

ユビキタス技術による
子ども見守りシステムに関する検討
報告書

平成19年7月

総務省 九州総合通信局
ユビキタス技術による子ども見守りシステムに関する検討会

はじめに

最近、ほんとうに子どもたちが巻き込まれる事件をよく耳にすることが多くなりました。特に、児童にとっては、危険や不安はごく身近なところに潜んでおり、保護者の不安はますます増加しています。このような状況の中、子どもたちを様々な危険から守る対策が図られていますが、ICT（情報通信技術）を効果的に利活用することでの迅速かつ的確な対応も大いに期待されています。

総務省においても、「安心・安全な社会の実現に向けた情報通信技術のあり方に関する調査研究会」が開催され、安心・安全なユビキタスネット社会の実現に向けて取り組まれています。

また、市町村では、地震や台風などの災害時における住民への情報伝達手段として、デジタル防災行政無線の構築が進められています。しかしながら、九州の整備率は全国平均を下回っており、普及促進は大きな課題となっています。そのためにも防災行政無線の導入しやすい環境整備を図ることが重要であり、平常時における防災行政無線の利活用を検討することもひとつの解決手段と考えられます。

今回、本検討会において、九州総合通信局から提案のあった電子タグ、デジタル防災行政無線そして無線LANをインフラとして利用した子ども見守りシステムの実証試験を、全国で初めて熊本県合志市立南ヶ丘小学校のご協力で実施できました。その結果、実用化に向けてのデータ収集、さらには、試験に参加していただいた保護者の方からも、貴重なご意見とともに、システムの早期実現を望む声もいただきました。

本報告書では、短い期間での取り組みではありましたが、実証試験結果を踏まえ、課題を整理し、モデルシステムの提案をとりまとめました。この報告書が、より安心・安全なユビキタスネット社会の実現、ひいては国民が安心して暮らせる社会の実現の一助となることを期待するものです。

ユビキタス技術による子ども見守りシステムに関する検討会

座長 上野文男

目次

はじめに

第1章 子ども見守りシステムの検討

- 1. 1 検討会の目的 1
- 1. 2 子ども見守りシステムの動向 1
- 1. 3 デジタル防災行政無線の動向 5
- 1. 4 検討するシステムの機能と構成 7

第2章 実証試験の概要

- 2. 1 実施概要 9
- 2. 2 試験システム概要 10
 - 2.2.1 情報の流れ
 - 2.2.2 試験機器の機能及び設定
- 2. 3 試験実施環境 20
- 2. 4 使用機材の仕様 21

第3章 試験結果

- 3. 1 基礎試験結果 30
 - 3.1.1 電子タグ認識に及ぼす身体への影響
 - 3.1.2 60MHz 防災行政無線回線と試験システムのデータ伝送速度
- 3. 2 実証試験結果 33
 - 3.2.1 電子タグ情報の受信結果
 - 3.2.2 60MHz 無線回線 BER 測定
 - 3.2.3 60MHz 防災行政無線回線伝送の状況
 - 3.2.4 メール伝送の状況
 - 3.2.5 試験期間中の不具合
- 3. 3 試験結果の考察 44
- 3. 4 試験参加者へのアンケート結果 46

第4章 ユビキタス技術による子ども見守りシステム構築の在り方

- 4. 1 システム構築の要件と課題 48
 - 4.1.1 技術的要件
 - 4.1.2 技術的課題
 - 4.1.3 運用上の課題
 - 4.1.4 付加機能
- 4. 2 モデルシステム 52
 - 4.2.1 システム構成図
 - 4.2.2 イメージ図
 - 4.2.3 モデル仕様
 - 4.2.3 考慮すべき事項

おわりに

第1章 子ども見守りシステムの検討

1. 1 検討会の目的

近年、子どもが巻き込まれる犯罪が頻発しており、平成17年の子どもの被害件数（刑法犯に係る13歳未満の被害件数）は3万4,459件に上っている（平成18年版警察白書）。このため、子どもの安心・安全に対する国民の関心は非常に高く各地で子どもを犯罪から守るための様々な取り組みが行われている。

総務省では、平成18年2月8日から「安心・安全な社会の実現に向けた情報通信技術のあり方に関する調査研究会」を開催し、安心・安全なユビキタスネット社会の実現に必要な方策等の検討を行ってきたところである。その中で、子どもの通学路での安全確保について、ICTが大きな役割を果たすことが期待されている。

現在、ICTを活用して子どもの安全確保を目的としたシステムにおいて、情報収集のための通信インフラの整備が課題となっている。そこで、既存の情報通信インフラを活用することが有効であり、住民の安全な暮らしを確保するために整備された信頼性の高いデジタル防災行政無線の活用も考えられる。

しかしながら、防災行政無線がこうした分野で実利用された例がないこと、通学路全体をカバーしていないことが想定されることから、補完的な無線システムを含め十分な検証を行う必要があった。

そのため、本検討会では、既存の子ども見守りシステムの動向を調査し、各種の電子タグや通信回線などについて検討し、適当な電子タグ、デジタル防災行政無線及び無線LANを活用した子どもの見守りシステムの実証試験を行い、モデルシステムを提案することとした。

1. 2 子ども見守りシステムの動向

1. 2. 1 子ども見守りシステムの事例（資料1を参照）

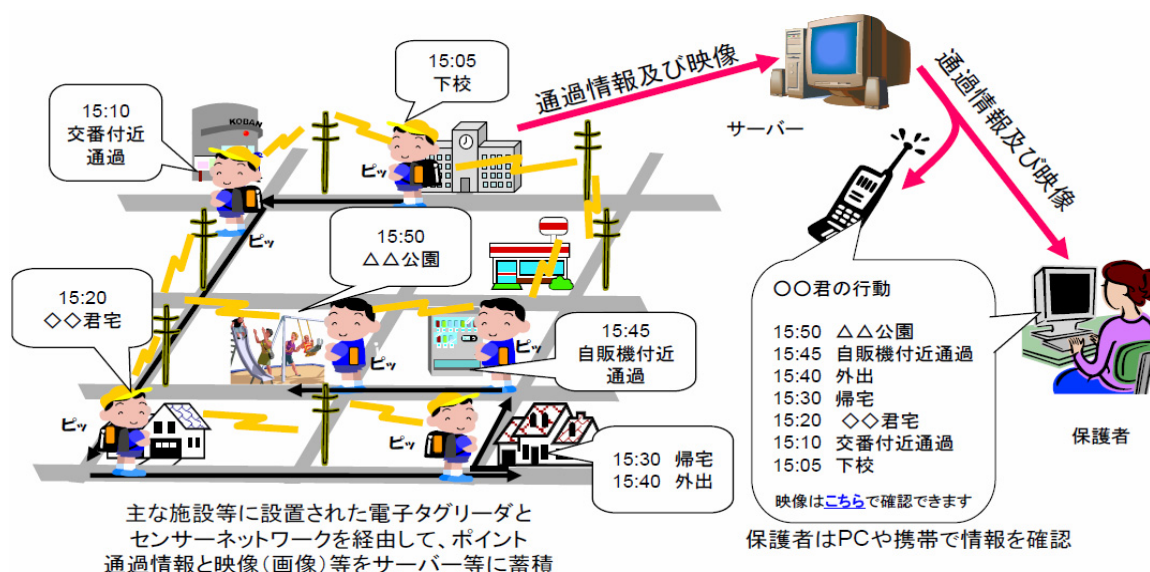
現在、子どもたちの安心、安全確保に関するシステムやサービスについては、いろいろな技術により多様なシステムが提供されつつあり、さらに、新たな通信技術を用いた実験が全国で実施されている。

ここでは、昨年3月に総務省でまとめられた「ユビキタスネット技術を用いた子どもの安全確保システムに関する事例」を基に、学校や自治体が導入しやすいシステムを図表1-1に示す。

図表 1-1 ユビキタスネットワーク技術を用いた子どもの安全確保システムの事例

システム名	内 容
① 情報提供システム	不審者情報や災害情報等を、希望する保護者等の携帯電話やパソコン等にメールで配信したり、パソコンを使ってウェブ上で確認できるシステム。
② 状況把握システム	携帯電話に搭載された GPS や PHS の基地局の位置情報等を基に、子どもの現在位置を捕捉し、保護者が知りたい時に子どもの位置情報を入手することができるシステム。また、防犯カメラ等で撮影した映像をパソコン等で確認できるシステム。
③ 登下校通知システム	電子タグ等を使って、児童がいつ校門（出入口）を通過したかを特定し、保護者等にその情報を電子メール等で提供するシステム。
④ 危険通報システム	助けが必要な状況下で携帯電話・PHS に内蔵されているブザーや防犯ブザーを使用することで、子どもの位置情報をメールやウェブ上で通知するとともに、ブザーの音で近隣の住民等の救援を可能とするシステム。
⑤ 見守りシステム	通学路や学校に電子タグリーダ等を設置することによって電子タグ等を持っている子どもの位置を把握し、決められたポイントを通じたときには保護者に通過したことを連絡する等のサービスを提供するシステム。更に、センサーとの組み合わせにより、ポイント通過時に画像・映像を撮影し、確実に本人が通過したかどうかを確認できる機能を持つものもある。（次の見守りシステムイメージ図参照）

見守りシステムイメージ図



このうちの「⑤見守りシステム」で、電子タグを利用して通学路まで見守りを行うシステムについては実験した事例が少ないが、通信回線の確保が課題となっている。

1. 2. 2 子ども見守りシステムで用いる通信回線

いずれのシステムも基幹となる通信回線を何にするかがシステムの信頼性やコスト面から非常に重要である。基幹となる通信回線としては、デジタル防災行政無線、無線LAN、地域イントラネット、電気通信事業者回線等が考えられる。

図表1-2に示すとおり、既存の情報通信インフラを活用できれば低コストで構築可能であり、中でも住民の安全な暮らしを確保するために整備されたデジタル防災行政無線は信頼性が高く、技術的に利用可能である。

図表1-2 通信回線の比較

ネットワーク	伝送速度	コスト	特徴
60MHz 帯同報系デジタル防災行政無線 【自営無線】	最大 45kbps	整備費は数億円	既設であれば低コストで利用可能。 ただし、子局は避難場所を中心に設置されており、必ずしも必要な見守りポイントをカバーしていない場合あり。
無線LAN 【自営無線】	54Mbps	1台あたり30万円程度	広域をカバーするには整備コストがかかるが、部分的な回線として利用するのに適す。
地域イントラネット(光ファイバー) 【自設有線】	100Mbps, 1Gbps	整備費は数億円	既設であれば低コストで利用可能。 ただし、敷設経路により、必ずしも必要な見守りポイントをカバーしていない場合あり。
専用線 【電気通信事業者回線】	64kbps 以上各種	1回線あたり、利用料月28,000円以上	見守りポイントの数に応じてランニングコストがかかる。
携帯電話・PHS 【電気通信事業者回線】	64kbps 以上	1端末あたり、基本料月1500円程度+通信料	見守りポイントの数に応じてランニングコストがかかる。

1. 2. 3 電子タグの種類と特徴

子ども見守りシステムで、子どもがポイントを通過したことを検出するには電子タグが利用されているが、電子タグには様々な種類があるが、その特徴を比較すると図表1-3のとおりである。

その結果、通信距離が長いことと子どもの操作が不要という点で、300MHz帯の周波数を使用するアクティブ型が適していると考えられる。

図表1-3 電子タグの種類

使用周波数帯	通信距離	特徴	主な用途	免許等
135kHz	～1m	水の影響受けにくい 周辺ノイズに弱い	スキーゲート、自動倉庫、食堂精算	高周波利用設備
13.56MHz	～70cm	金属の影響受けやすい 小型化可能	各種カードシステム、入退室管理システム	高周波利用設備
300MHz 付近	～20m	アクティブ型	位置検出	微弱電波（免許不要）
433MHz	30 ～ 100m	アクティブ型	国際物流	特定小電力（免許不要）
950MHz 高出力型 (1W)	～5m	読取可能距離が長い	物流管理、製造物履歴管理	構内無線局（登録）
950MHz 小電力型 (10mW 以下)	～1m	”	”	特定小電力（免許不要）
2.45GHz	～2m	小型化可能、指向性強い 水の影響受けやすい	物流管理、製造物履歴管理、物品管理	特定小電力（免許不要）、構内無線局（免許、登録）

