

はじめに

社会は新しい科学技術によって大きな影響を受け、変わることがある。しかし、その技術が実需から遊離して、技術中心の研究だけが先行して進められれば、社会への定着が遅れたり、社会から評価されないまま消えていったりする。わが国で開発された世界的にも画期的な情報通信技術である「ユビキタスネット技術」は、単に技術だけでなく社会が抱えている様々な問題の解決や可能性の向上に資するべく、試験などを行いながら確認し、技術の改善や普及の活動を重ねてきた。

「積雪寒冷地域生活支援ユビキタスネット構築検討」は、その一環として、積雪寒冷地域の生活支援への適用可能性と技術的な課題を明らかにする目的で実施された。その検討は、地域問題や情報通信の研究者、専門家、情報関連企業関係者、行政関係者が参加して、全体的な社会ニーズや技術、システムの検討を行う検討会、技術的な検討や試験の準備検討を行う作業部会、および30万都市として世界トップクラスの積雪に見舞われる青森市を対象に試験を実施した。

積雪寒冷地域では、冬季の気候・気象条件が、通勤・通学、買い物、交流、公共サービス利用など日常生活に大きな困難、負担を強いていることは、青森市の市民アンケート調査にも顕著に表れている。こうした地域条件が生活面だけでなく、業務活動にも影響を及ぼしていること、また冬季の困難や負担が軽減されれば、冬季以外の環境条件に恵まれた積雪寒冷地域の評価が大きく変わり、活性化が進むだろうことは、そこに住む人たちにとって共通した実感であり、願いである。

今回の「ユビキタスネット構築検討」によって、「誰でも、どこでも、いつでも、何でも」を可能にする「ユビキタスネット」での情報の入手や交換・交流が容易にできるようになれば、積雪寒冷地域でのこうした困難や負担を軽減し、生活の質を向上させる可能性があること、また解決、改善すべき技術的な課題を確認できたことが成果である。こうした成果は、試験が実施された青森市に止まらず、全国や世界の積雪寒冷地域にも大きな福音をもたらすことにつながるであろう。

今後は、今回確認された技術的な可能性と課題とともに、普及のために機器、システムの価格引下げや普及のための環境整備も大きな課題である。積雪寒冷地域における「ユビキタスネット」の構築、普及が、生活や社会のニーズに密着した高度技術の先進、先導役となるように、一層、積極的な取組みを期待したい。

平成18年3月

積雪寒冷地域生活支援ユビキタスネット構築検討会

座長 佐々木 俊介

第1章 調査検討の概要

第1節 調査検討の目的

現在、総務省では「u-Japan政策」のもと、すべての国民がユビキタスネットワーク社会の恩恵を受けられるようにすることを目指している。

我が国は南北に細長い地理的条件から、地域によっての気候環境が大きく相違し、北国や日本海側では積雪寒冷地域も少なくない。このような地域において、雪による障害や不便さを軽減する対策（克雪）を進めることにより、雪をプラス面で捉える（利雪、遊雪及び楽雪等）意識やニーズを顕在化していくことが非常に重要とされている。

本調査検討は、このような積雪寒冷地域に暮らす住民の生活をより快適にするためユビキタスネットワークを活用し、より快適な積雪寒冷地域での環境づくりを目指すことを目的とする。

第2節 調査検討の必要性

1 積雪寒冷地域におけるユビキタスネットワーク社会の構築に必要な電波利用技術の利用可能性の検討

積雪寒冷地域において、ユビキタスネットワークの活用を検討する場合、これら地域の冬季における独特な環境条件において、ユビキタスネットワークを構成する各種技術について、電波伝搬特性や設備の耐環境性などを調査し、その利用の可能性、課題及び考慮すべき事項を明確にしておくことが必要である。

2 積雪寒冷地域における電波を利用した生活支援モデルシステムの提案

前述の技術的課題を明確にするとともに、積雪寒冷地域に暮らす方々の生活支援に対するニーズを具体的に把握・分析し、これらをもとにユビキタスネットワークを活用した生活支援モデルシステムの検討を行い、ニーズに応じた電波利用システムやアプリケーションを提案し、簡便で役に立つ実用システムの導入に向け、今後の課題や、普及促進のための提言を行う必要がある。

3 モデルシステムの有効性を検証

これら調査を行うにあたり、人口が比較的多く積雪量も多い地域において生活支援モデルシステムを検証することが、その有効性等を検討する上でより適しているとの判断から、人口30万都市で世界的にみても有数の積雪量を有する青森県青森市において生活

第1章

支援モデルシステムの実現可能性を検証することとした。

第3節 検討会の開催

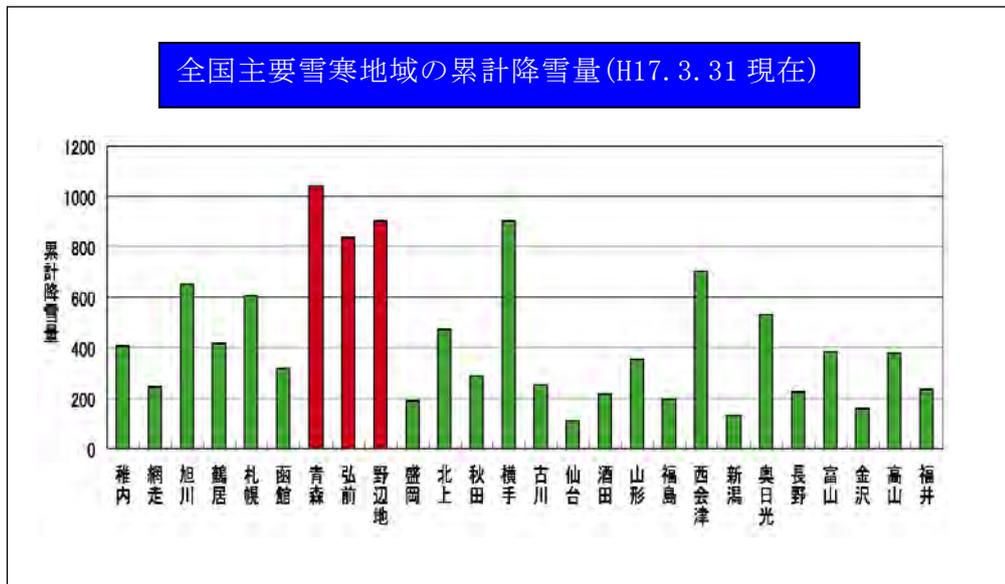
検討会の開催要項、構成員、審議状況などの概要は、資料1から資料5までに示す。

第 2 章 積雪寒冷地域の現状と生活情報ニーズ

第 1 節 積雪寒冷地域の現状

積雪寒冷地域における降雪は、山間部の冠雪を始まりに例年11月初旬頃から始まり寒気暖気を繰り返しながら根雪と言われる積雪状態を迎え、4月中旬までの5ヶ月間積雪状態が続くこととなる。平成16年、平成17年と日本各地で豪雪被害を伝える報道は記憶に新しく、交通機関の麻痺や社会経済への大打撃など、生活に及ぼす影響は計り知れないものとなっている。それはまた被害という形で全国的にも影響を及ぼしている。消防庁によると、平成17年12月以降人的被害の死傷者数は2,000人を超える数字に上り、高齢者の屋根からの転落事故など後を絶たない。また、住家被害も4,000棟を超え、非住家を含めると5,000棟をはるかに超える被害が発生し、豪雪に対する不安も多くなっている。

青森県内での雪の事故も相次ぎ、人的被害者は7名の死亡者を含め170名を超える。建物被害においては、青森市で起きた2階屋根が雪の重みでつぶれる事故など20棟を超える被害が発生している。また、農業被害も深刻で特に農業用ハウスの被害は県内全域で80棟を超えている。



※平成17年度青森県 県土整備行政の概要より

図 2-1-1 平成 16 年度の豪雪状況

第2節 青森県の雪対策上の実態

1 青森県・青森市の雪に対する取り組み

青森県では、平成16年12月に、暮らしやすさのトップランナーを目指す「生活創造推進プラン」が制定され、「雪に強いまちづくり」として克雪だけではなく、「活雪」、「楽雪」、「遊雪」という視点で、「雪を強みに変えていく取り組み」や「あおもりツーリズムの創造」として、冬季の観光資源開発及び冬季観光の振興を推進している。

また、青森市では官民一体となって雪対策に取り組み、特に歩行者空間の確保については重点的に進めてきているが、今後急速な高齢化が見込まれることと交通バリアフリー法の施行を受け、冬期における雪国特有の障害である積雪・凍結を解消し冬期間歩行者が安全に移動できるようなネットワーク形成を図ることとしている。そして、これまで以上に快適な歩行者空間を提供するため「青森市冬期バリアフリー計画」を策定し、除排雪や恒久的雪処理施設の整備によるネットワーク化された歩行者空間の確保や、高齢者等の雪弱者はもとより「すべての人にやさしい」施策の展開、市民と行政が一体となった克雪対策を推進するとしている。

2 除雪・防雪対策の実態

青森県は、全国でも有数の豪雪地帯であり、全県が豪雪地帯に指定されており、さらに13市町村が国の指定する特別豪雪地帯に選定され、冬期交通、歩行者空間の確保は切実な課題となっている。県では、除雪対策として平成16年度127億円（県管理市町村除雪費）を費やし、道路環境の安全確保に取り組んでいるほか、融雪溝・流雪溝や無散水消雪（ロードヒーティング）施設等を整備し、車道や歩道空間の確保に努めている。また、スノーシェルター、防雪柵設置などといった雪崩・吹雪対策を実施し、安全・安心な生活交通路の確保と道路環境の維持を取組んでいる。

県管理道路の実延長は、平成15年4月1日現在約3,530kmであり、そのうち平成16年度の除雪実延長は約2,980kmと、約84%の道路が冬期間でも交通が確保されている。

表2-2-1 青森県における除雪事業の推移

区 分	年 度				
	平成12年度	平成13年度	平成14年度	平成15年度	平成16年度
雪寒指定路線延長 (km)	3,331.6	3,331.6	3,331.6	3,331.6	3,331.6
除雪延長(km)	2,940.1	2,955.9	2,990.0	2,980.5	2,983.3
除雪費(百万円)	3,040	2,354	2,654	2,030	3,512

※平成17年度青森県 県土整備行政の概要より

※H16は決算見込み。

青森県内において、道路情報は様々な提供方法で情報が発信されている。インターネットを利用したWeb情報サービスでは、冬道情報として道の駅など県内33ヶ所の天気・気温・積雪・路面状況などをはじめ、県境4ヶ所に設置したカメラ映像や、青森市・八戸市の循環路線のバスロケーション、青森～むつ間・青森～五所川原間といった・長距離路線のバス現在地情報が提供されている。また、NPO等が運営する「青森みち情報」では、Web情報・携帯電話情報として、青森市内幹線道路3ヶ所のカメラ映像や駐車場案内・バリアフリー情報など生活に即した情報が提供されている。

さらに、青森市では除排雪作業管理の効率化と市民に対する除排雪に関する情報提供の強化を図るため、高度化人工衛星を利用して位置情報を把握できる衛星利用測位システム（GPS）機器を、除雪車両16台に取り付け、GPS機能を持つ携帯電話を活用して、除排雪車両の作業位置確認、パトロール車両の位置確認などをリアルタイムで把握できるシステムを平成17年度導入し試験運用を開始している。この除排雪車両の運行管理システムには車両の現在位置と過去の運行経路が瞬時に把握できることや、除雪済みの道路表示など除排雪の効率化が期待されている。

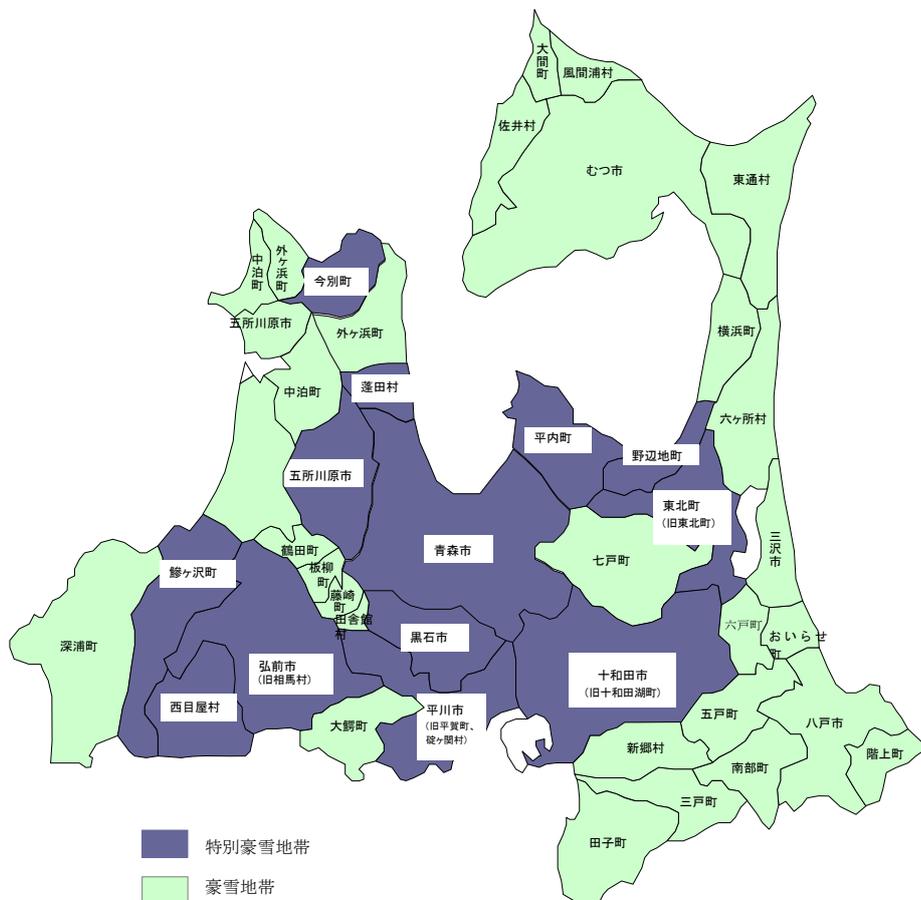


図2-2-1 青森県における特別豪雪地域

第2章

3 雪を活用する取り組み

青森県内の市町村では克雪・利雪・親雪に向け「雪を利用する」、「雪を楽しむ」、「雪と親しむ」といった様々な取り組みが進められている。

雪を楽しむでは、青森冬まつりでの「雪上運動会(大玉ころがし、ミニそりレースなど)」、「ザ・雪玉(スノーフラッグ、スノーカーリングなど)」、「雪合戦選手権大会」などをはじめ、岩木山スキーマラソン大会や弘前城を利用した歩くスキーの集いなど、県内各地で雪を楽しむイベントが積極的に取組まれている。

雪と親しむでは、開通前の八甲田山雪の回廊8.1kmを歩く八甲田ウオーク、雪国の寒さ厳しさを体感できる五所川原市の雪国地吹雪ツアー、冬花火が楽しめる十和田湖冬物語、弘前城内に500基の灯籠や雪像が設置される弘前市雪灯籠まつり、黒石市の日本一雪だるま「目指せ4万個」など、マイナス面の多い雪を活用・利用し雪に関わる積極的な取り組みで、雪国での新たな文化作りが進められている。

4 青森市における冬期の生活環境

降雪による青森市民への影響を調査するために、平成17年5月に青森市雪国学研究センターが実施した、「青森市民アンケート調査結果」から、不便さからくる必要と思われる情報は何かを検討した。

(1) 「生活の不便さ」の特長

アンケート結果から、肉体的な部分、精神的な部分、環境的な部分と多様化していることがわかる。

生活の不便さを大別すると、以下のとおり。

ア 雪の除排雪、屋根の雪下ろしでの肉体的、精神的負担

イ 除排雪後の道路の危険な路面状況や交差点の視界不良

ウ 歩道が確保されていない

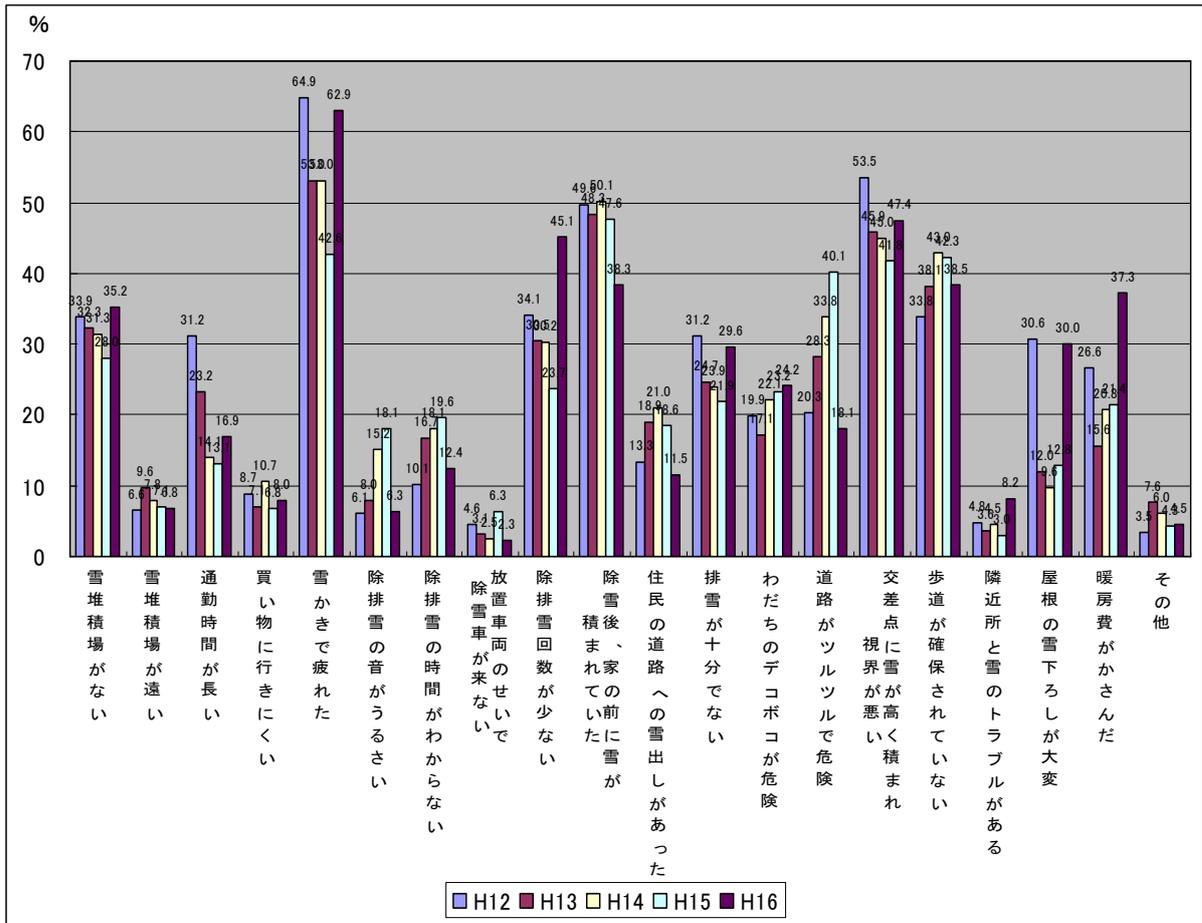


図2-2-2 年度別冬の生活の不便さの要因

(2) 積雪量

平成16年度の積雪量は平均値を大幅に上回る豪雪となり、10cm以上の降雪が39日となっている。

積雪と雪の重さは単に比例するとは限らず、暖気温により雪の表面が融解する事で重量が増し建物への負荷も増大となる。

表2-2-2 青森市における累積降雪量と最深積雪値の比較

年度区分	平成12年度	平成13年度	平成14年度	平成15年度	平成16年度	平均値	平年並み範囲
累計降雪量	1,027	722	794	518	1043	765	659～838
最深積雪値	154	128	82	79	178	114	93～138

単位:cm。平均値は1971年から2000年までの30年間の統計。

(3) 屋根の雪下ろし状況

屋根の雪下ろしをした地区別の世帯割合では、新興開発地区以外では60%を越えており、豪雪による道路除雪に加え屋根の雪下ろしが更に大きな肉体的負担となっていることがうかがえる。また、屋根形状から考慮すると、住宅密集地区に無落雪屋根が多いのは敷地の狭さや排雪場所などの問題を解消するための対策と考えられる。

<アンケート住宅区分>

- ① 中心市街地地区（震災復興により区画された地区とその周辺）
- ② 住宅密集地区（昭和40年代に開発され、入り組んだ街並みを形成している地区）
- ③ 集合住宅点在地区（②の中で集合住宅が点在する地区）
- ④ 新興開発地区（区画整理などで近年開発された地区）
- ⑤ 郊外地区（既存集落など）

無落雪屋根とは：落雪が生じない構造の屋根。屋根の中央に横樋と縦樋を持つM型屋根が多く雪解け水は樋を伝わって排水される。

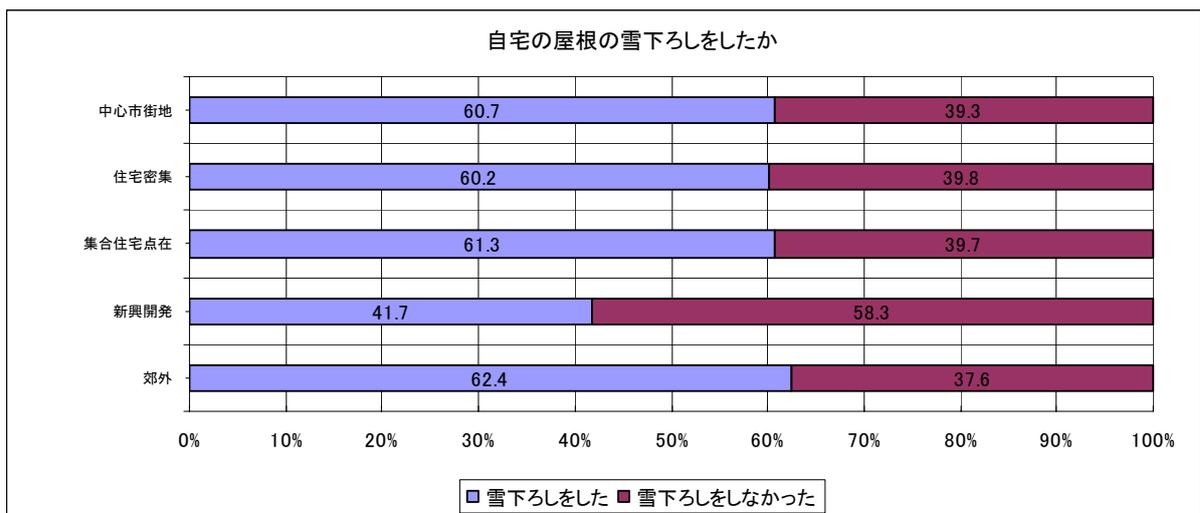


図 2-2-3 屋根の雪下ろしをした世帯の割合



写真2-2-1 無落雪住宅



写真2-2-2 屋根融雪機器設置

表2-2-3 雪下ろしをしなかった理由

区分 居住地区	無落雪屋根	集合住宅	屋根融雪機器設置	自然落雪型屋根	その他
中心市街地	20.9%	41.9%	14.0%	16.3%	7.0%
住宅密集	36.4%	20.5%	13.6%	25.0%	4.5%
集合住宅点在	17.9%	51.3%	5.1%	25.6%	0.0%
新興開発	21.4%	21.4%	7.1%	50.0%	0.0%
郊外	29.0%	16.1%	6.5%	41.9%	6.5%
全体	27.0%	33.1%	10.4%	29.4%	6.1%

*複数回答

(4) 「通勤手段の変化」の内容

普段自転車を利用している人が冬期では徒歩やバスに交通手段を切り替えているが、徒歩の割合が24.7%と2倍に増えているのは、公共交通機関の信頼性が不十分なため、時間の確実な徒歩を選択していると考えられる。郊外地区に居住するほど、交通手段に自家用車を利用している割合が多いのは、公共交通機関の不便さや移動時間の増からくる回避とうかがえる。公共交通機関での移動にはタイムリーな情報発信が必要であり、利便性・信頼性への重要な要素と考えられる。

そして、冬期間の通勤の際、普段より平均22分早く家を出ているということは、冬期間における遅れへの不安要素解消であり、路面状況や交通機関の情報で、快適性、安全・安心といった信頼性が図られると考える。

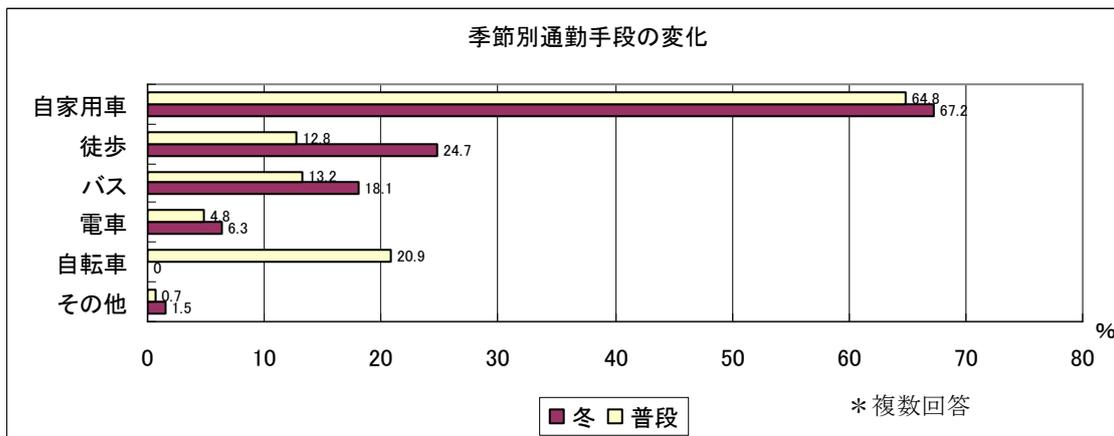


図2-2-4 季節別通勤手段の変化

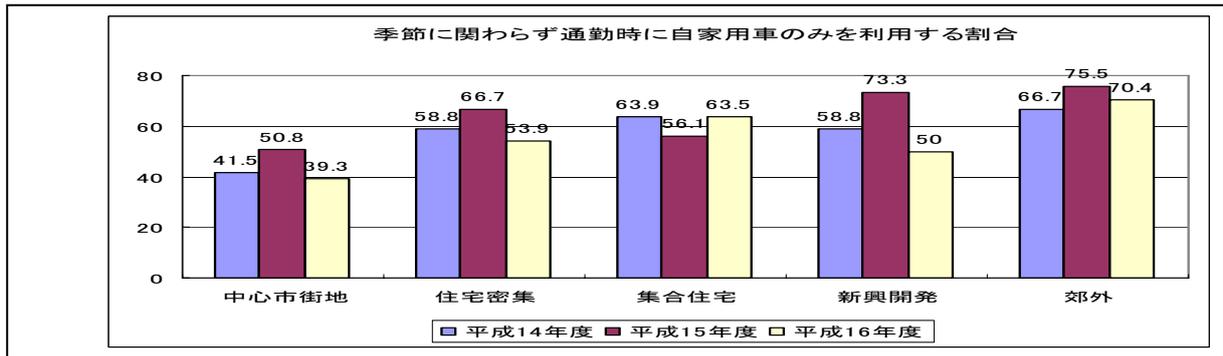


図2-2-5 自家用車利用率

表2-2-4 通勤の際に冬期に早く家を出た時間（分）

居住地区	年度		
	平成14年度	平成15年度	平成16年度
中心市街地	22	18	20
住宅密集	21	19	23
集合住宅点在	19	20	22
新興開発	21	17	18
郊外	23	18	24
平均	21	19	22

※平均は回収数による加重平均。小数点以下四捨五入。

(5) 行政の支援による不便さの解消

雪国における市民の関心は、居住問題、交通移動問題、環境問題とチェーンリングのように密接につながりを見せている。除排雪は、行政だけの取り組みでは限界があるため、住民と行政の連携、協力を図り、市民と一体となった施策展開が進められている。中心市街地域での歩道の無雪化、海・河川の水や温排水を利用した流雪溝で歩行者空間の確保、歩道確保のための小型除雪機の貸与、住民が行う除排雪費用負担を軽減する「スクラム排雪助成制度」、「融雪施設設置支援制度」、「屋根雪処理施設設置支援制度」など、冬期間の道路交通や歩道の確保、住民の生活安定を図るための雪対策支援を取り組まれ活用が図られている。

第3節 求められる生活情報ニーズ

積雪寒冷地域における生活情報ニーズを、青森市民アンケート、青森県ユビキタスあおもり研究会(青森県が「ユビキタスネットワーク社会」に向けて、電子タグ等の新たな情報通信技術の利活用による本県の地域課題の解決の可能性について、さまざまな視点から研究し、今後の利活用の方向性を探ることを目的に、平成16年10月29日設立。)、自治体等の取り組みを基に検討を加え、積雪寒冷地域における生活支援に必要な情報として取りまとめた。

以下に、それぞれの環境における生活情報ニーズを示す。

1 住宅環境におけるニーズ

- (1) 積雪状況、雪片付けや屋根積雪状況、雪下ろし時期の情報
- (2) 雪堆積場の状況
- (3) 除雪車の運行情報、通過情報
- (4) 軒先雪荷重、物置屋根荷重情報

2 歩行環境におけるニーズ

- (1) 通学路での歩道積雪状況
- (2) 安全・安心な歩道ルート
- (3) 不安定な路面状況による転倒予防

3 交通環境におけるニーズ

- (1) バスのバス停到着情報、乗り継ぎ連結情報、バス到着遅れ情報
- (2) 地吹雪警報、通行止め情報、なだれ情報
- (3) 電車の遅れ情報
- (4) 電車・バスの連結情報
- (5) 飛行機到着・出発情報、飛行機乗継バス情報
- (6) 道路渋滞の詳細情報、移動時間情報
- (7) 時間経過後の予測渋滞
- (8) 交差点での路面状況警報
- (9) 道路幅情報(路側への雪堆積による車道可能情報)

4 その他(利用する雪・楽しむ雪・親しむ雪)

- (1) 無落雪屋根上からの映像監視
- (2) スキーマラソンのコース映像情報
- (3) スキー場の頂上・ゲレンデ・休憩場などからの映像情報

第2章

- (4) 山岳スキーの情報案内
- (5) 雪イベントでの歩行ルート案内
- (6) 雪の結晶情報（雪の種類がわかる）
- (7) 学校、幼稚園の校庭、遊び場監視

上記のように、積雪寒冷地では多くの情報を必要としており、情報の少なさが市民の不満や移動制約の要因と考えられることから、必要な人が必要な情報を何処でも得られることが雪国での安全・安心、更には快適な暮らしやすさの向上へとつながると考えられる。

レポート1

雪国青森

かくまきを頭から覆い雪を防ぐ姿は、昔は冬の代名詞でしたが、現在は市街地では見かけることがなくなってしまい、五所川原市の雪国地吹雪ツアーの代名詞となっています。昭和30年代、40年代を知る人は、一晩で腰まで雪が降った、出入りは2階の窓から、遊び場は屋根からの滑り台、手軽なのは竹スキー、雪は踏んで歩くものと当たり前のように言います。



写真提供：津軽地吹雪会

太宰治の名作「津軽」の冒頭には、津軽の雪 こな雪 つぶ雪 わた雪 みず雪 かた雪 ざらめ雪 こおり雪、と執筆され、歌謡曲では、津軽には七つの雪が降るとか、こな雪 つぶ雪 わた雪 ざらめ雪 みず雪 かた雪 春待つ氷雪と叙情的な景勝で雪を伝えています。空を見上げ、口を大きく開け雪を食べる、冷たさが五感を研ぎ澄ませあじわいのイメージがわいてきます。手袋などの黒いものでつぶさに雪を観察してみると、雪マークが見え雪の結晶にも様々な形があるのがわかります。雪の結晶は一つとして同じものがないといわれ、その多種多様な姿は私たちに驚きや感動を与えてくれます。

しかし、現実には、なんとと言っても車社会、生活道路を確保するのが最優先と除排雪車両を大量に導入し満遍なく道路の雪を片付けてはいますが、歩道部分までは処理できない状況で、車道からの雪が歩道を覆いさらに歩行を難しくしています。雪が続くと、家の周りの雪を片付けるだけで充分なのに、屋根の雪下ろしなど手が行き届かない状態です。特に、一人暮らしの高齢者や母子家庭の方々は生活に関わる大きな不安として抱えています。青森市、弘前市、岩木町、今別町などでは高校生を含めボランティアでの雪下ろし活動が盛んに行われ、豪雪時期の明るい話題となっています。

青森県では、地域の文化や自然に育まれた伝統料理等を「食の文化遺産財」として認定し、次世代へ継承するために県民への普及活動やガイドブックの作成などで県内外へ青森県の魅力を発信しています。また、優れた技術保持者として知事が表彰した団体や個人を「食の文化遺産隊」と称し、地域への積極的な伝承活動をとおして青森県の食文化の発信を行っています。その中で冬に欠かせない食べ物は、干しもち、ひつつみ、けの汁、たらのじゃっぱ汁、せんべい汁、たらのこあえ、けっこみそ、高菜の葉くるみ漬けなど県内外の人に親しまれています。

青森県企画政策部情報システム課

第3章 生活支援ユビキタスネットの構築の必要性和試験システムの検討

第1節 積雪寒冷地域における生活支援ユビキタスネット構築の検討

前章における積雪寒冷地域での生活情報ニーズの検討結果から、積雪寒冷地域における生活支援システムに求められる機能を整理し、機能的かつ効率的なシステムを検討した。

以下に、検討内容及び積雪寒冷地域における生活支援ユビキタスネットの概要とイメージを示す。

1 積雪寒冷地域における生活支援ユビキタスネットに求められる機能

積雪寒冷地域においては、雪がもたらす障害が意識面にも生活実態の面にも大きく影響している。冬季間における道路情報や公共交通機関の運行情報等の提供の充実が喫緊の課題であり、これらの課題を解消することは、雪の中での生活に活力を与えると共に安全性の向上に資するものである。

道路情報、交通情報、気象情報等、個々の人が求めている情報内容は相違しており、同時にそれぞれの情報提供者からの情報をシームレスに提供できるものが求められている。

したがって、これらのニーズに対応し得る必要な機能として

- (1) 交通情報・運行情報をリアルタイムに提供できる機能
- (2) 積雪情報・路面情報・除雪情報をより詳細に、リアルタイムに入手できる機能
- (3) 交通障害となる路面凍結や吹雪での走行を支援するための機能
- (4) 雪崩予知や屋根積雪加重など幅広い分野で活用ができる機能

以上の4条件に対応出来るネットワークの構築が求められている。

2 アドホックネットワーク技術による詳細でリアルタイムな情報収集

(1) アドホックネットワーク技術は、従来の無線通信ネットワークにおける基地局、固定局といったインフラを必要とせず通信端末どうしが必要に応じ自律的にネットワークを構成し通信を行うもので、ユビキタスネットワーク時代に不可欠のネットワーク技術として注目されている。

1でまとめた機能を実現するためには、各種情報を取得するためのセンサをネットワーク化する必要がある。アドホックネットワーク技術を利用してセンサのネットワ

ークを構築することが、容易にセンサの拡張が行え、かつ、自律的にネットワークを構成することができる。

(2) (1)で述べたセンサによる情報取得の他に、映像による情報も1でまとめた機能を実現する上で重要である。映像情報の取得においても、無線LAN等のアドホックネットワーク技術を利用することにより、映像のネットワークゾーンを形成することができ、ネットワーク内のどこからでもノード間をホップしながら画像情報を処理サーバなどへ伝送することが可能となる。また、自律的にネットワークを構成することから可搬カメラなどの参入も容易であり、緊急性を求められる映像情報の伝送も行える。

3 狭域無線通信(DSRC)技術による交通運行情報提供の高度化

狭域無線通信(以下「DSRC」(Dedicated Short Range Communication)という。)は、自動料金收受システム(ETC(Electronic Toll Collection System))などに用いられている双方向無線通信技術であり、通信できる距離は数メートルから数十メートル程度であり、利用可能範囲をあえて狭くすることで、特定のスポット内での高速な通信(4Mbps程度)を実現する。つまりDSRCは1台1台の車と確実に交信するために必要な技術である。

1でまとめた機能を実現するためには、車両への詳細かつ確実な情報提供や車両のIDを取得することが重要である。DSRCを利用することにより、安全な走行を支援するための詳細かつ確実な情報を車両に提供することや車両IDを取得することが可能となる他、路車間通信のみならず車々間通信にも利用が可能である。

4 システムのネットワーク化によるユビキタスネットの構築

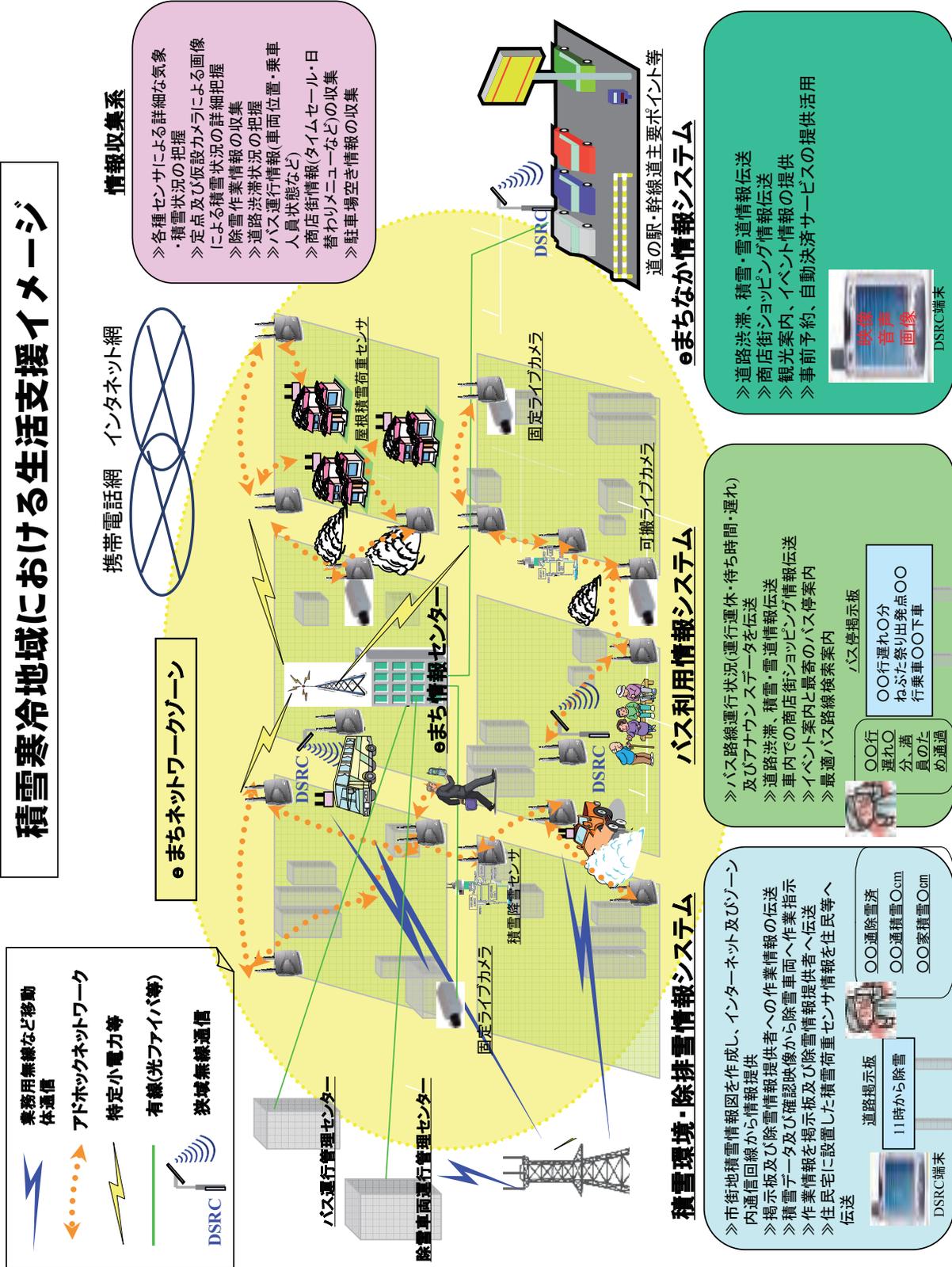
積雪寒冷地域において雪の障害を克服するため必要とされる情報を適切に提供しうるシステムを構築するためには、リアルタイムに環境センサーデータや画像情報を伝送するシステムを実現することが重要である。

ユビキタスネット構築にあたっては、詳細な情報収集及び提供機能を無線通信によりネットワーク化するとともに、それらの情報を集約するためのブロードバンドなネットワーク環境が必要である。

5 積雪寒冷地域における生活支援イメージ

生活支援イメージを図3-1-1に示す。

積雪寒冷地域における生活支援イメージ



- 業務用無線など移動体通信
- アドホックネットワーク
- 特定小電力等
- 有線(光ファイバ等)
- 狭域無線通信
- DSRC

- ### 情報収集系
- 各種センサーによる詳細な気象・積雪状況の把握
 - 定点及び仮設カメラによる画像による積雪状況の詳細把握
 - 除雪作業情報の収集
 - 道路渋滞状況の把握
 - バス運行情報(車両位置・乗車人員状態など)
 - 商店街情報(タイムセール・日替わりメニューなどの収集)
 - 駐車場空き情報の収集

積雪環境・除排雪情報システム

- 市街地積雪情報図を作成し、インターネット及びゾーン内通信回線から情報提供
- 掲示板及び除雪情報提供者への作業情報の伝送
- 積雪データ及び確認映像から除雪車両へ作業指示
- 作業情報を掲示板及び除雪情報提供者へ伝送
- 住民宅に設置した積雪荷重センサー情報を住民等へ伝送

道路掲示板
11時から除雪

DSRC端末

- 〇〇通除雪済
- 〇〇通積雪〇cm
- 〇〇家積雪〇cm

バス利用情報システム

- バス路線運行状況、運行運休・待ち時間・遅れ)及びアナウンスデータを送信
- 道路渋滞、積雪・雪道情報伝送
- 車内での商店街ショッピング情報伝送
- イベント案内と最寄りのバス停案内
- 最適バス路線検索案内

バス停掲示板

- 〇〇行遅れ〇分
- ねぶた祭り出発点〇〇
- 行乗車〇〇下車

〇〇行遅れ〇分、満員のたゆめ通過

まちなか情報システム

道の駅・幹線道主要ポイント等

- 道路渋滞、積雪・雪道情報伝送
- 商店街ショッピング情報伝送
- 観光案内、イベント情報の提供
- 事前予約、自動決済サービスの提供活用

DSRC端末

映像
音声
画像

図3-1-1 生活支援イメージ

第2節 試験の目的と試験項目

1 試験の目的

本試験では、ユビキタスネット社会の実現に必要な電波利用技術が、積雪寒冷地域の環境においても利用できることを検証する。

また、屋外でのセンサーネットワークの構築や映像ネットワークの構築に期待されるアドホック通信及び路車間や車々間でのデータ伝送などに期待されているDSRCについて、降雪・積雪・凍結などの積雪寒冷地域特有の気象条件の変化等を考慮した最適な技術的パラメータを検証し、電波利用技術を活用した積雪寒冷地域の生活支援システムの構築にあたって、有効かつ経済的と考えられる実用システムの具体例について提案を行うことを目的として実施する。

2 試験の内容、検討・検証項目

(1) 各通信設備の試験

アドホック通信（2.4GHz帯、400MHz帯）及びDSRC（5.8GHz帯）を利用したネットワークゾーンの形成を想定して、試験場所に当該設備を設置し、降雪・積雪前および降雪・積雪時において試験を実施して各設備の積雪寒冷地域における利用の有効性及び技術的課題等を検証する。

(2) インタフェースの接続試験

各通信設備によるネットワークゾーン間を結ぶ伝送システムとの機能試験を実施し、利用の有効性及び技術的課題等を検証する。

(3) 具体的なアプリケーションを想定した試験

上記(1)及び(2)の試験結果に基づき、次に掲げる想定システム及び機能・利用イメージに合致する電波を利用した試験システムを構築し、システム全体及び部門ごとの機能や有効性、実用化に向けた技術的課題等に関する事項を確認・検証する。

ア 積雪環境・除排雪情報システム

各種センサによる詳細な気象・積雪状況、定点カメラによる定常的な降雪積雪状況及び仮設カメラ(可搬型)によるスポット的な降雪積雪状況を把握する。また、除雪車両等の位置及び作業情報を収集し、積雪状況のセンサーデータ及びカメラ映像から除雪車両へ作業指示を行う。市街地積雪情報図を作成し、インターネット及びゾーン内通信回線から情報提供を行う。また、掲示板及びインターネットメールにより住民へ除雪情報の提供を行う。

イ バス利用情報システム

道路渋滞状況とバス運行状況（車両位置・乗車人員状態など）を把握し、バス運行情報（運行運休・待ち時間・遅れ・乗車拒否通過）等のアナウンスデータを車内やバス停に伝送するとともに、インターネットを通じてリアルタイムに運行情報などの提供を行う。

ウ eまちなか情報システム

eまち情報センタ（仮想の情報管理センタ）に集約された各種情報（道路渋滞状況、雪道情報、商店街ショッピング情報、観光案内など）を掲示板、インターネット、DSRC端末を利用して提供する。

エ 屋根の積雪荷重監視と雪下ろし時期情報提供システム

家屋に設置した荷重センサ情報を収集し、雪下ろしの時期を予測・通知する。

第3節 試験システムの構成と機能等

1 各通信設備の基礎試験システム

(1) 2.4GHz帯無線LANシステム

通信特性評価を主目的として、ノード間の距離に応じたスループット及びパケット到達率並びに受信強度の測定を行う。

(2) 2.4GHz帯アドホック通信システム

通信装置間の距離に応じた、パケットエラー率（以下「PER」という。）及び受信強度の減衰特性を測定する。

(3) 400MHz帯アドホック通信システム

通信装置間の距離に応じた、PER及び受信強度の減衰特性を測定する。

(4) 5.8GHz帯DSRCシステム

気象条件、車速などの条件を変化させ、路車間の通信可否、通信可能範囲の測定、端末識別機能の検証を行う。

2 具体的なアプリケーションを想定した試験システム

(1) 映像伝送試験システム

映像伝送試験では、無線LANアドホックネットワークを構築し、映像伝送における画像評価並びに画像伝送時間の測定を行うとともにアドホック機能の検証を行う。

(2) センサーデータ伝送試験システム

センサーデータ伝送試験では、センサーネットワークを構築し、各種センサーデータ伝送機能の検証を行う。

(3) DSRCによる路車間情報配信試験システム

信号交差点手前約60m付近にDSRC路側アンテナを設置し、車両側にDSRC音声プッシュ対応車載器を搭載することにより、信号機状態情報の車載器への提供と、車両からの車両ID情報のeまち情報センタへの伝送機能の検証を行う。

(4) eまち情報センタ情報集約試験システム

本試験システムでは、上記(1)から(3)までの試験システムからの各種情報を集約するeまち情報センタ（仮想の情報管理センタ）を設置し、上記(1)から(3)までの試験システムからの情報の集約機能について検証するとともに、eまち情報センタの利用者が利用しやすい形態での情報表示及び表示内容や各種情報のインターネットを利用して配信する機能の検証を行う。

(5) 屋根の積雪荷重監視と雪下ろし時期情報提供システム

屋根の積雪荷重を測定する荷重センサを設置し、センサーデータを無線伝送により収集・蓄積するとともに、定時情報や警報を電子メールにより自動送信するシステムの検証を行う。

