

- 137: 1159-1167, 2010.
45. Kato M, Takaishi H, Yoda M, Tohmonda T, Takito J, Fujita N, Hosogane N, Horiuchi K, Kimura T, Okada Y, Saito T, Kawaguchi H, Kikuchi T, Matsumoto M, Toyama Y, and Chiba K: GRIP1 enhances estrogen receptor α -dependent extracellular matrix gene expression in chondrogenic cells. *Osteoarthritis Cartilage* 18: 934-941, 2010.
 46. Iwasaki Y, Yamaguchi E: Synthesis of well-defined thermoresponsive polyphosphoester macroinitiators using organocatalysts. *Macromolecules* 43: 2664-6, 2010.
 47. Kawasaki H, Yamamoto H, Fujimori H, Arakawa R, Iwasaki Y, Inada M: Stability of the DMF-protected Au nanoclusters: photochemical, dispersion, and thermal properties. *Langmuir*: 5926-33, 2010.
 48. Kawasaki H, Yamamoto H, Fujimori H, Arakawa R, Inada M, Iwasaki Y: Surfactant-free solution synthesis of fluorescent platinum subnanoclusters. *Chem Commun*: 3759-61, 2010.
 49. Nakai K, Morigaki K, Iwasaki Y: Molecular recognition on fluidic lipid bilayer microarray corralled by well-defined polymer brushes. *Soft Matter* 6: 5937-43, 2010.
 50. 橋本雅美:人工関節の評価手法について. *セラミックス* (in press).
 51. 橋本雅美:ナノ材料のリスク評価と安全性対策 ナノ材料の生体への影響 人工関節摩耗粉発生に及ぼす各種条件の影響. フロンティア出版: 84-89, 2010.
 52. 石原一彦、井上祐貴、松野亮介: 細胞膜模倣ポリマーマテリアルのナノバイオ機能. *膜* 35: 217-23, 2010.
 53. 塙隆夫: 脊柱再建手術に使用される金属材料の特性および問題点. *脊椎脊髄ジャーナル*: 23: 19-25, 2010.
 54. 塙隆夫: 生体適合・生体機能バイオマテリアル. *バイオマテリアル-生体材料-*28: 18-26, 2010.
 55. Hanawa T: Biofunctionalization of titanium for dental implant. *Jpn J Dent Sci Rev* 46: 93-101 2010.
 56. 塙隆夫: 歯科に利用できる生体機能金属材料. *日本歯科歯医師会雑誌* 63: 599-609, 2010.
 57. 塙隆夫編: 医療用金属材料概論. 日本金属学会, 2010.
 58. 京本政之: 生体の構造・機能模倣がもたらす長寿命人工関節. *バイオマテリアル* 28: 177-8, 2010.
 59. Hanawa T: Biological reactions on titanium surface electrodeposited biofunctional molecules. In: *Interface Oral Health Science 2009*, Eds. Sasano T., Suzuki O, Springer, New York, 83-9, 2010.
 60. Hanawa T: Overview of metals and applications. In: *Metals for Biomedical Devices*, Ed. Niinomi M, Woodhead, Publishing, Oxford,

3-24, 2010.

2.学会発表

① 国内学会

1. 平田真、釘宮典孝、深井厚、大庭伸介、河村直洋、小笠原徹、川崎洋介、齋藤琢、矢野文子、池田敏之、中村耕三、鄭雄一、川口浩：C/EBP β /p57 シグナルは軟骨細胞における増殖から肥大分化への移行を制御する（第15回日本軟骨代謝学会賞受賞口演）。第23回日本軟骨代謝学会。2010. 4. 2-3（鹿児島県医師会館、鹿児島）。
2. 川崎洋介、釘宮典孝、筑田博隆、池田敏之、齋藤琢、矢野文子、中村耕三、鄭雄一、川口浩：cGMP-dependent kinase II (cGKII)はGSK3 β をリン酸化・不活化することによって軟骨細胞の肥大分化を制御する（第15回日本軟骨代謝学会賞受賞口演）。第23回日本軟骨代謝学会。2010. 4. 2-3（鹿児島県医師会館、鹿児島）。
3. 平田真、釘宮典孝、深井厚、齋藤琢、菅哲徳、東川晶郎、矢野文子、池田敏之、中村耕三、鄭雄一、川口浩：C/EBP β はRunx2と協調してMMP13を転写誘導し、骨格成長や変形性関節症を制御する（シンポジウム「軟骨変性研究のカッティングエッジ」）。第23回日本軟骨代謝学会。2010. 4. 2-3（鹿児島県医師会館、鹿児島）。
4. 岡敬之、村木重之、阿久根徹、中村耕三、川口浩、吉村典子：高解像度MRIを用いた膝軟骨自動定量システムの確立。第23回日本軟骨代謝学会。2010. 4. 2-3（鹿児島県医師会館、鹿児島）。
5. 森田充浩、山田治基、吉村典子、伊達秀樹、岡敬之、村木重之、阿久根徹、川口浩、中村耕三：地域住民コホートにおける変形性膝関節症および腰部変形性脊椎症の病期と生化学的マーカーとの関係 - 第2報 -。第23回日本軟骨代謝学会。2010. 4. 2-3（鹿児島県医師会館、鹿児島）。
6. Kawaguchi H: Molecular backgrounds of cartilage degradation during osteoarthritis development. 第19回国際リウマチシンポジウム。2010. 4. 22-25（神戸ポートピアホテル、兵庫）。
7. 石原一彦、松野亮介、井上祐貴：細胞膜模倣ポリマーマテリアルのナノバイオ機能。日本膜学会第32年会。2010. 5. 13-14（東京）
8. 立石崇晴、京本政之、石原一彦：自己開始光グラフト重合によるpoly(ether-ether-ketone) (PEEK)の表面改質。第59回高分子学会年次大会。2010. 5. 26-28（横浜）
9. 立石崇晴、京本政之、石原一彦：自己開始光グラフト重合によるpoly(ether-ether-ketone) (PEEK)の表面改質。第59回高分子学会年次大会。2010. 5. 26-28（横浜）
10. 川口浩：骨粗鬆症の治療戦略 up-to-date：骨折予防・骨強度の視点から（ランチョンセミナー）。第83回日本整形外科学会学術総会。2010. 5. 27-30（東京国際フォーラム、東京）。
11. 川口浩：変形性関節症・脊椎症：その病態解明と治療の最前線（教育研修講演）。第83回日本整形外科学会学術総会。2010. 5. 27-30（東京国際フォーラム、東京）。