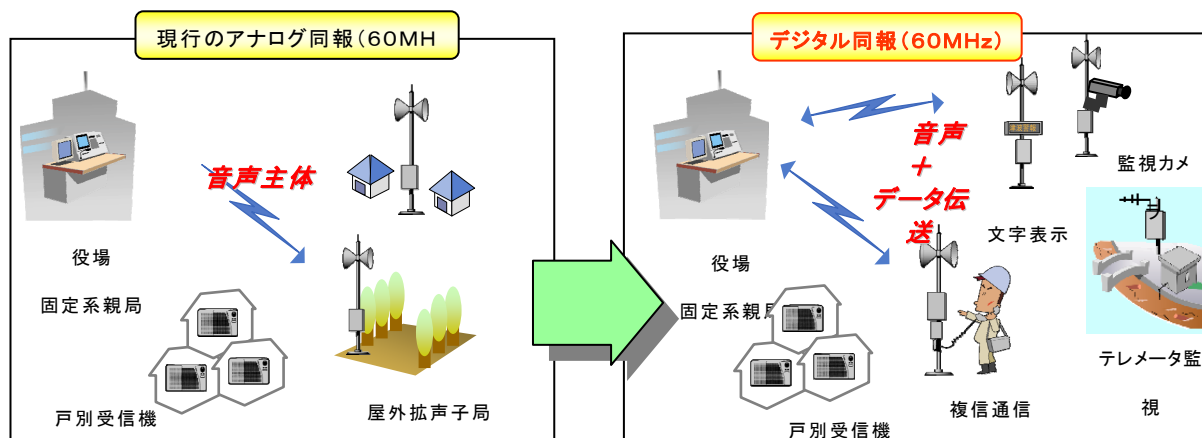
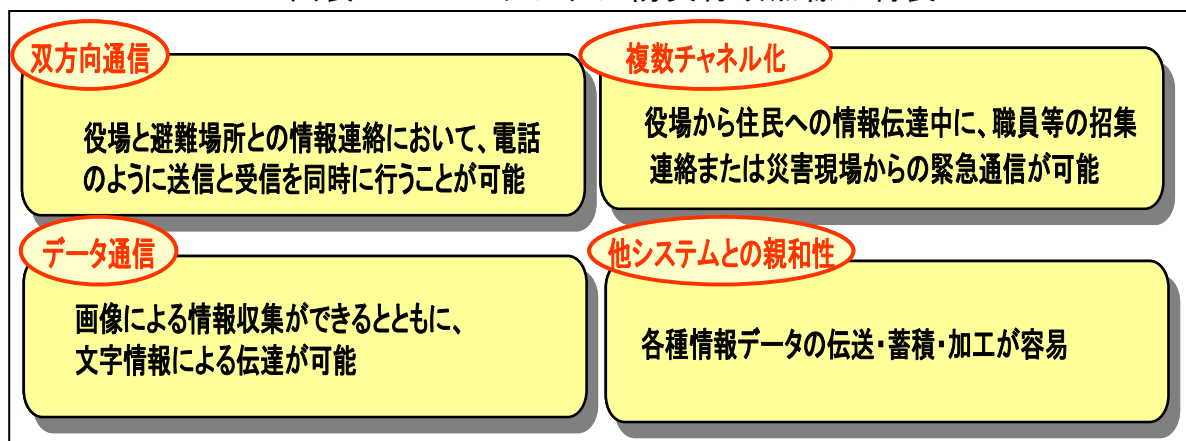
1. 3 デジタル防災行政無線の動向

市町村が、災害時等において、避難勧告等の防災情報を迅速に地域住民に知らせるためのシステムが同報系防災行政無線である。同無線システムは、これまでアナログ方式が採用されていたが、2002年からデジタル方式の導入が開始された。デジタル方式のシステムは、図表1-4のとおり、双方向通信、画像を含むデータ通信、複数チャンネル化、他のシステムとの親和性が高いなどの特長がある。

しかしながら、同無線システムは多額の費用をかけて整備したにもかかわらず、平常時には住民への行政事務の広報程度にしか利用されておらず、デジタル方式のメリットを十分に活用されていない状況にある。

60MHz帯同報系デジタル防災行政無線の整備状況は図表1-5のとおりであるが、今後は、デジタル化のメリットを活かした活用を進めることにより整備を促進していく必要がある。

図表1-4 デジタル防災行政無線の特長



図表 1 - 5 60MHz 帯同報系防災行政無線の整備状況

平成 19 年 3 月末現在

都道府県名	全市町村数	同報系 (アナログ及びデジタル)		同報系デジタル(再掲)	
		整備数	整備率	整備数	整備率
福岡県	66	30	45.5%	7	10.6%
佐賀県	23	13	56.5%	2	8.7%
長崎県	23	20	87.0%	1	4.4%
熊本県	48	41	85.4%	5	10.4%
大分県	18	12	66.7%	1	5.6%
宮崎県	30	23	76.7%	1	3.3%
鹿児島県	49	44	89.8%	3	6.1%
九州	257	183	71.2%	20	7.8%
全国	1,827	1,374	75.2%	131	7.2%

1. 4 検討するシステムの機能と構成

前項のように使用する通信回線、電子タグの種類等について比較検討した結果、図表 1-6 のような、60MHz 帯同報系デジタル防災行政無線、無線 LAN 及び 300MHz 帯アクティブ型電子タグを活用した子ども見守りシステムの実証試験を実施することとした。このシステムの機能及び構成は次に述べるとおりである。

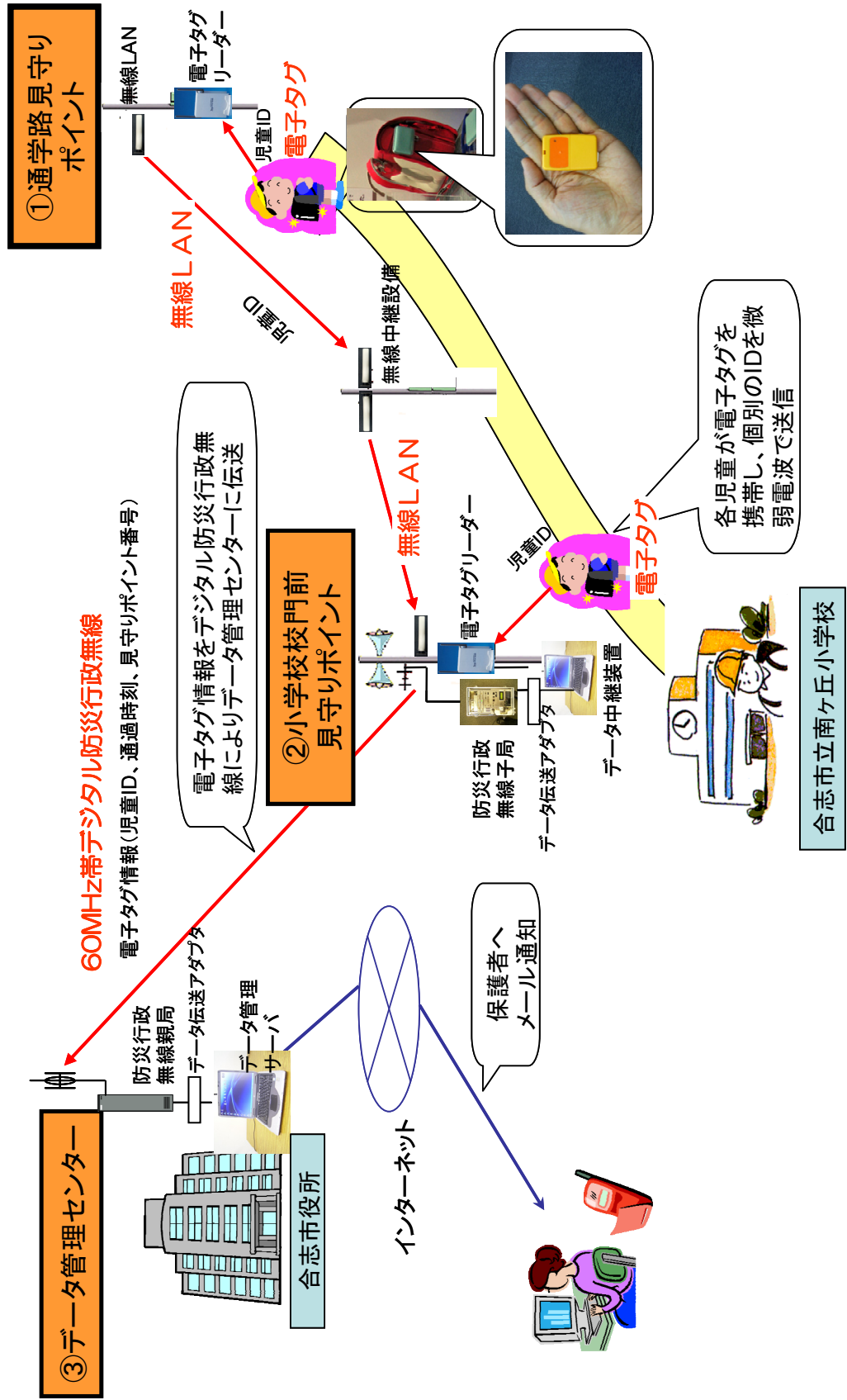
1. 4. 1 機能

- (1) 児童が携帯する電子タグから個別の ID を送信する。
- (2) 電子タグの情報は小学校校門前及び通学路に設ける「見守りポイント」に設置する電子タグリーダーで読み取り、この「見守りポイント」から小学校校門前に設置するデータ中継装置まで無線 LAN で中継する。
- (3) ID、通過時刻及び見守りポイント番号を、データ中継装置から市役所のデータ管理センターのサーバまで防災行政無線により伝送する。
- (4) データ管理サーバでデータの蓄積・加工処理を行い、登下校に関する「お知らせメール」を保護者に対し、インターネットメール及び携帯メールで送信する。

1. 4. 2 システム構成

- (1) 電子タグ
児童が携帯し、児童 ID を送信する端末。
- (2) 通学路見守りポイント及び小学校校門前見守りポイント
児童が携帯する電子タグの情報を受信する電子タグリーダーを設置。
通学路見守りポイントは、無線 LAN により小学校校門前に設置するデータ中継装置と接続。
- (3) 無線中継設備
通学路見守りポイントと小学校校門前の間を無線 LAN で中継し接続するための設備。
- (4) データ中継装置
電子タグリーダーで受信した児童 ID、通過時刻、見守りポイント番号を、一時保存し、防災行政無線でデータ管理センターへ伝送するための装置。
- (5) データ管理センター
市役所内に設置し、防災行政無線親局と接続したデータ管理サーバにより、児童情報の管理及び電子メールによる情報提供を行うセンター。

図表1-6 システム構成図



第2章 実証試験の概要

2.1 実施概要

- 試験実施場所：熊本県合志市役所内
熊本県合志市立南ヶ丘小学校校門前及び同校通学路
- 試験実施日時：平成19年3月5日 午前9時～午後6時 設置及び動作確認
平成19年3月6日 午前7時30分～午後6時 試験
平成19年3月7日 午前7時～午後6時 公開実験
平成19年3月8日 午前7時～午後6時 試験及び撤去
- 実施項目概要：図表2-1 による。

図表2-1 実施項目概要一覧

期 間	実 施 項 目
平成19年3月2日 まで	<ul style="list-style-type: none"> ・現地仮設調査実施。 ・工場にてシステム構築を行い動作確認、基礎試験実施。 ・データ管理サーバに実験参加児童及び保護者の情報を入力。 ・保護者へ試験メールを送信し、返信メールにより保護者へのメール送達確認。
平成19年3月5日	<ul style="list-style-type: none"> ・電子タグを児童に配布。 ・合志市役所会議室及び屋上に機材を設置。 ・南ヶ丘小学校校門付近に機材を設置。 ・通学路途中の生花店前街灯（通学路見守りポイント）と飲食店2階（無線中継点）への機材の設置。 ・60MHz無線回線BER（ビット誤り率）測定。 ・システム動作確認。
平成19年3月6日	<ul style="list-style-type: none"> ・全体システム立ち上げ。 ・児童の登下校に合わせて試験実施。
平成19年3月7日	<ul style="list-style-type: none"> ・公開試験を実施。
平成19年3月8日	<ul style="list-style-type: none"> ・児童の登校に合わせて試験実施。 ・試験終了。

2. 2 試験システム概要

試験システムは、実験用のデジタル防災行政無線機器及び汎用されている2.4GHz帯の無線LANシステム、電子タグ機器、パソコンを組み合わせ、図表2-2及び図表2-3のとおり構成した。

2. 2. 1 情報の流れ

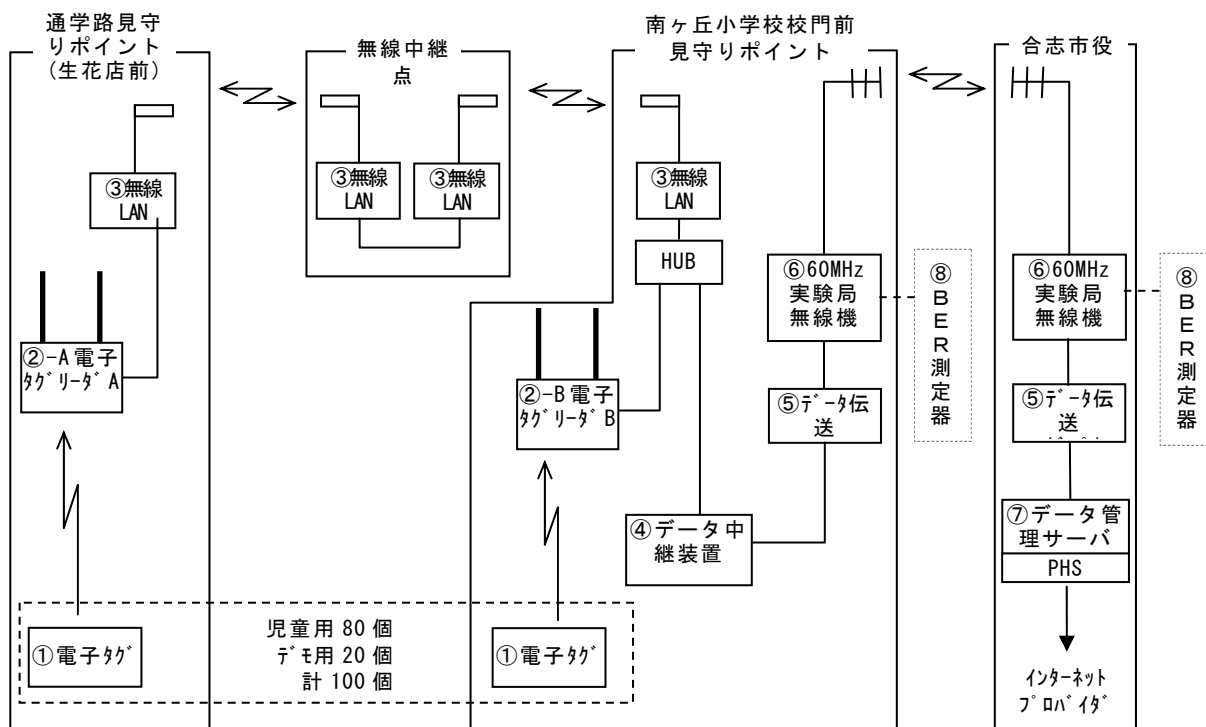
児童が、自分の情報（ID）が記憶されている①電子タグをケースに入れてランドセルに装着し、普段どおりに通学することにより、児童の情報が、児童が見守りポイントを通過したときに、②-A電子タグリーダーAにより受信される。

