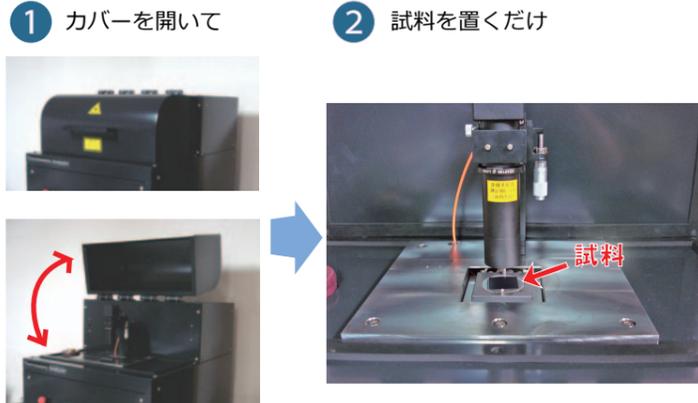


試料設置が簡単



測定原理

周期加熱源  $P_0 e^{i\omega t}$  によって熱拡散率  $\alpha$  の試料表面をスポット加熱する。加熱点における温度の交流成分は  $T_{ac} = T_0 e^{i\omega t}$  と表される。周期加熱源  $P_0 e^{i\omega t}$  が周辺に誘起する温度伝播は次式で表せる。

$$T_{ac} = \frac{P_0}{4\pi\alpha r c} \cdot e^{-kr+i(\omega t-kr)}$$

$c$  は単位体積あたりの比熱容量、 $r$  は点熱源からの距離、 $k$  は次式で表される温度波の波数である。

$$k = \sqrt{\frac{\omega}{2\alpha}} = \sqrt{\frac{\pi f}{\alpha}} = \frac{1}{\mu}$$

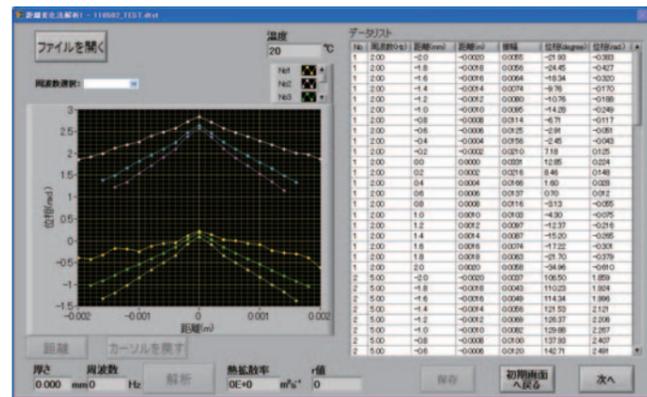
ここで  $\mu$  は熱拡散長である。よって位相差は、

$$\theta = -\sqrt{\frac{\pi f}{\alpha}} \cdot r \dots \dots \textcircled{1}$$

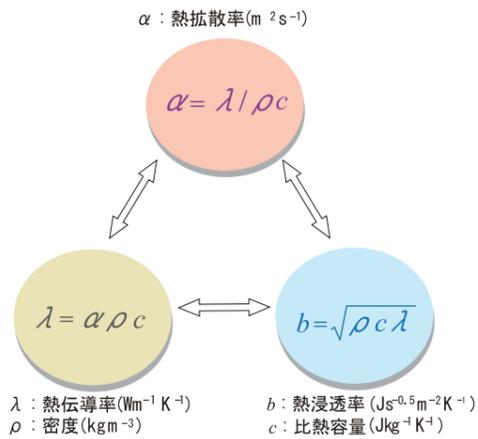
で与えられる。

測定から解析までPCで操作

「測定～熱拡散率の解析」を、すべてPC上で操作します。専用ソフトウェアでらくらく操作。



他の熱物性値へ変換できます



ご利用条件

- 測定対象 固体材料（樹脂・セラミックス・ガラス・金属 他）
- 試料外形 外形は不定形でも測定可能。それ以外は要相談
- 表面形状 極端な凹凸がないこと（厚みの規定ができればよい）
- 表面処理 黒化処理が必要（炭素系材料の場合は不要）
- 参照試料 不要

