

2024 年度 傾斜的研究費（全学分） 研究センター支援 研究報告書

【研究費区分】：研究センター支援

【研究代表者所属】：システムデザイン 研究科

【研究代表者氏名】：藤江裕道

【研究代表者氏名フリガナ】：フジエ ヒロミチ

【研究代表者職】：教授

【国内研究分担者（所属,氏名,職）】

システムデザイン研究科，藤江裕道，教授（センター長）

人間健康科学研究科，藤井宣晴，教授（副センター長）

システムデザイン研究科，楊 明，教授（副センター長）

システムデザイン研究科，坂元尚哉，准教授（幹事）

システムデザイン研究科，田川憲男，教授

システムデザイン研究科，金子 新，教授

システムデザイン研究科，三好洋美，教授

人間健康科学研究科，関根紀夫，准教授

人間健康科学研究科，眞鍋康子，准教授

人間健康科学研究科，古市泰郎，准教授

システムデザイン研究科，山崎雅史，助教

【国外研究分担者（所属,氏名,職）】

大阪大学医学部・医工連携研究センター，中村憲正，招聘教授

School of Mechanical, Materials & Mechatronic Engineering, University of Wollongong, Jiang Zhengyi, Professor

Department of Biomedical Engineering, Clemson University, Nagatomi Jiro, Professor

Department of Biomedical Engineering, University of Pittsburgh, Richard E Debski, Professor

【研究センター名】

医工連携研究センター

【研究課題名】：

細胞/コラーゲン遠心圧縮複合体の開発と組織再生工学の新展開

【研究実績の概要（800～1000 字程度で記入。図，グラフ等の使用も可。）】

前年度に引き続き，基礎研究「細胞分化メカニズムの解明」と応用研究「再生医療技術の開発」の両面で研究を進め，以下のような研究進捗，成果をあげた．基礎研究では，間葉系幹細胞等を対象とし，基板弾性率の大きさや等方性・異方性が分化に及ぼす影響を明らかにした．また，核に対する力学作用が遺伝子発現に及ぼす役割について検証するために，核への力学作用を及ぼすアクチン細胞骨格，基板と細胞との接着を担いかつアクチン細胞骨格と結合する細胞接着構造，及び，細胞核形態の3者の関係を明らかにした．応用研究では，本研究センターで開発した細胞コラーゲン遠心圧縮複合体 (C⁶)を用い，骨軟骨修復と血管モデル生成に関する検討を行なった．骨軟骨修復の研究では，前年度に引き続き，C⁶の生成過程に導入するプロテオグリカンとヒアルロン酸がC⁶の細胞生存率，細胞密度，分化能，および弾性率に及ぼす影響について検討し，ヒアルロン酸導入により軟骨分化能と弾性率がともに向上することを確認した．血管モデル生成の研究では，C⁶を用いて脳血管内皮細胞とアストロサイトを共培養したC⁶脳血管モデルを構築し，高弾性率のC⁶モデルにおいて，アストロサイトの表現型および脳血管内皮細胞の細胞間接着形成状態が生理的な状態に近づくことを発見した．さらに，C⁶モデルの成熟

化および効率的な生成のために、生体様複合組織生成のためのバイオリクター技術の開発に取り組み、灌流培養実験により解決を図った。構築した C⁶ 動脈モデルに対して、培養液を灌流し動脈の生理的な血流力学環境を模擬した 2Pa の壁せん断応力を負荷したところ、平滑筋細胞は流れ方向に対して直交方向に伸長し、内皮細胞は壁せん断応力負荷後も連続的な細胞間接着を形成し、流れ方向に伸長する様子が観察された。

