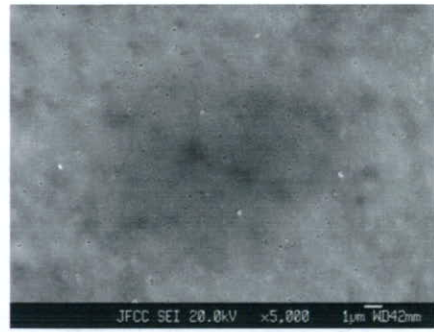


(a) 2,000 万回



(a) 1,500 万回

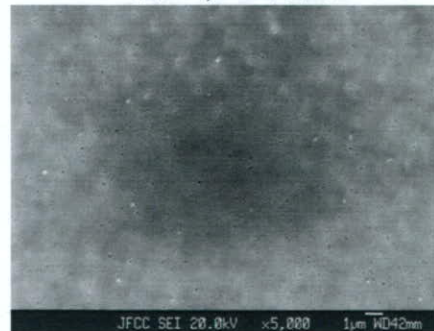
図 25 通常 CL-PE ライナーから発生した摩耗粉(5,000 倍)
(白い部分:摩耗粉)



(b) 2,000 万回

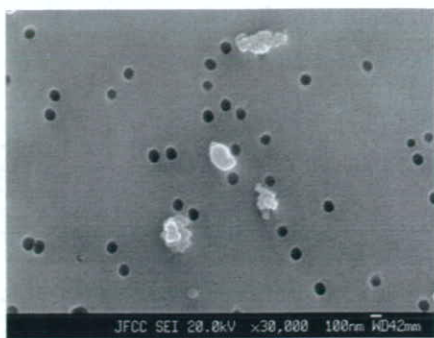


(c) 5,000 万回

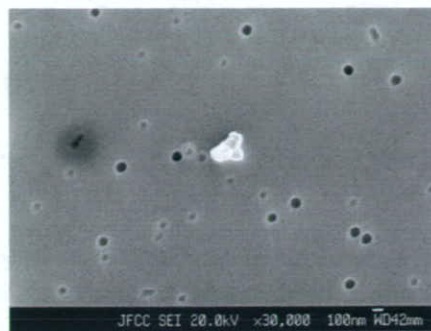


(d) 6,000 万回

図 26 MPC-CL-PE から発生した摩耗粉

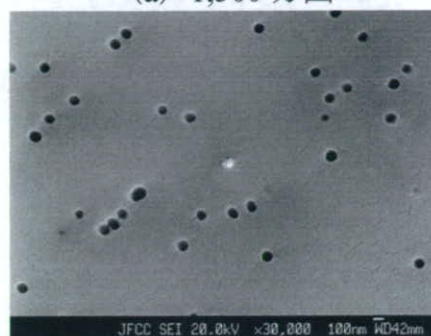


(a) 2,000 万回

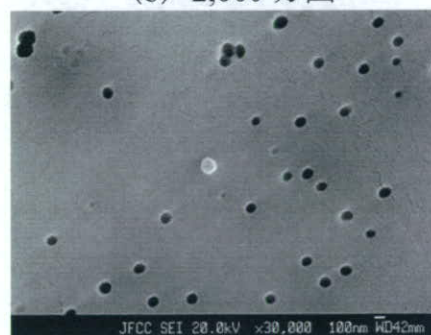


(a) 1,500 万回

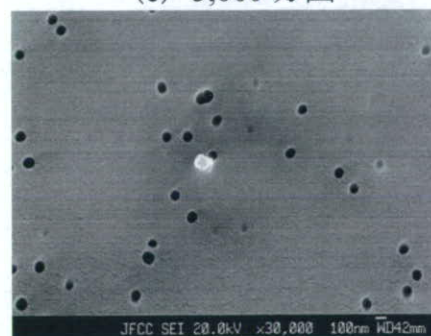
図 27 通常 CL-PE ライナーから発生した摩耗粉(30,000 倍)
(白い部分:摩耗粉)



(b) 2,000 万回



(c) 5,000 万回



(d) 6,000 万回

図 28 MPC-CL-PE から発生した摩耗粉

表4 MPC-CL-PE および CL-PE
ライナーから発生した摩耗粉
のECD

ECD / μm	試験回数 / 万回			
	50	300	500	1000
ライナーの 種類				
MPC- CL-PE	0.21 ± 0.07	0.17 ± 0.10	0.21 ± 0.09	0.25 ± 0.19
CL-PE	0.20 ± 0.16	0.23 ± 0.18	0.24 ± 0.18	0.27 ± 0.25

表5 MPC-CL-PE および CL-PE ライ
ナーから発生した摩耗粉の
総面積

総面積 / μm^2	試験回数 / 万回			
	50	300	500	1000
ライナーの 種類				
MPC- CL-PE	18	25	29	53
CL-PE	2527	1290	3802	8550

表6 MPC-CL-PE および CL-PE ライ
ナーから発生した摩耗粉の
円環性

円環性	試験回数 / 万回			
	50	300	500	1000
ライナーの 種類				
MPC- CL-PE	0.98 ± 0.03	0.93 ± 0.12	0.91 ± 0.17	0.84 ± 0.23
CL-PE	0.91 ± 0.15	0.87 ± 0.17	0.86 ± 0.19	0.83 ± 0.22

表7 CL-PE および MPC-CL-PE ライ
ナーから発生した摩耗粉の個数、粒径、
ECD、総面積、円環性およびアスペク
ト比

ライナーの 種類	個数 / 個	粒径 / μm	ECD / μm
CL-PE 2000 万回	68,025	0.46 \pm 0.32	0.31 \pm 0.20
MPC-CLPE 1500 万回	6,750	0.29 \pm 0.22	0.19 \pm 0.09
MPC-CLPE 2000 万回	2,850	0.25 \pm 0.12	0.18 \pm 0.08
MPC-CLPE 5000 万回	2,025	0.23 \pm 0.13	0.16 \pm 0.08
MPC-CLPE 6000 万回	13,650	0.26 \pm 0.12	0.18 \pm 0.07

表7 続き

ライナーの 種類	総面積 / μm^2	円環性	アスペ クト比
CL-PE 2000 万回	7,297	0.79 \pm 0.20	0.49 \pm 0.11
MPC-CLPE 1500 万回	242	0.90 \pm 0.18	0.51 \pm 0.12
MPC-CLPE 2000 万回	83	0.95 \pm 0.10	0.51 \pm 0.09
MPC-CLPE 5000 万回	50	0.89 \pm 0.15	0.49 \pm 0.14
MPC-CLPE 6000 万回	399	0.90 \pm 0.15	0.49 \pm 0.11

