

# 抗菌性を有するF-DLC膜の耐久性に関する研究

金沢工業大学 松宇星果 上野龍馬 市村翔太 柳澤光輝 丹保明日斗 吉田杏  
 金沢工業大学 大嶋俊一准教授 新谷一博教授 金沢医科大学 川原範夫教授、川口真史講師

## 研究背景

手術部位感染の問題

体内に埋植式の医療機器を使用すると、感染症が起こる。

**手術部位感染症:** 手術した際に、手術部位に発症する感染症

**解決策:** 抗菌性材料

**問題点:** ①金属イオンは毒性を持つ。

②アレルギー患者は使用できない。

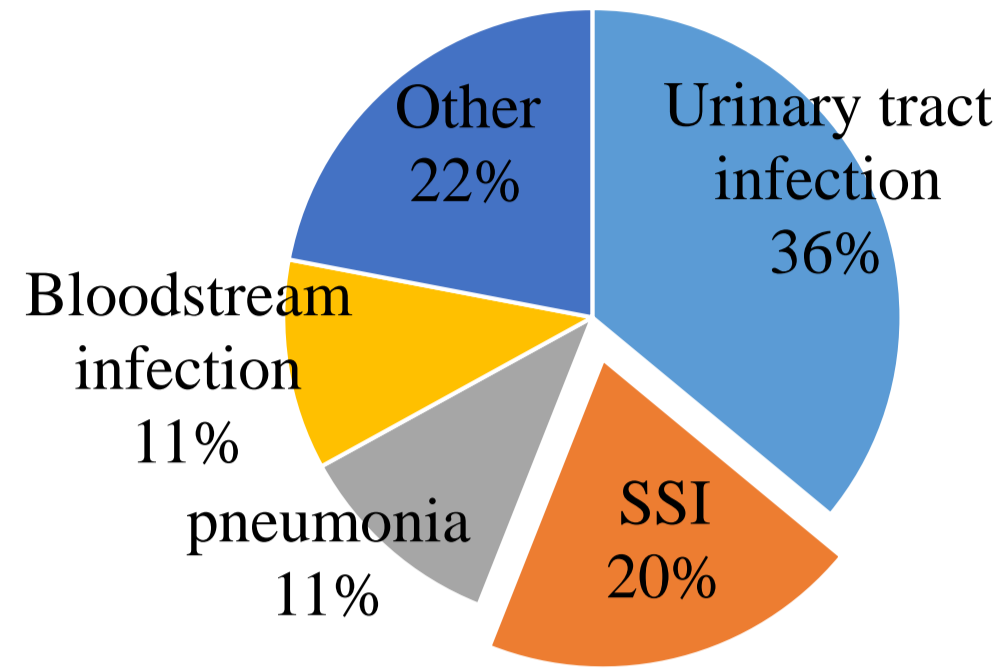


Fig.1 Percentage of medical-related infectious diseases<sup>1)</sup>.

