

RCS代表：食品・環境化学系 藤木 一浩
共同研究者：食品・環境化学系 竹園 恵, 日下部 征信

【研究目的】

高強度・高耐熱性・高導電性を有する新しい低環境負荷型高分子ナノハイブリッド材料を合成します！

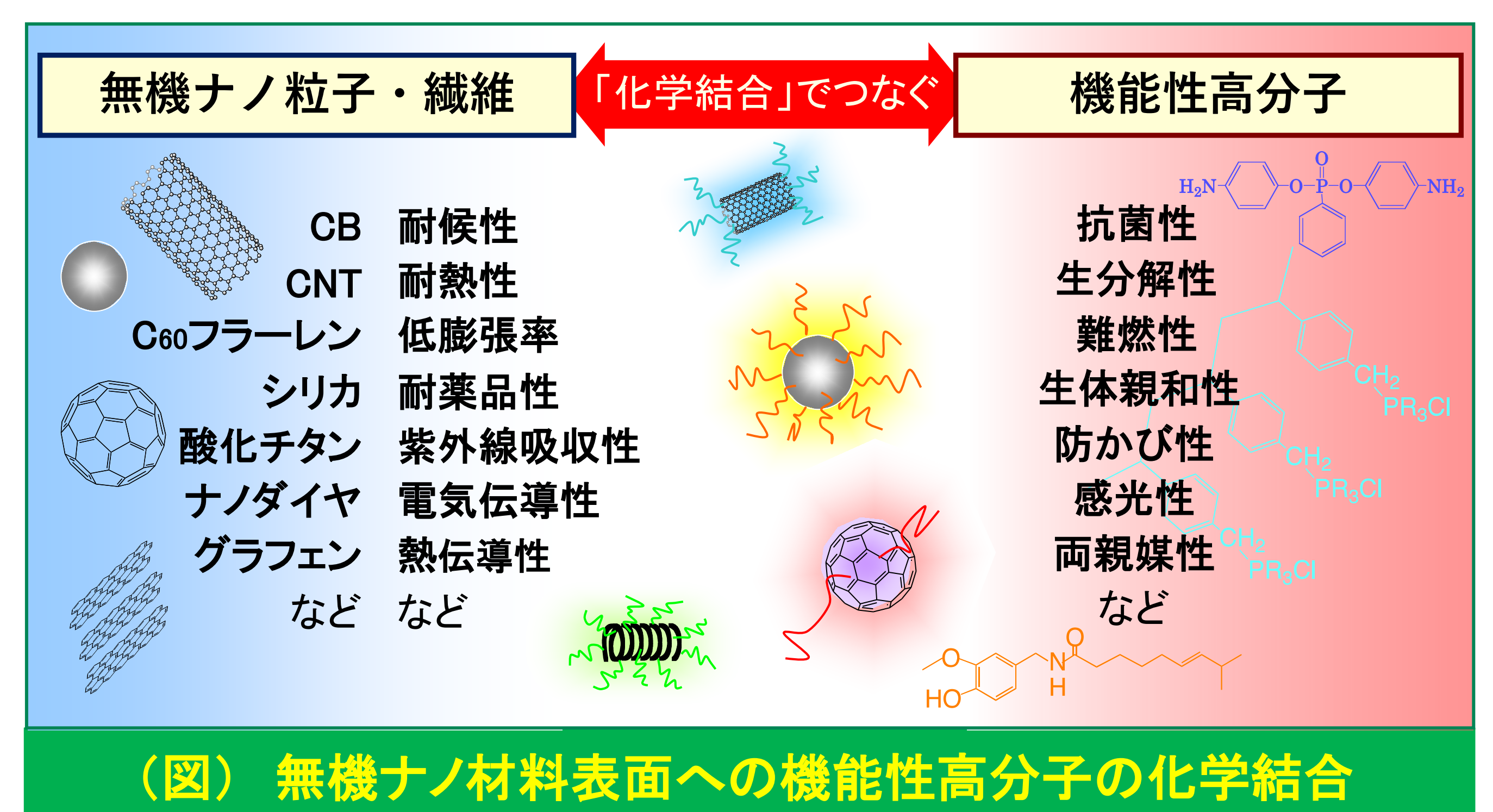
我が国の成長戦略の一つであるグリーントランスフォーメーション（GX）、すなわち脱炭素・環境負荷低減の取り組みへの寄与を目的に、生分解性高分子であるポリ乳酸やポリスチレン、ポリプロピレン等の既存の汎用高分子と、カーボンナノチューブ、グラフェン等の無機ナノカーボン材料との複合化により、ナノカーボン材料の耐熱性、導電性を活かした高強度で環境負荷の低い高分子ナノハイブリッド材料の合成を目指しています。

