

2024 年 5 月 22 日

XPS コミュニティ

XPS-放射光講習会報告書

【概要】XPS（エックス線光電子分光装置）の原理と基礎を学び、実際の測定データの解析事例紹介を行う。放射光の紹介も行う。

【開催日時】 2024 年 5 月 10 日(金)、13 時 30 分～16 時 00 分

【場所】 WEB ミーティング(ZOOM)

【講師】 朝倉清高 立命館大学総合科学技術研究機構 SR センター センター長 教授

【参加対象者】 XPS や放射光の使用者・管理者および、今後使用する予定のある方

【主催】 マテリアル先端リサーチインフラ

【共催】 大学連携設備ネットワーク、XPS コミュニティ

【協賛】 立命館大学総合科学技術研究機構 SR センター、触媒科学計測共同研究拠点

【世話人】 XPS コミュニティ 北海道大学 触媒科学研究所 下田周平

【プログラム】

1. XPS の原理と基礎
2. 測定事例
3. 放射光の説明
4. 質疑応答

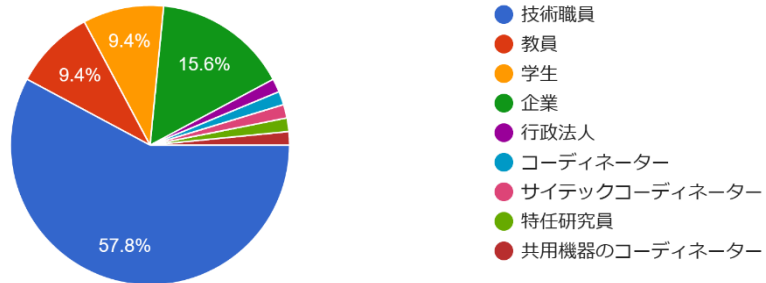
【参加申込者数】 130 名

【参加者数】 92 名

【アンケート回答数】 64 名

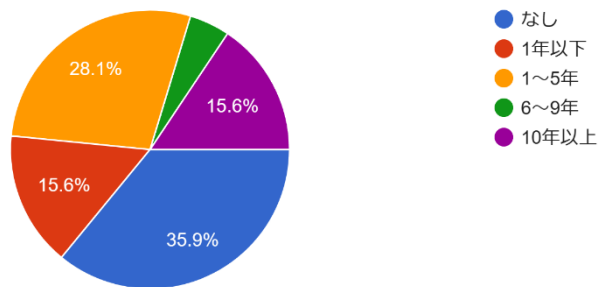
職種

64 件の回答



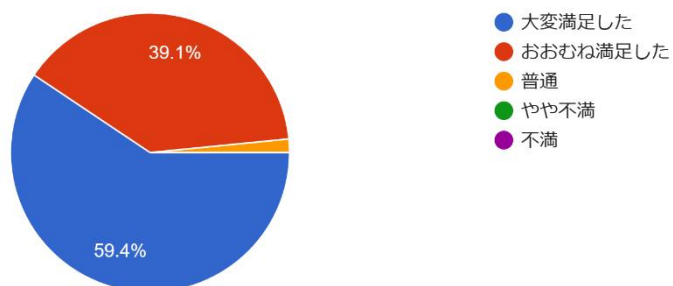
XPS利用年数

64 件の回答



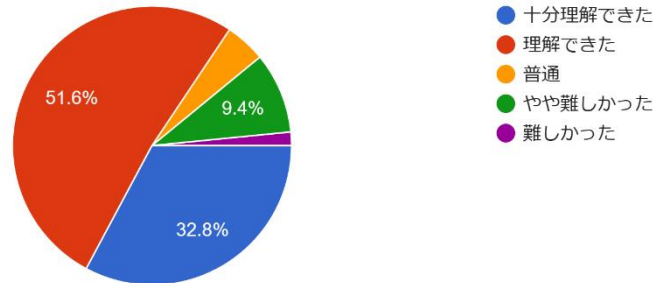
講習会の満足度

64 件の回答



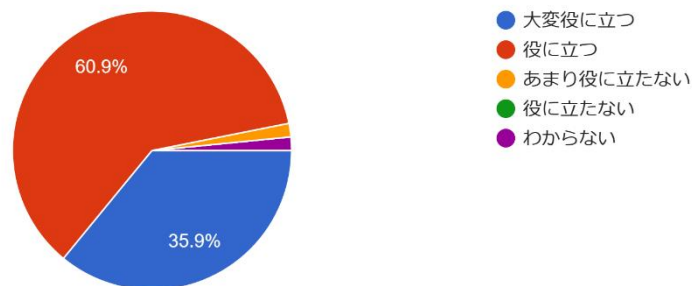
講習のレベルはいかがでしたか

64 件の回答



今回の講習会は今後の業務に役立つでしょうか

64 件の回答



今回の講習会の感想、改善点、良かった点、質問等

- ・非常にわかりやすい内容で良かったです。
- ・メモしきれなかったところがあるのでスライドもいただけると大変ありがたいです
- ・原理から詳しく学べてよかった
- ・難しい言葉も、易しい言葉で説明くださったりと、理解し易かったです
- ・原理や分析方法などの深い理解につながりました。
- ・基礎を丁寧に教えていただき参考になったが、より専門的な内容は少し難しかった。貴重な時間を頂きありがとうございました。
- ・前半は丁寧に教えていただき、理解が深まったと思います。後半は、自分には難しかったです。
- ・XPS を使用したことがなかったのですが、大変分かりやすく説明していただき、とても

勉強になりました。

- ・分かりやすく、理解できました。
- ・原理的なところから丁寧な説明で非常に勉強になりました。ありがとうございます。
- ・基礎から丁寧なご説明をいただき、理解が深まりました。誠にありがとうございました。
