

緊急時における 気球活用ワイヤレスネットワークシステム 検討会

報告書

緊急時における気球活用ワイヤレスネットワークシステム検討会 報告書

平成19年2月

総務省 東北総合通信局

平成19年2月

総務省 東北総合通信局



はじめに

災害により連絡手段が確保できない地域に、被災状況や避難住民の状況に応じて的確に救護活動や物資輸送を行うためには、連絡手段を早期に確立することはとても大切です。また、避難住民は、家族の安否やライフラインの復旧に関する情報を必要としています。

これらの要請に応えるため、私たちは、被災地域や避難住民が集合している地区の上空に気球を活用した臨時のワイヤレスネットワークを作って情報提供することが有効と考えました。通信が途絶している病院、公民館、避難所等の重要施設の上空に気球ユニットを上げることにより、これらの重要施設は情報拠点となり、気球ユニットを被災地域にブロック単位で配置すれば、広域利用もできます。また、避難先の学校には、インターネットが整備されていますので、体育館に置かれた救護団体や避難者が気球ユニットから学校インターネットを経由して外から様々な情報を得ることができますしワイヤレスノートパソコンで被災画像を送ったり、IP携帯電話で通話したりすることもできます。

しかし、これを実現するには、風で揺れる気球に載せたワイヤレスシステムがどのような電波伝搬特性を示し、どの位まで遠く、広く、そしてその場合の品質はどうか、また、確実、安全に通信できるのだろうかといった課題を検証する必要が生まれました。

そこで、実際に複数の気球に無線装置を載せたワイヤレスネットワークシステムを作り、災害時に必要な情報がちゃんとやりとりできるかどうか試験を試みました。気球は、飛行船型、係留型、自由型など様々なタイプがありますが、実用化をめざして安価で設置が簡単に運用が容易であることをイメージして係留型気球を試作しました。

試験で使用したワイヤレスシステムは、既に製品化されているものであり、気球に搭載した試験でもその有効性が確認されました。しかし、気球の重量、大きさ、高さ、電源等の物理的な課題が残っており、今後さらに気球の小型軽量化と安定性を維持するための標準的パラメータが蓄積、検証されれば、技術的に実用化は十分可能と思われます。

日常の気球ユニットの保管、管理、保守、搬出、設置をどう行うのか、そのための要員確保や習熟化等の運用課題をクリアすれば、実用化に更に大きく進むことになるでしょう。

試験は、岩手県滝沢村を中心に行いましたが、岩手県は広大な県土を有し、長く変化に富んだ海岸線をもち、歴史的にも大きな津波被害を受けており、防災に関する取組が進んでいます。また、中山間地域に集落が多数点在しており、災害時に集落や避難住民が孤立する可能性も少なくありません。こうした先駆的取組の上に本検討結果が全国の魁となることを期待しています。

本報告書が災害等による緊急的な情報通信手段の確保のための一助となれば幸いです。最後に貴重なご意見やご提言、ご協力を頂いた多くの機関、関係の方々に心から感謝申し上げます。

平成 18 年 12 月

緊急時における気球活用ワイヤレスネットワークシステム検討会

座 長 柴田 義孝

目 次

はじめに

第1章 検討会の概要

第1節 検討会の目的	1
第2節 検討会の必要性	1
第3節 検討会の開催	2

第2章 防災対策と求められる緊急時のネットワーク

第1節 災害地域の変遷と課題	3
第2節 岩手県における災害対策の現状と課題	3
第3節 災害時に求められる情報ニーズ	5

第3章 気球活用ワイヤレスネットワークシステムの期待と有効性の確認

第1節 緊急時における気球活用ワイヤレスネットワーク構築の検討	8
第2節 試験の目的と試験項目	12
第3節 試験システムの構成と機能等	15
第4節 試験システム構成イメージ	16

第4章 緊急時における気球活用ワイヤレスネットワークシステムの試験

第1節 試験の概要	18
第2節 試験システムの設備構成及び設備の概要	19
第3節 試験の検証内容及び結果	52
第4節 試験結果の評価	65

第5章 緊急時における気球活用ワイヤレスネットワークシステム構築の 実現性と今後の方向性

第1節 検討結果の総括	70
第2節 緊急時における気球活用ワイヤレスネットワークシステム構築 に向けた課題及び考慮すべき事項	72
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	74
第4節 緊急時における気球活用ワイヤレスネットワークシステムの活用 に関する提言	76

おわりに	78
------	----

資料集

資料 1	緊急時における気球活用ワイヤレスネットワークシステム検討会 開催要綱	80
資料 2	緊急時における気球活用ワイヤレスネットワークシステム検討会 構成員	82
資料 3	緊急時における気球活用ワイヤレスネットワークシステム検討会 作業部会設置要綱	83
資料 4	緊急時における気球活用ワイヤレスネットワークシステム検討会 作業部会構成員	84
資料 5	緊急時における気球活用ワイヤレスネットワークシステム検討会 審議状況	85
資料 6	試験に使用した機器の諸元	87
資料 7	気球を上げる上での運用マニュアル	100
資料 8	フィールド試験の公開（平成18年10月28日）プログラム	102
資料 9	試験データ	104

第1章 検討会の概要

第1節 検討会の目的

政府は、我が国を2005年に世界最先端のIT国家にすることを目標に、IT戦略本部を中心として「e-Japan戦略」及びこれに続く「e-Japan戦略II」に取り組み、例えば高速インターネットが利用可能な世帯数などの目標は概ね達成した。また、総務省では「u-Japan構想」として「いつでも・どこでも・何でも・誰でも」が情報通信技術を活用できるユビキタスネット社会の実現に向けた種々施策を展開している。

更に、2006年1月19日には、IT戦略本部による2006年以降の日本の新たなIT化を推進する「IT新改革戦略」が策定され、世界に先駆けて2010年度にはITによる改革を完成させることを目指し、各種政策を推し進めている。

日本は、地形、地質などの自然条件から、地震、津波、豪雨、火山噴火などが発生しやすく、過去にも多くの災害に見舞われてきた。このような災害発生時において、国民の生命及び財産を保護するための方策として、情報通信手段を活用した応急対策が必要となっている。

しかし、災害時には情報通信機器の故障やネットワークの寸断、通信の輻輳等により、連絡手段が確保できない状況が起り得、また、被災住民等が孤立することも想定されることから、災害時等の緊急時に有効な通信手段の確立が求められている。

本検討会では、災害により連絡手段が確保できない地域において、気球を用いた臨時のネットワークシステムを構築するため、無線アクセスシステムや無線LANについて電波伝搬特性を調査し、地理や気象といった環境条件の変化等を考慮した当該システムの最適な技術的パラメータや活用方策等を検討する。

第2節 検討会の必要性

1 緊急時における気球を活用したワイヤレスネットワークシステムの構築に必要な電波利用技術の利用可能性の検討

災害地域において、緊急時における気球を活用したワイヤレスネットワークシステムの活用を検討する場合、これら地域の環境条件において、各種技術の電波伝搬特性や気球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必要がある。

第1章

2 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、災害時のニーズを具体的に把握・分析し、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することが大変重要である。また、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当たり、災害が多く発生している地域においてモデルシステムを検証し、その有効性等を検討することが重要であると判断されることから、災害が多発している岩手県（滝沢村）において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、審議状況等の概要は、資料集の資料1から資料5に示す。

第2章 防災対策と求められる緊急時のネットワーク

第1節 災害地域の変遷と課題

近年の災害では、地震による災害として、平成5年に北海道南西沖の日本海海底で発生した北海道南西沖地震、平成7年の淡路島北部を震源として発生し直下型の大地震であった阪神・淡路大震災、平成16年の新潟県小千谷市を震源として発生した新潟県中越地震等がある。また、火山噴火による災害として、平成12年の北海道有珠山や東京都三宅島での火山噴火がある。このように、日本各地で地形や地質などの自然的条件から多くの自然災害が発生している。

この教訓として、国・県・市町村等は、防潮堤や防波堤、水門等の整備、津波防災訓練の実施や自主防災組織の育成・強化など、様々な災害対策を講じてきている。

近年における防災対策のキーワードは、「災害情報」にある。災害発生時に最も重要なことは、いかに災害・防災情報を収集・加工・伝達するかであり、複雑化する都市災害の中で、その重要性は益々高まりつつある。

地震、火山噴火、津波などの大規模災害などにおいては、すみやかな復旧活動を行う上で、被害規模の予測、被害情報の収集、避難勧告・指示の伝達、ライフラインなどの復旧関連情報、被災者の安否・生活情報など、さまざまな情報が大きな役割を果たしている。新潟県中越地震においては被災地において各種の通信手段が途絶したことが災害情報の収集と情報提供の遅れにつながり、その復旧に時間を要することが明らかになっており、災害時の通信手段の確保のために、速やかな仮復旧システムの構築が必要とされている。

また、近年の情報社会の進展とともに各種の情報機器が普及し、防災に貢献することも期待されており、現代では、防災対策にとって情報の問題は密接な関係がある。大規模災害時に通信の途絶した地域に対して速やかな情報伝達の手段を確立することは、迅速かつ適切な災害復旧活動を展開する上で有効な方策としてその具体化が求められている。

第2節 岩手県における災害対策の現状と課題

前節で述べた災害対策の課題については、岩手県においても共通の課題を有しており、岩手県は過去の教訓と今後想定される大規模災害の対策の必要性から様々な取り組みが行われている。

本節では典型として岩手県の災害対策の現状と課題について記述する。

1 岩手県の地理的特徴

岩手県は本州の北東部に位置し、東西約122km、南北約189kmと南北に長い楕円の形をしており、その広さは北海道に次ぎ、神奈川、東京、千葉、埼玉を合わせた面積より広く、日本の面積の約4%を占めている。

内陸部の大部分は山岳丘陵地帯で占められ、西側の秋田県との県境に奥羽山脈があり、平行して東部に北上高地が広がっている。この二つの山系の間を北上川が南に流れ、その流域に平野が広がっている。

沿岸は、宮古市から北は典型的な隆起海岸である。翻って宮古市から南側は、陸地の沈降によってできた代表的なリアス式海岸となっている。

県の人口は約140万人であるが、広大な県土のために、人口密度は全国平均の約4分の1となっている。これは東京都の約60分の1に相当する。また、中山間地域には多くの集落が点在している。

岩手県は広大な県土と長く変化に富んだ海岸線を有し、また、中山間地域に多くの集落が点在していることから、大災害が発生した場合にはライフラインが寸断し、集落や避難住民が孤立するケースが十分考えられる。

2 岩手県の災害に関する取り組みの現状

(1) 地震・津波対策

過去に受けた大きな津波被害の教訓から、岩手県においては、国、県、市町村は、湾口防波堤等の整備を図ってきており、また津波防災マップの配付、自主防災組織の育成・強化などの対策を講じてきている。

しかしながら、平成8年2月以来、県沿岸への津波警報は発令されておらず、また、沿岸市町村で実施している津波防災訓練への住民の参加率が低いなど、津波に対する防災意識の風化が懸念されている。

一方、市町村における避難計画の策定における広域的かつ統一的な基本方針として、平成16年5月に「津波避難計画策定指針」が策定され、同年11月には「岩手県地震・津波シミュレーション及び被害想定調査」が実施された。また、平成17年3月には「三陸津波映像の受配信」を行うとともに、平成18年3月には津波防災教育教材が開発された。現在、その教材の普及啓発に取り組んでいる。

(2) 岩手山の火山噴火対策

岩手山は、標高2,038メートルの大型成層火山である。地質時代に爆発的な噴火を繰返しており、山体の大規模な崩壊も過去7回発生している。

また、1680年代から1900年代にかけて3回噴火しているが、昭和期には噴気活動が活発化した時期があったものの噴火には至っていない。

しかし、1998年2月から火山性地震が増えはじめ、同年6月には、気象庁臨時火山

情報により、噴火の可能性があることが発表されている。

県では、岩手山周辺市町村等関係機関と協力し、急きょ「岩手山火山防災マップ」及び「岩手山火山防災ガイドライン」を策定し、また防災訓練を繰り返し行うなどして、噴火に備えた。

3 岩手県の災害に関する取り組みの課題

災害によってライフラインが寸断し、集落や避難住民が孤立した場合、災害状況を迅速・的確に把握し必要な支援を行う必要があるが、災害により既存の情報通信ネットワークが機能しなくなった場合、何よりもまず、災害情報を収集し伝達する通信手段を確保する必要がある。

県の地域防災計画においては、災害時の情報収集・伝達について、「災害により、通信施設等が被災した場合においても、災害情報を関係機関に伝達できるよう、通信手段の複数化を図る。」と定められており、災害時における通信手段の確保が重要となっている。

第3節 災害時に求められる情報ニーズ

前述のように災害対策の現状と課題については共通の実態となっている。とりわけ災害時に求められる情報収集・伝達の手段について、情報の種類及び提供する有効な手段について記述する。

1 災害時に求められる情報の種類

災害が発生時した場合、被災者及び被災者の親族や支援者にとって、避難情報や安否情報、被災状況などの情報の提供が大変重要になる。

一方、災害発生直後、発生から2日目までの災害沈静化期、発生3日目から2週間までの災害復旧期等3段階にわたる時間の経過によって必要とされる情報は変化する。そのため、必要な情報を必要なときに提供できる環境を整備することが重要である。

2 災害時に情報を提供する有効な手段

災害時に情報を提供する手段として、衛星通信網やモバイル網、無線 LAN・WAN 等があるが、災害によりこれらの情報通信ネットワークが機能しなくなる場合も考えられる。そこで、気球に無線機を搭載し、空中でマルチホップをさせて災害時の通信手段とすることが、災害時に情報を提供する有効な手段の1つと考えられる。

気球を用いた災害時の通信イメージを図2-3-1に示す。また、災害時において気球に無線機を搭載し通信手段とする使用ケースを図2-3-2から図2-3-4に示す。

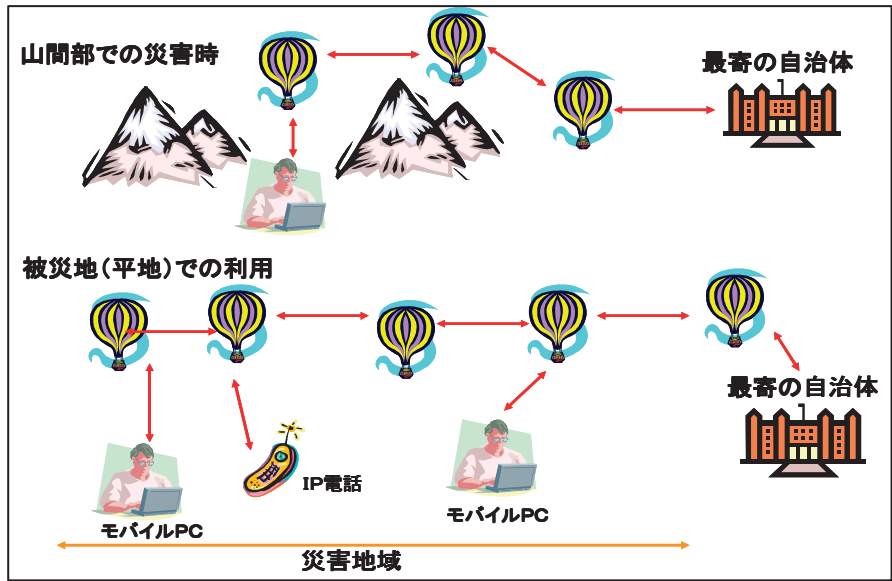


図 2-3-1 災害時の通信イメージ

(1) 広域被災地域での利用

被災地域の中にブロック単位で気球ユニットを配置し、上空数十メートルにおいて気球間でネットワークを構成し、稼働可能なアクセスポイントに接続する。

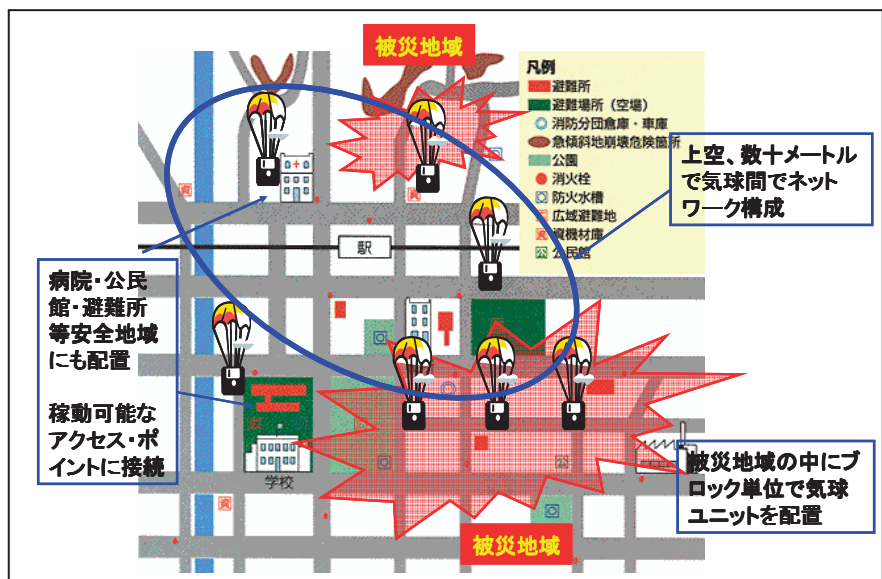


図 2-3-2 使用ケース① 広域被災地域での利用

(2) 避難所での利用

救護所・NGO等の事務所が入る体育館や駐車場、インフラが整備されている学校の校舎等の間を気球でネットワークを構成し、被災情報や安否等の情報をインターネットに流す。



図 2-3-3 使用ケース② 避難所での利用

(3) 気球直下での利用

気球の直下において、IP電話やワイヤレスノートPCに格納した現場写真を他の気球へリンクをさせて、通話や画像伝送を行う。

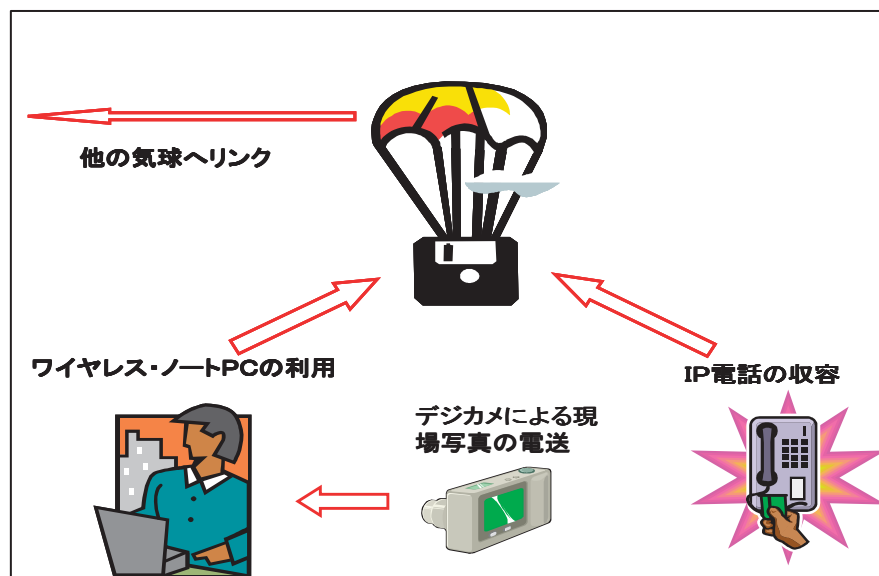


図 2-3-4 使用ケース③ 気球直下での利用

第3章 気球活用ワイヤレスネットワークシステムの期待と有効性の確認

第1節 緊急時における気球活用ワイヤレスネットワーク構築の検討

前章における災害時に求められる情報ニーズの検討結果から、災害地域における気球活用ワイヤレスネットワーク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。

以下では検討内容及び緊急時における気球活用ワイヤレスネットワークシステムの概要に触れるとともに、そのイメージを示す。

1 緊急時における気球活用ワイヤレスネットワークシステムに求められる機能

災害によりライフラインが寸断した地域においては、避難住民の状況の把握、避難住民への物資供給に関する情報等の様々な情報を収集伝達する連絡手段を早期に確立する必要がある。また、避難住民の安否情報、ライフラインの復旧状況等の情報を提供することの重要性が認識されるようになっている。

地震津波等の大規模災害においては、情報通信機器の故障や通信ネットワークの寸断をも考慮した災害情報システムを構築することの重要性が叫ばれるようになっている。また、被災地において通信ネットワークの迅速な仮復旧を確保することは、防災システムから減災システムへの対応に資する。

当該システムの構築に当たっては、災害の発生状況に対応して柔軟かつ迅速にネットワークを構築することが必要であると同時に、時間経過とともに災害時に求められる情報の変化に対応することが重要である。これらのニーズに対応し得る必要な機能として次の6条件が求められている。

- ① 無線利用による冗長的な通信ネットワークを構築する機能
- ② モバイル技術やアドホック技術¹による動的なネットワーク再構成機能
- ③ 災害場所に緊急用ホットスポットを提供する機能
- ④ インターネット・地域イントラネットへ接続する機能
- ⑤ IP電話を収容できる機能
- ⑥ 専門家不要でネットワークの構築が可能であり、かつ、重機、車両の入れない場所でも構築可能な機能

¹ アクセスポイントを介さずに機器同士が直接通信を行なう無線通信技術のこと。

また、前章の利用シーンからも災害発生時に地域の中核施設（市役所や出張所）や避難所（小学校など）等に自動あるいは手動により空中に気球に搭載して係留することでネットワークシステムが確立できる機能が求められる。

2 メッシュネットワーク技術による容易な無線ネットワークの確立

メッシュネットワーク技術はマルチホップ接続を基本機能とすることで、①アクセスポイントを設置するだけで広範囲にわたって無線ネットワークの構築が可能、②各アクセスポイントが自律的に隣接ノードを検出してネットワークを構築することため無線エリアの拡大や縮小などに柔軟に対応、③複数のルーティングパスを持つことが可能となる。

これによって障害発生時や電波環境の変化に対して、柔軟にパスを変更することができ、また高い堅牢性を保つことが可能、といった特徴を持つようになる。

1でまとめた機能を実現する無線通信手段としてのメッシュネットワーク技術は、ブロードバンドサービスが途絶した地域において、通信ネットワークの迅速な仮復旧を確保するための対応に資する。

当該技術を活用する上で、現状における技術開発の動向と無線LANの利用状況を考慮しながらシステム構築に当たって利用する周波数帯及び無線利用技術を以下のとおりとした。

これらの技術を統合したシステムを気球に搭載して、無線ネットワークを確立することとする。

(1) 5GHz帯無線アクセス技術による無線中継

5GHz帯無線アクセスシステムは、従来、屋内用の無線LAN方式(IEEE802.11a)を屋外における利用を可能としたシステムであり、最大で3km、伝送速度も20Mbps以上の高速通信が可能である。これを利用した高速な固定無線アクセス(FWA)システムや無線LANを実現する動きが盛んである。気球活用ワイヤレスネットワークシステムのバックボーンに当たる中継用回線に、この5GHz帯無線アクセス技術を導入することが適当と考えられる。

(2) 2.4GHz帯無線LAN技術によるアクセスポイントの提供

2.4GHz帯無線LANシステムは安価であることや屋内外での利用が可能なおことから、無線LANとして最も普及している技術である。

現在2.4GHz帯を利用する通信方式としてはIEEE802.11b/gの標準化が行われて汎用に供されている。屋外や公共施設等でのインターネット接続用ホストポットには無線通信による接続サービスが提供されているが、パソコンや携帯情報端末(PDA)と無線通信のためのアクセスポイント間を結ぶ通信方式としても活用されている。

緊急時における気球活用ワイヤレスネットワークシステムにおいても、インターネットによる情報閲覧や災害情報登録などのWebアクセス機能、災害場所に緊急用ホットスポットを提供する機能、そしてIP電話の収容機能を装備することが求められているため、当2.4GHz帯無線LAN技術を採用することが適当である。

3 緊急時における気球活用ワイヤレスネットワークシステムに求められる気球の要件

通信システムを搭載する気球の選定については、①気球掲揚操作が容易であること、②作成コストが安価であること、の理由から係留型気球によるシステム構築を想定する。

係留型気球による情報収集提供を行う通信システムは、大きく気球部・通信部・地上部の3部分から構成される。

気球部は、浮力を発生して通信部を空中で安定的に係留する機能を有する必要がある。通信部はネットワークを構成するために必要な機器を搭載し、1に求められる必要な機能を確立するとともに、安定的に維持することが求められる。地上部は気球にヘリウムガスを供給して確実に空中に浮上させ、係留するとともに、通信部に必要な電力と情報を提供する機能を有することとする。

以上の構成から、気球の設計要件については以下の観点から検討する必要がある。

(1) 気球容量

気球の容量については、①気球に搭載する機器の重量、②気球の自重、③係留用ワイヤ・電源及び通信ケーブルの加重、の構成から搭載重量を求め、必要な余剰浮力から気球容量を決定する必要がある。

(2) 気球の連続サービス時間

気球の連続サービス時間については気球のガスバリア性（気球に使用する材質をどうするか）、電力供給方法（電池・発電機・商用電源の選択と供給可能時間の算出）、気象条件への対応（どの程度の悪天候に対応するか）等に加え、設置する場所の環境性や係留場所の条件によって総合的に判断する必要がある。

(3) サービスの機動性

災害時にはより少ない人手で、短時間に気球活用ワイヤレスネットワークシステムを設営することが求められるが、機動性の向上を図るためには、気球を設置する場所への搬送方法と要員、セットアップに要する時間、地上で必要とされる機材等、求められる機動性に応じて設定する必要がある。

(4) 要求される位置・姿勢安定性

基本的には気球の余剰浮力と係留方法により、より高い姿勢安定性が得られるものであり、さらには気球の形状も上空での風の影響を受けにくくする方法である。

特に余剰浮力が気球の安定度には大きく影響するもので、気球への搭載物の重量と気球の浮力との関係から設定される必要がある。

気球の姿勢安定性確保に係わる基本事項とその相関関係を図3-1-1に示す。

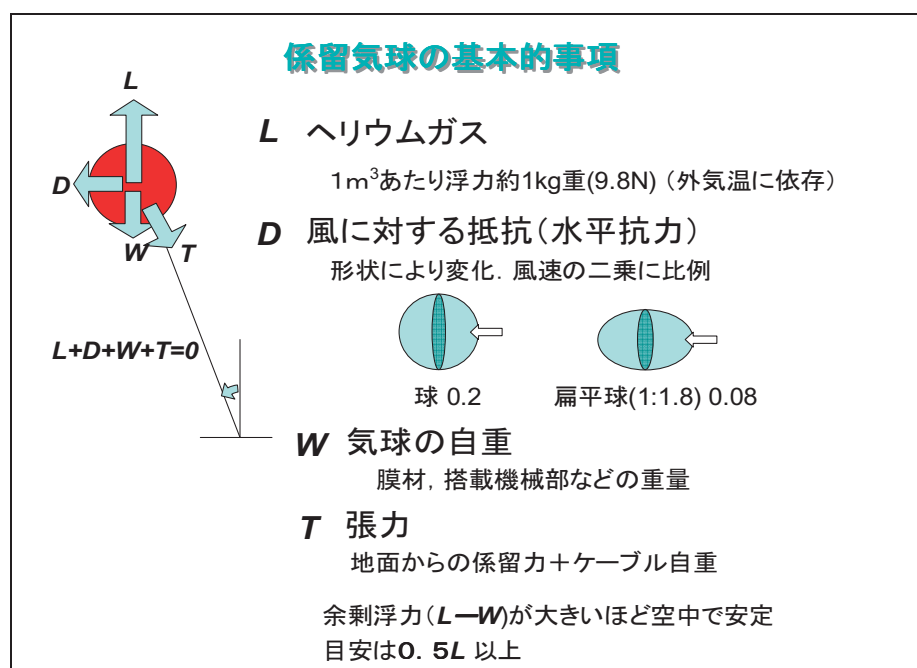


図3-1-1 気球の姿勢安定性確保にかかわる基本事項とその相関関係

通信システムで気球を利用する場合、電波伝搬の特性によって必要な気球の姿勢・安定度は異なるが、アンテナの指向性パターンに対応した安定性が求められる。さらに上空で映像取得を行う場合は、より一層の安定性が要求される。

(5) 製作・運用コスト

気球に使用する素材と形状、製造プロセスにより設定されるものであり、上記(1)から(4)までの条件から総合的に設定される必要がある。また、運用コストとしてヘリウムガス交換頻度が上げられ、気球の素材によってガスの充填・補充が頻繁に必要な場合も想定して設定する必要がある。

第2節 試験の目的と試験項目

1 試験の目的

本試験は、気球を活用したワイヤレスネットワークシステムを構築し、無線アクセスシステムや無線 LAN 等の電波利用技術について、その有効性を検証するために実施する。

特に、無線アクセスシステムや無線 LAN について電波伝搬特性を調査し、気球活用ワイヤレスネットワークシステム構築に当たって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、有効で経済的である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する。

2 試験システム構築に当たっての基本条件

試験を実施するためのシステム構成は、次の条件を考慮して設計し設置する。

- (1) 緊急時におけるブロードバンドネットワーク環境の構築を想定し、実現性、有効性及び経済性を考慮した多段接続型の無線アクセスシステムとする。
- (2) 電波法で定める技術基準に適合した 5 GHz 帯無線アクセスシステム及び 2.4GHz 帯無線 LAN システムを使用する。送受信装置の基本仕様を表 3-2-1 に示す。

表 3-2-1 送受信装置の基本仕様

	5 GHz 帯無線アクセスシステム	2.4GHz 帯無線 LAN システム
無線通信方式	IEEE802.11a/j	IEEE802.11b/g
対応アンテナ型式	指向性・無指向性高利得・単一	

- (3) 中継段数は最低 3 段とし、基地局から中継局ごとに帯域制御が可能であることとする。
- (4) 表 3-2-2 に示す気球の基本条件を満たす気球により試験システムを構築することとする。

表 3-2-2 気球の基本条件

係留する高度	40m	一般建造物の高さが30m以下であり、また、航空法上で空港周辺において45m以上のものは承認が必要とされている(航空法第49条)ため、この範囲内で見通しを確保する
連続サービス時間	8時間以内	災害復旧に必要な連続サービス時間と気球の要件は、試験結果から考察し提言する。
姿勢安定への要求	位置・姿勢とも安定したもの。	上空に設置する5GHz帯無線アクセスシステムは、より電波の到達距離を長くとるため指向性アンテナの使用を可能とする
運用する気象条件	風速5m以下及び雨天時対応	気象条件の変化への対応についての気球の要件は、試験結果から考察し提言する
気球の数	4個以上	中継段数が最低3段のため

3 試験の内容、検討・検証項目

(1) 伝送・伝搬特性確認試験

無線LAN通信(2.4GHz帯)及び無線アクセス通信(5GHz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試験を実施して、各通信方式の利用の有効性及び技術的課題等を検証する。

(2) システム伝送・伝搬特性変動評価試験

各通信設備を気球に搭載してワイヤレスネットワークの試験システムを構築し、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て、システムの有効性及び技術的課題等を検証する。

(3) ネットワークサービス共用試験

ア 試験システムにインターネットサービスの機能を実装し、動作状況を確認する。
イ 機能・利用イメージに合致するものであって次に掲げる既存システム及び既存アプリケーションを試験システムに実装し、動作状況を確認する。

(ア) 広域災害情報共有システム(WIDIS²)

² WIDIS (WIDe area Disaster Information Sharing System)

災害情報、安否情報、避難情報、ボランティア情報等、災害時に必要な情報をインターネットを利用して避難住民、ボランティア、自治体関連者による登録、閲覧などができるとともに、一般住民もインターネットを利用して災害時の情報を参照できる。

(イ) 全方位カメラによる被災地映像情報転送システム

気球に全方位カメラとネットワーク制御カメラを搭載し、上空より被災地の360°映像及びその任意に選択されたエリアの部分拡大映像を無線 LAN により転送する。

(ウ) 無線 IP 携帯電話による双方向音声通信システム

災害時の携帯電話網の故障や輻輳状態を想定し、避難所からインターネット利用による無線 IP 携帯電話を用いて、音声の通信を行う。

(4) ネットワーク運用管理試験

ネットコントローラ等により、次のような各装置の運用状態監視を行う。

ア システム自動セットアップ確認試験及び動作状態監視

イ 自動リンク確立試験

ウ リンクダウン時のリルート自動構成機能確認

エ ホットスポットへの自動ネゴシエーションの動作確認（ローミング機能の確認も含む。）

(5) 運用・保守・回収方法の検討

試験システムでの検証を行う中で以下の事項に関する検討を行い、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 運用方法

イ 操作性

ウ 保守・点検方法

エ 回収方法

オ 障害物とその排除

カ 電源

キ 防水・防寒・熱対策

第3節 試験システムの構成と機能等

1 伝送・伝搬特性確認試験システム

(1) 5GHz帯無線アクセスシステム

5GHz帯無線アクセスシステムの通信特性評価を主目的として、距離、高低差（仰角）、出力の変化並びに指向性の異なる外部アンテナ使用し、受信電力及びスループットを測定する。

