

図1 各種計測技術

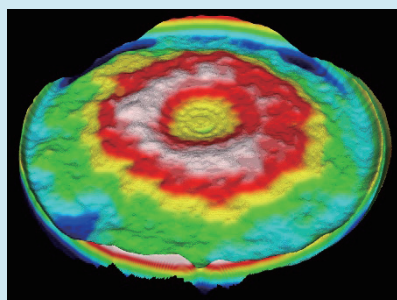


図2 SOIウエハのシリコン層厚分布

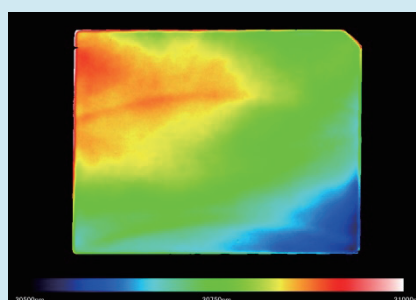


図3 水晶ウエハの厚さ分布

計測特集号

ハイパースペクトルカメラを用いた2次元分光データ解析技術 膜厚測定及び材質判別への適用

2-Dimensional Spectroscopic Data Analysis by Using Hyperspectral Camera

当社は、紫外線から可視光、赤外線までの様々な波長の光を使った光応用計測・画像計測を中心に、超音波などの非破壊計測、材料計測、振動・音響計測などの各種計測技術を活用し、お客様のニーズに合わせたソリューションを提供しています(図1)。本特集号では、これらの技術についてご紹介いたします。

▶なぜいまこれが？

分光計測は、光の多数の波長の測定値が同時に得られることから、これを解析することにより、様々な用途に利用しています。分光計測を実現するのが、ハイパースペクトルカメラ(ImSpector、図1左下)で、ライン状の視野の多点の同時分光計測が可能です。そのライン

をスキャンすることで2次元の分光データを簡便に取得することができます。

▶これがポイント！

スマートフォンやIoTなどあらゆる分野で利用されようとしている次世代高速通信「5G」では、安定した高周波通信の実現のため、各種部品の微小化・高密度化、加工精度向上や各種膜の薄膜化が進んでいます。それに伴い、高性能、高品質を維持するために、微小部における高精度・高速な膜厚管理が求められています。当社の「膜厚分布測定装置 FiDiCa® (フィディカ)」は、分光干渉を利用して、シリコンウエハ・ガラス・水晶・樹脂フィルムなどの厚みやそれらの表面薄膜の膜厚分布(0.1~50μm)を短時

間で測定できる装置で、オフラインの卓上装置から、インライン機まで対応することが可能で、多くのお客様に注目いただいております(図2、図3)。

また、反射率の分光データに多変量解析を行うことにより材質の微妙な違いを捉え、プラスチックの種類・木材・石など見た目では区別しにくい材質の判別をする装置も開発しました。

分光データには大きな可能性があるので、是非お気軽にご相談ください。

▶お問い合わせ先

計測・プロセスソリューション本部 計測システム技術センター
近藤 孝司
k-kondo@jfe-tec.co.jp

赤外線カメラの ロックイン解析技術

～非破壊検査・応力測定・気流可視化への応用～

▶なぜいまこれが？

温度測定に用いられる赤外線カメラ(サーモグラフィ)ですが、これにロックインアンプでよく知られるロックイン解析法を適用すると、雑音に埋もれた微小な温度変化が高精度に測定できます。これを利用することで、温度測定以外にも様々な用途に応用することができます。当社では、非破壊検査・応力測定・気流可視化を対象とした独自のロックイン解析技術を開発しましたので、以下にご紹介致します。

▶これがポイント！

・赤外線カメラによる非破壊検査

非破壊検査は、サンプルを外部から周期加熱して内部欠陥を検出するものです。欠陥によって断熱が生じるので、表面の温度変化に影響することを利用します。当社では、欠陥の深さに応じ加熱周期の一部を切り出してロックイン演算する「3Dロックイン法」を開発しました。1回の測定で、深さの異なる複数

