

# 公益的研究助成進捗状況概要報告

平成20年度（研究期間 平成20年4月～平成20年12月）

財団法人 テレコムエンジニアリングセンター

## はじめに

財団法人 テレコムエンジニアリングセンターは、公益事業の一環として、平成18年度から公益的調査研究助成事業を実施しております。助成の対象は、無線機器の試験、電波の測定等一般に関する調査研究であり、これらの調査研究に携わる研究者の皆様を対象に、調査研究に対する助成および研究集会に対する助成を実施しております。

平成18年度分として選考いたしました10件の調査研究テーマにつきましては、平成19年4月より助成を開始しております。これらの調査研究テーマは各々2～3年計画として実行されるものですが、研究者の方々から平成20年の12月までの研究進捗状況の概要をご提供いただきましたので、報告いたします。

また、平成19年度分として選考いたしました8件の調査研究テーマにつきましては、平成20年4月より助成を開始しております。これらの調査研究テーマは各々2～3年計画として実行されるものですが、研究者の方々から平成20年の12月までの研究進捗状況の概要をご提供いただきましたので、報告いたします。

# 平成20年度公益的研究助成進捗状況概要報告 目次 1

(平成18年度選考の2年目)

1. 基準アンテナを利用したSARプローブ較正における不確かさに関する調査研究	5
新潟大学工学部 准教授 石井 望	
2. アレー補間に基づいた適応信号処理技術とその電波伝搬環境推定への応用	6
横浜国立大学大学院 准教授 市毛 弘一	
3. UWB通信に対する人体SAR測定法の研究	7
名古屋工業大学大学院 教授 王 建青	
4. デジタル電子装置のEMI予測システムの標準化	8
岡山大学工学部 教授 古賀 隆治	
5. 高分解能電波イメージング計測用高周波センシングモジュールの調査研究	9
名古屋工業大学大学院 准教授 榊原 久二男	
6. ウェアラブル機器による近距離無線通信技術に関する調査研究	10
千葉大学フロンティアメディカル工学研究開発センター 准教授 高橋 応明	
7. 変調プローブアレーを用いた電波測定法の研究	11
東北大学大学院 准教授 陳 強	
8. ミリ波電波計測のための開口面アンテナ装置および測定法に関する調査研究	12
同志社大学工学部 教授 出口 博之	
9. 遠方界曝露により人体に吸収される電力量評価に関する調査研究	13
名古屋工業大学大学院 准教授 平田 晃正	
10. 無線通信システムの信頼性評価シミュレーションに関する調査研究	14
中央大学工学部 教授 牧野 光則	

## 平成20年度公益的研究助成進捗状況概要報告 目次2

(平成19年度選考の1年目)

11. モノポールアンテナの置換測定法の研究開発 -----	15
産業技術総合研究所 研究員 石居 正典	
12. 移動通信携帯端末に適するマルチアンテナ技術に関する研究 -----	16
東北大学 産学官連携研究員 袁 巧微	
13. アンテナで発生する相互変調ひずみの測定環境に関する調査研究 -----	17
横浜国立大学大学院 准教授 久我 宣裕	
14. 帯電人体からの気中放電における放電電流の特性測定 -----	18
名古屋工業大学大学院 助教 高 義礼	
15. マイクロ波リモートセンシングによる湿地帯水域観測のための 偏波散乱測定に関する調査研究 -----	19
新潟大学 准教授 佐藤 亮一	
16. アンテナ近傍波源に対する一般化インパルス応答の構成法 および測定法に関する調査研究 -----	20
東京工業大学 准教授 西方 敦博	
17. 衛星通信・放送システム及び衛星搭載レーダの広域地表電力束密度(PFD) 計測技術の研究 -----	21
首都大学東京 システムデザイン研究科 教授 福地 一	
18. 広帯域干渉電波の発生源位置検出に関する調査研究 -----	22
福井大学大学院工学研究科 准教授 藤元 美俊	

## 1. 基準アンテナを利用したSARプローブ較正における不確かさに関する調査研究

新潟大学工学部 准教授 石井 望

無線端末機器の標準的な SAR 測定においては、頭部等価評価液剤中で動作する電界プローブを較正する必要がある。本調査研究では、導波管を利用しないプローブ較正システムで利用する基準アンテナ利得の測定に関する不確かさを検討している。平成 20 年度は以下の知見を得た。

- 1) 2.45GHz 液剤中における近傍界利得の曲線当てはめに関する極近傍界と近傍界の切り分けについて、当てはめ範囲の下限と上限を変化させて検討を行った。具体的には、いくつかの下限に対して、上限を変化させて絶対利得の変化の様子を調べた[1]。以下、 $\lambda_e$  を液剤の実効波長とする。例えば、下限 30mm ( $1.55 \lambda_e$ ) の場合は近傍界の寄与を含める必要はあるが、上限を十分に大きく取ると、極近傍界の寄与に関係なく収束する。このように、アンテナ間距離  $r$  が  $2.0\lambda_e$  であるとき近傍界と極近傍界の寄与が同じとなり、極近傍界の寄与が安定するのは  $r$  が  $1.5\lambda_e$  であることを明らかにした。
- 2) 測定レベルの不確かさを考慮した当てはめにおける不確かさ評価に関連して、校正キットに含まれる校正具を別途用意し、S パラメータ測定における不確かさの低減を図ることとした。産総研に依頼した校正キットの精密校正の結果を用いて、測定レベルの不確かさを考慮した絶対利得の不確かさを評価する予定である。
- 3) 5.2GHz 帯の液剤中で動作するアンテナとして、放射金属面の両側を誘電体基板で覆ったサンドウィッチダイポールアンテナに着目し、その設計を行った。5.2GHz において、利得測定は実施可能であったが、液剤の減衰定数の測定値により絶対利得の収束値が変動した。当てはめ時に減衰定数を未知定数とすることで、この問題の解決を図ることが可能であることを明らかにした[2]。

[1] Nozomu Ishii, Ken-ichi Sato, Lira Hamada and Soichi Watanabe, "Gain Calibration in Near-Field Region of Antenna in Tissue-Equivalent Liquid for SAR Assessment", Proc. 2008 Asia-Pacific Symposium on Electromagnetic Compatibility & 19th International Zurich Symposium on Electromagnetic Compatibility, TU-BIO-1-1, pp.112-115, Singapore, May 2008.