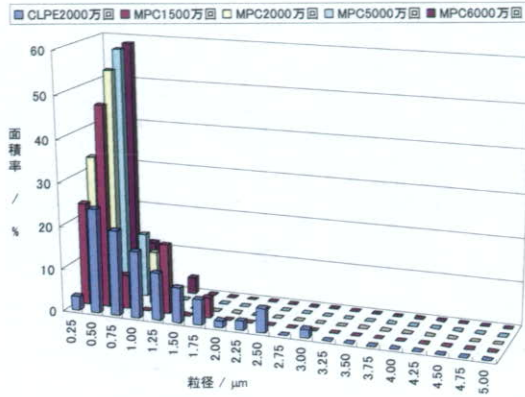


図 29 CL-PE および MPC-CL-PE ライナーから発生した摩耗粉の粒径分布

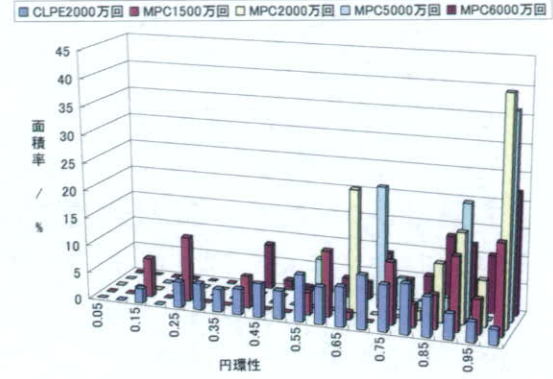


図 31 CL-PE および MPC-CL-PE ライナーから発生した摩耗粉の円環性分布

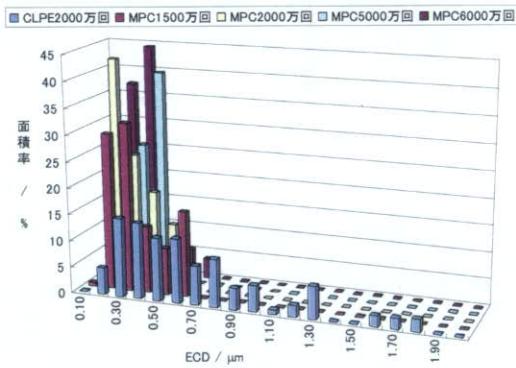


図 30 CL-PE および MPC-CL-PE ライナーから発生した摩耗粉の ECD 分布

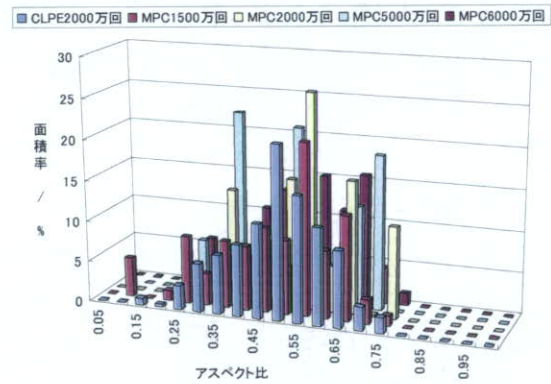


図 32 CL-PE および MPC-CL-PE ライナーから発生した摩耗粉のアスペクト比分布

(5) 骨頭種類の影響

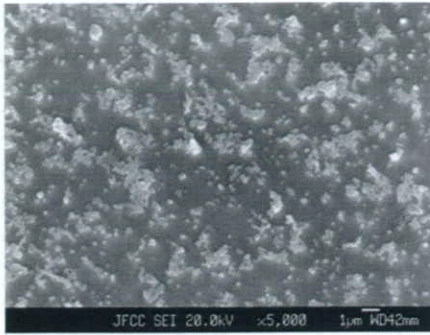
まず、摩耗試験の結果、骨頭に Al_2O_3 を使用した場合も、ライナーの MPC 処理により耐摩耗性が大きくなることがわかった。

摩耗試験を 100 および 500 万回行った CL-PE および MPC-CL-PE ライナーから発生した摩耗粉の SEM 写真を図 33~36 に示す。 Al_2O_3 骨頭と組み合わせた CL-PE ライナーから発生した摩耗粉では、顆粒状および繊維状のものが観察され、1 視野に非常に多数の摩耗粉が観察された。しかし、 Al_2O_3 骨頭と組み合わせた MPC-CL-PE ライナーからは、摩耗粉をほとんど観察することができなかった。

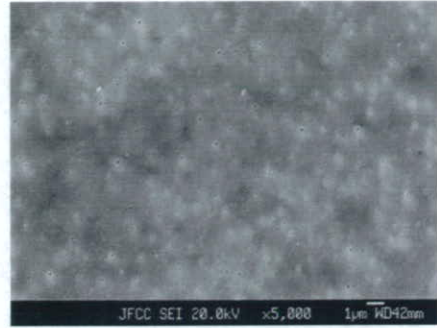
表 8 に、 Al_2O_3 骨頭と組み合わせた CL-PE および MPC-CL-PE ライナーに対して、摩耗試験を 100 および 500 万回行った後の潤滑液中の摩耗粉の個数、粒径、ECD、総面積、円環性およびアスペクト比を示す。まず、個数および総面積の場合には、CL-PE > MPC-CL-PE の順に減少することがわかった。この結果は、ライナーの耐摩耗性のそれと一致していた。粒径および ECD に関しては、CL-PE ライナーの場合の方が大きい値を示し、それぞれ約 $0.71 \mu\text{m}$ および $0.43 \mu\text{m}$ であった(試験回数 100 万回)。MPC-CL-PE ライナーの場合の粒径および ECD は、それぞれ約 $0.23 \mu\text{m}$ および $0.16 \mu\text{m}$ であった(試験回数 100 万回)。これらの値は、試験回数が増加すると、CL-PE の場合には減少し、MPC-CL-PE の場合にはわずかに増加した。円環性に関し

ては、MPC-CL-PE ライナーの方が大きい値で 1 に近い値を示すことから、より真円に近いことがわかった。アスペクト比に関しては、CL-PE ライナーの場合には 0.46~0.48 の値を示し、MPC-CL-PE ライナーの場合には約 0.50~0.53 の値を示した。

