

X線吸収端近傍スペクトル測定法による 医薬品原薬・製剤の解析

医薬品原薬の結晶形や結晶性の分析と評価は製剤学的に重要な課題である。最近、X線吸収端近傍スペクトル測定法が有機化合物である医薬品原薬や製剤の分析に適用できることが明らかになった。本稿では、同測定法の特徴、および医薬品原薬の分析や製剤の構造解析への適用例について解説する。

野口 修治, 伊藤 雅隆, 鈴木 浩典

1 はじめに

薬理作用を示す医薬品原薬（有効成分）は、その結晶形や結晶化度により溶解度や溶解速度が異なるので、治療効果も異なる場合がある。このため、原薬の結晶や非晶質の分析・評価は製剤学的に極めて重要な課題である。原薬の結晶や非晶質の分析には、これまで粉末X線回折測定法や赤外吸収スペクトル測定法、ラマン分光法、固体NMR法などが用いられてきた。しかし、特に医薬品製剤の場合は、原薬以外にも製剤を形成するのに必要な賦形剤や、徐放性や腸溶性といった製剤機能を付与するためのポリマーなど、多種多様な添加剤が大量に共存するのが普通である。このため従来の分析法では、添加剤に由来する情報も同時に観測されるため、原薬特異的な構造・物性情報を得るのは困難となる場合も多い。したがって、原薬の情報が特異的に得られる分析法は非常に有用となる。そのための分析法としてX線吸収端近傍スペクトル測定法（XANES法）が適用可能であることを筆者らは見いだした。ここでは同測定法の特徴と実際の応用例について解説する。

2 X線吸収端近傍スペクトル測定法

2.1 X線吸収端微細構造

測定対象となる試料に種々のエネルギーのX線を照射し、その吸光度スペクトルを測定する方法をX線吸収スペクトル測定法という。同法は紫外可視吸光度測定法と原理的には同じであるが、紫外可視吸光度測定法が紫外・可視光（200～750 nm程度）の光を利用するのに対し、X線吸収スペクトル測定法ではエネルギーが遥かに高いX線（通例、エネルギーでは2 keV程度以上、波長では0.6 nm程度以下）を用いるのが特徴である。X線吸収スペクトル測定法では、スペクトルを表示する

ときの横軸の単位は、波長ではなくエネルギー値が用いられる。

どの元素もK殻など内殻電子の軌道エネルギー値以上のX線を強く吸収するので、そのエネルギー値のところで吸光度が急激に増大する（図1）。その急激な増大部分のスペクトルを吸収端（K殻の電子の遷移を観測するときはK吸収端、L殻の場合はL吸収端）という。内殻軌道からエネルギーの最も低い遷移可能な空軌道へ遷移するときの吸収が大きなピークとして観測され、そのピークよりもエネルギー値の高い部分には、よりエネルギー値の高い多数の空軌道への遷移に対応する小さなピークが重ね合わされた状態で観測される。さらにX線のエネルギーが大きくなっていくと電子は原子から飛び出してイオン化するようになり、吸収されるエネルギーはイオン化するエネルギー値に近づき、吸光度は一定の値を示すようになる。X線吸収スペクトル測定法では、バックグラウンドを差し引き、吸収端よりも低エネルギー値での吸光度と、吸光度が一定値に近づくエネルギー値での値との差が1となるように規格化処理がなされたスペクトルが利用される。

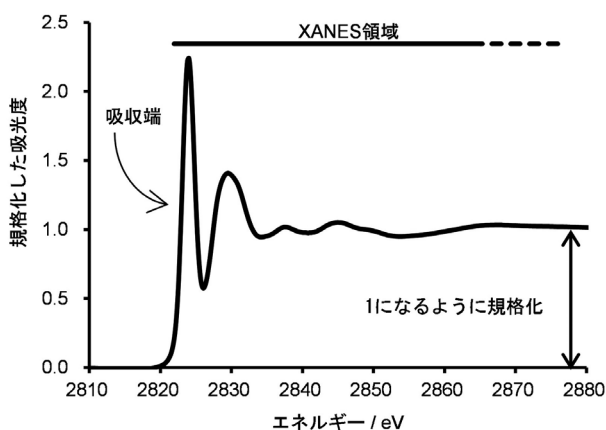


図1 XANES スペクトルの例
アモキシシピン (C₁₇H₁₆ClN₃O) のCl K吸収端 XANES スペクトル。

吸収端およびその高エネルギー側のスペクトルのことを、X線吸収微細構造 (X-ray absorption fine structure, XAFS) といい、この部分に着目した分光法が XAFS 測定法である。XAFS はさらに二つの領域に分けられる。吸収端およびそこから高エネルギー側 50 eV 程度までの吸収端近傍のスペクトルを X 線吸収端近傍構造 (X-ray absorption near-edge structure, XANES) といい、本稿で取り上げる X 線吸収端近傍スペクトル測定法 (XANES 法) はその XANES 領域に着目した分析法である。また、吸収端から 50~1000 eV の領域は広域 X 線微細構造 (extended X-ray absorption fine structure, EXAFS) と呼ばれる。

