

# NICTの研究開発成果の 社会への還元について

2009年11月16日

(独)情報通信研究機構  
理事 富永 昌彦

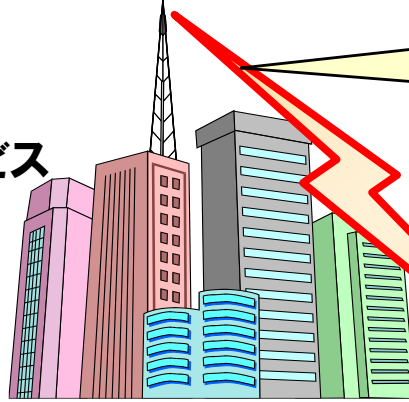
## 家庭にも...



- ① 放送衛星(BS)及び通信衛星(CS)の開発と各種実証実験を実施。世界に先駆けて30/20GHz帯を採用し、実用化へ導いた。
- ② 百万年間でも1秒の誤差も生じない正確な時間(日本標準時)を、電波を使って日本全土に供給。併せて、電子的な時刻認証に用いられる時刻情報をネットワーク等を通じて提供。
- ③ テレビ放送に重畳されて送信されるデータをダウンロードし、テレビ受像器のプログラムソフトウェアを自動的に更新する技術を開発。国内標準に採用され、数百万台に普及。

## 携帯電話にも・・・

携帯電話の  
音声翻訳サービス



**④** 新しい周波数を使う  
携帯電話が実現

**⑤** 電波を利用する際  
の安全性が確保



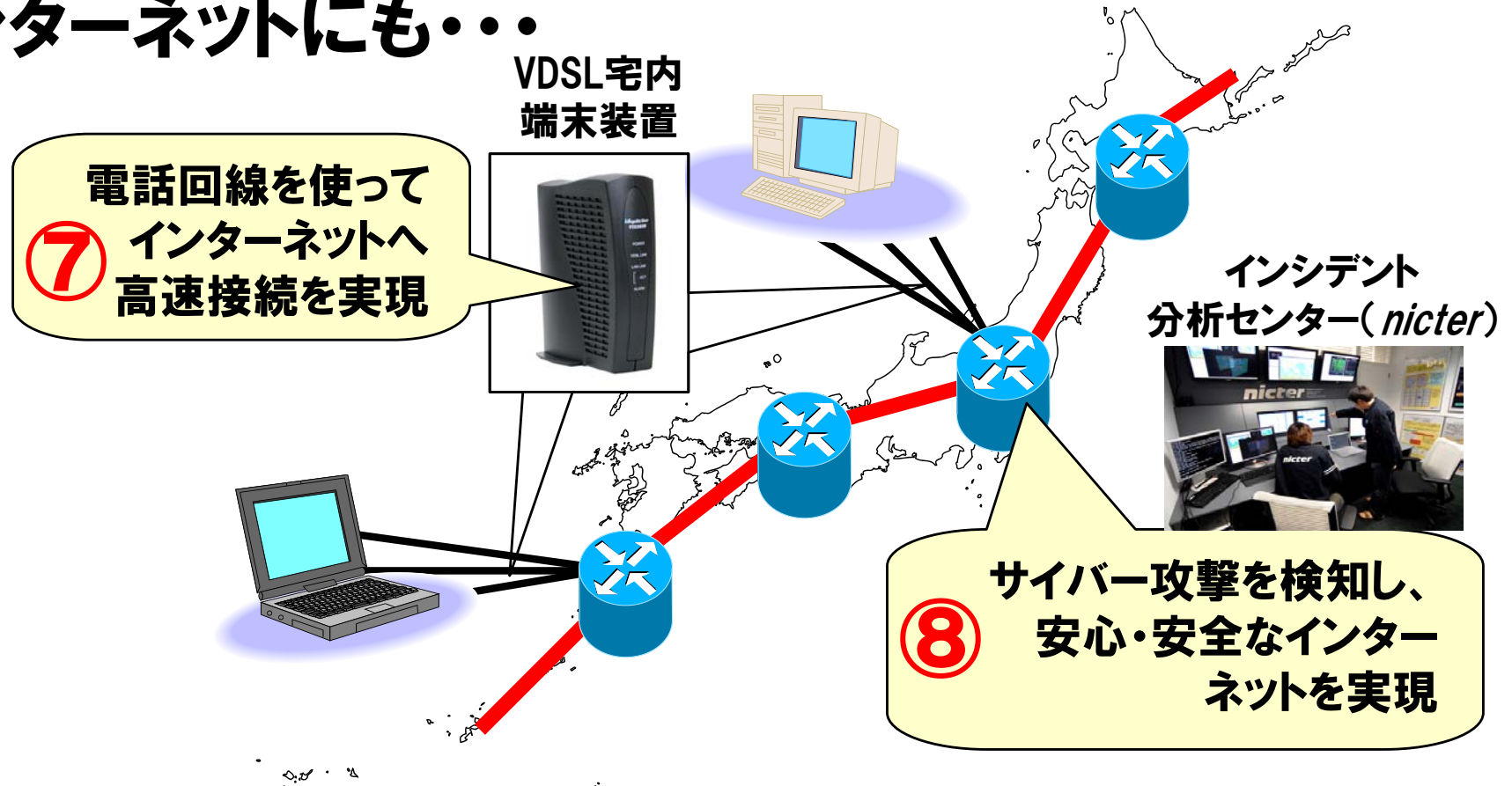
数値人体モデル

**⑥** 携帯電話を使った  
自動音声翻訳が実現



- ④ 1～3GHzを移動通信に用いることを目的として、都市部における電波の伝わり方を測定し、その結果を1.5GHz帯を使う第2世代携帯電話の設計へ反映。
- ⑤ 電波の人体への影響の把握のため、電波が人体のどの部位にどれだけ吸収されるかを正確に再現できる「数値人体モデル」を作製。電波防護指針の妥当性の評価に大きく貢献。
- ⑥ 自然言語処理における多言語の概念辞書を開発。携帯電話を使った翻訳サービスとして、民間企業による事業化が実現。