12. 赤坂義之, 高取吉雄, 荻田達郎, 伊藤英也, 茂呂徹, 馬淵昭彦, 中村耕三: 臼蓋形成不全股における寛骨臼縁の骨性欠損 —3D-CTを用いて—. 第82回日本整形外科学会学術総会. 2010. 5. 27-30 (東京)
13. 岡敬之, 吉村典子, 村木重之, 中村耕三, 川口浩, 阿久根徹: 日本一般住民における膝X線画像自動評価システムを用いた変形性膝関節症の検討. 第83回日本整形外科学会学術総会. 2010. 5. 27-30 (東京国際フォーラム, 東京).
14. 阿久根徹, 村木重之, 岡敬之, 川口浩, 中村耕三, 吉村典子: ロコモティブシンドロームの基礎疾患である変形性膝関節症, 変形性腰椎症, 骨粗鬆症の有病率と運動機能との関連 - The ROAD study -. 第83回日本整形外科学会学術総会. 2010. 5. 27-30 (東京国際フォーラム, 東京).
15. 村木重之, 阿久根徹, 岡敬之, 川口浩, 中村耕三, 吉村典子: 変形性膝関節症における関節裂隙狭小化および骨棘形成に影響する職業関連因子 - The ROAD study -. 第83回日本整形外科学会学術総会. 2010. 5. 27-30 (東京国際フォーラム, 東京).
16. 吉村典子, 村木重之, 岡敬之, 川口浩, 中村耕三, 阿久根徹: 変形性腰椎症と日常生活活動度の低下との関連 - The ROAD study -. 第83回日本整形外科学会学術総会. 2010. 5. 27-30 (東京国際フォーラム, 東京).
17. 井上正理, 遊佐真一, 森島洋太郎, 岩崎泰彦, 柴田靖久: シリカゲル表面でのpH応答性ポリマーの精密グラフト重合. 第59回高分子学会年次大会. 2010. 5. 26-28 (横浜)
18. 松野大志, 岩崎泰彦: 重合性糖鎖を誘導した生細胞の表面修飾. 第59回高分子学会年次大会. 2010. 5. 26-28 (横浜)
19. 岩崎泰彦, 中井康介, 森垣憲一: 生体膜を模したソフト界面のマイクロアレイ化. 第59回高分子学会年次大会. 2010. 5. 26-28 (横浜)
20. 井上祐貴, 塚原剛彦, 石原一彦: リン脂質ポリマーブラシ表面における水和状態がタンパク質吸着力に与える影響. 第59回高分子学会年次大会. 2010. 5. 26-28 (横浜)
21. 井上和臣, 井上祐貴, 塚原剛彦, 石原一彦: リン脂質ポリマーブラシ表面の水和状態の定量解析. 第59回高分子学会年次大会. 2010. 5. 26-28 (横浜)
22. 小田悠加, 金野智浩, 坂田利弥, 石原一彦: 可逆形成性を有する細胞親和性ハイドロゲル内に固定化した細胞機能の解析. 第59回高分子学会年次大会. 2010. 5. 26-28 (横浜)
23. 増田紘一, 松野亮介, 金野智浩, 高井まどか, 石原一彦: 細胞内での分子動態をイメージングするリン脂質ポリマー被覆量子ドット. 第59回高分子学会年次大会. 2010. 5. 26-28 (横浜)
24. 中西智亮, 井上祐貴, 松野亮介, 高井まどか, 石原一彦: タンパク質吸着における精密ポリマーブラシ表面の構造の効果. 第59回高分子学会年次大会. 2010. 5. 26-28 (横浜)
25. 北川ともみ, 井上祐貴, 高井まどか, 石原一彦: 構造明確なポリマー表面への細胞初期接着挙動のQCM-Dによる連続解析. 第59回高分子学会年次大会. 2010. 5. 26-28 (横浜)

- (横浜) 石原一彦：リン脂質ポリマーブラシ表面の水和状態の定量解析. 第 59 回高分子学会年次大会. 2010. 5. 26-28 (横浜)
26. 石原一彦：生体に啓発されたポリマー分子設計からの先端医療への貢献. 高分子学会ポリマーフロンティア. 2010. 6. 11 (東京)
 27. 中村洋, 角田俊治, 田中健之, 伊藤英也, 荻田達郎, 茂呂徹, 高取吉雄, 中村耕三：股関節に発症した色素性絨毛結節性滑膜炎の 1 例. 関東整形外科学会月例会 第 654 回整形外科集談会. 2010. 6. 26 (東京)
 28. 石原一彦：バイオインターフェイスを構築するポリマーの設計と応用. 2010. 7. 14-16 (仙台)
 29. 川口浩, 岡敬之, 神宮司誠也, 泉敏弘, 福永仁夫, 佐藤克己, 松下隆, 中村耕三：リコンビナントヒト線維芽細胞増殖因子-2 (rhFGF-2) の脛骨骨幹部骨折に対する効果 - ランダム化プラセボ対照二重盲検比較試験 -. 第 28 回日本骨代謝学会 (シンポジウム「骨折の治癒：基礎と臨床」). 2010. 7. 21-23 (京王プラザホテル、東京).
 30. 緒方直史, 鄭雄一, 中村耕三, 川口浩：PTH による骨形成促進作用の分子メカニズム. 第 28 回日本骨代謝学会 (カレントコンセプト「PTH の基礎と臨床」). 2010. 7. 21-23 (京王プラザホテル、東京).
 31. 谷口優樹, 斎藤琢, 池田敏之, 鄭雄一, 中村耕三, 川口浩：転写因子 p63 はその isoform の特異的な軟骨細胞分化調節によって軟骨内骨化を広く制御する (優秀演題賞受賞). 第 28 回日本骨代謝学会. 2010. 7. 21-23 (京王プラザホテル、東京).
 32. 斎藤琢, 深井厚, 池田敏之, 阿久根徹, 中村耕三, 鄭雄一, 川口浩：HIF2A / NF- κ B シグナルは変形性関節症を制御する (優秀演題賞受賞). 第 28 回日本骨代謝学会. 2010. 7. 21-23 (京王プラザホテル、東京).
 33. 阿久根徹, 村木重之, 岡敬之, 川口浩, 中村耕三, 吉村典子：膝痛・腰痛とロコモティブシンドローム基礎疾患および日常生活活動との関連—The ROAD study. 第 28 回日本骨代謝学会. 2010. 7. 21-23 (京王プラザホテル、東京).
 34. 吉村典子, 村木重之, 岡敬之, 川口浩, 中村耕三, 阿久根徹：血清酒石酸抵抗性酸フォスファターゼ 5b (TRACP5b) 値と骨粗鬆症との関連：The ROAD Study. 第 28 回日本骨代謝学会. 2010. 7. 21-23 (京王プラザホテル、東京).
 35. 吉村典子, 村木重之, 岡敬之, 川口浩, 中村耕三, 阿久根徹：血清低カルボキシル化オステオカルシン (ucOC) 値と骨粗鬆症との関連：The ROAD Study. 第 28 回日本骨代謝学会. 2010. 7. 21-23 (京王プラザホテル、東京).
 36. 井上祐貴, 石原一彦：生体親和性ポリマーブラシ表面の水和状態. 第 39 回医用高分子シンポジウム. 2010. 7. 26-27 (東京)
 37. 松本彬, 岩崎泰彦, 遊佐真一：リン酸基をもつ MPC ブロックコポリマーの合成と金属表面の修飾. 第 56 回高分子研究発表会. 2010. 7 (神戸)
 38. 池内亮太, 岩崎泰彦：両親媒性ポリリン酸エステルを修飾したリポソームの Hap 親和性. 第 56 回高分