- ・XPS の原理から実用について全体的に網羅されて説明していただいたのが非常に良かった。

・前半部分、XPS の原理などから詳しく説明していただき大変勉強になりました。ついていくのに必死でした。休憩以後、急な装置対応でほとんど聞けなかったのです。

・10年ほど前、学部一年生の時に化学1.2で朝倉先生の講義を受講していましたが、当時を思い出しくなりました。当時と変わらず最初に講義の目標を示し、それに対して順序立てて説明していただけたので、XPS の使用経験がなくとも理解することができました。

・これから HAXPES を測定予定であり、XPS の基礎を分かりやすくご説明頂き、大変ありがたかったです。

・自分が普段担当している ICP 装置と比べて、元素分析についてどのような違いがあるのかが理解できて有意義だった。今回の講義の内容を今後の業務に生かしていきたい。

初心者としては理解しやすい点は多かったのですが、細かい点で申しますと Cu と Ag の例外についてはもう少し詳細な説明が欲しいと思いました。

→通常は飛び出した電子と残された原子との相互作用は酸化数が高いほど大きくなり、その分電子の速度が地位沙うなりますので、酸化数が高いほど、結合エネルギーが深く見えます。のこされた原子の安定性は酸化数とは無関係であると普通は考えられます。しかし、Ag や Cu の場合には、酸化数が大きくなるほど、不安定さがましますので、その分光電子の運動エネルギーは大きくなり、結果的に束縛エネルギーは小さくなっているように見えます。

・電子の起動などセミナーでは聞けない内容が多くとても参考になりました。これから自分が講習するときの内容に入れていきたいと思います。

・XPS の基礎の部分から丁寧に解説頂き、助かりました。以外にこういった基礎部分は飛ばされがちですので、有難いです。

・XPS の基礎から丁寧にご説明いただいたので、使用経験がない自分も理解することができました。

・すみません、実験中のトラブルに忙殺され殆ど視聴できず申し訳ありません

・初学者にもわかりやすく、基礎の部分から講義をしていただいたため、非常にわかりやすく理解できました。

・原理から丁寧に説明されていて良かったです。質問出来て良かったです。

・大変ていねいな説明で良かったです。まだ経験が浅いため、一部の内容についてはついていけないところがありました。

・初心者向けに分かりやすく説明していただき、XPS の仕組みから解析まで理解を深めることができました。放射光や自由電子レーザーなど興味深いお話でした。

- ・初心者にもわかりやすい言葉で説明されていた
- ・詳しくお話頂いて分かりやすかった。
- ・本日はありがとうございました。
- ・XPS, 自分は使わないけど, 材料系では欠かせない分析装置なので知識が深まって大変良かった。
- ・初心者でもなんとかついていけました。
- ・丁寧に説明していただけたので良かった

