

イオン液体を用いた宇宙機器用グリースの開発

イオン液体は、カチオンとアニオンから構成される常温で液状の塩である。蒸発しにくく、広い温度範囲で安定であり、現在宇宙機器用グリースの基油として使われているパーフルオロポリエーテル（PFPE）に比べて添加剤の効果が大きく、シクロペンタン油（MAC）よりも低温流動性に優れたものがある。このような特徴を生かすべく、適切なイオン液体を基油に選定して宇宙機器用グリースを開発した。

500種を超えるイオン液体から、まず無害性、疎水性、 -20°C で液体であることを条件に、30種類を候補に選んだ。次いで示差熱・熱重量分析により高温での蒸発減量を評価して17種類に、低温における粘度、表面張力、大気中での摩擦摩耗特性を測定して7種に絞り込んだ。またイオン液体によるステンレス鋼の発錆が知られているので、錆止め剤との組み合わせによる防錆効果を調べ、アニオンとしてTFSA (bis[trifluoromethylsulfonyl]amide) をもつイオン液体と、吸着被膜形錆止め剤の組み合わせを選定した。一方増ちょう剤としては、リチウム石けん系、ウレア系、有機クレイ、シリカ、PTFE、カーボンブラックを用いたグリースを試作して、ちょう度、離油度、湿潤試験等を行い、芳香族ジウレアを選定した。

これらの成分を用い、混和ちょう度280に調整したグリースIUの性状を、基油に直鎖状のPFPEおよびMAC油を用いたグリースFF、MU、MNと比較してTable 1に示す。IUは、PFPEしか使用できなかった -40°C においても、使用可能であることが分かる。

10^{-4}Pa の真空中、最大ヘルツ圧2.8GPa、すべり速度0.02m/sの条件で、ボール・オン・ディスク方式によりステンレス鋼 SUS440C の摩擦試験を行った結果を、Fig.1と2に示す。対照としたグリースに比べてIUは低く安定した摩擦係数を示し、摩耗率も低い。

Table 1 宇宙機器用グリースの性状の比較

基油	記号		IU	FF	MU	MN
	種類		イオン液体	直鎖PFPE	MAC油	
動粘度, mm^2/s	40 $^{\circ}\text{C}$		20	144	104	
	-40 $^{\circ}\text{C}$		5000	5500	89000	
増ちょう剤			ウレア	PTFE	ウレア	Na系
添加剤			錆止め剤	—	—	極圧剤他
混和ちょう度			280	280	300	276

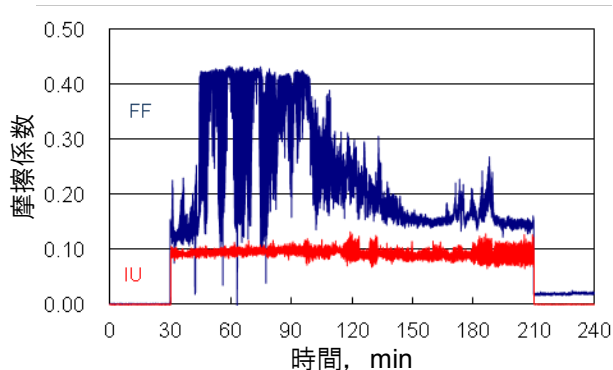


Fig.1 真空中における摩擦係数

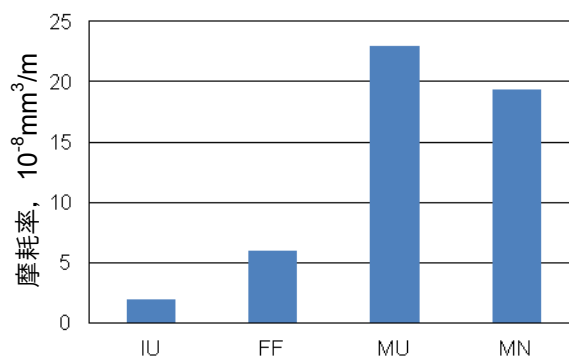


Fig.2 真空中における摩耗率

宇宙機器の潤滑剤は、真空中での蒸発と、蒸発物質の付着による周囲の汚染が問題になる。真空中において125 $^{\circ}\text{C}$ に24時間加熱した後のIUの損失質量、付着量の測定値は、いずれもNASAの推奨値以下となっている。

羽山：トライボロジスト, 58, 12 (2013) 868.