

坪内 和夫

東北大学 電気通信研究所  
名誉教授

ディペンダブルワイヤレスシステム・デバイスの開発

## § 1. 研究実施体制

### (1) 東北大学グループ

- ① 研究代表者：坪内 和夫（東北大学 電気通信研究所，名誉教授・客員教授）
- ② 研究項目
  - ・ 衛星系／地上系融合ディペンダブル・エアの研究開発
    - (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
    - (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
    - (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
    - (4) 700MHz ～ 60GHz 帯異種方式対応スケーラブル送受信 LSI
    - (5) 広帯域・低消費電力無線通信方式用ディペンダブル ADC

### (2) 東京工業大学グループ

- ① 主たる共同研究者：松澤 昭（東京工業大学 理工学研究科，教授）
- ② 研究項目
  - ・ 広帯域・低消費電力無線通信方式用ディペンダブル ADC の開発

### (3) 高知工科大学大学グループ

- ① 主たる共同研究者：岩田 誠（高知工科大学 情報学群，教授）
- ② 研究項目
  - ・ 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

### (4) 広島大学グループ

- ① 主たる共同研究者：藤島 実（広島大学 先端物質科学研究科，教授）

② 研究項目

- ・ 微細 Si CMOS 超高周波デバイスの基礎検討

(5) 三菱電機グループ

① 主たる共同研究者：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)

② 研究項目

- ・ 700MHz～60GHz 帯異種方式対応スケーラブル送受信モジュール用 RF IC の開発
  - (1) 60GHz 帯送信器用要素回路 (PA, ミキサ, VCO など) の性能改善の検討
  - (2) 微細 CMOS プロセスを用いた 60GHz 帯送信器 RF IC の試作および評価
  - (3) 準天頂衛星システムにおける双方向通信の検討

(6) 富山高専グループ

① 主たる共同研究者：小熊 博 (富山高等専門学校 電子情報工学科, 准教授)

② 研究項目

- ・ 準天頂衛星システムの位置捕捉精度の解析
- ・ ロケーション・ショートメッセージ通信システム用 GUI システムの開発

## § 2. 研究実施の概要

### 2.1 チーム全体の研究の概要

#### (1) 本研究の背景と課題定義

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 1-1 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 1-2 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、広域通信可能で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 1-2 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

