

RIEC



TOHOKU
UNIVERSITY

東北大学電気通信研究所ニュースレター
Research Institute of Electrical Communication
Tohoku University

News

CONTENTS

- 02 巻頭特集
科学研究費補助金
基盤研究(S)
- 04 研究室訪問
- 05 TOPICS
- 06 受賞にあたって/
RIEC 豆知識
- 07 New Laboratory
- 08 組織図/通研国際シンポジウム/
EVENT Calendar

巻頭
特集

科学研究費補助金 基盤研究(S)
二次元原子薄膜ヘテロ接合の創製と
その新原理テラヘルツ光電子デバイス応用

研究室訪問 **INSIDE the Laboratory**

サイバーサイエンスセンター
情報通信基盤研究部(菅沼・阿部研究室)



巻頭
特集

科学研究費補助金 基盤研究 (S)
二次元原子薄膜ヘテロ接合の創製と
その新原理テラヘルツ光電子デバイス応用

教授 尾辻 泰一



1. はじめに

テラヘルツ波は、電波と光波の中間に位置する波長約 10 μm (周波数 30 THz) ないし 1 mm (周波数 300 GHz) の電磁波です。現在の携帯無線の通信容量を 3 桁以上も増大できるポテンシャルを有しているとともに、人体に安全でほぼすべての物質の指紋スペクトル (物質を構成する分子固有の振動周波数) を包含するなど、テラヘルツ波は他の電磁波にはないユニークな特徴を有しています。しかしながら、トランジスタやレーザーダイオードなどの半導体デバイスでは、このテラヘルツ領域での動作に本質的な限界をきたしてしまい、テラヘルツ波の産業応用には多くの困難が伴ってきました。そのような中で 2004 年、炭素原子の単層シート：グラフェンが、英国の A. K. Geim と K. Novoselov らによって発見されました。グラフェンは、電子・正孔のいずれもが有効質量を消失した極限的な電荷キャリアとしてふるまうことから、その発見以来、夢の光電子材料として脚光を浴びています。私たちは、現在の光通信を支えている半導体レーザーダイオードのように小型で室温動作が可能なテラヘルツレーザーがグラフェンで実現できることを発見し、昨年、ついに 100K の低温下ながらテラヘルツ帯での単モードレーザー発振に成功し、本年 6 月に国際会議 (74th DRC, 36th CLEO) で発表しました。JST-CREST および科学研究費補助金 (科研費)・特別推進研究を通して得られた、いま最もホットな成果です。今後さらに、動作温度を向上させて室温高強度テラヘルツレーザー発振を実現するためには、新しい材料システムと動作原理の導入が求められています。

本研究は、グラフェンと h-BN (六員環構造をなす窒化ホウ素) 絶縁体や MoS₂ (二硫化モリブデン) 等の遷移金属ジカルコゲナイド (TMD) 半導体が van der Waals (vdW) 原子間力のみで積層

化してなる二次元原子薄膜ヘテロ接合材料を創製し、その材料系の電子・プラズモン・フォノンとテラヘルツフォトンが関わる複合量子系に発現する新奇な物理現象を新たな動作原理として導入することによって、テラヘルツ波領域でのレーザー発振をはじめとする各種の機能を、従来技術が果たし得なかった極めて高いエネルギー効率で実現し得るデバイスを創出しようとするものです。2016 年度科研費・基盤研究 (S) として採択され、2020 年度までの 5 か年計画で推進しています。本稿では、それら新材料・新原理の魅力と研究活動の一端をご紹介します。

