

## 01 日本のタイムスタンプの仕組みを世界に輸出

—勧告ITU-R TF.1876で承認—

岩間 司

## 03 柔軟で効率的な電波資源利用を実現する コグニティブ無線システム

—実用化に向けた試作と国際標準化への取り組み—

石津 健太郎

## 05 新たなシステムインフラをひらく ワイヤレスグリッド技術

—小電力型SUNの研究開発と標準化—

児島 史秀

## 08 受賞者紹介

## 09 研究者の期待に応えるモノづくり 試作開発室(前編)

## 11 Interop Tokyo 2010 出展報告



# 日本のタイムスタンプの仕組み を世界に輸出

—勧告ITU-R TF.1876で承認—



## 岩間 司 (いづま つかさ)

新世代ネットワーク研究センター 光・時空標準グループ 研究マネージャー  
東京工業大学大学院終了後、1985年郵政省電波研究所（現NICT）に入所。  
陸上移動伝搬、電子時刻認証技術、時刻配信応用技術などに関する研究に従事。  
博士（工学）。

## 電子文書に潜む脅威

パソコンなどを使って作成するいわゆる電子文書は、何回複製（コピー）しても劣化の心配がなく、対応するソフトウェアさえあれば誰でも同じものを再現できることが大きな利点です。しかしながら、これは逆にいうと、元の文書を改ざんしたり、他人になり済まして文書を作成することも容易にできてしまうという欠点となります。これら電子文書の「改ざん」や「なり済まし」という行為はこれからのネットワークを中心とした情報流通社会においては大きな脅威となります。

電子文書の改ざんやなり済ましを防ぐために有効な手段として電子署名やタイムスタンプがあります。電子署名では「誰が」「何を」作成したかを証明することができ、タイムスタンプでは「いつ」「何を」作成したかを証明できます。そして電子署名とタイムスタンプを併用することにより「いつ」「誰が」「何を」作成したか証明できるようになります。

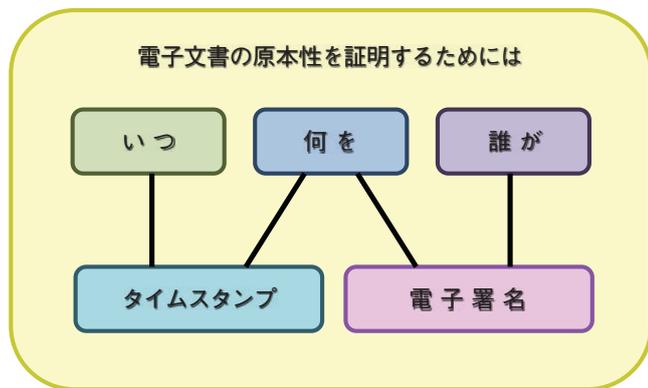


図1●電子文書の原本性確保のための技術

## 研究課題の提案

電子署名やタイムスタンプ付与の方法は、すでに標準化されており、特に電子署名については日本をはじめ各国で法制化

されています。タイムスタンプについては、付与と並んで時刻の信頼性というもう1つの重要なファクタがあります。しかしながら、この信頼性については、協定世界時（Coordinated Universal Time: UTC）にトレーサブル\*であることのみが規定されていて、具体的な実現手段は明確ではありませんでした。

NICTは日本の標準時に責任を持つ機関として、2000年の国際電気通信連合 科学業務に関する研究委員会 標準時及び標準周波数の通報に関する作業部会（ITU-R SG7 WP7A）会合に、タイムスタンプ局（Time Stamping Authority: TSA）が用いる時刻の信頼性をいかにして確保するかを日本からの研究課題として提案しました。この研究課題は、修正のうえITU-R 238/7として採択されました。

## 日本におけるタイムスタンプの制度化

日本におけるタイムスタンプを含むタイムビジネス標準化の動きは2002年1月から6月にかけて複数回行われた総務省主催のタイムビジネス研究会から始まります。この研究会において、それ以降の日本のタイムビジネスの方向性が示されました。

この研究会を受けて民間主体のタイムビジネス推進協議会が2002年6月に設立されました。また、NICTは総務省から委託を受け、2003年度から2005年度にかけて「タイムスタンプ・プラットフォーム技術の研究開発」を実施しました。

これらの研究成果から総務省は2004年11月に「タイムビジネスに係る指針～ネットワークの安心な利用と電子データの安全な長期保存のために～」を公表しました。この指針により2005年2月から日本のタイムスタンプの仕組みを制度化した「タイムビジネス信頼・安心認定制度」が創設されたのです。

## 時刻の信頼性を重視した日本のタイムスタンプ制度

日本のタイムスタンプ認定制度における特徴は、タイムスタンプの根幹となる時刻の信頼性に重きを置いた点です。これまでタイムスタンプに用いる時刻についてはUTCへのトレーサビリティは求められるものの時刻の正確さについての

\*トレーサブル: 時刻が正確さと不確かさの連鎖によってUTCまでたどり着けること。

規定はありませんでした。

日本の認定制度では、NICTの標準時と同期した時刻をTSAなどに配信し、かつ、TSAがタイムスタンプに用いる時刻の正確さを監査する第三者機関として、時刻配信局（Time Authority: TA）を規定しました。これにより、日本のタイムスタンプ制度においてはTSAの信頼できる時刻源の仕組みが明確化されました。

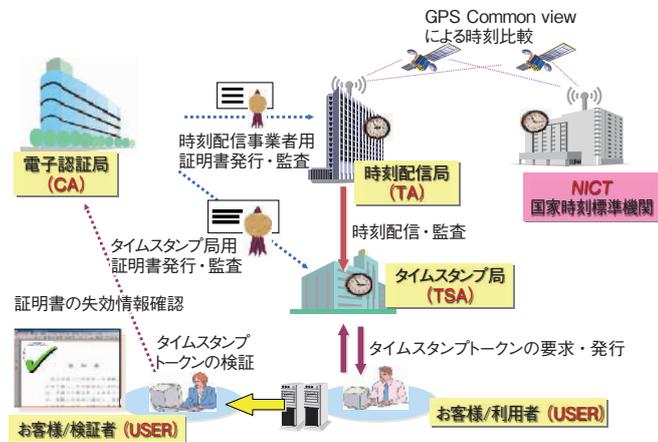


図2●日本のタイムスタンプの仕組み（デジタル署名方式の例）

## ITUにおける勧告化への道のり

一方、ITU-Rの会合においては、2002年9月にタイムビジネス研究会で検討した「日本におけるタイムスタンプサービスの在り方」について、研究課題ITU-R 238/7の研究成果としてWP7Aに報告しました。参加各国、特に欧州の国々からは強い関心を得られましたが、その後、他の参加国から成果の報告などはありませんでした。

