

濃厚ポリマーブラシのレジリエンシー強化とトライボロジー応用



材料の表面に膜を作ることで、性能が大幅にアップする

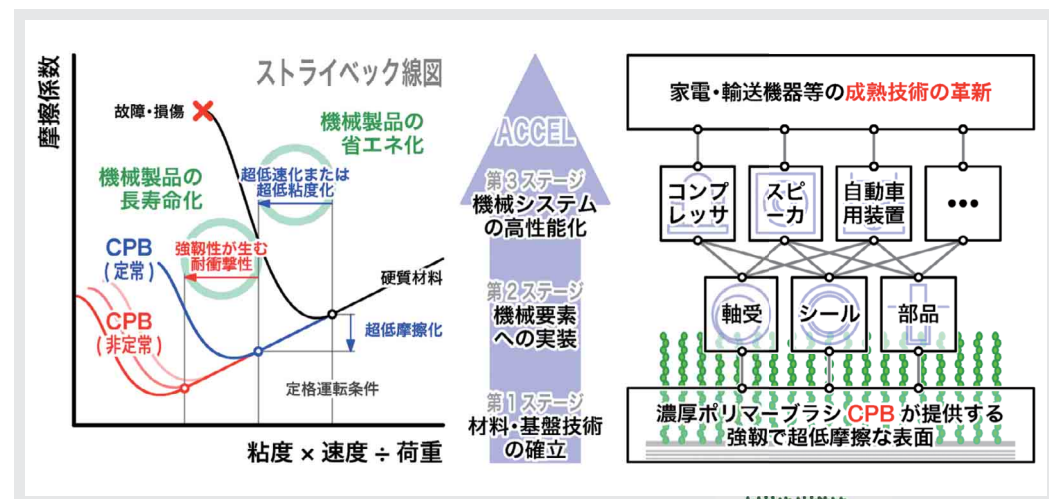
多数の原子団(モノマー)が結合(重合)してできた巨大な分子を、高分子(ポリマー)といいます。高分子を材料表面から成長させ、ブラシ状の薄い膜状にしたものがポリマーブラシです。これを使えば、材料の表面に新たな機能を付加することができます。

これまでの研究では、超低摩擦性・高潤滑・高弾性・生体適合性などの全く新しい性質を持つ「濃厚ポリマーブラシ」(CPB)を開発し、CPBを重ねて階層化することで性能をさらに向上させました。また表面形成技術の革新により膜を飛躍的に厚くさせることにも成功したほか、ミクロだけでなくマクロな世界においても摩擦と磨耗を低減させるすぐれた性質を実証して、実用機械システムへの応用の可能性を示しました。

CPBで摩擦を減らし、身近な家電がより丈夫で高性能に

ACCELでは、機械の可動部を構成する軸受やシールなどの機械要素の表面にCPBを適用することを目指します。そして、これまでの技術では困難だったレジリエンシー(強靭性)と低摩擦性を両立し、機械製品を長寿命化・省エネ化する「ソフト&レジリエント・トライボ(SRT)」コンセプトの確立を図っていきます。

CPBが社会実装されれば、コンプレッサや自動車用装置などの機械製品、また音響機器や冷蔵庫などの家電や輸送機器など、すでに成熟した技術を誇る機器にもさらなる革新をもたらす可能性を秘めています。



濃厚ポリマーブラシ (Concentrated Polymer Brush)

CPBでは、ポリマーの長さを一定にそろえられる精密な重合法を適用することにより、ブラシ構造の精密制御と高密度化を実現し、表面に特別な機能をもたせています。本研究では従来の10倍の厚みをもつマイクロメートルオーダーのCPB作製に成功し、摩擦抵抗を格段に減らすことができました。

表面のCPBの厚みを変化させたサンプルCPBの厚みによりいろいろな色に見えます



研究代表者

辻井 敬亘

京都大学 化学研究所 教授

物質の表面は、材料と外界の接点として極めて重要な役割を担っています。摩擦や摩耗、接着や吸着など、材料の機能に結びつくさまざまな現象は、すべて表面の性質に依存しています。そこで、表面に特殊な膜を張ることでその性質を劇的に変えてしまおうという発想が、私の研究の原点です。原理・原則を理解して、ものづくりを武器として勝負をしていきたいと思っています。

ACCELではCPBのすぐれた機械的特性と超低摩擦性に着目し、材料だけでなく機械・計算分野を含む7研究機関と連携して、実用化に向けた研究開発を進めています。CPBを扱いやすい状態に加工すること、低粘度、低速度、高荷重という条件下においても強靭性と低摩擦性を保つことなどに取り組んでいます。

濃厚ポリマーブラシの研究を通して、機能・応用面で幅広い材料科学分野の新局面を拓き、安全・安心な社会の礎を築いていきます。

プログラムマネージャー

松川 公洋

科学技術振興機構 ACCELプログラムマネージャー

私はこれまでに企業との共同研究を幅広く行ってきており、企業の技術支援や、産学連携プロジェクトに携わった経験もあります。これらの経験を生かしてCPBの有用性を証明するとともに、実用的な用途を社会に提示していきたいと考えています。

本プロジェクトではPMとして、出口指向の戦略的な研究マネジメントを推進していきます。SRTによる潤滑装置としての性質に着目して材料・基盤技術の確立を実現し、「基礎研究」を「機械要素への実装」にまで届ける道筋をつけるのが私の役目です。現在は川上・川下の企業6社も加わり、複数のワーキンググループでフェイストUFFフェイスの議論をしながら実用化検討を進めています。CPBの搭載による各種機械システムの高性能化を実現します。

摩擦、摩耗の低減による省エネルギー・低環境負荷への貢献が、21世紀の科学技術を支える柱の一つとなることを目指しています。

私たちの身の回りにある

機器や家電が、

SRT材料によりさらに高性能で

省エネ、長寿命になります。

PROFILE

YOSHINOBU TSUJII

1988年、京都大学大学院工学研究科博士課程修了。1989年、京都大学化学研究所に入所し、2008年より現職。主に、高分子薄膜の合成と物性、ポリマーブラシの基礎と応用、機能性高分子の材料設計に関する研究に従事してきた。工学博士。

PROFILE

KIMIHIRO MATSUKAWA

1983年、大阪府立大学大学院工学研究科博士課程修了。1984年、大阪市立工業研究所に入所。企業との共同研究を幅広く実施し、企業の技術支援、産学連携プロジェクトの経験を豊富に有する。工学博士。

410 (化学研究所) ACCEL SRT 連携ラボ

(Institute for Chemical Research) ACCEL SRT Joint Laboratory