

Title	バイオカーボンナノチューブ
Author(s)	松崎, 典弥
Citation	化学. 2006, 61(10), p. 62-63
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/50289">https://hdl.handle.net/11094/50289</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

## 注目の論文

Biomaterial Science

### バイオカーボンナノチューブ

Matsusaki Michiya  
松崎 典弥

“Interfacing Carbon Nanotubes with Living Cells,” X. Chen, U. C. Tam, J. L. Czapinski, G. S. Lee, D. Rabuka, A. Zettl, C. R. Bertozzi, *J. Am. Chem. Soc.*, **128**, 6292 (2006).

表面を $\alpha$ -N-アセチルガラクトサミン残基でコーティングしたカーボンナノチューブが開発された。このカーボンナノチューブは糖鎖認識により細胞表面へ特異的に結合でき、かつ非細胞毒性であるため、バイオセンサーなどへの応用が期待される。

**カ**ーボンナノチューブ (CNTs) はその構造的、電氣的、機械的特性に

より、タンパク質や炭水化物のバイオセンサーや薬物担体、ナノコンテナなど、再生医療やドラッグデリバリーシステム (DDS)、がん治療への応用が期待されている<sup>1)</sup>。しかしながら、従来の方法は CNTs と細胞表面の非特異的な相互作用に基づくものであり、細胞種や細胞内のオルガネラに対する特異的なターゲティングを行うことはできなかった。また、CNTs は細胞毒性をもつことが知られており、そのユニークな特性にもかかわらず、生化学的な応用には厳しい制限があった<sup>2)</sup>。

Chen らは、CNTs の糖鎖によるコー

ティングに着目した<sup>3)</sup>。細胞表面は糖鎖で覆われており、病原体の結合や物質輸送、エンドサイトーシス (取り込み)、シグナル伝達調整などさまざまなプロセスが糖鎖とレセプターの結合に基づいていることが知られている。また、細胞種によって表面に存在する糖鎖の種類が異なるため、CNTs の表面を糖鎖で修飾することにより特異的な細胞へ結合する CNTs が調製できるだけでなく、糖鎖の作用により細胞毒性の低減が期待される。

まず、末端にオクタデシルアミン、側鎖に $\alpha$ -N-アセチルガラクトサミン ( $\alpha$ -GalNAc) 残基が結合した“ムチンミミック (MM)” ポリマー ( $C_{18}$ - $\alpha$ -MM) を合成した (図 1a)。 $C_{18}$ - $\alpha$ -MM は、 $C_{18}$  脂質末端と CNTs の疎水性相互作用により CNTs 表面へ吸着し、 $C_{18}$ - $\alpha$ -MM