の解析が可能になります。

・赤外線カメラによる応力測定

応力測定は、サンプルに応力を作用させた際に、膨張・圧縮で生じる温度変化に基づきます。当社では、応力の時間変化が解析できる「短時間ロックイン法」を開発しました。例えば、車両の通過に伴い橋梁等で瞬間的に生じる応力の測定が可能となります。図1に、き裂試験片での応力の解析例を示します。時間とともに応力が增大する様子がわかります。

・赤外線カメラによる気流可視化

気流可視化は、気体自体の微小な温度変化に基づきます。先ほどの「短時間ロックイン法」を適用することで、温度ムラのある気体の動きが可視化できます。人のいる環境や大空間でも簡単・安全に可視化できる

ため、コロナ禍で注目されております。さらに、当社独自の「リアルタイムロックイン法」を使えば、その場で気流が観察できます。図2に、エアコンを可視化した例を示します。

当社では、赤外線カメラシステムの販売とともに受託測定にも応じております。お気軽にご相談ください。

▶お問い合わせ先

計測・プロセスソリューション本部 計測システム技術センター
福田 義徳
y-fukuda@jfe-tec.co.jp

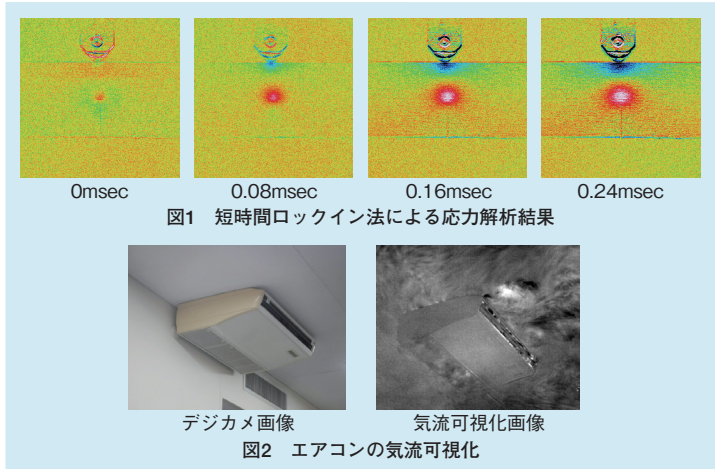


図1 短時間ロックイン法による応力解析結果

デジタルカメラ画像

気流可視化画像

図2 エアコンの気流可視化

面ひずみパタン測定装置 (SurfTRiDY)を用いた 表面微細性状計測

▶なぜいまこれが？

自動車のボディや光沢をもつ樹脂成型品などでは、表面外観の美しさが商品の付加価値を高める指標の一つとして重要視されています。一般に、光沢のある滑らかな表面にわずかも変形(面ひずみ)があると、その周囲の傾きのわずかな違いにより表面に映り込んだ像がゆがんで見えます。このような面ひずみは凹凸量としては数 μm から数十 μm 程度のごくわずかな量であるため、広範囲(数十mmから数百mm四方)に渡ってパタンとして可視化することは困難でした。

▶これがポイント！

面ひずみパタン測定装置SurfTRiDYは、図1のようにプロジェクタでスクリーンに複数の縞模様(ゼブラパタン)を投影し、測定対象表面上に映り込んだゼブラパタンをテレビカメラで撮像、解

析することで測定対象の面ひずみを表面の曲率分布として出力します。

図2は、SurfTRiDYを用いて塗料を塗布し表面が乾燥する過程で発生した「ゆず肌」を測定した例です。外観では図2左のようにゆず肌の強弱が蛍光灯への映り込みの違いで区別されますが、SurfTRiDYを用いて測定すると表面の曲率分布の違いとしてゆず肌の強弱を定量化することができます(図2右)。

SurfTRiDYは塗装鋼板のひずみ、樹脂製品のヒケ、フィルムのしわなどの測定も可能で、従来は検査員の経験と勘に頼って判断していた面ひずみを、測定者の技量に依存せず高感度かつ定量的に測定できます。またゼブラパタンを反射でなく透過撮影することで、透明なガラス、樹脂の板やフードを透かして風景を観察した時に風景がゆがんで見える現

