

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	紫外線と原子状酸素の影響を受けたシリコン汚染物質を起源とする微小スペースデブリに関する研究
Title(English)	Microparticle Space Debris Derived from Silicone Contaminants Affected with Ultraviolet and Atomic Oxygen
著者(和文)	山中理代
Author(English)	Riyo Yamanaka
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10509号, 授与年月日:2017年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:小田原 修,山口 孝夫,吉本 護,山口 孝夫,中村 一隆,和田 裕之,矢野 豊彦
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10509号, Conferred date:2017/3/26, Degree Type:Course doctor, 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

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	山中 理代		
		氏名	職名			
論文審査 審査員	主査	小田原 修	教授	審査員	和田 裕之	准教授
		山口 孝夫	教授		中村 一隆	准教授
	審査員	吉本 護	教授			
		矢野 豊彦	教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「Microparticle Space Debris Derived from Silicone Contaminants Affected with Ultraviolet and Atomic Oxygen (紫外線と原子状酸素の影響を受けたシリコン汚染物質を起源とする微小スペースデブリに関する研究)」と題して英文で書かれ、7章より構成されている。

第1章“General Introduction”では、宇宙開発を推進するにあたり、宇宙ゴミと認識される「スペースデブリ」が関わる問題は益々深刻で、流星物質や目視できるデブリだけでなく、微小な粒子であっても支障をきたす状況を認識し、今後の宇宙開発の展開を円滑に進めるためにも喫緊の重要な課題として取組まなければならないことを明確にし、特にシリコン系のコンタミネーション物質が SM/MPAC& SEED 実験で捕獲されたシリカ (SiO₂) を主成分とする微小粒子の生成に関わっている可能性に着目し、本研究の意義と目的を述べている。

第2章“Space Exposure Experiments”では、世界各国が行ってきた宇宙材料曝露実験と我が国が実施した SM/MPAC & SEED 実験について、曝露実験終了後の回収物質の分析結果などを中心に整理し、系統的かつ詳細に現状を解析し記述している。SM/MPAC&SEED 実験が実施された地球低軌道上での紫外線 (UV) や原子状酸素 (AO) の影響が大きい環境における SiO₂ を主成分とする微小粒子の生成について詳細に検討した結果を述べ、そのような微小粒子の生成が宇宙機のシリコン系接着剤からもたらされる可能性が大きいことを論じている。

第3章“Chemical Changes of Silicone Contaminants”では、宇宙環境を模擬した地上曝露実験について、宇宙環境の模擬条件を具現化するために構築した実験装置系について詳細に記述するとともに、光学材料としての2種類の物質 (MgF₂, ZnSe) および polyimide film 表面へのシリコン系のコンタミネーション物質の付着や UV や AO の照射条件などの具体的な実験条件を示し、フーリエ変換赤外吸収スペクトル測定法および X 線光電子分光法により、シリコン系のコンタミネーション物質に原子状酸素が照射されることで SiO₂ が形成されることを明らかにしている。

第4章“Morphological Changes of Silicone Contaminants”では、走査型電子顕微鏡による実験試料の断面観察およびエネルギー分散型 X 線分析によって、シリコン系のコンタミネーション物質に UV と AO が照射されることで、直径約 20 マイクロメートルと約 100 ナノメートルの2種類の大きさに分類される微小粒子が形成されることを明らかにしている。

第5章“Modeling of the Formation Process of Microparticle Space Debris from Silicone Contaminants”では、第3章および第4章で明らかにした結果に基づき、宇宙環境においてシリコン系のコンタミネーション物質から SiO₂ を主成分とする微小粒子が形成される過程をモデル化しその形成過程を明示するとともに、数十マイクロメートル級と数百ナノメートル級に分類される微小粒子の形成過程について論じている。

第6章“Comparison of the Microparticles Obtained in the Present Work with the Ones Captured on Orbit”では、実験的に形成した微小粒子と、SM/MPAC&SEED 実験で捕獲された SiO₂ を主成分とする微小粒子の分析結果の比較および、世界各国が行った材料曝露実験の結果との比較を行うことで、シリコン系のコンタミネーション物質から SiO₂ を主成分とする微小粒子が形成される過程が宇宙でも起こりうるものであることを検証している。

第7章“General Conclusion”では、本研究で得られた一連の成果を総括し結論を示すとともに、宇宙デブリに対する今後の対策強化の重要性について述べている。

以上を要するに、本論文は、宇宙環境との相互作用でスペースデブリとなり得る微小粒子の起源を明確にするために、特にシリコン系のコンタミネーション物質から SiO₂ を主成分とする微小粒子が形成されるメカニズムを実験的に解明しモデル化したものであり、工業上及び工学上多大に貢献するものである。よって本論文は博士(工学)の学位論文として十分に価値があるものと認められる。

注意:「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。