

図3 多方向摺動試験によるPEディスクの重量摩耗量

100万サイクル終了後のMPC処理CLPE (VE)の重量摩耗量は、厚さ3mmおよび6mmのディスクともに、未処理CLPE (VE)のそれらに比べて有意に低い値を示した。

衝撃-摩耗試験におけるPEディスクの重量摩耗量の推移を図4に示す。

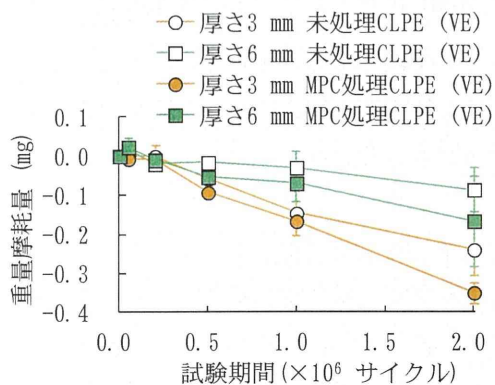


図4 衝撃-摩耗試験によるPEディスクの重量摩耗量

200万サイクル終了後の厚さ6mmのディスクの重量摩耗量は、未処理群で -0.09 ± 0.12 mg、MPC処理群で -0.17 ± 0.02 mgであり、両群とも負の値を示した。MPC処理群の方が

未処理群よりも重量摩耗量が小さい傾向が見られたが、有意な差ではなかった。

② マイクロスコープ観察

多方向摺動試験後のディスク摺動部のマイクロスコープ像を、図5に示す。すべての群において、サイクル数の増加とともに、ツールマークの消失が認められた。各群の間に明らかな違いは認められなかった。

多方向摺動試験後のディスク背面のホール接触部のマイクロスコープ像を、図6に示す。未処理群、MPC処理群ともに、スクリーホール辺縁に沿った円状痕の発生し、サイクル数の増加とともにより明瞭になった。円状痕は、厚さ6mmのディスクに比べて、厚さ3mmのディスクの方が明瞭であった。

衝撃-摩耗試験後のディスクの衝撃部のマイクロスコープ像を、図7に示す。すべての群において、サイクル数の増加とともに、ツールマークの消失が認められた。各群の間に明らかな違いは認められなかった。

衝撃-摩耗試験後のディスク背面のホール接触部のマイクロスコープ像を、図8に示す。未処理群、MPC処理群ともに、スクリーホール辺縁に沿った円状痕の発生し、サイクル数の増加とともにより明瞭になった。円状痕は、厚さ6mmのディスクに比べて、厚さ3mmのディスクの方が明瞭であった。

