

戦略的創造研究推進事業 CREST

研究領域「ディペンダブル VLSI システムの基盤  
技術」

研究課題「ディペンダブルワイヤレスシステム・  
デバイスの開発」

## 研究終了報告書

研究期間 平成19年10月～平成27年3月

研究代表者：坪内 和夫  
(東北大学 電気通信研究所  
名誉・客員教授)

## § 1 研究実施の概要

### (1) 実施概要

本研究開発では、広い周波数帯域にわたるヘテロジニアス無線通信接続環境をユーザのために最適化することで、災害時でも必ずつながり、市民生活に革新をもたらす情報通信ネットワークとして、異種無線通信方式の統合による高信頼・高速無線ネットワークであるディペンダブル・エアを実現することを目的とする。ディペンダブル・エアの実現のために必要となる 3 つの大きな研究課題を以下に示す。

#### (A) ワイヤレスネットワークのディペンダビリティ追求(ディペンダビリティ評価指標):

既存の評価手法にとらわれない高信頼・高安定な無線通信ネットワーク評価指標の追求することで、無線通信ネットワークの設計指針を明らかにする。

#### (B) ディペンダブル・エアを実現するネットワーク・信号処理技術:

複数の異種無線通信方式を統合するために必要となる、ネットワーク技術、ならびにベースバンド信号処理技術についての研究開発を行う。

#### (C) ディペンダブル・エアの進化を支えるデバイス技術:

複数の異種無線通信方式に対応する端末・基地局を実現するために必要となる、マルチモード・マルチバンド RF/アナログ信号処理デバイスの研究開発を行う。

上記の 3 つの大きな研究課題に対して、具体的には以下の 5 つの研究テーマに取り組んだ。

### テーマ (1) ユニバーサルクロックを用いた衛星系/地上系ディペンダブルネットワーク

準天頂衛星システムや GPS から送信される基準信号により生成される安定したユニバーサルクロックを用いて、地上系の複数の異種無線通信ネットワークを統合したディペンダブル・エアの高信頼化を目指す。また、準天頂衛星システムを用いたロケーション・ショートメッセージ双方向通信と、地上系ネットワークをシームレスに接続し、災害時においても安定した通信を実現できることを検証する。

### テーマ (2) 準天頂衛星システムを用いたロケーション・ショートメッセージ双方向通信方式

準天頂衛星システムを用いたロケーション・ショートメッセージ双方向通信を実現するために、超長拡散符号を用いた SS-CDMA 方式に加え、ユニバーサルクロックシステムを用いた送信時刻制御型同期 CDMA 方式の実証を行う。

### テーマ (3) ヘテロ素子ビームフォーミングアンテナ一体型・小形スケーラブルモジュール

衛星系/地上系融合ディペンダブル・エアを実現する無線通信端末を目指し、3次元システム・イン・パッケージ構造と複数の異種アンテナ素子を用いて、一体的に搭載した小形スケーラブル無線端末モジュールの研究開発を行う。

### テーマ (4) 700MHz ~ 60GHz 帯異種方式対応スケーラブル送受信 LSI

地上系のディペンダブル・エアに加え、準天頂衛星システムの統合を視野に入れた通信端末を実現すべく、各通信方式で用いられる搬送波周波数や伝送速度の送受信を可能とするスケーラブル送受信 LSI の開発を行う。特に、基準時刻信号から高精度かつ安定なユニバーサルクロックを生成するためには、広帯域・高感度な RFIC が不可欠であり、その開発を中心に行う。

### テーマ (5) 広帯域・低消費電力無線通信方式用ディペンダブル ADC

災害時に携帯端末の充電が難しい環境での利用を考慮し、これまでの地上系ディペンダブル・エア端末向けのスケーラブル ADC より一層の低消費電力化を目指した、ディペンダブル ADC の開発を行う。

## (2) 顕著な成果

### < 優れた基礎研究としての成果 >

#### 1. ディペンダブル・エアの実現／ワイヤレスネットワークのディペンダビリティ追求の成果 (東北大学グループ)

概要: (200 字程度)

ディペンダブル・エアを実現する上で重要になる技術の一つとして、複数の無線規格を統合して利用できる技術を実現した。本研究開発では、無線通信ネットワークの評価指標の一つとして、ワイヤレスディペンダビリティ指標の概念を提案した [坪内ほか, ディペンダブルエア, 信学論, J95-C(12), Dec. 2012]. ワイヤレスディペンダビリティ指標として、通信制御エリアにおける総スループット指数  $F$  と、同時通信可能なユーザ数の 2 種類の観点で定義した。この指標を用いると、ディペンダブル・エアにおける異種方式基地局連携を用いることで、総スループット指数  $F$  が 100 倍向上することが示された。

#### 2. 微細 MOS トランジスタを用いた高周波 CMOS 回路 (広島大学グループ)

概要: (200 字程度)

微細 MOS トランジスタを用いた高周波 CMOS 回路において、ドレインおよびゲートのバイアス電圧を同時に最適化することによって、必要な高周波特性を確保しつつ、消費電力を削減できる手法を提案した。本手法を用いることにより、100GHz を超える超高周波回路においても、特に携帯用途で重要となる低消費電力化への見通しが得られた。また、高効率バイアス電圧を実現するトランス結合を用いたリング型直交変調電圧制御発振器を提案し、100GHz を超える超高周波帯において、低消費電力で直交変調を実現する回路を提案した。

#### 3. セルフタイム型二次元パイプラインの相互転送制御回路 (高知工科大学グループ)

概要: (200 字程度)

セルフタイム型二次元パイプラインの相互転送制御回路について、分流・合流を同時に実現可能な一般化したデータ流制御回路の構成を考案した [特許 5110433 号(2012), 信学論 E92-A(2009)]. 本提案回路は、データ流制御に関して厳密なタイミング制約条件を保証できるため、多様な異速度データ流を対象とした周波数領域等化をパイプライン並列に実現するための基礎的な回路要素となる。

### < 科学技術イノベーションに大きく寄与する成果 >

#### 1. ディペンダブル ADC/DAC (東京工業大学グループ)

概要: (200 字程度)

ディペンダブル ADC/DAC の開発においては、これまで ADC が複数個必要だったのに対し 1 個の ADC だけで無線通信に必要な信号帯域と SNR を最小の電力で達成できることを示した。また規則性を重視した変換方式およびレイアウトを提案し、性能向上とともに設計自動化に載せやすいことを示した。これにより従来は不可能だった ADC の設計自動化の可能性が大きく開け、産業界からは設計効率の飛躍的な向上が見込める技術として注目されている。

#### 2. 60GHz 帯 Si CMOS 送受信機 (三菱電機グループ)

概要: (200 字程度)

60GHz 帯において、安価な 90nm Si CMOS プロセスを用いた試作により、増幅器で 26dB の利得と 10dBm の出力電力を達成し、発振器で 1.2GHz の周波数可変帯域と -97dBc/Hz@1MHz 離調周波数の位相雑音を達成した。これは「ディペンダブル・エア」の実現に向けた貢献とともに、ミリ波アプリケーションの普及に貢献する成果である。

3. 準天頂衛星システムを用いた高精度位置情報を活用した最適ネットワーク選択手法  
(東北大学グループ・富山高専グループ)

概要: (200 字程度)

異種無線融合システムにおいて最適ネットワーク選択によるトラフィックの最適化に高精度位置情報を活用し、準天頂衛星システムなど複数の GNSS 測位信号を用いた端末による自動的な信号品質情報の収集と信号品質マップ作成法について提案した。サブ m 級の高精度測位が実現され、位置情報を用いたネットワークの選択手法が適用可能な位置捕捉精度であることを実験的に明らかにするとともに信号品質 MAP システムを試作し、信号品質を可視化可能であることを示した。

§ 2. 研究構想

(1) 当初の研究構想、課題設定

① 本研究の背景、社会や産業に存在する問題と本研究の課題設定

携帯電話・パソコンとネットワーク・半導体の各技術の歴史と技術動向を図 2-1 に示す。携帯電話・パソコンはネットワークや半導体技術を基盤として発展してきた過程が分かる。スマートフォンのように、携帯電話とパソコンが融合した小型・高機能の情報端末を使って、ネットワーク上にある資源にアクセスすることで「いつでも・どこでも・どんな情報でも」を実現可能な環境が整いつつある。しかし、現状では、例えば自動車や家電機器など、全ての装置に無線機器が搭載されているわけではなく、モビリティがある状態では、まだ安定した通信環境を得るところまでには至っていない。

我々のグループでは、これまでの研究開発において、図 2-2 中の★印で示した通信距離 1000m 級の MBWA (mobile broadband wireless access), 100m 級の無線 LAN, 10m 級の無線 PAN (personal wireless network) の広域化、高

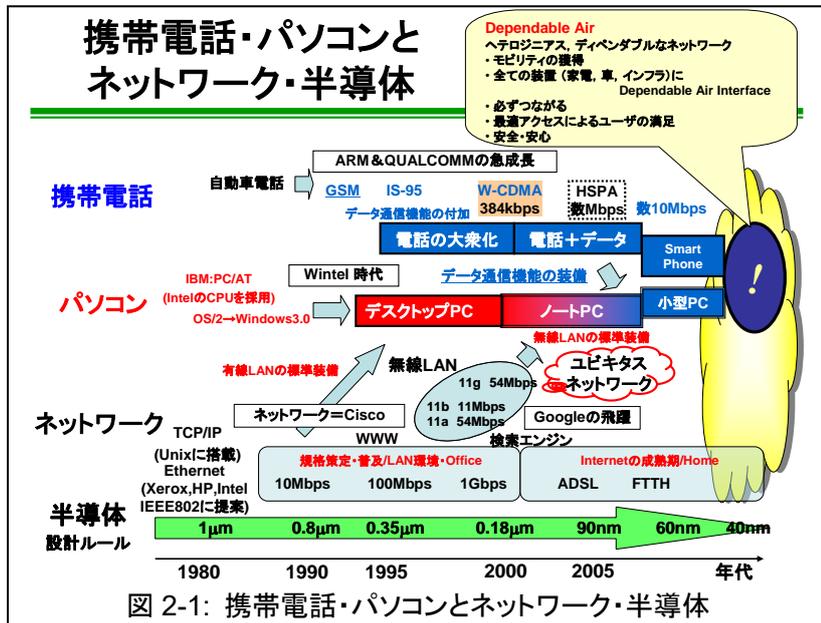


図 2-1: 携帯電話・パソコンとネットワーク・半導体

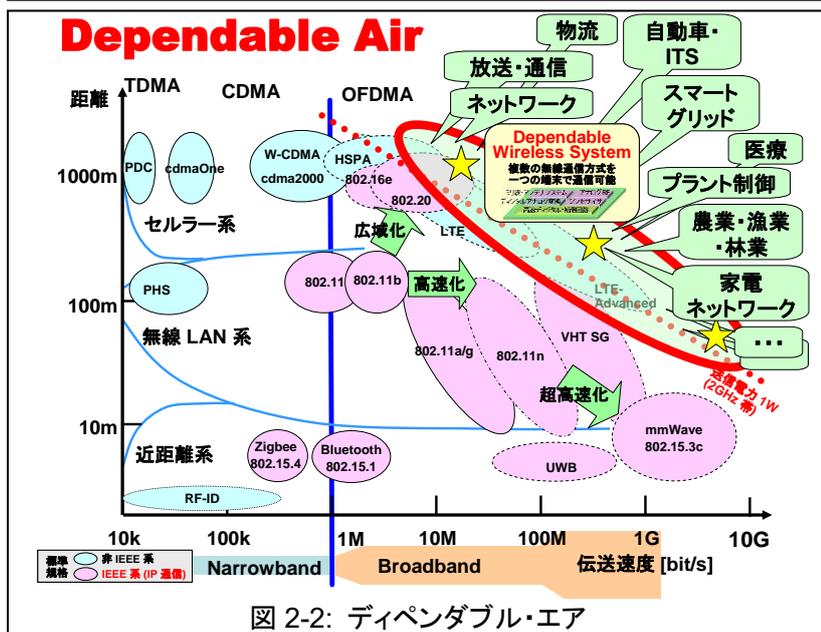
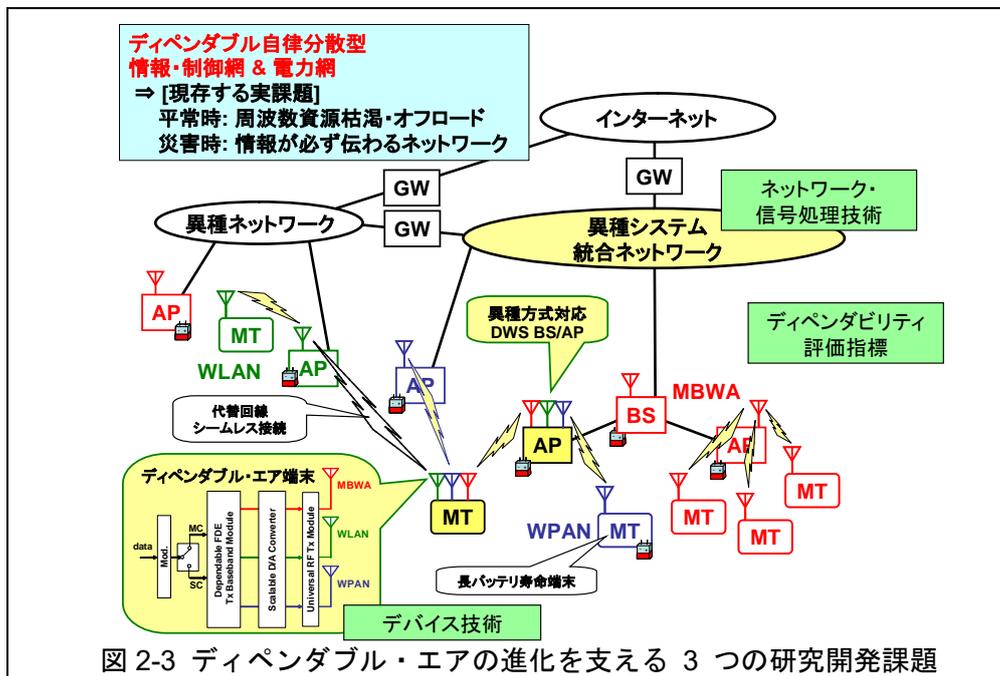


図 2-2: ディペンダブル・エア

速・広帯域化や端末の低消費電力化・小形化に取り組んできた。今後の無線通信ネットワークの発展のためには、伝送速度の向上はもちろんのこと、広域通信可能かつ低コストの無線規格が必要である。しかしながら、携帯端末の消費電力、電磁波の人体に対する影響などの問題から、端末が放射できる電波のエネルギーには限界があり、伝送速度と通信距離（セル径）はトレードオフの関係にある。図 2-2 中に示している限界線（赤点線）は、2GHz 帯で端末の送信電力を 1W とした時の伝送速度とセル径のトレードオフ関係を示したものであり、現在の無線規格はこの限界に近づきつつある。つまり、端末の送信電力制限により、従来の無線規格のいずれか一つのみでは、利用者が満足できるような通信環境を提供することはできない。

そこで、広域通信を実現しつつ、高速・大容量通信を可能とし、さらに、大規模災害時においても安定した通信回線の提供を可能とする無線通信ネットワーク技術として、本研究課題において、我々のグループでは「ディペンダブル・エア（Dependable Air）」を提唱している。ディペンダブル・エアとは「ヘテロジニアスでかつディペンダブルなネットワーク」と定義でき、複数の無線規格を利用環境に応じてシームレスに切り替えることにより、接続性・高速性の向上を図ることができるネットワークである。具体的には、家電・車・インフラなどのすべての装置に対して無線インターフェース（ディペンダブル・エア・インターフェース）を装備することでモビリティを獲得する。そして、各装置は最適なアクセス方式を選択することができることで、安心・安全かつ、必ずネットワークにつながることを実現する。このディペンダブル・エアでは、人と人の通信だけではなく、人とモノ、モノとモノなどの制御情報などの通信までを行うことを目指す。これにより、図 2-2 に示すように、これまでの移動通信分野だけにとどまらず、物流、自動車・ITS、医療、農業・漁業・林業など、様々な分野への無線通信ネットワークの普及が期待できる。さらに平常時のみならず、大規模災害時においても、複数の通信回線を提供することにより被災地において情報のやりとりを可能とする災害に強いネットワークを実現できる。

②本研究チームの達成目標



本研究開発では、これまで示したようなディペンダブル・エアを実現することを目的とする。広い周波数帯域にわたるヘテロジニアス無線通信接続環境をユーザのために最適化することで、災害時でも必ずつながり、市民生活に革新をもたらす情報通信ネットワークとして、異種無線通信方式の統合による高信頼・高速無線ネットワークを実現する。図 2-3 にディペンダブル・エアの実現のために必要となる 3 つの大きな研究課題（緑色）について示す。

(A) ワイヤレスネットワークのディペンダビリティ追求 (ディペンダビリティ評価指標)

既存の評価手法にとらわれない高信頼・高安定な無線通信ネットワーク評価指標の追求することで、無線通信ネットワークの設計指針を明らかにする。

(B) ディペンダブル・エアを実現するネットワーク・信号処理技術

複数の異種無線通信方式を統合するために必要となる、ネットワーク技術、ならびにベースバンド信号処理技術についての研究開発を行う。

具体的な研究課題としては、(課題 2) 伝搬歪、デバイス特性を補償するブロードバンド周波数領域等化技術により、BER などの通信特性の改善を目指す。また、H23 年度から開始した発展課題としては、(発展課題 2) ディペンダブルネットワークプロセッサの機能検討、(発展課題 3) 災害時にも活用可能な高信頼異種統合無線通信ネットワークについて取り組むことで、ワイヤレスディペンダビリティ指標の向上が可能なネットワークを実証する。

(C) ディペンダブル・エアの進化を支えるデバイス技術

複数の異種無線通信方式に対応する端末・基地局を実現するために必要となる、マルチモード・マルチバンド RF/アナログ信号処理デバイスの研究開発を行う。

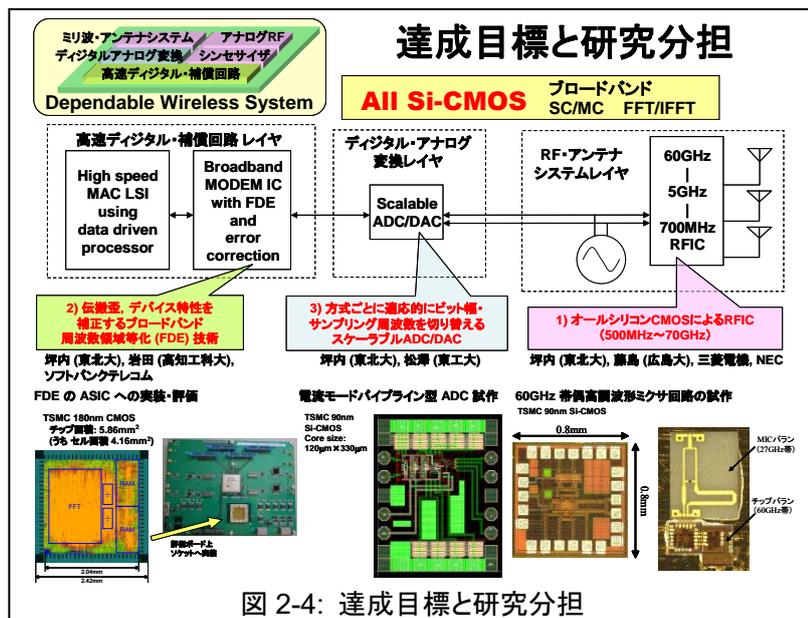
具体的な研究課題としては、(課題 1) オール Si CMOS による RFIC 技術、(課題 3) 方式ごとに適応的なビット幅・サンプリング周波数を切り替えるスケーラブル ADC/DAC である。また、H23 年度から開始した発展課題としては、(発展課題 1) ディペンダブルワイヤレスシステムのためのヘテロ素子ビームフォーミングアンテナについて取り組むことで、各デバイス・回路の広帯域化・低雑音化などの高性能化を行う。

以下、研究開発当初からはじめた 3 つの課題(図 2-4)と、これら要素技術を用いて、応用技術に展開すべく、平成 23 年度から開始した 3 つの発展課題について説明する。

(1) オール Si CMOS による RFIC 技術

主に無線通信方式での利用が期待できる 700MHz 帯、5GHz 帯、60GHz 帯について、それぞれの通信規格を満たす

帯域幅や伝送速度を実現できる Si CMOS 回路で送受信器を実現する。さらに、複数の無線通信規格をひとつの通信端末で実現できるユニバーサル RF 回路を実現する。



(2) 伝搬歪、デバイス特性を補償するブロードバンド周波数領域等化技術

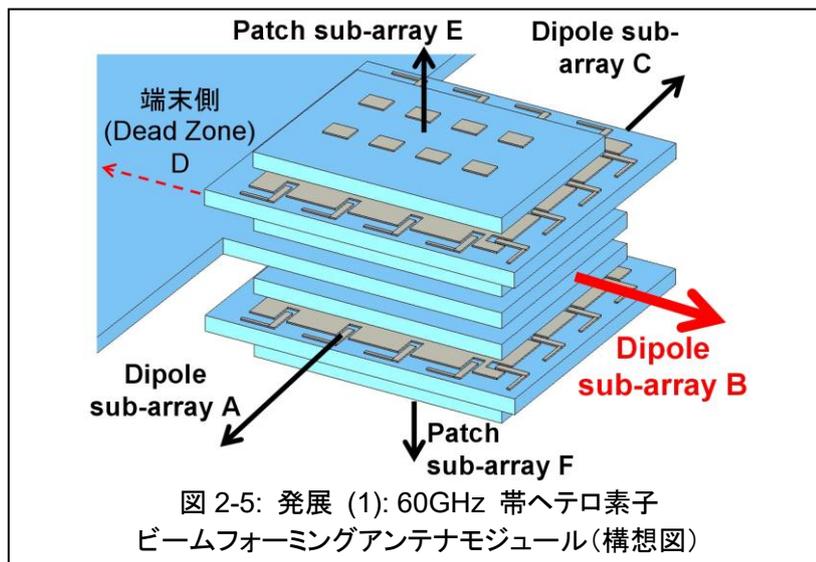
各周波数帯域信号に対して、その伝搬歪やデバイス特性を補償できる周波数領域等化回路の実現を目指す。5GHz 帯や 60GHz 帯の通信方式で用いられている超広帯域信号や RF デバイスに対しても、周波数領域等化を行うことで、BER 特性の改善を目指す。

(3) 方式ごとに適応的なビット幅・サンプリング周波数を切り替えるスケーラブル ADC/DAC

主に利用されている 700MHz 帯, 5GHz 帯, 60GHz 帯の各無線通信規格において, 必要とされているビット幅・サンプリング周波数を切り替えることができ, 消費電力などを最適化することができる, スケーラブル ADC および DAC の実現を目指す. まず, それぞれの無線通信規格で適用できる ADC の高性能化を行い, 世界最高水準の低消費電力化を目指す. さらに, それらを組み合わせることで, スケーラビリティを有する ADC を実現する.

**(発展 1) ディペンダブルワイヤレスシステムのためのヘテロ素子ビームフォーミングアンテナ**

これまで 5GHz 帯アンテナの小形化を目指したメアンダラインアンテナや, 60GHz 帯三次元システムインパッケージのための小形アンテナの研究開発を行ってきた. これらの研究成果を応用して, 複数の無線通信方式に対応でき, かつアンテナ指向性を球面方向すべてに対して 3 次元立体的かつ能動的に制御できるヘテロ素子ビームフォーミングアンテナ技術(図 2-5)の研究を行う.



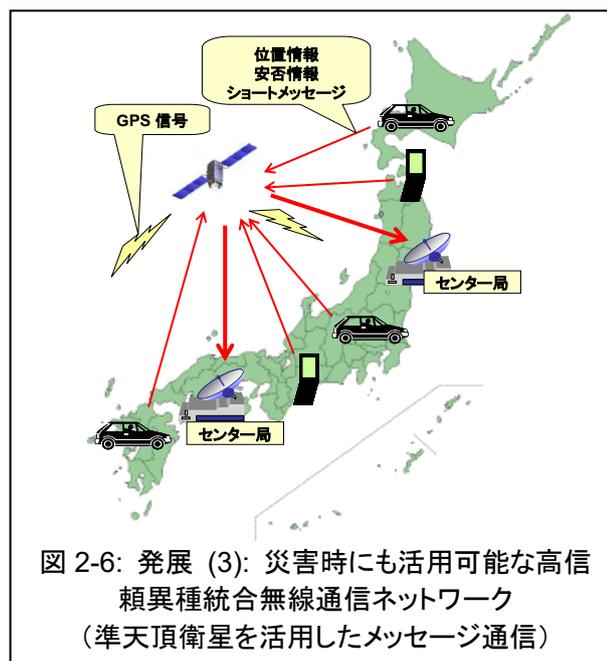
**(発展 2) ディペンダブルネットワークプロセッサの機能検討**

ディペンダブル・エア・インターフェースに必要となるディペンダブルネットワークプロセッサを具現化する. ヘテロジニアスなネットワークの融合のためには, まずディペンダブル OS (DeOS) として, 複数の移動通信ネットワークへシームレスに接続可能である機能を有する OS が必要となる. また, ディペンダブルネットワークプロセッサとして, 通信機能に特化して, 複数のネットワークに対応可能な専用プロセッサが必要になる. これらを実現するための機能検討や回路検討を行う.

**(発展 3) 災害時にも活用可能な高信頼異種統合無線通信ネットワーク**

ディペンダブル・エアおよびその周辺技術を用いることで, 平常時・災害時のいかなる状況下においても高信頼性を確保できる異種統合無線通信ネットワークを実現する.

