

## Ⅵ-5 固体光物性グループ

福谷博仁、東山和幸

本グループの研究テーマは大別して(1)金属、半導体の表面物性(2)放射光を利用した固体の真空紫外光物性の研究である。主な研究手段は(1)については角度分解光電子分光法(ARUPS, XPS), 走査トンネル顕微鏡(STM)法(2)は放射光の偏光特性を利用した応力変調、磁気円二色性分光法、スピン分解光電子分光法である。

東山和幸は92年8月までの2年間、米国(ハワイ大学、ローレンス・バークレー研究所)でC. S. Fadley教授と金属、半導体の表面物性の共同研究を行い、福谷博仁は高エネルギー研究所、東京大学物性研究所、電子総合研究所と磁性体の磁気円二色性分光、強磁性金属のスピン分解光電子分光、酸化物の光電子分光等の共同研究を行った。

### [1] 光電子分光法による金属、半導体表面の研究

水素を吸着することによるW(110)表面の再構成の起源を明らかにするために、角度分解光電子分光法で表面電子状態が再構成の前後でどのように変化するかを調べた。スペクトルを解析して吸着原子(H)と下地原子(W)の相互作用を求めた。再構成により吸着位置が変化し、相互作用が増大することが再構成の起源であることを明らかにした。(論文1)

W(110)内殻4f電子および価電子を励起したX線光電子回折パターンの温度依存性を詳しく調べた。運動学的解析により、2つの回折パターンの相違が直接遷移過程の違いによるものではなく、光電子放出の始状態、終状態の軌道対称性の違いに起因することをはじめて示した。

(論文2)

### [2] STMによる半導体表面の研究

清浄なGe(111)表面のc(2x8)およびSnを微量に吸着させた時に生ずる(7x7)表面構造をSTMで研究した。対称および非対称なc(2x8)構造が異なるドメインに共存することを初めて示した。Sn吸着(7x7)では、DAS模型のadatomに大きな非対称性があり、12個のinner adatomがcorner holeのまわりにリングを形成することを見出した。Snがこのsiteに選択的に吸着されることが示唆された。(論文3)

### [3] 磁性体の内殻吸収磁気円二色性の研究

磁性体の内殻吸収磁気円二色性は、従来の価電子帯吸収磁気円二色性と比べて、原子種を選択できる特色があり磁性体のスピン依存電子状態の研究に有力な手法である。3d遷移金属の3p内殻吸収領域(50~150eV)での測定のため、円偏光度測定のためのポラリメーターの開発、超高真空( $10^{-10}$  torr)5Tマグネットの作成などの準備を行い、Ni, Fe, Fe/Pt多層膜、Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>の3p内殻磁気円二色性を初めて測定した。Fe/Pt多層膜ではPtにも信号が観測されFeとPt間の磁氣的相互作用の存在を示した。(論文4、5、6)

ポラリメーターは偏光解析による光学定数の測定にも応用でき、Au, SiCの光学定数測定で実証した。(論文7) その他、アルカリ土類ハライド結晶の応力変調分光実験を行い、電子状態の軌道対称性の知見をえた。(論文8、9)

### [4] 磁性金属のスピン分解光電子分光による研究

東京大学物性研究所との数年にわたる共同研究で、高エネルギー研放射光施設にスピン分解光電子分光装置を建設してきた。遍歴強磁性金属Niのスピン分解光電子スペクトルをk空間のX及びK点で、温度T/T<sub>c</sub>が0.5~1.05の範囲で測定した。同様に6eVサテライトの3p-

3d共鳴光電子放出の励起光依存性を測定した。2つの結果はlocal band modelでよく説明できることが示された。(論文11、12)

#### [5] 酸化物の光電子分光

TiO<sub>2</sub>, SrTiO<sub>3</sub>は基底状態では3d電子を持たない酸化物であるが、真空加熱処理による酸素欠陥で電子がドーパされ、バンドギャップ内に状態が生じる(in-gap state)。この電子状態の解明は系の絶縁体-金属相転移等の物性理解に重要である。電総研と共同で角度分解光電子分光による研究を行った。ギャップ内状態はTi 3d成分をもち、1電子的描像では説明が困難であり、電子相関効果が重要であることを明らかにした。