通学路に設置した見守りポイント（生花店前）からは、この情報が③無線LAN（生花店前～飲食店前～小学校）により小学校に設置した④データ中継装置に伝送され、一旦同装置に蓄積される。さらに、データ中継装置には、校門に設置した見守りポイントの②-B電子タグリーダーBからの児童の情報も併せて蓄積される。

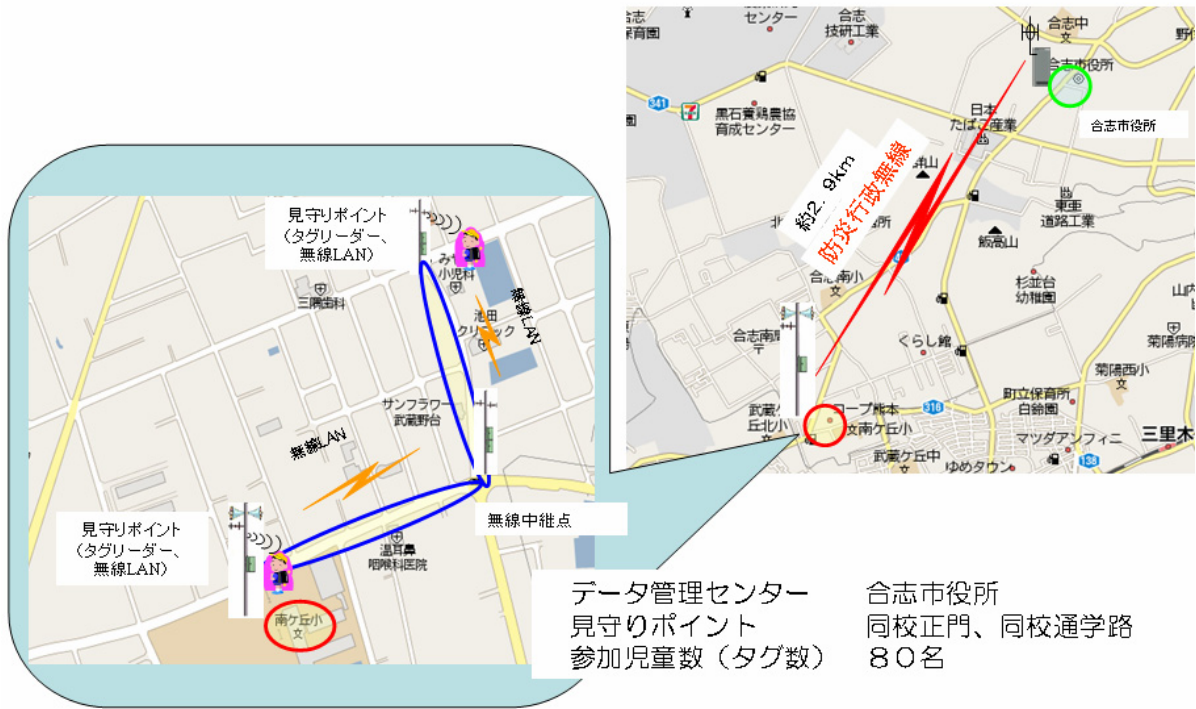
次に、この蓄積された情報は、⑤データ伝送アダプタ及び⑥60MHzデジタル実験局（防災行政無線用無線機）経由で一定時間毎に市役所に設置された⑦データ管理サーバに収集され、このサーバから「どの児童が、いつ、何処を通過した」という情報がインターネット経由で保護者の携帯電話等へメール送信されるシステムである。

通信経路図は図表2-4のとおりである。

図表2-2 システム構成



図表 2 - 3 配置図



図表 2-4 通信経路図

場所等	機器等 (機器の番号は図表 2-2 のシステム構成を参照)	プロトコル		
		レイヤー1 (物理層)	レイヤー2 (データリンク 層)	レイヤー3 (ネットワーク 層)以上
子ども	①電子タグ			
	↓	2 値 FSK	-	-
通学路見 守りポイ ント	②-A 電子タグリーダーA			
	↓	100Base-TX	TCP/IP	
	③無線LAN			
	↓	IEEE802.11g	TCP/IP	
学校校門 前見守り ポイント	↓			
	①電子タグ			
	↓	2 値 FSK		
	②-B 電子タグ リーダーB			
	↓			
	③無線LAN			
	↓	100Base-TX	TCP/IP	
	④データ中継装置			
	↓	10Base-T	TCP/IP	
	⑤データ伝送アダプタ			
↓	RS485	HDLC	TCP/IP	
⑥60MHz 無線機				
↓	16QAM	TDMA-TDD	TCP/IP	
市役所	⑥60MHz 無線機			
	↓	RS485	HDLC	TCP/IP
	⑤データ伝送アダプタ			
	↓	10Base-T	TCP/IP	
	⑦データ管理サーバ PHS 通信カード			
	↓	4x パケット方式	TCP/IP	
I S P	インターネット			
	↓	W-CDMA, CDMA2001X 等	TCP/IP	
保護者	携帯電話、パソコン			

I S P : インターネット・サービス・プロバイダー

2. 2. 2 試験機器の機能及び設定

(1) 電子タグシステム

電子タグと電子タグリーダーはシステムとして一体ものとなっている。見守りポイントに設置された電子タグリーダーが電子タグの信号を受信することで、児童が見守りポイントを通過したことを検出する。電子タグリーダーで受信した信号は、イーサネットのインターフェースから、TCP/IPのプロトコルで無線LANを介してデータ中継装置に伝送される。

電子タグは80名の児童に配布し、化学繊維製のケースに入れ、ランドセル横に吊り下げることとした。(図表2-6、図表2-7を参照。)

電子タグは一定時間毎にIDを送信(1回の送信時間は約7ミリ秒)する無線機であり、その送信間隔は図表2-5のこれまで全国で行われた実証実験の結果から2秒以内で設定した。

図表2-5 最近の全国での事例

事 例	送信間隔
沖縄におけるユビキタスITS実現のための実証試験 平成17年9月	約1秒
立教小学校の児童登下校通知システム 平成16年9月導入	約1秒

電子タグリーダーは、小学校校門前見守りポイント(図表2-8、図表2-9及び2-10を参照)と生花店前の通学路見守りポイント(図表2-11及び2-12を参照)に設置した。電子タグリーダーの高さは、校門前で3m、通学路で約2.2mに設置した。

また、電子タグリーダーの受信可能範囲は、上に述べたような同様なシステムを使用し全国で行われた実証実験の結果から5m程度と想定し、電子タグリーダーは子どもの歩行経路になるべく近くなるように設置した。こうすることにより、子どもが歩く速度は1秒間に1m程度(分速60m程度)であるので、電子タグリーダーから半径5m程度の受信可能範囲の中を道路方向に沿って約10m通過する間に電子タグ情報を5回以上受信できる。

また、電子タグリーダーのIPアドレスは、プライベートIPアドレスを次のとおり設定した。

小学校校門前見守りポイント 192.168.2.10
通学路見守りポイント 192.168.2.11

(2) 無線LAN

通学路見守りポイント（生花店前）から小学校校門前見守りポイントまでのデータ伝送の中継を行う。見通しに近い回線が必要なため、道路沿いに回線を設定し、飲食店2階で中継することで回線を構築した。（図表2-12を参照）

(3) データ中継装置

2台の電子タグリーダーが受信した情報を蓄積し、受信した時刻及び見守りポイント番号の情報を付加して、データ伝送アダプタに伝送する。

その際、60MHz無線回線は最大でも45kbpsと伝送速度が遅いため、回線占有時間を必要最小限とすることが必要である。そのため、伝送するデータ量を1個の電子タグについて72bitとし、伝送回数は、1個の電子タグ（一人の子ども）について、登校時、下校時にその情報を1回だけ伝送するよう工夫した。

IPアドレス及びLANの設定は、次のとおり設定した。

IPアドレス	LAN側：192.168.2.1
	WAN側：192.168.0.1
LAN	100Base-TX(LAN側：電子タグリーダー接続)
	10Base-T(WAN側：データ伝送アダプタ接続)

(4) データ伝送アダプタ

60MHz実験局無線機のデータ伝送用インターフェースであるRS485-HDLGをイーサネットに変換し、60MHz無線回線上でTCP/IP伝送を行えるようにする。

(5) 60MHz実験局無線機

60MHzデジタル防災行政無線の標準規格の無線機で、小学校校門前見守りポイントと市役所間のデータ伝送回線として使用する。

実用システムにおいては、市町村内に複数の学校がある場合、一般にポーリング方式により一定時間ごとに親局が子局を呼出し、順に子局からのデータ伝送を行うという通信制御を行う必要があるため、本実証試験においては、市役所に設置した親局から南ヶ丘小学校に設置した子局に対して情報伝送命令信号を3分に1回送信し、電子タグ情報を収集するようにした。

データ回線の構成は、ARIB（社団法人電波産業会）標準STD-T86の「中速複信データ伝送」により、上り2スロット、下り2スロットを使用する。

(6) データ管理サーバ

データ中継装置に蓄積された情報を、60MHz無線回線により一定時間毎に収集し蓄積すると同時に、児童が見守りポイントを通過したことを保護者にメール送信する。

データ中継装置が蓄積する電子タグ情報を3分毎に収集するように設定

し、データ管理サーバは、収集した電子タグ情報（ID、時刻、見守りポイント番号）と、格納した児童氏名、保護者のメールアドレスのデータベースを参照し、児童の保護者宛に児童が何時何処を通過したかを記した電子メールを自動発信する。インターネットへの接続は、PHSを利用した。（128kbpsパケット通信で、（株）ウィルコムに接続）

