

平成13年度 研究開発成果報告書

「自律分散型無線ネットワークの研究開発」

目 次

- 1 研究開発課題の背景
- 2 研究開発分野の現状
- 3 研究開発の全体計画
 - 3-1 研究開発課題の概要
 - 3-2 研究開発目標
 - 3-2-1 最終目標
 - 3-2-2 中間目標
 - 3-3 研究開発の年度別計画
 - 3-4 研究開発体制
- 4 研究開発の概要（平成13年度）
 - 4-1 研究開発実施計画
 - 4-1-1 研究開発の計画内容
 - 4-1-2 研究開発課題実施計画
 - 4-2 研究開発の実施内容
- 5 研究開発実施状況（平成13年度）
 - 5-1 ネットワークの構成・制御の研究開発
 - 5-1-1 サブテーマの位置づけ
 - 5-1-2 MACプロトコル、ルーティングプロトコルの研究
 - 5-1-3 適応的品質制御方式の研究
 - 5-1-4 アプリケーションの研究
 - 5-1-5 まとめと今後の課題
 - 5-2 ネットワーク総合理論の研究
 - 5-2-1 サブテーマの位置づけ
 - 5-2-2 性能を支配する法則の探求
 - 5-2-3 新しい適用領域の開拓
 - 5-2-4 まとめと今後の課題
 - 5-3 パーソナル無線リンクの研究開発
 - 5-3-1 サブテーマの位置づけ
 - 5-3-2 無線アドホックネットワーク端末搭載用エスパアンテナのハードウェア試作
 - 5-3-3 エスパアンテナ制御アルゴリズムの理論的検討
 - 5-3-4 まとめと今後の課題
 - 5-4 マイクロデバイスの研究開発

- 5-4-1 サブテーマの位置づけ
- 5-4-2 マイクロデバイスの設計と作製技術の検討
- 5-4-3 ガリウム砒素系化合物半導体による長波長発光の探求
- 5-4-4 マイクロデバイス機能の検討
- 5-4-5 まとめと今後の課題

5-5 総括

参考資料、参考文献

(添付資料)

1 研究発表、講演、文献等一覧

1 研究開発課題の背景

携帯電話（自動車電話、PHSを含む）の加入台数が、1999年度末で固定電話加入台数を抜き去り、また、同時期におけるパソコンの出荷台数も、インターネットの爆発的普及に伴い、カラーテレビとほぼ肩を並べたといわれている。「iモード」の加入者は2001年春、2100万人を突破し、世界に先駆けての第3世代携帯電話サービスも2001年秋から一部始まっている。このように、パソコンや携帯情報端末(PDA)を始めとする各種コンピュータの社会への浸透とともに、無線情報通信のモバイルインターネット化は急速に進展している。

社会、経済上の観点から無線情報通信を眺めると、携帯端末をプラットフォームとした、巨大なモバイルビジネス市場が立ち上がりつつある。また、基本的通信形態が無線情報通信であるITS（高度道路交通システム）は、市場規模、雇用創出の両面で21世紀のリーディングインダストリーのひとつに成長すると考えられている。

無線情報通信ネットワークは、このように日常生活におけるインフラとして欠かせないものとなっている一方、モバイル高速ピアツーピア通信、ITS車車間通信のような現在の集中型無線ネットワーク技術に適さないニーズも顕在化してきている。このようなニーズに対応できる技術として、現在の技術と概念が根本的に異なる自律分散型無線ネットワークが注目を浴び、重要となってきている。このネットワークは、PDAのようなパーソナル端末だけで構成されるネットワークで、有線網や基地局等のインフラを必要とせず、また、通信経路途中にある他人の端末を中継器（ノード）として用いることにより通信エリアを拡大でき（マルチホップ通信）、多数の人が集まる場所でいつでも、何処でもネットワークを構成できるという特長を有している。その場限りのネットワークという意味で、アドホックネットワークと呼ばれることも多い。無線アドホックネットワークが狙いとする特性を、参考図1に示す。現在の移動通信サービスと比較して、通信可能な距離が局所的であるが、優れた伝送速度を実現でき、通信コストが原理的に不要である。

自律分散型無線ネットワークを用いたモバイルピアツーピア通信は、移動通信ネットワークのパーソナル化を示唆しており、新しい通信形態として、今後広範に普及する可能性を秘めている。また、インフラフリーということから、被災地、展示会、キャンパス等広範な応用が期待できる他、情報家電や工場内の機器リンク及びスマートタグ、センサーネットワーク等、ユビキタスネットワーク実現の根幹をなす技術である。さらに、第4世代移動通信あるいは無線LANにおいて、サービスエリアの外にある情報端末をマルチホップ通信により近隣の基地局あるいはアクセスポイントと接続することにより、実質的にサービスエリアを拡大できる技術としても注目されている。

一方、このネットワークでは、集中管理型の制御が行われないため、オーバヘッドの少ない通信経路決定法（ルーティング）、ネットワークトポロジーの変化への対処法、通信品質の維持、無線信号伝送における伝搬環境への適応性や周波数帯域、電力の有効利用法、デバイス等技術課題は多い。また、MAC（メディアアクセス制御）がデータフローに依存、データフロー

がQoS（サービス品質）に影響を与えるとともに通信ルートに依存するなど、レイヤ間の依存性が無視できないという特性がある。近年、アドホックネットワークに対する関心が高まり、それに特化した国際会議等も開かれるようになってきている。しかし、テストベッド実験の困難性から、ほとんどの研究がネットワークルーティング法等のシミュレーション実験に留まっている。さらに、分散制御に特有の困難性があり、ネットワーク全体の容量等に関する理論検討も不十分である。このため、実環境におけるレイヤ間に跨る総合的研究開発の必要性が急務となっている。

本研究プロジェクトは、パーソナル情報端末に中継機能を持たせることにより端末のみで構成される自律分散型無線ネットワークの実現に不可欠な基盤技術の構築を目的として、物理レイヤからネットワークレイヤまでの技術を総合的に研究開発するものである。

2 研究開発分野の現状

アドホックネットワークは、1970年代に、軍事利用の観点から研究がなされてきた。Bluetoothの出現、ピアツーピア通信への関心の高まり等から、近年研究が活発化してきている。米国の大学を中心にルーティングプロトコルの研究例が多い。しかし、テストベッドによる実験の困難性からほとんどシミュレーション実験に留まっている。以下に、国内外の競合する研究例を、サブテーマ毎の例と一部重複するが、代表的なものに絞り示す。

国内：大学を中心に、ネットワークの構成法やルーティングプロトコル、ITS応用のシミュレーション研究が行われている。当社のようなテストベッドを含む、実証実験の研究例はない。

DARPA：FCS（将来戦闘システム）のための方向性アンテナを用いたネットワークを研究開発中。対象が、無人戦車・ヘリコプタ等、さらに最終的にはミリ波の利用を目指していること、さらには結果が公表されないことから比較は難しい。

Fleetnet Project：ITS車車間通信への応用。自動車、通信機器メーカーからなるヨーロッパのコンソーシアム。自動車の位置が既知としたルーティングを使用し、無指向性アンテナを利用している。当社は、独自のアダプティブアンテナを開発している点や、ルーティングプロトコル等も汎用性の高いものを目指している点でより基盤性が高い。

以下に各サブテーマ毎の競合状況を記す。

【サブテーマ：ネットワークの構成・制御の研究開発】

米国DARPA主導のFCS (Future Combat System)のプロジェクトで、指向性アンテナを用いたアドホックネットワークの研究がなされている。この研究では、3次元の指向性アンテナやそれを用いたプロトコル、シミュレータ等の研究を行っているが、使用するアンテナ

