

KARCFRONT

未来 ICT 研究所ジャーナル

Vol. **33**
2016
SPRING

特集 未来を見すえフロンティアを拓く研究拠点

ユニークな研究で存在感を高めてきた未来 ICT 研究所 企画戦略室での勤務を経験して

日本標準時の分散構築

光衛星通信技術を用いた航空機—地上間超高速光通信

フェイズドアレイ気象レーダ・ドップラーライダー融合システム (PANDA)



特集：未来を見すえフロンティアを拓く研究拠点 ① 4

ユニークな研究で 存在感を高めてきた 未来ICT研究所

研究所長 寶迫 巖

特集：未来を見すえフロンティアを拓く研究拠点 ② 8

企画戦略室での 勤務を経験して

ナノICT研究室 研究マネージャー 寺井弘高

日本標準時の分散構築 10

電磁波計測研究所 時空標準研究室 花土ゆう子

光衛星通信技術を用いた航空機

—地上間超高速光通信 11

ワイヤレスネットワーク研究所 宇宙通信システム研究室 宗正 康

フェイズドアレイ気象レーダ・

ドップラーライダー融合システム (PANDA) 12

電磁波計測研究所 センシングシステム研究室

花土 弘 中川勝広 青木 誠

TOPICS 14

第1回酸化ガリウム国際ワークショップ (IWGO-1) 開催／先端ICTデバイスラボ研究交流会開催／「未来ICTシンポジウム2016」開催、「nano tech 2016」出展報道発表：次世代パワーデバイス材料、酸化ガリウムエピウエハを開発／細胞が備える低栄養環境に応じた節約の仕組みを発見／細胞内タンパク質の動きを調べる新たな計測手法を開発／新たな周波数資源利用に道を拓くテラヘルツ無線技術／受賞報告

未来ICT研究所 STAFF総覧 16



※表紙写真：右はフェイズドアレイ気象レーダ。
左は上から、光空間通信設備神戸小型地上局、セシウム原子時計、クリーンルーム。

ユニークな研究で 存在感を高めてきた 未来 ICT 研究所

未来 ICT 研究所は、情報通信研究機構 (NICT) の「第 3 期中期計画」が始まった 2011 年度に、新たな組織でスタートしました。それからの 5 年間で、どのような成果をあげてきたのでしょうか？ 今年度末に中期計画終了という節目を迎えるにあたって、竇迫所長にお話をうかがいました。



Q：まず、この5年間で組織が大きく変わりましたね。それは、どうしてですか？

竇迫：未来ICT研究所は、1989年に郵政通信総合研究所関西支所として神戸でスタートし、四半世紀を越える歴史をもっています。開設以来、未来のICTに役立つようなシーズの探求と育成を続けてきましたが、近年は、「探求的な研究から実用化開発までの融合をめざす」ことをミッションとしています。それは、これまで育ててきたシーズの中から、学問領域としても、実用化面でも、大きなかたまりとなるものが出てきたからです。

新たな組織を立ち上げたのも、育ててきたシーズをさらに大きく育

未来ICT研究所
研究所長

竇迫 巖

Iwao Hosako

博士(理学)

略歴

1993年、大学院博士課程修了後、日本鋼管株式会社勤務。1995年、通信総合研究所COE特別研究員。1996年、通信総合研究所(現情報通信研究機構(NICT))入所。2008年情報通信研究機構 先端ICTデバイスグループリーダー。2011年、情報通信研究機構 未来ICT研究所 副研究所長 超高周波ICT研究室室長(兼務)。2013年、所長に。

研究分野

遠赤外線(テラヘルツ)検出器、テラヘルツ帯半導体レーザ、テラヘルツ帯計測システム

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を目指す

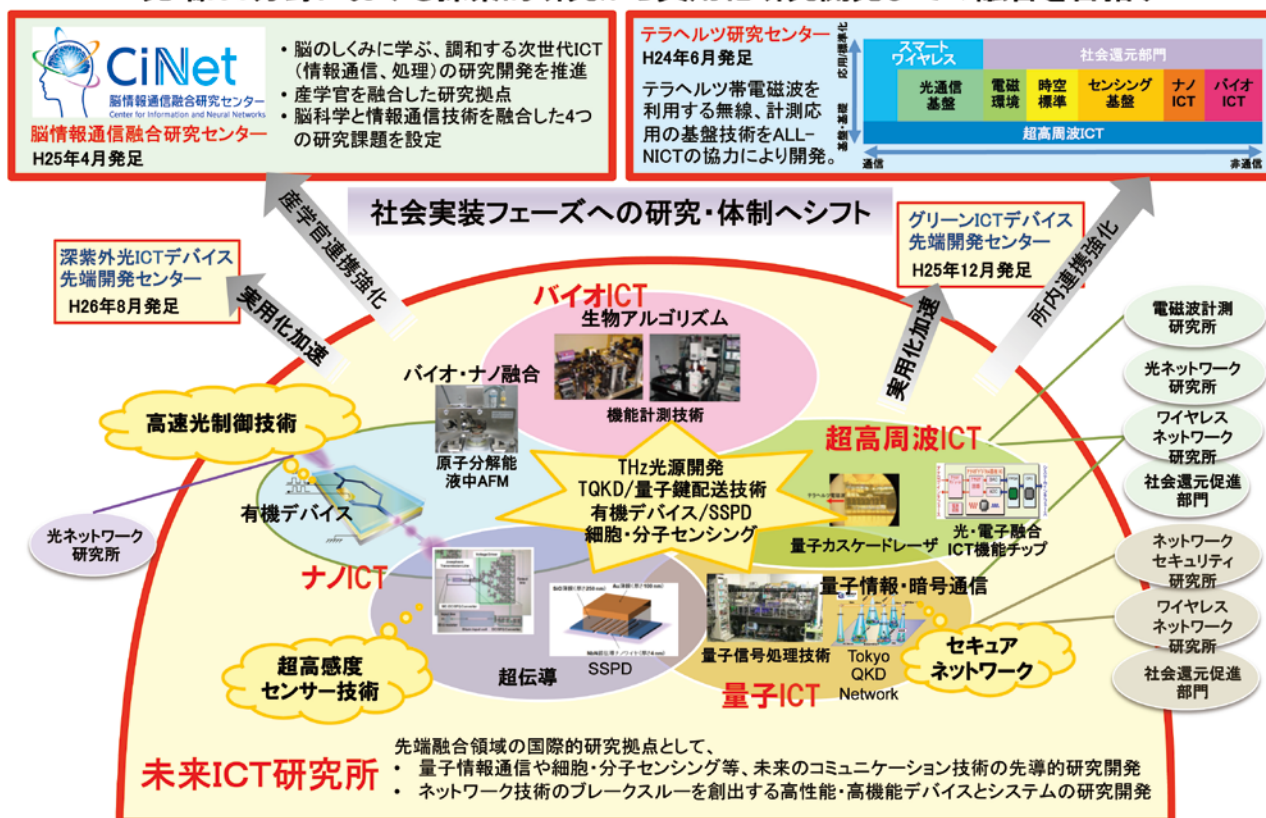


図1 未来ICT研究所の研究領域
量子ICT、ナノICT、バイオICTをはじめ、先端融合領域の国際的な研究拠点として、多岐にわたる研究開発を行っている。

研究所の脳情報通信研究分野では、1990年にfMRIを導入したのを皮切りに、先端機器を次々に導入するとともに、人員も拡充して成果を積み重ねてきました。これが総務省に評価され、CiNet設立の後押しをしていただけたのだと思います。

