

令和 3 年 6 月 9 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2020

課題番号：18K05171

研究課題名（和文）電気化学SPRを用いるイオン液体中における電析反応過程の解析

研究課題名（英文）Analysis of the electrodeposition process in ionic liquids using electrochemical SPR

研究代表者

西 直哉（Nishi, Naoya）

京都大学・工学研究科・准教授

研究者番号：10372567

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：電気化学的表面プラズモン共鳴法（ESPR）を利用して、イオン液体中の電析中の電極表面ラフネス変化をスケールの高感度でリアルタイムに検出した。銅とコバルトの電析では、異なる挙動が観察された。銅の場合は原子レベル厚さの合金化により表面ラフネスが減少したが、コバルトの場合は表面ラフネスに変化は見られなかった。さらにコバルトの場合では、表面平滑剤の添加により、電極ではなく電析膜の表面が、電析初期に平滑化されていることが確認できた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

電気化学めっきや金属負極二次電池において、金属イオンの電気化学析出（電析）は中心的な反応プロセスである。重要なパラメータは電析後の表面ラフネス（粗さ）である。電析の表面ラフネス評価としては、電極を液から取り出し、電子顕微鏡で観察するのが一般的である。反応が進行するその場で表面ラフネス変化をモニターできれば、反応プロセスの解析や表面ラフネスの迅速評価に有用である。本研究では、電気化学的表面プラズモン共鳴法（ESPR）が表面ラフネスに敏感である事実から着想を得て、ESPRが電析過程のその場かつ高感度な表面ラフネス評価法となることを、イオン液体中の銅とコバルトの電析を測定対象として実証した。

研究成果の概要（英文）：Electrochemical Surface Plasmon Resonance (ESPR) has been utilized for in-situ real-time sensing of electrode surface roughness changes during electrodeposition in ionic liquids with high sensitivity on the angstrom scale. Different behaviors were observed in the electrodeposition of copper and cobalt. In the copper case, the atomic-thickness alloying decreased the surface roughness, while in the cobalt case, there was no change in surface roughness. In the cobalt case, the addition of a surface smoothing agent confirmed that the surface of the electrodeposited film, not the electrode, was indeed smoothed during the initial stage of electrodeposition.

研究分野：分光電気化学

キーワード：ESPR 表面プラズモン共鳴 電気化学析出 表面ラフネス イオン液体

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

イオン液体は、広い電位窓を持つ、不揮発性で環境負荷が低い、難燃性で安全性が高い、という特長を持つため、電析のための新たな電解質溶液として研究されている。特に、イオン液体が持つ広い電位窓は、従来の電解質水溶液では困難であった卑金属、例えばアルミニウムやリチウム、の電析を可能にする。

イオン液体中でのアルミニウム電析(めっき)において、イオン液体のカチオンを変えると電析膜の表面モルフォロジーが $\mu\text{m} \sim \text{nm}$  にわたってオーダーで大きく変わることが報告されていた (Giridhar et. al., *Electrochim. Acta*, 70 (2012) 210)。リチウム電析は、より安全なリチウム電池の開発という観点から研究されており、イオン液体のアニオンに FSA<sup>-</sup>を用いると、既存の電解質溶液を凌駕する電池性能を示すことが報告されていた (Zhang et. al., *J. Fluor. Chem.*, 174 (2015) 49 and references therein)。

アルミニウムとリチウムのどちらの場合においても、イオン液体のイオン構造が電析のパフォーマンスを支配する大きな因子となる。その原因として、イオン液体のイオンが界面で形成する電気二重層構造(イオン多層構造)が指摘されていたが、詳細は不明であった。

### 2. 研究の目的

イオン液体はイオンのみからなり、溶媒分子を含まないため、そのナノスケールでの環境は、従来の電解質溶液のような、多量の溶媒分子のなかにイオンが存在するような描像とは大きく異なる。イオン液体は従来の電解質溶液とは異なる電気二重層構造である、イオン多層構造を形成する。このような特異な界面構造により、アルミニウムやリチウムの電析におけるパフォーマンスがイオン液体のイオンに大きく依存する。本研究では、「なぜイオン液体の界面構造が電析反応に影響を及ぼすのか? その支配因子は何か?」という問いに答えることを目的としている。そのために、電気化学表面プラズモン共鳴法(ESPR)を用い、イオン液体 | 電極界面における電析機構を解明する。選択的に界面構造変化を検出できる ESPR を用いて、電析反応に伴う電析膜の膜厚や表面ラフネスの変化を in-situ でリアルタイムに追跡する。

### 3. 研究の方法

ESPR 測定には SPRINGLE (Autolab) を使用した。電気化学測定には作用極に金薄膜(膜厚 50 nm) を蒸着した SF15 ガラス基板、対極には Pt、擬似参照極には Ag/AgCl 線を用いた。測定前に金表面はピラニア溶液(濃硫酸:過酸化水素水 体積比 3:1) に 20 分間浸した後に Milli-Q 水に浸して洗浄した。Milli-Q 水による洗浄では Milli-Q 水に浸す操作を 5 回行い、N<sub>2</sub> ガスを吹き付けて乾燥させた。金属イオン入りのイオン液体を 60 分で 3 時間真空引きした。測定前にシリコン栓に挿してある 2 本の注射針のうち片方からアルゴンを流し、もう片方からセル内の気体が流れ出るようにした。アルゴンの流量は 30 mL/min に制御した。アルゴンは測定終了までセル内に流し続けた。ESPR 測定中は恒温槽によってセル温度を 25.00 °C に保持した。CV 測定と同時に波長 670 nm における共鳴角シフト( $\Delta\theta$ ) を記録した。SPR の結果については測定開始時の共鳴角を  $\theta_0 = 0$  として補正した。各測定の前に開始電位で 300 秒間保持してから測定した。

