

平成 22 年 5 月 11 日現在

研究種目：特定領域研究（計画研究）
 研究期間：2005～2009
 課題番号：17076012
 研究課題名（和文） 組織形成のメカノバイオロジーと機能組織のロボット加工技術
 研究課題名（英文） Mechanobiology in tissue formation and robotic engineering of functional tissues
 研究代表者
 松田 武久 (MATSUDA TAKEHISA)
 金沢工業大学・ゲノム生物工学研究所・教授
 研究者番号：60142189

研究成果の概要（和文）：

単一細胞および組織レベルのバイオメカニクスの基礎的理解の拡充を進め、その知見を踏まえて、細胞の空間配置のロボット操作技術、機能組織の自動形成技術、組織化を誘導する力学的ストレス場の負荷技術、および各々の組織に固有の力学場に感応する人工基材の設計と成型加工技術（光マイクロ立体成型および高電圧紡糸）などの機能組織のロボット加工技術を開発した。メカノアクティブ組織工学材料の自動加工法を新たに確立した。

研究成果の概要（英文）：

Based on the mechanistic study of single cellular and tissue mechanobiology, the novel technologies of robotics-assisted processing for functional artificial tissue have been developed: manipulation robotics for the controlled spatial deposition of cells, for the automatic fabrication of functional tissues, for controlled mechanical loading to induce tissue formation, and for the design and construction of mechanoactive scaffolds matching with the intrinsic mechanical property of native tissues. Methodologies for automatic processing and fabrication of the mechanoactive tissue-engineering matrix and scaffold have been established.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2005年度	18,400,000	0	18,400,000
2006年度	18,400,000	0	18,400,000
2007年度	10,700,000	0	10,700,000
2008年度	18,800,000	0	18,800,000
2009年度	10,700,000	0	10,700,000
総計	77,000,000	0	77,000,000

研究分野：生体工学・医用材料

科研費の分科・細目：人間医工学・医用生体工学・生体材料学

キーワード：メカノバイオロジー、メカノアクティブ骨格基材、セルディスペンスロボット

1. 研究開始当初の背景

機能組織は、単一細胞が組織化して高密度・高秩序のサブ組織を形成し、異種細胞による別のサブ組織と階層的にあるいは並列的に組み合わせられて形成される。また内的あるいは外的な力学的ストレス場によって、細胞形態の誘導・機能発現および組織レベルのリモデリングが起こり、生体組織の恒常性が維持されている。以上の細

胞の形態からサブ組織および、より高次の組織の形成過程を生体外で操作する技術ができれば、生体組織からの細胞の採取・選別と大量培養（最大エントロピー状態）から高次の機能組織形成（最小エントロピー状態）までが実現可能となる。このためには、ナノ・マイクロからマクロまでのマルチ・スケールとマルチ・モードの操作と計測の独立および連動した技術の開発が

必要である。

その開発には、(1) 基材上および三次元マトリックス内で空間的に細胞を高精度に配置する技術および階層組織化する技術、(2) 細胞固有の機能の発現（細胞形態・表現型の制御）および機能的組織化の生物学的・構造的・力学的性質の定量化、(3) 生体力学場に最適に感応し得る骨格基材の設計と生理的メカノ・ストレス負荷技術の開発が必須である。そのためには、個々の細胞からその集団組織化までの過程を記述するバイオメカニクス、細胞・組織の微小操作、人工基材の表面および立体微細加工の技術、CADおよびCAMによるロボット操作技術の開発が望まれる。

2. 研究の目的

本研究では、動脈組織および軟骨組織の生体外再構築をメカノバイオロジー、材料工学およびロボティクスを組み合わせ実現し、再生医療の基盤を構築することを目指す。具体的には、プローブ顕微鏡による超微小力学的計測による単一細胞レベルおよび組織レベルのバイオメカニクス、細胞の空間配置のロボット操作技術、管状階層性血管組織の自動形成技術、および組織化を誘導する力学的ストレス場の負荷技術（動脈組織および軟骨組織）、および各々の組織に固有の力学場に感応する人工基材の設計と成型加工技術（光りマイクロ立体成型および高電圧紡糸）の開発を目的とした。

