産学連携共同研究プロジェクト

MATERIAL × ROBOTICS

Mitsui Chemicals / WASEDA University / hide kasuga 1896

三井化学 / 早稲田大学 / hide kasuga 1896

三井化学株式会社・早稲田大学・株式会社 hide kasuga 1896 の共同研究により軽量・低摩擦ギヤの開発に成功。ロボットのエネルギー消費低減でカーボンニュートラル社会実現への一助に

株式会社hide kasuga 1896（本社：東京都港区、代表取締役　春日秀之、以下「hide kasuga 1896」）は、この度、三井化学株式会社（以下「三井化学」）と早稲田大学（以下「早大」）理工学術院総合研究所 高西研究室の研究グループとの産学連携共同研究により、金属代替として従来の金属ギヤから新しく三井化学が開発している軽量・低摩擦な超高分子量ポリエチレン（UHMW-PE）製のギヤを開発することに成功しました。

産学連携の共同研究により開発

本件は三井化学・早大・hide kasuga 1896 の産学連携からなる共同研究となります。

hide kasuga 1896 は循環型社会の構築を目指す中、早稲田大学高西研究室とは「素材 x ロボットの融合」に長年取り組んで来ました。

今回は、ロボットが抱える大きな環境課題の一つの“エネルギー消費低減”に繋がる試みで三井化学が開発した高性能な超高分子量ポリエチレンをロボットに適用する研究開発を実施しました。

プロジェクトメンバーは

三井化学：UHMW-PE（超高分子量ポリエチレン）のギヤ開発

早大：ロボットパーツへの適用研究

hide kasuga 1896：産学連携 R&D マネジメント

・問い合わせ / 株式会社 hide kasuga 1896
・担　　当 / 金子
・mail / pr@hk1896.com
・tel / 03-6432-9024

▌超高分子量ポリエチレン製の軽量・低摩擦なギヤを開発

駆動部の摩擦軽減によるロボットのエネルギー消費量低減のため、軽量、高強度、摺動性に優れるという特徴を持つ UHMW-PE*1（超高分子量ポリエチレン）に着目しました。

【UHMW-PE の優れた特徴】

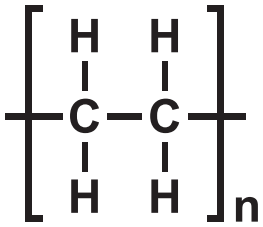


図1 ポリエチレンの化学構造

UHMW-PE は、炭素原子と水素原子のみからなる化学構造（図 1）により、他のプラスチックと比較しても以下のような優れた特徴を持っています。

①比重が低いため部品の軽量化が可能である
②POM（ポリアセタール）やフッ素樹脂、PA66 ナイロンよりも優れた耐摩耗性がある
③PC（ポリカーボネート）を上回る耐衝撃性があり、製品の耐久性を向上させることができる
④各種の科学薬品に対して安定しており、耐薬品性に優れている
⑤吸水性が低く、水を使用する部分でも寸法の安定性が保てる

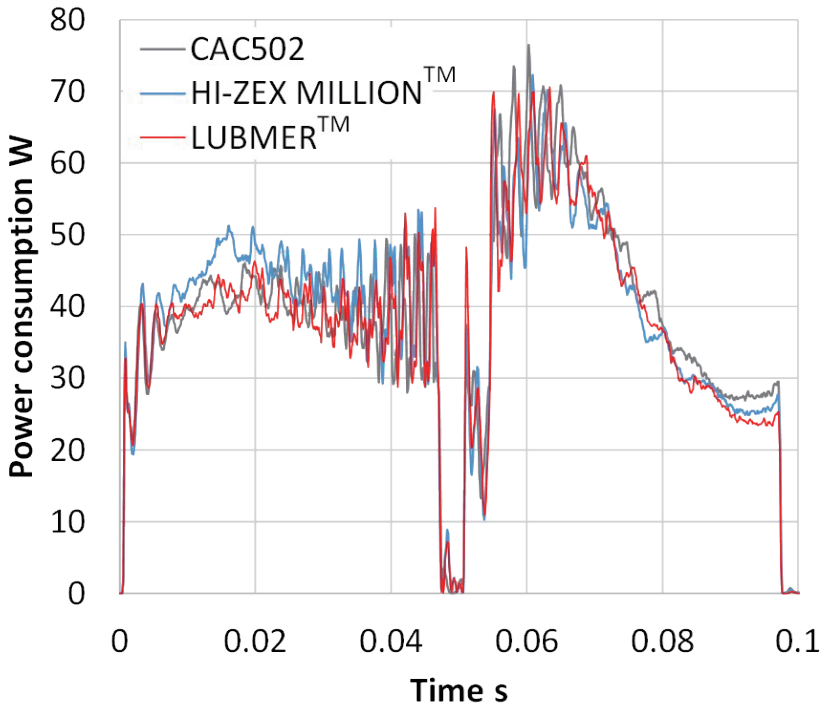
以上の特徴から、UHMW-PE（超高分子量ポリエチレン）は、高負荷や高速回転がかかるロボットの歯車の材料として適したものと考え、今後検証を進めて行きます。

・問い合わせ / 株式会社 hide kasuga 1896
・担　　当 / 金子
・mail / pr@hk1896.com
・tel / 03-6432-9024

