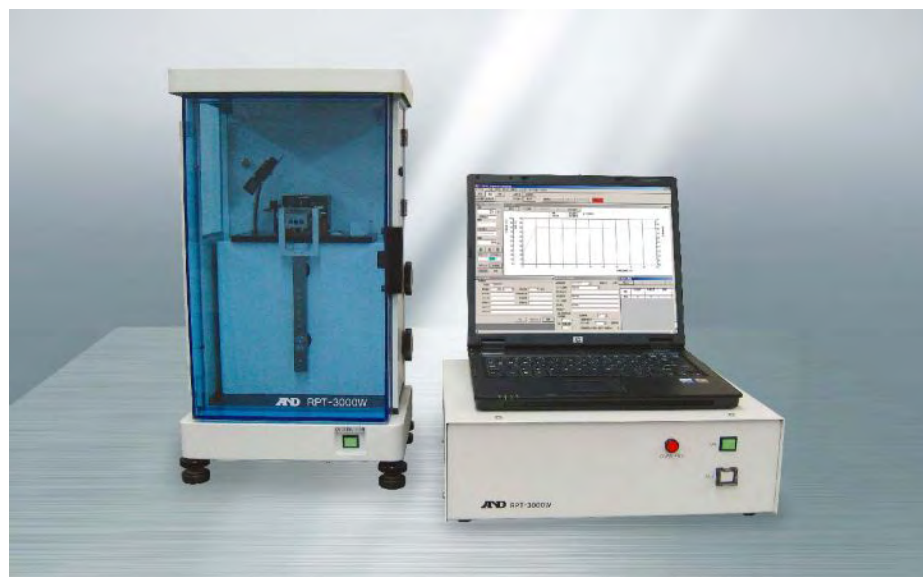


剛体振り子型物性試験器 RPT-3000Wのご紹介と活用について



2012年9月7日

AND 株式会社 **エー・アンド・デイ**

精度と信頼で未来を拓くA&Dの物性試験機



世界初・日本初の製品化以来培ってきた基盤技術をベースに、新たなニーズにお応えしてまいります。

歩み

1950～1959 1960～1969 1970～1979 1980～1989 1990～1999 2000～現在

- 1955**
（真空管からトランジスタへ）
（開業初の電気式）
- 1982**
RTMシリーズ（コンピュータ制御による、DC1000倍速度サーボモータ及びボールネジの採用）
- 1988**
UCTシリーズ（ハイブリッドレコーダの採用により、チャートグラフ上にデータ記録結果を印字、PCデータ処理標準）
- 1990**
RTAシリーズ
（ハイレスポンスACサーボモータの採用、操作部をコンパクトなパネルに集約、51単位対応）
- 1994**
RTCシリーズ
（表示コントロール部に液晶/パネルを採用、軽量・コンパクト化）
- 1998**
STAシリーズ
（軽量・コンパクトなシングルコラム構造の採用）
- 2008**
RTP/RTDシリーズ
（0.2msecの高速サンプリング、記録機等駆動周波数の0.5級を実現）
- 2012**
STBシリーズ
（軽量・コンパクトなシングルコラム構造で、0.2msecの高速サンプリングを実現）

TENSILON®

1950～1959 1960～1969 1970～1979 1980～1989 1990～1999 2000～現在

- 1960**
パイロン
（九州大学工学部応用化学教室副学長兼大教授の志を得たもとに製造化、世界初の測定機）
- 1977**
DDV-B-EA
（直線測定により、測定作業の省力化）
- 1984**
DOV-OPA（応力形成過程における粘弾性の変化の測定を実現）
- 1988**
DOV-OPAⅡ（PCにて全ての設定・操作を実現）
- 1988**
DOV-01FP（PCにて全ての設定・操作を実現）
- 2001**
RPT-3000W
（ソフトをWindows化、測定温度範囲の拡大、昇温だけでなく降温制御を実現）
- 2008**
DOV-01GP
（制御部の産業用化により、コンパクト化）

RHEOVIBRON®

溶液からフィルムまで、レオロジー評価のラインナップ
(赤は弊社のパイオニア製品)

NEW!! 液体

音叉振動式レオメーター

RV10000

音叉型振動式粘度計

SVシリーズ

動的接触角測定装置

DCA-100W

固体

引張圧縮試験機(テンシロン)

動的粘弾性測定器(レオバイブロン)

摩擦摩耗試験機(フリクトロン)