申請者らがこれまでに確立してきている表面極微光修飾化学、細胞接着・非接着を操作できる感温性材料の分子設計、および原子間力顕微鏡—蛍光顕微鏡—顕微分光カップリングシステムを基盤にし、現在新しく開発中の高電圧紡糸技術、三次元組織形成のロボットおよび生理的な力学場を模倣した力学的負荷システム（圧縮、流体力学的せん断応力および伸縮）を組み合わせ、形態制御および組織化された細胞・組織の力学的諸性質の定量（膜弾性・膜張力・細胞骨格構造・細胞接着力等）を行い、またストレス場による組織のリモデリング過程を細胞生物学的に定量化する。これらをもとにしてプロトタイプの高秩序機能組織の構築を検討した。

3. 研究の方法

5カ年の研究期間において、(1) 人工基材表面の光駆動の極微修飾技術、(2) 人工基材上の微小領域における細胞の脱離・組織の剥離を可能とする感温性人工細胞外マトリックスの分子設計、(3) 細胞・組織のナノバイオメカニクス測定、(4) 高電圧紡糸技術、(5) 三次元組織形成のロボットおよび生理的な力学場を模倣した力学的負荷システム、の各手法を応用して、下記各課題について研究を進めた。

I. 基材上および三次元マトリックス内で空間的に細胞を高精度に配置する技術

および階層組織化する技術：

微細加工により作製する人工基材および三次元マトリックス上での細胞のプログラミング配置と、これを応用した階層的機能組織の構築を行う。基材の微細加工には、三次元構造設計のための、プログラミング切削加工機や、セルディスプレイロボット、自動細胞シート巻き上げ装置等を用いる。ロボット加工技術の開発とこれによる機能組織構築の実現化を進める。

II. 細胞固有の機能の発現（細胞形態・表現型の制御）および機能的組織化の生物学的・構造的・力学的性質の定量化：

細胞が基材表面に接着・伸展する際の形態を決定するメカノバイオロジーの理解を拡充するため、原子間力顕微鏡—微弱光蛍光顕微鏡—顕微分光システムを用いて、微細パターン化表面上で形態規制培養した細胞やシェアストレス等の生体力学場要因を負荷した細胞の膜弾性・膜張力分布と細胞骨格分布の動的変化、および細胞接着界面の力学特性等の諸要因間の相互連関等を調べる。

III. 生体力学場に最適に感応し得る骨格基材の設計と生理的メカノ・ストレス負荷技術の開発

電界紡糸法等を用い、生体力学場とよく適合した機械的特性を有する骨格基材の設計および作製を行う。また、生理的メカノ・ストレス（圧縮・シェアストレス等）を *in vitro* で再現する各種装置を自作し、生体埋込み前に人工組織を負荷培養することで、生体力学場との適合性を向上させるメカノアクティブ骨格基材の開発を行う。

4. 研究成果

I. 細胞の高精度空間配置および階層組織化技術：Dispenser(custom design)をCAD/CAMで操作するロボット加工技術によって、人工細胞外マトリックスゲル内への内皮細胞を打ち込み、毛細血管様組織形成を行った。加工技術としてエレクトロスピニングによる紡糸による人工血管を系統的に行い、ドラッグ徐放性、porosity 制御および屈曲性、圧依存性を含めて、一連の研究成果をあげた。

II. 細胞操作ベクトル材料の開発：細胞接着性ゲルの表面弾性精密マイクロパターンニング設計技術を確立し、細胞のメカノタクシスの再現性のある誘導条件を世界で初めて確立することができた。その弾性マイクロパターンニング技術を応用することにより、鋸型弾性勾配の繰り返しパターンの高精度な作製に成功し、メカノタクシスをよく制御して乱雑な細胞運動の整流化を可能とする細胞外力学場条件を決定した。また、この運動の過程で培養力学場より細胞へ入力される振動的機械シグナルの活用に着目した新しい幹細胞操作材料の仮説を考案し、その具体的な材料設計概念の提唱に至った。

