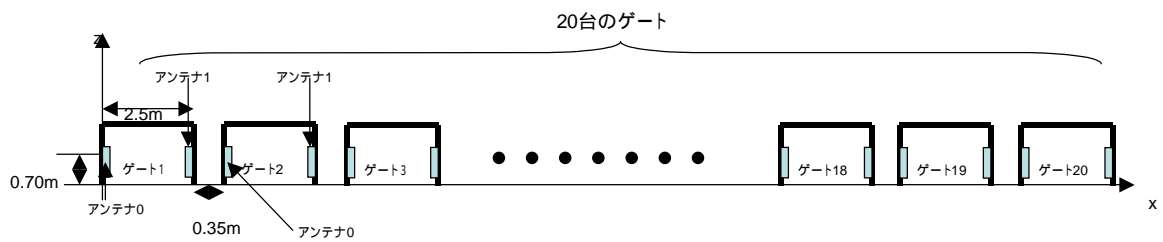


図 6.2-3 シミュレーションモデル

構成として、ひとつのリーダー/ライタは2つのアンテナを交互に切り替えて動作しており、リーダー/ライタは500msec送信した後は50msec送信停止する。

以下の3ケースでシミュレーションをした。

- ・ Case1 : 全てのリーダー/ライタがFM0方式(キャリアセンスレベル[-74dBm])でCH7~CH15(中心周波数952.0~954.0MHz)の9チャンネルを順に使用
- ・ Case2 : 全てのリーダー/ライタがMS方式でCH8(中心周波数952.4MHz)又はCH14(中心周波数953.6MHz)を使用
- ・ Case3 : ゲート1~ゲート10(左半分)のリーダー/ライタが送信CH8のMS方式、ゲート11~ゲート20(右半分)のリーダー/ライタがFM0方式(キャリアセンスレベル[-74dBm])でCH10~CH15(中心周波数952.8~953.6MHz)を使用

その結果を図6.2-4に示す。

Case1のシミュレーション結果では、すべてのリーダー/ライタがキャリアセンス方式だと9チャンネル利用でも、同一チャンネルを複数のリーダー/ライタで共有するため、平均的には連続送信可能時間分、送信遅延が生じる。

Case2のシミュレーション結果では、実質的に6チャンネル(送信CH8、CH14、受信CH7、CH9、CH13、CH15)利用することとなり、送信遅延はほとんど発生しない。

Case3のシミュレーション結果では、競合するリーダー/ライタの台数が実質的に減るため、MS方式の周波数利用効率を維持しつつ、送信遅延を減ずることが可能である。

FM0方式のリーダー/ライタは、Case1では、20台で9チャンネルを使用するのに対して、Case3では、10台で6チャンネルを使用できるため、チャンネル当たりに競合するリーダー/ライタの数が減るためこのような結果となっている。

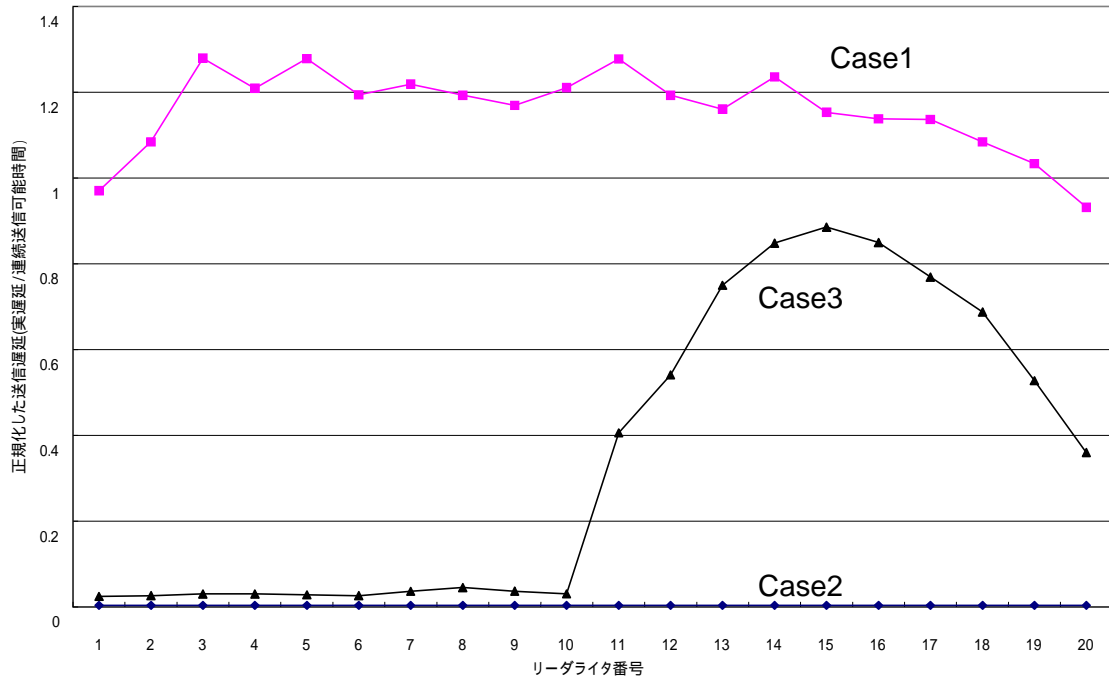


図 6-2.4 シミュレーション結果

(3) 電波暗室での実験結果

電波暗室において、キャリアセンスを行わない MS 方式と FM0 方式のそれぞれについて、2 台のリーダ/ライタを近接設置させて、その読み取り率を測定した。そのシステム条件を表 6.2-2、システム配置を図 6.2-5 に示す。

結果として、MS 方式は、読み取り率 100%を実現でき、FM0 方式は 0%であった。すなわち、キャリアセンスを要さない MS 方式は、近接設置した場合でも問題なく読み取りができることが実証された。

これらの実験結果から、多数のリーダ/ライタを近接して設置する場合、MS方式をキャリアセンスなしで使用すれば、高出力型パッシブタグシステムの性能はより安定したものとなると判断される。

表 6.2-2 実験の条件

	被干渉	与干渉
送信出力	36dBm EIRP	36dBm EIRP
送信アンテナ	右旋円偏波	右旋円偏波
リーダ/ライタ to タグ 速度	40kbps	40kbps
タグ to リーダ/ライタ 速度	50kbps	-
サブキャリア周波数	200kHz	-
タグ符号化	MS/FM0	-
リーダ/ライタ符号化	PIE	PIE (PN9)
プロトコル	EPC GEN2	-

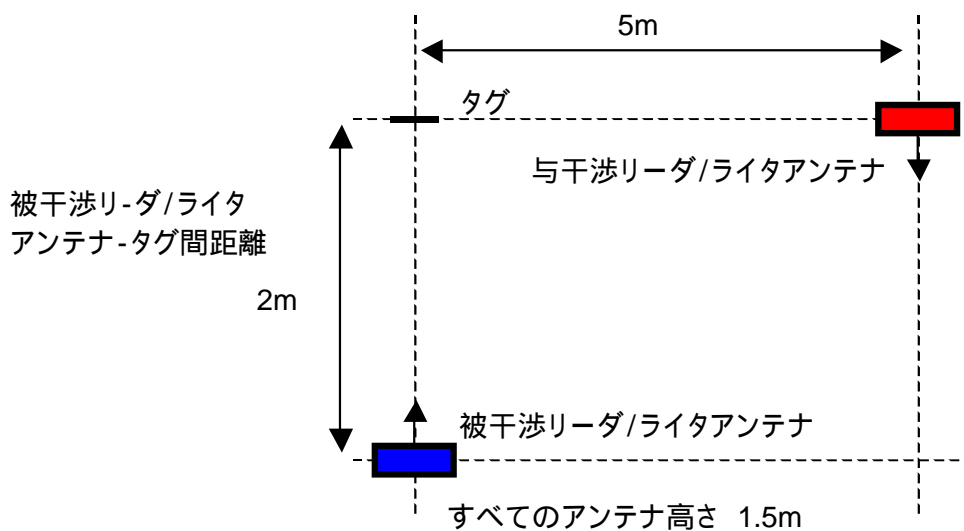


図 6.2-5 リーダ/ライタ装置の配置

6.2.2 高出力型パッシブタグシステムの特定チャネルの決定方法

この節では、キャリアセンスを必要としないMS方式の送信チャネル(特定チャネル)の配置について検討する。

特定チャネルが1つの場合、ゲートが接続するような高密度なシステム環境(図 6.2-6)ではタグ・コンフュージョンが発生しやすい。

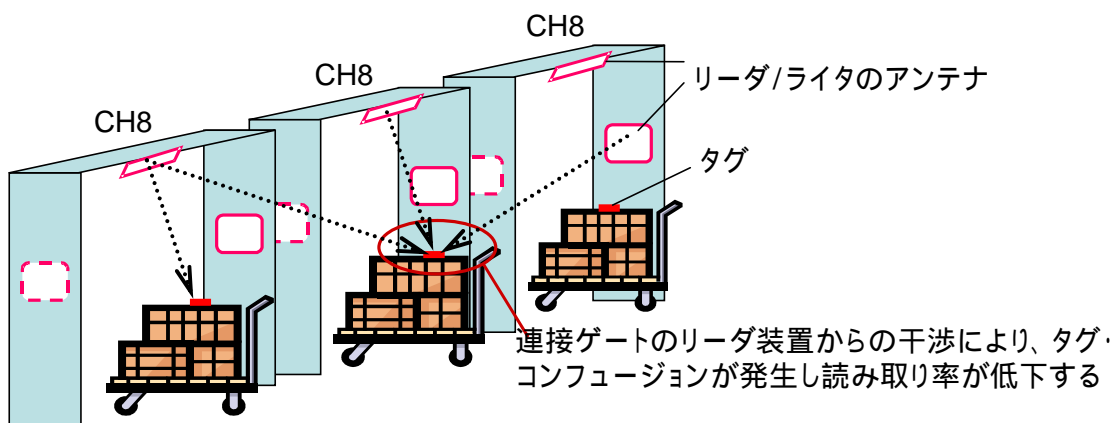


図 6.2-6 特定チャンネルが1つの例

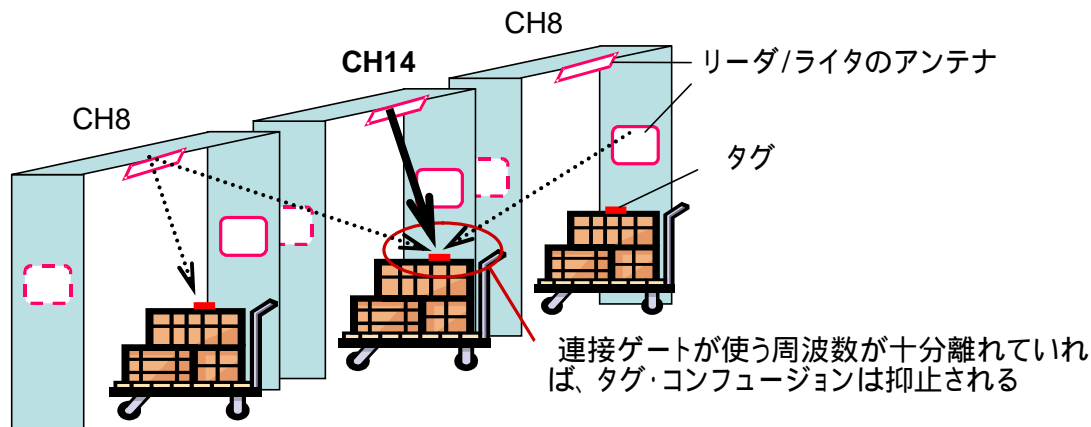


図 6.2-7 特定チャンネルが2つの例

しかし、特定チャンネルが2つの場合、通信に使う周波数と、干渉源の周波数が異なり、タグの CIR 特性が改善するため、タグ・コンフュージョンが抑止されるようなシステム配置が可能となる。

一方、特定チャンネルを3つ設ける場合を想定する。高出力型パッシブタイプのリーダー/ライタは、9チャンネルを使用できるが、この帯域に特定チャンネルを3つ設けた場合、特定チャンネル間は、3チャンネルしか離すことができない。図6.2-9に示すように、チャンネル間が3チャンネル離れている場合においても、タグ・コンフュージョン問題は改善できない。このため、特定チャンネルを3つ設けることに大きな利点はなく、むしろ、使用されている特定チャンネルの組み合わせでタグ・コンフュージョンの発生の可能性が増大し、不安定なシステムとなる可能性があると考えられる。従って、特定チャンネルを2つ設けることが適当である。

以下に CIR 特性を実測した。

< 測定条件 >

被干渉リーダ/ライタチャンネル	1CH (952.2MHz)
被干渉リーダ/ライタ変調方式	DSB-ASK 方式のリーダ/ライタ被干渉
リーダ/ライタ伝送速度	40Kbps/40Kbps 与干渉
リーダ/ライタ変調信号	PN9 連続 及び CW 与干渉
リーダ/ライタ伝送速度	40Kbps