クリープ試験機

衝撃試験機

剛体振り子形物性試験器RPT-3000W

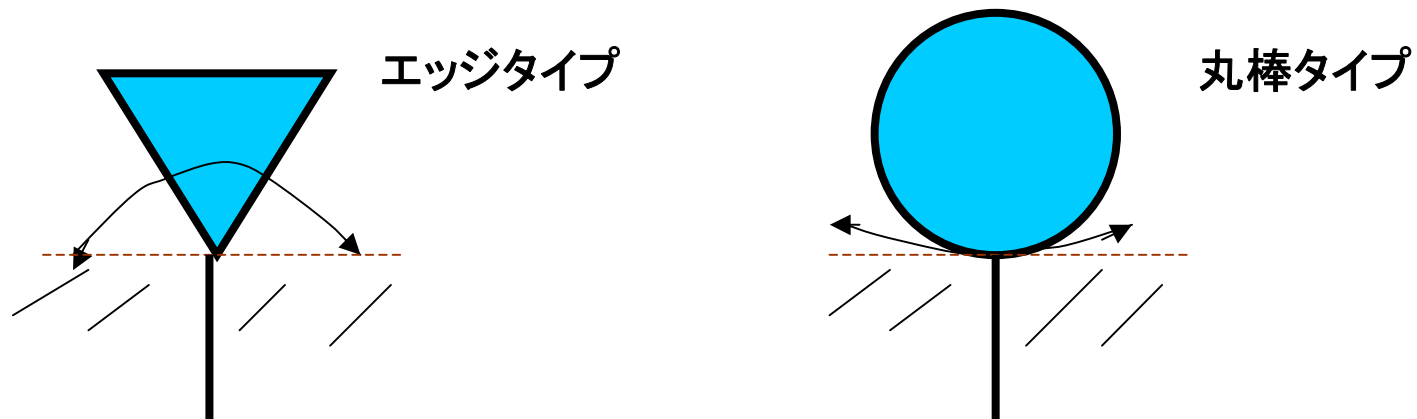
液体から固体まで

水分計

RPT-3000W

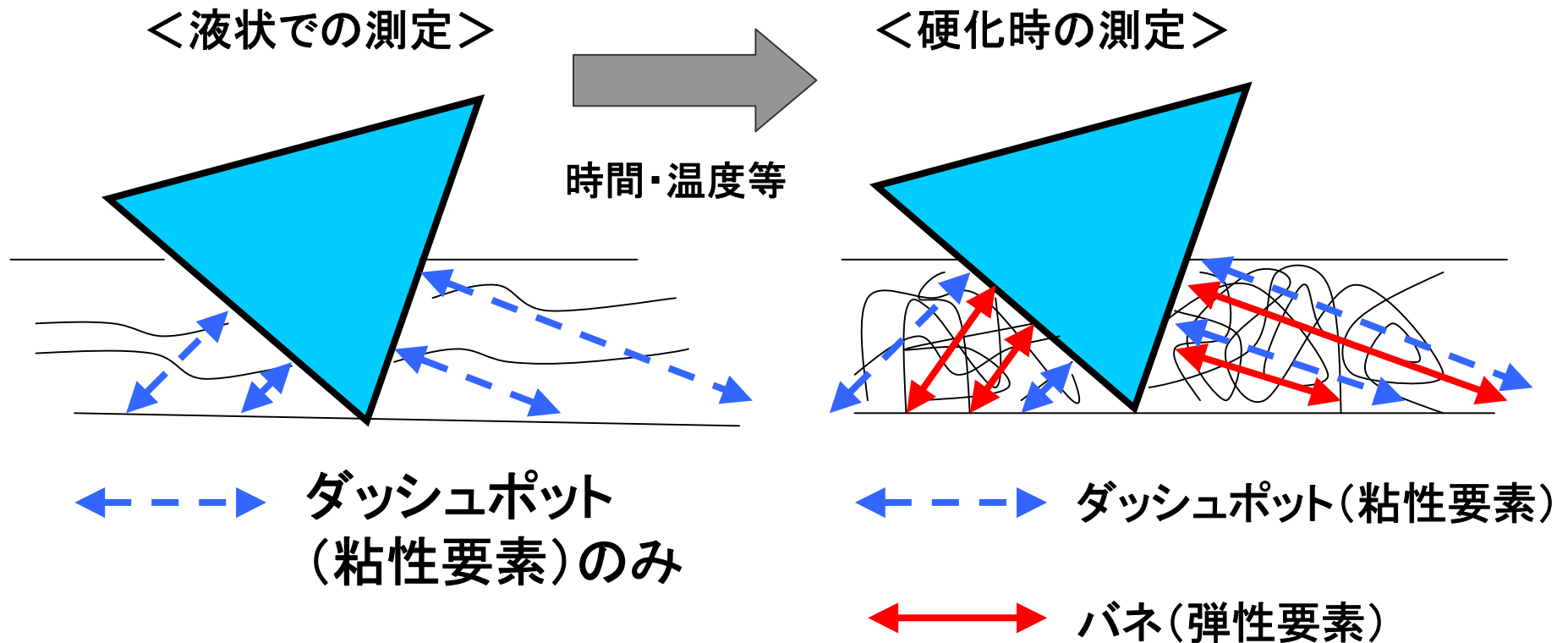
何をする装置？ 振り子って何？

- 簡単には、
 1. 振り子の自由減衰振動で試料の物性や粘性情報を評価できる装置。
 2. 振り子は、その支点部で2種類のエッジを使い分けて振らせます。



エッジタイプの振り子で何を測定し何が分かるのか？

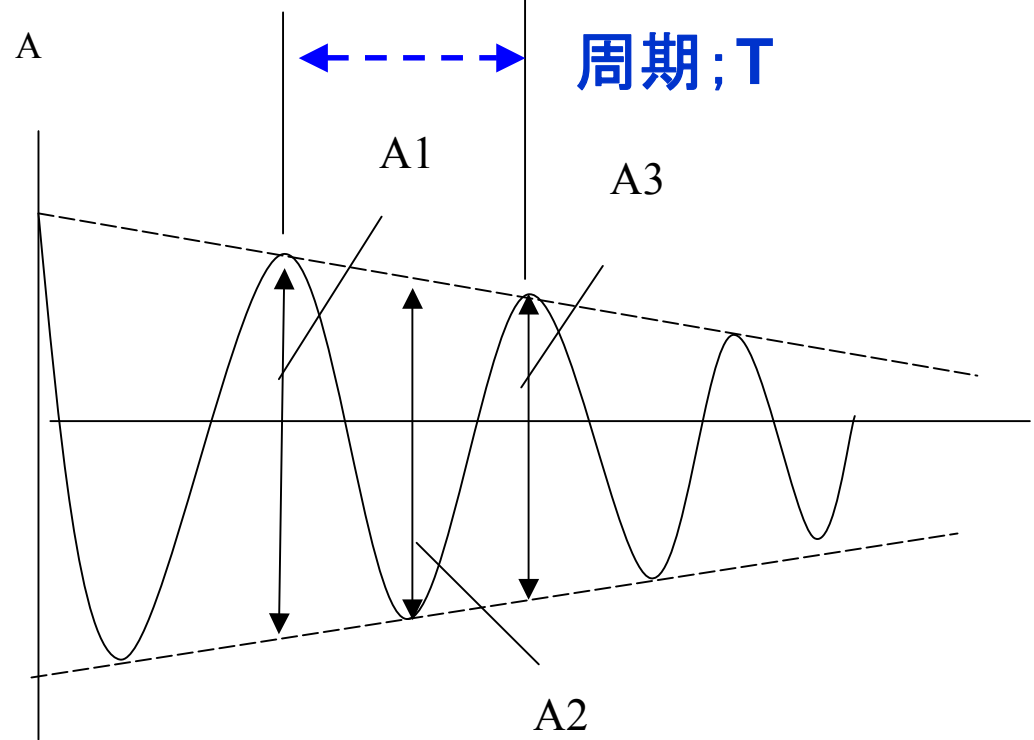
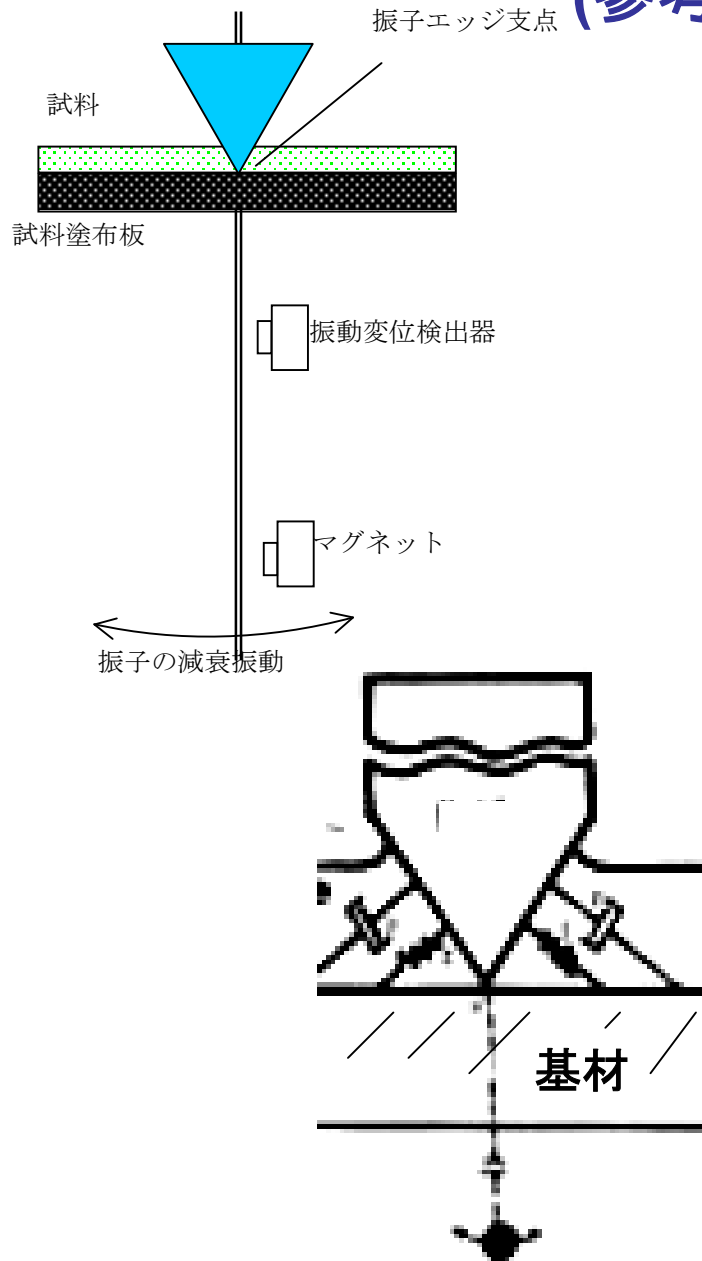
- 振れの対数減衰率(Δ)と周期(T)を測定する事で



