



廣瀬 明 研究室(Prof. Akira Hirose)

Wireless Electronics & Brain-inspired Systems Laboratory

URL: <http://www.eis.t.u-tokyo.ac.jp/>



学部

電子情報 電気電子 本郷

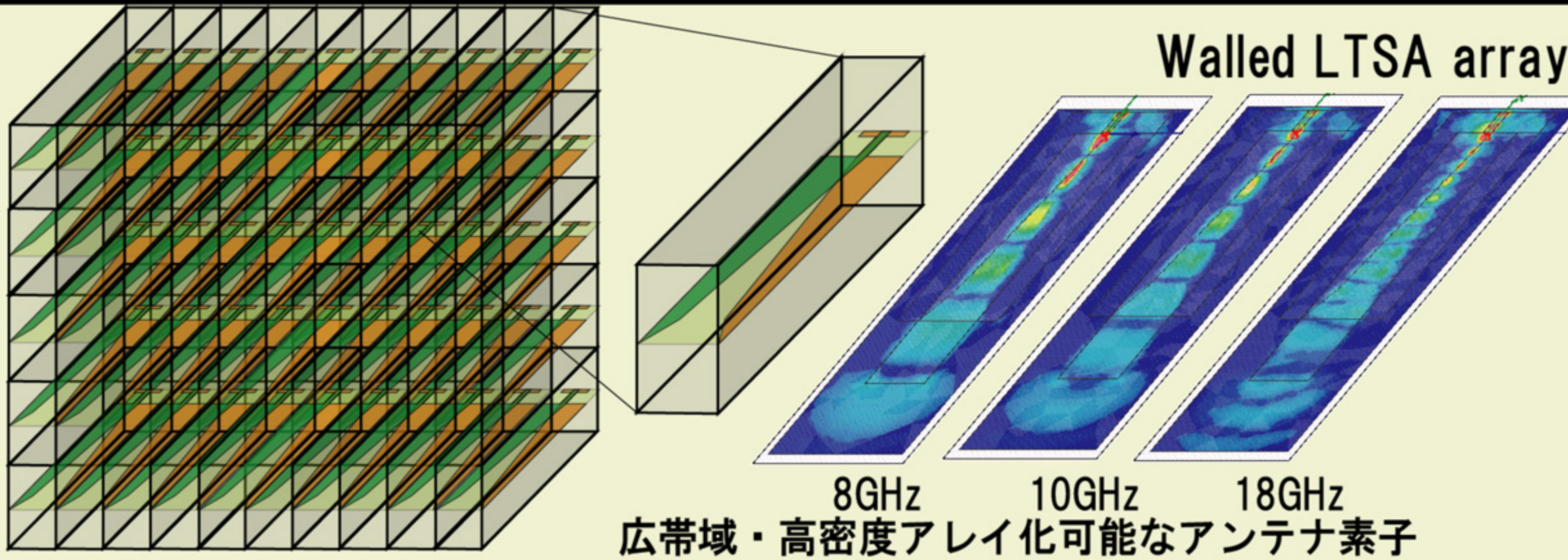
大学院

工学系・電気系工学専攻



工学部2号館12F123D4
Bldg. Eng-2 2F Room 123D4

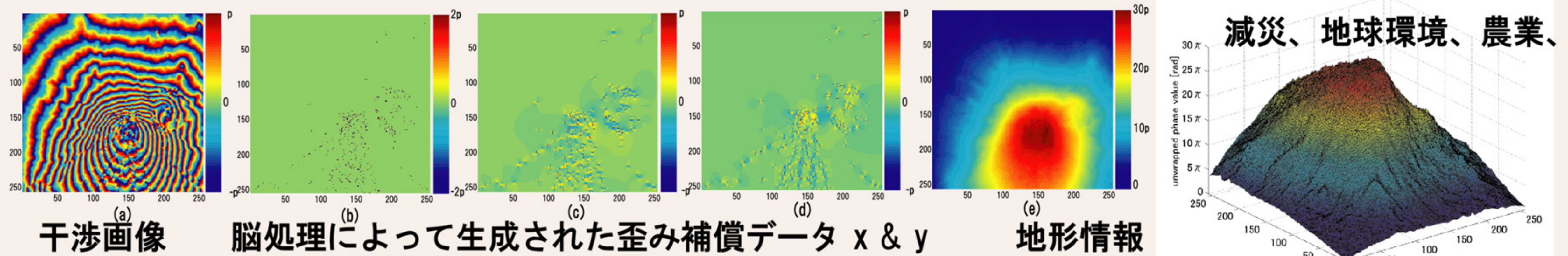
電波（物理）と情報（数理）の融合による柔軟性



インテリジェント・ワイヤレス



人工衛星・航空レーダ観測: デジタル地球情報取得, 情報抽出・処理, 構造化...



プラスチック地雷可視化システム

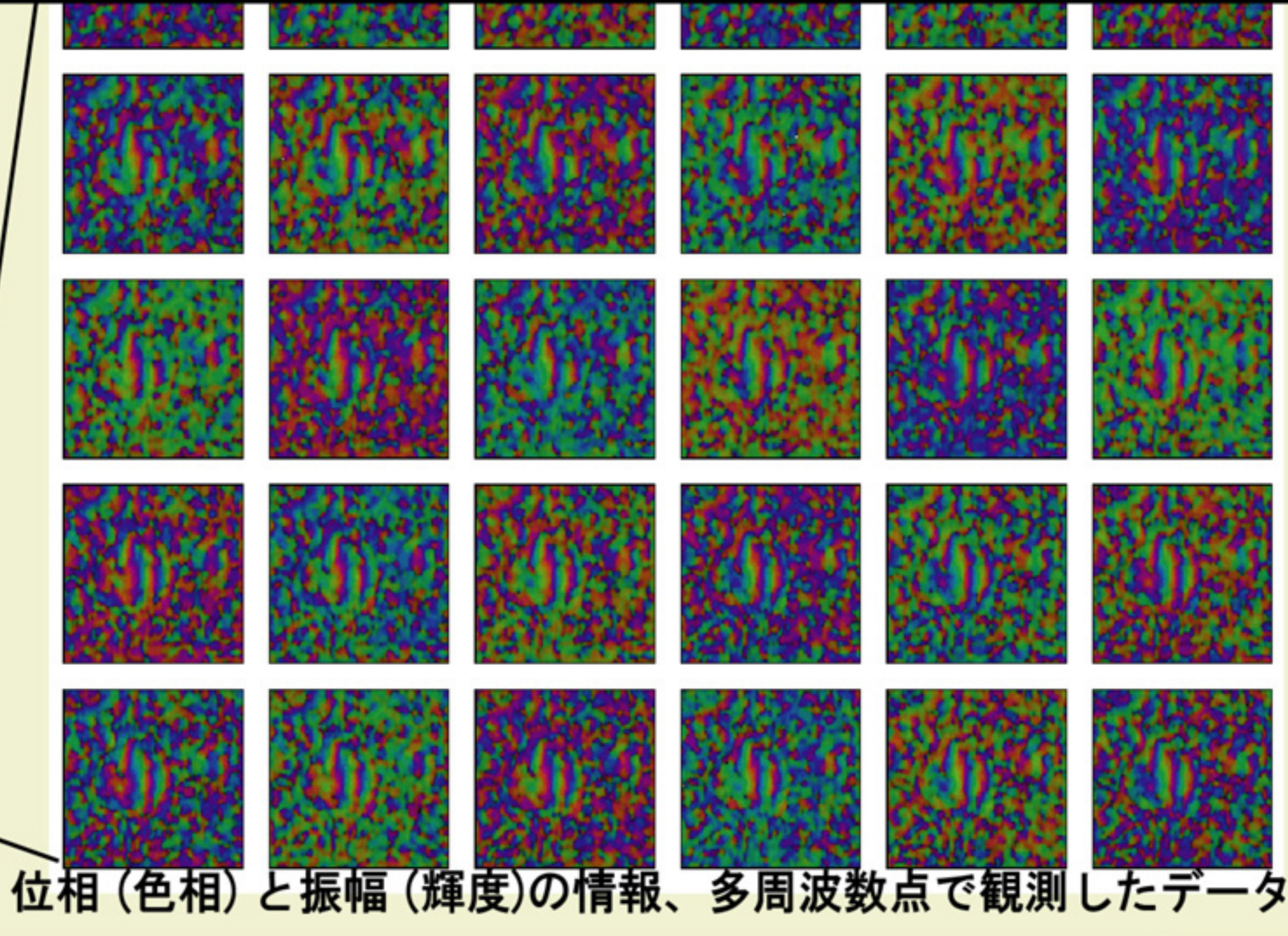


多モード情報の処理と概念の生成

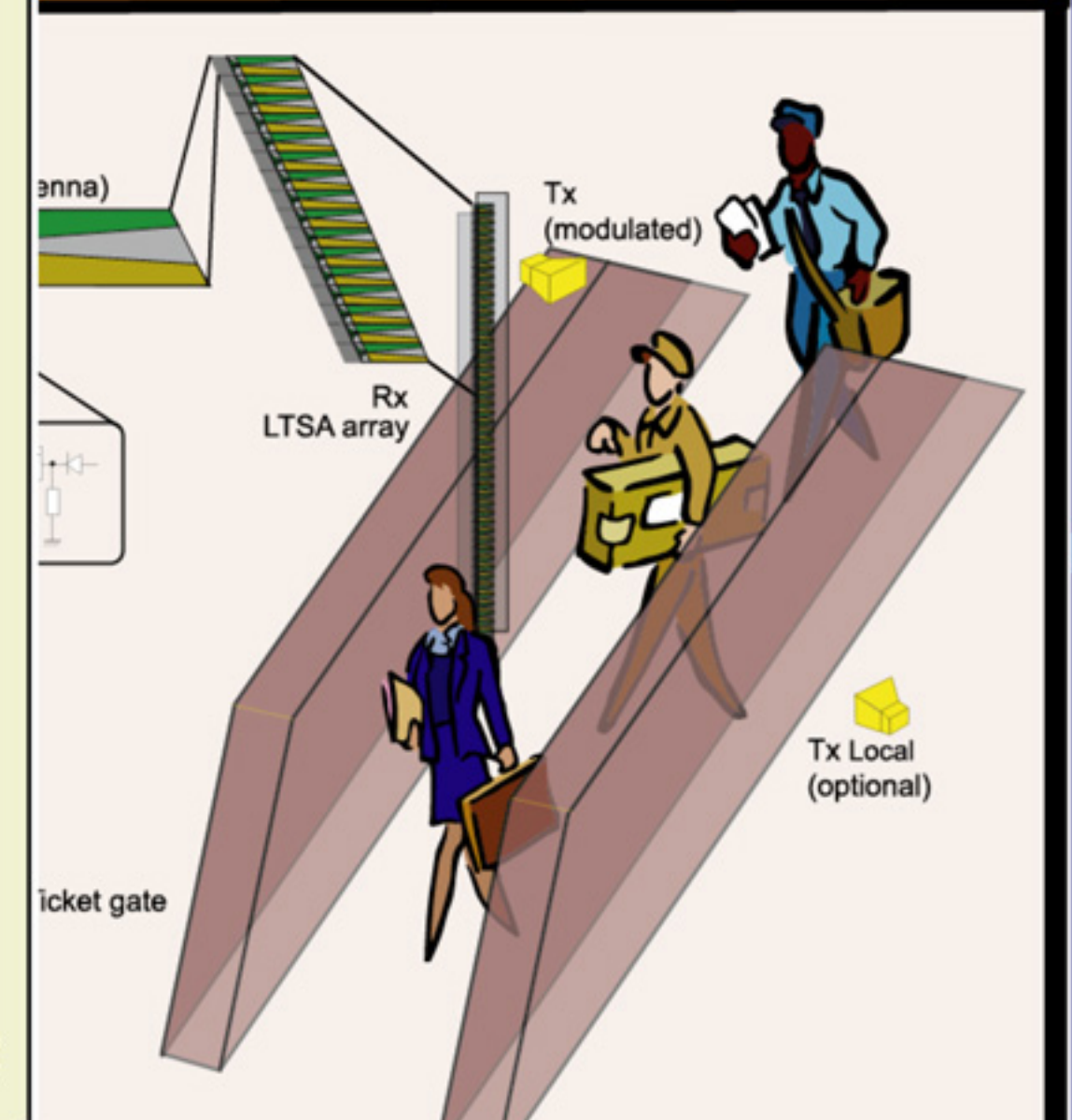
マルチモード情報（視覚と聴覚など）の統合と処理



脳に学ぶ情報信号処理: もし、われわれが位相を感じる眼を持っていたら 脳はどのように発達するだろう?



