

自動車産業とテラヘルツ計測

～自動車企業との2つの共同研究例～

機能創成専攻 生体工学領域
安井武史

http://sml.me.es.osaka-u.ac.jp/
E-mail: t-yasui@me.es.osaka-u.ac.jp

第16回基礎工学研究科産学交流会
@2009/5/1大阪大学

アウトライン

- (1) イントロダクション
- (2) テラヘルツ塗膜計
- (3) テラヘルツレーダー
- (4) まとめ

(1) イントロダクション

基幹技術 10大戦略

読賣新聞

世界最高のスパコンやナノテク装置

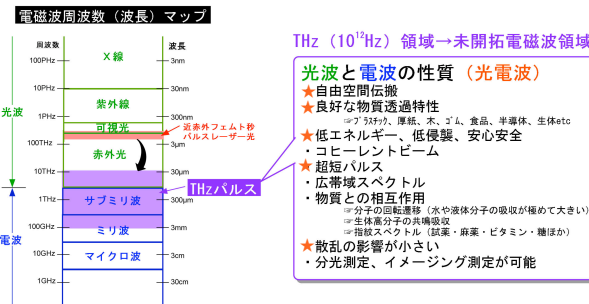


基幹技術 10大戦略

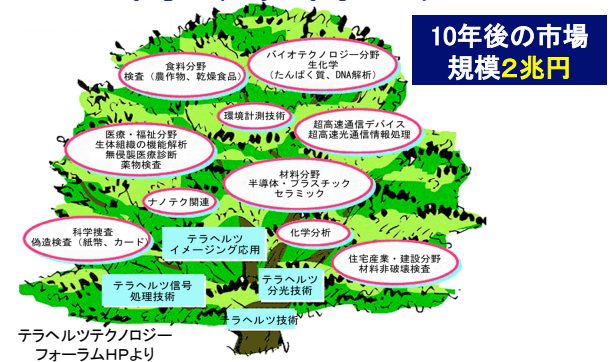
- 1 電磁波の「テラヘルツ波」による計測・分析技術

テラヘルツ波の透過性を生かした病理組織診断、郵便物内の麻薬・爆薬の鑑別

テラヘルツ波とは？



テラヘルツ・テクノロジー



なぜ、自動車産業？

～THzテクのキラアプリを探して～

問題点: 装置が高価、測定時間が長い

(1) 市場規模が大きい

- 高価な装置でも導入可能?
- THz装置の低価格化を加速?

(2) リアルタイム性が重要

→高速THz計測は得意技術!

(2) テラヘルツ塗膜計

～自動車塗装膜のインプロセス計測を目指して～

断層イメージング

非破壊検査(内部構造)

例)工業製品
生体ほか

X線

- ・良好な物質透過特性
- ・透過イメージング、CT
- ・高い侵襲性

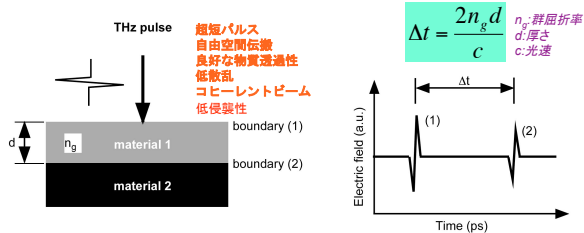
超音波

- ・良好な物質透過特性
- ・パルス特性
- ・断層イメージング
- ・接触測定

OCT

- ・非接触リモート
- ・低侵襲
- ・パルス特性
- ・断層イメージング
- ・表面近傍のみ

Osaka University
THzトモグラフィー (THz断層イメージング)



THzトモグラフィー

非接触リモート、非侵襲、深部プローブ

Osaka University
テラヘルツ塗装膜計測 (THz paintmeter)