硬化する過程と、どの程度橋架けしたかが評価できる。

(参考資料)

対数減衰率(Δ)と周期(T) とは何か？



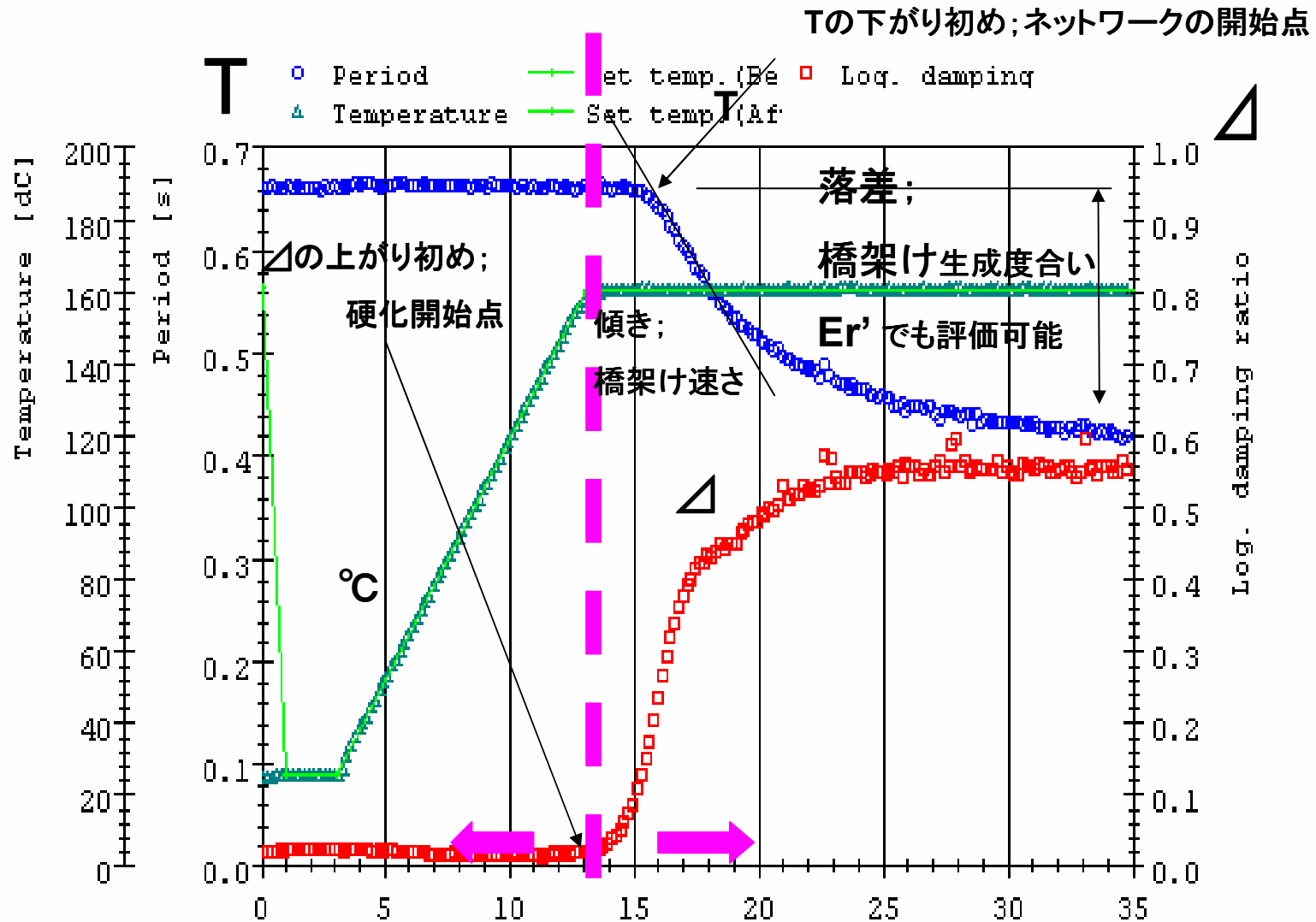
$$\Delta = [\ln(A1/A2) + \ln(A2/A3) + \dots + \ln(An/An+1)]/n$$

Δ : 対数減衰率

A : 振幅

n : 波数

エッジタイプ振り子測定例とその解釈



$\Delta = Er'' \times \Delta_1$ の変化領域
 Δ ; 粘性変化を示す指標

$\Delta = (Er'' / (T_1 / T)^2) \times \Delta_1$ の変化領域
 Δ ; 見掛けの力学的損失 ($\tan \delta$) として
 生成膜の粘り性等の指標

