



先端ワイヤレス・コミュニケーション研究センター
Advanced Wireless & Communication Research Center



電気通信大学

先端ワイヤレスコミュニケーション研究センター(AWCC)

山尾研究室の研究紹介

2018年11月



先端ワイヤレス・コミュニケーション研究センター

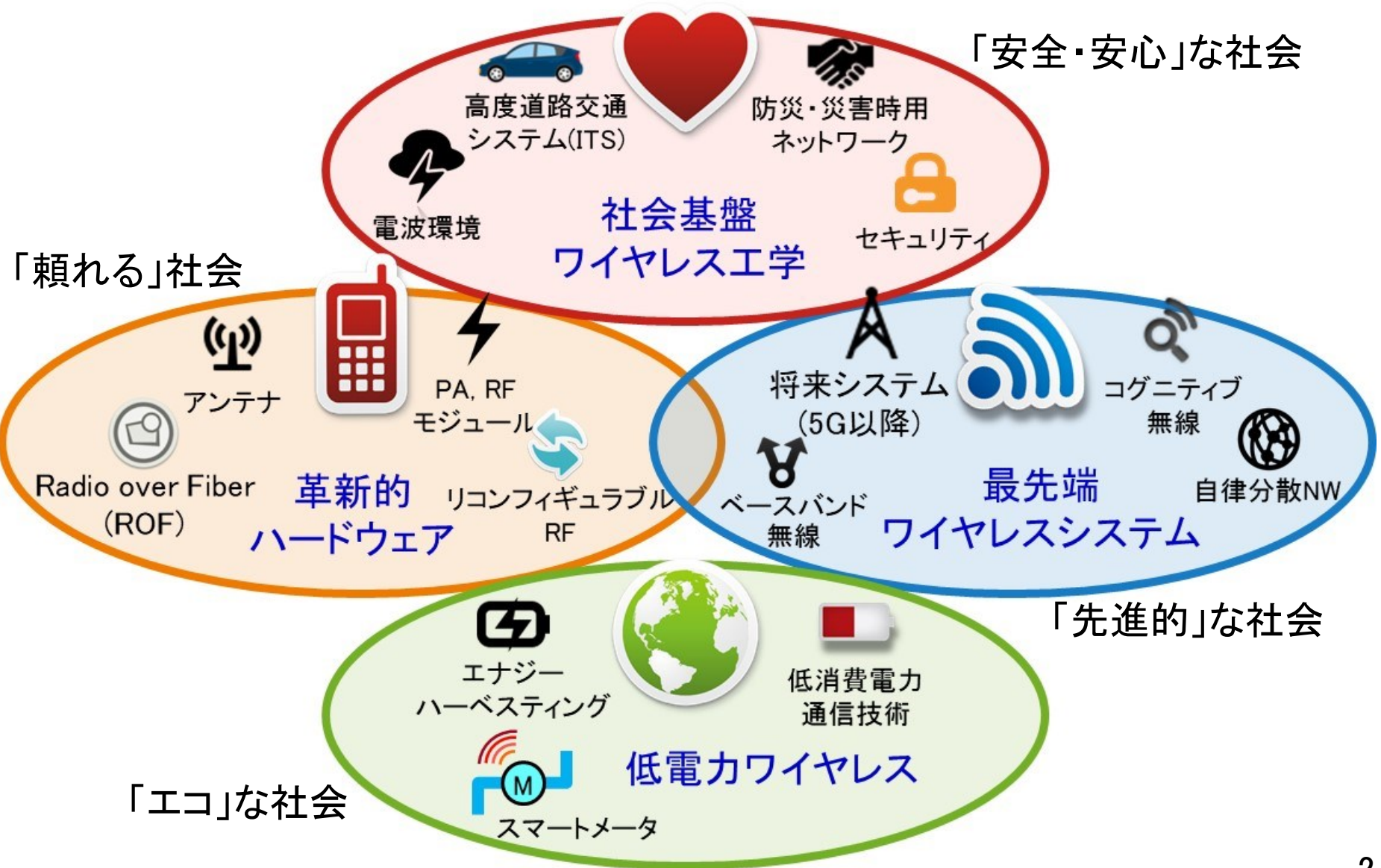
これからの社会にとって何が必要か？

- あらゆるものが繋がる社会へ
- 社会・生活を支える基盤を造る技術が重要
 - 多様な用途で、多様な端末が、多様な要求に応える
 - 少子・高齢化や地方の活性化に寄与する



