



ありきたりなプラスチックから革新的なナノ材料をつくる
～ナノ寸法にならではのユニークな特性を引き出す～

東海大学工学部応用化学科 教授
東海大学マイクロ・ナノ研究開発センター 所員
岡村 陽介
(2020年4月3日掲載, 聞き手 高橋・藤原)



—これまでの研究内容を教えてください。

私の専門は、高分子化学・ナノ材料工学です。高分子というより、プラスチックといったほうがイメージしやすいでしょうか？世の中には、汎用的に広く利用される高分子、生体や環境にやさしい高分子(生体適合性・生分解性高分子)にあふれています。私の研究室では、これら高分子からなる一群の2次元ナノ材料(ナノシート・ナノディスク・ナノリボンなど)を独創的かつ簡便な手法で創製する技術を研究開発しています。これを基盤技術とし、人類の健康や医療、環境に役立つ研究につなげることを目標に掲げています[[文献1](#)]。

学生時代、恩師の武岡真司教授(早稲田大学先進理工学部)のもとで、生体に存在する高分子(タンパク質)や脂質の集合体からなる血中投与可能なナノ粒子を開発してきました。特に、ナノ粒子に止血能を付与する、いわば止血に関与する血小板という細胞を人工的につくるテーマでした[[文献2-4](#)]。非常に挑戦的なテーマでもあり、毎日楽しく研究することができました。人工血小板のプロトタイプが完成した次の段階として、血小板のような円盤状の粒子をつくろう、という展開を図りました。後輩の藤枝君(現東京工業大学 講師)とともに、基板の上に微細な加工を施してドット状のパターンを描き、素材となる高分子をドット部分だけに塗ることで、円盤構造を得る計画でした。しかし、ある時、ほとんど目に見えない薄い物体が基板全体から剥がれました。実はこれがナノ薄膜です。ナノ薄膜は失敗から生まれたナノ材料なんです。私はポリ乳酸という生分解性プラスチックからなるナノ薄膜を初めて創製し、胃を縫う代わりに貼って治す医用応用例を発信しました[[文献5](#)]。

2009年から3年間、ドイツのボン大学生命医科学研究所(Thorsten Lang研究室)に留学しました。指導を受けたLang教授は、生物物理・顕微鏡イメージングが専門で、神経細胞や血液細胞のイメージング技術、画像解析技術を学びました[[文献6,7](#)]。これまでモノづくりが専門でしたので、異分野に飛び込んだことになります。留学当初は正直不安もありましたが、丁寧に指導して頂くことができ、本当に貴重な経験でした。その一方で、ノウハウに依存したイメージングに関する課題を実感したのもこの時でした。これをモノづくりの立場で解決したい、という思いが現在の研究にも繋がっています[[文献8-10](#)]。

2012年から東海大学に着任し、現在に至ります。これまでの知見をベースに、上述したように新しい2次元ナノ材料(ナノシート・ナノディスク・ナノリボンなど)を開発しています。いずれも面をもつユニークな形状を有していることから、いろいろな界面と2次的に面接触できる相互作用(高い接着性)が生まれます。これを基盤技術とし、工学的なアプローチで、医学、光学、化粧品学の研究領域との融合を図っています。これまで、臓器縫合術の代替、感染防止材、止血材、骨再生治療、薬物運搬体、診断材料などの応用例を提案しています[[文献11-18](#)]。

ーマイクロ・ナノ研究開発センターでの活動について教えてください。

2014年から5年間、文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業「高分子超薄膜から創成する次世代医用技術」の採択を受けて設立された「マイクロ・ナノ研究開発センター」では、超薄膜を“創る”チームのリーダーとして、各学部学科の先生達との共同研究を行ってきました。現在は、医理工融合マテリアル研究チームのリーダーを務めております。センターはまさに異分野融合拠点であるので、マテリアルをベースに連携、共同研究を推進していければと思います。