また、収集した電子タグ情報を児童氏名と関連付けて表示できる他、児童氏名、保護者のメールアドレスのデータベースの表示、編集を行う。

IPアドレス及びLANの設定は、次のとおり設定した。

LAN：10Base-T（データ伝送アダプタ接続）

IPアドレス：プライベートIPアドレス 192.168.1.2

（7）その他

60MHzデジタル防災行政無線回線の品質を測定するために、BER（ビット誤り率）測定器を配置した。

図表 2-6 電子タグのケース



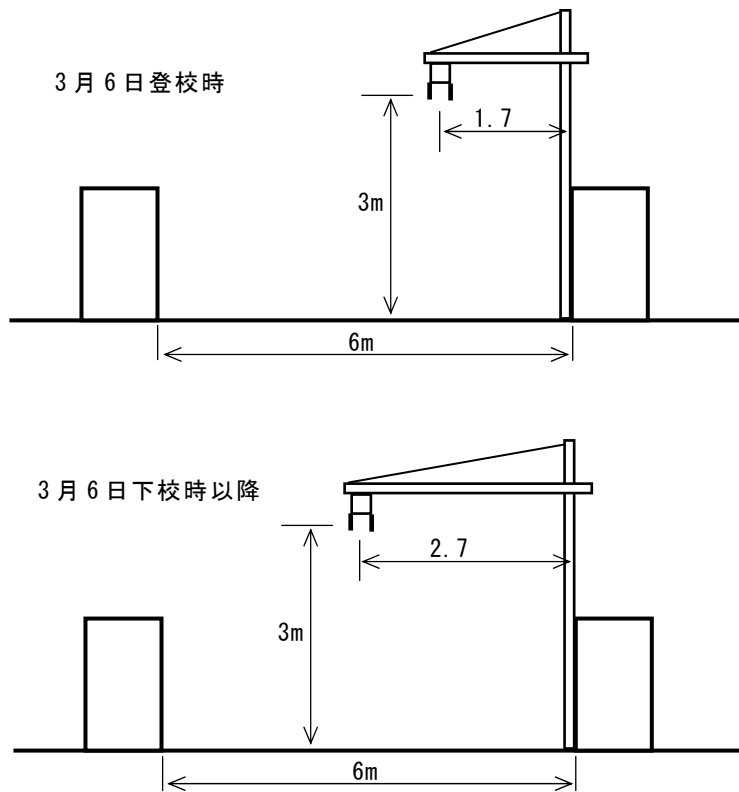
図表 2-7 ランドセルに装着した状態



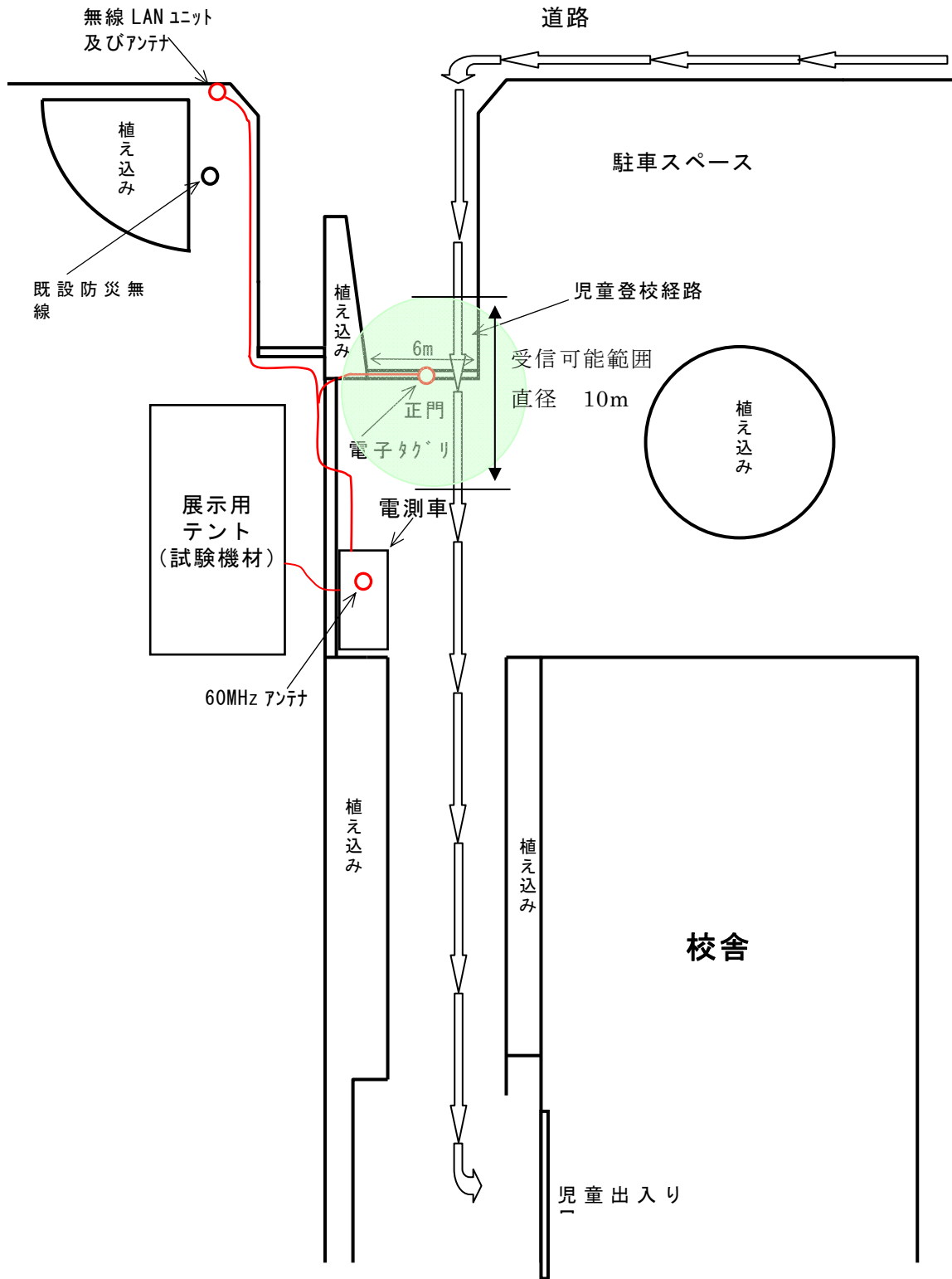
図表 2-8 校門への電子タグリーダー設置状況



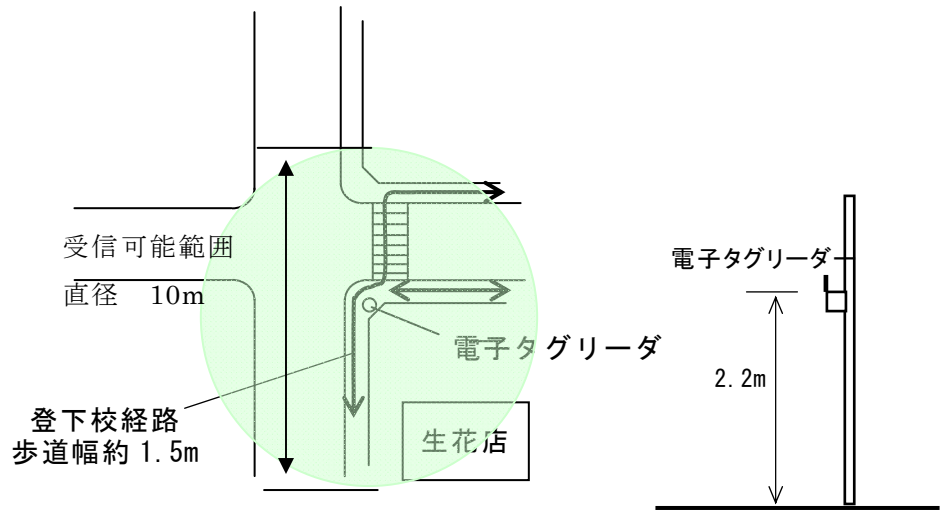
図表 2-9 校門への電子タグリーダー設置寸法



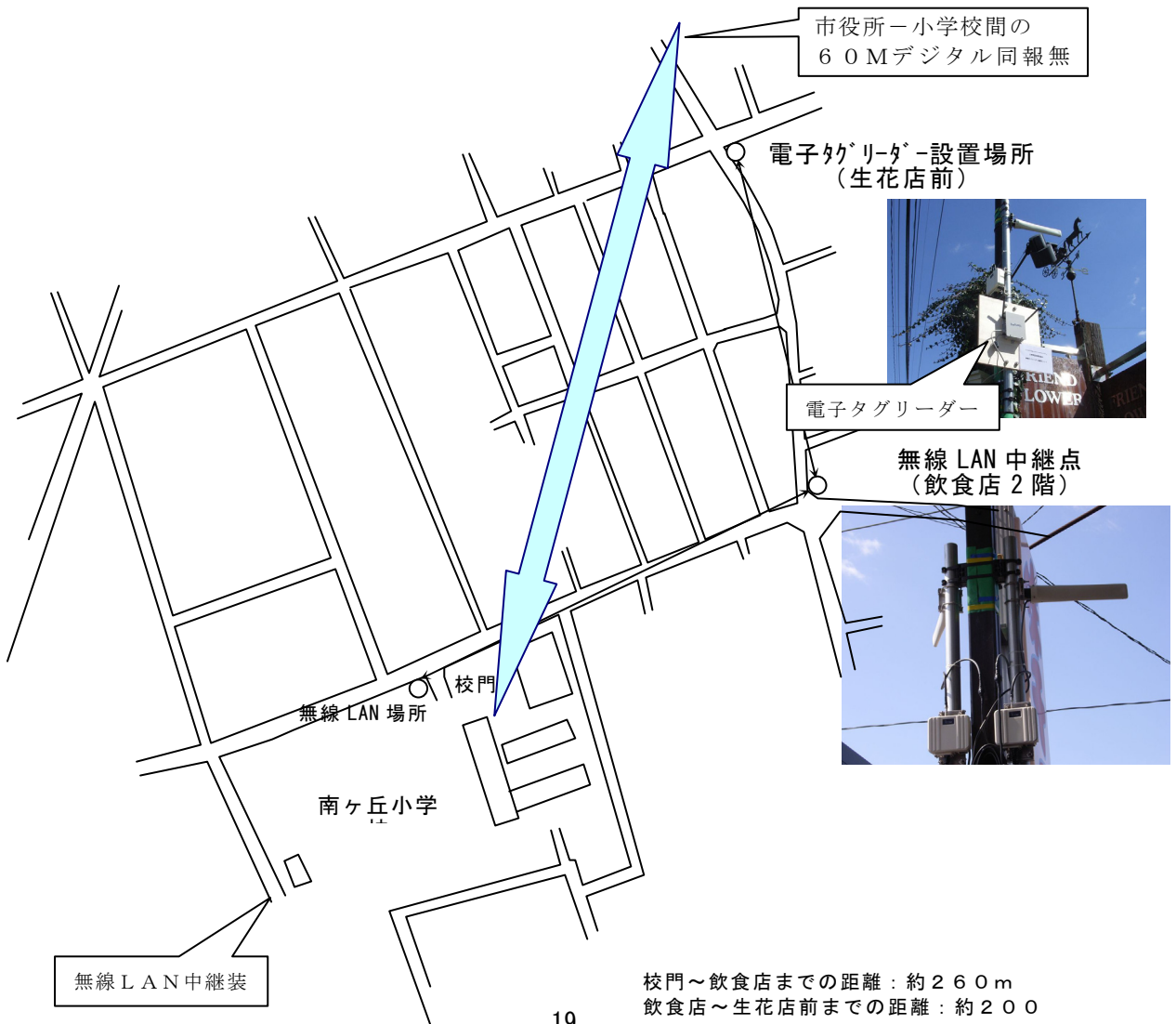
図表 2-10 南ヶ丘小学校設置場所平面図



図表 2-1-1 生花店前設置場所平面図



図表 2-1-2 小学校周辺機器配置平面図



校門～飲食店までの距離：約 260m
 飲食店～生花店前までの距離：約 200

2. 3 試験実施環境

2. 3. 1 試験実施条件

➤ 登校条件：午前7時から午前8時30分までに登校。集団登校は無し。

➤ 下校条件：午後2時30分頃～午後5時30分頃までに下校。

3月7日のみ午後3時頃に一斉下校。

2. 3. 2 試験実施場所

(1) 合志市役所（データ管理センター）

試験機材設置場所：2階中会議室内（60MHz アンテナ除く）

60MHz アンテナ設置場所：4階屋上に仮設。同軸ケーブル長30m。

合志市役所標高：96m

60MHz 回線距離：南ヶ丘小学校まで約2.9km

(2) 南ヶ丘小学校（校門前見守りポイント）

試験機材設置場所：校門付近。詳細は図表2-8、2-9及び2-10を参照。

南ヶ丘小学校標高：61m

60MHz 回線距離：合志市役所まで約2.9km

(3) 飲食店2階（無線中継点）

試験機材設置場所：飲食店2階看板取付け柱に仮設。高さ約5m。位置は図表2-12参照。

(4) 生花店前（通学路見守りポイント）

試験機材設置場所：生花店前街灯柱に仮設。電子タグリーダーの高さは約2.2m。無線LANの高さは約3m。

位置は図表2-12、詳細は図表2-11参照。

2. 4 使用機材の仕様

(1) 電子タグシステム

(ア) 電子タグ

送信周波数 : 314.5473MHz

送信出力 : 3メートルの距離で電界強度が $500\mu\text{V/m}$ 以下

変調方式 : 2値FSK

送信ID長 : 32bit

送信間隔 : 0.2秒~24時間で設定可能

電源電圧 : DC3V (リチウムコイン型電池 CR2032 1個)

電池寿命 : 送信間隔3秒で1年間以上

外形寸法 : 幅35×高さ53×厚さ8.5mm

(図表2-13参照)

重量 : 15g

メーカー、型名 : 株式会社九州テン TGS-T300

(イ) 電子タグリーダー

受信周波数 : 314.5473MHz

通信距離 : 最大20m (設置環境、周囲条件等により変化)

最大識別数 : 1秒間50個

インターフェース : 100Base-TX

電源電圧 : AC100V

メーカー、型名 : 株式会社九州テン TGS-R300E

設置状況 : 小学校校門前見守りポイント

図表2-8及び2-14参照

通学路見守りポイント

図表2-12参照

図表 2-13 電子タグ写真



図表 2-14 電子タグリーダー写真



(2) 無線LAN

(ア) ユニット部 (図表2-13ユニット部参照)

送信出力 : 10mW/MHz 以下

使用周波数 : 通学路見守りポイント～中継点 2.412GHz (1CH)

小学校校門前～中継点 2.437GHz (6CH)

有線インターフェース : 100Base-TX

変調方式 : IEEE802.11g

電源電圧 : AC100V

(イ) アンテナ部 (図表2-12及び2-13アンテナ部参照)

8素子八木アンテナ 12dBi 50Ω

メーカー、型名 : アイコム株式会社 SB-5100

図表2-15 無線LAN写真

ユニット部



アンテナ部



(3) データ中継装置

形 状：ノート型パソコン（図表 2 - 1 6 参照）

OS：Windows XP Professional

アプリケーション：沖電気工業が試験用に VISUAL BASIC で作成した管理用
ソフト

C P U：Celeron M プロセッサ 330

メ モ リ：256MB DDR SDRAM PC2700

H D D：40GB 内蔵

表示装置：15 インチ TFT カラー液晶ディスプレイ

電源電圧：AC100V

図表 2 - 1 6 データ中継装置



(4) データ伝送アダプタ

形状等 : 図表 2-17 参照

無線機インターフェース : RS485・HDLC 256kbps

外部機器インターフェース : 10Base-T

電源電圧 : AC100V

メーカー、型名 : 沖電気工業株式会社 試作品

図表 2-17 データ伝送アダプタ写真



(5) 60MHz 実験局無線機

形状等 : 図表 2 - 1 8 参照

送信出力 : 10W

周波数 : 59.69MHz

変調方式 : 16QAM

通信方式 : TDMA-TDD

多重数 : 6 多重

受信感度 : 9dB μ V (BER=1 \times 10⁻²)

インターフェイス : RS485 HDLC (データ伝送用)

規格 : ARIB STD-T86 準拠

電源電圧 : AC100V

メーカー : 沖電気工業株式会社

図表 2 - 1 8 60MHz 実験局無線機写真



(6) データ管理サーバ

形 状：ノート型パソコン（図表 2 - 1 9 参照）

OS：Windows XP Professional

アプリケーション：沖電気工業が試験用に VISUAL BASIC で作成した管理用ソフト（図表 2 - 2 0 参照）

C P U：Celeron M プロセッサ 330

メモ リ：256MB DDR SDRAM PC2700

H D D：40GB 内蔵

表示装置：15 インチ TFT カラー液晶ディスプレイ

電源電圧：AC100V

インターネット接続機能

モ デ ム：PHS（メール発信回線用、回線速度 128kbps 対応）

接続先：PHS 事業者：株式会社ウィルコム

I S P：ニフティ株式会社

図表 2 - 1 9 データ管理サーバ



図表 2-20 データ管理サーバ及びデータ中継装置
管理ソフト表示画面



(7) BER (ビット誤り率) 測定器

形状等 : 図表 2-21 参照

同期方式 : 調歩同期式、非同期式、同期式

データ伝送速度 : 50bit/s~100kbit/s

(ST2-RT 同期において)