しかし、この研究課題 ITU-R 238/7に対する各国の興味がないわけではありませんでした。通常、ITU-Rでは約4年ごとに研究課題などの見直しがあり、この研究課題についても2003年及び2007年に見直しの機会がありましたが、そのたびごとに欧州の複数の国から研究継続の提案があり、現在まで継続されています。

そして2009年9月のITU-R SG7 WP7A会合において前述の日本で実際に制度化されているタイムスタンプ制度の仕組みをNICTが取りまとめ、国内委員会の承認を得たうえで日本からの勧告案として提出しました。提出された勧告案は時機を得た提案として各国から好意的に受け入れられ、表現の修正などはありましたがほぼ日本提案がそのままSG7に送られました。その後、2010年1月にSG7により採択され、この採択を受けITU-Rは直ちに承認手続きに入り2010年4月に勧告案は勧告ITU-R TF.1876として承認されました。今回の勧告は提案からわずか7カ月という異例の速さで勧告化されたわけです。

## 勧告 ITU-R TF.1876の概要

今回の勧告の主旨は次の4点です。

- ・ 各国の時刻標準機関は要求される正確さでTSAに各機関のUTC（UTC（k））を供給しなければならない。
- ・ TSAからUTC（k）への時刻のトレーサビリティはタイムア

セメント機関（Time Assessment Authority: TAA）による連続的なモニタリングで証明されなければならない。

- ・ TAAはTSAの用いる時刻が要求される正確さを維持しているかどうか監査する機能も有する。
- ・ TAAは各国の時刻標準機関または信頼できる第三者機関が行うべき機能である。

この勧告でTAAという機能を定義付けました。TAAはこれまでのTAを包含する機能であり、より一般化した概念です。ただし、この勧告はTAAという機能について定義しただけですので、今後の補強も求められています。このTAAの概念を導入することにより、日本のタイムスタンプの仕組みを海外に輸出する下地ができました。

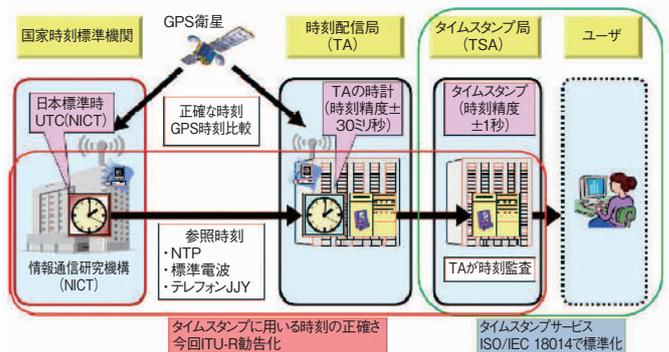


図3●日本のタイムスタンプの仕組みの標準化状況

## さらなる標準化への動き

このようにITUで勧告化された日本のタイムスタンプの仕組みですが、海外に輸出するためにはさらなる標準化が必要になります。

現在、日本の認定制度の5年間の運用実績をもとに、現在の技術基準をブラッシュアップして日本工業規格（JIS）にするための標準化活動を行っています。また、将来的には国際標準化機構（ISO）において標準化するため、本年度中に準備を開始します。

タイムスタンプの付与技術については標準化されていますが、時刻を保証できるシステムとして整備されている国はまだほとんどありません。日本のタイムスタンプの仕組みは世界的にも評価されており、ITUにおける勧告化を足がかりに日本のタイムスタンプの仕組みを世界の標準にするよう今後とも取り組んでいきます。

### ITU勧告について

ITUでは、電気通信や放送技術に関わるさまざまな国際的な決まりを作っています。ITU-R勧告は、主にITU-R SGの研究活動の成果として策定され、ITUメンバーステートによって承認された国際技術基準で、分野別にシリーズ化し、番号が付されます。

# 柔軟で効率的な電波資源利用を実現するコグニティブ無線システム

—実用化に向けた試作と国際標準化への取り組み—



石津 健太郎 (いしづ けんたろう)

新世代ワイヤレス研究センター ユビキタスマイルグループ 専攻研究員

大学院修了後、2005年より専攻研究員。異種無線ネットワークの統合システム、コグニティブ無線システムなどの研究開発に従事。博士（情報科学）。

## 背景

いつでもどこでも誰とでも通信を可能にするユビキタス社会はこの10年間で広く浸透し、小型携帯端末を用いたマルチメディア通信は一般的に行われるようになりました。これに伴い、通信速度を始めとする無線通信への要求も飛躍的に拡大してきました。このような需要は今後もますます拡大することが予想され、それに応えるための多様な高速無線システムが開発されています。しかし、無線システムへの周波数割り当ては逼迫しており、特に移動通信に適したUHF～6GHzの周波数帯では、それらの無線システムを新規に運用する周波数を見つけることが非常に困難です。そこで、周囲の電波環境をセンシングして、その結果に基づいて最適な接続先の無線システムを選択し、あるいは、運用周波数や通信方式などの無線通信機能を決定することにより、無線機を再構築してより高速で効率的な通信を実現するコグニティブ無線技術の研究開発が行われています。

コグニティブ無線技術は、図1に示すように大きく2つに分類できます。ヘテロジニアス型は、周波数が割り当てられた既存の無線システムに接続することを対象とし、余剰な無線資源を持つ無線システムを積極的に使用したり、利用者の用途に応じて無線システムを使い分けて通信したりします。周波数共用型は、地理的あるいは時間的に使用されていない周波数帯を一時的に使用し、必ずしも割り当てられていない周波数帯を利用して通信します。このような使用されていない周波数帯はホワイトスペースとも呼ばれ、周波数利用効率を向上させるための突破口として、世界でも技術基準の整備が始まっています。日本でも、総務省が平成21年11月にホワイトスペース活用に向けた検討チームを発足させました。

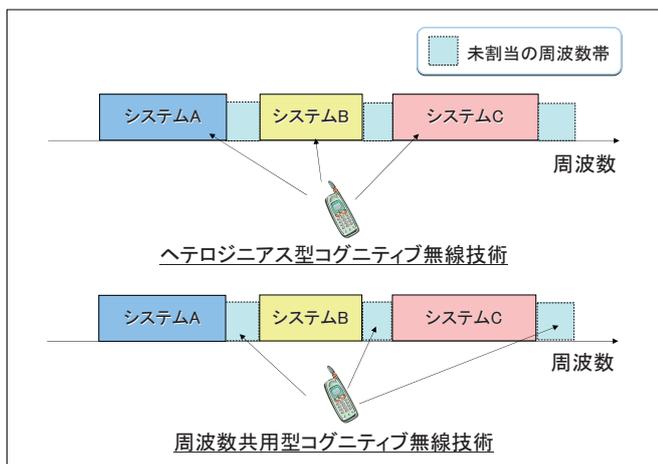


図1●コグニティブ無線技術の分類

時的に使用し、必ずしも割り当てられていない周波数帯を利用して通信します。このような使用されていない周波数帯はホワイトスペースとも呼ばれ、周波数利用効率を向上させるための突破口として、世界でも技術基準の整備が始まっています。日本でも、総務省が平成21年11月にホワイトスペース活用に向けた検討チームを発足させました。