仕様

測定項目	熱拡散率
測定モード	距離変化法（面内方向）、周波数変化法（厚さ方向）、分布測定 ※オプション
測定対象膜厚	10 $\mu m$ ~ 数mm（試料により異なる）
試料サイズ	板状試料（形状自由） $\phi 20 \sim 100mm$
繰り返し精度	$\pm 5\%$ 未滿
使用温度範囲	室温
電源	AC100V

詳しくはWEBから <http://bethel-thermal.jp>

[info\\_hudson@bethel.co.jp](mailto:info_hudson@bethel.co.jp)

周期加熱放射測温法  
熱物性測定装置  
サーモウェーブアナライザTA3

Thermowave Analyzer

非接触で熱拡散率を測定

有機フィルムからダイヤモンドまで、幅広いレンジでの評価が可能に



BETHEL CORPORATION HRD

# 特徴

- レーザを用いた**非接触測定**
- 試料を置くだけの**簡単操作**
- 測定箇所を指定できる高い**サンプル形状の自由度**
- **幅広い測定レンジ** ~有機フィルムからダイヤモンドまで~
- **条件設定が容易**な絶対値測定方式
- 面内方向と厚み方向の測定が可能 ⇒ **異方性を確認**
- **分布測定**が可能 ⇒ 試料の欠陥やムラを評価

## Thermowave Analyzer

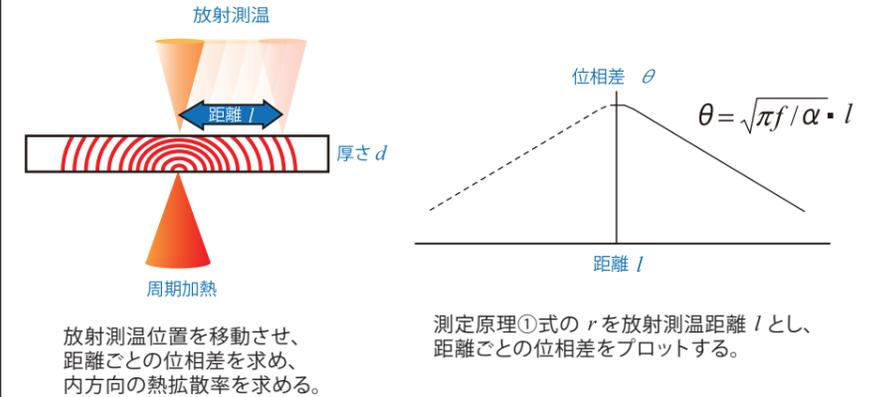


~丸でも四角でも三角でも  
どんな形状の試料でも測定できる~

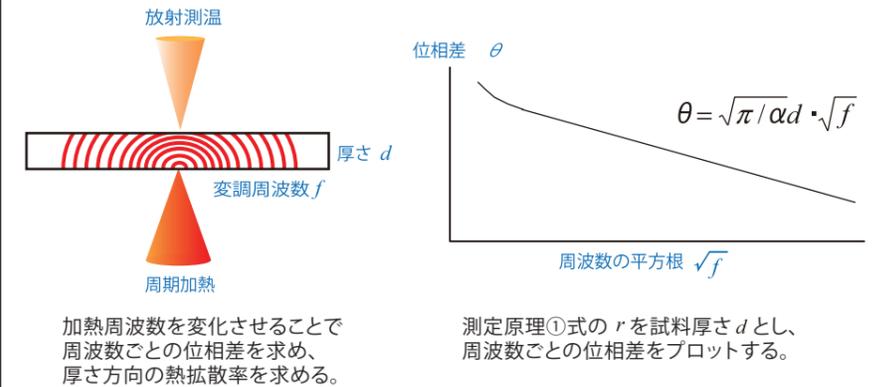
お客様の開発現場で求められている声に  
サーモウェーブアナライザTA3は対応しています。