2.2 XANES 法の特徴

XANES のスペクトル形状は、X 線吸収原子の価数や化学形態、すなわち X 線吸収原子の電子状態によって特有の形状を示す。したがって、XANES に基づいて X 線吸収原子が形成する相互作用に関する情報が得られるし、XANES の形状をいわば指紋のように利用することで物質を同定することができる。

XANES 法の特徴としては、第一に同法が元素特異的な測定法であることが上げられる。例えば医薬品原薬の場合、ある元素が原薬には含まれるが医薬品添加剤には含まれないとすると、その元素の XANES スペクトルを測定することにより、原薬に特異的な情報が得られることになる。この特異性は、多種多様な添加剤が共存している医薬品製剤試料の分析・評価に適用する際には非常に役立つ。XANES 法は原理的にはすべての元素に対して適用可能であるが、原子番号が Si よりも小さい元素の場合は、吸収端付近のエネルギーの X 線が空気や He などの測定雰囲気中の気体に吸収されて測定の障害となるため、超高真空状態で測定する必要が生じる。超高真空状態では、原薬結晶が風解するなどして変質する怖れが生じる。したがって医薬品原薬・製剤に XANES 法を適用する場合には、Si 以上の原子番号で、添加剤には含まれないが原薬に含まれることの多い元素が測定対象となる。具体的な対象元素として、P、S など医薬品原薬中に共有結合を形成する形態で含まれる元素や、共有結合を形成するか塩基性薬物の対イオンとして含まれるハロゲン (Cl, Br, I)、酸性薬物の対イオンとなる K や Ca が考えられる。

XANES 法は、固体のみならず、半固体や液体、液体の中に固体粒子が分散している懸濁剤、更には気体であっても測定可能である特徴もある。医薬品での適用例としては、原薬や製剤の粉末のみならず、錠剤そのまま、あるいは医薬品原薬結晶が水溶液中に分散している懸濁液などがある。

また、XANES 法は検出感度が非常に高いことも特徴である。一般に、ppm オーダーの低い含量でもスペク

トル測定が可能とされている。測定対象元素が 1 原子含まれる原薬分子の粉末ならば数 mg 程度でも良好な測定データが得られる。

2.3 XANES 法の測定

XANES 法の測定では、試料に様々なエネルギーの X 線を照射する必要があるため、通例は放射光 X 線を利用する。一般に供用されている放射光施設ならば、XANES 測定用のビームラインは必ず設置されている。

実際の測定時の試料調製法は、測定対象元素の吸収端のエネルギー値により異なる。Cl や S、P などの K 吸収端や I の L 吸収端など、2~5 keV の比較的エネルギーの低い X 線を用いる場合、原薬結晶などの固形粉末は電子顕微鏡の観察に頻用される導電性両面テープに付着させ、液状試料はポリエチレンの袋に封入する (図 2)。こうした試料をヘリウム置換雰囲気において測定する。この場合、試料に X 線を照射したときに試料から放出される電子あるいは蛍光 X 線を観測することで吸光度に比例した値の情報が得られる。Br の K 吸収端 (約 13.5 keV) などエネルギー値が高く透過性が高い X 線を用いる場合は、通常の空気雰囲気下で測定できる。固形粉末試料ならば X 線吸収の小さい窒化ホウ素 BNなどを賦形剤として錠剤化して、照射 X 線と透過 X 線の光子数を測定することで吸光度の情報を得ることも可能である。

測定したデータは、前述のようにバックグラウンドを差し引き、規格化を行う処理を行うが、その処理には Demeter と名付けられている X 線吸収スペクトル測定データ解析処理パッケージに含まれるソフトウェア Athena を用いるのが事実上のデフォルトとなっている。同ソフトウェアは Web サイト¹⁾からダウンロードして一般的な PC にインストールすることで簡便に利用できる。

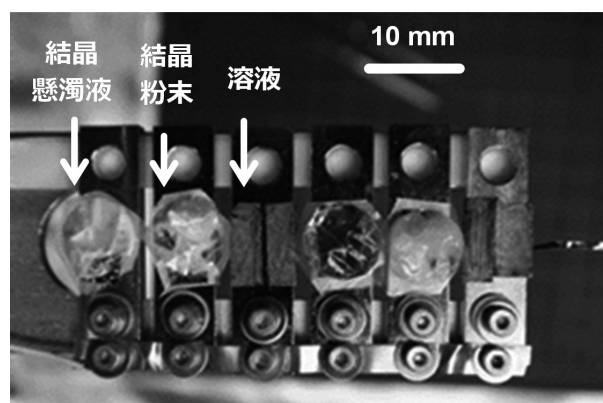


図 2 XANES 測定試料の例

結晶粉末は導電性両面テープに薄く塗りつけられている。液状試料は、ポリエチレン緩衝剤の袋部分に封入している。

3 XANES 法の医薬品原薬・製剤への適用

これまで XANES 法は、触媒や電池などに含まれる、遷移金属元素などの酸化状態や配位様式の解析に広く適用されてきた。一方で、XANES 法を原薬の種々の結晶形に適用することを考えた場合、測定対象元素を含む原薬分子は完全に同一であり、酸化状態や化学的狀態も同一と考えられるため、XANES スペクトルに違いが観測されるかは全く不明であった。以下では XANES 法を原薬結晶等の試料に適用し、どのような要因が XANES スペクトル形状に変化をもたらすのかを明らかにした例と、XANES 法を原薬結晶形の定量および製剤の構造解析に応用した例について述べる。