[2] 渡部 孝史, 五十嵐 直人, 石井 望, 佐藤 賢一, 浜田 リラ, 渡辺 聡一, "液剤中で動作する 5.2GHz サンドウィッチダイポールアンテナの利得測定", 電子情報通信学会次世代無線設備試験認証技術時限研究会予稿集, ACT2008-14, pp.12-18, 京都, Dec. 2008.

## 2. アレー補間に基づいた適応信号処理技術とその電波伝搬環境推定への応用

横浜国立大学大学院 准教授 市毛 弘一

本研究では、アレーアンテナによる適応信号処理技術、特に「アレー補間」と呼ばれる高精度化技術に焦点を絞り、フレキシブルでかつ包括的な電波伝搬環境推定技術の確立を目指すとともに、実際にシステムを構築してその性能を検証することを目的としている。

平成 20 年度は、アレー補間とキャリブレーションの関連、拡張を検討し、キャリブレーションを包含する形でアレー補間の理論を展開していくことを目的としていた。当初予定していた課題の検討を順調に進めていることに加え、関連した研究課題として、アレー受信信号の位相情報に着目した電波伝搬環境推定技術に関する種々の成果を得ることができた。

まず、アレー補間の理論および電波伝搬環境推定性能に関して、新たな手法として提案されていた Conjugate ESPRIT 法が、空間平均法の特殊な場合と同等であることを数学的に証明した[1]。さらに、アレー補間から発展した形でブラインドキャリブレーション技術に関する検討を行い、この技術の推定精度が既存の MUSIC 法よりも高精度であることを実験的に検証した[2]。さらに、関連した研究課題として、アレー受信信号の位相情報に着目した電波伝搬環境推定技術に関する検討を行い、位相情報とその微分およびフェーズアンラッピング法を用いることで有用性が増すこと[3],[4]、さらに、振幅情報を排除した位相相関を採用することでより高精度な推定が可能となっていることを確認した[5]。

このように、本調査研究では、平成 20 年度に予定していた課題の検討を順調に進めている。さらに、昨年度後半から関連研究課題として検討している位相情報を利用した手法についても多くの成果を上げており、今後のさらなる発展が期待できる。

1. Chumchong et al, "On the Effect of Spatial Smoothing and Conjugate Processing to DOA Estimation Accuracy of Coherent Signals for UCA", Proc. ISAP 2008, Taipei, Taiwan, Oct. 2008.
2. 有田他, "ブラインドキャリブレーションを用いた到来方向推定手法における到来方向推定精度の実験的検証", 電子情報通信学会総合大会, 2009 年 3 月発表予定.
3. Ishikawa et al, "High Resolution 2-D DOA Estimation Using Second-Order Partial-Differential of MUSIC Spectrum", Proc. IEEE ISCAS 2008, no. A7P-Q.5, Seattle, WA, USA, May 2008.
4. Ichige et al, "High Resolutuion DOA Estimation Using Unwrapped Phase Information of MUSIC-based Noise Subspace", IEICE Trans. Fundamentals, vol. E91-A, no. 8, pp. 1990-1999, Aug. 2008.
5. Ichige and Arai, "Modified Phase Correlation for High Resolution DOA Estimation", Proc. ISAP 2008, Taipei, Taiwan, Oct. 2008.

### 3. UWB通信に対する人体SAR測定法の研究

名古屋工業大学大学院 教授 王 建青

本研究は、UWB (Ultra Wide Band) 無線端末の人体防護指針に対する適合性評価のための比吸収率 (SAR, Specific Absorption Rate) の算出方法及び測定法を提案・検討し、その確立を目的とするものである。高齢化社会の進展に伴い、複数の生体情報センサを人体上に分散配置し、健康情報を収集・管理する医療支援のためのボディエリアネットワーク (BAN, Body Area Network) の構想が現実のものになると予想される。これの実現の一翼を担うのは UWB 通信であり、UWB 無線端末に対する人体防護指針への適合性を検証するための測定法の確立が不可欠である。

本研究では、まず UWB 信号による人体 SAR の算出方法の確立を目指した。人体組織の超広帯域電気定数を Debye の分散式で近似し、単一 UWB パルスによる SAR の計算法を昨年度提案した。今年度はそれを用いて、実際の BAN 使用状況を模擬した複数の UWB 無線端末からの同時照射による人体 SAR を計算し、日本暫定 UWB 放射規格下における複数端末の同時利用時の SAR を定量的に評価した。その結果、SAR 値は総務省の安全指針より遥かに低いレベルにあり、また複数照射による局所 SAR への向上効果がほぼ無視できることがわかった。これらの結果を元に、次のような測定法を提案した。即ち、UWB 信号の電力スペクトル密度のピーク値に注目し、各ピーク周波数だけにおいて SAR を測定し、それらの SAR 指針値に対する比の和を複数周波数の場合の人体防護指針に基づき評価する。このような複数のピーク周波数だけに対する SAR 評価結果が安全指針を満たせば、実際の UWB 信号の SAR も安全指針を超えることがない。従って、UWB の SAR そのものを測定する代わりに、現有の SAR 測定装置を流用し、複数のピーク周波数だけに対して SAR 測定を行い、それらの SAR 指針値に対する比の和で評価すればよい。

なお、上述研究成果は、今年度下記国際会議及び学会誌に公表或いは公表予定である。

- (1) SA/SAR Analysis for Multiple UWB Pulse Exposure, Proc. Asia-Pacific Conference on Electromagnetic Compatibility, Singapore, May 19-22, 2008, pp.212-215.
- (2) SA and SAR Analysis for Wearable UWB Body Area Applications, IEICE Trans. Communications, vol. E92-B, no.2, Feb. 2009.

#### 4. デジタル電子装置のEMI予測システムの標準化

岡山大学工学部 教授 古賀 隆治

高速デジタル回路を搭載したプリント回路基板から生じる不要電磁波の放射量予測において、これまでに独自に構築を行ってきたコモンモードアンテナモデルの適用条件に関する検討を行った。これは、実基板への応用に向けた検討である。さらに、1GHz以上の周波数帯におけるモデルの有効性を検討するため、現有の電波暗室におけるサイト評価に関する検討を行った。現在までに得られている主な結果を以下にまとめる。