(2) 2.4GHz帯無線LANシステム

2.4GHz帯無線LANシステムの通信特性評価を目的として、指向性の異なる空中線を使用し、アクセスポイント直下位置から無線端末を移動して受信電力及びスループットの測定を行う。

(3) 統合システム試験・中継設備揺動試験システム

5GHz帯無線アクセスシステムを中継用に、2.4GHz帯無線LANシステムをアクセスポイントへの接続用に使用した統合システムの通信特性評価を目的として、中継用設備のホップ数を変化させて、基地局から無線LAN端末間のスループットを測定する。また、中継用設備を揺動させた状態でのスループットを測定する。

2 システム伝送・伝搬特性変動評価試験システム

通信装置を気球に搭載し、揺らぎ状況ごとの伝送特性を測定する。また、端末装置～中継点～基地局間のスループット及び Ping³応答時間をホップ数を変化させて測定する。

3 ネットワークサービス共用試験システム

上記2の試験システムに以下のアプリケーションを実装又は接続し、試験システム上での動作状況及び機能の検証を行う。

(1) 広域災害情報共有システム

災害時に必要な情報をインターネットを利用して登録、閲覧等に加え、一般住民もインターネットを利用して災害時の情報を参照できる機能を検証する。

³ ネットワーク疎通を確認したいホストに対して IP パケットを発行し、そのパケットが正しく届いて返答が行われるかを確認するためのコマンド。

第3章

(2) 全方位カメラによる被災地映像情報システム

全方位カメラとネットワーク制御カメラによる被災地映像情報とする 360° 映像及びその任意の選択されたエリアの部分拡大映像を無線 LAN により転送する機能を検証する。

(3) 無線 IP 携帯電話による双方向音声通信システム

災害時の携帯電話網の故障や輻輳状態を想定し、避難所⇔避難所間で、住民が無線 IP 携帯電話を用いて、音声通信を行う機能を検証する。

4 ネットワーク運用管理試験システム

試験システムを試験フィールドに構築して、各装置の状態監視を行うとともに、中継局に障害が発生しても自動的に通信が復旧する機能を検証する。

第4節 試験システム構築イメージ

試験システムの構成イメージを図3-4-1に示す。

緊急時における気球活用ワイヤレスネットワークシステム想定図

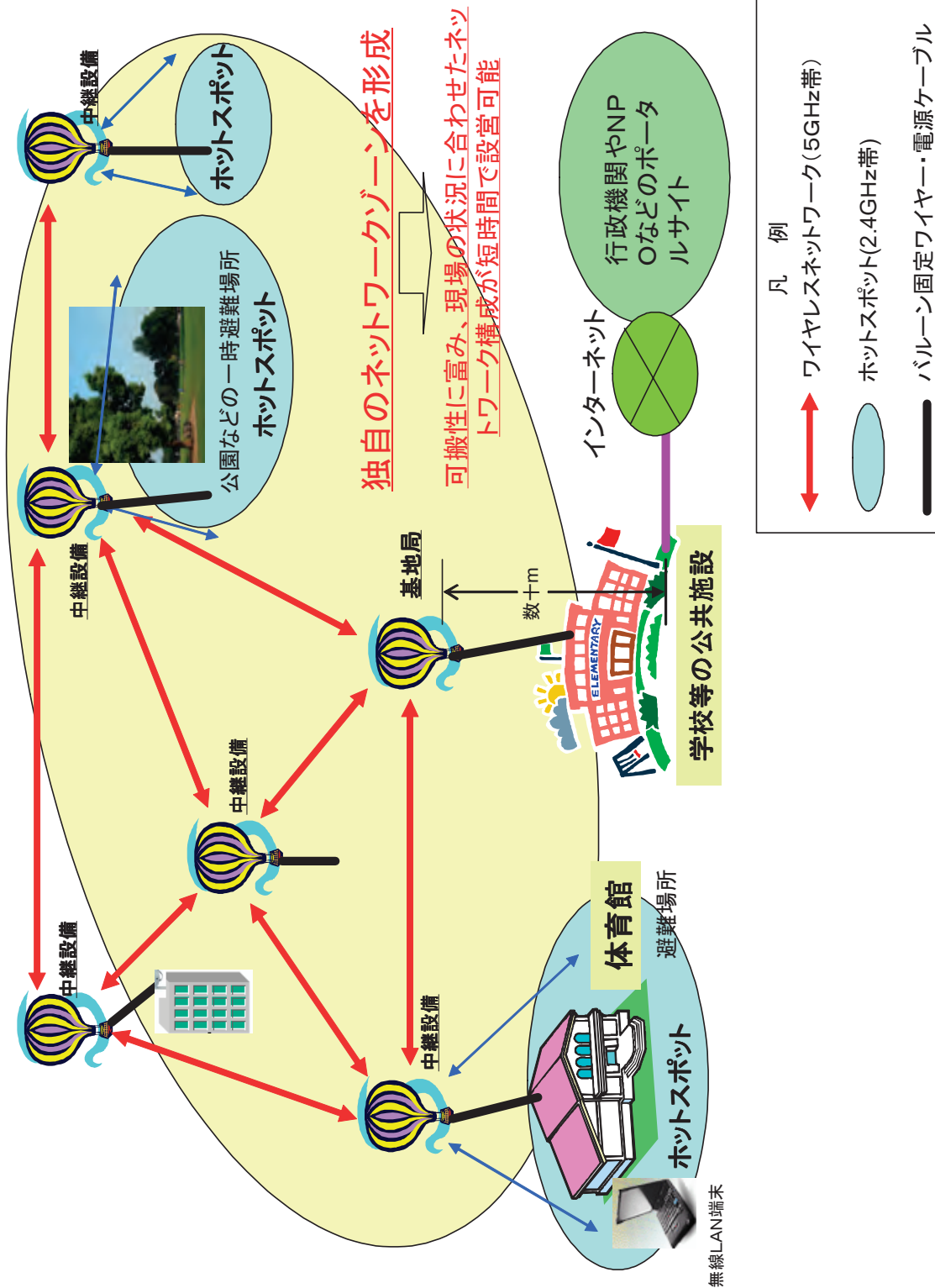


図 3-4-1 試験システムの構成イメージ

第4章 緊急時における気球活用ワイヤレスネットワークシステムの試験

第1節 試験の概要

前章で検討した気球を活用したワイヤレスネットワークシステムの各試験システムを宮城県利府町及び岩手県滝沢村に構築し、無線アクセスシステムや無線 LAN 等の電波利用技術について、その有効性を検証した。

特に、①無線アクセスシステムや無線 LAN について電波伝搬特性の調査、②気球活用ワイヤレスネットワークシステム構築に当たって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の検証、③有効で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に必要な基礎データを取得した。

1 試験期間

平成 18 年 9 月 11 日から平成 18 年 11 月 17 日まで

2 試験場所

(1) 電波伝搬特性確認試験

場所：宮城県総合運動公園 グランディ 21 第 7 駐車場及び駐車場 B

住所：宮城県宮城郡利府町菅谷字館 40-1



引用：<http://www.mspf.jp/grande21/html/access/>

図 4-1-1 電波伝搬特性確認試験の場所

(2) システム伝送・伝搬特性変動評価試験

場所：岩手県農業研究センター畜産研究所 第17農地

住所：岩手郡滝沢村滝沢字砂込 737-1

(3) ネットワークサービス共用試験及びネットワーク運用管理試験

場所：岩手県立大学地域連携研究センター及び岩手県立大学キャンパス内

住所：岩手県滝沢村滝沢字巣子 152-89



図 4-1-2 試験場所

第2節 試験システムの設備構成及び設備の概要

1 試験システムに使用した通信機器の概要

本試験においては、5GHz帯無線アクセスシステムによる無線中継機能、2.4GHz帯無線LANシステムによるパソコンや携帯情報端末（PDA）及び無線通信のためのアクセスポイント間を結ぶ通信機能を持たせた。また、メッシュネット技術を活用した統合

システムとして構成する必要性と気球に搭載する際の通信機器の一体化軽量化を進める必要性から、すでに実用に供されている通信機器を採用した。

通信設備の設置構成及び性能を表 4-2-1 に、通信設備の基本構成及び外観を図 4-2-1 に示す。

表 4-2-1 通信設備の設置構成及び性能

	機器名	性能及び機能
気球に搭載する通信機器（一筐体に収納） （以下「AP」と言う。）	5 GHz 帯無線装置	<ul style="list-style-type: none"> ・中継リンク 802.11a/j 準拠(5 GHz)無線システム ・周波数範囲 4,900MHz～5,840MHz ・データ転送速度 最大 54Mbps IEEE802.11a/j 規格値 6、9、12、18、24、36、48、54Mbps ・ユニット内部の無線モジュールからの指向性アンテナ利得 10dBi ・外部アンテナ用端子に無指向性アンテナを装着可能 ・放射 EIRP 平均 +24dBm
	2.4GHz 帯無線装置	<ul style="list-style-type: none"> ・中継リンク 802.11b/g 準拠(2.4GHz)無線システム ・周波数範囲 2,412MHz～2,484MHz ・データ転送速度 最大 11Mbps IEEE802.11b 規格値 1、2、5.5、11Mbps IEEE802.11g 規格値 6、9、12、18、24、36、48、54Mbps ・アンテナオプション PIFA 内臓アンテナ(利得 0 dBi) コーリニア Whip アンテナ(利得 5 dBi) ・放射 EIRP 10mW/MHz 以下
地上設備 (基地局でのみ使用)	イーサネットルーティングスイッチ	性能： <ul style="list-style-type: none"> ・10/100 ポート 48 ・SFP GBIC 4 ・対応 GBIC SX、LX、CWDM、TX ・スイッチ帯域 24Gbps ・処理能力 13Mpps
	ワイヤレスゲートウェイ	<ul style="list-style-type: none"> ・128MB メモリ(最大 256MB) ・850MHz プロセッサ ・PCI 拡張スロット×4 ・10/100BaseT Ethernet×2 ・マネージメント/コンソール(D89)
	認証・ファイル転送・動的端末設定サーバ	性能： <ul style="list-style-type: none"> ・ノート PC CPU Intel(R)Pentium(R)4 2.66/2.80GHz OS Windows XP Professional メモリ 1GB

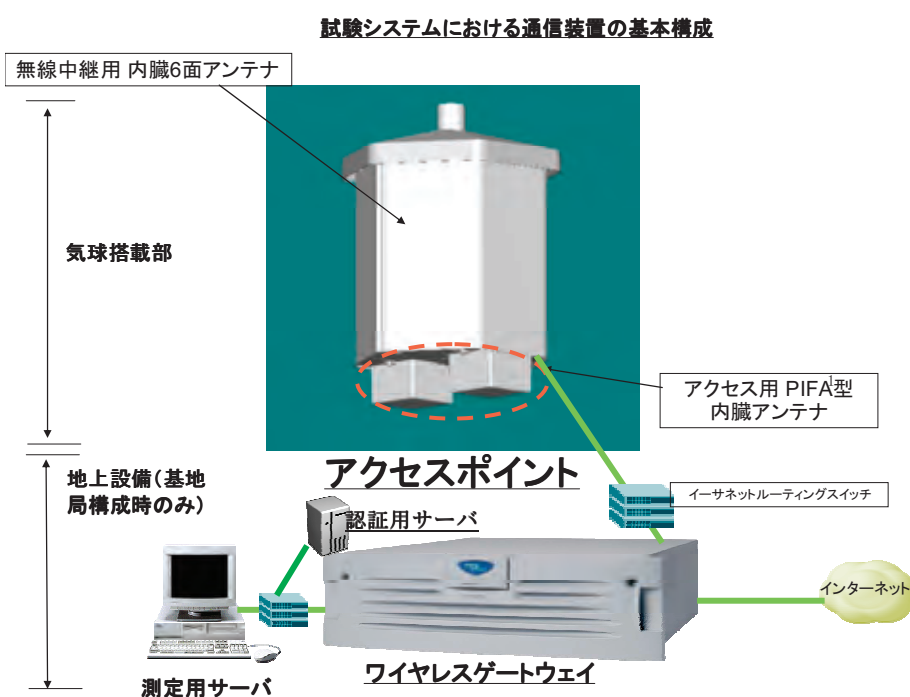


図 4-2-1 通信設備の基本構成及び外観

(1) アクセスポイント用通信機器の空中線の特徴

六面体の筐体側面に 5 GHz 帯の中継用無線アンテナを 6 枚内蔵し一枚が水平方向 60° をサポートする。 $60^\circ \times 6$ 枚で 360° の何処にアクセスポイントを設置しても、中継用無線リンクを確保することができる。

2. 4GHz 用無線アンテナは筐体下部に取り付け、中継用無線とは個別に稼動する。

(2) ワイヤレスゲートウェイの機能

認証・ファイル転送・動的端末設定サーバ及び複数のアクセスポイントと連携しながら、以下の機能を有する。

ア 端末の接続管理機能

端末がどのアクセスポイントに接続しているかを常時監視する。またアクセスポイント間で端末の移動を検出したら即座に通信経路を変更し、最適な通信経路を構成する。

イ セキュリティ機能

ワイヤレスゲートウェイとアクセスポイント間において、暗号化 (IPsec 暗号化トンネル) を行う。

¹ PIFA (planar inverted-F antenna ; 板状逆 F アンテナ)

(3) 認証・ファイル転送・動的端末設定サーバ

ア 認証機能

新たに端末やアクセスポイントを追加する場合に、ユーザ認証（RADIUS 認証²）を行う。

イ ファイル転送機能

認証後、アクセスポイントに対して設定情報（コンフィグ）をファイル転送する。

ウ 動的端末設定機能

正しく認証された端末、アクセスポイントに対して IP アドレスの自動割り当てを行う。

2 試験システムに使用した気球の概要

気球システムについては余剰浮力を十分とることとしたが、気球の材質及び形状については①安価であること、②気球の掲揚に当たって専門的な技能を要しないこと、の観点から以下の仕様で設計使用した。

大別すると気球部、連結部、係留部で構成される。気球の構成を図 4-2-2 で示す。

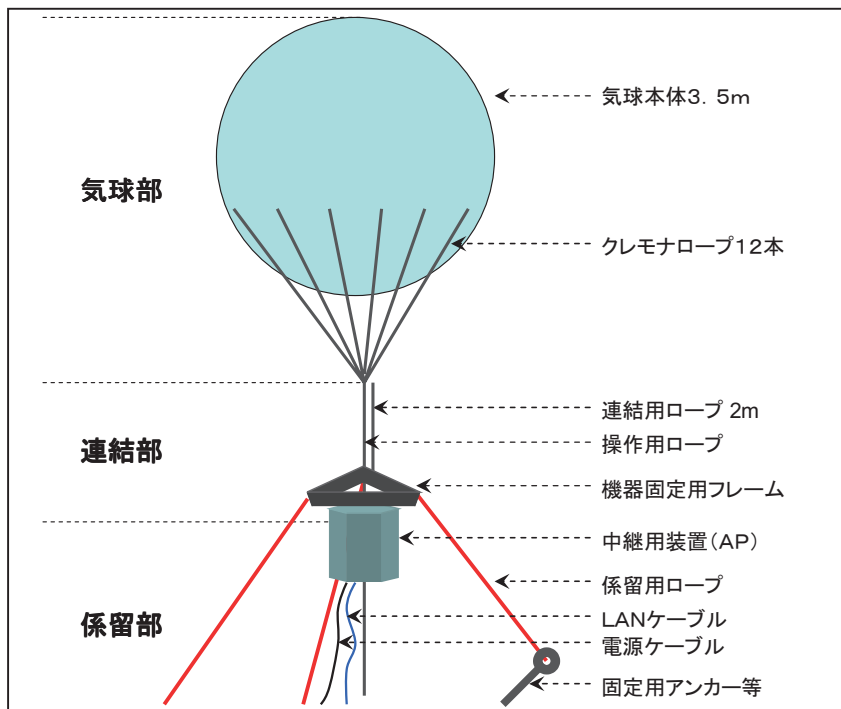


図 4-2-2 試験用気球の構成

² RADIUS (Remote Authentication Dial-In User Services) は、ネットワーク利用者の認証と利用記録を一元的に行うためのプロトコル。データベースに收容されたユーザ情報に基づいて接続の許可/不許可を判断し、接続の記録を取るのが主な役割。

(1) 気球部

ア 気球本体

直径 3.5mの塩ビ素材、下部にガス注入口があり、写真 4-2-1 に示すようにガスポンベと注入口を塩ビホースで直結し、充填作業を行う。

1 気球当たりガスポンベ4本使用し、30分程度の充填時間を必要とする。

連結部と気球とを接続するため、気球本体に 12本のクレモナロープ熱溶剤圧着している。



写真 4-2-1 試験用気球とガス充填作業

(2) 連結部

連結部は気球部と係留部を接続し、かつ、中継装置（AP）を固定する。

連結用ロープにより気球部と通信機器固定用フレームを接続する。

機器固定用フレームに中継装置（AP）を装着して、気球部と係留部を接続する。

中継装置（AP）の空中姿勢を安定させるために三角錐の形状とした。底部三角形の角に係留ロープを連結し、三角錐の頂点から気球部へ接続する。写真 4-2-2 に固定用フレームと固定用フレームに中継装置（AP）を装着した状態を示す。



写真 4-2-2 固定用フレーム

(3) 係留部

ア 操作用ロープ

中継用装置の中心穴を通して気球部と地面（アンカー）と接続している。気球の上げ下ろしで使用する。写真 4-2-3 に装着した状態を示す

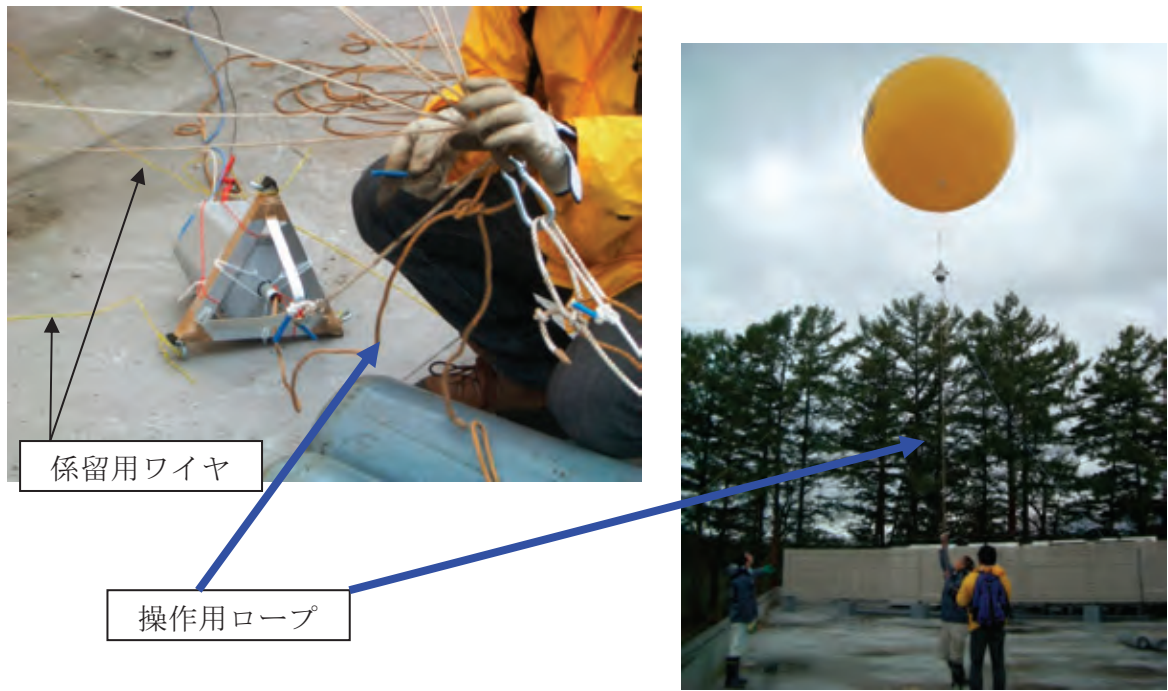


写真 4-2-3 操作用ロープの装着と気球掲揚時の様子

イ 係留用ワイヤ

機器固定用フレームの底部三角形の角から地面（アンカー）に接続する。軽量化を図るため、特殊なワイヤを使用した。写真 4-2-4 に係留用ワイヤを示す。



写真 4-2-4 係留用ロープ

ウ 固定用アンカー

掲揚フィールドが土壌の場合、アンカーを利用し固定する。その他のフィールドでは建物の屋上の消防用固定金具やヘリウムガスボンベを利用して固定する。

気球の地上での固定方法を写真 4-2-5 に示す。



固定用アンカー

消防用固定金具

ヘリウムガスボンベ

写真 4-2-5 気球の地上での固定方法

試験用気球設備各部品の詳細仕様を表 4-2-2 に示す。

表 4-2-2 試験用気球設備の仕様

材質	特殊アドバルーン用塩化ビニール
厚さ	0.13mm
直径	3.5m
重量	約 8.0kg (クレモナロープ 12 本含む)
容積	26 m ³ ~28 m ³ 直径 3.5m からの理論的な算出値は 22 m ³ だが、素材に伸びがあるので、実際には 26~28 m ³ になる。 ヘリウムガスを使用
浮力	ヘリウムガスの浮力 25kg~27kg 自重+搭載重量を引くと 実際の浮力は 11kg~13kg
係留方法	3点係留 高さ 40m時、係留位置 45m、ロープ長 60m ※1
APの取付方法	アルミ 25mm×25mm (厚さ 3mm)のL字アングルで三角形を作成し、取り付ける。 アングルの総重量は、586g。
係留ロープ	太さ 2mm の軽量強化ロープ (4g/m) 3本 60m×4g/m×3本=720g (気球1個あたり)
操作用ロープ	太さ 6mm のクレモナロープ (10g/m) 1本 40m×10g/m×1本=400g (気球1個あたり)
電源ケーブル	電子機器用平型ビニル電線 (KVF) VFF 0.3mm ² 12g/m 12g/m×50m=600g
LANケーブル	カテゴリ 5 e 30g/m 30g/m×50m=1,500g ケーブル特性値(100MHz) ATT 22db/100m以下
AP	2,400g
総重量	14,206g

3 気球の係留方法の概要

気球の係留方法については、横風に強い三点係留方式とし、中心角を 120° とする正三角形領域に気球の直下から 45m の位置に係留用ロープを固定する。

係留時の構成を図 4-2-3 に示す。

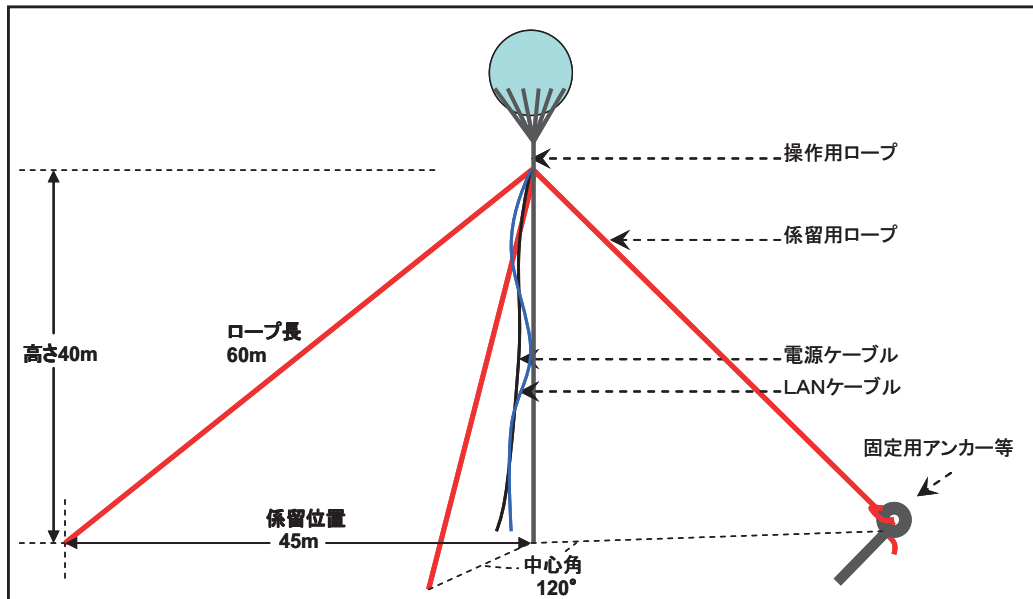


図 4-2-3 係留方法イメージ図

以上のシステム構成により、各種試験システムを構成し試験を行った。

4 伝送・伝搬特性確認試験システム

(1) 5 GHz 帯無線アクセスシステム

ア 試験システム構成

試験システム構成を図 4-2-4 及び図 4-2-5 に示す。

5 GHz 帯無線アクセスシステムの IEEE802.11a/j 準拠の特性評価として、地上における通信特性を測定する。

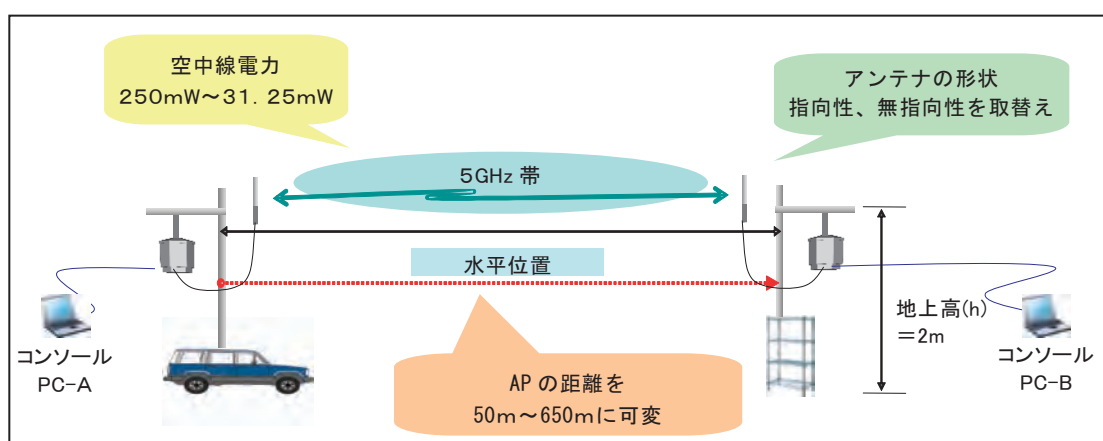


図 4-2-4 試験システムの設置構成図

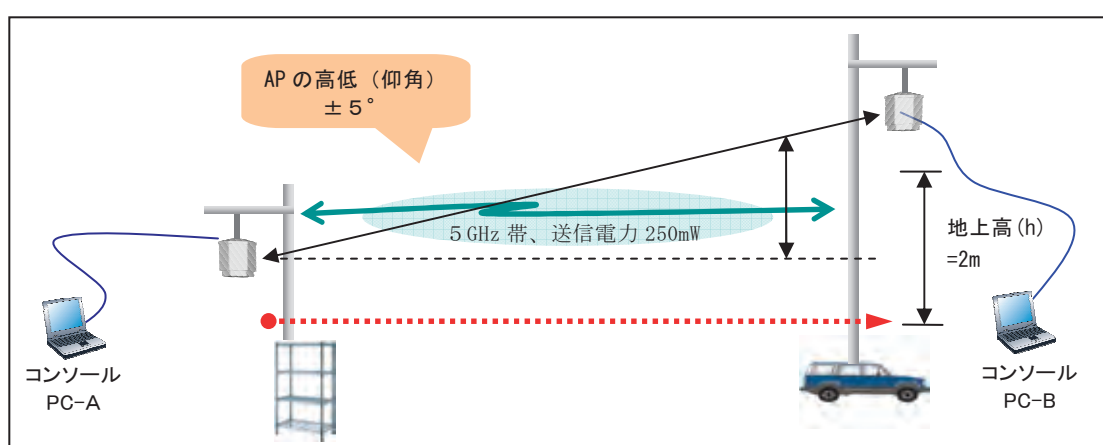


図 4-2-5 試験システムの設置構成図～高低(仰角)

イ 設備の概要

試験システムの設置構成を表 4-2-3 に示す。

中継装置 (AP) を制御するため通信制御用端末装置 PC (A, B) をそれぞれに接続し、一方の装置を高さと、電波の発射面を一定にするためにラックに固定し、もう一方の装置を距離・高さを変化できるように測定用車両の伸縮ポールに装着した。測定用ツールは中継装置 (AP) 内に実装されており、通信制御用端末装置 PC から指示 (コマンド)、結果確認が行える。通信装置の外観及び装着状況を写真 4-2-6 に示す。

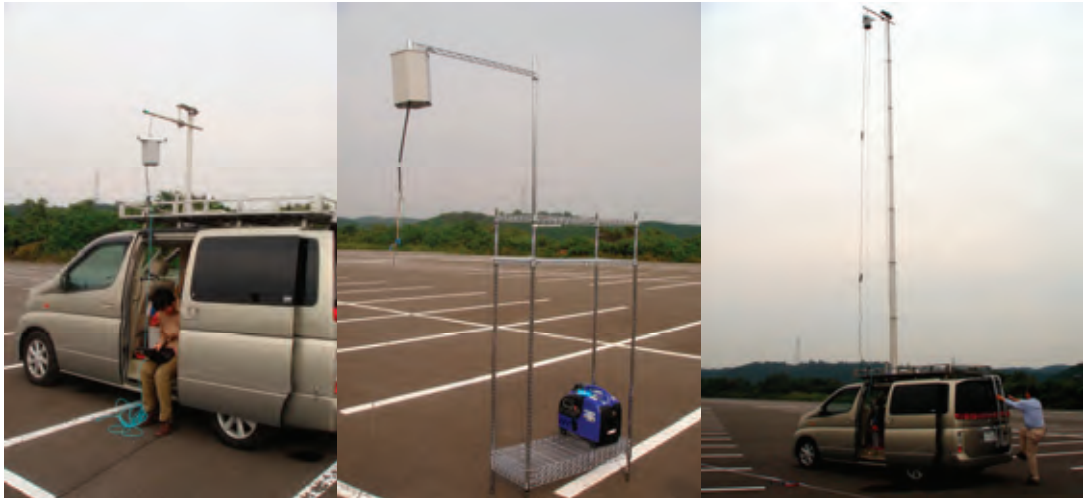


写真 4-2-6 通信装置の外観及び装着状況

表 4-2-3 試験設備の概要

	機器名	数量	性能及び機能
1	AP (アクセスポイント)	2 式	<p>性能：</p> <p>中継リンク・802.11a/j (5GHz) 無線システム</p> <ul style="list-style-type: none"> ・周波数範囲 4,900MHz~5,840MHz ・データ転送速度 最大 54Mbps IEEE802.11a/j 規格値 6、9、12、18、24、36、48、54Mbps ・ユニット内部の無線モジュールからの指向性アンテナ利得 10dBi ・放射 EIRP 平均 +24dBm <p>機能：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・サーベイモード <p>受信電力及びスループットの測定</p>
2	通信制御用端末装置 (コンソール PC)	2 式	<p>性能：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ノート PC CPU Intel(R) Core(TM) Duo プロセッサ L2300 OS Windows XP Professional メモリ 512MB <p>機能：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・無線 LAN 特性評価ツール <p>スループット及びパケット到達率の測定</p>
3	無指向性アンテナ	2 式	<p>機能：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・2.4GHz 帯(802.11g/b)、5GHz 帯(802.11a/j)対応無指向性アンテナ ・アンテナ利得:5,150MHz~5,350MHz <p>最大 4.5~5dBi</p>

ウ 機能

AP 機器に実装されているサーベイツール³にて受信電力及びスループットを測定する。

各通信制御用端末装置 PC より AP をサーベイモードに設定し、AP 対向にて試験を行う。

送信 AP から距離 X の位置に受信 AP を設置して測定する。その際、AP 間距離 X を 50m～650m、空中線電力を 250mW～31.25mW に変えて測定を実施することができる。

また AP の高低（仰角）を変えた測定及びアンテナの特性を変えて測定を行うことができる。

エ 測定方法

サーベイツールの機能を示す。

中継装置（送信 AP と受信 AP 上）で実行するツールであり、通信制御用端末装置からの指示に応じて送信ノード⁴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受信電力やスループットを算出する。

(ア) 受信電力の測定

受信側 AP の RSSI 値として、伝送レート毎に平均値 (Average) / 最大値 (Maximum) / 最小値 (Minimum) / 最終値 (Last) の測定を行う。図 4-2-6 に出力結果画面例を示す。

Rate:	6Mb/s	8Mb/s	12Mb/s	18Mb/s	24Mb/s	36Mb/s	48Mb/s	54Mb/s
Good frames :	100	100	100	100	100	100	100	100
Percent Loss:	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Average RSSI:	25	25	24	24	25	25	25	25
Maximum RSSI:	27	26	26	26	27	27	26	26
Minimum RSSI:	24	24	24	23	24	24	24	24
Last RSSI :	26	25	25	25	26	25	25	25