- 子研究発表会, 2010, 7 (神戸)
39. 脇篤史、岩崎泰彦：ホリホスフアイトを用いたラシカル重合制御. 第56回高分子研究発表会, 2010, 7 (神戸)
 40. 塙隆夫：金属表面酸化皮膜と抗組織適合性. 招待講演, 東北大学金属材料研究所共同研究ワークショップ・日本バイオマテリアル学会東北地域講演会, 2010, 8, 31 (仙台)
 41. 松本彬、岩崎泰彦、遊佐真一：金属表面に結合するMPCブロックコポリマーの精密合成. 日本バイオマテリアル学会 第5回 関西若手研究発表会, 2010, 8 (京都)
 42. 片山晃一、岩崎泰彦：骨親和材料を指向したポリリン酸エステル合成と石灰化に及ぼす影響. 日本バイオマテリアル学会 第5回 関西若手研究発表会, 2010, 8 (京都)
 43. 高取吉雄, 苅田達郎, 馬淵昭彦, 中村耕三：人工股関節で用いる寛骨臼コンポーネント「Q5LPカップ」の初期固定性. 第59回東日本整形災害外科学会, 2010, 9, 17-18 (盛岡)
 44. 岩崎泰彦、中井康介、下村 享嗣、森垣 憲一：リン脂質ポリマーブラシを用いた分子認識ソフト界面の創製. 第59回高分子討論会, 2010, 9, 28-30 (北海道)
 45. 松野大志、岩崎泰彦：重合性糖鎖を誘導した細胞の表面改質. 第59回高分子討論会, 2010, 9, 28-30 (北海道)
 46. 池内亮太、岩崎泰彦：骨親和性を志向したポリリン酸エステル修飾リポソームの調製. 第59回高分子討論会, 2010, 9, 28-30 (北海道)
 47. 京本政之、立石崇晴、石原一彦：ポリ芳香族ケトン上での自己開始グラフト重合による水和潤滑軟骨模倣表面の創製. 第59回高分子討論会, 2010, 9, 28-30 (北海道)
 48. 徐知勲、松野亮介、金野智浩、高井まどか、石原一彦：両親媒性リン脂質ポリマーの内部拡散によるシリコーンエラストマーの親水化特性の評価. 第59回高分子討論会, 2010, 9, 28-30 (北海道)
 49. 井上祐貴、塚原剛彦、石原一彦：タンパク質吸着を劇的に抑制するリン脂質ポリマーブラシ表面における水和状態. 第59回高分子討論会, 2010, 9, 28-30 (北海道)
 50. 柴山崇、徐知勲、石原一彦、高井まどか：PDMS/PMPC ジブロックコポリマーを用いたナノドメイン構造表面における細胞接着挙動の解析. 第59回高分子討論会, 2010, 9, 28-30 (北海道)
 51. 松野亮介、高見公章、石原一彦：マイケル付加を利用したホスホリルコリン化合物ライブラリの構築. 第59回高分子討論会, 2010, 9, 28-30 (岡山)
 52. 北川ともみ、井上祐貴、高井まどか、石原一彦：細胞初期接着挙動に基づくバイオメディカルポリマーブラシ表面の創製. 第59回高分子討論会, 2010, 9, 28-30 (北海道)
 53. 大西宏之、溝川滋一、大西啓靖、京本政之、岩本幹生、上野勝：28mmアルミナ骨頭と組み合わされた架橋ポリエチレン (Aeonian) ソケットの摩耗. 第37回日本股関節学会, 2010, 10, 1-2 (福岡)
 54. 角田俊治、田中健之、伊藤英也、中村耕三、茂呂徹、高取吉雄：重度臼蓋形成不全を伴う前・初期股関節症に対する寛骨臼回転骨切り術の長期成績. 第37回日本股関節

- 学会学術集会. 2010. 10. 1-2 (福岡)
55. 伊藤英也, 高取吉雄, 茂呂徹, 馬淵昭彦, 角田俊治, 田中健之, 中村耕三: シンポジウム「寛骨臼回転骨切り術」 寛骨臼回転骨切り術の長期成績. 第37回日本股関節学会学術集会. 2010. 10. 1-2 (福岡)
 56. 川口浩: 変形性関節症 up-to-date - その診断、治療、そして分子メカニズム研究の最前線 -. (ランチョンセミナー). 第25回日本整形外科学会基礎学術集会. 2010. 10. 14-15 (国立京都国際会館、京都).
 57. 高取吉雄, 石原一彦, 茂呂徹, 川口浩, 中村耕三: シンポジウム「パフォーマンスの良い運動器基礎研究立案への官産学からの提言」 学の立場から 人工股関節開発の経験. 第25回日本整形外科学会基礎学術集会. 2010. 10. 14-15 (京都)
 58. 京本政之, 茂呂徹, 石原一彦, 雑賀健一, 川口浩, 中村耕三, 高取吉雄: 生体親和性リン脂質ポリマーをコバルトクロムモリブデン合金表面にグラフトする技術の開発. 第25回日本整形外科学会基礎学術集会. 2010. 10. 14-15 (京都)
 59. 谷口優樹, 池田敏之, 斎藤琢, 中村耕三, 鄭雄一, 川口浩: 転写因子 p63 はその isoform の特異的な軟骨細胞分化調節によって軟骨内骨化を広く制御する. 第25回日本整形外科学会基礎学術集会. 2010. 10. 14-15 (国立京都国際会館、京都).
 60. 川口浩, 岡敬之, 神宮司誠也, 泉敏弘, 福永仁夫, 佐藤克己, 松下隆, 中村耕三: リコンビナントヒト線維芽細胞増殖因子-2 (rhFGF-2) の脛骨骨幹部骨折に対する効果 - ランダム化プラセボ対照二重盲検比較試験 -. 第25回日本整形外科学会基礎学術集会. 2010. 10. 14-15 (国立京都国際会館、京都).
 61. 平田真, 釘宮典孝, 深井厚, 斎藤琢, 菅哲徳, 東川晶郎, 矢野文子, 池田敏之, 中村耕三, 鄭雄一, 川口浩: C/EBP β と Runx2 と協調して MMP13 を転写誘導し、骨格成長と変形性関節症を制御する. 第25回日本整形外科学会基礎学術集会. 2010. 10. 14-15 (国立京都国際会館、京都).
 62. 深井厚, 斎藤琢, 馬淵昭彦, 池田敏之, 阿久根徹, 吉村典子, 中川匠, 中村耕三, 鄭雄一, 川口浩: HIF-2A は変形性関節症を制御する転写因子である. 第25回日本整形外科学会基礎学術集会. 2010. 10. 14-15 (国立京都国際会館、京都).
 63. 岡敬之, 村木重之, 阿久根徹, 中村耕三, 川口浩, 吉村典子: 膝軟骨自動抽出ソフトウェアを用いた高解像度膝 MRI 解析 - The ROAD study -. 第25回日本整形外科学会基礎学術集会. 2010. 10. 14-15 (国立京都国際会館、京都).
 64. 阿久根徹, 村木重之, 岡敬之, 川口浩, 中村耕三, 吉村典子: 膝痛・腰痛とロコモティブシンドローム基礎疾患および日常生活活動との関連. 第25回日本整形外科学会基礎学術集会. 2010. 10. 14-15 (国立京都国際会館、京都).
 65. 森田充浩, 山田治基, 吉村典子, 伊達秀樹, 岡敬之, 村木重之, 阿久根徹, 川口浩, 中村耕三: 地域住民コホートにおける変形性膝関