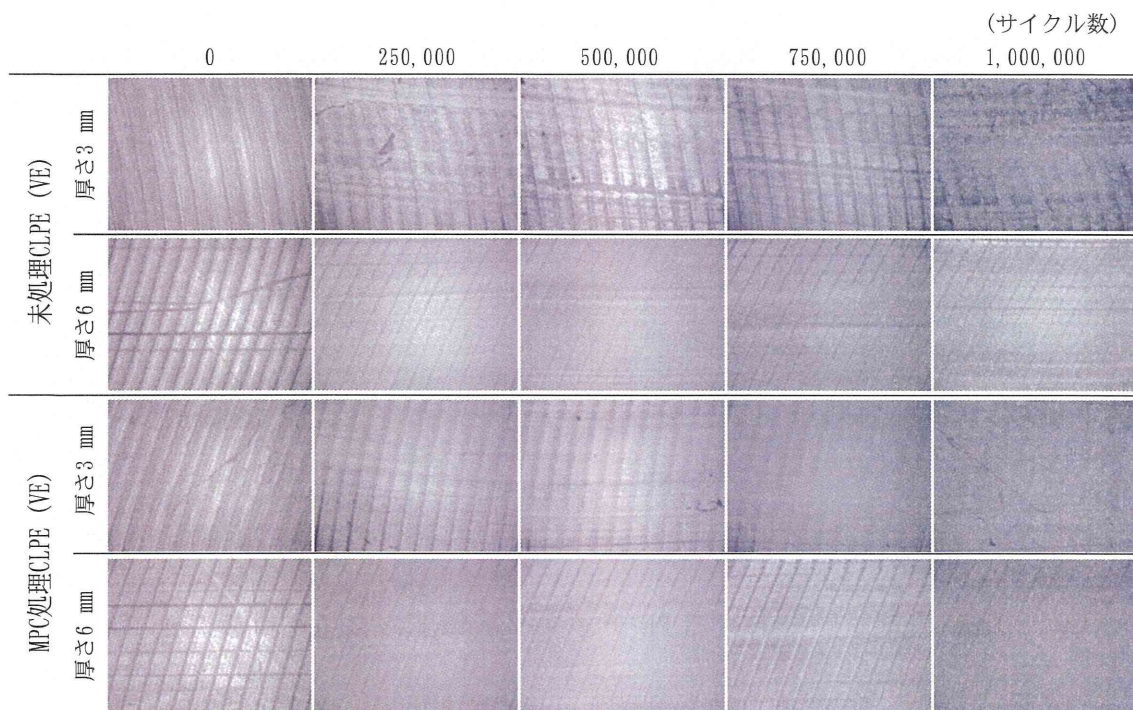


図 5 多方向摺動試験における PE ディスク摺動面のマイクロ스코ープ像

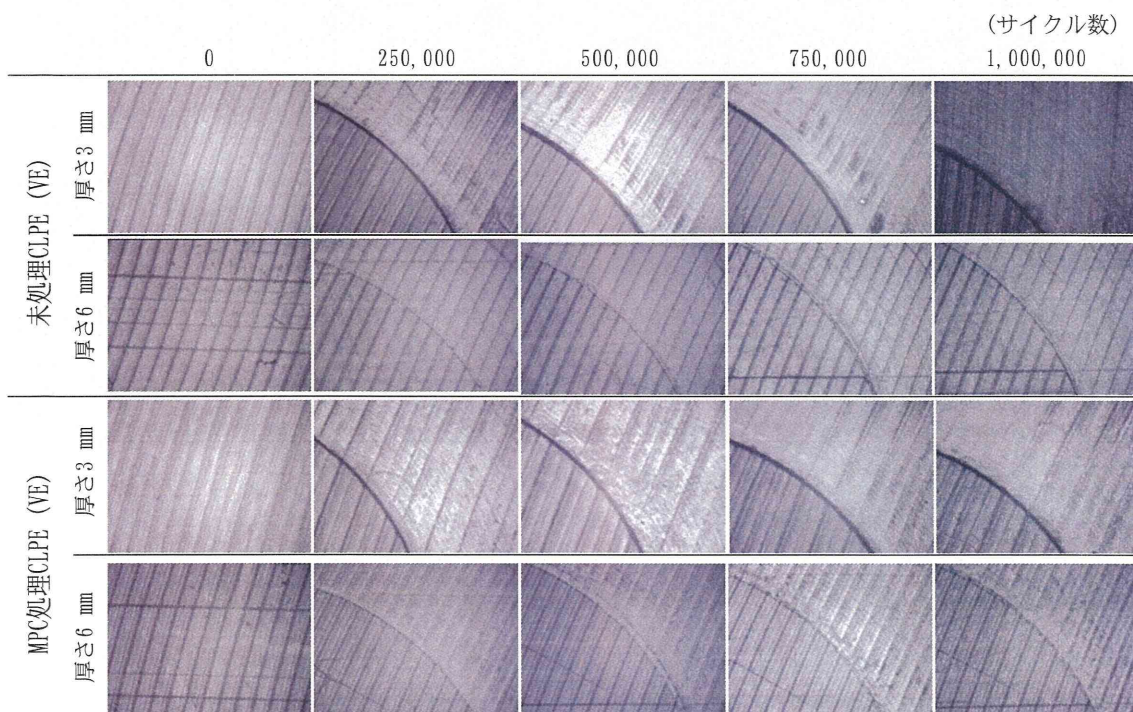


図 6 多方向摺動試験における PE ディスク背面のマイクロ스코ープ像

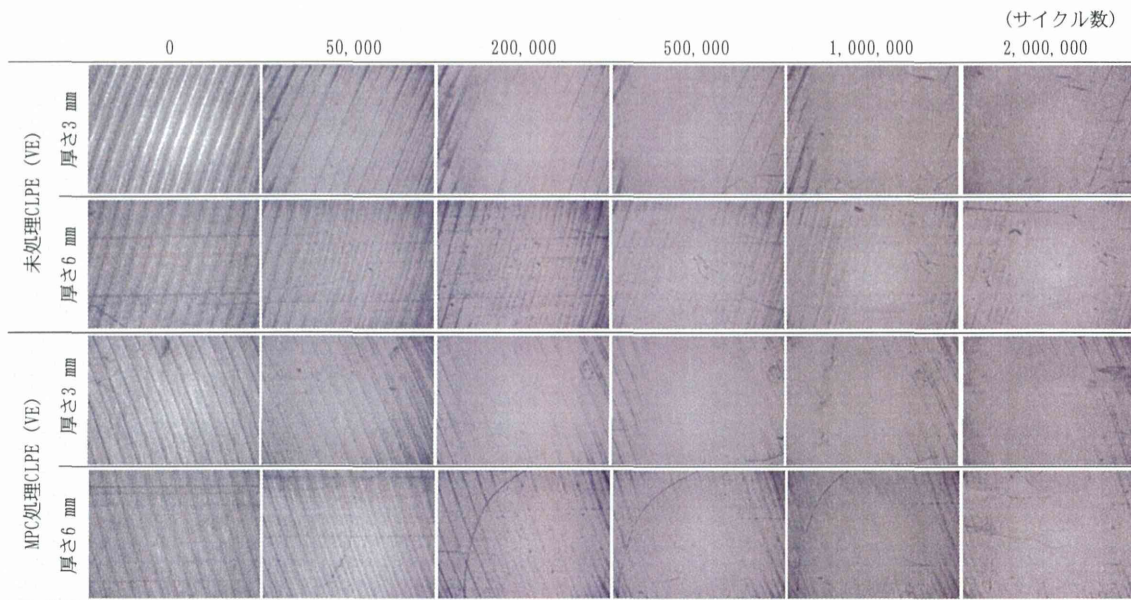


図7 衝撃-摩耗試験における PE ディスク衝撃部のマイクロ스코ープ像

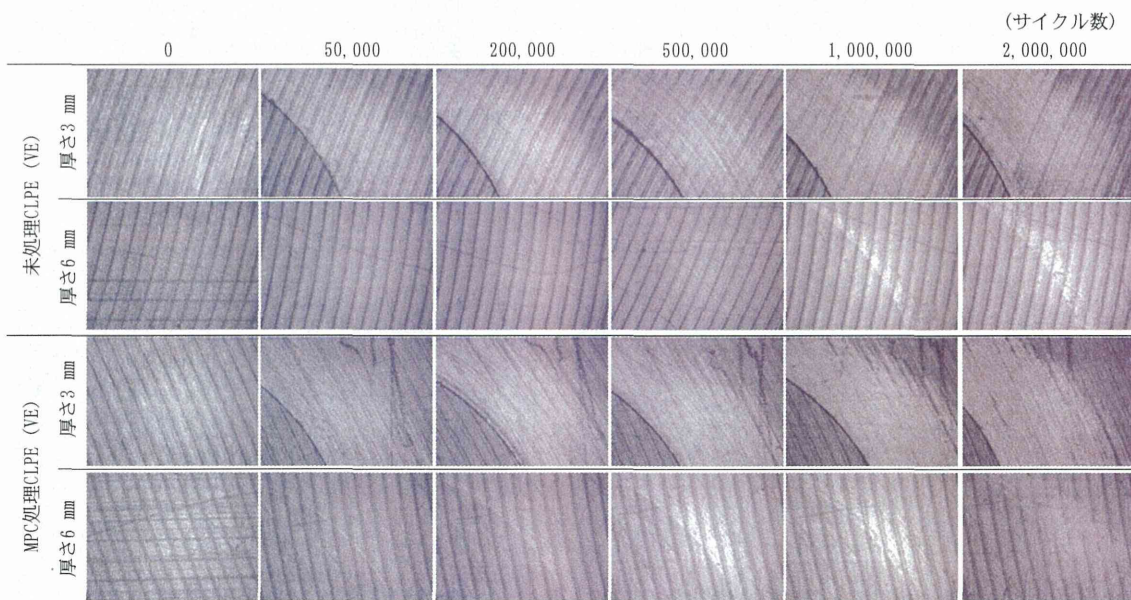


図8 衝撃-摩耗試験における PE ディスク背面のマイクロ스코ープ像

③ 表面性状測定

表面性状計測機を用いて測定した多方向摺動試験後のディスク摺動面の体積摩耗量を、図9に示す。未処理群の体積摩耗量は、厚さ3mmのディスクに比べて、厚さ6mmの

ディスクの方が有意に少なかった。未処理群とMPC処理群の体積摩耗量に有意な差は認められなかった。

多方向摺動試験後のディスク背面の変形量を、図10に示す。摺動面の体積摩耗量と同様に、ディスク

背面の変形量は、未処理群、MPC 処理群とも、厚さ 3 mm のディスクに比べて、厚さ 6 mm のディスクの方が有意に小さかった。未処理群と MPC 処理群の背面変形量に有意な差は認められなかった。

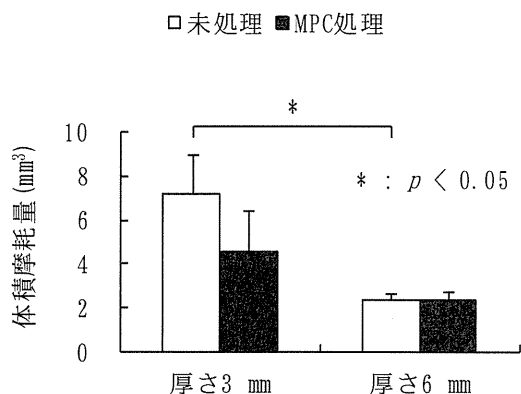


図 9 多方向動試験後の PE ディスク摺動面の体積摩耗量

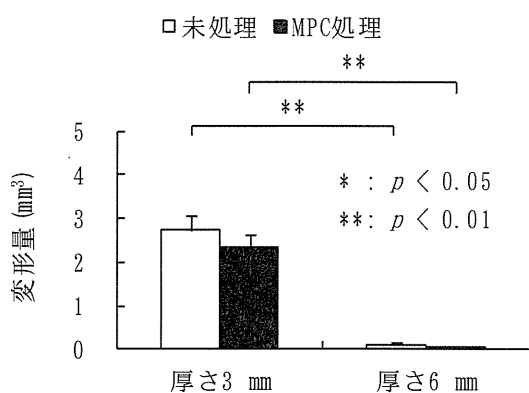


図 10 多方向動試験後の PE ディスク背面の変形量

衝撃-摩耗試験後のディスク摺動面の体積摩耗量を、図 11 に示す。未処理群、MPC 処理群ともに、体積摩耗量は、厚さ 3 mm のディスクに比べて、厚さ 6 mm のディスクの方が有意に少なかった。未処理群と MPC 処理群の体積摩耗量に有意な差

は認められなかった。

衝撃-摩耗試験後のディスク背面の変形量を、図 12 に示す。摺動面の体積摩耗量と同様に、背面の変形量は、未処理群、MPC 処理群ともに、厚さ 3 mm のディスクに比べて、厚さ 6 mm のディスクの方が有意に小さかった。未処理群と MPC 処理群の背面変形量に有意な差は認められなかった。