金基板表面を原子間力顕微鏡(AFM)で観察した。得られた画像データから root mean square ( $R_q$ ) を算出し、そこから表面ラフネス層の厚さ( $d_0$ )を見積もった。

有効媒質近似を用いたフレネル反射シミュレーションにより共鳴角シフトの計算を行った。金電極表面のラフネスを金、イオン液体、および析出金属の混合層としてモデル化し、混合層厚さ  $d_{\text{mix}}$  および析出金属の存在割合  $f_i$  が変化した際の共鳴角シフトを計算した。

CV および ESPR 結果を解析するために、有限要素法を用いて電析のシミュレーションを行った。実測 CV にシミュレーション CV をフィットさせることにより、析出金属および金属イオンの表面濃度の時間発展を求め、それらから求められる SPR 曲線を実測の SPR 曲線と比較した。

### 4. 研究成果

#### (1) 銅の電析

Fig. 1 は ESPR 測定結果である。CV の負掃引において電位 0.1 V および - 0.35 V にそれぞれ銅の還元反応の  $\text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Cu}^+$  および  $\text{Cu}^+ \rightarrow \text{Cu}$  に伴う電流が見られ、正掃引において電位 - 0.15 V および 0.2 V にそれぞれ銅の酸化反応の  $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^+$  および  $\text{Cu}^+ \rightarrow \text{Cu}^{2+}$  に伴う電流が流れた。銅の還元( $\text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Cu}^+$ ) 電流は広がったピークになっているのに対し、酸化( $\text{Cu}^+ \rightarrow \text{Cu}^{2+}$ ) 電流は鋭いピークとして現れた。電流の応答が異なることは、溶存種からの還元と析出膜からのストリッピングによる酸化で物質供給速度が大きく異なるためである。

SPR 共鳴角 (Fig. 1b) は CV の酸化還元電流に対応してシフトした。負掃引の SPR 曲線では、 $\Delta\theta$  は  $\text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Cu}^+$  に対応して負にシフトし、 $\text{Cu}^+ \rightarrow \text{Cu}$  に対応して正にシフトした。また正掃引では

逆に、 $\Delta\theta$  は  $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^+$  で負にシフトし、 $\text{Cu}^+ \rightarrow \text{Cu}^{2+}$  では正にシフトした。 $\text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Cu}^+$  は溶存種の還元過程であり、溶存種の酸化還元過程では共鳴角はシグモイド型にシフトすることがわかっており、実際にそういう結果が得られた。 $\text{Cu}^+$  が  $\text{Cu}^{2+}$  よりも分極率が小さいので、 $\text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Cu}^+$  で  $\Delta\theta$  は負にシフトしたと考えられる。また、 $\text{Cu}^+ \rightarrow \text{Cu}$  では金属  $\text{Cu}$  の析出が原因で  $\Delta\theta$  が正にシフトしたと考えた。 $\text{Cu}^+ \rightarrow \text{Cu}$  において  $\Delta\theta$  が正にシフトする前に一旦負にシフトしているが、これは金電極表面近傍で  $\text{Cu}^{2+}$  および  $\text{Cu}^+$  が枯渇することで起こったものと考えられる。

CV には測定回数依存性はなかった。それに対して、銅の析出 ( $\text{Cu}^+ \rightarrow \text{Cu}$ ) に伴う SPR 共鳴角変化量 ( $\Delta\theta$ ) は測定ごとに減少した。このことは、銅の繰り返しの電析によって金表面ラフネスが変化したことを示唆している。それと同時に CV では測定できないほど微小なラフネス変化を in-situ で観察できたことを示唆している。

銅が電析したことによるラフネス変化を調べるために、ESPR 測定前および測定後の金表面を ex-situ で AFM 観察したところ、定性的には、ESPR 測定前後で大きな金粒子がなくなったことがわかった。AFM 画像から算出した  $R_q$  とそこから算出される表面ラフネス厚さ  $d_0$  から、定量的に、銅の電析によって金表面ラフネスが減少したことがわかった。銅の電析過程で表面ラフネスが減少する理由として、銅の電析によって金の表面拡散が促進された、あるいは金が溶出した、ということが考えられた。について、測定後の IL を原子吸光測定することで溶出した金の量を確認したところ、金薄膜の厚さ  $0.06 \pm 0.12 \text{ \AA}$  に相当する量でしか溶出していないことがわかった。測定後の IL には金が溶出していないと結論づけた。

金の溶出は起こっていないことから、金表面のラフネス減少は金の表面拡散の促進によるものであると考えられる。その因子として、Cu-Au 合金の形成が考えられる。Cu-Au 合金の形成は高温では実測できるものの、その速度の温度依存性を常温に外挿すると、実験時間内でレベルでしか進行しないことが予想される。この原子層レベルでの Cu-Au 合金化が金電極表面における Au の表面拡散を促進したと考えられる。以上のように ESPR から、イオン液体中における電析に伴う電極表面ラフネス変化を in-situ でスケールでセンシングできることがわかった。

