

## 先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム) 実績報告書

本様式の内容は一般に公表されません

研究課題名	エネルギー変換場としての界面電気二十層の分子論的描像の解明とその応用展開
研究機関・ 部局・職名	大阪大学・基礎工学研究科・教授
氏名	福井 賢一

1. 研究実施期間 平成23年2月10日～平成26年3月31日

2. 収支の状況

(単位:円)

	交付決定額	交付を受けた額	利息等収入額	収入額合計	執行額	未執行額	既返還額
直接経費	114,000,000	114,000,000	0	114,000,000	114,000,000	0	0
間接経費	34,200,000	34,200,000	0	34,200,000	34,200,000	0	0
合計	148,200,000	148,200,000	0	148,200,000	148,200,000	0	0

3. 執行額内訳

(単位:円)

費目	平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度	合計
物品費	371,910	54,801,849	5,684,214	44,890,229	105,748,202
旅費	0	1,003,850	1,737,464	1,332,390	4,073,704
謝金・人件費等	0	0	0	0	0
その他	47,985	1,679,711	1,431,751	1,018,647	4,178,094
直接経費計	419,895	57,485,410	8,853,429	47,241,266	114,000,000
間接経費計	0	700,088	11,242,759	22,257,153	34,200,000
合計	419,895	58,185,498	20,096,188	69,498,419	148,200,000

4. 主な購入物品(1品又は1組若しくは1式の価格が50万円以上のもの)

物品名	仕様・型・性能等	数量	単価 (単位:円)	金額 (単位:円)	納入 年月日	設置研究機関名
デュアルシャフトサンプルトランスポーター	スイス国フェロバック社製・RMD40-750-95-PGRMS(OMH)-OFK0617	1	1,163,752	1,163,752	2011/11/1	大阪大学
デュアルシャフトサンプルトランスポーター	スイス国フェロバック社製・RMD40-0300-0090-PGRMS(OHM)-OFK1115	1	934,920	934,920	2011/12/26	大阪大学
PEEMチャンバ	(株)VICインターナショナル製・VI-PEEM01	1	2,520,000	2,520,000	2012/1/27	大阪大学
光電子顕微鏡パッケージ(縦置型)	独国オミクロン・ナテクノロジー社製	1	44,098,950	44,098,950	2012/3/5	大阪大学
温度制御サンプルプレート	米国アジレントテクノロジー社	1	796,320	796,320	2012/12/10	大阪大学
温度コントローラ	米国アジレントテクノロジー社製・355	1	574,560	574,560	2012/12/10	大阪大学
冷却サンプルプレート用電流ブースタ	米国アジレントテクノロジー社	1	588,672	588,672	2012/12/10	大阪大学
カンチレバーホルダー	日本電子製・804643814	1	576,450	576,450	2013/1/31	大阪大学
ワークステーション	TS3D-E5(27)L-93/DP/M1280	1	1,066,149	1,066,149	2013/4/25	大阪大学

様式20

高エネルギーX線光電子分光装置	独国スベックスサーフェスナノアナリシス社製	1	31,628,788	31,628,788	2013/7/10	大阪大学
加熱用サンプルプレート	アジレント・テクノロジー社製 N9647A	1	873,600	873,600	2013/12/17	大阪大学
ホットステージ	米国INTEC社製 HCS622V-OS	1	3,368,400	3,368,400	2013/12/26	大阪大学
モノクロメータX線銃アノードアップグレードキット	株島津製作所 BE5904AA, BE5856AA	1	2,415,000	2,415,000	2014/1/9	大阪大学

5. 研究成果の概要

我々が開発した界面顕微鏡手法を用いることで、イオン液体と有機半導体との界面において欠陥サイトを起点とした有機分子のイオン液体中への溶出が起こること、それによって最終的には欠陥のない理想的な界面が自動的に形成されることを見出し、均質な電気二重層形成による効率的な省電力トランジスタ動作を可能とすることが明らかになった。また、開発した電極反応中の化学種の空間分布計測手法による測定とシミュレーション解析の結果、イオン液体中で通常の拡散式に従わない溶質の速い拡散パスがあることを見出した。これは例えばイオン液体を用いた電池の基本設計に寄与するものである。

課題番号	GR071
------	-------

## 先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム) 研究成果報告書

本様式の内容は一般に公表されます
------------------

研究課題名 (下段英語表記)	エネルギー変換場としての界面電気二重層の分子論的描像の解明とその応用展開
	Elucidation of Molecular View of Electrical Double-Layer for Novel Energy Conversion
研究機関・部局・職名 (下段英語表記)	大阪大学・大学院基礎工学研究科・教授
	Osaka University, Graduate School of Engineering Science, Professor
氏名 (下段英語表記)	福井 賢一
	Ken-ichi Fukui

### 研究成果の概要

(和文): 我々が開発した界面顕微鏡手法を用いることで、イオン液体と有機半導体結晶との界面において欠陥サイトを起点とした有機半導体分子のイオン液体中への溶出が起こること、それによって最終的には欠陥のない理想的な界面が自動的に形成されることを見出し、均質な電気二重層形成による効率的な省電力トランジスタ動作を可能とすることが明らかになった。また、開発した電極反応中の化学種の空間分布計測手法による測定とシミュレーション解析の結果、イオン液体中で通常の拡散式に従わない溶質の速い拡散パスがあることを見出した。これは例えばイオン液体を用いた電池の基本設計に寄与するものである。

(英文): In situ measurements of the interface structures between an organic semiconductor crystal and an ionic liquid by a newly developed interface microscopy revealed that the organic semiconductor molecules were dissolved into the ionic liquid starting from a molecular defect spreading along the molecular plane, and finally formed an ideally flat interface without any structural defects. This phenomenon was found to be advantageous to form a homogeneous electric double layer at the interface, which leads to effective low-power transistor operation. A new in situ analysis technique for spatial distribution of chemical species during electrode reactions with a combination of a simulation analysis indicated that diffusion of solutes in ionic liquids did not necessarily obey the usual diffusion equation but an unusually fast path existed. This new finding is beneficial to the basic design of batteries using ionic liquids.

## 様式21

1. 執行金額 148,200,000 円  
(うち、直接経費 114,000,000 円、間接経費 34,200,000 円)

2. 研究実施期間 平成23年2月10日～平成26年3月31日

### 3. 研究目的

人類が直面しているエネルギー問題を解決して持続可能な社会を構築するグリーンイノベーションの推進にとって、クリーンな自然エネルギーから作りだした電気エネルギーを可能な限り損失なく蓄積する蓄電池の技術の重要性が極めて高くなってきている。電極界面に生じる電気二重層には大きな電場が集中し、電極での電気化学反応の **driving force** となっているが、液中での電子移動反応の速度を定式化した Marcus 理論の枠組みでも分かるように、電子移動反応には電極電位で決まる平均的な電気二重層構造以上に局所的なイオンの分布が重要である。ところが、電気二重層の有効な局所解析手法はほとんどないのが現状である。

本研究では、界面電気二重層を電子移動反応(電気エネルギー)や触媒反応による物質変換(化学エネルギー)が起こるエネルギー変換場として捉え、その局所的な構造や電子状態を観測する手法の開発と解析を通して界面電気二重層の分子論的な描像を得て応用へと展開することを目的とし、以下の3つの中心課題を設定し、これらを解決するための研究を推進する。

課題(1) イオン液体／電極界面での電気二重層局所構造と電子移動反応効率との対応の解明

課題(2) 電解質水溶液／電極界面での電気二重層の分子論的描像の解明

課題(3) イオン液体を配位場とした新規な金属ナノ粒子活性点の構築とその触媒活性

特に、カチオンおよびアニオン分子のみからなり、極めて蒸気圧が低く不燃性であるという溶媒として優れた性質と、広い電位窓をもち電解質として優れた性質を併せもつイオン液体は、物理的破損により発火や爆発が懸念される Li イオン二次電池への応用などが期待されている。本グループが世界に先駆けて開発した、電気化学ポテンシャルの制御をしながら界面電気二重層の局所構造が観測可能な、電気化学周波数検出原子間力顕微鏡(EC-FM-AFM)とともに、真空中での表面・界面解析技術を生かして、電子移動反応が進行する界面を空間的・時間的に分解した解析手法を開発することで、従来とは大きく異なる新世代の電極界面化学を切り拓いて行く。

### 4. 研究計画・方法

上記の3つの課題に対し、具体的研究計画・方法を以下に記す。

課題(1)