## インターネットにも・・・



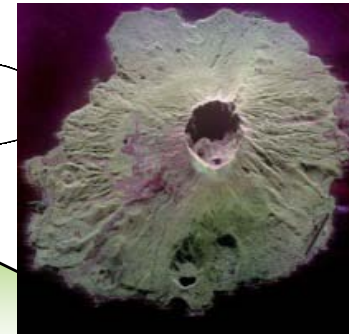
- ⑦ 集合住宅等で光回線と電話回線をつなぎ、インターネットへの高速接続を可能とするVDSL技術を開発。この技術を使った宅内端末装置は2008年時点で累計250万台出荷されている。
- ⑧ サイバー攻撃によるインシデント(セキュリティ事故)をリアルタイムかつ自動で検知・分析するセンター(nictcr)を設置し、インシデント情報の社会への提供・共有を実現。

## 自然災害にも・・・

⑨ 雲に隠れた災害地の状況の把握が可能に



SARで観測した  
噴火当時の三宅島



⑨ 天候に左右されずに航空機を使って高い高度から地表面の状況を把握できるレーダ(SAR)を開発。三宅島や有珠山の噴火では、困難な現地調査の代替として、SARによる測定の結果が住民の避難等の判断要素として利用された。

# 日本標準時・標準電波

## 【研究内容】

極めて正確で安定した振動を産み出す原子を用いた時計(原子時計)等を用いて、時間や周波数の「物差し」となる標準を作る研究開発。

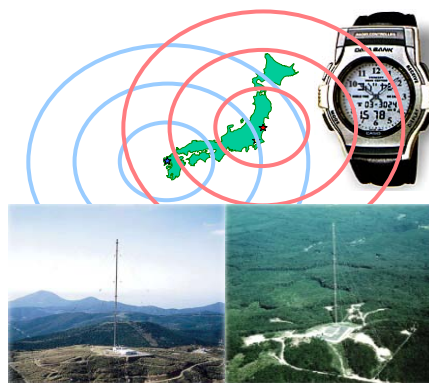
## 【研究成果】

- ◆百万年間でも1秒の誤差も生じない正確な時間(日本標準時※)を供給。
- ◆電子的な認証に用いられる時刻情報を提供。

※日本標準時・・・従来、地球の自転・公転に基づいて決められていたが、昭和47年(1972年)に原子時計により刻まれる時間系列に移行。

## 【社会への適用】

- ◆遠隔地に到達可能な電波(標準電波)を用いて日本全土に正確な時刻を供給。  
(この標準電波を利用する電波時計は、延べ5千万台以上※)  
※5千万台・・・出荷ベース
- ◆インターネット時刻サーバーを2006年より運用。1日当たり平均5千万アクセスの利用がある。
- ◆電子文書で法律上求められる「非改ざん性」の証明に必要な時刻情報を提供。
- ◆世界の各機関が有する原子時計の周波数データを収集・合成して作成される世界標準時に対して、世界第2位の寄与率を達成。  
(全体の約11%、第1位は米国(約28%)で、第3位以降は7%以下)



標準電波送信施設／電波時計



日本標準時を“つくる”計測システム



# 合成開口レーダ

## 【研究内容】

航空機等に搭載し高い高度から天候に関係なく地表面の状況を航空写真のように把握することができるレーダ(SAR※)技術の研究開発。

※SAR(Synthetic Aperture Radar)・・・災害時およびその予測に有効であることが認められており、政府の地震調査研究推進本部において、地震対策に寄与する研究の一つとして位置づけられている

## 【研究成果】

◆悪天候や噴煙等の条件下でも観測が可能な高高度(1万メートル以上)から1.5メートルの識別ができ、10キロメートル以上の領域を一度に観測できる航空機搭載レーダを開発。

