

RIEC



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 特別推進研究
グラフェン・テラヘルツ
レーザーの創出
- 04 研究室訪問
- 06 TOPICS
- 07 新研究室紹介/
RIEC 豆知識
- 08 組織図(研究室構成)/
通研国際シンポジウム/
EVENT Calendar

巻頭
特集

特別推進研究

グラフェン・テラヘルツレーザーの創出

New Laboratory 新研究室紹介

ナノ・スピン実験施設

ナノ集積デバイス・プロセス(佐藤・櫻庭)研究室

研究室訪問 INSIDE the Laboratory

ブロードバンド工学研究部門

超高速光通信(中沢・廣岡・吉田)研究室

システム・ソフトウェア研究部門

ソフトウェア構成(大堀)研究室



巻頭
特集

特別推進研究
グラフェン・テラヘルツレーザーの創出



尾辻 泰一

1. はじめに

将来の情報通信技術の飛躍的な発展には新たな周波数資源の開拓が必須です。トランジスタやレーザーダイオード等の半導体デバイスの世界では、光波と電波の融合域であるテラヘルツ(THz)領域は長らく未開拓領域として取り残されてきました。そのような中で、炭素原子の単層シート「グラフェン」が夢の光電子材料として注目されています。グラフェンは、炭素原子1個分の厚みしかない六角形をした蜂の巣状の格子が連なった単層シートです(図1)。2004年に英国・マンチェスター大学のA.K. Geim博士とK. Novoselov博士らの研究グループによって、グラファイトからの単離によって発見されました。彼らのこの発見とグラフェンの極めて特異な性質の実験検証が評価され、2010年にノーベル物理学賞が両氏に授与されました。今、最もホットな新材料の一つです。

私がグラフェンと出会ったのは、彼らが単離に成功した2004年後半のことでした。本特別推進研究でも共同研究者のV. Ryzhii博士(通研客員教授)からの紹介によります。その後、Ryzhii教授(当時・会津大)に加え、通研の末光眞希教授、ならびに北大の佐野栄一教授グループとの連携も叶い、平成21年度よりJST-CRESTプログラムとしてグラフェンの生成とその次世代デバイス応用の研究を本格的に展開してきました。本研究は、グラフェンの特異な光電子物性を積極的に活用し、従来成し得なかった電流注入型の室温THz波レーザーを創出しようとするものです。平成23年度科学研究費補助金・特別推進研究として採択され、平成27年度までの5か年計画で推進しています。本稿では、グラフェンの魅力とその研究の一端をご紹介します。

2. グラフェンTHzレーザーの原理とアイデア

グラフェン中の伝導電子は、エネルギーと運動量が線形な関係

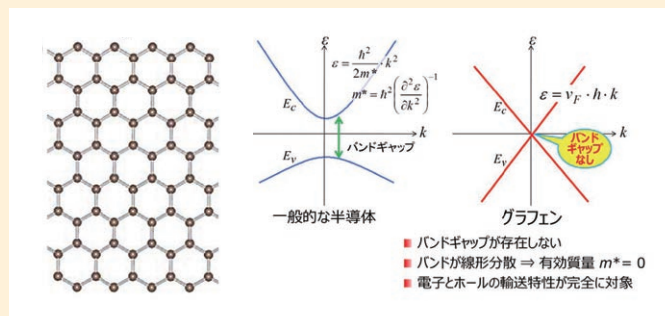


図1 グラフェンの結晶構造(左)とエネルギーバンド構造(右)。

にあり、伝導帯と価電子帯が対称な円錐形を成して、それらの頂点どうしが1点で交わります。つまり、バンドギャップのない線形分散特性を有しています(図1)。このため、伝導帯の自由電子と価電子帯の正孔は電荷の極性のみが反転した完全対称な量子であり、かつあたかも光のように質量ゼロの量子として振る舞います。通常の半導体とは全く異なる特異な電子物性です。

グラフェンに赤外線レーザーを照射して光電子・正孔対を生成する(これを光ポンピングといいます)と、生成された電子・正孔対は光学フォノンを放出しながらエネルギーを失い、バンド内を推移してゆきます。グラフェンの光学フォノンは、198 meVという極めて大きなエネルギーを有しています。例えば、波長1.55 μm の光通信用レーザー(フォトンエネルギー: 約800 meV)でポンピングすると、光電子・正孔はそれぞれ2個の光学フォノンを放出してエネルギーを失い、残る約8 meVのエネルギーだけ平衡状態より高い励起状態に至ります。もしもそれらの電子・正孔が再結合すれば、直接遷移によってその遷移エネルギーに対応するフォンを発光することができます。発光したフォンの周波数は約1.95 THzですから、THz波の発光が可能となります(図2)。バンドギャップがなく、かつ伝導帯と価電子帯が完全対称なグラフェンならではの“なせる業”です。これは、いわゆる自然放出と呼ばれる発光現象で、自然放出を定常的に実現できれば、適当な共振器構造を用意することで、誘導放出・レーザー発振の実現が可能となります(図2)。

