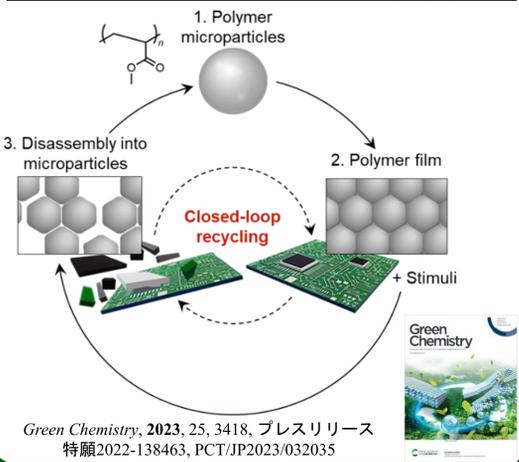


高分子微粒子による劣化しないマテリアルリサイクル

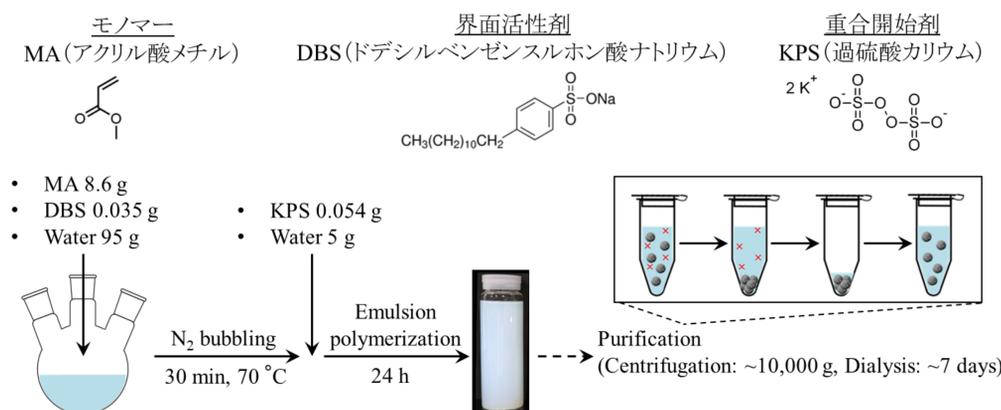
信州大学 繊維学部 鈴木 大介

「微粒子の循環」による資源循環

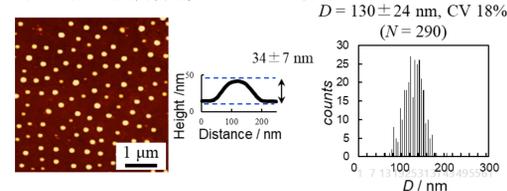


1. 高分子微粒子の合成・評価

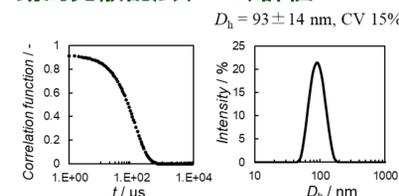
水系(ソープフリー)乳化重合により、サイズの揃った微粒子を合成



原子間力顕微鏡(AFM)観察

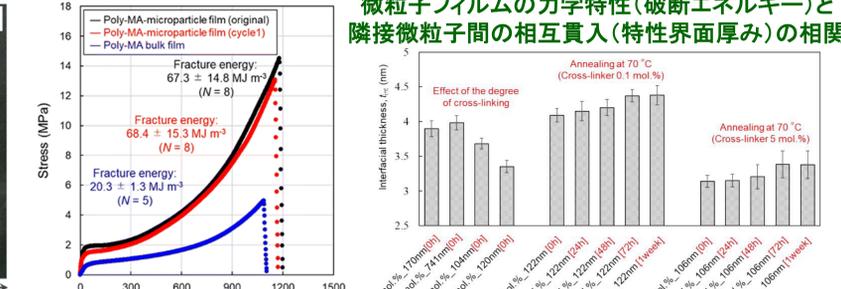