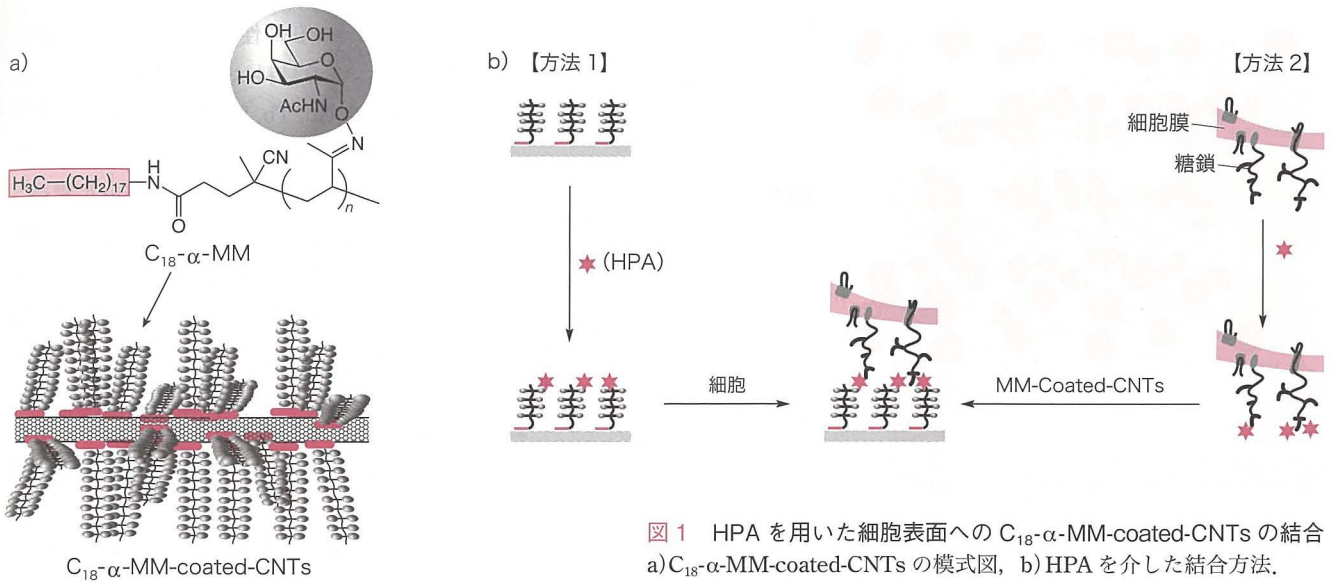


図1 HPAを用いた細胞表面へのC<sub>18</sub>-α-MM-coated-CNTsの結合  
a)C<sub>18</sub>-α-MM-coated-CNTsの模式図, b)HPAを介した結合方法.

が吸着したCNTs (C<sub>18</sub>-α-MM-coated-CNTs) は水溶液中で数か月以上安定であった。このC<sub>18</sub>-α-MM-coated-CNTsの細胞表面への吸着を調べるために、彼らはHelix pomatia agglutinin (HPA) というレクチンを利用した。

HPAはα-GalNAc残基に特異的に結合する6価のレクチンであり、細胞表面のα-GalNAc残基とC<sub>18</sub>-α-MM-coated-CNTsのα-GalNAc残基を架橋することができる。このHPAを利用して、二つの方法で細胞表面へのC<sub>18</sub>-α-MM-coated-CNTsの吸着を評価した(図1b)。

まず、フルオロセインラベル化HPAをC<sub>18</sub>-α-MM-coated-CNTsに結合し(C<sub>18</sub>-α-MM-CNTs-HPA-FITCs)、チャイ

ニーズハムスターの卵巣細胞(CHO細胞)とインキュベートした(方法1)。蛍光顕微鏡観察によりCHO細胞が蛍光を示したことから、CNTsと細胞表面のα-GalNAcがHPAを介してコンプレックスを形成したことが示唆された。また、HPAに依存しない手法として細胞表面にHPAを結合し、ローダミンラベル化C<sub>18</sub>-α-MM-coated-CNTsの添加量を変化させたところ(方法2)、CNTの量に依存した蛍光強度の増加が観察された。比較としてβ-結合のC<sub>18</sub>-β-MM-coated-CNTsを用いた同様の評価では、CHO細胞表面に蛍光が観察されなかったことから、α-GalNAcの特異的な結合に基づくことが明らかとなった。さらに、細胞毒性を評価した結果、糖鎖を結合した

CNTsすべてにおいて細胞毒性は観察されなかった。

本研究により、細胞特異性をもつ非細胞毒性のCNTsがはじめて達成された。彼らは、糖鎖の種類を変えることでさまざまな細胞に対して特異的に結合するCNTsの開発が可能であると述べており、CNTsの生化学、再生医療、DDS分野への今後の応用が期待される。

【大阪大学大学院工学研究科】

- 1) Y. Lin et al., *J. Mater. Chem.*, **14**, 527 (2004).
- 2) D. X. Cui, F. R. Tian, C. S. Ozkan, M. Wang, H. J. Gao, *Toxicol. Lett.*, **155**, 73 (2005).
- 3) X. Chen, G. S. Lee, A. Zettl, C. R. Bertozzi, *Angew. Chem., Int. Ed.*, **43**, 6112 (2004).