ここでレーザー発振の可否を左右するのは、生成した光電子・正孔対が光学フォノン放出でエネルギー緩和する速度と再結合して消滅する速度の関係です。もしも再結合して消滅する速度の方が遅ければ、その励起準位に電子と正孔が蓄積されることとなります。これはすなわち、反転分布の形成にほかなりません。ただし、反転分布を妨げる要因がいくつかあります。室温下では、熱平衡状態でフェルミ準位付近にエネルギーの低い自由電子・正孔が存在していて、ポンピングによって生成されたエネルギーの高い光電子・正

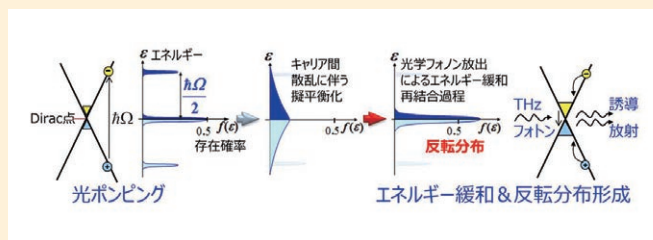


図2 光学励起グラフェンの非平衡キャリア緩和・再結合過程。中央部(フェルミ準位)の存在確率が0.5を越え、反転分布に至っている。

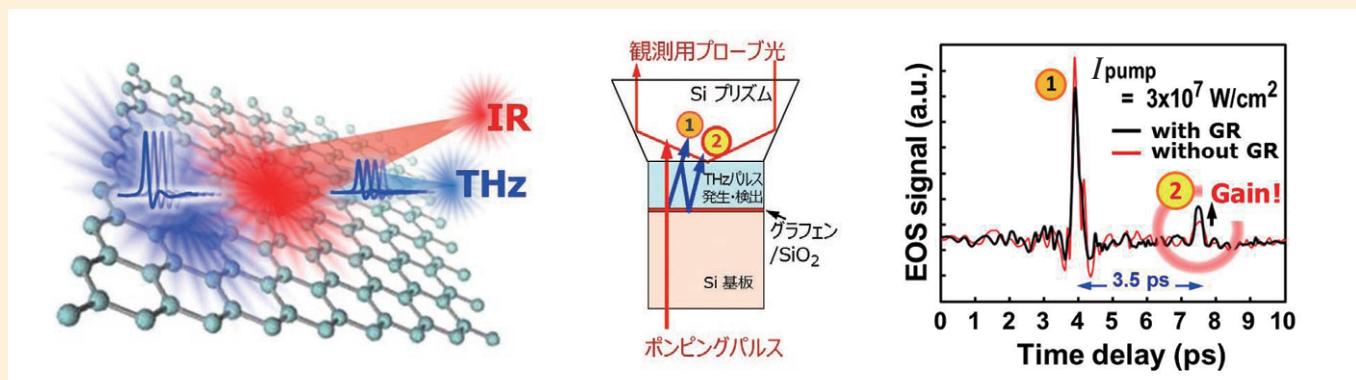


図3 光学励起グラフェンにおけるTHz波の誘導増幅放出。イメージ(左)、実験系(中)、観測波形(右)。

孔との間でエネルギーの平滑化(擬平衡化)が行われ、その分、ポンピングの効率が低下します(図2)。また、THz帯は、グラフェンの半導体としての導電性が有効な電波の領域で、電気抵抗成分にともなう損失成分も無視できません。損失の大小は、電子・正孔が受ける散乱の強さ、言い換えれば運動量緩和時間に依存します。

このように、グラフェン中の非平衡状態にある電子・正孔のエネルギー緩和過程は極めて複雑な様相を呈します。私たちはこれを高精度にモデル化し、時々刻々進展する緩和の様子を可視化することに成功しました。そして、室温下においても実用的なポンピング強度で反転分布の形成が可能で、かつ、各種の損失分を補って余りある利得が広いTHz周波数帯で得られることを、数値解析によって初めて明らかにしました。

理論解析の結果に自信と勇気を得て、私たちは早速、実験検証を進めました。実験系に工夫を凝らし、赤外線フェムト秒パルスレーザーでグラフェンを瞬間的にポンピングし、それから数ピコ秒遅れた利得が生じはじめるタイミングで、今度はTHzパルスをグラフェンに照射しました(図3)。すると、一定のしきい値以上のポンピング強度においては、グラフェンを透過したTHzパルスの強度が増大していることが確認できました。この実験結果は、THzパルスの吸収が反転分布状態にあるグラフェン中の光電子・正孔の再結合を誘導し、THz光子を誘導放出した結果、グラフェンを透過したTHzパルスが増幅されたものとして理解できます。こうして、グラフェンのTHz帯誘導放出を初めて観測することに成功しました。

3. 研究計画と期待される成果

より低い光子エネルギーの光でポンピングすると、生成される光電子・正孔の温度上昇が抑えられ、反転分布の形成が容易になり、利得の向上につながります。その極限は光子エネルギーをmVオーダーにまで低下することですが、半導体レーザーダイオードと同じように、電気的なポンピングなら容易であることがすぐに思いつきます。いわゆる電流注入型のレーザーです。私たちは、グラフェンを電子走行チャネルとする特殊なトランジスタ構造によって電気的なポンピングが可能なることを見出し、理論解析によって利得スペクトル特性が光学ポンピングより優れることを明らかにしました(図4)。乾電池1個で室温発振する新しい電流注入型THzレーザーを創出することが、究極の目標です。