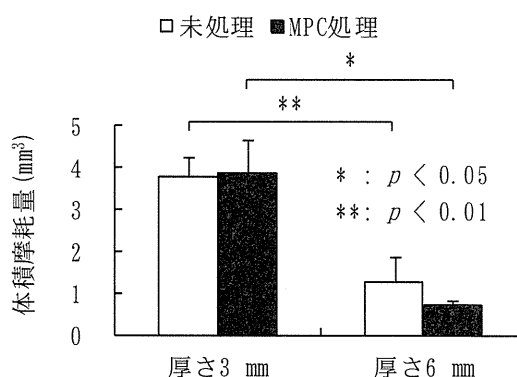


図 11 衝撃-摩耗試験後の PE ディスク摺動面の体積摩耗量

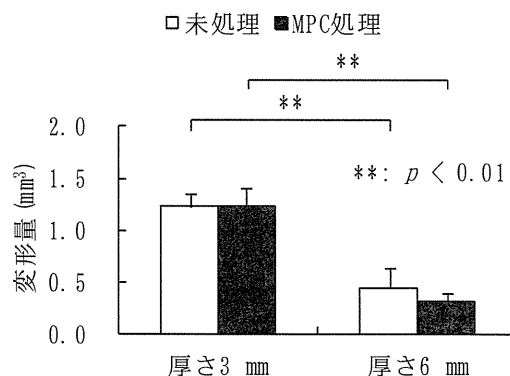


図 12 衝撃-摩耗試験後の PE ディスク背面の変形量

表面性状計測機を用いて測定した多方向摺動試験後のディスク摺

動面の代表的な表面性状イメージを、図 13 に示す。

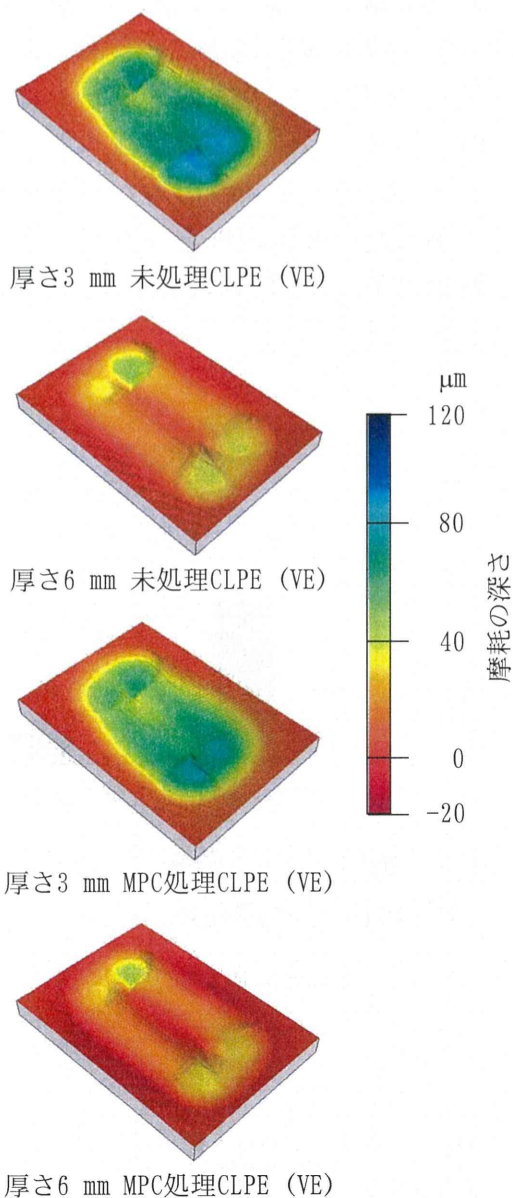


図 13 多方向摺動試験のディスク摺動面の表面性状イメージ

表面には摺動軌跡に沿った長方形の摩耗痕が認められた。摩耗痕は長方形の角部で特に大きく変形していた。摩耗痕の深さは、厚さ 3 mm のディスクに比べ、厚さ 6 mm のデ

ィスクにおいて浅い傾向がみられた。

多方向摺動試験後のディスク背面の代表的な表面性状イメージを、図 14 に示す。

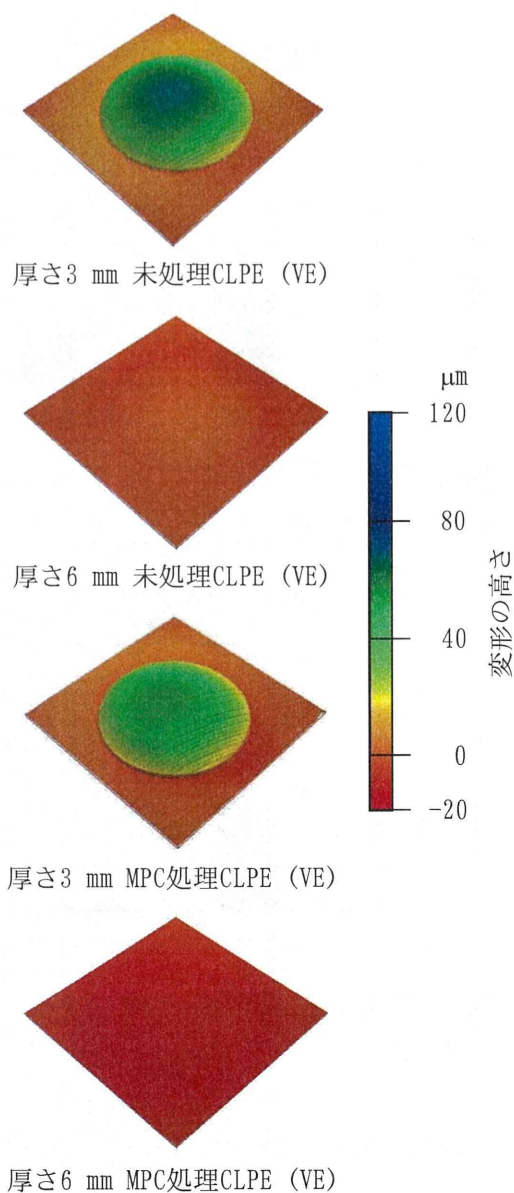


図 14 多方向摺動試験のディスクの背面の表面性状イメージ

全ての群において、スクリーホール縁に沿った円状痕の発生が

認められた。円状痕における変形は、厚さ 3 mm のディスクに比べて、厚さ 6 mm のディスクにおいて少ない傾向がみられた。

表面性状計測機を用いて測定した衝撃-摩耗試験後のディスクの摺動面の代表的な表面性状イメージを、図 15 に示す。

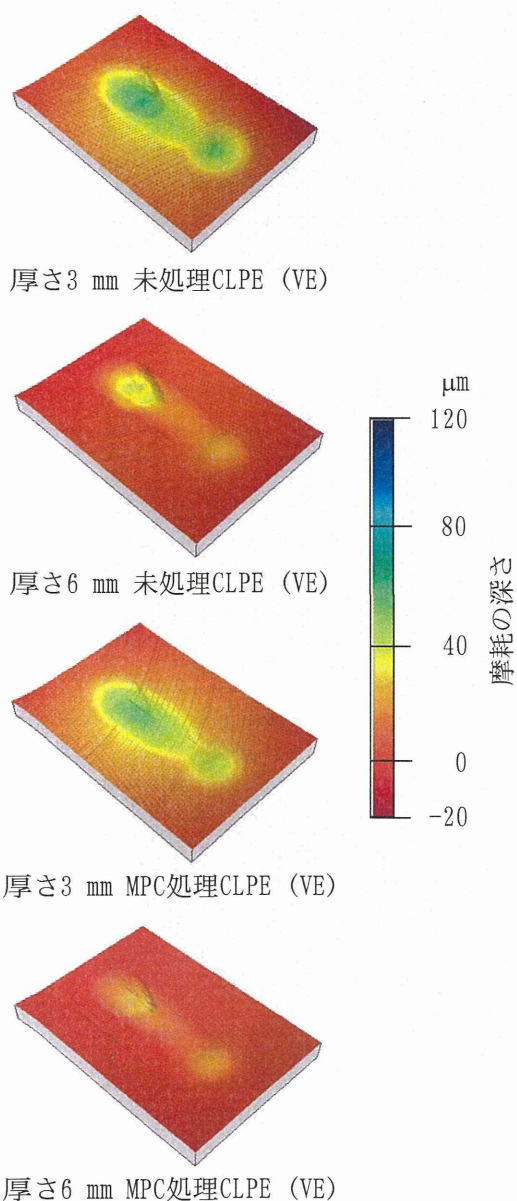


図 15 衝撃-摩耗試験後のディスクの摺動面の表面性状イメージ

全ての群において、衝撃部と摺動部に凹みが観察された。衝撃部と摺動部における凹みは、厚さ 3 mm のディスクに比べ、厚さ 6 mm のディスクにおいて浅い傾向がみられた。