東日本大震災時に携帯電話などの無線通信ネットワークの課題として明らかになった (1) 輻輳とその回避のための利用制限による無線通信断, (2) 停電・バッテリー寿命による端末・基地局の通信断あるいは基地局間光ネットワーク障害に対応可能な, 大量発呼時にも必



ずつながら高信頼・低消費電力地上系無線 LAN 技術を実現するための基礎研究を行う。これらの技術は、平常時には携帯電話帯域の逼迫に対応するためのオフロード技術として活用可能である。

また、震災による地上系無線インフラ喪失により、被災者の安否が、数日以上にわたり不明となった。さらに津波などで流失した車、船なども行方不明となり、震災復興の妨げとなった。これらを解決するために、準天頂衛星を活用して高精度な位置（ロケーション）情報とともに、ポケベル程度の簡単なデータ／メッセージを衛星経由で双方向通信できる、携帯電話やカーナビにも搭載可能なパーソナル無線端末と無線システムの技術を開発するための基礎研究を行う（図 2-6）。超長拡散符号を用いたスペクトラム拡散・符号分割多元接続（SS-CDMA）方式の適用により、一時間当たり 300 万を超えるユーザを収容するための回線設計を行う。

さらに、これらの成果を組み合わせることで、ディペンダブルワイヤレスシステムの実現を目指し、それぞれの要素技術開発の成果とシステム全体の性能・ディペンダビリティ等の向上の関係についての明確化を継続的に行う。

### ③本研究の特徴

本研究は、異種無線通信方式をシームレスかつ安定的に利用できるディペンダブル・エアの提案とその課題抽出をチーム内の議論にて行っている。さらに、それを実現するために、デバイス・回路に対する要素技術の開発課題と、異種システムを統合するシステムの開発課題にブレークダウンすることで、単にデバイスや回路の高性能化にとどまらず、具体的かつ現実的なシステム目標を持った上での研究開発を行っていることが大きな特徴である。

### ④研究実施方法

#### 1) 本研究チーム運営の方針、研究グループ間の分担・協力関係

本研究チームの研究体制を図 2-7 に示す。本研究チームは、研究代表者グループである東北大学グループを核として、3 つの要素技術開発のそれぞれを他大学の研究グループと協力して研究開発を行う。(1) オール Si CMOS による RFIC 開発については、東北大学グループと広島大学グループ(藤島教授)が共同で、回路設計・試作・評価を行う。(2) ブロードバンド周波数領域等化技術を中心としてベースバンド信号処理回路については、東北大学グループと高知工科大学グループ(岩田教授)が共同で回路設計・試作・評価を行う。(3) スケーラブル ADC/DAC 開発については、東北大学グループと東京工業大学グループ(松澤教授)が共同で、回路設計・試作・評価を行う。

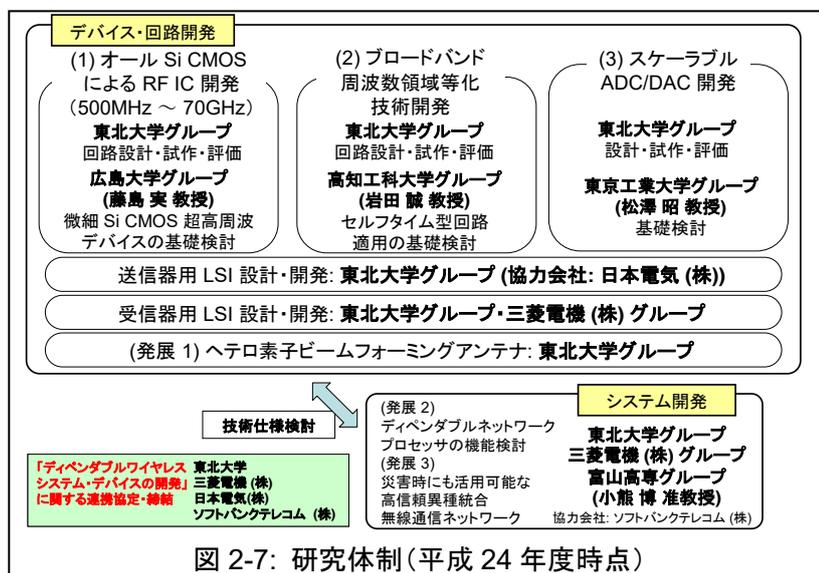


図 2-7: 研究体制(平成 24 年度時点)

それら要素回路技術を元に、より実用化に近い送信器・受信器用の LSI 開発は、企業研究グループ等の協力を得て研究開発を行う。送信器用 LSI の設計・開発については、東北大学グ

グループが日本電気の協力を得て行う。また、受信器用 LSI の設計・開発については、東北大学グループと三菱電機グループが共同で行う。また、平成 23 年度から開始した発展テーマ (1) については東北大学グループ、発展テーマ (2) と (3) については東北大学グループと富山高専グループ(小熊准教授) を中心として検討を行う。

## 2) 領域外部の企業等との連携

先に述べたように、日本電気の協力を得て、送信器用 LSI の設計開発を行う。また、ディペンダブル・エアの仕様設計や端末実装・評価については、通信事業者であるソフトバンクテレコム(ソフトバンクモバイル)との議論を行っている。

以上の企業 3 社(三菱電機、日本電気、ソフトバンクテレコム(平成 25 年度からはソフトバンクモバイル))と東北大学は、平成 20 年度に「ディペンダブルワイヤレスシステム・デバイスの開発」に関する連携協定を締結しており、より綿密な打ち合わせができる環境を整備している。

LSI の試作では、上記の企業以外にも、LSI ファウンドリ・ブローカとして TSMC や凸版印刷、大日本印刷の協力を得ている。周波数領域等化技術の評価用基板の試作については、ノーザンシステムエンジニアリングとの技術提供や協力を受けている。

## 3) 領域内他研究チームとの連携関係

小野寺チームが主催している「CREST DVLSI テスト構造フォーラム」への参加を通じ、各チーム内で課題となっている LSI 設計技術・評価技術を参加チーム間で共有し、各チームでの研究開発に反映させることを行っている。坪内チームとしては、特にベースバンド信号処理技術の設計と評価についての発表と意見交換を行い、チーム内の研究開発へ生かしている。

### (2) 新たに追加・修正など変更した研究構想、発展テーマ

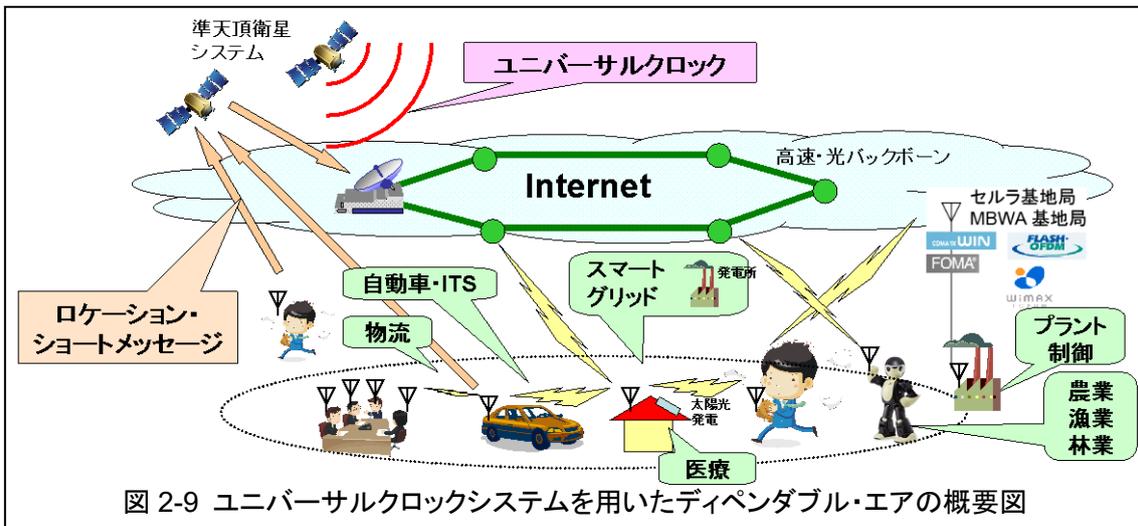
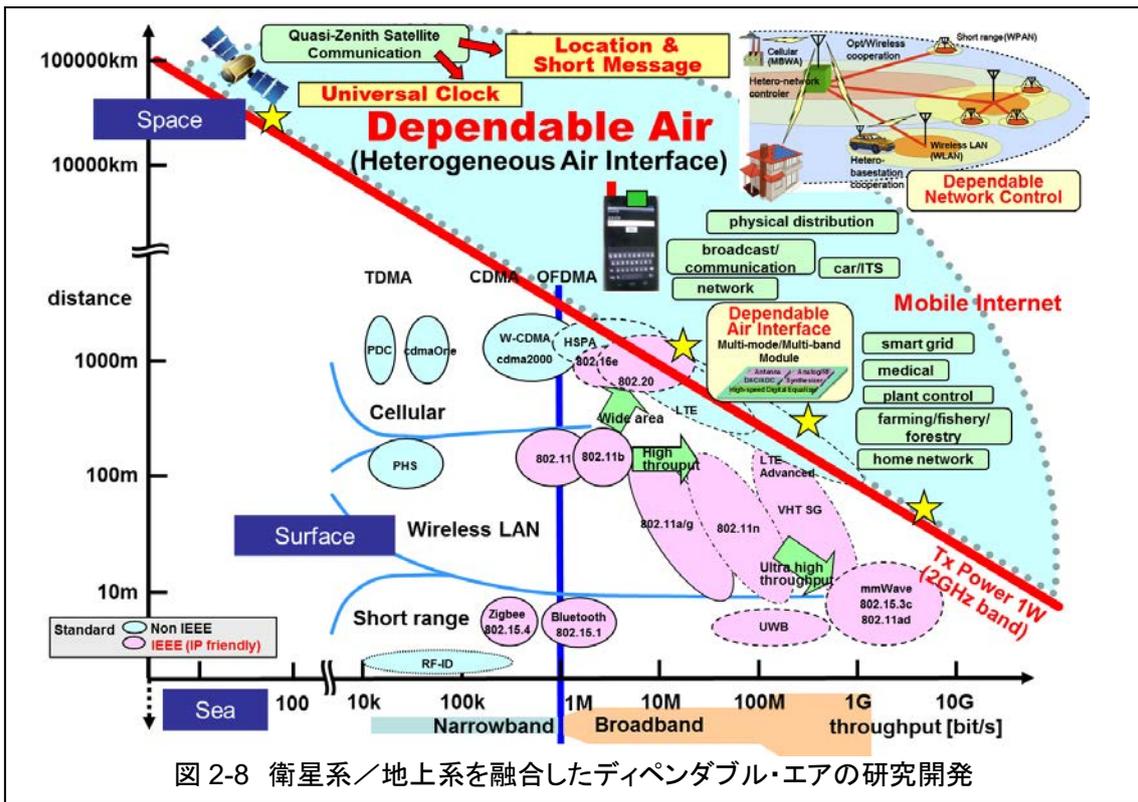
#### ① 中間評価で受けた指摘や助言、それを踏まえて対応した結果について

本研究開発の延長期間テーマとして、衛星系/地上系を融合したディペンダブル・エアの研究開発を行う。図 2-8 に概要を示す。

本研究課題ではこれまで、主に地上で用いられている無線通信システムである広域系無線システム(MBWA)、無線 LAN、無線 PAN を用いた異種ヘテロジニアスネットワークであるディペンダブル・エアの研究開発を行ってきた。しかし、東日本大震災での被災経験を踏まえ、より広範囲な通信技術の統合の必要性を認識し、今回準天頂衛星システムも含めた衛星系/地上系融合ディペンダブル・エアの研究開発へ発展させることを計画した。

これまでの研究開発で実現してきた主に地上系の異種ヘテロジニアス無線通信ネットワークを統合したディペンダブル・エアに加え、準天頂衛星システムとの融合により、地上インフラを完全喪失した場合にも必ずつながり、かつ平常時においても、準天頂衛星システムを用いた日本独自でかつ高精度な基準時刻信号(ユニバーサルクロック)を用いることで、より高信頼な衛星系/地上系融合ディペンダブル・エアへ進化させることを目標とする。

ユニバーサルクロックシステムを用いたディペンダブル・エアの概要図を図 2-9 に示す。地上系を中心としたディペンダブル・エアに、準天頂衛星システムを加えることで、(目標 1) ユニバーサルクロックシステムを用いたシステム同期型高信頼無線通信ネットワークの実現と、(目標 2) 準天頂衛星を用いたロケーション・ショートメッセージ双方向通信の実現を目指すことを目標とする。以下、それぞれの詳細について述べる。



(目標 1) ユニバーサルクロックシステムを用いたシステム同期型高信頼無線通信ネットワーク

これまで、地上系ネットワークの信頼性の向上のために、ディペンダブル・エアやその要素技術の開発を行ってきた。しかし、複数の異種無線通信ネットワークはそれぞれの基準時刻を基に通信を行っているため、情報の送受信時刻には最低でも基準時刻信号の精度に相当する誤差(世界標準時からのずれ)が生じる。これまでの H2H(human to human)の通信であれば、この誤差を許容するようなネットワーク設計が可能であったが、今後 M2M(machine to machine)の通信を考えた場合、送受信時刻の揺らぎは、最小限かつ、ある一定範囲内にする必要がある。M2M が中心となるネットワークにおいては、そのさらなる信頼性向上のためには、ネットワーク上の端末やサーバなど、ネットワークノードの時刻精度を向上させて、送受信タイミングの揺らぎを小さくすることが必要

不可欠である。

ネットワーク上における基準時刻は、これまでは主に GPS から発信される測位用信号を用いて生成されてきた。GPS を用いることで 30ns 程度の時刻精度(世界標準時からの誤差範囲)を実現可能であり、この基準信号を用いてネットワークの時刻同期を図っている。しかし、GPS は米国によって運用されているシステムであり、精度もまだ不十分である。

一方、準天頂衛星システムは、日本が独自に打ち上げる人工衛星「みちびき」などを用いたシステムであり、安全保障上重要な位置付けがなされている。さらに、天頂方向に衛星が位置する特徴により、高層ビルが多い都市部などにおいても、近代化 GPS 信号を合わせて利用することでより 6.7ns 程度の時刻精度を実現でき、かつ強靱な基準時刻信号システムを構成することが可能である。これまでの GPS だけに頼らず、準天頂衛星システムを用いた日本独自でかつ高精度な基準時刻信号(ユニバーサルクロック)を用い、さらに地上にある既存の高信頼基準時刻源を組み合わせることで、衛星系/地上系を問わず、種々のネットワークにおいて、高精度・高信頼なクロックシステムを提供できる(図 2-10)。

この高精度・高信頼なユニバーサルクロックを用いることで、無線通信ネットワークは複数の異種システム間や、基地局・端末間の時刻同期を取ることが可能となる。例えば、LTE-Advanced では基地局間協調伝送技術(CoMP: cooperative multi point)技術が提案されているが、この基地局連携にユニバーサルクロックを適用することでよりいっそう高信頼化や高効率化ができる可能性がある。以上のように、ユニバーサルクロックにより同期型高信頼無線通信ネットワークを実現できる。

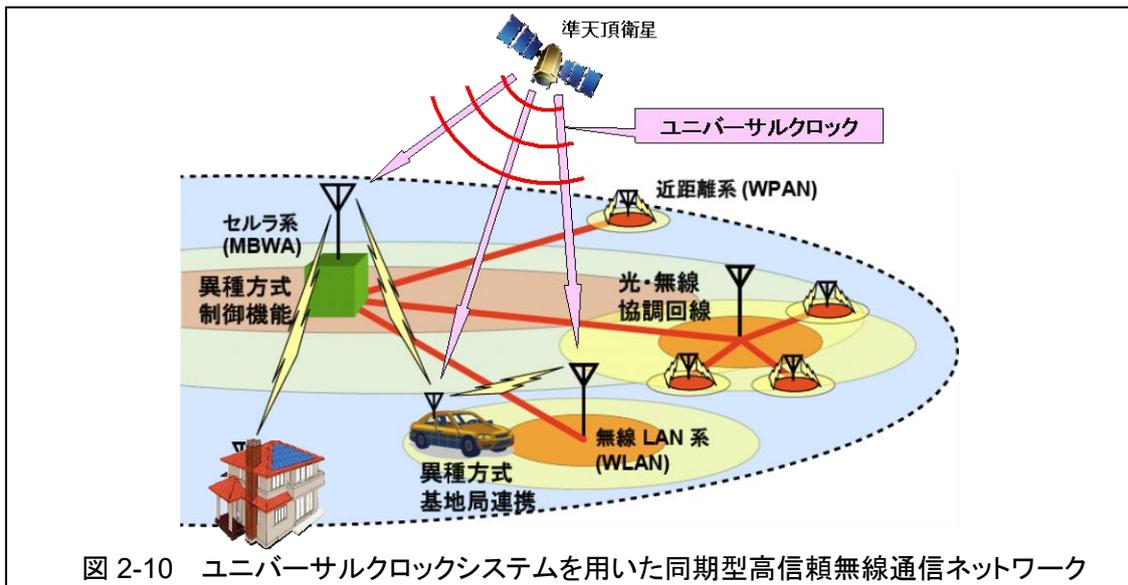


図 2-10 ユニバーサルクロックシステムを用いた同期型高信頼無線通信ネットワーク

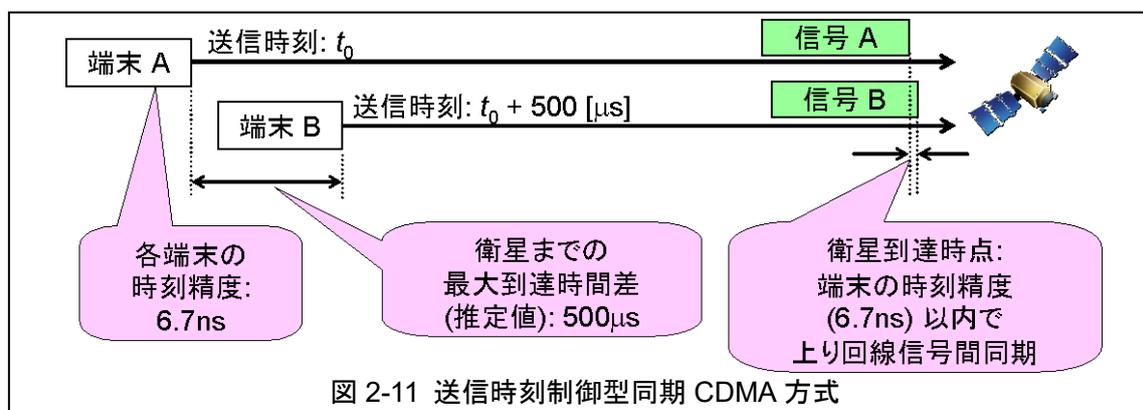
## (目標 2) 準天頂衛星を用いたロケーション・ショートメッセージ双方向通信

準天頂衛星システムは(目標 1)で示した、測位用の基準信号の送信を主なミッションとして計画された。しかし、東日本大震災後にその被災経験を踏まえ、準天頂衛星システムには新たなミッションとして、被災地での安否確認などを目的としたロケーション・ショートメッセージ双方向通信の機能が搭載される方針が内閣府から打ち出されている。1 時間当たり 300 万端末からの情報を収集することが目標として示されているが、これまでの衛星通信で用いられていた無線通信方式では、現時点では実現が難しく、今後研究開発すべき要素が多い。

そこで、本研究課題では、超長拡散符号を用いたスペクトラム拡散・符号分割多元接続(SS-CDMA)に加え、(目標 1)で示したユニバーサルクロックシステムを用いた送信時刻制御型同期 CDMA 方式の検討を行う。

超長拡散符号を用いたスペクトラム拡散・符号分割多元接続(SS-CDMA)は、携帯電話やカーナビなどの無線端末にも搭載可能な 1W 程度の送信電力で、かつ、無指向性に近い低利得な端末用送信アンテナを用いた状態でも、地表面から約 39,000km の距離にある準天頂衛星と双方向

通信を行うことができる技術である。通常の CDMA 方式で用いられる拡散符号よりも符号長が格段に長い 10,000 を超えるような超長拡散符号を用いたスペクトラム拡散 (SS) 通信によって、高拡散利得を得ることで、準天頂衛星・小型携帯端末間の双方向通信を実現できる。さらに、この超長拡散符号を用いて、CDMA による同時通信を行うことで多数のユーザを収容するための回線設計が可能である。



さらに、(目標 1) で示したユニバーサルクロックを用いることによって、端末からの送信時刻を制御することが可能となる。その概念図を図 2-11 に示す。

携帯電話方式などでは、各端末は基地局からの信号を基準に送信タイミングを決定している。しかし、基地局と各端末間の距離差によって各端末の基準時刻が異なるため、各端末からの信号が基地局に到達した時点では、基地局・各端末間の距離差に起因する時間差だけの同期ずれが発生する。通常、携帯電話方式では、この同期ずれを許容するようなシステム設計を行っているが、準天頂衛星双方向通信の場合には、通信容量の劣化や信頼性に問題が生じる。

そこで、ロケーション・ショートメッセージ通信を行う端末はそもそもロケーション把握のために準天頂衛星を用いていることを活用し、(目標 1) で示したユニバーサルクロックを用いて、端末の時刻同期を 6.7ns 程度の精度で行う。そして、この高精度な基準時刻信号を用いて、衛星から送られてきた下り回線信号の衛星・端末間距離差に起因する到達時間遅れを計測する。この到達時間遅れを考慮し、端末は上り回線信号の送信時刻を制御することで、多数の端末から送信された上り回線信号は、衛星到達時点では端末の時刻精度 (6.7ns) の範囲で同期を取ることが可能となる。衛星 (地上制御局) 側では、上り回線信号の到達時刻が分かるため、信号捕捉も容易となる。

以上の通り、先に示した基準時刻信号を用いることにより、より安定かつ大容量なロケーション・ショートメッセージ双方向通信を実現することが可能である。

② 中間報告書 § 6. 今後の研究の進め方、および研究成果の見通しの記載事項に関し、研究を進めた結果について

① の 2 つの目標で示された準天頂衛星システムの利活用を、地上系ディペンダブル・エアと融合することで、より高信頼・高安定な衛星系 / 地上系融合ディペンダブル・エアを実現できた。地上系通信システムのヘテロジニアス化については種々議論がなされているが、衛星通信を組み合わせるシステムについては、他の研究開発には見られない本研究開発の独自性がある。また、衛星通信システムとして検討している準天頂衛星を用いたロケーション・ショートメッセージ通信については、東日本大震災後に必要性が認識された新しい研究開発分野であり、国内でも分野としての議論が始まったばかりであり、本研究課題として取り組む意義は非常に大きい。本研究開発で提案した技術の特許ネットワークを確立することで、世界的に見ても本技術分野における先進性を有することを示した。

③ 上記①②以外で生まれた新たな展開について

共同研究を進める企業を中心として、以下のような産業分野への展開を考えており、主に情報・通信分野における社会的意義は大きい。これまでの移動通信分野だけにとどまらず、物流、自動車・ITS、医療、農業・漁業・林業など様々な分野への無線通信ネットワークの普及が期待できる。

### § 3 研究実施体制

#### (1) 研究チームの体制について

##### ① 東北大学グループ 研究参加者

	氏名	所属	役職	参加時期
○	坪内 和夫	東北大学電気通信研究所	名誉教授・ 客員教授	H19.10～H27.3
*	高木 直	東北大学電気通信研究所	客員教授	H19.10～H27.3
	加藤 修三	東北大学電気通信研究所	教授	H20.4～H27.3
	末松 憲治	東北大学電気通信研究所	教授	H22.4～H27.3
	中瀬 博之	東北大学電気通信研究所	准教授	H19.10～H20.6
	亀田 卓	東北大学電気通信研究所	准教授	H19.10～H27.3
	平 明德	東北大学電気通信研究所	准教授	H25.4～H27.3
	本良 瑞樹	東北大学電気通信研究所	助教	H26.4～H27.3
*	中山 英太	東北大学電気通信研究所	技術補佐員	H19.10～H27.3
*	橋浦 尚子	東北大学電気通信研究所	技術補佐員	H25.4～H26.3
*	富澤 幸恵	東北大学電気通信研究所	技術補佐員	H26.4～H27.3
	小熊 博	富山高等専門学校	准教授	H19.10～H24.3
*	谷藤 正一	沖縄工業高等専門学校	准教授	H19.10～H27.3
	下山 和也	東北大学電気通信研究所	博士後期 (修了)	H19.10～H20.3
	大嶋 尚一	東北大学電気通信研究所	博士後期 (修了)	H19.10～H20.9
	青田 雄嗣	東北大学電気通信研究所	博士後期 (修了)	H19.10～H21.3
	トラン ハオ ゴク	東北大学電気通信研究所	博士後期 (修了)	H19.10～H22.3
	小松 和寛	東北大学電気通信研究所	博士後期 (修了)	H19.10～H24.3
	吉田 賢史	東北大学電気通信研究所	博士後期 (修了)	H19.10～H24.3
	タトアン タン	東北大学電気通信研究所	博士後期 (修了)	H20.4～H25.3
	三宅 裕士	東北大学電気通信研究所	D3	H22.4～H27.3
	ゲオルギウ ヴァ レンティン アレク サンドル	東北大学電気通信研究所	博士前期 (修了)	H19.10～H20.3
	竹内 太志	東北大学電気通信研究所	博士前期 (修了)	H19.10～H20.3
	福興 賢	東北大学電気通信研究所	博士前期 (修了)	H19.10～H20.3
	森 悟朗	東北大学電気通信研究所	博士前期 (修了)	H19.10～H20.3
	野沢 堯志	東北大学電気通信研究所	博士前期 (修了)	H19.10～H21.3
	松崎 圭佑	東北大学電気通信研究所	博士前期 (修了)	H19.10～H21.3
	柏村 育郎	東北大学電気通信研究所	博士前期 (修了)	H20.4～H22.3
	ギョーム カテラ	東北大学電気通信研究所	博士前期 (修了)	H20.4～H20.9
	安藤 桂	東北大学電気通信研究所	博士前期 (修了)	H21.4～H23.3
	五明 克規	東北大学電気通信研究所	博士前期 (修了)	H21.4～H24.3
	富田 俊輔	東北大学電気通信研究所	博士前期 (修了)	H21.4～H23.3

	小林 和正	東北大学電気通信研究所	博士前期 (修了)	H23.4~H25.3
	ダリソー バンダ	東北大学電気通信研究所	博士前期 (修了)	H23.10~H27.3
	鈴木 祐也	東北大学電気通信研究所	博士前期 (修了)	H24.4~H26.3
	和田 平	東北大学電気通信研究所	博士前期 (修了)	H24.4~H26.3
	佐藤 秀平	東北大学電気通信研究所	博士前期 (修了)	H24.4~H24.9
	高橋 智英	東北大学電気通信研究所	博士前期 (修了)	H24.4~H26.3
	黄 敏之	東北大学電気通信研究所	M2	H24.10~H27.3
	窪庭 純平	東北大学電気通信研究所	M2	H25.4~H27.3
	中村 美琴	東北大学電気通信研究所	M2	H25.4~H27.3
	秋元 浩平	東北大学電気通信研究所	M1	H26.4~H27.3
	葉 文穎	東北大学電気通信研究所	M1	H26.4~H27.3
	小泉 友和	東北大学電気通信研究所	M1	H26.4~H27.3
	劉 沁寒	東北大学電気通信研究所	M1	H26.10~H27.3

研究項目：オール Si CMOS RF デバイス・回路の開発

②東京工業大学グループ  
研究参加者

	氏名	所属	役職	参加時期
○	松澤 昭	東京工業大学 大学院理工学研究科	教授	H19.10~H27.3
	岡田 健一	東京工業大学 大学院理工学研究科	准教授	H19.10~H27.3
	倉科 隆	東京工業大学 大学院理工学研究科	助教	H19.10~H21.3
	宮原 正也	東京工業大学 大学院理工学研究科	助教	H21.4~H27.3
*	浅田 友輔	東京工業大学 大学院理工学研究科	博士前期 (修了)	H19.10~H21.3
■	白 戴和	東京工業大学 大学院理工学研究科	博士後期 (修了)	H19.10~H24.2
*	黎 飛	東京工業大学 大学院理工学研究科	博士後期 (修了)	H20.6~H22.3
*	吉原 慶	東京工業大学 大学院理工学研究科	博士前期 (修了)	H21.4~H22.3
*	李 賢義	東京工業大学 大学院理工学研究科	博士前期 (修了)	H21.4~H22.9
*	浦野 達也	東京工業大学 大学院理工学研究科	博士前期 (修了)	H22.4~H23.3
*	James Tzu-Chin Lin	東京工業大学 大学院理工学研究科	博士前期 (修了)	H22.4~H22.11
*	Ninh Hong Phuc	東京工業大学 大学院理工学研究科	博士後期 (修了)	H23.4~H25.3
	菅原 光俊	東京工業大学 大学院理工学研究科	産学官連携研究 員	H25.5~H27.3
	盛 健次	東京工業大学 大学院理工学研究科	産学官連携研究 員	H25.5~H25.11

研究項目：スケーラブル ADC/DAC の基礎検討

③高知工科大学グループ

研究参加者

	氏名	所属	役職	参加時期
○	岩田 誠	高知工科大学情報学群	教授	H19.10～H27.3
*	張 如輝	高知工科大学大学院 工学研究科基盤工学専攻	博士課程 (修了)	H19.10～H20.3
*	小松 和寛	高知工科大学大学院 工学研究科基盤工学専攻	修士課程 (修了)	H19.10～H20.3
*	香川 直也	高知工科大学大学院 工学研究科基盤工学専攻	修士課程 (修了)	H20.4～H22.3
	宮城 桂	高知工科大学大学院 工学研究科基盤工学専攻	博士課程 (修了)	H23.4～H26.3
	大磯 元	高知工科大学大学院 工学研究科基盤工学専攻	修士課程 (修了)	H23.4～H25.3
*	妻鳥 恵三	高知工科大学大学院 工学研究科基盤工学専攻	修士課程 (修了)	H23.4～H25.3
	田口 龍一	高知工科大学大学院 工学研究科基盤工学専攻	M2	H25.4～H27.3
	松田 佳介	高知工科大学大学院 工学研究科基盤工学専攻	M2	H25.4～H27.3
	宇野 則文	高知工科大学大学院 工学研究科基盤工学専攻	M1	H26.4～H27.3
	岡宗 祥平	高知工科大学大学院 工学研究科基盤工学専攻	M1	H26.4～H27.3

研究項目：周波数領域等化技術のためのセルフタイム型回路の基礎検討

④東京大学グループ

研究参加者

	氏名	所属	役職	参加時期
○	藤島 実	東京大学大学院 工学系研究科	准教授	H19.10～H21.7
	Oncu Ahmet	東京大学大学院 工学系研究科	博士後期 (修了)	H19.10～H20.9
	本良 瑞樹	東京大学大学院 工学系研究科	D1	H19.10～H21.7
	王 トウ	東京大学大学院 工学系研究科	博士前期 (修了)	H19.10～H20.3
	後藤 陽介	東京大学大学院 工学系研究科	博士前期 (修了)	H19.10～H20.3
	乾 千乗	東京大学大学院 工学系研究科	博士前期 (修了)	H19.10～H20.3
	神林 祐樹	東京大学大学院 工学系研究科	博士前期 (修了)	H19.10～H20.3
	高野 恭弥	東京大学大学院	D1	H19.10～H21.7

		工学系研究科		
	バダラワ ワサン タマーラ	東京大学大学院 工学系研究科	博士後期 (修了)	H20.4～H21.7
	夏苺 洋平	東京大学大学院 工学系研究科	博士前期 (修了)	H19.10～H21.3
	萬澤 康雄	東京大学大学院 工学系研究科	博士前期 (修了)	H19.10～H21.3
	大橋 翔	東京大学大学院 工学系研究科	博士前期 (修了)	H19.10～H21.3
	王 帆	東京大学大学院 工学系研究科	博士前期 (修了)	H19.10～H21.3
	林 聖雄	東京大学大学院 工学系研究科	博士前期 (修了)	H19.10～H21.7
	足立 恵理子	東京大学大学院 工学系研究科	博士前期 (修了)	H19.10～H21.7
	大橋 俊介	東京大学大学院 工学系研究科	博士前期 (修了)	H20.4～H21.7
	佐藤 功一	東京大学大学院 工学系研究科	博士前期 (修了)	H20.4～H21.7
	佐々木 正人	東京大学大学院 工学系研究科	博士前期 (修了)	H21.4～H21.7

