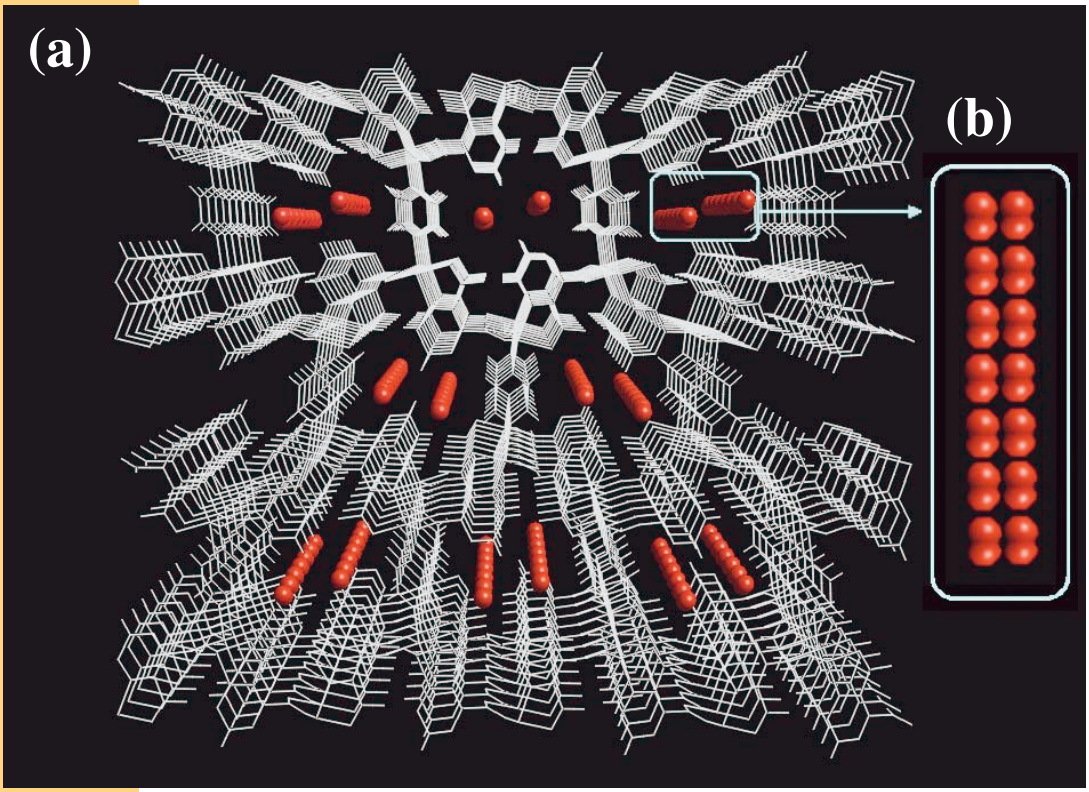
SPring-8

SPring-8 News

2003.9
No.10

SPring-8ホームページアドレス ▶ http://www.spring8.or.jp/



吸着した酸素分子の結晶構造図。 (a)a軸からの投影図、(b)一次元ラダー構造の拡大図

研究成果・トピックス ―――― 2〜4
〜 新しいナノサイエンス ― 酸素分子を一列に並べる ― 〜

SPring-8 テクノ ―――― 5〜8
〜 高輝度放射光で電子状態をさぐる ― 光電子分光法 ― 〜

行事報告 ―――― 9

行事一覧／SPring-8見学者 ―――― 9

SPring-8 Flash ―――― 10

今後の行事予定 ―――― 10

財団法人 高輝度光科学研究センター（JASRI）

「新しいナノサイエンス　－酸素分子を一列に並べる－」

京都大学大学院工学研究科　合成・生物化学専攻
博士後期課程　松田亮太郎
教授　北川　進

1．多孔性配位高分子とは

「配位高分子」とは、遷移金属イオン（周期表の3族から12族までの約30種の金属元素）と、それを連結する有機配位子（金属カチオンと結合する有機分子）によって構成される結晶性の固体です（図1）。一般に、配位高分子を合成することは簡単で、多くの場合は、室温・常圧下で（水熱合成等の例外もあります）金属カチオン（金属原子が電子を失って陽イオンとなったもの）と配位子の溶液を“まぜるだけ”でできてしまいます（自己集合現象）。一方、その合成の単純さに対して、できてくるものは多彩で、金属イオンと有機配位子との種類及び組み合わせを適当に選択することで、望みの骨格構造を設計することができ、また結晶性の固体であることからその骨格構造は非常に均一です。(1)合成のたやすさ、(2)骨格構造の設計性の高さ、(3)骨格構造の均一さ、という優れた特徴を有する配位高分子は近年大きな注目を集めつつあります。特に骨格中にナノサイズの空間を持っているものは「多孔性配位高分子」とよばれ、超臨界ガスであるメタン大量貯蔵など、ナノ空間の持つ機能性に注目が集まるようになってきました。今回は、このナノサイズチャンネルを持つ多孔性配位高分子を用いて、酸素分子のような小分子を一次元に一気にボトムアップ構築*できた成果を報告します。[3]