衝撃-摩耗試験後のディスクの背面の代表的な表面性状イメージを、図 16 に示す。

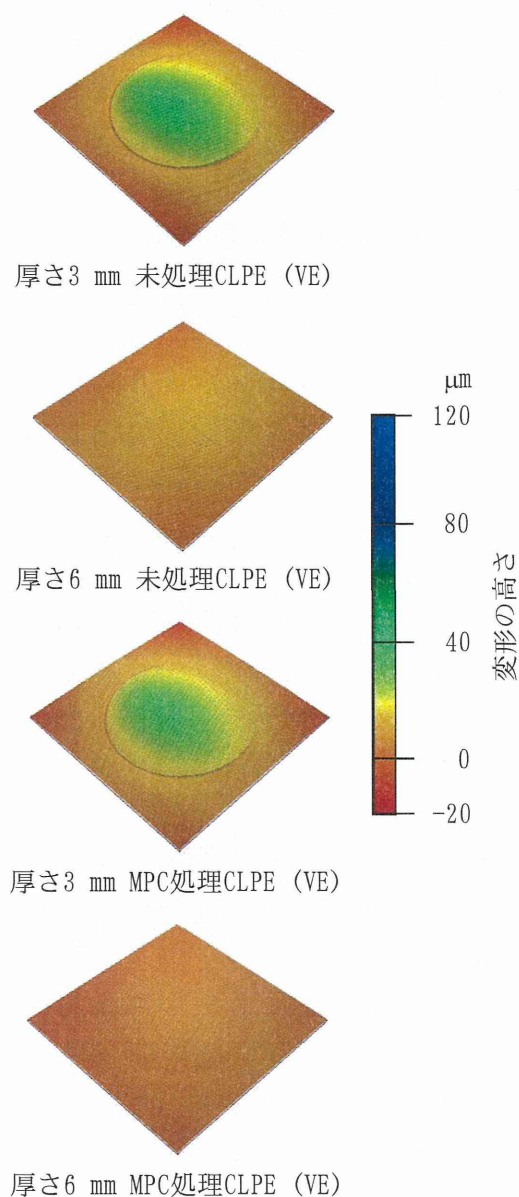


図 16 衝撃-摩耗試験後のディスクの背面の表面性状イメージ

全ての群において、スクリーホール辺縁に沿った円状痕の発生が認められた。円状痕における変形は、厚さ 3 mm のディスクに比べて、厚さ 6 mm のディスクにおいて少ない傾向がみられた。

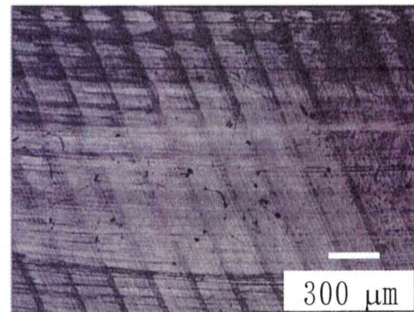
④ レーザ顕微鏡観察

多方向摺動試験後のディスク摺動部の代表的なレーザー顕微鏡像を、図 17 に示す。全ての群の摺動部において、ツールマークの消失が観察された。

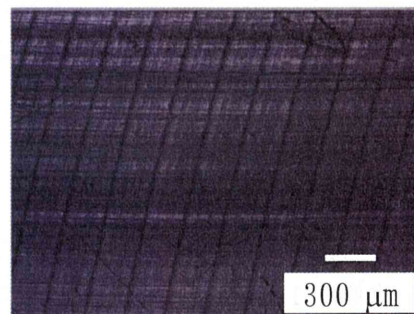
多方向摺動試験後のディスク背面の代表的な円状痕のレーザー顕微鏡像を、図 18 に示す。全ての群においてスクリーホール辺縁部と接するディスク背面部に円状痕の発生を認めた。円状痕は、厚さ 6 mm のディスクに比べて、厚さ 3 mm のディスクの方が明瞭であった。

衝撃-摩耗試験後のディスク摺動面衝撃部の代表的なレーザー顕微鏡像を、図 19 に示す。全ての群の衝撃部において、ツールマークの消失が観察された。

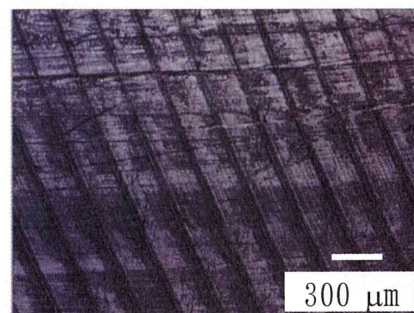
衝撃-摩耗試験後のディスク背面の円状痕の代表的なレーザー顕微鏡像を、図 20 に示す。全ての群においてスクリーホール辺縁部と接するディスク背面部に円状痕の発生を認めた。円状痕は、厚さ 6 mm のディスクに比べて、厚さ 3 mm のディスクの方が明瞭であった。



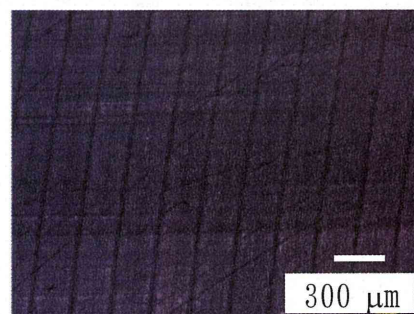
厚さ3 mm 未処理CLPE (VE)



厚さ6 mm 未処理CLPE (VE)

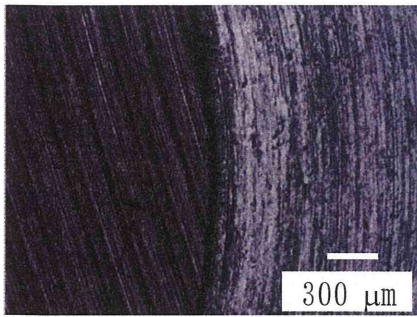


厚さ3 mm MPC処理CLPE (VE)

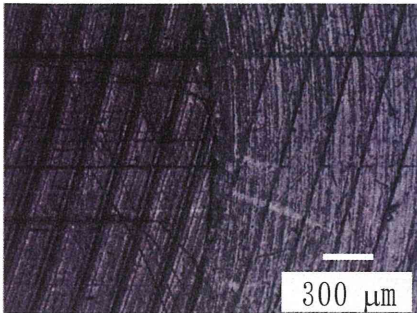


厚さ6 mm MPC処理CLPE (VE)

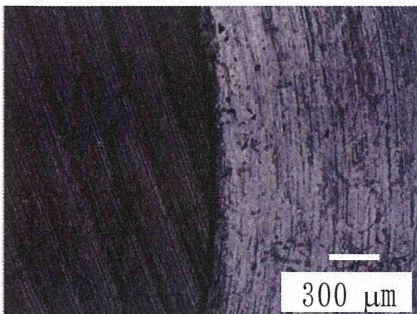
図 17 多方向摺動試験後のディスク摺動部の代表的なレーザー顕微鏡像



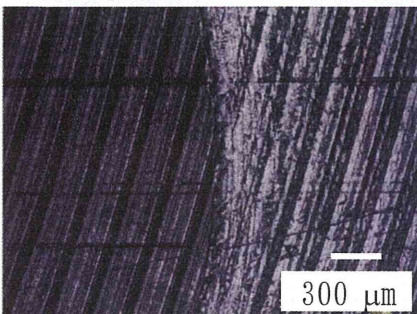
厚さ3 mm 未処理CLPE (VE)



厚さ6 mm 未処理CLPE (VE)

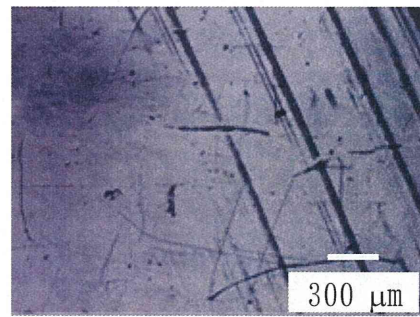


厚さ3 mm MPC処理CLPE (VE)

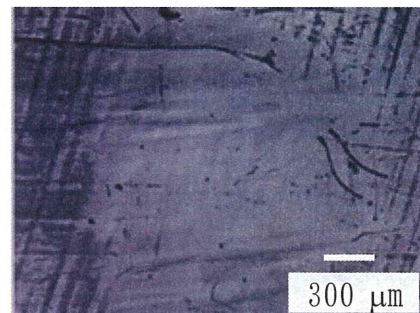


厚さ6 mm MPC処理CLPE (VE)