はDBFアンテナであり、使用するパターンは、1メインローブのみであるのに対し、当社のアプローチは、構成の簡易なABFアンテナを用いビームとヌルの同時制御を行うアダプティブ性を特徴としている。

【サブテーマ：ネットワーク総合理論の研究】

無線アドホックネットワークの性能予測については、米国イリノイ大学で検討が開始されている。情報理論に基づいて可能な伝送容量が議論されており、無線ネットワークにおいて処理できるトラフィック量、そこに見られるスケール則等が検討対象として注目されている。一方、具体的応用として検討するITS車車間通信については、欧州におけるFleetnet Project 等、多くの研究機関において検討が進められている。

【サブテーマ：パーソナル無線リンクの研究開発】

アダプティブアンテナは第3世代の移動体通信の無線基地局用アンテナとして内外の研究機関が活発に研究している段階であり、端末用にアダプティブを搭載する研究はほとんどない。本サブテーマは、アダプティブのハードウェア低コスト化構成とその設計技術・測定技術・適応制御技術など国際的な視点から観て独創的でありオリジナリティが高い研究テーマといえる。また、学界的な観点から見ても、毎年開催されるIEEE Antenna and Propagation Society Symposiumや国内で毎月開催される電子情報通信学会アンテナ伝播研究会、無線通信システム研究会、ソフトウェア無線研究会など内外の学会動向を見る限り、現在内外の多くの機関で開発研究されているアダプティブアンテナは製造コストに対する要求が比較的厳しくない基地局用を前提としており、本サブテーマの研究に関連するものはほとんど見受けられない状況である。

【サブテーマ：マイクロデバイスの研究開発】

マイクロミラー、スキャナー、光共振器などの微小光学デバイスは、マイクロデバイスの主要なキーデバイスである。これら当該技術と競合する内外の代表的な研究開発状況は、以下の通りである。

TI（テキサスインスツルメンツ）が、ポイント・ツー・ポイント構内LANシステム向けにミラーサイズが約3ミリメートル角の2軸アナログ・マイクロミラーを開発している。プログラマブルDSPにより、5ミリ秒以下のスイッチング速度で動作する。日本信号は、2次元バーコードスキャナーなどの用途として、2次元半導体共振ミラーを開発している。ミラーサイズは3mm角で、1kHz程度の周波数で動作し、±5度程度の振れ角を実現している。

東京大学では、縦型のマイクロミラーを用いて、これを磁力あるいは静電力により上下あるいは左右方向に出し入れすることで、複数の直交する光ファイバーのパスを切り替え

る光クロスコネクトスイッチを提案している。この場合はミラーの面に対して平行な動作に限られるので、光の反射角度は一定である。

東京工業大学（伊賀研究室）は、面発光デバイスの研究ならびにMEMS技術を用いて、温度変化に対して安定なファブリペロー型共振器や波長可変型ファブリペロー型共振器の研究を行っている。また、GaAs系の長波長レーザとしてGaInNAs半導体レーザの研究を行っており、 $1.3\mu\text{m}$ 帯のレーザ発振に成功している。

以上のように微小光学デバイス（主にマイクロミラー）の研究の多くは、光源あるいはデテクタとのアセンブリによって最終的に必要とする機能を得ようとするものである。本プロジェクトでは、当社独自の技術である横型接合を用いたレーザやフォトデテクタのような光機能デバイスと同じく、当社独自の技術である半導体ヘテロエピタキシャル膜を用いた3次元微細加工技術により、同一基板上にこれら要素を形成することで、より小型ならびに高性能の光無線用デバイスを実現しようとするものである。

3 研究開発の全体計画

3-1 研究開発課題の概要

インフラフリー、マルチホップ通信、移動通信という特性を併せ持つ自律分散型無線ネットワークは、無線リンクの確保、電力の効率的利用、レイヤ間の統合、自律分散制御等多くの技術課題がある。一方、最近の国際会議(MobiHoc2001)でも認められたように、指向性アンテナが鍵要素技術のひとつとなっている。

本課題は、端末に中継機能を持たせることにより、パーソナル端末だけで構成される自律分散型無線ネットワークを実現するための基盤技術を構築することを目的としている。物理レイヤから上位レイヤまでの要素技術を広く研究対象にするとともに、テストベッドを含む実験的検証によりシステム技術の観点からも基本特性を明らかにする。特に、アンテナの指向性を変化させたときのシステムの特性に与える影響を重点的に探索する。以下の4サブテーマを設定し、デバイスからネットワークまで総合的に研究開発を推進する。

- (i) ネットワーク構成・制御技術：アンテナの指向特性を変化させ、それに適したMAC（メディアアクセス制御）プロトコル、ルーティングプロトコルを開発し、テストベッドによりその技術課題、システム特性に与える影響を明らかにする。QoSの各レイヤの機能の明確化、適応的品質制御法を構築する。
- (ii) ネットワーク総合理論：自律分散型無線ネットワークを支配する一般的な原理、法則を抽出し、評価や設計の指針を明らかにする。また、同ネットワークの新しい適用領域や普及のシナリオをユーザの視点から明らかにする。
- (iii) パーソナル無線リンク：当社で独自に考案したエスパアンテナについて、低コスト化・低消費電力化、空間ビーム形成法、ブラインド適応制御法についての研究を進め

るとともに、テストベッドに実装しその有効性を確かめる。また、同アンテナの測定法の確立を目指して、マイクロ波フォトニクスを応用した極近傍界アンテナ測定法を開発する。

- (iv) マイクロデバイス：次世代光無線リンク用ビーム指向性制御デバイスの実現を目指して、当社独自の3次元微小デバイスの自動組み立て技術“マイクロオリガミ”を利用したGaAs微小光学デバイス作製技術、及び面発光レーザ、光デテクタ等との集積化技術の研究開発を行う。

研究アプローチとして、

- (ア) 物理レイヤからネットワークレイヤまでの基盤要素技術に総合的に取り組む。
- (イ) テストベッドを含む実証実験により、要素技術、システム技術の課題を実験的に明らかにする。
- (ウ) 当社で独自に開発した、エスパアンテナ、マイクロオリガミ等の技術を最大限に活用する。

の3点を特色とした研究開発を進める。

3-2 研究開発目標

3-2-1 最終目標（平成17年3月末）

「自律分散型無線通信ネットワークの研究開発」

- (1) ネットワークの特性を決定する要因の実験的把握
- (2) アンテナをセクタ、アダプティブ動作させたときの最適MACプロトコル、最適ルーティングプロトコルの開発とネットワーク性能評価理論の構築
- (3) エスパアンテナの低消費電力化と、ブラインドアルゴリズムによる適応ビーム走査法の確立
- (4) マイクロオリガミ微小光学デバイスの試作と光検出器との集積化技術の確立

3-2-2 中間目標（平成16年3月末）

以下にサブテーマごとの中間目標を記述する。

【サブテーマ：ネットワークの構成・制御の研究開発】

- (1) アドホックネットワークの特性に適したMACプロトコル、ルーティングプロトコルの考案する。
- (2) アドホックネットワーク上で動作するVoIPアプリケーションの構築・検証と近距離無線ピアトゥーピア接続の適応制御機構上で動作するアプリケーションの構築とサービスの有効性検証する。
- (3) 自律分散処理系における階層型QoSモデルの理論的特性とメカニズムの明確化と個