## (2) コバルトの電析

Co 電析を繰り返した際の CV および ESPR 結果を Fig.2 に示す。CV (Fig.2a) には一対の電流ピークが現れた。負掃引において  $-0.68 \text{ V}$  の電流ピークは Co のカソード析出に対応し、正掃引において  $-0.13 \text{ V}$  の電流ピークは Co のアノード溶解に対応する。ピークセパレーションは  $0.56 \text{ V}$  と広く、活性化過電圧が大きいことがわかる。ESPR (Fig.2b) には Co カソード析出に伴う  $\Delta\theta$  の正シフトと Co のアノード溶解に対応した  $\Delta\theta$  の負シフトが現れた。また、 $-0.6 \text{ V}$  のゼロ電荷電位付近ではイオン液体の電気二重層変化に伴う  $\Delta\theta$  のシグモイド型の変化も観測でき、電析と電気二重層変化の同時モニタリングが可能であることもわかった。Cu の場合 (Fig.1) とは対照的に、繰り返しの電位掃引に伴って CV だけでなく、ESPR 曲線にもほとんど変化がなかった。Co が Au と合金を形成しない金属であることを考えると、妥当な結果である。Cu の場合と同様に AFM での解析を行い、ラフネスに変化がないことを確認した。

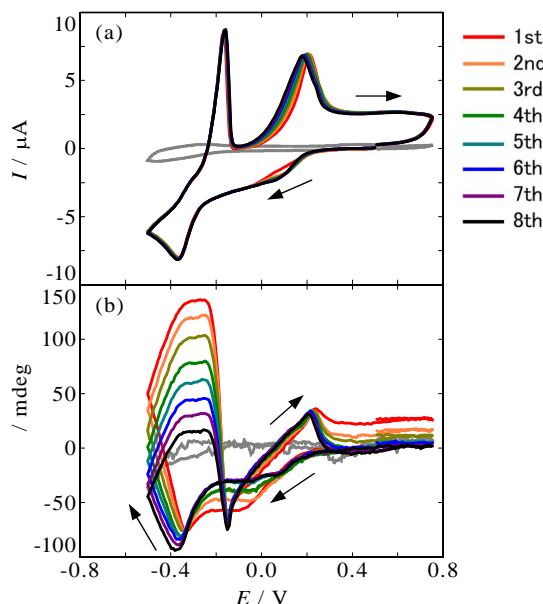


Fig. 1. (a) CVs and (b) ESPR curves on Au electrode in  $\text{C}_4\text{mimTFSA} + 10 \text{ mM Cu(TFSA)}_2$ , Scan rate is  $10 \text{ mV/s}$ . The grey curves represent the data without  $\text{Cu(TFSA)}_2$ .

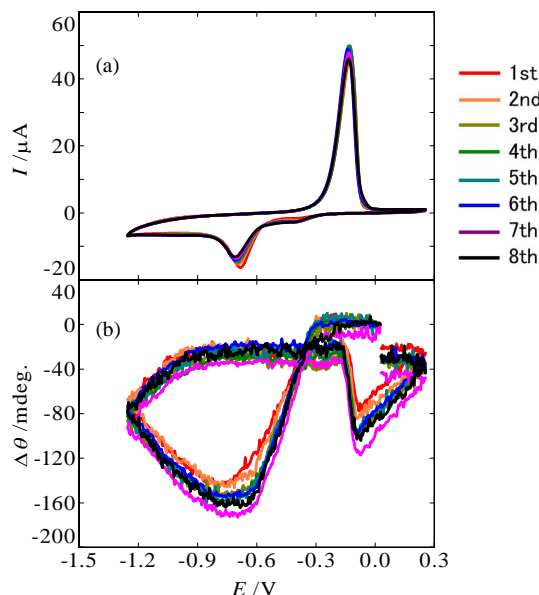
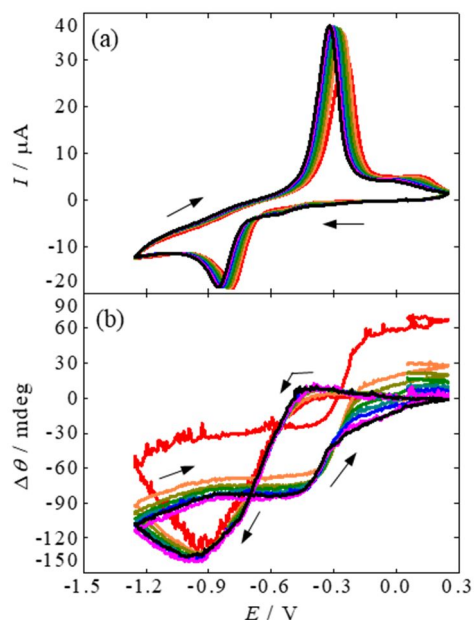


Fig. 2. (a) CVs and (b) ESPR curves at the Au electrode in  $\text{C}_4\text{mimTFSA}$  with  $5 \text{ mM Co(TFSA)}_2$ . Scan rate is  $50 \text{ mV/s}$ .

