



01

## テラヘルツ天文学を拓く超伝導技術

—窒化ニオブ系超伝導体で実現した  
世界最高性能のALMAバンド10受信機—

王 鎮／鵜澤 佳徳／牧瀬 圭正



03

## 光で電波を見る

—高い周波数の電波を受信するための基準信号を光でつくる—

川西 哲也／木内 等

05

## 量子を使い光信号を遠隔地点に増幅・再生

—量子通信を長距離化する新しい「中継増幅技術」の実証に成功—

佐々木 雅英

07 Interop Tokyo 2013 出展報告

09 開催報告  
第3回脳情報通信融合研究シンポジウム  
—脳科学で拓く次世代情報通信—

10 受賞者紹介

11 米国国立科学財団 (NSF) とMOUを締結

# テラヘルツ天文学を拓く 超伝導技術

—窒化ニオブ系超伝導体で実現した世界最高性能のALMAバンド10受信機—



王 鎮  
(わん ちん)  
NICTフェロー

大学院博士課程修了後、1991年、郵政省通信総合研究所(現NICT)入所。超伝導エレクトロニクス研究に従事。現在、中国科学院上海微系統与信息技術研究所教授。工学博士。



鵜澤 佳徳  
(うざわ よしのり)  
国立天文台 准教授

大学院修士課程修了後、1991年、郵政省通信総合研究所(現NICT)入所。テラヘルツ帯超伝導受信機の研究などに従事後、2005年、国立天文台に入台。現在、ALMAバンド10及びバンド4の開発リーダーを担当。総合研究大学院大学准教授。博士(工学)。



牧瀬 圭正  
(まきせ かつまさ)  
未来ICT研究所  
ナノICT研究室 研究員

大学院修了後、独立行政法人物質・材料研究機構研究員を経て、2009年、NICT入所。超伝導薄膜物性、超伝導エレクトロニクスの研究に従事。博士(理学)。

## ALMAとは?

南米チリ、標高5,000mのアタカマ砂漠に日米欧合同のALMA(アタカマ大型ミリ波サブミリ波干渉計)電波望遠鏡がついに誕生しました(図1)。



図1 誕生したALMA望遠鏡(2013年3月14日撮影)

ALMAは、合計66台のパラボラアンテナ(直径12mアンテナ54台+直径7mアンテナ12台)により構成されています。各アンテナで受信した天体からの電波信号を「干渉」させることによって、66台のアンテナ群をあかかも1つの大きな望遠鏡として動作させているため、「干渉計」と呼ばれています。干渉計の性能は、望遠鏡の視力(解像度)で表現され、最も離れたアンテナ間の間隔(基線長D)と観測波長 $\lambda$ の比( $\lambda/D$ )で決まります。ALMAは「大型」という名前の通り、最大基線長が18.5km(東京の山手線サイズ)、また観測電波の波長を「サブミリ波(～300 $\mu$ m)」まで短くすることによって、高解像度を誇る「すばる望遠鏡」や「ハッブル宇宙望遠鏡」の約10倍高い解像度を実現します。さらに、感度も既存の電波望遠鏡を一桁以上上回る高感度を実現できるため、宇宙物理学、天文学、惑星科学などにおいて今まで解明されていない重要な科学問題を次々と明らかにすることが期待されています。

## ALMA受信機と超伝導技術

ALMAの観測周波数は31.5～950GHzであり、これを10の周波数バンドに分けて、1つのアンテナに図2に示す10個の受信機を設置して観測します。現在の技術ではサブミリ波・テラヘルツ帯の信号を直接増幅できません。そこで、アンテナで集めた受信信号と局部発振信号を「ミキサー」と呼ばれる非線形素子に通して、数GHz～10GHz程度の低い周波数の信号に変換します。これをヘテロダイン変換といいます。ヘテロダイン変換された信号は中間周波数(IF: Intermediate

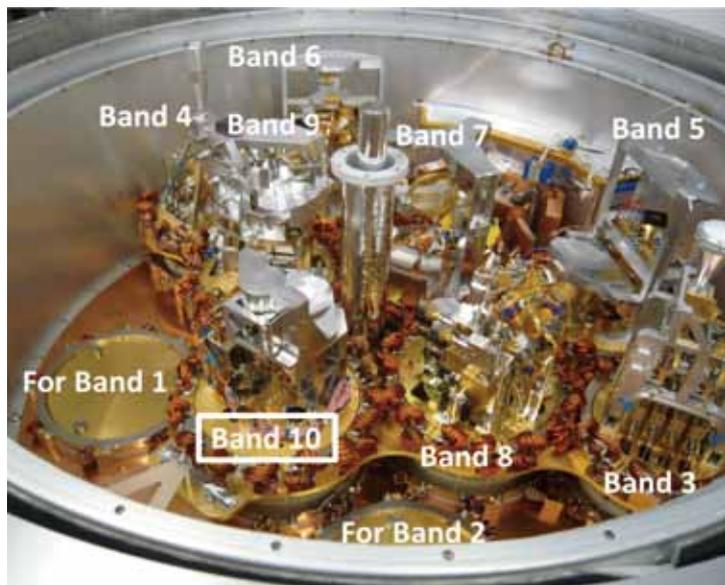


図2 ALMAクライオスタット(4K(−269°C)まで冷却する容器)に搭載された受信機群。バンド1と2はまだ搭載されていない。

Frequency) と呼ばれ、昨今のマイクロ波技術で増幅が可能となります。ALMAのような究極の電波望遠鏡を実現するには、超高周波・超高感度ヘテロダイン受信機が必要であり、その心臓部であるミキサーでは、超伝導薄膜技術、デバイス技術が中心的な役割を果たしています。