研究項目：微細 Si CMOS 超高周波デバイスの基礎検討

⑤広島大学グループ

研究参加者

	氏名	所属	役職	参加時期
○	藤島 実	広島大学	教授	H21.8～H27.3
	渋谷 弘枝	広島大学	一般契約職員	H21.8～H21.9
	本良 瑞樹	広島大学	特任助教	H21.8～H26.3
	高野 恭弥	広島大学	特任助教	H21.8～H27.3
*	片山 光亮	広島大学	研究員	H22.8～H27.3
	村田 麻里子	広島大学	一般契約職員	H23.4～H24.9
	折井 瑛彦	広島大学	博士前期 (修了)	H24.4～H26.3
	水津 雅史	広島大学	博士前期 (修了)	H24.4～H26.3
	谷森 俊介	広島大学	M2	H24.4～H27.3
	乾 祐樹	広島大学	博士前期 (修了)	H24.4～H26.3
	高月 千里	広島大学	博士前期 (修了)	H24.4～H26.3
	中島 祐樹	広島大学	博士前期 (修了)	H24.4～H26.3
*	李 晨阳	広島大学	D2	H24.4～H27.3

研究項目：微細 Si CMOS 超高周波デバイスの基礎検討

⑥富山高専グループ

研究参加者

	氏名	所属	役職	参加時期
○	小熊 博	富山高専	准教授	H24.4～H27.3
	飯塚 昇	飯塚高専	教授	H25.4～H27.3

	山形 文啓	釧路高専	助教	H24.4～H27.3
	小泉 敦	富山高専	技術職員	H24.4～H27.3
	向田 瞬	富山高専	専攻科 (修了)	H24.4～H26.3
	則島 景太	富山高専	専攻科 2年	H25.4～H27.3
	岡山 龍太	富山高専	専攻科 1年	H24.4～H25.3
	松浦 草太	富山高専	専攻科 1年	H26.4～H27.3
	末広 小夏	富山高専	専攻科 1年	H26.4～H27.3
	稲村 俊輝	富山高専	専攻科 2年	H25.4～H27.3
	沼倉 瑛	富山高専	専攻科 2年	H25.4～H27.3
	佐藤 克俊	富山高専	専攻科 1年	H26.4～H27.3
	長町 圭祐	富山高専	専攻科 1年	H26.4～H27.3

研究項目：衛星を用いたロケーション・ショートメッセージ双方向通信システムの基礎検討

⑦三菱電機グループ

研究参加者

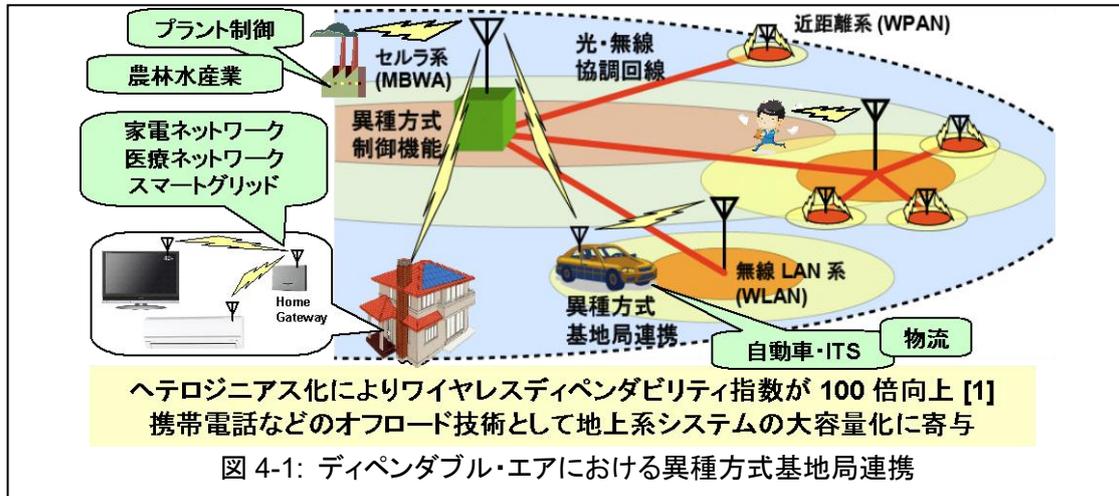
	氏名	所属	役職	参加時期
○	福本 宏	三菱電機(株) 情報技術総合研究所 光・マイクロ波回路技術部	部長	H25.10～H27.3
	中山 正敏	三菱電機(株) 情報技術総合研究所 光・マイクロ波回路技術部	部長	H24.4～H25.9
	平野 嘉仁	三菱電機(株) 情報技術総合研究所 光・マイクロ波回路技術部	部長	H21.4～H24.3
	宮崎 守泰	三菱電機(株) 情報技術総合研究所 光・マイクロ波回路技術部	部長	H20.4～H21.3
	末松 憲治	三菱電機(株) 情報技術総合研究所 光・マイクロ波回路技術部 システム IC チーム	チームリーダー	H20.4～H20.9
	林 亮司	三菱電機(株) 情報技術総合研究所 光・マイクロ波回路技術部	専任	H20.4～H27.3
	下沢 充弘	三菱電機(株) 情報技術総合研究所 光・マイクロ波回路技術部 マイクロ波回路チーム	チームリーダー	H20.4～H23.3
	堀口 健一	三菱電機(株) 情報技術総合研究所 光・マイクロ波回路技術部 増幅器チーム	専任	H20.4～H23.3
	谷口 英司	三菱電機(株) 情報技術総合研究所 光・マイクロ波回路技術部 マイクロ波回路チーム	グループマネージャ	H20.10～H27.3

	水谷 浩之	三菱電機(株) 情報技術総合研究所 光・マイクロ波回路技術部 マイクロ波回路チーム		H22.4～H23.3
	津留 正臣	三菱電機(株) 情報技術総合研究所 光・マイクロ波回路技術部 マイクロ波回路チーム	専任	H23.4～H27.3
	稲垣 隆二	三菱電機(株) 情報技術総合研究所 光・マイクロ波回路技術部 マイクロ波回路チーム	専任	H24.4～H27.3
	田中 俊行	三菱電機(株) 情報技術総合研究所 光・マイクロ波回路技術部 マイクロ波回路チーム		H24.4～H26.3
	川上 憲司	三菱電機(株) 情報技術総合研究所 光・マイクロ波回路技術部 マイクロ波送受信機グループ	グループマネージャ	H23.4～H26.3
	田島 賢一	三菱電機(株) 情報技術総合研究所 光・マイクロ波回路技術部 マイクロ波送受信機グループ	専任	H23.4～H25.3
	川崎 健吾	三菱電機(株) 情報技術総合研究所 光・マイクロ波回路技術部 マイクロ波回路チーム		H26.4～H27.3
	中村 茉里香	三菱電機(株) 情報技術総合研究所 光・マイクロ波回路技術部 マイクロ波回路チーム		H26.4～H27.3

研究項目：オール Si CMOS 受信器 RF IC の開発

## § 4 研究実施内容及び成果

### 4.1 ディペンダブル・エアの実現／ワイヤレスネットワークのディペンダビリティ追求の成果 (東北大学)



#### ① 実施方法・実施内容

ディペンダブル・エアを実現する上で重要になる技術の一つとして、複数の無線規格を統合して利用できる技術を実現した。図 4-1 はディペンダブル・エアにおける異種方式基地局連携を示している。従来の単一通信方式を用いた無線通信ネットワークの場合、通信エリア境界付近での通信状態(受信電力強度やビット誤り率 (BER))が不安定であるため通信速度が低下することが一般的であり、通信接続性に課題があった。それに対して、ディペンダブル・エアでは、MBWA などのセルラ系広域通信の基地局が異種方式制御機能を有することで、MBWA セルを通信制御エリアとする。そして、傘下に光・無線協調回線を介して無線 LAN や 無線 PAN などの近距離・高速無線通信方式の基地局が入る。これらの異種無線通信方式の基地局が連携することにより、より広域で高速な通信環境を提供できる信頼性の高い無線通信ネットワークを実現した。その結果、このディペンダブル・エアによって、これまでの移动通信分野だけにとどまらず、様々な分野への無線通信ネットワークの普及が期待できる。

また、本研究開発では、無線通信ネットワークの評価指標の一つとして、ワイヤレスディペンダビリティ指標の概念を提案した(参考文献: [1] 坪内ほか, ディペンダブルエア, 信学論, J95-C(12), Dec. 2012)。ワイヤレスディペンダビリティ指標として、通信制御エリアにおける総スループット指数  $F$  と、同時通信可能なユーザ数の 2 種類の観点で定義した。この指標を用いると、図 4-1 で示したディペンダブル・エアにおける異種方式基地局連携を用いることで、総スループット指数  $F$  が 100 倍向上することが示された。

#### ② 創造性

複数の異種無線通信方式を融合したネットワークに関して、その評価手法を提案した点が創造的である。

#### ③ 有用性

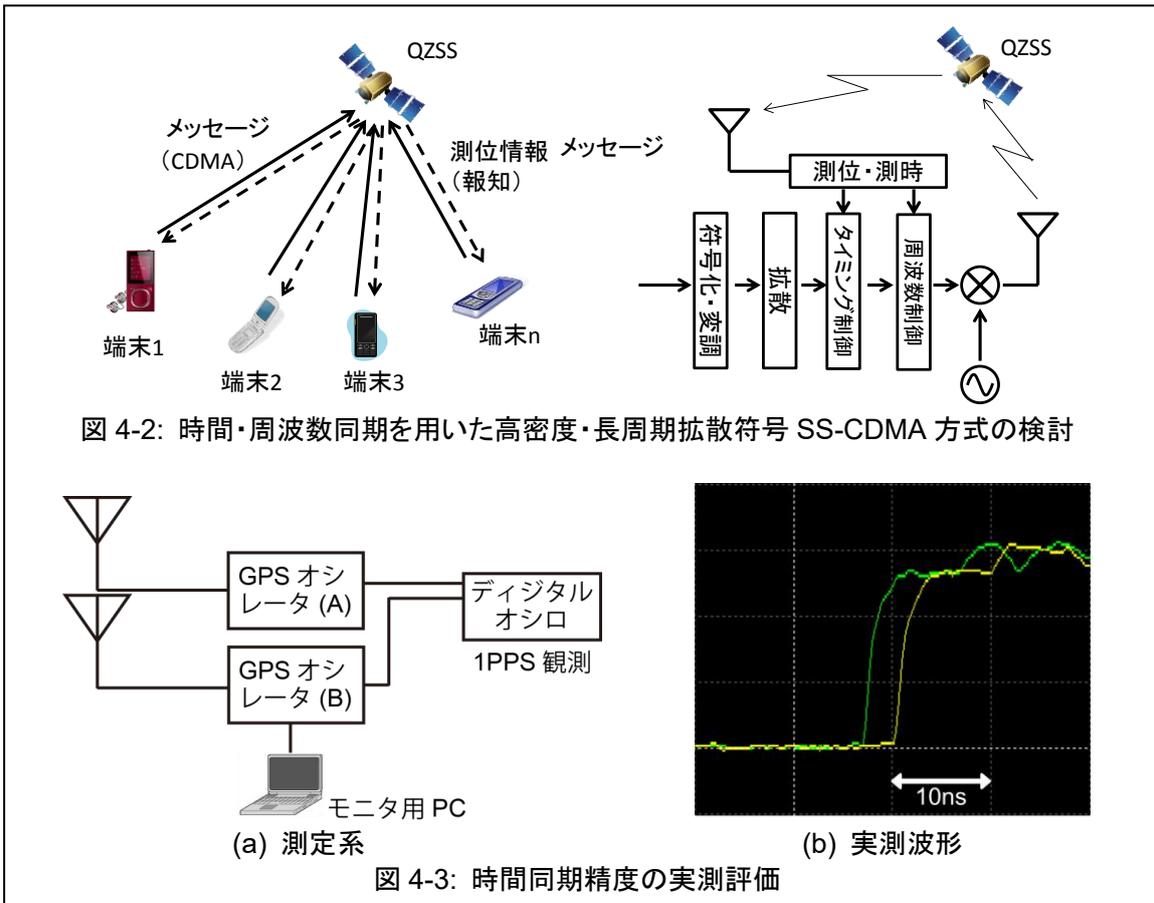
ディペンダブル・エアは、これまでの携帯電話をはじめとする H2H (人と人) の情報通信のみならず、H2M (人とモノ) や M2M (モノとモノ) のような高信頼性を求められる制御通信にも適用可能である。よって、図 4-1 に示すようなプラント制御、スマートグリッド、自動車・ITS、物流などの各分野への適用が可能となる。

#### ④ 優位比較

ディペンダブル・エアは、ただ単に複数の異種無線通信方式を組み合わせるのではなく、広い周波数帯域にわたるヘテロジニアス無線通信接続環境をユーザのために最適化している点に優位性がある。さらに、無線通信・ネットワーク技術のみならず、これらを支えるデバイス・信号処理技術を同時に研究開発した点が本研究課題の特徴であり、他の研究開発に見られない点である。

また、無線通信方式やその利用状態の多様化によって、これまでの主要な評価指標であった周波数利用効率だけでは、ディペンダブル・エアで提案しているような新たな手法を正當に評価できない。それに対して、ワイヤレスディペンダビリティ指標については、ディペンダブル・エアを含むヘテロジニアスネットワークの評価軸を明確に示している点が優位な点である。

#### 4.2 QZSS ショートメッセージ SS-CDMA 通信 (東北大学グループ)



#### ① 実施方法・実施内容

準天頂衛星システム(QZSS)を用いたロケーション・ショートメッセージ双方向通信を実現するために、超長拡散符号を用いた SS-CDMA (スペクトラム拡散・符号分割多元接続) 方式に加え、ユニバーサルクロックシステムを用いた送信時刻制御型同期 CDMA 方式の実証を行う。具体的には (a) 時間・周波数同期を用いた高密度・長周期拡散符号 SS-CDMA 方式と (b) フラグ手法を用いたランダムアクセス制御の検討を行った。

#### ② 創造性

QZSS に被災地での安否確認などを目的としたロケーション・ショートメッセージ双方向通信の機能が搭載される方針が内閣府から打ち出されている。1 時間当たり 300 万端末からの情報を収集することが目標として示されているが、これまでの衛星通信で用いられていた無線通信方式では、現時点では実現が難しく、研究開発すべき要素が多い。本研究開発の提案は QZSS の高精度測

位信号を用いることで得られる時刻同期型 SS-CDMA 方式を提案している点が創造的である。

③ 有用性

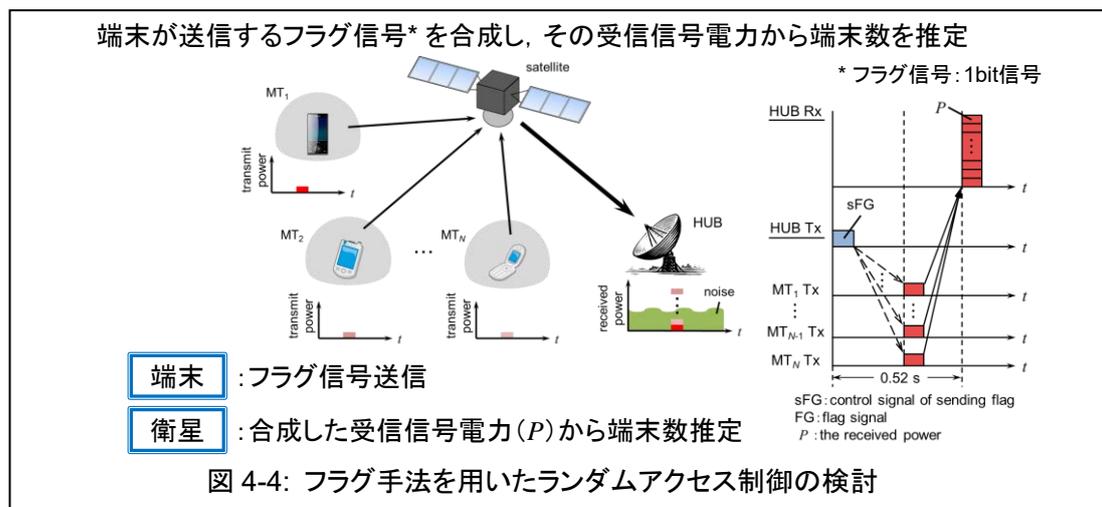
(a) 時間・周波数同期を用いた高密度・長周期拡散符号 SS-CDMA 方式の検討

QZSS 高精度測位信号を利用することで全無線局を高精度に時間・周波数同期し、上りリンク(端末→通信衛星)で拡散符号直交を実現する(図 4-2)。ユーザ間タイミング偏差, 周波数偏差, 位相雑音の影響を評価した。QZSS から提供される高精度測位信号によって得られる時刻・周波数精度を用いることで, 目標値である 1 時間あたり 300 万ユーザの収容が可能であることを示した。

高精度測位信号を利用することで全無線局を高精度に時間・周波数同期可能であることを実証するために, 図 4-3(a) に示す測定系で評価を行った。GPS 同期型オシレータを 2 台並列に接続し, それぞれの PPS (pulse per second) と 10MHz 信号の同期性能を確認した。図 4-3(b) に実測波形例を示す。オシレータの個体差精度は 5~20ns 程度の範囲に収まっており, 時間・周波数同期を用いた高密度・長周期拡散符号 SS-CDMA 方式が実現可能であることが示された。

(b) フラグ手法を用いたランダムアクセス制御の検討(図 4-4)

大規模災害時においても輻輳なくかつ大容量通信を行うという課題に対して, 端末数推定の検討を行った。端末数を推定するフラグ送信 (sFG) モードと端末のショートメッセージ送信タイミングを制御するデータ送信 (sMD) モードの異なる 2 つのモードを持つフラグ手法を提案した。sFG モードではフラグ信号を用いることで, 簡素な制御でおおよその端末数を推定できることを示した。計算機シミュレーションにより, フラグ手法を用いることで最適な条件での通信を維持できること, 1 時間に 300 万端末以上を収容するという目標値を達成可能であることを示した。



④ 優位比較

SS を用いた衛星通信についてはこれまでも種々検討されてきたが, 本研究開発では, 超長拡散符号を, 地上系無線通信システムとして研究・開発されてきた符号分割多元接続 (CDMA) 方式の直交符号としても積極的に活用することで, 長距離通信と大収容数を両立した衛星通信システムが実現できることを示した点は優位性が高い。

4. 3 広帯域・低消費電力無線通信方式用ディペンダブル ADC (東京工業大学グループ)

① 実施方法・実施内容

SAR 型 ADC をベースとして無線通信に必要な信号帯域と SNR を低消費電力で実現するディペンダブル ADC を開発する。特に最終年度(平成 26 年度)は変換速度をこれまでに達成した 70MSps から 90MSps に向上させるとともに, SNR をこれまでに達成した 78dB から 84dB に向上さ

せる。また設計の自動化を更に推し進める。

② 創造性

SNR を向上させるために、デジタル誤差補正回路を用いて容量ミスマッチを低減させるとともに SAR ADC にこれまで用いられなかった DEM (Dynamic Element Matching) とオーバーサンプリング技術を用いて SNR を向上させることと、配線間容量と規則性のあるレイアウトを用いることでこれまで実現できなかった ADC の自動設計を可能にする。

③ 有用性

様々な無線通信規格に対応するにはこれまで ADC が複数個必要だったのに対し 1 個の ADC だけで無線通信に必要な信号帯域と SNR を最小の電力で達成できるため面積効率および開発効率が向上する。また設計自動化が図られるため LSI 開発効率の飛躍的な向上が見込める。

④ 優位比較

様々な無線通信規格に 1 個の ADC で対応することはこれまでできなかった。消費電力は世界最小レベルである。設計自動化が可能な ADC はこれまでなかった。表 4-1 は ADC の基本性能を他の 12bit SAR ADC と比較したものである。SNDR と FoM (Nyq) で劣っているが、変換周波数、低電圧動作、消費電力、占有面積、FoM (DC) で勝っている。

表 4-1 ADC の基本性能比較

Resolution (bit)	This work			[3]	[4]
	12	1	1.2	12	12
V <sub>DD</sub> (V)	0.8	1	1.2	1.2	1.2
f <sub>sample</sub> (MHz)	30	50	70	45	50
P <sub>d</sub> (mW)	0.8	2.2	4.6	3	4.2
SNDR (dB)	62	64	65	67	71
FoM (fJ) Nyq/DC	81/28	62/33	100/45	36/31	36/29
Technology (nm)	65			130	90
Occupied area(mm <sup>2</sup> )	0.03			0.06	0.1

参考文献

[3] W. Liu, P. Huang, Y. Chiu, ISSCC, pp. 380-381, Feb. 2010.

[4] T. Morie, et al., ISSCC, pp.272-273, Feb. 2013.

4. 4 スケーラブル送受信モジュールのためのセルフタイム型回路の基礎検討  
(高知工科大学グループ)

① 実施方法・実施内容

本研究グループでは、無線通信 VLSI システムのディペンダビリティ向上のために、電波伝搬特性ならびに RF デバイス特性を補償する回路をデジタル回路にて実現することを目標としている。様々な伝送速度の無線通信システムに対し、最適な動作速度・回路規模・消費電力で特性改善を行うために、従来のクロック同期による制御回路に加え、データの有無によりその動作を決定するセルフタイム回路の導入を目指した。

周波数領域等化技術のためのセルフタイム型回路の基礎検討として、まず、東北大学と共同で仕様検討を行い、目標とする無線通信システムの明確化とデバイスの要求スペック条件などの検討を行った。また、並行して、セルフタイム型二次元パイプライン(ウェブパイプライン)の要素回路を確立し、特許出願した。その後、東北大学と共同で周波数領域等化技術に内在する並列処理性を明らかにし、広帯域通信およびミリ波通信に共用可能な高速等化器の構成方法について検討し、スケーラブル送受信モジュールの要求スループットを維持可能な周波数領域等化器用 FFT

回路の構成法を確立した。

## ② 創造性

セルフタイム型パイプライン回路では、各パイプライン段はデータが到着した時のみ自律的かつ局所的に動作する。すなわち、大域的クロックに基づく動作制御をしないため、設計容易化が図れ、結果的に、細粒度のパイプラインを構成でき、高速化が容易である。さらに、動作中のパイプライン段でのみスイッチング電力を消費し、動作していないパイプライン段では全くスイッチング電力を消費しないため、自律的な省電力効果を発揮する。

様々な伝送速度の無線通信システムを対象とした多様な形態の周波数領域等化補償技術を LSI 上に実現するためには、複数の異速度データ流を混在して処理し、しかも、個々のデータ流に応じて、異なる周波数領域等化処理を施す必要がある。このためには、セルフタイム回路が本来有している設計柔軟性や自律的動作が優位性を発揮する。セルフタイム回路技術については、その優位性が顕著に表れる NoC (Network on chip) 技術等への応用が国内外で検討されているが、本研究課題のように、あらゆる粒度の多様な回路に徹底的にセルフタイム回路を適用する独創的な研究は見受けられない。

## ③ 有用性

セルフタイム型回路は、システムが過負荷でない限り、任意のタイミングで入力データを受理できるといふ受動的動作が可能である。この特性を活用することによって、ヘテロジニアス無線通信ネットワーク内で送信された複数の異なる無線信号ストリームを受信して、スケーラブルにパイプライン処理を実現することが可能になる。

## ④ 優位比較

提案制御回路は、既存の fork-join 制御(マンチェスター大学)や counterflow パイプライン(サンマイクロシステムズ)では複数ステージの組合せでしか実現できない相互転送制御を単独で実現可能である。したがって、二次元的にパイプラインを展開する際に、多様な相互作用を実現することが可能である。

さらに、提案セルフタイム型回路を活用して、スケーラブル・パイプライン並列 FFT 回路を設計した結果、1024 ポイント FFT を 2G sample/s で処理であった。また、MBWA (30MHz) × 2 回線、WLAN (40MHz×4MIMO) × 2 回線、WPAN (2.4GHz) × 1 回線を同時に受信して、多重に FFT 処理を実現しても、各々の要求スループットを維持できる見通しが得られた。

## 4.5 微細 Si CMOS 超高周波デバイスの基礎検討 (広島大学グループ)

### ① 実施方法・実施内容

本研究課題では、東北大学と共同で目標とする異種無線通信方式対応のスケーラブル送信モジュールの設計・評価を行う。低消費電力超広帯域ミリ波増幅回路の設計手法を確立するとともに、スケーラブルなミリ波発振回路の設計・評価を進めることによりブロードバンドシステムを実現するための回路技術を検討するものである。

CMOS 集積回路は図 4-5 に示すように素子の微細化とともに回路の動作周波数が向上している。微細化により回路の動作周波数が向上しているが、アンプの最高動作周波数とトランジスタの最高動作周波数  $f_{max}$  の差は少しずつ縮まってきている。この微細化に起因する回路性能の向上を、動作周波

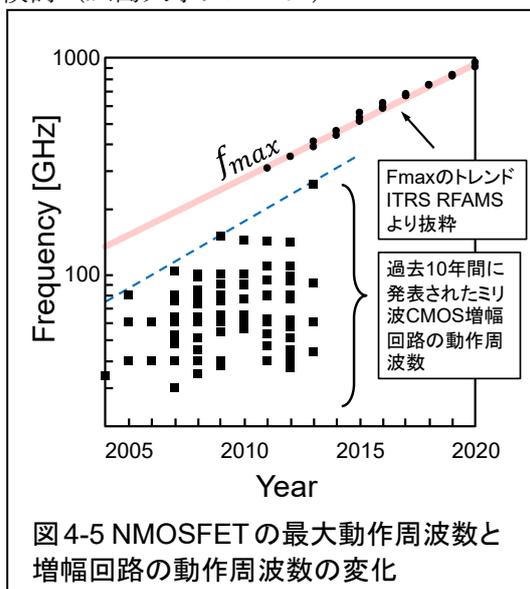
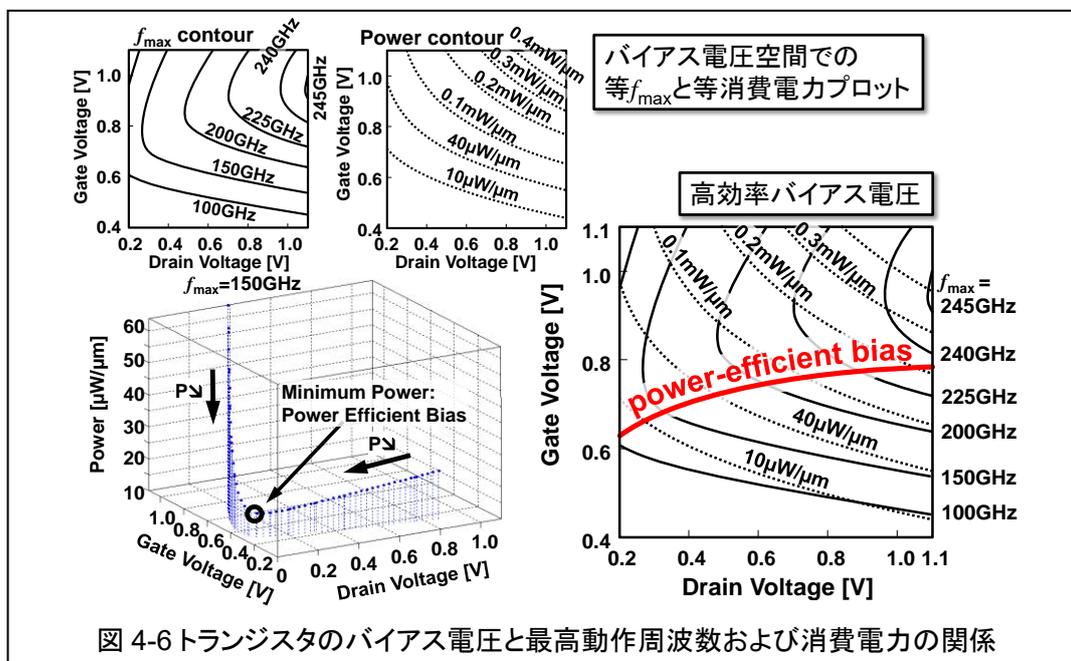
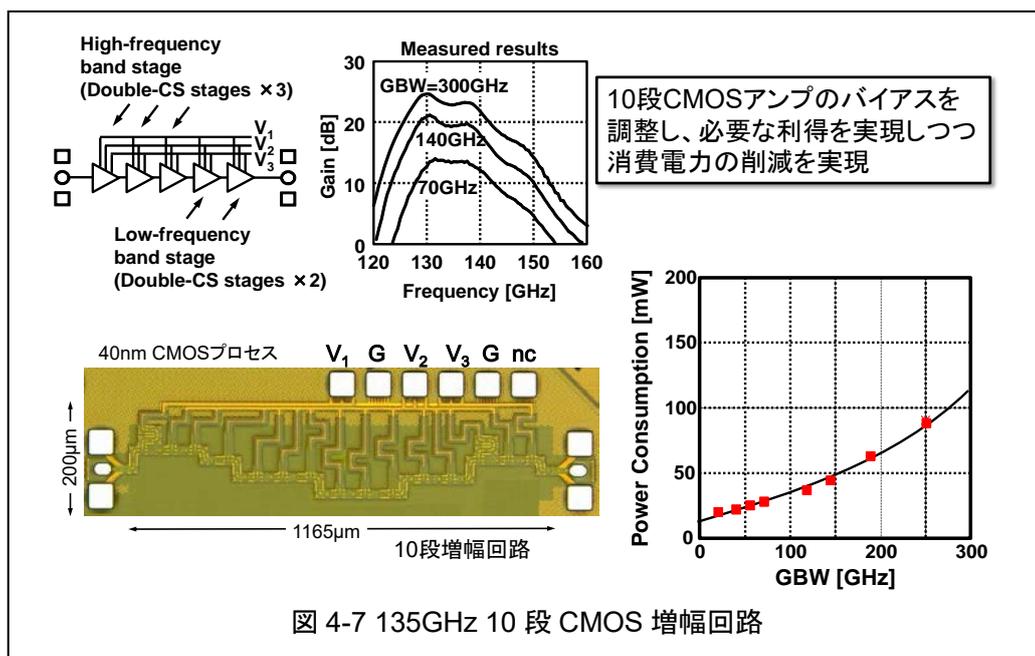