セキュリティ画像



廣瀬明「複素ニューラルネットワーク」サイエンス社、SGCライブラリ 38(2005) A.Hirose, "Complex-Valued Neural Networks," 2nd Edition, Springer (2012)

ワイヤレスと脳型処理

研究内容 (A)脳の情報処理原理の電子情報工学的な探求と解析、(B)記号処理とパターン処理の融合による新しい情報・信号処理方式の創出、(C)それらから生まれる柔軟な電磁波(光波)計測技術、イメージングや通信方式の開発、(D)そこで必要になるシステムとデバイスの実現。 研究ポリシー: 面白いことを、より面白く、そして人も楽しませよう。



夏秋研究室(Lecturer Ryo Natsuaki)

Wireless Electronics & Brain-inspired Systems Laboratory

URL: <http://www.eis.t.u-tokyo.ac.jp/>

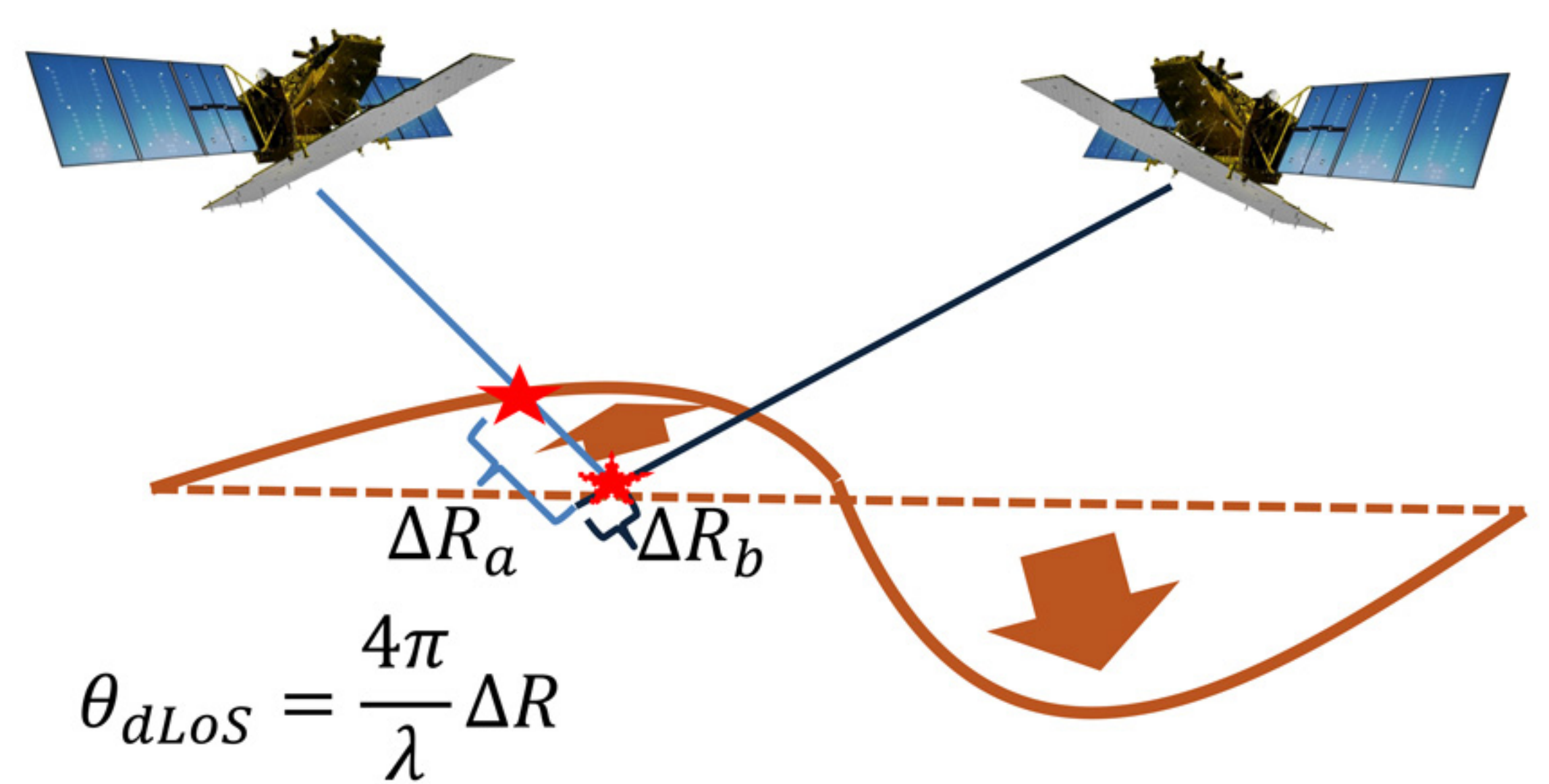
工学部2号館12F 123C2 / 121C2
Bldg. Eng-2 12F 123C2 / 121C2

合成開口レーダ Synthetic Aperture Radar

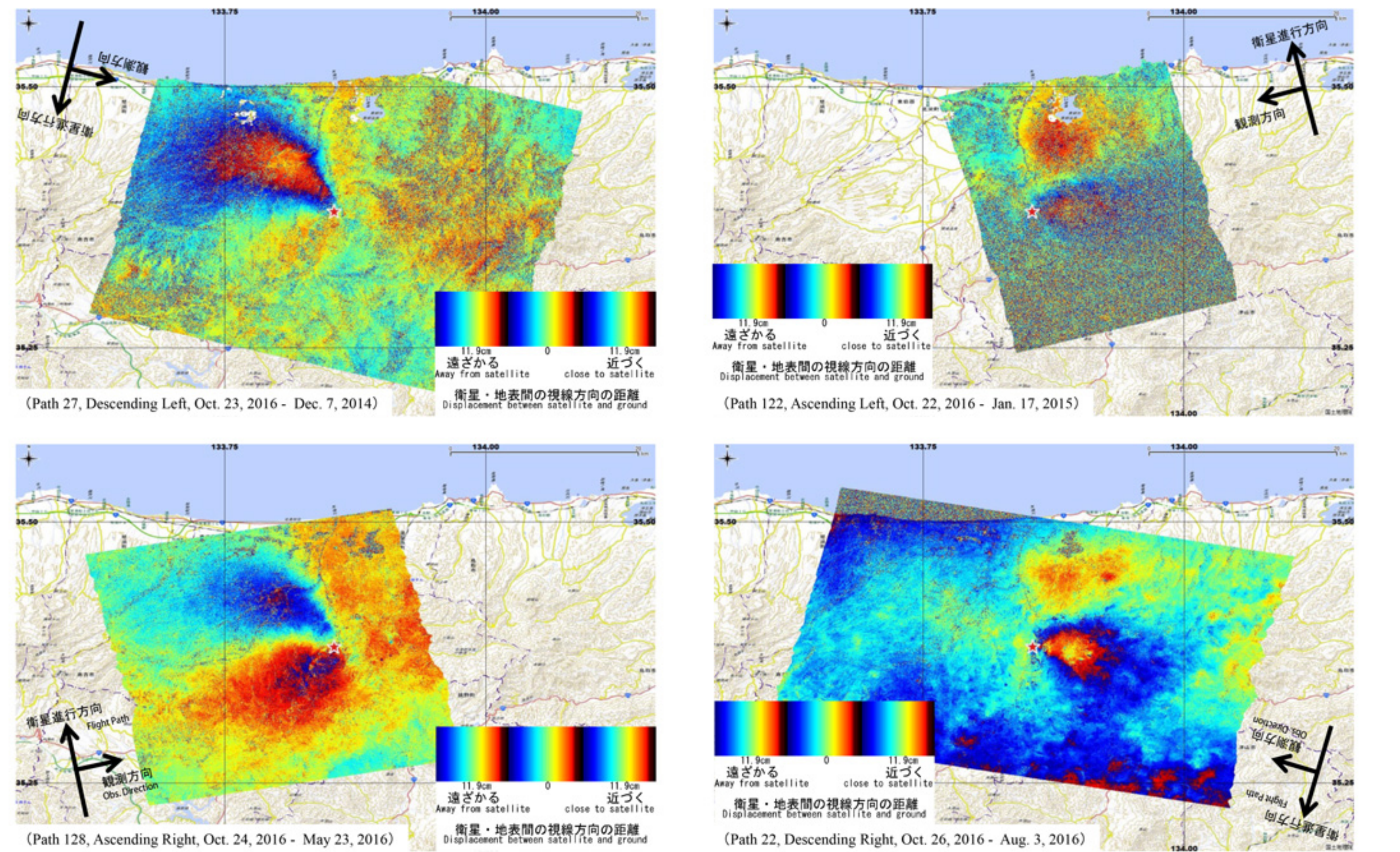
人工衛星から地球を観測する場合、電波を使用するレーダであれば昼夜、天候に関係なく数メートルの分解能で対象を観測できます。さらに、電波の位相や偏波を組み合わせることで、より複雑で詳細な情報を引き出せるようになります。

Synthetic Aperture Radar (SAR) can observe the world anytime in any weather with meter order resolution. Not only amplitude but using phase and / or polarimetric information, further complex and detailed information can be acquired.

時空間的な地殻変動の検知 3-D multi-temporal deformation detection



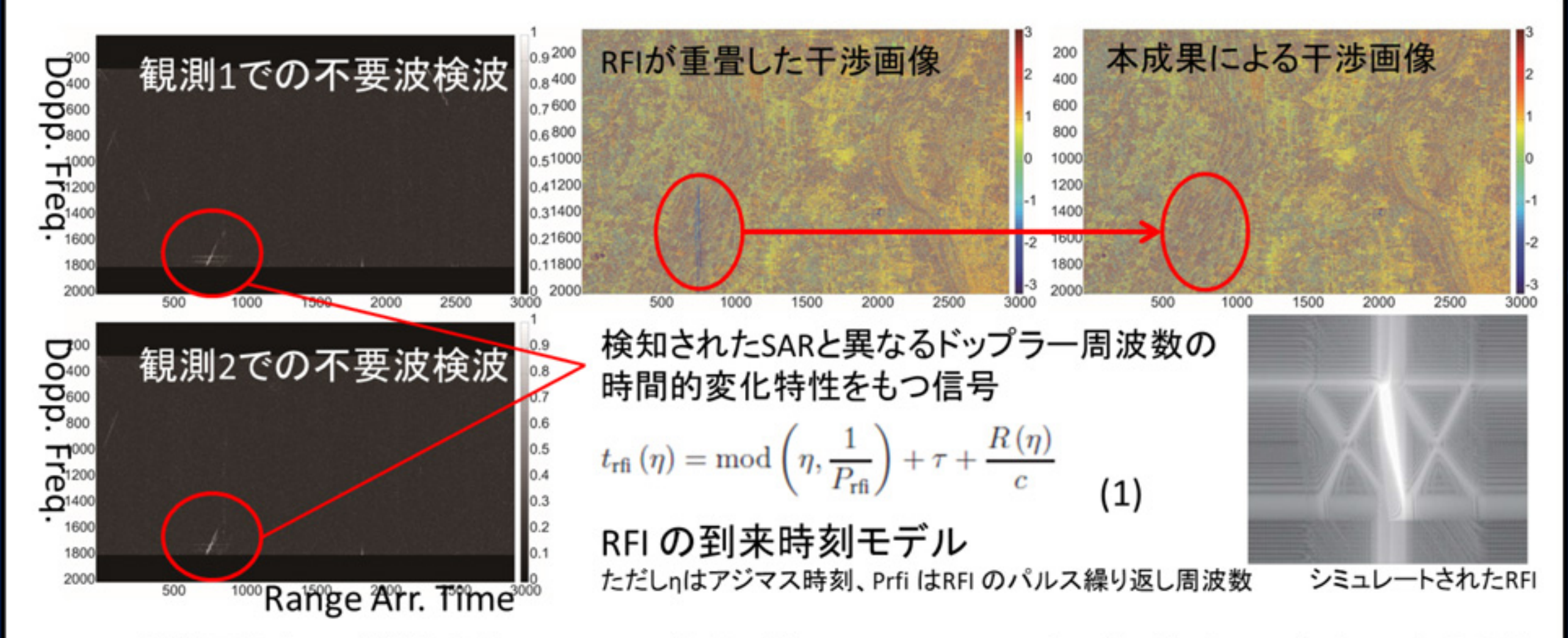
地殻変動は3次元的な動きだが、干渉解析では衛星に搭載された合成開口レーダの視線方向に射影された変動量しか測れない。
Multiple line-of-sight deformation can be acquired.
However, it is 1-D projection from true 3-D deformation.



