

この手法をダイヤモンド型構造や閃亜鉛型構造の結晶の(100)面に対して適用する。これらの結晶の100反射は禁制反射であるが、実際には外殻電子の非対称分布のため、弱いながらも反射を生じる。具体的にはGe結晶の100反射のX線定在波の可能性を調べる。

5. 金属表面の酸化膜・腐食膜生成過程の動的観察

金属表面で生成される酸化膜や腐食膜の初期段階の生成物は、その後の金属の耐腐食性を規定するといわれている。従ってこの生成物を同定し生成過程を明らかにすることは、工業的見地から極めて重要である。ここでは鋼板、アルミニウム合金板、鍍金鋼板等を各種のガスで酸化・腐食させながら極薄膜の初期生成過程をX線を用いて時分割測定することを計画している。

6. X線回折法による表面・界面構造の精密測定

清浄な半導体や金属表面、表面に異種原子を1原子層程度蒸着したときにできる表面構造、埋もれた界面構造には、表面・界面に固有なさまざまな構造があらわれる。それらの構造の原子配列は表面X線回折法で決めることができるが、既存の光源では測定時間が不足気味であった。SPring-8で測定を行えば、信頼性の高いデータを大量にとることが可能になる。そのデータを解析することによって、従来この手法ではあまり議論されなかった表面・界面における原子の格子振動や電子密度分布を明らかにしていく。

7. 表面界面磁気構造の研究

磁性体結晶表面や薄膜・多層膜において出現する表面界面に特有な磁気構造をX線磁気散乱により研究する。試料の温度や層の厚さを変化させることによって生じる磁気的な構造相転移を観察する。

以上の計画の大半は、核共鳴グループとの併設ビームラインで行うことを前提にして、大気中もしくは簡便な真空槽中でできるものを取り上げており、本SGの研究計画の一部である。併設ビームラインで利用できる回折計の仕様は大気中で実験を行うにしても制約が多い。表面・界面の実験を本格化させるためには、超高真空槽と回折計を組み合わせた表面界面構造SG専用の実験装置が必要不可欠である。この意味で、本SGの当初の目標に対する現段階での実験装置の達成度は極めて低いと言わざるを得ない。

高圧構造物性ビームライン

◇「極限構造物性」SG

お茶の水女子大学 理学部
浜谷 望

BL10XU「高圧構造物性」ビームラインはエネルギー範囲5-60keVをカバーするSPring-8標準の真空封止アンジュレーター光源と、標準仕様の2結晶分光器を備えている。単色化した20-60keVの光をハッチ内に置く一次元垂直方向集光ブラッグフレネルレンズ(BFL)(スーパーミラーの使用はオプション)で集光して、ダイヤモンドアンビルセル(DAC)内の直径20

～30 μm ・厚さ10 μm ほどの試料に照射する。BFLは約140 μm 巾のビームを受け取り、40keV光では焦点距離1.2mで最小数ミクロンに集める。水平方向に細長いビームの不要な部分はスリットでカットする。このような光を使って異常分散も利用できる多結晶および非晶質体のX線回折・散乱実験、XAFS・XANES分光を行う。

最初に設置する回折装置はシンプルで、BFLをのせるゴニオメーター、ビーム整形用4象限スリットとコリメーター、ビーム強度モニター、XYZ移動機能をもつDAC・クライオスタット用ステージ、そしてその場読取型イメージングプレート(IP)検出器が、BFLを中心に回転するフラットベッドアーム上にある。波長を変更する際にはこのアームをエアパッドで浮かせBFLの散乱角に合わせて回転させる。以上のすべてがビームに対して位置決め可能な架台の上に載る。アクセサリとしてクライオスタット、回折計上で計測可能な顕微分光圧力測定システムを用意する。近い将来、時分割測定を想定した超高感度CCD X線カメラ検出器と3000K以上の高温+高圧回折実験を可能にするCO₂レーザーその場加熱システムの導入を考えている。実験の基本的な考えは、ビームに対する回折計のアライメントも含めて可能な限りハッチ外からリモート制御することにある。いったんビーム位置が決まったら、ガス圧駆動型DAC（もちろん通常のDACも搭載できる）内の試料位置の合わせ込み、外部からガス圧を変えての圧力制御、低温実験の場合の温度制御、ハッチ内への光ファイバー導入による圧力測定（クライオスタット中の試料に対しても）、回折パターン測定とその読み出しの一連の操作をコンピューター制御することにより、露光以外に要する時間を大幅に短縮して8GeV光の高輝度性を無駄なく生かすことができる。