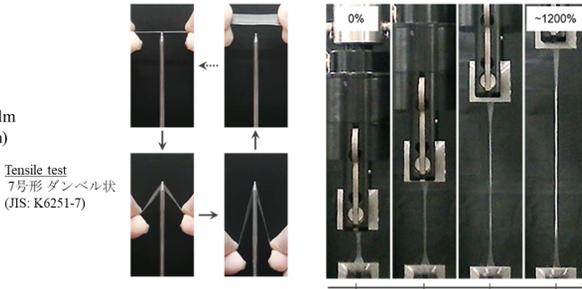
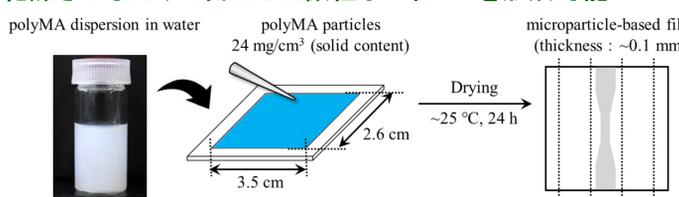


動的光散乱法(DLS)評価



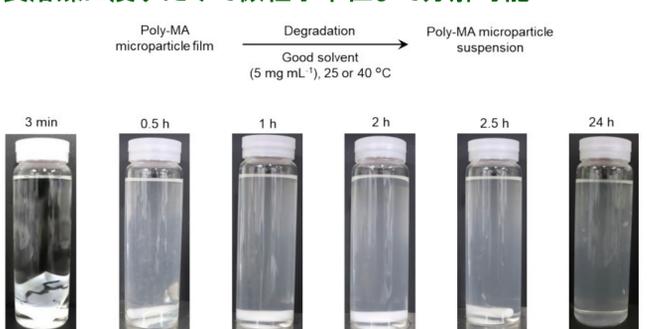
2. 微粒子フィルムの作製・力学特性評価

乾燥させるだけで自立した微粒子フィルムを形成可能

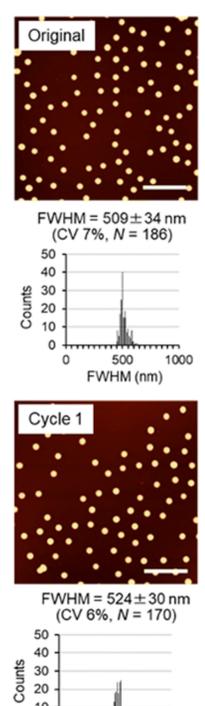


3. 微粒子フィルムの分解・再利用

良溶媒に浸すだけで微粒子単位まで分解可能

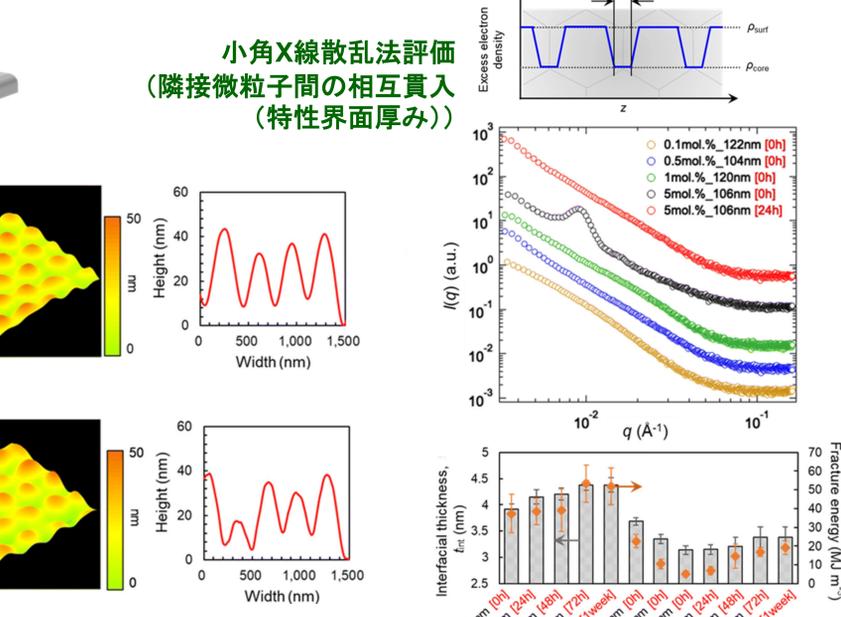
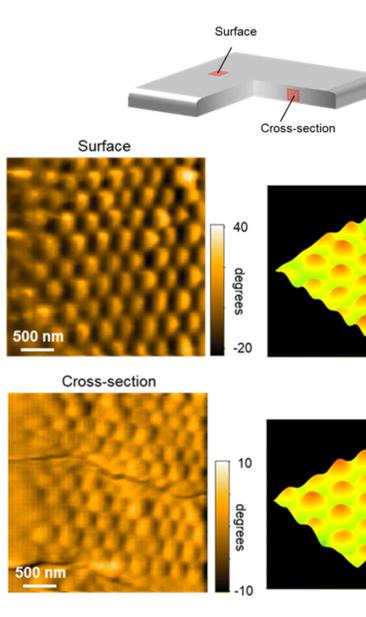