◎現在、より生活に密着したライフラインの状況把握のできる性能を目指し、より識別能力の高いSAR(識別能力:30cm)を開発中。

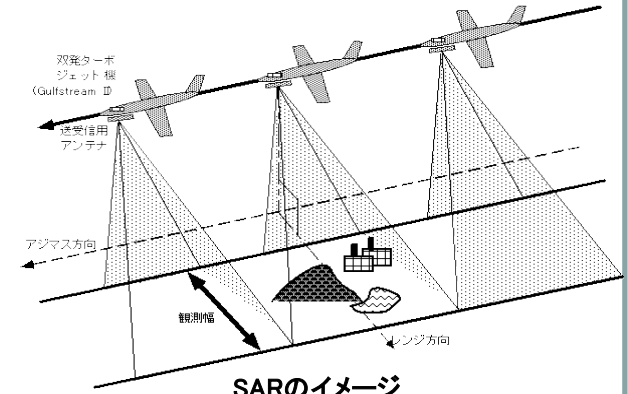
## 【社会への適用】

### 三宅島噴火、有珠山噴火(平成12年)

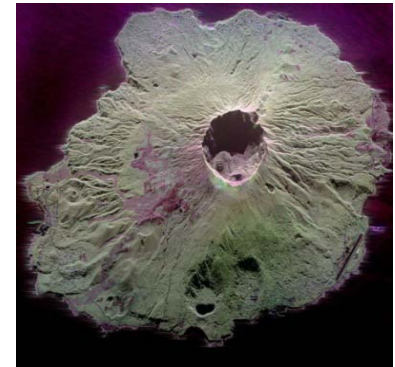
航空機からSARを用いて、噴火の状況や噴火による地形への影響を測定・分析。両者とも噴煙による空撮が不可能な状況下で、現地調査も困難(三宅島:噴火に伴う有毒ガス発生。有珠山:噴煙・冬期天候や噴火による地形変化(国道等主要道路が破壊。))であったが、この技術による計測結果により、地形変化の状況や噴火収束時期の予測が可能になり、住民の避難や交通路の変更を決定する際、重要な判断要素として利用。

### 新潟県中越地震(平成16年)

地震発生3日後の悪天候下により空撮が不可能な状況で、災害地の広域な観測を実施。現地自治体等に提供されたデータは災害対応・復興対策に活用。



・NICT開発のレーダが一度に観測できる幅は10km以上。(三宅島全島の観測を約40秒で終了。)



### SARで観測した噴火当時の三宅島

・通常の写真撮影では、中心部の火口内部は噴煙に覆われて見えない。また、写真撮影で1.5mの解像度を得るためには、3000m以下で観測する必要があるが、この高度では航空機は飛行不可能だった(噴煙が上昇して航空機のエンジンに入り危険なため。)

# 数値人体モデル

## 【研究内容】

無線局から発射される電波が人体に与える影響の調査・研究を行うために、電波が人体のどこにどれだけ吸収されるかを正確に再現できる超高分解能モデルと数値シミュレーション環境の研究開発。

## 【研究成果】

これまでは楕円体や直方体などの単純な形状や数センチ角のブロックを積み上げた粗い人体モデルであったところ、MRI画像などに基づき数ミリメートル角のブロックを数百万個積み上げた人体モデルを開発。

より正確で現実的な条件を考慮したシミュレーションが可能になり、電波の安全性評価の信頼性の向上に貢献。

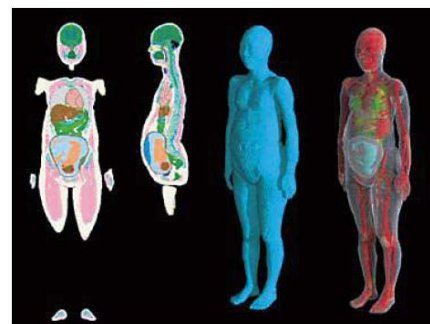
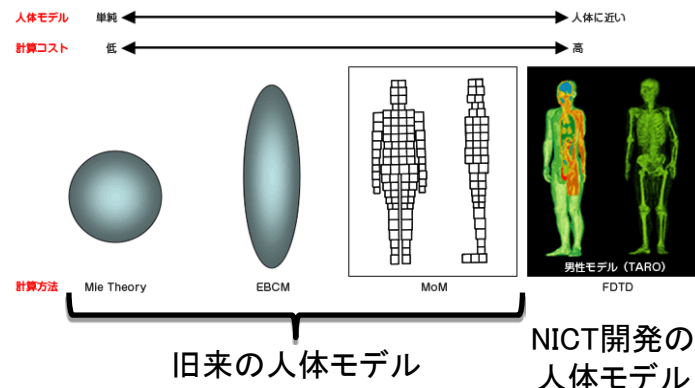
## 【成果の適用事例】

(電波の安全性の評価への適用)

人体モデルを世界各国の研究機関に提供することにより、電波の安全性評価のための数値シミュレーション研究が大きく進展し、電波防護指針値の妥当性の評価に寄与。特に、電波の人体への影響が心配されている小児や妊娠女性(胎児)を対象とした人体モデルは世界的にも注目。

(その他の分野への適用)

電波の安全性評価以外にも、医学応用(治療・診断)、人間工学、アパレル、自動車衝突解析等にも利用。人体モデルを用いた様々な数値シミュレーション研究の進展に貢献。



妊婦女性の人体モデル



小児の人体モデル



# 通信衛星(CS)／放送衛星(BS)

## 【研究内容】

NTT、NHK等関係機関と連携して、通信衛星(CS)、放送衛星(BS)の開発及び各種実証実験を実施。

## 【研究成果】

- ◆世界に先駆けてKaバンド(30/20 GHz)帯を衛星通信に採用。
- ◆世界に先駆けて衛星放送専用の実験用静止衛星BS(ゆり)を開発。
- ◆大容量放送衛星の設計を先導するとともに、放送衛星に不可欠な高性能アンテナ技術等を確立。