人適応型通信制御方式、適応的セキュリティ機能、マルチホップ無線ネットワークにおけるTCP、端末内の適応的資源管理方式の考案と評価を行う。

【サブテーマ：ネットワーク総合理論の研究】

- (1) 無線アドホックネットワークの単純なモデル化により、レイヤ間インタラクション及び基本性能の明確化を図り、一般法則抽出の基点を与える。
- (2) ITS車車間通信システムの基本性能の見積もりと計算機シミュレーションによる動作確認を行う。
- (3) 無線アドホックネットワークとユーザとの関わりを分析し、ユーザの視点からの評価コンセプト、システムイメージを明らかにする。

【サブテーマ：パーソナル無線リンクの研究開発】

- (1) 民生端末へ搭載できるような低コストのアンテナハードウェアで、到来方向が未知である所望波の方向へ主ビームを走査し、また、所望波と同一周波数の干渉波が混在して到来する電波環境において複数の干渉波を同時にブラインド的に抑圧する技術を確立する。

【サブテーマ：マイクロデバイスの研究開発】

- (1) マイクロデバイス作製の要素技術として、マイクロミラー、レトロリフレクタ等の微小光学デバイスの作製技術、VCSEL、LED、PDなどの能動デバイスとの集積化技術及び、駆動技術を確立する。
- (2) 量子ドットあるいはGaInNAsによる長波長（1.3～1.6 μ m）発光デバイスの実現を図るとともに、マイクロデバイスのアイセーフ化に着手する。

3-3 研究開発の年度別計画

(金額は非公表)

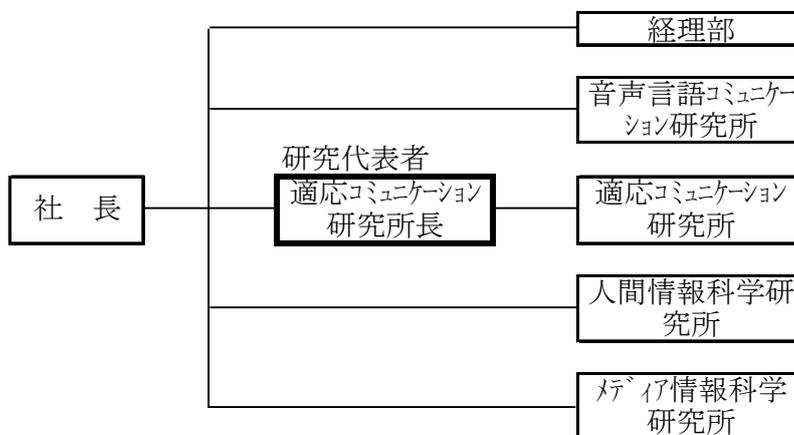
研究開発項目	13年度	14年度	15年度	16年度	年度	計	備考
自律分散型無線ネットワークの基礎研究							
(ア) ネットワークの構成・制御の研究開発							
(イ) ネットワーク総合理論の研究							
(ウ) パーソナル無線リンクの研究開発							
(エ) マイクロデバイスの研究開発							
間接経費							
合計							

注) 1 経費は研究開発項目毎に消費税を含めた額で計上。また、間接経費は直接経費の30%で計上(消費税を含む)。

2 備考欄に再委託先機関名を記載

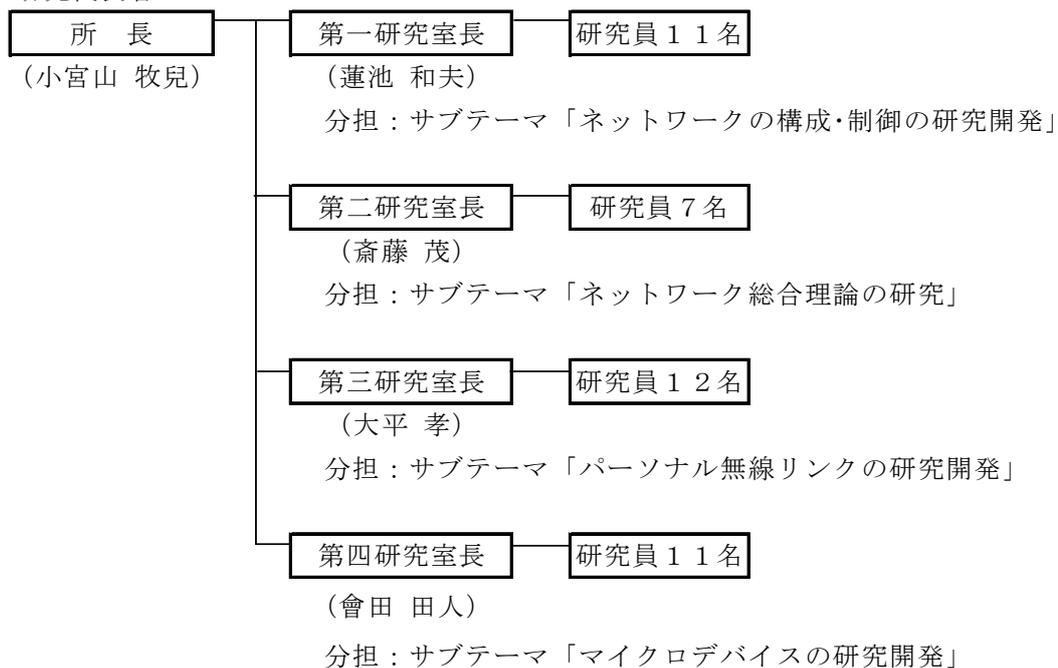
3-4 研究開発体制

3-4-1 研究開発管理体制



3-4-2 研究開発実施体制

研究代表者



4 研究開発の概要（平成13年度）

4-1 研究開発実施計画

4-1-1 研究開発の計画内容

【サブテーマ：ネットワークの構成・制御の研究開発】

- (1) アドホックネットワークで使用する場合の現状におけるMACプロトコル、ルーティングプロトコルの問題点を抽出する。
- (2) アドホックネットワークにおけるリアルタイム通信時の問題点を明らかにする。
また、コミュニティ形成のための主要コンセプトの抽出を行う。
- (3) 自律分散処理系における階層型QoSモデルの理論的特性を明らかにし、個人適応型通信制御方式、適応的セキュリティ機能、マルチホップ無線ネットワークにおけるTCP、端末内の適応的資源管理方式などの各レイヤ毎の要素技術の研究にも着手し、研究を進める。

【サブテーマ：ネットワーク総合理論の研究】

- (1) 無線アドホックネットワークのMAC／ルーティングのモデル化を行う。
- (2) アンケート調査、市場調査の方針を定めるとともに、データベース構築の準備を行う。

【サブテーマ：パーソナル無線リンクの研究開発】

- (1) 無線アドホックネットワーク端末搭載用エスパアンテナのハードウェア試作を行う。
- (2) エスパアンテナ制御アルゴリズムの理論的検討を行う。

【サブテーマ：マイクロデバイスの研究開発】

- (1) マイクロプレートと受光デバイス（PD）の集積化プロセス条件の検討を行う。

4-1-2 研究開発課題実施計画

(金額は非公表)

研究開発項目	第1四半期	第2四半期	第3四半期	第4四半期	計	備考
自律分散型無線ネットワークの基礎研究 (ア) ネットワークの構成・制御の研究開発 (イ) ネットワーク総合理論の研究 (ウ) パーソナル無線リンクの研究開発 (エ) マイクロデバイスの研究開発						
間接経費						
合 計						