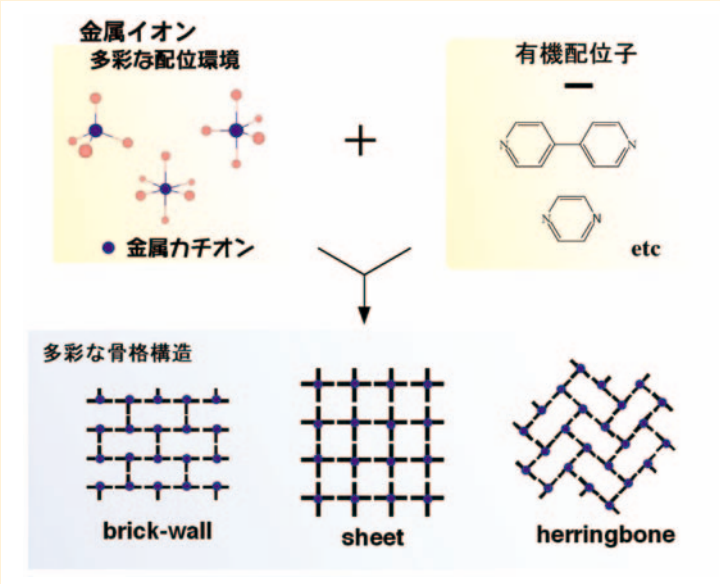


図1．多彩な金属イオンの配位環境と架橋配位子の組み合わせによる骨格構造の模式図

2．ナノ空間の特異性

酸素分子は磁性を示すもっとも小さい安定分子の一つであり、それを思いのままに配列させ集合構造を形成させることができれば、磁気物性研究に大きな進歩をもたらすと考えられます。しかし弱いファンデルワールス力（不対電子を持たない中性分子間ではたらく引力）のみが働く単純な酸素分子を配列させることが難しいことは容易に想像できます。そこで私達が注目した方法は、多孔性配位高分子のナノ空間に酸素分子を導入する方法です。多孔性配位高分子の作るナノ孔は分子サイズの数倍程度の大きさであり、その中に入った分子はすぐそばにある壁から強い相互作用を受けることになります。ファンデルワールス力は、数kcal/mol程度であり、共有結合やイオン結合に比べ格段に弱い相互作用ではありますが、ナノ孔中では、相対する細孔壁のポテンシャルが重なり合い、ファンデルワールス力であっても

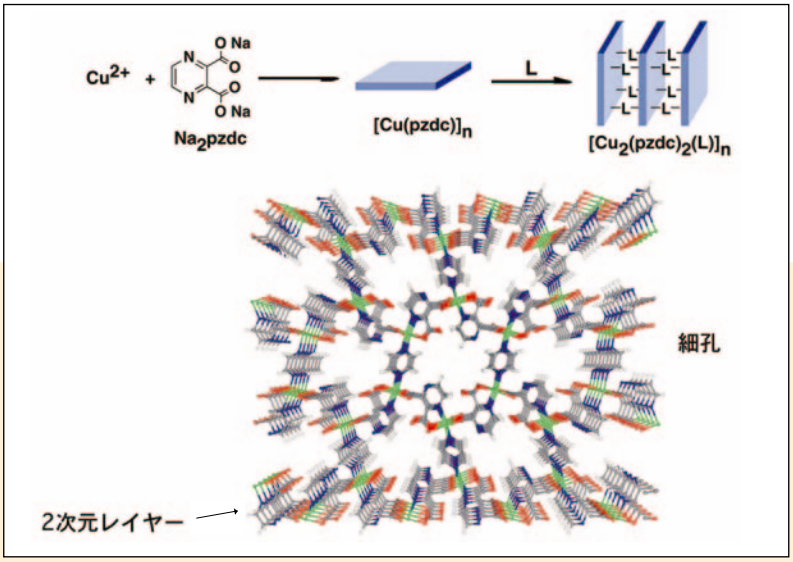


図2. ピラードレイヤー構造を持つ多孔性配位高分子（$[Cu_2(pzdc)_2pyz]_n$の合成スキームと結晶構造）

熱エネルギーに対して無視できない大きさとなります。このようなナノ孔中に酸素分子を導入すれば、酸素分子を特異的に凝集させ、配列させられると期待しました。

3. どうやって構造を決めたのか?

私達が今回用いたのは、図2に示した均一な4×6Å（オングストローム：1000万分の1㎜）の1次元細孔を持つ多孔性配位高分子で、CPL-1と呼ばれる物質です($[Cu_2(pzdc)_2pyz]_n$, pzdc:pyrazine-2,3-dicarboxylate, pyz: pyrazine)。[4]

一般に、構造解析は単結晶を用いて行われることが多く、粉末結晶による構造解析は単純な無機物などに限られていました。しかし、粉末X線回折は、(1)試料の合成が単結晶よりも容易、(2)高温、高圧等の単結晶が壊れてしまうような条件でも測定が可能、(3)吸収および消衰効果の影響を受けにくい、などの独自の利点を有しています。今回、SPring-8（BL02B2）の高輝度で指向性の強い光を用いて粉末X線回折測定を行いました。図3に、約80kPa（キロパスカル：圧力単位で、約10万Paが1気圧）の酸素圧下においたCPL-1を冷却しながら粉末X線回析パターンの測定を行った結果を示します。130K（ケルビン：絶対温度の単位）まで冷却した際に、酸素分子の吸着による回折パターンの変化が観測され、この回折パターンを解析し、吸着した酸素分子の構造を決定しました。