第4節 試験システム構成イメージ

試験システムの構成イメージを図3-4-1に示す。

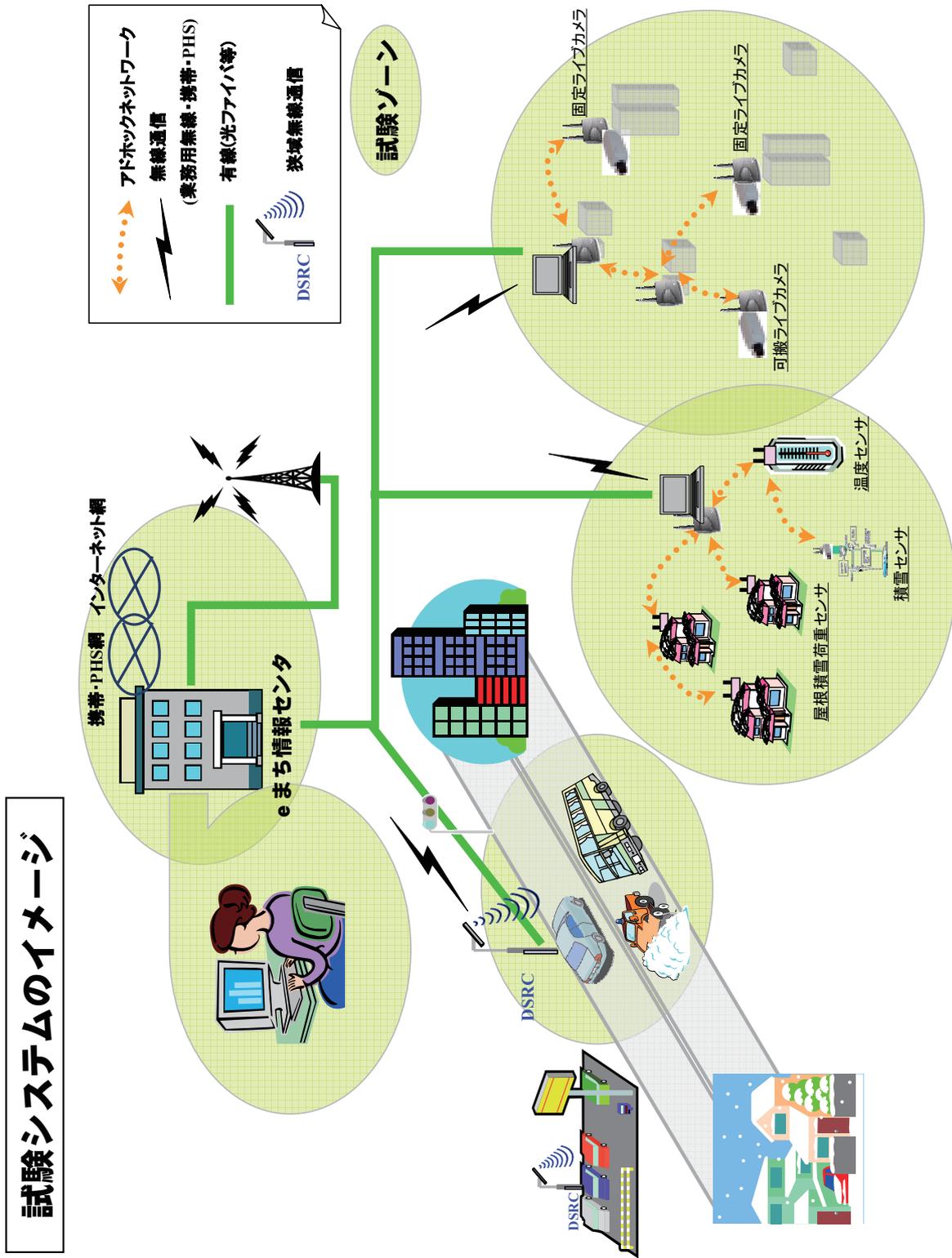


図3-1-1 試験システムのイメージ

第4章 積雪寒冷地域生活支援ユビキタスネット構築システムの試験

第1節 試験の概要

前章で検討した各無線設備の基礎試験システム及び具体的なアプリケーションを想定した各種試験システムを青森県青森市内に構築し、当該試験システムを使用して、降雪・積雪前及び降雪・積雪時の試験を実施し、各設備の積雪寒冷地域における利用の有効性及び技術的課題等の検証を行った。

1 検証システム

(1) 各通信設備の基礎試験システム

ア 2.4GHz 帯無線 LAN システム

2.4GHz帯無線LANの通信特性評価を主目的として、ノード間の距離に応じたスループットの測定及び画像評価並びに画像伝送時間の測定、マルチホップ時のホップ数に応じたスループットの測定及び画像評価並びに画像伝送時間の測定を行う。

イ 2.4GHz 帯アドホック通信システム

2.4GHz 帯アドホック無線の通信特性評価を目的として、通信装置間の距離に応じた、PER 及び受信強度の減衰を測定する。

ウ 400MHz 帯アドホック通信システム

400MHz 帯アドホック無線の通信特性評価を目的として、通信装置間の距離に応じた、PER 及び受信強度の減衰を測定する。

エ 5.8GHz 帯 DSRC システム

気象条件の変化による通信可能範囲の測定を行う。

(2) 具体的なアプリケーションを想定した試験システム

ア 映像伝送試験システム

アドホックネットワークによるライブカメラ映像（カラー動画及び静止画）伝送の可否の確認、ノード間の距離に応じたスループットの測定及び画像評価並びに画像伝送時間の測定、マルチホップ時のホップ数に応じたスループットの測定及び画像評価並びに画像伝送時間の測定を行う。

イ センサーデータ伝送試験システム

複数の無線センサ端末とセンサーデータ収集用基地局を設置し、アドホックネットワークによりセンサーデータの収集の可否の確認を行う。

ウ DSRC による路車間情報配信試験システム

気象条件、車速などの条件を変化させ、路車間の通信可否、通信可能範囲の測定、

第4章

端末識別機能の検証を行う。また、車両側への音声情報の伝送及び車両 ID 情報の e まち情報センタへの伝送機能の検証を行う。

エ e まち情報センタ情報集約試験システム

e まち情報センタ（仮想の情報管理センタ）に集約された上記試験システムからの情報を表示する。また、表示内容は、インターネットを利用してどこからでも閲覧することを確認する。

オ 屋根の積雪荷重監視と雪下ろし時期情報提供システム

屋根の積雪荷重センサーデータの収集・蓄積から自動メール送信までの検証を行う。

2 試験期間

平成 17 年 11 月 21 日(月)から平成 18 年 1 月 31 日(火)まで

3 試験場所

(1) 各通信設備の基礎試験

ア 2.4GHz 帯無線 LAN システム、2.4GHz 帯及び 400MHz 帯アドホック通信システム
新青森県総合運動公園アーチェリー場及び駐車場（青森市宮田字高瀬）

イ 5.8GHz 帯 DSRC システム
青森市立野内小学校前県道（青森市野内字菊川）

(2) 具体的なアプリケーションを想定した試験システム

ア 映像伝送試験システム、センサーデータ伝送試験システム及び屋根の積雪荷重監視と雪下ろし時期情報提供システム

青森県木造住宅普及推進共同組合（県木住）展示場（青森市幸畑）

イ DSRC による路車間情報配信試験システム
青森市立野内小学校前県道（青森市野内字菊川）

ウ e まち情報センタ情報集約試験システム
青森県庁（青森市長島）

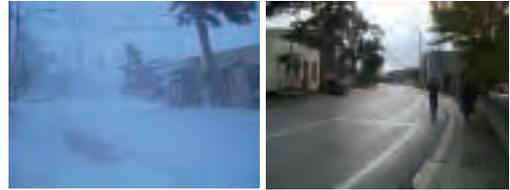
試験場所

場所：青森県庁内
住所：青森市長島
試験期間：1月16日(月)～20日(金)



【システム検証】eまちなか情報システム

場所：青森市野内小学校前県道
住所：青森市野内字菊川
試験期間：1月16日(月)～20日(金)



【基礎試験】DSRCによる路車間情報配信試験
【システム検証】バス利用情報システム



【システム検証】積雪環境・除排雪情報システム、
屋根の積雪荷重監視と雪下ろし時期情報提供システム



場所：県木住の住宅展示場
住所：青森県青森市幸畑
試験期間：1月16日(月)～20日(金)
(屋根の積雪荷重関係は1月31日まで)

【基礎試験】映像伝送試験、
センサデータ伝送試験



場所：新青森県総合運動公園内アーチェリー場及び駐車場
住所：青森市宮田字高瀬
試験期間：12月8日(木)～9日(金) 晴天時
1月16日(月)～20日(金) 積雪時

図 4-1-1 試験場所

第2節 試験システムの設置構成及び設備の概要

1 各システムの基礎試験

(1) 2.4GHz 帯無線 LAN システム

ア システムの設置構成

試験システムの構成を、図 4-2-1 に示す。

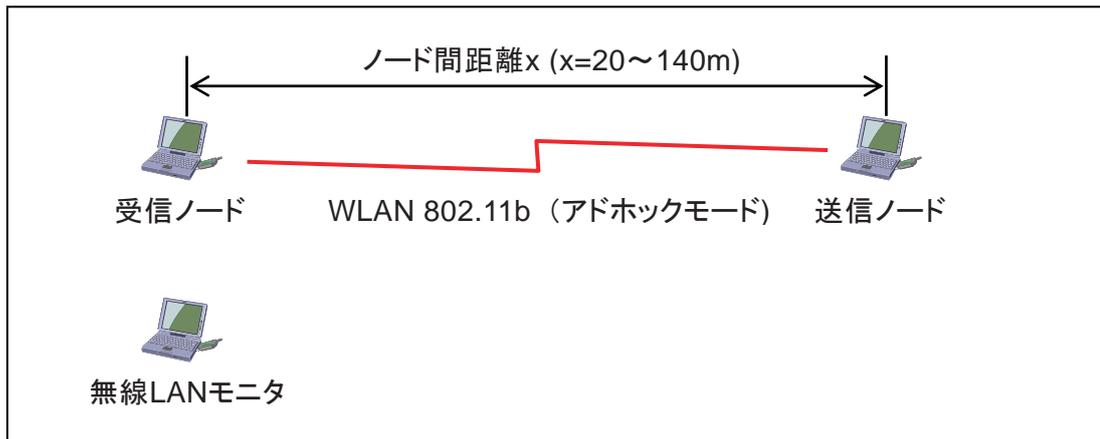


図 4-2-1 試験システムの設置構成図

受信ノード及び送信ノードでは、無線 LAN 特性評価ツールが動作しており、2 ノード間での無線 LAN 特性を測定する。

写真 4-2-1 及び写真 4-2-2 に基礎試験特性評価のための受信ノード及び送信ノードを示す。

送信ノードからノード間距離 x の位置に受信ノードを設置して測定する。



受信ノード



送信ノード

写真 4-2-1 ノード設置状況 1 (積雪(約 6 cm)時)



受信ノード



送信ノード

写真 4-2-2 ノード設置状況 2 (積雪(約 100cm)及び降雪時)

イ 設備の概要

試験は、次の表 4-2-1 に示す機器・装置により構成した。

表 4-2-1 試験設備の概要

	機器名	数量	性能及び機能
1	無線端末 (送信/受信)	2 式	性能： <ul style="list-style-type: none"> ・ ノート PC CPU 2 GHz OS Linux (kernel 2.4.25) メモリ 256MB ・ 11Mbps 無線 LAN カード IBSS Ad Hoc Mode Channel 13、RTS/CST Off 機能： <ul style="list-style-type: none"> ・ 無線 LAN 特性評価ツール スループット及びパケット到達率の測定
2	無線 LAN モニタ	1 式	性能： <ul style="list-style-type: none"> ・ 802.11a/b/g 無線 LAN 用モニタツール 機能： <ul style="list-style-type: none"> ・ 802.11a/b/g のワイヤレス環境で、無線 LAN の電波状態をモニタリング
3	無指向性アンテナ	2 式	機能： <ul style="list-style-type: none"> ・ 11g/11b 対応 屋内用 無指向性アンテナ ・ 受信領域は水平方向 360° 対応 (垂直方向も感度良好)

ウ 機能

基礎試験における特性評価のためのツールの機能を示す。

送信ノードと受信ノード上で実行する測定ツールであり、受信ノードからの指示に応じて送信ノードはメッセージの送信を行い、受信ノードは受信するメッセージをもとにスループットやパケット到達率を導出する。

(ア) スループット測定

スループット測定においては、図 4-2-2 に示すように、受信ノードからのリクエストメッセージにより、送信ノードは連続的に観測用データを送信する。ここで、送信ノードが送信する送信データの間隔は、 $100\mu\text{sec}$ 程度であり、Linux 等における select 関数で管理できるタイマ間隔(最小で 10msec 程度)より小さいため、単一のプロセス内で連続して送信する。

受信ノードは、リクエストメッセージの送信後に最初に受信する観測用データの受信からリクエストメッセージで指定した測定期間(sec)の間に受信する観測用データの packet 数をカウントし、スループットを測定する。

$$\text{スループット} = \frac{\text{受信メッセージ数} \times \text{メッセージ・サイズ} \times 8 \text{ (bit)}}{\text{測定期間 (sec)} \text{ [bps]}}$$

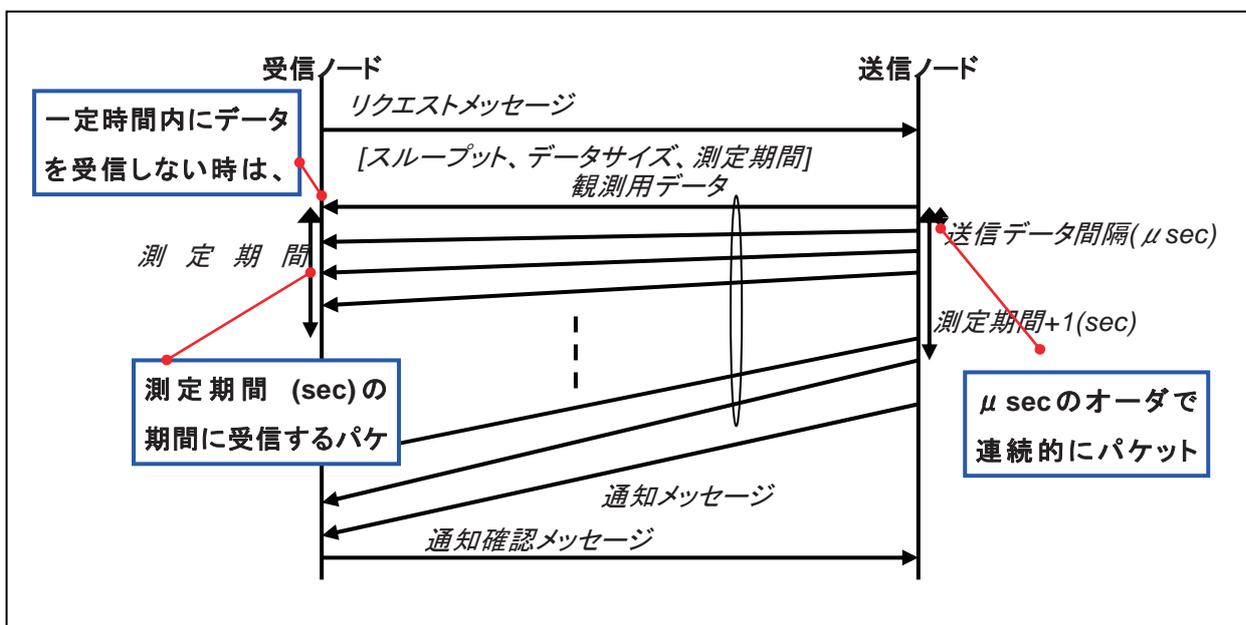


図 4-2-2 スループットの測定

(イ) パケット到達率測定

パケット到達率の測定においては、図 4-2-3 に示すように、受信ノードからのリクエストメッセージにより、送信ノードは連続的にリクエストメッセージで指定される個数の観測用データを送信する。ここで、送信ノードが送信する送信データの間隔は、100msec 程度とし、送信ノード内において、送信データがキューイングされることのないものとする。

受信ノードは、リクエストメッセージの送信後に最初に受信する観測用データの受信から通知メッセージの受信までに受信する観測用データの packet 数をカウントし、パケット到達率を測定する。

$$\text{パケット到達率} = \text{受信メッセージ数} / \text{パケット数} * 100 [\%]$$

なお、パケット到達率の測定については、3 回の測定を行い、平均を測定結果とする。

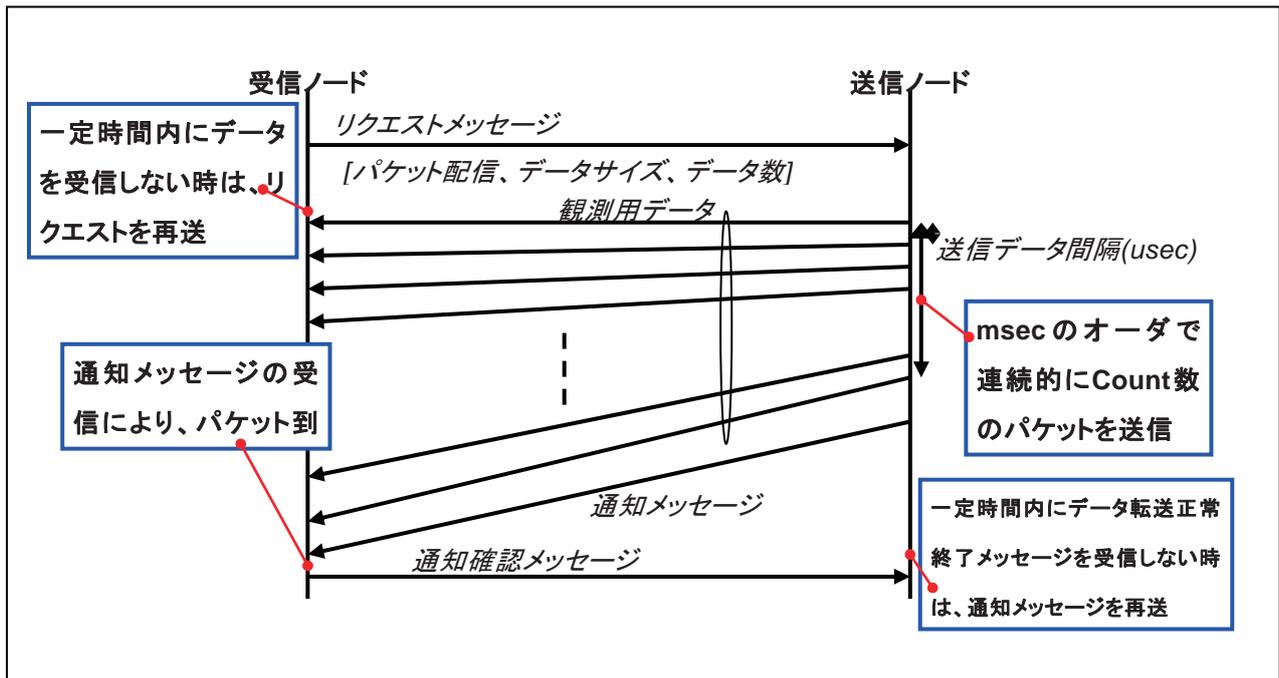


図 4-2-3 パケット到達率の測定

(ウ) メッセージ・フォーマット

図 4-2-4 及び表 4-2-2 に、送信ノードと受信ノード間でやり取りする各メッセージのフォーマットを記述する。

なお、送信ノードと受信ノード間は UDP (インターネットで利用される標準プロトコル。ポート番号は双方向とも 8000) にて接続する。

第4章

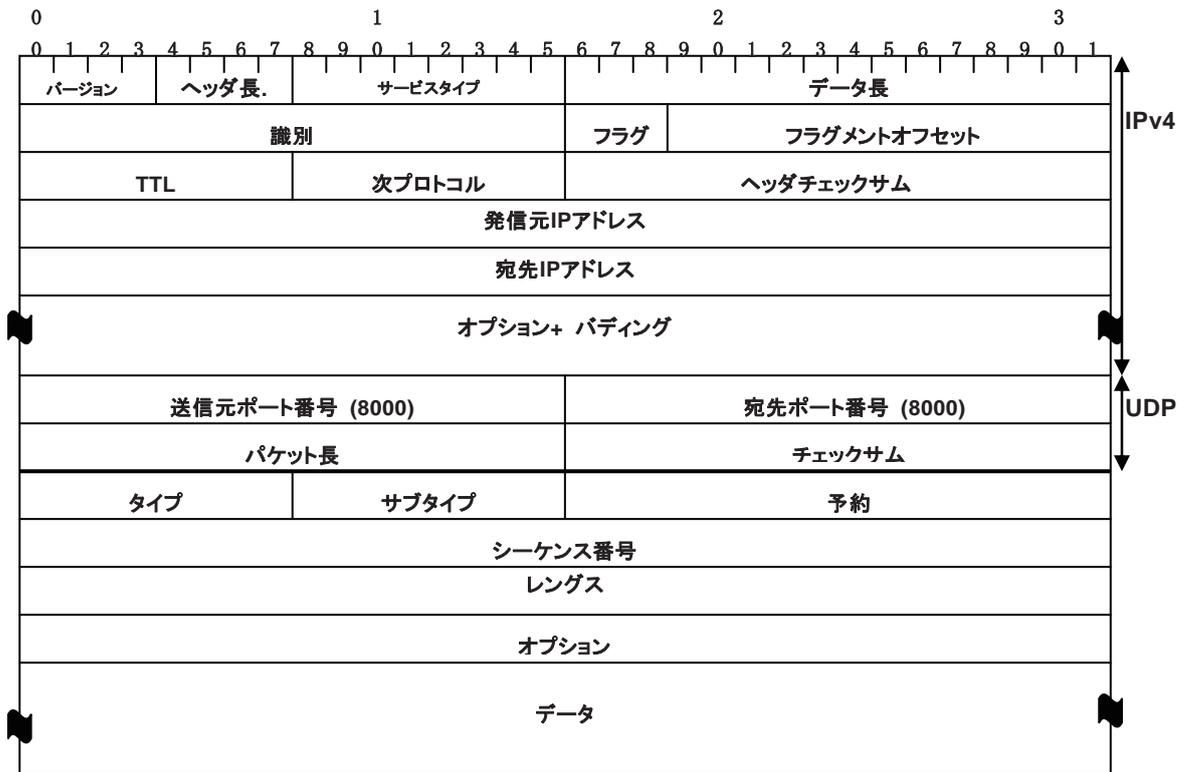


図 4-2-4 メッセージ・フォーマット

表 4-2-2 メッセージ・フォーマット

タイプ	リクエスト	0x01
	通知	0x02
	通知 Ack.	0x12
	観測用データ	0x2F
サブタイプ	スループット	0x11
	パケット配信レート	0x12
シーケンス番号	観測用データ時のみ有効	
レングス	<ul style="list-style-type: none"> リクエストメッセージにおいては、性能測定のための観測用データのデータ長を指定 観測用データにおいては、Data 部のレングス 	
オプション	リクエストメッセージのみ有効であり、Sub-type に依存	
	スループット	測定期間
	パケット配信レート	送信メッセージ数
データ	観測用データ時のみ有効	

(エ) 無線 LAN モニタ

無線 LAN 上の電波状態をモニタリングする。

図 4-2-5 にモニタリング・ツール上の画面を示す。特定チャネル上のスループットや無線 LAN 上のパケット・キャプチャが可能であり、キャプチャしたパケットから、該当パケットに対する Signal strength や Noise level を測定する。

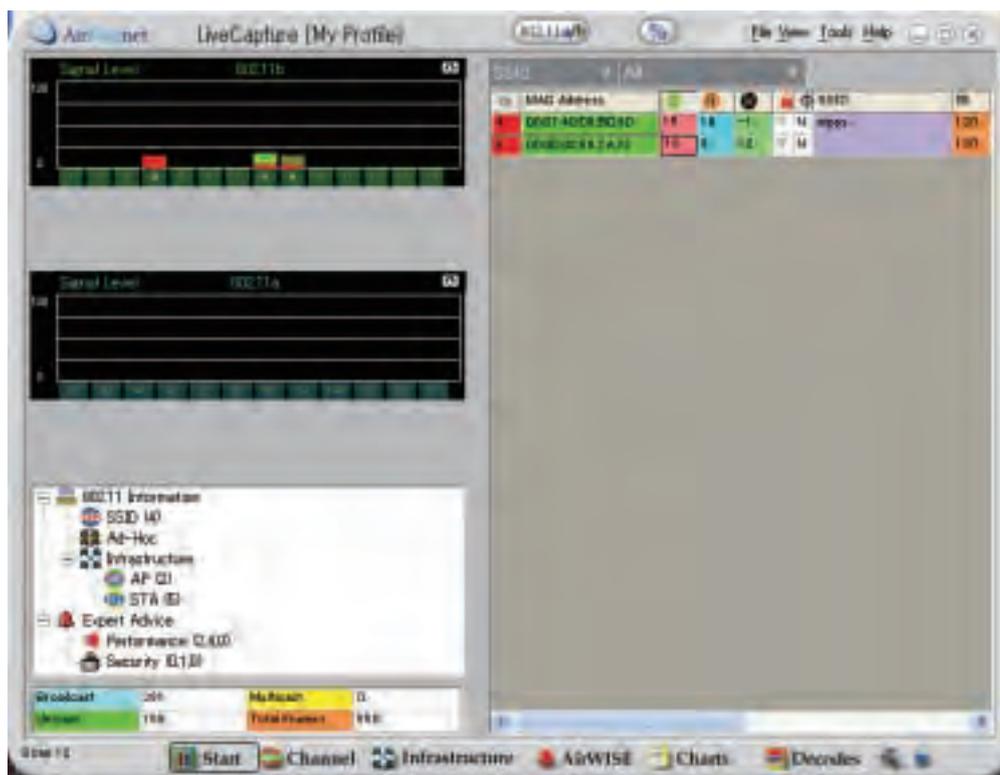


図 4-2-5 モニタリング・ツール起動時の画面

(2) 2.4GHz 帯アドホック通信システム

ア システムの設置構成

試験システムの構成を、図 4-2-6 に示す。

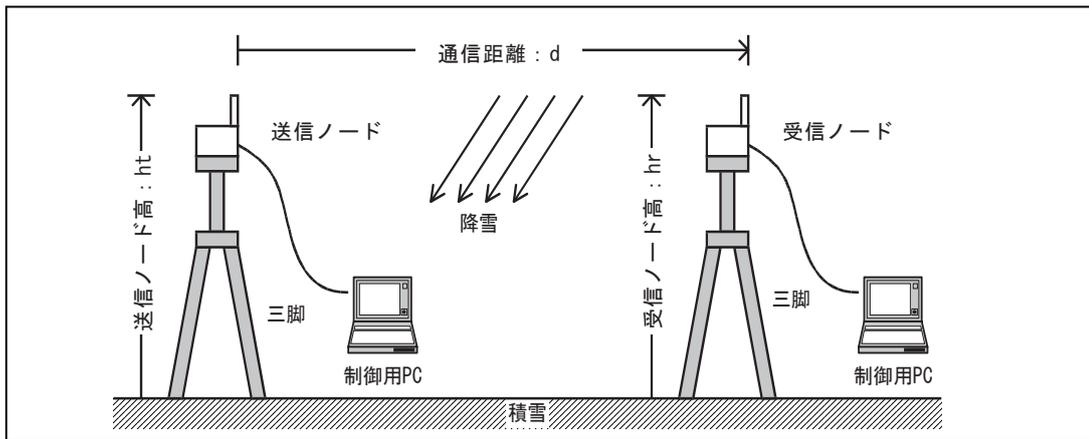


図 4-2-6 試験システムの設置構成図

積雪寒冷地域における 2.4GHz 帯の IEEE802.15.4 準拠の無線の特性評価として、降雪の有無による通信性能を測定する。

写真 4-2-3 に試験時の測定場所の状況を示す。



積雪(約 6cm)時

積雪(約 100cm)及び降雪時

写真 4-2-3 測定場所

イ 設備の概要

試験は、次の表 4-2-3 に示す機器・装置により構成した。

送信機、受信機を制御するための制御用 PC をそれぞれに接続し、送信ノード、受信ノードの高さを一定に保つためにそれぞれ三脚に固定するとともに、受信電波強度の減衰量の測定を行うために、受信ノードの近傍にスペクトラムアナライザを置く構成とした。

2.4GHz 帯通信装置の外観を写真 4-2-4 に示す。三脚の雲台上に、アンテナを大地と垂直方向に装着した。

表 4-2-3 試験システムの概要

	機器名	数量	性能及び機能
1	2.4GHz 帯無線端末 (送信／受信)	2 式	性能： ・無線規格 IEEE802.15.4
2	スペクトラムアナライザ	1 式	機能： ・周波数範囲 100kHz～3 GHz ・表示平均雑音レベル -135dBm
3	制御用 PC	2 式	性能： ・送信用 CPU Pentium M 1GHz OS Windows XP Pro メモリ 512MB ・受信用 CPU Crusoe TM5800(867MHz) OS Windows XP Pro メモリ 512MB 機能： ・送受信ノードの制御



写真 4-2-4 2.4GHz 帯通信装置の外観

ウ 機能

基礎試験における特性評価のためのツールの機能を示す。

送信ノードと受信ノード上で実行する測定ツールであり、受信ノードからの指示に応じて送信ノードはメッセージの送信を行い、受信ノードは受信するメッセージをもとにスループットやパケットエラー率を導出する。

第4章

(ア) PERの測定

送信ノードから1,000回パケットを送信し、受信ノード側で何回パケットを正しく受信できたかによって、PERを求める。

$$\text{PER} = (\text{送信パケット数} - \text{正常受信パケット数}) / \text{送信パケット数}$$

(イ) 受信電波強度の減衰量の測定

送信ノードからの距離50mを基準に受信電波強度をスペクトラムアナライザを用いて測定し、次に距離を10m刻みで延長し、各ポイントの受信電波強度をスペクトラムアナライザで測定して、50mのポイントに対する受信電波強度の減衰量を測定する。

$$\text{受信電波強度の減衰量} = 50\text{m地点の受信電波強度} - \text{各点の受信電波強度}$$

(ウ) メッセージ・フォーマット

送信ノードと受信ノード間でやり取りする各メッセージのフォーマットを図4-2-7に示す。

データ長は9バイト。

内容は、先頭1バイトにシーケンス番号（送信毎にインクリメント）、残りに固定値を配置する。

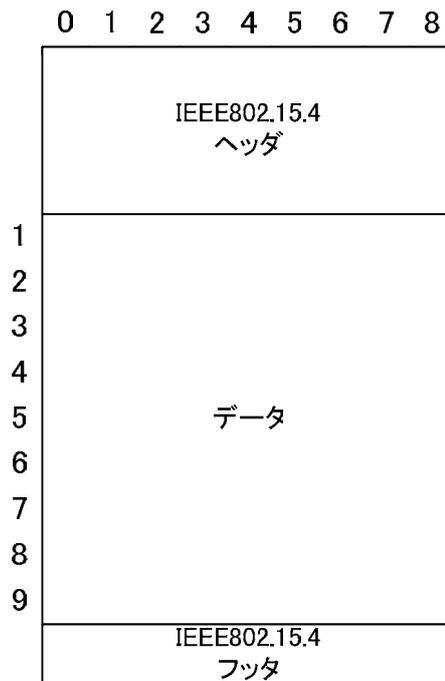


図 4-2-7 メッセージ・フォーマット

エ 測定方法

測定方法を表 4-2-4 に示す。

表 4-2-4 測定方法

測定位置	通信距離 50m～140m、10m間隔 受信ノード高[hr]=1.53m 送信ノード高[ht]=1.53m
送信パケット数	1,000 パケット
測定回数	基本 1 回 ただし、受信成功数が 1,000 パケットに達しない場合、あるいは状況に変化が予想された場合、複数回とする

(3) 400MHz 帯アドホック通信システム

ア システムの設置構成

試験システムの構成を、図 4-2-8 に示す。

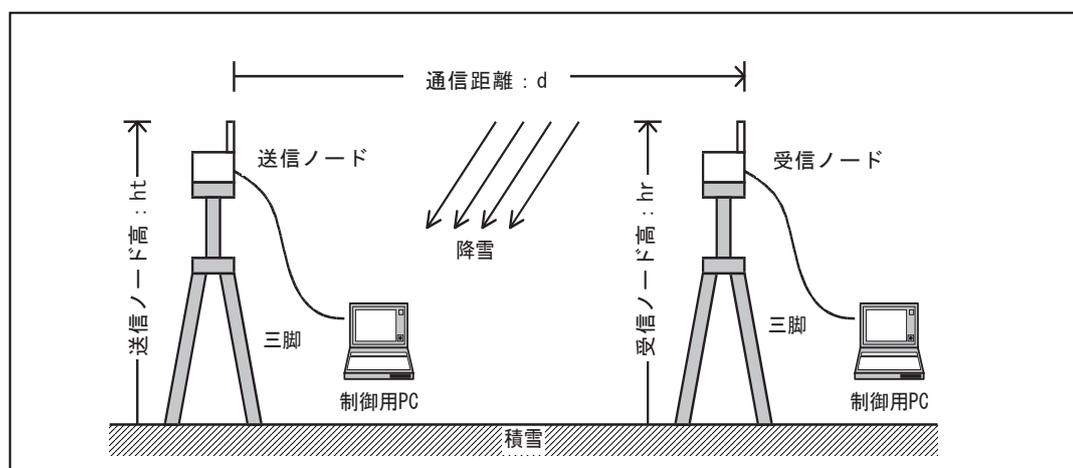


図 4-2-8 試験システムの設置構成図

積雪寒冷地域における 429MHz 帯の特定小電力無線の特性評価として、降雪の有無による通信性能を測定する。

イ 設備の概要

試験は、次の表 4-2-5 に示す機器・装置により構成した。

400MHz 帯通信装置の外観を写真 4-2-5 に示す。三脚の雲台上に、垂直方向に装着した。

表 4-2-5 試験システムの概要

	機器名	数量	性能及び機能
1	400MHz 帯通信装置 (送信/受信)	2 式	性能： <ul style="list-style-type: none"> ・ 選択周波数 429.25MHz ・ 送信出力 10mW 機能： <ul style="list-style-type: none"> ・ 送受信および受信数計測 (PER 測定に使用)
2	制御用 PC	2 式	性能： <ul style="list-style-type: none"> ・ 送信機用 CPU : Pentium M 1GHz OS : Windows XP Pro メモリ : 512MB ・ 受信機用 CPU : Crusoe TM5800 (867MHz) OS : Windows XP Pro メモリ : 512MB 機能： <ul style="list-style-type: none"> ・ 400MHz 帯通信装置への制御コマンド入力
3	スペクトラムアナライザ	1 式	性能： <ul style="list-style-type: none"> ・ 周波数範囲 100kHz から 3 GHz ・ アンテナ 400MHz 帯用 設定： <ul style="list-style-type: none"> ・ 中心周波数 429.25MHz ・ Span 100kHz ・ RBW 100kHz ・ VBW 30kHz ・ Ref. -30dBm ・ ATTN 0 dB ・ 計測方法 Maxhold 機能： <ul style="list-style-type: none"> ・ 受信減衰測定に使用



写真 4-2-5 400MHz 帯通信装置の外観

ウ 機能

基礎試験における特性評価のためのツールの機能を示す。

送信ノードと受信ノード上で実行する測定ツールであり、受信ノードからの指示に応じて送信ノードはメッセージの送信を行い、受信ノードは受信するメッセージをもとにスループットやPERを導出する。

(7) PER の測定

送信機から 100 パケットを送信し、受信機側で何パケットを正しく受信できたかによって、PER を求める。

$$\text{PER} = (\text{送信パケット数} - \text{正常受信パケット数}) / \text{送信パケット数}$$

(4) 受信電波強度の減衰量の測定

送信機からの距離 50m のところの受信電波強度をスペクトラムアナライザを用いて測定しておき、次に距離を 10m 刻みで延ばして行って、各ポイントの受信電波強度をスペクトラムアナライザで測定して、50m のポイントに対する受信電波強度の減衰量を測定する。

$$\text{受信電波強度の減衰量} = 50\text{m 地点の受信電波強度} - \text{各点の受信電波強度}$$

(5) メッセージ・フォーマット

送信ノードと受信ノード間でやり取りする各メッセージのフォーマットを図 4-2-9 に示す。

データ長は 9 バイト。

第4章

内容は、1バイトのシーケンス番号（送信毎に1ずつ増加）で、9バイトを埋めている。

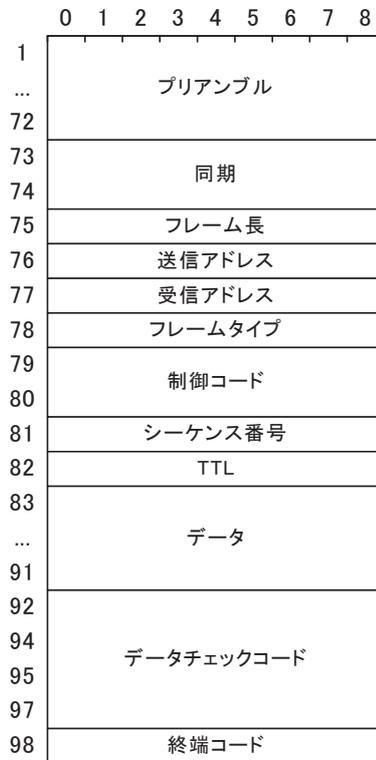


図 4-2-9 メッセージ・フォーマット

エ 測定方法

測定方法を表 4-2-6 に示す。

表 4-2-6 測定方法

測定位置	通信距離 50m～140m、10m間隔 受信ノード高[hr]=1.53m 送信ノード高[ht]=1.53m
送信パケット数	100 パケット
測定回数	基本 1 回 ただし、受信成功数が 100 回に達しない場合、あるいは状況に変化が予想された場合、複数回とする。

(4) 5.8GHz 帯 DSRC システム

ア システムの設置構成

試験システム構成を、図 4-2-10 に示す。

路側器のカバーする通信ゾーンを電界強度測定する。

設計上の必要通信ゾーン長を10mから15mとし、実際の通信可能ゾーンを検証する。降雪の及ぼす影響を見るため、晴天時、降雪時、双方の測定を実施する。

電界強度測定は車両に搭載した電界強度測定装置を用いた。これは、通常使用する台車タイプの装置に比べ、

- ・悪天候下でも使用可能（降雪下では台車タイプは使用不能）
- ・車両から車速パルスを取得して測定するため、台車と同等の精度が得られるというメリットがある。

写真4-2-6に測定車両および測定用アンテナを示す。電界強度測定アンテナは3つ使用し、アンテナの間隔は60cmである。

電界強度測定装置の測定ツールの画面表示を写真4-2-7に示す。

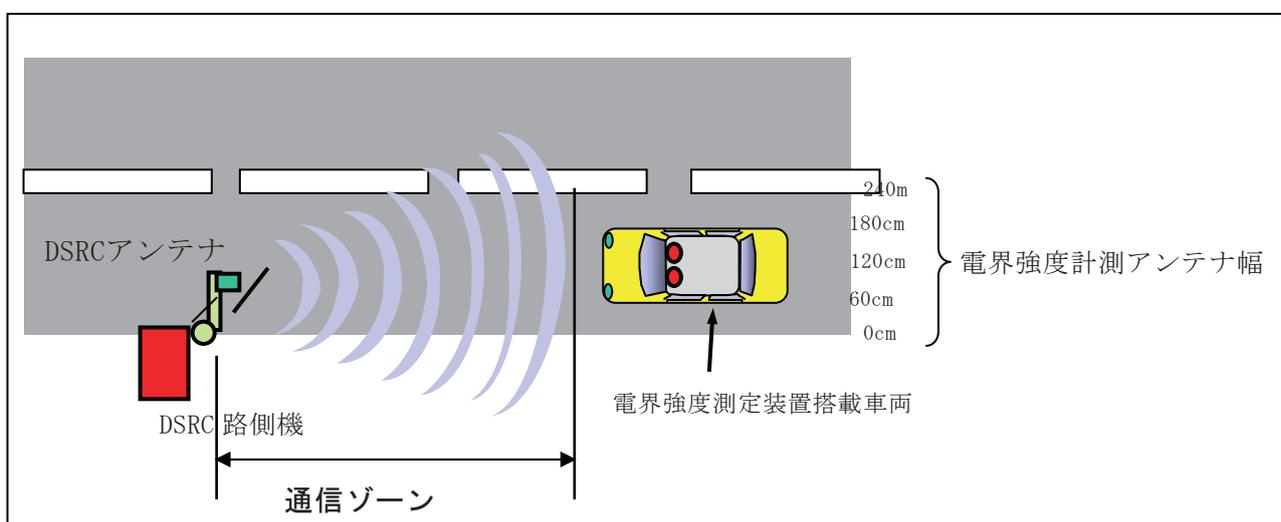


図4-2-10 試験システムの設置構成図



写真4-2-6 電界強度測定車両及びアンテナ

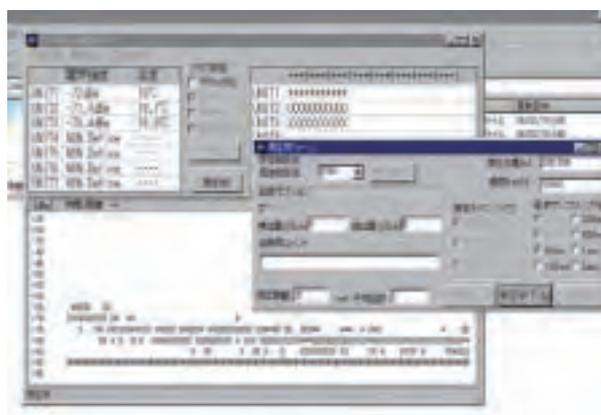


写真4-2-7 電界強度測定表示画面

第4章

イ 設備の概要

試験は、次の表 4-2-7 に示す機器・装置により構成した。
各装置の設置状況を写真 4-2-8 及び写真 4-2-9 に示す。

表 4-2-7 試験システムの概要

	機器名	数量	性能及び機能
1	DSRC 無線部	1 式	性能： <ul style="list-style-type: none"> ・周波数 5.8GHz 帯 ・変調方式及び伝送レート QPSK/ 4 Mbps ・制御部 I/F 光ファイバ 機能： <ul style="list-style-type: none"> ・制御部からの指示にて車載器と 5.8GHz 帯の電波を用いて通信を確立、維持
2	DSRC 制御部	1 式	性能： <ul style="list-style-type: none"> ・通信規格 ARIB STD T-75/T-88 準拠 ・無線部 I/F 光ファイバ ・現示入力 PC I/F 100B-Tx 機能： <ul style="list-style-type: none"> ・無線部制御及び通信制御を実施 ・現示入力用 PC との TCP/IP 接続
3	電界強度測定用 PC	1 式	性能： <ul style="list-style-type: none"> ・CPU モバイル Pentium III 750MHz ・OS Windows 98SE ・メモリ 256MB 機能： <ul style="list-style-type: none"> ・電界強度測定装置制御 ・データ解析
4	電界強度測定装置	1 式	性能： <ul style="list-style-type: none"> ・周波数 5.8GHz 帯 ・測定レベル 90~-30dBm ・トリガ 車速パルス ・インタフェース 専用パラレル 機能： <ul style="list-style-type: none"> ・トリガ信号入力毎の電界強度測定 ・専用 PC への電測データ転送



写真 4-2-8 DSRC 無線部設置状況（高さ 4 m にアームで取り付け）



写真 4-2-9 DSRC 制御部設置状況（車両内に設置）

2 具体的なアプリケーションを想定した試験

(1) 映像伝送試験

ア システムの設置構成

試験システムの構成を、図 4-2-11 に示す。

映像伝送試験システムでは、青森県木造住宅普及推進協同組合による県木住展示場に設置する固定カメラ及び可搬カメラによる映像を、展示場近辺の集会所に設置する無線 LAN 端末経由で e まち情報センタに伝送するシステムとなっている。

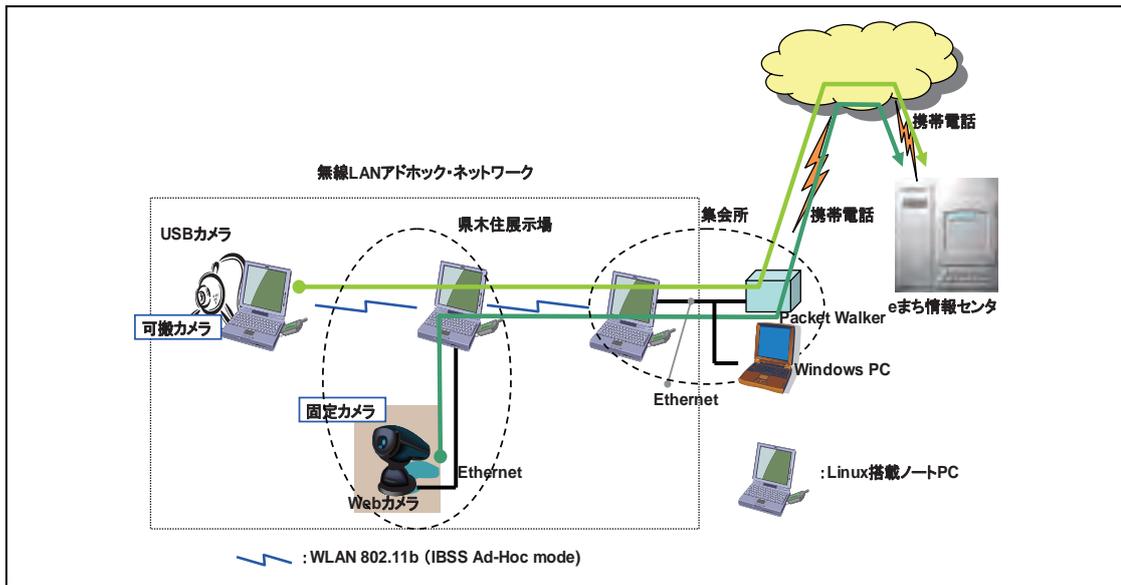


図 4-2-11 システムの設置構成図

イ 試験におけるシナリオ

試験におけるシナリオは、除雪作業の要請を想定したシナリオであり、以下に説明する。

- (ア) 除雪作業を要請したいエリアに対して、ユーザにより任意の位置に可搬カメラを設置
- (イ) ユーザより eまち情報センタに可搬カメラの設置の旨を通知
- (ウ) eまち情報センタより可搬カメラにアクセスすることにより、現在の状況を静止画にて確認
- (エ) eまち情報センタより除雪作業の実施を決定し、業者に作業を依頼
- (オ) eまち情報センタより可搬カメラにアクセスすることにより、現在の状況を静止画にて閲覧することにより、除雪作業の完了を確認

ウ 無線 LAN アドホックネットワークにおける映像伝送評価

無線 LAN アドホックネットワークにおける映像伝送の評価においては、3 台の無線 LAN ノードによりアドホックネットワークを構築し、1 台の無線 LAN ノードに有線により接続する映像表示装置より固定カメラの映像を閲覧することにより、ホップ数に違いによる映像品質を評価する。

映像品質の評価は、主観評価と、解像度やフレームレートの違いによる無線 LAN アドホックネットワーク内のトラヒック状況(モニタ端末により測定)とする。

なお、図 4-2-12 に無線 LAN アドホックネットワークにおける映像伝送の評価におけるノード配置図を示す。

各装置の設置状況を写真 4-2-10 から写真 4-2-12 までに示す。

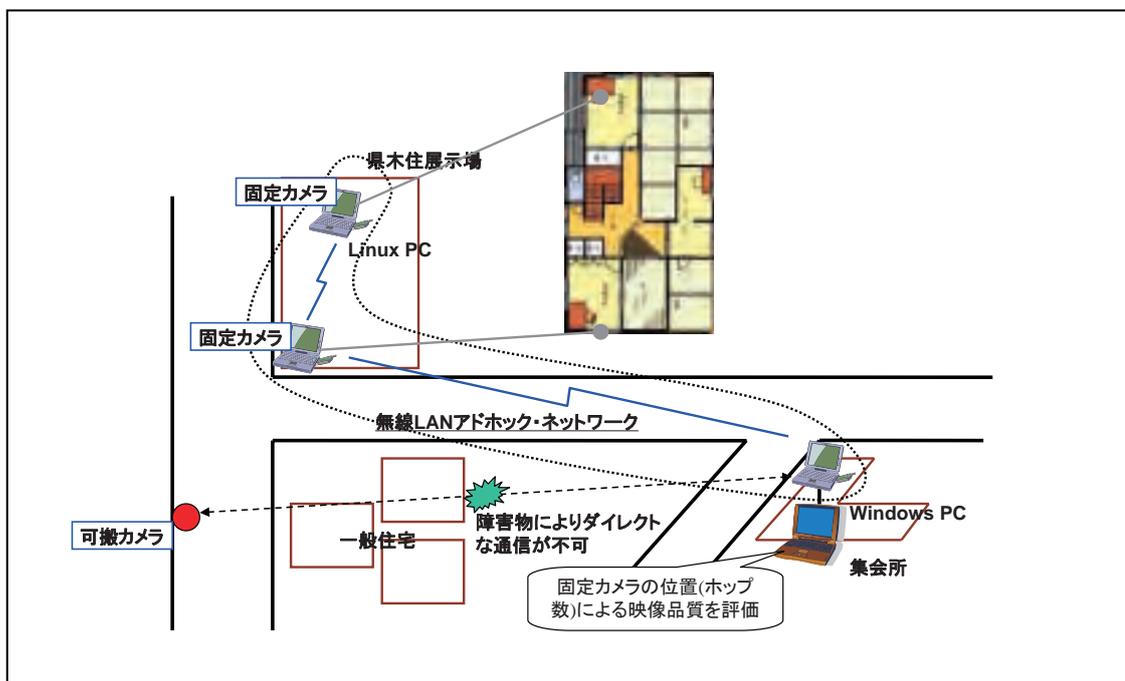


図 4-2-12 ノード配置図



固定カメラ



可搬カメラ

写真 4-2-10 固定カメラ及び可搬カメラの設置状況

第4章



無線 LAN アンテナ



無線 LAN アンテナ(外からの状況)