グラフェンの特異な光電子物性は、グラフェン中の二次元電子系の集団素励起によって生じる分極振動量子(プラズモン)にも興

味深い性質をもたらします。私たちは、特定の条件下でプラズモンを励起すると不安定状態に陥り、THz帯で高強度の自励発振現象が生じることを理論的に発見しました。この巨大プラズモン不安定性をTHzレーザーに導入することも興味深い挑戦的課題です。

今回採択された特別推進研究においては、第一に、THz帯レーザー共振器を構成して光ポンピングによる室温レーザー発振に挑戦します。第二に、グラフェンの二次元電子系に励起される巨大プラズモン不安定性を利得増強手段として導入しうる素子構造・動作機構を明らかにし、その有効性を実証します。第三に、これらの新構造を用いて電流注入型THzレーザーを試作し、世界初の室温THzレーザー発振に挑みます。室温発振可能な電流注入型レーザーが実現すれば、超高速THz無線通信やTHzカメラなど、将来の安心・安全・ユビキタスなICT社会に革命をもたらすほどの効果が期待されます。その実現に向けて、研究室スタッフをはじめ、多くの関係する研究者・学生諸君とともに日夜研究開発に取り組んでいます。

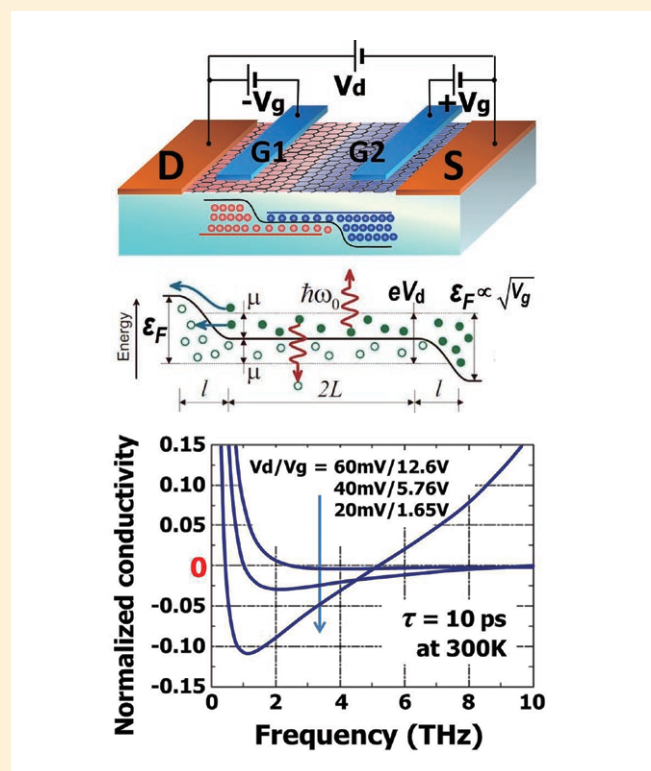


図4 電流注入型グラフェンTHzレーザーの基本構造とTHz帯負性導電率の数値解析例。

研究室訪問

INSIDE the Laboratory

ブロードバンド工学研究部門

超高速光通信(中沢・廣岡・吉田)研究室

光伝送研究分野 教授 中沢 正隆
光信号処理研究分野 准教授 廣岡 俊彦
高精度光ファイバ計測研究分野 准教授 吉田 真人
URL: <http://www.nakazawa.riec.tohoku.ac.jp/>



院試激励会にて(2012年7月)

本研究室は2001年4月に発足し、次世代の超高速光ネットワークの構築を目指して、超高速・短パルスレーザ技術、高速光伝送技術、ソリトンを中心とする非線形波動伝搬技術、デジタルコヒーレント光信号処理技術などの研究を進めています。現在は中沢正隆教授、廣岡俊彦准教授、吉田真人准教授、事務補佐員1名、ポスドク研究員3名、博士後期課程5名、博士前期課程4名、学部4年生2名の合計18名で構成されています。

主要なインターネットプロバイダーにおける1秒あたりの情報のやり取りは2009年に1Tbitを超え、年率の伸びは40%に達しています。このような情報量の急激な増加に対応すべく、世界中で伝送網の大容量化が進められています。波長多重システムの高密度化が進む一方で、波長制御の容易さという点からは1チャンネル(1波長)あたり的高速化が大変重要です。そこで我々は、超短パルスレーザを駆使して光時分割多重方式(OTDM: Optical Time Division Multiplexing)による超高速光伝送技術の研究開発に取り組んでいます。最近では、時間領域光フーリエ変換法と呼ばれる無歪み伝送技術を利用して、1チャンネルあたり2.56 Tbit/s