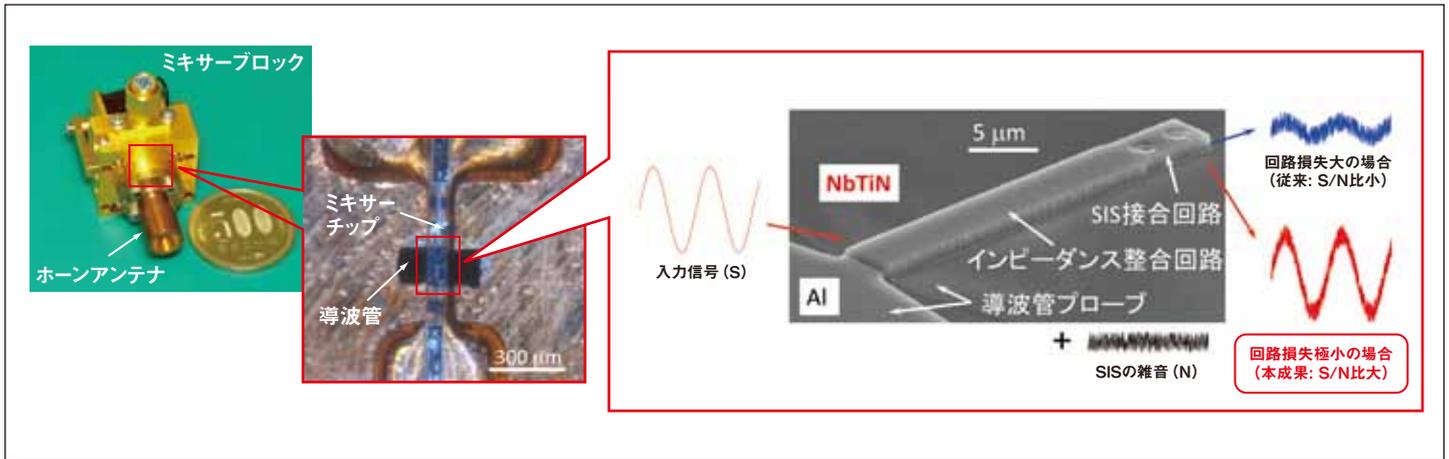


図3 ALMAバンド10ミキサー  
(左: ミキサーブロック写真 中央: ブロック内部光学顕微鏡写真 右: NbTiN薄膜を用いた超伝導集積回路の走査電子顕微鏡写真)

超伝導技術を用いた SIS (Superconductor Insulator Superconductor) ミキサーは、原理的に理論限界の「量子雑音」に迫る究極の高感度を達成できるため、1970年代から高感度の電磁波受信機として電波天文望遠鏡に搭載され、実用化されてきました。しかし、ALMA開発の中で「バンド10」と呼ばれる最高周波数帯 (787~950GHz) では、これまでの超伝導技術では達成不可能な本質的問題がありました。それは、超伝導SISミキサー素子を構成する超伝導材料に起因します。バンド9 (602~720GHz) までのSISミキサーには、全て既存のニオブ (Nb) という超伝導材料が用いられており、その作製技術はすでに確立されています。ところが、超伝導材料には「ギャップ周波数」と呼ばれる固有の応答周波数限界が存在します。Nbの場合は、約700GHzです。この周波数以上では超伝導状態が壊れ始め、ミキサーの中で使われている超伝導高周波回路の損失が増加する結果、受信機の感度が極端に悪くなってしまいます。従って、バンド10では従来から用いられてきたNbに代わる、少なくとも1THz (1,000GHz) 以上のギャップ周波数を持つ超伝導材料を用いて、新たにSISミキサーを開発しなければならないという課題がありました。

NICTでは、未開拓電磁波領域であるこのテラヘルツ帯を周波数資源として有効利用することを目指して、1990年代からギャップ周波数が1.2~1.4THzの窒化ニオブ (NbN) 系超伝導薄膜技術、デバイス技術の研究開発を行ってきました。この技術はバンド10受信機での応用が期待され、2006年から国立天文台との共同研究により窒化ニオブ系超伝導薄膜を用いたALMAバンド10用SISミキサー素子の開発が開始されました。

### 世界最高性能の実現

図3にALMAで用いられているバンド10超伝導SISミキサーを示します。パラボラアンテナで受信した電波は最終的に4K (-269°C) に冷却されたミキサーブロックのホーンアンテナに入ります。電波はホーンから導波管、そしてミキサーチップへ伝送され、ミキサーチップ上の超伝導集積回路中に

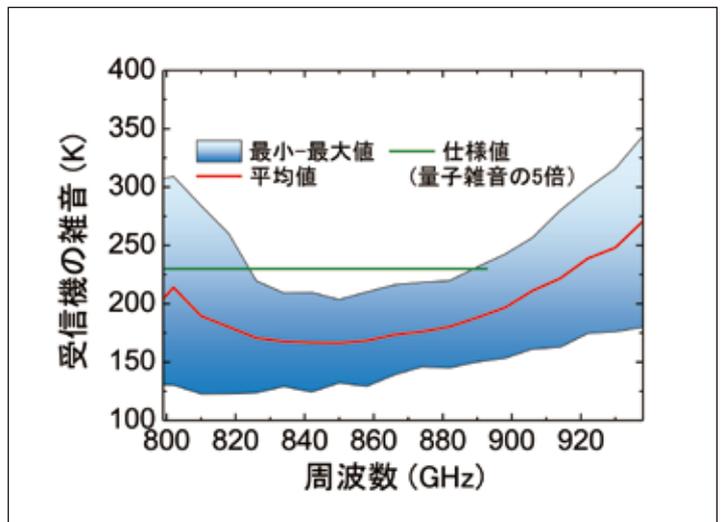


図4 これまで製造したバンド10受信機の雑音性能

あるSISトンネル接合と呼ばれるダイオードで検出されます。従来は超伝導集積回路の高周波損失が大きく、信号が減衰していましたが、これをNICTで開発した窒化ニオブチタン (NbTiN) を用いることによって、テラヘルツ帯でも損失が非常に小さい回路を実現することができました。図4にこれまで製造したバンド10受信機の性能を示します。実現困難とされていたALMAの要求仕様「量子雑音の5倍以下の感度」を、製造したすべての受信機で達成しています。

### 今後の展望

ALMAのような「量産」をも可能にする信頼性の高い窒化ニオブ系超伝導技術は、NICTにおいて、15年以上かけて基礎研究に取り組んできた成果の1つです。近年、この窒化ニオブ系超伝導技術は、将来の情報通信社会を支える量子情報通信や量子光学などにおける単一光子検出の新たな分野にも大きな役割を果たしています。

本成果は、国内外のALMA関係者、大阪府立大学、紫金山天文台などの方々のご協力、ご支援を得た結果です。この場を借りて感謝を申し上げます。

# 光で電波を見る

—高い周波数の電波を受信するための基準信号を光でつくる—



**川西 哲也** (かわにし てつや)  
光ネットワーク研究所 光通信基盤研究室 室長

大学院博士課程修了後、京都大学ベンチャービジネスラボラトリー特別研究員を経て、1998年、郵政省通信総合研究所(現NICT)に入所。光変調デバイス、ミリ波・マイクロ波フォトニクス、高速光伝送技術などの研究に従事。2004年、カリフォルニア大学サンディエゴ校客員研究員。博士(工学)。IEEEフェロー。