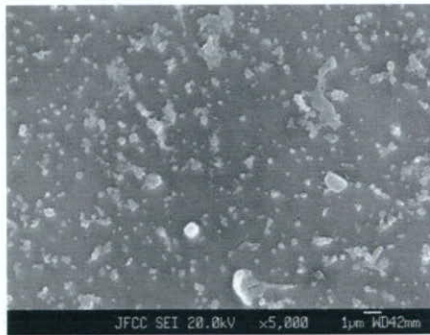
Al_2O_3 骨頭と組み合わせた各ライナーから発生した摩耗粉の粒径分布を図 37 に示す。CL-PE ライナー場合は、粒径が $1.0 \sim 18 \mu\text{m}$ の摩耗粉が存在し、特に $1 \mu\text{m}$ の割合が最も高かった。MPC-CL-PE ライナーの場合には、 $0.15 \sim 0.95 \mu\text{m}$ の摩耗粉が存在し、 $0.3 \mu\text{m}$ の割合が最も大きかった。また、ECD に関しては、何れのライナーの場合も、 $1.0 \mu\text{m}$ の存在割合が最も高かった(図 38)。円環性に関しては、CL-PE の場合 0.1 を示す、繊維状の形状の物が多かったのに対し、MPC-CL-PE ライナーの場合には、0.85~1.0 の範囲の真円に近い物がほとんどであった(図 39)。アスペクト比に関しては、CL-PE の場合 0.15~0.75 の範囲の摩耗粉が 100% を占め、0.3 にピークを持つ分布を示した。MPC-CL-PE ライナーに関しては、0.25 および 0.55 にピークを持つ分布を示すことがわかった(試験回数 500 および 100 万回)(図 40)。



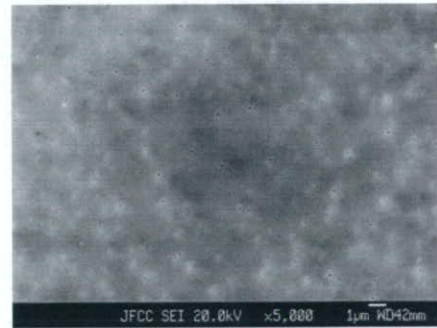
(a) 100 万回



(a) 100 万回



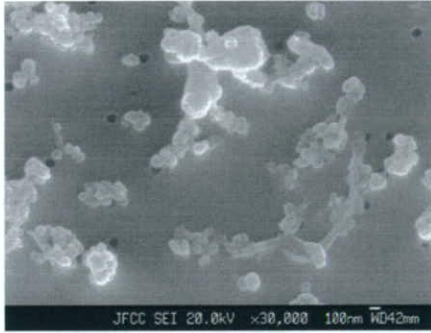
(b) 500 万回



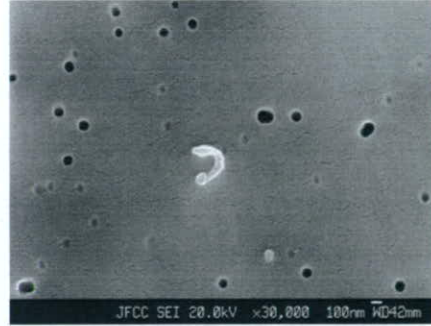
(b) 500 万回

図 33 Al_2O_3 骨頭と組み合わせた CL-PE
ライナーから発生した摩耗粉
(5,000 倍)
(白い部分:摩耗粉)

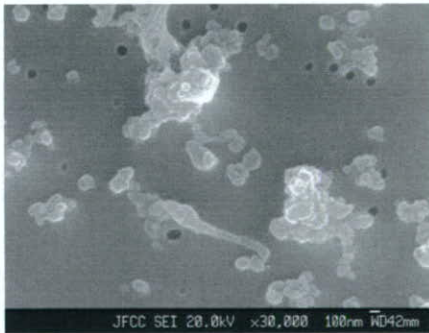
図 34 Al_2O_3 骨頭と組み合わせた
MPC-CL-PE ライナーから発生
した摩耗粉(5,000 倍)
(白い部分:摩耗粉)



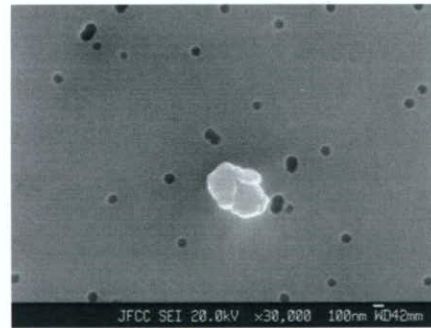
(a) 100 万回



(a) 100 万回



(b) 500 万回



(b) 500 万回

図 35 Al_2O_3 骨頭と組み合わせた CL-PE
ライナーから発生した摩耗粉
(30,000 倍)
(白い部分:摩耗粉)

図 36 Al_2O_3 骨頭と組み合わせた
MPC-CL-PE ライナーから発生
した摩耗粉(30,000 倍)
(白い部分:摩耗粉)

以上のように、 Al_2O_3 骨頭と組み合わせた CL-PE および MPC-CL-PE ライナーの摩耗性と摩耗粉の定量分析から、骨頭の種類が Co-Cr の場合と同様に、CL-PE ライナーの MPC 処理により耐摩耗性が著しく向上することがわかった。また、摩耗粉の粒径、ECD、円環性およびアスペクト比に関して Co-Cr を用いた場合と同等であった。

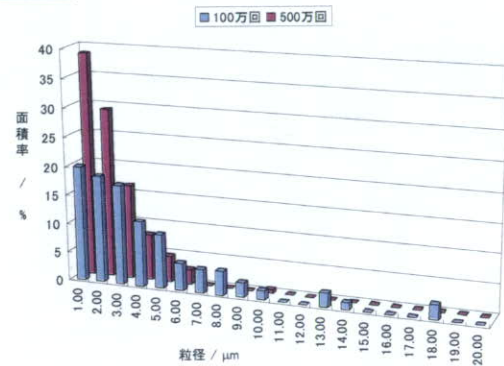
表 8 続き

ライナーの種類	総面積 / μm^2	円環性	アスペクト比
CL-PE 100 万回	115,575	0.71± 0.27	0.46± 0.13
CL-PE 500 万回	66,150	0.77± 0.24	0.48± 0.12
MPC-CLPE 100 万回	267	0.94± 0.13	0.53± 0.10
MPC-CLPE 500 万回	180	0.92± 0.15	0.50± 0.11

表 8 Al_2O_3 骨頭と組み合わせた CL-PE および MPC-CL-PE ライナーから発生した摩耗粉の個数、粒径、ECD、総面積、円環性およびアスペクト比