の伝送速度で300kmの長距離光伝送に成功しています。さらに、「光ナイキストパルス」と名付けた新たな光パルスを提案し、隣接パルスが重なり合っても互いに干渉を引き起こさず、広いパルス幅でもOTDMによる超高速伝送が実現できることを実証しています(図1)。

高速化と並行して、周波数利用効率の向上を目指したコヒーレント多値伝送技術の研究にも精力的に取り組んでいます。特に、振幅と位相の両方に同時に情報を乗せるQAM(Quadrature Amplitude Modulation)技術は、無線分野ではシャノンの限界に最も近い高効率な変調方式として知られていますが、これを光で実現することを目指しています。周波数安定化レーザ、光PLL(Phase-Locked Loop)、高速デジタル信号処理技術を用いて、超多値コヒーレントQAM伝送技術の研究に取り組み、最近では1024 QAMの超多値化に世界で初めて成功しています(図2)。これにより10 bit/s/Hzを大幅に上回る周波数利用効率の実現が期待されています。

その他に、モード同期ファイバレーザの高純度かつ狭線幅な縦モードスペクトルを“光ののさし”として利用することにより、光通信だけでなく高精度な光標準・計測分野への幅広い応用も探求しています。さらに、光ファイバ

のクラッドに空孔を沢山もつけたフォトニック結晶ファイバの開発とその光通信への応用にも取り組んでいます。

光通信技術は過去20年の間にエルビウム光ファイバ増幅器(EDFA)および波長多重という2つのイノベーションを経て伝送容量の飛躍的な向上を実現してきました。しかし、光パワー、光増幅器の帯域、ならびに消費電力などの制約により、その伝送容量は100 Tbit/s付近で急速に限界に近づきつつあります(図3)。今後20年の間に1000倍の情報量の増大が起ると予想される中、光通信システムのパラダイムシフトが世界的に叫ばれています。通研は国立大学附置研究所における情報通信に関する共同研究拠点であり、我々が率先してこれらの課題を解決し、次世代超高速ITインフラの構築に資することが重大なミッションであると考えています。このために3M(Multi-level modulation, Multi-core fiber, Multi-mode control)技術を中核としてEXAT(Extremely Advanced Transmission)研究会を電子情報通信学会に立ち上げるなど、光通信インフラの飛躍的な高度化に向けても率先して取り組んでいます。

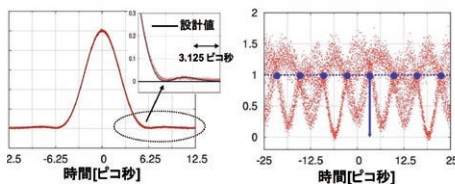


図1 光ナイキストパルス(繰り返し40GHz)の波形(左)および160 GbaudにOTDM多重化した信号(右)

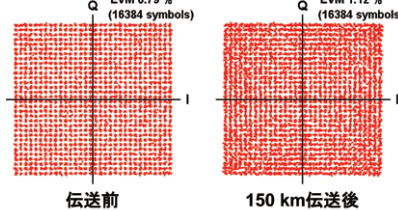


図2 1024 QAM 伝送実験結果

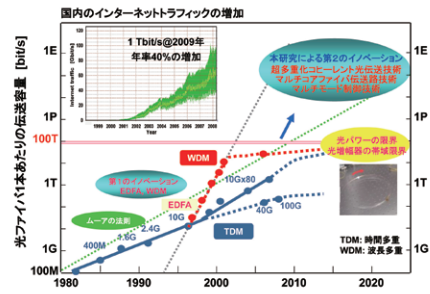


図3 光通信の伝送容量の変遷と新たな飛躍



研究室にて(2012年9月)

システム・ソフトウェア研究部門

ソフトウェア構成(大堀)研究室

ソフトウェア構成研究分野 教授 大堀 淳
 助教 上野 雄大
 助教 森畑 明昌

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

【研究の背景】

現代社会では、複雑な問題を高性能な計算資源を駆使して解決する高度なソフトウェア群が基盤となっています。このような社会が従来通りの高い信頼性・安全性・利便性を確保しながら発展してゆくためには、高信頼・高性能なソフトウェアを高い生産性で開発するための基盤技術の確立は必須の課題です。

このような背景をふまえ、本研究室ではソフトウェア構成基盤の研究を行っています。特に、ソフトウェア開発の基盤であるプログラミング言語、および膨大なデータの処理の基幹をなすデータベースを主な研究対象としています。

【主な研究内容】

本研究室では、ソフトウェアの系統的な構成に関して、理論実用の両面から広く取り組んでいます。最近の主な研究テーマとしては以下が挙げられます。

1. 次世代高信頼プログラミング言語 SML# の開発

本研究室では、高信頼プログラミング言語の基礎理論および実装技術の研究成果を活

かし、次世代高信頼プログラミング言語 SML# の開発を行っています。図1に示すように SML# は、信頼性や生産性の高さから近年注目を集めている関数型言語に属し、既存の言語に比べ、(1) 柔軟なプログラム記述をサポートする、多相型レコード演算やランク1多相性などの高度な型システム (2) 既存のソフトウェア資源やデータベースを利用可能とする、C言語や関係データベースとのシームレスな連携機能 (3) 大規模なソフトウェアの開発を容易にする分割コンパイル機能、などの特徴があります。現在も、さらなる機能拡張や、実用的なソフトウェア開発での有用性の評価など、SML# のより一層の発展に向け研究開発を続けています。

