

走査型プローブ顕微鏡 SPM シリーズ

カンチレバーの選び方と留意点

(株)島津製作所
分析計測事業部

1. はじめに

現在、様々な種類のカンチレバーがありますが、弊社走査型プローブ顕微鏡 SPM シリーズでは、一部の特殊なものを除き、ほとんど全ての市販のカンチレバーを使用することができます。以下にカンチレバーの種類と特長をまとめ、その選び方と留意点について説明をします。

2. カンチレバーの種類と特長

以下に SPM シリーズにて比較的多用されるカンチレバーをまとめます。

<コンタクトモード>

メーカー 型名	用途と特長	バネ定数 (N/m)	共振周波数 (kHz)
オリンパス TR800PSA	SiN 製。 <u>コンタクトモード用推奨品。</u> 三角形のカンチレバー。	0.15 0.57	24 73
オリンパス TR400PSA	SiN 製。 TR800PSA よりバネ定数が小さい。 柔らかいポリマーなど向け。静電気に弱い。	0.02 0.09	10 32
ナノワールド※1 CONTR	Si 製。 チップ高さが 10 μm 以上あり、大きな段差や凹凸の 観察に適している。静電気に比較的強い。	0.2	13

<ダイナミックモード>

メーカー 型名	用途と特長	バネ定数 (N/m)	共振周波数 (kHz)
ナノワールド※1 NCHR	Si 製。 <u>ダイナミックモード用推奨品。</u> 高周波数タイプ。応答性、分解能に優れる。	42	320
ナノワールド※1 SSS-NCHR	Si 製。 NCHR の探針先鋭化タイプ。先端径 2nm。	42	330
ナノワールド AR5-NCHR	Si 製。 NCHR の高アスペクトタイプ。開き角 10°。	42	330
オリンパス AC160TS-C2	Si 製。 <u>NCHR 相当品。</u> 探針がカンチレバーの最先端にあるため、探針の 位置合わせが容易。	42	300
オリンパス AC160TS-C3	Si 製。 <u>AC160TS-C2 改良品。</u> 探針がカンチレバーの最先端にあるため、探針の 位置合わせが容易。バネ定数はやや小さい。	26	300

オリンパス AC240TS-C3	Si 製。 探針がカンチレバーの最先端にあるため、探針の位置合わせが容易。バネ定数が小さく、生体試料や高分子材料などの柔らかい試料に向いている。	2	70
オリンパス AC200TS-C3	Si 製。 探針がカンチレバーの最先端にあるため、探針の位置合わせが容易。AC160TS-C3 と AC240TS-C3 の中間的な特性を持っている。	9	150

<その他>

用途	メーカー 型名	特長	バネ定数 (N/m)	共振周波数 (kHz)
KFM (表面電位)	ナノワールド ^{※1} EFM	KFM(電気力顕微鏡)モード用推奨品。 探針に PtIr コート。	2.8	75
	オリンパス AC240TS-C3	ダイナミックモード用であるが、材質が導電性 Si のため、KFM にも使用できる。 探針がカンチレバーの最先端にあるため、探針の位置合わせが容易。	2	70
液中 ダイナミック	オリンパス BL-AC40TS-C2	液中ダイナミック用 溶液中でもカンチレバー振幅が得られやすい。光軸合わせにコツが必要	0.1	大気 110 液中 25

※1 (株)東陽テクニカ扱い

3. カンチレバーの選び方と留意点

<コンタクトモードの場合>

TR800PSA

【選び方】

- ・このカンチレバーでほとんどの試料を観察できます。
- ・安価で初心者向きです。

【留意点】

- ・2種類の長さ(200 μ m、100 μ m)のカンチレバーが両端にあり、計4本のカンチレバーが付いています。探針形状は同じですが、短い方(100 μ m)はZ方向の感度が高く、高分解能観察に有利です。

TR400PSA

【選び方】

- ・タンパク質やDNAなどの生体試料を観察する場合にお奨めです。
- ・微弱な力を検出するフォースカーブ測定に適しています。

【留意点】

- ・静電気の影響に弱く、樹脂やプラスチック、ガラスなどの観察には向いていません。
- ・薄いカンチレバーですので、デシケータ内で保管するなど、取り扱いには注意が必要です。
- ・レーザー照射による温度変化のため、レバーの歪が発生し、安定に時間を必要とします。

CONTR

【選び方】

- ・探針長が他の倍以上あるため、凹凸が大きな試料に向いています。
- ・材質が導電性Siであり、静電気の影響を受け難いです。

【留意点】

- ・探針先端が摩耗しやすく、10万倍以上の高分解能の観察には向いていません。

上記を簡単にまとめると、以下の様になります。

	TR800PSA	TR400PSA	CONTR
扱いやすさ	◎	△	○
高分解能	◎	○	△
静電気	○	△	◎
柔らかい試料	○	◎	○
凹凸の大きな試料	○	○	◎