III. 生体力学場に最適に感応し得る骨格基

材の設計と生理的メカノ・ストレス負荷技術の開発：電界紡糸法等の活用により、生体力学場とよく適合した機械的特性を有する骨格基材（メカノアクティブ骨格基材）の作製として、動脈圧によく応答する人工血管を構築した。流血中の血管前駆内皮細胞を人工物界面で直接捕捉・分解誘導して内皮化を指向するバイオインターフェースの設計、プロトタイプを作製し、ブタを使って検証しつつある。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 50 件）

1. “Thermo-Switching of Genomic DNA Conformation in Solutions of PNIPAM”, C. Ning, Z. Anatol, S. Kidoaki, S. Murata, K. Yoshikawa, *Langmuir*, in press, 2010. 査読有
2. “Time-programmed dual release formulation by multilayered drug-loaded nanofiber meshes”, T. Okuda, K. Tominaga, S. Kidoaki*, *J. Controlled Release*, 143:258-264 (2010). 査読有
3. “Kinetic study on Huisgen reaction catalyzed by copper(I): triazol formation from water-soluble alkyne and alkylazide”, Y. Kasuga, M. Ito, W. Onoda, Y. Nakamura, S. Inokuma, T. Matsuda, J. Nishimura*, *Heterocycles*, 78(4): 983-997 (2009). 査読有
4. “Nanoscale elongating control of the self-assembled protein filament with the cysteine-introduced building blocks”, K. Usui, T. Maki, F. Ito, A. Suenaga, S. Kidoaki, M. Itoh, M. Taiji, T. Matsuda, Y. Hayashizaki*, H. Suzuki, *Protein Science*, 18(5): 960-969 (2009). 査読有
5. “Lymphocyte adhesion and interactions with biomaterial adherent macrophages and foreign body giant cells”, D.T. Chang, E. Colton, T. Matsuda, J.M. Anderson*, *Journal of Biomedical Materials Research, Part A*, 91A(4): 1210-1220 (2009). 査読有
6. “Reversible hydrogel formation driven by protein-peptide-specific interaction and chondrocyte entrapment”, F. Ito, K. Usui, D. Kawahara, A. Suenaga, T. Maki, S. Kidoaki, H. Suzuki, M. Taiji, M. Itoh, Y. Hayashizaki, T. Matsuda*, *Biomaterials*, 31(1): 58-66 (2009). 査読有
7. “Matrix metalloproteinases and their inhibitors in the foreign body reaction on biomaterials”, J.A. Jones A.K. McNally, D.T. Chang, L.A. Qin, H. Meyerson, E. Colton, Il K. Kwon, T. Matsuda, J.M. Anderson, *Journal of biomedical materials research. Part A* 84(1): 158-66 (2008). 査読有
8. “Development of biodegradable scaffolds based on patient-specific arterial configuration”, T. Uchida, S. Ikeda, H. Oura, M. Tada, T. Nakano, T. Fukuda, T. Matsuda, M. Negoro, F. Arai, *Journal of Biotechnology* 133(2): 213-218 (2008). 査読有
9. “Simultaneous Processing of Fibril Formation and Cross-Linking Improves Mechanical Properties of Collagen”, S. Yunoki, T. Matsuda,

