

カーボンナノチューブバルーン浮揚体の放射伝熱シミュレーション及び浮揚特性の改善 Radiative heating simulation of CNT balloons for improvement of the levitation

東理大¹, 産総研²

○(B)高橋 一希¹, (M1)小林 大起¹, (B)山崎 湧太¹, (B)三井 拓樹¹, 藤井 俊治郎², 生野 孝^{1*}

Tokyo Univ. of Science¹, AIST²

○K. Takahashi¹, D. Kobayashi¹, Y. Yamasaki¹, H. Mitsui¹, S. Fujii², T. Ikuno^{1,*}

E-mail: tikuno@rs.tus.ac.jp

近年, 防犯や子供・高齢者のみまもりや, 難環境の監視等を目的とした屋内用監視素子の需要が増加している[1]. 従来の監視素子は, 有翼の UAV(Unmanned Aerial Vehicle)が主流だが, 翼による騒音や風の発生, 落下時の危険性, 短い動作時間などの課題があり, 屋内用監視素子には不向きである. したがって, 屋内用監視素子の新型プラットフォームとして無音・無風で動作可能な浮揚体の実現が期待されている.

我々は翼を持たないバルーン型浮揚体に着目し, 超軽量性・高耐熱性・高電磁波吸収性を持つカーボンナノチューブ(CNT)と高強度性を持つセルロースナノファイバー(CeNF)を用いたバルーン型浮揚体(CNTバルーン)を作製した. CNTバルーンは光照射により高さ20cmで10秒間の浮揚に成功した[2]. しかし, CNTバルーンの詳細な浮揚メカニズムは分かっておらず, また, 浮揚時間及び高度が不十分という課題がある.

そこで本研究では, 有限要素法による放射伝熱シミュレーションを行い, 浮揚メカニズムの解明を目指した. また, CNTバルーンの構成材料[3]を変えることで浮揚特性の改善を行った.

図(a)に示すモデルを設計し, 輻射熱による温度変化を計算した. その結果, CNT自立膜は0.4秒以下で200°C以上に加熱され, 熱伝導により内部空気を10秒以下で加熱することを見出した(図(b)).

更なる浮揚特性向上を目指し, CNTバルーンを構成するCNT自立膜を改良(膜厚約5.4 μm, 面密度0.56 mg/cm²)したところ, CNTバルーンは浮揚高度30cm以上, 20秒以上浮揚状態を保持し, 10回以上反復浮揚することを確認した.

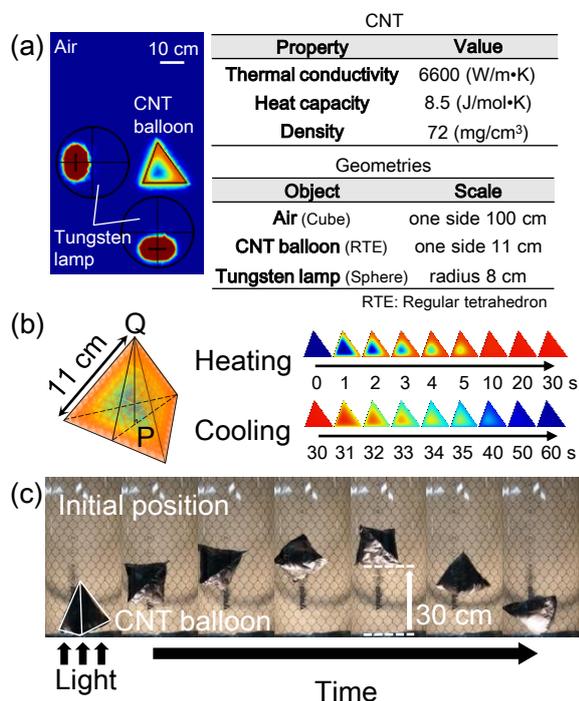


Fig. (a) Simulation model of radiative heating. (b) Simulation result: spatial temperature distribution of the CNT balloon when heating and cooling processes. (c) Levitation of the CNT balloon composed of newly developed CNT films.

[1] D. Floreano *et al. Nature* 521(2015)460., [2] 小林ら, 第78回応用物理学会 秋季学術講演会 (5p-PA1-21), [3] T. Ikuno *et al. Appl. Phys. Exp.* 8(2015)115101.