### (3) コバルトの電析：表面平滑剤の効果

ESPR が表面ラフネスに非常に高感度であることから、電析に用いられる表面平滑剤の表面ラフネスへの効果を、電析初期過程において in-situ で調べられる、と着想した。コバルト電析において、クマリンを添加した場合の結果を Fig. 3 に示す。CV (Fig.3a) は無添加時 (Fig.2a) と同じよう的一对の電流ピークが見られ、これらは Co のカソード析出とアノード溶解に対応している。一方で ESPR 曲線 (Fig.2b) において、Co 析出に伴う  $\Delta\theta$  変化が無添加時 (Fig.2b) の 140 mdeg に比べて 100 mdeg (1st cycle)、60 mdeg (2nd cycle 以降) と小さかった。ESPR 前後の AFM 画像には変化がなかったことから、金電極表面のラフネス変化はない。金電極上に析出した電析膜の表面ラフネスがクマリンによって平滑化されたことが示唆された。それを確認するためにフレネル反射のシミュレーションを行った。その結果、クマリン無添加時に比べて添加時には電析膜の表面ラフネスが平滑化していることが裏付けられた。



**Fig. 3.** (a) CVs and (b) ESPR curves at the Au electrode in  $C_4mimTFSA$  with 5 mM  $Co(TFSA)_2$  and 5 mM coumarin. Scan rate is 50 mV/s.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計29件（うち査読付論文 29件 / うち国際共著 3件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Hashimoto Kota, Amano Ken-ichi, Nishi Naoya, Onishi Hiroshi, Sakka Tetsuo	4. 巻 154
2. 論文標題 Comparison of atomic force microscopy force curve and solvation structure studied by integral equation theory	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Journal of Chemical Physics	6. 最初と最後の頁 164702 ~ 164702
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0046600	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Li Nan, Nishi Naoya, Zheng Ronger, Sakka Tetsuo	4. 巻 in press
2. 論文標題 Signal enhancement in underwater long-pulse laser-induced breakdown spectroscopy for the analysis of bulk water	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Analytical Atomic Spectrometry	6. 最初と最後の頁 in press
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0JA00521E	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Kitaoka Haru, Amano Ken-ichi, Nishi Naoya, Sakka Tetsuo	4. 巻 in press
2. 論文標題 Improvement of the Nelder-Mead method using Direct Inversion in Iterative Subspace	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Optimization and Engineering	6. 最初と最後の頁 in press
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11081-021-09620-4	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Li Nan, Nishi Naoya, Zheng Ronger, Sakka Tetsuo	4. 巻 36
2. 論文標題 Efficient detection of emission lines for H and O and the use as an internal standard for underwater LIBS	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Analytical Atomic Spectrometry	6. 最初と最後の頁 345 ~ 351
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d0ja00433b	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Kuroyama Y., Nishi N., Sakka T.	4. 巻 881
2. 論文標題 Electrochemical liquid-liquid interface between oil and ionic liquid for reductive deposition of metal nanostructures	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 J. Electroanal. Chem.	6. 最初と最後の頁 114959(1-6)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jelechem.2020.114959	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ezawa K., Nishi N., Sakka T.	4. 巻 877
2. 論文標題 In-situ electrochemical SPR study of gold surface smoothing by repetitive cathodic deposition and anodic dissolution of copper in an ionic liquid	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J. Electroanal. Chem.	6. 最初と最後の頁 114611(1-6)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jelechem.2020.114611	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Nishi N., Yamazawa T., Sakka T., Hotta H., Ikeno T., Hanaoka K., Takahashi H.	4. 巻 36
2. 論文標題 How Viscous Is the Solidlike Structure at the Interface of Ionic Liquids- A Study Using Total Internal Reflection Fluorescence Spectroscopy with a Fluorescent Molecular Probe Sensitive to High Viscosity	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Langmuir	6. 最初と最後の頁 10397-10403
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.langmuir.0c01528	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Amano K.-I., Sawazumi R., Imamura H., Sumi T., Hashimoto K., Fukami K., Kitaoka H., Nishi N., Sakka T.	4. 巻 49
2. 論文標題 An improved model-potential-free analysis of the structure factor obtained from a small-angle scattering: Acquisitions of the pair distribution function and the pair potential	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chem. Lett.	6. 最初と最後の頁 1017-1021
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.200292	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hashimoto K., Amano K.-I., Nishi N., Sakka T.	4. 巻 754
2. 論文標題 Calculation method of the number density distribution of liquid molecules or colloidal particles near a substrate from surface force apparatus measurement	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chem. Phys. Lett.	6. 最初と最後の頁 137666(1-5)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cplett.2020.137666	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Zhang Y., Nishi N., Koya I., Sakka T.	4. 巻 32
2. 論文標題 Simultaneous Synthesis of One-and Two-Dimensional Gold Nanostructures/Reduced Graphene Oxide Composites in the Redox-Active Ionic Liquid/Water Interfacial System	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chem. Mater.	6. 最初と最後の頁 6374-6383
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.chemmater.0c01188	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Zhang S., Nishi N., Sakka T.	4. 巻 153
2. 論文標題 Electrochemical surface plasmon resonance measurements of camel-shaped static capacitance and slow dynamics of electric double layer structure at the ionic liquid/electrode interface	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J. Chem. Phys.	6. 最初と最後の頁 044707(1-7)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0011671	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Katakura S., Amano K.-I., Sakka T., Bu W., Lin B., Schlossman M.L., Nishi N.	4. 巻 124
2. 論文標題 Evolution and Reversible Polarity of Multilayering at the Ionic Liquid/Water Interface	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J. Phys. Chem. B	6. 最初と最後の頁 6412-6419
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.0c03711	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Zhang Y., Nishi N., Sakka T.	4. 巻 597
2. 論文標題 Interface-templated synthesis of single-crystalline silver chain-like nanobelts at the liquid-liquid interface between water and redox-active ionic liquid	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Colloids Surf. A	6. 最初と最後の頁 124747(1-9)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.colsurfa.2020.124747	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Katakura S., Nishi N., Kobayashi K., Amano K.-I., Sakka T.	4. 巻 124
2. 論文標題 Effect of Switching the Length of Alkyl Chains on Electric Double Layer Structure and Differential Capacitance at the Electrode Interface of Quaternary Ammonium-Based Ionic Liquids Studied Using Molecular Dynamics Simulation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J. Phys. Chem. C	6. 最初と最後の頁 7873-7883
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.0c00795	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Katakura S., Nishi N., Kobayashi K., Amano K.-I., Sakka T.	4. 巻 22
2. 論文標題 An electric double layer structure and differential capacitance at the electrode interface of tributylmethylammonium bis(trifluoromethanesulfonyl)amide studied using a molecular dynamics simulation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Phys. Chem. Chem. Phys.	6. 最初と最後の頁 5198-5210
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c9cp05297f	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Nishi N.	4. 巻 36
2. 論文標題 Ionic liquids as liquid materials for analytical chemistry	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Anal. Sci.	6. 最初と最後の頁 1-2
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2116/analsci.highlights2001	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -



