

非破壊で物質のサブナノ空隙を簡単評価

陽電子寿命測定システム

PSA

Positron
Surface
Analyzer

産総研との共同開発により実現！



metal

semiconductor

polymer

glass



IKEDA RIKAI

陽電子寿命法から生まれた世界で唯一の卓上型装置

陽電子寿命測定法とは

陽電子寿命とは陽電子が電子と出会い、消滅するまでの時間を指します。

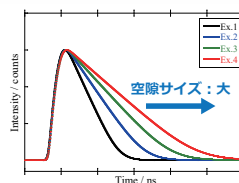
陽電子寿命は電子密度に依存し、**空隙サイズが大きいほど**

電子密度は低くなるので、**陽電子寿命はより長くなります。**

微小空隙のプロブとして陽電子を用いる方法を「**陽電子寿命測定法**」といいます。



対消滅の模式図



陽電子寿命ヒストグラムのイメージ図

陽電子寿命測定法とは

サブナノサイズ

非破壊で1nm未満の空隙を簡単評価 できる手法です

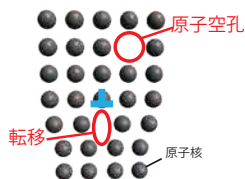
例 原子欠陥 (空孔型)

半導体

金属

電池

など



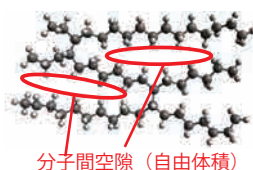
例 自由体積サイズ

高分子

ガラス

フィルム

など



材料中の空隙、

とくにサイズの小さい「**微小空間**」は様々な **物性** に影響 します

例 物性の例

熱伝導率

力学特性

金属疲労

ガス透過率

光透過率

電気特性

など

「この物性の“差”、何が原因??」 と思ったら・・・

一般的な物性測定でも評価できなかった“差”

…実はもっと**微小な要因**かもしれません

PSAなら1nm未満の空隙が簡単に 評価できます

「陽電子寿命測定法」の
確立から約80年

+

東洋精鋼・産総研
共同開発

深い歴史の
手法

世界
卓上

特長

管理区域 不要

通常の実験室で使用可能

陽電子源として規制値以下の密封線源を使用
特別な届出・資格は必要なし！



密封線源

Positron
Surface
Analyzer

前処理不要

簡単測定

サンプルの前処理不要

液体・粉体・固体の測定が簡単

※特許技術

サンプルを
ステージに
置くだけ



どこでも
誰でも
簡単に！



SA

で唯一の 型 誕生！



産総研との
共同開発により実現！

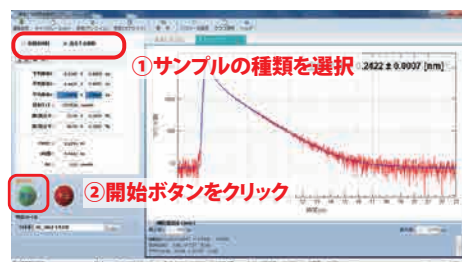
測定の様子はコチラ



動画で確認できます！

簡単操作

誰でも信頼性の高い測定



① サンプルの種類を選択 2422 ± 0.0007 [nm]