塗装膜@工業製品 (自動車ボディ他)
= 素地 (下地) の防錆・防錆・色彩効果

塗装膜の品質管理

要求される性能	電磁誘導法	超音波	ウエットゲージ
非侵襲性	○	○	○
非接触・インプロセス測定	×	×	×
膜状態: ウエット膜及びドライ膜	△ (ドライ膜)	△ (ドライ膜)	△ (ウエット膜)
膜厚: 単層膜および多層膜	△ (単層膜)	○	△ (単層膜)
膜厚分布	×	×	×
素地: 金属及び非金属	△ (銅板)	○	○
測定精度: ±0.5 μm	○	△	×



万能型塗装膜測定法 (装置規模: 大)

⇒ 次世代のリアルタイム膜厚制御型塗装技術を支援

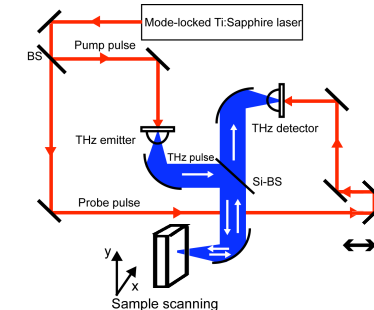
例) 自動車業者@車体加価値向上

テラヘルツ電磁波パルスの利用

- 低散乱性 → カラー・メタリック塗装
- 自由空間伝播 → 非接触リモート
- ウエット膜
- インプロセス計測
- 時間軸の利用 → 膜厚測定
- 多層膜
- イメージング → 膜厚ムラ分布
- 結像光学系 → 空間分解能mm
- 分光測定 → 塗膜品質 (乾燥状態他)