## 【社会への適用】

- ◆CS-2による「衛星利用パイロット計画」およびCS-3による「衛星通信高度利用パイロット計画」により我が国における衛星通信技術の民間利用が著しく加速。
- ◆JCSAT、SUPERBIRD、N-STAR等の民間通信衛星が打ち上げられ、衛星ビジネスが大きく発展。
- ◆NHKによる実用衛星放送の実現に貢献し、衛星放送ビジネス(WOWOWなど)の発展を先導。
- ◆BS放送は、1200万を超える世帯に普及。

## CSシリーズ1977～1988

通信衛星(CSシリーズ)において、世界初でKa帯を実用化



CS実験用13メートルパラボラアンテナ(鹿島)



## BSシリーズ1978～1991



放送衛星(BSシリーズ)において、家庭用BS直接受信システムが広く普及し、JCSAT-4,5,6号機の大出力中継器TWTに展開



BS実験用13メートルアンテナ(鹿島)

# VLBI 観測システム

## 【研究内容】

VLBI 観測システム及びデータ処理システムを開発し、地球の自転速度を極めて短時間で決定することに成功。

## 【研究成果】

### ◆K5VLBI観測システム

国土地理院、国立極地研究所が国際測地VLBI観測実施のために導入。

### ◆ソフトウェア関連処理プログラム

ヨーロッパVLBI研究所、イギリスケンブリッジ大学、オーストラリア連邦科学産業研究機構、カナダ資源局、ウィーン工科大学、上海天文台、イタリア、韓国にライセンス契約のもとで提供。また、民間機関が購入。

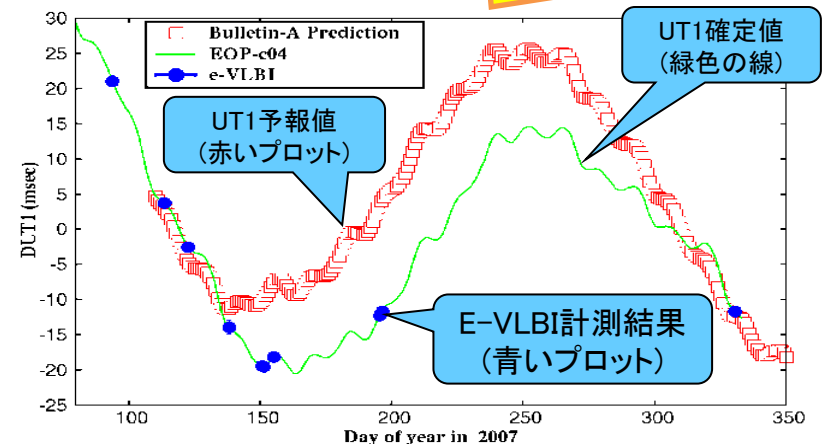
## 【社会への適用】

◆地球の自転速度の決定は、人工衛星の軌道決定に不可欠。

◆国立天文台、宇宙航空研究開発機構が電波天文観測、宇宙飛翔体の軌道決定のための観測装置としてK5VLBI観測システムを導入。



日本-スウェーデン間の国際基線により、地球の自転速度を観測後3分45秒で決定することに成功(2008年2月/世界記録)  
→「地球自転速度の決定」は人工衛星の軌道決定に不可欠、従来観測後2週間で得られる高精度解とほぼ同精度



# テラヘルツ技術

## 【研究内容】

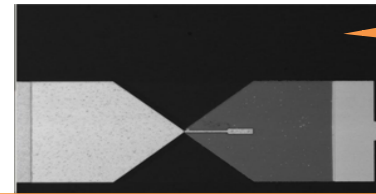
- ◆ 超伝導体における巨視的量子現象を利用した高感度、低雑音テラヘルツ帯受信機技術を世界に先がけて開発。
- ◆ テラヘルツ帯を用いた新しい分析技術に用いる試薬等のスペクトルデータベースを構築。

## 【研究成果】

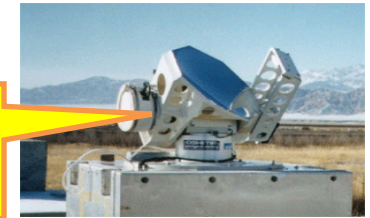
- ◆ 世界に先駆けて窒化ニオブ(NbN)を用いた超伝導受信機技術を開発。テラヘルツ帯で高感度、低雑音動作を実証。
- ◆ 西洋古典絵画修復を例に取り、Uffizi美術館で初期ルネッサンスの名画の分析に利用。テラヘルツ波による観測調査の有効性を示した。

## 【社会への適用】

- ◆ 試薬等のスペクトルを有する理研データベースと統合し、世界最大のテラヘルツ帯スペクトルデータベースを構築。



0.45THz窒化ニオブ(NbN)超伝導受信機チップ



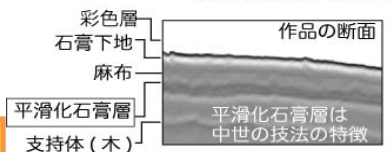
窒化ニオブ(NbN)超伝導受信機を搭載したサブミリ波電波望遠鏡(中国科学院紫金山天文台)

従来の非破壊検査技術では不可能だった、絵画の下地構造や、展色材(油、膠など)の分析が、テラヘルツにより、可能となった。文化財の修復保存に加えて、現代建築物の検査への応用も進められている。

