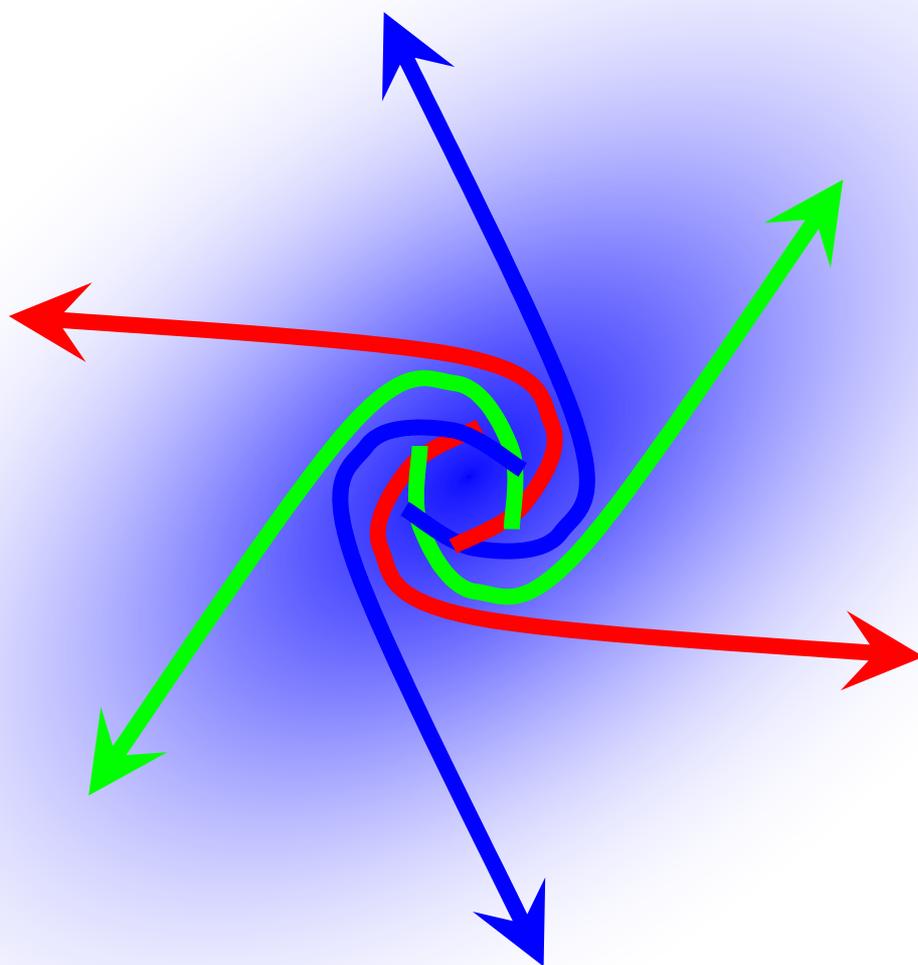


中部シンクロtron光利用施設(仮称)の実現へ



小型シンクロtron光利用施設具体化検討ワーキング

施設のコンセプト 「地域共同利用」・「産業利用」

愛知県では、次世代モノづくり技術の創造・発信の拠点として、「知の拠点」の整備を進めています。この拠点には共同研究施設とともにシンクロtron光利用施設を「地域共同利用施設」として、誘導・整備する計画をしています。

既存のシンクロtron光施設が純粋な学術研究利用を主目的としているのに対して、今回整備する施設では、大学の知的支援のもとに「産業利用」を重視した施設構成、運営を目指しています。

既存施設の課題（産業利用ユーザーの声）

< 利用機会 >

- ・希望の日時に利用できない
- ・利用者が増加傾向にあり、十分な利用時間を確保しにくい

< 利便性 >

- ・利用者自身が測定できることを想定しており、指導者・技術者が少ない
- ・産業利用にとって不可欠な実使用環境下の測定ができない
- ・材料開発などで必要となる繰り返しの計測では採択されない