情報通信を支えるワイヤレスから
社会基盤を支えるワイヤレスへ
Ambient Wireless in Connected Community

AWCCの4つの研究分野



AWCCの教員構成

- AWCCは大学院および学部と深く連携し、複数のプロジェクトを推進、客員教員とも連携し、共同研究などの産学連携や外部資金獲得で大きな実績を上げています。

センター長 山尾 泰

専任教員 山尾 泰、藤井威生、石橋功至、
4名 安達宏一

兼務教員 石橋孝一郎、稲葉敬之、和田光司
5名 石川亮、松浦基晴

特任・客員教員（特定領域研究担当） 6名

協力教員 学内ワイヤレス関連教員 18名

客員教員（産学連携担当） 企業・国研等所属 9名

NTTドコモ・富士通（5G）、
トヨタITC（ITS）、
東京ガス（スマートメータ）など



企業・
研究機関

国内外
他大学*

UEC

大学院

学部

AWCC

* 早稲田、東工大、MIT、Jacobs Univ.
北京郵電大、中国電子科技大、
ホーチミン工科大ほか

学生の皆さんと AWCC

- 業績と経験豊かな**教授陣**
- プロジェクト研究や共同研究で鍛えられた**多数の大学院生の先輩**
- 外部資金による充実した**実験設備**や**シミュレーション環境**
- ゼミでの**徹底したディスカッション**による「**考える力**」の強化
- 積極的な**学会発表**を通じた「**プレゼンテーション能力**」の強化
- 特に**国際会議**での発表・**短期留学**等を中心とした**海外活動の推奨** など



山尾研究室の研究ターゲット

将来必要となる戦略的要素技術の研究 と **社会に貢献できる実践技術の開発** を目的として、以下の分野を研究中*

モノとモノをつなぐユビ
キタスワイヤレス通信

- 自動運転に向けた高信頼 ITS通信
- RF-ID などIoT デバイスとの通信
- 高信頼・高効率マルチホップ通信



無線資源(電力と
周波数)の極限利用

- リンコンフィギャラブルRF回路(フィルタ)
- 非線形補償のための高精度信号処理技術
- レーダー信号処理

山尾教授



ユビキタスワイヤレス(UBQ)研究グループ

- (1) 自動走行に向けたITS通信システムの研究
- (2) RF-IDを中心としたIoTデバイス通信の研究
- (3) 高信頼・高効率マルチホップ通信技術の研究