## コグニティブ無線システムの構成と試作

コグニティブ無線技術を異種無線ネットワークに適用すれば、端末、基地局、無線アクセスネットワークを最適に選択あるいは再構築することが可能なコグニティブ無線ネットワークに応用できます。コグニティブ無線ネットワークでは、図2に示すように端末や基地局等の測定情報をコアネットワーク側に報告し、コアネットワーク側で統計処理や機械学習等の分析を行うことにより、無線アクセスネットワークに運用周波数や通

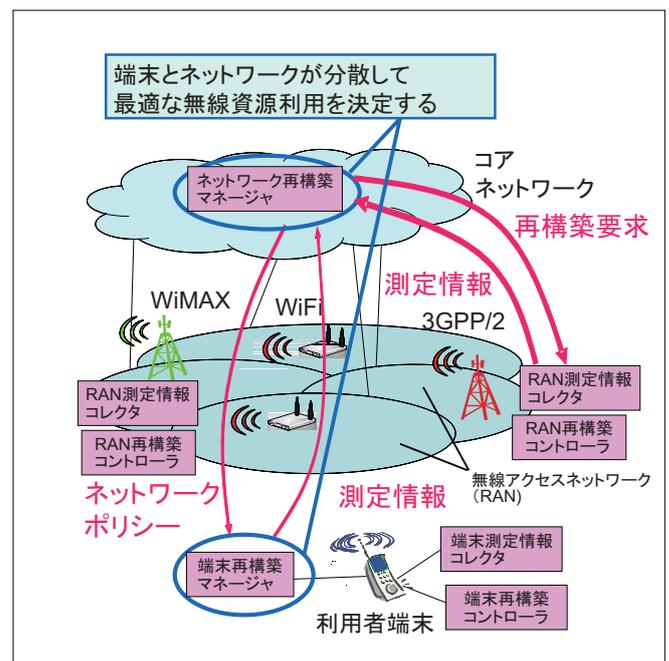


図2●コグニティブ無線ネットワークの構成

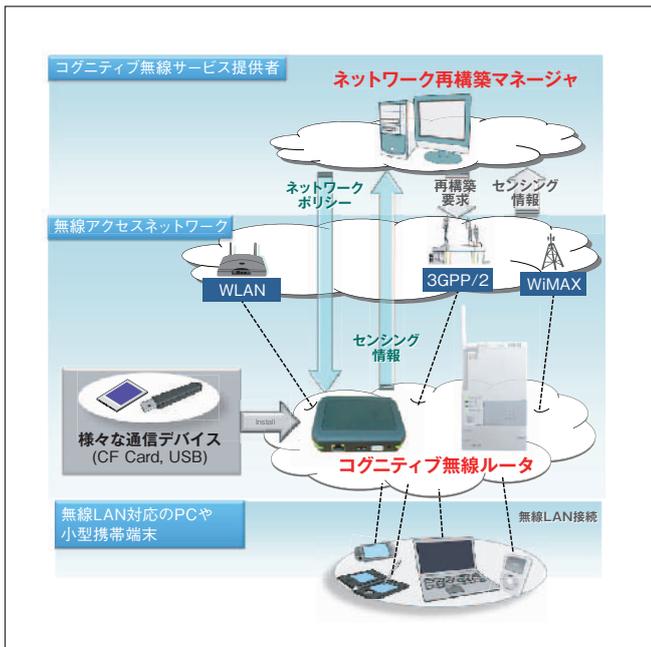


図3 ●ネットワークポリシーに基づき無線通信デバイスの選択制御が可能なコグニティブ無線ルータシステム（ヘテロジニアス型の一例）

信方式の再構築要求を行い、また、端末が選択する無線アクセスネットワークや基地局の選択を支援するネットワークポリシーの送信を行います。これにより、無線資源の利用を複数の機器が分散して決定できるので、機器連携による電波干渉の抑制や地域全体の観点でのトラフィック負荷分散など、単独の無線システムでは実現できない意思決定が可能になります。コグニティブ無線ネットワークは複数のコグニティブ無線システムから構成されます。その実現例として、ヘテロジニアス型と周波数共用型の試作機を以下に紹介します。

まず、ヘテロジニアス型の実現例として、図3に示すコグニティブ無線ルータシステムを開発しました。このシステムは、公衆無線網と端末向けローカル無線LANを中継し、その際の公衆無線網の選択をネットワーク再構築マネージャと連携して行うことにより、利用者が好む無線システム（ユーザプリファレンス）を考慮しながら地域全体の電波利用を効率化します。既設の機器に改修を要求することなく、既の実運用中の無線通信ネットワーク上に直接展開できるため、コグニティブ無線技術の効果が早期に実現可能となるだけでなく、利用者無線システムの切り替えを意識させずに実用展開が可能であるという利点があります。このシステムは既にNICTから民間企業への技術移転が完了しており、仮想移動体通信事業者（MVNO）等が採用すれば、無線通信ネットワーク事業のパラダイムシフトを含めた電波資源の利用拡大が期待できます。

一方、周波数共用型の実現例として、図4に示す再構築可能な基地局と端末から構成されるシステムを開発しました。このシステムでは、基地局が400MHz～6GHzの各周波数帯において電波強度測定、通信方式同定、電波干渉検出を行い、そのセンシング情報をネットワーク再構築マネージャに報告することにより、ネットワーク再構築マネージャが周波数割当データベースや無線システム選択アルゴリズムを用いて最適な運用周波数と通信方式を決定します。基地局と端末は、ネットワーク再構築マネージャからの指示により再構築を行い、電波干渉が無い空き周波数において通信を行います。例えば、無線LANの本来の周波数帯である2.4GHzにおいて、基地局が強い電波干

渉を検出した場合、運用周波数を2.5GHzに変更して運用を再開することで電波干渉を回避します。

## 国際標準化への取り組み

コグニティブ無線システムの開発過程で得られた成果の一部は、NICT独自技術として様々な国際標準化機関において提案してきました。IEEE 1900.4は世界初のコグニティブ無線ネットワークの基礎アーキテクチャ標準仕様であり、NICTはその創設時から参画し、平成21年2月に仕様を策定することに成功しました。その他にも、NICTはコグニティブ無線技術に関する様々な国際標準化活動に参加しており、ITU-R WP5A / WP1B、IEEE 802.11af / 802.19.1 / 1900.6（米国）、ETSI RRS（欧州）等において議論の初期段階から提案を行っています。