エッジタイプ振り子 硬化過程粘弾性の原理

1978年 色材協会誌

剛体振子の自由減衰振動による
塗膜形成過程の粘弾性測定



色
材
協
会
誌
塗
手

牛 尼 清 治*

Measurement of Viscoelastic Properties of Coating
Films During the Curing Process by a Free
Damped Oscillation Method using a
Rigid-Body Pendulum

$$E_r' = (1/T^2 - 1/T_0^2) / (1/T_1^2 - 1/T_0^2)$$

$$E_r'' = T_1^2 \Delta / T^2 \Delta_1$$

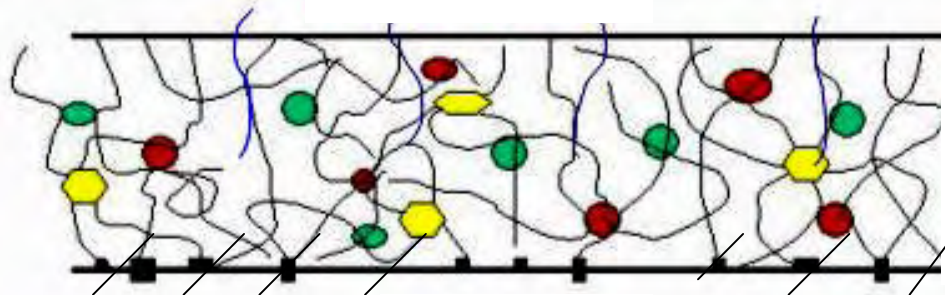
E_r' ; 相対的な貯蔵弾性率(弾性要素), E_r'' ; 相対的な損失弾性率(粘性要素)

T, Δ は測定値 T_0 ; 基材のみでの測定値、 T_1 & Δ_1 ; 基準点の値(定数)

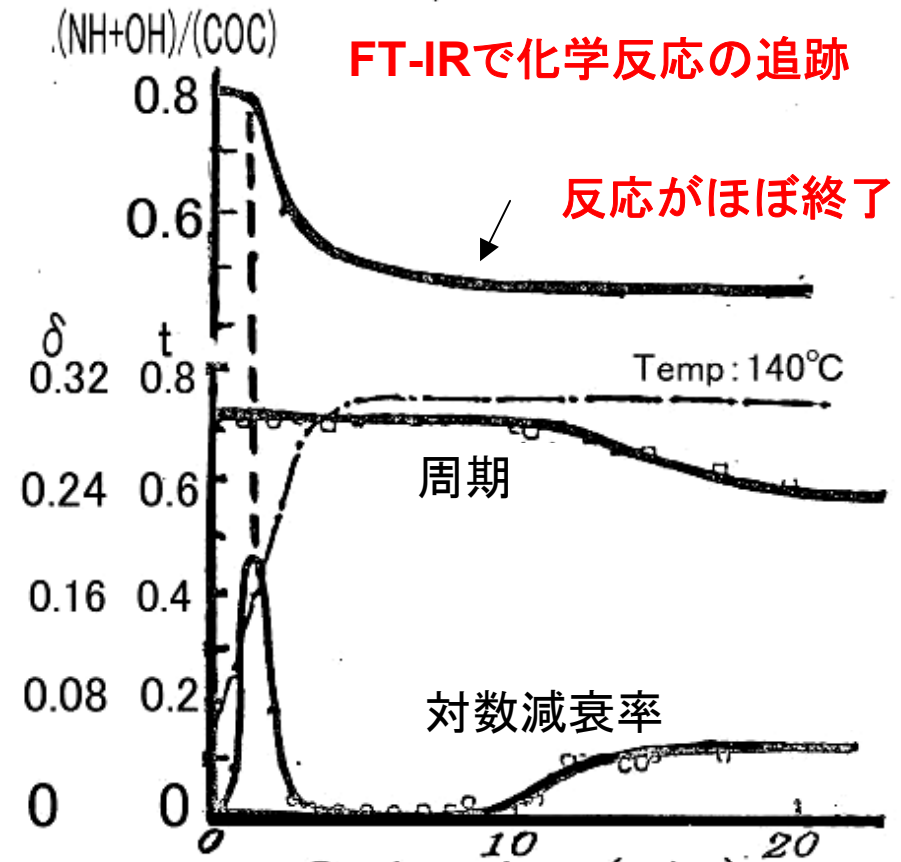
(参考資料) 測定における橋架けとは何か？

1. 化学的結合…
共有結合などの化学反応、
2. 物理的な絡み合い…
ポリマーの絡み合い
3. 顔料等のフィラーへの吸着
…物理化学的吸着
4. 基材との付着、相互作用
…物理化学的付着

