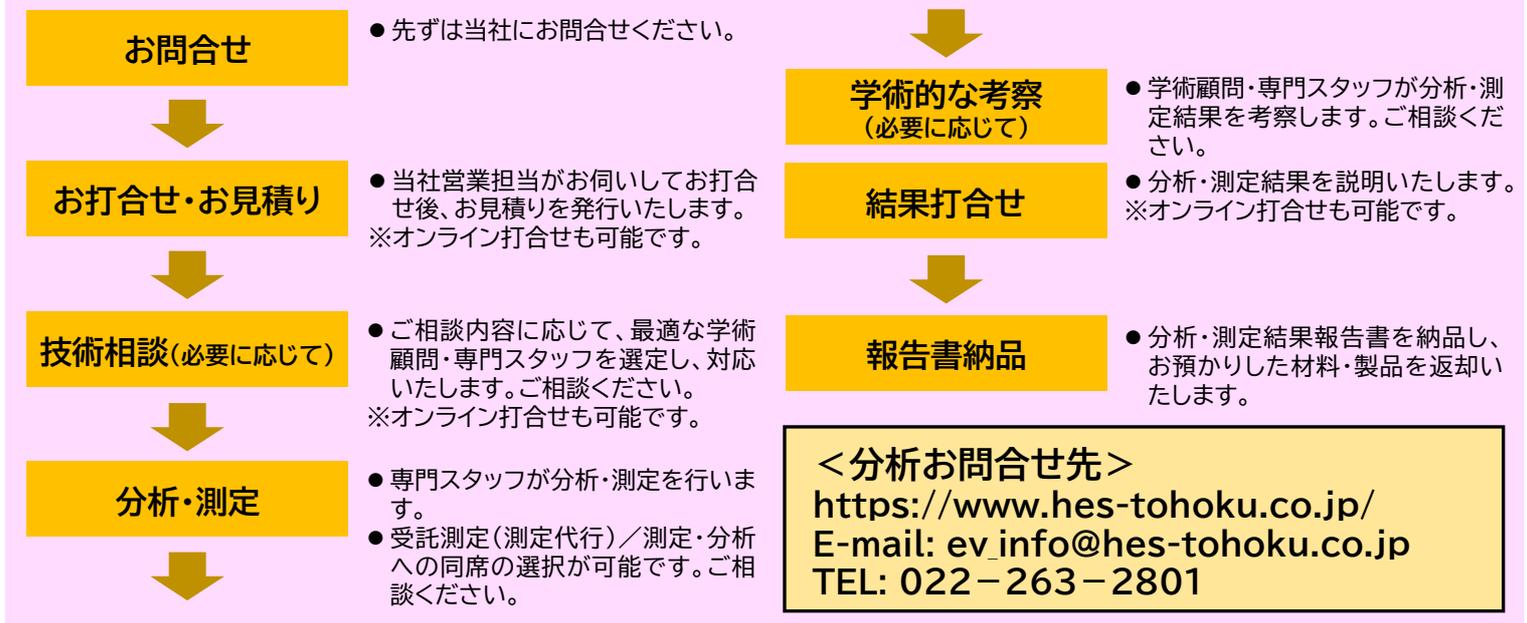


ご依頼からの流れ



学術顧問団

【分析・測定分野】

伊佐 公男 (福井大学名誉教授)

- ・ 化学反応分析、分子構造解析、熱分析、質量分析等 (TG-MS、MS/MS)

【生物学分野】

伊藤 忠直 (元 京都大学教授)

- ・ 生物物理・生体膜・細胞骨格、構造解析(放射光、クラオTEM)等

【材料工学分野】

川崎 亮 (東北大学名誉教授)

- ・ 粉体加工、ナノ複合材料、傾斜機能材料、破壊力学等

【材料工学分野】

後藤 孝 (東北大学名誉教授)

- ・ コーティング技術、CVD(化学蒸着)、PVD(物理蒸着)等

【固体物理学分野】

澤田 安樹 (京都大学名誉教授)

- ・ 固体物理(磁性、金属、低温、光物性、半導体、誘電体)等

【素粒子理論分野】

篠塚 勉 (東北大学CYRIC研究教授)

- ・ 素粒子物理、重イオン源、サイクロトロン等

【農学分野】

高部 圭司 (京都大学名誉教授)

- ・ 木材細胞壁の電子顕微鏡による分析、木質資源のバイオマス利用等

【有機材料分野】

矢持 秀起 (京都大学名誉教授)

