

光応用電磁界計測技術 の概要紹介

2015年6月11日

光応用電磁界計測時限研究専門委員会



Technical committee on Photonics-applied Electromagnetic Measurement

Schedule Purpose Topics Member Regulations Contact to us Japanese

	Schedule	Purpose	Topics	Member	Regulations	Contact to us
	平成27年11月27-28日	第5回研究会 (第2期)				同志社大学 新野キャンパス
	平成27年6月11日	光応用電磁界計測の基礎と最新動向ワークショップ				産業技術総合研究所 臨海副都心センター
	平成27年5月21-22日	第4回研究会 (第2期)	光ファイバ応用技術研究会併催			金沢勤労者プラザ
	平成27年2月12-13日	第3回研究会 (第2期)	光応用・視覚計測合同研究会併催			ホテル千秋閣
	平成26年11月14日	第2回研究会 (第2期)	環境電磁工学研究会併催			産業技術総合研究所 臨海副都心センター
	平成26年11月14日	第2回専門委員会 (第2期)				産業技術総合研究所 臨海副都心センター
	平成26年7月4日	第1回研究会 (第2期)				神奈川県産業技術センター
	平成26年7月4日	第1回専門委員会 (第2期)				神奈川県産業技術センター
	平成26年4月1日	光応用電磁界計測時限研究専門委員会 (PEM) 第2期移行				
	平成26年3月19日	第8回研究会	マイクロ波・ミリ波フォトニクス研究会共催			新潟大学
	平成26年3月10日	第5回専門委員会				大阪大学 (東京)
	平成25年12月20日	第7回研究会	無線端末・アンテナシステム測定技術研究会共催			大宮信景記念館
	平成25年10月3-4日	第6回研究会	アンテナ・伝播研究会併催			金沢大学
	平成25年8月7日	第5回研究会				大阪大学
	平成25年8月7日	第4回専門委員会				大阪大学
	平成25年6月28日	第4回研究会	電気学会計測研究会併催			北海道大学
	平成25年3月21日	第3回研究会				岐阜大学
	平成25年1月31日	第3回専門委員会				NTTドコモ
	平成25年1月11日	第2回研究会	環境電磁工学研究会併催			長崎大学
	平成24年8月23-24日	第1回研究会				東北大学
	平成24年8月23日	第2回専門委員会				東北大学
	平成24年4月12日	第1回専門委員会				東北大学 (東京)
	平成24年4月1日	光応用電磁界計測時限研究専門委員会 (PEM) 発足				

委員会の目的と研究分野

[委員会の目的]

急速に進化・変貌を遂げつつある電磁界応用の多様化と高度化に対応するために、アンテナや電磁両立性等の電磁界計測分野と光センサ等の応用光学の分野の専門家を委員として、物質の光応答を利用した、新しい電磁界計測技術を追究することを目標としています。研究対象は、アンテナや電磁両立性だけでなく、プラズマ電磁界、宇宙到来電磁波など、人工的および自然発生する電磁界の計測全般及びそれらと関連性の深い各種事象とします。様々な専門分野における最新の研究成果を持ち寄ることにより、異分野の活動を有機的かつ横断的に結びつけ、新たな発見や研究領域の開拓、実社会への応用などを促進します。本時限研究専門委員会は、第二種研究会やワークショップ、予稿集発行、HP掲載などを通じて、光応用電磁界計測及びその関連課題を扱う研究者のためのコミュニティとして活動します。

[担当する研究分野]

1. 光応用電磁界計測の理論、応用

マイクロ波フォトニクス、光ファイバ応用工学、光エレクトロニクス、マイクロ波工学、センサ工学、アンテナ計測、環境電磁計測、電子回路計測、電気回路計測、電力システム監視、THz帯計測、プラズマ計測、イメージング、レーダ

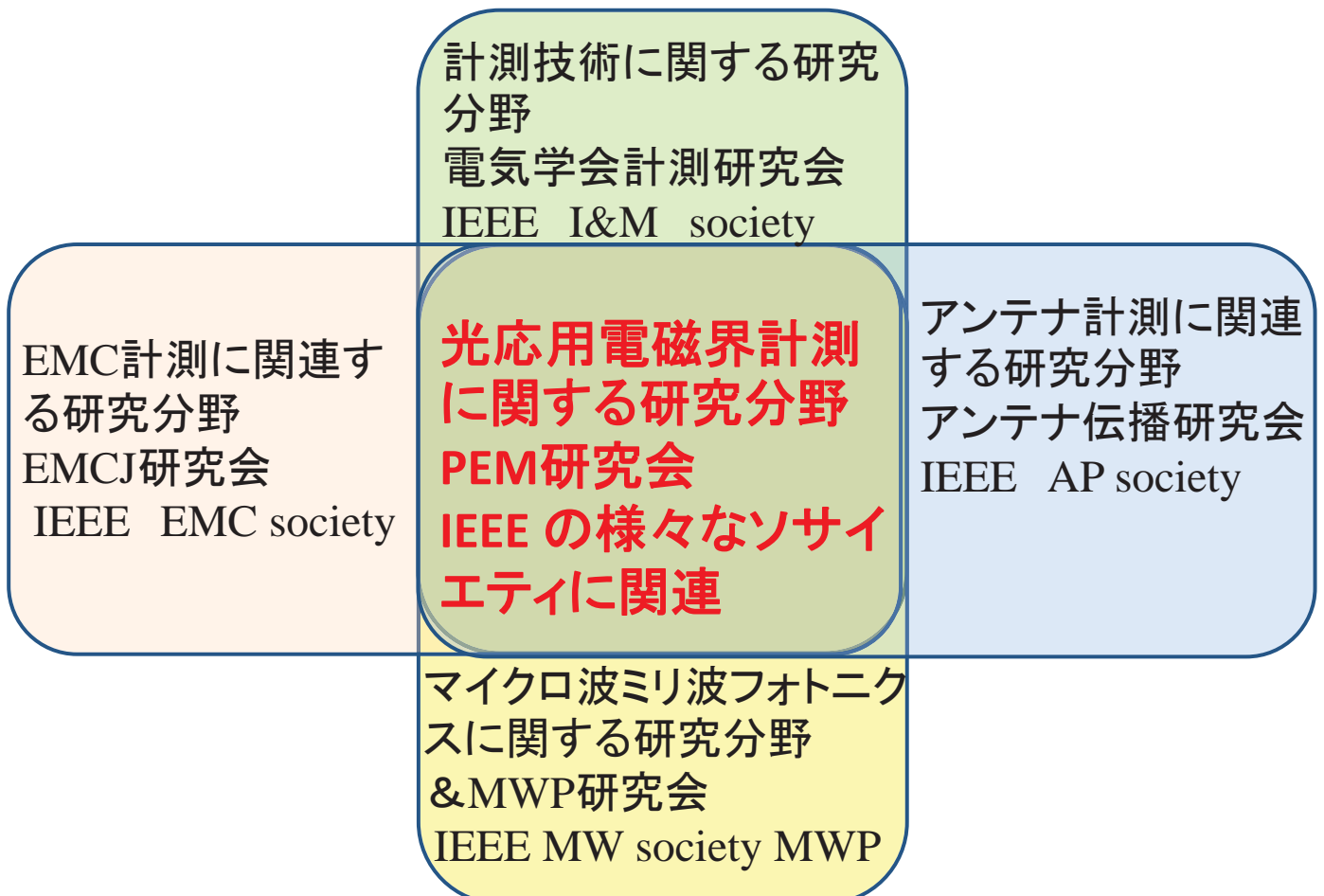
2. 光応用電磁界計測システム

電磁界計測システム、光計測システム、環境電磁計測システム、光源、プローブ・センサ、遠隔計測システム、光ファイバシステム

3. 光応用電磁界計測の支援技術

光信号伝送技術、信号復元技術、走査機械制御技術、画像処理技術

光応用電磁界計測の位置付けと関連する研究分野



委員会構成

委員長	黒川 悟	産業技術総合研究所
副委員長	大西 輝夫	株式会社NTTドコモ
	村田 博司	大阪大学
幹事	笹川 清隆	奈良先端科学技術大学院大学
	水野 麻弥	情報通信研究機構
幹事補佐	羽賀 望	群馬大学
専門委員	石井 望	新潟大学
	菅野 敦史	情報通信研究機構
	近藤 順悟	日本ガイシ株式会社
	齊藤 一幸	千葉大学
	佐々木 愛一郎	日本電信電話株式会社
	佐藤 源之	東北大学
	鈴木 敬久	首都大学東京
	セツ・ジ・イヨン	株式会社アルネアラボラトリ
	染野 薫	株式会社バイテック
	田島 公博	NTTアドバンステクノロジー株式会社
	鳥羽 良和	精工技研株式会社
	日景 隆	北海道大学
	日隈 薫	住友大阪セメント株式会社
	日高 直美	神奈川県産業技術センター
	平田 晃正	名古屋工業大学
	深沢 徹	三菱電機株式会社
藤井 隆	電力中央研究所	
柳澤 幸樹	株式会社多摩川電子	
顧問	陳 強	東北大学

pem.main.jp

PEM-com

Technical Community on Photonics-applied Electro-Magnetic Measurement

ホーム

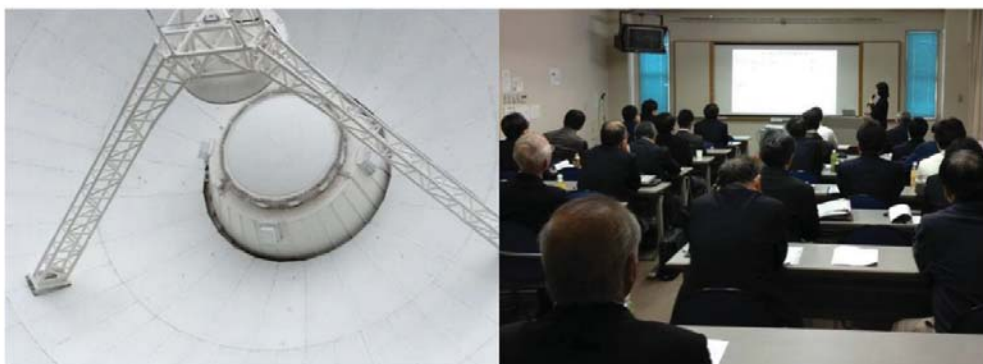
PEM-comとは

チュートリアル

PEM研究機関

イベントカレンダー

バーチャル研究会



PEM-comとは

「光応用電磁界計測コミュニティ(PEM-com)は光応用と電磁界計測の融合を目指した境界領域から創出され、アンテナ伝搬(AP)、電磁両立性(EMC)、マイクロ波フォトニクス(MWP)などの多様な技術分野の懸け橋となることを目標として新設されました。このような多種分野の横断的な技術分野は新規技術や応用分野の創出が期待され、また同時に新たな企業や人材の交流が生まれます。本コミュニティでは、PEMの著名な専門家によるチュートリアル、先端的な実験設備と実験風景の公開、及び関連論文と文献の概要紹介などにより技術内容を共有し、加えて、関連企業や団体の紹介、および活動状況をFacebookなどのSNSを用いて発信することにより技術交流を活性化してきます。また、標準化活動の最新動向を紹介することにより研究開発のひとつの指標を示し、電子情報通信学会と電気学会の関連業界を包含したコミュニティの形成により、発展の下地を整えていきます。



論文誌(B)2014年No. 3特集号 光応用電磁界計測技術の最新動向

- 光応用電磁界計測技術の最新動向論文特集の発行にあたって
陳 強
- [招待論文] 電気光学効果を用いた電磁界センサの歴史と今後の課題
桑原 伸夫
- [招待論文] 電気光学効果を利用した電磁界計測技術の動向
永妻 忠夫 久武 信太郎
- マイクロ波帯域において高感度な光電界センサ
日高 直美 菅間 秀晃 土屋 明久 辻野 真吾 石田 武志 橋本 修
- 光電界センサの高感度化のためのアンテナ設計
阿部 寛人 陳 強
- ミリ波帯電磁界測定のためのアンテナ電極電気光学変調器
高武 直弘 村田 博司 岡村 康行
- [論文賞] 光学的変調散乱素子を用いた高周波電界計測システム
黒澤 孝裕 駒木根 隆士
- 電気/光変換技術を用いたMHz帯における波源近傍の電界分布測定
石原 哲 大西 輝夫
- サーモグラフィ法によるSAR測定における熱移動の補正
齊藤 一幸 滝本 拓也 大西 輝夫 高橋 応明 伊藤 公一
- 光マイクロ波伝送装置と台車ロボットを用いたSite-VSWR自動計測システムの開発
飴谷 充隆 黒川 悟 廣瀬 雅信
- 光ファイバリンク広帯域アンテナと時間周波数解析を用いたシート状材料の電磁波シールド特性評価
黒川 悟 山崎 芳樹 飴谷 充隆 廣瀬 雅信
- 高精度アンテナ測定用の小形PDモジュール
西本 研悟 原口 英介 安藤 俊行 深沢 徹 宮下 裕章

EMC 2014 Tokyo

[Workshop] Photonics-applied Electromagnetic Measurement for EMC

- 16P2-H1W. Activities of PEM Research and Development in Japan, S. Kurokawa.
- 16P2-H2W. Lecture of EO Effect and Its Sensors, H. Murata.
- 16P2-H3W. Product Trends of Optical E-field Sensor, J. Ichijoh.
- 16P2-H4W. Antenna Pattern Measurements Using Photonic Sensor, M. Hirose.
- 16P2-H5W. Photonic Technologies Applied to Evaluation of the Human Exposure to Electromagnetic Fields, T. Onishi.

[Organized Session] Photonics-applied Electromagnetic Measurement for EMC

- 16P3-H1. Development of Optical Electric Field Sensors for EMC Measurement, B. G. Loader¹, M. J. Alexander¹, R. Osawa²
- 16P3-H2. Metal-free Electric-field Probe based on Photonics and its EMC Applications, H. Togo
- 16P3-H3. Active Electro-Optical Probe System for B1-Field Polarization Mapping in Magnetic Resonance Imaging Systems, S. N. Kuehn¹, B. Kochali², N. Kuster¹
- 16P3-H4. Antenna Measurement by Simple Optical Link System Using Radio on Fiber Technologies, S. Kurokawa¹, M. Hirose¹, M. Ameya¹, Y. Toba²
- 16P3-H5. Shielding Effectiveness Evaluation of Enclosure with Apertures Using Electro-Optic Sensor, N.-W. Kang¹, D.-J. Lee¹, W. Kang², Y.-S. Chung²

光応用電磁界計測の最新の技術動向 とアンテナ精密計測への適用例

国立研究開発法人 産業技術総合研究所
計量標準総合センター物理計測標準研究部門
電磁界標準研究グループ 黒川 悟
2015年6月11日

目次

1. EMC2014 Tokyo のPEM関連WS、OS概要
電界・磁界計測への光応用電磁界計測技術適用
2. その他の最新動向
 - RoFシステムの概要
 - RoFシステムのアンテナ計測、EMC計測応用
 - 同軸ケーブルの測定結果への影響評価
 - アンテナ近傍界計測と光応用電磁界計測技術
3. 光応用電磁界計測に用いる光デバイス概要
4. 各種測定例
5. Designcon2015概要(光応用電磁界計測関連)

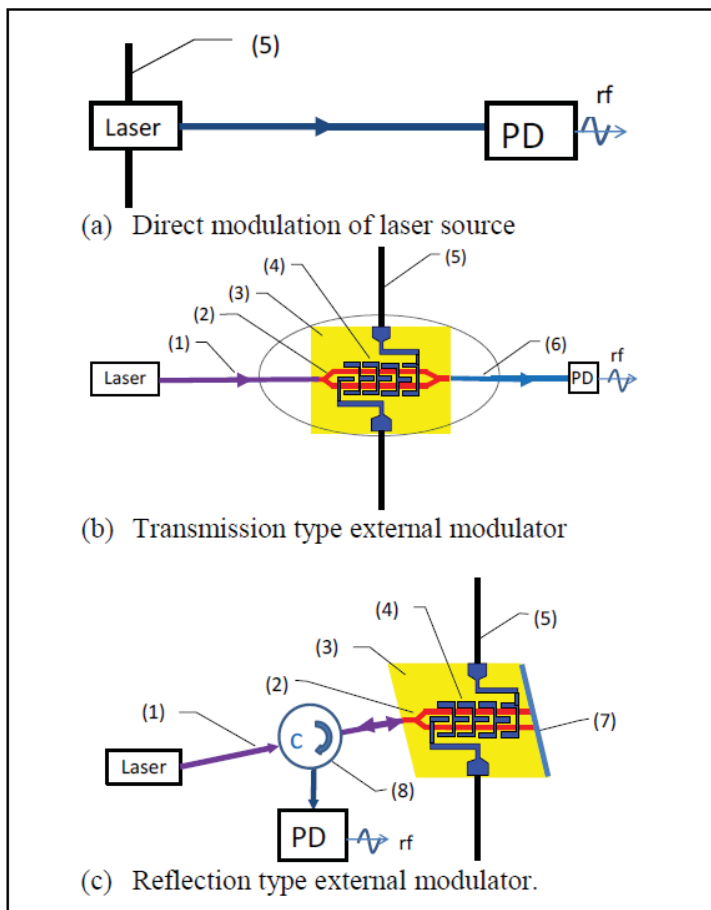
[Workshop] Photonics-applied Electromagnetic Measurement for EMC

- 16P2-H1W. Activities of PEM Research and Development in Japan, S. Kurokawa.
- 16P2-H2W. Lecture of EO Effect and Its Sensors, H. Murata.
- 16P2-H3W. Product Trends of Optical E-field Sensor, J. Ichijoh.
- 16P2-H4W. Antenna Pattern Measurements Using Photonic Sensor, M. Hirose.
- 16P2-H5W. Photonic Technologies Applied to Evaluation of the Human Exposure to Electromagnetic Fields, T. Onishi.

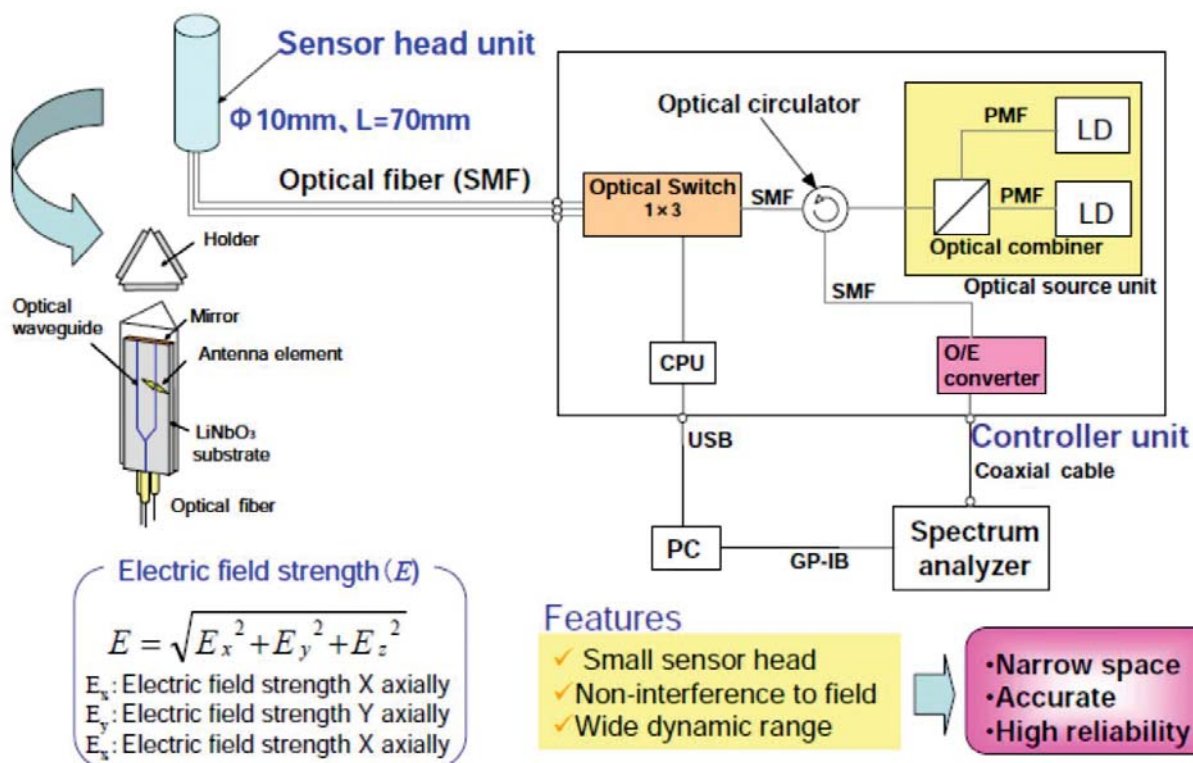
[Organized Session] Photonics-applied Electromagnetic Measurement for EMC

- 16P3-H1. Development of Optical Electric Field Sensors for EMC Measurement, B. G. Loader¹, M. J. Alexander¹, R. Osawa²
- 16P3-H2. Metal-free Electric-field Probe based on Photonics and its EMC Applications, H. Togo
- 16P3-H3. Active Electro-Optical Probe System for B1-Field Polarization Mapping in Magnetic Resonance Imaging Systems, S. N. Kuehn¹, B. Kochali², N. Kuster¹
- 16P3-H4. Antenna Measurement by Simple Optical Link System Using Radio on Fiber Technologies, S. Kurokawa¹, M. Hirose¹, M. Ameya¹, Y. Toba²
- 16P3-H5. Shielding Effectiveness Evaluation of Enclosure with Apertures Using Electro-Optic Sensor, N.-W. Kang¹, D.-J. Lee¹, W. Kang², Y.-S. Chung²

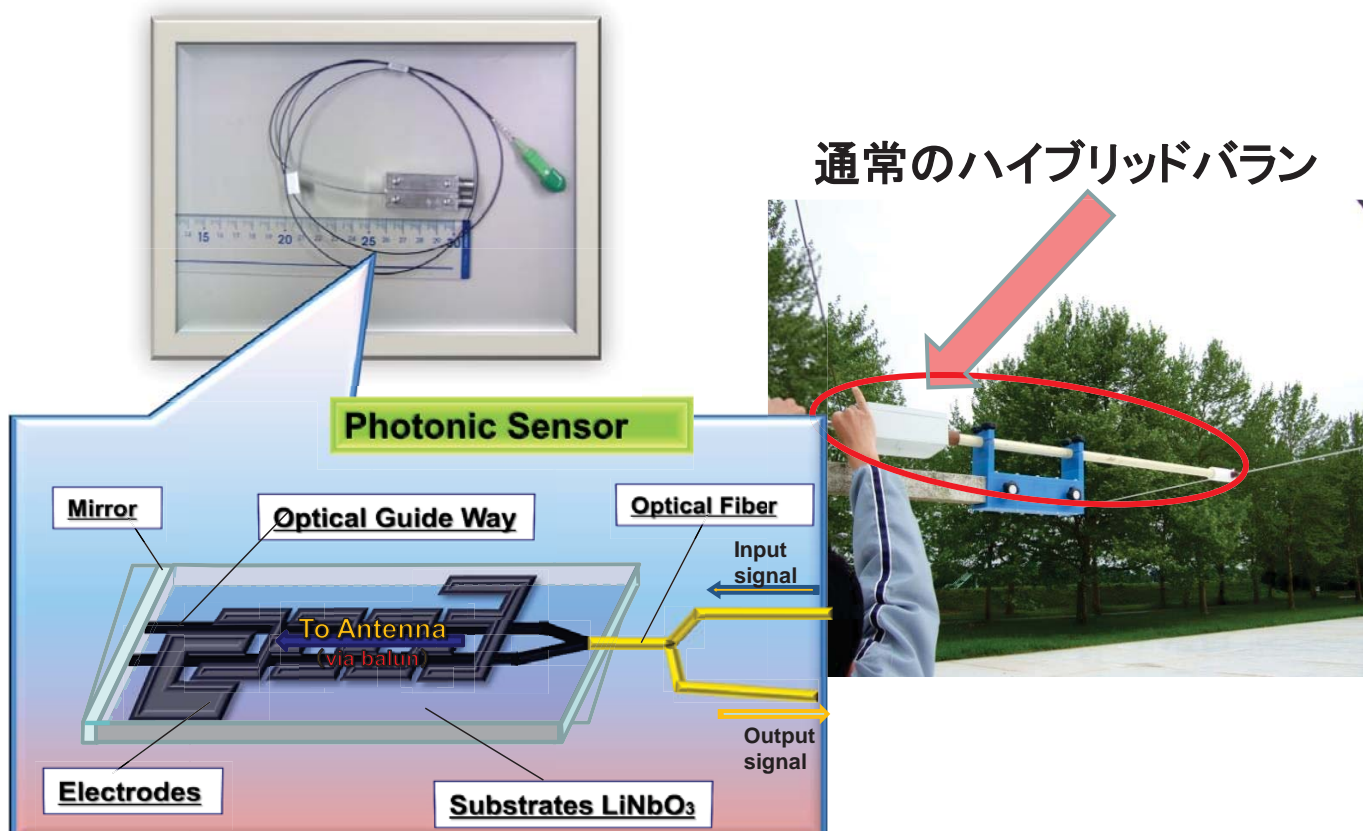
16P3-H1. Development of optical field sensors for EMC measurement



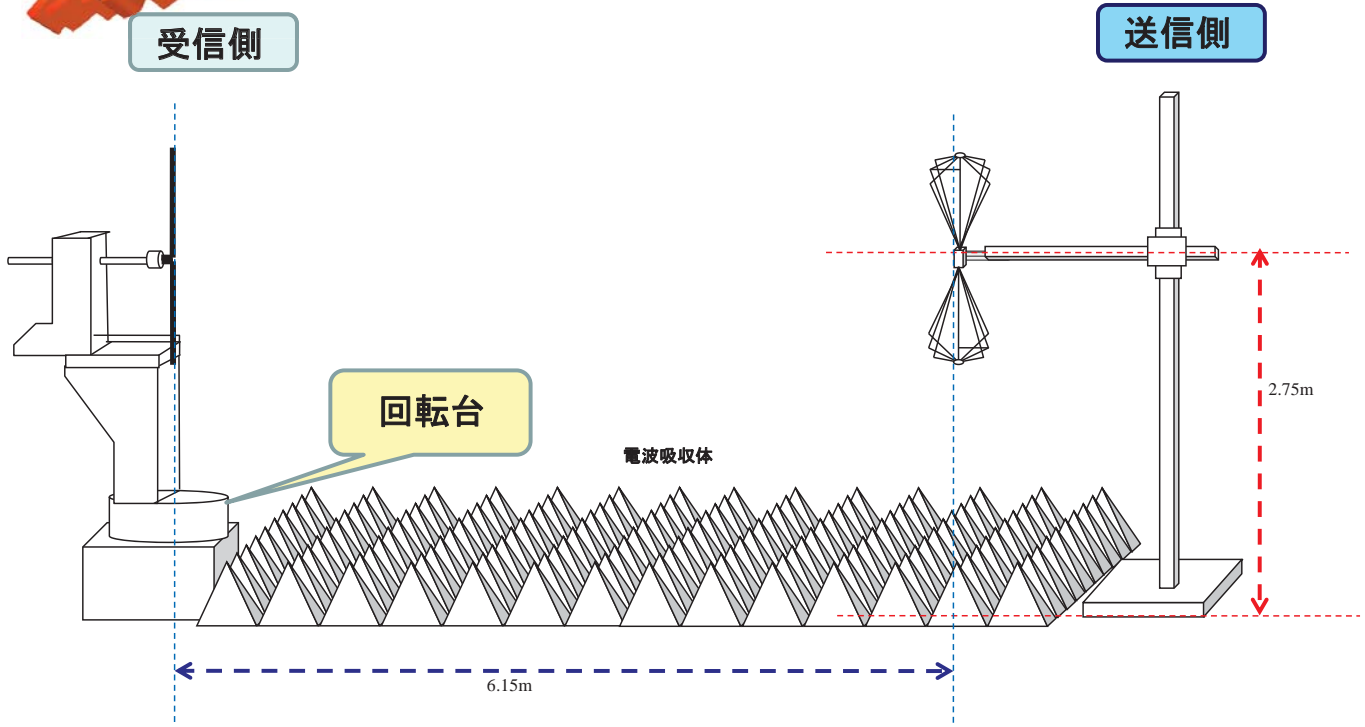
3次元電界計測を可能とする3軸電界センサ (Seiko Giken Inc. and NPL)



光反射型LN変調器を用いたダイポールアンテナ用光バラン (産総研 & 精工技研)

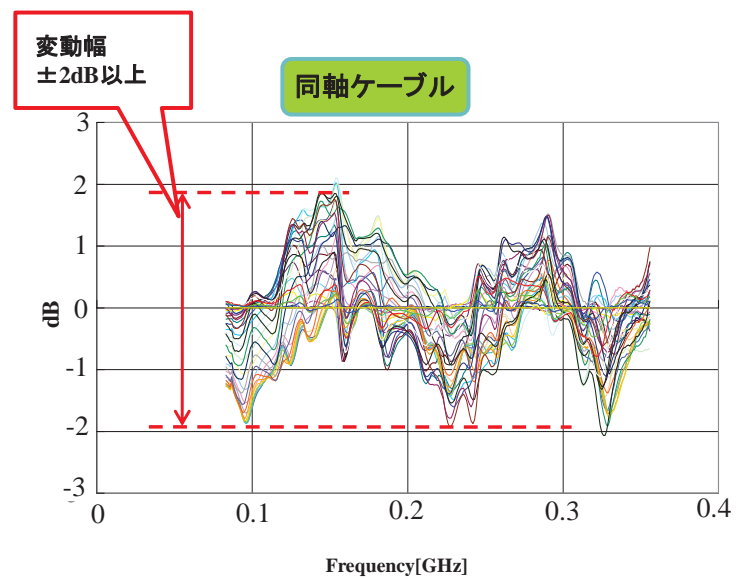
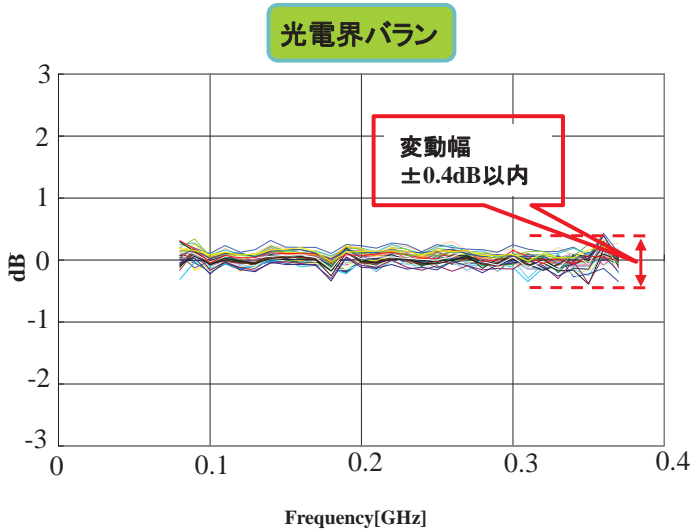