4. 酸素分子の構造と性質

表紙図に90Kにおける吸着した酸素分子の結晶構造を示します。酸素は、細孔中に2分子並行に配列しており、それらが細孔方向に沿って1次元に整列して均一な1次元ラダー構造を形成していることが明らかとなりました。また、130Kにおいても解析を行い、吸着した酸素分子が同様の1次元ラダー構造をとっていることもわかりました。このように酸素分子の位置をきちんと決めることができたことは何を意味するのでしょうか?これは“酸素分子が細孔中で固体に近い状態をとっている”ということに他なりません。バルクの酸素は常圧下において、54.4Kで初めて固体となりますが、ナノ空間中ではそれよりも低い圧力（80kPa）で、さらに80K近くも高温で固

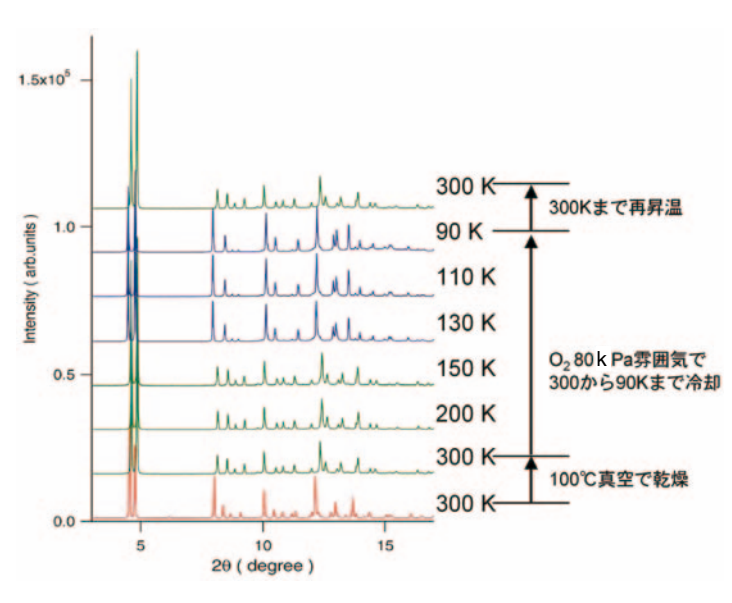


図3. 酸素80kPa雰囲気下でのin situ粉末X線回折パターンの測定結果

体に近い状態をとっているということは驚くべきことです。また、酸素分子がホストの周期性*にあうようにはまりこんで吸着していることも、固体様の状態を取っている事の重要なポイントです。

次にCPL-1に吸着した酸素分子の性質について示します。表紙図に示したように、CPL-1に吸着した酸素分子は、平行に配列した酸素2分子が細孔方向に整列した1次元ラダー（はしご）構造をとっています。最近接の酸素分子間の距離は、平行に配列した酸素分子同士であり、距離が約3.2Åと非常に近くなっています。このため、この酸素分子ラダーの基底状態は非磁性となり、反強磁性ダイマーの形成を強く示唆する結果でありました（図4）。また、吸着した酸素分子の伸縮振動のラマン散乱は、1561cm^{-1}付近にピークが見られ、固体バルク酸素*（1552cm^{-1}）よりも高波数側にシフトしていることが明らかとなりました。この値は2万気圧下における固体バルク酸素（80K）と同程度の値であり、このラダー構造は1気圧以下で生成させたことを考えると驚異的な値です。

5. 気体集積のサイエンス

この様に、ナノ孔中に取り込まれた酸素分子は、バルク状態では決して安定に存在することができない特異的集合構造を形成し、かつバルクとは異なった磁気的、分光学的性質を示すことが明らかとなりました。今後、種々様々な骨格構造を持つ多孔性配位高分子のナノ空間を分子凝集場として利用することによって、気体分子を核とした新たな材料群の創製にもつながる可能性があります。SPring-8の施設が材料科学の発展に大いに貢献する分野で、私達はこの学問分野を「気体集積科学」と命名し*「新しいナノサイエンス」*としての発展を期待しています。

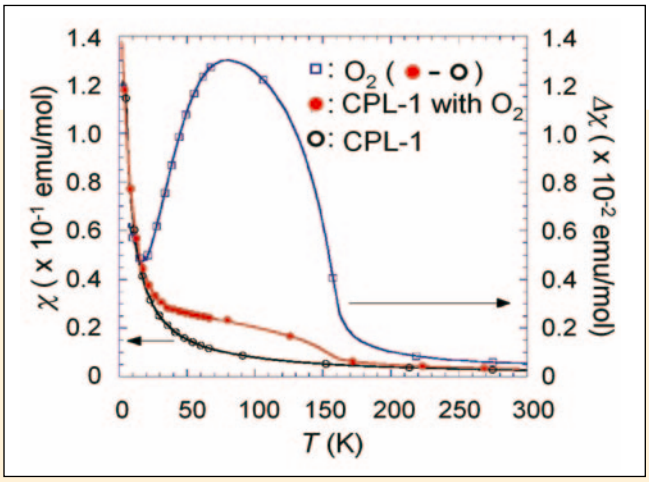


図4. 吸着した酸素の磁化率の温度依存性

用語解説

ボトムアップ構築

構成単位である分子、イオンを自己集合の現象を利用して、エネルギー的に一番安定な構造体にくみ上げる手法。

ホストの周期性

ゲスト分子を収容するホスト構造体は一定の大きさの容器が規則正しく繰り返しならべられたような構造（これを結晶構造という）をしています。この繰り返し単位を周期といいます。

固体バルク酸素

酸素分子を冷やして固体としたもの。約−220℃から固体となります。ただし、冷やしていくにつれて3つの構造の異なる状態をとります。

参考文献

[1] M. Kondo et al.,"Rational Synthesis of Stable Channel-Like Cavities with Methane Gas Adsorption Properties: [{Cu_2(pzdc)$_2$(L)}$_n$] (pzdc=pyrazine-2,3-dicarboxylate; L=a Pillar Ligand) ", Angew. Chem. Int. Ed., 38, 140-143 (1999).

