

図 2.1.6 TOF 法を用いたパルスエコーイメージングの原理と、黒色アクリル樹脂の断層面測定例



(b) THz断層画像と時間波形

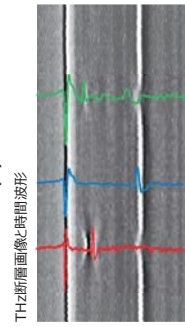


図 2.1.6 TOF 法を用いたパルスエコーイメージングの原理と、黒色アクリル樹脂の断層面測定例

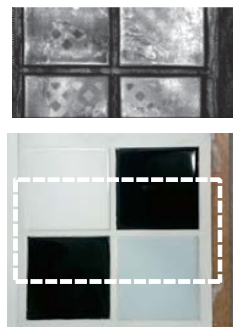


図 2.2.8 タイル貼り付けサンプルの撮像

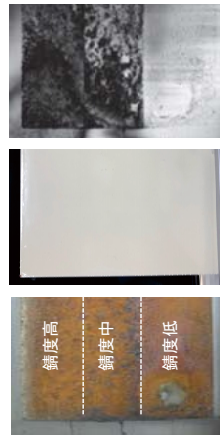


図 2.2.9 銅板面上銅サンプルの撮像

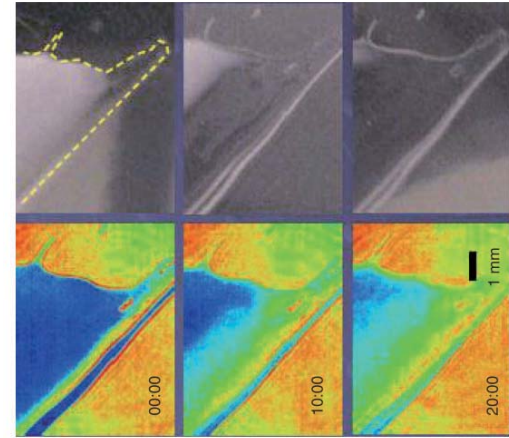


図 2.4.8 木工ジョイントが固まる様子を 10 分ごとに捉えた (左) 4.28 THz 透過画像と (右) 可視画像

出典：小田：「室温動作の高感度 THz アレイセンサとカメラの開発 発および THz カメラの応用」, 精密工学会誌, Vol. 82, pp. 230-234 (2016).

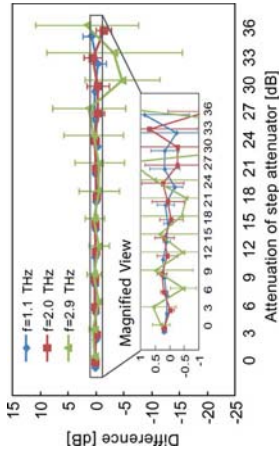


図 2.5.3 THz-TDS の線形性評価結果

出典：H. Iida, M. Kinoshita, Y. Shimada, H. Kuroda, K. Kitagishi and Y. Izumi: "Validation of Power Linearity in Terahertz Time-Domain Spectroscopy Using a Programmable Step Attenuator," IEEE Trans. Instrum. Meas. Vol. 62, No. 6, pp. 1801-1806 (2013).

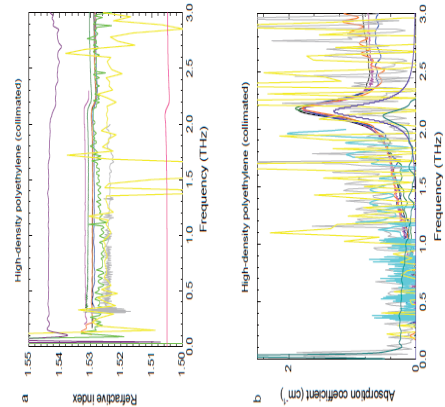


図 2.5.4 THz-TDS の国際比較結果 (16 参加機関)

出典：M. Nahay: "An International Intercomparison of THz Time-domain Spectrometers," presented at 41st International Conference on Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves, Copenhagen (September 2016).

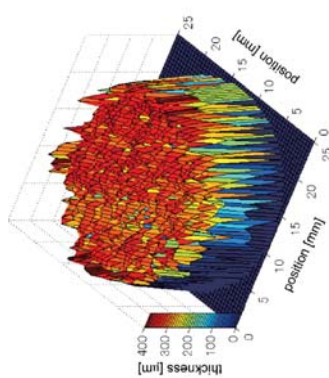


図 3.1.2 THz-TDS 反射法による TBC 膜厚分布評価
出典：堀地哲生、布施則一、岡田謙利、藤井智晴、水野麻弥、福永香：「テラヘルツ波の反射測定による燃熱コーティングのトップコート屈折率・膜厚測定」, 電気学会論文誌 A (基礎・材料・共通部門誌), Vol. 132, No. 9, pp. 702-708 (2012).