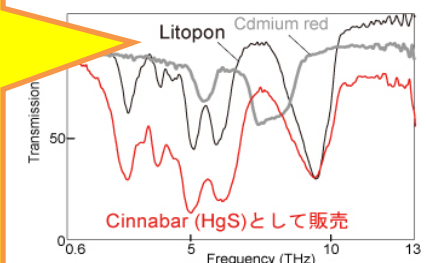


彩色の下地金箔

反射が大きい白は鉛白



天然の水銀朱(Cinnabar)として売られている顔料が合成のカドミウムレッドとリトポンの混合物であることがわかる。鉛、ヒ素、カドミウム等の化合物はテラヘルツ帯に明瞭なスペクトルを持つため、土壌汚染や食品の安全性評価を、X線を用いずに行うことができるかと期待されている。



# セキュリティ・インシデント分析技術

## 【研究内容】

社会的影響の大きいサイバー攻撃によるインシデント(セキュリティ事故)をリアルタイムに検知・分析し、現状のインターネット環境および今後のネットワーク環境の安全・安全を実現するネットワークセキュリティ技術の研究開発。

## 【研究成果】

- ◆大規模※<sup>1</sup>なインターネット観測とマルウェア※<sup>2</sup>の完全自動解析※<sup>3</sup>を行い、サイバー攻撃とそれを引き起こしているマルウェアの特定を可能とするインシデント分析センター「nicter」を開発。
- ◆サイバー攻撃のリアルタイムの「見える化(可視化)」を行い、少ない人的コストでの早期検知、高精度分析、実効的な対策を実現。

## 【社会への適用】

- ◆Telecom-ISAC Japan及び関連セキュリティベンダーとの連携を通して、攻撃・インシデント情報の共有と社会への情報展開を進める。また、ITU-T及びISO/IECなどの国際標準化活用にも寄与。
- ◆学術的にも日本のネットワークセキュリティ分野を牽引し、中心的存在。
- ◆今後は、次世代インターネットIPv6やホームネットワークなどのセキュリティ確保の研究開発を進めるとともに、日本全国規模のネットワーク観測網の構築を目指す。

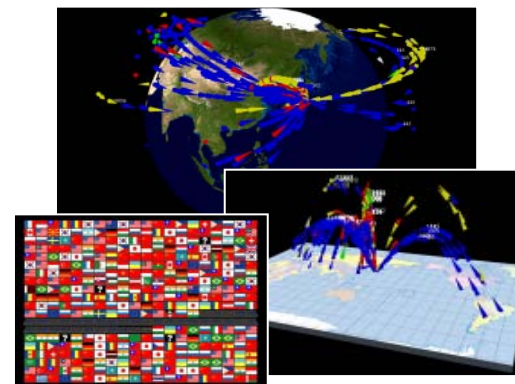
※1 2009年9月現在で約13万IPアドレスを観測。国内最大、国際的にも最大級の規模。

※2 マルウェア…コンピュータウイルスに代表される悪意をもったソフトウェアの総称。

※3 自動解析…従来は、マルウェアの個々の解析を専門家の知識・経験により実施していた。



インシデント分析センター  
**nicter**



インシデントの「見える化」



# 言語翻訳技術

## 【研究内容】

音声・言語処理技術を開発し、日本語、英語、中国語に対するソースを含み、対訳や多様な意味的關係を含む多言語概念辞書を構築し、多言語翻訳、音声翻訳技術、対話システム技術の研究開発を実施。また、日本人特有の発話英語を対象とした発話英語データベース(学習者発話コーパス)を構築。

## 【研究成果】

- ◆ 旅行会話を対象にした日英中音声翻訳システムの開発。
- ◆ 世界初の旅行会話を対象にした多言語テキスト翻訳技術を開発(18x17言語対)。
- ◆ 世界初で最大規模の学習者発話コーパスを作成。
- ◆ 英語学習者を対象とした話し言葉の学習支援システムを構築。
- ◆ Webから自動抽出した最新の日本語版辞書は、現在約170万語(広辞苑の6倍以上)をカバー。

## 【社会への適用】

- ◆ 携帯電話におけるテキスト翻訳サービス及び音声翻訳サービスとして、民間企業による事業化を実現。
- ◆ 場面と場所を特定し、語彙を限定することにより、翻訳精度及び処理速度を向上させる技術を試作し、北京五輪において音声翻訳モニター実証実験を実施。

## レシピ検索(βバージョン)

作成した辞書でブログからレシピを抽出Webから抽出した様々な調理のヒントを提示



## しゃべって翻訳

和英／英和／日中／中日の翻訳が可能  
例えば日本語で話しかけると英文で表示され、  
英語で話しかけると日本語で表示。  
NTTドコモ905i、906i、705i、706iシリーズ

### 音声翻訳端末



音声翻訳端末  
(市販の小型PC)

### (翻訳ソフト画面)



携帯電話端末



# 衛星通信技術とテストベッドネットワークによる 皆既日食映像中継

## 【実施内容】

2009年7月22日に硫黄島で観測された皆既日食の映像を「きずな(WINDS)」を用いて小金井へ中継し、さらにテストベッドネットワーク「JGN2plus」を通じて日本全国へ配信した。

