

# NICT NEWS

FEATURE

見えてきた

ナノICTで拓く情報通信の未来



## CONTENTS

## 1 2016年 年頭のご挨拶

理事長 坂内 正夫



## FEATURE

## 見えてきたナノICTで拓く情報通信の未来

## 2 Interview

## ナノ技術が通信に新たな可能性を拓く

大友 明

## 4 超伝導ナノワイヤ単一光子検出器システムの応用展開

三木 茂人

## 6 有機電気光学ポリマーの実用化に向けた研究開発

山田 俊樹

## 8 テラヘルツ有機デバイスの研究開発

先端有機材料とデバイスの開発により高性能・小型光源を実現する

梶 貴博

## TOPICS

## 10 NICTオープンハウス2015開催報告

## INFORMATION

## 14 ◇音声翻訳アプリ“VoiceTra”の新バージョンを公開

◇NICTが開発した聴障者支援アプリ「SpeechCanvas」「こえとら」

## 表紙写真

合成した有機分子材料の分離・精製。層分離した合成物の分子構造を同定し目的分子のみを高純度で取り出す。

# 2016年 年頭のご挨拶

国立研究開発法人情報通信研究機構  
理事長 坂内 正夫



## 明けましておめでとうございます

NICTは、国立研究開発法人として新たな年を迎えました。節目となる年の初めにあたり、NICTとしてはこれまで以上に実りある研究開発等に取り組み、より一層社会に貢献していかなければならないと決意を新たにしています。

国立研究開発法人への移行に際して、NICTでは、「戦略的重点研究開発」、「オープンイノベーション」、「グローバル展開」、そして「挑戦的なフロンティア研究」の観点に着目した強化を図ってまいりました。

まず、戦略的重点研究開発の観点で一例を挙げると、“ソーシャルICTプロジェクト”を立ち上げました。これは、実社会の様々な情報をセンサーにより収集し、それらの情報をビッグデータとして処理することで新たな価値を創造しようという取組で、交通や防災等のさまざまな社会的課題の解決など、大きな貢献が期待されています。

また、オープンイノベーションの観点では、光ネットワークや音声翻訳などのさまざまな分野においてNICTをプラットフォームとするプロジェクトを立ち上げるなど、研究開発の円滑化や社会実装の効率的促進を図っています。

さらに、グローバル展開にも力を入れ、世界25カ国の91機関との間でMOUを締結し、国際共同研究も積極的に推し進めると共に、若手研究者向けのファンドの充実や若手研究者による

挑戦的な研究開発にも取り組んでいます。特に若手研究者では、各種の殺菌等に利用が期待される深紫外光LED、次世代の電力デバイスとして注目される酸化ガリウム高電圧デバイス等、大きな社会的インパクトに結びつく技術が誕生しつつあり、将来に向けて明るい展望が開けてまいりました。

今後に目を転じれば、現代社会はまさに「第四次産業革命」とも呼ぶべき大変革に差し掛かっており、IoT・ビッグデータ・人工知能といった新たな技術革新の波が打ち寄せているのを感じます。

NICTでは今年4月から新たな中長期目標の期間が始まりますが、この期間は世界中のICT分野の研究機関にとってまさに正念場となるでしょう。NICTとしては、日本の社会をより良い方向に変革するべく、知恵を絞って創意工夫のある活動に取り組み、新たな潮流を自ら生み出していく所存でありますので、皆様におかれましても引き続きご理解、ご支援を賜りますよう宜しくお願いいたします。

最後になりましたが、本年が皆様にとって素晴らしい年になりますよう祈念いたしまして、年頭のご挨拶とさせていただきます。

## INTERVIEW

## ナノ技術が通信に新たな可能性を拓く



大友 明 (おおとも あきら)

未来ICT研究所  
ナノICT研究室 室長

大学院修了後、1996年、郵政省通信総合研究所（現NICT）に入所。分子フォトンクスやナノフォトンクスを光制御技術に応用する研究などに従事。2011年より現職。Ph.D.

我々の社会生活にとって必要不可欠な存在となった情報通信ネットワーク。しかし、ますます進む高速化と大容量化は、看過できないまでにシステムの消費電力量や発熱量の増大を招き、新たな技術的ブレークスルーが切実に求められる事態となっている。こうした課題に対する有望な回答と考えられるのが、ナノ技術を駆使した材料やデバイスの登場である。その先端の研究について、未来ICT研究所 ナノICT研究室の大友明室長にお話を伺った。

## ■情報通信におけるナノ技術とは

——「ナノ技術」という言葉は、注目の先端技術としてよく耳にしますが、「とても微細な世界の話」という以上になかなかイメージが掴みづらいところがあります。そしてまた、それはどのように情報通信技術に関わってくるものなのでしょうか。

大友 確かに一言で「ナノスケール」と言っても、なかなかピンと来ないかもしれません。ナノメートルとは10億分の1メートルの単位ですが、1/10ナノメートルが原子の世界、数ナノメートルが分子の世界といえ、どれくらい微細であるか分かってもらえるでしょうか。

ナノICT研究室は、そうしたナノスケールの材料技術、加工技術を情報通信の分野に活かし、既存の技術の延長では達成できない、革新的なICTハードウェアに繋がる研究開発を手掛けています。ナノ技術により、従来よりもはるかに高機能・高効率で、しかも小型化されたデバイスの可能性が開けてきます。ますます大規模化するネットワーク・インフラにおいて、これは大きなメリットとなります。

## ■革新的ハードウェアを産む2つの分野

——具体的には、どのような研究が行われているのですか。

大友 大きく分けて、2つの研究テーマを手掛けています。

1つは、有機材料の分野です。有機材料は、分子内の $\pi$ 共役電子が光の電磁場と共鳴するため、無機材料に比べ高速で高効率の光応答性を持ちます。ただし、その機能は分子構造や配列で変化するため、数ナノの分子レベルで設計・制御・合成する必要があります（図1）。この分野を担当するのが、有機ナノデバイス研究グループです。

もう1つは超伝導材料です。ご存知のように、超伝導とはある物質がある温度以下



図1 新規有機分子材料の合成

になると電気抵抗が0になる現象ですが、その完全導電性、磁束量子化などのユニークな特性を利用したデバイス開発に大きな可能性があります。この超伝導デバイス開発においては、10ナノメートル程度の厚みで原子を積み上げ、薄膜を生成させるといった微細な加工・成膜の技術が必要とされます。この分野は、超伝導デバイスグループが担当しています。