#### ①イオン液体／電極界面の局所構造とその電極電位依存性の解析

分光的手法により、イオン液体と固体との界面ではイオン液体分子数層からなる層状構造をとることが示唆されているが、その構造の均一性や安定性については不明で

ある。我々が開発した電気化学 FM-AFM(EC-FM-AFM)を用いて、この界面の構造とその電極電位依存性を解明する。

#### ②イオン液体／有機半導体結晶界面の局所構造とトランジスタ動作効率との対応の解明

イオン液体と有機半導体との界面に電気二重層を形成させることで、有機半導体のキャリアを界面に誘起し、省電力でトランジスタ動作を起こせることが報告されている。しかし、その界面構造は想像の域を出ず、これまで直接観測された例は皆無である。デバイスの効率化の鍵となる界面局所構造を、我々が開発した EC-FM-AFM を用いて解析する。

#### ③電極反応中の化学種の空間分布計測手法の開発とイオン液体中での溶質拡散過程の解析

電極界面に生じる電気二重層は、電極反応効率の支配要因の一つであるが、溶液中での反応種の拡散も重要な要素である。特に、電極界面で構造化が起こるとされるイオン液体では、界面近傍で拡散過程自身が変化する可能性がある。本研究では、光電子を用いて反応化学種の空間分解を反応条件下で計測できる手法を開発し、拡散過程の解析を行う。

#### ④イオン液体逐次担持法による極薄膜の作製とそれを用いた界面電子状態解析

電子状態解析に有効な光電子分光をイオン液体と電極との界面に適用するためには、イオン液体を精密に膜厚制御する必要があり、その方法を確立する。また、それを用いた界面電子状態の空間分解計測を行う。

### 課題(2)

#### ①電気二重層を形成する電極近傍の水の構造の電位や電解質イオン依存性の解明

電気化学反応は、電解質イオンが異なるだけで酸化還元電位が変化することが良く知られている。反応分子または生成分子の安定化に電解質イオンが寄与するケースも多いが、電極近傍で電気二重層を形成する水のネットワーク構造も変化する可能性が考えられる。我々が開発した EC-FM-AFM を用いて、その可能性を検証する。

#### ②電極界面に固定した電気化学活性分子の電子状態と酸化還元電位との相関の解明

電気化学活性な中性分子の酸化は、分子の最高占有軌道(HOMO)から電極への電子の移動によって起こるため、その酸化還元電位と HOMO には相関が見られるはずである。官能基の違いにより電子の出しやすさの違いを設計した分子シリーズの、電解質水溶液中での酸化還元電位と真空中での光電子分光による HOMO の準位を比較検討する。

#### ③第一原理分子動力学計算による電極界面に固定した電気化学活性分子の局所構造に依存した酸化還元電位評価法の確立

電気化学活性分子の酸化還元電位を溶液中で評価する方法は確立されているが、電極における電子移動反応を評価する方法は未だ手探り状態である。本研究では、一電子の可逆的電子移動反応を起こすフェロセン分子の誘導体で修飾した電極の酸化還元電位を、スパコンを用いた第一原理分子動力学計算で直接評価する方法論の確立に取

り組む。

課題(3)

①メソポーラス試料細孔内でのイオン液体局所構造の物質依存性

触媒活性点を大きな比表面積をもつ担体に高分散させるためには、メソポーラス材料の利用が有効である。特に、粒子系によって極めて顕著な反応性の違いを示す Au 微粒子については、2 nm 以下のサイズ制御が求められ、担体も同程度の細孔をもつ必要がある。イオン液体は金属微粒子の反応を阻害しない穏和な保護剤として働くことが期待されるが、数 nm の細孔内に閉じ込めたときの挙動は明らかになっていない。細孔壁との相互作用や細孔径に依存した局所構造を光電子分光と赤外分光を用いて評価する。

②メソポーラスシリカ内に閉じ込められたイオン液体を配位場とした Au 微粒子触媒の新規調製法の確立

メソポーラスシリカの細孔内に Au 前駆体塩を溶解させたイオン液体を含浸し、X 線を照射することで Au イオンを還元することで細孔内に Au 微粒子を調製する方法を試みる。イオン液体は Au 微粒子の反応を阻害せず、かつ微粒子の熱安定性を高められる穏和な保護剤として働くことが期待される。

5. 研究成果・波及効果

上記の3つの課題に対し、得られた重要な成果の概要とその意義を以下に記す。

課題(1)

①イオン液体／電極界面の局所構造とその電極電位依存性の解析

表面電荷をもたず化学的・構造的に均質なグラファイト電極表面上で、イオン液体との界面では固相的なイオン液体イオンペアからなる層構造ができること、平坦で均質な表面であっても層の厚みは不均一で、流動的なイオン液体と接していてもステップをもつ層構造をとることを、我々が開発した電気化学 FM-AFM(EC-FM-AFM)を用いた解析で初めて見出した。さらに、水を溶媒として親水性のイオン液体を希釈していても(分子数比 10 倍希釈までは)同様の層構造が形成されること、電極電位を変化させると、電位履歴に応じた界面構造変化を起こすことが分かった[論文 9]。応用上も重要なイオン液体中での電極反応が、従来の電気化学の枠組みでは充分説明できないことを示す重要な成果である。

②イオン液体／有機半導体結晶界面の局所構造とトランジスタ動作効率との対応の解明

イオン液体との界面に生じる高密度電気二重層によって省電力動作を可能とする、有機半導体電界効果トランジスタの効率化の鍵となる界面構造を、我々が開発した EC-FM-AFM を用いて解析し、界面では分子欠損サイトを起点として半導体有機分子(ルブレン)のイオン液体中への溶出が起ること、その異方的溶出によって理想的な界面が自動的に形成され得ることが分かった[論文 7]。トランジスタ作製直後よりも

時間を置いた方が性能の向上が期待できるという、材料科学的にも新しい概念へと発展し得る成果である。

### ③電極反応中の化学種の空間分布計測手法の開発とイオン液体中での溶質拡散過程の解析

真空中で 3 極系電気化学セルにおいて電極反応を進行させながら、化学種の空間分布計測を可能とする電気化学光電子分光装置(EC-PES)を開発した。さらに、それを用いて、銀の電析反応が進行中のイオン液体溶液中の化学種の空間分解測定を行い、電極からかなり離れた位置においても銀イオンの濃度が変化すること、すなわち通常の電解質溶液中に比べて極めて広い拡散層が生じることを見出した。さらに、電気化学測定を併用した解析とシミュレーションにより、その空間分布を再現するためにイオン液体中で特有の溶質の拡散モデルを提案している[論文投稿準備中]。イオン液体を利用した電気化学デバイスでの溶質の拡散に共通する現象で、デバイス性能の本質的理解に近づく成果の一つである。

### ④イオン液体逐次担持法による極薄膜の作製とそれを用いた界面電子状態解析

電子状態解析に有効な光電子分光をイオン液体と電極との界面に適用するためには、イオン液体を精密に膜厚の制御されたイオン液体層の構築が必須である。有機溶媒にイオン液体分子を溶解し、真空中に置かれた電極表面上に極微量ずつ逐次担持する方法を確立した[論文8]。この手法によって、電極上に固定した酸化還元活性な分子の電子移動に関わる最高占有準位が、イオン液体に被覆されることによって低結合エネルギー側にシフトすることを、紫外光電子分光によって直接観測することに成功した。同時に、イオン液体の担持によって部分的に電気二重層が形成され、酸化還元電位が特別低い分子では一部が酸化されること(金属電極基板に電子移動を起こす)ことも見出した。

## 課題(2)

### ①電気二重層を形成する電極近傍の水和構造の電位や電解質イオン依存性の解明

電解質水溶液中にあるグラファイト電極との界面で、電気二重層の主要な構成要素の一つである水分子の構造化(水和)が、電解質の種類と電極電位に大きく依存することを EC-FM-AFM を用いたフォースカーブ測定により初めて見出した。グラファイトが正に帯電するアノード電位において、過塩素酸水溶液では界面の水和ネットワークが抑制されるが、硫酸水溶液中では逆に促進される。アニオンの特異吸着がない系においてもこのような差異が生じることは教科書的な電気化学では想定されていない新たな発見である[論文投稿中]。

### ②電極界面に固定した電気化学活性分子の電子状態と酸化還元電位との相関の解明

官能基の違いにより電子の出しやすさの違いを設計した電気化学活性分子シリーズを固定した電極試料に対し、電解質水溶液中での酸化還元電位と真空中での光電子分光による HOMO の準位を比較検討した結果、両者に直線的な相関があることが実証された[論文 15]。つまり、ほぼ同等の反応中心をもつ分子群であれば、光電子分光によ

