

平成 30 年 5 月 9 日現在

機関番号：13901

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2017

課題番号：16K14402

研究課題名(和文)液中プラズマ法とマイクロバブルによる新奇ナノ粒子の作製

研究課題名(英文)Fabrication of novel nanoparticles by solution plasma method and micro-bubbles

研究代表者

八木 伸也(Yagi, Shinya)

名古屋大学・未来材料・システム研究所・教授

研究者番号：20284226

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：今年度では酸素ガスを用いた「ナノバブル」作製を行い、そのナノバブルが存在している環境下での金ナノ粒子の作製を試みた。さらに、液中プラズマ法によって作製した金ナノ粒子表面に存在する酸素原子の化学状態についてSPring-8のHAXPES測定によって、吸着酸素はイオンの状態で吸着していることを見出した。

しかしながら、酸素バブルを用いた金ナノ粒子表面には、より多くの酸素原子が吸着している情報を得ることはできなかった。今後は、溶液温度、バブル密度を最適化することを予定している。

研究成果の概要(英文)：In this year, we have produced "nano-bubbles" using oxygen gas and attempted to fabricate the gold nanoparticles under the environment existing oxygen nano-bubbles. Furthermore, we have found that the adsorbed oxygen on the gold nanoparticles prepared by the solution plasma method was in the ionic state by HAXPES measurement in SPring-8. However, an information on more oxygen atoms adsorbed on the surface of gold nanoparticles fabricated with oxygen nano-bubbles could not be obtained. In the future, we plan to optimize the solution temperature and/or the bubble density.

研究分野：ナノ科学

キーワード：ナノバブル 液中プラズマ法 金ナノ粒子 HAXPES測定

1. 研究開始当初の背景

ある種の溶液中において発生させた低温プラズマを用いて作製される金属ナノ粒子は、特別な分散剤を使用することなく高い分散性を有する。またこの方法によって作製されたナノ粒子表面は非常に清浄であり、表面吸着反応に富んだナノ粒子の作製が可能である。

このナノ粒子作製方法を更に高度な作製方法へ進化させるために、本研究ではナノサイズからマイクロサイズの任意のバブルが存在している溶媒を準備し、その溶媒中で低温プラズマを発生させた環境下でナノ粒子作製を行うことで、これまで報告のされていないナノ粒子の作製ができるのではないかとの発想を思いついた。

2. 研究の目的

酸素ガスや窒素ガスを用いて作製したナノサイズからマイクロサイズのバブルを溶媒中に存在させ、その環境下で液中プラズマ法により金ナノ粒子の作製を行うことを目的とする。

3. 研究の方法

極めて微細なサイズの気体バブルは、エアレーションヘッドから発生させ、そのバブルが液中プラズマ法で使用する溶媒中に高密度に存在する状態にする。次に、対向させた金ロッド電極間に低温プラズマ(グロー放電)を発生させ、金ナノ粒子を作製する(図1参照)。その後、コロイド溶液中に作製された金ナノ粒子表面の化学状態分析をHAXPES測定によって明らかにする。

本手法の有効性が認められた時点で、酸素ガスから窒素ガス、更には金から銀など、ガス種や金属元素種の組み合わせを変えて金属ナノ粒子の作製を試みる。

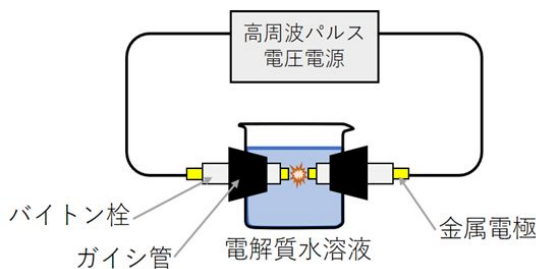


図1: 液中プラズマ法の概略図

4. 研究成果

既往の作製手法で作製した金ナノ粒子の表面をSPRING-8のHAXPES測定で大気圧溶液セル(図2参照)を用いて分析したところ、金ナノ粒子表面には酸素原子が「イオン状態」で吸着している知見が得られた。これによって形成された電気二重層により金ナノ粒子が互いに凝集することが防がれ、金ナノ粒子の沈殿が阻害されていることが推測された。

