

2009S2-007：有機分子-電極系の構造・電子状態と電荷移動ダイナミクス

期間：2009. 10～2012. 9 代表者：吉信淳・東京大学物性研究所

実験組織：長谷川幸雄, 江口豊明, 吉本真也, 向井孝三, 浜田雅之, 原沢あゆみ ほか7名(東大物性研),
近藤寛ほか4名(慶應大理工), 雨宮健太, 間瀬一彦, 阿部仁(KEK), 櫻井岳暁ほか3名(筑波大院数理),
小澤健一(東工大院物質), 奥田太一(広島大放射光), 上野信雄, 解良聡, 坂本一之, 西龍彦ほか7名(千葉大院融合)

背景

有機分子を用いたデバイスの研究開発が活発化
→近年デバイス特性が飛躍的に向上
→有機分子-電極界面の物性が鍵をにぎる(有機分子-電極系の電子状態は、物質固有のエネルギー準位だけでなく電極と有機分子間の電荷移動、配向など様々な要素が関与する)
* 界面の電子状態を制御しデバイス特性を改善するためには、原子レベルでの有機分子-電極間相互作用の解明が必要。

目的

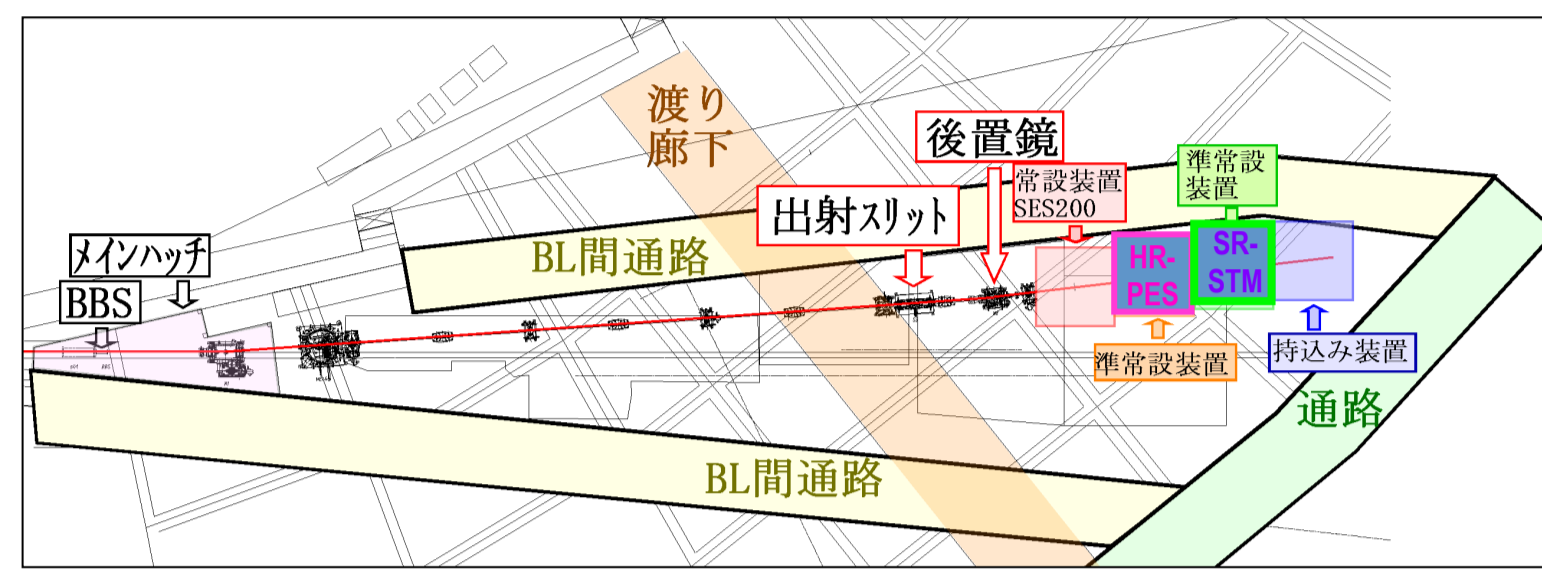
高度化されたBL13アンジュレーター放射光を利用した以下の**先端的光電子分光測定**によって、有機分子-電極界面の構造、電子状態さらに電荷移動ダイナミクスを解明すること。

