HyPix-3000

ハイブリッド型多次元ピクセル検出器

高速高分解能測定を実現する2次元検出器

Rigaku

汎用性に優れたX線検出器 HyPix-3000

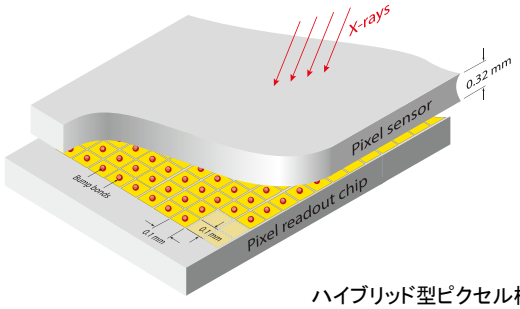
HyPix-3000がラボに最適な「5つ」の理由

- 0次元／1次元／2次元のすべての測定モードをカバー
- バックグラウンドを極限までカット
- 広いダイナミックレンジ
- 高い位置分解能
- ゼロデッドタイム測定を実現

最先端の技術を駆使した新型検出器

HyPix-3000は、ラボユーザーのニーズに応える次世代の２次元半導体検出器です。約3,000mm^{2}という有効検出面積の広さと10^6cps/pixelという高い計数率を大きな特長としています。検出部に縦横に配列されているピクセルのサイズは100μmと非常に小さく、高い位置分解能を実現しています。また、X線を直接検出する光子計数型の採用により、滲みのない回折像を得ることができます。これにより、圧倒的なデータ読み出し時間の速さと完全なノイズフリー測定を提供します。

HyPix-3000はデジタルカウンターとコンパレータをそれぞれ2つ備えており、3つの測定モードから、測定の目的に応じて最適なモードを選択できます。低バックグラウンド測定モードは、試料から発生する蛍光X線の低減や、宇宙線によるノイズの除去に効果を発揮します。高ダイナミックレンジ測定モードは、ダイナミックレンジを優先する測定、すなわち、微弱な回折線と非常に強い回折線が混在する試料の測定に最適です。ゼロデッドタイム測定モードは、データ読み出し時間が実質ゼロとなり、ラボ機では類を見ない高速測定を実現します。



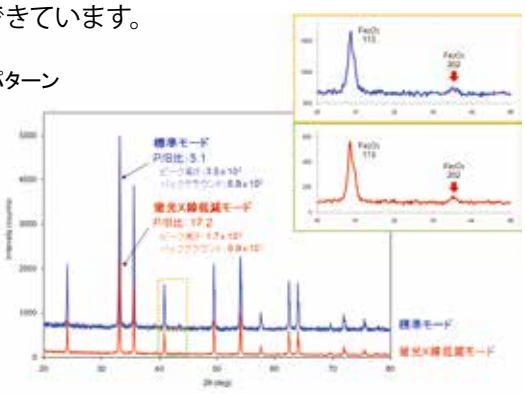
ハイブリッド型ピクセル検出器の概略図

HyPix-3000は、汎用性の高さとメンテナンスの容易さを兼ね備えています。たとえば、コンパクトなボディ設計により、広い2θ測角範囲をカバーできます。また、従来の検出器と異なり、HyPix-3000は実質的にメンテナンス不要です。CCD検出器に必要な冷却装置や、ガス検出器に必要なガス交換、内部芯線の洗浄など、面倒なメンテナンスを必要とせず、長期間安心して使用できます。