ライナーの種類	個数 / 個	粒径 / μm	ECD / μm
CL-PE 100 万回	377,400	0.71± 0.92	0.43± 0.45
CL-PE 500 万回	401,400	0.57± 0.55	0.36± 0.28
MPC-CLPE 100 万回	11,250	0.23± 0.09	0.16± 0.06
MPC-CLPE 500 万回	4,050	0.30± 0.27	0.20± 0.13

CLPE



MPC-CLPE

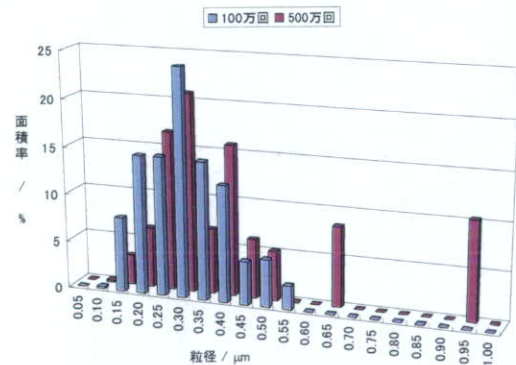
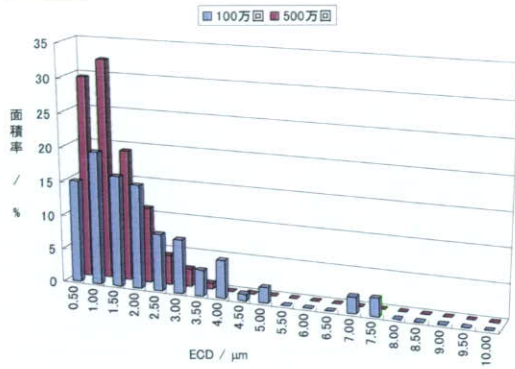
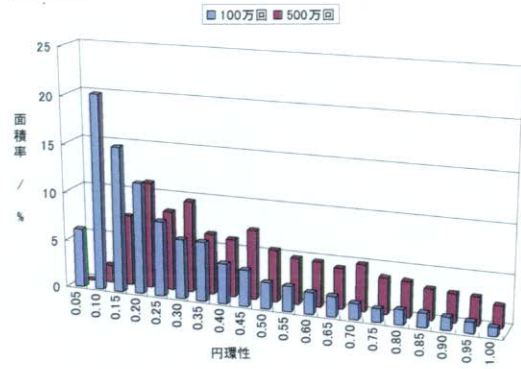


図 37 Al_2O_3 骨頭と組み合わせた CL-PE および MPC-CL-PE ライナーから発生した摩耗粉の粒径分布

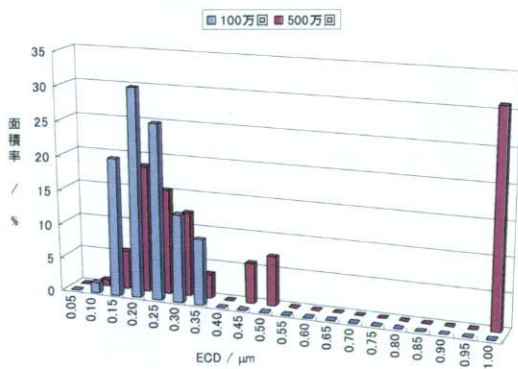
CLPE



CLPE



MPC-CLPE



MPC-CLPE

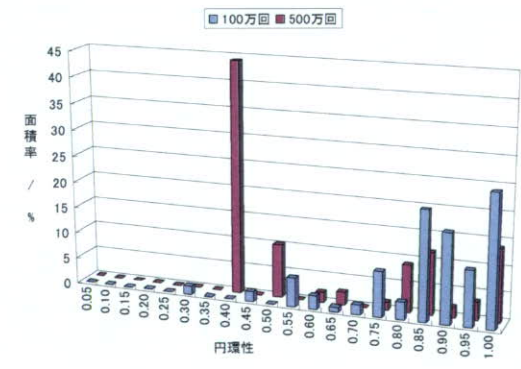
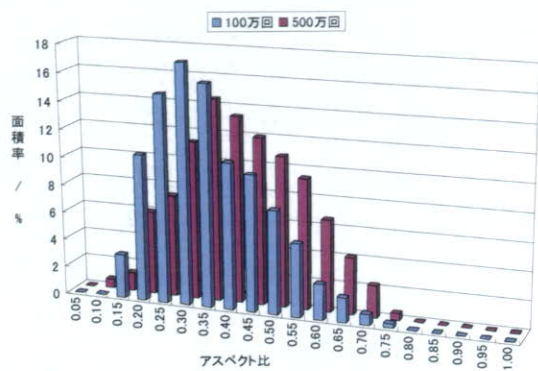


図 38 Al₂O₃ 骨頭と組み合わせた CL-PE および MPC-CL-PE ライナーから発生した摩耗粉の ECD 分布

図 39 Al₂O₃ 骨頭と組み合わせた CL-PE および MPC-CL-PE ライナーから発生した摩耗粉の円環性分布

CLPE



MPC-CLPE

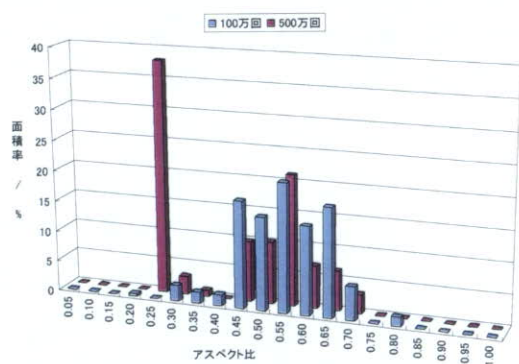


図 40 Al_2O_3 骨頭と組み合わせた CL-PE および MPC-CL-PE ライナーから発生した摩耗粉のアスペクト比分布

(6)PE ライナーの MPC 処理の影響

まず、摩耗試験の結果、骨頭に Co-Cr を使用した場合、PE ライナーの MPC 処理により耐摩耗性が CL-PE ライナーと同様に大きくなることがわかった。

摩耗試験を 100 および 300 万回行った PE および MPC-PE ライナーから発生した摩耗粉の SEM 写真を図 41~44 に示す。PE ライナーから発生した摩耗粉では、繊維状のものが観察された。しかし、MPC-PE ライナーからは、摩耗粉をほとんど観察することができなかった。