象(透視歪)をパタンとして測定する装置PersTRiDYもあります。これらの測定装置は販売だけでなく受託計測も行っていますので、ぜひお気軽にご相談ください。

▶お問い合わせ先

計測・プロセスソリューション本部 計測システム技術センター
猪股 雅一
inomata@jfe-tec.co.jp

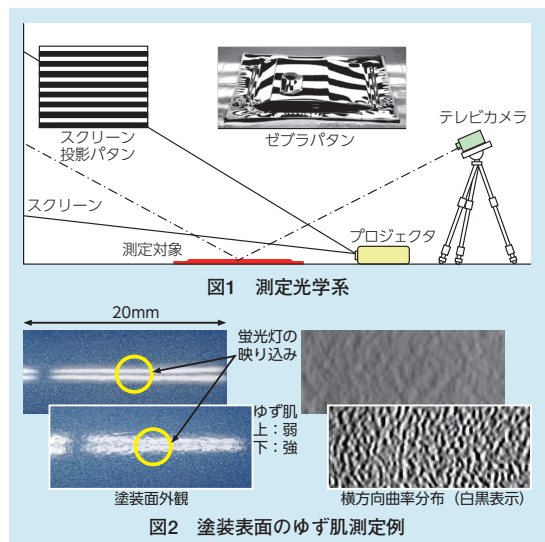


図1 測定光学系

図2 塗装表面のゆず肌測定例

画像相関法(DIC)を用いた変位・ひずみ計測

▶なぜいまこれが？

画像相関法(Digital Image Correlation: DIC)は対象物にランダムパターンを塗布し、ステレオカメラで撮像することにより、変化する対象表面の変位・ひずみを計測する技術(以下DIC計測)で、近年活用が増えています。

機械構造部品の材料設計の際、成形品や負荷を受けた構造体の変形状況の把握は極めて重要です。また、開発や設計に用いるCAE^{*}の精度向上のため、材料特性パラメータを正確に知る重要性は増大しており、DIC計測の有用性は増しています。

▶これがポイント！

当社では、DIC計測の対象サイズに応じてランダムパターンを適正化しています(図1)。撮像解像度に対応したパターンの選択によって、高解像度が必要な対象にも適切に対応出来ます。更には充実した当社の材料試験技術・設備との組合せにより、素材の特性や成形限界等の調

査が可能です。例えば種々の形状をしたサンプルでの引張試験にDIC計測を適用することで、ひずみ分布や各種変形モードでの成形限界が得られます(図2)。また構造体の振動状態計測であれば、高速度カメラを用いることで、負荷を受ける構造体の動的な変位計測を当社の振動試験機によって実施可能です(図3)。赤外線カメラによる温度計測との融合による温度分布と変形状態の関係把握(図4)等にも対応いたします。

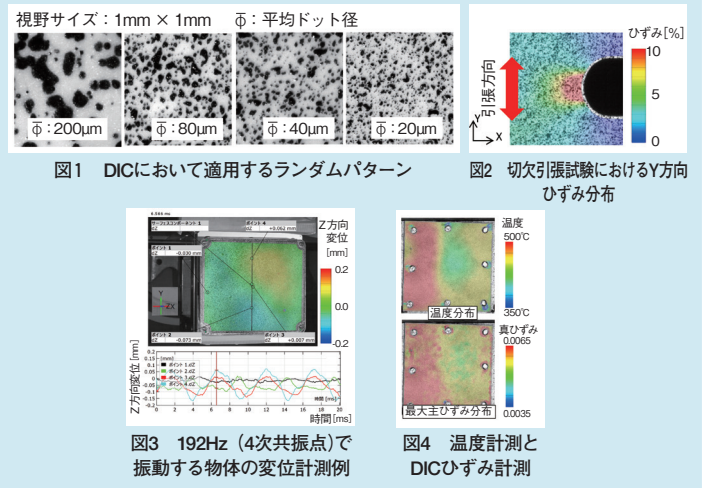
これらDIC計測によって、対象物の状態把握に加え、CAEに必要な材料パラメータを正確に取ることで解析精度向上に繋がります。開発・設計の促進に寄与します。

希望のデータを得るための試験方法の考案も合わせたトータルソリューションのご提案にも対応いたします。どのような計測が有効なのかが分からない場合でも、まずはお声がけ下さい。

