

第7章 ギガビット研究会 (ギガビット時代におけるアンテナ・高速回路・EMC 設計研究会)

日本のモノづくり、電子技術の継承・確立・発展を願い、2011年10月に国内外16大学の協力を得て「ギガビット研究会」を立ち上げました。本研究会では、ギガビット時代における製品設計に必要な高周波アナログ技術者（ギガビットアナログ技術者）の養成と、大学の研究成果と知識のより有効な産業活用を目指し、シンポジウム、セミナー、分科会など多岐にわたる活動を行っております。現在、法人会員、法人准会員合わせて73社、特別会員37名となっております。

従来から高周波を扱っている通信機器、コンピュータ機器などに加え、最近ではパワーエレクトロニクス、車載電子機器、ワイヤレス電力伝送、ウェアラブル機器、医療機器等々、高周波を扱う分野が拡大し、新たに規制を設ける分野が広がってきました。それに伴い企業の方々から、高周波アナログ技術者の不足、企業内新人教育の必要性など数々の問題が指摘され、ギガビット研究会に対して多くの要望が寄せられています。今後とも皆様のご要望にお応えできるよう提供できる内容を充実させる所存ですので、どうぞ更なるご支援とご協力をお願い申し上げます。

ギガビット研究会概要、及び2016年度の活動内容の概略をあわせて以下に記します。

ギガビット研究会活動は大きく、シンポジウム、セミナー、会員企業個別対応に分かれている。

2016年度に行われたギガビット研究会諸活動の中で会員向けの主なイベントは次のとおりである。

通常総会		1回
シンポジウム		2回
特別シンポジウム		3回
シンポジウム分科会	PSD分科会	3回
	ウェアラブル分科会	2回
設計ガイドラインセミナー 入門編	第1部 電気回路編	1回
	第2部 伝送線路編	2回

7-1 シンポジウム



7-1-1 シンポジウム

年2回開催し、ギガビット研究会について活動報告および今後の活動計画などを会員と討議する場としている。またその時々最もホットな話題に関する講演を行い、ギガビット研究会活動の参考としている。年2回のうち1回は、法人会員、特別会員による総会も併せて行っている。

第10回 シンポジウム

【開催日】2016年7月1日（金）

【プログラム】

基調講演「センサ技術の現状と動向」

東北大学 マイクロシステム融合研究開発センター長 (μ SIC)
(兼) 原子分子材料科学高等研究機構 (WPI-AIMR) 教授、

COI リサーチフェロー 江刺 正喜

「オムロンのMEMS技術について」

オムロン株式会社 事業開発本部 マイクロデバイス事業推進部

営業推進部 戦略マーケティング課 課長 高橋 敏幸

「ギガビット研究会の活動状況と今後の取り組み」

1. 設計ガイドラインセミナー入門編

ギガビット研究会代表 上 芳夫

2. PSD分科会

ギガビット研究会代表 上 芳夫

3. ウェアラブル分科会

名古屋工業大学 名誉教授、電気通信大学 客員教授 藤原 修

【講演概要】

第10回シンポジウムでは、IoTの進展に伴い近年国内外において話題になっている「センサ技術」について2件のご講演をいただいた。まず基調講演として、東北大学の江刺正喜教授より「センサ技術の現状と動向」と題してMEMS (Micro Electro Mechanical Systems) と呼ばれる技術のセンサへの応用を中心に、センサ技術の現状と動向について幅広いお話しをいただいた。続いて、オムロン株式会社の高橋敏幸氏より「オムロンのMEMS技術について」と題してオムロン製機器の小型化・高性能化に貢献しているMEMSデバイスの特長と今後の展望についてご講演いただいた。

休憩の後、「設計ガイドラインセミナー入門編及びPSD分科会の活動状況と今後の取り組み」として本研究会の上代表より報告があった。次に名古屋工業大学の藤原修名誉教授より「ウェアラブル分科会 (旧筋電義手分科会) 活動状況と今後の取り組み」に関する報告があった。



