

平成18年度科学研究費補助金（基盤研究（S））研究状況報告書

◆ 記入に当たっては、「平成18年度科学研究費補助金（基盤研究（S））研究状況報告書記入要領」を参照してください。

ローマ字		WATARAI HITOSHI					
①研究代表者氏名		渡會 仁			②所属研究機関・部局・職 大阪大学・大学院理学研究科・教授		
③研究課題名	和文	新規な液液界面反応計測法の開発と界面分析反応の開拓					
	英文	Development of Measurement Methods and Analytical Reactions in Nanochemistry at the Liquid-Liquid Interface					
④研究経費		平成16年度	平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度	総合計
18年度以降は内約額 金額単位：千円		17,500	31,500	23,300	7,200	7,200	86,700
⑤研究組織（研究代表者及び研究分担者） *平成18年3月31日現在							
氏名	所属研究機関・部局・職	現在の専門		役割分担（研究実施計画に対する分担事項）			
渡會 仁	大阪大学・大学院理学研究科・教授	分析化学		研究計画の策定と外場を用いる界面反応計測法の開発			
文珠四郎秀昭	大阪大学・大学院理学研究科・講師	分析化学		界面の非線形分光法、および空間分解計測法の開発			
諏訪 雅頼	大阪大学・大学院理学研究科・助手	分析化学		溶液界面の磁性測定法の開発			
⑥当初の研究目的（交付申請書に記載した研究目的を簡潔に記入してください。）							
<p>厚さが1nm程度の液液界面ナノ領域における様々な反応の解析と制御は、抽出分離、界面分子認識、界面合成、および生体膜反応機構を理解し、新たな有用反応を設計する上で極めて重要である。しかし、液液界面ナノ領域の精密計測は今なお困難な課題である。我々は、これまで、「界面・微粒子の新規計測法の開発」を中心テーマとして研究を進めてきた。本研究では、さらに先端的な界面計測法を開発し、現在全く未開拓である液液界面におけるキラル識別反応や、外場による界面反応の制御等について以下の研究を行う。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 新たな液液界面反応のナノ計測法を開発し、界面反応の分子機構を解明する。 2) 液液界面吸着分子の光学活性を計測する新たな方法・装置を開発し、液液界面のキラル識別機構を解明し、液液界面を反応場とするキラル認識反応を開発する。 3) 液液界面における集合錯体生成機構とその分子認識能および界面酵素反応機構を解明する。 4) 界面反応の外場（特に磁場）による制御法とその計測法を開発し、外場制御による新たな界面分析反応を開発する。 							

⑦これまでの研究経過 (研究の進捗状況について、必要に応じて図表等を用いながら、具体的に記入してください。)

当初の研究目的に添って、以下にこれまでの代表的な成果を述べる。

1) 新たな液液界面反応のナノ計測法の開発と界面反応の分子機構の解明

新たな界面計測法として、以下の方法を開発した。

①単分子反応計測法 (Pacifichem2005)

全内部反射液液界面単分子検出蛍光顕微鏡により、トルエン/水界面に吸着した単一オクタデシルローダミン($C_{18}RB$)B分子の蛍光を光子カウンティング法により計測した。水相のpHが2以上になると、界面の化学種は、陽イオン型から双性イオン型に転換する。双性イオン型は容易に無蛍光性かつ電荷をもたないラクトン型に変換する。この反応が、図1に示す界面の直径830nmの観測領域に単分子

が存在する最大滞在時間の変化から実証された。すなわち一個の $C_{18}RB$ 分子が、界面でラクトン型に変換する現象が0.2ms以内で起こることが実時間で測定された。

②二相マイクロシースフロー高速界面反応計測法

水相フロー中に、直径20 μm のトルエン相のフローを2m/sの線速度で高速に流し込むことにより、2~100 μs の高速界面反応速度を蛍光寿命測定として解析することに成功した。この方法を用いて、水相のSm(III)と有機相のテノイルトリフルオロアセトン(Htta)およびトリオクチルホスフィンオキシド(TOPO)との界面反応は、蛍光寿命が20 μs のSm(tta)₃(topo)(H₂O)と蛍光寿命が73 μs のSm(tta)₃(topo)₂が逐次的に生成する反応であることが明らかとなった(論文16)。

オクタデシルローダミンBのラクトン型を含む直径20 μm 以下のヘプタン相あるいはトルエン相のフローを水相フロー内に生成させ、二相接触直後から80 μs までの間の界面反応を、780nmのチタンサファイアレーザーを界面に共焦点条件で照射し、界面の二光子励起蛍光を測定することにより、ラクトン型が界面で壊裂する反応速度の測定に成功した。時間依存ラングミュア式とデジタルシミュレーション法を用い、ヘプタン/水界面で $8.6 \times 10^7 \text{M}^{-1}\text{s}^{-1}$ 、トルエン/水系で $1.7 \times 10^7 \text{M}^{-1}\text{s}^{-1}$ の速度定数を決定した。二光子励起法により界面の深さ方向の分解能が波長程度に絞ることができた(論文9)。