## 今後の展望

現在、神奈川県藤沢市を中心とする地域に、前述のコグニティブ無線ルータを約500台設置する広域コグニティブ無線テストベッドの構築を進めています。実際のサービスに使用されている無線ネットワークの特性は非常に複雑であり、必ずしもシミュレーションでは評価できません。そこで、このテストベッドを用いて我々が考案した無線選択制御方式の実現可能性と効果を実証していく予定です。また、テレビ放送周波数帯を含んだホワイトスペースについて、実用展開を想定して技術的問題を解決する研究開発を行っています。さらに、ネットワーク仮想化技術などこれまで有線ネットワークを中心に培われてきた様々な技術をコグニティブ無線技術と有機的に統合し、新世代の有無線通信ネットワークの枠組みを検討しています。



図4 ●電波環境センシングに基づき運用周波数と通信方式(PHY/MAC)の再構築が可能なコグニティブ無線システム（周波数共用型の一例）

# 新たなシステムインフラをひらく ワイヤレスグリッド技術

## —小電力型SUNの研究開発と標準化—



児島 史秀 (こじま ふみひで)

新世代ワイヤレス研究センター ユビキタスマイルグループ 主任研究員

1999年大阪大学大学院博士後期課程修了。同年通信総合研究所(現NICT)入所。以来、384kbps高速PHS、低レート動画リアルタイム伝送、ROFマルチサービス路間通信、VHF帯自営用移動通信の研究開発に従事。現在、SUNにおけるPHY/MAC技術に関する研究開発、および標準化推進活動に従事。博士(工学)。

### 検討の背景と技術課題

電気・ガス・水道メータの検針データ収集を無線通信を用いて自動的に行うスマートユーティリティネットワーク(SUN: Smart Utility Networks)は、業務合理化とサービス向上をもたらす新たな無線通信システムとして注目を集めています。本システムのPHY/MAC(Physical・Medium Access Control)仕様について国際標準規格の策定が急速に進められる一方、本標準規格を次世代電力網スマートグリッドにおけるスマートメータのための無線通信規格の一候補とみる動きも起こっています。

図1にSUNのシステムイメージを示します。各家庭のメータに取り付けられたSUN無線機の検針データが、無線通信によってSUNのサービスエリア内で集約され、そこから必要に応じて

WAN(Wide Area Networks)等の広域無線システムによって収集局に伝達されます。わが国でのSUNのサービスエリアは、図のように集合住宅の一棟や、一戸建住宅地の一区画に相当し、最大で1km程度の規模になると考えられます。

SUNの実用化と今後の普及のために、以下の主要技術課題が挙げられます。

### マルチホップ通信技術

図1に示されるように、SUNのサービスエリア内で無線機間の伝搬距離による電波減衰や、建造物の遮蔽等による電波減衰の影響で、十分なサービスエリアが確保できない場合があります。この場合、無線機同士がバケツリレーのように通信を中継する形態が有効です。メータの新規設置や撤去等の状況変化に応じて、中継経路は自律分散的に設定されることが望まれます。