【学会発表（発表題目，発表大会名，年月を記入）】

1. Ishii D, Sato S, Fujie H, Quantitative analysis of the compressive force applied to the ACL tibial enthesis, Summer Biomechanics, Bioengineering and Biotransport Conference (SB3C) , June11-14, 2024; Grand Geneva Resort, Lake Geneva, Wisconsin, USA.
2. Maeda M, Chiba H, Fujie H, Combined effects of proteoglycan and collagen on the lubrication properties of a polyvinyl alcohol hydrogel, Summer Biomechanics, Bioengineering and Biotransport Conference (SB3C) , June11-14, 2024; Grand Geneva Resort, Lake Geneva, Wisconsin, USA.
3. Moribe K, Ye X, Yamazaki M, Fujie H, The effect of hyaluronic acid and proteoglycan on the centrifugally compressed cell-collagen combined construct (C⁶), Summer Biomechanics, Bioengineering and Biotransport Conference (SB3C) , June11-14, 2024; Grand Geneva Resort, Lake Geneva, Wisconsin, USA.
4. Sawasaki K, Nakamura M, Kimura N, Kawahito K, Yamazaki M, Fujie H, Sakamoto N, Interaction with endothelial cells induces vascular smooth muscle cell orientation under wall shear stress condition, Summer Biomechanics, Bioengineering and Biotransport Conference (SB3C) , June11-14, 2024; Grand Geneva Resort, Lake Geneva, Wisconsin, USA.
5. Lin B-J, Fujie H, Yamazaki M, Takahashi K, Sakamoto N, The compound stimulation of matrix stiffness and collagen concentration on tumor organoid migration, Summer Biomechanics, Bioengineering and Biotransport Conference (SB3C) 2024, June 14, 2024; Lake Geneva, WI, USA.
6. Sawasaki K, Nakamura M, Kimura N, Kawahito K, Yamazaki M, Fujie H, Sakamoto N, Effect of high wall shear stress and nitric oxide deficiency on vascular smooth muscle cell phenotype, 2024 BMES Annual Meeting, Oct 24, 2024; Baltimore, MD, USA.
7. Yamazaki M, Andosiro B, Miyoshi M, Ii S, Sakamoto N, Assessment of DNA motility within local nuclear area through telomere motion analysis, Summer Biomechanics, Bioengineering and Biotransport Conference (SB3C) 2024, June 14, 2024; Lake Geneva, WI, USA.
8. Miyoshi H, Nishida A, Otomo M, Yamazaki M, Tani Y, Action spectrum of blue to far-red light on human lens epithelial cell migration, *ARVO 2024 Annual Meeting*, May 8, 2024; Seattle, WA, USA.
9. Yamamoto S, Oyama T, Oyama K, Taguchi M, Miyoshi H, Effect of substrate elasticity on adhesion and motility of cancer cells, 21st IUPAB and 62nd BSJ Joint Congress 2024, June 25, 2024; Kyoto, Japan.
10. Miyoshi H, Nishida A, Otomo M, Suzuki T, Tani Y, In vitro analysis of the effect of narrowband and broadband light in visible range on lens epithelial cell migration, 21st IUPAB and 62nd BSJ Joint Congress 2024, June 25, 2024; Kyoto, Japan.
11. Yamamoto S, Oyama T, Oyama K, Taguchi M, Miyoshi H, Cancer cell discrimination based on cell motility and adhesion to culture substrate elasticity, The 7th QST International Symposium, July 24, 2024; Takasaki, Japan.
12. Tsukui K, Miyoshi H, Sakamoto N, Ii S, Modeling of cell cortical tension by a co-dynamics model of actin, myosin and crosslinker in actomyosin cortex, The 16th World Congress on Computational Mechanics / The 4th Pan American Congress on Computational Mechanics, July 21–26, 2024; Vancouver, BC, Canada.
13. Yang M, Towards sustainable manufacturing with smart metal forming technology , ICOSPA2024, October 22-24, 2024, Osaka, Japan.

