

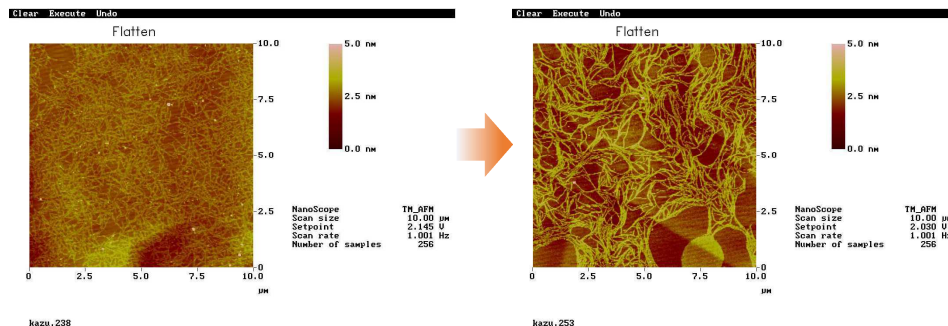
持続可能な未来を創る高分子材料科学： 私のこれまでとこれから

繊維学系 教授 山田和志

絹フィブロイン分子鎖の直視観察

原子間力顕微鏡（AFM）を使って、絹フィブロインの分子鎖レベルでの観察

→ 加熱またはメタノール処理によりアモルファス（非晶）からクリスタル（結晶）へのナノ構造変化の観察に成功



1. "AFM Observation of Silk Fibroin on Mica Substrates; Morphologies Reflecting the Secondary Structure", *K. Yamada, Y. Tsuboi, and A. Itaya, Thin Solid Films, Vol.440, 208-216, 2003.
2. "Laser Ablation of Silk Protein (Fibroin) Films", Y. Tsuboi, H. Adachi, K. Yamada, H. Miyasaka, and A. Itaya, Japanese Journal of Applied Physics, Vol.41, 4772-4779, 2002.
3. "Light Can Transform the Secondary Structure of Silk Protein" (Rapid Communication), Y. Tsuboi, T. Ikejiri, S. Shiga, K. Yamada, and A. Itaya, Applied Physics A, Vol.73, 637-640, 2001.

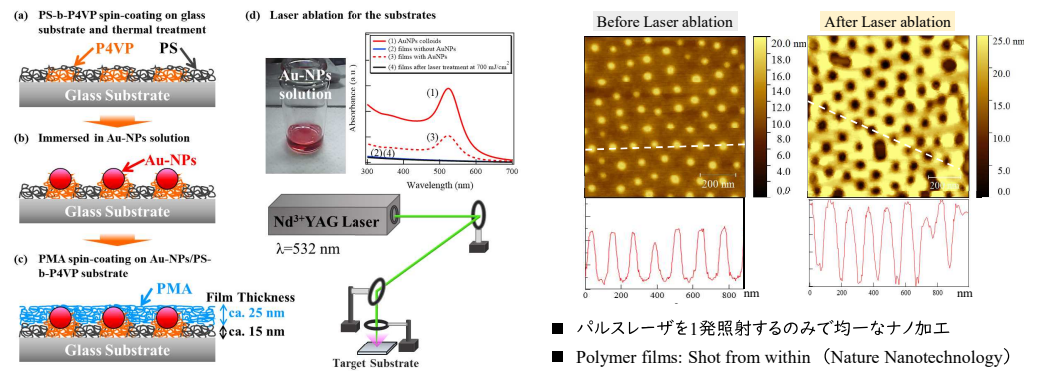
講演概略

高分子や繊維を基盤とした機能性材料の開発と評価を通じて、持続可能な社会の実現に向けた研究に取り組んできた。本講演では、これまでの研究の歩みを振り返るとともに、ナノ材料の設計から材料の劣化評価に至るまで、次世代の環境調和型材料の開発に向けた展望について紹介する。

1. 絹フィブロイン分子鎖の直視観察
2. 可視光レーザーアブレーション法によるポリマー薄膜のナノ加工
3. リサイクルPETボトルの高機能化
4. 回転遠心法による機能性ナノ多孔質ファイバー開発
5. パッケージングフィルムのヒートシール技術開発
6. 高分子材料の新規劣化評価法の開発
7. 今後の展望

可視光レーザーアブレーション法によるポリマー薄膜のナノ加工

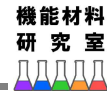
可視光レーザーを使って20nm以下サイズのナノ加工に成功。ナノ加工技術のブレイクスルーを提案。



- パルスレーザを1発照射するのみで均一なナノ加工
- Polymer films: Shot from within (Nature Nanotechnology)

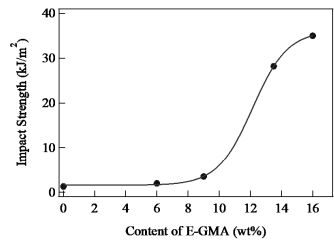
1. "Nanofabrication of high throughput 30 nm hole 2D arrays by a simple visible laser ablation technique", Kazushi Yamada*, Chieko Narita, Ramanujam Kumaresan, Takuya Shimohara, Mitsuhiro Terakawa, and Yasuyuki Tsuboi, Applied Surface Science, Vol.420, pp.868-872, 2017.
2. "Nanohole processing of polymer films based on the laser-induced superheating of Au nanoparticles", *Yamada, K., Itoh, T., Tsuboi, Y., Applied Physics Express, 1, 087001, 2008. **特許第4692897号**