#### [6] 金属微粒子の研究

サイズを制御したAu55, Au11クラスターを化学合成し、光吸収(0.5~40eV)、光電子放出スペクトルを測定した。

#### 〈論文〉

1. A. Aiura, H. Yanashima, H. Fukutani, H. Kato, Y. Sakisaka and T. Maruyama: Hydrogen-induced reconstruction of W(110) surface by angle-resolved photoemission spectroscopy Surface Science 283, 344-348(1992)
2. G. S. Herman, T. T. Tran, K. Higashiyama and C. S. Fadley: Valence Photoelectron Diffraction and Direct-Transition Effects Phys. Rev. Lett. 68, 1204-1206(1992)
3. K. Higashiyama, S. K. Lewis, R. X. Ynzunza, E. D. Tober, Y. J. Kim and C. S. Fadley: Asymmetry of adatoms on Ge(111) observed by scanning tunneling microscopy: the clean c(2x8) and Sn-induced (7x7) structures Surface Science 291, 47-56(1993)
4. T. Koide, T. Shidara, H. Fukutani, K. Yamaguchi, A. Fujimori, S. Kimura, T. Sugimoto, T. Katayama and Y. Suzuki: Magnetic circular dichroism at the M<sub>23</sub> edges in 3d-transition metals and their compounds Rev. Sci. Instrum. 63, 1371-1375(1992)
5. T. Koide, T. Shidara and H. Fukutani: Barkable superconducting magnet for magnetic circular dichroism and magnetic-imaging photoemission-spectroscopy studies Rev. Sci. Instrum. 63, 1462-1465(1992)
6. T. Koide, T. Shidara, M. Yuri, N. Kandaka, H. Fukutani and K. Yamaguchi: Elliptical-polarization measurements in the vacuum-ultraviolet and soft x-ray region with a reflection polarimeter: Rev. Sci. Instrum. 63, 1458-1461(1992)
7. N. Kandaka, M. Yuri, H. Fukutani, T. Koide and T. Shidara: Ellipsometrical determination of optical constants of gold in the vacuum ultraviolet region Rev. Sci. Instrum. 63, 1450-1453(1992)
8. M. Yuri, N. Kandaka, T. Kambe, S. Sato, H. Kato and H. Fukutani: Optical constants of BaF<sub>2</sub> and SrF<sub>2</sub> J. Phys. Soc. Jpn. 61, 1829-1830(1992)
9. M. Yuri, S. Sato, A. Aiura, A. Yamada, H. Kato and H. Fukutani: Off-normal incidence piezorefectivity of SrF<sub>2</sub> and BaF<sub>2</sub> in the core exciton region J. Phys. Soc. Jpn. 61, 2557-2568(1992)
10. M. Yuri, S. Sato, Y. Seto, H. Hayashi and H. Fukutani: Electron-hole exchange interaction of the Γ-exciton in NaCl studied by piezorefectivity J. Phys. Soc. Jpn. 61, 2557-2568(1992)
11. J. Fujii, T. Kinoshita, K. Shimada, T. Ikoma, A. Kakizaki, T. Ishii, H. Fukutani, A. Fujimori

- K. Soda and H. Sugawara: Spin-resolved photoelectron spectrometer with revolver undulator Technical Report ISSP No. 2637, (1993)
12. T. Kinoshita, A. Kakizaki, T. Ishii, J. Fujii, H. Fukutani, K. Shimada, A. Fujimori, T. Okane and S. Sato: Evidence of Fano interference in spin polarization of the 6 eV satellite in Ni valence band Photoemission Phys. Rev. B47, 6787-6790(1993)

〈学位論文〉

1. 大和田幹夫: "角度分解光電子分光法によるCu(110) 2x1-O表面の研究"  
筑波大学理工学研究科 修士論文. 1993年2月

〈講演〉

1. 藤井純 他: "PFBL-19Aスピン分解光電子分光装置"、日本物理学会、東京大学、1992年9月
2. 藤井純 他: "Ni(110)のスピン分解光電子分光"、日本物理学会、東京大学、1992年9月
3. 福谷博仁 他: "フェライトのM<sub>23</sub>吸収端磁気円二色性Ⅱ"、日本物理学会、東京大学、1992年9月
4. 東山和幸 他: "角度分解光電子分光によるPd(110)c(2x4)-O表面の電子状態" 日本物理学会、東京大学、1992年9月
5. 藤井純 他: "PFBL-19Aスピン分解光電子分光装置Ⅱ"、日本物理学会、東北大学、1993年3月
6. 大和田幹夫 他: "Cu(110) 2x1-O, 1x2-KのARUPS"、日本物理学会、東北大学、1993年3月
7. 春山雄一 他: "SrTiO<sub>3</sub>(100)表面の角度分解光電子分光"、日本物理学会、東北大学、1993年3月
8. 小平周二 他: "TiO<sub>2</sub>(001), (110)の角度分解光電子分光"、日本物理学会、東北大学、1993年3月
9. 東山和幸 他: "Asymmetry of adatoms on Ge(111) observed by STM" アメリカ物理学会、インディアナポリス、1992年3月