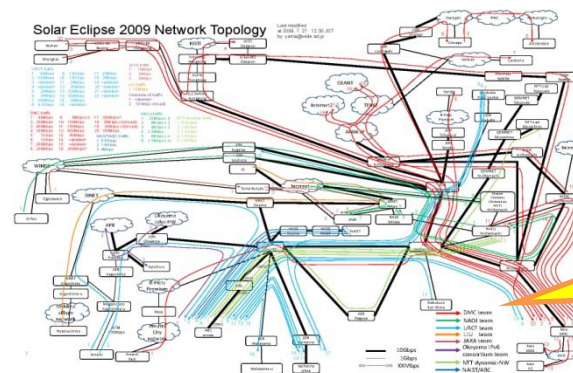
## 【実施成果】

国立天文台、JAXAとともに硫黄島から「きずな」を用いた日食画像伝送の通信実験を実施。硫黄島から日食画像及び風景映像をWINDSに向けて送信して小金井局で受信し、JGN2plusを経て天文台・NHKから、またNICT独自のストリーミングにて、皆既の瞬間の画像を届けることに成功。TV番組をはじめ各種イベント等で活用された。

NICT車載局(硫黄島)



ニュース番組多数で硫黄島の日食画像が引用された。



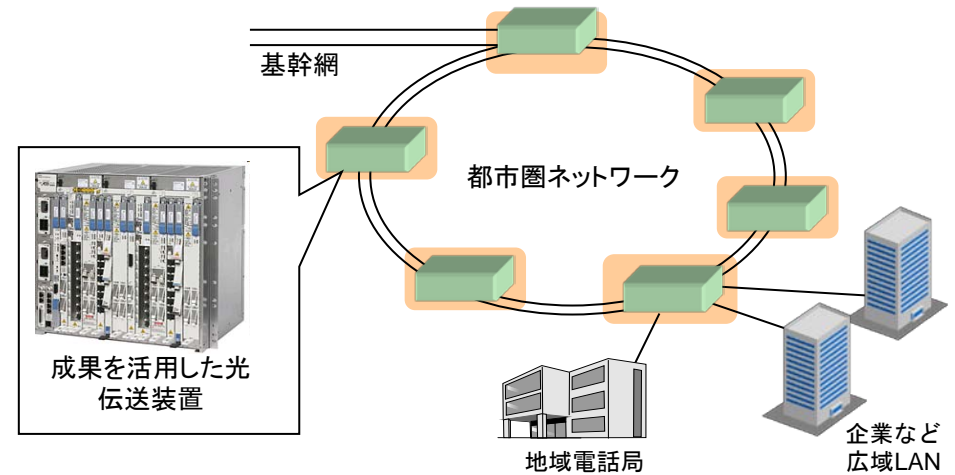
JGN2plusによる映像配信時のネットワーク構成図

# 高速大容量な光基幹ネットワーク

【研究内容】 高速・長距離伝送を行う上で妨げとなる光ファイバの歪特性や雑音を抑圧する技術などの開発。(NICTから民間企業等への委託による研究)

【研究成果】 1本の光ファイバで1.6Tbps(40Gbps x 40波)以上の安定した長距離伝送を実現。従来技術に比べてコスト・消費電力・大きさで各々約1/3に。

【社会への適用】 基幹網用伝送装置(平成18年:日本電気株)をはじめ多数製品化。

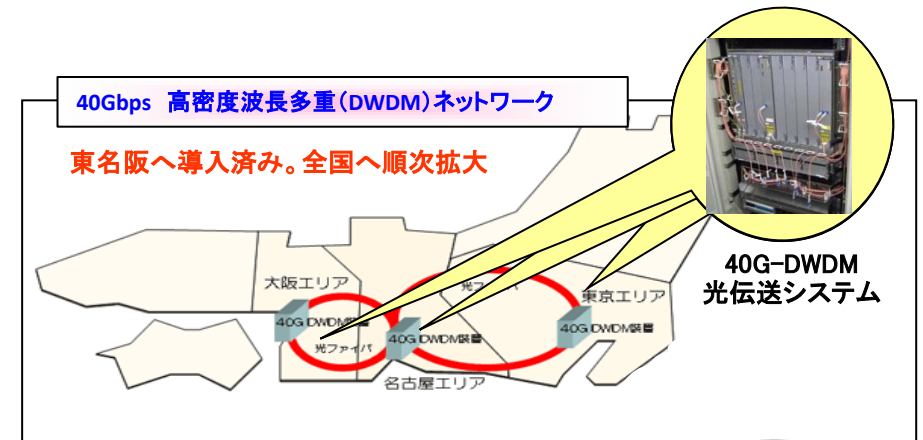


【研究内容】 大容量な光通信を実現する変調方式(4値変調技術)に関する研究開発。(NICTから民間企業等への委託による研究)

【研究成果】 無線通信で実用化されている位相を利用して情報を符号化する変調技術を光信号において世界で初めて開発・実用化(※)。

※4値の位相変調技術

【社会への適用】 東名阪の大容量基幹網に実展開(平成19年:NTT株が開発、NTTコミュニケーションズ(株)事業展開)。また、平成21年に世界で出荷される40G光伝送システムの約半分(推定:約4000台)で本方式を採用。



※DWDM: 1本の光ファイバで波長の異なる多数の信号を高密度に多重化した通信技術

# 家庭におけるブロードバンド回線

【研究内容】 量子暗号(\*)を受信するために必要な光子1個を検出可能な光ダイオードの研究開発。(NICTから民間企業等への委託による研究)

