

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)

2011年10月に国内外の16大学の協力を得て立ち上げた本研究会は、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、セミナーなど多岐にわたる活動を行っており、現在、法人会員、法人准会員合わせて75社、特別会員37名の規模になっている。

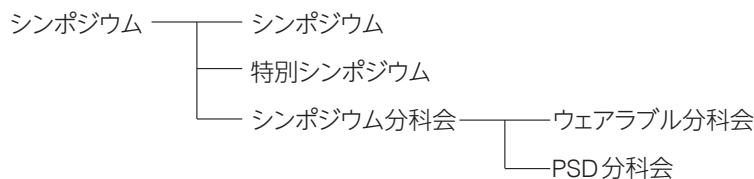
最近では、従来から高周波を扱っている通信機器、コンピュータ機器などに加え、パワーエレクトロニクス、車載電子機器、自動運転/ドローン、ワイヤレス電力伝送、ウェアラブル機器、介護・福祉ロボットを含む医療機器等々、高周波技術を必要とする分野が広範に拡大し、新たにEMC規制を設ける分野が広がってきた。それに伴い企業の方々から、高周波アナログ技術者の不足、企業内新人教育の必要性など数々の問題が指摘され、ギガビット研究会に対して多くの要望が寄せられている。今後も継続して会員の要望に応えられるよう提供できる内容を充実させていく予定である。

ギガビット研究会の概要、及び2017年度の活動内容の概略を以下に記す。

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。2017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通りである。

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	2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	2回
	第2部 伝送線路編	1回

7-1 シンポジウム



7-1-1 シンポジウム

シンポジウムは年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。またその時々のもっと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12回 シンポジウム

【開催日】2017年7月7日（金）

【プログラム】

基調講演

「開離する電気接点から発生する高周波電磁ノイズ問題」

秋田大学 名誉教授、電気通信大学 客員教授 井上 浩

「マイクロギャップESD（静電気放電）によって発生する電磁妨害波とその特異性」

東北学院大学 工学部 電子工学科 教授 川又 憲

「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12回シンポジウムでは、具体的な実験データから実証された2件のご講演をいただいた。まず基調講演として、秋田大学の井上浩名誉教授より「開離する電気接点から発生する高周波電磁ノイズ問題」と題して、高周波まで発生する電気接点の電磁ノイズについてご講演いただいた。続いて、東北学院大学の川又憲教授より「マイクロギャップESD（静電気放電）によって発生する電磁妨害波とその特異性」と題し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り、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の活動状況と今後の取り組み」について報告があった。



シンポジウム講演の様子

第13回 シンポジウム

【開催日】2017年12月5日(火)

【プログラム】

基調講演

「次世代交通・運輸システムにおける通信の役割と課題」

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 センター長 教授 山尾 泰

「自動車に関わるEMCの変遷と今後の課題」

株式会社デンソー 基盤技術開発部 EMC技術開発室 中村 克己

「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13回シンポジウムでは「次世代の車載通信とEMC」をテーマに2件のご講演をいただいた。まず基調講演として、電気通信大学の山尾泰教授より「次世代交通・運輸システムにおける通信の役割と課題」と題し、車車間通信および車とNWインフラ間の通信の役割と課題についてご講演いただいた。続いて、株式会社デンソーの中村克己氏より「自動車に関わるEMCの変遷と今後の課題」と題し、自動車に関わるEMCの変遷と、電気学会 自動車（PHEV/EV）のEMC調査専門委員会での調査内容の概要をご紹介いただいた。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り、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の活動状況と今後の取り組み」について報告があった。



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23回 特別シンポジウム

【開催日】2017年7月14日(金)

【テーマ】『30MHz以下を含む電磁界測定評価と高周波利用設備等におけるEMCの課題』

「省エネルギー機器からの電磁雑音について」

情報通信研究機構 電磁波研究所 電磁環境研究室 主任研究員 呉 奕鋒

「ワイヤレス電力伝送に関する標準化および制度化の動向」

テレコムエンジニアリングセンター 松戸試験所 副本部長 久保田 文人

【講演概要】

インバータやスイッチング電源を含む機器やWPT（無線電力伝送）等の「30MHz以下を含む電磁界測定評価と高周波利用設備等におけるEMCの課題」をテーマに取り上げ、この分野関連での専門家のお二人に最新の状況や成果を含めてご講演いただき解決すべき課題等を共有した。

第24回 特別シンポジウム

【開催日】2017年11月13日(月)

【テーマ】『ウェアラブル機器等の新たな技術とEMC課題の将来展望』

「わが国におけるEMC研究の技術動向と将来課題」

名古屋工業大学 名誉教授、電気通信大学 客員教授 藤原 修

「人体周辺で使用する新たな技術と生体EMC」

首都大学東京 理工学研究科 電気電子工学専攻 教授 多氣 昌生

【講演概要】

専門家のお二人に「ウェアラブル機器等の新たな技術とEMC課題の将来展望」をテーマに、今までのEMC研究の動向に加え今後の課題と展望等もご講演をいただき解決すべき問題を皆様と共有した。



特別シンポジウム講演の様子

第25回 特別シンポジウム

【開催日】2018年3月30日(金)