- 注) 1 経費は研究開発項目毎に消費税を含めた額で計上。また、間接経費は直接経費の30%で計上(消費税を含む)。
 (合計の計は、「3-1の研究開発課題必要概算経費」の総額と一致)
- 2 備考欄に再委託先機関名を記載

4-2 研究開発の実施内容

[サブテーマ：ネットワークの構成・制御の研究開発]

(ア) MACプロトコル、ルーティングプロトコルの研究

代表的なMACプロトコルおよびルーティングプロトコルについて調査した。MACプロトコルについては、現状提案されているプロトコル、指向性アンテナを用いる場合の隣接情報管理・ビーム制御についての問題点などについて整理した。またルーティングプロトコルについても、代表的なプロトコルの特徴と問題点を抽出した。

(イ) アプリケーションの研究

アドホックネットワークのコミュニティ形成にむけての主要因の検討を行っている。今期では、具体的には、

- ・セキュリティ管理の検討
- ・プレゼンス機能の検討

を行った。

(ウ) 適応的品質制御方式の研究

アドホック環境下で流動的な資源においてユーザ要求を満たすQoSの各レイヤの機能の明確化と、レイヤ間のインタラクションを明らかにするために、階層型QoSモデルを提案し、その理論特性の検討を行った。さらに、個人適応型通信制御方式、適応的セキュリティ機能、マルチホップ無線ネットワークにおけるTCP、端末内の適応的資源管理方式などの各レイヤ毎の要素技術の研究を進めた。

[サブテーマ：ネットワーク総合理論の研究]

(ア) 性能を支配する法則の探求

本研究期間における目標を、無線アドホックネットワークのMAC／ルーティングのモデル化を行うことに定め、そのための基本的な検討を行った。具体的には、無線LANにおける特性解析手法および解析結果を調査し、これらをアドホックネットワークの性能評価に適用できるように拡張する場合の課題を検討した。また、無線アドホックネットワークの初歩的な解析モデルを設定し、スループット特性の評価を行った。一方、MAC／ルーティング技術のITSへの適用を試みるため、車車間通信におけるパケット伝送について初歩的な計算機シミュレーションを行った。

(イ) 新しい適用領域の開拓

アンケート調査、市場調査の方針を定めるとともに、データベース構築の準備を進めることを本研究期間の業務とした。具体的には、情報通信関連機器に関するユーザーイメージ等の調査目的を策定した。また、システム・プランニング評価のためのデー

タベース構築準備を進めた。

[サブテーマ：パーソナル無線リンクの研究開発]

(ア) 無線アドホックネットワーク端末搭載用エスパアンテナのハードウェア試作

エスパアンテナの指向性可変能力を理論的に評価するとともに、アンテナの指向性では識別できない同方向到来干渉波を除去する方法を検討した。また、エスパアンテナのキャリブレーションを高精度かつ低コストで行う方法を検討した。

エスパアンテナの応用として、エスパアンテナ、パルスモード対応逆拡散受信回路、方向推定理論回路、方向表示発光素子、バッテリー等から成る携帯型方向探知器を試作した。これを用いて、立山にて雪中ビーコン探知実験を行った。また、試作機をケータイ国際フォーラムにも出展した。

(イ) エスパアンテナ制御アルゴリズムの理論的検討

無線アドホックネットワークを構成する各無線端末にエスパアンテナを搭載することを想定し、マルチホップルーティングならびにメディアアクセス制御を動作させるためにアンテナに要求される機能および性能を検討した。また、適応制御のための学習コードを必要としない「ブラインド制御アルゴリズム」の研究を本格的に開始した。

[サブテーマ：マイクロデバイスの研究開発]

(ア) マイクロデバイスの設計と作製技術の検討

平成13年度における目標を、マイクロデバイスの設計・作製技術を向上するための課題の整理と定めた。具体的には、年度前半にマイクロオリガミ技術を利用して試作したマイクロミラーとレトロリフレクタの製作歩留まりと形状を評価し、問題点の抽出を行った。さらに、今後必要となる可動型マイクロミラーの試作のため、駆動機構の検討を進めた。

また、能動型マイクロデバイスとして活用する横型デバイスの性能向上を図るため、横型接合の基礎評価として原子間力顕微鏡による形状解析を行った。また、端面発光レーザの室温連続発振に向けて発光特性を調べるとともに、高速変調特性の評価システムの準備を進めた。

(イ) ガリウム砒素系化合物半導体による長波長発光の探求

マイクロデバイスは、アイセーフと言われる目に安全な1.5ミクロン程度の波長で使えることが必要となる。基本材料系として用いるガリウム砒素系半導体材料は、比較的安価でプロセスも成熟しているが、波長が0.8ミクロン程度の材料である。当年度は、長波長化の手段の一つとして、ガリウム砒素基板上のインジウム砒素量子

ドットの成長実験から着手した。

(ウ) マイクロデバイス機能の検討

自動的に無線リンクを形成する機能を有する赤外線無線中継モジュールを試作し、リンク形成や信号伝送実験によって、マイクロデバイスの備えるべき機能の検討を進めた。また、マイクロディスクレーザの発振特性の解明を進め、マイクロデバイスに応用できる新機能の検討を行った。

5 研究開発実施状況（平成13年度）

5-1 ネットワークの構成・制御の研究開発

5-1-1 サブテーマの位置づけ

自律分散型無線ネットワークであるモバイルアドホックネットワークに関して、ネットワーク構成法を明らかにする。アドホックネットワークは、分散制御という特徴のため従来有線通信で用いられてきたネットワーク構成法は適用できない。このため、アドホックネットワーク特有の条件下でのMAC、トポロジー制御を含むルーティング、無線環境におけるユーザ要求を満たすQoS（サービス品質）の各レイヤの機能の明確化と、レイヤ間のインタラクションを明らかにすることが重要である。

特に、アドホックネットワークのネットワーク構成での困難な点は、ノードが移動するためそのトポロジーが刻々変化することである。そのため経路選択（ルーティング）及びルーティングのためのリンクを確保するMACのためのプロトコルの開発が必要である。本研究では、サブテーマ【パーソナル無線リンク】で研究される、周波数や電力などのリソースの有効利用が期待される指向性アンテナあるいはアダプティブアンテナを利用することを想定しており、これらに適したMACプロトコル、ルーティングプロトコルを研究する。

さらに、ユーザと協調して自律的に通信コーディネーションを行う分散型マルチメディアアプリケーションを想定した適応的品質制御方式として、個人適応型通信制御方式、端末内における適応的資源管理方式、適応的セキュリティ機能、無線TCP等の要素技術の検討を深める。

また、アドホックネットワークのアプリケーションを提示して、アドホックネットワークの実現性を示すため、リアルタイム音声のためのVoIP、コミュニティにおける近接駆動情報ネットワーク、アドホックネットワークに親和性のあるピアツーピアアプリケーションなどを提案する。

5-1-2 MACプロトコル、ルーティングプロトコルの研究

代表的なMACプロトコルおよびルーティングプロトコルについて調査した。MACプロトコ

ルについては指向性アンテナを用いる場合、隣接ノードの角度情報は既知としているものや、GPSを使った方式が提案されているが、GPSを使用しても屋内外でのシームレスなサービスが不可能であるため、GPSを使用しない隣接情報管理方式が望まれること、また指向性アンテナによる同時通信を実現するには、送信側ノードと受信側ノードの双方が隣接ノードの通信状態に応じて適切なビーム制御を行う必要があること、更に、隣接情報管理を行う場合にはノード密度やビーム幅、移動速度も含めた評価が必要であることなどを整理した。