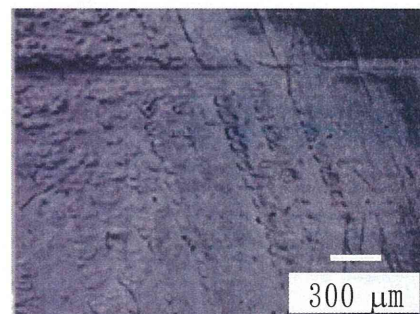
図 18 多方向摺動試験後のディスク背面の円状痕の代表的なレーザー顕微鏡像



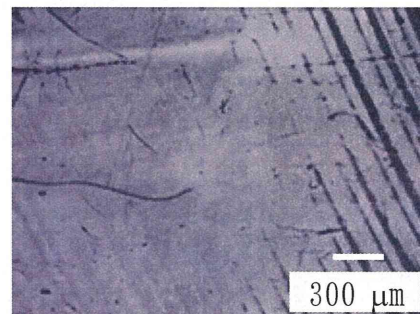
厚さ3 mm 未処理CLPE (VE)



厚さ6 mm 未処理CLPE (VE)

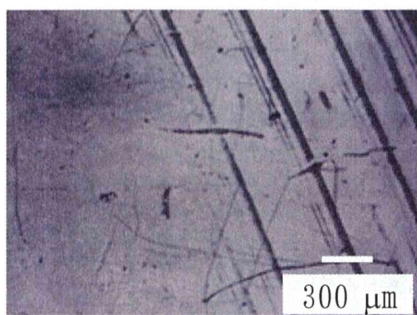


厚さ3 mm MPC処理CLPE (VE)



厚さ6 mm MPC処理CLPE (VE)

図 19 衝撃-摩耗試験後のディスク摺動面衝撃部の代表的なレーザー顕微鏡像



厚さ3 mm 未処理CLPE (VE)



厚さ6 mm 未処理CLPE (VE)



厚さ3 mm MPC処理CLPE (VE)



厚さ6 mm MPC処理CLPE (VE)

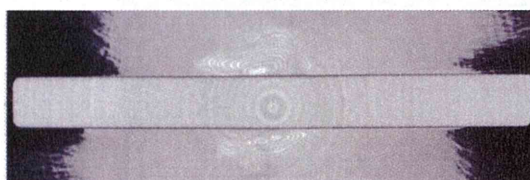
図 20 衝撃-摩耗試験後のディスク背面の円状痕の代表的なレーザー顕微鏡像

⑤ マイクロ CT 撮影

マイクロ CT を用いて撮影した衝撃-摩耗試験後のディスクの代表的な断面イメージを、図 21 に示す。全ての群において内部クラックの発生を認めなかった。



厚さ3 mm 未処理CLPE (VE)



厚さ6 mm 未処理CLPE (VE)



厚さ3 mm MPC処理CLPE (VE)



厚さ6 mm MPC処理CLPE (VE)

図 21 PE ディスク断面の代表的なマイクロ CT イメージ

D. 考察

多方向摺動試験では、厚さ 3 mm と 6 mm のディスクともに、MPC 処理による摩耗抑制効果が確認された。MPC 処理層による水和潤滑の機構により、CLPE (VE) 基材の摩耗が抑制されたと考えられた。衝撃-摩耗試

験では、全ての群において負の値を示した。浸漬試験により吸水による重量増加を補正したが、静的な条件での浸漬試験では、衝撃-摺動という動的な環境によって増大した吸水量を完全に補正できなかったためと考えられた。しかしながら、全ての群は同じ条件で試験および吸水補正を行ったため、群間の比較による評価を行うことは妥当であると考えられた。

多方向摺動試験と衝撃-摩耗試験の両方において、試験後のディスクの体積摩耗量は、未処理群、MPC 処理群ともに、厚さ 3 mm のディスクに比べて、厚さ 6 mm のディスクにおいて有意に少なかった。荷重を负荷した際にかかるディスクの内部応力は、ディスクが厚いほど小さくなることが知られている。したがって、ディスク摺動部において、厚さ 6 mm のディスクの方が、厚さ 3 mm のディスクよりも内部応力が小さかったため、クリープ変形量が少なかったと考えられた。

多方向摺動試験と衝撃-摩耗試験の両方において、未処理群と MPC 処理群の体積摩耗量に有意な差は認められなかった。また、全ての群のディスク摺動面において、サイクル数の増加とともに、摺動部ならびに衝撃部でのツールマークの消失が進行した。繰り返しの摺動動作もしくは衝突動作により、ツールマークの凸部が潰れたためと考えられた。本試験条件における体積摩耗量は、

クリープ変形による変形量が支配的となったため、摩耗による差が表れなかったと推測された。MPC 処理は CLPE (VE) 基材の特性に影響を与えないため、クリープ変形量、ツールマークの消失の程度は、未処理群と同程度になったと推測された。

多方向摺動試験と衝撃-摩耗試験の両方において、サイクル数の増加とともに、背面のスクリーホール辺縁部と接する部分の円状痕が明瞭となった。円状痕は、厚さ 6 mm のディスクに比べて、厚さ 3 mm のディスクの方が明瞭であった。円状痕による変形量は、厚さ 3 mm のディスクに比べて、厚さ 6 mm のディスクの方が有意に小さかった。ディスクの内部応力は、ディスクが厚いほど小さくなるため、厚さ 6 mm のディスクの方がスクリーホール辺縁部と接する部分における応力も小さかったと推測された。また、MPC 処理は基材の特性に影響を与えないため、背面の変形量は、未処理群と同程度になったと考えられた。

マイクロ CT による内部分析では、衝撃-摩耗試験後の全てのディスクに内部クラックの発生は認められなかった。本研究で用いた材料および厚さのディスクは、十分な耐衝撃性を備えていると考えられた。

E. 結論

本研究では、ピンオンディスク試験機を用いて、通常歩行時の股関節摺動面の動作を想定した多方向摺動

による摩耗試験と、衝撃-摺動という過酷な試験環境での摩耗試験を実施し、MPC 処理 CLPE (VE) の耐疲労破壊特性を評価した。

MPC 処理は、ディスクの厚さに関わらず、基材の摩耗を抑制することが明らかとなった。ディスク摺動面の体積摩耗量および背面の変形量は、厚さ 3 mm に比べて、厚さ 6 mm の方が有意に少なく、適切な厚みを確保することが重要であると考えられた。また、衝撃-摩耗試験後の全てのディスクに内部クラックの発生は認められなかったため、本研究で用いた材料および厚さのディスクは、十分な耐衝撃性を備えていると考えられた。

以上の結果から、適切な厚さを有する MPC 処理 CLPE (VE) は、抗酸化性、耐摩耗性、耐衝撃性を併せ持つ優れた摺動材料であり、人工股関節の寿命をさらに延長させる材料であると期待される。

F. 健康危険情報

特になし。

G. 研究発表

1. 論文発表

- 1) Murakami T: Importance of adaptive multimode lubrication mechanism in natural and artificial joints. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part J. J Engineering Tribology* 226(10): 827-37, 2012.

- 2) Omata S, Sonokawa S, Sawae Y, Murakami T: Effects of both vitamin C and mechanical stimulation on improving the mechanical characteristics of regenerated cartilage. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 424(4):724-9, 2012.
- 3) Cho C, Murakami T, Sawae Y: *Wear phenomena of ultra-high molecular weight polyethylene (UHMWPE) joints*. Chapt.8 in *Wear of Orthopaedic Implants and Artificial Joints*, ED by S. Affatato. Woodhead Publishing 221-45, 2012.
- 4) Ikeda J, Iwamoto M, Yarimitsu S, Murakami T: Differences in Kinetics of Phase Transformation of 3Y-TZP Ceramics between Aging Test under Hydrothermal Environment and Hip Simulator Wear Test. *J. Biomechanical Science and Engineering* 7(2): 199-210, 2012.
- 5) Sakai N, Hagihara Y, Furusawa T, Hosoda N, Sawae Y, Murakami T: Analysis of biphasic lubrication of articular cartilage loaded by cylindrical indenter. *Tribology International* 46: 225-36, 2012.
- 6) Kyomoto M, Moro T, Saiga K, Hashimoto M, Takatori Y, Ishihara K: Biomimetic hydration