BER測定符号 : 511 ビット周期 2 値擬似雑音系列

インターフェース : ITU-T V24、V28 準拠

図表 2-21 BER測定器



第3章 試験結果

3. 1 基礎試験結果

実証試験で使用する機器の特性を確認し、電子タグリーダの設置方法等を決定するために、実証試験の前に工場の室内において基礎的な測定を行った。

3. 1. 1 電子タグ認識に及ぼす身体の遮へいの影響

電子タグの電波を身体が遮へいすることによる影響を調べる試験を行った。

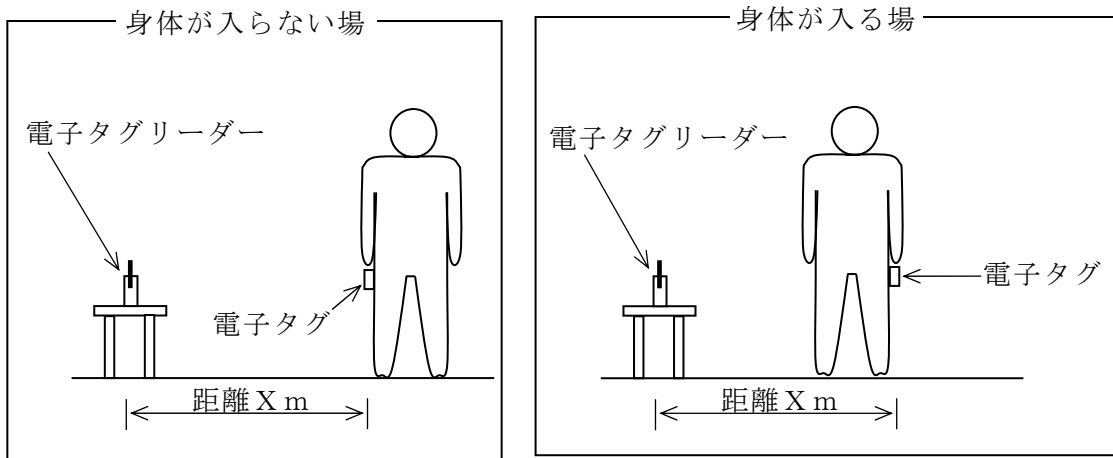
図表3-1のとおり大人がズボンのポケット辺り、高さ85cmの場所に電子タグをタグケースに入れて吊り下げ、1m～14mまで距離を変化させて、それぞれの距離で電子タグが送信するIDを電子タグリーダが誤り無く受信できるか試験した。電子タグの送信間隔を2秒に設定し、各ポイントで15回送信する間（30秒間同じ場所に置く）にIDをビット誤り無く受信できた回数を数えた。これを、身体が電子タグリーダと電子タグの間に入る状態と入らない状態で、それぞれ行った。

測定したデータを図表3-2に示す。

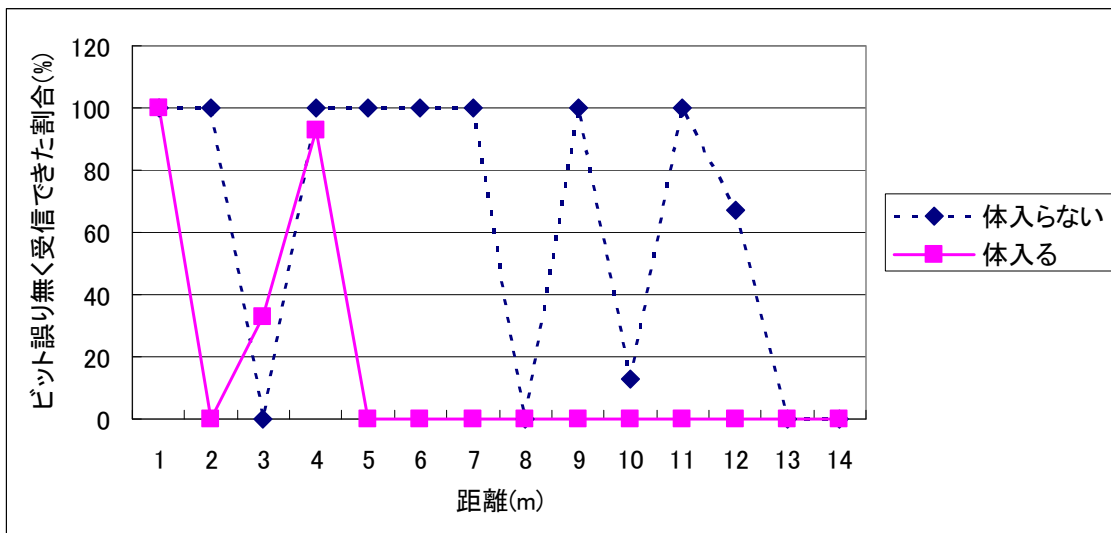
この結果、身体が入らない場合には3mの場合を除き5m以上でも受信できたが、身体が入った場合には5m以上で全く受信できなくなることから、身体による遮へいの影響が大きいことがわかった。身体による遮へいの影響を避けるため、電子タグリーダは、頭上等電子タグを見通せる位置に設置するのが望ましい。

なお、3mの距離で受信できなかったのは、反射波の影響のためと推測される。この影響を避けるためには、電子タグリーダを複数設置する等の対策が必要である。

図表 3-1 電子タグと身体との位置関係



図表 3-2 電子タグ認識率への身体の影響



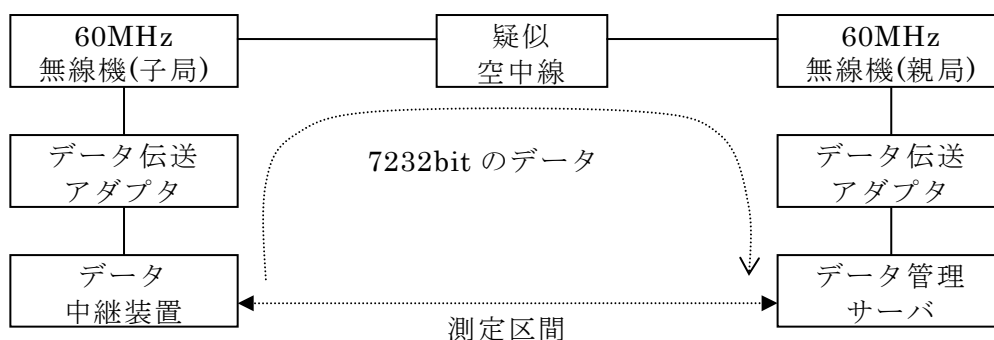
3. 1. 2 60MHz 防災行政無線回線と試験システムのデータ伝送速度

本システムでは、電子タグ情報の伝送を 60MHz 防災行政無線回線及び無線 LAN 回線で行っているが、無線 LAN 回線は最大 54Mbps（実効的にも 10Mbps 以上は確保可能）であるのに対して、60MHz 防災行政無線回線は最大でも 45kbps と遅いため、本システムの伝送能力はこの区間の伝送速度によって決まることになる。そこで、防災行政無線回線の伝送能力を確認するための測定を室内で行った。

測定系は下図のとおりで、無線機にデータ伝送アダプタを介してデータ中継装置及びデータ管理サーバを接続し、更に疑似空中線で無線機同士を接続し、実証試験システムと同じ設定でデータ中継装置からデータ管理サーバへ電子タグ 100 個分の情報を伝送し、その伝送時間を測定した。

電子タグ 100 個分の情報は 7232bit であるが、このデータの伝送に要する時間は 3 秒であり、実質の伝送速度は、 $7232\text{bit} \div 3\text{秒} = \text{約 } 2.4\text{kbps}$ であった。

このことを実証試験において実用状態で確認した上で、本システムがどの程度の規模（学校数及び児童数）まで対応できるか考察することとした。



3. 2 実証試験結果

3. 2. 1 電子タグ情報の受信結果

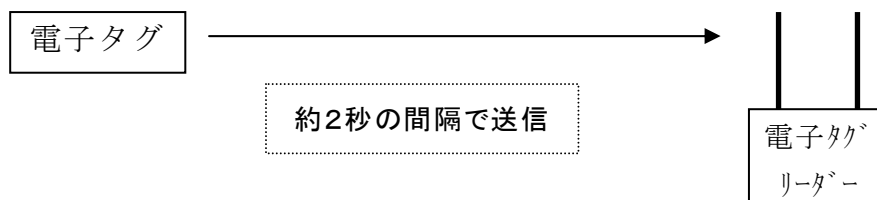
3月6日の登校・下校、7日の登校・下校及び8日の登校について実施し、受信結果は図表3-3、3-4及び3-5のとおりであった。

通学路見守りポイント（生花店前）及び小学校校門前見守りポイントについて、それぞれ登下校時に通過した時刻を表示している。

当該図表において、電子タグIDに対応する時刻が記載されていないものは、当該電子タグリーダーが受信していないことを示している。受信していない原因は次のような場合がある。

- ・ 当日欠席していた場合
- ・ 通学路見守りポイント（生花店前）は、必ずしも全ての児童の通学路となっているわけではないので、通過していない場合
- ・ 児童は原則として校門を通過して登下校することになっているが、それ以外の場所を通過した場合

これらの場合のほか、3. 3. 1に問題点として示す。



図表 3-3 電子タグ情報受信結果（3月6日）（その1）

（単位 時：分：秒）

電子タグ ID	3月6日			
	登校		下校	
	生花店	校門	生花店	校門
1	7:51:35	8:00:32	15:44:00	15:36:25
2	7:59:54	8:08:58	15:41:44	15:35:24
3	(欠席)	(欠席)	(欠席)	(欠席)
4	7:51:35		15:43:58	
5	7:50:45	7:59:17	(不通過)	(不通過)
6	7:53:52	8:02:42		15:35:42
7	7:59:56	8:09:11	15:44:00	
8	7:54:56	8:04:59	15:45:55	15:35:56
9		8:26:28	(不通過)	(不通過)
10	7:54:54	8:04:52	15:46:03	15:35:54
11	8:00:53	8:12:49	15:44:34	15:35:42
12	7:35:40	7:44:55	15:43:35	15:35:16
13		7:59:21		15:36:21
14	8:05:21	8:15:26	15:43:44	15:35:21
15	(欠席)	(欠席)	(欠席)	(欠席)
16	7:45:54			16:02:54
17		7:38:33		15:36:16
18		7:38:04	15:39:50	15:35:25
19	7:48:25	7:56:22	15:44:22	15:35:44
20		7:38:10	15:39:50	15:35:59
21	(通学路外)	8:07:42	(通学路外)	15:36:03
22	8:04:05	8:13:54	(不通過)	(不通過)
23	7:52:46	8:02:12	15:45:58	15:35:57
24		7:52:17	15:45:53	15:36:05
25	7:57:28	8:04:45	15:39:19	15:34:54
26	7:51:35	8:00:33	15:44:30	15:35:18
27				
28	(通学路外)	7:34:04	(通学路外)	16:07:36
29		7:33:59	16:12:50	16:08:26
30	(通学路外)	8:00:27	(通学路外)	15:57:36
31	7:59:32	8:07:52	16:05:48	15:59:08
32	7:45:44	7:50:43	(不通過)	(不通過)
33		7:47:10		16:07:41
34	(通学路外)	8:00:13	(通学路外)	16:10:53
35	7:43:32	7:51:24	16:09:28	15:59:05
36	(通学路外)	7:42:53	(通学路外)	15:54:16
37	(通学路外)	8:26:39	(通学路外)	17:10:27
38	(通学路外)	7:34:02	(通学路外)	15:57:27
39		7:51:58	16:06:59	
40	7:51:34	7:59:57	16:27:14	16:13:49
41		7:36:26	16:03:34	15:55:21
42	7:44:37	7:51:09	15:59:25	15:52:00
43	7:37:38	7:42:57	15:56:37	15:48:38
44	8:03:14	8:09:35	16:19:34	16:12:02
45	8:05:28	8:12:38	16:04:00	15:53:15
46	7:46:56	7:52:31	15:59:09	15:52:02
47	7:48:03	7:54:32	16:03:34	
48	7:49:15	7:58:44	15:59:24	15:51:54
49	7:53:52	8:02:39	16:43:00	16:38:33
50	7:49:15	7:56:03	16:02:45	15:57:05

図表 3-3 電子タグ情報受信結果（3月6日）（その2）

（単位 時：分：秒）

電子タグ I D	3月6日			
	登校		下校	
	生花店	校門	生花店	校門
51	8:05:16	8:12:33	16:07:56	16:00:46
52		7:39:25		15:56:08
53	8:07:49	8:13:46	16:01:39	
54	8:00:50	8:09:25	16:18:22	16:09:10
55	7:46:57	7:52:41	16:07:56	16:00:43
56	8:00:57	8:09:25	16:08:07	
57		8:18:47	16:07:02	16:00:40
58	8:00:57	8:09:25	16:19:42	
59	8:00:00	8:08:59	16:08:54	16:00:44
60	7:33:10	7:37:00	16:06:43	15:57:54
61	7:59:59	8:09:01	16:07:01	16:00:44
62		8:14:08	16:08:05	16:00:39
63	7:57:20	8:04:22	15:57:27	15:50:31
64		7:33:45	16:08:55	16:00:48
65	7:52:35	8:00:20	16:03:28	15:52:54
66		7:36:35		
67	7:45:56	7:53:00		
68	7:49:16	7:55:42	16:45:42	16:38:13
69	7:48:06	7:56:30		16:43:55
70	7:32:17	7:40:35		
71	7:47:09	7:54:41	16:47:59	16:39:57
72	7:51:38	8:01:39	16:58:08	16:49:31
73	7:43:50	7:51:43		
74	7:43:28	7:50:47		16:53:21
75	7:58:39	8:06:17	17:00:31	16:51:32
76	8:08:50	8:16:08	17:01:39	16:55:48
77	7:53:51	8:01:53		
78	7:45:56	7:53:03	16:47:57	16:44:18
79	(欠席)	(欠席)	(欠席)	(欠席)
80	7:57:18	8:03:43	17:01:37	16:52:28

