

第5章 課題と今後の方向性

1 技術的な課題と方策

(1)無線周波数帯等

周波数帯域の適正化

本試験に使用した小電力データ通信システムは、IEEE802.15.4 に準拠した機器であり、諸外国では 868MHz 帯、915MHz 帯、2.4GHz 帯が利用されている。日本国内においては、この中の 2.4GHz 帯のみの利用が、電波法施行規則第6条第4項で小電力データ通信システムとして可能となっている。

この 2.4GHz 帯については、テレメータ、テレコントロール、音声伝送、データ伝送など、様々なシステムが存在しており、免許を有する無線局、免許を要しない小電力無線局、微弱な無線局などがある。これらのシステムに類似するのは、遠距離通信ではなく、目視が可能であるような近距離通信を目的としている。

一般的に、低い周波数帯では、障害物で遮蔽されていても通過・回折する特性、及び通信ができる到達範囲が広がる特性があるが、高い周波数帯では、人体・障害物の吸収、及び通信できる到達範囲が狭くなる特性がある。

本検証試験では、動態把握検証試験、行動確認検証試験での位置把握や逸脱検出検証試験でのゾーン内外の把握において、限られた通信可能範囲での位置の把握となることから、高い周波数帯（2.4GHz 帯）によるある程度狭い到達範囲の周波数で試験を実施した。

このようなことを考慮すると、高い周波数帯の利用が望ましい。さらに、対象物の正確な把握のためには、障害物による影響を抑えるために、また、狭い範囲を多数ゾーン化するために、中継設備を多数配置する必要がある。

電波の免許及び出力

電波を利用する場合、基本的には、無線局の免許が必要である。ただし、電波法第4条の小電力無線設備、微弱無線設備については、無線局の免許を要しないこととなっている。

本試験に使用した小電力データ通信システムは、電波法施行規則第6条第4項の小電力データ通信システムに合致しており、財団法人 テレコムエンジニアリングセンターにおいて技術基準認証されている設備であり、小電力無線設備の 10mW₁₎より更に低い 1mW の無線出力である。

この無線出力を増加させると通信可能範囲が広がるが、それに伴って、遮蔽物からの透過、反射などの影響も考慮する必要がある。

本検証試験では、動態把握検証試験、行動確認検証試験、逸脱把検出検証試験の機能を確立するために、伝搬特性を考慮して 1mW を使用したが、到達距離が見通しのよいところで 30～40m 程度あったことから、適当なゾーン形成となったと考えられ

1) 附属資料9「電波防護のための指針」参照

る。

また、今後の導入コストを検討する場合、できる限り安価で手軽なものが望ましいことから、小電力無線局、又は、微弱電波無線局を選択することとなるが、通常の無線局と異なり、周波数が種々の設備と共用されること、通信可能範囲が狭いという現状があるが、それらを考慮しても、本検証試験のような限られた通信可能範囲であれば、十分に利用価値があると考えられる。

周波数帯域の競合

2.4GHz 帯は、ISM (Industrial Scientific Medical Band、産業科学医療用)バンドと呼ばれ、電子レンジや医療用の電気メスなどに使用されている周波数帯であることから「産業科学医療用バンド」ともいわれており、そのため、多種多様の電波を発するものと共用している。

例えば、屋内では電子レンジ、無線 LAN、Bluetooth 等は既に多く活用されており、屋外では無線 LAN によるホットスポットなどが利用されている。

本検証試験では、これらとの共存が可能であるかを検証するための実験を行ったが、結果的には、中心周波数帯が重なると多少のパケットロスがあるが、チャンネル設定によりお互いの機器の中心周波数帯を 30MHz 程度離すと、大きな影響を受けず利用できた。

このことから、固定される中継機については、周囲の環境に即して周波数競合される他の設備との距離、周波数帯を離れた方が望ましい。具体的には、IEEE802.15.4 及び、IEEE802.11b では、無線 LAN との使用周波数差を 47MHz 以上、通信機器間距離を 4 m 以上離せば、相互間の電波干渉の影響を受けないとしている²⁾。

(2)システムの物理的な条件

端末の形状・重さ

本試験に使用した端末は、大きさが 70×35×27mm の立方体基板のむきだし形状であり、単 3 乾電池 2 本を含め重さが 75g であった。

試験を実施した児童の評価は、大きい・重いとの意見が 33%であり、先生は大きい、重いとの意見であった。児童は、試験中に試験機を腰に止めていたことからあまり大きさ・重さを感じなかったようである。