- lubrication with various polyelectrolyte layers on cross-linked polyethylene orthopedic bearing materials. *Biomaterials* 33(18): 4451-9, 2012.
- 7) Kobayashi M, Terayama Y, Yamaguchi H, Terada M, Murakami D, Ishihara K, Takahara A: Wettability and antifouling behavior on the super hydrophilic polymer brush immobilized surfaces. *Langmuir* 28(18): 7212-22, 2012.
- 8) Fukazawa K, Li Q, Seeger S, Ishihara K: Direct observation of selective protein capturing on molecular imprinting substrates. *Biosens Bioelectron* 40(1): 96-101, 2013.
- 9) Byambaa B, Konno T, Ishihara K: Photoresponsive and cytocompatible polymer substrate for maintaining higher functionality of photoinduced detached cells. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* 103: 489-495, 2013.
- 10) Lee S, Matsuno R, Ishihara K, Takai M: Electron transfer with enzymes on nanofiliform titanium oxide films with electron-transport ability. *Biosens Bioelectron* 40: 289-293, 2013.
- 11) Lin X, Konno T, Takai M, Ishihara K: Redox phospholipid polymer microparticles as doubly functional polymer support for immobilization of enzyme oxidase. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* 102: 857-63, 2013.
- 12) Yarimitsu S, Nakashima K, Sawae Y, Sakai N, Murakami T: Influence of Phospholipid and Protein Constituents on Tribological Properties of Artificial Hydrogel Cartilage Material. *J. Biomechanical Science and Engineering* 8: 257-267, 2013.
- 13) Kanazawa T, Nishino J, Tohma S, Tanaka S: Analysis of the affected joints in rheumatoid arthritis patients in a large Japanese cohort. *Mod Rheumatol* 23(1): 44-49, 2013.
- 14) Oka H, Akune T, Muraki S, Tanaka S, Kawaguchi H, Nakamura K, Yoshimura N: The mid-term efficacy of intra-articular hyaluronic acid injections on joint structure: a nested case control study. *Mod Rheumatol* 23(4): 722-728, 2013.
- 15) Kyomoto M, Moro T, Yamane S, Hashimoto M, Takatori Y, Ishihara K: Poly(ether-ether-ketone) orthopedic bearing surface modified by self-initiated surface grafting of

- poly(2-methacryloyloxyethyl phosphorylcholine). *Biomaterials* 34: 7829-7839, 2013.
- 16) Murakami T, Yarimitsu S, Nakashima K, Sawae Y, Sakai N: Influence of synovia constituents on tribological behaviors of articular cartilage. *Friction* 1: 150-162, 2014.
- 17) Moro T, Kyomoto M, Ishihara K, Saiga K, Hashimoto M, Tanaka S, Ito H, Tanaka T, Oshima H, Kawaguchi H, Takatori Y: Grafting of poly (2-methacryloyloxyethyl phosphorylcholine) on polyethylene liner in artificial hip joints reduces production of wear particles. *J Mechan Behav Biomed Mater* 31: 100-106, 2014.
- 18) Moro T, Takatori Y, Kyomoto M, Ishihara K, Hashimoto M, Ito H, Tanaka T, Oshima H, Tanaka S, Kawaguchi H: Long-term hip simulator testing of the artificial hip joint bearing surface grafted with biocompatible phospholipid polymer. *J Orthop Res* 32(3): 369-376, 2014.
- 19) Kyomoto M, Moro T, Yamane S, Watanabe K, Hashimoto M, Takatori Y, Tanaka S, Ishihara K: Poly(2-methacryloyloxyethyl phosphorylcholine) grafting and vitamin E blending for high wear resistance and oxidative stability of orthopedic bearings. *Biomaterials* 35(25): 6677-6686, 2014.
- 20) Kyomoto M, Moro T, Yamane S, Hashimoto M, Takatori Y, Ishihara K: Effect of UV-irradiation intensity on graft polymerization of 2-methacryloyloxyethyl phosphorylcholine on orthopedic bearing substrate. *J Biomed Mater Res A* 102(9): 3012-3023, 2014.
- 21) Murakami T, Yarimitsu S, Nakashima K, Yamaguchi T, Sawae Y, Sakai N, Suzuki A: Superior Lubricity in Articular Cartilage and Artificial Hydrogel Cartilage. *Proc IMechE Part J: J Engineering Tribology* 228(10): 1099-1111, 2014.
- 22) Zhang L, Sawae Y, Yamaguchi T, Murakami T, Yang H: Effect of radiation dose on depth-dependent oxidation and wear of shelf-aged gamma-irradiated ultra-high molecular weight polyethylene (UHMWPE). *Tribology International* DOI: 10.1016/j.triboint.2014.12.011, 2014.
- 23) Takatori Y, Moro T, Ishihara K, Kamogawa M, Oda H, Umeyama T, Kim YT, Ito H, Kyomoto M, Tanaka T, Kawaguchi H, Tanaka S: Clinical and radiographic outcomes of total hip replacement with poly(2-methacryloyloxyethyl phosphorylcholine)-grafted highly

- cross-linked polyethylene liners: Three-year results of a prospective consecutive series. *Mod Rheumatol* 25(2); 286-291, 2015.
- 24) Zhang L, Sawae Y, Yamaguchi T, Murakami T, Yang H: Investigation on Oxidation of Shelf-Aged Crosslinked Ultra-High Molecular Weight Polyethylene (UHMWPE) and Its Effects on Wear Characteristics. *Tribology Online* 10(2015): 1-10, 2015.
- 25) Kyomoto M, Moro T, Takatori Y, Tanaka S, Ishihara K: Multidirectional wear and impact-to-wear tests of phospholipid-polymer-grafted and vitamin E-blended crosslinked polyethylene: a pilot study. *Clin Orthop Relat Res* 473(3): 942-951, 2015.
- 26) Murakami T, Sakai N, Yamaguchi T, Yarimitsu S, Nakashima K, Sawae Y, Suzuki A: Evaluation of a superior lubrication mechanism with biphasic hydrogels for artificial cartilage. *Tribology International* (in press).
- 27) Moro T, Takatori Y, Kyomoto M, Ishihara K, Kawaguchi H, Hashimoto M, Tanaka T, Oshima H, Tanaka S: Wear resistance of the biocompatible phospholipid polymer-grafted highly cross-linked polyethylene liner against larger femoral head. *J Orthop Res* (in press).
- 28) Ito H, Takatori Y, Moro T, Oshima H, Oka H, Tanaka S: Total hip arthroplasty after rotational acetabular osteotomy. *J Arthroplasty* (in press).
- 29) Kyomoto M, Shobuike T, Moro T, Yamane S, Takatori Y, Tanaka S, Miyamoto H, Ishihara K: Prevention of bacterial adherence and biofilm formation on a vitamin E-blended, cross-linked polyethylene surface with a poly(2-methacryloyloxyethyl phosphorylcholine) layer. *Acta Biomaterialia* (in press).
- 30) Yarimitsu S, Moro T, Kyomoto M, Watanabe K, Tanaka S, Ishihara K, Murakami T: Influences of dehydration and rehydration on the lubrication properties of phospholipid polymer grafted cross-linked polyethylene. *Proc IMechE Part H: J. Engineering in Medicine* (in press).
- 31) Watanabe K, Kyomoto M, Saiga K, Taketomi S, Kadono Y, Takatori Y, Tanaka S, Ishihara K, Moro T: Effects of surface modification and bulk geometry on the biotribological behavior of cross-linked polyethylene: Wear testing and finite element analysis. *Biomed Res Int* (in press).
- 32) Yamane S, Kyomoto M, Moro T,

