

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 戦略的創造研究推進事業 CREST
- 04 研究室訪問
- 05 TOPICS
- 07 通研だより / RIEC豆知識
- 08 組織図 / 通研国際シンポジウム / EVENT Calendar

巻頭
特集

戦略的創造研究推進事業 CREST

研究室訪問 **INSIDE the Laboratory**

人間情報システム研究部門
高次視覚情報システム(塩入・栗木)研究室



巻頭
特集

戦略的創造研究推進事業CREST
「グラフェン・オン・シリコン材料・デバイス技術の開発」



尾 辻 泰 一

はじめに

1947年にベル研究所のShockley, Bardeen, Brattainらによって初めてトランジスタが実現されて以来、半導体VLSI(超大规模集積回路)技術は目覚ましい進歩を遂げ、今やマイクロプロセッサ1チップに10億個ものトランジスタが集積されるまでに技術革新が進みました。情報通信技術(ICT:Information and Communication Technology)があらゆる産業に浸透して今日のスマート社会が発展しているのも、VLSI技術の発展によると言っても過言ではないでしょう。この65年に及ぶ半導体集積デバイス技術の発展は、Gordon Moore博士が経験則として提唱した、「集積密度は18~24ヶ月で倍増する」という「ムーアの法則: Moore's law」に従ってきました。それは、トランジスタ素子の高速・低消費電力化は素子の微細化とともに果たされるというRobert H. Dennard博士が確立したいわゆる「スケーリング則」による技術革新によって果たされてきたのです。いまや、電子が走行するチャンネルは、およそ原子数10個分の距離でしかない10ナノメートルにまで微細化が進んでいます。量子力学的には一電子の

波動関数の空間的な広がりに対応するサイズであり、「電子が走行して到達する前に、既に存在確率がそこにある」ことを意味しています。ここに至って、もはや微細化によるトランジスタの高性能化は破たんを来し、新材料・新構造(More Moore)、新原理(Beyond CMOS)、新機能(More than Moore)などのブレイクスルー、すなわち、従来の既成概念にとらわれない現状を「破壊」しうる、「Disruptive」な技術が必要となっています。

そのような背景のなか、2007年度に、科学技術振興機構JSTにおいて戦略的創造研究推進事業CREST(Core Research for Evolutional Science and Technology)の新領域「次世代エレクトロニクスデバイスの創出に資する革新材料・プロセス研究」が、渡辺久恒研究総括の下に発足しました。この領域発足を絶好の好機と捉え、私達は、「グラフェン・オン・シリコン(GOS)材料・デバイス技術の開発」という課題を提案し、全6課題の一つとして採択されました。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)。グラフェンの発見とその特異な物性の実験実証の先駆的業績に対して英国・マンチェスター大学のA.K. Geim, K. Novoselov両氏に2010年度ノーベル物理学賞が授与されました。今、最もホットな新材料の一つです。グラフェンは、バンドギャップがなく、バンドのスロープ(エネルギーと運動量の比)が線形・一定という、通常の半導体や半金属とは全く異なるバンド構造を有しています。その結果、電子・正孔ともに有効質量ゼロの相対論的粒子として振る舞い、質量消失効果に伴う巨大キャリア移動度や、極限的なチャンネル厚の薄層化による短チャンネル効果フリーという極めて優れた特徴を有しています。同時に、グラフェンはテラヘルツ(THz)周波数帯の微弱なフォトンに対して、反転分布・利得増幅・巨大光電子相互作用といった特異な性質も有しています(図1)。本稿では、2007年度より推進してきたCREST-GOSプロジェクトの一端と今後の展望について紹介いたします。

プロジェクトの目的と特色・成果

本研究は、現在のSi-CMOS VLSI技術に整合するグラフェン集積デバイスの開発を目的として策定しました。具体的には、(1)GOSヘテロエピタキシャル成長技術、(2)GOSによる電界効果トランジスタ(GOS-FET)を要素とする相補的論理エレメントCGOS(Complementary GOS)を用いた超高速論理集積回路