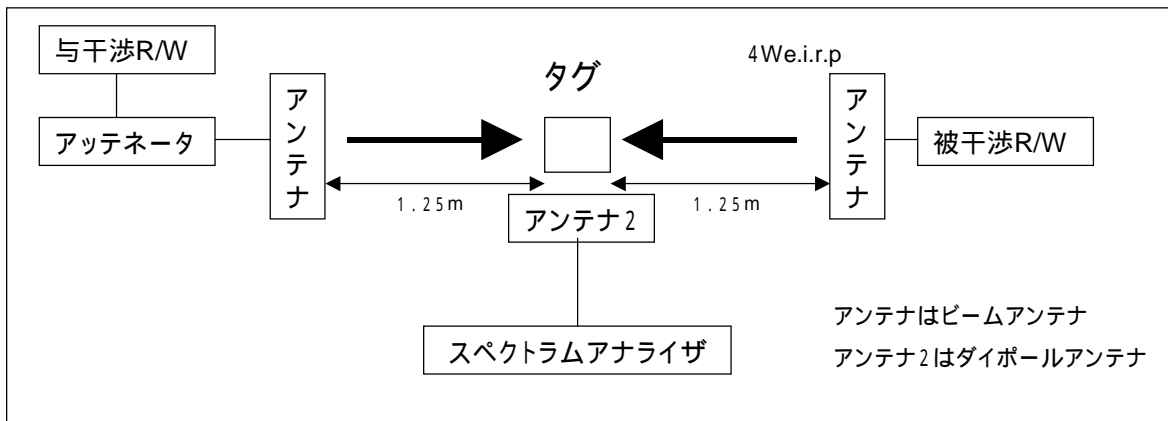


図 6.2-8 測定システム構成

< 測定方法 >

与干渉リーダ/ライタの送信出力を増加させてタグが応答可能な CIR を測定

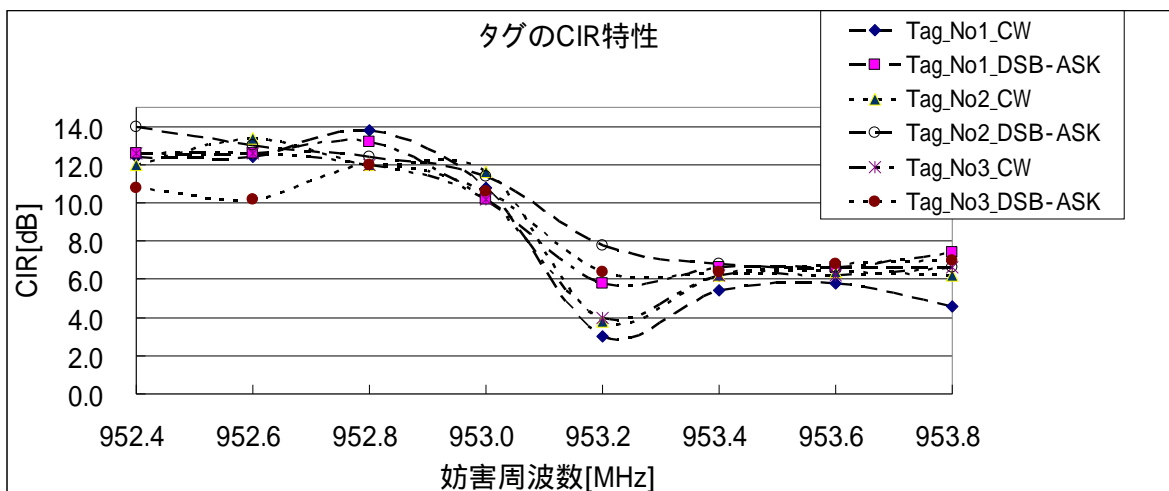
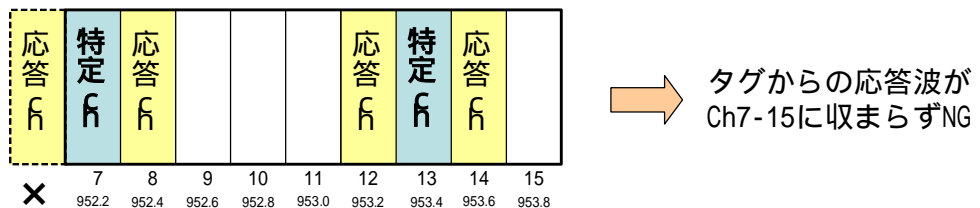


図 6.2-9 測定結果

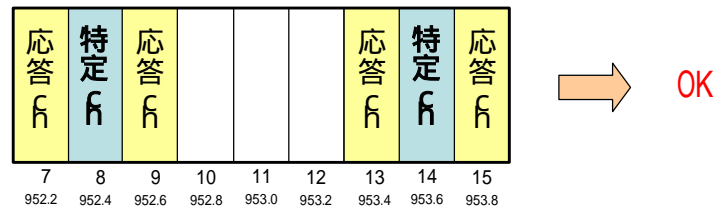
図 6.2-9 に示す測定結果より、タグ・コンフュージョンを緩和するためには、6 チャンネル (1.2MHz) 以上離す必要がある。6 チャンネル離せば、CIR が 12 程度から 7 程度まで改善することがわかる。

したがって、CH7-CH13、CH8-CH14、CH9-CH15 の組み合わせが考えられるが、MS 方式の反射波が帯域内（CH7～CH15）に収まるような配置を考えると CH8-CH14 の組み合わせが適当である。（図 6.2-10）

[特定ch=7,13]



[特定ch=8,14]



[特定ch=9,15]

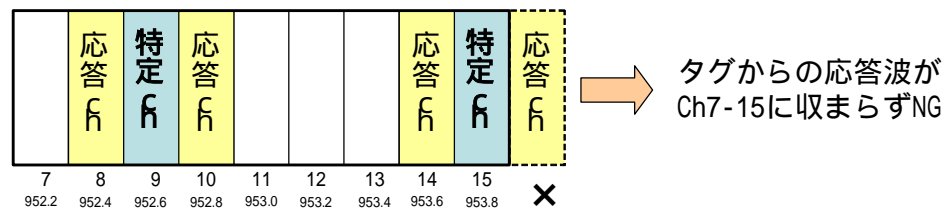


図 6.2-10 チャンネルプラン

6.2.3 低出力型パッシブタグシステムのチャンネルプランの検討

今後、タグに搭載されたメモリの大容量化に伴い、低出力型パッシブタグシステムにおいても高速通信が求められる。想定される活用例として生産ライン管理や産業用機器のメンテナンス情報管理や機材管理が挙げられる。

例えば、生産ライン管理の例では、図6.2-11に示すように、生産ラインにおける作業指示やテスト結果をタグのメモリ（数100～数kbit）に格納する。生産現場のうち、ネットワーク化されていない現場においては、タグのメモリにデータを格納することによって、システム変更に柔軟に対応することが可能となる。ライン上のタグの読み書きには、据え置き型リーダー/ライター（高出力型）が適しているが、ライン以外のタグの読み書きには、ハンディ型リーダー/ライター（低出力型）が適している。効率よく生産ライン管理を行うためには、メモリに格納されているデータを短時間に読み書きする必要がある。

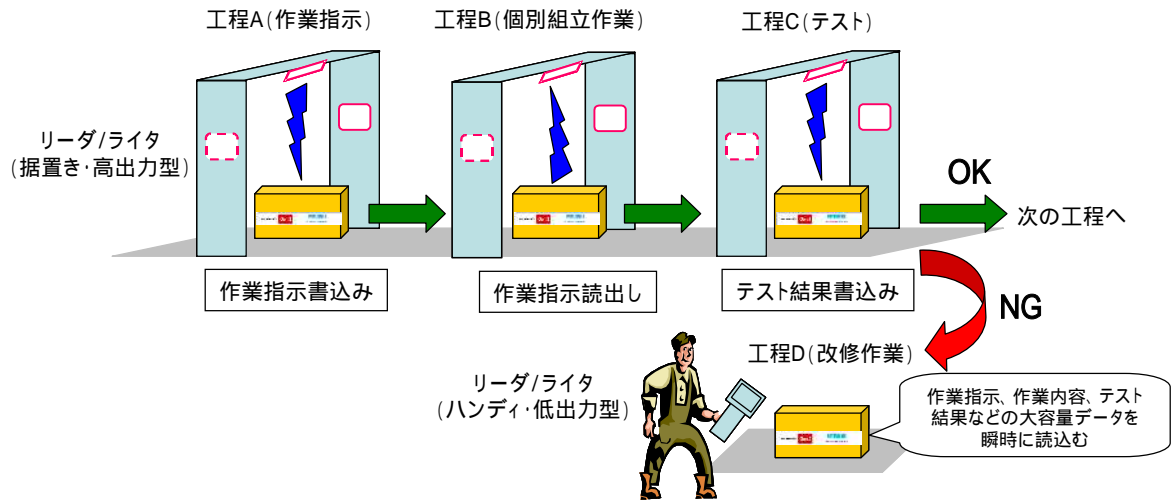


図 6.2-11 生産ライン管理の例

このように、生産ライン管理などでは作業効率の改善のため、大容量メモリの活用が期待されているが、通信の高速化を図り大容量データに短時間にアクセスするために、複数のチャネルを同時に利用する必要がある。

以下の表 6.2-4 に複数のチャネルを同時に利用した場合の効果を示す。

表 6.2-4 複数のチャネルを同時に利用した場合

	サイズ	1 CH のみ	3 CH 束ね	5 CH 束ね
		送受信 40kbps	送受信 160kbps	送受信 160/320kbps
Read	1K ビット	62m 秒	15m 秒	11m 秒
	8K ビット	492m 秒	124m 秒	85m 秒
Write	1K ビット	814m 秒	446m 秒	423m 秒
	8K ビット	6,515m 秒	3,568m 秒	3,381m 秒

計算条件の Read は、1 コマンドあたり、128 ビットの読み出し、Write は、1 コマンドあたり、16 ビットの読み出し、T reply=5m 秒を想定。

ハンディ型リーダ/ライタ（低出力型）を用いて、生産ライン管理などで作業指示、テスト結果のデータを読み書きするためには、送受信に 160kbps 確保する必要があり、3 チャネルまで同時に利用することにより対応が可能である。

したがって、占有周波数帯幅の許容値については、 $(200 \times n)$ kHz (n : 同時に使用する単位チャネル数で 1、2 又は 3) であることが適当である。

6.3 既存局との共用に関する検討

高出力型パッシブタグシステムのMS方式について、CH8、CH14をキャリアセンスを行わずに運用する場合、キャリアセンスを行って同一チャンネルを運用する既存局の運用に影響を与える可能性がある。950MHz帯パッシブタグシステムは、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とされているが、既存局との共用に関する方策として、民間規格等において、使用するチャンネルの優先順位付けを行う等、運用ルールを策定されることが期待される。

6.4 電波防護指針について

電波法施行規則では、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。

高出力型950MHz帯パッシブタグシステムについては、平成16年度情報通信審議会一部答申（諮問第2009号）より、電波防護指針基準値を超える空中線からの距離を算出すると約23～72cmとなり、これらの距離内の場所には、電波法施行規則第21条の3に基づき、容易に人が出入りすることができないような対策が必要となる。

【電波法施行規則第21条の3】

（電波の強度に対する安全施設）

第二十一条の三 無線設備には、当該無線設備から発射される電波の強度（電界強度、磁界強度及び電力束密度をいう。以下同じ。）が別表第二号の三の二に定める値を超える場所（人が通常、集合し、通行し、その他出入りする場所に限る。）に取扱者のほか容易に出入りすることができないように、施設をしなければならない。ただし、次の各号に掲げる無線局の無線設備については、この限りではない。

- 一 平均電力が二〇ミリワット以下の無線局の無線設備
 - 二 移動する無線局の無線設備
 - 三 地震、台風、洪水、津波、雪害、火災、暴動その他非常の事態が発生し、又は発生するおそれがある場合において、臨時に開設する無線局の無線設備
 - 四 前三号に掲げるもののほか、この規定を適用することが不合理であるものとして総務大臣が別に告示する無線局の無線設備
- 2 前項の電波の強度の算出方法及び測定方法については、総務大臣が別に告示する。

低出力型950MHz帯パッシブタグシステムについては、ハンディ型リーダー/ライターを用いた利用が想定されており、平成9年度電気通信技術審議会答申（諮問第89号「電波利用における人体防護の在り方」）における「人体が電磁波に局所的にさらされる場合等の指針」に合致している

これによると、一般環境における利用の際は以下の要件を全て満たさなければならぬ。

- (1) 全身平均 SAR の任意の 6 分間の平均値が 0.08W/kg 以下であること。
- (2) 任意の組織 10g 当たりの局所 SAR (6 分間平均値) が 2W/kg (四肢では 4W/kg) を超えないこと。

低出力型 950MHz 帯パッシブタグシステムの EIRP が 20mW であることを考慮すると、たとえリーダー/ライターからの出力が全て人体に吸収されたとしても基準は満たされている。

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

950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムの技術的条件は、以下のとおりとすることが適当である。

7.1.1 一般的条件

(1) 通信方式

単向通信方式、単信方式、複信方式、半複信方式、同報通信方式

(2) 変調方式

規定しない。

(3) 周波数帯

950.8MHz から 955.8MHz までとする。

(4) 単位チャンネル

単位チャンネルは、中心周波数が 951MHz から 955.6MHz までの 200kHz 間隔の 24 チャンネルとする。

(5) 無線チャンネル

無線チャンネルは、発射する電波の占有周波数帯幅が全て収まるものであり、単位チャンネルを 1、2 又は 3 同時に使用して構成されるものとする。

(6) 空中線電力

1mW 以下とする。ただし、中心周波数が 954.2MHz から 954.8MHz までの単位チャンネルのみにより構成される無線チャンネルを使用する場合は 10mW 以下とする。

(7) 空中線利得

3dBi 以下とする。ただし、等価等方輻射電力が、3dBi の送信空中線に (6) 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。