### ■実用化される成果

——すでにこちらでの研究開発のなかで、実用の段階に入っているもの、それに近づいている技術があれば教えてください。

**大友** 特に実用に向けて実を結びつつある

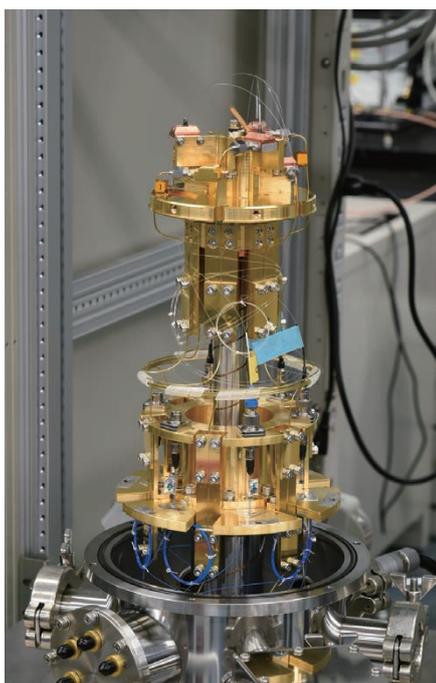


図2 超伝導ナノワイヤ単一光子検出システムの内部

ものとして、超伝導デバイスの研究における窒化ニオブ (NbN) 薄膜形成技術、ナノワイヤ作製技術などをもとに開発された超伝導ナノワイヤ単一光子検出器 (SSPD) (図2) があげられると思います。これは現在広く利用されているアバランシェフォトダイオード (APD) よりもさらに高性能な光子検出器で、情報通信分野では、量子暗号通信システムにおいてキーデバイスの1つになりつつあります。

SSPDは、情報通信以外の分野にも大きな波及効果を持つことが期待されています。蛍光顕微鏡やレーザー測距技術などの分野でも、今まで半導体で構築されてきたものをSSPDで代替することにより、格段の性能向上、高速化が図れるのではと考えられます。

また、有機電気光学 (EO) ポリマーも、実用性の向上が図られています。情報通信技術の基盤を担うようになった光通信には光変調器などさまざまなコンポーネントが必要です。効率がよい有機材料を使うことで、省エネルギー化、高速化を図ることができます。既に100GHzを超える変調を実現しています。

従来、有機材料は無機材料に比べ「環境に弱い」がデメリットとされてきました。これに対し、熱に強いEOポリマーの開発や、周囲の酸素や水から保護するため、表面を無機材料の原子の層で覆って保護し、実用性を高める技術も開発しています。

また、現在NICT全体でテラヘルツ (THz) の研究を推進していますが、これにも有機材料分野が大きく関わってきます。一般に変調器を動かすギガヘルツ (GHz) 帯より周波数が高くなりますが、相互作用は基本的に同じ。そこで超高速光変調用に我々が作った材料やデバイスを使えば、従来より

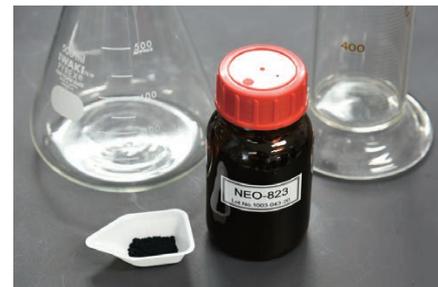


図3 試薬として提供予定の高性能有機EO材料

も高効率でコンパクトなTHz発生器が実現できるのです。これも現在、精力的に取り組んでいるテーマです。

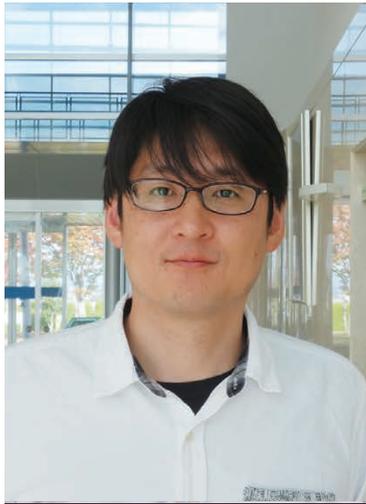
### ■「材料からデバイスまで」の体制に強み

——今後も興味深い成果が数多く生まれてきそうですね。特にこの研究室における研究体制の特長、強みなどはありますか。

**大友** 一般に、材料の研究は材料、デバイスはデバイスとそれぞれ専門が分かれています。なかなかうまく連携が取れないことが多いのです。しかし、我々ナノICT研究室では、材料の合成も自ら行いますし、測定技術、設計やデバイス開発まで、一貫して行っています。したがって、デバイス開発においても材料の特性をよく理解して作ることができ、何か課題に突き当たった時も、原理的な部分まで立ち戻ってアイデアを出し、解決を図ることができます。共同研究の話も数多く来ていますし、研究開発の裾野を広げるため、その有効性を評価してもらうための試薬として提供を開始する予定です (図3)。

もちろん、我々の手掛けているものに最初からマーケットのあるものは少なく、課題も多いのですが、今後の情報通信技術を考える上で、必要性は非常に高い。責任は重大だと考えています。

## 超伝導ナノワイヤ単一光子検出器システムの応用展開



**三木 茂人** (みき しげひと)

未来ICT研究所  
ナノICT研究室  
主任研究員

大学院博士課程修了後、科学技術振興機構研究員を経て、2005年、NICTに入所。超伝導ナノワイヤを用いた単一光子検出器に関する研究に従事。博士（工学）。

**超** 伝導材料がもたらすユニークな現象と、極低温環境がもたらす超低熱雑音環境は、超高感度・低雑音な受信機や検出器を作り出すことを可能とします。なかでも、光の最小単位である光子（光子）を検出することが可能な超伝導ナノワイヤ単一光子検出器（Superconducting Nanowire Single-Photon Detector: SSPD）は他の検出器を凌駕する性能を実現し、量子情報通信技術をはじめとする様々な研究分野に使われています。

### ■超伝導ナノワイヤ単一光子検出器 (SSPD) システム

NICTで開発しているSSPD素子は、超伝導窒化ニオブ (NbN) 薄膜によるナノワイヤと、光子を効率良く吸収するキャビティ層、電極ラインなどから構成されています。原子層数層からなるNbN薄膜の成膜や線幅100ナノメートル以下のナノワイヤ加工