またルーティングプロトコルについては、代表的なプロトコルの特徴を抽出するとともに、指向性アンテナを用いたルーティングについて、テーブル情報更新時の隣接ノードの選択方法が必要であることなどを整理した。

5-1-3 適応的品質制御方式の研究

無線アドホックネットワークにおいて、流動的なシステム環境に対応するため、さらにユーザの品質要求に応じてシステムが自律的にメディアの品質制御を行うため、階層型適応QoS (LAQoS) モデルを提案し、その数理特性について理論的な考察を行った。具体的には、ニューラルネットワークにおける相互結合ネットワークのニューロンをエンティティとしてLAQoSモデルを数理モデル化し、そのメカニズムを明らかにした。

QoSの要素技術の研究として個人適応型通信制御技術、マルチホップ無線ネットワークにおけるTCP、適応的セキュリティ機能、端末内における適応的資源管理方式の検討を深めた。まず、個人適応型通信制御方式について、ユーザ間の相互作用を促進し、コミュニティの活性化を図るために、パーソナルエージェントが交渉を行うモデルを考案し、その実装を行った。次に、適応セキュリティの研究に関して、暗号通信によるハンドシェイクプロトコルの分析を行ない、暗号通信確立オーバーヘッドの調査・分析を行った。また、マルチホップ無線ネットワークにおけるTCPの研究については、輻輳を明示的に通知するECN方式を用いて、ECN-based無線TCP方式を提案し、無線電波環境においてSINRを指標とした提案方式の性能評価を行った。最後に、計算機資源管理方式については、考案されているストリーム処理タスクの時間制約と処理量の変動に動的に適用するスケジューリングポリシーを用いて、その性能評価を行った。

5-1-4 アプリケーションの研究

今期は、セキュリティ管理の検討およびプレゼンス機能の検討を行った。

セキュリティ管理の検討では、複数のサービス提供者が分散連携して実現される型のサービスにおける運用上のセキュリティについて、連携するサービス提供者および利用者それぞれがサービス提供に際して相互に認証し与信することで、サービス連携の動的な生成・更新に伴う権限委譲および抹消などに対応するモデルの検討をおこなった。

また、現在のインターネットにおいて注目されているインスタントメッセージには、ユーザの状態情報やプロフィール情報を公開・参照し、その情報の変更を通知するプレゼンス機能があり、コミュニケーションにおいて重要な機能となっている。このプレゼンス機能を無線アドホックネットワーク上で実現するために、インターネットとのネットワーク特性の違いに注目して無線アドホックネットワークにおけるプレゼンス機能の定義を行い、実現方法について検討をおこなった。また、電波強度からの距離感取得についての予備実験を行い、その有効性を検証した。

これらの成果は、それぞれ信学会IN研究会、CQ研究会にて発表を行った。

5-1-5 まとめと今後の課題

以上述べたように、無線アドホックネットワークの実現に向けて、ネットワークの構成・制御技術の主な要素である、MACプロトコル、ルーティングプロトコル、適応的品質制御方式、アプリケーションの研究を進めた。それぞれの研究における問題点を明確にし、基礎的な問題の解決を図った。

今後はこの結果に基づき、MAC/ルーティングプロトコルの最適化、適応的QoS統合フレームワークの提案、アドホックネットワーク上でのマルチメディアサービス実現に向けて、各要素技術の詳細化、実験システムによる評価を進めていくこととする。

5-2 ネットワーク総合理論の研究

5-2-1 サブテーマの位置づけ

無線アドホックネットワークは、インフラに依存せずに新たに形成できるという自由度をもち、かつ、高速な情報伝送を提供できる局所的なネットワークとして期待できる。しかし、その性能や特性を決定する、あるいはそこに横たわる一般的な法則は、必ずしも十分には明らかにされていない。また、このようなネットワーク及びその基盤となる技術は、ピアツーピアのデータ収集や交換を行うフィールドワークや会議、事故防止等を目指すITS車車間通信に適用できるが、新しい適応領域の可能性を検討することも必要である。本サブテーマは、無線アドホックネットワークの性能を支配する一般的な原理、法則を抽出すること、及び、新しい適用領域の開拓や普及のためのシナリオを提示することを目指すものである。

本テーマで取り扱うネットワークを性能、特性面で支配する要因は、いわゆるデータリンク層とネットワーク層における制御にあり、それらの制御が互いに強く関係しあっていることに問題の難しさがある。ここではその絡み合いについて、理論、計算機シミュレーションによる検討を加え、一般的な法則の抽出、期待される性能の明確化を行い、評価や設計の指針を与える。

無線アドホックネットワークは、信号の中継がボランティア的に行われるので、一旦端末を手に入れば、運用のコストは小さくて済むことが期待される。ここでは、無線アドホックネットワークあるいは関連個別技術がどのようにユーザに受け入れられ、使用されていくかを分析し、ニーズ面から、新しい適用領域の開拓、アプリケーションの創出、技術的な発展方向の明確化を行う。

5-2-2 性能を支配する法則の探求

無線アドホックネットワークのMAC／ルーティングのモデル化を行うための基本的な検討を行った。具体的には、無線LANのMACにおけるスループットと遅延時間の考え方、理論解析における仮定とその影響、解析手法および特性解析結果を調査した。次いで、その手法をアドホックネットワークの性能評価に適用できるように拡張する場合の課題を抽出するとともに、モデル化の方針、特性解析の方針を探索した。無線LANにおいては上り回線の受信端が1つ（アクセスポイント）であるのに対し、無線アドホックネットワークでは個々の端末が受信端となりえるため、これに伴う隠れ端末、さらされ端末の問題が必然的に起こり、その特性解析は困難となる。しかし、nonpersistent CSMA/CA のような限られたMAC方式については、無線LANの理論解析手法を適用できる見通しを得た。そこで第1段階として、無線アドホックネットワークの basic nonpersistent CSMA/CA方式に関して初歩的な解析モデルを設定し、スループット特性の評価を行うとともに、問題点の抽出を行った。

一方、MAC／ルーティング技術のITSへの適用例として、協調走行における車車間通信を取り上げ、そこでのパケット伝送について計算機シミュレーションを行った。ある車両からその横および後列に位置する車両に自車情報を送る、あるいは他車情報を転送する場合について、backoffを用いたCSMA/CAに関する初歩的なモデルを設定し、プログラム作成、特性評価を行った。その結果、例えば自車両情報の送信よりも他車両情報の転送を優先させる方がパケット伝送の失敗率を小さくできることなどが明らかになった。

5-2-3 新しい適用領域の開拓

アンケート調査、市場調査の方針決定、データベース構築の準備を行った。調査の利用目的は、近距離無線通信ネットワークシステムのデザインにある。そこでまず、ネットワークシステムの現状、情報通信サービス市場の現状、近距離無線通信の役割の3つを、どのように捉えるべきか検討し、システムデザインの問題を以下のように設定した。

ネットワークシステムとは、一言でいえば人々とモノの関係を作り出すためのシステムであり、新しいネットワークの出現は、新しい人とモノの関係の形成を意味する。一方、人とモノの関係は密接かつ複雑になり、情報通信サービスの先行きは不透明感を増している状況では、単にシーズによって新たな人とモノの関係が形成されるわけではない。従っ