1. 著者名 Zhang Y., Nishi N., Sakka T.	4. 巻 325
2. 論文標題 One-step fabrication of Au@Pd core-shell bimetallic nanofibers at the interface between water and redox-active ionic liquid	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Electrochim Acta	6. 最初と最後の頁 134919
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.electacta.2019.134919	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hashimoto K., Amano K.-I., Nishi N., Sakka T.	4. 巻 294
2. 論文標題 Integral equation theory based method to determine number density distribution of colloidal particles near a substrate using a force curve from colloidal probe atomic force microscopy	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 J Mol Liq	6. 最初と最後の頁 111584
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.molliq.2019.111584	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Furukawa S., Amano K.-I., Ishihara T., Hashimoto K., Nishi N., Onishi H., Sakka T.	4. 巻 734
2. 論文標題 Enhancement of stratification of colloidal particles near a substrate induced by addition of non-adsorbing polymers	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chem. Phys. Lett.	6. 最初と最後の頁 136705
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cpllett.2019.136705	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Zhang Y., Nishi N., Sakka T.	4. 巻 11
2. 論文標題 Template-Free and Spontaneous Formation of Vertically Aligned Pd Nanofiber Arrays at the Liquid-Liquid Interface between Redox-Active Ionic Liquid and Water	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ACS Appl. Mater. Interfaces	6. 最初と最後の頁 23731-23740
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsami.9b05255	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Nishi N., Uchiyashiki J., Ikeda Y., Katakura S., Oda T., Hino M., Yamada N.L.	4. 巻 123
2. 論文標題 Potential-Dependent Structure of the Ionic Layer at the Electrode Interface of an Ionic Liquid Probed Using Neutron Reflectometry	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 J. Phys. Chem. C	6. 最初と最後の頁 9223-9230
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.9b01151	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takagi S., Nishi N., Sakka T.	4. 巻 48
2. 論文標題 Ionic liquid-in-water emulsion-templated synthesis of gold nanoshells at the liquid-liquid interface between water and primary ammonium-based ionic liquids	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chem. Lett.	6. 最初と最後の頁 589-592
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.190146	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Seiji Katakura, Naoya Nishi, Kazuya Kobayashi, Ken-ichi Amano, Tetsuo Sakka	4. 巻 123
2. 論文標題 Surface Structure of Quaternary Ammonium-Based Ionic Liquids Studied Using Molecular Dynamics Simulation: Effect of Switching the Length of Alkyl Chains	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 J. Phys. Chem. C	6. 最初と最後の頁 7246-7258
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.9b00799	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yu Zhang, Naoya Nishi, Ken-ichi Amano, Tetsuo Sakka	4. 巻 282
2. 論文標題 One-dimensional Pt nanofibers formed by the redox reaction at the ionic liquid water interface	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Electrochim. Acta	6. 最初と最後の頁 886-891
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.electacta.2018.06.024	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ken-ichi Amano, Taira Ishihara, Kota Hashimoto, Naoyuki Ishida, Kazuhiro Fukami, Naoya Nishi, Tetsuo Sakka	4. 巻 122
2. 論文標題 Stratification of Colloidal Particles on a Surface: Study by a Colloidal Probe Atomic Force Microscopy Combined with a Transform Theory	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J. Phys. Chem. B	6. 最初と最後の頁 4592-4599
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.8b01082	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Naoya Nishi, Yoichi Ikeda, Tetsuo Sakka	4. 巻 817
2. 論文標題 Electrochemical surface plasmon resonance as a probe of redox reactions at the ionic liquid gold interface	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J. Electroanal. Chem.	6. 最初と最後の頁 210-216
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jelechem.2018.03.067	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ken-ichi Amano, Tomohiko Hayashi, Kota Hashimoto, Naoya Nishi, Tetsuo Sakka	4. 巻 257
2. 論文標題 Potential of mean force between spherical particles in an ionic liquid and its decomposition into energetic and entropic components: An analysis using an integral equation theory	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J. Mol. Liq.	6. 最初と最後の頁 121-131
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.molliq.2018.02.089	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Naoya Nishi, Ikumi Yajima, Ken-ichi Amano, Tetsuo Sakka	4. 巻 34
2. 論文標題 Janus-type gold-polythiophene composites formed via redox reaction at the ionic liquid water interface	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Langmuir	6. 最初と最後の頁 2441-2447
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.langmuir.7b03792	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Naoya Nishi, Yasuro Kojima, Seiji Katakura, Tetsuo Sakka	4. 巻 86
2. 論文標題 Static capacitance at the electrochemical liquid-liquid interface between ionic liquids and eutectic Ga-In alloy measured using the pendant drop method	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Electrochemistry	6. 最初と最後の頁 38-41
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5796/electrochemistry.17-00081	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