F-DLC被膜の概要

**フッ化物:** 細菌の発育を抑制し、高い抗菌性がある。

+

**DLC被膜:** 高硬度、低摩擦係数、高化学安定性、生体適合性に優れる。

↓

**F-DLC被膜:** DLC被膜にフッ素を添加したもの

問題点

①フッ素添加することで膜硬度が低下。

②フッ素が抜けると長期的な抗菌性が劣る可能性。

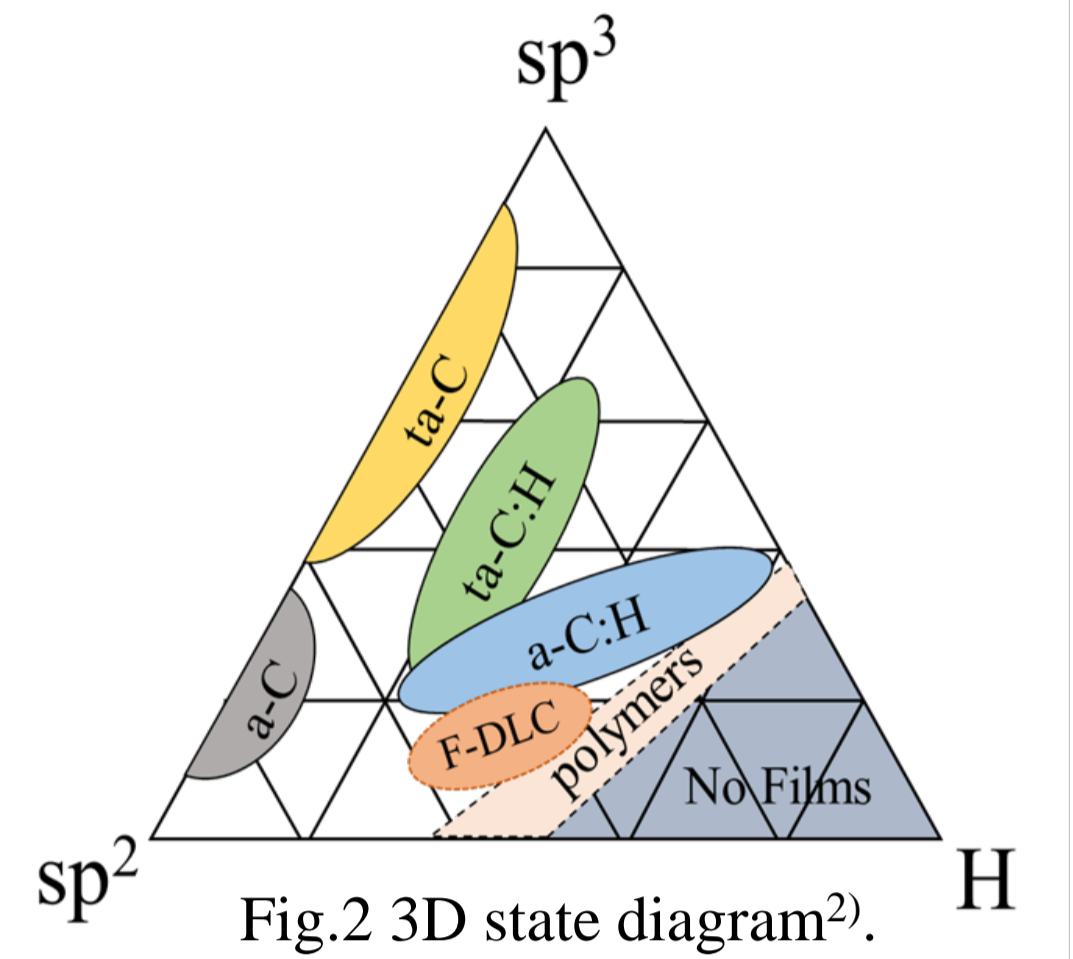


Fig.2 3D state diagram<sup>2)</sup>.

## 目的 フッ化物イオン定量分析とフッ化物イオン溶出後の抗菌性について検討する

## 実験方法

試験片

表面処理: PE-CVD法  
 フッ素濃度: 30%, 23%  
 サイズ: φ25 × t5[mm]

F-DLC(F+a-C:H)
DLC(a-C:H)
Under coat
Ti-6Al-4V

Fig.3 Structure of film in test piece.

フッ化物イオン溶出試験

JIS K0102「工場排水試験方法」ランタンアリザリンコンプレキソン  
 吸光光度法を参考<sup>3)</sup>  
 定量範囲: F<sup>-</sup> 4~50[μg]  
 繰返し精度: 3~10[%]