低バックグラウンド測定を可能にするダブルスレッショルド設定

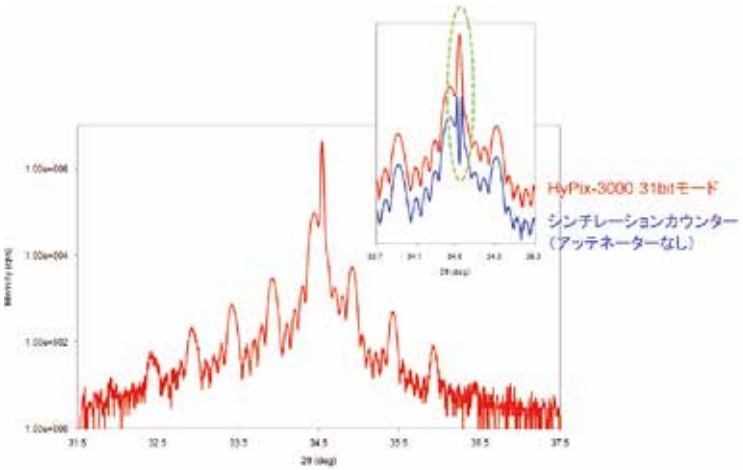
HyPix-3000の個々のピクセルに内蔵された2個のコンパレータの閾値をそれぞれLow側とHigh側に指定することにより、適切なエネルギーウィンドウ設定ができます。Low側の閾値は電気ノイズや蛍光X線によるバックグラウンドの上昇を低減し、High側の閾値は宇宙線や連続線などのノイズとなる原因を除去します。これによりS/Nの優れたデータを取得できます。図1は、標準モードおよび蛍光X線低減モードで測定した鉄を含む粉末試料のX線回折パターンを示しています。蛍光X線低減モードで測定することにより、鉄系試料をCu線源で測定した場合に問題となるバックグラウンドの上昇を抑え、通常の測定ではバックグラウンドに埋もれてしまうような微量な成分も明確に検出できています。

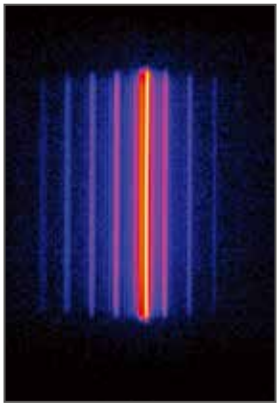
図1. 標準モードおよび蛍光X線低減モードで測定した酸化鉄粉末のX線回折パターン



弱いシグナルから強いシグナルまでを一度に検出

HyPix-3000は2つの16bitデジタルカウンターを内蔵しています。これらを結合し、1つのカウンターとして動作させることで、31bitの高計数カウンターとして使用することが可能になります。この31bitモードにより、広いダイナミックレンジを必要とするような測定であっても、アッテネーターを使用せずに測定できます。
図2は、シンチレーションカウンターおよびHyPix-3000の31bitモードで測定した、InGaN/GaN多重量子井戸（MQW）構造試料の高分解能ロッキングカーブプロファイルを示しています。HyPix-3000の31bitモード測定で得られたプロファイルは、シンチレーションカウンターのような数え落としによる強いX線の飽和現象がなく、薄膜からの弱い回折線と基板からの強い回折線を同時に測定できています。また、微細なピクセルサイズと相まって、明確なピークの分離が観察できています。





InGaN/GaN MQWの2次元回折イメージ

図2. InGaN/GaN MQWの高分解能ロッキングカーブプロファイル

100μmピクセルで優れた位置分解能を実現

HyPix-3000のピクセルサイズは100μmと非常に小さく、優れた位置分解能を実現しています。図3は、典型的な粉末試料の定性分析の結果を示しています。この例では、1次元TDI（Time Delay and Integration）モードにより、わずか2分という短い測定時間でも十分な強度の回折パターンが得られます。また、0次元モードによる測定では、図4に示すように、半値幅（FWHM）0.03°以下のさらに高分解能な測定が可能です。