[学会発表] 計66件(うち招待講演 11件/うち国際学会 17件)

1. 発表者名 ○Satoshi Yamaguchi, Naoya Nishi, Tetsuo Sakka
2. 発表標題 Spot size effects on the pulse-to-pulse stability of underwater LIBS spectra (Student Poster Award)
3. 学会等名 11th International Symposium on Laser Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 ○Nan Li, Naoya Nishi, Ronger Zheng, Tetsuo Sakka
2. 発表標題 Effects of pulse duration on elemental analysis in bulk water by laser-induced breakdown spectroscopy
3. 学会等名 11th International Symposium on Laser Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 ○石井浩介、西 直哉、作花哲夫
2. 発表標題 電位印加したイオン液体/水界面におけるイオン層構造：分子動力学シミュレーションによる解析 (C-21)
3. 学会等名 第71回コロイドおよび界面化学討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 ○神谷一平、張 鈺、西 直哉、作花哲夫
2. 発表標題 イオン液体   水界面における一次元および二次元金ナノ構造と還元型酸化グラフェンのコンポジットの同時合成
3. 学会等名 第71回コロナおよび界面化学討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 ○北岡 温、西 直哉、作花哲夫
2. 発表標題 二成分混合溶液の微視的不均一構造に対する粒子添加の影響：分子動力学法による研究 (D-52)
3. 学会等名 第71回コロナおよび界面化学討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 ○張 詩偉、西 直哉、作花哲夫
2. 発表標題 電気化学SPRによるイオン液体   電極界面の解析：表面電荷密度と電気二重層ダイナミクス
3. 学会等名 第80回分析化学討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 ○黒山遥平、西 直哉、張 鈺、作花哲夫
2. 発表標題 イオン液体と油との間の新規ソフト界面の電気化学と反応場としての応用
3. 学会等名 第80回分析化学討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 ○江澤健太、西 直哉、作花哲夫
2. 発表標題 電気化学SPRによるイオン液体中での銅電析初期過程のin-situ分析
3. 学会等名 第80回分析化学討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西 直哉
2. 発表標題 イオン液体の電気二重層構造：実験とシミュレーション
3. 学会等名 2020年度イオン液体研究会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Naoya Nishi
2. 発表標題 Base metal nanostructure formation via reductive deposition at the non-aqueous liquid/liquid interface between ionic liquid and oil
3. 学会等名 6th Ertl Symposium on Electrochemistry and Catalysis（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Naoya Nishi, Kenta Ezawa, Tetsuo Sakka
2. 発表標題 In-situ Probing of the Electrode Roughness Change during Electrodeposition in Ionic Liquids Using Electrochemical Surface Plasmon Resonance
3. 学会等名 71st Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry（国際学会）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 ○石井浩介, 西 直哉, 作花哲夫
2. 発表標題 電位可変液液界面 MD によるイオン液体/水界面の電気二重層解析
3. 学会等名 第 66 回 ポーラログフィおよび電気分析化学討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 ○神谷一平, 西 直哉, 作花哲夫
2. 発表標題 1D meets 1D: 金ナノファイバーとカーボンナノチューブのコンポジットの作製
3. 学会等名 第 66 回 ポーラログフィおよび電気分析化学討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 ○江澤健太, 西 直哉, 作花哲夫
2. 発表標題 イオン液体中の電析過程に対する電気二重層効果の電気化学 SPR による解析
3. 学会等名 第 66 回 ポーラログフィおよび電気分析化学討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 ○黒山遥平, 西 直哉, 作花哲夫
2. 発表標題 イオン液体 油界面における電気化学の開拓と卑金属の還元析出反応場としての応用
3. 学会等名 第 66 回 ポーラログフィおよび電気分析化学討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 ○國本晃平, 西 直哉, 作花哲夫
2. 発表標題 LCST溶液の相分離により生成するエマルションの安定性：相溶時間の界面厚さ依存性
3. 学会等名 第38回関西界面科学セミナー
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 ○石井浩介, 西 直哉, 作花哲夫
2. 発表標題 イオン液体と水との間のソフト界面の構造：電位可変MDによる界面電位差依存性の解析
3. 学会等名 第38回関西界面科学セミナー
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 ○神谷 一平, 西 直哉, 作花哲夫
2. 発表標題 イオン液体   水界面を反応場とした金・ナノカーボン複合体の作製とその生成メカニズムの解明
3. 学会等名 第38回関西界面科学セミナー
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 ○井下壮一郎, 西 直哉, 作花哲夫
2. 発表標題 プラズマ   水溶液界面の電圧電流曲線における電極面積の効果
3. 学会等名 第38回関西界面科学セミナー
4. 発表年 2021年