③液液界面全内部反射表面増強ラマン散乱分光法(論文15)

トルエン/水界面に吸着した直径5nmの銀ナノ粒子に、調整時のオレイン酸イオンが吸着している。このオレイン酸イオンの銀への吸着状態を、全内部反射顕微ラマン分光法により測定・解析した。銀ナノ粒子は表面増強効果を示し、その表面の微量のオレイン酸イオンのラマン測定を可能にした。微粒子の有機相側ではオレイン酸イオンはエチレン基で吸着し、水相に接する部分では、オレイン酸イオンはカルボキシル基で配位していることが示唆された。

④液液界面キラル計測法の開発

図3に示すように、遠心液膜セルを円二色性分光計内のセル室に水平に設置し、毎分7000回転の状態ではCDスペクトルを測定する方法を開発した(遠心液膜/円二色性分光(CLM/CD)法)(論文14)。また、液液界面で第二高調波発生スペクトルを測定する装置を開発し、照射するフェムト秒レーザーを円偏光にし、左右円偏光に対するラマン強度差からCDを測定する方法を開発した(図4)(論文18)(第二高調波発生/円二色性分光(SHG/CD)法)。さらに、二重円筒セルの隙間に二相を形成させ、その界面の直性偏光スペクトルを測定する方法(二相Couette Flow/直線偏光(LD)法)を開発した(論文4)。

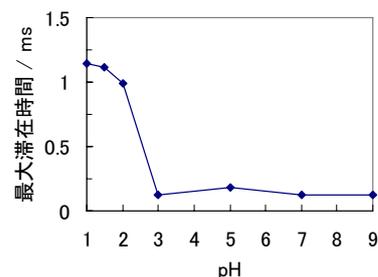


図1 トルエン/水界面における単一 $C_{18}RB$ 分子のラクトン化反応

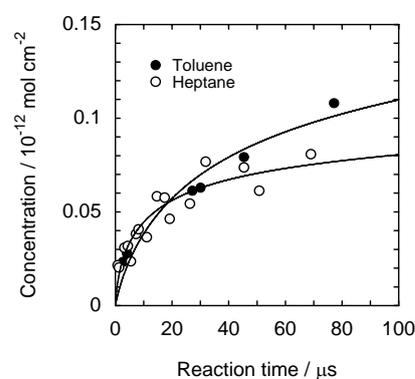


図2 ヘプタン/水およびトルエン/水界面でのオクタデシルローダミンBのラクトン壊裂速度。水相: pH 6.0

⑦これまでの研究経過 (研究の進捗状況について、必要に応じて図表等を用いながら、具体的に記入してください。)

2) 液液界面におけるキラル錯体およびキラル集合体の生成機構

①非光学活性ポルフィリンの集合体生成によるキラル発現機構 (論文 14)

CLM/CD 法により、テトラフェニルポルフィリン (TPP) のトルエン溶液と 4M 硫酸との界面に生成する TPP のプロトン付加型の J 会合体の円二色性測定に成功した。この方法により、液液界面のキラル計測が容易に可能となり、様々な系に利用する最初の研究となった。さらに、TPP の系では遠心液膜セルの回転方向によりキラリティが反転する現象を発見した (Pacifichem2005 にて発表)。

②液液界面における第二高調波発生 (SHG) /CD スペクトル測定システムの構築 (論文 3, 10, 18)

チタンサファイアレーザー (780-920nm) を全内部反射条件でヘプタン/水界面に照射し、390-460nm の範囲で SHG・CD スペクトルを測定する装置を構築した。レーザー波長

の駆動とミラーの角度の調整はパソコンを介して自動化し、波長の移動は 2 nm 間隔である。ヘプタン/水界面における陰イオン性ポルフィリンのプロトン付加型が陽イオン界面活性剤とともに界面にイオン会合吸着する系について、SHG スペクトルを測定した。さらに、界面 J 会合ポルフィリンの CD スペクトル測定に成功した。このとき、界面自体にはキラル選択性は見られなかった。

③チオエーテル置換フタロシアニンの界面キラル集合体生成 (論文)