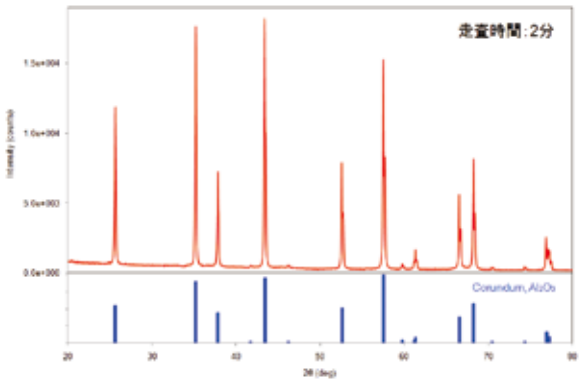


図3. Al_2O_3粉末のX線回折パターン

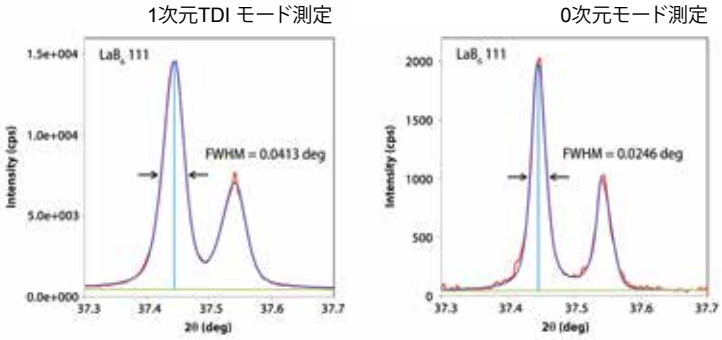
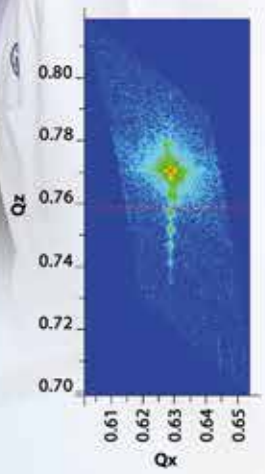
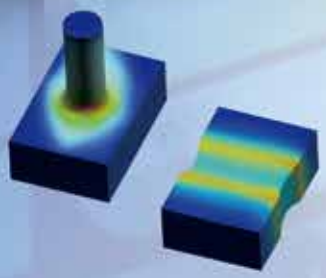


図4. LaB_6粉末のX線回折プロファイル

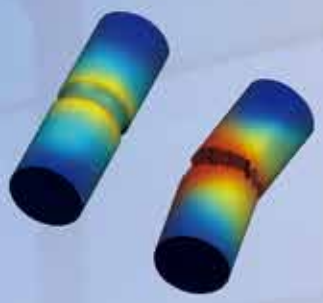
1D／
高速・高分解能



High-Speed Reciprocal Space Map
高速逆格子空間マップ測定
（高分解能測定）
エピタキシャル膜の格子定数、格子歪、
残留応力測定

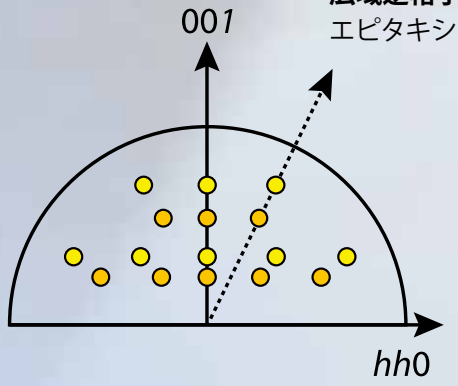


High-Speed Residual Stress
高速残留応力測定（ψ_0一定測定）
バルク試料の高速残留応力、歪測定



GI-SAXS
すれすれ入射
量子ドットアレ

Wide Range Reciprocal Space Map
広域逆格子空間マッピング測定
エピタキシャル膜のドメイン評価



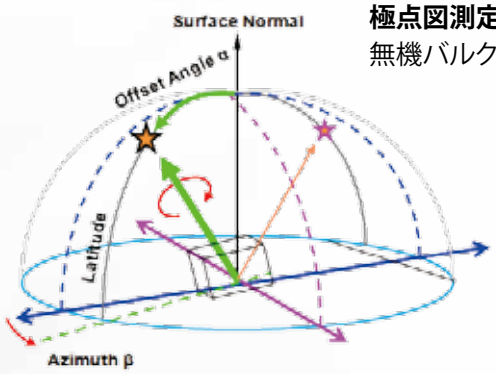
High-Speed Powder XRD
高速粉末X線回折測定
（Time Delay and Integration）
粉末試料の結晶相同定、定量分析、
結晶性評価のための高速測定