**木内 等** (きうち ひとし)  
国立天文台 准教授

1982年、郵政省電波研究所(現NICT)入所。超長基線電波干渉計(VLBI)のデータ収集、実時間相関処理、基準信号部の研究に従事。2004年、国立天文台に移籍、ALMAのphotonic基準信号の研究に従事。博士(工学)。

## 高い周波数の電波をとらえるために光をつかう

夜空を見上げると星が見えますが、我々は何を見ているのでしょうか？ もちろん、星が出す光ですね。ALMAは光ではなくて電波で星を見ます。それも携帯電話やテレビで使っている電波よりもずっと波のサイズ(波長)が短く、1秒あたりの振動回数(周波数)が大きいミリ波やテラヘルツ波(サブミリ波とも呼びます)を使います。ミリ波は波長が10mmから1mm、周波数が30GHzから300GHzの範囲にある電波を指します。ちなみに携帯電話で使われている電波は1~2GHz程度の周波数です。ご存じの通り電波も光も同じ電磁波の仲間です。周波数が違うだけです。テラヘルツ波はミリ波よりも周波数が高く、光と電波の両方の性質を持った電磁波です。しかし、テラヘルツ波・ミリ波は従来の技術では複雑な信号を作ることや遠くまで配ることが難しいという課題がありました。これは電気信号を伝えるための導体(金や銅、アルミなど)

での損失が周波数とともに急激に増加し、従来の電子部品やケーブルでは効率が低下するためです。ALMAではこのような非常に周波数の高いミリ波・テラヘルツ波を高い精度で受信するために必要となる基準信号を光技術により発生・配信させることでこの問題を解決しています。光ファイバでは100GHzを超える高い周波数の信号を効率よく伝えることが可能で、NICTでは独自の光デバイスにより周波数470GHzの安定した光信号発生に成功しています。

## 電波を受けるための基準信号を光でつくって、光で配る

ALMAでは受信の感度を上げるためにたくさんのアンテナを連動させます。それぞれの信号のタイミングを正確に合わせるために、最大18.5km離れた66台のアンテナに光を使ったミリ波(周波数27GHzから122GHzの広い範囲の基準信号)の発生・配信技術が使われています(図1の①: ALMAの

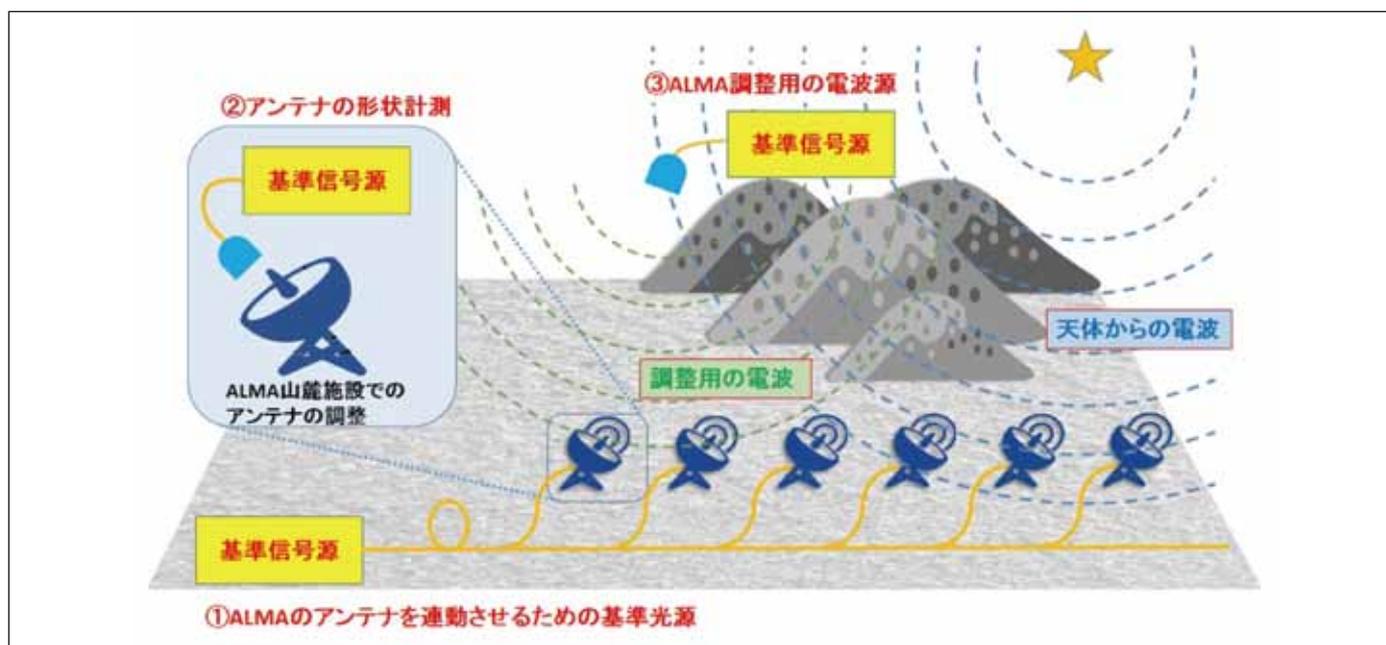


図1 ALMAで利用される基準信号源

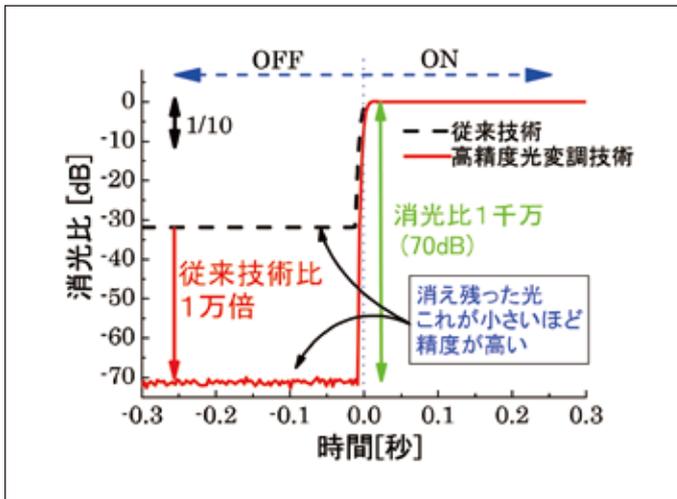


図2 高消光比変調による光のオンオフ



図3 校正用人工信号源設置予定地から見たALMA中心部分 (国立天文台提供)