1. 回路基板の2枚がコネクタで接続された場合に発生するコモンモード放射に対して、コネクタ部分を等価なインダクタンスをもつ単純な構造の伝送線路に置き換えてコモンモードアンテナモデルに組み込むことで、計算速度を落とすことなく、実用上問題のない精度でコモンモード放射量を求められることを明らかにした。現在、論文誌に投稿中である。
2. コモンモードアンテナモデルはアンテナエレメントとコモンモード励振源からなるモデルである。これを、3層以上の実際の基板に適用できるように、線路は曲がり、終端は容量性負荷であることを想定したものに改良した。FDTD法に基づく3次元電磁界シミュレーションの結果を詳細に解析することで、励振源の配置が限定的に行えることを明らかにした。さらに、信号線がビアを介して電源-グランド層を貫通する場合も、別にHISESシステムで計算した平行平板共振により生じる放射電磁界との線形和により、回路基板からの総放射量を見積もることができた。3月に開催される国内学会での口頭発表に向け、現在準備を行っている。
3. 周波数1GHz以上の帯域における電波暗室のサイト評価法として提案されているサイトVSWR法に従い、現有の電波暗室の評価を行い、1GHz以上の周波数帯におけるモデル構築のための環境整備を行った。その中で、サイトVSWR法におけるサイト評価の不確かさを小さくするためには、より細かい周波数間隔で測定を行うことが有効であることを明らかにした。



## 5. 高分解能電波イメージング計測用高周波センシングモジュールの調査研究

名古屋工業大学大学院 准教授 榑原 久二男

本研究で開発中の電波イメージング計測用高周波センシングモジュールは、一次放射器を電磁ホーンとするレンズアンテナと、受信した高周波信号を直流出力に変換するための検波回路と、これら、導波管系である電磁ホーンと平面回路系である検波回路を接続する導波管マイクロストリップ線路変換器の、以上 3 部品からなり、提案の新構造とすることにより、薄型低損失で広帯域な特性が期待できる構成となっている。

平成 19 年度と平成 20 年度の前半の研究によって、現在までに、これらのコンポーネント開発をほぼ完了した。特に、検波回路の開発においては、高周波特性を確認したところ、ピーク値で市販品の一般的なレベルである 500V/W と比較して 6 倍以上の 3000V/W を超える高い感度が確認され、高性能なイメージング計測特性が期待できることがわかった。ここまでの成果により論文に発表した。関連する論文 9 件のうち、特に関連の深い、海外で開催された国際会議 2 件のみを下欄に示す。そして、平成 20 年度の後半から、これらを一体化させたモジュールの開発の段階に進んでいる。イメージングモジュールとしての基礎特性を確認するために、モジュールへ微弱電力を入力することで、検出可能なダイナミックレンジを計測する予定である。

Takahiro Suzuki, Masashi Ikeda, Kunio Sakakibara, Nobuyoshi Kikuma, Hiroshi Hirayama, "Design of Waveguide-Input Millimeter-wave Detector Module," Proc. of 2008 International Symposium on Antennas and Propagation, 査読有り, TP-B01, 1644921, 4 pages, Oct. 27, 2008, Taiwan.

Masashi Ikeda, Takahiro Suzuki, Kunihiko Ohkawa, Kunio Sakakibara, Yutaka Aoki, Nobuyoshi Kikuma, Hiroshi Hirayama, "RF performance of layer-structured passive millimeter-wave imaging module," Proceedings of URSI XXIX General Assembly, 査読有り, B07.3, 4 pages, Aug. 11, 2008, Chicago.

## 6. ウェアラブル機器による近距離無線通信技術に関する調査研究

千葉大学フロンティアメディカル工学研究開発センター 准教授 高橋 応明

身に付けた情報端末同士や Body Area Network などの近距離無線通信技術について調査研究を行っている。本研究では、人体を信号伝送路として利用した通信システムの物理層における電磁波伝送メカニズムを明らかにし、これを基に伝送に適した信号周波数や、伝送レートなどを決定することを目標としている。これまで人体を伝送路として用いる通信の検討は、数 MHz から数 10MHz、申請者らは 10.7MHz の周波数において検討が行われていた。しかし、今後の大容量データ伝送の需要に応えるため、より高い周波数での検討が必要となり、英国など諸外国で研究が盛んに行われている、2.45GHz 帯や UWB 帯での検討が必要である。

本年度は、昨年度に引き続き 2.45GHz の検討および新たに UWB 帯での研究を行った。UWB 帯用アンテナとして検討を行った結果、低姿勢化が可能であり、人体との距離による電気的特性の変化が少ないという観点から、腕時計サイズの地板付モノポール型アンテナを提案し、FDTD 法による数値解析と試作実験により評価を行った。その結果、自由空間中でも人体に装着した状態でも UWB-High Band での  $VSWR \leq 2$  を実現し、目的方向である腕先端方向への放射が強く、人体の伝搬に有利である、人体表面に垂直な電界成分が支配的なアンテナが実現できた。また、UWB 帯では、人体通信の様に人体近傍にアンテナが存在する場合は、人体の組織構造によるアンテナ特性への影響が大きいことが解析により明らかになった。

これらの結果については、以下の学会にて発表を行った。

1. N.Haga, M.Takahashi, K.Saito and K.Ito, "A Cavity-Backed Slot Antenna for On-Body BAN Devices," Proceedings of 2008 IEEE International Workshop on Antenna Technology "Small Antennas and Novel Metamaterials", P324, pp.510-513, Mar 2008
2. 関卓也, 齊藤一幸, 高橋応明, 伊藤公一, "人体装着型 UWB アンテナの基本特性," 2008 年電子情報通信学会総合大会論文集, B-1-154, p.154, Mar 2008
3. W.Xia, K.Saito, M.Takahashi and K.Ito, "Implanted cavity-slot antenna for 2.45GHz band,"

## 7. 変調プローブアレーを用いた電波測定法の研究

東北大学大学院 准教授 陳 強

本年度では、変調プローブアレーを用いた電磁界の位相の測定法として、IF と LO 信号の時間領域測定法及び IF 信号位相校正法という 2 つの測定法を提案した。さらに、これらの測定法の検証実験を行い、提案法の精度と妥当性を評価した。

IF と LO 信号の時間領域測定法では、変調で得られた IF 信号と変調用 LO 信号を同時に測定し、各々の信号の位相から被測定 RF 信号の位相を再現する手法である。同一受信帯域において IF 信号と LO 信号を測定するため、両信号が測定器の測定帯域にカバーされる必要がある。そこで、IF 信号をいったんダウンコンバートしている。本手法の有効性を検証するため、変調プローブアレーを用いて RF 信号を測定し、各アレー素子で受信した RF 信号の位相差を測定する実験を行った。測定で得られた位相差をアレー素子の間隔から求めた受信信号の位相差と比較した結果、両者ほぼ一致していることがわかり、本手法の有効性を示すことができた。また、本手法を用いて、半波長ダイポールアンテナの位相パターンの測定を試み、位相誤差が 20 度以内に抑えることができた。この研究成果を以下の発表資料[1]に掲載されている。