三次元の地表面の変動を可視化 Recovered 3-D deformation map

movie → <http://www.eis.t.u-tokyo.ac.jp/~natsuaki/cq3dmov170424.mp4>
夏秋ら, 地震予知連絡会SAR解析WG平成28年度報告書
R. Natsuaki et al., IGARSS2019

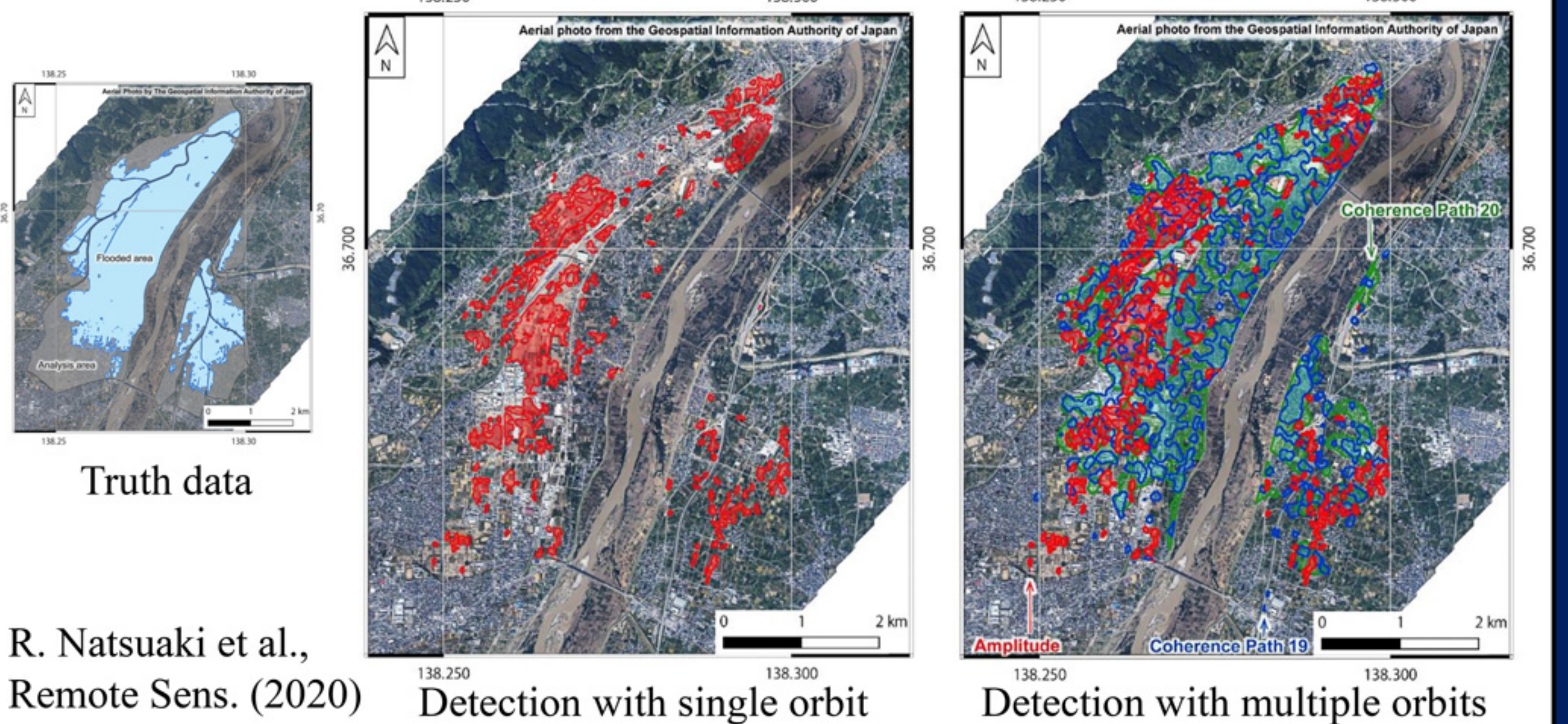
不要波の検知と除去 Detection of radio frequency interference



SARは電波の帯域をGNSSなど他のシステムと共有しており、観測データにはそれら信号が重畳されている。これは不要波(RFI)と呼ばれ、解析の妨げとなってきた。従来は想定されてこなかった検出困難な広帯域RFIについて、ドップラー周波数領域での特徴を利用した検出手法を考案した。
SAR shares its band with other systems such as GNSS. In SAR data, those signals (Radio Frequency Interference: RFI) must be removed prior to its analysis. Especially for a wideband RFI, which has been difficult to be detected, we proposed a novel method using its characteristics in Doppler frequency domain.
R. Natsuaki et al., IEEE JSTARS (2017)

複数衛星軌道からの観測による検知 Flood detection using multiple orbits

洪水は我が国における代表的な災害である。SARを使えば夜間でも浸水状況が確認できる。一方で、災害時の緊急観測は平常時とは異なる観測条件下で行われるため、一般に検知精度は低下する。そこで、発災時の観測データとの比較対象を平常時の複数の軌道から取得し、振幅だけでなく干渉解析も組み合わせることで精度の低下を補えることを2019年台風19号の事例から実証した。
Combination of interferometric coherence and amplitude analysis with multiple orbits can increase the flood detection accuracy. We demonstrated it with a case study of Typhoon Hagibis, 2019.



Active & Adaptive Remote Sensing

ALOS-2 CG, PALSAR-2 原初データはJAXA, PALSAR原初データはJAXAおよびMETIに、地図の著作権は国土院に帰属する。

電波は人間には見えません。位相も偏波も人間は感じられません。人間に代わって機械の目と脳に見てもらいたくありませんが、果たして我々が望むように機械に見て、感じて、考えてもらうにはどうすればよいのでしょうか。能動的に対象を観察し、適応的に考える仕組みが必要です。私たちは、見えない電波が多様に活躍する研究をしています。

小関研究室(Assoc. Prof. Yasuyuki Ozeki)
 Biophotonics Laboratory

URL: <http://www.ee.t.u-tokyo.ac.jp/~ozeki>

工学部3号館1F124
 Bldg. Eng-3 1F Room 124

研究の概要

最新の光パルス技術・光量子技術を駆使して生体組織を可視化したり生体分子の働きを解明する研究を進めています。研究内容は、計測原理・レーザ光源・制御系・光学系・データ解析法など、多岐にわたります。普段は地道な実験の積み重ねですが、レーザが発振したり、生体の像が見える瞬間は、とても楽しいものです。電子工学を武器として、物理学・生物学・医学の境界領域を開拓しましょう！

要素技術の創出

新しい計測原理
 新しいレーザ光源
 新しい解析法

顕微鏡システム構築
 生体観察・計測

目標
 生物学・医学
 の革新

基礎知識 電子工学、光学、非線形光学、ファイバ光学、量子光学、分光学、信号処理、etc...

誘導ラマン散乱(SRS)顕微法

SRS分光顕微鏡システム

誘導ラマン散乱(SRS)とは？

SRS顕微法の原理

- ✓ 無標識
- ✓ 3次元
- ✓ 高感度
- ✓ 高コントラスト

[1] F. Dake, Y. Ozeki, and K. Itoh, OPJ2008, 5pC12 (2008). [3] Y. Ozeki et al., Opt. Express 17, 3651 (2009).
 [2] C. W. Freudiger et al., Science 322, 1857 (2008). [4] P. Nandakumar et al., N. J. Phys. 11, 033026 (2009).

SRS顕微鏡では、ある特定周波数における分子振動を検出します。その周波数は、2色のレーザの光周波数の差で決定されます。このため、従来のSRS顕微鏡では、複数種類の生体分子を見分けることは困難でした。我々は、高速波長切り替え可能なレーザ光源[1]を開発し、様々な分子振動周波数におけるSRS像を数秒〜数十秒で取得することで、複数種類の生体分子をマルチカラーでイメージング可能なSRS分光顕微鏡を実現しました[2]。

実験系

波長可変パルス発生

[1] Y. Ozeki et al., Opt. Lett. 37, 431 (2012). [2] Y. Ozeki et al., Nature Photon. 6, 845 (2012).

代謝イメージング・
 超多色イメージング

大規模細胞
 イメージング

量子光学による
 超高感度化

近年、SRS顕微法による代謝イメージングや超多色イメージングが注目されていますが、生体の動態をとらえるには計測速度が不十分でした。我々は高速SRS/蛍光顕微鏡[1,2]を開発し、リアルタイム代謝/超多色イメージングを実証しました。代謝イメージングでは、重水素などで生体分子を標識し、その動態をラマン検出により可視化できます。超多色イメージングでは、ラマン検出可能な複数種の分子で特定の生体分子を標識することで、細胞内の複雑な相互作用の解析を実現します。

重水素標識脂肪酸の代謝イメージング

4色ラマン標識・4色蛍光標識による8色イメージング

[1] J. Shou et al., CLEO2019, STu4H.6 (2019).
 [2] J. Shou et al., Photonics Asia (2019).

我々は、多数の細胞のSRS計測を実現するために、超高速波長切替光源を開発し、高速流体中の細胞の多色SRSイメージングを実証しました[1]。本技術によって、10,000個以上の細胞ひとつひとつに含まれる生体分子の画像化が可能になり、微細藻類に含まれる栄養分のイメージング計測を行ったり、血液細胞やがん細胞の無標識計測を行うことなどが可能となりました。

実験系

微細藻類のSRS像

血液細胞・がん細胞のSRS像

[1] Y. Suzuki et al., Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 116, 15842 (2019).

我々は、SRS顕微鏡を超高感度化するために、量子光学の導入を進めています。現在のSRS顕微鏡の信号対雑音比は光の量子的な揺らぎ（真空場揺らぎ）で制限されています。この揺らぎを低減するため、スキーズド光と呼ばれる量子力学的な光をSRS顕微鏡に導入することで、SRS信号の信号対雑音比を高めることを目指しています。現在、スキーズド光を活用するための超低損失光学系[1]、スキーズド光発生系[2]、光位制御系、超低雑音光検出系など、様々な要素技術の研究を進めています。

量子増強SRS顕微鏡の概念図

スキーズド状態の概念図

[1] N. Ochiai et al., J. Opt. Soc. Am. B 36, 1342 (2019).
 [2] Y. Taguchi and Y. Ozeki, J. Opt. Soc. Am. B 37, 1535 (2020).

バイオフィotonics

光を使った生体イメージングは、生体を生きたまま迅速に観察できるため、医学・生物学の研究では必須の技術となっています。本研究室では、近年発展の著しい光パルス技術・光量子技術を駆使することで、従来は見えなかった現象を見えるようにし、医学・生物学の発展に貢献することを目指しています。