2つのデバイス先端開発センターは、大きな外部資金を受けた研究を効果的に進め、実用化を加速するために設立しました。

グリーンICTのほうは、東脇正高センター長が世界で初めて実現した酸化ガリウム (Ga₂O₃) トランジスタを、次世代のパワーデバイスとして開発しようというものです。内閣府の戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) の「次世代パワーエレクトロニクス」という課題の1つの

Q：それぞれの発足の経緯を少し詳しく教えてください。

A：CiNetは、総務省主導のもと、NICT、大阪大学、株式会社国際電気通信基礎技術研究所 (ATR) の三者連携によって誕生しました。当

研究所の脳情報通信研究分野では、1990年にfMRIを導入したのを皮切りに、先端機器を次々に導入するとともに、人員も拡充して成果を積み重ねてきました。これが総務省に評価され、CiNet設立の後押しをしていただけたのだと思います。

2つのデバイス先端開発センターは、大きな外部資金を受けた研究を効果的に進め、実用化を加速するために設立しました。

グリーンICTのほうは、東脇正高センター長が世界で初めて実現した酸化ガリウム (Ga₂O₃) トランジスタを、次世代のパワーデバイスとして開発しようというものです。内閣府の戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) の「次世代パワーエレクトロニクス」という課題の1つの

研究テーマに採択されたことから、センターを立ち上げました。このトランジスタは熱にも放射線にも強いので、過酷環境で働くロボットのコントロール用デバイスとして使用できる可能性もあります。

深紫外光ICTのほうは、井上振一郎センター長が、ナノ光構造を用いて効率を高めた窒化物半導体 (AlGaIn) 発光ダイオード (LED) の実用化開発を行うセンターです。このテーマが科学技術振興機構 (JST) の研究成果展開事業A-STEPに採択されたのを機に設立しました。深紫外はDNAの吸収帯なので、このLEDの用途の1つとして、殺菌デバイスが想定されています。消費電力が高く、重く、冷却機構も必要な水銀殺菌灯に比べ、LEDなら手軽に使える

のが利点です。

この2件に限らず、当研究所は多くの外部資金を獲得しており、その額は毎年、運営費交付金の20～25%にあたります。

Q：シーズの実用化に向けて組織も変化してきたというわけですね。

竇迫：その通りです。実用化という意味では、センター設立以外にも、特許をとって技術移転するケースがたくさんあります。

一方で、当研究所は基礎研究にも力を入れており、世界に誇れる成果が出ています。その1つの表れは論文発表数です。NICT全体の論文発表数のうち、当研究所が占める割合は、ここ5年の平均で26.75%にのぼり、Natureなどインパクトファクターの高い雑誌に掲載される論文もあります。

Q：既存の研究室でも、シーズが育っているのでしょうか？

竇迫：もちろんです。まず、超高周波ICT研究室（笠松章史室長）は、今回の中期計画で、テラヘルツ波を用いた超高速大容量無線技術の開発に取り組んできました。特に、シリコンCMOS集積回路を用いた300GHz帯の送信技術は、総務省のプロジェクトに採択され、広島大学、パナソニック株式会社と共同で開発してきました。

現在、使われている無線LANの周波数帯は1.5～5GHzです。現在、60GHz帯での標準化が進んでおり、近く製品も出る見込みですが、それでも伝送速度は数Gbit/s（ギガビット/秒）です。そこで、このプロジェ



図2 新築されたクリーンルーム

クトでは、300GHz帯を使用することで、光ファイバーなみの100 Gbit/sの高速通信をめざしてきました。

送信機の開発は無事成功し、1月末に開かれた固体回路の国際会議「International Solid-State Circuit Conference (ISSCC) 2016」（サンフランシスコ）でデモを行ったところ、大きな反響がありました。シリコンCMOS集積回路を用いているため、送信機は低価格化が可能で、275GHz以上の周波数帯は、国際的な電波割り当ての対象外であることから、この帯域の使用に先鞭をつけたという意義もあります。

この技術が実用化されれば、モバイル端末に1秒で映画1本分（DVD1枚分）のデータを送ることができるようになります。無線の基地局間をつなぐのに、光ファイバーと相補的に使われる可能性もあります。無線通信の需要が拡大する中で、大きな展開が期待される技術なのです。

Q：テラヘルツ波がICT技術に本格的に使われる日も近いのですね。他の研究室もICT技術のシーズを育て

ているのですか？

竇迫：はい。量子ICT研究室（佐々木雅英室長）は、第二期中期計画でTokyo QKD Networkという大規模な量子暗号ネットワークのテストベッドを構築し、動画転送にも成功しましたが、今期はこのテストベッドを用いて、さらに研究を進めました。特に、ナノICT研究室で開発した超伝導単一光子検出器（Superconducting Single Photon Detector：SSPD）が80%を超える量子効率を達成し、それを受信機に採用したことで、量子暗号通信の実用化への展望が開けました。

また、ドローンの普及という社会状況に対応するため、ドローンに量子暗号鍵を配送して、乗っ取りや情報漏洩を防ぐ技術を企業と共同で開発し、2015年9月にデモ飛行を行いました。量子通信は「夢の話」と思う方もいるかもしれませんが、コストはかかるものの、「使える技術」になりつつあります。特に、この研究室は早くから研究に取り組んできた実績があり、世界を牽引する立場にいます。



図3 フェイズドアレイ気象レーダ(上)と地上降雨観測システム(左)

期計画の目標通り100GHz以上の高速光変調が達成されました。企業との話も始まっているので、次の中期計画では実用化研究に進めるかもしれません。

超伝導のほうでは、寺井弘高研究マネージャーが研究を進めてきたSSPDの量子効率が、中期計画の目標である50%を大きく超える80%を達成しました(量子効率とは、検出器に入射した光子のうちどれだけを捕捉できるかという割合)。さらに、SSPDを超伝導状態に保つために、液体ヘリウムを使わない小型の冷却機を開発しました。高い量子効率とこの冷却機があったからこそ、Tokyo QKD NetworkにSSPDを実装できたわけで、冷却機の開発も一種の実用化研究と言えるかと思います。

Q: バイオICT研究室はユニークな存在ですね。

寛迫: 細胞の中のしくみを探って、将来のICTに応用していこうというのがバイオICT研究室(小嶋寛明室長)です。研究テーマは多岐にわたっ

ているので、最近のトピックをご紹介しますと、原口徳子主任研究員が2015年5月に発表した「外からきたDNAの細胞内侵入を感知するDNAセンサーを発見」という成果は、多くの新聞に取り上げられました。

実用面で期待される研究としては、例えば大腸菌を利用した化学物質センシングがあげられます。多様な物質を含む溶液を大腸菌が好むか嫌うか(寄っていくか逃げるか)を調べ、得られたデータを解析することで、人間には感知できないような微妙な成分の違いを判定することが可能です。うまい対象を選べば、一気に実用化に進む可能性を秘めていると思います。

脳科学の新しいアプローチとして、パブロフの犬のような条件反射を、ショウジョウバエで再現し、そのときの脳の働きを細胞レベルで解明しようという研究も行われています。

Q: 話は変わりますが、未来ICT研究所には、NICTの神戸の拠点という役割もありますね?