注1：3月6日は3名が欠席。

注2：（通学路外）は、通学路の見守りポイントを通らないで登下校している児童。

（不通過）は、学童保育で学校に残り、校門を通らなかった児童。

空欄は、通過したかどうか不明なもの。

図表 3-4 電子タグ情報受信結果（3月7日）（その1）

（単位 時：分：秒）

電子タグ ID	3月7日			
	登校		下校	
	生花店	校門	生花店	校門
1	7:50:06	7:57:46	15:18:14	15:10:52
2	7:57:51	8:06:43	15:18:21	15:12:44
3	(欠席)	(欠席)	(欠席)	(欠席)
4	7:51:00	8:00:17	15:20:43	15:14:08
5	7:51:03	7:59:34	15:18:08	15:10:53
6	7:46:24	7:55:18		15:11:12
7	7:57:48	8:06:43	15:18:56	15:10:54
8		7:57:04	15:16:23	15:02:51
9		8:32:02		15:13:04
10	8:00:18	8:09:24	15:16:25	15:03:00
11	7:57:51	(通過)	15:16:18	15:08:19
12	7:35:54	7:45:53	15:19:24	15:12:04
13		(通過)		15:14:07
14	8:02:37	8:11:53	15:19:43	15:12:10
15	8:00:19	8:09:22		15:12:52
16	7:49:52	(通過)	15:19:32	15:11:24
17		(通過)		15:14:05
18			15:18:22	15:11:08
19	7:46:35	(通過)	15:20:36	15:13:12
20			15:17:02	15:09:42
21	(通学路外)	8:07:06	(通学路外)	15:09:42
22		8:09:20	15:20:33	15:12:26
23		8:05:08	15:17:27	15:11:29
24	7:49:50	7:58:43	15:17:04	15:09:43
25	7:53:23	8:01:20	15:22:06	15:15:28
26	7:51:04	(通過)	15:21:58	15:14:09
27	8:42:09	8:44:33		(通過)
28	(通学路外)	7:50:11	(通学路外)	15:12:57
29	7:53:11	8:01:15	15:20:03	15:15:17
30	(通学路外)	7:47:46	(通学路外)	15:13:19
31	7:57:45	8:07:58	15:21:56	15:14:26
32	7:53:29	8:02:12		(通過)
33		7:47:31		(通過)
34	(通学路外)	7:55:35	(通学路外)	15:14:23
35	7:44:02	7:54:17	15:16:18	15:08:27
36	(通学路外)	7:42:27	(通学路外)	15:09:40
37	(通学路外)	(通過)	(通学路外)	15:04:45
38	(通学路外)	8:28:38	(通学路外)	(通過)
39	7:41:41	7:50:33	15:19:33	15:11:25
40	7:49:35	7:59:42	15:18:52	(通過)
41		7:32:14	15:19:33	15:11:31
42	7:47:27	7:56:57	15:19:22	15:11:55
43	7:42:01	7:50:46	15:18:46	(通過)
44	7:58:58	8:05:31	15:19:10	15:12:58
45	8:04:35	8:12:16	15:17:04	15:09:49
46	7:49:51	7:59:29	15:19:36	15:11:30
47	7:51:01	(通過)	15:20:47	15:13:50
48	7:35:55	7:42:42		(通過)
49	7:57:45	8:06:30		(通過)
50	7:53:11	7:59:47		(通過)

図表 3-4 電子タグ情報受信結果（3月7日）（その2）

（単位 時：分：秒）

電子タグ ID	3月7日			
	登校		下校	
	生花店	校門	生花店	校門
51	8:01:16	8:09:33	15:17:15	15:09:45
52	7:48:30	7:58:19	15:17:06	(通過)
53	8:01:21	8:12:04	15:20:34	15:12:26
54	8:02:22	8:12:03	15:20:41	15:13:18
55	7:49:53	7:59:30	15:22:39	15:17:00
56	8:02:28	8:12:04	15:19:17	15:11:58
57	8:08:10	8:16:27	15:17:08	15:09:48
58	8:02:23	8:12:00	15:18:44	15:11:11
59	7:57:45	8:06:25	15:21:31	15:13:34
60	7:34:44	(通過)	15:20:42	15:14:14
61	7:57:44	8:06:22	15:17:16	15:09:54
62		8:15:45	15:19:26	15:11:00
63	8:01:21	8:12:04	15:18:46	15:11:26
64		7:36:01	15:19:26	15:11:36
65	7:55:33	8:03:56	15:21:29	15:13:33
66		7:34:23	15:20:35	15:12:33
67	7:40:39	7:50:32	15:18:14	(通過)
68	7:51:04	7:59:37	15:20:37	15:12:58
69	7:45:07	7:51:50	15:17:16	15:09:47
70		(通過)	15:19:30	15:12:21
71	7:46:17	7:52:00	15:19:24	15:12:34
72	7:50:57	7:58:56	15:18:24	15:12:45
73	7:39:22	7:47:02	15:19:36	15:11:34
74	7:48:44	7:58:54	15:20:41	15:13:19
75	7:47:42	7:54:14	15:18:16	15:10:48
76	7:55:56	8:04:00	15:21:51	15:13:48
77	7:51:17	7:58:43	15:20:16	(通過)
78	7:40:39	7:50:29	15:16:51	15:11:53
79	7:46:16	7:54:27	15:20:35	15:12:25
80	7:52:06	7:59:09	15:22:38	15:17:03

注1：3月7日は1名が欠席。

注2：3月7日登校時に生花店前の電子タグリーダーの電源が数分間断となった影響で、生花店前のデータが不足している可能性がある。

注3：(通学路外)は、通学路の見守りポイントを通らないで登下校している児童。

(不通過)は、学童保育で学校に残り、校門を通らなかった児童。

(通過)は、校門を通過したが、電子タグ情報が認識できなかった児童。

空欄は、通過したかどうか不明なもの。

図表 3-5 電子タグ情報受信結果（3月8日）（その1）

（単位 時：分：秒）

電子タグ I D	3月8日	
	登校	
	生花店	校門
1	7:50:54	7:58:01
2	7:55:49	
3	7:55:47	
4	7:47:34	7:57:07
5	7:50:53	7:59:06
6		7:51:01
7	7:55:52	8:06:09
8		
9		
10		
11	7:50:57	
12	7:52:07	7:59:08
13		
14	8:08:15	
15	7:55:38	
16	7:42:49	
17		7:20:57
18		7:26:18
19	7:48:39	7:57:03
20		7:26:19
21	(通学路外)	8:07:34
22	8:08:18	
23		7:48:06
24		7:42:19
25	7:52:04	7:59:12
26	7:47:37	7:57:07
27		
28	(通学路外)	7:52:31
29	7:55:24	
30	(通学路外)	7:57:34
31	7:58:49	8:09:04
32	7:46:28	
33		
34	(通学路外)	
35		7:51:43
36	(通学路外)	7:57:34
37	(通学路外)	
38	(通学路外)	7:53:40
39		
40	7:45:28	7:57:23
41		7:33:25
42		7:53:53
43		7:53:00
44		7:43:04
45	7:52:09	
46		7:42:18
47	7:51:05	7:59:59
48		7:42:17
49		7:52:30
50	7:47:21	

図表 3-5 電子タグ情報受信結果（3月8日）（その2）

（単位 時：分：秒）

電子タグ I D	3月8日	
	登校	
	生花店	校門
51		8:07:56
52	7:53:19	
53	7:46:22	7:55:36
54		8:09:17
55		7:47:20
56	7:53:27	
57		8:12:27
58		8:09:20
59	7:53:25	8:04:29
60		7:46:57
61	7:53:26	8:04:32
62		8:13:47
63		
64		7:33:26
65	7:49:59	7:58:17
66		7:25:10
67		7:50:19
68	7:50:46	7:58:36
69		7:51:38
70	7:36:57	
71		7:53:14
72	7:50:53	
73		7:54:11
74		7:34:14
75	7:49:46	7:58:26
76	7:49:43	7:58:25
77		7:51:48
78		7:50:14
79		7:53:47
80	7:54:13	

注1：3月8日はシステム不具合による欠測値が含まれている。

注2：（通学路外）は、通学路の見守りポイントを通らないで登下校している児童。

空欄は、通過したかどうか不明なもの。

3. 2. 2 60MHz 無線回線BER測定

3月5日の仮設完了時に測定し、次のとおりである。

- 合志市役所→南が丘小学校：エラーフリー
- 南が丘小学校→合志市役所：エラーフリー

本試験では、良好な回線が確保されており、伝送品質も十分である。

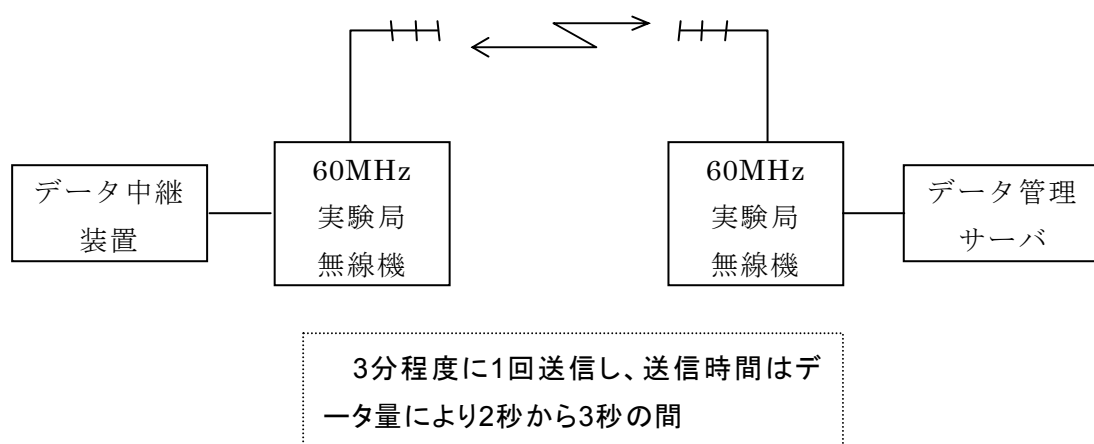
将来の実用に当たっては、60MHz帯での伝送では時間の経過と共に若干の伝搬状況の変動（電離層異常伝搬による影響等）の可能性があることも考慮する必要がある。

3. 2. 3 60MHz 防災行政無線回線伝送の状況

今回の試験システムでは合志市役所に設置されたデータ管理サーバから南ヶ丘小学校に設置されたデータ中継装置に対して情報収集命令を含む信号を60MHz防災行政無線回線で3分程度に1回送信し、その命令に応じてデータ中継装置からデータ管理サーバへ電子タグ情報を同じ60MHz防災行政無線回線で伝送する。データ管理サーバに記録された、情報収集開始から情報収集終了までの時間を図表3-6に示す。伝送データの大きさにより2秒から3秒で収集が完了している。

ただし、記録の中には非常に時間のかかっているデータ（3月7日13時22分の1回）が存在するが、これは、当日熊本県内で同じ周波数を使用する実験局が運用されており、この時刻にこの無線局が発射する電波が干渉し、無線回線上で伝送エラーが発生し再送処理を行ったためと考えられ、実用においては干渉のない周波数割当が行われるので支障ない。

これらの結果から、本システムの伝送速度は、3. 1. 2の基礎試験結果である約2.4kbpsが本試験結果とほぼ一致することが確認できた。



図表 3 - 6 60MHz 防災行政無線回線伝送結果

日付	データ送信要求時刻	データ収集終了時刻	伝送時間(s)	伝送量(bit)
3月6日	7:50:32	7:50:35	3	1328
	7:55:01	7:55:04	3	1328
	8:04:28	8:04:30	2	1112
	8:07:28	8:07:31	3	536
	8:10:28	8:10:30	2	176
	8:13:28	8:13:31	3	176
	14:23:16	14:23:21	5	104
	15:35:16	15:35:19	3	1112
	15:39:40	15:39:42	2	824
	15:45:40	15:45:42	2	752
	15:51:40	15:51:44	4	752
	15:54:40	15:54:43	3	536
	16:18:40	16:18:42	2	392
	16:21:40	16:21:43	3	248
	16:30:40	16:30:42	2	104
	16:39:40	16:39:43	3	248
	16:45:40	16:45:42	2	464
	16:51:40	16:51:43	3	320
	16:54:40	16:54:43	3	248
	16:57:40	16:57:43	3	176
17:00:40	17:00:43	3	248	
17:12:40	17:12:42	2	104	
3月7日	7:14:28	7:14:30	2	104
	7:23:28	7:23:31	3	176
	7:26:28	7:26:30	2	176
	7:32:28	7:32:31	3	248
	7:35:28	7:35:30	2	464
	7:41:28	7:41:30	2	248
	7:44:28	7:44:31	3	464
	7:50:28	7:50:28	3	1400
	7:55:06	7:55:09	3	1544
	8:01:09	8:01:12	3	1976
	8:05:14	8:05:17	3	1256
	8:10:00	8:10:02	2	968
	8:13:00	8:13:02	2	536
	8:16:00	8:16:02	2	176
	8:30:00	8:30:02	2	104
	8:33:00	8:33:02	2	104
	8:42:00	8:42:03	3	104
	8:45:00	8:45:03	3	248
	8:54:00	8:54:03	3	248
	9:18:00	9:18:03	3	104
	9:21:00	9:21:02	2	104
	9:36:00	9:36:03	3	248
	9:45:00	9:46:02	2	176
	10:57:00	10:57:02	2	104
	13:21:00	13:22:06	66	104
	13:45:00	13:45:03	3	104
	14:15:00	14:15:02	2	176
	14:21:00	14:21:03	3	104
	14:24:00	14:24:02	2	104
	14:33:00	14:33:02	2	176
3月8日	7:18:49	7:18:51	2	104
	7:24:49	7:24:51	2	320
	7:27:49	7:27:52	3	392
	7:33:49	7:33:52	3	248

注 データ管理サーバはデータ中継装置から3分間隔で電子タグ情報を収集し、ダイヤルアップ（PHS）の接続と切断を行う一連の処理を繰り返している。PHS回線の処理に時間を要した場合、情報収集の間隔は、3分を超えて長くなっている。

なお、データ中継装置に伝送すべきデータがない場合は、データ伝送の処理を行わないため記録されていない。

3. 2. 4 メール伝送の状況

今回の試験システムにおいて電子タグリーダーが受信した電子タグ情報を蓄積しているデータ中継装置に対し、合志市役所に設置されたデータ管理サーバ（パソコン）が3分間隔でポーリングにより60MHz防災行政無線回線経由で電子タグ情報を収集し、このデータ管理サーバからダイヤルアップによりPHS回線を介して接続されたISPにメールを伝送している。