セット研究室 (Assoc. Prof. Sze Y. Set)
Laser Systems & Optoelectronics Laboratory

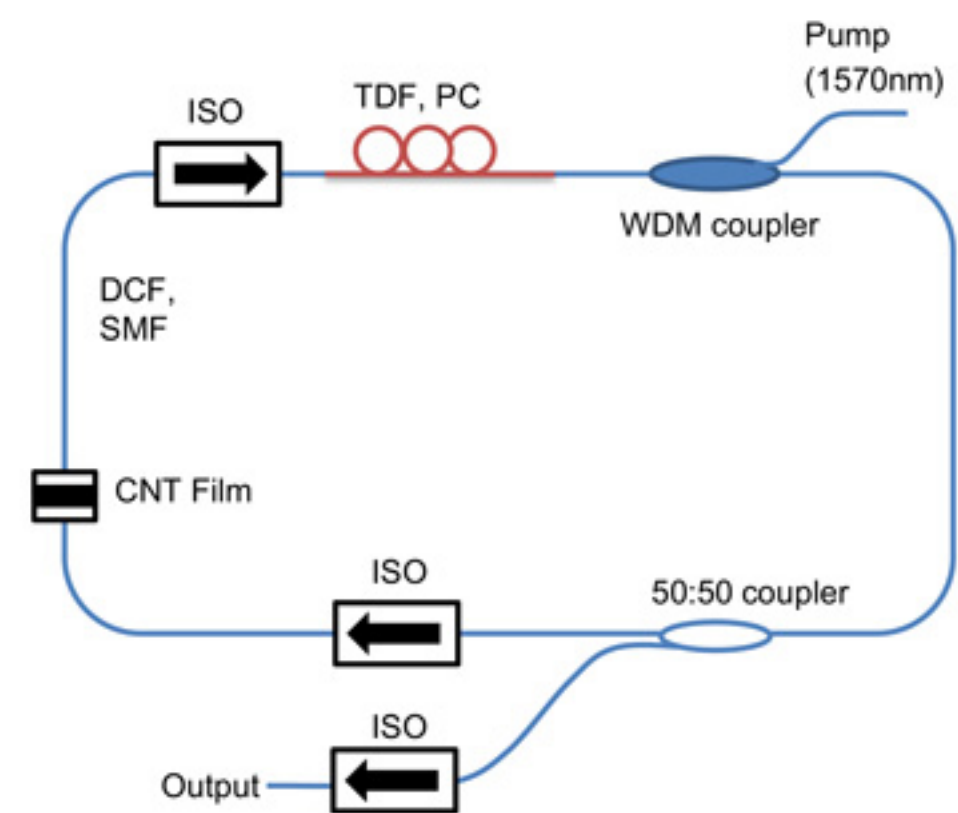
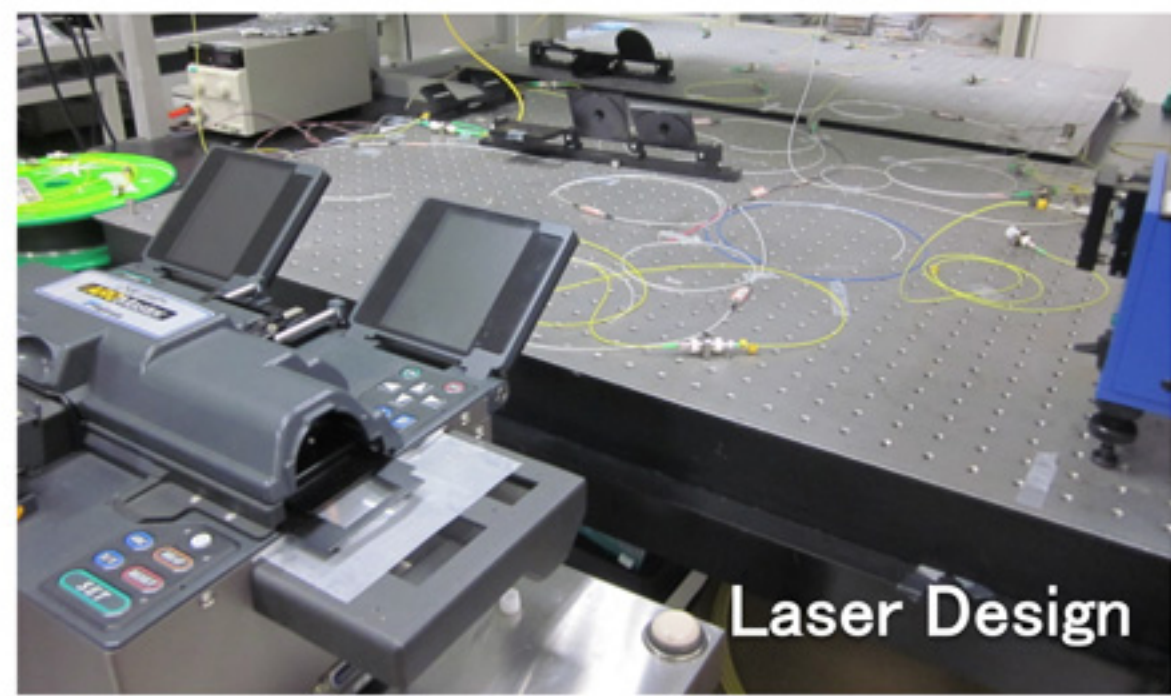
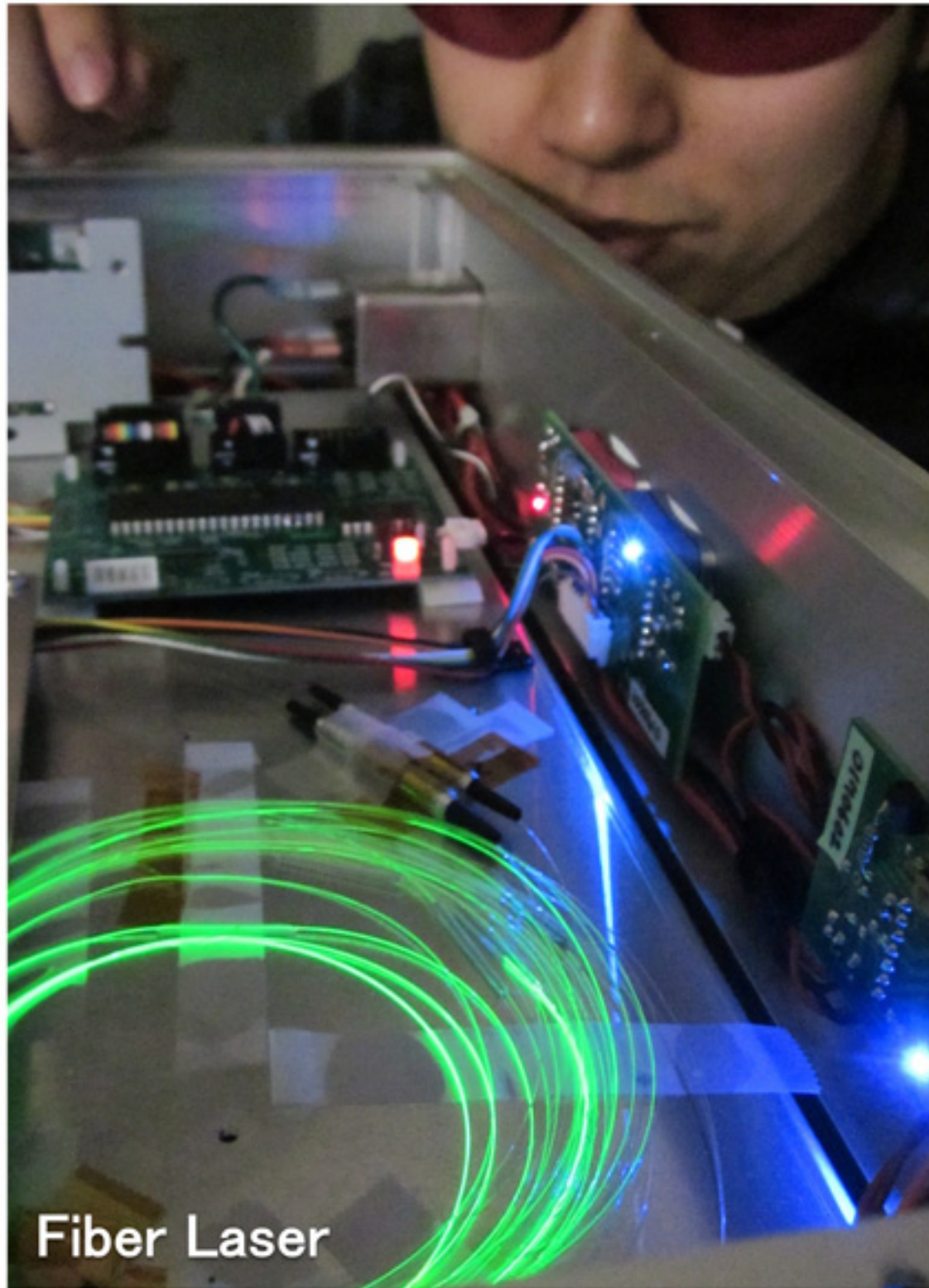
URL: <http://www.cntp.t.u-tokyo.ac.jp>

先端研3号館3F313
RCAST Bldg.-3 3F Room 313

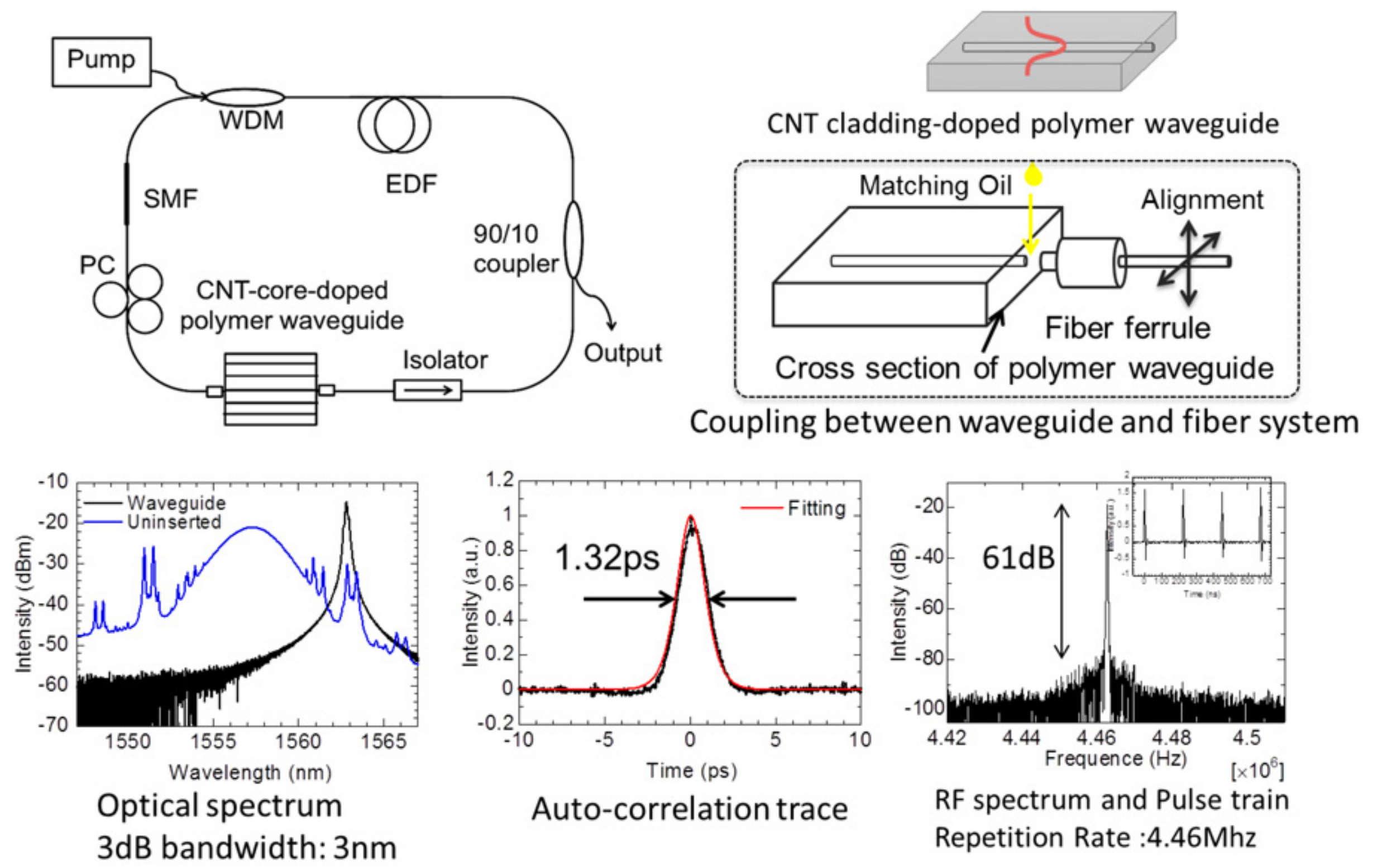
レーザ・フォトリソの研究で世界を変えに行こう！

Make an Impact in Laser and Photonics Research to Change the World !