る HOMO 測定によって理想的な酸化・還元電位が評価できることが示された。

### ③第一原理分子動力学計算による電極界面に固定した電気化学活性分子の局所構造に依存した酸化還元電位評価法の確立

一電子の可逆的電子移動反応を起こすフェロセン分子を先端に有する誘導体を固定した電極について、分子動力学と第一原理計算を組み合わせた手法によって、電解質溶液中での酸化還元電位を決定する方法を検討した。フェロセン誘導体分子に隣接する分子の官能基を変化させることで反応局所場を変化させ、各系の酸化還元電位の差を計算した結果、実験により得られている結果を絶対値としてほぼ再現できるところまで到達した。現時点ではかなりの計算資源を必要とするため、さらに効率的な取扱を引き続き検討する必要がある。

### 課題(3)

#### ①メソポーラス試料細孔内でのイオン液体局所構造の物質依存性

細孔直径 1.8 nm のメソポーラスシリカ内に含浸したイオン液体は、バルクのイオン液体とは大きく異なり、シリカの細孔壁とアニオン分子が強く相互作用すること、その結果、アニオン量がカチオン量を上回ることが光電子分光測定と赤外分光測定で明らかとなった。一方、ほぼ同じ細孔径をもつカーボンナノチューブ内に含浸すると、逆にカチオン量が上回ることが分かった。つまり壁物質との相互作用によって、イオン組成比すら変えて特殊な局所環境を造ることが明らかとなった。上記課題の結果とも関連して、固体物質表面とイオン液体の相互作用および構造化の特殊性を顕著に示す事例である。

#### ②メソポーラスシリカ内に閉じ込められたイオン液体を配位場とした Au 微粒子触媒の新規調製法の確立

細孔直径 1.8 nm のメソポーラスシリカ内に Au 前駆体塩を溶解させたイオン液体を含浸し、X 線を照射することで Au イオンを還元すると、細孔径程度の大きさの Au 微粒子が高分散に生成することが分かった。さらに、この触媒試料は 300°C 程度に加熱しても Au 微粒子の凝集が起こらないことが示された。Au 微粒子生成後にイオン液体を除いた試料では、100°C でも Au 微粒子が凝集して、細孔を突き破って成長してしまうのと対照的である。①のイオン液体の特殊な局所構造解析に重きを置いたため、本課題は触媒作用の検証まで至らなかったが、熱安定性に優れた Au 触媒の調製が可能となった。



## 6. 研究発表等

雑誌論文 計16件	<p>(掲載済み一査読有り) 計10件</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Etsushi Tsuji, Akihito Imanishi, <u>Ken-ichi Fukui</u> and Yoshiro Nakato: "Electrocatalytic Activity of Amorphous RuO<sub>2</sub> Electrode for Oxygen Evolution in an Aqueous Solution", <i>Electrochimica Acta</i> <b>56</b>, 2009-2016 (2011), DOI: 10.1016/j.electacta.2010.11.062</li> <li>2. Etsushi Tsuji, <u>Ken-ichi Fukui</u> and Akihito Imanishi: "In-situ MIR-IR Observation of Peroxo Species on Anatase TiO<sub>2</sub> Particle during Oxygen Photoevolution Reaction", <i>Electrochemistry</i> <b>79</b>, 787-789 (2011), DOI: 10.5796/electrochemistry.79.787</li> <li>3. Akihito Imanishi, Shinobu Gonsui, Tetsuya Tsuda, Susumu Kuwabata and <u>Ken-ichi Fukui</u>: "Size and shape of Au nanoparticles formed in ionic liquids by electron beam irradiation", <i>Physical Chemistry Chemical Physics</i> <b>13</b>, 14823-14830 (2011), DOI: 10.1039/C1CP20643E</li> <li>4. Zhiwen Chen, Soshi Fujita and <u>Ken-ichi Fukui</u>: "Scanning Tunneling Microscopy Study on Precursor-dependent Formation of Homogeneous Rh Clusters on Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/NiAl(110)", <i>Journal of Physical Chemistry C</i> <b>115</b>, 14270-14277 (2011), DOI: 10.1021/jp2034714</li> <li>5. Alexander V. Rudnev, Ulmas Zhumaev, Toru Utsunomiya, Chunjie Fan, Yasuyuki Yokota, <u>Ken-ichi Fukui</u>, Thomas Wandlowski: "Ferrocene-Terminated Alkanethiol Self-Assembled Monolayers: An Electrochemical and In-situ Surface-Enhanced Infrared Absorption Spectroscopy Study", <i>Electrochimica Acta</i> <b>107</b>, 33-44 (2013), DOI: 10.1016/j.electacta.2013.05.134.</li> <li>6. Toru Utsunomiya, Yasuyuki Yokota, Toshiaki Enoki, Yasukazu Hirao, Takashi Kubo, <u>Ken-ichi Fukui</u>: "Electron Transfer of Phenalenyl Derivative Molecules Adsorbed at the Graphite Electrode / Aqueous Solution Interface", <i>Carbon</i> <b>63</b>, 196-201 (2013), DOI: 10.1016/j.carbon.2013.06.071</li> <li>7. Yasuyuki Yokota, Hisaya Hara, Tomohiro Harada, Akihito Imanishi, Takefumi Uemura, Jun Takeya, <u>Ken-ichi Fukui</u>: "Structural Investigation of Ionic Liquid/Rubrene Single Crystal Interfaces by Using Frequency-modulation Atomic Force Microscopy", <i>Chemical Communications</i> <b>49</b>, 10596-10598 (2013), DOI: 10.1039/c3cc45338c</li> <li>8. Yusuke Morino, Yuta Kanai, Akihito Imanishi, Yasuyuki Yokota, <u>Ken-ichi Fukui</u>: "Fabrication of Ionic Liquid Ultrathin Film by Sequential Deposition Method", <i>Japanese Journal of Applied Physics</i> <b>53</b>, 05FY01 (2014), DOI: 10.7567/jjap.53.05fy01</li> <li>9. Tomohiro Harada, Yasuyuki Yokota, Akihito Imanishi, <u>Ken-ichi Fukui</u>: "Preferential Formation of Layered Structure of Ionic Liquid at Ionic Liquid Aqueous Solution / Graphite Electrode Interfaces Observed by Frequency-Modulation Atomic Force Microscopy", <i>e-Journal of Surface Science and Nanotechnology</i> <b>12</b>, 89-96 (2014), DOI: 10.1380/ejsnt.2014.89</li> <li>10. Etsushi Tsuji, <u>Ken-ichi Fukui</u>, Akihito Imanishi: "Influence of Surface Roughening of Rutile Single Crystalline TiO<sub>2</sub> on Photocatalytic Activity for Oxygen Photoevolution from Water in Acidic and Alkaline Solutions", <i>Journal of Physical Chemistry C</i> <b>118</b>, 5406-5413 (2014), DOI: 10.1021/jp4126073</li> </ol> <p>(掲載済み一査読無し) 計3件</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>11. <u>福井賢一</u>: 電極界面の電気二重層の局所構造を調べる～電子移動反応の真の理解に向けて～, 日本イオン交換学会誌 <b>21</b>, 309-703 (2010), DOI: 10.5182/jaie.21.397</li> <li>12. <u>福井賢一</u>: "イオン液体を使った電気化学デバイスをどう理解するか～電極との界面近傍の特殊な構造の解明～", 表面 <b>51</b>, 241-252 (2013)</li> <li>13. 今西哲士, <u>福井賢一</u>: "低エネルギー量子線照射還元を利用したイオン液体中での金属微粒子合成", 触媒 <b>56</b>, 27-33 (2014)</li> </ol> <p>(未掲載) 計3件</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>14. Akihito Imanishi and <u>Ken-ichi Fukui</u>: "Atomic-scale Surface Local Structure of TiO<sub>2</sub> and its Influence on the Water Photooxidation Process", <i>Journal of Physical Chemistry Letter</i> <b>5</b>, 2108-2117 (2014), DOI: 10.1021/jz5004704</li> <li>15. Yasuyuki Yokota, Yoshitada Mino, Yuta Kanai, Toru Utsunomiya, Akihito Imanishi, Matthäus Wolak, Rudy Schlaf, <u>Ken-ichi Fukui</u>: "Comparative Studies of Photoelectron Spectroscopy and Voltammetry</li> </ol>
--------------	--