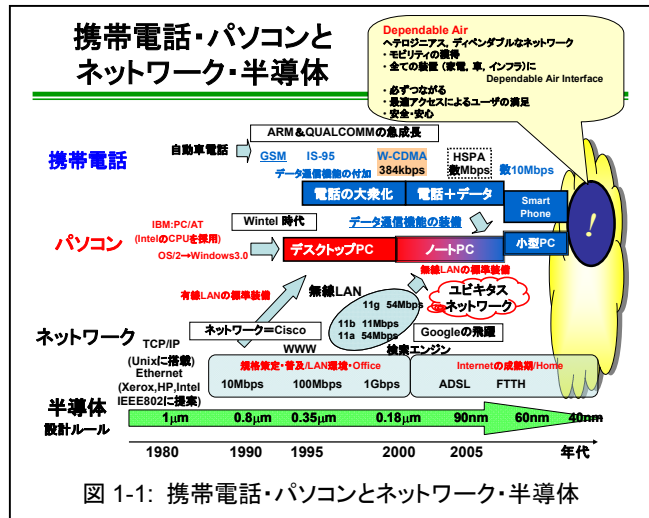


図 1-1: 携帯電話・パソコンとネットワーク・半導体

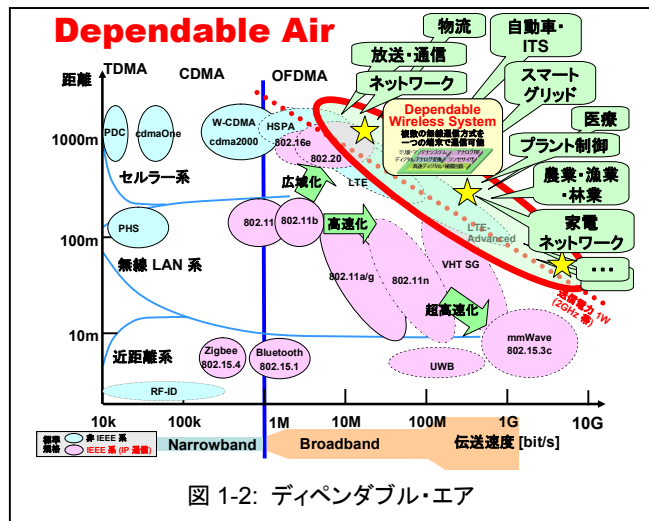


図 1-2: ディペンダブル・エア

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

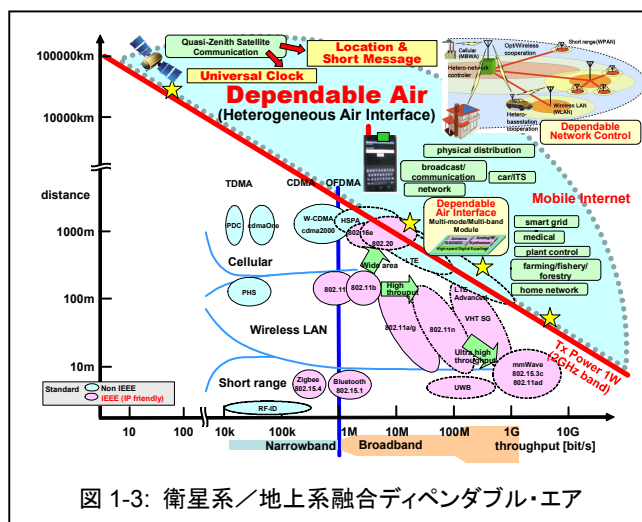


図 1-3: 衛星系／地上系融合ディペンダブル・エア

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 1-2 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。

さらに、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 1-3 に概要を示す。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、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。

## (2) 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。

(3) 本研究の達成目標

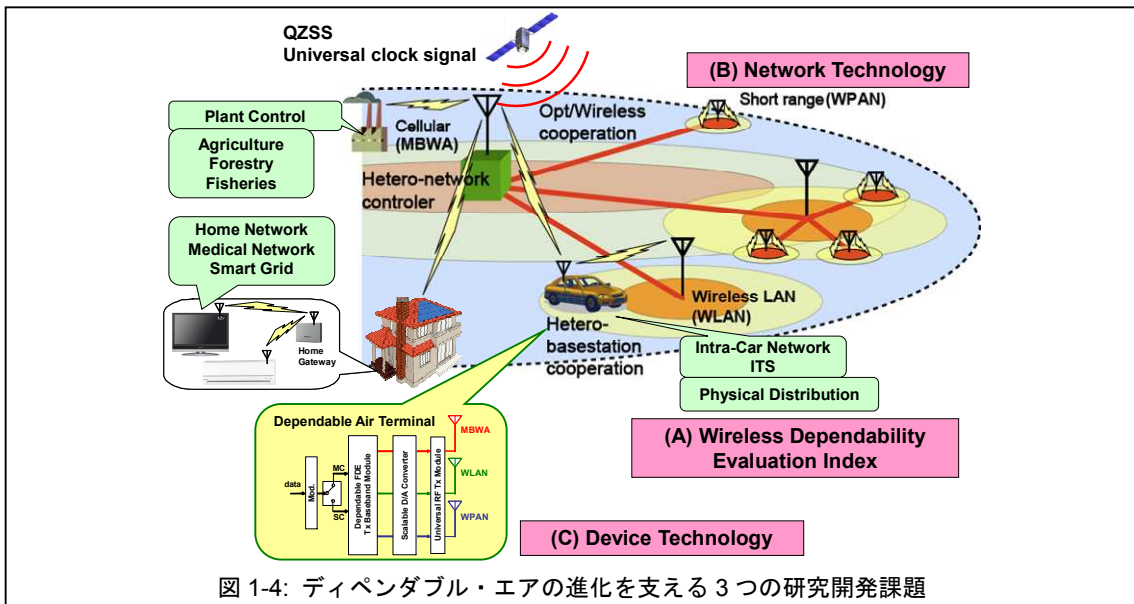


図 1-4: ディペンダブル・エアの進化を支える 3 つの研究開発課題

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 1-4 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(ピンク色)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の成果(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む。

■ 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。

## 2.2 研究実施方法

### (1) 本研究チーム全体の運営と取りまとめ方針

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、5つの研究テーマのそれぞれを他大学等の研究グループと協力して研究開発を行う。(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と(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)が共同で設計・評価を行う。(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については、東北大学グループが設計・評価を行う。(4) 700MHz ~ 60GHz 帯異種方式対応スケーラブル送受信 LSI については、RF 回路部を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、またベースバンド回路部を東北大学グループと高知工科大学グループ(岩田教授)が共同で設計・評価を行う。(5) 広帯域・低消費電力無線通信方式用ディペンダブル ADC 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