など、高度なデバイス作製技術が必要となってきますが、これらはすべて未来ICT研究所（神戸）にある超伝導デバイスクリーンルーム内において、長年にわたる超伝導デバイス開発で蓄積された技術を駆使して作られています（図1）。作製されたSSPD素子は、入射光を導入するための光ファイバと高効率光結合が可能なパッケージに実装された後、小型機械式冷凍機システム内部に実装されます（図2）。この小型機械式冷凍機を用いた検出器システムは、取り扱いの難しい液体ヘリウムを使用して冷却する必要がなく、AC100Vで動作可能なコンプレッサーにより連続運転をすることが可能であるため、応用用途で用いる際にも極低温環境を簡便に使用出来るようになっています。また、現在の冷凍機システムのサイズとしては19インチラックに収まる程度の大きさとなっておりますが、様々な応用分野への適用を念頭において、さらなる小型化に向けた委託研究も行っていま

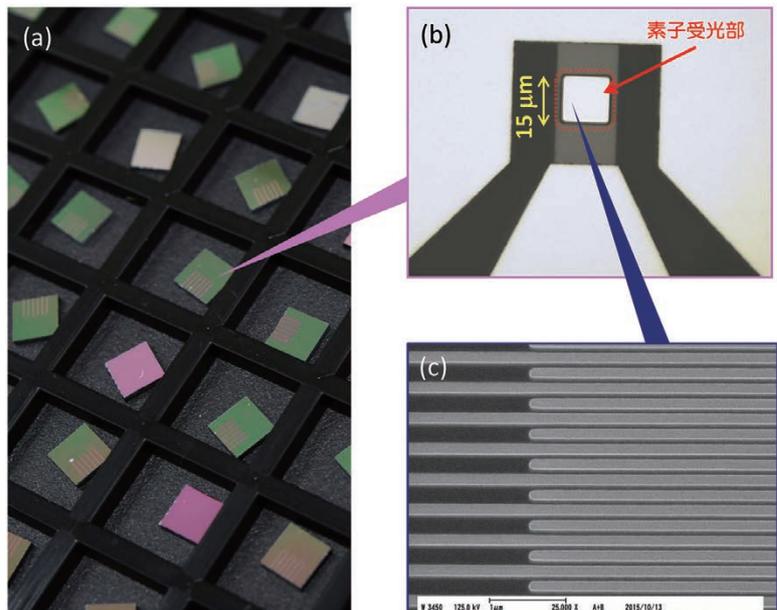


図1 ナノICT研究室で作製されたSSPD素子  
(a)チップ写真、(b)素子受光部の顕微鏡写真、(c)超伝導ナノワイヤの電子顕微鏡観察像

す。また、NICT NEWS 2013年12月号<sup>\*1</sup>で紹介したように、NICTにおいて開発したSSPDシステムの性能の大幅な向上にも成功しており、1550nm波長帯におけるシステム検出効率80%以上、暗計数率100カウント/秒以下、時間分解能100ps以下を達成しています。これは、これまで用いられてきたアバランシェフォトダイオード (Avalanche Photo Diode: APD) と比べると200倍以上<sup>\*2</sup>の高性能となっています。

### ■ SSPDの応用分野への展開

現在、NICTで開発したSSPDシステムについては、NICT内外を問わず、様々な研究グループと共同研究による応用展開を行っています。例えば、量子情報通信技術分野においては、光子を用いて情報のやりとりが行われるため、通信波長帯域における高感度・低雑音・高時間分解可能な単一光子検出器が必要となってきます。NICT

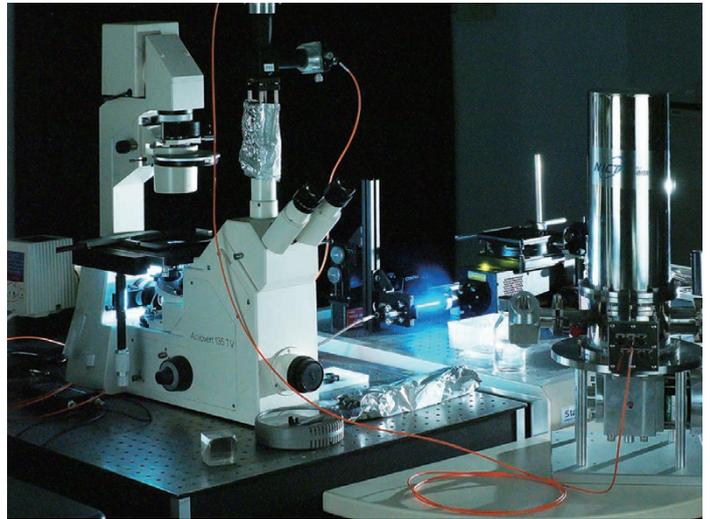


図3 SSPDを用いたFCS顕微鏡システム

の量子ICT研究室において推進している敷設ファイバを用いた量子鍵配送実験ではSSPDシステムが実際に導入されており、1か月を超える安定動作を実現し、従来比で1桁の性能改善に成功したなどの成果が得られています。また、単一光子源の特性評価や多光子干渉など様々な量子光学試験に適用され、これまで得られなかった成果をあげており、これらの成果は、Nature Scientific Report や Physical Review A、Optics Expressなど多数の論文誌に掲載されています。

また、ライフサイエンス分野では細胞中の分子の数や大きさを、生きた状態で測定可能な蛍光相関分光法 (Fluorescence Correlation Spectroscopy: FCS) と呼ばれ

る重要な観測手法があります。FCSでは、蛍光ラベリングした分子からの微弱な発光を検出しなければならないため、可視波長領域における高感度な単一光子検出器が必要となります。これまでは、APDが一般的に用いられてきましたが、アフターパルスと呼ばれるAPD由来の信号により、サブマイクロ秒以下の短い時間スケールで生じる分子の運動を観測することは困難でした。我々は、北海道大学および大阪大学との共同研究により、FCSにSSPDシステムを適用し (図3)、これまで不可能であったサブマイクロ秒の時間領域において、蛍光分子の回転拡散成分の観測に成功しています。

### ■ 今後の展望

SSPDシステムは、今回ご紹介した応用例だけではなく、深宇宙光通信技術やレーザセンシング、分光技術等の応用分野への適用も期待されています。そのためには、SSPDのさらなる性能改善や、空間分解能や光子数識別などの高機能化が求められており、SSPDアレイシステムなどの研究開発も進められています。今後も、様々な応用分野において新たなパラダイムシフトを促す基盤となる光子検出技術の開発を続けていきたいと考えています。

