

医療機器や実験器具界面に付加価値をつけるDiamond-like Coating

学術研究院医療開発領域 新医療研究開発センター 藤井 泰宏 (yasuhiro-f@okayama-u.ac.jp)

開発の背景

- 現在、先進国の経済成長は頭打ちであり、その中でも日本の経済成長率はOECD平均を下回っている。(図1)
- 世界の医療機器市場成長率は「先進国でも高く、5%~8%前後である。高い生産技術を要する医療機器は簡単に追隨できず、先進国でも成長産業となっている。(図2)
- 日本の医療機器産業の2019年のシェアは6.98%と米国に次ぐ2位であるが、同時期の米国のシェアは43.34%と独り勝ちの状態である。日本独自技術によるテコ入れが必要である。
- 医療用材料はその発展の根幹である。付加価値を持った医療機器、医療用実験機器用コーティングのニーズは大きく高まる事が予想される。
- 医療機器市場開拓は“国策”である。

図1：世界の経済成長率

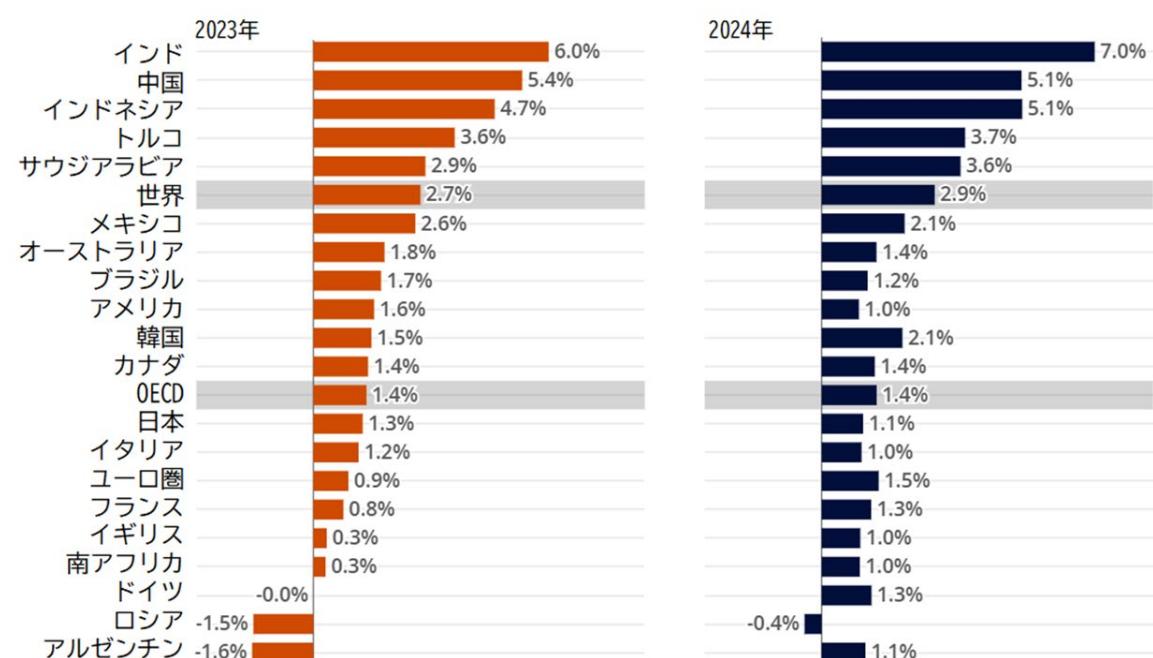


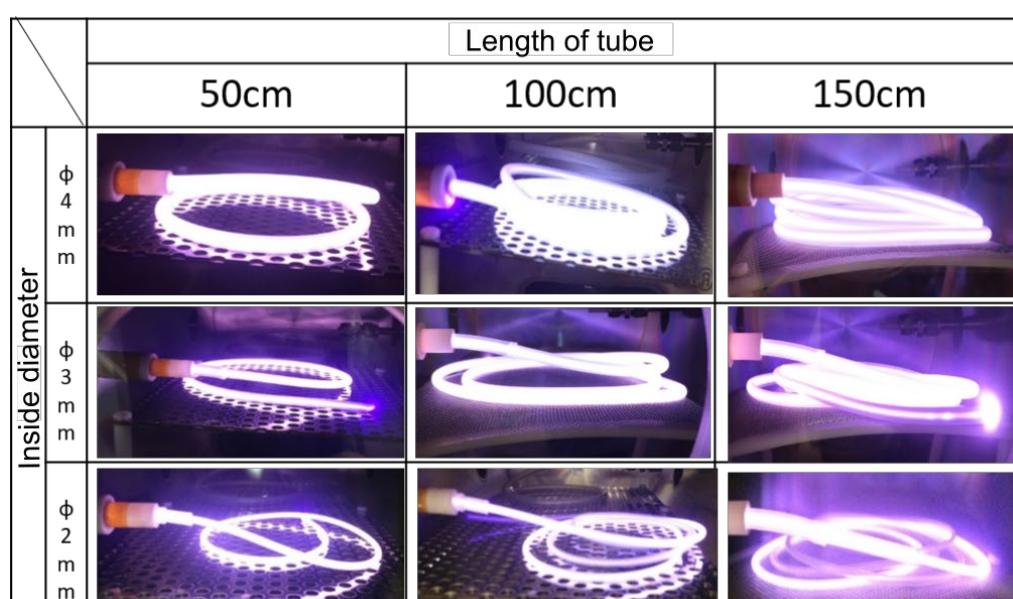
図2：世界の医療機器産業成長率

国・地域	CAGR (2022-2027年)	足下の動向・今後の方向性
米国	5.6%	医療におけるAI活用推進など、デジタルイノベーションの積極的な導入により、市場の安定的な成長が見込まれる
欧州	4.5%	
中国	8.1%	高齢化、医療サービスの拡充に伴い市場が拡大する。一方、医療機器の国産化、共同購買の推進などの医療費抑制策による単価下落が市場成長の緩やかな下押し要因となる可能性も