3.1 Cl 含有モサプリド結晶

胃腸薬として用いられるモサプリドは、Cl 原子を 1 個含む分子である。XANES のスペクトル形状が結晶形により異なることはモサプリド結晶を用いて初めて明らかにされた²⁾。

モサプリド結晶のうち、クエン酸塩結晶や溶媒和物結晶など計 4 種の結晶試料について Cl K 吸収端の XANES 測定を行ったところ、プロピレングリコール和物結晶のみ他の三種とは異なる XANES スペクトル形状を示した

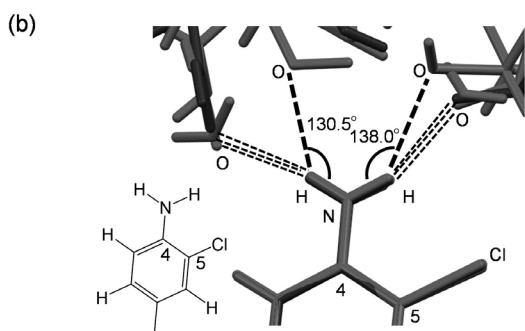
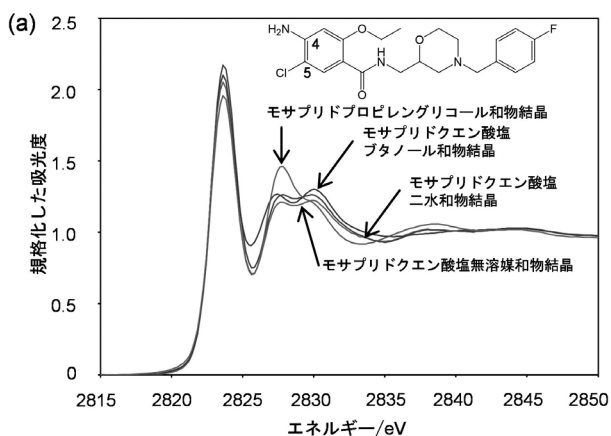


図 3 モサプリド結晶の XANES 測定

- (a) モサプリドの化学構造と Cl K 吸収端 XANES スペクトル。
 (b) 結晶中でのモサプリド 4 位アミノ基の水素結合様式。各結晶構造をモサプリドのベンゼン環部分で重ね合わせて示す。モサプリドプロピレングリコール和物結晶の水素結合を太い点線で、それ以外の結晶を細い点線で示す。

(図 3 (a))。この要因を明らかにするため、単結晶構造を比較したところ、Cl 原子に直接関与する原子間相互作用にはプロピレングリコール和物結晶に特有のものは見いだされなかったが、Cl 原子と同じベンゼン環に結合している 4 位のアミノ基がプロピレングリコール和物のみ特有の水素結合様式であることが明らかとなった(図 3 (b))。水素結合は、水素供与体・受容体の各原子と水素原子が直線状の配置になるときに最も強くなる。プロピレングリコール和物結晶以外では、水素結合に関わる原子が直線状に近い配置であるのに対し、プロピレングリコール和物結晶のみが直線状の配置から外れた配置となっていた。4 位のアミノ基は sp^2 の混成軌道であり、Cl 原子も非共有電子対を持つので、どちらもベンゼン環と共役系を形成していると考えられる。アミノ基の水素結合様式の違いが共役系を介して Cl 原子の電子軌道の形状やエネルギー値に影響を与え、そのことが XANES スペクトル形状の違いとして観測されたと考えられた。

3.2 Cl 含有インドメタシン結晶と非晶質

インドメタシンは非ステロイド性消炎・鎮痛薬であり、分子中に Cl 原子を 1 個含む。インドメタシンの α 形結晶と γ 形結晶の Cl K 吸収端の XANES のスペクトルは、それぞれ特有の形状を示した³⁾(図 4 (a))。単結晶 X 線構造の解析から、 α 形結晶の非対称単位中に含まれるインドメタシン 3 分子のうち、2 分子には Cl 原子と O 原子にファンデルワールス半径の和よりも遙かに近い原子間接触が形成されていることが明らかとなった(図 4 (b))。Cl, Br, I などのハロゲン原子には、共有結合の延長線上に σ ホールと呼ばれる電子が不足した領域が存在し、その領域が電子受容体として機能することで、非共有電子対を持ち電子供与体となる O 原子などとハロゲン結合と呼ばれる結合が形成される⁴⁾。ハロゲン結合の結合力は水素結合よりもやや弱い程度と考えられている。インドメタシンの結晶多形間における XANES のスペクトル形状の違いは、ハロゲン結合の形成が Cl 原子の電子軌道の形状やエネルギーを変化させたことが要因の一つと考えられた。