寛迫: はい。地域との連携として、NICTの研究を広くご紹介する一般公開を年に一度行っているほか、神戸大学、兵庫県立大学、大阪大学の連携大学院として学生を受け入れています。連携という点では、バイオICT研究室もがんばっています。開所以来毎年「細胞生物学ワークショップ」と題して、蛍光顕微鏡を最先端の研究に使うための講習会を行っているのです。受講生は大学院生が中心で、その中から一流の研究者に育った人もおり、存在感のある

行事となっています。

また、当研究所はデバイスづくりに強みをもっており、その製造のためのクリーンルームを神戸にも小金井にももっています。神戸のクリーンルームは老朽化したため新しく建設し、昨年7月に完成したばかりです(図2)。小金井のクリーンルームは、オープンイノベーションセンターとして、外部利用者が年間1200人ほどいます。神戸は小金井に比べると、地理的な条件が少し厳しいのですが、外部の方にも使っていただければと思っています。

今回の中期計画期間中には、神戸の敷地の有効利用という側面もあって、NICTのほかの研究所の施設が相次いでつくられました。2014年3月に設置されたフェイズドアレイ気象レーダ(図3、12ページ参照)は、電磁波計測研究所センシングシステム研究室が開発を進めているもので、先に大阪大学に設置された同種のレーダと合わせて観測することで、ゲリラ豪雨の予想が的確に行えるそうです。同研究所の時空標準研



図4 セシウム原子時計(左)と水素メーザー(右) 日本標準時副局にあるセシウム原子時計の内部(手前にあるのが原子振動数測定チューブ)。水素メーザーは実信号源として使用されている。(10ページの記事参照)

究室が担当する日本標準時副局(図4、10ページ参照)も、2011年から整備が進んでいます。ワイヤレスネットワーク研究所宇宙通信システム研究室は、航空機と地上を光通信でつなぐ研究(図5、11ページ参照)をしており、その地上局の1つが2014年に神戸に設置されました。

Q: 神戸の拠点としての役割は、未来ICT研究所の研究開発にどのような影響を与えるのでしょうか？

竇迫: 人と人との交流が研究の発展を促すという効果が期待できます。例えば、NICTのほかの研究所の施設ができたことで、これまで神戸に

来たことのないNICTの研究者が神戸を訪れ、当研究所の研究者と話をします。そこで相互作用が起ころ、すでにシーズが生まれそうな気配もあります。

実は、当研究所の研究室どうしの間にも、相互作用はあり、融合研究となって大きな成果を生んでいます。先ほどの、量子暗号通信とSSPDの例はその1つですが、最近、SSPDを細胞内観察に使われる蛍光相関分光顕微鏡のカメラとして使う手法も開発されました。このような超伝導とバイオの融合は、当研究所だからこそ実現したと自負しています。中期計画の後半には、研究者一人一人の視野が広がり、融合研究がますます加速してきたと実感しています。

これまでの話からおわりの通り、当研究所は、ICTに直結しなくても、よいシーズが出てくればそのシーズを育て、応用につなげるという臨機応変な姿勢で研究開発を行ってきました。これからも、研究者の自由な発想と融合研究を武器に、ユニークな成果を生み出していきたいと思えます。

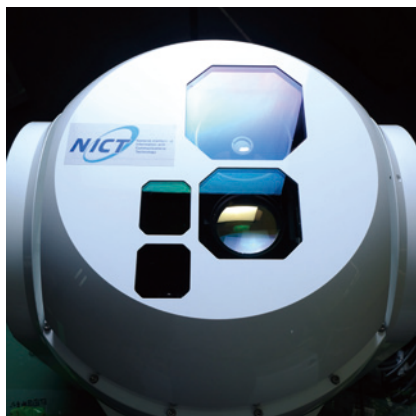
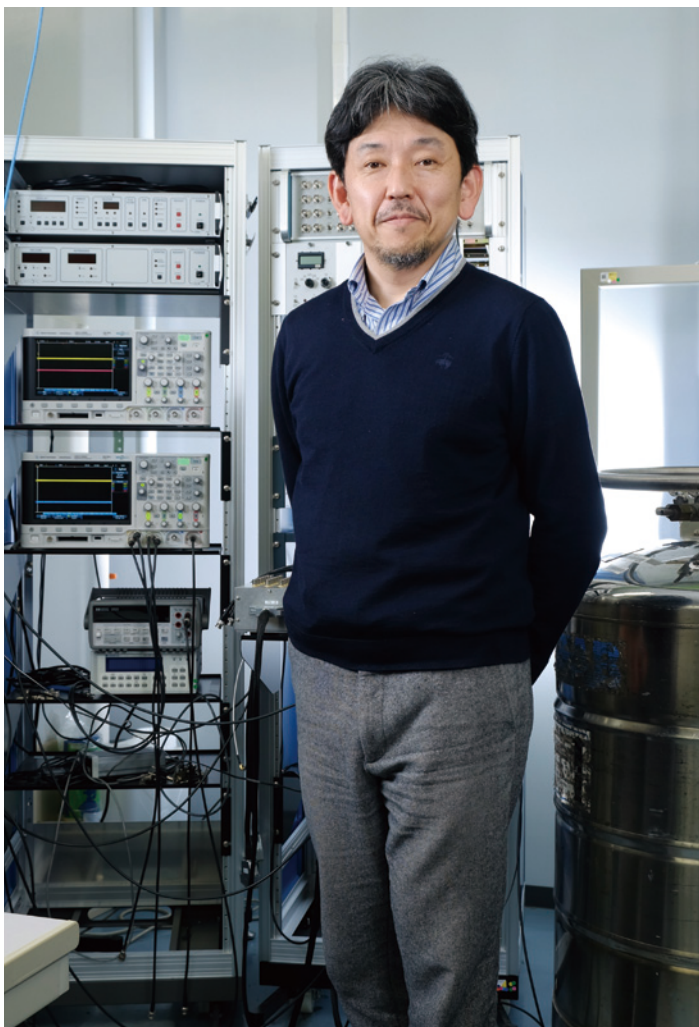


図5 光空間通信設備神戸小型局の地上局光学系およびジンバル(左)、航空機搭載側ターミナル光学系およびジンバル(右)。(11ページの記事参照)

企画戦略室での勤務を経験して

NICTに入所して以来、ずっと研究一筋だった私は、2014年7月から1年3カ月ほど本部（東京・小金井）の企画戦略室に勤務し、異なった立場からNICTのマネジメントに携わることになりました。そこでの経験を簡単に述べてみたいと思います。



中長期計画の策定に参加する

NICTに勤務して以来、神戸研究所で超伝導デバイスの研究に従事してきましたが、2014年の7月から1年3カ月ほど小金井の企画戦略室に勤務して、NICT全体のマネジメントに携わる機会を得ました。私が企画戦略室に異動したのは、ちょうどこの4月から始まるNICTの中長期計画の議論が始まるタイミングでした。そういう意味では、NICTの中長期計画がどのようなプロセスで策定されるのかを知るよい機会でした。

