

# 生体適合性親水性ポリマーによる人工股関節の長寿命化に向けた研究と実用化

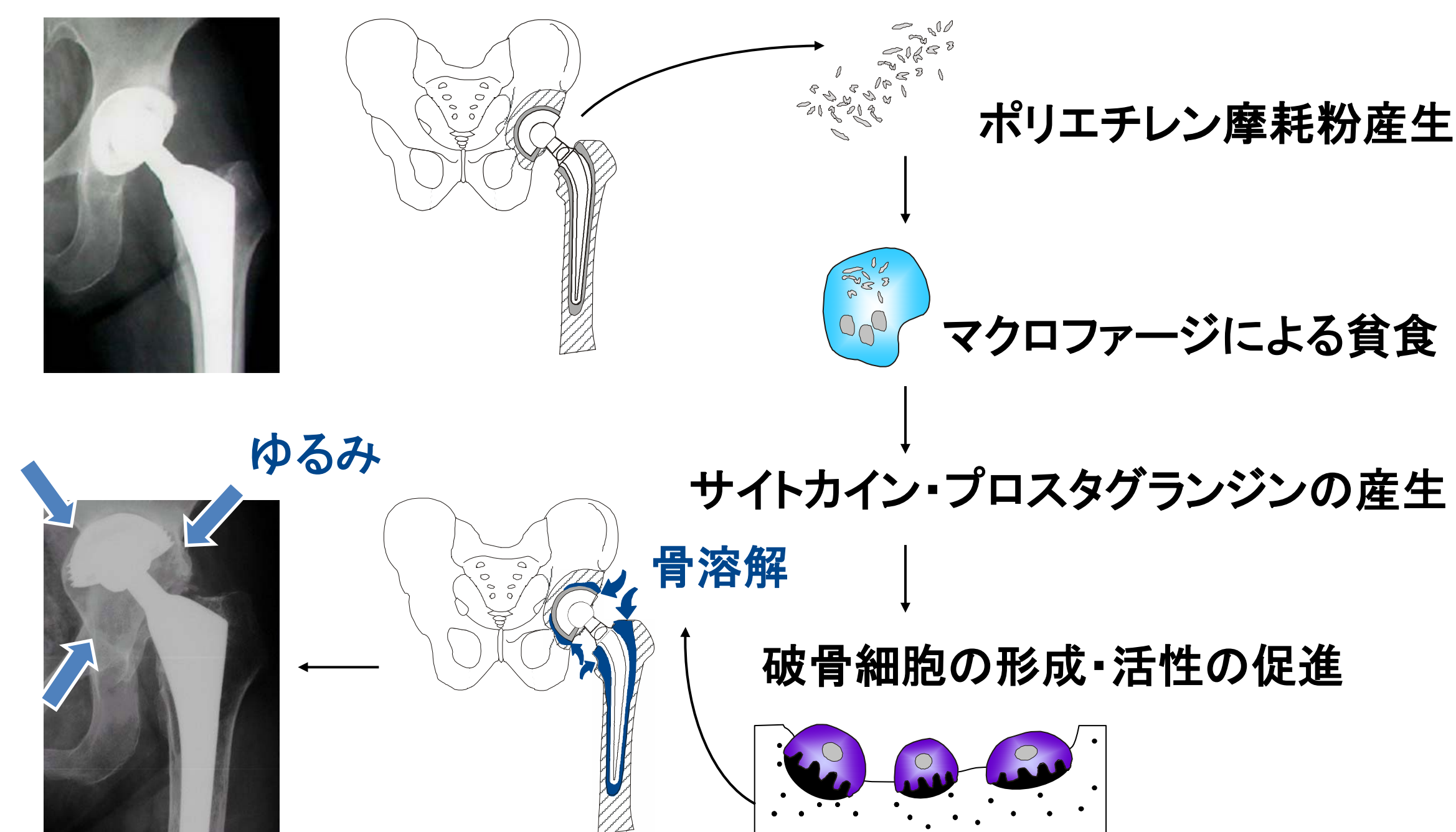
茂呂徹、石倉久年



紹介動画はこちら

## ① 人工股関節の長寿命化による健康寿命の延伸

- 人工股関節置換術は年間約15万件施行されているが、摩耗粉に起因する骨溶解が、再置換の原因となることがある。
- 本講座は人工関節の長寿命化を通じて健康寿命延伸を目指す。