シンポジウム講演の様子

第11回 シンポジウム

【開催日】2016年11月30日（水）

【プログラム】

基調講演 「IoTに適用される各種無線通信方式の特徴と将来動向」

電気通信大学 産学官連携センター センター長 特任教授 中嶋 信生

「IoT/M2M 時代の情報通信とエレクトロニクス実装技術」

東京工芸大学 工学部 基礎教育研究センター 准教授 越地 福朗

「ウェアラブル機器のEMC規格について」 NTTアドバンステクノロジー株式会社、電気通信大学 客員教授 雨宮 不二雄

「ギガビット研究会の活動状況と今後の取り組み」

- | | |
|--------------------|-------------------------------|
| 1. 設計ガイドラインセミナー入門編 | ギガビット研究会代表 上 芳夫 |
| 2. PSD分科会 | ギガビット研究会代表 上 芳夫 |
| 3. ウェアラブル分科会 | 名古屋工業大学 名誉教授、電気通信大学 客員教授 藤原 修 |

【講演概要】

第11回シンポジウムでは「IoT時代の無線通信技術とEMCの課題」について2件のご講演をいただいた。まず基調講演として、電気通信大学の中嶋信生特任教授より「IoTに適用される各種無線通信方式の特徴と将来動向」と題し、5G（第5世代移動通信方式）、Wi-SUN、Bluetooth、ZigBeeなどの技術的特長、比較、適用領域、課題などについて最新動向を含めてご講演いただいた。続いて東京工芸大学の越地福朗准教授より「IoT/M2M 時代の情報通信とエレクトロニクス実装技術」と題し、IoT/M2M時代の医療・福祉・ヘルスケアのための情報通信技術と、アンテナなどに代表される電磁デバイスの小型化、マルチバンド化、広帯域化技術や、筐体曲面部実装技術、人体の影響、EMCについてご講演いただいた。また本研究会ウェアラブル分科会では成果の出力の一環として、EMC規格が確立されていない「ウェアラブル機器のEMC規格」への寄与を考えており、NTTアドバンステクノロジー株式会社の雨宮不二雄氏から「ウェアラブル機器のEMC規格について」と題し、CISPRやIEC/TC-77の動き、分科会から提案する場合の問題点、今後の動向・進展などをご講演いただいた。その後、「設計ガイドラインセミナー入門編及びPSD分科会 活動状況と今後の取り組み」として、本研究会の上代表より報告があり、次に名古屋工業大学の藤原修名誉教授より、筋電義手の国産化が進んでいる旨の朝日新聞の記事を取り上げながら「ウェアラブル分科会 活動状況と今後の取り組み」に関する報告があった。



シンポジウム講演の様子

7-1-2 特別シンポジウム

特別シンポジウムは、ギガビット研究会に関係するテーマを広く採り上げ、その分野で実際に活躍されている方を講師に招き最新の技術や話題についてお話しいただくもので、大変好評をいただいている。今後とも、学会での講演、出版社やイベントでの講演などとはまた少し異なった観点からの講演を、広く積極的に開催していく予定である。

第20回 特別シンポジウム

【開催日】2016年5月25日（水）

【テーマ】『自動運転の最新動向とカーエレクトロニクスの課題』

「自動運転技術開発の現状と実用化に向けた課題」

先進モビリティ株式会社 代表取締役 青木 啓二

「ITSの最新動向とそれを支える無線通信技術」

沖電気工業株式会社 情報通信事業本部 新規事業開発室 浜口 雅春

【講演概要】

最近注目を浴びて会員の皆さんの関心も高いと思われる「自動運転の最新動向とカーエレクトロニクスの課題」をテーマに取り上げ、この分野の専門家お二人にご講演いただき、この分野でのエレクトロニクス/EMC等の課題を学び共有した。

第21回 特別シンポジウム

【開催日】2016年9月2日（金）

【テーマ】『モータやインバータでのEMCの課題』

「パワーエレクトロニクス機器のEMI/EMC」

北海道大学 大学院情報科学研究科 教授 小笠原 悟司

「電気力学から見たモータの電磁ノイズの考察」

日本電産株式会社 Technical Adviser 見城 尚志

【講演概要】

会員の皆さんの関心も高いと思われる「モータやインバータでのEMCの課題」をテーマに取り上げ、この分野の専門家お二人にご講演いただき、パワーエレクトロニクスにおけるEMCの基本的理解や新たな知見を共有した。