原薬を分子状態でポリマー中に分散させて非晶質化した固体分散体では、結晶に比べて溶解度が向上するので、溶解度改善を図る製剤化技術としてよく用いられる。一方で、固体分散体中の原薬分子は保管条件によって結晶化して品質低下が起る恐れもある。インドメタシンをポリマー(オイドラギット-E)に分散させた固体分散体を 40 °C、相対湿度 75 % の条件下で保存すると、非晶質状態のインドメタシンが徐々に α 形結晶として結晶化していき、その過程では XANES スペクトルも非晶質状態のものから α 形結晶のものに徐々に変化していた(図 4 (c))。このように測定試料中に複数種

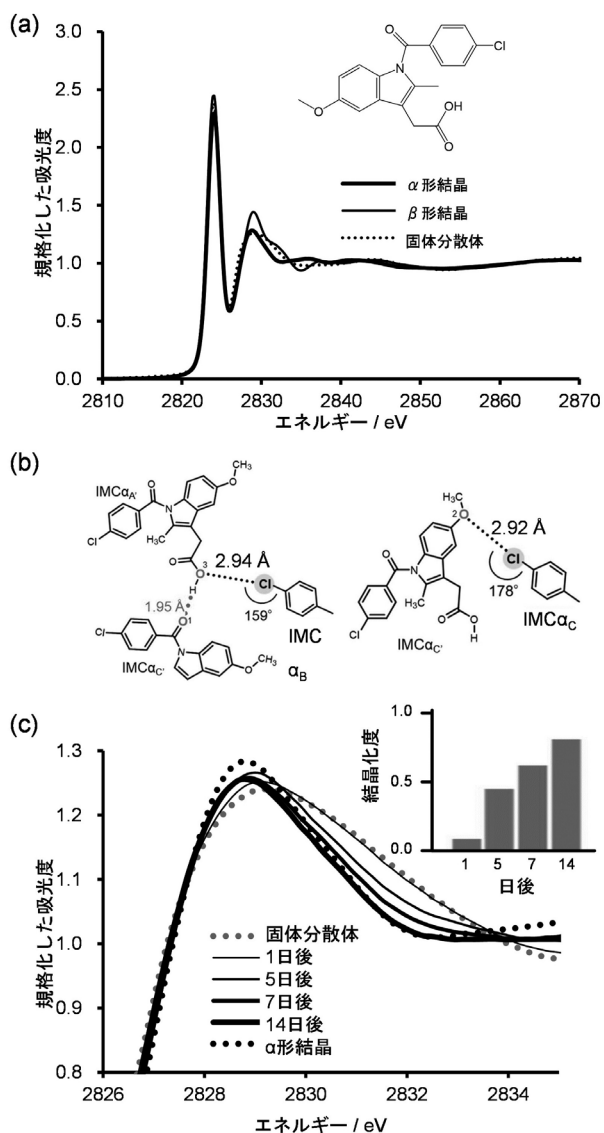


図4 インドメタシン結晶と固体分散体の XANES 測定
 (a) インドメタシンの化学構造と Cl K 吸収端 XANES スペクトル。
 (b) α 結晶で形成されている Cl 原子のハロゲン結合の模式図。Cl と O のファンデルワールス半径の和は 3.27 Å である。
 (c) 固体分散体 XANES スペクトルの経時変化。XANES スペクトルから見積もられた結晶化度を右上の棒グラフで示す。

の試料が含まれている場合、観測される XANES スペクトルはそれら複数種のスペクトルの量に応じた重ね合わせとなる。この性質を利用すれば、XANES 測定法により、試料中の物質の定量が可能である。インドメタシンの固体分散体の場合で考えれば、固体分散体のうち割合 x だけが α 形結晶へと結晶化した混合物のスペクトルの計算値 $S_{\text{mix-calc}}$ は、固体分散体のスペクトルの測定値 S_{ASD} と α 形結晶のスペクトルの測定値 $S_{\alpha\text{-crystal}}$ の線形結合として表すことができる。

$$S_{\text{mix-calc}} = S_{\alpha\text{-crystal}} \times x + S_{\text{ASD}} \times (1 - x)$$

測定した混合物のスペクトルに対して、計算値のスペ

クトルを最小自乗法で当てはめて x を求めることで、固体分散体から結晶化した量を定量できる。この方法を用いることで高温高湿条件下での保管中に増大していく α 形結晶の割合を見積もることができた (図 4 (c))。