	<p>of Ferrocene-Terminated Self-Assembled Monolayers Possessing Different Electron-Donating Abilities”, <i>Journal of Physical Chemistry C</i> <b>118</b>, 10936-10943 (2014), DOI: 10.1021/jp5023899</p> <p>16. Toru Utsunomiya, Yasuyuki Yokota, Toshiaki Enoki, Yasukazu Hirao, Takashi Kubo, <u>Ken-ichi Fukui</u>: “Voltammetric and in situ Frequency Modulation Atomic Force Microscopic Investigation of Phenalenyl Derivatives Adsorbed on Graphite Surface”, <i>Carbon</i>, in press. DOI: 10.1016/j.carbon.2014.05.020</p>
<p>会議発表 計106件</p>	<p>専門家向け 計103件</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 原田朋宏, 横田泰之, 今西哲士, <u>福井賢一</u>: FM-AFMによるイオン液体/固体界面の層状構造観察, 第58回応用物理学関係連合講演会, 神奈川, 2011年3月24-27日, 応用物理学会</li> <li>2. 佐俣光彦, 納谷香澄, 福井賢一: 反射吸収赤外分光法を用いた Au/CeO<sub>2</sub>(111)触媒表面における水性ガスシフト反応での Au 活性種の検討, 日本化学会第91春季年会, 神奈川, 2011年3月26-29日, 日本化学会</li> <li>3. 竹中正浩, 三輪剛資, Rashid N. Nadaf, 横田泰之, <u>福井賢一</u>: 先端に酸化還元活性な官能基を有する三脚型分子の単一電子移動過程の力による解析, 日本化学会第91春季年会, 神奈川, 2011年3月26-29日, 日本化学会</li> <li>4. 陳之文, 松岡史剛, 田旺帝, <u>福井賢一</u>: 前駆体に依存した Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 担持 Rh 触媒の生成過程とその局所構造の STM 及び XAFS 解析, 日本化学会第91春季年会, 神奈川, 2011年3月26-29日, 日本化学会</li> <li>5. 辻悦司, 今西哲士, <u>福井賢一</u>: 光分解反応に伴う TiO<sub>2</sub> 単結晶の表面ラフニングが水分解活性へ及ぼす影響, 電気化学会第78回大会, 神奈川, 2011年3月29-31日, 電気化学会</li> <li>6. 宇都宮徹, 横田泰之, 榎敏明, 平尾泰一, 久保孝史, 福井賢一: 電極/水溶液界面に吸着したフェナレニル誘導体分子の電子移動, 電気化学会第78回大会, 神奈川, 2011年3月29-31日, 電気化学会</li> <li>7. 横田泰之, 原田朋宏, 今西哲士, <u>福井賢一</u>: イオン液体/固体界面に形成される層状構造の周波数変調原子間力顕微鏡による観察評価, 電気化学会第78回大会, 横神奈川, 2011年3月29-31日, 電気化学会</li> <li>8. <u>福井賢一</u>: 電極界面での電気二重層の分子論的描像の解明とその応用, 大阪大学物質・材料科学研究推進機構講演会, 大阪, 2011年3月18日, 大阪大学物質・材料科学研究推進機構</li> <li>9. Akihito Imanishi, Takayuki Nose, Tetsuya Tsuda, Susumu Kuwabata and <u>Ken-ichi Fukui</u>: “Interface Segregation of Metal Ions in Ionic Liquids Studied by Photoelectron Spectroscopy”, Washington D.C., June 15-18, 2011, 4th Congress on Ionic Liquids (COIL-4), 同会議実行委員会</li> <li>10. 松岡史剛, 陳之文, 田旺帝, <u>福井賢一</u>: “XAFSを用いたアルミナ担持 Rh 触媒の前駆体に依存した局所構造の解析”, つくば, 2011年7月12-13日, 第28回PFシンポジウム, 同シンポジウム実行委員会</li> <li>11. 有村孝, 坂本大気, 津田哲哉, 桑畑進, <u>福井賢一</u>, 今西哲士: “イオン液中での X 線還元を利用したメソ細孔内への Au 微粒子担持”, 新潟, 2011年9月9-11日, 2011年電気化学秋季大会, 電気化学会</li> <li>12. Yasuyuki Yokota, Tomohiro Harada, Akihito Imanishi and <u>Ken-ichi Fukui</u>: “Ionic Liquid/Graphite Interfaces Probed by FM-AFM: the Formation of Stable Layered Structures”, Niigata, September 12-16, 2011, 62nd Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry, International Society of Electrochemistry</li> <li>13. Toru Utsunomiya, Yasuyuki Yokota, Toshiaki Enoki, Yasukazu Hirao, Takashi Kubo and <u>Ken-ichi Fukui</u>: “Electron Transfer of Phenalenyl Derivatives Adsorbed at the Graphite Electrode / Aqueous Solution Interface”, Niigata, September 12-16, 2011, 62nd Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry, International Society of Electrochemistry</li> <li>14. 原田朋宏, 横田泰之, 今西哲士, <u>福井賢一</u>: “周波数変調 AFMによるイオン液体—水混合溶液/電極界面に生じる層状構造の解析”, 札幌, 2011年9月20-23日, 第5回分子科学討論会, 分子科学会</li> </ol>

15. 味野純也, 横田泰之, 今西哲士, Matthäus Wolak, Rudy Schlaf, 福井賢一: “電子アクセプターと錯形成したフェロセン単分子膜の光電子分光による電子状態評価”, 札幌, 2011年9月20-23日, 第5回分子科学討論会, 分子科学会
16. 兼田有希央, 横田泰之, 森川良忠, 福井賢一: “第一原理分子動力学法によるレドックス活性種の酸化還元電位評価”, 札幌, 2011年9月20-23日, 第5回分子科学討論会, 分子科学会
17. Ken-ichi Fukui, Tomohiro Harada, Akihito Imanishi and Yasuyuki Yokota: “Inhomogeneous Layered Structure of Ionic Liquid Molecules at IL / Graphite Electrode Interfaces Observed by Electrochemical FM-AFM”, Boston, October 9-14, 2011, 220th Electrochemical Society Meeting and Electrochemical Energy Summit, The Electrochemical Society
18. Akihito Imanishi, Takayuki Nose, Yasuyuki Yokota, Tetsuya Tsuda, Susumu Kuwabata, Ken-ichi Fukui: “Behavior of Metal Ions at Interface of Ionic Liquids Studied by X-ray Photoelectron Spectroscopy”, Boston, October 9-14, 2011, 220th Electrochemical Society Meeting and Electrochemical Energy Summit, The Electrochemical Society
19. Takashi Arimura, Taiki Sakamoto, Tetsuya Tsuda, Susumu Kuwabata, Ken-ichi Fukui and Akihito Imanishi: “Characterization of Au Nanoparticles Formed in Ionic Liquid at Nanopore of Mesoporous Silica by X-ray Irradiation”, Osaka, November 10-11, 2011, 7th Handai Nanoscience and Nanotechnology International Symposium, 同シンポジウム実行委員会
20. Yukio Kaneda, Yasuyuki Yokota, Yoshitada Morikawa and Ken-ichi Fukui: “First-Principle Molecular Dynamics Simulation of the Aqueous  $\text{Fc}^0/\text{Fc}^+$  Redox Reaction: Toward the redox reaction at electrode interface”, Osaka, November 10-11, 2011, 7th Handai Nanoscience and Nanotechnology International Symposium, 同シンポジウム実行委員会
21. Hiromitsu Kirinoki, Masahiro Takenaka, Takeshi Miwa, Rashid N. Nadaf, Yasuyuki Yokota and Ken-ichi Fukui: “Single-Electron Tunneling Force Spectroscopy of Ferrocenyl-Terminated Tripodal Molecule by Noncontact Atomic Force Microscopy”, Osaka, November 10-11, 2011, 7th Handai Nanoscience and Nanotechnology International Symposium, 同シンポジウム実行委員会
22. Shoko Tatsumi, Yasuyuki Yokota and Ken-ichi Fukui: “Potential-Induced Local Structural Change of Au(111) Electrode Surface by Electrochemical Frequency Modulation AFM”, Osaka, November 10-11, 2011, 7th Handai Nanoscience and Nanotechnology International Symposium, 同シンポジウム実行委員会
23. Ken-ichi Fukui, Tomohiro Harada, Shoko Tatsumi, Akihito Imanishi, Yasuyuki Yokota: “Local Structural Analysis of Electric Double Layer at Electrolyte/Electrode Interfaces by Electrochemical Frequency-Modulation AFM”, Tokyo, December 11-15, 2011, 6th International Symposium on Surface Science (ISSS-6), the Surface Science Society of Japan
24. Yasuyuki Yokota, Yukio Kaneda, Yoshitada Morikawa and Ken-ichi Fukui: “Electrochemical Properties of Ferrocene in Aqueous Solutions Using First-Principle Molecular Dynamics Calculations”, Tokyo, December 11-15, 2011, 6th International Symposium on Surface Science (ISSS-6), the Surface Science Society of Japan
25. Toru Utsunomiya, Yasuyuki Yokota, Toshiaki Enoki, Yasukazu Hirao, Takahashi Kubo and Ken-ichi Fukui: “Electron Transfer Properties of Phenalenyl Derivatives on Graphite Electrode”, Tokyo, December 11-15, 2011, 6th International Symposium on Surface Science (ISSS-6), the Surface Science Society of Japan
26. Tomohiro Harada, Yasuyuki Yokota, Akihito Imanishi and Ken-ichi Fukui: “Inhomogeneous Layered Structure of Ionic Liquid Molecules at IL Aqueous Solution/Graphite Electrode Interfaces Observed by Frequency Modulation AFM”, Tokyo, December 11-15, 2011, 6th International Symposium on Surface Science (ISSS-6), the Surface Science Society of Japan