本試験のようなモデルで使用することを考えると、腰ばかりでなく、胸ポケットへのクリップ止め、ストラップでのつり下げなど種々の使用形態が考えられる。これらのことから、人が携行することを考慮すると、以下の点について改善する必要があると考えられる。

(ア)形状は、薄くて服に留められるか、ストラップでのつり下げもできるものとし、できればカード状が望ましい

(イ)電池は、ボタン電池等を使用し、薄型で軽量の改善を図る

(ウ)端末は、デザインされた取り扱いやすいケースに収納する。また、突起物をなく

²⁾ IEEE Standards 802.15.4™-2003 P645

すため、アンテナは本体の中に収納する

電源の持続

本端末の試験では、オキシライド単3電池2本を使用した高電力モードで、連続4日間しか動作しなかった。検証試験では、持続時間を伸ばす低電力モードについてリアルタイムの逸脱・復帰の比較・評価が困難と予測されたため検証しなかったが、この低電力モードにおいても28日の動作しかできなかった。送信電力モードを低電力モードに変化させることで、持続時間も延びる結果となったが、今後どの程度長時間動作ができようになるのか期待したい。

子供等の人が日常に使用し携行することを考えると、スイッチの入切りを必要により適宜行うと必要なときに電源が入っていないかたりするトラブルが発生することから、常時動作状態で、できれば1年の動作時間が必要と考えられる。

また、固定的に設置した端末の電池交換を考えても、高所への設置などを考えると、やはり1年間は動作することが望まれる。

本端末を人の動態に関わるモデルに適用するには、特に子供のような動きの速い動態向きに対応する短い周期で把握する必要があるため、数秒の短い周期で位置情報等の発信が必要である。このため、短い周期での信号処理を行える効率のよい機能が必要であり、それらを含め、次のような改善が望まれる。

(ア)数秒間隔での動作を可能とする省電力スリープモードを付与する

(イ)スリープモードを可能とするため、非常に短い時間での各端末同期による通信処理を可能とする

(ウ)端末の素子をカスタムIC等の技術により省電力化する

(エ)リチウム電池など、持続力の長い電池を使用する

(3)システムの動態利用機能

システムの能力

今回試験に使用した端末は、固定機が16台、子機が12台であり、最大中継段数は4～5段で、この条件での試験は十分に動作した。

しかし、試験の中で、固定機もしくは子機の端末台数を増やすと、固定機・子機から親機へのデータが徐々に遅れていく傾向があった。これは、子機 固定機 固定機 親機と中継が多くなるに従って、中継回数、中継する情報がだんだん多くなり、これにより親機に近くなるに従ってそれぞれの端末でのパケット処理が遅れてくるものと考えられる。

本試験においては、調査をしなかったが、下記の項目について調査を行い、どの程度の規模まで利用できるかを明らかにするとともに、今後、固定機・子機の台数が多い中規模、大規模でのシステムの活用を考えると、特に親機、中継機での処理能力改善が必要と考えられる。

(ア)1中継機に収容できる中継機または子機の数

(イ)最大中継段数

(ウ)中継によるデータ転送遅延

システムの安定性

本検証試験を実施した結果、周囲の環境等によりその動作に次の特徴があることが分かった。

- (ア)中継機が固定されていると安定な動作状態にあるが、中継機が回転を伴って動くとき不安定になる
- (イ)中継機と子機の間、人間等が存在し動いているときに、電波の反射、吸収により不安定となる
- (ウ)中継機と子機の間、遮蔽物(人間を含む)があると、無線が通りにくくリンク切れとなる

以上から、本小電力データ通信システムを安定性を保って運用するには、次の点を考慮することが必要であると考えられる。

- (ア)中継機はできるだけ固定して使用し、人間が携帯する子機は中継をしない
- (イ)中継機の設置場所は、人間の身長より上の地上高のところに設置する
- (ウ)遮蔽物があるところは、中継機を追加し、通信ゾーンの影を作らない

動態把握(位置把握)の正確性

小学校内における動態把握検証試験において、子機の位置把握の正確性は75%であり、ほぼ位置把握としては活用できる範囲内にあるといえる。しかし、隣接エリアによる把握6件(16.7%)、階上エリアによる把握が2件(5.6%)ある。このうち、隣接エリアの把握は、人間移動中のエリア跨りなどの状況もあることから、状況によっては許容の範囲とする場合がありうるが、階上下エリアによる把握は、階段部分以外においては人間の行動の中でエリアを跨る行動はないことから、許容しにくい。

