

# 太陽熱温水器を目指した CNT 塗布膜の光学特性

## Optical properties of CNT coatings for solar water heater

1200051 岸見 泰晟 (先進エネルギーナノ材料研究室)  
(指導教員 古田 寛 教授)

### 1. 背景・目的

福島復興やパリ協定を踏まえた地球温暖化対策・エネルギー政策が、経済産業省から報告される。持続可能な社会実現への分散型エネルギーのインフラとして、本研究では都市・中山間地域・宇宙といった場所を問わないエネルギー供給源である太陽光・熱を利用した太陽熱温水器に着目した。世帯で消費されるエネルギー消費量の50%以上は暖房・給湯が占める[1]。太陽熱で賄うことによって一次エネルギー源である化石燃料の消費量削減が見込める。

可視光の99.9%以上を吸収する材料である Vantablack[2]や国立研究開発法人産業技術総合研究所の報告[3]等、CNT 垂直配向体や素材の工夫による高光吸収率の報告があれども、液状 (CNT 水平配向体) については数が乏しい。CNT 水平配向体である MWNT 分散液を用いて CNT 垂直配向体同様に高光吸収率の報告が出来れば、従来の太陽エネルギー利用や光センサー、熱放射体、映像用カメラ内部の乱反防止用途等の幅広い応用にさらに拍車を掛けられることが見込める。

本研究の目的は、太陽光蓄熱デバイスの製作につながる材料を紫外域～可視光域～近赤外域で熱吸収特性・光学特性評価から明らかにすることとした。太陽熱温水器の集熱部に利用すると仮定した CNT 塗布膜について、光学特性とランプ照射下における基板温度上昇・基板下水温温度上昇を調査・評価した。そして、限界集落におけるエネルギーインフラを足掛かりとした地域振興と国民の認知・理解度の向上、業界の活性化を目指す。

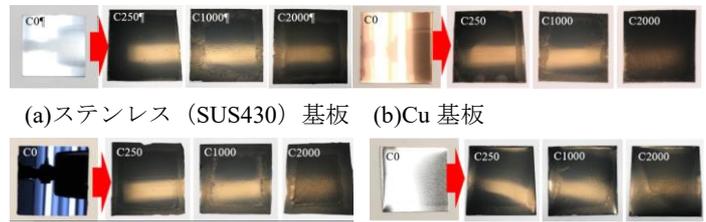
### 2. 実験装置と分析方法

ランプ加熱装置において、ハロゲンランプ (スライダック電源: 30V 設定) による局所加熱によって熱電対で試料の温度を10分間 (0.25秒間隔) 測定した。また、2つの熱電対で水 (74.6g) の温度を10分間 (1分間隔) 測定した。

分光光度計 [U-3900]において、φ60 積分球付属装置によって、測定波長範囲 200nm~900nm の拡散反射・全反射における反射率を測定した。

### 3. MWNT 分散液塗布基板作製

MWNT 分散液 (CNT 含有率: 5wt%) を株式会社光製 60×60×1.0mm (W×D×H) のステンレス (SUS430) 基板 (重さ: 27.37g)・Cu (銅) 基板 (重さ: 31.45g)・Al (アルミ) 基板 (重さ: 9.95g) と 60×60×0.725±0.025mm (W×D×H) の熱酸化 Si (th-SiO<sub>2</sub>) 基板 (重さ: 6.06g) の4種類に塗布していない基板 (Condition0 = C0)・CNT 溶液 250μL を塗布した基板 (C250)・CNT 溶液 1000μL を塗布した基板 (C1000)・CNT 溶液 2000μL を塗布した基板 (C2000) の4種類を作製した。製作した基板を図3-1(a)ステンレス (SUS430) 基板、(b)Cu 基板、(c)熱酸化 Si 基板 (d)Al 基板として示す。左から塗布していない基板 (C0)・CNT 溶液 250μL を塗布した基板 (C250)・CNT 溶液 1000μL を塗布した基板 (C1000)・CNT 溶液 2000μL を塗布した基板 (C2000) を示す。4つの基板に共通して、コンパクト型ツイン蛍光灯の形・明かりが、塗布量を増やす程、目視で暗く霞んで見え、目視により光を吸収・透過を評価できることがわかった。蛍光灯の形・明かりが見えやすい順は、Cu 基板>熱酸化 Si 基板>ステンレス (SUS430) 基板>Al 基板の結果となった。試料の特徴として、自然乾燥をすることで塗布した試料全てに共通して端部数mm~数十mm と中心部で塗布膜の厚さが均一な領域ができる事が分かった。



(a)ステンレス (SUS430) 基板 (b)Cu 基板



(c)熱酸化 Si 基板 (d)Al 基板

図3-1 CNT 塗布量(250, 1000, 2000 μL)を塗布後の基板外観写真

続いて、CNT 溶液 2000μL を塗布した Cu 基板における基板温度・水温変化を図3-2,3-3として示す。加えて、全反射の反射率を図3-4として示す。4つの各基板に4種類の塗布量を施したとき、波長850nmにおける反射率が一番低い且つ10分間における水温上昇値が2番目に高い基板が塗布液を2000μL塗布したCu基板であった。

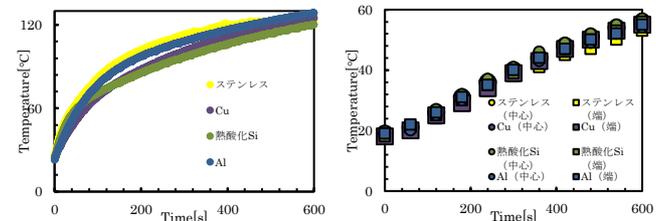


図3-2 (左) 2000μL 塗布した基板の基板温度変化

図3-3 (右) 2000μL 塗布した基板を用いて加熱した水の温度変化

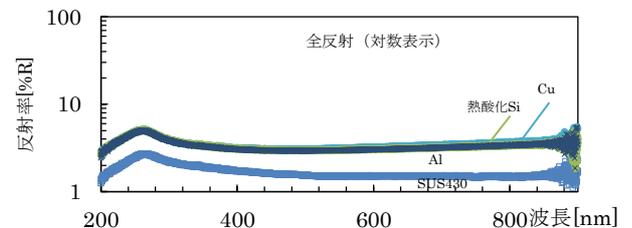


図3-3 CNT 塗布液を2000μL塗布したCu基板の全反射率

### 4. 考察・まとめ

850nmにおける反射率と水温の関係から反射率が低い程、水温が高いことが観測出来た。また、太陽熱温水器集熱部として効果的な素材はSUS430, Al, Cuを比較しCuと結論した。

### 参考文献

[1] 経済産業省資源エネルギー庁, “部門別エネルギー消費の動向”  
<https://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2013html/2-1-2.html>, 2020.01.06 閲覧

[2] Vantablack: U.K. Firm Shows Off 'World's Darkest Material'  
<https://www.nbcnews.com/science/science-news/vantablack-u-k-firm-shows-worlds-darkestmaterial-n155581>, 2020.02.03 閲覧

[3] 全ての光を吸収する究極の暗黒シート | 国立研究開発法人産業技術総合研究所  
[https://www.aist.go.jp/aist\\_j/press\\_release/pr2019/pr20190424/pr20190424.html](https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2019/pr20190424/pr20190424.html), 2020.01.31 閲覧