2. グラフェン二重層が紡ぐ驚異の物性とその応用

私たちは、図 1 のように数原子層しかない h-BN をグラフェンで挟んだ、いわゆるグラフェン二重層 (DGL: Double Graphene Layer) 構造において、THz フォトン・プラズモンの発光・吸収が共鳴トンネルをアシストし、従来よりも桁違いに高い量子効率で THz 波の増幅・発振・検出・非線形波動制御が可能なることを理論的に発見しました。グラフェンを電極とみなせば DGL がキャパシタとして機能することがおわかりでしょう。この DGL に直流バイアスを印加すると、対峙したグラフェンには電子と正孔のいずれかが相補的に蓄積されます。このとき、h-BN 層が数原子層と極めて薄いために、n 型グラフェン内に過剰に蓄積した電子はバリアとなる h-BN 膜を量子力学的にトンネルして p 型グラフェンに移動できるのではと思われるかもしれません。しかし、そのトンネル確率はほぼゼロに近く、禁制されます。それは、図 1 に示すバンド図でおわかりのように、バイアスの印加によって両グラフェンのエネルギーバンドにはオフセット Δ が生じるために、トンネル前の n 型グラフェン内電子とトンネル後の p 型グラフェン内電

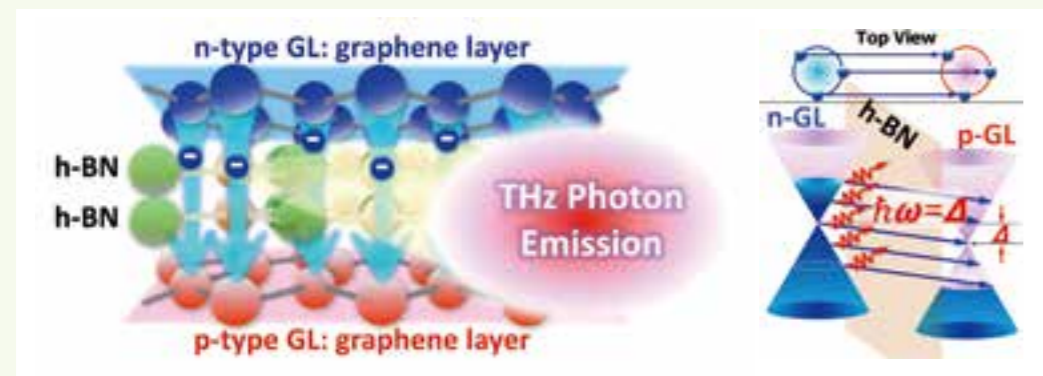


図 1 直流バイアス印加時のグラフェン二重層 (DGL) とそのエネルギーバンド図。両グラフェン層間のバンドオフセットエネルギー Δ に等しいテラヘルツフォトンもしくはプラズモンを発光することによって、n 型グラフェン内の過剰な電子が一斉に h-BN バリア層を共鳴トンネルして p 型グラフェンに遷移する。

子の運動量 (波数) が保存されないからです。そこで、DGL の外側にゲート制御機構を付加し、ゲートバイアスによってバンドオフセット Δ をテラヘルツ帯のフォトンと同程度の数 meV ~ 数十 meV に調整すると、バンドオフセット Δ と等しいテラヘルツ帯のフォトンにアシストされて、n 型グラフェン内の過剰電子が一斉に、かつ共鳴的にトンネルできるようになります。ゲートバイアス制御によって、バンドオフセット Δ の極性を正 (p 型グラフェンが n 型グラフェンより低位) にすれば、Δ と等しい単色のテラヘルツフォンの発光が、逆に Δ を負にすれば、Δ と等しい単色のテラヘルツフォンの吸収が生じることになるのです。n 型グラフェン内の全ての過剰電子がこのテラヘルツフォンの発光・吸収に寄与できることから、極めて高い量子効率で発光・吸収過程を誘導することができます。その量子効率は、グラフェン単層でこれまで実現された効率を 2~3 桁も上回ることを理論解析によって明らかにしています。二次元原子薄膜 vdW ヘテロ接合には、これら以外にもグラフェンの極限的なキャリア輸送特性を根源とする特異な材料物性を有しています。図 2 に示すように、それらの特異な材料物性をもたらす複合量子とテラヘルツフォトンとを巧みに相互作用させることによって、新しい動作原理に立脚した超高効率なテラヘルツ機能性デバイスを創出しようとするのが本研究のねらいです。