このため、隣接エリアの把握も含め、階上下エリアによる把握を防ぐ次の対策が必要である。

- (ア)建物の環境に合った固定機設置場所の配置特性及び適正調査
- (イ)端末の階上下方向への電波の指向性対策

見やすさ、わかりやすさ

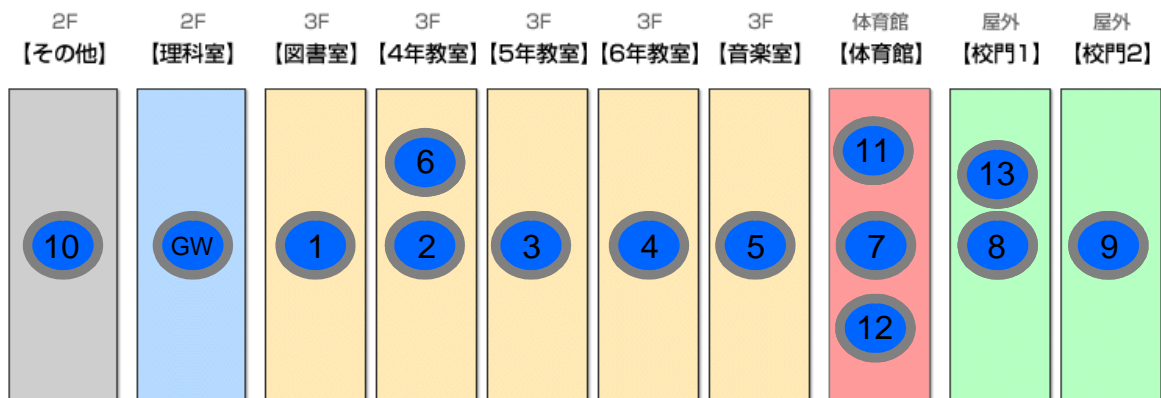
(ア)動態把握検証試験用画面

今回使用したソフトウェアは、固定機と子機が引き出し線で結び位置を把握する画面表示を使用した。

これに対する先生の評価は、「普通」と「見にくい」で半々であった。

引き出し線による表示は、子機が多数集まった場合など、線が混雑し見にくく、把握しづらくなる傾向がある。

このため、動態把握の位置を示す平面図に、固定機に見合ったエリアを表示し、そのエリア内に子機が表示される図 5.1-1 のような画面構成が分かりやすく、見やすいものと考えられる。



丸内の番号は、固定機・子機で、GWは親機である。

図 5.1-1 動態把握検証試験画面例

(1)逸脱検出検証試験用画面

今回使用したソフトウェアは、図 5.1-2 のとおり、子機が逸脱したときに、その子機の番号が赤く表示され、PC からアラームが発生するようになっている。

これに対する先生の評価は、見にくいとの評価であった。

逸脱検出検証試験に使用した PC は、4.5 型ワイド TFT カラー液晶の画面であり、逸脱を表示するウィンドウが画面の大きさ対応に表示されるため、文字も小さく子機番号を把握するのが見づらいものとなっている。

このため、標準的な PC をベースとした画面構成ではなく、試験用の 4.5 型の画面にあった表示ならびに文字使い（フォントの大きさを見やすいものとする）を行うことが必要である。また、野外での使用を考慮し、「光が反射して見にくい」ことのないようなフード、又は専用表示端末等の対策が必要である。

PC のアラーム音も PC 備え付けの音源を使用したがる、音の大きさがそれほど大きくなく、児童たちの話し声が溢れている時などには、聞きづらいため聞きやすい音源と音量にする対策が必要である。