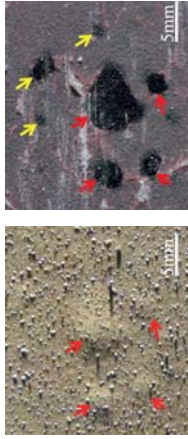


図 3.3.3 コーティング表面および素地鋼板の可視画像
出典：T. Sakagami, D. Shiozawa, Y. Tamaki and T. Iwama: "Non-destructive Evaluation Technique Using Infrared Thermography and Terahertz Imaging," Proc. SPIE 9861, Thermosense: Thermal Infrared Applications XXXVIII, 98611B (2016).

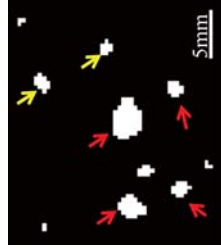


図 3.3.4 パルスサーモグラフィによる劣化検出結果
出典：T. Sakagami, D. Shiozawa, Y. Tamaki and T. Iwama: "Non-destructive Evaluation Technique Using Infrared Thermography and Terahertz Imaging," Proc. SPIE 9861, Thermosense: Thermal Infrared Applications XXXVIII, 98611B (2016).

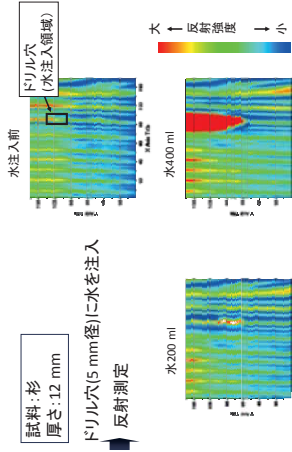


図 3.4.12 木材内部への水の浸潤—反射測定
出典：小山裕：「テラヘルツ波を用いた非破壊検査技術」, 検査技術, Vol. 22, No. 12, pp. 6-14 (2017)

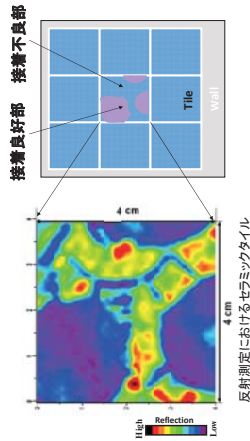


図 3.4.15 セラミックタイルの接着不良欠陥検査

出典：小山裕：「テラヘルツ波を用いた非破壊検査技術」，検査技術，Vol. 22，No. 12，pp. 6-14 (2017)

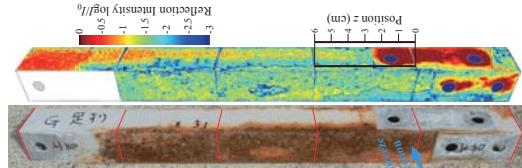


図 3.5.2 鉄塔裏面材の外観 (a) と，THz イメージング結果 (b)。(a) では試料切断部分を赤線で記載している。(巻末にカラー図)

出典：布施ほか：「テラヘルツ時間領域分光イメージングによる送電鉄塔鉄塔裏面の腐食評価と腐食補正」，平成 27 年電気学会全国大会講演論文集，Vol. 1，p. 63 (2015)

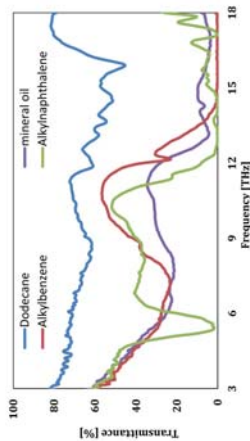


図 4.2.2 鉱油の透過スペクトル

出典：松本聡・小倉竜一・鈴木貴・折笠舜：「絶縁油と冷却媒体のテラヘルツ帯透過・吸収スペクトル特性」，第 46 回電気電子絶縁材料システムシンポジウム予稿集，p. 50 (2015)

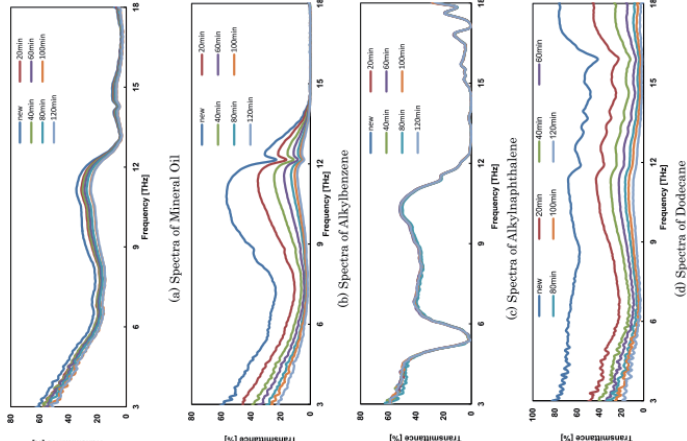


図 4.2.3 加熱劣化させた鉱油の透過スペクトル

出典：松本聡・小倉竜一・鈴木貴・折笠舜：「絶縁油と冷却媒体のテラヘルツ帯透過・吸収スペクトル特性」，第 46 回電気電子絶縁材料システムシンポジウム予稿集，p. 50 (2015)