て、今日ネットワークの成否を決めるのは、どのような新しい人とモノの関係が広がっていくのか？を的確に予期することであり、これがネットワーク研究の要である。また、人とモノの関係のフロンティアは常に人々の日常生活であり、近距離無線通信は日常生活にマッチしていることが期待され、この点から新しい関係を探ることが重要となる。

このような視点に立ち、以下のような調査方針を策定した。(1)新しい人とモノの関係を形成する過程における人間の働きや要因について調べる。(2)PCと携帯電話に対する人間の振る舞い、特に日常生活における振る舞いを捉える。(3)既存のIT機器に関する利用イメージと振る舞いの相関を捉える。(4)新しいモノの仕様を与えたとき、振る舞いを予期するためのユーザのモデル化に利用するデータを取得する。

5-2-4 まとめと今後の課題

性能を支配する法則の探求に関しては、無線LANの特性解析手法および結果を調査し、無線アドホックネットワークにおける限られた基本的なMAC方式についての理論解析の糸口を得た。基本的なMAC方式の理論解析を継続して行うこと、より高度なMAC方式の理論解析の可能性を探ること、計算機シミュレーションにより理論解析の妥当性を示すこと、ルーティングも含めた特性解析への拡張を図ることが今後の課題である。

新しい適用領域の開拓に関しては、情報通信関連機器に関するユーザイメージ等を調査する目的と方針を明らかにし、データベース構築のための環境の準備を進めた。策定した方針に沿って調査方法、項目を具体的に決定し、データの収集、分析を進めること、およびこれらを基にしてシステムやサービスの評価体系を構築することが今後の課題である。

5-3 パーソナル無線リンクの研究開発

5-3-1 サブテーマの位置づけ

自律分散型無線ネットワークを実現するために解決すべき技術課題として、ルーティングやメディアアクセスプロトコルと並んで、電波資源の枯渇課題がある。有限の電波資源である「周波数」と「電力」を如何に有効利用できるかがネットワークがシステムとして成立するかどうかの重要なポイントとなる。マルチホップで中継を行うためには、少ないチャンネルを繰り返し利用する技術が必須となる。現状の無線方式では多元接続技術として、FDMA、TDMA、CDMAといった分割アクセス手段が用いられているが、これまでの研究開発の積み重ねにより利用効率が理論限界に近いところまで達成しつつある。飛躍的な効率向上を目指して時間軸に加えて空間軸上の分割手段（SDMA：空間分割多元接続）を導入することが望まれる。一方、電力効率についても送信電力増幅器の高効率化、受信回路における低雑音増幅器の高感度化もほぼ限界に達しており、増幅回路や半導体デバイスの改良による効率改善や感度向上はさほど大きな効果は得られない。本サブテーマではSDMAによる周

波数と電力の拡大利用を目指して、今まで開発が十分行われてこなかったアンテナの高性能化としてアダプティブアンテナに着目する。端末搭載アンテナの高機能高性能化が達成されれば電波資源問題の決定的打開手段となる可能性を秘めており、このサブテーマは自律分散無線ネットワークの研究を進める上で最重要課題のひとつとして位置づけられる。

5-3-2 無線アドホックネットワーク端末搭載用エスパアンテナのハードウェア試作

エスパアンテナの指向性可変能力を理論的に評価した。また、アンテナの指向性では識別できない同方向到来干渉波を除去する方法を検討した。さらに、エスパアンテナのキャリアブレーションを高精度かつ低コストで行う方法を検討した。エスパアンテナ、パルスモード対応逆拡散受信回路、方向推定理論回路、方向表示発光素子、バッテリー等から成る携帯型方向探知器を試作した。これを用いて、立山にて雪中ビーコン探知実験を行った。この実験では、マイクロ波ビーコン（発信機）を雪の中に埋め、地上の離れた場所から探知機の指示ランプの誘導に従って進むことによりビーコンの埋められた位置を1メートル四方以内の精度でつきとめることに成功した。このような狭い範囲に絞り込むことは従来できなかったことである。本成果はNHK京都からテレビ放送された。新聞9社にも掲載された。また、試作機をケータイ国際フォーラムにも出展した。干渉波が所望波と同一方向から到来する場合においても反射物などによるマルチパスを逆利用することにより、エスパアンテナでスポットヌルを形成できる可能性があることを理論的に示した。小型電波暗箱と極近傍ピックアップを駆使してアンテナ素子のRF電流を測定することにより、従来必要とされていた大形電波暗室を用いなくて可変指向性のキャリアブレーションできる可能性を見いだした。

5-3-3 エスパアンテナ制御アルゴリズムの理論的検討

無線アドホックネットワークを構成する各無線端末にエスパアンテナを搭載することを想定し、マルチホップルーティングならびにメディアアクセス制御を動作させるためにアンテナに要求される機能および性能を検討した。さらに、適応制御のための学習コードを必要としない「ブラインド制御アルゴリズム」の研究を本格的に開始した。アドホックシステムの端末間においてアダプティブアンテナの適応制御を自律分散的に動作させるには、通常の無線システムにおいて必要とされるキャリア周波数同期やシンボルタイミング同期に加えて、適応制御のための学習コードのタイミング同期が必要となることを明らかにした。現状の無線LANなどに用いられているチップセットは学習コードのタイミング同期の機能を考慮されていないため、学習コードを必要としないアルゴリズムの研究が重要であることが洗い出された。

5-3-4 まとめと今後の課題

プロジェクト初年度として、所望波に含まれる信号情報を全く参照することなくアンテナ可変パラメータを更新するブラインド制御方式の研究に順調に着手できた。また、可変機能を付加したアンテナの測定検査コストを抑制する方法の検討も順調に開始できた。今後は、適応ビーム形成の目的すなわちアンテナ受信出力信号に含まれる信号対干渉雑音の電力比 SINR を最大化することが課題となる。具体的課題として、標本化された受信信号を統計変数とみなした場合の高次モーメントならびに高次キュムラントなど高次の統計解析技術を取り入れた新しい規範を提案導入することを試みるとともに、マイクロ波フォトニクスデバイスを駆使して、被測定アンテナ素子の極近傍電磁界を本来の電磁界に擾乱を与えることなく測定する技術の開発も試みる。

5-4 マイクロデバイスの研究開発

5-4-1 サブテーマの位置づけ

次世代の光無線リンクにおける小型光送受信モジュールの実現には、光の特長である広帯域性と鋭い指向性を活かすため、安定なリンク形成・維持機能の開発が極めて重要な課題となる。ハードウェアに要求される機能としては、信号伝送媒体の光ビームの受光と発光の方向を通信相手の方に向けるビーム制御機能が重要である。従来、このような光無線リンク用の光ビーム制御機能は、半導体レーザ等の発光デバイスと機械的な駆動機構の組み合わせで実現され、実用的な方法として採用されていた。しかし、装置の規模や消費電力などが大きく応答速度も十分ではないため、モバイル通信等の小型携帯端末には適していない。

このため、微小機械技術を導入して光デバイスの高性能化を図ろうとするMicro Electro Mechanical System (MEMS)の研究が活発化しているが、これまでのところ、光ファイバー通信用光路切り替えスイッチや投射型ディスプレイ用光偏向デバイスなどの研究が主流である。自由空間光通信への応用を目的とした光ビーム制御デバイスは未開拓の分野であり、ビーム幅、偏向角、制御速度と精度など要求される機能を明らかにする必要がある。また、そのような要件を満たす機能を、小型携帯端末に適したデバイスとして実現するための研究が必要である。