プラスチックに代表される高分子材料は様々な用途に利用されていますが、その多くが使用後も分解されずに環境中に残存し、さらには極小片となったマイクロプラスチックが河川や海洋中に滞留することから、その処理やリサイクルが課題となっています。この課題解決の材料の一つとして、微生物により水と二酸化炭素に分解される生分解性高分子の利用が期待されていますが、強度や耐熱性に劣るという欠点があり、普及が進んでいません。そこで、**ナノカーボン材料を高分子材料中に均一に分散させることにより、強度、耐熱性を改善し導電性を付与した、新しいナノカーボン／低環境負荷型高分子ナノハイブリッド材料を合成する**手法について検討しています。

【取組内容とこれまでの成果】

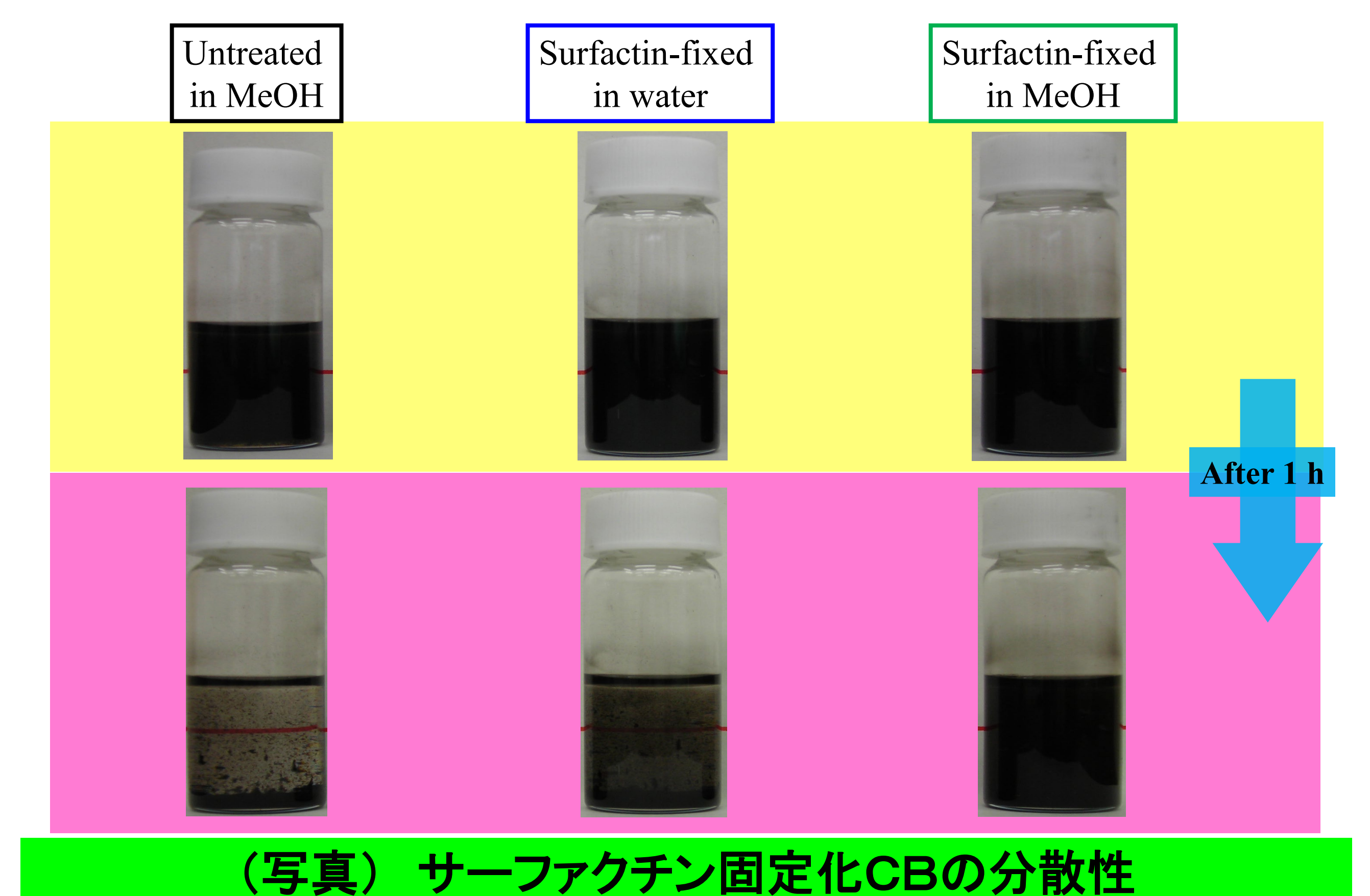
無機ナノカーボン材料の表面に高分子を化学結合して(高分子の毛を生やして)分散性を制御！