(8) システム設計条件

ア 無線設備の筐体

筐体は、容易にあけることができない構造であること。ただし、電源設備及び制御装置はこの限りでない。

イ キャリアセンス

- (ア) 無線設備は新たな送信に先立ち、キャリアセンスによる干渉確認を実行した後、送信を開始すること。
- (イ) キャリアセンスは、電波を発射する周波数が含まれる全ての単位チャンネルに対して行い、128 μ s 以上行うものであること。
ただし、空中線電力 1mW を超えて使用する場合には、10ms 以上行うものであること。
- (ウ) キャリアセンスレベルは、電波を発射しようとする周波数が含まれる全ての単位チャンネルにおける受信電力の総和が給電線入力点において -75dBm とし、これを超える場合、送信を行わないものであること。
- (エ) 空中線電力 1mW 以下で使用するものであって、ウ(ウ)に規定する送信時間制御の条件を満たす場合は、キャリアセンスの備付けを要さないこととする。

ウ 送信時間制御

- (ア) キャリアセンス時間 10ms 以上の場合
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。
ただし、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。
なお、上記における再送信は最初に電波を発射してから連続する 1 秒以内に完了することとする。
- (イ) キャリアセンス時間 128 μ s 以上の場合
電波を発射してから送信時間 100ms 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であり、かつ、1 時間当たりの送信時間の総和が 360 秒以下であること。
ただし、最初に電波を発射してから連続する 100ms 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。
なお、上記における再送信は最初に電波を発射してから連続する 100ms 以内に完了することとする。

(ウ) キャリアセンスを行わない場合

電波を発射してから送信時間 100ms 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であり、かつ、1 時間当たりの送信時間の総和が 3.6 秒以下であること。

ただし、最初に電波を発射してから連続する 100ms 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。

なお、上記における再送信は最初に電波を発射してから連続する 100ms 以内に完了することとする。

(9) 混信防止機能

通信の相手方を識別するための符号(識別符号)を自動的に送信し、又は受信するものであること。

(10) 端末設備内において電波を使用する端末設備

ア 端末設備を構成する一の部分と他の部分相互間において電波を使用するものは、48 ビット以上の識別符号を有すること。

イ 特定の場合を除き、使用する電波の空き状態について判定を行い、空き状態の時のみ通信路を設定するものであること。

7.1.2 技術的条件

(1) 送信装置

ア 無線チャンネルマスク

無線チャンネルの周波数帯幅は $(200 \times n)$ kHz とし、無線チャンネル端において 20dBc 低下させ-20dBm 以下とし、空中線電力 1mW を超えて使用する場合には-10dBm 以下であること。また、隣接する単位チャンネル内に放射される電力は-26dBm 以下とし、空中線電力 1mW を超えて使用する場合には-18dBm 以下であること。(n: 同時に使用する単位チャンネル数で 1、2 又は 3)

イ 周波数の許容偏差

$\pm 20 \times 10^{-6}$ 以内であること。(ただし指定周波数帯による場合は規定しない。)

ウ 占有周波数帯幅の許容値

$(200 \times n)$ kHz 以下であること。(n: 同時に使用する単位チャンネル数で 1、2 又は 3)

エ 空中線電力の許容偏差

上限 20%、下限 80%以内であること。

オ 不要発射の強度の許容値

給電線に供給される不要発射の強度の許容値は、次の表 1 で定めるとおりであること。

表 1 不要発射の強度の許容値（給電線入力点）

周波数帯	不要発射の強度の許容値 (平均電力)	参照 帯域幅
1GHz 以下 (710 MHz 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

カ 筐体輻射

等価等方輻射電力が、不要発射の強度の許容値を等価等方輻射電力に換算した値以下であること。

(2) 受信装置

副次的に発する電波等の限度については、1GHz 以下 (710MHz を超え 960MHz 以下を除く。) 及び 950MHz を超え 956MHz 以下は-54dBm/100kHz 以下、1GHz を超えるもの (1884.5 MHz を超え 1919.6MHz 以下を除く。) は -47dBm/MHz 以下、それ以外の周波数においては不要発射の強度の許容値であること。

7.1.3 測定法

(1) 占有周波数帯幅

標準符号化試験信号を入力信号として加えたときに得られるスペクトル分布の全電力をスペクトラムアナライザ等を用いて、給電線入力点において測定し、スペクトル分布の上限及び下限部分における電力の和が、それぞれ全電力の0.5%となる周波数幅を測定すること。

ただし、空中線端子がない場合においては、測定のために一時的に測定用端子を設けて同様に測定すること。

(2) 送信装置の空中線電力

平均電力で規定されている電波型式の測定は平均電力を、尖頭電力で規定されている電波型式の測定は尖頭電力を、給電線入力点において測定すること。連続送信波によって測定することが望ましいが、バースト波にて測定する場合は、バースト繰り返し周期よりも十分長い区間における平均電力を求め、送信時間率の逆数を乗じて平均電力を求めることが適当である。また、尖頭電力を測定する場合は尖頭電力計等を用いること。

ただし、空中線端子がない場合においては、測定のために一時的に測定用端子を設けて同様に測定すること。なお、測定用の端子が空中線給電点と異なる場合は、損失等を補正する。

(3) 送信装置の不要発射の強度

標準符号化試験信号を入力信号として加えたときのスプリアス成分の平均電力(バースト波にあっては、バースト内の平均電力)を、スペクトルアナライザ等を用いて、給電線入力点において測定すること。この場合、スペクトルアナライザ等の分解能帯域幅は、技術的条件で定められた参照帯域幅に設定すること。ただし、精度を高めるため、分解能帯域幅を狭くして測定してもよく、この場合、不要発射の強度は、分解能帯域幅ごとの測定結果を参照帯域幅に渡り積分した値とする。

ただし、空中線端子がない場合においては、測定のために一時的に測定用端子を設けて同様に測定すること。なお、測定用の端子が空中線給電点と異なる場合は、損失等を補正する。

(4) 隣接チャネル漏洩電力

標準符号化試験信号を入力信号として加えた変調状態とし、規定の隣接する単位チャネル内の漏洩電力を、スペクトラムアナライザ等を用いて給電線入力点において測定する。なお、バースト波にあってはバースト内の平均電力を求めること。

ただし、空中線端子がない場合においては、測定のために一時的に測定用

端子を設けて同様に測定すること。なお、測定用の端子が空中線給電点と異なる場合は、損失等を補正する。

(5) 受信装置の副次的に発射する電波等の限度

スペクトルアナライザ等を用いて、給電線入力点において測定すること。この場合、スペクトルアナライザ等の分解能帯域幅は、技術的条件で定められた参照帯域幅に設定すること。ただし、精度を高めるため、分解能帯域幅を狭くして測定してもよく、この場合、スプリアス領域発射の強度は、分解能帯域幅ごとの測定結果を参照帯域幅に渡り積分した値とする。

ただし、空中線端子がない場合においては、測定のために一時的に測定用端子を設けて同様に測定すること。なお、測定用の端子が空中線給電点と異なる場合は、損失等を補正する。

(6) 送信時間制御

スペクトルアナライザの中心周波数を試験周波数に設定し掃引周波数幅を0Hz(ゼロスパン)として測定する。送信時間が規定の送信時間以下であること及び送信休止時間が規定の送信休止時間以上であることを測定する。測定時間精度を高める場合はスペクトルアナライザのビデオトリガ機能等を使用し、送信時間と送信休止時間の掃引時間を適切な値に設定すること。

ただし、空中線端子がない場合においては、測定のために一時的に測定用端子を設けて同様に測定すること。

(7) キャリアセンス

ア 標準信号発生器から規定の電力を連続的に加え、スペクトルアナライザ等により送信しないことを確認する。

イ 上記の標準信号発生器の出力を断にして送信を開始するまでの時間が、規定の必須キャリアセンス時間以上であることを確認する。

ウ また、標準信号発生器の出力断の時間が規定の必須キャリアセンス時間未満の場合は送信しないことを確認する。

なお、送信周波数として複数の単位チャンネルを使用する場合は、無線チャンネル内の任意の周波数において動作することを確認すること。

また、イにおいては、標準信号発生器の出力時間を送信時間程度、標準信号発生器の出力断の時間を送信休止時間程度に設定した無変調波の繰り返しパルス信号等を用いることができる。また、ウにおいては、標準信号発生器の出力時間を送信時間程度、標準信号発生器の出力断時間を必須キャリアセンス時間未満に設定した無変調の繰り返しパルス信号を用いることができる。

(8) 筐体輻射

測定距離3mの電波暗室又は地面反射波を抑圧したオープンサイト若しくはそれらのテストサイトにおいて供試機器と同型式の機器を使用して校正された RF 結合器を用い、その他の条件は(3)と同様にして測定すること。

この場合、テストサイトの測定用空中線は、指向性のものを用いること。また、被測定対象機器の大きさが 60cm を超える場合は、測定距離をその 5 倍以上として測定すること。

7.2 高出力型 950MHz 帯パッシブタグシステム

移動体識別システム（UHF 帯電子タグシステム）のうち、高出力型 950MHz 帯パッシブタグシステムの技術的条件は、以下のとおりとすることが適当である。

7.2.1 一般的条件

(1) 変調方式

振幅変調のうち両側波帯若しくは単側波帯を使用するもの、角度変調及び無変調又はこれらの複合方式であること。

(2) 周波数帯

952MHz から 954MHz までとする。

(3) 単位チャンネル

単位チャンネルは、中心周波数が 952.2MHz から 953.8MHz までの 200kHz 間隔の 9 チャンネルとする。

(4) 無線チャンネル

無線チャンネルは、発射する電波の占有周波数帯幅が全て収まるものであり、単位チャンネルを 1 又は 2 以上同時に使用して構成されるものとする。

(5) 空中線電力

1W 以下とする。

(6) 空中線利得

6dBi 以下とする。ただし、等価等方輻射電力が、6dBi の送信空中線に 1W 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。

(7) 応答器からの受信

応答器（送受信装置から独立した応答のための装置であって、送信設備が発射する搬送波の電力のみを送信電力として、同一周波数帯の電波として発射するものをいう。）からの電波を受信できること。

(8) システム設計条件

ア 無線設備の筐体

無線設備の筐体は、容易に開けることができない構造であること。

イ 送信時間制御

電波を発射してから送信時間 4 秒以内にその電波の発射を停止し、かつ、送信休止時間 50ms を経過した後でなければその後送信を行わないものであること。ただし、中心周波数が 952.4MHz 及び 953.6MHz の単位チャンネルのみを使用し、キャリアセンスを行わずに送信する場合は、送信時間制御を要しないこととする。

ウ キャリアセンス

(ア) 無線設備は新たな送信に先立ち、キャリアセンスによる干渉確認を実行した後、送信を開始すること。ただし、中心周波数が 952.4MHz 及び 953.6MHz の単位チャンネルのみを使用する場合は、キャリアセンスを要しないこととする。

(イ) キャリアセンスは、電波を発射する周波数が含まれる全ての単位チャンネルに対して行い、5ms 以上行うものであること。

(ウ) キャリアセンスレベルは、電波を発射しようとする周波数が含まれる全ての単位チャンネルにおける受信電力の総和が給電線入力点において -74dBm とし、これを超える場合、送信を行わないものであること。

(9) 電波防護指針への適合

安全施設を設けるなど、電波防護指針に適合するものであること。

7.2.2 技術的条件

(1) 送信装置

ア 無線チャンネルマスク

無線チャンネルの周波数帯幅は $(200 \times n)$ kHz とし、無線チャンネル端において 20dBc 低下させ 10dBm 以下であること。また、隣接する単位チャンネル内に放射される電力は 0.5dBm 以下であること。(n: 同時に使用する単位チャンネル数で 1 から 9 までの自然数)

イ 周波数の許容偏差

$\pm 20 \times 10^{-6}$ 以内であること。(ただし指定周波数帯による場合は規定しない。)

ウ 占有周波数帯幅の許容値

$(200 \times n)$ kHz 以下であること。(n: 同時に使用する単位チャンネル数で 1 から 9 までの自然数)

エ 空中線電力の許容偏差

上限 20%、下限 80%以内であること。

オ 不要発射の強度の許容値

給電線に供給される不要発射の強度の許容値は、次の表 2 で定めるとおりであること。

表 2 不要発射の強度の許容値（給電線入力点）

周波数帯	不要発射の強度の許容値 (平均電力)	参照 帯域幅
1GHz 以下 (715 MHz を超え 960MHz 以下を除く。)	-36dBm	100kHz
715MHz を超え 945MHz 以下	-61dBm	1MHz
945MHz を超え 950MHz 以下	-61dBm	100kHz
950MHz を超え 952MHz 以下	-39dBm	100kHz
952MHz を超え 954MHz 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。)	-29dBm	100kHz
954MHz を超え 956MHz 以下	-39dBm	100kHz
956MHz を超え 960MHz 以下	-61dBm	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	-61dBm	1MHz

カ 筐体輻射

等価等方輻射電力が、不要発射の強度の許容値を等価等方輻射電力に換算した値以下であること。

(2) 受信装置

副次的に発する電波等の限度については、1GHz 以下 (715MHz を超え 960MHz 以下を除く。) 及び 950MHz を超え 956MHz 以下は-54dBm/100kHz 以下、1GHz を超えるもの (1884.5 MHz を超え 1919.6MHz 以下を除く。) は -47dBm/MHz 以下、それ以外の周波数においては不要発射の強度の許容値であること。