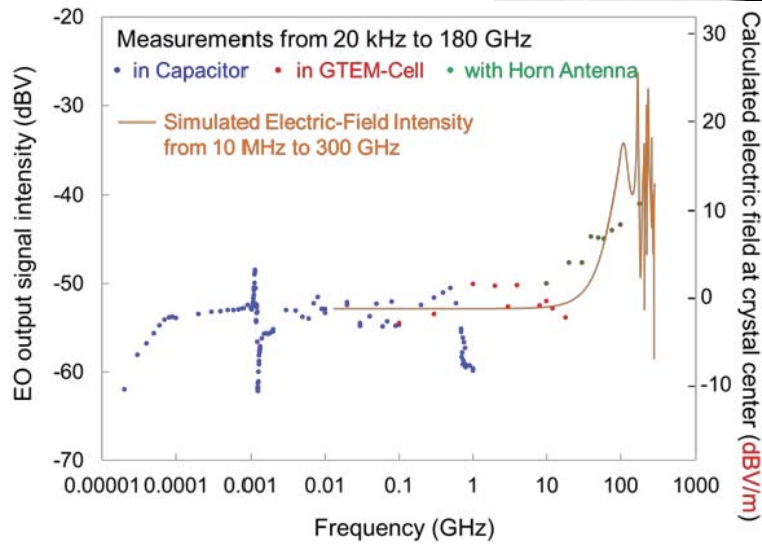
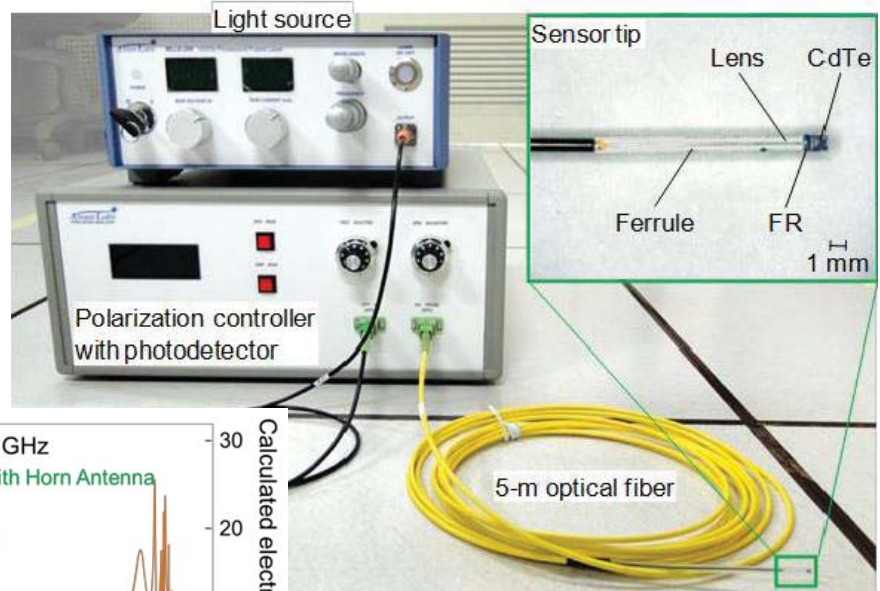
測定系



測定結果①

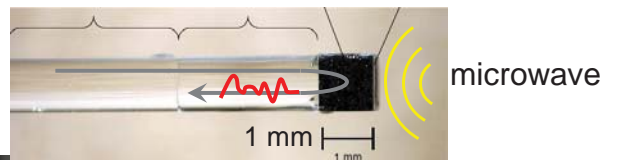
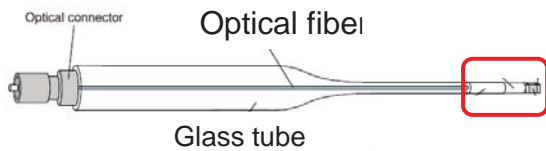
アジマス 0° ~ 360° のS21パターンの周波数特性



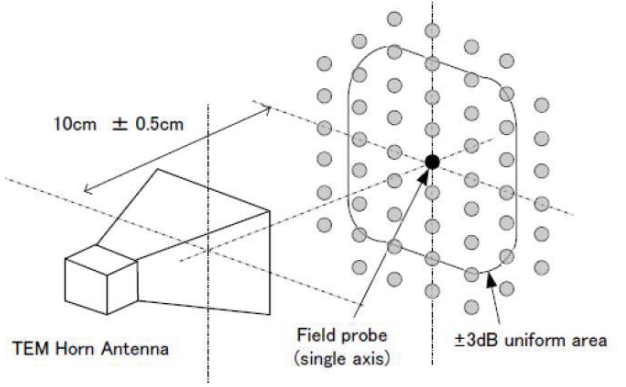
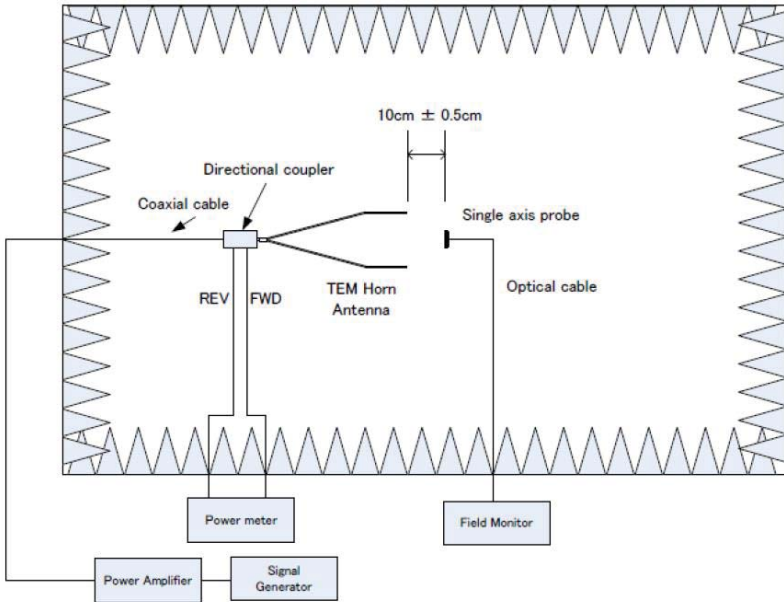


バルク型EOプローブとそれを用いた測定例

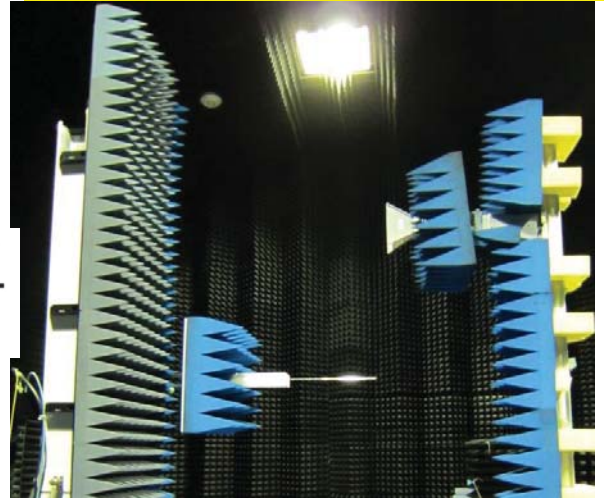
(スタック電子様LEOプローブ資料より)



近接イミュニティ試験用アンテナの近傍界分布測定



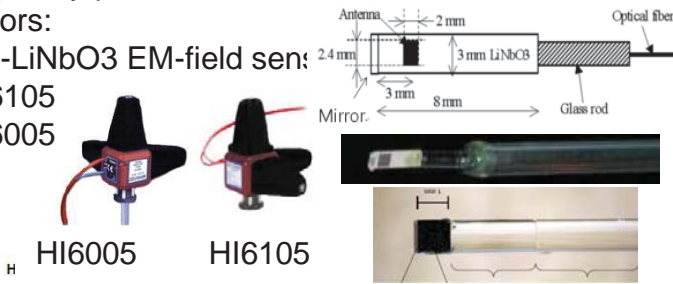
Field uniformity measurement setup



AIST's field uniformity evaluation test procedure.

- Frequency points: 400MHz~6GHz
- Sensors:

MZ-LiNbO3 EM-field sen:
HI6105
HI6005



16P3-H3. Active Electro-Optical Probe System for B1-Field Polarization Mapping in Magnetic Resonance Imaging Systems

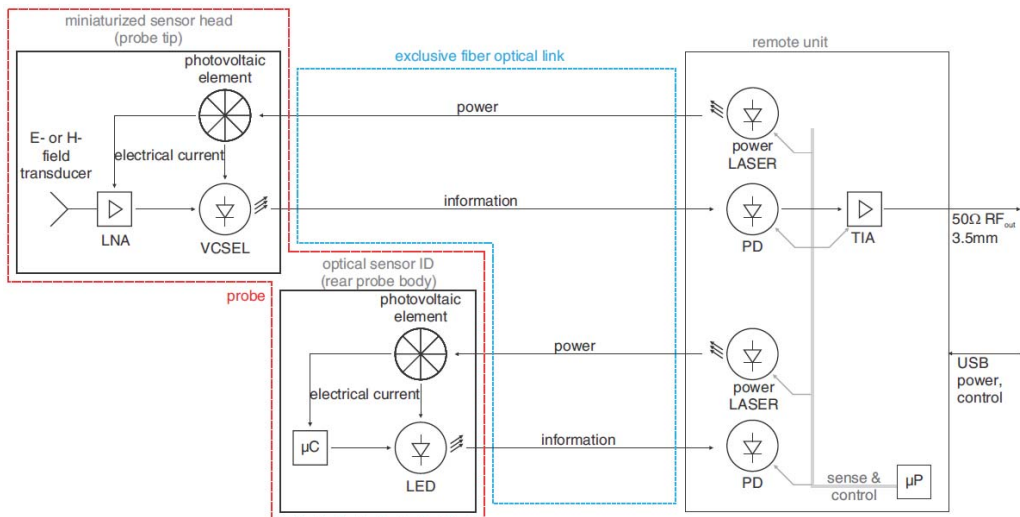
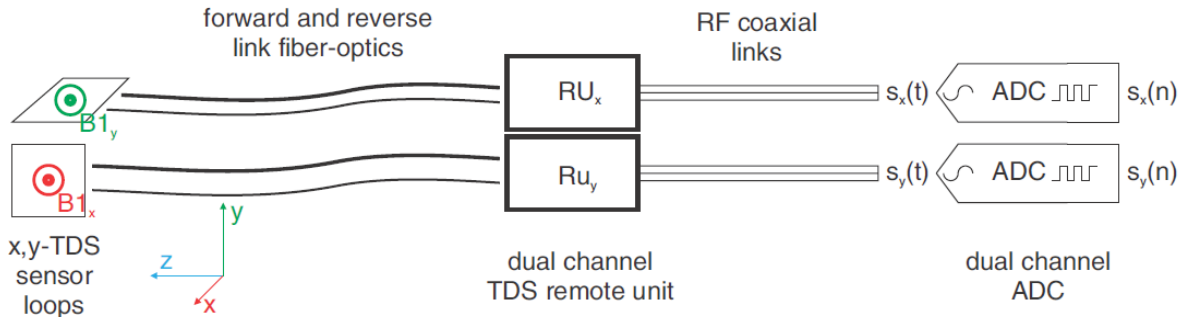


Fig. 1. Schematic of the active electro-optical sensor platform consisting of forward and reverse link fiber-optics



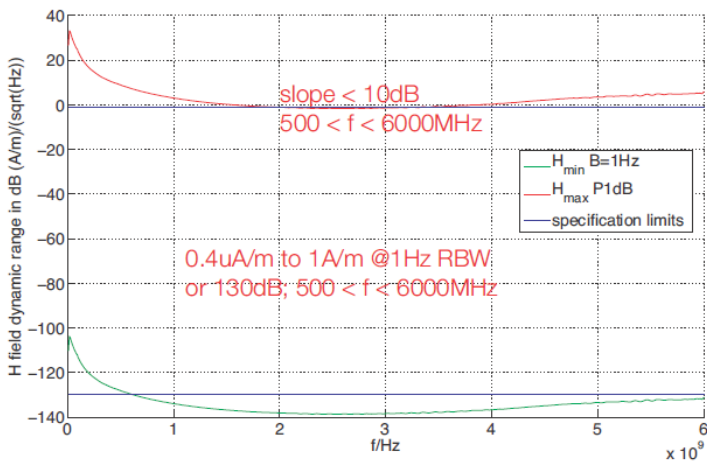


Fig. 5. Dynamic range upper (1 dB compression point) and lower (displayed average noise floor) detection limit over frequency of a HITDSx-Field TDS probes. Dynamic range upper limit curve is inversely proportional to the probe sensitivity.

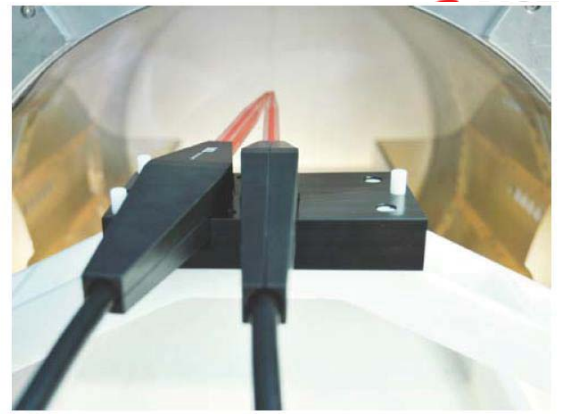


Fig. 7. B1 measurement with two HITDSx probes inside the MITS3.0 system

	HITDSx/z	EITDSx/z
Sensor Type	Shielded loop	Dipole
Sensor Size	4 mm ²	2.8 mm
Signal Link	Optical, for high electrical isolation	
Dynamic Range	>130 dB at 1 Hz RBW: 0.3 μA/m - 1 A/m	120 dB at 1 Hz RBW: 0.15 mV/m - 150 V/m
Parasitic E/H sensitivity	<-20 dB (at 2 GHz)	Not applicable
Frequency Range	10 MHz - 6 GHz	
Fiber-optics	8 m (available up to 25 m)	

16P3-H5.

Shielding Effectiveness Evaluation of Enclosure with Apertures Using Electro-Optic Sensor

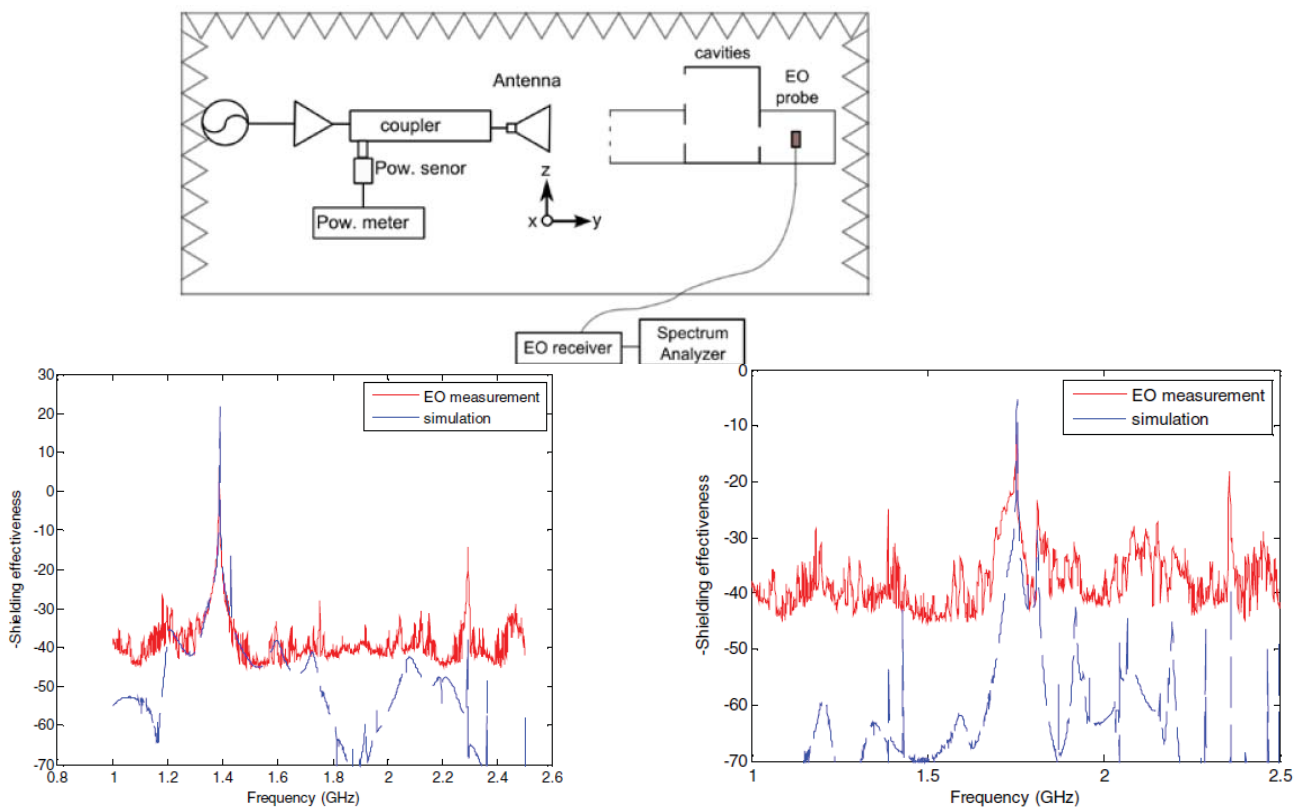


Fig. 4. Measurement result of the electric field (E_z) at center position of the cavity3.

Fig. 5. Measurement result of the electric field (E_y) at center position of the cavity3.

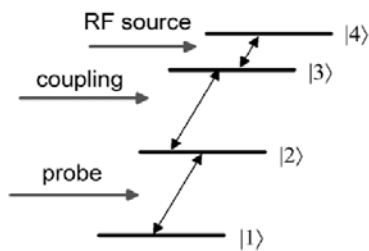


FIG. 1. A four-level system.

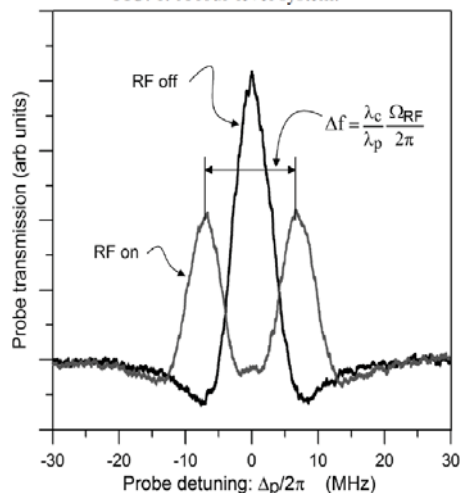


FIG. 4. Black curve: EIT-signal as a function of Δ_p for the EIT system $5S_{1/2} - 5P_{3/2} - 28D_{5/2}$. Gray curve: The $28D_{5/2}$ level is coupled to the $29P_{3/2}$ level by a 104.77 GHz RF field.

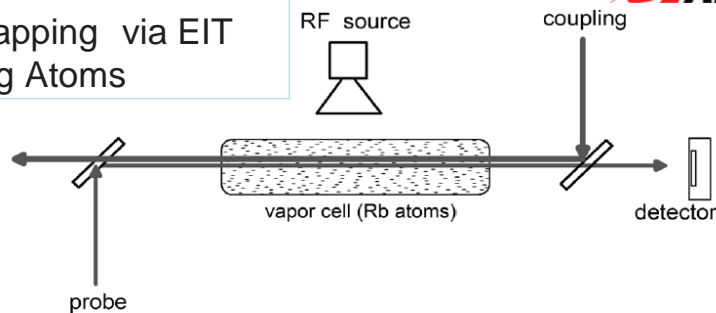


FIG. 2. Vapor cell setup for measuring EIT, with counter-propagating probe (780 nm) and coupling (480 nm) beams. The RF is applied transverse to the optical beam propagation in the vapor cell.

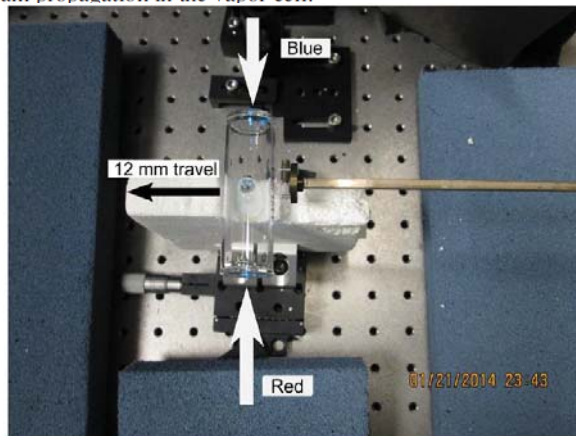


FIG. 5. Experimental setup for field-mapping measurements with EIT. The vapor cell is on a translation stage and is scanned with respect to the optical beams. The waveguide in the photo is closer than that used in the measurement.

目次

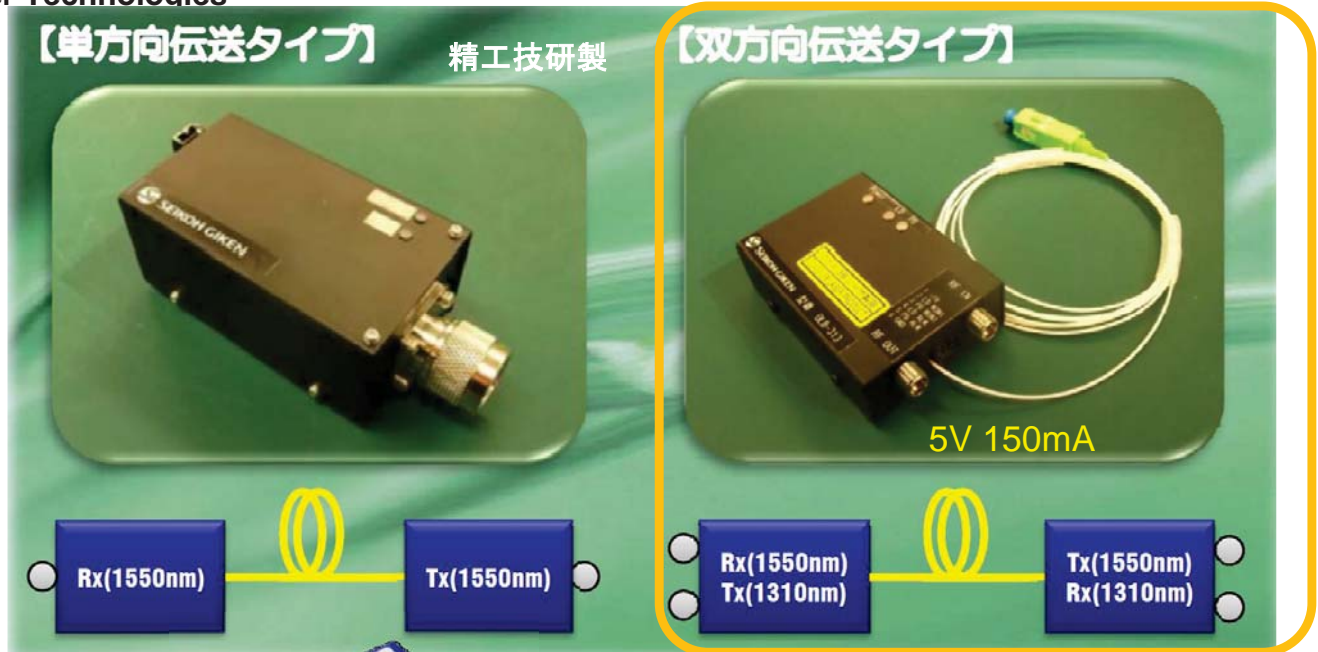
1. EMC2014 Tokyo のPEM関連WS、OS
電界・磁界計測への光応用電磁界計測技術適用
2. その他の最新動向
 - RoFシステムの概要
 - RoFシステムのアンテナ計測、EMC計測応用
 - 同軸ケーブルの測定結果への影響評価
 - アンテナ近傍界計測と光応用電磁界計測技術
3. 光応用電磁界計測に用いる光デバイス概要
4. 各種測定例
5. Designcon2015での光応用電磁界計測概要



技術を社会へ - Integration for Innovation

独立行政法人 産業技術総合研究所

16P3-H4. Antenna Measurement by Simple Optical Link System Using Radio on Fiber Technologies



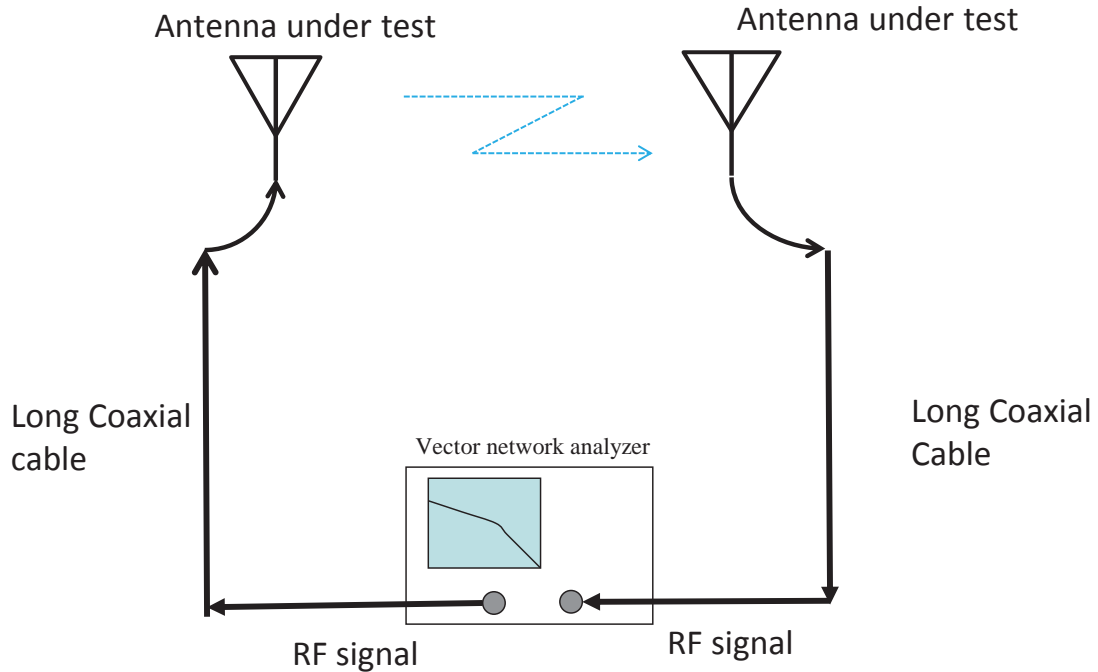
スタック電子製



多摩川電子



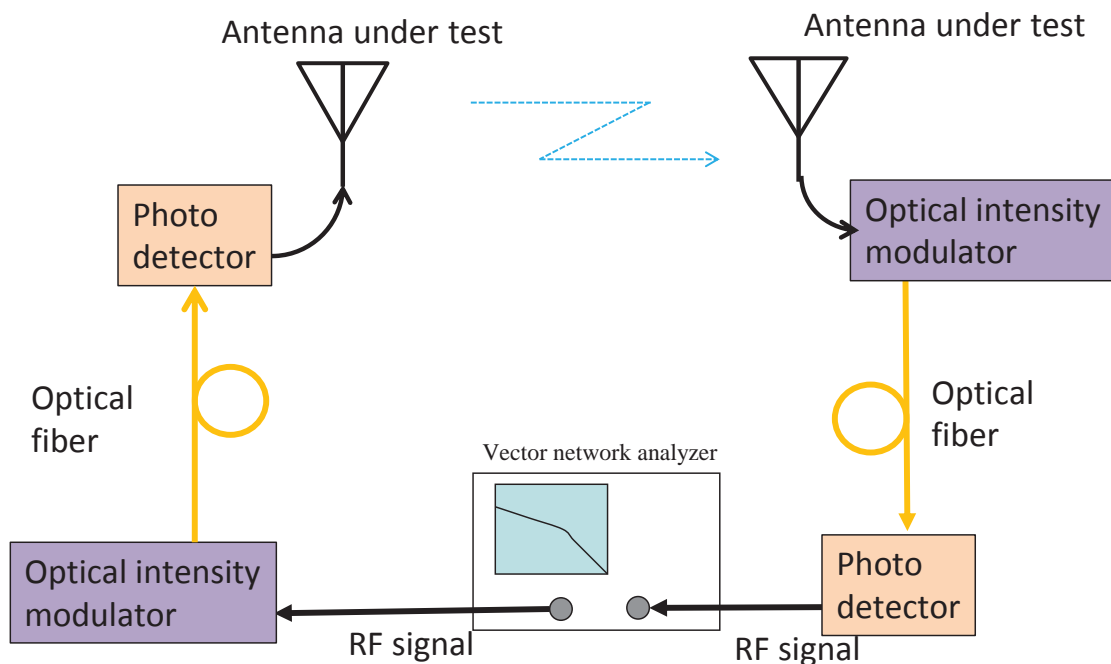
アンテナ特性測定の一般的なセットアップ (同軸ケーブルを用いた測定)



同軸ケーブルを用いた測定では、測定結果への様々な影響が懸念される。

- 金属外皮での反射の影響
- ケーブル長が増すほど、周波数が高くなればなるほど、伝送信号減衰増加
- ケーブル長が増すほど、重量が増加し、引き回し困難

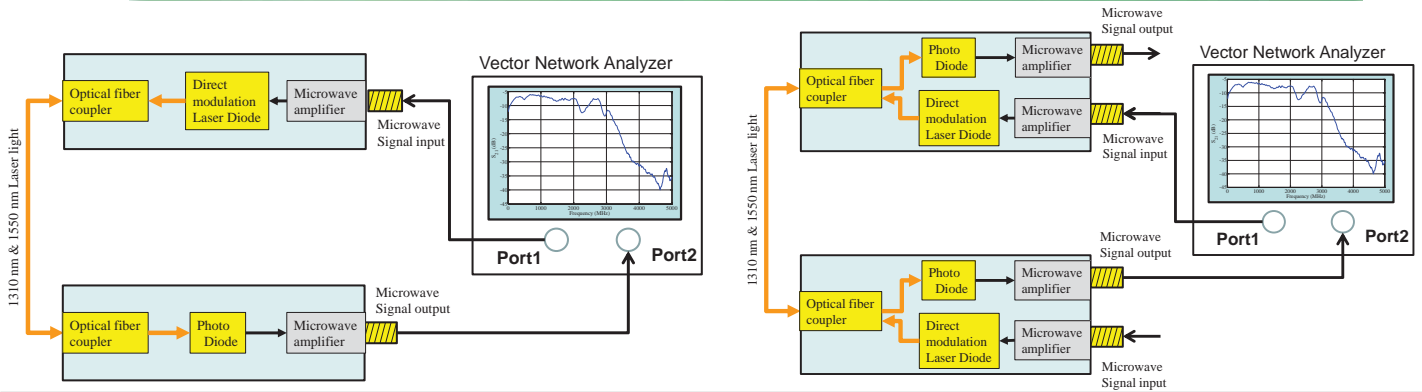
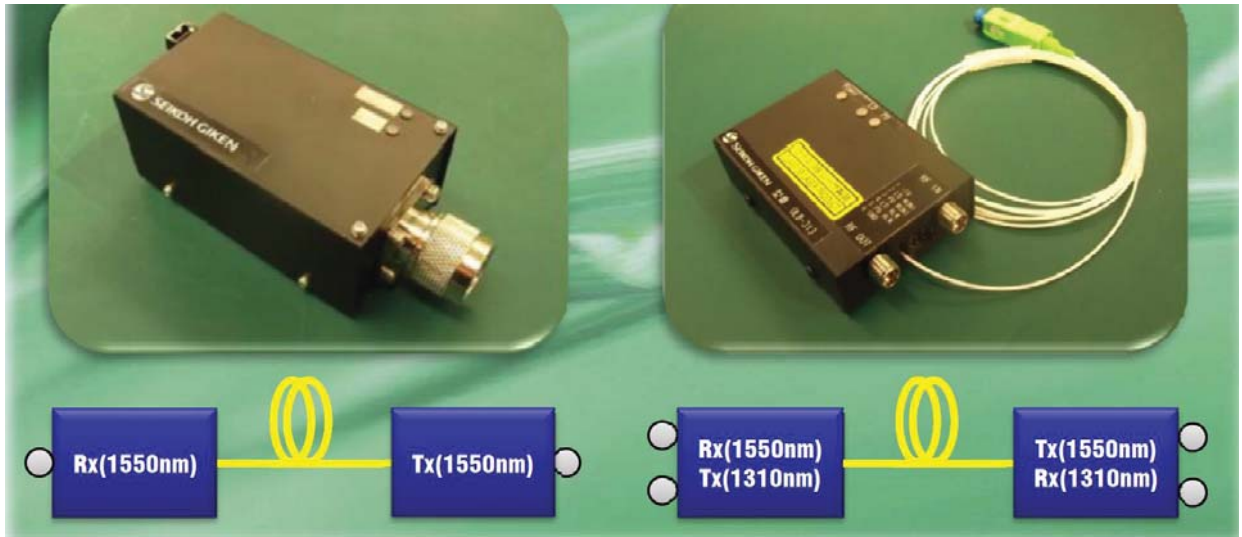
アンテナ特性測定的光ファイバを用いた場合のセットアップ (光ファイバ無線モジュールと光ファイバの利用)



光ファイバケーブルを用いた測定でのメリット

- シングルモードファイバを用いた場合の信号減衰は 0.1 dB/km のオーダー
- 光ファイバケーブルは誘電体のため、金属に比べて電波の散乱が無視できる
- 光ファイバケーブルは軽量で引き回しが容易