末梢にキラルなチオエーテルを有するマグネシウムフタロシアニン誘導体(MgPc(SEtPh)₈, 図 5 参照)を合成し、トルエン/水界面におけるPd(II)との光学活性集合体形成反応を遠心液膜法を用いた紫外・可視吸収スペクトル、及び円二色性スペクトルにて観察した。このMgPc(SEtPh)₈はQバンドにキラリティを示さない。しかし、Pd(II)添加に伴い、Qバンドがレッドシフトを示した。また、界面CDスペクトルを示し、(R)-MgPc(SEtPh)₈-Pd(II)系では負のキラリティー(左回り)、(S)-MgPc(SEtPh)₈-Pd(II)系では正のキラリティー(右回り)を示した(図 6(a)(b))。モル比法、Jobプロットより、界面に形成した集合体の組成比MgPc(SEtPh)₈-Pd(II)は 1:2 と判明した。トルエン/水界面において、ヘリカルな J 会合体を形成していることが、励起子相互作用に基づいて説明できた。これらの結果は、液液界面における金属イオン誘起Pc集合体のキラリティーを、末梢のキラル置換基によってコントロールできることを証明した。

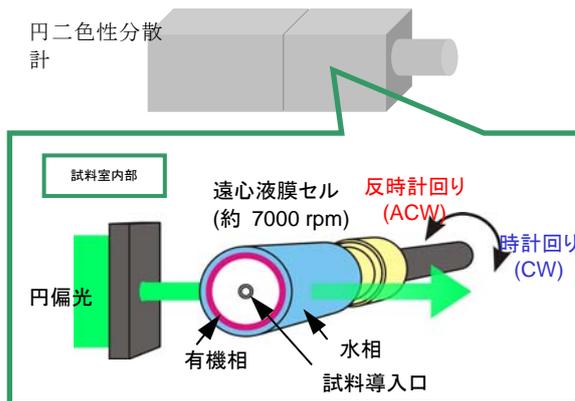


図 3 遠心液膜/CD法

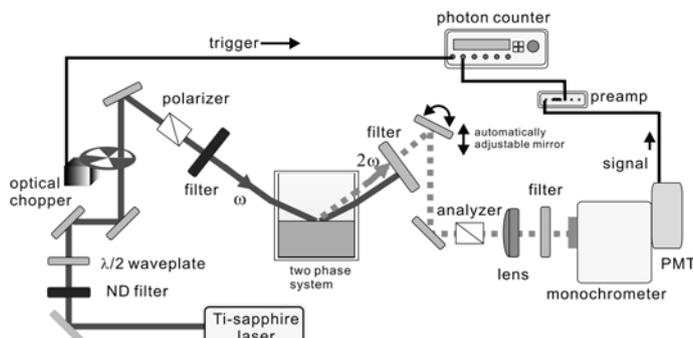


図 4 液液界面SHG-CD装置

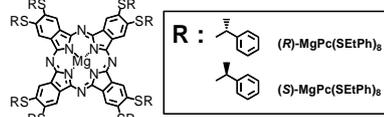


図 5 キラルなチオエーテルを有するマグネシウムフタロシアニン誘導体

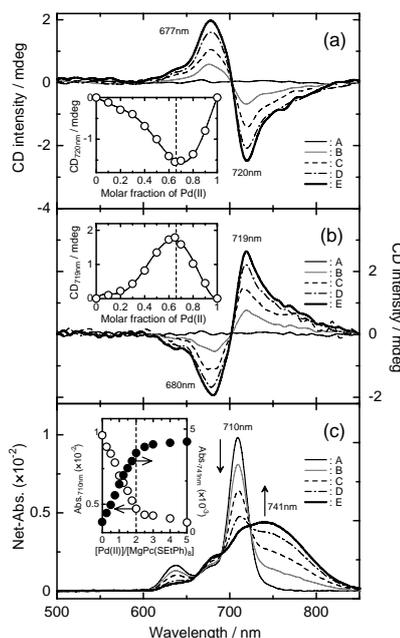


図 6 界面 J 会合体の CD スペクトルと吸収スペクトル

⑦ これまでの研究経過 (研究の進捗状況について、必要に応じて図表等を用いながら、具体的に記入してください。)

3) 液液界面における集合錯体生成機構の解明

① アゾ錯体の液液界面集合体生成速度の解析 (論文 12、19)

液液界面における金属錯体の集合体生成反応が、鉄(II),(III)のピリジルアゾ錯体や銅(II),鉄(II)のアゾフェノール錯体において、CLM法により測定された。

② フタロシアニンおよびサブフタロシアニンと Pd(II)の錯体の界面分子集合体 (論文 6)

図7のような末梢の位置にチオエーテルを置換したフタロシアニンを合成し、そのパラジウム(II)との錯体のトルエン/水界面における会合反応を、遠心液膜法、透過電子顕微鏡法、MALDI-MS法により研究した。その結果、図8に模式的に示すように、エチルチオ置換体では界面でH会合体を形成し、ベンジルチオおよびベンズヒドリルチオ置換体では、J会合体を形成することが示された。