- Watanabe K, Hashimoto M, Takatori Y, Tanaka S, Ishihara K: Effects of extra-irradiation on surface and bulk properties of PMPC-grafted cross-linked polyethylene. *J Biomed Mater Res A* (in contribution).
- 33) 趙昌熙, 村上輝夫, 澤江義則: 超高分子量ポリエチレン脛骨インサートの微細加工痕の接触解析. *日本臨床バイオメカニクス学会誌* 34: 171-178, 2013.
- 34) 趙昌熙, 村上輝夫, 澤江義則: 人工関節用金属部品の表面突起形状の許容基準に関する研究. *日本臨床バイオメカニクス学会誌* 35: 219-225, 2014.
- 2.学会発表
- ① 国内学会
- 1) 雑賀健一, 茂呂徹, 京本政之, 伊藤英也, 中川匠, 岡敬之, 川口浩, 中村耕三, 石原一彦, 高取吉雄: 人工膝関節環境における MPC 処理架橋ポリエチレンの耐摩耗特性の検討. 第4回日本関節鏡・膝・スポーツ整形外科学会. 沖縄, 7.19-21, 2012.
- 2) 鎗光清道, 茂呂徹, 京本政之, 雑賀健一, 村上輝夫, 石原一彦, 高取吉雄: リン脂質ポリマー処理架橋ポリエチレンの潤滑性に対する除荷と再水和の影響. トライボロジー会議 2012 秋. 室蘭, 9.17, 2012.
- 3) 村上輝夫, 鎗光清道, 中嶋和弘, 澤江義則, 坂井伸朗: 生体関節の潤滑機構における潤滑液成分の影響. 第33回バイオトライボロジシンポジウム. 相模原, 3.16, 2013.
- 4) 西野仁樹, 松井利浩, 門野夕峰, 安井哲郎, 大橋暁, 正田奈緒子, 小泉泰彦, 田中栄, 當間重人: 関節リウマチの治療の寛解基準大規模コホートをを用いた寛解維持に関する疫学的検討 NinJa データベースからの報告. 第57回日本リウマチ学会総会・学術集会 第22回国際リウマチシンポジウム. 京都, 4.18-20, 2013.
- 5) 中嶋和弘, 村上輝夫: 摩擦挙動に寄与する蛋白質吸着膜の構造. トライボロジー会議 2013 春. 東京, 5.22, 2013.
- 6) 正田奈緒子, 康永秀生, 門野夕峰, 安井哲郎, 小泉泰彦, 永瀬雄一, 田中栄: DPC データベースを用いた THA・TKA 術後肺塞栓症の危険因子とフォンダパリヌクスおよびエノキサパリンの有効性についての検討. 第86回日本整形外科学会学術総会. 広島, 5.23-26, 2013.
- 7) 大嶋浩文, 伊藤英也, 田中滋之, 田中健之, 岡敬之, 茂呂徹, 高取吉雄, 田中栄: 寛骨臼回転骨切り術後の変形性股関節症に対する人工股関節全置換術 —RAO がその後の THA に及ぼす影響—. 第86回日本整形外科学会学

- 術総会. 広島, 5.23-26, 2013.
- 8) 坂田翔, 井上祐貴, 石原一彦:
種々の力が作用するポリマーブ
ラシ表面におけるタンパク質の
吸着挙動. 第 62 回高分子学会年
次大会. 京都, 5.29-31. 2013.
 - 9) 井上祐貴, 石原一彦: タンパク
質吸着挙動における溶解鎖ポリ
マーブラシ表面の動的特性の役
割. 第 62 回高分子学会年次大会.
京都, 5.29-31. 2013.
 - 10) 村上輝夫: 生体関節におけるバ
イオレオロジー. 第 36 回日本バ
イオレオロジー学会年会. 福岡,
6.7, 2013.
 - 11) 山口哲生, 村上輝夫: 低摩擦ハ
イドロゲルにおける応力-拡散
結合. 第 36 回日本バイオレオロ
ジー学会年会. 福岡, 6.7, 2013.
 - 12) 山根史帆里, 京本政之, 茂呂徹,
雑賀健一, 石原一彦, 高取吉雄:
人工関節環境下における PMPC
処理 CLPE の耐摩耗性検討. 第
13 回東京大学生命科学シンポジ
ウム. 東京, 6.8, 2013.
 - 13) 石原一彦, 深澤今日子, 井上祐
貴, 金野智浩, 京本政之, 茂呂
徹: マテリアル光科学の創成を
基盤とする超バイオ機能表面構
築技術の開拓. 第 13 回東京大学
生命科学シンポジウム. 東京,
6.8, 2013.
 - 14) 石原一彦, 金野智浩, 井上祐貴:
ナノメディシン分子科学. 第 13
回東京大学生命科学シンポジウ
ム. 東京, 6.8, 2013.
 - 15) 石原一彦: 細胞工学・組織再生
医療を担うポリマーバイオマテ
リアルの創出. 新化学技術推進
協会ライフサイエンス技術部
会・材料分科会講演会. 東京,
6.11, 2013.
 - 16) 坂田翔, 井上祐貴, 石原一彦;
タンパク質非吸着を実現する表
面相互作用力の定量解析. 第 62
回高分子討論会. 金沢, 9.11-13,
2013.
 - 17) 中嶋和弘, 工藤奨, 村上輝夫,
Stefano Mischler: 蛋白質吸着膜
の摩擦負荷による変化のその場
観察. 生体医工学シンポジウム.
福岡, 9.20, 2013.
 - 18) 石原一彦: 医工連携による長寿
命型人工股関節の創出. 東京大
学疾患生命工学研究センター開
所 10 周年記念シンポジウム. 東
京, 9.24, 2013.
 - 19) 石原一彦: バイオミメティック
ポリマーバイオマテリアル技術
を搭載した長寿命人工関節の実
現. 山形大学特別講演会. 山形,
10.21-22, 2013.
 - 20) 石原一彦: ポリマー系医療材料
の現状と展望. 日本学術振興会
加工プロセスによる機能発現第
176 委員会第 24 回研究会. 東京,
11.1, 2013.
 - 21) 村上輝夫: Superior Lubrication
Mechanism in Natural Synovial
Joints and Its Application to
Artificial Joints. 日本機械学会バ
イオエンジニアリング部門生体

- システム技術研究会 第 26 回研究会. 九州大学バイオメカニクス研究センター第 6 回バイオメカニクスセミナー. 福岡, 11.7, 2013.
- 22) 伊藤英也, 田中健之, 大嶋浩文, 茂呂徹, 高取吉雄, 田中栄: 患者固有人工股関節設置ガイドの臨床試験. 第 40 回日本股関節学会学術集会. 広島, 11.9-10, 2013.
- 23) 趙昌熙, 村上輝夫, 澤江義則: 人工関節用金属部品の表面突起形状の許容基準に関する研究. 日本臨床バイオメカニクス学会. 神戸, 11.22, 2013.
- 24) 石原一彦: 細胞工学・組織再生医療を担うポリマーバイオマテリアルの創出. 日本バイオマテリアル学会北陸ブロック講演会. 富山, 12.16, 2013.
- 25) 金野智浩, 石原一彦: 先端バイオマテリアル工学を基盤とするナノ医療革命. 東大病院先端医療開発フォーラム (アカデミア発研究開発における産官学連携の加速). 東京, 1.24, 2014.
- 26) 村上輝夫: Elucidation of adaptive lubrication mechanism with low friction and minimum wear in natural synovial joints and development of artificial hydrogel cartilage with super lubricity based on bionic design (Part 2). 第 2 回バイオメカニクス研究センター & エレクトロニクス実装学会九州支部合同研究会. 福岡, 2.3, 2014.
- 27) 茂呂徹, 高取吉雄, 鴨川盛秀, 織田弘美, 森本修平, 梅山剛成, 田中栄, 苅田達郎, 伊藤英也, 田中健之, 川口浩, 中村耕三: MPC 処理ポリエチレンライナーを用いた人工股関節の臨床成績. 第 44 回日本人工関節学会. 沖縄, 2.21-22, 2014.
- 28) Lei Zhang, Sawae Yoshinori, Murakami Teruo, Hong Yang: Correlation between the oxidztion and radiation dose and wear properties of shelf-aged gamma-irradiated ultra-high molecular weight polyethylene (UHMWPE). 第 34 回バイオトライボロジシンポジウム. 京都, 3.8, 2014.
- 29) 村上輝夫, 鎗光清道, 中嶋和弘, 澤江義則, 坂井伸朗: 変性関節軟骨の潤滑機構における潤滑液成分の影響. 第 34 回バイオトライボロジシンポジウム. 京都, 3.8, 2014.
- 30) 京本政之: リン脂質ポリマー処理架橋ポリエチレンとセラミック骨頭による耐摩耗性の向上. 第 53 回日本生体医工学会大会. 仙台, 6.24-26, 2014.
- 31) 茂呂徹, 高取吉雄, 田中栄, 鴨川盛秀, 織田弘美, 金潤沢, 梅山剛成, 伊藤英也, 田中健之, 川口浩, 中村耕三: 「パネルディスカッション⑨ 基礎研究から見た理想的な THA インプラント、術式」