B4 2名、M1 1名、M2 2名

ワイヤレスエコ(WECO)研究グループ

- (4) リコンフィギャブル無線回路の研究
- (5) 非線形無線信号処理技術の研究
- (6) レーダー信号処理の研究

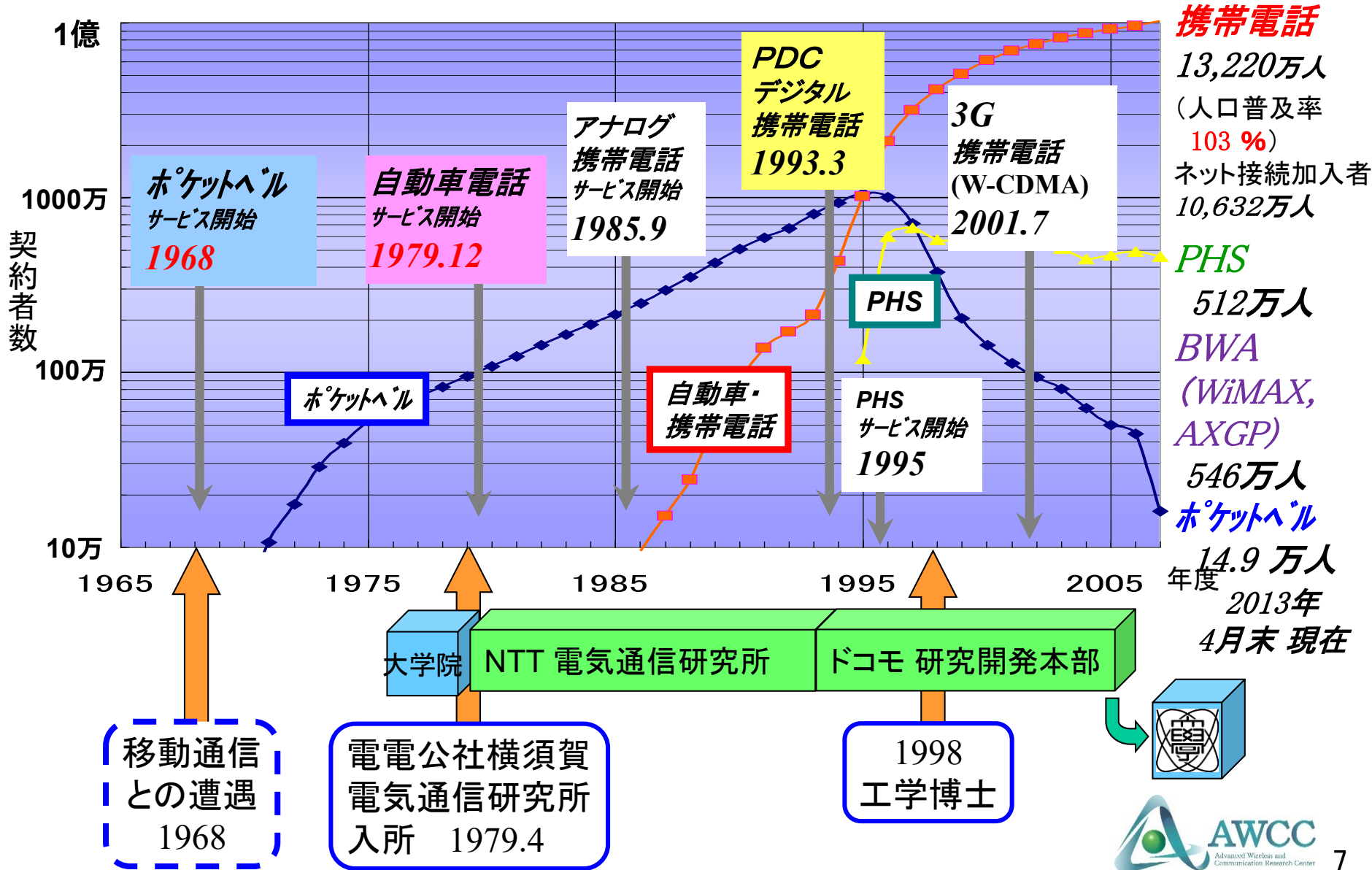
B4 1名、M1 1名、M2 3名

電通大に来てはや14年。

趣味は； 飛行機、車、
写真、オーディオ&映画
山歩き、海外博物館めぐり

<http://www.awcc.uec.ac.jp/yamaolab/>

私と移动通信の49年間のかかわり



移動通信デビュー(13才、1968～)



4～6チャンネル全舵
比例制御の送信機
～15万円



スを調整中の山尾泰君 (C級)

1チャンネルのみ
比例制御の送信機



北陸地方ラジコン機競技大会
C級(定点着陸)の部 優勝



日をなごやかに
競技大会

ラジコン・クラブ(金沢)、加賀ラジコン・クラブ(加賀)、福井エアロ・アソシエーション(福井)の各クラブの腕自慢が集まり、6月15日(日)に開催された。会場は、市郊外の粟ヶ崎・金沢港埋立地、として大阪の小川精機・沢田博機・松本保男氏、片山秀文氏、アトラクション飛行も盛りだくさんに、一日を楽しくすごした。

子供時代における
最先端テクノロジーとの
最も鮮烈な遭遇
→ 現在の私の原点

“三つ子の魂”



(イギリス、Flying Legend Air Show 2013)

(ハンガリー、Red Bull Air Race 2016)