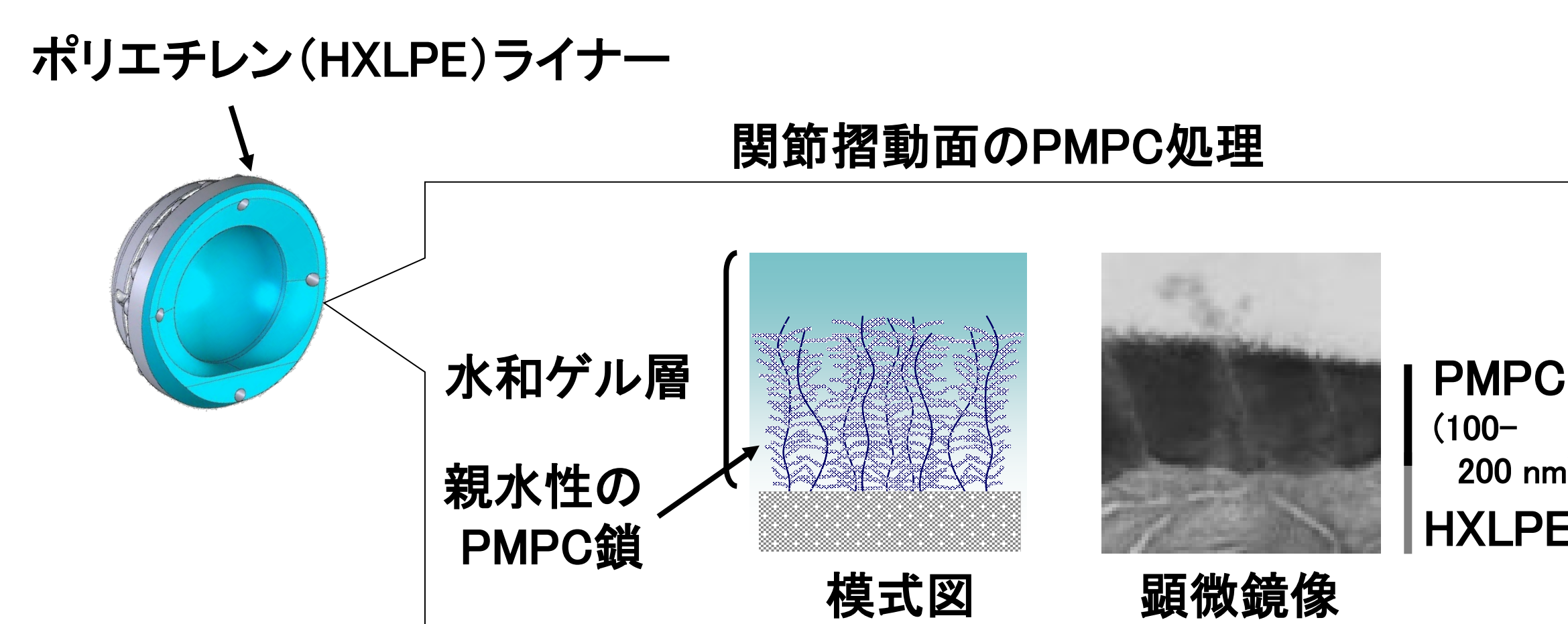


人工股関節のゆるみの症例

摩耗粉による骨溶解の機序

## ② 生体軟骨を模倣した水和潤滑機構の創出

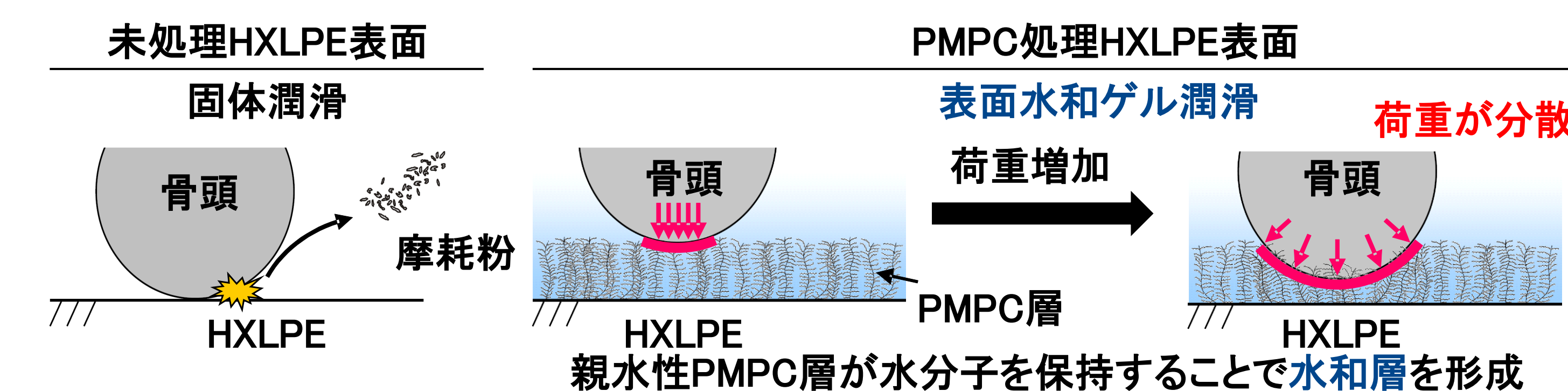
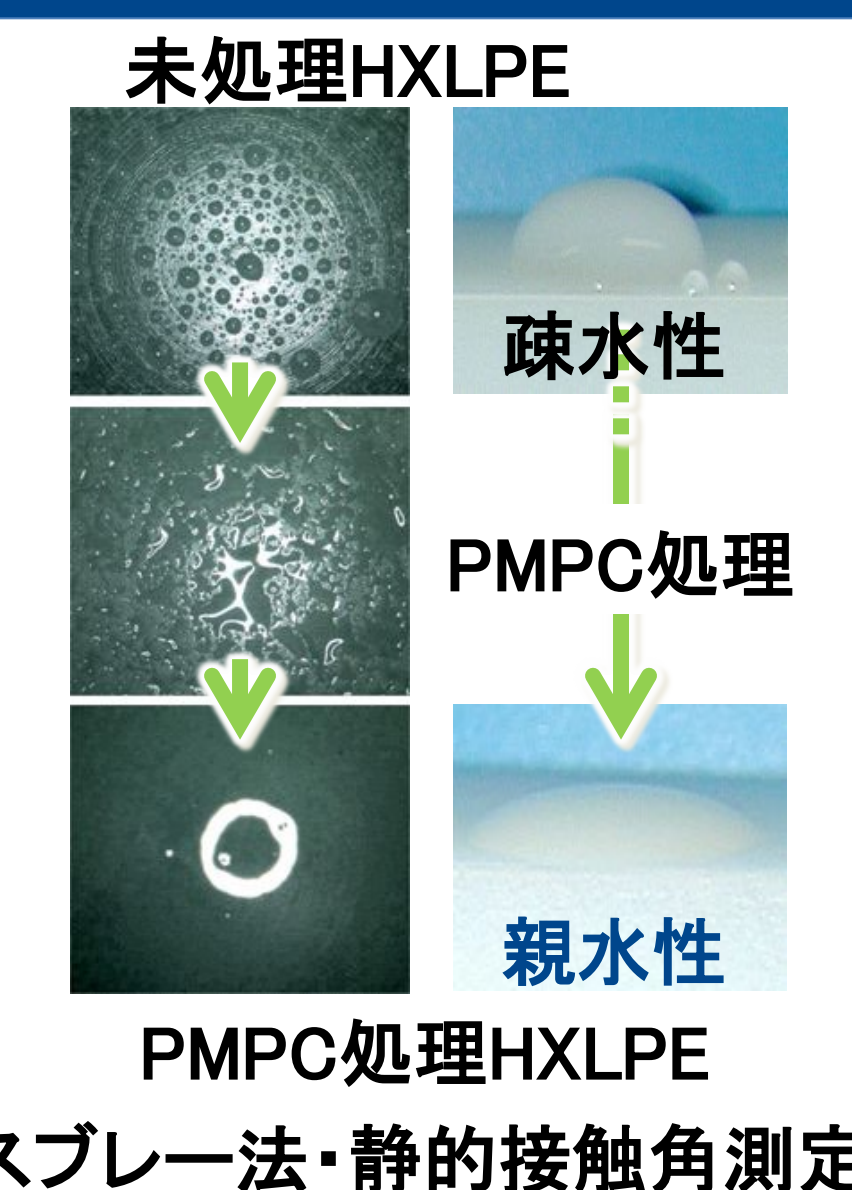
- 生体内で数十年にわたり高潤滑を維持する軟骨表面に着目した。
- 軟骨最表面にはナノメートル厚のリン脂質層が存在する。
- この層が水和ゲルを形成し、低摩擦と荷重分散を担う。
- 軟骨表面構造を模倣し、PMPC\*を人工関節表面に共有結合した。
- 超低摩擦と高い生体親和性を実現している。



\* リン脂質模倣型ポリマー ポリ(2-メタクリロイルオキシエチルホスホリルコリン) (PMPC)

## ③ PMPC処理による高潤滑表面

- PMPC処理により高度な親水性を獲得した。
- 水接触角は約20°まで低下した。
- 高荷重下でも摩擦係数0.02以下を示した。
- 従来の人工股関節(未処理HXLPE)の約1/10の摩擦係数である。
- 生体軟骨に近い潤滑性能を示した。



\* 図表内のイメージと実際のサイズ比は異なります