一方、IF 信号位相校正法は、IF 信号のダウンコンバートを行わずに、RF 信号の両サイドの IF 信号の位相情報から RF 信号の位相を求める手法である。本手法の妥当性を検証するため、上に述べたように RF 信号の変調素子アレーによる受信位相の位相差を測定した。その結果、本手法が高い精度を有することがわかった。本手法は、IF と LO 信号の時間領域測定法と比べて、ダウンコンバートを用いないため、測定システムがシンプルであり、測定精度も高い。今後は本手法をさらに改善していきたいと考えている。本手法に関する一部の結果は以下の発表資料[2]に掲載されている。

### 【発表資料】

[1] 水上 透, 陳 強, 澤谷邦男, “変調プローブアレーを用いた電磁界の位相の測定法”, 第 2 回次世代無線設備試験認証技術研究会, 2008 年 9 月.

[2] 水上 透, 陳 強, 澤谷邦男, “変調プローブアレーを用いた電磁界の位相の測定法”, 東北大学伝送工学研究会, 2008 年 12 月.

## 8. ミリ波電波計測のための開口面アンテナ装置および測定法に関する調査研究

同志社大学工学部 教授 出口 博之

異なる観測距離で測定された2次元電界振幅分布を用いて、位相分布を復元して推定するフェーズレトリバブル法は、ミリ波帯の開口面アンテナ測定を簡易に行うために開発されたもので、特に、平面波展開法を基にしたフィールド変換（高速フーリエ変換）を用いる近傍界測定や電波ホログラフィにおいて有効である。ここでは、このような位相推定のアルゴリズムを、開口面分布の最適化設計に適用することを提案し、成形ビームアンテナを取り上げ数値シミュレーションによる検討を行っている。そして、得られた開口面分布を基にしてオフセット給電リフレクタレーアンテナをミリ波帯で設計・試作し、近傍界測定を行うことによって開口面位相分布ならびに放射特性を評価している[1]。

これに対して、一次放射器からの入射波を透過させ、所望の開口面分布を実現する平面レンズ（地板を共有する2枚の誘電体基板両面にパッチを2次元配列したもの）について昨年度から検討を始めており、今年度は、偏波共用を目指し地板にリングスロットを装荷した構造について新たに提案している。このような構造を周期配列した場合は移相膜として動作し、試作・実験の結果、所定の帯域で反射波の十分小さい良好な透過特性が得られることを確認している。

また、設計した平面レンズも良好な透過特性（主偏波の振幅、位相）を実現し、なおかつ-30dB以下の低交差偏波特性を達成していることも確認している。さらに、測定用プローブやコンパクトレンジアンテナの一次放射器として用いる同軸キャビティ装荷多モードホーンについて、ビーム形状の制御ならびに交差偏波特性の低減を広帯域に行うための同軸導波管モードの励振方法について明らかにしている[2]。その際、ホーン内部の導波管不連続部形状を変えずに軸方向の各部寸法をパラメータとして最適化を行えば、従来の最適化設計に比べて短時間でかつ局所解になりにくい特長をもつことを確認しており、今後さらなる性能向上が期待できる。

### 関連資料

[1] "Antenna design based on phase-retrieval method for contoured beam with low sidelobe level," H. Deguchi, S. Kurihara, Y. Yanagi, and M. Tsuji, 3<sup>rd</sup> International Laser, Lightwave and Microwave Conference Proceedings, 4, pp.25-28 (2008-4).

[2] "Multimode horn with two types of coaxial cavities for circular coverage," H. Deguchi, K. Omori, and M. Tsuji, *IEEE/AP-S Antennas Propagat. Symp. Digest*, no.s145p5 (2008-7).

## 9. 遠方界曝露により人体に吸収される電力量評価に関する調査研究

名古屋工業大学大学院 准教授 平田 晃正

初年度に実施した基礎検討を基に、電力吸収が過大評価を与える簡易人体モデルを提案し、その有効性を検証した。その際、総務省電波防護指針強度での電波ばく露に対して、数十 MHz および 2GHz 付近で全身平均 SAR が最大となることを明らかにしていた。そこで、両周波数帯にわけて解析を実施した。

まず、数十 MHz 帯では、人体がアンテナと同様に振舞うという以前の報告を基に、解剖学的な人体モデルに対してその知見が成立するかどうかを検討した。その結果、人体はインピーダンスの高い半波長ダイポールアンテナとして振舞うことを数値的に明らかにし、また、その特性を基に全身平均 SAR を推定可能な簡易式を提案した。この簡易式の特徴は、人体の身長および体重の二つのパラメータのみがわかれば、全身平均 SAR を推定できる点にある。なお、この成果は研究会発表 1 編[1]、論文誌発表 1 編（投稿中、条件付き採録）[2]にまとめられている。

次に、GHz 帯において、外部電磁界と全身平均 SAR の関係について議論した。昨年度の研究成果より、全身平均 SAR を特徴づけるパラメータとして人体の表面積が挙げられることを明らかにした。そこで、各種簡易形状モデル、またそれらの層状モデルに対して解析を行い、全身平均 SAR を算出した。その結果、表面積を人体と同じとした楕円体モデルにおいて構成組織を筋肉媒質とした場合には、偏波に依存せず全身平均 SAR の Conservative 予測が可能であるとの知見を得た。なお、この成果は研究会発表 1 編[3]、論文誌発表 1 編（印刷中）[4]にまとめられている。

現在、全身平均 SAR を過大評価可能なモデルに対して、外部電磁界と電磁吸収量の対応関係を明らかにすることを実施している。特に、計算機上で測定に基づく電磁界分布を与え、不均一電磁界のドシメトリのために、波長に対しどの程度の分解能が必要なのかを検討しているところである。

[1] A. Hirata, Y. Hiraiwa, O. Fujiwara, T. Nagaoka, S. Watanabe, "Formula for estimating whole-body average SAR in human models due to plane-wave exposure at resonance frequency," 信学技報, EMC-08-18, Jun. 2008 (北海道大学).

[2] A. Hirata, O. Fujiwara, T. Nagaoka, and S. Watanabe, "Estimation of whole-body average SAR in human models due to plane-wave exposure at resonance frequency," IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility (conditionally accepted)

[3] 伊藤亨基, 平田晃正, 藤原修, 長岡智明, 渡邊聡一, "GHz 帯遠方界曝露の 9 ヶ月幼児モデルに対する全身平均 SAR の FDTD 計算信学技報, EMC-08-37, Jul. 2008 (機械振興会館).