アンテナを連動させるための基準光源)。基準光信号は光の強度を所定の周波数のミリ波信号で変化させたもので、光ファイバにより効率よく各アンテナまで送られます。アンテナで基準光信号からミリ波信号を取り出し、天体からの微弱信号の受信に利用します。光通信向けに開発された高い精度で光信号を発生させるNICTの技術(高速高精度光変調技術)をベースとして、国立天文台とNICTが共同で基準信号発生に関する研究を行い、米国と台湾のグループと国立天文台の連携で装置化しました。光変調の精度を表す指標として光をオフにしても消え残る成分の大きさを意味する消光比があげられます。従来の光変調器では消光比が100以上であれば十分であるとされてきましたが、NICTではこれを飛躍的に向上させる技術の開発に成功し消光比1,000万以上を実現しました(図2)。これにより、安定性と高速性、信号品質の高さを兼ね備えた基準信号発生が可能となりました。

この技術はALMAのアンテナを連動させるためだけではなく、直径7mのアンテナの形状を4.4 $\mu$ mの精度で測定するための基準信号としても利用されており、66台のALMAのアンテナの性能維持に大きく貢献しています(図1の②: アンテナの形状計測)。アンテナ形状は髪の毛の直径よりも小さな10 $\mu$ m以下の精度が求められており、厳しい外部環境による変化を補償するために精密な測定が必要となります。

標高5,000mのところにあるALMAよりもさらに高い5,300mの山の頂上にALMAを調整するための基準となる信号源(校正用人工信号源)の設置が予定されており(図3)、ここにも高精度光変調技術が利用される予定です(図1の③: ALMA調整用の電波源)。ALMA本体よりも標高が高く、電源を太陽電池で確保する必要があるなどの過酷な条件に置かれており、おそらく世界で最も高いところに設置される高速光変調器となることでしょう。図1を見るとALMAで利用される基準信号源がALMA本体を動作させる、個々のアンテナを調整する、ALMA全体を調整するという3つの重要な役割を担っていることがわかります。



図4 光検出器周波数特性測定用基準光発生装置 (株式会社トリマティス提供)

## ALMAで育った光技術が身近なところに

ALMAのために開発した基準信号発生技術は実用の通信システムにおいても利用され始めています。光信号を電気信号に変換する光検出器の特性測定(図4)や、新たに利用が広がりつつあるミリ波帯を利用するための電波測定などへの応用技術の開発が進められています。NICTではIEC(国際電気標準会議)などで光変調器、光検出器の測定方法に関する国際標準化活動も進めています。高い消光比の変調はALMA向けの信号源だけではなく、より高度な変調方式実現に重要であることが明らかになってきています。ALMAそのものは直接的には実用を目指すものではありませんが、今回の基準信号発生技術の開発は先端研究を継続的に進めることが応用技術につながる可能性を広げるということを示す成果であるといえるでしょう。

## [謝辞]

高速高精度光変調技術に関する研究は国内外の研究者との連携、協力により、進めて参りました。大阪大学、兵庫県立大学、早稲田大学、同志社大学、チェンマイ大学、産業技術総合研究所、KDDI研究所、アンリツ、トリマティス、住友大阪セメント、ベル研究所などの大学、研究機関の皆様感謝いたします。

# 量子を使い光信号を遠隔地点に増幅・再生

—量子通信を長距離化する新しい「中継増幅技術」の実証に成功—



佐々木 雅英 (ささき まさひで)

未来ICT研究所 量子ICT研究室 室長

博士課程修了後、1986年、NKK (現JFEホールディングス) 入社、半導体メモリの研究開発に従事。  
1996年、郵政省通信総合研究所 (現NICT) に入所、量子情報通信の研究開発に従事。博士 (理学)。

## はじめに

現在の情報通信システムは、電磁気学や光学などの古典力学に基づいて設計されていますが、情報操作のルールを更に量子力学まで拡張することにより、盗聴不可能な暗号通信 (量子暗号) や究極的な低電力・大容量通信 (量子通信) を実現することができます。

量子暗号では、暗号鍵を光の粒である光子<sup>\*1</sup> にビット情報を載せて伝送します。不確定性原理により、光子への盗聴操作は必ずその痕跡を残すため、暗号鍵の盗聴を確実に見破ることができます。量子通信では、受信した光信号のパルス列を、複数のビットパターンが同時並行で存在する量子重ね合わせ状態に変換しながら超並列処理を実行することで古典的な通信理論の限界 (シャノン限界) を打破し、現在より桁違いに小さな送信電力で大容量通信が実現できるようになります。

ところが、光子の状態や量子重ね合わせ状態は回線内の損失や雑音によってすぐに壊れてしまいます。量子暗号や量子通信の実現には、光子の状態や量子重ね合わせ状態の振幅を、雑音の混入を避けながら増幅する技術が必要です。しかしながら、従来の光増幅技術では、雑音の混入は原理的に避けられず、量子力学の性質を保ったまま光信号を増幅することは不可能でした。

## 量子増幅転送

そこで、今回、量子増幅転送という技術を開発しました。この技術により、微弱なレーザー光信号を遠く離れた地点に、雑音を一切混入させることなく、大きな信号として増幅し再生させることができます。

まず、受信者の方で、あらかじめレーザー光の「0」と「1」の波が同時並行で存在する、「量子重ね合わせ状態」という特殊な状態 (いわゆる「シュレーディンガーの猫状態」) を用意します。しかも、その波の振幅をできるだけ大きくなるように用意します。次に、この量子重ね合わせ状態を分波器で2つのビームB、Cに分離し、一方のビームCを受信者から送信者へ送ります。量子重ね合わせ状態の場合には、分波後の2つのビームB、C間には「量子もつれ状態」と呼ばれる特殊な相関が形成されます。この量子もつれ状態は、“ビー

