

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76社、特別会員36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。

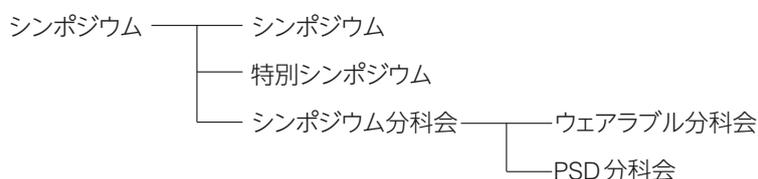
ギガビット研究会の概要、及び2018年度の活動内容の概略を以下に記す。

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。

2018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		2回
シンポジウム分科会	PSD分科会	1回
	ウェアラブル分科会	1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

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。またその時々最新の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14回 シンポジウム

【開催日】2018年6月29日(金)

【プログラム】

基調講演

「5G(次世代移動通信方式)の新技术とその応用展開」

株式会社NTTドコモ 先進技術研究所 5G推進室 主幹研究員 奥村 幸彦

「ギガビット時代の電磁波セキュリティと規格」

NTTネットワーク基盤技術研究所 ネットワークアーキテクチャプロジェクト 主幹研究員 富永 哲欣

「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
2. PSD分科会
3. IoTに関連する課題に向けて

ギガビット研究会代表 上 芳夫

4. 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14回シンポジウムでは、今話題のIoT(物のインターネット)において次世代通信システム5Gがどのようなところで、どのように使えるのか、セキュリティの問題は、などについてご講演いただいた。まず株式会社NTTドコモの奥村幸彦氏より「5G(次世代移動通信方式)の新技术とその応用展開」と題して、5Gの新技术・標準化の最新動向と、5Gの応用により提供が期待される新しいアプリケーション・サービスについて、幅広い業界と連携したシステムトライアルなど5G実現に向けたドコモの取り組み状況についてご講演いただいた。続いて、NTTネットワーク基盤技術研究所の富永哲欣氏より「ギガビット時代の電磁波セキュリティと規格」と題し、最近話題のHEMPなどの電磁波セキュリティの観点から適正値のあり方についてご講演いただいた。企業での事例や実例を交えたご講演は大変好評だった。休憩の後、「設計ガイドラインセミナー入門編、PSD分科会の活動状況と今後の取り組み及びIoTに関連する課題」につい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15回 シンポジウム

【開催日】2018年12月7日(金)

【プログラム】

「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 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

基調講演

「現場で起きるノイズトラブルを改善するための接地(アース)とグラウンド」

株式会社電研精機研究所 ノイズトラブル相談室 室長 平田 源二

【講演概要】

第15回シンポジウムでは「現場で起きるノイズトラブルを改善するための接地(アース)とグラウンド」と題し、株式会社電研精機研究所の平田源二氏にご講演いただいた。数多くのノイズトラブルを解決してきたノイズトラブル相談室の実績と経験をもとに、EMC規格と現場でのノイズ対策における接地(アース)が関わる誤解を解きながらノイズ対策に重要な「グラウンド」についての解説は、大変興味深く3時間のご講演もあっという間に感じられた。さらにインバータ&サーボから発生するノイズ対策、ノイズカットトランスのノイズ防止効果などの実演もあり、実演が理解の助けになったと好評いただいた。またギガビット研究会活動状況と今後の取り組みに関する報告も行った。



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26回 特別シンポジウム

【開催日】2018年10月5日(金)

【テーマ】『ウェアラブルヘルスケア/介護・補助等での電子機器とEMC』

「人体通信を利用した人体装着型ロボットのワイヤレス制御及びEMC」

名古屋工業大学 大学院電気・機械工学専攻 教授 王 建青

「ウェアラブル/非接触生体センシングとEMC」

横浜国立大学 大学院工学研究院 准教授 杉本 千佳

【講演概要】

「ウェアラブルヘルスケア/介護・補助等での電子機器とEMC」をテーマに、人体通信の原理と人体装着型ロボットのワイヤレス制御への応用等と、ウェアラブル/非接触センサでの生体センシングの原理や特徴及び技術的課題ならびにEMCについて専門家のお二人にご講演いただき、解決すべき課題を皆様と共有した。

第27回 特別シンポジウム

【開催日】2019年2月8日(金)

【テーマ】『雷放電及び静電気放電の実態とその技術課題』

「雷害対策の変遷と研究課題」

静岡大学 大学院総合科学技術研究科 客員教授 横山 茂

「電子機器の静電気試験の課題と研究動向」

株式会社ノイズ研究所 技術部 上席部長 石田 武志

【講演概要】

自然雑音として現象や対応への理解が難しい「雷放電及び静電気放電の実態とその技術課題」をテーマに取り上げお二人の専門家に、雷害様相と対策の現状と対策手法の高度化のために必要な研究課題について、静電気放電現象の最近の研究動向等についてご講演いただき、解決すべき課題を皆様と共有した。