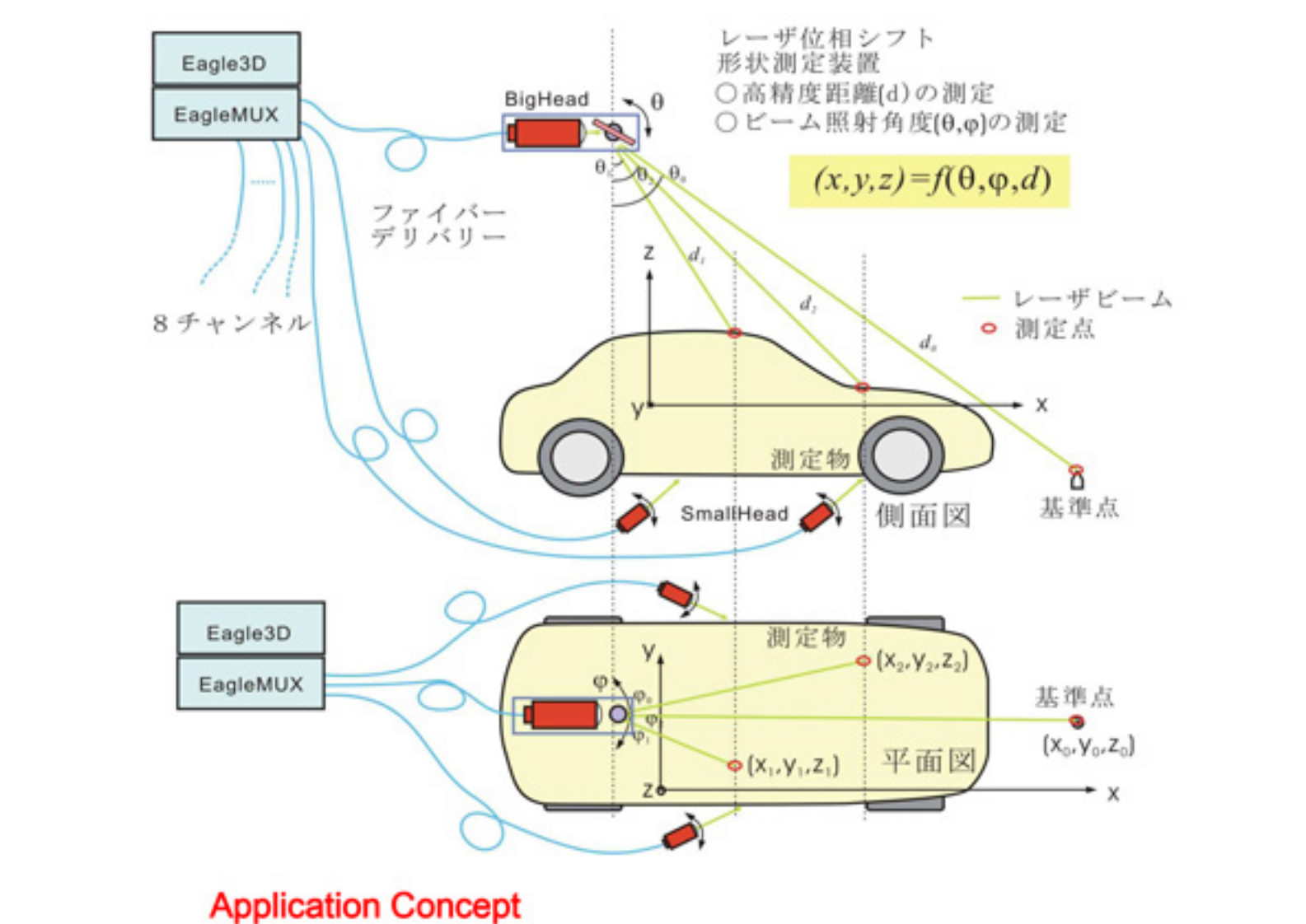
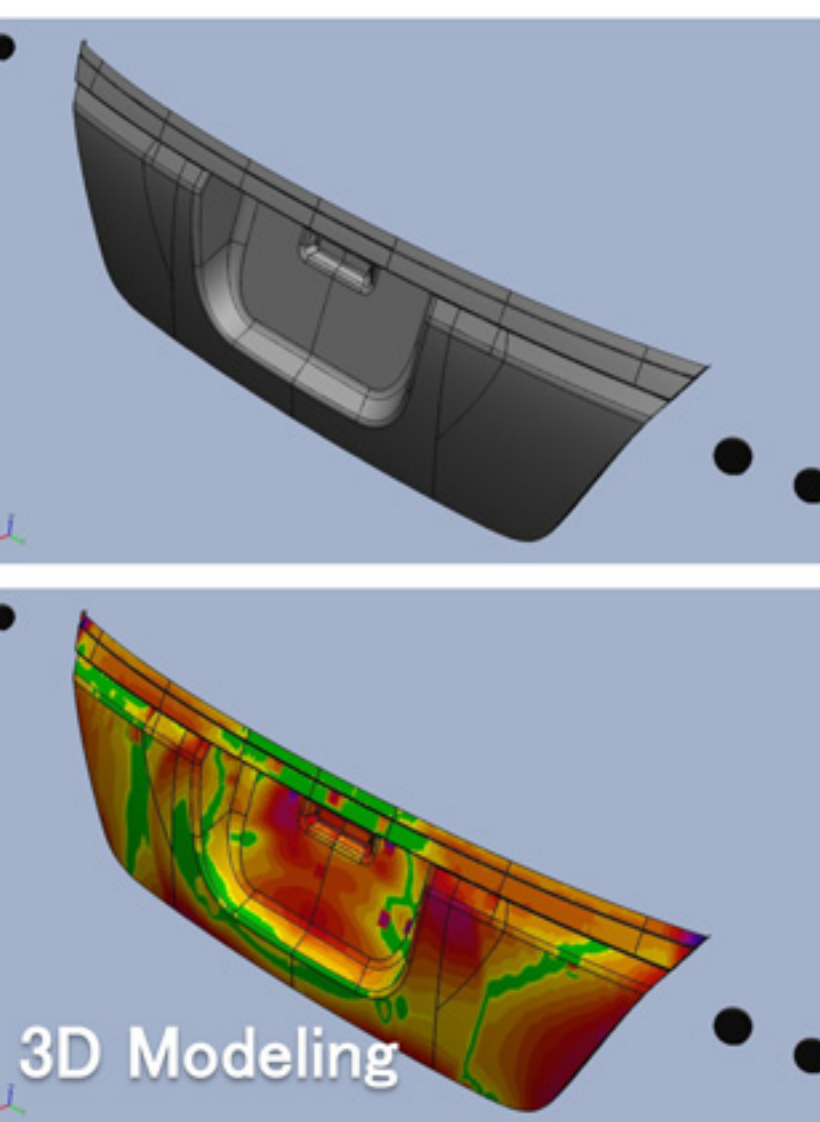
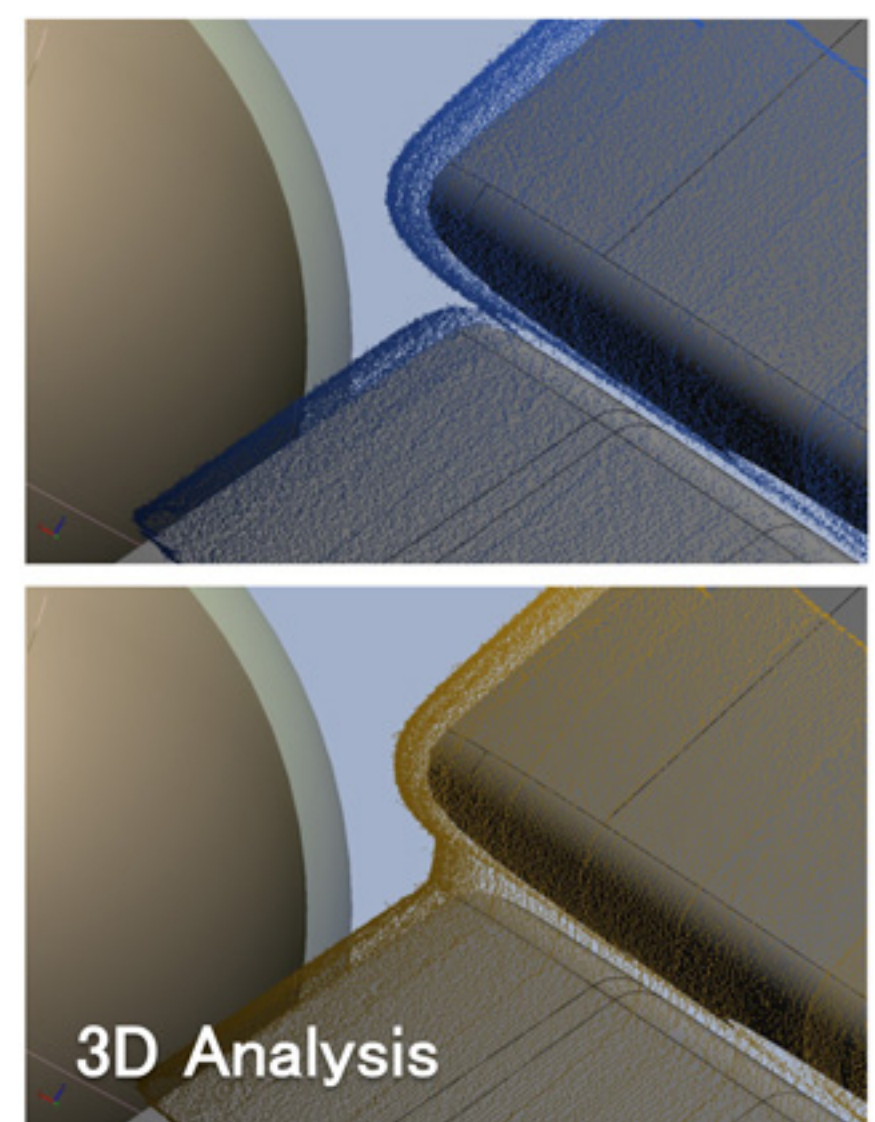
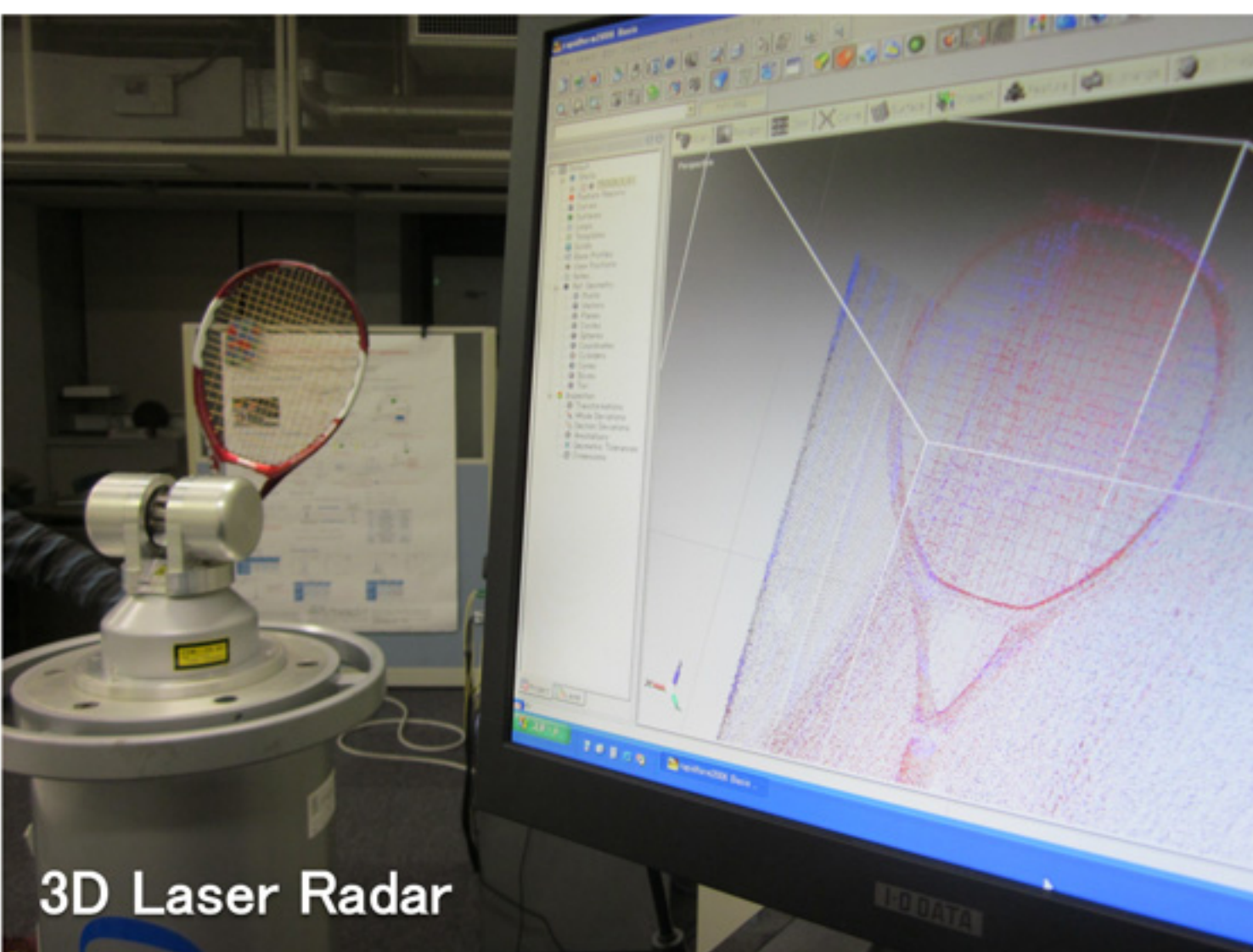
短パルスレーザー・光増幅器 - Ultrafast Laser and Optical Amplifier



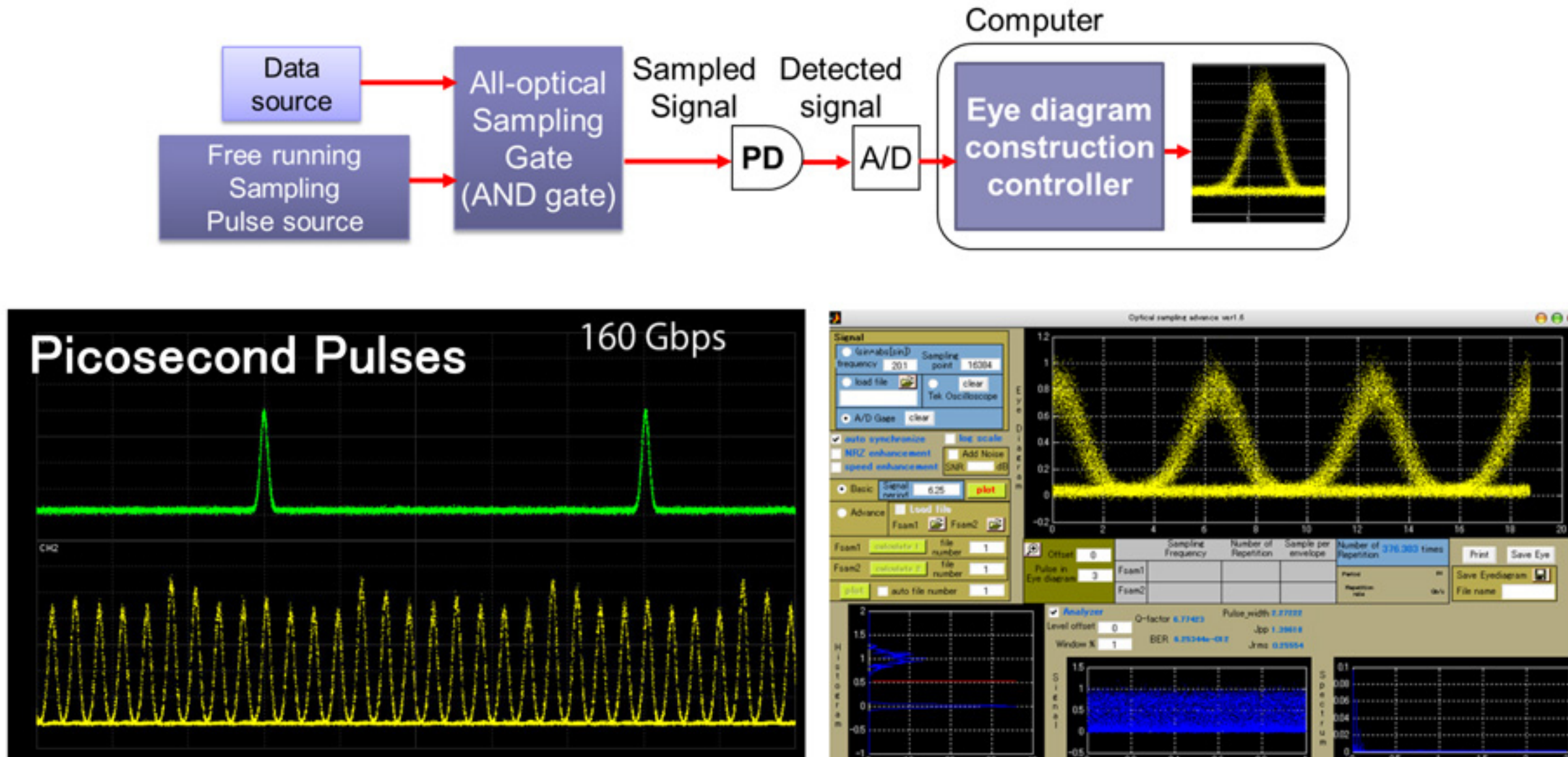
高性能フォトニクスデバイス - Advanced Photonic Devices