19. Shimaoka R, Yin ZD, Tanaka S, Yang M, Surface hardening of MIM porous metals by ultrasonic vibration assisted pressing, ICMR2024, August, 2024, Glasgow, Scotland.
20. Yang M, An IoT platform for smart metal forming, ICPMMT2024, May, 2024, Taiwan.
21. Kaneko A, Transfer-printing and related printing technologies for micro/nanostructure and MEMS fabrications, International Conference on Precision Engineering and Sustainable Manufacturing, July, 2024, Korea.
22. Iimura F, Amaki S, Koeda S, Kono T, Miyoshi H, and Kaneko A, Effects of applied voltage on electroporation to cell using polypyrrole electrode, The 20th International Conference on Precision Engineering, October, 2024, Sendai.
23. Kono T, Masuda T, Nao S, Kaneko A, Effects of surface morphology of inkjet-printed MoS₂ nanoparticles on gas sensor characteristics, The 20th International Conference on Precision Engineering, October, 2024, Sendai.
24. Hu T, Zhu X, Mita Y, Furuichi Y, Manabe Y, Fujii N. L, Myokine R-spondin 3 enhances muscle tissue fatigue resistance and insulin sensitivity by generating type I fibers; 4th Congress, International Academy of Sportology; June 1st, 2024, Tokyo.
25. Ozaki S, Tagawa N, Measurement of instantaneous velocity vector of scatterers by transmitting a dual-chirp plane wave, IEEE UFFC Joint Symposium, Sep. 22-26 2024; Taipei.
26. Syaryadhi M, Nakazawa E, Tagawa N, Yang M, Simplified ultrasonic imaging sensor based on distributed electrode activation control, IEEE UFFC Joint Symposium, Sep. 22-26 2024; Taipei.
27. Tagawa N, Syaryadhi M, Nakazawa E, Resolution enhancement by phase information in ultrasound imaging with single transmitter/receiver system, International Conference on Physics and its applications, Oct. 21-24 2024; Boston. (invited)
28. Aburayama T, Tagawa N, Structure from motion with variational Bayesian inference in multi-resolution, International Conference on Pattern Recognition, December 1-5 2024; Kolkata.
29. Tarashima S, Shu X, Tagawa N, ViLAad: Enhancing "Attracting and Dispersing" source-free domain adaptation with vision and language model, Multimodal Algorithmic Reasoning Workshop, NeurIPS, Dec. 10-15 2024; Vancouver.
30. Haq MA, Tarashima S, Tagawa N, RacketDB: A comprehensive dataset for badminton racket detection, International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications, Feb. 26-28 2025; Portugal.
31. Wang Y, Tarashima S, Tagawa N, Efficient 3D human pose and shape estimation using group-mix attention in transformer models, International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications, Feb. 26-28 2025; Portugal.

【論文発表又は著書発行（発表題目，著者，発表誌又は出版社，年月を記入）】

1. Alfi E Putra, Hiromi Miyoshi, Ming Yang, Vertically aligned carbon nanotube (VACNT)/PDMS composite with changeable lateral stiffness, Journal of Biorheology, 2024; 38-2: 103-111.
2. Horita K, Okada Y, Shiwaku K, Yamakawa S, Mori Y, Kamiya T, Emori M, Watanabe K, Fujie H, Teramoto A, High tibial osteotomy alone does not decrease medial meniscus extrusion in the setting of medial meniscus posterior root tear: A cadaveric study, Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery, 2024; in press. **Q1**
3. Ishi D, Sato S, Fujie H, Dynamic deformation behavior of the porcine anterior cruciate ligament enthesis under anterior tibial loading, Annals of Biomedical Engineering, 2024; doi:10.1007/s10439-024-03654-2.
4. Sawasaki K, Nakamura M, Kimura N, Kawahito K, Yamasaki M, Fujie H, Sakamoto N, Endothelial-derived nitric oxide impacts vascular smooth muscle cell phenotypes under high wall shear stress condition, Biochemical and Biophysical Research Communications 2024;740(25): doi.org/10.1016/j.bbrc.2024.151005. **Q1**
5. Lin BJ, Fujie H, Yamasaki M, Sakamoto N, The dual effect of fiber density and matrix stiffness on A549 tumor