② 開始ボタンをクリック

専用ソフトウェアのため誰でも簡単に測定可能
標準物質により簡単にバリデーション

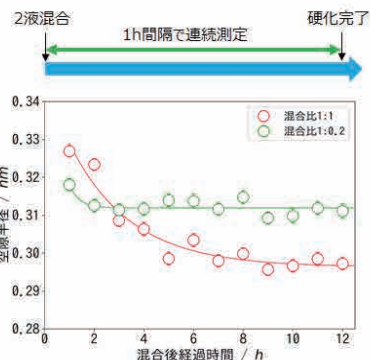
測定・アプリケーション事例



接着剤の硬化過程の変化

高分子の
自由体積

試料：エポキシ系接着剤（2液混合タイプ）



主剤と硬化剤の混合比を変更して測定
○ 1:1 完全に硬化
○ 1:0.2 完全に硬化せず

・混合比による硬化の有無を
空隙サイズの変化により評価

構造解析 FTIRではできない評価例

硬化時の空隙構造の変化を検出！

FTIR
構造解析

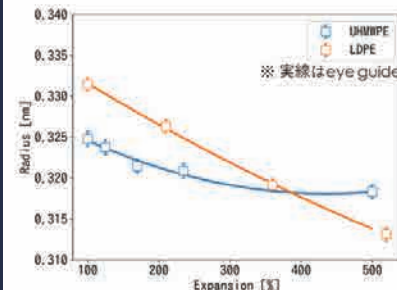


延伸フィルムの構造変化

フィルムの
自由体積

試料：一軸延伸したポリエチレン

T. Oka et.al. : Applied Physics Letters 101 (2012) 203108



□ UHMWPE
超高分子量ポリエチレン
□ LDPE
低密度ポリエチレン

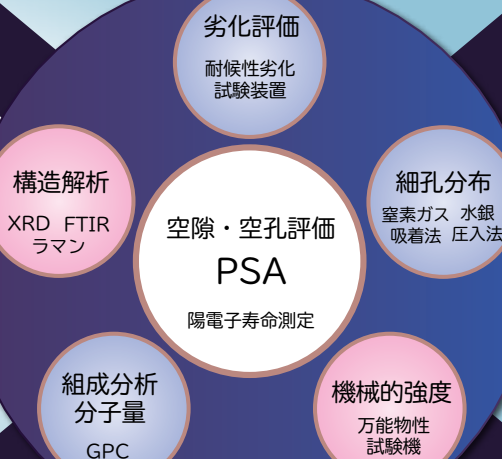
・延伸量の増加と共に空隙サイズが減少
・材料の密度により空隙変化の挙動が異なることを検出

ラマンではできない評価例

延伸量と空隙サイズ変化を高感度に検出

ラマン
構造解析

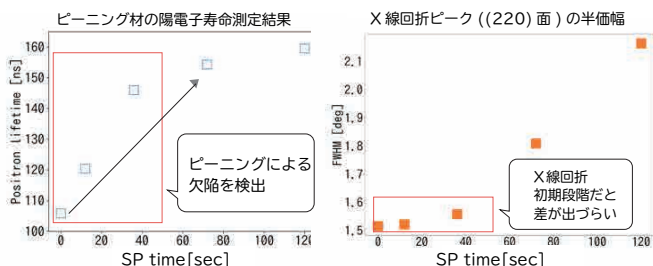
関連技術 応用事例



ステンレスの歪み評価

金属の
格子欠陥

試料：ステンレス（SUS）ショットピーニングによる塑性変形



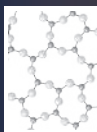
・塑性変形により導入された格子欠陥を評価可能
・XRD ピークの半価幅とは異なるアプローチで
ミクロ歪を評価

ショットピーニング
金属表面に無数の粒子を
衝突させることによって
金属材料を強くする技術

構造解析 XRDではできない評価例

歪みの小さい初期段階でも高感度に検出

XRD
構造解析

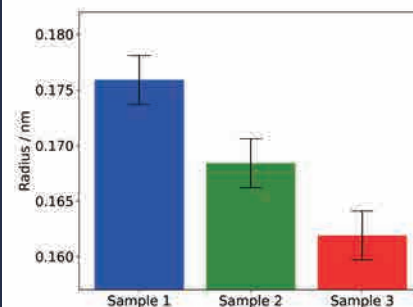


ガラスの強化評価

ガラスの
微小空隙

試料：ソーダライムガラス

試料作製：一般財団法人ニューガラスフォーラム つくば研究室 田中修平 様



Sample 1
Sample 2
Sample 3

イオン注入：大
（強度）

※ Sample 1 はイオン未注入

イオン注入によりガラス強化
⇒空隙サイズが縮小

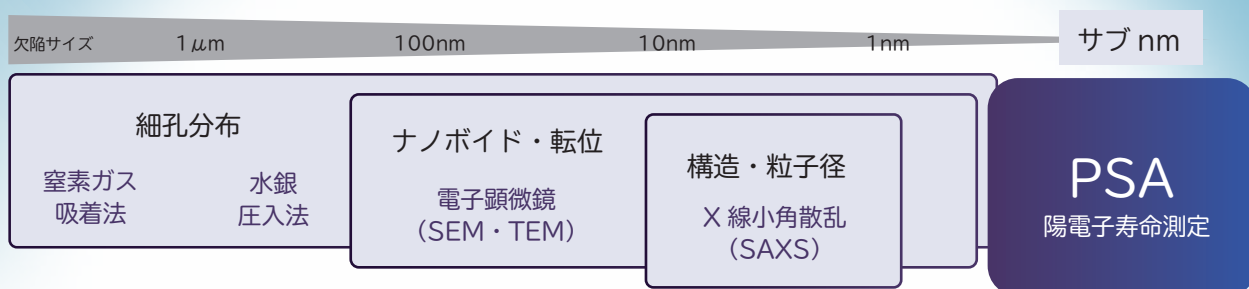
機械的強度 万能物性試験機ではできない評価例

強化時の空隙構造の変化を検出！

万能物性
試験機
機械的強度

空隙評価と関わる手法

サブナノサイズの空隙評価と関わるその他の手法



PSAなら1nm未満の空隙が簡単に評価できます

PSAならサンプルの特別な前処理も不要！

	前処理不要	バルク測定	局所測定	開空孔	細孔分布
陽電子寿命測定	○	○		○	
透過電子顕微鏡	×		○	○	
X線小角散乱		○			
窒素ガス吸着法	×	○		○	○
水銀圧入法	×	○		○	○