表 9 に、Co-Cr 骨頭と組み合わせた PE および MPC-PE ライナーに対して、摩耗試験を 100 および 300 万回行った後の潤滑液中の摩耗粉の個数、粒径、ECD、総面積、円環性およびアスペクト比を示す。まず、個数および総面積の場合には、PE > MPC-PE の順に減少することがわかった。この結果は、ライナーの耐摩耗性のそれと一致していた。粒径および ECD に関しては、PE ライナーの場合の方が大きい値を示し、それぞれ約 $1.01\ \mu\text{m}$ および $0.56\ \mu\text{m}$ であった(試験回数 100 万回)。MPC-PE ライナーの場合の粒径および ECD は、それぞれ約 $0.27\ \mu\text{m}$ および $0.19\ \mu\text{m}$ であった(試験回数 100 万回)。これらの値は、試験回数が増加すると、PE の場合には減少し、MPC-PE の場合には変化がなかった。円環性に関しては、MPC-PE ライナーの方が大きい値で 1 に近い値を示すことから、より真円に近いことがわか

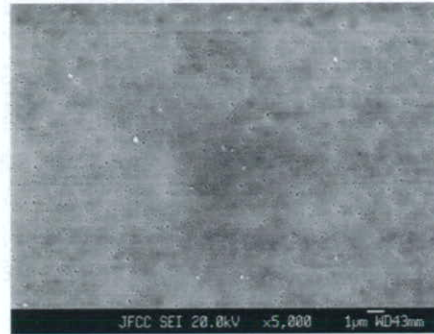
った。アスペクト比に関しては、PE ライナーの場合には 0.43~0.45 の値を示し、MPC-PE ライナーの場合には約 0.5 付近の値を示した。

Co-Cr 骨頭と組み合わせた PE および MPC-PE ライナーから発生した摩耗粉の粒径分布を図 45 に示す。PE ライナー場合は、粒径が $1.0\sim 19.0\ \mu\text{m}$ の範囲で摩耗粉が存在し、 $19.0\ \mu\text{m}$ の割合が最も高かった。MPC-PE ライナーの場合には、 $0.15\sim 0.85\ \mu\text{m}$ の範囲で摩耗粉が存在し、 $0.25\ \mu\text{m}$ の割合が最も大きく、最大でも $0.85\ \mu\text{m}$ のものしか存在しなかった。また、ECD に関しては、PE ライナーの場合、 $15.0\ \mu\text{m}$ の存在割合が最も高かったのに対し、MPC-PE ライナーでは $0.25\ \mu\text{m}$ の存在割合が最も高かった(図 46)。円環性に関しては、PE の場合 0.1 を示す、繊維状の形状の物が多かったのに対し、MPC-PE ライナーの場合には、 $0.7\sim 1.0$ の範囲の真円に近い物がほとんどであった(図 47)。アスペクト比に関しては、PE の場合 $0.10\sim 0.70$ の範囲の摩耗粉が 100% を占め、 0.50 または 0.35 にピークを持つ分布を示した(試験回数 100 および 300 万回)。MPC-PE ライナーに関しては、 0.55 にピークを持つ分布を示すことがわかった(図 48)。

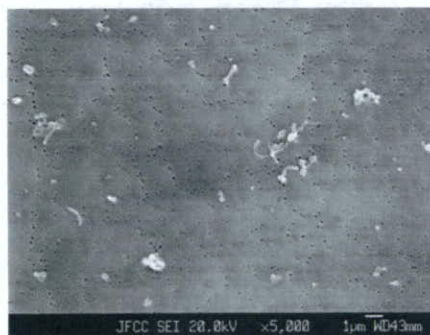
以上のように、Co-Cr 骨頭と組み合わせた PE および MPC-PE ライナーの摩耗性と摩耗粉の定量分析から、ライナーの種類が CL-PE の場合と同様に、PE ライナーの MPC 処理により耐摩耗性が著しく向上することがわかった。また、摩耗粉の粒径、ECD、円環性お



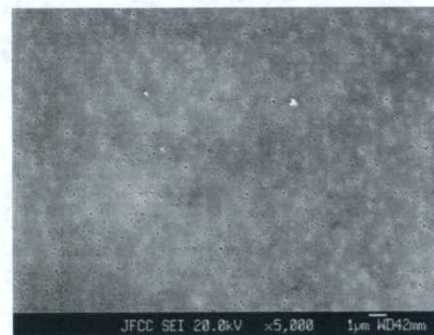
(a) 100 万回



(a) 100 万回



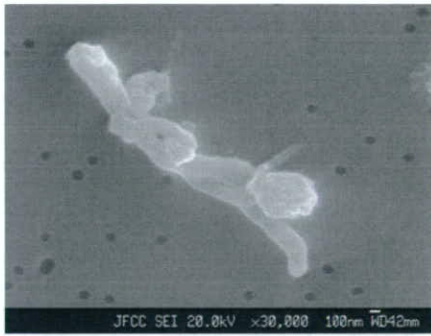
(b) 300 万回



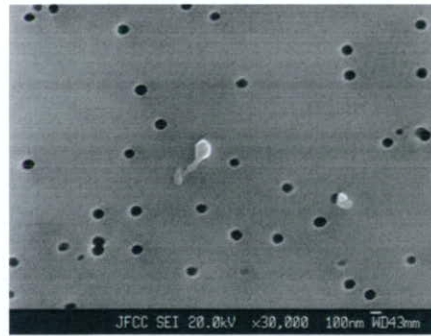
(b) 300 万回

図 41 Co-Cr 骨頭と組み合わせた PE ライナーから発生した摩耗粉 (5,000 倍)

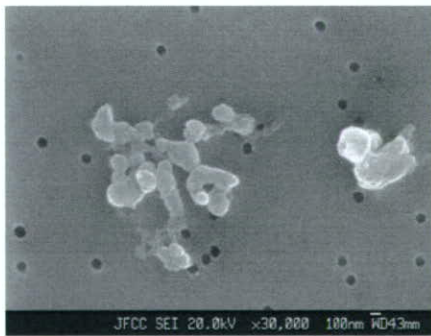
図 42 Co-Cr 骨頭と組み合わせた MPC-PE ライナーから発生した摩耗粉(5,000 倍)