Switching to Idle Mode

図 4-2-6 サーベイツールの RSSI 出力画面例

(イ) スループット測定

送信 AP からの送出される 1 フレームに対し、受信 AP は返答を送信し、送信 AP が折返し受信ができたなら正常 (Frames OK)、受信できない場合は異常

³ 調査用プログラム。測定や調整に用いられる。

⁴ ネットワークを構成する一つ一つの要素のこと。通信ネットワークではコンピュータやハブ、ルータなど一台一台の通信機器がノードに当たる。

(FramesFailed) となる。その時の送信フレーム内に記述された伝送レート毎に到達したパケットの成功率が Good frames で示される。同様に失敗率が PercentLoss で示される。図 4-2-7 に出力画面を示す。

Rate:	6Mb/s	8Mb/s	12Mb/s	18Mb/s	24Mb/s	36Mb/s	48Mb/s	54Mb/s
Frames OK :	395	394	394	394	394	394	394	394
Frames Failed:	0	0	0	0	0	0	0	0

図 4-2-7 サーベイトールのパケット到達率出力画面例

(2) 2.4GHz 帯無線 LAN システム

ア 試験システムの構成

2.4GHz 帯の無線 LAN システムの IEEE802.11b/g 準拠の特性評価として地上における通信特性を測定する。試験システムの設置構成を図 4-2-8 に示す。

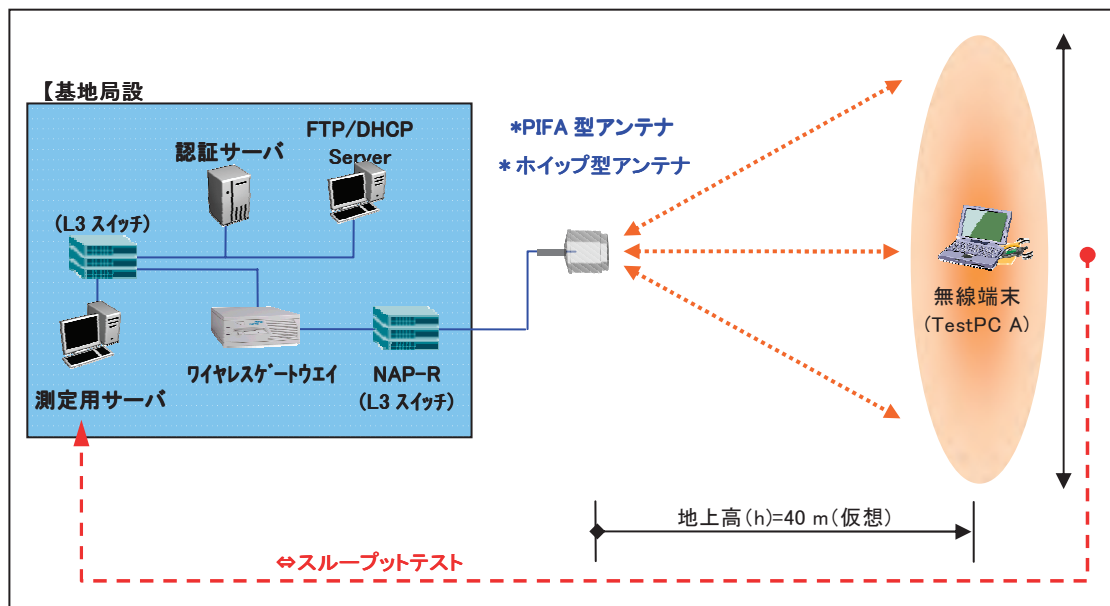


図 4-2-8 試験システムの設置構成図

40m上空の気球に載せた場合を想定して、AP-測定端末の垂直距離 40m地点での水平方向におけるフリンジエリアの測定を行う。AP 直下位置から無線端末を移動し、受信電力及びスループットを測定する。測定は空中線の型式（アンテナ型式）を変化させて行う。写真 4-2-7~8 に試験時の状況を示す。



写真 4-2-7 送信 AP(Whip 型アンテナ)

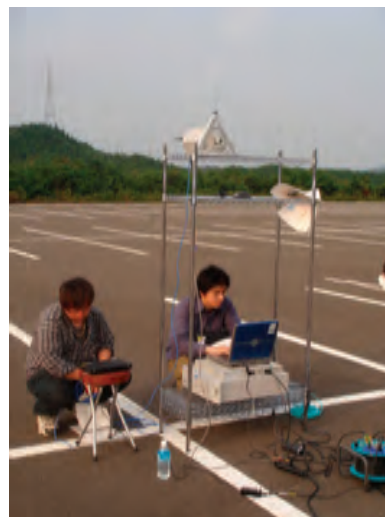


写真 4-2-8 基地局設備

イ 設備の概要

試験は次の表 4-2-4 に示す機器装置により構成した。

基地局設備及び中継装置 (AP) をラックに固定し、基地局より 40m 離れた地点から横軸に移動し無線端末により測定を行う。また空中線の型式を変更しアンテナの異なる状態での比較を行う。

表 4-2-4 試験設備の概要

	機器名	数量	性能及び機能
1	アクセスポイント	1 式	性能： 中継リンク・802.11b/g (2.4GHz) 無線システム ・周波数範囲 2412MHz～2484MHz ・データ転送速度 最大 11Mbps IEEE802.11b 規格値 1、2、5.5、11Mbps IEEE802.11g 規格値 6、9、12、18、24、36、48、54Mbps ・アンテナオプション PIFA 内臓アンテナ(利得 0dBi) コーリニア Whip アンテナ(利得 5dBi) ・放射 EIRP 10mW/MHz 以下
2	イーサネットルーティングスイッチ	1 式	性能： ・10/100 ポート 48 ・SFP GBIC 4 ・対応 GBIC SX、LX、CWDM、TX ・スイッチ帯域 24Gbps ・処理能力 13Mpps
3	ワイヤレスゲートウェイ	1 式	・128MB メモリ(最大 256MB) ・850MHz プロセッサ

			<ul style="list-style-type: none"> • PCI 拡張スロット×4 • 10/100BaseT Ethernet×2 • マネージメント/コンソール(D89)
4	認証・ファイル転送・動的端末設定サーバ	1 式	性能： <ul style="list-style-type: none"> • ノート PC CPU Intel(R) Pentium(R) 4 プロセッサ 2.66/2.80GHz OS Windows XP Professional メモリ 1 GB
5	無線端末	1 式	性能： <ul style="list-style-type: none"> • ノート PC CPU Intel(R) Pentium M プロセッサ 低電圧版 778 OS Windows XP Professional メモリ 512MB 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
6	無線 LAN クライアントアダプタ	1 式	機能： <ul style="list-style-type: none"> • インタフェース 68 ピン 標準コネクタ付きの 32 ビット CardBus、PC-Card Rev. 7.0 に準拠 ARIB STD-T71 (日本) • 規格(その他) IEEE 802.11a/b/g • 周波数 2.400GHz～2.497GHz(802.11g は、2.400GHz～2.484GHz)、5.15～5.25GHz(日本)

ウ 機能

AP 直下位置からの水平距離について 0 m、5 m、10m、最大パケット到達距離までをのすループットを測定することができる。

エ 測定方法

測定用サーバと無線端末上にスループット測定用ツールをインストールし、無線端末から測定用サーバに対しツール間でデータの送信を行う。測定の基本条件を表 4-2-5 に測定機能を示す。

表 4-2-5 測定方法

送信測定時間	10 秒間
送信ソケット長	8,192byte
送信メッセージ長	8,192byte
送信方向	無線端末 (送信) → 測定サーバ (受信)

サーバから端末に対して一定時間内にデータ送信を行い、受信したデータ量からスループットを計測する。測定用ツールの表示画面を図 4-2-9 に示す。

```

C:\Documents and Settings\sakakibara_kazuya\Desktop\Netperf>netperf-2.10.11.exe -H 192.168.1.200
TCP STREAM TEST to 192.168.1.200
Recv  Send  Send
Socket Socket Message Elapsed
Size  Size  Size  Time  Throughput
bytes bytes bytes secs.  10^6bits/sec

32720 8192 8192 10.00 1.65
C:\Documents and Settings\sakakibara_kazuya\Desktop\Netperf>

Ping statistics for 192.168.1.11:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 175ms, Maximum = 225ms, Average = 201ms
  
```

図 4-2-9 スループット測定ツール画面

今回測定に使用した測定用ツール (netperf) は、ネットワーク性能を測定するベンチマークプログラムであり、ネットワークに接続されたサーバとクライアント間における TCP, UDP の通信スループットを測定した。

(3) 統合システム・AP の揺動

2.4GHz 帯無線 LAN 装置～AP～基地局間の統合システムにおいて、ホップ数が通信性能に与える影響を測定する。また、故意に AP を振動させて気球の揺れが電波特性に与える影響を測定する。

ア 試験システムの構成

統合システムとしてホップ数や複数端末利用がスループットに与える影響について地上で測定を行う。また、気球に搭載した場合の揺動を想定して、揺動の試験を地上で実施する。統合システムの試験システム設置構成を図 4-2-10 に、揺動試験のシステム構成を図 4-2-11 に示す。

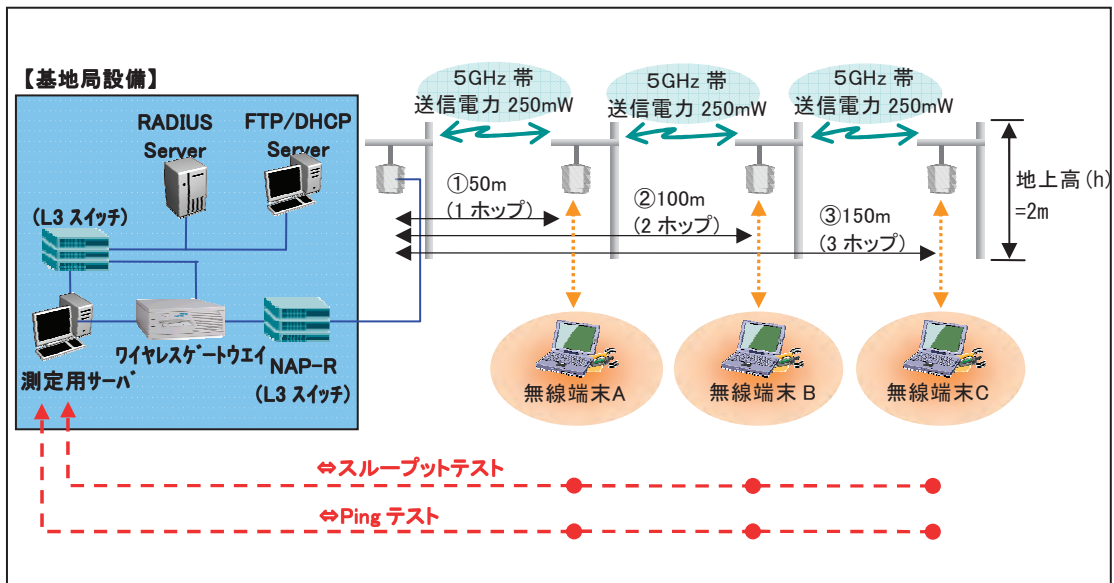


図 4-2-10 試験システムの設置構成（統合システム、ホップ構成）

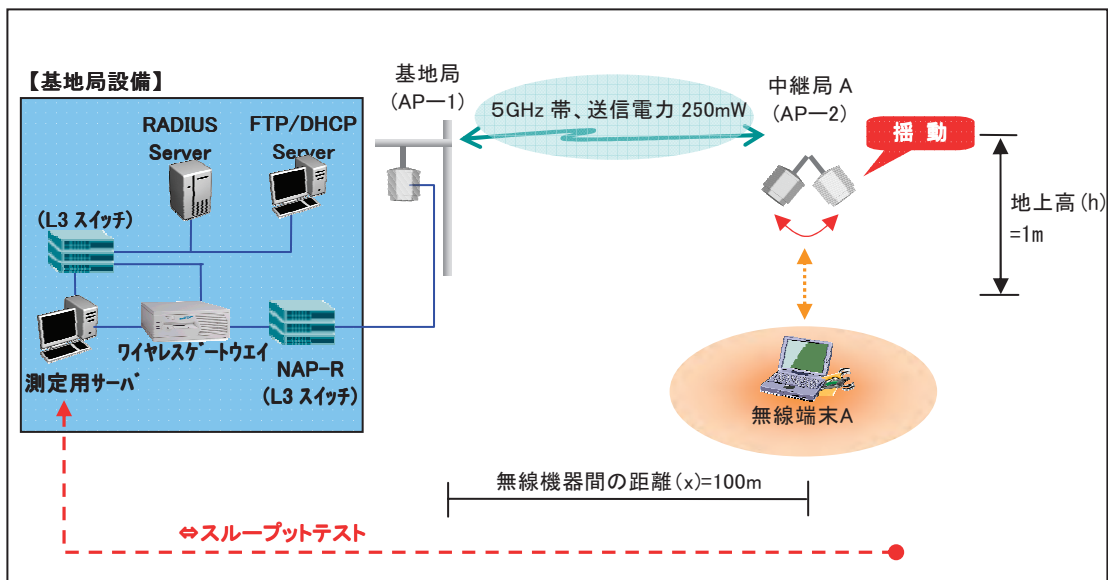


図 4-2-11 試験システムの設置構成（AP 揺動）

イ 設備の概要

試験は表 4-2-6 に示す機器装置により構成した。

基地局設備として測定用車両内に各機器を設置し、伸縮ポールに AP を設置し、装置の高さを合わせて固定し残りの AP をそれぞれラックに装着した。3 台の無線端末 A～C をそれぞれ AP の配下に設置し測定を行った。測定用ツールは各無線端末と基地局にある測定用サーバにインストールされている。

表 4-2-6 試験設備の概要

	機器名	数量	性能及び機能
1	気球に搭載する通信機器 (AP)	4 式	表 4-2-1 通信設備の設置構成及び性能を参照
2	地上設備 (基地局でのみ使用)	1 式	表 4-2-1 通信設備の設置構成及び性能を参照
3	無線端末 A	1 式	性能： <ul style="list-style-type: none"> ・ ノート PC CPU Intel Pentium M プロセッサ 低電圧版 778 OS Windows XP Professional メモリ 512MB 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
4	無線 LAN クライアントアダプタ	1 式	機能： <ul style="list-style-type: none"> ・ インタフェース 68 ピン標準コネクタ付きの 32 ビット CardBus PC-Card Rev. 7.0 に準拠 ・ 規格 ARIB STD-T71 IEEE 802.11a/b/g 準拠 ・ 周波数 2.400~2.497GHz (802.11g は 2.400GHz~2.484GHz)
5	無線端末 B	1 式	性能： <ul style="list-style-type: none"> ・ ノート PC CPU Intel(R) Core(TM) Duo プロセッサ L2300 OS Windows XP Professional メモリ 512MB 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
6	無線端末 C	1 式	性能： <ul style="list-style-type: none"> ・ ノート PC CPU 超低電圧版 Intel(R) Pentium(R) M プロセッサ 733 1.10GHz OS Windows XP Professional メモリ 256MB 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

通信装置の外観及び設置状況を写真 4-2-9 に示す。

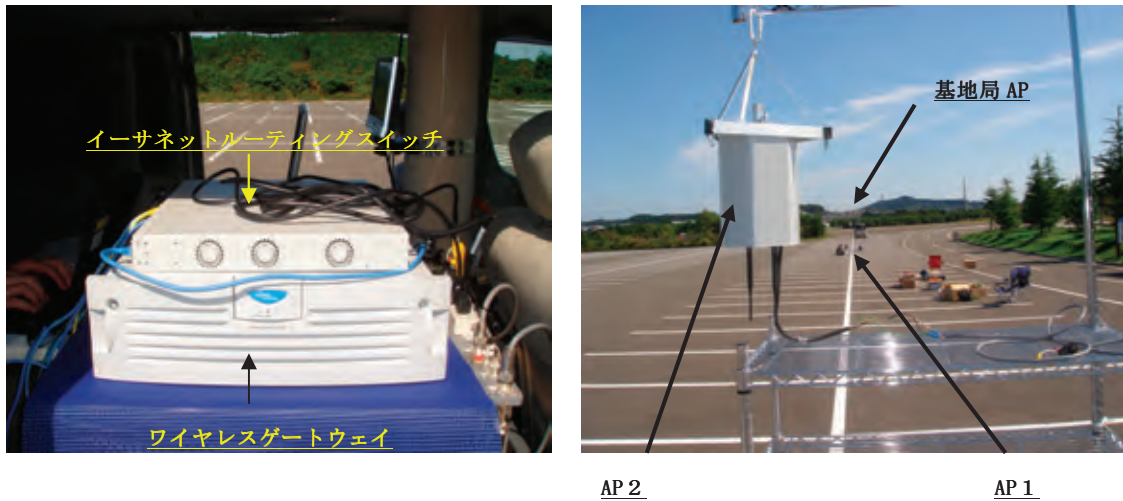


写真 4-2-9 統合システム設置状況（基地局は車両内に設置）

ウ 機能

基地局及び中継装置（AP）により中継装置をホップさせて無線ネットワークを構成し各ホップ環境におけるスループットを3ホップまで測定する。また、無線端末から同時にアクセスした場合のスループットも測定する。

揺動試験として、片方の中継装置を意図的に揺らしたケースと両側の中継装置を同時に揺らしたケースでスループットに与える影響を調査する。

エ 測定方法

(ア) スループット測定

測定用サーバと無線端末A～Cにスループット測定ツールをインストールし、無線端末から測定用サーバに対してデータを送信しスループットを測定する。

(イ) 端末疎通確認

無線端末上で端末疎通確認ツール（Exping）を実行し、無線端末と測定用サーバの Ping 応答時間を測定する。

測定に使用した端末疎通確認ツールの測定画面を図 4-2-12 に示す ExPing は複数の端末を対象として Ping を発行できる Ping 実行ツールである。一定時間ごとの Ping 発行もでき、特定機器の恒常的な監視が可能であり

次のような特徴がある。

- a 複数の端末を対象として Ping を実行できる。

- b 複数の端末を対象として TraceRoute を実行できる。
- c 一定時間ごとの Ping 発行による恒常的な監視ができる。
- d Ping の実行結果をメモリ上にログとして保存することが出来る。

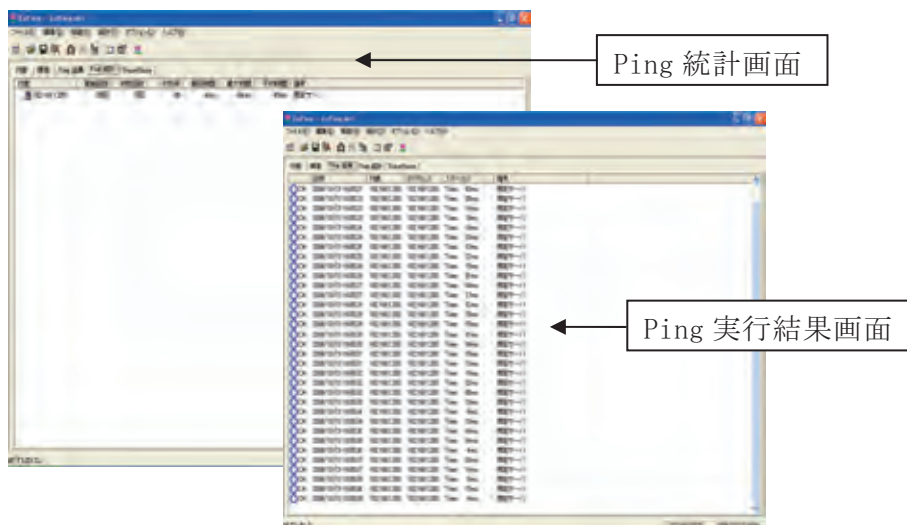


図 4-2-12 端末疎通確認ツール

5 システム伝送・伝搬特性変動評価試験システム

(1) 試験システムの構成

通信機器を気球に搭載し上空に打ち上げ、測定用サーバ～無線端末間において継続的な Ping 試験を実施し、通信可能時間を測定する。また、気球の揺らぎ、ホップ数の変化によるスループットへの影響を測定する。試験システムの構成を図 4-2-13 及び図 4-2-14 に示す。

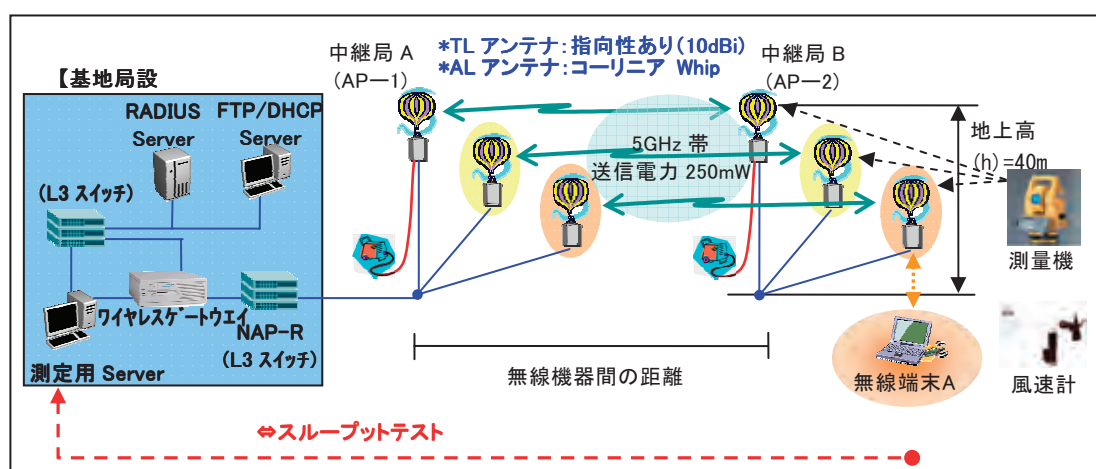


図 4-2-13 風向風速と気球の位置データ測定概念図

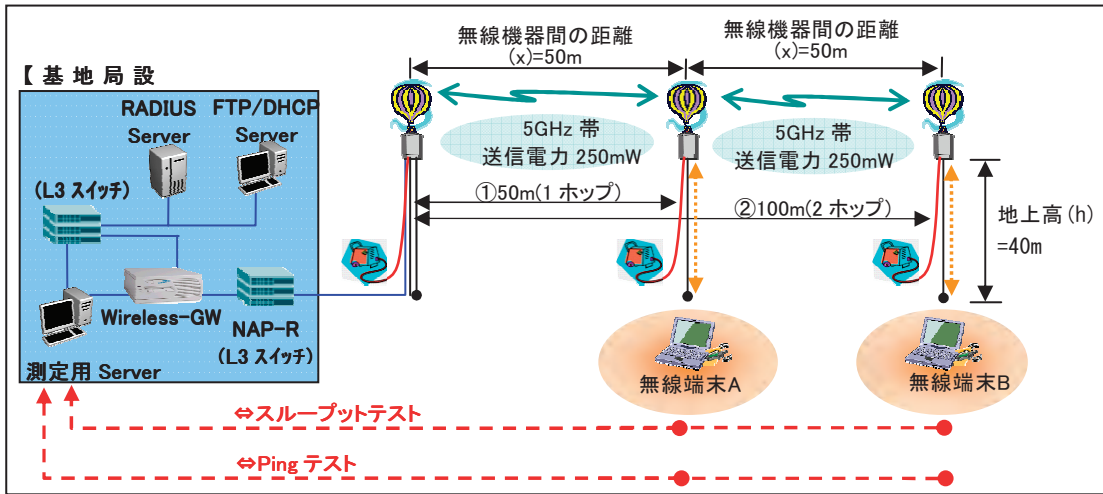


図 4-2-14 ホップ数の変化による影響に関する測定概念図

(2) 設備の概要

試験システムは次の表 4-2-7 に示す内容により構成した。

気球に搭載された中継装置 (AP) 直下の陸上に無線端末を設置し、基地局設備内の測定用サーバと無線端末間に測定用ツールをインストールした。また、気球の位置を把握する為に測量機及び風速計を設置した。

同様の構成で気球に搭載した通信機器 (AP) を追加しホップの変化による測定を実施した。

表 4-2-7 試験設備の概要

	機器名	数量	性能及び機能
1	気球に搭載する通信機器 (AP)	4 式	表 4-2-1 通信設備の設置構成及び性能を参照
2	地上設備 (基地局でのみ使用)	1 式	表 4-2-1 通信設備の設置構成及び性能を参照
3	無線端末 A	1 式	性能： ・ノート PC CPU Intel (R) Core(TM) Duo プロセッサ L2300 OS Windows XP Professional メモリ 512MB 機能： ・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
4	無線端末 B	1 式	性能： ・ノート PC CPU Intel (R) Core(TM) Duo プロセッサ L2300 OS Windows XP Professional メモリ 512MB

			機能： ・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
5	無線端末C	1式	性能： ・ノート PC CPU 超低電圧版 Intel(R) Pentium(R) M プロセッサ 733 1.10GHz OS Windows XP Professional メモリ 256MB 機能： ・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
6	測量機	1式	・レーザ出力(350EDM ノンプリズムモード) JIS クラス 3R、出力 5mW 以下 ・レーザ出力(200EDM 及び 150EDM ノンプリズムモード) JIS クラス 2、出力 0.99mW 以下 ・測定可能範囲ノンプリズム 350EDM 0.3m～350m 200EDM 0.3m～200m ・測距精度ノンプリズム精密測定(350EDM) 0.3m～200m $\pm(3+2\text{ppm}\times D)\text{mm}$ 、200m超～350m $\pm(5+10\text{ppm}\times D)\text{mm}$ ・測距精度ノンプリズム精密測定(200EDM) 0.3m～100m $\pm(3+2\text{ppm}\times D)\text{mm}$ 、100m超～200m $\pm(5+10\text{ppm}\times D)\text{mm}$ ・角度最小表示 1" / 5" ・測角精度 3"
7	風速計	1式	・接続センサ 風向風速センサ(KDC-S4) ・測定範囲(風向) 0～20K Ω (0～360° / 0～10K Ω) ・測定範囲(風速) 0～1KHz (0～60m/s : 0～612Hz) ・測定精度(風向) $\pm 0.2\%$ 以内 ・測定精度(風速) $\pm 0.2\text{m/s}$ ・測定分解能(風向) 1° ・測定分解能(風速) 0.1m/s

(3) 機能

ア スループット測定及び端末疎通確認

地上試験と同様の方法で測定用サーバと無線端末上でスループット測定ツール及び端末疎通確認ツールを実行し測定する。

イ 風向風速

風向風速計で試験フィールドにおける風向と風速を一定間隔で瞬間風向、瞬間風速を測定する事ができる。

測定間隔：分単位で測定間隔を設定する事が可能。

風 速：測定時における瞬間風速 (m/s)。

風 向：測定時における瞬間風向 (16 方位)。

ウ 位置情報

気球の位置情報をレーザ測量機を用いて測定する。測量機からの距離、高度、方向について一定間隔で計測する。

(4) 測定方法

気球を上げた状態で、無線端末からの疎通確認及びスループットの測定を行う。その際の気球の揺らぎ（風速と位置情報）状態を記録する。

スループットの測定は、ホップ毎及び3台の無線端末同時接続時の測定を行う。

6 ネットワークサービス共用試験システム

災害時を想定して気球を使ったネットワークを利用して具体的なアプリケーションを利用する試験を行う。

(1) 広域災害情報共有システム

ア 試験システムの構成

地域連携研究センター内に基地局設備を設置し、インターネットに接続する。気球ネットワークを経由して無線端末装置から広域的災害情報共有システムサーバ(WIDIS)にアクセスする構成とした。また、測定用 PC を気球ネットワーク端に接続し試験用ベンチマークツールにより同時接続可能数を測定する構成とした。

試験システムの構成を図 4-2-15 に示す。

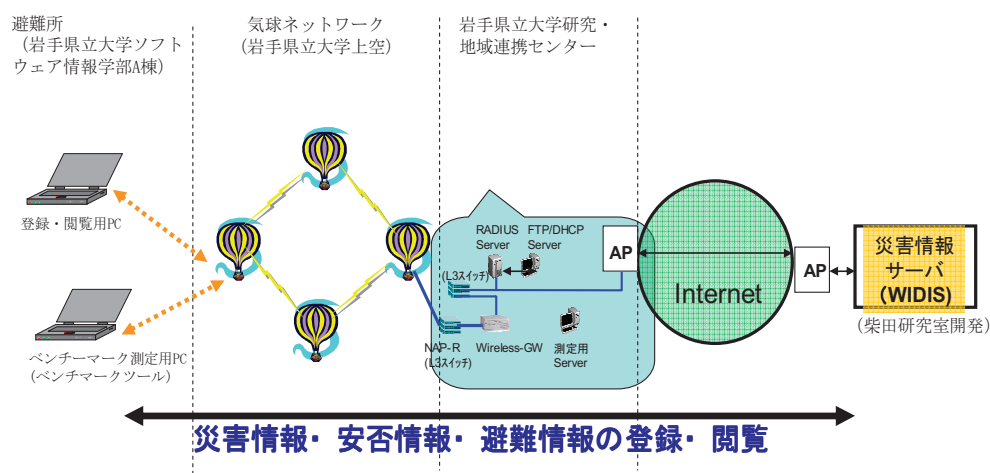


図 4-2-15 広域災害情報共有システム試験の設置構成

イ 設備の概要

試験システムは表 4-2-8 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	気球に搭載する通信機器 (AP)	4 式	表 4-2-1 通信設備の設置構成及び性能を参照
2	地上設備 (基地局でのみ使用)	1 式	表 4-2-1 通信設備の設置構成及び性能を参照
3	閲覧用 PC	1 式	性能： ・ノート PC CPU 超低電圧版 Intel(R) Pentium(R) M プロセッサ 733 1.10GHz OS Windows XP Professional メモリ 256MB 機能： ・インターネットの閲覧・登録
4	Web サーバ	1 式	性能： ・1U ラックマウント型サーバ CPU Intel® Xeon™ プロセッサ 3.20GHz×2 OS RedHat Linux 9 (2.4.20-43.9.legacymp) メモリ 4GB 機能： ・Web サーバ、ならびにデータベースサーバとしてリクエスト処理 (災害情報登録・閲覧) を行う
5	測定用 PC	1 式	性能：

<p>(測定用ツール含む)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ノート PC CPU 1.5GHz PowerPC G4 OS Windows XP Professional メモリ 512MB 機能: <ul style="list-style-type: none"> ・ Web サーバパフォーマンスツール Apache Bench (http://httpd.apache.org/docs/2.0/programs/ab.html) を用いた性能測定
-------------------	---

ウ 機能

試験システムをインターネットに接続し端末設備から広域災害情報共有システム(WIDIS)の Web サーバ (URL<http://www.saigai.jp>) にアクセスする。災害情報、安否情報、避難情報、ボランティア情報等の登録、閲覧することができる。メニュー画面を図 4-2-16 に示す。

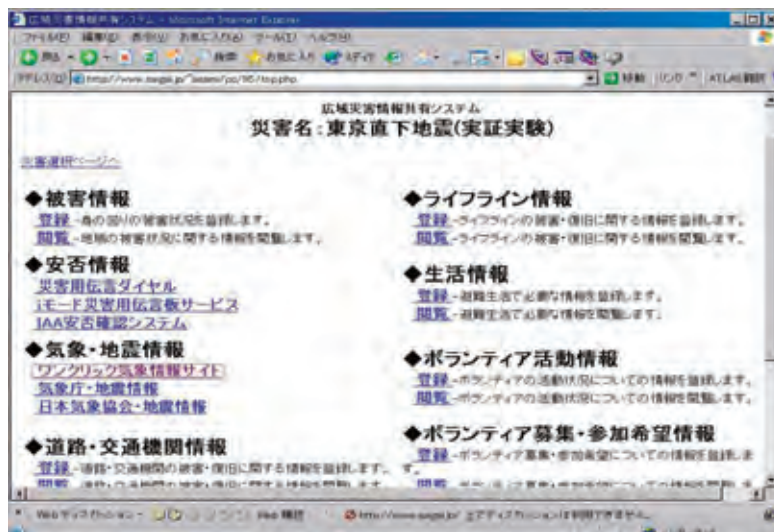


図 4-2-16 広域災害情報共有システム(WIDIS)メニュー画面

エ 気球活用ネットワークを利用した WEB ページアクセスの評価

(ア) 主観的評価

無線端末 (ノート PC) にて操作を行い、災害情報の入力、画面の切り替わり速度、文字や地図情報の表示速度について利用者の主観でストレス無く操作出来るか評価する。