### 測定概念と解析図

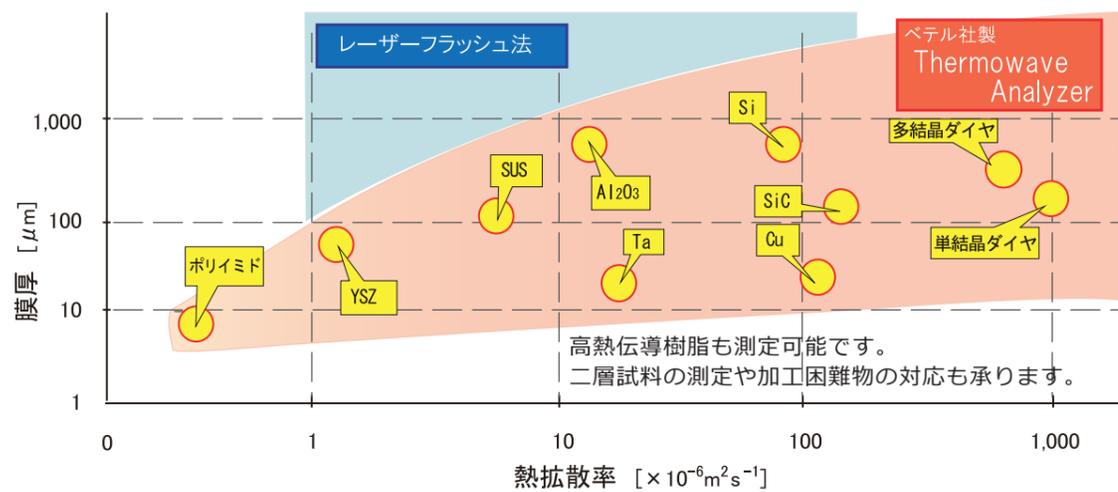
#### ■ 面内方向 (距離変化法)



#### ■ 厚さ方向 (周波数変化法)



### 幅広い測定レンジ ~有機フィルムからダイヤモンドまで~

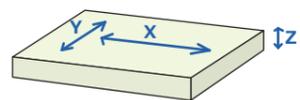


サンプル	熱拡散率 [ $\text{m}^2 \text{s}^{-1}$ ]	
	測定値	参照値 ※
安定化ジルコニア	$1.1 \times 10^{-6}$	$1.2 \times 10^{-6}$
アルミナ	$12 \times 10^{-6}$	$12 \times 10^{-6}$
ゲルマニウム	$37 \times 10^{-6}$	$35 \times 10^{-6}$
シリコン	$89 \times 10^{-6}$	$88 \times 10^{-6}$
銅	$110 \times 10^{-6}$	$120 \times 10^{-6}$
銀	$170 \times 10^{-6}$	$170 \times 10^{-6}$
多結晶ダイヤモンド	$720 \times 10^{-6}$	$400 \sim 880 \times 10^{-6}$

#### <その他実績>

- ・サファイア
  - ・タンタル
  - ・モリブデン
  - ・アルミニウム
  - ・チタン酸ストロンチウム
  - ・ステンレス (SRM1461)
  - ・等方性黒鉛
  - ・一般樹脂
  - ・窒化アルミニウム (AlN)
  - ・窒化ケイ素 (SiC)
- etc

### 材料の異方性 面内方向と厚さ方向の測定が可能



X Y Z の3方向の各々の熱拡散率が  
同一ワークで測定可能です。

試料の異方性の把握はしていますか?  
フィラー (AlN, SiO<sub>2</sub>, SiC, CNT等) と樹脂の複合材料は、  
配合比率で熱伝導性が大きく変化しますので、  
熱拡散率の測定が必須です。  
樹脂系材料の測定も可能です。

#### <用途>

- 電子部品の放熱材料の評価
- 半導体レーザーの電極部の評価
- 熱電発電材料の評価
- 超硬工具のコーティングの評価 (ほか)