摺動、耐久性、静音を改善する樹脂「LUBMER™」

UHMW-PE の製品の中でも、「LUBMER™」は、三井化学が独自の重合技術をもとに開発した樹脂製品です。摺動性、耐摩擦性、耐薬品性に優れているのはもちろん、静音性、耐久性の向上も期待できます。また、UHMW-PE の中でも射出成型ができるという重要な特徴を持っています。

今回、三井化学より提供された LUBMER™ (0.97 g/cm3) を用いて作成したギヤを、ロボット指部に組み込み、関節を動かした際の消費エネルギーの比較を行ったところ、LUBMER™ のギヤは、金属ギヤに比べて約3% のエネルギー消費低減を達成しました（図 2）。



（CAC502：38.3J, HI-ZEX：38.6J, LUBMER：37.3J）
※CAC502：今回の研究で用いた比較対象となる金属

図3 消費エネルギーの比較

なお、本研究成果は世界最大の学術研究団体であり、全世界に40万人を超える会員を有する米国電子電気学会（IEEE）発行の『IEEE access』に 2022 年9月19日（月）（現地時間）に掲載されました *[1]。

・問い合わせ / 株式会社 hide kasuga 1896
・担　　当 / 金子
・mail / pr@hk1896.com
・tel / 03-6432-9024

*1 論文情報
雑誌名：IEEE access
論　文　名：Energy Efficiency Improvement of a Robotic Finger with Ultra High Molecular Weight Polyethylene Gear
執筆者名（所属機関名）：Takuya Otani*a, Hiroki Mineshita*a, Keigo Miyazawa*a, Yuri Nakazawa*a, Hideyuki Kasuga*b, Ryuki Kawai*c and Atsuo Takanishi *a
*a---Waseda University, *b--- hide kasuga 1896 Inc., *c---Mitsui Chemical Inc.
掲載日時（現地時間）：2022 年 9 月 19 日
掲載（予定）URL：https://ieeexplore.ieee.org/document/9895260
DOI：10.1109/ACCESS.2022.3207752

開発による社会への影響

従来の金属ギヤに替えて LUBMER™によるギヤをロボットの指部に搭載するだけで、従来に比べて約 3% のエネルギー消費低減、約 89% の部品軽量化を達成しました。
ロボットの一つのパーツの素材を変えるだけで、設計変更を行うことなく、約 3%のエネルギー消費低減を実現することを可能にした本成果は、さまざまなロボットのエネルギー消費低減を生み出し、カーボンニュートラル社会実現への一助となります。

素材の特性として低摩擦、自己潤滑性を有するため、潤滑油を全く必要としないロボットはオイルレス化に近づくため、定期的なオイル交換などのメンテナンスは不要になります。また、低摩擦の歯車は駆動騒音の低減にもつながり、ロボットが普及した社会で問われる駆動の静粛性も増すと考えられます。

省エネ、定期メンテナンスのカット、静粛性の確保などを実現する本研究結果の成果は、ロボット関係産業だけはなく、EV 化が進むモビリティ産業を含め、幅広い産業へと展開、発展の一助となることが期待されています。

研究成果の発表会を開催

2022 年 12 月 16 日（金）に研究成果の発表会イベントを開催します。
本イベントでは今回の研究成果の展示に加え、当社代表の春日秀之（工学博士）が開発した素材を軸にキュレーションしたプロダクトの展示も行います。

研究成果 発表会概要

開 催 日：2022年12月16日（金）
場　　所：gallery de kasuga（東京都渋谷区神宮前5-6-5 Path表参道 A棟 1F）]
U　R　L：https://www.gallerydekasuga.com/ja/
時　　間：13:00 ～ 19:00
T　E　L：03-6427-7319

・問い合わせ / 株式会社 hide kasuga 1896
・担　　当 / 金子
・mail / pr@hk1896.com
・tel / 03-6432-9024

共同研究開発者

大谷 拓也
Takuya OTANI

早稲田大学　理工学術院総合研究所　次席研究員：大谷拓也

主な専門分野：メカトロニクス

研究内容：2足ヒューマノイド/農作業ロボット/ロボット操縦/ハプティクス/人体運動計測

高西 淳夫
Atsuo TAKANISHI

早稲田大学理工学術院 教授：高西 淳夫

役職：早稲田大学 理工学術院 教授/日本ロボット学会 フェロー/日本ロボット学会 会長(2015-2016)/ 福岡県半導体・デジタル産業振興会議 副会長/日本学術振興会 各種審査員/日本科学技術振興機構各種 審査委員/IEEE 各種委員会 委員/日本咀嚼学会 常任理事/日本IFToMM 会議実行委員会 委員長（2016-101）/日本機械学会 フェロー/一般社団法人ワークロイド・ユーザーズ協会会長（2021-現在）

研究内容：スポーツ・ヒューマノイド, 医療教育用ヒューマノイド, 農業用ロボット, 月面探査ロボット, 狭賄環境点検ロボット, 楽器演奏ヒューマノイドなど

早稲田大学発行プレスリリース
https://www.waseda.jp/top/news/84546

三井化学株式会社発行プレスリリース
https://jp.mitsuichemicals.com/jp/release/2022/2022_1027.htm

・画像手配リリース詳細及び当社の広報に関するお問い合わせ先・

・問い合わせ / 株式会社 hide kasuga 1896
・担　　当 / 金子
・mail / pr@hk1896.com
・tel / 03-6432-9024