[4] A. Hirata, N. Ito, O. Fujiwara, T. Nagaoka, S. Watanabe, "Conservative estimation of whole-body averaged SAR in Infants with homogeneous and simple-shaped phantom in GHz region," Phys. Med. Biol. (in press).

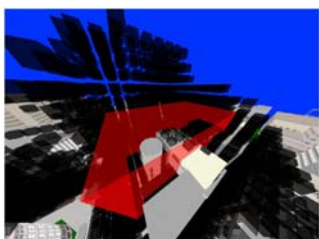
## 10. 無線通信システムの信頼性評価シミュレーションに関する調査研究

中央大学工学部 教授 牧野 光則

平成 19 年度の研究成果を踏まえて、以下の 4 項目について研究を推進した。

1. ビームトレーシングを用いた高周波電磁波伝搬の追跡手法の調査研究
2. 立体視ディスプレイシステム利用をも想定した対話的可視化システムの調査研究
3. 電磁界理論・シミュレーションの立場からの厳密解析に関する調査研究
4. 広領域を対象とする信頼性検証の調査研究

このうち 1.、2.、3.の項目に関して学会にて成果を公表したので、以下に内容を報告する。



前年度までに、3次元 GIS を利用することにより、都市空間内の電磁波伝搬の概況を 2次元表示ディスプレイ上で高速に提示できるシステムを構築した。しかし、より直感的な操作や臨場感の増した表示が実現できれば、さらなる対話性の向上と伝搬状況の把握の容易化が可能となる。そこで、本年度の研究成果として、これまでの成果を没入環境下で実現することにより、2次元表示のシステムよりも臨場感が得られ、電磁波の伝搬状況を都市構造との関係を含めてより把握しやすいシステムを構築した。構築したシステムは、3次元 GIS 開発ツールキット GEO-Element と没入環境を実現する CAVElib を組み合わせることで、CAVE 上での 3次元都市空間を実現している。また、高周波電磁波を幾何光とみなし、ビームトレーシングの考え方を応用して電磁波伝搬を計算する。この計算結果をボリュームデータに変換し、仮想都市空間に表示する。このとき、CAVE 用入力デバイスである WANDA を用いた対話的入力により、基地局の設定を可能とした。また、可視化領域も WANDA で指定可能にすることにより、初期可視化時には伝搬の概略を、その後必要に応じて使用者が指定する領域を詳細に可視化する。これにより、ボリュームデータへの変換ならびに可視化の計算量を低減できるため、利用者とシステムとの即時対話性を確保した。

継続して、処理時間のより効率化するためのビーム分割法の改良、ならびに、対話性をより維持するための伝搬領域の適切なボリューム化に関する検討を行っている。また、関連研究として、動的ボリュームの効率的可視化手法、ならびに、CAVE 上でのより利便性が高いユーザインタフェースに関する成果も得ており、これらの成果の本研究への導入も検討中である。

### [主要研究成果]

- ・ 都市空間における高周波電磁波伝搬提示システムの没入環境下での実現、芸術科学会第 23 回 NICOGRAPH 論文コンテスト論文集(CD-ROM), 2008.

## 11. モノポールアンテナの置換測定法の研究開発

産業技術総合研究所 研究員 石居 正典

本研究の目標である低周波帯域における電界強度測定用モノポールアンテナの置換測定法の研究開発では、まず基準モノポールアンテナに対し、低周波数帯域でも有効な絶対測定法(3アンテナ測定法など)を完成させる必要がある。またこの周波数帯では、波長に対するアンテナエレメント長が極端に短いために特に1MHz以下において、アンテナの感度が極端に低下してしまい、近距離でもアンテナ間の電磁波の伝搬量(S21)の測定が非常に困難になる。そこで、測定システムの考案、構築、それらの検討が必要である。

当該研究助成対象者(本報告者)は上記の検討課題を踏まえ、平成 20年度においては下記の①と②の検討を行った。①まずkHzオーダから30MHzの超長波領域でも有効な、モノポールアンテナ用近傍界3アンテナ測定法の定式化を行い完成させた。この手法は、通常の3アンテナ測定法の定式とは異なり、超近傍界測定においても遠方界の値であるモノポールアンテナのアンテナ係数を得られるように改良してある。有効性の検証は、モーメント法を用いた計算機シミュレーションにより行った。②一方、実際の測定を実現するには、特に9kHzから約1MHzの周波数帯におけるアンテナ間の電磁波の伝搬量(S21)の感度不足を解決した測定システムの構築が必要である。そこで、100Wのハイパワーアンプを用いたシステムを構築し、検証測定を電波暗室内にて行った。このシステムでは送信アンテナの下段にハイパワーアンプを使用するが、該当周波数帯域におけるモノポールアンテナの反射係数は全反射に近く、これがアンプや測定器の故障原因となる。そこで、ハイパワー対応方向性結合器、パワーセンサとパワーメータ、ハイパワー対応減衰器などを随所に用いて、送信アンテナへの入力電力と反射電力の測定モニタリングシステムを自ら組み込むことでシステム回路内の安全対策を施した。また、電界強度センサにより送信モノポールアンテナからの放射電界強度のモニタリングも行い、放射電界強度に対しても安全対策を施したシステムを構築した。なお、当初予定していた感度向上のための送信アンテナの改造は、上記システムにて感度が得られたため必要としなかった。なお、本助成金によって、電界強度センサ、測定ケーブル、アダプタなどの一部マイクロ波部品を取得し、上記システムを構築することができた。さらに、研究体制としては本助成金の助成対象者の1人体制であった。

以下は、本年度の研究成果リストである。

1. 「HF帯測定用アンテナの校正」(助成金によるモノポールアンテナ測定法開発の紹介), NICT EMC-net 第4回EMI アンテナ校正研究会, 2008.8.6.
2. 「低周波領域における微小モノポールアンテナの近傍界3アンテナ法」, 電子情報通信学会, 信学総大, 2008.3. <投稿済・年度内発表>