※ Computer Aided Engineering

▶お問い合わせ先

計測・プロセスソリューション本部 計測システム技術センター
園部 治
o-sonobe@jfe-tec.co.jp



クラウド活用超音波シミュレーション技術

▶なぜいまこれが？

超音波を用いた計測及び検査における技術・装置の開発あるいは現場適用技術の妥当性の確認には、理論的検討及び実験による検証が欠かせません。技術の高度化が進むにつれ、実験にかかる費用は高騰してきており、実験をしなくても確認が可能なシミュレーション技術のニーズは高まってきています。

しかし、超音波の波長に比べて、それが伝搬する測定対象物は、一般的に相当に大きいため、シミュレーションに使用するモデルが大規模になり、記憶容量が大きく速度が速い計算機を準備すると、かなり費用が高むというケースもありました。

また、超音波シミュレーションには、波動伝搬の物理現象についての理解及びCAEの活用が必要であり、高度な知識を持った技術者でも手を出しにくいものでした。

▶これがポイント！

当社のクラウド活用超音波シミュレ

ーション技術では、近年幅広く利用されてきたPZFlexTMをクラウド利用の形態にアップグレードしたシミュレーションシステムOnScaleTM(最大1000 CPU並列計算可能、図1参照)を用いますので、モデルに応じて適切に計算機資源を利用でき、コストが適正化されます。

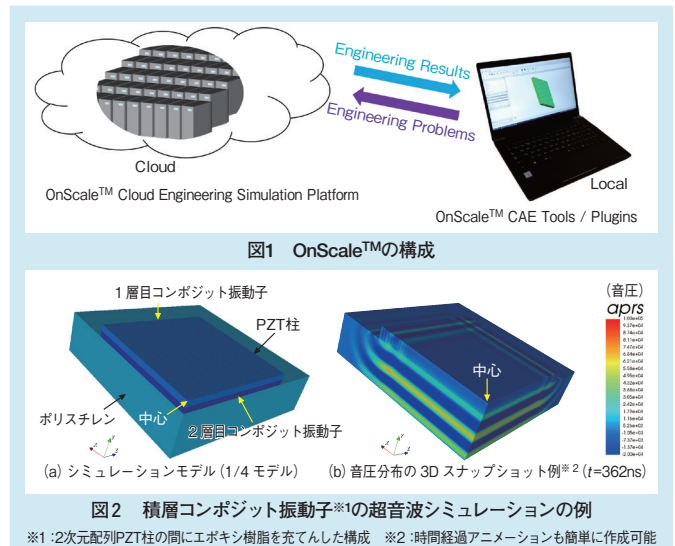
モデルは当社がお客様のご要望に合わせて作成し、シミュレーションを実行しますので、お客様は特別な専門知識を必要とすることなく、高度なモデル及びシミュレーション結果を手に行ける大きなメリットがあります。

図2は、積層コンポジット振動子のシミュレーション結果の例です。紙面の関係で説明を省略しますが、積層を2にすると音圧が2倍になることを確認できました。

超音波シミュレーションにニーズをお持ちの方に加え、広く超音波計測・検査に関するニーズをお持ちの方についてもご連絡をお待ちしています。お気軽にご相談ください。

▶お問い合わせ先

計測・プロセスソリューション本部 計測システム技術センター
高田 一
h-takada@jfe-tec.co.jp



赤外線カメラを用いた 金属疲労限界の迅速測定

～純Tiの疲労限界測定～

▶なぜいまこれが？

長年使用した材料は、疲労損傷、クリープ損傷、腐食損傷の影響を受けて破壊する場合があります。これらの損傷をいち早く検出して重大な事故を未然に防ぐことは非常に重要です。当社では、経年損傷の進行した材料や構造物の余寿命を推定するため、ひずみ測定、赤外線応力測定、非破壊試験のほか、材料評価や機器分析技術を応用した総合サービスを提供しています。

▶これがポイント！

疲労限度を求めるためには、通常、破壊に至るまで繰返し試験を複数の試験片と応力値に対して実施するため時間を要しますが、前掲の記事でもご紹介した赤外線カメラを利用すると、鉄鋼やTi合金など金属材料の疲労限界を

迅速に推定することができます。

例えば、純Tiは、インプラント材料に利用されていますが、咀嚼による繰返し応力によってインプラントが疲労破壊した場合、部品交換に伴い、患者様の体に大きな負担が加わります。疲労破壊を未然に防止するには、純Tiの疲労限界を把握する必要があります。

