

Title	Anchoring Energy Measurement at Aqueous Solution / Liquid Crystal Interface by Freedericksz Transition
Author(s)	Yesil, Fatma
Citation	大阪大学, 2017, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/67104
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/resource/thesis/#closed"〉大阪大学の博士論文について〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

Abstract of Thesis

Name (Fatma YESIL)

Title

Anchoring Energy Measurement at Aqueous Solution/ Liquid Crystal Interface by Freedericksz Transition
(フレデリクス転移による水溶液/液晶界面のアンカリングエネルギー測定)

Abstract of Thesis

Introduction

We studied the anchoring energy, W , at the Aqueous Phase (AP)/Liquid Crystal (LC) interface. The W determined the alignment of LC and how strong molecule are fixed to the interface. This value is used as indicator for the performance of LC devices. Yet, the relationship between W and the chemical properties of interface has not been clarified so far. Abbott and his colleagues^[1] reported that the anchoring state of AP/LC interface was controllable with addition of specific anion or surfactant molecule to the AP at certain concentrations. We decided to investigate the dependency of the W of AP/LC interface on the chain length, head group and the concentration of adsorbing surfactants. In this study, we constructed an apparatus to measure the W of AP/LC interface by observing the Freedericksz transition.

Experimental section

We confined an LC, 4-cyano-4'-pentylbiphenyl (5CB), into a copper specimen grid for transmission electron microscopy placed on an octadecyltrichlorosilane modified glass surface. Immersion of this setup into an AP leads to the formation of a stable AP/LC interface. We tested 5 surfactants; dodecyltrimethylammonium bromide (DTAB, C₁₂TAB), tetradecyltrimethylammonium bromide (TTAB, C₁₄TAB), hexadecyltrimethylammonium bromide (CTAB, C₁₆TAB), stearyltrimethylammonium bromide (STAB, C₁₈TAB) and Sodium dodecyl sulfate (SDS, C₁₂SS). We placed the sample in an electromagnet providing a spatially homogeneous magnetic field; sweeping from 0 to 0.43 T. The Freedericksz transition, a magnetic field induced distortion of the LC, occurred at the threshold magnetic field, B_c . The Freedericksz transition caused the change of the transmitted light intensity due to the birefringence of 5CB. Hence, we were able to observe the orientation disorder from a homogeneous homeotropic alignment of 5CB, Fig. 1(a) to a tilted alignment, Fig. (b) under polarized light microscope. We measured B_c from the light intensity variation and the thickness of the LC, d , from the interference pattern of a reflection spectrum. B_c can be written as

$$B_c = \frac{\pi}{d + (K_3/W)} \sqrt{\frac{K_3 \mu_0}{\Delta\chi}} \quad (1)$$

where K_3 is the elastic constant of 5CB for bent deformation, μ_0 is the vacuum magnetic permeability, $\Delta\chi$ is the magnetic anisotropy. Substitution of observed B_c and d in eq. 1, yields W .

We also measured surface tension, γ by the pendant drop method to determine the interfacial concentration of a surfactant, Γ .

Results and discussion

We could measure W at AP/LC interface adsorbed by the cationic and anionic surfactants. We measured the γ , which led us to the results in Fig 2. The study range of the anchoring energy depended on the surfactants chain length and head group. The W increased with Γ of the studied surfactant. Thus, the steric hindrance related to the surface packing has an impact on the W . Herewith the interactions, as like the hydrophobic interactions, between the AP and oil phase has to be considered.

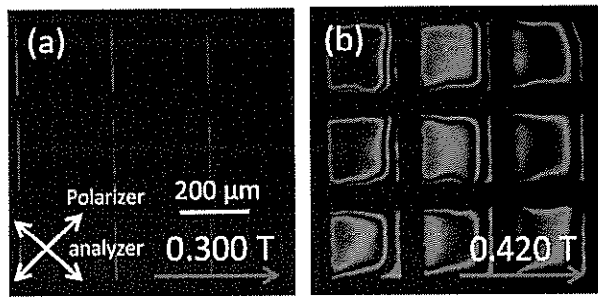


Figure 1 Polarized optical microphotographs of the homeotropic alignment of 5CB, viewed with polarized microscope in the absence (a) and in the presence of *B* (b).