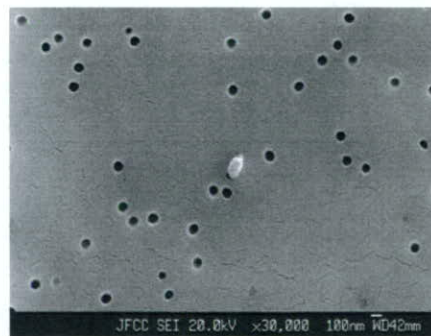
(a) 100 万回



(a) 100 万回



(b) 300 万回



(b) 300 万回

図 43 Co-Cr 骨頭と組み合わせた PE ライナーから発生した摩耗粉 (30,000 倍)

図 44 Co-Cr 骨頭と組み合わせた MPC-PE ライナーから発生した摩耗粉 (30,000 倍)

よびアスペクト比に関しても CL-PE を用いた場合と同等であることがわかった。

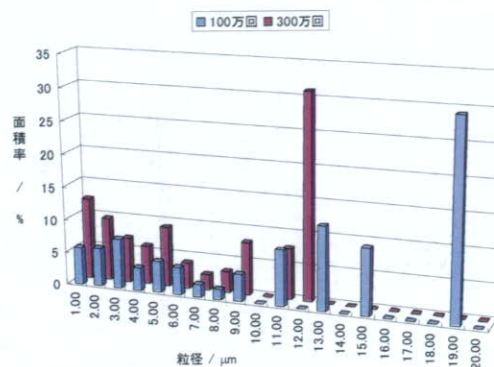
表 9 PE および MPC-PE ライナーから発生した摩耗粉の個数、粒径、ECD、総面積、円環性およびアスペクト比

ライナーの種類	個数 / 個	粒径 / μm	ECD / μm
PE 100 万回	31,500	1.01 \pm 1.77	0.56 \pm 0.98
PE 300 万回	36,450	0.83 \pm 1.62	0.48 \pm 0.90
MPC-PE 100 万回	13,800	0.27 \pm 0.11	0.19 \pm 0.07
MPC-PE 300 万回	5,925	0.27 \pm 0.13	0.19 \pm 0.08

表 9 続き

ライナーの種類	総面積 / μm^2	円環性	アスペクト比
PE 100 万回	31,650	0.68 \pm 0.29	0.43 \pm 0.16
PE 300 万回	29,850	0.71 \pm 0.28	0.45 \pm 0.15
MPC-PE 100 万回	435	0.89 \pm 0.14	0.50 \pm 0.11
MPC-PE 300 万回	202	0.92 \pm 0.15	0.52 \pm 0.11

PE



MPC-PE

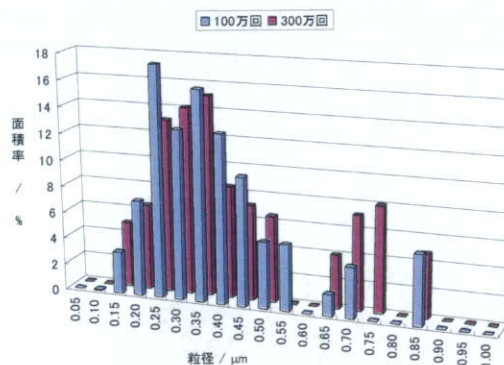
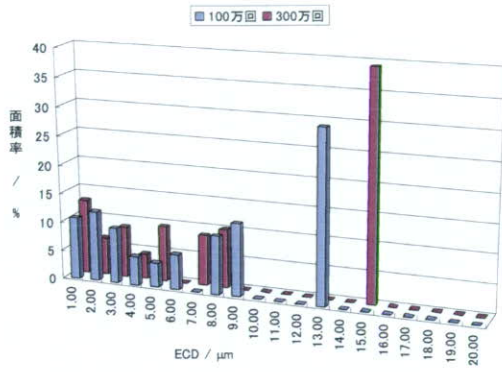
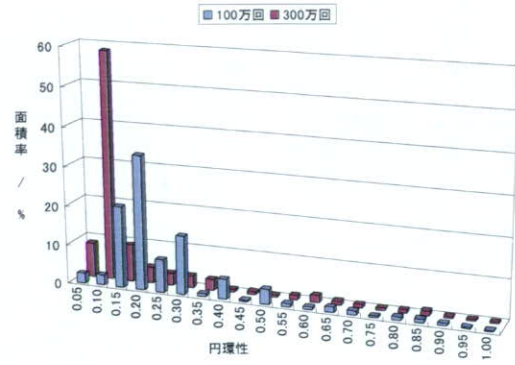


図 45 PE および MPC-PE ライナーから発生した摩耗粉の粒径分布

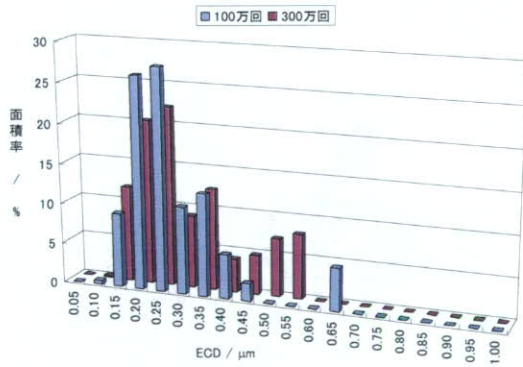
PE



PE



MPC-PE



MPC-PE

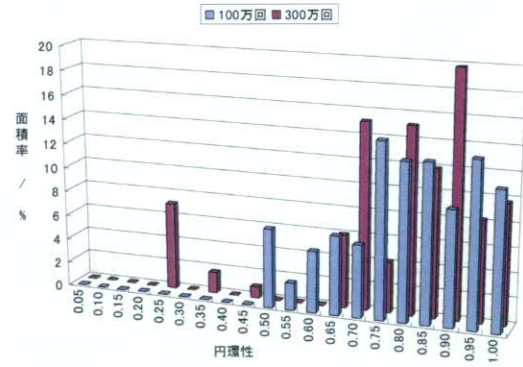
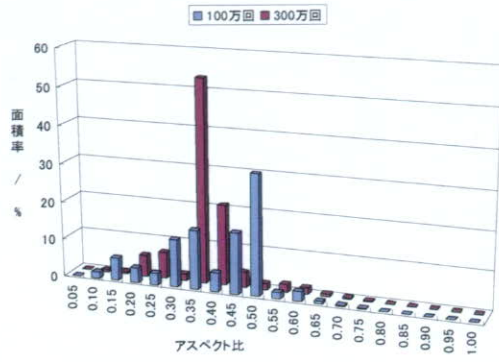