***in situ* High-Temperature XRD**
***in situ* 高温X線回折測定**
有機化合物の相転移、化学反応、脱水反応の分析

SmartLabと組み合わせることにより
HyPix-3000 1台で多くのアプリケーションに対応

能測定

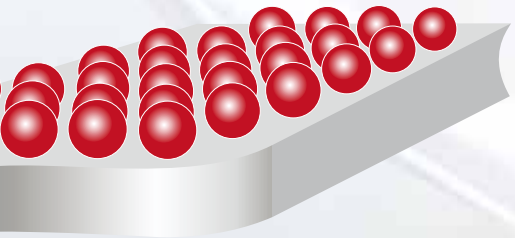
2D／
広域・高感度測定



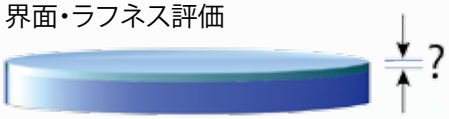
Pole Figure
極点図測定
無機バルク試料のテクスチャー、配向解析

0D／
高精度・
高係数率測定

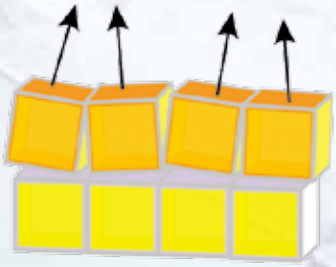
小角X線散乱測定
ンイや自己組織化有機薄膜の分析



Reflectivity
反射率測定
薄膜試料の膜厚、膜密度、
界面・ラフネス評価

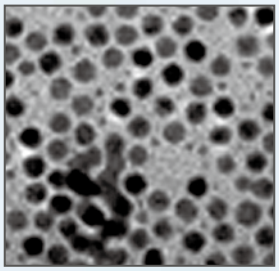


High-Resolution Rocking Curve
高分解能ロッキングカーブ測定
エピタキシャル膜の膜厚、組成、格子不整合評価



Rocking Curve
ロッキングカーブ測定
選択配向試料のモザイク評価

SAXS and U-SAXS
小角X線散乱測定
ナノ・サブミクロン粒子の粒子サイズ、粒径分布評価



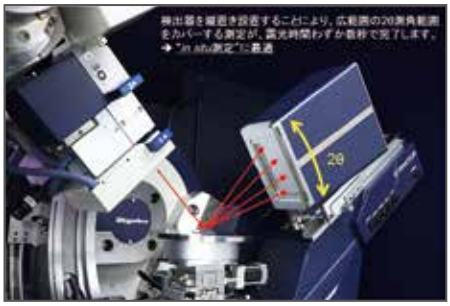
In-Plane XRD
インプレーンX線回折測定
バルク試料や薄膜試料の結晶相
同定、結晶性評価、方位解析

研究を大きく躍進させる最先端検出器 HyPix-3000

in situ（その場）測定にも最適

HyPix-3000は、2つのカウンターを計数／読み出しと交互に切り替えることにより、データ読み出しにかかるデッドタイムを実質ゼロにできます。そのため、シャッターレス測定による *in situ* 測定・連続した時分割測定が可能となります。

図5は、HyPix-3000の特長である高速読み出しと検出面積の広さを生かし、温度上昇による結晶相転移の過程をX線回折測定でリアルタイムにとらえた例を示しています。温度の上昇に伴い、コランダム、クオーツ、カルサイトの混合物から、中間層を経てゲーレナイトが合成されていく過程を視覚的に確認できます。