美しい生き物を撮る

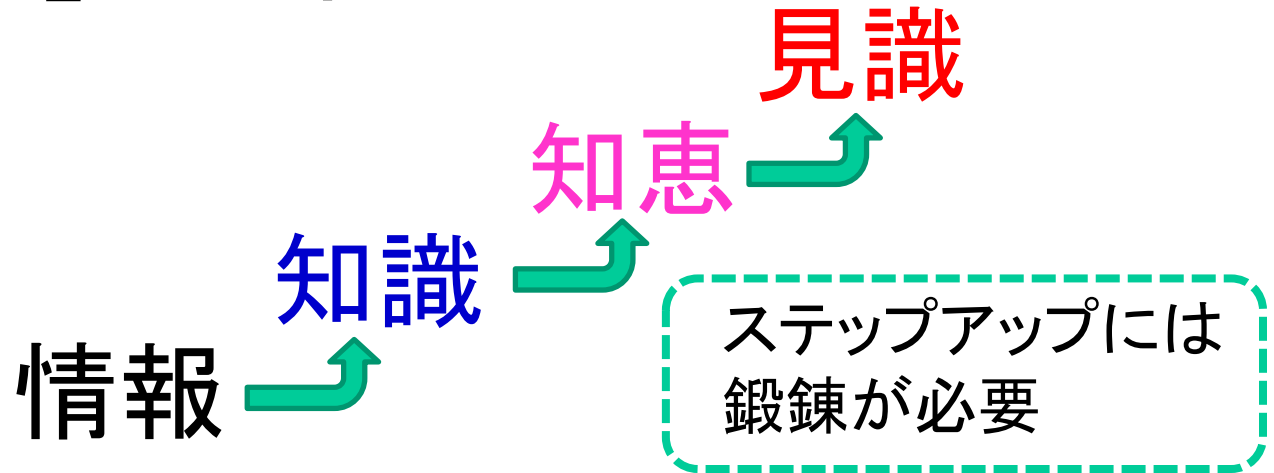
庭の



ハマチとミサゴ



「考える力」とは何か？



- 事象と事象の因果関係を把握
- 問題の本質を理解
 - 解決法を見出せる
 - より優位な方法を選択できる



南フランス・アビニョンの近くのローマ時代の水道橋〈ポン・デュ・ガール〉
2000年前にローマのガリア提督アグリッパの命令で作られた世界遺産

「道」とは何か？

目的に到達するための経路

道を探す＝研究

「道」を探求する「場所」＝「道場」

∴「研究室」＝「道場」は自らを鍛錬する場

従来の携帯電話に代表される人と人・人とモノのコミュニケーションから、モノとモノが自律的にコミュニケーションする世界へと広がる



(Figure: WWRF 2001)

- 社会のあらゆる情報をワイヤレスデバイスで収集することで安全・安心な社会を支える生活インフラに
→ 大規模センサーネットワークなど
- 電子マネーや流通管理など経済の根本に大きな変革を与えるワイヤレスデバイスの高度化
- 微小ワイヤレスカプセルなどワイヤレスデバイスによる先端医療技術、インテリジェントヒューマンサポート機器による高齢化対策の進展

以上を可能にするための技術:

- <ウルトラローパワーワイヤレス送受信技術>
- <高信頼ワイヤレス信号伝送技術>
- <アドホックワイヤレスネットワーク構築技術>
- <高効率アンテナ・RF回路技術>



確率現象 (偶然) が支配する

自然現象 (電波伝搬) を用いた

危ないシステム

(可用性を保証できない)