(イ) 同時アクセス可能数の測定評価

試験用ベンチマークツールにより気球ネットワークを通しての試験用端末～WIDIS サーバー間での同時アクセス数を変位させ毎秒の処理可能数の平均を導出する。

ベンチマークツール (Apache Bench) は Apache Bnech は Web サーバソフトウ

エア Apache に付属する性能測定ツールである。

複数コンテンツへのリクエスト処理を考慮したシステム全体の評価ではなく、単一の URL に対してのみにアクセスがあった場合の評価を行う。

単一のコンテンツ (Web ページ) に対して、発行する合計リクエスト数、同時に発行するリクエスト数を指定して性能調査が行える。

リクエストの同時並行数が、測定用 PC から同時に発行される。リクエストに対しては以下の 4 通りの結果が返る。

- ①リクエスト処理に成功する
- ②コネクションに失敗する
- ③リクエストが途中で失敗し内容が途中で中断してしまう
- ④例外が発生する

同時発生させたリクエストがすべて上記いずれかの結果になり次第、次のリクエストが発出され、タイムアウトは考慮していない。

今回の実験では、リクエスト回数は全体で 10,000 回に固定し、リクエストの同時並列数を 20 ごとの増分で、最小値 20、最大値 260 として調査を行った。

この設定値は WIDIS の Web サーバの最大接続数が、250 に設定してあることに因る。

気球ワイアレス環境下におけるクライアントからの接続がどの程度処理可能かを測定する。HTML を返すのみの静的なコンテンツ、データベースへのアクセスのため動的な処理を行うコンテンツそれぞれに対して測定を行った。

(2) 全方位カメラによる被災地映像情報システム

ア 試験システムの構成

気球に取付けた全方位カメラ及びネットワークカメラの映像を無線 LAN により地上の移動中継車に伝送し移動中継車において画像のフレームレートを縮小して気球ネットワークのホットスポットサービスエリアまで伝送。この映像をリアルタイムに気球ネットワークに送信し、他の気球ネットワークのホットスポットエリアに接続されたクライアント PC により画像を閲覧および性能評価する構成とした。

なお、気球ネットワークに接続する際は DHCP クライアント機能で IP アドレスを割り振る事が前提となるが、試験ではカメラシステム側では DHCP クライアント機能を利用せず、PC ルータによるアドレス変換で対応した。試験システムの構成を図 4-2-17 に示す。

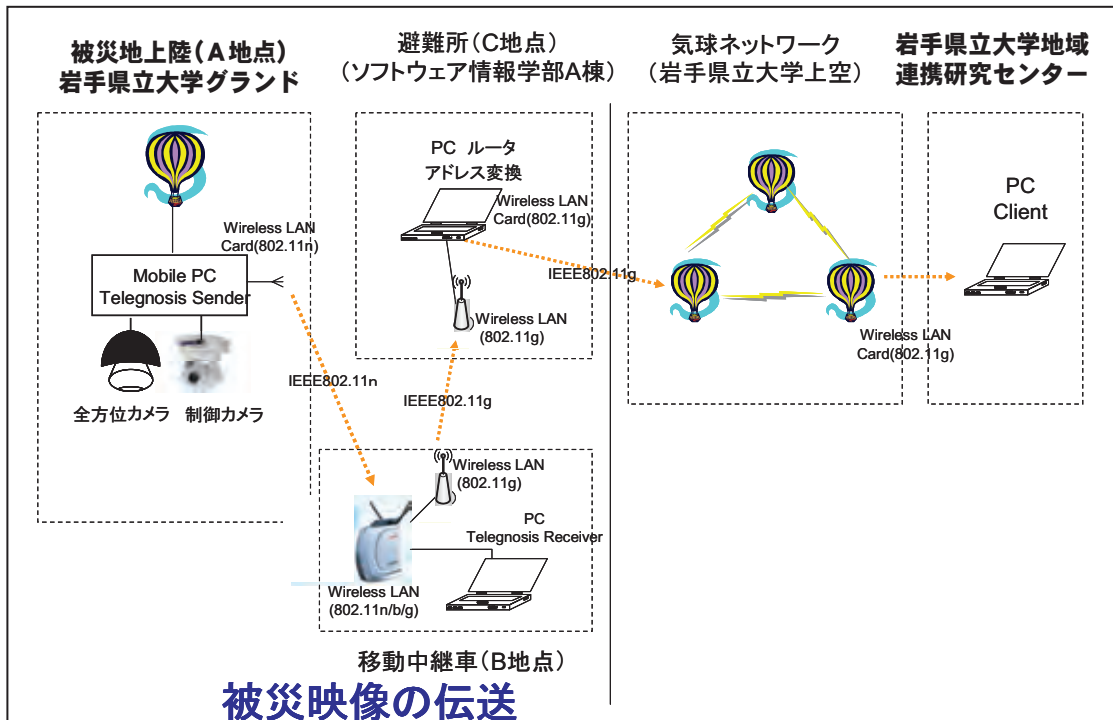


図 4-2-17 全方位カメラによる被災地映像情報システム試験の設置構成

イ 設備の概要

試験システムでは表 4-2-9 の設備により構成した。カメラの外観を写真 4-2-10 及び写真 4-2-11 に示す。

表 4-2-9 試験設備の概要

1	気球に搭載する通信機器 (AP)	3 式	表 4-2-1 通信設備の設置構成及び性能を参照
2	地上設備 (基地局でのみ使用)	1 式	表 4-2-1 通信設備の設置構成及び性能を参照
3	上空カメラ映像取得・伝送部		
	全方位カメラ	1 式	性能： 【カメラ部】 有効画素数 130 万画素、解像度 1280×1024、 インタフェース USB 端子、 【レンズ部】 撮影範囲：水平方向 0～360 度、垂直方向 -10～ 度、焦点距離 無限大に固定、
	ネットワークカメラ	1 式	性能： 【カメラ部】

			有効画素数 約 68 万画素、ズーム比 光学 25 倍／デジタル 12 倍、最短撮影距離 300mm (ワイド端)、800mm (テレ端)、パン駆動範囲 -170-+170 度、チルト駆動範囲 -90-+25 度 【ネットワーク部】 圧縮方式 JPEG 画像サイズ 736×480・640×480 (VGA)、320×240 (QVGA)・160×120 (QQVGA) 最大フレームレート 30fps (640×480)
	制御用 PC (遠隔送信用 PC)	1 式	性能： ・モバイル PC CPU IntelCore Solo プロセッサ 1.2GHz OS Windows XP Professional メモリ 512 MB
	無線 LAN カード	1 式	CardBus 対応 DraftIEEE802.11n/IEEE802.11g/IEEE802.11b 準拠、ARIB STD-T66 (2.4GHz 帯) 使用周波数帯:2,412~2,472MHz (1~13ch) 使用空中線: 2×3 MIMO 方式
4	地上画像受信・中継部		
	無線 LAN BroadBand ルータ	1 式	性能： DraftIEEE802.11n/IEEE802.11g/IEEE802.11b 準拠、ARIB STD-T66 (2.4GHz 帯) データ転送速度 Draft IEEE802.11n、54Mbps (IEEE802.11g)、11Mbps (IEEE802.11b) 使用周波数帯:2,412~2,472MHz (1~13ch) 使用空中線: 2×3 MIMO 方式
	制御用 PC	1 式	性能： ・デュアルコア CPU 搭載ノート PC OS Windows XP Professional メモリ 512MB

	ワイヤレスアクセス ポイント	1 式	性能 <ul style="list-style-type: none"> • IEEE802.11g/IEEE802.11b 準拠（国内標準規格） ARIB STD-T66 • 伝送方式：（2.4GHz・54Mbps）直交周波数分割多重方式（OFDM）単信、（2.4GHz・11Mbps）直接スペクトラム拡散方式 単信 • 使用周波数帯：2,412～2,472MHz（1～13ch） • 空中線：8 エレメント八木型 利得 12dBi
5	画像中継・気球活用ネットワーク接続部		
	ワイヤレスアクセス ポイント	1 式	性能 <ul style="list-style-type: none"> • IEEE802.11g/IEEE802.11b 準拠（国内標準規格） ARIB STD-T66 • 伝送方式：（2.4GHz・54Mbps）直交周波数分割多重方式（OFDM）単信（2.4GHz・11Mbps）直接スペクトラム拡散方式 単信 • 使用周波数帯：2,412～2,472MHz（1～13ch） • 空中線：8 エレメント八木型 利得 12dBi
	制御用 PC	1 式	性能： CPU: Intel Pentium M プロセッサ 低電圧版 778 1.60GHz OS Windows XP Professional メモリ 512MB

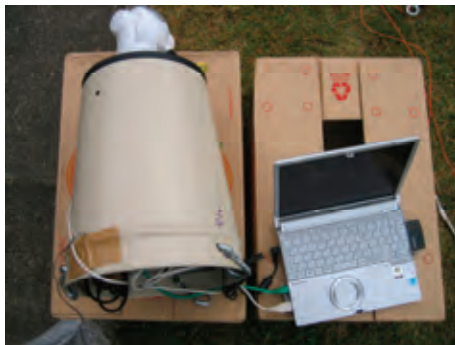


写真 4-2-10 全方位カメラ外観



写真 4-2-11 全方位カメラ取付状態

ウ 機能

(ア) 移動中継車の PC において、上空からの映像の全方位映像およびネットワークカメラ映像のフレームレート測定並びに映像の主観評価を行うことが出来る。

- (イ) 移動中継車よりネットワークカメラのパン・チルトの応答時間およびズームイン・ズームの応答時間の測定を行い応答性を測定することが出来る。
- (ウ) 移動中継車に伝送された画像のフレームレートを縮小して気球ネットワークのホットスポットサービスエリアまで伝送。この映像をリアルタイムに気球ネットワークに送信することが出来る。
- (エ) 気球ネットワークによりC地点の画像を中継し、他のホットスポットエリアに接続されたクライアント PC により画像を閲覧および伝送時間を測定することが出来る。

エ 測定方法

(ア) フレームレートの測定

全方位映像およびネットワークカメラ映像伝送用のミドルウェアとして組み込まれた Midfield⁵機能により、フレームレートを表示させ、これを1分間の平均値として算出する。

(イ) 応答時間の測定

パン・チルトおよびズームイン・ズームアウトの最大可動範囲に要する時間をストップウォッチで計測し、それらの時間を可動角度範囲で割ることにより単位度当りに要する応答時間を算出する。

(ウ) スループット・遅延時間の測定

中継用 PC からクライアント PC に ping コマンドを発行して往復時間を測定し、10回の平均値として算出する。スループットは iperf⁶により測定し、10回の平均値として算出する。

(3) 無線 IP 携帯電話による双方向音声通信システム

ア 試験システムの構成

試験システムの構成を図 4-2-18 に示す。

⁵ 岩手県立大学ソフトウェア情報学部の橋本浩二助教授が開発。インターネットにおいてデジタルビデオ動画をリアルタイムで伝送することのできるシステム。この機能の一つとしてフレームレートを導出する。

⁶ ネットワークのスループットを測定するためのフリーソフトウェア。メモリーtoメモリーのデータ転送をネットワークを介して実施し、その結果をレポートする機能がある。

気球ネットワークの気球配下で無線 IP フォンによる通話試験を行う。

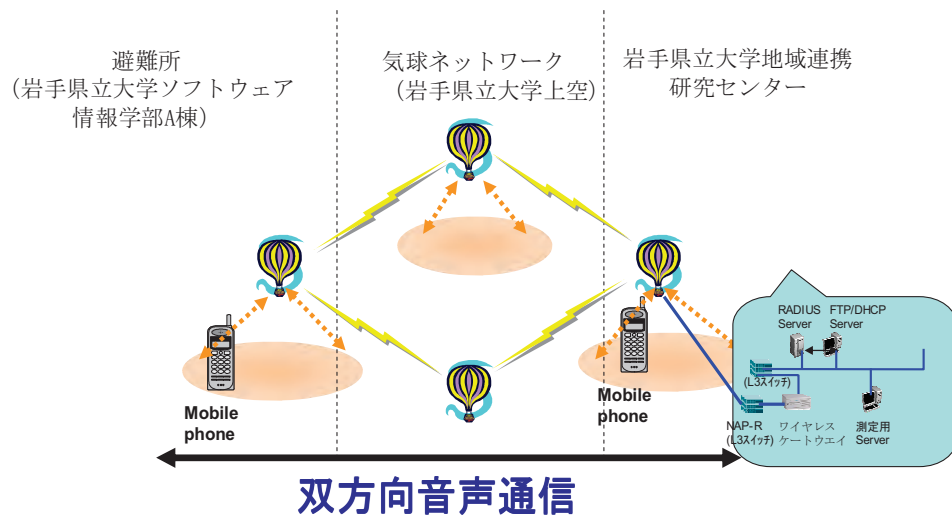


図 4-2-18 無線 IP 携帯電話による双方向音声通信システム試験の設置構成

イ 設備の概要

試験では表 4-2-10 に示す機器で構成した。

写真 4-2-12 に示す無線 IP 携帯電話を使って音声通信を行う。

電話交換機 (IP-PBX) は地域連携研究センターの基地局設備内に LAN (有線) 接続する。

表 4-2-10 試験設備の概要

	機器名	数量	性能及び機能
1	気球に搭載する通信機器 (AP)	3 式	表 4-2-1 通信設備の設置構成及び性能を参照
2	地上設備 (基地局でのみ使用)	1 式	表 4-2-1 通信設備の設置構成及び性能を参照
3	IP-PBX	1 式	asterisk. Fedora core (Linux) 専用機
4	無線 IP 携帯電話	1 式	IEEE802.11b 準拠 (WPA 相当)

ウ 気球活用ネットワークを活用した無線 IP 電話の評価

無線 IP 電話で会話を行い音声品質、雑音、音量などについて主観的評価を行う。



写真 4-2-12 無線携帯 IP 電話

7 ネットワーク運用管理試験

(1) 試験システムの構成

試験は基地局—中継装置—中継装置から構成するシステムを試験フィールドに設置し、5 GHz 帯無線アクセスシステムが中継局 AP に障害が発生しても自動的に通信が復旧する事を確認する。試験システムの構成を図 4-2-19 に示す。

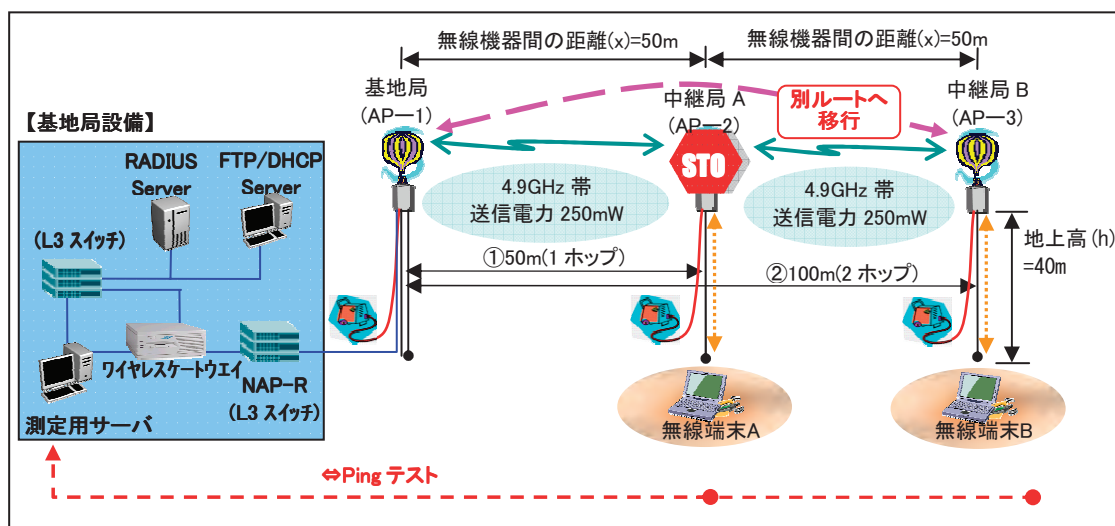


図 4-2-19 ネットワーク運用管理試験システム

(2) 設備の概要

試験は表 4-2-11 に示す機器により構成した。

表 4-2-11 試験設備の概要

	機器名	数量	性能及び機能
1	気球に搭載する通信機器 (AP)	3 式	表 4-2-1 通信設備の設置構成及び性能を参照
2	地上設備 (基地局でのみ使用)	1 式	表 4-2-1 通信設備の設置構成及び性能を参照
3	測定用サーバ		性能： ・ノート PC CPU Intel® Pentium® M プロセッサ 低電圧版 778 OS Windows XP Professional メモリ 512MB 機能： ・無線 LAN 特性評価ツール
4	無線端末 A 及び B	2 式	性能： ・ノート PC CPU Intel(R) Core(TM) Duo プロセッサ L2300 OS Windows XP Professional メモリ 512MB 機能： ・無線 LAN 特性評価ツール

(3) 機能

ア AP の状態監視方法

測定用サーバから各 AP に対して状態確認コマンドを発行し結果を表示する。
 測定用サーバには AP がコマンド発行時に接続している隣接 AP が表示される。

イ ネットワークの確立状態の確認

無線端末に端末疎通確認ソフト (Exping) をインストールし、無線端末から測定用サーバへの疎通状態を確認する。

(4) 試験確認方法

ア システム自動セットアップ確認試験及び動作状態の監視

測定用サーバから中継装置 (AP-3) にコマンドを発行する。その時の AP の接続状態 (AP-1 → AP-2 → AP-3 の接続) を確認する。

イ リンクダウン時のリルート自動構成機能確認

上記アの状態から AP-2 の電源を切断しその時の AP の接続状態 (AP-1 → AP-3 の接続) により別ルートへ移行状態になっている事を確認する。

ウ ホットスポットへの自動ネゴシエーションの動作確認

上記イの状態が無線端末Aから疎通（Ping）を継続実施する。その状態で自動的に他のホットスポットに自動ネゴシエーションが確立した事を確認する。

エ 自動リンク確立試験

イの状態から AP-2 に再び電源をいれ、測定用サーバから中継装置（AP-3）にコマンドを発行する。その時の AP の接続状態（AP-1 → AP-2 → AP-3 の接続）を確認する。

第3節 試験の検証内容及び結果

1 伝送・伝搬特性確認試験

(1) 5GHz帯無線アクセスシステム

ア 通信距離と伝搬特性

中継装置(AP)間の距離に対して受信電力とスループットの測定結果を図4-3-1、図4-3-2に示す。

なお、測定した全(2回測定)データから6, 18, 24, 36, 48, 54Mbpsの各区分ごとの値を単純平均してグラフ化した。

測定結果から中継装置(AP)間の距離が50mから600mまでの間では、パケット到達率に変化がないことが分かる。また、その間のRSSI値にはバラつきが見られ、650mを超えた所から急激に低下している。

2つの表を総合すると試験フィールドにおいて、600mまではRSSI値に変動が見られるものの通信が正常に行える事が分かる。なお、RSSI値は受信電力を機器ベンダごとに固有の数値で示したものであり、今回の測定結果によるRSSI値から受信電力の算出式は、 $\text{受信電力 (dBm)} = \text{RSSI 値} - 95$ で求めることができる。

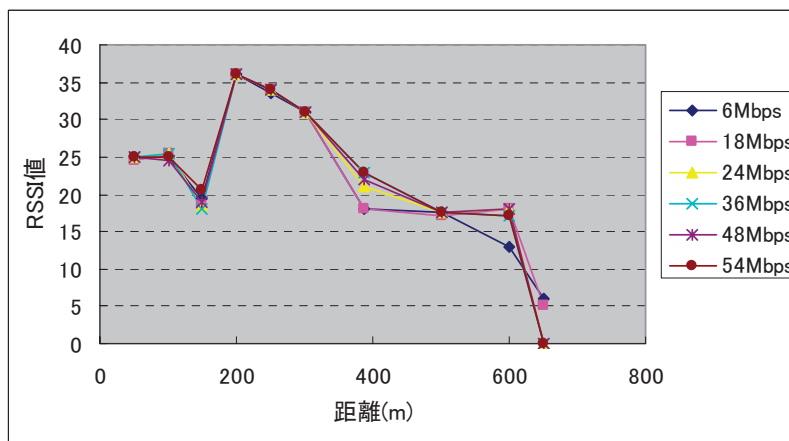


図 4-3-1 距離と平均 RSSI 値 送信電力 250mW

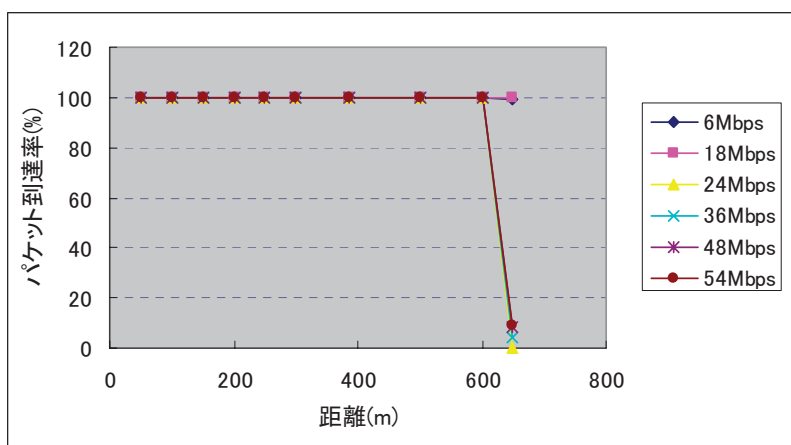


図 4-3-2 距離とパケット到達率(%) 送信電力 250mW

イ 送受信点の高低（仰角）変化と伝搬特性

中継装置(AP)高低（仰角）に対する RSSI 値とスループット測定値を示す。

測定データから水平に比べて中継用送信装置(AP)間の仰角が大きい場合、パケット到達率に大きな影響を与えている。特に中継装置(AP)間距離 100mでは測定結果(図 4-3-3、図 4-3-4)に見られるように RSSI 値、パケット到達率がともに著しく低下している。

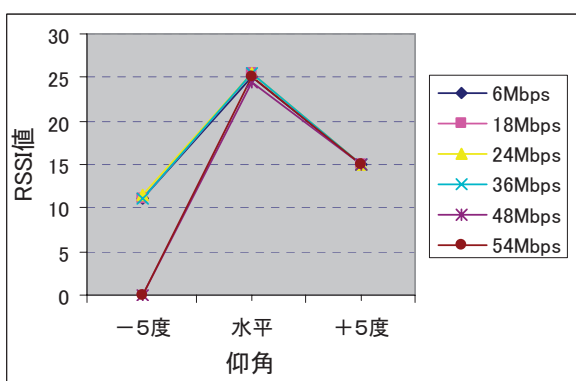


図 4-3-3

受信点の高さと平均 RSSI 値
距離=100m、送信電力 250mW

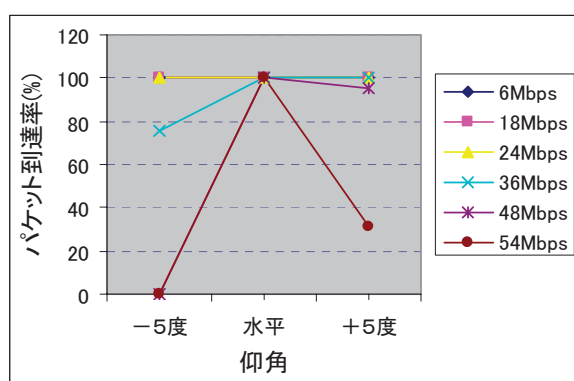


図 4-3-4

受信点の高さとパケット到達率
距離=100m、送信電力 250mW

一方、中継置(AP)間の距離を離し、仰角を小さくした場合の測定結果は図 4-3-5、図 4-3-6 に示すように RSSI 値、パケット到達率に大きな変化は認められなかった。

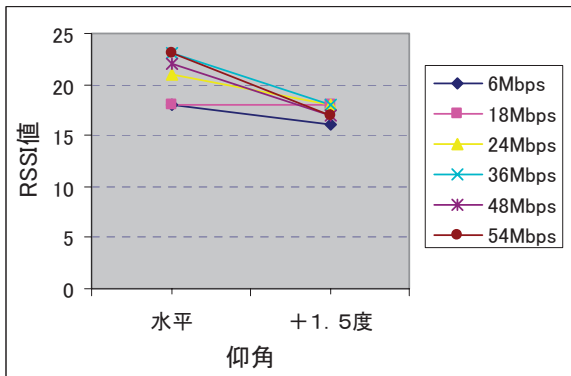


図 4-3-5
受信点の高さと平均 RSSI 値
距離=387m (フィールド最長地点)
送信電力 250mW

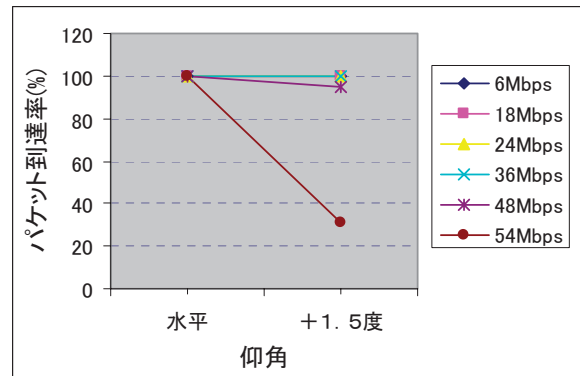


図 4-3-6
受信点の高さとパケット到達率
距離=387m (フィールド最長地点)
送信電力 250mW

ウ 空中線の指向特性による影響

アンテナの指向性を変えて受信電力、スループットに与える影響を確認した測定データを図 4-3-7 及び図 4-3-8 に示す。

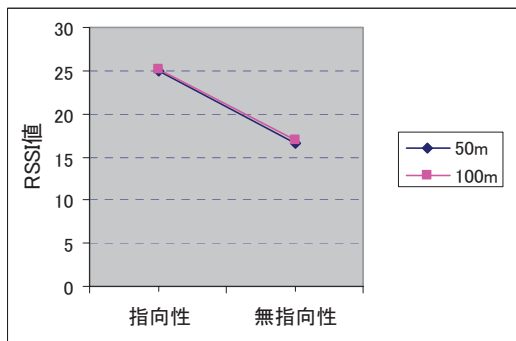


図 4-3-7
アンテナ特性と平均 RSSI 値

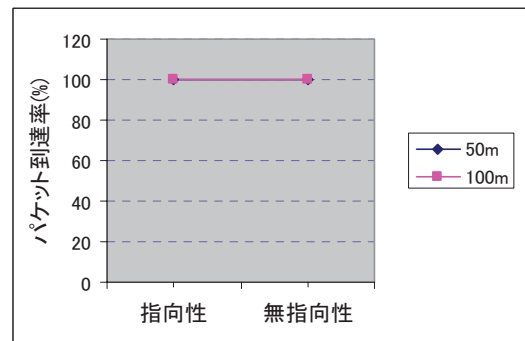


図 4-3-8
アンテナ特性とパケット到達率

測定結果から無指向性アンテナの方が指向性アンテナに比べて RSSI 値で約 30% 低減していることがわかる。パケット到達率については、変化が見られなかった。

(2) 2.4GHz 帯無線 LAN システム

送信アンテナの違いによる距離ごとのスループットの測定結果を図 4-3-9 に示す。

アンテナの特性により、無線端末が利用できる範囲に違いが見られる。

Whip 型アンテナは広範囲に無線 LAN システムをサービスする場合に有効である。また、若干ではあるが AP 直下において PIFA 型アンテナの方がスループットが良い事が確認された。

サービスを提供する範囲・場所に応じて適切なアンテナを選択することが必要であることが分かる。

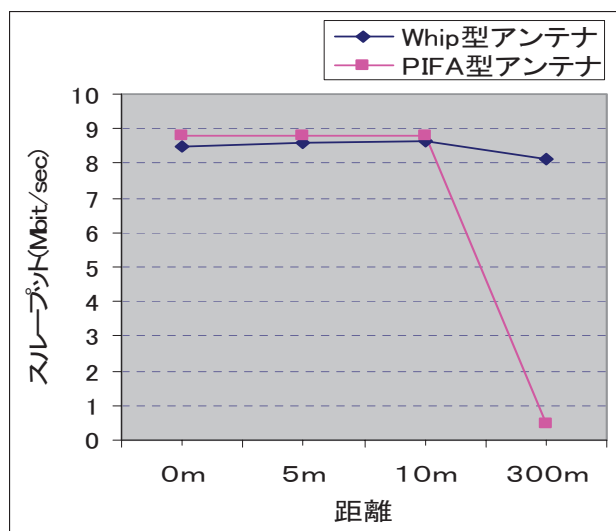


図 4-3-9 距離とスループット

(3) 統合システム・気球の揺動試験

ア 多段中継上の影響

測定用サーバから無線端末までの間を中継装置 (AP) で多段中継したときのホップ数ごとのスループットと Ping 応答時間の測定結果を図 4-3-10 及び図 4-3-11 に示す。

結果からホップ数を重ねる毎にスループットが低下していることが分かる。これは試験システムに使用したネットワークを構成するシステムの機器仕様によるもので、距離、電波特性による影響は少ないと考えられる。

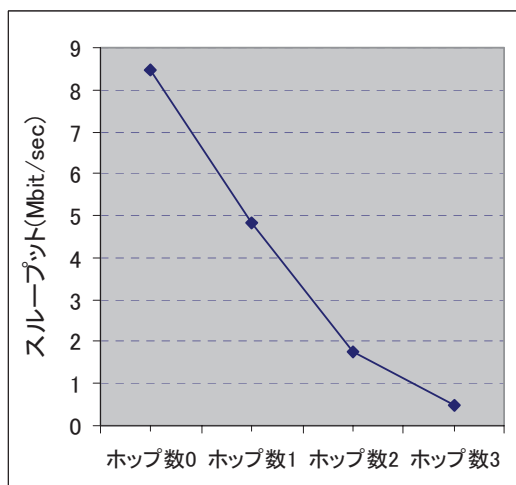


図 4-3-10 ホップ数とスループット

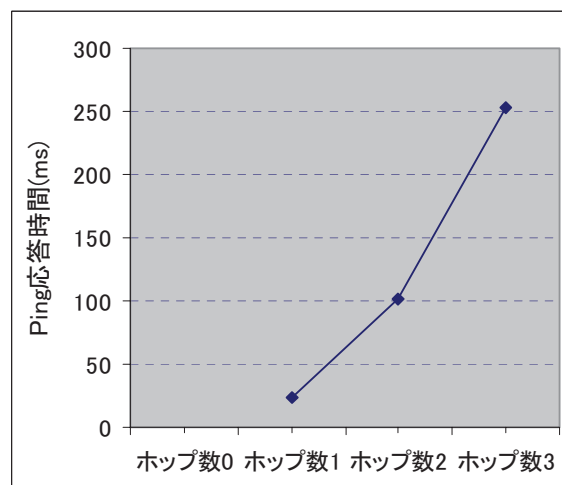


図 4-3-11 ホップ数と Ping 応答時間

イ 端末の多元接続による影響

多段中継時の同時通信時におけるスループット、PING 応答時間に係る測定データ（平均値）を図 4-3-12、図 4-3-13 に示す。結果から端末台数が増加してもスループットが極端に低下することはなかった。これはネットワークシステムの機器仕様により多数の端末が接続した場合に対してもそれぞれの端末に対して均等にサービスを提供できるよう、制御しているためと考えられる。

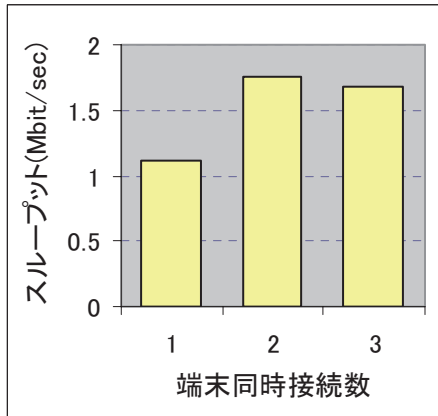


図 4-3-12

端末台数とスループット

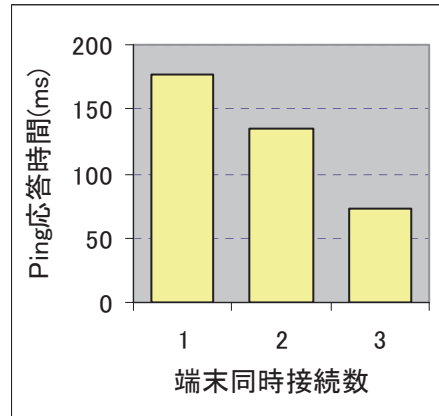


図 4-3-13

端末台数と Ping 応答時間

今回の測定で、接続台数が増えるに従ってスループットが高くなっているが、これは周辺環境の変化による誤差と推測する。

ウ 中継装置の揺動による影響

中継装置（AP）を激しく揺さぶったり回転させたりしたが、スループットには変化はほとんど見られなかった。AP の揺動に対してスループットの影響があまり無いことが確認された。揺動とスループットの結果を図 4-3-14 に示す。