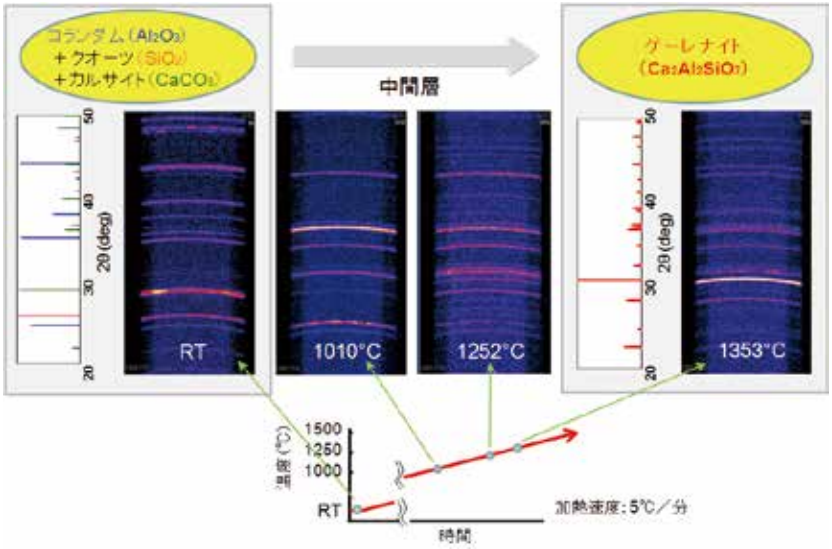


図5. セラミック合成過程の *in situ* 測定

広域逆格子空間マッピング測定もわずかな時間で完了

HyPix-3000は、通常の露光モードによる2次元測定の他に、2次元TDIスキャンによる測定が可能です。この測定では、スキャン中に有効検出面積分のデータが積算されるため、微弱な回折線であっても強度の高い2次元データとして像を得ることができます。この機能を利用することにより、広範囲にわたる逆格子点の情報を高速に測定できます。

図6は、(Pb,La)TiO_3（PLT）配向膜/Pt下地/Si基板からなる強誘電体薄膜の広域逆格子マップを示しています。
逆格子マップ作成のためのデータ測定は、わずか15分。驚異的な高速測定は、検出面積の広さとTDIスキャン測定、そして、高速読み出しを特長としたHyPix-3000だからこそ提供できるアプリケーションです。

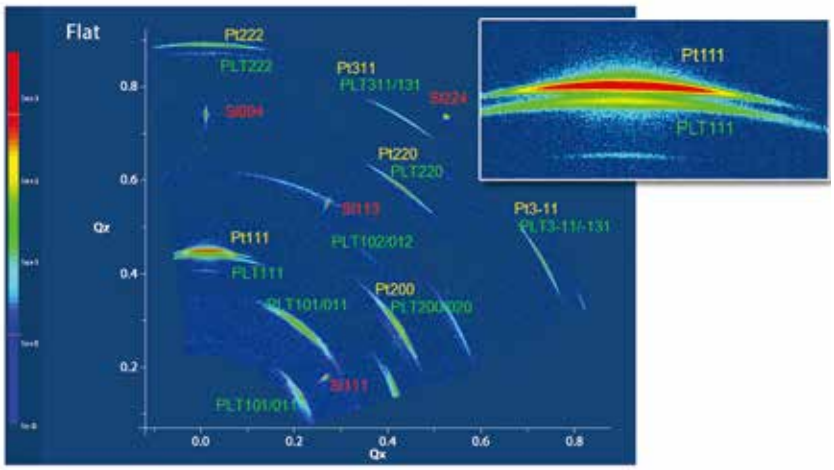
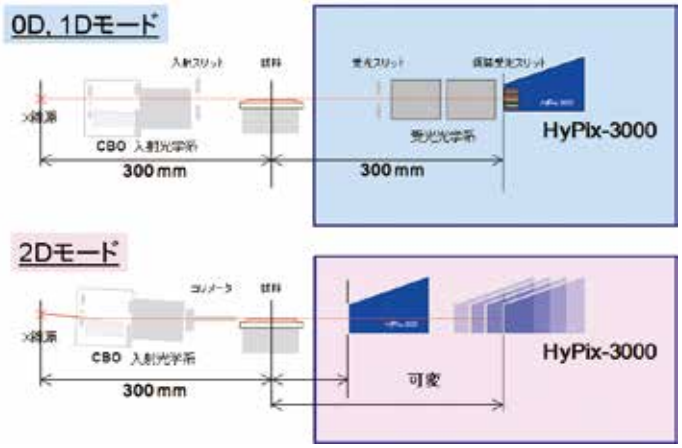