Table Test conditions of Dissolution test

保存期間[week]	1, 2, 8, 16, 24
試験環境	紫外線を通さない暗所
試験環境温度[°C]	37.0 ± 1.0
浸漬溶液	生理食塩水

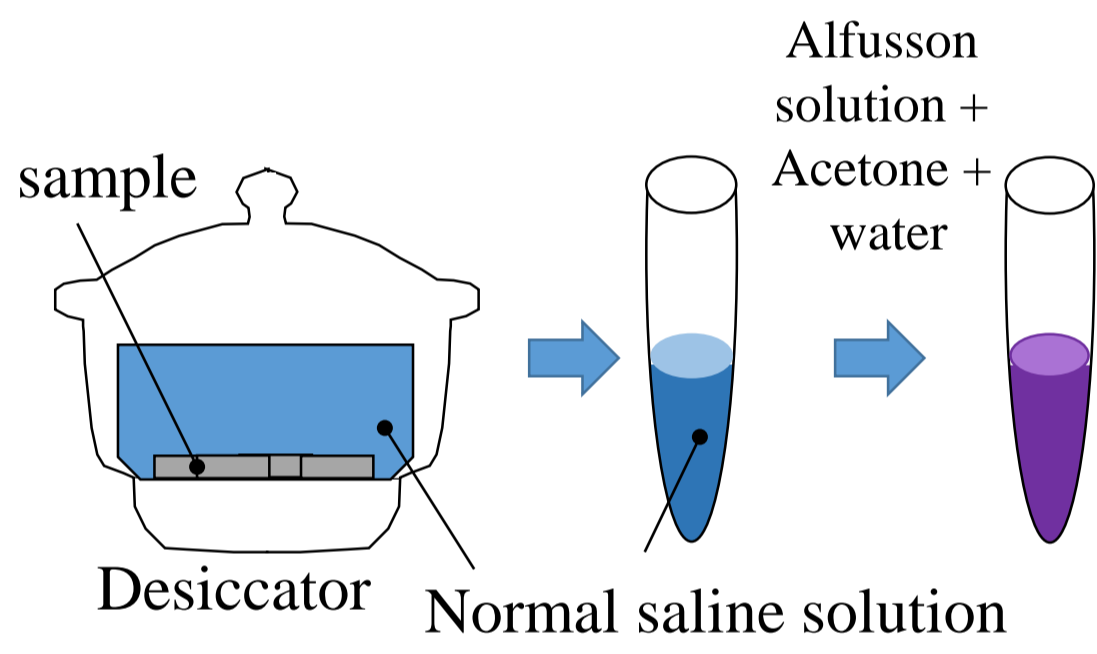


Fig.4 Test overview

抗菌試験

ISO22196「Measurement of antibacterial activity on plastics and other non-porous surfaces」に準拠<sup>4)</sup>

使用菌種: *Staphylococcus aureus* ATCC29213  
*Escherichia coli* ATCC25922

抗菌性の定義: 抗菌活性値 **2.0 以上**<sup>5)</sup>

$$R = (U_t - U_0) - (A_t - A_0) = U_t - A_t$$

U<sub>0</sub>: 無加工試験片の接種直後の生菌数の対数値の平均値  
 U<sub>t</sub>: 無加工試験片の24時間後の生菌数の対数値の平均値  
 A<sub>t</sub>: 抗菌加工試験片の24時間後の生菌数の対数値の平均値