リサイクルPETボトルの高機能化



ポリエステル (PET) 成形品の脆化 (割れやすさ) 抑制に成功

Improved impact resistance of RPET molded products

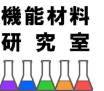


"Influence of the Reactive Processing of Recycled Poly(ethylene terephthalate)/Poly(ethylene-co-glycidyl methacrylate) Blends", Noriaki Kunimune, *Kazushi Yamada, Yew Wei Leong, Supaphorn Thumsorn, Hiroaki Hamada, Journal of Applied Polymer Science, Vol.120, pp.50-55 (2011).

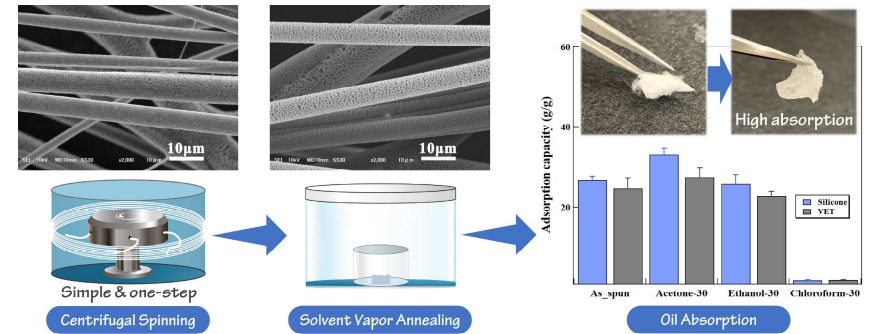
©Kazushi Yamada

5

回転遠心法による機能性ナノ多孔質ファイバー開発



低電力・短時間で大量にナノ多孔質ファイバーを作製できる技術を開発・保有



"Development of highly oil-absorbent poly(lactic acid) microfibers with a nanoporous structure via simple one-step centrifugal spinning", Linmei Zhang, Chieko Narita, Yuki Himeda, Hidekazu Honma, Kazushi Yamada*, *Separation and Purification Technology*, 282 (2022) 120156.

特許第7266270号

©Kazushi Yamada

6

パッケージングフィルムのヒートシール技術開発



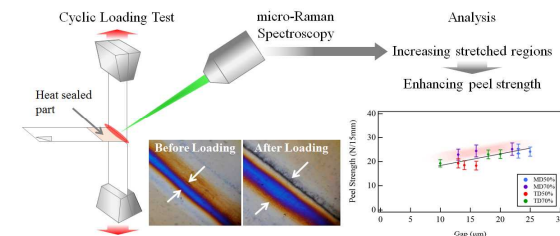
プラスチック包装は幅広く利用され、今や無くすことは不可能。

プラスチックフィルムの単層化、環境対応化、シール技術開発 (シール時間短縮、低温シール化、高剥離強度化)

ブレースルー技術の開発

低熱伝導材料を用いたヒートシール装置
特開2023-180285 (特願2022-093429)

スナック菓子袋のシール例



- 単層延伸フィルム (ポリプロピレン、ポリエステル、ナイロン) 同士の溶着に成功
- 化学試薬フリー、シール層フリーかつ、従来の100分の1程度のエネルギーで迅速にシールできる技術を開発・保有

©Kazushi Yamada

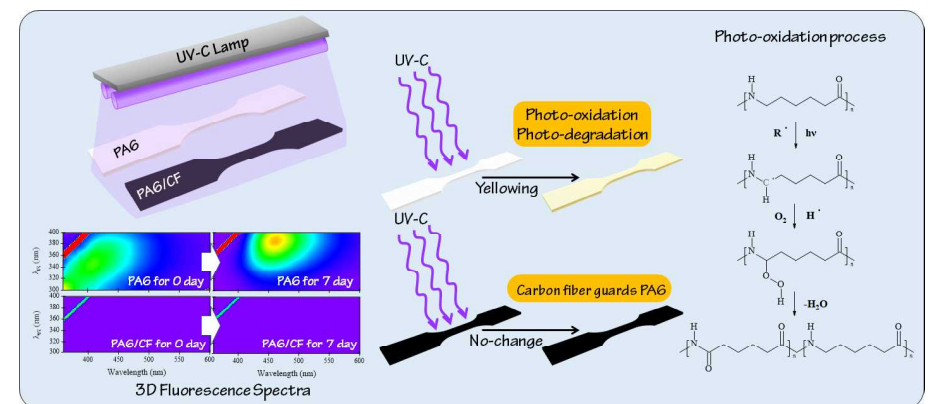
7

高分子材料の新規劣化評価法の開発



従来法: 切削や加熱、前処理が必要

蛍光分光法: 非破壊・非接触・前処理不要



©Kazushi Yamada

8

素材を知り、素材と生きる。

- 自然に学び、分子を編み、機能を創る。
- 光・熱・時間——環境との対話から、材料の未来を描く。
- 循環可能で応答性のある素材が、社会のかたちを変える。
- 次世代材料科学のあり方を再構築し、社会と科学をつなぐ“材料設計”に挑む。