- 高分解能内殻光電子分光 (SES200, Phoibos100)
- 角度分解光電子分光 (SES200)
- Core-hole clock分光 (SES200, Phoibos100)
- 放射光励起STM (SR-STM)

BL13Aエンドステーション

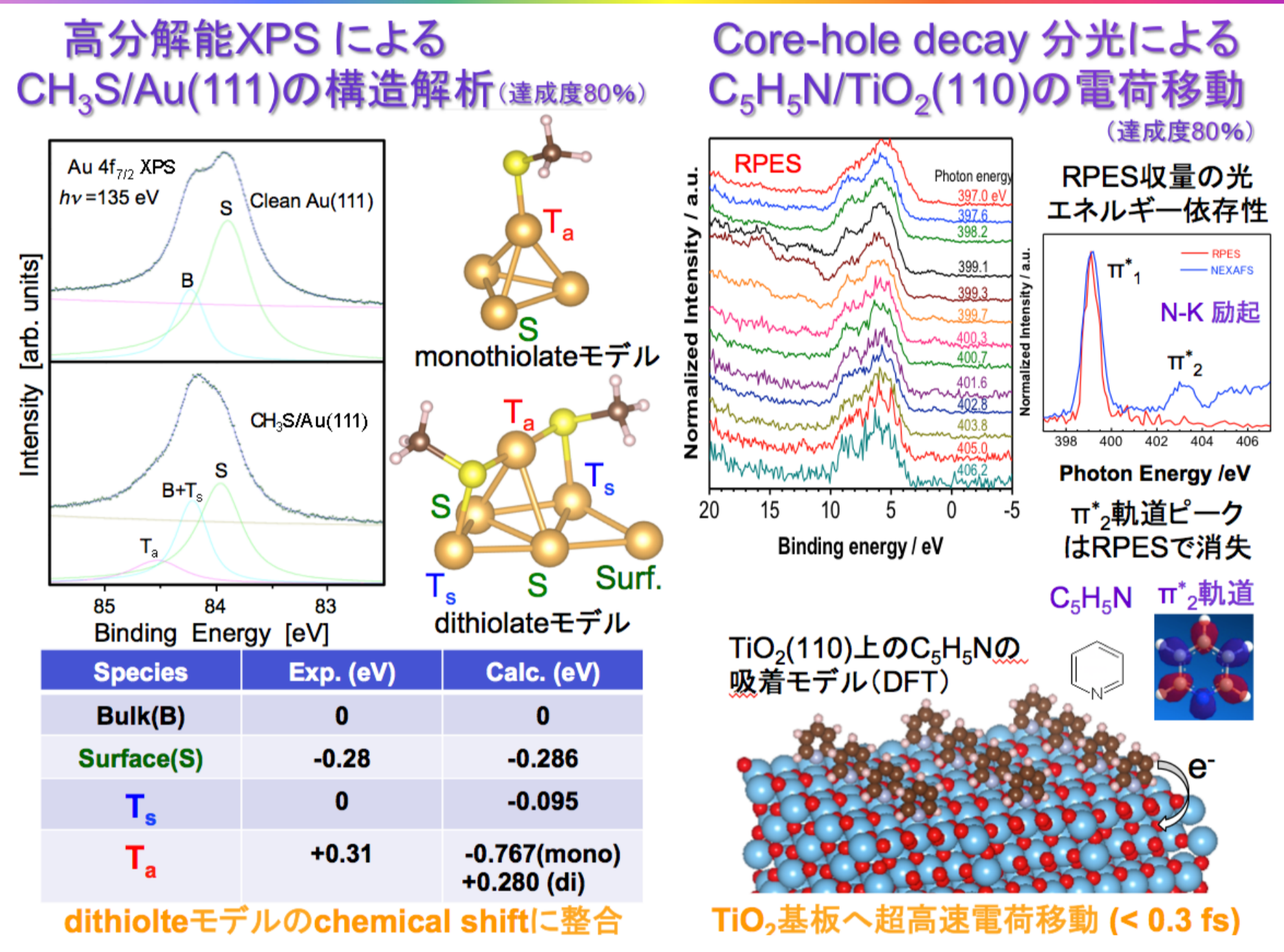
1. PF保有の改良型SES200 (小沢 & 櫻井Gで立ち上げ) : 常設
→角度分解光電子分光, 高分解能内殻光電子分光
2. 物性研(吉信G) Phoibos100 : 準常設
→高分解能内殻光電子分光 (低温~高温: 温度可変)
3. 物性研(長谷川G) 放射光STM : 準常設
→nmスケール元素分解マッピング
4. 慶応大(近藤G) 雰囲気XPS : 稼働中
→反応条件下での内殻光電子分光