- Biomacromolecules* 9(3): 879-885 (2008). 査読有
10. “Cartilaginous tissue formation using a mechano-active scaffold and dynamic compressive stimulation”, Y.M. Jung, S.H. Kim, S.-H. Kim, Y.H. Kim, J. Xie, T. Matsuda, G.G. Min, *Journal of Biomaterials Science, Polymer Edition* 19(1): 61-74 (2008). 査読有
 11. “In situ harvesting of adhered target cells using thermoresponsive substrate under a microscope: Principle and instrumentation”, H. Takamatsu, S. Uchida, T. Matsuda, *Journal of Biotechnology* 134(3-4): 297-304 (2008). 査読有
 12. “Instability of self-assembled monolayers as a model material system for macrophage/FBGC cellular behavior”, J.A. Jones, L.A. Qin, H. Meyerson, Il K. Kwon, T. Matsuda, J.M. Anderson, *Journal of Biomedical Materials Research, Part A* 86A(1): 261-268 (2008). 査読有
 13. “Electrospinning fabrication of high-trackable catheter tip with gradually graded or gradient flexibility”, T. Matsuda, D. Kawahara, *Journal of Biomedical Materials Research, Part B: Applied Biomaterials* 87B(1): 35-41 (2008). 査読有
 14. “Antibody-bound cell microarray for immunophenotyping: surface modification and lymphocyte subpopulations”. Y. Fujii, J.M. Anderson, T. Matsuda, *Journal of Biomedical Materials Research, Part B: Applied Biomaterials* 87B(2): 525-537 (2008). 査読有
 15. “Lymphocyte/macrophage interactions: biomaterial surface-dependent cytokine, chemokine, and matrix protein production”, D.T. Chang, J.A. Jones, H. Meyerson, E. Colton, Il K. Kwon, T. Matsuda, J.M. Anderson, *Journal of Biomedical Materials Research, Part A* 87A(3): 676-687 (2008). 査読有
 16. “Robotics-based fabrication technologies for engineered tissue”, T. Matsuda, *Seitai Ikogaku* 46(4): 400-406 (2008). 査読有
 17. “Development of tailor-made scaffolds for vascular tissue engineering”, T. Uchida, F. Arai, S. Ikeda, H. Oura, M. Negoro, T. Matsuda, T. Fukuda, *Seitai Ikogaku* 46(4): 407-413 (2008). 査読有
 18. “Microelastic gradient gelatinous gels to induce cellular mechanotaxis.” S. Kidoaki, *T. Matsuda, *Journal of Biotechnology* 133(2): 225-230 (2008). 査読有
 19. “Elastomeric surgical sealant for hemostasis of cardiovascular anastomosis under full heparinization.” M. Eto, S. Morita, M. Sugiura, T. Yoshimura, R. Tominaga, *T. Matsuda, *European journal of cardio-thoracic surgery* 32(5): 730-4 (2007). 査読有
 20. “Dynamic Force Spectroscopy of the Specific Interaction between the PDZ Domain and Its Recognition Peptides.” T. Maki, S. Kidoaki, K. Usui, H. Suzuki, M. Ito, F. Ito, Y. Hayashizaki, *T. Matsuda, *Langmuir* 23(5): 2668-2673 (2007). 査読有
 21. “Proteomic analysis and quantification of