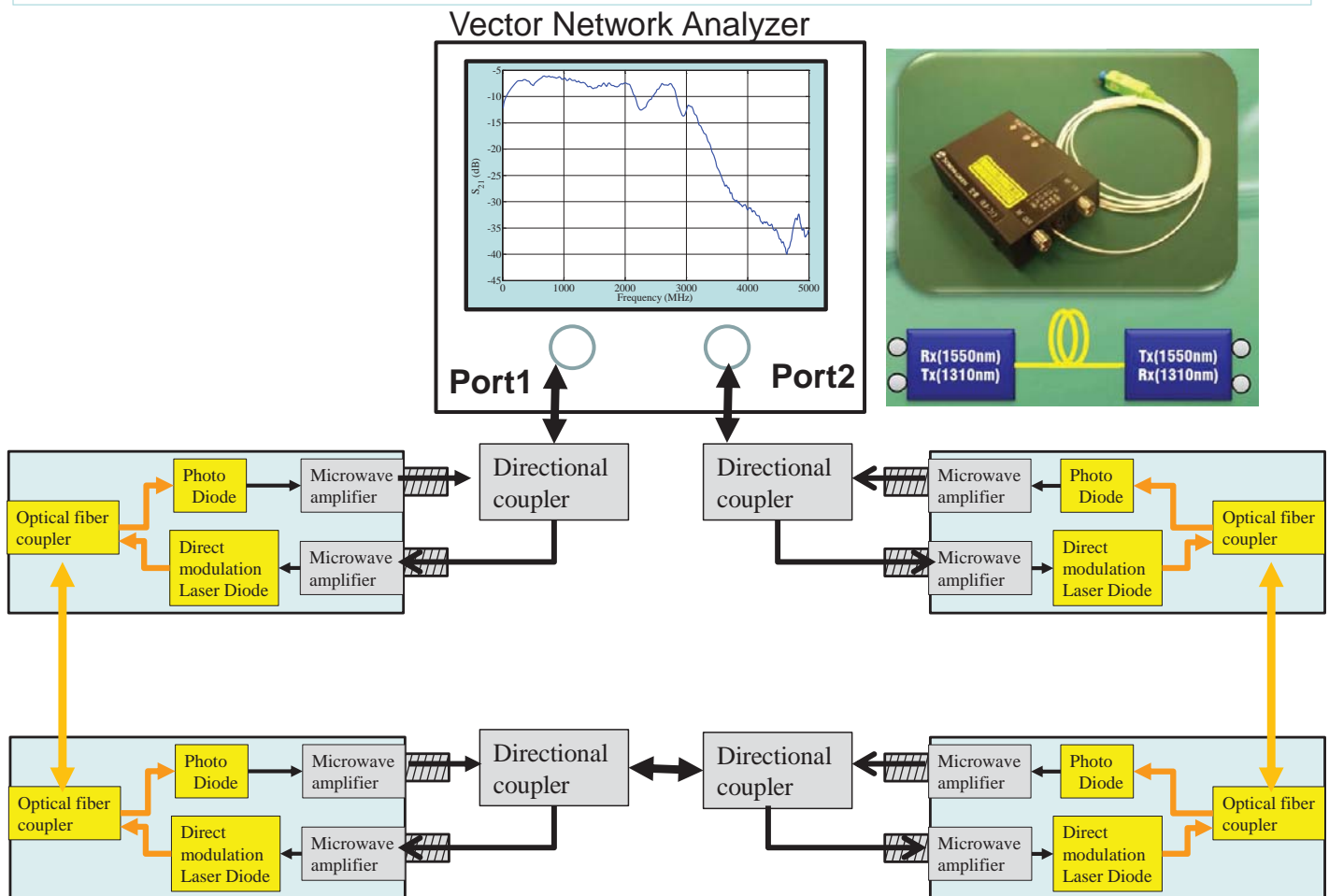
RoFモジュールの周波数特性測定セットアップ



技術を社会へ - Integration for Innovation

独立行政法人 産業技術総合研究所

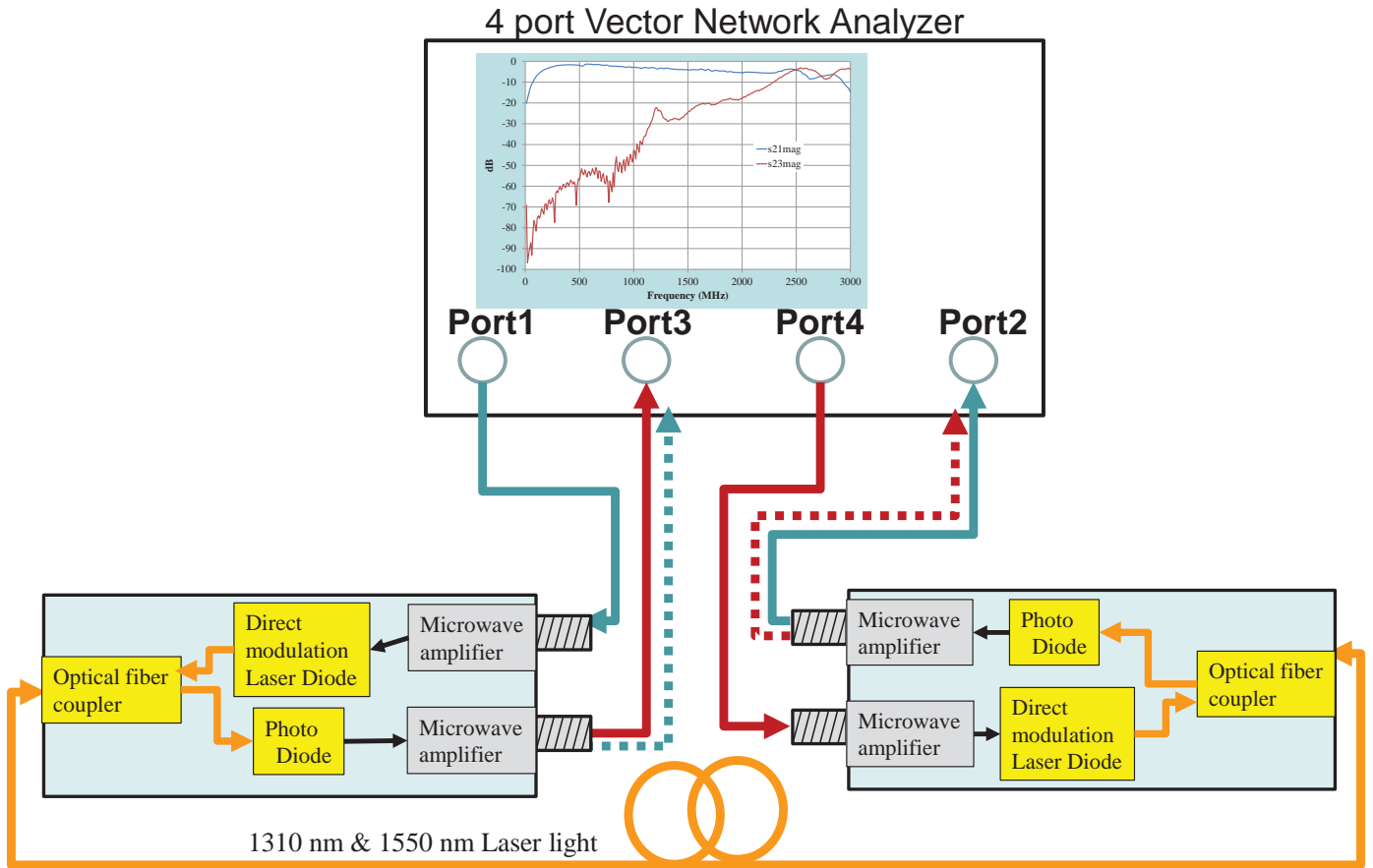
双方向伝送RoFモジュールと方向性結合器を組み合わせたフル2ポート校正を可能とする光ファイバリング



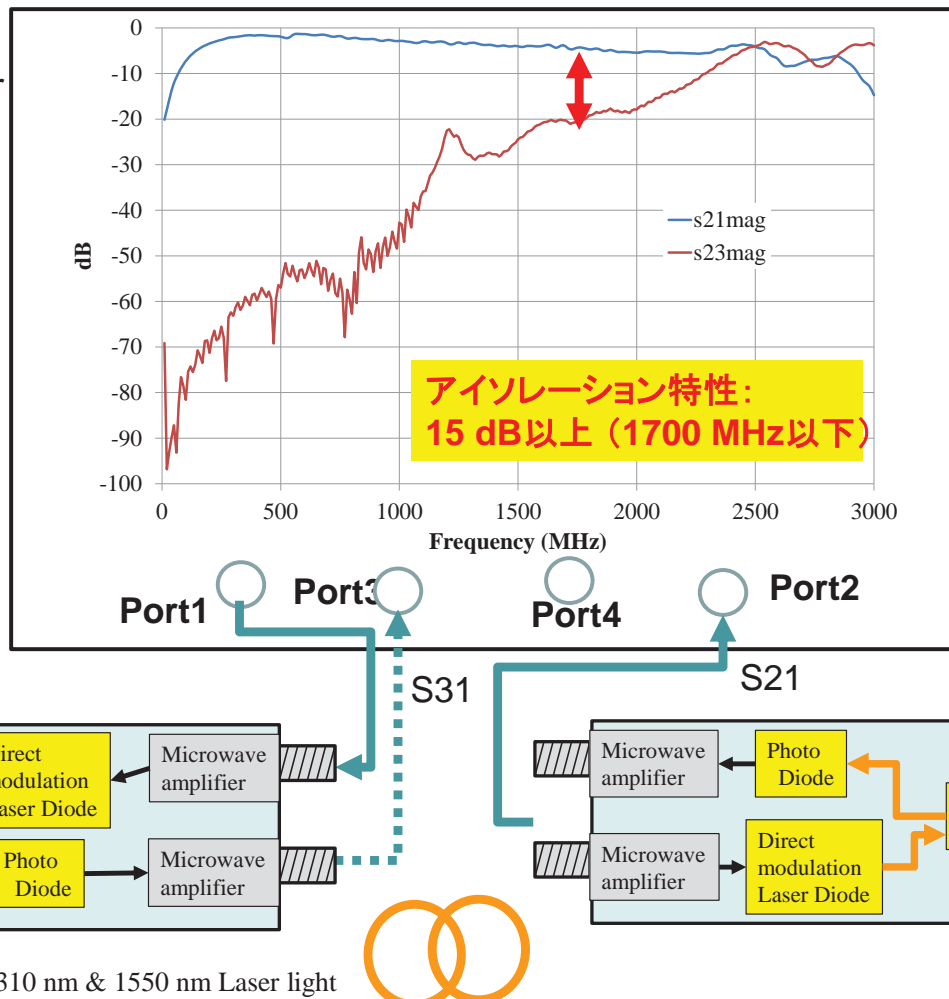
技術を社会へ - Integration for Innovation

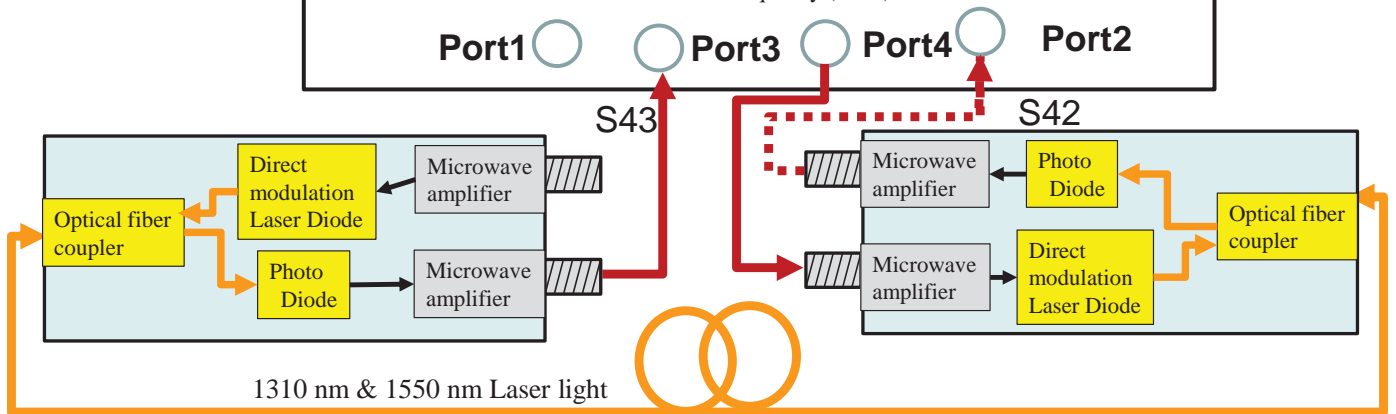
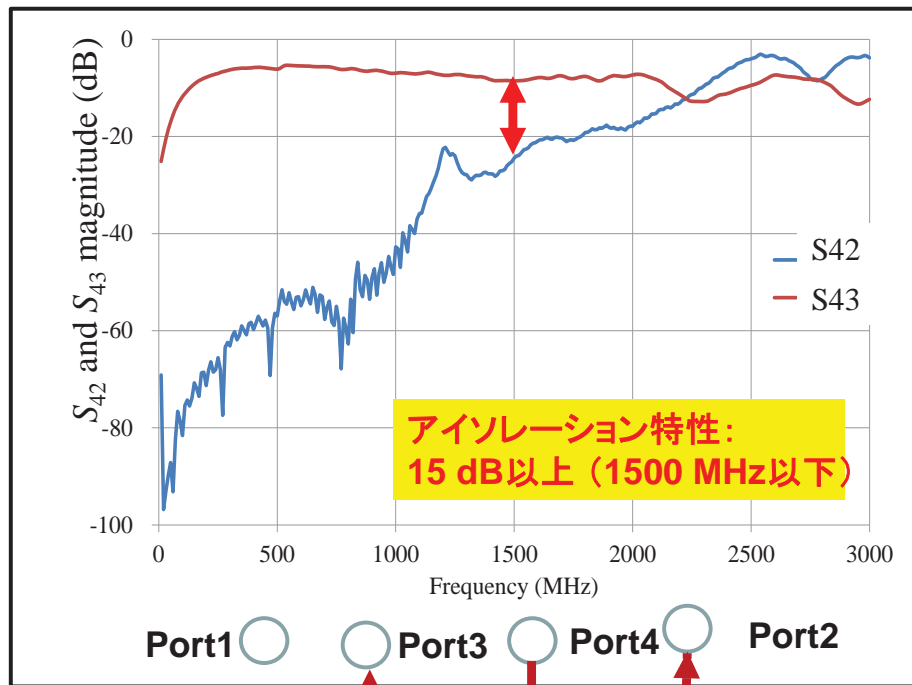
独立行政法人 産業技術総合研究所

双方向伝送RoFモジュールの基本特性測定セットアップ

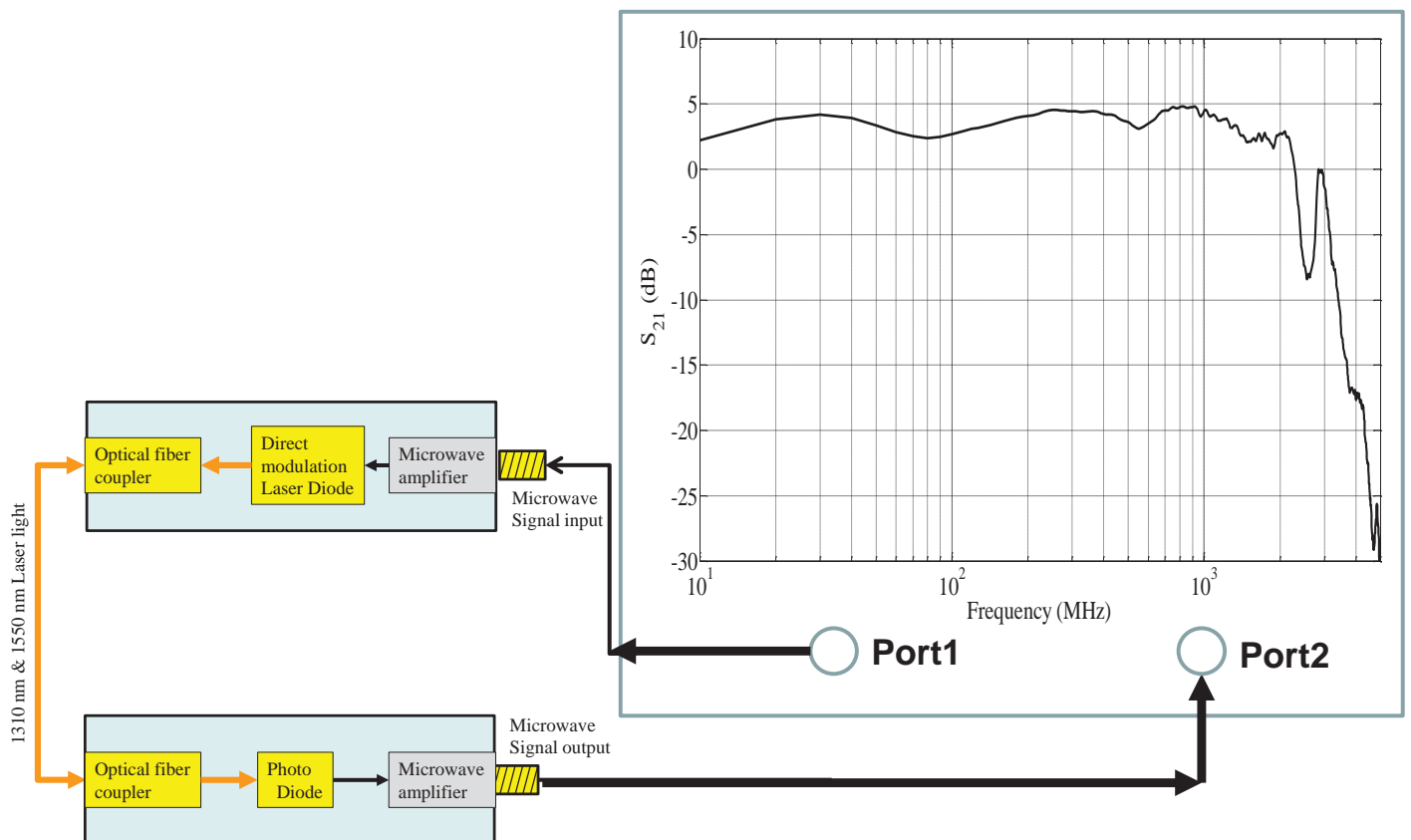


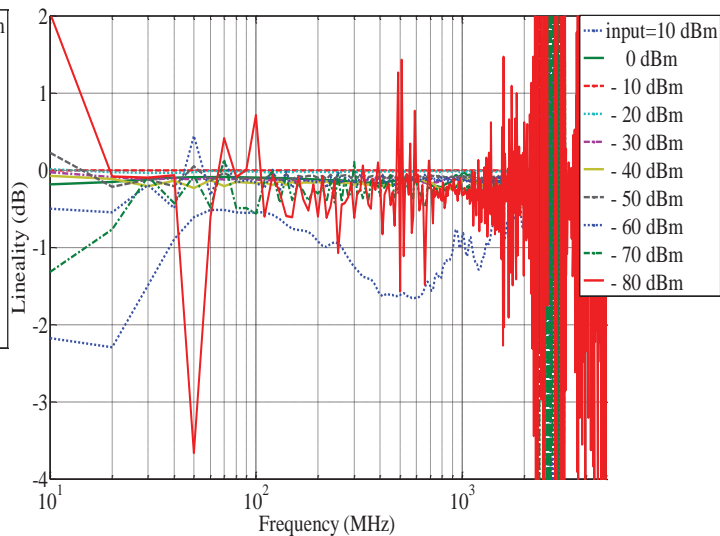
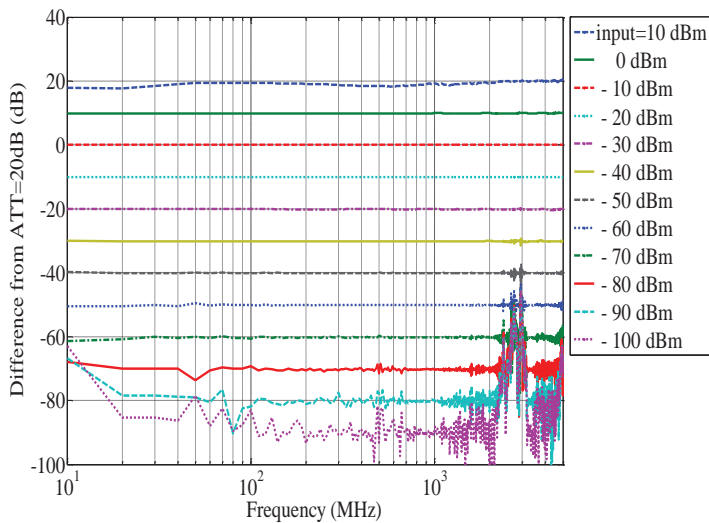
4 port Vector Network Analyzer



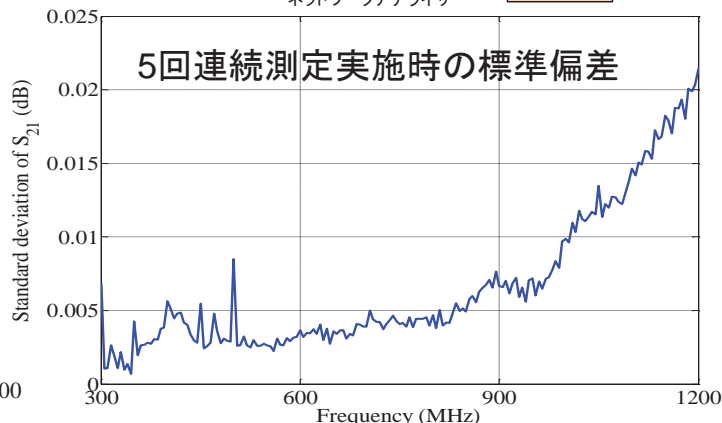
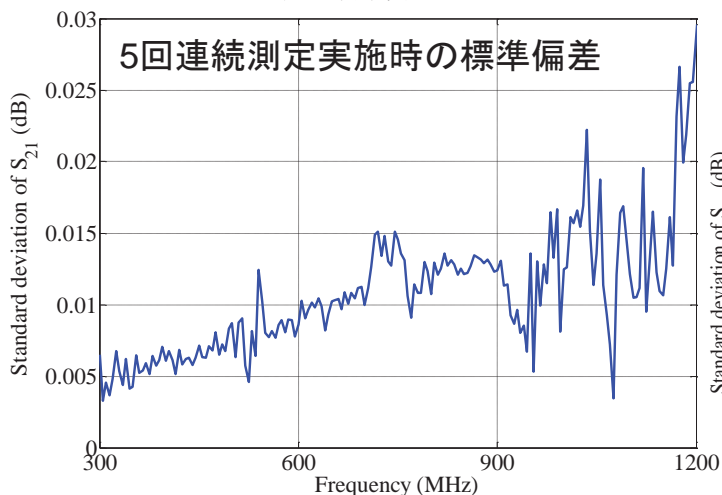
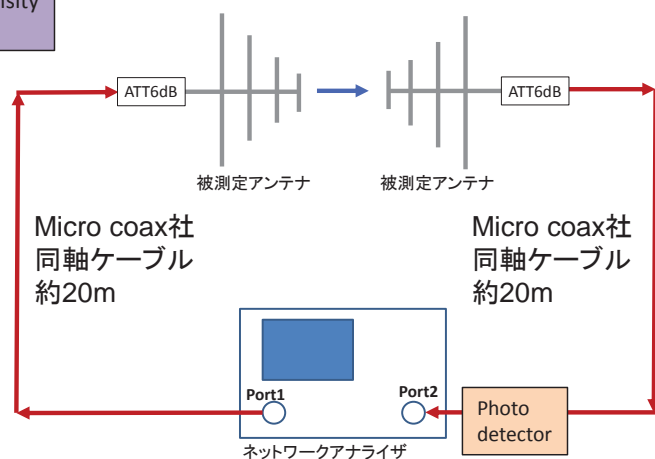
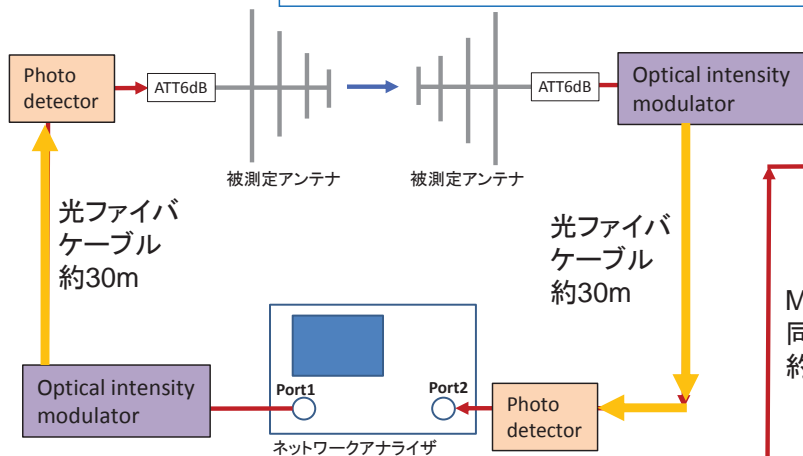


単方向伝送RoFモジュールの伝送特性

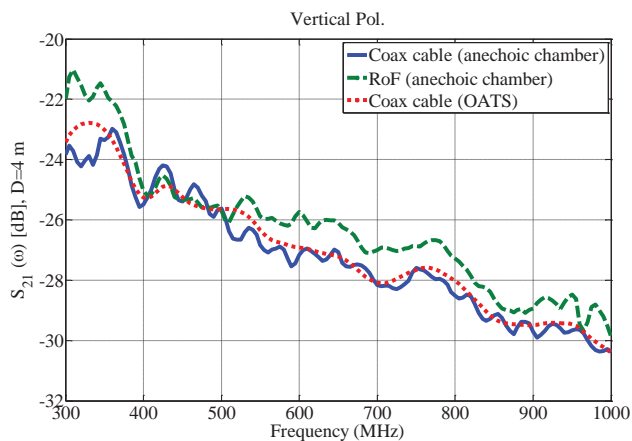
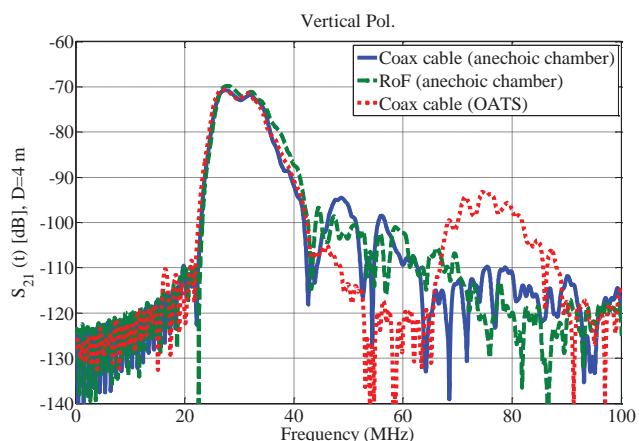
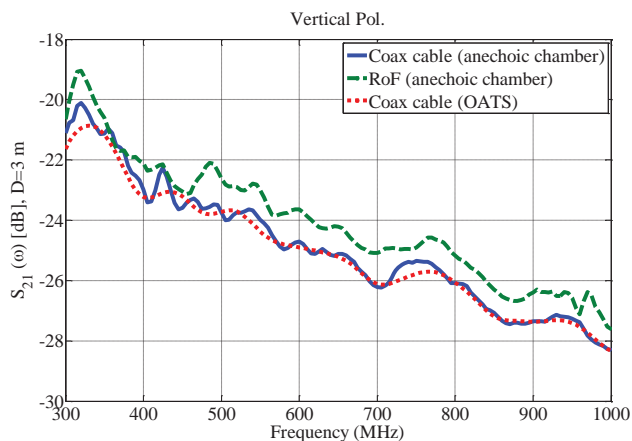
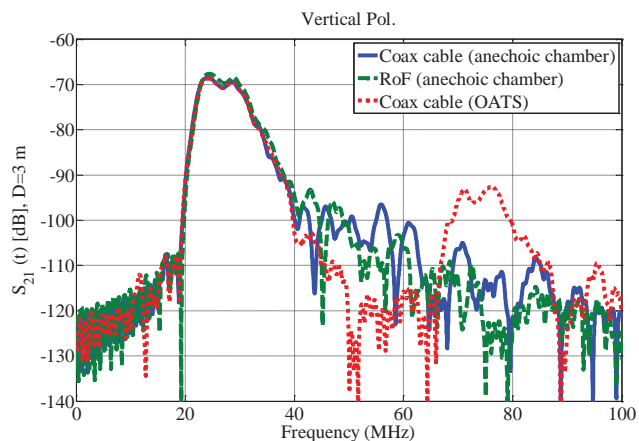




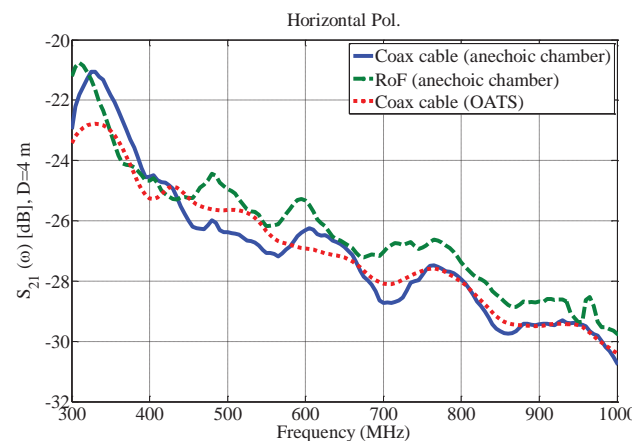
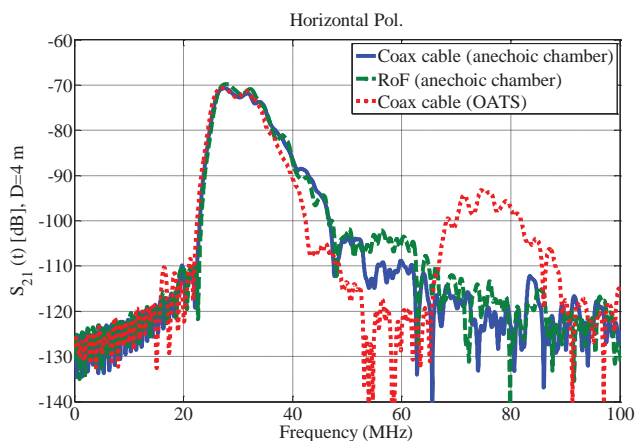
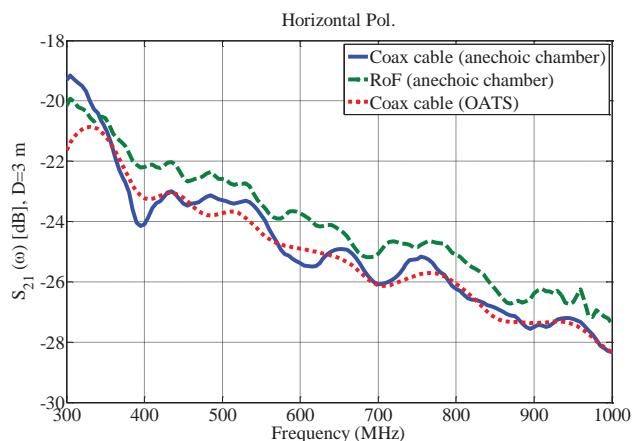
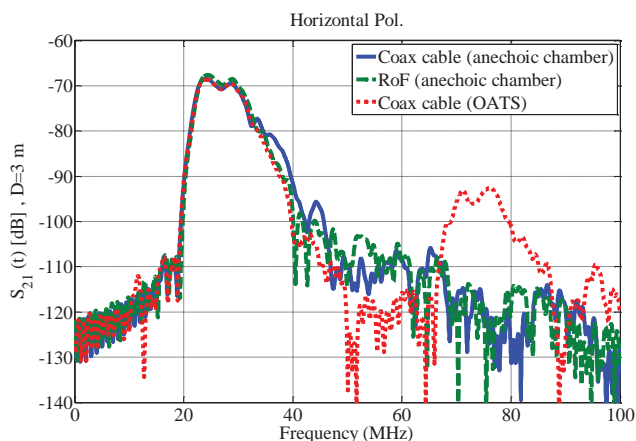
RoFシステムと同軸システムの比較