Code	Solvent	Sample (mg)	Degradation time (h)	Temperature (°C)	Yield (%)
Poly-MA micro-particle	DMF	570	0.5	25	79
(0.1mol.%_122nm)	DMF	572	1	25	83
	DMF	582	24	25	99
	DMF	497	24	25	99
(0.1mol.%_497nm)	DMF	549	24	25	82
(0.5mol.%_104nm)	DMF	506	24	25	94
(1mol.%_120nm)	DMF	501	24	25	97
(0.1mol.%_497nm)	solution of 80% (v/v) ethanol	1,213	24	40	97
(0.1mol.%_122nm)	solution of 80% (v/v) ethanol	1,675	24	40	99



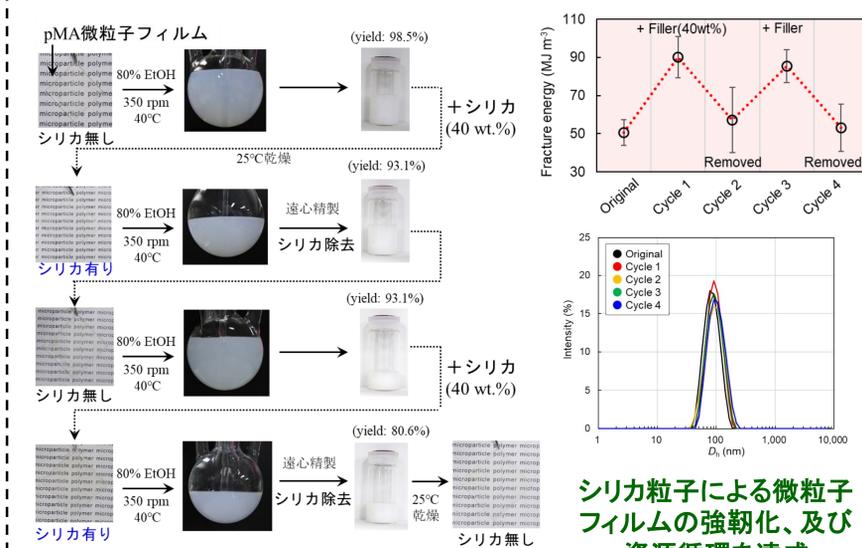
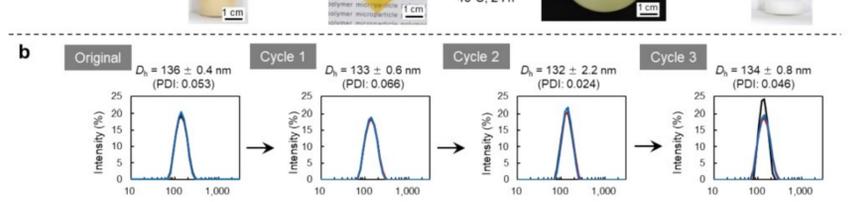
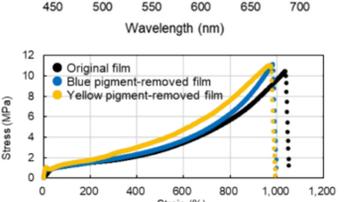
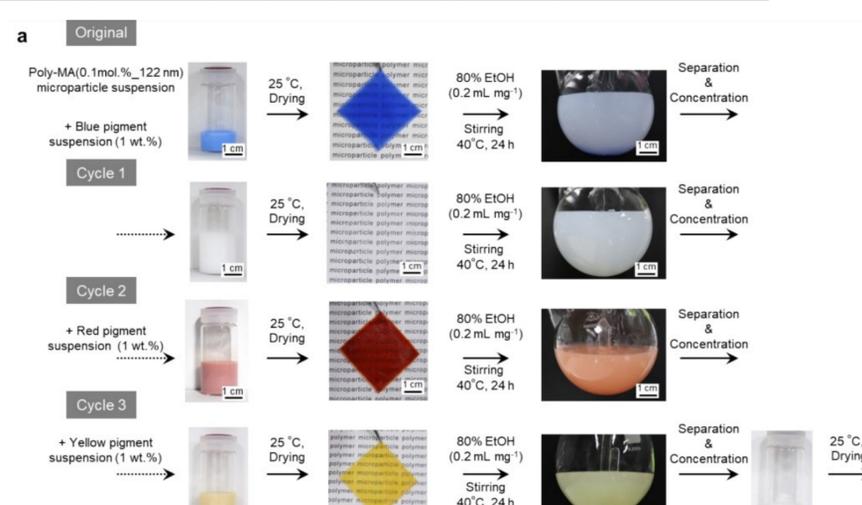
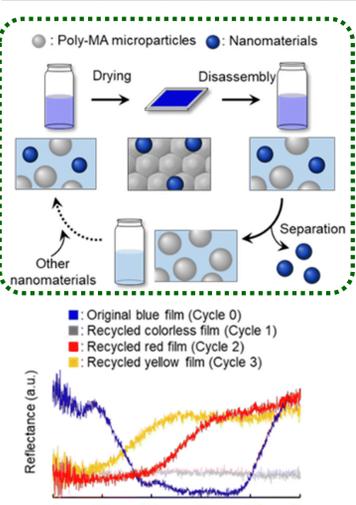
4. 微粒子フィルムのナノ構造評価：強靱化のメカニズム解明

