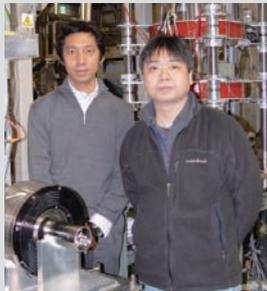


低速の陽電子を大気中で利用する技術

機能性薄膜の分子間空隙を“その場”評価



大島 永康

おおしま ながやす (左)
nagayasu-oshima@aist.go.jp

計測フロンティア研究部門
極微小欠陥評価研究グループ
主任研究員
(つくばセンター)

2005年入所以来、陽電子ビー
ムの利用技術の高度化、およ
びこれを用いた材料の原子～
ナノサイズの空隙評価の研究
に従事しています。

伊藤 賢志

いとう けんじ (右)
k-ito@aist.go.jp

計測標準研究部門
ナノ材料計測科
ナノ構造化材料評価研究室
研究室長
(つくばセンター)

関係グループと連携して、陽
電子科学を軸とした世界にも
通用する産総研発の技術に基
づいた橋渡し研究の実現に向
け、日々精進しています。

関連情報：

● 共同研究者

Zhou Wei, O'Rourke
Brian, 木野村 淳、大平 俊
行、鈴木 良一、黒田 隆之助、
柳下 宏 (産総研)、筒井 拓
朗、上殿 明良 (筑波大)、
林崎 規祐 (東工大)

● 参考文献

[1] N. Oshima *et al.*:
Appl. Phys. Express 4,
066701 (2011).

[2] W. Zhou *et al.*:
Appl. Phys. Lett. 101,
014102 (2012).

● プレス発表

2012年6月26日「大気
中に取り出した低速陽電子
でみる分子のすき間」

●この研究はNEDO「省
水型・環境調和型水循環プ
ロジェクト」の支援を受け
て行われました。

薄膜評価のための陽電子寿命測定技術の課題

製品開発に重要な電気絶縁性や分子透過性な
どさまざまな材料特性は、材料を形作る原子・
分子のすき間（ナノ空間）構造に影響を受けま
す。さらにデバイス製造では、素材の表面処理
や薄膜形成により特性を付与して機能化するた
め、表面近くの状態を精密に解析することが重
要です。近年、薄膜のナノ空間を評価できる低
速陽電子を用いた陽電子・ポジトロニウム寿命
測定法（陽電子寿命法）が活用されていますが、
製品の信頼性を向上するためには薄膜部材の動
作環境での評価が必要です。このため、実際の
環境下で薄膜材料を測定できるように低速の陽
電子を大気中に取り出し、寿命測定できる技術
が求められていました。

集束ビームによる低速陽電子の大気引き出し

産総研では電子線形加速器による高強度の陽
電子ビームの発生技術と、それを応用した陽電
子寿命測定システムを世界に先駆けて開発して
きました。しかし、これまでの技術では直径10
mm程度の陽電子ビームを利用することから、
大気中に取り出す真空窓は大きく厚くなります。
この窓を透過できる高速の陽電子は薄膜試
料を突き抜けてしまうため、実環境測定には使
えませんでした。(図1上)

そこで、数十 μm の微小領域測定にも利用でき
る独自開発した集束ビーム技術を応用して真空

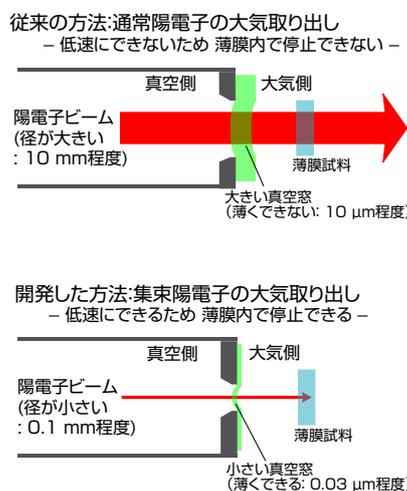


図1 低速陽電子の大気圧下への取り出し方法の概略図

窓を小さく薄くし、低速の陽電子の大気中への
取り出しに成功しました^[1] (図1下)。これにより、
大気圧雰囲気中の薄膜材料を陽電子寿命法で評
価する環境制御陽電子プローブマイクロアナライ
ザー^[2]を開発することができました。

薄膜材料の“その場”評価への応用

ポリビニルアルコール (PVA) はディスプ
レー保護膜やイオン分離機能膜などの素材とし
て用いられている親水性高分子の一つです。そ
こで、結晶基板上に厚さ約400 nmのPVA薄膜
を形成し、開発したシステムにより湿度の異な
る環境で評価しました(図2)。相対湿度を0から
90 %の間で増加させると薄膜中のナノ空間の
大きさは、半径にして乾燥状態の0.2 nmから
湿度30 %までの増加で0.1 nmまでいったん小
さくなります。さらに相対湿度を増加させると
逆に0.3 nmまで大きくなることがわかりまし
た。一連の変化は湿度に依存した水分子の吸着
と吸着による影響を示唆します。この結果から
高分子薄膜材料のナノ空間構造の環境応答性を
明らかにできました。

今後の予定

現在、測定をより高効率化するために陽電子
発生源の高強度化に関する技術開発を進めてい
ます。今回開発した技術をさらに高度化し、共
同利用施設として実用化を目指します。

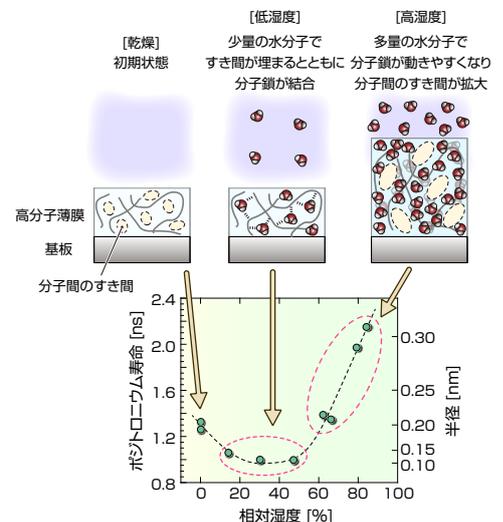


図2 ポリビニルアルコール薄膜中のポジトロニウム寿命の相対湿度依存性の解析例