垂直偏波測定結果比較



水平偏波測定結果比較



振幅中心を用いた場合の遠方界アンテナ係数算出式

アンテナの振幅中心位置を考慮したアンテナ係数算出式は、送受信アンテナのアンテナ先端から振幅中心までのそれぞれの長さ d_1 , d_2 を、遠方界アンテナ係数 $af_{far}(\omega, z)$, $af_{t_far}(\omega, z)$ を用いて、(6)式と示すことができる。

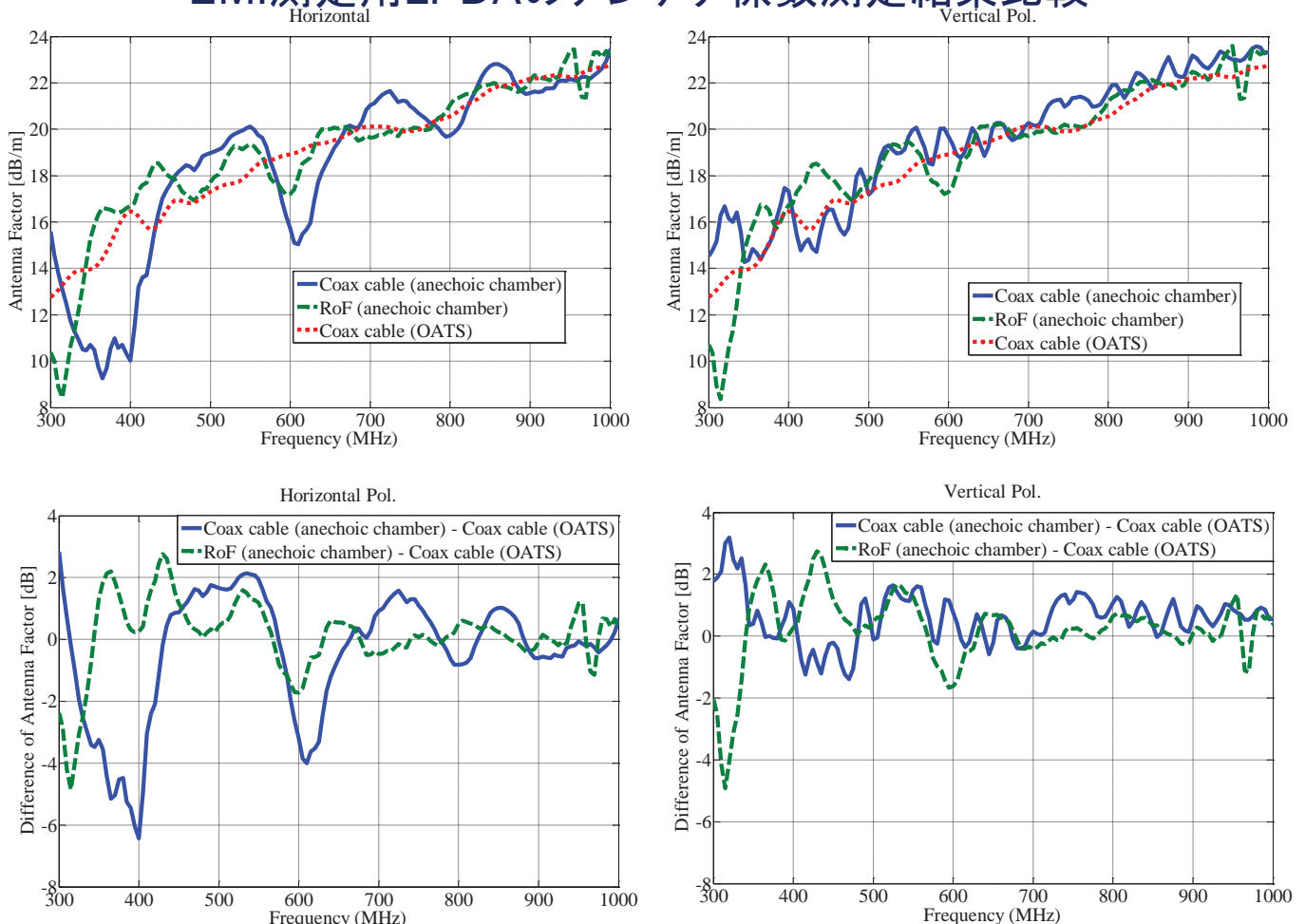
$$s_{21}(\omega, z) = \frac{\eta_0 \cdot k_0}{Z_0} \frac{1}{af_{t_far}(\omega, z)} \frac{1}{af_{r_far}(\omega, z)} \frac{1}{z + d_1 + d_2}$$

アンテナ間距離を変えて $z=z_1$, $z=z_2$ として、各距離で $S_{21}(z_1)$, $S_{21}(z_2)$ を測定し、 $af_{t_far}(\omega, z) = af_{r_far}(\omega, z) = af_{far}(\omega, z)$ として、上式から $d_1 + d_2$ を削除し、次式を得る。

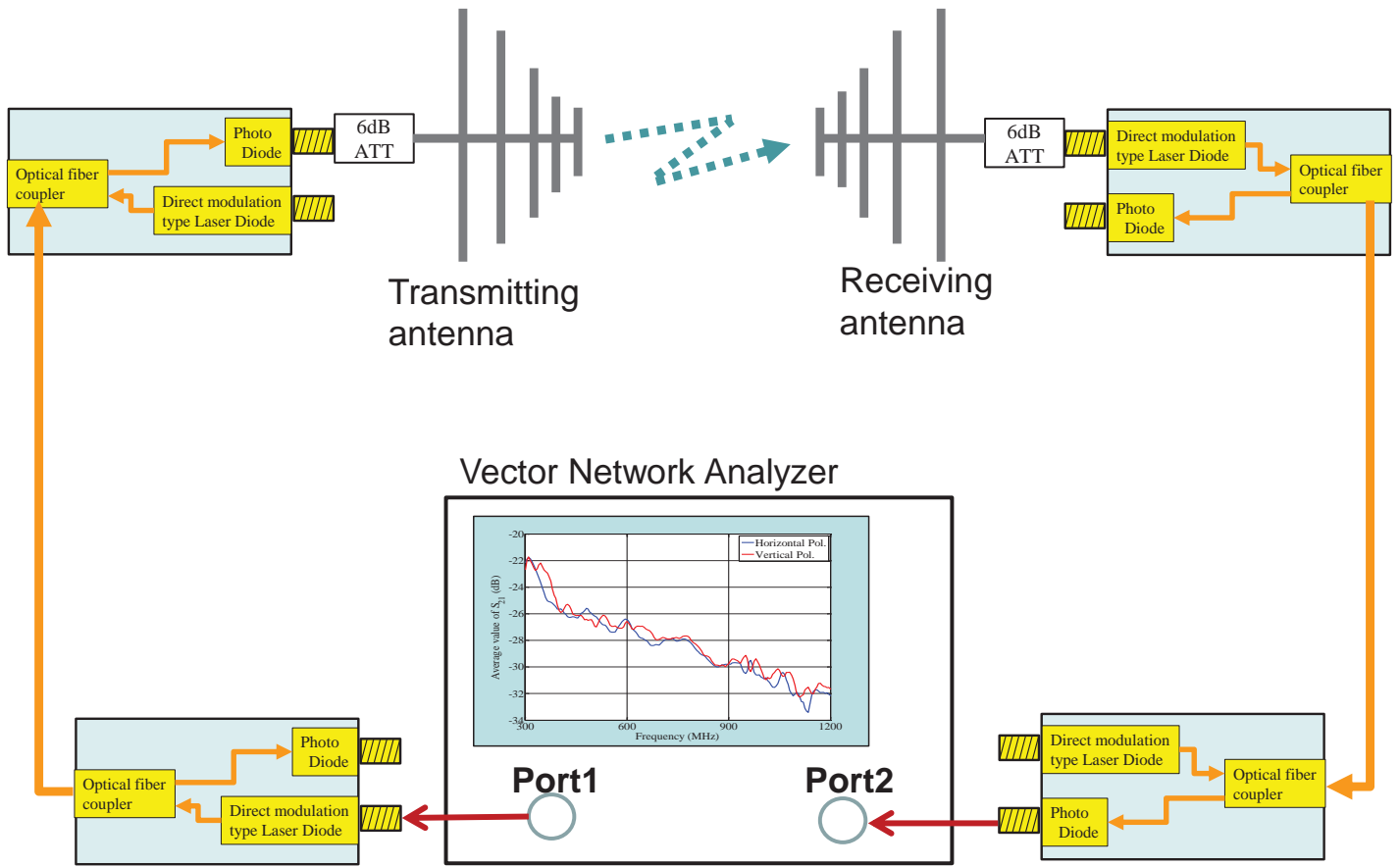
$$af_{far}^2(\omega, z) = \frac{\eta_0 \cdot k_0}{Z_0} \left(\frac{1}{s_{21}(\omega, z_1)} - \frac{1}{s_{21}(\omega, z_2)} \right) \frac{1}{z_1 - z_2}$$

- [1] T. W. Hertel, "Phase Center Measurements Based on the Three-Antenna," Proc. 2003 IEEE AP-S Symp., vol.3, pp.816-819, Columbus, USA, June 2003.
 [2] K. Harima, "Accurate gain determination of LPDA by considering the phase center," IEICE Electronics Express, vol.7, no.23, 1760-1765, Oct. 2010.
 [3] 廣瀬 雅信, 飴谷 充隆, 黒川 悟, "位相中心を用いた近傍界利得と遠方界利得の関係の理論的検討," 電子情報通信学会技術研究報告, AMT2012-02, June, 2012.

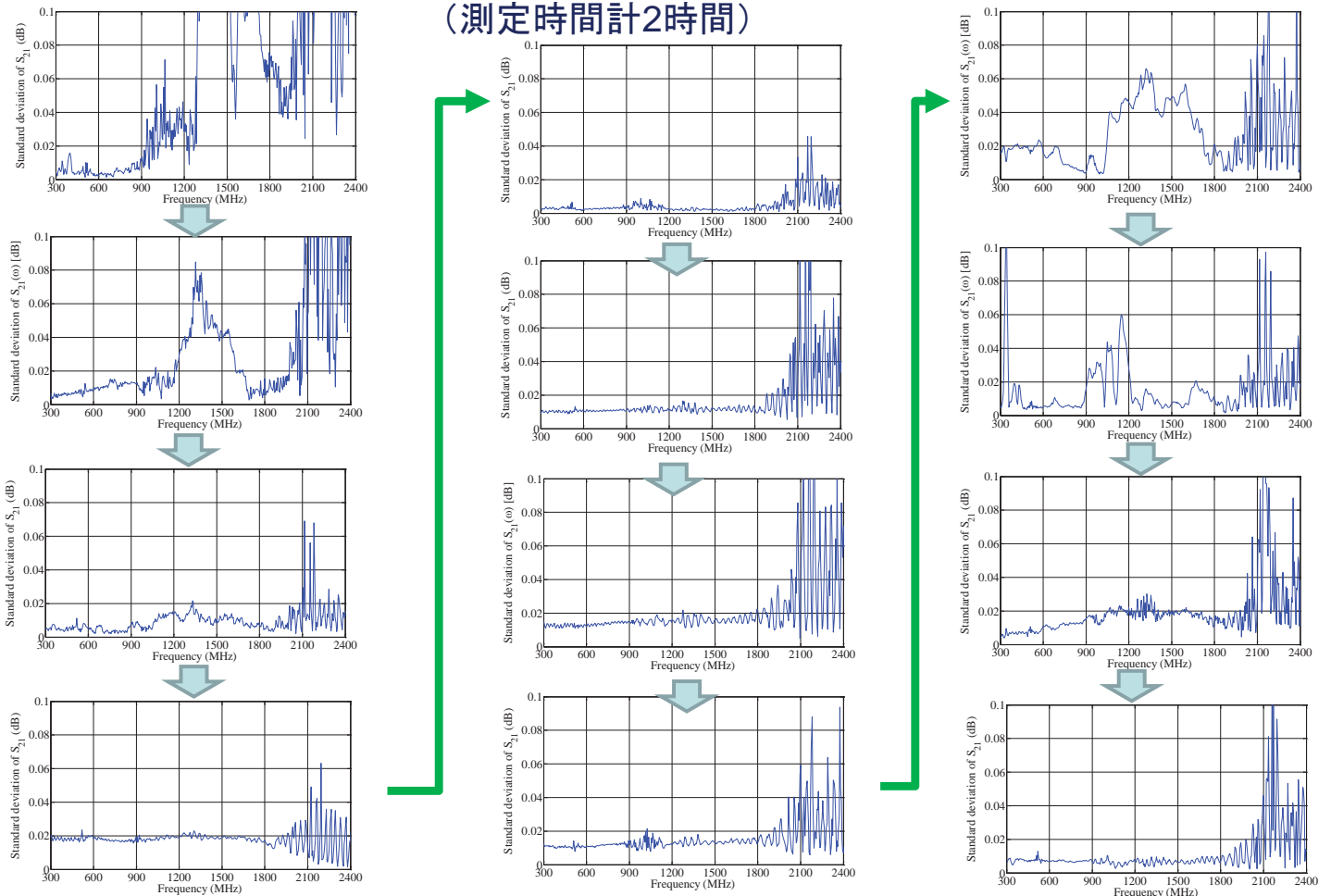
EMI測定用LPDAのアンテナ係数測定結果比較



同軸ケーブルを用いた場合のアンテナ測定概念図 TX:RoF モジュール、Rx:RoF モジュール

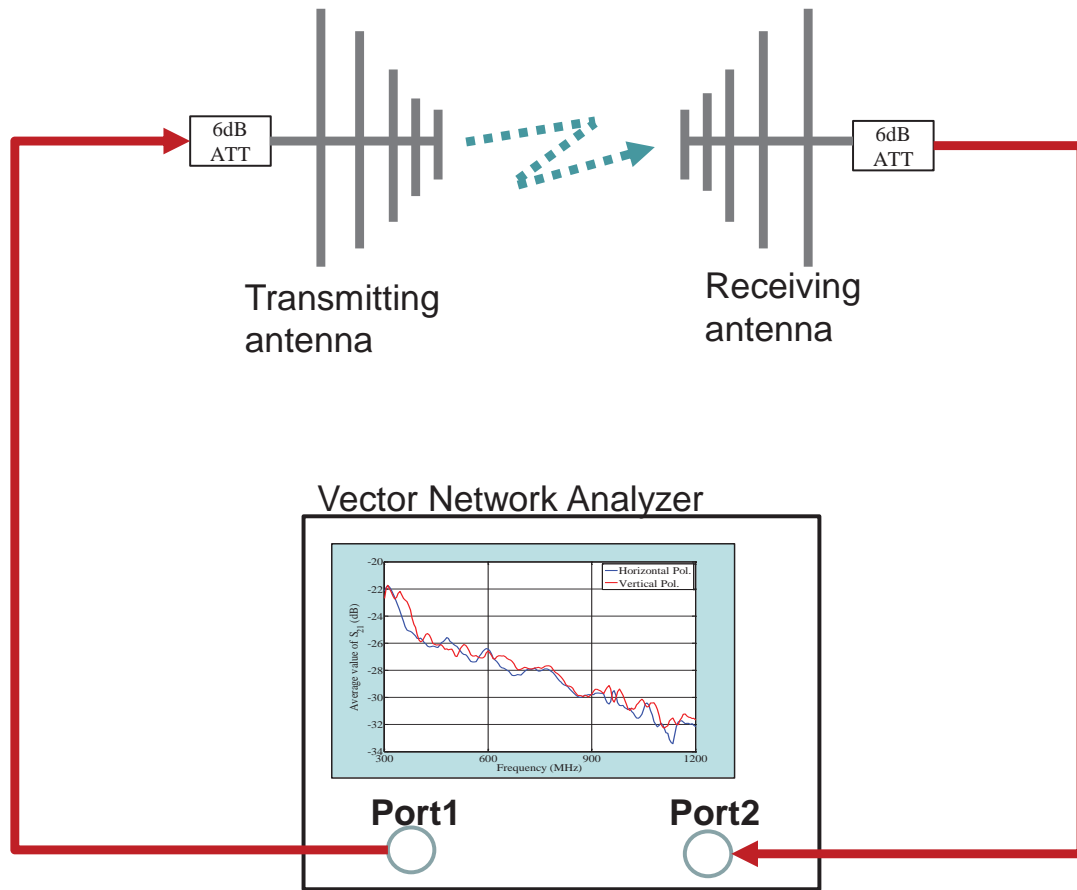


3アンテナ法によるアンテナ校正実施時の測定結果の安定性測定結果 (測定時間計2時間)



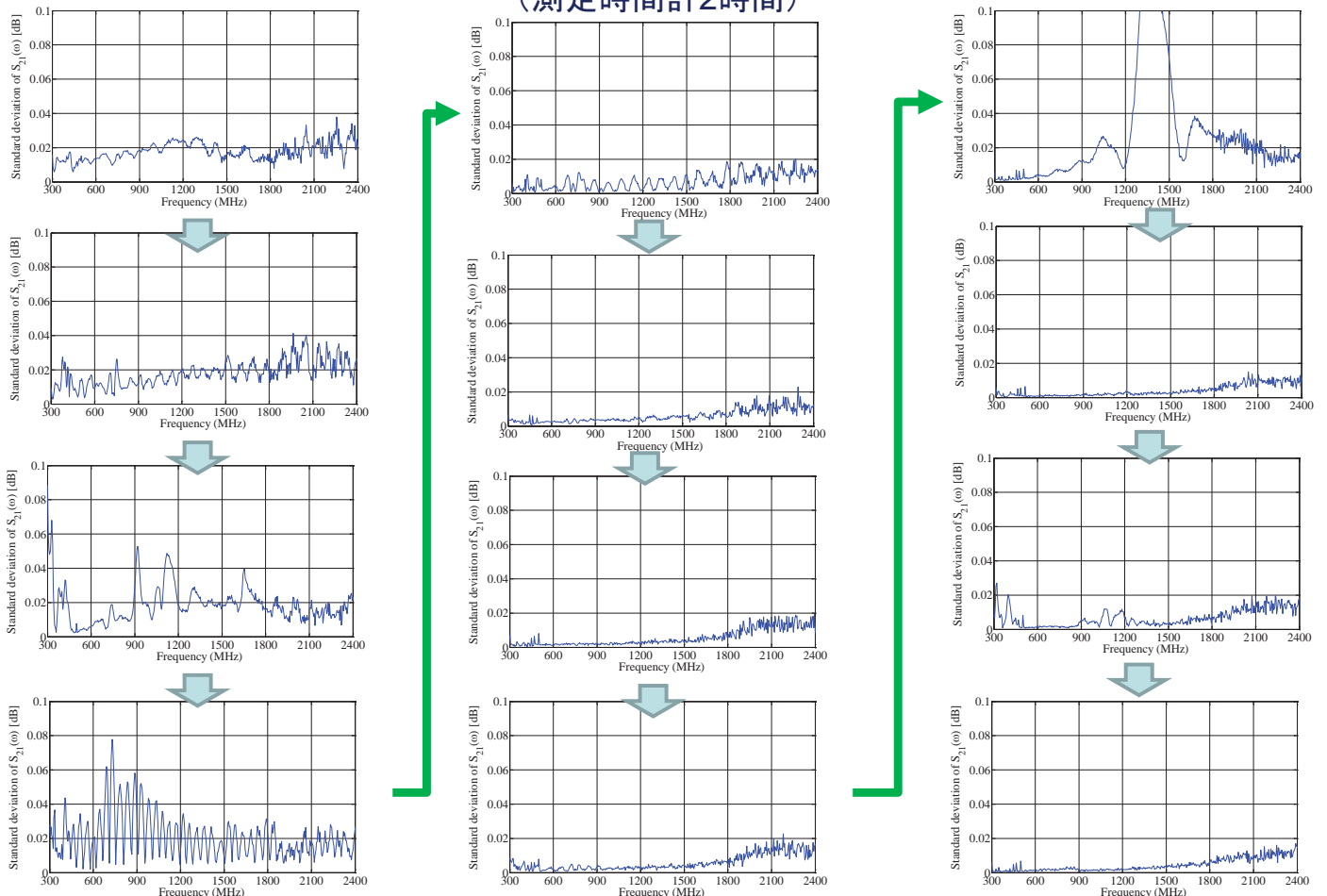
同軸ケーブルを用いた場合のアンテナ測定概念図

Tx:同軸ケーブル、Rx:同軸ケーブル

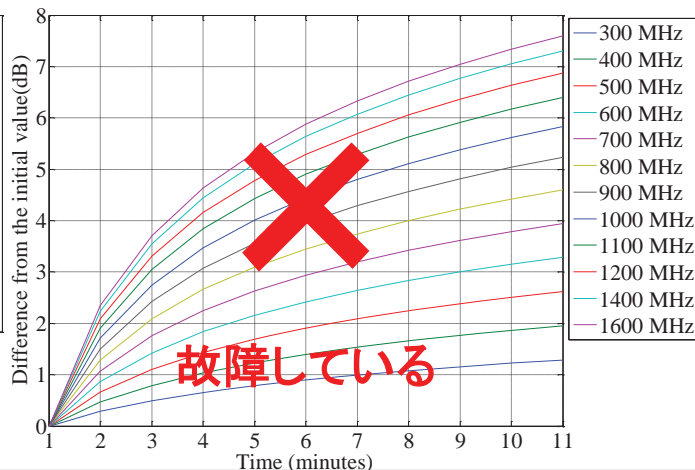
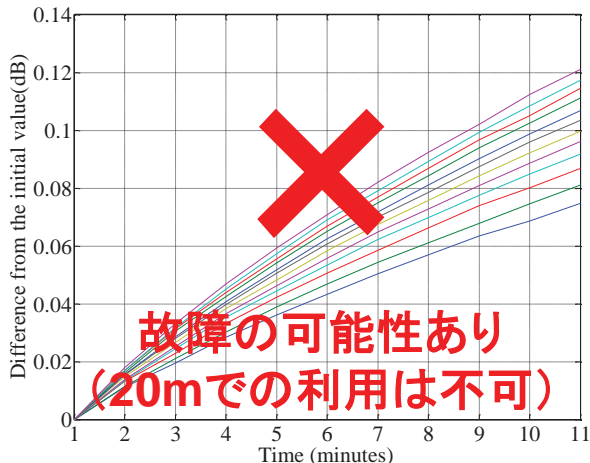
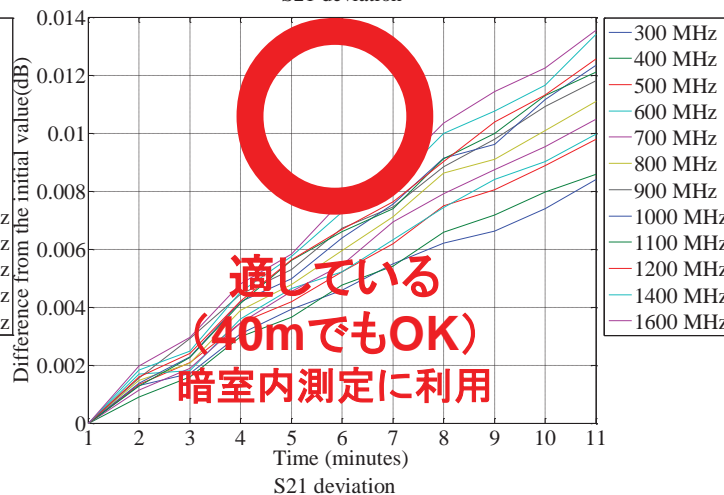
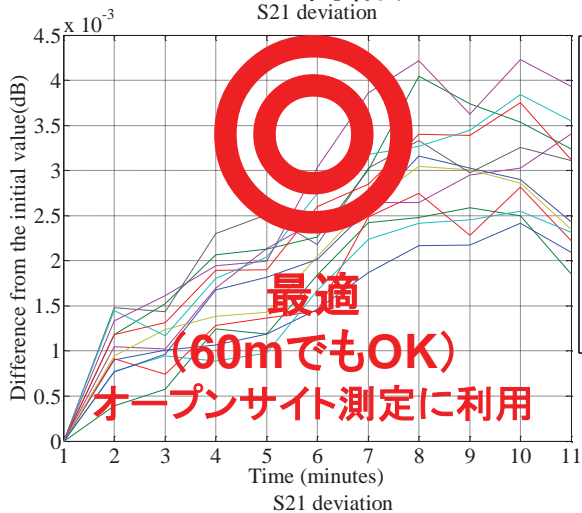


3アンテナ法によるアンテナ校正実施時の測定結果の安定性測定結果

(測定時間計2時間)



20m同軸ケーブルの時間安定性測定(ポート出力=0 dBm)



IEEE Std 1720™-2012

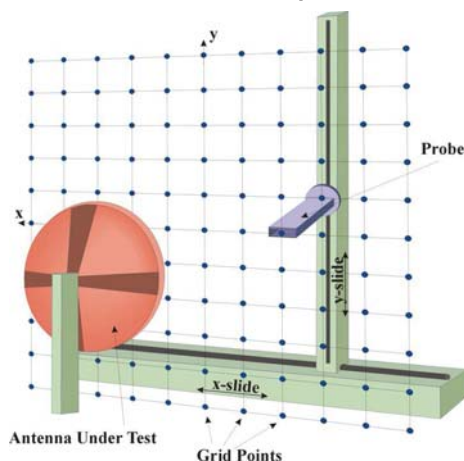
IEEE Recommended Practice for Near-Field Antenna Measurements

(出典からの複写)

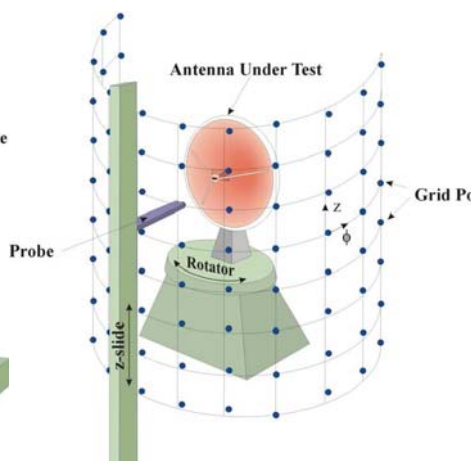
ST

Abstract: Near-field test practices for the measurement of antenna properties are described in this document and near-field measurement practices for the three principal geometries: cylindrical, planar, and spherical are recommended. Measurement practices for the calibration of probes used as reference antennas in near-field measurements are also recommended.

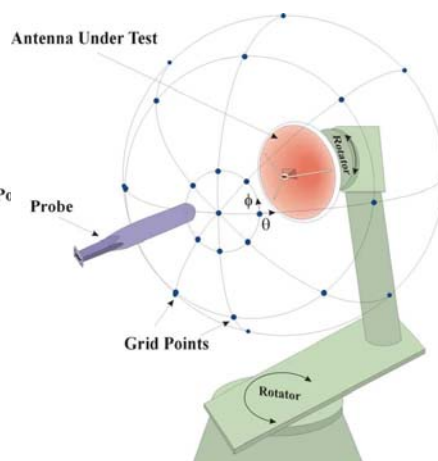
Keywords: antenna measurements, antenna near-field measurements, cylindrical near-field measurements, IEEE 1720, near-field measurements, planar near-field measurements, probe calibrations, spherical near-field measurements



Rectangular PNF scanning

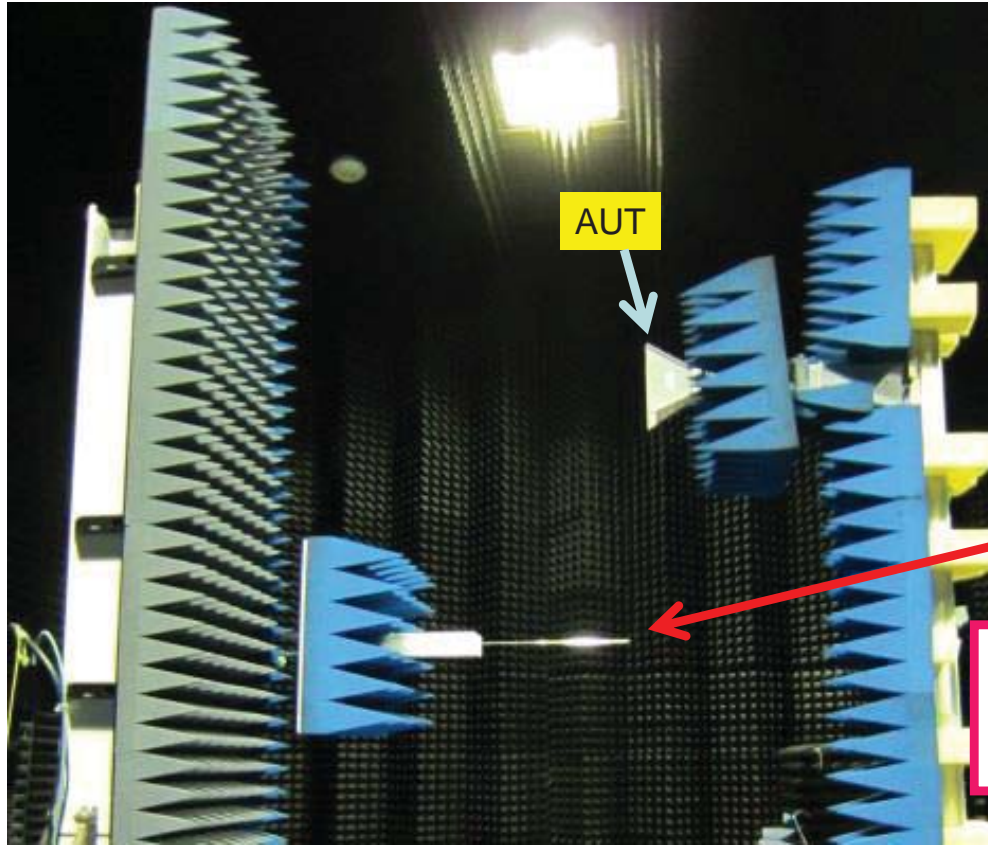


CNF scanning configuration

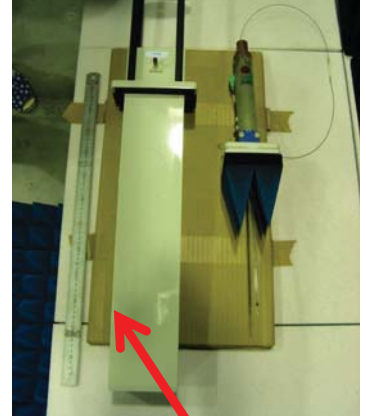


roll-over-azimuth SNF scanning configuration

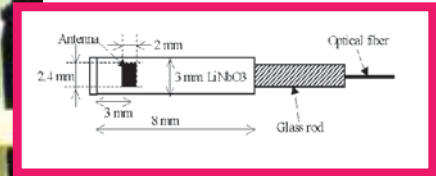
光反射型LN強度変調器を用いた
円筒走査型アンテナ近傍界測定、平面走査型近傍界測定の様子



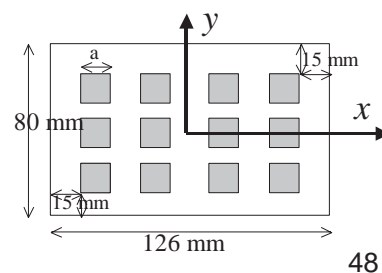
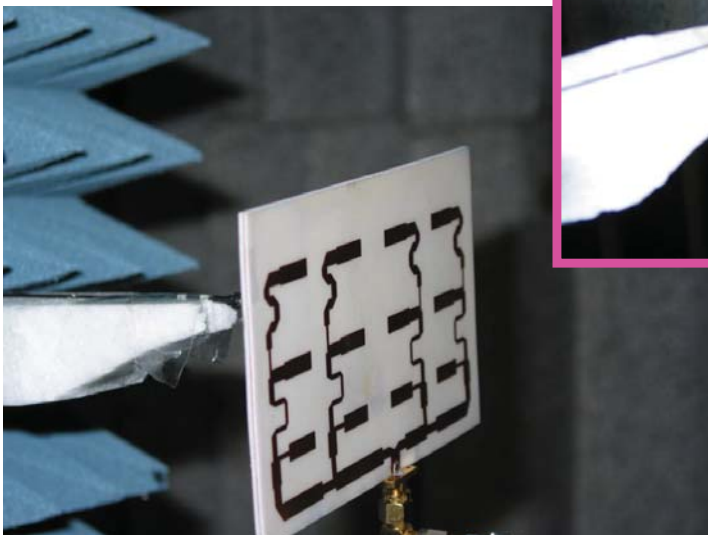
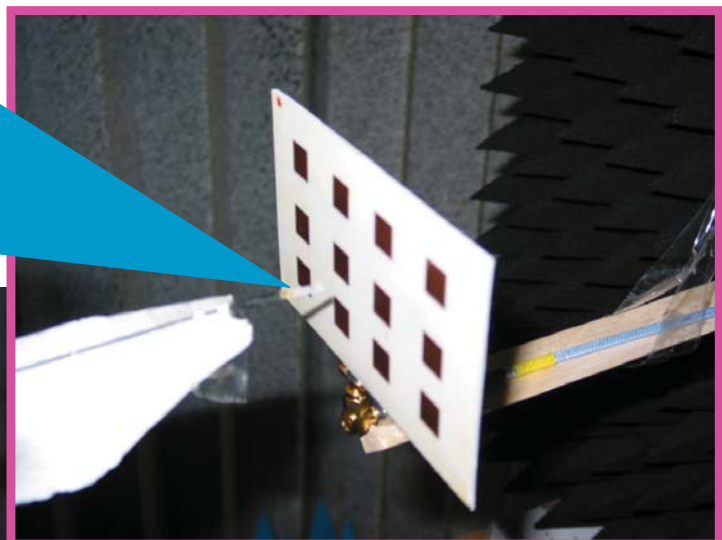
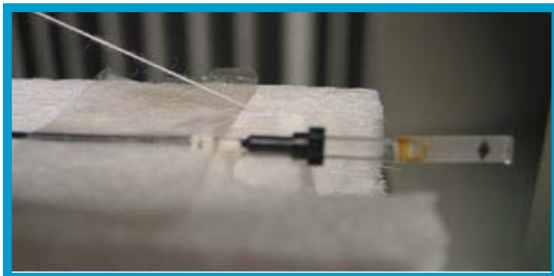
Open ended waveguide probe
WR430 (1.7 - 2.6 GHz)
113 mm x 59 mm x 635 mm
5 kg