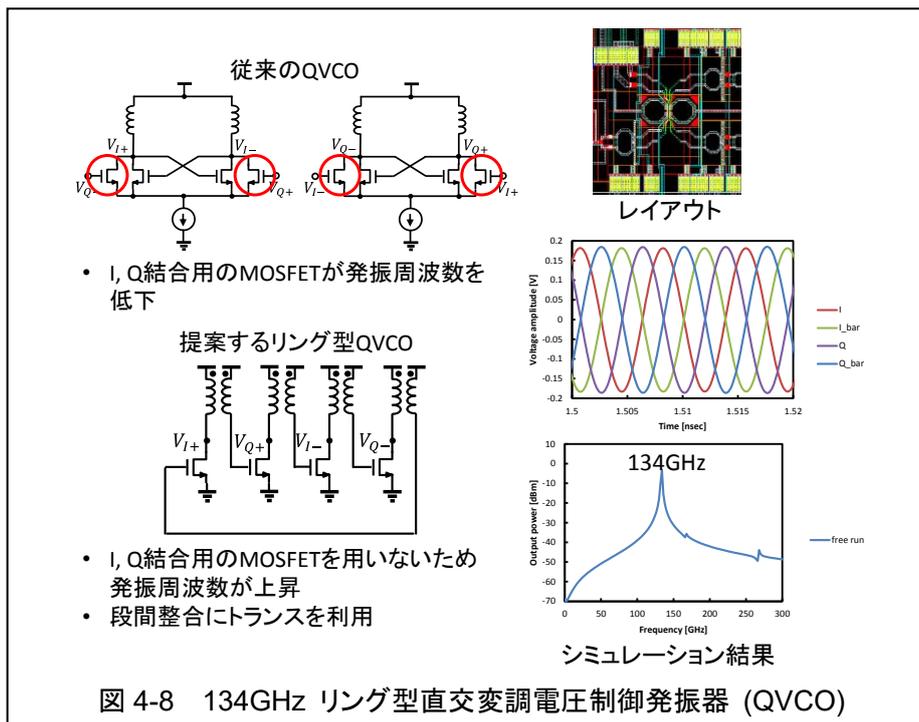
図 4-5 NMOSFET の最大動作周波数と増幅回路の動作周波数の変化

数の向上のみならず消費電力の削減に活用することについて考察を行った。回路の動作周波数と消費電力は、それを構成するトランジスタの動作周波数と消費電力に依存する。図4-6にトランジスタのバイアス電圧を変化させた場合の最高動作周波数と消費電力の関係を示す。この図より、同じ動作周波数であっても、消費電力を最小にできるバイアス電圧があることがわかる。我々はこの電圧を高効率バイアス電圧 (power-efficient bias) と名付けた。高効率バイアス電圧を与えることにより、超高周波動作の増幅回路においても回路の低消費電力化を図ることが可能となる。



高効率バイアス電圧を用いて 135GHz 10 段 CMOS 増幅回路を 40nm CMOS プロセスを用いて試作した。図 4-7 に結果を示す。高効率バイアス電圧を用いることにより、電力利得を可変にすることで消費電力を変化させることができることがわかる。これにより、必要な利得を確保しつつ、消費電力を削減できる見通しをえることができた。





高効率バイアス電圧を実現するための発振器について検討を行った. 図 4-8 に高効率バイアス電圧を実現するリング型直交変調電圧制御発振器(QVCO)を示す. 従来の QVCO では, 2 つのクロスカップル型 LCVCO 間を MOSFET で I, Q 結合させる方式が用いられてきた. しかし, この方法では I, Q 結合用 MOSFET が発振周波数の低下を招くだけでなく, ゲートおよびドレインに最適なバイアス電圧を与えることはできない. そこで, 我々はリング型 QVCO を提案した. リング型 QVCO では, I, Q 結合 MOSFET を用いる必要がない上に, ゲートとドレインに独立した最適な電圧を与えることができる. さらに, 高効率バイアス電圧を実現するために MOSFET を  $f_{max}$  近くで動作させるための整合回路をトランスにより実現することもできる. 本方式をシミュレーションにより確認したところ, 40nmCMOS プロセスを用い, 132GHz の発振周波数で安定した直交信号を発生させることを確認した.

## ② 創造性

我々はゲート電圧とドレイン電圧を同時に最適化することにより, 動作周波数の低下を押さえつつ, 消費電力を大幅に削減する高効率バイアス電圧を提案した. この高効率バイアス電圧を用いることにより, 10Gbps を超える超高速無線を実現する 100GHz を超える周波数帯においても, 増幅回路や発振器を構成可能なことを示すことができた.

## ③ 有用性

これまで, 100GHz を超える超高周波回路では消費電力が大きくなることが問題であった. しかしながら, 本研究成果である高効率バイアス電圧を用いることにより, 必要な性能を確保しつつ, 低消費電力化を図ることが可能な見通しを得ることができた. また, 100GHz を超える周波数で高速無線に必要な直交変調を実現するための QVCO を高効率バイアス電圧の元で実現できることを示した. 本成果は, 状況の変化に応じ, フレキシブルに回路性能を変化させる必要のあるディペンダブルネットワークにおいて, バイアス電圧を可変にすることにより平均的な消費電力を削減できることにつながるものである.

## ④ 優位比較

100GHz を超える超高周波 CMOS 集積回路において, 理論的に低消費電力化を図る技術を見

出したのは本グループが初めてである。通信速度を増加させつつ、消費電力を抑制可能な本技術はディペンダブルネットワークに用いられる無線端末の低消費電力化につながる成果である。

#### 4.6 ミリ波帯送受信器用高性能 RFIC の開発 (三菱電機グループ)

##### ① 実施方法・実施内容

異種方式対応スケーラブル送受信モジュール用 RF IC の実現に向け、送信器用ミリ波 RF フロントエンドの高性能化検討を実施した。検討を反映して、キーデバイスである 60GHz 帯高出力増幅器と 30GHz 帯発振器の高性能化を図った設計を行い、90nm Si CMOS プロセスを用いてミリ波 RF フロントエンドの試作を実施した。

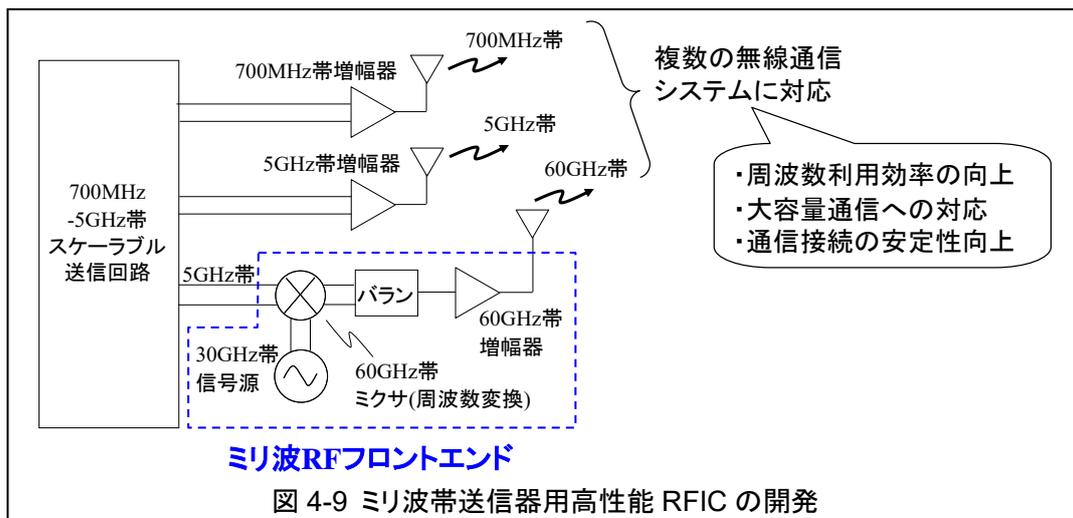


図 4-9 ミリ波帯送信器用高性能 RFIC の開発

##### ② 創造性

高出力増幅器では、前段に高利得カスコード型増幅器を後段に出力合成したソース接地型増幅器を備えることにより高利得かつ高出力な増幅器を達成した。発振器では、2 つの発振器をリング型に構成した自己注入同期法を適用し、発振周波数の可変帯域を狭めることなく低位相雑音発振器を達成した。

##### ③ 有用性

60GHz 帯において 90nm CMOS プロセスを用いた試作の結果、高出力増幅器では 26dB の利得とシステムに要求される 10dBm 以上の出力電力が得られ、発振器では 1.2GHz の周波数可変帯域と 1MHz 離調において世界トップクラスである  $-97\text{dBc/Hz}$  の位相雑音を得られた。さらに、改善設計により位相雑音を約 5dB 改善する設計結果が得られた。

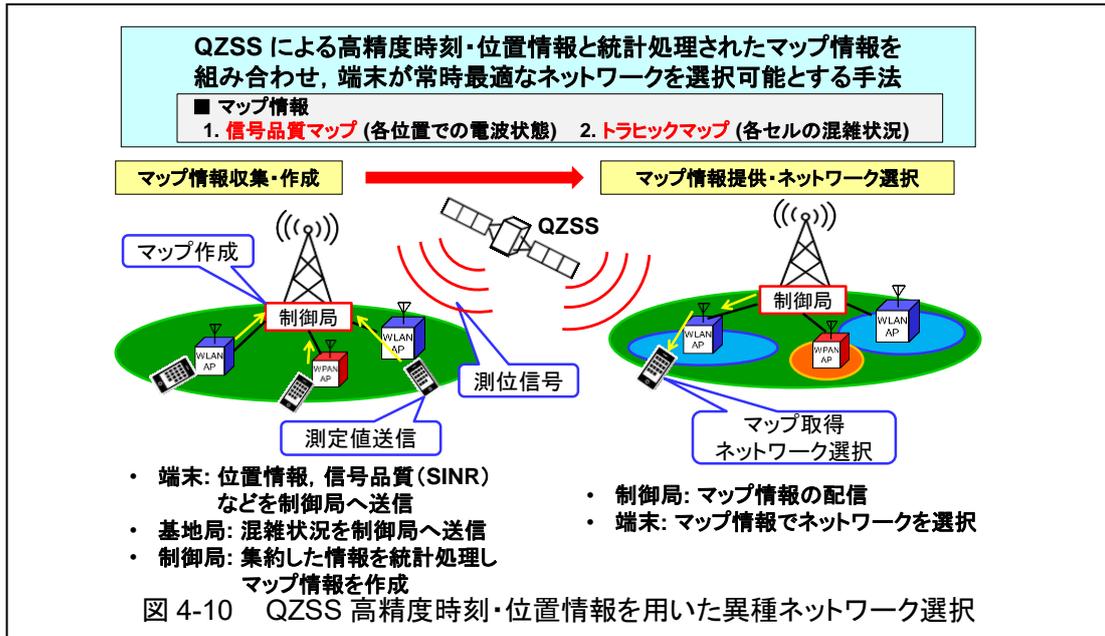
##### ④ 優位比較

国内外の様々な機関 (Hong Kong University of Science and Technology など) でミリ波帯 CMOS VCO の開発が行われている。これらは VCO の一般的な回路方式を採用し、回路の構成要素に対する工夫で位相雑音を低減している。一方、本研究では外部帰還を用いた回路方式 (2 つの発振器をリング型に構成した自己注入同期法) を採用しており、Si プロセスの損失を補償して低位相雑音化を図ることができるために優れている。

#### 4. 7 QZSS 高精度時刻・位置情報を用いた異種ネットワーク選択 (東北大学グループ・富山高専グループ)

##### ① 実施方法・実施内容

ディペンダブル・エアにおけるトラフィック最適化のため、信号品質マップを用いたネットワーク選択手法を提案した。提案手法では、各端末から基地局やアクセスポイントの信号品質の瞬時測定値を位置情報とともに収集することによって信号品質マップをあらかじめ作成する。マップ情報によりフェージングやシャドウイング変動を除去した信号品質を用いて高速かつ簡易にネットワーク選択が可能である。

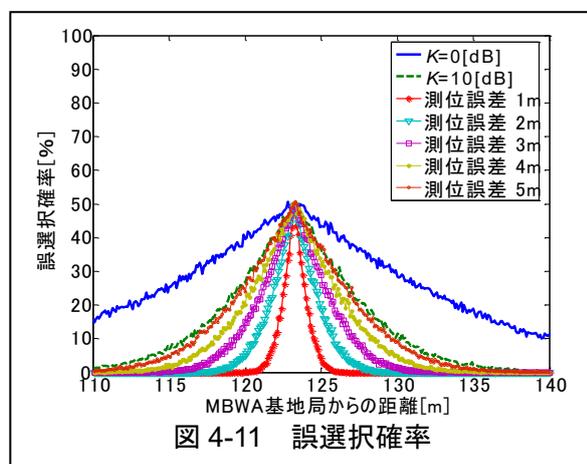


##### ② 創造性

アクセスすべきネットワークをアクセス時に検出する必要なく、位置情報によってルーティングが実現できる点が創造的である。

##### ③ 有用性

提案方式の必要性や実現性を示すために、瞬時測定値を用いたネットワーク選択手法の誤選択と提案方式に要求される測位精度を計算機シミュレーションによって評価した。図 4-10 は、MBWA 基地局と無線 LAN (WLAN) アクセスポイントの間に存在する端末が最適なネットワークを選択できない確率 (誤選択確率) を示したものである。端末は各位置において SNR の高いものを選択する。提案手法では SNR の中央値を、従来の瞬時測定値による選択手法ではフェージング変動を加味した値を用いた。提案手法では選択時の測位誤差、従来手法ではライスファクタ  $K$  をパラメータとして誤選択確率を算出した。図 4-11 より、セル境界に相当する MBWA 基地局からの距離が 120m の地点に注目すると、従来方式である瞬時測定値基準での選択手法におけるライスファクタ  $K = 10$  [dB] 時の誤選択確率が 26.5 % に対し、提案方式では測位誤差 2m では



4.8 %, 1m では 0 % と大幅に改善していることが確認できる. 従って測位精度が 2m 以内であれば, 提案手法を用いることによってセル境界に非常に近い地点でも誤選択を改善可能であることが分かる.

また, マップ情報の収集および作成を行うシステムを試作した. 異種無線融合システムをセルラ回線と無線 LAN と想定し, 小セルとして無線 LAN のアクセスポイント (AP) を設置した. Android アプリケーションを用いて位置情報と AP 情報の収集する機能を実装した. サーバ側では, 保存したデータの統計処理を行い, 地図データとして信号品質データを表現した. その地図データとして実現した信号品質マップを図 4-12 に示す.

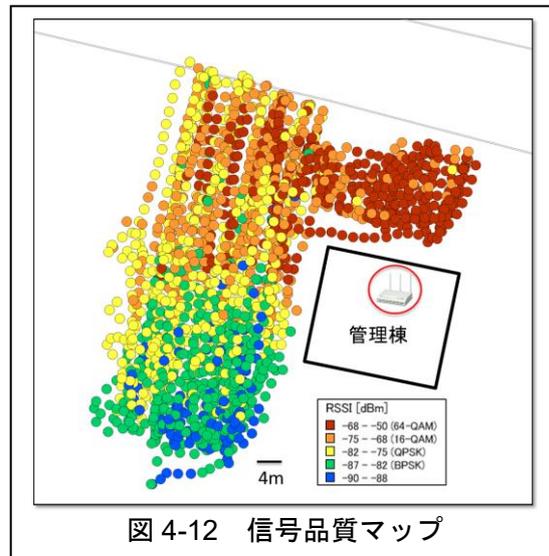


図 4-12 信号品質マップ

#### ④ 優位比較

本提案方式は, 従来の携帯電話方式では利用されていなかった位置情報による接続ネットワーク切り替えを実現する手法として有用である. さらに, QZSS による高精度測位情報を用い, 従来よりも精度の高い位置情報を用いることで, その効果は大きくなると考えられる. セル数が非常に多い場合, 効果は更に顕著に表われ, 瞬時測定値を用いた選択手法と比較してより最適なネットワークを選択できるものと期待される. また, QZSS では広い範囲でサブメータ級の測位精度達成が期待されているため, 2m 以下という測位精度は充分達成可能な値であると考えられる.

### 4. 8 スケーラブル周波数領域等化回路の ASIC 実装

(東北大学グループ・高知工科大学グループ・富山高専グループ)

#### ① 実施方法・実施内容

ディペンダブル・エアを実現するためには, 複数の異種無線規格に対応可能な無線端末が必須である. 特に, 搬送波周波数や帯域幅がシステムによって大きく異なるため, マルチモード・マルチバンドなどのスケラビリティを有することが重要である. さらに, 最適な通信方式を選択するために, 種々の無線規格の信号を同時に解析する機能が必要である.

この DWS に必要不可欠となる技術の一つが周波数領域等化 (FDE) 回路である. 特に広帯域移動通信においては, 無線チャネルは周波数選択性が強くなり伝送特性が大幅に劣化するが, FDE を用いることでシングルキャリア (SC: single carrier) 通信においても周波数ダイバシチ効果が得られるため, BER 特性を大幅に改善可能である. さらに, DWS において, この FDE 技術は伝搬路特性改善のみならず, FDE に含まれるチャネル推定の機能を用いた最適チャネル選択技術にも必要不可欠である. 複数方式のパイロット信号を同時に受信し, チャネル特性を解析することで, より高品質通信可能な通信方式やチャネルを選択できる.

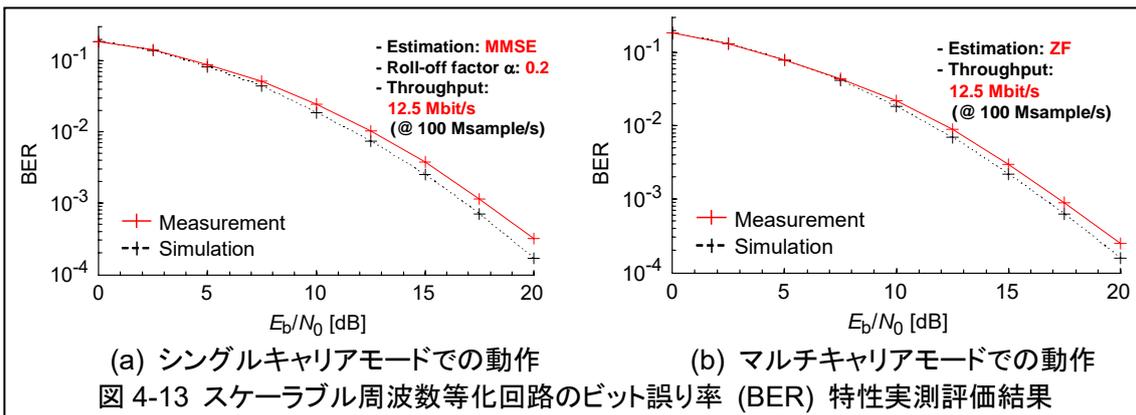
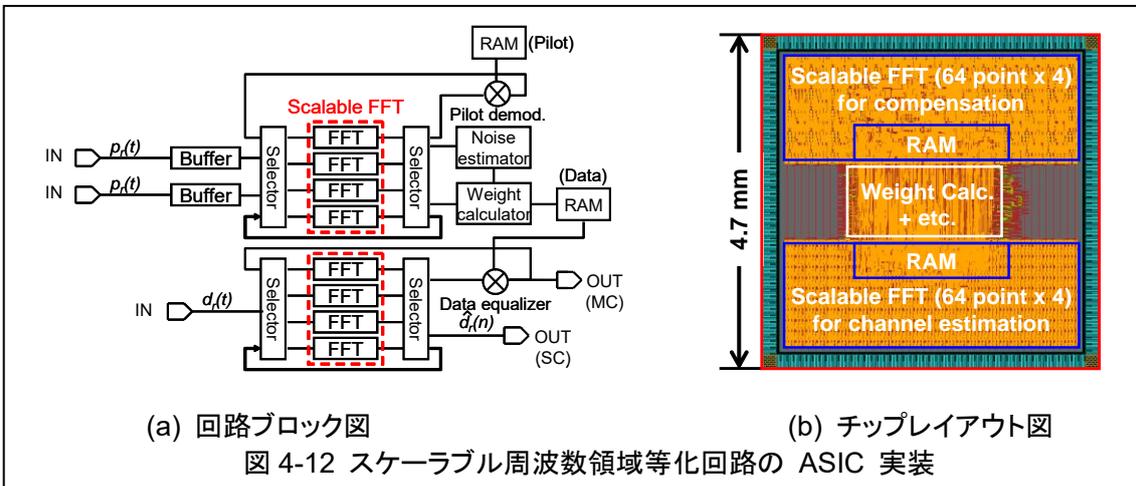
図 4-12 は設計したマルチモード FDE ASIC の (a) 回路図ならびに (b) チップレイアウト図である. 本試作では, 180nm CMOS プロセスを用いた. コアサイズは  $17.6\text{mm}^2$  であった. 100Msample/s 動作時において, スループットは最大 48.1Mbit/s, 消費電力は 660mW であった. 図 4-13 にスケラブル周波数等化回路のビット誤り率 (BER) 特性実測評価結果を示す. 2 つの信号形式 (a) シングルキャリア ならびに (b) マルチキャリアのどちらの信号に対しても, 試作チップは大きな劣化なく動作していることが確認できた.

#### ② 創造性

周波数領域等化回路のチャネル推定部を用いて, 最適チャネルの選択技術を実現している点が創造的である.

### ③ 有用性

この結果は、セルラ方式などの移動通信全般の伝搬路補償技術として適用可能だけでなく、超広帯域化によって、周波数特性の劣化が想定される高周波デバイスの特性改善にも非常に大きな効果があり、適用範囲が広い。



### ④ 優位比較

周波数領域等化回路の実装例はこれまで世界的にみてもほとんど発表されておらず、本グループにおける成果が世界で初めての発表になると考えている。今後の課題としては、ASIC 内の回路構成、特に FFT 回路のパイプライン化などを行うことで、より高速・広帯域の信号処理ができるように改善することが必要であると考えている。

### 4.9 その他

上記以外にも、本研究期間において以下のような研究開発を行い、顕著な成果があった。本項では、それらの研究課題名のみを記載する。

- 低電力・低ノイズダイナミック比較器(東京工業大グループ)
- 直並列型 ADC(東京工業大グループ)
- セルフタイム型二次元パイプラインの相互転送制御回路(高知工科大学グループ)
- 準天頂衛星を用いたロケーション・ショートメッセージ双方向通信システムを使用する際の GUI (Graphic Use Interface) システム(富山高専グループ)
- オール Si CMOS 送信器 RF IC (東北大学グループ, 協力: 日本電気株式会社)
- ディペンダブル・エア小型携帯端末用 60 GHz 帯ビームフォーミングアンテナ(東北大学グループ)

- 高精度測位信号とマップ情報を用いたトラヒックナビゲーション(東北大学グループ・富山高専グループ)

## § 5 成果発表等

(1)原著論文発表 (国内(和文)誌 14件、国際(欧文)誌 108件、)

1. K. Tanaka, Y. Kuramochi, T. Kurashina, K. Okada, and A. Matsuzawa, "A 0.026mm<sup>2</sup> capacitance-to-digital converter for biotelemetry applications using a charge redistribution technique," A-SSCC, 9-1, pp 244-247, Korea, Jeju, Nov. 2007.
2. Y. Ikeda, M. Frey, and A. Matsuzawa, "A 14-bit 100-MS/s digitally calibrated binary-weighted current-steering CMOS DAC without calibration ADC," A-SSCC, 13-3, pp 356-359, Korea, Jeju, Nov. 2007.
3. M. Miyahara and A. Matsuzawa, "A performance model for the design of pipelined ADCs with consideration of overdrive voltage and slewing," IEICE Trans. Electron., vol.E91-A, no.2, pp.469-475, Feb. 2008.
4. K. Shimoyama, S. Yoshida, Ta Tuan Thanh, K. Matsuzaki, S. Kameda, H. Nakase, T. Takagi, and K. Tsubouchi, "5GHz Si-CMOS differential power amplifier module with directly connected dipole antenna," IEICE Electronics Express, vol.5, no.7, pp.229-234, April 10, 2008.
5. S. Yoshida, K. Tsubouchi, A. Tosaki, H. Oguma, S. Kameda, H. Nakase, and T. Takagi, "Radiation characteristics of ultra-small wireless communication modules for 60GHz band WPAN," 2008 IEEE Int. Symp. Antennas and Propagation and USNC/URSI National Radio Science Meeting, 108.11, July 2008.
6. N. Izuka, Y. Asano, Y. Yamazaki, H. Oguma, S. Kameda, T. Takagi, and K. Tsubouchi, "First-ever report on MBWA system field trial: Interference issue in sectorized cell layout," 68th IEEE Vehicular Tech. Conf. (VTC2008-Fall), 7E-4, Sept. 2008.
7. H. Nakase, H. Oguma, S. Kameda, T. Takagi, K. Tsubouchi, M. Ochiai, Y. Nagai, A. Fujimura, and Y. Isota, "Improvement of bit error rate using channel interleaving for channel binding WLAN prototype," Proc. 19th Annual IEEE Int. Symp. Personal, Indoor and Mobile Radio Commun. (PIMRC2008), O41, Sept. 2008.
8. Y. Nagai, A. Fujimura, M. Akihara, H. Nakase, S. Kameda, H. Oguma, K. Tsubouchi, "A SINR estimation for closed-loop link adaptation of 324 Mbit/sec WLAN system," Proc. 19th Annual IEEE Int. Symp. Personal, Indoor and Mobile Radio Commun. (PIMRC2008), O54, Sept. 2008.
9. V. Gheorghiu, S. Kameda, T. Takagi, K. Tsubouchi, and F. Adachi, "Implementation of single carrier packet transmission with frequency domain equalization," 68th IEEE Vehicular Tech. Conf. (VTC2008-Fall), 4H-3, Sept. 2008.
10. R. Zhang and M. Iwata, "An efficient signature matching scheme for mobile security," IEICE Trans. on Commun., vol.E91-B, no.10, pp.3251-3261, Oct. 2008.
11. T. N. Hao, S. Kameda, T. Takagi, and K. Tsubouchi, "Measurement of indoor multipath propagation characteristics at 60 GHz with high delay time resolution," Int. Conf. on Advanced Tech. for Commun., (ATC 2008), 4C, Oct. 2008.
12. H. Oguma, S. Kameda, N. Izuka, T. Takagi, K. Tsubouchi, Y. Asano, and Y. Yamazaki, "Measured downlink throughput performance of MBWA system in urban area," IEEE Int. Symp. on Wireless Commun. Systems (ISWCS2008), Oct. 2008.
13. V. Gheorghiu, S. Kameda, T. Takagi, K. Tsubouchi, and F. Adachi, "Implementation of frequency domain equalizer for single carrier transmission," 4th Int. Conf. on Wireless Commun., Networking and Mobile Computing (WiCOM 2008), Oct. 2008.
14. S. Tanifuji, Y. Aota, H. Oguma, S. Kameda, T. Takagi, K. Tsubouchi, "Spurious vibration suppression by film thickness control for FBAR," 2008 IEEE Int. Ultrason. Symp., P3J094-04, Nov. 2008.
15. Y. Aota, S. Tanifuji, H. Oguma, S. Kameda, T. Takagi, and K. Tsubouchi, "AlN film using low temperature MOCVD Pprocess for FBAR," 2008 IEEE Int. Ultrason. Symp., P3J095-05,