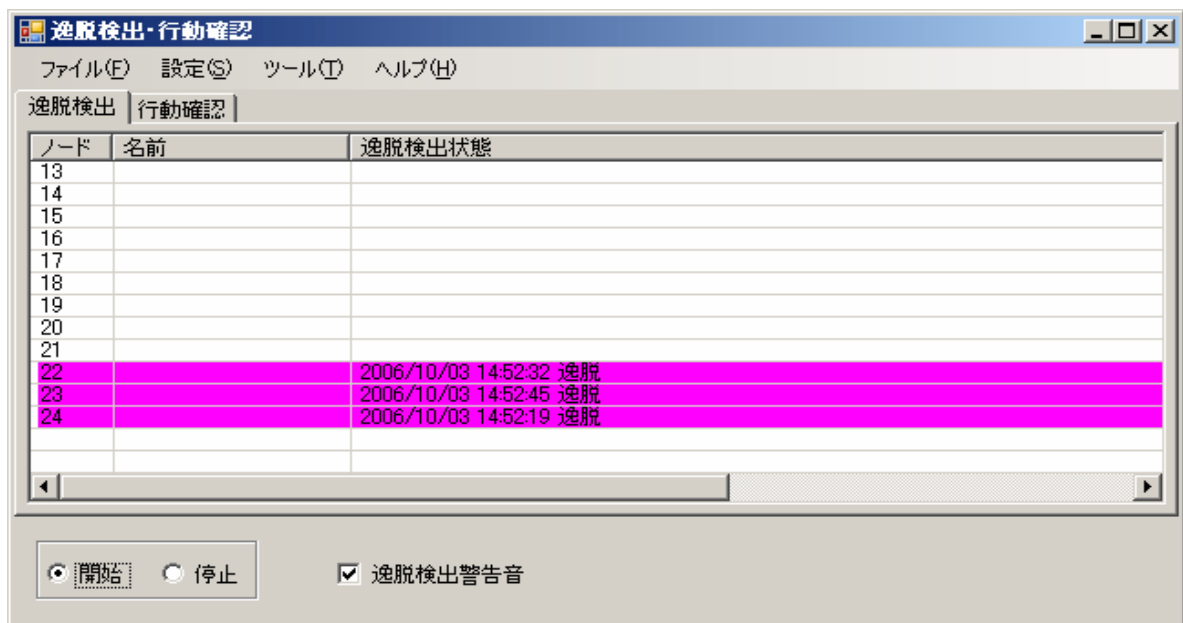


図 5.1-2 逸脱検出検証試験画面例

(ウ)行動確認検証試験用メール表示

メール表示は、携帯電話を想定し、簡略なメール文としたが、先生の評価は「普通」との意見であり、特に問題点としてはあがらなかった。

携帯電話へのメールとしては、長い文面はかえって読みづらいこともあり、文案としては簡略なもので十分であると考えられる。

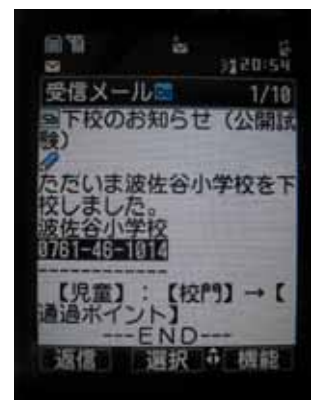


図 5.1-3 下校通知メール例

システムの設定

本試験に使用した端末は、次のような設定で試験を行った。

(ア)ルート更新周期

ネットワークの接続リンクを設定するためのルーティング信号の周期は、高電力モードでのデフォルト設定値は 36 秒であるが、本試験においては、動態での試験のため、1 秒に設定し試験を実施した。

(イ)ID 送信周期

1 ~ 10 秒の設定で試験の効果を測定し実施した。

(ウ)逸脱検出周期

逸脱検出周期が ID 送信周期よりも短い場合、逸脱を重複して誤検出するため、また、短い時間での通信リンク切れによる逸脱誤検出をさけるため、本試験では 10 秒で試験を実施した。

以上のような条件で試験をした結果、動態利用モデルに適用した ID 送信周期は、

表 5.1-1 のとおりである。表 5.1-1 より、4 種の動態等試験において、3 秒周期の ID 送信周期が良好な結果となった。また、10 秒において、逸脱検出検証試験では逸脱を期待しない逸脱回数（誤認識逸脱）が増加し、行動確認検証試験では反応が遅く位置認識が遅れる傾向であった。

表 5.1-1 ID 送信周期における動態等検証試験実行良否

凡例 : 良好、 : 可能、 : 一部不良、× : 不良、- : 試験せず

試験項目	1 秒	3 秒	5 秒	10 秒
動態把握検証試験	×			-
逸脱検出検証試験 (遠足行進)				
逸脱検出検証試験 (広場)				-
行動確認検証試験	-			×