- 節症の病期と生化学的マーカーとの関係 - 第2報 -. 第25回日本整形外科学会基礎学術集会. 2010. 10. 14-15 (国立京都国際会館、京都).
66. 茂呂徹: ナノテクノロジーを応用した新しい人工関節の開発. 第8回埼玉整形外科トピック・リエゾンセミナー. 2010. 10. 21 (さいたま)
67. 村木重之、阿久根徹、岡敬之、中村耕三、川口浩、吉村典子: 大規模コホートスタディによる骨関節疾患と食事および運動との関連 - The ROAD Study - (パネルディスカッション). 第28回日本骨粗鬆症学会. 2010. 10. 21-13 (大阪国際会議場、大阪).
68. 吉村典子、村木重之、岡敬之、川口浩、中村耕三、阿久根徹: 四肢筋量と骨粗鬆症の関連 - The ROAD study -. 第28回日本骨粗鬆症学会. 2010. 10. 21-13 (大阪国際会議場、大阪).
69. 村木重之、阿久根徹、岡敬之、中村耕三、川口浩、吉村典子: 膝伸展筋力の年代による推移および変形性膝関節症との相関 - The ROAD Study -. 第28回日本骨粗鬆症学会. 2010. 10. 21-13 (大阪国際会議場、大阪).
70. 岡敬之、川口浩、村木重之、阿久根徹、中村耕三、吉村典子: 高解像度MRIを用いた変形性膝関節症スコアリングと膝痛との関連 - The ROAD Study -. 第28回日本骨粗鬆症学会. 2010. 10. 21-13 (大阪国際会議場、大阪).
71. 阿久根徹、村木重之、岡敬之、川口浩、中村耕三、吉村典子: ロコモティブシンドロームの基礎疾患である腰椎椎体骨折、変形性腰椎症、変形性膝関節症と運動機能との関連 - The ROAD study -. 第28回日本骨粗鬆症学会. 2010. 10. 21-13 (大阪国際会議場、大阪).
72. 埴隆夫: 脊椎再建と金属材料. 第19回日本脊椎インストゥルメンテーション学会シンポジウム. 2010. 10. 29 (札幌)
73. 茂呂徹: ナノ表面制御による新しい人工関節の開発. 第33回股関節懇話会. 2010. 10. 30 (東京)
74. 角田俊治, 高取吉雄, 茂呂徹, 伊藤英也, 田中健之, 中村耕三: 股関節外転拘縮をきたした大理石骨病の1例. 第33回股関節懇話会. 2010. 10. 30 (東京)
75. 雑賀健一, 京本政之, 茂呂徹, 石原一彦: 繰り返し衝撃-摺動環境下におけるポリエチレンの摺動面・背面摩耗. 第37回日本臨床バイオメカニクス学会. 2010. 11. 1-2 (京都)
76. 茂呂徹: 長寿命化を目指した新しい人工関節摺動面の開発. 第120回西日本整形災害外科学会. 2010. 11. 14 (佐賀)
77. 京本政之, 茂呂徹, 雑賀健一, 立石崇晴, 高取吉雄, 石原一彦: 自己開始光グラフト重合を用いた生体軟骨模倣PEEK摺動面の創製. 第32回日本バイオマテリアル学会大会. 2010. 11. 29-30 (広島)
78. 井上祐貴, 塚原剛彦, 石原一彦: ポリマーブラシ表面の水和状態を指標としたタンパク質吸着挙動の解明. 第32回日本バイオマテリアル学会大会. 2010. 11. 29-30 (広島)
79. 松野亮介, 高見公章, 石原一彦: マイケル付加反応を用いたホスホリルコリン化合物 ライブラリー

- の構築. 第32回日本バイオマテリアル学会大会. 2010. 11. 29-30 (広島)
80. 中西智亮、井上祐貴、松野亮介、高井まどか、石原一彦：タンパク質吸着力に対する精密ポリマーブラシ表面構造の効果. 第32回日本バイオマテリアル学会大会. 2010. 11. 29-30 (広島)
 81. 塙隆夫：バイオフィルム・血栓形成防止金属表面. 第32回日本バイオマテリアル学会大会. 2010. 11. 29-30 (広島)
 82. 増田紘一、松野亮介、金野智浩、高井まどか、石原一彦：細胞内環境応答型分子イメージングを特徴とするリン脂質被覆量子ドットの創製. 第32回日本バイオマテリアル学会大会. 2010. 11. 29-30 (広島)
 83. 塙隆夫：金属材料を医療に生かすための基盤技術，社団法人京都工業会ウェルネス産業人材育成セミナー「ものづくり技術をいかに医療関連分野に展開するか」. 2010. 12. 3 (京都)
 84. 橋本雅美、柏木一美、北岡諭：チタン金属の酸窒化処理によるアパタイト形成能の向上. 平成22年度日本セラミックス協会東海支部学術研究発表会. 2010. 12. 18 (名古屋)
 85. 茂呂徹，高取吉雄，石原一彦，京本政之，荻田達郎，伊藤英也，角田俊治，田中健之，山脇昇，雑賀健一，中村耕三，川口浩：ポリエチレンライナー表面のMPCグラフト処理による長寿命型人工関節の開発—粗面化した骨頭がMPC処理に与える影響の検討—. 第41回人工関節学会. 2011. 2. 25-26 (東京)
 86. 茂呂徹，高取吉雄，石原一彦，京本政之，雑賀健一，中村耕三，川口浩：人工膝関節の脛骨コンポーネント摺動面に対するMPCポリマー処理. 第41回人工関節学会. 2011. 2. 25-26 (東京)
 87. 雑賀健一，京本政之，茂呂徹，伊藤英也，川口浩，中村耕三，石原一彦，高取吉雄：ポリエチレン厚さがライナーの摩耗・破壊に与える影響—ピンオンディスク型試験機による繰り返し衝撃—摺動試験. 第41回人工関節学会. 2011. 2. 25-26 (東京)
 88. 角田俊治，伊藤英也，田中健之，馬淵昭彦，中村耕三，高取吉雄，茂呂徹：セメントレス人工股関節におけるデジタルテンプレートの信頼性. 第41回人工関節学会. 2011. 2. 25-26 (東京)
 89. 田中健之，伊藤英也，角田俊治，馬淵昭彦，中村耕三，高取吉雄，茂呂徹：bipolar型人工股関節に対しセメントレス寛骨臼コンポーネントを用いた再置換術の検討. 第41回人工関節学会. 2011. 2. 25-26 (東京)
 90. 伊藤英也，角田俊治，田中健之，高取吉雄，茂呂徹，中村耕三：両側再置換手術を行ったmetal-on-metal THAの1例. 第41回人工関節学会. 2011. 2. 25-26 (東京)
 91. 南和文、橋本雅美：Anca-Fit型全人工股関節置換術後に発生したセラミック骨頭の破損. 第41回人工関節学会. 2011. 2. 25-26 (東京)
 92. 田中健之，伊藤英也，角田俊治，茂呂徹，高取吉雄：OSMEDの両側股関節症に対する治療経験. 第34回 関東股関節懇話会. 2011. 3. 5 (東京)

② 国際学会

1. Moro T, Takatori Y, Ishihara K, Kyomoto M, Karita T, Ito H, Tsunoda T, Saiga K, Nakamura K, Kawaguchi H: Biocompatible phospholipid polymer grafting improves the wear resistance of artificial hip joints regardless of the degree of cross-linking. 2010 Annual Meeting & Exposition of the Society for Biomaterials (SFB). 2010. 4. 21-24 (Seattle, USA)
2. Kyomoto M, Moro T, Saiga K, Onomoto H, Takatori Y, Ishihara K: Self-initiated surface graft polymerization from PEEK brings smart orthopaedic biomaterials. 2010 Annual Meeting & Exposition of the Society for Biomaterials (SFB). 2010. 4. 21-24 (Seattle, USA)
3. Matsuno H, Iwasaki Y: Metabolic expression of methacrylate-derivatized sialic acids and surface modification on the living cells. 2010 Annual Meeting & Exposition of the Society for Biomaterials (SFB). 2010. 4. 21-24 (Seattle, USA)
4. Iwasaki Y, Nakai K, Morigaki, K: Specific protein binding on fluidic lipid bilayer microarray corralled by well-defined polymer brushes. 2010 Annual Meeting & Exposition of the Society for Biomaterials (SFB). 2010. 4. 21-24 (Seattle, USA)
5. Seo JH, Matsuno R, Lee Y, Konno T, Takai M, Ishihara K: Conformational stability of proteins conjugated with water-soluble phospholipid polymer from heat-induced denaturation: Effect of the hydrophilicity of the polymer materials. 2010 Annual Meeting & Exposition of the Society for Biomaterials (SFB). 2010. 4. 21-24 (Seattle, USA)
6. Nakanishi T, Inoue Y, Matsuno R, Takai M, Ishihara K: Significant Parameters of Polymer Brush Surface Related with Protein Adsorption. 2010 Annual Meeting & Exposition of the Society for Biomaterials (SFB). 2010. 4. 21-24 (Seattle, USA)
7. Oonishi H, Kim SC, Kyomoto M, Iwamoto M, Ueno M, Oonishi H: Comparison of retrieved alumina ceramic TKP to cobalt-chrome alloy TKP after long-term clinical use. 11th European Federation of National Associations of Orthopaedics and Traumatology (EFORT) Congress. 2010. 6. 1-5 (Madrid, Spain)
8. Oonishi H, Kim SC, Kyomoto M, Iwamoto M, Ueno M, Oonishi H: In vivo wear of highly cross-linked polyethylene acetabular cup against alumina ceramic head. 11th European Federation of National Associations of Orthopaedics and Traumatology (EFORT) Congress. 2010. 6. 1-5 (Madrid, Spain)
9. Ishihara K, Inoue Y: Essential Factors to Make Excellent