3.3 S 含有アンピシリン結晶とアモキシシリン結晶

アンピシリンとアモキシシリンは β -ラクタム系抗生物質であり、それぞれ分子中に S 原子を 1 個含んでいる。アンピシリンおよびアモキシシリンの水和物結晶はほぼ同形であり、S K 吸収端の XANES のスペクトルもほぼ同じ形状であったが、アンピシリン無水物結晶は XANES の領域にふたつのピークが観測されるなど特有の形状を示した⁵⁾(図 5 (a))。単結晶 X 線構造の解析から、S 原子は C-H...S の水素結合を形成していることが明らかとなった (図 5 (b))。水素結合を形成する C, H, S の各原子の空間配置の違いなどがスペクトル形状の違いを引き起こした要因と考えられた。C-H...S の水素結合は N 原子や O 原子のかかわる水素結合と比べてかなり弱いと考えられているが、そうした水素結合が形成される場合であっても電子軌道の形状やエネルギーの変化を通して、XANES のスペクトル形状の違いとして観測できることが示された。

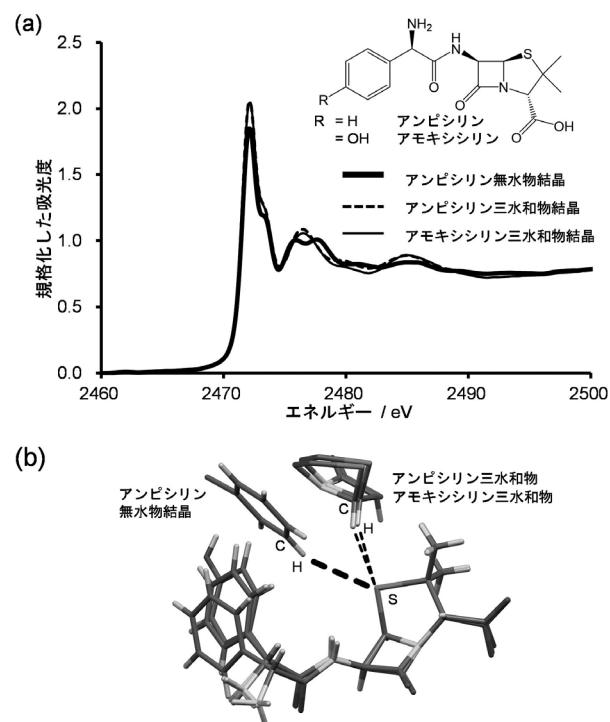


図5 アンピシリン結晶とアモキシシリン結晶の XANES 測定
 (a) アンピシリン類の化学構造と S K 吸収端 XANES スペクトル。
 (b) 結晶中での S 原子の水素結合様式。各結晶構造を 5 員環部分で重ね合わせて示す。アンピシリン無水物結晶の水素結合を太い点線で、アンピシリン三水合物結晶とアモキシシリン三水合物結晶の水素結合を細い点線で示す。

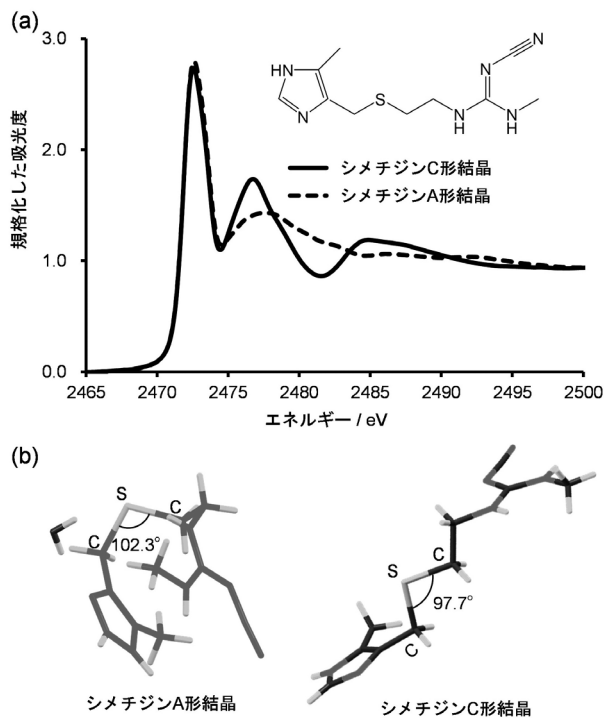


図6 シメチジン結晶のXANES測定

- (a) シメチジンの化学構造とSK吸収端XANESスペクトル。
 (c) A形とC形結晶のシメチジン分子のコンフォメーションとC-S-Cの結合角。

3.4 S含有シメチジン結晶

シメチジンは胃酸抑制薬であり、S原子を1個含む。シメチジンの結晶多形では、A形とC形ではXANESスペクトルに違いが観測された⁶⁾(図6(a))。単結晶X線構造解析の結果、A形ではシメチジンがS原子のところで折れ曲がったコンフォメーションであり、C-S-Cの結合角は約102°であるのに対し、C形では伸びきったコンフォメーションで結合角は約98°と小さかった(図6(b))。この結合角の違いがS原子の電子軌道に影響を及ぼしてXANESスペクトル形状の違いを引き起こした要因の一つと考えられた。すなわち、分子のコンフォメーションの違いが結合角の変化を通してXANES法により検出可能であることが示唆された。