現在の最も高度なシステムさえ、危なさの確率をできるだけ減らすことをめざしているに過ぎない。

その確率は、以前に比べれば格段にはよくなっているが、IoTのような簡易なデバイスでは以前として大きな課題。

IoT/ユビキタ/ワイヤレス通信の課題

● 利用できる電力に制限がある

● 分散したノードが協調して省電力動作

分散間欠受信技術

送信出力小

● 他システムからの干渉を受けやすい

干渉回避技術

ITS

● 電波到達距離が短い

マルチホップ中継技術

センサー
NW

● 電波環境が不安定

分散環境での高信頼化技術

スマート
メータ

従来の携帯電話システムとは異なる技術の開発が必要

RFID*の読取り信頼度向上の研究

物をインターネットに接続し管理及び操作するIoT(Internet of Things)が社会に普及目前

*RF-ID; Radio Frequency Identification

研究対象; 920MHz帯RFIDの電波伝搬
サプライチェーン/在庫管理での使用

研究手法; ① 電磁界シミュレーションによる解析
② 実験による読取り率の測定
③ 読取り場所率の改善法の検討



シミュレーション結果



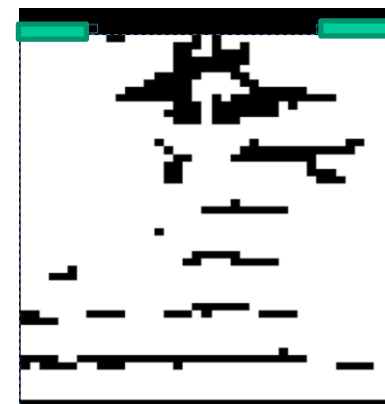
読取り実測結果

リーダー・ライターアンテナを1台使用

2台使用



シミュレーション結果



読取り実測結果

キャンパス発
この一品

スーパーやコンビニエンスストアで見かける棚の値札がこれから大学発のデジタル式へと一新されるかもしれない。電気通信大学は高性能の「電子棚札」を企業と共同で製品化し、今年から本格販売を始めた。発光ダイオード(LED)を使い多様な情報を精細に表示可能なうえ、無線通信技術を生かして効率良く管理できるのが特長だ。

電子棚札は既に一部で実用化されているが、商品の値段だけ表示するのが一般的。電通大の棚札は商品ロゴや産地情報なども示せる。表示する情報は店内に設置する親機から無線で送る仕組み。無線が有効に届く範囲はこれまで10メートル程度だった



値段以外の様々な情報を盛り込み、効率良く管理できる

電子値札——電気通信大

情報多彩、管理も効率よく

が25倍に拡大。1台の親機で管理できる棚札も従来の数倍にあたる1500枚に増やした。

テレビのリモコンなどに使われる無線規格「ZigBee(ジグビー)」を応用した。この規格の利用範囲を広げる技術を、電通大で無線通信を研究する山尾泰教授(57)が開発。同大の技術活用を推進する会社、キャンパスクリエイト(東京・世田谷)が着目し、電子機器開発のオプトエレクトロニクス(埼玉県蕨市)と製品化にこぎつけた。

価格は棚札3000枚の場合でシステムなどと合わせて500万円。1枚当たりの価格は従来品より2〜3割高いが、2月に流通業の展示会への参加をきっかけに約200件の問い合わせが来ているという。埼玉県のスーパーなど実際に導入した店も出始めた。

キャンパスクリエイトの安田耕平社長(69)は「大学の研究が製品の肝となるような成果を生み出せる実例の一つ。これからは学内から生まれた研究成果の活用を進めたい」と力を込める。

ワイヤレスECOの研究 (Wireless ECOminication)

近い将来、**第5世代移動通信(5G)**が導入され、**送信される情報の量も大幅に増加**すると考えられる。無線通信では情報を送るために**無線リソースを消費**するので、無線リソースの増大をいとめ、**環境にやさしいワイヤレスシステム**を実現することが求められる。

無線
リソース

スペクトラム(周波数)

高効率変復調、マルチプルアクセス

◆OFDM, MIMO → 研究が既に多数開始

◆**コグニティブ無線**

→ **リコンフィギャラブル無線回路**が必要

電力(パワー)