- Nov. 2008.
16. M. Miyahara, Y. Asada, D. Paik, and A. Matsuzawa, "A low-noise self-calibrating dynamic comparator for high-speed ADCs," A-SSCC, 9-2, pp.269-272, Nov. 2008.
  17. H. Oguma, S. Kameda, N. Izuka, Y. Asano, Y. Yamazaki, T. Takagi, and K. Tsubouchi, "Comparison of downlink throughput distributions between frequency reuse factors of one and three in MBWA system field trial," Int. Symp. on Wireless and Pervasive Computing (ISWPC2009), Feb. 2009.
  18. S. Yoshida, H. Oguma, S. Kameda, T. Takagi, and K. Tsubouchi, "60 GHz Band Planar Monopole Antenna Using Organic Substrates for Ultra-Small WPAN Modules," Global Symposium on Millimeter Waves 2009 (GSMM2009), April 2009.
  19. S. Kameda, H. Oguma, T. Takagi, K. Tsubouchi, N. Izuka, Y. Asano, and Y. Yamazaki, "Feasibility Study of Downlink Transmission with 256 QAM Based on Results of MBWA System Field Trial," European Wireless 2009, pp.140-144, May 2009.
  20. S. Yoshida, S. Kameda, T. Takagi, and K. Tsubouchi, "Radiation Characteristics of Slot Antenna Integrated with Ultra-Small Wireless Communication Modules for 60GHz Band WPAN Using Organic Resin Substrates," 2009 IEEE Int. Symp. on Antennas and Propagation and the 2009 USNC/URSI National Radio Science Meeting, 211.2, June 2009.
  21. T. T. Ta, S. Kameda, T. Takagi, and K. Tsubouchi, "A 5GHz Band Low Noise and Wide Tuning Range Si-CMOS VCO," Proc. 2009 IEEE Radio Freq. Integrated Circuits Symp., 571, June 2009.
  22. K. Komatsu, S. Sannomiya, M. Iwata, H. Terada, S. Kameda, K. Tsubouchi, "Interacting Self-Timed Pipelines and Elementary Coupling Control Modules," IEICE Transactions on Fundamentals, Vol.E92-A, No.7, pp.1642-1651, July 2009.
  23. 三宮 秀次, 大森 洋一, 酒居 敬一, 岩田 誠, "自己タイミング型パイプラインシステムの性能見積りモデル," 信学論(A), Vol.J92-A, No.7, pp.477-486, 2009年7月.
  24. S. Tanifuji, Y. Aota, S. Kameda, T. Takagi, and K. Tsubouchi, "Discussion of Millimeter Wave FBAR with Very Thin AlN Film Fabricated Using MOCVD Method," 2009 IEEE Int. Ultrason. Symp., P2-P-02, Sept. 2009.
  25. H. Oguma, S. Kameda, N. Izuka, Y. Asano, Y. Yamazaki, T. Takagi, and K. Tsubouchi, "Measured Uplink Throughput Performance of MBWA System in Urban Area," 12th Int. Symp. on Wireless Personal Multimedia Commun. (WPMC2009), Sendai, Sept. 2009.
  26. H. Oguma, S. Kameda, N. Izuka, Y. Asano, Y. Yamazaki, T. Takagi, and K. Tsubouchi, "Uplink Throughput Performance of FH-OFDMA Improved by 16 QAM: Effect Estimation and Validation in MBWA System Field Trial," Proc. 20th Annual IEEE Int. Symp. Personal, Indoor and Mobile Radio Commun. (PIMRC2009), Sept. 2009.
  27. I. Kashiwamura, S. Tomita, K. Komatsu, T. N. Hao, H. Oguma, N. Izuka, S. Kameda, T. Takagi, and K. Tsubouchi "Investigation on Single-Carrier and Multi-Carrier Hybrid System for Uplink," Proc. 20th Annual IEEE Int. Symp. Personal, Indoor and Mobile Radio Commun. (PIMRC2009), Sept. 2009.
  28. S. Ohashi, A. Oncu, M. Fujishima, "12.5mW 48GHz CMOS Image-Rejection Filter with 1GHz Tuning range," the 4th European Microwave Integrated Circuits Conference, pp. 483-486, Sept. 2009.
  29. T. M. Vo, Y. Kuramochi, M. Miyahara, T. Kurashina and A. Matsuzawa, "A 10-bit, 290fJ/conv. steps, 0.13mm<sup>2</sup>, Zero-Static Power, Self-Timed Capacitance to Digital Converter," SSDM 2009, Sendai, Oct. 2009.
  30. M. Miyahara and A. Matsuzawa, "A Low-Offset Latched Comparator Using Zero-Static Power Dynamic Offset Cancellation Technique," A-SSCC, 9-1, pp. 233-236, Taiwan, Taipei, Nov. 2009.
  31. Y. Asada, K. Yoshihara, T. Urano, M. Miyahara, and A. Matsuzawa, "A 6bit, 7mW, 250fJ, 700MS/s Subranging ADC," A-SSCC, 5-3, pp. 141-144, Taiwan, Taipei, Nov. 2009.
  32. H. Oguma, S. Kameda, N. Izuka, Y. Asano, Y. Yamazaki, T. Takagi, K. Tsubouchi, "Feasibility Study of Uplink Transmission with 64 QAM Based on Results of MBWA System Field Trial", 5th IEEE Broadband wireless access workshop, colocated with IEEE GLOBECOM 2009, pp.21-25, Hawaii, Nov. 2009.
  33. S. Tanifuji, T. T. Ta, S. Kameda, T. Takagi and K. Tsubouchi, "5 GHz Band Low Phase Noise

- Si-CMOS Oscillator Using FBAR,” *IEICE Electron. Letter*, vol.7, no.3, pp.165-169, 2010.
34. D. Paik, Y. Asada, M. Miyahara, and A. Matsuzawa, "An 8-Bit 600-MSps Flash ADC Using Interpolating and Background Self-Calibrating Techniques", *IEICE Trans. on Fundamentals of Electron., Commun. and Computer Sciences*, vol.E93-A, no.2, pp.402-414, Feb. 2010.
  35. S. Kameda, H. Oguma, N. Izuka, Y. Asano, Y. Yamazaki, T. Takagi, K. Tsubouchi, "Issue of IEEE 802.20 Vehicular-A Delay Profile Model on Estimating Received Signal Level Variation of Wideband Signal," 4th European Conference on Antennas and Propagation, EuCAP 2010, Mo-55, April 2010.
  36. S. Yoshida, S. Kameda, T. Takagi, K. Tsubouchi, "Radiation Characteristics of a Planar Monopole Antenna Integrated with a 60GHz Band WPAN Module Using Organic Substrates," 4th European Conference on Antennas and Propagation, EuCAP 2010, C33P1-5, April 2010.
  37. H. Oguma, S. Kameda, N. Izuka, Y. Asano, Y. Yamazaki, T. Takagi, K. Tsubouchi, "Coverage Estimation of Uplink 16 QAM Signal up to 20 MHz Bandwidth Based on Field Trial Results of FH-OFDMA System," *IEEE Wireless Communications and Networking Conference 2010 (WCNC2010)*, Sydney, Australia, April 2010.
  38. T. T. Ta, S. Kameda, T. Takagi, K. Tsubouchi, "A 5 GHz Band Low Noise and Wide Tuning Range Si-CMOS VCO with a Novel Varactors Pair Circuit," *IEICE Trans. on Electronics*, Vol.E93-C, No.6 pp.755-762, June 2010.
  39. 吉田 賢史, 小熊 博, 亀田 卓, 高木 直, 坪内 和夫, "有機樹脂基板を用いた 60 GHz 帯超小型 WPAN モジュール用アンテナの基礎的検討," *信学論*, Vol.J93-B, No.6, pp.822-831, June 2010.
  40. T. T. Ta, S. Oshima, H. Oguma, S. Kameda, T. Takagi, and K. Tsubouchi, "A Constant Envelope Modulation Method Using Orthogonal Frequency Allocated Multi-Carrier MSK for Broadband Wireless System," *Third International Conference on Communications and Electronics (ICCE 2010)*, August 2010.
  41. S. Yoshida, H. Oguma, S. Kameda, T. Takagi, and K. Tsubouchi, "60-GHz-Band Planar Slot Antenna Using Organic Substrates for Ultra-Small WPAN Modules," *Third International Conference on Communications and Electronics (ICCE 2010)*, August 2010.
  42. S. Tomita, Y. Miyake, I. Kashiwamura, K. Komatsu, N. H. Tran, H. Oguma, N. Izuka, S. Kameda, T. Takagi, K. Tsubouchi, "Hybrid Single-Carrier and Multi-Carrier System: Improving Uplink Throughput with Optimally Switching Modulation," *Proc. 21st Annual IEEE Int. Symp. Personal, Indoor and Mobile Radio Commun. (PIMRC2010)*, Sept. 2010.
  43. H. Oguma, S. Kameda, N. Izuka, Y. Asano, Y. Yamazaki, N. Suematsu, T. Takagi, and K. Tsubouchi, "Coverage Estimation of Downlink 64 QAM Signal Up to 20 MHz Bandwidth Based on Field Trial Results of FH-OFDMA System," *12th IEEE International Conference on Communication Systems (ICCS2010)*, Singapore, Nov. 2010.
  44. S. Yoshida, S. Tanifuji, S. Kameda, N. Suematsu, T. Takagi, and K. Tsubouchi, "Copper Balls Interconnection Technology for 60GHz Band 3-D System-in-Package Modules," *2010 Asia-Pacific Microwave Conference (APMC2010)*, TH3F-1, Yokohama, Dec. 2010.
  45. T. T. Ta, K. Ando, S. Tanifuji, S. Kamera, N. Suematsu, T. Takagi, and K. Tsubouchi, "5GHz Band Low Phase Noise Si-CMOS Oscillator with Flip-Chip Mounted FBAR," *2010 Asia-Pacific Microwave Conference (APMC2010)*, TH4F-3, Yokohama, Dec. 2010.
  46. S. Tomita, N. Tran, Y. Miyake, K. Komatsu, H. Oguma, N. Izuka, S. Tanifuji, S. Kameda, N. Suematsu, T. Takagi, and K. Tsubouchi, "Influence of Hand Tremor for 60-GHz-Band Broadband Wireless Communication Terminal Based on Advanced Kiosk Model," *2010 Asia-Pacific Microwave Conference (APMC2010)*, FR1C-1, Yokohama, Dec. 2010.
  47. H. Oguma, S. Kameda, N. Izuka, Y. Asano, Y. Yamazaki, S. Tanifuji, N. Suematsu, T. Takagi, and K. Tsubouchi, "Measured Downlink Throughput Performance of Mobile Broadband Wireless Access System in Suburban Area," *2010 Asia-Pacific Microwave Conference (APMC2010)*, FR1C-3, Yokohama, Dec. 2010.
  48. S. Yoshida, S. Tanifuji, S. Kameda, N. Suematsu, T. Takagi, and K. Tsubouchi, "A Low Cross Polarization 5 GHz-Band 3-Stacked Meander-Line Antenna Integrated with a Meander-Line Shape Balun," *5th Eur. Conf. on Antennas and Propagation (EuCAP2011)*, Roma, Italy (2011).

49. J. Lin, M. Miyahara, and A. Matsuzawa, "A 15.5 dB, Wide Signal Swing, Dynamic Amplifier Using a Common-Mode Voltage Detection Technique," IEEE Int. Symp. on Circuits and Systems (ISCAS), pp. 21-24, Rio de Janeiro, Brazil, May 2011.
50. S. Kameda, H. Oguma, N. Izuka, F. Yamagata, Y. Asano, Y. Yamazaki, S. Tanifuji, N. Suematsu, T. Takagi, and K. Tsubouchi, "Proposal of Heterogeneous Wireless Communication Network with Soft Handover in Application Layer: Feasibility Study Based on Field Trial Results," 6th Int. ICST Conf. on Cognitive Radio Oriented Wireless Networks and Commun. (CROWNCOM2011), Osaka (2011).
51. M. Miyahara, H. Lee, D. Paik, and A. Matsuzawa, "A 10b 320 MS/s 40 mW Open-Loop Interpolated Pipeline ADC," IEEE Symp. on VLSI Circuits, Kyoto, Japan, pp.126-127, June 2011.
52. S. Yoshida, S. Tanifuji, S. Kameda, N. Suematsu, T. Takagi, and K. Tsubouchi, "A High-Gain Planar Dipole Antenna for 60-GHz Band 3-D," 2011 IEEE Int. Symp. on Antennas and Propagation and USNC/URSI National Radio Sci. Meeting, IF246.2, Spokane, USA (2011).
53. K. Komatsu, S. Kameda, M. Iwata, S. Tanifuji, N. Suematsu, T. Takagi, and K. Tsubouchi, "ASIC Implementation of Frequency Domain Equalizer for Single Carrier Transmission," XXX URSI General Assembly and Scientific Symp. of Int. Union of Radio Sci. (URSI GASS 2011), Istanbul, Turkey (2011).
54. K. Miyagi, S. Sannomiya, M. Iwata, and H. Nishikawa, "Self-Timed Power-Aware Pipeline Chip and Its Evaluation", Proc. 2011 Int. Conf. on Parallel and Distributed Processing Tech. and Applications (PDPTA'11), pp.442-448, LasVegas, July 2011.
55. K. Katayama, M. Motoyoshi, K. Takano, and M. Fujishima, "Design of Power-Efficient 130GHz Common-Source Amplifiers," SSDM, pp. 833-834, Sept. 2011.
56. S. Kameda, H. Oguma, N. Izuka, Y. Asano, Y. Yamazaki, K. Komatsu, S. Tanifuji, N. Suematsu, T. Takagi, and K. Tsubouchi, "Coverage Estimation of Uplink 64 QAM Signal Up to 20 MHz Bandwidth Based on Field Trial Results: Coverage Issue of Broadband Uplink Signal," The 14th Int. Symp. on Wireless Personal Multimedia Commun. (WPMC2011), France (2011).
57. Y. Miyake, K. Kobayashi, K. Komatsu, S. Tanifuji, H. Oguma, N. Izuka, S. Kameda, N. Suematsu, T. Takagi, and K. Tsubouchi, "Hybrid Single-Carrier and Multi-Carrier System: Widening Uplink Coverage with Optimally Selecting SDM or Joint FDE/Antenna Diversity," The 14th Int. Symp. on Wireless Personal Multimedia Commun. (WPMC2011), France (2011).
58. S. Tanifuji, N. Suematsu, S. Kameda, T. Takagi, and K. Tsubouchi, "24.8 dBm Power Handling 60 GHz Transmit/Receive Switch Using Series and Shunt FETs in 90 nm Si-CMOS Process," 6th Eur. Microwave Integrated Circuits Conf. 2011 (EuMIC 2011), Manchester, UK (2011).
59. T. T. Ta, K. Matsuzaki, K. Ando, K. Gomyo, E. Nakayama, S. Tanifuji, S. Kameda, N. Suematsu, T. Takagi, and K. Tsubouchi, "A High Efficiency Si-CMOS Power Amplifier for 60 GHz Band Broadband Wireless Communication Employing Optimized Transistor Size," Eur. Microwave Conf. (EuMC2011), Manchester, UK (2011).
60. D. Paik, M. Miyahara, and A. Matsuzawa, "An Analysis on a Pseudo-Differential Dynamic Comparator with Load Capacitance Calibration," IEEE Int. Conf. on ASIC (ASICON), Xiamen, Oct. 2011.
61. H. P. Ninh, M. Miyahara, and A. Matsuzawa, "A 83-dB SFDR 10-MHz Bandwidth Continuous-Time Delta-Sigma Modulator Employing a One-Element-Shifting Dynamic Element Matching," IEEE Int. Symp. on Radio-Freq. Integration Tech. (RFIT), Beijing, Dec. 2011.
62. D. Paik, M. Miyahara, and A. Matsuzawa, "An Analysis on a Dynamic Amplifier and Calibration Methods for a Pseudo-Differential Dynamic Comparator," IEICE Trans. on Fundamentals, vol. E95-A, no. 2, Feb. 2012.
63. S. Kameda, H. Oguma, N. Izuka, F. Yamagata, Y. Asano, Y. Yamazaki, S. Tanifuji, N. Suematsu, T. Takagi, and K. Tsubouchi, "Proposal of Heterogeneous Wireless Network with Handover in Application Layer: Feasibility Study Based on Field Trial Results," IEICE Trans.

- Commun., vol.E95-B, no.4, pp.1152-1160, April 2012.
64. A. Orii, K. Katayama, M. Motoyoshi, K. Takano, M. Fujishima, "118GHz CMOS Amplifier with Group Delay Variation of 11.2ps and 3dB Bandwidth of 20.4GHz," 2012 IEEE International Meeting for Future of Electron Devices, Kansai (IMFEDK), May 2012.
  65. M. Suizu, K. Katayama, M. Motoyoshi, K. Takano, M. Fujishima, "Maximizing Transducer Gain per Power Dissipation in 100 GHz CMOS Six-Stage Amplifier," 2012 IEEE International Meeting for Future of Electron Devices, Kansai (IMFEDK), May 2012.
  66. S. Tanimori, K. Katayama, M. Motoyoshi, K. Takano, M. Fujishima, "80GHz 12.2mW p-MOS Cross-Coupled CMOS LC Oscillator," 2012 IEEE International Meeting for Future of Electron Devices, Kansai (IMFEDK), May 2012.
  67. M.Miyahara H. Sakaguchi, N. Shimasaki and A. Matsuzawa, "An 84 mW 0.36mm<sup>2</sup> Analog Baseband Circuits for 60 GHz Wireless Transceiver in 40 nm CMOS," IEEE RFIC Symp. Dig., pp. 495-498, June 2012.
  68. H. P. Ninh, M. Miyahara, and A. Matsuzawa, "A 83-dB SFDR 10-MHz Bandwidth Continuous-Time Delta-Sigma Modulator Employing a One-Element-Shifting Dynamic Element Matching," IEICE Trans. Electron., vol.E95-C, no.6, pp.1017-1025, June 2012.
  69. N. Suematsu, S. Yoshida, S. Tanifuji, S. Kameda, T. Takagi, and K. Tsubouchi, "A 60 GHz-Band 3-Dimensional System-in-Package Transmitter Module with Integrated Antenna," IEICE Trans. Electron., vol.E95-C, no.7, pp.1141-1146, July 2012 (invited).
  70. S. Yoshida, S. Tanifuji, S. Kameda, N. Suematsu, T. Takagi, and K.Tsubouchi, "60-GHz Band Copper Ball Vertical Interconnection for MMW 3-D System-in-Package Front-End Modules," IEICE Trans. Electron., vol.E95-C, no.7, pp.1276-1284, July 2012.
  71. K. Miyagi, S. Sannomiya, M. Iwata, and H. Nishikawa, "Low-Power Self-Timed Pipeline with Runtime Fine-Grain Power Supply," The 2012 International Conference on Parallel and Distributed Processing Technique and Applications, pp.472 – 478, Las Vegas, July 2012.
  72. Y. Miyake, F. Yamagata, H. Oguma, N. Izuka, S. Kameda, N. Suematsu, T. Takagi, and K. Tsubouchi, "Hybrid Single-Carrier and Multi-Carrier System: Evaluation of Throughput with Inter-Cell Interference," IEEE 23rd International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications (PIMRC2012), Sept. 2012.
  73. Y. Suzuki, S. Yoshida, S. Tanifuji, S. Kameda, N. Suematsu, T. Takagi, and Kazuo Tsubouchi, "60 GHz Band 2x4 Dipole Array Antenna Using Multi Stacked Organic Substrates Structure," The International Symposium on Antennas and Propagation (ISAP2012), Oct. 2012.
  74. T. Ta, S. Tanifuji, S. Kameda, N. Suematsu, T. Takagi, and K. Tsubouchi, "A Si-CMOS 5-bit Baseband Phase Shifter Using Fixed Gain Amplifier Matrix," European Microwave Conference 2012 (EuMC2012), Oct. 2012.
  75. O. Wada, T. Tan, S. Tanifuji, S. Kameda, N. Suematsu, T. Takagi, and K. Tsubouchi, "5 GHz-Band CMOS Direct Digital RF Modulator Using Current-Mode DAC," The 2012 Asia-Pacific Microwave Conference (APMC2012), Dec. 2012.
  76. T. Ta, S. Yoshida, Y. Suzuki, S. Tanifuji, S. Kameda, N. Suematsu, T. Takagi, and K. Tsubouchi, "A 3-D Radiation Pattern Measurement Method for a 60-GHz-Band WPAN Phased Array Antenna," The 2012 Asia-Pacific Microwave Conference (APMC2012), Dec. 2012.
  77. T. Takagi, E. Nakayama, T. T. Ta, S. Kameda, N. Suematsu, and K. Tsubouchi, "A novel planer type broadband CMOS on-chip balun with relative bandwidth of 158%," The 2012 Asia-Pacific Microwave Conference (APMC2012), Dec. 2012.
  78. 坪内 和夫, 亀田 卓, 末松 憲治, "ディペンダブルエア," 信学論 (JC), vol.J95-C, no.12, pp.460-469, Dec. 2012 (招待論文).
  79. James Lin, Ibuki Mano, Masaya Miyahara, and Akira Matsuzawa, "A 0.5 V, 420 MSps, 7-bit flash ADC using all-digital time-domain delay interpolation," IEEE EDSSC, Bangkok, Dec. 2012.
  80. 三宮 秀次, 青木 一浩, 宮城 桂, 岩田 誠, 西川 博昭, "超低消費電力化データ駆動ネットワークングプロセッサ ULP-CUE の試作とその評価," 情報処理学会論文誌コンピュータインテグレーションシステム (ACS), 6(1), pp.78-86, Jan. 2013.
  81. S. Kameda, H. Oguma, N. Izuka, Y. Asano, Y. Yamazaki, N. Suematsu, T. Takagi, and K.

- Tsubouchi, "Measured downlink throughput performance of MBWA system in urban area," *IEICE Trans. Commun.*, vol.E96-B, no.1, pp.329-334, Jan. 2013.
82. H. Lee, Y. Asada, M. Miyahara, and A. Matsuzawa, "A 6 bit, 7 mW, 700MS/s Subranging ADC Using CDAC and Gate-Weighted Interpolation," *IEICE Trans. Fundamentals*, vol.E96-A, no.2, pp.422-433, Feb. 2013.
  83. O. Wada, T. Tan, S. Tanifuji, S. Kameda, N. Suematsu, T. Takagi, and K. Tsubouchi, "5 GHz-Band CMOS Direct Digital RF Modulator Using Current-Mode DAC with Idle Current," *International Wireless Symposium 2013 (IWS2013)*, WE3B-1, April 2013. (DOI: 10.1109/IEEE-IWS.2013.6616844)
  84. T. Takagi, S. Kameda, N. Suematsu, and K. Tsubouchi, "Dependable Air and Wireless Dependability," *6th Global Symposium on Millimeter-Waves 2013 (GSMM2013)*, April 2013 (invited).
  85. M. Iwata, S. Kameda, and K. Tsubouchi, "A Self-Timed Circuit Design for Dependable Wireless Systems," *6th Global Symposium on Millimeter-Waves 2013 (GSMM2013)*, April 2013.
  86. R. Inagaki, T. Tanaka, M. Tsuru, E. Taniguchi, S. Kameda, N. Suematsu, T. Takagi, and K. Tsubouchi, "Flip chip assembled 90nm CMOS 60GHz Receiver Front End with 7.5dB NF," *6th Global Symposium on Millimeter-Waves 2013 (GSMM2013)*, April 2013.
  87. T. T. Ta, K. Gomyo, S. Tanifuji, S. Kameda, T. Takagi, N. Suematsu, and K. Tsubouchi, "A Si-CMOS 60 GHz Receiver for Phased Array Antenna with 7-stage LNA, Wideband Mixer and 5-bit Baseband Phase Shifter," *6th Global Symposium on Millimeter-Waves 2013 (GSMM2013)*, April 2013.
  88. 西川 博昭, 青木 一浩, 三宮 秀次, 宮城 桂, 岩田 誠, 宇津 圭祐, 石井 啓之, "超低消費電力化データ駆動ネットワーキングシステムとその評価," *信学誌*, vol.J96-B, no.6, pp.572-579, June 2013.
  89. S. Yoshida, Y. Suzuki, T. T. Ta, S. Kameda, N. Suematsu, T. Takagi, and K. Tsubouchi, "A 60-GHz Band Planar Dipole Array Antenna Using 3-D SiP Structure in Small Wireless Terminals for Beamforming Applications," *IEEE Trans. Antennas and Prop.*, vol.61, no.7, pp.3502-3510, July 2013. (DOI: 10.1109/TAP.2013.2257643)
  90. R. Taguchi, K. Miyagi, and M. Iwata, "Self-Timed Single Circular Pipeline for Multiple FFTs," *International Conference on Parallel and Distributed Processing Techniques and Applications (PDPTA'13)*, pp.625-630 (2013).
  91. K. Miyagi, S. Sannomiya, M. Iwata, and H. Nishikawa, "Low-Powered Self-Timed Pipeline with Variable-Grain Power Gating and Suspend-Free Voltage Scaling," *PDPTA'13*, pp.618-624 (2013).
  92. Y. Miyake, K. Komatsu, H. Oguma, N. Izuka, S. Kameda, M. Iwata, N. Suematsu, T. Takagi, and K. Tsubouchi, "ASIC Implementation of Multimode Frequency Domain Equalizer for Heterogeneous Wireless System," *IEEE 24rd International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications (PIMRC2013)*, pp.397-402, London, U.K., Sept. 2013. (DOI: 10.1109/PIMRC.2013.6666168)
  93. T. Takahashi, Y. Miyake, F. Yamagata, H. Oguma, S. Kameda, N. Suematsu, T. Takagi, and K. Tsubouchi, "Large-Capacity QZSS Location and Short Message System Using Frame Slotted ALOHA with Flag Method," *IEEE 24rd International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications (PIMRC2013)*, pp.3280-3285, London, U.K., Sept. 2013. (DOI: 10.1109/PIMRC.2013.6666713)
  94. S. Lee, H. Kawaraguchi, T. Hirato, M. Miyahara, and A. Matsuzawa, "A 12b 50/70 MS/s 2.2/4.6 mW 0.03mm<sup>2</sup> CMOS SAR ADC for a Frequency, Performance, and Power Scalable ADC," *SSDM, Fukuoka, Japan*, Sept. 2013.
  95. 三宮 秀次, 青木 一浩, 宮城 桂, 岩田 誠, 西川 博昭, "超低消費電力化データ駆動ネットワーキングプラットフォームの試作," *信学誌*, vol.J96-D, no.10, pp.2319-2326, Oct. 2013.
  96. M. Fujishima, M. Motoyoshi, K. Katayama, K. Takano, N. Ono, and R. Fujimoto, "98 mW 10 Gbps Wireless Transceiver Chipset With D-Band CMOS Circuits," *IEEE Journal of Solid-State Circuits (JSSC)*, vol.48, no.10, pp.2273-2284, Oct. 2013 (DOI: 10.1109/JSSC.2013.2261192)

97. T. T. Ta, S. Tanifuji, S. Kameda, N. Suematsu, T. Takagi, and K. Tsubouchi, "A Calibrationless Si-CMOS 5-bit Baseband Phase Shifter Using a Fixed-Gain-Amplifier Matrix," *IEICE Trans. Electron.*, vol.E96-C, no.10, pp.1322-1329, Oct. 2013. (DOI: 10.1587/transele.E96.C.1322)
98. Y. Suzuki, S. Yoshida, T. Ta, S. Tanifuji, S. Kameda, N. Suematsu, T. Takagi, and K. Tsubouchi, "A 60GHz Band 2x4 Planar Dipole Phased Array Antenna Using Flip Chip Mounted MMIC Mixers," 2013 European Microwave Conference (EuMC 2013), pp.1619-1622, Nuremberg, Germany, Oct. 6-11 2013.
99. Y. Suzuki, S. Yoshida, S. Kameda, N. Suematsu, T. Takagi, K. Tsubouchi, "Design of a 60 GHz Band 3-D Phased Array Antenna Module Using 3-D SiP Structure," 2013 International Symposium on Antennas and Propagation (ISAP2013), TP-2(C), Nanjing, China, Oct. 2013.
100. T. T. Ta, M. Nakamura, O. Wada, K. Gomyo, Y. Suzuki, S. Yoshida, S. Tanifuji, S. Kameda, N. Suematsu, T. Takagi, and K. Tsubouchi, "60-GHz Band Beam Forming Receiver RFIC for Broadband Communication Phased Array Antenna Module," 2013 Asia-Pacific Microwave Conference (APMC2013), pp.230-232, Seoul, Korea, Nov. 2013. (DOI: 10.1109/APMC.2013.6695103)
101. N. Suematsu, Y. Suzuki, S. Yoshida, S. Tanifuji, S. Kameda, T. Takagi, and K. Tsubouchi, "A 60GHz Band 2x4 Array Antenna Module Fabricated by 3-D SiP Technology," 2013 International Symposium on Interfacial Joining and Surface Technology (IJST2013), IFT-1, Nov. 2013 (invited).
102. 松澤 昭, 宮原 正也, "ディペンダブル ADC 技術", *日本信頼性学会誌*, vol. 35, no. 8, p.449, Dec. 2013.
103. 坪内 和夫, 亀田 卓, 平 明憲, 末松 憲治, 高木 直, 松澤 昭, 岩田 誠, 藤島 実, 小熊 博, 中山 正敏, "ディペンダブル・エア," *日本信頼性学会誌*, vol. 35, no. 8, p.470, Dec. 2013.
104. 藤島 実, "高信頼無線集積回路技術," *日本信頼性学会誌*, vol. 35, no. 8, p.484, Dec. 2013.
105. 中山 正敏, 田中 俊行, 稲垣 隆二, 津留 正臣, 谷口 英司, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, "マイクロ波/ミリ波帯オールシリコン CMOS マルチバンド受信フロントエンド IC," *日本信頼性学会誌*, vol. 35, no. 8, p.485, Dec. 2013.
106. Y. Suzuki, S. Yoshida, S. Kameda, N. Suematsu, A. Taira, T. Takagi, and K. Tsubouchi, "Hetero-Plane Beam Synthesis Using 60 GHz Band 3-D Phased Array Antenna Module," 2014 IEEE Radio and Wireless Symposium (RWS2014), MO3A-4, Newport Beach, USA, Jan. 2014.
107. K. Katayama, M. Motoyoshi, K. Takano, C.Y. Li, S. Amakawa and M. Fujishima, "Gain-boosted E-band low-noise amplifier," 7th Global Symposium on Millimeter-Waves 2014 (GSMM 2014), Seoul, May 23, 2014.
108. M. Fujishima, "Terahertz CMOS electronics for future mobile applications," *ECS Transactions*, vol.61, no.6, pp.43-50, 2014.
109. K. Katayama, M. Motoyoshi, K. Takano, C. Li, S. Amakawa, M. Fujishima, "E-Band 65nm CMOS low-noise amplifier design using gain-boost technique," *IEICE Transactions on Electronics*, vol.97, no.6, pp.476-485, 2014.
110. N. Uno, R. Taguchi, and M. Iwata, "Spatial Parallelization of Self-Timed FFT Circuit," *Proc. 2014 International Conference on Parallel and Distributed Processing Techniques and Applications (PDPTA'14)* pp. 521-527, July 2014.
111. S. Okamune, K. Miyagi, and M. Iwata, "DL Timing-Error Detection and Recovery Circuit for Self-Timed Pipeline," *Proc. 2014 International Conference on Parallel and Distributed Processing Techniques and Applications (PDPTA'14)* pp. 528-533, July 2014.
112. 宮城, 岩田, 三宮, 西川, "細粒度パワーゲーティング機構を備えた自己同期型パイプラインとその実装評価," *信学論 A*, Vol. J97-A, No. 8, pp.554-564, Aug. 2014.
113. M. Huang, Y. Miyake, S. Kameda, A. Taira, N. Suematsu, T. Takagi, K. Tsubouchi, "A Proposal of WLAN Control Scheme Using Separated Channel," *The 7th International WDN Workshop on Cooperative and Heterogeneous Cellular Networks (WDN-CN2014)*, Sept. 2014.