共同で設計・評価を行う。

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。ディペンダブル送信器用 LSI の設計・開発については、東北大学グループが日本電気の協力を得て行う。また、複数周波数帯域に対応する送受信器用 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、ネットワーク設計に関しては、ソフトバンクモバイルの協力も得る。

## (2) 研究グループの分担

### ① 東北大学グループ(研究代表者グループ)

#### 研究題目: 衛星系/地上系融合ディペンダブル・エアの研究開発

地上系異種ヘテロジニアス無線通信ネットワークに加え、準天頂衛星システムとの融合による高信頼な衛星系/地上系融合ディペンダブル・エアの実現を目指す。その要素技術として、準天頂衛星通信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、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、異種方式対応スケーラブル送受信 LSI, 広帯域・低消費電力無線通信方式用ディペンダブル ADC を検討する。

### ② 東京工業大学グループ

#### 研究題目: ディペンダブル ADC/DAC の基礎検討

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。

### ③ 高知工科大学グループ

#### 研究題目: 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

様々な伝送速度の無線通信方式に対し、最適な動作速度・回路規模・消費電力でスケーラブルに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速度が決定するセルフタイム回路の導入を目指す。

### ④ 広島大学グループ

#### 研究題目: 微細 Si CMOS 超高周波デバイスの基礎検討

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、スケーラブル送受信モジュールなどをターゲットとしたミリ波帯デバイスの開発を行う。準天頂衛星システムで利用する周波数帯を含む 700MHz ~ 5GHz 帯のスケーラブルシステムとの融合により、ギガビット伝送を可能とする超ブロードバンドシリコンデバイスを実現する。

### ⑤ 三菱電機グループ

#### 研究題目: 700MHz~60GHz 帯異種方式対応スケーラブル送受信モジュール用 RF IC の開発

複数の無線規格に対応し、利用環境に応じてシームレスに切り替え、接続性と伝送容量の向上

により利用者の利便性を高めるディペンダブル・エアの実現に向けて、大容量伝送が可能なミリ波帯送信器 IC の高性能化をオールシリコンで図る。ディペンダブル・エアのさらなる進化に向けて、開発難易度の高い 60GHz 帯無線通信用オール Si CMOS 送信器 RF IC 要素回路開発と、準天頂衛星システムにおける災害時の双方向通信に対応する検討を行い、異種無線通信方式対応のスケラブル送受信モジュールの実現を目指す。

#### ⑥ 富山高専グループ

##### 研究題目：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

東日本大震災を受けて、ディペンダブル・エアを衛星系も含めたネットワークに拡張し、災害時にも対応できる準天頂衛星によるロケーション・ショートメッセージ通信システムを実現する。

#### (3) 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、ソフトバンクモバイル）と東北大学は、研究開発開始時点で「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・ブローカなどの協力を得ている。周波数領域等化技術の評価用基板の試作については、東北地区の中小企業の技術提供や協力を受けている。

#### (4) 領域内他研究チームとの連携関係

これまでの間、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きた。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。

### 2.3 研究グループの今年度の研究の狙い

#### ① 東北大学グループ(研究代表者グループ)

各研究テーマに関して、それぞれ以下の検討を行う。

(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のシームレス接続についての検討を行う。

(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：超長拡散符号を用いた SS-CDMA 方式を用いた準天頂衛星双方向通信システムの設計を行う。また、準天頂衛星を用いた基準時刻信号の精度についての実証実験を行う。

(3) ヘテロ素子ビームフォーミングアンテナ一体型・小形スケラブルモジュール：高指向性が



求められる 60GHz 帯近距離通信用のヘテロ素子ビームフォーミングアンテナおよび LSI 一体型の小形モジュールの研究開発を行う。

(4) 700MHz ~ 60GHz 帯異種方式対応スケーラブル送受信 LSI: RFIC 開発として、準天頂衛星方式を含む異種方式対応スケーラブル送受信 RF IC の開発のための要素回路検討を行う。要素回路の検討ならびに集積化の検討を行うために年度内に 2 回程度の ASIC 試作・評価を行う。

(5) 広帯域・低消費電力無線通信方式用ディペンダブル ADC: 更なる広帯域化・低消費電力化のためにディペンダブル ADC/DAC で必要となる要素回路の設計・試作・評価を行う。