特別シンポジウム講演の様子

第22回 特別シンポジウム

【開催日】2017年1月24日（火）

【テーマ】『実装基板・接続ケーブル等での伝送路設計とEMC対応』

「多線路線路—電磁波論から考える基本的考え方と取扱法」

ギガビット研究会代表 電気通信大学 産学官連携センター 特任教授（名誉教授） 上 芳夫

「差動伝送線路からの不要電磁放射の予測と抑制を目指したEMC計測と解析」

電気通信大学 大学院情報理工学研究所 准教授 萱野 良樹

【講演概要】

設計に関わる皆さんの関心が高いと思われる「実装基板・接続ケーブル等での伝送路設計とEMC対応」をテーマに取り上げ、本研究会でこの分野の研究の専門家お二人に電磁界理論による考え方についてご講演いただき、EMCの課題に対して新たな理解を共有した。

7-1-3 シンポジウム分科会

分科会は、大学の研究者と企業の技術者が実際のソフトや機器を動かしながら技術的問題を議論する場である。大学の研究者の発表を材料として、あたかも同じ研究室・職場での侃侃諤諤の議論を目指している。

1) PSD分科会

【開催日】 第3回 2016年 6月 17日（金）

第4回 2016年10月 13日（木）

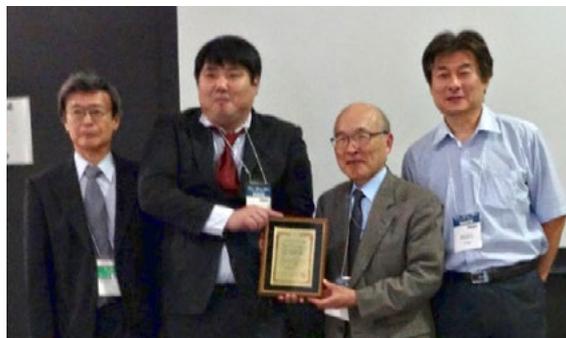
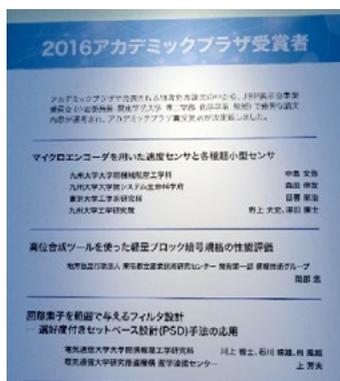
第5回 2017年 2月 24日（金）

PSDとは、Preference Set-based Design（選好度付セットベース設計）の頭文字を取ったもので、電気通信大学の石川晴雄名誉教授が開発した「多目的最適化設計」の手法であり、機械系で適用されて多くの成果を得ている。大学発の研究成果を広く展開して社会に貢献する活動の一環にと、ギガビット研究会では石川先生の協力の下に、PSD手法を電気系に適用するために2015年度に分科会を立ち上げた。

多目的最適化設計とは、多くの目的（要求性能）を同時に最適化（満足）するように多くの設計変数を決める協調設計のことを言う。従来の設計での「解析（analysis）による試行錯誤的な手法」から脱却し、「合成（synthesis）を行う設計手法」を目指そうと考えている。セットベースとは、集合論に基づくことを意味し、選好度とは設計変数範囲の評価・決定過程を数学的に取り扱うための指標で、これによって他のセットベース手法とは異なり定量的な評価を明確にしながら設計変数範囲を決定している利点がある。

2016年度は、主としてEMIフィルタ設計にPSD手法を適用してきた。一定負荷の条件下での設計、負荷が変動する条件下での設計、実験計画法で実験数を少なくする法、などを参加者と一緒にデモで体験しながら実施した。この手法は集合論的な手法を用いるので、設計値は要求性能（設計仕様）を満足する範囲解として得られ、設計パラメータの許容範囲を与えてくれる手法である。パラメータの寄与度も与えてくれる。この手法では、逆に与えられた設計パラメータの範囲内では要求性能（設計仕様）を満足する解がないときも判定できる。

2016年6月開催のJPCA Show 2016において、電気通信大学 川上雅士さん（情報・通信工学専攻博士後期課程）、石川晴雄名誉教授、肖鳳超教授、上芳夫特任教授（ギガビット研究会代表）の発表論文「回路素子を範囲で与えるフィルタ設計—選好度付きセットベース設計（PSD）手法の応用」がアカデミックプラザ賞を受賞した。