写真 4-2-11 無線 LAN アンテナの設置状況(県木住住宅展示場)



写真 4-2-12 集会所における設置状況

エ 設備の概要

試験は、次の表 4-2-8 に示す機器・装置により構成した。

表 4-2-8 試験設備の概要

	機器名	数量	性能及び機能
1	無線端末	3 式	性能： ・ノート PC CPU Celeron 2GHz OS Linux 9 (kernel 2.4.25) メモリ 256MB ・11Mbps 無線 LAN カード IBSS Ad-Hoc Mode Channel 13、RTS/CST Off ・マイクロサーバ (プロトタイプ)

			<p>OS Linux</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ethernet カード <p>10M コンパクトフラッシュ コネクター一体型 LAN アダプタ</p> <ul style="list-style-type: none"> • イーサネットコンバータ <p>2.4GHz 54Mbps/5.2GHz54Mbps 無線 LAN イーサネット変換メディアコンバータ</p> <p>機能：</p> <ul style="list-style-type: none"> • アドホック・ルーティング・プロトコル <p>DYMO(Dynamic MANET On-demand) ベースのルーティング・プロトコルにてアドホックネットワークを構築</p>
2	無指向性アンテナ	2 式	<p>機能：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 11g/11b 対応 屋内用 無指向性アンテナ <p>受信領域は水平方向 360° 対応 (垂直方向も感度良好)</p>
3	固定カメラ	1 式	<p>機能：</p> <ul style="list-style-type: none"> • IPv6 対応ネットワークカメラ <p>積雪情報等の動画像を配信</p>
4	可搬カメラ	1 式	<p>機能：</p> <ul style="list-style-type: none"> • USB ウェブカメラ <p>積雪情報等の静止画像を配信</p>
5	映像表示装置	1 式	<p>性能：</p> <ul style="list-style-type: none"> • ノート PC <p>CPU 1.4GHz</p> <p>OS Windows XP</p> <p>メモリ 256MB</p> <p>機能：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 動画像及び静止画の表示 <p>Web ブラウザにより固定カメラ及び可搬カメラの画像を表示</p>

オ 機能

(ア) 無線端末

無線端末は、無線 LAN アドホックネットワークを構築するための装置であり、

IEEE802.11b 対応の無線 LAN カードを装着し、アドホックネットワークを構築するためのルーティング・プロトコルを実装している。

なお、今回使用するルーティング・プロトコルは、Linux 搭載 PC ならびにマイクロサーバ (Linux 搭載コントローラ) 上にて動作可能なものである。

無線端末及びカメラを写真 4-2-13 に示す。



無線端末

可搬カメラ+無線端末

固定カメラ

写真 4-2-13 無線端末、固定カメラ及び可搬カメラ

(イ) 固定カメラ

IPv6 対応ネットワークカメラは、ウェブサーバ内蔵のネットワークカメラであり、他 IP 端末からのアクセスにより、動画像を配信する。

今回のシステムにおいては、e まち情報センタ或いは映像表示装置は、固定カメラの IP アドレスにアクセスすることによりリアルタイムな映像を閲覧することができる。すなわち、ユーザは、任意のタイミングにて固定カメラにアクセスすることにより、現場の積雪情報や降雪具合等を確認することが可能となる。

なお、今回のシステムで使用したネットワークカメラは、パン(左右)/チルト(上下)による撮影場所の調整や撮影画像の解像度の調整が可能である。

(ウ) 可搬カメラ

USB 接続によるウェブカメラは、他 IP 端末から可搬カメラを接続する無線端末へのアクセスにより、アクセス時に可搬カメラが撮影する静止画像を配信する。

今回のシステムにおいては、e まち情報センタ或いは映像表示装置は、可搬カメラを接続する無線端末の IP アドレスにアクセスすることによりアクセス時の状況を静止画像にて閲覧することができる。すなわち、ユーザは、任意のタイミングにて可搬カメラにアクセスすることにより、可搬カメラの持つユーザから見た現場の積雪情報や降雪具合等を確認することが可能となる。

(エ) 映像表示装置

映像表示装置は、Web ブラウザ搭載の PC であり、固定カメラや可搬カメラにアクセスすることにより、映像の表示を行う。



写真 4-2-14 映像表示装置

(2) デジタル MCA による映像伝送試験システム

ア システムの設置構成

試験システムの構成を図 4-2-13 に示す。

PDA 端末と MCA 陸上移動局（画像伝送対応ポータブルキット）による移動用画像送信装置と、MCA 基地局と画像表示用 PC によるセンタ用画像受信装置から構成され、デジタル MCA 無線を利用して画像を伝送するシステムである。

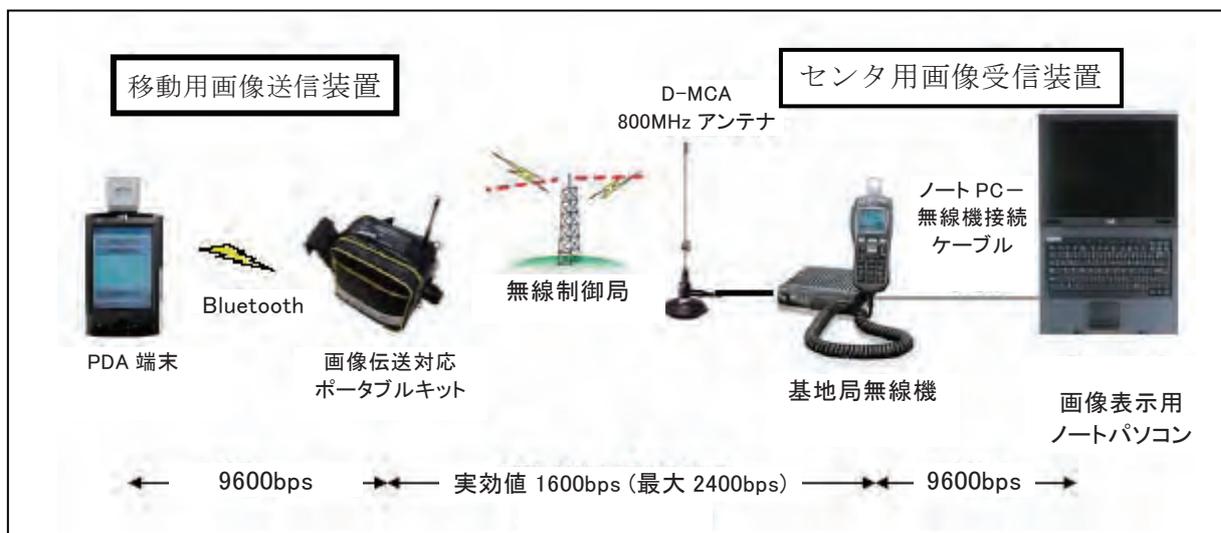


図 4-2-13 システムの設置構成図

第4章

イ 設備の概要

試験は、次の表 4-2-9 に示す機器・装置により構成した。

表 4-2-9 試験設備の概要

	機器名	数量	性能及び機能
1	移動用画像送信装置	1式	性能： ・ PDA OS Windows M 2003 SE Software for Pocket PC 動作環境 Compact .NET framework 2.0 ・ デジタル MCA ポータブルキット 機能： ・ 内蔵カメラによる画像撮影機能 ・ 画像撮影と連動した GPS 情報取得機能 ・ ペンタッチによる情報入力機能 ・ デジタル MCA による情報送信機能
2	センタ用画像受信装置	1式	性能： ・ ノート PC OS Windows XP Pro SP2 RDBMS PostgreSQL8.0 GIS エンジン Map Server 4.6 ・ デジタル MCA 装置 機能： ・ デジタル MCA での画像・GPS・情報受信機能 ・ 画像情報の一覧表示機能 ・ 各種情報を用いた絞込検索機能

ウ 機能

(ア) 移動用画像送信装置

デジタル MCA 陸上移動局及び PDA で構成され無線機と PDA 間は Bluetooth で情報伝達が行われる。

PDA には内蔵カメラによる画像撮影機能及び画像撮影と連動した GPS 情報取得機能を有するとともにペンタッチによる情報入力機能により画像情報と撮影場所などの詳細情報を同時に発信することが出来る。

伝送する画像については MCA 無線機のデータ伝送容量から静止画像を送る仕様となっている。撮影した画像は JPEG ファイルに圧縮されて送信される。

(イ) センタ用画像受信装置

デジタル MCA 陸上移動局及び制御用 PC で構成され画像・GPS 情報・データの受信機能を有するセンタ用 PC では移動用システムから送信された情報を基に画像情報の一覧表示機能各種情報を用いた絞込検索機能を有する。

エ 試験方法

移動用画像送信装置から 640 x 480 ピクセル、320 x 240 ピクセル及び 160 x 120 ピクセルの画像を画質を変化させ送信し、センタ用画像受信装置のデジタル MCA 1 接続回数での送信可否、送信に必要な接続回数/送信時間を測定すると共に当該画像の画質評価を行う。

画像ファイルは JPEG 形式とする。

(3) センサーデータ伝送試験

ア システムの設置構成

試験システムの構成を図 4-2-14 に示す。

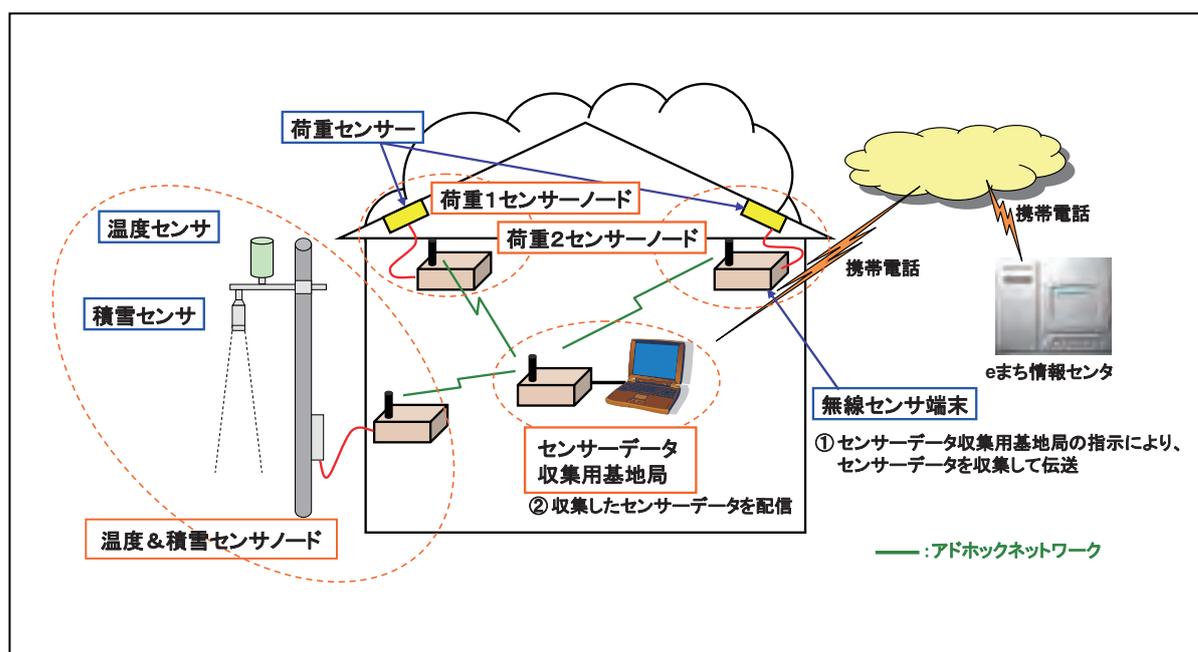


図 4-2-14 センサーデータ伝送試験構成

住宅内に 3 個の無線センサ端末とセンサデータ収集用基地局を設置し、アドホックネットワークによりセンサーデータの収集の可否を確認するための試験システムを構築した。この試験システム上において想定システムである「積雪環境・除排雪情報システム」、「屋根の積雪荷重監視と雪下ろし時期情報提供システム」をター

ゲットにアドホックネットワークによるセンサーデータの収集試験を行う。

具体的な実現方法として試験家屋(県木住住宅展示場)に荷重センサ(2台)、温度センサ、積雪センサを設置し、屋根積雪荷重、外気温、積雪量を測定する。その測定データを無線センサ端末に入力して、アドホックネットワークにより収集を行う。

センサと無線センサ端末を組み合わせ、センサーノードを構成した。荷重1センサ、荷重2センサはセンサ1台に対し1台の無線センサ端末を接続することで、荷重1センサーノード、荷重2センサーノードを構成した。温度センサと積雪センサは1台の無線センサ端末に接続し、温度&積雪センサーノードを構成した。

イ 設備の概要

試験は、次の表 4-2-10 に示す機器・装置により構成した。

表 4-2-10 試験設備の概要

	機器名	数量	性能及び機能
1	無線センサ端末 (2.4GHz 帯)	3 式	性能： <ul style="list-style-type: none"> ・ 2.4GHz 帯通信 ・ センサ接続用コネクタを装備 ・ DIP スイッチを装備 ・ 電源 DC 3 V (付属 AC アダプタ) 機能： <ul style="list-style-type: none"> ・ 2.4GHz を伝送媒体とし、アドホックネットワークによりセンサーデータを伝送 ・ DIP スイッチでセンサーノードの判別 ・ 荷重センサ・温度センサ・積雪センサを接続し、環境データを収集
2	センサーデータ収集用基地局	1 式	性能： <ul style="list-style-type: none"> ・ PC (OS:Windows XP) とホストアダプタで構成 ・ ホストアダプタは無線センサ端末と同一のハードウェア 機能： <ul style="list-style-type: none"> ・ センサーデータの収集し、e まち情報センタに情報を配信 ・ アドホックネットワークにより各センサーノードと通信
3	パケットスニファ	1 式	性能：

			<ul style="list-style-type: none"> PC (OS:Windows XP) と 2.4GHz 帯通信評価ボードで構成 機能： <ul style="list-style-type: none"> 2.4GHz 帯域の通信内容をモニタする。
4	荷重センサ	2式	性能： <ul style="list-style-type: none"> 変位量を電圧で出力 $0 \sim 2.5V = -10\text{mm} \sim +10\text{mm}$ 機能： <ul style="list-style-type: none"> 屋根積雪荷重 (単位: N) を屋根の垂木の変位量 (mm) で測定する。 垂木の変位 1 mm は屋根 1 m² 当たり 265N の荷重に相当する。
5	温度センサ	1式	性能： <ul style="list-style-type: none"> 気温を電圧で出力 $0 \sim 1.0V = -50^{\circ}\text{C} \sim +50^{\circ}\text{C}$ 機能： <ul style="list-style-type: none"> 外気温を測定する
6	積雪センサ	1式	性能： <ul style="list-style-type: none"> 距離を電圧で出力 $0 \sim 2.5V = 0\text{cm} \sim +500\text{cm}$ 機能： <ul style="list-style-type: none"> 屋根に設置されたセンサより、地表に超音波を発し、積雪面までの距離を算出することで、積雪量を測定する

ウ 機能

(ア) センサーデータ収集用基地局

定期的に各センサーノードからセンサーデータを読み出し、変換式により物理量に変換して、時刻データとともに CSV ファイルに出力するユニットである。センサーデータ収集用基地局の外観を写真 4-2-15 に示す。

各センサーノードにセンサーデータ読み出し要求を定期的に送信し、センサーデータを取得する。取得したセンサーデータを、変換式に入力し、各センサが測定した物理量を得る。この物理量に PC 上の時計より取得した時刻データを付加し、CSV ファイルに出力する。この CSV ファイルをデータ配信用ソフトウェアに入力し、e まち情報センタへの情報を送信する。



写真 4-2-15 センサーデータ収集用基地局

PC とホストアダプタは RS232C インタフェースで接続する。

ホストアダプタは無線センサ端末と同じハードウェアであり、アドホックネットワークにより各センサーノードと通信する。

PC はセンサーデータを物理量に変換し、CSV ファイルをデータ配信用ソフトウェアに提供し、e まち情報センタへの配信を行う。

PC に搭載した専用ソフトウェアは以下の機能を有している。

- ・ 参入端末表示機能

センサーノードが、ネットワーク参入時に取得したネットワークアドレスの通知を受け、参入した端末センサを判断し参入端末のセンサを表示する機能である。

- ・ ネットワークアドレス表示機能

センサーノードが、ネットワーク参入時に取得したネットワークアドレスを表示する機能である。

- ・ 送信間隔設定機能

各センサーノードの送信間隔を設定する機能である。

- ・ センサーデータ取得回数設定機能

荷重1センサーノード、荷重2センサーノード、温度&積雪センサーノードを1ループとし、ループ回数を設定できる機能である。

- ・ センサーデータ変換式入力機能

受信したセンサーデータを物理量に変換するための変換式が入力できる機能である。

- ・ データ出力機能

各センサーデータ受信時の時刻と各センサーデータを物理量に変換した値を CSV ファイルに出力し、時間とデータを管理する機能である。

- ・ 操作インタフェース機能

変換式の設定、送信間隔の設定、送信開始指示などをユーザーが行う操作画面である。

(イ) 荷重センサーノード

住宅の屋根の荷重を測定し、センサーデータ収集用基地局に送信するユニットである。荷重1センサーノードの屋根積雪荷重センサの外観を写真4-2-15及び写真4-2-18に、荷重センサーノードの無線センサ端末の外観を写真4-2-17に示す。荷重1センサと無線センサ端末間は、ケーブルで接続している。

屋根積雪荷重の測定は、屋根を支える垂木のたわみ量を測定し、積雪による荷重の相対変化を得る事により行う。測定値はたわみ量の変位（単位:mm）であり、変換式により単位面積当たりの荷重量（単位：N（ニュートン））に変換することができる。

取得したセンサーデータは、無加工のままセンサーデータ収集用基地局にアドホックネットワークにより伝送する。

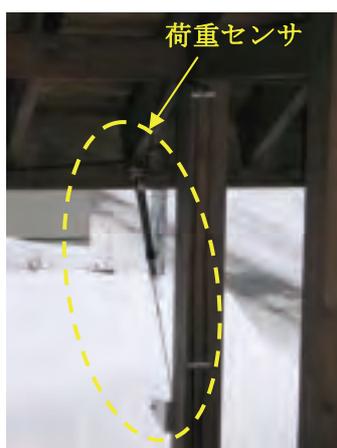


写真 4-2-16 荷重センサ 1



写真 4-2-17 荷重無線センサ端末

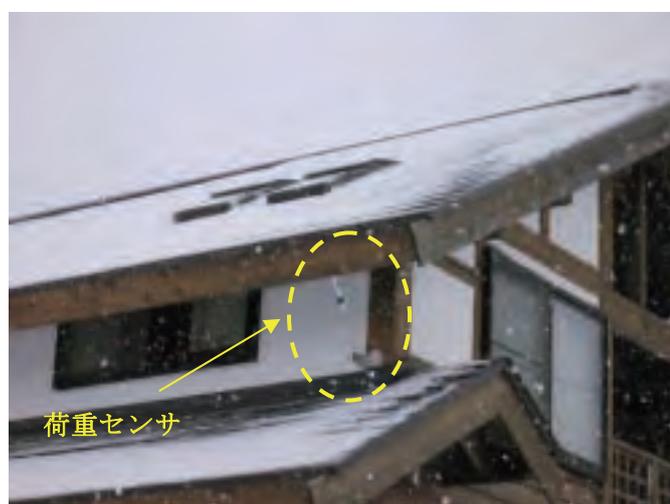


写真 4-2-18 荷重センサ 2

(ウ) 温度&積雪センサーノード

住宅周囲の外気温と積雪量を測定し、センサーデータ収集用基地局に伝送するユニットである。温度&積雪センサーノードの温度センサの外観を写真 4-2-19 に、温度&積雪センサーノードの積雪センサの外観を写真 4-2-20 に、温度&積雪センサーノードの無線センサ端末の概観を写真 4-2-21 に示す。温度センサと積雪センサ端末間は、ケーブルで接続している。

外気温の測定は温度センサのデータを読み取ることにより行う。

積雪量の測定は屋根に設置した積雪センサより地表に超音波を発し、積雪面までの距離(単位:cm)を測定し、センサの設置高さとの差分から積雪量を求める。

取得したセンサーデータは、無加工のままセンサーデータ収集用基地局にアドホックネットワークにより伝送する。

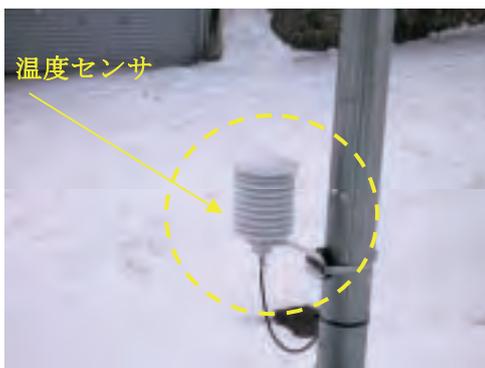


写真 4-2-19 温度センサ



写真 4-2-20 積雪センサ



写真 4-2-21 センサーノードの無線端末

(4) DSRC による路車間情報配信試験システム

ア システムの設置構成

試験システムの構成を図 4-2-15 及び図 4-2-16 に示す。

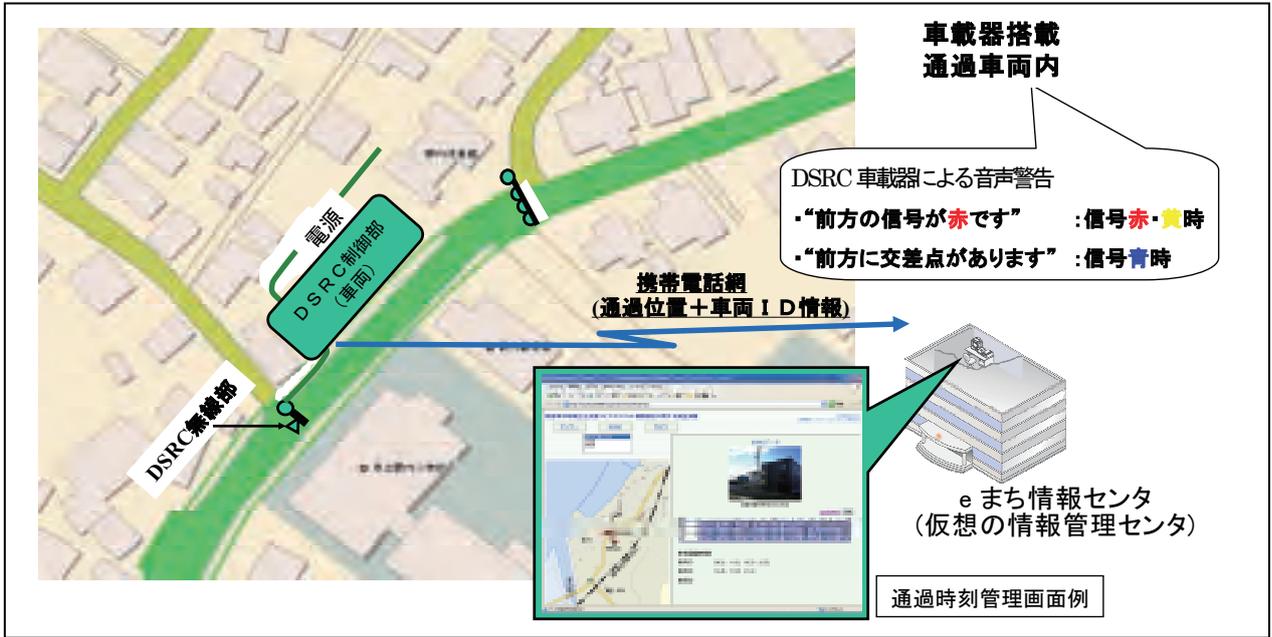


図 4-2-15 試験の設置構成図 1

信号交差点手前約 60m 付近に DSRC 路側アンテナを設置し、車両側に DSRC 音声ブッシュ対応車載器を搭載することにより、信号機状態情報の車載器への提供と、車両からの車両 ID 情報の e まち情報センタへの携帯電話網による送信を実施する。

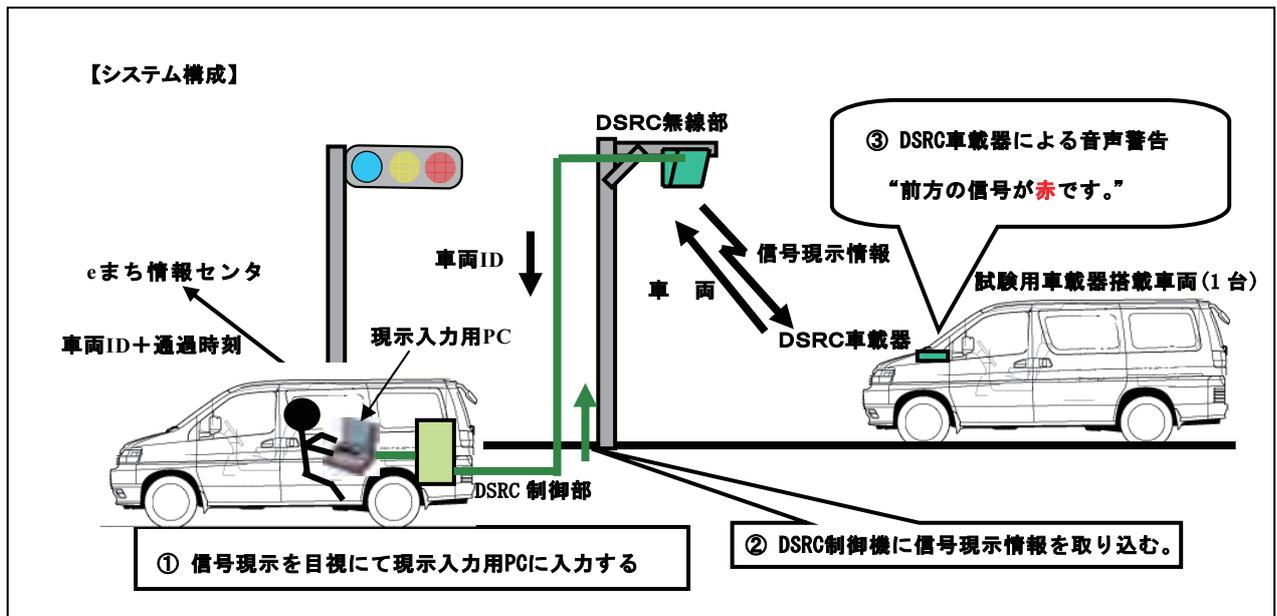


図 4-2-16 試験システムの設置構成図 2

第4章

イ 設備の概要

試験は、次の表 4-2-11 に示す機器・装置により構成した。

表 4-2-11 試験設置の概要

	機器名	数量	性能及び機能
1	DSRC 無線部	1 式	性能： <ul style="list-style-type: none"> ・周波数 5.8GHz 帯 ・変調方式及び伝送レート QPSK/4 Mbps ・制御部 I/F 光ファイバ 機能： <ul style="list-style-type: none"> ・制御部からの指示にて車載器と 5.8GHz 帯の電波を用いて通信を確立、維持する
2	DSRC 制御部	1 式	性能： <ul style="list-style-type: none"> ・通信規格 ARIB STD T-75/T-88 準拠 ・無線部 I/F 光ファイバ ・現示入力 PC I/F 100B-Tx 機能： <ul style="list-style-type: none"> ・無線部制御及び通信制御を実施する ・現示入力用 PC との TCP/IP 接続
3	現示入力用 PC	1 式	性能： <ul style="list-style-type: none"> ・CPU Pentium M 1.2GHz メモリ 256MB OS Windows XP 機能： <ul style="list-style-type: none"> ・音声データ切替 ・車載器からの ID 情報による e まち情報センタ用データ更新
4	DSRC 車載器	2 式	性能： <ul style="list-style-type: none"> ・周波数 5.8GHz 帯 ・変調方式及び伝送レート QPSK/4Mbps ・通信規格 ARIB STD T-75、T-88 準拠 機能： <ul style="list-style-type: none"> ・路側器との 5.8GHz 帯の電波による通信確立 ・路側機への ID 情報送信 ・受信した信号現示情報音声データの再生

ウ 機能

県道上に 5.8GHz 帯 DSRC システム路側機を設置し、この試験システム上において想定システムである「積雪環境・除排雪情報システム」、「バス利用情報システム」をターゲットに 5.8GHz 帯 DSRC システム車載機を設置した車両との間での情報伝送試験及び e まち情報センタへの情報伝送試験を行う。

DSRC のシステム動作については、システム立ち上げ時より路側機は電波を発射（定常状態）する。

車載器を搭載した車両が通信ゾーンに進入すると通信ゾーン内にて路車間通信を確立する。

路側機は車載器より ID を取得、e まち情報センタ送信用のデータを更新するとともに路側機から車載器へ、指定された信号現示情報を音声データとして送信(ex. 前方の信号が赤です)し、車載器は受信データを再生(ex. 前方の信号が赤です)する。

エ 設備の概要

5.8GHz 帯 DSRC システムの車載装置を写真 4-2-22 に、DSRC 車載器搭載車両を写真 4-2-23 に示す。

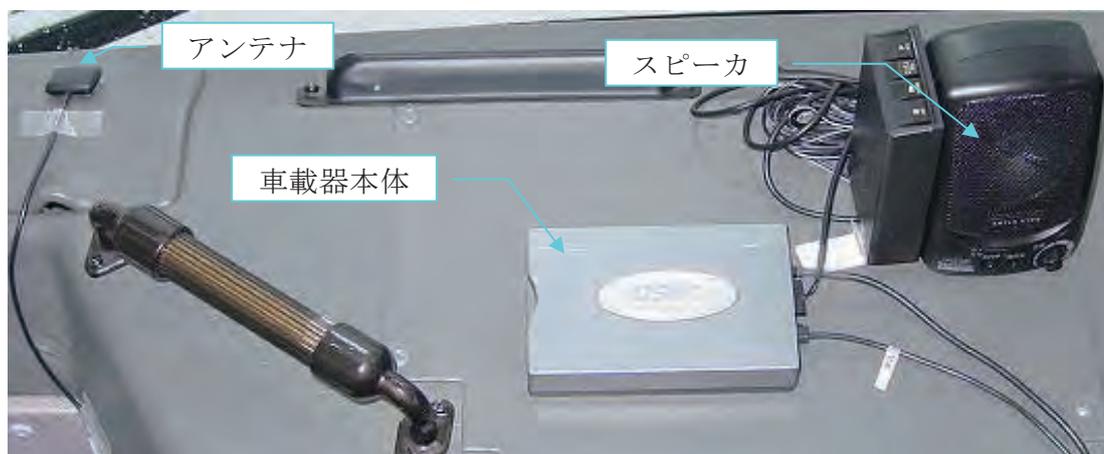


写真 4-2-22 DSRC 車載器端末



写真 4-2-23 DSRC 車載器搭載車両

第4章

(5) eまち情報センタ情報集約試験

ア システムの設置構成

試験システムの設置構成を図4-2-17に示す。

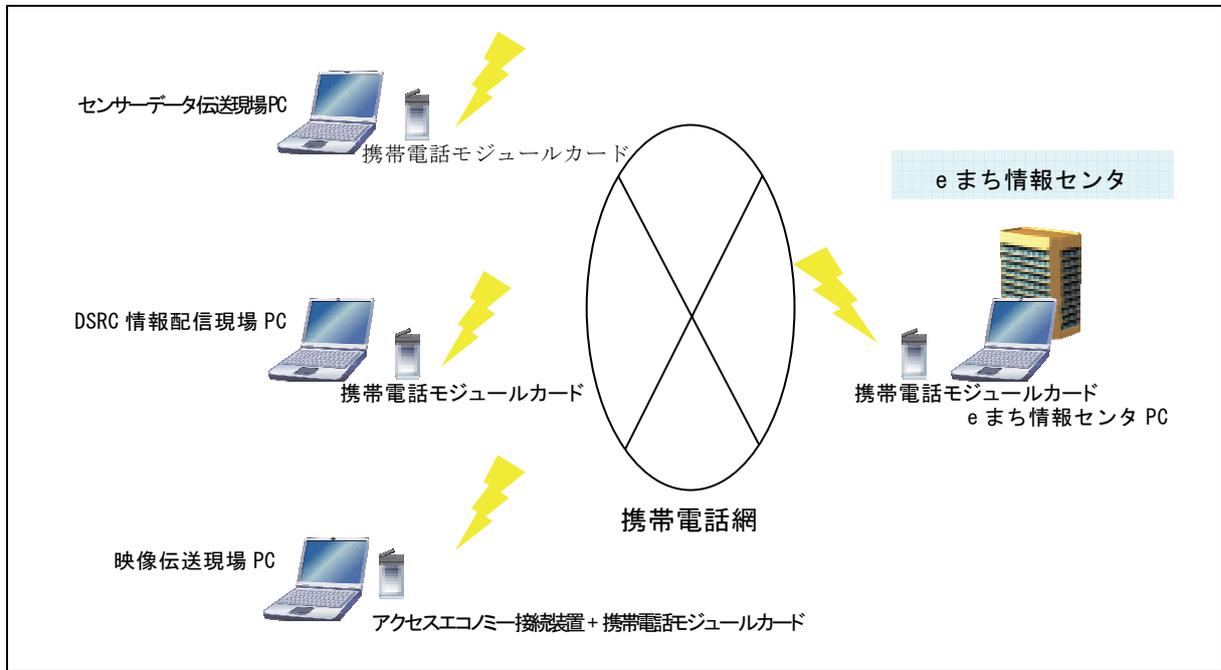


図4-2-17 試験システムの設置構成図

イ 設備の概要

試験は、次の表4-2-12に示す機器・装置により構成した。

表4-2-12 試験設備の概要

	機器名	数量	性能及び機能
1	e まち情報センタ PC	1 式	性能： <ul style="list-style-type: none"> ・ CPU Pentium4 2.20GHz ・ メモリ 512MB ・ OS Windows2000 SP4 ・ ブラウザ InternetExplorer6.0 ・ web サーバ Apache Tomcat5.0.28 ・ Java J2SE1.4.2.09 ・ 地図 プロアトラス W2
2	携帯電話モジュールカード	4 式	性能： <ul style="list-style-type: none"> ・ 携帯電話通信カードを利用したのライブ映像を送信

	(800MHz/2GHz)		するダイヤルアップルータ 機能： ・ e まち情報センタ PC、現場 PC 間で回線交換接続 ・ e まち情報センタ PC、現場 PC 間でパケット通信
3	アクセスエコノミ接続装置	1式	機能： ・ アクセスエコノミーサービスを利用し、LAN 内への接続を可能

ウ 機能

本試験システムでは、e まち情報センタ（仮想の情報管理センタ）に集約された上記試験システムからの情報を表示する。また、表示内容は、インターネットを利用してどこからでも閲覧することができる。

各試験システムから収集した情報を「積雪環境・除排雪情報システム」、「バス利用情報システム」、「屋根の積雪荷重監視と雪下ろし時期情報提供システム」のアプリケーションを想定したデータ管理画面として加工し表示する。

試験システムの個別機能を以下に示す。

- (ア) 「映像伝送試験」により撮影された動画データ、静止画データを、e まち情報センタ(青森県庁)に設置されたパソコンで閲覧する。
- (イ) 「センサーデータ伝送試験」により収集されたデータを、e まち情報センタに設置されたパソコンで閲覧する。
- (ウ) 「DSRC による路車間情報配信試験システム」により収集されたデータを、e まち情報センタに設置されたパソコンで閲覧する。

(6) 屋根の積雪荷重監視と雪下ろし時期情報提供システム

ア システムの設置構成

システムの設置構成を図 4-2-18 に示す。

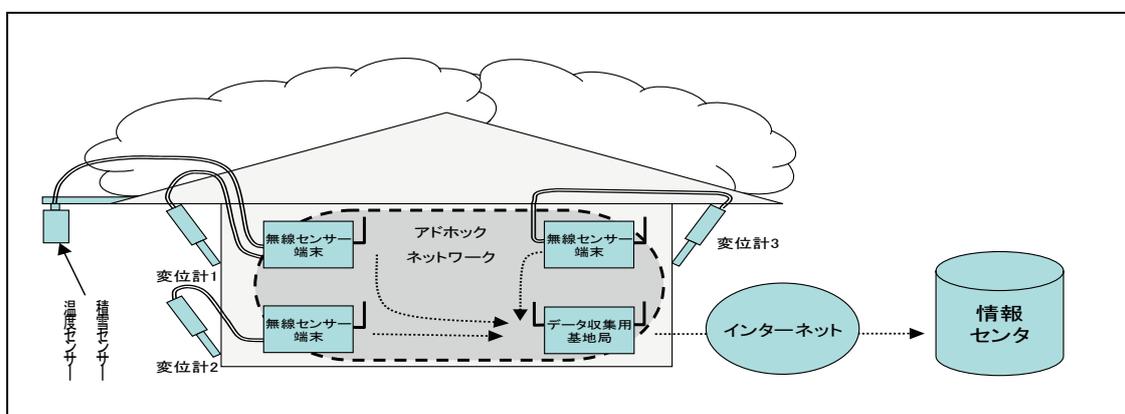


図 4-2-18 システムの設置構成図

第4章

イ 設備の概要

試験は、次の表 4-2-13 に示す機器・装置により構成した。

表 4-2-13 試験設備の概要

	機器名	数量	性能及び機能
1	無線 LAN 端末(子局)	3 式	<p>性能：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・電源 DC 3 V ・無線方式 ARIB STD T-67(特定小電力、429MHz) ・最大無線通信距離 数 100m以上 ・アドホック、マルチホップ通信 ・各種センサ外付け可 ・防水仕様 (JIS IP64) <p>機能：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・荷重センサ・温度センサ・積雪センサを接続し、環境データを収集しセンサーデータ収集用基地局に情報を伝送
2	センサーデータ収集用基地局(親局)	1 式	<p>性能：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・無線方式 ARIB STD T-67(特定小電力、429MHz) ・最大無線通信距離 数 100m ・アドホック、マルチホップ通信 ・各種センサ外付け可 ・防水仕様 (JIS IP64) <p>機能：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・センサーデータの収集し、情報センタに情報を配信する ・無線 LAN 端末(子局)と通信
3	携帯電話モジュールカード(800MHz)	1 式	<p>性能：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・データ通信速度 最大 2.4Mbps(2.4Mbps 対応エリア内でのパケット通信) ・制御コマンド：ヘイズ AT コマンド準拠 ・環境条件： <ul style="list-style-type: none"> 動作温度範囲 5～40℃ 動作湿度範囲 30～85% (結露しないこと) <p>機能：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・センサーデータ収集用基地局(親局)に集約された情

			報を携帯電話網を使用してインターネットを通じて情報センタに伝送
4	荷重センサ	3式	性能： <ul style="list-style-type: none"> ・変位量を電圧で出力 ・$0 \sim 2.5V = -10\text{mm} \sim +10\text{mm}$ 機能： <ul style="list-style-type: none"> ・屋根積雪荷重(N)を屋根の垂木の変位量[mm]で測定 ・垂木の変位1mmは屋根1㎡当たり265Nの荷重に相当(青森杉を使用した県木住住宅展示場の場合)
5	温度センサ	1式	性能： <ul style="list-style-type: none"> ・気温を電圧で出力 ・$0 \sim 1.0V = -50^{\circ}\text{C} \sim +50^{\circ}\text{C}$ 機能： <ul style="list-style-type: none"> ・外気温を測定
6	積雪センサ	1式	性能： <ul style="list-style-type: none"> ・距離を電圧で出力 ・$0 \sim 2.5V = 0\text{cm} \sim +500\text{cm}$ 機能： <ul style="list-style-type: none"> ・屋根に設置されたセンサより、地表に超音波を発し、積雪面までの距離を算出することで、積雪量を測定

ウ 機能

本試験システムでは、高齢者や留守宅などの除雪作業を行うことが困難な状況を想定し、作業実施の判断が難しい除雪のタイミングについて、住居屋根の積雪荷重を監視し、荷重が一定量に達すると自動的に外部（自治体、地域ボランティア等）に警報を発する。

システムの個別機能を以下に示す。

- (ア) 屋根の積雪荷重を測定する荷重センサ（変位計）により軒先の垂木の変位を測定する。
- (イ) 積雪センサ及び温度センサにより該当住宅周辺の詳細気象データを収集する。
- (ウ) 各センサを無線 LAN 子機と接続し端末からデータ収集用基地局にデータの無線伝送を行う。
- (エ) 収集したデータはインターネット網を利用して遠隔地の e まち情報センタに定期的に送信し、しきい値を超えた場合は警報を発する。

第3節 試験の検証内容及び結果

1 各通信設備の基礎試験

(1) 2.4GHz 帯無線 LAN システム

無線 LAN アンテナ(無指向性アンテナ)使用時の無線 LAN の特性、ここでは、ノード間の距離に応じたスループットやパケット到達率の測定を行った結果並びに無線 LAN モニタで取得した受信強度及び雑音レベルを図 4-3-1 から図 4-3-3 までに示す。

なお、詳細な測定データについては、資料 8 に示す。

測定は、以下の 3 パターンにて実施した。

- ア 積雪時(約 6 cm 程度の積雪)
- イ 積雪時(約 100cm 程度の積雪)
- ウ 降雪時

測定データより、各測定結果においてバラツキがあるものの、積雪や降雪による影響は、ほとんど無いと判断できる。

ここで、各測定データのバラツキは、周辺環境による影響、例えば車両の通過や人の移動によるノイズや環境による影響があると推定される。

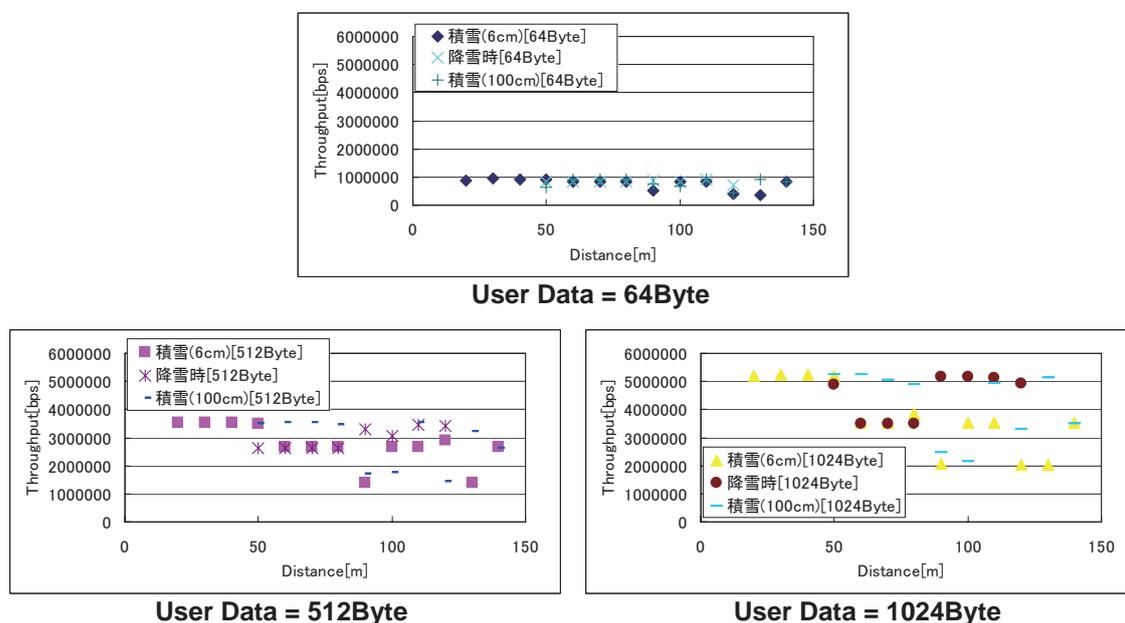


図 4-3-1 スループット特性

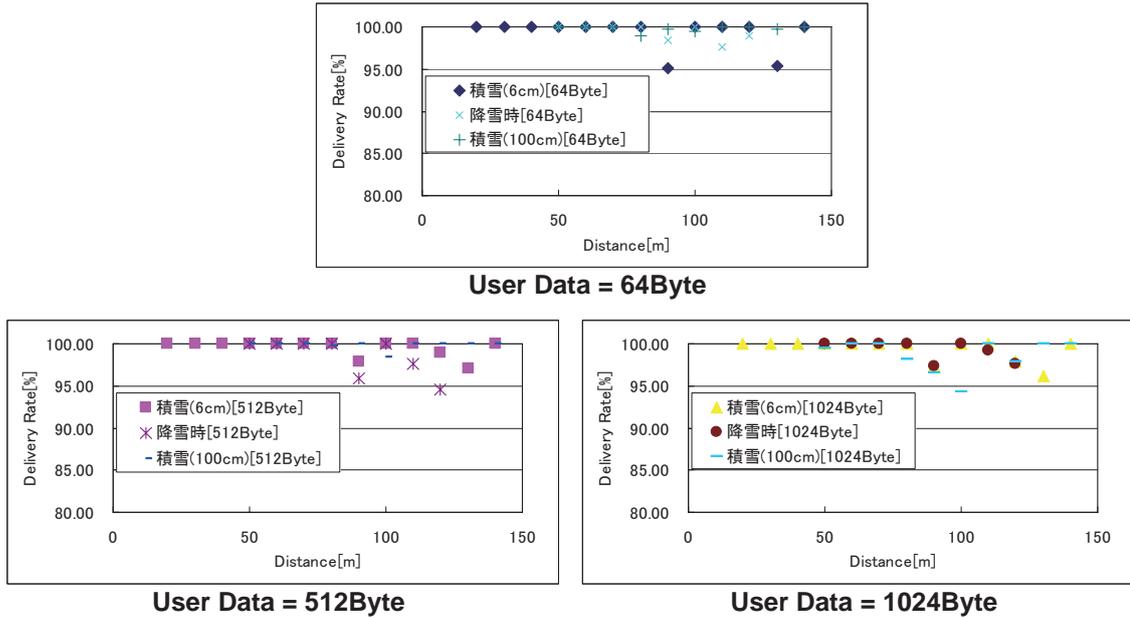


図 4-3-2 パケット到達率特性

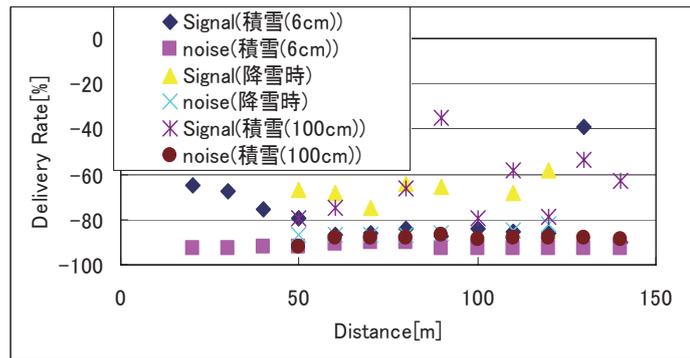


図 4-3-3 受信強度及び雑音レベルの特性

(2) 2.4GHz 帯アドホック通信システム

ア 測定結果

(ア) PER による評価

積雪寒冷地域にセンサーネットワークを適用する基礎試験として、PER を測定する。降雪ありと降雪なしの PER を測定、比較することで、降雪による通信品質への影響を確認した。

表 4-3-1 は、「降雪なし」での 2.4GHz 帯通信の PER である。通信距離 [d]=50 m、70m、120m、130m、140m では、3 回の測定を実施。それ以外は、2 回の測定で状況確認を行った。

表 4-3-2 は、「降雪あり」での PER である。測定開始時（通信距離 [d]=50m）は、状況を確認するため、複数回の測定を行った。結果、全通信距離において、

受信エラーは確認できなかった。

「降雪あり」(表 4-3-2) で受信エラー無し、「降雪なし」(表 4-3-1) で受信エラー有りの結果となった。

表 4-3-1 2.4GHz 帯通信 PER (降雪なし)