・XPS の基本的な原理から説明していただけたので、理解がしやすかったです。質問として、XPS で得られる強度については理解できたのですが、そのピーク強度の幅には何か意味があるのでしょうか（例えば、こちらのサンプルではピークがシャープだけど、もう一方はブロードとか）。

→ピーク幅を決める要素として、x 線の幅、光電子ピークが持つ Core Hole の寿命に基づく幅、不均一のためにいろいろな成分が重なってしまった場合、チャージアップがあります。1, 2 は物質間と同じですから、3 番目物質の不均一生などは議論できる可能性があります。

- ・放射光の測定について、もっと教えてもらいたい
- ・すごく丁寧な説明で、今年度から XPS を利用し始めたのですが、とても分かりやすかったです。
- ・非常にわかりやすかったです。
- ・申込時の想定より基礎・導入的な内容だった。初学者にとってはためになる講演会だったと思う。
- ・放射光に関してはあまり知見がなかったため基礎的な内容を理解することができてよかった。

・バンド構造の可視化ができるんですね。試料は単結晶が必要でしょうか。或いは、最近、XPS も超局所分析ができるので、多結晶体でも OK でしょうか？

→そうですね。マイクロレベルに絞れば、多結晶から単結晶部分をえらべますから、可能だと思います。方位を決めるのが大変かもしれませんが、

- ・今まで曖昧だった内容をわかりやすく説明いただいてとても充実した内容でした。
- ・基礎を丁寧に説明いただき理解が深まりました。
- ・あまり聴くことのない施設長(クラス)の講習会開催、ありがとうございました。
- ・講師の先生が非常に熱心かつ分かりやすく説明されていたので、初学者の私でもかなり理解できました。例えば XPS のシグナルで C 1s というのが今まで意味が分かっていなかったのですが今回の講習で理解できました。改善点を上げるのはおこがましいのですが、軌道の説明で天下りになっていた部分は多分量子力学を全く知らない人だとそこで戸惑う（天下りといえど）と思いますので改善できればご考慮頂きたいと思いました（難しいとは思いますが）。

- ・とても参考になるお話をありがとうございました。放射光施設の話聞く機会がなかった

ので、とても勉強になりました。

- ・XPS の基礎をわかりやすく説明されていて良かったです。

- ・説明が分かりやすく理解できた

- ・XPS については、普段は文献等でデータを見かけるくらいしか接点がないので、今回の講習会は大変参考になりました。

- ・大変わかりやすい講習をありがとうございました。今後ともよろしくお願いいたします。

- ・基礎のところから丁寧に説明頂き、経験が浅い私にとっても理解しやすかったです。放射光については理解が追い付かないところもありましたが、掘り下げて説明頂け大変助かりました。

- ・原理から応用まで教えていただき、とてもわかりやすかったです。

- ・分かりやすくご説明いただき感謝しています。

- ・單元ごとに区切って、Q&A の時間を設けても良いかもしれません。

- ・X 線が絞れてくるとチャージアップしやすくなるとおもいますが、中和銃などで完全になくすることができるのか？放射光だと通常の XPS より測定試料へのダメージが大きいとおもいますがいかがでしょうか？

→チャージアップが大きいと、大変になるかもしれません。私自身それほどひどいチャージアップは経験していませんので、わかりません。Ambient Pressure XPS ですと少しガスをいれておくことができるため、チャージアップが少ないという報告があります。放射光は、たしかに X 線が強すぎる可能性があります。特に最近の SP8 や仙台にできた NanoTerasu ですと高輝度（単位面積あたり X 線量）ですから、常にダメージは気にしないといけないと思います。SP8 では、有機物はすぐ壊れるということを聞いたことがあります。基本は壊れる前に測定を行ってしまう。ということになると思います。その点からするとあまり高輝度でない放射光施設がよいかもしれません。