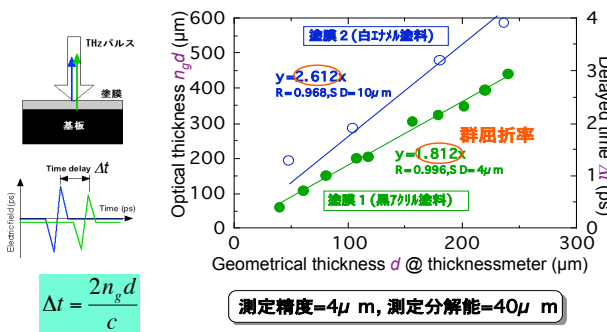
光学的手法 ×

Osaka University
点走査型THzトモグラフィー装置

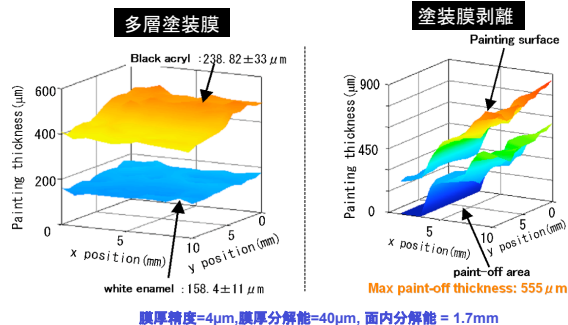


機械式時間遅延走査を用いたポンプ・プローブ法

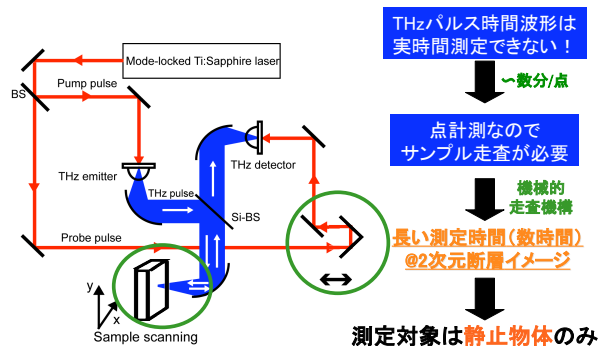
Osaka University
膜厚測定



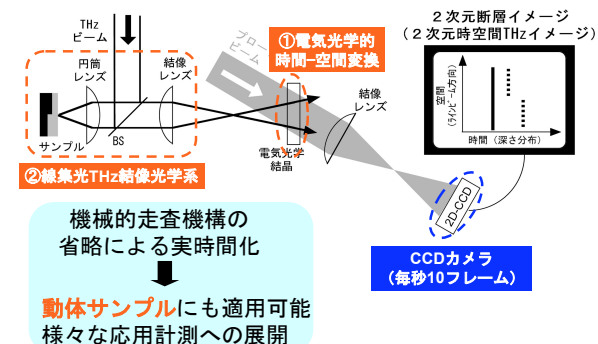
Osaka University
膜厚ムラ計測



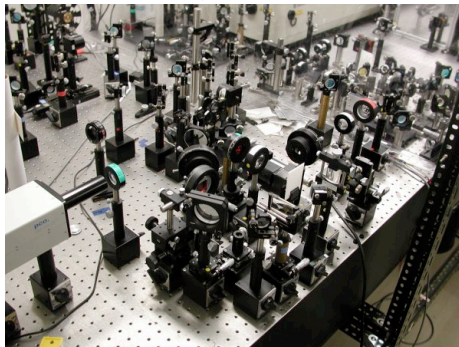
Osaka University
従来のTHzトモグラフィーの問題点



Osaka University
実時間2次元THzトモグラフィー

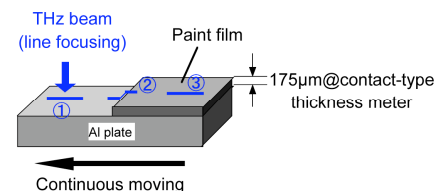


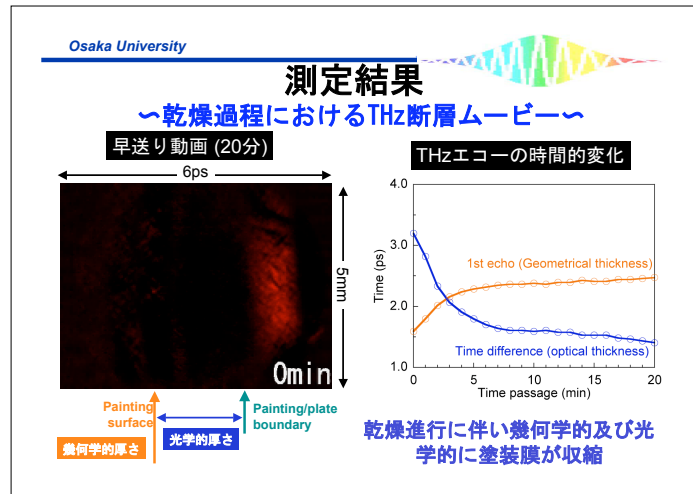
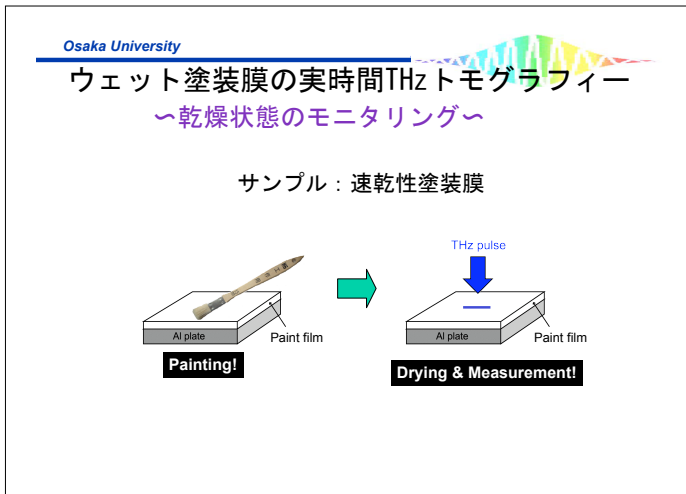
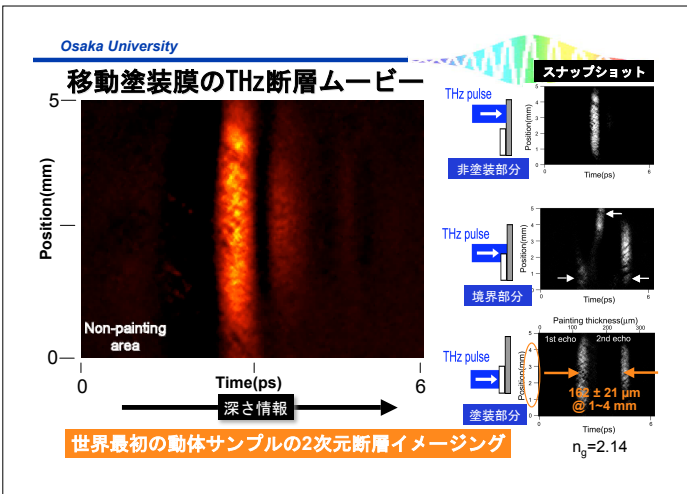
Osaka University
実験装置写真