通信距離 d [m]	PER	受信数 1 回目	受信数 2 回目	受信数 3 回目
50	8.33E-03	984	994	997
60	0.00E+00	1000	1000	--
70	6.67E-04	999	999	1000
80	0.00E+00	1000	1000	--
90	0.00E+00	1000	1000	--
100	0.00E+00	1000	1000	--
110	0.00E+00	1000	1000	--
120	4.00E-03	999	992	997
130	2.47E-02	973	984	969
140	3.33E-03	996	996	998

表 4-3-2 2.4GHz 帯通信 PER (降雪あり)

通信距離 d [m]	PER	受信数 1 回目	受信数 2 回目	受信数 3 回目
50	0.00E+00	1000	1000	1000
60	0.00E+00	1000	1000	1000
70	0.00E+00	1000	--	--
80	0.00E+00	1000	--	--
90	0.00E+00	1000	--	--
100	0.00E+00	1000	--	--
110	0.00E+00	1000	--	--
120	0.00E+00	1000	--	--
130	0.00E+00	1000	--	--
140	0.00E+00	1000	--	--

図 4-3-4 は、2.4GHz 帯アドホック通信システムにおける通信距離と PER の関係を示すグラフである。

降雪なしの場合の PER の低下の要因は、ほぼ平面大地とみなせる場所での測定ではあったが、地形（雪で覆われていたため積雪表面となる）による反射係数の微細な変化の積み重ねによる局所的なマルチパス発生によるものと推測できる。

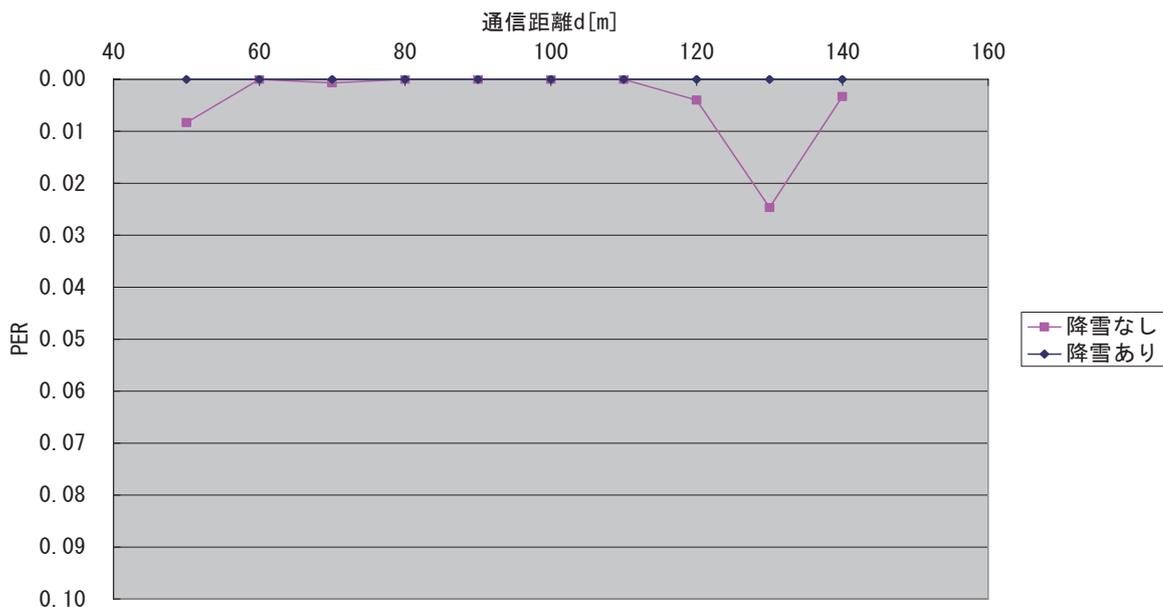


図 4-3-4 2.4GHz 帯通信における PER

(イ) 受信電波強度の減衰量による評価

減衰が大きいほど、通信品質が低下する。降雪ありと降雪なしの場合の減衰を測定、比較することで、降雪による通信品質への影響を確認した。

表 4-3-3 は、通信距離 50~140m における減衰量を測定した結果である。

図 4-3-5 は、距離と減衰量の関係を示すグラフである。

表 4-3-3 2.4GHz 帯通信減衰

通信距離 d [m]	降雪なし	降雪あり
50	0[*1]	0[*1]
60	- 1.86	1.13
70	- 2.81	- 1.45
80	- 2.25	- 2.20
90	- 6.58	- 3.88
100	- 4.40	- 8.27
110	- 7.36	- 8.84
120	- 7.94	- 9.02
130	-10.80	-15.16
140	- 9.53	-12.08

*1 測定場所が異なるため、50m での値を基準とした。

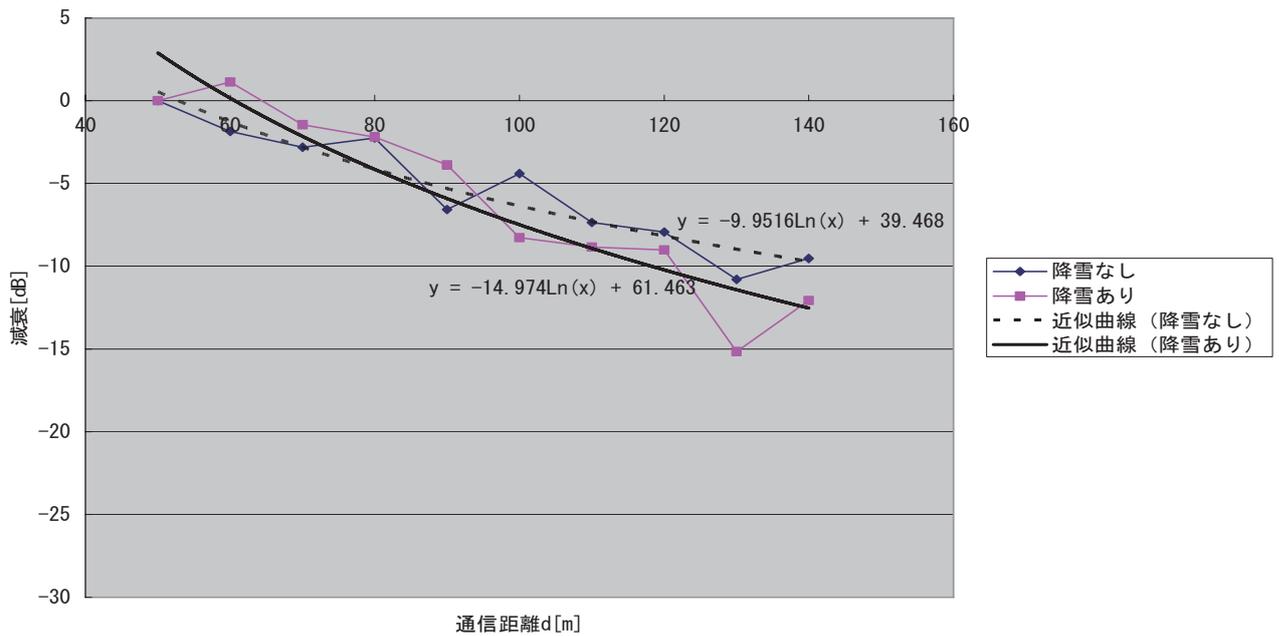


図 4-3-5 2.4GHz 帯通信における減衰

測定のばらつきを考慮し、グラフに、近似曲線を追加した。この近似曲線は、電波の自由空間伝搬と平面大地の単純モデル（2波モデル）を参考とし、通信距離を対数とした一次式である。算出した近似曲線を表 4-3-4 に示す。

表 4-3-4 減衰の近似曲線式 (2.4GHz)

	降雪あり	降雪なし
近似曲線式	$y = -14.974 \times \ln(d) + 61.463$	$y = -9.9516 \times \ln(d) + 39.468$

ただし、 d :通信距離、 $\ln(d)$: $\log_e(d)$

近似曲線によると、降雪ありの近似式の傾き（約 15）は、降雪なしの近似式の傾き（約 10）よりも大きい。この傾きの違いは、降雪無しに比べ、降雪有りの方が、受信電波強度の減衰が大きいことを表している。数値的には、通信距離 50m を基準として、通信距離 140m における減衰は降雪ありの方が約 5 dB 大きいことになる。

イ 2.4GHz 帯の評価まとめ

2.4GHz 試験の結果を表 4-3-5 にまとめる。

表 4-3-5 2.4GHz 帯試験結果

	降雪あり	降雪なし	結果
PER	受信エラーなし	受信エラーあり	降雪ありの方が良い
減衰	近似曲線の傾きが大きい（減衰が大きい）	近似曲線の傾きが小さい（減衰が小さい）	降雪なしの方が良い

本試験の範囲（通信距離 140m）では、PER による評価と減衰による評価で逆の結果が出ており、通信性能の絶対的な差は無いものと考えられる。

ただし、PER に現れないまでも、降雪有りの方が減衰量が大きくなっており、降雪の度合いによって通信性能低下を起こす可能性がある。

ウ 測定結果の評価（降雪からの影響について）

降雪の電波伝搬への影響は、いくつか報告されている[1][2]。それによると、影響は雪の体積含水率 m に依存する。乾雪（新雪、 $m < 3\%$ ）は、約 30GHz 以下の電波にはほとんど影響を与えない。湿雪（ $m \geq 3\%$ ）でも、2.4GHz 帯通信の降雨減衰は、ほぼ 0 dB/km でありほとんど影響を受けない。ただし、11GHz 帯通信では、「みぞれ」の減衰は同じ降水減衰の約 8 倍（約 9 dB）、雨と「あられ」混在時の減衰は降雨減衰の約 4 倍（約 6 dB）との報告があり、雨と湿雪とでは湿雪の方が電波伝搬へ与える影響が大きい。

しかし、本試験では、降雪時の方が減衰量が大きくなる結果が観測されており、通信限界（通信距離、ノイズ耐力など）近傍では降雪有無による影響が出てくるも

のと考える。

【参考文献】

- [1] 細矢編：「電波伝搬ハンドブック」REALIZE社（1999）6章および8章
- [2] 森田和夫：「冬期降水による準ミリ波の減衰推測」信学論 J63-B [11] pp.1079-1085（1980）

(3) 400MHz 帯アドホック通信システム

ア 測定結果

(ア) PER による評価

2.4GHz 帯アドホック通信システムと同様に、降雪ありと降雪なしの PER を測定、比較することで、降雪による通信品質への影響を確認した。

表 4-3-6 は、降雪無しの時の 400MHz 帯通信 PER である。全通信距離において、受信エラーはなかった。

表 4-3-7 は、降雪ありのときの 400MHz 帯通信受信 PER である。受信エラーは 140m のところで 1 回だけ観測された。

なお、通信距離 50m、60m は、140m～70m の測定データから通信エラーが無いことが推測され、測定していない。

表 4-3-6 400MHz 帯通信 PER (降雪なし)

通信距離 d [m]	PER(降雪なし)	受信数 1 回目
50	0.00E+00	100
60	0.00E+00	100
70	0.00E+00	100
80	0.00E+00	100
90	0.00E+00	100
100	0.00E+00	100
110	0.00E+00	100
120	0.00E+00	100
130	0.00E+00	100
140	0.00E+00	100

表 4-3-7 400MHz 帯通信 PER (降雪あり)

通信距離 d [m]	PER (降雪あり)	受信数 1 回目	受信数 2 回目	受信数 3 回目
50	--	--	--	--
60	--	--	--	--
70	0.00E+00	100	--	--
80	0.00E+00	100	--	--
90	0.00E+00	100	--	--
100	0.00E+00	100	--	--
110	0.00E+00	100	--	--
120	0.00E+00	100	--	--
130	0.00E+00	100	--	--
140	3.33E-03	99	100	100

図 4-3-6 は、400MHz 帯アドホック通信システムにおける通信距離と PER の関係を示すグラフである。降雪ありの場合の PER の低下の要因は、局所的なマルチパス発生によるものと推測できる。

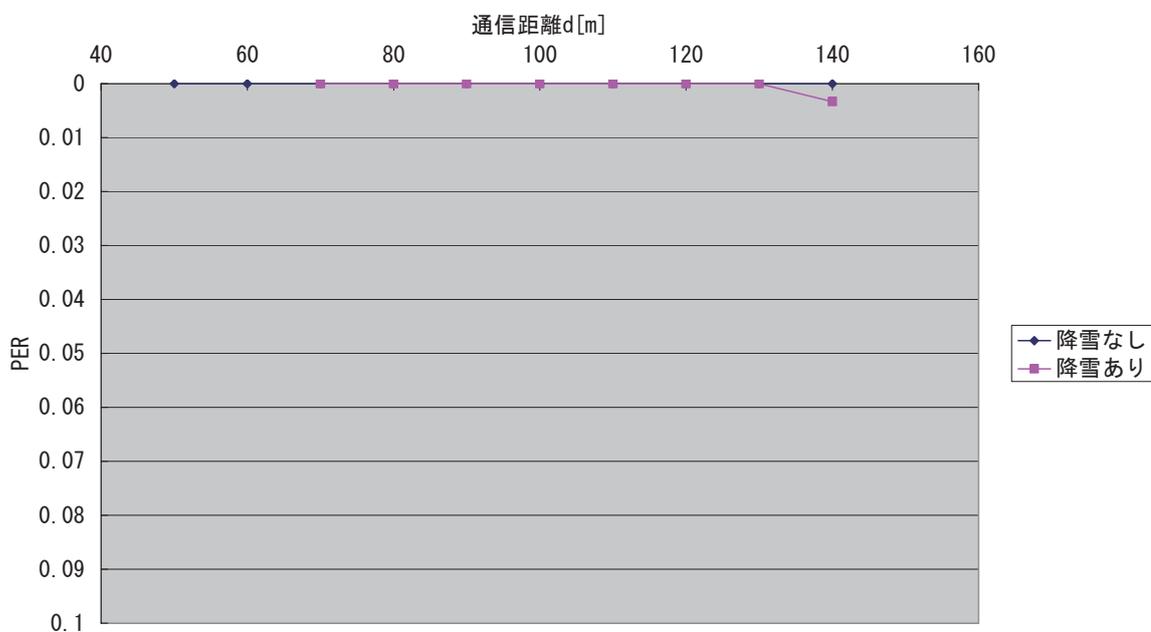


図 4-3-6 400MHz 帯通信における PER

(イ) 受信電波強度の減衰量による評価

降雪ありと降雪なしの場合の減衰を測定、比較することで、降雪による通信品質への影響を確認した。

表 4-3-8 は、400MHz 帯通信における減衰量の測定結果である。通信距離と減衰は、通信距離が長いほど減衰が大きくなるが、2.4GHz 同様、一部、減衰が小さくなる場所が観測された。

なお、50m～100mの減衰は、400MHz 帯電波特性から推定可能と判断し、未計測である。

表 4-3-8 400MHz 帯通信減衰

通信距離 d [m]	降雪なし	降雪あり
50	0[*1]	0[*1]
60	--[*2]	- 3.40
70	--[*2]	- 5.68
80	--[*2]	-15.37
90	--[*2]	-15.09
100	-10.52	-11.14
110	-21.85	-16.49
120	-11.95	-18.46
130	-19.28	-20.97
140	-14.27	-16.28

[*1] 測定場所が異なるため、各測定回の 50mでの値を基準とした。

[*2] 未計測

図 4-3-7 は、400MHz 帯通信における距離と減衰量の関係を示すグラフである。また、算出した近似曲線を表 4-3-9 に示す。

減衰（近似曲線）によると、降雪なしの傾きよりも降雪ありの傾きが大きい。通信距離 140mにおける減衰の差分に換算すると約 2 dB である。

結果、降雪による減衰があったと推測される。

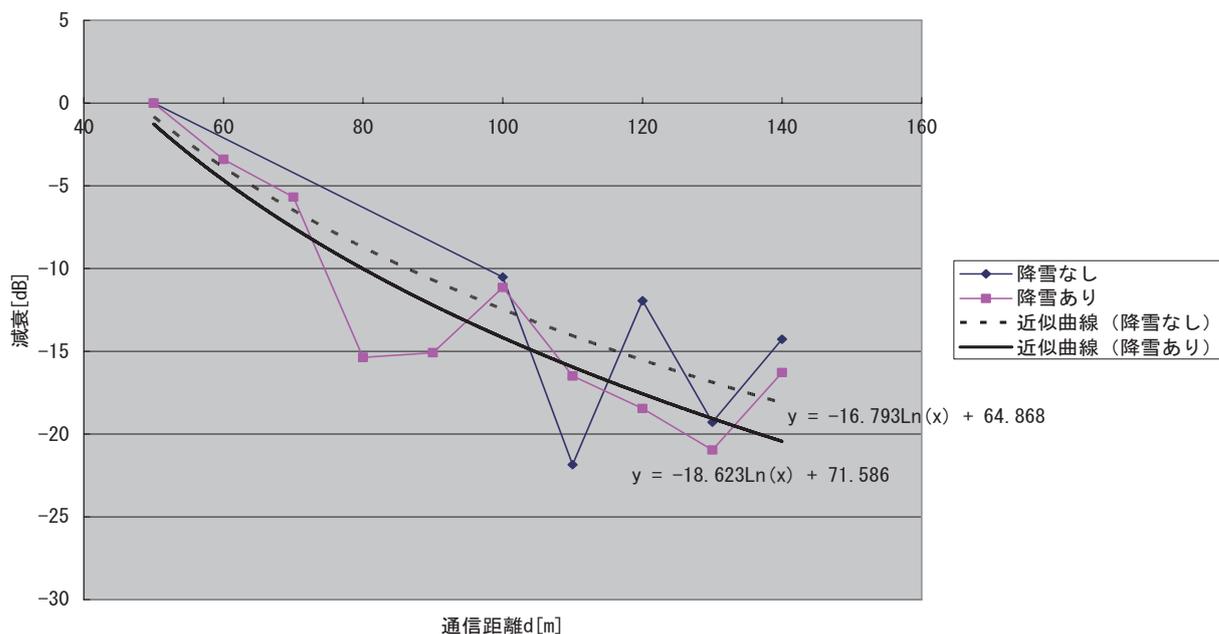


図 4-3-7 400MHz 帯通信における減衰

表 4-3-9 400MHz 帯通信減衰の近似曲線式

	降雪あり	降雪なし
近似曲線式	$y = -18.623 \times \ln(d) + 71.586$	$y = -16.793 \times \ln(d) + 64.868$

ただし、d : 通信距離、 $\ln(d) : \log_e(d)$

イ 400MHz 帯の評価まとめ

400MHz 帯通信の結果を表 4-3-10 にまとめる。

表 4-3-10 400MHz 帯通信結果

	降雪あり	降雪なし	結果
PER	受信エラーあり	受信エラーなし	降雪なしの方が良い
減衰	近似曲線の傾きが大きい (減衰が大きい)	近似曲線の傾きが小さい (減衰が小さい)	降雪なしの方が良い

PER による評価では、降雪ありで 1 回エラーが観測されていることから、「降雪なしの方が良い」としているが、絶対的な差と言えないレベルである。

ただし、PER に現れないまでも、降雪有りの方が減衰量が大きくなっており、降

雪の度合いによって通信性能低下を起こす可能性がある。

ウ 測定結果の評価（降雪からの影響について）

降雪の電波伝搬への影響は、いくつか報告されている[1][2]。それによると、影響は雪の体積含水率 m に依存する。乾雪（新雪、 $m < 3\%$ ）は、約30GHz以下の電波にはほとんど影響を与えない。湿雪（ $m \geq 3\%$ ）でも、400MHz帯通信の降雨減衰は、ほぼ0dB/kmでありほとんど影響を受けない。ただし、11GHz帯通信では、「みぞれ」の減衰は同じ降水減衰の約8倍（約9dB）、雨と「あられ」混在時の減衰は降雨減衰の約4倍（約6dB）との報告があり、雨と湿雪とでは湿雪の方が電波伝搬へ与える影響が大きい。

しかし、本試験では、降雪時の方が減衰量が大きくなる結果が観測されており、通信限界（通信距離、ノイズ耐力など）近傍では降雪有無による影響が出てくるものと考えられる。

【参考文献】

- [1] 細矢編：「電波伝搬ハンドブック」REALIZE社（1999）6章および8章
- [2] 森田和夫：「冬期降水による準ミリ波の減衰推測」信学論J63-B [11] pp.1079-1085（1980）

(4) 5.8GHz帯 DSRC システム

専用車両による電界強度測定は晴天時、降雪時各々3走行ずつ実施した。走行パターンと結果の対応を表4-3-11に示す。

試験時の路側アンテナの設置条件は次のとおりである。

- a 路側アンテナ仰角：45°
- b 道路進行方向に対する方位角（道路中心方向への振り角）：5°

また、通信ゾーンとしては電界強度が-60.5dBmとなる範囲で規定した。これは、実際の運用時はアンテナが車室内に設置されることから、フロントガラス等による損失分を考慮しているためである。

- a DSRC車載器の最小受信感度：-65.5dBm
- b フロントガラス等による損失分：5dBm

表4-3-11 走行パターンと結果グラフとの対応

	晴天時（平成18年1月15日）		降雪時（平成18年1月19日）	
	電界強度分布	車線方向グラフ	電界強度分布	車線方向グラフ
1走目	図4-3-8	図4-3-9	図4-3-14	図4-3-15
2走目	図4-3-10	図4-3-11	図4-3-16	図4-3-17
3走目	図4-3-12	図4-3-13	図4-3-18	図4-3-19

ア 晴天時 1 走目 気温 2℃

試験結果から得られた通信ゾーン長は、14.2mであった。

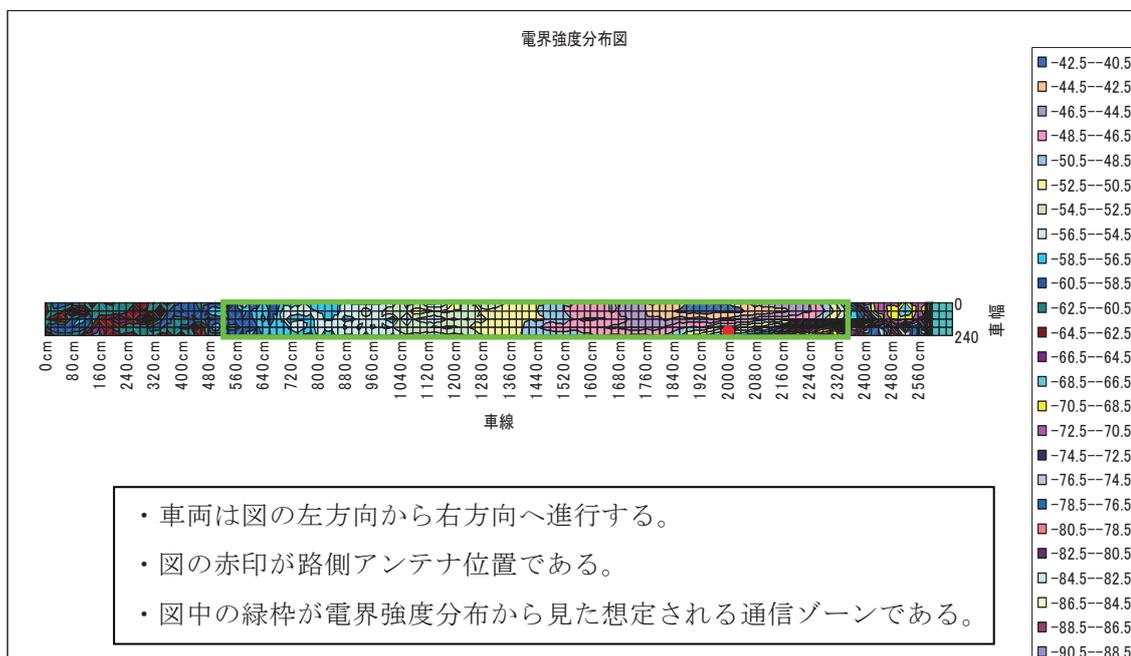


図 4-3-8 電界強度測定分布図 (晴天時 1)

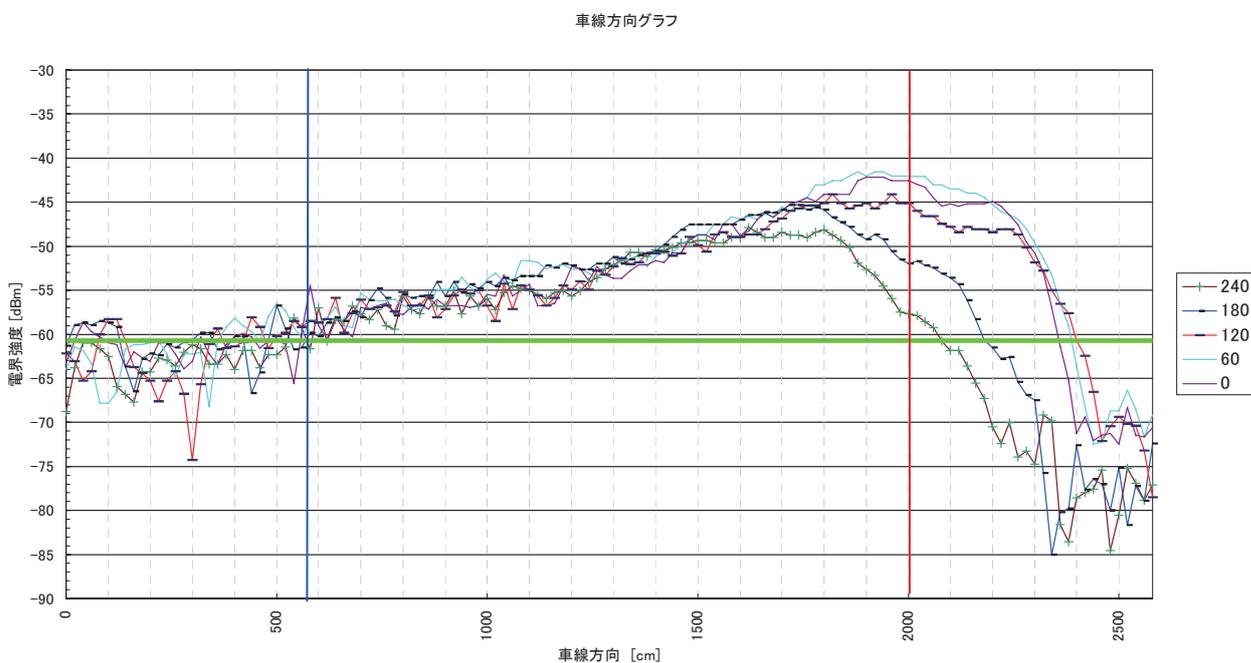


図 4-3-9 車線方向グラフ (晴天時 1)

イ 晴天時 2 走目 気温 2℃

試験結果から得られた通信ゾーン長は、14.3mであった。

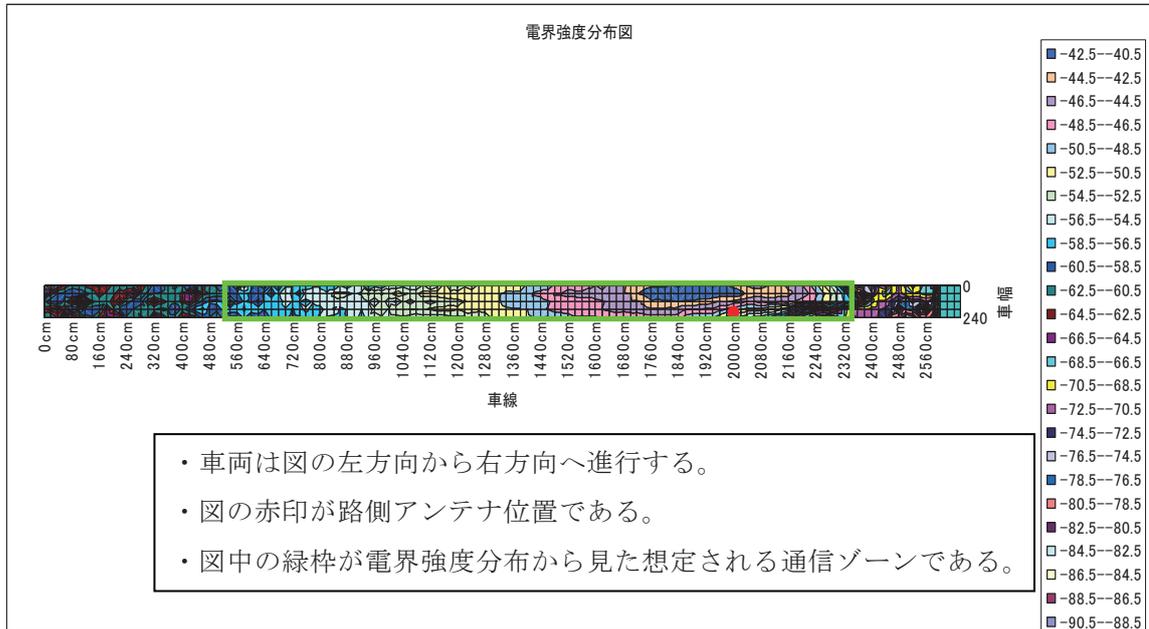
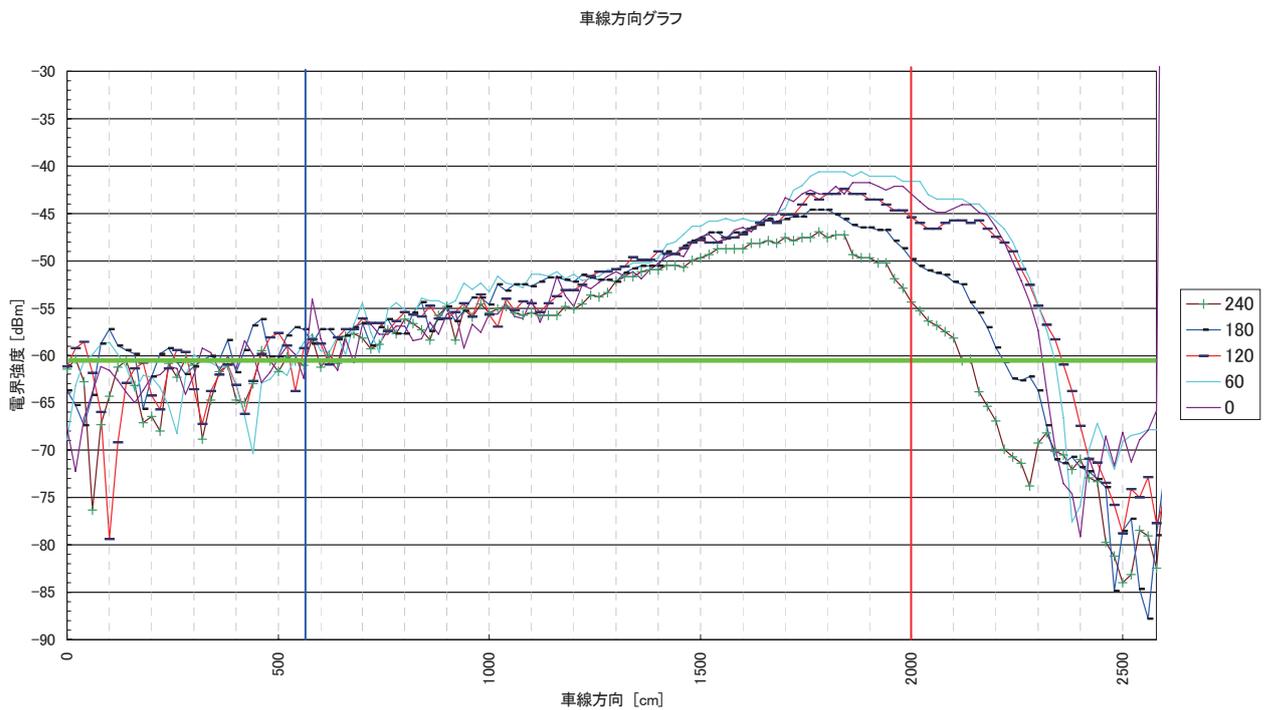


図 4-3-10 電界強度測定分布図 (晴天時 2)



- ・ 車両は図の左方向から右方向へ進行する。
- ・ 図の縦赤線が路側アンテナ位置である。
- ・ 図中の緑線より上が車線方向グラフから見た路車間通信が可能な電界強度である。
- ・ 図中の赤線 (アンテナ位置) と青線で区切られた範囲が通信ゾーンである。

図 4-3-11 車線方向グラフ (晴天時 2)

ウ 晴天時 3 走目 気温 2℃

試験結果から得られた通信ゾーン長は、14.2mであった。

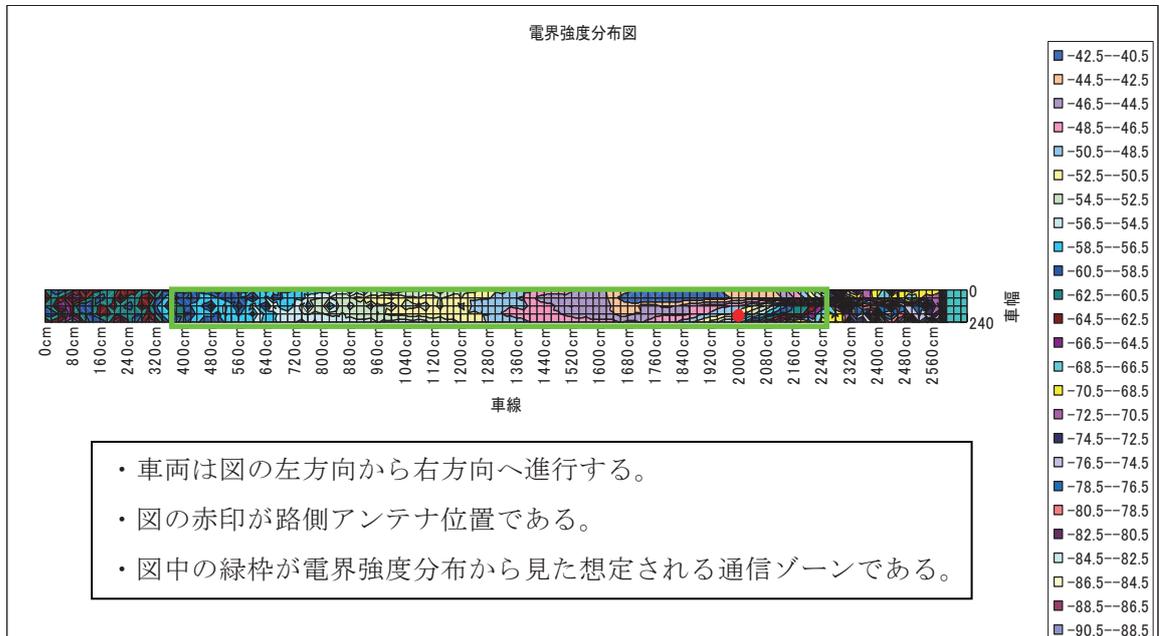


図 4-3-12 電界強度測定分布図 (晴天時 3)

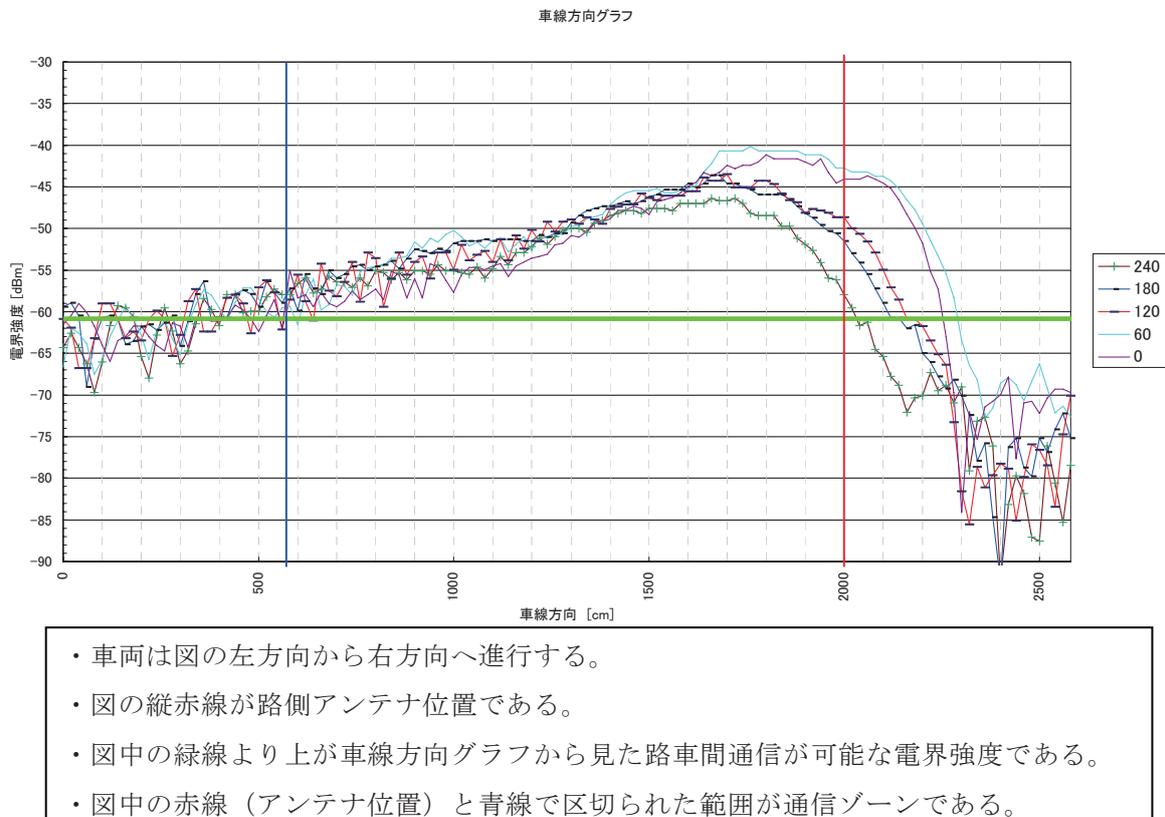


図 4-3-13 車線方向グラフ (晴天時 3)

エ 降雪時 1 走目 気温 - 5℃

試験結果から得られた通信ゾーン長は、13.3mであった。

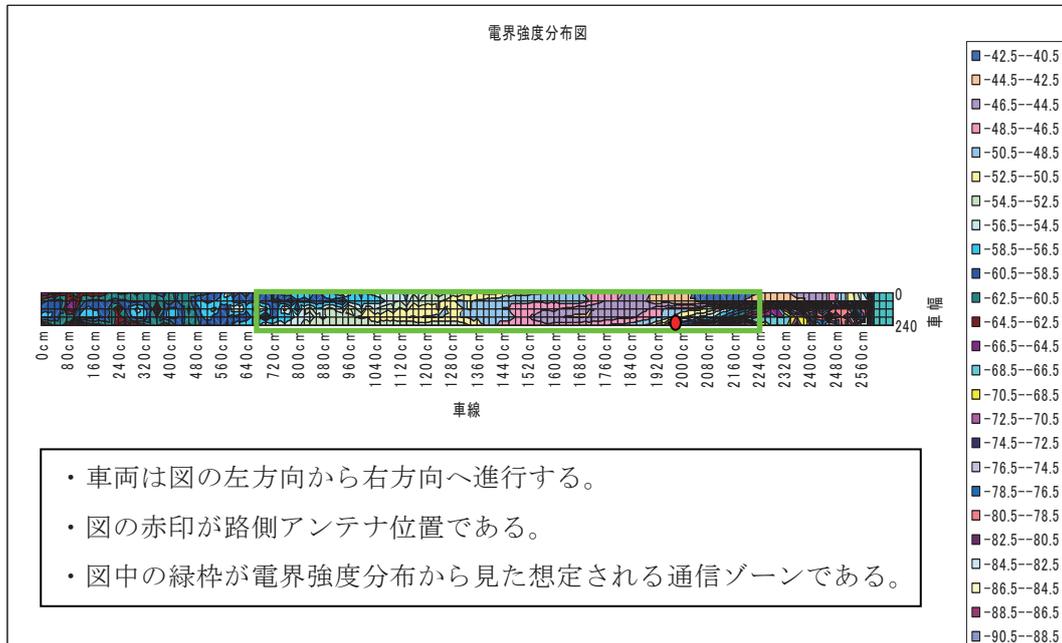
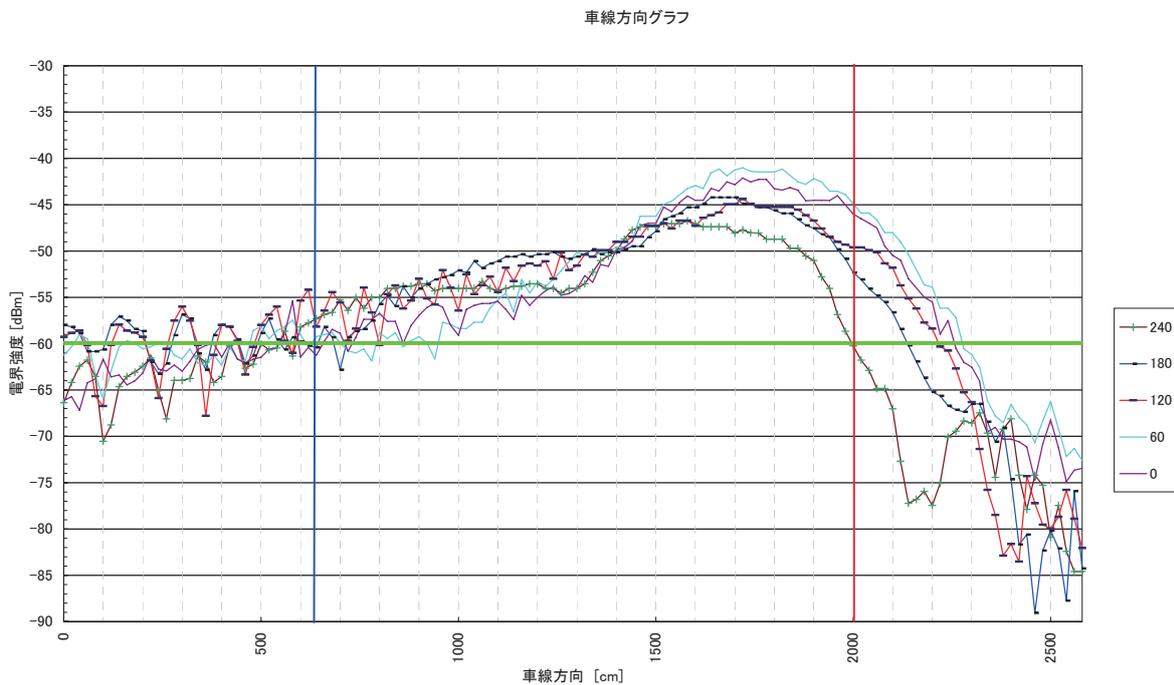


図 4-3-14 電界強度測定分布図 (降雪時 1)



- ・車両は図の左方向から右方向へ進行する。
- ・図の縦赤線が路側アンテナ位置である。
- ・図中の緑線より上が車線方向グラフから見た路車間通信が可能な電界強度である。
- ・図中の赤線 (アンテナ位置) と青線で区切られた範囲が通信ゾーンである。

図 4-3-15 車線方向グラフ (降雪時 1)

オ 降雪時 2 走目 気温 - 5℃

試験結果から得られた通信ゾーン長は、12.4mであった。

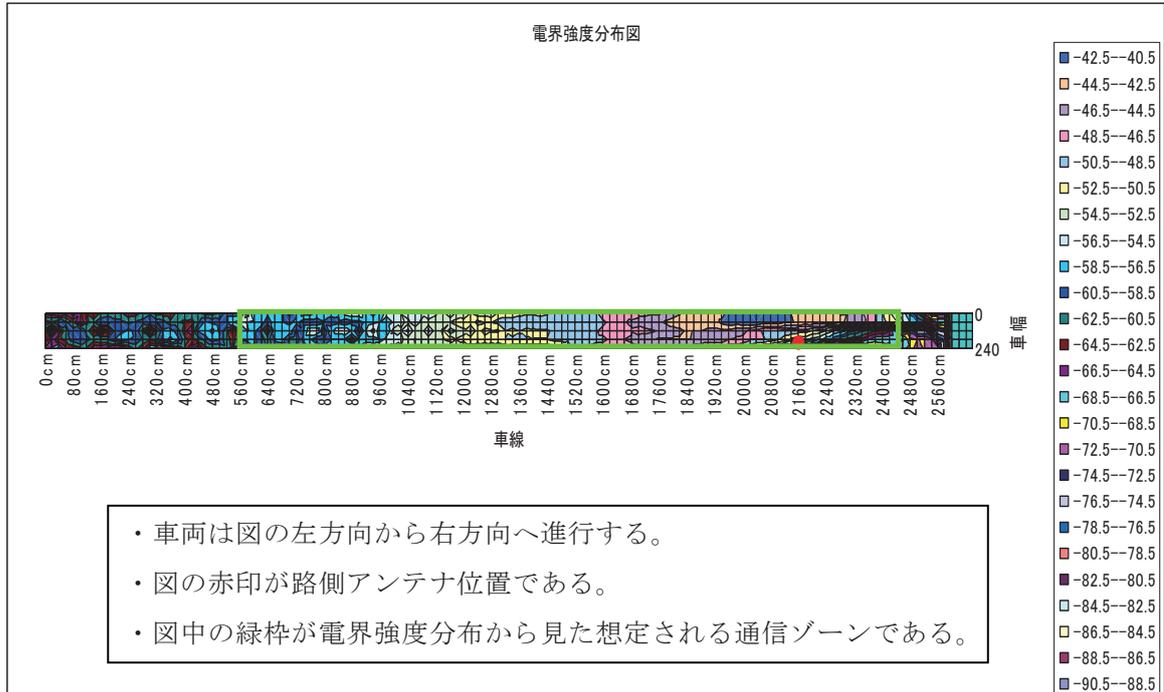


図 4-3-16 電界強度測定分布図 (降雪時 2)

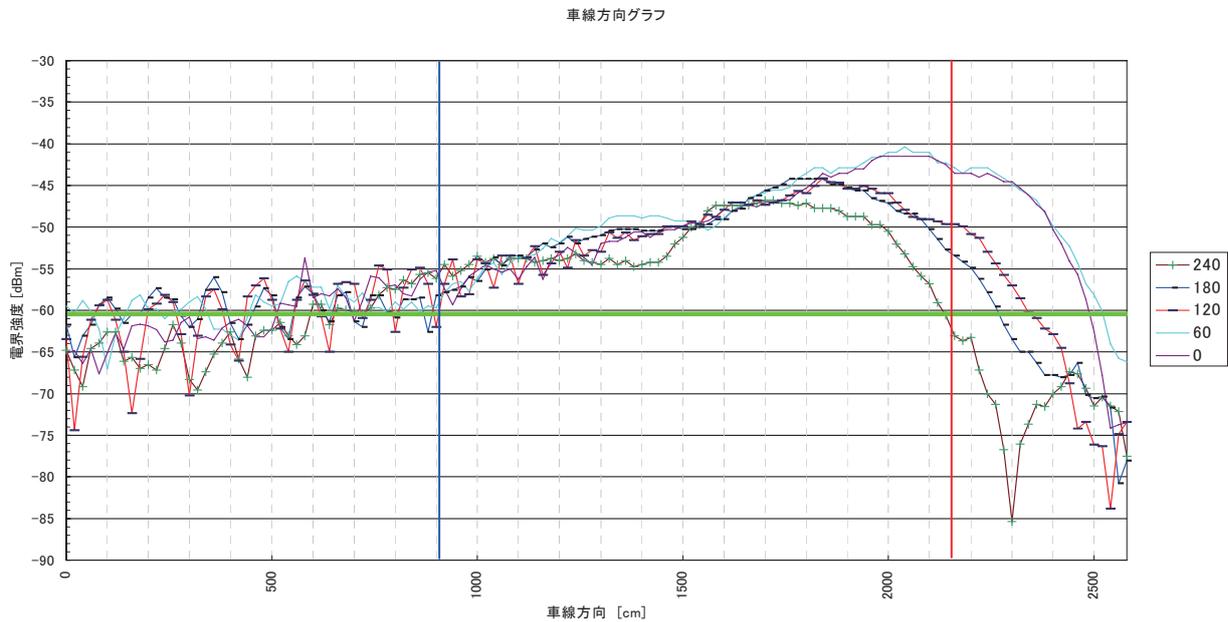


図 4-3-17 車線方向グラフ (降雪時 2)