※量子暗号:量子力学の理論を用いた暗号技術。盗聴しようすると内容が無意味になり、盗聴されたことがわかる「究極の」暗号技術。

【研究成果】 入力された微弱な光を大幅に増幅するダイオード(アバランシェ・フォト・ダイオード:APD)を開発した。

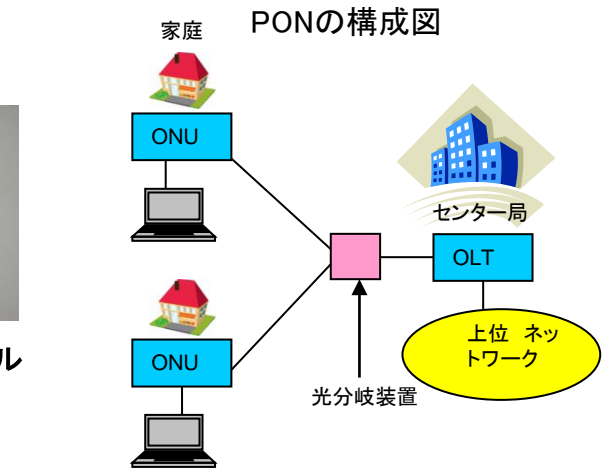
【社会への適用】 APDを製品化(平成18年:三菱電機(株))。

家庭の光アクセスの局舎側・家庭側に使われる光信号の分岐システム(G-PON(\*)システム)や、都市圏の高速10Gb/sネットワークに導入されている。

※G-PON:Gigabit Passive Optical Network



開発したAPDモジュール



上図のOLT、ONU(\*)等に導入

※OLT:Optical Line Terminal(局側光回線終端装置)

※ONU:Optical Network Unit(加入者側光回線終端装置)

【研究内容】 集合住宅で光回線と電話回線を繋ぐブロードバンド技術の研究開発。(NICTから民間企業等への委託による研究)

【研究成果】 電話回線を用いたインターネットへの高速接続を可能とする技術(VDSL技術(\*))を開発した。

※VDSL:Very high-bit-rate Digital Subscriber Line

【社会への適用】 VDSL装置を製品化(平成15年:住友電気工業(株))。

平成15年9月に製品化。ビル、集合住宅向けに広く普及し、ブロードバンド環境の進展に大きく寄与。

平成15年~平成20年の当該製品の出荷累計は、センタ装置が30万台、宅内端末装置が250万台に達した。



VDSLセンタ装置



VDSL宅内端末装置

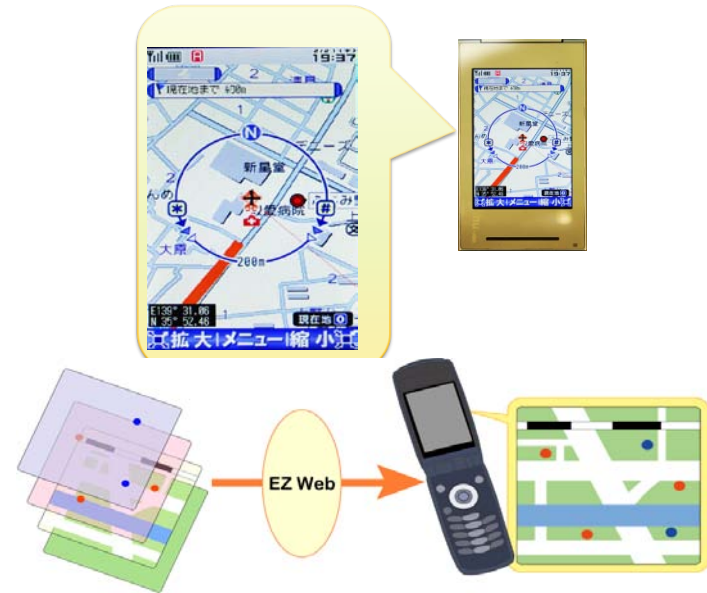
# 新たな携帯電話サービス

【研究内容】 携帯端末上で誰もがガイドマップを手軽に簡単に作成できる技術の研究開発。(NICTから民間企業等への委託による研究)

【研究成果】 ユーザが案内コンテンツ(店名、道順など)を作るだけで、あとは自動的にそれを白地図に重ね合せ、案内地図が生成される技術を開発。

【社会への適用】 EZガイドマップサービス等を製品化。  
(平成19年:KDDI(株))

国際標準化団体(World Wide Web Consortium)の標準に採用され、1500万台以上の携帯電話に搭載(平成20年9月現在)。



【研究内容】 携帯電話上の動画配信(Webcasting(※))に関する研究開発。(NICTから民間企業等への委託による研究)

※Webcasting: : テレビ番組などの映像・音声をインターネットで放送すること

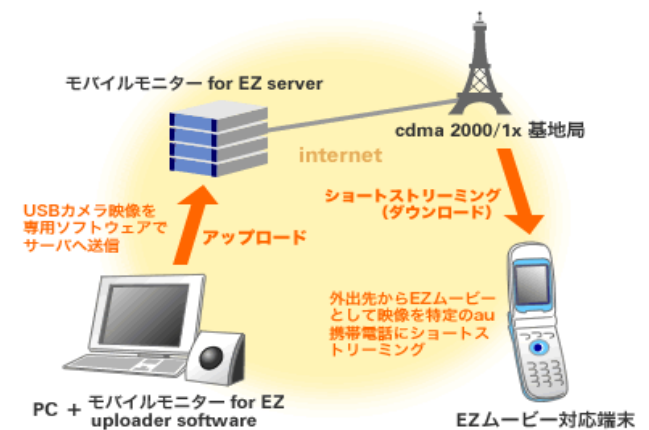
【研究成果】 携帯電話によるオールIPパケットでのリアルタイムの動画配信を可能とするための技術を開発。