以上の装置を使うことで圧力1atm<P<300GPa、温度10K<T<1000Kの条件下でX線回折・散乱・分光実験を行う。そこでの主な研究テーマは

- (1)軽元素物質の高密度状態
- (2)精密構造解析
- (3)非結晶体の定量構造解析

である。(1)にはH₂O, D₂O, H₂S, D₂S, HF, DF, HBr, DBrなどの水素結合分子の分子解離機構の解明、酸素、硫黄、さらに惑星構成物質分子性固体の金属化と構造相転移の探索、地球科学の立場から珪酸塩鉱物の高圧構造解析などが含まれる。高輝度性による微弱散乱の信号化が期待されている。(2)にはカルコゲンに代表される分子性固体や構造無秩序化過程など原子結合性の変化に注目した研究、有機錯体や超伝導体の電子状態変化を明らかにする研究、また圧力・温度で誘起される2次相転移や臨界現象の研究などが挙げられる。価数揺動を生じるような系ではXANES分光が有力である。(3)の高圧力下における研究は構造自身が本質としても散乱強度不足のために既存のX線源では不可能であった。とくに注目する対象として、液体状態にあって共有結合性、イオン性、金属性が変化するIV・V属元素、III-IV・II-VI化合物、固体状態で金属化・分子解離を起こすハロゲンとその化合物の液体状態、地球のレオロジーに重要な珪酸塩鉱物熔融体がある。一方、固体においても半導体元素や化合物、氷、石英、LiKS₂に代表される誘電体、四面体分子を構成ユニットとする分子性結晶などが圧力によってアモルファス化することが知られており、その構造とメカニズムの解明が期待される。局所構造を知る上でXAFSは相補的な情報を与える。

これらの研究計画に加えて、当初、高圧単結晶X線回折装置の導入を計画していた。これは高圧科学において日本が最も立ち後れている分野の一つである。この計画が実現しなかったこと、アクセサリの不足、コントロールハッチ建設の取りやめなどを考慮すると