カ 降雪時 2 走目 気温 - 5℃

試験結果から得られた通信ゾーン長は、14.2mであった。

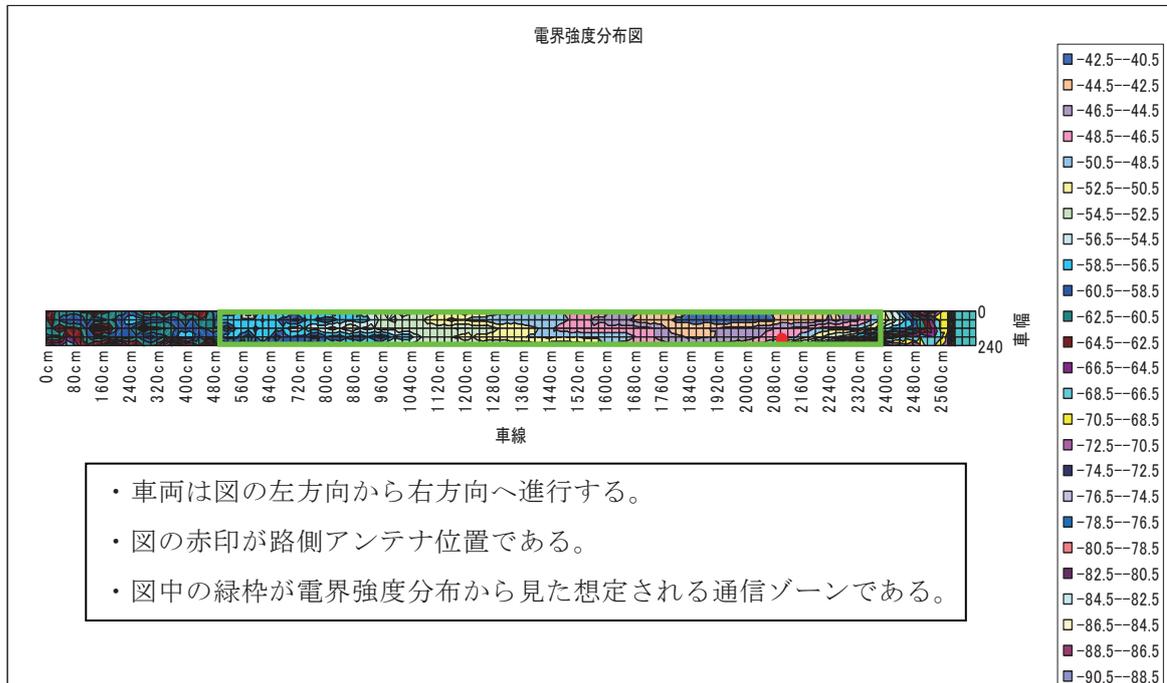
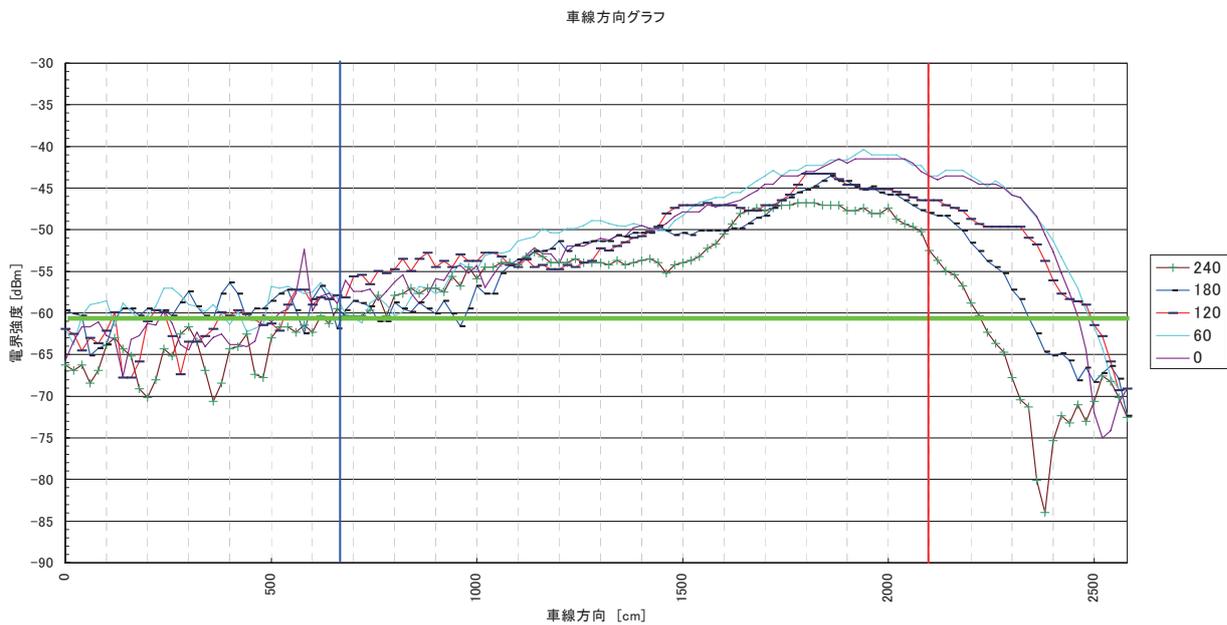


図 4-3-18 電界強度測定分布図 (降雪時 3)



- ・車両は図の左方向から右方向へ進行する。
 - ・図の縦赤線が路側アンテナ位置である。
 - ・図中の緑線より上が車線方向グラフから見た路車間通信が可能な電界強度である。
 - ・図中の赤線 (アンテナ位置) と青線で区切られた範囲が通信ゾーンである。

図 4-3-19 車線方向グラフ (降雪時 3)

2 具体的なアプリケーションを想定した試験

(1) 映像伝送試験システム

試験シナリオにおける映像伝送の確認及び無線 LAN アドホックネットワークにおける映像伝送の試験を行った。

ア 試験シナリオにおける映像伝送

図 4-2-12 に示す映像伝送試験におけるノード配置図に示す位置に各無線装置並びに固定カメラ及び可搬カメラを設置し、集会所に設置する映像表示装置、あるいは e まち情報センタにて固定カメラによる動画像及び可搬カメラによる静止画像を閲覧可能であることを確認した。

図 4-3-20 は固定カメラにより撮影する動画であり、図 4-3-21 は可搬カメラにより任意の場所を撮影する様子及び可搬カメラにより撮影した画像を示す。



図 4-3-20 固定カメラによる映像



可搬カメラの使用状況



可搬カメラによる静止画像

図 4-3-21 可搬カメラによる映像及び使用状況

集会所に設置する映像表示装置により固定カメラや可搬カメラによる映像を見る際には、映像表示装置と無線 LAN アドホックネットワーク上の無線端末との接続が有線 LAN(100M Ethernet)でありストレスなく映像を閲覧可能であった。例えば、動画像における表示も、スムーズであり降雪具合を十分に動画像に確認できるレベルであった。

イ 無線 LAN アドホックネットワークにおける映像伝送

3 台の無線端末により無線 LAN アドホックネットワークを構築し、1 台の無線端末に有線 LAN による映像表示装置を接続し、固定カメラの映像を閲覧することにより、固定カメラの設置位置(映像表示装置が接続する無線端末と固定カメラが接続する無線端末間のホップ数)による映像品質を測定した。

ここで、今回使用する固定カメラにおいては、(i)640x480、(ii)320x240、(iii)160x120 の解像度による撮影が可能であるため、上記 3 ケースについて測定した結果を示す。

なお、ホップ数=1 (近距離)は、映像表示装置が接続する無線端末と固定カメラが接続する無線端末を県木住展示場内に設置して測定したケースであり、ホップ数=1 (遠距離)は、映像表示装置が接続する無線端末を集会所に、固定カメラが接続する無線端末を県木住展示場に設置して測定したケースである。また、ホップ数=2 は、映像表示装置が接続する無線端末を集会所に、固定カメラが接続する無線端末を県木住展示場内の集会所と反対側に設置したケースであり、固定カメラの映像はマルチホップ環境にて映像表示装置に転送されている。

表 4-3-12 無線 LAN アドホックネットワークにおける映像伝送に対する評価

解像度	ホップ数=1(近距離)		ホップ数=1(遠距離)		ホップ数=2	
	主観評価	使用帯域	主観評価	使用帯域	主観評価	使用帯域
640x480	○	2.4MB 程度	○	181.6kB 程度	△	180.0kB 程度
320x240	○	2.8MB 程度	○	220.6kB 程度	△	200.0kB 程度
160x120	○	1.2MB 程度	○	89.9kB 程度	△	108.4kB 程度

主観評価の基準

○：映像が問題なく閲覧

△：基本的には映像が問題なく閲覧、但、時々、映像が途切れることがある

ホップ数=1 の時においても、無線装置間の距離により大きく使用帯域に差が出ている。これは、固定カメラからの映像配信が TCP により行われており、ターンアラウンド・タイムの増加が影響していると思われる。

なお、使用帯域に大きな差が出ているが、主観評価においては、ホップ数=1（遠距離）においても十分に配信される動画像を閲覧可能であり、降雪の状況等の確認が可能であった。

今回の無線 LAN アドホックネットワークによる映像伝送の試験により、無線 LAN アドホックネットワーク内の映像伝送については問題なく実現可能であると思われる。ここで、システムとして考える際には、アドホックネットワーク上を伝送される映像を最終の映像表示装置に転送する部分の通信形態が重要となる。例えば、今回の試験では、100M Ethernet LAN による接続する形態と第三世代携帯電話による接続する形態（e まち情報センタ）について試験を行ったが、100M Ethernet LAN による接続する形態では、動画像も含めて問題なく閲覧可能であった。一方、試験室環境で試験を行った際に確認した状況では、第三世代携帯電話による接続する形態（e まち情報センタ）においては、閲覧する映像（固定カメラによる動画像）の遅れ等が見られ、静止画像の閲覧についても、配送遅延を体感できた。

なお、アドホックネットワーク上を伝送される映像を最終の映像表示装置に転送する部分の通信形態については、アドホックネットワーク上の固定カメラの映像配信が IP に基づくこと及び今回の無線 LAN アドホックネットワークは IP にて構築していることより、IP 接続が必須となる。

例えば、デジタル MCA 無線をアドホックネットワーク上を伝送される映像を最終の映像表示装置に転送する部分の通信形態として考える際には、デジタル MCA 無線のカバーエリアが広域であり、低コストでの運用が可能という利点があるが、デジタル MCA 無線の IP 接続への対応の必要性及びデジタル MCA 無線の送信速度が 3,200～9,600bps（アプリケーションで使用可能な帯域は更に小さくなる）と低速であることによる転送遅延の発生といった問題があると思われる。

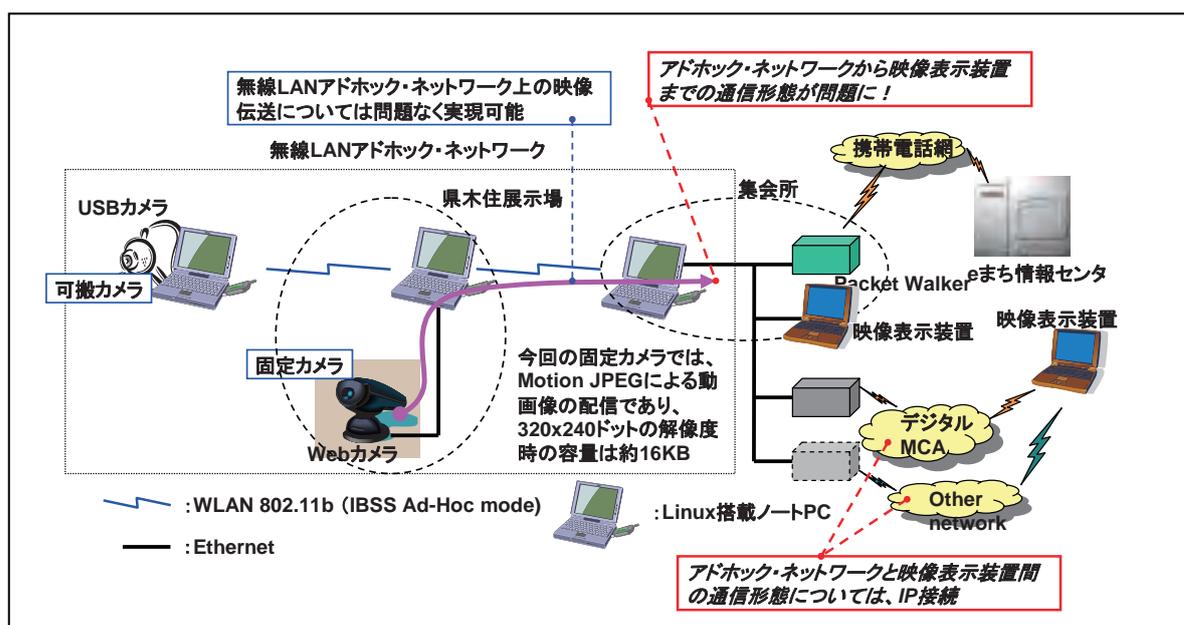


図 4-3-22 無線 LAN アドホックネットワークと映像表示装置間の通信形態

ウ デジタル MCA 無線による映像表示装置間通信

無線伝送時間は、無線機－無線制御局－無線機の伝送レートで決まる。表 4-3-13 に、デジタル MCA 無線による映像伝送試験における試験結果を示す。

デジタル MCA を使って、映像伝送した画像例を図 4-3-23 に示す。

表 4-3-13 デジタル MCA による映像伝送試験結果

	大きい	普通	小さい
高画質	①137, 451B(134kB) ② × ③ 4 回	①48, 793B(48kB) ② × ③ 2 回	①18, 423B(18kB) ② ○ ③ 1 分 32 秒
標準	①91, 135B(89kB) ② × ③ 3 回	①33, 015B(32kB) ② ○ ③ 2 分 45 秒	①12, 847B(13kB) ② ○ ③ 1 分 4 秒
低画質	①47, 951(47kB) ② × ③ 2 回	①16, 731B(16kB) ② ○ ③ 1 分 23 秒	①6, 187B(6kB) ② ○ ③30 秒

(注) 大きい：640x480 ピクセル、普通：320x240 ピクセル、

小さい：160x120 ピクセル

①：画像サイズ数

②：1 接続回数での送信可否

③：1 接続回数で送信できた場合の送信時間または送信に必要な接続回数
画像ファイルは JPEG 形式



図 4-3-23 デジタル MCA 映像伝送画像例

(2) センサーデータ伝送システム

ア 参入確認

3種類のセンサーノードの電源投入順序を変更し、電源投入の順序に応じてセンサーノードがネットワークに参入することを確認した。

表 4-3-14 に電源投入の順序と、付与されたネットワークアドレスを示す。

表 4-3-14 センサーノード参入状況

日付	電源投入の順序	ネットワークアドレス		
		荷重 1	荷重 2	温度&積雪
1月17日	荷重 1 → 荷重 2 → 温度&積雪	0001	0002	0003
1月18日	温度&積雪 → 荷重 1 → 荷重 2	0002	0003	0001
1月19日	荷重 1 → 温度&積雪 → 荷重 2	0001	0003	0002

表 4-3-14 より、荷重 1、荷重 2、温度&積雪のそれぞれのセンサーノードに、ネットワークアドレスが割り振られ、ネットワークに参入した事を確認した。

平成 18 年 1 月 17 日には荷重 1 → 荷重 2 → 温度&積雪の順序でネットワークに参入させた。各センサーノードが参入した時点でのネットワークアドレスの獲得状況を説明する。

図 4-3-24 は 1 台目として荷重 1 センサーノードがネットワークに参入した時点の状態であり、荷重 1 センサーノードがネットワークアドレス 0001 を取得したことを示している。

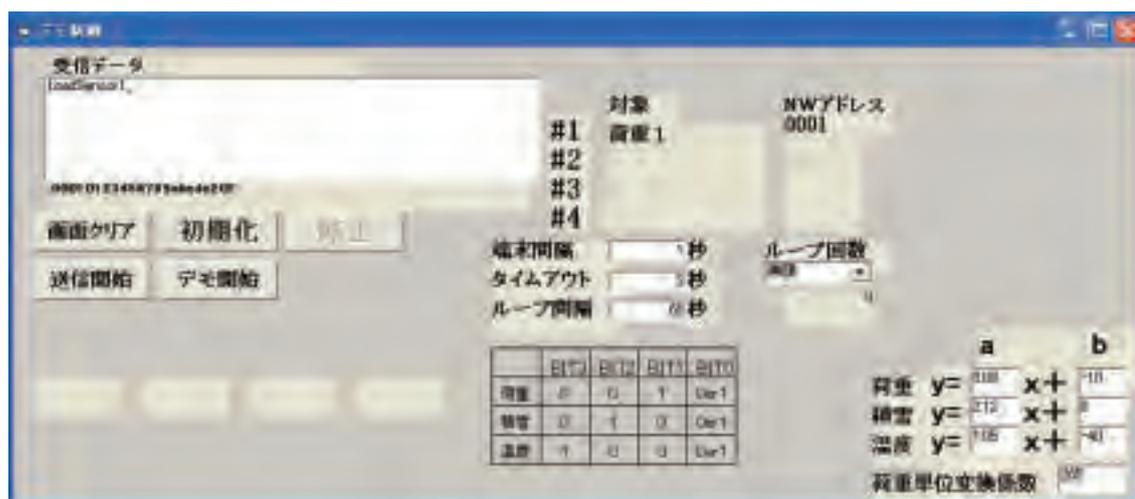


図 4-3-24 荷重 1 センサーノード参入状態

図 4-3-25 は 2 台目として荷重 2 センサーノードがネットワークに参入した時点の状態であり、荷重 2 センサーノードがネットワークアドレス 0002 を取得したことを示している。

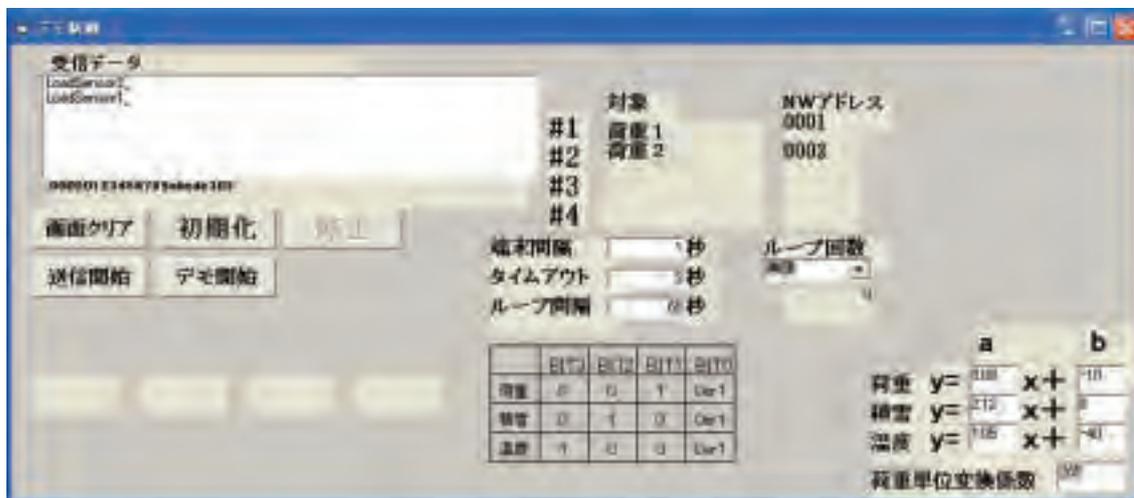


図 4-3-25 荷重 2 センサーノード参入状態

図 4-3-26 は 3 台目として温度&積雪センサーノードがネットワークに参入した時点の状態であり、温度&積雪センサーノードがネットワークアドレス 0003 を取得したことを示している。

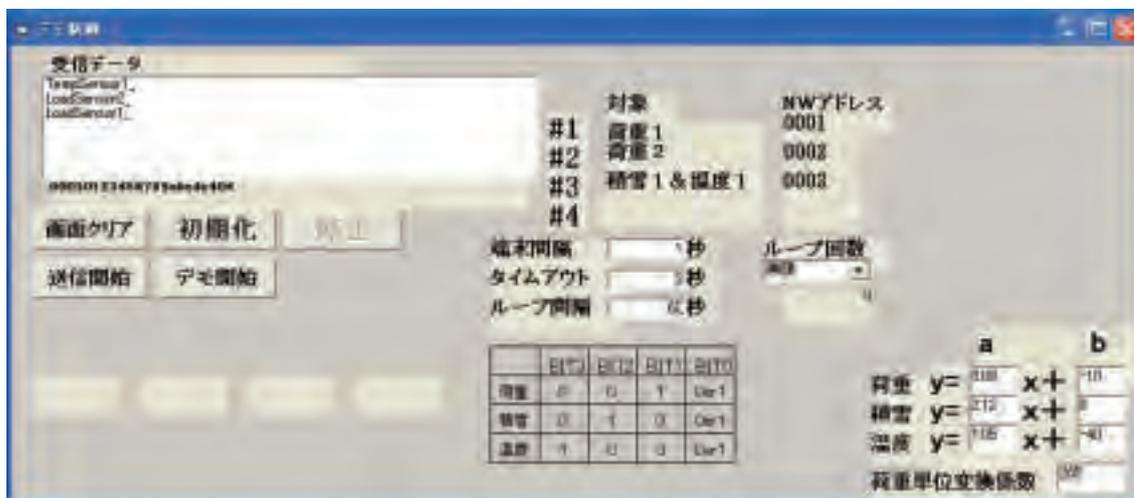


図 4-3-26 温度&積雪センサーノード参入状態

平成18年1月18日には温度&積雪→荷重1→荷重2の順序でネットワークに参入させた。各センサーノードが参入した時点でのネットワークアドレスの獲得状況を説明する。

図4-3-27は1台目として温度&積雪センサーノードがネットワークに参入した時点の状態であり、温度&積雪センサーノードがネットワークアドレス0001を取得したことを示している。

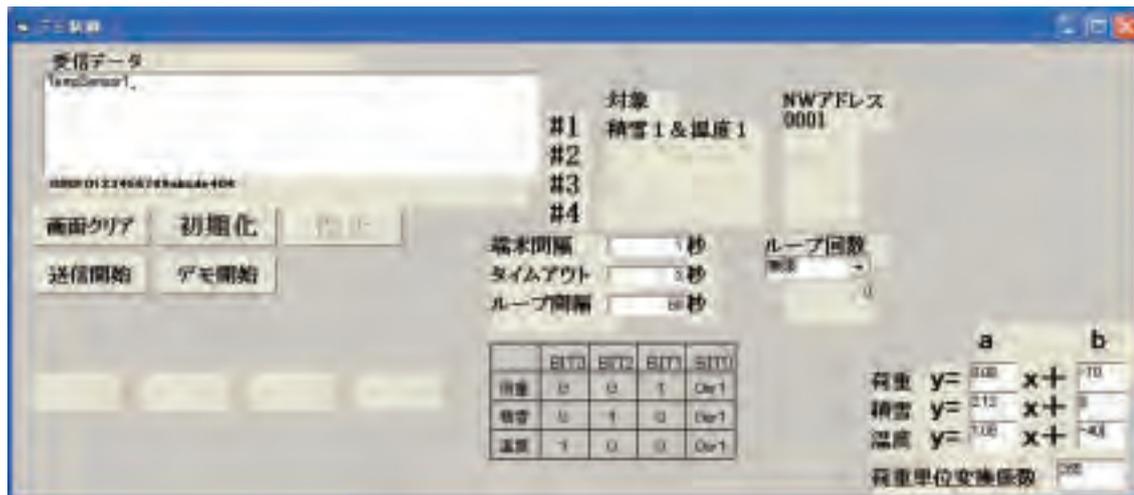


図4-3-27 温度&積雪センサーノード参入状態

図4-3-28は2台目として荷重1センサーノードがネットワークに参入した時点の状態であり、荷重1センサーノードがネットワークアドレス0002を取得したことを示している。

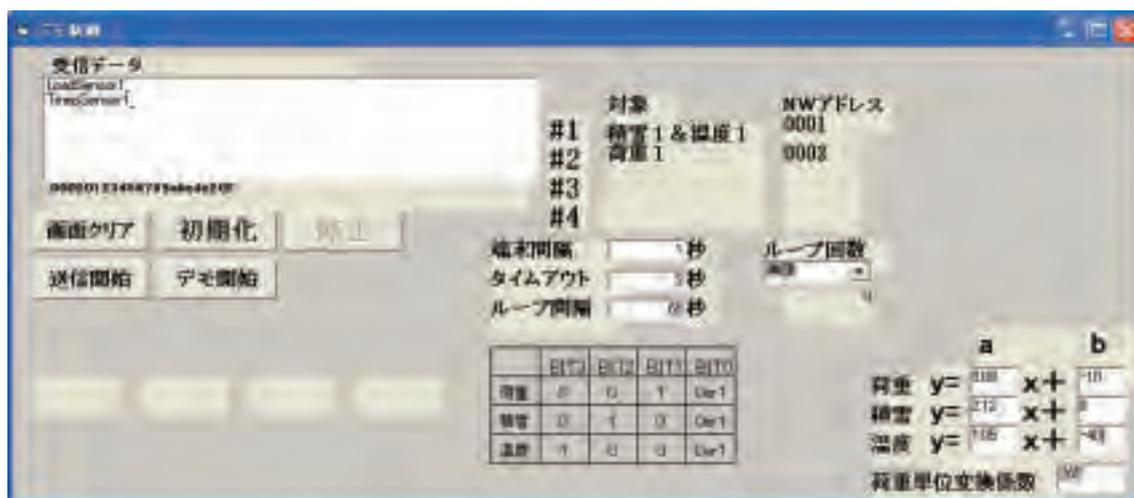


図4-3-28 荷重1センサーノード参入状態

図 4-3-29 は3台目として荷重2センサーノードがネットワークに参入した時点の状態であり、荷重2センサーノードがネットワークアドレス 0003 を取得したことを示している。

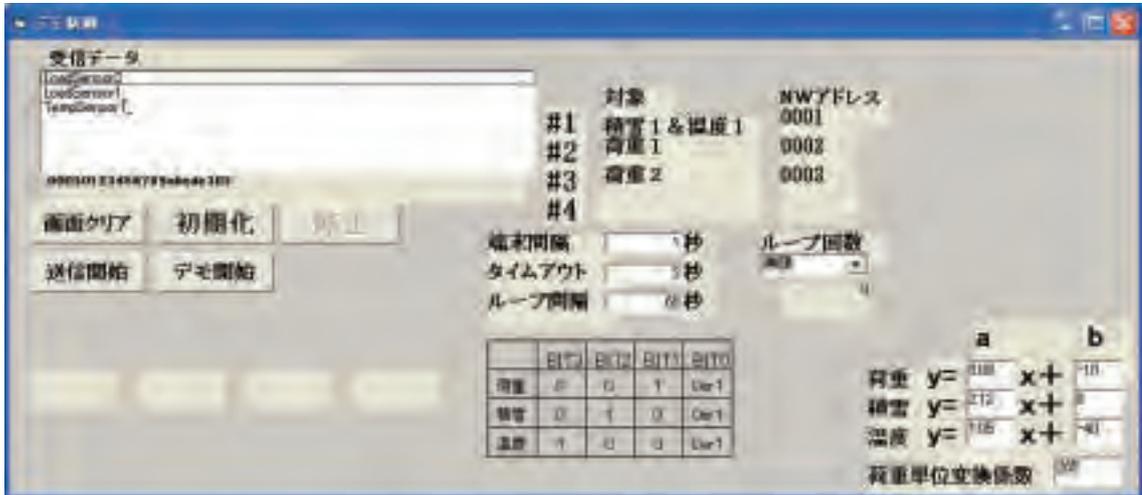


図 4-3-29 荷重2センサーノード参入状態

平成 18 年 1 月 19 日には荷重1→温度&積雪→荷重2の順序でネットワークに参入させた。

図 4-3-30 は1台目として荷重1センサーノードがネットワークに参入した時点の状態であり、荷重1センサーノードがネットワークアドレス 0001 を取得したことを示している。

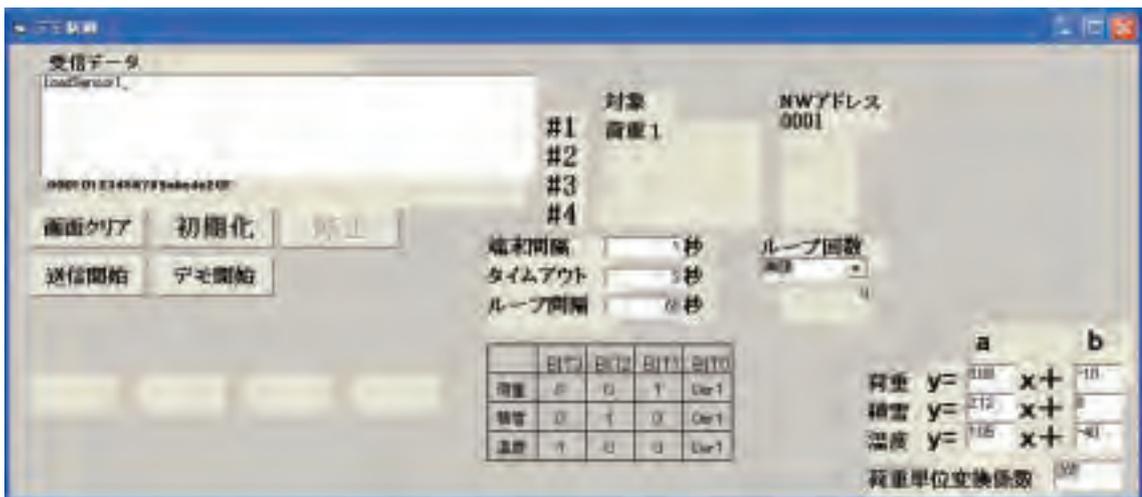


図 4-3-30 荷重1センサーノード参入状態

図 4-3-31 は2台目として温度&積雪センサーノードがネットワークに参入した時点の状態であり、温度&積雪センサーノードがネットワークアドレス 0002 を取得したことを示している。

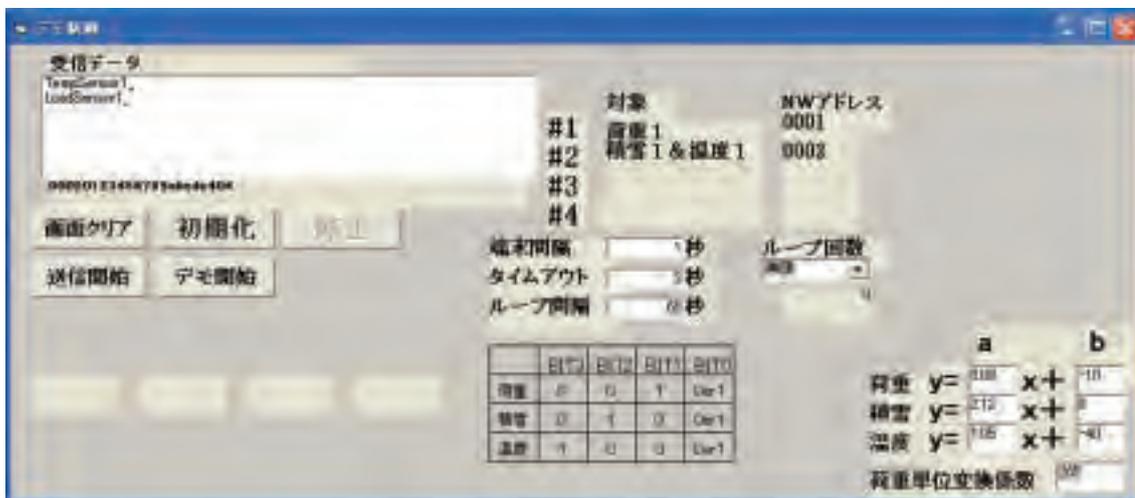


図 4-3-31 温度&積雪センサーノード参入状態

図 4-3-32 は3台目として荷重2センサーノードがネットワークに参入した時点の状態であり、荷重2センサーノードがネットワークアドレス 0003 を取得したことを示している。

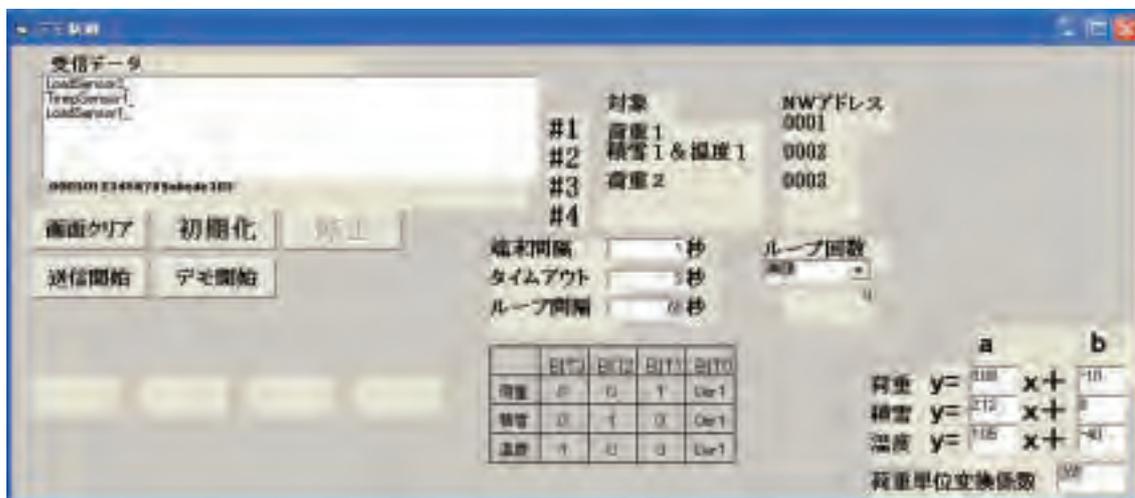


図 4-3-32 荷重2センサーノード参入状態

図 4-3-33 は平成 18 年 1 月 17 日に荷重1センサーノードがネットワークに参入した時の状況を無線 LAN モニタで採取した通信内容である。

Time (Sec)	Length	Protocol	Source	Destination	Source Port	Destination Port	Other Fields
0.000000	12	Beacon Request	192.168.1.100	192.168.1.1	8021	8021	...
0.000000	12	Beacon Request	192.168.1.100	192.168.1.1	8021	8021	...
0.000000	12	Association Request	192.168.1.100	192.168.1.1	8021	8021	...
0.000000	12	Association Request	192.168.1.100	192.168.1.1	8021	8021	...
0.000000	12	Association Response	192.168.1.1	192.168.1.100	8021	8021	...
0.000000	12	Association Response	192.168.1.1	192.168.1.100	8021	8021	...
0.000000	12	Route Request	192.168.1.100	192.168.1.1	8021	8021	...
0.000000	12	Route Request	192.168.1.100	192.168.1.1	8021	8021	...
0.000000	12	Route Reply	192.168.1.1	192.168.1.100	8021	8021	...
0.000000	12	Route Reply	192.168.1.1	192.168.1.100	8021	8021	...
0.000000	12	Route Reply	192.168.1.1	192.168.1.100	8021	8021	...

図 4-3-33 荷重1 センサーノード参入時の通信内容

詳細な通信の動作について説明する。

- 荷重1 センサーノードを起動すると、無線センサ端末が周辺に存在するセンサーネットワークの有無を調査する。(1行目: Beacon Request)
- 周辺に存在するセンサーネットワークから応答が返り、ID=1ACE というネットワークの存在を荷重1 センサーノードは認識する。(2行目)
- このネットワークに参加するための要求を送信する。(3行目: Association Request)
- ネットワークへの参加が受け付けられ、ネットワークアドレスが割り当てられる。(7行目: Association Response)
- 次に、ネットワークに参加したことをセンサーデータ収集基地局に通知する。そのために、まずホストアダプタへの通信経路を構築する。(9行目: Route Request、10行目: Route Reply)
- その後、構築された通信経路を使用してセンサーノード登録のためのデータ伝送を行う。(12行目)

イ アドホックネットワーク通信経路構築確認

平成18年1月17日から19日までに3種類のセンサーノードの電源投入順序を変更し、電源投入の順序にかかわらず自律的に通信経路を構築してセンサーデータの伝送が行われることを確認した。

1月17日に荷重1→荷重2→温度&積雪の順に参加を行った。表4-3-15はこの状態で通信を行ったときにできた通信経路である。

荷重 1・荷重 2 センサーノードはホストアダプタと直接通信経路を構築した。温度&積雪センサーノードは荷重 2 センサーノードーホストアダプタの通信経路を構築した。

表 4-3-15 センサーノード通信経路構築状況

センサーノード	ネットワークアドレス	ルート
荷重 1	0001	ホストアダプタ⇔荷重 1
荷重 2	0002	ホストアダプタ⇔荷重 2
温度&積雪	0003	ホストアダプタ⇔荷重 2⇔温度&積雪

図 4-3-34 は荷重 1 センサーノードの参入時に、測定した通信内容である。詳細を以下に記す。

- ・ 9 行目の Route Request では荷重 1 センサーノードがネットワークに参入したことをホストアダプタに通知した。
- ・ 10 行目の Route Reply ではホストアダプタがネットワークに参入できたことを荷重 1 センサーノードに通知した。
- ・ 12 行目で荷重 1 センサーノードが構築された通信経路を使用して、ホストアダプタに対しセンサーノード登録のためのデータ伝送をした。

このことによりホストアダプタ（ネットワークアドレス：0000）⇔荷重 1 センサーノード（ネットワークアドレス：0001）の通信経路を構築したことがわかる。



図 4-3-34 荷重 1 センサーノード参入時の通信内容

図 4-3-35 は荷重 2 センサーノードの参入時に、測定した通信内容を以下に示す。

- 10 行目の Route Request では荷重 2 センサーノードがネットワークに参入したことをホストアダプタに通知した。
- 11 行目の Route Reply ではホストアダプタがネットワークに参入できたことを荷重 2 センサーノードに通知した。
- 13 行目で荷重 2 センサーノードが構築された通信経路を使用して、ホストアダプタに対しセンサーノード登録のためのデータ伝送をした。

このことによりホストアダプタ（ネットワークアドレス：0000）⇄荷重 2 センサーノード（ネットワークアドレス：0002）の通信経路を構築したことがわかる。

The image shows a network traffic capture with the following key packets:

- Packet 10:** Route Request from sensor node (0002) to host (0000). It contains a request for a route to the host.
- Packet 11:** Route Reply from host (0000) to sensor node (0002). It contains the route information for the host.
- Packet 13:** A frame containing data sent from the host to the sensor node, likely for registration.

図 4-3-35 荷重 2 センサーノード参入時の通信内容

図 4-3-36 は温度&積雪センサーノードの参入時に、測定した通信内容を以下に示す。

- 11 行目の Route Request で温度&積雪センサーノードがネットワークに参入したことをホストアダプタに通知した。
- 12 行目の Route Request で荷重 1 センサーノードが、温度&積雪センサーノードがネットワークに参入したことをホストアダプタに通知した。
- 13 行目の Route Reply でホストアダプタが、温度&積雪センサーノードがネットワークに参入できたことを荷重 1 センサーノードに通知した。
- 15 行目の Route Reply で荷重 1 センサーノードが、温度&積雪センサーノード

がネットワークに参入できたことを温度&積雪センサーノードに通知した。この時点でホストアダプタ（ネットワークアドレス：0000）⇔荷重1センサーノード（ネットワークアドレス：0001）⇔温度&積雪センサーノード（ネットワークアドレス：0003）の通信経路を構築した。

- 17～20行目で温度&積雪センサーノードが、荷重1センサーノードをホッピングしてホストアダプタに対しセンサーノード登録のためのデータ伝送をした。
- 引き続き、別の通信経路も構築作業を行っており、21～25行目では、現在構築しているホストアダプタ⇔荷重1センサーノード⇔温度&積雪センサーノードの通信経路より、ホストアダプタ⇔荷重2センサーノード⇔温度&積雪センサーノードの通信経路の方が Path Cost（通信の品質を示す尺度。小さい方が品質が良い。）が小さい事が判明したので、通信経路をホストアダプタ⇔荷重2センサーノード⇔温度&積雪センサーノードに変更した。

このことにより、最終的にはホストアダプタ（ネットワークアドレス：0000）⇔荷重2センサーノード（ネットワークアドレス：0002）⇔温度&積雪センサーノード（ネットワークアドレス：0003）の通信経路を構築したことがわかる。

Time (ms) +1023 -10150	Frame control field Type Sec Pnd Acq req Intra PAN CMD 0 0 0 1	Dest. PAN 0x0FFF	Dest. Address 0x0FFF	Beacon request	RSSI (dBm) -60	FCS OK				
Time (ms) -3 +8136	Frame control field Type Sec Pnd Acq req Intra PAN BCN 0 0 0 1	Source PAN 0x1A1E	Source Address 0x1A1E	Superframe specification B0 S0 F.CAP BLE Coord Assoc 15 13 30 1 1 0	GTS fields Ler. Perm. 0 1 P.D Stx Prof F.Ver Pcs Cap Dev.Depth Dev.Cap 0x000 0x2 0x1 0x0 0x1 0x00000	TX Offset [syabo.s] -67	RSSI (dBm) -38	FCS OK		
Time (ms) -4 +8161	Frame control field Type Sec Pnd Acq req Intra PAN FCM 0 0 0 1	Source PAN 0x1A1E	Source Address 0x1A1E	Superframe specification B0 S0 F.CAP BLE Coord Assoc 15 13 30 1 1 0	GTS fields Ler. Perm. 0 1 P.D Stx Prof F.Ver Pcs Cap Dev.Depth Dev.Cap 0x000 0x2 0x1 0x0 0x1 0x00000	TX Offset [syabo.s] -38	RSSI (dBm) -38	FCS OK		
Time (ms) -8 +8169	Frame control field Type Sec Pnd Acq req Intra PAN BCN 0 0 0 1	Source PAN 0x1A1E	Source Address 0x0002	Superframe specification B0 S0 F.CAP BLE Coord Assoc 15 13 30 0 0 1	GTS fields Ler. Perm. 0 1 P.D Stx Prof F.Ver Pcs Cap Dev.Depth Dev.Cap 0x000 0x2 0x1 0x1 0x2 0x00000	TX Offset [syabo.s] -35	RSSI (dBm) -35	FCS OK		
Time (ms) +506 +8675	Frame control field Type Sec Pnd Acq req Intra PAN CMD 0 0 0 1	Dest. PAN 0x1A1E	Dest. Address 0x0002	Source PAN 0x1A1E	Source Address 0x0123456789AECDE4	Association request Alt.coord FFD Pwr-Title RX Sec Llan addr 0 1 0 1 0 1	RSSI (dBm) -62	FCS OK		
Time (ms) 1 +8676	Frame control field Type Sec Pnd Acq req Intra PAN ACK 0 0 0 1						RSSI (dBm) -35	FCS OK		
Time (ms) +498 +9175	Frame control field Type Sec Pnd Acq req Intra PAN CMD 0 0 0 1	Dest. PAN 0x1A1E	Dest. Address 0x0002	Source PAN 0x1A1E	Source Address 0x0123456789AECDE4	Data request	RSSI (dBm) -67	FCS OK		
Time (ms) -1 -9176	Frame control field Type Sec Pnd Acq req Intra PAN ACK 0 1 0 1						RSSI (dBm) -35	FCS OK		
Time (ms) -3 +9180	Frame control field Type Sec Pnd Acq req Intra PAN CMD 0 0 0 1	Dest. PAN 0x1A1E	Dest. Address 0x0123456789AECDE4	Source PAN 0x1A1E	Source Address 0x0123456789AECDE3	Association response Short addr Assoc status 0x0003 Successful	RSSI (dBm) -35	FCS OK		
Time (ms) -1 +9181	Frame control field Type Sec Pnd Acq req Intra PAN ACK 0 0 0 1						RSSI (dBm) -58	FCS OK		
Time (ms) +1769 -10950	Frame control field Type Sec Pnd Acq req Intra PAN DATA 0 0 0 1	Dest. PAN 0x1A1E	Dest. Address 0x0003	Source Address 0x0003	MWK Frame control field Type Version DR GA Sec CMD 0x1 0 3 0	MWK Dest. Address 0x0003	MWK Src. Address 0x0003	MWK Route Request (b01) Cmd.opt Freq.Id Jstg Addr Path Cost 0x00 0x.5 0x0000 0x00	RSSI (dBm) -78	FCS OK
Time (ms) +68 +1.019	Frame control field Type Sec Pnd Acq req Intra PAN DATA 0 0 0 1	Dest. PAN 0x1A1E	Dest. Address 0x0001	Source Address 0x0001	MWK Frame control field Type Version DR GA Sec CMD 0x1 0 3 0	MWK Dest. Address 0x0003	MWK Src. Address 0x0003	MWK Route Request (b01) Cmd.opt Freq.Id Jstg Addr Path Cost 0x00 0x.5 0x0000 0x02	RSSI (dBm) -76	FCS OK
Time (ms) 3 +1.022	Frame control field Type Sec Pnd Acq req Intra PAN DATA 0 0 1 1	Dest. PAN 0x1A1E	Dest. Address 0x0001	Source Address 0x0000	MWK Frame control field Type Version DR GA Sec CMD 0x1 0 3 0	MWK Dest. Address 0x0003	MWK Src. Address 0x0000	MWK Route Reply (b02) Cmd.opt Freq.Id Jstg Addr Respond Addr Path Cost 0x00 0x.5 0x0003 0x0000 0x05	RSSI (dBm) -37	FCS OK
Time (ms) -1 +1.023	Frame control field Type Sec Pnd Acq req Intra PAN ACK 0 0 0 1							RSSI (dBm) -76	FCS OK	
Time (ms) -2 +1.026	Frame control field Type Sec Pnd Acq req Intra PAN DATA 0 0 1 1	Dest. PAN 0x1A1E	Dest. Address 0x0003	Source Address 0x0001	MWK Frame control field Type Version DR GA Sec CMD 0x1 0 3 0	MWK Dest. Address 0x0003	MWK Src. Address 0x0001	MWK Route Reply (b02) Cmd.opt Freq.Id Jstg Addr Respond Addr Path Cost 0x00 0x.5 0x0003 0x0000 0x09	RSSI (dBm) -77	FCS OK
Time (ms) -1 +1.027	Frame control field Type Sec Pnd Acq req Intra PAN ACK 0 0 0 1							RSSI (dBm) -77	FCS OK	
Time (ms) -3 +1.031	Frame control field Type Sec Pnd Acq req Intra PAN DATA 0 0 1 1	Dest. PAN 0x1A1E	Dest. Address 0x0001	Source Address 0x0003	MWK Frame control field Type Version DR GA Sec DATA 0x1 1 3 0	MWK Dest. Address 0x0000	MWK Src. Address 0x0003	MWK payload 01 CE 1A 11 00 0C 41 40 00 03 01 23 45 67 89 AE 3D E4 04 B9	RSSI (dBm) -80	FCS OK
Time (ms) -1 +1.033	Frame control field Type Sec Pnd Acq req Intra PAN ACK 0 0 0 1							RSSI (dBm) -78	FCS OK	
Time (ms) -2 +1.035	Frame control field Type Sec Pnd Acq req Intra PAN DATA 0 0 1 1	Dest. PAN 0x1A1E	Dest. Address 0x0000	Source Address 0x0001	MWK Frame control field Type Version DR GA Sec DATA 0x1 1 3 0	MWK Dest. Address 0x0000	MWK Src. Address 0x0003	MWK payload 01 CE 1A 11 00 0C 41 40 00 03 01 23 45 67 89 AE 3D E4 04 B9	RSSI (dBm) -79	FCS OK
Time (ms) -1 +1.037	Frame control field Type Sec Pnd Acq req Intra PAN ACK 0 0 0 1							RSSI (dBm) -37	FCS OK	
Time (ms) +36 +1.073	Frame control field Type Sec Pnd Acq req Intra PAN DATA 0 0 0 1	Dest. PAN 0x1A1E	Dest. Address 0x0002	Source Address 0x0002	MWK Frame control field Type Version DR GA Sec CMD 0x1 0 3 0	MWK Dest. Address 0x0003	MWK Src. Address 0x0003	MWK Route Request (b01) Cmd.opt Freq.Id Jstg Addr Path Cost 0x00 0x.5 0x0000 0x02	RSSI (dBm) -34	FCS OK
Time (ms) 4 +1.078	Frame control field Type Sec Pnd Acq req Intra PAN DATA 0 0 1 1	Dest. PAN 0x1A1E	Dest. Address 0x0002	Source Address 0x0000	MWK Frame control field Type Version DR GA Sec CMD 0x1 0 3 0	MWK Dest. Address 0x0003	MWK Src. Address 0x0000	MWK Route Reply (b02) Cmd.opt Freq.Id Jstg Addr Respond Addr Path Cost 0x00 0x.5 0x0003 0x0000 0x04	RSSI (dBm) -37	FCS OK
Time (ms) -1 +1.079	Frame control field Type Sec Pnd Acq req Intra PAN ACK 0 0 0 1							RSSI (dBm) -34	FCS OK	
Time (ms) -3 +1.083	Frame control field Type Sec Pnd Acq req Intra PAN DATA 0 0 1 1	Dest. PAN 0x1A1E	Dest. Address 0x0003	Source Address 0x0002	MWK Frame control field Type Version DR GA Sec CMD 0x1 0 3 0	MWK Dest. Address 0x0003	MWK Src. Address 0x0000	MWK Route Reply (b02) Cmd.opt Freq.Id Jstg Addr Respond Addr Path Cost 0x00 0x.5 0x0003 0x0000 0x05	RSSI (dBm) -35	FCS OK
Time (ms) -1 +1.084	Frame control field Type Sec Pnd Acq req Intra PAN ACK 0 0 0 1							RSSI (dBm) -73	FCS OK	