NICTの中長期計画は、総務省の「情報通信審議会」が出す答申に沿ったものとなるため、何度も霞ヶ

ナノICT研究室
研究マネージャー

寺井 弘高

Hiroataka Terai

博士(工学)

略歴

1996年名古屋大学博士課程修了後、NEC基礎研究所を経て、1997年に郵政省通信総合研究所（現NICT）COE特別研究員。1998年に郵政省通信総合研究所に入所、関西先端研究センター（現未来ICT研究所）に勤務し現在に至る。2000年応用物理学会講演奨励賞、2004年超伝導科学技術賞、2010年日本学術振興会・146委員会賞受賞。

研究分野

電子工学、量子情報工学、超伝導エレクトロニクス

近況

東京では職場から自転車で15分のところに単身赴任していましたが、神戸に戻って職場まで1時間以上かけて電車通勤をしています。おかげで読書時間が増えて、最近は時代小説にはまっています。

窒化物超伝導をコア技術とした産学官連携拠点化



窒化物超伝導薄膜・デバイス技術をコアとした産学官連携拠点化のイメージ
 この中のいくつかは、すでにNICTで実施、もしくは共同研究で実施中。今後、どれだけ窒化物超伝導ならではの成果を発信し、仲間を増やしていけるかが重要。

関に足を運んで総務省の方々とも議論をさせていただきました。それまで霞ヶ関に足を踏み入れたことがなかった私にとっては、それまでとまったく違う世界を見る貴重な経験でした。この審議会での答申にNICTの意向が反映されるように、情報通信審議会で議論する資料の準備段階で総務省にいろいろインプットするわけですが、私たちの努力の甲斐あって、昨年7月に出た中間答申にはNICTの意向をほぼ反映することができたと考えています。

「企業ではできない研究、より基礎的な研究」をしてほしい

情報通信審議会の議論では、アカデミア、産業界からNICTに対する期待の声を数多く聞きました。総務省の審議会でするので、多少はNICTに気を遣っての発言もあったと思いますが、企業ではできない10年先（あるいはもっと先）を見た研究をやってほしい、もっと基礎的な研究に取り組むべき、という意見をずいぶん耳にしました。また、情報通信と直接関係のない成果が出てくることもあるのが基礎研究で、もっと自由に大らかにやればよいという意見もありました。ただし、国研であるからには大学の基礎研究との差別化は必要だと思います。

最近よく耳にする言葉ですが「橋渡し」というか、NICTがアカデミア、産業界を牽引して、新しい技術を世に出していくという役割が求められていることは強く感じました。

そのための求心力として、NICT

がコア技術を持っているということが重要だと思います。私の研究分野の話で恐縮ですが、私たちが得意とする窒化物超伝導薄膜・デバイス技術は十分に求心力になると考えており、これをコア技術として超伝導エレクトロニクスの研究拠点を目指すというのも今後の1つの方向性と考えています(図)。

NICTの研究課題は非常に多岐にわたっていて、手を広げ過ぎているのではとも考えられるわけですが、未来ICT研究所で取り組んでいるような基礎研究をいらないと考えている人はいないと思います。未来の技術の種をまいて育てるというミッションは、研究機関としては不可欠な要素だからです。ただし、研究予算としてはどうしても出口志向の研究に手厚くならざるを得ないので、基礎研究分野で自分の研究を守るためには外部資金を積極的に獲得するなどの研究者側の努力も必要になります。

予算獲得や評価資料作り、学会活動などでなかなか研究の時間を作るのが難しい訳ですが、その中でいかによい成果を生み出していかかが重要になると思います。

最も重要なのは「個々の研究者の熱意」である

NICT全体のマネジメントに携わって感じたことですが、最も重要なのは結局のところ「研究者の熱意」ということです。組織や制度、予算の問題もありますが、各々が自分の研究分野で信頼を獲得することが何よりも重要です。そのためには、よい研究をしなくてははいけませんし、能力だけでなく周りを巻き込むような熱意が必要です。そういう熱意を持った研究者がどれだけいるかが、NICTのプレゼンスに大きく影響すると思います。私自身、これからも一研究者として、NICTのプレゼンスを高めていくことに微力ながら貢献していきたいと思っています。

日本標準時の分散構築

～神戸副局の立ち上げ

電磁波計測研究所
時空標準研究室
花土 ゆう子
Yuko Hanado



図2 日本標準時神戸副局における日本標準時計測システム

日本標準時は、NICT小金井本部で運用するCs原子時計群の荷重平均周波数を基に生み出されています(図1)。ただ、現状の1局集中型では、本部の被災などにより原子時計群の運用にダメージがあった場合、連続時系の発生が途切れてしまうおそれがあります。このリスク軽減および将来的には標準時発生クラウド化を目標に、日本標準時の分散構築プロジェクトを開始しました。

原理は至ってシンプルで、分散局に数台ずつ設置したCs原子時計のすべてを衛星仲介で相互に周波数比較します。この計測データを全局で共有することで、地理的に離れた各

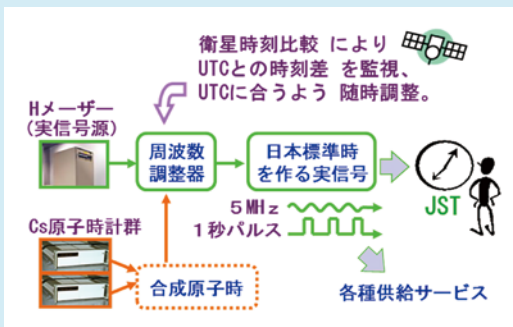
局が独立に全Cs原子時計の荷重平均周波数を計算できます(日本標準時の基準周波数生成の多重化)。この平均周波数自体は計算値ですが、各局に置かれた原子時計を介して実信号として出力ができるので、分散局は日本標準時の供給拠点としても機能します。

被災リスクの観点から東京から離れた場所が望ましく、また可能であれば関西エリアに、ということで、未来ICT研究所内に場所を頂き、2011年より分散局第一号(神戸副局)の整備を開始しました。時系構築においては小金井本部(主局)と同等の機能を備え、供給サービスは予算に応じて順次整備していく予定です。

建物外部に自家用発電機を新設しました。これまでに神戸システムの総合動作試験を行って基本性能を確認し、さらに小金井-神戸間の時刻比較校正も完了しました。時系発生試験においても良好な結果を確認しています。今後は定常運用開始に向けた作業として、運用手順の確立や異常時対応の整備を進める予定です。

分散局は非常時にのみ使われるただのバックアップではなく、平常時においても日本標準時を構成する一部となり、かつ多重化した時系の相互比較による異常検知の役割を担っています。そして、各地域からアクセスしやすい日本標準時の供給拠点にもなります。技術面では、衛星仲介によりタイムラグのある時計データからリアルタイムな原子時系を構築する最適な手法や複数局の自動運用プロトコルの確立など、楽しい課題が山とありますが、これらをクリアし、将来的には全国各地の(他機関も含む?)原子時計を結んでクラウド化した日本標準時を作れたら、と思っています。