3.5 P含有ビスホスホネート結晶

骨粗鬆症の治療に用いられる、ビスホスホネートと呼ばれる原薬には多種多様なものがあり、リン酸基を二つ含む基本骨格を共通して有している(図7(a))。これらビスホスホネートのナトリウム塩水和物結晶のPK吸収端XANESスペクトルの形状も、原薬毎に固有の形状を示していた⁷⁾(図7(b))。リン酸基のO原子が形成する水素結合やNaイオンとの配位結合の様式は結晶毎に違いがあり、それがPの電子状態に影響を与えてXANESスペクトルの形状の違いとして観測されたと考えられた。XANES法によるリン酸基含有物質の同定が可能であることが示唆されたが、このことは硫酸基を持

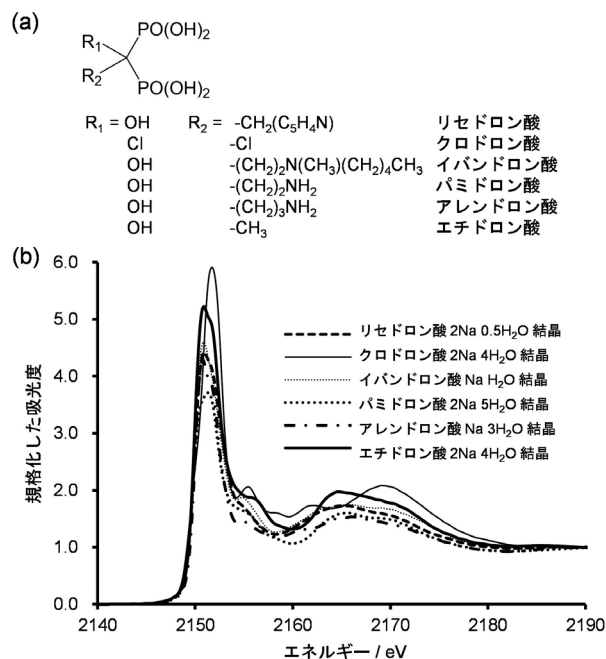


図7 ビスホスホネート結晶のXANES測定

- (a) ビスホスホネートの化学構造。
 (b) ビスホスホネート結晶のPK吸収端XANESスペクトル。

つ原薬結晶や、リン酸イオンや硫酸イオンが対イオンとなっている原薬塩結晶でも同様と考えられる。

3.5 Br含有ブロムヘキシシン塩酸塩結晶錠剤

ブロムヘキシシンはBr原子を2個含む分子であり、その塩酸塩が去痰薬として利用されている。ブロムヘキシシン結晶でもXANESスペクトルは、結晶毎に固有の形状を示していた⁸⁾(図8(a))。ClやS、PのK吸収端XANESスペクトルに比べると、Br K吸収端XANESスペクトルの結晶形間の違いは小さかったが、その原因は、ClやS、Pと比べるとBr K吸収端のエネルギーは約13.5 keVと非常に高いためと考えられた。

単結晶X線構造解析の結果から、XANESスペクトルに形状の違いをもたらした要因は、Brと同じくベンゼン環に結合しているアミノ基の混成軌道の違い(sp²とsp³)などに加えて、Br原子のσホール(電子不足領域)とベンゼン環のπ電子との間のハロゲン-π相互作用の形成が考えられた(図8(b))。

BrのK吸収端のエネルギー値付近のX線は透過力が高く、アルミニウムなどの軽金属程度ならば十分に透過できる。錠剤やカプセル剤では、ポリプロピレンなどのプラスチックでできたくぼみに製剤を入れてアルミニウム箔で封入したPress-through package (PTP)と呼ばれる包装が用いられることが多い。Br K吸収端を利用するXANES法では、PTPの包装の有無でスペクトルは全く変化せず(図8(c))、PTPで包装されたままの錠剤であっても錠剤のXANES測定を行うことで錠剤中の結晶形はI形と同定することができた。

