

量子・超高周波・ナノ・バイオ研究による 先端技術確立を目指して



大岩 和弘 (おおいわ かずひろ)

未来 ICT 研究所
研究所長

甲子園を目指した高校時代の野球を引きずりつづけ「メタボの冷や水」ならぬ草野球に興じる。最近はバットではボールが打てなくなり、面積の広いラケットを頻繁に使うようになった。主戦場も球場からコートに移行中。

「未来 ICT 基盤技術の研究開発は、将来の情報通信技術の基礎となる新概念の創出と新たな道筋を開拓するものです。現行技術の延長ではない革新的機能や原理応用によって ICT の性能と機能の飛躍的向上を目指します。」

はじめに

クリックひとつで地球の反対側の情報に一瞬にしてアクセス、クラウドコンピューティングで大量データをいつでもどこでも容易に操作するなど ICT の技術革新によって私たちの生活は大変便利で豊かになりました。社会活動が情報通信ネットワークへ依存する度合は高まるばかりです。2010 年に新たに生まれたデジタル情報は 1,200 エクサバイトを超え、新規のデータ量は 2 年ごとに 4 倍に増えているといわれています。このため、情報通信機器の消費電力の大幅増加やセキュリティの脆弱性、ネットワーク制御の複雑化等の課

題が今後生じることが予想されています。コミュニケーション技術の観点からの課題は、ユーザにとって意味のある情報と単なるデータとが区別されずに情報提示が行われていることが挙げられます。技術開発が進んでいるヒューマン・マシン・インターフェースにおいても、利用者の状況によっては一層使いづらい場合もあるかもしれません。

明日の未来のために

このような情報通信技術の課題の解決を目指した研究開発として、NICT では 2020 年頃の実現を目指した新世代ネットワーク基盤技術やユニ

未来ICT研究所の研究領域

先端ICT分野における探索的研究から実用化研究開発までの融合

- ・ 先端融合領域の国際的研究拠点として、
- ・ 脳情報通信や細胞・分子センシングなどの未来のコミュニケーション技術の先導的研究開発
- ・ ネットワーク技術のブレークスルーを創出する高性能・高機能デバイスとシステムの研究開発



図1 未来ICT研究所の研究領域

バーサルコミュニケーション基盤技術の研究開発に取り組んでいます。この新たな情報通信技術でさえも、飽くことのない人間の知識欲や好奇心による情報量の増大に将来窮する場面が出てくることでしょう。2020年以降に顕在化するであろう課題を見据えて、未来ICT基盤技術として、ICTの能力、安全性、利便性を大きく発展させていくことと、新たなICTの開発を着実に今から進めていくことが、私たち未来ICT研究所に求められています。

未来ICT研究所

未来ICT研究所では、5つの研究室(超高速光 ICT、量子 ICT、ナノ ICT、バイオ ICT、脳情報通信)を結集、これまでに培ってきた競争優位の研究開発力を活かして情報通信技術のブレークスルーにつながる技術シーズを創出し、芽吹かせ、社会展開可能な苗木まで一貫して育てることができると研究体制を構築しました。

超高速光 ICT 研究室

超高速光 ICT 研究室では、光と電磁波の境界領域に位置するテラヘルツ帯の電磁波に関する研究開発を進めています。様々な分野での応用が期待されているテラヘルツ帯デバイスの研究開発に私たちはいち早く取り組み、基盤技術を確立してきました。100Gbpsにも及ぶ高速・大容量通信を可能にするテラヘルツ帯の電磁波を使って数十 Gbps 帯域幅の無線通信技術を確認しています。波長の短さを活かすことで、送受信のアンテナサイズを小さくすることができます。装置の小型化・軽量化のニーズに対応できるのです。これに加えて、NICT で開発したテラヘルツ帯デバイス作製技術を中心に、超高速光デバイスの開発環境を整備しています。ここでは、テラヘルツ分光やイメージングなど全てを1ヶ所で試すことができる世界で唯一の開発環境を提供しています。減衰