- ・ 分子性結晶、有機超伝導体、放射光による時間分解分光・回折実験等

放射光を用いた分析評価の事例紹介(一般例)

【素材・材料】

- セラミックス材料に含まれる微量元素の価数評価
: XAFS(X線吸収微細構造)
- ポリマーフィルム材料の微細構造解析
: SAXS(小角X線散乱)、USAXS(極小角X線散乱)
- 窒化膜、炭化膜の成膜条件最適化のための界面構造解析
: HAXPES(硬X線光電子分光)

【環境・エネルギー】

- 電子部品内の特定有害物質の分析評価
: XAFS(X線吸収微細構造)
- 燃料電池触媒の温度・ガス雰囲気制御下での元素価数評価
: in-situ XAFS(X線吸収微細構造)
- 排ガス浄化触媒の温度・ガス雰囲気制御下での元素価数評価
: in-situ XAFS(X線吸収微細構造)

【エレクトロニクス】

- 酸化半導体材料のバンドキャップ評価
: HAXPES(硬X線光電子分光)、XAFS(X線吸収微細構造)
- 化合物半導体材料の化学結合状態評価
: HAXPES(硬X線光電子分光)

【医療・バイオ】

- 医薬品開発のためのタンパク質の構造解析
: XRD(X線回折)、結晶構造解析
- 医薬品の粉末X線回折
: XRD(X線回折)

【食品・農業】

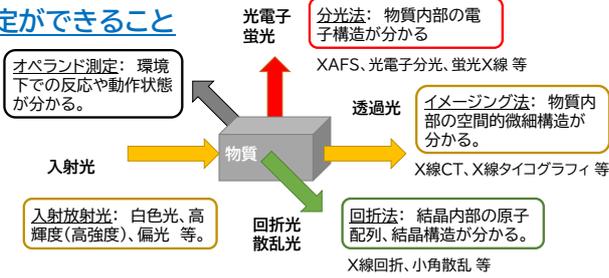
- 冷凍食品の冷凍時・解凍時の構造解析
: X線CT
- 水産物加工品の製造プロセス最適化のための構造解析
: SAXS(小角X線散乱)、USAXS(極小角X線散乱)、X線CT

放射光を用いた分析手法の紹介

(株)光エンジニアリングサービス

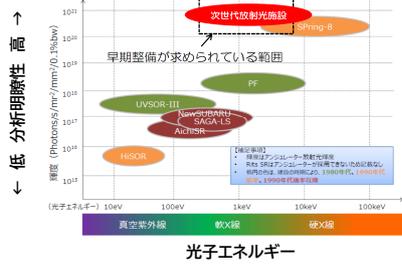
放射光を用いた分析の紹介

放射光測定ができること



NanoTerasuと既存放射光施設の比較

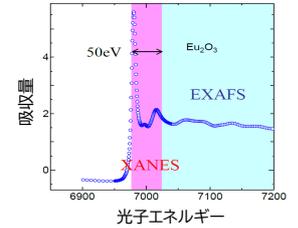
- 軟X線領域かつ高分解明瞭性を両立可能な次世代放射光施設
- SPring-8と次世代放射光施設で互いの能力を補完し合う関係



第2回仙台圏地域都市再生緊急整備地域準備協議会 資料より引用

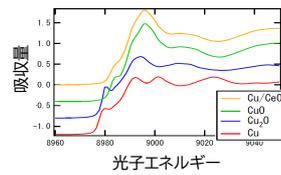
X線吸収微細構造 (XAFS)

X線吸収スペクトルの吸収端付近に現れる固有の構造で、そのスペクトル構造から吸収原子の電子状態や隣接原子の配列などの局所構造が分かる。



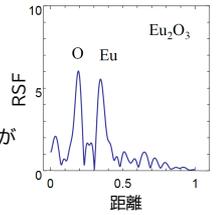
X線吸収端近傍構造(XANES)

- XANESから得られる情報
- 原子の化学状態(電子状態、価数)
 - 配位の対称性
 - 混合物の場合: 混合比



広域X線吸収微細構造(EXAFS)

- EXAFSから得られる情報
- 目的原子周辺の局所構造
 - ✓ 原子間距離
 - ✓ 配位数
 - ✓ 元素種
 - 位置の揺らぎ
 - ✓ 熱振動
 - ✓ 非対称性
 - 非晶質の分析が可能



硬X線光電子分光 (HAXPES)

