

令和 6 年 6 月 17 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K11191

研究課題名（和文）歩行時の半月板動態からみた変形性膝関節症のエコー分類とリハビリテーション法の確立

研究課題名（英文）Ultrasound image classification of knee osteoarthritis according to meniscal dynamics during walking and establishment of rehabilitation method

研究代表者

中島 祐子（Nakashima, Yuko）

広島大学・病院（医）・講師

研究者番号：70457258

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：超音波画像評価によって、変形性膝関節症者の歩行中に生じる内側半月板の逸脱動態を分類し、関連する力学因子がそれぞれ異なる知見を得た。またこの動態分類は、逸脱を増悪させる根幹となる靭帯損傷発生率と関係性を認めたことから、病態解明にとっても示唆に富む重要な知見を得た。加えて逸脱を増悪させる各力学因子に対して、外側楔状足底板および歩容指導は、歩行中に生じる膝関節内側面の力学負荷を軽減させ、逸脱の改善も確認できた。したがって、本知見は、変形性膝関節症者の病態に適応した関節症進行予防に寄与するリハビリテーション法実現に繋がる臨床的に重要な知見を得た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究知見は、臨床的に簡易評価が可能な超音波画像を用い、変形性膝関節症者をタイプ分類することで、個別介入効果の可能性を提示できた。これは理想的なオーダーメイドリハビリテーションへの実現可能性を示し、一般診療における臨床成績の向上など、本文野の学術的意義に貢献する重要な知見を得た。また本知見は、歩行中に生じる内側半月板の逸脱動態に関連する力学病態を解明し、その力学因子を標的とした介入効果を実証した。これらの知見は、半月板病態によって懸念される、加速的な関節症進行や症状悪化の抑制が期待され、医療・介護費の抑制に繋がるなど大きな社会的意義があると考えられる。

研究成果の概要（英文）：The evaluation of ultrasound was able to classify knee osteoarthritis (OA) based on the dynamics extrusion of the medial meniscus during gait. It revealed the correlation with various mechanical stresses in each patient with knee osteoarthritis. Moreover, this dynamic classification was also able to find the association with the incidence of ligament injury which directory causes meniscus extrusion, in which these results show valuable findings to contribute to understanding the mechano-pathology in knee OA.

In addition, using a lateral wedge insole and instruction of gait modification improved the meniscus extrusion during gait according to the reduction of the mechanical stresses on the medial compartments of the knee joint during gait. Therefore, these findings are clinically important to contribute to the establishment of a rehabilitation program for preventing the accelerated progression of knee OA based on the individual pathology.

研究分野：運動器超音波医学

キーワード：超音波検査 内側半月板逸脱 変形性膝関節症 リハビリテーション 歩行動作解析

### 1. 研究開始当初の背景

変形性膝関節症(Osteoarthritis:以下膝OA)の進行は、健康寿命を短くする大きな原因の1つである。一般的に関節構成体の変性変化に起因するメカニカルストレスの増加によって、この膝OAは進行する。特に近年、内側半月板の変性・損傷により内側半月板逸脱(以下半月板逸脱)を生じることで、関節症性変化が加速的に進行することが問題視されている。したがって、この半月板逸脱を適切に予防・治療することが関節機能を温存し、本邦国民の健康寿命延伸に重要である。半月板逸脱は日常生活中に生じる異常動態によって、徐々に悪化していくと考えられているが、本来関節内で動く半月板の歩行時の動態情報は限られており、かつ適切な介入手法も不明である。現状の半月板逸脱の評価には、一般的に非荷重仰臥位で撮影されたMRI画像が用いられている。しかし荷重時の半月板逸脱による関節内構造物へのメカニカルストレス増加が膝OAの病態理解として重要であり、この動態評価を可能にするのが超音波エコーである。特に申請者のグループでは、歩行時に生じる半月板逸脱の動態を世界ではじめて報告した。その知見を基盤とし、三次元動作解析を同期することで歩行中に生じる半月板の逸脱動態に関連する力学病態の解明が可能と考えている。一方で、通常膝OAの病期分類は単純X線によるKellgren-Lawrence分類が用いられているが、これでは軟部組織の評価が考慮されていない。単純X線には所見が現れないような早期膝OAの診断や病態が注目されており、早期の軟部組織の評価が求められている。そのため半月板や骨輪郭の観察が可能で、かつ被曝のない超音波エコーを用いて膝OAの分類ができれば臨床上的意義は極めて大きい。さらにそれぞれの病態に応じて半月板逸脱を改善させるオーダーメイドリハビリテーションとその評価が必要と考える。そこで、本研究では、歩行時の半月板の逸脱動態を超音波エコーで撮像し、三次元動作解析機器と同期解析によって歩行力学負荷の関係性を評価し、変形性膝関節症者のパターンを探究することで、エコーにおける変形性膝関節症の分類とそれぞれの力学病態に応じた半月板逸脱を改善させる理想的なリハビリテーション法の確立を目指す。