串列型配置: 並行してエンドステーションを立ち上げ、様々な系を臨機応変に測定できる様に整備する。

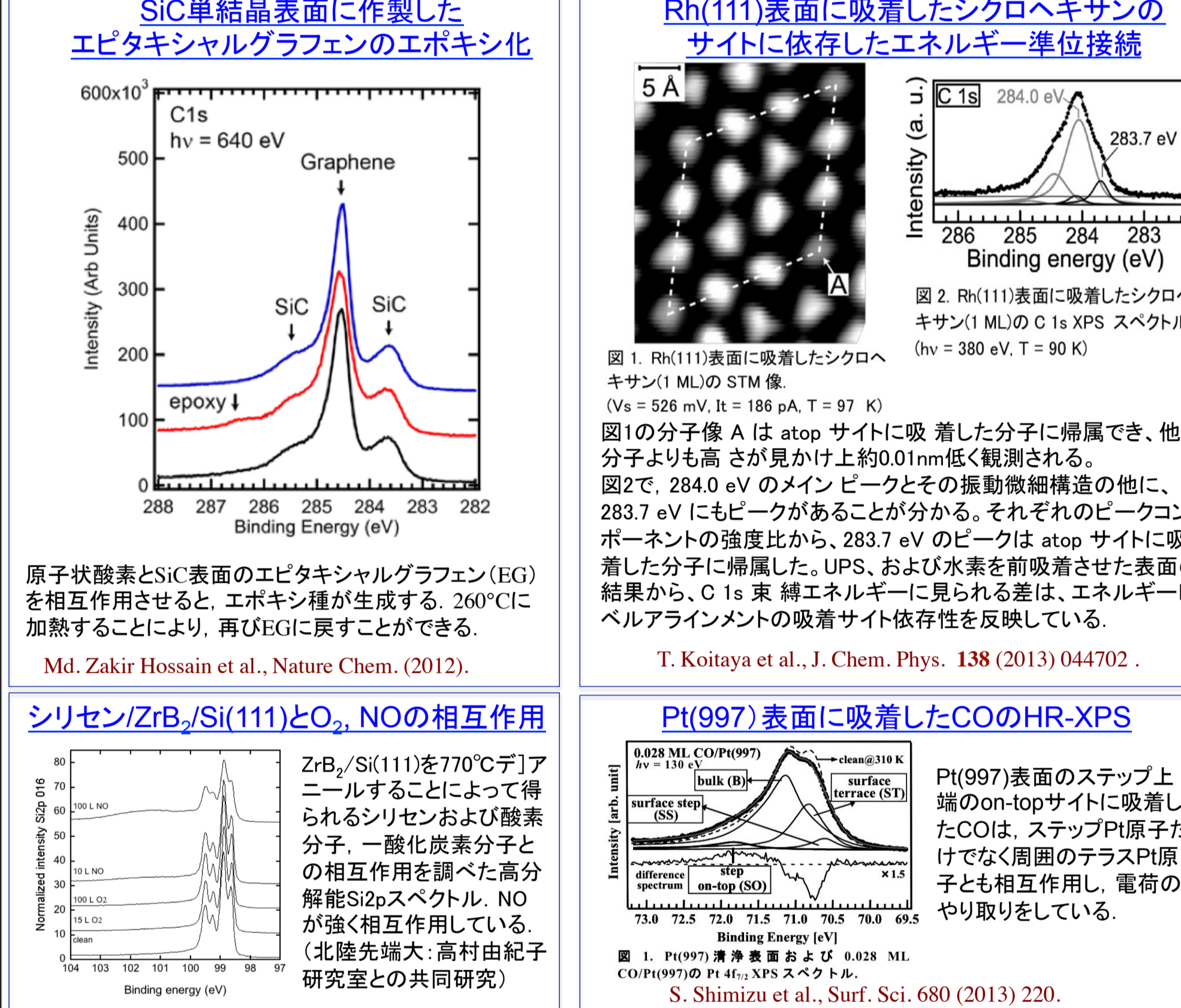


2010年1月から2012年6月までの実験結果 (ビームタイム積算: 174.5日)

HR-XPSによる吸着分子の構造解析と Core-hole decay 分光 (慶応大近藤G)