図 46 PE および MPC-PE ライナーから発生した摩耗粉の ECD 分布

図 47 PE および MPC-PE ライナーから発生した摩耗粉の円環性分布

PE



MPC-PE

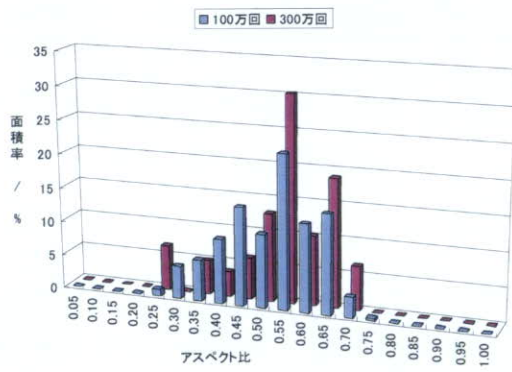


図 48 PE および MPC-PE ライナーから発生した摩耗粉のアスペクト比分布

D. 考察

本研究では、MPC ポリマーで表面処理を施した CL-PE ライナーの摩耗試験を実施し、その過程で発生する摩耗粉の評価解析を行った。まず、ライナーの耐摩耗性は $PE < CL-PE < MPC-PE = MPC-CL-PE$ であることが明らかになった。

上記4種類のライナーから発生した摩耗粉の解析を行った結果、MPC 処理により PE および CL-PE ライナーの摩耗粉の個数は著しく減少し、発生した摩耗粉の面積も減少し、1/100 になることがわかった。

従って、MPC ポリマー処理により、摩耗粉自体の発生量を低減させることが可能となった。

試験回数が増加しても、MPC-CL-PE から発生した摩耗粉の個数および面積は、CL-PE のその 1/100 を保ち続けた。よって、MPC 処理の効果は、5,000 万回という長期の試験にも関わらず残存することが明らかとなった。

UV 処理時間に関しては、0.375 時間の試料では摩耗粉が多く、処理時間が 0.75 時間の場合は少なく、3.0 時間の試料では、0.75 時間より多くなった。この原因は、UV 処理時間が 0.375 時間と短いと、MPC ポリマー処理された表面処理層が非常に薄いため(図 49)、摩耗試験過程ですぐに削り取られて失われてしまうためと考えられる。そのため、十分な MPC ポリマー処理効果を発揮するためには、処理時間は 0.75~1.5 時間が好ましいと考えられる。ただ、3 時間の UV 照射を行うと、

形成される MPC ポリマー鎖が長くなり、親水性部が MPC ポリマー内に潜り込むことが考えられる(図 49)。そのため、最表面に存在する耐摩耗性に影響を与える親水性部の存在割合が低くなる可能性が高い。そのため、照射時間は 0.75~1.5 時間が最適と考えられる。

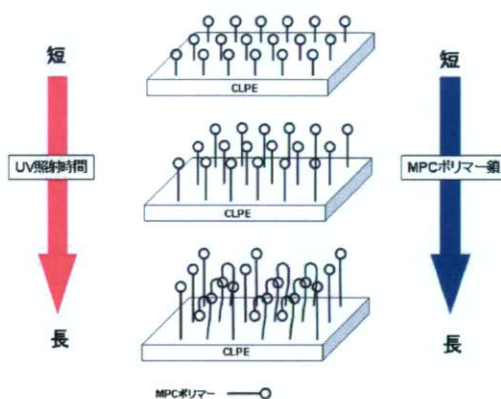


図 49 UV 処理時間を変えた場合に形成される MPC ポリマー層

MPC ポリマー処理による摩耗抑制機序の解明に関しては、マスキング試料では、ライナー全面を処理したものよりは摩耗抑制効果が若干劣ってはいたが、摩耗量の産生量が非常に少なかった。この原因は、MPC ポリマーが摺動部に残存することで、摺動面への潤滑液の導入を促し、摩耗抑制に効果的な摺動面が形成されたためと考えられる。次に、逆マスキング試料では、軽度の摩耗抑制効果が見られるもののすぐに効果を失い、未処理の

CL-PE ライナーとほぼ同じ摩耗粉産生量であった。この原因は、関節摺動面近傍に存在する MPC ポリマーが摺動面に潤滑液の導入を促し、流体潤滑の改善に若干の寄与を示す一方、関節摺動面には MPC ポリマー処理表面がほとんど存在せず、摩耗抑制に効果的な摺動面が形成されないためと考えられる。

次に、骨頭の材質の影響を評価した結果、MPC-CL-PE ライナーとの組み合わせでは、何れの部材でも摩耗量の低減が見られた。この原因として、一般的にはセラミックスは金属骨頭より優れた摩耗特性を示し、CL-PE ライナーとの組み合わせでは、摩耗性は $\text{CoCr} \geq \text{Al}_2\text{O}_3 > \text{ZrO}_2$ の順に低くなることが報告されている。しかし、今回の摩耗粉産生量から見ると、 $\text{Al}_2\text{O}_3 > \text{CoCr}$ の順に減少することを確認した。今回ライナーに MPC-CL-PE を使用している場合は、CoCr と Al_2O_3 の摩耗量はほとんど変わらなかったと考えられる。

また、MPC は生体適合性ポリマーであるため、MPC ポリマー処理を行った CL-PE から発生した摩耗粉は、Loosening を惹起しない可能性も期待される。そのため、ライナー表面に MPC ポリマーを導入することは、摩耗粉の産生量の低減からだけでなく、生物学的な作用からも Loosening を抑制することが可能になり、長寿命型人工股関節部材の開発につながると期待される。

E. 結論

臨床応用されている PE および CL-PE ライナーに、生体適合性ポリマーである MPC ポリマーでナノスケールの表面処理を施すことにより、摩耗粉の産生量を著しく低減させるだけでなく、生物学的な作用からも Loosening を抑制することが可能となった。これらの研究成果は、長寿命型人工股関節部材の開発につながると期待される。

F. 健康危険情報

特になし。

G. 研究発表

1. 論文発表

①和文

- 1) 茂呂徹, 高取吉雄, 中村耕三, 川口浩: 関節のナノ表面処理による人工股関節の弛みの阻止. *整形外科* 56: 170, 2005.
- 2) 茂呂徹, 高取吉雄, 中村耕三, 川口浩, 石原一彦: 新素材による人工股関節の開発. *整・災外* 48: 245-250, 2005.
- 3) 茂呂徹: 人工関節 新素材採用で長寿命化に成功. *治療* 87 (4): 1642-1645, 2005.
- 4) 茂呂徹: ナノ表面制御による新しい人工股関節の開発. *リウマチ科* 33 (6) 639-645, 2005.
- 5) 石原一彦, 茂呂徹, 金野智浩: 人工細胞膜表面構築による超機能人工