- Biocompatibility of Phospholipid Polymer Materials. 12th International Conference on Modern Materials and Technologies (CIMTEC) 2010. 6. 9-18 (Tuscany, Italy)
10. Ishihara K, Kyomoto M: Photoinduced Functionalization on Biomaterials Surface. The 27th International Conference of Photopolymer Science and Technology. 2010. 6. 22-25 (Chiba, Japan)
 11. Ishihara K, Nakanishi T, Takai M, Inoue Y: Nanoforce Measurement During Protein Adsorption to Well-controlled Polymer Brush Surfaces. The Third International NanoBio Conference. 2010. 8. 24-27 (Zurich, Switzerland)
 12. Kitagawa T, Inoue Y, Takai M, Ishihara K: Monitoring of Initial Cell Adhesion Process on Nanometer-scaled and Organized Surfaces. The Third International NanoBio Conference. 2010. 8. 24-27 (Zurich, Switzerland)
 13. Matsuno R, Takami K, Ishihara K: Michael-type addition of 2-methacryloyloxyethyl phosphorylcholine with thiol compounds for preparing biocompatible molecules. The Third International NanoBio Conference. 2010. 8. 24-27 (Zurich, Switzerland)
 14. Fukazawa K, Li Q, Seeger S, Ishihara K: Molecular-nanointegrated Surface for Selective Protein Recognition by Molecular Imprinting Concept. The Third International NanoBio Conference. 2010. 8. 24-27 (Zurich, Switzerland)
 15. Iwasaki Y, Nakai K, Morigaki K: Specific protein binding on phospholipid bilayer array corralled by nonfouling polymer brushes. 240th ACS National Meeting. 2010. 8 (Boston, USA)
 16. Yamaguchi E, Iwasaki Y: Synthesis of biocompatible block copolymers using well-defined polyphosphoester macroinitiators. 240th ACS National Meeting. 2010. 8 (Boston, USA)
 17. Hanawa T: The biofunctionalization of Metals, Finishi-Japanese Seminar on Biomaterials and Implant "Development of Inorganic Biomaterials with Novel Functions". Aalto University Foundation. 2010. 9. 10 (Helsinki, Finland)
 18. Fukai A, Saito T, Mabuchi A, Ikeda T, Yano F, Ohba S, Nishida N, Akune T, Yoshimura N, Nakagawa T, Nakamura K, Tokunaga K, Chung UI, Kawaguchi H: HIF2A / NF-kappa B signal in chondrocytes controls extensive steps of osteoarthritis development in mice and humans (Young Investigator Award). 2010 World Congress on Osteoarthritis (OARSI). 2010. 9. 23-26 (Brussels, Belgium).
 19. Kawaguchi H: Endochondral ossification signal: A

- potential therapeutic target for osteoarthritis (invited lecture). 2010 World Congress on Osteoarthritis (OARSI). 2010. 9.23-26 (Brussels, Belgium).
20. Hirata M, Kugimiya F, Fukai A, Saito T, Yano F, Ikeda T, Nakamura K, Chung UI, Kawaguchi H: Molecular network on the C/EBP-beta axis including Runx2, MMP13, and HIF2A controls osteoarthritis development (Young Investigator Award). 2010 World Congress on Osteoarthritis (OARSI). 2010. 9.23-26 (Brussels, Belgium).
 21. Akune T, Muraki S, Oka H, Nakamura K, Kawaguchi H, Yoshimura N: Association of occupational activity with joint space narrowing and osteophytosis at the knee: The ROAD study. 2010 World Congress on Osteoarthritis (OARSI). 2010. 9.23-26 (Brussels, Belgium).
 22. Hanawa T: Biofunctionalization of metals for medical devices with functional garded surface layer. Plenary Lecture, 11th International Symposium on Multiscale, Multifunctional and Functionally Graded Materials. 2010. 9.29 (Guimarães, Portugal)
 23. Kawaguchi H, Oka H, Jingushi S, Izumi T, Fukunaga M, Sato K, Matsushita T, and Nakamura K: A local application of recombinant human fibroblast growth factor-2 for tibial shaft ractures: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. 32th annual meeting of the American Society for Bone and Mineral Research (ASBMR). 2010. 10.15-19 (Toronto, Canada).
 24. Yoshimura N, Muraki S, Oka H, Kawaguchi H, Nakamura K: Association of changes in serum levels of intact parathyroid hormone with changes in biochemical markers of bone turnover and bone mineral density: A 10-year follow-up of the Taiji Cohort. 32th annual meeting of the American Society for Bone and Mineral Research (ASBMR). 2010. 10.15-19 (Toronto, Canada).
 25. Muraki S, Akune T, Oka H, Nakamura K, Kawaguchi H, Yoshimura N: Gender differences in factors associated with falls in a population-based cohort study in Japan: The ROAD study. 32th annual meeting of the American Society for Bone and Mineral Research (ASBMR). 2010. 10.15-19 (Toronto, Canada).
 26. Oonishi H, Mizokawa S, Oonishi H, Kyomoto M, Iwamoto M, Ueno M: Radiographic and retrieval wear of alumina ceramic on cross-linked polyethylene in total hip arthroplasty. 7th Combined Meeting of the Orthopaedic Research Societies. 2010. 10.16-20 (Kyoto, Japan)
 27. Mizokawa S, Oonishi H, Kyomoto M, Iwamoto M, Ueno M, Oonishi H: Surface comparison of alumina ceramic TKP and cobalt-chrome alloy TKP retrieved in long-term

- clinical use. 7th Combined Meeting of the Orthopaedic Research Societies. 2010. 10. 16-20 (Kyoto, Japan)
28. Hanawa T: Biomedical materials Research in IBB-TMDU, Invited Lecture, International Symposium on Visuallization in Joining & Welding Science thorough Advanced Measurements and Simulation and Advanced Materials Development and Integration of Novel Structured Metallic and Inorganic Materials (Visual-JW2010). 2010.11.11 (Osaka, Japan)
29. Hanawa T: Electrodeposition of collagen to titanium. Invited Speaker, 10th International Symposium on Biomaterials. Kyungpook National University. 2010.11.16 (Daegu, Korea)
30. Hashimoto M, Kashiwagi K, Kitaoka S: Surface Nitriding Dependence on Apatite Formation of Biomedical Titanium Metal in a Simulated Body Fluid. 3rd International Congress on Ceramics. 2010.11.14-18 (Osaka Japan)
31. Moro T, Takatori Y, Ishihara K, Kyomoto M, Saiga K, Nakamura K, Kawaguchi H: Surface grafting of biocompatible phospholipid polymer MPC provides wear resistance of tibial polyethylene insert in artificial knee joints. 57th Annual Meeting of the Orthopaedic Research Society (ORS). 2011. 1. 13-17 (Long Beach, USA)
32. Kyomoto M, Moro T, Takatori Y, Hashimoto M, Kawaguchi H, Nakamura K, Ishihara K: Smart PEEK by self-initiated surface graft polymerization of MPC for orthopaedic applications. 57th Annual Meeting of the Orthopaedic Research Society (ORS). 2011. 1. 13-17 (Long Beach, USA)
33. Kyomoto M, Moro T, Saiga K, Hashimoto M, Kawaguchi H, Takatori Y, Nakamura K, Ishihara K: Controlled biocompatible phospholipid polymer-brush mimicking cartilage gives high durability to joint replacement. 57th Annual Meeting of the Orthopaedic Research Society (ORS). 2011. 1. 13-17 (Long Beach, USA)
- H. 知的財産権の出願・登録状況
特になし。