## 結果・考察

フッ化物イオン溶出試験

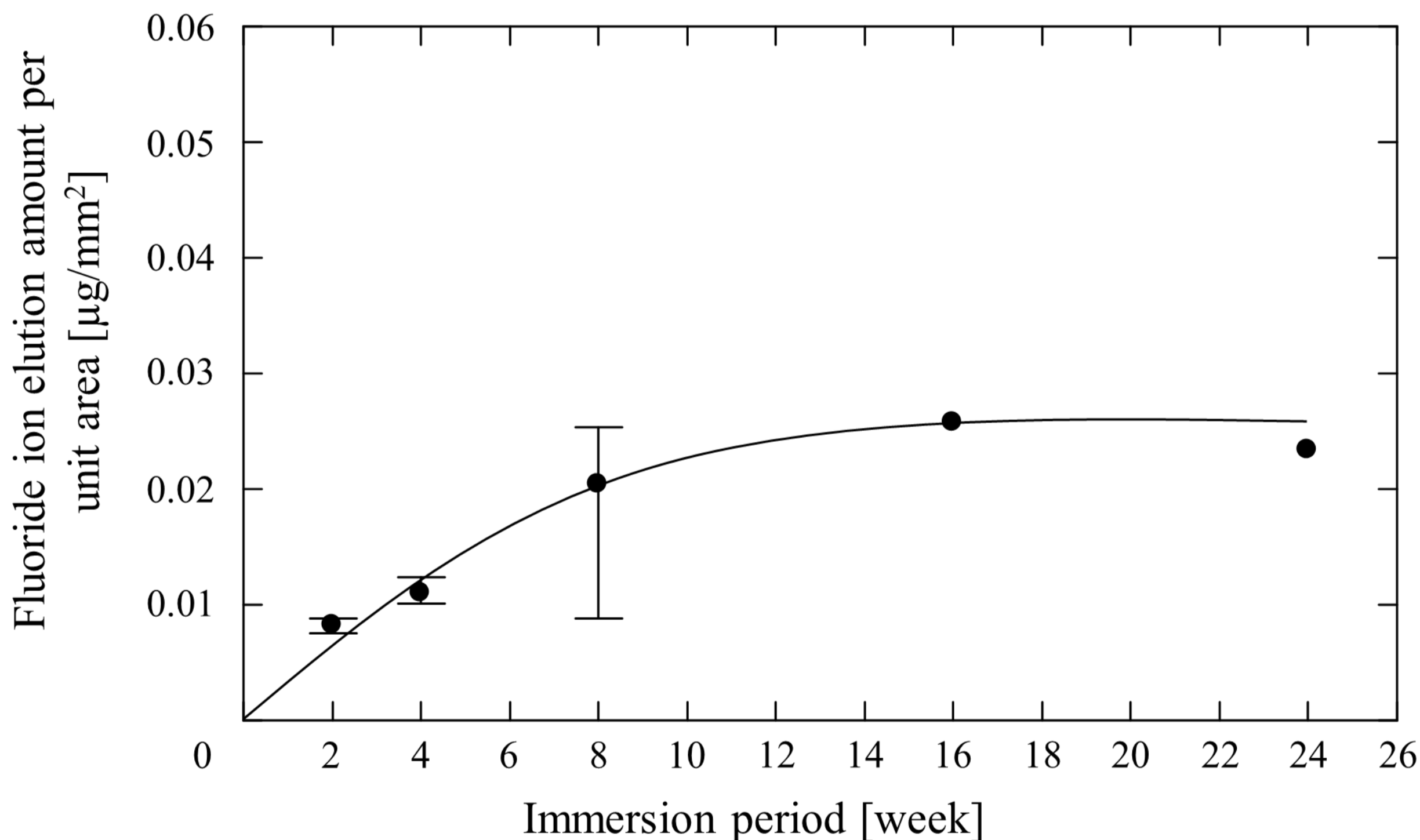


Fig.5 Transition of immersion period and fluorine elution amount per unit area.  
 (2, 4, 8 week: n = 3, 16, 24 week: n = 1)