ASEAN	8.3%	人口増、高齢化の進展、医療従事者の増加、医療ツーリズムの回復等による市場の拡大が見込まれる

(出所) STATISTA、公開情報より、みずほ銀行産業調査部作成

Diamond-like Carbon (DLC) コーティングとは？

図3：管内腔DLCコーティング



管状物内腔
DLC成膜装置



- ダイヤモンド構造と黒鉛構造を併せ持ち、プラズマでコーティングされる(図3)。
- 単純立体構造の金属表面に使用され、主用途は防汚と摩擦の低減が目的であった。
- 高生体適合性、耐劣化性、低毒性等の性能により、医療機器への応用が注目されている。
- 常温コーティング、筒状樹脂内腔コーティング等の技術発展により、用途拡大が期待される。
- 親水性、ゼータ電位を調整できる → 細胞付着、タンパク吸着、細胞分化等の生体反応コントロールが可能ではないかと期待されている。



OKAYAMA UNIVERSITY

DLCで何を実現できるか？

バイオインターフェース開発基盤としての可能性

DLCは共有結合の手を4つ持っている元素で、自然が生体を構成する有機物の基盤に選んだ元素である。

→ 炭素を加工できる技術の開発は「生体模倣」や「生体制御」に関する技術の開発につながる。生体を構成するタンパクの原料である、アミノ酸では、基本構造としてカルボキシル基とアミノ基が存在して、物質の生体に対する反応をコントロールする重要な因子として作用している。

→ DLCは平滑性を向上させるが、それに加えて、DLCのカルボキシル基やアミノ基を付加することで、親水性、ゼータ電位が大きく変化させることが可能である。(図4)

→ ヒト血漿を接触させると、DLCに付加する官能基の違いにより、驚くほど付着する血漿タンパク質が変化する(図5)