1. 発表者名 Naoya Nishi
2. 発表標題 Structure of the electrochemical interfaces of ionic liquids
3. 学会等名 Pacifichem2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 張 詩偉、西 直哉、江澤健太、作花哲夫
2. 発表標題 イオン液体の電極界面構造：電気化学SPRと分子動力学法による研究 (P75) (奨励賞)
3. 学会等名 2019年度第3回関西電気化学研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山澤隆史、高橋浩三、作花哲夫、堀田弘樹、花岡健二郎、西 直哉
2. 発表標題 イオン液体の界面粘度：粘度蛍光プローブと光導波路分光法を組み合わせた研究 (P77)
3. 学会等名 2019年度第3回関西電気化学研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 江澤健太、山澤隆史、西 直哉、作花哲夫
2. 発表標題 イオン液体   金電極界面における銅の電析初期過程：電気化学SPRによるin-situ分析 (P79)
3. 学会等名 2019年度第3回関西電気化学研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 黒山遥平、張 鈺、西 直哉、作花哲夫
2. 発表標題 イオン液体 - 油二相系：その液液界面電気化学の開拓と金属ナノ構造作製への応用 (P81)
3. 学会等名 2019年度第3回関西電気化学研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 作花 哲夫、松本 歩、西 直哉
2. 発表標題 水中LIBSにおける分析精度に影響する因子について (K11)
3. 学会等名 第6回先端計測技術の応用展開に関するシンポジウム (SAAMT2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 木村恒毅、西 直哉、Peter Gregor <i>?</i> 、作花哲夫
2. 発表標題 レーザービーム透過プローブ法を用いたレーザー誘起気泡の評価とそのプラズマ発光強度との関係 (P08)
3. 学会等名 第6回先端計測技術の応用展開に関するシンポジウム (SAAMT2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山口 智史、Matej Senega <i>?</i> nik、Peter Gregor <i>?</i> i、西 直哉、作花 哲夫
2. 発表標題 液中LIBSにおける気泡膨張挙動の分割露光法による測定 (P09)
3. 学会等名 第6回先端計測技術の応用展開に関するシンポジウム (SAAMT2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 張 詩偉、西 直哉、江澤健太、作花哲夫
2. 発表標題 イオン液体の電極界面構造：電気化学SPRと分子動力学法による研究（1006）
3. 学会等名 第10回イオン液体討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 江澤健太、山澤隆史、西 直哉、作花哲夫
2. 発表標題 イオン液体   金電極界面における銅の電析初期過程：電気化学SPRによるin-situ分析（ポスター2P17）
3. 学会等名 第10回イオン液体討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 黒山遥平、張 鈺、西 直哉、作花哲夫
2. 発表標題 イオン液体 - 油二相系：その液液界面電気化学の開拓と金属ナノ構造作製への応用（ポスター2P14）
3. 学会等名 第10回イオン液体討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山澤隆史、高橋浩三、作花哲夫、堀田弘樹、花岡健二郎、西 直哉
2. 発表標題 イオン液体の界面粘度：粘度蛍光プローブと光導波路分光法を組み合わせた研究（ポスター2P42）
3. 学会等名 第10回イオン液体討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 江澤健太、西 直哉、山澤隆史、天野健一、作花哲夫
2. 発表標題 電気化学SPRを用いたイオン液体 金電極界面における銅の電析過程の解析 (1E09)
3. 学会等名 2019年電気化学秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山澤隆史、高橋浩三、天野健一、作花哲夫、堀田弘樹、花岡健二郎、西 直哉
2. 発表標題 粘度応答性蛍光分子プローブを用いるイオン液体界面の粘性評価 (1K10)
3. 学会等名 2019年電気化学秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 黒山遥平、張 鈺、西 直哉、作花哲夫
2. 発表標題 イオン液体 油界面における電気化学の開拓と反応場としての応用 (1K08)
3. 学会等名 2019年電気化学秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 張 詩偉、西 直哉、江澤健太、作花哲夫
2. 発表標題 電極界面におけるイオン液体構造の電位依存性：電気化学SPRによる解析 (1K09)
3. 学会等名 2019年電気化学秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tetsuo Sakka, Shota Miyagawa, Ken-ichi Amano, Naoya Nishi, Ikuo Wakaida
2. 発表標題 Optical trapping of colloidal particles dispersed in water for in situ LIBS measurement (invited)
3. 学会等名 3rd Asian Symposium on Laser Induced Breakdown Spectroscopy (ASLIBS2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Naoya Nishi
2. 発表標題 Neutron reflectometry as a probe of the electrical double layer in ionic liquids
3. 学会等名 70th Annual Meeting of International Society of Electrochemistry (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山澤隆史、高橋浩三、天野健一、作花哲夫、堀田弘樹、花岡健二郎、西 直哉
2. 発表標題 粘度応答性蛍光分子を用いるイオン液体界面の粘性評価の検討 (ポスター)
3. 学会等名 第37回関西界面科学セミナー
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 黒山遥平、張 鈺、西 直哉、作花哲夫
2. 発表標題 イオン液体と油との間の新規電気化学ソフト界面を反応場とする金属ナノ構造析出 (ポスター、優秀ポスター賞受賞)
3. 学会等名 第37回関西界面科学セミナー
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 橋本康汰、天野健一、西 直哉、作花哲夫
2. 発表標題 コロイド粒子間の相互作用に対する界面活性剤の影響：積分方程式理論を用いた計算 (P101)
3. 学会等名 第22回理論化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西 直哉
2. 発表標題 イオン液体の電気化学界面：構造・ダイナミクス・機能
3. 学会等名 2019年度第三回関西電気化学研究会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Naoya Nishi
2. 発表標題 Structure and reactions at the liquid-liquid interface of ionic liquids
3. 学会等名 The International Joint Meeting of the Polarographic Society of Japan (PSJ) and National Taiwan University (NTU) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西 直哉
2. 発表標題 X線と中性子線の反射率で調べるイオン液体の界面構造
3. 学会等名 SPRUCソフト界面科学研究会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宮川翔太、天野健一、西 直哉、 作花哲夫
2. 発表標題 LIBS計測のための水中分散粒子の光ピンセットによるトラップ領域の検討
3. 学会等名 レーザー学会学術講演会第39回年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ken-ichi Amano, Satoshi Furukawa, Naoya Nishi, Tetsuo Sakka
2. 発表標題 Effect of addition of random-coiled polymers on depletion force between a colloidal particle and a flat plate
3. 学会等名 12th SPSJ International Polymer Conference ( 国際学会 )
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 石原 平、天野健一、岩城光宏、西 直哉、作花哲夫
2. 発表標題 高分子を添加した分散液中のコロイド粒子間ポテンシャル：ライン光ピンセットによる測定
3. 学会等名 第56回高分子と水に関する討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山澤隆史、天野健一、作花哲夫、堀田弘樹、 西 直哉
2. 発表標題 蛍光分子プローブを用いるイオン液体界面の粘性評価の試み
3. 学会等名 第64回ポラログラフィーおよび電気分析化学討論
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kota Hashimoto, Ken-ichi Amano, Taira Ishihara, Naoya Nishi, Tetsuo Sakka
2. 発表標題 New calculation method of colloidal density distribution from CP-AFM force curve
3. 学会等名 Joint Conference of EMLG/JMLG (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 木村恒毅、天野健一、西 直哉、作花哲夫
2. 発表標題 水中レーザー誘起プラズマ中のトリカーボンの発光スペクトルによる分析
3. 学会等名 Joint Session of Symposium on Applications of Advanced Measurement Technologies SAAMT2018 and PostASLIBS2017 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 天野健一、古川暁之、西 直哉、作花哲夫
2. 発表標題 高分子添加に伴う液中でのコロイド粒子?基板間の相互作用の変化: 理論と実験による物性解析
3. 学会等名 第69回コロイドおよび界面化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 石原 平、天野健一、岩城光宏、西 直哉、作花哲夫
2. 発表標題 ライン光ピンセットによって測定された分散液中のコロイド粒子間ポテンシャル
3. 学会等名 第69回コロイドおよび界面化学討論会
4. 発表年 2018年