最近、私たちはこのゲート制御 DGL 素子を試作し、テラヘルツフォンの発光・吸収現象の観測に成功しました。詳細は他に譲りますが、グラフェン内二次元電子・正孔の集団分極振動による量子・プラズモンを介在させることによって、さらに桁違いに量子効率を向上できることも見出しました。室温高強度レーザー発振の実現に期待が膨らみます。この試作素子は、職人技による剥離・転写法で一つ一つを手作りしたもので、このままでは、量産化・産業化の未来はありません。そこで重要な課題となるのが、二次元原子薄膜 vdW ヘテロ接合材料を再現性良く高品質に生成するための工業的製法技術の開発です。新しい創製法の研究開発に世界中の機関がしのぎを削っています。本研究では、高品質エピタキシャルグラフェンの製膜技術の開発を先導する私たち電気通信研究所 (研究分担者：吹留博一准教授) と、h-BN や TMD の高品質製膜技術開発を先導する NTT 物性科学基礎研究所 (研究分担者：鈴木哲博士) との共同によって、世界初の超高品質二次元原子薄膜 vdW 連続ヘテロエピタキシー技術の開発を目指しています。

3. おわりに

材料創製からデバイスモデリング、デバイス設計・プロセス、実験評価・解析にいたる広範な課題に効率的に取り組むために、

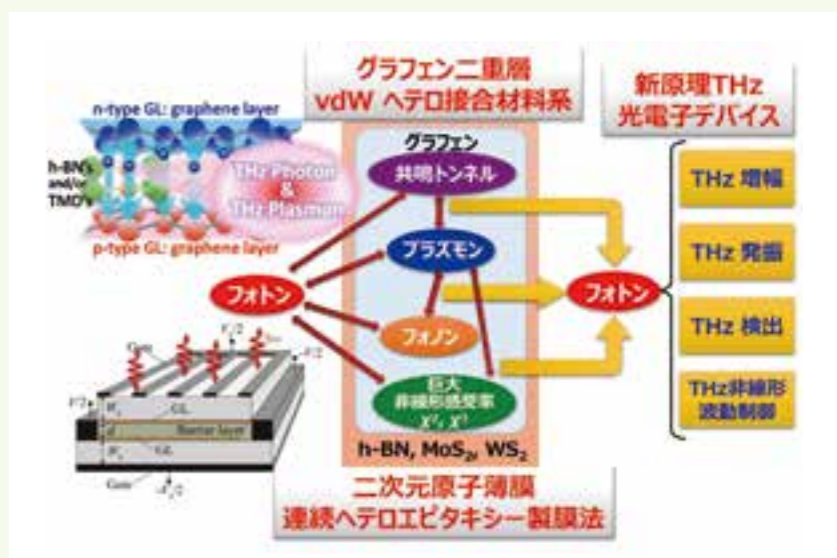


図 2 本研究の目的とねらい



図 3 研究組織と役割分担・連携体制

図 3 に示す研究組織と連携体制を構築しています。本学電気通信研究所、NTT 物性科学基礎研究所、および会津大学に所属する全 6 名のスタッフが研究分担者として参画し、本学電気通信研究所、および物質・材料研究機構に所属する全 4 名のスタッフが連携研究者として参画しています。また、本学大学院生および、海外 11 研究機関のスタッフが研究協力者として参画しています。

本研究が成功すれば、100 Gbit/s 級超高速 THz 無線、瞬時に大容量メディア転送可能な Transfer-Jet サービス、安心・安全な携帯用テラヘルツカメラなど、将来のユビキタス ICT 社会に革新をもたらすことが大いに期待されます。それを夢見て、研究者・学生一丸となって、日夜研究に取り組んでいます。

研究室訪問

INSIDE the Laboratory

サイバーサイエンスセンター

情報通信基盤研究部 (菅沼・阿部研究室)

教授 菅沼 拓夫

准教授 阿部 亨

URL: <http://www.ci.cc.tohoku.ac.jp/>

今日のIoTシステムに代表されるような、大規模、超分散、超多様な情報通信システムを、人々が日常生活の中で便利に、安心して、安全に活用できるようにするためには、ハード、ソフト、ネットワークレベルでの個々の要素のサービス品質向上を単に目指すだけでなく、システム全体として、利用者中心設計の考え方をさらに越えた新しい設計パラダイムによりネットワークやアプリケーションを形作る、新たなシステム構成論が必要不可欠です。

