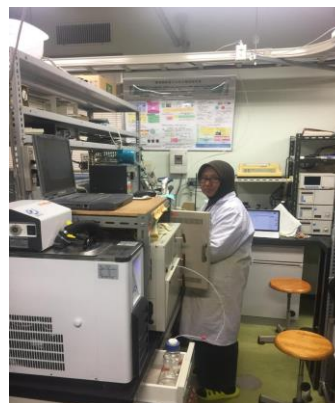


大学名	金沢大学		
University	Kanazawa University		
外国人研究者	ラトナ スルヤ アルウィ		
Foreign Researcher	Ratna Surya Alwi		
受入研究者	田村 和弘	職名	教授
Research Advisor	Kazuhiro Tamura	Position	Professor
受入学部/研究科	自然科学研究科		
Faculty/Department	Graduate School of Natural Science and Technology		

<外国人研究者プロフィール/Profile>

国籍	インドネシア
Nationality	Indonesia
所属機関	ファジャラル大学 インドネシア
Affiliation	Fajar University, Indonesia
現在の職名	講師
Position	Lecturer
研究期間	2018年8月4日 ~ 2018年10月30日 (88日間)
Period of Stay	88 days ( August 4, 2018 - October 30, 2018)
専攻分野	化学工学
Major Field	Chemical Engineering



During measurement of solubility of azo dyes in sc-CO<sub>2</sub>  
超臨界二酸化炭素中でのアゾ染料の溶解度測定の実験風景

<外国人研究者からの報告/Foreign Researcher Report>

<p><b>①研究課題 / Theme of Research</b></p>
<p>Supercritical carbon dioxide (sc-CO<sub>2</sub>) is considered as one of the green acceptable solvents, and brings a new innovation to textile dyeing technology from a viewpoint of the environmental and energy saving concerns. Japan is excellent in the development of sc-CO<sub>2</sub> dyeing technology. The sorption of dyes in the polymer depends upon the solubility of the dyes as well as the dye transportation and stainability into a polymer. Therefore, we need to examine the solubility of dyes in sc-CO<sub>2</sub> basically. We aim to measure newly the solubility of 4-aminoazobenzene (CI. Disperse Yellow 1) and 4-diethylaminoazobenzene (Solvent yellow 59) in sc-CO<sub>2</sub> with and without co-solvents and to study the dissolution of these azo dyes into sc-CO<sub>2</sub>.</p>
<p><b>②研究概要 / Outline of Research</b></p>
<p>So far we have measured the solubility of anthraquinone dyes in sc-CO<sub>2</sub>. However the solubility of azo compounds was limited in number and not yet reported for 4-aminoazobenzene (CI. Disperse Yellow 1) and 4-diethylaminoazobenzene (Solvent yellow 59) as a yellow color. We measure the solubility of 4-aminoazobenzene (CI. Disperse Yellow 1) and 4-diethylaminoazobenzene (Solvent yellow 59) in sc-CO<sub>2</sub> at the temperature ranges of (323.15 to 383.15) K, and over the pressure ranges of (8 - 25.0) MPa by a flow type apparatus. The solubilities of these solutes were measured with and without ethanol, 1,4-dioxane, and acetone. Furthermore, we develop a method to represent the solubility of the dyes from an equation of state.</p>
<p><b>③研究成果 / Results of Research</b></p>
<p>In this work, the solubility of 4-diethylaminoazobenzene (Solvent yellow 59) and 4-aminoazobenzene (CI. Disperse Yellow 1) in sc-CO<sub>2</sub> was measured at the temperature ranges of (323.15 to 383.15) K, and over the pressure ranges of (8 - 25.0) MPa. We demonstrated experimentally the solubility of 4-diethylaminoazobenzene was higher than that of 4-aminoazobenzene under the pressure and temperature examined with acetone as co-solvent and without co-solvent systems. It was found that the diethyl group addition onto 4-aminoazobenzene leads to higher solubility of 4-aminoazobenzene. Also the addition of co-solvents can enhance the solubility of 4-aminoazobenzene and 4-diethylaminoazobenzene in sc-CO<sub>2</sub>.</p>
<p><b>④今後の計画 / Further Research Plan</b></p>
<p>As we have measured the solubility of 4-diethylaminoazobenzene (Solvent yellow 59) and 4-aminoazobenzene (CI. Disperse Yellow 1), we will continue to study the solubility of these dyes in sc-CO<sub>2</sub> by the molecular thermodynamic methods of the equation of state and molecular simulations. Finally we present the research at international conference and publish as a paper in international research journal.</p>