7.2.3 測定法

(1) 占有周波数帯幅

標準符号化試験信号を入力信号として加えたときに得られるスペクトル分布の全電力をスペクトラムアナライザ等を用いて、給電線入力点において測定し、スペクトル分布の上限及び下限部分における電力の和が、それぞれ全電力の0.5%となる周波数幅を測定すること。

(2) 送信装置の空中線電力

平均電力で規定されている電波型式の測定は平均電力を、尖頭電力で規定されている電波型式の測定は尖頭電力を、給電線入力点において測定すること。連続送信波によって測定することが望ましいが、パースト波にて測定する場合は、パースト繰り返し周期よりも十分長い区間における平均電力を求め、送信時間率の逆数を乗じて平均電力を求めることが適当である。また、尖頭電力を測定する場合は尖頭電力計等を用いること。

(3) 送信装置の不要発射の強度

標準符号化試験信号を入力信号として加えたときのスプリアス成分の平均電力(パースト波にあっては、パースト内の平均電力)を、スペクトルアナライザ等を用いて、給電線入力点において測定すること。この場合、スペクトルアナライザ等の分解能帯域幅は、技術的条件で定められた参照帯域幅に設定すること。ただし、精度を高めるため、分解能帯域幅を狭くして測定してもよく、この場合、スプリアス領域発射の強度は、分解能帯域幅ごとの測定結果を参照帯域幅に渡り積分した値とする。

(4) 隣接チャネル漏洩電力

標準符号化試験信号を入力信号として加えた変調状態とし、規定の隣接する単位チャネル内の漏洩電力を、スペクトラムアナライザ等を用いて測定する。なお、パースト波にあってはパースト内の平均電力を求めること。

(5) 受信装置の副次的に発射する電波等の限度

スペクトルアナライザ等を用いて、給電線入力点において測定すること。この場合、スペクトルアナライザ等の分解能帯域幅は、技術的条件で定められた参照帯域幅に設定すること。ただし、精度を高めるため、分解能帯域幅を狭くして測定してもよく、この場合、不要発射の強度は、分解能帯域幅ごとの測定結果を参照帯域幅に渡り積分した値とする。

(6) 送信時間制御

スペクトルアナライザの中心周波数を試験周波数に設定し掃引周波数幅を

0Hz（ゼロスパン）として測定する。送信時間が規定の送信時間以下であること及び送信休止時間が規定の送信休止時間以上であることを測定する。測定時間精度を高める場合はスペクトルアナライザのビデオトリガ機能等を使用し、送信時間と送信休止時間の掃引時間を適切な値に設定すること。

（ 7 ） キャリアセンス

ア 標準信号発生器から規定の電力を連続的に加え、スペクトルアナライザ等により送信しないことを確認する。

イ 上記の標準信号発生器の出力を断にして送信を開始するまでの時間が、規定の必須キャリアセンス時間以上であることを確認する。

ウ また、標準信号発生器の出力断の時間が規定の必須キャリアセンス時間未満の場合は送信しないことを確認する。

なお、送信周波数として複数の単位チャンネルを使用する場合は、無線チャンネル内の任意の周波数において動作することを確認すること。

また、イにおいては、標準信号発生器の出力時間を送信時間程度、標準信号発生器の出力断の時間を送信休止時間程度に設定した無変調波の繰り返しパルス信号等を用いることができる。また、ウにおいては、標準信号発生器の出力時間を送信時間程度、標準信号発生器の出力断時間を必須キャリアセンス時間未満に設定した無変調の繰り返しパルス信号を用いることができる。

（ 8 ） 筐体輻射

測定距離 3m の電波暗室又は地面反射波を抑圧したオープンサイト若しくはそれらのテストサイトにおいて供試機器と同型式の機器を使用して校正された RF 結合器を用い、その他の条件は(3)と同様にして測定すること。

この場合、テストサイトの測定用空中線は、指向性のものを用いること。また、被測定対象機器の大きさが 60cm を超える場合は、測定距離をその 5 倍以上として測定すること。

7.3 低出力型 950MHz 帯パッシブタグシステム

移動体識別システム（UHF 帯電子タグシステム）のうち、低出力型 950MHz 帯パッシブタグシステムの技術的条件は、以下のとおりとすることが適当である。

7.3.1 一般的条件

(1) 変調方式

振幅変調のうち両側波帯若しくは単側波帯を使用するもの、角度変調及び無変調又はこれらの複合方式であること。

(2) 周波数帯

952MHz から 955MHz までとする。

(3) 単位チャンネル

単位チャンネルは、中心周波数が 952.2MHz から 954.8MHz までの 200kHz 間隔の 14 チャンネルとする。

(4) 無線チャンネル

無線チャンネルは、発射する電波の占有周波数帯幅が全て収まるものであり、単位チャンネルを 1、2 又は 3 同時に使用して構成されるものとする。

(5) 空中線電力

10mW 以下とする。

(6) 空中線利得

3dBi 以下とする。ただし、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。

(7) 応答器からの受信

応答器（送受信装置から独立した応答のための装置であって、送信設備が発射する搬送波の電力のみを送信電力として、同一周波数帯の電波として発射するものをいう。）からの電波を受信できること。

(8) システム設計条件

ア 無線設備の筐体

筐体は、容易にあけることができない構造であること。ただし、電源設備及び制御装置はこの限りでない。

イ 送信時間制御

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、かつ、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であること。

ウ キャリアセンス

(ア) 無線設備は新たな送信に先立ち、キャリアセンスによる干渉確認を実行した後、送信を開始すること。

(イ) キャリアセンスは、電波を発射する周波数に含まれる全ての単位チャンネルに対して行い、10ms 以上行うものであること。

(ウ) キャリアセンスレベルは、電波を発射しようとする周波数が含まれる全ての単位チャンネルにおける受信電力の総和が給電線入力点において -64dBm とし、これを超える場合、送信を行わないものであること。

7.3.2 技術的条件

(1) 送信装置

ア 無線チャンネルマスク

無線チャンネルの周波数帯幅は $(200 \times n)$ kHz とし、無線チャンネル端において 20dBc 低下させ -10dBm 以下であること。また、隣接する単位チャンネル内に放射される電力は -18dBm 以下であること。(n: 同時に使用する単位チャンネル数で 1、2 又は 3)

イ 周波数の許容偏差

$\pm 20 \times 10^{-6}$ 以内であること。(ただし指定周波数帯による場合は規定しない。)

ウ 占有周波数帯幅の許容値

$(200 \times n)$ kHz 以下であること。(n: 同時に使用する単位チャンネル数で 1、2 又は 3)

エ 空中線電力の許容偏差

上限 20%、下限 80%以内であること。

オ 不要発射の強度の許容値

給電線に供給される不要発射の強度の許容値は、次の表 3 で定めるとおりであること。

表3 不要発射の強度の許容値（給電線入力点）

周波数帯	不要発射の強度の許容値 (平均電力)	参照帯域幅
1GHz 以下 (715 MHz を超え 960MHz 以下を除く。)	-36dBm	100kHz
715MHz を超え 945MHz 以下	-61dBm	1MHz
945MHz を超え 950MHz 以下	-61dBm	100kHz
950MHz を超え 956MHz 以下 (無線チャン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ンネル数。)	-39dBm	100kHz
956MHz を超え 960MHz 以下	-61dBm	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	-61dBm	1MHz

カ 筐体輻射

等価等方輻射電力が、不要発射の強度の許容値を等価等方輻射電力に換算した値以下であること。

(2) 受信装置

副次的に発する電波等の限度については、1GHz 以下（715MHz を超え 960MHz 以下を除く。）及び 950MHz を超え 956MHz 以下は-54dBm/100kHz 以下、1GHz を超えるもの（1884.5 MHz を超え 1919.6MHz 以下を除く。）は -47dBm/MHz 以下、それ以外の周波数においては不要発射の強度の許容値であること。

7.3.3 測定法

高出力型 950MHz 帯パッシブタグシステムの技術的条件の規定を適用すること。

第8章 将来の検討課題

移動体識別システムは、今後物流分野における利用の拡大が期待され、とりわけ950MHz帯アクティブ系小電力無線システムについては、業務用アプリケーションのみならず、家庭内における個人の利用等も想定されるため、今後著しく増加することも想定される。

950MHz帯電子タグシステムは、他システムからの有害な混信を容認しなければならない条件の下で運用することとされているものの、普及状況によっては、密集する地域において良好な通信状況が十分に確保されないことも考えられる。

このような状況に鑑み、将来的な我が国の950MHz帯の周波数割当ての見直し状況によっては、950MHz帯アクティブ系小電力無線システム及びパッシブタグシステムの普及状況も考慮した上で、新たな周波数割当ての検討を行うことが望まれる。

審議結果

「小電力の無線システムの高度化に必要な技術的条件」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」及び「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 帯パッシブタグシステムの高度化に必要な技術的条件」について検討を行い、別添の通り、「950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムの技術的条件」、「高出力型 950MHz 帯パッシブタグシステムの技術的条件」及び「低出力型 950MHz 帯パッシブタグシステムの技術的条件」について一部答申(案)をとりまとめた。

参 考 资 料

参考資料 目次

	ページ
参考資料 1 950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムの普及台数予測 及び同時送信台数計算	81
参考資料 2 950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムの通信距離の検討	88
参考資料 3 950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムから PDC 基地局への干渉検討	90
参考資料 4 950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムから IMT-2000 移動機への干渉検討	93
参考資料 5 950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムから STL への干渉検討	97
参考資料 6 950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムから PHS への干渉検討	99
参考資料 7 950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムと パッシブタグシステムとの共用検討	101
参考資料 8 950MHz 帯アクティブ系小電力無線システム間の共用検討 . . .	103

950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムの普及台数予測及び 同時送信台数計算

950MHz 帯で利用されるアクティブ系小電力無線システムのうち、短距離無線通信システムについては、株式会社 ESP 総研がまとめた市場調査資料『2006 年「センサネット」先端&有望市場（ビジネス）探索総調査』（以下、ESP 総研資料という。）をベースに、予測値を仮定し、普及予測を算定した。

なお、本普及予測値は最大普及した際でも電波干渉上、共用に問題がないかを検討するための値として利用するために算出されたものである。

1 短距離無線通信システムの利用が想定される利用アプリケーション

ESP 総研資料では、短距離無線通信システムの利用が想定されるアプリケーションとして、以下の 8 分野 26 アプリケーションにまとめている。

防犯・セキュリティ（安全・安心）

- 1-1 ホームセキュリティ（新築組込）
- 1-2 ホームセキュリティ（既築設置）
- 1-3 子供の動態把握
- 1-4 カーセキュリティ
- 1-5 自動車の運転支援
- 1-6 浴室ホームオートメーション

食・農業

- 2-1 農作物監視
- 2-2 ビニールハウスの自動化
- 2-3 調理施設での温度管理
- 2-4 食品工場
- 2-5 家畜の温度管理

環境保全

- 3-1 大気計測

ロボット/事務・業務

- 4-1 ガス自動検針
- 4-2 家庭用ロボット

医療・福祉

- 5-1 高齢者の動態把握
- 5-2 在宅健康管理
- 5-3 病院・看護師管理

施設管理

- 6-1 ホームオートメーション：空調管理・照明管理

- 6-2 大規模建造物の省エネ
- 6-3 工場の省エネ
- 構造物管理
- 7-1 工場の工程管理
- 7-2 構造物の損傷管理
- 7-3 橋梁の損傷管理
- 7-4 遊園地・テーマパークの遊具管理
- 物流・マーケティング
- 8-1 トラックの位置情報
- 8-2 冷凍自動車の温度管理

上述の8分野26アプリケーション以外にもさまざまな利用シーンを考えることができるが、ここでは代表例として、上述の8分野26アプリケーションでほぼ市場を網羅していると仮定して、普及予測の算定を行った。アプリケーション毎の市場分類は表 参 1-1 のとおりである。

表 参 1-1 アプリケーション毎の市場分類

家庭市場	大型構造物市場	その他
1-1、1-2、1-3、1-4、1-5、1-6		
	2-3、2-4	2-1、2-2、2-5
		3-1
4-1、4-2		
5-1、5-2	5-3	
6-1	6-2、6-3	
	7-1、7-2、7-3、7-4	
		8-1、8-2

2 短距離無線通信システムの普及台数予測計算

ESP 総研資料では、26 アプリケーションごとに、2004 年と 2008 年におけるシステム数の普及をそれぞれ予測している。また、各アプリケーションの普及に対する有望度も3段階で予測している。

例えば、「防犯・セキュリティ」分野では、システム数の普及予測と有望度は表 参 1-2 のようになっている。

表 参 1-2 「防犯・セキュリティ分野」のシステム数普及予測

	アプリケーション	システム数		有望度
		2004 年	2008 年	
1-1	ホームセキュリティ（新築組込）	25,000	95,000	
1-2	ホームセキュリティ（既築設置）	500,000	1,200,000	
1-3	子供の動態把握	273,000	716,000	

1-4	カーセキュリティ	100,000	180,000	
1-5	自動車運転支援	1,500	2,200	
1-6	浴室ホームオートメーション	1,200	2,200	
	小計	900,700	2,195,400	

この普及予測をベースに、

- システムあたりの平均台数
- 950MHz 帯短距離無線通信システムが占める普及割合
- 2008 年から 2012 年にかけての成長率、および、2012 年から 2020 年にかけての成長率