ナノカーボン材料は凝集力が強く、そのままの状態では材料中に均一に分散・充填させることは容易でなく、多大なエネルギーを必要とします。そこで、**ナノカーボン表面に高分子を化学結合する、すなわち高分子の毛を生やすと、凝集構造が崩壊して少ないエネルギーで均一に分散できるようになり、さらに高分子の持つ性質を新たに付与することもできます(図)**。従って、ナノカーボン材料の表面の性質を、結合させる高分子の性質に対応して、親水性から疎水性まで制御した世界に一つだけの材料を合成できます。そこで、ナノカーボンを充填・混合する相手の材料と同じ性質を有する表面を構築すれば、分散性を向上できます。



微生物が産出する界面活性成分を表面に化学結合した高分散性多用途充填材の開発！

これまでは、無機ナノカーボン材料を分散・充填させる材料や媒体の性質・構造に応じてナノカーボン表面の性質を決定する、いわゆるテイラーメイドな高分子の結合反応について検討してきました。2025年度からスタートした本研究では、様々な材料・媒体に低エネルギーで分散・充填可能なマルチユースで汎用性の高い表面の性質を持ったナノカーボン材料の合成に取り組んでいます。具体的には、**微生物が産出する天然の界面活性成分であるサーファクチンを表面に結合しました。その結果、水とメタノールという性質の異なる両方の溶媒に、良好に分散するカーボンブラック(CB)を合成できました(写真)**。現在、他の有機溶媒への分散性を評価している段階で、両親媒性表面の性質がどの程度かを明確にしていけます。



【今後の展開】

研究スタート後2年目となる2026年度は、主に以下の課題に取り組む予定です。

- 1) ナノカーボン材料表面へのサーファクチン固定化量の増加による分散性の向上
- 2) サーファクチンの大量合成法の確立

ナノカーボン材料表面へのサーファクチンの固定化量を増やす反応条件を検討し、より少ないエネルギーで均一分散できる多用途充填材を開発して、GXへの貢献を目指します。また、高価なサーファクチンを安価に安定して大量合成するための微生物の培養条件を確立して、コスト削減に取り組みます。