このような問題意識のもとに、本研究室は、「人、社会、モノ、自然環境、サイバー空間を構成する多様な要素が高度に相互連携する新たなコミュニケーション環境」を実現するための研究開発を行っています。本研究室は東北大学サイバーサイエンスセンターの研究部として2010年10月に発足し、今年度は、菅沼拓夫教授、阿部亨准教授、博士研究員2名、研究支援者1名、事務補佐員1名の6名の教職員と、博士後期課程1名、博士前期課程13名、研究生1名、学部4年生3名の学生18名で日々研究を行っています。本研究室で行っている研究の中から、代表的な3つについてご紹介します。

●高機能高可用性情報ストレージを支えるネットワーク基盤技術の開発 (自然環境とサイバー空間)

本研究所の村岡裕明教授、大堀淳教授、日立製作所等との共同研究で、災害時においても残存機器内から情報を迅速に回復できるしなやかな情報ストレージ基盤技術の実現に向けた研究開発を行っています。その中で本研究室では、ネットワークの利用状況や災害のリスクを考慮しつつ、より確実かつ高速に情報を伝達するための通信ルートに動的に切り替える、Software Defined Network (SDN) 技術に基づく「スマートルーティング」の研究開発

を行っています。スマートルーティングにより、災害のリスクの少ない安全な場所へ効率的かつ高速にデータを転送することが可能となります。

●プライバシーに配慮した高度知識集約プラットフォームの研究開発 (社会とサイバー空間)

高度知識集約プラットフォーム iKaaS (intelligent Knowledge as a Service) の研究開発を推進しています。本研究は、日欧共同研究として、日本側は総務省SCOPE国際連携型研究開発事業、EU側はHorizon2020の支援を受けて実施中で、ヨーロッパの大手IT企業、マドリッド市交通公社、University of Surrey、University of Oulu等、国内のKDDI研究所等の企業数社が参画しています。iKaaSとは、具体的には街中に設置されたセンサから収集されたビッグデータのクラウド上での管理効率化、ビッグデータから生成される「知識」の流通によるサービスの高度化、およびプライバシーに配慮した安心なサービス提供を目指したIoTプラットフォームです。菅沼・阿部研はiKaaSを用いたタウンマネジメントアプリケーションの開発を担当しており、仙台市の田子西スマートタウンにセンサを設置してエネルギー管理やアーバンデザイン支援等のユースケースでの実証実験を行っています。

●やわらかいIoTの実現に向けて (人、モノとサイバー空間)

センサや小型携帯デバイスを活用したIoTアプリケーションにおいて、現在主流となっているクラウド集中型アーキテクチャには、ネットワーク資源の不足、フィードバック制御への遅延、セキュリティ弱体化などの課題が指摘されています。これらの課題はIoTアーキテクチャの「固さ」に起因するものと捉え、その解決へ向け、「利用者指向性」と「環境適応



仙台市内にて

性」を軸とした新たなアーキテクチャとして「やわらかいIoTアーキテクチャ」に関する研究開発を開始しています。



図1 SDN技術に基づく災害に強いスマートルーティング



iKaaS プロジェクトミーティング (Oulu, Finland)



図2 iKaaSを用いた田子西VRタウンマネジメントシステム

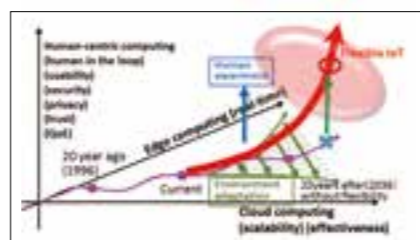


図3 やわらかいIoTの概念

TOPICS

電気通信研究所・トピックス

TOPICS 1

2016 親睦会ビアパーティ

7月15日(金)に、片平キャンパス北門付近にあるさくらキッチン2階のレストランにて電気通信研究所親睦会ビアパーティを開催いたしました。参加人数は新入会員の方13名を含む76名と招待の方2名の総勢78名となりました。昨



