

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 6月3日現在

機関番号：12612

研究種目：基盤研究(A)

研究期間：2009～2012

課題番号：21246062

 研究課題名（和文） トータルレコーディング技術に基づく電磁環境アーカイブ構築とその  
 応用に関する研究

 研究課題名（英文） Study on Development of Electro-Magnetic Environment Archive based  
 on Total Recording Scheme and its Applications

研究代表者

唐沢 好男 (KARASAWA YOSHIO)

電気通信大学・大学院情報理工学研究科・教授

研究者番号：40313407

研究成果の概要（和文）：電波環境を電波信号のまま記録するトータルレコーディングシステムを構築した。また、それを用いて、アナログ TV 放送サービス終了日(H23.07.24)の東京地区の放送電波環境の記録、アナログ TV, AM 及び FM ラジオを含む周波数帯 100kHz～200MHz 帯電波環境の記録など、21世紀初頭の電波環境をアーカイブとして保存した。また、トータルレコーディング技術を用いて、電波の到来方向の精密測定など、電波伝搬環境解析の測定手段を確立した。

研究成果の概要（英文）： We have developed a radiowave recording system called by “Total Recording System (TRS)”, the performance of which has 400MHz sampling with 4TB disk memory. By using the TRS, we carried out radiowave environment measurement from 100kHz to over 200MHz in Sendai where the analog TV broadcasting service was still available at that time. The TRS is very useful not only for recording and play back of radio waves but also for propagation environment analysis. We also introduce such an application usage in terms of virtual array measurement of super-resolution DOAs and delays.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	12,900,000	3,870,000	16,770,000
2010年度	9,700,000	2,910,000	12,610,000
2011年度	6,400,000	1,920,000	8,320,000
2012年度	6,200,000	1,860,000	8,060,000
年度			
総計	35,200,000	10,560,000	45,760,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：電気電子工学・通信・ネットワーク工学

キーワード：トータルレコーディング、ソフトウェア無線、電波信号処理、電磁環境アーカイブ

## 1. 研究開始当初の背景

デジタル信号処理デバイス技術の進展は目覚しく、パソコンレベルの演算機能、データ収録機能が、広帯域の電波伝搬環境をそのまま記録したり、電波信号処理を実現するのに十分な性能に近づきつつあった。提案者ら

は、地上デジタル放送波を対象に、パソコンのHDDに電波そのもの（＝電波形式を維持したままの信号）を記録するトータルレコーディング(TR)の基本技術を有していた。この技術の発展と応用によって、安心・安全の社会の実現に寄与することが期待されていた。

## 2. 研究の目的

電波信号処理による解析により、1) マルチパス電波伝搬構造の詳細解明、2) そのための手段(道具)となる高機能トータルレコーディングシステム(TRS)の構築、さらには、3) TRSを用いた電磁環境アーカイブを構築し、21世紀初頭の電波環境という文化遺産を未来に残すことを目指す。

## 3. 研究の方法

以下のことについて、実験的及び理論的手法により、取り組んだ。

1) 高機能トータルレコーディングシステム(TRS)ハードウェアの構築(H21-H23)、2) TRSで取得した伝搬環境データを解析して電波伝搬構造を解明するための電波信号処理アルゴリズムの考案と、その解析ソフトウェアプログラムの作成(H22-H24)、3) 電波環境に関するエポック的な出来事(例えば、アナログTVの停波など)を記録し後世に電磁アーカイブとして残すこと(H22-H24)、4) これらの研究の知見を踏まえて、電波環境を実験室内に再現し、無線端末の特性測定評価に資する電波環境エミュレータ技術(OTA: Over-the-Air)の確立(アルゴリズムと測定システムの構築)(H22-H24)。

## 4. 研究成果

研究成果の主要点は、1) 高速トータルレコーディングシステム(TRS)の高機能化を行い、200MHz帯域信号の長時間収録システムを構築したこと(図1)、2) 2011年7月24日に終了した地上アナログTV放送の電波環境を、同日全TVチャンネルにわたって記録し、アーカイブ構築を行ったこと、3) 2012年3月に、アナログテレビ放送終了直前の仙台に出かけて、同放送帯域を含む100kHz~200MHzの帯域の電波環境収録を行い、21世紀の未来遺産としての電磁環境アーカイブのデータ充実を図ったこと(図2)、また、4) トータルレコーディングシステムを用いて、屋外や屋内の電波伝搬解析を行い、マルチパス環境の伝搬測定・解析手段を確立したこと(図3)、さらには、5) 無線機器の性能評価のための電波伝搬環境生成技術(OTA(Over-The-Air)測定評価環境)における、電波環境生成アルゴリズムや、具体的な環境構築を行ったこと(図4)である。

