OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

Form 3

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 microcopy 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, C_{12}TAB), tetradecyltrimethylammonium bromide (TTAB, C_{14}TAB), hexadecyltrimethylammonium bromide (CTAB, C_{16}TAB), stearyltrimethylammonium bromide (STAB, C_{18}TAB) and Sodium dodecyl sulfate (SDS, C_{12}SS). 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

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

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 leaded 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.

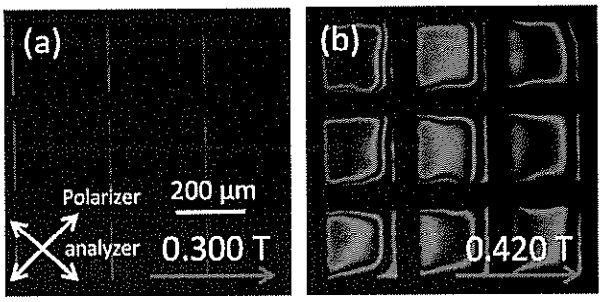

Figure 1 Polarized optical microphotographs of the homeotropic alignment of 5CB, viewed with polarized microscope in the absence (a) and in the presence of B (b).

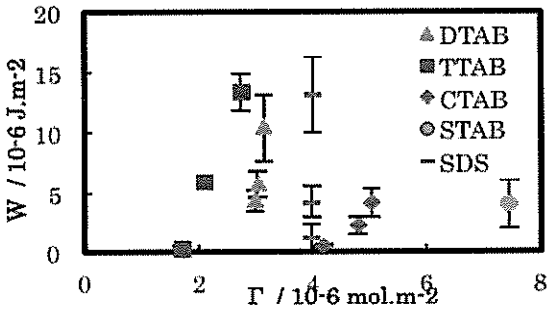

Figure 2 The anchoring energy, W plotted against the interfacial concentration of DTAB, TTAB, CTAB, STAB and SDS.

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

様式 7

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，これまでに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。