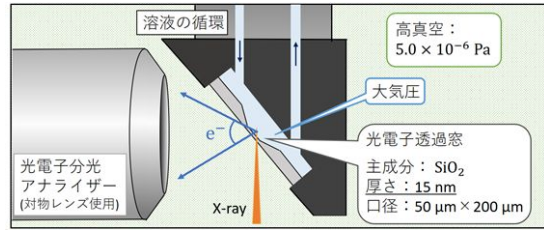


図2: 大気圧溶液セルの概形

この分析においては、金ナノ粒子の作製時に溶液のpH値を2.5、7.0、11.5と変化させた条件下で金ナノ粒子の作製を行い、それぞれのナノ粒子表面について化学状態分析を実施した。その結果、pH値に依存した酸素イオン存在量やバレンスバンド領域の電子状態の差が確認できた(図3参照)が内殻の電子状態

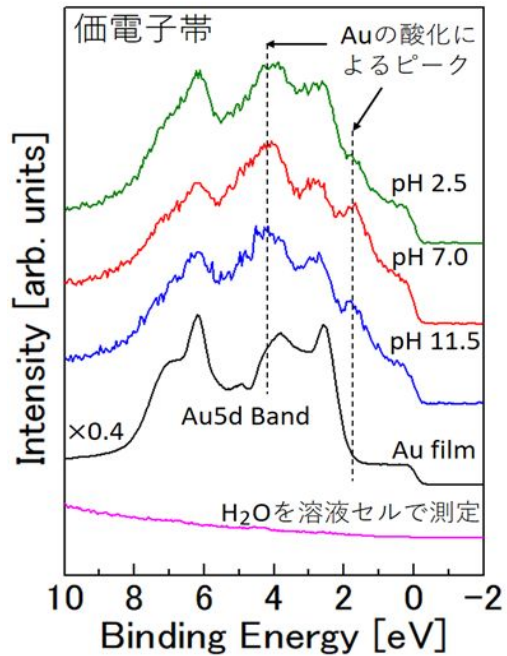


図3: バレンスバンドのスペクトル

(4f)には大きな差は認められなかった(図4参照)。

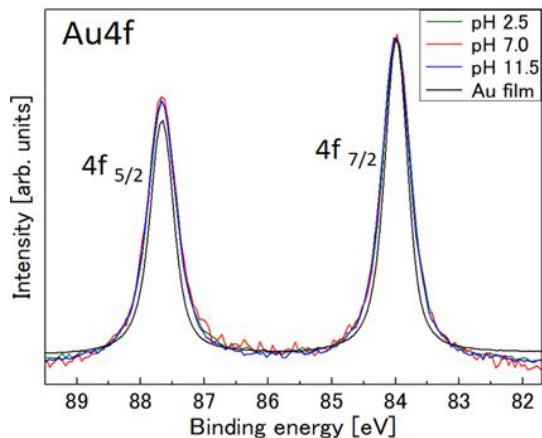


図4: 金4fバンドのスペクトル

また、pH値に依存して金ナノ粒子表面に存在する酸化金(Au₀)の存在割合に明らかな

差が認められた(図5参照)。この分析精度があれば、今後の酸素ナノバブルを用いて金ナノ粒子を作製した際に、その表面に存在する酸化状態にある金原子数の議論が可能であると考えられる。