Optical reflection type
Mz-LN intensity modulator

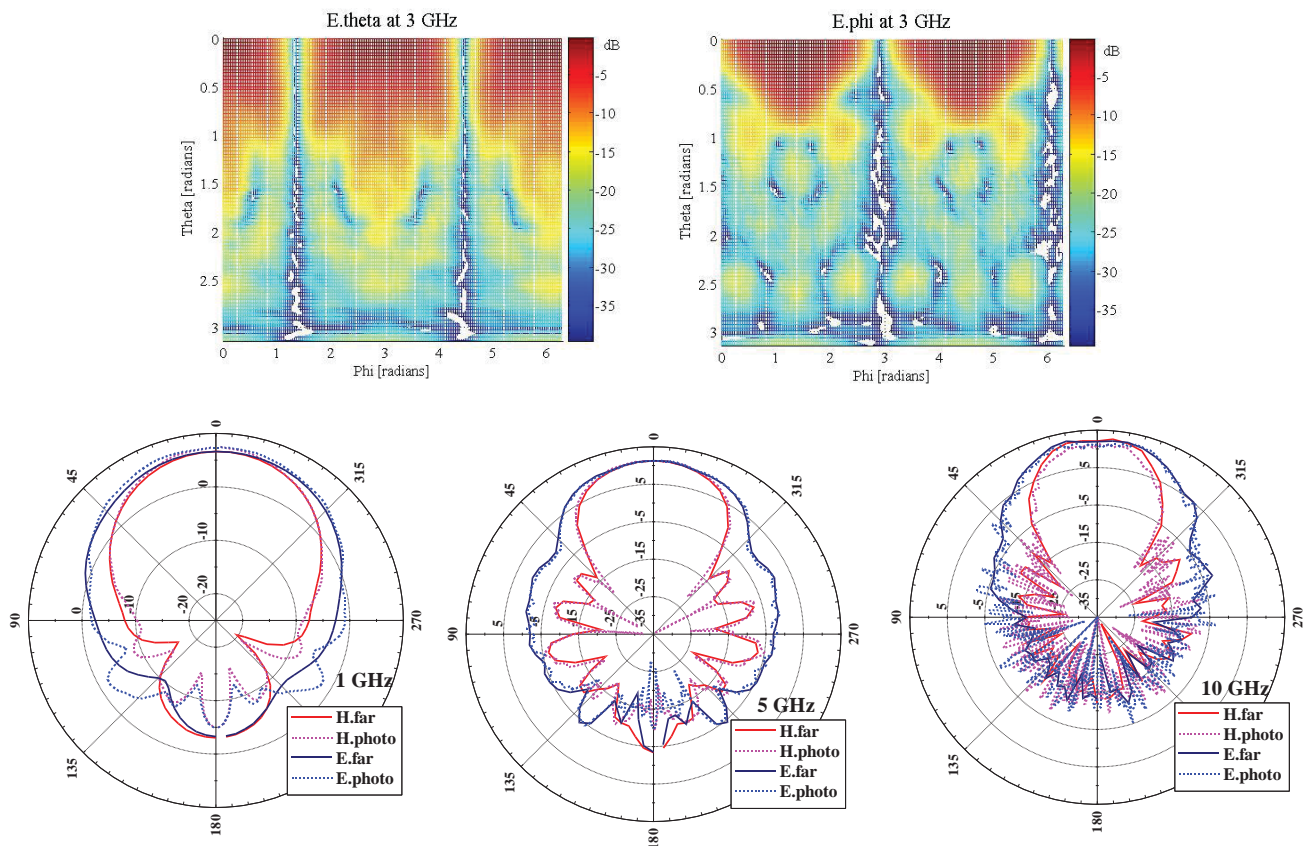


光反射型LN強度変調器を用いたアレイアンテナの測定様子





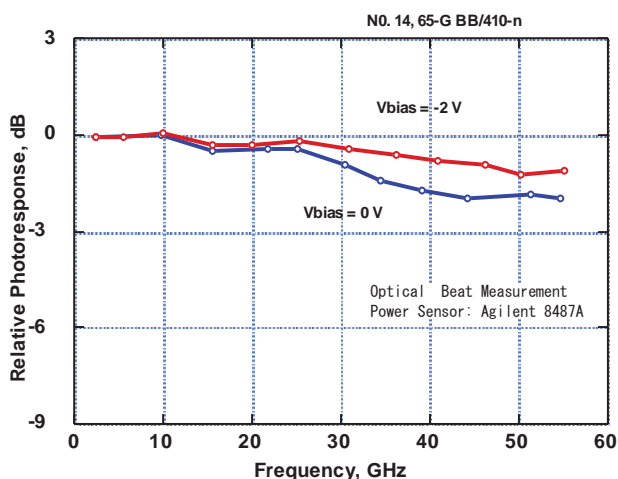
球面走査型近傍界測定によるダブルリッジガイドホーンアンテナの測定例



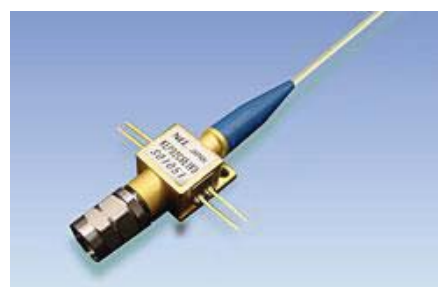
目次

1. EMC2014 Tokyo のPEM関連WS、OS
電界・磁界計測への光応用電磁界計測技術適用
2. その他の最新動向
 - RoFシステムの概要
 - RoFシステムのアンテナ計測、EMC計測応用
 - 同軸ケーブルの測定結果への影響評価
 - アンテナ近傍界計測と光応用電磁界計測技術
3. 光応用電磁界計測に用いる光デバイス概要と各種測定例
4. Designcon2015概要(光応用電磁界計測関連)

UTC-PD (Uni-traveling carrier Photo Diode)



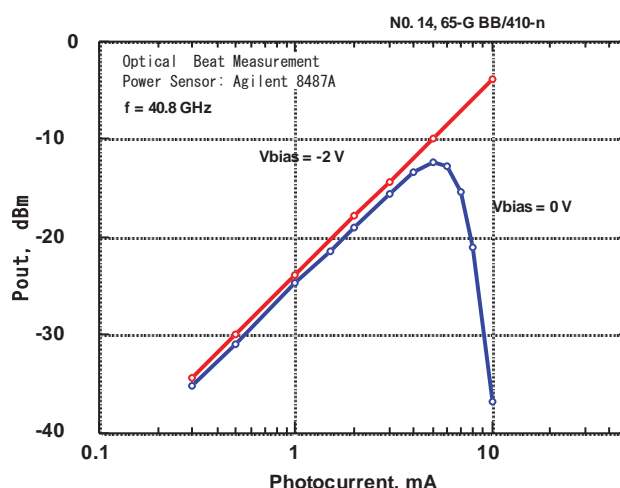
NTTエレクトロニクス様提供資料



UTC-PD
(同軸コネクタ導波管出力タイプ)

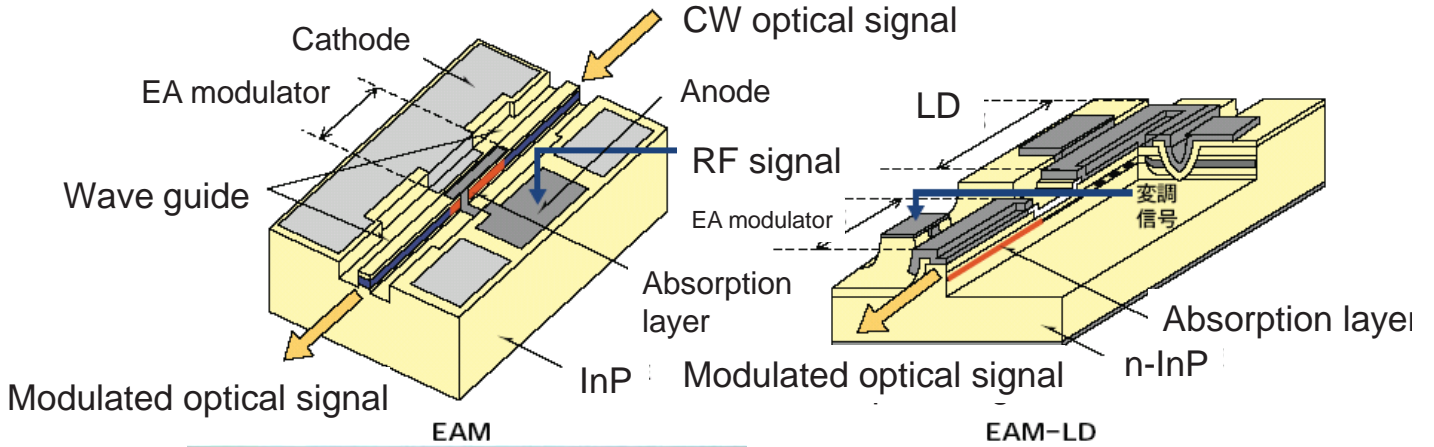


ミリ波帯用UTC-PD
(導波管出力タイプ)

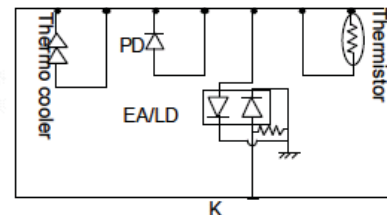


半導体レーザ内蔵EA強度変調器 (Electric absorption optical intensity modulator)

三菱電機様カタログより抜粋



Copy from the technical paper of Mitsubishi electric



FU-641SEA-1Mx

1.55 μm EA MODULATOR INTEGRATED DFB-LD MODULE

光給電コンバーター(京セミ製 1300nm~1600nm)

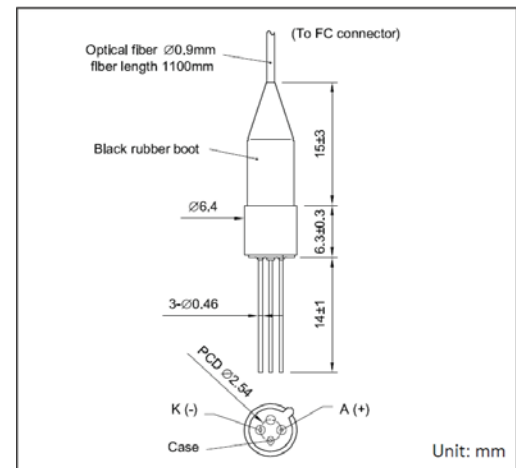
京セミ社カタログより抜粋

特長

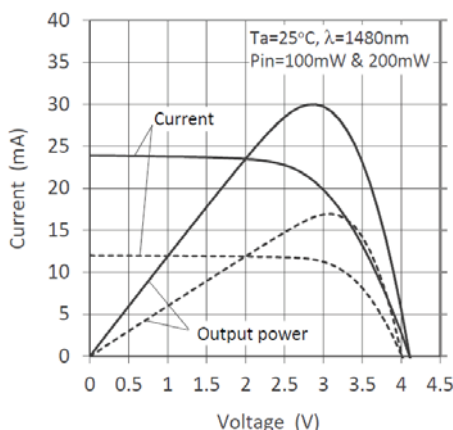
- 波長1300-1600nmのレーザ光を電力に変換
- 最大3V-20mAの出力
- シングルモードファイバ付き
- 完全な電氣的絶縁

用途

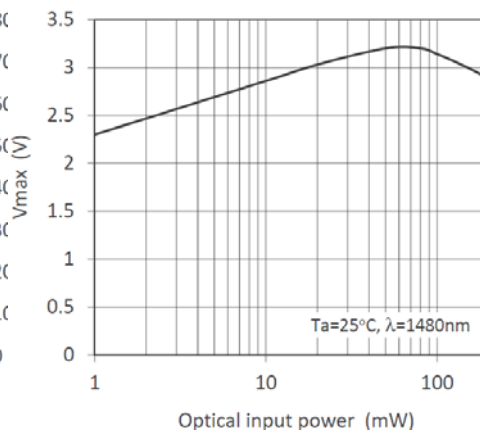
- 遠隔地への給電
- 電磁界アンテナへの給電



Current, Output Power - Voltage



Vmax - Optical Input Power

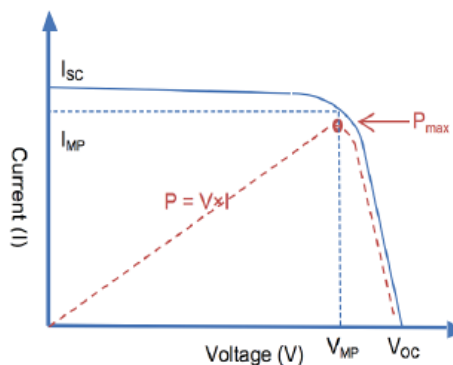


光給電コンバーター（JDS社製 810nm）

JDS社カタログより抜粋



Optical power (mW)	50	100	250	500	750	1000	1500	2000
4E								
P_{max} (mW)	17.6	34.8	86	168	240	304	432	512
V_{mp} (V)	4.4	4.4	4.3	4.2	4.0	3.8	3.6	3.2
I_{mp} (mA)	4.0	8.0	20.0	40.0	60.0	80.0	120.0	160.0
6E								
P_{max} (mW)	17	34	89	183	275	356	503	602
V_{mp} (V)	5.4	5.6	6.0	5.9	5.8	5.6	5.3	4.8
I_{mp} (mA)	3.2	6.1	14.8	31.0	47.5	63.2	95.9	125.1



Key Features

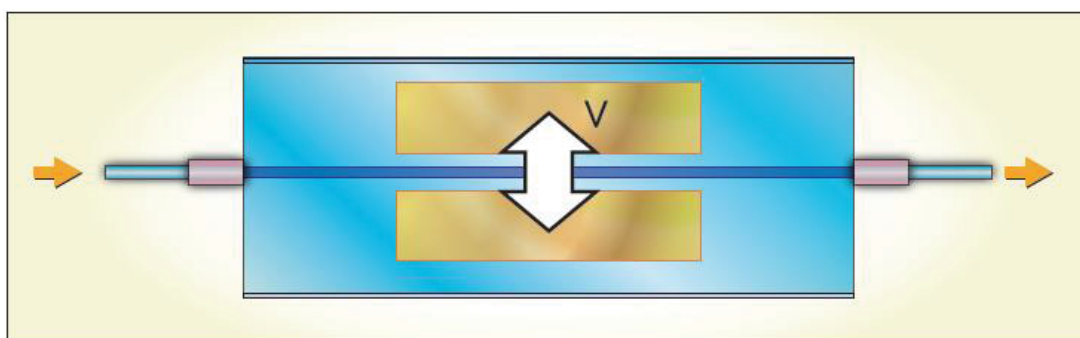
- 100% isolated electrical power
- Minimum voltage: 3.2V (4E), 5.2V (6E)
- Up to 500 mW output; kits can be combined to deliver 1000 mW and above
- Built-in triggering option
- FC standard (ST as an option)
- Field-proven reliability

Applications

- Remotely located electronics, data logging circuitry, and sensors
- Utility-based, high-voltage AC/DC current measurements (>100 kV)
- Test labs requiring 100% EMI immunity
- Environments requiring spark-free delivery of electrical power
- Enhanced isolation for IGBTs serving noisy or sensitive electric drive controls

LN変調器の動作原理（位相変調器）

（住友大阪セメント様より資料提供）



電圧 $V=V_0$ のとき
N個

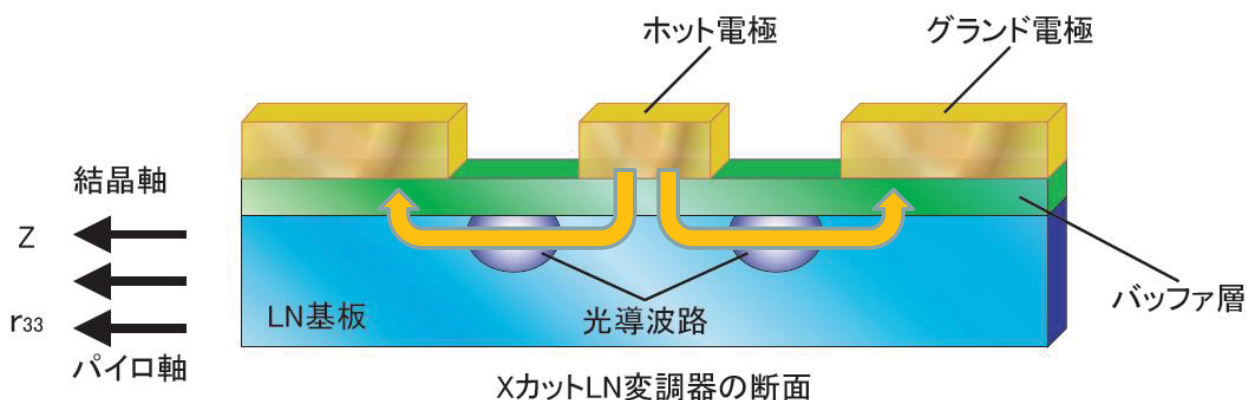
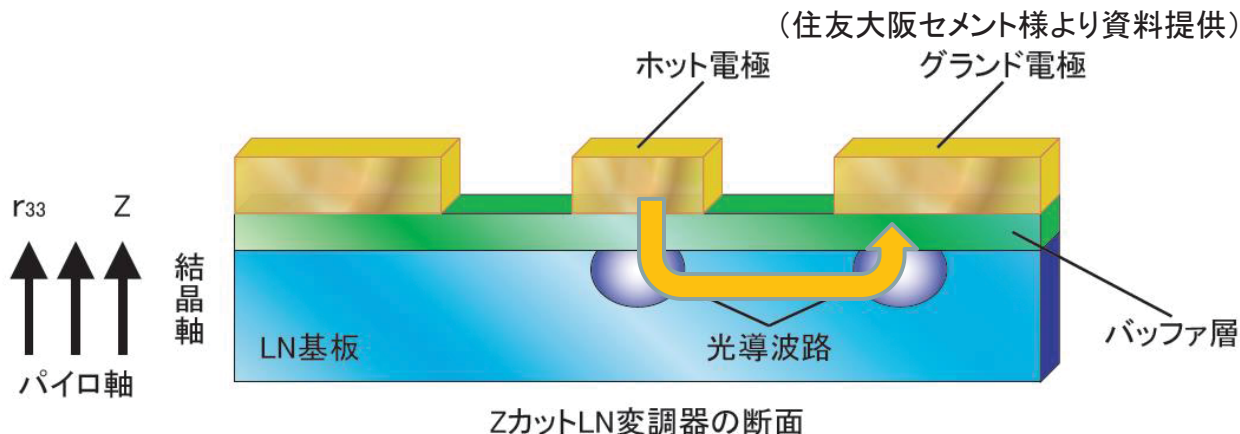


電圧 $V=V_1$ のとき
N+1個



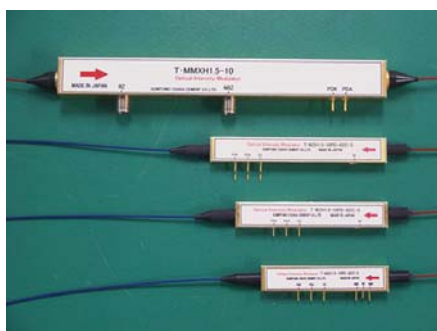
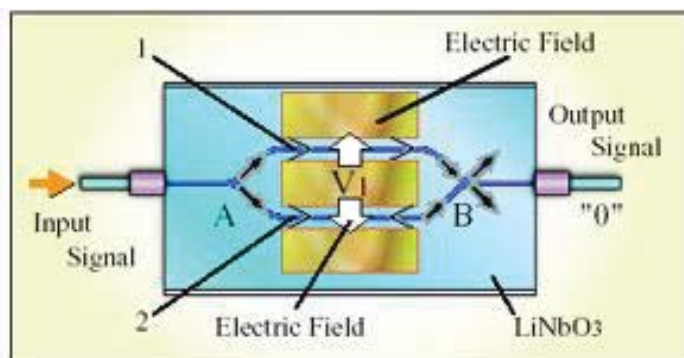
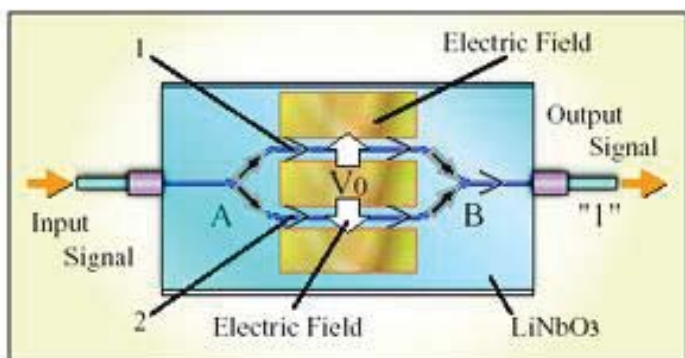
XカットとZカットの違い

(住友大阪セメント様より資料提供)

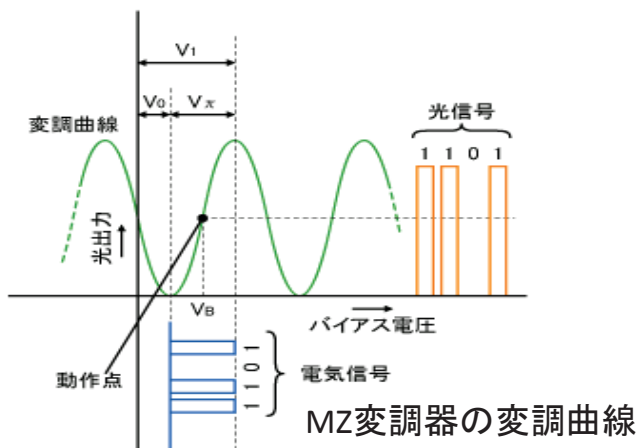


電気光学効果を用いたマイクロ波／光変換器 (MZ型光強度変調器)

(住友大阪セメント様より資料提供)

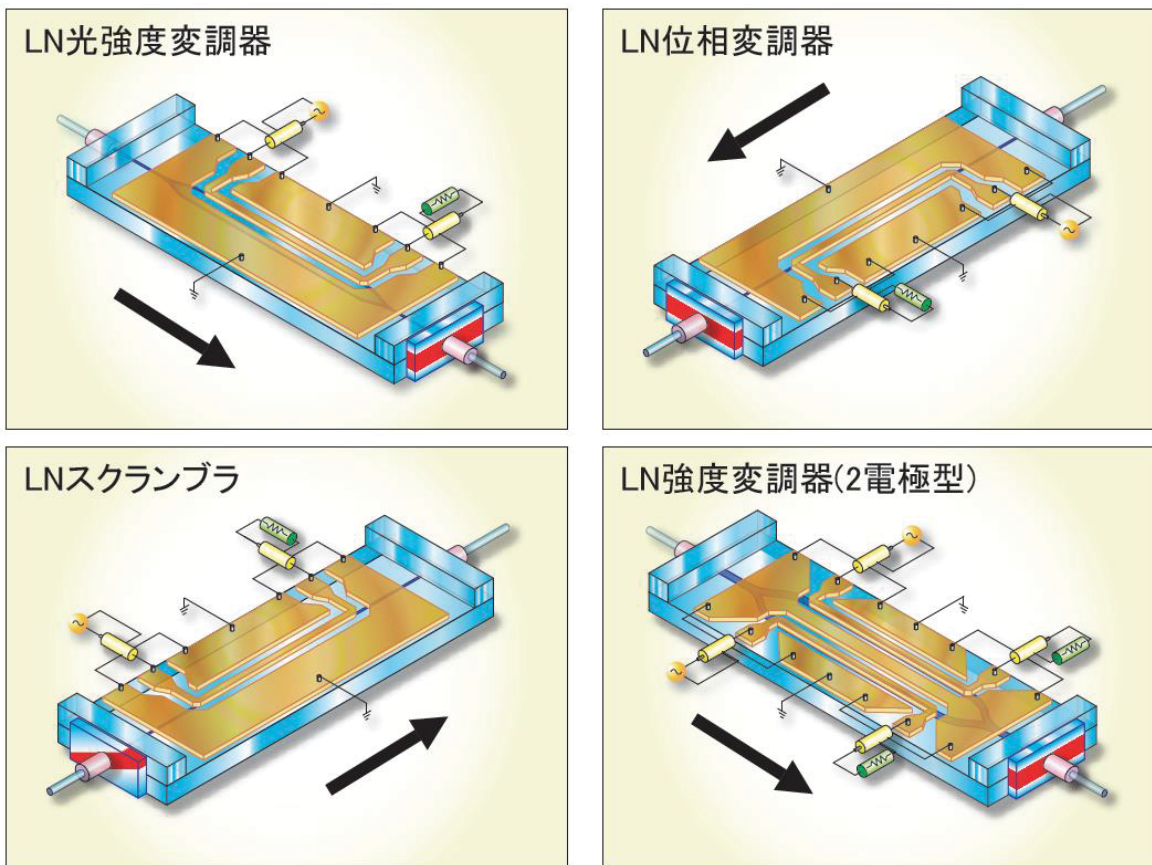


変調器パッケージの例
(住友大阪セメント)