本試験においては、ルート更新周期を可変として試験を行わなかったが、可変とすることにより、さらに最適な設定となるか今後さらに調査が必要であると考えられる。

標準化、互換性

本試験に使用した小電力データ通信システムは、下位レイヤ（物理レイヤと MAC レイヤ）において IEEE802.15.4 規格を使用しているが、上位レイヤ（ネットワークレイヤ以上）においては ZigBee 規格のシステムではなく、メーカー独自の仕様により作製されている。

今後は、ZigBee アライアンスの動向も見つつ、標準化が進展し、種々のメーカーの製品が互換性を持って利用できるようになっていくことを期待したい。

2 実用化への課題と方策

(1) 動態把握モデルへの適用

固定エリアにおける把握

(ア) 中継機が固定の場合（動態把握検証試験）

中継機を固定した動態把握モデルとして、本動態把握検証試験では中継する固定機が 16 台で校内の 3 階フロア、体育館エリアを中心に行った。

今回の試験中は、児童が目立って校内を走り回ることにはなかったが、体育館内では走り回った。このような状況下でも、位置把握では隣接等による把握が多少あったが、動態把握モデルとしての機能には特に支障がなかった。

また、本モデルの必要性では、小学校の先生 2 人が、校内における動態把握は、「あったらよい(大規模校では特にあったらよい)」、「本校では必要ない(学校規模、校舎状況による)」という意見であり、ある程度の規模の学校では、必要性を感じている。

以上から、本モデルの学校への適用は、学校の規模に見合ったシステムの能力を有すれば、その必要性を含め、基本的に問題なく有効であると考えられる。

(イ) 中継機が移動の場合（逸脱検出検証試験：広場試験）

中継機が移動する固定エリアの動態把握モデルとして、逸脱検出検証試験の広場試験を、中継する子機 12 台と中継する子機 3 台を含め子機が 12 台の 2 つのパターンについて試験を行った。

広場のような児童が 1 人 1 人自由に動き回る場合には、携帯した端末（中継機能を含む）の方向も人の動きにしたがって大きく向きが変わることになり、近い距離においても通信リンクが切れたり、回復したりを繰り返し、システムとして安定しなかった。これは、上記(ア)項の体育館での動態把握では中継機が固定設置されていたため特に支障がなかったことから、中継する子機が回転等を含め動き回るときには、通信リンク切れが起こりやすく、安定したシステム品質を維持することが困難となると考えられる。

また、本モデルの必要性では、小学校の先生が、「本校では必要ない(都会の学校には必要ではないか)」という意見であり、学校の環境により必要性を感じている。以上から、本モデルの学校への適用は、学校の環境により必要性を有しているが、その活用においては、中継する子機が動き回ることがないような条件を設定し、例えば、広場等においてもエリアを設定し、そのエリア内をカバーするポイントに中継固定機を設置し、子機は中継しない設定にするなど、さらに種々の事例検討が必要である。

移動エリアにおける把握（逸脱検出検証試験：遠足往路試験）

中継機が移動する移動エリアの動態把握モデルとして、逸脱検出検証試験の遠足往路試験を、中継する子機 12 台と中継する子機 3 台を含め子機が 12 台の 2 つのパターンについて試験を行った。

遠足往路試験においては、一団が同じ方向に向いて行進することから、中継する子機が移動するが、中継機の向きの変化が少なく、これにより誤検出も少なく、動態把握モデルとしての機能には特に支障がなかった。

また、本モデルの必要性では、小学校の先生が、「本校では必要ない(都会の学校には必要ではないか)」という意見であり、学校の環境により必要性を感じている。

以上から、本モデルの学校への適用は、学校の環境にもよるが、その必要性を含め、基本的に問題なく有効であると考えられる。

メールによる行動確認通知(行動確認検証試験)

メールによる行動確認通知の動態把握モデルとして、下校メールによる行動確認検証試験を行った。

試験では、1人単独での下校のほか、1人ずつ2人が間隔(5~10m くらい)をあけての下校、さらに、2人並んで同時に下校と試験をしたどのパターンにおいても、端末の情報発信周期を調整することにより、確実に下校の確認が取れ、メールの送信が行われた。

下校メールを児童の保護者に送る今回のシステム活用は、小学校の先生が、「安心・安全対策として効果がある」という意見であり、第1章においても、保護者・教職員のニーズも高く、その必要性が望まれている。