→ これらの事実は、表面界面における、生体制御にDLCは有用である事を示唆しており、バイオインターフェース開発に柔軟性をもった新しい選択肢を提供する。

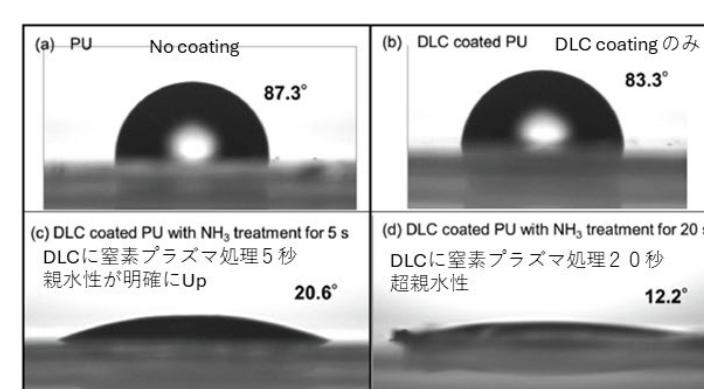
応用領域

- ・ 医療機器（治療、検査、センサー）
- ・ 再生医療
- ・ 実験器具
- ・ 創薬（タンパクコロナ制御）

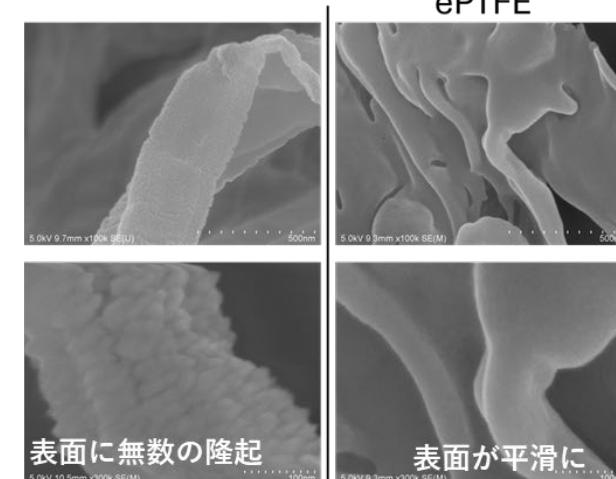


図4 : DLCを利用した、親水性（自由エネルギー、平滑性、ゼータ電位変化の例）変化の例

水接触角変化（基材：ポリウレタン）



平滑性変化（基材：ePTFE）
ePTFE DLC-coated ePTFE



ゼータ電位変化
(基材：ポリウレタン)