図 4-3-36 温度&積雪センサーノード参入時の通信内容

図 4-3-37 は、ホストアダプタと各センサーノード間でセンサーデータ伝送を行っている時の通信内容である。詳細を以下に記す。

- ① ホストアダプタ (ネットワークアドレス 0000) ⇄ 荷重 1 センサーノード (ネットワークアドレス 0001) の通信内容である。

ホストアダプタから荷重 1 センサーノードへのセンサーデータ要求が直接荷重 1 センサーノードに到達し、荷重 1 センサーノードからホストアダプタへのセンサーデータが直接ホストアダプタに到達している。

- ② ホストアダプタ⇄荷重 2 センサーノード (ネットワークアドレス 0002) の通信内容である。

ホストアダプタから荷重2センサーノードへのセンサーデータ要求が直接荷重2センサーノードに到達し、荷重2センサーノードからホストアダプタへのセンサーデータが直接ホストアダプタに到達している。

- ③ ホストアダプタ⇄温度&積雪センサーノード（ネットワークアドレス 0003）の通信内容である。

ホストアダプタから温度&積雪センサーノードへのセンサーデータ要求が荷重2センサーノードを中継して温度&積雪センサーノードに到達し、温度&積雪センサーノードからホストアダプタへのセンサーデータが荷重2センサーノードを中継してホストアダプタに到達している。

①	Time (ms) +27204 -1032407	Frame control field Type Sec Pnd Act req Intra PAN DATA 0 0 0 1 1	Dest. PAN 0x1ACE	Dest. Address 0x0001	Source Address 0x0000	HWK frame control field Type Version DR GA Sec DATA 0x1 1 3 0	HWK Dest. Address 0x0001	HWK Src. Address 0x0000	HWK payload 00 00 00 00 01	RSSI (dBm) -20	FCS OK
	Time (ms) =1832406	Frame control field Type Sec Pnd Act req Intra PAN ACK 0 0 0 0 3								RSSI (dBm) -55	FCS LK
	Time (ms) +2 -1832437	Frame control field Type Sec Pnd Act req Intra PAN DATA 0 0 0 1 1	Dest. PAN 0x1ACE	Dest. Address 0x0000	Source Address 0x0001	HWK frame control field Type Version DR GA Sec DATA 0x1 1 3 0	HWK Dest. Address 0x0000	HWK Src. Address 0x0001	HWK payload 01 CE 1A 0A 00 0C 41	RSSI (dBm) -5F	FCS OK
②	Time (ms) +1032431	Frame control field Type Sec Pnd Act req Intra PAN ACK 0 0 0 0 3								RSSI (dBm) -28	FCS CK
	Time (ms) +1032444	Frame control field Type Sec Pnd Act req Intra PAN DATA 0 0 0 1 1	Dest. PAN 0x1ACE	Dest. Address 0x0002	Source Address 0x0000	HWK frame control field Type Version DR GA Sec DATA 0x1 1 3 0	HWK Dest. Address 0x0002	HWK Src. Address 0x0000	HWK payload 00 00 00 00 0F	RSSI (dBm) -28	FCS OK
	Time (ms) +1833445	Frame control field Type Sec Pnd Act req Intra PAN ACK 0 0 0 0 3								RSSI (dBm) -45	FCS CK
③	Time (ms) +1833456	Frame control field Type Sec Pnd Act req Intra PAN DATA 0 0 0 1 1	Dest. PAN 0x1ACE	Dest. Address 0x0000	Source Address 0x0002	HWK frame control field Type Version DR GA Sec DATA 0x1 1 3 0	HWK Dest. Address 0x0000	HWK Src. Address 0x0002	HWK payload 01 CE 1A 0A 00 0C 41	RSSI (dBm) -4E	FCS OK
	Time (ms) -1030405	Frame control field Type Sec Pnd Act req Intra PAN ACK 0 0 0 0 3								RSSI (dBm) -20	FCS CK
	Time (ms) +1030405	Frame control field Type Sec Pnd Act req Intra PAN ACK 0 0 0 0 3								RSSI (dBm) -30	FCS CK
③	Time (ms) +110.6 -1834482	Frame control field Type Sec Pnd Act req Intra PAN DATA 0 0 0 1 1	Dest. PAN 0x1ACE	Dest. Address 0x0000	Source Address 0x0000	HWK frame control field Type Version DR GA Sec DATA 0x1 1 3 0	HWK Dest. Address 0x0003	HWK Src. Address 0x0000	HWK payload 00 00 00 00 05	RSSI (dBm) -28	FCS OK
	Time (ms) -1 =1834487	Frame control field Type Sec Pnd Act req Intra PAN ACK 0 0 0 0 3								RSSI (dBm) -45	FCS CK
	Time (ms) -2 -1834493	Frame control field Type Sec Pnd Act req Intra PAN DATA 0 0 0 1 1	Dest. PAN 0x1ACE	Dest. Address 0x0003	Source Address 0x0002	HWK frame control field Type Version DR GA Sec DATA 0x1 1 3 0	HWK Dest. Address 0x0003	HWK Src. Address 0x0000	HWK payload 00 00 00 00 02	RSSI (dBm) -15	FCS OK
③	Time (ms) -1 =1834491	Frame control field Type Sec Pnd Act req Intra PAN ACK 0 0 0 0 3								RSSI (dBm) -51	FCS CK
	Time (ms) +143 -1834534	Frame control field Type Sec Pnd Act req Intra PAN DATA 0 0 0 1 1	Dest. PAN 0x1ACE	Dest. Address 0x0003	Source Address 0x0003	HWK frame control field Type Version DR GA Sec DATA 0x1 1 3 0	HWK Dest. Address 0x0000	HWK Src. Address 0x0003	HWK payload 01 CE 1A 0A 00 0C 41	RSSI (dBm) -61	FCS OK
	Time (ms) -1 =183453f	Frame control field Type Sec Pnd Act req Intra PAN ACK 0 0 0 0 3								RSSI (dBm) -45	FCS FK
③	Time (ms) -4 -183454c	Frame control field Type Sec Pnd Act req Intra PAN DATA 0 0 0 1 1	Dest. PAN 0x1ACE	Dest. Address 0x0000	Source Address 0x0002	HWK frame control field Type Version DR GA Sec DATA 0x1 1 3 0	HWK Dest. Address 0x0000	HWK Src. Address 0x0003	HWK payload 01 CE 1A 0A 00 0C 41	RSSI (dBm) 4E	FCS OK
	Time (ms) -1 =1834541	Frame control field Type Sec Pnd Act req Intra PAN ACK 0 0 0 0 3								RSSI (dBm) -28	FCS CK

図 4-3-37 ホストアダプタと各センサーノード間の通信内容

平成18年1月18日に温度&積雪→荷重1→荷重2の順に参入を行った。表4-3-16はこの状態で通信を行ったときにできた通信経路である。

荷重1・荷重2・温度&積雪センサーノードはホストアダプタと直接通信経路を構築した。

- 11 行目の Route Reply でホストアダプタがネットワークに参加できたことを荷重 1 センサーノードに通知した。
- 13 行目で荷重 1 センサーノードが構築された通信経路を使用して、ホストアダプタに対しセンサーノード登録のためのデータ伝送をした。

このことによりホストアダプタ（ネットワークアドレス：0000）⇄荷重 1 センサーノード（ネットワークアドレス：0002）の通信経路を構築したことがわかる。

図 4-3-39 荷重 1 センサーノード参加時の通信内容

図 4-3-40 は、荷重 2 センサーノードの参加時に、測定した通信内容である。詳細を以下に記す。

- 10 行目の Route Request で荷重 2 センサーノードがネットワークに参加したことをホストアダプタに通知した。
- 11 行目の Route Reply でホストアダプタがネットワークに参加できたことを荷重 2 センサーノードに通知した。
- 13 行目で荷重 2 センサーノードが構築された通信経路を使用して、ホストアダプタに対しセンサーノード登録のためのデータ伝送をした。

このことによりホストアダプタ（ネットワークアドレス：0000）⇄荷重 2 センサーノード（ネットワークアドレス：0003）の通信経路を構築したことがわかる。

図 4-3-40 荷重 2 センサーノード参入時の通信内容

図 4-3-41 は、ホストアダプタと各センサーノード間でセンサーデータ送受信を行っている時の通信内容である。詳細を以下に記す。

- ① ホストアダプタ（ネットワークアドレス 0000）⇄温度&積雪（ネットワークアドレス 0001）の通信内容である。

ホストアダプタから温度&積雪センサーノードへのセンサーデータ要求が直接温度&積雪センサーノードに到達し、温度&積雪センサーノードからホストアダプタへのセンサーデータが直接ホストアダプタに到達している。

- ② ホストアダプタ（ネットワークアドレス 0000）⇄荷重 1（ネットワークアドレス 0002）の通信内容である。

ホストアダプタから荷重 1 センサーノードへのセンサーデータ要求が直接荷重 1 センサーノードに到達し、荷重 1 センサーノードからホストアダプタへのセンサーデータが直接ホストアダプタに到達している。

- ③ ホストアダプタ（ネットワークアドレス 0000）⇄荷重 2（ネットワークアドレス 0003）の通信内容である。

ホストアダプタから荷重 2 センサーノードへのセンサーデータ要求が直接荷重 2 センサーノードに到達し、荷重 2 センサーノードからホストアダプタへのセンサーデータが直接ホストアダプタに到達している。

①	Time (ms) +61045 =126391	Frame control field Type Sec Prd Ack req Intca PAN DATA 0 0 1 1	Dest. PAN Address 0x1ACE	Dest. Address 0x0001	Source Address 0x0003	WK frame control field Type Version DS SA Sec DATA 2x1 1 0 0	WK Dest. Address 0x3051	WK Src. Address 0x0000	WK payload 00 00 00 00 00 01 41 80 00 00 26	RSSI (dBm) -31	FCS OK
	Time (ms) +1 =126392	Frame control field Type Sec Prd Ack req Intca PAN ACK 0 0 0 0	Dest. PAN Address 0x1ACE	Dest. Address 0x0000	Source Address 0x0001	WK frame control field Type Version DS SA Sec DATA 2x1 1 0 0	WK Dest. Address 0x3050	WK Src. Address 0x0001	WK payload 00 00 00 00 00 01 80 04 00 12 24 1F	RSSI (dBm) -58	FCS OK
②	Time (ms) +42 =127435	Frame control field Type Sec Prd Ack req Intca PAN DATA 0 0 1 1	Dest. PAN Address 0x1ACE	Dest. Address 0x0002	Source Address 0x0003	WK frame control field Type Version DS SA Sec DATA 2x1 1 0 0	WK Dest. Address 0x3052	WK Src. Address 0x0000	WK payload 01 CE 1A 0A 00 00 01 80 04 00 12 24 1F	RSSI (dBm) -23	FCS OK
	Time (ms) +1 =127437	Frame control field Type Sec Prd Ack req Intca PAN ACK 0 0 0 0	Dest. PAN Address 0x1ACE	Dest. Address 0x0002	Source Address 0x0001	WK frame control field Type Version DS SA Sec DATA 2x1 1 0 0	WK Dest. Address 0x3050	WK Src. Address 0x0001	WK payload 01 CE 1A 0A 00 00 01 80 02 00 1F 3F D4	RSSI (dBm) -29	FCS OK
③	Time (ms) +1827 =128503	Frame control field Type Sec Prd Ack req Intca PAN DATA 0 0 1 1	Dest. PAN Address 0x1ACE	Dest. Address 0x0003	Source Address 0x0003	WK frame control field Type Version DS SA Sec DATA 2x1 1 0 0	WK Dest. Address 0x3053	WK Src. Address 0x0000	WK payload 00 00 00 00 00 03 41 80 00 00 24	RSSI (dBm) -31	FCS OK
	Time (ms) +1 =128504	Frame control field Type Sec Prd Ack req Intca PAN ACK 0 0 0 0	Dest. PAN Address 0x1ACE	Dest. Address 0x0003	Source Address 0x0001	WK frame control field Type Version DS SA Sec DATA 2x1 1 0 0	WK Dest. Address 0x3050	WK Src. Address 0x0001	WK payload 01 CE 1A 0A 00 00 01 80 03 00 48 48 E7	RSSI (dBm) -33	FCS OK

図 4-3-41 ホストアダプタと各センサーノード間の通信内容

平成 18 年 1 月 19 日に荷重 1 → 温度 & 積雪 → 荷重 2 の順に参入を行った。表 4-3-17 は、この状態で通信を行ったときにできた通信経路である。

荷重 1 ・ 荷重 2 ・ 温度 & 積雪センサーノードはホストアダプタと直接通信経路を構築した。

表 4-3-17 センサーノード・ホストアダプタ通信経路構築状況

センサーノード	ネットワークアドレス	ルート
荷重 1	0001	ホストアダプタ ⇄ 荷重 1
温度 & 積雪	0002	ホストアダプタ ⇄ 温度 & 積雪
荷重 2	0003	ホストアダプタ ⇄ 荷重 2

図 4-3-42 は、荷重 1 センサーノードの参入時に、測定した通信内容である。詳細を以下に記す。

- ・ 7 行目の Route Request で荷重 1 センサーノードがネットワークに参入したことをホストアダプタに通知した。
- ・ 8 行目の Route Reply でホストアダプタがネットワークに参入できたことを荷重 1 センサーノードに通知した。
- ・ 10 行目で荷重 1 センサーノードが構築された通信経路を使用して、ホストアダプタに対しセンサーノード登録のためのデータ伝送をした。

このことによりホストアダプタ（ネットワークアドレス：0000）⇄荷重 1 センサーノード（ネットワークアドレス：0001）の通信経路を構築したことがわかる。

Time (ms) =48944	11024 =48944	Frame control field Type Sec Pnd Acq Req Intra PAN CMD 0 0 0 1	Dest. PAN 0xFFFF	Dest. Address 0xFFFF	Reason request	RSSI (dBm) -83	FCS OK				
Time (ms) =48947	-3 =48947	Frame control field Type Sec Pnd Acq Req Intra PAN ECM 0 0 0 3	Source PAN 0x1ACE	Source Address 0x0000	Superframe specification B0 S0 F, CAP BLL Coord Assoc 15 15 20 1 1 1	CTS fields Ler PwrLvl 0 1	Beacon Payload (MKN Layer Decoded) P. ID Sck Prof F. Ver Pk. Cap Dev. Length Dev. Cap 0x00 0x2 0x1 0x1 0x0 0x3	TX Offset [symbol] 3x000000	RSSI (dBm) -32	FCS OK	
Time (ms) =4919	+519 =4919	Frame control field Type Sec Pnd Acq Req Intra PAN CMD 0 0 1 3	Dest. PAN 0x1ACE	Dest. Address 0x0000	Source PAN 0x1ACE	Source Address 0x0123456789ABCDEF	Association request Alt. coord Prio Power Idle RX Sec Alloc addr 0 1 0 1 C 1	RSSI (dBm) -61	FCS OK		
Time (ms) =49467	-1 =49467	Frame control field Type Sec Pnd Acq Req Intra PAN ACK 0 0 0 3	RSSI (dBm) -32	FCS OK							
Time (ms) =49568	+500 =49568	Frame control field Type Sec Pnd Acq Req Intra PAN ACK 0 1 0 3	RSSI (dBm) -31	FCS OK							
Time (ms) =49971	-2 =49971	Frame control field Type Sec Pnd Acq Req Intra PAN CMD 0 0 1 3	Dest. PAN 0x1ACE	Dest. Address 0x0123456789ABCDEF	Source PAN 0x1ACE	Source Address 0x0123456789ABCDEF	Association response Short addr Assoc. status 0x0001 Successful	RSSI (dBm) -32	FCS OK		
Time (ms) =51745	+1723 =51745	Frame control field Type Sec Pnd Acq Req Intra PAN DATA 0 0 0 1	Dest. PAN 0x1ACE	Dest. Address 0xFFFF	Source Address 0x0001	MKN frame control field Type Version DR GA Sec CMD 0x1 0 3 0	MKN Dest. Address 0xFFFF	MKN Src. Address 0x0001	MKN Route Request (Rx01) Cmd. opt Req. Id Orig Addr Path Cost 0x00 0x.5 0x0000 0x00	RSSI (dBm) -59	FCS OK
Time (ms) =51748	3 =51748	Frame control field Type Sec Pnd Acq Req Intra PAN DATA 0 0 1 1	Dest. PAN 0x1ACE	Dest. Address 0x0001	Source Address 0x0001	MKN frame control field Type Version DR GA Sec CMD 0x1 0 3 0	MKN Dest. Address 0x0001	MKN Src. Address 0x0000	MKN Route Reply (Rx02) Cmd. opt Req. Id Orig Addr Respond Addr Path Cost 0x00 0x.5 0x0001 0x0000 0x02	RSSI (dBm) -53	FCS OK
Time (ms) =51749	-1 =51749	Frame control field Type Sec Pnd Acq Req Intra PAN ACK 0 0 0 3	RSSI (dBm) -57	FCS OK							
Time (ms) =51752	-3 =51752	Frame control field Type Sec Pnd Acq Req Intra PAN DATA 0 0 1 1	Dest. PAN 0x1ACE	Dest. Address 0x0000	Source Address 0x0000	MKN frame control field Type Version DR GA Sec DATA 0x1 1 3 0	MKN Dest. Address 0x0000	MKN Src. Address 0x0001	MKN payload 01 CE 1A 11 00 0C 41 40 00 03 01 23 45 67 89 AE DE E2 03 E3	RSSI (dBm) 59	FCS OK
Time (ms) =51754	-1 =51754	Frame control field Type Sec Pnd Acq Req Intra PAN ACK 0 0 0 3	RSSI (dBm) -32	FCS OK							

図 4-3-42 荷重1センサーノード参入時の通信内容

図 4-3-43 は、温度&積雪センサーノードの参入時に、測定した通信内容である。詳細を以下に記す。

- 10 行目の Route Request で温度&積雪センサーノードがネットワークに参入したことをホストアダプタに通知した。
- 11 行目の Route Reply でホストアダプタがネットワークに参入できたことを温度&積雪センサーノードに通知した。
- 13 行目で温度&積雪センサーノードが構築された通信経路を使用して、ホストアダプタに対しセンサーノード登録のためのデータ伝送をした。

このことによりホストアダプタ（ネットワークアドレス：0000）⇄温度&積雪センサーノード（ネットワークアドレス：0002）の通信経路を構築したことがわかる。

図 4-3-43 温度&積雪センサーノード参入時の通信内容

図 4-3-44 は、荷重 2 センサーノードの参入時に、測定した通信内容である。詳細を以下に記す。

- 11 行目の Route Request で荷重 2 センサーノードがネットワークに参入したことをホストアダプタに通知した。
- 12 行目の Route Reply でホストアダプタがネットワークに参入できたことを荷重 2 センサーノードに通知した。
- 14 行目で荷重 2 センサーノードが構築された通信経路を使用して、ホストアダプタに対しセンサーノード登録のためのデータ伝送をした。

このことによりホストアダプタ（ネットワークアドレス：0000）⇄荷重 2 センサーノード（ネットワークアドレス：0003）の通信経路を構築したことがわかる。

Time (sec)	Source	Destination	Protocol	Length	Info
0.000000	192.168.1.100	192.168.1.1	HTTP	1024	GET / HTTP/1.1
0.000000	192.168.1.1	192.168.1.100	HTTP	1024	200 OK
0.000000	192.168.1.100	192.168.1.1	UDP	1024	192.168.1.1:5000 → 192.168.1.100:5001
0.000000	192.168.1.1	192.168.1.100	UDP	1024	192.168.1.1:5001 → 192.168.1.100:5000
0.000000	192.168.1.100	192.168.1.1	TCP	1024	192.168.1.100:5000 → 192.168.1.1:5002
0.000000	192.168.1.1	192.168.1.100	TCP	1024	192.168.1.1:5002 → 192.168.1.100:5000
0.000000	192.168.1.100	192.168.1.1	TCP	1024	192.168.1.100:5000 → 192.168.1.1:5003
0.000000	192.168.1.1	192.168.1.100	TCP	1024	192.168.1.1:5003 → 192.168.1.100:5000

図 4-3-44 荷重 2 センサーノード参入時の通信内容

図 4-3-45 は、ホストアダプタと各センサーノード間でセンサーデータ送受信を行っている時の通信内容である。詳細を以下に記す。

- ① ホストアダプタ (ネットワークアドレス 0000) ⇄ 荷重 1 センサーノード (ネットワークアドレス 0001) の通信内容である。

ホストアダプタから荷重 1 センサーノードへのセンサーデータ要求が直接荷重 1 センサーノードに到達し、荷重 1 センサーノードからホストアダプタへのセンサーデータが直接ホストアダプタに到達している。

- ② ホストアダプタ⇄温度&積雪センサーノード (ネットワークアドレス 0002) の通信内容である。

ホストアダプタから温度&積雪センサーノードへのセンサーデータ要求が直接温度&積雪センサーノードに到達し、温度&積雪センサーノードからホストアダプタへのセンサーデータが直接ホストアダプタに到達している。

- ③ ホストアダプタ⇄荷重 2 センサーノード (ネットワークアドレス 0003) の通信内容である。

ホストアダプタから荷重 2 センサーノードへのセンサーデータ要求が直接荷重 2 センサーノードに到達し、荷重 2 センサーノードからホストアダプタへのセンサーデータが直接ホストアダプタに到達している。

①	Time (ms) +6.037 -126349	Frame control field Type Sec Pnd Acq req Intra PAN DATA 0 0 1 1	Dest. PAN 0x1A0E	Dest. Address 0x0001	Source Address 0x0000	NWK Frame control field Type Version DR GA Sec DATA 0x1 1 3 0	NWK Dest. Address 0x0001	NWK Src. Address 0x0000	NWK payload 00 00 00 08 00 01	RSSI (dBm) -30	FCS OK
	Time (ms) -1 =126351	Frame control field Type Sec Pnd Acq req Intra PAN ACK U U U J		RSSI (dBm) -33	FCS LK						
②	Time (ms) +2. -126372	Frame control field Type Sec Pnd Acq req Intra PAN DATA 0 0 1 1	Dest. PAN 0x1A0E	Dest. Address 0x0000	Source Address 0x0001	NWK Frame control field Type Version DR GA Sec DATA 0x1 1 3 0	NWK Dest. Address 0x0000	NWK Src. Address 0x0001	NWK payload 01 0E 1A 0A 00 0C 41	RSSI (dBm) -6.5	FCS OK
	Time (ms) -1 -126373	Frame control field Type Sec Pnd Acq req Intra PAN ACK 0 0 0 J		RSSI (dBm) -30	FCS CK						
③	Time (ms) +10.2 -127386	Frame control field Type Sec Pnd Acq req Intra PAN DATA 0 0 1 1	Dest. PAN 0x1A0E	Dest. Address 0x0002	Source Address 0x0000	NWK Frame control field Type Version DR GA Sec DATA 0x1 1 3 0	NWK Dest. Address 0x0002	NWK Src. Address 0x0000	NWK payload 00 00 00 08 00 02	RSSI (dBm) -31	FCS OK
	Time (ms) -1 =127387	Frame control field Type Sec Pnd Acq req Intra PAN ACK 0 0 0 J		RSSI (dBm) -51	FCS CK						
③	Time (ms) +37 -127425	Frame control field Type Sec Pnd Acq req Intra PAN DATA 0 0 1 1	Dest. PAN 0x1A0E	Dest. Address 0x0000	Source Address 0x0002	NWK Frame control field Type Version DR GA Sec DATA 0x1 1 3 0	NWK Dest. Address 0x0000	NWK Src. Address 0x0002	NWK payload 80 04 04 14 22 1F	RSSI (dBm) -3E	FCS CK
	Time (ms) -1 -127426	Frame control field Type Sec Pnd Acq req Intra PAN ACK 0 0 0 J		RSSI (dBm) -31	FCS CK						
③	Time (ms) +10.6 -128442	Frame control field Type Sec Pnd Acq req Intra PAN DATA 0 0 1 1	Dest. PAN 0x1A0E	Dest. Address 0x0003	Source Address 0x0000	NWK Frame control field Type Version DR GA Sec DATA 0x1 1 3 0	NWK Dest. Address 0x0003	NWK Src. Address 0x0000	NWK payload 00 00 00 08 00 03	RSSI (dBm) -31	FCS OK
	Time (ms) -1 =128444	Frame control field Type Sec Pnd Acq req Intra PAN ACK 0 0 0 J		RSSI (dBm) -29	FCS CK						
③	Time (ms) +20 -128464	Frame control field Type Sec Pnd Acq req Intra PAN DATA 0 0 1 1	Dest. PAN 0x1A0E	Dest. Address 0x0000	Source Address 0x0003	NWK Frame control field Type Version DR GA Sec DATA 0x1 1 3 0	NWK Dest. Address 0x0000	NWK Src. Address 0x0003	NWK payload 01 0E 1A 0A 00 0C 41	RSSI (dBm) -2E	FCS CK
	Time (ms) -1 =128465	Frame control field Type Sec Pnd Acq req Intra PAN ACK 0 0 0 J		RSSI (dBm) -30	FCS CK						

図 4-3-45 ホストアダプタと各センサーノード間の通信内容

ウ 通信確認

平成 18 年 1 月 17 日から 19 日まで、10:30 から 16:30 までの間通信を行い、正常な通信を行っていることを確認した。

表 4-3-18 に、日付ごとに通信回数、センサーデータ取得回数とリトライ動作回数を記載した。

リトライ動作とは、センサーデータ伝送の一連の処理が完結しなかった場合に、センサーデータ収集基地局のアプリケーションが同じセンサーノードに対して行う処理のことである。アドホックネットワークにおいて、通信経路が切断された場合の通信経路の再構築はこのリトライ動作により行うので、アドホックネットワークを使用するセンサーネットワークには必須の処理である。今回の試験システムでは、リトライ動作を一連の処理が完結しなかった次の周回のセンサーデータ伝送により代替したので、リトライ動作が発生した場合、センサーデータの取得回数が少なくなる。すなわち、センサーデータの取得回数とリトライ回数の合計が通信回数である。

表 4-3-18 通信状況

日付	開始時刻	終了時刻	通信回数	センサーデータ取得回数 ／リトライ動作回数		
				荷重 1	荷重 2	温度&積雪
1 月 17 日	10:30:13	16:30:31	343	342/1	343/0	343/0
1 月 18 日	10:32:17	16:30:35	341	341/0	341/0	339/2
1 月 19 日	10:30:33	16:30:44	343	343/0	343/0	343/0

試験中に出力された CSV ファイルと無線 LAN モニタデータを確認すると、以下の日時でリトライ動作が発生した。このリトライ動作は1回のリトライで通信経路を修復して、センサーデータが取得できていた。

- ・1月17日 16:20:57 荷重1センサーノード
- ・1月18日 12:52:22 温度&積雪センサーノード
- ・1月18日 13:29:17 温度&積雪センサーノード

図 4-3-46 は1月17日 16:20:57 荷重1センサーノードでリトライ動作を検出した時の通信内容である。詳細を以下に記す。

- ① ホストアダプタが荷重1センサーノードに対し、センサーデータ読み出し要求を送信した。
- ② 荷重1センサーノードが、ホストアダプタに対しセンサーデータを通信するが、ホストアダプタから ACK が返信されないため、ネットワーク層以下でリトライ動作を繰り返した。荷重1センサーノードは、記憶してあったホストアダプタとの通信経路を削除した。
- ③ ホストアダプタが荷重1センサーノードに対し、①の次の周回でセンサーデータ読み出し要求を送信した。②でホストアダプタとの通信経路を削除したので、通信経路を再構築した。(ホストアダプタと直接通信する通信経路を構築した)ホストアダプタに対しセンサーデータを通信し、ホストアダプタから ACK が返答を受け、センサーデータを通信した。

The image displays a series of network traffic frames. The first frame (Frame 1) is a request from the host to the sensor node. The second frame (Frame 2) is a response from the sensor node to the host. The third frame (Frame 3) is a retransmission of the request from the host to the sensor node. The frames are color-coded: blue for requests, yellow for responses, and red for retransmissions. The frames are numbered 1, 2, and 3, corresponding to the numbered circles in the image.

図 4-3-46 荷重1センサーノード・リトライ動作検出時の通信内容

図 4-3-47 は 1 月 18 日 12:52:22 温度&積雪センサーノードでリトライ動作を検出した時の通信内容である。詳細を以下に記す。

- ① ホストアダプタが温度&積雪センサーノードに対し、センサーデータ読み出し要求を送信した。
- ② 温度&積雪センサーノードが、ホストアダプタに対しセンサーデータを通信するが、ホストアダプタから ACK が返信されないため、ネットワーク層以下で

エ 無線 LAN との混在

「アドホックネットワークによる映像伝送に関する試験」と同じ試験場所で伝送試験を実施した。映像伝送試験も 2.4GHz 帯を使用し行っているが、双方ともにデータの欠落や遅延を観測することが無かった。

表 4-3-19 は試験時の使用中心周波数、図 4-3-49 はスペクトラムアナライザーで測定した波形である。

表 4-3-19 使用周波数

発信機名称	中心周波数
① 無線センサ端末	2,430MHz
② 無線 LAN	2,472MHz

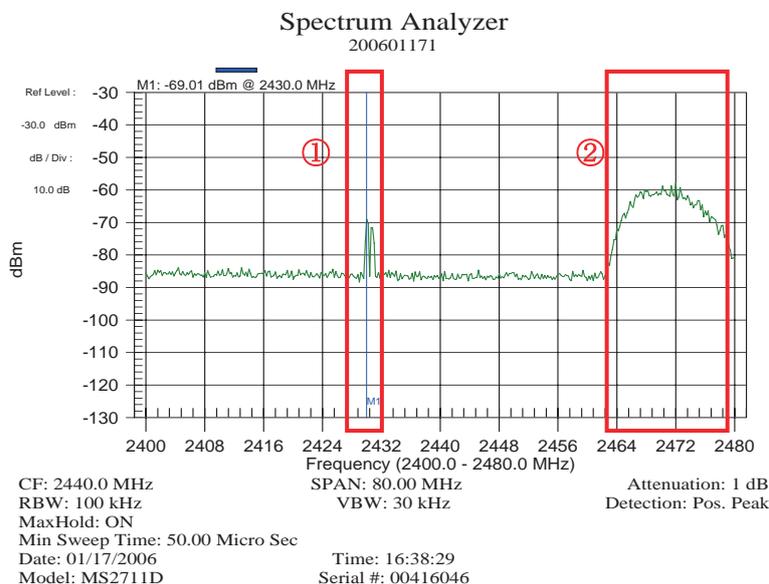


図 4-3-49 スペクトラムアナライザの測定画面

オ 測定データ

平成 18 年 1 月 17 日から 19 日までに測定したデータと、気象庁の観測データ（気象庁のホームページ気象観測（電子閲覧室）のデータ（観測地点：青森市）と比較した。

測定の結果得られたグラフについて以下に示す。

図 4-3-50 から図 3-3-52 までは、1 月 17 日から 1 月 19 日までの温度データの測定結果と同日の気象庁観測データ（気温）をグラフ化したものである。

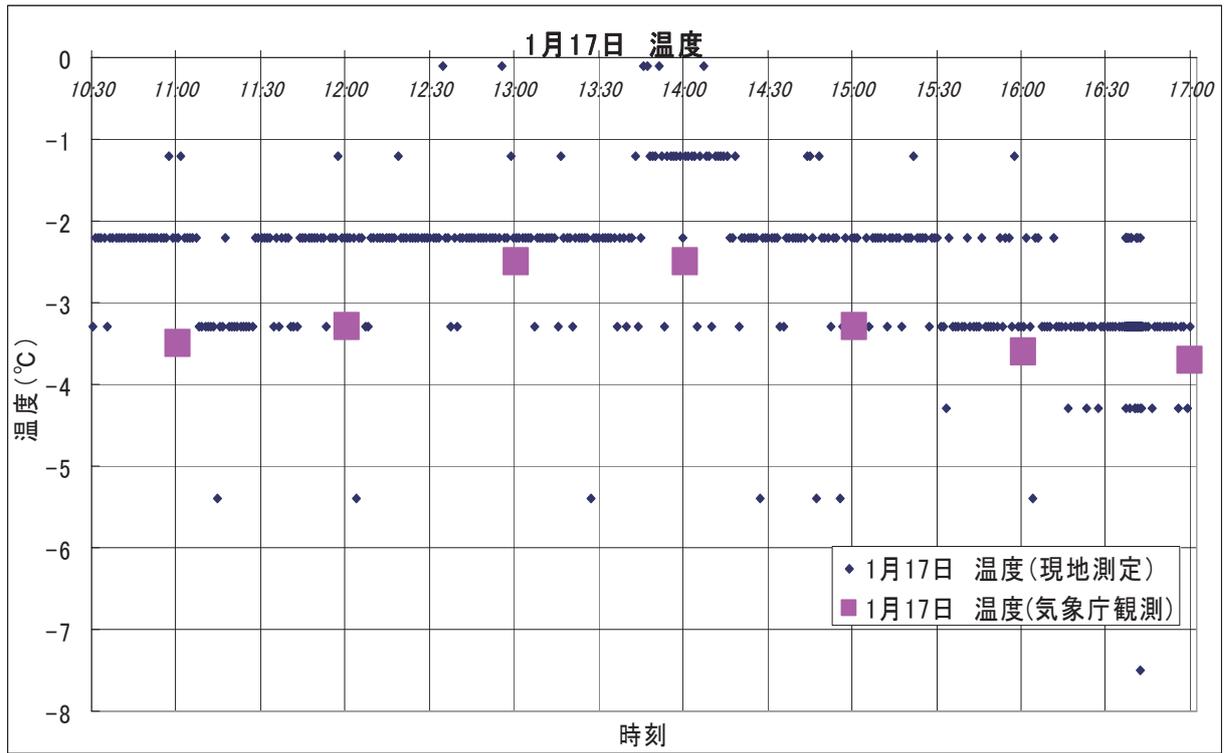


図 4-3-50 1月17日の温度測定データおよび気象庁観測温度

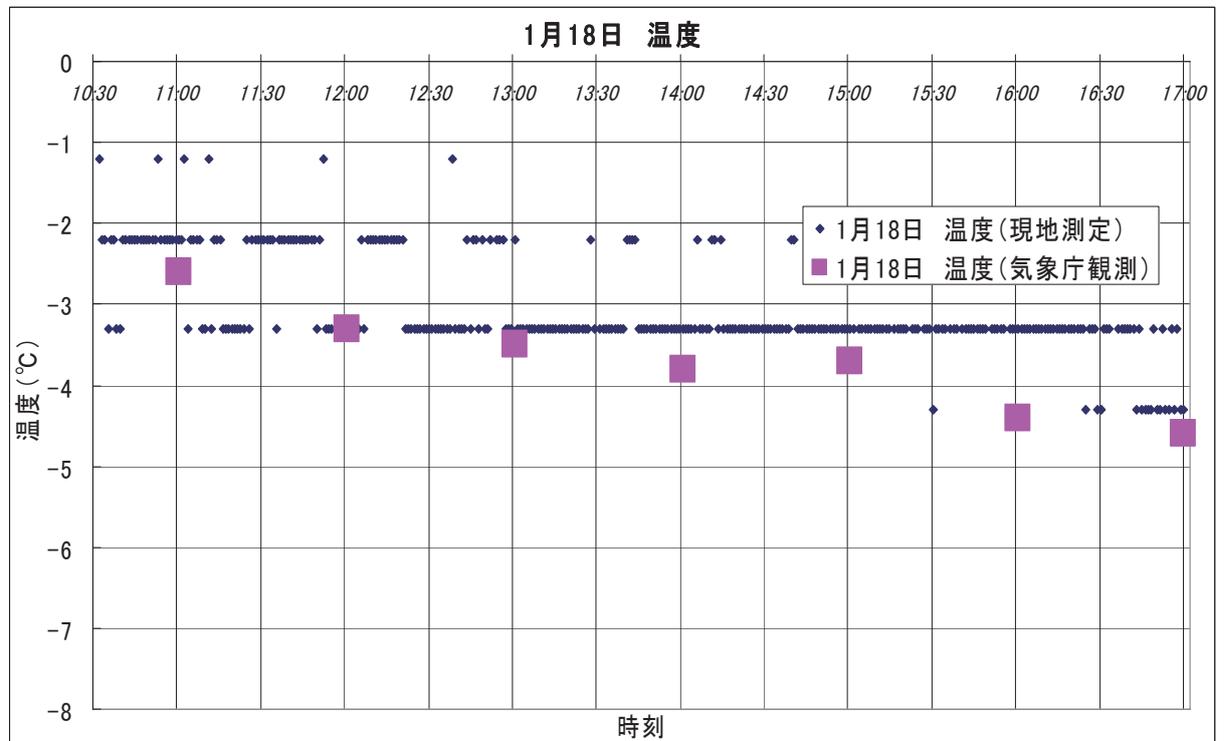


図 4-3-51 1月18日の温度測定データおよび気象庁観測温度

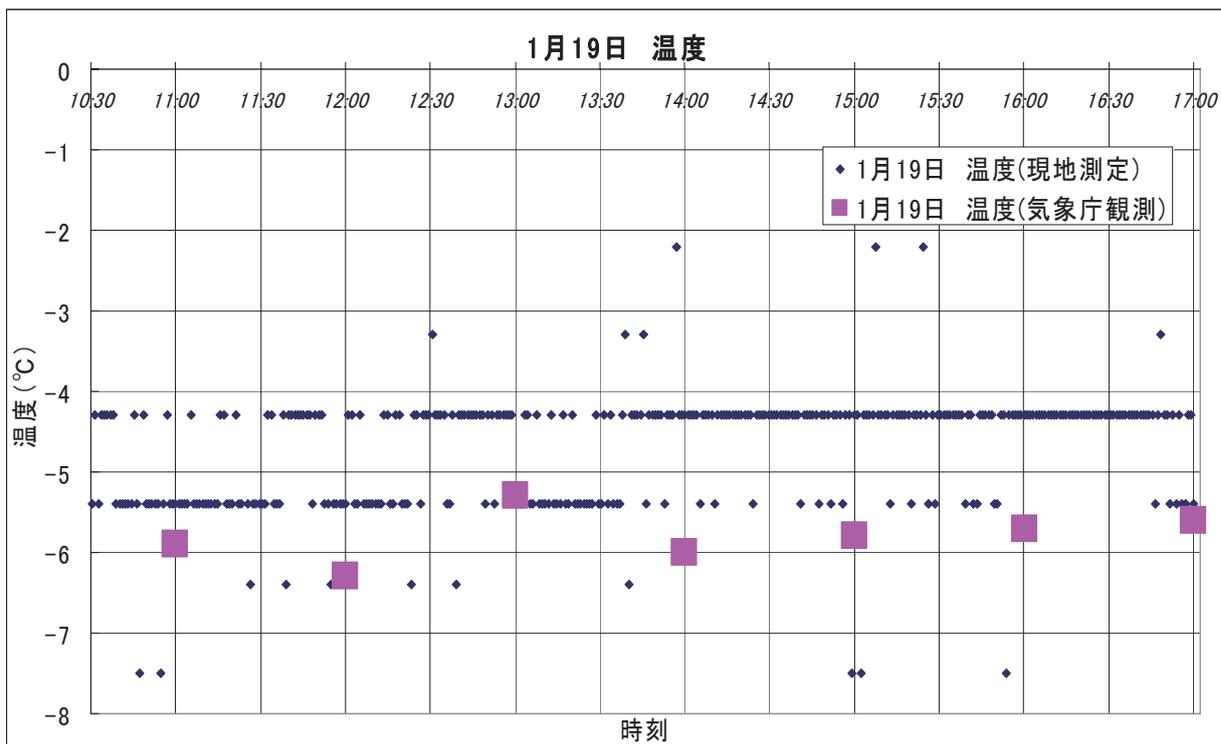


図 4-3-52 1月19日の温度測定データおよび気象庁観測温度

図 4-3-53 は1月17日から1月19日までの積雪データの測定結果と気象庁観測データ（積雪の深さ）をグラフ化したものである。

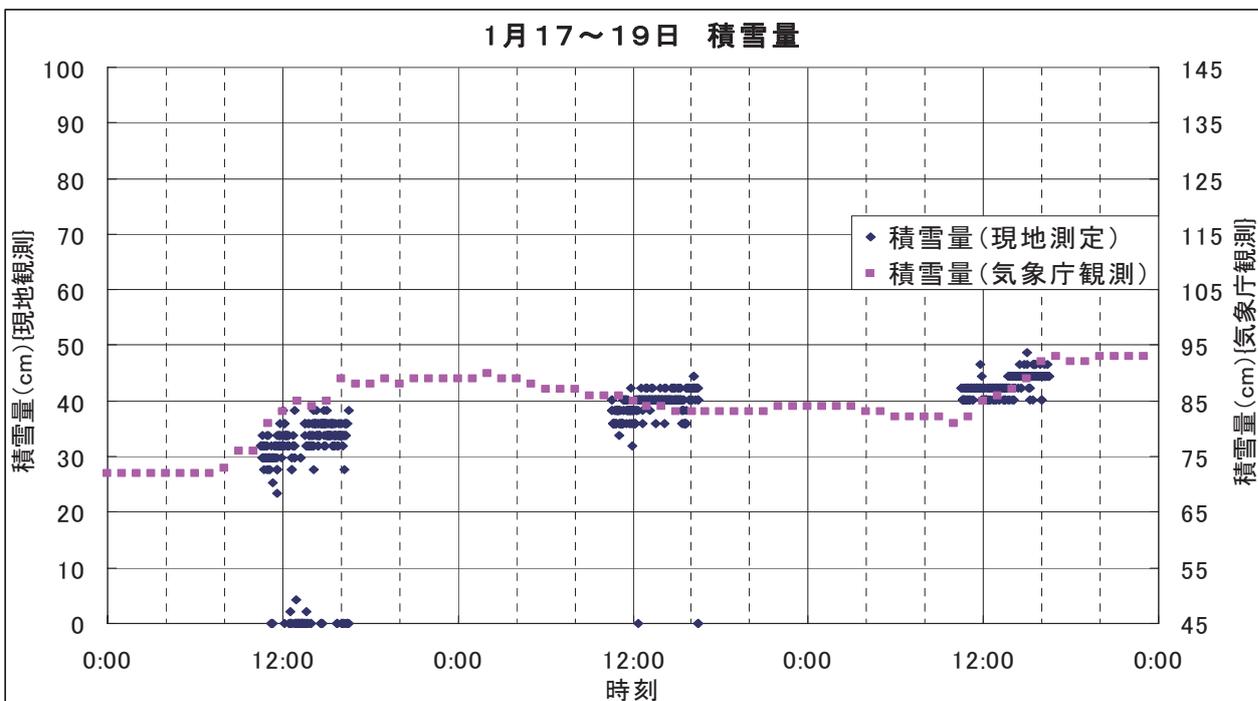


図 4-3-53 1月17日から1月19日までの積雪量測定データおよび気象庁観測積雪量

表 4-3-20 は 1 月 17 日から 1 月 19 日までに観測された気象庁の観測データである。

表 4-3-20 1 月 17 日から 1 月 19 日までの気象庁観測データ

1月17日			1月18日			1月19日		
時刻	気温 ℃	積雪の深さ cm	時刻	気温 ℃	積雪の深さ cm	時刻	気温 ℃	積雪の深さ cm
1時	-1.3	72	1時	-4.5	89	1時	-5	84
2時	-1.5	72	2時	-4.4	90	2時	-5.4	84
3時	-1.7	72	3時	-4.5	89	3時	-5.3	84
4時	-1.9	72	4時	-4	89	4時	-5.5	83
5時	-2.4	72	5時	-4.4	88	5時	-6.2	83
6時	-2.7	72	6時	-4.2	88	6時	-6.1	82
7時	-3.5	72	7時	-3.8	87	7時	-6.7	82
8時	-3.9	73	8時	-3	87	8時	-5.6	82
9時	-3.9	76	9時	-2.7	86	9時	-5.5	82
10時	-3.3	76	10時	-3.4	86	10時	-4.8	81
11時	-3.5	81	11時	-2.6	86	11時	-5.9	82
12時	-3.3	83	12時	-3.3	85	12時	-6.3	85
13時	-2.5	85	13時	-3.5	84	13時	-5.3	86
14時	-2.5	84	14時	-3.8	84	14時	-6	87
15時	-3.3	85	15時	-3.7	83	15時	-5.8	89
16時	-3.6	89	16時	-4.4	83	16時	-5.7	92
17時	-3.7	88	17時	-4.6	83	17時	-5.6	93
18時	-4.4	88	18時	-4.5	83	18時	-5.4	92
19時	-3.8	89	19時	-4.2	83	19時	-5.6	92
20時	-4.1	88	20時	-4.3	83	20時	-5.8	93
21時	-4.2	89	21時	-4.9	83	21時	-5.7	93
22時	-3.8	89	22時	-4.9	84	22時	-5.4	93
23時	-4.5	89	23時	-4.9	84	23時	-4.9	93
24時	-4.4	89	24時	-5.5	84	24時	-4.5	95

気象庁ホームページ 気象観測(電子閲覧室)より抜粋
観測地:青森県青森市

温度センサの測定結果のグラフで、センサーデータが時折±1～2℃振れる結果を得た。それは、センサーノードのセンサーデータ読み出しの分解能に依存するといえる。センサーデータの出力がリニアで変化しても無線センサ端末の分解能では10mV に対し1度の変化量として捉えるため、温度センサが、無線センサ端末の閾値付近で出力された場合、このようなケースが考えられる。

日付毎の測定結果と、気象庁の観測結果を比較するとほぼ一致したデータを取得したことがわかる。

積雪センサの測定結果と、気象庁の観測結果を比較すると絶対値は異なっているものの増加量がほぼ一致している。

(3) DSRC による路車間情報配信システム

通信結果の確認は、路側機及び車両内の双方で実施できる。路側では図 4-3-54 に示す現示入力用 PC の画面にて通信結果の確認を実施する。路側機と車載器の間で通信が実施され、車載器から ID が取得できると、この画面上の左欄リストに日時及び取得できた ID が表示される。また、この情報は e まちセンタへ送信するための Web 画面としても作成され、参照が可能である。図 4-3-55 に e まちセンタで参照できる Web 画面例を示す。