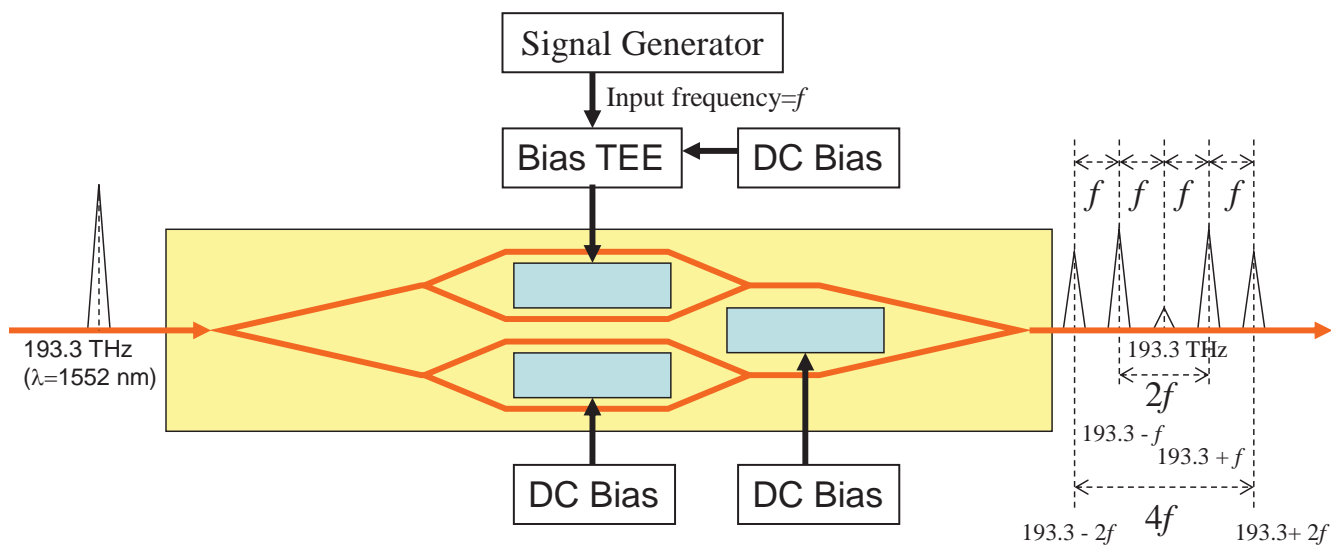


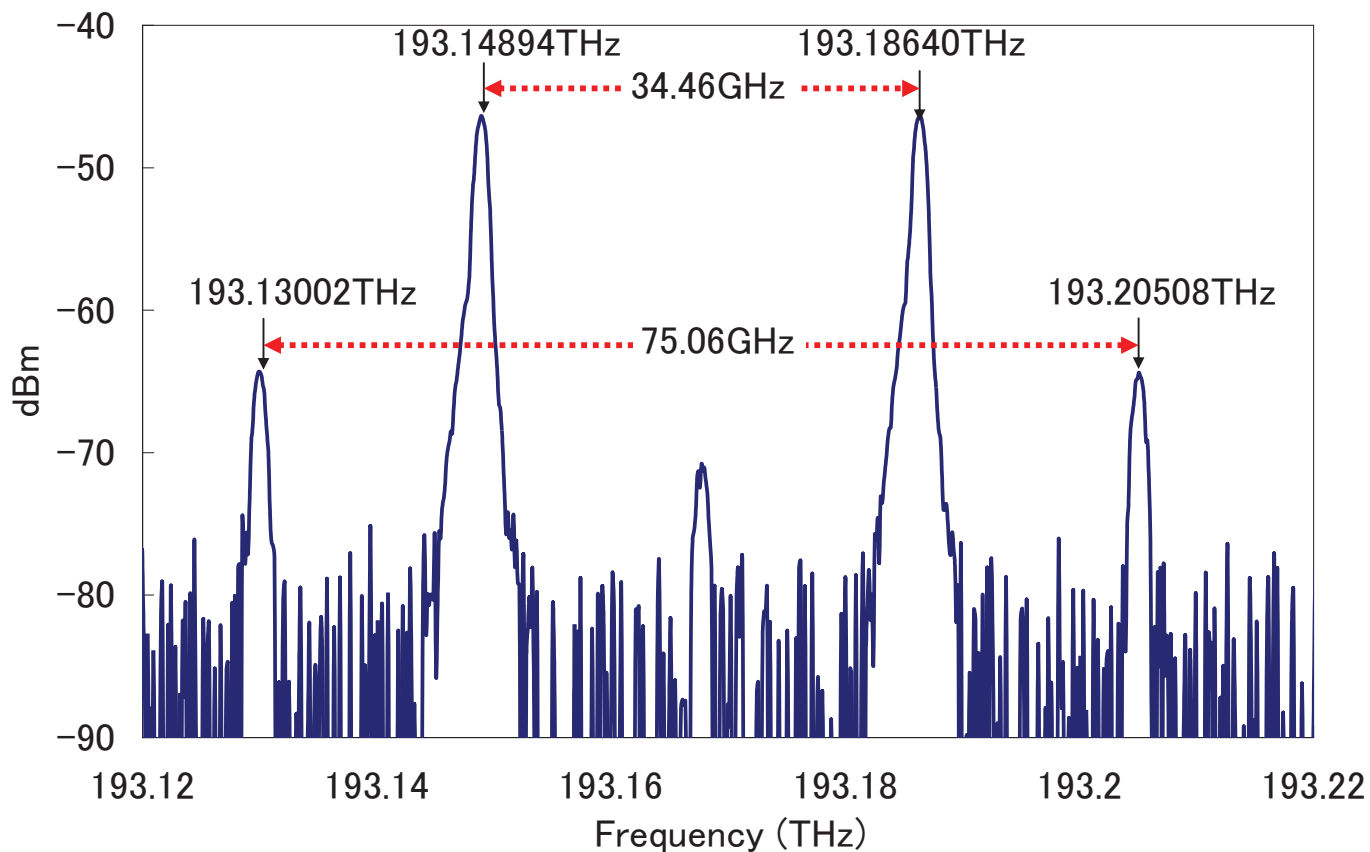
LN変調器の各種構造

住友大阪セメント様より資料提供

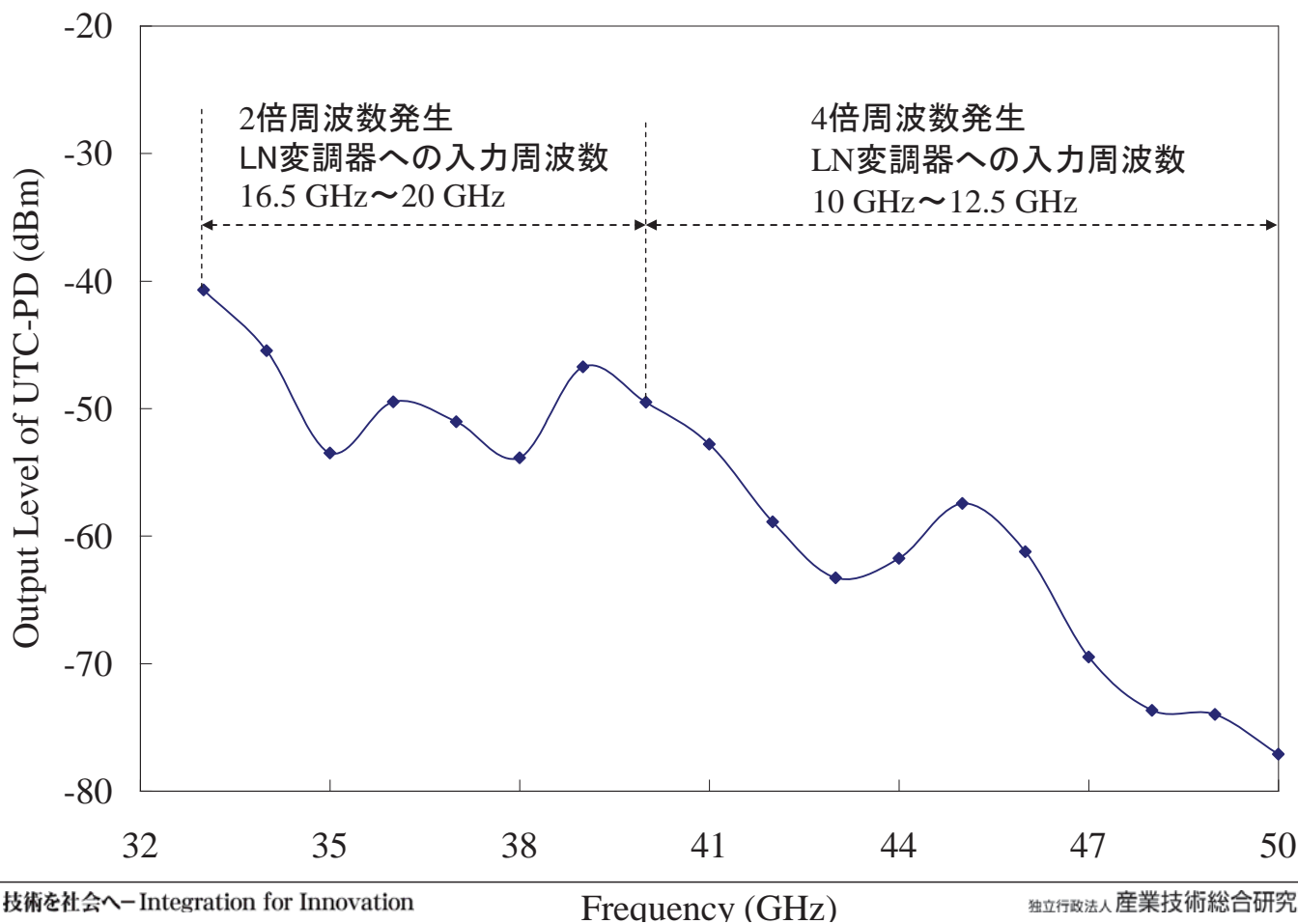


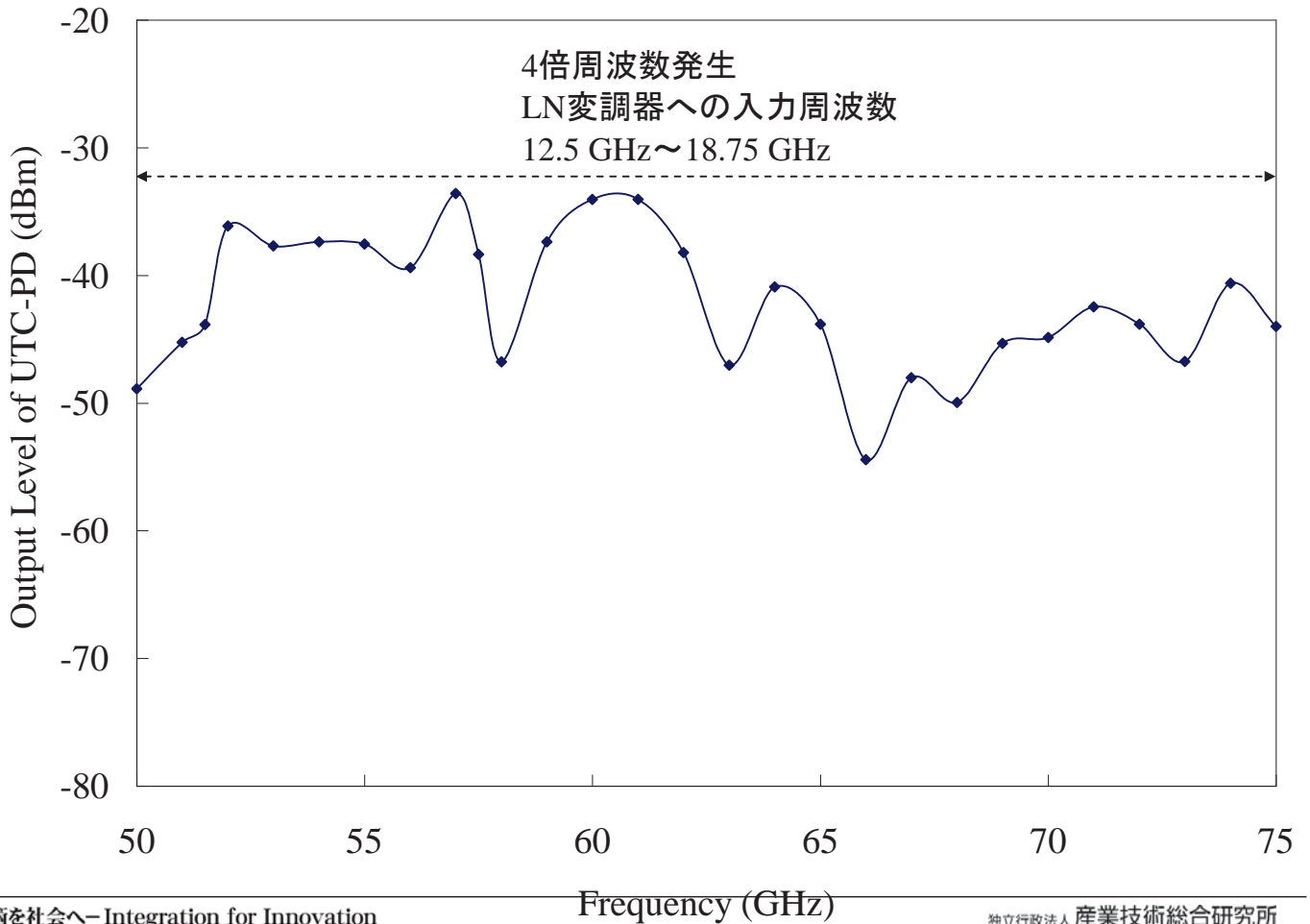
LN変調器の非線形とキャリア光抑圧を用いたミリ波発生装置(逡倍波発生) (NICT川西氏、住友大阪セメントの開発したLN変調デバイスによる手法)



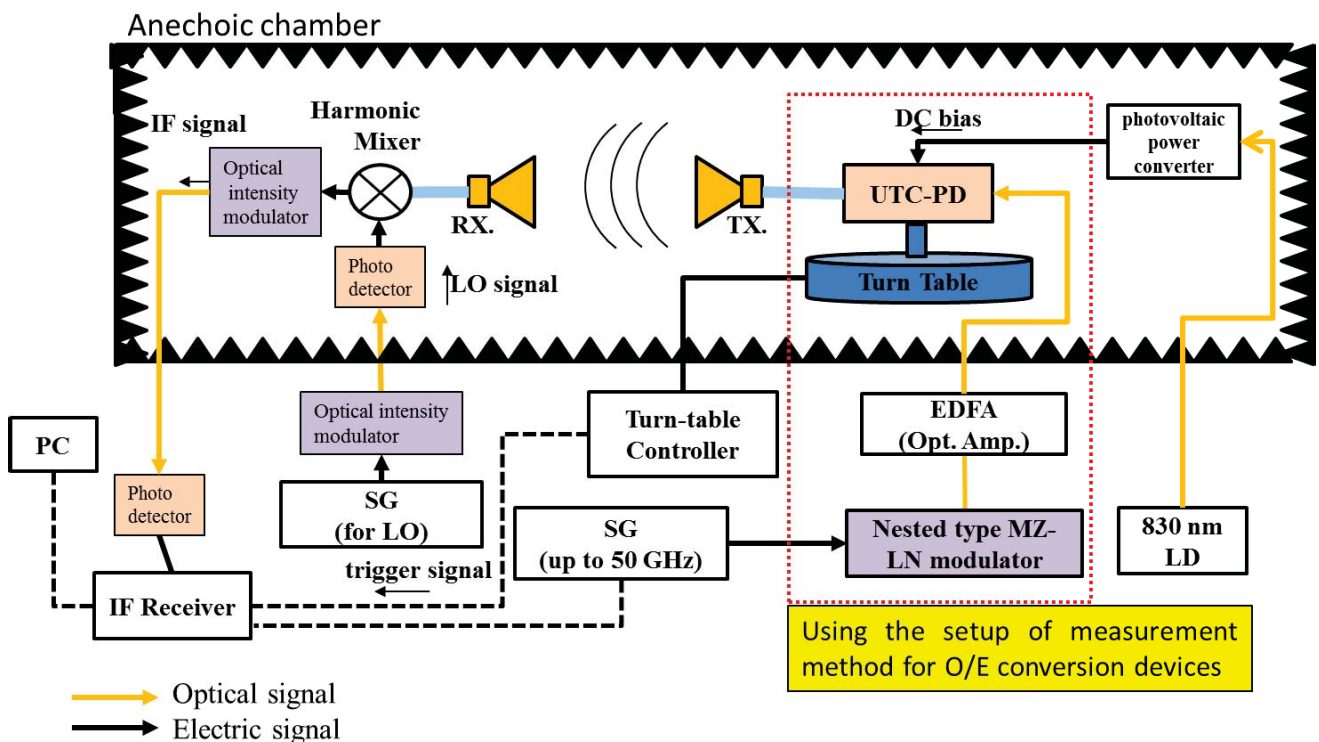


発生したQバンド信号の周波数特性

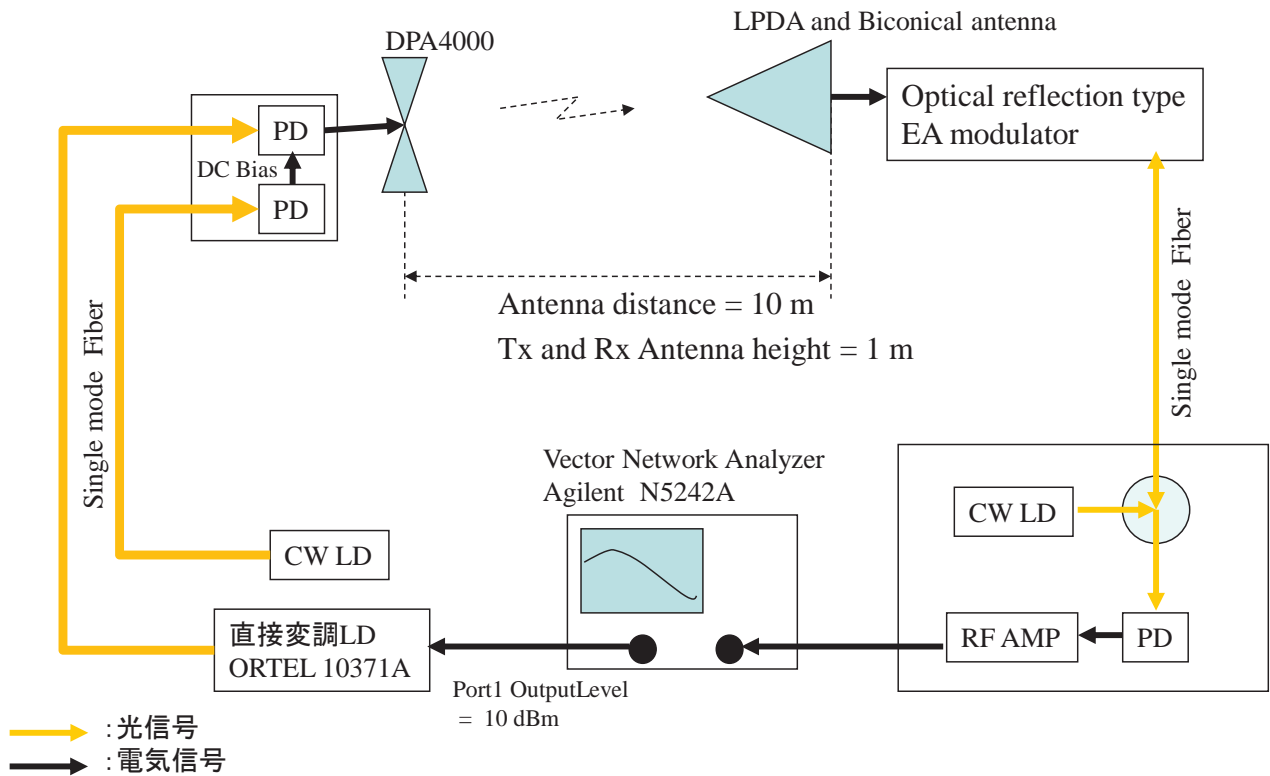




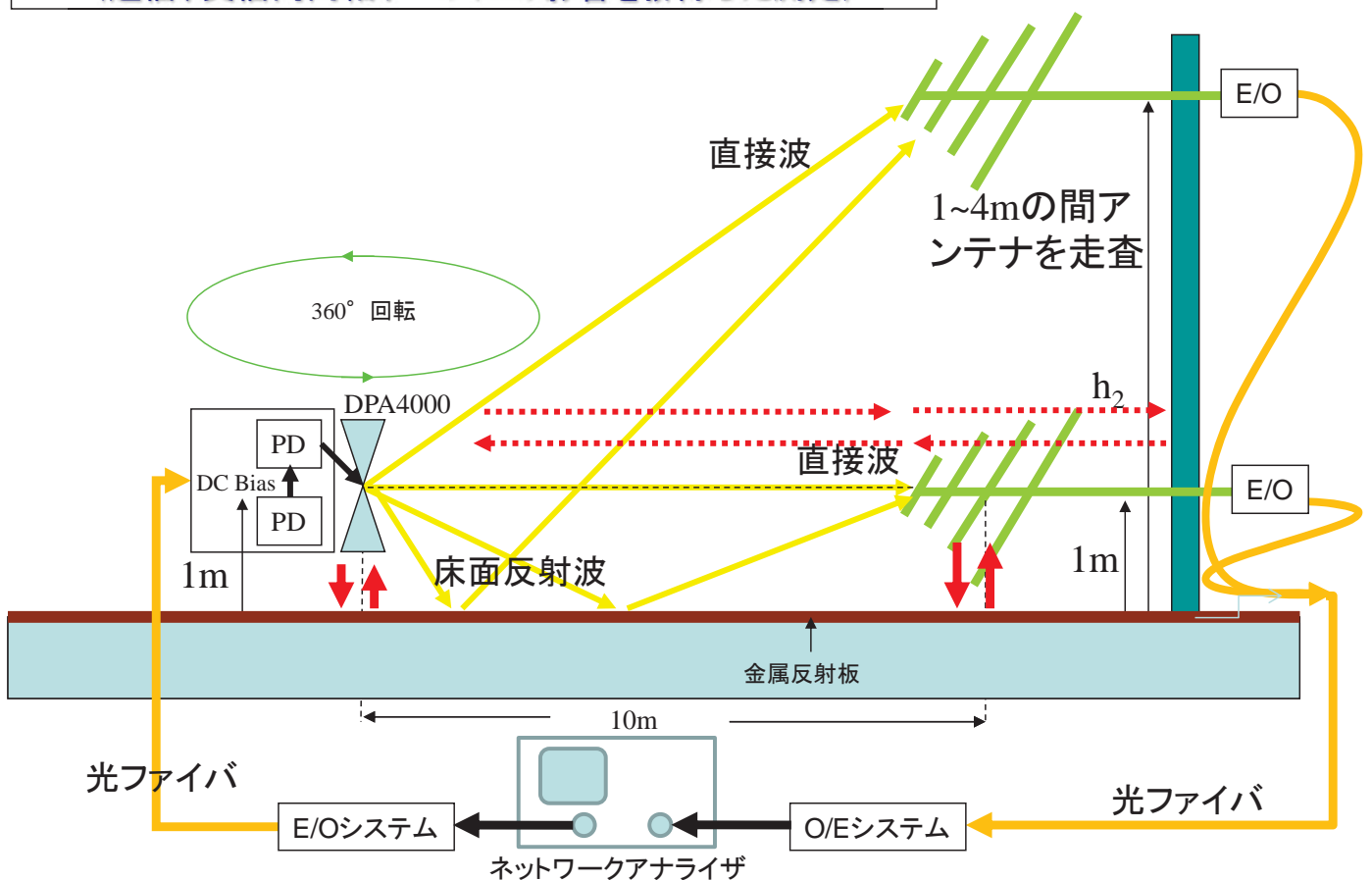
光定倍法によるミリ波発生技術を用いたアンテナ測定装置概要



光デバイスを用いたシステムのEMIサイト評価用コムジェネレータの代替手法概念図



光送信受信系システムでの測定概要 (送信、受信両同軸ケーブルの影響を排除した測定)



測定セットアップの種類

- ・ オープンサイト
 - VNA+Tx側同軸ケーブル+Rx側同軸ケーブル
- ・ 10m電波半無響室
 - 1 コムジェネレータ+スペアナ
コムジェネ発信器直結レベルで規格化ピークディテクタ、200回アベレージ
 - 2 VNA+Tx側同軸ケーブル + Rx側同軸ケーブル
 - 3 VNA+Tx側同軸ケーブル + Rx側光ケーブル(Pre AMP+LN)
 - 4 VNA+Tx側光ケーブル + Rx側同軸ケーブル
 - 5 VNA+Tx側光ケーブル + Rx側光ケーブル(Pre AMP+LN)
 - 6 VNA+Tx側光ケーブル + Rx側光ケーブル(EA)

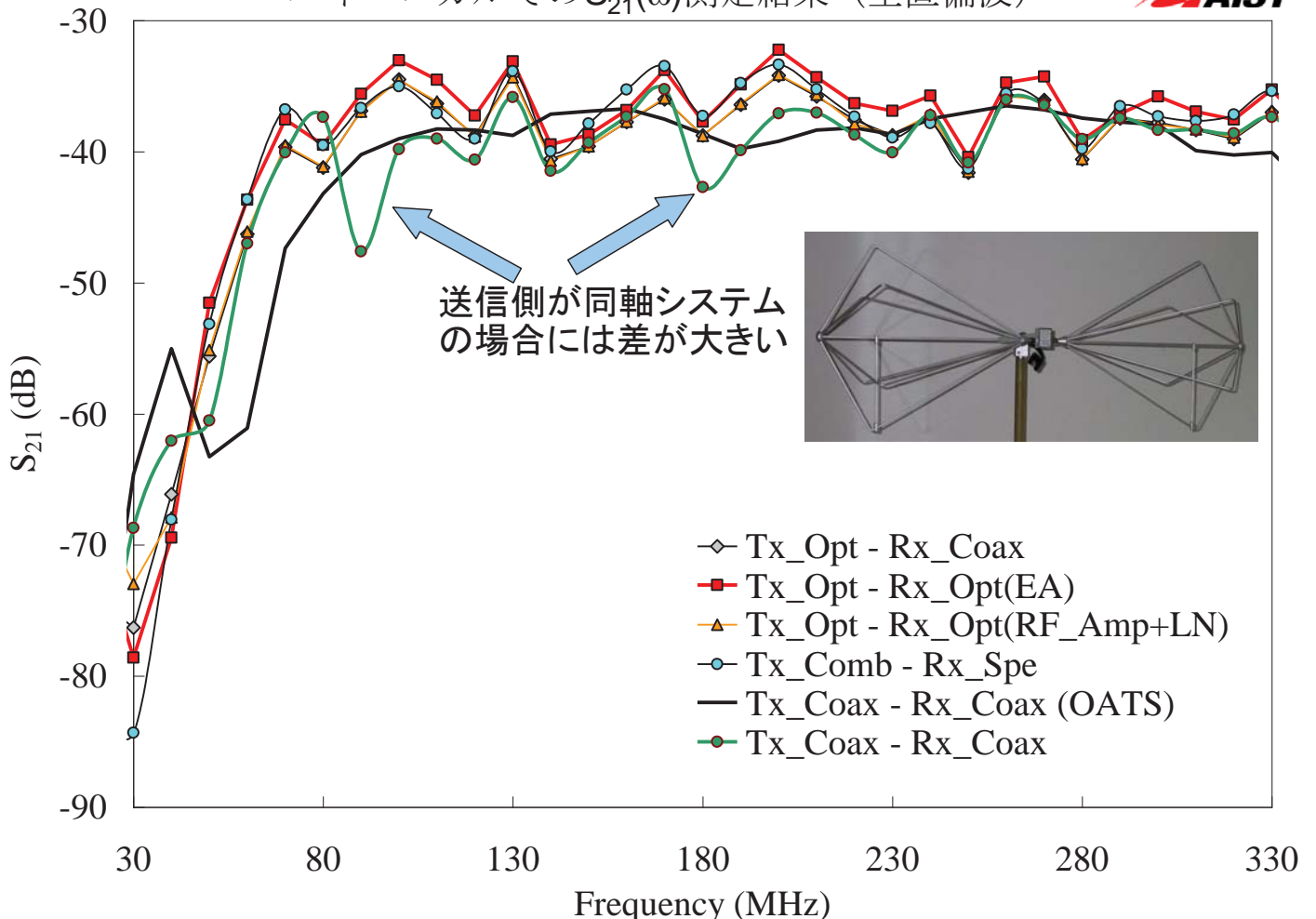
VNA設定:

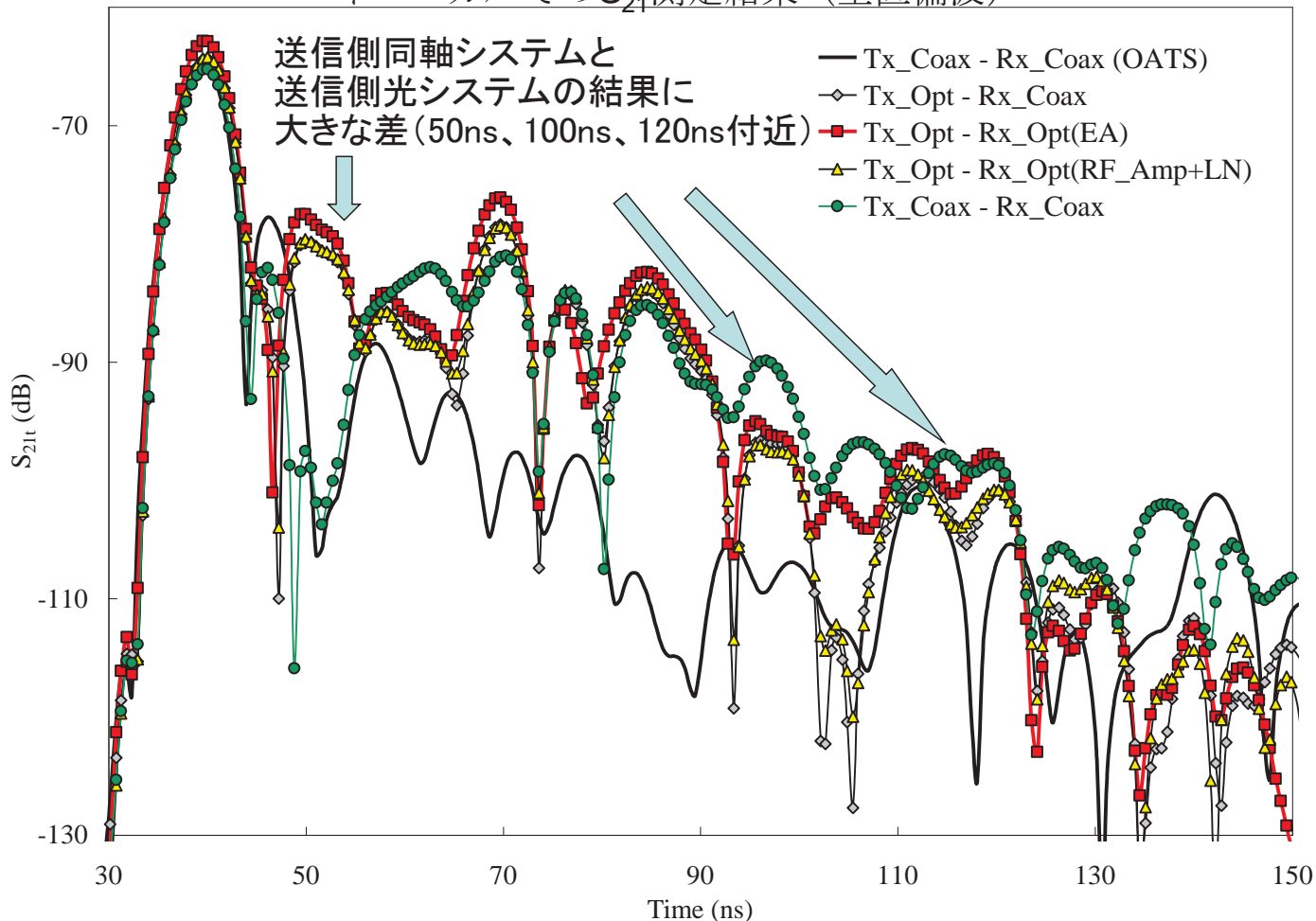
ポート1出力=10 dBm, IFバンド幅=100 Hz,
測定周波数=10MHz~1010MHz

タイムドメイン算出時:

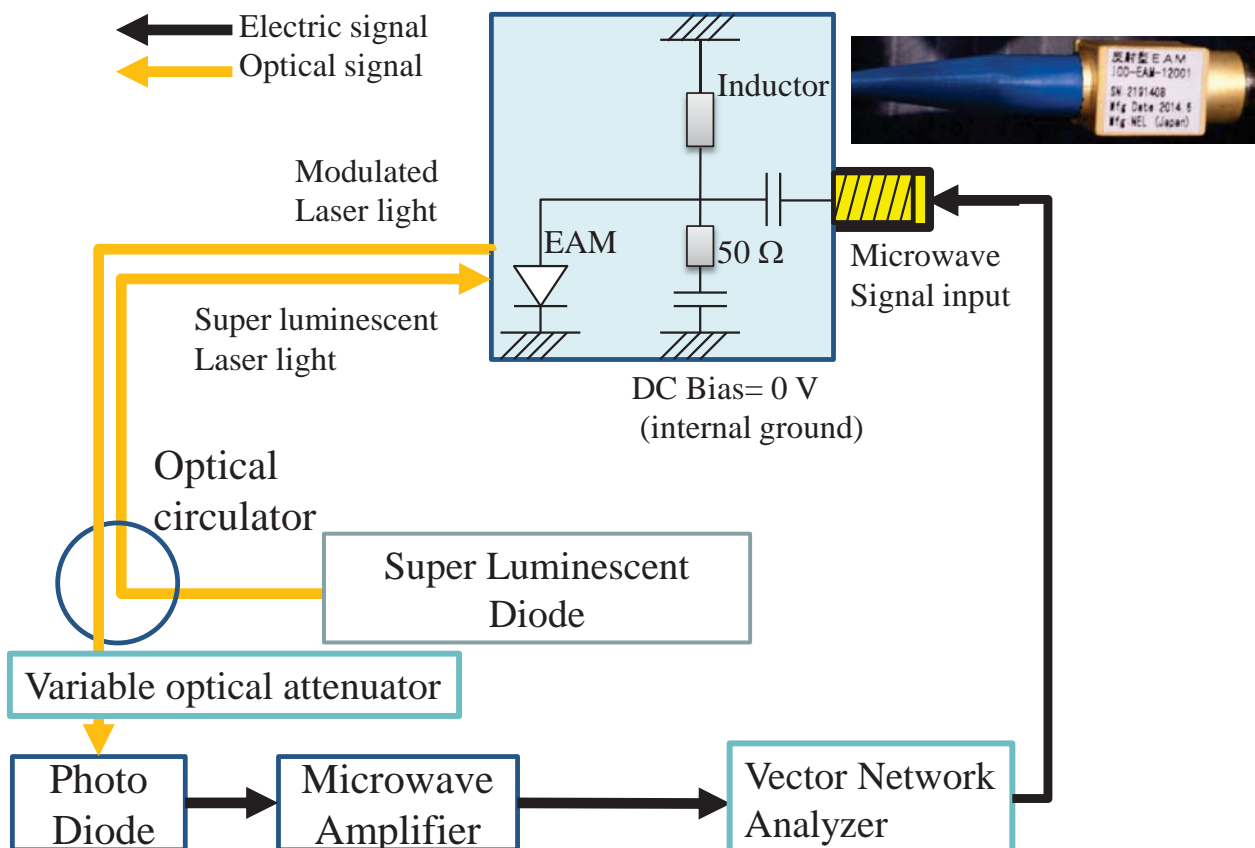
バイコンカルアンテナ: 30MHz~300MHz、LPDA: 250MHz~1000MHz

バイコンカルでの $S_{21}(\omega)$ 測定結果 (垂直偏波)