JPCA Show2016における受賞の様子

<http://www.uec.ac.jp/news/prize/2016/20160623-2.html>

また、PSDを適用した回路設計に関する公表成果は以下の通りである。

- [1] 川上他, “選好度付きセットベースデザイン（PSD）手法のフィルタ設計への適用の検討”, 電気学会論文誌A, 36, 10, pp.621-628, 2016.
- [2] 川上他, “選好度付きセットベースデザイン（PSD）手法を用いたEMIフィルタ設計手法の検討”, 信学技報, EMCJ2015-19, 2015-01.
- [3] 川上他, “電気設計におけるPSD手法適用の検討 その1”, 2015年信学会ソ大会, B-4-55, 2015-3.
- [4] 長尾他, “電気設計におけるPSD手法適用の検討 その2”, 2015年信学会ソ大会, B-4-56, 2015-3.
- [5] M. Kawakami, et al, “Study on application of the preference set-based design method to layout of microstrip lines with required performances,” IEICE Tech. Report EMCJ2015-19, 2015-06.
- [6] 長尾他, “PSD設計手法を用いる基板端での2本線路設計について”, 2015年信学会ソ大会, B-4-35, 2015-09.
- [7] M. Kawakami, et al, “An application of the preference set-based design method to filter designs,” Proc. IEEE Symp. EMC and EMC Europe, pp.1315-1318, Dresden, 2015-08.
- [8] K. Nagao, et al, “Application of the preference set-based design to layout of the microstrip line on board edge using RLGC meta modeling,” Proc. 2016 APEMC, Shenzhen, China, 2016-05.
- [9] 長尾他, “応答曲面法を用いたメッシュグラウンドを有する伝送線路パラメータの近似式化について”, 2016年信学会ソ大会, B-4-61, 2016-09.
- [10] 萱野他, “選好度付きセットベースデザイン手法の屈曲差動伝送線路設計への適用”, 信学技報, EMCJ2016-122, 2017-03.
- [11] 萱野他, “選好度付きセットベースデザイン手法の負の群遅延回路設計への適用”, 信学総大, B-4-22, 2017-03.
- [12] Y. Kayano, “A study on design of bent differential-paired lines by preference set-based designing method,” IEICE Tech. Report, EMCJ2017-16, 2017-05.

2) ウェアラブル分科会 (旧 筋電義手分科会)

【開催日】 第7回 2016年11月14日 (月)

第8回 2017年 3月30日 (木)

筋電義手は、最近話題になっているウェアラブル (人体装着型) 機器の一種である。微小な筋位を取り込むセンサ、CPUへの伝送信号系、アクチュエータを動作させる信号配線系、さらには電源配線系でのEMC問題が予想され、それらに関する研究を担当者が取り組んできた。現在は、試験法や規制値が確立されていない分野であるこの種の機器での検討として、人体を介する機器にたいしてイミュニティ試験、特にESD試験に関し活発な議論がなされている。さらに信号伝送を無線化する手法などの検討も提案されている。

また成果出力の一環として、EMC規格が確立されていない「ウェアラブル機器のEMC規格」への寄与を考えており、当分科会から国際標準化機関であるCISPRへ提案したドキュメントについての各国委員の反応や問題点、検討課題、今後の動向・進展なども報告した。筋電義手開発者 (電気通信大学 横井研究室) を交え更なる展開・発展を目指して分科会を進めていく予定である。

「筋電義手からの不要電磁放射とその評価法の検討」

岡山大学 教授 豊田 啓孝

「筋電義手に対するイミュニティ試験系の構築及びモーター駆動部への信号伝送の無線化」

「筋電義手における制御信号のワイヤレス化」

名古屋工業大学 教授 王 建青、名誉教授 藤原 修

「ウェアラブル機器のEMC規格について」 NTTアドバンステクノロジー株式会社、電気通信大学 客員教授 雨宮 不二雄

「IEC規格におけるウェアラブル機器に対する動向」

株式会社ノイズ研究所 技術部 上席部長 石田 武志



ウェアラブル分科会の様子

2016年11月に開催されたCISPR/I/WG2会議（中国・杭州）において、「筋電義手の放射エミッションの測定事例と今後の課題」を報告した。以下に、報告した寄与文書の一部（文書番号、タイトル、測定に使用した筋電義手）を記す。