- ・前半の基礎説明がとても分かりやすかったです。後半は専門外という事もあり、難しかったです。

- ・基本的な部分から丁寧に説明いただきわかりやすかったです。

- ・今回の講習会を通じて XPS は X 線によって束縛から解放された電子を測定でき、電子のもつ運動エネルギーを測定することで束縛エネルギー法であるということを学びました。これらを用いることで元素分析や状態分析を行うことができると学びました。エネルギー値の補正のための仕事関数の導出などに関しては難しいと感じたので詳しく調べてみたいと思います。そこで、XPS について学習できる参考書があれば教えていただきたいです。

→そうですね。教科書としては、X 線光電子分光法（表面分析技術選書）（丸善）1998 ISBN

9784621081556 ですかね。あと表面分析関係では、Modern Techniques of Surface Science（Woodruff が好きな本です。

- ・良かったと思います。別の仕事が急に入り、あまり聞くことができなかったのが悔やまれます。

- ・教えることに慣れているような先生だったので、とても聞きやすかったです。

・XPS の基礎を独学で学んでいたため、ぼんやりとした理解度で利用していたが、今回の講習会で理解度が深まり腑に落ちる点が多かったため大変役に立った。

今後 XPS の講習会ではどのような内容を希望されますか

- ・エッチングについて上手く削れないことがあるので、エッチング方法や選択的エッチング、還元などの注意点などについて知りたい。
- ・チャージアップなどの課題について、化学状態の解析においては標準品を計ればそれでよいわけではなく、加味すべきことが多くありそうに聞こえました。
- ・実際に自分で測定や解析を始めると、化学状態の解析における課題や解釈事例などの講習会があると助かるのではないかと思います。"
- ・Ar イオンエッチングによる測定結果への影響について（時々、「エッチングによって試料が還元されてないか？還元されすぎてないだろうか？」といった問合せもあるため。）
- ・イメージン XPS(PEEM))
- ・はじめての XPS(実習)
- ・解析方法の詳細について
- ・XPS でデータを取得した後の処理（ピーク分離やバックグラウンド）などのテクニカルな話を聞きたいです。
- ・スパッタにより C 1s ピークが発現しないスペクトルの帯電シフト方法と方法が複数ある場合の優先度、波形分離の考え方について良い例悪い例を交えて講習頂けると助かります。
- ・解析について面白い事例や難しかった事例などがあればお聞きしたいと思いました。
- ・"同じ内容でももう一度聞きたいですし、録画があればまた見たいと思います。
- ・試料の準備や操作の注意点、利用者のニーズに関する内容、XRD と XPS の違い、同分類の装置など聞いてみたいです。（XRD はありますが XPS はないため。）"
- ・解析
- ・XANES, XAFS について希望します。
- ・サンプルの前準備とか、種々のサンプルの形態での測定方法等が知りたいです。
（できれば無料且つ実績のある）解析ソフトの使い方
- ・応用的な測定手法の演習のような講義等あれば参考にできることが多いと思います。（例えば、角度分解 XPS 法を使った非破壊深さ方向分析など）
- ・スペクトルの解析など
- ・ピークの分離方法、おすすめの解析ソフトなどを教えていただけると参考になります。
- ・実際の測定の流れ、特に試料の作製や測定パラメーターの設定や電子銃の使い方などについてお話をお聞きできればと思います。

- ・解析について実例をあげて考え方、注意点を学びたいです。
- ・実際の測定にあたり、測定時や解析時の基本的な操作と注意点
- ・測定飼料へのダメージがすくない方法各種

今後 XPS 講習会以外で行ってほしい講習会はありますか。

- ・触媒に特化したキャラクタリゼーションの講習会
- ・実際に自分で測定や解析を始めると、化学状態の解析における課題や解釈事例などの講習会があると助かるのではないかと思います。
- ・XAFS や SAXS など放射光分析全般の講習会
- ・XRF
- ・SEM や露光装置、エッチング装置など、今回のような初心者向けの講習会があれば参加してみたい。
- ・オージェ
- ・UPS の講習会をお願いいたします。
- ・XPS 以外の表面分析に関する装置について、特に XPS 装置のオプションとして入る可能性が高いものについて（AES,UPS,LEIPS,IPES,REELS）他の機関の所有状況を知らないの
で情報共有できると嬉しいです。
- ・UPS や、LEIPS、Ar ガスクラスター銃などを使用した測定を経験したことがありません
ので、実際の測定を含めて講習をしていただきたいです。

-以上-