

早稲田大学、14cmと世界一長尺なカーボンナノチューブフォレストの成長に成功

早稲田大学理工学術院総合研究所の杉目 恒志（すぎめ ひさし）次席研究員は、静岡大学工学部電子物質科学科井上研究室と共同で、カーボンナノチューブ（以下、CNT）の新たな成長方法を開発し、従来最長の2cmを7倍長くした14cmのCNTフォレストの成長に成功しました。CNTは軽量で強靱でありながら高い電気伝導性や熱伝導性を持つ素材として、様々な応用が期待されています。枯渴の心配がない炭素で高機能な素材やデバイスが実現できれば、持続可能な社会を実現する技術開発につながります。しかしCNTの長尺化は難しく、その理由の一つとして、成長中の触媒の構造変化によって、速い成長速度と長い触媒寿命の両立が困難であることが分かっていました。

今回の研究では、CNT フォレストの成長中に起こる触媒の構造変化を止めることで、長尺な CNT を成長させることを目指し、新たな成長方法の開発を目的として検討を行いました。その結果、ガス中に鉄(Fe)とアルミニウム(Al)の原料を微量に添加することで、触媒の構造変化が遅くなり 26 時間で 14cm の CNT フォレストの成長に成功しました。(図1)

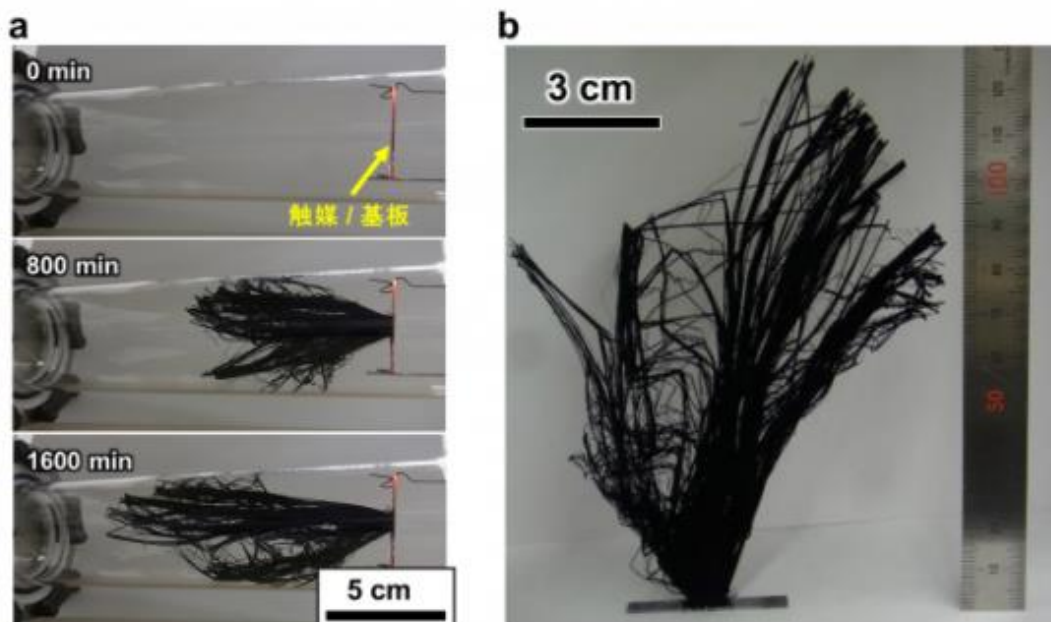


図 1. (a) 成長中の CNT の様子 (b) 32 時間成長後の CNT フォレストの写真

新しく開発した手法

今回、CNT を成長させる通常の CVD 法に、有機金属であるフェロセンを鉄(Fe)の原料、アルミニウムイソプロポキシドをアルミニウム(Al)の原料として、室温にて極微量で供給する新たな手法を開発しました。この手法を近年開発されたガドリニウム(Gd)添加触媒(Fe/Gd/Al₂O_x)と組み合わせることで、CNT フォレストの速い成長速度と長い成長寿命を両立させました。また従来多く用いられているホットウォール型の装置ではなく、筆者らが開発したオリジナルのコールドガス化学気相成長(CVD)法を用いることで、CNT 上に堆積する不純物を最小限にし、純度の高い CNT の成長を可能にしました。成長条件の詳細な検討から、Fe 原料は Fe 触媒が下地に拡散しなくなる現象を防ぎ、また Al 原料は触媒の横方向の構造変化を防いでいることが示唆されました。これらの原料を供給しなかった場合は成長が 1 時間程度で止まってしまうのに対し、供給した場合は成長が 26 時間程度持続しました。(図2)