(a) (b)

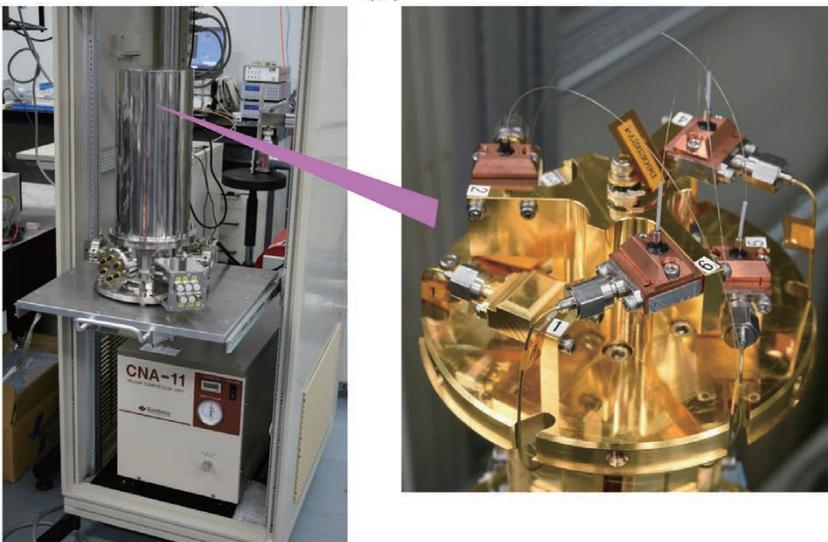


図2 SSPD冷凍機システム

(a) 19インチラック内に収納されたSSPDシステム外観  
(b) 冷凍機システム内部にSSPDが実装された様子

\*1 <http://www.nict.go.jp/publication/NICT-News/1312/02.html>

\*2 総合性能を検出効率÷(暗計数×タイミングジッタ)として評価

## 有機電気光学ポリマーの実用化に向けた研究開発



**山田 俊樹** (やまだ としき)

未来ICT研究所  
ナノICT研究室  
主任研究員

大学院博士課程修了後、科学技術振興事業団 CREST 研究員を経て、1999 年に郵政省通信総合研究所（現 NICT）に入所。新規薄膜作製、単一分子分光、有機電気光学ポリマーに関する研究に従事。博士（工学）。

**電** 気光学（Electro-Optic: EO）効果は、物質に電界が印加されたときに屈折率が変化する現象です。EO 効果は、光通信のキーデバイスである電気信号を光信号に変換する光変調器や光スイッチの中で使われています。NICT では、EO 効果を持つポリマー（EO ポリマー）の特性を向上させ、様々なタイプの光変調器や光スイッチの開発、テラヘルツ波の発生・検出に応用するための研究をしています。ここでは、EO ポリマーの材料開発、耐熱性向上、デバイス応用に関する研究や EO ポリマーの優れた特性について紹介します。

### ■背景

近年、通信ネットワークにおいては、通信容量の更なる拡大、情報処理装置の高速化、用途の多様化が進んでおり、光通信の重要な要素技術である光変調・スイッチン

グデバイスの広帯域化と低消費電力化が重要な技術課題となっています。EO ポリマーはマイクロ波領域の誘電率が小さく、光通信に使われる光波に対する屈折率と変調マイクロ波に対する実効屈折率の差を小さくすることが可能であるため、100 GHz 以上の超高速動作が期待できます。近年、以下に示すように EO 色素の性能向上は顕著で、EO ポリマーの電気光学定数  $r_{33}$  が 100 pm/V を超えるようになり、デバイスの性能を表す指数 ( $FOM = n^3 r_{33}$ ) では、ニオブ酸リチウム (LiNbO<sub>3</sub>) を超えることが可能になってきています。このような背景から超高速応答性と低消費電力性を兼ね備えた EO ポリマーデバイスに関心が集まっています。また、長距離通信ネットワークだけでなく、中・短距離のデータ通信においても 100 Gbit/s を超える超高速通信が必要になってきており、電気配線から光配線（光インターコネクション）への移行が進められています。このような用途では高速性、低消費電力性に加えて、小型化、低コスト化が重要な要件であり、シリコン導波路と EO ポリマーを組み合わせたデバイスに注目が集まっています。

### ■新たなEO色素分子の分子設計・合成技術とEOポリマーの電気光学定数評価技術

EO 色素分子は、一般に電子ドナーと呼ばれる電子を押し出す性質をもつ基、電子アクセプターと呼ばれる電子を引き付ける性質をもつ基、それをつなぐ  $\pi$  共役系から構成され、非対称構造をとっています。分子内の原子と原子が二重結合を作るとき、1本目の結合を作る電子 ( $\sigma$  電子) はがちり結びつものに対して、2本目の結合を作る電子 ( $\pi$  電子) は動きやすい性質を持っています。分子の光学的、電気的な機能の発現には、この  $\pi$  電子の集団である  $\pi$  共役系が重要な役割を担っており、EO 色素の

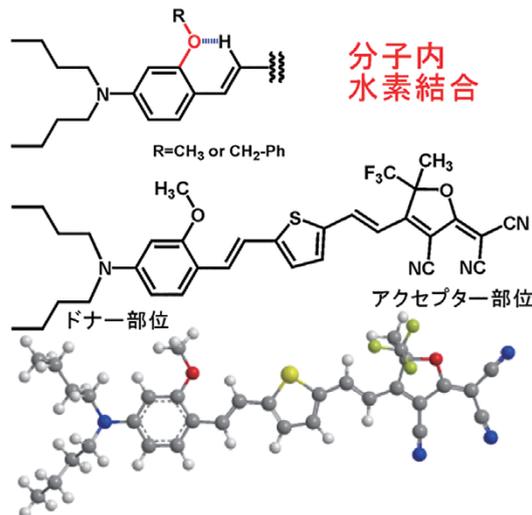


図1 分子内水素結合を利用した高性能有機電気光学色素分子の一例

分子設計においても、 $\pi$ 共役系の長さや向きなどを考えることが重要となります。電子ドナー部位の特定の場所（アミノベンゼンのメタ位）にアルキルオキシ基を導入し、分子内水素結合を利用して $\pi$ 共役系の構造を安定化させることにより、電気光学性能が増大する効果を見出しました。これにより、EO色素分子の更なる高性能化に向けた新しい分子設計指針を獲得し（図1）、世界最高レベルのEO色素分子の開発に成功しました。我々の開発しているEOポリマーは主鎖ポリマーにこのようなEO色素を側鎖として導入したもので、EOポリマーにポーリングという処理を行い、EO効果を発現させます。また、アパチャー無しの透過型エリプソメトリー法という信頼性の高い、電気光学定数 $r_{33}$ の新たな評価手法も開発し、EOポリマー材料開発にフィードバックしています（図2）。