114. J. Kuboniwa, Y. Miyake, S. Kameda, A. Taira, N. Suematsu, T. Takagi, K. Tsubouchi, "A Novel Cell Selection Scheme Using Positioning Information for Heterogeneous Wireless System," The 7th International WDN Workshop on Cooperative and Heterogeneous Cellular Networks (WDN-CN2014), Sept. 2014.
115. R. Inagaki, T. Tanaka, M. Tsuru, E. Taniguchi, H. Fukumoto, S. Kameda, N. Suematsu, A. Taira, T. Takagi, K. Tsubouchi, "A 5GHz/60GHz Receiver Front-End CMOS IC in 90nm CMOS Technology," European Microwave Week 2014, Roma, Oct. 2014.
116. N. Suematsu, Y. Suzuki, S. Yoshida, S. Tanifuji, S. Kameda, T. Takagi, and K. Tsubouchi, "A 60-GHz-band 2 x 4 planar dipole array antenna module fabricated by 3-D SiP technology," IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 61 (2014) 012036 (Invited).
117. 高橋 智英, 三宅 裕士, 亀田 卓, 平 明德, 山形 文啓, 小熊 博, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, "QZSS ショートメッセージ SS-CDMA 通信システム: フラグ信号を用いた高効率アクセス制御方式," 信学論, Vol.J97-B, No.11, pp.1096-1105, Nov. 2014.
118. A. Taira, Y. Miyake, S. Kameda, N. Suematsu, T. Takagi, and K. Tsubouchi, "System Stability of SS-CDMA Location and Short Message Communication Using QZSS," 2014 Asia-Pacific Microwave Conference (APMC2014), TH3G-24, Nov. 2014.
119. H. Oguma, K. Norishima, A. Koizumi, J. Kuboniwa, S. Kameda, A. Taira, N. Suematsu, T. Takagi, K. Tsubouchi, "Channel Quality Map Construction Scheme using Location Information for Heterogeneous Wireless Network," International Conference on Engineering and Technology 2014, Thailand, Nov. 2014.
120. J. Kuboniwa, Y. Miyake, S. Kameda, A. Taira, H. Oguma, N. Suematsu, T. Takagi, K. Tsubouchi, "High Efficient Network Selection Scheme Using Location Information for Heterogeneous Wireless System," The 8th International WDN Workshop on Cooperative and Heterogeneous Cellular Networks (WDN-CN2015), March 2015.
121. 三宅 裕士, 平 明德, 亀田 卓, 山形 文啓, 小熊 博, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, "QZSS ショートメッセージ SS-CDMA 通信システムにおける時間・周波数精度を考慮した伝送特性," 信学論, Vol.J98-B, No.4, April 2015 (採録決定).
122. 窪庭 純平, 三宅 裕士, 平 明德, 亀田 卓, 小熊 博, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, "異種無線融合システムにおける位置情報を用いたネットワーク選択手法のユーザスループト特性," 信学論, Vol.J98-B, No.7, July 2015 (採録決定).

(2)その他の著作物(総説、書籍など)

(3)国際学会発表及び主要な国内学会発表

① 招待講演 (国内会議 43 件、国際会議 40 件)

1. A. Matsuzawa, "Trends in high speed ADC design," ASICON 2007, Oct. 26-29, 2007, Guilin.
2. 松澤 昭, "RF SOC の現状と今後の展開," 電子回路研究会, Oct. 2007, 東京.
3. 坪内 和夫, "IT デバイスの技術戦略: ワイヤレス NGN の実現に向けて," 2007 Microwave Workshops & Exhibition (MWE2007) 特別講演, Nov. 2007, 横浜.
4. A. Matsuzawa, "Digital-centric RF CMOS technology," Proc. RFIT Workshop, pp.122-126, Dec. 2007.
5. A. Matsuzawa, "Technology trend of ADCs," IEEE VLSI-DAT 2008, Taiwan, April 2008.
6. A. Matsuzawa, "High speed ADCs: History and future," National Taiwan Univ., Taiwan, April 2008.
7. 坪内 和夫, 小熊 博, 亀田 卓, 高木 直, "最新の Vehicle ネットワーク技術と今後の展望," 日本学術振興会シリコン超集積化システム第 165 委員会第 50 回研究会, July 2008.
8. 松澤 昭, "アナログ集積回路技術の歴史と将来展望 A/D 変換器の開発を中心として," 信学ソ大, Sept. 2008.
9. A. Matsuzawa, "Technology trend of ADCs," Int. Workshop RFID Tech., Chengdu, Oct.

- 2008.
10. A. Matsuzawa, "Introduction to digitally assisted analog and RF circuit design," Int. Symp. Digitally Assisted Analog & RF Circuit Design, Tokyo, Nov. 2008.
  11. 坪内 和夫, "ディペンダブルワイヤレスシステム・デバイスへの挑戦," 信学総大, AI-1-5, March 2009.
  12. 松澤 昭, "バイオ応用に向けた超低消費電力 ADC 技術," 信学総大, CT-2-6, March 2009.
  13. 松澤 昭, "超高速 AD/DA 技術の最新動向," 信学総大, BCI-1-9, March 2009.
  14. K. Tsubouchi, "Dependable Wireless Next Generation Network (NGN): Network and Device Technologies," Global Symposium on Millimeter Waves 2009 (GSMM2009), April 2009 (Keynote).
  15. A. Matsuzawa, "ADCs and DACs for High Data Rate Communications," 2009 Symposium on VLSI Circuits, 京都, 2009 年 6 月.
  16. 松澤 昭, チュートリアル講演, "超高速 CMOS ADC DAC 技術の基礎とその動向," 電子情報通信学会 光通信システム研究会(OCS), 湯河原, 2009 年 7 月.
  17. 松澤 昭, "アナログ・RF 回路の低電圧化へのアプローチ," 日経マイクロデバイス「0.5V 駆動 LSI への挑戦～LSI 低電圧化の技術シナリオ～」セミナー, 東京, 2009 年 7 月.
  18. 亀田 卓, 小熊 博, 高木 直, 坪内 和夫, "ディペンダブルワイヤレスシステム: 周波数領域等化を用いた広帯域無線通信端末の検討," 信学ソ大, ABS-1-5, Sept. 2009.
  19. A. Matsuzawa, Invited Talk, "High speed and low power ADC design with dynamic analog circuits," IEEE ASICON 2009, Changsha, China, Oct. 20-23, 2009.
  20. S. Kameda and K. Tsubouchi, "10mm-square size 3-D system-in-package 60GHz-band modem," Seminar on Super Broadband Wireless Communications, Sendai, Feb. 2010.
  21. 坪内 和夫, "ディペンダブル・エア," 信学総大 (於 東北大学), CS-2-1, March 2010.
  22. 松澤 昭, 宮原正也, "超高速 ADC の低 FoM 化技術," 信学総大, CS-2-2, March 2010.
  23. 谷口 英司, 下沢 充弘, 末松 憲治, 平野 嘉仁, 亀田 卓, 高木 直, 坪内 和夫, "受信系 Si RF フロントエンド回路と受信機構成," 信学総大, CS-2-4, March 2010.
  24. 藤島 実, "ミリ波帯 CMOS イメージ除去フィルタ," 信学総大, CS-2-5, March 2010.
  25. 末松 憲治, 下沢 充弘, 原田 博司, "マルチバンド・マルチモード送受信機用 Si-RFIC 技術," 信学総大, CS-2-6, March 2010.
  26. 松澤 昭, "超低電力アナログ・RF 回路技術: 健康・環境などの新分野開拓に向けて", 電子情報通信学会集積回路研究専門委員会 LSI とシステムのワークショップ 2010, 北九州, May 2010.
  27. 松澤 昭, "アナログ・ミクストシグナル回路設計 とシミュレーション技術," MathWorks アナログ・ミクストシグナルにおけるシステム設計セミナー, 横浜, June 2010.
  28. 松澤 昭, "デジタルアシスト技術の概要," DA SHOW/CDNLive! Japan 2010, 東京, July 2010.
  29. 藤島 実, "Si CMOS による THz 波源," 信学ソ大, 大阪府立大学, Sept. 2010.
  30. 藤島 実, "テラヘルツ領域を目指すミリ波 CMOS 回路," 信学ソ大, 大阪府立大学, Sept. 2010.
  31. A. Matsuzawa, "An ultra low-power analog circuit and ADC design," IEEE Asian Solid-State Circuits Conference (A-SSCC) 2010, Beijing, China, Nov. 2010.
  32. S. Kameda, S. Tomita, N.H. Tran, Y. Miyake, K. Komatsu, H. Oguma, N. Izuka, S. Tanifuji, N. Suematsu, T. Takagi and K. Tsubouchi, "Influence of Hand Tremor for 60-GHz-Band Broadband Wireless Communication Terminal Based on Advanced Kiosk Model," Seminar on Small Power Wireless Communications, Sendai, Dec. 2010.
  33. 松澤 昭, "低電力アナログ・RF 回路技術: 戦略と実践," 第 2 回 Technical Workshop for Open Innovation 「Green ICE Initiative の展開」, 第 62 回精密工学研究所シンポジウム, 東京, Dec. 2010.
  34. 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, "災害に強いディペンダブルワイヤレスネットワーク," 通研共同プロジェクト研究会「小電力無線通信技術の応用」(2011). (Invited)
  35. 亀田 卓, "周波数領域等化技術を用いた広帯域無線通信システムの実装," 電子情報通

- 信学会・集積回路研究会 (ICD), ICD2011-35 (2011). (Invited)
36. 松澤 昭, 特別講演, "ギガビットミリ波通信を実現するアナログ・RF-CMOS 集積回路技術", 電子情報通信学会 ソサイエティ大会 プレナリーセッション, 北海道, 9 月. 2011 年.
  37. 藤島 実, 「ミリ波／テラヘルツ CMOS 回路」, 2011 年電子情報通信学会ソサイエティ大会, 札幌, 2011年9月15日
  38. 藤島 実, 「ミリ波／テラヘルツ CMOS 回路の最新動向」, マイクロ波・ミリ波フォトニクス研究会, 東京, 2011年10月28日
  39. A. Matsuzawa and K. Okada, Invited, "Indoor and Outdoor Millimeter Wave Systems and RF/BB SoCs," 2011 IEEE RFIC Symposium, Baltimore, June 2011.
  40. A. Matsuzawa, Invited, "Energy efficient A/D converter design," International Symposium on Low Power VLSI Design, 日本学術振興会 シリコン超集積化システム第 165 委員会, Kyoto, June 2011.
  41. M. Fujishima, "Millimeter-wave and Terahertz CMOS Design," CMOS Emerging Technologies, Whistler (Canada), June 15, 2011.
  42. M. Fujishima, "Millimeter-wave and Terahertz CMOS Design," IEEE SSCS Distinguished Lecture, Bangkok (Thailand), August 13, 2011.
  43. S. Tanifuji, K. Ando, T. T. Ta, S. Kameda, N. Suematsu, T. Takagi, K. Tsubouchi, "High Sampling Rate 1GS/s Current Mode Pipeline ADC in 90nm Si-CMOS Process," 2011 IEEE MTT-S International Microwave Workshop Series on Intelligent Radio for Future Personal Terminals 2011 (IMWS2011), Korea, August 2011. (invited).
  44. M. Fujishima, "Millimeter-wave and Terahertz CMOS Design," IEEE SSCS Distinguished Lecture, La Plata (Argentina), Sept. 7, 2011
  45. N. Suematsu, S. Yoshida, S. Tanifuji, S. Kameda, T. Takagi, and K. Tsubouchi, "60GHz Antenna Integrated Transmitter Module Using 3-D SiP Technology and Organic Substrates," Eur. Microwave Conf. (EuMC2011), Manchester, UK, Oct. 2011. (Invited)
  46. A. Matsuzawa, Invited, "Energy Efficient ADC Design With Low Voltage Operation," ASICON 2011, Xiamen, China, Oct. 2011.
  47. A. Matsuzawa and K. Okada, Invited, "60GHz Direct Conversion CMOS Transceiver Design," EDSSC 2011, Tianjin, China, Nov. 2011.
  48. M. Fujishima, "Millimeter-wave and Terahertz CMOS Design," International Conference on Advanced Electromaterials 2011, Jeju (Korea), Nov. 8, 2011.
  49. M. Fujishima, "Millimeter-wave and Terahertz CMOS Design," IEEE SSCS Distinguished Lecture, Tokyo, Nov. 18, 2011.
  50. M. Fujishima, "Millimeter-wave and Terahertz CMOS Design," IEEE SSCS Distinguished Lecture, Osaka, Nov. 21, 2011.
  51. M. Fujishima, "Millimeter-wave and Terahertz CMOS Design," IEEE SSCS Distinguished Lecture, Melbourne (Australia), Dec. 9, 2011.
  52. A. Matsuzawa and K. Okada, Invited, "Short Range and Long Range Millimeter Wave Systems and RF/BB SoCs," RFIT Symposium 2011, Beijing, China, Dec. 2011.
  53. S. Yoshida, S. Tanifuji, S. Kameda, N. Suematsu, T. Takagi, and K. Tsubouchi, "A 60-GHz Band WPAN Transmitter Module Integrated with a Planar Dipole Antenna Using Organic Substrates and 3-D SiP Technology," IEEE Electrical Design of Advanced Packaging and Systems (EDAPS2011), Hangzhou, China, Dec. 2011. (Invited)
  54. 松澤 昭, "アナログ・RF 技術の最新動向と技術者教育," 群馬アナログ技術立県推進フォーラム, 群馬, 2012 年 2 月.
  55. 松澤 昭, "ミリ波用 RF・アナログ CMOS 集積回路設計技術," 広島大学ナノデバイス・バイオ融合科学研究所セミナー, 広島, 2012 年 1 月.
  56. 松澤 昭, "低電力アナログ・RF・ADC 回路技術 -- その戦略と実践 --," STARC アドバンスト講座 低消費電力化セミナー, 東京, 2012 年 3 月.
  57. 小熊 博, "東日本大震災と情報通信," 情報処理学会中国支部, 広島市, 2012 年 5 月.
  58. A. Matsuzawa, "Essence and Technology Direction of ADC Design," The 2012 International Meeting for Future of Electron Devices, Kansai (IMFEDK), I-1, May 2012.
  59. 末松 憲治, "高周波送信増幅器のひずみ補償回路技術," 信学技報, vol. 112, no. 50,

- WBS2012-9, pp. 47-54, 2012 年 5 月.
60. S. Kameda, Y. Miyake, K. Komatsu, M. Iwata, N. Suematsu, T. Takagi, and K. Tsubouchi, "ASIC Implementation of Multimode Frequency Domain Equalizer for Dependable Air," The 27th International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications (ITC-CSCC2012), D-T1-02, July 2012 (invited).
  61. M. Tsuru, "Flip-Chip Assembled 60GHz CMOS Receiver Front-End," IMWS 2012, China, Sept. 18-20, 2012. Akira Matsuzawa, Keynote, "Current status and future prospect of analog and RF VLSI design," International Conference on Analog VLSI Circuits (AVIC), Valencia, Spain, Oct. 2012.
  62. Akira Matsuzawa, Keynote, "Current status and future prospect of analog and RF VLSI design," International Conference on Analog VLSI Circuits (AVIC), Valencia, Spain, Oct. 2012.
  63. Akira Matsuzawa, Invited, "An Ultra-low Power Mixed Signal SoC for Detrusor Pressure Sensing Capsules and a Brief Introduction of the Researches on IC Technology for Biomedical Applications in Japan," 2012 NTU Medical Electronics Workshop, Taipei, Taiwan, Nov. 2012.
  64. Akira Matsuzawa, Invited, "Analog and RF circuits design and future devices interaction," IEEE International Electron Devices Meeting (IEDM), San Francisco, USA, Dec. 2012.
  65. Noriharu Suematsu, Shoichi Tanifuji, Satoshi Yoshida, Yuya Suzuki, Suguru Kameda, Tadashi Takagi, Kazuo Tsubouchi, "60GHz Antenna Integrated Transmitter Module," IEEE CPMT Symposium Japan 2012 (ISCJ 2012), Dec, 2012.
  66. 松澤 昭, "60GHz CMOS トランシーバーの開発 --無線を用いた超高速データ伝送の実現--," 光産業技術振興協会 フォトニックデバイス応用技術研究会, 神奈川, 2013 年 1 月.
  67. 松澤 昭, "アナログ・ADC 開発の今後," 電子情報通信学会 シリコンアナログ RF 研究会, 東京, 2013 年 3 月.
  68. 松澤 昭, "アナログ・RF CMOS 集積回路技術の現状と今後の動向 -ADC などのベースバンド回路を中心に-, " 電子情報通信学会 マイクロ波研究会, 広島, 2013 年 3 月.
  69. 松澤 昭, "光・無線通信の超高速化に向けた高周波アナログ・デジタル集積回路技術," フォトニックネットワークシンポジウム, 神奈川, 2013 年 3 月.
  70. M. Fujishima, "Power-Efficient Ultrahigh-Speed CMOS Wireless Communications in Terahertz Era," 2013 IEEE International Electron Devices Meeting (IEDM), 9-11 Dec. 2013, pp. 17.6.1-17.6.4, Washington, DC (invited) (DOI: 10.1109/IEDM.2013.6724650).
  71. A. Taira, Y. Miyake, S. Kameda, N. Suematsu, T. Takagi, K. Tsubouchi, "QZSS Location and Short Message Communication System against Big Disasters," Vietnam-Japan International Symposium on Antennas and Propagation (VJISAP2013), pp.229-234, Vietnam, Jan. 2014 (invited).
  72. M. Fujishima, "Terahertz CMOS electronics for future mobile applications," 225th ECS Meeting, Florida, May 11, 2014.
  73. M. Fujishima, "Power-efficient ultrahigh-speed CMOS wireless communication," 7th Global Symposium on Millimeter-Waves 2014 (GSMM 2014), Seoul, May 24, 2014.
  74. A. Matsuzawa, "Scalable and Synthesizable Analog IPs," 2014 CMOS Emerging Technologies Research Symposium, Grenoble, France, July 2014.
  75. 松澤 昭, "アナログ RF 技術の今後の発展," 高周波・アナログ半導体ビジネス研究会, 京都, 2014 年 9 月.
  76. 松澤 昭, "アナログ RF 回路設計技術の発展に向けて," LSI とシステムのワークショップ 2014, 電子情報通信学会集積回路研究専門委員会, 北九州, 2014 年 5 月.
  77. 松澤 昭, "ソフトウェア無線に向けた A/D 変換技術," 電子情報通信学会 スマート無線研究会, 神奈川, 2014 年 5 月.
  78. 平 明德, 三宅 裕士, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, "準天頂衛星システムを活用する SS-CDMA ショートメッセージ通信," 信学技報 RCS2014-124, pp. 185-192, July 2014.
  79. 藤島 実, "テラヘルツ CMOS 回路の現状と課題," 電子情報通信学会ソサイエティ大会,

徳島, 2014年9月24日.

80. 亀田 卓, 窪庭純平, 三宅裕士, 平 明德, 小熊 博, 末松憲治, 高木 直, 坪内和夫, “QZSS/GPS 高精度位置情報を用いた異種無線融合システムのネットワーク選択手法,” 電子情報通信学会ソサイエティ大会, BS-2-4, 2014年9月.
81. 末松憲治, “デジタル RF のマルチバンド・マルチモード化技術,” 電子情報通信学会ソサイエティ大会, BT-3-4, 2014年9月.
82. K. Tsubouchi, "Extended Dependable Air: Heterogeneous Wireless Network for Surface, Space and Sea," 2014 Asia-Pacific Microwave Conference (APMC2014), TH3A-1, Nov. 2014.
83. 亀田 卓, 窪庭 純平, 三宅 裕士, 平 明德, 小熊 博, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, “QZSS/GPS 高精度位置情報を用いたトラヒックナビゲーション,” 電子情報通信学会総合大会, BI-5-5, March 2015 (依頼講演).

② 口頭発表 (国内会議 177 件、国際会議 6 件)

1. T. Moue and A. Matsuzawa, “ $\Sigma\Delta$ -modulator with high nearby interferers suppression by transmission zeroes”, SASIMI, Sapporo, R1-14, Oct. 2007.
2. M. Miyahara, H. Endo, and A. Matsuzawa, “The effects of switch resistances on pipelined ADC performances and the optimization for the settling time,” SASIMI, Sapporo, R1-15, Oct. 2007.
3. 田中 洪太, 倉持 泰秀, 倉科 隆, 岡田 健一, 松澤 昭, “バイオメディカル用容量/デジタル変換器の研究,” 電子情報通信学会シリコンアナログ RF 研究会, 千葉, RF2007-3, p.1, Nov. 2007.
4. 田中 洪太, 倉持 泰秀, 倉科 隆, 岡田 健一, 松澤 昭, “電荷再配分技術を用いた生体観測のための低消費電力データ変換器,” 電子情報通信学会システム LSI ワークショップ, 福岡, Nov. 2007.
5. 小松 和寛, 三宮 秀次, 岩田 誠, 亀田 卓, 坪内 和夫, “セルフタイム型ウェブパイプラインの相互転送制御回路の検討,” 信学技報, ICD2007-129, Dec. 2007.
6. 亀田 卓, 山形 文啓, 小熊 博, 中瀬 博之, 高木 直, 坪内 和夫, 浅野 安良, 飯塚 昇, 山崎 吉晴, “無線 LAN・広域モバイルブロードバンドワイヤレスアクセス間ローミング技術,” 信学技報, SR2007-65, Jan. 2008.
7. 大嶋 尚一, 森 悟朗, 野沢 堯志, タトアン タン, 小熊 博, 亀田 卓, 中瀬 博之, 高木 直, 坪内 和夫, “マルチキャリア MSK 変調を用いた高速無線通信システムの FPGA 実装,” 信学技報, SR2007-80, Jan. 2008.
8. トラン ハオ ゴク, 亀田 卓, 中瀬 博之, 高木 直, 坪内 和夫, “60GHz 帯の屋内マルチパス伝搬特性の測定,” 信学技報, SR2007-81, Jan. 2008.
9. 大嶋 尚一, 森 悟朗, 野沢 堯志, タトアン タン, 小熊 博, 亀田 卓, 中瀬 博之, 高木 直, 坪内 和夫, “マルチキャリア MSK 変調を用いた高速無線通信システムの試作,” 信学技報 RCS2007- 221, March 2008.
10. 小熊 博, 亀田 卓, 中瀬 博之, 高木 直, 坪内 和夫, 飯塚 昇, 浅野 安良, 山崎 吉晴, “MBWA システムにおける主要課題 (1) ~ OFDMA システムのフィールド実験,” 信学技報, WBS2007-105, March 2008.
11. 飯塚 昇, 浅野 安良, 山崎 吉晴, 小熊 博, 亀田 卓, 中瀬 博之, 高木 直, 坪内 和夫, “MBWA システムにおける主要課題 (2) ~ セクタ間干渉によるスループット特性劣化の原因と考察,” 信学技報, WBS2007-106, March 2008.
12. 表 昌佑, 藍 洲, 児島 史秀, 原田 博司, 中瀬 博之, 加藤 修三, “60GHz 帯 WPAN 用 MAC オペレーションプロシージャ,” 信学技報, RCS2007-209, March 2008.
13. トラン ハオ ゴク, 亀田 卓, 中瀬 博之, 高木 直, 坪内 和夫, “60GHz 帯屋内マルチパス伝搬特性の高分解能測定,” 信学総大, A-5-15, March 2008.