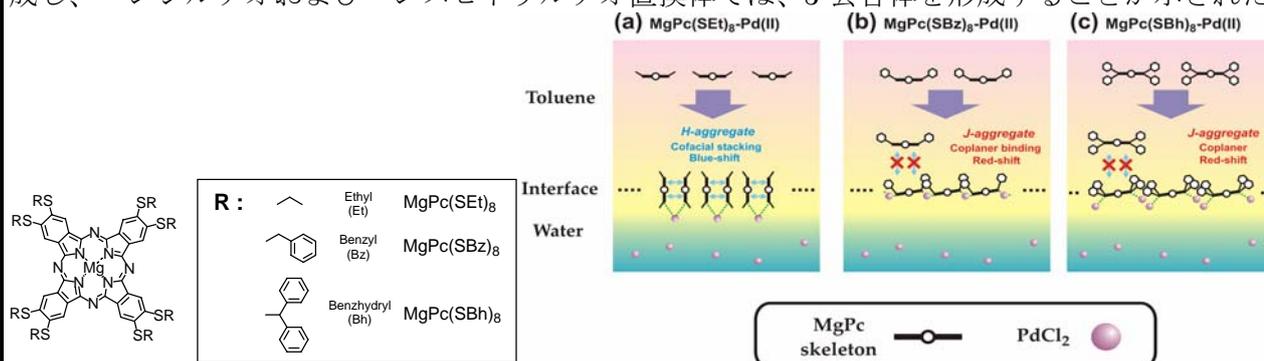


図7 合成したチオエーテル置換フタロシアニンのマグネシウム(II)錯体

図8 界面での会合状態の模式図

チオエーテル置換サブフタロシアニンにおいてもPd(II)を介する界面集合錯体が生成した。サブフタロシアニンは中心にホウ素を有するので、ここに種々のアルコキシドが結合した誘導体を合成した。このアルコキシド基が、 β -シクロデキストリンに包接され、トルエン/水界面に吸着することがCLM/CD法により見出された(論文2)。

4) 微小液滴に及ぼす磁気泳動やレーザー光泳動の作用の解明

① Httaのドデカン溶液によりEu(III)が抽出されるが、水相にシュウ酸を含むとき、界面において微小なフラッシュ状の蛍光が発することを発見した。しかも、この蛍光フラッシュの発生頻度は磁場勾配をかけると増大した(図9)。これは、水相に生成した微小なEu(III)ttaのシュウ酸塩が磁気泳動により界面に移動し、界面で有機相の過剰のHttaと反応し、最終的に高蛍光性のEu(tta)₃が界面で生成して有機相に溶解する現象であることが判明した。(論文21、13)

② 532nmのレーザー光を吸収する水溶性のコバルト錯体を含むwater-in-oil型マイクロエマルジョン液滴を水溶液中に調整

し、これにレーザーを照射する。このとき、液滴は光泳動により移動すると同時に、光熱変換により液滴中に相分離が生じ、熱浸透により内部の水相が膨らみ、外殻状の有機液膜がマイクロエマルジョンと同程度の100nmに達すると、破裂して相分離前の液滴状態に戻るためであることが明らかとなった。これは、光泳動、光熱変換、マイクロエマルジョンの熱不安定性による相分離、熱浸透、マイクロエマルジョンのナノ不均一性がうまく絡んだエネルギー散逸系の興味深い一例と考えられる(論文17)。

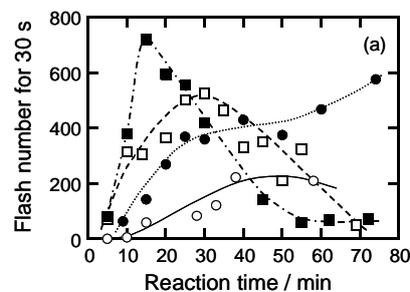


図9 界面蛍光フラッシュの発生頻度の磁場強度依存性、○ no magnets, ● 2 magnets, □ 6 magnets, and ■ 8 magnets

⑧特記事項 (これまでの研究において得られた、独創性・新規性を格段に発展させる結果あるいは可能性、新たな知見、学問的・学術的なインパクト等特記すべき事項があれば記入してください。)

