

低速陽電子ビームによる イオン照射ポリ乳酸の測定

理化学研究所 斎藤文修、鈴木嘉昭、後藤彰、岩木正哉

東京理科大院理学研究科 世取山 翼

東京大学院総合文化研究科 長嶋泰之、楠本剛、兵頭俊夫

イオン照射によるポリマーの機能性獲得

◎半導体として利用

グラファイトクラスターが形成され、電気伝導率が増加する。

◎半導体レジスト膜

イオン照射によるFragmentationと Cross linkingの効果を利用したエッチング

◎細胞接着性の向上

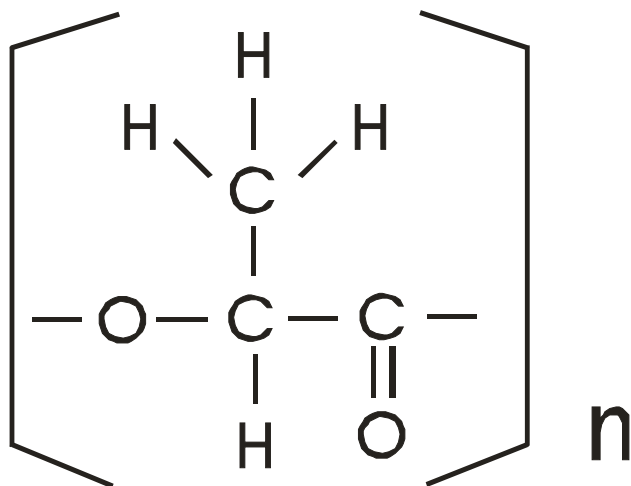
医療用新素材開発、人工血管、人工硬膜等

イオン照射によるポリマーの細胞接着性の向上

これまでに細胞接着性の向上が確認されたポリマー

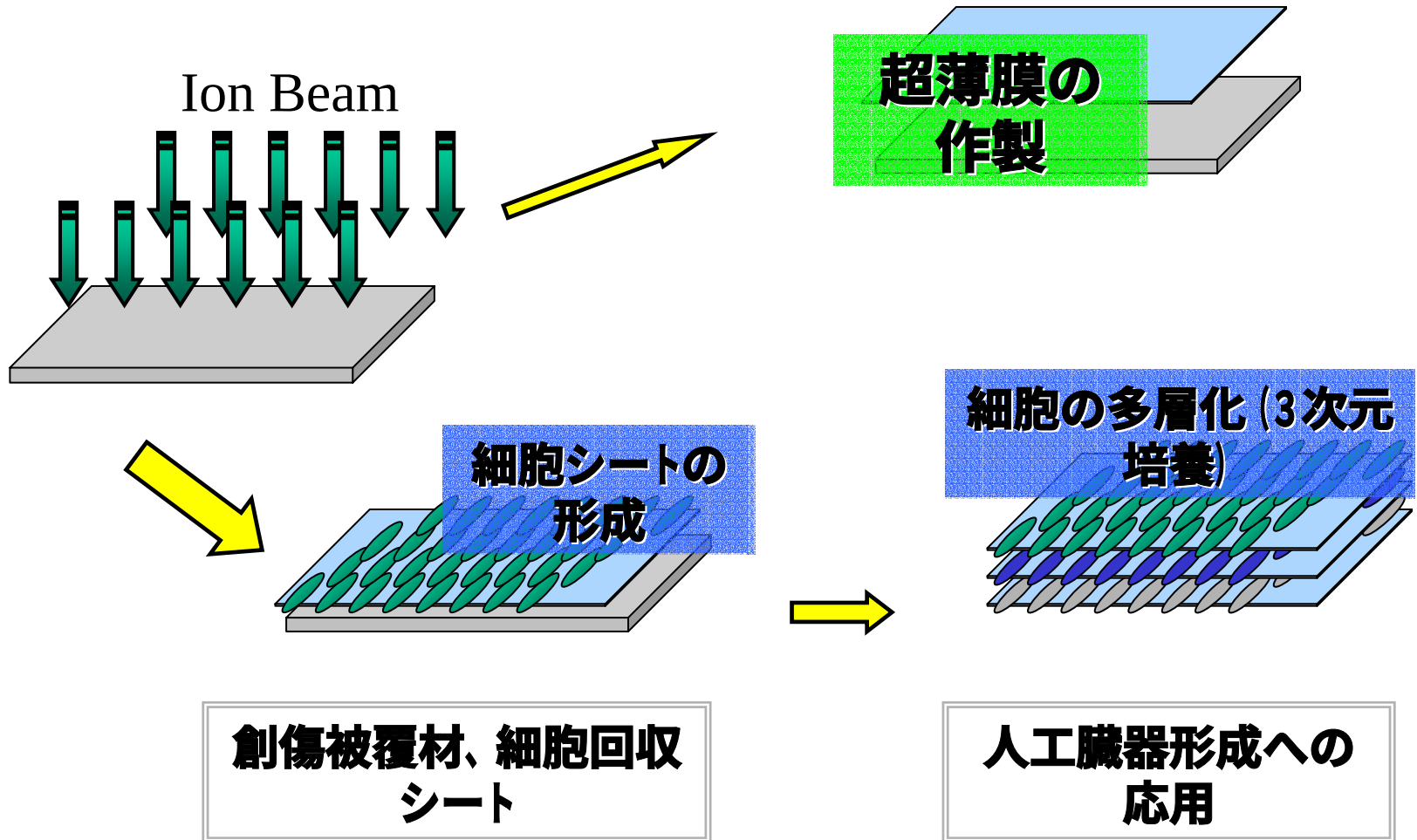
ポリマー	イオン	報告者
ポリスチレン	Na^+ 、 N_2 、 O_2 、 Kr^+	Y. Suzuki et al
ポリウレタン	Na^+ 、 N_2^+ 、 O_2^+ 、 Kr^+	Y. Suzuki et al
PHMS	Ar^+	C. Satriano et al
ポリエチレン	Ar^+	V. Svorcik et al
ポリプロピレン	COOH^+	D. J. Li et al
PES	Ar^+	B. Pignataro Et al
PMMA	Ga^+ 、 Xe^+ 、 He^+	J.B. Lhoest et al