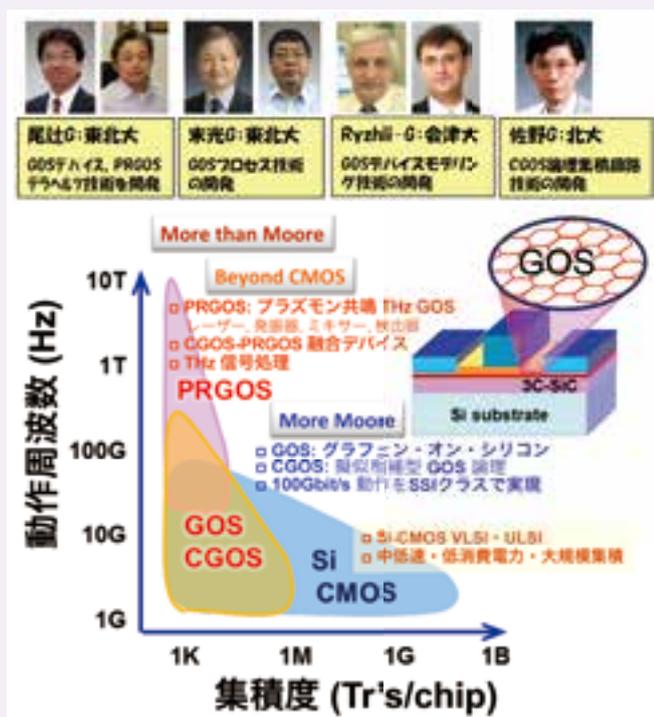


図1 本CRESTで明確化したGOS技術の適用領域

技術、(3) 電子輸送限界を越えたプラズモン共鳴型新原理 GOS デバイス PRGOS (Plasmon Resonant GOS) 技術の開発を柱としています(図1)。研究チームは、東北大通研(尾辻泰一教授(研究代表者)・末光哲也准教授グループ、末光真希教授・吹留博一准教授グループ)を中心に、会津大(RYZHII Victor 教授・RYZHII Maxim 准教授グループ)および北大(佐野栄一教授グループ)と組織し、バイタリティあふれる助教、ポスドクの若手研究者や大志を抱く大学院学生諸君を含む総勢 40 名弱のメンバーが有機的連携のもとに研究を推進し、これまでに以下の成果を得ました。

GOS (末光教授・吹留准教授グループ) : Si 基板上へ SiC をエピ成長し、熱分解によって SiC 表面をグラフェン化するという独自のヘテロエピタキシャルグラフェン成長技術を他に先駆けて創出しました。さらに、Si 基板面方位と SiC 成長条件によってグラフェンの積層様式の選択的制御が可能であることを発見し、メサエッチングによる局所的な GOS 形成によって、PRGOS に必要な単層グラフェンの性質を保った多層化グラフェンと CGOS に必要なバンドギャップが発現する多層化グラフェンとを選択的に同一基板上に形成する技術を開発しました(図2)。この局所的 GOS 形成技術は、格子歪の緩和にともなう結晶品質向上にも有効です。これによって、Si-CMOS と CGOS、PRGOS の完全モノリシック集積化の見通しが得られました(図2,4)。

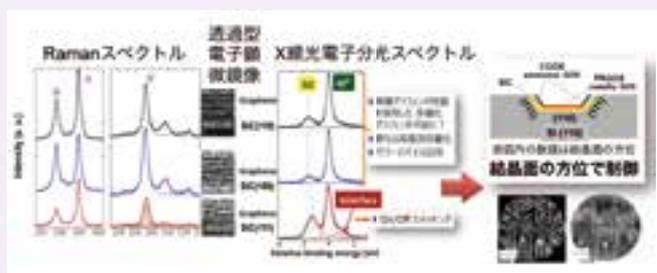


図2 GOS 製膜技術の開発

GOSFET&CGOS (尾辻教授・末光准教授グループ、佐野教授グループ) : 現状のグラフェン FET の性能は Si-MOSFET のスケール性能程度に留まり、グラフェン本来の優れた物性が反映できていません。私達は、特にチャネルドーピングとゲートスタック技術の2つが本質的な FET 性能律速要因であることを明らかにし、その根本的な解決策の検討に腐心しました。その結果、多元物質科学研究所・高桑雄二教授グループの協力を得て、ダイヤモンドライクカーボン (DLC) を絶縁膜とし、DLC 内への不純物 δ ドープによってキャリアをグラフェンにリモートドーピングするという独自の技術を開発しました。これは、化合物半導体ヘテロ接合構造によって実現する高電子移動度トランジスタ (HEMT) と等価な遠隔不純物注入技術であり、“グラフェン HEMT” と称しています(図3)。イオン注入等の熱的機械的化学的に安定な不純物ドーピング技術のないグラフェンにおいて画期的なドーピング技術であり、グラフェンチャネル FET の速度性能律速要因の一掃、そして擬似相補型論理 CGOS の超高速低消費電力動作が期待できます。

