

Title	Gamma-ray irradiation effect on the aqueous solution dispersing nanoparticles
Author(s)	清野, 智史
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	<a href="http://hdl.handle.net/11094/44211">http://hdl.handle.net/11094/44211</a>
DOI	
rights	
Note	

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/>

氏名	せい の せい し 清 野 智 史
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学位記番号	第 1 7 8 5 8 号
学位授与年月日	平成 15 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科原子力工学専攻
学位論文名	Gamma-ray irradiation effect on the aqueous solution dispersing nanoparticles (ナノ粒子分散水溶液のガンマ線照射効果)
論文審査委員	(主査) 教授 山中 伸介 (副査) 教授 西嶋 茂宏 助教授 山本 孝夫 助教授 宇埜 正美

#### 論 文 内 容 の 要 旨

第一章では序論として、研究背景と目的について述べた。本論文では、ナノ粒子懸濁水溶液への放射線照射効果について研究を行った。ナノ粒子の懸濁した水に $\gamma$ 線を照射すると水素発生が促進される現象を利用して、放射線エネルギーを化学エネルギーに効率的に変換することを目指した。

第二章では、吸収線量と線量率の水素収量への影響を議論した。水への $\gamma$ 線照射において、ナノ粒子の添加により水素発生が促進され、また吸収線量と共に水素量は増加した。水素発生の促進が、ナノ粒子と $\gamma$ 線の両方が存在したときに起こる共同現象であることが確かめられた。

第三章では、 $\text{TiO}_2$  ナノ粒子のサイズ・表面積・凝集状態の水素収量への影響について議論した。水素量は粒子サイズに依存しないことが示された。その一方で、表面積と凝集状態に大きく依存することが示された。水素発生反応がナノ粒子表面で進行することが示された。

第四章では、ナノ粒子の化学種及び表面修飾の水素収量への影響について議論した。 $\text{TiO}_2$  以外にも、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{CeO}_2$  でも水素発生は促進され、水素量はナノ粒子の化学種にあまり依存しないことが示唆された。また、ナノ粒子表面の貴金属による修飾は、水素量に大きく影響を及ぼした。

第五章では、第一章から第四章で得られた結果を基に、水素発生のメカニズムと水素製造の効率について議論した。水素発生メカニズムは、水の放射線分解により生成する活性種がナノ粒子表面において反応する過程と、ナノ粒子中に生成する電子正孔対の酸化還元反応による過程からなり、前者がより支配的であることが示唆された。後者の過程は貴金属担持により促進されることが示唆された。現在の水素発生の効率は光触媒による手法と匹敵するものであり、将来の実用化に向けての可能性が示された。

第六章では、ナノ粒子の懸濁したフェノール水溶液からの有機炭素の除去について調べた。フェノール水溶液への $\gamma$ 線を照射において、ナノ粒子の存在下で有機炭素は迅速に除去された。ナノ粒子の添加が有害物質の分解にも有効であることが示唆された。

第七章では、本論文で得られた結論を述べた。信頼できる水素発生のメカニズムが示された。水素発生の効率は光触媒反応による手法と匹敵するものである。ナノ粒子の添加は有害有機物分解にも有効である。放射線エネルギーを

化学エネルギーに有効に変換できることが示された。

### 論文審査の結果の要旨

本論文は、ナノ粒子材料を利用して放射線エネルギーを化学エネルギーに効率的に変換することを目的としている。具体的には、水の放射線分解による水素ガスの発生及び有害有機物質の放射線分解について詳しく調査し、その研究の成果をまとめたものである。

主な成果は以下のように要約できる。

水に  $\text{TiO}_2$  や  $\text{Al}_2\text{O}_3$  等のナノ粒子材料を懸濁させると、純水だけの放射線分解と比較して水素ガスの発生が促進されるが、この水素発生を促進する反応がナノ粒子表面で進行することを新たに見いだしている。またそのメカニズムは、水の放射線分解により生成する活性種がナノ粒子表面において反応する過程と、ナノ粒子中に生成する電子正孔対の酸化還元反応による過程からなり、前者がより支配的であることを指摘している。得られた水素発生の効率は、既存の光触媒反応による水素製造技術と匹敵することが示されている。

また有害有機物のモデル物質としてフェノールを用い、そのガンマ線照射による無機化も試みている。ナノ粒子材料の添加は、ガンマ線照射によるフェノール水溶液の無機化にも有効である事を新たに見いだしている。

以上のように、本論文はナノ粒子とガンマ線光量子により誘起される現象について、放射線化学的にも材料工学的にも重要な知見を与えている。これらの知見は、使用済み核燃料や高レベル放射性廃棄物を放射線エネルギー源として利用できる可能性を与えるものであり、またエネルギー問題・環境問題にも貢献するものである。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。