ポリ乳酸



- **生分解性ポリマー**
自然環境中で容易に分解される。
環境にやさしいポリマー
- **原料** トウモロコシ澱粉
- **試料 商品名** LACTY
密度 1.27g/cm^3
平均分子量
120000～140000

イオン照射ポリ乳酸の応用



イオン照射ポリ乳酸について これまでに確認されていること

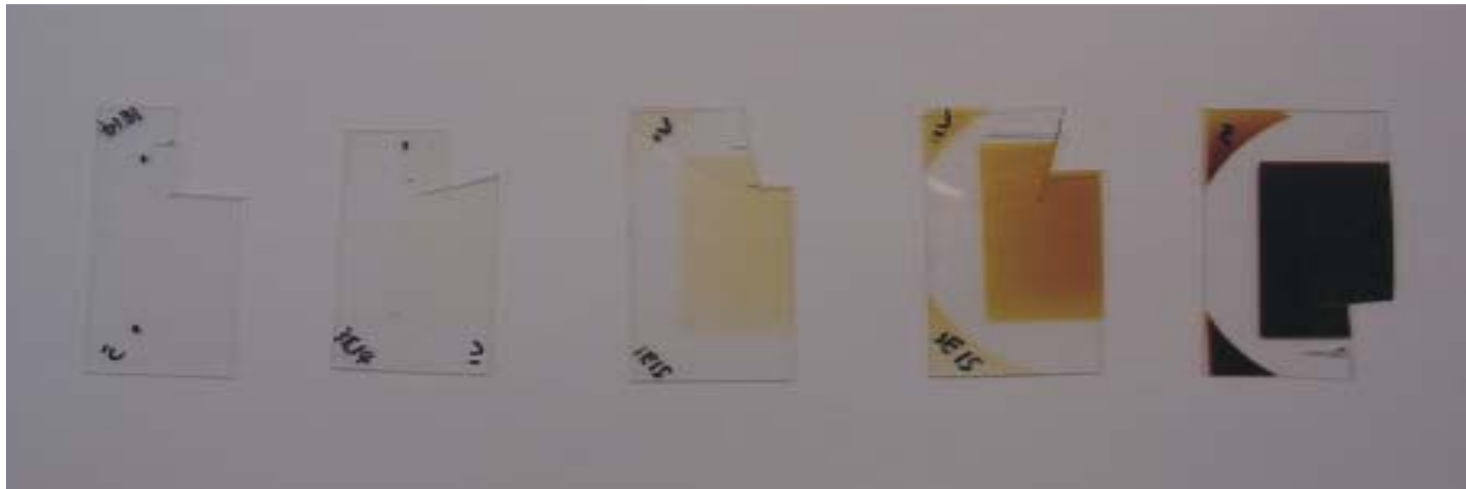
- (1) 細胞接着性が向上する。**
- (2) 液体中で薄膜($\sim 1\mu\text{m}$)が剥離する。**
- (3) イオン照射によりグラファイトのシグナルが出現し、照射量とともに増加する。(ラマン分光)**
- (4) イオン照射により、薄膜の厚さが増加する。。**