高効率線形増幅法／送受信法

◆OFDMのピーク抑圧法 → 研究が既に多数開始

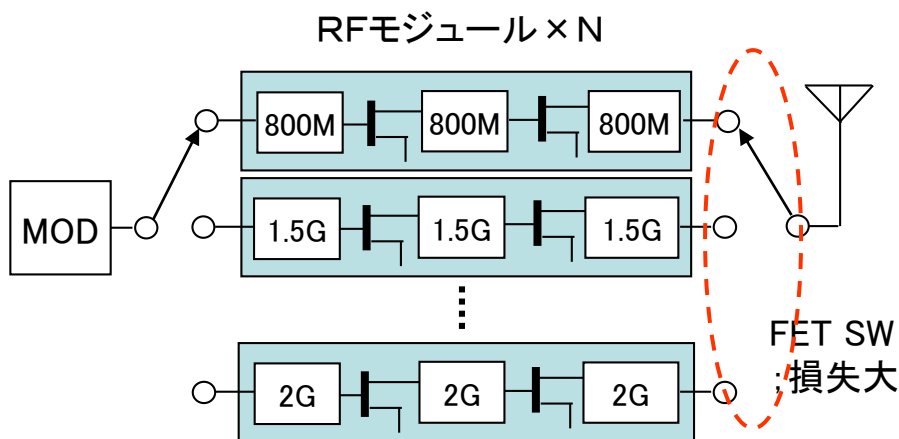
◆**超高効率線形増幅法**

→ 従来の**FF, PD**の限界を超える高効率の追求

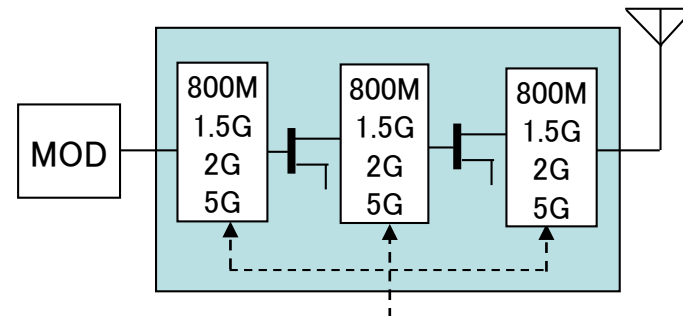
注) FF(Feed Forward), PD(Predistortion) ; 増幅器の非線形の補償法

リコンフィギャブル無線回路の研究

● マルチバンドからリコンフィギャラブル、バンドフリーへ

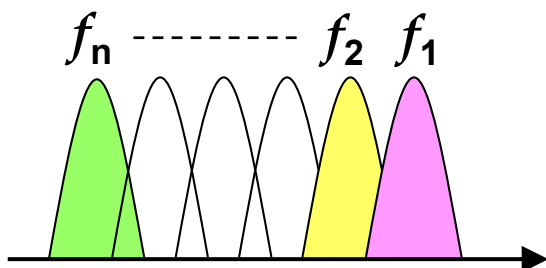


リコンフィギャラブルRFモジュール

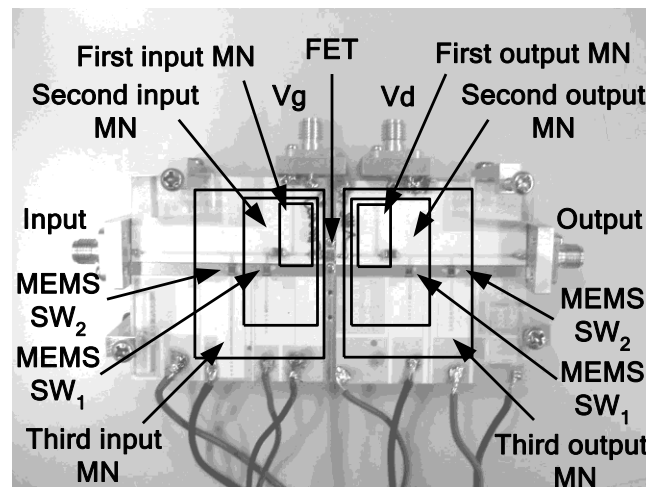


可変帯域制御

理想的には



任意の周波数にチューニング可能
(バンドフリー)



RF-MEMS SWを用いた900MHz/1.5GHz/1.9GHz帯
リコンフィギャラブル電力増幅器 (NTTドコモ)