図2 電気光学定数 $r_{33}$ の測定系  
（アパチャー無しの透過型エリプソメトリー法）

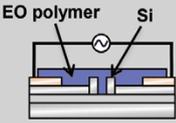
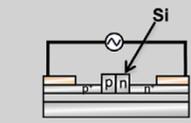
材料 デバイス技術	EOポリマー・ Si導波路	Si
構造		
帯域 (GHz)	> 300	37 ~ 70
$V\pi L$ *Loss (dBV)	2	10
駆動電圧 (V)	< 1	1.1
消費電力 (mW/GHz)	0.03	3 ~ 6

図3 シリコン導波路・EOポリマーハイブリッド変調器とシリコン変調器との性能比較

### ■耐熱性を向上した新たなEOポリマーの開発

EOポリマーは100 GHz以上の超高速変調が可能で、既存材料よりも低消費電力で動作するといった特徴がありますが、これまでは、主としてEO色素分子の配向緩和に基づく耐熱性に問題があるとされ、実用化がなされてきませんでした。NICTでは、独自のポリマー構造を用いることで、ガラス転移温度が160℃以上のEOポリマーの開発に成功し、光通信デバイスに要求される85℃の保存試験で良好な耐熱性を示すことを見出しました。

### ■シリコン導波路・EOポリマーハイブリッドデバイスの開発

図3に示す通り、シリコン導波路・EOポリマーハイブリッド変調器は小型（1 mm程度）、超高速（帯域100 GHz以上）、低消費電力（0.1 mW/GHz以下）と非常に優れた特性を持つことが期待されます。これはシリコンの高屈折率を利用して高度な光閉じ込めを可能にするシリコン導波路と、EOポリマーの大きなEO効果と超高速性を組み合わせているためです。一方、シリコン変調器は光変調の原理としてEO効果ではなく、キャリアプラズマ効果（キャリア

濃度の密度変化）を利用して電流を流すため、低消費電力、高速性には限界があります。EO効果を光変調の原理として用いていないため、光変調の際に位相と振幅が関連していることも応用する上で問題となってきます。

NICTでは、中・短距離のデータ通信の光化（光インターコネクション）への応用に向けて、高性能かつ高耐熱性を有する有機EO材料を用いた、超高速、低消費電力、小型化が可能なシリコン導波路・EOポリマーハイブリッドデバイスの開発を進めています。

### ■今後の展望

EO色素及びEOポリマー材料の開発技術を軸として、EOポリマー光変調器・スイッチ、シリコン導波路・EOポリマーハイブリッドデバイスを開発し、企業と共同で社会展開していきます。EOポリマーは前述の長・中・短距離通信への応用だけでなく、光源と組み合わせることにより低消費電力で超高速パルスを生成し、センサーにも応用できます。また、開発したEOポリマーはテラヘルツ波の発生や検出においても非常に有望であり、多様な応用展開が期待できます。

## テラヘルツ有機デバイスの研究開発

先端有機材料とデバイスの開発により高性能・小型光源を実現する



### 梶 貴博 (かじ たかひろ)

未来ICT研究所  
ナノICT研究室  
主任研究員

大学院修了後、グローバル COE 特任助教を経て、2009年にNICTに入所、2015年5月より現職。有機光デバイス作製に関する研究に従事。博士（工学）。

**非**接触・非侵襲でのセンシングや超高速の無線通信への利用が期待されるテラヘルツ波の社会利用を加速するためには、テラヘルツ装置の小型化と高性能化が不可欠です。私達は、従来にない小型で高性能なテラヘルツ光源と検出器の実現を目指し、優れた非線形光学特性を有する有機非線形光学ポリマーの開発とデバイスの開発を進めてきました。

### ■背景

テラヘルツ波は、電波と光波の間の周波数（0.1～10 THz）をもつ電磁波であり、電波よりも高い周波数であることから超高速無線通信への利用が期待されています。また、物体に対する高い透過性と「指紋スペクトル」と呼ばれる物質固有の吸収パターンの存在から、センシングへの利用が期待されています。テラヘルツ波を用いたセンシングでは、物体内部の構造を非接触・非侵襲でイメージングできることに加えて、身の回りに存在する様々な「もの（物質や生体物質など）」に関する情報を取

得することで、物体に含まれる物質を識別することができます。こういった従来のセンサーでは取得が困難であった「もの」についての情報の活用により、セキュリティや健康、医療、環境、化学、工業、農業など社会の様々な場面での生産性や効率が向上するほか、社会の危険をいち早く検知できるようになると期待されています。

テラヘルツ波のセンシングや無線通信への利用を社会で加速させるためには、テラヘルツ装置（テラヘルツ光源、検出器）の小型化と高性能化が重要です（図1）。現在の多くのテラヘルツ光源では、レーザー光を非線形光学材料などで波長変換することでテラヘルツ波を発生させます。しかし、この波長変換の効率が非常に低いため、高出力で大型のレーザー光源が必要となり、装置が大型化していました。また、現在の多くの装置のテラヘルツ波の発生や検出の帯域は低周波の領域（0.1～4 THz程度）に限られているため、「指紋スペクトル」のうち、物質の識別のために有用な多くの吸収ピークが存在する高周波領域の取得が困難でした。テラヘルツ波のセンシング利