ムBが「0」の波でビームCが「1」の波”の状態と、“ビームBが「1」の波でビームCが「0」の波”という2つの状態が同時並行で存在しており、ビームCの観測結果が直接ビームBに及ぶ状態となっています。つまり、ビームCを観測して「0」の波とわかればビームBは自動的に「1」の波だと確定し、逆にビームCが「1」の波だとわかれば、ビームBは「0」の波だと確定します。このような量子もつれ状態という相関が、あらかじめ送信者と受信者間で共有されているため、送信者の入力信号を光回線で伝送することなく、受信者のビームBにより入力信号を再生することが可能になります。

送信者は、届いたビームCと入力信号のビームAを分波器で合波してから、2つのビームを光子検出器で測定します。ビームAのみに光子が検出され、ビームCには光子が検出されなかったときのみ、受信者側でビームBの信号を取り出すことで、無雑音のまま増幅された出力信号を受信者の手元に再生することができます (図1)。

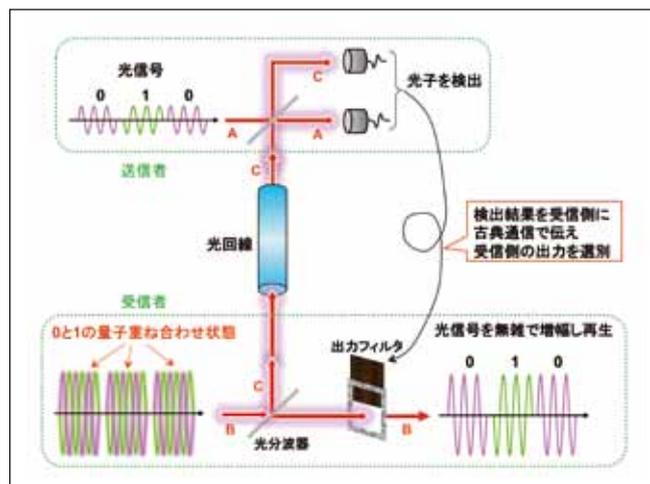


図1 量子増幅転送の仕組み

この方法では、送信者の信号そのものは光回線を通ることなく、送信者の行う光子検出の際に消えてしまいます。しかも、光子検出の結果を見ても、送りたい信号が「0」か「1」のどちらだったかは分からないようになっています。それでも、正確な入力信号が、受信者の手元へ無雑音のまま増幅された形で再生されます。

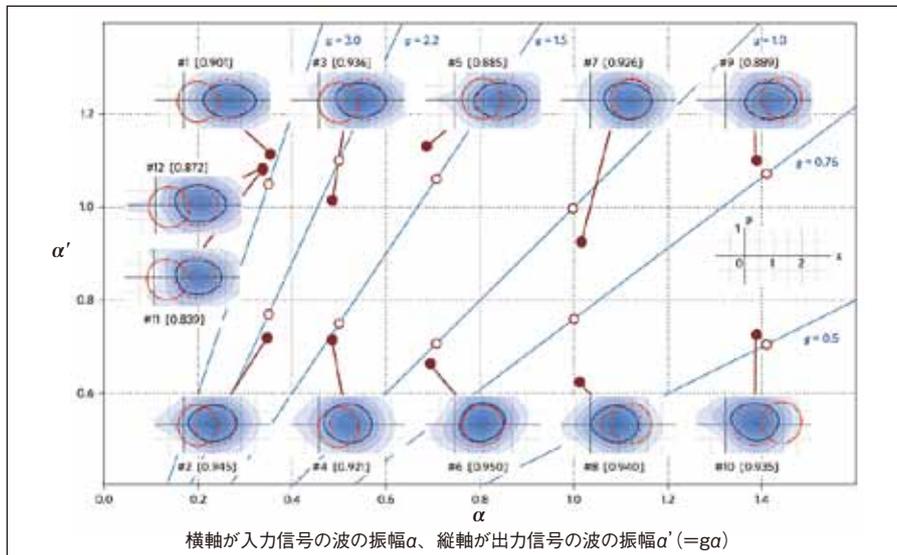


図2 量子増幅転送の実験結果

この操作自体は量子テレポーテーションと呼ばれる操作ですが、今回の成果では、さらに波の振幅を無雑音で増幅する機能が新たに追加されています。それを可能にしたのが、NICTで開発した高純度の量子重ね合わせ状態の生成・制御技術です。量子情報通信の研究開発では、光子1個1個を制御したり、2つの光子からなる量子もつれ状態を生成・制御する技術は多くの研究機関で開発され使えるようになっていますが、多数の光子からなる量子重ね合わせ状態の生成・制御は難易度が高く、まだ限られた研究機関でしか実現していません。今回の成果は、量子重ね合わせ状態を通信プロトコルに適用した初めてのケースになります。

## 実験結果

図2は、実際に行った実験結果をまとめたものです。横軸が入力信号の波の振幅 $\alpha$ で、縦軸が出力状態の振幅 $\alpha'$ (= $g\alpha$ )です。青い直線が入力振幅を何倍に増幅して出力するかを表す利得直線です。白丸が理論値で赤丸が実験値です。各赤丸の状態を示す青い等高線の分布図は、出力信号の波の性質を表しています。量子力学の世界では、光の波の形状を完全に決定することはできず、振幅の値は常に揺らいでおり、正確に決めることはできません(これを不確定性原理といいます)。分布図は、振幅の期待値の分布とその揺らぎの広がり具合を表しています。各分布図の中の赤と青の線は、入出力状態を比較するための代表的な等高線を表しています。赤い実線が実際の入力状態、赤い点線がターゲットとなる出力状態、青い実線が実験で得られた出力状態です。各分布図の[ ]内の数字は、ターゲットと実際の出力状態間の重なり具合で、フィデリティと呼ばれ、この数字が1に近いほど、正確な量子増幅転送が行われていることを意味しています。

分布図 #1~#10は、光回線のエネルギー損失が無い場合の実験データで、どの場合もフィデリティが88~95%で、高精度の増幅転送が行われています。#11と#12は、回線損失が80%と大きい場合の実験データですが、その場合でも、84%以上の高いフィデリティが達成されており、光信号に対する量子増幅転送が損失耐性を持つことを実証しています。入力振幅 $\alpha$ を $g$ 倍に増幅転送するためには、受信端において、ターゲットの出力振幅 $g\alpha$ と大体同程度の振幅 $\beta$ の持つ重ね合わせ状態を用意しておく必要があります。