[2] S. Noro et al., "A New, Methane Adsorbent, Porous Coordination Polymer [{$CuSiF_6$(4,4'-bipyridine)$_2$}$_n$]", Angew. Chem. Int. Ed., 39, 2081-2084 (2000).

[3] R. Kitaura et al., "Formation of a One-Dimensional Array of Oxygen in a Microporous Metal-Organic Solid", Science, 298, 2358-2361 (2002).

[4] M. Kondo et al., "Three-Dimensional Framework with Channeling Cavities for Small Molecules: {[M_2(4,4'-bpy)$_3$(NO_3)$_4$]・χ H_2O}n (M = Co, Ni, Zn) "Angew. Chem. Int. Ed., 36, 1725-1727 (1997).

[5] E. Nishibori et al., "The large Debye-Scherrer camera installed at SPring-8 BL02B2 for charge density studies", J. Phys. Chem. Solid, 62, 2095-2098 (2001).

[6] 北川進、集積型金属錯体ークリスタルエンジニアリングからフロンティアオービタルエンジニアリングへ、講談社 (2001).

高輝度放射光で電子状態をさぐる
― 光電子分光法

放射光利用で発展した光電子分光

物質に光をあてると、表面から電気を帯びた粒子が飛び出すことは古くから知られています。この現象のナゾは、1905年にアインシュタインにより解き明かされ、光電効果と呼ばれています。飛び出すのはイオン化で発生した電子（光電子：こうでんし）です。

光電子には、物質の性質（物性）を決めている電子状態情報がたくさんつまっています。そこで、エネルギーがhνの単色の軟X線や真空紫外光を照射し、真空中へ飛び出す光電子の運動エネルギー（E_k）を測定して、電子が物質中で結合していたときのエネルギー（E_b）を求め、酸化状態や結合状態、電子状態密度などを解析します（図1）。これが光電子分光法です。

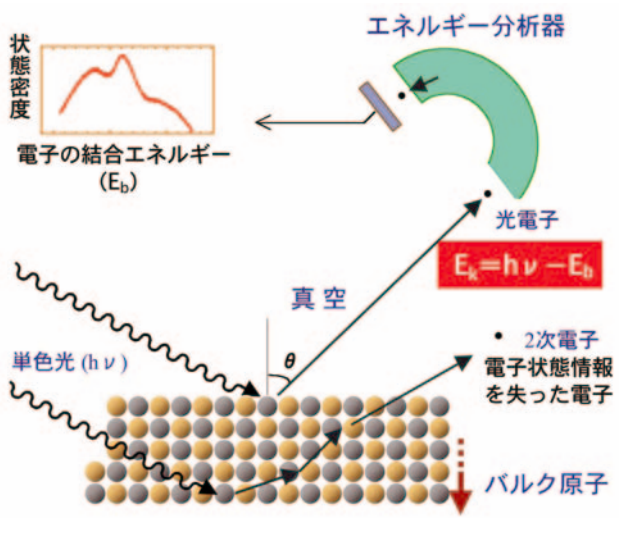


図1. 光電子分光法のイメージ。単色光（hν）の照射で物質表面からいろいろなエネルギーの電子が飛び出す。光電子のE_kを測定し、E_bの分布を求め解析することで電子状態が明らかになる。

1970年代の放射光利用で、共鳴光電子分光（プラスワン講座参照）の有効性が明らかにされました。その後1986年に始まった高温超伝導ブームは、光電子分光の測定・解析技術に大きな進歩をもたらしました。hνの巾がせまいほど得られる情報も精密になります。SPring-8は高輝度であるため、他のどの放射光施設よりもhνの巾をシャープに切り出して光電子分光に利用できます。現在、4本のビームラインで10台の光電子分光装置が整備され、固体電子物性、表面反応、原子・分子分光、ナノテクノロジーなどの研究に使われています。

光電子分光は表面敏感

表面原子からの光電子は、$h\nu - E_b$の運動エネルギーを得て表面を飛び出します。しかし、物質内部（バルク）で発生した光電子は、他の原子に次々と衝突して2次電子をつくり、初めの運動エネルギー情報を完全に失います。

電子が次の衝突までに進む距離を平均自由行程と呼びます。平均自由行程は、電子の運動エネルギーや物質の種類によって異なります。多くの固体では、運動エネルギーが100 eV位のときに、平均自由行程は最小値の0.5ナノメートル（1ナノメートルは1mの10億分の1）程度となります（図2）。すなわち、～100 eVの光電子は最