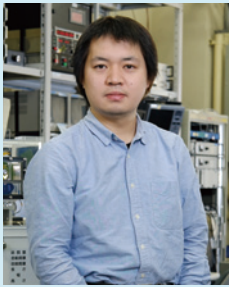
図1 日本標準時発生のおしり



旧APII棟の内部に恒温恒湿室を新設し、原子時計群(Cs原子時計と水素メーザー)および計測システムを整備しました(図2)。衛星を仲介とする周波数・時刻比較用のアンテナは屋上に設置しています。また、

光衛星通信技術を用いた航空機 —地上間超高速光通信

ワイヤレスネットワーク研究所
宇宙通信システム研究室
宗正 康
Yasushi Munemasa



NICTでは、前身の郵政省電波研究所時代の1950年代より一貫して宇宙通信に関わる研究開発を継続しています。古くは人類初の旧ソ連の人工衛星スプートニクの電波を受信し、1964年には通信衛星を用いて、日本で初めて東京オリンピックの映像を大陸間で衛星中継を行いました。最近では2011年の東日本大震災の際に、地上通信インフラが壊滅した被災地において超高速インターネット衛星「きずな」(WINDS)を用いたブロードバンド環境の提供を行っています。このように、ICT社会の基盤を支える衛星通信に関わる最先端

図1 光空間通信設備神戸小型地上局の全景



の研究開発を進めています。

現在、電波を使った無線通信は、衛星通信、スマートフォン、無線LANなどが私たちの身の回りにあふれ、ICT社会を支える重要な基盤となっています。個々の無線通信機器から発信される情報量は、10年ほど前には文字や音声だけの情報でしたが、現在では、フルハイビジョン動画を手軽に発信できるほど桁違いの量となっています。これらを送受信するためには、ある程度の無線周波数帯域が必要になります。しかし、この周波数帯域はすでに逼迫しているため、より効率の高い通信方式を求めて世界中で研究開発が行われていますが、一部では理論的な限界(シャノン限界)に達しつつあるのが現状です。

この無線通信容量を大幅に確保するための解決策として、近赤外線波長帯を用いた光空間通信システムがあります。このシステムは通常の無線通信とは異なり、鋭いビームを使うために回線間の干渉が非常に少ないため無線局免許が不要であり、桁違いの情報量を送受信することができます。しかし、移動している通信

機器間(例えば、衛星、車両、航空機、船舶など)では、相手に鋭いビームをピンポイントでかつ安定的に照射し続ける仕組みが必要で、手軽に実用化するには、この仕組みを小型に



図2 光空間通信設備神戸小型局の地上局光学系およびジンバル(上)、航空機搭載側ターミナル光学系およびジンバル(下)。

する研究開発が必須となります。

航空機—地上間で、地上の光基幹通信ネットワークなみの通信速度(最高40Gbps)を実現できるシステムとして2014年に開発したのが写真にある装置です。これは、ヘリコプターなど航空機に搭載された飛行中の通信機器を地上から自動的に捕捉追尾し、超高速通信を行うことが可能で、実用化を目指した基礎的なデータの取得と評価を行うことができます。

私たちの目標は、将来、移動体から高画質ハイビジョン画像などを送受信できる光衛星通信システムの実現ですので、そのための多くの課題を解決したいと考えています。さらに、その成果を展開し、全世界・全宇宙のどこからでも利用できる大容量宇宙通信ネットワークを構築すべく日々の研究開発活動を続けてゆきたいと考えていますので、皆様のご支援を賜りたく思います。

フェイズドアレイ気象レーダ・ドップラーライダー融合システム (PANDA)

電磁波計測研究所 センシングシステム研究室

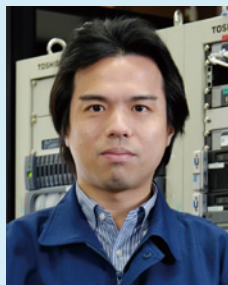
花土 弘
Hiroshi Hanado



中川 勝広
Katsuhiko Nakagawa



青木 誠
Makoto Aoki



フェイズドアレイ気象レーダ (PAWR: Phased Array Weather Radar) は、レーダの周囲半径60km、高度15kmの範囲の雨を、30秒間隔という高速かつ三次元的に観測できる画期的なレーダで、夕立などの活発な積乱雲の生成・発達をとらえ、豪雨災害の抑制への利用が期待される観測装置です。図1に積乱雲の発達と雨の成長の時間発展を示しますが、地上に激しい雨が降る前に、上空に存在する“豪雨の卵”をレーダでとらえることで、どこにどの程度の激しい雨が降るかを判断し、適切な待避行動を取ることによって豪雨による災害を抑制しようというものです。

フェイズドアレイ気象レーダ・ドップラーライダー融合システム

(PANDA: Phased Array weather radar and Doppler Lidar Network fusion DAta system) は、このPAWRにコヒーレントドップラーライダー (CDL: Coherent Doppler Lidar) を組み合わせ、雨になる前の大気の流れ (= 風) を測定し、PAWRで観測できる雨粒が形成される前から、“豪雨の卵”が生成される過程を観測しようというシステムです。図1に示したように、“豪雨の卵”と呼ばれる降雨セルは、風の収束や地表付近の加熱による大気的不安定で生じた上昇気流の中で水蒸気が凝結、雲粒(大きさは半径0.001mm=1μm~0.02mm程度)となり、さらに粒径が大きくなり成長した雨粒(平均的な大きさは半径1mm)で構成されています。

PAWRはX帯のマイクロ波(9.32 GHz: 波長約3.2cm)を使用しているため、雨粒からの散乱は観測できませんが、雲粒からの散乱は観測できません。CDLは、1.54μmのアイセーフのレーザー光を使用しているため、雲粒や空気中に浮遊する微粒子(エアロゾル)からの散乱に感度があり、そのドップラー偏移を測定し、風を測定できます。図2がPANDA神戸のPAWRとCDLの外観です。

まず、ゲリラ豪雨の早期探知の成果について紹介します。図3にゲリラ豪雨早期探知システムの結果の一例を示します。2015年8月6日午後六甲山付近で激しい雨(地上での降水強度が最大80mm/h程度)が観測された場合です。図はPANDA神戸と大阪大学に設置されたPAWRで観測された高度2kmでの降水分布の時間変化を示しています。この例では、15:24:30に「注意ランク」(左上図)、15:30:00に「警戒ランク」(中下図)の警報が出され、15:40:00に地上で降水強度50mm/h(右上図)、15:45:00に降水強度80mm/h(右下図)の激しい雨が観測されました。警報のリードタイムとしては、降水強