厚生労働科学研究費補助金（医療機器開発推進研究事業）

分担研究報告書

MPC 処理の至適条件の検索

分担研究者 石原一彦（東京大学大学院工学系研究科 教授）
伊藤英也（東京大学医学部附属病院 助教）
山脇 昇（日本メディカルマテリアル株式会社
研究技術調査室長）

研究要旨：一般にラジカル重合では、重合速度はラジカル生成速度に依存し、その重合速度は、照射する光の強度に依存する。本分担研究では、高齢者の寝たきり予防に有効な人工股関節の開発における生体工学的な研究を完成させることを目的とし、PMPC によるナノメートルオーダーの表面処理（PMPC 処理）のための重合条件（光（紫外線）強度）を変化させ、得られた試料表面を解析して至適条件を検索した。PMPC 処理した CLPE 表面について、表面の元素分析、官能基の分析、水の静的接触角測定、電子顕微鏡観察、Ball-on-plate 摩擦試験から PMPC グラフト層の解析を行った。また、引張り試験により PMPC 処理した CLPE の基材に由来する特性について評価した。至適処理条件検討の結果、紫外線強度によって表面に生成する PMPC 層が制御でき、紫外線強度 3.5～7.5 mW/cm²において、高密度で均質な PMPC 層で覆われた CLPE 表面の調製ができた。これらの知見を応用することにより、安定性と耐摩耗性に優れ、高齢者の寝たきり予防に有効な革新的人工関節を実用化することができる。

A. 研究目的

要支援・要介護者数は急増しており、このうち約 20～30%は運動器の機能障害が原因であることから、その対策が求められている。運動器の障害はそれ自身が要介護の原因となるだけでなく、認知症や内臓疾患など他の要介護原因にも関係している。したがって、運動器の障害、特に股関節の機能障害による歩行能力の喪失を予防することは重要な課題である。人工股関節手術は、疾患（変形性股関節症、先天性股関節脱臼、関節リウマチなど）や骨折等により機能を喪失した股関節を人工関節に置き換える手術である。痛

みを取り除き歩行能力を回復させる優れた手術として、国内で年間 8 万件が行われている。高齢化が進む我が国において、人工関節が果たす役割は益々大きくなっている。

しかし、手術後に生じるインプラント周囲の骨吸収とそれに続発するインプラントの弛みは最大の合併症であり、これを防止し耐用年限（寿命）を延長することは、重要かつ緊急の課題である。弛みの過程は、関節面を構成するポリエチレン（PE）と対向する骨頭との摩擦により、PE の摩耗粉が発生することに始まる。この PE 摩耗粉を貧食したマクロファージや巨細

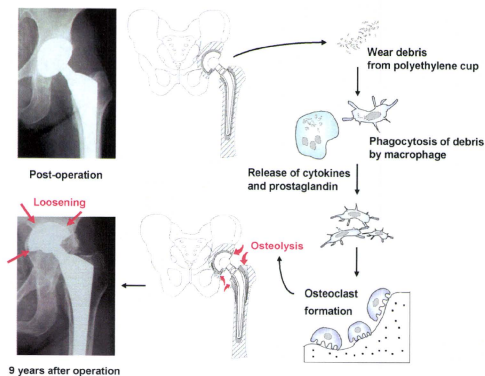


図 1. PE 摩耗粉が引き起こす骨吸収と弛み

胞が骨吸収作用を有する破骨細胞の形成・活性を促進し、弛みに至る(図1)。したがって PE 摩耗の抑制あるいは骨吸収の抑制のいずれかを目指した研究が行われてきた。近年では、1998 年より 50~105 kGy のガンマ線や電子線による高エネルギー線照射による架橋 PE (CLPE) が人工関節システムに投入され、広く臨床使用され

ている。しかしながら、PE 摩耗の抑制あるいは骨吸収の抑制を同時に達成する、決定的な解決策は得られていない。

我々は、関節面の耐摩耗性と生体適合性を同時に達成できれば弛みを阻止できると考え、生体の関節軟骨表面で数十年にわたり関節面の保護や潤滑性の改善に寄与している、ナノメー

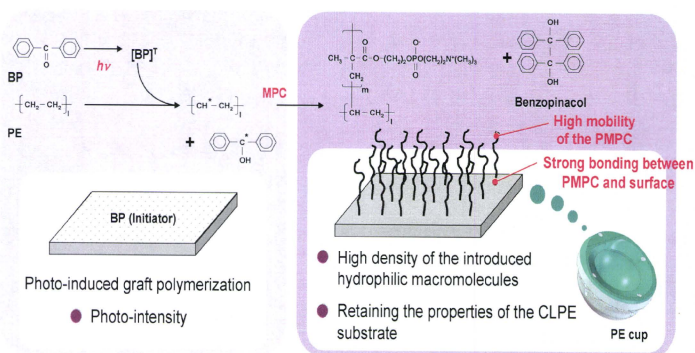


図 2. 光開始ラジカルグラフト重合による PMPC 処理

ターオーダーのリン脂質分子層に着目した。人工関節表面をリン脂質分子で覆うことができれば、生体軟骨表面と同様の構造を構築できると考え、光開始ラジカルグラフト重合法を用いて、高い生体適合性を発現する Poly(2-methacryloyloxyethyl phosphorylcholine) (PMPC) 鎖によるナノメーターオーダー表面改質を行った。この表面改質は、高い親水性と潤滑性を発現する表面を構築した (図 2)。

PMPC は生体細胞膜と同様の構造を有するため生体内で異物として認識されず、優れた組織適合性を発揮することが、世界的に研究されており、既によく知られている。この特性をいかした複数の医療機器が既に実用化されており、生体内での安全性は担保されている。また、紫外線を用いた光開始ラジカルグラフト重合法は、表層のみに作用する処理であり、基材となる CLPE の性質に影響を与えない。これは、仮にグラフトした PMPC 層が何らかの理由により生体内で剥離しても、従来の CLPE が持っている機能を損なうことなく発揮できるということであり、臨床上、重要な意味をもつ。

本分担研究では、人工股関節における生体工学的な研究を完成させることを目的とし、PMPC 鎖によるナノメーターオーダーの表面処理 (PMPC 処理) のための重合条件、紫外線強度を変化させ、得られた試料表面を解析して至適条件を検索した (図 2)。