本施設の特徴

モノづくりに対応できる仕様と設備

汎用性が高く、利用者の多い硬X線領域に対応（小型施設としては世界初）

材料の実使用環境を再現できる実験設備の設置
クリーンルームの設置（半導体デバイスや薄膜試料作製環境の提供、ナノマイクロ加工装置の設置）

充実した研究支援体制と周辺機器

様々な利用形態の実現

コーディネーターの配置による共同研究マネジメント

様々な技術支援（研究開発相談、試験的利用、自立使用支援等）

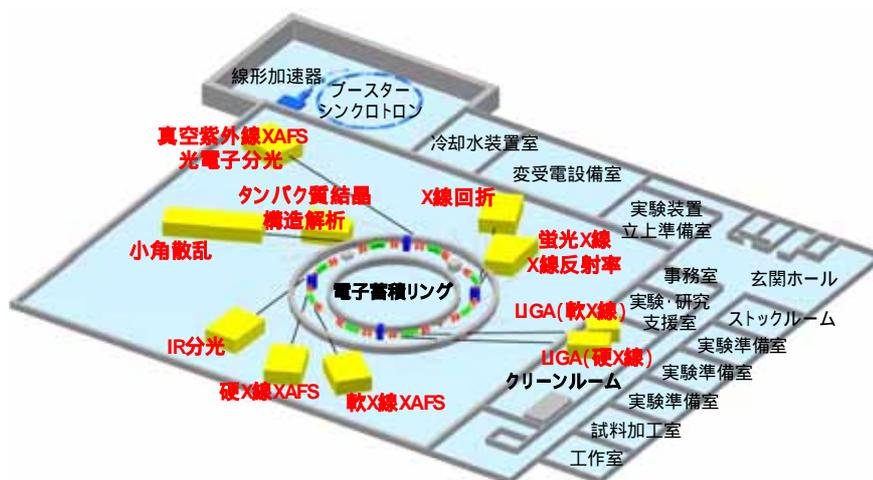
使いやすい利用メニューの提供（緊急利用、受託分析サービス、測定支援サービス）

他施設との連携による研究展開の支援

光源装置の特徴

建設を計画しているシンクロtronリングは周長 62.4m、蓄積電子のエネルギーは 1.2GeV の小型光源です。4 台の偏向電磁石を 5 T 超伝導電磁石とすることで、小型でありながら産業利用で有効な硬X線を発生させることができます。

入射には 50MeV 線形加速器と 1.2GeV ブースターシンクロtronを使用します。これにより、蓄積リングでの加速が不要なトップアップ運転が可能になり、常に最適強度のシンクロtron光を発生できます。



シンクロtron光利用施設の概観

ビームライン（設置予定の先端計測装置）

シンクロトロン光の産業利用では、元素の種類や化学状態、元素間の距離や配置を測定するXAFS（X線吸収微細構造）法が最も利用されています。この施設では光子エネルギー（波長）の異なる3種類のXAFSビームラインを整備し、ほぼ全ての元素の測定ができます。

材料化学状態・構造分析（硬X線XAFS）

硬X線を用い、原子番号23（バナジウム）以上の幅広い元素を対象に大気あるいはヘリウム雰囲気下でXAFS測定ができます。実環境下測定やハイスループット測定が特徴です。

産業利用分野：金属材料、無機材料、触媒、セラミックス、メッキ など

材料化学状態・構造分析（軟X線XAFS）

軟X線を用い、原子番号11（ナトリウム）～24（クロム）及び30（亜鉛）～59（プラセオジウム）の測定ができます。軟X線は透過能力が低いので、表面付近の原子の分析が対象となり、金属や半導体の固体やナノ粒子の表面構造の解析、分子吸着や触媒反応などの表面反応の分析に利用できます。

産業利用分野：半導体材料、触媒、燃料電池 など

材料化学状態・構造分析（真空紫外線XAFS・光電子分光）

真空紫外線を用い、原子番号3（リチウム）～34（セレン）のXAFS測定ができます。また、光電子分光測定で固体内の電子状態を詳細に解析することができ、結晶構造や原子間の結合様式について多くの情報が得られ、材料の電気、磁気特性などの評価や新規機能性材料の開発に利用できます。

産業利用分野：電子材料、半導体材料 など

広角・小角・超小角散乱の同時測定が可能なビームラインを整備します。

有機・高分子材料分析（広角／小角／超小角散乱）

高分子薄膜や繊維など階層構造を持つ実用材料を対象に、X線散乱法の測定をします。種々の産業利用を想定し、一つのビームラインで大きさが数オングストロームから数ミクロンまでの広い範囲の構造を測定可能にします。