以上から、本モデルの適用は、校門での下校のほか、さらに、家までの下校ルートの危険箇所など、検知箇所を増やしていくことも必要であり、その場合には、通過箇所の場所が分かるような表示がメール文の中に必要であると考えられる。

(2)セキュリティ、プライバシー保護

本試験においては、被試験者(児童)に固有の番号を付与した端末を携行し実施した。この端末からの情報は、親機に接続されているPCにおいて、この固有の番号と児童の氏名の対応表によりはじめて誰がどこにいるか認識できる。

このような試験環境において、先生3名に「児童の個人情報等のセキュリティ」についてインタビューした結果、「心配ない」2名、「多少の不安があるが大丈夫だろう」1名との結果で、一部不安を感じている面が見られた。

これらから、人が携行する場合には、セキュリティ・プライバシーに対する不安を取り除くためにも、各端末間の情報授受において、ID等のコード情報に、さらに、その暗号化が必要であると考えられる。

(3)子供・保護者・地域住民の理解の促進

本試験を実施するにあたって、試験に協力して頂いた4年生の保護者に、附属資料10の「子どもの安全対策検証試験校としてのご協力のお願い(お知らせ)」を学校より案内した。

その中で、不安を取り除くために、「今回検証試験で使用するタグ端末は、(一部省略)電池で動作します。コードレス電話と同じ2.4GHz周波数帯で、その無線出力は1mWで、携帯電話の約数100分の1、コードレス電話の10分の1で、人体への影響はあ

りません。無線の到達距離は、約 50m 程度です。」と説明した。

この案内に対する保護者の方からの問い合わせはなかったが、携帯電話に不安を感じている方が一部いることを考えると、小電力データ通信システムを活用する無線システムにおいては、安全性に関するこのようなお知らせ、周知、啓発は、必要であると考えられる。

(4) 導入コスト

本検証試験のようなモデルで今後、中継 30 端末の規模で導入するときには、概算で以下の費用が必要であると考えられる。

新規導入費用	500 万円
・ソフトウェア導入費	(300 万円)
・サーバー導入費	(100 万円)
・中継用等端末費(30 台)	(100 万円)
ランニングコスト(年間)	60 万円
・サーバー保守費	(50 万円)
・プロバイダー等通信費	(10 万円)
利用者負担	3 万円
・端末(1 台)	(3 万円)

この中で、新規導入費用のソフトウェア導入費は、活用する対象が増えるに従って 1 導入あたりの費用が低減されていくので、それを考慮すると、約 200~300 万円程度と考えられる。

また、利用者負担の対象となる端末は、今回試験した端末で 1 台 3 万円であり、まだまだ、利用者が全額を負担するには大きな金額である。

本試験の中で、先生 3 名に「端末 1 台の価格の希望」についてインタビューした結果、「3 千円以下」2 名、「千円以下」1 名との結果であった。今後、端末の利用台数が増え、量産効果により端末の価格が低下したとしても、10 分の 1 以下となるにはまだ時間を要するものと考えられる。このため、この間に導入するにあたっては、国又は地方自治体等からの補助や、端末貸し出しなどの施策が必要と考えられる。

(5) 運用

本試験に使用した小電力データ通信システムは、以下の運用機能を有している。

自律構築

人の介在なしで、ネットワーク構築が可能。

自己修復

ネットワークのリセットなしで、ネットワークノードの自動追加と削除が可能。

動的経路選択

動的ネットワーク環境(リンク品質、ホップカウント、変化率、その他)に基づき、適応経路選択が可能。

電池駆動

電池駆動制御と組み合わせることで、長寿命、容易な配置が可能。

親機からのプログラム更新

親機から無線ネットワーク経由で端末のプログラム更新が可能。

固定中継機として設置する場合は、当初設置の調整後、～ までのそれぞれの機能を活用し、それぞれの端末を直接操作しなくても運用可能となる。また、電池動作のため、特に設置場所に電源上の条件がなく、人が携行するのと違い、少し端末が大きくても問題とならず、どの場所にも設置できる。

これにより、電源の持続時間は、動態利用を想定し高電力モード（HPモード）を使用することを前提にすると、今回使用した単3乾電池ではなく、電源容量の大きな蓄電池等を使用することにより、半年～1年の長期の連続使用を可能とすることができると考えられる。さらに、低電力モード（LPモード）の使用が可能となれば、数年単位の長期利用も可能となると予想される。