- MPC ポリマーのナノ表面処理を施したポリエチレンライナーを用いた人工股関節の成績. 第29回日本整形外科学会基礎学術集会. 鹿児島, 10.10-11, 2014.
- 32) 張磊, 澤江義則, 山口哲生, 森田健敬, 村上輝夫: 架橋ポリエチレンの酸化劣化と摩耗への影響. トライボロジー会議 2014 秋. 盛岡, 11.5-8, 2014.
- 33) 茂呂徹: ランチョンセミナー「MPC ポリマー処理技術を応用した人工股関節の実用化研究と臨床成績」. 第36回日本バイオマテリアル学会シンポジウム. 東京, 11.17-18, 2014.
- 34) 京本政之, 山根史帆里, 渡辺健一, 茂呂徹, 田中栄, 石原一彦: リン脂質ポリマー処理と抗酸化剤添加による次世代人工股関節ライナーの創出. 第36回日本バイオマテリアル学会大会. 東京, 11.17-18, 2014.
- 35) 山根史帆里, 京本政之, 渡辺健一, 茂呂徹, 田中栄, 石原一彦: ガスプラズマ滅菌による PMPC 処理架橋ポリエチレンの特性への効果. 第36回日本バイオマテリアル学会大会. 東京, 11.17-18, 2014.
- 36) 渡辺健一, 京本政之, 石水敬大, 山下満好, 山根史帆里, 田中栄, 茂呂徹: 異常摩耗を抑制する低温浸炭処理 Co-Cr-Mo 合金の創製. 第36回日本バイオマテリアル学会大会. 東京, 11.17-18, 2014.
- 37) 趙昌熙, 村上輝夫, 澤江義則: 加工痕の弾性回復が人工関節用ポリエチレンの摩耗に及ぼす影響. 第41回日本臨床バイオメカニクス学会. 奈良, 11.21-22, 2014.
- 38) 渡辺健一, 京本政之, 山根史帆里, 田中栄, 石原一彦, 茂呂徹: PMPC 処理を施したビタミン E 添加架橋ポリエチレンの摩耗特性. 第41回日本臨床バイオメカニクス学会. 奈良, 11.21-22, 2014.
- 39) 茂呂徹, 高取吉雄, 石原一彦, 京本政之, 雑賀健一, 渡辺健一, 山根史帆里, 大嶋浩文, 毛利貫人, 田中健之, 田中栄: MPC 処理を施した人工股関節の開発と臨床成績. 東京大学医学部附属病院先端医療シーズ開発フォーラム 2015. 東京, 1.22, 2015.
- 40) 茂呂徹, 高取吉雄, 織田弘美, 金潤澤, 梅山剛成, 川口浩, 伊藤英也, 田中健之, 大嶋浩文, 中村耕三, 田中栄: 生体親和性 MPC ポリマー処理架橋ポリエチレンライナーを用いた人工股関節: 手術後5年の臨床成績. 第45回日本人工関節学会. 福岡, 2.27-28, 2015.
- 41) 渡辺健一, 京本政之, 山根史帆里, 田中栄, 石原一彦, 茂呂徹: PMPC 処理を施したビタミン E 添加架橋ポリエチレンの耐衝撃摩耗特性. 第45回日本人工関節学会. 福岡, 2.27-28, 2015.
- 42) 上原周一郎, 鎗光清道, 茂呂徹, 京本政之, 渡辺健一, 田中栄, 石原一彦, 村上輝夫: リン脂質ポリマー処理架橋ポリエチレンの耐摩

- 耗特性. 第35回バイオトライボロジシンポジウム. 福岡, 3.14, 2015.
- 43) 中嶋和弘, 澤江義則, 工藤奨, 村上輝夫: 摩擦環境下における蛋白質吸着膜の形成過程メカニズム. 第35回バイオトライボロジシンポジウム. 福岡, 3.14, 2015.
- 44) Zhang L, Sawae Y, Yamaguchi T, Murakami T, Yamaguchi T: Microstructure Modifications Induced by Post-irradiation Oxidation in Shelf-aged Crosslinked Ultra-high Molecular Weight Polyethylene (UHMWPE). 第35回バイオトライボロジシンポジウム. 福岡, 3.14, 2015.
- ② 国際学会
- 1) Kyomoto M, Moro T, Saiga K, Takatori Y, Ishihara K: Cartilage-inspired surface and antioxidative substrate give high durability to orthopaedic polyethylene bearings. 9th World Biomaterials Congress. Chengdu, China, 6.1-5, 2012.
- 2) Murakami T, Yarimitsu S, Nakashima K, Yamaguchi T, Sawae Y, Sakai N, Araki T, Suzuki A: Adaptive multimode lubrication mechanism in articular cartilage and artificial hydrogel cartilage. International Conference on Biotribology BIOTRIBOLOGY XI'AN 2012, XI'AN, China, 6.1, 2012.
- 3) Yoshimura N, Muraki S, Oka H, Kawaguchi H, Nakamura K, Akune T: Accumulation of Metabolic Risk Factors Raises The Risk of Occurrence and Progression of Knee Osteoarthritis: The ROAD Study. Annual European Congress of Rheumatology 2012, Berlin, Germany, 6.6-9, 2012.
- 4) Inoue Y, Ishihara K: Nano-force analysis for protein adsorption on biocompatible phospholipid polymer brush surface. International Conference of Young Researchers on Advanced Materials, Singapore, 6.1-6, 2012.
- 5) Murakami T, Yarimitsu S, Nakashima K, Sawae Y, Sakai N: Adaptive multimode lubrication mechanisms in articular cartilage and artificial cartilage. ESB2012 18th Congress of European Society of Biomechanics. Lisbon, Portugal, 7.3, 2012.
- 6) Kyomoto M, Moro T, Saiga K, Yamane S, Takatori Y, Ishihara K: Antioxidation and high wear resistance of life-long liners by vitamin E blending and poly(MPC) grafting. Annual Meeting of the Orthopaedic Research Society. San Antonio, USA, 1.26-29, 2013.
- 7) Kyomoto M, Moro T, Saiga K, Yamane S, Takatori Y, Ishihara K: Biomimetic hydration lubrication

- with various polyelectrolyte layers on orthopedic polymeric bearing materials. Annual Meeting of the Orthopaedic Research Society. San Antonio, USA, 1.26-29, 2013.
- 8) Ishihara K: Intracellular dynamics of oligopeptide-modified phospholipid polymernanoparticles. Society for Biomaterials (SFB). Boston, USA, 4.10-13, 2013.
 - 9) Fukazawa K, Ishihara K: Versatile Surface Modification of Biomaterials Using Biocompatible and Photoreactive Phospholipid polymer. Society for Biomaterials (SFB). Boston, USA, 4.10-13, 2013.
 - 10) Sakata S, Inoue Y, Ishihara K: Interaction Forces Related to Protein Adsorption on Polymer Brush Surfaces. Society for Biomaterials (SFB). Boston, USA, 4.10-13, 2013.
 - 11) Inoue Y, Onodera Y, Ishihara K: Initial Cell Adhesion on RGD-immobilized Phospholipid Polymer Brush Layer with Different Molecular Mobility. Society for Biomaterials (SFB). Boston, USA, 4.10-13, 2013.
 - 12) Murakami T: Superior lubrication mechanism in natural and artificial joints. Fourth Advanced Forum on Tribology. Beijing, China, 4.14, 2013.
 - 13) Kyomoto M, Moro T, Saiga K, Yamane S, Takatori Y, Ishihara K: Smart modification of PEEK by self-initiated surface graft polymerization for orthopedic bearings. 1st PEEK International Meeting. Philadelphia, USA, 4.26, 2013.
 - 14) Inoue Y, Ishihara K: Water Structure on Biocompatible Polymer Brush Surfaces. The 4th Asian Biomaterials Congress. Hong Kong, China, 6.26-29, 2013.
 - 15) Nakashima K, Sawae Y, Murakami T, Mischler S: Behavior of Adsorbed Albumin film on CoCrMo Alloy under In-situ observation. World Tribology Congress 2013. Torino, Italy, 9.10, 2013.
 - 16) Yarimitsu S, Nakashima K, Sawae Y, Murakami T: Effect of Synovial Fluid Constituents on Tribological Performance of Artificial Hydrogel Cartilage Material. World Tribology Congress 2013. Torino, Italy, 9.12, 2013.
 - 17) Murakami T, Yarimitsu S, Nakashima K, Yamaguchi T, Sawae Y, Sakai N, Araki T, Suzuki A: Superior Lubricity in Articular Cartilage and Artificial Hydrogel Cartilage. World Tribology Congress 2013. Torino, Italy, 9.12, 2013.
 - 18) Ishihara K: Photoinduced and