2. 高水準なプログラミング言語間の連携機構

高機能なアプリケーションを複数のプログラミング言語を組み合わせて開発することは今日よく行われています。例えば Web アプリケーションでは、サーバープログラムは Ruby などのスクリプト言語で記述し、データベースへの問い合わせは SQL で行い、ユーザーインターフェース部分は XML や Javascript を用いる

など、各部分でそれぞれ異なる言語を用いるのが一般的です。しかし、このように複数の言語を連携させた場合、適切にプログラム全体を構築することが難しくなります。本研究室では、言語間の違いを吸収するコードを系統的に導出することで、個々の言語の特徴を保存したまま、より信頼性の高い方法で言語間の連携を行う方法を研究しています。

3. プログラム変換によるアルゴリズム構成

複雑な処理を効率良く行うには良いアルゴリズムが必須ですが、これは往々にして専門的な知識を要求します。本研究室では、図2に示すように効率の良いアルゴリズムを用いたプログラムを、行いたい処理の仕様記述から、プログラム変換を用いて系統的に導出する手法を研究しています。最近の成果は、解候補を全列挙しその中から最も優れたものを選ぶという組合せ最適化問題の直截な解法から動的計画法や貪欲法を用いた効率の良いプログラムを得る手法や、並列性を全く意識せずに記述したプログラムから分割統治法による並列プログラムを自動導出する手法、などです。

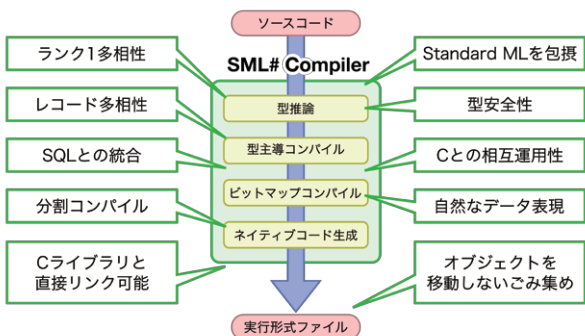


図1 次世代高信頼プログラミング言語 SML# の構造と機能

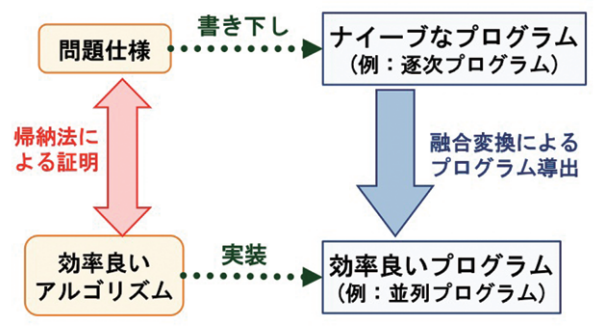


図2 プログラム変換によるアルゴリズム構成の枠組み

TOPICS

電気通信研究所・トピックス

TOPICS 1

2012 通研研究交流会



2012年の電気通信研究所研究交流会が、7月27日に、110名の参加者を得て、ナノ・スピコン実験施設カンファレンスルームで開催されました。この交流会は、情報通信に関連する幅広い研究分野を擁する電気通信研究所のスタッフや学生が研究所の色々な分野の最先端の研究活動に触れることを通じて、新たな研究のアイデアの獲得や異分野間の研究交流の促進などを意図しています。2年前から開始され、年一回の研究所の行事となっています。

本年度は、好評だった昨年度の形式を

踏襲し、昨年度の交流会で発表の無かった研究分野の助教の先生やポスドク研究員など若手の研究者の発表を中心とした13件の研究紹介が行われました。また、研究基盤技術センターから工作部の活動を紹介いただきました。第3回目は、発表者もプレゼンテーションの形式に慣れ、研究現場の雰囲気伝える物を回覧したり、研究の困難さを図によって示唆したりするなど、専門外の人にも分かりやすいように工夫されたプレゼンテーションが多く、研究所の先端研究の幅と深さを実感できる有意義で

楽しいものでした。交流会の趣旨も参加者に浸透し、質問やディスカッションが活発に行われました。技術的な質問や討論はもちろん、分野の異なる研究者からのコメントなどもあり盛り上がりました。交流会後のアンケートでも、専門外の人にもわかりやすい発表が多く、研究所の研究交流活性化に役立った、との意見が多く寄せられました。

研究発表会終了後、研究所の中庭でビールと軽食と共に懇親会が行われ、普段付き合のない研究室の人々との交流を深めることができました。(大堀 淳)

TOPICS 2

2012 親睦会ビアパーティ

7月18日(水)にホテルメトロポリタン仙台にて電気通信研究所親睦会ビアパーティが開催されました。今年度は親睦会の改革が行われましたので、昨年度より少し規模を縮小することになっていました。料金体系も少し変わっていましたが、参加人数は計142名で昨年度とほぼ同数でした。規模縮小にあたり、料理の量と質は維持し、牛たんをなくしてみたり、飲み物の種類を減らしてみたりしたのですが、質素な感じはなく、昨年と変わらず盛大にできたのではないかと思います。実際、そのような意見もたくさん頂けて、委員はすごく安心しました。