- cytokines and chemokines from biomaterial surface-adherent macrophages and foreign body giant cells." A.J. Jones, D.T. Chang, H. Meyerson, E. Colton, I.K., *T. Matsuda, J.M. Anderson, *Journal of Biomedical Materials Research, Part A* 83A(3): 585-596 (2007). 査読有
22. "The effect of gradually graded shear stress on the morphological integrity of a huvec-seeded compliant small-diameter vascular graft." H. Inoguchi, T. Tanaka, Y. Maehara, *T. Matsuda, *Biomaterials* 28(3): 486-495. (2007). 査読有
23. "Novel iniferter-based synthetic approach to hetero-telechelic precursors and multiblock copolymers composed of vinyl polymer blocks and condensation linkages." S. Arimori, S. Ohashi, *T. Matsuda, *Reactive & Functional Polymers* 67(11): 1346-1360 (2007). 査読有
24. "Cell Sorting Technique Based on Thermoresponsive Differential Cell Adhesiveness." *T. Matsuda, Y. Saito, K. Shoda, *Biomacromolecules* 8(8): 2345-2349 (2007). 査読有
25. "Mechano-active cartilage tissue engineering: the effect of dynamic compressive stimulation." Y. Jung, S.H. Kim, S-H. Kim, Y.H., J. Xie, *T. Matsuda, B.G. Min, *Key Engineering Materials* 342-343(Advanced Biomaterials VII), 409-412 (2007). 査読有
26. "Mechanical loading-dependence of mRNA expressions of extracellular matrices of chondrocytes inoculated into elastomeric microporous poly(L-lactide-co-e -caprolactone) scaffold." J. Xie, Z. Han, S.H. Kim, Y.H. Kim, *T. Matsuda, *Tissue Engineering* 13(1): 29-40 (2007). 査読有
27. "Shape-engineered vascular endothelial cells: nitric oxide production, cell elasticity, and actin cytoskeletal features" S. Kidoaki, *T. Matsuda, *J. Biomed. Mater. Res.* 81A: 728-735 (2007). 査読有
28. "Shape-engineered fibroblasts: cell elasticity and actin cytoskeletal features characterized by fluorescence and atomic force microscopy" S. Kidoaki, *T. Matsuda, *J. Biomed. Mater. Res.* 81A: 803-810 (2007). 査読有
29. "Characterization of the cellular biomechanical responses caused on microprocessed substrates: effect of micropatterned cell adhesiveness and microelasticity gradient". *S. Kidoaki, T. Matsuda, Proceedings of the International Symposium on Micro-Nanomechatronics and Human Science (2006). 査読有
30. "Relationship between apical membrane elasticity and stress fiber organization in fibroblasts analyzed by fluorescence and atomic force microscopy" *S. Kidoaki, T. Matsuda, K. Yoshikawa, *Biomechan Model Mechanobiol* 5: 263-272 (2006). 査読有
31. "Precision surface graft architecture using photoiniferter technique" *T. Matsuda, Living and Controlled Polymerization: Synthesis, Characterization and Properties of the Respective Polymers and Copolymers,109-129 (2006). 査読有
32. "New Technique of Seeding Chondrocytes into Microporous Poly(L-lactide-co-e -caprolactone) Sponge by Cyclic Compression Force-Induced Suction" J. Xie, Y. Jung, S. Kim, K. Hyun, H. Young, *T. Matsuda, *Tissue Engineering* 12(7): 1811-1820 (2006). 査読有
33. "Mechanical responses of a compliant electrospun poly(L-lactide-co-e -caprolactone) small-diameter vascular graft" H. Inoguchi, Il K. Kwon, E. Inoue, K. Takamizawa, Y. Maehara, *T. Matsuda, *Biomaterials*, 27(8): 986-995 (2006). 査読有
34. "Mechano-Active Scaffold Design Based on Microporous Poly(L-lactide-co-e -caprolactone) for Articular Cartilage Tissue Engineering: dependence of Porosity on Compression Force-Applied Mechanical Behaviors" J. Xie, M. Ihara, Y. Jung, K. Il Kwon, Il S. H. Kim, Y. H. Kim, *T. Matsuda, *Tissue Engineering* 12(3): 449-458 (2006). 査読有
35. "Structural features and mechanical properties of in situ-bonded meshes of segmented polyurethane electrospun from mixed solvents" S. Kidoaki, K. Il Kwon, *T. Matsuda, *Journal of Biomedical Materials Research, Part B: Applied Biomaterials*: 76B(1),219-229 (2006). 査読有
36. "Photoiniferter-driven precision surface graft microarchitectures for biomedical applications" *T. Matsuda, *Advances in Polymer Science*: 67-106 (2006). 査読有
37. "Protein-protein interactions of the hyperthermophilic archaeon *Pyrococcus horikoshii* OT3", K. Usui, S. Katayama, M. Kanamori-Katayama, C. Ogawa, C. Kai, M. Okada, J. Kawai, T. Arakawa, P. Carninci, M. Itoh, K. Takio, M. Miyano, S. Kidoaki, T. Matsuda, Y. Hayashizaki*, H. Suzuki, *GenomeBiology* 6(12): R98 (2005). 査読有
38. "Novel bactericidal surface: Catechin-loaded surface-erodible polymer prevents biofilm formation", R Maeyama, Il K. Kwon, Y. Mizunoe, J.M. Anderson, M. Tanaka, T. Matsuda*, *Journal of Biomedical Materials Research, Part A* 75A(1): 146-155 (2005). 査読有
39. "Characterization of novel biodegradable segmented polyurethanes prepared from amino-acid based diisocyanate", A. Takahara, M. Hadano, T. Yamaguchi, H. Otsuka, S. Kidoaki, T. Matsuda*, *Macromolecular Symposia* 224(Bio-Based Polymers): 207-217 (2005). 査読有
40. "Force Measurement for Antigen-Antibody Interaction by Atomic Force Microscopy Using a Photograft-Polymer Spacer", A. Idris, S. Kidoaki, K. Usui, T. Maki, H. Suzuki, M. Ito, M. Aoki, Y. Hayashizaki, T. Matsuda*, *Biomacromolecules* 6(5): 2776-2784 (2005). 査読有
41. "New infusion device for trans-tissue, sustained local delivery of anticancer agent to