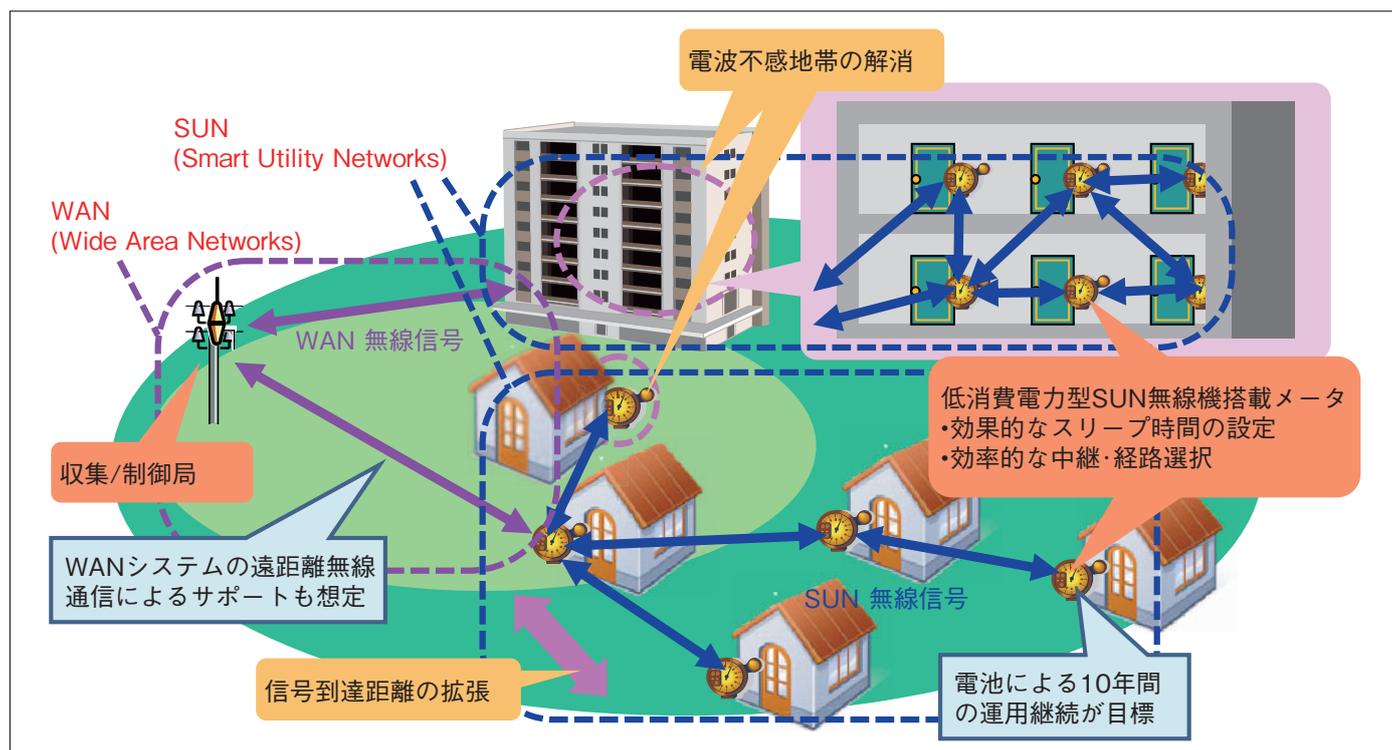


図1●SUNのシステムイメージ

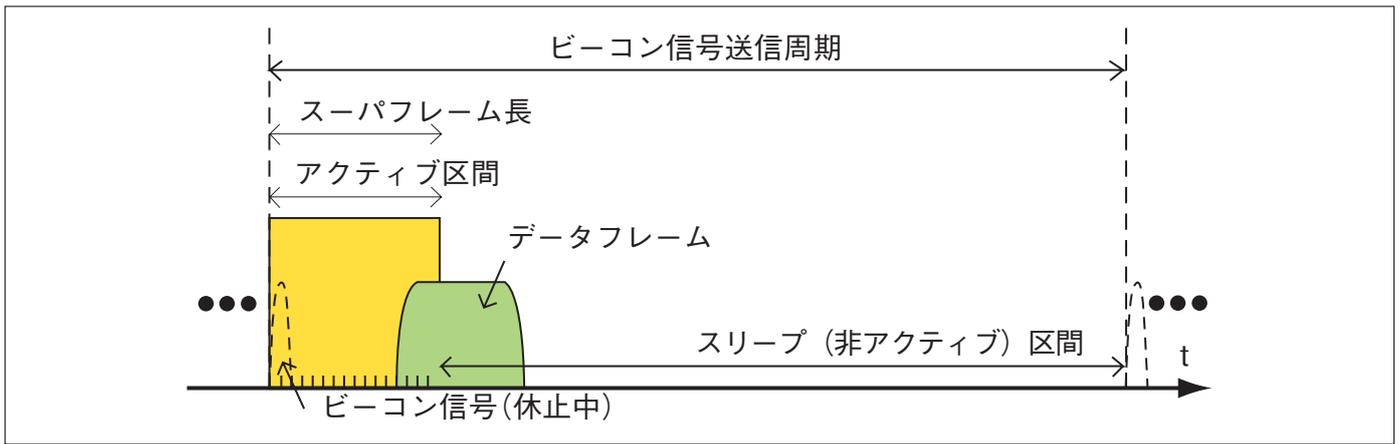


図2●低消費電力のためのスーパーフレーム構成

### 低消費電力動作技術

電池駆動型メータ（例えばガスメータ）の場合に電池交換のコストを下げるため、無線機の低消費電力動作が望まれます。具体的な数値目標として、電池交換無しでの10年間動作が想定されます。

以上の背景から、ユビキタスマバイルグループでは小電力型SUN実現のための高度PHY/MAC技術に関する研究開発を行っています。

### 小電力型SUNのためのPHY/MAC技術

#### PHY技術

SUNの運用周波数として、わが国で有望と考えられているのは、それぞれ特定小電力システム、無線タグシステムとしても利用されている400MHz帯と950MHz帯です。データ伝送速度は、システム的前提から100kbps程度が想定されています。また、SUNのサービスエリア内に配置されるメータの個数は最大で10,000台にも達することから、低コストの無線機実装が必須となり、シングルキャリア変調のひとつであるFSK方式の適用が検討されています。

#### MAC技術

図2に、検討するスーパーフレーム構成を示します。スーパーフレームは、定期的に送信される同期用信号のビーコンの間隔内で設定される時間周期です。本検討では、消費電力の低減を目的として、ビーコンは休止することがあり、同期が必要な場合にのみオンデマンドで送信されます。また、図2のようにスーパーフレームをアクティブ区間とする一方で、スーパーフレームの終了から次のスーパーフレームの開始までをスリープ区間としています。本検討では、各無線機によるデータフレームの送受信の開始、および受信のための待機はアクティブ区間においてのみ行われ、スリープ区間ではアクティブ区間から継続するデータフレーム送受信を除いてスリープ状態に入るため、さらなる消費電力の低減が図られます。

図3に本検討におけるマルチホップ通信のためのツリー構造と、データフレーム中継の例を示します。収集局の無線機（またはWANにつながる無線機）が根となり、各メータの無線機がツリー構造を自律分散的に構築します。本構造に基づき、各メータで発生する検針データは収集局に対して単方向に中継されます。無線機同士の通信の際には、親となる無線機が自身のすべての子に対してスーパーフレームを規定します。

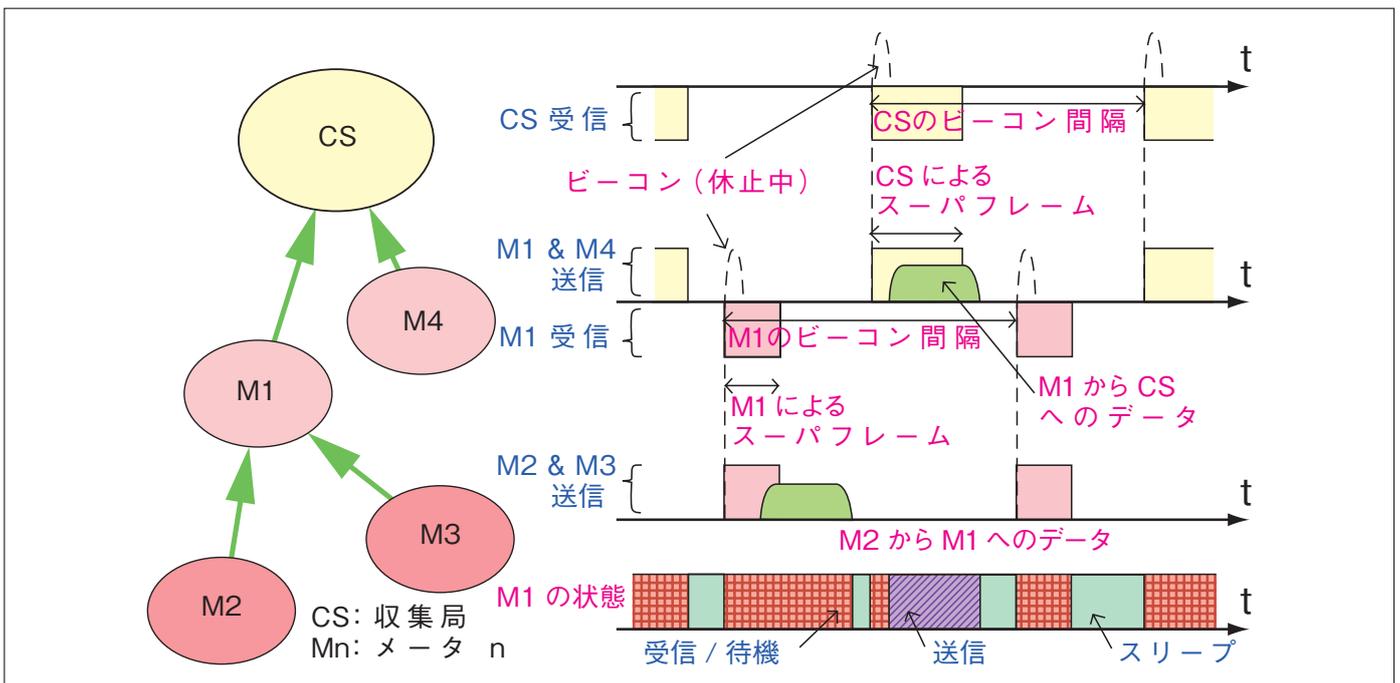


図3●ツリー構造を利用したマルチホップ通信



図4●小電力型SUN無線機の試作機

### 試作機の開発、ならびに実地試験による特性評価

前述の仕様に基づく小電力型SUN無線機の試作機を図4に、また諸元を表1に示します。周波数帯は400MHz帯と950MHz帯で、送信電力は10mWです。表1の諸元をすべて実装した汎用型試験装置に対し、機能限定小型端末は一部のPHY諸元を削減した代わりに開発台数を増やしたことでマルチホップ通信等、巨視的な性能評価を可能とします。2種類の