をそれぞれ仮定し、最終的に「2020 年の総台数」を予測する。

「システムあたりの平均台数」は、各アプリケーションの特徴を踏まえて平均的な台数を仮定した。

なお「950MHz 帯短距離無線通信システムが占める普及割合」は、各分野アプリケーションの特性及び 950MHz 帯の特徴を考慮して、表 参 1-3 のように仮定した。アプリケーションによってはアクティブタグシステムで実現した方がよいものや、ZigBee で実現した方がよいもの、又は WiFi や Bluetooth で実現すべきものも含まれている。ここで仮定した割合は、それらのシステムも含めた全てのシステムにおいて 950MHz 帯短距離無線通信システムが占める普及の割合を示している。

表 参 1-3 950MHz 帯短距離無線通信システムが占める普及割合

分野・アプリケーション	普及割合	コメント
ホームセキュリティ	40%	プライバシー面では到達性の低い 2.4GHz 帯が良いが、電子レンジや無線 LAN などとの干渉が懸念されるため、950MHz 帯が期待される。
子供・高齢者の動態把握	45%	2.4GHz 帯が先行しているが、到達性の面で 950MHz 帯が期待される。
屋外モニタリング	55%	測定ポイント間距離が長いので、通信距離の長い 950MHz 帯がやや適している。
工場管理	70%	設置場所周辺に障害物が多く、到達性の高い 950MHz 帯が適している。
メータ自動検針	80%	設置場所周辺に障害物が多く、到達性の高い 950MHz 帯が適している。
病院	70%	安全面から、信頼性の高い 950MHz 帯が適している。
構造物管理	30%	振動データなどデータ量が多いものは伝送

		レートの高い 2.4GHz 帯が良いが、設置間隔の広いものは通信距離の長い 950MHz 帯が期待される。
--	--	---

「2008 年から 2012 年にかけての成長率、および、2012 年から 2020 年にかけての成長率」は、ESP 総研資料の「有望度」を基に仮定した。2008 年から 2012 年にかけては成長期になると仮定し、有望度が高い場合、2008 年から 2012 年にかけての成長率は、2004 年から 2008 年の成長率の 1.5 倍の成長率とした。有望度が中程度の場合は 1.2 倍、有望度が低い場合でも 1 倍の成長率を保つとした。また、2012 年から 2020 年にかけては市場の成熟期に入ると予想されるが、最大普及予測をするという観点から、この期間も 2004 年から 2008 年の成長率と同程度を保つと仮定した。したがって、一般的な予測よりは高い成長率を仮定しているといえる。

上述の仮定を含めて「防犯・セキュリティ」分野の総ノード数を算定すると表 参 1-4 のようになる。

表 参 1-4 「防犯・セキュリティ分野」の総ノード数普及予測

	アプリケーション	年	システム数	平均ノード数	950MHz 帯の割合	ノード総数
1-1	ホームセキュリティ (新築組込)	2008 年	95,000	4	5%	19,000
		2012 年	541,500	6	20%	649,800
		2020 年	2,057,700	8	40%	6,584,640
1-2	ホームセキュリティ (既築設置)	2008 年	1,200,000	4	5%	240,000
		2012 年	4,320,000	6	20%	5,184,000
		2020 年	10,368,000	8	40%	33,177,600
1-3	子供の動態把握	2008 年	716,000	2	5%	71,600
		2012 年	2,253,433	3	20%	1,352,060
		2020 年	5,910,103	4	45%	10,638,185
1-4	カーセキュリティ	2008 年	180,000	3	1%	5,400
		2012 年	388,800	3	3%	34,992
		2020 年	699,840	3	5%	104,976
1-5	自動車運転支援	2008 年	2,200	3	0%	0
		2012 年	3,227	3	1%	97
		2020 年	4,732	3	1%	142
1-6	浴室ホームオートメーション	2008 年	2,200	2	5%	220
		2012 年	4,033	3	20%	2,420

		2020年	7,394	3	40%	8,873
	小計	2008年	2,195,400			336,220
		2012年	7,510,993			7,223,369
		2020年	19,047,769			50,514,416

同様に、他の分野でも2020年の総ノード数を算定すると、市場全体のノード数の普及予測は表 参 1-5 になる。2020年にノード数が市場に飽和すると仮定すると、総数は約1億台と算出される。

表 参 1-5 市場全体の総ノード数普及予測

分野	2008年		2012年		2020年	
	システム数	ノード数	システム数	ノード数	システム数	ノード数
防犯・セキュリティ	2,195,400	336,220	7,510,993	7,223,369	19,047,769	50,514,416
食・農業	7,560	2,433	15,688	101,603	30,390	1,418,898
環境保全	50	0	100	0	167	0
ロボット/事務・業務	1,581,350	79,014	1,679,713	671,136	1,784,454	1,425,224
医療・福祉	731,008	73,108	2,130,369	1,278,358	4,208,153	15,034,841
施設制御	110,000	154,000	377,775	4,665,600	1,136,194	51,273,675
構造物管理	1,703	766	2,960	4,745	5,617	45,440
物流・マーケティング	930	70	1,517	420	2,364	1,418
市場全体	4,628,001	645,610	11,719,116	13,945,230	26,215,108	119,713,912

1で分類した「家庭市場」と「大型構造物市場」に分けて、各アプリケーションの総ノード数を合計すると、表 参 1-6 のようになる。ここで、市場全体には「家庭市場」と「大型構造物市場」のどちらにも含まれないアプリケーションも存在するため、表 参 1-6 の二つの分野の合計ノード数は、表 参 1-5 の市場全体のノード数より少なくなる。

表 参 1-6 市場全体の総ノード数普及予測
(「家庭市場」と「大型構造物市場」に分けた場合)

分野	2008年		2012年		2020年	
	システム数	ノード数	システム数	ノード数	システム数	ノード数
家庭市場	4,555,750	512,334	11,407,463	9,518,319	25,169,958	68,010,525
大型構造物市場	64,661	131,249	295,772	4,333,439	1,014,366	50,312,996

3 短距離無線通信システムの同時送信台数

表 参 1-6 の普及予測を基に、東京都において最も人口密度の高い中野区本町地区をモデルとして、短距離無線通信システムの同時送信台数の算出を行った(表 参 1-7)。

表 参 1-7 短距離無線通信システムの同時送信台数予測

<家庭市場>

日本の総世帯数	48,227,000	世帯	日本統計年鑑より
日本の家庭の総ノード数(2020年)	68,010,525	台	最大予測ケースより
世帯数当りのノード数(2020年)	1.41	台/世帯	÷
中野区の世帯密度(最密集地)	14,886	世帯/km ²	中野区本町地区2006年7月1日現在(中野区HPデータより計算)
中野区のノード密度(最密集地)	20,992	台/km ²	×
1ノード当りの送信頻度	0.979	回/分	
1回当りの送信時間	0.011	秒/回	1
時間率	0.017	%	×
平均台数	3.632	台/km ²	×
標準偏差	1.906		($\times \times (1 -)$) 二項分布
閾値(平均+2.33884)	8.089	台/km ²	2.33884 :正規分布における99%値

<大型建造物市場>

1システム当りのノード数(2020年)	29.76	台/システム	普及率60%と想定
中野区本町地区の大型建造物	150	件	中野区本町地区の地図よりカウント
中野区本町地区の大型建造物密度	139	件/km ²	中野区本町地区面積 1.076km ² 2006年7月1日現在(中野区HPデータより計算)
中野区本町地区の大型建造物ノード密度	4,149	台/km ²	×
1ノード当りの送信頻度	1	回/分	
1回当りの送信時間	0.011	秒/回	1
時間率	0.018	%	×
平均台数	0.733	台/km ²	×
標準偏差	0.856		($\times \times (1 -)$) 二項分布
閾値(平均+2.33884)	2.735	台/km ²	2.33884 :正規分布における99%値

1 典型的な ZigBee のデータパケットのサイズより送信時間を以下の通り算出

- ・物理ヘッダ(6バイト)
 - ・MACヘッダ(11バイト)、フッタ(2バイト)
 - ・ネットワークヘッダ(6バイト)
 - ・APSヘッダ(6バイト)
 - ・アプリケーションフレーム(8バイト)
 - ・2バイトデータを1つ送信する場合
 - ・セキュリティ AFH(Auxiliary Frame Header)(6バイト)、認証子(8バイト)
- 合計 53バイト : 53×8bit / 40kbps = 10.6msec

2 1件1システムと仮定

上記より、最も密集した地区における短距離無線通信システムの同時送信台数は、家庭市場、大型建造物市場の閾値をあわせて 10.82 台 / km² と想定される。

4 アクティブタグシステムの同時送信台数

本文第2章より、950MHz帯アクティブタグシステムの主な利用シーンとしては、

- 子供の位置管理
- 危険地区進入管理
- 固定資産管理
- 高額商品管理

が考えられる。このうち、子供の位置管理以外に関しては、限定域の利用でかつ極めて送信回数が少ない(数時間から数日に1回程度)と想定されるため、子供の位置管

理について、同時送信台数を算出した。

なお、子供の位置管理におけるアクティブタグリーダー/ライタの配置に関しては図参 1-1 と想定し、本配置モデルにおいて、同時送信台数を計算した（表 参 1-8）。

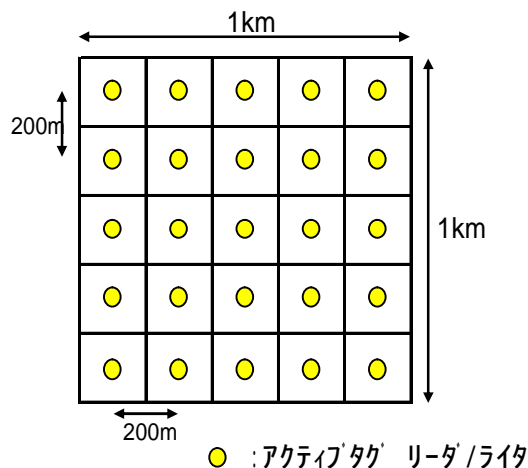


図 参 1-1 子供の位置管理におけるリーダー/ライタの配置モデル

表 参 1-8 子供の位置管理におけるアクティブタグシステムの同時送信台数予測

学区を1km ² と想定	1学区/km ²	
アクティブタグ数	900台/km ²	1学年150人と想定
リーダー/ライタ数	25台/km ²	200m間隔で設置を想定
【アクティブタグ】		
普及台数	900台/km ²	
1台当りの送信頻度	6回/分	「1分間に3台のリーダーを通過 + 各再送1回」と想定
1回当りの送信時間	0.0042秒/回	1
時間率	0.042%	x ÷ 60
平均台数	0.378台/km ²	x
標準偏差	0.615台/km ²	(x x (1-)) 二項分布
閾値(平均+2.33884)	1.816台/km ²	2.33884 :正規分布における99%値
【リーダー/ライタ】		
普及台数	25台/km ²	
1台当りの送信頻度	1200回/分	50msに1回と想定
1回当りの送信時間	0.0042秒/回	1
時間率	8.400%	x ÷ 60
平均台数	2.100台/km ²	x
標準偏差	1.387台/km ²	(x x (1-)) 二項分布
閾値(平均+2.33884)	5.344台/km ²	2.33884 :正規分布における99%値

1 典型的なアクティブタグシステムのデータサイズより送信時間を以下の通り算出

- ・ データ : 20 バイト (ヘッダ等含む)
- $20 \times 8 \text{bit} / 38.4 \text{kbps} = 4.2 \text{msec}$

上記より、アクティブタグシステムの同時送信台数は、アクティブタグ、リーダー/ライタの閾値をあわせて 7.16 台 / km² と想定される。

950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムの通信距離の検討

本文第 2 章より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。

空中線電力 1mW（3dBm[EIRP]）において IEEE802.15.4 で規定しているキャリアセンスレベルを受信規格感度とした場合、干渉波が所要 CIR を満足する位置にいる環境での自由空間における最小の通信距離計算結果を図 参 2-1 に、干渉波がない理想環境下での自由空間における通信距離計算結果を図 参 2-2 に示す。

項番	項目	設定値	単位	備考
	送信電力(給電点)	0	dBm	
	送信機空中線利得	3	dBi	
	送信電力(EIRP)	3	dBm	
	自由空間伝搬損失	56	dB	
	受信機空中線利得	3	dBi	
	受信電力(受信機入力)	-50	dBm	- +
	所要C/N+I	25	dB	アクティブ系無線システムの変復調方式の代表値
	N	-110.8	dBm	T=25、B=200kHz、NF=10dBとして計算
	キャリアセンスレベル	-75	dBm	IEEE802.15.4の規格を参考とした場合



図 参 2-1 空中線電力 1mW における干渉波を考慮した最小の通信距離

項番	項目	設定値	単位	備考
	送信電力(給電点)	0	dBm	
	送信機空中線利得	3	dBi	
	送信電力(EIRP)	3	dBm	
	自由空間伝搬損失	81	dB	
	受信機空中線利得	3	dBi	
	受信電力(受信機入力)	-75	dBm	- +
	キャリアセンスレベル	-75	dBm	IEEE802.15.4の規格を参考とした場合