溶剤、水分の揮散



基 材

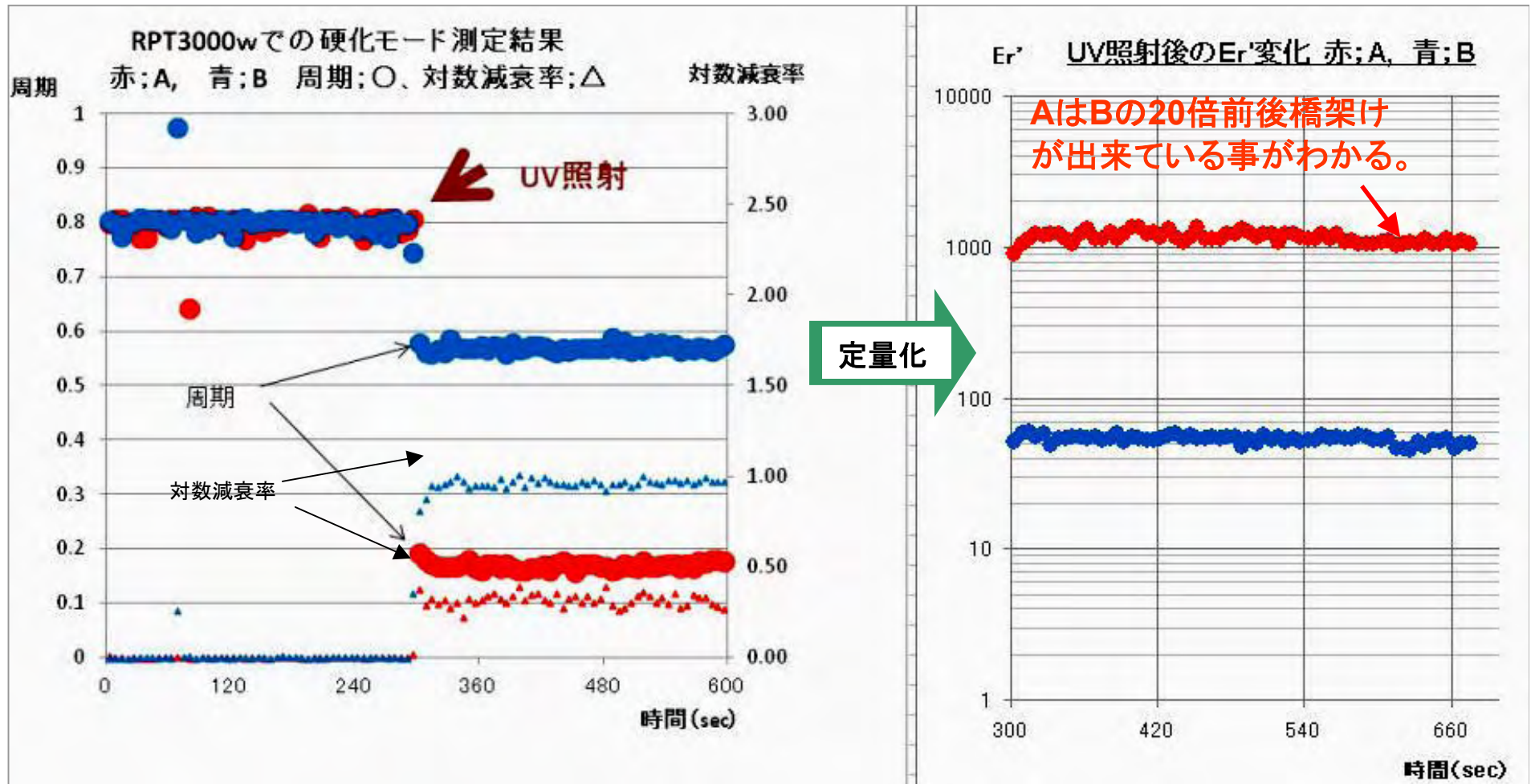


1と2の関連を示す測定例

(エッジタイプ振り子測定例)

UV硬化樹脂A,B 2種類の橋架け比較例

UV硬化樹脂の硬化過程粘弾性測定とその硬化膜弾性率の定量比較評価

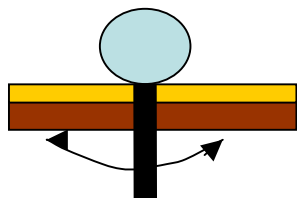


* FRB400/RBE160使用

(まとめ) エッジタイプの振り子測定(硬化モード)で どんな評価が可能か？

- 1 橋架け(硬化)がどんな速さや変化で進んでいくのか、定性的さらには定量的にも比較が可能。
- 2 応用例として一度橋架け(硬化)した膜を温度下げ又あげる過程でTg点やEr'の高温弾性率比較から試料そのものの橋架けの緻密性に関する比較検討も可能。(講演の最後に例を示します。)
- 3 その他

丸棒タイプの振り子で何を測定し何が分かるのか？



横軸に温度をパラメーターとして、

A、完成膜上で丸棒を振らせ、対数減衰率を測定する事で、動的粘弾性装置で温度分散測定した場合の、Tan δ に相当するカーブが評価でき、膜のTg点も分かります。

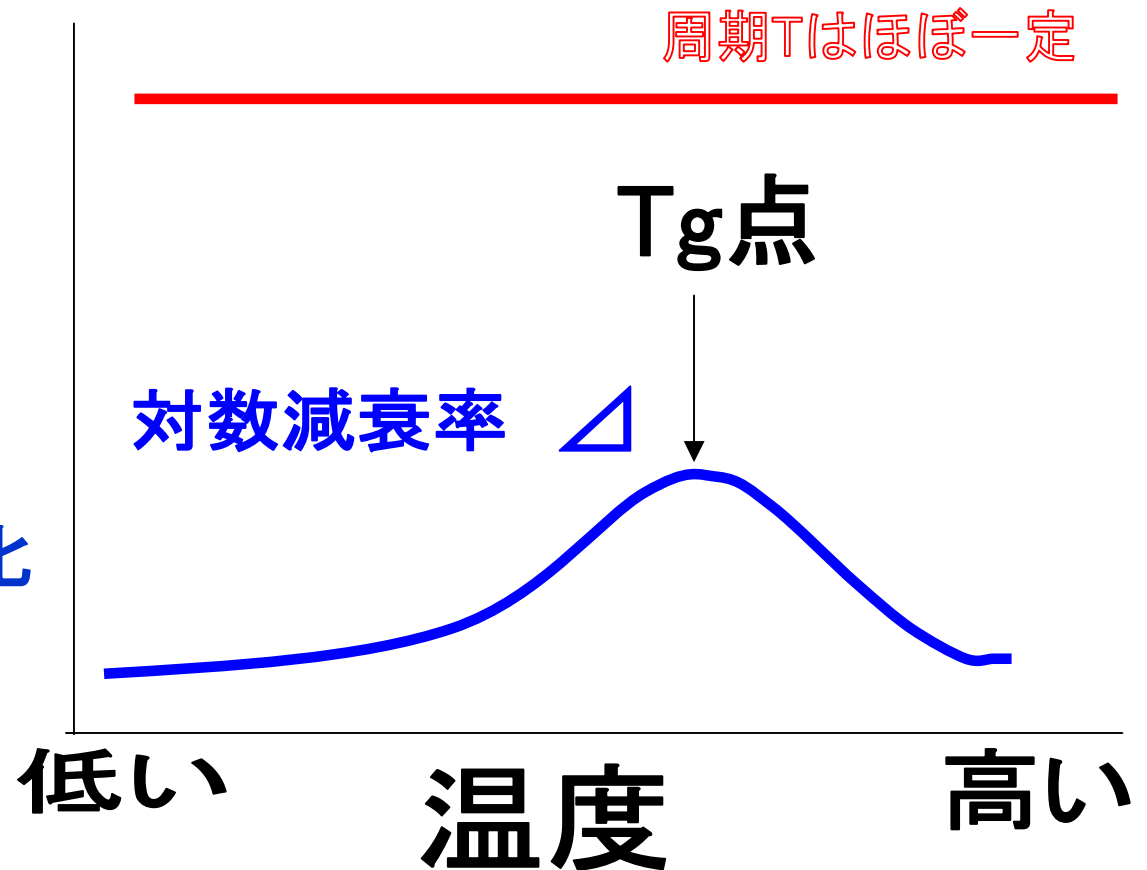
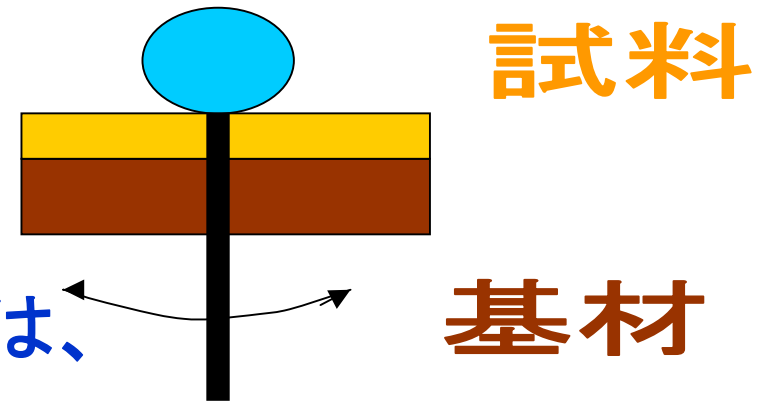
横軸に温度や時間をパラメーターとして、