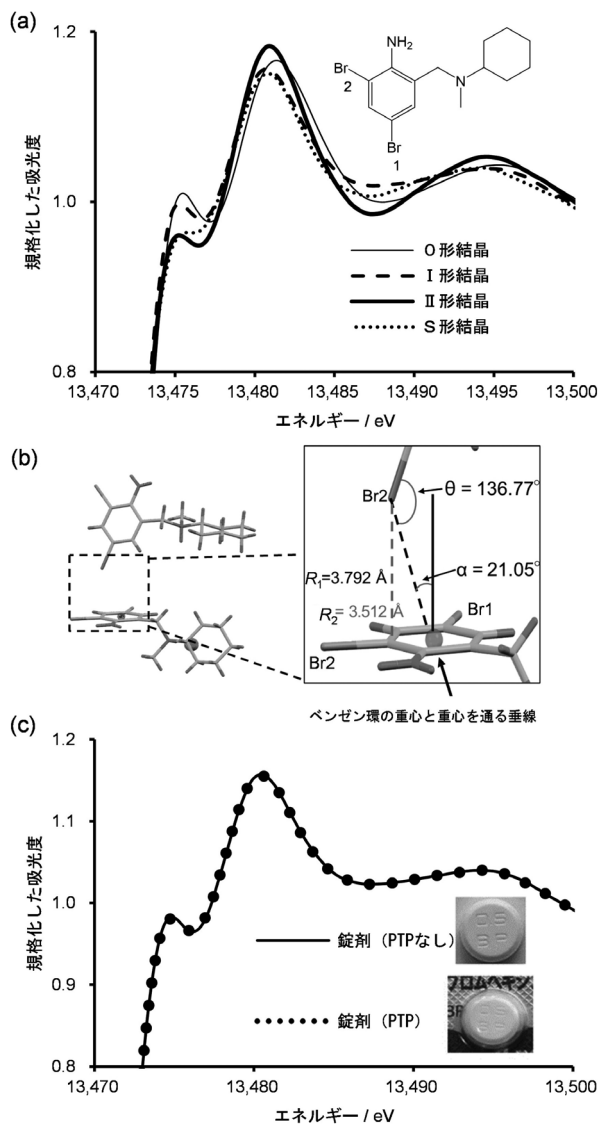


図8 ブロムヘキシンの XANES 測定

- (a) ブロムヘキシンの化学構造とブロムヘキシシン結晶の Br K 吸収端 XANES スペクトルの拡大図。
- (b) II 型結晶で形成されている、Br 原子とベンゼン環 π 電子とのハロゲン- π 相互作用。Br 原子とベンゼン環重心との距離 (R_1) やベンゼン環との距離 (R_2)、Br 原子とベンゼン環重心に関する角度 (θ , α) はハロゲン- π 相互作用が形成されていることを示している。
- (c) アルミ箔とポリプロピレンからなる包装 (PTP) の有無での XANES スペクトルの比較。

3.6 CT-XANES 法による錠剤内部構造解析

XANES 法により得られるスペクトルから原薬の結晶形や非晶質を区別できるので、XANES 法を X 線断層撮影法 (X 線 CT 法) と組み合わせた CT-XANES 法で、製剤の内部構造解析を行うことができる。X 線 CT 法では、測定試料中の各部位の吸光度に相当する情報が得られるので、X 線 CT 測定を複数の X 線エネルギーで実施してそれぞれの吸光度の情報を得れば、原薬の XANES スペクトル情報と組み合わせて、測定試料中における原薬結晶や非晶質の分布を可視化できる。

ブロムヘキシシン塩酸塩の II 型結晶と固体分散体の

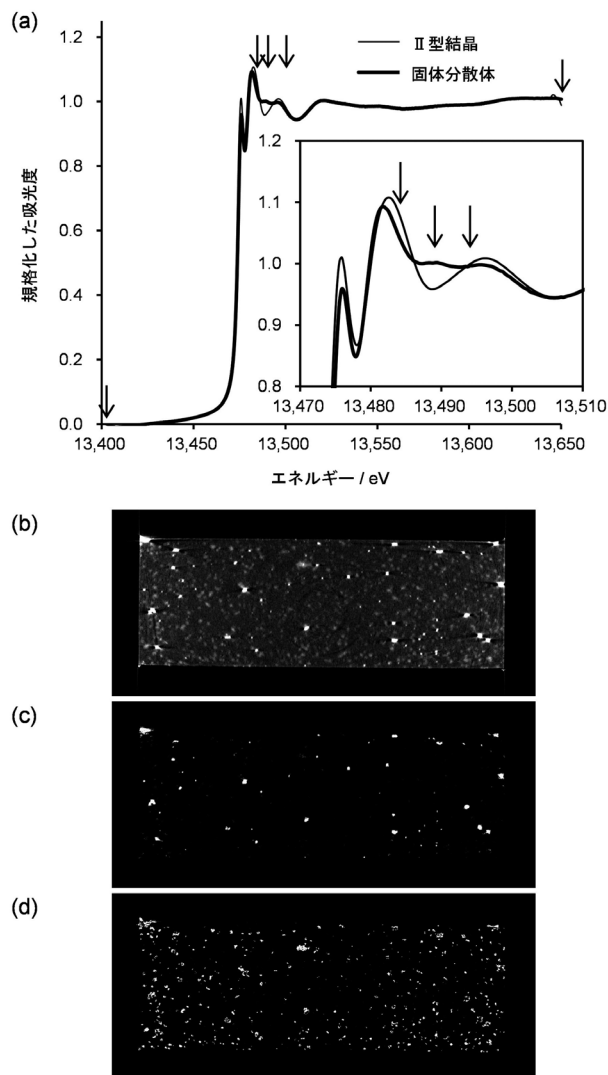


図9 ブロムヘキシシン II 型結晶と固体分散体の CT-XANES 法による解析

- (a) II 型結晶と固体分散体の Br K 吸収端 XANES スペクトル。
- (b) X 線 CT 法による断層画像。X 線の吸収が高い領域を白色で示す ((b)~(d) の画像は見やすくするためにコントラストを調整)。
- (c) XANES スペクトルに基づいて結晶と同定した領域を白色で示した断層画像。
- (d) XANES スペクトルに基づいて固体分散体と同定した領域を白色で示した断層画像。(c), (d) のカラー画像の重ね合わせ図は文献 9 を参照。