産業利用分野：有機材料、プラスチック、ゴム、繊維、ヘアケア など

シンクロトロン光利用を中堅・中小企業へ広く普及するため、試験的利用や研修、受託分析などを行う予定です。このため、下記の2つのビームラインを整備します。

総合材料評価（X線回折）

平行性が高く、エネルギー分解能の高いX線で、温度や圧力など種々の環境下にある材料に対して粉末・単結晶・薄膜のX線回折測定を迅速・簡便かつ精度よく行うことができます。

産業利用分野：セラミックス、電池材料、触媒、建築材料、半導体デバイス、多層薄膜 など

総合材料評価（蛍光X線及びX線反射率）

細く絞った高輝度のビームで、微小領域の蛍光X線分析を可能とします。さらに、有機・無機多層膜のX線反射率測定、X線CTR散乱測定、生体高分子のX線回折測定などを迅速に行うことも可能です。

産業利用分野：電子材料、製薬、繊維、窯業、健康診断 など

<段階的に整備を進めるビームライン>

タンパク質結晶構造解析

タンパク質等の生体高分子のX線結晶構造解析を迅速に行うことを可能にします。

ナノ加工（LIGA）

ナノ～マイクロサイズの微細構造体の高精度製造を可能にします。特に、高アスペクト比（高さ／線幅）構造体や3次元形状の微細構造体の製造に優れています。

赤外イメージング分析（IR分光）

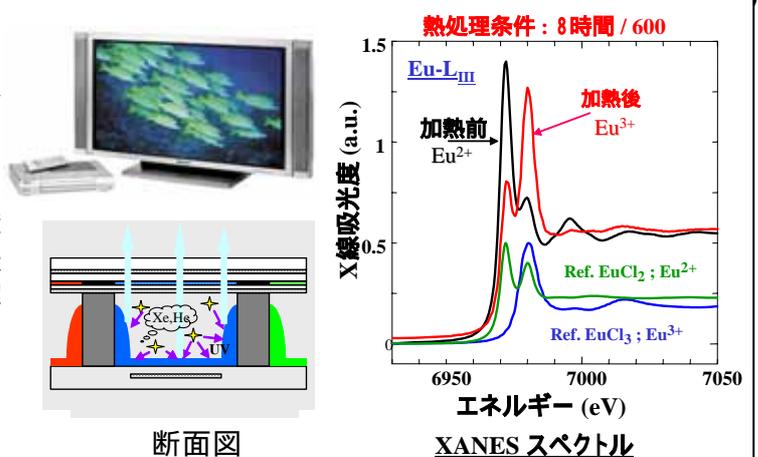
短時間で空間分解能の高い分析が可能となるとともに、より波長の長い遠赤外光やテラヘルツ光領域の分析が可能となります。

シンクロトロン光の新たな産業利用事例

製造工程の課題を解決します (XAFS法)

プラズマディスプレイパネルの製造工程中に青色蛍光体が劣化し、発光強度が低下するという課題について、原因をXAFS法で分析しました。

右図のように、青色蛍光体を構成するユーロピウム (Eu) という原子が加熱により酸化 (2価 → 3価) していることがわかり、表面処理など製造工程の変更によって課題を解決しました。



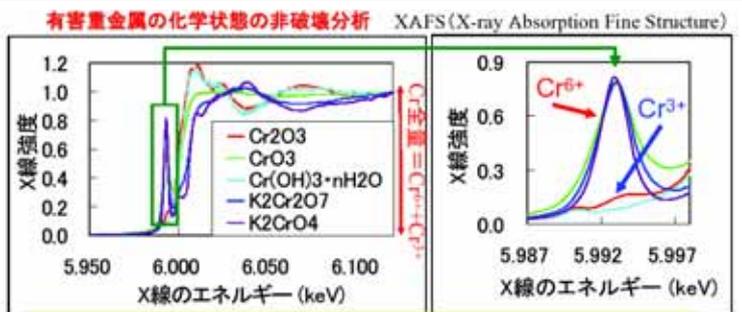
JASRI ((財)高輝度光科学研究センター) 提供
 広沢 (JASRI)

規制・規格への対応ができます (高感度蛍光XAFS法)

