

研究課題別中間評価結果

1. 研究課題名：ソリューションプラズマ反応場の自律制御化とナノ合成・加工への応用
2. 研究代表者：高井 治（名古屋大学工学研究科 教授）
3. 研究概要

本研究の目的は、新しい反応場であるソリューションプラズマに関し、その基盤を確立するとともに、新たな革新的な製造技術のシーズを示すことである。この目的に対し、本年度までに、ソリューションプラズマ場形成、ソリューションプラズマ計測、ナノ微粒子合成・加工、ナノ微粒子反応場計測、実用化プロトタイプ開発について研究を実施した。具体的には、金ナノ粒子、PtFe ナノ粒子の合成を行い、その特性評価を行った。反応場の分析としては、時間分解能発光分光分析、電流・電圧計測、ラングミュアプローブによる計測システムの構築を行った。

4. 中間報告結果

4-1. 研究の進捗状況及び研究成果の現状

ソリューションプラズマの機構解明を通して、その基本特性がガスプラズマに似ていること、電子濃度についての知見を得たこと、など一定の成果を得ている。しかしながら、完全な機構解明の為には、液中のプラズマ生成には、どのような条件(電圧、パルス幅、繰り返し周波数、電極など)が必要かなど、実験的にだけでなく設計指針として理論的な根拠に基づいて説明できるようにするなど地道な活動が更に求められる。

当初採択時の約束ではソリューションプラズマの反応のメカニズムを中間評価時点までに明らかにすることであったが、反応場計測の立上げにも著しい遅れが生じている。計測は基礎の理解を深めるためにも、本研究の重要な部分を占めており、研究代表者のリーダーシップでグループ間の連携の成果を上げる必要がある。

4-2. 今後の研究に向けて

本中間評価時点までに、ソリューションプラズマの徹底的な計測を基盤に、プラズマをどのように制御すると他方法で得られない材料開発に結びつくのかが明確にされていない。即ち、多様な応用を試みているが、ソリューションプラズマ独自の発生化学種、発生量、効率、装置などの要因を十分考慮して取捨選択すべきである。提案されているセルロースの加水分解も他に類のない手法として期待されるが、しかし、その結果、アルコール状態に留まらず、反応は更に進行して、目的のものを得られないとも考えられる。そして、この分野は単純な大型化だけでは効率やコストの問題は克服できず、資源であるセルロースの産生を考えて大型集中技術ではなく小型分散型の技術が提案されているくらいである。このような既に進行している技術開発の状況も十分考慮して、ソリューションプラズマの何が優れた点であるか、また、不利な点を克服する十分な見通しがあるかを考察すべきである。従って、本研究の主要なテーマは基礎的なデータの獲得である。その結果として応用への道が開ける。中間時点で社会的インパクトを見通すことは困難であるが、基礎的研究成果に基づく材料技術への展開の可能性を期待する。

4-3. 総合評価

反応性ガスプラズマを用いたプロセス技術は、半導体産業の中で重要な役割を果たしてきた。本研究テーマは、液中プラズマを新たに材料プロセスに応用することを目標に掲げており、ガスプラズマの場合のように、新しい応用分野を切り拓く可能性がある「夢のある研究」である。しかしながら、将来への可能性は大きい中でソリューションプラズマの機構に関する研究が適切な形で進んでいるようには見えない。水溶液中でのグロー放電だ

けでなく、コロナ放電はどのような状態か、溶融塩中などではどうかなど、ソリューションプラズマの現象全体が説明できるようなことも必要である。現状は実験結果だけを示しているようであり、今後、統一的な理解に向けて研究が不可欠である。後半では、反応場計測の加速化や応用検討も含めて、一層の努力が必要である。ナノ粒子生成という応用も色々やるのではなく、新しい反応場故に他方法では得られない材料を創製しなければ成果にならない。目標を絞って基礎評価と結びつけて検討するのも一法である。

今まで述べたごとく、アドバイザー全員がソリューションプラズマの生成機構の明確化を望んでいるにも関わらず、実りある結果を得ていないのは研究体制について問題があると考えている。複数のアドバイザーからは、本研究を中止すべきとの意見があったが、意味ある結果も出されている。問題を吟味すると、当初ソリューションプラズマの診断を担っていた[ソリューションプラズマ中ナノ粒子析出過程のその場計測]グループがマイルストーンに対し大幅な遅れを来していることが原因と考えられる。そこで、当該グループに代わり、時間分解発光分析によるプラズマ生成の素過程解明に貢献度の著しい東京理科大に担当を移す等のグループの再構築を行い、更に、プローブ計測については、名古屋大学、東北大学にて引き続き実施し、早期に成果を出すよう改組し、十分な協力・連携体制が取れるように勧告する。