表1●PHYおよびMAC諸元

周波数帯	400 MHz、950 MHz帯	
送信電力	10 mW	
変調方式	2GFSK	4GFSK
伝送速度	50k、100k、200kbps	400kbps
PHYペイロード最大長	1500オクテット	
アクセス制御方式	アクティブ区間におけるCSMA/CA	
ルーティング方式	ツリー構造に基づく、各ノードから根までの単方向ルーティング	

試作機を使い分け実地試験を行った結果、3段程度のマルチホップ通信により、建造物等による遮蔽があった場合にも、半径約500mのサービスエリアにおいてデータフレームの収集が確実に実行されることが確認できました。

### 標準化への反映

IEEE 802委員会では、IEEE 802.15.4規格のPHY仕様の、SUN運用形態に合わせた変更が、タスクグループIEEE 802.15.4gにおいて、同時に本PHY仕様変更に伴うMAC仕様変更がIEEE 802.15.4eにおいて、それぞれ検討されています。図5にIEEE 802委員会の構成を示します。ユビキタスマイルグループは、PHY/MAC技術をそれぞれIEEE 802.15.4g、IEEE 802.15.4eに提案し、両グループの最新ドラフトドキュメントに採用された実績により、本標準化活動に対する寄与を行っています。2つのタスクグループはいずれも2009年5月に提案募集を行い、ともに2011年3月における標準化完了を予定しています(2010年6月現在)。

### 今後の展開

標準化活動と並行し、平成22年度には、実機メータとの接続等を考慮した、総合的なシステム評価を実施する予定です。本検討による成果は、SUNにとどまらず、今後新たなシステムインフラを支えるワイヤレスグリッド技術として意義あるものと考えられます。

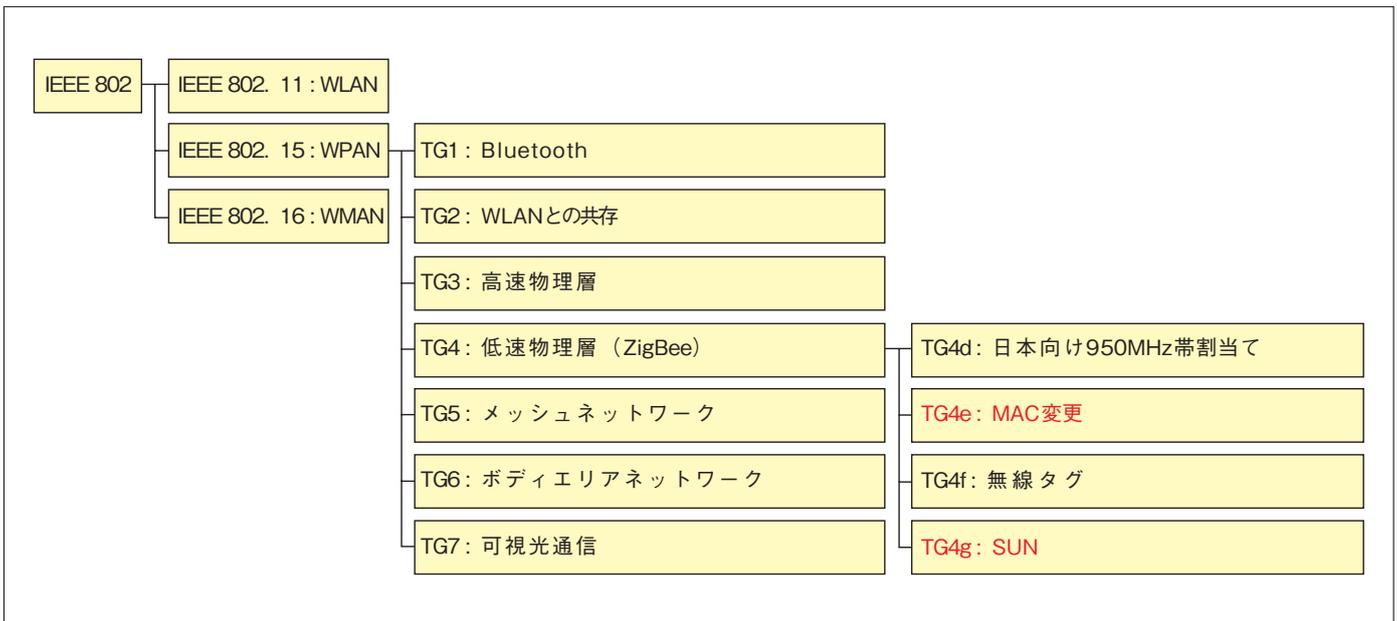


図5●IEEE 802委員会におけるSUN標準化の位置づけ

# Prize Winners

◆受賞者紹介◆

## 受賞者 ● 宮澤 高也 (みやざわ たかや)

新世代ネットワーク研究センター ネットワークアーキテクチャグループ 研究員

- ◎受賞日: 2010/4/17
- ◎受賞名: 船井研究奨励賞
- ◎受賞内容: 次世代および新世代ネットワークの実現に向けた光アクセス技術に関する研究で、優れた研究成果を挙げたため
- ◎団体名: (財) 船井情報科学振興財団

◎受賞のコメント:  
栄誉ある船井研究奨励賞をいただきまして、大変光栄に存じます。これまで、大容量化かつ多様なサービス提供を目指した未来の光アクセスアーキテクチャ技術について研究してきました。その研究内容と功績が認められ、受賞に至りました事を大変嬉しく思います。ネットワークアーキテクチャグループの皆様、および関係者の皆様に、深く感謝申し上げます。今後も研究活動に一層邁進いたします。