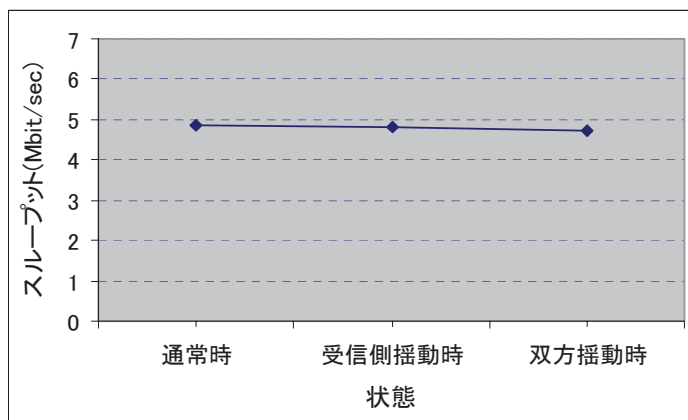


図 4-3-14 揺動とスループット

2 システム伝送・伝搬特性変動評価試験

中継装置（AP）を気球に搭載し、空中での通信が可能であることを確認した。試験結果から地上最大風速 3.4m に対して最大約 7 m の揺れが観測された。

試験当日の風向・風速データ及び気球の揺れ位置の測定データを表 4-3-1 及び図 4-3-15 から図 4-3-18 までに示す。

表 4-3-1 風速・風向（測定日 10/18）

項目	測定値	単位
平均風速	1.4	m/s
最多風向	南西	-
最多風向割合	41	%
最大瞬間風速	3.4	m/s
最大瞬間風速時風向	南西	-

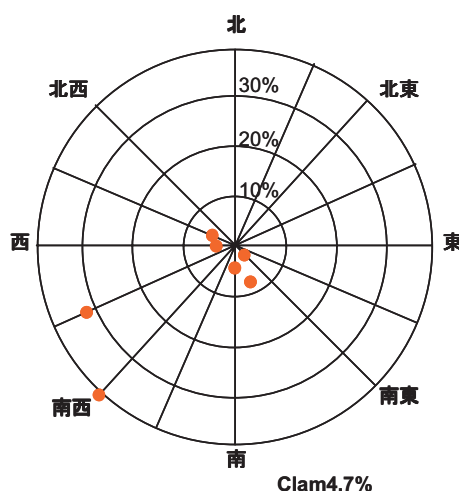


図 4-3-15 風配図 0/18)

※clam：静穏

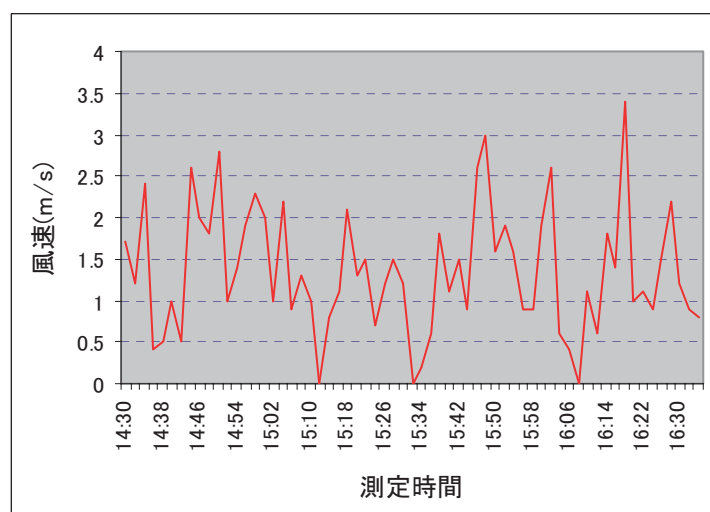


図 4-3-16 風速データ（測定日 10/18）

風配図(図 4-3-15)は計測時間(14:30-16:30)で 2 分毎に風向を記録し、全体を 100 とした場合の風向割合を示した。

参考にシステム伝送・伝搬特性変動評価試験を実施した時の気象庁発表の岩手県盛岡市の天候（概況）を表 4-3-2 に示す。

表 4-3-2 岩手県盛岡市（概況、気象庁発表）

		平成 18 年		
		10/18	10/19	10/20
平均現地気圧	hPa	1005.7	1003.7	1000.1
平均気温	hPa	12.0	14.2	13.9
平均風速	m/s	3.4	2.8	2.4
最大風速	m/s	7.8	6.2	4.3
上記、風向		南	南	南南東
最大瞬間風速	m/s	12.7	11.2	8.0
上記、風向		南	南	南南西

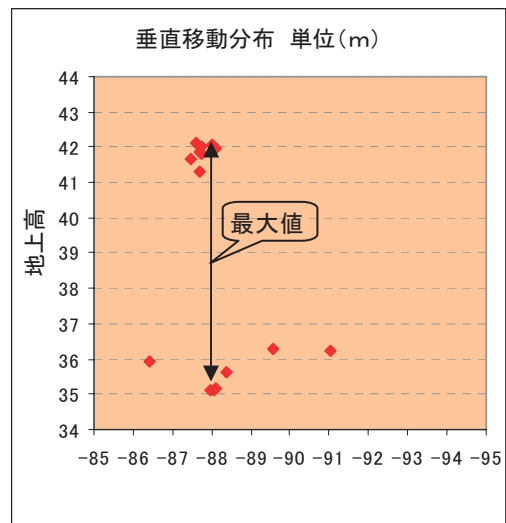
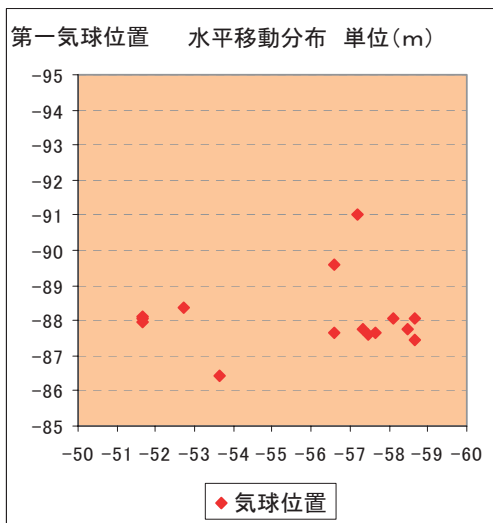


図 4-3-17 第一気球位置

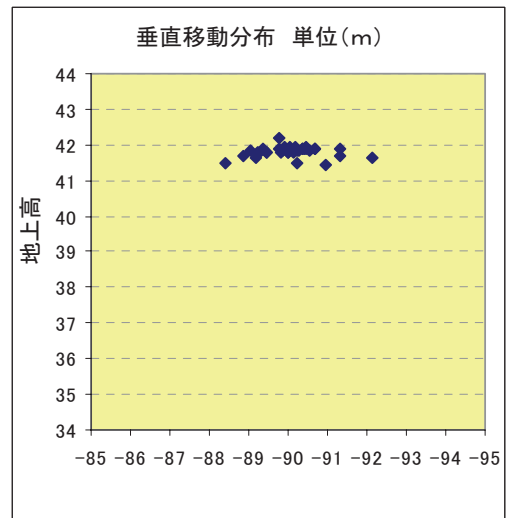
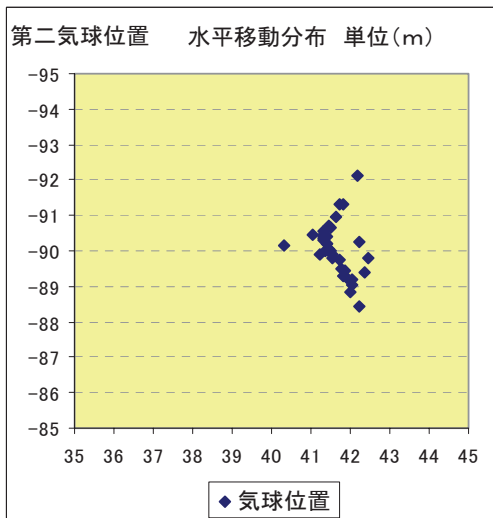


図 4-3-18 第二気球位置

図 4-3-17 及び図 4-3-18 の縦横座標軸は測量機の位置を基準座標軸 (0, 0) とした場合に測量機からの距離を示す。

以上の条件下における空中試験と陸上試験とのスループットの比較を図 4-3-19 及び 4-3-20 に示す。

当該図における「2 ホップ 2PC」は、測定端末を 2 台同時接続した時の平均値を示す。その時のそれぞれの端末を「2 ホップ PC-A」、「2 ホップ PC-B」と表記する。また、スループットの測定時間は 10 秒間、ping 応答時間の測定時間は約 30~60 秒間 (35 回の Ping) であり、その間の平均値を示す。

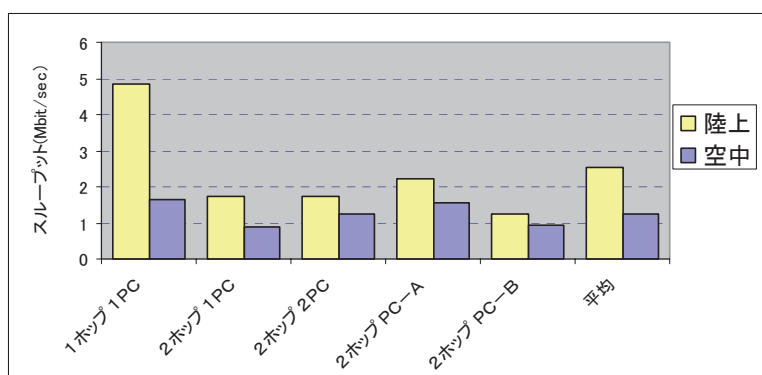


図 4-3-19 空中におけるスループット影響度

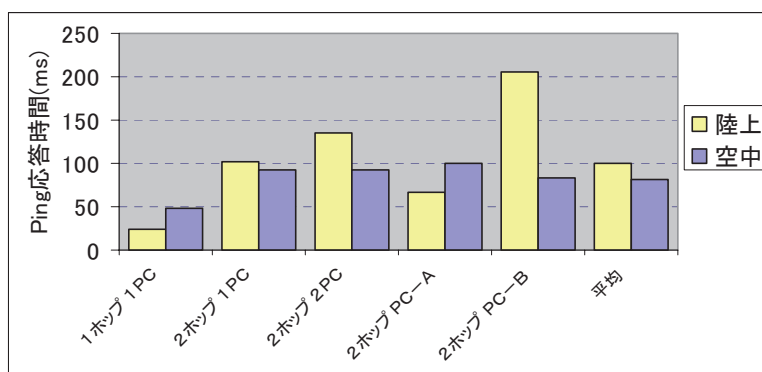


図 4-3-20 空中に Ping 応答時間影響度

結果から空中試験のスループットは陸上試験のそれと比較して性能の低下が見られるが、通信は確立した状態を維持している。陸上試験に比べて 5 割の程度の性能であることが確認され、平均で約 1.2Mbps のスループットで通信が行えた。

一連の試験を通じて気球が空中に上がっていれば、多少の揺れがあったとしても通信が切断することは認められず、一定の通信性能を確保できることが確認された。

3 ネットワークサービス共用試験

(1) 広域災害情報共有システム

試験システムを使用してインターネットに接続し、広域災害情報共有システムにアクセス可能であることを確認した。

各画面の切り替わり、入力、出力のレスポンスを確認し実用に耐えることが確認できた。

アクセスした主な画面を図 4-3-21 に示す。



図 4-3-21 広域災害情報共有システム確認画面

試験の結果、気球ワイヤレスネットワーク環境下におけるクライアントからの接続による同時接続可能数として、静的なコンテンツに関しては、一秒当たり平均 20.98 リクエスト。動的コンテンツに関しては、一秒当たり平均 2.53 リクエストが処理可能であることが明らかとなった。

測定結果を図 4-3-22 に示す。

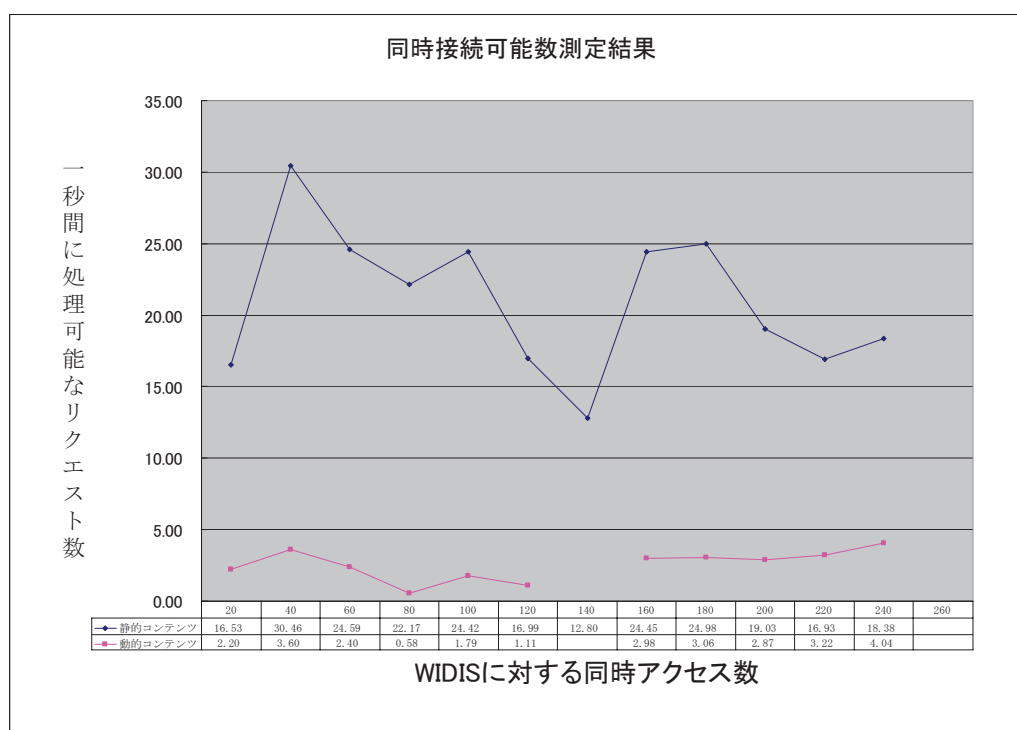


図 4-3-22 同時接続性に関する測定結果

(2) 全方位カメラによる被災地映像情報システム

被災地映像情報転送システムの性能評価は、図 4-3-23 に示す各中継区分ごとに行った。中継区分ごとの測定結果を表 4-3-3 に示す。

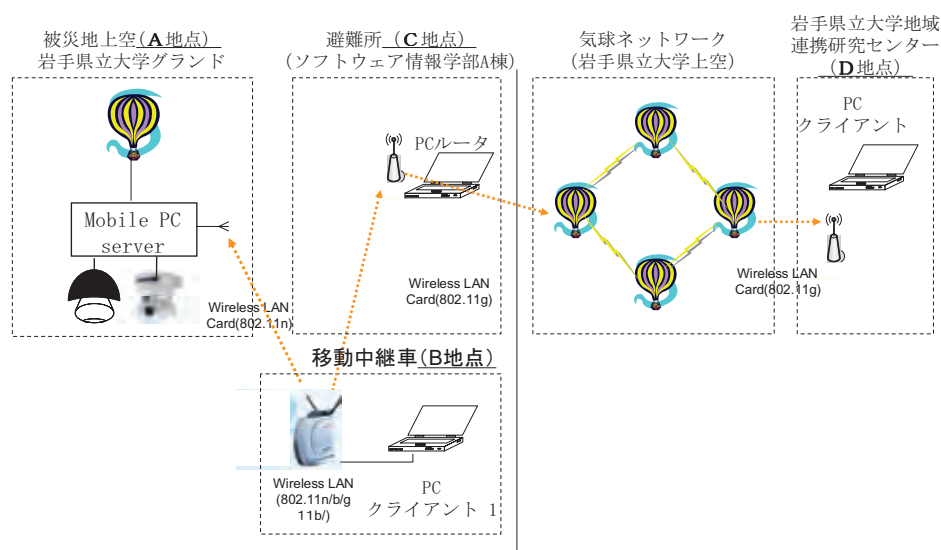


図 4-3-23 各中継区分

表 4-3-3 中継区分毎の測定結果

パケットレベル性能評価		
	スループット (Mbps)	遅延時間 (ms)
A⇔B	12	0.5131
B⇔C	11	0.5665
A⇔C	9	0.845
C⇔D	0.4	70
映像レベル性能評価 (A⇔C)		
	スループット (Mbps)	フレームレート
全方位カメラ	2	10～15
制御カメラ	1	10～15

上空カメラ→移動中継車→PC ルータ間(A⇔C)においては、十分に実用的な品質を提供することが可能であった。写真 4-3-1 にカメラの操作、動画表示の様子を示す。



写真 4-3-1 被災地映像情報転送システム操作試験風景

一方、気球ネットワーク試験システムでの伝送評価 (C⇔D) については、試験システム上で十分な通信速度が得られず、通信速度は 0.4Mbps 遅延時間は 70ms という状況であった。フレームレートを 10～15 に縮小しても静止画が 7 秒間に 1 回伝送できる程度であり、当該システムの機能を十分に確保することはできないことが判明した。

(3) 無線 IP 携帯電話による双方向音声通信システム

被災地想定フィールドで通話試験を行い、音声品質、雑音、音量について問題なく通話ができることが確認された。有線 IP 電話や加入電話機と比較しても遜色無い結果が得られた。

4 ネットワーク運用管理試験

中継局 AP に故意に障害を発生させ、代替ルートによる自動復旧時間を測定したところ、その復旧時間は 500ms 以下であった。

表 4-3-4 は 2 ホップでの通信確立状態の各中継装置の状態を示しており、各中継局 AP は立ち上がっている (Status)。この状態で中継局 AP2 の電源を落としたところ、表 4-3-5 のように AP2 のステータスは「NO_TL」で表示され、通信が確立されていない状態となっている。AP2 の電源断直前から電源断後の AP3 下にログインした端末装置からの ping の状態を図 4-3-24 に示す。

中継局 AP2 の電源を抜いた以降も Ping が正常に通っている。Ping のタイムアウト値である 500ms 以下の切り替え時間内で障害復旧が完了していることが分かる。

また、図 4-3-25 及び図 4-3-26 に示すように障害発生の前後でスループット、Ping 応答時間にあまり変化がみられず、安定した通信性能であることが確認できた。

表 4-3-4 各中継リンクのステータスの測定結果(障害発生前)

AP	Nbr-MAC-Address	Nbr-IPAddress	Nbr-Serial-ID	Status	RSSI	Channel
2	00:16:CA:F5:86:04	192.168.4.106	NNTMCN000TB8	UP	38	196
3	00:16:CA:F5:87:7C	192.168.4.102	NNTMCN000TE9	UP	34	188

表 4-3-5 各中継リンクのステータスの測定結果(障害発生後)

AP	Nbr-MAC-Address	Nbr-IP-Address	Nbr-Serial-ID	Status	RSSI	Channel
2	00:16:CA:F5:86:04	192.168.4.106	NNTMCN000TB8	NO_TL	38	196
3	00:16:CA:F5:87:7C	192.168.4.102	NNTMCN000TE9	UP	27	188

日時	計数	IPアドレス	ステータス	備考
2006/10/19 16:35:22	192.168.1.200	192.168.1.200	Time: 315ms	測定用サーバ
2006/10/19 16:35:22	192.168.1.200	192.168.1.200	Time: 38ms	測定用サーバ
2006/10/19 16:35:23	192.168.1.200	192.168.1.200	Time: 199ms	測定用サーバ
2006/10/19 16:35:24	192.168.1.200	192.168.1.200	Time: 10ms	測定用サーバ
2006/10/19 16:35:24	192.168.1.200	192.168.1.200	Time: 85ms	測定用サーバ
2006/10/19 16:35:25	192.168.1.200	192.168.1.200	Time: 83ms	測定用サーバ
2006/10/19 16:35:25	192.168.1.200	192.168.1.200	Time: 62ms	測定用サーバ
2006/10/19 16:35:26	192.168.1.200	192.168.1.200	Time: 16ms	測定用サーバ
2006/10/19 16:35:26	192.168.1.200	192.168.1.200	Time: 48ms	測定用サーバ
2006/10/19 16:35:27	192.168.1.200	192.168.1.200	Time: 62ms	測定用サーバ
2006/10/19 16:35:27	192.168.1.200	192.168.1.200	Time: 30ms	測定用サーバ
2006/10/19 16:35:29	192.168.1.200	192.168.1.200	Time: 27ms	測定用サーバ
2006/10/19 16:35:29	192.168.1.200	192.168.1.200	Time: 108ms	測定用サーバ
2006/10/19 16:35:29	192.168.1.200	192.168.1.200	Time: 261ms	測定用サーバ
2006/10/19 16:35:30	192.168.1.200	192.168.1.200	Time: 85ms	測定用サーバ
2006/10/19 16:35:31	192.168.1.200	192.168.1.200	Time: 224ms	測定用サーバ
2006/10/19 16:35:31	192.168.1.200	192.168.1.200	Time: 40ms	測定用サーバ
2006/10/19 16:35:32	192.168.1.200	192.168.1.200	Time: 63ms	測定用サーバ
2006/10/19 16:35:32	192.168.1.200	192.168.1.200	Time: 13ms	測定用サーバ
2006/10/19 16:35:33	192.168.1.200	192.168.1.200	Time: 71ms	測定用サーバ
2006/10/19 16:35:33	192.168.1.200	192.168.1.200	Time: 125ms	測定用サーバ
2006/10/19 16:35:34	192.168.1.200	192.168.1.200	Time: 171ms	測定用サーバ
2006/10/19 16:35:35	192.168.1.200	192.168.1.200	Time: 29ms	測定用サーバ
2006/10/19 16:35:35	192.168.1.200	192.168.1.200	Time: 49ms	測定用サーバ
2006/10/19 16:35:36	192.168.1.200	192.168.1.200	Time: 322ms	測定用サーバ
2006/10/19 16:35:36	192.168.1.200	192.168.1.200	Time: 10ms	測定用サーバ
2006/10/19 16:35:37	192.168.1.200	192.168.1.200	Time: 95ms	測定用サーバ
2006/10/19 16:35:38	192.168.1.200	192.168.1.200	Time: 244ms	測定用サーバ
2006/10/19 16:35:39	192.168.1.200	192.168.1.200	Time: 345ms	測定用サーバ
2006/10/19 16:35:39	192.168.1.200	192.168.1.200	Time: 57ms	測定用サーバ
2006/10/19 16:35:40	192.168.1.200	192.168.1.200	Time: 135ms	測定用サーバ
2006/10/19 16:35:41	192.168.1.200	192.168.1.200	Time: 301ms	測定用サーバ
2006/10/19 16:35:41	192.168.1.200	192.168.1.200	Time: 32ms	測定用サーバ
2006/10/19 16:35:42	192.168.1.200	192.168.1.200	Time: 63ms	測定用サーバ
2006/10/19 16:35:42	192.168.1.200	192.168.1.200	Time: 98ms	測定用サーバ

図 4-3-24 障害復旧時の Ping 画面

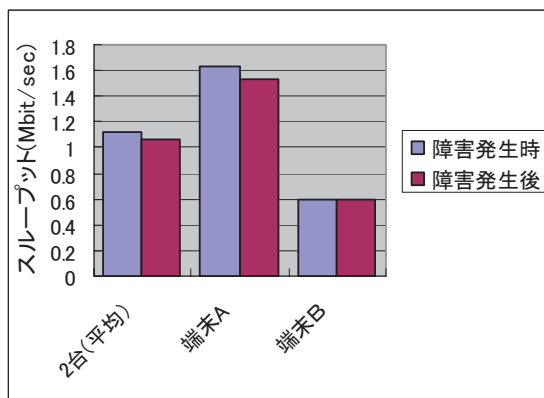


図 4-3-25 障害復旧前後のスループット

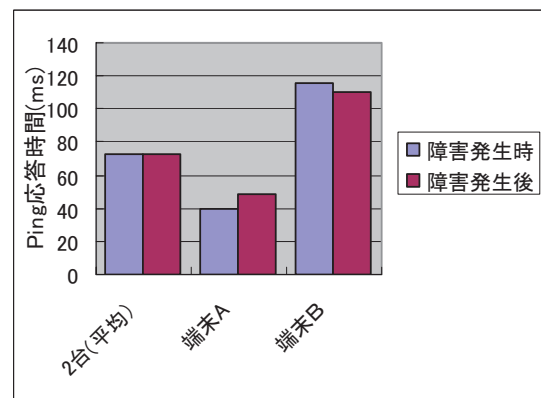


図 4-3-26 障害復旧前後のと Ping 応答時間

第4節 試験結果の評価

試験は岩手県滝沢村及び宮城県利府町を試験フィールドとして伝送・伝搬特性の確認及びシステム伝送・伝搬特性変動評価試験を行った。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 伝送・伝搬特性確認試験

(1) 5 GHz 帯アクセスシステム

ア 地上試験では指向性アンテナを使用すれば中継装置間が 600mまで十分な受信電力と伝送速度が得られることが確認できた。

イ 一方、指向性アンテナを使用した場合、中継装置間の距離が短いとその放射特性から受信電力と伝送速度が低下することが認められた。

ウ 通信性能を一定レベルまで確保するためには、中継装置(AP)間の高低差をできるだけ少なくする必要がある。

気球到中継装置を搭載する場合、風による影響により中継装置間の高低差が発生する可能性は避けられない。したがって指向性アンテナを使用する場合には、中継装置間の距離を不必要に近くするよりも、高低(仰角)を緩和するために、距離を離し高低を水平に近づけることが有効であると考えられる。

エ 気球間の設置間隔は地上試験での結果をもとに、使用する空中線の特性の範囲内で構成することができるものと考えられる。この場合、回線確立に必要な受信電力として-79dBm以上を確保することが望ましい。

(2) 2.4GHz 帯の無線 LAN システム

地上試験において AP 直下から半径 300m までの範囲においてサービスを提供できることが検証できた。

(3) 統合システム・中継装置(AP)の揺動試験

ア 2.4GHz 帯通信機器と 5 GHz 帯通信機器を用いた統合システムにおいても各機能が連動して作動し、中継機能と無線 LAN 機能がトータルシステムとして有効に動作することが確認された。特に災害時におけるネットワーク確立においては、中継用に 5 GHz 帯を、端末側のアクセス用に 2.4GHz 帯を利用することは、利用者の利便性においても合理的な構成であることを検証した。

イ 試験システムにおいては、ワイヤレスメッシュネットワーク技術を導入している。当該技術はメッシュ状に配置した中継装置でそれぞれにスループットを均等分配しているため、クライアント側ではほぼ一定のスループットが提供される反面、一端

未当たりの伝送容量は中継装置のホップ数に比例して低下する（1ホップ毎に約50%減）仕様となり、試験においてもその仕様どおりの結果となった。この場合、中継装置のホップ数は2ホップまでが十分な伝送容量を提供できる範囲と言える。

2 システム伝送・伝搬特性変動評価試験

試験システムで使用した機器は5GHz帯と2.4GHz帯の複合型のワイヤレスメッシュ技術を採用したが、当該システムは気球活用ワイヤレスネットワークで利用するに当たり、以下の点で有効であることが確認できた。

(1) 5GHz帯アクセスシステム

気球に搭載した状態においても試験期間中の気象条件（地上における最大瞬間風速3.4m）下では5GHz帯アクセスシステムの中継機能が正常動作し、複数の気球間で自動的に通信が確立されることを確認した。

(2) 2.4GHz帯の無線LANシステム

気球に搭載した状態でも、気球配下のエリアに無線LANの通信サービスを提供することが確認された。

地上での試験結果と合わせて考えると被災地想定のパーク、体育館などのエリアで利用できる能力があるものと推測される。

(3) 統合システムの優位性と課題

ア 気球に搭載した場合においても5GHz帯通信機器と2.4GHz帯通信機器によるメッシュネットワーク技術を活用した通信システムは各機能が連動して作動し、中継機能と無線LAN機能がトータルシステムとして有効に働くことが確認された。

イ 気球に搭載される通信機器は第一義的に軽量化が求められる。また中継回線と地上からのアクセス回線を同時に構成する上で、双方の機能を一筐体にして構成することにより、容易に気球に取り付けることができる。

ウ 気球に搭載した場合において、スループットが地上における測定結果よりも5割の程度低下することが認められた。このことは気球の揺動による影響によるものと推測されるが、明確な原因究明には至らなかった。

3 ネットワークサービス共用試験

(1) 広域災害情報共有システム

試験システムにおいて当該アプリケーションが十分に動作することが確認できた。通常のインターネット閲覧等には問題なく利用できることが検証された。

同時アクセス数は平均 20 台程度で利用可能であることが確認され、災害時においても各種災害情報の登録・確認に活用できると考えられる。

(2) 全方位カメラによる被災地映像情報システム

全方位カメラの映像を気球ネットワークに接続した際、映像の遅延が発生し、十分な画像を伝送できないことが明らかになった。

当該システムの画像伝送には 5 Mbps 以上のスループットを確保する必要があると考えられ、気球ネットワークシステムにおいて当該システムの画像伝送を行う場合には、機器の機能改善やハードウェア性能向上等で総合的に対応する必要がある。

(3) 無線 IP 携帯電話による双方向音声通信システム

音声通信が問題なく行え、また音声品質も良く、有線 IP 電話と同等の音声品質が確認された。災害時の加入電話網不通時においても、気球ネットワーク下での双方向音声通信が可能なことが検証された。

4 ネットワーク運用管理試験

気球搭載時において、①システム自動セットアップ確認試験及び動作状態の監視② AP 間の自動リンク確立③リンクダウン時のリルート自動構成機能④ホットスポットへの自動ネゴシエーション機能が正常に機能することを検証した。

5 試験に使用したネットワーク技術の評価

試験に使用したメッシュネット技術の性能及び機能は、気球に搭載しても有効に動作することが確認された。しかし、緊急時における情報収集・提供に当たっては様々な利用シーンから求められる通信システムへの要求に応えるため、①帯域制御方法②セキュリティ機能の仕様③中継装置の機能の要件について検討を進める必要がある。

6 ネットワーク構築に必要な気球の要件の検証

試験システムで使用した気球は、気球活用ネットワークシステムにおいて、有効な要件を満たしていることが確認できた。同時に気球及び係留方法に関して以下の要件を満たす必要があることが判明した。

また、ガス注入やボンベ運搬を含む気球掲揚までの一連の操作、ロープ等係留機材の取り扱いについての改善点や検討事項が明らかになった。

(1) 気球の材質

試験に使用した厚さ 0.13mm 特殊アドバルーン用塩化ビニールについては、今回の試験期間において十分なガスバリア性を確認できた。ただし、突起物などに弱い材質であることから通信機器等の搭載物や固定用アングルの突起物の養生を図る必要がある。

るとともに、搬送時等の取り扱いと保管には十分な配慮が必要である。

(2) 必要な余剰浮力

風による揺動を少なくするためには、できるだけ浮力が大きい方が良い。

試験システムでは余剰浮力 10kg 以上を目安として設計し、十分な浮力が得られることを確認した。

一方、試験システムでは搭載する機器の重量が 2.4kg であり、電源ケーブル及び通信ケーブル等を含めて必要な余剰浮力を確保するために、直径 3.5m の気球が必要となった。

このため気球に充填するヘリウムガスは 28 m³ (7 m³ボンベ4本) を要することになり、経済性、運搬・設営に係る時間や労力という点において課題を残した。搭載する機器の軽量化を図ることが重要な課題の1つとなった。

(3) 係留方法

ア 3点係留法は、気球の安定性を確保する上では有効であることが確認された。同時に気球と通信機器の間に係留用アングルを使用することは、①気球の揺動が通信部に伝わる影響を緩和させること、②中継装置の向きを一方向に固定すること、のために有効に機能したと認められた。

一方で3点係留法は地上に設置する場合、係留する高度により広い係留場所が必要となる。試験においては中心角を 120° とする正三角形領域に気球の直下から 45 m の範囲が必要であり係留場所の確保が課題となる。

イ 気球を上空で安定させるためには、係留ワイヤの長さとお作用ロープの長さを厳密確認して係留する必要性が確認された。特にお作用ロープが短くて係留ワイヤの張力に低下が起きると気球の安定度が著しく低下することが認められた。

ウ 地上の係留アンカーや支持物及び固定用アングルへのワイヤ取り付けに当たっては、突起物や摩擦の多いものへの固定は回避する必要があることが明らかになった。これは気球の揺動に対して係留ワイヤに磨耗が生じ、係留ワイヤの断裂等が生じるためである。

エ 気球を係留するための係留用アンカー及び固定用アングルは、十分な強度を確保する必要があることが明らかになった。風の影響で気球が下降し風がなくなった場合に再度上空に浮上する場合の係留ワイヤにかかる張力は相当な大きさとなると考えられる。試験においては当初の固定用フレームとアンカーが破損する状況も生じ強度を補強することとなった。

(4) 運用・保守・回収方法

試験システムでの検証を行う中で気球の運用・保守・回収方法についての得られた結果と考察について「運用方法マニュアル」として資料編に示す。

第5章 緊急時における気球活用ワイヤレスネットワークシステム構築の実現性と今後の方向性

第1節 検討結果の総括

1 試験による検討課題

検討会は、非常災害時等において、無線アクセスシステムや無線 LAN を気球に搭載する臨時的なワイヤレスネットワークシステムが、災害地域や救援施設、避難場所における情報通信手段として有効であるかどうかを検証するため、実際に試験ネットワークを構築した。試験では、①ワイヤレスネットワークの電波伝搬等技術的特性の把握、②アプリケーションの実用化への課題、③気球の物理的要件及び設置、運用上の留意点等を明らかにし、実現性と今後の方向性を明らかにしようと試みた。以下の第2項に試験結果の概要として、試験結果のあらまし及び考察を記述する。