サンプル	測定方向	熱拡散率 [ $\text{m}^2 \text{s}^{-1}$ ]	
		測定値	参照値 ※
ポリイミド t=25 $\mu\text{m}$	厚さ	$0.14 \times 10^{-6}$	$0.13 \times 10^{-6}$
	面内	$0.8 \times 10^{-6}$	$0.73 \times 10^{-6}$
シリコンゴム放熱シート	厚さ	$1.1 \times 10^{-6}$	NA
	面内	$1.3 \times 10^{-6}$	NA
カーボンナノチューブ (CNT)入りゴム	厚さ	$0.24 \times 10^{-6}$	NA
	面内	$6.0 \times 10^{-6}$	NA
グラファイトシート	厚さ	$1.9 \times 10^{-6}$	$1.8 \sim 2.8 \times 10^{-6}$
	面内	$100 \times 10^{-6}$	$90 \sim 100 \times 10^{-6}$
高熱伝導樹脂 A 20 $\text{Wm}^{-1} \text{K}^{-1}$ 級 (ユニチカ社製)	厚さ	$1.6 \times 10^{-6}$	$2.4 \times 10^{-6}$
	面内	$16 \times 10^{-6}$	$12 \times 10^{-6}$
高熱伝導樹脂 B 5 $\text{Wm}^{-1} \text{K}^{-1}$ 級 (ユニチカ社製)	厚さ	$0.74 \times 10^{-6}$	$1.2 \times 10^{-6}$
	面内	$3.9 \times 10^{-6}$	$3.1 \times 10^{-6}$

※ 参照値とは、文献値・カタログ値・その他の測定方法による測定結果を示します。

### 分布測定が可能 欠陥やムラの検査に

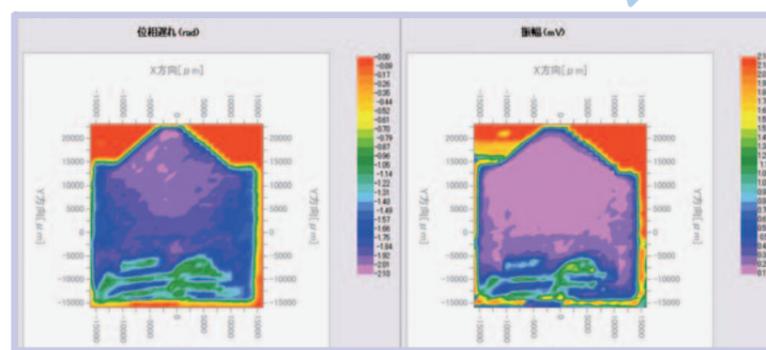
高熱伝導樹脂 50  $\text{Wm}^{-1} \text{K}^{-1}$ 級 (ユニチカ社製) を、弊社テスト金型にて成形後、熱伝導性分布 (図1) と局所点の熱伝導率 (図2) を評価しました。

#### <樹脂の流動状態>



同一の樹脂でも、成形条件や金型の形状で熱伝導性が変化します。

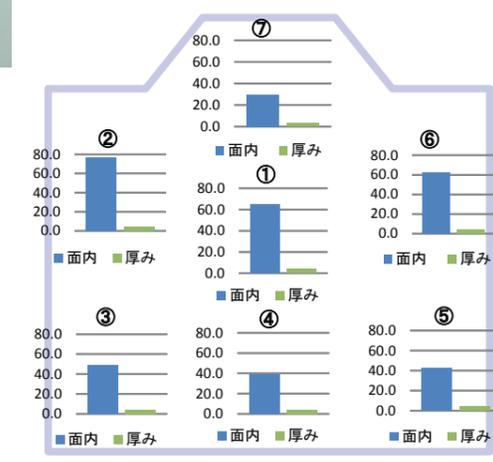
図1. 熱伝導性分布評価 (定性値)



熱伝導率の均質度がグラフ化できます。

#### 定量測定

図2. 熱伝導率詳細評価 (単位:  $\text{Wm}^{-1} \text{K}^{-1}$ )



局所点の熱伝導率と  
その異方性を確認できます。