今回のビアパーティでは、ビンゴゲームの景品は、数は減ったのですが楽しげなものを用意しました。USB扇風機など、節電の夏ならではの实用的なものも用意したので、研究室等で役に立っているのであれば幸いです。二つ目は、最大の目玉なのですが、末光先生の指導による親睦会会員全員による合唱です。「あすという日が」という震災復興祈願をした歌詞メロディともにすばらしい歌です。末光先生が最初に美声でメロディを紹介し、何度か練習した後に、全員で合唱するというものでした。当初は、お酒を飲んでいる140人が集まってそう



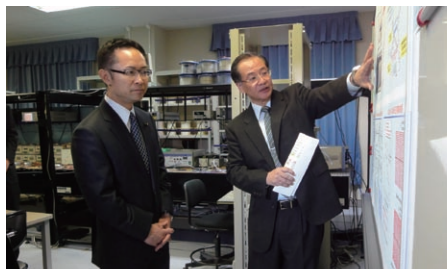
いうことができるのか不安でしたが、そんな不安はよそに、会員みなさんの息はしっかりと合っていて、とても楽しんでいたように見えました。歌詞の内容や、100人を超える合唱の音量にも圧倒されました。最後になりますが、東北大ピアノサークルの方にも手伝ってもらって、このような規模の会を無事に開くことができました。ご協力いただいた皆様に感謝致します。

(高嶋 和毅)

来訪者アルバム



ITUおよびJICA 関係者約100名が研究所を見学
(平成24年3月17日)



古川元久国家戦略担当大臣が通研を視察
(平成24年5月13日)



石田勝之国家戦略担当副大臣が通研を視察
(平成24年6月23日)

New [新研究室紹介] Laboratory

New Laboratory

ナノ・スピン実験施設 ナノ集積デバイス・プロセス(佐藤・櫻庭)研究室

URL <http://www.riec.tohoku.ac.jp/lab/sato/index-j.html>

佐藤・櫻庭研究室は、2012年4月に発足しました。研究室はナノ・スピン総合研究棟の1階にあり、正式名称はナノ集積デバイス・プロセス研究室です。現在の構成メンバーは佐藤茂雄教授、櫻庭政夫准教授、博士後期課程院生1名、博士前期課程院生2名、学部4年生1名です。

さて、情報通信技術に対する今後の社会的要請として、従来の高速性や大容量性に加え、低炭素社会実現へ向けた低消費電力性や、災害時でも動作するロバスト性などが強く求められています。これら多様な要求に対応できる次世代情報通信基盤技術の開発において、シリコン系半導体技術の役割は非常に重要であり、3次元ナノプロセス技術を駆使したシリコン系半導体デバイスの高機能・高性能化と、それらを用いた大規模集積回路の実現が期待されています。

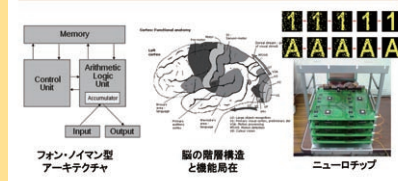
当研究室では、これまでに培われた本研究所の半導体微細加工技術を継承しつつ、従来技術の単なる延長線ではない新しい情報処理デバイス・プロセス技術の開発に取り組んでいきます。つまりLSI技術の成熟化を踏まえ、従来のよう

に素子の高速化によって計算機の性能向上を実現するスケールアップ型ではなく、素子の並列化によって計算機の性能向上を実現するスケールアウト型技術へのパラダイムシフトを図ります。スケールアウト型技術のお手本となるのは生物の神経回路つまり脳であり、その本質を理解し、従来の半導体技術と、脳型計算技術を融合し、新しいシリコンデバイス技術・プロセス技術として発展させていくことが当研究室の主要課題となります。

現在の具体的な研究課題としては、プラズマCVDを用いたナノメートルオーダ高度歪ヘテロ構造の形成、量子ヘテロ構造および高性能ナノ構造デバイスの開発、不揮発性メモリを有する脳型計算デバイスの開発、脳型計算機のプロトタイプ実現などが挙げられます。今後も、本研究所の高性能なクリーンルーム設備を存分に活用して研究開発を推進していきます。なお、このようなテーマについて一緒に研究をしてみたいという学生の方の研究室見学をお待ちしています。

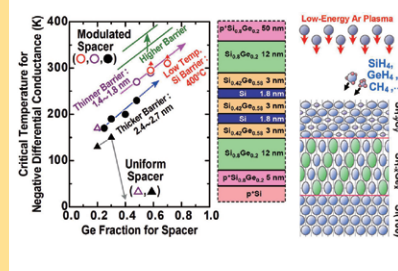
1 脳型計算機のプロトタイプ実現に向けて

実世界に対応する脳型計算機の工学的実現のためには、関係するプロセス技術、デバイス技術、回路技術、並びに計算機アーキテクチャの開発が必要不可欠であり、本研究室では、脳型計算機を構成するために必要なナノ集積化プロセス・デバイス技術の開発を軸に、この分野において先導的な役割を果たすべく研究を進めています。