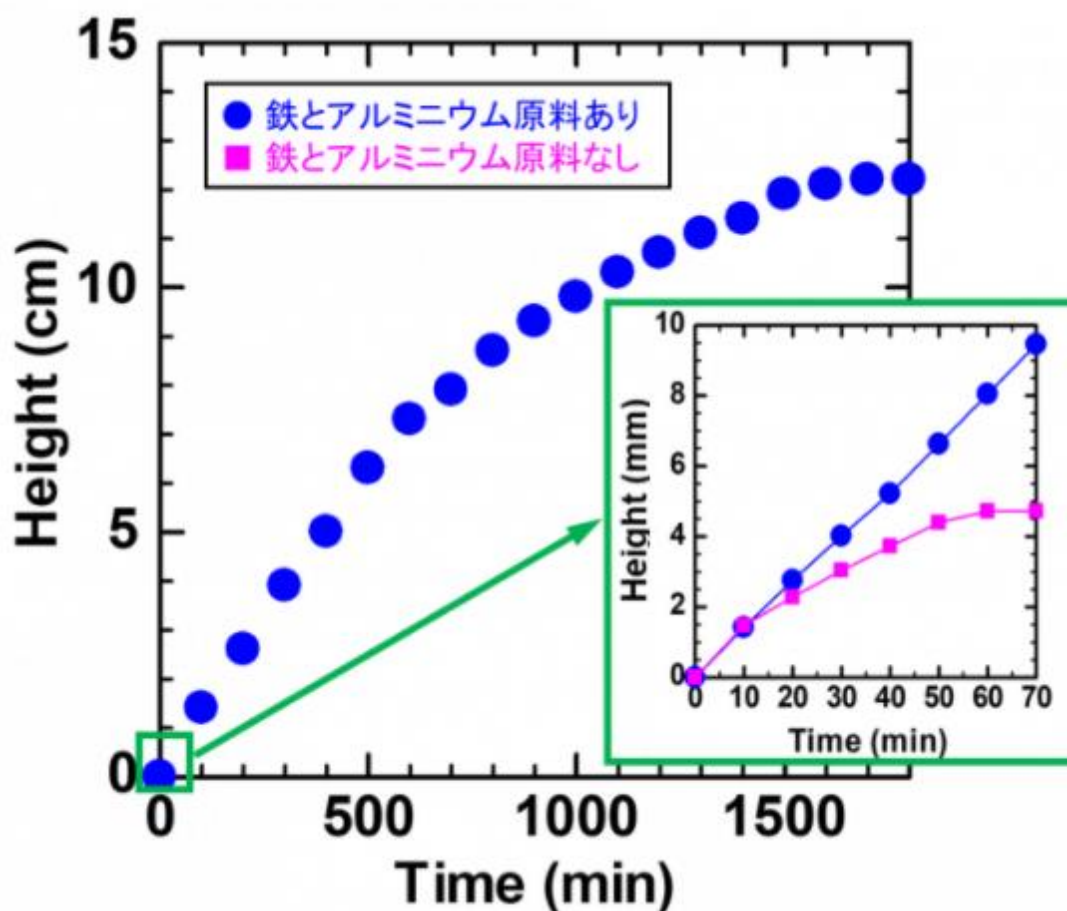


図 2. ガス中に鉄とアルミニウム原料を入れた場合と入れない場合の CNT フォレストの成長曲線の比較

【論文情報】

タイトル : Ultra-long carbon nanotube forest via in situ supplements of iron and aluminum vapor sources

雑誌 : Carbon

DOI : <https://doi.org/10.1016/j.carbon.2020.10.066>

研究成果発表資料

<https://www.waseda.jp/top/news/70601>

編訳 JST 客観日本編集部