年度と比べ少ない参加者となりましたが盛り上がったビアパーティとなりました。長年来の課題である親睦会改革で親睦会の規則を大幅に見直し、親睦会費を低額にし、その分ビアパーティ等の参加費を値上げし、ホテルでの開催から大学生協のレストランでの開催といたしました。

フルート演奏等ホテルで行なっていたことが今回はできなくなったり、クロークを委員会で設置したりもしました。

招待の方及び新入会員の方々からご挨拶をいただき、その後恒例の「ビンゴゲーム」で大変盛り上がりしました。コーヒーチェーン店の商品券や東北大学記念

グッズのボールペン等、そして「Last One」賞としてギフトカードを景品として用意しました。

料理の品数やドリンク類の種類が少なかったことや、会場が参加人数に対して狭かったのではないかとご意見もいただいております。

終了後、会員の皆様からいただいたアンケートを基に次年度のビアパーティをどのように開催していくか検討してまいります。

ビアパーティを通して、普段話さことの少ない会員同士の交流を深めることができたことは、会員の皆様のご理解とご協力によるところが非常に大きいところです。感謝いたします。

(通研親睦会委員会)

TOPICS 2 東北大学オープンキャンパス 2016

東北大学のオープンキャンパスが7月27日(水)、28日(木)の二日間にわたり開催されました。オープンキャンパスは高校生を主な対象とした全学挙げての広報活動であり、通研は毎年青葉山キャンパスにおいて電気情報理工学科の一員として参画しています。今年は通研から12研究室が出展し、特設展示コーナー「ロボット・人工知能」、「スマートネットワーク」、「物理で切り拓く先端材料」に分かれて、青葉山キャンパスの関連研究室と一体となって展示を行いました。それぞれのテーマごとに各研究室が趣向を凝らした展示で来場者の関心を集め、高校生たちは教員・学生の説明に熱心に聞き入っていました。特に、石黒研の「生き物のようなロボットを創る」、北村研の「未来のインタラクティブコンテンツ」は、電気・情報系の目玉展示として、多くの高校生を

魅了していました。また、大学の講義の雰囲気味わえる「模擬授業」では、通研から鈴木教授が「リビングルームをS席に〜高感性3次元音空間技術の構築〜」と題した講義を行いました。本格的な学問の世界へといざなう熱のこもった講義に、授業が終わった後も高校生からの質問が絶えませんでした。さらに、高校生が入試、進路、大学生活について在學生と気軽に対話できる「交流ルーム」には、通研から男女10名以上の学部生・大学院生が学生代表として参加し、来場者と積極的な交流を図りました。その他、会場では通研要覧、RIEC Newsバックナンバー、通研公開のチラシ



を配布し、高校生に通研のプレゼンスをアピールする貴重な機会となりました。当日は天候にも恵まれ、二日間の来場者数は5,743名を数えました。電気・情報系オープンキャンパスの詳細につきましては<http://www.ecei.tohoku.ac.jp/eipe-oc/>でご覧頂けます。

(廣岡 俊彦)

受賞にあたって

文部科学大臣表彰 科学技術賞(研究部門)を受賞して

鈴木陽一



表彰式(2016年4月20日)が行われた文部科学省の講堂にて。情報科学研究科(通研兼務)で「若手科学者賞」を受賞した岡崎准教授(左)と一緒に喜び鈴木(右)。

この度、「聴覚知覚過程に根ざした高臨場感音情報処理技術に関する研究」により平成28年度科学技術分野の文部科学大臣表彰科学技術賞(研究部門)を受賞いたしました。大きな喜びと誇りを感じているところです。

私は、音の大きさ(ラウドネス)知覚や音



3次元聴覚ディスプレイ研究用のスピーカアレイ(東北大学電気通信研究所無響室)

