

安全保障技術研究推進制度 令和3年度終了課題 終了評価結果

1. 評価対象研究課題

- (1) 研究課題名：超低摩擦性を有する新奇高分子塗膜のナノ構造表面の基礎研究
- (2) 研究代表者：株式会社G S Iクレオス 柳澤 隆
- (3) 研究期間：令和元年度～令和3年度

2. 終了評価の実施概要

日時：令和4年11月4日

場所：ビジョンセンター田町

評価委員：未来工学研究所 理事長、上席研究員／東京大学 名誉教授

平澤 洽 (委員長)

産業技術総合研究所 執行役員、エネルギー・環境領域 領域長

小原 春彦

東京工業大学 工学院 電気電子系 教授

梶川 浩太郎

東京農工大学 名誉教授

佐藤 勝昭

公立千歳科学技術大学 理工学部 特任教授

下村 政嗣

東京工業大学 名誉教授

谷岡 明彦

科学技術振興機構 研究開発センター 企画運営室長、フェロー

中山 智弘

理化学研究所 光量子工学研究センター センター長

緑川 克美

(委員長以外は五十音順・敬称略)

3. 研究と成果の概要

研究の概要

超低摩擦抵抗を有する塗膜の創出を目的として、炭素結晶含有高分子塗膜の超低摩擦抵抗の発現機構を解明するため、カップ積層型カーボンナノチューブ (CSCNT) 含有高分子塗膜を様々な条件で作製し、得られた塗膜表面状態の観察と機械的な物性評価によりその相関を探索する。

成果の概要

- ・ポリテトラフルオロエチレン (PTFE) 15 部と CSCNT 極少量 0.1 部を加えた水性エポキシ塗膜は動摩擦係数 (μ_k) 0.094 という低値を示した。この値は、それぞれ単一での充填塗膜に比べ、0.03 (22%) 以上の大幅な低下を示したことになる。
- ・塗膜分析の結果、異なる寸法機械的性質を持つ二種類の添加材である PTFE、CNT が、異なるトライボロジー領域 (ナノ及びマイクロ領域) に作用したことで、極めて特異な潤滑性を発現した可能性が示唆された。
- ・更に PTFE と CSCNT の微量添加塗膜では、表面エネルギーの低下、耐衝撃性能の有意な向上が観察され、これらの現象と動摩擦抵抗の傾向が極めて良く一致することを初めて見出した。

4. 終了評価の評点

B 期待通りの研究成果をあげた。

5. 総合コメント

基礎的なデータを地道に集めて解析していて、一部のチャレンジングな研究目標 (動摩擦抵抗値 0.05 以下) は未達となったが、母材に比べて顕著な摩擦係数低下を実現できていることは評価できる。耐衝撃性や表面自由エネルギーの低下など、当初想定していなかった現象を見出しており、今後の学術的な機構解明およびその知見を踏まえたチャレンジ次第では、動摩擦係数の飛躍的な低下などの大きな波及効果が期待できる。

6. 主な個別コメント

- ・表面自由エネルギー低下と動摩擦係数の正の相関、CSCNT 上に形成された樹脂緻密層の存在など興味深い結果が得られていて、今後大きく展開する可能性がある。
- ・明確な目標のもと、大面積化等で一定の成果が出ていると評価できる。より学術的な機構解明に繋がる解析があればさらに良かった。動摩擦係数が飛躍的に下がると波及効果は大きい。
- ・CNT の配向や膜厚の制御等によりさらに発展する可能性がある。
- ・CSCNT と高分子の混剤の塗布によってある程度の摩擦低下を確認したが、摩擦学の現状を踏まえた解析が行われれば、次のステージが開ける。
- ・マイクロからマクロにいたる様々な知見が得られており、低摩擦性発現の機構解明に向けた次の研究開発課題の抽出が求められる。
- ・摩擦の研究者等アカデミアとともに細かな条件下で得られた実験結果を深掘し、研究戦略を持って論文などの成果を出してほしい。
- ・チャレンジに欠ける。マイクロなモデルは多様な挑戦が可能なように思うが、常識

的な範囲の確認に留まっていた。一方で、着実な側面をきっちりと確認していた。

- タイプ C としては、もっとチャレンジが欲しかったが、CNT を用いたハイブリッド型低摩擦コーティング材料の課題抽出につながる実験結果を出した点においては、タイプ C での申請の目標は一定程度達成されている。次のステップでは、産学連携などによる研究戦略の明確化が望まれる。