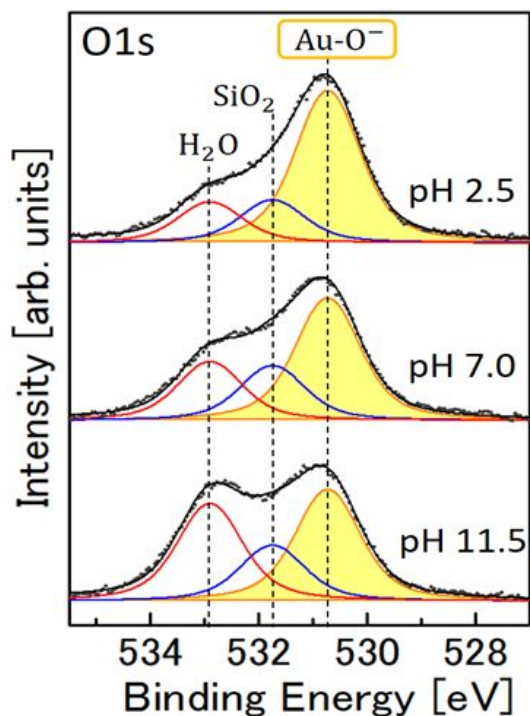


図5：酸素 1s スペクトル

一方、このたびの電解質として使用した物質では「塩素原子」を含む電解質を使用したため、pH2.5で作製した金ナノ粒子表面にのみ、表面金原子と塩素イオンの吸着状態が存在している状態が明らかとなった(図6参照)。

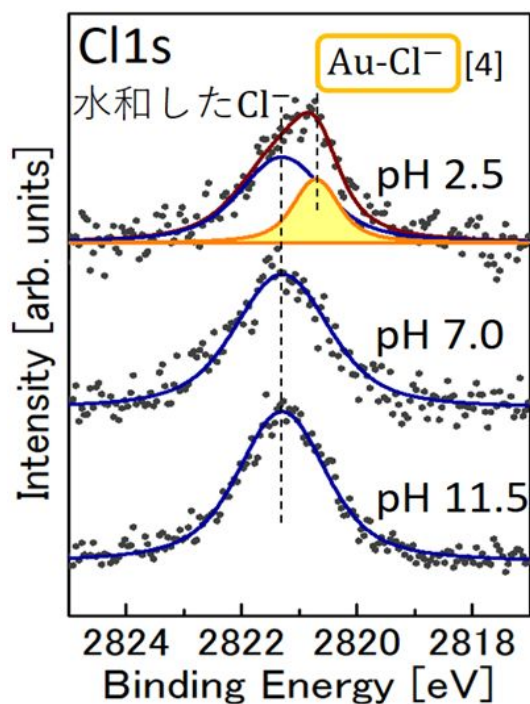


図6：塩素 1s スペクトル

しかしながら、酸素ガスから成るナノバブルが存在している環境下で作製した金ナノ粒子の表面では、酸素原子がより多くの酸化金(Au-O)の化学状態を有しているか、優位な差は認められなかった。これは、金ナノ粒子の作製時における溶液温度や酸素バブル密度が最適化されていないことが考えられるため、今後はこの点について煮詰めることを予定している。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 4 件)

[1] K. Otsuki, S. Ogawa, E. Ikenaga, S. Yagi, "Synthesis of Pd nanoparticles by solution plasma method", ECOSS-33, 27 Aug-1 Sep, (2017), Szeged, Hungary.

[2] S. Ogawa, C. Tsukada, T. Murai, H. Yoshida, A. Yoshigoe, S. Yagi, "X-ray spectroscopy analyses for the hydrogen absorption of the nanoparticles", ICMaSS 2017, 29th Sep.- 1st Oct. 2017, Nagoya University.

[3] C. Tsukada, H. Yoshida, S. Ogawa, A. Yoshigoe, S. Yagi, T. Yaita, "Synchrotron Light Analyses for Gold Nanoparticles Fabricated by CsCl Aqueous Solution", ICMaSS 2017, 29th Sep.- 1st Oct. 2017, Nagoya University.

[4] Shinya Yagi, Takeshi Kodera, Chie Tsukada, Eiji Ikenaga, Satoshi Ogawa, "Fabrication of Rh-Pd(PVP) nanoparticle and characterization by NEXAFS and XPS", 11th International Symposium on Atomic Level Characterizations for New Materials and Devices '17 (ALC '17), 3-8 Dec. 2017, Kauai, Hawaii, USA.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

八木 伸也 (YAGI Shinya)

名古屋大学・未来材料・システム研究所・教授

研究者番号：20284226

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：

(4) 研究協力者

()