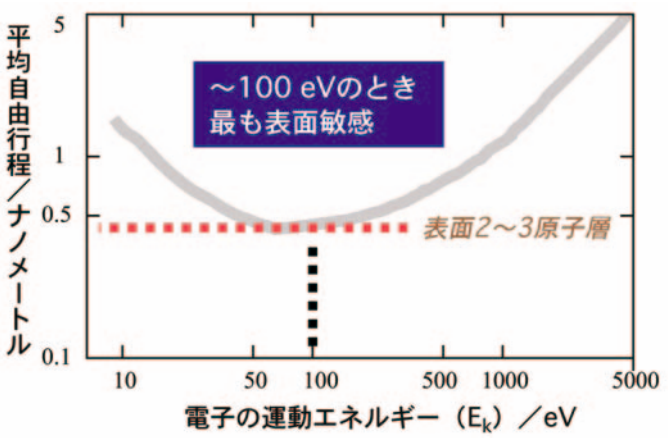


図2. 電子の平均自由行程。SPring-8では500－5000 eVの高輝度軟X線を光電子分光に用いることができるため、バルクの電子状態情報が得られる。

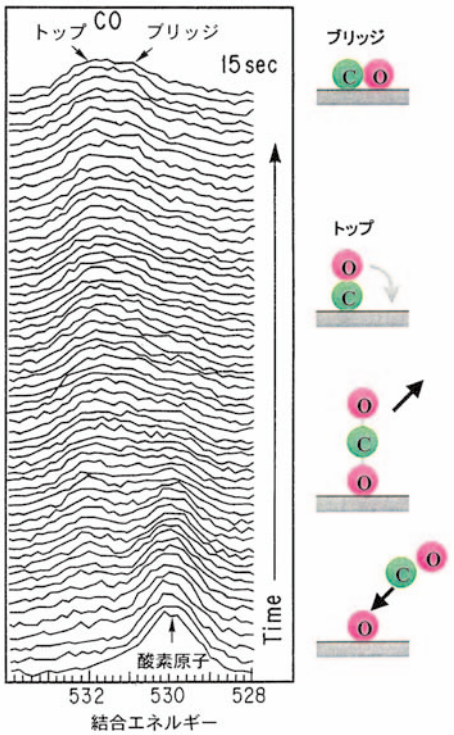


図3. 触媒作用を示す金属ロジウム表面で、吸着酸素原子が一酸化炭素(CO)分子と反応しCO_2になって表面から離れ、その後、新たなCO分子が吸着する様子。[1] COは“トップ”構造で吸着するが、すぐに“ブリッジ”構造に変る。

も表面の状態に敏感で、表面に特有の電子状態情報を与えます。放射光を用いると、E_kが100 eVになるよう望みのhνを利用できます。このため、放射光光電子分光は、触媒、薄膜、ナノテク物質などの表面電子状態を観るための強力なツールになるのです。

光電子分光の最大の懸念は試料表面の“よごれ”です。表面は活性が高く、吸着や反応によって容易に化学変化します。“よごれ”を防ぐため、宇宙空間と同じ真空度に保った金属容器内で、試料をへき開し保存するなどの工夫が必要です。

表面反応をリアルタイムで観測

時々刻々の変化をリアルタイムで追いかける、そんなことができれば反応過程の理解は大きく前進します。励起光に高輝度放射光が用いられるようになったことで、表面反応をリアルタイムで観測することができるようになりました。

図3はイタリアの軟X線高輝度放射光施設で観測された表面反応の例で、0.2秒毎に光電子スペクトルを測定してならべたものです。[1] このスペクトル変化は、一酸化炭素（CO）にさらされた金属ロジウムの触媒作用がどのように進むかに明確な解答を与えました。SPring-8でも、金属や半導体の表面酸化反応、高温反応などをリアルタイムで追いかけるため、さらに高速で光電子分光測定するための技術の開発を進めています。

SPring-8 が可能にした バルク対応光電子分光

価電子帯は物性を支配する電子状態を担っているので、ここを調べることが物性を解き明かすカギになります。表面の場合、まわりの原子数はバルクの半分になるため電子どうしの反発力が弱まって、電子の結合エネルギーはバルクの場合よりも少し大きくなります。表面敏感な光電子分光法は、バルク物性の分析に向かないと考えられてきました。ところが、SPring-8放射光はこの懸念を一掃しました。励起光に500－5000 eVの高エネルギー域の軟X線を用いることでE_kを大きくし、バルクの電子状態を調べることができるようになったのです。また、高輝度であるために、