- multicellular migration, , Biochemical and Biophysical Research Communications 2024;740(25): doi.org/10.1016/j.bbrc.2024.151018. **Q1**
6. Yamasaki M, Fujie H, Miyoshi H, Structural changes in actin cytoskeleton regulating nuclear morphology during osteogenic differentiation of mesenchymal stem cells, J Biorheology 2024;38(2):80-87.
 7. 前多萌日佳, 藤江裕道, PVA ハイドロゲルの潤滑特性に及ぼすプロテオグリカン含有量の影響, 臨床バイオメカニクス 2024;45:38-42.
 8. 森邊一輝, 山崎雅史, 藤江裕道, ヒアルロン酸とプロテオグリカンが細胞/コラーゲン遠心圧縮複合体(C⁶)に及ぼす影響, 臨床バイオメカニクス 2024;45:38-42.
 9. 石井大地, 佐藤志保, 藤江裕道, 前十字靭帯付着部に作用する引張力と圧縮力の解析, 臨床バイオメカニクス 2024;45:38-42.
 10. 佐藤志保, 石井大地, 藤江裕道, 前十字靭帯付着部の線維配向角度解析:非石灰化線維軟骨領域の力学機能, 臨床バイオメカニクス 2024;45:33-37.
 11. Yamazaki R, Takahashi K, Sawasaki K, Nakamura M, Kondo S, Kimura N, Kawahito K, Sakamoto N, A synergistic effect of wall shear stress and impinging jet velocity on vascular endothelial cell morphology and actin cytoskeleton, Journal of Biorheology,2024; 38 (2): 39-46.
 12. Endo S, Yamamoto S, Miyoshi H, Development of label-free cell tracking for discrimination of the heterogeneous mesenchymal migration, PLoS ONE, 2025; 20(3): e0320287. **Q1**
 13. Uchida G, Washizu H, Miyoshi H, Diffusion with a broad class of stochastic diffusion coefficients, *Physical Review E*, 2024; 109(6): 064117.
 14. 森 満帆, 長洲 慶典, 河田 健一, 楊 明, AE と型寿命影響因子との関係性の評価— AE センサを用いた鍛造金型の寿命予測 第 1 報 —, 塑性と加工, 2024; 65-759: 58-64.
 15. Shiwaku K, Otsubo H, Takahashi K, Suzuki D, Yamakawa S, Kamiya T, Suzuki T, Okada Y, Okimura S, Watanabe K, Fujie H, Teramoto A, Biomechanical comparison of inside-out and all-inside meniscal repair in controlling the peripheral gap and extrusion of the lateral meniscus with a complete radial tear: A cadaveric study using a robotic simulator, Orthop J Sports Med 2025;published online.
 16. Miyano T, Sera T, Sakamoto N, Pharmacological activation of TRPML1 enhances autophagy regulating hypertonicity and TGF- β -induced EMT in proximal tubular epithelial cells, Biochemical and Biophysical Research Communications, 2025; 750: 151432. **Q1**
 17. Miyano T, Suzuki A, Konta H, Sakamoto N, Hyperosmotic stress promotes the nuclear translocation of TFEB in tubular epithelial cells depending on intracellular Ca²⁺ signals via TRPML channels, Cellular and Molecular Bioengineering, 2025; 18: 39-52. 2025.
 18. Hu T, Furuichi Y, Manabe Y, Yamada K, Katakura K, Aoki Y, Tang K, Sakai T, Fujii N. L, Myokine BDNF highly expressed in Type I fibers inhibits the differentiation of myotubes into Type II fibers, Mol Biol Rep, 2024; 51(1):1143.
 19. Haq MA, Tarashima S, Tagawa N, Shuttlecock detection using residual learning in U-Net architecture, International Journal on Informatics Visualization, 2024; 8(3): 1331-1338.
 20. Syaryadhi M, Zheng J, Tagawa N, Yang M, Super-resolution based on frequency dependence of echo phase rotation in 3D ultrasound imaging by spatially encoded transmit/receive, Journal of Physics: Conference Series, 2024; 2822: 1-8.
 21. Nakazawa E, Syaryadhi M, Tagawa N, Ultrasound 3D beam-forming with distributed electrodes and frequency sub-band compounding, Journal of Physics: Conference Series, 2024; 2822: 1-6.
 22. Yoneda J, Saito Y, Zheng J, Tagawa N, Adaptive weight determination schemes in angle and sub-band compounding for ultrasonic beamforming, Journal of Physics: Conference Series, 2024: 2822: 1-8.