<ダイナミックモードの場合>

NCHR

【選び方】

- ・応答速度が早く、凹凸の大きな試料の観察や、高分解能が必要とされる観察に向いています。
- ・バネ定数は 42N/m と大きいですが、ほとんどの試料を観察できます。

【留意点】

- ・生体試料や高分子材料などの柔らかい試料の観察、探針の磨耗が激しい硬い試料の観察には、バネ定数の小さいカンチレバーを使用するとより良い画像を得られる場合があります。

AC160TS-C2

【選び方】

- ・探針がカンチレバーの一番先端にあるため、探針の位置合わせが容易です。
- ・スペックは NCHR とほぼ同等で、安価です。

AC160TS-C3

【選び方】

- ・探針がカンチレバーの一番先端にあるため、探針の位置合わせが容易です。
- ・チップの側壁が垂直のため、ピンセットでの取り扱いが容易です。

【留意点】

- ・共振周波数は NCHR、AC160TS-C2 と同等ですが、バネ定数は小さくなっています。

AC240TS-C3

【選び方】

- ・探針がカンチレバーの一番先端にあるため、探針の位置合わせが容易です。
- ・チップの側壁が垂直のため、ピンセットでの取り扱いが容易です。
- ・バネ定数が小さく、生体試料や高分子材料などの柔らかい試料の観察に向いています。

【留意点】

- ・粘性の高い試料や凹凸の大きな試料の観察には向いていません。

AC200TS-C3

【選び方】

- ・探針がカンチレバーの一番先端にあるため、探針の位置合わせが容易です。
- ・チップの側壁が垂直のため、ピンセットでの取り扱いが容易です。
- ・AC160TS-C3 と AC240TS-C3 との中間的な特性を有しています。

SSS / AR5**【選び方】**

- ・SSSタイプ 高分解能対応。微細なナノ構造を分解能良く観察できます。
- ・AR5タイプ アスペクト比の大きい穴や、切り立った形状の観察に向いています。

【留意点】

- ・どちらのカンチレバーも探針が細く、磨耗しやすくや折れやすいため、カンチレバーのアプローチや観察時のパラメータの設定には注意が必要です。共振振幅と荷重を小さくします。

上記を簡単にまとめると、以下のようになります。

	NCHR	AC160TS-C2	AC160TS-C3	AC240TS-C3	AC200TS-C3	SSS/AR5
扱いやすさ	◎	○	◎	◎	◎	△
高分解能	○	○	○	○	○	◎
位置決め	○	◎	◎	◎	◎	○
柔らかい試料	○	○	○	◎	○	○
凹凸の大きな試料	◎	◎	◎	△	○	○

<カンチレバーの選び方のポイント>**【選び方】**

使用するオプションや機能に応じて、様々なカンチレバーが市販されています。カンチレバーを選ぶ際には、バネ定数、共振周波数、コーティング材料などがポイントとなります。

・バネ定数

観察時の探針-試料間に働く力の大きさに影響します。バネ定数が大きい方が安定した観察が行えますが、探針や試料にダメージを与えやすくなります。一般的に柔らかい試料には、バネ定数の小さいカンチレバーが向いています。

ダイナミックモード用のバネ定数は 1N/m 以上、コンタクトモード用ではそれ以下が目安です。ダイナミックモードでは、推奨品のNCHRに代表される、バネ定数が40N/m程度のカンチレバーはオールラウンドに使えるタイプです。生体試料や高分子材料の様な柔らかい試料の表面形状および粘弾性の観察には数 N/m のバネ定数のカンチレバーを使用すると、より良い画像データを得られる場合があります。

・共振周波数

ダイナミックモードでは、共振周波数が高いほど応答性が良く、分解能が良くなります。ただし、共振周波数が高いと前項のバネ定数が大きくなります。

・コーティング材料

Si 製のカンチレバーが一般的ですが、目的によって表面に異種材料をコーティングすることで、多様なモードに対応しています。例えば、電流モードや表面電位モードなど電氣的な測定用のカンチレバーには金属コーティングが施され、磁気力(MFM)モードではNiやCr系の磁性材料がコーティングされています。目的・用途に合わせて選択してください。

4. 詳細情報について

より詳しい技術的情報は各メーカーのホームページに記載されていますので、こちらをご覧ください。

オリンパス(株) : <http://www.olympus.co.jp/jp/insg/probe/>

(株)東陽テクニカ : <http://www.toyo.co.jp/spm/probe.htm>

以上