1 脳型計算機のプロトタイプ実現に向けて

2 量子ヘテロ構造高集積化プロセスの構築に向けて



2 量子ヘテロ構造高集積化プロセスの構築に向けて

RIEC豆知識 ⑥ 聴覚に関する国際規格の大改訂

主観的な音の大きさ(ラウドネス)は、音の高さ(ピッチ)、音色と合わせて、最も基本的な聴覚特性です。ラウドネスは音が強ければ強いほど大きくなりますが、音の周波数によっても変化しますので、様々な周波数の純音が同じラウドネスになる音圧レベルを求めていくと等高線が描けます。これが等ラウドネスレベル特性で、人間の聴覚系の感度特性を表すことから等感曲線とよばれることもあります。かつてはフレッチャとマンソンが求めた特性が広く使われていましたが、その後1950年代にロビンソンとダッドソンが求めた特性が長く国際規格(ISO226)として使われていました。しかし、1985年に大きな誤差が含まれる疑いが出たため、ISOの場で国際共同研究が始まりました。通研の曾根敏夫教授(当時)、その後は筆者が研究を主導し、研究開始後18年を経

て2003年に新しい特性が国際規格となりました(図)。息の長い大学らしい研究の営みが結実したものともいえるでしょう。図をみると、旧規格には1kHz以下で15dBにも及ぶ大きな誤差が含まれていたことが見て取れます。この誤差の原因の半分程度は説明ができましたが、それ以外は残念ながら説明できませんでした。ちなみに、図の一番下の線は最小可聴値です。1kHz付近ではおよそ0dB、つまりわずか20μPaです。このときの鼓膜の振動振幅は金の原子間距離より小さいと推定されます。またダイナミックレンジは優に100dBにも及びます。この高感度、広ダイナミックレンジの背景には聴覚の精緻な機構があるのですが、これについて次回ご紹介しましょう。

(鈴木 陽一)

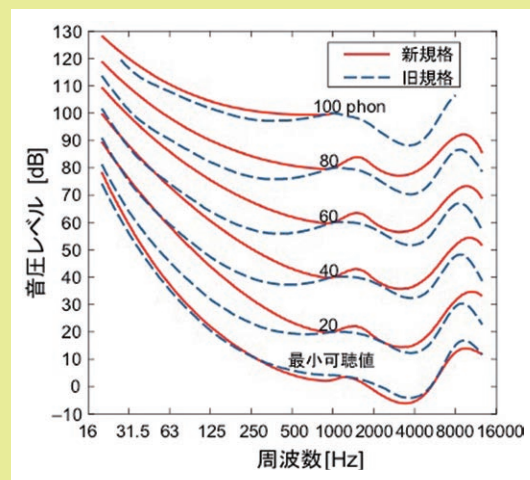
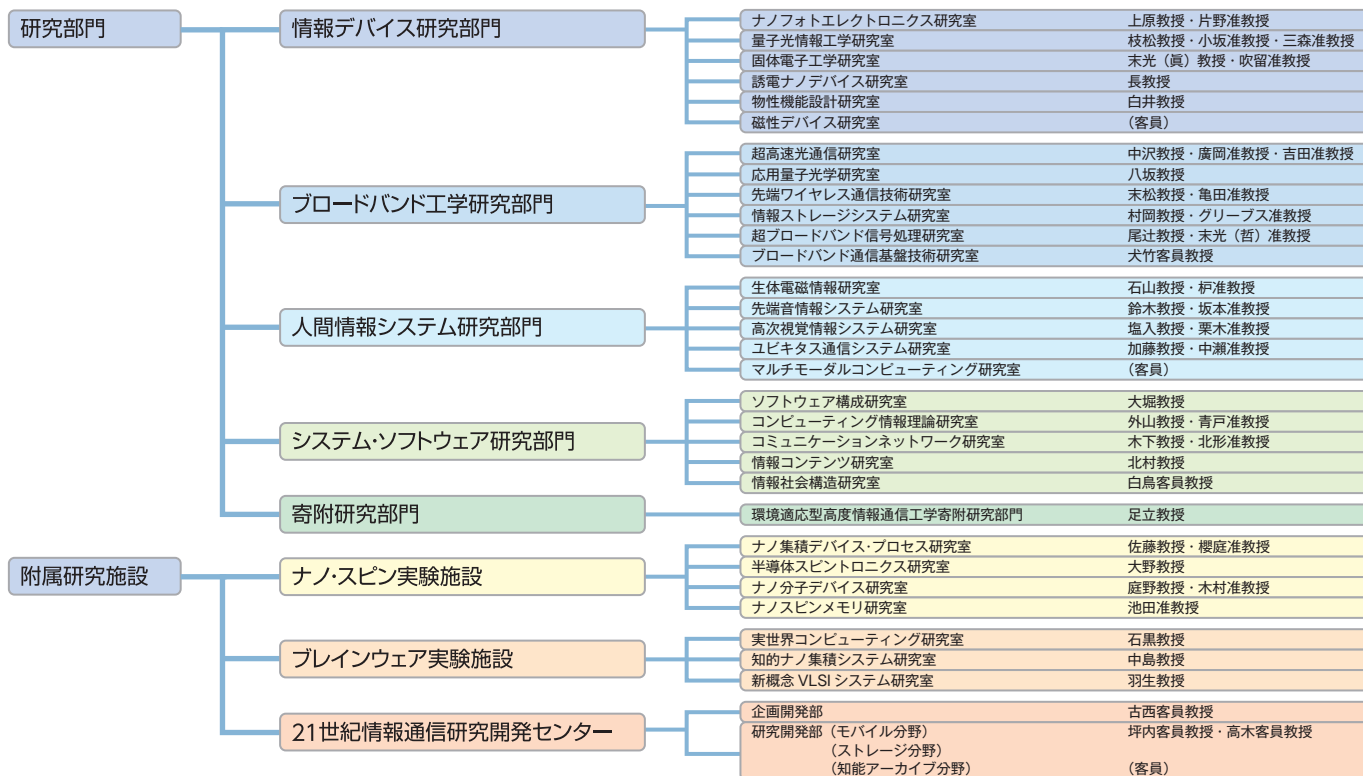