<p>27. Yoshitada Mino, Yasuyuki Yokota, Matthäus Wolak, Rudy Schlaf and <u>Ken-ichi Fukui</u>: “Electronic States Analysis of Redox-Active Ferrocene Derivatives Complexed with Electron Acceptor Molecules”, Tokyo, December 11-15, 2011, 6th International Symposium on Surface Science (ISSS-6), the Surface Science Society of Japan</p> <p>28. Takashi Arimura, Taiki Sakamoto, Susumu Kuwabata, <u>Ken-ichi Fukui</u> and Akihito Imanishi: “Formation of Au Nanoparticles in Ionic Liquid at Confined Nanospace of Mesoporous Silica By X-ray Irradiation ”, Tokyo, December 11-15, 2011, 6th International Symposium on Surface Science (ISSS-6), the Surface Science Society of Japan</p> <p>29. Hiromitsu Kirinoki, Masahiro Takenaka, Takeshi Miwa, Rasid N. Nadaf, Yasuyuki Yokota and <u>Ken-ichi Fukui</u>: “Single-Electron Transfer Measurements of Ferrocenyl-terminated Tripodal Molecule by Noncontact Atomic Force Microscopy”, Tokyo, December 11-15, 2011, 6th International Symposium on Surface Science (ISSS-6), the Surface Science Society of Japan</p> <p>30. 辰己詔子, 横田泰之, <u>福井賢一</u>: “電気化学周波数変調原子間力顕微鏡による Au(111)電極表面構造の電極電位依存性の観察”, 東京, 2011年12月15-17日, 第31回表面科学学術講演会, 日本表面科学会</p> <p>31. 今西哲士, 有村 孝, 言水志信, 坂本大気, 津田哲哉, 桑畑 進, <u>福井賢一</u>: “イオン液体中での量子線照射還元による金属微粒子形成”, 東京, 2011年12月15-17日, 第31回表面科学学術講演会, 日本表面科学会</p> <p>32. Yasuyuki Yokota, Tomohiro Harada, Akihito Imanishi and <u>Ken-ichi Fukui</u>: “Ionic Liquid Aqueous Solution / Graphite Electrode Interfaces Observed by Frequency Modulation AFM”, Hokkaido, December 19-21, 2011, 19th International Colloquium on Scanning Probe Microscopy (ICSPM19), 同会議実行委員会</p> <p>33. Toru Utsunomiya, Yasuyuki Yokota, Toshiaki Enoki, Yasukazu Hirao, Takashi Kubo and <u>Ken-ichi Fukui</u>: “Electrochemical Activity of Graphite Electrode Functionalized by Phenalenyl Derivative in Aqueous Solution”, Osaka, December 19-21, 2011, The 11th Global COE International Symposium: Bio-Environmental Chemistry, 同シンポジウム実行委員会</p> <p>34. 金井佑太, 味野純也, 今西哲士, 横田泰之, <u>福井賢一</u>: “電極上へのイオン液体担持による界面作製法の確立と光電子分光による界面電子状態解析”, 京都, 2012年3月7日, 日本表面科学会関西支部20周年若手ポスター発表会, 日本表面科学会</p> <p>35. 原 援又, 原田朋宏, 今西哲士, 横田泰之, 植村隆文, 竹谷純一, <u>福井賢一</u>: “周波数変調 AFM によるイオン液体/ルブレン単結晶半導体界面の高分解能局所構造観察”, 京都, 2012年3月7日, 日本表面科学会関西支部20周年若手ポスター発表会, 日本表面科学会</p> <p>36. 廣垣匡紀, 津田哲哉, 桑畑進, <u>福井賢一</u>, 今西哲士: “In situ X 線光電子分測定によるイオン液体/電極界面近傍の化学種分布解析”, 京都, 2012年3月7日, 日本表面科学会関西支部20周年若手ポスター発表会, 日本表面科学会</p> <p>37. 有村 孝, 坂本大気, 津田哲哉, 桑畑進, <u>福井賢一</u>, 今西哲士: “イオン液体中での X 線還元を利用したメソポーラスシリカ細孔内への Au 微粒子担持の研究”, 横浜, 2012年3月25-28日, 日本化学会第92春季年会, 日本化学会</p> <p>38. 兼田有希央, 横田泰之, 森川良忠, <u>福井賢一</u>: “第一原理分子動力学計算による水溶液中でのフェロセンの酸化還元特性の評価”, 横浜, 2012年3月25-28日, 日本化学会第92春季年会, 日本化学会</p> <p>39. <u>福井賢一</u>: “電気化学 AFM で探る電極界面近傍の局所構造”, 浜松, 2012年3月29-31日, 電気化学会第79回大会, 電気化学会</p> <p>40. 宇都宮 徹, 横田泰之, 榎 敏明, 平尾泰一, 久保孝史, <u>福井賢一</u>: “電極表面に吸着したフェナレニル誘導体の電子移動特性と吸着構造の検討”, 浜松, 2012年3月29-31日, 電気化学会第79回大会, 電気化学会</p> <p>41. 有村 孝, 坂本大気, 津田哲哉, 桑畑 進, <u>福井賢一</u>, 今西哲士: “ナノ細孔中</p>
--

<p>の Au<sup>3+</sup>/イオン液体溶液の分子挙動と X 線照射による微粒子還元形成”，浜松，2012 年 3 月 29-31 日，電気化学会第 79 回大会，電気化学会</p> <p>42. Hisaya Hara, Tomohiro Harada, Akihito Imanishi, Yasuyuki Yokota, Takafumi Uemura, Junichi Takeya and <u>Ken-ichi Fukui</u>: “Local Structures of Ionic Liquid / Solid Substrate Interfaces Revealed by Frequency Modulation AFM”, Lübeck, Germany, June 3-7, 2012, 12th Fischer Symposium on Frontiers in Nanoelectrochemistry, 同シンポジウム実行委員会</p> <p>43. <u>Ken-ichi Fukui</u>: “Local Structures of Ionic Liquid / Solid Substrate Interfaces Revealed by Frequency Modulation AFM and Photoemission Spectroscopy”, Louvain, Bergium, June 8, 2012, Special Seminar at Université catholique de Louvain, 同セミナー実行委員会</p> <p>44. <u>福井賢一</u>: “イオン液体／電極界面に生じる電気二重層の局所構造”，大阪，2012 年 6 月 14-16 日，ナノ学会第 10 回大会，ナノ学会</p> <p>45. Hisaya Hara, Tomohiro Harada, Akihito Imanishi, Yasuyuki Yokota, Takafumi Uemura, Junichi Takeya and <u>Ken-ichi Fukui</u>: “Substrate-Dependent Interface Structures between Ionic Liquids and Solid Substrates Revealed by Electrochemical FM-AFM”, Český Krumlov, Czech republic, July 1-5, 2012, 15th International Conference on Non-contact Atomic Force Microscopy, 同会議実行委員会</p> <p>46. Akihito Imanishi, Makoto Kadono, Etsushi, Tsuji and <u>Ken-ichi Fukui</u>: “Influence of surface local structure on photo-induced oxidation reaction of water on single crystal TiO<sub>2</sub> surface”, Pasadena, USA, July 29-August 3, 2012, 19th International Conference on Photochemical Conversion and Storage of Solar Energy, 同会議実行委員会</p> <p>47. Mitsuhiko Samata, Kasumi Naya, Ryosuke Ishikawa and <u>Ken-ichi Fukui</u>: “Reactivity of Positively Charged Au Species Stabilized at Surface Oxygen Vacancy of CeO<sub>2</sub>(111) for Water-Gas-Shift Reaction”, Tokyo, September 5-8, 2012, 6th International Conference on Gold Science, Technology and its Applications (GOLD2012), 同会議実行委員会</p> <p>48. 原 援又, 原田朋宏, 今西哲士, 横田泰之, 植 隆文, 竹谷純一, <u>福井賢一</u>: “周波数変調 AFM によるイオン液体/ルブレン単結晶電気化学界面の高分解能局所構造観察”，東京，2012 年 9 月 18-21 日，第 6 回分子科学討論会，分子科学会</p> <p>49. <u>福井賢一</u>: “イオン液体が造る不思議な界面に迫る～局所構造と機能の相関”，愛知，2012 年 9 月 21-22 日，12-1 バイオ・高分子研究会，高分子学会</p> <p>50. 陳 之文, 田 旺帝, <u>福井賢一</u>: “STM 及び XAFS による前駆体に依存した Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 担持 Rh 触媒の生成過程とその局所構造の解析”，福岡，2012 年 9 月 24-26 日，第 110 回触媒討論会，触媒学会</p> <p>51. 有村 孝, 坂本大気, 津田哲哉, 桑畑 進, <u>福井賢一</u>, 今西哲士: “イオン液体を利用したナノ細孔内での X 線還元による Au 微粒子の新規担持手法”，福岡，2012 年 9 月 24-26 日，第 110 回触媒討論会，触媒学会</p> <p>52. Tomohiro Harada, Yuta Kanai, Yoshitada Mino, Akihito Imanishi, Yasuyuki Yokota and <u>Ken-ichi Fukui</u>: “Local Structure of Ionic Liquid / Electrode Interfaces Analyzed by Frequency-Modulation AFM and Photoelectron Spectroscopy”, Honolulu, USA, October 7-12, 2012, Pacific Rim Meeting on Electrochemical and Solid-State Science (Prime 2012), The Electrochemical Society &amp; The Electrochemical Society of Japan</p> <p>53. Akihito Imanishi, Takashi Arimura, Taiki Sakamoto, Tetsuya Tsuda, Susumu Kuwabata and <u>Ken-ichi Fukui</u>: “Control of Formation Process of Au Nanoparticles Prepared by Low Energy Quantum Beam Irradiation in Ionic Liquid”, Honolulu, USA, October 7-12, 2012, Pacific Rim Meeting on Electrochemical and Solid-State Science (Prime 2012), The Electrochemical Society &amp; The Electrochemical Society of Japan</p> <p>54. Takashi Arimura, Taiki Sakamoto, Tetsuya Tsuda, Susumu Kuwabata, <u>Ken-ichi Fukui</u> and Akihito Imanishi: “Characterization of Au Nanoparticles Prepared by X-ray-Induced Reduction in Ionic Liquid at Nanopore”, Honolulu, USA, October 7-12, 2012, Pacific Rim Meeting on Electrochemical and Solid-State Science (Prime 2012), The Electrochemical Society &amp; The Electrochemical Society of Japan</p> <p>55. Yuta Kanai, Yoshitada Mino, Akihito Imanishi, Yasuyuki Yokota and <u>Ken-ichi Fukui</u>: “Electronic State Analyses of Redox-Active Molecule Tethered at Ionic Liquid / Electrode Interface by Photoelectron Spectroscopy”, Honolulu, USA, October 7-12, 2012, Pacific Rim Meeting on Electrochemical and Solid-State Science (Prime 2012), The Electrochemical Society &amp; The Electrochemical Society of Japan</p>
---