## ② 東京工業大学グループ

これまでの地上系ディペンダブル・エア端末向けに検討を行ってきた異種方式の無線通信規格に対応して変換周波数や分解能などの性能を可変にできる機能を有するスケーラブル ADC に加え、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て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。平成 25 年度は、さらなる広帯域化・低消費電力化のためにディペンダブル ADC で必要となる要素回路の設計・試作・評価を行う。平成 26 年度は、平成 25 年度で開発した要素回路を用いて、広帯域・低消費電力無線通信方式用ディペンダブル ADC の試作・評価を行う。

## ③ 高知工科大学グループ

これまでに東北大学グループを中心に行ってきた、ディペンダブルワイヤレスシステムに求められるスケーラブル送受信モジュールの検討結果をさらに発展させ、ヘテロジニアス無線通信ネットワーク向きのスケーラブルな送受信器の構成方法について検討する。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う受動的動作が可能である。平成 25 年度は、このセルフタイム回路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、これらを同時に多重処理可能なセルフタイム型回路の構成法について検討を行う。具体的には、無線信号処理の中でも高負荷な高速フーリエ変換 FFT を取り上げ、WPAN (wireless personal area network) も収容可能なサンプリング速度の複数の信号ストリームを受信可能な構成を明らかにする。

## ④ 広島大学グループ

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。平成 25 年度には回路の消費電力と周波数帯域と利得のトレードオフ関係を明らかにし、必要となる周波数帯域や利得の元で、スケーラブルに低消費電力化を図ることの可能な増幅回路を実現する。平成 26 年度は、本成果を発展させることにより、発振周波数と消費電力をスケーラブルに変化させることのできる発振回路について検討を行うことにより、ブロードバンドシステムをモバイル端末で実現する上で必要となる回路の低消費電力化技術を明らかにする。

#### ⑤ 三菱電機グループ

平成 24 年度までの研究開発で、オールシリコンによるディペンダブル・エアの実現に向けて、5GHz/60GHz 帯マルチモード・マルチバンド無線通信用オール Si CMOS 受信器 RF IC の開発を行い、目標を達成している。ディペンダブル・エアのさらなる進化に向けて、送信器用の高性能 RF IC の要素回路開発と、準天頂衛星システムにおける災害時の双方向通信に対応する検討を行い、異種無線通信方式対応のスケラブル送受信モジュールの実現を目指す。

東北大学グループと共同で、以下の検討を行う。(1) 異種方式対応スケラブル送受信モジュール用 RF IC の開発のための要素回路検討。具体的にはスケラブル送信モジュールに適した 60GHz 帯送信回路（高出力増幅器，発振器，ミキサなど）の高性能化の検討。併せて微細 CMOS プロセスを用いて試作および評価を行う。(2) 準天頂衛星システムにおける双方向通信用端末の受信機方式の検討。

#### ⑥ 富山高専グループ

東日本大震災を受けて、ディペンダブル・エアを衛星系も含めたネットワークに拡張し、災害時にも対応できる準天頂衛星によるロケーション・ショートメッセージ通信システムの実現を目的に、東北大学グループと共同で、富山エリアを中心に準天頂衛星の仰角ならびに GPS, GLONASS などを加えたマルチ GNSS (Global Navigation Satellite System) における長時間の測位補足精度及びロケーション・ショートメッセージ実現の際のユーザーフレンドリーの GUI システムの検討とともにモバイルとディペンダブル・エアサーバとを連動したシステム開発を行う。

### § 3. 成果発表等

#### (3-1) 原著論文発表

##### 論文詳細情報(国内)

1

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クシステムとその評価,” 信学誌, vol.J96-B, no.6, pp.572-579, June 2013.

2

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プラットフォームの試作,” 信学誌, vol.J96-D, no.10, pp.2319-2326, Oct. 2013.

3

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.

4

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.

5

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.

6

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.

7

宮城 桂, 岩田 誠, 三宮 秀次, 西川 博昭, “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,” 信学誌, vol.J97-A, no.8, 2014. (採録決定)

#### 論文詳細情報(国際)

8

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)

9

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).

10

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.

11

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.

12

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.

13

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)

14

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).

15

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).

16

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)

17

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)

18

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.

19

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)

20

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)

21

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.

22

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.

23

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)

24

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).

25

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.

### (3-2) 知財出願

特許出願件数 (平成 25 年度)

合計	国内	4	件
----	----	---	---

CREST 研究期間累積件数

合計	国内	16	件
----	----	----	---