CISPR/I/WG2(Toyota, Fujiwara, Kami, Amemiya)16-01
For IEC use only
October 2016

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION (IEC)
INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE (CISPR)
SUB-COMMITTEE I: ELECTROMAGNETIC COPMATIBILITY OF INFORMATION TECHNOLOGY EQUIPMENT, MULTIMEDIA EQUIPMENT AND RECEIVERS COMMISSION (IEC)
WORKING GROUP 2: Emission Standard for Multimedia Equipment

Subject: Limits and methods of measurements for body worn equipment using Robotic Technology including Electro-technology

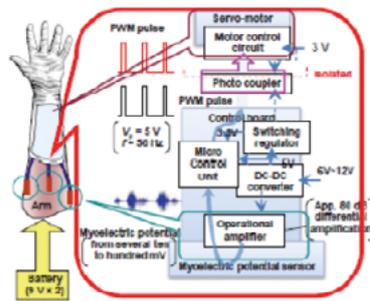


Fig.1 Block diagram of the myoelectric artificial hand system

筋電義手のブロック構成



Fig.2 Myoelectric artificial hand system for emission measurement

測定に使用した筋電義手

7-2 セミナー

- | | | |
|------|------------------------|-----------|
| セミナー | — 設計ガイドラインセミナー | (第1部～第7部) |
| | — 設計ガイドラインセミナー eラーニング版 | (第1部～第7部) |
| | — 設計ガイドラインセミナー 入門編 | (第1部～第2部) |

7-2-1 設計ガイドラインセミナー

これまでに必ずしも明確な理論的背景が与えられていなかった設計ガイドラインの内容を、シミュレーションの結果等を交えながら詳細に解説する。設計ガイドラインの理論的背景を理解することにより、現実の製品設計の現場において応用のきく人材を養成し、試作機器の動作不良といった事態を避け、試作期間の短縮を目指す。またセミナーの中で使用したシミュレーションソフトは、受講生の方が職場で実際の業務に使用することが可能となっている。全体は7部に分かれており、それぞれeラーニング版が用意されている。

- 第1部 「ギガビット伝送を高周波的に見ると」
- 第2部 「デジタル回路をアナログ高周波回路として取り扱うために」
- 第3部 「クロストーク（結合）を評価するために」
- 第4部 「伝送線路の不連続はどんな働きをするか」



- 第5部「フレキシブル線路やハーネスの動作を理解するために」
- 第6部「ディファレンシャルモード伝送では」
- 第7部「線路論から見る伝送線路での電磁界結合と電磁波放射現象」

2016年度は、eラーニング版のみを実施し、2015年度に本格的にスタートした入門編に注力した。

7-2-2 設計ガイドラインセミナー入門編

「やさしい電磁気学から始める電磁波・伝送回路の基礎」(初心者・新入社員教育用に)

- 【開催日】 第4回 第2部(伝送線路編) 2016年 8月25日(木)、26日(金)
 第5回 第1部(電気回路編) 2016年10月 6日(木)、 7日(金)
 第6回 第2部(伝送線路編) 2017年 1月26日(木)、27日(金)

最近の企業現場にみられる、バックグラウンドが電気系出身者ではないとか、電気系出身者であっても電磁波や高周波回路・伝送線路などを未履修の若手技術者が多いこと、企業内教育がこれらに対応できていないこと、などに応えるために設計ガイドラインセミナー入門編を立ち上げた。

第1部「電気回路編」: 電気系以外の出身者を対象

第2部「伝送線路編」: 電気(交流)回路を履修済みの電気系または同等の知識を有する方々を対象

「デモ実験」を取り入れながら「式を用いずに定性的な説明でEMC現象の基礎を理解する」ことを目的に、ファンクションジェネレータとオシロスコープをセットとする測定システムを用意し、各受講者に直接実験に取り組んでいただいている。受講者からは、講義では難しかった部分が自ら実験することで理解が深まると好評である。

第1部「電気回路編」

1. 直流での電圧・電流と電界・磁界
2. 回路素子と電磁界
3. 交流での電磁界と回路素子
4. 交流での回路解析の手法

第2部「伝送線路編」

1. 集中定数回路(復習)
2. 伝送線路の基礎
3. クロストーク現象の基礎



設計ガイドラインセミナー入門編の様子

この入門編は企業の新入社員教育用というご要望にも応えている。

またこの結果を見て、引き続き「設計ガイドラインセミナー中級編」も計画している。

7-3 会員企業個別対応

会員の方々は個別の問題を抱えそれに具体的に対応することを希望されることが多く、そのご要望にできるだけ応えるために、出張セミナー、個別コンサルテーション、個別共同研究・受託研究などの制度を設けている。いずれも会員企業個別の問題をなるべく具体的に扱うために機密保持を厳守し、必要に応じて契約を行う。