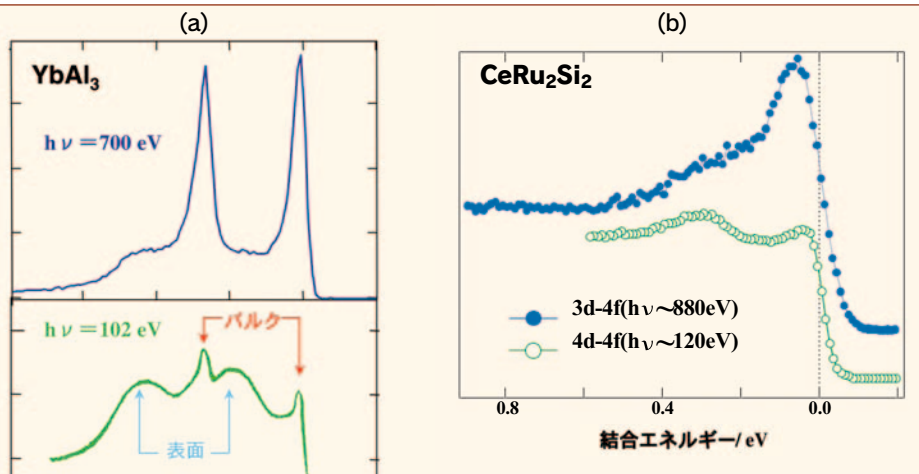


図4. $YbAl_3$(a)と $CeRu_2Si_2$(b)の価電子帯。[2-4] SPring-8からの700 eV光や880 eV光による光電子スペクトルは、~100 eV励起光によるスペクトルと大きく異なり、バルクの電子状態情報をもたらす。

高エネルギー軟X線利用でスペクトル強度が大きく低下するという欠点を補うこともできました。

図4(a)は、代表的な近藤物質* $YbAl_3$について、表面敏感な102 eV光とバルク敏感な700 eV光で測定した光電子スペクトルです。[2,3] 102 eV光で見られる二つの巾広いピークは表面原子の電子状態を反映しています。[2] これに対し、700 eV光ではほとんどがバルク原子の電子状態であることがわかります。[3] 図4(b)においても、Ce4d→4f共鳴（120 eV光）よりはCe3d→4f共鳴（880 eV光）を採用することで、バルク敏感な電子状態が得られています。[4] 図4のデータは、他のバルク物性測定法で得られたデータともよく一致することが確かめられています。

さらなる高度化をめざして

新機能性物質やナノテクノロジーの研究開発を効率よく進めるためには、放射光光電子分光技術のさらなる高度化が必要です。そしてその一つは、微小な領域の情報を得るための顕微分光法の開発です。

超LSIや高密度記録材料（磁性薄膜）などのナノ・デバイスにおける化学状態、磁性状態のマッピングに光電子顕微鏡（図5）が大変有効であることが証明されました。国外の放射光施設では、15 ナノメートルの位置分解能で微小な領域を観察できる光電子顕微鏡が実用の段階に入っています。人工的に作られるナノスケール厚さの多層磁性薄膜や、ナノスケールサイズのドット状記憶素子は、実用化が飛躍的に加速すると予想されます。このような微細な構造体の化学状態や磁性構造を解析し機能性をさらに高めるためには、高輝度放射光を用いる光電子顕微鏡観察が必要で、SPring-8ではそのための準備を進めています。

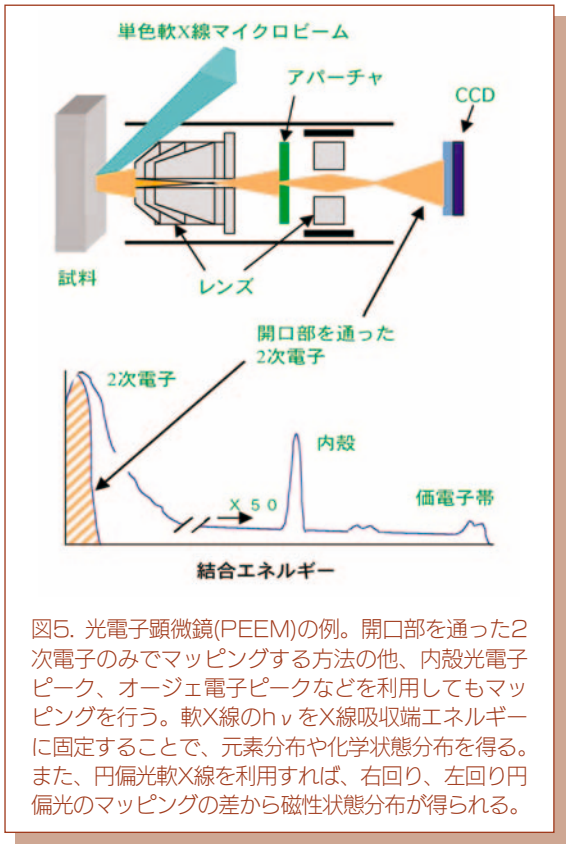
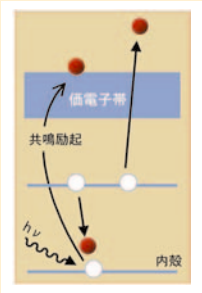


図5. 光電子顕微鏡(PEEM)の例。開口部を通った2次電子のみでマッピングする方法の他、内殻光電子ピーク、オージェ電子ピークなどを利用してもマッピングを行う。軟X線のhνをX線吸収端エネルギーに固定することで、元素分布や化学状態分布を得る。また、円偏光軟X線を利用すれば、右回り、左回り円偏光のマッピングの差から磁性状態分布が得られる。