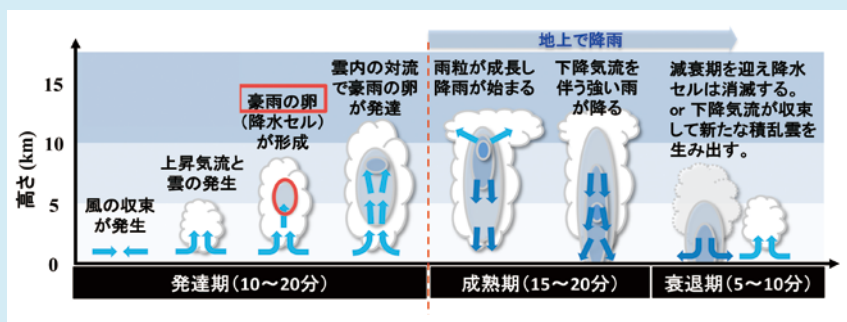


図1 積乱雲の発達と雨の成長 (防災科学研究所の資料を基に作成)

PAWR: フェイズドアレイ気象レーダと CDL: コヒーレントドップラーライダー



図2 PANDA 神戸のPAWRとCDL

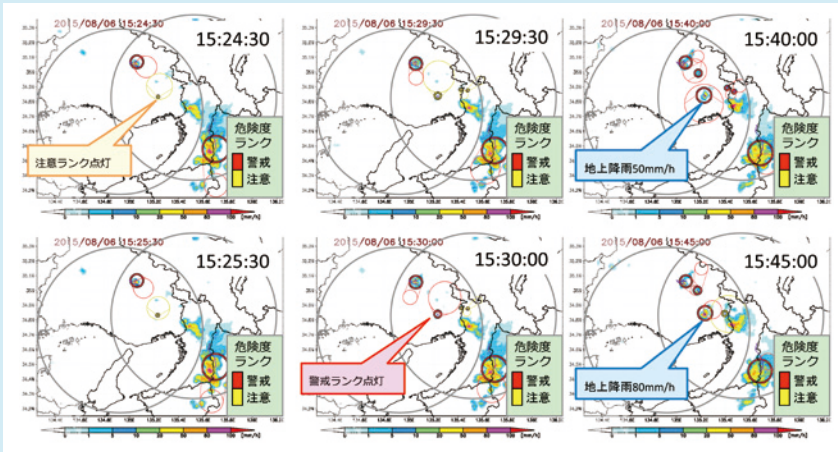


図3 ゲリラ豪雨早期探知 結果の1例 (2015年8月6日)



図5 PAWR, CDLの地上検証のための地上降水観測システム

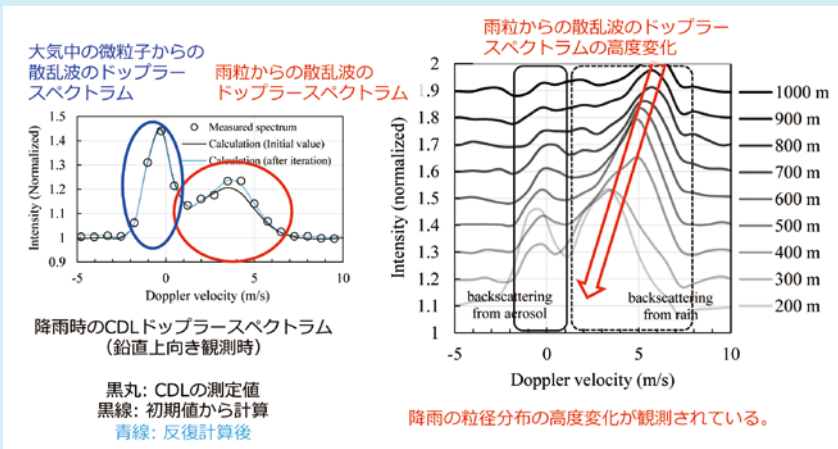


図4 CDLで測定された降雨の粒径分布の高度変化

度50mm/hとなった15:40:00に対し、約15分前に「注意ランク」、約10分前に「警戒ランク」を出すことができた成功例です。この種の警報では、警報が出たのに事象が発生しない、「空振り」と、警報を出していないのに事象が発生したという、「見逃し」という2種類の失敗があるのですが、今回は「見逃し」が発生しないようにしました。その代わりに、「注意ランク」では4割程度、「警戒ランク」では2割程度の「空振り」は発生してもやむを得ないという判断で警報を調整しています。

次にCDLの観測データをもとに、地表付近から上空への降雨の粒径分布の高度変化の観測の成果について紹介します。降雨を構成する雨粒が、大きな半径のものが多いか、小さ

な半径のものが多いかを知ることは、気象学的にも、レーダデータから定量的な測定をする観点からも重要です。従来、それは地上においては衝撃型雨滴計・ビデオ型雨滴計などの直接的な測定を行う測器や、上空においてはウインドプロファイラなどのレーダで観測された雨粒のドップラー・スペクトラムなどから推定されてきました。図4に示すのは、降雨時にCDLで得られた鉛直上向きの観測のデータです。左図が降雨時に鉛直上向きの観測で得られるドップラー・スペクトラムで、ドップラー・偏移がゼロ付近で少し上向き(符号は負)の大気中の微粒子からの散乱波のドップラー・スペクトラム(青棒)と、落下速度4m/s付近にピークをもつ雨粒からの散乱波のドップラー・スペクトラム(赤棒)の

双方が測定されています。同様のドップラー・スペクトラムは、VHF、UHF帯のウインドプロファイラと呼ばれるレーダでも観測されていますが、それらのレーダに比べて、CDLはレーザー光のビームが鋭く、地表面近くまで周辺の事物の影響を受けないところが良いところです。右図はその特徴を活かした測定結果で、上空1000mから200mという地表面に近い、大気境界層における降雨の粒径分布の変化が観測されています。この事例では、落下するにつれて、地表付近の湿度が低いため乾燥し、雨粒の粒径が小さくなり、雨粒の落下速度が小さくなっていく様子がよくとらえられています。

図5には、これらのCDL,PAWRの観測データの比較検証を行うための地上の降雨観測装置システムの外観を示します。このシステムでは、コンテナ上部にさまざまな降水観測装置を設置し、コンテナ内部の計算機でデータ解析・収集を行っています。降水観測装置の状態監視や制御、観測データのアーカイブなども携帯電話の回線で行え、交流100Vの電源さえ確保できれば、遠隔地に設置し、降水観測を行えます。

第1回酸化ガリウム国際ワークショップ (IWGO-1) 開催

2015年11月3日～6日の4日間、京都大学桂キャンパスにおいて、第1回酸化ガリウム国際ワークショップ (The 1st International Workshop on Gallium Oxide and Related Materials: IWGO-1) を開催しました。本ワークショップは、2012年のNICTの世界初の単結晶酸化ガリウムトランジスタの開発を契機に、急速に世界的広まりを見せつつある酸化ガリウム研究において、研究者同士の情報交換・議論の場を提供し、研究開発の活性化を促進する目的で、京都大学藤田教授、NICT 東脇が General Co-Chair として新たに企画されたものです。

第1回にもかかわらず、論文数、参加者数ともに企画当初の予想を大きく上回り、盛況でした (国内 109 名、海外 56 名)。海外か



Opening Remarks (左から 農工大熊谷教授: TPC Chair、京大藤田教授: General Co-chair、NICT 東脇: General Co-chair)

らの参加者を中心に多くの感謝の言葉をいただきました。今後、本コミュニティが、大きく広がりを見せていくことを、十分に期待させるものでした。今後も2年ごとに同ワークショップを継続開催していくことが決定しました。次回のIWGO-2は、2017年9月にイタリアのパルマ大学で開催する予定です。