XANES スペクトルは、類似性は高いものの、13490 eV 付近の吸光度値に違いが見られるので、その点に着目すれば、結晶と固体分散体を区別することが可能と考えられた⁹⁾(図 9 (a))。II 型結晶と固体分散体が混在しているモデル錠剤 (直径 8.0 mm, 厚さ約 3.5 mm) について、図 9 中の矢印で示した、13490 eV を含む五つの X 線エネルギー値で X 線 CT 測定を実施し、得られた吸光度情報を XANES スペクトルと定量的に比較することで、錠剤中においてどの部分の原薬が結晶か非晶質であるのかの分布を非破壊的に可視化することができた (図 9 (b)~(d))。X 線の吸収の違いに基づいて内部構造を

可視化する X 線 CT 法では吸収の差の小さい物質を区別することは困難な場合も多いが、XANES スペクトルの情報を併用することでより精密な製剤内部構造の可視化が可能と考えられる。

4 おわりに

医薬品原薬の結晶等の試料では、ハロゲン結合や C-H...S の水素結合など、非従来の弱いと考えられている非共有結合性の相互作用が形成される場合であっても、XANES スペクトルの形状変化として一般的に検出できることが明らかとなった。これは XANES 法の適用範囲を医薬品原薬などの有機化合物まで拡大できることを意味している。XANES 法の適用は、結晶多形の同定だけでなく、従来の分光法では検出困難なハロゲン結合や C-H...S 水素結合などの非共有結合性相互作用の形成を特異的に検出・評価できる可能性があり、測定試料に対する新しい物質観の獲得にもつながる分析法としての活用も期待できる。医薬品製剤では、こうした XANES 法の特徴は特に開発段階における原薬の物性評価と製剤の構造解析に寄与すると考えられる。

本稿に記載した放射光 X 線を用いた測定実験は、すべてあいちシンクロトロン光センターで行われたものである (XANES 測定: BL6N1, BL5S10 BL11S2, CT-XANES 測定: BL8S2)。

文 献

- 1) Demeter: XAS Data Processing and Analysis. (<https://bruceravel.github.io/demeter/>), (accessed 2024.10.30)
- 2) M. Ito, H. Suzuki, S. Noguchi: *Cryst. Growth Des.*, **20**, 4892 (2020).
- 3) H. Suzuki, M. Iwata, M. Ito, S. Noguchi: *Mol. Pharm.*, **18**, 3475 (2021).
- 4) 山口充洋: *ファルマシア*, **56**, 401 (2020).

- 5) H. Suzuki, D. Matsubara, Y. Nakata, M. Ito, S. Noguchi: *Chem. Pharm. Bull.*, **70**, 731 (2022).
- 6) H. Suzuki, M. Matsushima, M. Ito, S. Noguchi: *Mol. Pharm.*, **20**, 1213 (2022).
- 7) N. Ito, M. Ito, H. Suzuki, S. Noguchi: *Chem. Pharm. Bull.*, **72**, 480 (2024).
- 8) Z. Huang, H. Suzuki, M. Ito, S. Noguchi: *Int. J. Pharm.*, **625**, 12257 (2022).
- 9) Z. Huang, H. Suzuki, M. Ito, S. Noguchi: *J. Drug Deliv. Sci. Tec.*, **93**, 105434 (2024).



野口 修治 (NOGUCHI Shuji)

東邦大学薬学部薬剤学教室 (〒274-8510 千葉県船橋市三山 2-2-1)。東京大学大学院薬学系研究科修士課程修了。博士 (薬学)。《現在の研究テーマ》放射光 X 線を利用した医薬品原薬と製剤の構造物性研究。《主な著書》“製剤学・物理薬剤学通論”, (京都廣川書店)。《趣味》登山。
E-mail: shuji.noguchi@phar.toho-u.ac.jp



伊藤 雅隆 (ITO Masataka)

東邦大学薬学部 (〒274-8510 千葉県船橋市三山 2-2-1)。東邦大学薬学部。博士 (薬学), 薬剤師。《現在の研究テーマ》医薬品の製剤設計, 深共晶溶媒を用いた原薬調製および製剤設計。《主な著書名》“製剤学・物理薬剤学通論”, (京都廣川書店)。《趣味》写真撮影, 映画鑑賞, 子供と遊ぶこと。
E-mail: masataka.itou@phar.toho-u.ac.jp



鈴木 浩典 (SUZUKI Hironori)

東邦大学薬学部薬剤学教室 (〒274-8510 千葉県船橋市三山 2-2-1)。東京大学大学院薬学系研究科博士課程修了。博士 (薬学), 薬剤師。《現在の研究テーマ》放射光 X 線を利用した低分子医薬品および生体高分子の分析。《趣味》水泳, バイクツーリング。
E-mail: hironori.suzuki@phar.toho-u.ac.jp