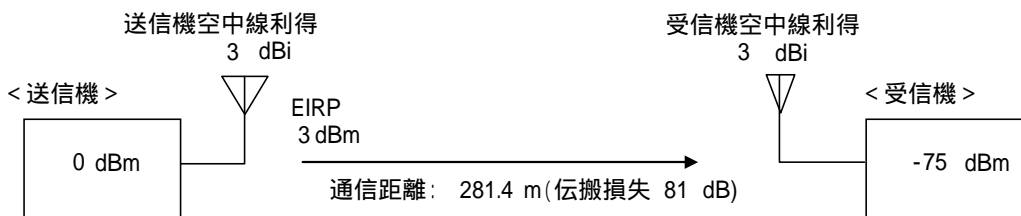


図 参 2-2 空中線電力 1mW における理想空間での通信距離

以上より、空中線電力 1mW(3dBm[EIRP])の場合、自由空間においては、15m～280m 程度の通信ができるものと考えられる。

同様に空中線電力 10mW(13dBm[EIRP])における通信距離計算結果を図 参 2-3 に、
 図 参 2-4 に示す。

項番	項目	設定値	単位	備考
	送信電力(給電点)	10	dBm	
	送信機空中線利得	3	dBi	
	送信電力(EIRP)	13	dBm	
	自由空間伝搬損失	66	dB	
	受信機空中線利得	3	dBi	
	受信電力(受信機入力)	-50	dBm	- +
	所要C/N+I	25	dB	アクティブ系無線システムの変復調方式の代表値
	N	-110.8	dBm	T=25、B=200kHz、NF=10dBとして計算
	キャリアセンスレベル	-75	dBm	IEEE802.15.4の規格を参考とした場合



図 参 2-3 空中線電力 10mW における干渉波を考慮した最小の通信距離

項番	項目	設定値	単位	備考
	送信電力(給電点)	10	dBm	
	送信機空中線利得	3	dBi	
	送信電力(EIRP)	13	dBm	
	自由空間伝搬損失	91	dB	
	受信機空中線利得	3	dBi	
	受信電力(受信機入力)	-75	dBm	- +
	キャリアセンスレベル	-75	dBm	IEEE802.15.4の規格を参考とした場合

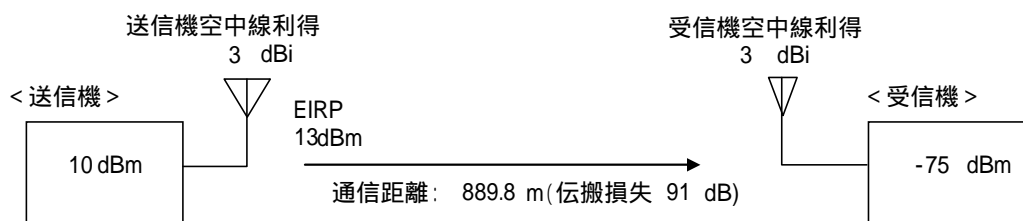


図 参 2-4 空中線電力 10mW における理想空間での通信距離

以上より、空中線電力 10mW (13dBm[EIRP]) の場合、自由空間においては、50m ~ 890m 程度の通信ができるものと考えられる。

自由空間での通信距離計算結果では、本文第 2 章で述べているアクティブ系小電力無線システムの利用シーンの内、ほとんどの用途が空中線電力 1mW (3dBm[EIRP]) で運用可能であると考えられる。但し、工場内制御、モニタリングやメータ自動検針などの用途においては電波到達性が低い環境での利用も想定されているため、遮蔽損失等を考慮した場合は、低出力型パッシブタグシステムと同様の空中線電力である 10mW(13dBm

[EIRP])も利用可能とすることが望ましい。

950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムから PDC 基地局への干渉検討

アクティブ系小電力無線システムの送信電力（EIRP）及び不要発射の強度（EIRP）がどのような値であれば、PDC 基地局との共用が可能であることを検討するためシミュレーションを実施した。本シミュレーションでは、被干渉システム（PDC 基地局）に対し、干渉システム（アクティブ系小電力無線システム）がランダムに配置された条件の 1:N の関係での共用検討を実施した。また、PDC 基地局の空中線系は、3 セクターで構成されることが一般的であり、この場合、120°コーナーリフレクター型の空中線を使用することが一般的であることから、干渉エリアとしては、半径 1km の円内の任意の 120°の範囲として検討を行った。

なお、シミュレーション回数は 10,000 回試行を各 3 回実行した。

1 シミュレーションにおける基本条件

1.1 PDC 基地局の条件

シミュレーションに使用した PDC 基地局の諸元を表 参 3-1 に示す。

表 参 3-1 PDC 基地局の諸元

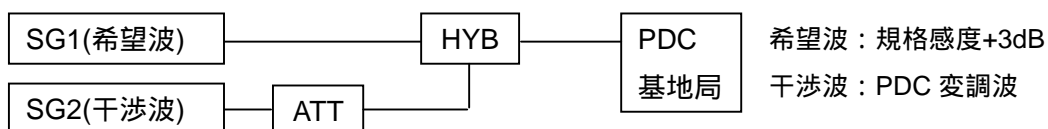
アンテナ高	40m ¹
チルト角	6.5° ¹
空中線利得	14dBi ¹
給電線損失	-5dB ¹
感度抑圧許容干渉レベル	-41.2dBm (200kHz 離調) ²
受信機雑音許容干渉レベル	-132dBm/21kHz ³
アンテナ指向特性	図 参 3-1 の通り ¹

1 情報通信審議会「携帯電話等周波数利用方策委員会」報告（平成 15 年 6 月 25 日）より引用

2 以下の実測データによる。

<測定方法>

下図の測定系と条件により感度抑圧特性を測定。測定方法は ARIB STD-27 隣接チャンネル選択度測定方法による。



<測定結果>

離調周波数+200kHz：-41.2dBm、+1MHz：-34.9dBm、+2MHz：-33.5dBm

3 規格感度：-109dBm/21kHz、所要 CNR：13dB（ARIB STD-27 より）及び

I/N=-10dB (ITU-R M.2039) から算出。

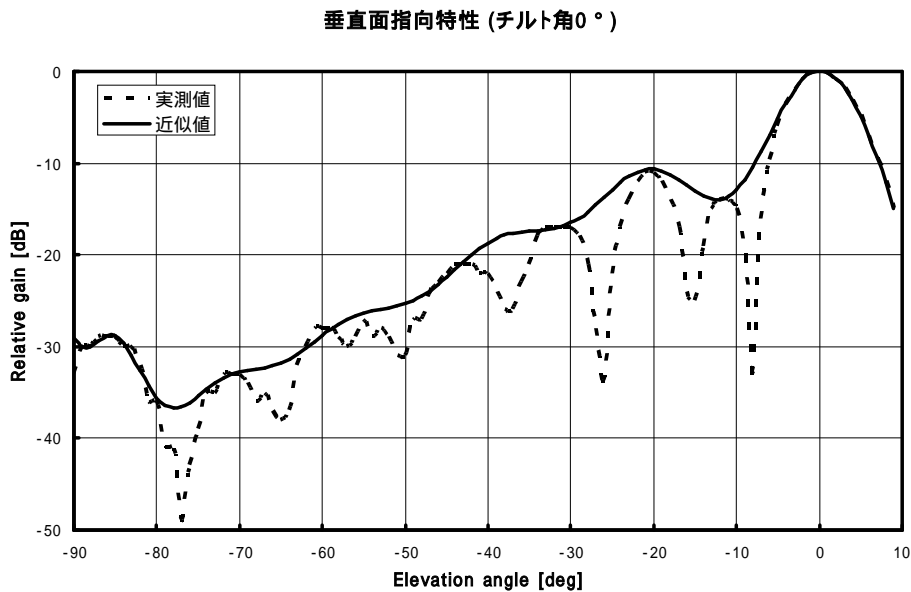


図 参 3-1 PDC 基地局のアンテナ指向特性

1.2 アクティブ系小電力無線システムの条件

シミュレーションに使用したアクティブ系小電力無線システムの諸元を表 参 3-2 に示す。

表 参 3-2 アクティブ系小電力無線システムの諸元

設置分布	干渉エリア内 (半径 1km の 120° 範囲内) にランダムに分布 但し、半径 30m 以内は俯角減衰量が大きいため除外	乱数により生成
干渉エリア内送信台数	19 台 ¹	
設置階	1F : 75% (アンテナ高 1.5m) 2F : 15% (アンテナ高 6.5m) 3F : 10% (アンテナ高 11.5m)	乱数により指定 自由空間のみで使用
屋内設置率	70%	乱数により指定
壁透過損	10dB	屋内時のみ適用
送信電力 (EIRP)	3dBm ²	
アンテナ方向 (垂直面)	0 ~ ±180°	乱数により指定
アンテナ方向 (水平面)	0 ~ ±180°	乱数により指定

1 本文 5.1 の検討より同時送信台数が 17.98 台 / km² と想定されたことから干渉エリア内 (半径 1km の 120° 範囲内) では、18.83 台 (19 台) となる。

2 本文 5.2.1 の検討より 3dBm (EIRP) で実施。13dBm (EIRP) に関しては、同じ送信電力である低出力型パッシブタグリッド / ライタの、情報通信審議会「高出力型 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及び低出力型 950MHz 帯パッシブタグシステムの技術的条件」答申 (平成 17 年 10

月 12 日) における検討において、PDC 基地局との離調を 1MHz とすることにし
ており、本規定に倣うことが適当であると考えられることからシミュレーション
から除外。

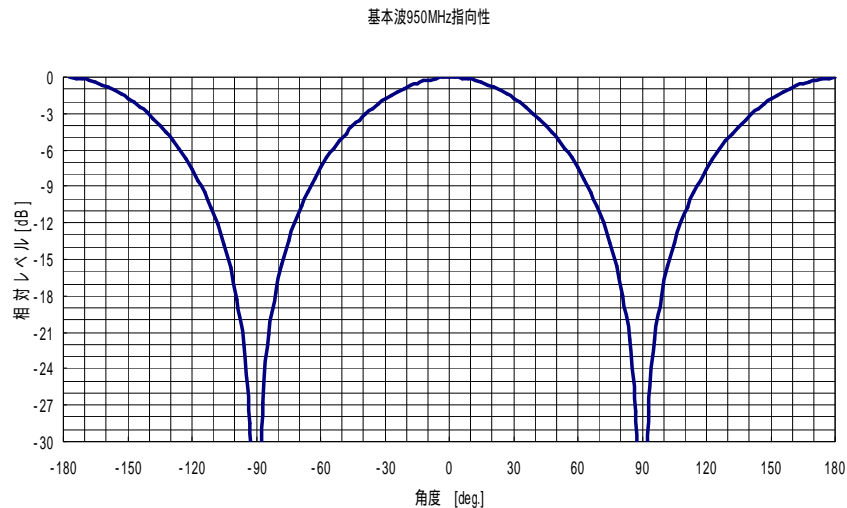


図 参 3-2 アクティブ系小電力無線システムのアンテナ指向特性

1. 3 電波伝搬モデルの条件

自由空間伝搬モデルを 10%、Walfisch-池上式モデルを 90%として計算を実施。(乱数により生成)

Walfisch-池上式モデルの諸元は以下の通り。

道路間隔 15m、道路幅 15m、建物高 20m、道路角 0°

(情報通信審議会「携帯電話等周波数利用方策委員会」報告(平成 15 年 6 月 25 日)より引用)

2 シミュレーション結果

シミュレーション結果を表 参 3-3 に示す。

表 参 3-3 シミュレーション結果(許容干渉レベルを超える率)

		1 回目	2 回目	3 回目
送信出力 EIRP (dBm)	3	-	-	-
スプリアスレベル EIRP (dBm/100kHz)	-54	0.08%	0.10%	0.08%
	-53	0.23%	0.28%	0.29%
	-52	0.98%	0.93%	0.98%
	-51	1.87%	1.88%	1.85%
	-50	2.87%	2.81%	2.85%

以上より、PDC 基地局受信における許容干渉レベルを超えない事象発生確率が99%程度である事を許容範囲とした場合、スプリアスレベル（EIRP）は-52dBm/100kHz 以下とすることが適当である。また、送信出力（EIRP）は、3dBm であれば、200kHz 離調で PDC 基地局へ影響を与えないと考えられる。

950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムから IMT-2000 移動機への干渉検討

IMT-2000 として、W-CDMA 及び CDMA2000 を想定し、IMT-2000 移動機に影響があると考えられる、アクティブ系小電力無線システムの送信電力による感度抑圧及び不要発射について検討を行った。本検討では、アクティブ系小電力無線システムと IMT-2000 移動機の 1 対 1 のモデルを用いた。

1 アクティブ系小電力無線システムの送信電力による感度抑圧の影響

低出力型パッシブタグリーダー/ライタの送信電力における IMT-2000 移動機の所要離隔距離は表 参 4-1 に示すとおりである。

表 参 4-1 低出力型リーダー/ライタから IMT-2000 移動機への感度抑圧による所要離隔距離¹

	W-CDMA		CDMA2000	
リーダー/ライタの送信電力[dBm]	13			
離調幅[MHz]	4.5 ²	9.5 ²	2.6 ²	7.6 ²
IMT-2000 移動機の帯域外許容干渉レベル[dBm] ³	-45	-40	-30	-30
IMT-2000 移動機の受信利得[dB] ⁴	-8			
所要自由空間伝搬損[dB]	50	45	35	35
所要離隔距離[m]	8.0	4.5	1.4	1.4

- 1 情報通信審議会 「高出力型 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及び低出力型 950MHz 帯パッシブタグシステムの技術的条件」答申（平成 17 年 10 月 12 日）より引用
- 2 リーダー/ライタの送信周波数と IMT-2000 移動機受信の中心周波数の間隔
- 3 希望波の電力 = 規格感度 + 3dB の場合の、干渉 CW 波に対する現行移動機の感度抑圧性能
- 4 空中線利得 0dBi、人体吸収損 8dB