色知覚過程など聴覚情報処理過程、聴覚と他の感覚情報で構成されるマルチモーダル感覚情報処理過程の研究を行ってきました。特に近年は、3次元音空間知覚を聴覚系としてのみならず自己運動感覚等とのマルチモーダル情報処理過程であると理解すべきであるという立場から、その解明を目指してきました。また、その知見を踏まえて、臨場感に代表される高度な感性情報を的確に表現しうる音情報処理技術の開発を進めてきました。

私が研究を進めるうえで、電気通信研究所に在ること、さらには電気・情報系に在ることが大きな刺激となり、支えとなってきました。たとえば私は、信号処理法を考えるときに、信号処理の有効性を第1に考え、計算量をあまり考えないことをモットーとしています。こ

れは、計算量(速度)の問題はエレクトロニクスの進歩が解決してくれるという大きな信頼によるものです。

言い換えれば、私が上のような思いに基づいて研究を続けて来られ、それにより今回のような高い評価を受けることができたのは、恩師や諸先輩、同僚、そして研究室内外の仲間など、関係の皆さんのおかげであるという強い思いを抱いています。

今回の受賞を期に、高精細3次元聴覚ディスプレイ等の研究をさらに一段、二段進展させたいと強く思っています。今後とも応援、協働をどうぞよろしくお願い申し上げます。

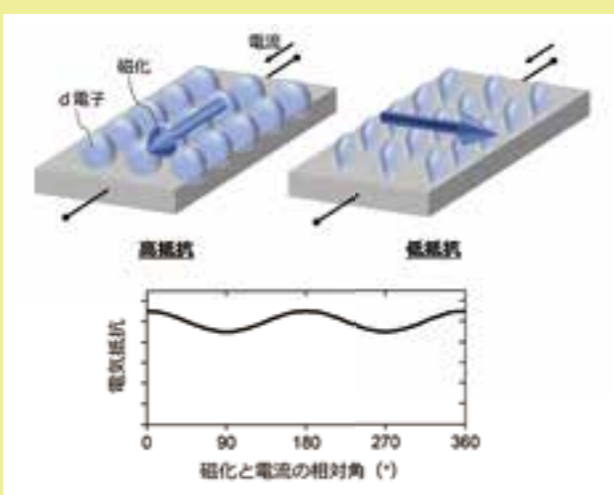
RIEC豆知識 18 紙幣の真贋とスピントロニクス

皆さんは、紙幣の真贋の識別方法と聞いて何を思い浮かべますか。透かし、ホログラムなどが良く知られていますが、実は一つあまり知られていない方法があります。そこでは異方性磁気抵抗(AMR)効果という量子力学における相対論的効果で説明される物理現象が利用されているのです。

紙幣の印刷に使われるインクには磁性粉末が配合されており、これにより微弱的な磁束が紙幣から出ています。紙幣の真贋を判別するのに、AMR効果を用いたセンサーで磁束をスキャンします。AMR効果とは、磁性体に電流を流したとき、電流と磁化の相対角に応じて電気抵抗が変化する現象です(図を参照)。これを利用すると、紙幣から出る磁束による磁性体の磁化の回転を電気抵抗の変化として検出できます。AMR効果は1856年にケルビン卿によって発見されました。これ

はディラックの量子力学における相対論的効果から導かれるスピン・軌道相互作用によって説明されます。具体的には、電流を運ぶs電子がd軌道に散乱(s-d散乱)される際の抵抗がs電子から見たd軌道の形状に依存し、このd軌道の形状が磁化方向に応じてスピン・軌道相互作用により変化するという仕組みです。

最近ではAMR効果の他にトンネル磁気抵抗(TMR)効果を用いたセンサーも用いられています。TMR効果もスピン・軌道相互作用も、最先端の不揮発性スピントロニクス・メモリ素子に用いられていて、いままさに実用化の階段を上って



いるところですが、身近なところで一足先にセンサーとして活躍しているのです。これらのセンサーは、紙幣の識別の他にも、冷蔵庫や洗濯機、折り畳み式携帯電話の開閉検知にも使われています。

(大野 英男)