明日の未来のために

未来ICT基盤技術

安心・安全で ユーザーに優しく 地球に優しい情報通信技術へ

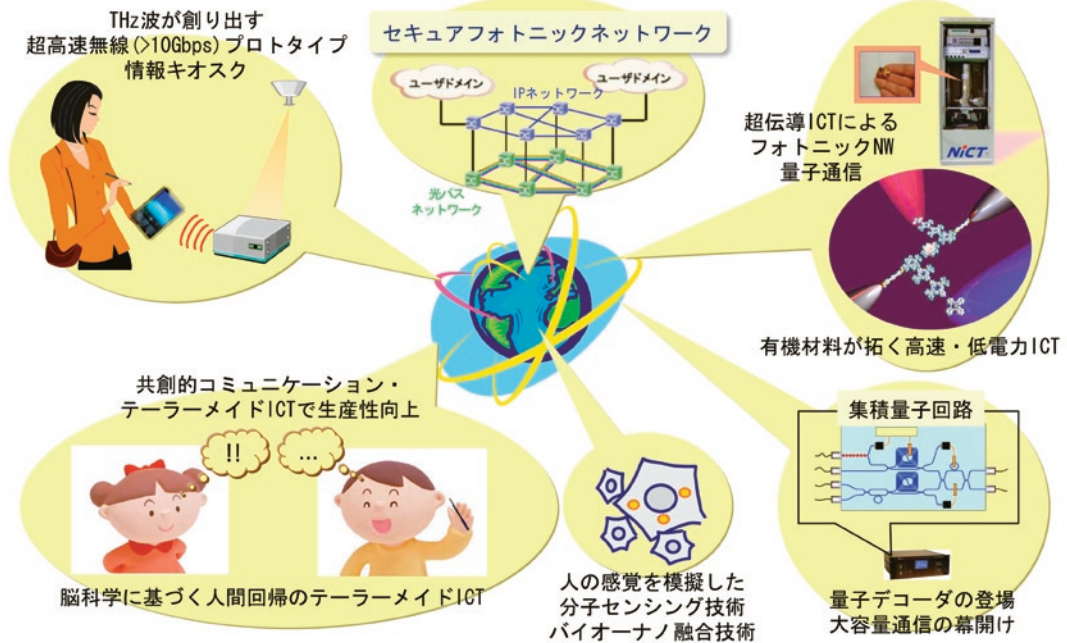


図2 未来ICT基盤技術が創り出す将来技術

が早いテラヘルツ帯の電磁波の研究開発には、あらゆる素子を1つのパッケージの中に作り込むことが必要です。ユーザがすぐに利用できる研究開発施設を整備することによって、企業・大学研究室でのテラヘルツ研究開発を支援し、この技術の実社会への展開を後押しします。

量子 ICT 研究室

量子 ICT 研究室は量子力学効果を応用して情報通信における絶対安全性、あるいは究極の大容量化を実現することを目指した量子暗号技術と量子ノード技術の研究開発を推進しています。量子暗号技術は量子力学の原理によって、伝送途中の盗聴を完全に検知するシステムです。都内に敷設されたネットワークの上に量子暗号の鍵配送ネットワーク試験システム、

東京 QKD ネットワークが稼働しています。この東京 QKD を使って、約 45km 離れた拠点間での動画伝送の完全秘匿化に成功しています。この東京 QKD ネットワークを更に改良することで、実用に耐え得る信頼性の確保と低コスト化、さらに現代暗号技術との相補的組み合わせによって、ニーズとコストに応じたセキュリティシステムの構築を目指しています。量子ノード技術では、これまでの伝送容量限界を超える量子の復号原理を検証し、実証してきました。この技術をチップの上に小型化して安定動作させることを目指した研究開発を進めています。

ナノ ICT 研究室

ナノ ICT 研究室では、既存デバイスでの実現が難しい、高速化と低消費電力化を両立する技

術の確立として、有機材料を用いた ICT 素子を構築しています。有機材料には、高効率・高速動作、低コストの利点があります。これまでに、電気光 (EO) 特性の高い有機材料を開発してきました。この材料の性能をさらに向上させ、ポリマーの中に織り込んで配向させる技術を開発することで、現有の材料の 2 倍以上の EO 効果を持つ有機材料を作り上げ、高速光変調器の実現を目指しています。

ナノ ICT 研究のもう 1 つの柱は超伝導技術です。私たちは 20 年の長い時間をかけて、窒化ニオブの薄膜形成技術を確認し、高周波特性に優れた超伝導技術を生みだしました。量子暗号技術のキーデバイスとなっている単一光子検出器 (SSPD) がその代表です。光キャビティ*の導入や SSPD のアレイ化によって、検出効率を 50% にまで向上させ、カウントレートも GHz 帯まで向上させます。高性能化した SSPD は、様々なアプリケーションで使われることになります。

● バイオ ICT・脳情報通信研究室

トップクラスの国際誌に掲載された研究成果の数々は、バイオ ICT 研究室の存在を輝かせています。細胞生物学・生物物理学分野での重要な成果を発信し続けてきた同研究室は、この研究に磨きをかけるとともに、応用に向けた研究開発を始めています。ナノテクノロジーと生体分子操作技術を融合した分子センサー、分子信号処理の研究開発を進めています。

脳情報通信研究室では、将来、ICT 分野で重要な位置を占める脳機能研究について、情報通信技術との融合を目指した研究を推進しています。情報の受け手や送り手の主体が人間の脳であることを考えれば、情報をより正確に伝えて人間同士のコミュニケーションを快適かつ効率的に行うためには、脳における情報処理を知ることが大事だとわかります。人間の脳活動の非侵襲

計測法に特徴を持つこの研究室は、機能的磁気共鳴画像法や脳磁場計測装置を駆使してコミュニケーション技術の視点から脳機能研究を進めるユニークな存在です。研究開発が長期にわたる脳機能研究は、情報通信技術分野においては国立研究機関である NICT が中心となって進めるべき研究です。一方で、研究分野が多岐にわたる脳機能研究を単一研究機関だけで実施することには限界があります。そこで私たちは総合大学との研究協力関係、脳情報分野で高い開発力を持つ企業との連携を進め、平成 23 年度に脳情報通信融合研究 (CiNet) をスタートさせました。

私たちの脳は、わずかな情報を使って予測を瞬時に行います。このようなひらめきに似た予測はどのようなメカニズムで起こっているのでしょうか。データを点として扱わず、多様な結び付けを行うことで予測を行っている脳の情報処理の仕組みは、その解明自身が情報通信技術への大きな貢献となるでしょう。チャレンジングな研究課題ですが、情報科学と脳・神経科学が成熟してきた今こそ、脳科学と情報科学の融合的研究を進める絶好の時期なのです。

● おわりに

前述のとおり、未来 ICT 研究所では、テラヘルツ帯の電磁波を使った情報キオスク技術や量子情報通信、量子暗号技術、さらには高速低消費電力の有機 ICT などを開発していきます。脳を中心としたコミュニケーション技術の大きな変革を狙う研究開発もあり、まさに明日の未来のための研究開発を進めているのです。

用語解説

* 光キャビティ

光を閉じ込める (共振させる) ために、2 枚の鏡を向かい合わせて作る構造。2 つの鏡の間の距離が光の波長の整数分の 1 のときに、光を閉じ込めることができる。検出効率の大幅な改善を可能にする構造です。