特別シンポジウム講演の様子

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8回 2018年9月26日（水）

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。

2018年度は、PSDを使用する設計の理解を更に深めるために、アナログ形のDC/DCコンバータを設計する問題を取り上げ、以下のプロセスを各自で実習した。

1. 理論解析に基づいて、メタモデリング用のデータ作成
2. 求めたデータを用いてPSDソフトで設計
3. 求めた設計値が、要求性能を満足するかの検証

◆また、分科会参加者である岡山大学 豊田啓孝教授から「テーパ構造の引き出し線への適用事例」の話題提供もあった。



PSD分科会の様子

◆PSDを適用した回路設計に関する公表成果（2018年度）

- [1] Y. Kayano et al., "Design of transmission line with impedance resonator for negative group delay and slope characteristics by preference set-based design method", ICEP-IAAC2018, pp.170-175, 2018-04.
- [2] 萱野 他, "選好度付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", 信学論C, vol.J101-C, no.5, pp.233-244, 2018-05.
- [3] Y. Kayano et al., "A study on design of differential-paired lines with meander delay line by preference set-based design method", 2018 Joint IEEE EMC & APEMC Symposium, pp.536-541, 2018-05.
- [4] 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3）フィルタ理論による設計との比較", 信学技報, EMD2018-12, 2018-06.
- [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EMIフィルタの多目的設計に関する一検討", 信学技報, EMD2018-14 (EMCJ2018-16), 2018-07.
- [6] 萱野 他, "差動信号用EMIフィルタのPSD手法による多目的設計に関する一検討", 2018年信学ノ大, BS-3-8, 2018-09.
- [7] 萱野 他, "差動信号用EMIフィルタのPSD手法による多目的設計に関する一検討", 信学技報, EST2018-77, 2018-10.
- [8] Y. Kayano et al., "Application of the preference set-based design method to cantilever for electrical contact", ICEC together with IEEE Holm Conference, P1.5, 2018-10.

- [9] 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", 電子情報通信学会論文誌B, vol.J102-B, no.3, pp.237-247, Mar. 2019.

2) ウェアラブル分科会

【開催日】 第11回 2019年3月28日(木)

本分科会では、電気通信大学の横井浩史教授の開発した筋電義手システムの実機を用いて研究担当者が取り組んでいる課題についての説明、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。2018年度は以下の研究を進めた。

1. 名古屋工業大学グループ

まず、広帯域人体通信方式を採用したワイヤレス筋電義手に対する間接ESDイミュニティ試験を行い、その誤動作率の測定を行った。8kVのESD充電電圧に対し、無線環境下の誤動作率は、有線環境下に比べて20%の改善が見られた。次に、間接ESDイミュニティ試験結果の筋電義手配置位置依存性の検討を目的として、垂直結合板近傍の電界分布を光電界センサで測定した。そして、筋電義手の配置位置や向きを変えてイミュニティ試験を行い、電界強度と筋電義手の誤動作率の関連性を検討し、その結果を報告・考察した。

2. 岡山大学グループ

可動部を有する電子機器を人体に装着して使用するウェアラブル機器からの不要電磁放射の許容値や測定法は規定されていないため、筋電義手を対象に不要電磁波放射を様々な条件の下で評価している。人体ファントムに装着した場合について、電磁界シミュレーションとの比較を含む妥当性の評価を行った。またモータ単体からの放射についても定量評価を行い、筋電義手からの放射について検討した結果を報告した。

◆2018年度の成果論文の代表的なものとして、名古屋工業大学グループから以下が発表された。

J.Wang, et al., "Development of an immunity test system with a pseudo biosignal generator for wearable devices and application to the ESD test of an artificial hand," IEEE Trans. Electromagn. Compat., vol.61, no.1, pp.73-81, Jan. 2019.

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・新入社員教育用に)

【開催日】	第10回	2018年 7月12日(木)、13日(金)	第2部	伝送線路編
	第11回	2018年10月25日(木)、26日(金)	第1部	電気回路編
	第12回	2019年 1月24日(木)、25日(金)	第2部	伝送線路編

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。

「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」：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を対象

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

【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。
- ・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。
- ・交流回路が「電力」を送る線路であるのは目からウロコだった。直流と交流の違いを理解するのに非常に有用だと感じた。
- ・クロストークは製品設計の実務において現象を理解するのが最も難しい特性だが、理想回路とそれに近い状態の実験を通じて「何がおきているか？」を理解することができた。可変抵抗を用いたクロストークの実験はC結合とL結合の推移を見られるので非常に興味深かった。



設計ガイドラインセミナー入門編 実験の様子



◆この社会人教育に関して、2018年EMC Europe EMC Educationのセッションで発表をした。

Y. Kami, et al., "An EMC education program for non-electric/electronics background engineers," Proc. EMC Europe 2018, pp.122-127, Aug. 2018.

◆2019年度から、受講者がVNAを用いた実験を行って理論を検証する「中級編」を新たに開講予定である。

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。

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制度を設けている。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・受託研究に本格移行できる制度である。移行後は、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い機密保持のために必要な手続きも行う。

2018年度は、会員企業と機密保持契約を結び4件の個別共同研究・受託研究を実施した。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など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>

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