14. 吉田 賢史, 小熊 博, 亀田 卓, 中瀬 博之, 高木 直, 坪内 和夫, “ALIVH 基板を用いた 60GHz 帯超小型モジュール用アンテナ,” 信学総大, B-1-69, March 2008.
15. 亀田 卓, 小熊 博, 飯塚 昇, 浅野 安良, 山崎 吉晴, 中瀬 博之, 高木 直, 坪内 和夫, “仙台地域におけるモバイルブロードバンド実証実験 (8) - OFDMA システムのセル化 -,” 信学総大, B-5-97, March 2008.
16. 小熊 博, 亀田 卓, 飯塚 昇, 浅野 安良, 山崎 吉晴, 中瀬 博之, 高木 直, 坪内 和夫, “仙台地域におけるモバイルブロードバンド実証実験 (9) - OFDMA システムのセクタ間干渉 -,” 信学総大, B-5-98, March 2008.
17. 野沢 堯志, 森 悟朗, 大嶋 尚一, 亀田 卓, 小熊 博, 中瀬 博之, 高木 直, 坪内 和夫, “5GHz 帯 WLAN 用 Si-CMOS VCO の設計,” 信学総大, C-2-18, March 2008.
18. 竹内 太志, 松崎 圭佑, 小熊 博, 亀田 卓, 中瀬 博之, 高木 直, 坪内 和夫, “Cu ボールによる基板間接続の反射特性改善(1): シングルエンド接続,” 信学総大, C-2-56, March 2008.
19. 松崎 圭佑, 竹内 太志, 小熊 博, 亀田 卓, 中瀬 博之, 高木 直, 坪内 和夫, “Cu ボールによる基板間接続の反射特性改善(2): 差動接続,” 信学総大, C-2-57, March 2008.
20. 神林 裕樹, 大橋 翔, 藤島 実, “60GHz 高利得電流駆動受動 CMOS ミキサ,” 信学総大, C-12-61, March 2008.
21. 谷藤 正一, 青田 雄嗣, 小熊 博, 亀田 卓, 中瀬 博之, 高木 直, 坪内 和夫, “FBAR における膜厚制御によるスプリアス振動の抑制,” 応物春季, 29p-ZN-10, March 2008.
22. 神林 裕樹, 大橋 翔, 藤島 実, “60GHz 高利得電流駆動受動 CMOS ミキサ,” 信学総大, C-12-61, March 2008.
23. 亀田 卓, 小熊 博, 飯塚 昇, 浅野 安良, 山崎 吉晴, 高木 直, 坪内 和夫, “仙台地域におけるモバイルブロードバンド実証実験(10) - 種々の基地局高における孤立セルの特性 -,” 信学ソ大, B-5-40, Sept. 2008.
24. 小熊 博, 亀田 卓, 飯塚 昇, 浅野 安良, 山崎 吉晴, 高木 直, 坪内 和夫, “仙台地域におけるモバイルブロードバンド実証実験(11) - 帯域一定条件下での Reuse=1 と Reuse=3 のスループット -,” B-5-41, Sept. 2008.
25. 野沢 堯志, 大嶋 尚一, タトゥア タン, 小熊 博, 亀田 卓, 高木 直, 坪内 和夫, “広帯域・高精度 90 度位相器を用いた 5GHz 帯 Si-CMOS 直交変調ミキサ,” 信学ソ大, C-2-2, Sept. 2008.
26. 松澤 昭, 宮原 正也, “超高速・低消費電力 ADC/DAC,” 信学ソ大, CK-2-12, Sept. 2008.
27. 吉原 慶, 浅田 友輔, 宮原 正也, 岡田 健一, 松澤 昭, “コンパレータノイズが A/D コンバータの性能に与える影響に関する研究,” 信学ソ大, CK-2-12, Sept. 2008.
28. Minh Khoa Vu, 宮原 正也, 岡田 健一, 松澤 昭, “容量 DAC の寄生容量が SAR ADC の精度に与える影響の検討,” 信学ソ大, C-12-19, Sept. 2008.
29. 浦野 達也, 浅田 友輔, 宮原 正也, 岡田 健一, 松澤 昭, “ダブルテールラッチ型コンパレータとブリアンプを用いたコンパレータの性能比較,” 信学ソ大, C-12-23, Sept. 2008.
30. タトゥア タン, 野沢 堯志, 松崎 圭佑, 大嶋 尚一, 亀田 卓, 高木 直, 坪内 和夫, “5GHz 帯広帯域・低位相雑音 Si-CMOS VCO の設計,” 信学ソ大, CS-2-8, Sept. 2008.
31. 小松 和寛, ヴァレンティン ゲオルギウ, 亀田 卓, 高木 直, 坪内 和夫, 安達 文幸, “シングルキャリア伝送用周波数領域等化器の LSI 実装,” 信学技報, SR2008-43, Oct. 2008.
32. 柏村 育郎, 小熊 博, 亀田 卓, 高木 直, 坪内 和夫, 飯塚 昇, 浅野 安良, 山崎 吉晴, “都市部における MBWA システムの特性 ~ 種々の基地局高における孤立セルの特性 ~,” 信学技報, SR2008-44, Oct. 2008.
33. 吉田 賢史, 竹内 太志, 亀田 卓, 高木 直, 坪内 和夫, “多層 LCP 基板を用いた 5GHz 帯サスペンデッド結合バランの広帯域化,” 信学技報, MW2008-143, Nov. 2008.
34. 野沢 堯志, 安藤 桂, 小熊 博, 亀田 卓, 高木 直, 坪内 和夫, “電流モードパイプライン型 ADC の設計,” 信学総大, A-1-47, March 2009.
35. 亀田 卓, 小熊 博, 飯塚 昇, 浅野 安良, 山崎 吉晴, 高木 直, 坪内 和夫, “仙台地域

- におけるモバイルブロードバンド実証実験 (12) –種々の基地局高における Uplink の特性–,” 信学総大, B-5-47, March 2009.
36. 小熊 博, 亀田 卓, 飯塚 昇, 浅野 安良, 山崎 吉晴, 高木 直, 坪内 和夫, ”仙台地域におけるモバイルブロードバンド実証実験 (13) –Downlink における 256QAM の適用効果–,” 信学総大, B-5-48, March 2009.
  37. 吉田 賢史, 小熊 博, 亀田 卓, 高木 直, 坪内 和夫, ”有機樹脂基板を用いた 60GHz 帯超小型 WPAN モジュール用アンテナの基礎的検討,” 信学総大, C-2-91, March 2009.
  38. 白 戴和, 宮原 正也, 岡田 健一, 松澤 昭, “並列型 ADC 用の参照電圧回路の RC 遅延に関する検討,” 信学総大, C-12-63, March 2009.
  39. 吉田 賢史, 小熊 博, 亀田 卓, 高木 直, 坪内 和夫, “メアンダ形状を適用した 5GHz 帯バラナー一体型ダイポールアンテナの交差偏波特性,” 信学技報, vol. 109, no. 35, AP2009-32, pp. 123-128, May 2009.
  40. 柏村 育郎, 富田 俊輔, 小松 和寛, トラン ハオ ゴク, 小熊 博, 飯塚 昇, 亀田 卓, 高木 直, 坪内 和夫, “シングルキャリア・マルチキャリアハイブリッド通信方式の検討,” 信学技報, vol. 109, no. 61, SR2009-8, pp. 51-55, May 2009.
  41. 亀田 卓, 大嶋 尚一, タトアン タン, 小熊 博, 高木 直, 坪内 和夫, “マルチキャリア MSK 変調を用いた高速無線通信システム ~ 直交周波数配置による帯域低減手法の検討 ~,” 信学技報, vol. 109, no. 164, RCS2009-78, pp. 1-6, Aug. 2009.
  42. 柏村 育郎, 富田 俊輔, 小松 和寛, トラン ハオ ゴク, 小熊 博, 飯塚 昇, 亀田 卓, 高木 直, 坪内 和夫, “シングルキャリア・マルチキャリアハイブリッド通信方式の検討 ~ 遠近問題を考慮した特性評価 ~,” 信学技報, vol. 109, no. 164, RCS2009-79, pp. 7-12, Aug. 2009.
  43. 富田 俊輔, 小熊 博, 亀田 卓, 飯塚 昇, 浅野 安良, 山崎 吉晴, 高木 直, 坪内 和夫, "仙台地域におけるモバイルブロードバンド実証実験(14) –Uplink における 16QAM の効果–," 信学ソ大, B-5-72, Sept. 2009.
  44. 小熊 博, 亀田 卓, 飯塚 昇, 浅野 安良, 山崎 吉晴, 高木 直, 坪内 和夫, "仙台地域におけるモバイルブロードバンド実証実験(15) –Uplink における 64QAM への適用検討–," 信学ソ大, B-5-73, Sept. 2009.
  45. 谷口 英司, 下沢 充弘, 末松 憲治, 平野 嘉仁, 亀田 卓, 高木 直, 坪内 和夫, " $\lambda/4$  線路を用いた 60GHz 帯 CMOS トランジスタペア形偶高調波ミキサ," 信学ソ大, C-2-18, Sept. 2009.
  46. Tuan Thanh Ta, 松崎 圭介, 五明 克規, 亀田 卓, 高木 直, 坪内 和夫, "3 倍高調波注入によるプッシュプルパワーアンプの歪低減方法の検討," 信学ソ大, C-2-39, Sept. 2009.
  47. 五明 克規, 松崎 圭祐, Tuan Thanh Ta, 中山 英太, 亀田 卓, 加藤 修三, 高木 直, 坪内 和夫, "60GHz 帯 Si-CMOS PA の設計 (1): トランジスタ最適化手法," 信学ソ大, C-2-40, Sept. 2009.
  48. 中山 英太, 松崎 圭祐, Tuan Thanh Ta, 五明 克規, 亀田 卓, 高木 直, 坪内 和夫, "60GHz 帯 Si-CMOS PA の設計 (2): 試作と評価," 信学ソ大, C-2-41, Sept. 2009.
  49. 安藤 桂, 野沢 堯志, 亀田 卓, 加藤 修三, 高木 直, 坪内 和夫, "電流モードパイプライン型 ADC の試作と評価," 信学ソ大, C-12-58, Sept. 2009.
  50. N. Kagawa, K. Miyagi, S. Sannomiya, M. Iwata, "A Study on Performance-Power Model of Ultra-Low-Power Self-Timed Pipeline," International Workshop on Information Technology (IWIT) 2009, Changchun, China, September 2009.
  51. 小熊 博, “5GHz 帯 324Mbps 無線通信システムの開発・実装,” 第 1 回 VLSI ディペンダビリティの物理・デバイス・回路レベルテスト構造フォーラム, FD1-1, Sept. 2009.
  52. 小松 和寛, 亀田 卓, “周波数領域等化回路の ASIC 実装”, 第 1 回 VLSI ディペンダビリティの物理・デバイス・回路レベルテスト構造フォーラム, FD1-2, Sept. 2009.
  53. 吉田 賢史, 小熊 博, 亀田 卓, 高木 直, 坪内 和夫, “メアンダ形状を適用した 5GHz 帯バラナー一体型 3 スタックドメアンダラインアンテナの交差偏波特性,” 信学技報, vol. 109, no. 218, AP2009-104, pp. 7-12, Oct. 2009.

54. Dong Ta Ngoc Huy, Masaya Miyahara, and Akira Matsuzawa, "Thermal Noise Effects Caused by Settling Time Optimization in Switched-Capacitor Circuits," Electronics Society Technical Committee on Integrated Circuits and Devices, IEICE, ICD2009-33-ICD2009-62, pp. 81-86, Oct. 2009.
55. 白 戴和, 浅田 友輔, 宮原 正也, 松澤 昭, "補間技術とバックグランド補償技術を用いた 8-bit 600-MSps 並列型 ADC に関する研究", Electronics Society Technical Committee on Integrated Circuits and Devices, IEICE, ICD2009-33-ICD2009-62, pp. 99-104, Oct. 2009.
56. 谷口 英司, 下沢 充弘, 末松 憲治, 平野 嘉仁, 亀田 卓, 高木 直, 坪内 和夫, "λ/4 線路を用いた 60GHz 帯 CMOS トランジスタペア形偶高調波ミキサ," 信学技報, vol. 109, no. 342, MW2009-152, pp. 53-57, Dec. 2009.
57. 小熊 博, 亀田 卓, 飯塚 昇, 浅野 安良, 山崎 吉晴, 高木 直, 坪内 和夫, "仙台地域におけるモバイルブロードバンド実証実験: ~ QAM 変調方式の適用効果 ~," 信学技報, vol. 109, no. 341, RCS2009-193, pp. 155-160, Dec. 2009.
58. 亀田 卓, 小熊 博, 高木 直, 坪内 和夫, "広帯域無線通信端末への周波数領域等化技術の適用," 信学総大, CS-2-8, March 2010.
59. 小熊 博, 亀田 卓, 飯塚 昇, 浅野 安良, 山崎 吉晴, 高木 直, 坪内 和夫, "仙台地域におけるモバイルブロードバンド 実証実験 (16) ー帯域 20MHz 条件下の Uplink における 16QAM のカバレッジ推定ー," 信学総大, B-5-26, March 2010.
60. 富田 俊輔, 亀田 卓, "無線通信システムのための HDL 統合設計手法," 第 2 回 VLSI ディペンダビリティの物理・デバイス・回路レベルテスト構造フォーラム, FD2-1, March 2010.
61. 三宅 裕士, トラン ハオ ゴク, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, 安達 文幸, "60GHz 帯広帯域無線通信のための屋内伝搬環境測定・評価," 信学技報, vol. 110, no. 153, SR2010-28, pp. 69-74, July 2010.
62. 富田 俊輔, トラン ハオ ゴク, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, "60GHz 帯広帯域無線通信端末における手ぶれ振動の影響," 信学技報, vol. 110, no. 153, SR2010-29, pp. 75-80, July 2010.
63. Hong Phuc NINH, Ngoc Huy Dong TA, Masaya MIYAHARA and Akira MATSUZAWA, "Designing of a 10MHz BW 77dB SNDR 8.1mW Continuous-Time Delta-Sigma Modulator With a Proposed Low Power, Rail-to-Rail Output Swing OPAMP," IEICE Integrated Circuits and Devices in Vietnam (IEICE-ICDV), Ho Chi Minh, Vietnam, August 2010.
64. M. Motoyosi and M. Fujishima, "6.2mW 84GHz CMOS Amplifier," Integrated Circuits and Devices in Vietnam 2010, Ho Chi Minh, August 2010
65. 李 賢義, 宮原 正也, 松澤 昭, "入力信号レンジが SAR ADC の性能に与える影響に関する研究," 信学ソ大, C-12-6, Sept. 2010.
66. 浅澤 豊旗, 山岸 世明, 宮原 正也, 松澤 昭, "基板バイアスによる比較器のオフセット補償技術に関する検討," 信学ソ大, C-12-7, Sept. 2010.
67. 山岸 世明, 宮原 正也, 松澤 昭, "低キックバック・低雑音な比較器に関する検討", 信学ソ大, C-12-8, Sept. 2010.
68. 小熊 博, 亀田 卓, 飯塚 昇, 浅野 安良, 山崎 吉晴, 谷藤 正一, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, "仙台地域におけるモバイルブロードバンド実証実験 (17) ー帯域 20MHz 条件下の Downlink における 64QAM のカバレッジ推定ー," 信学ソ大, B-5-50, Sept. 2010.
69. 三宅 裕士, 柏村 育郎, 谷藤 正一, 小熊 博, 飯塚 昇, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, 安達 文幸, "シングルキャリア/マルチキャリアハイブリッド通信方式の検討: アップリンクのスループット特性評価," 信学ソ大, B-5-85, Sept. 2010.
70. 五明 克規, 松崎 圭佑, 吉田 賢史, 谷藤 正一, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, "20-60GHz 帯 広帯域 CMOS オンチップ サスペンデッド結合バラン," 信学ソ大, C-2-2, Sept. 2010.
71. T. T. Ta, 谷藤 正一, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, "CCPW 線路を用いた小形 30 GHz 帯 CMOS VCO," 信学ソ大, C-2-10, Sept. 2010.

72. 亀田 卓, "周波数領域等化回路の ASIC 実装と評価," 第 3 回 VLSI ディペンダビリティの物理・デバイス・回路レベルテスト構造フォーラム, FD3-1, Sept. 2010.
73. 小熊 博, "無線通信領域におけるモデルベース設計手法の適用検討," 第 3 回 VLSI ディペンダビリティの物理・デバイス・回路レベルテスト構造フォーラム, FD3-2 Sept. 2010.
74. 富田 俊輔, 三宅 裕士, 小松 和寛, 小熊 博, 飯塚 昇, 谷藤 正一, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, "MMSE 規範に基づく周波数領域等化器の量子化誤差の影響," 信学技報, vol. 110, no. 252, SR2010-41, pp. 7-12, Oct. 2010.
75. 安藤 桂, 松崎 圭佑, 五明 克規, タトアン タン, 中山 英太, 谷藤 正一, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, "トランジスタサイズ最適化手法を用いた 60GHz 帯ブロードバンド通信用 Si-CMOS 高効率 PA," 信学技報, vol. 110, no. 307, MW2010-119, pp. 81-86, Nov. 2010.
76. 吉田 賢史, 谷藤 正一, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, "3 次元 SiP を用いた 60GHz 帯小型モジュール一体型平面ダイポールアンテナの高利得化," 信学技報, vol. 110, no. 371, AP2010-157, pp. 141-146, Jan. 2011.
77. 安藤 桂, 野沢 堯志, タトアン タン, 谷藤 正一, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, "微細 CMOS プロセスを用いた 1GS/s 電流モードパイプライン型 ADC," 信学技報, vol. 110, no. 398, SR2010-83, pp. 89-94, Jan. 2011.
78. 小林 和正, 三宅 裕士, 柏村 育郎, 富田 俊輔, 谷藤 正一, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, "シングルキャリア/マルチキャリアハイブリッド通信方式の検討: 干渉局の影響を考慮したスループット特性の評価," 信学総大, B-5-44, March 2011.
79. 五明 克規, 安藤 桂, タトアン タン, 中山 英太, 谷藤 正一, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, "トランジスタサイズ最適化手法を用いた 60GHz 帯 Si-CMOS 高効率プッシュプル PA," 信学総大, C-2-8, March 2011.
80. 水谷 浩之, 谷口 英司, 下沢 充弘, 平野 嘉仁, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, "90nm CMOS を用いた 60GHz 帯高利得低雑音増幅器," 信学総大, C-2-30, March 2011.
81. 谷藤 正一, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, "90nm Si-CMOS プロセスを用いた 60GHz 帯 Series/Shunt 形 高耐電力 T/R スイッチ," 信学総大, C-2-39, March 2011.
82. 吉田 賢史, 谷藤 正一, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, "60GHz 帯 IC のフリップチップ実装時におけるアンダーフィル封止とサイドフィル封止の RF 特性比較," 信学総大, C-2-70, March 2011.
83. 李 承鍾, 白 戴和, 宮原 正也, 松澤 昭, "容量 DAC の寄生容量が SAR ADC の精度に与える影響の検討," 信学総大, C-12-40, March 2011.
84. 真野 息吹, 宮原 正也, 松澤 昭, "コンパレータの出力遅延を用いた補間に関する検討," 信学総大, C-12-41, March 2011.
85. 安藤 桂, 野沢 堯志, タトアン タン, 谷藤 正一, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, "90nm Si-CMOS 1GS/s 電流モードパイプライン型 ADC," 信学総大, C-12-46, March 2011.
86. 水谷 浩之, 津留 正臣, 谷口 英司, 下沢 充弘, 平野 嘉仁, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, "段間整合インダクタを用いた 60GHz 帯 CMOS カスコード形 LNA の試作," 信学技報, vol. 110, no. 447, MW2010-164, pp. 73-78, March 2011.
87. 安藤 桂, 野沢 堯志, タトアン タン, 谷藤 正一, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, "90nm CMOS プロセスを用いた 1GS/s 電流モードパイプライン型 ADC の試作," 信学技報 MW2011-1, pp. 1-6, 2011 年 4 月.
88. 五明 克規, タトアン タン, 谷藤 正一, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, "90nm CMOS プロセスを用いた 60GHz 帯高利得 LNA," 信学技報 MW2011-2, pp. 7-10, 2011 年 4 月.
89. 三宅 裕士, 柏村 育郎, 小林 和正, 富田 俊輔, 小松 和寛, 谷藤 正一, 小熊 博, 飯塚 昇, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, "シングルキャリア/マルチキャリアハイブ

- リッド通信方式の検討:干渉局信号周波数偏差の影響を考慮したスループット特性評価,” 信学技報 SR2011-3, pp. 13-18, 2011 年 4 月.
90. D. Paik, M. Miyahara, and A. Matsuzawa, "An analysis on a pseudo-differential dynamic comparator with load capacitance calibration," IEICE Technical Report on Silicon Analog RF Technologies, vol. RF2011-2, p. 3, Aug., 2011.
  91. J. Lin, M. Miyahara, and A. Matsuzawa, "A High-Speed Clock-Scalable Dynamic Amplifier for Mixed-Signal Applications," IEICE Society Conference, pp. 82, Sapporo, Japan, Sept. 2011.
  92. 李 賢義, 宮原 正也, 松澤 昭, “寄生容量が補間型パイプライン ADC の性能に与える影響,” 2011 信学ソ大, C-12-8, 札幌, Sept. 2011.
  93. 真野 息吹, 宮原 正也, 松澤 昭, “遅延時間補間を用いた 0.5V 6-bit 500MS/s FLASH ADC の検討,” 2011 信学ソ大, C-12-9, 札幌, Sept. 2011.
  94. 角川 佳弘, 李 賢義, 宮原 正也, 松澤 昭, “MOM 容量の容量設定精度とばらつきの測定,” 2011 信学ソ大, C-12-19, 札幌, Sept. 2011.
  95. 吉田 賢史, 谷藤 正一, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, "三次元システムインパッケージ実装技術を用いた 60GHz 帯平面ダイポールアレイアンテナ," 2011 信学ソ大, B-1-143, 札幌, Sept. 2011.
  96. 小林 和正, 三宅 裕士, 小松 和寛, 富田 俊輔, 谷藤 正一, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, "MMSE 規範を用いた SC-FDE の量子化誤差の影響," 2011 信学ソ大, B-17-6, 札幌, Sept. 2011.
  97. 末松 憲治, 亀田 卓, 山形 文啓, 小熊 博, 高木 直, 坪内 和夫, “準天頂衛星を用いたロケーション・ショートメッセージ双方向通信システムと端末→衛星回線に関する一検討,” 信学技報 MW2011-131, pp. 33-36, 2011 年 12 月.
  98. 山形 文啓, 末松 憲治, 亀田 卓, 小熊 博, 高木 直, 坪内 和夫, “準天頂衛星を用いたロケーション・ショートメッセージ双方向通信システムの packets 構成及び最大収容数に関する一検討,” 信学技報 MW2011-132, pp. 37-40, 2011 年 12 月.
  99. 小林 和正, 富田 俊輔, 三宅 裕士, 小松 和寛, 小熊 博, 飯塚 昇, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, “伝達関数の落ち込みを考慮した SC 伝送のチャンネル選択手法,” 信学技報 SR2011-80, pp. 17-22, 2012 年 1 月.
  100. 三宅 裕士, 小林 和正, 小松 和寛, 小熊 博, 飯塚 昇, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, “シングルキャリア/マルチキャリアハイブリッド通信方式の検討: セル間干渉を考慮したスループット特性評価,” 信学技報 SR2011-81, pp. 23-28, 2012 年 1 月.
  101. James Lin, Daehwa Paik, Seungjong Lee, Masaya Miyahara, and Akira Matsuzawa, “ISSCC Student Research Preview,” IEEE International Solid-State Circuits Conference (ISSCC), San Francisco, CA, Feb. 2012.
  102. 吉田 賢史, 鈴木 祐也, 谷藤 正一, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, “3-D SiP 構造を用いた 60 GHz 帯ダイポールアレイアンテナのビームステア実験,” 信学技報 AP2011-197, 2012 年 2 月.
  103. 小熊 博, 亀田 卓, 飯塚 昇, 浅野 安良, 山崎 吉晴, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, “OFDMA システムにおけるセル間及びセクタ間干渉,” 2012 信学総大 A-5-3, March 2012.
  104. 小林 和正, 富田 俊輔, 三宅 裕士, 小松 和寛, 小熊 博, 飯塚 昇, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内和夫, “伝達関数の落ち込みを考慮した低 BER チャンネル選択手法,” 2012 信学総大 B-5-12, March 2012.
  105. 高木 直, 中山 英太, Tuan Thanh Ta, 亀田 卓, 末松 憲治, 坪内 和夫, “比帯域 158%, 超広帯域 CMOS オンチップサスペンデッド結合バラン,” 2012 信学総大 C-2-67, March 2012.
  106. Tuan Thanh Ta, 谷藤 正一, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, “固定利得増幅器のみで構成した Si-CMOS 広帯域 5 ビットベースバンド移相器,” 2012 信学総大 C-12-72, March 2012.

107. 亀田 卓, 末松 憲治, 山形 文啓, 小熊 博, 高木 直, 坪内 和夫, “準天頂衛星を用いたロケーション・ショートメッセージ双方向通信システムのための無線アクセス方式の基礎検討,” 信学技報, vol. 112, no. 51, SAT2012-7, pp. 35-40, 2012 年 5 月.
108. 鈴木 祐也, 吉田 賢史, 谷藤 正一, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, “積層方向の素子間相互結合を低減した 60GHz 帯 3-D SiP 構造 2×4 ダイポールアレーアンテナ,” 信学ソ大 B-1-107, 富山大学, Sept. 2012.
109. Tuan Thanh Ta, 吉田 賢史, 谷藤 正一, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, “小形ミリ波アンテナ用 3D 放射パターン測定システム,” 信学ソ大 B-1-195, 富山大学, Sept. 2012.
110. 山形 文啓, 小熊 博, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, “GPS 時計の時刻精度評価,” 信学ソ大 B-3-11, 富山大学, Sept. 2012.
111. 小熊 博, 向田 瞬, 小泉 敦, 山形 文啓, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, “準天頂衛星を用いたロケーション・ショートメッセージのための GUI システムの基礎検討,” 信学ソ大 B-3-12, 富山大学, Sept. 2012.
112. 三宅 裕士, 小熊 博, 飯塚 昇, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, “シングルキャリア/マルチキャリアハイブリッド通信方式の検討: マルチセル環境下におけるアップリンクのスループット特性評価,” 信学ソ大 B-5-93, 富山大学, Sept. 2012.
113. 小林 和正, 三宅 裕士, 小熊 博, 飯塚 昇, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, “伝達関数の落ち込みを考慮したチャネル選択: 誤り訂正の効果,” 信学ソ大 B-17-6, 富山大学, Sept. 2012.
114. 和田 平, Tuan Thanh Ta, 谷藤 正一, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, “電流モード DAC を用いた 5GHz 帯 CMOS ダイレクトデジタル RF 変調器,” 信学ソ大 C-2-7, 富山大学, Sept. 2012.
115. 津留 正臣, 田中 俊行, 稲垣 隆二, 谷口 英司, 中山 正敏, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, “フリップチップ実装した 60GHz 帯受信フロントエンド CMOS IC の試作,” 信学ソ大 C-2-8, 富山大学, Sept. 2012.
116. 真野 息吹, 宮原 正也, 松澤 昭, “低電圧動作にむけた MOM 容量を用いた比較器のオフセット補償,” 信学ソ大, 富山大学, C-12-25, 2012 年 9 月.
117. 岡山 龍太, 則島 景太, 向田 瞬, 小熊 博, 山形 文啓, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, “準天頂衛星による位置捕捉精度に関する検討,” 平成 24 年度電気関係学会北陸支部連合大会, 富山県立大, Sept. 2012.
118. 鈴木 祐也, 吉田 賢史, 谷藤 正一, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, “3-D SiP 構造を用いた 60GHz 帯 2×4 素子アレーアンテナモジュール,” 電子情報通信学会マイクロ波研究会, 2012 年 10 月.
119. 津留 正臣, 田中 俊行, 稲垣 隆二, 谷口 英司, 中山 正敏, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, “フリップチップ実装した 60GHz 帯受信フロントエンド CMOS IC の試作,” 信学技報, vol. 112, no. 312, MW2012-124, pp. 63-67, 2012 年 11 月 22 日.
120. 則島 景太, 小熊 博, 山形 文啓, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, “準天頂衛星による位置捕捉精度の検討,” 情報処理学会第 75 回全国大会 1W04, 東北大学, 2013 年 3 月.
121. 谷藤 正一, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, 60GHz 帯 Si-CMOS 送信 RF-IC モジュールにおけるフリップチップ実装前後による RF 特性比較, 第 27 回エレクトロニクス実装学会春季講演大会, 13E-10, March 2013.
122. 鈴木 祐也, 吉田 賢史, 谷藤 正一, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, 3-D SiP モジュール構造を用いた 60 GHz 帯 2×4 素子アレーアンテナ, 第 27 回エレクトロニクス実装学会春季講演大会, 15C-11, March 2013.
123. 三宅 裕士, 高橋 智英, 山形 文啓, 小熊 博, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, “準天頂衛星ロケーション・ショートメッセージ通信システム用 SS-CDMA の瞬時収容数に関する検討,” 信学総大 B-3-9, March 2013.

124. 高橋 智英, 三宅 裕士, 山形 文啓, 小熊 博, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, "準天頂衛星ロケーション・ショートメッセージ通信システム用アクセス制御へのフラグ方式の適用," 信学総大 B-3-10, March 2013.
125. 和田 平, タトアン タン, 谷藤 正一, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, "電流モード DAC を用いた負荷抵抗内蔵 5GHz 帯 CMOS ダイレクトデジタル RF 変調器," 信学総大 C-2-21, March 2013.
126. Tuan Thanh Ta, 中山 英太, 谷藤 正一, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, "5-bit BB ビームフォーミング用 60-GHz 帯 Si-CMOS 受信 RFIC," 信学総大 C-2-22, March 2013.
127. 高木 直, 中山 英太, 鈴木 祐也, 亀田 卓, 末松 憲治, 坪内 和夫, "1つの1/4波長結合線路と抵抗素子のみを用いて構成したプレーナ型バラン," 信学総大 C-2-55, March 2013.
128. 金子 徹, 宮原 正也, 松澤 昭, "CMOS 入力演算増幅器の高利得化の検討," 信学総大, C-12-47, March 2013.
129. 小林 和正, 黄 敏之, 三宅 裕士, 山形 文啓, 小熊 博, 飯塚 昇, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, "端末数を考慮した異種システム間ハンドオーバーの検討," 信学技報, vol.113, no.57, SR2013-13, pp.65-70, 広島, May 2013.
130. 谷藤 正一, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, "直並列 FET 構成を用いた 60GHz 帯 90nm Si-CMOS 高耐電力 T/R スイッチ," 信学技報, vol.113, no.110, MW2013-41, pp.59-64, 愛知, June 2013.
131. 和田 平, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, "オーバーサンプリング電流モード DAC を用いた 2GHz 帯 CMOS ダイレクトデジタル RF 変調器," 信学技報, vol.113, no.141, MW2013-63, OPE2013-32, EST2013-27, MWP2013-22, pp.97-102, July 2013.
132. 平 明德, 三宅 裕士, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, "QZSS ショートメッセージ SS-CDMA 通信におけるユーザ間タイミング偏差とシステム容量の検討," 信学技報, vol.113, no.194, RCS2013-132, pp.51-56, 長野, Aug. 2013.
133. 鈴木 祐也, 吉田 賢史, 亀田 卓, 末松 憲治, 平 明德, 高木 直, 坪内 和夫, "60GHz 帯異平面ビーム合成 3-D PAA モジュール," 信学技報, vol.113, no.203, AP2013-80, pp.1-6, 東京, Sept. 2013.
134. 亀田 卓, 末松 憲治, 平 明德, 高木 直, 坪内 和夫, "QZSS ショートメッセージ SS-CDMA 通信," 信学ソ大, AI-3-3, Sept. 2013.
135. 鈴木 祐也, 吉田 賢史, 亀田 卓, 末松 憲治, 平 明德, 高木 直, 坪内 和夫, "60GHz 帯異平面指向性合成 3-D PAA モジュールの検討," 信学ソ大, B-1-8, Sept. 2013.
136. 平 明德, 三宅 裕士, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, "QZSS ショートメッセージ SS-CDMA 通信におけるタイミング偏差の影響," 信学ソ大, B-3-1, Sept. 2013.
137. 三宅 裕士, 平 明德, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, "QZSS ショートメッセージ SS-CDMA 通信における周波数偏差の影響," 信学ソ大, B-3-2, Sept. 2013.
138. 高橋 智英, 三宅 裕士, 山形 文啓, 小熊 博, 亀田 卓, 末松 憲治, 平 明德, 高木 直, 坪内 和夫, "QZSS ショートメッセージ SS-CDMA 通信のためのフラグ手法を用いたアクセス制御方式の評価," 信学ソ大, B-3-3, Sept. 2013.
139. 則島 景太, 小熊 博, 山形 文啓, 亀田 卓, 末松 憲治, 平 明德, 高木 直, 坪内 和夫, "低仰角時における QZSS の L1-SAIF 信号による位置捕捉精度の検証," 信学ソ大, B-3-4, Sept. 2013.
140. 向田 瞬, 小泉 敦, 小熊 博, 山形 文啓, 亀田 卓, 末松 憲治, 平 明德, 高木 直, 坪内 和夫, "危険度を反映した QZSS ショートメッセージ SS-CDMA 通信の提案," 信学ソ大, B-3-5, Sept. 2013.
141. 和田 平, 亀田 卓, 末松 憲治, 平 明德, 高木 直, 坪内 和夫, "電流モード DAC を用いた 2GHz 帯ダイレクトデジタル RF 変調器のオーバーサンプリング特性," 信学ソ大, C-2-14, Sept. 2013.

