

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

|                   |                                                                                                                                                                                                |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 題目(和文)            | DLVO理論を用いた液相中での粒子付着に関する基礎的研究                                                                                                                                                                   |
| Title(English)    |                                                                                                                                                                                                |
| 著者(和文)            | 佐谷野顕生                                                                                                                                                                                          |
| Author(English)   | Akio Sayano                                                                                                                                                                                    |
| 出典(和文)            | 学位:博士(工学),<br>学位授与機関:東京工業大学,<br>報告番号:甲第12030号,<br>授与年月日:2021年6月30日,<br>学位の種別:課程博士,<br>審査員:鶴見 敬章,中島 章,生駒 俊之,磯部 敏宏,保科 拓也                                                                         |
| Citation(English) | Degree:Doctor (Engineering),<br>Conferring organization: Tokyo Institute of Technology,<br>Report number:甲第12030号,<br>Conferred date:2021/6/30,<br>Degree Type:Course doctor,<br>Examiner:,,,, |
| 学位種別(和文)          | 博士論文                                                                                                                                                                                           |
| Category(English) | Doctoral Thesis                                                                                                                                                                                |
| 種別(和文)            | 審査の要旨                                                                                                                                                                                          |
| Type(English)     | Exam Summary                                                                                                                                                                                   |

(博士課程)

# 論文審査の要旨及び審査員

|                 |      |      |     |         |      |        |  |
|-----------------|------|------|-----|---------|------|--------|--|
| 報告番号            | 甲第 号 |      |     | 学位申請者氏名 |      | 佐谷野 颯生 |  |
| 論文審査<br><br>審査員 |      | 氏 名  | 職 名 |         | 氏 名  | 職 名    |  |
|                 | 主査   | 鶴見敬章 | 教授  | 審査員     | 保科拓也 | 准教授    |  |
|                 | 審査員  | 中島 章 | 教授  |         |      |        |  |
|                 |      | 生駒俊之 | 教授  |         |      |        |  |
|                 |      | 磯部敏宏 | 准教授 |         |      |        |  |

## 論文審査の要旨（2000 字程度）

本研究は、「DLVO 理論を用いた液相中での粒子付着に関する基礎的研究」と題し、5 章より成っている。第 1 章「緒言」では、本研究の背景を概説し本研究の目的と意義について述べている。

第 2 章「化学溶液法によりステンレス基材及び石英ガラス基材上に形成したアルミナ皮膜のゼータ電位」では、ステンレス鋼および石英ガラス基材上に化学溶液法によりアルミナ皮膜を形成し、流動電位法を用いてアルミナ皮膜のゼータ電位を測定するとともに、基材の材質がゼータ電位に与える影響について検討している。その結果、両基材上に形成したアルミナ皮膜の初期のゼータ電位は 40～50 mV でありほぼ同じであったが、石英ガラス基材上では測定回数の増加とともにゼータ電位が低減する現象が観察された。窒素ガス吸着法により皮膜の細孔分布を測定した結果、細孔径約 2 nm の連続細孔が存在すること、および、ダイナミック-二次イオン質量分析法を用いて皮膜を深さ方向の組成分析をした結果、ゼータ電位測定試験前に比較して試験後はカリウムおよび塩素の濃度が増加していることを明らかにしている。これらのことから、測定回数の増加とともにゼータ電位が低減する現象は、電解質溶液が細孔内に徐々に浸透し石英ガラス基材まで達することで、ゼータ電位が変化したためと推定している。ゼータ電位は物質表面の性質であり、通常は物質内部やコーティングの場合は基材によって影響を受けることはないと考えられている。これに対し、この結果は、細孔を有する皮膜の場合は、ゼータ電位が皮膜内部への溶液の浸透の影響を受けることを示すものである。

第 3 章「ヘマタイト粒子の水中におけるハマカー定数評価」では、平均粒径 150 nm のヘマタイト粒子を分散させた水溶液スラリーについて、動的光散乱法により塩濃度と粒子凝集速度の関係を調べ、この結果から臨界凝集塩濃度（CCC）を求めている。さらに、DLVO 理論を用いてヘマタイト粒子の水中におけるハマカー定数を算出している。その結果、未処理の粒子で pH6 場合が  $4.2 \times 10^{-21}$  J、未処理の粒子で pH10 の場合が  $7.8 \times 10^{-20}$  J、粒子を 350℃、1 時間熱処理をしたもので、pH10 の場合が  $1.9 \times 10^{-19}$  J となり、pH および粒子の熱処理によりハマカー定数の値が大きく変化することを明らかにしている。この原因として、ファンデアワールス相互作用を支配する粒子表面は、外部環境の影響を受けやすく、周囲の環境により粒子表面の組成および構造が変化するためと推定している。ハマカー定数は材料固有の定数であって、測定環境や製造プロセスによって変化しないと考えられているが、本研究の結果は同定数が周囲の環境による表面層の変化によりハマカー定数が大きく変化しうること示唆するとともに、ハマカー定数を制御することによって、粒子の付着をコントロールすることで、新しい粒子付着の制御方法が可能になると述べている。

第 4 章「DLVO 理論における安定度比の塩濃度依存性」では、安定度比-塩濃度の関係において実験値と理論値に大きな食い違いが生じるという DLVO 理論の問題について検討している。未処理のヘマタイト粒子の場合は、測定環境が pH6 であっても pH10 であっても、粒子半径を実際の 74 nm から 13 nm に変更することで、また 350℃、1 時間熱処理のヘマタイト粒子の場合は、粒子半径を 74 nm から 11 nm に変更することで、安定度比と塩濃度の関係を理論値と一致させることができることを明らかにしている。また、ヘマタイト粒子表面凸部の曲率半径を AFM（原子間力顕微鏡）により実測し、未処理のヘマタイト粒子の凸部曲率半径は平均で 15 nm であり、上で推定した粒子半径と概ね一致することを明らかにしている。これにより、実際に粒子間相互作用を支配しているのは、粒子半径よりもむしろ粒子表面のナノオーダの凸部曲率半径であると推定している。

第 5 章「結言」では、各章の内容を総括し本研究をまとめるとともに、今後の課題について述べている。これを要するに本論文は、液相中における粒子付着を高い精度でコントロールするために、DLVO 理論の重要な要素であるゼータ電位、ハマカー定数、さらには DLVO 理論自身について、これらの精度を高めるための基本的な検討を行ったもので、工学上ならびに工業上貢献するところが大きい。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として十分価値あるものと認められる。