図6. PLT/Pt/Siの逆格子マップ

仕　様

検出素子	ピクセル型シリコン半導体素子
有効検出面積	2,984 mm^2（77.5 × 38.5 mm）
ピクセルサイズ	100 × 100 μm
ピクセル数	775 × 385 = 298,375 ピクセル
データ転送フォーマット	Differential／31 bit／Zero dead time
計数率	Global: > 2.9 × 10^{11} cps Local:　> 1 × 10^6 cps/pixel
検出効率	Cr, Fe, Co, Cu: 99% Mo: 38%
読み出し時間	3.7 ms（zero dead timeモードでは0 ms）
エネルギー分解能	25%以下（@CuKα）
寸法	147(W) × 93(H) × 180(D) mm
重量	約 2 kg

HyPix-3000外観 †



各測定モードでの装置構成

HyPix-3000は、ラボユーザーのニーズに応えて開発されました。筐体のデザインは、最大限の2θ測角範囲をカバーできるように、コンパクトな設計になっています。

HyPix-3000は、全自動水平型多目的X線回折装置SmartLabに搭載することにより、2次元検出器としての機能だけでなく、1次元検出器や0次元検出器としても動作します。これまでのように、それぞれの検出器を個別に準備し、用途に応じて載せ替えるという煩わしさがなく、すべてのアプリケーションをこの1台で行うことができます。

† 本製品は、Department of Measurement and Electronics, AGH University of Science and Technology（ポーランド）と株式会社リガクが共同開発しています。

HyPix-3000

ハイブリッド型多次元ピクセル検出器

www.Rigaku.com

日本分析機器工業会規格JAIMAS 0101-2001に適合

＊カタログ中に掲載されている性能上の数値は、株式会社リガクによるテスト結果であり、他の環境下で常に同様の結果となることを保証するものではありません。
＊カタログ中の社名、製品名は各社の商標および登録商標です。
＊このカタログに掲載されている製品は、外国為替および外国貿易法の安全保障輸出管理の規制品に該当する場合がありますので、輸出する場合、または日本国外に持ち出す際は、日本国政府への輸出許可申請等、必要な手続きをお取りください。

製品改良にともない、やむをえず仕様・外観などを予告なく変更させていただく場合があります。ご了承ください。

株式会社リガク　〒196-8666 東京都昭島市松原町3-9-12
☎(042)545-8111〈代表電話案内〉 FAX.(042)544-9795

東 京 支 店／〒151-0051 渋谷区千駄ヶ谷4-14-4　☎(03)3479-6011 FAX.(03)3479-6171
大 阪 支 店／〒569-1146 高槻市赤大路町14-8　☎(072)696-3387 FAX.(072)694-5852
東北営業所／〒980-0804 仙台市青葉区大町1-2-16　☎(022)264-0446 FAX.(022)223-1977
名古屋営業所／〒461-0002 名古屋市東区代官町35-16　☎(052)931-8441 FAX.(052)931-2689
九 州 営 業 所／〒802-0005 北九州市小倉北区堺町2-1-1　☎(093)541-5111 FAX.(093)541-5288

URL http://www.rigaku.co.jp/

X線装置設置の届出について

X線装置の設置に際しては、下記の通り届出が必要です。
- 中央省庁：装置設置の検査終了後30日以内に人事院へ
- 公立機関：工事開始の30日前までに各都道府県の人事委員会へ
- 民間機関：工事開始の30日前までに労働基準監督署へ

詳しくは、弊社支店・営業所までお問い合わせください。

CJD632A/140300NS