surgically resected tissue: potential use for suppression of local recurrence of pancreatic cancer”, T. Manabe, H. Okino, R. Maeyama, K. Mizumoto, M. Tanaka, T. Matsuda*, *Journal of Biomedical Materials Research, Part B: Applied Biomaterials* 73B(1): 203-207 (2005). 査読有

42. “Electrospun nano- to microfiber fabrics made of biodegradable copolyesters: structural characteristics, mechanical properties and cell adhesion potential”, Il K. Kwon, S. Kidoaki, T. Matsuda*, *Biomaterials* 26(18): 3929-3939 (2005). 査読有

43. “Mesoscopic spatial designs of nano- and microfiber meshes for tissue-engineering matrix and scaffold based on newly devised multilayering and mixing electrospinning techniques”, S. Kidoaki, Il K. Kwon, T. Matsuda*, *Biomaterials* 26(1): 37-46 (2005). 査読有

44. “Co-electrospun nanofiber fabrics of poly(L-lactide-co-ε-caprolactone) with type I collagen or heparin”, Il K. Kwon, T. Matsuda*, *Biomacromolecules* 6(4): 2096-2105 (2005). 査読有

45. “Photo-polymerized microarchitectural constructs prepared by microstereolithography (muSL) using liquid acrylate-end-capped trimethylene carbonate-based prepolymers”, Il K. Kwon, T. Matsuda*, *Biomaterials* 26(14): 1675-84 (2005). 査読有

46. “The potential of poly(N-isopropylacrylamide) (PNIPAM)-grafted hyaluronan and PNIPAM-grafted gelatin in the control of post-surgical tissue adhesions”, S. Ohya, H. Sonoda, Y. Nakayama, T. Matsuda*, *Biomaterials* 26(6): 655-9 (2005). 査読有

47. “Poly(N-isopropylacrylamide) (PNIPAM)-grafted gelatin hydrogel surfaces: interrelationship between microscopic structure and mechanical property of surface regions and cell adhesiveness”, S. Ohya, S. Kidoaki, T. Matsuda*, *Biomaterials* 26(16): 3105-3111 (2005). 査読有

48. “Poly(N-isopropylacrylamide) (PNIPAM)-grafted gelatin as thermoresponsive three-dimensional artificial extracellular matrix: Molecular and formulation parameters vs. cell proliferation potential”, S. Ohya, T. Matsuda*, *Journal of Biomaterials Science, Polymer Edition* 16(7): 809-827 (2005). 査読有

49. “Photoiniferter-based thermoresponsive graft architecture with albumin covalently fixed at growing graft chain end”, T. Matsuda*, S. Ohya, *Langmuir* 21(21): 9660-9665 (2005). 査読有

50. “Mechano-active scaffold design of small-diameter artificial graft made of electrospun segmented polyurethane fabrics”, T. Matsuda*, M. Ihara, H. Inoguchi, Il K. Kwon, K. Takamizawa, S. Kidoaki, *Journal of Biomedical Materials Research, Part A* 73A(1): 125-131 (2005). 査読有

[学会発表] (計 26 件)

1. “Development of micropatterned elastic gels to control cell mechanotaxis”, Satoru Kidoaki, Takahito Kawano, Hiroyuki Sakashita, 54th Annual Meeting, Biophysical Society, 2010年2月, San Francisco, USA.