B. 研究方法

1. PMPC 処理表面の構築

CLPE 表面での PMPC 処理における紫外線照射強度を変化させ、様々な表面解析手法を用いて、至適な処理条件について検討した。

圧縮成型ポリエチレン材に、50 kGy のガンマ線を照射した。照射後、120°C の熱処理を行ない、CLPE を得た。徐冷後、機械加工により CLPE 試験体を作製した。得られた試験体に対し、PMPC 処理を行った。CLPE 試験体を 10 g/L に調製したベンゾフェノン含有アセトン溶液に浸漬した後、速やかに引き上げた。室温にて試験体表面のアセトン溶媒を除去した。完全に脱気した純水を用いて、0.50 mol/L の MPC 水溶液を調製した。ベンゾフェノンを表面にコーティングした CLPE 試験体を、MPC 水溶液に浸漬し、1.5~15.0 mW/cm² の紫外線を 90 分間照射することで、光開始ラジカルグラフト重合法による PMPC 処理を行った。グラフト重合中、MPC 水溶液を 60°C になるよう調整した。重合後、CLPE 試験体を超純水およびエタノールにて十分に洗浄し、PMPC 処理 CLPE 試験体を得た。これらの PMPC 処理 CLPE の製造工程は、図 3 に示されるように既存の CLPE 製造工程の「機械加工」の後、「滅菌」の前に PMPC 処理工程が存在する以外は、従来の CLPE と同様である。

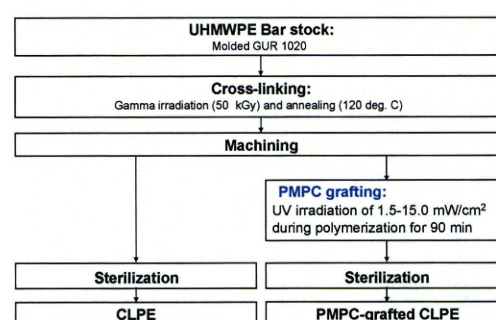


図 3. CLPE および PMPC 処理 CLPE の作製工程フロー

2. MPC の分析方法の検討

得られた PMPC 処理 CLPE 試験体について、X 線光電子分光 (XPS) 分析、

フーリエ変換赤外分光 (FT-IR) 分析、水による静的接触角の測定、蛍光物質ローダミン 6G を用いた染色による顕微鏡観察、透過電子顕微鏡 (TEM) 観察、Ball-on-plate 摩擦試験および引張り試験を行った。

① XPS 分析

PMPC 処理前後の CLPE 試験体の表面元素状態について、XPS 分析を行った。XPS 分析には、KRATOS ANALYTICAL 社製 XPS 分析装置 AXIS-HSi165 型を用い、X線源は Mg-K α 線、印加電圧を 15kV、光電子の放出角度を 90° とした。

② FT-IR 分析

PMPC 処理前後の CLPE 試験体の官能基振動について、FT-IR 分析を行った。FT-IR 分析には、日本分光製 FT-IR 分析装置 FT/IR615 型を用い、全反射 (ATR) 法により行った。波数 800~2000 cm⁻¹、分解能 4 cm⁻¹、積算回数 100 回とした。

得られたスペクトルから PMPC 層に含まれるリン酸基を定量することで、CLPE 試験体表面に結合している MPC ユニット量を相対的に評価した。その相対量をリン酸指数として定義し、以下の式により算出した。

$$\text{リン酸指数} = \frac{1080\text{cm}^{-1}\text{ピーク強度}}{1460\text{cm}^{-1}\text{ピーク強度}}$$

③ 水の静的接触角測定

試験体表面の静的なぬれ性 (静的表面接触角) について、協和界面科学社製表面接触角測定装置 DM300 を用い、液滴法により評価した。静的表面接触角は ISO 15989 規格に準拠し、液滴量 1 μl の純水を液滴後、60 秒間経過時点において測定した。

④ 蛍光物質ローダミン 6G を用いた染色による顕微鏡観察

200 ppm に調製したローダミン 6G 水溶液を染色に用いた。蛍光発光イメージングには、カールツァイス社製蛍光顕微鏡モデル Axioskop 2 plus が使用された。レンズ倍率は、5 倍で、サンプルによって、適切な感光時間にて撮影した。

⑤ TEM 観察

PMPC 処理前後の CLPE 試験体表面の PMPC 層について、TEM を用いて断面観察した。観察前、試験体をエポキシ樹脂に包埋し、四塩化ルテニウム染色後超薄切片を切り出した。TEM 観察には、日本電子製 JEM-1010 型を用い、加速電圧 100 kV とした。

⑥ Ball-on-plate 摩擦試験

MPC 処理前後の CLPE 試験体表面の摩擦係数について、新東科学製 Ball-on-plate 型摩擦試験機 (Tribostation 32) により評価した (図 4)。すべり速度 50 mm/min、すべり距離 25 mm、荷重 0.49~9.8 N、運動周波数は 1 Hz とし、潤滑液には蒸留水を用いた。



図 4. Ball-on-plate 摩擦試験機

⑦ 引張り試験

PMPC 処理前後の CLPE 試験体を用いて、ASTM D638 規格および F648-07 規

格に従って引張り試験を行った。機械加工により、ASTM D638 IV号試験片を作製した。PMPC処理CLPEについては、ダンベル型試験の片面に対し、PMPC処理を施した。準備した試験片の引張り特性について、島津製作所製オートグラフ (ASG-5kNG) を用い、試験速度 50 mm/min にて評価した。

C. 研究結果

1. 種々の紫外線強度により作製された PMPC 処理 CLPE 表面の解析

① XPS 分析

C_{1s} スペクトルにおいて、未処理 CLPE、PMPC 処理 CLPE ともに、C-C、C-H に帰属されるピーク (285 eV) が観察された。 O_{1s} スペクトルにおいて、PMPC 処理 CLPE には C-O に帰属されるピーク (532 eV) が観察された。未処理 CLPE においても、CLPE 表面の酸化もしくはコンタミネーションに由来する弱いピークが認められた。 N_{1s} スペクトルおよび P_{2p} スペクトルにおいて、PMPC 処理 CLPE にのみ、各々、 $-N^+(CH_3)_3$ に帰属されるピーク (403 eV)、リン酸基に帰属されるピーク (134 eV) が認められた (図 5)。

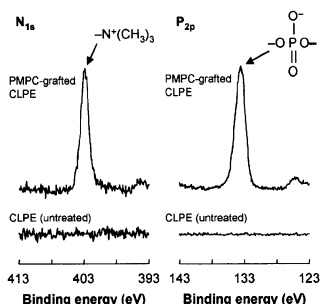


図 5. 未処理 CLPE および MPC 処理 CLPE (紫外線強度 5.0 mW/cm²、紫外線照射時間 90 分間) の XPS スペクトル

図 6 に、紫外線強度を変化させた PMPC 処理 CLPE 表面の P 原子濃度を示す。紫外線強度の増加とともに、P 原子濃度は増加した。紫外線強度 5.0 ~ 7.5 mW/cm² において、表面原子組成は、理論的な MPC ポリマーのそれとほぼ同じであった。その後、紫外線強度 10.0 ~ 15.0 mW/cm² において、P 原子濃度は徐々に低下した。

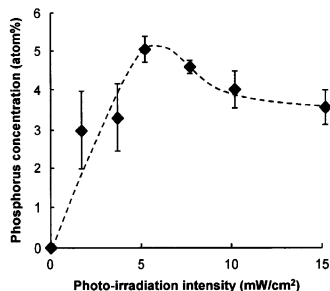


図 6. 種々の紫外線強度にて処理した PMPC 処理 CLPE (紫外線照射時間 90 分) 表面の P 原子濃度

② FT-IR 分析

図 7 に、未処理 CLPE、PMPC 処理 CLPE の FT-IR/ATR スペクトルを示す。

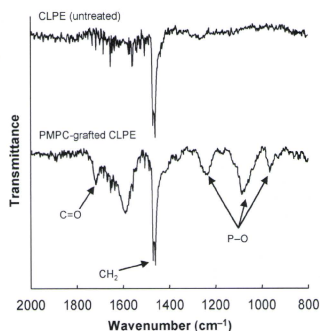


図 7. 未処理 CLPE および MPC 処理 CLPE (紫外線強度 5.0 mW/cm^2 、紫外線照射時間 90 分間) の FT-IR スペクトル

未処理 CLPE、PMPC 処理 CLPE とともに 1460 cm^{-1} 付近にメチレンに帰属されるピークが観察された。一方、PMPC 処理 CLPE にのみ $1240, 1080$ および 970 cm^{-1} にリン酸基に帰属されるピークが、 1720 cm^{-1} にケトン基に帰属されるピークが観察された。