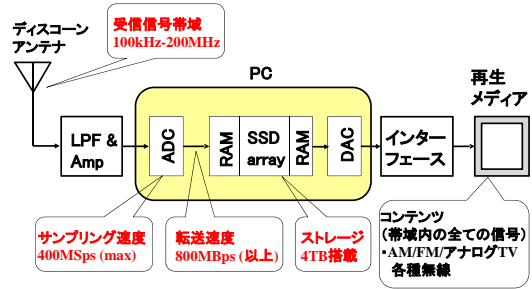
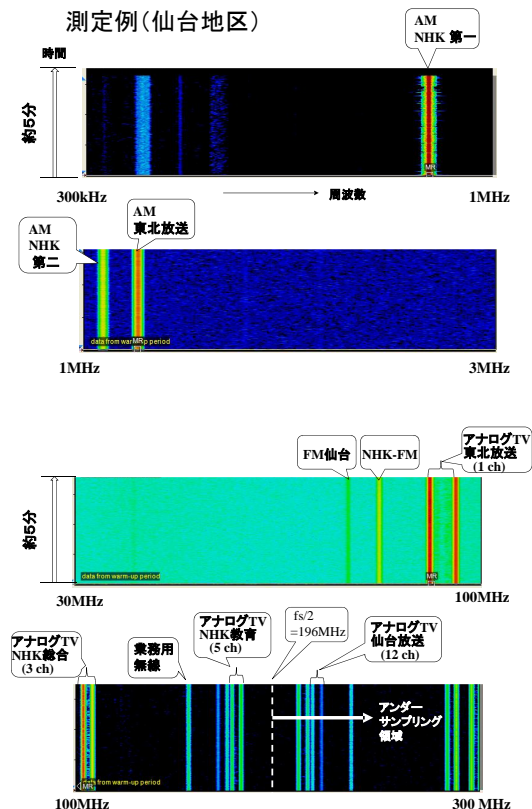


図1 構築した TRS の基本構成と性能

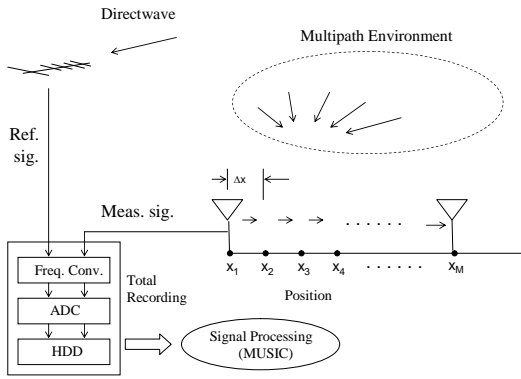


(a) 電波環境の測定系

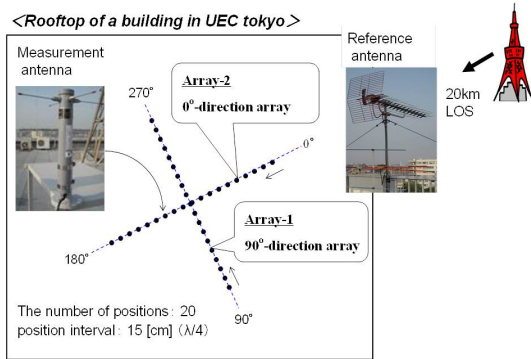


(b) 帯域別スペクトログラム

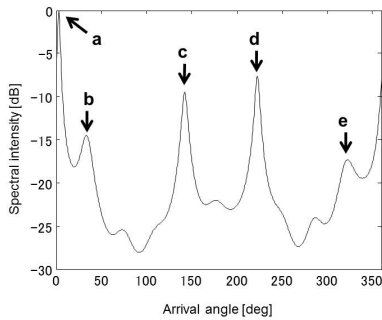
図2 H23年3月の仙台での電波環境測定



(a) TRS による電波環境測定原理図

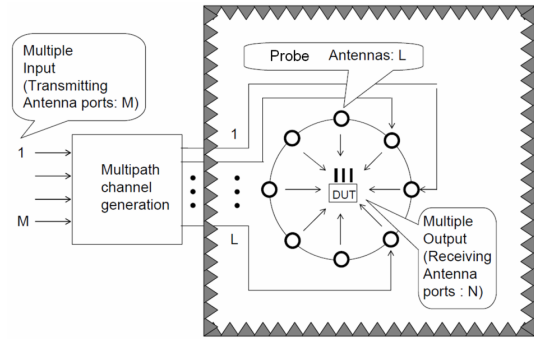


(b) 電気通信大学屋上での測定概要

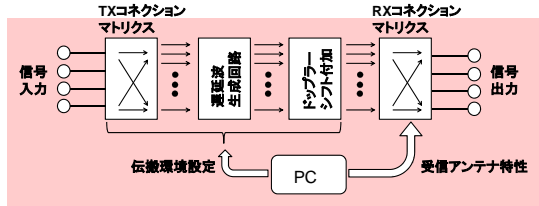


(c) 到来方向測定結果 (MUSIC 法)