2 試験結果の概要

(1) 試験結果のあらまし

ア 気球活用ワイヤレスネットワークは、緊急時におけるワイヤレスホットゾーンとして有効であり、学校等を想定した避難所レベルのエリアは十分カバーできることが分かった。

イ 被災現場等からの長距離中継は、試験では中継ホップ数が増える毎にスループットがほぼ半減していくため、ホップ数を増して長距離通信を行うには限界があることが分かった。

ウ 風と気球の動きの変化については、採用した3点係留方法では、地上の最大風速3.4mの場合で最大約7mの移動があったことが確認された。また、係留ロープがアンテナエレメントと接触してアンテナが破損する事故が生じた。設置場所の地形や突風等により、気球が思わぬ動きをする場合もあり、十分な注意が必要であることが分かった。

エ 気球の動きにより、通信回線が途絶することは無かったが、気球が動いて仰角がある角度になった場合に、受信電力及びスループットが低下することが分かった。

オ 災害時を想定し試験したアプリケーションでは、災害情報サイトへのアクセス、画像伝送によるTV会議、IP携帯電話による通話は良好に行うことができたが、全方

位カメラの画像は、スループットの低下や遅延の発生から良好に伝送できなかった。

カ 気球の設計要件、係留方法、運用上のノウハウの蓄積が重要であることが分かった。

(2) 試験結果の考察

前述(1)の試験結果を踏まえ、検討会がめざした「災害時における通信イメージ(第2章第3節)」に照らし合わせて、以下に考察を加える。

ア 単一のAP(アクセスポイント)は、半径300m程度のホットスポットエリアをカバーできることが分かっており、情報拠点に想定する役場、学校、病院等のエリアを十分カバーでき、避難所での利用、気球直下での利用は十分可能であると考えられる。また、隣接するAP間は、自動ネゴシエーション機能により接続されるため、必要な受信電力が確保されれば、カバーエリアは点から面に拡大し、より大きなホットゾーンを構成することが可能であると考えられる。

イ しかし、広域被災地域での利用を想定した場合に、必要な受信電力を確保することが難しい相当離れたAP同士の接続や多段方式による遠距離中継を行うには限界があるため、こうした需要に応えるには、FWA等の他の無線中継方法を活用することや事業者回線を利用する等補完的な代替策を検討しておくことが重要と考えられる。

ウ なお、被災を免れたインターネットアクセスポイントに気球ワイヤレスネットワークを接続することにより、より広範な情報サイトにアクセス可能となることも付言する。

エ 試験では、既に製品化された機器を使用したことにより、仕様に反映された標準的技術は、気球上でも概ね良好に動作し、自動セットアップ等の機能が確認された。しかし、災害の種類、規模、範囲等により必要とされる情報は多様であり、予め設置場所の下見やシミュレーションを行い、効果的で安全な係留場所、接続方法、他との接続箇所、接続のルール等を確認しておくことが重要と考える。

オ 実用化には、インフラ整備のみならず、通信品質に対する信頼度の向上、電源の小型軽量化や気球ユニット全体の耐環境性による安心・安全度の向上、コストの低廉化や運用の効率化による経済性の向上等総合的な対策が重要と考えられる。

第2節 緊急時における気球活用ワイヤレスネットワークシステム構築に向けた課題及び考慮すべき事項

本節では、緊急時における気球活用ワイヤレスネットワークシステムを構築する場合における課題及び考慮すべき事項を、①ワイヤレスシステム、②ネットワークシステム、③電源設備に分けて記述する。

1 ワイヤレスシステム

気球は風で揺れるため、気球に搭載したワイヤレスシステムが、どのような電波伝搬特性を示すか測定した。さらに、受信電力やスループット、遅延時間、パケット到達率等から、試験システムの有効到達距離及びエリアの範囲を検証した。また、ワイヤレスネットワークを気球に搭載して構築する場合、気球の動きによる回線品質の低下をマージンとして加味した場合、アプリケーションをストレスなく利用するために必要な受信電力の閾値（技術的パラメータ）を算出した。検討結果と課題は以下のとおりである。

(1) 有効到達距離と仰角

中継用の5GHz帯無線アクセスシステムは、送受信間が水平であれば、1ホップで最大距離600m程度まで安定した受信電力とパケット到達率が100%であることが確認された。しかし、通信距離を延ばすために、中継ホップ数を増していけば、システムのアルゴリズムにより、ホップ数に応じてスループットがほぼ半減していくことが確認された。

また、送受信点間の仰角が±5度のポイントでは、受信電力（RSSI値）が大きく低下することが確認されており、中継システム間の高さ合わせには、十分な配慮が必要であることが確認された。

(2) サービスエリア

端末機と直接通信を行う2.4GHz帯無線LANシステムの通信範囲は、PIFA内蔵アンテナ（絶対利得0dBi）では、半径10m以内では安定的に9Mbps程度スループットを維持しているが、10mを超えると低下することが確認された。しかし、コーリニアホイップアンテナ（絶対利得5dBi）を使用した場合は、半径300m（学校敷地程度）まで安定的に9Mbps程度のスループットが維持されており、通信エリア範囲に差が表れる要因の一つにアンテナ利得が影響しているものと考えられる。サービスエリアを拡大するためには、一般的に高利得アンテナを使用することが望まれるが、技術基準の範囲内で利用条件に見合ったアンテナを選択することも有効である。

(3) 推奨する受信強度

パケット到達率を100%担保する受信電力は-79dBm以上（RSSI値16）であり、この閾値を境にしてパケット到達率が低下するため、-79dBm以上（RSSI値16）を推奨する技術パラメータとする。

2 ネットワークシステム

採用したネットワークシステムは、エリアをまたいで高速なワイヤレスメッシュネットワークを構築し、かつ運用者の特殊技術を要せず、簡単に運用できるようにするため、標準技術を組み合わせたアーキテクチャで構成されている。ワイヤレスアクセスポイントの自動設定、自己構成、自己回復機能などはその代表例であり、これらの機能が気球上においても確実に働くかどうかを試験した。以下に検討結果と課題を記述する。

(1) 自動設定の有効性

被災地において臨機に専門家を確保するのは困難である。ネットワークの設定は、専門の知識、経験を有しない者でも簡単に行えることが重要である。このため、検討会は、試験システムがもつ次の機能の動作確認を行った。これらの機能は、試験システム用ネットワークが有する標準技術であるが、設定の簡易性、通信の安全性に重要な機能であり、気球搭載時においてもあらためて動作確認できたことは、特筆すべきである。

ア システム自動セットアップ

イ 自動リンクの確立

ウ リンクダウン時のリルート（OSPF¹）の自動構成

エ ホットスポットへの自動ネゴシエーション

(2) 柔軟な機能選択の導入

試験システムは汎用機器により構成したため、ネットワーク設定は簡単、便利にできた。しかし、使用する側は、機器の仕様制限により柔軟な機能選択が取れないため、実際の活用場面では応用が効かないことが考えられる。使い勝手を良くするために、次のような機能選択の自由度を増す必要性が認められる。

ア 優先度、重要度に応じた帯域制御（Qos）の設定

試験システムには、IEEE802.11eによるQos機能がサポートされている。この機能を活用して、利用するアプリケーションを優先的に選択したり、緊急度や重要度の高い端末からの通信を優先選択したりして、利用の実際に合わせて柔軟な運用形態ができるようにすることが重要であると考えられる。

¹ Open Shortest Path First

イ 柔軟なセキュリティ機能設定による伝送速度の確保

試験に使用したワイヤレスシステムは、中継ネットワーク部は IPsec により、また、アクセスリンク部は WPA によりセキュリティが確保されている。厳重なセキュリティは一方で認証用のパケット送信の増加や暗号化／複合化の処理時間を発生させ、スループットの低下を招くことになる。緊急時におけるセキュリティポリシーとの見合いによっては、過度なセキュリティを避けてネットワーク全体の伝送速度が上げられるような選択機能を備えることが必要と考えられる。

ウ 中継機能のみの選択手段の導入

試験システムは、一つの筐体の中に、中継リンク用（5GHz 帯）及びアクセスリンク用（2.4GHz 帯）を使用した2つのモジュールを有している。通常の使用においては、常にこの2つの機能が動作しており、どちらも停止できない仕様になっている。構成によっては、中継リンクのみの機能で支障ないネットワーク構成もあるため、中継機能（ブリッジモード）のみの機能選択ができるような柔軟な仕様の導入を検討する必要がある。

3 電源設備の小型軽量化

試験では気球の浮力との見合いで、電源は地上に設置した発動式発電機により気球外から供給した。このため給電用ケーブルが必要となり、ケーブルの荷重対策や接合部強度の確保、防水対策、発動式発電機の連続運転に燃料補充等の付帯作業が発生した。今後さらに蓄電池の小型軽量化や電力容量の増強、無線システムの消費電力の低減化等の技術開発が進めば、気球ユニットの活用の幅が大いに広がるものと期待される。

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 実用化に向けた一般的課題

IP 電話や第3世代携帯電話が急速に拡大しており、電気通信事業者は、ブロードバンド化を背景に情報通信端末機器からネットワークまでエンド・ツー・エンドで一貫して IP 化（フル IP 化）する取組を進めている。地方公共団体も光ファイバーによる地域情報通信基盤の整備を進めるなど、ブロードバンド化を進めている。

こうしたブロードバンド化、フル IP 化は、シームレスなネットワーク化を進め、異種ネットワーク間の接続性も改善されていくものと考えられる。気球ワイヤレスネットワークによるアプリケーションも、地方公共団体が設置する防災情報ポータルサイトへのアクセス、救護所や避難所、利用者の希望に応じて多種多様な利用が可能となり、行政、防災機関、市民との情報共有・交換が広がるものと考えられる。

アプリケーション試験では、①広域災害情報共有システム、②全方位カメラによる被災地映像情報システム、③IP携帯電話による双方向音声通信システムの3種類が気球活用ワイヤレスネットワーク上でどのように稼働をするのか確認した。各アプリケーションは、試験環境下ではカメラ画像伝送を除き良好に稼働したが、利用環境によっては、遠距離から広範囲にサービスを提供するため多段中継を行う場合も想定され、スループット低下対策や多数のアクセスが集中した場合のトラフィック制限のかけ方、アクセス者の管理のあり方などの問題が予想される。以下の2項に試験で使用したアプリケーションの課題について記述する。

2 試験アプリケーションの課題

(1) 広域災害情報共有システム

閉じられた網としての気球ワイヤレスネットワークを経由して、グローバルなインターネット上の災害情報サイトにアクセスしストレス無く接続、閲覧、登録できることを確認した。また、ベンチマークツールを用いたシミュレーションの結果、20台程度の端末からの同時アクセスにも対応できることが明らかになった。今後は、実際に同時アクセス数がどの程度まで許容可能かどうか試験評価が必要と考える。

(2) 全方位カメラによる被災地映像情報システム

カメラ映像のキャプチャ後、ネットワークを介して画像を受け渡しする毎にスループットの低下と遅延が発生しており、気球ワイヤレスネットワーク側で受け取った時には、スループットは0.4Mbpsに低下し遅延時間は70msに増大していた。このため、7秒間に1枚の静止画となり、動画として必要な30フレーム/Sには及ばなかった。しかし、気球ワイヤレスネットワーク上において通信を確立したことは、スループットの程度に拘わらず特筆に値する。なお、試験に用いた全方位カメラシステムのローカルネット内では、スループットは2Mbpsで10から15フレーム/Sを確認²している。気球ワイヤレスネットワーク上において、動画の伝送に必要なスループットは、経験的に5Mbps程度確保する必要があるものと考えられる。

なお、カメラの画質そのものはカメラネットワークシステム内では良好に確認できたが、気球に搭載したカメラレンズも動くため視覚的に見にくく、実用化にはベクトル補正を行う等ソフトウェア的な画像処理が必要と考えられる。

(3) IP携帯電話による双方向音声通信システム

気球ワイヤレスネットワーク内間で通話試験を行った。その結果、呼出、呼接続、通話（音質含む）、切断が良好に行われることが確認された。IP電話で技術的に問題

² スループットのレベルに応じてフレーム数を調整している。

となる遅延もほとんど感じられなかった。一時に多数の端末による通話が集中した場合の許容数の限界や通話品質については、別の機会に確認する必要がある。

第4節 緊急時における気球活用ワイヤレスネットワークシステムの活用に関する提言

気球ワイヤレスユニット（気球と無線機器の統一体）を迅速に設置し、安全・安定的に運用するため使用者側が留意する事項は、次のとおり考えられる。特に使用者側が利用シーンに応じた標準仕様を作成することは、製作の効率化、コストの低廉化、普及効果にプラスに作用するものであり、産学官による連携を図ることが重要であると考えられる。以下に①気球の構造的要件、②設計、設置、運用ルールの整備、③運用側の課題に分けて記述する。

1 気球に求められる構造的要件

(1) 気球の容量

気球の構造要件は、緊急時に情報提供する情報の種類、情報量、提供形態、提供範囲、提供時間等により必要なワイヤレスネットワーク機器、電源、接続コード類が特定され総重量が決定する。気球には、総重量以上の浮力が必要となり、必要な気球の大きさ、容量が決定される。

(2) 連続サービス時間の確保

気球の連続サービス時間を確保するためには、気球の強度を保ち、長時間ヘリウムガスを保持することが必要である。具体的には、外皮の強度及びガスバリア性を考慮した設計が必要であり、外皮をナイロン製にし、バリア性の高いポリエチレン・エバール・フィルムによる2層構造や、重量を分散するため負荷分散用ワイヤーを用いる場合もある。素材や構造を高質化することは、気球の長時間の維持や姿勢の安定化には効果を発揮するが、相応のコスト負担が伴うので、気象条件、耐環境性、係留場所や許容コスト等を総合的に検討することにより連続サービス時間を決めることが重要である。

2 気球ユニットの設計、設置、運用ルールの整備

(1) 次に掲げる事項を設計に反映すること。

- ア 重量物落下に対する対処
- イ 気球部破損に対する急速な墜落の回避
- ウ 強風に対する係留方法、係留保持強度の確保

(2) 設置場所周辺の安全確認を行うこと。また、予め避難場所等の候補地を下見しておくことは有効である。

ア 高圧電線、高木、高速道路、鉄道、空港、景観保護への対応

イ 突風、地上部の水没地形の回避

(3) 安全な運用ルールを策定し遵守すること。

ア 最高高度、最高風速、雨、雪、雷に関する基準

イ 係留地上部への立ち入り制限

(4) オペレーションには、次の事項に注意すること。

ア ヘリウムガス（浮力）のチェック、充填

イ 供給電力のチェック

(5) 設置・運用マニュアルを整備すること。

設置、運用マニュアルには、気球ユニットの設置・運用までの手順、安全対策、必要要員数、標準化した作業区分と所要時間等を記載し、誰でも対応できる体制を整備しておくことが重要である。

3 運用する側の課題

(1) 要員、体制の整備

(2) 簡単に設置できる仕組みの構築

ア 気球ユニットのワンパッケージ化

気球ユニットの各構成機器類の小型・軽量化を進めるとともに、少人数により搬送、設置、撤収を行えるよう気球ユニットのワンパッケージ化を行う。

イ 習熟訓練の実施

非常災害訓練の連絡手段として活用するなど、計画的に習熟訓練を実施する。また、最適設置箇所のシミュレーション（下調べ）をしておくことも有効である。

ウ イベント等日常における活用

緊急時にスムーズに対応するため、当該システムを屋外事務やイベント等の機会に連絡、情報流通手段として活用するなど平常時からノウハウの蓄積や作業の慣熟化を進める。

おわりに

梅雨の季節に立ち上がった検討会も、宮城県利府町から滝沢村へと試験場所を移しながら瞬く間に半年が過ぎ、北上川には、白鳥が舞い戻る季節になりました。

本検討会は、気球が何といても母体になります。

気球の係留作業は、注意と緊張の連続です。厚手の手袋を使い、周囲からガラス破片等気球を破損する危険を取り除きます。ヘリウムガスの注入は、一気にを行うと破裂する恐れがあるので、ゆっくり、慎重に行います。係留作業は3名によるチームワークが欠かせず、手本のない作業が繰り返し行われました。

また、風による気球の動きに規則性はなく、試験場所とした広い畜産試験所に高い防風林の波が続く滝沢村は、ある意味、風の里として絶好の試験場所だったのかも知れません。名峰岩手山から吹き下ろす風は予想以上に強く、係留ロープの切断、アンカーボルトやアルミニウムの台座を曲げるなどのダメージを受けました。気象条件や地形等が異なれば、予想を越えた風によるトラブルに発展しかねません。いわば自然を相手にしており、安全対策には、十分に配慮する必要性を痛感しました。

啓発や広報も重要です。試験公開は、岩手県立大学の学園祭と一緒に行うことができました。岩手県立大学生の方々には、カメラネットワークの紹介やトラフィックの測定等裏方で支えて頂きました。当日は、残念ながら抜けるような青空とはいきませんでした。キャンパスに揺れるカラフルな4つの気球は、未来に大きく広がる希望にも見えます。

気球はロボットではありませんが、大規模都市災害における救助活動や情報収集を行うレスキューロボットの研究や実用化が進んでいます。電波と気球やロボットのような移動体とは、とても相性がいいのです。これから、ますます、電波が災害、救難の現場で活躍することが期待されています。

試験の結果、気球ワイヤレスネットワークとしての技術的有効性は、十分に検証されました。しかし、実用化には、気球の強度や運用の方法、コストといった無線以外の部分でさらに検討すべき課題が明らかになりました。今回を機にあらためて実用化に向けた検討を関係者が深めることが重要と思います。

最後に、座長として本検討会をリードして頂いた柴田教授をはじめ各委員の皆様、試験にご協力いただいた岩手県、滝沢村、岩手県立大学、企業、その他関係者の皆様に心から御礼を申し上げます。

平成 18 年 12 月

緊急時における気球活用ワイヤレスネットワークシステム検討会
事務局

緊急時における 気球活用ワイヤレスネットワークシステム 検討会

資 料 集

資料集 目次

資料 1	緊急時における気球活用ワイヤレスネットワークシステム検討会	開催要綱	80
資料 2	緊急時における気球活用ワイヤレスネットワークシステム検討会	構成員	82
資料 3	緊急時における気球活用ワイヤレスネットワークシステム検討会	作業部会設置要綱	83
資料 4	緊急時における気球活用ワイヤレスネットワークシステム検討会	作業部会構成員	84
資料 5	緊急時における気球活用ワイヤレスネットワークシステム検討会	審議状況	85
資料 6	試験に使用した機器の諸元		87
資料 7	気球を上げる上での運用マニュアル		100
資料 8	フィールド試験の公開（平成18年10月28日）プログラム		102
資料 9	試験データ		104

緊急時における気球活用ワイヤレスネットワークシステム検討会 開催要綱

1 名称

本検討会は、「緊急時における気球活用ワイヤレスネットワークシステム検討会」（以下、「検討会」という。）と称する。

2 目的

近年、災害により連絡手段が確保できない地域において、災害復旧にあたる自治体等では被災や避難住民の状況の把握、避難住民への物資供給に関する連絡手段の早期確立が求められてきた。また、避難住民からは家族の安否、ライフラインの復旧状況などの情報提供を求めるニーズが高まっている。

そこで、被災地域及び避難住民集合地区の上空に気球を用いた臨時のワイヤレスネットワークを構築するため、無線アクセスシステムや無線 LAN について電波伝搬特性を調査し、気球活用ワイヤレスネットワークシステム構築に当たっての地理や気象といった環境条件の変化等を考慮した最適な技術的パラメータを検討するとともに当該システムの利活用方策について検討することを目的とする。

3 検討事項等

- (1) 気球活用ワイヤレスネットワークシステムに求められる機能と利活用の検討
- (2) 無線アクセス及び無線 LAN を使用する場合における問題点の抽出
- (3) 同システムの最適な技術的パラメータの検討
- (4) 試験システムの検討
- (5) 試験の実施、試験結果の分析・評価
- (6) 同システムの構築及び利活用に当たっての提言
- (7) 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18年6月20日から平成19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。

緊急時における気球活用ワイヤレスネットワークシステム検討会
構 成 員

(敬称略・順不同)

《座長》

柴田 義孝 岩手県立大学ソフトウェア情報学部 教授

《作業部会主査》

佐々木 淳 岩手県立大学ソフトウェア情報学部 助教授

《委員》

石橋 一夫 日本無線株式会社 東北支社長 (平成 18 年 9 月 30 日まで)

土井 正幸 日本無線株式会社 東北支社長 (平成 18 年 10 月 1 日から)

大平 尚 岩手県商工労働観光部科学技術課 総括課長

小野里 雅彦 北海道大学 教授

北原 亨 株式会社 S R A 東北 代表取締役社長

郷田 嘉行 ネクストコム株式会社東北営業所 所長

小島 誠一郎 特定非営利活動法人東京いのちのポータルサイト 理事

小守 武義 岩手県総務部総合防災室 防災消防担当課長

佐々木 幸弘 岩手県地域振興部 I T 推進課 総括課長

佐藤 長五郎 財団法人東北移動無線センター 専務理事

藤原 治 滝沢村暮らしの支援部 防災防犯課長

小貫 義則 総務省東北総合通信局 無線通信部長 (平成 18 年 7 月 31 日まで)

仲島 良一 総務省東北総合通信局 無線通信部長 (平成 18 年 8 月 1 日から)

緊急時における気球活用ワイヤレスネットワークシステム検討会 作業部会設置要綱

1 目的

本作業部会は、「緊急時における気球活用ワイヤレスネットワークシステム検討会」（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) 緊急時における気球活用ワイヤレスネットワークシステムに求められる機能及び同システムの利活用の検討
- (2) 同システムの技術的課題の検討
- (3) 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) 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。
- (3) 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。

緊急時における気球活用ワイヤレスネットワークシステム検討会
作業部会構成員

(敬称略・順不同)

《主査》

佐々木 淳 岩手県立大学ソフトウェア情報学部 助教授

《委員》

宇津木 達也 株式会社S R A東北ソリューション事業部

大橋 裕司 岩手県立大学地域防災情報研究所 客員研究員

門脇 和裕 岩手県地域振興部 I T推進課 主任主査

工藤 善彦 岩手県総務部総合防災室 主査

後藤 啓之 岩手県商工労働観光部科学技術課 主任主査

佐々木 敬志 滝沢村経営支援部広報情報課 主査

村田 哲夫 日本無線株式会社東北支社 担当部長

守田 敏正 滝沢村暮らしの支援部防災防犯課 主任

山田 一幸 ネクストコム株式会社東北営業所

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

緊急時における気球活用ワイヤレスネットワークシステム検討会
審議状況

時 期	項 目
6 月 20 日	第 1 回検討会（岩手県滝沢村） ① 調査検討事項 ② 作業部会の設置 ③ 試験方法の検討等
7 月 27 日	第 1 回作業部会（岩手県滝沢村） ① 試験企画検討 ② 利用アプリケーション等
8 月 7 日～10 日	メールによる意見照会（検討会・作業部会） ① 試験企画書二次案について
9 月 11 日	試験システムの請負契約
10 月 6 日～12 日	メールによる意見照会（検討会・作業部会） ① 試験方法手順書について
10 月 11 日～13 日	電波伝搬特性確認試験（宮城県利府町） ① 5 GHz 帯無線中継システム伝送特性 ② 2.4GHz 帯無線中継システム伝送特性 ③ 統合システム試験 ④ アクセスポイント揺動試験
10 月 18 日～20 日	電波伝搬特性変動評価試験（岩手県滝沢村） ① 気球揺らぎによる伝送特性 ② ネットワーク運用管理試験 ③ 試験システムの伝送特性変動試験
10 月 23 日～24 日	アプリケーション試験
10 月 28 日	試験公開（岩手県立大学内等） ① プレゼンテーション ② 試験システムの視察

12月 1日	第2回作業部会（岩手県滝沢村） ① 試験の公開結果について ② 緊急時における気球活用ワイヤレスネットワークシステム検討に関する試験の結果について ③ 「緊急時における気球活用ワイヤレスネットワークシステム検討会」報告書の骨子について
12月 6日	第2回検討会（岩手県滝沢村） ① 試験の公開結果について ② 緊急時における気球活用ワイヤレスネットワークシステム検討に関する試験の結果について ③ 「緊急時における気球活用ワイヤレスネットワークシステム検討会」報告書の骨子について
12月 20日	第3回作業部会（岩手県滝沢村） 「緊急時における気球活用ワイヤレスネットワークシステム検討会」報告書について
12月 22日	第3回検討会（岩手県滝沢村） 「緊急時における気球活用ワイヤレスネットワークシステム検討会」報告書について

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 5GHz 帯無線アクセスシステム

5GHz 帯無線アクセス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
ワイヤレスアクセ スポイント	Nortel 型式：Wireless AP7220	周波数範囲：500MHz～5,840MHz データ転送速度：最大 54Mbps 寸法：高さ 265mm、直径 200mm 重量：2.4kg
コンソール端末 A	Lenovo 型 式：ThinkPad X60s (1702-C6J)	CPU：インテル(R) Core(TM) Duo プロセッサ L2300 プロセッサ動作周波数：1.50GHz OS：Windows XP Professional (Service Pack 2) メモリ：512MB 寸法：268(幅)×211(高)×20-35(奥行)mm 重量：1.29kg(バッテリー含む) 電源： 消費電力：最大 65W
コンソール端末 B	Lenovo 型 式：ThinkPad X41 (2525-C6J)	CPU：インテル® Pentium® M プロセッサ 低 電圧版 778 OS：Windows® XP Professional 正規版 SP2 メモリ：512MB 寸法：268(幅)×211(高)×20.6-26.9(奥行)mm 重量：1.27kg(バッテリー含む) 電源：AC100-240V(50/60Hz) 消費電力：最大 56W
無指向性外部アン テナ	Corega 型式：CG-WLANT01I	伝送距離増分：単体使用で 120%以上(*)、双 方向使用で 150%以上(*)に向上 (*理論値) 使用周波数：2,400MHz～2,500MHz、5,150MHz ～5,350MHz 寸法：60(W)×60(D)×152(H)mm 質量：76g (ケーブルを含む)

2 2.4GHz 帯無線 LAN システム

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
ワイヤレスアクセスポイント (Whip 型アンテナ)	Nortel 型式 : Wireless AP7220 with Co-linear Antenna	周波数範囲 : 2,412MHz~2,484MHz データ転送速度 : 最大 11Mbps 利得 : 5dBi 寸法 : 高さ 265mm、直径 200mm 重量 : 2.4kg
ワイヤレスアクセスポイント(PIFA 型アンテナ)	Nortel 型式 : Wireless AP7220 with PIFA Antenna	周波数範囲 : 2,412MHz~2,484MHz データ転送速度 : 最大 11Mbps 利得 : 0dBi 寸法 : 高さ 265mm、直径 200mm 重量 : 2.4kg
イーサネットルーティングスイッチ	Nortel 型 式 : Ethernet Routing Switch 1648T	10/100 ポート : 48 SFP GBIC : 4 対応 GBIC : SX、LX、CWDM、TX スイッチ帯域 : 24Gbps 処理能力 : 13Mpps 寸法 : 4.4(高)×44.1(幅)×36.85(奥行)cm 重量 : 5.44kg 電源 : 100-240V
ワイヤレスゲートウェイ	Nortel 型式 : Wireless Gateway 7250	メモリ : 128MB 寸法 : 17.8(高)×43.8(幅)×53.3(奥行)cm 重量 : 4.5kg 電源 : 90-264VAC
認証・ファイル転送・動的端末設定サーバ	DELL 型式 : Inspiron 5100	CPU : インテル(R) Pentium(R) 4 プロセッサ 2.66/2.80GHz OS : Windows XP Professional メモリ : 1GB 寸法 : 335(W)×46.5(H) ×275(D)mm 重量 : 約 3.5kg
無線端末	Lenovo 型 式 : ThinkPad X41 (2525-C6J)	CPU : インテル® Pentium® M プロセッサ 低電圧版 778 OS : Windows® XP Professional 正規版 SP2 メモリ : 512MB 寸法 : 268(W)×211(D)×20.6-26.9(H)mm 重量 : 1.27kg(バッテリー含む) 電源 : AC100-240V(50/60Hz) 消費電力 : 最大 56W
無線 LAN クライアントアダプタ	Cisco 型式 : AIR-CB21AG-J-K9	インタフェース : 68 ピン標準コネクタ付きの 32 ビット CardBus、PC-Card Rev. 7.0 に準拠 規格(安全性) : UL 60950、CSA 22.2 No. 60950、IEC 60950、EN 60950

		<p>規格(無線の認可) : FCC Part 15. 401-15. 407、ARIB STD-T71 (日本)</p> <p>規格(電磁波干渉および感受性(クラス B)) : FCC Part 15. 107 および 15. 109、ICES-003 (カナダ)、VCCI (日本)、EN 301. 489-1 および -17 (欧州)</p> <p>規格(その他) : IEEE 802. 11a、802. 11b、および 802. 11g、Cisco Compatible Wireless (CCX v1.0 および CCX v2.0 に準拠)、Wi-Fi、WHQL、FCC Bulletin OET-65C、RSS-102</p> <p>周波数:2. 400~2. 57GHz (802. 11g は、2. 400GHz~2. 484GHz)、5. 15~5. 25GHz (日本)</p> <p>寸法 : 幅 52. 08×奥行 113. 35×高さ 4. 80mm</p> <p>重量 : 44. 0g</p> <p>消費電力:802. 11a 送信最大 554mA 受信 318mA スタンバイ平均 203mA、802. 11b 送信最大 539mA 受信 327mA スタンバイ平均 203mA、802. 11g 送信最大 530mA 受信 282mA スタンバイ平均 203mA</p>
受信電力測定ソフト	東陽テクニカ 型式 : AirMagnet Surveyor Standard Version2.5	<p>対応 OS : Windows2000、XP</p> <p>CPU : Pentium3 1.6GHz 以上</p> <p>メモリ : 256MB 以上</p> <p>ディスプレイ : 1024×768dpi 以上</p> <p>HDD : 1GB 以上の空き容量</p> <p>CD-ROM ドライブ : CardBus 対応 PC スロット</p>
端末疎通確認ソフト	型式 : Exping version 1.33	対応 OS : Windows 95/98/Me/NT 4.0/2000/XP
ネットワークパフォーマンス測定ソフト	型式 : Netperf version 2.1	

3 伝送・伝搬特性変動評価試験システム

伝送・伝搬特性変動評価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
ワイヤレスアクセスポイント (Whip型アンテナ)	Nortel 型式: Wireless AP7220 with Co-linear Antenna	中継リンク: 802.11a/j (5G) 無線システム 周波数範囲: 500MHz~5,840MHz データ転送速度: 最大 54Mbps 空中線利得: 5dBi アクセスリンク: 802.11b/g(2.4G) 無線システム 周波数範囲: 2,412MHz~2,484MHz データ転送速度: 最大 11Mbps 空中線利得: 0dBi 寸法: 高さ 265mm、直径 200mm 重量: 2.4kg
イーサネットルーティングスイッチ	Nortel 型式: Ethernet Routing Switch 1648T	10/100 ポート: 48 SFP GBIC: 4 対応 GBIC: SX、LX、CWDM、TX スイッチ帯域: 24Gbps 処理能力: 13Mpps 寸法: 4.4(高さ)×44.1(幅)×36.85(奥行)cm 重量: 5.44kg 電源: 100-240V
ワイヤレスゲートウェイ	Nortel 型式: Wireless Gateway 7250	メモリ: 128MB 寸法: 17.8(高さ)×43.8(幅)×53.3(奥行)cm 重量: 4.5kg 電源: 90-264VAC
認証・ファイル転送・動的端末設定サーバ	DELL 型式: Inspiron 5100	CPU: インテル(R) Pentium(R) 4 プロセッサ 2.66/2.80GHz OS: Windows XP Professional メモリ: 1GB 寸法: 335(W)×46.5(H) ×275(D)mm 重量: 約 3.5kg
測定用サーバ	Lenovo 型式: TinkPad X41 (2525-C6J)	CPU: インテル® Pentium® M プロセッサ 低電圧版 778 OS: Windows® XP Professional 正規版 SP2 メモリ: 512MB 寸法: 268(W)×211(D)×20.6-26.9(H)mm 重量: 1.27kg(バッテリー含む) 電源: AC100-240V(50/60Hz) 消費電力: 最大 56W
認証・ファイル転送・動的端末設定サーバ	DELL 型式: Inspiron 5100	CPU: インテル(R) Pentium(R) 4 プロセッサ 2.66/2.80GHz OS: Windows XP Professional メモリ: 1GB