図 8 に、紫外線強度を変化させた PMPC 処理 CLPE の FT-IR/ATR スペクトルより算出したリン酸指数をまとめる。紫外線強度の増加とともに、リン酸指数は増加し、紫外線強度 5.0 mW/cm^2 のとき、最も高い値を示した。その後、紫外線強度 $10.0 \sim 15.0 \text{ mW/cm}^2$ において、リン酸指数は徐々に低下した。

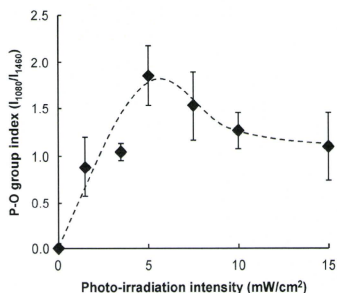


図 8. 種々の紫外線強度にて処理した PMPC 処理 CLPE (紫外線照射時間 90 分) 表面のリン酸指数

③ 水による静的接触角の測定

図 9 に、種々の紫外線強度にて処理した PMPC 処理 CLPE の水による静的表面接触角を示す。

紫外線強度の増加とともに、PMPC 処理 CLPE 表面の水による静的接触角は低下し、紫外線強度 3.5 mW/cm^2 以上にて、 $30 \sim 40^\circ$ の高いぬれ性を示した。

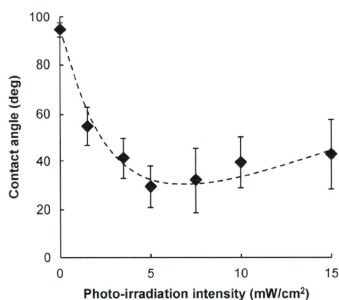


図 9. 種々の紫外線強度にて処理した PMPC 処理 CLPE (紫外線照射時間 90 分) の水による静的表面接触角

④ 蛍光物質ローダミン 6G を用いた染色による顕微鏡観察

図 10 に、種々の紫外線強度にて処理した PMPC 処理 CLPE の蛍光顕微鏡写真を示す。

CLPE では、ほとんど蛍光発光が見られないのに対し、PMPC 処理 CLPE では、表面全域において発光が見られ、紫外線強度が増大するにともなって、その発光は大きくなった。

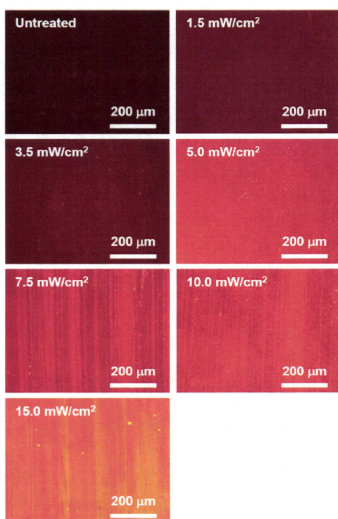
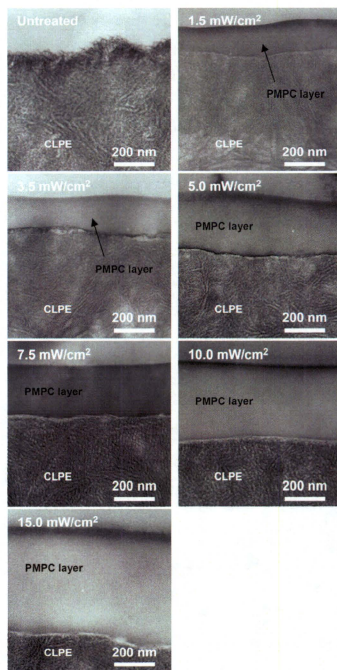


図 10. 種々の紫外線強度にて処理した PMPC 処理 CLPE の蛍光顕微鏡写真

⑤ TEM 観察

図 11 に、種々の紫外線強度にて処理した PMPC 処理 CLPE の断面 TEM 写真および得られた TEM 写真より求めた PMPC 層の厚さを示す。紫外線強度の増加とともに、PMPC 層の厚さは徐々に増加した。

A



B

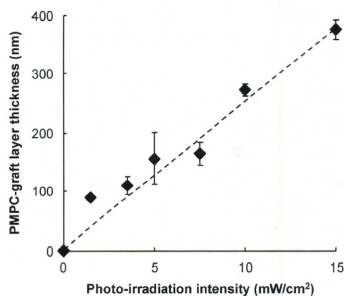


図 11. 種々の紫外線強度にて処理した PMPC 処理 CLPE の断面 TEM 写真 (A) および PMPC 層の厚さ (B)

⑥ 摩擦試験

図 12 に、種々の紫外線強度にて処理した PMPC 処理 CLPE の動摩擦係数を示す。紫外線強度の増加とともに、動摩擦係数は低下し、紫外線強度 3.5～7.5 mW/cm² に、動摩擦係数約 0.01 と極めて高い潤滑性を示した。一方、紫外線強度 10.0～15.0 mW/cm² のとき、その動摩擦係数は増加し、その傾向は高荷重のとき顕著であった。

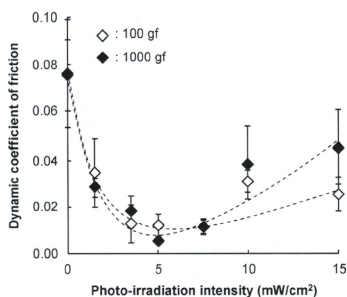


図 12. 種々の紫外線強度にて処理した PMPC 処理 CLPE の水による動摩擦係数

⑦ 機械的的特性の評価

図 13～14 に、種々の紫外線強度にて処理した PMPC 処理 CLPE の機械的的特性（引張り破断強度・伸び）を示す。

PMPC 処理 CLPE の機械的的特性は、いずれの紫外線強度による処理においてもほぼ一定であった。それらの値は未処理の CLPE の機械的的特性とほぼ同等であった。

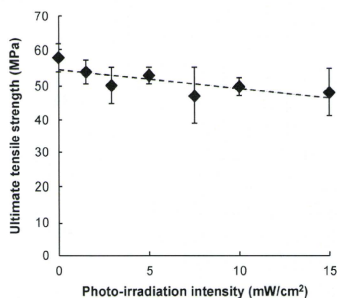


図 13. 種々の紫外線強度にて処理した PMPC 処理 CLPE（紫外線照射時間 90 分）の引張り破断強度

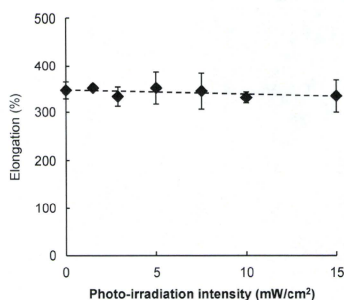


図 14. 種々の紫外線強度にて処理した PMPC 処理 CLPE（紫外線照射時間 90 分）の引張り破断伸び

D. 考察

一般に、ラジカル重合では、重合速度はラジカル生成速度に依存する。光開始ラジカル重合では、重合速度は、照射する光の強度に依存する。また、その重合速度は、生成するポリマーの重合度に影響を与える。したがって、紫外線強度の制御により基材表面にグラフトされるポリマーの重合度が変化するといえる。