どこでも
誰でも
簡単に！

SA

で唯一の
型誕生！

どこでも

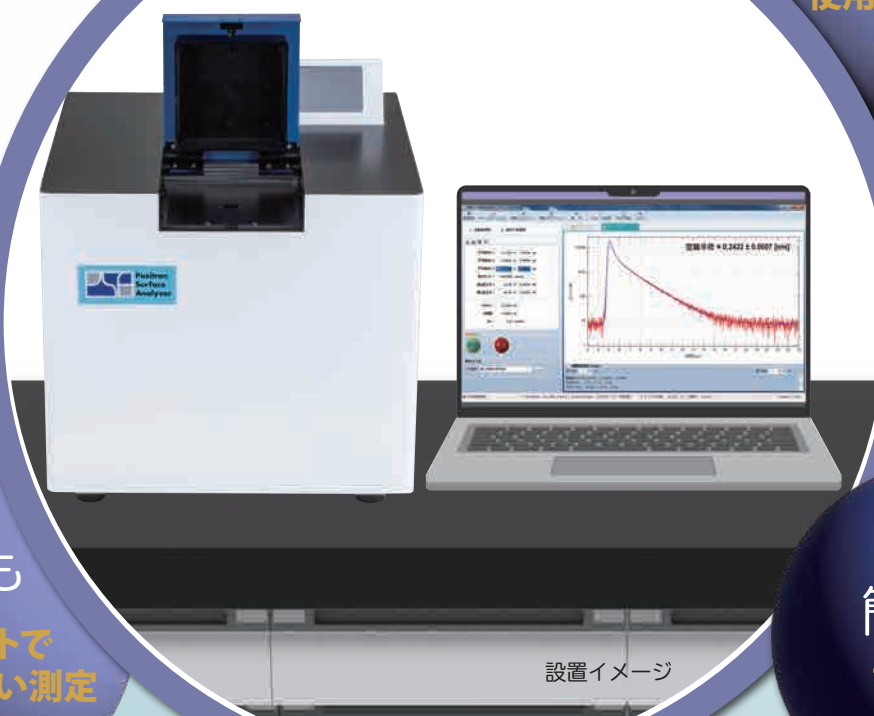
通常の実験室で
使用可能

誰でも

専用ソフトで
信頼性の高い測定

簡単に！

前処理不要



製品ラインナップ

PSA Type L-II

線源	陽電子線源 受注生産品 ※ 核種 Na-22 ※ 交換は2年を推奨 ※ 線源の交換や廃棄は東洋精鋼にて実施 ※ 放射能：1 MBq(+0%、-30%)
電源	100V 5A
付属機器	オシロスコープ・密封線源・標準物質 ノートパソコン・線量計
測定時間目安	0.5～5時間 ※ 材質、陽電子の強度、要求精度に依存
環境条件	無磁場中

TypeL-II

- ・ 小型の試験片を高精度に測定
- ・ 研究開発、品質管理用途向け



サイズ・重量
W400×D400×H350mm 25kg

オートサンプラーモデル

TypeL-II AS

- ・ 決まった形状のサンプルを連続測定
- ・ サンプル交換の手間を省き効率的



サイズ・重量
W490×D490×H350mm 50kg

多サンプル
対応

ポータブルモデル

TypeL-P

- ・ 小型軽量で持ち運び可能
- ・ 測定試料サイズの上限なし
- ・ 大構造物などのオンサイト測定向け



サイズ・重量
W120×D120×H100mm 2kg

オンサイト
測定

【完全受注生産】 PSA シリーズは、密封線源が作り置きできないため、ご注文頂いてから丁寧に御作りしています！

■製造元・デモサンプル測定場所



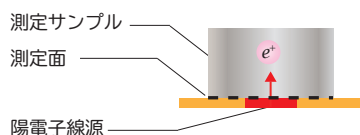
愛知県弥富市馬ヶ地三丁目 195 番地 1
<http://www.toyoseiko.co.jp/>

測定サンプル条件 (Type L-II)

- 測定面：平らな形状であること
- 測定面サイズ：10×10 mm 以上（円形状であればφ10 mm 以上）
- 測定試料下限厚目安 (mm) = 1.5 / (試料の密度)
例) プラスチック→ 2mm 程度 鉄鋼→ 0.2 mm 程度

試料形状のご要望（粉末や液体など）に関しても可能な限り対応いたしますので、お気軽にご相談ください。

測定OK 陽電子が試料を透過しないよう十分な厚みがあることが必要です



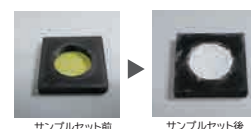
NG

サンプルから陽電子が透過してしまっている

サンプル対応例：厚みが薄い場合
※高分子（非結晶材料）に限ります

金属基板を置くことで陽電子の透過を防止し、高分子試料の情報のみ抽出します。

粉体サンプルホルダー（イメージ）



デモ測定希望

製品説明

製品カタログ



株式会社 池田理化

お気軽にご連絡ください
技術戦略部 技術戦略グループ



03-5256-1830



inpro@ikedarika.co.jp