		寸法：335(W)×46.5(H)×275(D)mm 重量：約3.5kg
無線端末 A	Lenovo 型式：ThinkPad X60s (1702-C6J)	CPU：インテル(R) Core(TM) Duo プロセッサ L2300 プロセッサ動作周波数:1.50GHz OS：Windows XP Professional (Service Pack 2) メモリ：512MB 寸法：268(W)×211(D)×20-35(H)mm 重量：1.29kg(バッテリー含む) 電源： 消費電力：最大65W
無線端末 B	Toshiba 型式：Dynabook SS	CPU：インテル(R) Pentium(R) 4 プロセッサ動作周波数:733.10GHz OS：Windows XP Professional メモリ：256MB 寸法：286(W)×229(D)×15(H)mm 重量：約1.09kg 電源：AC100V～240V、50/60Hz 消費電力：最大約45W
無線端末 C	DELL 型式：Latitude D410	CPU：インテル® Pentium® M メモリ：256MB 寸法：31.9(縦)×278(横)×238(長さ)mm 重量：1.7kg 電源：90～264VAC
端末疎通確認ソフト	型式：Exping version 1.33	対応 OS：Windows95/98/Me/NT 4.0/2000/XP
ネットワークパフォーマンス測定ソフト	型式：Netperf version 2.1	
測量機	(株)ソキア 型式：Series30R_SFX/ SET330R (RS)	レーザ出力(350EDM ノンプリズムモード)：JIS クラス 3R、出力 5mW 以下 レーザ出力(350EDM 反射シート・反射プリズム モード)：JIS クラス 1 相当、出力 0.22mW 以 下 レーザ出力(200EDM 及び 150EDM ノンプリズム モード)：JIS クラス 2、出力 0.99mW 以下 レーザ出力(200EDM 及び 150EDM 反射シート・ 反射プリズムモード)：JIS クラス 1 相当、出 力 0.22mW 以下 測定可能範囲ノンプリズム： 350EDM 0.3 ～ 350m 200EDM 0.3 ～ 200m 測定可能範囲反射シート： RS90N-K 1.3～500m/RS50N-K 1.3～300m/ RS10N-K 1.3～100m

		<p>測定可能範囲 1 素子 AP 反射プリズム: 気象条件良好時 1.3 ~ 5,000m、気象条件通常時 1.3 ~ 4,000m</p> <p>測距精度ノンプリズム精密測定(350EDM) : 0.3 ~ 200m ± (3+2ppm×D)mm、200m 超 ~ 350m ± (5+10ppm×D)mm</p> <p>測距精度ノンプリズム精密測定(200EDM) : 0.3 ~ 100m ± (3+2ppm×D)mm、100m 超 ~ 200m ± (5+10ppm×D)mm</p> <p>測距精度反射シート精密測定 : ± (3+2ppm×D)mm</p> <p>測距精度 AP 反射プリズム精密測定 : ± (2+2ppm×D)mm</p> <p>角度最小表示 : 1" / 5"</p> <p>測角精度 : 3"</p> <p>寸法 : 165 (W) × 171 (D) × 341 (H)mm/整準台底面より 236mm</p> <p>重量 : 約 5.4kg (約 5.5kg)</p>
風向・風速計	コーナシステム(株) 型式 : KADEC21-KAZE	<p>接続センサー : 風向風速センサ (KDC-S4)</p> <p>測定範囲(風向) : 0~20KΩ (0~360° / 0~10KΩ)</p> <p>測定範囲(風速) : 0~1KHz (0~60m/s:0~612Hz)</p> <p>測定精度(風向) : ±0.2%以内</p> <p>測定精度(風速) : ±0.2m/s</p> <p>測定分解能(風向) : 1°</p> <p>測定分解能(風速) : 0.1m/s</p> <p>寸法 : 175W×80D×58H(mm)</p> <p>重量 : 800g</p>
アドバルーン	日本気球工業(有)	<p>材質 : 特殊アドバルーン用塩化ビニール</p> <p>厚さ : 0.13mm</p> <p>直径 : 3.5m</p> <p>重量 : 約 8kg (紐等含む)</p>
係留ロープ	クレモナロープ	<p>長さ : 60m</p> <p>直径 : 6m</p> <p>重量 : 1,344g</p>
係留ロープ	Q-POWER LINE	
ヘリウムガス	第一開明(株)	
発電機	YAMAHA	使用エンジン : MZ50

	型式：EF900iS	定格周波数：50/60 Hz 定格出力：0.9 kVA 最大出力：1.0 kVA 定格電圧：100 V 定格電流：9 A 使用燃料：無鉛ガソリン 燃料タンク容量：2.5L 連続運転可能時間：約 12.0※～約 4.3 Hrs 寸法：450(長さ)×240(幅)×380(高)mm 容量：41.0L ※エコノミーコントロール ON1/4 負荷時
電源ケーブル	オーナンバ株 型式：VFF	線心数：2 公称断面積：0.3mm ² 構成 素線数/素線径：12 本/0.18mm 外径：0.7mm 絶縁体厚さ：0.4mm 仕上外径：1.5mm×3.0mm 導体抵抗(20℃)：61.1Ω/km 耐電圧(20℃)：1,000(V/1 分間) 耐電圧(20℃)：5 Ω・km 概算重量：12kg/km 標準条長：200m
LAN ケーブル	エレコム株式会社 型式：LD-CT/BU50	規格：エンハンスト・カテゴリー 5 (10BASE-T/100BASE-TX/1000BASE-T 対応) コネクタ形状：RJ45 コネクタ ケーブル構成：単線仕様・ストレート結線・モ ールド加工 長さ：50m 重量：1,500g

4 広域災害情報共有システム

広域災害情報共有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
ワイヤレスアクセスポイント (Whip型アンテナ)	Nortel 型式:Wireless AP7220 with Co-linear Antenna	中継リンク：802.11a/j (5G) 無線システム 周波数範囲：500MHz～5,840MHz データ転送速度：最大54Mbps 空中線利得：5dBi アクセスリンク：802.11b/g(2.4G) 無線システム 周波数範囲：2,412MHz～2,484MHz データ転送速度：最大11Mbps 空中線利得：0dBi 寸法：高さ265mm、直径200mm 重量：2.4kg
イーサネットルーティングスイッチ	Nortel 型式:Ethernet Routing Switch 1648T	10/100ポート：48 SFP GBIC：4 対応GBIC：SX、LX、CWDM、TX スイッチ帯域：24Gbps 処理能力：13Mpps 寸法：4.4(高さ)×44.1(幅)×36.85(奥行)cm 重量：5.44kg 電源：100-240V
ワイヤレスゲートウェイ	Nortel 型式:Wireless Gateway 7250	メモリ：128MB 寸法：17.8(高さ)×43.8(幅)×53.3(奥行)cm 重量：4.5kg 電源：90-264VAC
認証・ファイル転送・動的端末設定サーバ	DELL 型式:Inspiron 5100	CPU：インテル(R) Pentium(R) 4 プロセッサ 2.66/2.80GHz OS：Windows XP Professional メモリ：1GB 寸法：335(W)×46.5(H)×275(D)mm 重量：約3.5kg
Webサーバ (WIDIS)	HP ProLiant DL360 G3	IUラックマウント型サーバ CPU Intel® Xeon™ プロセッサ 3.20GHz×2 OS RedHat Linux 9 (2.4.20-43.9.legacysmp) メモリ 4GB
登録・閲覧用PC	IBM 型式:ThinkPad X40	ノートPC CPU 超低電圧版 Intel(R) Pentium(R) M プロセッサ 733 1.10GHz OS Windows XP Professional メモリ 256MB
測定用PC (測定用ツール含む)	アップル 型式：PowerBook G4 M9691J/A	ノートPC CPU 1.5GHz PowerPC G4 OS Windows XP Professional メモリ 512M

	Web サーバパフォーマンスツール Apache Bench (http://httpd.apache.org/docs/2.0/programs/ab.html)
--	---

5 全方位カメラによる被災地映像情報システム

全方位カメラによる被災地映像情報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
ワイヤレスアクセスポイント (Whip型アンテナ)	Nortel 型式: Wireless AP7220 with Co-linear Antenna	中継リンク: 802.11a/j (5G) 無線システム 周波数範囲: 500MHz~5,840MHz データ転送速度: 最大 54Mbps 空中線利得: 5dBi アクセスリンク: 802.11b/g (2.4G) 無線システム 周波数範囲: 2,412MHz~2,484MHz データ転送速度: 最大 11Mbps 空中線利得: 0dBi 寸法: 高さ 265mm、直径 200mm 重量: 2.4kg
イーサネットルーティングスイッチ	Nortel 型式: Ethernet Routing Switch 1648T	10/100 ポート: 48 SFP GBIC: 4 対応 GBIC: SX、LX、CWDM、TX スイッチ帯域: 24Gbps 処理能力: 13Mpps 寸法: 4.4(高さ)×44.1(幅)×36.85(奥行) cm 重量: 5.44kg 電源: 100-240V
ワイヤレスゲートウェイ	Nortel 型式: Wireless Gateway 7250	メモリ: 128MB 寸法: 17.8(高さ)×43.8(幅)×53.3(奥行) cm 重量: 4.5kg 電源: 90-264VAC
認証・ファイル転送・動的端末設定サーバ	DELL 型式: Inspiron 5100	CPU: インテル(R) Pentium(R) 4 プロセッサ 2.66/2.80GHz OS: Windows XP Professional メモリ: 1GB 寸法: 335(W)×46.5(H) ×275(D)mm 重量: 約 3.5kg
全方位カメラ		【カメラ部】 有効画素数 130 万画素、解像度 1280×1024、 インタフェース USB 端子 【レンズ部】 撮影範囲: 水平方向 0~360 度、垂直方向 -10~ 度、焦点距離 無限大に固定

ネットワークカメラ	SONY SNC-RZ30N	<p>【カメラ部】</p> <p>有効画素数 約 68 万画素、ズーム比 光学 25 倍/デジタル 12 倍、最短撮影距離 300mm (ワイド端)、800mm (テレ端)、パン駆動範囲 -170-+170 度、チルト駆動範囲 -90-+25 度</p> <p>【ネットワーク部】</p> <p>圧縮方式 JPEG、画像サイズ 736×480・640×480 (VGA)、320×240 (QVGA)・160×120 (QQVGA)、最大フレームレート 30fps (640×480)</p>
制御用 PC (遠隔送信用 PC)		<p>CPU インテル Core Solo プロセッサ 1.2GHz</p> <p>OS Windows XP Professional</p> <p>メモリ 512 MB</p>
無線 LAN カード	バッファロー 型式 WLI-CB-G144N	<p>CardBus 対応</p> <p>Draft IEEE802.11n/IEEE802.11g/IEEE802.11b 準拠、ARIB STD-T66 (2.4GHz 帯)</p> <p>使用周波数帯: 2,412~2,472MHz (1~13ch)</p> <p>使用空中線: 2×3 MIMO 方式</p>
無線 LAN BroadBand ルータ	バッファロー 型式 WZR-G144N	<p>Draft IEEE802.11n/IEEE802.11g/IEEE802.11b 準拠、ARIB STD-T66 (2.4GHz 帯)</p> <p>データ転送速度</p> <p>Draft IEEE802.11n、54Mbps (IEEE802.11g)、11Mbps (IEEE802.11b)</p> <p>使用周波数帯: 2,412~2,472MHz (1~13ch)</p> <p>使用空中線: 2×3 MIMO 方式</p>
ワイヤレスアクセスポイント	アイコム 型式 SB-5000	<p>IEEE802.11g/IEEE802.11b 準拠 (国内標準規格)</p> <p>ARIB STD-T66</p> <p>伝送方式: (2.4GHz・54Mbps) 直交周波数分割多重方式 (OFDM) 単信、(2.4GHz・11Mbps) 直接スペクトラム拡散方式 単信</p> <p>使用周波数帯: 2,412~2,472MHz (1~13ch)</p> <p>空中線: 8 エレメント八木型 利得 12dBi</p>
制御用 PC		<p>CPU: インテル® Pentium® M プロセッサ 低電圧版 778 1.60GHz</p> <p>OS Windows XP Professional</p> <p>メモリ 512MB</p>

6 無線 IP 携帯電話による双方向音声通信システム

無線 IP 携帯電話による双方向音声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
ワイヤレスアクセスポイント (Whip型アンテナ)	Nortel 型式: Wireless AP7220 with Co-linear Antenna	中継リンク: 802.11a/j (5G) 無線システム 周波数範囲: 2,412MHz~2,484MHz データ転送速度: 最大11Mbps 利得: 5dBi 寸法: 高さ265mm、直径200mm 重量: 2.4kg
イーサネットルーティングスイッチ	Nortel 型式: Ethernet Routing Switch 1648T	10/100ポート: 48 SFP GBIC: 4 対応GBIC: SX、LX、CWDM、TX スイッチ帯域: 24Gbps 処理能力: 13Mpps 寸法: 4.4(高さ)×44.1(幅)×36.85(奥行)cm 重量: 5.44kg 電源: 100-240V
ワイヤレスゲートウェイ	Nortel 型式: Wireless Gateway 7250	メモリ: 128MB 寸法: 17.8(高さ)×43.8(幅)×53.3(奥行)cm 重量: 4.5kg 電源: 90-264VAC
認証・ファイル転送・動的端末設定サーバ	DELL 型式: Inspiron 5100	CPU: インテル(R) Pentium(R) 4 プロセッサ 2.66/2.80GHz OS: Windows XP Professional メモリ: 1GB 寸法: 335(W)×46.5(H)×275(D)mm 重量: 約3.5kg
無線 IP 携帯電話	Wistron NeWeb Corp. 型式: SKPD-1	寸法: 113(H)×48.7(W)×25(D)mm 質量: 115g
無線 IP 携帯電話	NTT Docomo 型式: N900iL	寸法: 約 102(H)×48(W)×27(D)mm(折り畳み時)(最厚部) 質量: 約 120g(電池パック装着時) メインディスプレイ: 約 2.2 インチ TFT65,536色 76,800画素(240×320) サブディスプレイ: 約 0.9 インチ STN 4,096色 3,600画素(120×30) 連続待受け時間: FOMA モード静止時約 350 時間、移動時約 270 時間 Dual モード静止時約 150 時間 WLAN モード静止時約 230 時間 連続通話時間: WLAN 通話 音声電話約 160 分

7 ネットワーク運用管理試験システム

ネットワーク運用管理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
ワイヤレスアクセ スポイント (Whip 型アンテナ)	Nortel 型式: Wireless AP7220 with Co-linear Antenna	中継リンク: 802.11a/j (5G) 無線システム 周波数範囲: 2,412MHz~2,484MHz データ転送速度: 最大11Mbps 利得: 5dBi 寸法: 高さ265mm、直径200mm 重量: 2.4kg
イーサネットルー ティングスイッチ	Nortel 型式: Ethernet Routing Switch 1648T	10/100ポート: 48 SFP GBIC: 4 対応GBIC: SX、LX、CWDM、TX スイッチ帯域: 24Gbps 処理能力: 13Mpps 寸法: 4.4(高さ)×44.1(幅)×36.85(奥行)cm 重量: 5.44kg 電源: 100-240V
ワイヤレスゲート ウェイ	Nortel 型式: Wireless Gateway 7250	メモリ: 128MB 寸法: 17.8(高さ)×43.8(幅)×53.3(奥行)cm 重量: 4.5kg 電源: 90-264VAC
認証・ファイル転 送・動的端末設定サ ーバ	DELL 型式: Inspiron 5100	CPU: インテル(R) Pentium(R) 4 プロセッサ 2.66/2.80GHz OS: Windows XP Professional メモリ: 1GB 寸法: 335(W)×46.5(H)×275(D)mm 重量: 約3.5kg
測定用サーバ	Lenovo 型式: ThinkPad X41 (2525-C6J)	CPU: インテル® Pentium® M プロセッサ 低電 圧版 778 OS: Windows® XP Professional 正規版 SP2 メモリ: 512MB 寸法: 268(W)×211(D)×20.6-26.9(H)mm 重量: 1.27kg(バッテリー含む) 電源: AC100-240V(50/60Hz) 消費電力: 最大56W
無線端末 A	Lenovo 型式: ThinkPad X60s (1702-C6J)	CPU: インテル(R) Core(TM) Duo プロセッサ L2300 プロセッサ動作周波数: 1.50GHz OS: Windows XP Professional (Service Pack 2) メモリ: 512MB 寸法: 268(W)×211(D)×20-35(H)mm 重量: 1.29kg(バッテリー含む) 電源: 消費電力: 最大65W

無線端末 B	Toshiba 型式 : Dynabook SS	CPU : 超低電圧版インテル(R) Pentium(R) M プロセッサ 7331.10GHz プロセッサ動作周波数: 7331.10GHz OS : Windows XP Professional メモリ : 256MB 寸法 : 286 (W) × 229 (D) × 15 (H) mm 重量 : 約 1.09kg 電源 : AC100V ~ 240V、50/60Hz 消費電力 : 最大 45W
端末疎通確認ソフト	型式 : Exping version 1.33	
ネットワークパフォーマンス測定ソフト	型式 : Netperf version 2.1	

気球を揚げる上での運用マニュアル

1 注意事項

- ア 作業担当者は、安全対策が十分に必要である。
- イ 各ロープの取扱は、素手では行わず、必ず厚手の手袋を着用して作業を行う。
- ウ 気球の作業要員としては、一つの気球を揚げるのに対して最低3名が必要である。
- エ 作業員3名の役割としては、①気球操作用ロープの担当、②電源ケーブル類の担当、③係留用ロープの担当、に分担される。

2 事前準備

(1) ロープ

- ア 気球を揚げる高さを事前に決めておき、その高さに応じた気球操作用ロープを適度な長さ準備する。(今回は40mで想定)
- イ 気球を係留するアンカーの位置に応じて係留ロープ(Q-Powerライン)を事前に適度な長さで準備しておく。
- ウ 係留ロープ(Q-Powerライン)は、風速に応じて調整が必要なため多少長めに準備しておく。

(2) アンカー

- ア 気球の真下となるポイントとそれを中心とした正三角形を形成するように、3点にアンカーを打ち込む。
- イ 各アンカーの距離は、風速によって変更させるが、アンカー間の距離が10mから40mを目安にする。
- ウ 使用するアンカーは、太さ10mm、長さ50cm程度かそれ以上に強度があるものを使用する。
- エ 各アンカーに気球操作用ロープ、係留用ロープは気球を揚げる前に事前に結んでおく。

3 気球へのガスの注入

- ア 気球を膨らませるにあたり、十分なスペースを確保する。また、周囲に気球を破損させるような鋭利なものがない事を確認しておく。
- イ 気球を事前に地面に近いところに係留しておく。
- ウ ヘリウムガスのボンベからゴムホースを利用し、気球のガス注入口にホースを差込、紐で結わえる。
- エ ヘリウムガス注入は、一気に行うと気球を破裂させる恐れがあるので、ある程度ガスが注入されるまでは、ゆっくりとガスを注入するようガスボンベのバ

ルブを調整しながら行う。

オ 同様な方法で、気球にガスが充満するまで、ガスを入れる。

カ 今回の直径 3.5m の気球では、ヘリウムガス 7 m³ のガスボンベ 4 本を使用。

4 機器の装着

ア 気球に通信機器を取り付ける。

イ 気球に取り付ける際に、気球操作用ロープは気球に直接結び付けるようにする。

ウ 各係留用ロープは、今回の実験では通信機器の回転を防ぐために三角ベースに取り付けを行う。

5 気球の揚げ方

ア 気球を揚げる前に、気球操作用ロープや係留用ロープ、電源ケーブル等、全て取り付けていることを確認する。

イ 気球操作用ロープと係留用ロープは、事前にアンカーにもやい結び等で結び付けておく。

ウ 気球が揚げられる用意ができた段階で、各作業担当者も配置につく。

エ 気球は操作用ロープを利用し、ゆっくり揚げていく。その際に、通信機器の回転を防ぐため、3本の係留用ロープの1本を引っ張るようにし、通信機器が一定方向を向いているようにする。

オ 気球操作用ロープで規定の高さまで気球を揚げたら、気球操作用ロープを固定する。その際に風向きに応じて、係留用ロープの張り具合を確認し、各三点のバランスを調整しながら固定する。

6 気球の降ろし方

ア 気球を下ろす際には、気球を揚げるときと同様に各作業担当者が配置につく。

イ 気球操作用ロープを使用して気球を引き下ろす。その際に、揚げる時と同様に通信機器の回転を防ぐため（各ロープの絡みも防ぐ）に三点の係留ロープの1点は引っ張りながら引き下ろす。

ウ 気球を下ろしたら、気球を地面近くに係留し、各機材、ロープの取り外しを行う。

7 気球からのガスの抜き方

ア 気球からヘリウムガスを抜く際には、ヘリウムガスは空気より比重が軽いいため、ガス注入口を出来るだけ上を向けるようにする。

イ 注入口が上を向いていれば、ヘリウムガスは自然に抜けていく。

ウ 全てのガスが抜け切った段階で終了。

プログラム
緊急時における気球活用ワイヤレスネットワークシステム検討に関する
フィールド試験の公開
～緊急時における気球活用ワイヤレスネットワークシステム検討会～

日 時 平成 18 年 10 月 28 日 (木) 13 時 30 分から 15 時 30 分頃まで
場 所 試験概要の説明：岩手県立大学地域連携研究センター
(岩手県岩手郡滝沢村滝沢字菓子 1 5 2 - 8 9)
試験模様の公開：岩手県立大学地域連携研究センター及び岩手県立大学ソ
フトウェア情報学部 A 棟 4 階ラウンジ
主 催 総務省東北総合通信局

スケジュール

- 13:30 開 会 (以下敬称略)
主催者あいさつ 東北総合通信局無線通信部長 仲島 良一
- 13:33 検討会座長あいさつ及び緊急時における気球活用ワイヤレスネットワークシ
ステム検討に関するフィールド試験の概要説明
座 長 柴田 義孝 (岩手県立大学ソフトウェア情報学部教授)
- 13:40 試験内容の説明
(1) 試験システムの機能と構成・試験結果の概要について
ネクストコム株式会社 榊原 一也 (10 分)
(2) アプリケーション試験について
岩手県立大学 教授 柴田 義孝 (20 分)
(3) 試験システムに求められる気球の要件と係留方法について
北海道大学 教授 小野里 雅彦 (10 分)
- 14:20 ～試験模様の実地公開の案内～ ネクストコム㈱
～移動 (地域連携研究センター 2 階テラスへ) 14:30 頃～

14：40 試験模様の実地公開（ネクストコム株式会社）

(1) 気球ワイヤレスネットワークシステム

～移動（岩手県立大学ソフトウェア情報学部A棟4階へ）～

(2) 広域災害情報共有システム（WIDIS*）の登録・閲覧

(3) 無線 IP 携帯電話による双方向音声通信システム

(4) 被災地テレビ会議システム

*Wide area Disaster Information Sharing System

15：30 終了（流れ解散）

〈フィールド試験公開協力機関〉

岩手県、岩手県立大学、滝沢村、ネクストコム株式会社、株式会社SRA東北

〔配布資料〕

資料公開 1－1 「緊急時における気球活用ワイヤレスネットワークシステム検討に関するフィールド試験」の概要

資料公開 1－2 緊急時における気球活用ワイヤレスネットワークシステム想定図

資料公開 2 フィールド試験システムの機能と構成・試験結果の概要について

資料公開 3 気球活用ワイヤレスネットで利用するアプリケーション

資料公開 4 試験システムに求められる気球の要件と係留方法について

資料公開 5 試験模様の実地公開の案内

参考資料 「緊急時における気球活用ワイヤレスネットワークシステム検討会」
開催要綱及び構成員

試験データ

ここでは、各試験において測定した結果を示す。

1 伝送・伝播特性確認試験

(1) 5GHz 帯無線アクセスシステム 中継装置間 50m

中継装置(AP)間の水平位置での受信電力の測定結果					
		Average RSSI	Maximum RSSI	Minimum RSSI	Last RSSI
6Mb/s	1 回目	25	27	24	26
	2 回目	25	26	24	26
8Mb/s	1 回目	25	26	24	25
	2 回目	25	26	24	25
12Mb/s	1 回目	24	26	24	25
	2 回目	25	26	24	25
18Mb/s	1 回目	24	26	23	25
	2 回目	25	26	24	25
24Mb/s	1 回目	25	27	24	26
	2 回目	25	26	24	24
36Mb/s	1 回目	25	27	24	25
	2 回目	25	26	24	25
48Mb/s	1 回目	25	26	24	25
	2 回目	25	26	23	26
54Mb/s	1 回目	25	26	24	25
	2 回目	25	26	24	25

中継装置(AP)間の水平位置でのスループットの測定結果			
		Good frames	Percent Loss
6Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
8Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
12Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
18Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
24Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
36Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
48Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
54Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0

中継装置(AP)間の【+5 度】での受信電力の測定結果					
		Average RSSI	Maximum RSSI	Minimum RSSI	Last RSSI
6Mb/s	1 回目	14	16	14	16
	2 回目	14	15	12	15
8Mb/s	1 回目	14	16	14	15
	2 回目	14	16	13	15
12Mb/s	1 回目	14	16	14	14
	2 回目	14	16	14	15
18Mb/s	1 回目	14	16	13	14
	2 回目	14	16	13	14
24Mb/s	1 回目	14	16	13	15
	2 回目	14	15	13	15
36Mb/s	1 回目	14	15	13	13
	2 回目	14	16	14	15
48Mb/s	1 回目	14	16	13	15
	2 回目	14	16	13	15
54Mb/s	1 回目	15	16	14	15
	2 回目	14	16	13	15

中継装置(AP)間の【+5 度】でのスループットの測定結果			
		Good frames	Percent Loss
6Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
8Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
12Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
18Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
24Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
36Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
48Mb/s	1 回目	90	10.0
	2 回目	100	0.0
54Mb/s	1 回目	34	66.0
	2 回目	28	72.0

中継装置(AP)間の【-5度】での受信電力の測定結果					
		Average RSSI	Maximum RSSI	Minimum RSSI	Last RSSI
6Mb/s	1回目	19	22	18	21
	2回目	19	22	18	21
8Mb/s	1回目	20	24	18	20
	2回目	20	21	18	20
12Mb/s	1回目	19	21	18	21
	2回目	20	21	18	20
18Mb/s	1回目	20	21	19	19
	2回目	20	21	19	20
24Mb/s	1回目	20	21	19	20
	2回目	19	21	18	21
36Mb/s	1回目	20	22	19	19
	2回目	20	21	18	20
48Mb/s	1回目	20	22	18	19
	2回目	19	21	18	21
54Mb/s	1回目	20	24	19	21
	2回目	20	21	18	20

中継装置(AP)間の【-5度】でのスループットの測定結果			
		Good frames	Percent Loss
6Mb/s	1回目	100	0.0
	2回目	100	0.0
8Mb/s	1回目	100	0.0
	2回目	100	0.0
12Mb/s	1回目	100	0.0
	2回目	100	0.0
18Mb/s	1回目	100	0.0
	2回目	100	0.0
24Mb/s	1回目	100	0.0
	2回目	100	0.0
36Mb/s	1回目	100	0.0
	2回目	100	0.0
48Mb/s	1回目	100	0.0
	2回目	100	0.0
54Mb/s	1回目	100	0.0
	2回目	100	0.0

中継装置(AP)間の空中線電力 出力 1/2 での受信電力の測定結果					
		Average RSSI	Maximum RSSI	Minimum RSSI	Last RSSI
6Mb/s	1 回目	22	24	21	22
	2 回目	22	24	21	22
8Mb/s	1 回目	22	24	21	23
	2 回目	22	24	21	21
12Mb/s	1 回目	22	24	21	22
	2 回目	22	24	21	22
18Mb/s	1 回目	22	24	21	22
	2 回目	22	24	21	22
24Mb/s	1 回目	22	24	21	22
	2 回目	22	24	21	22
36Mb/s	1 回目	22	24	21	22
	2 回目	22	24	21	22
48Mb/s	1 回目	21	24	21	22
	2 回目	21	24	20	23
54Mb/s	1 回目	21	24	21	22
	2 回目	22	24	20	22

中継装置(AP)間の空中線電力 出力 1/2 でのスループットの測定結果			
		Good frames	Percent Loss
6Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
8Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
12Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
18Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
24Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
36Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
48Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
54Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0

中継装置(AP)間の空中線電力 出力 1/8 での受信電力の測定結果					
		Average RSSI	Maximum RSSI	Minimum RSSI	Last RSSI
6Mb/s	1 回目	17	21	15	17
	2 回目	16	18	15	18
8Mb/s	1 回目	16	18	15	17
	2 回目	16	18	15	17
12Mb/s	1 回目	16	18	16	17
	2 回目	16	18	15	16
18Mb/s	1 回目	17	18	15	17
	2 回目	16	18	15	17
24Mb/s	1 回目	17	19	16	17
	2 回目	16	18	15	16
36Mb/s	1 回目	17	19	16	17
	2 回目	16	18	16	16
48Mb/s	1 回目	17	18	16	18
	2 回目	16	18	15	17
54Mb/s	1 回目	17	19	15	17
	2 回目	16	18	15	17

中継装置(AP)間の空中線電力 出力 1/8 でのスループットの測定結果			
		Good frames	Percent Loss
6Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
8Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
12Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
18Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
24Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
36Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
48Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
54Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0

中継装置(AP)間の無指向性外部アンテナ使用時の受信電力の測定結果					
		Average RSSI	Maximum RSSI	Minimum RSSI	Last RSSI
6Mb/s	1 回目	16	19	15	18
	2 回目	16	18	15	16
8Mb/s	1 回目	16	18	15	17
	2 回目	17	19	16	18
12Mb/s	1 回目	17	19	16	18
	2 回目	16	18	15	18
18Mb/s	1 回目	16	18	15	16
	2 回目	17	19	16	17
24Mb/s	1 回目	16	18	15	18
	2 回目	17	18	16	17
36Mb/s	1 回目	17	19	16	18
	2 回目	17	19	17	18
48Mb/s	1 回目	17	19	16	17
	2 回目	17	18	16	18
54Mb/s	1 回目	16	18	16	17
	2 回目	17	18	15	17

中継装置(AP)間の無指向性外部アンテナ使用時のスループットの測定結果			
		Good frames	Percent Loss
6Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
8Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
12Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
18Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
24Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
36Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
48Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
54Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0

(2) 5GHz 帯無線アクセスシステム 中継装置間 100m

中継装置(AP)間の水平位置での受信電力の測定結果					
		Average RSSI	Maximum RSSI	Minimum RSSI	Last RSSI
6Mb/s	1 回目	25	26	24	25
	2 回目	25	26	24	25
8Mb/s	1 回目	25	26	24	25
	2 回目	25	26	24	24
12Mb/s	1 回目	24	26	24	24
	2 回目	25	26	24	25
18Mb/s	1 回目	26	26	23	25
	2 回目	25	26	24	25
24Mb/s	1 回目	26	26	24	25
	2 回目	25	26	24	25
36Mb/s	1 回目	26	26	24	25
	2 回目	25	26	24	26
48Mb/s	1 回目	24	26	24	25
	2 回目	25	26	24	25
54Mb/s	1 回目	25	26	24	25
	2 回目	25	26	24	26

中継装置(AP)間の水平位置でのスループットの測定結果			
		Good frames	Percent Loss
6Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
8Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
12Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
18Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
24Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
36Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
48Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
54Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0

中継装置(AP)間の【+5 度】での受信電力の測定結果					
		Average RSSI	Maximum RSSI	Minimum RSSI	Last RSSI
6Mb/s	1 回目	15	17	14	15
	2 回目	15	17	14	16
8Mb/s	1 回目	15	17	14	16
	2 回目	15	17	14	16
12Mb/s	1 回目	15	17	15	16
	2 回目	15	17	14	15
18Mb/s	1 回目	15	17	14	16
	2 回目	15	17	14	16
24Mb/s	1 回目	15	17	15	16
	2 回目	15	17	14	15
36Mb/s	1 回目	15	17	14	16
	2 回目	15	17	14	16
48Mb/s	1 回目	15	17	14	16
	2 回目	15	17	15	15
54Mb/s	1 回目	15	16	15	16
	2 回目	15	17	15	15

中継装置(AP)間の【+5 度】でのスループットの測定結果			
		Good frames	Percent Loss
6Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
8Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
12Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
18Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
24Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
36Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
48Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
54Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0

中継装置(AP)間の【-5度】での受信電力の測定結果					
		Average RSSI	Maximum RSSI	Minimum RSSI	Last RSSI
6Mb/s	1回目	11	13	8	11
	2回目	11	13	10	12
8Mb/s	1回目	11	13	9	12
	2回目	11	14	10	12
12Mb/s	1回目	11	13	10	12
	2回目	11	13	10	12
18Mb/s	1回目	11	13	10	11
	2回目	11	13	11	11
24Mb/s	1回目	11	13	10	12
	2回目	12	13	10	10
36Mb/s	1回目	11	14	9	11
	2回目	11	13	10	11
48Mb/s	1回目	0	0	0	0
	2回目	0	0	0	0
54Mb/s	1回目	0	0	0	0
	2回目	0	0	0	0