左から船井哲良船井情報科学振興財団理事長、宮澤高也研究員

## 受賞者 ● 石津 健太郎 (いしづ けんたろう) 新世代ワイヤレス研究センター コピキタスマイルグループ 専攻研究員

村上 誉 (むらかみ ほまれ)\*i

Ha Nguyen Tran (ハグエン チャン)\*\*

Yohannes Demessie Alemseged (ヨハネス デメシ アレムセグド)\*\*

\* i 同 コピキタスマイルグループ 主任研究員 \* ii 同 専攻研究員 \* iii 同 グループリーダー

Stanislav Filin (スタニスラフ フィリン)\*\*

Chen Sun (チェン スン)\*\*

原田 博司 (はらだ ひろし)\*\*

- ◎受賞日: 2010/5/20
- ◎受賞名: ソフトウェア無線研究会技術特別賞
- ◎受賞内容: 「SR2009-30 Prototype of Spectrum Sharing Type Cognitive Base Station」が最も優秀な技術展示と認められたため
- ◎団体名: (社) 電子情報通信学会  
ソフトウェア無線研究専門委員会

◎受賞のコメント:  
電波資源の枯渇に対応するため、400MHz ~ 6GHzにおいて他のシステムと周波数を共用して運用できる無線通信システムを試作しました。この技術は、総務省でも昨年からの検討が始まり、世界的にも制度の整備が始まった「電波のホワイトスペース利用」に直結するものです。国際標準化への貢献と併せて早期に試作機を開発して実用可能性を示したことが評価されました。実用化の流れも踏まえながら、要求機能の実現を目指したいと思います。



左から上原一浩ソフトウェア無線研究専門委員会委員長、石津健太郎専攻研究員

## 受賞者 ● 児島 史秀 (こじま ふみひで)

新世代ワイヤレス研究センター コピキタスマイルグループ 主任研究員

- ◎受賞日: 2010/5/21
- ◎受賞名: 若手研究奨励賞
- ◎受賞内容: 論文「IEEE 802.15.4MACを利用したロングライフ小電力無線通信ネットワーク」が優秀と認められたため
- ◎団体名: (社) 電子情報通信学会  
アドホックネットワーク研究専門委員会

◎受賞のコメント:  
本検討の寄与するスマートユーティリティネットワーク(SUN)の標準規格IEEE 802.15.4gは、同時に次世代電力網スマートグリッドにおける無線通信規格の一候補としても有望視されているため、国内外における関心が近年急速に高まっています。今後、SUN標準規格の策定時に利用者のニーズが適切に反映されたものになりうるためにも、NICTにおける研究開発が有効に活用されることを心から望みます。



## 受賞者 ● 榎並 和雅 (えなみ かずまさ)

理事

- ◎受賞日: 2010/5/28
- ◎受賞名: 丹羽高柳賞功績賞
- ◎受賞内容: 超臨場感コミュニケーションの研究開発推進への貢献が認められたため
- ◎団体名: (社) 映像情報メディア学会

◎受賞のコメント:  
NHK時代における研究者として進めた「コンピュータの番組制作機器応用に関する研究」、NHKの研究マネージャーとしての「スーパーハイビジョンをはじめとする次世代放送メディア研究開発の推進」、そしてNICTでの「将来の情報通信技術の新たな構想である超臨場感コミュニケーションの提唱と産学官連携フォーラムの設立と牽引」で貢献したとして受賞しました。今後も、わが国の情報通信技術の進展に向け励んでまいりたいと思います。



—研究者の期待に応えるモノづくり—

# 試作開発室

(前編)

NICTで行われる研究では、市販されていない部品が必要な場合も多くあります。市販されていなければ、新たに製作するしかありません。そうした研究者のニーズをくみ取り、必要となる部品を製作する部署が試作開発室です。研究者とコミュニケーションを取りながら、スピーディーに対応する試作開発室は、言わばNICTの最先端研究を支える「縁の下の力持ち」なのです。簡単な加工から、時にはアイデアを出し自ら設計、加工を行う専門家がそろい、試作開発室を2号にわたって紹介します。



左から小室純一主幹、中村賢司主査

## 最先端研究を支える 試作開発室の役割とは

—— まず試作開発室の概要について聞かせてください。

**小室** 試作開発室は通称で、正式には、研究推進部門成果発展推進グループで試作開発を担当しています。NICT内で行われている様々な研究活動の中で、市販されていない機器や部品が必要となったときに、われわれ試作開発室が製作します。予算と時間に余裕があれば、外部のメーカーに依頼することもできますが、研究で「とにかくすぐ欲しい」という場合や、技術的に難しく引き受けてもらえない場合もあります。NICT内部にある試作開発室を有効活用してもらえば、研究もスムーズに進むのです。

—— これまでにどのような物を作ったのでしょうか。

**小室** アルミを削り出して作る簡単な保持器具から、研究に直接関わる超伝導用フィルターのような高精度加工が必要な部品まで、さまざまな物を作っています。強いて言えば、研究そのものに利用して性能を発揮する物より、研究の手段として必要な道具、例えば、治具(部品加工などのための保持器具。英語のjigの当て字)やケース、部品と装置をつなぐ部品のような物ですね。そうした部品がすぐに入手できないと研究のスピードが落ちることもあります。



図1●ナノインプリント用に加工したステンレスプレート  
(2インチ角、厚さ5mm、表面精度0.5 $\mu$ m)

## 小さな部品から大きな部品、 精密な部品まで要望に応える

—— 最近作った物の中で、特徴的な物はありませんか。

**小室** 他では加工が困難だろうと思うのは、中村が加工したステンレス板です。

**中村** ナノインプリント<sup>\*1</sup>の研究でベースとして利用するプレート(図1)ですが、均等に圧力をかけなければならないため、平行平面がないといけません。

「平面のばらつきができるだけゼロに近い物を作って欲しい」という要望で作りました。最近導入した平面研削盤の性能評価も兼ねて作った部品は、表面の凹凸がおおよそ0.5 $\mu$ mという平面が出ています。0.5 $\mu$ mという大きさは、検査装置で評価できるぎりぎりのレベルです。

—— 研究者としては、そのレベルがなければ研究が進まないのですね。

**中村** そうですね。やはり誤差は小さい方が良く、ゼロであればなお良いということでしょうが、片面だけでなく厚みも均等でなければならないので、技術的にはこのあたりが限界ですね。



図2●レーザー・リフレクター・アレイ傾斜部  
(直径130mm、高さ43mm)

—— こうした精密加工にはある程度の技量や熟練度も必要ですか。

**中村** 試作開発室では、熟練者でなくても高精度な加工が可能で機械を用意していますが、 $\mu$ m単位の研磨技術となると、ある程

度のノウハウは必要ですね。同じ機械を持っている業者であれば作ることは可能かもしれませんが、トライ&エラーで作っていかねばならない物は、時間もかかるためコストが合わず作らないという場合が多いようです。

## 人工衛星に搭載される部品を設計から手がける

——人工衛星搭載用の部品の試作もしたそうですね。

**小室** 宇宙航空研究開発機構(JAXA)との共同研究で使用されるレーザーリフレクター・アレイ傾斜部という器具(図2)です。当初、ブレッドボードモデル<sup>\*2</sup>を外注していたのですが、プリズムが割れてしまうなどの問題があり、最終的にはプリズム以外の部分を全部試作開発室で製作しました。