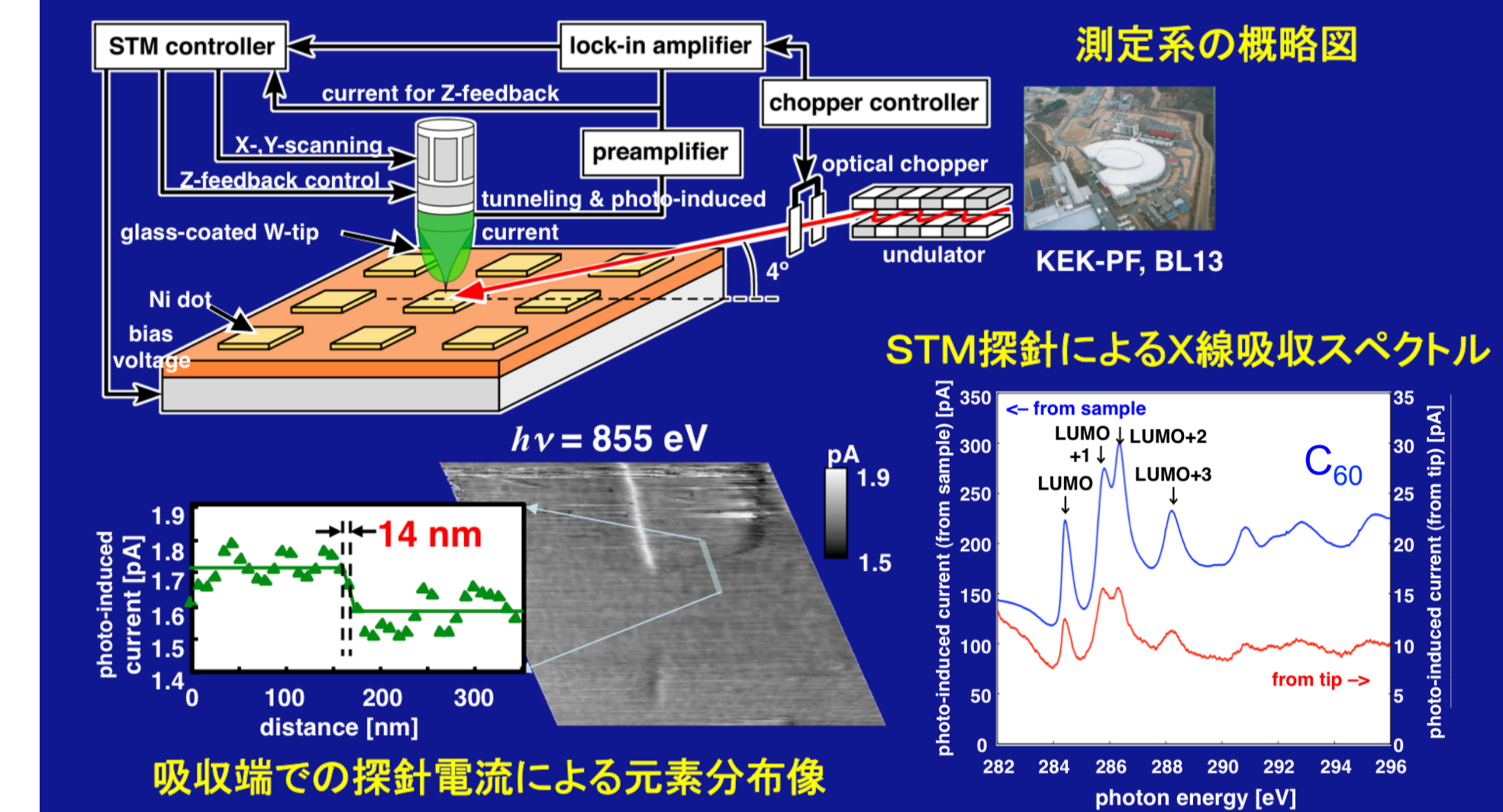


HR-XPSによる表面および吸着分子の構造と電子状態 (東大物性研吉信G)