## ④ 長期耐摩耗性と骨溶解抑制効果の評価

### 【シミュレーター試験 (ISO規格)】

- 臨床条件を想定した各種シミュレーター試験を実施した。
- 2,000万/7,000万サイクル(約20年/約70年相当\*)後も、PMPC処理の効果は持続した。\*100万サイクル=1年相当として換算

- 摩耗粉の数・面積・体積はいずれも、未処理HXLPEの1%以下に抑制された。

### 【in vitro / in vivo 骨溶解モデル】

- PMPC処理模擬摩耗粉に対するマクロファージの貪食は抑制された。
- 炎症性サイトカインおよびプロスタグランジン産生は抑制された。
- 破骨細胞の形成および活性化は抑制された。



股関節シミュレーター

## ⑤ 社会実装と将来展望

### 【開発と承認】

- 2007-2009年に臨床試験を実施した。
- 2011年に医療機器として薬事承認を取得した。

### 【実績】

- 国産埋込型医療機器としては極めて多い、11万例以上の臨床実績を有する\*。
- 最長18年の長期経過を確認している\*。 \*2025年12月31日現在

### 【社会的意義】

- 再置換術の低減と健康寿命延伸に貢献する。

### 【将来展望】

- 日本発の医療機器として海外展開の準備を進めている。
- 次世代人工関節材料の標準技術を目指す。