そこで、本サブテーマでは、光ビーム制御をはじめとする機能を有する光無線リンクのキーデバイス“マイクロデバイス”を開発するため、必要な機能を明らかにする課題と、微小機械技術を活用したデバイスの材料、設計技術、作製技術、ならびに評価技術の課題について研究を行う。

5-4-2 マイクロデバイスの設計と作製技術の検討

マイクロオリガミで作製するデバイスに、設計通りに基板から起き上がらないものがあ

ることが認められた。この問題は、ウェットエッチング後の乾燥過程で半導体薄膜が基板に貼りついてしまう現象と、蝶番部分の膜厚の誤差に起因していることを明らかにした。それぞれの問題は、洗浄液を液相と気相の中間で乾燥する装置の使用、ならびに、蝶番部分の精密膜厚制御が有効な対策であることを見出した。また、デバイスの形状に認められた緩やかな湾曲は、補償層を導入することで解決する方法を考案した。駆動機構については、静電力を利用する構造を考案し、シミュレーションを開始した。

横型接合デバイスについては、原子間力顕微鏡による形状評価で、接合面の位置を正確に特定することができ、今後の集積化のための重要なデータを得ることができた。横型接合端面発光レーザは200Kまでレーザ発振を確認した。寸法や条件が異なるサンプルの発光特性の評価によって、電極間距離や量子井戸構造の変更など、デバイス構造の改善の指針を得ることができた。

5-4-3 ガリウム砒素系化合物半導体による長波長発光の探求

ガリウム砒素基板上にインジウム砒素の自己形成量子ドットを、 $1.2 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$ と従来よりも高密度に成長することに成功した。発光波長は、約1.1ミクロンである。さらなる長波長化と発光強度の向上を図るため、原子間力顕微鏡による形状観察と低温フォトルミネッセンス測定装置による発光特性測定を行い、ドットの微細化、均一化、高密度化、長波長化を達成する成長条件の検討を進めている。また成長条件に加えて、量子ドットの歪応力を解放するための薄膜層の挿入など、基板構造の変更による発光波長制御も検討を開始した。

5-4-4 マイクロデバイス機能の検討

マイクロデバイスの機能研究のために試作した赤外線無線中継モジュールを用いて、光リンク多段中継の基礎実験を行った。同モジュールに搭載した3対の固定光入出力ポートと簡単な制御アルゴリズムで、多段の光リンク形成とデータ伝送が可能であることを示した。また、マイクロディスクレーザの発振特性の解析を行い、発振モード制御が光ビーム制御の新原理として利用できることを確認した。

5-4-5 まとめと今後の課題

マイクロオリガミによる3次元微細構造の作製原理を確認するとともに、デバイス作製技術として利用できることを示した。同技術による3次元微細構造特有の電子・光学的な物性および機械的物性を評価してその得失を明らかにし、特長を活かしたマイクロデバイスの設計・試作を行う。さらに、ミラーなどマイクロオリガミを活用した3次元構造デバイスと受光素子・発光素子との集積化技術の向上を図る。

5-5 総括

今期は、本研究開発課題の実施初年度であり、さらに研究期間が約3ヶ月と短いこともあり、研究体制の見直し、研究環境の整備を重点的に行った。研究体制の見直しでは、マイクロデバイス研究開発の、理論、ネットワークに関連しているグループをネットワーク総合理論の研究グループと一緒にし、理論、シミュレーション研究の強化を策定した。次年度から、実施予定である。研究環境の整備では、(株) エイ・ティ・アール環境適応通信研究所の中古資産を厳選のうえ購入するなどして、早期の研究立ち上げに努めた。さらに、当社における研究成果を最大限に活用するとともに、研究者の不足している研究分野を外部研究機関と連携することにより補う方策の準備を進めた。この結果、すでに報道発表に結びつく成果が出るなど、順調な研究の立ち上げが可能となった。

(添付資料)

研究発表、講演、文献等一覧

決裁番号	発表方法	雑誌名・国際会議名	発表者	タイトル	発表(予定)日	状況
2001適 -発044	国際 会議	2002 IEEE AP-S International Symposium and URSI National Radio Science Meeting	Jun Cheng, Masaya Hashiguchi, Kyouichi Iigusa, Takashi Ohira	Sector-Mode Beamforming of a 2.4- GHz Electronically Steerable Passive Array Radiator Antenna for a Wireless Ad Hoc Network	2002.06.16 ～ 2002.06.21	採録決 定
2001適 -発045	国内 研究 会	電子情報通信学会、 コミュニケーション クオリティ研究会	山崎 達也 (CRL), 蓮池 和夫, 間瀬 憲一 (新潟大学), 仙石 正和 (新潟 大学)	コンテンツ処理を含む通 信コーディネーションの 一提案	2002.02.07 ～ 2002.02.08	発表済 み
2001適 -発046	国際 会議	2002 IEEE AP-S International Symposium and URSI National Radio Science Meeting	Kehu Yang, Takashi Ohira	Blind Space-Time Adaptive Filtering Based on Electronically Steerable Passive Array Radiator Antennas	2002.06.16 ～ 2002.06.21	採録決 定
2001適 -発047	国際 会議	2002 IEEE AP-S International Symposium and URSI National Radio Science Meeting	Takashi Ohira	Blind Adaptive Beamforming Electronically- Steerable Parasitic Array Radiator Antenna Based on Maximum Moment Criterion	2002.06.16 ～ 2002.06.21	採録決 定
2001適 -発048	国際 会議	27th General Assembly of the URSI	Takashi Ohira	An Analog Aerial Beamforming Approach to Trained and Blind Smart Antennas	2002.08.17 ～ 2002.08.24	採録決 定
2001適 -発049	国内 研究 会	電子情報通信学会、 実時間処理に関する ワークショップ (RTP2002)	滝沢 泰久, 芝 公 仁 (立命館大), 大久保 英嗣 (立 命館大)	ストリーム処理環境にお ける実時間および非実時 間タスクの適応的スケジ ューリングポリシー	2002.03.14 ～ 2002.03.05	発表済 み
2001適 -発050	その 他	平成13年度 ATR 研 究発表会 技術講演	下川 信祐, 大田 原 一成	アドホックネットワーク の将来 -ユーザーから 見た役割、コンテンツ、 課題-	2002.02.15	発表済 み

決裁番号	発表方法	雑誌名・国際会議名	発表者	タイトル	発表（予定）日	状況
2001適 -発051	誌上	IEEE Transactions on Antennas and Propagation	Kehu Yang, Takashi Ohira, Chong-Yung Chi (National Tsing Hua Univ.)	Inverse Filter Criteria-Based Blind Adaptive Electronically Steerable Passive Array Radiator Antennas		
2001適 -発052	国際会議	7th OptoElectronics and Communications Conference (OECC 2002)	José María Zanardi Ocampo, Pablo Vaccaro, 西村 剛太, Shanmugam Saravanan, 安藤太郎, 久保田 和芳, 會田 田人	Electroluminescence of Lateral-junction Edge-emitting Laser Diodes Grown on GaAs (311)A Patterned Substrates	2002.07.08 ～ 2002.07.12	採録決定
2001適 -発053	国内大会	2002年電子情報通信学会総合大会	中路 卓与 (名古屋工大), 菊間 信良 (名古屋工大), 稲垣 直樹 (名古屋工大), 大平 孝	マルカート法によるエスパアンテナの最適化	2002.03.27 ～ 2002.03.30	発表済み
2001適 -発054	誌上	Physical Review B	Taro Ando, Hideaki Taniyama, Naoki Ohtani, Makoto Hosoda (Osaka City Univ.) and Masaaki Nakayama (Osaka City Univ.)	Numerically Stable and Flexible Method for Solutions of the Schrödinger Equation with Self-interaction of Carriers in Quantum Wells		
2001適 -発055	国際会議	2nd Swedish Workshop on Wireless Ad-Hoc Networks (ADHOC'02)	Tetsuro Ueda, Somprakash Bandyopadhyay (IIMC), Kazuo Hasuike	Implementing Messaging Services on Ad Hoc Community Networks using Proxy Nodes	2002.03.05 ～ 2002.03.06	発表済み
2001適 -発056	国際会議	The 16th International Workshop on Communications Quality & Reliability (CQR2002)	Tetsuro Ueda, Somprakash Bandyopadhyay (IIMC), Kazuo Hasuike	An Approach towards Improving Quality of Service in Ad Hoc Networks with ESPAR Antenna	2002.05.14 ～ 2002.05.16	採録決定