先端 ICT デバイスラボ研究交流会開催

1月18日に未来 ICT 研究所、光ネットワーク研究所が中心となり、小金井本所において、先端 ICT デバイスラボ研究交流会を開催しました。先端 ICT デバイスラボは、国内外の大学や企業、研究機関との産学官連携を推進する「開かれた研究施設」として、機構内関連研究グループなどが協調し、運営・維持管理を行っています。この研究交流会は、当デバイスラボを活用している大学や企業、研究機関などの研究者を中心に、産学官の技術的交流を深めることを目的として開催されました。今回の研究交流会では、基調講演2件、招待講演2件、ポスター発表38件が行われ、参加者は約80名でした。

基調講演の野辺継男氏 (株式会社インテル) には、IoT 発展におけるデバイス技術の役割やその重要性についての講演をしていただき、続く和田一実教授 (東京大学) には、新たなデバイス・プラット



講演会場の様子

フォームとしてのシリコンフォトニクス技術などについての講演をしていただきました。アドバイザーボードの先生方から、当デバイスラボのようなオープンなファブリケーションと産学官の密接な交流が重要であることが議論されました。今後もオープンプラットフォームとして、先端的な研究活動や知の交流を支える場として、産学官の連携を推進していきます。

「未来 ICT シンポジウム 2016」開催、「nano tech 2016」出展

1月27日「nano tech 2016」第15回国際ナノテクノロジー総合展・技術会議の併設カンファレンス・セミナー (nano week 2016) として、同会場の会議場にて「未来 ICT シンポジウム 2016」を主催しました。本シンポジウムは、近年大きく進展し注目されている有機材料の開発とその応用および今後の展開が期待されるバイオ素材の機能性などに着目し「材料・機能から始まる ICT 技術革新」をテーマとして、基礎・基盤および産業応用の両面から研究成果を紹介しました。

講演は、横田知之 (東京大学特任教授) 「フレキシブルエレクトロニクスの生体・医療応用」、近松真之 (産業技術総合研究所 太陽光発電研究センター有機系薄膜チーム研究チーム長) 「有機・無機ハイブリッド太陽電池の開発」、神崎亮平 (東京大学先端科学技術研究センター副所長・教授) 「昆虫の嗅覚を再現した匂いセンサと匂い源探索ロボット」のほか、未来 ICT 研究所から、開発した基盤技術と将来の技術革新についてナノ分野、バイオ分野から研究紹介がありました。参加者からは、貴重な講演を聞くことができ幸運であったという声が聞かれました。本シンポジウムにおいて、イノベーションには新規材料開発が重要であることが改めて確認され、新規材料とナノテクノロジーの融合分野での研究をリードする、NICT のプレゼンスと NICT をハブとした融合研究への取り組みの加速が期



シンポジウム会場の様子

待できることを示しました。

一方、「nano tech 2016」展示会場では、ナノ ICT 研究室有機ナノデバイス研究グループを中心に、高効率、高速応答の「有機材料を用いた光制御デバイス」や生体システムが持つ優れた特徴を活用した「細胞・分子センサシステム」の研究開発成果など、ナノテクノロジーやバイオ ICT による高機能・高性能のデバイスやシステムに関する最新の研究成果を紹介しました。

3日間にわたって多数の来場者があり、研究者と熱心に意見交換する姿が見られました。未来 ICT 研究所では、今後も研究成果の発信と研究交流の場としてこの技術展に積極的に参加する方針です。

開催日程: 2016年1月27日 (水) ~ 29日 (金)

場所: 東京ビッグサイト

参加人数: 48,514 人 (3日間)

▶ 報道発表

未来 ICT 研究所は、次の研究成果を報道発表を通じて発信しました。
詳細は、URL をご覧ください。

[2015/10/21] 次世代パワーデバイス材料、酸化ガリウムエピウエハを開発

(株) ノベルクリスタルテクノロジーが製造・販売を開始
<http://www.nict.go.jp/press/2015/10/21-1.html>
平成 27 年 10 月 23 日 (金) 化学工業日報 他 5 件掲載

[2015/10/27] 細胞が備える低栄養環境に応じた節約の仕組みを発見

— 遺伝子発現レベルの高精度の計測によって実現 —
<http://www.nict.go.jp/press/2015/10/27-1.html>
平成 27 年 10 月 28 日 (水) 日経産業新聞 他 2 件掲載

[2015/12/22] 細胞内タンパク質の動きを調べる新たな計測手法を開発

— アルツハイマー病などの原因となる凝集性タンパク質形成の初期診断に期待 —
<http://www.nict.go.jp/press/2015/12/22-1.html>
平成 28 年 1 月 7 日 (木) 日経産業新聞 他 3 件掲載

[2016/2/1] 新たな周波数資源利用に道を拓くテラヘルツ無線技術

— シリコン CMOS 集積回路による毎秒 100 ギガビット超の超高速無線技術を開発 —
<http://www.nict.go.jp/press/2016/02/01-1.html>
平成 28 年 2 月 8 日 (月) 電波タイムズ 他 2 件掲載

▶ 受賞報告

Young Researcher Paper Award 受賞

本受賞は、第 1 回酸化ガリウム国際ワークショップ (IWGO-1) において発表した研究成果が、優れた業績であると認められたものです。

論文名 「Ga₂O₃MOSFETs with a Resistive Buffer Layer for Reliable Channel Doping by Ion Implantation」 / Outstanding oral presentation
受賞者 Man Hoi Wong 研究員
(グリーン ICT デバイス先端開発センター)
受賞日 平成 27 年 11 月 6 日
受賞名 Young Researcher Paper Award
授与団体 The 1st International Workshop on Gallium Oxide and Related



Young Researcher Paper Award 受賞者 (左から 3 人目が Wong)

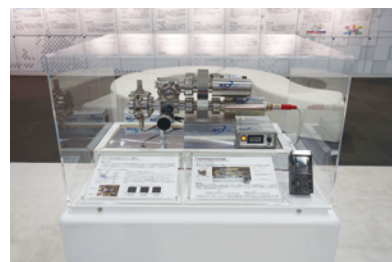
▶ その他

1/31 サイエンスフェア in 兵庫 出展

会場：ポートアイランド神戸国際展示場
スーパーサイエンスハイスクールと高等学校・高等専門学校等を対象とした、科学技術系人材育成を目的とした交流発表会において、神戸の研究機関のひとつとして展示しました。