## 今後の展望

量子増幅転送は、光を用いた量子コンピュータのゲート機能の実現や回路内での信号増幅にも利用できます。特に、光量子コンピュータを受信機に組み込めば、光子あたり最大の情報量を取り出す量子デコーダ<sup>\*2</sup>を実現できるため、本成果は、究極的な低電力・大容量の量子通信に向けた研究にも大きな進展をもたらすと期待されます。

今後、光集積化技術を用いて実験系を更に小型化し、量子暗号の長距離化や量子受信機の研究開発に適用していきます。最終的には、量子暗号、量子コンピュータ及び量子通信を光インフラの上でシステム統合するインターフェース技術の開発につなげていきます。

## 用語解説

### \*1 光子

量子力学によれば、光は“波”の性質と“粒子”の性質を併せ持っている。光の粒子は「光子」と呼ばれ、これ以上分割することのできない光のエネルギーの最小単位である。例えば、光通信で通常用いられる1.5ミクロンの波長では、1光子のエネルギーは約1,000京分の1(1京は1の後に0が16個ついた単位)ジュールという極めて小さな値になる。単一光子とは、パルス内に光子が1個しかない状態のことを言う。n光子状態とは、同様に、パルス内に光子がn個存在する状態のことを言う。

### \*2 量子デコーダ

通信システムでは、音声や画像など送りたい情報をデジタル記号0、1の系列で表現して(いわゆる符号化して)伝送や処理を行う。符号化の際には伝送過程で起こる誤りに対抗するため、わざと余分な0、1の系列を付加して情報を表現する。例えば、0を000、1を111と3回繰り返すことで、伝送には3倍の時間がかかってしまうが、伝送の信頼性を上げることができる。つまり、000で送っても通信路での誤りによって受信側では001、010、あるいは100のような異なる系列が出る場合もあるが、0が2つ以上あれば、もともとは000だったと判断することで最終的な信号判定の誤りを減らすことができる。ここで、届いた信号を測定し、得られた0と1の系列を適切に誤り訂正処理して、実際に送られたメッセージに復元する作業を復号化、そのための復号器のことをデコーダと呼ぶ。

「量子デコーダ」とは、この復号過程に量子計算<sup>\*3</sup>を組み込んだ新しいデコーダのことである。従来のデコーダでは、まず、受信した系列の各信号パルスを測定して0、1の系列に復元してからコンピュータで誤り訂正処理を行うが、量子デコーダでは、各信号パルスを測定する前に、一旦受信した系列を量子コンピュータに入れて処理を行ってから最後に測定を行いメッセージを復元する。量子コンピュータによる処理を行うことで、従来よりも格段に高い誤り訂正を行うことができるため、より多くの情報量を取り出せるようになる。

実際、究極的な低電力・大容量通信を実現する最適方式は、送信はレーザー光で符号化し受信を量子デコーダで行うという方式であることが最新の理論によって示されている。これによって、古典的な通信理論の限界(シャノン限界)を打破し、現在より桁違いに小さな送信電力で大容量通信を実現できるようになる。

### \*3 量子計算

従来の計算機では、1ビットにつき「0」か「1」のどちらかの値しか取り得ないので、Nビットの情報処理する場合、全部で $2^N$ 個あるビット列00...0、00...1から11...1までを1つ1つ $2^N$ 回処理しなければならない。ところが、量子コンピュータでは、「0」でもあり同時に「1」でもある状態、いわゆる量子ビットを用いることで、 $2^N$ 個のビット列がすべて重なり合った状態を用意し、これに対して一度だけ演算することで同等の処理が実行できるため、現在のスーパーコンピュータでも不可能な超並列計算を実行することができる。

# Interop Tokyo 2013 出展報告

NICTは、インターネットとデジタルメディアの専門イベントであるInterop Tokyo 2013 (6月12～14日 幕張メッセ)に出展しました。

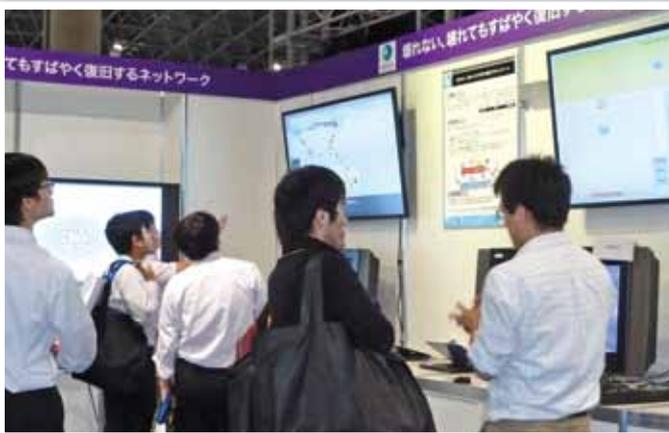
「明るい未来の実現をめざす新世代ネットワーク技術」をテーマに、「新世代ネットワーク技術」「テストベッド技術」「ネットワークセキュリティ技術」に関して次のような成果を展示しました。

ご来場いただいた皆様からは活発なご質問やご意見をいただき、クラウド・ビッグデータ時代のネットワーク運用やセキュリティ管理についての関心の高さが伺えました。また、サイバー攻撃統合分析プラットフォームである「NIRVANA改」と、重要性や緊急性が高い特定のWiFi通信のつながりやすさを優先的に向上させる「仮想化対応WiFiネットワーク」は、展示会直前にプレスリリースしたこともあり、多くの方にご注目いただきました。

さらに「是非とも社内で使ってみたい」、「いつ頃実用化される見込みなのか」といったご意見も多くいただき、今後の研究の励みとなる貴重な機会となりました。

## 展示内容

### 〈新世代ネットワーク技術〉



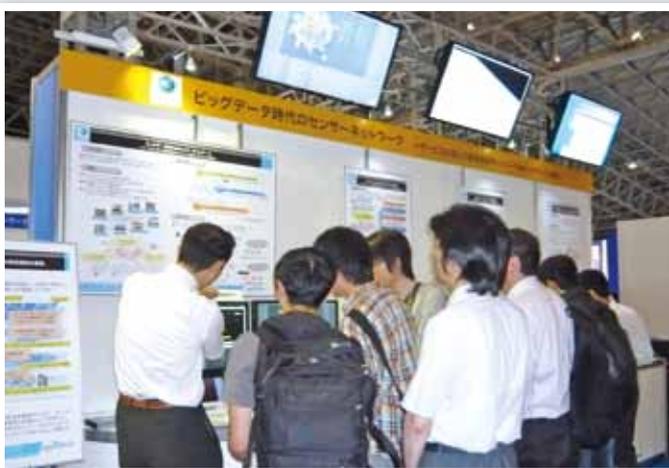
#### ●壊れない、壊れてもすばやく復旧するネットワーク

IPアドレス（ロケータ）の階層的自動割当機構（HANA）を利用した代替経路への切替デモ展示、およびIPアドレスと異なる識別子（ホストID）を利用する機構（HIMALIS）を用いた障害時でも通信を継続するデモ展示を行いました。