硬X線の照射により放出される光電子の運動エネルギー分布を測定し、試料表面近傍の化学結合状態・電子状態を調べる手法。

HAXPESから得られる情報

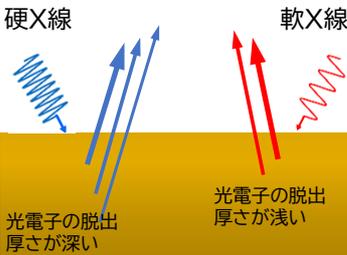
- 試料表面の化学結合状態、電子状態
- 試料表面の元素の定量・定性分析
- 入射X線角度を変えることにより、深さ方向分布の測定が可能

放射光光源の場合

- 試料表面から10nm程度の深さ方向の情報のみが検出される。(hν = 8.0keV)
- 表面が汚染されていても(酸化膜、窒化膜等)、表面処理を行うことなく、直接分析できる。
- 入射X線角度を変えることにより、深さ方向分布の測定が可能。

実験室光源の場合

- 試料表面から2nm以下の深さ方向の情報のみが検出される。(光源Al Kα hν = 1.5keV)
- 深さ方向測定のためには、エッチング処理が必要。



X線回折 (XRD)

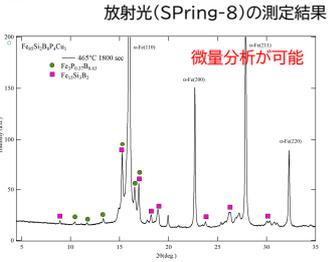
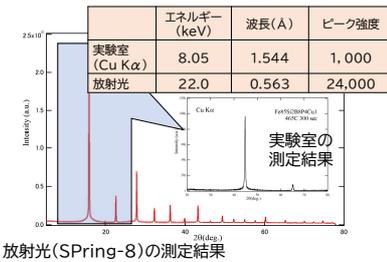
一定波長のX線を照射すると、散乱X線(回折X線)が発生し、物質の原子・分子の配列状態によって、物質特有の回折パターンが得られる。

X線回折測定から得られる情報

パターン成分	得られる情報
回折角度、ピーク強度	定性分析
ピーク強度比	定量分析
ピーク幅	結晶子サイズ、格子歪
ピークシフト量	残留応力

放射光を用いた測定のメリット

- 高輝度入射光・高強度散乱光のため、短時間測定、微量分析が可能。
- エネルギー(波長)分解能が高いため、角度分解能が高く、高精度な測定が可能。
- 白色光を単色化するため、材料に適した波長を選択できる。

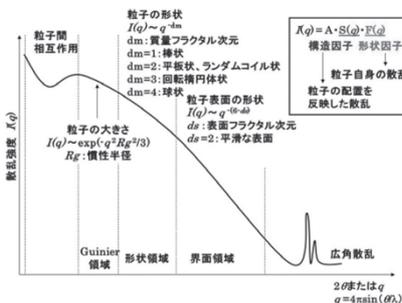


小角X線散乱 (SAXS)

物質にX線を照射し散乱したX線のうち、2θ < 10°以下の低角領域に現れる散乱X線を測定し、物質の構造を評価する分析手法。通常、数nm~数十nm程度の大きさの構造を評価可能です。

SAXSから得られる情報

- ナノスケールでの周期構造・配向性の評価が可能。
 - ✓ 高分子材料の結晶性・配向性評価、粒径・ドメインサイズ評価
 - ✓ 液晶試料の高次構造・ミクロ相分離構造解析
- タンパク質など生体材料の評価が可能。
- USAXS(極小角X線散乱)を用いることで、数十nm~数μmの構造評価も可能。



「シンクロトロン放射光物質科学要前線—先端未踏領域を照らし出す英知の光—」高橋功、加藤知 編、『放射光で見るソリッドマターの時空間階層構造』雨宮慶幸、篠原佑也、p.63 図4(b)からの引用、株式会社アドスリー(丸善)。

X線CT (X-CT)

試料にX線を照射することで、試料内部の2次元透過画像を得る手法。試料を回転させた連続撮影画像から3次元像を取得できる。

X線CTから得られる情報

- 非破壊で試料の内部構造や欠陥形状等の観察が可能。
- 3次元像、任意箇所での断面画像を得ることができる。
- X線の入射エネルギーを調整することで、有機材料、食品から無機材料、電子部品まで幅広く観察できる。

CT測定、断面再構成の模式図