## 1 2. 移動通信携帯端末に適するマルチアンテナ技術に関する研究

東北大学 産学官連携研究員 袁 巧微

本研究は、携帯移動端末搭載用マルチアンテナ技術に関する研究を進めている。MIMO システム及びアダプティブアレーアンテナシステムには回路の省略、低コストで実現できるとの利点で変調散乱素子アレーアンテナ (Modulated Scattering Array Antenna: MSAA) が非常に注目されている。MSAA は通常一つアンテナ素子と他のダイオードを装荷した多数のアンテナ散乱素子で構成されているため、受信回路は一つで済むという特徴を有する。本年度はその MSAA が MIMO システムまたはアダプティブアレーアンテナへの応用を実現するために、MSAA の特性解析を行っている。更に予定より進んだ屋内 LOS(Light of Sight) 及び NLOS(Non Light of Sight)環境におけるアレー素子間隔により MIMO 伝送容量の測定も行われている。以下の結果が得られた。

1. 一つ素子が通常のダイポールアンテナ, もう一つはダイオード装荷したダイポールアンテナ, 所謂変調散乱素子で構成された 2 素子アレーアンテナの受信特性に関する電磁界数値解析を行った。相互結合により, 直接受信波と変調散乱波の振幅が素子間隔及び到来波方向の変化で大きく変化することを定量的に明らかになった。
2. 屋内 LOS と NLOS 環境で Agilent 89600S を用い, 2 素子 MSAA は受信アンテナとして MIMO 伝送容量の測定を行い, MSAA の素子間隔が小さくなると MIMO の通信容量が改善されたことを明らかになった。
3. MSAA がマルチチャネル信号を受信でき, MIMO 通信用アレーアンテナとしての実用性が示された。

### 【発表資料】

1. Lin Wang, Qiang Chen, Qiaowei Yuan, and Kunio Sawaya, "Experimental Study on MIMO Performance of Modulated Scattering Array Antenna in Indoor Environment," IEICE AP, Hokkaido, Japan, July, 2008 .
2. Lin Wang, Qiang Chen, Qiaowei Yuan, and Kunio Sawaya, "Experimental Study on MIMO Performance of Modulated Scattering Array Antenna in Indoor Environment," 伝送工学研究会, Tohoku University, Sendai, Japan, Nov. 2008 .



### 13. アンテナで発生する相互変調ひずみの測定環境に関する調査研究

横浜国立大学大学院 准教授 久我 宣裕

平成20年度は、アンテナで発生する相互変調ひずみの測定環境評価技術に必要となる標準アンテナ、すなわち既知のPIMを発生するアンテナ（標準PIMアンテナ）の開発が目標である。そのためには、アンテナ特性に加え、PIM特性が評価できる数値シミュレーション手法の実現が不可欠であるが、そのような技術はこれまで報告されていない。そこでアンテナを含む任意形状デバイスに関するPIM特性シミュレーションを可能にするために、電流型非線形項を含むFDTDプログラムを作成した。この際、非線形方程式の係数決定法や計算速度の短縮法などを新たに考案した。これらの結果を報告者が過去に提案している定在波同軸管を用いたPIM測定法により評価したところ、導体線など単純形状の材料を用いて得られた非線形係数を用いて、帯状導体のPIM特性をシミュレーションすることが可能であることを確認された。これらの結果については、後述の国内会議および国際会議において、今年度内に発表済み、ないし発表予定である。

一方で、標準PIMアンテナの具体的構成についての検討を進めている。結果的にパッチアンテナをベースとした形状で検討を進めることになり、これまでに素子部分のみからPIMが発生する様なアンテナを2GHz帯において設計・試作し、基本特性を確認した。今年度末までには、このアンテナから発生するPIMレベルを所望の値に設定・制御するための検討を行う予定である。この作業のために、前述の非線形FDTDシミュレーションを利用していく予定である。

なおマイクロ波やアンテナ、国際標準化に関する国際会議を通じて、他国の技術者および研究者ともアンテナ測定環境に関する情報交換を実施している。

1. 石橋大二郎, 久我宣裕, 「導体で発生する3次相互変調ひずみのFDTD解析」, 信学技法 vol.108, no.EMC-J-144, pp.31-36, 2008
2. 石橋大二郎, 久我宣裕, 「FDTD法を用いた受動回路の相互変調ひずみにおける線形抵抗の影響評価」, 信学ソ大 C-5-8, 2008
3. D. Ishibashi, N.Kuga, "Analysis of 3rd-order passive intermodulation generated from metallic materials," Asia Pacific Microwave Conference 2008, A3-47, 4-pages, Dec. 2008
4. 石橋大二郎, 久我宣裕, 「帯状導体で発生する相互変調ひずみのFDTD解析」, 信学総大 (発表予定)

## 14. 帯電人体からの気中放電における放電電流の特性測定

名古屋工業大学大学院 助教 高 義礼

国際電気標準会議(IEC : International Electrotechnical Commission)では電子機器の静電気放電に対する耐性試験法(IEC61000-4-2)を定めているが、実際の帯電人体からの放電はESD ガンの放電とは状況が本質的に異なるため、IEC の耐性試験をクリアしてもなお誤動作が頻発する事例が後を絶たない。このような背景から、本調査研究では人体からの放電の発生機構を詳しく解明し、これをもとに実際の人体ESD の状況を十分に包含した新たな耐性試験法について検討することを目的としている。

平成20年度中はまず、金属を手にした場合の放電電流測定をおこない、帯電人体からの放電電流ピーク、電流立ち上がり時間、放電ギャップ長および絶縁破壊電界などの放電特性を示す値についての帯電電圧依存性について調べることを目標とした。この結果、特に絶縁破壊電界については帯電電圧が600-2000V 程度ではPaschen 則の場合とほぼ等しくなること、帯電電圧が600V より低い場合はPaschen 則には従わずほぼ一定の値になること、また2000V より高い電圧ではPaschen 則より低くなることがわかった。これらの成果は2008 Asia-Pacific Symposium on Electromagnetic Compatibility(May 19-22, 2008 Singapore)[1]にて発表済みである。また、放電機構解明のためには火花発生過程の解明が不可欠であることから、大気中における2種類の火花抵抗則(Toepler 則およびRompe-Weizel 則)に着目し、火花過程にある放電電流の立ち上がり部分においていずれの式を適用すべきかについて実験的に検討をおこなった。帯電電圧が200V と2000V の場合で実験したところ、帯電電圧が200V では火花のコンダクタンスは内部エネルギーよりも電荷量に比例し、Toepler の式が有利であるのに対して、帯電電圧が2000V の場合はコンダクタンスは内部エネルギーに比例し、Rompe-Weizel 則を適用できることがわかった。この成果については、電子情報通信学会の環境電磁工学研究会(EMCJ 2008年7月18日 東京 機械振興会館)[2]で発表した。関連する成果を2008 Asia-Pacific Symposium on Electromagnetic Compatibility (May 19-22, 2008 Singapore)[3]にて発表、および20th International Zurich Symposium on Electromagnetic Compatibility (12-16 January 2009 ETH Zurich, Switzerland)[4]にて発表予定である。