【テーマ】『5Gを考慮したミリ波帯アンテナ技術と高速伝送でのEMC設計』

「ミリ波帯平面アンテナの実際」

東京工業大学 工学院 電気電子系 教授 廣川 二郎

「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 (その2)」

電気通信大学 大学院 情報理工学研究所 准教授 菅野 良樹

【講演概要】

専門家のお二人を迎え、現在、国際規格化や技術開発が進められている次世代移動通信システム(5G)でのミリ波帯応用を念頭に、ミリ波帯アンテナ設計・評価技術と、高速伝送基板でのEMC設計についてご講演をいただき解決すべき課題を皆様と共有した。

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6回 2017年 6月 1日(木)

第7回 2018年 3月 5日(月)



PSD分科会の様子

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」から脱出し、「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。

実験計画法を用いると少ない数の実験やシミュレータの結果を用いて応答曲面式を作ることが可能であり、2017年度はその一例として、レジスト層のあるPCBの配線設計、これを用いる分布定数フィルタ回路の配線設計への適用に拡張・展開した。

◆PSDを適用した回路設計に関する公表成果（2017年度）

- [1] Y. Kayano, et al., “A study on design of bent differential-paired lines by preference set-based designing method,” IEICE Tech. Report, EMCJ2017-16, 2017-05.
- [2] 萱野他, “負の群遅延特性のためのSIR型スタブを持つ伝送線路のPSD手法による設計”, 信学通ソ大, B-4-22, 2017-09.
- [3] 萱野他, “選好度付きセットベースデザイン手法による負の群遅延特性を持つSIR型伝送線路構造の設計に関する一検討”, 信学技報, EMCJ2017-26 (EMD2017-14), 2017-07.
- [4] 上他, “選好度付きセットベースデザイン手法について”, 信学技報, EMCJ2017-59, 2017-11.
- [5] 萱野他, “選好度付きセットベースデザイン手法を用いた伝送線路型フィルタの設計法に関する一検討”, 信学技報, EMCJ2017-60, 2017-11.
- [6] 萱野他, “選好度付きセットベースデザイン手法を用いた伝送線路型フィルタの設計法に関する一検討（その2）メタモデリングに実験計画法を用いた場合”, 信学技報, EMCJ2017-106, 2018-03.
- [7] 萱野他, “等長配線用ミアング遅延線をもつ差動伝送線路のPSD手法による多目的設計に関する一検討”, 信学総大, B-4-33, 2018-3.
- [8] 川上他, “選好度付セットベース設計手法を用いた電源-GNDプレーンへのデカップリングキャパシタの素子値決定手法の検討”, 信学総大, B-4-34, 2018-3.

2) ウェアラブル分科会

- 【開催日】 第9回 2017年9月29日（金）
- 第10回 2018年3月27日（火）

本分科会では、研究担当者が筋電義手システムの実機を用いて取り組んでいる課題に関する説明、問題点の開示と結果を報告し、参加者と一緒に筋電義手を対象にウェアラブル機器に関するEMC問題の議論を深めている。

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。微小な筋電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対してのイミュニティ試験、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、本研究会の雨宮不二雄客員教授がこれまでの成果を、国際電気標準会議（IEC）の国際無線障害特別委員会（CISPR）へ提案しIEC内での議論の端緒を開いている。静電気学会誌41巻4号（2017）において「ウェアラブル機器のEMCに関する検討事例と国際標準化に向けた今後の課題」と題する特集解説も執筆している。今後も、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。

【研究担当者】

- 1. 名古屋工業大学グループ「現用システムとしてのESD試験評価」
ワイヤレス筋電義手に対するESDイミュニティ試験。
- 2. 岡山大学グループ「現用システムとしてのEMI評価」
名古屋工業大学開発の疑似筋電信号発生装置を評価系に組み込み、筋電義手からの不要放射の評価法や評価条件等を検討。



7-2 セミナー

セミナー	設計ガイドラインセミナー 入門編	(第1部～第2部)
	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)

7-2-1 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)

- 【開催日】 第7回 第1部(電気回路編) 2017年 8月24日(木)、25日(金)
 第8回 第2部(伝送線路編) 2017年10月26日(木)、27日(金)
 第9回 第1部(電気回路編) 2018年 1月25日(木)、26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しきれ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、波形発生器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。

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 実験の様子

【受講者の声】

- ・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。
- ・電気回路についての知識がなかったので大変勉強になった。回路学と電磁気学を分けて説明されており素人でも分かりやすかった。
- ・電圧・電流、電界・磁界の違いで曖昧だった理論を学び直せてよかった。
- ・交流でのCとLの動作がよく分かった。波形を参照しながら説明してもらえたのが分かりやすかった。
- ・電流は一巡していないことがよく分かった。
- ・クロストークの発生原因や条件が分かり良かった。実験が講義内容の理解の助けになった。

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。

7-2-2 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と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」



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、個別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。

7-3-1 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と実験・測定を行うことを目指している。

7-3-2 個別コンサルテーション、個別共同研究、受託研究

会員の方々から気軽にご相談いただき、個々の問題の明確化や対応可能性の検討等を行えるよう無料の「プレ個別コンサルテーション」を設けている。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、個別受託研究に本格移行できる制度で、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。

2017年度は、会員企業と機密保持契約を結び個別共同研究1件、個別受託研究1件を実施した。個別共同研究では、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など、会員企業のご要望に短期間でお応えし成果を挙げる事ができた。

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>

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	PCB 関連、チップレベル EMC
九州工業大学	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、萱野良樹、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