Osaka University
移動塗装膜の実時間断層イメージング

- アルミ板の右半分に塗装膜(平均膜厚175μm)を作成
- 塗装膜を連続移動 @ 秒速5 mm

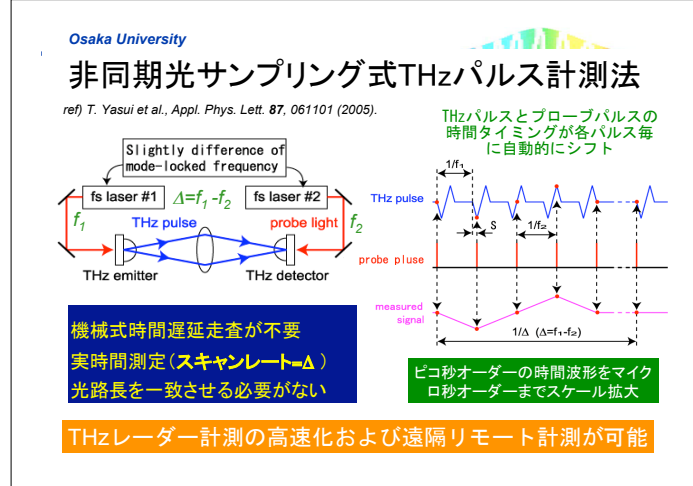
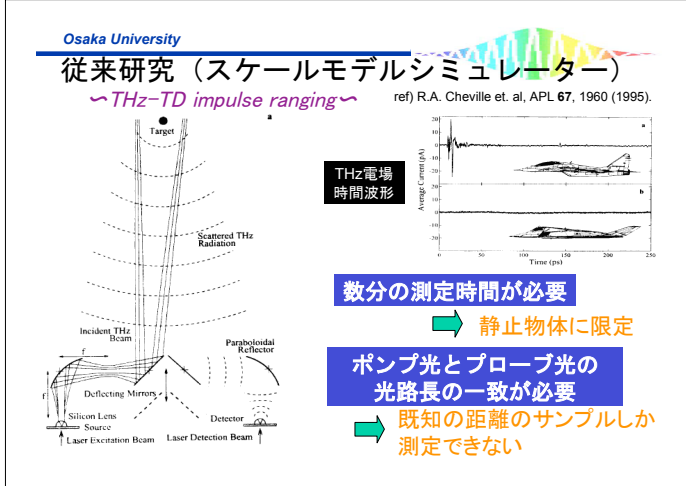
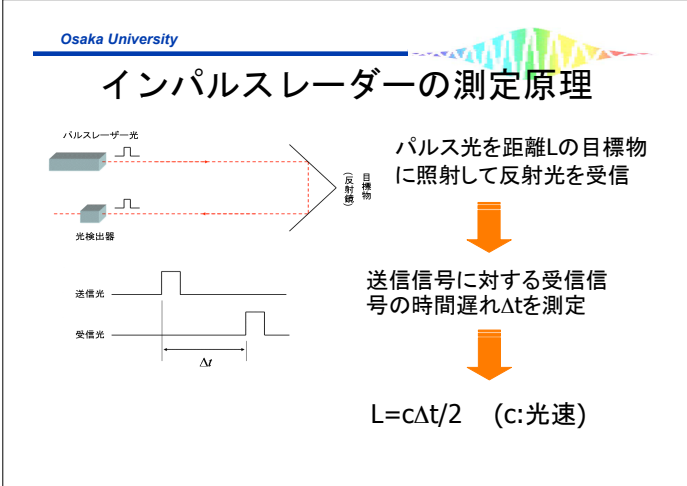
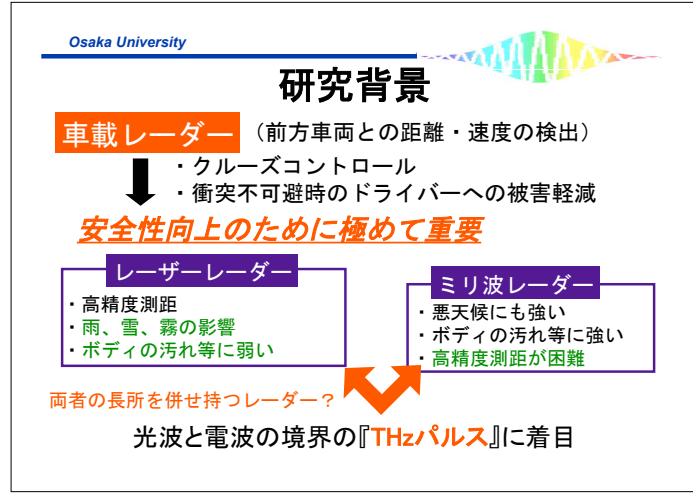
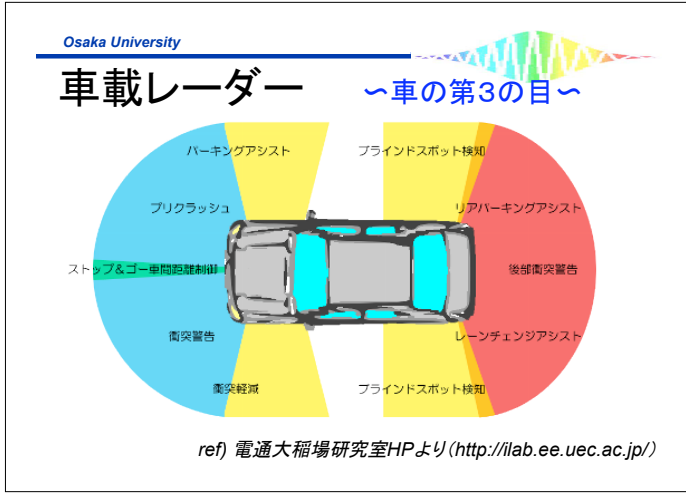