もう一つの研究課題として、人体指先からの放電における放電電流の等価回路の作成およびその妥当性の検討を挙げたが、現在、指先からの放電電流特性について帯電電圧を変えながら取得している段階である。

[1] Dependence of Breakdown Fields on Charge Voltages for Human ESD Yoshinori Taka and Osamu Fujiwara

[2] 人体ESDに適用する火花抵抗則の検証 高義礼、藤原修

[3] Verification of Spark Resistance Formula for Human ESD Yoshinori Taka and Osamu Fujiwara

[4] Further Validation of Spark-Resistance Formula Applied for Human ESD Yoshinori Taka 1 and Osamu Fujiwara

## 15. マイクロ波リモートセンシングによる湿地帯水域観測のための 偏波散乱測定に関する調査研究

新潟大学 准教授 佐藤 亮一

本研究は、マイクロ波リモートセンシングを用いた湿地帯水域の観測精度の向上のための偏波散乱測定方法、およびその測定結果を有効に活用できる POLSAR 画像解析手法を提案・検討し、その確立を目的とする。

本年度は、はじめに、屋内において詳細に抽水植物（葦）の偏波散乱測定を行った。高性能ダブルリッジホーンアンテナを準モノスタティック構成(バイスタティック)で設置し、ネットワークアナライザを用いて精密に測定した。測定データに湿地帯水域推定に有効な散乱電力分解法を適用するために、マルチルック処理も行った。しかしながら、衛星搭載 ALOS/PALSAR システムで使用されている L バンド(1.27GHz)の周波数帯では、後方散乱電力が非常に小さいことあり、やや大きな測定値の変動が見られた。今後は系統誤差をできる限り抑えるための改良を行い、かつ屋外での測定を円滑に行えるように遠隔操作で偏波散乱測定が可能なシステムの構築を目指す。

一方、POLSAR 画像解析手法の開発は順調に進んでいる。コンピュータシミュレーションにより、季節による抽水植物（葦）の高さ、バイオマス（体積密度）、誘電率の変化に対応した湿地帯水域推定を可能とする解析画像を用いた分類法を確立しつつある。現在までの研究成果は学会[1],[2]にて発表を行った。さらに、湿地帯周辺の植生の分類誤差をより小さくする改良も行っており、その成果については[3],[4]の国際会議に投稿している。

[1] 佐藤亮一, 板垣健志, 山口芳雄, 山田寛喜, “湿地帯における水域-抽水植物境界からの偏波散乱特性について,” 電気学会研究会資料, EMT-08-67, pp. 97-102, July 2008.

[2] R. Sato, Y. Yamaguchi, and H. Yamada, “Simplified monitoring technique for seasonal wetland water area change using quad polarimetric SAR data,” Proc. of 7<sup>th</sup> Asia-Pacific Engineering Research Forum on Microwave and Electromagnetic Theory (APMET2008), pp.85-88, Oct. 2008.

[3] R. Sato, Y. Yamaguchi, and H. Yamada, “Analysis and observation of polarimetric scattering behavior in wetland area,” submitted to IGARSS 2009, South Africa, July 2009 (投稿中).

[4] R. Sato, Y. Yamaguchi, and H. Yamada, “Polarimetric scattering feature estimation for accurate vegetation area classification,” submitted to IGARSS 2009, South Africa, July 2009 (投稿中).

## 16. アンテナ近傍波源に対する一般化インパルス応答の構成法 および測定法に関する調査研究

東京工業大学 准教授 西方 敦博

初年度である本年度は、基礎的な定式化を進めるとともに、アンテナ近傍界を利用する波源推定(波源定位)への応用を検討した。

まず、アンテナ近傍界と微小電気・磁気ダイポール波源との結合を球座標におけるモード励振係数として定式化した。それをもとに、インパルス励振されたアンテナがつくる電磁界を球座標のモード展開で表し、インパルス応答としては量子数 1 ごとに考えれば充分であることを見出した。言い換えれば、アンテナから広がっていく電磁界から角度の関数をくくりだし、それと積の形となる関数(距離と時間の関数)にインパルスの伝搬と分散の特性が集約されることになる。このことから、本研究で提案する一般化インパルス応答を過不足なく表現する展開形を与えることができた。

次に、本研究で提案する一般化インパルス応答の応用例として、波源推定への応用の可能性を検討した。具体的には、曲った線状アンテナを仮定し、周波数領域でモーメント法により近傍電磁界を計算した。アンテナを包含する球の表面で最小 2 乗近似によりモード展開係数を求め、Parseval の等式によってインパルス応答の予測誤差と等価である周波数領域の誤差関数を定義した。この誤差関数を最小化するようにして未知波源(微小電気ダイポール)の定位が可能であることを数値計算により示した。その際、音源定位における 2 つの耳に相当する 2 つのアンテナは対称性の少ない構造および相対位置関係を持たせることが波源定位の推定のあいまいさを減少させる上で有利であることを示した。以上の成果を 2008 年 9 月 19 日の電子情報通信学会通信ソサイエティ大会において発表した(同大会講演論文集に掲載。発表資料を添付)。

本報告書執筆時点において、アンテナ近傍界の実測データに基づいてそれをモード展開表現することを目指し実験を行っている。アンテナには形状を自由に選べるように 180° ハイブリッドカップラを balun に使用した自作のものを用いている。現有のネットワークアナライザを用いているが、時間領域測定のための測定器を購入する予定である。これについても今年度中の学会発表を考えている。

## 17. 衛星通信・放送システム及び衛星搭載レーダの広域地表電力束密度(PFD)計測技術の研究

首都大学東京 システムデザイン研究科教授 福地 一

本調査研究は、衛星通信・放送システムや衛星搭載レーダによる地表面での電波の電力密度 (PFD : Power Flux Density) を、安価・小型でありながら正確に測定する手法の確立を目的としている。これら衛星通信・放送システムや衛星搭載レーダは将来、多様な周波数・電力で運用されることが予想され、PFD を正確に広範囲に測定する方法を確立することは、効率的な電波利用と電波秩序の維持に大きく貢献すると期待される。平成20年度は、提案時に述べた以下の2つのサブテーマに関する実験・解析の機器・ソフト等を整備した。また、得られた測定データ及び既存データから初期的な解析を実施した。