低出力型パッシブタグリーダー/ライタにおいては、IMT-2000 移動機への感度抑圧の影響を考慮し、使用帯域については 950MHz からの離調幅を 2MHz とした。

アクティブ系小電力無線システムの送信電力が、3dBm (EIRP) の場合には、低出力型パッシブタグリーダー/ライタの送信電力である 13dBm (EIRP) より、同一離調幅においては IMT-2000 移動機への感度抑圧の影響は軽減されることが考えられる。よって低出力型パッシブタグリーダー/ライタの時に検討した離調幅よりも狭めた場合について検討を実施した。

アクティブ系小電力無線システムの使用帯域について、950MHz からの離調幅を 0.4MHz とした場合の所要離隔距離は表 参 4-2 のとおりである。

表 参 4-2 アクティブ系小電力無線システムから IMT-2000 移動機への
感度抑圧による所要離隔距離

	W-CDMA		CDMA2000	
アクティブ系小電力無線システムの送信電力[dBm]	3			
離調幅[MHz]	2.9 ¹	7.9 ¹	1.0 ¹	6.0 ¹
IMT-2000 移動機の帯域外許容干渉レベル[dBm] ²	-65	-45	-45	-30
IMT-2000 移動機の受信利得[dB] ³	-8			
所要自由空間伝搬損[dB]	60	40	40	25
所要離隔距離[m]	25.1	2.5	2.5	0.4

- 1 アクティブ系小電力無線システムの送信周波数と IMT-2000 移動機受信の中心周波数の間隔
- 2 希望波の電力 = 規格感度 + 3dB の場合の、干渉 CW 波に対する現行移動機の感度抑圧性能
- 3 空中線利得 0dBi、人体吸収損 8dB

表 参 4-1 の低出力型リーダ/ライタ (13dBm[EIRP]) の所要離隔距離と表 参 4-2 のアクティブ系小電力無線システム (3dBm[EIRP]) の所要離隔距離を比較した場合、W-CDMA との離調幅 2.9MHz においておよそ 3 倍、CDMA2000 と離調幅 1.0MHz においておよそ 2 倍、低出力型リーダ/ライタとの所要離隔距離よりも長くなる。

次に離調幅を単位チャネル幅である 200kHz 広げ、950MHz からの離調幅を 0.6MHz とした場合の所要離隔距離は表 参 4-3 のとおりである。

表 参 4-3 アクティブ系小電力無線システムから IMT-2000 移動機への
感度抑圧による所要離隔距離

	W-CDMA		CDMA2000	
アクティブ系小電力無線システムの送信電力[dBm]	3			
離調幅[MHz]	3.1 ¹	8.1 ¹	1.2 ¹	6.2 ¹
IMT-2000 移動機の帯域外許容干渉レベル[dBm] ²	-58	-45	-40	-30
IMT-2000 移動機の受信利得[dB] ³	-8			
所要自由空間伝搬損[dB]	53	40	35	25
所要離隔距離[m]	11.2	2.5	1.4	0.4

- 1 アクティブ系小電力無線システムの送信周波数と IMT-2000 移動機受信の中心周波数の間隔
- 2 希望波の電力 = 規格感度 + 3dB の場合の、干渉 CW 波に対する現行移動機の感度抑圧性能
- 3 空中線利得 0dBi、人体吸収損 8dB

表 参 4-1 の低出力型リーダー/ライター (13dBm[EIRP]) の所要離隔距離と表 参 4-3 のアクティブ系小電力無線システム (3dBm[EIRP]) の所要離隔距離を比較した場合、W-CDMA との離調幅 3.1MHz においておよそ 3m 程度、低出力型リーダー/ライターとの所要離隔距離よりも長くなる。

次に離調幅をさらに 200kHz 広げ、950MHz からの離調幅を 0.8MHz とした場合の所要離隔距離は表 参 4-4 のとおりである。

表 参 4-4 アクティブ系小電力無線システムから IMT-2000 移動機への
感度抑圧による所要離隔距離

	W-CDMA		CDMA2000	
アクティブ系小電力無線システムの送信電力[dBm]	3			
離調幅[MHz]	3.3 ¹	8.3 ¹	1.4 ¹	6.4 ¹
IMT-2000 移動機の帯域外許容干渉レベル[dBm] ²	-50	-45	-35	-30
IMT-2000 移動機の受信利得[dB] ³	-8			
所要自由空間伝搬損[dB]	45	40	30	25
所要離隔距離[m]	4.5	2.5	0.8	0.4

- 1 アクティブ系小電力無線システムの送信周波数と IMT-2000 移動機受信の中心周波数の間隔
- 2 希望波の電力 = 規格感度 + 3dB の場合の、干渉 CW 波に対する現行移動機の感度抑圧性能
- 3 空中線利得 0dBi、人体吸収損 8dB

表 参 4-1 の低出力型リーダー/ライター (13dBm[EIRP]) の所要離隔距離と表 参 4-4 のアクティブ系小電力無線システム (3dBm[EIRP]) の所要離隔距離を比較した場合、低出力型リーダー/ライターの所要離隔距離よりも全ての場合において短くなる。

よって、アクティブ系小電力無線システム (3dBm[EIRP]) については、950MHz からの離調幅を 0.8MHz 以上 とすることにより、低出力型リーダー/ライター (13dBm[EIRP]) の場合よりも所要離隔距離が短くなる。

2 アクティブ系小電力無線システムの不要発射の影響

IMT-2000 移動機の許容干渉レベルは、W-CDMA、CDMA2000 とともに、雑音レベル -115dBm/100kHz、I/N=-10dB から-125dBm/100kHz となり、表 参 4-4 のとおり、不要発射の強度(EIRP)が-52dBm/100kHz の場合、所要離隔距離は約 44m、不要発射の強度(EIRP)が-62dBm/100kHz の場合、所要離隔距離は約 14m となる。

表 参 4-4 アクティブ系小電力無線システムの不要発射の影響による所要離隔距離

アクティブ系小電力無線システムの不要発射の強度 (EIRP) [dBm/100kHz]	-52	-62
IMT-2000 移動機の許容干渉レベル [dBm/100kHz]	-125	
IMT-2000 移動機の雑音レベル [dBm/100kHz] ¹	-115	
I/N [dB] ¹	-10	
受信利得 [dB] ²	-8	
所要自由空間伝搬損 [dB]	65	55
所要離隔距離 [m]	43.9	13.9

- 1 ITU-R M.2039 (なお、IMT-2000 移動機の雑音レベル [dBm/100kHz] は、W-CDMA の場合-99dBm/3.84MHz、CDMA2000 の場合-104dBm/1.25MHz より換算)
- 2 空中線利得 0dBi、人体吸収損 8dB

950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムから STL への干渉検討

1 STL の概要と使用状況

STL (Studio-to-Transmitter Link) とはスタジオ(演奏所)と送信所との間の放送中継回線のことで、958～960MHz の UHF 帯域への割当ては、音声放送用のアナログ STL となっている。現在この周波数帯の STL は主に、長距離、海上伝搬などの回線に利用されており、用いられる変調方式は周波数変調、帯域幅は 200kHz となっている。

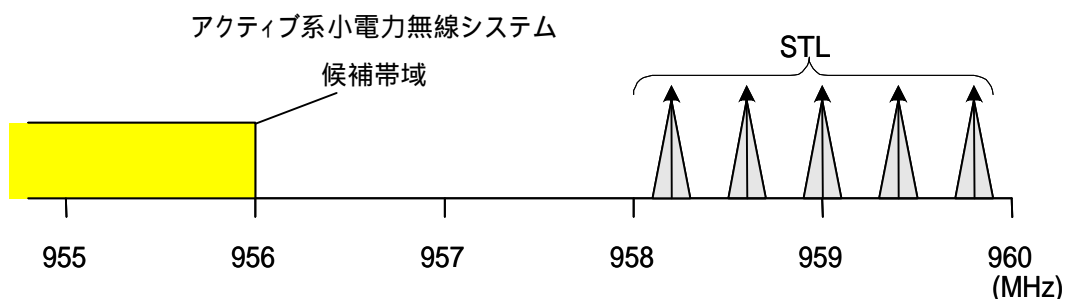


図 参 5-1 STL の使用周波数

2 干渉検討の条件

アクティブ系小電力無線システムから STL への干渉検討として、図 参 5-2 のような条件の下、1 台のアクティブ系小電力無線システムから STL 受信設備に向けて電波が発射された場合を想定した。

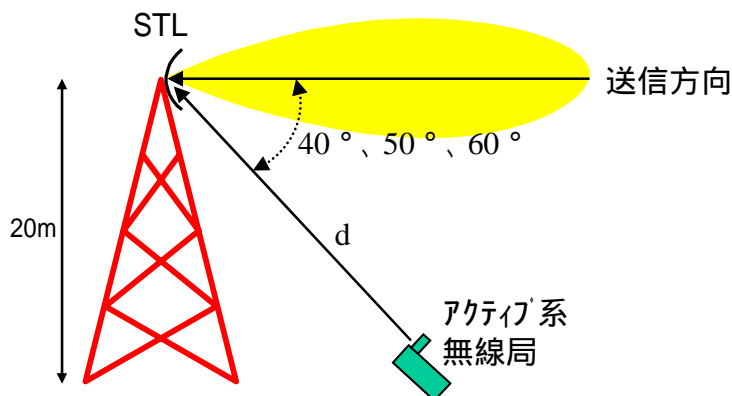


図 参 5-2 STL とアクティブ系小電力無線システムの干渉モデル

【検討条件】

- ・ アンテナ高：20m (典型例)
- ・ アンテナ径：1.8m (典型例)
- ・ 干渉波到来方向：主ビームからの離角 40、50、60 度 (アンテナを見上げた一例)
- ・ 許容条件：ITU-R 勧告 F.758-3 に従い、他システムからの干渉については、熱雑音の 10% (I/N = -10dB) までの干渉電力を許容する。

- ・ 給電線損失：5dB（典型例）
- ・ 受信アンテナパターン：ITU-R 勧告 F.1245 に従うとする。（図 参 5-3 より、離角 48 度以上の空中線利得はアンテナ径すなわち主軸利得にかかわらず-6.9dBi の固定値。）

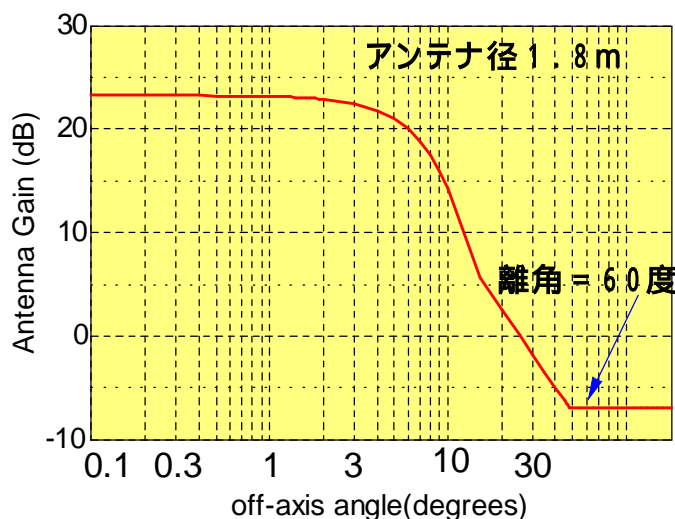


図 参 5-3 STL の受信アンテナパターン

3 干渉検討の結果

STL へ干渉を与えないアクティブ系小電力無線システムの不要発射の強度の許容値（EIRP）は、表 参 5-1 より、-54.8dBm/100kHz である。よって、-55dBm/100kHz（EIRP）の不要発射の強度であれば、通常の使用においてはアクティブ系小電力無線システムと STL との共用は可能であると考えられる。

表 参 5-1 アクティブ系小電力無線システムの不要発射の強度の許容値

離角 [°]	40	50	60
STL の許容干渉レベル [dBm/100kHz]	-126	-126	-126
STL の雑音レベル [dBm/100kHz]	-116	-116	-116
I/N [dB]	-10	-10	-10
STL の給電線損失 [dB]	5	5	5
STL の受信アンテナの利得 [dBi]	-5.0	-6.9	-6.9
自由空間伝搬損 [dB]	61.9	60.4	59.3
不要発射の強度の許容値 (EIRP) [dBm/100kHz]	-54.1	-53.7	-54.8

950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムから PHS への干渉検討

PHS の許容干渉レベルは、基地局は-126dBm/300kHz、移動機は-124dBm/300kHz であることから、図 参 6-1 のような相互関係の場合、基地局の許容できる不要発射の強度は、表 参 6-1 より-35.7dBm/MHz となり、移動機の所要離隔距離は、約 1m 程度となる。よって、-52dBm/MHz (EIRP) の不要発射の強度であれば、通常の使用においてはアクティブ系小電力無線システムから PHS への干渉が発生する可能性は低いものと考えられる。