New Laboratory

New Laboratory

システム・ソフトウェア研究部門 ソフトコンピューティング集積システム(堀尾)研究室

ソフトコンピューティング集積システム研究分野 教授 堀尾 喜彦

URL <http://www.scis.riec.tohoku.ac.jp/>

2016年4月に発足したばかりの研究室で、ナノ・スピン総合研究棟3Fに位置しています。メンバーは、堀尾喜彦教授と学部4年生2名、これに10月から博士1年生が新たに加わり、現在、研究室の立ち上げを急いでいます。

さて、これまで長年に亘り、脳の柔軟でロバストかつ高度な情報処理様式の解明と、その工学的実現・応用を目指して、多くの研究が続けられています。さらに、ムーアの法則の限界の到来や近年の人工知能(AI)ブームにより、従来のデジタルコンピュータとは原理的に異なる脳型コンピュータがますます求められています。一方、最新の半導体ナノデバイスや低消費電力LSI技術などの進展により、大規模な脳型システムの実現可能性が高まっています。

本研究室では、脳を特異な構造を持つ複雑システムとして捉えることにより、ニューロンや神経回路網が示す豊かなダイナミクスに注目し、新しい脳型情報処理パラダイムの創造とその工学的実現および応用について研究を進めています。

これまでの研究では、高次元のカオスダイナミクスを活用し、さらに、脳の意識過程と無意識過程にそれぞれ対応させたアルゴリズムとダイナミクスの相互作用による、柔軟で高性能なハイブリッドコンピューティングシステムを開発してきました。現在は、これをさらに発展させ、ある意味で自己あるいは低レベルの意識を、複雑で多様でありながら一つに統合されたダイナミクスとして持ちうる、脳・身体総合体コンピューティングを目指しています。この脳型計算システムの実装においては、最先端半導体ナノデバイスの活用と共に、処理と記憶が一体化し、学習・記憶と情報処理が同時進行する、新しい原理に基づいた脳型LSIの開発が鍵となります。

この研究により、プログラムの必要が無く、人にやさしく、人に寄り添い、人の気持ちがわかり、使う人に合わせてくれる、頼もしいパートナーとしての脳型コンピュータの実現が期待されます。このような研究に興味を抱いて挑戦してくれる多くの若い仲間が、この新しい研究室に集まってくれることを切望しています。

1



1万ニューロン1億シナプス汎用カオスニューロコンピュータと、それを構成するカオスニューロチップ。

2



従来のデジタルコンピュータが不得手とする二重割当問題を解く意識・無意識ハイブリッド脳型コンピュータプロトタイプと、大規模システム実装のためのLSIチップ。

New Laboratory

システム・ソフトウェア研究部門 環境調和型セキュア情報システム(本間)研究室

環境調和型セキュア情報システム研究分野 教授 本間 尚文

URL <http://www.riec.tohoku.ac.jp/introduction/organization/division/homma/>

本間研究室は、2016年6月に発足しました。研究室は本館4階にあり、正式名称は環境調和型セキュア情報システム研究室です。現在は本間教授が所属していた本学情報科学研究科青木研究室と連携して研究を進めています。

さて、モノのインターネット(Internet of Things)に代表される次世代情報通信基盤は、新たな価値を創出し、豊かな社会をもたらすことが期待されています。一方で、そうした新しいICTの利用形態におけるセキュリティが、既存技術の単純な延長により達成されるとは限りません。データ詐称によるアプリケーションの無価値化や工場の重要制御情報の改竄といった、想定される新たな脅威は枚挙にいとまがありません。本研究室では、次世代情報通信基盤を誰もが安心して利用でき、その恩恵を安全に享受できる社会システムの構築を目指して、情報通信システムのセキュリティ設計・評価・検証に関する研究開発を推進しています。