### 2. 研究の目的

超音波エコーによる膝OAの歩行時の内側半月板逸脱動態と力学負荷の関係を明らかにし、膝OA患者における超音波エコーによる分類と個別病態に応じた半月板逸脱を改善させる理想的なリハビリテーション法を確立することを目的とする。

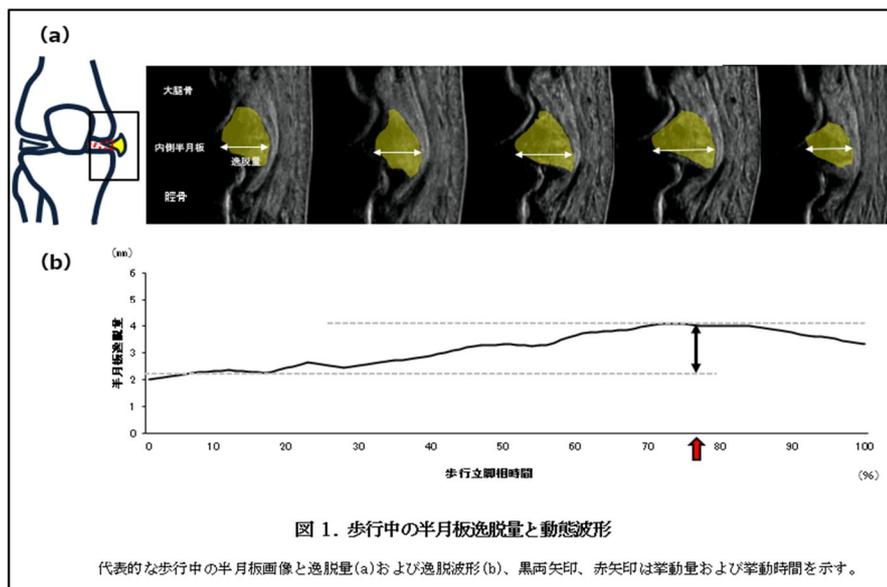
### 3. 研究の方法

#### (1)半月板逸脱動態に関連した力学因子の抽出および分類化:

膝OA患者および健常高齢者において、超音波検査装置に三次元動作解析機器を時間同期させ、快適歩行中の内側半月板動態と膝関節の運動力学情報を取得した。解析区間は、1歩行周期における立脚相を床反力計から同定し、100%時間正規化を行った。歩行中の半月板は、超音波エコーの動画で記録され、約25枚のシネ画像上から、脛骨骨皮質の延長線から垂直に半月板の最内縁距離で算出される逸脱量をそれぞれ計測した(図1a)。この連続した逸脱量から逸脱波形を作成し、最小値と最大値の差を用いて、逸脱の動態を示す挙動量を算出した。加えて最大逸脱量が発生する時間を挙動時間として解析に用いた(図1b)。

正常半月板機能を有していると想定される健常高齢者の挙動時間を基準とし、類似した動態を有す正常群、より歩行周期前半に挙動する前期群、後半に挙動する後期群に膝OA患者を分類した。

