

# 触媒アシスト加熱延伸処理によるカーボンナノチューブ紡績糸の高強度化

## Strengthening of carbon nanotube yarn by catalytic-assisted and tensile loaded

### Joule-annealing treatment

岡大院自然<sup>1</sup>, 筑波大数理<sup>2</sup>, トヨタ自動車<sup>3</sup> °(D)井上寛隆<sup>1</sup>, 中川智広<sup>1</sup>, 前谷光顕<sup>1</sup>, 那須郷平<sup>1</sup>,

鈴木弘朗<sup>1</sup>, 西川亘<sup>1</sup>, 山下善文<sup>1</sup>, 羽田真毅<sup>2</sup>, 高橋和彦<sup>3</sup>, 林靖彦<sup>1</sup>

Okayama Univ.<sup>1</sup>, Univ. Tsukuba<sup>2</sup>, Toyota Motor Corporation<sup>3</sup>, °Hiroataka Inoue<sup>1</sup>,

Tomohiro Nakagawa<sup>1</sup>, Mitsuaki Maetani<sup>1</sup>, Kyohei Nasu<sup>1</sup>, Hiroo Suzuki<sup>1</sup>, Takeshi Nishikawa<sup>1</sup>,

Yoshifumi Yamashita<sup>1</sup>, Masaki Hada<sup>2</sup>, Kazuhiko Takahashi<sup>3</sup>, Yasuhiko Hayashi<sup>1</sup>

E-mail: [hayashi.yasuhiko@okayama-u.ac.jp](mailto:hayashi.yasuhiko@okayama-u.ac.jp)

高強度なカーボンナノチューブ(CNT)を配向性良く揃えた繊維, CNT 紡績糸は, 構成材料である CNT の優れたポテンシャルを引き出すバルクスケール化手法を開発することにより, 高強度・高導電性, 高熱伝導性を兼ね備えたバルク線材となることが期待される. 我々は, 2020 年の春季応用物理学会にて, CNT 紡績糸への張力を伴う連続的な通電加熱処理が高結晶化および高強度化に有効であることを示した[1]. 本研究では, 通電加熱による欠陥修復に加え, 通常加熱処理では修復しきれない大きなキックの修復や, CNT 間の結合形成が引き起こされることを期待し, 炭素の取り込みおよび再構成が可能な鉄を CNT 紡績糸中に微量添加し, この鉄が CNT 紡績糸の高強度化に寄与するかを調査した.

まず 2~5 層 CNT からなる紡績可能な CNT アレイを化学気相成長法により合成した[2]. その後, 真空蒸着により CNT アレイ上部に鉄を 10 nm 堆積させた. その CNT アレイより引き出した紡績糸を, Fig. 1 のセットアップ (電極間距離: 10 mm) を用いて, アルゴン雰囲気下で張力を掛けながら連続的に通電加熱した. Fig. 2 に, 通電加熱時の鉄添加の有無による CNT 紡績糸の機械強度の変化を示す. ここで, 通電加熱条件は温度 2700 K, 張力 300 MPa, 加熱時間 1 秒に固定した. 加熱前の CNT 紡績糸の引張破断強度は鉄触媒の有無に関わらずほぼ同値であるが, 加熱後の強度は鉄を添加した試料が 30%程度高い値となった. 発表では, 先に挙げたような構造変化に違いが見られるか確認するための透過型顕微鏡観察結果, ラマン測定結果等を踏まえた考察について議論する.

[1] 井上寛隆 他, 2020 年 第 67 回 応用物理学会春季学術講演会, No.15p-A403-3.

[2] H. Inoue *et al.*, *Carbon* **158**, 662 (2020).

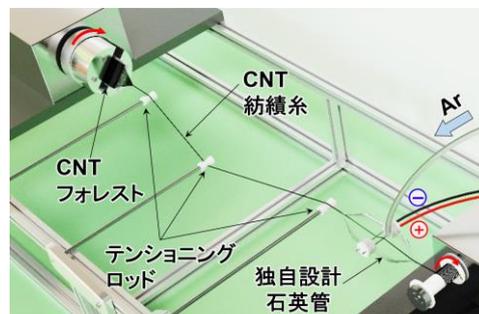


Fig. 1 The setup of continuous Joule-heating treatment to the CNT yarn.

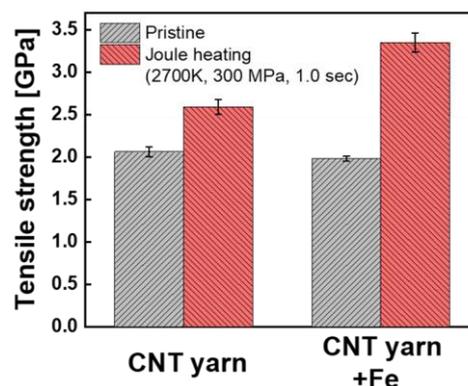


Fig. 2 Mechanical properties of Joule-heated CNT yarns with and without iron deposition