#### ●光パケット・光バス統合ネットワークシステム

ネットワーク管理システム、光パケットネットワークの性能に応じた通信リンクの自動切替、および光パケット用高速ヘッダ処理装置の成果展示を行いました。



#### ●ビッグデータ時代のセンサーネットワーク

膨大な数のセンサー情報によるビッグデータを活用するためのセンサーネットワークの基盤として、サービスの要求や状況の変化に応じた高可用なネットワークをオンデマンドに構成可能とする要素技術の展示を行いました。



#### ●コンテンツ指向ネットワーク技術

コンテンツ取得のレスポンスを向上させるためのコンテンツサイズ適応型ネットワーク内キャッシュ制御技術、およびネットワーク内キャッシュにあるコンテンツの高速発見と配信を実現する技術についてデモ展示を行いました。



来場者で賑わうNICTブース

〈テストベッド技術〉



●広域OpenFlowテストベッド RISE

企業や大学の研究者などのユーザがネットワークを柔軟に制御し、独自の実験が可能な広域OpenFlowテストベッド RISEの運用管理システムのデモ展示を行いました。



●耐災害ICT@StarBED<sup>3</sup>

検証対象地域のICT環境をStarBED上に忠実かつ大規模に再現し、災害シナリオに基づいてダメージを与え、通信インフラへの影響の観測や耐災害ICTと残存インフラの水平垂直統合動作確認などについてデモ展示を行いました。

●SDNによるデータモビリティサービス

パスプロビジョニングとOpenFlowなどのSDN制御技術連携させネットワーク品質に応じてセキュアなパスの構築・VPNの経路変更により、最寄りのクラウドにデータを自動的に移動させるデモ展示を行いました。

〈ネットワークセキュリティ技術〉



●インシデント分析センター nicter

ネットワーク上で発生する様々な攻撃に対して迅速な対応を目指したサイバー攻撃観測・分析・対策システム nicter、および組織内ネットワークにおける通信状況とサイバー攻撃の警告とを、統合的かつ視覚的に分析可能なプラットフォーム「NIRVANA改」などの動態展示を行いました。



●REGISTA

ユーザが要求するセキュリティレベルに応じて、ネットワーク上に潜むセキュリティリスクを分析し、可視化や適切な対策の提示を行う「REGISTA」の動態展示を行いました。

## 開催報告

# 第3回脳情報通信融合研究シンポジウム —脳科学で拓く次世代情報通信—

2013年6月10日、東京国際フォーラムにおいて、脳情報通信融合研究センター（CiNet）（NICT、大阪大学、株式会社国際電気通信基礎技術研究所（ATR））主催による第3回脳情報通信融合研究シンポジウムが開催されました。本シンポジウムは、脳科学と情報通信技術の融合によりもたらされる次世代情報通信の研究の現状を紹介することを目的としたものです。参加者は約400名で、会場はほぼ満席となりました。

来賓挨拶では、総務省大臣官房総括審議官の久保田誠之氏と文部科学省審議官の菱山豊氏より、日本は脳情報通信の研究をリードしており、今後も省庁の壁を越えて本分野の研究を推進していくという内容のお話をいただきました。

招待特別講演では、東京大学大学院医学系研究科教授の宮下保司氏が、個性的・主観的な認知の脳科学的な基盤などについて講演されました。同じ対象を見ていても、見え方は個々人で違うことを、ビデオを用いた簡単な実験で示され、情報通信の本質について考えさせられる講演でした。

特別講演は、東京大学大学院薬学系研究科准教授でCiNetの研究者でもある池谷裕二氏が、脳活動の80%を占める自発活動が実は特定のパターンを形成していることや、こうした自発活動に介入することで精神疾患が治療できる可能性があることなど、興味深い内容について、専門外の参加者にもわかりやすくお話されました。

その他、CiNetの概要や研究の現状について、柳田敏雄研究センター長や4研究領域の研究者から講演があり、参加者からは、「非常に内容が濃く、有意義な講演セッションだった」という意見を多数いただきました。

ポスターセッションは、各領域12枚、概要3枚の計51枚のポスターに説明員がつき、活発な情報交換や交流が行われました。時間が短めだったため、研究者との直接交流を期待する参加者からは、「ポスターセッションの時間をもっと長くしてほしい」などの意見をいただきました。

パネルディスカッションは、領域ごとに本質に踏み込んだテーマが設定され、柳田研究センター長のコーディネートのもと、活発な議論が行われました。会場からは、物理学専攻の学生や主婦の方などから、様々な質問が出され、本研究に対する関心の高さや研究成果への期待の大きさを示しているものと考えています。

今後も、シンポジウムなどを通して、皆さまにCiNetの活動をお伝えしていきたいと思っております。



池谷裕二氏の特別講演



パネルディスカッションの様子

# Awards

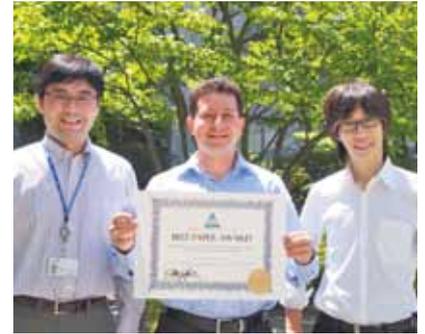
◆ 受賞者紹介 ◆

受賞者 ● Eloy Gonzales(エロイ ゴンザレス)  
● Bun Theang Ong(ブン ティアング オング)  
● 是津 耕司(ぜつつ こうじ)

ユニバーサルコミュニケーション研究所 情報利活用基盤研究室 研究員  
同研究所 情報利活用基盤研究室 研究員  
同研究所 情報利活用基盤研究室 室長

◎受賞日: 2012/10/26  
◎受賞名: Best Paper Award  
◎受賞内容: IMMM2012国際会議にて発表した論文が際立ってよいものと認められたため  
◎団体名: International Academy, Research, and Industry Association