図 等ラウドネスレベル特性(ISO226)の新旧比較。旧規格(青波線)はロビンソン・ダッドソン特性。新規格(赤実線)は2003年に発効した鈴木・竹島特性。図中x phonとは、音圧レベルがx dBの1kHz純音と同じラウドネスに聞こえる音を意味する。

組織図 (研究室構成)



通研国際シンポジウム一覧

平成 23 年度

会議名	開催年月日	開催場所 / 講演数 / 参加者数
国際多感覚会議 12 th International Multisensory Research Forum (IMRF 2011)	2011年10月17日~20日	アクロス福岡(福岡市)/30件/286名
8 th RIEC International Workshop on Spintronics	2012年2月2~3日	ナノ・スピントロニクス棟カンファレンスルーム/40件/128名
6 th International Symposium on Medical, Bio- and Nano-Electronics	2012年3月8日	ナノ・スピントロニクス棟カンファレンスルーム/33件/60名
3 rd International Workshop on Nanostructures and Nanoelectronics	2012年3月21~22日	ナノ・スピントロニクス棟カンファレンスルーム/15件/47名

平成 24 年度

会議名	開催年月日	開催場所
9 th RIEC International Workshop on Spintronics	2012年5月31日~6月2日	電気通信研究所 ナノ・スピントロニクス棟カンファレンスルーム
The 1st International Workshop on Smart Technologies for Energy, Information and Communication (STEIC 2012)	2012年10月18日~19日	東北大学さくらホール
International Symposium on Short Range Wireless Communications 2012	2012年11月2日	東北大学さくらホール
International Symposium on Brain functions and Brain-computer	2012年11月15日~16日	電気通信研究所 ナノ・スピントロニクス棟カンファレンスルーム
10 th RIEC International Workshop on Spintronics & 3rd CSIS International Symposium on Spintronics-based VLSIs	2013年1月31日~2月1日	電気通信研究所 ナノ・スピントロニクス棟カンファレンスルーム
7 th International Symposium on Medical, Bio- and Nano-Electronics	2013年3月7日	電気通信研究所 ナノ・スピントロニクス棟カンファレンスルーム

EVENT Calendar

	日時	会場
東北大学 電気・情報 仙台フォーラム2012 「情報通信と人間社会」	平成24年11月9日(金) 13:20~19:00	ウェスティンホテル仙台(仙台市青葉区一番町1-9-1)
共同プロジェクト研究発表会	平成25年2月28日(木)	学術総合センター(東京都千代田区一ツ橋2-1-2)
最終講義 澤谷邦男教授	平成25年3月1日(金) 13:00~14:20	東北大学青葉山キャンパス

RIEC News 編集委員会

塩入 諭 (委員長)
末松 憲治
中沢 正隆
北形 元
末光 哲也
廣岡 俊彦
伊藤 保春

編集 後記

前回 No. 2 で震災の特集号を担当して以来、2度目の編集担当です。建物の災害復旧工事がようやく一段落し、1号館のエレベータが自動化されたりひび割れ等がきれいに補修されたのに加え、新棟に向けた動きも加速し、通研の環境が大きく変わりつつあります。最近では耐災害ICTの研究開発に向けた様々な実験装置・施設を建物周辺で目にするようになりました。復旧から復興へ着実にフェーズが進展している今日この頃、今後も本誌を通して通研のアクティビティにご注目頂ければ幸いです。

(H)

お問い合わせ

RIEC 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 発行をお知らせするサービスを行っています。
どなたでも登録いただけます。
<https://ml.riec.tohoku.ac.jp/riecnews/>



この印刷物は、輸送マイルージ削減による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ク「ライスインク」で印刷しており、印刷用紙へのリサイクルが可能です。