B、粘性ある素材上で丸棒を振らせ対数減衰率を測定する事で、粘性とその感温性評価もできます。

A.完成膜上での丸棒タイプ測定 の原理

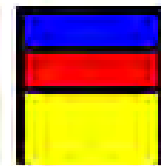
振子の振れに影響を及ぼすのは、
1、 空気抵抗、
2、 ころがり摩擦、
です。

ころがり摩擦の原因は
内部摩擦として対数減
衰率で表され、その変化
はTan δ に相当します。



(A.丸棒タイプ測定例)完成膜上の測定(物性モード)

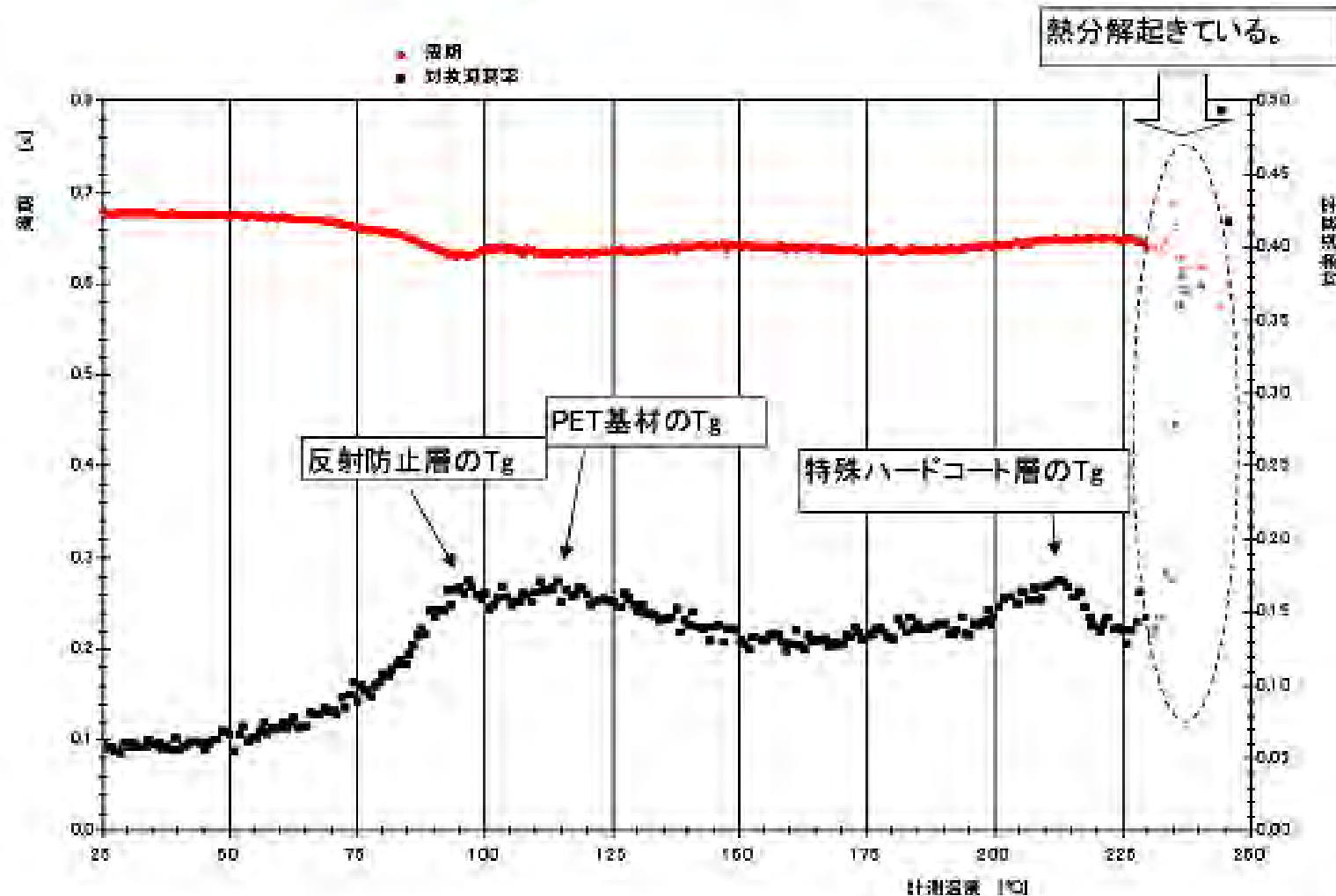
スマートフォン用 画面保護フィルムのTg(ガラス転移点)測定



- ← 特殊ハードコート層 測定ジグ:FRB100/RBP080
- ← 反射防止層
- ← 基材のPET

基材裏の粘着剤を溶剤で拭き取るのが肝要です。

温度°C: 毎分5度昇温、

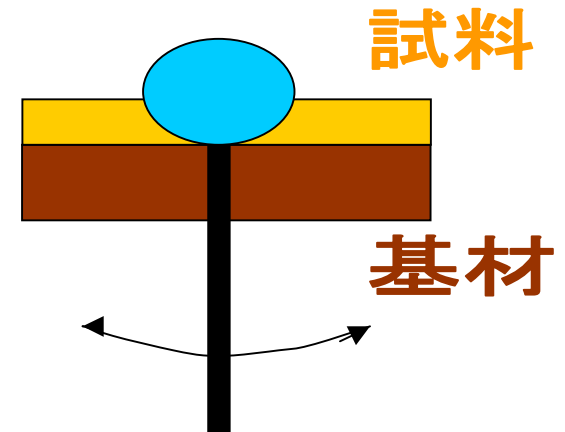


B.粘性素材上での丸棒タイプの測定の原理

液状でのエッジ振り子測定同様、