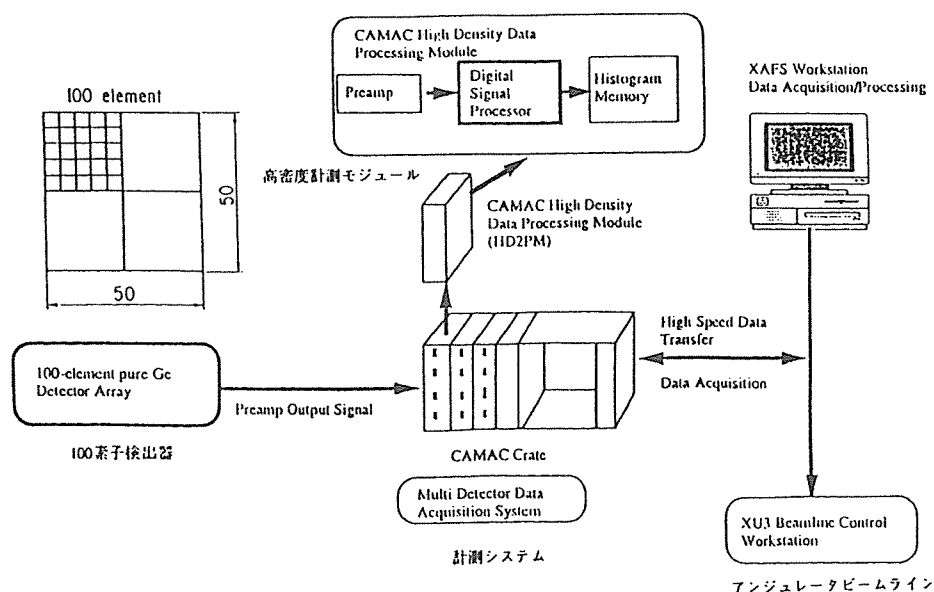
満足度は6割程度であろうか。

◇メゾとマイクロのはざまにみいだされる新しい物理現象—高輝度XAFS—

電子技術総合研究所

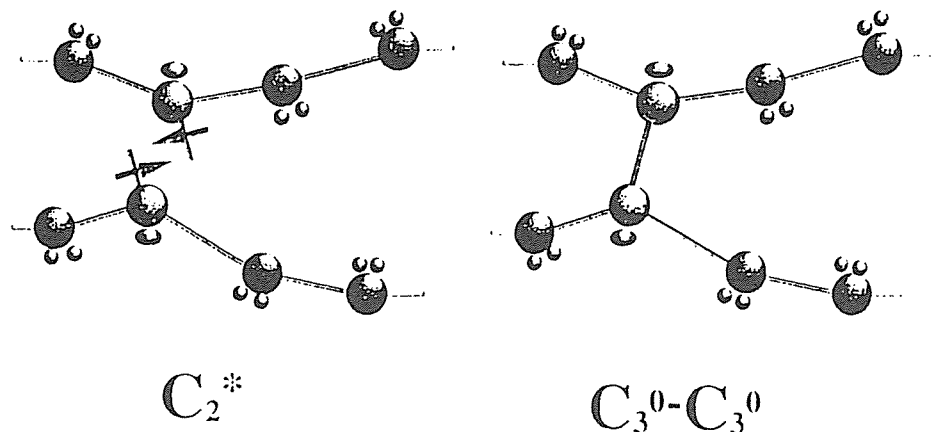
大柳 宏之

アンジュレーターを用いた高輝度XAFSの開発と応用研究を行う。特に蛍光の時間分解検出を目的として超高密度Ge多素子検出器（スーパーディテクタ）を開発し希薄な系における微視機構のダイナミクスを研究する。硬X線領域（5–29keV）を基本波長と3次光を使ってカバーする。SPring-8の標準アンジュレーターを使い、それぞれSi(111)、Si(220)を用い磁場を制御する。基本的な光学系は2結晶分光器と可変臨界角平行ミラー（2枚）からなる。分光器の走査と磁石列のギャップを同時に変える試みを行う。効率のよい蛍光検出には現在開発中のスーパーディテクタが用いられる。スーパーディテクタは $5 \times 5 \text{ mm}^2$ の純Ge素子を1枚のウエファー上に集積したモノリシック型半導体アレイ検出器である。図に検出器系の構成を示した。



本研究では表面近傍の8~10原子からなる極微細領域に注目し、アンジュレーターから得られる高輝度放射光ビームおよび走査型顕微鏡を用いて局所的な変調構造を詳しく調べ機能発現の微視機構を探る。モデル系として数原子程度の幅をもつ低次元構造を対象とし、外場（光励起、温度、電場）に対する空間的・時間的な変位として微視的構造を精密に解析する。シリコン表面では表面ストライプの微視構造と生成過程を明らかにし、これを利用して局所的キャリアドーピングによる量子細線化を試みる。さらに酸化物高温超伝導体におけるストライプ構造と非平衡物質の光励起による構造変化をとりあげる。レーザーパルスと放射光パルスを同期させた時間分解分光により励起と緩和のダイナミクスを調べる。例としてアモルファスセレンにおける光励起による動的結合生成のメカニズムを模式的に

示す。2個の励起されたローンペア電子 ($2C_2^*$) は3配位欠陥ペア ($C_3^0-C_3^0$) により安定化される。



生体分析ビームライン

◇ X線磁気吸収・散乱(XMAS) SG

岡山大学 理学部
圓山 裕

1. 研究目的

円偏光あるいは直線偏光のX線と磁性体との相互作用（吸収及び干渉性散乱）を通して、磁性を理解する上で基本的な磁気構造と電子状態を探索する。特に、放射光の偏光状態の制御と散乱X線の偏光解析は、磁性原子の電子状態をスピンと軌道の寄与に分けて理解する上で不可欠である。また、偏光解析は反強磁性体の磁気状態の研究にも有効である。回折、散乱、吸収の実験手法を用いることによって、中性子磁気散乱とは異なる新しい磁性研究の展開を目指す。各種磁性体における「磁性と構造との相関」を微視的な視点から解明することを目的としている。

2. BL-39XUの特徴

直線及び円偏光X線の生成とその偏光状態の制御を行うために、光源として真空封止型直線アンジュレータを、また直線偏光から円偏光への変換を行うためにダイヤモンド移相子を導入する。直線アンジュレータによる直線偏光度 $P_L \sim 1$ の5~20keVの領域のX線を利用する。回転傾斜型二結晶モノクロメータによって単色化されたX線は、ミラーによって高調波を除去された後に、実験ハッチに導かれる。移相子は厚さ約1mmの単結晶ダイヤモンドを透過型で用いるもので、円偏光度 $-1 \leq P_C \leq 1$ の制御が変調周期約100Hz以内で可能で