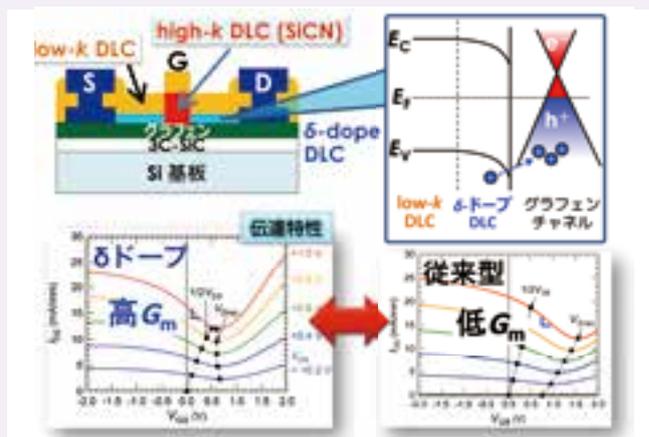


図3 DLC をゲートスタックとする δ ドープによるグラフェン HEMT の開発

PRGOS (尾辻教授グループ、RYZHII 教授グループ、佐野教授グループ) : 特異な光電子物性を有するグラフェン内二次元キャリアによる電荷粗密波動(プラズマ波動)の分散特性を半古典的量子論により定式化し、PRGOS による THz 波発生・検出・増幅・光ミキシング等の多様なデバイス特性のユニバーサルかつ高精度なモデル化を実現するとともに、グラフェンによるプラズモニック機能デバイス(図4)、THz レーザーをはじめとする新原理デバイスを考案し・実験実証を進めました。グラフェン THz レーザーの創出については科学研究費補助金:特別推進研究(本誌 Vol. 6 を参照)として本研究とは分離して推進しています。

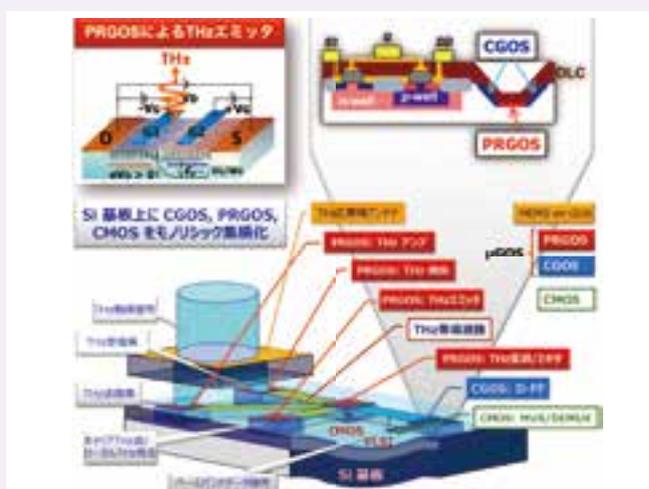


図4 Si 基板上への GOS-CMOS モノリシック集積化とその THz 超高速無線通信フロントエンドへの応用例(イメージ図)

今後の展望

6 年間の GOS プロジェクトを通して、失敗の連続に悪戦苦闘しながらもいくつかの重要な知見を得ることができました。2012 年度実施の事後評価において「極めて顕著な成果」と評せられ、例外的に 2013 年度継続延長課題として認められました。期待と責任を噛みしめながら、Si-CMOS との完全モノリシック集積化のフィージビリティスタディと PRGOS 実デバイスの THz 帯動作検証を課題(図4)として、次世代エレクトロニクスデバイスの実現に向けて日夜研究開発に励んでいます。