- 関節の開発: *材料科学* 42 (4) 2-6, 2005.
- 6) 茂呂徹: 高潤滑人工関節インターフェイス. *バイオマテリアル* 23 (4) 296-302, 2005.
 - 7) 茂呂徹: 生体適合性ポリマーのナノ表面処理による人工股関節の弛みの阻止. *バイオマテリアル* 23 (6) 407-412, 2005.
 - 8) 茂呂徹, 石原一彦: MPC ポリマー. *整形外科* 56 (12) 1600, 2005.
 - 9) 茂呂徹, 高取吉雄, 中村耕三, 川口浩, 石原一彦: ポリエチレンライナー表面の MPC ポリマー処理は人工股関節の弛みを抑制する — ナノ表面制御による長寿命型人工股関節の開発—. *Hip Joint* 31 469-474, 2005.
 - 10) 茂呂徹, 高取吉雄: 人工臓器 最近の進歩 人工関節. *人工臓器* 34 (3): 166-170, 2005.
 - 11) 茂呂徹: ポリマーナノグラフト表面構築を基盤とした耐摩耗人工股関節の創製. *バイオマテリアル* 24 (2): 108-114, 2006. (2005年日本バイオマテリアル学会「科学奨励賞」受賞)
 - 12) 高取吉雄, 茂呂徹, 川口浩, 中村耕三, 石原一彦, 高玉博朗, 山脇昇: MPC ポリマーによるポリエチレンライナーのナノ表面処理. *日本文工関節学会誌* 36: 242-243, 2006.
- ②英文
- 1) Moro T, Takatori Y, Ishihara K, Nakamura K, Kawaguchi H: 2006 Frank Stinchfield Award: Grafting of biocompatible polymer for longevity of artificial hip joints. *Clin Orthop Relat Res* 453: 58-63, 2006.
 - 2) Goda T, Konno T, Takai M, Moro T, and Ishihara K: Biomimetic Phosphorylcholine Polymer Grafting from Polydimethylsiloxane Surface Using Photo-induced Free Radical Polymerization. *Biomaterials* 27: 5151-5160, 2006.
 - 3) Kyomoto M, Iwasaki Y, Moro T, Konno T, Miyaji F, Kawaguchi H, Takatori Y, Nakamura K, Ishihara K: High lubricious surface of cobalt-chromium-molybdenum alloy prepared by grafting poly(2-methacryloyloxyethyl phosphorylcholine). *Biomaterials* 28: 3121-3130, 2007.
 - 4) Ikeda T, Saito T, Ushita M, Yano F, Kan A, Itaka K, Moro T, Nakamura K, Kawaguchi H, Chung UI: Identification and characterization of the human SOX6 promoter. *Biochem Biophys Res Commun* 357: 383-390, 2007.
 - 5) Kyomoto M, Moro T, Konno T, Takadama H, Kawaguchi H, Takatori Y, Nakamura K, Yamawaki N, Ishihara K: Effects of photo-induced graft polymerization of 2-methacryloyloxyethyl phosphorylcholine on physical properties of cross-linked polyethylene in artificial hip joints. *J Mater Sci Mater Med* 18: 1809-1815, 2007.
 - 6) Kyomoto M, Moro T, Konno T, Takadama H, Yamawaki N,

- Kawaguchi H, Takatori Y, Nakamura K, Ishihara K: Enhanced wear resistance of modified cross-linked polyethylene by grafting with poly(2-methacryloyloxyethyl phosphorylcholine). *J Biomed Mater Res A* 82: 10-17, 2007.
- 7) Kyomoto M, Moro T, Miyaji F, Konno T, Hashimoto M, Kawaguchi H, Takatori Y, Nakamura K, Ishihara K: Enhanced wear resistance of orthopaedic bearing due to the cross-linking of poly(MPC) graft chains induced by gamma-ray irradiation. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*, 84: 320-327, 2008.
- 8) Kyomoto M, Moro T, Miyaji F, Hashimoto M, Kawaguchi H, Takatori Y, Nakamura K, Ishihara K: Effect of 2-methacryloyloxyethyl phosphorylcholine concentration on photo-induced graft polymerization of polyethylene in reducing the wear of orthopaedic bearing surface. *J Biomed Mater Res A*, in press.
- 9) Kyomoto M, Moro T, Miyaji F, Hashimoto M, Kawaguchi H, Takatori Y, Nakamura K, Ishihara K: Effects of mobility/immobility of surface modification by 2-methacryloyloxyethyl phosphorylcholine polymer on the durability of polyethylene for artificial joints. *J Biomed Mater Res A*, in press.
- 10) Kyomoto M, Moro T, Iwasaki Y, Miyaji F, Kawaguchi H, Takatori Y, Nakamura K, Ishihara K: Super-lubricious surface mimicking articular cartilage by grafting poly(2-methacryloyloxyethyl phosphorylcholine) on orthopaedic metal bearings. *J Biomed Mater Res A*, in contribution.
- 11) Liu G, Ogasawara T, Watanabe J, Ishihara K, Asawa Y, Chung UI, Moro T, Takatori Y, Takato T, Nakamura K, Kawaguchi H, Hoshi K: Selection of highly osteogenic and chondrogenic cells from bone marrow stromal cells in biocompatible polymer-coated plates. *J Biomed Mater Res A*, in contribution.
- 2.学会発表
- ① 国際学会
- 1) Ishihara K, Moro T, Takatori Y, Kawaguchi H, Nakamura K, Konno T: Biomimetic surface on polyethylene liner for obtaining excellent lubrication. *19th European Conference on Biomaterials*. Sorrento, Italy, September 11-15, 2005.
- 2) Moro T, Takatori Y, Ishihara K, Takadama H, Nakamura K, Kawaguchi H: Nano-grafting of biocompatible phospholipid polymer on the polyethylene liner surface for preventing aseptic loosening of the artificial hip joint. *18th Annual Symposium of the International Society for Technology in Arthroplasty (ISTA)*. Kyoto, Japan, September 30-October 1, 2005.
- 3) Karita T, Takatori Y, Yamamoto M, Mabuchi A, Moro T, Ushida M, Miura S, Nakamura K: A metal head vs a zirconia head in regard to the rate of polyethylene wear in cementless total hip replacements. *18th Annual Symposium of the International Society for Technology in Arthroplasty (ISTA)*. Kyoto, Japan, September 30-October 1, 2005.