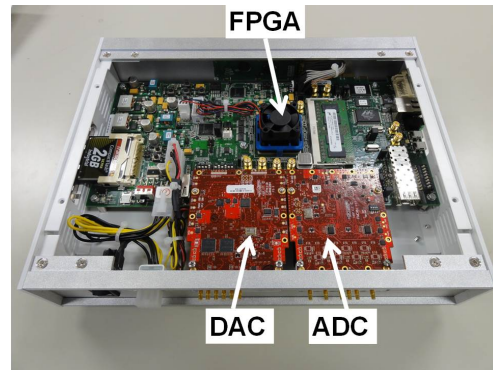
図3 TRS によるマルチパス構造測定実験



(a) OTA 測定系



(b) 提案した環境生成構成法



(c) 信号処理部の FPGA 実装

図4 端末測定用電波環境測定法(OTA 測定)

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計12件:すべて査読有)

① K. Morokuma, A. Takemoto, and Y. Karasawa, "A Novel High-Resolution Propagation Measurement Scheme for Indoor Terrestrial TV Signal Reception Based on Two-Dimensional Virtual Array Technique," IEICE Trans. Commun., vol.E96-B, no.4, pp. 986-993, APRIL. 2013. DOI: 10.1587/transcom.E96.B.986

② Qinghua Shi, Y. Karasawa, "Automatic Modulation Identification Based on the Probability Density Function of Signal Phase," IEEE Trans. Communications.

vol.60, no.4, pp.1033-1044, Apr.2012. DOI: 10.1109/TCOMM.2012.021712.100638

③小佐古 昂、篠沢政宏、唐沢好男, "フェージングエミュレータ型 MIMO-OTA 測定システムの簡易構成法," 信学論(B) Vol.J95-B, NO.2, pp.275-284, 2012.2.

[http://search.ieice.org/bin/summary.php?id=j95-b\\_2\\_275&category=B&lang=J&year=2012&abst=](http://search.ieice.org/bin/summary.php?id=j95-b_2_275&category=B&lang=J&year=2012&abst=)

④竹本淳、高橋宏和、唐沢好男, "トータルレコーディング技術に基づく 地上デジタル放送マルチパス波の到来方向・遅延時間高分解能測定法," 信学論(B), Vol.J92-B, No.9, pp.1381-1389, 2009.

[http://search.ieice.org/bin/summary.php?id=j92-b\\_9\\_1381&category=B&lang=J&year=2009&abst=](http://search.ieice.org/bin/summary.php?id=j92-b_9_1381&category=B&lang=J&year=2009&abst=)

[学会発表] (計15件)

①唐沢好男, 中田克弘, ポンマサック パーワナー "電波環境のトータルレコーディングとその応用"信学技報 RCS2012-103, pp.43-48, 高知, 2012.08.

②諸熊和生, 竹本淳, 唐沢好男, "トータルレコーディング技術の基づく 地上デジタル放送波の屋内到来方向高分解能測定法" 信学技報, A・P2010-141, pp49-54, 佐賀, 2011.1.

③ K. Morokuma, Y. Karasawa, "Indoor Direction Finding of Terrestrial TV Signals based on Total Recording," IEEE International Symposium on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting (BMSB 2011), Nuremberg, Germany, June 2011.

[その他]

ホームページ等

<http://www.radio3.ee.uec.ac.jp/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

唐沢 好男 (KARASAWA YOSHIO)

電気通信大学・大学院情報理工学研究科・教授

研究者番号：40313407

### (2) 研究分担者

稲葉 敬之 (INABA TAKAYUKI)

電気通信大学・大学院情報理工学研究科・教授

研究者番号：40508826

富田 正治 (TOMITA MASAJI)

電気通信大学・大学院情報理工学研究科・准教授

研究者番号：80180173

藤井 威生 (FUJII TAKEO)

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・准教授

研究者番号：10327710

谷口 哲樹 (TANIGUCHI TETSUKI)

電気通信大学・大学院情報理工学研究科・産学官連携研究員

研究者番号：50283099

(H19-H21の3年間)

石 慶華 (SHI QINGHUA)

電気通信大学・先端領域教育研究センター

研究者番号：80503416