RoHS指令が施行され、6価クロムを含む化成皮膜は使用が大きく制限されています。

現状は6価クロムを溶出し、比色法によって含有量を確認していますが、シンクロトロン光を利用した高感度蛍光XAFS法による非破壊計測を検討しました。

6価クロムは5.992keVに特有のピークを持ち、このピーク面積から含有量を非破壊で計測することが可能になります。



クロメート処理部品

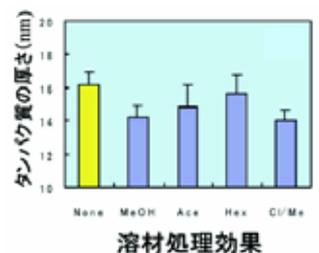
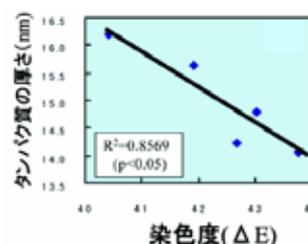
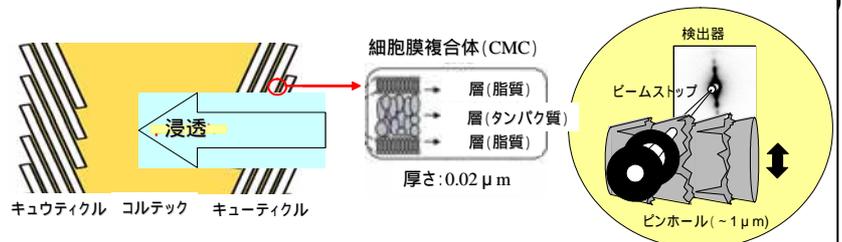
JASRI 提供
 富士通研究所 野村

微細な構造を解析します (小角散乱法)

毛髪を染色する場合、染色液はキューティクル層を透過し、コルテック部分を染める必要があります。

マイクロビームを使った小角散乱法を使い、キューティクル層のタンパク質の厚さを測り、染色との関係を検討しました。

タンパク質層が薄いほど染色度が上がり (下左図)、溶剤としては、メタノール、クロロホルム/メタノールがタンパク質層を薄くしていることから、染色効果の高いことを示しています (下右図)。



JASRI 提供

内部の状況を非破壊で検査します(X線回折法)

在来線の新型鉄道車両では、ステンレス鋼製車体の採用が多くなり、溶接強度の評価法が必要になってきました。シンクロトロン光を利用し、溶接部の詳細な応力分布を把握し、正確な強度評価法の確立を目指しています。

多軸回折計を用い、レーザー溶接、スポット溶接部のひずみの分布を測定した結果は、レーザー溶接では、溶接部近傍で深さ方向に対して引張りのひずみ分布があり(図2) スポット溶接では、中心部での引張りひずみ分布があることが示されています(図3)。

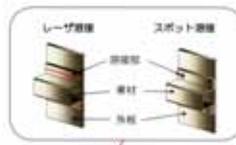


図1 ステンレス鋼製車体の溶接適用例

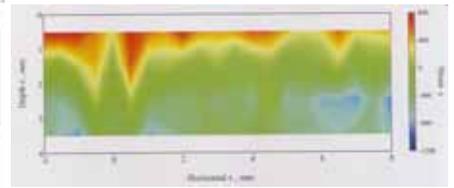


図2 レーザ溶接試験片のひずみ分布



図3 スポット溶接試験片のひずみ分布

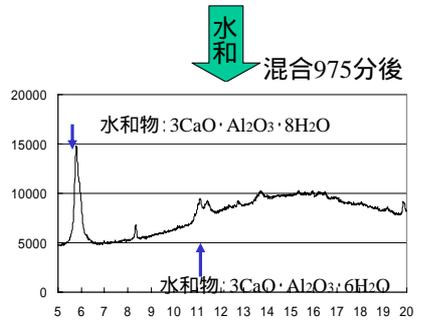
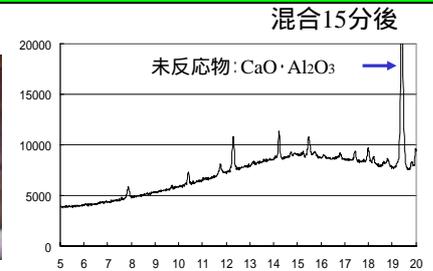
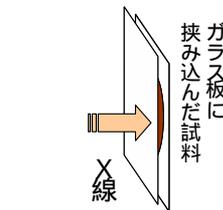
(財)鉄道総合技術研究所 松本恵介：平成 18 年度先端大型研究施設戦略活用プログラム成果報告書 SPring-8 戦略活用プログラム(2006B)、p.32-p.35