携行する端末においては、腰ばかりでなく、胸ポケットへのクリップ止め、ストラップでのつり下げなど種々の使用形態を可能とする形状が望まれ、かつ軽量とするため、ボタン電池等の小型電池で長時間稼働するものが必要であるが、現在の端末では長時間稼働が困難であり、今後の省電力化の改良が望まれる。

また、遠足等の移動を前提とした時には、親機に接続するPCの大きさ、形状が重要となるが、本試験に使用したPCの大きさであれば、先生のインタビューでの「大きさはこの程度でもよい」との意見によりほぼ満足しているものと考えられるが、重さについては、520gで「ちょっと重い」との意見であり、改良の余地がある。また、その稼働時間は、3.5時間程度であり、学校での運用を考えると、9時～15時（6時間）くらいの利用ができれば、活用しやすいものと考えられる。

3 今後の方向性

本調査では、小学校をフィールドとして児童の動態における種々の活用が可能か、小電力データ通信システムを活用して検証試験を実施した。この検証試験により、小電力データ通信システムで児童の動態における様々な活用への可能性を明らかにすることができた。

本小電力データ通信システムは、センサーネットワークとして今まさに注目と活用が始まったばかりであり、特に、動態への適用について、今後の機器の改善等がさらに進められることを期待したい。この改善にあたっては、以下の事項について検討を進めていくとともに、さらなる検証実験が必要であると考ええる。

(1)効率的な電波活用と帯域

本検証試験の結果、周波数共用・空中線電力などはほぼ満足されていると感じられるが、動体に対してのセンサーネットワーク独自の周波数帯などが得られるのであれば、望ましい形となると思われる。同種のシステムでは、960MHz帯等が検討中でもあり、更に高い周波数の5GHz帯など、様々な検証試験が必要である。

(2)標準化、動態対応の機能高度仕様化

本システムに使用される端末は、種々のメーカーから製品が販売されている。この端末が、メーカー間による互換性がなく、単一メーカー製品のみによる端末によってシステム化されていると、本検証試験モデルのように、人が携行する場合には、特定の場所以外では利用できない。このために、全てが単一メーカー製品であることは汎用性においても、経済的にも有利ではなく、端末は互換性を有する標準化が絶対条件と考えられる。

また、当該システムも発展しつつあるものであり、ネットワークの高度同期、伝送スピードの高速化などにも十分に注目する必要がある。

(3)利用適用範囲の拡大

本システムは、子供の安全・安心システムでの検討・検証を行ったが、様々な利用形態が想定できる。

例えば、登山時でのグループの逸脱・同一行動、大規模商店街での親子の逸脱・同一行動が挙げられる。また、リアルタイムの行動把握もあるが、各端末の位置情報をデータベース化することにより、各端末（子供などの利用者）のグループ構成の把握にも応用でき、人間・物流の様々な場面に活用が可能と考えられる。

親機、中継機的能力拡大によって規模、用途の適用範囲が広がり、また、特別な地域のみによる導入ではなく日本全域で広範囲に利用されていくなれば、大量の端末が生産され価格の低廉化が可能となり、利用分野毎に特化したUI(ユーザーインターフェース)を有する使いやすい端末等の開発も可能となることから、今後さらに利用範囲の拡大が容易となっていくことを期待したい。

(4) 端末の形状、重さの改善

本システムで使用した端末は、様々なセンサーを接続することができるよう汎用のセンサー端末として製作されているため、形状が矩形で厚さもあり、人が携行するには好ましい形状ではなかった。将来的には、携帯電話、防犯ベルなどの商品への内蔵による適用拡大や、支障にならない服への着脱など、子供にも持ちやすい形状、重さへの工夫が望まれる。

(5) 持続時間の改善

本システムでは、電池駆動による端末の持続時間が課題となっている。この端末において、人の動態利用を前提とした短い周期における駆動においても、無線及び端末内の信号処理などを短時間で効率よく稼働させる機能、及び低電力駆動素子・回路の開発が望まれる。

また、リチウム電池等高電力電池の活用及び開発によりさらなる長寿命化を期待したい。

(6) コストの低減及び多様化

本検証試験等のモデルが今後導入され、特別な地域のみではなく、日本中など広範囲に利用されていくなれば、大量の端末が生産され価格の低廉化が期待できる。

また、この用途に合わせた端末の生産により、用途別の最適化された使いやすい形状等の専用品が商品化可能となり、利用範囲の拡大に寄与することを期待したい。