1) 液液界面におけるオプティカルキラリティー計測法の開発とキラル発現の発見

これまで全く先例のない液液界面のCD計測を、遠心液膜法と円二色性分散計、および円偏光フェムト秒レーザーを用いる第二高調波発生法により実現したことは、液液界面反応の計測法に新たな展開をもたらした。さらに、液液界面において、アキラルなポルフィリン分子がキラルな集合体を形成することを発見したことは、界面キラル化学の研究の必要性を示した。また、フタロシアニンがバルク相とは異なる構造のキラル集合体を界面において生成することを示したことも、大きな成果である。この研究の意味が明らかになるには、直線偏光性や複屈折の寄与の評価を含め、さらに様々な角度からその発現機構を検討する必要がある、また従来の研究との関連を明らかにするための時間が必要であるが、インパクトのある結果であると言える。

この研究は、様々な展開の可能性を示している。たとえば、界面に生ずるねじれが集合体のキラリティーをどのように支配するのか、界面への吸着性は光学異性体で異なるのか、界面における両相のねじれが合成反応においてもキラル選択性を示しうるかなど、様々な展開が予想できる。特に興味深いのは、液液界面という極めて単純な溶媒環境において、光学活性な分子集合体が形成できたことであり、これは、生体分子のキラル選択性の起源との関連も含めて興味のもたれるところである。

2) 液液界面における単一分子反応の蛍光検出とナノ粒子のラマン計測

液液界面における単一分子の反応計測に成功したことは、厚さが1 nm程度の界面において、分子がどのように振舞うかを知る有効な手法を得たといえる。液液界面に分子がどの程度の時間滞在できるかという問題は、多分子系の実験では計測し難いが、単一分子計測では、その挙動を直接的に議論できる。今回、界面に強く吸着する蛍光性分子が、単分子反応により非蛍光性分子となって有機相に溶解する確率が実験的に決定できたことは、ラングミュアの吸着式の意味を単一分子が本質的にもっている溶媒和エネルギーの識別機能により理解することを可能にした。つまり、液液界面における吸着分子の溶媒和状態は、水-有機溶媒混合系の溶媒和現象に類似している。ただし、液液界面の場合、水と有機溶媒はすでにその存在位置に制約があるため、それが吸着分子に非対象的な溶媒和状態をもたらす。これと類似のことは、界面に吸着した銀ナノ粒子表面のオレイン酸の吸着状態が、水相側界面と有機相側界面では異なるという顕微ラマン計測の結果にも見られる。このような、界面における吸着分子の非対称溶媒和現象は、吸着分子の移動性、反応性、吸着安定性、配向性を理解するうえで重要な概念であり、これが実験的に測定できた意味は大きい。

3) 界面抽出反応の磁場による促進効果—界面近傍の微粒子の磁気泳動効果

磁気勾配により生ずる磁気力のエネルギーは、分子の熱運動エネルギーに比べて極めて小さく、したがって単一分子の移動には影響し得ないというのが現在の定説である。しかし、ナノ粒子やマイクロ粒子においては、その体積磁化率に応じて磁気力が発生し、その微粒子を移動するに十分なフェムトニュートンレベルの力を発現し得る(論文 21, 13)。つまり、溶液中において分子集合体を生成するイオンや元素は磁気力により移動可能となり、その他のイオンと分離できることとなる。溶媒抽出系においては、抽出試薬が水相に溶解しやすい場合、水相で不溶性の微粒子が生成することがしばしば起こる。あるいは、相互に溶解しやすい二相の場合は、界面近傍に過飽和状態が発生し、そこでナノ液滴が発生するとの報告がある。そのような場合も、磁気力によりナノ粒子が泳動することが期待される。分子集合体の生成は、液液界面反応の大きな特徴の一つであるので、今後、界面における磁気力や磁気配向の研究が新たなテーマとして必要であろう。より一般論としては、サイズに応じた磁気力を利用し、分離や反応の制御が可能となるものと期待される。

- ⑨研究成果の発表状況 (この研究費による成果の発表に限り、学術誌等に発表した論文(掲載が確定しているものを含む。)の全著者名、論文名、学協会誌名、巻(号)、最初と最後のページ、発表年(西暦)、及び国際会議、学会等における発表状況について記入してください。なお、代表的な論文3件に○を、また研究代表者に下線を付してください。)