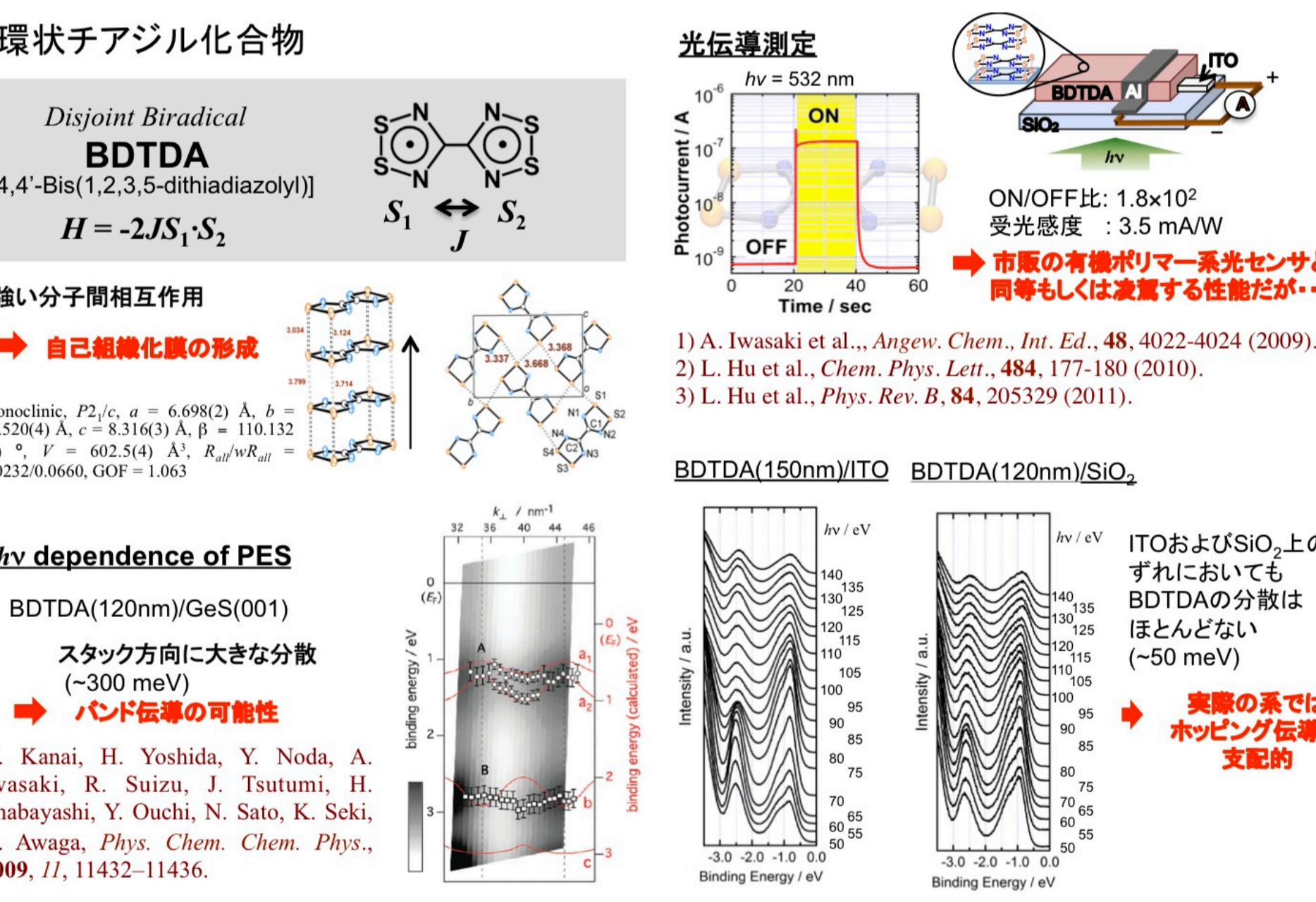


放射光励起STMの開発