本実験環境のような静置条件下において、水素終端やフッ素終端に水素結合で付着していたFが生理食塩水に溶出したと考える。

抗菌試験

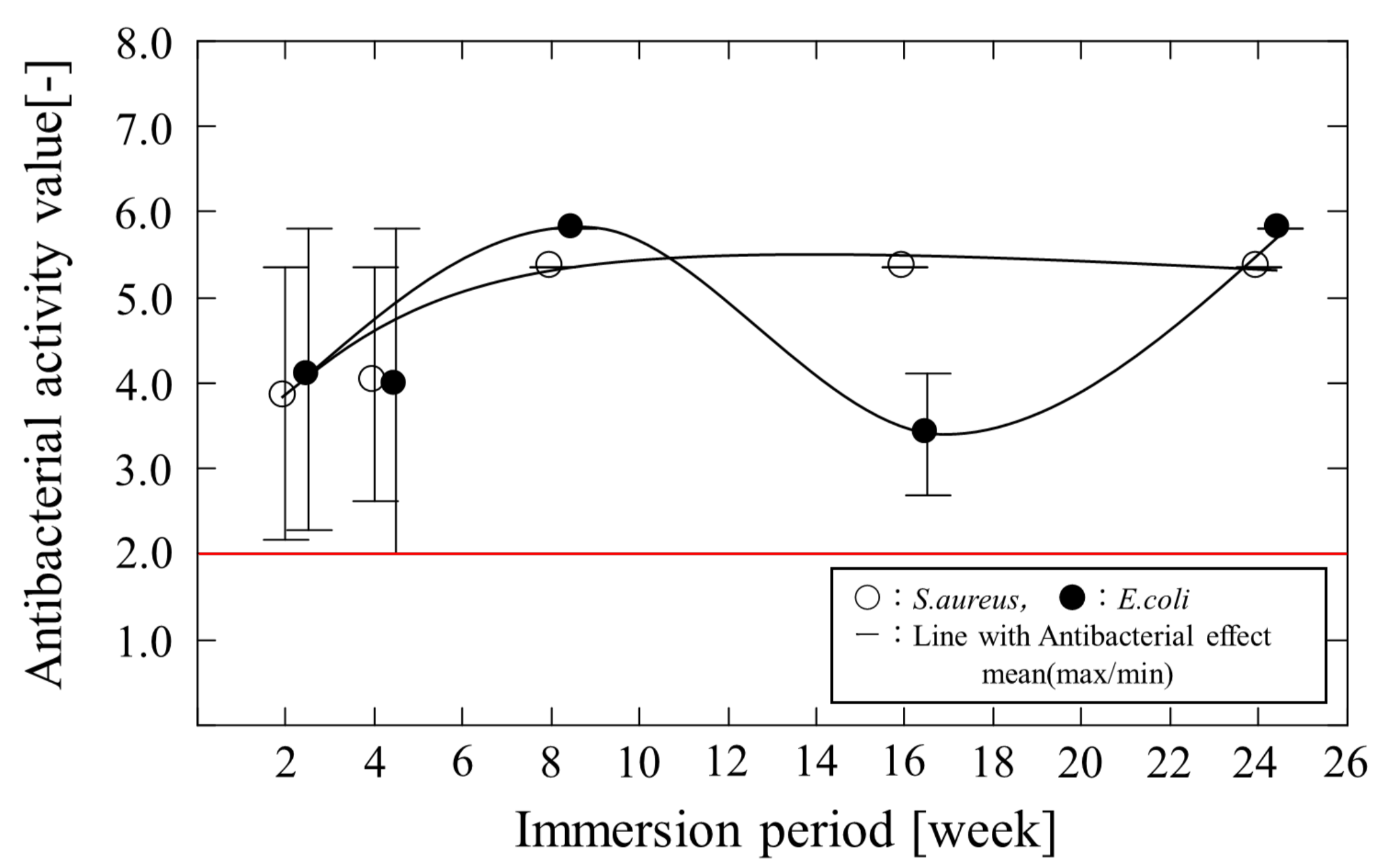


Fig. 6 Transition in antibacterial activity.  
 (2, 4, week: n = 4, 8 week: n = 3, 16, 24 week: n = 2)

試料表面に浸漬溶液が付着した状態で実験を行っている  
 ↓  
 殺菌に近い抗菌性を得ることができたと考える

## 生体への安全性および今後の展望

まとめ

F-DLC被膜のフッ化物イオンの定量分析と抗菌性を検討した結果、以下の結論を得た。

1. F-DLC被膜は、浸漬期間が増加するにつれフッ化物イオン溶出量は、増加したが、浸漬期間8週経過時から溶出量は一定の傾向を示した。
2. 浸漬期間24 週経過時で抗菌性が確認された。

参考文献

- 1) Estimating health care-associated infections and deaths in U.S. hospitals, (2002).
- 2) 岩田尚純, 生体埋没材料の摩擦・摩耗に関する研究, (2016)
- 3) 日本産業規格: JIS K 0102 工場排水試験方法: 108-114, 2016.
- 4) 国際標準化機構: ISO22196 Measurement of antibacterial activity on plastics and other non-porous surfaces: 1-15, 2016.
- 5) 日本産業規格: JIS Z 2801 抗菌加工製品-抗菌性試験方法・抗菌効果: 1-10, 2010.