

2024 年度  
創発的研究支援事業 年次報告書【公開版】

研究担当者	芹澤 愛
研究機関名	芝浦工業大学
所属部署名	工学部材料工学科
役職名	教授
研究課題名	軽金属のプラットフォーム化技術の確立
研究実施期間	2024 年 4 月 1 日～2024 年 7 月 25 日、2025 年 1 月 10 日～2025 年 3 月 31 日

### 研究成果の概要

研究担当者が独自に開発してきた、水蒸気のみを利用した新規表面処理技術である「水蒸気プロセス」を用い、水蒸気を基軸として軽金属材料の表面（皮膜形成）および母材を同時に制御することで、これまでにない性能を引き出すことに挑戦した。本プロセスは、母材中の原子を利用して基材表面に皮膜を形成する点に特徴があることから、皮膜形成に及ぼす母材中の溶質原子の役割について明らかにすることで、母材／皮膜間の原子分配という新奇現象の理解、溶質原子の原子種による皮膜形成に及ぼす役割の差異の解明に加えて、水蒸気プロセスの実用化を促進するための基盤技術の開発を行った。

本年度は、水蒸気プロセスにおける皮膜形成メカニズムを明らかにすることに注力した。処理温度によって、十分な皮膜形成がなされる飽和水蒸気量が異なることから、皮膜形成には基材表面の亜臨界水の水膜厚さが支配因子であることを明らかにした。AlO(OH)皮膜の形成には大気中の酸素分子および蒸気源中の溶存酸素は関与しておらず、Al 合金基材中から亜臨界水中に溶出したアルミニウムイオンと水が電離して発生した水酸化物イオンが反応することで AlO(OH)皮膜が形成される。さらに、結晶層／緻密層界面は元の基材表面位置に相当し、結晶層は基材外方へ、緻密層は基材を侵食するようにそれぞれ成長することも明らかにした。皮膜の成長は温度上昇に伴って遅滞するが、これは皮膜／基材界面における溶質原子の濃縮に大きく影響を受けることを見出した。例えば、Mg 原子は皮膜中に侵入しやすいのに対し Zn 原子は侵入しにくく Cu 原子は界面に偏析しやすいなど Al 合金中の溶質原子の原子種に強く依存し、各元素の酸化されやすさで整理されることを明らかにした。