ポリ乳酸 He^+ (150keV) 照射試料

$1 \times 10^{14} \text{ ions/cm}^2$

$1 \times 10^{15} \text{ ions/cm}^2$

$1 \times 10^{16} \text{ ions/cm}^2$



$3 \times 10^{14} \text{ ions/cm}^2$

$3 \times 10^{15} \text{ ions/cm}^2$

今回の測定の目的

- (1) イオン照射ポリ乳酸の細胞接着性が向上するのはなぜか。**
- (2) 液体中で薄膜が剥離するのはなぜか。**

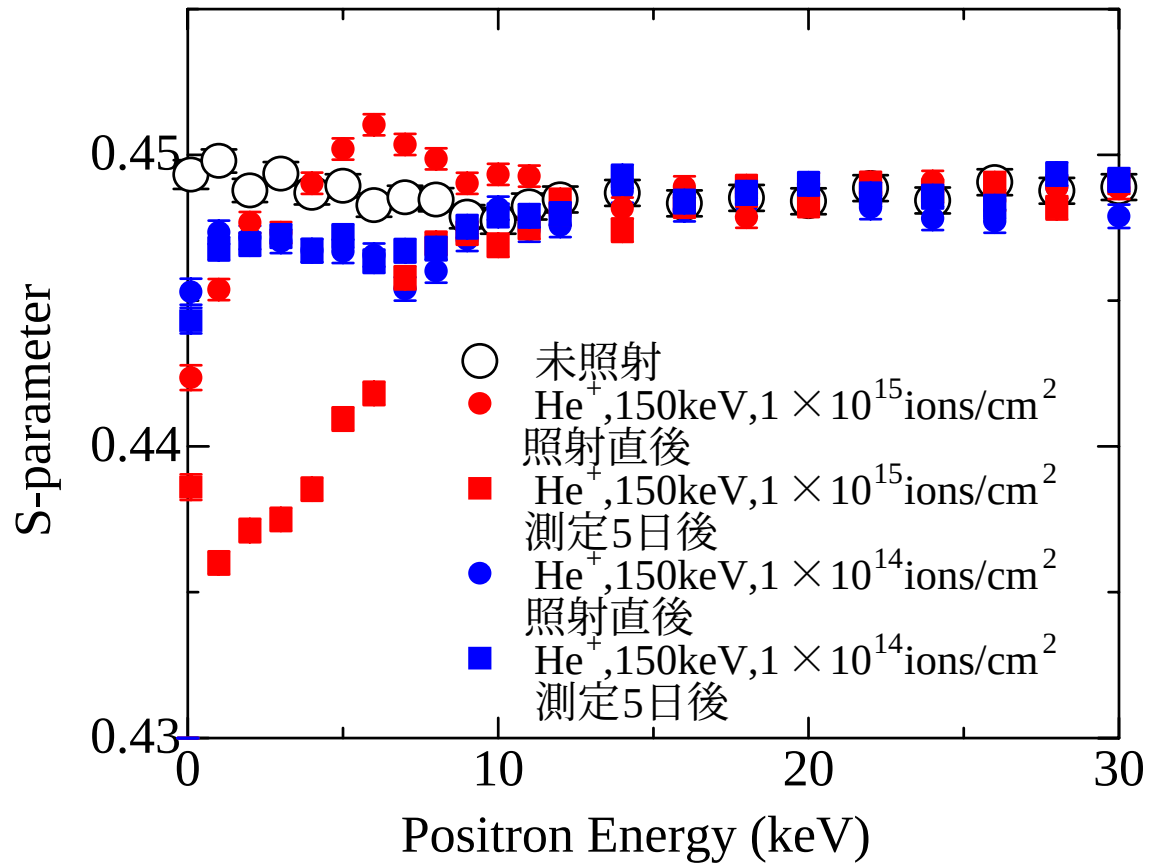
陽電子消滅法により、これらの解明を目指す。

測定

- (1) 低速陽電子ビームにより陽電子の入射エネルギーを変えてSパラメーターの変化を調べる。**
- (2) 未照射ポリ乳酸試料について陽電子寿命測定を行う。**

ポリ乳酸試料の測定結果

S-E curve



未照射ポリ乳酸の陽電子寿命測定の結果

$$\tau_3 = 2\text{ns}$$

$$I_3 = 14\%$$

ポリ乳酸に入射した陽電子のうちの、少なくとも20%がポジトロニウムを形成する。

考察 [1]

ポリ乳酸試料(He^+ 150keV $1 \times 10^{15} \text{ion/cm}^2$)

剥離したポリ乳酸薄膜の膜厚は、およそ $1.2 \mu\text{m}$ と見積もられている。

低速陽電子ビームの測定結果

照射直後の試料の測定 ピーク位置

経時変化した試料の測定 ショルダー位置

陽電子の侵入距離 $d(E) = (0.04/\rho)E^{1.6}$

膜厚 $\sim 0.6 \mu\text{m}$

イオン照射により、ポリ乳酸の密度が小さくなったのではないだろうか。

密度が小さくなったために、陽電子は小さなエネルギーでポリ乳酸の剥離位置まで到達するようになった可能性がある。

考察 [2]

イオン照射による細胞接着性の向上の原因

これまでの解釈

- (1) ポリ乳酸の表面のPolarityが変化するため
- (2) グラファイト化が起きるため。

低速陽電子ビーム測定の結果

- (3) 密度が小さくなっているため? ($1.27 \Rightarrow 0.75 \text{g/cm}^3$)

細胞増殖に必要な培養液中の糖、 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^+ 等がポリ乳酸を通りぬけやすくなり、その結果、細胞がこれらを摂取しやすくなるためではないだろうか。

まとめ

イオン照射ポリ乳酸を低速陽電子ビームで測定した結果、ポリ乳酸の密度が 0.75g/cm^3 程度になっていることが分かった。

今後の課題

AFM測定によりイオン照射ポリ乳酸の表面の変化と剥離後の試料の段差を観察して膜厚を求め、低速陽電子ビームの結果と合わせてイオン照射による密度を正確に求める。