23. Zheng J, Zhu J, Tagawa N, High-resolution ultrasound imaging based on spatio-temporal MUSIC, Journal of Physics: Conference Series, 2024; 2822: 1-10.
24. Tomura N, Kong W, Sugihara T, Kono T, Kaneko A, Micro/nano-transfer printing of gold thin films via atomic diffusion bonding: effects of air-exposure time and stamp modulus, Journal of Micromechanics and Microengineering, 2025; 35: 045009.
25. Dohi K, Manabe Y, Fujii N. L, Furuichi Y, Achieving myoblast engraftment into intact skeletal muscle via extracellular matrix, Front Cell Dev Biol, 2025; 12:1502332.
26. Sato T, Morita A, Watanabe Y, Naito Y, Kawaji H, Nakagawa T, Hamaguchi H, Manabe Y, Fujii N. L, Ogo N, Asai A, Kamei Y, and Shinji Miura, Rebastinib inhibits FoxO1 activity and reduces dexamethasone-induced atrophy and its-related gene expression in cultured myotubes, J. Physiol. Sci, 2025; 75(1):100012.
27. Kato M, Sato T, Fuchino H, Kawakami H, Yoshimatsu K, Manabe Y, Fujii N. L, Kamei Y, Miura S, Cephalotaxus harringtonia and their constituents harringtonine alkaloids inhibit FoxO1 and 3a activity and atrophy-related gene expression in C2C12 myotubes, J. Nutr. Sci. Vitaminol, 2025; *in press*.

【外部資金への応募状況】

公的外部研究費各種

科研費基盤研究各種

【科学研究費助成事業や国等の提案公募型研究費、企業からの受託研究費・共同研究費の獲得状況】

日本医療研究開発機構（AMED）（阪大医学部未来医療センター拠点）（藤江（分担））

JST 創発的研究支援事業（古市（代表））

科研費基盤研究 A（藤井（代表））

科研費基盤研究 B（眞鍋（代表）、古市（代表））など

【受賞等】

なし

【その他社会貢献】

[公的審議会・委員会等の公的貢献, 生涯学習支援・普及啓発, 国際貢献・国際交流等]

1. University of Pittsburgh 教授の Prof R.E. Debski（研究センター海外研究分担者）を医工連携研究センターに招聘し、共同研究実施（10/21-11/13.2024）.
2. 国際シンポジウムセッション「TMU International Symposium: Multi-Scale Biomechanics, Nano- to Macro-Scale 2024-1」を学内で主催（10.25.2024）.
3. 大阪大学医学部整形外科・国際共同研究セミナーにて研究センターの研究実績を報告（11.8.2024）.
4. 名古屋市立大学医学部整形外科・肩関節バイオメカニクスセミナーにて研究センターの研究実績を報告（11.11.2024）.
5. University of Pittsburgh 教授の Prof S. Maiti を医工連携研究センターに招聘し、国際シンポジウム「TMU International Symposium: Multi-Scale Biomechanics, Nano- to Macro-Scale 2024-2」を一般学会であるバイオトロジー研究会のシンポジウム内において共催（3.8.2025）.

【研究成果による特許等の産業財産権の出願・取得状況】

（産業財産権の種類, 名称, 出願番号, 出願年月日）

三好, 藤江, 山崎, 木戸秋, 細胞培養用基板および間葉系幹細胞の分化制御方法, 特許第 7643703 号, 登録日 3. 3. 2025

【研究分担額】

(研究代表者・分担者名,所属,金額 (円))

藤江裕道	人件費	953,928 円 (RA)
		13,020 円 (RA 雇用・労災保険)
		1,671,400 円 (研究補助等)
	謝金	84,800 円 (招聘研究者)
	消耗品等	797,128 円
坂元尚哉	消耗品等	751,537 円
三好洋美	消耗品等	726,334 円
残金		1,853 円
<hr/>		
計		5,000,000 円

研究センター支援において、特任助教、PD等の研究員の雇用をした場合には、下記について記入してください。

【雇用した研究員の氏名】

Alfi Eko Putra (RAとして雇用)

【雇用した研究員の研究成果】

「幹細胞分化におよぼす細胞形態・細胞間接着の影響」を研究テーマとし、カーボンナノチューブを用いた幹細胞の培養と分化促進実験を行って、カーボンナノチューブの横剛性の違いによる細胞への機械的な刺激の違いを評価した。これらの成果をまとめ、下記の論文投稿を行った。

1. Alfi E Putra, Hiromi Miyoshi, Ming Yang, Vertically aligned carbon nanotube (VACNT)/PDMS composite with changeable lateral stiffness, Journal of Biorheology, 2024; 38-2: 103-111.

2. Alfi E Putra, Hiromi Miyoshi, Masashi Yamazaki, Ming Yang, Osteogenic response of MSCs on different lateral stiffness of vertically aligned carbon nanotube (VACNT), Journal of Biorheology, (投稿中)。

【雇用期間終了後の進路】

本学システムデザイン研究科博士課程在学中