この3分間において、データ管理サーバの処理は、60MHz防災行政無線回線区間の伝送に約3秒、PHSのダイヤルアップ接続、メールの伝送、回線断までの一連のプロセスは約2分間を要していた。

メール送信の時間は短い方が望ましいので、ダイヤルアップ接続の一連のプロセスを要しない常時接続のブロードバンド回線を用いることにより、メール送信の時間の短縮を図ることが適当である。

○配信したメールの内容

<p>[件名]子ども見守りシステムからのお知らせ [本文]○月○日○時○分頃、<児童の氏名>さんが、 <見守りポイント名>付近を通過しましたので、お知らせします。</p>

3. 2. 5 試験期間中の不具合

試験期間中何度か不具合があり、メールが未送信になった。

原因としては、生花店前機材（通学路見守りポイント）の店側による元電源切断（7日登校時）、60MHz回線の他実験局との運用調整の不徹底による干渉（6日下校時及び7日下校時）、データ管理サーバのメール送信失敗に起因するシステム不具合（8日登校時）であった。

データ管理サーバのメール送信失敗に起因するシステム不具合の原因は、仮設場所が鉄筋コンクリートの建物の室内であるためPHSの受信電界が弱かったこと、或いは今回接続したISPのサーバの輻輳によりメール送信に失敗したためと推測している。現象としては、PHS回線が接続したままになり、データ管理サーバにおけるIP伝送のデフォルトルートがPHSに固定され、データ中継装置を認識できなくなっていた。

3-3 試験結果の考察

3.3.1 電子タグの認識に関する考察

今回の実証試験においては、見守りポイントを通過したにもかかわらず電子タグリーダーが電子タグ情報を受信できていない場合もあった。この原因としては、3.1の基礎試験の結果で確認できた、人体による遮へいと電波の反射による影響、更には、複数の電子タグからの電波発射の衝突や子どもが走って通過したような場合に受信可能範囲内の電波発射回数の減少による影響が考えられる。

そこで、実際の運用を想定した場合は改善が必要と考えられるので、問題点と改善策を次表のとおり整理した。

問題点	改善策
人体による遮へいの影響で受信レベルが低下し受信不可	①電子タグリーダーを頭上などの鉛直方向に設置し遮へいを少なくなる。 ②電子タグリーダーを適当な間隔で複数設置することにより、移動中に遮へいの状態が変わり、受信が改善される可能性がある。
複数の電子タグからの電波発射の衝突によりデータエラーが発生し受信不可	それぞれの電子タグが電波発射間隔に多少の変化（ゆらぎ）を持っているため、電子タグリーダーを適当な間隔で複数設置することにより、適当な間隔で移動中に複数回電波を発射するので電波の衝突が軽減される。
電子タグからの電波の反射の影響により受信不可	電子タグリーダーを適当な間隔で複数設置することにより、反射の状況が変わり影響を軽減できる。
歩行移動による電子タグからの電波発射回数の減少により受信不可（走って通過するような場合）	電子タグリーダーを適当な間隔で複数設置することにより、受信回数を増加できる。

この検討により、電子タグの受信状況を改善するために、電子タグリーダーを次のとおり設置する必要がある。

- ①電子タグリーダーは出来る限り頭上などの鉛直方向に設置する。
- ②移動方向に沿って適当な間隔で複数の電子タグリーダーを設置する。

3. 3. 2 60MHz 防災行政無線回線の伝送能力に関する考察

データ中継装置からデータ管理サーバまでの、60MHz 防災行政無線回線を経由した区間の伝送時間は、電子タグ 100 個分の情報 7232bit の伝送に 3 秒程度であった。これは、3. 1. 2 (3) の室内試験の結果と同様で良好であった。

この結果を基に、本システムを適用可能な自治体の規模を次のとおり考察した。

同報無線の場合、同時に複数の子局からのデータを受信することが不可能であるため、複数の子局を利用する場合には一定の通信制御を行う必要がある。このような場合、一定時間ごとに親局が子局を呼出し、順に子局からのデータを親局に伝送するポーリング方式がよく採用されている。

本実証試験でもこの方式を利用し、結果は 3 分間隔のポーリング方式で 100 人分の電子タグ情報の伝送が 3 秒と良好であったので、これに基づき、以下に規模を考察した結果を述べる。

人口が数万人以下で児童 500 人の小学校が市内に 10 校ある自治体を想定した場合、本試験結果から 1 校分の児童の電子タグ情報を伝送するには 15 秒、全校分を伝送するには 150 秒であり、これはポーリング間隔より短いので、各学校で全児童が同時に見守りポイントを通過したと仮定しても、想定した規模以下の自治体であれば十分に情報を伝送できる能力があることがわかる。ただし、同報無線子局の起動時間等も考慮する必要がある。

3-4 試験参加者へのアンケート結果

試験に参加していただいた保護者の方にアンケートを行ったところ、80人の参加者のうち63人から回答があった。(回収率78.7%) (資料4を参照)

その集計結果を取りまとめると以下のとおりである。

(1) システムの評価等

今回試験したシステムの評価を聞いたところ、「非常に良かった」が55%、「良かった」が43%で、必要ないという回答はなく、非常に高い評価であった。

自由記述欄にも、「親は子どもが家から出てしまったら、後はどうしているか全くわからなかったの、ちゃんと学校に着いたと確認できるのは、とても安心感が得られた。」というような意見が多数記載されていた。

また、システムが導入された場合の活用意向を聞いたところ、96%の人が活用すると回答していることから、早期の実用化が望まれている。

(2) メールが届くまでの時間等

今回の試験では、見守りポイントを通過してからほぼ5分以内ではメールが配信されていたが、その時間について聞いたところ、76%の人が「適当」という回答だった。

また、メール配信が遅くなった場合、何分まで待てるか聞いたところ、5分以内が41%、10分以内が38%という結果であり、システム的设计に当たっては、5分以内の配信を目標とすることが望ましい。

メールの文面については、「もっと簡単でよい」という意見がいくつか自由記述欄に記載されていた。メール送受信の負荷を減らすためにも、必要最小限の文面が望ましいと考えられる。

(3) 電子タグの大きさ

今回使用した電子タグの大きさについて聞いたところ、「ちょうどよい」という回答が79%であった。

小さすぎると紛失しやすいし、大きすぎると子どもの負担が大きくなるため、今回使用したもの程度が適当であると考えられる。

(4) システムに付加して欲しい機能

システムに付加して欲しい機能を聞いたところ、71%の人が「児童からの緊急通報機能」、52%の人が「正確な位置情報を提供する機能」を希望している。

このうち、児童からの緊急通報機能については、今回のシステムに付加する形で実現できる可能性があると考えられる。

(5) 見守りポイントの場所

見守りポイントを設ける場所について聞いたところ、「主な通学路」という回答が62%、続いて、「全ての通学路」が30%、「校門だけ」が6%であった。

見守りポイントの配置は、地域の特性に応じて検討されることであるが、主な通学路をカバーすることが望まれている。

(6) 対象学年

システムを導入する対象学年について聞いたところ、「全員（1年生から6年生まで）」という回答が94%で、「低学年（1年生から3年生）のみ」という回答は6%にとどまった。

保護者は全ての児童を対象としたシステム導入の希望が強いことがわかる。

第4章

ユビキタス技術による子ども見守りシステムの構築の在り方

本章においては、実証試験結果を踏まえ、電子タグ、デジタル防災行政無線及び無線 LAN を活用した子ども見守りシステムを構築するために考慮すべき課題を整理し、望ましいモデルシステムを提案する。

4. 1 システム構築の要件と課題

本システムの構築に当たっては、子どもの情報を確実に、かつできる限り迅速に保護者等に伝送することが重要かつ最優先されるべきである。来るべき情報がいつまで経っても届かないということになれば、却って心配することになり、逆効果となってしまう。

このため、ここでは確実性、迅速性の観点を中心にシステム構築の要件と課題を整理することとした。

4. 1. 1 技術的要件

子ども見守りシステムを構築するに当たっては、通学路の見守りポイントの場所を適切に選定し、そこに必要な機能を配置する必要がある。本システムに必要な技術的要件を整理すると、以下のとおりである。

(1) 電子タグシステム

①電子タグの種類

子どもたちがこのシステムを意識せずに利用できるようにする場合には、数メートル離れた場所からでも情報伝達が必要であることから、アクティブ型電子タグを利用することが適当である。

パッシブ型電子タグを利用する場合は、子どもが電子タグを電子タグリーダーに近づけるという操作を行う必要があり、その操作を忘れた場合には情報が欠落することになる。

②電子タグの送信間隔

アクティブ型の電子タグは、あらかじめ設定した間隔で自律的に発信するが、送信間隔は認識に影響するので、適切に設定する必要がある。

電子タグリーダーの受信可能範囲を歩行方向に沿って 10 m 程度として数回受信できるようにするため、2 秒以内とすることが望ましい。

③電子タグリーダーの設置場所

電子タグリーダーは、電子タグが送信する情報を確実に受信する必要があることから、設置場所の選定及び取り付け方法が重要である。

電子タグが発信する電波は、人体による遮蔽の影響を大きく受けるので、電子タグリーダーは10m以上見通せるような位置に取り付けることが望ましい。また、電子タグリーダーは、想定した10m程度の受信可能範囲において、歩行方向に沿って頭上の適当な高さに複数台設置することが望ましい。

(2) 電子タグリーダーと無線LANとの接続

いずれも、イーサネット(Ethernet)のインターフェースによりTCP/IP伝送を標準として実装しているので、電子タグリーダーと無線LANとの接続にはその標準的な利用が適当である。

また、無線LANで中継を行う場合は、通常の一対多の接続(アクセスポイント～端末)ではなく、端末が中継機能を持ち多段接続が可能なアドホックネットワーク対応のものを利用することにより柔軟な回線構成が可能となる。

(3) 無線LAN等とデジタル防災行政無線との接続

①無線機側インターフェース

電子タグリーダー及び無線LANと接続しTCP/IP伝送を行うために、デジタル防災行政無線の無線機側にイーサネットのインターフェースを設ける必要がある。

無線機は、データ伝送用にRS485のインターフェースを有しHDL(High-level Data Link Control procedure)による伝送に対応しているので、これをイーサネットに変換するインターフェースを内蔵するか、外付けのアダプタで対応する。

②伝送するデータ量の軽減

防災行政無線でTCP/IP伝送を行う場合の実質的なデータ伝送速度は2.4kbps程度であるので、回線占有時間を必要最小限とすることが必要である。そのため、伝送するデータ量を1個の電子タグについて可能な限り少なくすることとし、伝送回数は、1個の電子タグ(一人の子ども)について、登校時、下校時にその情報を1回だけ伝送するようにする。

(4) デジタル防災行政無線のデータ伝送

デジタル防災行政無線は、TDMA-TDD(Time Division Multiple Access-Time Division Duplex)方式により6多重(6スロット)伝送を行っているが、このモデルシステムでのデータ伝送には、本実証試験と同様に上り2スロットを使用するARIB(社団法人電波産業会)標準STD-T86の「中速複信データ伝送」が適当である。

4. 1. 2 技術的課題

本システムの導入に当たっては、技術面で次のような課題があると考えられる。

(1) システムの動作確認

機器の故障等が発生した場合に早期に検知できる監視機能が必要である。

(2) 他のデジタル無線への応用

本システムは、60MHz デジタル防災行政無線に限らず他のデジタル無線機システムでも構築可能である。例えば、近年防災通信にも活用されるようになった800MHz 帯デジタルMCAの場合は、外部機器接続用にRS232Cのインターフェースを有しており、これをイーサネットに変換するアダプタ等を利用することにより実現することができる。

(3) インターネットによるメール配信環境の整備

児童数が多い地域で短時間に大量のメール配信が必要な場合は、メール配信に見合った容量を持ったインターネット接続回線とISPを利用する必要がある。

4. 1. 3 運用上の課題

本システムの導入に当たっては、運用上次のような課題があると考えられる。

(1) メールが配信されなかった場合における、保護者等への連絡体制の確立

システム機器の故障や停電、子どもがタグを忘れた場合等により、保護者へのメールが送信できなかった場合には、子どもの安全を確認した上で、速やかに保護者へ連絡する体制、手段等の構築について検討されることが必要である。

(2) 個人情報の管理

唯一個人情報を保持するデータ管理サーバの管理については、決して情報漏洩やデータ改ざんがないように十分な管理体制をとることが必要である。

(3) 学校への情報提供

子どもの情報に関しては、保護者だけでなく学校側でも把握することが有効的であるので、イントラネット等の通信回線を利用して学校から管理サーバにアクセスし、子どもの状況が把握できる機能についても検討される必要がある。

(4) メールを持たない人への対応

このシステムは、保護者がメールアドレスを持っていてメール通知に対応でき

ることを前提に考えてきたが、必ずしも全ての保護者がメールに対応できるとは限らないので、その場合の対応も考えておく必要がある。

システムの対応としては、データ管理サーバから疑似音声により電話で通知すること等が考えられる。

(5) 通信費の負担

システムを運用するための通信費（メール送信のための通信料）については、基本的には市町村が負担し、メールの受信に必要な通信料は保護者が負担することになると考えられる。

4. 1. 4 付加機能

本システムは校門及び通学路の見守りポイントの通過情報を保護者にメール配信等を行う機能だけであるが、さらに、本システムを活用して子どもの安全、安心につながる機能についても検討した。

(1) 緊急通報機能

防災行政無線の子局には、それぞれ拡声器が取り付けられており、この拡声器の機能も有効に活用すれば、事案発生現場における周辺住民と一体となった即時対応が可能となる。

このため、防犯ブザー等に発信機能をもたせることにより、子どもが危険を察知した際に、防犯ブザーを鳴らすと同時に危険情報が発信されれば、保護者等に危険を知らせるメール配信するとともに、近くの同報無線子局の屋外スピーカーからサイレン音、疑似音声等により緊急情報を速やかに拡声する機能も考えられる。