研究室訪問

INSIDE the Laboratory

人間情報システム研究部門

高次視覚情報システム(塩入・栗木)研究室

高次視覚情報システム研究分野 教授 塩入 諭
知覚脳機能研究分野 准教授 栗木 一郎

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



2012年駅伝大会終了後

高次視覚情報処理研究室は、2005年に塩入教授、松宮助教と2人の学部生で始まりました。翌年には栗木准教授が加わり、その後の3名の博士研究員と徳永助教の在籍などスタッフの充実に伴い、研究活動の活発化、充実化を実現してきました。研究室の設置以来、視覚を中心とした脳科学を通じた人間の情報処理機能の理解およびその情報通信技術への応用展開を進めてきました。

「我々は何を見ているか?」は、本研究室の原点です。視覚により世界を知覚すること、つまり「見ること」はあまりにも日常化した行為であり、普通はその複雑な処理について思うことはほとんどありません。しかし、調べれば調べるほど分からないことが増え、興味のつきない研究分野です。見ているということを理解したいの思いを研究の推進力とし、その成果を情報通信技術へ展開することで社会に貢献することを目指しています。

本研究室では、1) 視覚研究の中でも、長い歴史のある眼光学から大脳視覚野における処理に係わる立体視、運動視、色覚など初期視覚の問題、2) 視覚処理の能動的な側面である眼球運動と注意の問題、3) 他の感覚と視覚との情報統合を扱い多感覚情報処理の問題を扱っています。そのための手法

として主にa) 人間を使った心理物理実験(物理量を変数として知覚判断による応答を取り出す実験)、b) 脳波やfMRIによる脳活動計測実験、c) 計算機モデルによる視覚処理の理解という3つを用いています。

最近の研究成果として、脳波を用いた視覚的注意(以下、「注意」と略)の測定があります。注意は、膨大な視覚情報の中から必要な情報を効率的に選択処理するための重要な脳機能です。効果的な情報提示、情報環境の構築のためには、その機能を理解することが不可欠で、視覚的注意モデルの研究も進んでいます。注意の測定は注意を理解するための基本といえます。注意は視線のように外から見ることはできないので、注意がどのように移動するか、どのくらいの広がりを持つかを調べる手法を開発することは注意研究の推進に大きく貢献することが期待できます。

定常的視覚誘発電位(SSVEP: steady state visual evoked potential)を利用する注意測定方法は、異なる位置への注意状態を連続的に測定することができます。SSVEPは、特定の時間周波数で明暗変化する視覚刺激を見るときに、それに対応した周波数を脳波から抽出する測定手法です。注意を向けるとその振幅が増加することを利用して、

脳波から注意の変動を測定できます。SSVEPを利用することで、ある対象から別の対象に注意を移動する場合に、その移動はSSVEP信号の振幅変化として捉えることができ、心理物理実験による間接的予測と一致する移動特性の測定に成功しました。脳波測定の簡易化も進んでいることから、将来的には日常生活において様々な視覚刺激に対する注意の移動特性や空間的広がりの測定、また注意による機器操作などの技術への発展も期待できます。

図1は注意の移動特性の測定の一例です。手掛かり刺激(cue)呈示後に、注意を同じ対象に向け続けた条件(Stay: IN->IN)と別の対象に移動した条件(Shift: IN->OUT)を設定し、両者のSSVEPの比較から注意がある位置から離れていく(disengagement)様子を明らかにしたものですⁱ⁾。この実験は、図2に示されるような脳波計を用いて行われました。図2では、被験者の頭部に電極を配置するために電極付きのキャップを装着し、脳の活動による電気信号を測定している様子を示しています。

i) Kashiwase Y., Matsumiya K., Kuriki I., and Shioiri S. Time courses of attentional modulation in neural amplification and synchronization measured with steady-state visual-evoked potentials. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 24 (8) 1779-1793, 2012.