金属の丸棒から削り出していますが、少し特殊な加工をしています。プリズムの取り付け方法については、われわれからアイデアを出して設計・製作し、衝撃試験と振動試験をクリアしました。

——試作開発室で設計した部品が宇宙に打ち上げられるのですか。

**小室** 今回作ったのは、エンジニアリングモデル<sup>\*2</sup>です。フライトモデル<sup>\*2</sup>を製作するかどうかはまだ分かっていませんが、それを作ることが出来て、本当に宇宙に行ってくれれば嬉しいです。

——設計も含めて手掛けた物は他にもありますか。

**小室** いろいろとありますが、例えば、テラヘルツ帯電波を利用してさまざまな物質定数を測定するために、真空中で上下にスライドさせて2箇所を測定できるようにした試料ホルダー(図3)を製作しました。この機器で測定した材料特性はテラヘルツデータベースとしてオンラインで公開され、ほぼ毎日、大学や民間企業の研究者がデータベースにアクセスしているようで、無くてはならないホルダーとして、研究者にはすごく喜ばれました\*。その後、テラヘルツ帯電波で凍結試料の物質定数を測定する機器(図4)も製作しました。狭いスペースに工夫して多くの部品を配置したもので、冷却温度の制御部分を専門業者に外注していますが、その他を試作開発室で加工しました。こちらは窒素ガス中で測定して、結露が出ないようにという要望もありましたね。



図3●テラヘルツ分光器用  
試料ホルダー(全長255mm)



図4●凍結試料の物質定数を測定する機器(全長254mm)

## 研究者からのさまざまな要求に応えるために

——研究者から図面の形で提供される訳ではないのですか。

**小室** そうした場合もありますし、要望だけもらって作る場合もあります。後者の場合、われわれが強度などをいろいろと考えながら設計しますが、最初から加工方法を設計に反映させることができるのは大きなメリットだと思います。

——図面がある場合とない場合ではどちらが多いのでしょうか。

**中村** どちらかといえば、図面がある方が多いですね。

**小室** そうですね。昔は試作開発室で設計して作るが多かったのですが、今では図面が出てくる方が多くなったという感じですね。図面といっても、CADデータの時もあれば手書きのポンチ絵程度の時もあります。

——依頼された試作品はどのぐらいの納期を要求されるのでしょうか。

**小室** 一週間で作ってということもあるし、明日には欲しいということもあります。試作する部品ごとに千差万別ですね。たとえば、表面の精度が必要な部品は時間をかけなければなりませんし、本当に簡単な部品はすぐその場で加工することもあります。よく使われる材料は取りそろえてありますので、特殊な材料を使うものでなければすぐに対応できるようになっています。最近使う機会が一番多い材料は、アルミ、ジュラルミン系ですね。これはストックを用意しておいて、どんどん補充していかないと、すぐに無くなってしまいます。



図5●テフロンコーティング(白い部分。外径36mm、全長325mm)と、自作した、円錐の内部をくり抜くための工具

——難易度が高くて無理そうだが挑戦したらできたという例はありますか。

**中村** 円錐と円柱を組み合わせた形のスロットアンテナの加工(図5)で、銅のコア部分全体に3mmのテフロンをコーティングするという要望がありまして、当初は外部の業者に依頼したのです。しかし、厚さの精度を0.03mm以内に抑えて欲しいという要望があって、どこに聞いても「うちではできません」というお話でした。外側の加工はできるのですが、内部の加工がなかなか難しいのです。そこで、円錐の内部をくり抜く工具を作ったのです。それから、円筒部分を均一に加工するための固定治具も自分たちで作りました。

この加工をするためには、どんな工具や治具が必要かというところは、長年の経験が活かされる部分ですね。でも、最初のうちは何も分からないまま、とにかくやってみる、工夫してみるというところから始まります。

(次号へつづく)

### 用語解説

#### ※1 ナノインプリント

金型に数十～数百nmの凹凸を刻み、そこに樹脂材料を押しつけて形状を転写する技術。リソグラフィやエッチングなどの従来技術よりも、低コストでパターンを形成できる。特に光学部品での活用が期待されている。

#### ※2 ブレッドボードモデル/エンジニアリングモデル/フライトモデル

ブレッドボードモデルは、衛星開発における最初の試作品のこと。多くの場合、衛星の機能を確認するために市販品を組み合わせて作られる。エンジニアリングモデルは、機能試験や性能試験、環境試験などを行い、設計の確認を行うための試作品。認定試験を経て、実際に宇宙へ打ち上げられる製品をフライトモデルと呼ぶ。

\*テラヘルツ帯電波を用いた絵画の材料解析については、NICTニュース2009年6月号をご覧ください。バックナンバーは以下のWEBページでもご覧いただけます。  
<http://www.nict.go.jp/news/nict-news.html>

# Interop Tokyo 2010 出展報告

NICTは、6月9日(水)～11日(金)に幕張メッセで開催されたInterop Tokyo 2010に出展しました。Interop全体では3日間で13万人強の来場者があり、NICTブースに立ち寄った方は推定で2万人ほどでした。

今回は、以前より出展してきた情報通信セキュリティ研究センターに加え、新世代ネットワーク研究センター、新世代ワイヤレス研究センター、連携研究部門(北陸リサーチセンター)からの展示もあり、多彩な内容となりました。本号の記事では、これらのうち新世代ワイヤレス研究センターが出展した研究内容を3～7ページで紹介しています。

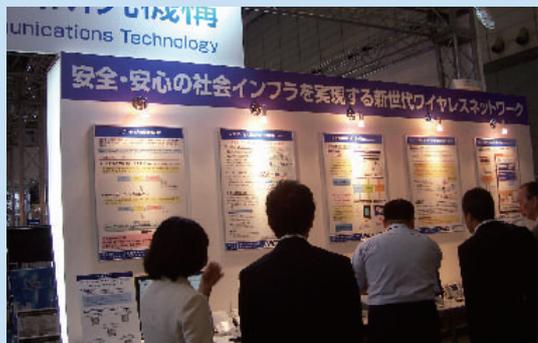
また、今回のNICTの取り組み全般は、「優れた未来の情報通信基盤研究内容が、未来の情報通信発展の礎となる重要な基礎研究である」として評価され、Best of Show Awardの「フューチャーテクノロジー部門」で審査員特別賞を受賞しました。



来場者で盛況なNICTブース



説明を聞いたり、熱心に資料を見る来場者



## 読者の皆さまへ

次号は、気象災害の重要なパラメータである“風”の観測システム、および施設一般公開報告を掲載します。

**NICT** NEWS 2010年7月 No.394 ISSN 1349-3531

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

編集協力 財団法人日本宇宙フォーラム

〒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/>