Osaka University

(3)テラヘルツレーダー

～次世代の車載レーダーを目指して～



Osaka University

実験装置

THzパルスの飛行時間と無関係なSFG相互相関信号を時間原点に利用

Osaka University

各種材料からのTHzエコー信号

測定距離=1m, 100回積算@ $\Delta f=10\text{Hz}$

THz波の低散乱性により光波で測定困難な粗面も検出可能

Osaka University

変位量のリアルタイム測定

スキャンレート $\Delta=10\text{Hz}$

移動ターゲットの追従が可能

測定精度=354 μm

Osaka University

階段状サンプルの計測

Osaka University

内部透視センシング

セキュリティ・センシングへの応用

ref: <http://www.THzNetwork.org/wordpress/wp-content/galleries/THz-Images/images/tight.jpg>

Osaka University

遠方ターゲットの絶対距離測定

絶対距離 $=c(nT+\phi)/2$
 $\rightarrow n$ の次数決定が必要!

Osaka University

原理確認実験

測定対象: アルミミラー

パルス周期(変化前)=12.2351ns
 $\Delta f_i: -100\text{kHz}$ $\Delta T = -14.9\text{ps}$
 パルス周期(変化後)=12.2202ns

$n = \Delta\phi / \Delta T = 1$

絶対距離 $=c(nT+\phi)/2 = 1.835\text{m}$

Osaka University

まとめ

動きのあるTHzテクで産業応用を!