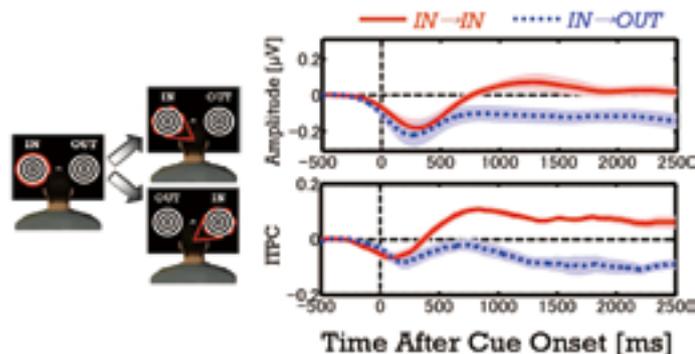


図1 注意の移動特性の測定



図2 脳波計

中沢正隆教授 日本学士院賞受賞祝賀会



中沢正隆教授は、「エルビウム光ファイバ増幅器の実現とそれをを用いた光通信の高度化に関する貢献」により、第103回日本学士院賞を受賞されました。授賞式は6月17日に、天皇皇后両陛下ご臨席のもと、日本学士院において執り行われました。このたびの栄えある受賞をお祝いするため、7月8日ウエスティンホテル仙台において、学内外から150名を超える方々のご列席の下、受賞記念講演会ならびに祝賀会が盛大に行われました。

記念講演会は、「科学技術が支える今後の日本社会」と題して、5名の先生方よりご講演を頂きました。前半の部では、はじめに東京大学名誉教授、文化功労者、日本学士院会員の霜田光一先生より「現代社会とレーザ」と題したご講演を頂きました。レーザが誕生した当時の貴重な資料とエピソードを交えながら、レーザが社会の発展に果たした役割について大変有意義なお話を頂きました。ちなみに、ニューヨークタイムズ紙にレーザ誕生の有名な新聞記事が掲載されたのが、53年前のちょうどこの日であったということです。続いて、科学技術振興機構理事

長の中村道治様から「JSTと日本の科学技術」と題したご講演を頂きました。日本における科学技術イノベーションにJSTが果たしてきた役割について数々の実例を交えてご紹介頂くとともに、地球環境、少子高齢化など、社会が抱える課題を産学連携体制で克服していくための貴重なご提言を頂きました。また、日本電信電話株式会社常務取締役の篠原弘道様より、「情報通信の将来展望」に関してお話を頂きました。情報通信量の増大、クラウド、ビッグデータ、消費電力の増大など、次世代の情報通信ネットワークが直面する課題に対して、NTTにおける最先端の取り組みをわかりやすくご紹介頂きました。

後半の部では、まず東北大学総長の里見進先生より、「『ワールドクラスへの飛躍』と『東北の復興・日本新生の先導』を目指して」と題してご講演を頂きました。講演では、完成されたばかりの「里見ビジョン」を披露され、本学が復興・新生からワールドクラスへと飛躍していく強い意思を学内外に向けて発信されました。最後に、中沢正隆先生より「エクサビット

への挑戦」という題目でご講演を頂きました。今回の受賞対象となったエルビウム光ファイバ増幅器が光通信に第1のイノベーションをもたらしたように、ペタ～エクサビット時代に向けて第2のイノベーションを生み出すための「3M」(Multi-level, Multi-core, Multi-mode)技術について、最新の成果をご紹介頂きました。常に研究の最前線で活躍されている先生ならではの臨場感溢れるご講演でした。

講演会終了後は、会場を隣の部屋に移し、受賞祝賀会が行われました。祝賀会は、庭野道夫副所長の司会で開会され、里見進東北大学総長、岩崎俊一東北工業大学理事長、伊賀健一東京工業大学前学長、ならびにNTT常務取締役 篠原弘道様の4名の方々から丁寧なご祝辞を頂きました。続いて、東北大学元総長西澤潤一先生のご発声で乾杯が行われ、その後和やかな雰囲気のもとに歓談が続きしました。祝賀会中盤では、中沢先生と長年親交の深い方々の中から、早稲田大学松島裕一教授、KDDI研究所常務取締役 秋葉重幸様、NEC中央研究所所長 江村克己様、沖電気工業研究開発センタ長 上條健様よりご挨拶を頂き、研究から趣味に及ぶまで数々のエピソードが披露されました。

その後もまたたく間に時間が経過し、閉会に先立って中沢先生ご夫妻に花束が贈呈され、中沢先生がご出席の方々にお礼の挨拶をされました。最後に、伊藤貞嘉東北大学理事から閉会の挨拶があり、満場拍手の中、先生ご夫妻がご退場されました。会場出口では先生ご夫妻が出席者一人一人にお声を掛けられ、祝賀会は盛会のうちに終了しました。

(廣岡 俊彦)



TOPICS
電気通信研究所・トピックス

TOPICS 2 研究交流会

2013年度の電気通信研究所研究交流会が8月20日に開催されました。4回目となる今年は、より近い距離で他分野の研究者と意見交換を行い通研における研究の交流を深めようという趣旨から、ショートプレゼンテーションを含むポスター発表形式で行われ、92名の参加がありました。