### (1) 通信・放送衛星電波の PFD 測定

既存のアンテナに小型スペアナおよび較正用信号発生器を組み合わせて、安価な受信装置を構成させた。初期的な測定から、アンテナ部の ODU (Out-Door-Unit) の温度により受信レベルの変動がわずかではあるが生ずることが判明したため、ODU 部の温度測定系を整備するとともに、衛星軌道、降雨、ODU 温度に伴う受信レベル変動の補償アルゴリズムを開発した。この副産物として、受信レベルから降雨減衰を客観的に抽出することができた (以下学会発表参照)。より正確な大気に伴う受信レベル変動を解析するため、ミリ波放射計による天空輝度温度測定データから大気ガス及び降雨減衰による受信レベル変動を推定する手法を Mie 散乱理論をもとに求めた。

\*学会発表：阿部、福地「21GHz 帯衛星放送システムの降雨減衰対策-デジタル衛星放送波を用いた降雨減衰量の客観抽出」2008年電子情報通信学会通信ソサエティ大会 (2008/9/16-19 明治大学)

### (2) 衛星搭載レーダの PFD 測定

日本の陸域観測衛星 (ALOS) 搭載合成開口レーダ (PALSAR) による武蔵村山地域の観測データを用いてレーダの偏波較正 (ポラリメトリック較正) 及び受信レベル較正 (ラジオメトリック較正) を試みた。いずれも、武蔵村山の日産工場跡地に我々の手作りの複数レーダ反射器 (3面コーナーリフレクタ、1辺2mの平板反射器など) を設置し、そのレーダ反射信号をもとに較正を実施した。その結果、偏波較正には電離層によるファラデー回転の補償が必要なこと、受信レベル較正には作成した基準反射器の工作精度や設置角度 (仰角、方位角) 精度が影響することが判明した。特に、本研究の主題である受信レベル較正には、複数回の観測データを用いて最大受信レベルとなる結果を採用することが望ましいと判断した。その結果、条件の良い平板反射器による測定から平板のレーダ断面積が理論とほぼ同様となり、ALOS/PALSAR の地上放射電力密度が設計通りであることが推測された。

## 18. 広帯域干渉電波の発生源位置検出に関する調査研究

福井大学大学院工学研究科 准教授 藤元 美俊

地上デジタル放送が完全普及し、アナログ方式の地上テレビ放送が停波されると同時に、UHF帯における本格的な周波数再配置が始まる。従来と異なる周波数帯を高速・広帯域な通信システムで利用する場合、干渉電波による受信品質への影響が従来よりも顕著に現れる。

本研究では、実フィールドで移動する干渉波源の特定を可能とするために、高速かつロバストな到来方向推定方式の開発を目的としている。

平成20年度は、研究計画（初年度分）に記載されている下記2項目を実施した。

### 1) 段階的到來方向推定の基本動作確認

基本的な到来方向推定アルゴリズムには MUSIC 法を用い、アンテナの特性が不明な場合でもセルフキャリブレーションを可能とする手法を考案した。これは、到来方向を粗推定した結果をもとにアンテナ特性を仮キャリブレーションし、さらにその結果をもとに到来方向を再度推定するものであり、段階的に推定精度を向上させるものである。基本的アイデアの有効性を計算機シミュレーションにより確認した。

### 2) 干渉信号の実態調査

広帯域通信システムや放送が運用される周波数帯の電波状況を、実フィールドにおいて測定した。東京近郊（霞ヶ関、大宮市、高崎市など）および名古屋近郊（名古屋市、岐阜市など）の市街地や幹線道路沿いにおいて、UHF帯の不法電波や雑音を測定した。その結果、移動体からの雑音が、地上デジタル放送を移動体で受信する際の障害となる可能性が少なくないことが明らかとなった。特に、微弱な電界強度下で 1seg 放送を受信する場合、フェージングよりもむしろ干渉電波のほうが障害となっている可能性があることを明らかにした。

以上のように、本研究は当初の計画どおり進んでおり、その成果の一部を下記の学会で発表予定である。

藤元美俊，堀俊和，“UHF 地上 TV 放送帯における干渉電波測定結果”，2009 年電子情報通信学会総合大会、発表予定（投稿済み）

## 【公益的調査研究助成とは】

財団法人 テレコムエンジニアリングセンター（T E L E C）が実施する公益的調査研究助成事業の概要は以下のとおりです。

### 1 公益的調査研究助成の狙い

ユビキタスネット社会構築の鍵となる「ワイヤレスブロードバンドサービス」の発展のためには、新たな電波有効利用技術の研究開発と合わせて、秩序ある電波利用の推進が大切であり、その利用秩序を維持するには、無線機器の試験、電波の測定技術等の研究開発が不可欠になります。

このような社会的背景に鑑み、T E L E Cでは公益的な立場から無線機器の試験、電波の測定等一般に関する調査研究（開発を含む。以下同じ。）を円滑に推進するため、これらの調査研究に携わる研究者の皆様を対象に、調査研究に対する助成及び研究集会に対する助成を行い、電波界の発展に寄与することとしました。

### 2 研究助成の対象とする研究分野

無線機器の試験、電波の測定等一般に関する分野の独創的な調査研究、ならびに日本の団体が運営主体となって開催する同分野の研究集会（会議、シンポジウム、研究発表会等）を対象としています。

### 3 応募資格

国内の研究・教育機関等に所属する研究者または共同研究グループ、ならびに応募対象の研究集会の運営主体の責任者としています。

### 4 研究助成額及び採用予定件数

調査研究助成額は1件当たり年間150万円以内とし毎年10件程度、ならびに研究集会助成額は1件当たり最大50万円とし、数件の採用を予定しています。

### 5 研究助成期間

一つの調査研究テーマに対して研究助成期間は3年以内としています。

### 6 募集期間

平成20年度計画分（平成21年4月より助成開始）は、平成20年10月15日（水）から12月15日（月）までの2ヵ月間募集しました。

次年度計画分以降も、同様な時期と期間を予定しています。詳細は、その時期にホームページ等でご案内いたします。

### 7 審査

調査研究助成対象者及び研究助成額、ならびに研究集会助成対象の研究集会及び助成額は、当センターが設置した公益的調査研究選考委員会において提出された書類を審査し、この選考委員会の結果に基づいて当センターの理事長が決定します。

**財団法人 テレコムエンジニアリングセンター**

〒140-0003 東京都品川区八潮 5-7-2

テレック総合研究所

URL <http://www.telec.or.jp/>