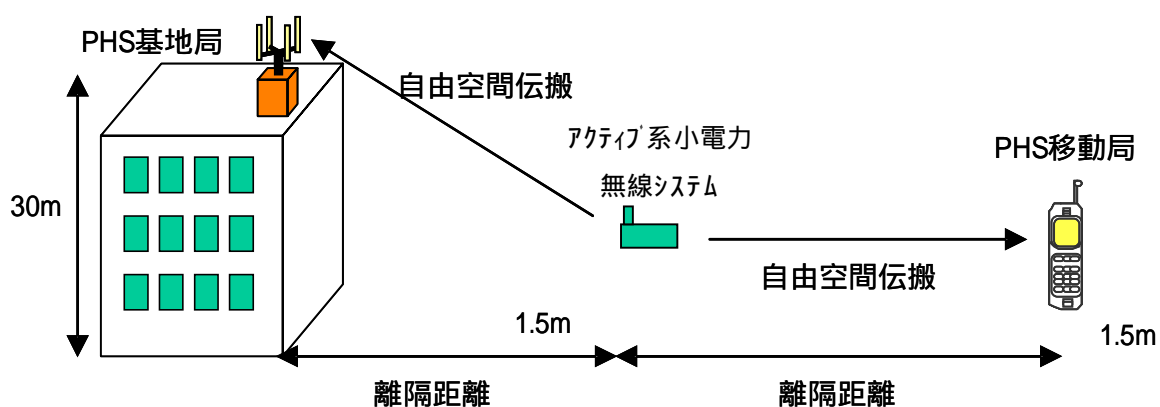


図 参 6-1 PHS とアクティブ系小電力無線システムの干渉モデル

表 参 6-1 アクティブ系小電力無線システムの不要発射の強度の許容値 (基地局)

PHS 基地局の許容干渉レベル [dBm/300kHz]	-126
PHS 基地局の雑音レベル [dBm/300kHz] ¹	-116
I/N [dB]	-10
空中線利得 + 伝搬損が最小となる距離 [m]	180
自由空間伝搬損失 [dB]	83.1
PHS 基地局の受信利得 [dB]	7 ²
周波数特性による送信利得の損失 [dB] ³	-19
アクティブ系小電力無線システムの台数の総和効果 [dB]	10
許容できる不要発射の強度 [dBm/300kHz]	-40.9
許容できる不要発射の強度 [dBm/ MHz]	-35.7

- 1 常温の熱雑音、NF の実力値 (基地局 3dB) から算出。
- 2 空中線利得 8dBi、給電線損失 1dB
- 3 情報通信審議会 「高出力型 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及び低出力型 950MHz 帯パッシブタグシステムの技術的条件」答申(平成 17 年 10 月 12 日)より引用

表 参 6-2 アクティブ系小電力無線システムの不要発射の影響による
所要離隔距離（移動機）

アクティブ系小電力無線システムの不要発射の強度(EIRP) [dBm/1MHz]	-52
同上 300kHz band 換算値 [dBm/300kHz]	-57.2
PHS 移動機の許容干渉レベル [dBm/300kHz]	-124
PHS 移動機の雑音レベル [dBm/300kHz] ¹	-114
I/N [dB]	-10
PHS 移動機の受信利得 [dB]	-8 ²
周波数特性による送信利得の損失 [dB] ³	-19
所要自由空間伝搬損 [dB]	-39.8
所要離隔距離 [m]	1.2

- 1 常温の熱雑音、NF の実力値（移動機 5dB）から算出。
- 2 空中線利得 0dBi、人体吸収損 8dB
- 3 情報通信審議会 「高出力型 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及び低出力型 950MHz 帯パッシブタグシステムの技術的条件」答申(平成 17 年 10 月 12 日) より引用

950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムとパッシブタグシステムとの共用検討

950MHz 帯アクティブ系小電力無線システムとパッシブタグシステム間で、それぞれの干渉電力がキャリアセンスレベル以下となる所要離隔距離を計算した。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 の規定である -75dBm として計算した。

一例として高出力型パッシブタグリーダー/ライタの送信がアクティブ系小電力無線システムの受信への干渉モデルを図 参 7-1 に示す。

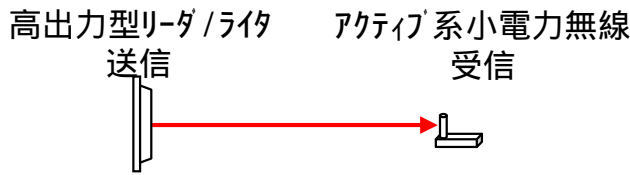


図 参 7-1 高出力型パッシブタグリーダー/ライタとアクティブ系小電力無線システムの干渉モデル

高出力型パッシブタグリーダー/ライタの送信が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以下となる所要離隔距離を計算した結果を表 参 7-1 に示す。

表 参 7-1 高出力型パッシブタグリーダー/ライタの送信電力の影響による所要離隔距離

主波の影響

高出力型リーダ/ライタ 送信	送信電力(EIRP)	dBm	36.0	+	
	送信電力(給電点)	dBm	30.0		
	アンテナ利得	dBi	6.0		
アクティブ系小電力無線 受信	アンテナ利得	dBi	3.0		
	キャリアセンスレベル	dBm/200kHz	-75.0		
キャリアセンスレベルを満足する伝搬損失		dB	114.0	+	-
所要離隔距離(自由空間)		m	12558		

隣接チャンネル漏洩電力の影響

高出力型リーダ/ライタ 送信	隣接チャンネル漏洩電力(EIRP)	dBm/200kHz	6.5	+	
	隣接チャンネル漏洩電力(給電点)	dBm/200kHz	0.5		
	アンテナ利得	dBi	6.0		
アクティブ系小電力無線 受信	アンテナ利得	dBi	3.0		
	キャリアセンスレベル	dBm/200kHz	-75.0		
キャリアセンスレベルを満足する伝搬損失		dB	84.5	+	-
所要離隔距離(自由空間)		m	421		

次隣接チャンネル漏洩電力の影響

高出力型リーダ/ライタ 送信	次隣接チャンネル漏洩電力(EIRP)	dBm/200kHz	-20.0	+	
	次隣接チャンネル漏洩電力(給電点)	dBm/200kHz	-26.0	-29dBm/100kHz	-26dBm/200kHz
	アンテナ利得	dBi	6.0		
アクティブ系小電力無線 受信	アンテナ利得	dBi	3.0		
	キャリアセンスレベル	dBm/200kHz	-75.0		
キャリアセンスレベルを満足する伝搬損失		dB	58.0	+	-
所要離隔距離(自由空間)		m	20		

高出力型パッシブタグリーダー/ライタとアクティブ系小電力無線システム間及び低出力型パッシブタグリーダー/ライタとアクティブ系小電力無線システム間について計

算し、まとめた一覧を表 参 7-2 に示す。

表 参 7-2 パッシブタグリーダー/ライターとアクティブ系小電力無線システム間の
所要離隔距離

単位:m

		高出力型リーダー/ライター (受信機入力)	アクティブ系小電力無線 (受信機入力)
キャリアセンスレベル		-74dBm	-75dBm
高出力型リーダー/ライター (給電点送信電力)	主波 30dBm		12,558
	隣接チャネル漏洩電力 0.5dBm/200kHz		421
	次隣接チャネル漏洩電力 -26dBm/200kHz		20
アクティブ系小電力無線 (給電点送信電力)	主波 0dBm	354	
	隣接チャネル漏洩電力 -26dBm/200kHz	18	
	次隣接チャネル漏洩電力 -36dBm/200kHz	5.6	
	主波 10dBm	1,119	
	隣接チャネル漏洩電力 -18dBm/200kHz	45	
	次隣接チャネル漏洩電力 -36dBm/200kHz	5.6	

単位:m

		低出力型リーダー/ライター (受信機入力)	アクティブ系小電力無線 (受信機入力)
キャリアセンスレベル		-64dBm	-75dBm
低出力型リーダー/ライター (給電点送信電力)	主波 10dBm		889
	隣接チャネル漏洩電力 -18dBm/200kHz		35
	次隣接チャネル漏洩電力 -36dBm/200kHz		4.5
アクティブ系小電力無線 (給電点送信電力)	主波 0dBm	79	
	隣接チャネル漏洩電力 -26dBm/200kHz	4.0	
	次隣接チャネル漏洩電力 -36dBm/200kHz	1.3	
	主波 10dBm	251	
	隣接チャネル漏洩電力 -18dBm/200kHz	10	
	次隣接チャネル漏洩電力 -36dBm/200kHz	1.3	

キャリアセンスレベルを満足する所要離隔距離を考慮した場合は、主波、隣接チャネル漏洩電力、次隣接チャネル漏洩電力のいずれにおいても、高出力型パッシブタグリーダー/ライター及び低出力型パッシブタグリーダー/ライターの送信電力の影響による所要離

隔距離の方が、アクティブ系小電力無線システムの送信電力の影響による所要離隔距離よりも大きくなっている。

950MHz 帯アクティブ系小電力無線システム間の共用検討

アクティブ系小電力無線システム間で、送信電力 13dBm (EIRP) のアクティブ系小電力無線システムと送信電力 3dBm (EIRP) の干渉電力が、他の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以下となる所要離隔距離を計算した。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 の規定である -75dBm として計算した。

アクティブ系小電力無線システム間の干渉モデルを図 参 8-1 に示す。

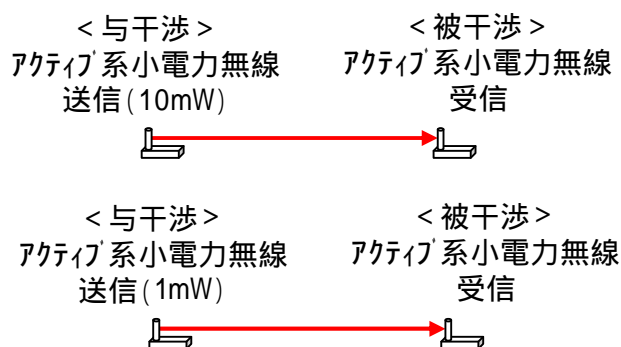


図 参 8-1 アクティブ系小電力無線システム間の干渉モデル

送信電力 13dBm (EIRP) のアクティブ系小電力無線システムの送信が、他の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以下となる所要離隔距離を計算した結果及び送信電力 3dBm (EIRP) のアクティブ系小電力無線システムの送信が、他の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以下となる所要離隔距離を計算した結果を表 参 8-1、表 参 8-2 に示す。

表 参 8-1 アクティブ系小電力無線システム (EIRP13dBm) の送信電力の影響による
所要離隔距離

主波の影響

アクティブ系小電力無線 送信	送信電力(EIRP)	dBm	13	+
	送信電力(給電点)	dBm	10	
	アンテナ利得	dB i	3	
アクティブ系小電力無線 受信	アンテナ利得	dB i	3	
	キャリアセンスレベル	dBm/200kHz	-75	
キャリアセンスレベルを満足する伝搬損失		dB	91	+ -
所要離隔距離(自由空間)		m	889	

隣接チャンネル漏洩電力の影響

アクティブ系小電力無線 送信	隣接チャンネル漏洩電力(EIRP)	dBm/200kHz	-15	+
	隣接チャンネル漏洩電力(給電点)	dBm/200kHz	-18	
	アンテナ利得	dB i	3	
アクティブ系小電力無線 受信	アンテナ利得	dB i	3	
	キャリアセンスレベル	dBm/200kHz	-75	
キャリアセンスレベルを満足する伝搬損失		dB	63	+ -
所要離隔距離(自由空間)		m	35	

次隣接チャンネル漏洩電力の影響

アクティブ系小電力無線 送信	次隣接チャンネル漏洩電力(EIRP)	dBm/200kHz	-33	+
	次隣接チャンネル漏洩電力(給電点)	dBm/200kHz	-36	-39dBm/100kHz -36dBm/200kHz
	アンテナ利得	dB i	3	
アクティブ系小電力無線 受信	アンテナ利得	dB i	3	
	キャリアセンスレベル	dBm/200kHz	-75	
キャリアセンスレベルを満足する伝搬損失		dB	45	+ -
所要離隔距離(自由空間)		m	4.5	

表 参 8-2 アクティブ系小電力無線システム (EIRP3dBm) の送信電力の影響による
所要離隔距離

主波の影響

アクティブ系小電力無線 送信	送信電力(EIRP)	dBm	3	+
	送信電力(給電点)	dBm	0	
	アンテナ利得	dB i	3	
アクティブ系小電力無線 受信	アンテナ利得	dB i	3	
	キャリアセンスレベル	dBm/200kHz	-75	
キャリアセンスレベルを満足する伝搬損失		dB	81	+ -
所要離隔距離(自由空間)		m	281	

隣接チャンネル漏洩電力の影響

アクティブ系小電力無線 送信	隣接チャンネル漏洩電力(EIRP)	dBm/200kHz	-23	+
	隣接チャンネル漏洩電力(給電点)	dBm/200kHz	-26.0	
	アンテナ利得	dB i	3	
アクティブ系小電力無線 受信	アンテナ利得	dB i	3	
	キャリアセンスレベル	dBm/200kHz	-75	
キャリアセンスレベルを満足する伝搬損失		dB	55	+ -
所要離隔距離(自由空間)		m	14	

次隣接チャンネル漏洩電力の影響

アクティブ系小電力無線 送信	次隣接チャンネル漏洩電力(EIRP)	dBm/200kHz	-33	+
	次隣接チャンネル漏洩電力(給電点)	dBm/200kHz	-36	-39dBm/100kHz -36dBm/200kHz
	アンテナ利得	dB i	3	
アクティブ系小電力無線 受信	アンテナ利得	dB i	3	
	キャリアセンスレベル	dBm/200kHz	-75	
キャリアセンスレベルを満足する伝搬損失		dB	45	+ -
所要離隔距離(自由空間)		m	4.5	

キャリアセンスレベルを満足する所要離隔距離を考慮した場合は、送信電力 13dBm (EIRP) については主波で 889m、隣接チャンネル漏洩電力においても、35m と大きな

離隔距離が必要となる。