1) 出張セミナー

設計ガイドラインセミナーを社内で行ってほしいという会員企業に対して行っているもので、設計ガイドラインセミナー及び設計ガイドラインセミナー入門編の内容をベースに実際の業務内容に即して行う。今後は、会員企業の技術内容や製品をベースにした講義や実験・測定を行うことを目指している。

2) 個別コンサルテーション、個別共同研究・受託研究

電気通信大学を始めコンサルティンググループ、国内研究グループのメンバーが所属する大学の規則等に則って行う。ギガビット研究会では会員企業の便宜を図るために、プレ個別コンサルテーションという特別な制度を設けている。これは、まずは問題の明確化、対応可能性の検討等を行うために、会員の方々が気軽にご相談いただけるよう無料で行っている。もちろん機密保持のために必要な手続き等を行い、そこで双方で十分に検討したうえで、個別コンサルテーション、個別共同研究・受託研究に本格移行できる制度である。これらの活動のために、ギガビット研究会コンサルティンググループに10名の先生方、さらに研究グループに32名の先生方が所属している。

2016年度は、会員企業と機密保持契約を結び共同研究を実施した。コンサルティンググループの専門家の先生と組んで、理解の難しい電磁界シミュレーション結果を如何に物理的現象として理解するか、如何に設計に応用するか等、会員企業のご要望に短期間でお応えし成果を上げることができた。

ギガビット研究会の活動内容は、ギガビット研究会ホームページに報告されている。

<http://www.sangaku.uec.ac.jp/gigabit/index.html>

(報告：ギガビット研究会 教授 本間 高弘)

7-4 組織

国内研究グループ		
所属	研究者	専門分野
岡山大学	古賀隆治、豊田啓孝、五百旗頭健吾	PCB 関連
兵庫県立大学	畠山賢一、山本真一郎	電磁界（電磁波シールド、人工材料）
京都大学	和田修己、松嶋徹	PCB 関連、チップレベルEMC
名古屋工業大学	藤原修、王建青、安在大祐	ESD、生体、人体通信
岐阜大学	中村隆	電磁界理論（アンテナ）
東海大学	小塚洋司、村野公俊	電磁界（電波吸収体、人工材料）、 イミュニティ測定
青山学院大学	橋本修	電磁界解析（電波吸収体、遮蔽）、材料測定
首都大学東京	多氣昌生、清水敏久	生体効果、パワーエレクトロニクス
電気通信大学	上芳夫、肖鳳超、菅野良樹、安藤芳晃	伝送理論、電磁界解析、コンタクト雑音、 PCB、電磁波プローブ
東京工業大学	西方敦博	電磁界理論、材料測定
芝浦工業大学	須藤俊夫	回路実装関連
東北大学	山口正洋、曾根秀昭	磁界プローブ、電磁セキュリティ
秋田大学	井上浩	コンタクト雑音、PCB、電磁波プローブ
秋田県立大学	戸花照雄	PCB、電磁界解析
東北学院大学	川又憲、嶺岸茂樹、石上忍	コンタクト雑音、ESD、通信EMC
鈴鹿工業高等専門学校	森育子	ESD
海外研究グループ		
Missouri University S&T	James L. Drewniak, Jun Fan	PCB 関連
コンサルティンググループ		
岡山大学	古賀隆治	PCB 関連
名古屋工業大学	藤原修	ESD、生体
岐阜大学	中村隆	電磁界理論（アンテナ）
東海大学	小塚洋司	電磁界（電波吸収体、人工材料）
電気通信大学	上芳夫、福澤恵司、雨宮不二雄	伝送理論、電磁界解析、高周波伝送、通信 システムのEMC技術と標準化
東北学院大学	越後宏	伝送線路、電磁波
秋田大学	井上浩	コンタクト雑音、PCB、電磁波プローブ
東京農工大学	仁田周一	EMC全般、品質管理