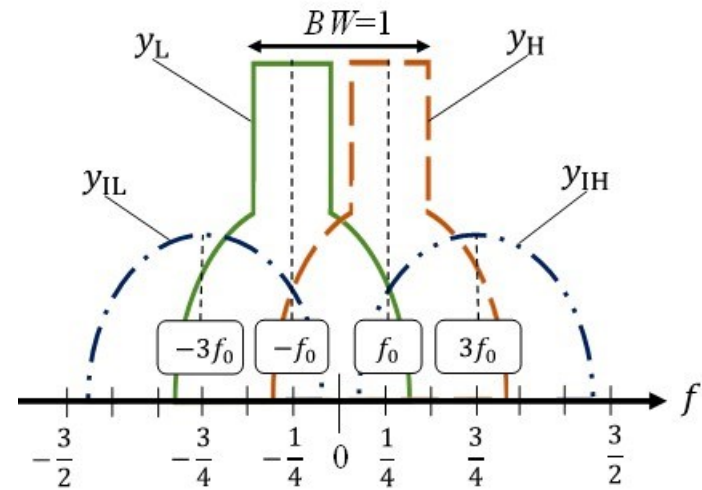
広帯域・高精度非線形補償のための信号処理技術

第5世代移動通信システム(5G)では

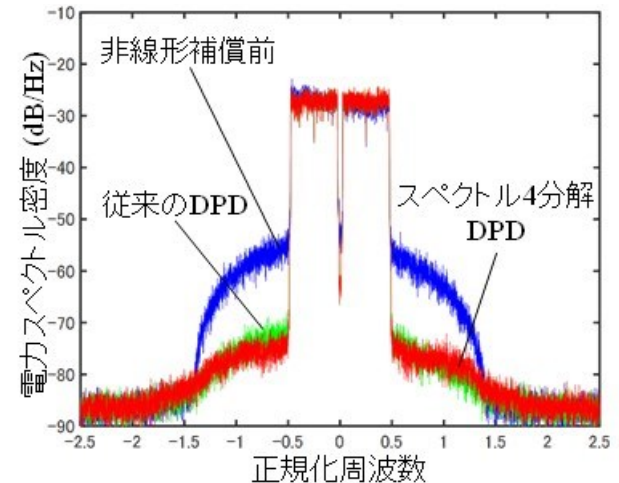
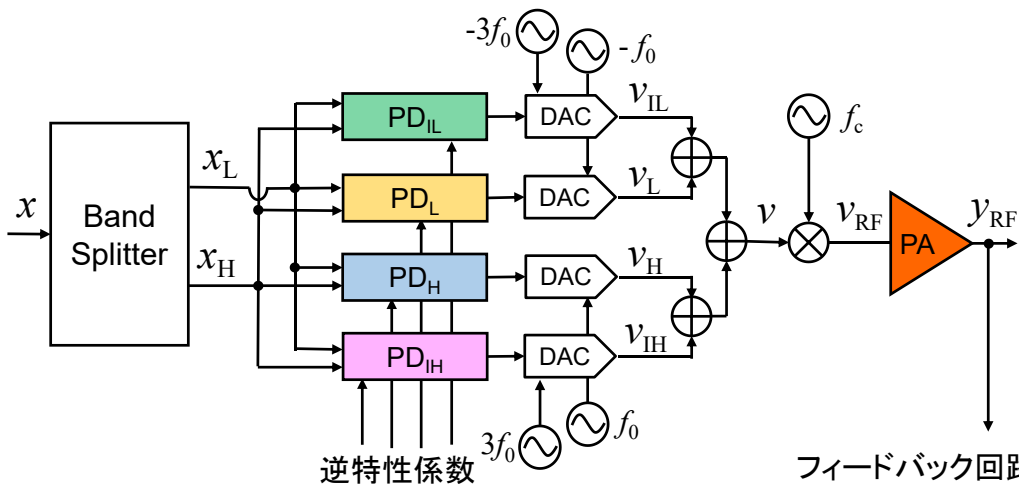
- ① 無線信号のブロードバンド化(～800MHz)
 - ② 変調の高度化(256QAM～)
- が要求され、より高度な非線形補償技術が必要

研究対象; 送信機および受信機での非線形補償
のための信号処理技術

- 研究手法; ① MATLABシミュレーションによる解析
② 実験による歪の測定
③ 信号処理方法の検討



入力信号帯域幅で正規化した
周波数



総務省 電波資源拡大のための5G研究開発に参加し、企業と共同研究中!

最後に……

山尾研究室では
ハード・ソフトの両面の研究を通して
個人の能力を引き出すとともに、
理論と実験の両側面から
あるいは企業との共同研究によって、
より広い視野から物事を見る目を養うことを
目指しています。



卒業生の進路(参考~H28)

- 大学院進学者が多い
- 大学院修士および学部卒業生の就職先

通信・放送事業者

NTTドコモ 5名、KDDI 4名、ソフトバンク 2名、NTT、NTTdata 各1名
NTTコムウェア 1名、ドコモシステムズ、NTC 各1名、
NHK 2名、福島放送 1名、さくらインターネット 1名

電気・情報系メーカー

パナソニック 3人、日立3人、Sony3人、三菱電機2人、東芝1人、富士通、
NEC、JRC、京セラ、日立国際電気、岩通、αシステムズ、サイバーエージェント、
ベリサーブ各1名

自動車・地図メーカー スバル2名、トヨタ自動車、インクリメントP 各1名

建設系、教育系 鹿島建設 1人、コムシス 1名、ベネッセ 1名

公務員 2名