ー研究のモチベーションは何ですか？

ありきたりですが、モノづくり屋としての私の研究のモチベーションは、誰かが必要というものを作って、世の中に出したいという思いです。難しい製法で、ごく微量しか作れない特効薬のような素材もいいですが、私は、簡単に誰にでも作れるものを開発したい。「簡単だとまねされるよ」と忠告されたこともあります。まねされてもいいんです。誰でも同じように作れてこそ、世の中に広がるからです。研究は、予想通りにいくことはほとんどなく、紆余曲折した末に、ようやくゴールにたどりつきます。後から振り返れば、なぜ「最短距離」の道が分からなかったのだろうかと思いますが、一定の目標に達した時の達成感はたまらないですね。

ー学生の皆さんへメッセージをお願いします。

一見独立したようにみえる学問を「線」に繋げて見ると楽しくなります。それが研究です。私の専門の化学でいうと、有機化学・無機化学・物理化学の分野に大別されます。学部3年生までは、各々の講義科目名で履修し、勉強します。各々の分野を学ぶことはとても重要ですが、教科書が分かれているせいか、独立した学問のように錯覚してしまう。いわゆる「点」で終わってしまいかねません。研究をスタートした皆さんは既に感じていると思いますが、研究に分野は関係ありません。「点」を「線」に繋がれたからこそ出てくるものや考え方があります。このつながった瞬間が面白い。さらに、化学以外の異分野との融合研究は、2次元の「線」が3次元に繋がるからまたまたたまらない。日々勉強だと思います。当たり前に使っている身近なものや身近に起こる現象を、なんでだろう？と不思議に感じ、わからなければ調べる、試してみる。それが新しい発想に繋がるし、人生が楽しくなる。一度きりの人生ですから、楽しく面白く生きたい。私はそう感じています。

工学部応用化学科 教授 岡村 陽介（おかむら ようすけ）

2006年早稲田大学大学院理工学研究科博士課程修了、博士(工学)。日本学術振興会特別研究員、ボン大学生命医科学研究所 フンボルト財団研究員・日本学術振興会海外特別研究員を経て、2012年東海大学創造科学技術研究機構講師。2015年東海大学工学部応用化学科准教授、2020年より現職。2014年科学技術分野の文部科学大臣表彰 若手科学者賞、その他計9件の受賞。高分子化学、生体材料学、ナノ材料工学を専門とし、2次元ナノ材料の創製と医工学応用展開に関する研究に従事。