交流会前半に、昨年度に終了した独創的研究支援プログラムの最終報告として末光哲也准教授および松宮一道助教から口頭発表がありました。その後、博士研究員、助教を中心とした通研の若手研究者から12件の研究発表がありました。今回の交流会では、単に発表者の研究内容を紹介していただくだけでなく、それぞれの研究者が抱える“研究のシーズ

とニーズ”をポスターに書き入れて発表頂きました。通研の若手研究者の有する専門や技術、また直面している問題や困難を具体的に知ることができてよかったとの声も聞かれ、大変好評だったようです。

また、ポスターセッション後に新たな研究アイデアの模索や共同研究の促進を目的としたフリーディスカッションを行いました。交流会をきっかけに共同研究に発展した事例として、北村喜文教授および伊修一郎准教授からご報告がありました。共同研究に至った経緯や研究費獲得、



実際に得られたシナジー効果などを紹介頂きました。また、産学官連携および国際化推進の立場から、それぞれ荘司弘樹特任教授および沼田尚道特任教授より話題提供がありました。研究会終了後には、毎年恒例となりました中庭での懇親会が行われ、ビールと軽食を片手に普段話す機会の少ない研究室の人々との交流を深めることができました。

(片野 諭)

TOPICS 3 2013 親睦会ビアパーティ

7月19日(金)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。参加人数は、計115名と例年より少ない人数となりましたが、親睦会新規会員からは21名の参加があり、恒例の自己紹介ではユーモアに富んだスピーチが多く、温かい笑いの絶えないビアパーティになったと思います。

親睦会では、年々改革を進めており、その一つにビアパーティの規模縮小があります。今年度は、料理や飲み物、ビンゴゲームを中心に見直しを行いました。また、親睦会会費に関する経過措置として、会員と準会員の参加費を改定しました。規模縮小だけでなく、少しでも楽しい時間になるよう親睦会委員一丸となってアイデアを出し合いました。

今年度工夫した点を少し紹介します。まず、料理と飲み物ですが、過去の傾向から量と質を見直し、例年人気の料理と飲み物は増やす、残ることの多い料理は



減らす、あるいは他の料理に変更しました。次に、ビンゴゲームですが、タイムセールなどを活用することで例年並みの景品数を用意することができました。お菓子や紅茶のセット、マグボトル、シューズ除湿機など幅広い景品を用意しました。そして、今年は、歓談中に過去のビアパーティの様子を映しました。自己紹介時の写真や当

時は学生として参加されていた先生の写真などもありましたので、会話に彩りを添えられたなら幸いです。

閉会後には、内容の工夫が感じられたなどの声もいただき、規模縮小の中、質を落とさずに開催できたのではないかと思います。ご協力いただいた皆様に感謝いたします。(通研親睦会委員会)

通研だより

RIEC NOW



安全衛生管理室は、平成 16 年に研究所の安全管理をサポートする部署として設置されました。本研究所では、薬品、高圧ガス、X線装置などの取扱い作業があることから、研究に携わる皆さんが安全に実験を行えるように、定期的な各種安全講習会の開催なども含めて、研究室や各施設の構成員の方々と連携して環境整備に努めてきました。現在では、大学全体の安全に関する環境整備の進展と相まって、事故やトラブルの発生リスクはかなり低下してきたと思われます。また、宮城県では、今回の大震災前より宮城県沖地震発生の可能性が指摘されてきたことから、研究所ではその対策に

安全衛生管理室

も力を入れ、各種の地震対策を進めてきました。その結果、今回の大震災では、いくつかの幸運も重なり、人的被害はありませんでした。しかし、物的損害についてはかなりの規模におよび、従来行ってきた地震対策の限界と問題点も明らかになりました。日常の研究活動に伴う事故や地震のような突発的な災害など、リスクの程度や性格は異なりますが、事故や災害に対する対策としては日々の地道な見直しと改善作業以外にはありません。研究所の置かれた環境は年々変化してきており、様々な外部組織との連携や研究員等の受入れなども盛んになって、リスク要因も多様化してきています。これらの点を