【社会への適用】 携帯ムービー技術として製品化  
(平成14年:KDDI(株))。

au携帯電話に搭載され、2000万台以上の携帯電話に搭載(平成19年3月現在)。



いつでもどこでも携帯電話でリアルタイム映像視聴



# デジタルテレビ

【研究内容】 デジタル放送用HDTV高圧縮技術の研究開発。(NICTから民間企業等への委託による研究)

【研究成果】 HDTV画像コーデック(データの圧縮・伸張技術)の制御技術を開発し、エンコーダに搭載した。

【社会への適用】 HDTVエンコーダを製品化(平成16年:三菱電機(株))。  
多くのベンダーのDVDレコーダー、デジタルビデオカメラ、放送用機器に搭載。



本技術によるエンコーダが搭載された  
DVDレコーダー

【研究内容】 デジタルテレビの機能を常に最新にする放送技術の研究開発。  
(NICTから民間企業等への委託による研究)

【研究成果】 衛星や地上デジタル放送で送られてくるデータをダウンロードして、自動的に受信機のプログラムソフトウェアを更新させる技術。

【社会への適用】 この技術を用いたデジタルテレビを製品化  
(平成12年:松下電器産業(株)始め各社)。

国内の公的機関(ARIB:電波産業界)の技術標準に採用。  
この技術は、平成12年以降出荷されたデジタルテレビに標準搭載  
(2009年6月末までの累計で約5200万台出荷(※))。

※JEITA調査に基づく



ダウンロード機能が搭載された  
BS/CS/地上デジタルテレビ



# 遠隔医療

## 【研究内容】

リアルタイムに病院間での医療連携を可能とする技術に関する研究開発。(NICTから民間企業等への委託による研究)

## 【研究成果】

患者データを通信回線により伝送し、遠隔地にいる専門医の助言を受けながら、最寄りの病院等で診察することを可能にした。

## 【社会への適用】

かがわ遠隔医療ネットワークを実用化(平成13年)。  
全県的な医療連携のため、80以上の医療機関を結ぶ遠隔医療ネットワークが実稼動した。  
「香川WEB電子カルテネットワーク」、「香川周産期ネットワーク」と統合し、香川から全国に広がる医療ITネットワークとなった。



# 標準化を通じた社会貢献

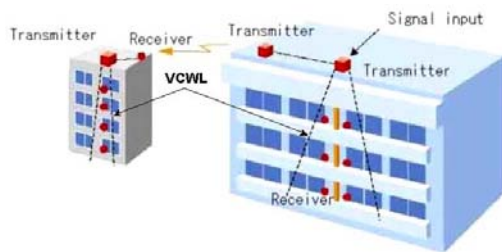
電気・電子機器等から放射された妨害波が、デジタル化した無線機器に対して及ぼす影響(通信品質劣化)を正しく評価するための測定装置\*1・測定法\*2を産業界と連携して開発し、国際標準化した。



NICT主導により標準化された国際規格に準拠した市販の測定器

\*1) 装置(CISPR 16-1-1 Ed2.0 2006) \*2) 測定法(CISPR 16-2-3 Ed2.1 2006)

集合住宅の屋上と各世帯を結ぶミリ波の映像伝送無線システムについて、国内標準化(ARIB規格。国際標準へも提案中\*4)。製品化済み。

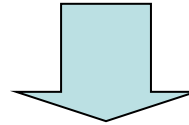


\*4) ITU-R新報告F.2107

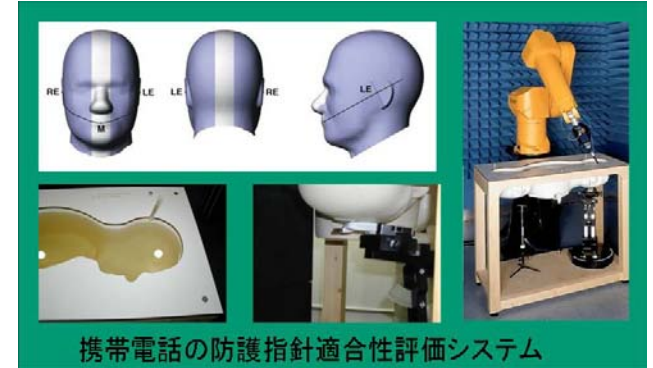


NICT試作機

携帯電話端末等で使用される電波が人体で吸収される電力の測定法\*3について国際標準化に寄与し、電波利用の安全性確保に貢献。



国の基準認証制度に活用され、基準に適合した安全な製品が市場に出回ることにより貢献。



携帯電話の防護指針適合性評価システム

\*3) 装置(IEC 62209-1,2005-02改定中)

無線LANの数百倍(1~6Gbps)の高速通信を可能とするミリ波帯無線ネットワーク国際標準化\*5。

家庭内家電機器間で、非圧縮デジタルハイビジョン信号等をケーブル無しで接続可能に。



家庭内での利用イメージ

\*5) IEEE802.15.3c

国際標準化への貢献: 標準化提案提出件数(ITU、IEEE等) 226件(平成20年度)