第64回応用物理学会春季学術講演会 講演予稿集 (2017 パシフィコ横浜)

シリコンナノ粒子と中性領域の水との反応による水素発生

Hydrogen generation by the reaction of Si nanopowder with water in neutral pH region

阪大産研[1] ○(M2)藤江 俊太[1], 小林 悠輝[1], 今村 健太郎[1],小林 光[1]

ISIR, Osaka Univ.[1], ○Shunta Fujie[1], Yuki Kobayashi[1], Kentaro Imamura[1],Hikaru Kobayashi[1]

E-mail: fujie42@sanken.osaka-u.ac.jp

【序論】水素は、活性酸素のうち最も強い酸化力を示すヒドロキシラジカル(OH・)とのみ反応して、これを消滅させる。[1] 体内で発生する OH・は細胞を酸化し破壊するため老化を促進し、ガンやアルツハイマーなど疾病の原因となる。本研究では体内、特に腸内での水素発生を想定した pH 8 付近における水素発生に着目し、シリコンナノ粒子(Si-NP)と水との水素発生反応[2]を検討した。

【実験】Si 粉末(φ<5 μm)をビーズミル法により粉砕することで Si-NP を得た。粉砕した Si-NP の平均結晶子径は Scherrer 式から約 20 nm と見積った。作製された Si-NP は疎水性であるため、水とほとんど反応しない。そこでシリコンナノ粒子を親水性にするために表面処理を施した。作製した Si-NP を用いて 1 wt%炭酸水素ナトリウム水溶液を用い 37.0 ℃にて水素発生実験を行った。水素発生反応前後に XPS スペクトルを測定し、表面状態の解析を行った。また、平均結晶子径 10 nm の粒子についても水素発生実験を行った。

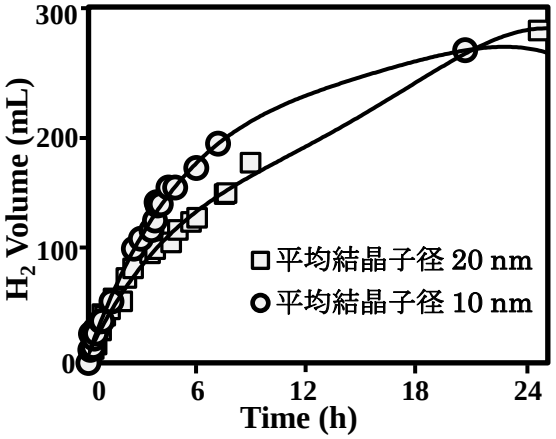

Fig.1 シリコンナノ粒子と水との反応による水素発生量と時間の関係

【結果と考察】Fig.1 に水素発生量と反応時間の関係を示す。Si 1 g あたり約 300 mL もの水素が 24 時間かけて発生することがわかる。この水素発生量は、Si 1 g で飽和水素水約 17 L を生成できることを示している。また、粒径を小さくすると短時間での発生量が増加することを確認した。次に、Fig.2 に水素発生前後に観測した Si-NP の XPS スペクトルを示す。表面処理によってサブオキサイド(sub-Ox)である Si^{1+}の量が増加したが SiO_2 の量はほとんど変化していないことが判明した。これは表面処理によって、親水性になるが水素発生はほとんど起こらないことを示している。また、水との反応による水素発生反応の初期では反応時間と共に sub-Ox (Si^{2+},Si^{3+})が増加し、反応中期以降に Si^{4+}が増加することも判明した。この結果は先に sub-Ox が形成されてから SiO_2 へ酸化が進むことを示している。更に、熱重量分析、XPS スペクトル、XRD スペクトルの解析から計算された酸化膜の増加量は、消費された Si 量から計算したものと良好な一致を示した。

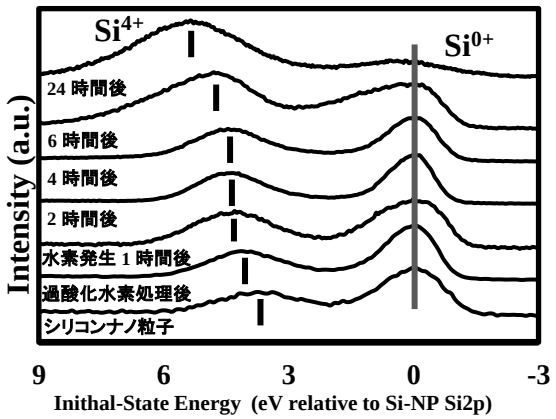

Fig.2 水素発生反応前後に観測した XPS スペクトル

【参考文献】 [1]I. Ohsawa et al., *Nat. Med.*, 13 **2007** 688-694

[2]K. Imamura et al., *J. Nanopart Res.*, 18 **2016** 116-117.

© 2017年 応用物理学会