

# 1 P14

演 題	亀甲金網を用いたカーボンナノチューブ模型 Carbon Nano-Tube Models using Hexagonal Wire Netting	
発 表 者 ( 所 属 )	○長尾輝夫、阿部英太郎、石井孔明 ( 函館高専 )	
連 絡 先	〒042-8501 函館市戸倉町 14-1 函館工業高等専門学校 物質工学科 TEL & FAX 0138-59-6466 E-mail: nagao@hakodate-ct.ac.jp	
キ ー ワ ー ド	亀甲金網、カーボンナノチューブ、分子模型	
開 発 意 図 適 用 分 野 期 待 効 果 特 徴 な ど	最近、注目されているカーボンナノチューブのアームチェア型、ジグザグ型、キラル型や先端の閉じた構造模型などを身近な金物屋などで入手できる亀甲 (きっこう) 金網 (JIS G 3554) を用いて製作する。網目を六員環と見立てた簡易模型で、教材として教育効果が期待できる。	
環 境	適 応 機 種 名	特に、指定せず
	O S 名	〃
	ソ ー ス 言 語	
	周 辺 機 器	
流 通 形 態 ( 右 の い ず れ か に ○ を つ け て く だ さ い )	・日本コンピュータ化学会の無償利用ソフトとする ・独自に頒布する ・ソフトハウス、出版社等から市販 ・ソフトの頒布は行なわない ・その他 ○未定	具 体 的 方 法

## 1. はじめに

一般に、学習者が様々な物質の構造を理解する上で、実体模型に接することは有用であり、さらに、自ら実際に組み立て、製作してみることはより深い理解が得られる。

市販品もあるが、[1] 複雑な構造の模型の場合、比較的高価になり、容易には利用できない。

最近、注目されているカーボンナノチューブ (CNT) を対象とした模型製作の場合、原子数も多く、市販模型での製作は難しい。一方、ワイヤー模型を想定したペーパークラフトによるカーボンナノチューブ・ナノホーン・ナノコイルなどの製作例がWEB上で紹介され、その型紙の提供によって、製作の容易さは一段と優れている。[2, 3]

本発表では、これらと異なり、身近な金物屋やDIYショップで、入手できる亀甲金網 (JIS G 3554) を用い、網目を六員環と見立てたワイヤー模型の簡易模型で、ペーパークラフトと同様に比較的容易に製作でき、カーボンナノチューブの教材として教育効果が期待できる。アームチェア型、ジグザグ型、キラル型や先端の閉じた構造模型などカーボンナノチューブの様々な構造の再現を試みる。

# 1 P14

## 2. カーボンナノチューブの構造 [2, 3, 4]

カーボンナノチューブは、基本的にグラファイトのシート (graphene sheet) を円筒状にまるめた形で出来ている。

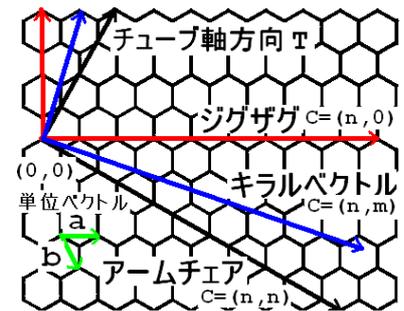
分子構造は六員環の並び方により、次の3通りに分類される。

① アームチェア (Armchair) 型 ② ジグザク (Zigzag) 型

③ キラル (Chiral) 型、 一般に、CNTの形状を表すために

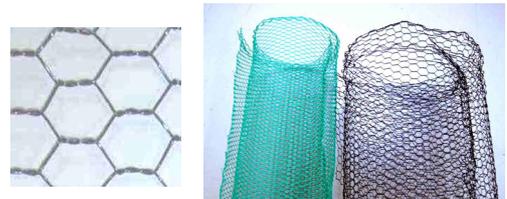
ベクトル図 (展開図) が用いられる。キラルベクトル:  $C = n a + m b$

と垂直な並進ベクトル  $T$  (チューブ軸方向) で表される。  $a$ 、  $b$  は単位ベクトルで、キラルベクトルの成分は  $(n, m)$  である。アームチェア型は  $(n,n)$ 、ジグザク型は  $(n,0)$ 、キラル型は  $(n,m)$  となる。



## 3. 製作方法

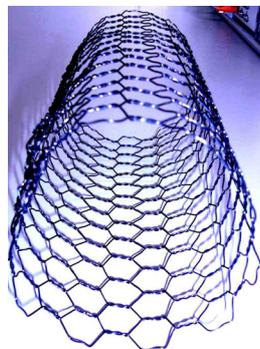
a) 材料: 市販の亀甲 (きっこう) 金網は JIS G 3554 規格されて、右図のように線を捻り合わせて六角形の網目を形成し、ビニール被覆線、亜鉛めっき鉄線などがある。



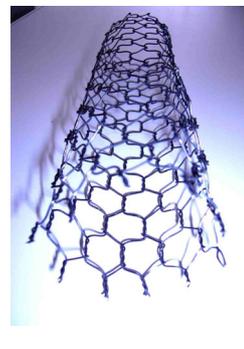
b) 方法: 文献[2]や[3]のようにナノチューブのペーパークラフト用型紙が提供されているので参考になった。また、文献[4]の丸山氏の「ナノチューブ座標生成プログラム+可視化プログラム」も設計する上で参考になった。筒形に巻いて重なった部分は、切り屑の被覆線で止めた。

## 4. 結果と考察

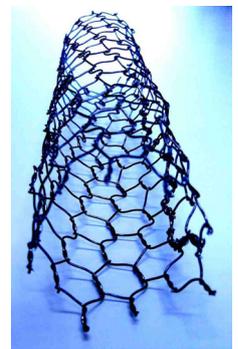
基本的な3つの構造について、作成してみた。アームチェア型は金網の捻り合わせ部分を利用することで容易に作成でき、ジグザク型は次に比較的容易であったが、キラル型は、円筒状に巻くことや重なり部分の止め操作において、最も難しかった。先端の閉じた構造は5員環を含むため重なり部分の止め操作が難しいこと。また、カットした金網のエッジ部分もカットの仕方により、バラバラになるので、捻じり部分はしっかりと締めておく必要がある。単層 CNT (SWCNT) のみでなく、多層 CNT (MWCNT) も製作可能と思われるが、同心円状の CNT をいかに層間隔を保持するか工夫が必要である。製作結果から、金網の網目は6員環としていびつな所も



(10,10)アームチェア型



(10,0)ジグザク型



(10,5)キラル型

見られるが、亀甲金網のカーボンナノチューブ模型は、自作形教材として、十分に有効と思われる。

## 参考文献

- [1] TALOU CO., LTD : <http://www.talous-world.com/>
- [2] 三重大学工学部電気電子工学科 齋藤弥八グループ : <http://www.elec.mie-u.ac.jp/em/saito/model.html>
- [3] 豊橋技術科大学電気・電子工学系電気システム大講座 榊原建樹・滝川浩史研究室 : <http://www.arc.eee.tut.ac.jp/research/nanotube/paperfold/papercraft.htm>
- [4] 東京大学大学院工学系研究科機械工学専攻 丸山茂夫HP : <http://www.photon.t.u-tokyo.ac.jp/~maruyama/nanotube-j.html>