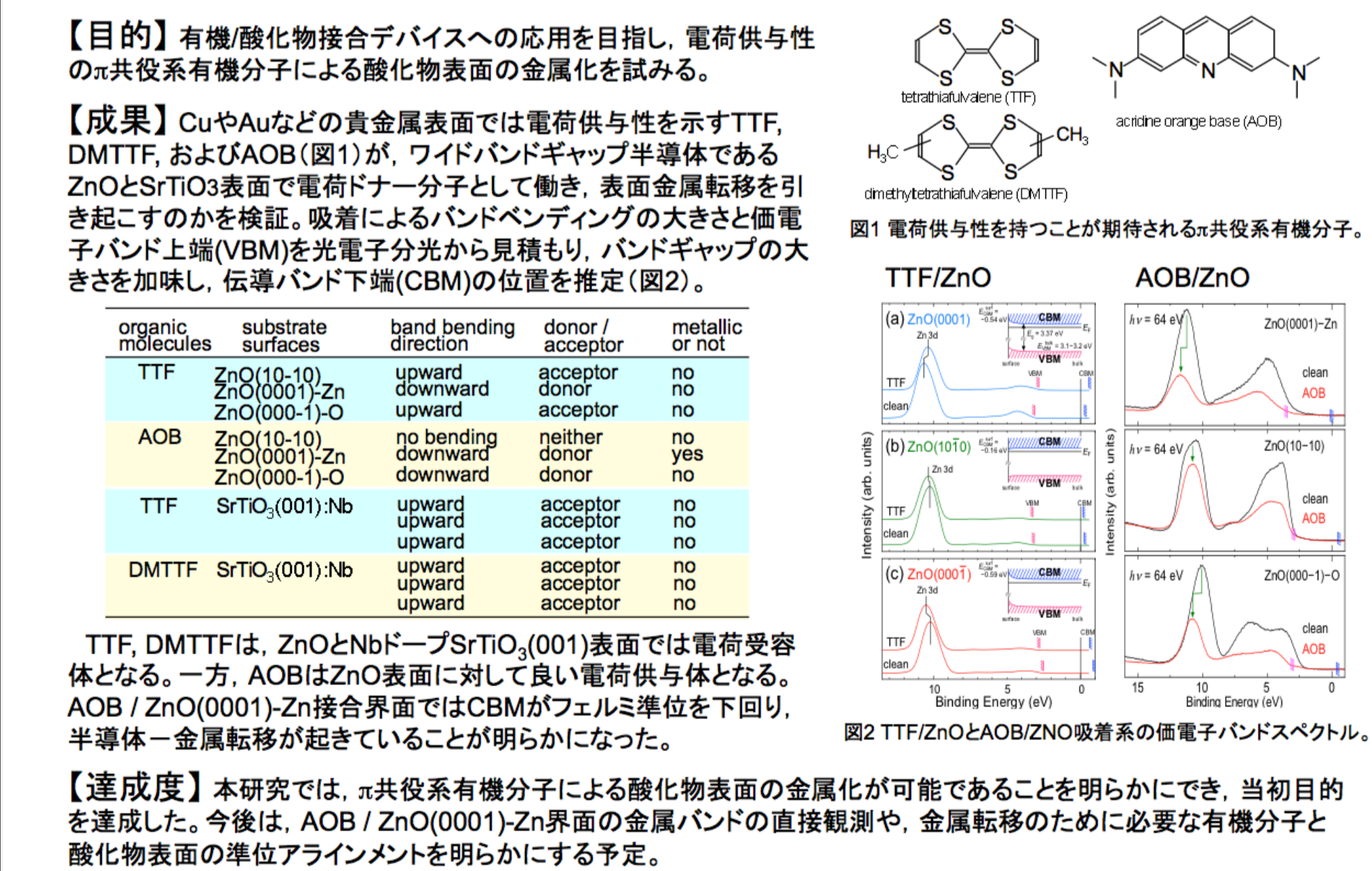
- ・ナノ領域での吸収スペクトル測定
- ・ナノスケールの空間分解能での元素/化学分析