時間を追って変化の過程を測定できます(X線回折法)

ポリマーセメント系材料は、セメント材料とポリマーエマルジョンを混合させたもので、土木・建築分野における塗膜防水剤として幅広く使用されています。

シンクロトロン光を用いたX線回折法により硬化反応の時間経過を調査し、アルミナセメントがエマルジョン中の水分を使って結晶性セメント水和物を作ることにより、ポリマーが防水フィルムを作ること示しました。

この結果から地下鉄工事現場のような高い湿度環境でも施工できることを示し、工事の受注につなげています。



(株)大関化学研究所 宮下景子：平成 15 年度トライアルユース成果報告書、p104-p108

「どこに」「どれだけ」あるのか判ります(蛍光X線分析(マッピング))

モエジマシダは体内にヒ素を高濃度で吸収・蓄積できる能力を持っており、土壌汚染の浄化に対しての活用が期待されています。

マイクロビームを利用した蛍光X線分析でヒ素のマッピングをすることで、投与後のヒ素の移行・蓄積状況を時間を追って調査し、胞子嚢周辺、葉肉組織にヒ素が移行・蓄積していく過程を確認しています。

この手法は、ヒ素だけでなくカリウムやカルシウムなど必須元素の分布を調べることも可能です。

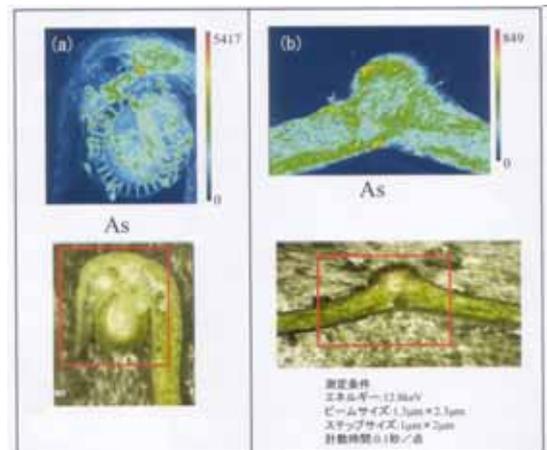


図1 胞子嚢、葉の横断面におけるヒ素の蛍光X線イメージング(投与後60時間)

(株)フジタ 北島信行：平成 18 年度先端大型研究施設戦略活用プログラム成果報告書 SPring-8 戦略活用プログラム(2006A)、p.123-p.124

シンクロトン光利用施設は、地域の大学・産業界から実現の要請が強く、また、県としても今後のモノづくりに役立つと考え、「知の拠点」に誘導整備したい施設の一つとしています。

このため、産・学・行政が参画した小型シンクロトン光利用施設具体化検討ワーキングのもと、この地域における学術利用、産業利用に最適な施設づくりについて、検討を進めているところです。

今回、ワーキングとして1つの案をパンフレットにまとめました。

この施設の早期実現と、さらに良いものにしていくため、皆さまからの御意見を是非お寄せください。

「知の拠点」へのアクセス

名古屋市の都心部から東へ約20km

予定地は、産学の厚い集積を有するエリアに位置し、東部丘陵線(リニモ)や東海環状自動車道の開通などにより、交通利便性に優れた場所に位置しています。また、愛・地球博の長久手会場跡地(東ターミナル跡地)として、国内外にも知名度の高いエリアです。

■所在地

愛知県瀬戸市南山口町、上之山町、豊田市八草町秋合

■交通アクセス

[鉄道]

名古屋(地下鉄東山線)→藤が丘(東部丘陵線リニモ)→陶磁資料館南

[道路]

名古屋瀬戸道路長久手ICから東へ約3km

猿投グリーンロード八草ICから西へ約800m



問い合わせ先：

小型シンクロトン光利用施設具体化検討ワーキング
(事務局：愛知県産業労働部新産業課科学技術推進室)

名古屋市中区三の丸三丁目1番2号 〒460-8501

TEL:052-954-6352(ダイヤルイン) FAX:052-954-6977

E-Mail kagaku@pref.aichi.lg.jp