2. “バイオケミカルモジュレーションを指向した多剤時間差徐放シートの開発, 富永 賢吾, 奥田 竜也, 木戸秋 悟, 第31回日本バイオマテリアル学会年会, 2009年11月, 京都テルサ

3. “クロスプレー電界紡糸を用いたナノファイバー表面の迅速機能化法の開発”, 松尾 瞳, 上山洋一郎, 奥田竜也, 木戸秋悟, 第31回日本バイオマテリアル学会年会, 2009年11月, 京都テルサ

4. “非対称弾性勾配ゲルを用いた細胞運動の長距離整流化”, 坂下寛幸, 木戸秋悟, 第31回日本バイオマテリアル学会年会, 2009年11月, 京都テルサ

5. "Differential Proteomic Expression of Mesenchymal Stem Cell on Elastic Matrix in Correlation with Cellular Tensegrity Behavior", Thasaneeya Kuboki, Fahsai Kantawong, Shinohara Yusuke, Richard Burchmore, Matthew J. Dalby and Satoru Kidoaki, INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NANOBIO-INTERFACES RELATED TO MOLECULAR MOBILITY, 2009年11月, 東京大学 武田ホール

6. “Determination of elasticity gradient condition to induce cell mechanotaxis”, T. Kawano and S. Kidoaki, INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NANOBIO-INTERFACES RELATED TO MOLECULAR MOBILITY, 2009年11月, 東京大学 武田ホール

7. “Control of Cell Mechanotaxis by the Photocurable Gelatinous Gels with Micropatterned Surface Elasticity”, Satoru Kidoaki, INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NANOBIO-INTERFACES RELATED TO MOLECULAR MOBILITY, 2009年11月, 東京大学 武田ホール

8. “Development of Micropatterned Elastic Gels to Control Cell Mechanotaxis and Motility-Related Functions”, Satoru Kidoaki, International Symposium on Engineering Neo-Biomimetics, 2009年10月, 産業技術総合研究所 臨海副都心センター

9. “非対称弾性勾配ゲルを用いた細胞運動の長距離整流化”, 坂下 寛幸, 木戸秋悟, 第47回日本生物物理学会年会, 2009年10月, アステイ徳島

10. “細胞のメカノタクシスを誘起する弾性勾配条件の決定とフラストレーション運動誘導への応用”, 河野 喬仁, 木戸秋悟, 第47回日本生物物理学会年会, 2009年10月, アステイ徳島

11. “材料力学場設計による細胞機能制御: メカノバイオマテリアルの創製”, 木戸秋 悟, 第22回九州電子顕微鏡技術研究会, 2009年9月, 九州大学伊都キャンパス

12. “細胞のメカノタクシスを誘起する弾性マイクロパターニング表面の設計”, 河野 喬仁, 木戸秋 悟, 第19回バイオ高分子シンポ

ジウム, 2009年7月, 東京大学駒場キャンパス

13. “Control of cell migration by the photocurable gelatinous gels with micropatterned surface elasticity”, Satoru Kidoaki, Sweden-Japan Joint Colloquium on “Frontiers in Nanobiotechnology from Engineering to Application for Cells”, 2009年6月, AlbaNova University Centre, Royal Institute of Technology (KTH)Sweden

14. “Vectorial control of cell movement by the design of microelasticity distribution of biomaterial surface”, Satoru Kidoaki, ICRA2009, 2009年5月, 神戸コンベンションセンター

15. “材料力学場設計による細胞機能のベクトル制御: メカノバイオマテリアルの創製”, 木戸秋悟, 北陸科学技術大学院大学 マテリアルサイエンス研究科セミナー, 2009年1月, 北陸科学技術大学院大学

16. “細胞のフラストレーション運動を誘導する弾性率マイクロパターン表面の設計”, 河野 喬仁, 木戸秋悟, 第46回日本生物物理学会年会, 2008年12月, 福岡サンパレス