中継装置(AP)間の【-5度】でのスループットの測定結果			
		Good frames	Percent Loss
6Mb/s	1回目	100	0.0
	2回目	100	0.0
8Mb/s	1回目	100	0.0
	2回目	100	0.0
12Mb/s	1回目	100	0.0
	2回目	100	0.0
18Mb/s	1回目	100	0.0
	2回目	100	0.0
24Mb/s	1回目	100	0.0
	2回目	100	0.0
36Mb/s	1回目	57	43.0
	2回目	94	6.0
48Mb/s	1回目	0	100.0
	2回目	0	100.0
54Mb/s	1回目	0	100.0
	2回目	0	100.0

中継装置(AP)間の空中線電力 出力 1/2 での受信電力の測定結果					
		Average RSSI	Maximum RSSI	Minimum RSSI	Last RSSI
6Mb/s	1 回目	22	24	20	22
	2 回目	21	23	21	22
8Mb/s	1 回目	22	24	20	22
	2 回目	21	23	21	22
12Mb/s	1 回目	22	24	21	23
	2 回目	21	23	20	22
18Mb/s	1 回目	22	24	21	22
	2 回目	21	23	21	21
24Mb/s	1 回目	21	24	21	22
	2 回目	21	23	21	21
36Mb/s	1 回目	22	24	21	22
	2 回目	21	23	21	21
48Mb/s	1 回目	21	24	21	21
	2 回目	21	24	21	22
54Mb/s	1 回目	21	23	20	22
	2 回目	21	23	20	22

中継装置(AP)間の空中線電力 出力 1/2 でのスループットの測定結果			
		Good frames	Percent Loss
6Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
8Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
12Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
18Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
24Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
36Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
48Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
54Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0

中継装置(AP)間の空中線電力 出力 1/8 での受信電力の測定結果					
		Average RSSI	Maximum RSSI	Minimum RSSI	Last RSSI
6Mb/s	1 回目	17	22	16	18
	2 回目	17	18	16	17
8Mb/s	1 回目	17	18	16	18
	2 回目	17	18	16	18
12Mb/s	1 回目	17	18	16	16
	2 回目	17	18	16	17
18Mb/s	1 回目	17	19	16	17
	2 回目	17	18	15	17
24Mb/s	1 回目	17	18	16	17
	2 回目	17	18	16	18
36Mb/s	1 回目	17	18	15	17
	2 回目	17	18	15	17
48Mb/s	1 回目	17	18	16	17
	2 回目	17	18	16	17
54Mb/s	1 回目	17	18	16	18
	2 回目	17	18	16	17

中継装置(AP)間の空中線電力 出力 1/8 でのスループットの測定結果			
		Good frames	Percent Loss
6Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
8Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
12Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
18Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
24Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
36Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
48Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
54Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0

中継装置 (AP) 間の無指向性外部アンテナ使用時の受信電力の測定結果					
		Average RSSI	Maximum RSSI	Minimum RSSI	Last RSSI
6Mb/s	1 回目	17	19	16	18
	2 回目	17	19	17	18
8Mb/s	1 回目	17	19	16	17
	2 回目	17	19	17	18
12Mb/s	1 回目	17	18	16	17
	2 回目	17	19	16	18
18Mb/s	1 回目	17	19	16	18
	2 回目	17	19	16	18
24Mb/s	1 回目	17	19	17	18
	2 回目	17	19	16	18
36Mb/s	1 回目	17	18	17	18
	2 回目	17	19	16	18
48Mb/s	1 回目	17	18	16	17
	2 回目	17	18	16	18
54Mb/s	1 回目	17	19	16	18
	2 回目	17	18	17	17

中継装置 (AP) 間の無指向性外部アンテナ使用時のスループットの測定結果			
		Good frames	Percent Loss
6Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目		
8Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目		
12Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目		
18Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目		
24Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目		
36Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目		
48Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目		
54Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目		

(3) 5GHz 帯無線アクセスシステム 中継装置間 150m

中継装置(AP)間の水平位置での受信電力の測定結果					
		Average RSSI	Maximum RSSI	Minimum RSSI	Last RSSI
6Mb/s	1 回目	19	20	17	18
	2 回目	20	23	17	20
8Mb/s	1 回目	19	20	17	19
	2 回目	18	20	16	18
12Mb/s	1 回目	19	20	17	20
	2 回目	18	19	16	18
18Mb/s	1 回目	19	21	17	20
	2 回目	18	19	16	19
24Mb/s	1 回目	19	21	17	19
	2 回目	18	20	17	19
36Mb/s	1 回目	18	23	13	23
	2 回目	18	20	16	19
48Mb/s	1 回目	20	24	15	17
	2 回目	18	21	17	18
54Mb/s	1 回目	22	26	16	21
	2 回目	19	21	17	21

中継装置(AP)間の水平位置でのスループットの測定結果			
		Good frames	Percent Loss
6Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
8Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
12Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
18Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
24Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
36Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
48Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
54Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0

(4) 5GHz 帯無線アクセスシステム 中継装置間 200m

中継装置(AP)間の水平位置での受信電力の測定結果					
		Average RSSI	Maximum RSSI	Minimum RSSI	Last RSSI
6Mb/s	1 回目	36	37	36	37
	2 回目	36	37	35	36
8Mb/s	1 回目	36	38	36	37
	2 回目	36	37	36	37
12Mb/s	1 回目	37	38	36	37
	2 回目	36	37	36	36
18Mb/s	1 回目	36	37	35	37
	2 回目	36	37	35	37
24Mb/s	1 回目	36	38	35	35
	2 回目	36	37	35	36
36Mb/s	1 回目	36	38	35	36
	2 回目	36	38	35	37
48Mb/s	1 回目	36	37	35	36
	2 回目	36	37	35	37
54Mb/s	1 回目	36	37	36	36
	2 回目	36	37	35	35

中継装置(AP)間の水平位置でのスループットの測定結果			
		Good frames	Percent Loss
6Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
8Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
12Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
18Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
24Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
36Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
48Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
54Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0

(5) 5GHz 帯無線アクセスシステム 中継装置間 250m

中継装置(AP)間の水平位置での受信電力の測定結果					
		Average RSSI	Maximum RSSI	Minimum RSSI	Last RSSI
6Mb/s	1 回目	33	35	19	35
	2 回目	34	35	33	34
8Mb/s	1 回目	34	35	33	34
	2 回目	34	35	33	34
12Mb/s	1 回目	34	35	33	35
	2 回目	34	35	33	34
18Mb/s	1 回目	34	36	33	35
	2 回目	34	35	32	35
24Mb/s	1 回目	34	35	32	34
	2 回目	34	35	32	34
36Mb/s	1 回目	34	35	33	35
	2 回目	34	36	33	35
48Mb/s	1 回目	34	35	33	33
	2 回目	34	35	33	34
54Mb/s	1 回目	34	35	33	35
	2 回目	34	35	32	35

中継装置(AP)間の水平位置でのスループットの測定結果			
		Good frames	Percent Loss
6Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
8Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
12Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
18Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
24Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
36Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
48Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
54Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0

(6) 5GHz 帯無線アクセスシステム 中継装置間 300m

中継装置(AP)間の水平位置での受信電力の測定結果					
		Average RSSI	Maximum RSSI	Minimum RSSI	Last RSSI
6Mb/s	1 回目	31	32	27	32
	2 回目	31	32	30	31
8Mb/s	1 回目	31	32	30	32
	2 回目	31	32	30	32
12Mb/s	1 回目	31	32	31	32
	2 回目	31	32	30	31
18Mb/s	1 回目	31	32	30	31
	2 回目	31	32	31	32
24Mb/s	1 回目	31	32	30	32
	2 回目	31	32	30	32
36Mb/s	1 回目	31	32	30	32
	2 回目	31	32	30	32
48Mb/s	1 回目	31	32	30	31
	2 回目	31	32	29	32
54Mb/s	1 回目	31	32	30	32
	2 回目	31	32	30	32

中継装置(AP)間の水平位置でのスループットの測定結果			
		Good frames	Percent Loss
6Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
8Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
12Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
18Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
24Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
36Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
48Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
54Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0

(7) 5GHz 帯無線アクセスシステム 中継装置間 387m

中継装置(AP)間の水平位置での受信電力の測定結果					
		Average RSSI	Maximum RSSI	Minimum RSSI	Last RSSI
6Mb/s	1 回目	18	22	14	21
8Mb/s	1 回目	19	22	15	21
12Mb/s	1 回目	19	23	15	21
18Mb/s	1 回目	18	22	14	17
24Mb/s	1 回目	21	24	15	23
36Mb/s	1 回目	23	25	17	22
48Mb/s	1 回目	22	25	16	24
54Mb/s	1 回目	23	25	17	23

中継装置(AP)間の水平位置でのスループットの測定結果					
		Good frames	Percent Loss		
6Mb/s	1 回目	100	0.0		
8Mb/s	1 回目	100	0.0		
12Mb/s	1 回目	100	0.0		
18Mb/s	1 回目	100	0.0		
24Mb/s	1 回目	100	0.0		
36Mb/s	1 回目	100	0.0		
48Mb/s	1 回目	100	0.0		
54Mb/s	1 回目	100	0.0		

(8) 5GHz 帯無線アクセスシステム 中継装置間 500m

中継装置(AP)間の水平位置での受信電力の測定結果					
		Average RSSI	Maximum RSSI	Minimum RSSI	Last RSSI
6Mb/s	1 回目	19	21	17	21
	2 回目	16	20	5	14
8Mb/s	1 回目	19	21	17	20
	2 回目	15	20	7	15
12Mb/s	1 回目	19	21	17	20
	2 回目	15	20	5	15
18Mb/s	1 回目	19	21	18	21
	2 回目	15	20	6	14
24Mb/s	1 回目	19	21	17	20
	2 回目	16	20	14	16
36Mb/s	1 回目	19	21	17	20
	2 回目	16	20	14	16
48Mb/s	1 回目	19	21	18	20
	2 回目	16	20	14	18
54Mb/s	1 回目	19	21	18	20
	2 回目	16	20	14	18

中継装置(AP)間の水平位置でのスループットの測定結果			
		Good frames	Percent Loss
6Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
8Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
12Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
18Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
24Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
36Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
48Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0
54Mb/s	1 回目	100	0.0
	2 回目	100	0.0

(9) 5GHz 帯無線アクセスシステム 中継装置間 600m

中継装置(AP)間の水平位置での受信電力の測定結果					
		Average RSSI	Maximum RSSI	Minimum RSSI	Last RSSI
6Mb/s	1 回目	13	19	3	18
8Mb/s	1 回目	18	19	16	19
12Mb/s	1 回目	18	19	16	18
18Mb/s	1 回目	18	19	16	18
24Mb/s	1 回目	18	20	17	18
36Mb/s	1 回目	17	19	16	18
48Mb/s	1 回目	18	19	16	18
54Mb/s	1 回目	17	19	16	19

中継装置(AP)間の水平位置でのスループットの測定結果			
		Good frames	Percent Loss
6Mb/s	1 回目	100	0.0
8Mb/s	1 回目	100	0.0
12Mb/s	1 回目	100	0.0
18Mb/s	1 回目	100	0.0
24Mb/s	1 回目	100	0.0
36Mb/s	1 回目	100	0.0
48Mb/s	1 回目	100	0.0
54Mb/s	1 回目	100	0.0

(10) 5GHz 帯無線アクセスシステム 中継装置間 650m

中継装置(AP)間の水平位置での受信電力の測定結果					
		Average RSSI	Maximum RSSI	Minimum RSSI	Last RSSI
6Mb/s	1 回目	6	9	3	5
8Mb/s	1 回目	4	8	1	5
12Mb/s	1 回目	5	7	2	6
18Mb/s	1 回目	5	8	4	6
24Mb/s	1 回目	0	0	0	0
36Mb/s	1 回目	0	0	0	0
48Mb/s	1 回目	0	0	0	0
54Mb/s	1 回目	0	0	0	0

中継装置(AP)間の水平位置でのスループットの測定結果			
		Good frames	Percent Loss
6Mb/s	1 回目	100	0.0
8Mb/s	1 回目	98	2.0
12Mb/s	1 回目	100	0.0
18Mb/s	1 回目	100	0.0
24Mb/s	1 回目	0.0	100
36Mb/s	1 回目	0.0	100
48Mb/s	1 回目	0.0	100
54Mb/s	1 回目	0.0	100

(11) 2.4GHz 帯無線システム

ア フリンジエリアの測定

AP 直下位置での受信電力の測定結果						
Min Signal	Max Signal	Avg Signal	Min Noise	Max Noise	Avg Noise	SNR
-83	-73	-76	-96	-96	-96	20
-84	-78	-80	-96	-96	-96	16
-85	-80	-82	-96	-96	-96	14
-85	-82	-83	-96	-96	-96	13

AP 直下位置から移動し、” PacketLoss” が発生する距離の測定結果						
Min Signal	Max Signal	Avg Signal	Min Noise	Max Noise	Avg Noise	SNR
-88	-84	-86	-96	-96	-96	10
-90	-82	-85	-96	-96	-96	11
-89	-83	-85	-96	-96	-96	11
-87	-82	-84	-96	-96	-96	12

Packet Loss 発生距離 : 300 m

※ フィールド最長距離 (Loss はしていない。)

AP 直下位置でのスループットの測定結果				
Recv Socket Size bytes	Send Socket Size bytes	Send Message Size bytes	Elapsed Time secs.	Throughput 10^6 bits/sec
8192	8192	8192	10.00	8.47

AP 直下より半径 5m 地点でのスループットの測定結果				
Recv Socket Size bytes	Send Socket Size bytes	Send Message Size bytes	Elapsed Time secs.	Throughput 10^6 bits/sec
8192	8192	8192	10.00	8.60

AP 直下より半径 10m 地点でのスループットの測定結果				
Recv Socket Size bytes	Send Socket Size bytes	Send Message Size bytes	Elapsed Time secs.	Throughput 10^6 bits/sec
8192	8192	8192	10.00	8.64

AP 直下より半径 300m 地点でのスループットの測定結果				
Recv Socket Size bytes	Send Socket Size bytes	Send Message Size bytes	Elapsed Time secs.	Throughput 10^6 bits/sec
8192	8192	8192	10.00	8.11

イ 空中型式・利得の変更

AP 直下位置での受信電力の測定結果						
Min Signal	Max Signal	Avg Signal	Min Noise	Max Noise	Avg Noise	SNR
-85	-74	-77	-94	-94	-94	17
-79	-76	-77	-96	-96	-95	18
-79	-77	-77	-96	-96	-94	17
-81	-76	-78	-96	-96	-95	17

AP 直下位置から移動し、” PacketLoss ” が発生する距離の測定結果						
Min Signal	Max Signal	Avg Signal	Min Noise	Max Noise	Avg Noise	SNR
-94	-87	-91	-98	-95	-95	4
-94	-90	-92	-98	-95	-93	1
-93	-89	-92	-98	-95	-94	2
-97	-91	-94	-98	-95	-95	1

AP 直下位置でのスループットの測定結果				
Recv Socket Size bytes	Send Socket Size bytes	Send Message Size bytes	Elapsed Time secs.	Throughput 10 ⁶ bits/sec
8192	8192	8192	10.00	8.79

AP 直下より半径 5m 地点でのスループットの測定結果				
Recv Socket Size bytes	Send Socket Size bytes	Send Message Size bytes	Elapsed Time secs.	Throughput 10 ⁶ bits/sec
8192	8192	8192	10.00	8.78

AP 直下より半径 10m 地点でのスループットの測定結果				
Recv Socket Size bytes	Send Socket Size bytes	Send Message Size bytes	Elapsed Time secs.	Throughput 10 ⁶ bits/sec
8192	8192	8192	10.00	8.82

最大カバレッジエリア (290m) でのスループットの測定結果				
Recv Socket Size bytes	Send Socket Size bytes	Send Message Size bytes	Elapsed Time secs.	Throughput 10 ⁶ bits/sec
8192	8192	8192	10.00	0.48

※フィールド最長距離

(12) 統合システム (End to End)

ア 1 ホップ構成

測定用サーバ～無線端末 (ClientPC) 間のスループットの測定結果				
Recv Socket Size bytes	Send Socket Size bytes	Send Message Size bytes	Elapsed Time secs.	Throughput 10 ⁶ bits/sec
8192	8192	8192	10.00	4.83

測定用サーバ～無線端末 (ClientPC) 間の Ping 応答時間の測定結果					
実施回数	失敗回数	失敗率 (%)	最短時間 (ms)	最大時間 (ms)	平均時間 (ms)
35	0	0	12	51	24

イ 2ホップ構成

測定用サーバ～無線端末(ClientPC)間のスループットの測定結果				
Recv Socket Size bytes	Send Socket Size bytes	Send Message Size bytes	Elapsed Time secs.	Throughput 10 ⁶ bits/sec
8192	8192	8192	10.00	1.75

測定用サーバ～無線端末(ClientPC)間の Ping 応答時間の測定結果					
実施回数	失敗回数	失敗率(%)	最短時間(ms)	最大時間(ms)	平均時間(ms)
35	0	0	81	154	102

ウ 2ホップ構成(同時通信)

測定用サーバ～無線端末(ClientPC)間のスループットの測定結果				
TestPC A				
Recv Socket Size bytes	Send Socket Size bytes	Send Message Size bytes	Elapsed Time secs.	Throughput 10 ⁶ bits/sec
8192	8192	8192	10.00	2.24
TestPC B				
Recv Socket Size bytes	Send Socket Size bytes	Send Message Size bytes	Elapsed Time secs.	Throughput 10 ⁶ bits/sec
8192	8192	8192	10.00	1.26

測定用サーバ～無線端末(ClientPC)間の Ping 応答時間の測定結果					
TestPC A					
実施回数	失敗回数	失敗率(%)	最短時間(ms)	最大時間(ms)	平均時間(ms)
35	0	0	6	85	66
TestPC B					
実施回数	失敗回数	失敗率(%)	最短時間(ms)	最大時間(ms)	平均時間(ms)
35	0	0	80	246	205

エ 3ホップ構成

測定用サーバ～無線端末(ClientPC)間のスループットの測定結果				
Recv Socket Size bytes	Send Socket Size bytes	Send Message Size bytes	Elapsed Time secs.	Throughput 10 ⁶ bits/sec
8192	8192	8192	10.00	0.48

測定用サーバ～無線端末(ClientPC)間の Ping 応答時間の測定結果					
実施回数	失敗回数	失敗率(%)	最短時間(ms)	最大時間(ms)	平均時間(ms)
35	0	0	198	331	253

オ 3ホップ構成(同時通信)

測定用サーバ～無線端末(ClientPC)間のスループットの測定結果				
TestPC A				
Recv Socket Size bytes	Send Socket Size bytes	Send Message Size bytes	Elapsed Time secs.	Throughput 10 ⁶ bits/sec
32120	8192	8192	10.00	1.66
TestPC B				
Recv Socket Size bytes	Send Socket Size bytes	Send Message Size bytes	Elapsed Time secs.	Throughput 10 ⁶ bits/sec
32120	8192	8192	10.00	1.70
TestPC C				
Recv Socket Size bytes	Send Socket Size bytes	Send Message Size bytes	Elapsed Time secs.	Throughput 10 ⁶ bits/sec
32120	8192	8192	10.00	1.68

測定用サーバ～無線端末(ClientPC)間の Ping 応答時間の測定結果					
TestPC A					
実施回数	失敗回数	失敗率(%)	最短時間(ms)	最大時間(ms)	平均時間(ms)
35	0	0	53	155	120
TestPC B					
実施回数	失敗回数	失敗率(%)	最短時間(ms)	最大時間(ms)	平均時間(ms)
35	0	0	6	87	50
TestPC C					

実施回数	失敗回数	失敗率(%)	最短時間(ms)	最大時間(ms)	平均時間(ms)
35	0	0	7	115	50

(13) AP の揺動

ア AP1 : 固定 AP2 : 揺動

通常時のスループットの測定結果				
Recv Socket Size bytes	Send Socket Size bytes	Send Message Size bytes	Elapsed Time secs.	Throughput 10 ⁶ bits/sec
32120	8192	8192	10.00	4.86

AP2 : 揺動時のスループットの測定結果				
Recv Socket Size bytes	Send Socket Size bytes	Send Message Size bytes	Elapsed Time secs.	Throughput 10 ⁶ bits/sec
32120	8192	8192	10.00	4.81

イ AP1 : 揺動 AP2 : 揺動

通常時のスループットの測定結果				
Recv Socket Size bytes	Send Socket Size bytes	Send Message Size bytes	Elapsed Time secs.	Throughput 10 ⁶ bits/sec
32120	8192	8192	10.00	4.83

AP1、AP2 : 揺動時のスループットの測定結果				
Recv Socket Size bytes	Send Socket Size bytes	Send Message Size bytes	Elapsed Time secs.	Throughput 10 ⁶ bits/sec
32120	8192	8192	10.00	4.74

2 システム伝送・伝播特性変動評価試験

(1) バルーン観測データ

	点名	X座標	Y座標	Z座標	時間
機械	1	0	0	0	
赤色気球	3001	-51.664	-88.04	35.139	13:57
赤色気球	3002	-51.654	-87.983	35.115	13:58
赤色気球	3003	-51.638	-88.093	35.177	14:01
赤色気球	3004	-56.601	-89.582	36.297	14:03
赤色気球	3005	-52.733	-88.373	35.622	14:04
赤色気球	3006	-57.203	-91.012	36.257	14:07
赤色気球	3008	-53.655	-86.415	35.918	14:10
赤色気球	3009	-58.667	-87.443	41.671	14:20
赤色気球	3010	-58.677	-88.085	41.953	14:24
赤色気球	3011	-58.501	-87.746	41.808	14:25
赤色気球	5000	-57.661	-87.678	41.854	15:00
赤色気球	5002	-58.123	-88.036	42.067	15:10
赤色気球	5004	-56.581	-87.675	41.325	15:20
赤色気球	5006	-57.35	-87.76	41.996	15:30
赤色気球	5008	-57.446	-87.611	42.114	15:40
赤い地面	3000	-60.425	-88.267	1.187	13:20

	点名	X座標	Y座標	Z座標	時間
機械	1	0	0	0	
黄色気球	2001	41.387	-90.213	41.84	13:11
黄色気球	2002	41.297	-90.432	41.895	13:15
黄色気球	2003	41.389	-90.39	41.9	13:16
黄色気球	2004	41.345	-89.994	41.786	13:17
黄色気球	2005	41.313	-90.292	41.857	13:18
黄色気球	2006	41.334	-90.385	41.867	13:19
黄色気球	2007	41.33	-90.551	41.826	13:20
黄色気球	2008	41.412	-90.187	41.919	13:25
黄色気球	2009	41.308	-90.374	41.914	13:30
黄色気球	2010	41.447	-90.69	41.886	13:40
黄色気球	2011	41.435	-90.062	41.933	13:50
黄色気球	2012	41.547	-89.813	41.798	13:54
黄色気球	2013	41.632	-90.955	41.428	13:55
黄色気球	2014	42.366	-89.38	41.881	13:58
黄色気球	2015	41.442	-90.01	41.814	14:00
黄色気球	2016	41.55	-90.68	41.907	14:05
黄色気球	3007	-52.77	-87.372	35.795	14:08
黄色気球	2017	41.488	-90.017	41.836	14:09
黄色気球	2018	41.92	-89.242	41.78	14:14

資料 9

黄色気球	2019	40.297	-90.155	41.792	14:17
黄色気球	2020	41.042	-90.477	41.953	14:18
黄色気球	2021	41.736	-89.754	41.909	14:20
黄色気球	3012	41.801	-91.302	41.712	14:26
黄色気球	2023	41.222	-89.886	41.82	14:28
黄色気球	2024	41.556	-89.9	41.961	14:31
黄色気球	2025	41.879	-89.447	41.799	14:34
黄色気球	2026	42.199	-92.123	41.645	14:37
黄色気球	2027	42.065	-89.045	41.844	14:40
黄色気球	2028	41.785	-89.472	41.769	14:42
黄色気球	2029	41.742	-91.337	41.896	14:44
黄色気球	2030	42.028	-89.168	41.638	14:5
黄色気球	2031	42.207	-88.412	41.469	14:55
黄色気球	5001	43.864	-82.006	37.689	15:00
黄色気球	5003	41.809	-89.275	41.806	15:10
黄色気球	5005	42.473	-89.784	42.183	15:20
黄色気球	5007	41.983	-88.848	41.69	15:30
黄色気球	5009	42.216	-90.235	41.55	15:40
黄ピン地面	2000	40.754	-91.391	2.234	13:06

(2) 風向・風速データ

測定日	測定時間	瞬間風速(m/s)	瞬間風向
2006/10/18	14:30:00	1.7	南西
2006/10/18	14:32:00	1.2	西北西
2006/10/18	14:34:00	2.4	南西
2006/10/18	14:36:00	0.4	南南西
2006/10/18	14:38:00	0.5	南西
2006/10/18	14:40:00	1	西南西
2006/10/18	14:42:00	0.5	西南西
2006/10/18	14:44:00	2.6	西南西
2006/10/18	14:46:00	2	西南西
2006/10/18	14:48:00	1.8	西南西
2006/10/18	14:50:00	2.8	西南西
2006/10/18	14:52:00	1	南西
2006/10/18	14:54:00	1.4	西南西
2006/10/18	14:56:00	1.9	南西
2006/10/18	14:58:00	2.3	南西
2006/10/18	15:00:00	2	西南西
2006/10/18	15:02:00	1	南西
2006/10/18	15:04:00	2.2	南西
2006/10/18	15:06:00	0.9	南西
2006/10/18	15:08:00	1.3	南南西
2006/10/18	15:10:00	1	西南西

2006/10/18	15:12:00	0	
2006/10/18	15:14:00	0.8	南南西
2006/10/18	15:16:00	1.1	西南西
2006/10/18	15:18:00	2.1	西南西
2006/10/18	15:20:00	1.3	西南西
2006/10/18	15:22:00	1.5	西南西
2006/10/18	15:24:00	0.7	南
2006/10/18	15:26:00	1.2	南西
2006/10/18	15:28:00	1.5	南南西
2006/10/18	15:30:00	1.2	西南西
2006/10/18	15:32:00	0	
2006/10/18	15:34:00	0.2	南東
2006/10/18	15:36:00	0.6	西北西
2006/10/18	15:38:00	1.8	南西
2006/10/18	15:40:00	1.1	南西
2006/10/18	15:42:00	1.5	南
2006/10/18	15:44:00	0.9	西北西
2006/10/18	15:46:00	2.6	西南西
2006/10/18	15:48:00	3	西南西
2006/10/18	15:50:00	1.6	南西
2006/10/18	15:52:00	1.9	南西
2006/10/18	15:54:00	1.6	西
2006/10/18	15:56:00	0.9	南西
2006/10/18	15:58:00	0.9	南西
2006/10/18	16:00:00	1.9	南西
2006/10/18	16:02:00	2.6	西南西
2006/10/18	16:04:00	0.6	西南西
2006/10/18	16:06:00	0.4	西
2006/10/18	16:08:00	0	
2006/10/18	16:10:00	1.1	南西
2006/10/18	16:12:00	0.6	西南西
2006/10/18	16:14:00	1.8	南西
2006/10/18	16:16:00	1.4	南西
2006/10/18	16:18:00	3.4	南西
2006/10/18	16:20:00	1	西南西
2006/10/18	16:22:00	1.1	南西
2006/10/18	16:24:00	0.9	南南西
2006/10/18	16:26:00	1.5	南西
2006/10/18	16:28:00	2.2	南西
2006/10/18	16:30:00	1.2	西南西
2006/10/18	16:32:00	0.9	南西
2006/10/18	16:34:00	0.8	南西

(3) 1 ホップ構成

測定用サーバ～無線端末(ClientPC)間のスループットの測定結果				
Recv Socket Size bytes	Send Socket Size bytes	Send Message Size bytes	Elapsed Time secs.	Throughput 10 ⁶ bits/sec
8192	8192	8192	10.00	1.64

測定用サーバ～無線端末(ClientPC)間のPing 応答時間の測定結果					
実施回数	失敗回数	失敗率(%)	最短時間(ms)	最大時間(ms)	平均時間(ms)
35	0	0	39	119	5

(4) 2 ホップ構成

測定用サーバ～無線端末(ClientPC)間のスループットの測定結果				
Recv Socket Size bytes	Send Socket Size bytes	Send Message Size bytes	Elapsed Time secs.	Throughput 10 ⁶ bits/sec
8192	8192	8192	10.00	0.87

測定用サーバ～無線端末(ClientPC)間のPing 応答時間の測定結果					
実施回数	失敗回数	失敗率(%)	最短時間(ms)	最大時間(ms)	平均時間(ms)
35	0	0	18	170	93

(5) 2 ホップ構成(同時通信)

測定用サーバ～無線端末(ClientPC)間のスループットの測定結果				
TestPC A				
Recv Socket Size bytes	Send Socket Size bytes	Send Message Size bytes	Elapsed Time secs.	Throughput 10 ⁶ bits/sec
32120	8192	8192	10.00	1.55
TestPC B				
Recv Socket Size bytes	Send Socket Size bytes	Send Message Size bytes	Elapsed Time secs.	Throughput 10 ⁶ bits/sec
32120	8192	8192	10.00	0.95

測定用サーバ～無線端末(ClientPC)間の Ping 応答時間の測定結果					
TestPC A					
実施回数	失敗回数	失敗率 (%)	最短時間 (ms)	最大時間 (ms)	平均時間 (ms)
35	0	0	14	231	100
TestPC B					
実施回数	失敗回数	失敗率 (%)	最短時間 (ms)	最大時間 (ms)	平均時間 (ms)
35	0	0	29	209	84

3 ネットワークサービス共用試験

(1) インターネット接続(Web アクセス)

測定内容	測定結果
各端末から WIDIS へのアクセス実行結果	○
最遠隔地の端末から Oracle Bench により、複数同時アクセス可能数の測定結果	○

(2) 音声通信システム動作確認

測定内容	測定結果
IP 無線携帯電話を使用し通話結果 Testphone_A から Testphone_B へ Call	○
IP 無線携帯電話を使用し通話結果 Testphone_B から Testphone_A へ Call	○

(3) 画像伝送試験システム動作確認

測定内容	測定結果
映像のフレームレートの測定結果	—
映像の主観的評価の測定結果	—
ネットワークカメラの応答性の測定結果	—

4 ネットワーク運用管理試験

(1) システムが正常に動作している場合の測定結果

コマンドプロンプトより、Ping コマンドを実施した時の応答時間の測定結果					
TestPC A					
実施回数	失敗回数	失敗率(%)	最短時間(ms)	最大時間(ms)	平均時間(ms)
35	0	0	27	51	40
TestPC B					
実施回数	失敗回数	失敗率(%)	最短時間(ms)	最大時間(ms)	平均時間(ms)
35	0	0	21	451	116

AP-2 にログインし、各中継リンクのステータスの測定結果						
Idx	Nbr-MAC-Address	Nbr-IP-Address	Nbr-Serial-ID	Status	RSSI	Channel
1	00:16:CA:F5:86:04	192.168.4.106	NNTMCN000TB8	UP	38	196
2	00:16:CA:F5:87:7C	192.168.4.102	NNTMCN000TE9	UP	34	188

Tool にて測定用サーバ～無線端末(ClientPC)間のスループットの測定結果				
TestPC A				
Recv Socket Size bytes	Send Socket Size bytes	Send Message Size bytes	Elapsed Time secs.	Throughput 10 ⁶ bits/sec
8192	8192	8192	10.00	1.63
TestPC B				
Recv Socket Size bytes	Send Socket Size bytes	Send Message Size bytes	Elapsed Time secs.	Throughput 10 ⁶ bits/sec
8192	8192	8192	11.00	0.60

(2) システムの中継地点に障害を発生させた場合の測定結果

Ping 応答が無くなっている時間（通信断時間）の測定結果			
TestPC A	2 秒	TestPC B	0 秒

(3) システムの障害復旧後の測定結果

コマンドプロンプトより、Ping コマンドを実施した応答時間の測定結果					
TestPC A					
実施回数	失敗回数	失敗率(%)	最短時間(ms)	最大時間(ms)	平均時間(ms)
35	0	0	35	113	48
TestPC B					
実施回数	失敗回数	失敗率(%)	最短時間(ms)	最大時間(ms)	平均時間(ms)
35	0	0	10	345	110

AP-2 にログインし、各中継リンクのステータスの測定結果						
Idx	Nbr-MAC-Address	Nbr-IP-Address	Nbr-Serial-ID	Status	RSSI	Channel
1	00:16:CA:F5:86:04	192.168.4.106	NNTMCN000TB8	NO_TL	38	196
2	00:16:CA:F5:87:7C	192.168.4.102	NNTMCN000TE9	UP	27	188

Tool にて測定用サーバ～無線端末 (ClientPC) 間のスループットの測定結果				
TestPC A				
Recv Socket Size bytes	Send Socket Size bytes	Send Message Size bytes	Elapsed Time secs.	Throughput 10 ⁶ bits/sec
8192	8192	8192	10.00	1.53
TestPC B				
Recv Socket Size bytes	Send Socket Size bytes	Send Message Size bytes	Elapsed Time secs.	Throughput 10 ⁶ bits/sec
8192	8192	8192	10.00	0.60

緊急時における
気球活用ワイヤレスネットワークシステム検討会

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/>