56. Masaki Hirogaki, Tetsuya Tsuda, Susumu Kuwabata, Ken-ichi Fukui and Akihito Imanishi: "Spatial Distribution of Chemical Species at Ionic Liquid / Electrode Interface Studied by In-situ X-ray Photoelectron Spectroscopy", Honolulu, USA, October 7-12, 2012, Pacific Rim Meeting on Electrochemical and Solid-State Science (Prime 2012), The Electrochemical Society & The Electrochemical Society of Japan
57. 福井賢一: "電気化学 FM-AFM と光電子分光によるイオン液体／電極界面の局所構造解析", 福島, 2012年10月18-19日, 日本学術振興会ナノプローブテクノロジー第167委員会 第68回研究会「固液界面の局所構造に迫る」, 日本学術振興会
58. 廣垣匡紀, 津田哲哉, 桑畑 進, 福井賢一, 今西哲士: "電気化学 X線光電子分光による電析中のイオン液体/電極界面近傍の拡散層の解析", 宮城, 2012年11月20-22日, 第32回表面科学学術講演会, 日本表面科学会
59. 兼田有希央, 横田泰之, 森川良忠, 福井賢一: "第一原理 MD 法による自己組織化膜中のフェロセンの局所構造に応じた酸化還元挙動", 宮城, 2012年11月20-22日, 第32回表面科学学術講演会, 日本表面科学会
60. 有村 孝, 坂本大気, 津田哲哉, 桑畑 進, 福井賢一, 今西哲士: "イオン液体中での X 線還元による担体メソ細孔内への Au 微粒子担持とキャラクターゼーション", 宮城, 2012年11月20-22日, 第32回表面科学学術講演会, 日本表面科学会
61. 原 援又, 原田朋宏, 今西哲士, 横田泰之, 植村隆文, 竹谷純一, 福井賢一: "イオン液体 / ルブレン単結晶電気化学界面近傍の高分解能局所構造観察", 宮城, 2012年11月20-22日, 第32回表面科学学術講演会, 日本表面科学会
62. 今西哲士, 有村 孝, 坂本大気, 津田哲哉, 桑畑 進, 福井賢一: "量子線照射によるイオン液体中での Au 微粒子生成とナノ空間場の影響", 沖縄, 2012年12月7-8日, 第3回イオン液体討論会, イオン液体研究会
63. Masaki Hirogaki, Tetsuya Tsuda, Susumu Kuwabata, Ken-ichi Fukui and Akihito Imanishi: "Electrochemical XPS and Theoretical Analysis of Diffusion Layer at Ionic Liquid/Electrode Interface during Electrodeposition Reaction", Osaka, December 10-11, 2012, 8th Handai Nanoscience and Nanotechnology International Symposium, 同シンポジウム実行委員会
64. Toru Utsunomiya, Yasuyuki Yokota, Ken-ichi Fukui, Alexander V. Rudnev, Chunjie Fan, Ulmas Zhumaev and Thomas Wandlowski: "Unraveling the Difference of Lateral Interaction within the Ferrocene-Terminated Self-assembled Monolayer in Different Electrolytes", Osaka, December 10-11, 2012, 8th Handai Nanoscience and Nanotechnology International Symposium, 同シンポジウム実行委員会
65. Hisaya Hara, Akihito Imanishi, Yasuyuki Yokota, Takafumi Uemura, Jun-ichi Takeya and Ken-ichi Fukui: "Ionic Liquid / Rubrene(001) Interface Structure Revealed by Frequency Modulation AFM", Osaka, December 10-11, 2012, 8th Handai Nanoscience and Nanotechnology International Symposium, 同シンポジウム実行委員会
66. Yuta Kanai, Yusuke Morino, Akihito Imanishi, Yasuyuki Yokota and Ken-ichi Fukui: "Electronic State Analysis of Ionic Liquid / Solid Substrate Interfaces by Photoelectron Spectroscopy", Osaka, December 10-11, 2012, 8th Handai Nanoscience and Nanotechnology International Symposium, 同シンポジウム実行委員会
67. Hisaya Hara, Tomohiro Harada, Akihito Imanishi, Yasuyuki Yokota, Takafumi Uemura, Jun-ichi Takeya and Ken-ichi Fukui: "Local structure analyses of ionic liquid/rubrene(001) interface using FM-AFM", Okinawa, December 17-19, 2012, 20th International Colloquium on Scanning Probe Microscopy (ICSPM20), Thin Film and Surface Physics Division of the Japan Society of Applied Physics
68. 福井賢一: "原子間力と光電子で観るイオン液体／電極界面の局所構造", 横浜, 2012年12月5日, 第43回溶融塩化学講習会, 電気化学会
69. Ken-ichi Fukui: "Local Structures of Ionic Liquid / Solid Substrate Interfaces Revealed by Frequency Modulation AFM and Photoemission Spectroscopy", Berlin, January 9-11, 2013, German-Japanese International Workshop on "Structure and Control of Interfaces", 同ワークショップ実行委員会
70. 福井賢一: "CeO<sub>2</sub> 表面の酸素欠陥に応じた担持 Au クラスターの電荷状態とその触媒活性", 大阪, 2013年1月23日, 顕微鏡学会 SPM 分科会 オープン研究会「超高真空走査型プローブ顕微鏡法の最近の展開」, 日本顕微鏡学会