橋架けの生成はないので、

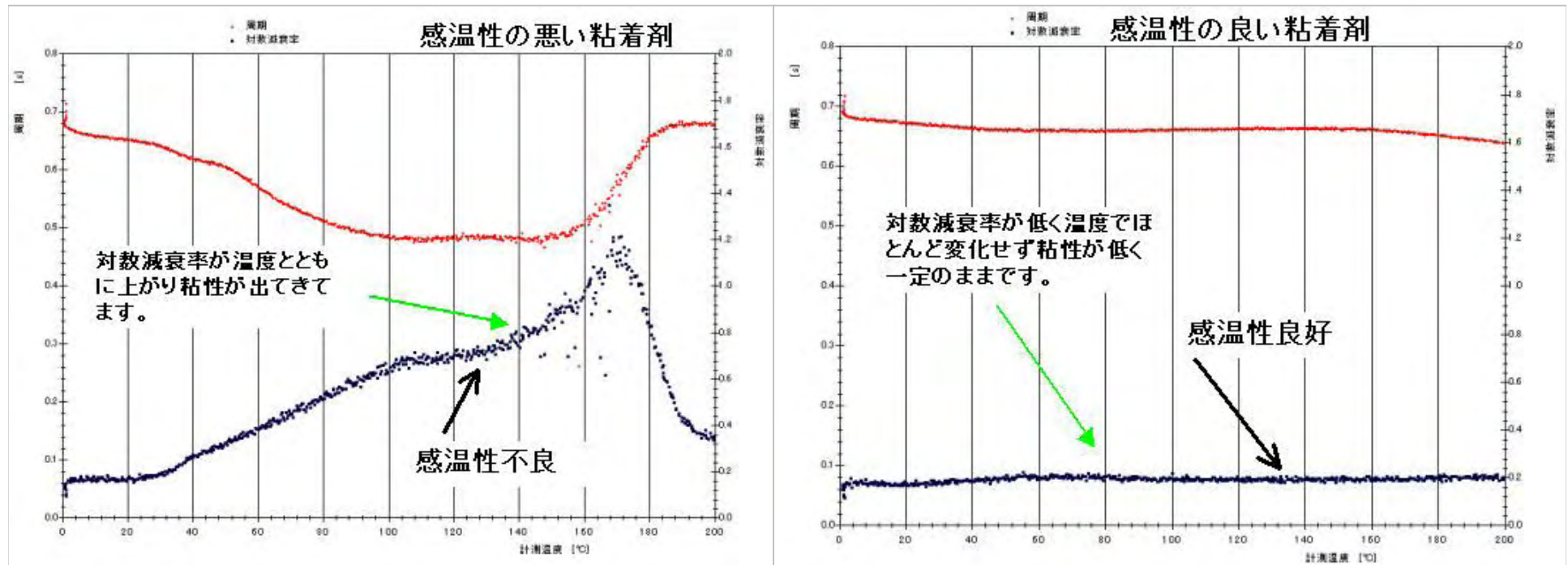
対数減衰率は $\Delta = Er'' \times \Delta_1$
で表され、

対数減衰率が粘性の指標として
使えます。



(B.丸棒タイプ測定例)粘性素材上の測定 (物性モード)

タッチパネル用粘着剤の粘着性とその感温性はどうあるべきか？



FRB100/RBP080使用

国内外でRPT3000Wの活躍している産業分野

(展示ブースに英文カタログ及び原理英訳文もご用意してあります。ご利用ください。)

1. 塗料
2. 接着剤
3. 化粧品・医薬品
4. 食品
5. 繊維・・・ 丸棒タイプ測定での物性や風合測定
6. プラスチック
7. 印刷
8. 電子・電気・・・ PCBや封止材、ハンダ その他
8. その他

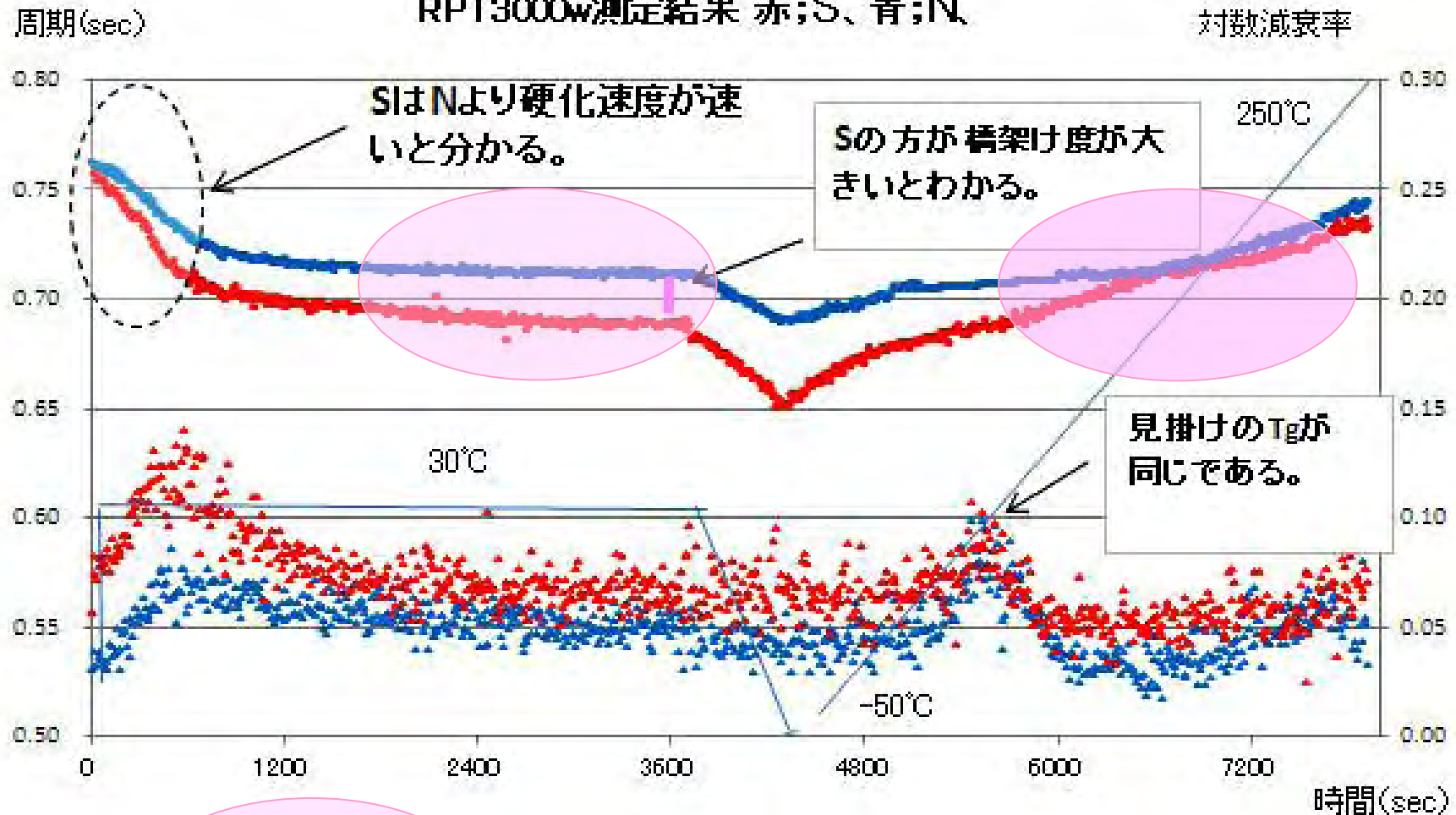
* 販売して約30年間で、国内外で延べ約300台以上高くご評価ご愛用頂いております。