(2) 地図表示機能

見守りポイントの数を増やすことで、子どもの位置情報を多数把握することができるが、その情報を地図に表示することが可能となれば、より詳細な子どもの位置情報の提供が可能となる。

(3) 映像による監視機能

見守りポイントに監視カメラを設置することにより、通学時の児童の様子や不審者情報の確認等が可能となることも考えられる。

4. 2 モデルシステム

実証試験システムをベースとして、試験結果、アンケート及び課題を踏まえて、モデルシステムを検討した。モデルシステムは、既存のデジタル防災行政無線システムの活用を中心に、汎用性を考慮したシステムとなるようにした。

4. 2. 1 システム構成図

図4-1のとおり

4. 2. 2 イメージ図

図4-2のとおり

4. 2. 3 モデル仕様

機 器 名	仕 様
(1) 電子タグシステム	<ul style="list-style-type: none"> ・電子タグは、アクティブ型とする。 ・電子タグに記録する情報は、個別のIDのみとする。(個人情報はいれない。) ・電子タグリーダの通信範囲が設置場所の環境に左右されるため、実用状態において確実に電子タグと通信可能となるようにする。 このため、次のとおり電子タグの送信間隔及び電子タグリーダの設置場所の条件を考慮し、現場において試行し調整する。 <ul style="list-style-type: none"> * 電子タグの送信間隔は、子どもの通過速度を考慮し、電子タグリーダ数回受信できるようにするため、2秒以内で設定可能なこと。 * 電子タグリーダを、ひとつの見守りポイントに複数台設置し、その上で取り付け位置を頭上としたり、アンテナの向きを調整することにより、できる限り、電子タグリーダを中心に10m程度の受信範囲を確保する。 ・電子タグの電池寿命は、実用状態で1年程度、また電池交換が容易なものとする。 ・電子タグの大きさは、あまり小さすぎず、ケースに入れてランドセル等に吊すように装着する。 ・電子タグリーダは、イーサネットインターフェースを介して無線機等と接続する。

(2) 無線中継装置	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2.4GHz 帯無線 LAN 等を使用し、データ中継装置と見守りポイント間を接続する。 ・ 見通し外となる場合は中継点を設ける。 ・ 回線構成によっては、アドホック型を使用する。 ・ イーサネットインターフェースを介して電子タグリーダー等と接続する。
(3) デジタル防災行政無線	<ul style="list-style-type: none"> ・ 無線機の持つ RS485・HDLC をイーサネットに変換するインターフェースを内蔵するか、又は外付けのアダプタを付加する。 ・ ARIB 標準 STD-T86 の中速複信データ伝送により、上り 2 スロットを使用し、子局から親局へデータ伝送を行う。 ・ 親局から 3 分程度の間隔でポーリング方式により子局に接続されたデータ中継装置のデータを伝送する。
(4) データ中継装置	<ul style="list-style-type: none"> ・ イーサネットインターフェースを介して無線機と接続する。 ・ 一時的なデータ蓄積及び簡単なデータ処理機能を持ったコンピュータで、デジタル防災行政無線回線により、データ管理サーバと TCP/IP で通信を行い、電子タグ情報を伝送する。 ・ 伝送するデータ量は、1 個の電子タグについて、ID、通過時刻及び見守りポイント番号の情報を可能な限り少なくすることとする。 ・ 伝送回数は、1 個の電子タグ（一人の子ども）について、登校時、下校時にその情報を 1 回だけ伝送する。 ・ 電子タグ情報を記録するために必要なファイルの容量は、1 回分の電子タグ情報データ量×児童数×見守りポイント数となる。
(5) データ管理サーバ	<ul style="list-style-type: none"> ・ データ中継装置から伝送されたデータの蓄積、履歴の管理、管理画面の表示及び保護者へのメール通知を行う機能を有する。 ・ 児童の通過状況は、管理センター及び各学校でも把握できるようにする。 ・ 保護者へのメールの文面は、児童名、通過時刻、通過場所の 3 項目を簡潔に表示することとし、文

	<p>章は必要最小限とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・イーサネットインターフェースを介して無線機と接続する。 ・メール配信のため、常時接続のブロードバンドでインターネット接続する。 ・電子タグ情報を記録するために必要なファイルの容量は、データ中継装置のファイル容量×学校数×2（登校時、下校時の2回）×データを保存する日数となる。
--	--

4. 2. 4 考慮すべき事項

- (1) 児童が見守りポイント通過から保護者へのメール配信までの所要時間は、学校数により左右されるが、保護者へのアンケート結果を考慮して5分以内にする。
- (2) 各機器のセルフチェック機能を活用して、故障が発生した場合に早期に検知できる機能を確保する。
- (3) メールが配信されなかった場合における保護者への連絡体制を確保する。
- (4) 個人情報の管理を徹底する。
- (5) メールを利用できない人への対応を検討する。

図4-1 ユビキタス技術による子ども見守りシステムモデルシステム構成図

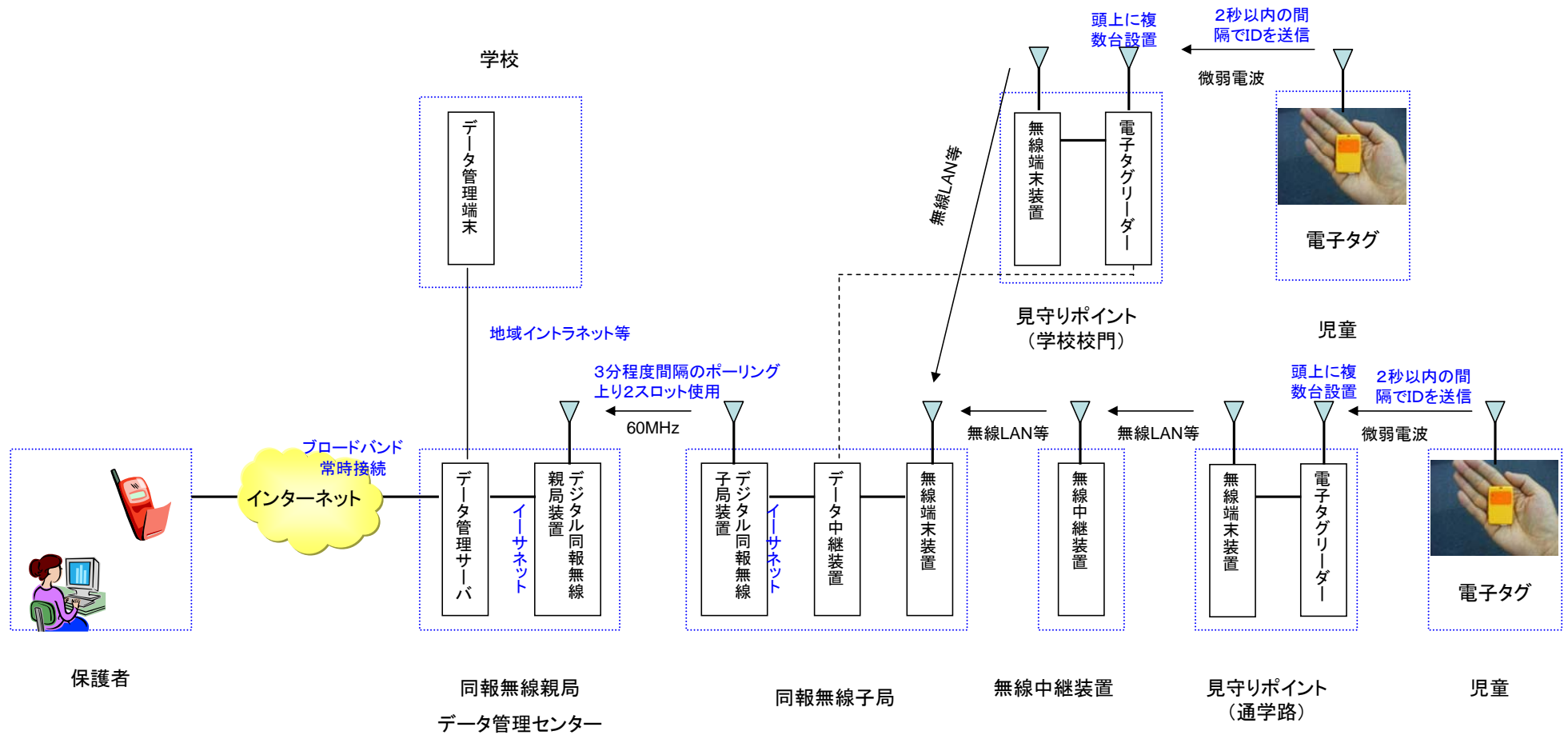
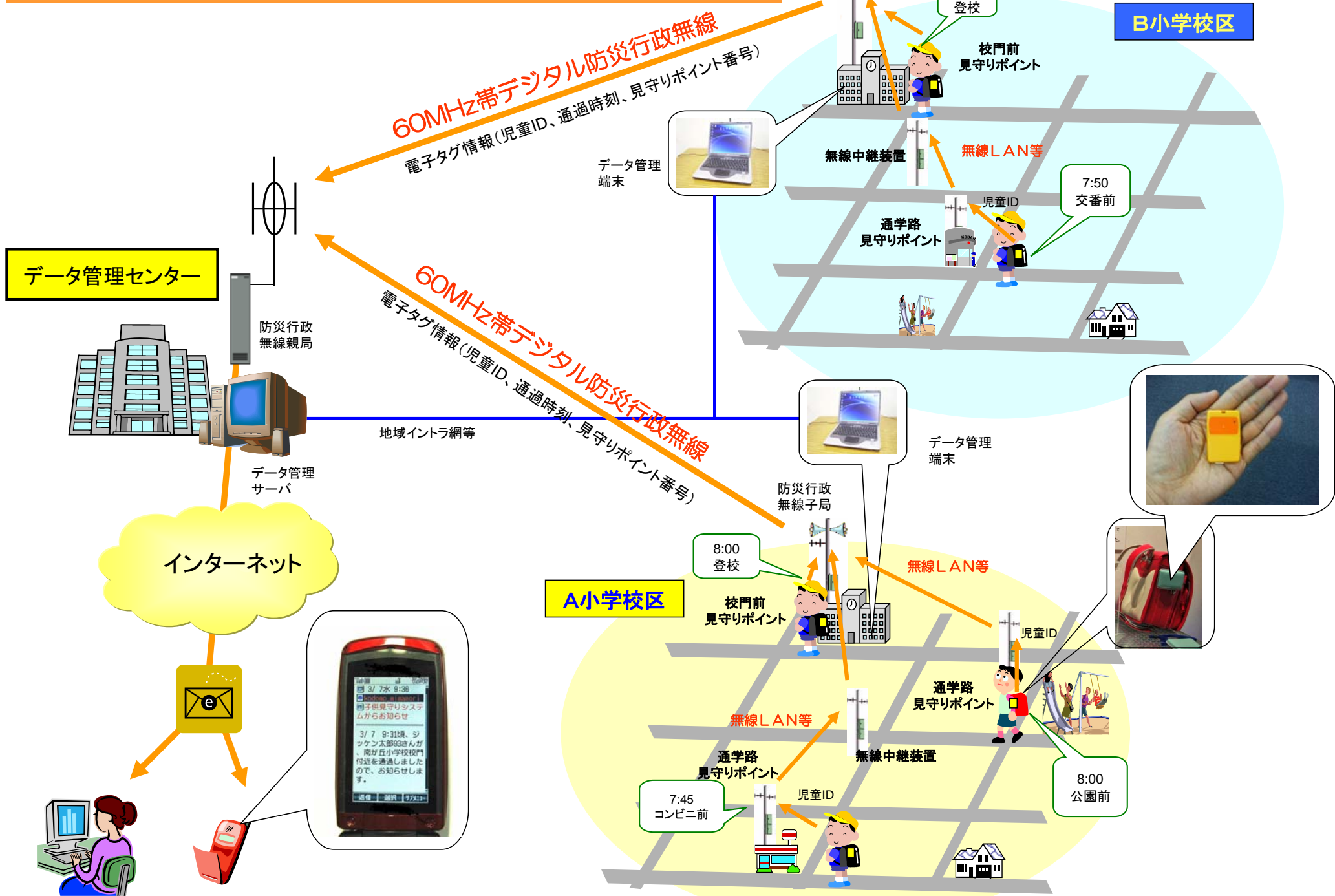


図4-2 ユビキタス技術による子ども見守りシステム
モデルシステムイメージ図



おわりに

本検討会は、平常時における防災無線の利活用方法を検討していく上で、昨今子どもたちが巻き込まれる事件等が数多く報道される中、子どもの安全、安心のために活用できるシステムの構築に向けて検討したのが始まりです。検討を重ねたモデルイメージの技術的な検討を行うため、実証試験を行ったものです。

この実証試験の実施にあたっては、マスコミ、自治体等から予想以上に数多くの関心が寄せられました。実証試験では、混信や機器の不調等でメール配信ができないこともありましたが、概ね所期の目的は達せられ、保護者にとってもユビキタス技術によるシステムの有効性は十分に認識いただいたものと感じています。その結果、試験に参加していただいた保護者の方からは、早期に実用化を望む声が多数寄せられました。

本報告書にあるように、子ども見守りシステムには確実性、迅速性が求められており、幾つかの解決すべき課題も残されています。特に、確実性については、システムの目的からも必要不可欠なものです。今後、これらの課題についてさらなる検討を加えていただき、本モデルシステムの実用化が図られることを強く切望する次第です。

さらに、本システムの実用化には、デジタル防災行政無線システムが必要であり、各市町村において、同システムの早期導入に向けた取り組みについても期待する次第です。

また、子どもたちを見守ることは、家庭、学校だけでなく、地域で取り組んでいくことも重要であり、その活動のひとつのツールとしても本システムが利活用されることを期待いたします。

最後になりましたが、本実証試験にご協力いただいた合志市立南ヶ丘小学校の児童、先生及び保護者の皆様に深く感謝申し上げます。