高速原子間力顕微鏡観察(高い時空間分解のイメージング可能)



・粒子形状を残し、微粒子フィルムを形成
・粒子表面の高分子鎖が深く絡まり合うことが強靱化の要因の一つ

5. 高分子微粒子の循環を活用した資源 (例：顔料、無機フィラー)



	Fracture energy (MJ m ⁻³)	Young's modulus (MPa)	Fracture strain (%)	Fracture stress (MPa)
Original	50.6 ± 6.7	4.2 ± 0.4	1,171.9 ± 33.9	15.2 ± 1.8
Cycle1	90.1 ± 10.8	23.8 ± 5.6	975.0 ± 107.7	18.4 ± 1.2
Cycle2	57.1 ± 17.1	3.1 ± 1.5	1,065.0 ± 109.2	15.6 ± 3.9
Cycle3	85.4 ± 8.5	11.3 ± 2.3	957.5 ± 71.8	21.5 ± 1.4
Cycle4	53.0 ± 12.4	4.3 ± 1.5	1,128.6 ± 149.6	14.7 ± 1.0

・高分子微粒子から成るフィルムを形成することで、微粒子フィルムの強靱性と優れた分解性の両立が可能であることを発見。
・微粒子フィルムは、特別な化学反応を必要とせずに、溶媒に浸すだけで元の微粒子まで分解することができ、さらに繰り返し使用すること可能。微粒子を活用することで、品質劣化の無い理想的なクローズドループリサイクルを簡単に実現。