142. 中村 美琴, タトアン タン, 亀田 卓, 末松 憲治, 平 明德, 高木 直, 坪内 和夫, “ミリ波通信アレーアンテナ用低域ループ制御自律 BF 方式の検討,” 信学ソ大, C-2-92, Sept. 2013.
143. 窪庭 純平, 小松 和寛, 三宅 裕士, 亀田 卓, 岩田 誠, 平 明德, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, “ディペンダブル・エアのための周波数領域等化器の ASIC 実装と評価,” 信学技報, vol.113, no.266, SR2013-59, pp.29-34, 大阪, Oct. 2013.
144. 川原口 博雅, S. Lee, 平戸 貴之, 菅原 光俊, 宮原 正也, 松澤 昭, “スケーラブル 12bit SAR ADC の開発,” 電子情報通信学会 アナログ RF 研究会, 東京, Nov. 2013.
145. 平 明德, 三宅 裕士, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, “QZSS ショートメッセージ SS-CDMA 通信における周波数偏差の影響,” 信学技報, vol.113, no.301, RCS2013-185, pp.67-72, 島根, Nov. 2013.
146. 平 明德, 三宅 裕士, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, “QZSS ショートメッセージ SS-CDMA 通信における伝送路推定方式の検討,” 信学技報, vol.113, no.361, NS2013-153, RCS2013-245, pp.107-112(NS), pp.225-230(RCS), 香川, Dec. 2013.
147. 窪庭 純平, 三宅 裕士, 亀田 卓, 平 明德, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, “異種無線融合システムにおける位置情報を用いたネットワーク選択手法の提案,” 信学技報, vol.113, no.400, SR2013-87, pp.57-62, 宮城, Jan. 2014.
148. 高橋 智英, 三宅 裕士, 亀田 卓, 平 明德, 山形 文啓, 小熊 博, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, “QZSS ショートメッセージ SS-CDMA 通信: 予告チャンネルを用いたアクセス制御手法,” 信学技報, vol.113, no.456, RCS2013-332, pp.157-162, 東京, March 2014.
149. 黄 敏之, 三宅 裕士, 亀田 卓, 平 明德, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, “独立したチャンネルを用いる無線 LAN 回線制御方式の提案,” 信学技報, vol.113, no.457, SR2013-108, pp.83-88, 東京, March 2014.
150. 横山 脩平, 本良 瑞樹, 高野 恭弥, 片山 光亮, 天川 修平, 吉田 毅, 藤島 実, “広帯域なミリ波 CMOS 増幅回路に関する考察,” 信学会マイクロ波研究会, 愛媛大学, March 2014.
151. 則島 景太, 小熊 博, 山形 文啓, 亀田 卓, 末松 憲治, 平 明德, 高木 直, 坪内 和夫, “準天頂衛星の仰角と補強信号の効果,” 信学総大, B-3-27, March 2014.
152. 高橋 智英, 三宅 裕士, 亀田 卓, 平 明德, 山形 文啓, 小熊 博, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, “QZSS ショートメッセージ SS-CDMA 通信のための Reservation Channel を用いたアクセス制御方式の評価,” 信学総大, B-3-28, March 2014.
153. 三宅 裕士, 平 明德, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, “QZSS ショートメッセージ SS-CDMA 通信における位相雑音の影響,” 信学総大, B-3-29, March 2014.
154. 黄 敏之, 三宅 裕士, 亀田 卓, 平 明德, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, “独立したチャンネルを用いる無線 LAN 回線制御方式における遅延時間を考慮したスループット評価,” 信学総大, B-5-140, March 2014.
155. 窪庭 純平, 三宅 裕士, 亀田 卓, 平 明德, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, “異種無線融合システムにおける位置情報を用いたネットワーク選択手法: ITU-R 伝搬モデルによる評価,” 信学総大, B-17-42, March 2014.
156. 平 明德, 三宅 裕士, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, “準天頂衛星を用いるショートメッセージ SS-CDMA 通信システム,” 信学総大, BI-3-1, March 2014.
157. 稲垣 隆二, 田中 俊行, 津留 正臣, 谷口 英司, 福本 宏, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, “5GHz/60GHz 一体型受信フロントエンド CMOS IC の試作,” 信学総大, C-2-2, March 2014.
158. 中村 美琴, タトアン タン, 谷藤 正一, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, “固定利得増幅器のみで構成した 5 ビットベースバンド移相器の低消費電力化・広帯域化検討,” 信学総大, C-2-30, March 2014.
159. 和田 平, 亀田 卓, 末松 憲治, 平 明德, 高木 直, 坪内 和夫, “0.8-5.7GHz 帯マルチバンドダイレクトデジタル RF 直交変調器,” 信学総大, C-2-31, March 2014.

160. 葉 文穎, 鈴木 祐也, 吉田 賢史, 谷藤 正一, 亀田 卓, 末松 憲治, 平 明德, 高木 直, 坪内 和夫, “3-D SiP 構造を用いた 60 GHz 帯 2×4 素子 PAA モジュールの 3-D CT 解析,” 信学総大, C-2-112, March 2014.
161. 亀田 卓, 高橋 智英, 三宅 裕士, 平 明德, 山形 文啓, 小熊 博, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, “QZSS ショートメッセージ SS-CDMA 通信: 予告チャネルを用いたランダムアクセス制御の効率改善に関する評価,” 信学技報 SAT2014-3, pp. 11-16, May 2014.
162. 小熊 博, 則島 景太, 小泉 敦, 山形 文啓, 窪庭 純平, 亀田 卓, 末松 憲治, 平 明德, 高木 直, 坪内 和夫, “異種無線統合ネットワークにおけるマルチ GNSS を用いたシステム選択用 MAP 情報構築法の検討,” 電子情報通信学会衛星通信研究会, 名古屋市, 2014 年 5 月 15 日.
163. 窪庭 純平, 三宅 裕士, 亀田 卓, 平 明德, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, “異種無線融合システムにおける位置情報を用いたネットワーク選択手法の通信容量評価,” 信学技報 RCS2014-36, pp. 25-30, June 2014.
164. 秋元 浩平, 三宅 裕士, 亀田 卓, 平 明德, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, “QZSS ショートメッセージ SS-CDMA 通信のレイリーフェージング環境における基本特性,” 信学技報 RCS2014-37, pp. 31-36, June 2014.
165. 中村 美琴, タトアンタン, 亀田 卓, 末松 憲治, 平 明德, 高木 直, 坪内 和夫, “ブロードバンド通信アレーアンテナ用低域ループ制御自律ビームフォーミング方式の検討,” 信学技報 MW2014-82, pp. 203-208, July 2014.
166. 則島 景太, 小熊 博, 小泉 敦, 窪庭 純平, 亀田 卓, 末松 憲治, 平 明德, 高木 直, 坪内 和夫, “異種無線統合ネットワークにおける位置情報を用いたネットワーク選択用信号品質 MAP システムの検討,” 平成 26 年度電気関係学会北陸支部連合大会, 富山市, 2014 年 9 月 11 日.
167. 谷森 俊介, 高野 恭弥, 片山 光亮, 天川 修平, 吉田 毅, 藤島 実, “リング発振器のバッファのサイズと最大発振周波数の関係,” 電子情報通信学会ソサイエティ大会, 徳島, 2014 年 9 月 23 日.
168. 水草 真一, 高野 恭弥, 片山 光亮, 天川 修平, 吉田 毅, 藤島 実, “平坦な周波数特性を持つ CMOS 多段増幅器,” 電子情報通信学会ソサイエティ大会, 徳島, 2014 年 9 月 23 日.
169. 米本 啓悟, 高野 恭弥, 片山 光亮, 天川 修平, 吉田 毅, 藤島 実, “注入同期発振器を用いた高分解能移相器,” 電子情報通信学会ソサイエティ大会, 徳島, 2014 年 9 月 23 日.
170. 小熊 博, 則島 景太, 小泉 敦, 山形 文啓, 窪庭 純平, 亀田 卓, 末松 憲治, 平 明德, 高木 直, 坪内 和夫, “位置情報を用いた異種無線融合システムのネットワーク選択手法: 信号品質 MAP の実装,” 電子情報通信学会ソサイエティ大会, 2014 年 9 月 25 日.
171. 葉 文穎, 鈴木祐也, 吉田賢史, 谷藤正一, 亀田 卓, 末松憲治, 高木 直, 坪内和夫, “60GHz 帯異平面ビーム合成 3-D PAA モジュールの検討,” 電子情報通信学会ソサイエティ大会, B-1-112, 2014 年 9 月.
172. 平 明德, 三宅裕士, 亀田 卓, 末松憲治, 高木 直, 坪内和夫, “衛星測位情報を活用する地上系広域情報収集ネットワークの提案,” 電子情報通信学会ソサイエティ大会, B-5-85, 2014 年 9 月.
173. 黄 敏之, 三宅裕士, 亀田 卓, 平 明德, 末松憲治, 高木 直, 坪内和夫, “高負荷な環境における, 独立な制御チャネルを用いた無線 LAN システムの遅延時間の評価,” 電子情報通信学会ソサイエティ大会, B-5-101, 2014 年 9 月.
174. 窪庭純平, 三宅裕士, 亀田 卓, 平 明德, 小熊 博, 末松憲治, 高木 直, 坪内和夫, “位置情報を用いた異種無線融合システムのネットワーク選択手法: ハンドオーバーオフセットを考慮したスループット評価,” 電子情報通信学会ソサイエティ大会, B-17-17, 2014 年 9 月.
175. 中村美琴, タトアンタン, 亀田 卓, 末松憲治, 平 明德, 高木 直, 坪内和夫, “ミリ波通信アレーアンテナ用 低域ループ制御自律 BF 方式の動作検証実験,” 電子情報通信学会ソサイエティ大会, C-2-71, 2014 年 9 月.

176. 窪庭 純平, 三宅 裕士, 亀田 卓, 平 明德, 小熊 博, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, “異種無線融合システムにおける位置情報を用いたネットワーク選択手法:接続ユーザ数を考慮したスループット評価,” 信学技報 RCS2014-229, Dec. 2014.
177. 秋元 浩平, 三宅 裕士, 亀田 卓, 平 明德, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, “QZSS ショートメッセージ SS-CDMA 通信における同期精度の実験的検証,” 信学技報 SR2014-96, pp.13-18, Jan. 2015.
178. 則島 景太, 末広 小夏, 法土 千里, 小熊 博, 窪庭 純平, 亀田 卓, 平 明德, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, “位置情報を用いた異種無線融合システムのネットワーク選択手法:天空率とメッシュ化処理,” 信学技報 SR2014-98, pp.23-28, Jan. 2015.
179. 窪庭 純平, 三宅 裕士, 亀田 卓, 平 明德, 小熊 博, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, “位置情報を用いた異種無線システムのネットワーク選択手法:トラヒックナビゲーションの提案,” 信学技報 SR2014-99, pp.29-34, Jan. 2015.
180. 中村 美琴, タトアン タン, 本良 瑞樹, 亀田 卓, 末松 憲治, 平 明德, 高木 直, 坪内 和夫, “ミリ波広帯域通信用低域ループ制御自律ビームフォーミング IF 受信器,” 信学技報 MW2014-227, pp.137-142, March 2015.
181. 三宅 裕士, 秋元 浩平, 亀田 卓, 平 明德, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, “QZSS ショートメッセージ SS-CDMA 通信における時刻同期精度の実験的検証,” 電子情報通信学会総合大会, B-3-2, March 2015.
182. 黄 敏之, 三宅 裕士, 亀田 卓, 平 明德, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, “高密度端末環境下に有効な独立チャネルで RTS/CTS 予約を行う無線 LAN 制御方式,” 電子情報通信学会総合大会, B-17-9, March 2015.
183. 中村 美琴, タトアン タン, 亀田 卓, 末松 憲治, 平 明德, 高木 直, 坪内和夫, “ミリ波 5bit BB ビームフォーミング用 5GHz IF 帯受信モジュール,” 電子情報通信学会総合大会, C-2-88, March 2015.

③ ポスター発表 (国内会議 11 件、国際会議 7 件)

1. Y. Aota, S. Tanifuji, H. Oguma, S. Kameda, H. Nakase, T. Takagi, and K. Tsubouchi, “FBAR characteristics with AlN film using MOCVD method and Ru/Ta electrode,” IEEE Ultrason. Symp. Proc., PIH-4, Oct. 2007.
2. S. Oshima, G. Mori, T. Nozawa, Ta Tuan Thanh, “Development of high-speed wireless system with multi-carrier MSK modulation,” The 1st Int. Symp. on Inform. Electron/ Systems, Center of Education and Research for Information Electronics Systems (CERIES-GCOE07), Nov. 2007.
3. Y. Aota and S. Tanifuji, “FBAR devices using AlN thin film for wireless communication terminals,” The 1st Int. Symp. on Inform. Electron/ Systems, Center of Education and Research for Information Electronics Systems (CERIES-GCOE07), Nov. 2007.
4. 大橋 翔, 藤島 実, “ミリ波ミキサ設計の自動化・最適化に向けた試み,” 信学技報, ICD2008-111, Dec. 2008.
5. 亀田 卓, タトアン タン, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, “ディペンダブルワイヤレスシステムのためのシリコン CMOS RF フロントエンド,” 信学技報, vol. 110, no. 153, SR2010-38, pp. 125-132, July 2010.
6. 本良, 藤島, “CMOS ミリ波低雑音増幅器の設計フロー”, LSI とシステムのワークショップ, 小倉, May 2010.
7. M. Motoyoshi and M. Fujishima, “Design flow for millimeter-wave CMOS amplifiers with considering gain and noise tradeoff,” 2010 Asia-Pacific Radio Science Conference, Toyama, Sept. 2010.
8. 中島 佑樹, 本良 瑞樹, 高野 恭弥, 片山 光亮, 藤島 実, “バックゲート電圧掃引による周波数チューニングを用いた 118GHz 1.5% Tuning Range CMOS VCO,” 第13回 Hiroshima Student Symposium, 広島大学, 2011 年 11 月 12-13 日.
9. 水津 雅史, 藤島 実, 片山 光亮, 本良 瑞樹, “100GHz 6 段アンプにおける消費電力あ

たりの利得最大化,” 第13回 Hiroshima Student Symposium, 広島大学, 2011 年 11 月 12-13 日.

10. 池田 直輝, 本良 瑞樹, 片山 光亮, 藤島 実, ”歪特性も考慮した 130GHz コモンソースアンプの最適化設計,” 第13回 Hiroshima Student Symposium, 広島大学, 2011 年 11 月 12-13 日.
11. 折井 瑛彦, 本良 瑞樹, 高野 恭弥, 片山 光亮, 藤島 実, ”低群遅延特性を持つ広帯域 D バンド低雑音増幅器,” 第13回 Hiroshima Student Symposium, 広島大学, 2011 年 11 月 12-13 日
12. 浅澤 豊旗, 角川 佳弘, 宮原 正也, 松澤 昭, "SAR ADC における精度向上の検討," 集積回路研究会 (於 大阪大学), Dec. 2011.
13. 廣岡 慶之, 李 賢義, 宮原 正也, 松澤 昭, "補間型パイプライン ADC に用いる増幅器の精度向上の検討," 集積回路研究会 (於 大阪大学), Dec. 2011.
14. 谷森 俊介, 本良 瑞樹, 片山 光亮, 高野 恭弥, 藤島 実, "80GHz 12.2mW p-MOS CMOS LC 発振器," LSI とシステムのワークショップ, 北九州, 2012 年 5 月
15. 吉田 賢史, 鈴木 祐也, タトアン タン, 亀田 卓, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, "3-D SiP 構造を用いた 60GHz 帯ビームフォーミングアレイアンテナ," 信学技報, vol. 112, no. 55, SR2012-1, pp. 1-8, 2012 年 5 月.
16. S. Tanimori, K. Katayama, M. Motoyoshi, K. Takano, M. Fujishima, "110GHz 1.1Gbps High-Power-Efficiency CMOS Transmitter," 2012 Thailand-Japan Microwave, Bangkok, Aug. 2012.
17. H. Adachi, M. Motoyoshi, K. Takano, K. Katayama, S. Amakawa, T. Yoshida and M. Fujishima, "Design of CMOS resonating push-push frequency doubler," 2014 IEEE International Meeting for Future of Electron Devices, Kansai (IMFEDK), pp. 1-2, Kyoto, Jun 16, 2014.
18. 窪庭 純平, 三宅 裕士, 亀田 卓, 平 明德, 小熊 博, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫, "Network Selection Scheme Using Positioning Information for Heterogeneous Wireless System: Throughput Evaluation Considering Selection Resource Utilization (Poster Presentation)," 信学技報 SR2014-84, pp. 151-156, Singapore, Oct. 2014.

#### (4)知財出願

①国内出願 (18 件)

②海外出願 (1 件)

#### (5)受賞・報道等

①受賞

1. 竹内 太志 (東北大学グループ・M2 学生), 電子情報通信学会・エレクトロニクスソサイエティ学生奨励賞, "60GHz 帯三次元 SiP 無線通信モジュールの設計と評価(1): 送信モジュール," March 2008.
2. 吉田 賢史 (東北大学グループ・D1 学生), Global Symposium on Millimeter Waves 2009 (GSMM2009), Best Student Paper Award, April 2009.
3. 亀田 卓 (東北大学グループ・助教), 電子情報通信学会ソフトウェア無線研究会, 研究奨励賞, June 2009.
4. 五明 克規 (東北大学グループ・M2 学生), 電子情報通信学会平成 22 年度学術奨励賞, "20-60GHz 帯広帯域 CMOS オンチップサスペンデッド結合バラン," March 2011.

5. 吉田 賢史 (東北大学グループ・D1 学生), (財) 電気通信普及財団・電気通信普及財団賞第 26 回テレコムシステム技術学生賞, “Radiation Characteristics of a Planar Monopole Antenna Integrated with a 60 GHz Band WPAN Module Using Organic Substrates,” March 2011.
6. 吉田 賢史 (東北大学グループ・D3 学生) 電子情報通信学会・平成 23 年度学術奨励賞, “60GHz 帯 IC のフリップチップ実装時におけるアンダーフィル封止とサイドフィル封止の RF 特性比較,” March 2012.
7. S. Tanimori, K. Katayama, M. Motoyoshi, K. Takano, M. Fujishima, IEEE SSCS Kansai Chapter IMFEDK Student Paper Award, May 2012.
8. タ トアン タン (東北大学グループ・D3 学生) 電子情報通信学会・平成 24 年度学術奨励賞, March 2013.
9. 亀田 卓, 三宅 裕士, 小松 和寛, 岩田 誠, 末松 憲治, 高木 直, 坪内 和夫 International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications (ITC-CSCC) 2012 Best Paper Award, 2013 年 7 月 2 日
10. 三宅 裕士 (東北大学 博士後期課程 2 年), 電子情報通信学会 平成 25 年度学術奨励賞, 2014 年 3 月 19 日
11. 和田 平 (東北大学 博士前期課程 2 年), 電子情報通信学会 平成 25 年度学術奨励賞, 2014 年 3 月 19 日

## ②マスコミ(新聞・TV等)報道

1. 2007 年 11 月 22 日「30 倍の大容量送受信 東北大通研が次世代無線システム開発」河北新報.
2. 2009 年 12 月 12 日「東工大, 世界最小レベルの電力で動く高速 A/D 変換器を開発」日刊工業新聞.
3. 三菱電機, 東北大学, JST によるプレスリリース, 2014 年 10 月 3 日「信頼性が高く、高速な無線通信の実現に貢献ー 無線通信用『5GHz/60GHz 帯デュアルバンド対応 Si-CMOS 受信 RFIC』を開発」, 日刊工業新聞 (10/6 朝刊), 日経テクノロジー online (10/3 Website), マイナビニュース (10/3 Website), 化学工業日報 (10/6 朝刊), 日経エレクトロニクス (10/27 発行号)
4. 東北大学, JST によるプレスリリース, 2014 年 10 月 31 日「災害時でも必ずつながり, 市民生活に革新をもたらす情報通信ネットワークの実現に貢献 ~ ディペンダブル・エアを提案」, ASCII.jp (11/7 Website), 河北新報 (11/16 朝刊, 11/16 Website, 11/16 Yahoo News Web 転載)

## (6)成果展開事例、出口活動

### ①社会還元的な展開活動

- 本研究成果を基に総務省パブリックコメント「ワイヤレスブロードバンド実現のための周波数確保等に関する意見募集」に対して, 意見の提案を行った.
- 官公庁や学術団体等による委員会・ワーキンググループへ積極的に参画し, 本研究開発で得られた知見を基にして, 積極的に発言を行っている.
- 得られた成果について, 各種展示会や一般公開等に出展している(概要については § 7 参照).

## § 6 研究期間中の活動

### 6. 1 主なワークショップ、シンポジウム、アウトリーチ等の活動

年月日	名称	場所	参加人数	概要
H20.3.12-13	情報処理学会第70回 全国大会サテライトイベント 「ワクワクIT@あきば 2008」	秋葉原コン ベンション ホール (東京都)	詳細不明 (数100名 程度, 来 場総数)	ディペンダブルワイヤ レスシステムをはじめと する研究成果をポス ター展示によって, 企 業・業界関係者を中心 に広く紹介
H20.3.26-28	TechLicensing Fair (シンガポール政府機関 主催の知的財産展覧会)	シンガポ ール	300名程 度(来場者 総数, 主 催者発表)	ディペンダブルワイヤ レスシステムをはじめと する研究成果を, 技術 紹介プレゼンとポス ター展示によって, 海 外企業・大学関係者 を中心に広く紹介
H20.10.4-5	東北大学電気通信研究所 一般公開	東北大学 (仙台市)	700名程 度 (来場総 数)	ディペンダブルワイヤ レスシステムをはじめと する研究成果を広く地 域へ紹介
H21.10.10-11	東北大学電気通信研究所 一般公開	東北大学 (仙台市)	1,000名 程度 (来場総 数)	ディペンダブルワイヤ レスシステムをはじめと する研究成果を広く地 域へ紹介
H21.11.19	東北大学 電気・情報東京フォーラム	学術総合セ ンター (東京都)	詳細不明 (数100名 程度, 来 場総数)	ディペンダブルワイヤ レスシステムをはじめと する研究成果を, 技術 紹介プレゼンとポス ター展示によって, 企 業・業界関係者を中心 に広く紹介
H22.3.18	電気情報通信学会・総合 大会 企画シンポジウム講演 「広帯域・大容量ワイヤ レスネットワークを実現 するRFとデジタルのコ ラボレーション」	東北大学 (仙台市)	発表件数 8件, 参加人数 70名程度	今後の広帯域・大容量 ワイヤレスネットワー クを実現するためのこ れら技術の研究開発 の現状と課題を明ら かにする。
H22.6.5	産学官連携推進会議	国立 京都国際会 館 (京都市)	5,121名 (来場者 総数, 主 催者発表)	ディペンダブルワイヤ レスシステムをはじめ とする研究成果をポ スター展示によって 企業・業界関係者 を中心に広く紹介
H22.7.11	学都「仙台・宮城」サイ エンス・デイ	東北大学 (仙台市)	5,642名 (来場者 総数, 主 催者発表)	ディペンダブルワイヤ レスシステムをはじめ とする研究成果を 広く地域へ紹介
H22.10.9-10	東北大学電気通信研究所	東北大学	800名程	ディペンダブルワイヤ

	一般公開	(仙台市)	度 (来場総数)	レスシステムをはじめとする研究成果を広く地域へ紹介
H23.7.10	学都「仙台・宮城」サイエンス・デイ	東北大学 (仙台市)	6,000 名程度 (来場者総数)	ディペンダブルワイヤレスシステムをはじめとする研究成果を広く地域へ紹介
H23.10.8-9	東北大学電気通信研究所一般公開	東北大学 (仙台市)	1,500 名程度 (来場総数)	ディペンダブルワイヤレスシステムをはじめとする研究成果を広く地域へ紹介
H23.11.16-18	ET2011	パシフィコ横浜 (横浜市)	30,000 名程度 (来場総数)	ディペンダブルワイヤレスシステムをはじめとする研究成果を、技術紹介プレゼンとポスター展示によって、企業・業界関係者を中心に広く紹介
H23.11.18	東北大学電気・情報東京フォーラム	学術総合センター (東京都)	詳細不明 (数 100 名程度、 来場総数)	ディペンダブルワイヤレスシステムをはじめとする研究成果を、技術紹介プレゼンとポスター展示によって、企業・業界関係者を中心に広く紹介
H23.11.30-12.2	MWE2011	パシフィコ横浜 (横浜市)	3,000 名程度 (来場総数)	ディペンダブルワイヤレスシステムをはじめとする研究成果を、技術紹介プレゼンとポスター展示によって、企業・業界関係者を中心に広く紹介
H24.7.15	学都「仙台・宮城」サイエンス・デイ	東北大学 (仙台市)	6,000 名程度 (来場者総数)	ディペンダブルワイヤレスシステムをはじめとする研究成果を広く地域へ紹介
H24.8.22-24	公開講座	富山高専 (富山市)	27 名	中学生向けにディペンダブル・エア技術を紹介
H24.10.6-7	東北大学電気通信研究所一般公開	東北大学 (仙台市)	800 名程度 (来場総数)	ディペンダブルワイヤレスシステムをはじめとする研究成果を広く地域へ紹介
H24.11.14	とやま産学官金交流会 2012	ウイングウイング高岡 (高岡市)	367 名 (来場総数)	ディペンダブルエアに関して地域の産学官金関係者に紹介
H24.11.14-16	ET2012	パシフィコ横浜 (横浜市)	30,000 名程度	ディペンダブルワイヤレスシステムをはじめと

		市)	( 来 場 総 数)	する研究成果を、技術 紹介プレゼンとポス ター展示によって、企 業・業界関係者を中心 に広く紹介
H24.11.28-30	MWE2012	パシフィコ 横浜 (横浜 市)	3,000 名 程度 ( 来 場 総 数)	ディペンダブルワイヤ レスシステムをはじめと する研究成果を、技術 紹介プレゼンとポス ター展示によって、企 業・業界関係者を中心 に広く紹介
H25.10. 12-13	東北大学電気通信研究所 一般公開	東北大学 (仙台市)	1,400 名 程度 ( 来 場 総 数)	ディペンダブルワイヤ レスシステムをはじめと する研究成果を広く地 域へ紹介
H25.11. 19-21	ET2013	パシフィコ 横浜 (横浜市)	23,000 名 程度 ( 来 場 総 数)	ディペンダブルワイヤ レスシステムをはじめと する研究成果を、技術 紹介プレゼンとポス ター展示によって、企 業・業界関係者を中心 に広く紹介
H25.11. 27-29	MWE2013	パシフィコ 横浜 (横浜市)	3,000 名 程度 ( 来 場 総 数)	ディペンダブルワイヤ レスシステムをはじめと する研究成果を、技術 紹介プレゼンとポス ター展示によって、企 業・業界関係者を中心 に広く紹介
H25.12.3	とやま産学官金交流会 2013	富山国際会 議場 (富山市)	327 名 ( 来 場 総 数)	ディペンダブルエアに 関して地域の産学官 金関係者に紹介
H26.5. 28-30	ワイヤレス・テクノロジー・パー ク 2014	東京ビック サイト (東京都)	22,000 名 程度 ( 来 場 総 数)	ディペンダブルワイヤ レスシステムをはじめと する研究成果を、技術 紹介プレゼンとポス ター展示によって、企 業・業界関係者を中心 に広く紹介
H26.10. 4-5	東北大学電気通信研究所 一般公開	東北大学 (仙台市)	800 名程 度 ( 来 場 総 数)	ディペンダブルワイヤ レスシステムをはじめと する研究成果を広く地 域へ紹介
H26.11. 19-21	ET2014	パシフィコ 横浜 (横浜市)	23,000 名 程度 ( 来 場 総 数)	ディペンダブルワイヤ レスシステムをはじめと する研究成果を、技術 紹介プレゼンとポス

				ター展示によって、企業・業界関係者を中心に広く紹介
H25.12.10-12	MWE2014	パシフィコ横浜 (横浜市)	3,000 名程度 ( 来 場 総 数 )	ディペンダブルワイヤレスシステムをはじめとする研究成果を、技術紹介プレゼンとポスター展示によって、企業・業界関係者を中心に広く紹介
H26.12.2	とやま産学官金交流会	富山国際会議場 (富山市)	約 300 名 ( 来 場 総 数 )	ディペンダブルに関して地域の産学官金関係者に紹介

## § 7 最後に

浅井総括やアドバイザーの先生方から、領域会議や進捗報告会などの様々な機会を通じて本研究開発の活動に対するご助言を頂きました。これまでのご支援に深く感謝申し上げます。本研究領域は浅井総括の強いリーダーシップの元で、社会実装を強く意識した領域運営がなされてきたと思います。本領域で一緒に活動を行ってきた他のチームの方々とともに、今後より一層社会に貢献できる研究開発を続けていく所存でございます。これまで同様、どうぞよろしくお願いいたします。