17. “Development of Mechanobio-Materials To Manipulate The Cellular Biomechanical Behaviors”, Satoru Kidoaki, The 6th China-Japan-Korea Foresight Joint Symposium on Gene Delivery and International Symposium on Biomaterials, 2008年11月, China

18. “Vectorial control of cell movement by the design of microelasticity distribution of biomaterial surface”, Satoru Kidoaki, Takehisa Matsuda, International Symposium on Micro-NanoMechatronics and Human Science, 2008年11月, 名古屋大学

19. “Development of multi-drug delivery system based on the electrospun nano/microfiber mesh technology”, Satoru Kidoaki, 5th International Symposium on High-tech Polymer Materials (HTPM-V), 2008年10月, 北京香山飯店

20. “細胞操作ベクトルマトリックス”, 木戸秋悟, 第19回繊維学会西部支部セミナー, 2008年10月, 九州大学

21. “材料力学場設計による細胞機能のベクトル制御”, 木戸秋悟, 高分子夏期大学, 2008年7月, 鹿児島県東急ホテル

22. “マルチドラッグデリバリーシステムのための ナノ・マイクロファイバーメッシュシートへの創製”, 富永 賢吾, 奥田 竜也, 木戸秋悟, ナノ学会第6回大会, 2008年5月, 九州大学

23. “細胞操作材料の高機能化戦略ーメカノバイオロジーの基礎・応用・展望ー”, 木戸秋悟, 東北大学多元物質科学研究所特別講演会, 2008年2月, 東北大学

24. “生体材料表面の弾性分布設計による細胞行動制御”, 木戸秋悟, 松田武久, 第45回日本生物物理学会年会, 2007年12月, パシフィコ横浜

25. “バイオケミカルモジュレーションを指向した複数薬剤時間差徐放シートへの創製”, 奥田 竜也, 富永 賢吾, 木戸秋悟, 第29回日本バイオマテリアル学会大会, 2007年11月

26. “生体材料表面の弾性分布設計による細胞運動のベクトル制御”, 木戸秋悟, 松田武久, 第56回高分子討論会, 2007年9月, 名古屋工業大学

〔産業財産権〕

○出願状況 (計5件)

1. 名称 : 埋め込み部材

発明者: 松田武久、渡辺 剛、山岸正和、大竹裕志

権利者: 金沢工業大学、金沢大学

号: 特願 2009-250134

出願年月日: 2009年10月30日

国内外の別: 国内

2. 名称 : 埋め込み部材

発明者: 松田武久、渡辺 剛、山岸正和、大竹裕志

権利者: 金沢工業大学、金沢大学

号: 特願 2009-250130

出願年月日: 2009年10月30日

国内外の別: 国内

3. 名称 : クロススプレー電界紡糸

発明者: 木戸秋悟、上山 洋一郎、松尾 瞳

権利者: 九州大学、富士フィルム株式会社

号: 特願 2009-212754

出願年月日: 2009年9月15日

国内外の別: 国内

4. 名称 : 人体埋め込み部材

発明者: 松田武久、大箸信一、渡辺 剛

権利者: 金沢工業大学

号: 特願 2006-312288

出願年月日: 2006年11月17日

国内外の別: 国内

5. 名称 : カテーテルおよびその製造方法

発明者: 松田武久、坪倉英二郎、河原 達、大箸信一

権利者: 金沢工業大学

号: 特願 2006-312289

出願年月日: 2006年11月17日

国内外の別: 国内

○取得状況 (計1件)

名称: 生体高分子固定化可能なグラフト重合体ならびにそれを固定した基材

発明者: 松田 武久、木戸秋悟、アリムジャン・イディリス、林崎良英

権利者: 独立行政法人科学技術振興機構、理化学研究所

番号: 第4213577号

取得年月日: 2008年11月7日

国内外の別: 国内

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松田 武久 (MATSUDA TAKEHISA)

金沢工業大学・ゲノム生物工学研究所・教授
研究者番号: 60142189

(2) 研究分担者

木戸秋悟 (KIDOAKI SATORU)

九州大学・先導物質化学研究所・教授
研究者番号: 10336018