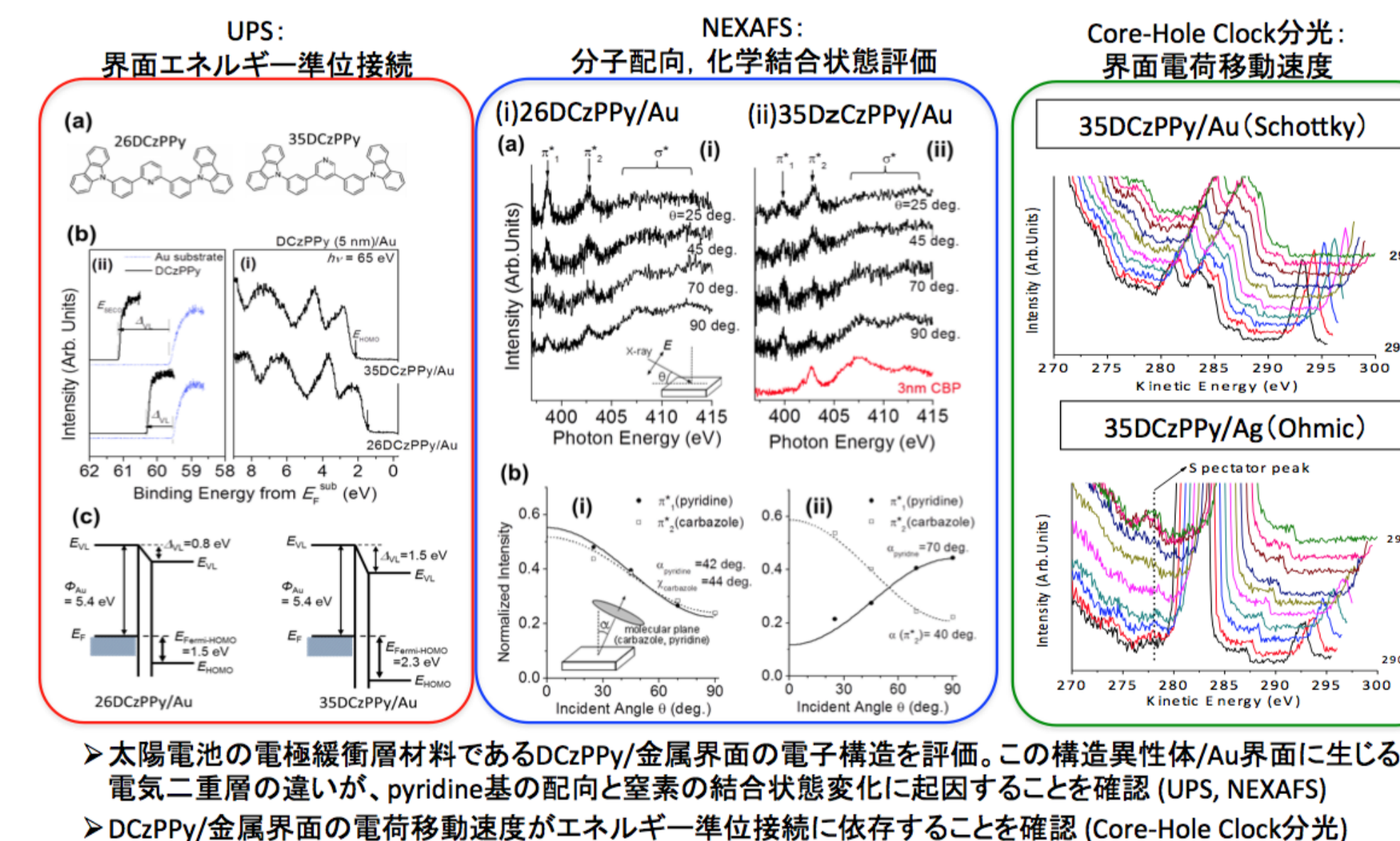
環状チアジリ化合物白膜の電子状態 (千葉大・坂本G)