71. 横田泰之, 兼田有希央, 森川良忠, 福井賢一: “第一原理分子動力学計算によるフェロセン自己組織化単分子膜の電気化学特性評価”, 滋賀, 2013年3月22-25日, 日本化学会第93春季年会, 日本化学会
72. 今西哲士, 有村 孝, 坂本大気, 津田哲哉, 桑畑 進, 福井賢一: “ナノ細孔内に特有なイオン液体の局所構造とその反応場での X 線還元 Au 微粒子形成”, 滋賀, 2013年3月22-25日, 日本化学会第93春季年会, 日本化学会
73. 宇都宮 徹, 横田泰之, 榎 敏明, 福井賢一: “電気化学周波数変調原子間力顕微鏡によるグラファイト電極表面構造のその場観察”, 神奈川, 2013年3月27-30日, 第60回応用物理学会春季学術講演会, 応用物理学会
74. 原 援又, 今西哲士, 横田泰之, 上村隆文, 竹谷純一, 福井賢一: “イオン液体/ルブレ単結晶電気化学界面の教区書構造解析”, 神奈川, 2013年3月27-30日, 第60回応用物理学会春季学術講演会, 応用物理学会
75. 廣垣匡紀, 津田哲哉, 桑畑 進, 福井賢一, 今西哲士: “電気化学 X 線光電子分光によるイオン液体中での Ag 電析反応の拡散層の解析”, 仙台, 2013年3月29-31日, 電気化学会創立第80周年記念大会, 電気化学会
76. Akihito Imanishi, Takashi Arimura, Taiki Sakamoto, Tetsuya Tsuda, Susumu Kuwabata, Ken-ichi Fukui: “Formation of Au particles in nanoconfined ionic liquids by low energy quantum beam irradiation”, Algarve, Portugal, April 21-25, 2013, 5th Congress on Ionic Liquids, 同会議実行委員会
77. Akihito Imanishi, Toshinori Sakao, Etsushi Tsuji, Ken-ichi Fukui: “Influence of Atomic Level Surface Local Structure on Photo-induced Oxidation Reaction of Water at Single Crystal TiO<sub>2</sub> Surface”, Toronto, Canada, May 12-16 2013, 223rd ECS Meeting, Electrochemical Society (ECS)
78. 廣垣匡紀, 津田哲哉, 桑畑 進, 福井賢一, 今西哲士: “In-situ 電気化学光電子分光法によるイオン液体電解液中の拡散層の解析”, 大阪, 2013年6月6-7日, 第2回 JACI/GCS シンポジウム, 新化学技術推進協会 (JACI)
79. 福井賢一: “光電子と力をプローブとしてイオン液体が造る電気二重層界面の構造と機能に迫る”, 大阪, 2013年7月2日, 日本真空学会関西支部&日本表面科学会関西支部合同セミナー2013「イオン液体研究の最前線と応用」, 日本真空学会&日本表面科学会
80. Ken-ichi Fukui: “In situ Analyses of Electrochemical Interfaces by EC-FM-AFM”, Maryland, USA, August 5-9, 2013, Symposium “Atomic Force Microscopy for Energy Applications” in 16th International Conference on Non-Contact Atomic Force Microscopy, 同会議実行委員会
81. Akihito Imanishi, Toshinori Sakao, Etsushi Tsuji, Ken-ichi Fukui: “Dependence of photooxidation reaction of water on atomic level surface local structure at TiO<sub>2</sub> single crystal electrode”, Sapporo, August 4-9, 2013, The Sixteenth International Symposium on Relations between Homogeneous and Heterogeneous Catalysis (ISHHC-16), 同シンポジウム実行委員会
82. Toru Utsunomiya, Yasuyuki Yokota, Toshiaki Enoki, Ken-ichi Fukui: “Observation of Graphite Step Edges in Electrochemical Environment : An EC-FM-AFM Study”, Tokyo, September 9-13, 2013, the 5th International Conference on Recent Progress in Graphene Research, 同会議実行委員会
83. Yusuke Morino, Yuta Kanai, Akihito Imanishi, Yasuyuki Yokota, Ken-ichi Fukui: “Fabrication of ionic liquid ultrathin film by sequential deposition method, Kyoto, September 16-20, 2013, 2013 JSAP-MRS Joint Symposia, 同シンポジウム実行委員会
84. Hisaya Hara, Yasuyuki Yokota, Akihito Imanishi, Takafumi Uemura, Junichi Takeya, Ken-ichi Fukui: “High Spatial Resolution Interface Analyses of Electrochemical Organic FET with Ionic Liquid”, Santiago de Queretaro, Mexico, September 8-13, 2013, 64th Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry, International Society of Electrochemistry
85. 今西哲士, 有村 孝, 坂本大気, 津田哲哉, 桑畑 進, 福井賢一: “ナノ細孔内でのイオン液体の特殊な構造とその反応場での X 線還元 Au 微粒子形成過程”, 秋田, 2013年9月18-20日, 第112回触媒討論会, 触媒学会
86. 有村 孝, 坂本大気, 津田哲哉, 桑畑 進, 福井賢一, “今西哲士ナノ細孔に閉じ込められたイオン液体の局所構造とその反応場を利用した X 線還元金属微粒子形成”, 東京, 2013年9月27-28日, 2013年電気化学会秋期大会, 電気化学会
87. 宇都宮 徹, 横田泰之, 榎 敏明, 福井賢一: “グラファイト電極/水溶液界面構造の電気化学周波数変調 原子間力顕微鏡による観察”, 京都, 2013年9月16-20日, 第74回応用物理学会秋季学術講演会, 応用物理学会

88. 秋山純人, 兼田有希央, 横田泰之, 稲垣耕司, 森川良忠, 福井賢一: “第一原理分子動力学計算によるフェロセン自己組織化単分子膜の酸化還元電位の評価”, 京都, 2013年9月24-27日, 第7回分子科学討論会, 分子科学会
89. 福井賢一: “SPMによる電気化学計測のロードマップ”, 東京, 2013年10月23日, JSPSナノプローブテクノロジー第167委員会 第72回研究会, 学振第167委員会
90. Ken-ichi Fukui: “In situ Structural Analyses of Electrochemical Interfaces by EC-FM-AFM”, Tsukuba, November 4-8, 2013, 12th International Conference on Atomically Controlled Surfaces, Interfaces and Nanostructures (ACSIN-12), 同会議実行委員会
91. Toru Utsunomiya, Shoko Tatsumi, Yasuyuki Yokota, Ken-ichi Fukui: “Electrochemical Frequency-Modulation AFM Study of Iodine Modified Au(111)”, Tsukuba, November 4-8, 2013, 12th International Conference on Atomically Controlled Surfaces, Interfaces and Nanostructures & 21st International Colloquium on Scanning Probe Microscopy (ACSIN-12 & ICSPM21), 同会議実行委員会
92. Masaki Hirogaki, Tetsuya Tsuda, Susumu Kuwabata, Ken-ichi Fukui, Akihito Imanishi: “Analysis of Diffusion Layer at Ionic Liquid/Electrode Interface formed during Electrodeposition by In-situ Electrochemical XPS”, Tsukuba, November 4-8, 2013, 12th International Conference on Atomically Controlled Surfaces, Interfaces and Nanostructures (ACSIN-12), 同会議実行委員会
93. Ken-ichi Fukui: “Molecular View of Electric Double Layer Forming a Field for Electron Transfer at Electrode Interfaces”, Osaka, November 22-24, 2013, International Conference on Bio/Mimetic Solar Energy Conversion (iSEC2013) & Asia Biohydrogen and Bioenergy (ABHL2013), 同会議実行委員会
94. Ken-ichi Fukui: “Precursor-Dependent Local Structures of Rh / Alumina Catalysts Analysed by Scanning Tunneling Microscopy and X-ray Absorption Fine Structure”, Himeji, November 28-29, 2013, C&FC2013 (Catalysis and Fine Chemicals) Pre-symposium, 同シンポジウム実行委員会
95. 原 援又, 今西哲士, 横田泰之, 植村隆文, 竹谷純一, 福井賢一: “周波数変調 AFM によるイオン液体/ルブレン単結晶界面近傍の局所構造解析”, 筑波, 2013年11月26-28日, 第33回表面科学学術講演会, 日本表面科学会
96. Yusuke Morino, Yuta Kanai, Hisaya Hara, Akihito Imanishi, Yasuyuki Yokota, Yugo Okada, Takafumi Uemura, Jun Takeya and Ken-ichi Fukui: “Fabrication of Ionic Liquid Ultrathin Film by Sequential Deposition Method for Interfacial Analyses”, Osaka, February 3-4, 2014, 1st KANSAI Nanoscience and Nanotechnology International Symposium, 同シンポジウム実行委員会
97. Noriki Osaka, Yasuyuki Yokota, Akihito Imanishi, Ken-ichi Fukui: “Observation of Ionic Liquid / Self-Assembled Monolayer Interface at Various Temperature by Frequency-Modulation Atomic Force Microscopy”, Osaka, February 3-4, 2014, 1st KANSAI Nanoscience and Nanotechnology International Symposium, 同シンポジウム実行委員会
98. Sumito Akiyama, Yukio Kaneda, Yasuyuki Yokota, Kouji Inagaki, Yoshitada Morikawa, Ken-ichi Fukui: “First-Principles Molecular Dynamics Study of Redox Potential Evaluation for Redox-Active Self-Assembled Monolayers”, Osaka, February 3-4, 2014, 1st KANSAI Nanoscience and Nanotechnology International Symposium, 同シンポジウム実行委員会
99. Chisato Kimoto, Takashi Arimura, Tetsuya Tsuda, Susumu Kuwabata, Ken-ichi Fukui, Akihito Imanishi: “X-ray-induced formation of metal particles in porous materials filled with ionic liquid ~Characterization of unique local structure of confined IL~”, Osaka, February 3-4, 2014, 1st KANSAI Nanoscience and Nanotechnology International Symposium, 同シンポジウム実行委員会
100. 福井賢一: “前駆体に依存した Rh/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 触媒の局所構造~吸着, 分散, 固定化, 凝集の決定要因~, 大阪, 2014年2月4日、研究会「金属新機能場の開発を 目指して」, 同研究会実行委員会
101. 福井賢一: “イオン液体界面近傍での 特異な物質・電荷移動”, 北海道, 2014年2月28日-3月1日, ワークショップ「表面化学の新展開」, 日本表面科学会 触媒表面科学研究部会
102. 横田泰之, 原 援又, 森野裕介, 今西哲士, 岡田悠悟, 植村隆文, 竹谷純一, 福井賢一: “周波数変調 AFM によるイオン液体/ルブレン単結晶界面の微視的構造評価”, 名古屋, 2014年3月27-30日, 日本化学会第94春季年会, 日本化学会
103. 廣垣匡紀, 津田哲哉, 桑畑進, 福井賢一, 今西哲士: “電位印加下におけるイオン液体/電極界