Researchmap: https://researchmap.jp/y_okamura

Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57211875055>

1. 岡村研究室HP: <https://sites.google.com/view/okamuralab/>
2. Y. Okamura, S. Takeoka, K. Eto, I. Maekawa, T. Fujie, H. Maruyama, Y. Ikeda and M. Handa*, "Development of fibrinogen γ -chain peptide-coated, adenosine diphosphate-encapsulated liposomes as a synthetic platelet substitute", *J. Thromb. Haemost.* **7**, 470-477 (2009).
3. Y. Okamura, S. Katsuno, H. Suzuki, H. Maruyama, M. Handa, Y. Ikeda and S. Takeoka*, "Release properties of adenosine diphosphate from phospholipid vesicles with different membrane flexibilities and their hemostatic effects as a platelet substitute" *J. Control. Release* **148**, 373-379 (2010).
4. Y. Okamura, Y. Fukui, K. Kabata, H. Suzuki, M. Handa, Y. Ikeda and S. Takeoka*, "Novel platelet substitutes: disk-shaped biodegradable nanosheets and their enhanced effects on platelet aggregation", *Bioconjug. Chem.* **20**, 1958-1965 (2009).
5. Y. Okamura, K. Kabata, M. Kinoshita, D. Saitoh and S. Takeoka*, "Free-standing biodegradable poly(lactic acid) nanosheet for sealing operations in surgery", *Adv. Mater.* **21**, 4388-4392 (2009).
6. Y. Okamura, R. Schmidt, I. Raschke, M. Hintz, S. Takeoka, A. Egner and T. Lang*, "A few immobilized thrombins are sufficient for platelet spreading", *Biophys. J.* **100**, 1855-1863 (2011).
7. D. Aquino, A. Schönle, C. Geisler, C.V. Middendorff, C.A. Wurm, Y. Okamura, T. Lang, S.W. Hell* and A. Egner*, "Two-color nanoscopy of three-dimensional volumes by 4Pi detection of stochastically switched fluorophores", *Nat. Methods* **8**, 353-359 (2011).
8. H. Zhang, A. Masuda, R. Kawakami, K. Yarinome, R. Saito, Y. Nagase, T. Nemoto and Y. Okamura*, "Fluoropolymer nanosheet as a wrapping mount for high quality tissue imaging", *Adv. Mater.* **29**, 1703139 (2017).
9. H. Zhang, T. Aoki, K. Hatano, K. Kabayama, M. Nakagawa, K. Fukase and Y. Okamura*, "Porous nanosheet wrapping for live imaging of suspension cells", *J. Mater. Chem. B.* **6**, 6622-6628 (2018).
10. H. Zhang, K. Yarinome, R. Kawakami, K. Otomo, T. Nemoto and Y. Okamura*, "Nanosheet wrapping-assisted coverslip-free imaging for looking deeper into a tissue at high resolution", *PLoS ONE* **15**, e0227650 (2020).
11. Y. Okamura*, K. Kabata, M. Kinoshita, H. Miyazaki, A. Saito, T. Fujie, T. Ohtsubo, D. Saitoh and S. Takeoka*, "Fragmentation of poly(lactic acid) nanosheets and patchwork treatment for burn wounds", *Adv. Mater.* **25**, 545-551 (2013).
12. Y. Okamura, Y. Nagase and S. Takeoka*, "Patchwork coating of fragmented ultra-thin films and their biomedical applications in burn therapy and antithrombotic coating", *Materials* **8**, 7604-7614 (2015).
13. T. Komachi, H. Sumiyoshi, Y. Inagaki, S. Takeoka, Y. Nagase and Y. Okamura*, "Adhesive and robust multilayered poly(lactic acid) nanosheets for hemostatic dressing in liver injury model", *J. Biomed. Mater. Res. B: Appl. Biomater.* **105**, 1747-1757 (2017).
14. K.C. Huang, F. Yano, Y. Murahashi, S. Takano, Y. Kitaura, S.H. Chang, S.W.N. Ueng, S. Tanaka, K. Ishihara, Y. Okamura*, T. Moro* and T. Saito*, "Sandwich-type PLLA-nanosheets loaded with BMP-2 induce bone regeneration in critical-sized mouse calvarial defects", *Acta Biomater.* **59**, 12-20 (2017).
15. H. Zhang and Y. Okamura*, "Elongated phase separation domains in spin-cast polymer blend thin films characterized with a panoramic image", *Soft Matt.* **14**, 1050-1055 (2018).
16. Y. Murahashi, F. Yano, H. Nakamoto, Y. Maenohara, K. Iba, T. Yamashita, S. Tanaka, K. Ishihara, Y. Okamura*, T. Moro* and T. Saito*, "Multi-layered PLLA-nanosheets loaded with FGF-2 induce robust bone regeneration with controlled release in critical-sized mouse femoral defects", *Acta Biomater.* **85**, 172-179 (2019).
17. W. Tuntanatewin, K. Tani, K. Ishikura, H. Zhang and Y. Okamura*, "One-pot fabrication of polymer micro/nano-discs via phase separation and a roll-to-roll coating process", *Colloids Surf. A* **586**, 124274 (2020).
18. H. Zhang, D. Sakagami, W. Huang, H. Kimura and Y. Okamura*, "Measurement and modelling of tensile moduli of polymer blend thin films with phase separated structures" *Polymer* **190**, 122233 (2020).