

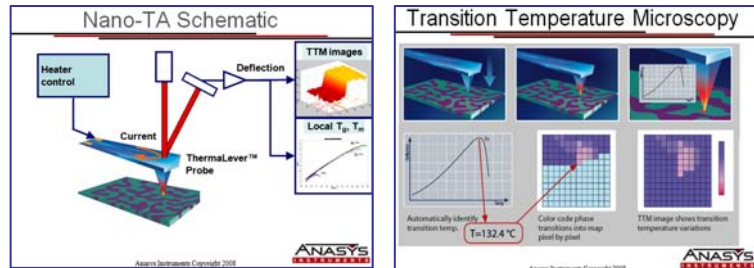
# 局所熱分析法による転移温度マッピングの方法と応用

Transition temperature microscopy using technique for probing Nanoscale thermal properties measurement

(株)日本サーマル・コンサルティング 浦山憲雄  
Ansys Instruments Corp. Kevin Kjoller

マイクロ又はナノスケールにおける高分子材料の熱特性を可視化する測定方法(転移温度マイクロコピー、TTM)について述べる。先端 30 ナノメートル径のシリコン製プローブを試料に接触させた後、プローブを 200°C/秒の高速で昇温する。昇温によって加熱された試料は膨張、軟化等の現象を示す。軟化はガラス転移や融解に起因するため、約 100 ナノメートル領域における熱分析が可能となる。この測定を繰り返し試料表面をスキャンすることにより各点の転移温度が検出され、それらのデータを可視化する。

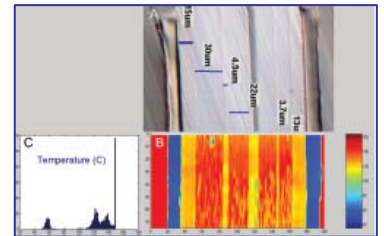
※右図に測定概要(測定構成と TTM 作成過程)を示す。



## 応用例

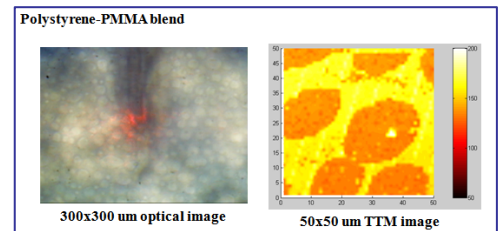
### 1. フラットパネルディスプレイ(多層膜)分析

樹脂で包埋された液晶ディスプレイ(LCD)の高分子多層膜の断面の光学イメージと TTM イメージを示す。数ミクロンから数 10 ミクロの層がはっきりと検出されており、各層の特定が容易に出来る。



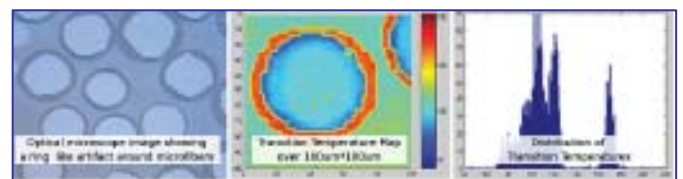
### 2. ポリマーブレンドマッピング

ポリスチレンとPMMAのブレンド物の光学イメージと TTM イメージを示す。ポリスチレンとPMMAのガラス転移温度を検出して可視化したもので、それぞれの材料で海島模様が明瞭に確認出来る。



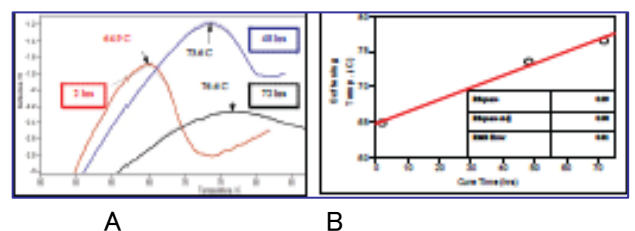
### 3. ファイバー強化プラスチックの欠陥性に関する測定

ポリエステルファイバー強化プラスチックの断面の光学イメージとファイバー周辺測定による TTM イメージを示す。ファイバーの外周が非常に転移温度が高くなっていることが解る。これはマイクロファイバーが樹脂に包埋される時の熱による影響が推測される。



### 4. 自動車用薄膜クリアコートの架橋度測定

コーティング表面の硬化度測定結果を示す。軟化点を高感度で検出することが出来るため、非常に薄い膜の評価が可能になる。コーティングしてから 2 時間、48 時間、72 時間後のローカル熱分析結果と軟化温度と t 時間の関係が示されている。



## まとめ

転移温度マイクロコピー(TTM)は、ナノスケールサーマルプローブ技術を用いた熱特性評価とその可視化を可能にする熱分析法である。局所分析であるため、ナノコンポジット、多層膜、薄膜、フィルムフィッシュアイ、結晶化分布、硬化度分布、ミクロンオーダー粒子その他極微小部分等とその応用は広く、今後の新しい熱分析として期待出来る。