

## 高速層流を用いた CNT 連続合成における成長様式

### Growth mode in continuous CNT synthesis using a gas laminar flow

筑波大数理<sup>1</sup>, 住友電工<sup>2</sup>, 高度情報科学技術研究機構<sup>3</sup> ○岸部 義也<sup>1</sup>, 松尾 奏<sup>1</sup>,  
渡邊 健太郎<sup>1</sup>, 菊池 優<sup>1</sup>, 藤森 利彦<sup>2</sup>, 日方 威<sup>2</sup>, 大久保 総一郎<sup>2</sup>, 山中 綾香<sup>3</sup>,  
手島 正吾<sup>3</sup>, 増田 秀樹<sup>1</sup>, 伊藤 良一<sup>1</sup>, 藤田 淳一<sup>1</sup>

Univ. of Tsukuba<sup>1</sup>, Sumitomo Electric Industries, Ltd.<sup>2</sup>, Research Organization for Information  
Science & Technology<sup>3</sup> ○Yoshiya Kishibe<sup>1</sup>, Kanade Matsuo<sup>1</sup>, Kentaro Watanabe<sup>1</sup>,  
Yu Kikuchi<sup>1</sup>, Toshihiko Fujimori<sup>2</sup>, Takeshi Hikata<sup>2</sup>, Soichiro Okubo<sup>2</sup>, Ayaka Yamanaka<sup>3</sup>,  
Syogo Tejima<sup>3</sup>, Hideki Masuda<sup>1</sup>, Yoshikazu Ito<sup>1</sup>, Jun-ichi Fujita<sup>1</sup>

E-mail: s1610983@u.tsukuba.ac.jp

我々は長尺(数 cm)かつ高品位な CNT の連続的な合成手法として、水素を主体とした高速ガス層流中へのフェロセンミスト噴霧型の CVD 合成法を報告してきた。石英反応炉内下流側に CNT 捕獲用ハニカムを設置すると、その後端から高品位な CNT が線維状に伸長する。しかしそのハニカム内部での CNT の成長機構は明確でなかった。そこで本研究ではハニカム内部の CNT 成長を解析することでその成長メカニズムの検討を行った。

原料、触媒としてフェロセンチオフェンのエタノール溶液をミスト化して CVD 合成を実行した(Fig. 1(a))。設置したハニカムの矩形孔はおおよそ 2mm 程度であり、ここに短冊形の Si 酸化膜基板を挿入して(Fig. 1(d))、CNT を捕集した。ミストの噴霧時間を 100ms 程度の極めて短時間に設定し、CNT の成長密度を抑制することで、CNT の付着領域と CNT 線維の成長過程のガス流量依存性、ミスト量依存性、基板依存性を SEM/TEM 観察と Raman マップを用いて調べた。水素ガス流中でのハニカム内部の温度分布を Fig. 1(b)に、基板上的 CNT の G ピークの分布を Fig. 1(c)に示す。細孔内部の温度分布はガス流量に依存して変化するものの、CNT はハニカム内部の温度が 1050°C 付近の領域から付着し、集合線(Fig. 1(e))に成長することが分かった。つまり、ハニカム内部では高速層流によって CNT 同士が自己集合化してバンドルを形成し、ハニカム後端からは CNT 線維が伸びていくと考えられる。

謝辞：本研究成果は、NEDO エネルギー・環境新技術先導研究プログラム「革新的次世代軽量高強度構造材の研究開発」の支援によって実施したものである。

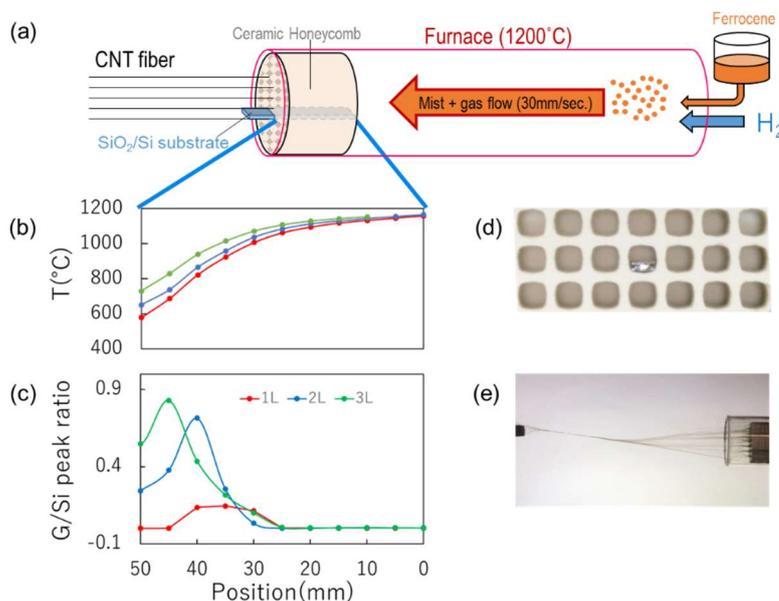


Figure 1 (a) Schematics of the CVD system. (b) Temperature distribution at each hydrogen flow rate (1L/min, 2L/min, and 3L/min), and (c) G/Si ratio dependence on the honeycomb position. (d) Image of substrate inside the honeycomb hall, and (e) Image of CNT fiber.