考慮に入れながら、研究所の安全環境をより一層向上すべく活動を行っております。安全管理が注目されるのは往々にしてトラブルや事故があった時ですから、電気、水道、通信回線などのインフラと同様に、その存在を意識されない状態が理想といえます。これからも目立たぬながら地道に研究活動のサポートを行っていきます。
(佐藤 信之)

RIEC豆知識 ⑦ 関数の表現力 – 関数プログラミングの原理 –

近年、C 言語や Java 言語などと異なり、関数を基礎としたプログラミング言語が注目を集めています。関数は、 $f(x) = x^2$ の様に入力に対する値を計算する機能ですが、このような具体的な計算に限らず、計算機で実現可能なあらゆるデータや計算を表現できます。その基本は関数を受け取り関数を返す関数です。今回は、最も基本的なデータである自然数を例に関数の表現力を考察し、関数プログラミングの原理に迫ってみましょう。

自然数は数字で表現します。数 n は「定員 n 人」や「 n 倍返し」などに共通の性質です。この性質を持つものなら数字として使えます。そこで n を表す数字を、「関数 f を入力し、『 x を入力し f を x に n 回適用した結果を返す関数』を返す関数」と定義し、『 n 』と書くことにします。この定義は「Church 数字」と呼ばれていま

す。他の定義同様、『 n 』も具体的に書き下せます。例えば λ 計算と呼ばれる体系では、『3』を $\lambda f. \lambda x. f(f(f(x)))$ と書きます。これらに対して数の演算が定義できれば、自然数の計算を行うことができます。

『3』を『2』に適用した結果『3』(『2』)は何でしょうか？ これも関数を受け取る関数です。そこでこの関数がある関数 f に適用した結果 (『3』(『2』))(f) を考えてみましょう。定義から『2』(『2』(『2』(f))) のはずで、意味を考えると、例えば『2』(『2』(f)) は『 f を 2 回適用する関数』を 2 回適用する関数』のはずで、従って、『3』(『2』)(f) は関数 f を 2^3 回適用する関数、すなわち、『 2^3 』となり、指数演算が実現できます。他の演算も定義できます。

計算機に既に用意されている数字を関

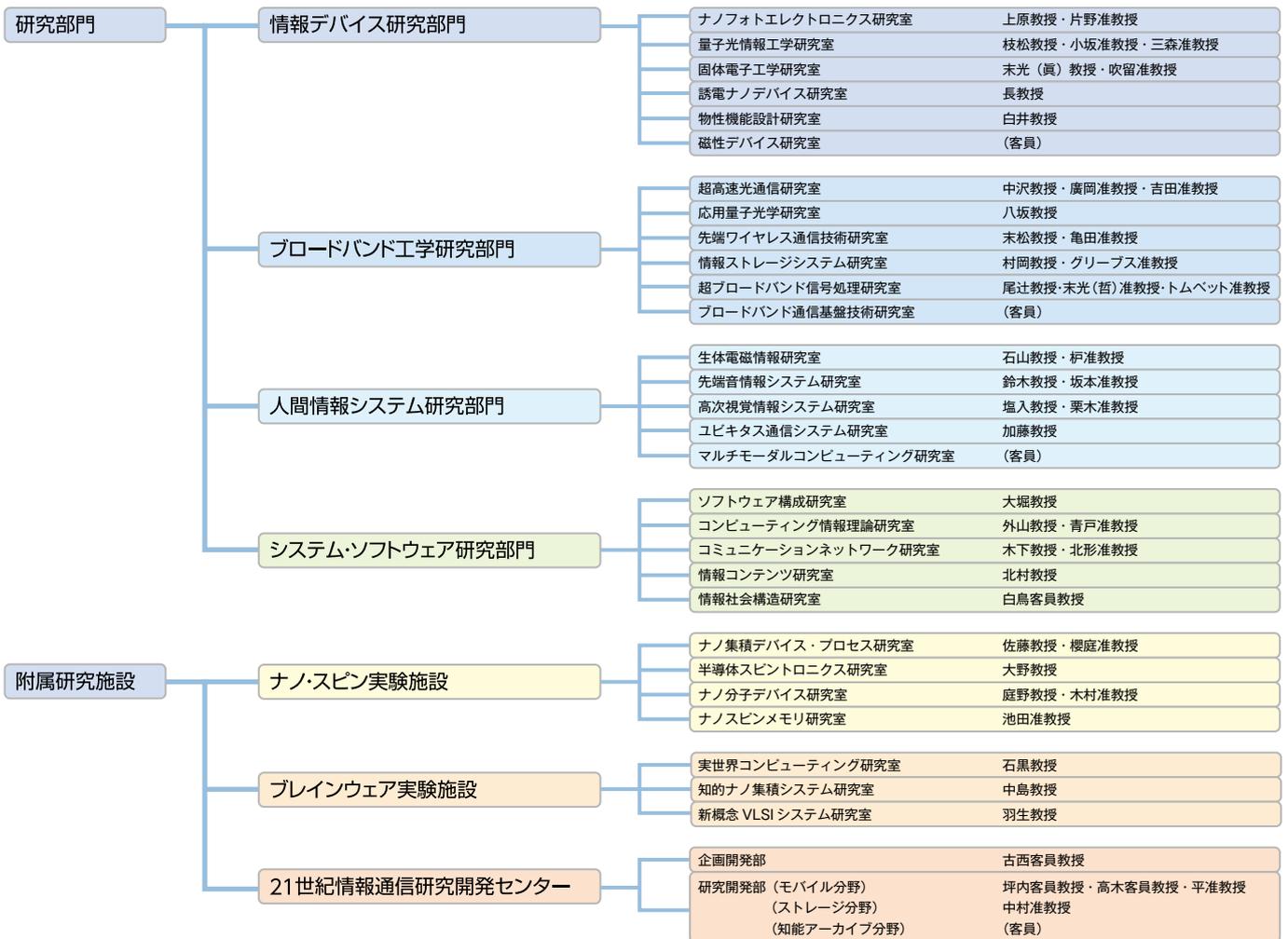
数で表現する必要はありませんが、このような考え方により、プログラミング可能な任意のデータ構造や計算を表現できます。関数型言語はこのような原理を基礎として設計されています。