また各膝OA患者は、初診時から3ヵ月以内にMRIを撮影され、半月板逸脱の直接的な原因とな



る内側半月板後根部の損傷有無を評価された。

(2)膝 OA の分類患者の介入反応

方法(1)で検証した膝 OA 患者の逸脱動態に関連する力学因子に基づいて、即時的反応が期待できる保存的介入手法として、装具療法および歩容指導を選択した。超音波検査装置に三次元動作解析機器を同期させ、快適歩行中の半月板逸脱動態と運動力学情報を取得した。これらの情報は、非介入と介入の2条件で比較され、保存療法介入が、半月板挙動量と力学因子に及ぼす影響を検証した。

4. 研究成果

(1)半月板逸脱動態に関連した力学因子の抽出および分類化：

膝 OA 患者 55 名と健常高齢者 10 名を対象に、歩行中に生じる半月板の挙動量と挙動時間を算出した。挙動量は健常高齢者と比較し膝 OA 患者で高値を示した(膝 OA:  $1.5 \pm 0.6$  mm, 健常高齢者:  $1.0 \pm 0.1$  mm;  $p < 0.01$ )。加えて、膝 OA 患者内では異なる挙動時間を有していた(挙動時間: 膝 OA  $69.4 \pm 19.2$  %, 健常高齢者  $71.3 \pm 6.6$  %; range: 膝 OA 18-99 %, 健常高齢者 60-83 %)(図 2)。

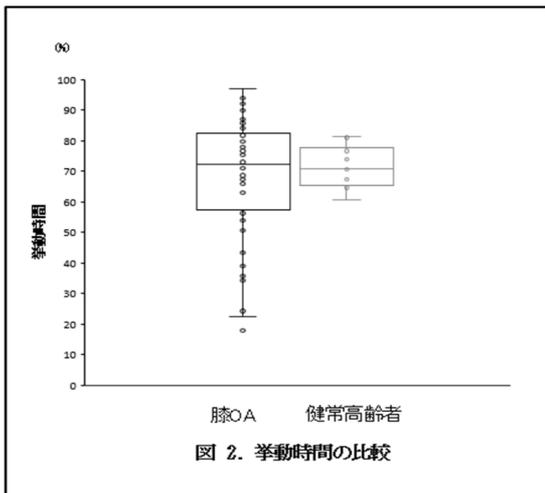


図 2. 挙動時間の比較

健常高齢者の挙動時間を基準に、変形性膝関節症者は、類似反応を示した正常群(N = 25, 44%)、前期群(N = 25, 27%)そして後期群(N = 16, 29%)のサブグループに振り分けられた(図 3)。歩行中の運動力学因子においては、挙動量、膝関節角度、膝関節モーメントそして歩行速度はサブグループ間で差を認めなかった。挙動量と力学因子の関係性は、前期群で 1st 膝関節内反モーメントおよび lateral thrust、正常群では、2st 膝関節内反モーメント、そして後期群で膝関節屈曲モーメントおよびその積分値とそれぞれ相関していた(table 1)。また半月板後根損傷の発生率は、正常群(N = 3/25, 12%)、前期群(N = 5/14, 33%)そして後期群(N = 9/16, 54%)であり、後期群は正常群と比較し有意に高値を示した(図 3)。

本研究によって、超音波エコー評価によって、変形性膝関節症者の歩行中に生じる内側半月板の逸脱動態を分類し、また関連する運動力学因子がそれぞれ異なる知見を得た[1,2]。また抽出されたこれらの力学因子は、膝 OA 進行に寄与することが報告されており、信頼に足る結果と考える。さらに、この個別的な力学病態と、逸脱を増悪させる根幹となる靭帯損傷発生率の関係性も認められた。したがって本知見は、複雑な病態を有する膝 OA 患者において、個別病態の解明に貢献し、関節症の進行予防に向けたアプローチに繋がる可能性が示唆された。