## <受入研究者からの報告/Research Advisor Report>

### ①研究課題 / Theme of Research

超臨界二酸化炭素を用いた染色法は、環境保全、リサイクル及び省エネルギー面から、従来の熱水染色より優れているため、超臨界二酸化炭素染色プロセス開発が望まれている。このプロセスを設計・開発する上で重要な課題は、超臨界二酸化炭素中での染料の溶解度及びポリマー中への染料の拡散・染着メカニズムを明らかにすることである。そのため、本研究では、最も重要で基礎的なデータである超臨界二酸化炭素中での染料の溶解度と溶解機構を実験的及び理論的に究明することとした。本研究では、これまでデータを蓄積してきたアントラキノン系染料に加えて、アゾ系染料の溶解度を新たに測定することで、超臨界二酸化炭素中でのアゾ系染料溶解度の圧力と温度依存性、及び超臨界二酸化炭素中でのアゾ系染料分子の官能基による溶解性への影響について解明する。

### ②研究概要 / Outline of Research

招聘者はアントラキノン系の染料の超臨界二酸化炭素中での溶解度に関する研究を、博士後期課程在籍時に行っており、この経験をもとに報告データのないアゾ系の染料の溶解度を測定することができた。今回のアゾ系染料の溶解度はアントラキノン系よりかなり大きいため、測定に当たって染料の凝集により配管内での閉塞トラブルが起きたため、問題解決できるような装置改良の工夫と対処ができるように指導した。その結果、溶解度の大きい場合にも測定可能な装置に改良することができた。この経験は帰国後所属大学にて、研究を継続する際の大きな自信につながると考えられる。

### ③研究成果 / Results of Research

これまで経験してきたアントラキノン系の染料の超臨界二酸化炭素中での溶解度に関する研究成果をもとに、溶解度が大きいため、測定の難しいアゾ系の染料の溶解度を測定することができた。特に溶解度に対するアゾ染料分子中のアルキル基とアミノ基の影響を定量的に表すことに成功し、アルキル基が溶解度を増加させることに定量的に示した。この結果は、新たな分散染料の分子設計に役立つものと考えられる。また、超臨界染色プロセスで、溶解度を制御する際に求められる、温度、圧力の操作条件、及び染料の溶解濃度を増加させるために用いる補助溶媒（エタノール、アセトン）の添加効果についても実験的に明らかにした。

### ④今後の計画 / Further Research Plan

今回の滞在期間中に、アゾ化合物の超臨界二酸化炭素中での溶解度を測定したので、今後は、測定で得られた実験値を解析し、溶解度の推算法の開発について研究を継続する。具体的には、高圧・高密度領域での溶解度を状態方程式及び分子シミュレーションにより高精度で予測可能なモデルを開発する予定である。今後定期的にSkypeを利用しながら、研究の進行状況を確認しながら、協力して研究を進めたい。また、関連の国際学会などの発表及び学術誌へ投稿することで、研究成果の公表を行っていく。



Conducting tutorial how to measure the solubility by a flow type apparatus for a new PhD student  
流通式装置を用いた溶解度測定法について、博士課程1年生への指導している様子



During determination of azo dye by using UV-visible spectrophotometer.  
紫外可視分光光度計によるアゾ染料の濃度分析をしている様子