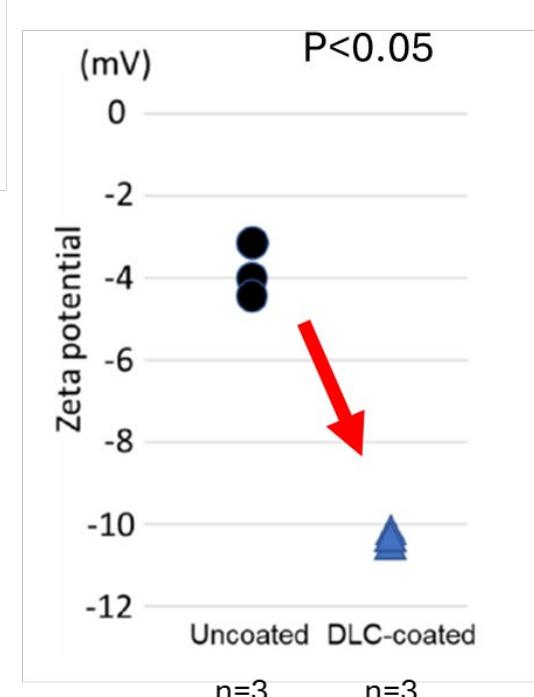
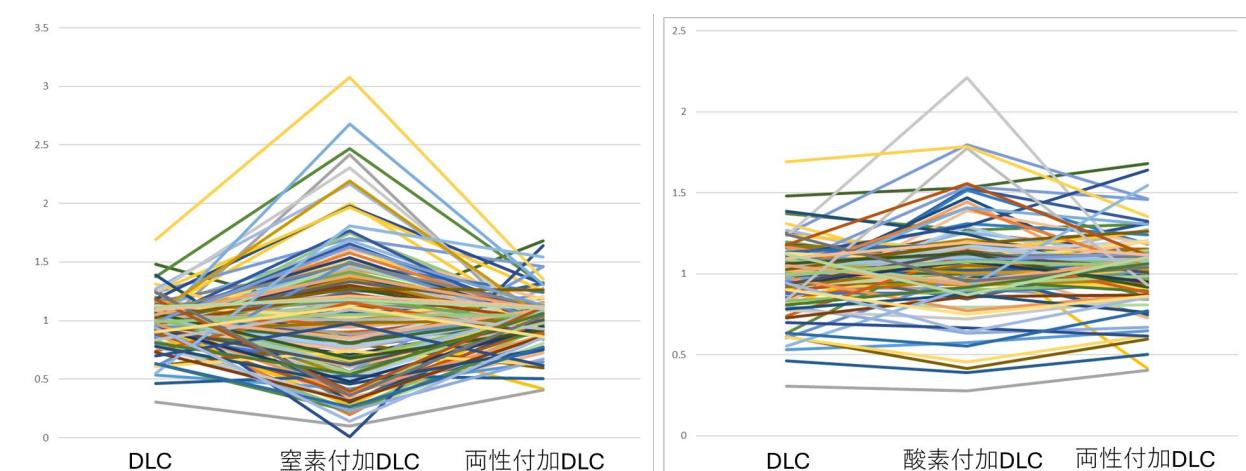
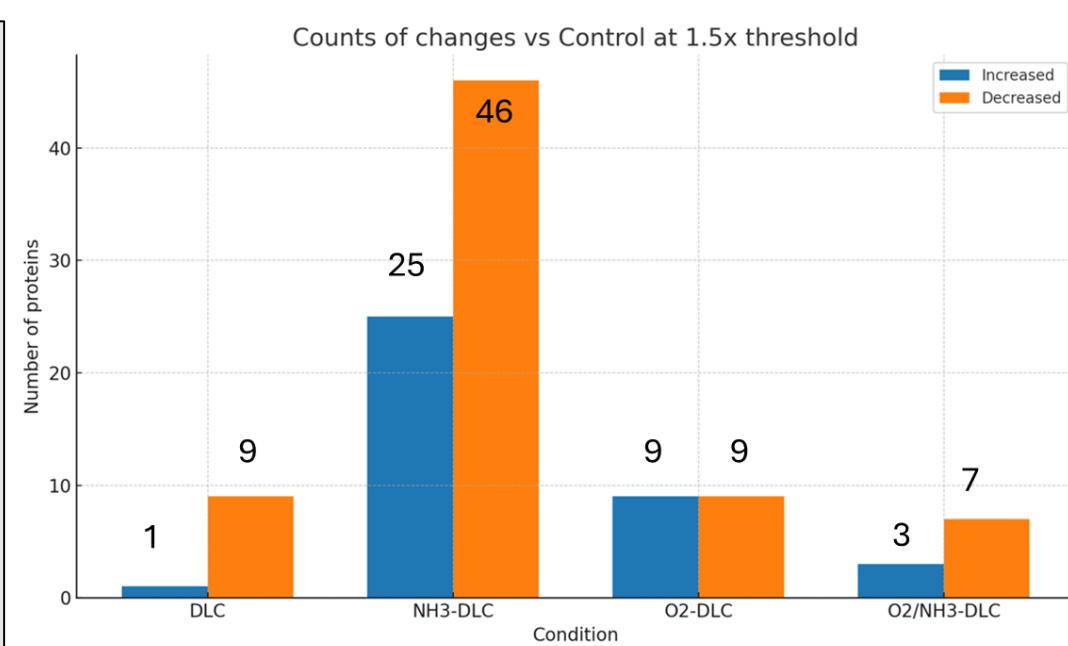


図5 : DLCへの官能基付加による163種類の血漿タンパク吸着変化



血漿接触試験：コントロール群から1.5倍（青）、1/1.5倍（オレンジ）になったタンパク種の数（ePTFE基材）



- ・ 簡易TMT試験で全血漿接触後の吸着タンパク増減を確認
- ・ 検出できたタンパク数は全部で155種類
- ・ 特に窒素を付加すると界面性状としては完全に別物と言つてよい変化を認めた

制限

- ・ 複雑な形状、大きなもの、長時間50～60°Cで溶けてしまう材料のコーティングには実験初期費用が高額