また、車両内では通信の結果、音声データが路側器から車載器へ送信され、それが再生されるため、音声データが再生された時点で通信できたことが確認できる。

なお、車両内にて音声再生が開始された地点のアンテナからの距離を測定している。

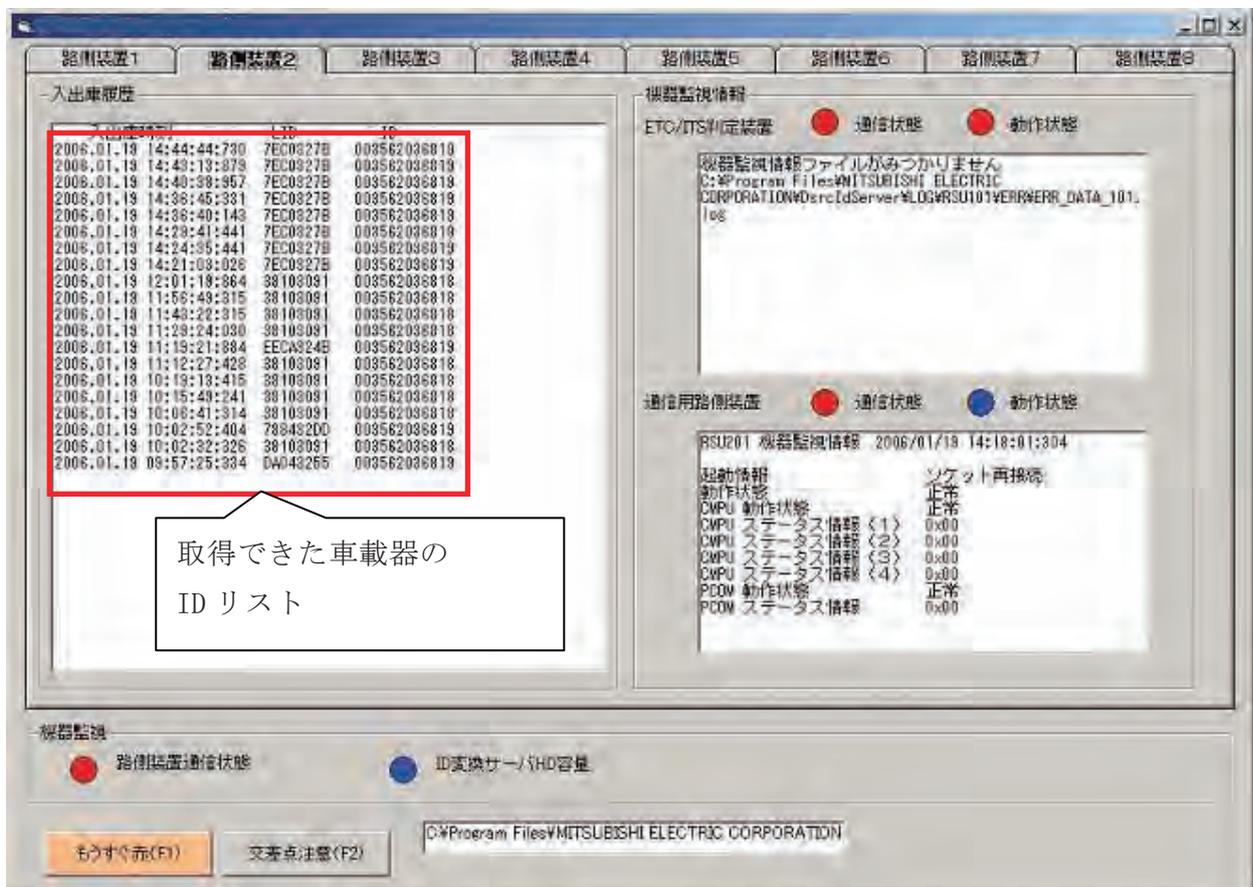


図 4-3-54 現示入力用 PC 車両 ID 表示画面

前方の信号現示情報を DSRC 制御部に対して目視にて現示情報入力 PC より入力する。入力した現示に応じて、以下のメッセージ情報を車載機を搭載した車両に送信する。

青 : 「前方に交差点があります。」

赤、黄 : 「前方の信号が赤です。」



図 4-3-55 e まち情報センタ更新データ画面

音声認識結果は、表 4-3-21 に示す。
 基準距離は路側アンテナからの距離である。

表 4-3-21 音声認識距離結果

車両速度	10km/h	20km/h	30km/h	40km/h
室内アンテナ角度				
0°	14m	8m	8m	5m
30°	20m	16m	15m	15m
60°	20m	17m	14m	13m
90°	16m	15m	12m	6m

実施日：1月16日（曇り 気温 0℃） / 1月17日（雪 気温 -2℃）

以下に試験走行時の運用ログを示す。赤点線で囲んだ部分が1走行分のログである。
また、吹き出しにて動作概略を注記する。

```

2006-01-16 10:26:22.720 > ログ制御スレッド が起動しました
2006-01-16 10:26:22.730 > 路側装置通信制御スレッド が起動しました
2006-01-16 10:26:22.730 > ファイル C:\¥DsrcIdServer¥EXE¥FileChange.txt
2006-01-16 10:26:22.730 > 配信情報設定ファイル C:\¥DsrcIdServer¥EXE¥PushFileSet1.dat
2006-01-16 10:26:22.730 > 配信情報設定ファイルのメモリ展開完了
2006-01-16 10:26:22.730 > D S R C I D変換サーバS/Wの起動
2006-01-16 10:26:22.770 > 路側装置接続待ち
2006-01-16 10:26:47.636 > 機器状態情報受信
2006-01-16 10:26:47.636 > ReceiveEquipmentStatus startup[1] status[0]
2006-01-16 10:26:47.636 > 路側装置との接続が完了しました
2006-01-16 10:27:45.840 > I D通知情報受信
2006-01-16 10:27:45.950 > 送信対象コンテンツファイル C:\¥DsrcIdServer¥DATA¥0_SON002.WAV
2006-01-16 10:27:45.950 > PUSH コンテンツを送信しました。 seq=[0]
2006-01-16 10:27:45.950 > PUSH コンテンツを送信しました。 seq=[1]
2006-01-16 10:27:45.950 > PUSH コンテンツを送信しました。 seq=[2]
2006-01-16 10:27:45.950 > PUSH コンテンツを送信しました。 seq=[3]
2006-01-16 10:27:45.970 > PUSH コンテンツを送信しました。 seq=[4]
2006-01-16 10:27:45.970 > PUSH コンテンツを送信しました。 seq=[5]
2006-01-16 10:27:45.970 > PUSH コンテンツを送信しました。 seq=[6]
2006-01-16 10:27:45.970 > PUSH コンテンツを送信しました。 seq=[7]
2006-01-16 10:27:46.070 > PUSH コンテンツを送信しました。 seq=[最後]
    
```

路側機起動

通信確立、ID 情報受信

音声データ選

音声データ送信

(4) eまち情報センタ情報集約試験

eまち情報センタ情報集約試験の結果を次に示す。

ア メイン画面

表示画面及び操作フローを、図 4-3-56 及び以下に示す。

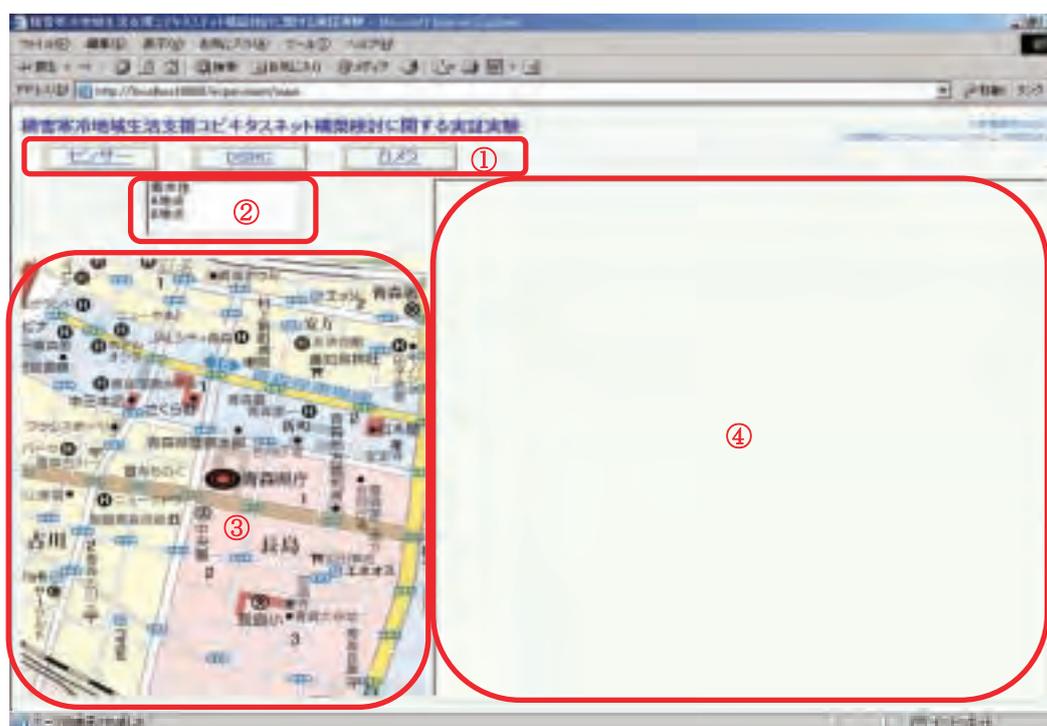


図 4-3-56 メイン画面

① メニューボタン

表示する情報種別を切り替える。

② 表示データ選択リスト

①に応じたリストが表示される。地点を選択することにより、その地点のデータが表示される。起動時はセンサーデータ用のリストを表示。

③ 地図

②で選択された地点を中心に地図が表示される。選択前はeまち情報センタの地点(青森県庁)を中心とした地図が表示される。右クリックで縮尺変更が可能。

④ データ表示エリア

②で選択された地点のデータが表示されるエリア。

イ センサーデータ

表示画面及び操作フローを、図 4-3-57 及び以下に示す。

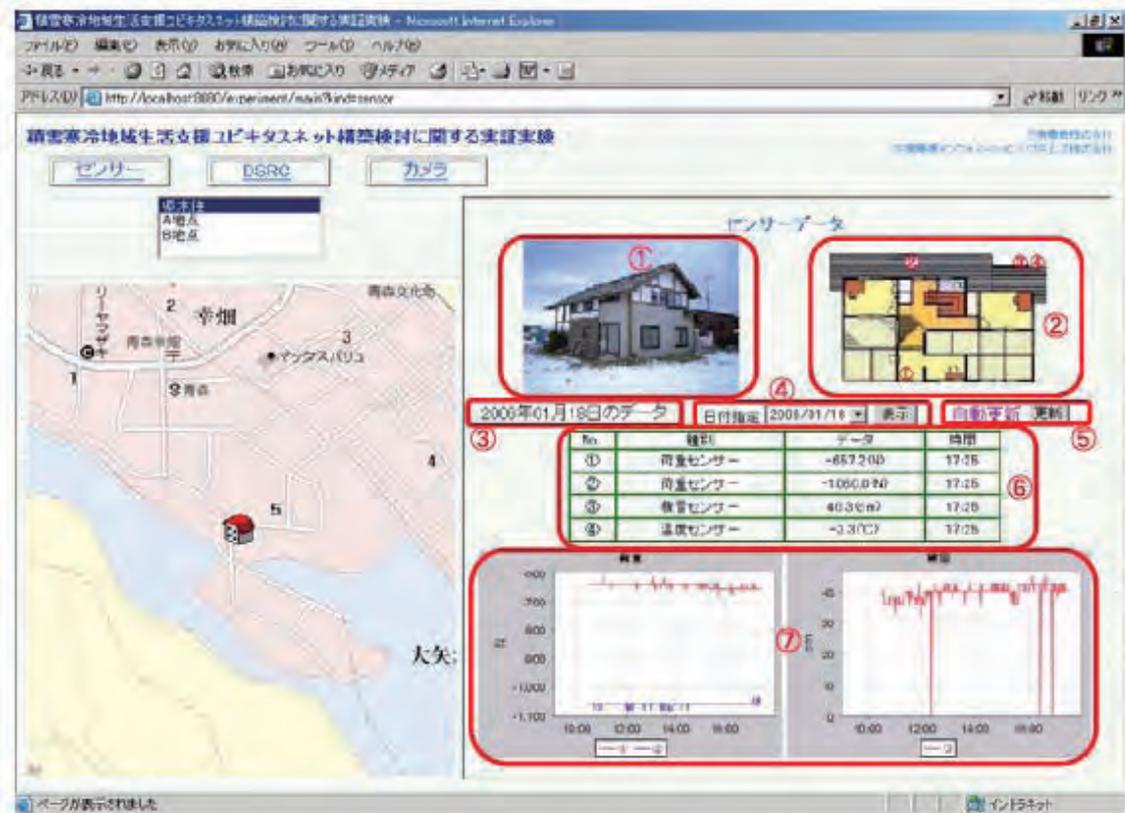


図 4-3-57 センサーデータ表示画面

- ① 建物外観
センサが取り付けられている建物の画像を表示する。
- ② センサ設置位置
センサが取り付けられている位置を表示する。
- ③ 表示データ日付
表示中のデータの日付。初期表示は本日のデータとなる。
- ④ 表示データ日付選択
プルダウンリストより表示したいデータの日付を選択し、表示ボタンを押下すると指定した日付のデータが表示される。プルダウンリストに表示される日付は、センサーデータが存在する日付のみ。
- ⑤ 自動更新、手動更新切り替え
「手動更新」「自動更新」をクリックすることにより切り替え可能。初期状態は手動更新となる。手動更新時は「更新」ボタンにより画面を更新する。過去データ表示時(本日データ表示時以外)は、手動、自動の切り替えは不可。
- ⑥ 最新データ表示
指定された日付の最新データを表示する。
- ⑦ グラフ表示

指定された日付のデータを 9:00~20:00 の範囲でグラフ表示する。

※本試験で各センサが設置されているのは一ヶ所(県木住)のみで、他地点を選択してもデータは表示されない。

ウ 車両通過情報

表示画面及び操作フローを、図 4-3-58 及び以下に示す。

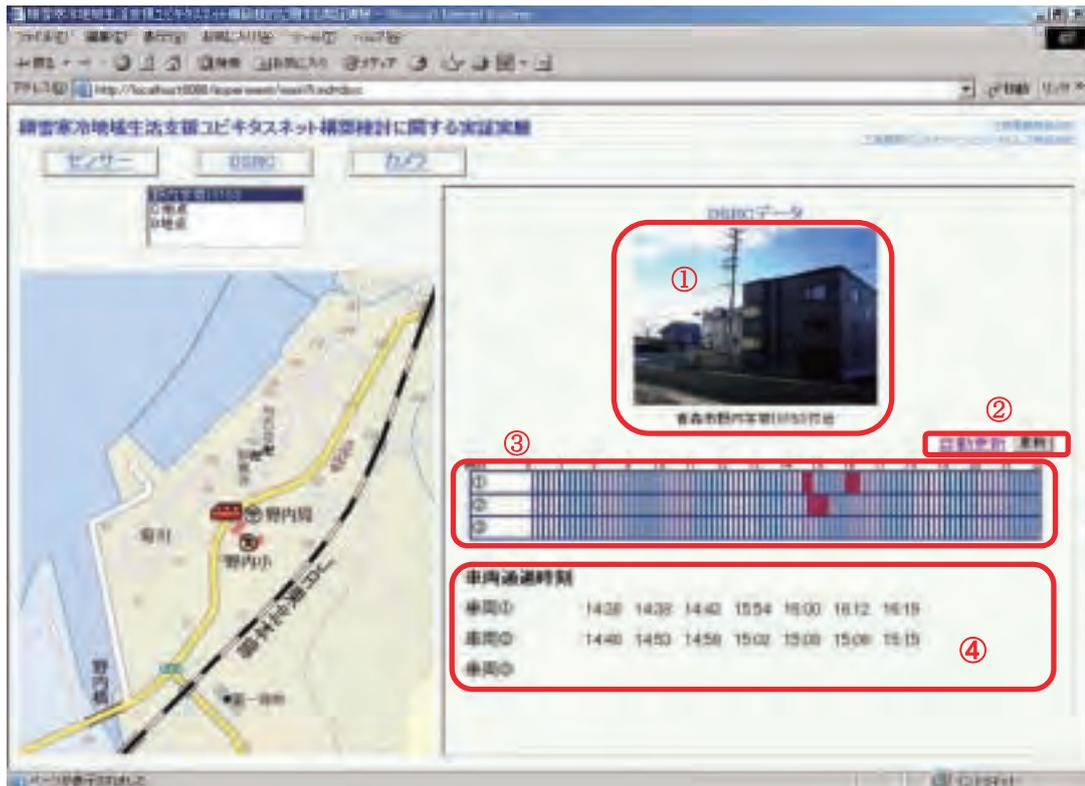


図 4-3-58 車両通過情報表示画面

① センサ設置場所

センサが取り付けられている場所の画像を表示する。

② 自動更新、手動更新切り替え

「手動更新」「自動更新」をクリックすることにより切り替え可能。

③ 車両通過時刻チャート

6時から22時までを10分間隔で区切り、車両が通過した時刻が含まれる部分を車載機IDごとに赤で表示する。

④ 車両通過時刻

車両の通過時刻を車載機IDごとに表示する。

※本試験でDSRCが設置されているのは一ヶ所(野内)のみで、他地点を選択してもデータは表示されない。

エ 映像伝送データ

動画像及び静止画像について表示画面及び操作フローを、図 4-3-59、図 4-3-60 及び以下に示す。

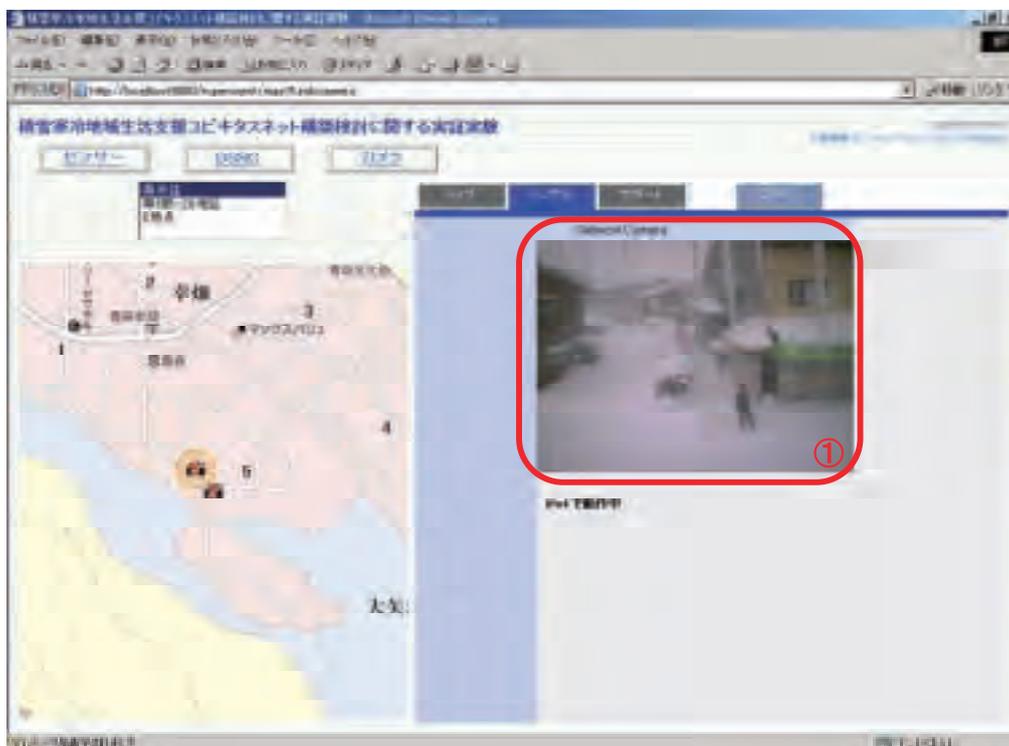


図 4-3-59 映像伝送データ表示画面(動画)

① 動画表示

動画が表示される。

※本試験で動画用カメラが設置されているのは一ヶ所(県木住)のみで、他地点を選択しても動画データは表示されない。

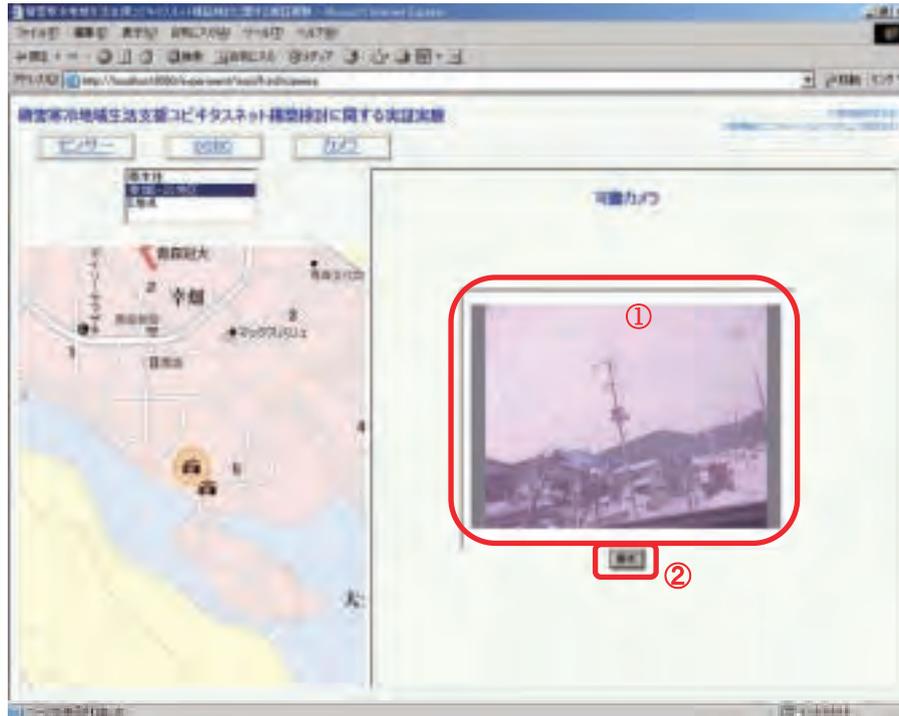


図 4-3-60 映像伝送データ表示画面(静止画)

- ① 静止画表示
撮影した静止画が表示される。
- ② 撮影ボタン
静止画を撮影する。

(5) 屋根の積雪荷重監視と雪下ろし時期情報提供システム

ア 荷重センサによる積雪荷重監視方法

事前にセンサを設置する家屋の垂木（青森杉）に、片持ち梁方式で荷重を負荷し荷重負荷に対する垂木の変位量を計測した。計算の方法については図 4-3-61 に示す構造により W2 にかかる荷重についてセンサの変位量との関係を定義する。

この結果計算では、W1 が 1 kN で変位量 3.59mm と出たが、試験の結果は平均 8.89mm 変位した。このときの平均歪は、 $1,241 \mu \varepsilon$ で弾性域内ある。設備の都合で最大荷重で 1,600N～1,800N で止めてあるが、弾性域内であった。

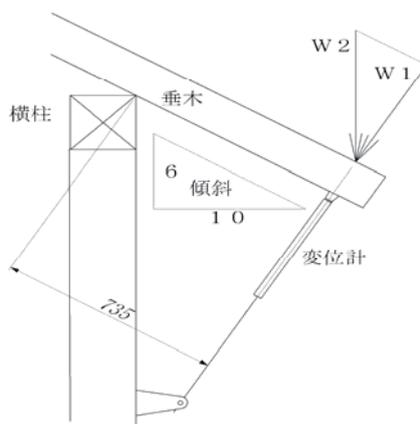


図 4-3-61 荷重計算方法

イ センサーデータの収集

平成 17 年 12 月 22 日から、県木住展示場（青森県青森市幸畑）にて試験開始、無線 LAN の設定確認後データの取得を開始した。センサーデータの取得状況を図 4-3-62 に示す。

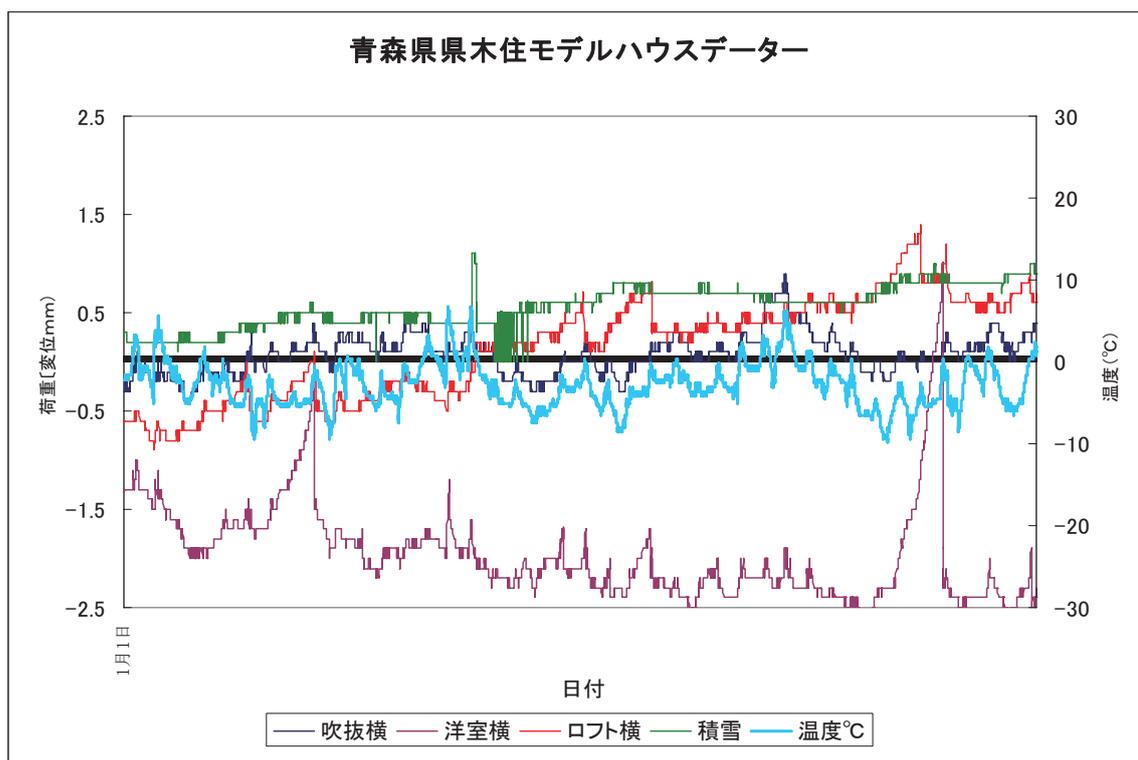


図 4-3-62 各センサーデータの取得状況

洋室横荷重センサからの情報伝送については良好に行われることが確認できたが、一部センサからの情報についてはセンサの設置初期不平衡により異なった数値結果が示された。

ウ センサー情報の蓄積・提供

収集したデータはインターネット網を利用して遠隔地の e まち情報センタに配信されていることが確認された。

データは定期的に配信され、しきい値を超えた場合は警報を発することが確認された。

また、予め登録してあるメールアドレスに定時情報と警報を自動送信することが確認できた。

さらに、自宅等のパソコンからセンサ情報をインターネット経由で確認できることが確認できシステムとして正常に動作していることが確認できた。

センサ情報の定時情報と警報メールを図 4-3-63 に示す



7

図 4-3-63 センサ情報の定時情報と警報メール

第4節 試験結果の評価

試験は青森市内の県営施設や県道を試験フィールドとして、各通信設備の基礎試験と具体的なアプリケーションを想定した試験システムを構築し、当該システムの有効性の確認と実用化に必要な技術的要件等を検証した結果、実用システムとしての有効性を確認すると共に技術的な課題を明らかにした。

1 各通信設備の基礎試験結果

(1) 2.4GHz帯アドホック通信（無線LAN）

積雪時と降雪時に対する無線LAN特性として、アプリケーションの観点からのスループット及びパケット到達率を測定した。

測定結果からは降雪による影響は見られなかった。

(2) 2.4GHz・400MHz帯アドホック通信システム

本試験において、2.4GHz帯通信、400MHz帯通信では、降雪有無による受信電波の減衰の差（降雪時の方が減衰が大きい）は認められたが、PERによる評価では顕著な差は認められなかった。

(3) 5.8GHz帯DSRCシステム

本試験においてDSRCシステムの通信ゾーンとしては、電界強度測定結果からゾーン幅2.4mゾーン長12.4mとの結果が得られた。

晴天時、降雪時おける通信への影響は見られなかった。

(4) 低温下での影響

本試験において、低温環境下における電池等の性能変化にともない、通信設備が所要の動作を行わないことが確認された。

なお、本試験においては、通信設備を加温し実施した。

2 試験の評価

(1) 映像伝送試験

ア 無線LANアドホックネットワークにおいて、1ホップ環境、2ホップ環境における動画像の伝送について確認し、基本的には、マルチホップ環境においても問題なく動画像の転送が可能であることを確認した。

イ 今回使用したアドホック・ルーティング・プロトコルでは、周期的な経路探索を行っており、無線上での衝突等の影響により経路が一時的に切断される状況が発生していた。

ウ 無線LANアドホックネットワーク上の無線端末に接続する固定カメラや可搬カメラの映像をeまち情報センタにて閲覧できることを確認した。

エ 試験結果から積雪状況・路面状況・除雪状況などの詳細映像をリアルタイムで入手できる機能として有効であることを確認した。

(2) センサーデータ伝送試験

ア 各センサーノードを順にアドホックネットワークに参入させ、センサーノードの追加に応じて測定箇所が追加できることを確認した。また、センサーノードとセンサーデータ収集用基地局の間の通信経路は、アドホックネットワークにより自律的に構築され、構築された通信経路にしたがってセンサーデータが収集できることを確認した。

イ 今回取得した外気温および積雪量の期間中の変化量は気象庁の気象観測データと比較して、ほぼ一致する結果が得られた。これにより、センサが期間中正常に動作し、その測定値をアドホックネットワークによるセンサーデータ伝送システムが正しく伝送できることを確認した。

ウ 第三代携帯電話(カード)を使用してeまち情報センタでも同じ測定結果を観測できることを確認した。これにより、遠隔地に対して住宅周辺の積雪状況や気温、雪下ろしに必要な屋根の荷重といった情報を配信することが可能であることを検証した。

エ 各家屋に設置された屋根積雪荷重、温度、積雪量などの気象や積雪関連情報、車両通過情報は、データサイズが小さい。広範囲から少量データを採取することができる、携帯電話網やデジタルMCA無線が情報集約に適している。

オ 画像伝送試験と同一場所同一時間に試験を実施したが、双方ともにデータの欠落や遅延を観測することが無かったことから、同一周波数帯を使用する電波であっても、正しく周波数チャンネルを設定することで、複数の伝送システムが共存できることを確認した。

カ 屋外での利用にあっては無線センサ端末の耐久性(耐寒、防水など)をセンサと同様のレベルにすることが必要である。

(3) DSRCによる路車間情報配信試験

ア -5°C 近い低気温・降雪環境下においても音声情報の伝達及び車両IDの取得が行えておりでのDSRC路側装置の起動、運用が問題なく行えることが確認できた。

イ したがって、猛吹雪等の悪天候時に道路上の注意喚起データを逐次送信し、車両に進行方向前方の情報を与えるなど安全走行を支援するシステムやバスや業務車両の動態管理が確実に実行するための機能として有効であることを確認した。

(4) e まち情報センタ情報集約試験

- ア 映像情報の集約にあつては動画がスムーズに表示されなかったことから、携帯電話カードでの動画配信はスムーズな動画が必要なシステムにおいては、やや難があることが判明した。
- イ センサーデータ及びDSRCによる車両IDの集約試験は、十分に情報集約が行われることを確認した。ただし、今回の試験では、回線交換で接続を行ったが、パケット通信による集約が適当である。
- ウ センタの本格的なシステム化の場合は、Webサーバ、DBサーバの構築が必須であることから、それに対応したネットワーク構成が必要である。
- エ 携帯電話カード装置の動作環境は0℃～40℃であることから設置場所によっては繋がりにくくなる事態が発生した。

(5) 屋根の積雪荷重監視と雪下ろし時期情報提供システム

- ア センサーデータの収集・蓄積から定時情報と警報の自動メール送信まで、良好に動作することが確認できた。
- イ 使用した荷重センサの一部は、センサの設置初期不平衡により正確なデータの計測ができなかったが、データを収集する機能の検証のために試験期間中データ収集を継続した。

第5章 積雪寒冷地域生活支援ユビキタスネット構築の実現性と今後の方向性

第1節 検討結果の総括

ユビキタスネット構築に必要な各種無線システムの内、調査検討を行った次のシステム

- ・ 2.4GHz 帯無線 LAN (IEEE802.11b : 2.4GHz)
- ・ 2.4GHz 帯アドホック通信 (IEEE802.15.4 : 2.4GHz)
- ・ 400MHz 帯アドホック通信 (特定小電力無線 : 429MHz)
- ・ 5.8GHz 帯狭域無線通信 (DSRC : 5.8GHz)

については、降雪の有無による無線通信性能に有意な差は認められなかったことから、積雪寒冷地域においても、これら無線システムを利用したユビキタスネット構築は十分に可能である。

ただし、本調査においていくつかの課題や考慮すべき事項が明確になったことから、次節においてそれら事項を取りまとめることとする。

第2節 積雪寒冷地域におけるユビキタスネット構築に向け、技術面の課題及び考慮すべき事項

1 回線設計上の考慮すべき事項及び課題

電波伝搬試験において明確な降雪量と電波伝搬特性の相関関係までは明らかにはできなかったが、降雪の有無により電波伝搬特性に影響があることが認められた。

このため、回線設計において通常の通信限界（通信距離やS/N特性）近傍では、降雪による電波減衰を考慮した回線設計を行わなければ、通信品質を維持できなくなる可能性がある。

また、今回調査した周波数においては、顕著な電波伝搬減衰は見受けられなかったが、今後の課題として種々の周波数での降雪量と電波減衰量との相関関係を調査する必要がある。

2 降雪、積雪、低温環境における考慮すべき事項

電子部品や電池は温度によりその特性が変化する。今回の試験においても低温による電池の特性変化等による影響が見られた。

よって、今後導入に当たっては、寒冷地において特性が劣化しにくい電池等の開発が期待されるとともに、屋外に設置する場合は保温等の対策が必要である。

なお、伝搬試験においては、降雪条件以外の条件を一定とする必要があることから、送・受信機の加温等を行って試験を行っている。

また、空中線への着雪や凍結についても電波伝搬への影響が予想される。

よって、積雪寒冷地域において使用する設備については、低温に対する耐久性を考慮する他、屋外使用の設備については、着雪や凍結の対策を講ずる必要がある。

さらに、今回の試験において通常時には見通しの効く場所でも、積雪環境下では積雪、除雪による雪だまり及び屋根からの落雪などにより、まったく見通せなくなるといった状況が発生した。

よって、積雪寒冷地域における回線設計時には、電波伝搬路のクリアランス確保が非常に重要である。

なお、今回試験したアドホック通信システムはこのような電波伝搬路の遮蔽が発生した場合においても、自立的に迂回して情報を伝達できるため、非常に有効であることが確認された。

第3節 具体的なアプリケーションシステムの実用化に向けた提言

1 センサーネットワーク活用時の提言

積雪寒冷地域における生活支援システムを構築する場合、積雪量などの情報をきめ細かく入手することが非常に有効であり、今回の試験において、センサーネットワークによる環境情報伝送が有効に機能することが確認された。

このセンサーネットワークは、多種多様なセンサ情報を扱えるようにする必要があるが、センサとの物理的インタフェースは、アナログ、デジタル、接点又はシリアルといったものがあり、扱う環境情報の意味づけの集約をどこで行うかが課題である。

今回の試験では、無線端末数が少なく伝送容量のリソースを気にする必要がなかったことから、環境データの意味づけは集約側で行い、無線端末側は物理的なインタフェースの変換だけを行うといった無線端末の汎用性を重視した設計を行っているが、センサ数や無線端末数が多い場合、データの意味づけを無線端末側で行い、伝送容量を有効に利用する方法も有効である。

センサーネットワークを活用する場合、環境データの意味づけを無線端末側で行うかデータ集約側で行うか、また、分散処理とするか集中処理とするか等について、通信データ量や伝送容量、将来の拡張性及びコストなどを総合的に判断して設計すべきである。

2 アドホックネットワーク活用時の提言

今回の試験では、アドホックネットワークを活用して動画像の伝送試験を実施した。試験期間中、2ホップまでの環境において動画像の伝送、転送が問題なく行われており、

積雪寒冷地域におけるアドホックネットワークが有効に機能することが確認された。

ただし、ホップ数が増加した場合には画質の劣化や遅延が問題となることが考えられ、システム構築に当たっては、画質や遅延時間等の要求条件から適正ホップ数を割り出し、設計する必要がある。

また、アドホックのルーティング・プロトコルにおいては、周期的な経路探索を行うことが多いが、この経路探索を行っている時に情報の伝送が行われると情報の衝突等の影響により回線が一時的に切断されるといった状況が発生することが確認された。

よって、アドホックのルーティング・プロトコルの経路探索周期は、伝送する情報量や情報の要求条件等を総合的に勘案して設定する必要がある。

なお、第2節で触れたように、積雪環境下においては伝搬路の遮蔽等が発生することが多く、そのためアドホックネットワークの活用は積雪寒冷地域でのユビキタスネット構築には非常に適している。

3 DSRC 活用時の提言

今回の試験では、DSRC を活用して路車間の情報伝送試験を実施した。氷点下5度という試験環境においても路側装置の起動、運用に問題はなく、非常に激しい降雪下においても確実に情報伝送が行われ、積雪寒冷地域での DSRC が有効に機能することが確認された。

ただし、今回の試験で使用した前方信号器の状態情報などは、車線によって違った情報を提供する必要があるため、また、信号機の手前どの程度の場所で情報を受けることが効果的かを検討し、送受信エリアの設定を厳密に行う必要があるため、システムを設置する上では送受信エリア形成のノウハウの蓄積が重要である。

なお、車載器からの ID 収集については、天候に左右されず確実に行われることが確認できており、車両の運行管理等に利用する場合、位置特定装置やパケット通信装置等の複数の装置を実装する必要がない点もメリットである。

4 データ集約方法の提言

今回の試験では、環境センサーデータ、動画データ及び DSRC による車両 ID を仮想情報集約センタである「eまち情報センタ」に集約し、各種情報の加工及び情報提供の試験を実施した。各種データ集約には、第三代携帯電話網を利用して行ったが、動画データの集約については、画像のスムーズさという点では若干の伝送容量不足の感は否めなかったが、積雪状況等の環境状況を映像で確認するといったアプリケーションでは十分活用できることが確認された。

実際のシステムにおけるデータ集約方法は、携帯電話や PHS といった電気通信事業者回線を使用する方法、MCA 等の業務用無線を使用する方法、光通信網や地域イントラ網といった有線回線を使用する方法等があり、取り扱いデータの情報量、許容し得る遅延

時間、拡張性等を総合的に判断し、最適な情報収集方法を検討する必要がある。

さらに、ユビキタスネット活用による情報集約システムでは、各種のネットワークにより集約する必要が出てくると考えられる。この場合、情報集約システム側で各種のネットワークをサポートする形態、ネットワーク毎に情報集約システムを持ち、上位の情報集約システムへ階層的に繋ぐ形態、さらには、ネットワーク毎の情報集約システムが連携しながら機能する分散型の形態等が考えられ、システム設計においては各形態のメリット比較により最適な形態を選定する必要がある。

5 利用者への情報提供方法の提言

今回の試験では、仮想情報集約センタである「eまち情報センタ」からインターネットを通じて情報提供試験及びDSRCによる車両への情報提供試験を実施した。

我が国の現状からすれば、パソコンや携帯電話から情報を取得できるという点においてインターネット環境を活用して情報提供することが非常に簡便であり、かつ、有効である。ただし、利用者が必ずインターネット接続環境にあるとまでは言い切れないため、各種の情報提供手段を検討することはデジタルデバイド解消の観点からは重要である。

また、車両への情報提供にDSRCを活用することは、将来、DSRCが普及した場合には非常に有効な情報提供手段と言える。

第4節 生活支援ユビキタスネットの活用に関する提言

1 導入及び運用コスト

将来ユビキタスネットを活用して生活支援システムを構築する場合、いかに導入及び運用に係るコストを低廉化するかが普及のポイントである。

今回の試験では、情報集約用のネットワークとしては第三代携帯電話網という既存のネットワークを利用したことにより、安価なシステムを構築することができた。しかし、環境センサなどは産業用の非常に高精度のものを利用したため、性能は非常に優れているがコスト的には高価なものとなっている。

センサや無線端末などは、必要とする性能と積雪寒冷地域特有の環境条件に対する耐環境性能との比較で決定されるものであるが、でき得る限り安価なものを利用できるよう、産官連携して対応していくことが重要である。

2 運用方法の提言

いかにシステムの運用性を簡便なものにするかも普及のポイントである。生活支援システムを構築する場合、その利用者として高齢者、若年者、身体障害者などさまざまな方がいることを念頭に置き、システムの操作をいかに簡便にし、かつ、できる限りメン

テナンスフリーにするかが非常に重要である。

今回の試験したシステムでは、概ね簡便な操作で利用可能となっていたが、さらに実用化に向けては、高齢者などの利用を十分に考慮したより簡便な操作で利用できるシステムにしていくことが重要である。

3 人材育成・確保

ユビキタスネットを活用していく上では、システムの計画、管理、運用等を行うための人材を育成し確保することが必要である。特に、地域のニーズに則したシステムとするためには、ニーズに則した最適システムの設計や管理が必要であり、導入する地域において、自らシステムを運用、管理しさらには地域に適したアプリケーションを開発できる人材の育成、確保が極めて重要である。このような人材の育成・確保の取組を行うことがこれからのユビキタスネット社会実現に繋がるとともに、地域における雇用の拡大にも繋がることを期待できる。

4 積雪寒冷地域ユビキタスネット活用による生活支援システム

今回の試験では、第3章で述べたように、積雪寒冷地域に暮らす住民のニーズから次の利用システムを想定して試験を実施した。

ア 積雪環境・除排雪情報システム

イ バス利用情報システム

ウ eまちなか情報システム

エ 屋根の積雪荷重監視と雪下ろし時期情報提供システム

試験の結果これらのシステムについて、実現可能性及び課題等を明らかにすることができた。

試験で想定した生活支援システムのイメージを図5-4-1から図5-4-7までに示す。

ここでは、さらに他の積雪寒冷地域ユビキタスネット活用による生活支援システムについて提言することとする。

(1) 安心見守りシステム

積雪寒冷地域においては、積雪等が生活に大きな影響を及ぼす。特に一人暮らしの高齢者や障害者などの生活に与える影響は多大である。このような方々に、身につけることのできる、例えばリストバンド型センサーノードを携帯していただき、センサーネットワークを活用して脈拍や本人の動態等を把握することや緊急通報機能等を持たせることにより、家族、主治医、ボランティア等がいち早く緊急事態を認識でき、より安心な積雪寒冷地域での暮らしを支援することができる。

(2) 雪を楽しむ「楽雪」システム

積雪寒冷地域においては、積雪等からの影響を克服することも重要であるが、積雪寒冷地域での独特の環境を「利用し」、「楽しむ」、「親しむ」という考え方が重要となっており、各種取組が進められてきている。このような取組において、ユビキタスネットを活用することで、更に「楽しむ」という効果を大きくすることが期待できる。

冬季に行われるイベントやスポーツなどにユビキタスネットを活用し、画像による中継やきめ細やかな情報提供、また、スポーツ参加者の体調管理などを行う各種楽雪システムを検討し構築することも当該地域に生活する人々の暮らしを支援することができる。

積雪寒冷地域におけるユビキタスネットワーク活用による生活支援システムのイメージ



図5-4-1 生活支援システムイメージ

[eまちポータル・イメージ]

eまち情報センタ

どちらの地域の情報をお探しですか？
場所を絞り込んで、環境・交通・地域のジャンルを選んでください

青森市長島二丁目

- 現在のお住まい周辺
- 郵便番号または住所で探す
- 施設等、目標物で探す
- 地図から探す

環境情報

積雪・降雪情報
除排雪情報
屋根雪下ろし情報

地域情報

交通情報

バス運行情報
主要道路交通情報
鉄道・他交通機関情報

©積雪寒冷地域生活支援ユビキタスネットワーク構築検討会

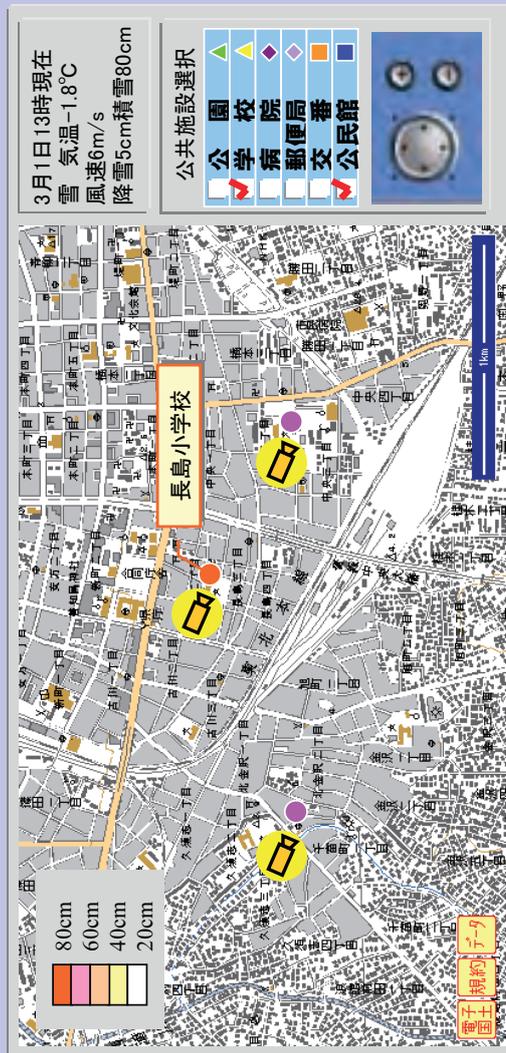
図5-4-2 生活支援システムイメージ（eまち情報センタ）

[eまち情報センタ・情報提供イメージ1]

環境情報

- 積雪・降雪情報
- 除排雪情報
- 屋根雪下ろし情報

青森市長島2丁目付近の積雪情報



積雪・降雪情報

月推移
24時間推移
直近5年比較

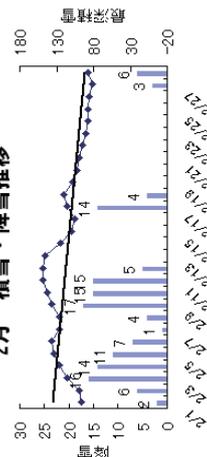
映像情報

- 固定カメラ1
- 固定カメラ2
- 固定カメラ3

映像を表示する地点のカメラを選択してください



2月 積雪・降雪推移



◎積雪寒冷地域生活支援エヒキタネットワーク構築検討会

図5-4-3 生活支援システムイメージ (eまち情報センタ)

[eまち情報センタ・情報提供イメージ2]

環境情報

- 積雪・降雪情報
- 除排雪情報
- 屋根雪下ろし情報

青森市長島2丁目付近の除排雪情報



3月1日13時現在
雪 気温-1.8℃
風速6m/s
降雪5cm積雪80cm

公共施設選択

- 公園
- 学校
- 病院
- 郵便局
- 交番
- 公民館

除排雪情報

除雪計画・実績

雪たい積場

除雪車両稼動状況

映像情報

- 車両カメラ
- 交差点カメラ1
- 交差点カメラ2

映像を表示する地点のカメラを選択してください

1号線(長島付近)

地域	長島1丁目	長島2丁目	長島3丁目
計画	12:00-12:30	12:30-13:00	13:00-13:30
経路情報	みちのく銀行 一栗庁前交差点	栗庁前 一公園前交差点	公園前 一中央大橋交差点
実績	12:20-12:35	除雪中	
お知らせ			みちのく銀行前交差点付近 2km渋滞の影響で20分遅れ

©積雪寒冷地域生活支援エビキタネット構築検討会

図5-4-4 生活支援システムイメージ (eまち情報センタ)

[eまち情報センタ・情報提供イメージ3]

環境情報

積雪・降雪情報
除排雪情報
屋根雪下ろし情報

青森市千刈3丁目付近雪下ろし情報

3月11日13時現在
 雪 気温-1.8℃
 風速6m/s
 降雪5cm積雪80cm

公共施設選択
 公園 学校 病院 郵便局 交番 公民館

屋根雪下ろし情報

No	観測地点	状態	データ (kg/m ³)	カメラ
1	公民館		150 OFF	
2	千刈3丁目サンプルa	警告	200 ON	
3	高校体育館		280 OFF	
4				
5				

千刈3丁目サンプルa

最深積雪量 (cm)	単位荷重積雪量 (kg/m ³)	気温 (℃)
12月5日	10	30
12月15日	15	50
12月25日	30	100
1月5日	40	120
1月15日	45	140
1月25日	48	145
2月5日	50	150
2月15日	60	200
2月25日	70	220
3月5日	80	280

千刈3丁目サンプルa 13時

重積5分推移
 最大積雪量 (cm)
 1999年: 100, 2000年: 100, 2003年: 300

屋根最大荷重・過去平均
 屋根最大積雪量 (kg/m²)
 12/5: 50, 12/15: 100, 12/25: 150, 1/5: 200, 1/15: 250, 1/25: 280, 2/5: 310, 2/15: 340, 2/25: 360, 3/5: 400, 3/15: 450, 3/25: 480