プラスワン講座

―共鳴光電子分光―

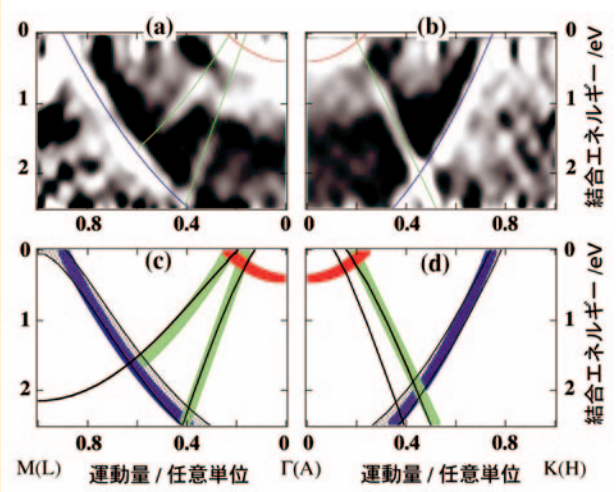


X線吸収端エネルギーに等しいhνの光で励起(共鳴励起)すると、光電子スペクトルの強度が数倍－数10倍にもなります。外側の軌道からたくさんの電子がオージェ効果* によりたたき出されるためで、吸収端以外のhν光の照射ではノイズにかくれていた電子状態が見えるようになります。

―角度分解光電子分光―

電子の結合エネルギー、運動量、スピンは電子状態を表す大切な要素です。よく知られるように、電子は光励起により光子エネルギーを受け取りますが、電子の運動量は保存されます。この法則と、結晶表面に平行な運動量成分は結晶の内外で保存されるという仮説をもとに、結晶中の電子について、結合エネルギーと運動量(結合の方向)を解析するのが角度分解光電子分光(ARPES)です。光電子はあらゆる方向に放出されますが、ARPESではある特定の角度に放出された光電子のみを検出します。

結晶のように原子が規則正しく並ぶ空間では、電子軌道も空間的にくり返し構造となり、その空間構造は物性と密接に関わっています。光電子は軌道間の遷移に伴って放出されるので、光電子がどの結合軌道からのものかを知るためには、ARPESの測定が威力を発揮します。また、結晶の電子状態についてのコンピューターシミュレーションとも照し合わせます。図は、2001年に発見された超伝導体MgB_2結晶(臨界温度39K)の価電子帯について、結合エネルギーと運動量の関係(バンド分散)を調べたもので、MgB_2がBCS型超伝導体* であることを示唆しています。[5]



－263℃における超伝導体MgB_2結晶のバンド分散（hνは28 eV）。[5] (a)、(b)は結晶表面の異なる方位でθを変えて測定した光電子スペクトルからのピーク強度分布(明るいほど強度大)。(c)、(d)は、電子状態の理論計算から得られた(a)、(b)に対するバンド分散。実験と計算がよく一致している。(超電導工学研究所 内山裕士 主任研究員 提供)

用語解説

近藤物質
電気抵抗が温度低下とともに減少する通常の金属に対し、低温で電気抵抗の極小を示し、さらに低温になると抵抗が増加する物質。鉄などの磁性不純物を少量含んだ金、銀や、希土類元素を含むある種の合金などで認められます。

オージェ効果
光電効果などによって内殻軌道の電子がたたき出されると、電子の空孔ができ、ここへ外側の浅い軌道から電子が落ちこみます。このとき、放出されるエネルギーを受け取って浅い軌道にある別の電子が飛び出す現象を指します。

BCS型超伝導体
結晶の格子振動を仲立ちとして、2個の電子間に引力が生じ、クーロン反発力に打ち勝って電子対（クーパーペア）を形成することで低温において超伝導状態となる物質。バーディーン(B)、クーパー(C)、シュリーファー(S)の3人が、理論的に説明することに成功しました。

参考文献
1) A. Baraldi et al., J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom. 76, 145(1996).
2) L.H. Tjeng et al., Phys. Rev. Lett. 71, 1419(1993).
3) S. Suga and A. Sekiyama, J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom. 114-116, 659(2001).
4) A. Sekiyama, T. Iwasaki, K. Matsuda, Y. Saitoh, Y. Onuki and S. Suga, Nature 403, 396(2000).
5) H. Uchiyama et al., Phys. Rev. Lett. 88, 157002(2002).

行事報告

• 2003年度 SPring-8夏の学校

試料を装置にセットしてみよう・・(BL39XUにて)

SPring-8夏の学校は、2001年度から姫路工業大学大学院理学研究科と(財)高輝度光科学研究センターの共催で、将来性豊かな学生諸氏に最先端研究施設SPring-8における研究の一端に触れてもらうことにより、将来の放射光研究者の発掘・育成を目的としてはじめられたものです。3回目となる今年は7月5日(土)～8日(火)の日程で開催しました。大学（学部生，大学院生）・企業から40名の参加がありました。

今回のカリキュラムでは、4日間で基礎講座4題、応用講座4題、実習10種類（参加者が希望する2種類を選択する）を行いました。1・2日目は姫路工業大学の先生をはじめ、日本原子力研究所、理化学研究所および所内の研究者による放射光利用についての基礎講座および実習に対応した利用研究分野への導入となる応用講座を開講し、3日目には蓄積リング棟実験ホールで、BL01B1、BL02B1、BL19B2、BL20B2、BL23SU、BL25SU、BL37XU、BL39XU、BL40XUおよびBL41XUの10本のビームラインに分かれ、それぞれの実習担当者について実験装置の使用方法の説明を受けたり、放射光を使った解析を行うなど実験現場を体験して頂きました。4日目は2種類目の選択実習を3日目同様、各ビームラインに分かれて実習して頂きました。