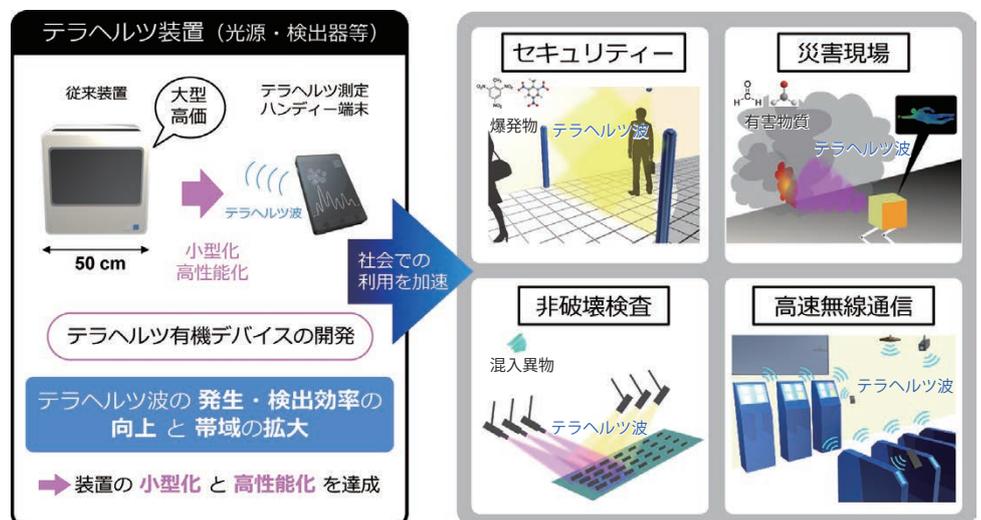


図1 テラヘルツ装置の小型化・高性能化による社会での利用拡大

用を進めるためには、テラヘルツ波を発生・検出する帯域の拡大が求められています。

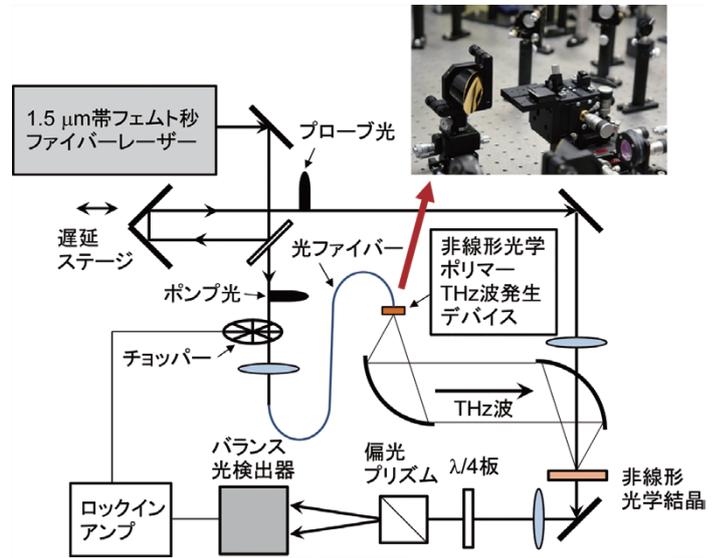


図2 非線形光学ポリマーテラヘルツ波発生デバイスの評価装置

### ■非線形光学ポリマーを用いたテラヘルツ技術

私達は、テラヘルツ波の発生や検出効率の大幅な向上と帯域の拡大を実現するため、非線形光学ポリマーとそれらを用いたデバイスの開発を進めてきました。

非線形光学ポリマーは、テラヘルツ波の発生・検出に従来から用いられているニオブ酸リチウム (LiNbO<sub>3</sub>) やテルル化亜鉛 (ZnTe)、DASTなどの無機・有機の非線形光学結晶材料と比較して、大きな電気光学係数 (>100 pm/V) を有し、材料の屈折率の効果を考慮に入れたテラヘルツ波の発生に関する性能指数が、これら材料の値を上回ります (表)。

また、ニオブ酸リチウムやテルル化亜鉛などの無機結晶材料は、結晶格子振動による影響で、発生したテラヘルツ波が高周波領域で吸収されることが帯域を狭める要因となっていますが、非線形光学ポリマーは、テラヘルツ領域の広範囲で吸収係数が小さいことから、超広帯域 (0.1~20 THz) でのテラヘルツ波の発生や検出が可能です。

さらに、非線形光学ポリマーは、微細加工プロセスによる導波路デバイスの作製が可能なことから、光閉じ込めの効果により

テラヘルツ波の発生効率を大幅に高めたデバイスを実現できると期待できます。

### ■非線形光学ポリマーを用いたテラヘルツ波発生デバイス

私達は、小型のテラヘルツ光源の実現に向けて、小型半導体レーザーやファイバーレーザーで発振可能であり、様々な光通信技術が利用可能な波長である1.5μm帯のレーザー光を用いたテラヘルツ波発生デバイスの開発を進めています。

私達はこれまでに、フェムト秒チタンサファイアレーザーからのレーザー光を光パラメトリック増幅器で波長変換して得られた波長1.5μmのレーザー光を非線形光学ポリマーへ照射することで、テラヘルツ波を発生させることに成功しています。さらに、より小型で低出力の1.5μm帯小型エルビウムドープファイバーレーザーを用いたデバイス評価システムを構築し (図2)、弱ポンプ光強度条件下での非線形光学ポリマーデバイスからのテラヘルツ波発生の観測に初めて成功しています。テラヘルツ波

の発生効率をさらに高めるために、微細導波路構造を用いたテラヘルツ波発生デバイスの開発を進めるとともに、超広帯域でのテラヘルツ波の発生が可能となる、パルス幅がより短い1.5μm帯超短パルスファイバーレーザーを用いた実験を進めています。

### ■今後の展望

テラヘルツデバイスのさらなる高性能化に向けて、テラヘルツ波の吸収損失を大幅に低下させた材料の開発を進めるとともに、私達のグループで開発を進めている有機・シリコンハイブリッド光変調器の技術を応用することで、テラヘルツ波の発生効率を飛躍的に高めたデバイスの開発を行います。また、テラヘルツ波の検出器に関しても、非線形光学ポリマーの利用による高感度化が可能です。発生と検出の両方の性能を高めることで、従来にない小型テラヘルツ装置を現実のものとし、テラヘルツ波を活用した次世代の安心・安全で快適なICT社会につなげていきます。

表 テラヘルツ波の発生や検出に用いられる非線形光学材料の比較

	テラヘルツ帯域	屈折率 $n_o, n_{THz}$	電気光学定数 $r$ (pm/V)	THz発生 性能指数	微細加工
非線形光学ポリマー	0.1 - 20 THz以上	~1.7, ~1.7	100以上	8900以上	◎
ニオブ酸リチウム (LiNbO <sub>3</sub> )	0.1 - 2 THz	2.2, 4.96	32	1500	
テルル化亜鉛 (ZnTe)	0.1 - 4 THz	2.83, 3.16	4	160	△
DAST (有機結晶)	0.3 - 16 THz	2.13, 2.26	47	5600	