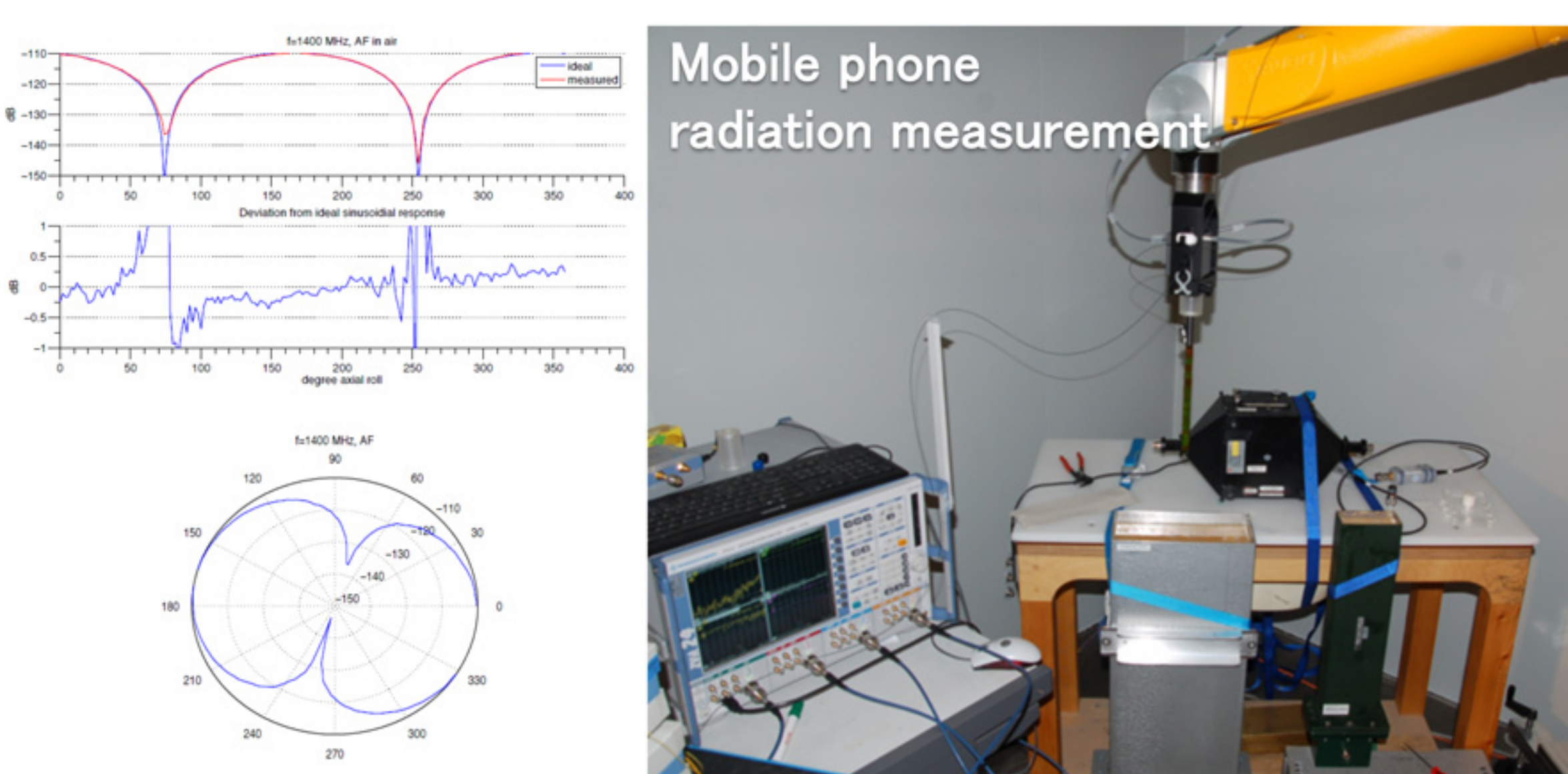
3次元レーザレーダ計測システムとその応用 - 3D Laser Radar Measurement Systems and Applications Research



超高速光通信測定技術 - High Speed Optical Communications



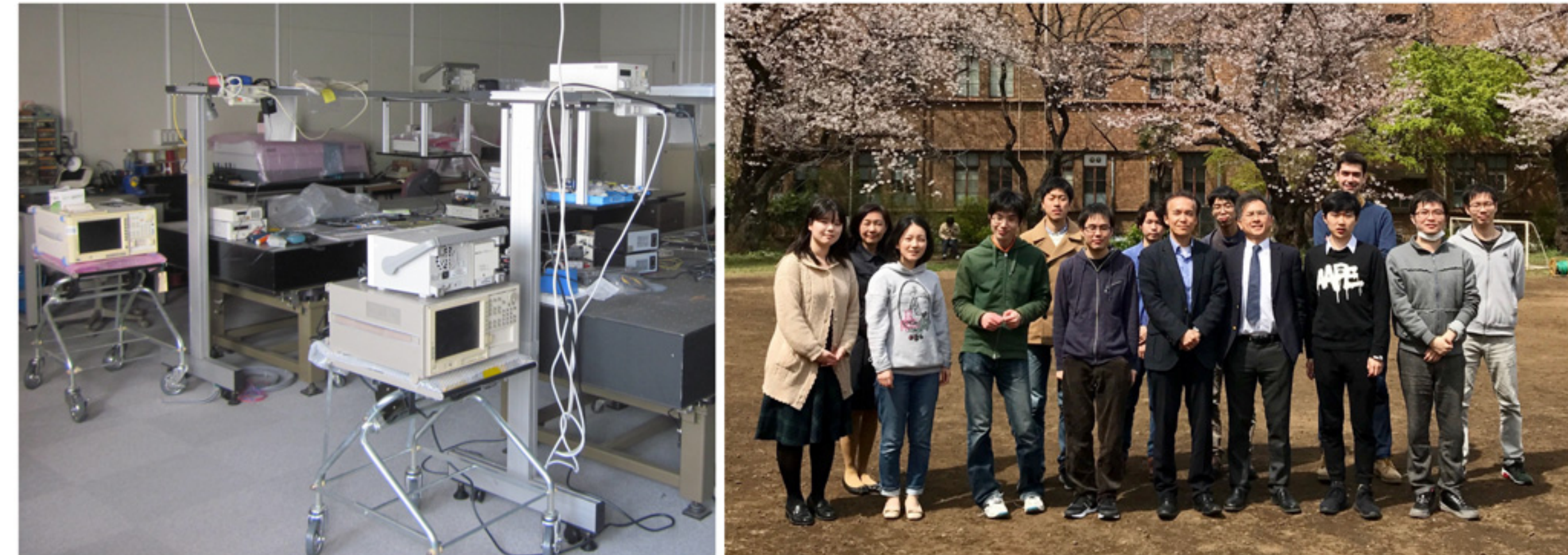
マイクロ波フォトニクス - Microwave Photonics



学際的研究、産学連携、国際共同研究、創造的な問題解決策、研究成果のアントレプレナーシップを活発

- Interdisciplinary research
- Industrial collaboration
- International joint-research
- Identify problems and find creative solutions
- Involvement in Technology Entrepreneurship

先端研 駒場キャンパスII 研究室 RCAST Komaba II Campus Labs



レーザ・光電子の研究

先端研(駒場第IIキャンパス)において光ファイバ通信、光波計測およびレーザー加工等工業応用のためのパルスレーザー・光増幅器や高速光電子などの新規フォトニクスデバイス、レーザー光源・システムの研究を行っています。同じ先端研の山下研究室とは研究・運営面で連携しています。

山下研究室(Prof. Shinji Yamashita)