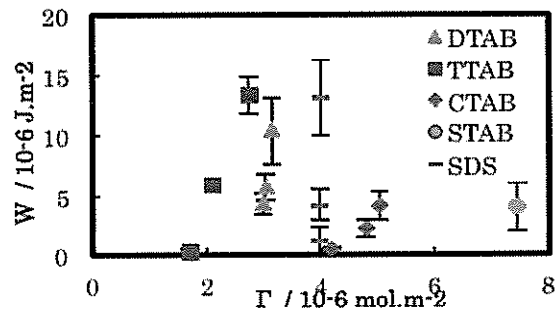


Figure 2 The anchoring energy, W plotted against the interfacial concentration of DTAB, TTAB, CTAB, STAB and SDS.

[1] N. Abbott, *Curr. Opin. Colloid Interface Sci.*, 1997, 2, 76-82

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (Fatma YESIL)	
	(職) 氏 名
論文審査担当者	主 査 教授 塚原 聡
	副 査 教授 中野 元裕
	副 査 教授 水谷 泰久

論文審査の結果の要旨

本論文「Anchoring Energy Measurement at Aqueous Solution/Liquid Crystal Interface by Freedericksz Transition」では、主に、水溶液と液晶 (LC) の界面における液晶分子のアンカリングエネルギーに注目している。

液晶は、液体と固体の中間の性質を示すものであり、代表的な性質の 1 つに、ある液晶分子の配向性は、隣の液晶分子の配向性の影響を受けることが挙げられる。この性質のために、例えば界面に存在する液晶分子の配向性が、界面から離れた液晶分子の配向性に影響を与える。また、電場や磁場のような外場によって、液晶分子は配向性を変えることが知られており、これはフレデリックス転移と呼ばれる。現在広く使われている液晶モニターには、固体/LC 界面と電場によるフレデリックス転移が巧みに用いられている。

液体と LC の界面に目を転じると、この界面はこれまでほとんど研究されてこなかった。しかし、固体/LC 界面と異なり、液体/LC 界面では、液体に様々なものを添加することが可能であり、外部から界面に存在する物質を自由に制御することが可能である。本研究では、水溶液 (AQ) /LC 界面における液晶分子のアンカリングエネルギーを測定する方法の確立、および、そのアンカリングエネルギーに及ぼす界面活性剤分子の影響について系統的に研究を行った。アンカリングエネルギーとは、単位面積当たりの界面エネルギーの 1 つであり、液晶分子の配向角を変化させるために必要なエネルギーに相当する。

アンカリングエネルギーを測定する方法には、外場として、電極等の接触を必要としない磁場を用いた。磁場は、1 対の電磁石により非接触で供給した。オクタデシルトリクロロシランで処理したガラス (OTS ガラス) は、強いアンカリングエネルギーを示す。まず、アンカリングエネルギーが判っている OTS ガラスを用いて、OTS ガラス/LC/OTS ガラスの系を作製し、磁場による液晶分子の配向性の変化を測定した。この配向性は、直交させた二枚の偏光板と光学顕微鏡を用いて測定した。また、液晶相の厚さは、反射スペクトルに現れる干渉パターンを解析して求めた。磁場強度を増加させると、液晶分子の配向性が変化して、フレデリックス転移が起こる。この臨界の磁場強度と、アンカリングエネルギーを結びつける式を独自に導出し、結果が良く一致することを確認した。

次に、AQ/LC/OTS ガラスの系を作製し、水溶液に臭化アルキルトリメチルアンモニウム (炭素数: 12, 14, 16, 18) およびアルキル硫酸ナトリウム (炭素数: 12) を様々な濃度で添加して、アンカリングエネルギーを測定した。いずれの系でも再現性良くアンカリングエネルギーの値を測定することができた。さらに、AQ/LC 界面の界面張力を測定して、界面活性剤の界面過剰量を算出して、アンカリングエネルギーと対応させ、界面近傍の液晶分子の配向性について、これまででない新しい知見を得た。

よって、本論文は博士 (理学) の学位論文として十分価値あるものと認める。