実習で使用するビームラインを10本に増やすことができたため、実習1グループあたり学生が4名となり、学生、実習担当者共に無理なく声の届く適当な環境を提供でき効率のよい実習が実現できたようです。

生徒全員集まれ！（放射光普及棟ロビーにて）

参加者にはもう既にユーザーとして来られている方も多く、様々な場面で講師や実習担当者との熱心な質疑応答が進み、先端研究の場で働く研究者達とじっくり意見を交わすことができた経験は、今後、放射光を利用する研究を目指す上で大きな力になってくれることと思います。

所長室　研究交流担当

行事一覧

7月 5日～ 8日	SPring-8夏の学校
7月10日	SPring-8講習会「放射光の産業利用」
8月 5日～ 7日	高校生のためのサイエンス・サマーキャンプ
8月20日～21日	高校生のためのサマーサイエンスセミナー
8月27日	三町懇話会

SPring-8 見学者

（7月～8月の施設見学者数　2,165名）

■主な施設見学者

月日	見学者	人数
7月14日	鴻池構造改革特区担当大臣	1名
15日	神戸商工会議所異業種交流会	30名
29日	河村文部科学副大臣	1名
30日	韓国ハンナン大学	40名
8月 1日	諮問委員会	20名
8日	地元新聞社連合会	15名

施設見学の申し込み方法

見学のお申し込みについては、電話で広報部までお問い合わせ下さい。
また、下記ホームページからもお申し込みいただけます。
(財)高輝度光科学研究センター　広報部
電話番号：0791－58－2785　ファックス番号：0791－58－2786
URL：http://www.spring8.or.jp/JAPANESE/pr/req-tour.html

SPring-8 Flash

• 西畑保雄副主任研究員(原研)らが「第17回独創性を拓く　先端技術大賞」にて「経済産業大臣賞」を受賞

日本原子力研究所放射光科学研究センターの西畑保雄副主任研究員とダイハツ工業㈱の上西真里氏、田中裕久氏に、優れた研究成果を上げた自然科学系学生や企業の若手研究者・技術者を表彰する「第17回独創性を拓く先端技術大賞」の企業産学部門グランプリである「経済産業大臣賞」が授与されました。この賞は日本原子力研究所とダイハツ工業㈱との共同研究である「『インテリジェント触媒』の研究開発と実用化～自己再生型排ガス浄化用自動車触媒」に対して贈られたものです。授賞式は高円宮妃殿下をお迎えし、7月10日に開催されました。

受賞した研究については、SPring-8 NEWS No.7（2003年3月発行）の「研究成果・トピックス　～自動車排ガス浄化触媒の自己再生メカニズムを解明する～」にも掲載されています。内容はSPring-8ホームページでご覧いただけます。http://www.spring8.or.jp/JAPANESE/publication.html

前列左から、白川英樹氏(名誉審査委員長)、荏原充宏氏(文部科学大臣賞)、高円宮妃殿下、上西真里氏(経済産業大臣賞)、西畑保雄氏(同)、柳田博明氏(審査委員長)、後列左から、幾度明菜氏(日本工業新聞創刊70周年特別賞)、福井康人氏(審査委員長特別賞)、天野　建氏(ニッポン放送賞)、太田実雄氏(フジテレビジョン賞)、曽我朋義氏(日本工業新聞社賞)、弘田泉生氏（産経新聞社賞)、信田知希氏(科学技術政策担当大臣特別賞)、野村博氏(日本工業新聞創刊70周年特別賞)

左から、西川太一郎氏(経済産業副大臣)、上西真理氏(ダイハツ工業株式会社)、田中裕久氏(同)、西畑保雄氏(日本原子力研究所)

写真提供：日本工業新聞社

• 5クォークバリオン発見の反響

大阪大学、日本原子力研究所、(財)高輝度光科学研究センター、その他の国内外の大学と研究所（19機関、52名）からなるレーザー電子光（LEP）研究グループが7月1日にクォーク5個からできている新しい粒子（新バリオン）発見についての記者発表を行いました。研究グループがSPring-8のビームライン（BL33LEPS）で得られる世界最高エネルギーのレーザー電子光を使って発見したもので、米国やロシアの研究所からも発見を追認する報告が寄せられ、米国と同時に記者発表されたものです。これまでに、SPring-8で生まれた多くの成果とは異なった素粒子物理学分野での成果であり、また、米国でも発表されたこともあって、その反響は世界的なもので、SPring-8の国際的な知名度を大いに高めることとなりました。

新バリオン発見について報告する　大阪大学核物理研究センター　中野貴志教授

今後の行事予定

- 9月11日　SPring-8ワークショップ「防錆防触技術と放射光利用」（ひょうご倶楽部・東京）
- 9月17日～18日　SPring-8研修会「残留応力測定」
- 9月26日　SPring-8研修会「屈折コントラストイメージングによる非破壊内部観察」
- 11月12日～14日　第7回SPring-8シンポジウム

編集　SPring-8 News 編集委員会

発行　JASRI　財団法人　高輝度光科学研究センター　広報部

Japan Synchrotron Radiation Research Institute
〒679-5198　兵庫県佐用郡三日月町光都1丁目1番1号
TEL(0791)58-2785　FAX(0791)58-2786
E-mail：kouhou@spring8.or.jp

ホームページ：http://www.spring8.or.jp/

R100 古紙配合率100%再生紙を使用しています