©積雪寒冷地域生活支援ユビキタスネットワーク構築検討会

図5-4-5 生活支援システムイメージ (eまち情報センタ)

[eまち情報センタ・情報提供イメージ4]

交通情報

青森市長島2丁目付近のバス情報



- バス運行情報
- 主要道路交通情報
- 鉄道・他交通機関情報

バス運行情報

○ バス路線
 停留所

● 出発地 → 目的地

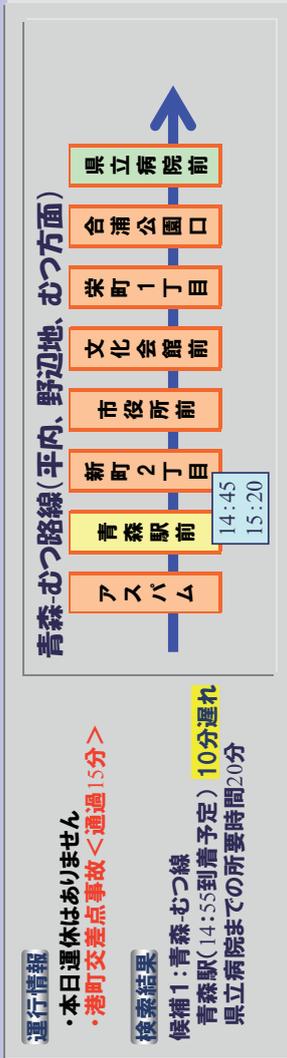
青森駅 県立病院

乗車時刻 14時30分

検索



地図から探す



◎積雪寒冷地域生活支援ユビキタスネットワーク構築検討会

図5-4-6 生活支援システムイメージ (eまち情報センタ)

おわりに

本年度の調査検討は、そもそも青森県から東北総合通信局に対し、青森県でのユビキタスネットワーク構築に係る技術的支援についての相談があり、そのことが発端でした。その後、青森県と話をしている中で、青森県に代表される地域における冬季の積雪寒冷という厳しい環境にスポットを当て、そのような環境で生活する方々に「ユビキタスネットワーク技術」を利用して少しでも生活を支援できないか、という観点から企画をしてきたものです。

とはいえ、東北総合通信局がある仙台市は太平洋側であることから、冬季もさほど多くの積雪はなく、仙台市に居ながら企画をした時には、この調査検討がこれほど過酷なものになるとは予想していませんでした。

積雪や降雪の電波伝搬への影響の調査では、当然のこととしてわざわざ雪が降るのを待って調査を行ったわけですが、氷点下でかつ強風、降雪の中での測定は、電波伝搬の試験を行っているのですが、実際は試験を行っている人の耐久試験のようでした。試験を行う場所へ行くための雪かき、吹雪のなかアンテナが飛ばされないように押さえながらの試験等々、本当に試験に携わった方々、お疲れ様でした。

また、DSRCは我が国初の一般道での試験となり、その試験模様を報道機関に対して公開をしましたが、その公開の日も地吹雪という絶好？の気象となりバスに対して前方の信号の情報を送る試験を行いました。目視できない信号の情報が正しくバスの運転者に伝達されたときには、感激しました。

さらに、屋根の積雪荷重を監視し、雪下ろし時期を通報する試験やアドホックネットワークによる画像伝送試験等の公開も実施しましたが、いずれも所要の動作が確認され、「ユビキタスネットワーク技術」が積雪寒冷地域における生活を支援する大きなツールとなりうることを確信いたしました。

ユビキタスネットワーク技術は何に使えるかというよりは、何に使いたいかという観点が重要と思われます。今後、積雪寒冷地域に生活する人々が、どんなことに利用すれば冬季の生活がより快適なものになるかという観点から検討を続けていっていただきたいものです。

最後に、本検討会にご参加いただいた座長をはじめとする委員の皆様、試験に当たり場所を提供いただいた皆様、各種調整などを行っていただいた青森県の皆様、試験に協力いただいた企業の皆様など、関係者の皆様に深く感謝の意を表します。

平成 18 年 3 月

積雪寒冷地域生活支援ユビキタスネットワーク構築検討会

事務局

積雪寒冷地域生活支援ユビキタスネット 構築検討会

資 料 集

資料集 目次

資料1	積雪寒冷地域生活支援ユビキタスネット構築検討会	開催要綱	144
資料2	積雪寒冷地域生活支援ユビキタスネット構築検討会	構成員	145
資料3	積雪寒冷地域生活支援ユビキタスネット構築検討会	作業部会設置要綱	146
資料4	積雪寒冷地域生活支援ユビキタスネット構築検討会	作業部会構成員	147
資料5	積雪寒冷地域生活支援ユビキタスネット構築検討会	審議状況	148
資料6	青森県ユビキタスあおもり研究会報告(平成17年3月22日)抜粋		150
資料7	試験に使用した機器の諸元		151
資料8	2.4GHz帯無線LANシステム基礎試験データ		164
資料9	試験の公開(平成18年1月19日)プログラム		171
資料10	試験の公開(平成18年2月23日)プログラム		172

積雪寒冷地域生活支援ユビキタスネット構築検討会 開催要綱

1 名称

本調査検討会は、「積雪寒冷地域生活支援ユビキタスネット構築検討会」（以下、「検討会」という。）と称する。

2 目的

現在、「u-Japan 政策」のもと、すべての国民がユビキタスネット社会の恩恵を受けられるようにすることを目指している。

我が国は南北に細長い地理的条件から、地域によっての気候環境が大きく相違し、北国や日本海側では積雪寒冷地域も少なくない。本検討会では、このような積雪寒冷地域に暮らす住民の生活をより快適にするため、ユビキタスネットワーク技術であるセンサーネットワーク、アドホック通信及び狭域無線通信(DSRC)等を活用し、

- ・積雪状況を自動的に把握し除雪作業の効率化を図る
 - ・路面状況や公共交通手段に係るきめ細かな情報提供を行う 等
- より快適な積雪寒冷地域での環境づくりを目指すことを目的とする。

3 検討事項等

- (1) 積雪寒冷地域におけるユビキタスネット社会の構築に必要な電波利用技術の利用可能性の検討
- (2) 積雪寒冷地域における電波を利用した生活支援モデルシステムの提案
- (3) 実証試験システムの検討
- (4) 実証試験の実施、試験結果の分析・評価
- (5) 生活支援システムの実用化に向けた提言
- (6) その他関連する事項

4 構成

- (1) 検討会は、東北総合通信局長の委嘱を受けた委員により構成する。
- (2) 検討会には、構成員の互選により座長を置く。
- (3) 検討会には、作業部会を置く。作業部会の構成員は検討会で定める。
- (4) 作業部会には主査を置き、主査は構成員の中から座長が指名する。

5 運営

- (1) 検討会は座長が開催し主宰する。
- (2) 座長は必要に応じて、構成員以外の委員を招聘することができる。
- (3) その他、運営に関する事項は検討会において定める。

6 開催期間

平成17年7月13日から平成18年3月31日までとする。

7 事務局

検討会の事務局は、東北総合通信局無線通信部企画調整課に置く。

積雪寒冷地域生活支援ユビキタスネット構築検討会
構 成 員

(敬称略・五十音順)

《座長》

佐々木 俊介 青森公立大学経営経済学部 教授 地域研究センター長

《委員》

赤石 謙 社団法人青森県情報サービス産業協会
u-Japan 推進委員会副委員長

伊藤 三郎 株式会社日立製作所東北支社 マーケットエキスパート

及川 秀行 三菱電機株式会社東北支社 社会システム部長
(平成 17 年 9 月 30 日まで)

狩宿 和久 青森市 企画財政部長

工藤 幸男 東日本電信電話株式会社青森支店 副支店長

佐藤 長五郎 財団法人東北移動無線センター 専務理事

関 格 青森県 企画政策部長

畑沢 敬悦 三菱電機株式会社東北支社 社会システム部長
(平成 17 年 10 月 1 日から)

道川 浩治 青森県商工会議所連合会 担当部長

秋林 正幸 総務省東北総合通信局 無線通信部長(平成 17 年 8 月 15 日まで)

小貫 義則 総務省東北総合通信局 無線通信部長(平成 17 年 8 月 16 日から)

積雪寒冷地域生活支援ユビキタスネット構築検討会 作業部会設置要綱

1 目的

本作業部会は、「積雪寒冷地域生活支援ユビキタスネット構築検討会」（以下「検討会」という。）における審議を円滑・効率的に進めるため、検討会の指示等に基づき必要な作業を行う。

2 主な任務

- (1) 積雪寒冷地域の環境下における電波利用技術の利用可能性の検証
- (2) 積雪寒冷地域における、電波を利用した生活支援モデルシステムの検討
- (3) 実証試験の内容・システム・試験方法の検討、試験結果の分析・整理
- (4) 報告書の構成・内容検討、執筆・作成
- (5) 検討会から指示された作業、その他必要な事項

3 構成員

構成員（作業部会委員）は別紙のとおりとする。

4 運営等

- (1) 主査は作業部会を主宰する。
- (2) 主査は、必要により副主査を指名する。
- (3) 作業部会は、会合開催によるほか、効率的運営を図るため電子メール等の通信手段を利用した意見交換等でも実施できることとする。
- (4) 作業部会の事務局は、東北総合通信局無線通信部企画調整課に置く。

積雪寒冷地域生活支援ユビキタスネット構築検討会
作業部会構成員

(敬称略・五十音順)

《主査》

志賀 敏宏 青森公立大学経営経済学部 教授

《副主査》

佐藤 長五郎 財団法人東北移動無線センター 専務理事

《委員》

稲坂 朋義 三菱電機株式会社情報技術総合研究所ユビキタスネットワークシステム部 センサネットワークチームリーダー

岩屋 秀嗣 株式会社共和電業営業本部 新事業推進室長

小松代 信行 株式会社日立製作所東北支社情報システム営業部
公共第一グループ マネージャ

佐々木 正人 株式会社マリンテクノサービス 代表取締役

鈴木 勇 日本電信電話株式会社青森支店法人営業部 e-Japan 推進室 担当課長

武田 耕造 株式会社NTTドコモ東北モバイルマルチメディア本部
モバイルマルチメディアビジネス部MM開発担当 担当課長

千葉 洋一 青森市都市整備部 道路維持課長

外崎 寿範 青森県企画政策部 情報システム課長

濱井 龍明 KDDI株式会社技術統轄本部技術開発本部付 部長

藤井 隆 社団法人青森県情報サービス産業協会 事務局長

藤本 正雄 青森県県土整備部 道路課長

吉田 孝志 株式会社ウィルコム東北支店 課長補佐

渡辺 卓哉 青森県商工会議所連合会 担当次長

土屋 正勝 総務省東北総合通信局無線通信部 企画調整課長

積雪寒冷地域生活支援ユビキタスネット構築検討会 審議状況

開催日 開催場所	会議名	議 題	主な審議内容
平成 17 年 7 月 13 日 於：青森市	第 1 回検討会	(1) 検討事項及び検討スケジュール (2) 雪国に暮らす人々の生活ニーズについて (3) 検討事項関連技術の紹介	検討会及び作業部会の設置並びに検討スケジュールの確認。
8 月 11 日 於：青森市	作業部会	(1) 作業部会検討事項及び検討スケジュール (2) 青森県における雪対策や課題について (3) 積雪寒冷地域における生活支援システムの提案について (4) 生活寒冷地域における生活支援イメージについて	作業部会の検討事項及びスケジュールを確認。 部会員から積雪寒冷地域における生活支援システムの提案の提案を受けて、生活支援イメージについて検討。
9 月 8 日 於：仙台市	作業部会 (限定)	(1) 生活寒冷地域における生活支援イメージについて (2) 実証試験イメージについて	生活支援イメージに基づいて、試験内容について検討。
9 月～10 月	作業部会 (メール)	試験の企画書について	試験の企画書(案)について検討。
	試験	試験期間:平成 17 年 11 月 21 日から平成 18 年 1 月 31 日まで	
平成 18 年 1 月 19 日 於：青森市	試験の公開	狭域無線通信(DSRC)の試験模様について、報道機関に公開(青森市野内小学校前の県道)	
2 月 14 日 於：仙台市	作業部会 (限定)	(1) 狭域無線通信(DSRC)の試験模様の公開結果について (2) 積雪寒冷地域生活支援指ユビキタスネット構築検討に関する試験の結果について (3) 「積雪寒冷地域生活支	試験の報告を受けて意見交換を実施、報告書の骨子(案)について検討。

		援ユビキタスネット構築検討会」報告書の骨子について	
平成 18 年 2 月 23 日 於：青森市	試験の公開	アドホックネットワークによる映像伝送試験及び環境センサーデータ伝送試験並びに積雪荷重監視・情報提供システムについて、検討会関係者と報道機関に公開（青森県木造住宅展示場及び周辺）	
2 月 23 日 於：青森市	第 2 回検討会	(1) 作業部会報告 (2) 積雪寒冷地域生活支援指ユビキタスネット構築検討に関する試験の結果について (3) 「積雪寒冷地域生活支援ユビキタスネット構築検討会」報告書の骨子について	構成員の変更、作業部会の検討経過及び試験結果について報告・確認。 報告書の骨子(案)について審議・了承。
3 月 13 日 於：青森市	作業部会	「積雪寒冷地域生活支援ユビキタスネット構築検討会」報告書(案)について	報告書(案)について検討。
3 月 22 日 於：青森市	第 3 回検討会	「積雪寒冷地域生活支援ユビキタスネット構築検討会」報告書について	報告書(案)について審議・了承。

青森県ユビキタスあおもり研究会報告(平成 17 年 3 月 22 日)抜粋

青森県は多くの良さや可能性をもち、人々は郷土への強い愛着を持っているが、一方では、それらのよさや可能性を認識したり、引き出せずにとりこめて、いまひとつ自分自身にも郷土にも自信を持ち得ないでいる。

そして、「条件、環境が整わないから(とって)やろうとしない」、「良いものがありながら利用しない」、「何が必要か、何が求められているか知ろうとしない」という状況が生じている。

ユビキタスネットワーク技術の活用により、これまでの人と人とのつながりに加えて、人とモノ・場所や、モノとモノ・場所のコミュニケーションが可能となることから、これを青森県という地域(場所)と資源(モノ)の「つながり」や、そこに暮らす人との「つながり」の可能性を拡大することで、モノや場所が情報を持ち、情報を発信し、青森県の弱さを補い、強さを獲得し、新たな価値を創り出していくことが可能となると考える。

青森らしいユビキタスネットワーク社会モデルの実現に向けて一層推進するとともに、今後さらに進めていくべき取り組みの方向性を取りまとめると以下のとおりである。

<雪>

全国的にも有数の豪雪地域である本県において、冬期間における積雪・降雪が県民生活や県内の産業・経済活動に大きな影響を及ぼしていることから、快適な雪国の環境づくりのためのユビキタスネットワーク技術の活用が想定できる。

具体的には、場所に係る情報を活用した積雪環境における歩行支援技術の導入や、積雪状況の情報把握と除雪等作業の効率化、路面状況や公共交通手段に係るきめ細かな情報提供などが考えられる。

<交通>

広い県土を有するとともに、各都市圏が分散し、それぞれ個別に生活圏を形成する多極分散型の地域構造となっている本県において、地域内及び地域間の結びつきを強めるために、県民生活の基盤となる道路、鉄道等の交通の利便性向上にユビキタスネットワーク技術を活用することが想定できる。

具体的には、駅やバス停等において、鉄道とバス、乗合タクシーなど複数の生活交通モードの乗継に関する情報を、ロケーションシステムや歩行案内システムと組み合わせ提供することなどが考えられる。

試験に使用した機器の諸元

ここでは、試験に使用した機器の諸元を示す。

1 2.4GHz 帯無線 LAN システム

以下に 2.4GHz 帯無線 LAN システムで使用した主な機器の諸元を示す。

名 称	メーカー・型式	仕 様
無線 LAN カード	BUFFALO 型式：WLI-PCM-L11GP	インタフェース：PC Card Type II 規格：IEEE802.11b 準拠 周波数：2,412MHz～2,484MHz (1～14ch) 寸法：54×5×102mm 電源：DC 5V (パソコンより給電) 消費電力：最大 1.815mW
無指向性アンテナ	BUFFALO 型式：WLE-NDR	伝送距離増分：100%以上 (目安) 周波数：2,412MHz～2,484MHz (1～14ch) 寸法：65×164×73mm 最大入力電力：1W
ノート PC	IBM ThinkPad R40e 型式：2684-BJ3	CPU：Celeron 2GHz OS：Linux (Kernel 2.4.25) メモリ：256MB 寸法：313×254×38.8mm 重量：2.7kg 電源：AC100-240V 消費電力：72W
コンテナ	積水化学(株) 型式：OC-50LB	寸法：530×366×320mm
無線 LAN モニタ	AIRMAGNET	AirMagnet Laptop Wireless LAN Analyzer

2 2.4GHz 帯アドホック通信システム

以下に 2.4GHz 帯アドホック通信システムで使用した主な機器の諸元を示す。

名 称	メーカー・型式	仕 様
2.4GHz 帯無線端末	三菱電機(株) 型式：プロトタイプ	寸法：61×18.5×100mm 電源：DC 3 V (アルカリ単4電池×2本) 無線規格：IEEE802.15.4
スペクトラムアナライザ	アンリツ(株) 型式：MS2711D	周波数：100kHz～3GHz 表示平均雑音レベル：-135dBm 寸法：254×178×61mm 重量：2.14kg
制御用 PC(送信側)	三菱電機インフォメーションテクノロジー(株) 型式：AL10FBH-R	CPU：Pentium M 1GHz OS：WindowsXP Pro メモリ：512MB 寸法：270×238×16.6mm 重量：1.34kg 電源：AC100-240V 消費電力：13W
制御用 PC(受信側)	富士通(株) 型式：FMV-BIBLO LOOX T86A	CPU：Crusoe TM5800(867MHz) OS：WindowsXP Pro メモリ：512MB 寸法：267×178×36.5mm 重量：1.5kg 電源：AC100-240V 消費電力：43W

3 400MHz 帯アドホック通信システム

以下に 400MHz 帯アドホック通信システムで使用した主な機器の諸元を示す。

名 称	メーカー・型式	仕 様
400MHz 帯通信装置	三菱電機(株) 型式：プロトタイプ	寸法：94×58×17mm 電源：DC4.5V (アルカリ単4電池×3本) 無線規格：特定小電力無線
スペクトラムアナライザ	アンリツ(株) 型式：MS2711D	周波数：100kHz～3GHz 表示平均雑音レベル：-135dBm 寸法：254×178×61mm 重量：2.14kg
制御用 PC(送信側)	三菱電機インフォメーションテクノロジー(株) 型式：AL10FBH-R	CPU：Pentium M 1GHz OS：Windows XP Pro メモリ：512MB 寸法：270×238×16.6mm 重量：1.34kg 電源：AC100-240V 消費電力：13W
制御用 PC(受信側)	富士通(株) 型式：FMV-BIBLO LOOX T86A	CPU：Crusoe TM5800(867MHz) OS：Windows XP Pro メモリ：512MB 寸法：267×178×36.5 mm 重量：1.5kg 電源：AC100-240V 消費電力：43W

4 5.8GHz 帯狭域無線通信システム

以下に 5.8GHz 帯狭域無線通信システムで使用した主な機器の諸元を示す。

名 称	メーカー・型式	仕 様
DSRC 無線部	三菱電機(株) 型式：プロトタイプ	周波数：5.8GHz 帯 変調方式/伝送レート：QPSK/4Mbps 制御部 I/F：光ファイバ
DSRC 制御部	三菱電機(株) 型式：プロトタイプ	通信規格：ARIB STD T-75/T-88 準拠 無線部 I/F：光ファイバ 現示入力 PC I/F：100B-Tx
現示入力用 PC	IBM ThinkPad R40e 型式：2681-BHJ	CPU：PentiumM 1.2GHz メモリ：256MB ディスク容量：60GB OS：Windows XP
DSRC 車載器	三菱電機(株) 型式：プロトタイプ	周波数：5.8GHz 帯 変調方式/伝送レート：QPSK/4Mbps 通信規格：ARIB STD T-75 準拠 ：ARIB STD T-88 準拠
電界強度測定用 PC	富士通 FMV-LifeBook 型式：FMV-6000NU/L	CPU：モバイル PentiumM 750MHz メモリ：256MB ディスク容量：10GB OS：Windows 98SE
電界強度測定装置	(株)三技協 型式：ETC-Moni	周波数：5.8GHz 帯 測定レベル：-90~-30dBm トリガ：車速パルス PC I/F：専用パラレル

5 映像伝送試験システム

以下に映像伝送試験システムで使用した主な機器の諸元を示す。

(1) 無線 LAN アドホックネットワークにおける映像伝送システム

名 称	メーカー・型式	仕 様
マイクロサーバ	三菱電機インフォメーションテクノロジー(株) 型式：プロトタイプ	インタフェース：CF カード×3 シリアルポート×3 寸法：113.5×82.0×38.2mm(突起部除く) 電源：DC 5 V (付属 AC アダプタ使用)
Ethernet カード	プラネックスコミュニケーションズ(株) 型式：CF-10T	インタフェース：CF Type I 規格：IEEE802.3 10BASE-T 寸法：88×42.8×20.5mm(コネクタ部含む) 電源：DC3.3V 消費電力：最大 85mW
Ethernet コンバータ	BUFFALO 型式：WLI2-TX1-AG54	有線 LAN インタフェース：1 ポート (IEEE802.3u / IEEE802.3 準拠) 無線 LAN インタフェース： IEEE802.11g / IEEE802.11b 2.4GHz 準拠 (ARIB STD-T66)、IEEE802.11a 5.2GHz (J52) 準拠 (ARIB STD-T71) 寸法：56×120×92mm 電源：DC3.3V 消費電力：最大 4.2W
無線 LAN カード	BUFFALO 型式：WLI-PCM-L11GP	インタフェース：PC Card Type II 規格：IEEE802.11b 準拠 周波数：2,412 MHz～2,484MHz (1～14ch) 寸法：54×5×102mm 電源：DC 5 V (パソコンより給電) 消費電力：最大 1.815mW
無指向性アンテナ	BUFFALO 型式：WLE-NDR	伝送距離増分：100%以上(目安) 周波数：2,412MHz～2,484MHz (1～14ch) 寸法：65×164×73mm 最大入力電力：1 W
固定カメラ	松下電器産業(株)	画像圧縮方式：JPEG(動画は Motion JPEG)

	型式：BB-HCM110 (Web サーバ機能内蔵ネットワークカメラ(屋内タイプ))	解像度 (ドット) : 640×480, 320×240, 160×120 画質 : 3段階(画質優先、標準、動き優先) フレームレート : 最大30枚/秒(320×240, 160×120 ドット)、最大12 枚/秒(640×480 ドット) 画角 : 左右 43° 上下 32° パン (左右) : ±60° チルト (上下) : +20° ~ -45° 寸法 : 100×100×73.5mm(突起部除く) 重量 : 275 g (本体のみ) 電源 : AC100V 消費電力 : 約 2.5W(待機状態) 約 5.5W(最大(パンスキャン時))
可搬カメラ	Logicool 型式 : QcomPro4000	有効画素数 : 640×480 ピクセル 接続 I/F : USB 寸法 : 67×67×85mm 重量 : 200 g
ノート PC(無線端未用)	IBM ThinkPad R40e 型式 : 2684-BJ3	CPU : Celeron 2GHz OS : Linux(Kernel 2.4.25) メモリ : 256MB 寸法 : 313×254×38.8mm 重量 : 2.7kg 電源 : AC100-240V 消費電力 : 72W
ノート PC(映像表示用)	IBM ThinkPad X31 型式 : 2672-CBJ	CPU : 1.4GHz OS : Windows XP メモリ : 256MB 寸法 : 273×223×30.2mm 重量 : 1.64kg 電源 : AC100-240V 消費電力 : 56W
コンテナ	積水化学(株) 型式 : OC-50LB	寸法 : 530×366×320mm
無線 LAN モニタ	AIRMAGNET	AirMagnet Laptop Wireless LAN Analyzer

(2) デジタルMCA無線における映像伝送システム

移動用画像送信装置		
名 称	メーカー・型式	仕 様
mPocket 端末 PDA	日本ヒューレット・パッカ ード(株) 型式：rx3715	CPU：Samsung S3C2440(400MHz) メモリ：64MB SDRAM、128MB Flash ROM 表示：240×320 ドット カメラ：CMOS120 万画素 BlueTooth：Ver1.1 送信出力 最大 4dBm(PowerClass2) 受信感度 -78dBm 寸法：71×16×114mm 重量：158g 動作温度：0～40℃ 駆動時間：約 10 時間(使用状況で変化)
	GPS 受信機 (PDA に SD スロットに装着) IODATA 機器社 型式：SDGPS	受信周波数帯 :1575.42MHz(L1 帯 C/A コード) 受信チャンネル数：12ch 位置精度：10m 以下(2DRMS、SA OFF) 測地系：WGS-84
mPocket 対応 デジタルMCA ポータブルキット	コーナン電子(株) 型式：KPK-800D	使用電池：Li-Pro 電池使用時間：約 11 時間 アンテナ形式：ホイップ型 アンテナ利得：2.15dBi 寸法：200×128×215mm 重量：2.0kg
	Bluetooth-シリアルアダプ タ(ポータブルキット内部 に実装) ソケットコミュニケーショ ンズ社 型名：Codeless Serial Adapter	Bluetooth Ver1.1 ※ポータブルキット内蔵電池より電源供 給
	デジタルMCA 無線機 (ポータブルキット内部に 実装)	※指令局デジタル無線装置と同等

センター用画像受信装置		
名 称	メーカー・型式	仕 様
mManager 指令局 ノート PC	日本ヒューレット・パッカ ード(株) 型式： nx6120 M360/15X/256/30/W/XP	CPU : Celeron M 360J (1.40 GHz/1MB/ 400MHz) メモリ : 512MB RAM HDD : Ultra ATA-100 30GB 寸法 : 328.6×267×30.3mm 重量 : 2.79kg
指令局 デジタル MCA 装置	三菱電機(株) 型式 : FM-807F02	寸法 : 140×150×34mm 重量 : 0.9kg 電波形式 : G1B、G1C、G1D、G1E、G1F、G1X、 G7W、G7X 周波数: 送信波 891.025MHz～892.975MHz 905.025MHz～914.975MHz 受信波 836.025MHz～837.975MHz 850.025MHz～859.975MHz 通信方式 : 2周波単信方式(複信も可) アクセス方式 : TDM/TDMA 多重数 : 4 多重 伝送速度 : 32kbps フレーム長 : 40ms 発進方式 : 周波数シフト方式 変調方式 : $\pi/4$ QPSK 受信方式 : スーパーヘテロダイン方式 送信方式 : 2W(許容差+20%、-50%) 受信感度 : 6.0dB μ V 以下(BER=1%)

6 センサーデータ伝送試験システム

以下にセンサーデータ伝送試験システムで使用した主な機器の諸元を示す。

名 称	メーカー・型式	仕 様
無線センサ端末	三菱電機(株) 型式：プロトタイプ	寸法：65×35×100mm 電源：DC 3 V (付属 AC アダプタまたはアルカリ単 4 電池× 2 本) 無線規格：IEEE802. 15. 4 センサインタフェース：アナログ (8 bit ADC) × 2
ホストアダプタ	三菱電機(株) 型式：プロトタイプ	寸法：65×35×100mm 電源：DC 3 V (付属 AC アダプタまたはアルカリ単 4 電池× 2 本) 無線規格：IEEE802. 15. 4 PC インタフェース：RS-232C
積雪センサ	(有)クリマテック 型式：C-SR50	電源：DC 9～16V 消費電流：待機時 2mA 動作時 250mA 音波周波数：50kHz 測定範囲：0. 5～10m 動作温度範囲：-45～+50℃ 寸法：310×75mm 重量：1. 3kg
温度センサ	(有)クリマテック 型式：C-107	方式：サーミスター方式 測定範囲：-40～100℃
荷重センサ	(変位計) (株)共和電業 型式：DLT-10BS	検出方式：インダクタンス式 低格容量：±10mm 応答周波数範囲：DC～100Hz 許容温度範囲：-15～75℃
	(ひずみ測定器) (株)共和電業 型式：DPM-613B	応答周波数：0～10kHz 偏差±10% 標準評価ひずみ：± (1～9, 999×10 ⁻⁶ ひずみ以内) 使用温湿度範囲：-10～+50℃ 80%R・H (結露を除く) 寸法：49×142×264mm 重量：1. 6kg

資料 7

パケットスニファ	Chipcon 型式：SmartRF® CC2420DK	Packet Sniffer for IEEE 802.15.4 and ZigBee
ノート PC (センサデータ収集基地局用)	三菱電機インフォメーションテクノロジー(株) 型式：AL10FBH-R	CPU：Pentium M 1GHz OS：Windows XP Pro メモリ：512MB 寸法：270×238×16.6mm 重量：1.34kg 電源：AC100-240V 消費電力：13W
ノート PC (パケットスニファ操作用)	三菱電機(株) 型式：AL10FBH-R	CPU：Pentium M 1GHz OS：Windows XP Pro メモリ：512MB 寸法：270×238×16.6mm 重量：1.34kg 電源：AC100-240V 消費電力：13W

7 e まち情報センタ情報集約試験システム

以下にe まち情報センタ情報集約試験システムで使用した主な機器の諸元を示す。

名称	メーカー・型式	仕 様
ノート PC	三菱電機インフォメーションテクノロジー(株) 型式: ApricotAL R3	CPU : 2.20GHz OS : Windows 2000 メモリ : 512MB ブラウザ : InternetExplorer6.0 web サーバ : Apache Tomcat5.0.28 Java : J2SE1.4.2.09 地図 : プロアトラス W2 寸法 : 327×269.5×38.9mm 重量 : 3.4kg 電源 : AC100V ±10% 消費電力 : 最大 60W
携帯電話カード	(株)富士通 型式 : FOMA F2402	インタフェース : PC Card Type II 寸法 : 12.4×54.0×120.8mm 重量 : 約 50 g 電源 : DC 5 V ± 5 % (PC より供給) 消費電力 : 最大 700mW
アクセスエコノミー接続装置	(株)NTT ドコモ 型式 : PacketWalker II	インタフェース : LAN ポート×1 シリアルポート×1 PC カード×1 寸法 : 80×116×47mm 重量 : 約 470 g 電源 : DC 5 V 消費電流 : 2 A 以下 (付属 AC アダプタ使用)

8 屋根の積雪荷重監視と雪下ろし時期情報提供システム

以下に屋根の積雪荷重監視と雪下ろし時期情報提供システムで使用した主な機器の諸元を示す。

名 称	メーカー・型式	仕 様
無線 LAN 端末(子局)	上田日本無線(株) 型式: Eco. Packet	無線方式: ARIB STD T-67(特定小電力、429MHz) 最大無線通信距離: 数100m以上 平均消費電力: 約3mW(端末30台、1日に30回測定時) 太陽電池、AC給電(オプション) アドホック、マルチホップ通信 各種センサ外付け可 防水仕様(JIS IP64)
センサーデータ収集用基地局(親局)	上田日本無線(株) 型式: Eco. Packet	無線方式: ARIB STD T-67(特定小電力、429MHz) 最大無線通信距離: 数100m以上 平均消費電力: 約3mW(端末30台、1日に30回測定時) 太陽電池、AC給電(オプション) アドホック、マルチホップ通信 各種センサー外付け可 防水仕様(JIS IP64)
携帯電話モジュールカード(800MHz)	(株)NTT ドコモ四国 型式: DoPaUM F01	サイズ: 約120×54×13mm 重量: 本体 約55g インタフェース: PCカードTypeII Extended 使用電源: DC 5V 環境条件: 動作温度範囲 5～40℃ 動作湿度範囲 30～85%(結露を除く) 制御コマンド: ヘイズATコマンド準拠 データ通信速度: 最大2.4Mbps(2.4Mbps対応エリア内でのパケット通信) 対応OS: Window XP、Windows 2000、Windows Me、Windows 98SE

積雪センサ	(有)クリマテック 型式：C-SR50	電源：DC 9～16V 消費電流：待機時 2mA、動作時 250mA 音波周波数：50kHz 測定範囲：0.5～10m 動作温度範囲：-45～+50℃ 寸法：310×75mm 重量：1.3kg
温度センサ	(有)クリマテック 型式：C-107	方式：サーミスター方式 測定範囲：-40～100℃
荷重センサ	(変位計) (株)共和電業 型式：DLT-10BS	検出方式：インダクタンス式 低格容量：±10mm 応答周波数範囲：DC～100Hz 許容温度範囲：-15～75℃
	(ひずみ測定器) (株)共和電業 型式：DPM-613B	応答周波数：0～10kHz 偏差±10% 標準評価ひずみ：±(1～9,999×10 ⁻⁶ ひずみ以内) 使用温湿度範囲：-10～+50℃ 80%R・H（結露を除く） 寸法：49×142×264 mm 重量：1.6kg

2. 4GHz 帯無線 LAN システム基礎試験データ

ここでは、基礎実験において測定した無線 LAN 特性の測定結果を示す。

1 積雪(約 6cm)時の測定結果

環境：天候 晴れ(降雪なし)、積雪 約 6cm、気温 5℃						
ユーザ・データ長=64Byte						
距離(m)	スループット (bps)	パケット到達率				備考
		1 回目	2 回目	3 回目	Ave.	
20	875301.62	100.00	100.00	100.00	100.00	
30	934252.89	100.00	100.00	100.00	100.00	
40	933260.49	100.00	100.00	100.00	100.00	
50	933656.05	100.00	100.00	100.00	100.00	
60	838828.16	100.00	100.00	100.00	100.00	
70	839215.48	100.00	100.00	100.00	100.00	
80	819799.67	100.00	100.00	100.00	100.00	
90	497973.12	94.53	94.53	96.09	95.05	
100	838428.11	100.00	100.00	100.00	100.00	
110	838899.74	100.00	100.00	100.00	100.00	
120	398644.63	100.00	100.00	100.00	100.00	
130	375382.55	92.19	96.88	96.88	95.31	
140	838987.29	100.00	100.00	100.00	100.00	

環境：天候 晴れ(降雪なし)、積雪 約 6cm、気温 5℃						
ユーザ・データ長=512Byte						
距離(m)	スループット (bps)	パケット到達率				備考
		1 回目	2 回目	3 回目	Ave.	
20	3552989.07	100.00	100.00	100.00	100.00	
30	3555375.93	100.00	100.00	100.00	100.00	
40	3555564.94	100.00	100.00	100.00	100.00	
50	3503092.96	100.00	100.00	100.00	100.00	
60	2646429.13	100.00	100.00	100.00	100.00	
70	2645316.02	100.00	100.00	100.00	100.00	
80	2647510.04	100.00	100.00	100.00	100.00	
90	1388359.99	98.44	96.09	99.22	97.92	

100	2645177.71	100.00	100.00	100.00	100.00	
110	2645470.99	100.00	100.00	100.00	100.00	
120	2917736.57	99.22	99.22	98.44	98.96	
130	1385557.99	97.66	98.44	95.31	97.14	
140	2644533.95	100.00	100.00	100.00	100.00	

環境：天候 晴れ(降雪なし)、積雪 約6cm、気温 5℃						
ユーザ・データ長=1024Byte						
距離(m)	スループット (bps)	パケット到達率				備考
		1回目	2回目	3回目	Ave.	
20	5205652.54	100.00	100.00	100.00	100.00	
30	5264423.33	100.00	100.00	100.00	100.00	
40	5262997.44	100.00	100.00	100.00	100.00	
50	5186898.82	100.00	100.00	100.00	100.00	
60	3522051.76	100.00	100.00	100.00	100.00	
70	3521532.65	100.00	100.00	100.00	100.00	
80	3871052.26	100.00	100.00	100.00	100.00	
90	2052440.50	96.88	96.88	98.44	97.40	
100	3522023.87	100.00	100.00	100.00	100.00	
110	3521856.20	100.00	100.00	100.00	100.00	
120	2042957.88	99.22	97.66	96.88	97.92	
130	2044435.23	96.09	95.31	96.88	96.09	
140	3522246.43	100.00	100.00	100.00	100.00	

2 積雪(約100cm)時の測定結果

環境：天候 晴れ(若干の降雪)、積雪 約100cm、気温 0℃						
ユーザ・データ長=64Byte						
距離(m)	スループット (bps)	パケット到達率				備考
		1回目	2回目	3回目	Ave.	
20						
30						
40						
50	654088.93	100.00	100.00	100.00	100.00	
60	928905.62	100.00	100.00	100.00	100.00	

資料 8

70	928890.91	100.00	100.00	100.00	100.00	
80	916289.82	96.88	100.00	100.00	98.96	
90	772470.00	99.22	100.00	100.00	99.74	
100	667459.60	100.00	98.44	100.00	99.48	
110	923876.17	100.00	100.00	100.00	100.00	
120	446574.95	100.00	100.00	100.00	100.00	
130	928475.85	99.22	100.00	100.00	99.74	
140	834484.92	100.00	100.00	100.00	100.00	

環境：天候 晴れ(若干の降雪)、積雪 約 100cm、気温 0℃						
ユーザ・データ長=512Byte						
距離(m)	スループット (bps)	パケット到達率				備考
		1 回目	2 回目	3 回目	Ave.	
20						
30						
40						
50	3487104.18	100.00	100.00	100.00	100.00	
60	3535680.98	100.00	100.00	100.00	100.00	
70	3534502.35	100.00	100.00	100.00	100.00	
80	3459761.77	100.00	100.00	99.22	99.74	
90	1698006.59	100.00	100.00	100.00	100.00	
100	1762313.66	100.00	100.00	95.31	98.44	
110	3525656.91	100.00	100.00	100.00	100.00	
120	1415224.39	100.00	100.00	100.00	100.00	
130	3228361.93	100.00	100.00	100.00	100.00	
140	2630242.28	100.00	100.00	100.00	100.00	

環境：天候 くもり(時々降雪)、積雪 約 100cm、気温 -3℃						
ユーザ・データ長=1024Byte						
距離(m)	スループット (bps)	パケット到達率				備考
		1 回目	2 回目	3 回目	Ave.	
20						
30						
40						
50	5228304.30	100.00	100.00	98.44	99.48	

60	5231151.40	100.00	100.00	100.00	100.00	
70	5032818.77	100.00	100.00	100.00	100.00	
80	4899912.73	97.66	98.44	98.44	98.18	
90	2455989.68	98.44	96.88	94.53	96.61	
100	2150422.59	93.75	96.09	92.97	94.27	
110	4923536.23	100.00	100.00	100.00	100.00	
120	3296468.06	100.00	100.00	93.75	97.92	
130	5138025.95	100.00	100.00	100.00	100.00	
140	3500930.51	100.00	100.00	100.00	100.00	

3 降雪時の測定結果

環境：天候 晴れ(降雪(吹雪))、積雪 約100cm、気温 -3℃						
ユーザ・データ長=64Byte						
距離(m)	スループット (bps)	パケット到達率				備考
		1回目	2回目	3回目	Ave.	
20						
30						
40						
50	834434.19	100.00	100.00	100.00	100.00	
60	834132.43	100.00	100.00	100.00	100.00	
70	834474.66	100.00	100.00	100.00	100.00	
80	834956.46	100.00	100.00	100.00	100.00	
90	873670.12	95.31	100.00	100.00	98.44	
100	834303.24	100.00	100.00	100.00	100.00	
110	907143.85	94.53	100.00	98.44	97.66	
120	734524.49	99.22	98.44	99.22	98.96	
130						
140						

環境：天候 晴れ(降雪(吹雪))、積雪 約100cm、気温 -3℃						
ユーザ・データ長=512Byte						
距離(m)	スループット (bps)	パケット到達率				備考
		1回目	2回目	3回目	Ave.	

資料 8

20						
30						
40						
50	2631125.45	100.00	100.00	100.00	100.00	
60	2629859.73	100.00	100.00	100.00	100.00	
70	2630593.12	100.00	100.00	100.00	100.00	
80	2630864.00	100.00	100.00	100.00	100.00	
90	3296493.07	99.22	92.97	95.31	95.83	
100	3066188.86	100.00	100.00	100.00	100.00	
110	3459573.33	95.31	100.00	97.66	97.66	
120	3410563.82	95.31	92.19	96.09	94.53	
130						
140						

環境：天候 晴れ(降雪(吹雪))、積雪 約100cm、気温 -3℃						
ユーザ・データ長=1024Byte						
距離(m)	スループット (bps)	パケット到達率				備考
		1回目	2回目	3回目	Ave.	
20						
30						
40						
50	4891092.29	100.00	100.00	100.00	100.00	
60	3501999.28	100.00	100.00	100.00	100.00	
70	3502374.82	100.00	100.00	100.00	100.00	
80	3503282.71	100.00	100.00	100.00	100.00	
90	5170162.69	94.53	97.66	100.00	97.40	
100	5182422.08	100.00	100.00	100.00	100.00	
110	5129600.11	100.00	98.44	99.22	99.22	
120	4946121.14	99.22	98.44	95.31	97.66	
130						
140						

4 Signal strength/ noise level の測定結果

環境：天候 晴れ(降雪なし)、積雪 約6cm、気温 5℃													
Signal strength / noise level(無線LAN モニタ(AirMagnet)からの抽出)													
距離 (m)	Signal strength(dBm)						Noise level(dBm)						
	1	2	3	4	5	Ave.	1	2	3	4	5	Ave.	
20	-65	-65	-65	-65	-65	-65.0	-93	-93	-93	-93	-93	-93.0	
30	-68	-68	-68	-68	-67	-67.8	-93	-93	-93	-93	-93	-93.0	
40	-72	-75	-78	-77	-76	-75.6	-92	-92	-92	-92	-92	-92.0	
50	-79	-80	-80	-81	-79	-79.8	-92	-92	-92	-92	-92	-92.0	
60	-88	-86	-85	-88	-86	-86.6	-91	-91	-91	-91	-91	-91.0	
70	-87	-86	-85	-86	-87	-86.2	-83	-91	-92	-92	-92	-90.0	
80	-84	-84	-83	-84	-84	-83.8	-82	-92	-92	-92	-92	-90.0	
90	-87	-88	-88	-87	-86	-87.2	-93	-93	-93	-93	-93	-93.0	
100	-87	-85	-83	-83	-82	-84.0	-93	-93	-93	-93	-93	-93.0	
110	-86	-86	-86	-85	-85	-85.6	-93	-93	-93	-93	-93	-93.0	"-28dBm とな ること"
120	-85	-86	-87	-86	-87	-86.2	-93	-93	-93	-93	-93	-93.0	
130	-41	-39	-39	-40	-38	-39.4	-93	-93	-93	-93	-93	-93.0	"-90dBm とな ること"
140	-90	-91	-91	-90	-89	-90.2	-93	-93	-93	-93	-93	-93.0	

環境：天候 晴れ(若干の降雪)、積雪 約100cm、気温 0℃													
Signal strength / noise level(無線LAN モニタ(AirMagnet)からの抽出)													
距離 (m)	Signal strength(dBm)						Noise level(dBm)						
	1	2	3	4	5	Ave.	1	2	3	4	5	Ave.	
20													
30													
40													
50	-79	-80	-80	-81	-79	-79.8	-92	-92	-92	-92	-92	-92.0	
60	-75	-75	-75	-75	-75	-75.0	-88	-88	-88	-88	-88	-88.0	
70	-40	-40	-40	-40	-40	-40.0	-88	-88	-88	-88	-88	-88.0	
80	-66	-66	-66	-66	-66	-66.0	-88	-88	-88	-88	-88	-88.0	
90	-35	-35	-35	-35	-35	-35.0	-87	-87	-87	-87	-87	-87.0	
100	-79	-80	-80	-80	-80	-79.8	-89	-89	-89	-89	-89	-89.0	

資料 8

110	-59	-62	-59	-56	-54	-58.0	-88	-88	-88	-88	-88	-88.0	
120	-77	-80	-79	-79	-80	-79.0	-88	-88	-88	-88	-88	-88.0	
130	-53	-51	-55	-53	-56	-53.6	-88	-88	-88	-88	-88	-88.0	
140	-61	-64	-62	-65	-63	-63.0	-89	-89	-89	-89	-89	-89.0	

環境：天候 晴れ(降雪(吹雪))、積雪 約100cm、気温 -3℃														
Signal strength / noise level(無線LAN モニタ(AirMagnet)からの抽出)														
距離 (m)	Signal strength(dBm)						Noise level(dBm)							
	1	2	3	4	5	Ave.	1	2	3	4	5	Ave.		
20														
30														
40														
50	-68	-67	-67	-67	-67	-67.2	-87	-87	-87	-87	-87	-87.0		
60	-68	-68	-68	-68	-68	-68.0	-87	-87	-87	-87	-87	-87.0		
70	-75	-75	-75	-75	-75	-75.0	-87	-87	-87	-87	-87	-87.0		
80	-66	-64	-66	-67	-59	-64.4	-87	-87	-87	-87	-87	-87.0		
90	-66	-65	-66	-66	-64	-65.4	-86	-86	-86	-86	-86	-86.0		
100														
110	-68	-66	-69	-67	-70	-68.0	-85	-85	-85	-85	-85	-85.0		
120	-58	-58	-59	-58	-58	-58.2	-82	-82	-82	-82	-82	-82.0		"802.11 ack で測定"
130														
140														

**積雪寒冷地域における生活支援ユビキタスネット構築検討に関する
狭域無線通信（DSRC）試験の公開 プログラム
～積雪寒冷地域生活支援ユビキタスネット構築検討会～**

日時 平成 18 年 1 月 19 日（木） 10 時 30 分から 11 時 30 分
 場所 試験概要の説明：野内町民会館（青森市大字野内字菊川 155）
 試験模様の公開：野内小学校前（青森市大字野内）
 主催 総務省東北総合通信局

スケジュール

- 10：30 開会
東北総合通信局
- 10：33 積雪寒冷地域生活支援ユビキタスネット構築検討に関する実証試験の概要説明
東北総合通信局 無線通信部 企画調整課
- 10：38 試験の公開内容の説明
三菱電機株式会社 鎌倉製作所 ITシステム部
- （野内町民会館から野内小学校前に移動）
- 10：50 DSRC 試験模様の見学
 (1) DSRC の設置状況
 (2) 車両運行による路車間情報提供に関する情報収集
- 11：30 終了予定

〔配布資料〕

- 資料 1 「積雪寒冷地域生活支援ユビキタスネット構築検討会」が実施する実証試験の概要
- 資料 2 狭域無線通信(DSRC)による路車間情報提供に関するフィールド試験
- 資料 3 「積雪寒冷地域生活支援ユビキタスネット構築検討会」開催要綱及び構成員

積雪寒冷地域における生活支援ユビキタスネット構築検討に関する
実証試験の公開（第2段） プログラム
～積雪寒冷地域生活支援ユビキタスネット構築検討会～

日時 平成 18 年 2 月 23 日（木）13 時 00 分から 14 時 15 分頃まで
場所 試験概要の説明：青森市横内市民センター（青森市大字横内字亀井 28-2）
試験模様の公開：県木住展示場（青森市幸畑 5-19-5）及び周辺
主催 総務省東北総合通信局

スケジュール

- 13：00 開会
主催者あいさつ 東北総合通信局長 東 敏夫
- 13：03 積雪寒冷地域生活支援ユビキタスネット構築検討に関する実証試験の概要説明
- 13：08 試験の公開内容の説明
(1) 三菱電機株式会社
(2) 株式会社共和電業

(13：30 頃 横内市民センターから県木住展示場に移動)

- 13：45 試験模様の見学
(1) センサーデータ伝送試験（県木住）
(2) 映像データ伝送試験、e まちなか情報システム（集会所）
(3) 屋根の積雪荷重監視及び情報提供システム（県木住）
- 14：15 終了予定

試験公開の内容

- ≫アドホックネットワークによる映像伝送試験
- ≫環境センサーデータ伝送試験
- ≫屋根の積雪荷重及び情報提供システム

実証試験協力機関

青森県、三菱電機株式会社、株式会社共和電業、有限会社クリマテック、
青森県木造住宅普及推進協同組合

〔配布資料〕

- 資料 1 「積雪寒冷地域生活支援ユビキタスネット構築検討会」が実施する実証試験の概要
資料 2 フィールド試験～公開試験・システムの概要～
資料 3 「積雪寒冷地域生活支援ユビキタスネット構築検討会」開催要綱及び構成員

積雪寒冷地域生活支援ユビキタスネット構築検討会

事務局 総務省 東北総合通信局無線通信部企画調整課

〒980-8795 仙台市青葉区本町3丁目2-23

Tel (022) 221-0702/Fax (022) 221-0607

URL <http://www.ttb.go.jp/>