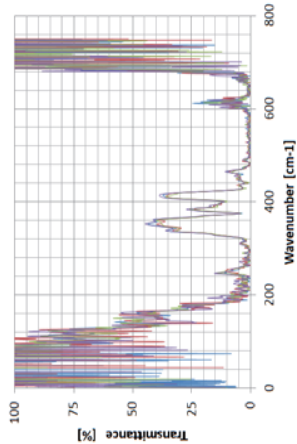


図 4.2.4 FC-72 の透過スペクトル

出典：鈴木貴・松本聡：「パーフルオロカーボンのテラヘルツ帯透過・吸収スペクトル特性」，平成 26 年電気学会基礎・材料・共通部門大会，p. 233 (2014)

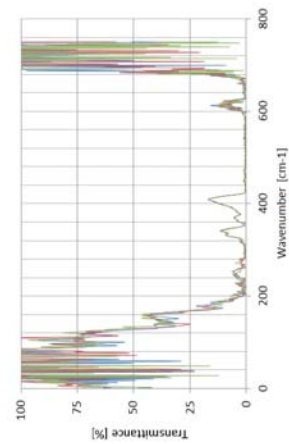


図 4.2.6 FC-43 の透過スペクトル

出典：松本聡・小倉竜一・鈴木貴・折笠舜：「絶縁油と冷却媒体のテラヘルツ帯透過・吸収スペクトル特性」，第 46 回電気電子絶縁材料システムシンポジウム予稿集，p. 51 (2015)

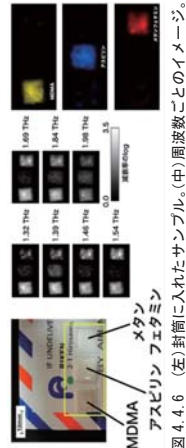


図 4.4.6 (左) 封筒に入れたサンプル。(中) 周波数ごとのイメージ。

出典：K. Kawase, Y. Ogawa, Y. Watanabe and H. Inoue: "Non-destructive Terahertz Imaging of Illicit Drugs Using Spectral Fingerprints," Optics Express, Vol. 11, pp. 2549-2554 (2003).

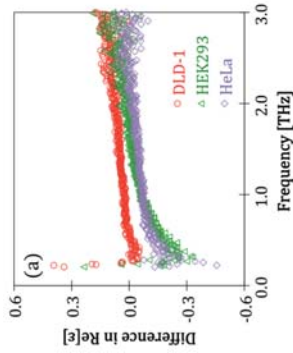


図 4.5.2 ガン細胞と水の複素誘電率の差。(a) 実部。(b) 虚部

出典：K. Shinga, Y. Ogawa, T. Suzuki, N. Kondo, A. Iisawa, M. Inanuma: "Characterization of Dielectric Responses of Human Cancer Cells in the Terahertz Region," J. Infrared Milli Terahz Waves, Vol. 35, pp. 493-502 (2014).

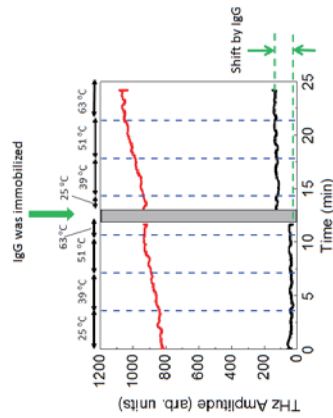


図 4.5.5 ヒーターの温度が変化しときの THz 強度。赤線、黒線は信号ドリフトの相殺処理前と後の強度を表す。275 mmol/L IgG をおよそ 12 分の時点で固定化した。

出典：T. Kiwa, K. Sakai, K. Tsukada: "Stabilization Method for Signal Drifts in Terahertz Chemical Microscopy," Optics Express, Vol. 22, No. 2, pp. 1330-1335 (2014).

テラヘルツ技術の進展と非破壊検査技術

テラヘルツ波を用いた非破壊検査技術調査専門委員会編

目 次

1. はじめに	3	4. テラヘルツ波による非破壊スペクトル解析	40
2. テラヘルツ計測システムの進展	4	4.1 高分子物性評価	40
2.1 テラヘルツ時間領域分光システム	4	4.2 電気絶縁液体および冷媒の劣化評価	42
2.2 共鳴トンネルダイオードシステム	9	4.3 薬剤評価	46
2.3 フーリエ変換分光システム	13	4.4 危険薬物検出	49
2.4 テラヘルツカメラ, ラインセンサ	14	4.5 バイオセンシング (生体系液体)	52
2.5 テラヘルツ計量標準	19	4.6 医療応用	55
3. テラヘルツ波による非破壊構造解析	23	5. 今後の展望	59
3.1 耐熱セラミックコーティング	23	5.1 世界的な研究の動向と将来展望	59
3.2 文化財	25	5.2 それぞれの応用分野での装置側への期待	60
3.3 石油タンク	27	6. おわりに	63
3.4 電線腐食, コンクリート劣化	30		
3.5 その他の塗膜下腐食評価	36		