学術雑誌に発表した論文

- 1) Control of Optically Active Structure of Thioether-Phthalocyanine Aggregates by Chiral Pd(II)-BINAP Complexes in Toluene and at the Toluene/Water Interface.
ADACHI, Kenta; CHAYAMA, Kenji; WATARAI, Hitoshi *Chirality*, in press.
- 2) Site-Selective Formation of Optically Active Inclusion Complexes of Alkoxo-Subphthalocyanines with beta-Cyclodextrin at the Toluene/Water Interface.
ADACHI, Kenta; WATARAI, Hitoshi; *Chem. Eur. J.*, in press.
- 3) Ion-Association Aggregation of an Anionic Porphyrin at the Liquid/Liquid Interface Studied by Second Harmonic Generation Spectroscopy.
FUJIWARA, Kazuhiko; WADA, Sayaka; MONJUSHIRO, Hideaki; WATARAI, Hitoshi; *Langmuir*, **22(6)**, 2482-2486 (2006).
- 4) Two-phase Couette Flow Linear Dichroism Measurement of the Shear-Forced Orientation of a Palladium(ii)-Induced Aggregate of Thioether-Derivatized Subphthalocyanines at the Toluene/Glycerol Interface.
ADACHI, Kenta; WATARAI, Hitoshi; *New J. Chem.*, **30(3)**, 343-348 (2006).
- ⑤ Formation of Helical J-Aggregate of Chiral Thioether-Derivatized Phthalocyanine Bound by Palladium(II) at the Toluene/Water Interface.
ADACHI, Kenta; CHAYAMA, Kenji; WATARAI, Hitoshi; *Langmuir*, **22(4)**, 1630-1639 (2006).
- 6) Interfacial Aggregation of Thioether-Substituted Phthalocyaninatomagnesium(II)-Palladium(II) Complexes in the Toluene/Water System.
ADACHI, Kenta; WATARAI, Hitoshi; *J. Mater. Chem.*, **15**, 4701-4710 (2005).
- 7) Aggregation of Thioether-Substituted Subphthalocyanines with Palladium(II) at the Toluene-Water Interface.
ADACHI, Kenta; CHAYAMA, Kenji; WATARAI, Hitoshi; *Soft Matter*, **1(4)**, 292-302 (2005).
- 8) New Principle of Electromagnetophoretic Adsorption-Desorption Microchromatography.
IIGUNI, Yoshinori; WATARAI, Hitoshi; *J. Chromatogr. A*, **1073(1-2)**, 93-98 (2005).
- ⑨ Lactone Cleavage Reaction Kinetics of Rhodamine Dye at Liquid/Liquid Interfaces Studied by Micro-Two-Phase Sheath Flow/Two-Photon Excitation Fluorescence Microscopy.
TOKIMOTO, Takahira; TSUKAHARA, Satoshi; WATARAI, Hitoshi; *Langmuir*, **21(4)**, 1299-1304 (2005).
- 10) Total Internal Reflection Second-Harmonic Generation Spectrometer System Optimized for the Liquid/Liquid Interface.
FUJIWARA, Kazuhiko; MONJUSHIRO Hideaki; WATARAI, Hitoshi; *Rev. Sci. Instrum.*, **76(2)**, 023111/1-023111/5 (2005).
- 11) Adsorption Equilibria of Novel Phthalocyaninatomagnesium(II) Derivatives with Thioethers at the Toluene/Water Interface.
ADACHI, Kenta; WATARAI, Hitoshi; *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **77**, 2011-2020 (2004).
- 12) Complex Formation of Copper(II) and Iron(II) with Octadecyloxythiazolylazophenol at the Heptan-Water Interface.
OYAMA, Hiroko; OHASHI, Akira; WATARAI, Hitoshi; *Anal. Sci.*, **20(11)**, 1543-1547 (2004).
- ⑬ Magnetic Field Enhanced Microextraction Rate of Europium(III) with 2-Thenoyltrifluoroacetone and Oxalate at Dodecane-Water Interface.
TSUKAHARA, Satoshi; TAKATA, Ayaka; WATARAI, Hitoshi; *Anal. Sci.*, **20(11)**, 1515-1521 (2004).
- 14) Measurement of Circular Dichroism Spectra of Liquid/Liquid Interface by Centrifugal Liquid Membrane Method.
WADA, Sayaka; FUJIWARA, Kazuhiko; MONJUSHIRO, Hideaki; WATARAI, Hitoshi; *Anal. Sci.*, **20(11)**, 1489-1491 (2004).
- 15) Surface-Enhanced Raman Scattering from Oleate-Stabilized Silver Colloids at a Liquid/Liquid Interface.
YAMAMOTO, Shigeki; FUJIWARA, Kazuhiko; WATARAI, Hitoshi; *Anal. Sci.*, **20(9)**, 1347-1352 (2004).