	<p>面拡散層内での金属イオン拡散メカニズム”, 大阪, 2014年3月29-31日, 電気化学会第81回大会, 電気化学会</p> <p><b>一般向け 計3件</b></p> <p>104. 福井賢一: “電極反応の現場に迫る～電気化学AFMで見えてくる新たな世界～”, 大阪, 2011年11月8日, 東陽ソリューションフェア2011, 東陽テクニカ</p> <p>105. 福井賢一: “異なる視点からの電極界面化学の新展開”, 大阪, 2011年11月19日, 第1回待兼セミナー, 同セミナー実行委員会</p> <p>106. 福井賢一: “エネルギーを創り出す界面の機能に迫る”, 大阪, 2012年8月1日, 第34回大阪大学基礎工学部公開講座「未来を拓く先端科学技術」, 大阪大学</p>
<p>図書</p> <p>計0件</p>	
<p>産業財産権 出願・取得状況</p> <p>計0件</p>	<p>(取得済み) 計0件</p> <p>(出願中) 計0件</p>
<p>Webページ (URL)</p>	<p>福井 賢一 (大阪大学 基礎工学研究科)   最先端・次世代研究開発支援プログラム  <a href="http://www.lserp.osaka-u.ac.jp/jisedai2010/kenichi_fukui/index.html">http://www.lserp.osaka-u.ac.jp/jisedai2010/kenichi_fukui/index.html</a>          大阪大学・最先端・次世代研究開発支援プログラム  <a href="http://www.osaka-u.ac.jp/ja/research/program_next">http://www.osaka-u.ac.jp/ja/research/program_next</a>          大阪大学大型教育研究プロジェクト支援室・最先端・次世代研究開発支援プログラム  <a href="http://www.lserp.osaka-u.ac.jp/index_jisedai.html">http://www.lserp.osaka-u.ac.jp/index_jisedai.html</a></p>
<p>国民との科学・技術対話の実施状況</p>	<p>1. 研究室公開          標題: 『エネルギーを創り出す界面の機能に迫る』          実施日: 2011年11月5日(土)          場所: 大阪大学大学院基礎工学研究科 福井研究室(C301-306)          対象者: 小中高生を含む一般市民          参加人数: 32名(高校生4名, 中学生2名を含む)          実施内容: 大阪大学第52回まちかね祭にて「エネルギーを創り出す界面の機能に迫る」と題した研究室公開を実施した。来場者に最先端・次世代研究開発支援プログラムによる研究内容「エネルギー変換場としての界面電気二重層の分子論的描像の解明とその応用展開」について研究代表者が説明を行い、最先端測定装置の見学や原子・分子を観察する顕微鏡のデモ実験を行った。          実施の報告Webページ: <a href="http://www.lserp.osaka-u.ac.jp/outreach/1105report.html">http://www.lserp.osaka-u.ac.jp/outreach/1105report.html</a></p> <p>2. サイエンスカフェ「物質が隠し持った機能の引き出しを開けるには」          標題: エネルギーを創り出す界面の機能に迫る          実施日: 2013年3月10日(日)          場所: 大阪大学中之島センター          対象者: 一般市民(中高生, 大学生, 会社員, 主婦, シルバー)          参加者: 39名(20代から80代まで)          内容: 本研究者と本学の関 修平教授の2名のNEXTプログラム採択者が物質の機能と大学・大学院での教育というキーワードでサイエンスカフェを実施した。本研究者は, 市民になじみのある『電池』や有機物を使った電子デバイスに焦点をあてて, 注目されるイオン液体材料について本プロジェクトで分かった内容についても平易に解説した。参加者とも計30分以上の意見交換を行い, 双方にとって有意義なものとなった。  <b>【参考Webサイト】</b>          大阪大学大型教育研究プロジェクト支援室による告知 (チラシ配布 学内外5000枚)  <a href="http://www.lserp.osaka-u.ac.jp/info/20130130.html">http://www.lserp.osaka-u.ac.jp/info/20130130.html</a></p>

	<p>Facebook でのイベント告知  <a href="http://www.facebook.com/#!/events/265947423536592/">http://www.facebook.com/#!/events/265947423536592/</a>            実施内容の報告  <a href="http://www.lserp.osaka-u.ac.jp/jisedai2010/kenichi_fukui/info/310.html">http://www.lserp.osaka-u.ac.jp/jisedai2010/kenichi_fukui/info/310.html</a></p> <p>3. 第34回大阪大学基礎工学部公開講座「未来を拓く先端科学技術」            標題：エネルギーを創り出す界面の機能に迫る            実施日：2012年8月1日（水）            場所：大阪大学基礎工学国際棟（シグマホール）            対象者：一般市民（中高生，大学生，会社員，主婦，シルバー）            参加者：121名（うち研究室見学者15名） 20代から80代まで            内容： エネルギーの出入り口として電極界面がどのように働いているかを平易に説明するとともに，本プロジェクトで得られた成果について例を挙げて紹介した。講演後に10分程度参加者との質疑を行うとともに，30分程度で研究室にて実験装置の見学を行いながら，参加者との交流を行った。  <b>【参考 Web サイト】</b>  <a href="http://www.lserp.osaka-u.ac.jp/jisedai2010/kenichi_fukui/on_list/post_2.html">http://www.lserp.osaka-u.ac.jp/jisedai2010/kenichi_fukui/on_list/post_2.html</a></p> <p>4. 大阪府立茨木高等学校「学問発見講座」            標題：エネルギーを創り出す界面の機能に迫る            実施日：2012年10月20日（土）            対象者：高校生            参加者：30名（1年生：2年生～2：1）            内容：前半は（1年生ではまだ学習していない）電池の仕組みやエネルギーを取り出すとはどういうことなのかを説明した。後半では安全なLiイオン電池を始め様々な応用が期待されるイオン液体を，アンプルに入れた実物を見せながら，どうしてほんの少しの分子の形の違いで大きく物性が異なるのかをクイズを交えながら解説し，最新の研究の一端も説明した。</p> <p>5. 研究室公開            標題： 『エネルギーを創り出す界面の機能に迫る』            実施日： 2013年11月2日（土）            場所： 大阪大学大学院基礎工学研究科 福井研究室(C301-306)            対象者： 小中高生を含む一般市民            参加人数： 32名（中学・高校生6名、小学生2名を含む）            実施内容： 大阪大学第54回まちかね祭にて「エネルギーを創り出す界面の機能に迫る」と題した研究室公開を実施した。来場者に最先端・次世代研究開発支援プログラムによる研究内容「エネルギー変換場としての界面電気二重層の分子論的描像の解明とその応用展開」について研究代表者が説明を行い、最先端測定装置の見学や原子・分子を観察する顕微鏡のデモ実験を行い，非常に好評であった。</p>
<p>新聞・一般雑誌等掲載計0件</p>	
<p>その他</p>	

## 7. その他特記事項

本研究の総括の一つと位置づけられる以下の論文が5月末に受理された。

Ken-ichi Fukui, Yasuyuki Yokota, Akihito Imanishi, "Local Analyses of Ionic Liquid / Solid Interfaces by Frequency-Modulation Atomic Force Microscopy and Photoemission Spectroscopy", *Chemical Records*, accepted.