(大堀 淳)

$$\begin{aligned}
 [2](f) &= f \text{ を 2 回適用する関数} \\
 [3](f) &= f \text{ を 3 回適用する関数} \\
 ([3]([2]))(f) &= [2]([2]([2](f))) \\
 &= [2]([4](f)) \\
 &= [8](f) \\
 &= [2^3](f)
 \end{aligned}$$

Church 数字と指数演算

組織図 (研究室構成)



(2013年10月1日現在)

通研国際シンポジウム一覧

平成 25 年度

会議名	開催年月日	開催場所
6 th Global Symposium on Millimeter Wave 2013	2013年4月21日～4月23日	東北大学さくらホール
The 2 nd RIEC International Symposium on Brain Functions and Brain Computer	2013年11月14日～11月15日	電気通信研究所 ナノ・スピン棟カンファレンスルーム
12 th RIEC International Workshop on Spintronics	2013年11月14日～11月15日	電気通信研究所 ナノ・スピン棟ナノ・スピン実験施設
8 th International Symposium on Medical, Bio - and Nano - Electronics	2014年3月6日	電気通信研究所 ナノ・スピン棟カンファレンスルーム
The 5 th International Workshop on Nanostructures and Nanoelectronics	2014年3月6日～3月7日	電気通信研究所 ナノ・スピン棟カンファレンスルーム

EVENT Calendar	日時	会場
東京フォーラム	平成25年11月21日(木)	学術総合センター(東京都千代田区一ツ橋2-1-2)
共同プロジェクト研究発表会	平成26年2月27日(木)	東北大学片平キャンパスさくらホール

RIEC News
編集委員会

北村 喜文 (委員長)
石山 和志
北形 元
櫻庭 政夫
小坂 英男
伊藤 保春

編集
後記

RIEC News 2012.3 No.4 より、「季節の風景シリーズ」と題しまして仙台近郊の景色を表紙としてお届けして参りましたが、今号でこのシリーズは最終回となります。直近の3号が、秋の「蔵王エコーライン」、春の「桜の釜房湖と蔵王」、夏の「蔵王・御釜」と、意図せず蔵王づくしでしたので、今号の冬の「蔵王の樹氷」で、ちょうど四季の蔵王をお届けすることができました。通研にお立ち寄りの際には、是非仙台の四季も楽しみ頂ければと思います。(K)

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/>

リサイクル適性 (A)
この印刷物は、印刷用の紙へリサイクルできます。



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「RIEC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。