1. 発表者名 宮崎一輝、天野健一、西 直哉、作花哲夫
2. 発表標題 二成分系溶媒の微視的不均一性に対する金ナノ粒子の影響
3. 学会等名 第69回コロイドおよび界面化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 橋本康汰、天野健一、石原 平、西 直哉、作花哲夫
2. 発表標題 AFMフォースカーブを利用した基板近傍のコロイド粒子の数密度分布の逆解析：シリカ基板近傍におけるポリスチレン粒子数密度分布
3. 学会等名 第69回コロイドおよび界面化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 古川暁之、天野健一、西 直哉、作花哲夫
2. 発表標題 コロイド-高分子混合溶液中の基板近傍における両者の数密度分布
3. 学会等名 第67回高分子討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Naoya Nishi, Takashi Yamazawa, Hiroyuki Miyatake, Ken-ichi Amano, Tetsuo Sakka
2. 発表標題 Electrode Reactions in Ionic Liquids probed by Electrochemical Surface Plasmon Resonance
3. 学会等名 69th Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高階広樹、西 直哉、天野健一、作花哲夫
2. 発表標題 油水界面における金ナノロッド自己集合構造の分光エリブソメトリーによる解析
3. 学会等名 第78回分析化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 ○山澤隆史、西 直哉、天野健一、作花哲夫
2. 発表標題 電気化学SPRを用いるイオン液体中の電析過程の解析
3. 学会等名 第78回分析化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 ○高木、西 直哉、天野健一、作花哲夫
2. 発表標題 疎水性キラルイオン液体とキラル液液界面反応場の開発
3. 学会等名 第78回分析化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 作花哲夫、本多恭也、天野健一、西 直哉
2. 発表標題 レーザー誘起プラズマの平衡・非平衡性と発光分光分析の定量性
3. 学会等名 第78回分析化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 橋本康汰、天野健一、石原 平、西 直哉、作花哲夫
2. 発表標題 シリカ基板近傍におけるポリスチレン粒子数密度分布の解析：原子間力顕微鏡によるフォースカーブからの逆計算
3. 学会等名 第21回理論化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 古川暁之、天野健一、西 直哉、作花哲夫
2. 発表標題 高分子電解質を添加したコロイド分散液中の基板近傍におけるコロイド粒子の数密度分布
3. 学会等名 第21回理論化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Naoya Nishi
2. 発表標題 One-dimensional noble metal nanostructures spontaneously electrodeposited at the ionic liquid/water interface
3. 学会等名 5th Ertl Symposium on Catalytic & Adsorption Reactions in Chemical Processes (CARPE) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Naoya Nishi
2. 発表標題 Formation of one-dimensional metal nanostructures at two-dimensional interface enabled using electrochemistry at the ionic liquid/water interface
3. 学会等名 The fourth International Workshop on Metallic Nano-Objects (MNO 2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Naoya Nishi
2. 発表標題 Electrochemical interfaces of ionic liquids: structure and dynamics
3. 学会等名 Advanced Photon Source Soft Matter Seminar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Naoya Nishi
2. 発表標題 Interfacial Structure and its Dynamics of Ionic Liquids Probed by Electrochemistry and Interfacial Spectroscopy
3. 学会等名 Sophia Symposium on Ionic Liquids (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Naoya Nishi
2. 発表標題 X-ray reflectometry for the air and water interfaces of ionic liquids
3. 学会等名 6th Edition of the International Meeting on Ionic Liquids for Electrochemical Devices (ILED-6) (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------