図1は、疲労試験時に撮影した試験片平行部のひずみ蓄積による温度変化画像です。加える応力が大きくなるに従って、試験片平行部内の温度が上昇しています。すなわち、ひずみが蓄積しています。加える応力の大きさと平行部内で検出された最高温度との関係を求めると図2のようになります。応力が小さい範囲では勾配は小さいですが、ある応力範囲から勾配が急に大きくなります。その交点が疲

労限界と推定されます。この試験で利用した試験片は1本であり、疲労試験1日、解析1日の計2日と短時間で疲労寿命を推定しました。

純Tiでは、試験周波数が鉄鋼材料やアルミ合金に比較して低い1Hzにおいても疲労限界の推定が可能であることから、実際のインプラント部品の疲労限界推定にも期待できます。各種材料試験についてお気軽にご相談下さい。

▶お問い合わせ先

計測・プロセスソリューション本部 計測システム技術センター
杉本 薫昭
sh-sugimoto@jfe-tec.co.jp

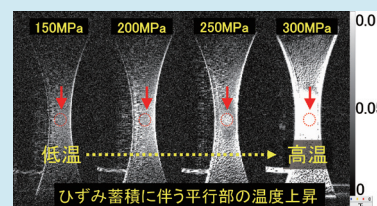


図1 ひずみ蓄積に伴う試験片平行部の温度上昇

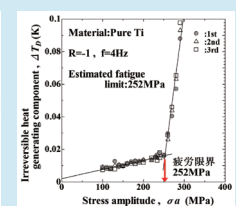


図2 応力振幅と試験片平行部の温度上昇との関係

3次元形状測定の 物流分野における適用

▶なぜいまこれが？

鋼板コイルのハンドリングは正確かつ迅速な運転操作をもった熟練オペレータが必要ですが、人材の確保と技能の継承が厳しいことからクレーン自動化が必要不可欠となっています。コイル用自動クレーンは多く実用化されていますが、車両が限定されており、仕様の限定が困難な汎用セミトレーラには、オペレータの介在が必要で完全自動化するための障害となっていました。

▶これがポイント！

直射日光のあたる屋外から照明の少ない夜間まで安定した測定を行うために、専用に設計した複数台の3次元レーザスキャナ(図1)をクレーン主桁に等間隔で設置し、車両の停止する約5m×20mの範囲内にある物体表面を3次元座標を持つ

多数の点(点群)として検出します。その点群から独自の認識技術により車両上のコイルの座標と車両の停止位置座標、そしてコイルを荷台へ積載するときの位置座標を車両形状から自動的に求めます。3次元データは画像に比べて少数のデータで形状の特徴をつかむことが可能なため(図2)、耐震の小型コンピュータをクレーン上に設置して座標計算を行います。汎用セミトレーラに限らず、従来構内で使用していた車両もそのまま利用できるような車両の特徴量をDB化し対応しています。また、本装置を用いれば、倉庫内のクレーン直下の何段にも積まれたコイルも認識できコイル数の確認も可能です。

このように、運用とセンシングの両面からオペレータ

介在の必要のない完全自動化の測定システムをJFE物流(株)と当社は共同開発してきました。この装置を用いた自動クレーンはJFEスチール(株)千葉・福山両地区で10台以上も安定して稼働中であり、他地区へも展開中です。さらに最近発展の目覚ましいLiDARやTOFカメラを用いて障害物検知や工場内原材料などの量や寸法測定など様々な開発にも取り組んでいます。お気軽にご相談下さい。

▶お問い合わせ先

計測・プロセスソリューション本部 計測システム技術センター
橋本 高男
t-hashimoto@jfe-tec.co.jp



図1 3次元レーザスキャナ:単体(左図)、クレーン上の設置状態(右図)

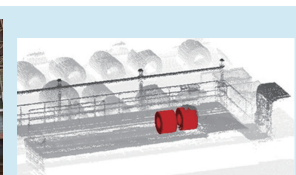


図2 セミトレーラの3次元測定結果とコイル位置計算結果の合成表示

◆このパンフレットの送付中止、宛名変更は jfetecsalesmarketing@jfe-tec.co.jp へご連絡ください