## NICTオープンハウス2015開催報告

NICTでは、施設を一般公開し最新の研究成果を紹介する「NICTオープンハウス2015」を、小金井、神戸、けいはんな、うめきた、鹿島、沖縄の6拠点で開催しました。  
今回は、前号で報告した神戸を除く5拠点のオープンハウスの様子をご紹介します。

### NICTオープンハウス2015

2015年10月22日(木)、23日(金)の2日間、NICT本部(東京都小金井市)にて、「NICTオープンハウス2015」を開催しました。本イベントは、NICTにおける最新の研究成果について、講演、デモンストレーション・パネル展示、ラボツアーなどにより、地方の研究拠点の成果も含めて一堂にご紹介するNICT最大のイベントです。

両日とも、秋晴れの天気恵まれ、約1,000名の皆様にご来場いただきました。

#### オープニングセレモニー

初日のオープニングセレモニーでは、満員の会場で、NICT坂内正夫理事長による主催者挨拶と活動報告に続き、特別講演として、慶應義塾大学環境情報学部教授 徳田英幸氏に、「IoT/CPSとソーシャルオープンデータによるスマートシティの創出」と題した講演を行っていただきました。



オープニングセレモニー会場の様子



坂内理事長による主催者挨拶



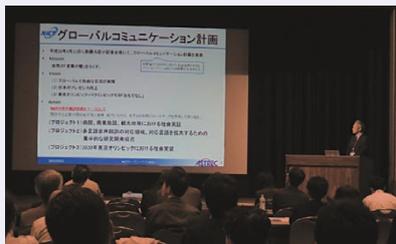
徳田氏による特別講演

#### 講演会

NICTにおける広範な研究分野の概要、成果、今後の展望を多くの方々にご紹介することを目的に、2日間にわたり11講演を行いました。



自然災害に対する強靱な社会の実現に貢献するレーダセンシング技術  
電磁波計測研究所  
センシングシステム研究室  
室長 久保田 実



グローバルコミュニケーション計画を支える音声翻訳技術  
ユニバーサルコミュニケーション研究所  
音声コミュニケーション研究室 室長  
先進的音声翻訳研究開発推進センター  
先進的音声技術研究室 室長 河井 恒



インシデント分析センター"NICTER"  
ネットワークセキュリティ研究所  
サイバーセキュリティ研究室  
主任研究員 衛藤 将史

## ラボツアー

毎年好評の「ラボツアー」は、9コース全38回を実施しました。普段見ることのできない実際の施設を見学することにより、最新の研究技術を体験できることも、オープンハウスの醍醐味となっています。

説明員の話に真剣に耳を傾けていただき、「説明員の方がたくさんの質問に答えて下さり、大変勉強になった」という感想も寄せられました。



「最先端光半導体デバイス作製環境（クリーンルーム）」コース  
埃の少ないきれいな空気環境が確保されるクリーンルームに実際に入って、実験装置類をご覧いただきました。



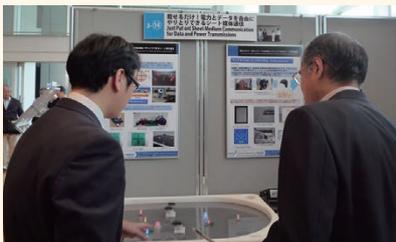
「宇宙天気予報会議」コース  
世界各国の機関と協力し、地球周辺の宇宙環境の監視と変動予測を毎日行っている宇宙天気予報センターで、予報会議の現場を見学していただきました。



「衛星との光通信を可能にする望遠鏡」コース  
宇宙（衛星）通信の主役は光通信になりつつあります。人工衛星を追尾できる日本最大級の口径1.5mの大型望遠鏡を実際にご覧いただきました。

## デモ・パネル展示会場

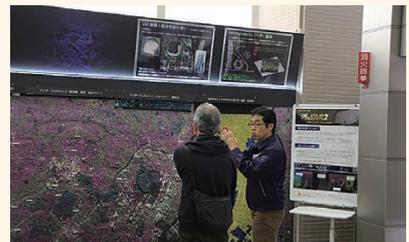
NICTの研究成果について65のブースでデモ・パネル展示を行いました。一部の展示では、展示内容を詳しくご紹介するMiniワークショップも行いました。来場者からは、「実機があってわかりやすい」「研究員の方が積極的に説明してくれた」といった感想が寄せられ、多様な研究活動に触れる貴重な機会を提供することができました。



載せるだけ！電力とデータを自由にやりとりできるシート媒体通信



言葉の壁をなくす多言語音声翻訳アプリ「VoiceTraj」



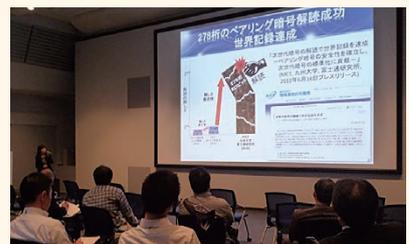
レーダの眼で見る地球環境



委託研究成果



Miniワークショップ



ネットワークセキュリティ研究所で行われた研究活動の紹介講演会

## NICTオープンハウス2015 in けいはんな

NICTは、2015年10月29日（木）～31日（土）に、けいはんな学研都市にある情報通信関連機関や大学と協力し、「けいはんな情報通信フェア2015」を開催しました。

本イベントは、情報通信技術の研究成果を発信するとともに、関係機関の相互連携の促進を目的としており、「NICTオープンハウス2015 in けいはんな」としても位置付けています。

NICTからは、脳情報通信融合研究センター 脳情報通信融合研究室 内藤栄一研究マネージャーによる特別講演「ネイマールに学ぶ身体を動かす脳の仕組み～脳神経系を鍛えて、世界で勝てる日本人を育成する～」を行い、脳が身体を動かす仕組みや運動を習得する仕組みについての解説や運動がうまくなるコツを紹介し、来場者にとっても親しみやすい内容となり、好評を得ました。また、ユニバーサルコミュニケーション研究所 情報分析研究室 鳥澤健太郎室長が、「テキストビッグデータから知恵を探す～大規模情報分析システムWISDOM XとDISAANA～」と題し、技術講演を行いました。