◎受賞のコメント:  
本論文では、進化的アルゴリズムを用いて不確実なデータセットからでも最適な相関ルールを抽出できるようにする方式を提案しています。提案方式では、進化的アルゴリズムの自動停止基準を工夫することで不要な処理を減らし、計算結果の信頼性を損なわず計算資源の消費を抑え効率化を達成したことが高く評価されました。本研究成果は様々な分野のデータを横断的に検索する相関検索技術(Cross-DB Search)にも応用されています。



左から、是津 耕司、Eloy Gonzales、Bun Theang Ong

受賞者 ● 江村 恵太(えむら けいた)

ネットワークセキュリティ研究所 セキュリティアーキテクチャ研究室 研究員

共同受賞者: 花岡 悟一郎(独立行政法人産業技術総合研究所)  
松田 隆宏(独立行政法人産業技術総合研究所)  
大竹 剛(日本放送協会)  
山田 翔太(東京大学)  
◎受賞日: 2013/1/23  
◎受賞名: イノベーション論文賞  
◎受賞内容: 「新しい研究・技術開発」の奨励を行うイノベーション論文賞受賞論文として認められたため  
◎団体名: 電子情報通信学会  
情報セキュリティ研究専門委員会

◎受賞のコメント:  
情報セキュリティに関する国内最大の会議であるSCISにおいて2012年度に新設されたイノベーション論文賞の第1回受賞論文に選定していただき、非常に嬉しく思います。  
本論文では、準同型暗号と理想的な安全性との両立不可能性を解決するために、新たな暗号方式「鍵付き準同型暗号」を提案しました。



受賞者 ● 田崎 創(たざき はじめ)

光ネットワーク研究所 ネットワークアーキテクチャ研究室 主任研究員

共同受賞者: Frédéric Urbani (INRIA, France)  
Thierry Turletti (INRIA, France)  
◎受賞日: 2013/3/5  
◎受賞名: Best Paper Award  
◎受賞内容: 投稿論文「DCE Cradle: Simulate Network Protocols with Real Stacks for Better Realism」が、その論文のクオリティ、独自性、またネットワークシミュレータns-3に対する重要性が認められ、優れた論文であると認められたため  
◎団体名: Technical Program Committee for the Workshop on ns-3

◎受賞のコメント:  
ネットワークシミュレーションは、多種多様なパラメータとともにネットワークプロトコルを検証するのに有用な道具ですが、同時にその実験結果が実際のネットワークの挙動を忠実に再現できるかどうかという課題があります。受賞論文ではこの課題を解決するために、シミュレーション内で現実世界のソフトウェアであるLinuxカーネルと組み合わせることで評価できる仕組みの提案と実装について発表しました。本研究を支援して頂いた関係各位に感謝申し上げます。



受賞者 ● 隅田 英一郎(すみた えいいちろう)  
● 堀 智織(ほり ちおり)  
● Dixon Paul Richard(ディクソン ポール リチャード)  
● Finch Andrew Michael(フィンチ アンドリュー マイケル)  
● Paul Michael(パウル ミヒャエル)

ユニバーサルコミュニケーション研究所 多言語翻訳研究室 室長  
同研究所 音声コミュニケーション研究室 室長  
同研究所 音声コミュニケーション研究室 研究員  
同研究所 多言語翻訳研究室 主任研究員  
同研究所 多言語翻訳研究室 主任研究員

◎受賞日: 2013/3/15  
◎受賞名: 第58回前島密賞  
◎受賞内容: 音声翻訳技術の研究開発  
◎団体名: (財)通信文化協会

◎受賞のコメント:  
音声翻訳プロトコルをITU-T で国際標準化して多言語化の基礎を整え、23か国26機関とU-STAR を組織し、世界人口の約95%をカバーするシステム「VoiceTra4U-M」で世界実験を開始し、活発に民間へライセンス供与していることが評価され、受賞しました。同賞史上初めて外国籍の受賞者が出たことも大変注目されました。本受賞は多くのNICTの皆様にご協力頂き実現したものと大変感謝しております。



左からPaul Michael、堀智織、隅田英一郎、Finch Andrew Michael、Dixon Paul Richard

# 米国国立科学財団 (NSF) と MOUを締結

NICTと米国国立科学財団 (NSF) は、米国時間2013年5月29日、NSF本部 (バージニア州アーリントン) にて、新世代ネットワークの実現のための日米共同研究に向けて連携することに合意し、包括的協力覚書 (MOU) を締結いたしました。

NICTとNSFのコンピュータ情報科学工学局コンピュータネットワーク部は、今回のMOU締結以前にも、主に新世代ネットワーク/将来インターネットの研究に関し連携してきました。そのような連携を背景として、2012年3月23日に実施された「インターネットエコノミー日米政策協力対話 (第3回局長級会合)」では、日米両政府が「新世代ネットワーク (NWGN) / 将来インターネットの研究開発」分野で協力することを確認しました。これを受けて行われた日米の研究者による議論の結果、(1) 光ネットワーク、(2) モバイルコンピューティング、(3) ネットワークデザインとモデリングの3つの分野において協力して研究を進めることが望ましいとの共通認識が得られ、これら3分野における共同研究を支援するためにNICTとNSFが連携していくこととなりました。NICT とNSFは、今回の合意を受けて、日本と米国の研究者による「新世代ネットワーク/将来インターネットのためのシステムの研究開発」を目指した共同研究を推進していく予定です。



【写真左】 MOU締結後のNSFコンピュータ情報科学工学局Farnam Jahanian局長とNICT今瀬真理事

【写真右】 MOU締結後のNICTとNSF関係者

## 読者の皆さまへ

次号は、重要性や緊急性の高い通信を混雑時でも優先的につなげるWiFi通信や、聴覚障がい者とのコミュニケーションを支援する携帯端末用アプリケーションなどについて取り上げます。

**NICT NEWS** 2013年7月 No. 430

ISSN 1349-3531 (Print)  
ISSN 2187-4042 (Online)

編集発行  
独立行政法人情報通信研究機構 広報部  
NICT NEWS 掲載URL <http://www.nict.go.jp/data/nict-news/>

〒184-8795 東京都小金井市貫井北町4-2-1  
TEL: 042-327-5392 FAX: 042-327-7587  
E-mail: [publicity@nict.go.jp](mailto:publicity@nict.go.jp)  
URL: <http://www.nict.go.jp/>