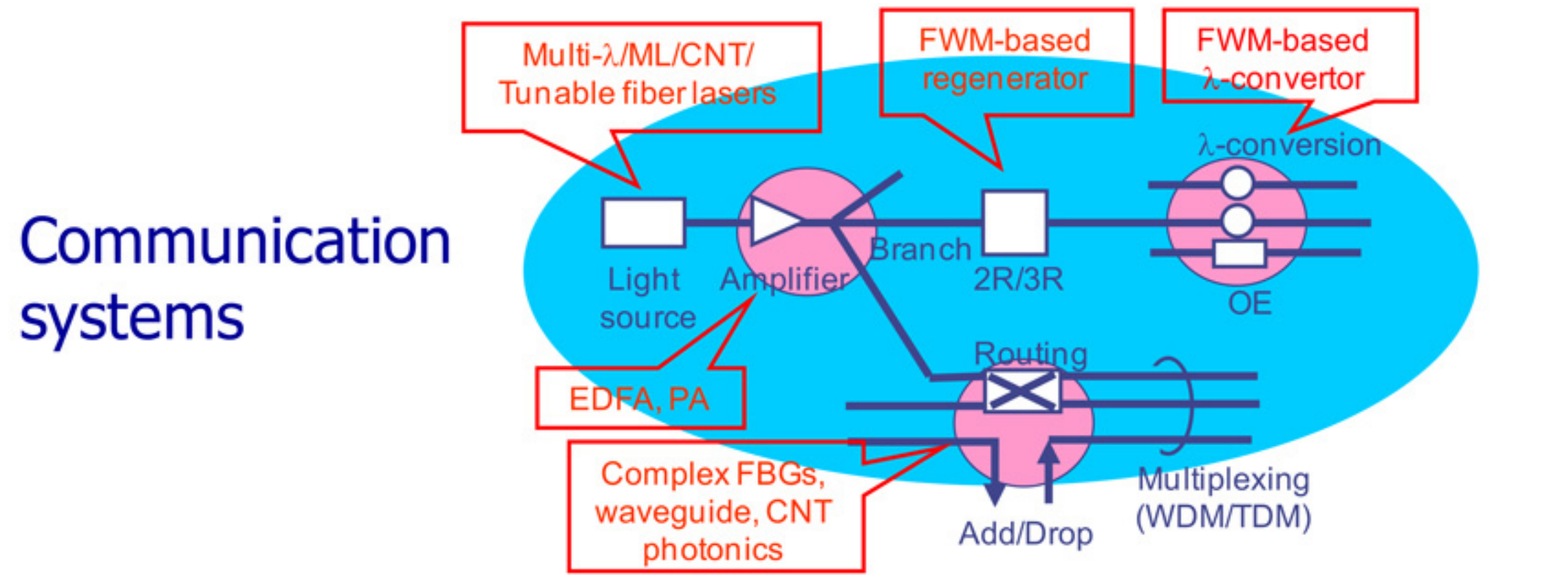
Photonic System & Devices Laboratory

URL: <http://www.cntp.t.u-tokyo.ac.jp>

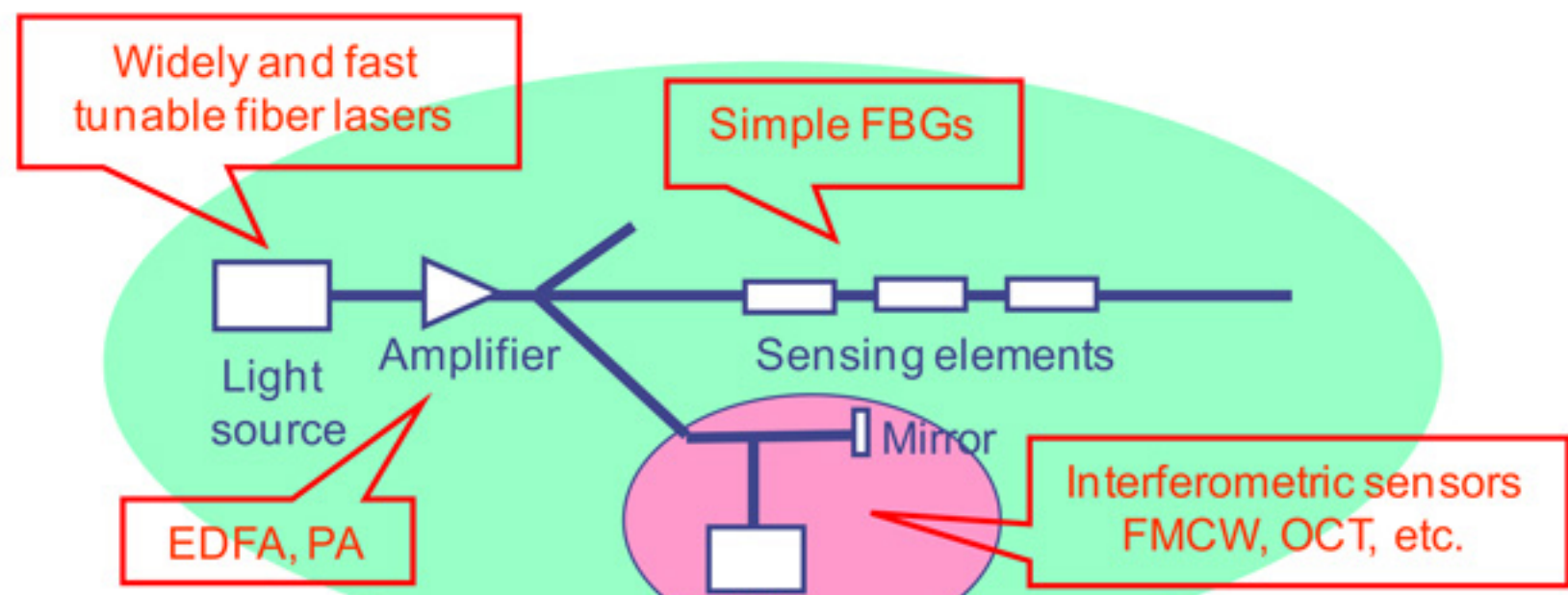
先端研3号館3F303
RCAST Bldg.-3 3F Room 303

・山下研究室での研究テーマ

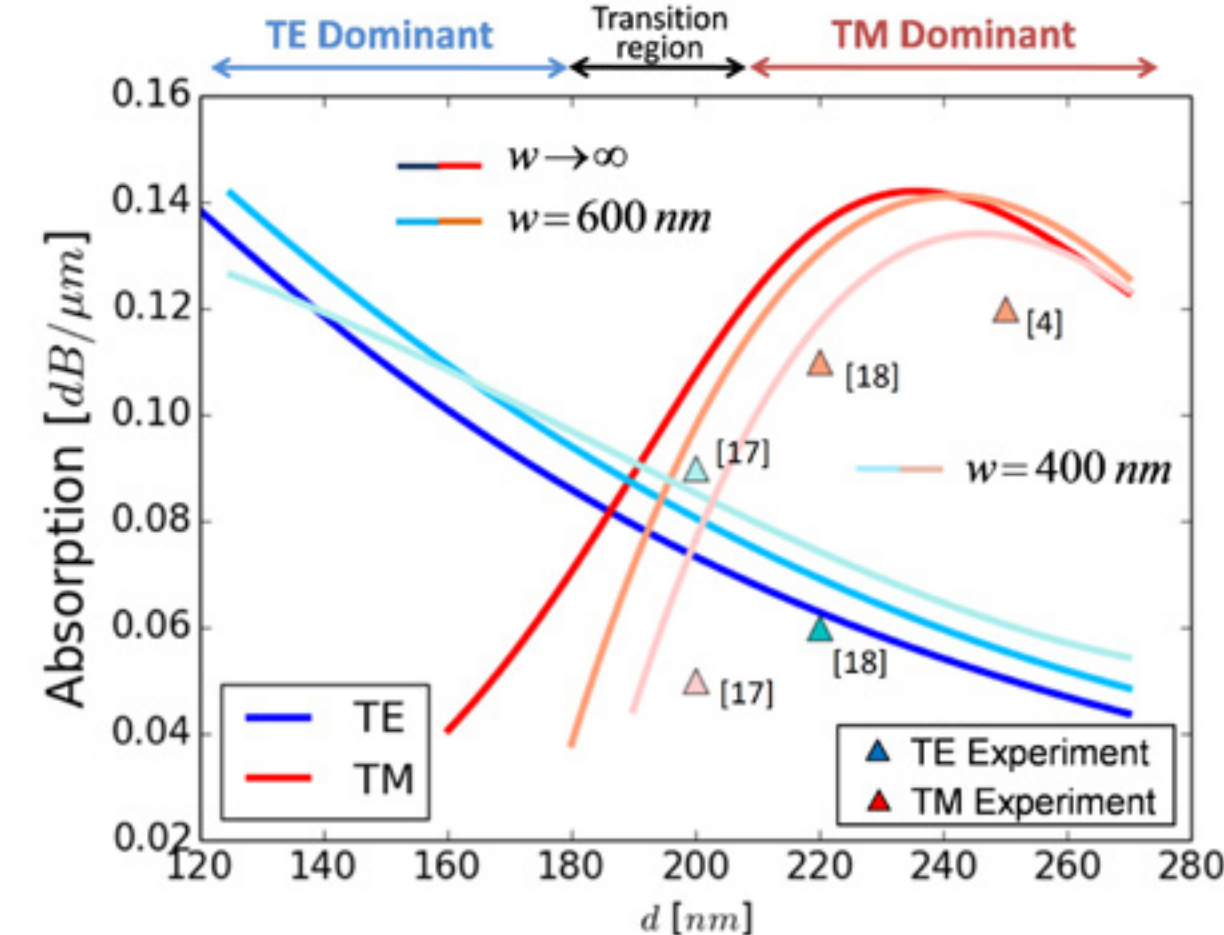
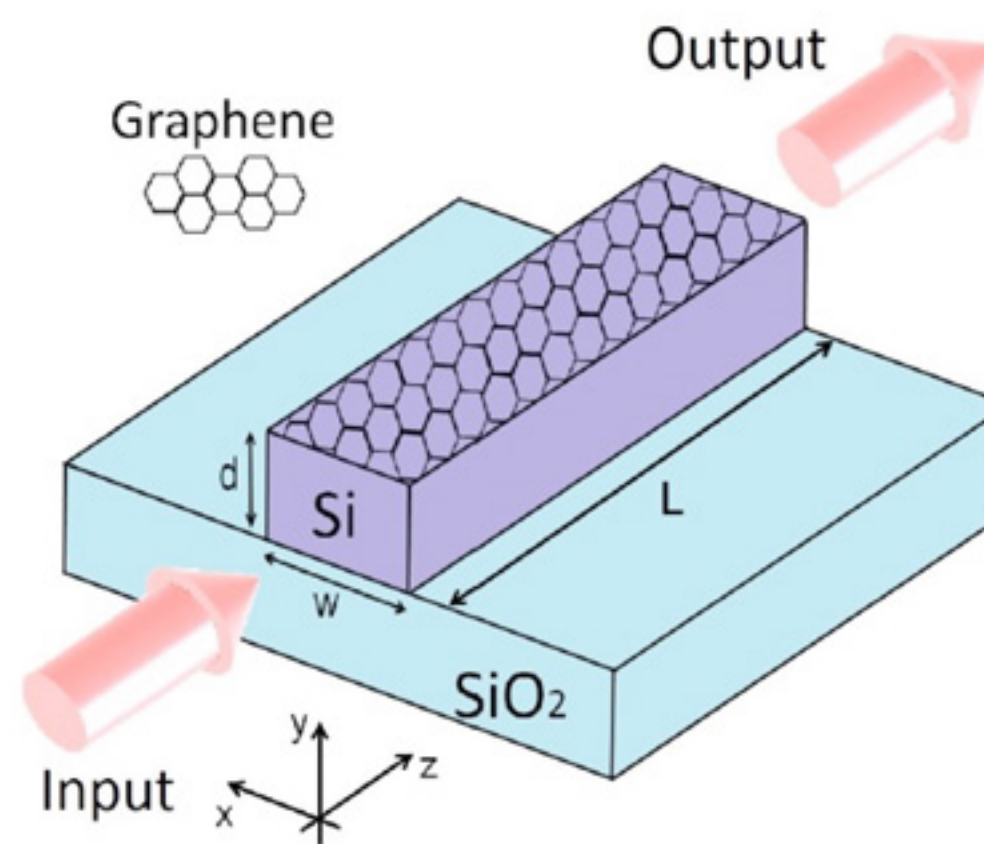
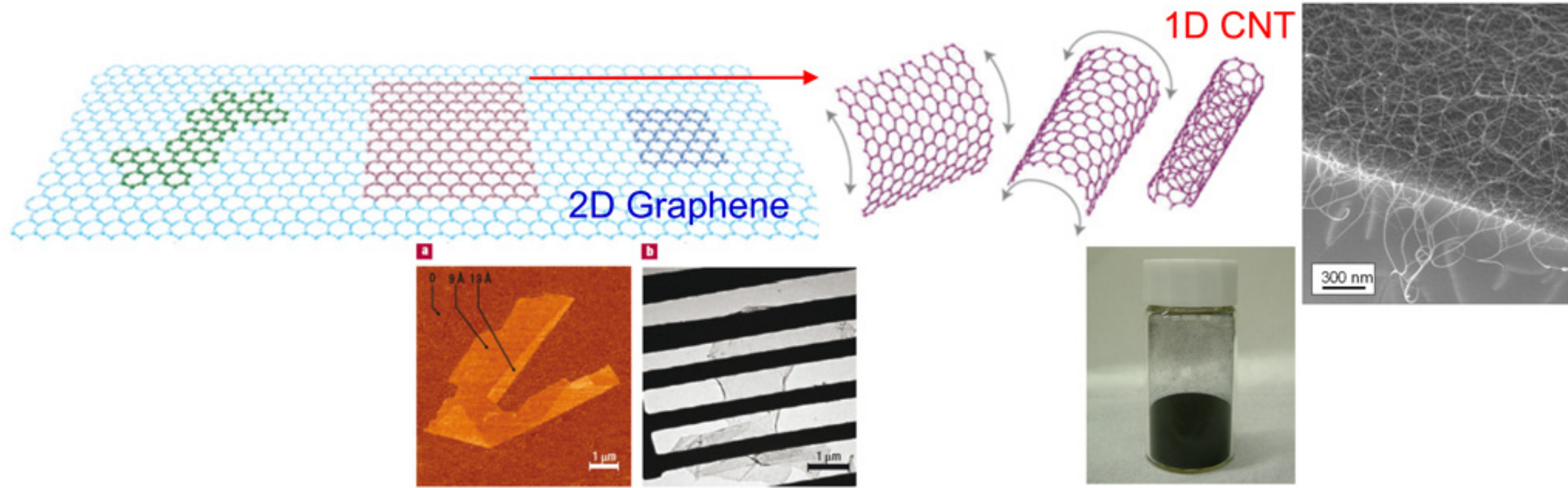
Fiber-based photonic devices and subsystems for communications and sensors