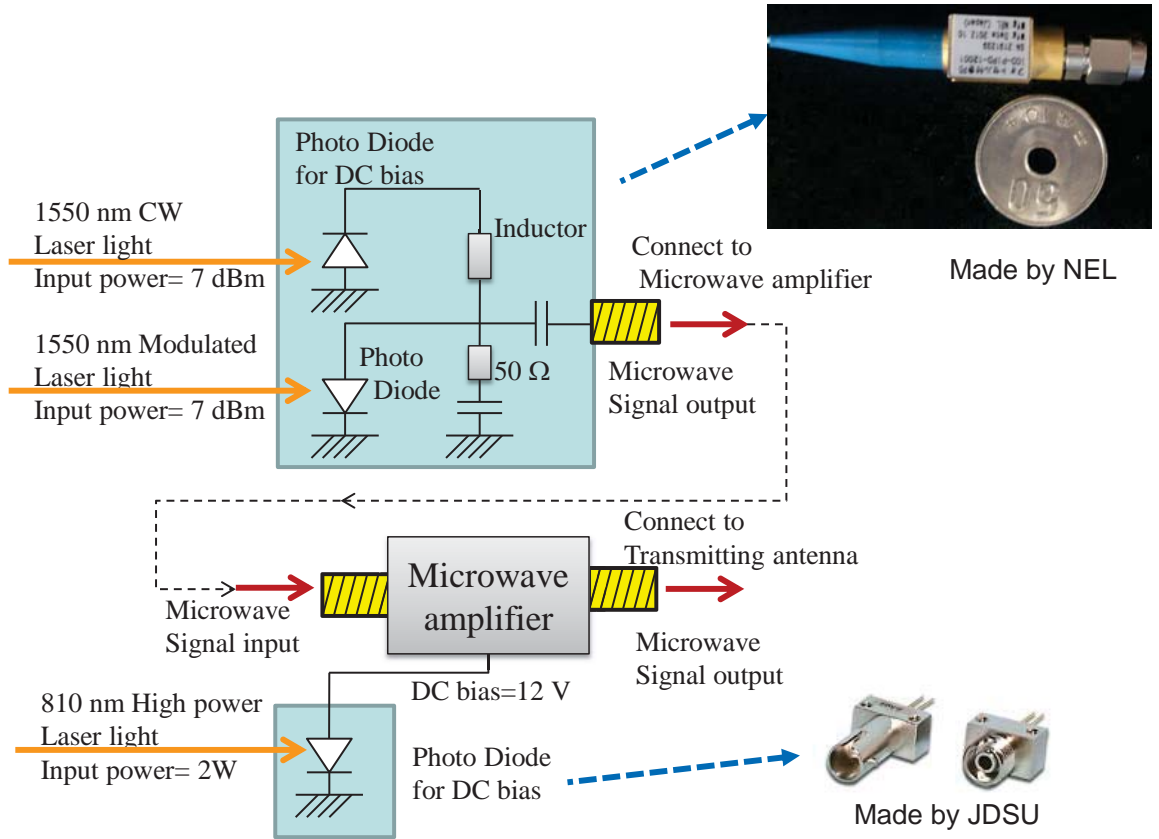




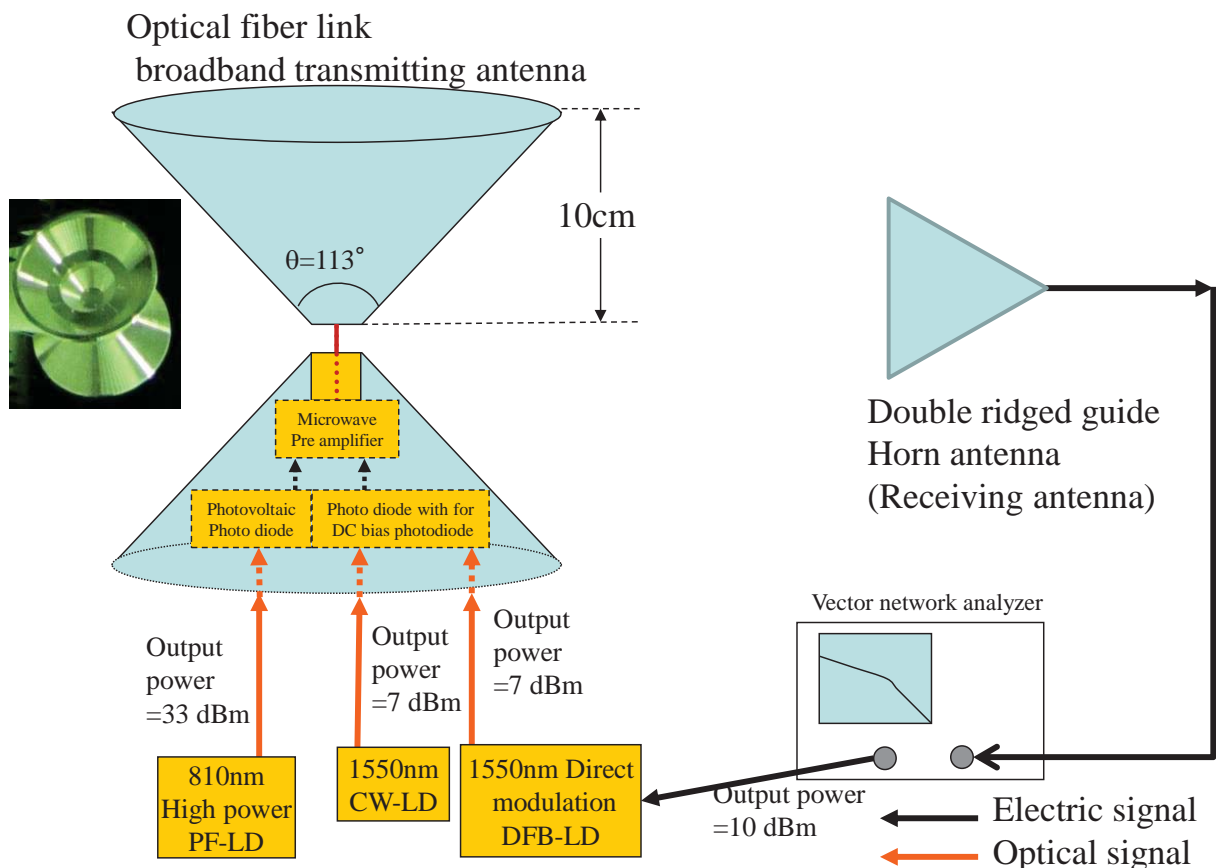
光反射型EA変調器の概要



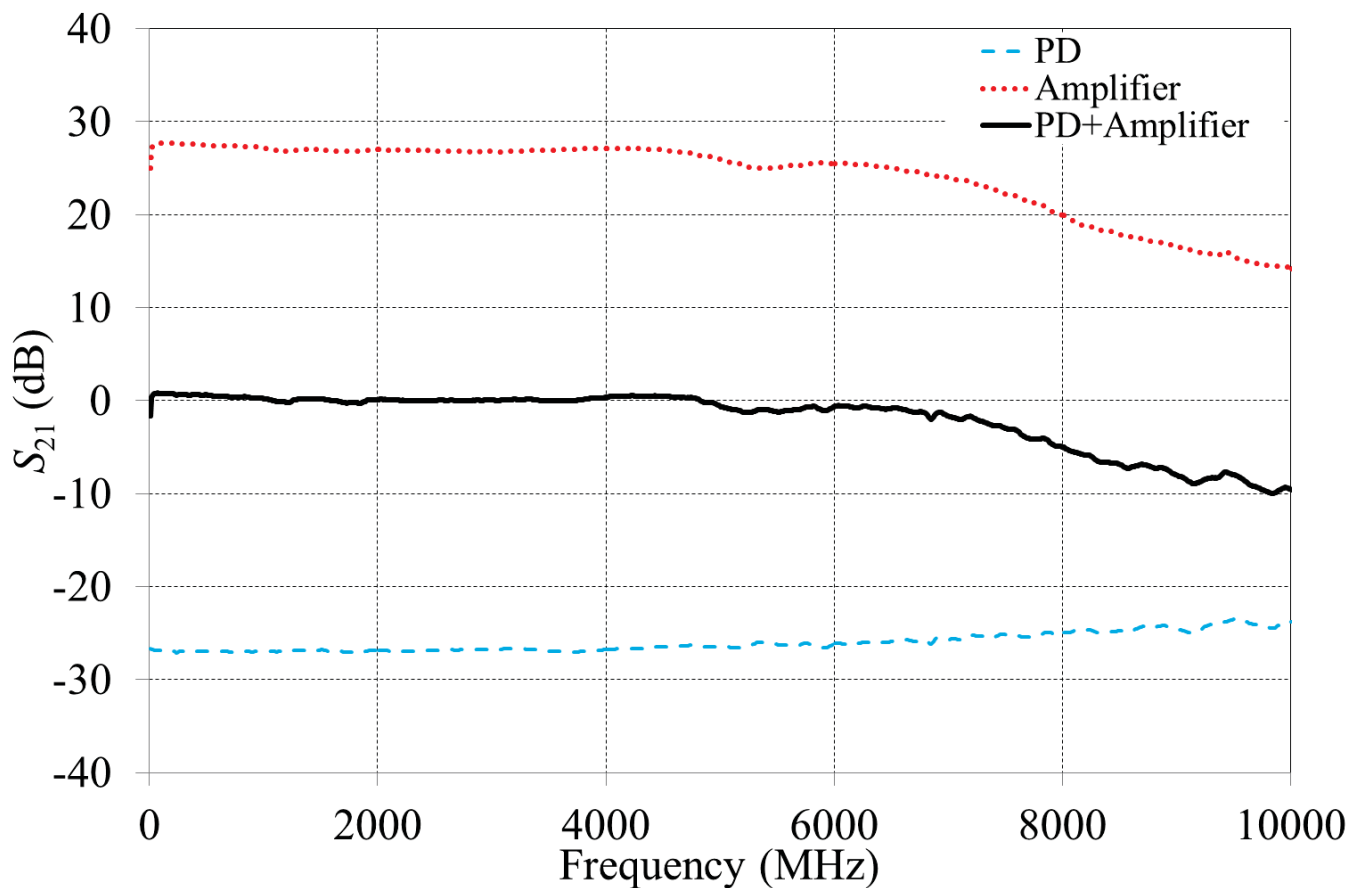
光給電バイアスを用いたフォトダイオード



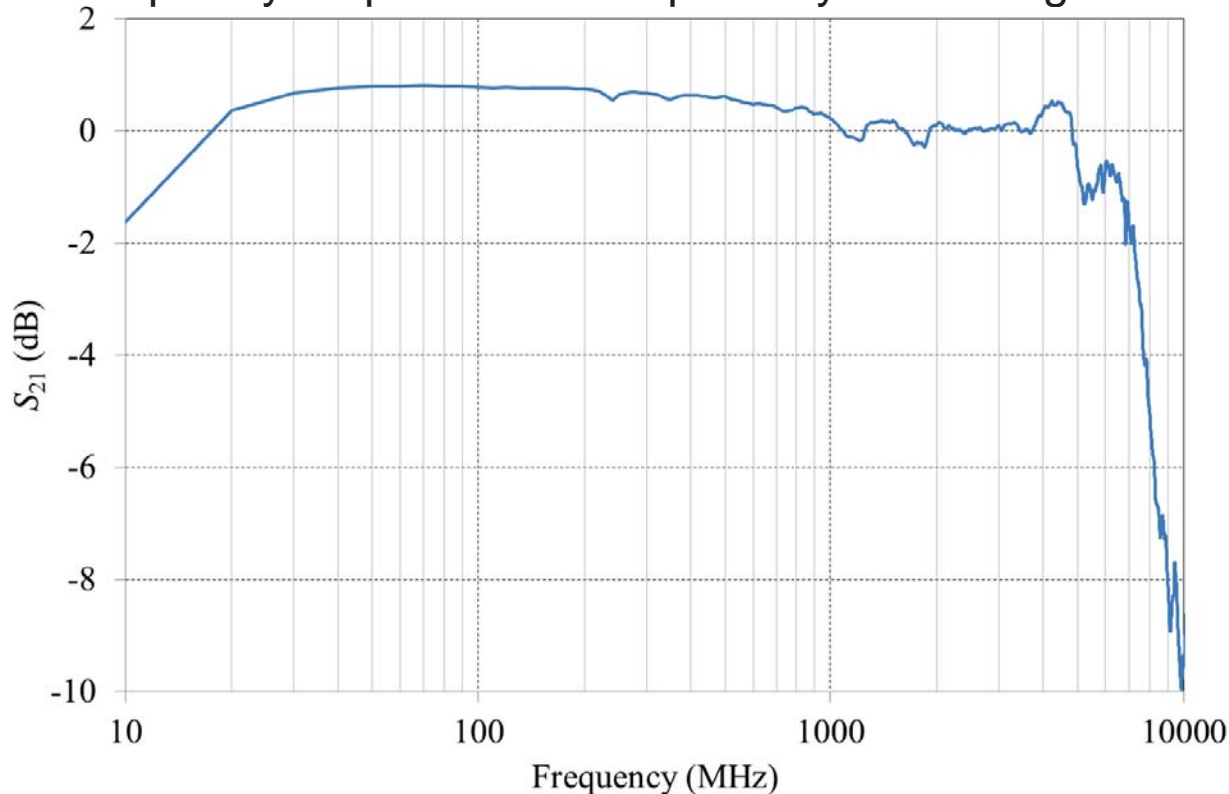
光ファイバリンクを用いた送信システムと広帯域アンテナ



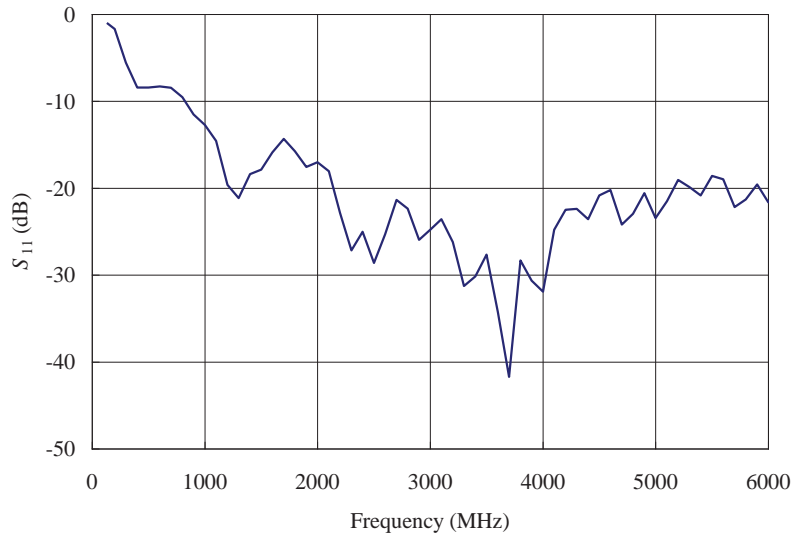
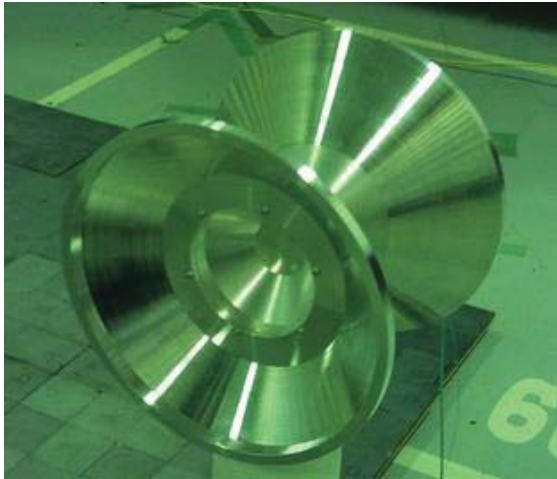
光給電バイアスを用いたフォトダイオードの周波数特性



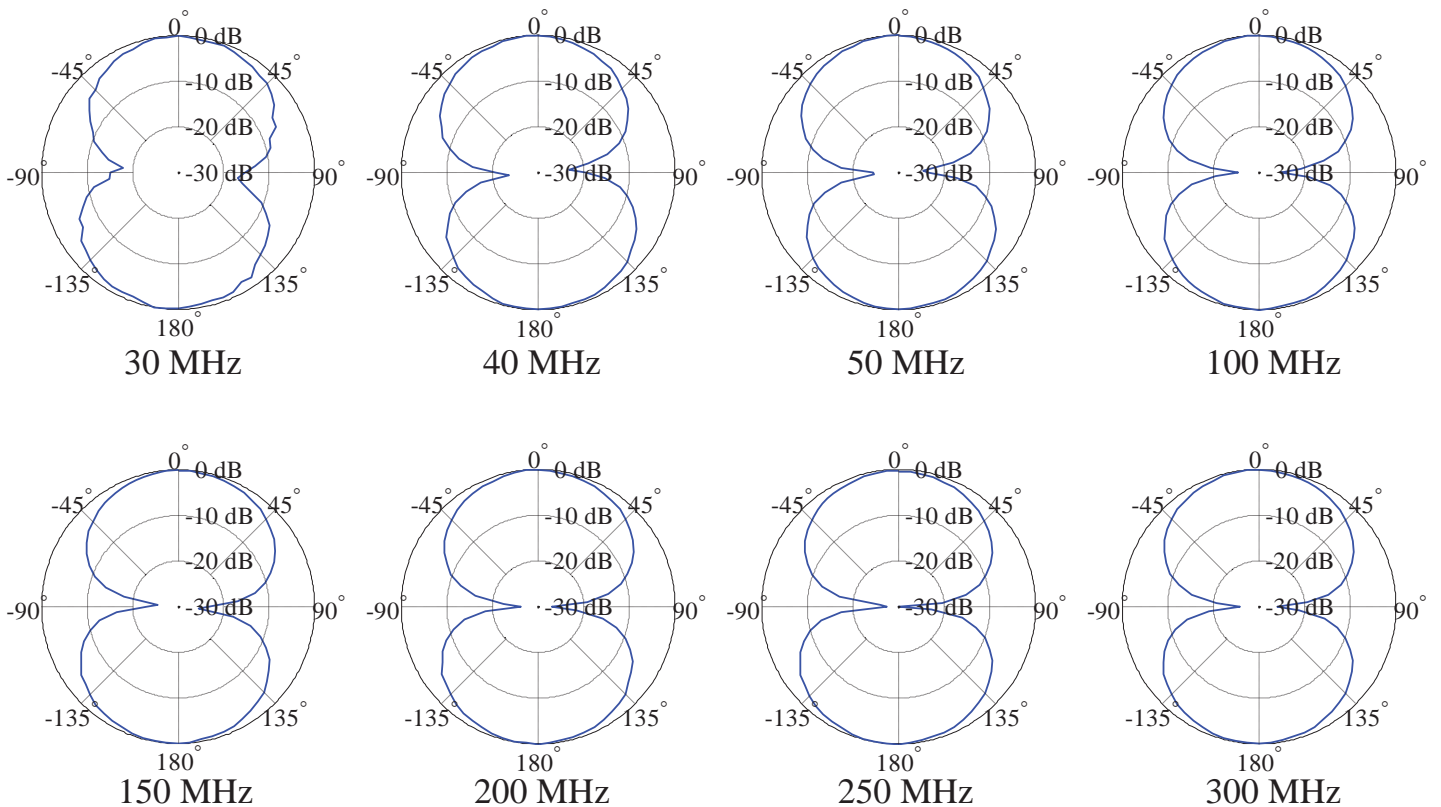
Frequency response of our optical system in log-scale



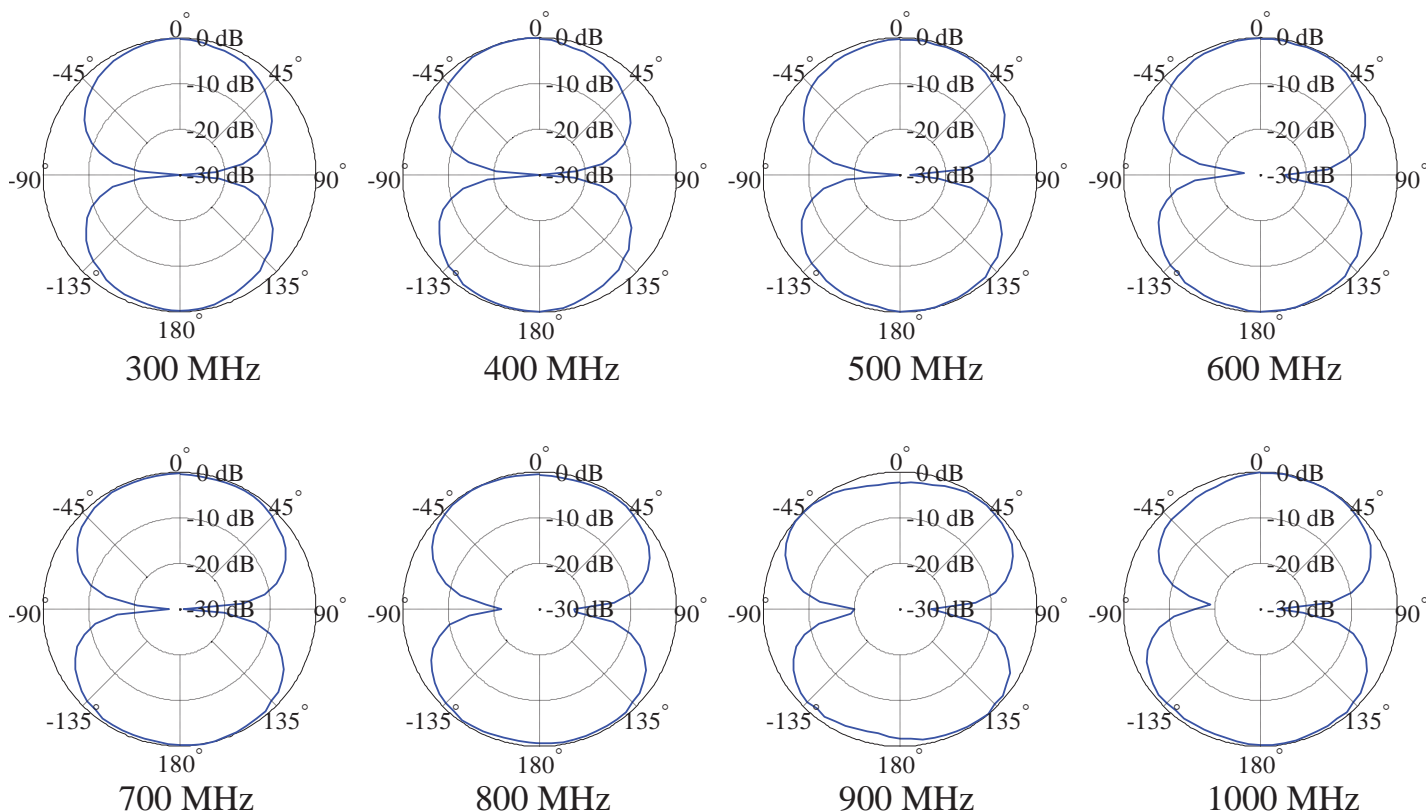
3 dB 帯域幅 > 7GHz



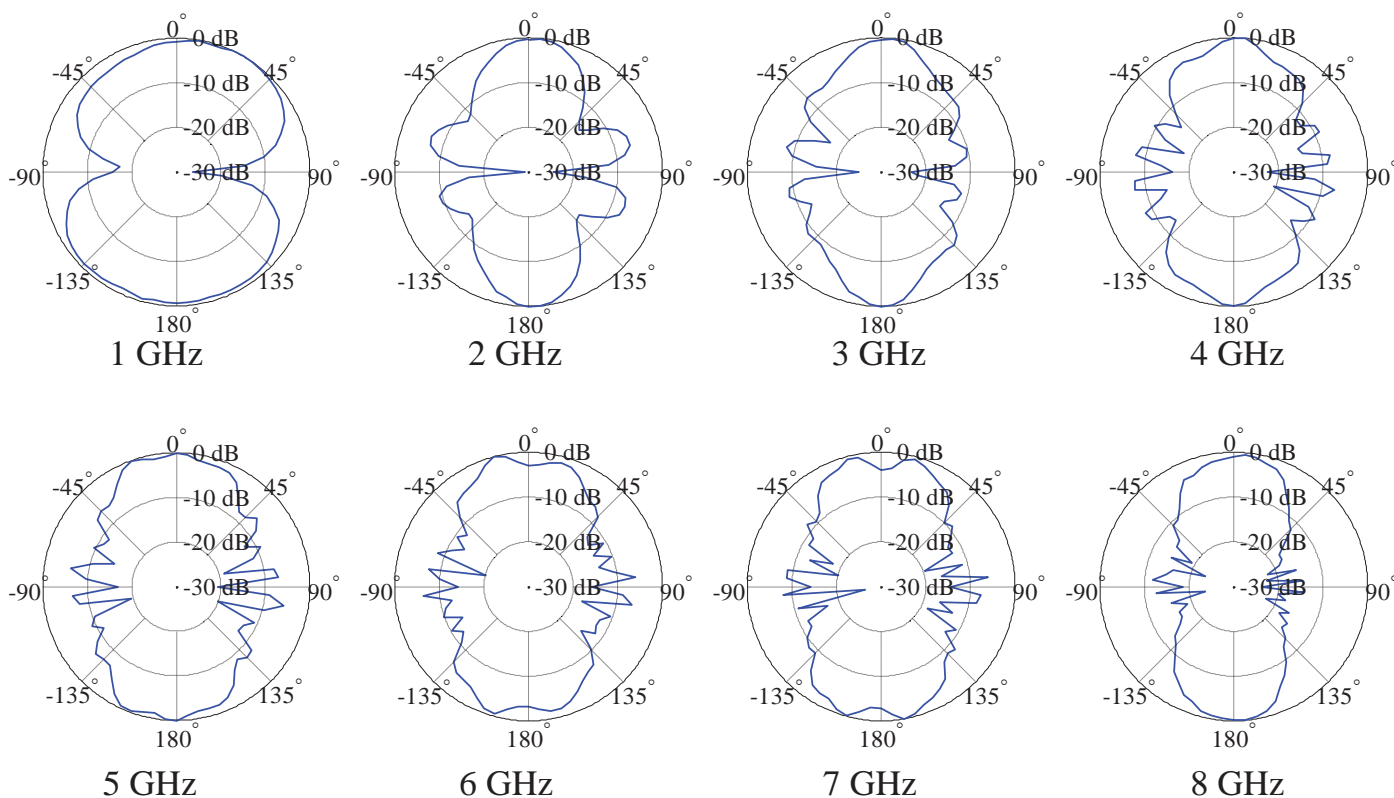
ソリッドタイプバイコーンアンテナの放射パターン測定結果 (30 MHz ~ 300 MHz)



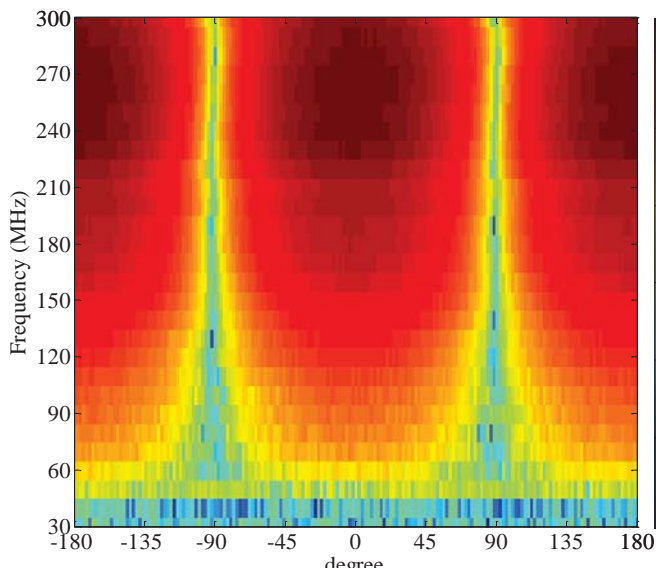
ソリッドタイプバイコーンアンテナの放射パターン測定結果 (30 MHz~300 MHz)



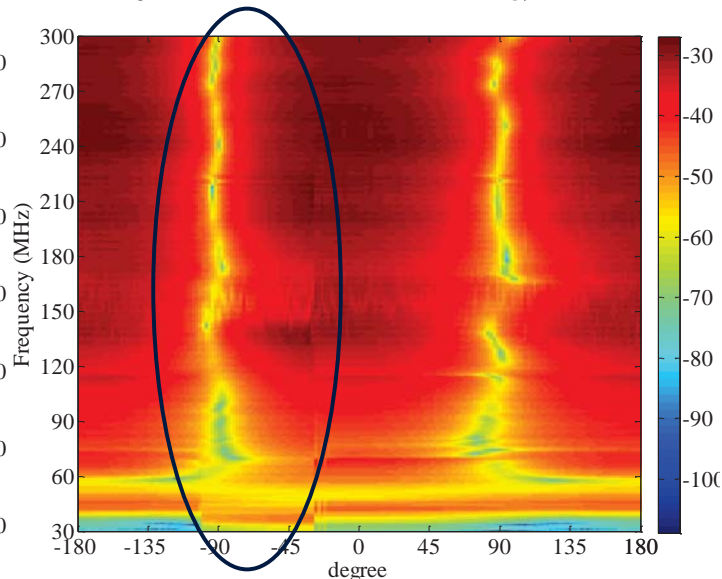
ソリッドタイプバイコーンアンテナの放射パターン測定結果 (1 GHz~8 GHz)