エッジタイプ振り子での応用測定例とその評価例

FRB400
/RBE160
使用

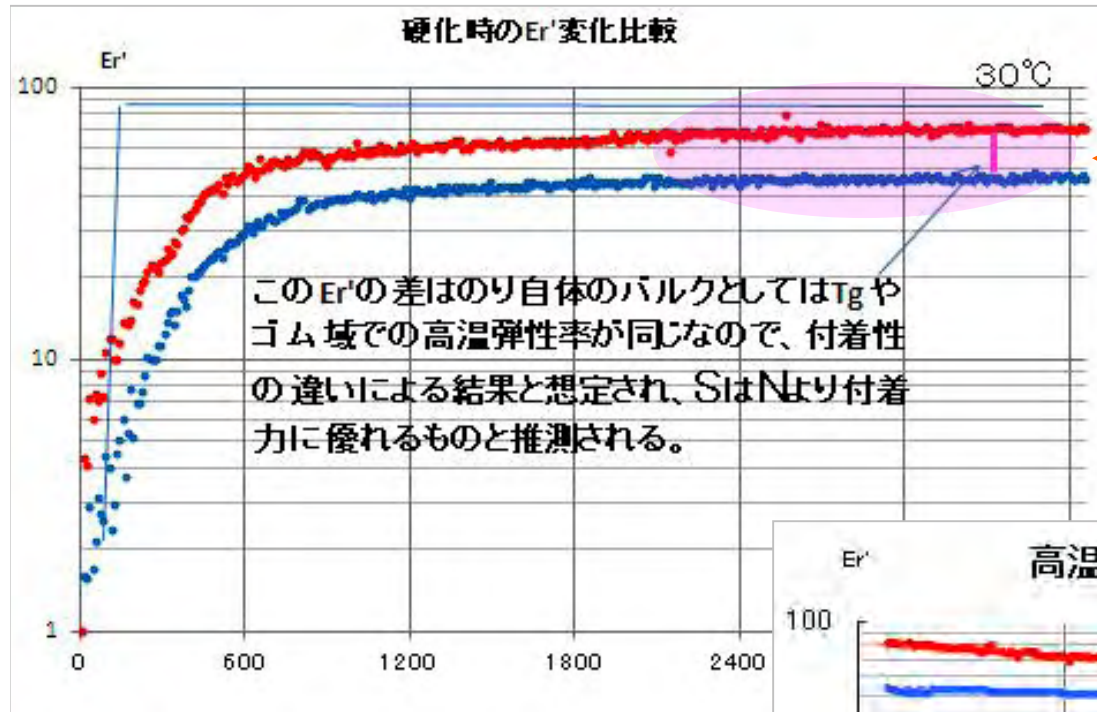
Strongのり(赤)とNormalのり(青)の比較

RPT3000w測定結果 赤;S、青;N

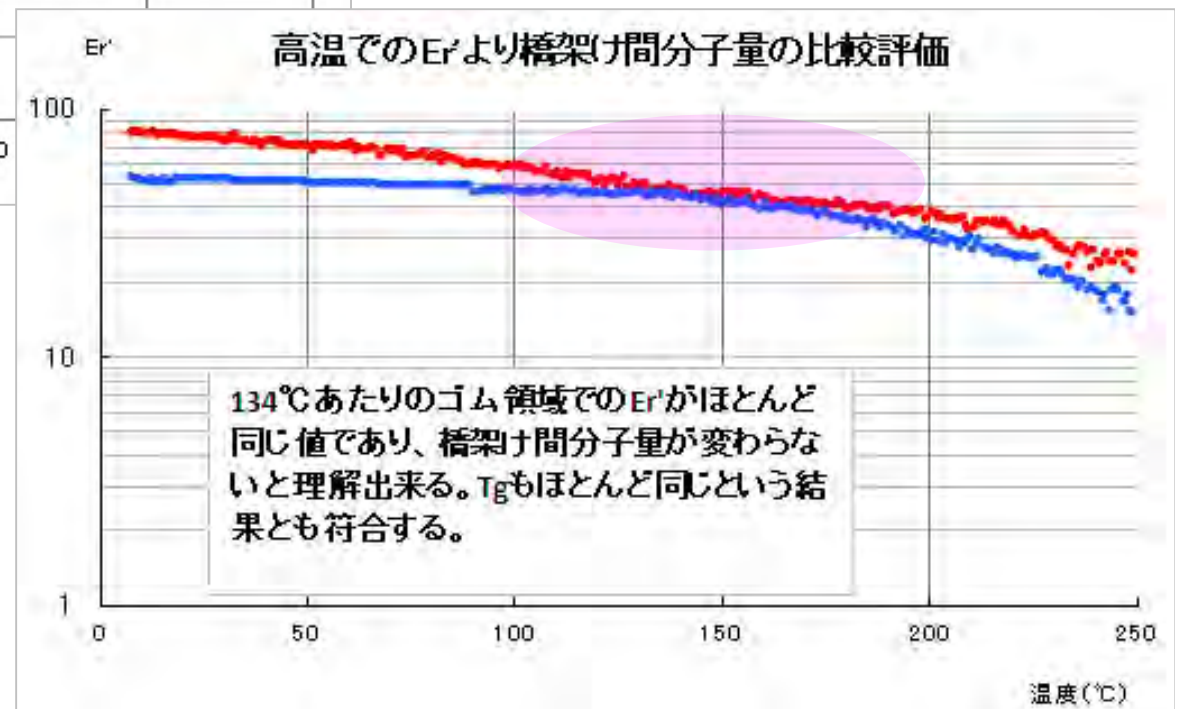


部分を次スライドでEr' で比較評価。

Er' での定量的比較



“のり”そのものの橋架け度はほぼ同じなので、この橋架け度の差は付着力の差に起因していると考えられます。



剛体振り子型
物性試験器

RPT-3000W
Rigid-body Pendulum type Physical Properties Testing Instrument



CE

AND
株式会社 エーアンドティ

ご聴講賜り

ありがとうございました。

4ホール ブースNo.4A-003

RPT-3000W 及び弊社の基礎物性評価
装置が展示中です。

是非 お気軽に弊社ブースに御寄りください。

AND 株式会社 **エーアンドティ**