Sensor systems

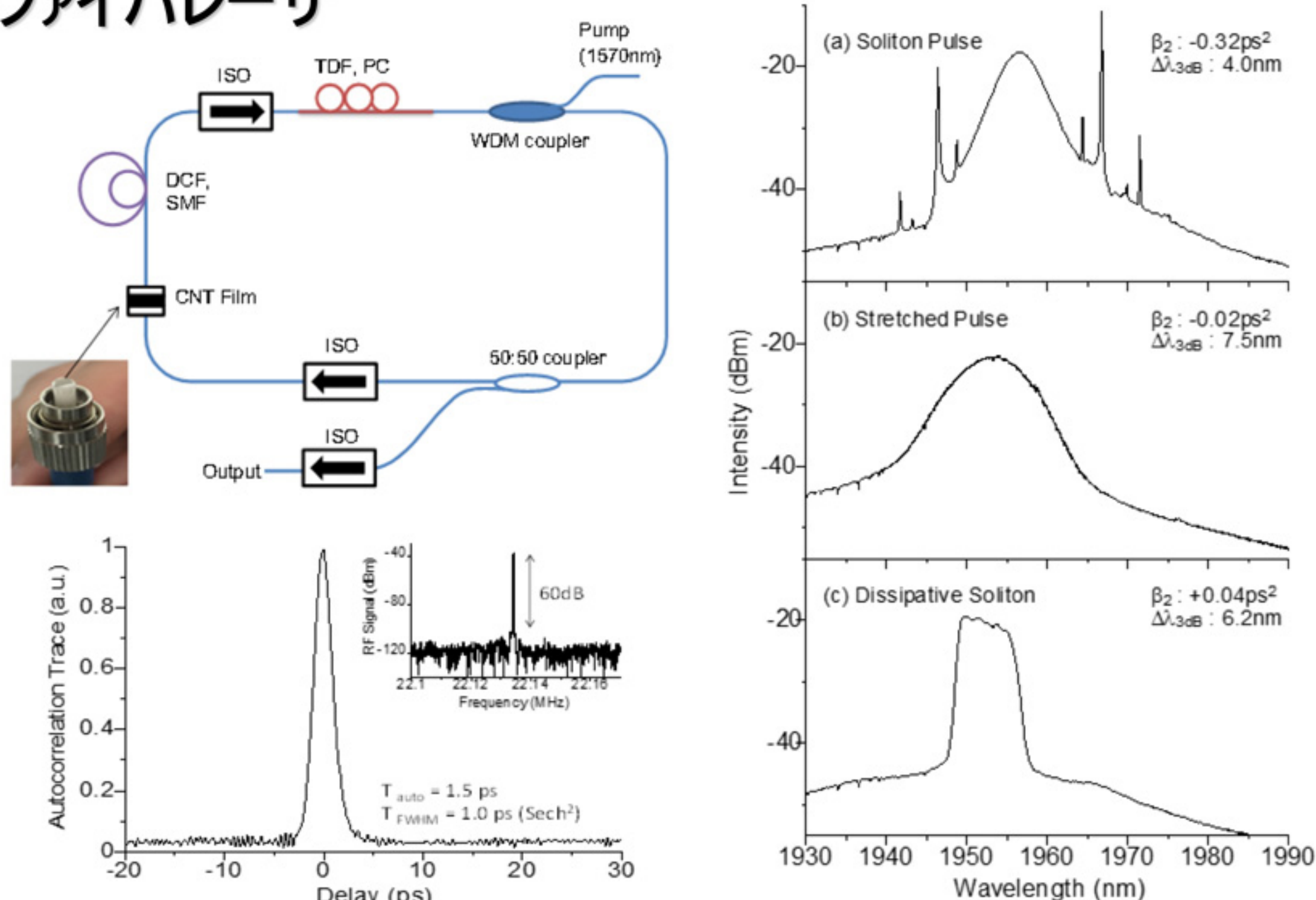


・カーボンナノチューブ(CNT)・グラフェンフォトニクス



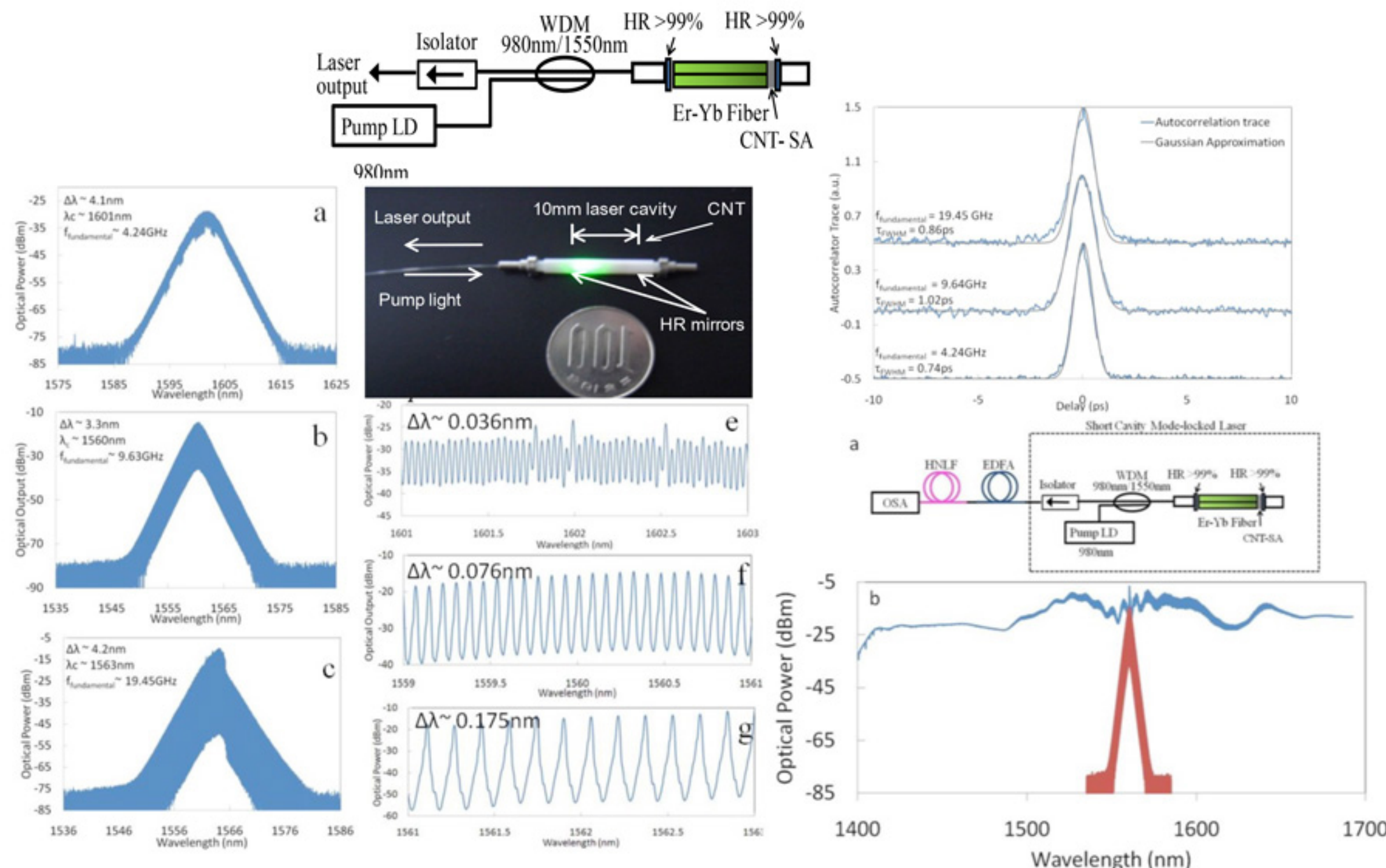
新規材料(カーボンナノチューブ・グラフェンなど)・新規構造による光通信・センシングのための新しい光デバイスの実現

・光ファイバレーザ



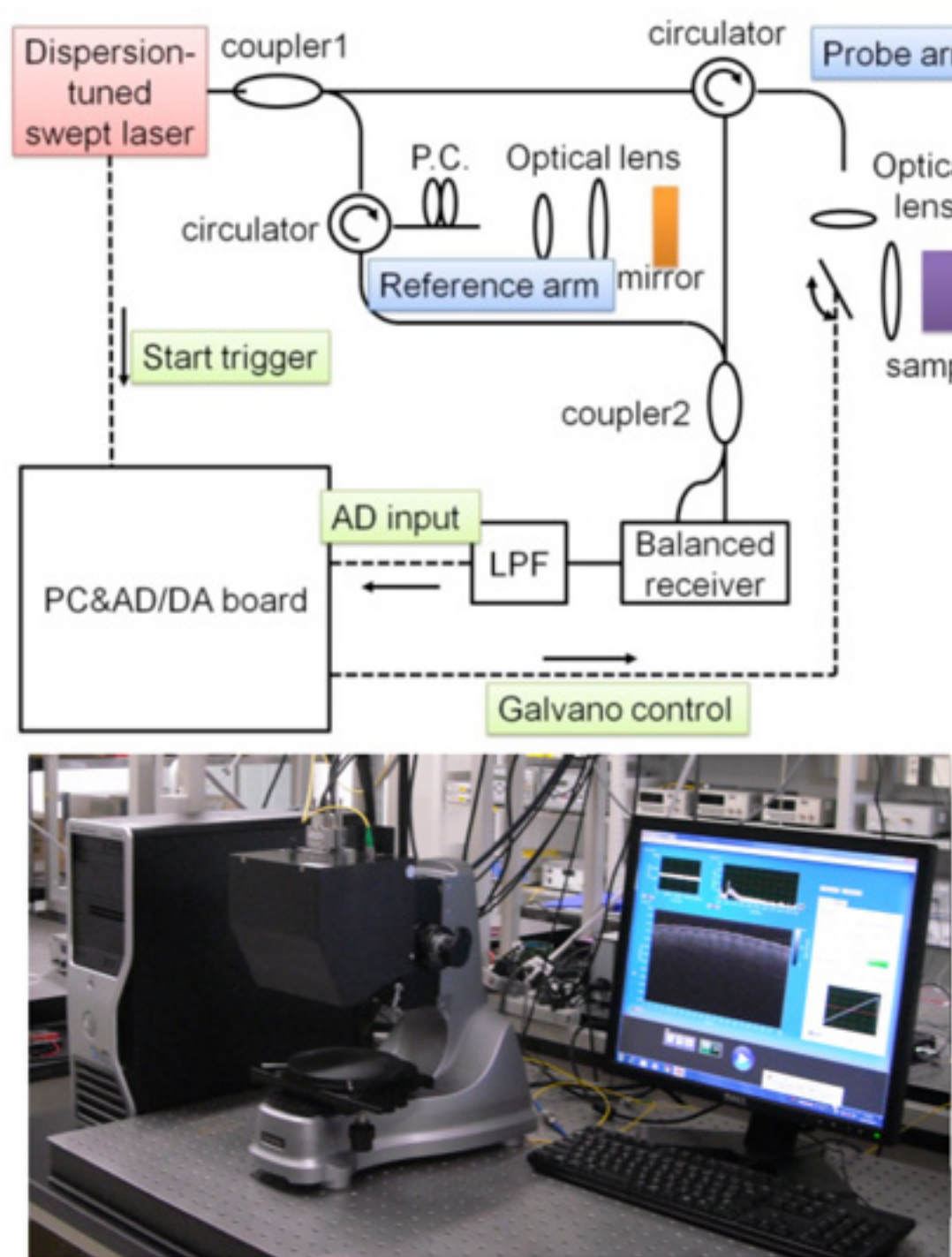
中赤外波長帯CNT短パルス光ファイバレーザ

グラフェン光変調器の研究



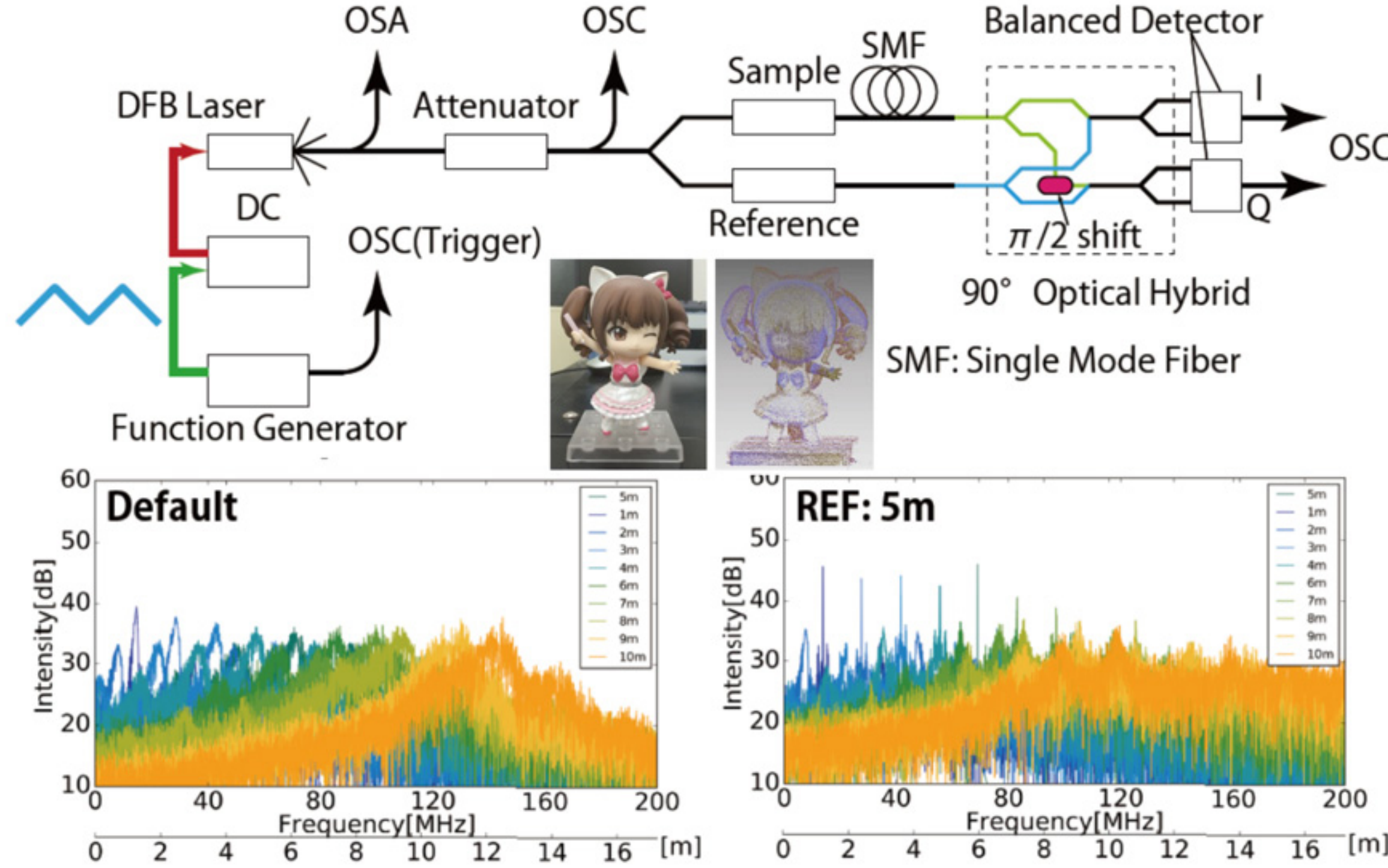
CNT高繰り返しパルスレーザとそれによる超広帯域光発生

・センシング応用

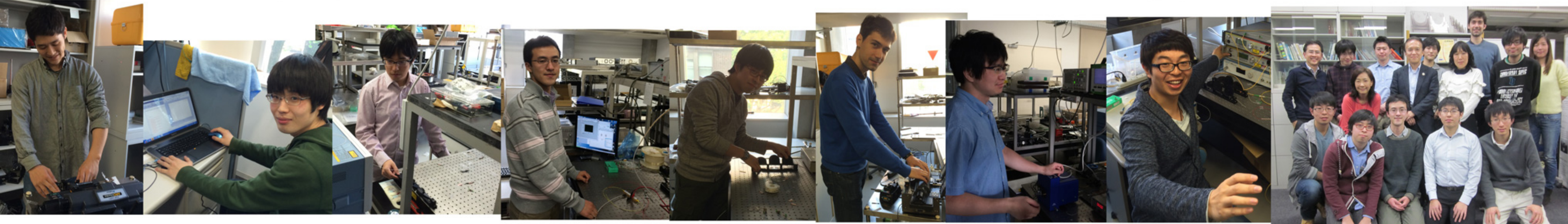


	Setup-A SOA+DCF	Setup-B SOA+CFBG	Setup-C RSOA+CFBG
1kHz			
10kHz			
50kHz			
125kHz	No image		
250kHz	No image		

波長可変光ファイバレーザのSS-OCT応用



デジタルコヒーレント技術を用いたFMCW反射光計測



新規光デバイス・サブシステム

先端研(駒場第IIキャンパス)において光ファイバ通信およびセンシング(特にOCTなどの医用応用)のための光ファイバやレーザなどの新規光デバイス・サブシステムの研究を行っています。同じ先端研のセット研究室、および本郷の保立研究室とは研究・運営面で連携しています。