イオントラップ用真空装置 NICT (小金井) 展示室にて展示開始

ヒカリ展で展示されたものを小金井展示室に提供しました。



イオントラップ用真空装置

未来 ICT 研究所 STAFF 総覧

研究所付	氏名	役職	学位
	寶迫 巖	研究所長	博士(理学)
	久保田 徹	副研究所長	博士(工学)
	大岩 和弘	NICTフェロー/主管研究員	理学博士
	王 鎮	NICTフェロー/招聘専門員	工学博士
	小川 博世	客員研究員	工学博士
企画室 (神戸)	照井 通文	室長	博士(理学)
	横田 和之	グループリーダー	—
	五十川 知子	主任	—
	牧瀬 圭正	専門推進員	博士(理学)
	大山 良多	有期技術員	—
	高橋 恵子	有期技術員	—
	井上 晶子	有期補助員	—
	大内 留美	有期補助員	—
	神田 由香里	有期補助員	—
	佐伯 香往	有期補助員	—
	寺本 智香	有期補助員	—
	山根 梓	有期補助員	—
	小倉 基志	マネージャー	—
	秋葉 誠	専門推進員	理学博士
	広瀬 信光	専門推進員	博士(工学)
	川瀬 典子	有期技術員	—
	鈴木 与志雄	有期技術員	—
田村 宗久	有期技術員	博士(工学)	
佐藤 暁洋	有期補助員	—	
八代 祐子	有期補助員	—	
超高周波 ICT 研究室	笠松 章史	室長	博士(工学)
	関根 徳彦	研究マネージャー	博士(工学)
	齋藤 伸吾	主任研究員	博士(理学)
	古澤 健太郎	主任研究員	博士(理学)
	諸橋 功	主任研究員	博士(工学)
	安田 浩朗	主任研究員	博士(工学)
	渡邊 一世	主任研究員	博士(工学)
	小川 洋	主任研究員	博士(工学)
	Patrashin Mikhail	主任研究員	博士(工学)
	浜崎 淳一	主任研究員	博士(理学)
	原 紳介	主任研究員	博士(理学)
	酒瀬川 洋平	研究員	博士(工学)
	董 鋭冰	研究員	博士(工学)
	山下 良美	専門研究員	—
	三村 高志	統括特別研究員	工学博士
	遠藤 聡	特別研究員	理学博士
	岸川 諒子	特別研究員	—
	藤川 紗千恵	特別研究員	博士(工学)
	藤代 博記	特別研究員	博士(工学)
	堀部 雅弘	特別研究員	博士(工学)
	松井 敏明	特別研究員	—
	佐々木 雅英	室長	博士(理学)
	早坂 和弘	研究マネージャー	博士(理学)
武岡 正裕	主任研究員	博士(工学)	
藤原 幹生	主任研究員	博士(理学)	
和久井 健太郎	主任研究員	博士(工学)	
朱 金暁	研究員	博士(工学)	
金 鋭博	研究員	博士(工学)	
占部 伸二	招聘専門員	工学博士	
韓 太興	招聘専門員	博士(工学)	
伊藤 寿之	有期技術員	博士(地球環境科学)	
北村 光雄	有期技術員	—	
都筑 織衛	有期技術員	—	
松尾 昌彦	有期技術員	—	
南 恵子	有期補助員	—	
ナノ ICT 研究室	大友 明	室長	Ph.D.
	田中 秀吉	研究マネージャー/専門推進員	博士(物理学)
	鶴澤 佳徳	研究マネージャー(ナノ)	博士(工学)
	寺井 弘高	研究マネージャー	博士(工学)
	笠井 克幸	主任研究員	博士(工学)
	梶 貴博	主任研究員	博士(工学)
	川上 彰	主任研究員	博士(工学)
	三木 茂人	主任研究員	博士(工学)
	山下 太郎	主任研究員	博士(理学)
	山田 俊樹	主任研究員	博士(工学)
	丘 偉	研究員	Ph.D.
	富成 征弘	研究員	博士(工学)
	宮嶋 茂之	研究員	博士(工学)
	藪野 正裕	研究員	—
	青木 勲	有期技術員	—
	今村 三郎	有期技術員	工学博士
	上田 里永子	有期技術員	—
	塩地 雅之	有期技術員	—
	三木 秀樹	有期技術員	薬学博士
	山田 千由美	有期技術員	—
	横濱 秀雄	有期技術員	—
	高木 良博	専門調査員	—
	岡部 久美	有期補助員	—
	湯岡 美佐	有期補助員	—
	上月 真紀子	有期補助員	—
	高木 佳寿代	有期補助員	—

バイオ ICT 研究室	氏名	役職	学位
	小嶋 寛明	室長	博士(工学)
	榊原 斉	主任研究員	理学博士
	田中 裕人	主任研究員	理学博士
	近重 裕次	主任研究員	博士(理学)
	丁 大橋	主任研究員	博士(理学)
	古田 健也	主任研究員	博士(学術)
	櫻井 晃	研究員	博士(生命科学)
	岩本 政明	主任研究員	博士(理学)
	小川 英知	主任研究員	博士(バイオ)
	原口 徳子	主任研究員	医学博士
	平林 美樹	主任研究員	博士(工学)
	松田 厚志	主任研究員	博士(理学)
	吉原 基二郎	主任研究員	博士(理学)
	板倉 由季	研究員	博士(科学)
	佐川 貴志	研究員	博士(生命科学)
	清水 洋輔	研究員	博士(農学)
	鳥澤 薫征	研究員	博士(学術)
	古田 茜	研究員	博士(理学)
	山本 孝治	研究員	博士(理学)
	平岡 泰	招聘専門員	理学博士
	岡正 華澄	有期技術員	—
	小坂田 裕子	有期技術員	—
	梶谷 知子	有期技術員	—
	荒神 尚子	有期技術員	—
	佐橋 律子	有期技術員	博士(学術)
	堤 千尋	有期技術員	—
	森 知栄	有期技術員	—
	吉雄 麻喜	有期技術員	—
	長濱 有紀	有期補助員	—
	樋口 美香	有期補助員	—
	福田 紀子	有期補助員	—
	高村 佳美	有期補助員	—
	田中 美佳子	有期補助員	—
グリーン ICT デバイス先端 開発センター	東脇 正高	統括/先端開発センター長	博士(工学)
	上村 崇史	主任研究員	博士(工学)
	片桐 祥雅	研究マネージャー	工学博士
	Daivasigamani Krishnamurthy	主任研究員	Ph.D Materials Science
	中田 義昭	主任研究員	博士(工学)
	小西 敬太	研究員	博士(工学)
	WONG MAN HOI	研究員	Ph.D Electrical and Computer Engineering
	佐村 秀夫	招聘専門員	工学博士
	井上 振一郎	統括/主任研究員/先端開発センター長	博士(工学)
	Hao GuoDong	研究員	博士(工学)
深紫外光 ICT デバイス先端 開発センター	谷口 学	有期技術員	—
	中屋 晃成	有期技術員	—
	仙場 浩一	上席研究員	博士(工学)
	吉原 文樹	主任研究員	博士(工学)
	布施 智子	研究員	博士(理学)
巨視的 量子物理 プロジェクト室	星 亜希子	有期補助員	—

(2016年2月1日現在)



国立研究開発法人 情報通信研究機構

未来 ICT 研究所

〒651-2492 兵庫県神戸市西区岩岡町岩岡 588-2
TEL:078-969-2100 FAX:078-969-2200

〒184-8795 東京都小金井市貫井北町 4-2-1
TEL:042-327-7429 FAX:042-327-6961

E-mail:karc@ml.nict.go.jp

http://www.nict.go.jp/advanced_ict



未来 ICT 研究所ジャーナル KARC FRONT

No.33 2016年3月31日発行 発行/寶迫 巖 編集/照井 通文