現在取り組んでいる主な研究テーマは、膨大かつ

多様な情報発生源(センサ端末などのデバイスハードウェア)のレベルから安全性・信頼性を担保するセキュア情報通信システムの構築技術です。特に、暗号や誤り訂正符号等のセキュリティ機能を超高速・極低電力で行うLSIコンピューティング、システムを各種物理攻撃(システムに物理的にアクセスして行う攻撃)から守るセキュア実装技術、システムの利用環境(情報環境や電磁環境)に応じたセキュリティ評価技術に関する研究を中心に行っています。上記の研究開発から得られた成果については、国内外の大学・企業・政府機関と連携して、積極的に社会実装に挑戦しています。将来的には、ハードウェアアルゴリズムからシステム実装、利用環境までを考慮した統合的なシステムセキュリティ設計・評価技術の確立を目指しています。こうした情報セキュリティの研究に興味がある・一緒に研究をしてみたいという方はどうぞお気軽に研究室にお越しください。

1



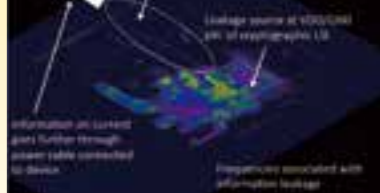
研究打ち合わせの様子(打ち合わせスペースはまだからんとしています)

2



LSIシステムへの攻撃・防壁理論の実証実験

3



電磁波を介した情報漏えいの可視化技術

組織図 (研究室構成)



(2016年9月1日現在)

通研国際シンポジウム一覧

平成 28 年度

会議名	開催年月日	開催場所
RIEC International Symposium on Ultra-Realistic Interactive Acoustic Communications 2016	2016年 5月20日～ 5月21日	宮城蔵王ロイヤルホテル
RJUSE TeraTech-2016: The 5 th Russia-Japan-USA-Europe Symposium on Fundamental & Applied Problems of Terahertz Devices & Technologies (RIEC International Symposium on Fundamental & Applied Problems of Terahertz Devices & Technologies)	2016年 10月31日～ 11月 4日	東北大学片平さくらホール
Dependable Wireless Workshop 2016	2016年 11月 9日～ 11月 10日	電気通信研究所
14 th RIEC International Workshop on Spintronics	2016年 11月 18日～ 11月 19日	電気通信研究所 ナノ・スピンの総合研究棟
The 5 th RIEC International Symposium on Brain Functions and Brain Computer	2017年 2月22日～ 2月23日	電気通信研究所 ナノ・スピンの総合研究棟
The 4 th RIEC International Symposium on Brainware LSI	2017年 2月24日～ 2月25日	電気通信研究所
The Joint Symposium of 11 th International Symposium on Medical, Bio- and Nano- Electronics	2017年 2月下旬	電気通信研究所 ナノ・スピンの総合研究棟
The 8 th RIEC International Workshop on Nanostructures and Nanoelectronics	2017年 3月 8日～ 3月 10日	電気通信研究所 ナノ・スピンの総合研究棟

EVENT Calendar

	日時	会場
仙台フォーラム	平成28年11月30日(水)	仙台国際ホテル
共同プロジェクト研究発表会	平成29年2月23日(木)	電気通信研究所 本館

RIEC News 編集委員会

石黒 章夫 (委員長)
石山 和志
佐藤 茂雄
栗木 一郎
柁 修一郎
三森 康義

編集 後記

今年も残すところわずかとなり、皆様の周りも慌しくなりつつあるのではないのでしょうか。皆様が本号をご覧になる頃には、秋も深まり紅葉が見ごろを向かえている時期かと思われま。通研の所在する片平キャンパスにも美しく紅葉する樹木がございますので、お立ち寄りの際には、是非ご覧いただければと思います。 (H)

お問い合わせ



東北大学電気通信研究所

〒980-8577 仙台市青葉区片平二丁目 1-1
TEL ● 022-217-5420 FAX ● 022-217-5426
URL ● <http://www.riec.tohoku.ac.jp/>

お知らせ

RIEC News 電子版は東北大学電気通信研究所ホームページからもご覧いただけます。
<http://www.riec.tohoku.ac.jp/riecnews/>



この印刷物は、輸送マイルージ低減によるCO₂削減や地産地消に着目し、国産米ぬか油を使用した新しい環境配慮型インキ「ライスインキ」で印刷しており、印刷用紙へのリサイクルが可能です。