⑨研究成果の発表状況(続き) (この研究費による成果の発表に限り、学術誌等に発表した論文(掲載が確定しているものを含む。)の全著者名、論文名、学協会誌名、巻(号)、最初と最後のページ、発表年(西暦)、及び国際会議、学会等における発表状況について記入してください。なお、代表的な論文3件に○を、また研究代表者に下線を付してください。)

- 16) Interfacial Kinetics of Synergistic Extraction of Samarium(III) Studied by Micro-Two-Phase Sheath Flow/Fluorescence Microscopy. TOKIMOTO, Takahira; TSUKAHARA, Satoshi; WATARAI, Hitoshi; *Analyst*, **129(11)**, 1099-1105(2004).
- 17) Laser Photophoretic Migration with Periodic Expansion-Contraction Motion of Photo-Absorbing Microemulsion Droplets in Water. TANAKA, Makiko; MONJUSHIRO, Hideaki; WATARAI, Hitoshi; *Langmuir*, **20(25)**, 10791-10797 (2004).
- 18) Non-Linear Optical Activity of Porphyrin Aggregate at the Liquid/Liquid Interface. FUJIWARA, Kazuhiko; MONJUSHIRO, Hieaki; WATARAI, Hitoshi; *Chem. Phys. Lett.*, **394**, 349-353 (2004).
- 19) Interfacial Aggregate Growth Process of Fe(II) and Fe(III) Complexes with Pyridylazophenol in Solvent Extraction System. YULIZAR, Yoki; MONJUSHIRO, Hideaki; WATARAI, Hitoshi; *J. Colloid Interface Sci.*, **275**, 560-569 (2004).
- 20) Dynamic Microscopic Extraction of Europium(III) with 2-Thenoyltrifluoroacetone Observed as Random Fluorescence Flashes at Dodecane-Water Interface. TAKATA Ayaka; TSUKAHARA, Satoshi; WATARAI, Hitoshi; *Chem. Lett.*, **33(5)** 518-519 (2004).
- 21) Magnetophoretic Detection of Photo-Induced Spin Transition. SUWA, Masayori; WATARAI, Hitoshi; *Chem. Commun.*, 1656-1657 (2004).

国際会議における発表

- 1) Magnetic Mobility Mass Analysis of Micro-particles WATARAI, Hitoshi; ARASE, Mariko; WATANABE, Kasuya; SUWA, Masayori; MONJUSHIRO, Hideaki: Second International Workshop on Materials Analysis and Processing in Magnetic Field, Grenoble, France, 06/03/19-06/03/22
- 2) Magnetophoretic Measurements of Spin-Transition of Single Prussian Blue Analog Micro-crystal SUWA, Masayori; WATARAI, Hitoshi: Second International Workshop on Materials Analysis and Processing in Magnetic Field, Grenoble, France, 06/03/19-06/03/22
- 3) Surface Enhanced Raman Scattering from Silver Nano-Particles Adsorbed at the Liquid/Liquid Interface YAMAMOTO, Shigeki; WATARAI, Hitoshi: Pacificchem2005, Honolulu, HI, USA, 05/12/15-05/12/20
- 4) Chiral Aggregation of Achiral Molecules at Liquid-Liquid Interface WATARAI, Hitoshi; WADA, Sayaka; MATSUMOTO, Yusuke; FUJIWARA, Kazuhiko: Pacificchem2005, Honolulu, HI, USA, 05/12/15-05/12/20
- 5) Optical Activity of Biomolecules Adsorbed at Liquid/Liquid Interface WADA, Sayaka; FUJIWARA, Kazuhiko; MONJUSHIRO, Hideaki; WATARAI, Hitoshi: Pacificchem2005, Honolulu, HI, USA, 05/12/15-05/12/20
- 6) Magnetophoretic Study of Photo-Induced Spin Transition of Single Crystalline Particles of Cobalt-Iron Prussian Blue Analogues SUWA Masayori; WATARAI, Hitoshi: Pacificchem2005, Honolulu, HI, USA, 05/12/15-05/12/20
- 7) Magnetophoretic Measurement of Interfacial Concentration of Dysprosium(III) Complex Adsorbed on a Micro-Droplet SUWA Masayori; WATARAI, Hitoshi: Pacificchem2005, Honolulu, HI, USA, 05/12/15-05/12/20
- 8) Diffusion and Reaction of Single Molecules at the Liquid/Liquid Interface MATSUI, Tomoko; WATARAI, Hitoshi: Pacificchem2005, Honolulu, HI, USA, 05/12/15-05/12/20
- 9) Thermal Effect in Dielectrophoresis of Organic Microdroplets in Water MATSUMARU, Keitaro; IKEDA, Ikuhiro; WATARAI, Hitoshi: Pacificchem2005, Honolulu, HI, USA, 05/12/15-05/12/20
- 10) Extraordinary Laser Photophoretic Velocity of Single Micro-Droplets in Liquid FURUI, Takaaki; MONJUSHIRO, Hideaki; WATARAI, Hitoshi: Pacificchem2005, Honolulu, HI, USA, 05/12/15-05/12/20