展示セッションにおいては、訪日外国人観光客のおもてなしを支援する多言語音声翻訳アプリ、対災害SNS情報分析システム、装置の大幅な小型化に成功して実用化に近づいたfVisiOnの紹介など、ユニバーサルコミュニケーション技術の研究成果を体験していただきました。

今回もワイヤレスネットワーク研究所と協力し、地元のけいはんな地区で行っている「精華くるりんバス」を使った実証実験のデモも披露しました。

また、新たな試みとして、NICT会場1階のオープンラボにてテレワークシステムなどの展示を行い、実際にけいはんなプラザ会場とライブ中継を実施しました。



式典の様子



特別講演  
内藤 栄一研究マネージャー



技術講演  
鳥澤 健太郎室長



展示会場の様子(左: けいはんなプラザ会場、右: NICT会場)

## NICTオープンハウス2015 in うめきた

2015年11月21日（土）～23日（月）に、「けいはんな情報通信フェア2015@ナレッジキャピタル」および「"けいはんな"体感フェア2015@ナレッジキャピタル」を「NICTオープンハウス2015 in うめきた」と位置付け、開催しました。

今回は奈良・般若寺の秘仏を200インチ多視点裸眼立体映像で初公開し、1,100名の来場者に体感していただきました。また、アクティブスタジオにて親子連れなど1,600名の方にけいはんな地区の最先端の技術を体験していただきました。



200インチ立体映像「般若寺の秘仏」

## NICTオープンハウス2015 in 鹿島

2015年11月21日（土）、鹿島宇宙技術センター（茨城県鹿嶋市）において、施設一般公開を「NICTオープンハウス2015 in 鹿島」として開催しました。

今年は「電波と人工衛星を身近に感じよう！」と題して、超高速インターネット衛星「きずな」を利用した衛星通信の研究、光学望遠鏡などを利用した衛星軌道や天体軌道運動の研究、および直径34mのパラボラアンテナを使用したVLBIの研究などをわかりやすく紹介しました。



34mのパラボラアンテナにタッチ



工作教室には多くの親子連れが参加

市販のBSアンテナを手で持って衛星を捕まえるタイムトライアルや人工衛星の動きを知ろうといった映像上映のほか、直径34mのアンテナに触れたり登ったり、工作教室やスタンプラリーなど小さなお子様からご年配の方まで、ご来場いただいた方々に鹿島宇宙技術センターがどのような研究施設であるかを体感していただきました。

## NICTオープンハウス2015 in 沖縄

沖縄電磁波技術センターでは、2015年11月21日（土）に「NICTオープンハウス2015 in 沖縄」を開催しました。当日は最高気温が27℃に達する季節外れの暑さの中、昨年度を大きく上回る271名の来場者がありました。施設見学ツアーや簡易なレーダを用いた体験コーナーなどで同センターの研究活動を紹介するとともに、NICT本部からの応援を受けて航空機搭載合成開口レーダ「Pi-SAR2」で取得した沖縄各地のレーダ画像、マルチレイヤー画像表示システム「SCALE」、多言語音声翻訳アプリ「新VoiceTra」およびインシデント分析センター「NICTER」などの展示も行いました。

さらに、NICTと共同研究を実施している琉球大学山田広幸准教授の研究室の全面協力による気象観測ゾンデの放球実演、総務省沖縄総合通信事務所による電波監視車の展示、沖縄県電波適正利用推進員協議会による電子工作教室、日本アマチュア無線連盟沖縄県支部によるアマチュア無線教室など、外部の機関からも多数ご協力をいただき、たいへんバラエティあふれるイベントとなりました。



体験コーナー：レーダを動かしてみよう



気象観測ゾンデの放球実演

# 話しかけると外国語に翻訳してくれる 音声翻訳アプリ"VoiceTra"の新バージョンを公開

## VoiceTra

“VoiceTra”がさらに進化しました!

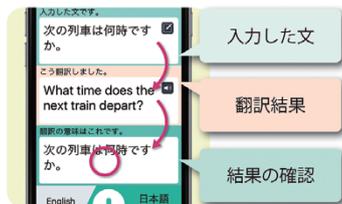
### 使い方がわかりやすい

シンプルな画面なので操作も簡単です。ガイドも表示されていて、すぐに使い方がわかります。



### 翻訳結果が正しいかがわかる

翻訳結果を自分の言語に翻訳しなおして表示する、便利機能です。意図が正しく伝わっているか確認できるから安心です。



### 新 VoiceTra の特徴

#### ★ 翻訳精度の向上

日本語を含む10言語について「旅行会話」を中心に精度を向上。

#### ★ 固有名詞や固有の表現を充実

従来の旅行会話から、さらに、病院、商業施設、観光地等における様々なシーンに対応。

#### ★ インターフェースと画面をリニューアル

### “VoiceTra”のご利用にあたって

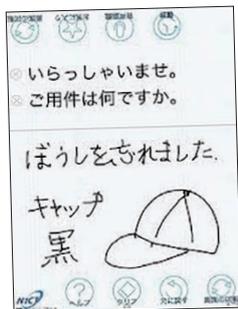
- ★アプリの取得方法：App StoreあるいはGoogle Playで“VoiceTra”を検索して、ダウンロードしてください。
- ★サポートページ：<http://voicetra.nict.go.jp/>
- ★VoiceTra 動画ページ：(↑動画は上記のサポートページでご覧いただけます)

※ App Storeは Apple Inc.のサービスマークです。Google Playは Google Inc.の商標または登録商標です。

さあ、“VoiceTra”で世界中の人と話しましょう!

NICTは、聴覚障がい者と健聴者との円滑なコミュニケーションをサポートするアプリの開発を推進しています。

## SpeechCanvas



SpeechCanvas (スピーチキャンバス) は、話した言葉が次々と画面上で文字になり、画面を指でなぞれば絵や字を書くことができる、聴障者と健聴者との会話をサポートするアプリです。操作がシンプルでわかりやすいから、どなたでも簡単に使えます。

サポートページ

<http://speechcanvas.nict.go.jp/>

## こえとら



“こえとら”は、聴障者が健聴者との間で、文字と音声を互に変換し合うことで、声を文字に、文字を音声にして相手に伝えることで、円滑なコミュニケーションができるよう支援するアプリです。

\*株式会社フィートに技術移転され、無償でサービス提供されています。

サポートページ

<http://www.koetra.jp/>