酸化物表面へのドナー分子の吸着 (東工大・小澤G)



有機/金属電極界面における電気二重層の起源に関する研究 (筑波大・櫻井G)



成果と今後の課題

- ・高分解能内殻光電子分光→2つのステーションから多くの成果が得られた。
- ・高分解能角度分解光電子分光→SES200を用いていくつかの成果が得られた。
- ・Core-hole clock分光→ほぼ達成したが、自動測定化は道半ばである。
- ・放射光励起STM→立ち上げ目標をほぼ達成した

2013/3/10現在の2009S2-007による論文リストは以下の通りである(PFデータベースに登録済)。投稿中の原稿論文は数報あるが、測定を終了したデータを解析し、論文文化に鋭意努力したい。さらに、一部の課題は2012S2-006に引きつぎ、研究を深化させたい。

RECORD NO	TITLE	AUTHOR	JOURNAL	YEAR	VOLUME	PAGE	BEAM-LINE
20110657 Reprint was uploaded.	Electron Donor Molecule on Oxide Surface: Influence of Surface Termination of ZnO on Adsorption of Tetrathiafulvalene	K. Ozawa, S. Munakata, K. Edamoto and K. Mase	J. Phys. Chem. C	2011	115	21843	13A
20120093 Reprint was uploaded.	Metallization of Oxide Semiconductor Surfaces by Chemical Modification	K. Ozawa	Chemical Industry	2012	63	207	3B, 11D, 13A
20120183 Reprint was uploaded.	Chemically Homogeneous and Thermally Reversible Oxidation of Epitaxial Graphene	Md. Z. Hossain, J.E. Johns, K.H. Bevan, H.J. Karmel, Y.T. Liang, S. Yoshimoto, K. Mukai, T. Koitaya, J. Yoshinobu, M. Kawai, A.M. Lear, L.L. Kesmodel, S.L. Tait and M.C. Hersam	Nature Chemistry	2012	4	305	13A
20120352 Reprint was uploaded.	Kinetic and Geometric Isotope Effects Originating from Different Adsorption Potential Energy Surfaces: Cyclohexane on Rh(111)	T. Koitaya, S. Shimizu, K. Mukai, S. Yoshimoto and J. Yoshinobu	J. Chem. Phys.	2012	136	214705	13A
20120397 Reprint was uploaded.	Energy Band Bending Induced Charge Accumulation at Fullerene/Bathocuproine Heterojunction Interface	S. Wang, T. Sakurai, R. Kuroda and K. Akimoto	Appl. Phys. Lett.	2012	100	243301	3B, 13A
20120414 Reprint was uploaded.	Epitaxial Rh-Doped SrTiO ₃ [31S] Thin Film Photocathode for Water Splitting under Visible Light Irradiation	S. Kawasaki, K. Nakatsuji, J. Yoshinobu, F. Komori, R. Takahashi, M. Lippmaa, K. Mase and A. Kudo	Appl. Phys. Lett.	2012	101	033910	13A
20120679 Reprint was uploaded.	Energy Level Alignment of C ₆₀ /160S/Ca Interface with Bathocuproine as an Interlayer Studied by Ultraviolet Photoelectron Spectroscopy	S. Wang, T. Sakurai, R. Kuroda and K. Akimoto	Jpn. J. Appl. Phys.	2012	51	10NE32	3B, 13A
20130035 Reprint was uploaded.	Site-Specific Chemical States of Adsorbed CO on Pt(997): A High Resolution XPS Study	S. Shimizu, H. Noritake, T. Koitaya, K. Mukai, S. Yoshimoto and J. Yoshinobu	Surf. Sci.	2013	608	220	13A
20130049 Reprint was uploaded.	Energy Level Alignment of Cyclohexane on Rh(111) Surfaces: The Importance of Interfacial Dipole and Final-State Screening	T. Koitaya, K. Mukai, S. Yoshimoto and J. Yoshinobu	J. Chem. Phys.	2013	138	044702	13A