⑨研究成果の発表状況(続き) (この研究費による成果の発表に限り、学術誌等に発表した論文(掲載が確定しているものを含む。)の全著者名、論文名、学協会誌名、巻(号)、最初と最後のページ、発表年(西暦)、及び国際会議、学会等における発表状況について記入してください。なお、代表的な論文3件に○を、また研究代表者に下線を付してください。)

- 11) Magnetic Susceptibility Measurement of Solution by Interfacial Nano-Displacement Detection
EGAMI, Shigeki; WATARAI, Hitoshi: Pacificchem2005, Honolulu, HI, USA, 05/12/15-05/12/20
- 12) Optically Active Phthalocyanine Aggregate at Liquid/Liquid Interface
ADACHI, Kenta; WATARAI, Hitoshi: Pacificchem2005, Honolulu, HI, USA, 05/12/15-05/12/20
- 13) Measurement of Interfacial Magnetic Susceptibility of Microdroplets by Magnetophoretic Velocimetry
SUWA, Masayori; WATARAI, Hitoshi: Internal Symposium on Magneto-Science 2005, Yokohama, Japan, 05/11/14-05/11/17
- 14) Electromagnetophoretic Force Measurement of Specific Cell-Protein Binding Interaction
IIGUNI, Yoshinori; WATARAI, Hitoshi: Internal Symposium on Magneto-Science 2005, Yokohama, Japan, 05/11/14-05/11/17
- 15) Measurement of Microscopic Raman Spectra in High Magnetic Fields
GOTO, Takeyoshi; SUWA, Masayori; WATARAI, Hitoshi: Internal Symposium on Magneto-Science 2005, Yokohama, Japan, 05/11/14-05/11/17
- 16) Magnetic Susceptibility Measurement of Solution by Interfacial Nanodisplacement Detection
EGAMI, Shigeki; WATARAI, Hitoshi: Internal Symposium on Magneto-Science 2005, Yokohama, Japan, 05/11/14-05/11/17
- 17) Simultaneous Measurement of Mass and Magnetic Susceptibility of a Single Microparticle by Magnetophoretic Velocity Analysis in Atmosphere
ARASE, Mariko; SUWA, Masayori; WATARAI, Hitoshi: Internal Symposium on Magneto-Science 2005, Yokohama, Japan, 05/11/14-05/11/17
- 18) Phase Transition in Photo-Absorbing Single Microemulsion Droplets during the Laser Photophoretic Migration
MOMJUSHIRO, Hideaki; TANAKA, Makiko; WATARAI, Hitoshi: Optics & Photonics, San Diego, CA, USA, 05/7/31-05/08/04
- 19) Dielectrophoretic Mobility Analysis of Micro Particles in Flow System
IKEDA, Ikuhiro; WATARAI, Hitoshi: The Fifth Asia-Pacific International Symposium on Microscale Separations and Analysis, Seoul, South Korea, 04/12/5-04/12/8,
- 20) Innovative Micro-Devices for the Migration Analysis of Bio-Particles Using External Fields
WATARAI, Hitoshi: Boitechnology2004, 12th international biotechnology symposium and exhibition, Santiago, Chile, 04/10/17-04/10/22
- 21) Magnetophoretic Detection of Pulse Laser Induced Spin Transition of Flowing Microparticle of Co-Fe Prussian Blue Analogues
SUWA, Masayori; WATARAI, Hitoshi: HPLC 2004, Philadelphia, PA, USA, 04/06/12-04/06/18
- 22) Capillary Electromagnetophoretic Adsorption-Desorption Chromatography
IIGUNI, Yoshinori; WATARAI, Hitoshi: HPLC 2004, Philadelphia, PA, USA, 04/06/12-04/06/18

国際会議発表総数 29件、内、学生発表分は19件。

国内学会発表総数 27件、内、学生発表分は25件。

関連する学会等における活動

1) 2005年12月16・17日に、ハワイ Ilikai ホテルにて、Pacificchem2005 の Symposium の一つとして”Liquid-Liquid Interfaces in Analytical Sciences”を開催した。口頭発表30件、ポスター発表26件総計56件の発表があった。

2) 2006年3月27日、日本化学会第86春季年会において、特別企画「キラル構造とオプティカルキラリティ計測の最前線」を企画し、開催した。渡會 仁(分析化学)、黒田玲子(錯体化学)、海崎純男(無機化学)、井上克也(磁気化学)、八島栄次(高分子化学)、井上佳久(応用化学)がキラル計測の最新成果について講演を行い、討論を行った。固体および薄膜試料において正しいCDスペクトルを測定するには、複屈折の寄与を補正する必要性が指摘された。広い分野の研究者の参加が得られた、有意義なシンポジウムであった。