ソリッドタイプバイコーンアンテナの 光ファイバファイバリンクと同軸ケーブルの比較



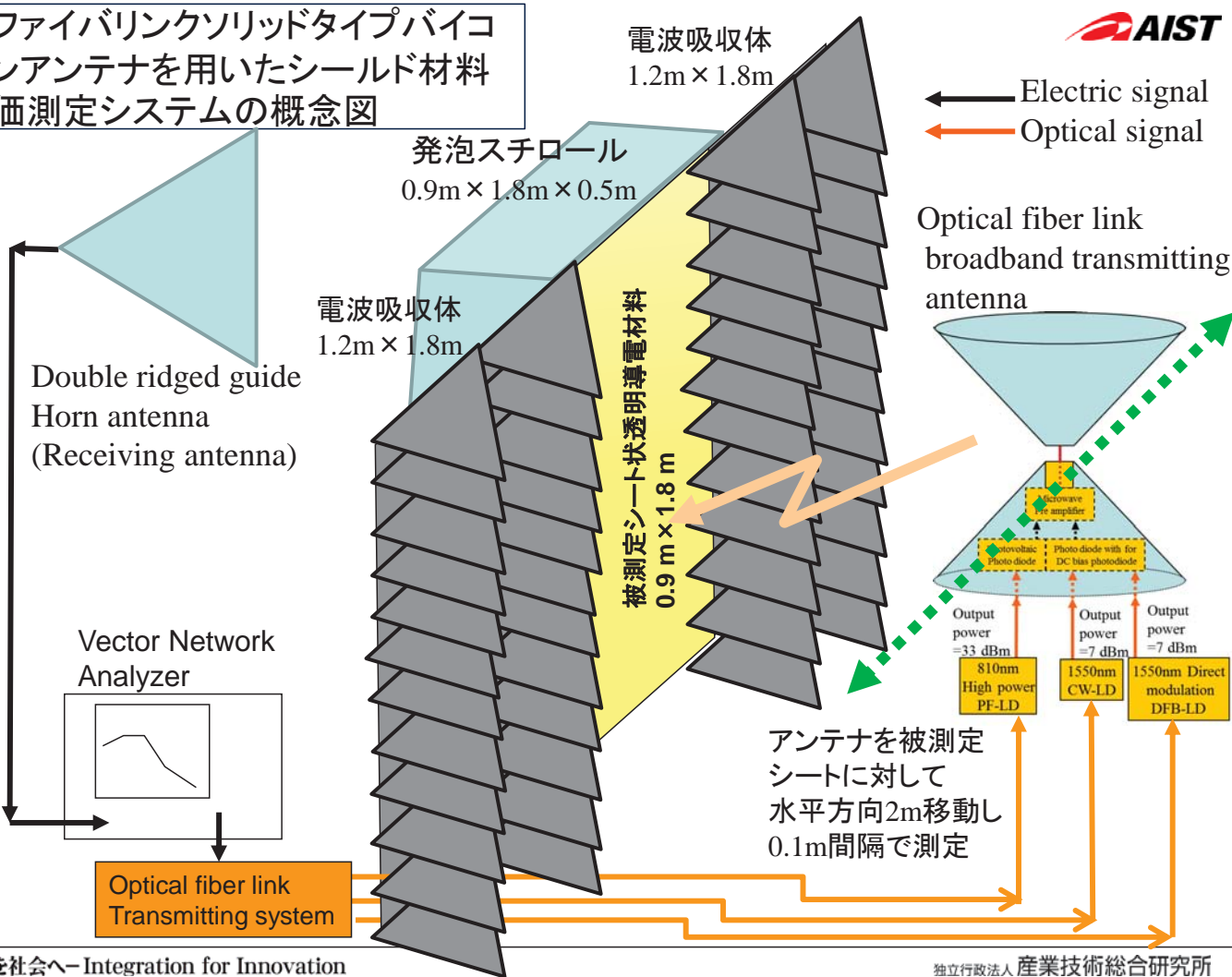
光ファイバリンクでアンテナを測定器と接続した場合の測定結果



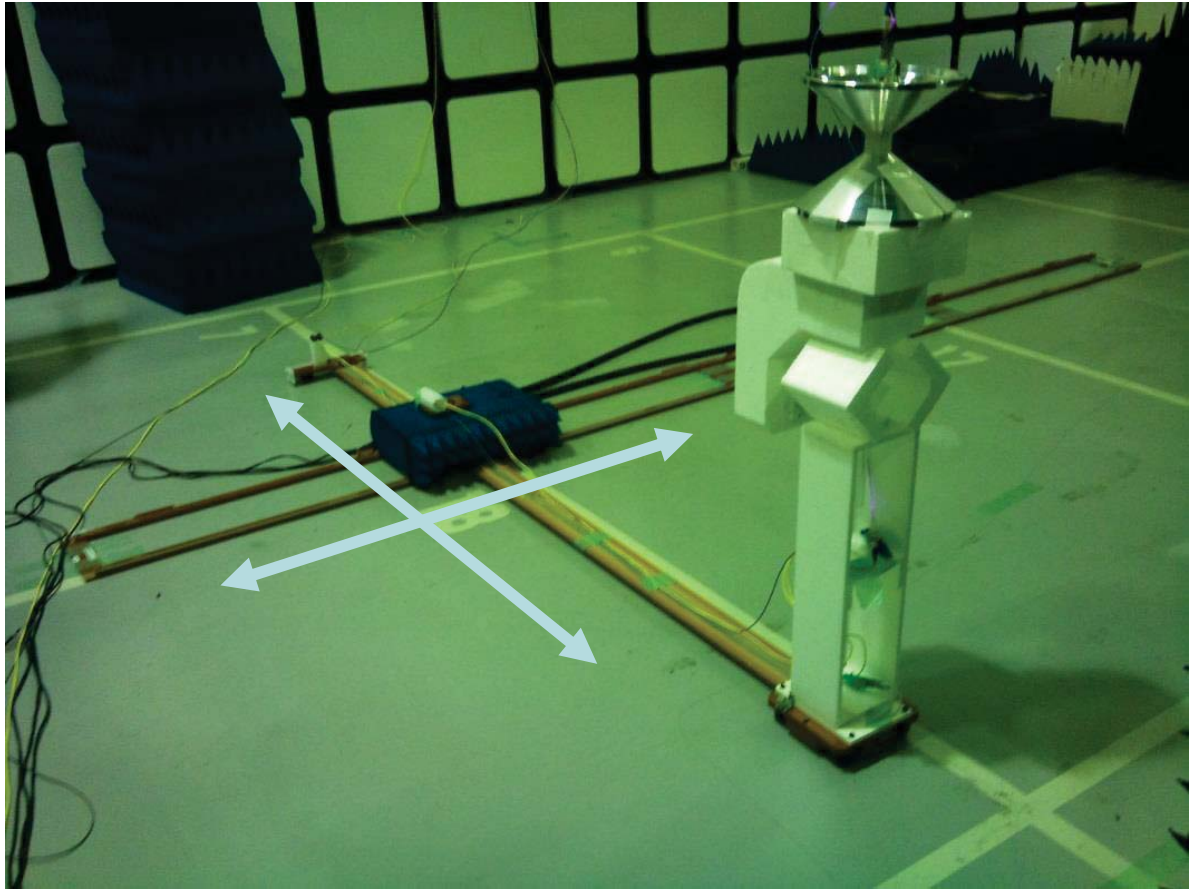
同軸ケーブルでアンテナを測定器と接続した場合の測定結果

同軸ケーブルを用いた場合、ケーブルの影響が $-90^{\circ} \sim -45^{\circ}$ 近辺に現れている

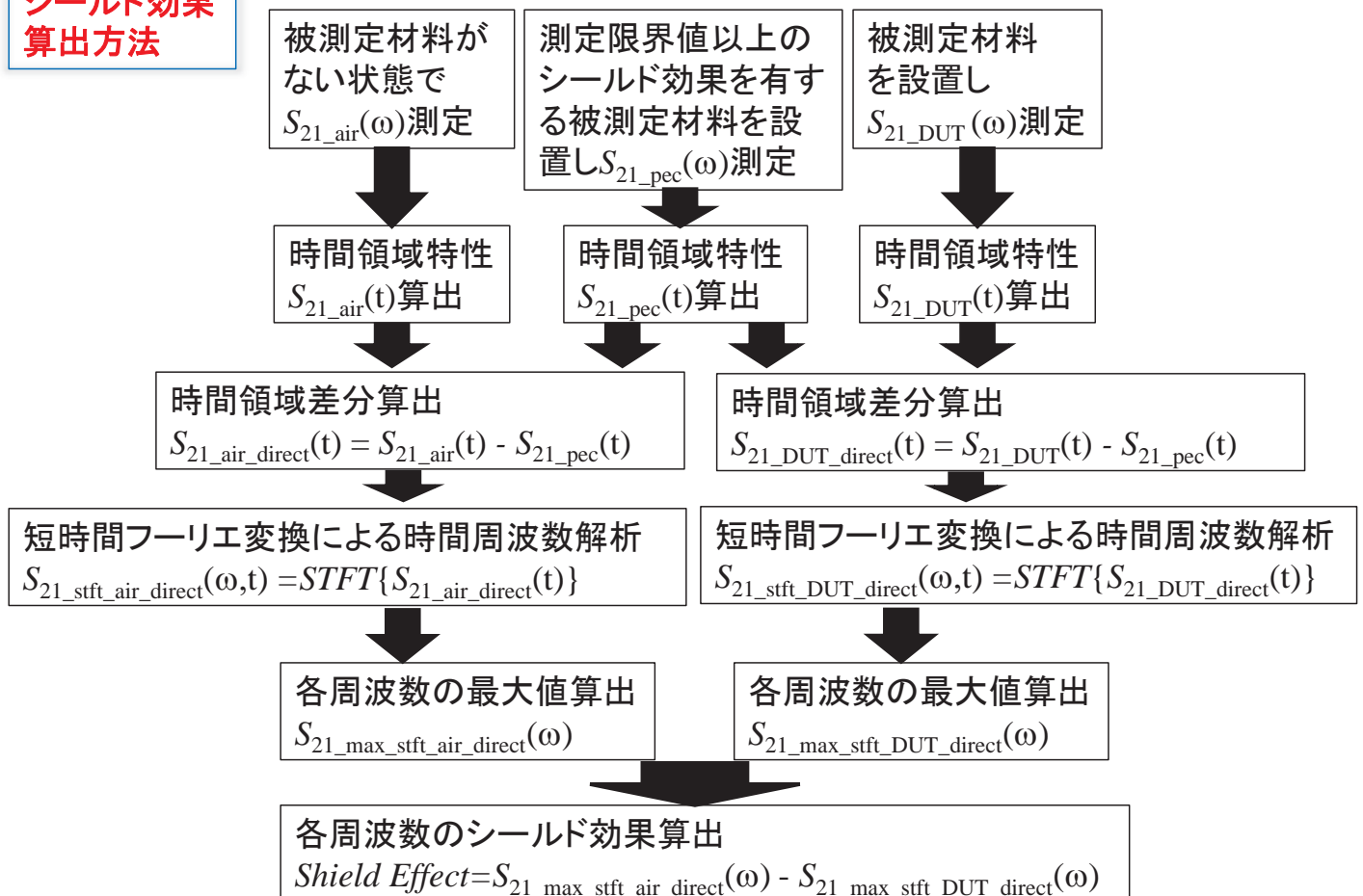
光ファイバリンクソリッドタイプバイコーンアンテナを用いたシールド材料評価測定システムのご概念図



送信アンテナと全自動XY平面スキャン装置(デバイス社製品)

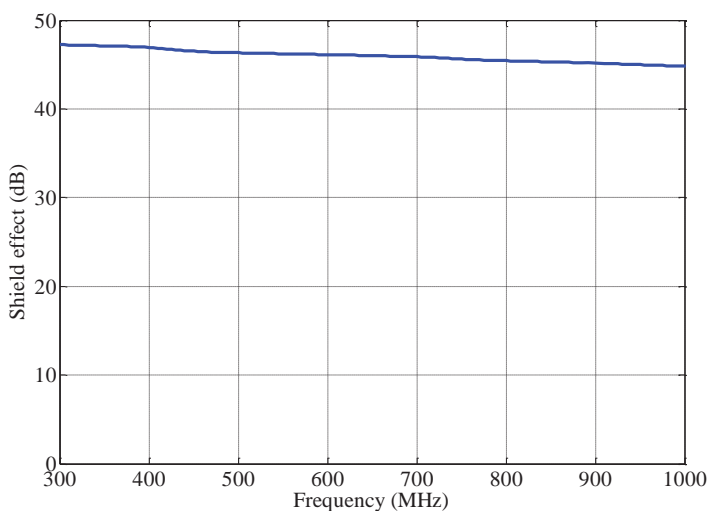
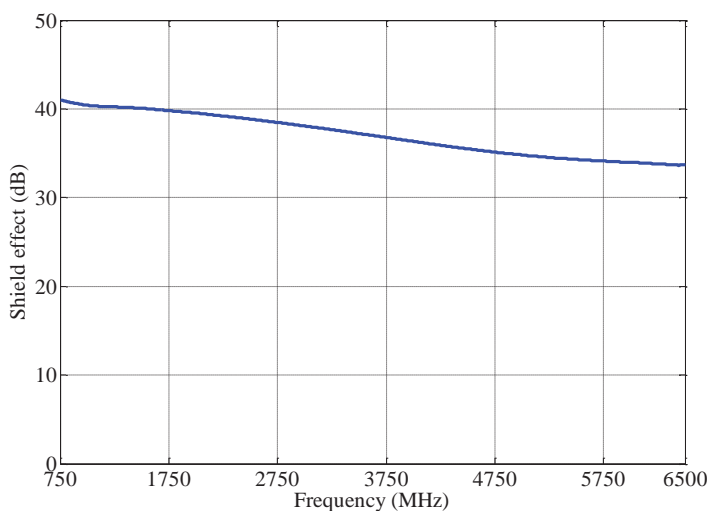


シールド効果 算出方法

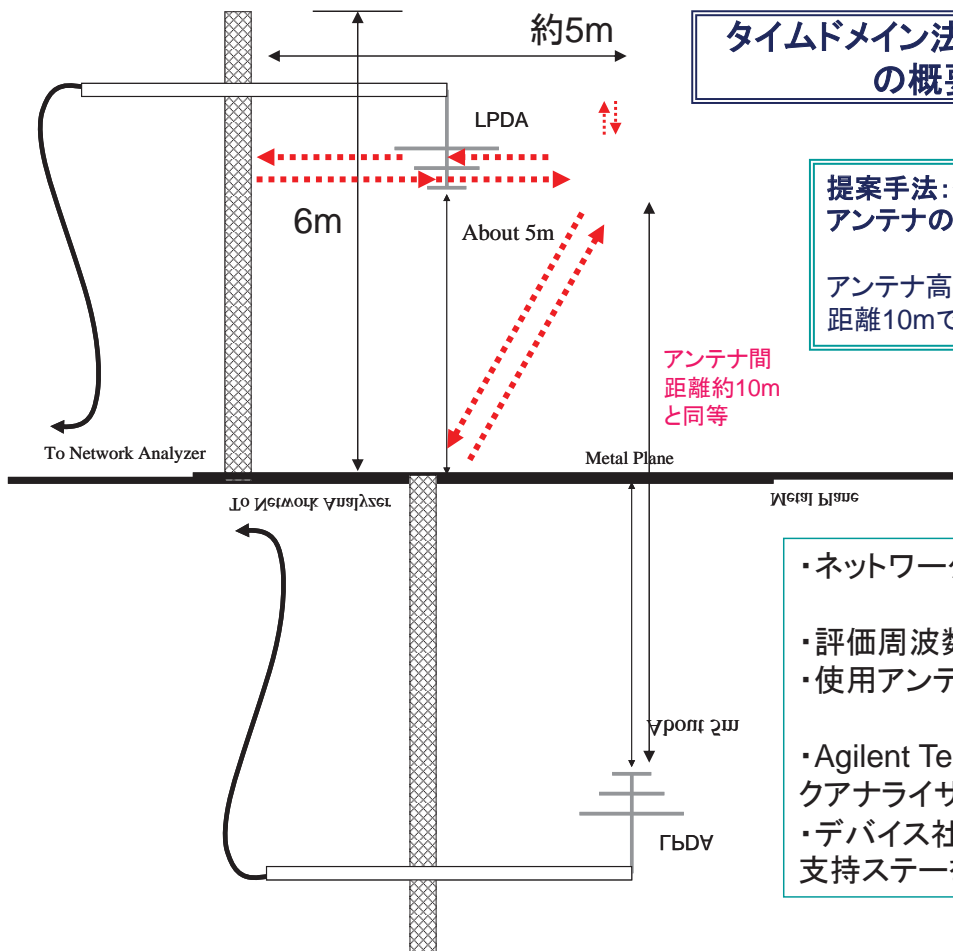


透明シールドフィルムの遮断効果

TX:ソリッドタイプバイコーンアンテナ
Rx:LPDA、DRGH(垂直偏波)



同軸ケーブルのアンテナ測定結果への影響 とその評価

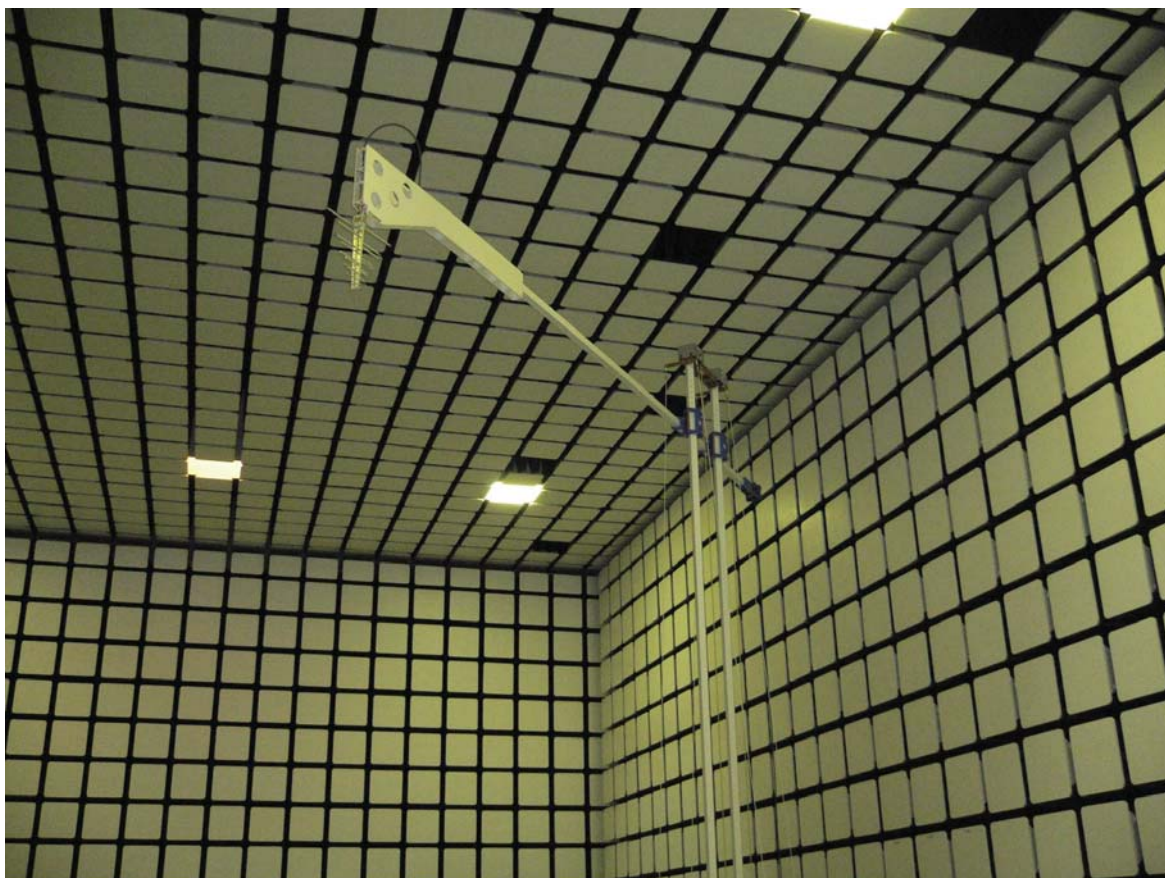


タイムドメイン法によるアンテナ自己校正法の概要と反射波の様子

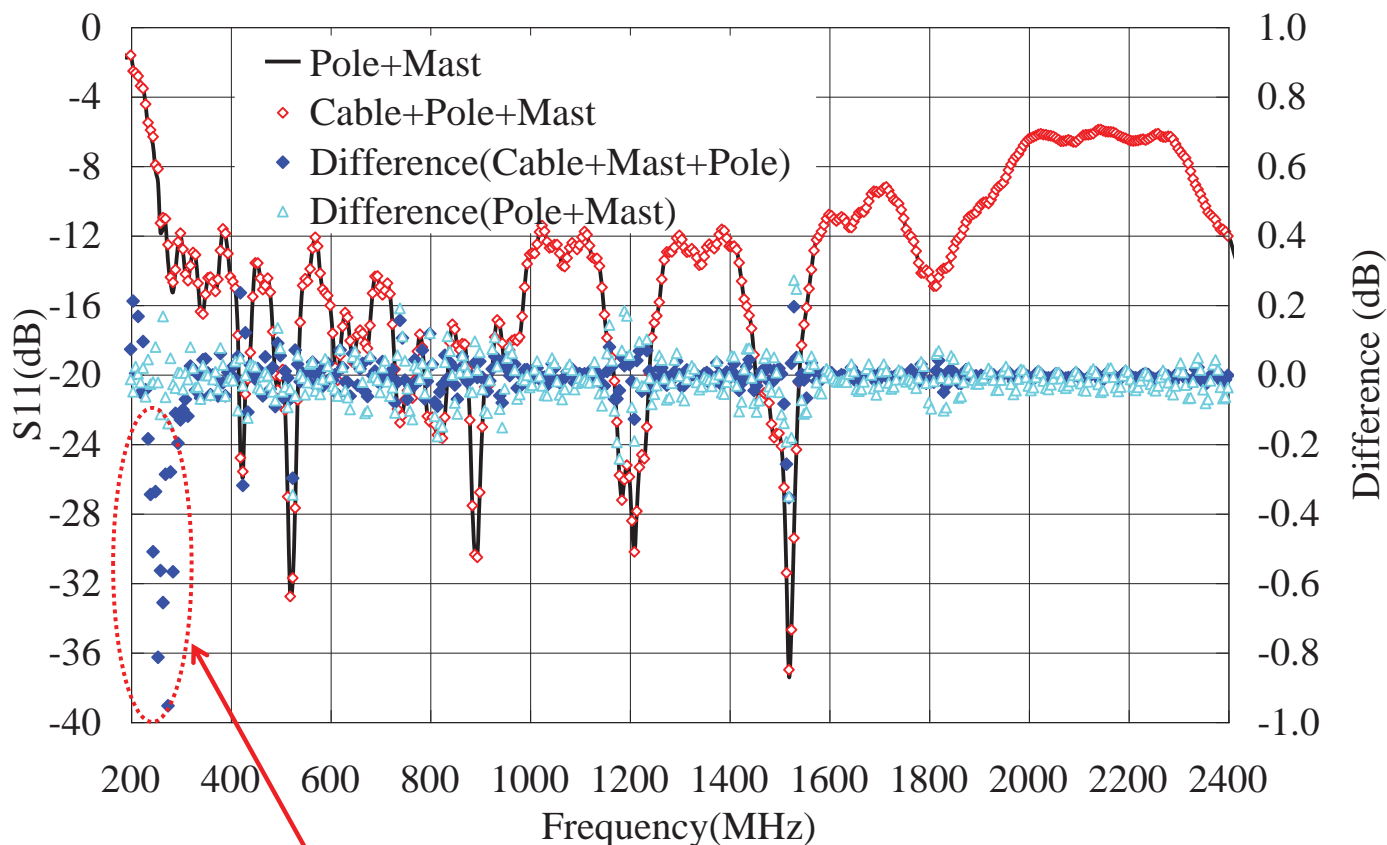
提案手法: グランドプレーンを利用して、被測定アンテナの鏡像からの放射を受信する手法。
 アンテナ高5mの場合、同一特性のアンテナで、距離10mでのS21の測定結果を得ることが可能。

- ・ネットワークアナライザ測定周波数範囲: 100MHz~3000MHz
- ・評価周波数範囲: 250MHz~2400MHz
- ・使用アンテナ: シュワルツベック社製 UHALP9108A
- ・Agilent Technology社製PNAネットワークアナライザを使用
- ・デバイス社製アンテナ昇降機とアンテナ支持ステーを使用

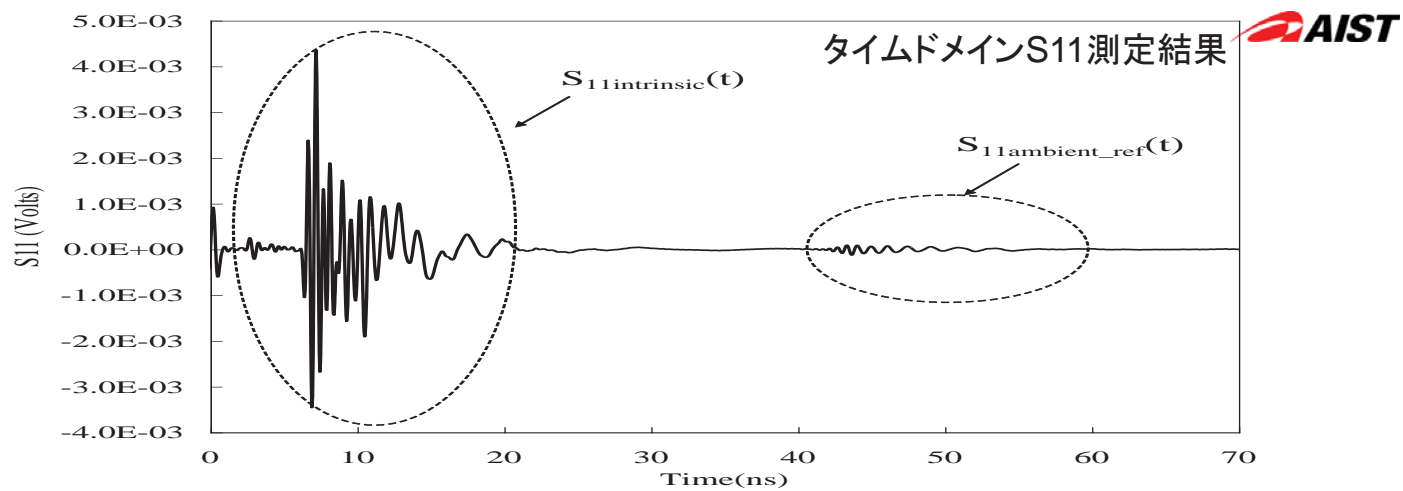
タイムドメイン法によるアンテナ自己校正法による測定の様子



周波数領域での同軸ケーブル等の影響評価結果

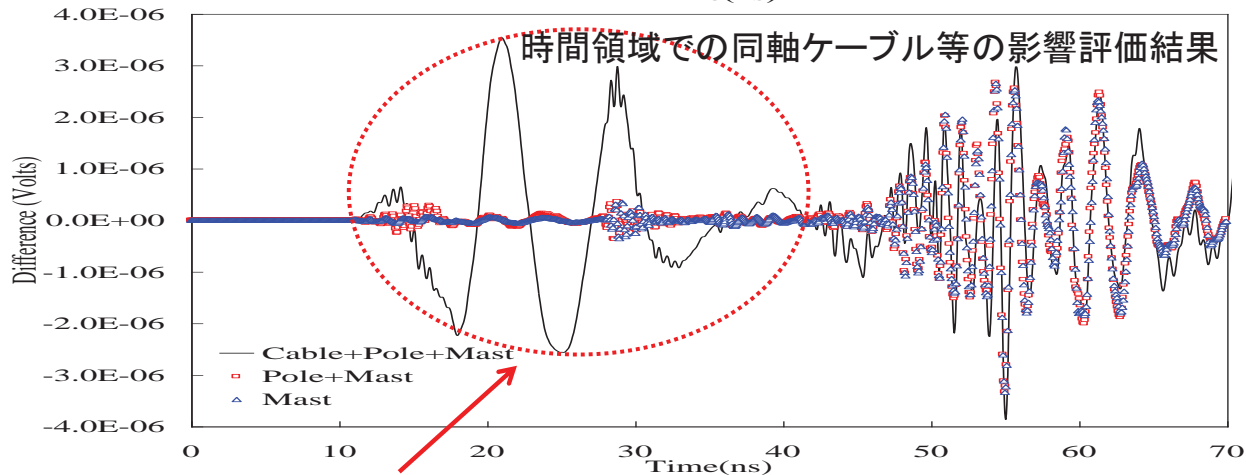


同軸ケーブルの影響は、アンテナの反射係数が劣化する周波数で顕著

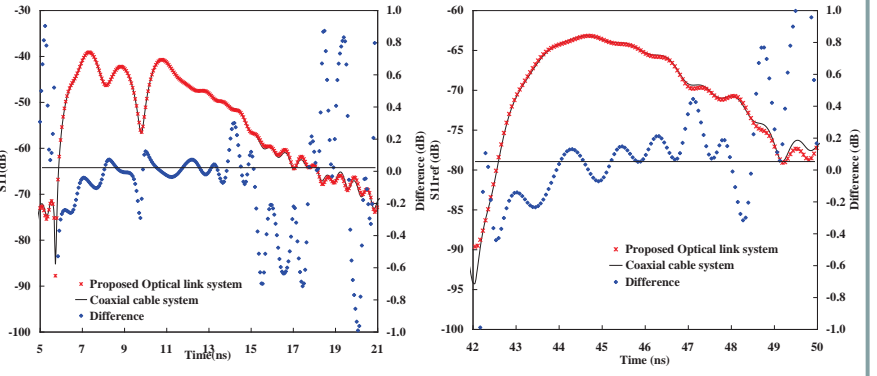
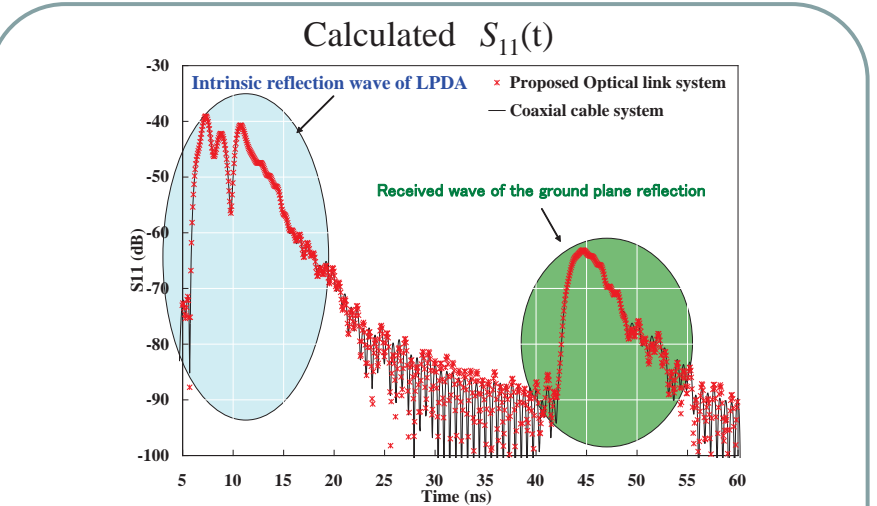
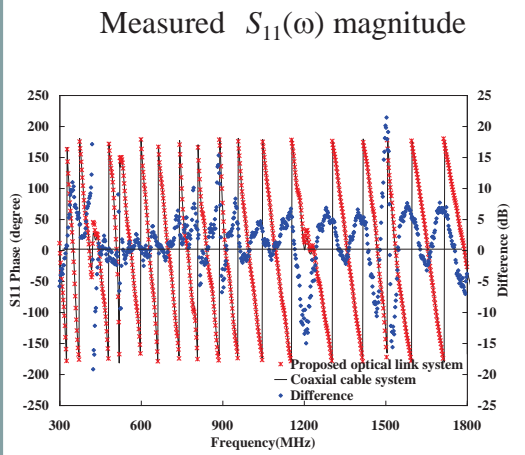
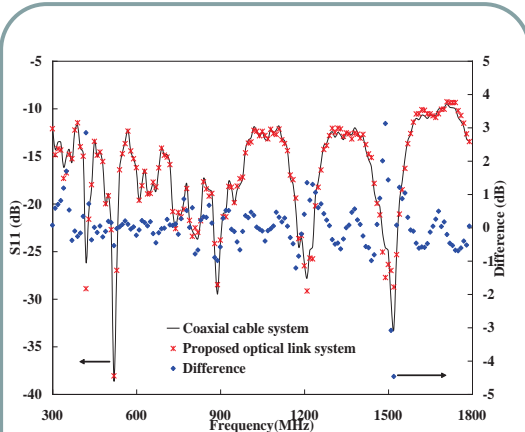


タイムドメインS11測定結果

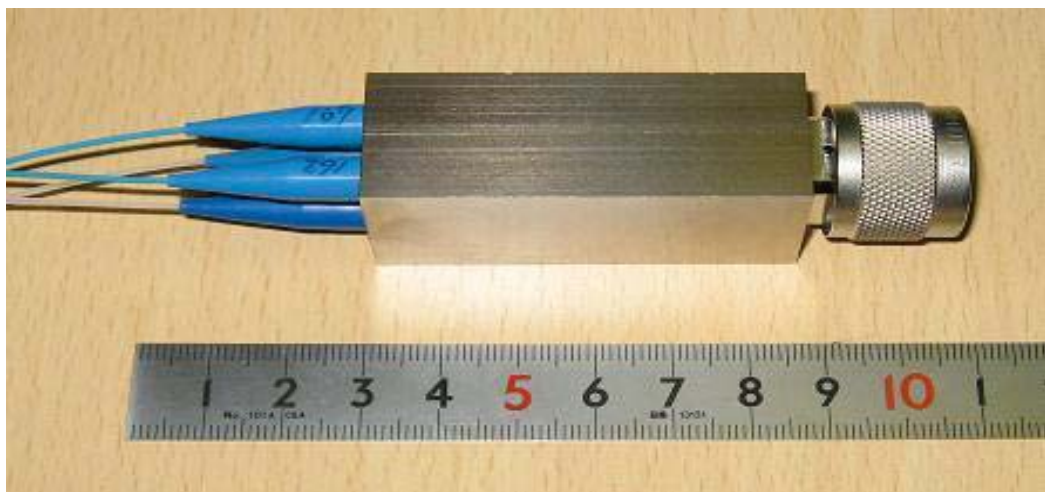
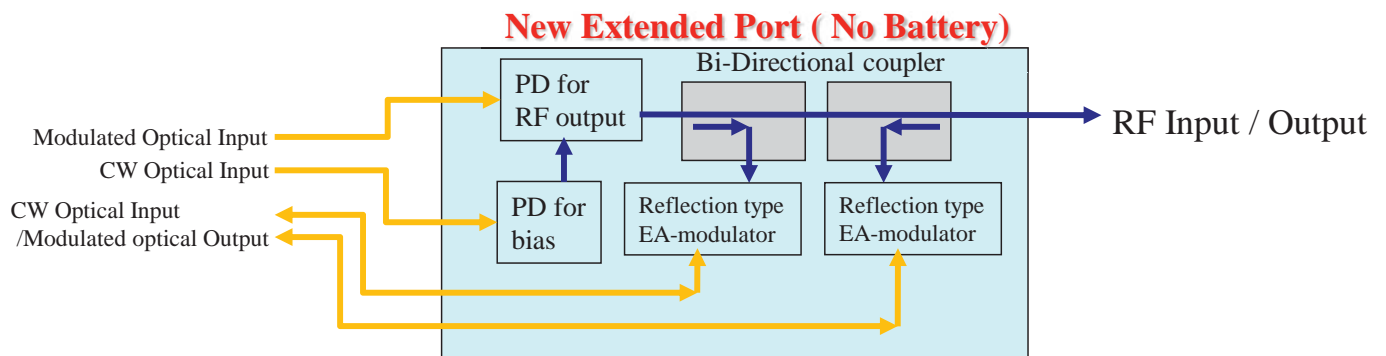
時間領域での同軸ケーブル等の影響評価結果



同軸ケーブルの影響は、アンテナの反射係数が劣化する周波数で顕著



光給電バイアスフォトダイオードと光反射型EA変調器を用いた VNAポート延長モジュール



目次

1. EMC2014 Tokyo のPEM関連WS、OS
電界・磁界計測への光応用電磁界計測技術適用
2. その他の最新動向
 - RoFシステムの概要
 - RoFシステムのアンテナ計測、EMC計測応用
 - 同軸ケーブルの測定結果への影響評価
 - アンテナ近傍界計測と光応用電磁界計測技術
3. 光応用電磁界計測に用いる光デバイス概要と各種測定例
4. Designcon2015概要(光応用電磁界計測関連)

DesignCon2015(2015年1月サンノゼ)での電磁界計測関連技術報告例
(著作権の関係が有りますので、当日pptで説明いたします)

- AVAGO Technologies, ``EXTENDING THE REACH OF VCSEL BASED 100 GB/S MULTIMODE PARALLEL OPTIC LINKS``
- MOVING TOWARDS THE LIGHT, A PHOTONIC EXTENSIONS API FOR OPENACCESS
- CISCO, `` Systems Perspective on Silicon Photonics,``
- APREL, `` Near-Field Magnetic Probe Method - Evanescent and Propagating Mode Measurements