決裁番号	発表方法	雑誌名・国際会議名	発表者	タイトル	発表（予定）日	状況
2001適 -発059	国内大会	2002年電子情報通信学会総合大会	松嶋 和之（東京理科大），結城 良彦（東京理科大），稲垣 惠三，佐藤 浩哉（シャープ），赤池 正巳（東京理科大）	光照射ヘテロ接合フォトトランジスターの容量・電圧特性	2002.03.27 ～ 2002.03.30	発表済み
2001適 -発060	誌上	ATR Journal	小宮山 牧兒	自律分散型無線ネットワークの研究開発	2002.02.08	発表済み
2001適 -発061	その他	平成13年度ATR研究発表会 技術講演	植田 哲郎	無線アドホックネットワークの技術課題	2002.02.15	発表済み
2001適 -発062	国内研究会	電子情報通信学会、無線通信システム研究会	蓮池 和夫，小宮山 牧兒	国際会議MobiHoc2001出席報告	2002.03.06 ～ 2002.03.08	発表済み
2001適 -発063	国内大会	第49回応用物理学関係連合講演会	福嶋 丈浩（岡山県立大），原山 卓久，Peter Davis，Pablo Vaccaro，西村 剛太，會田 田人，村尾 貞佳（岡山県立大）	疑似スタジアム型半導体レーザーの共振器モードI（共心型共振器条件）	2002.03.27 ～ 2002.03.30	発表済み
2001適 -発064	国内大会	第49回応用物理学関係連合講演会	福嶋 丈浩（岡山県立大），原山 卓久，Peter Davis，Pablo Vaccaro，西村 剛太，會田 田人，村尾 貞佳（岡山県立大）	疑似スタジアム型半導体レーザーの共振器モードII（不安定共振器条件）	2002.03.27 ～ 2002.03.30	発表済み
2001適 -発065	国内大会	日本物理学会第57回年会	窪田 光宏（立命館大），原山 卓久，Peter Davis，池田 研介（立命館大）	円形マイクロディスクレーザーの定常発振	2002.03.24 ～ 2002.03.27	発表済み

決裁番号	発表方法	雑誌名・国際会議名	発表者	タイトル	発表（予定）日	状況
2001適-発066	国際会議	International Quantum Electronics Conference	Takehiro Fukushima (Okayama Pref. Univ.), Takahisa Harayama, Peter Davis, Pablo Vaccaro, Takehiro Nishimura, Tahito Aida	Lasing Modes in Quasi-stadium Laser Diodes under a Concentric Resonator Condition	2002.06.22 ～ 2002.06.28	採録決定
2001適-発067	国内研究会	電子情報通信学会、ニューロコンピューティング研究会	倉持 裕, 新上 和正	自己組織化マップによる計算量調整機能を備えた画像検索システム	2002.3.18 ～2002.3.20	発表済み
2001適-発070	国内研究会	第83回微小光学／第2回システムフォトンクス合同研究会「MEMS-フォトンクスへの新展開-」	久保田 和芳, Pablo O. Vaccaro, 會田 田人	格子歪みを利用した3次元微細構造作製技術	2002.03.07	発表済み
2001適-発071	国内研究会	第8回複雑系札幌シンポジウム	下川 信祐, 大田 原 一成	人とモノの関係に基づくデザインの戦略と方法ーどんなモノが好まれてゆくのか？ー	2002.03.04 ～ 2002.03.07	発表済み
2001適-発072	国際会議	32nd European Microwave Conference 2002 (EuMC 2002)	Takashi Ohira	A Novel Analog-Oriented Smart Antenna with Blind Adaptive Beamforming for Phase-Shift-Keyed and Quadrature-Amplitude-Modulated Waves	2002.09.23 ～ 2002.09.27	
2001適-発073	国内研究会	電子情報通信学会、情報ネットワーク／ネットワークシステム共催研究会	門 洋一, 小菅 昌克	アドホックコミュニケーションにおけるセキュリティ管理の検討	2002.03.14 ～ 2002.03.15	発表済み
2001適-発074	国際会議	32nd European Microwave Conference 2002 (EuMC 2002)	Qing Han, Keizo Inagaki, Kyouichi Iigusa, Robert Schlub, Takashi Ohira	An Ultra Small Anechoic Box for Rod Array Antenna Measurement	2002.9.23 ～2002.9.27	
2001適-発075	国内研究会	電子情報通信学会、無線通信システム研究会	大平 孝	エスパアンテナのm相PSK波ブラインド適応ビーム形成	2002.04.18 ～ 2002.04.19	発表予定

決裁番号	発表方法	雑誌名・国際会議名	発表者	タイトル	発表（予定）日	状況
2001適-発076	国内大会	2002年電子情報通信学会総合大会	結城 良彦（東京理科大）、松嶋 和之（東京理科大）、市橋 慶一（東京理科大）、稲垣 惠三、佐藤 浩哉（シャープ）、赤池 正巳（東京理科大）	光照射HPTの電流－電圧特性	2002. 03. 27 ～ 2002. 03. 30	発表済み
2001適-発077	国内研究会	電子情報通信学会、アンテナ・伝播研究会	飯草 恭一、程 俊、大平 孝	固定導波器を付加することによるエスパアンテナの狭ビーム高利得化の提案	2002. 04. 18	発表予定
2001適-発078	国内研究会	電子情報通信学会、マイクロ波研究会	飯草 恭一、大平 孝	エスパアンテナの可変インピーダンス整合法の提案	2002. 04. 17	発表予定
2001適-発079	国内研究会	電子情報通信学会、無線通信システム／コミュニケーションクオリティ共催研究会	小菅 昌克、門 洋一、堀沢 伸吾、蓮池 和夫	無線アドホックネットワークにおけるプレゼンス機能の検討	2002. 04. 18 ～ 2002. 04. 19	発表予定
2001適-発080	誌上	情報処理学会論文誌	倉林 則之、山崎 達也（CRL）、湯浅 太一（京大）、蓮池 和夫	ネットワークコミュニティにおける関心の類似性に基づいた知識共有の促進		
2001適-発081	国内研究会	電子情報通信学会、無線通信システム／コミュニケーションクオリティ共催研究会	堀沢 伸吾、昌山 一成、小菅 昌克、蓮池 和夫	無線アドホックネットワーク用ルーティング方式への電波環境情報の利用に関する一検討	2002. 04. 18 ～ 2002. 04. 19	発表予定
2001適-発082	誌上	電子情報通信学会和文論文誌B	古樋 知重、大平 孝	無線アドホックネットワークにおける指向性アンテナの効能に関する考察		