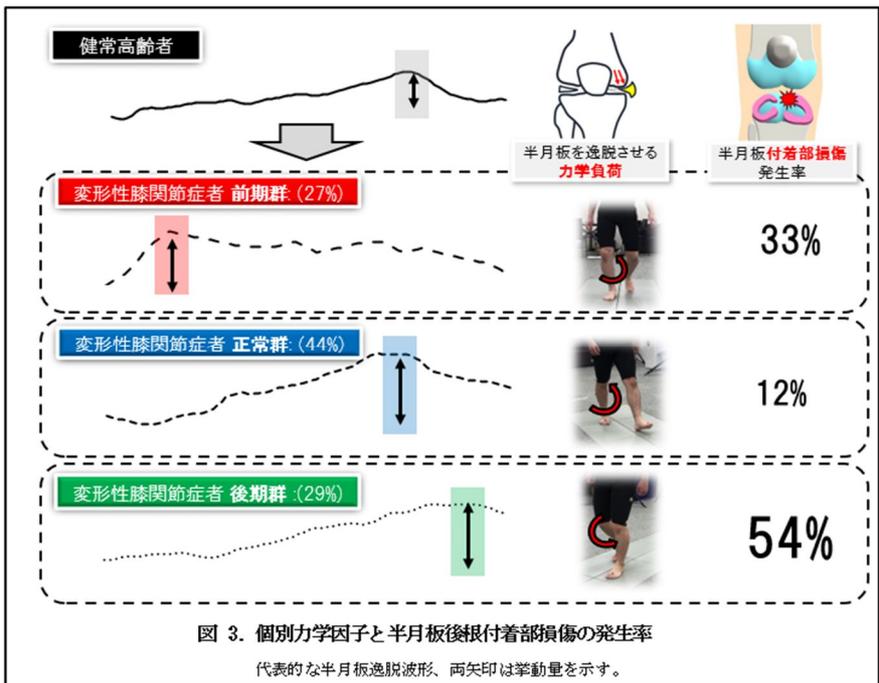


図 3. 個別力学因子と半月板後根付着部損傷の発生率  
代表的な半月板逸脱波形、両矢印は挙動量を示す。

**Table 1** 拳動量と力学因子の関連

	前期	正常	後期
1 <sup>st</sup> 膝内反モーメント	0.58*	0.23	-0.03
2 <sup>st</sup> 膝内反モーメント	0.54	0.44*	-0.18
膝屈曲モーメント	0.24	0.05	0.56*
膝内反モーメント積分値	0.68*	0.07	-0.12
膝屈曲モーメント積分値	0.31	-0.18	0.64*

これらの値は拳動量と力学因子の相関係数であり、\* は有意相関を示す ( $p < 0.05$ )。

### (2) 治膝 OA の分類患者の介入反応：

(1) で提示された半月板逸脱の拳動量に関連する運動力学因子は、1<sup>st</sup> 膝関節内反モーメントおよびその積分値、2<sup>st</sup> 膝関節内反モーメント、そして膝関節屈曲モーメントおよびその積分値であった。ゆえに、力学因子の多くを占めていた膝関節内側面に対して介入効果が期待できる保存療法を検討し、外側楔状足底板、toe-out 歩容指導が選択された。

25 名の膝 OA 患者において、外側楔状足底板を装着した歩行条件は、通常歩行条件と比較し、1<sup>st</sup> 膝関節内反モーメントと拳動量が有意に減少した(拳動量：通常歩行条件  $1.2 \pm 0.2$  mm, 介入条件  $1.0 \pm 0.2$  mm;  $p < 0.05$ )。さらに 21 名の膝 OA 患者において、toe-out 歩容歩行は通常歩行と比較し、2<sup>st</sup> 膝関節内反モーメントと拳動量を有意に減少していた(拳動量：通常歩行条件  $1.3 \pm 0.2$  mm, 介入条件  $1.1 \pm 0.2$  mm;  $p < 0.01$ )。

各逸脱動態に対応した装具療法および歩容指導介入によって、歩行中に生じる膝関節内側面の力学負荷軽減に伴った半月板逸脱改善が確認できた[3,4]。半月板逸脱を介入目的とする場合、前期群は外側楔状足底板、正常群は toe-out 歩容指導の効果が確認された。また我々は派生研究によって拳動量と歩行時疼痛の関係性を確認し[5]、さらに介入によって即時的な歩行時疼痛の軽減が自覚できる膝 OA 患者は、この拳動量の減少率が高値であることを確認している[6]。したがって、本研究知見は、変形性膝関節症者の個別病態に応じた、関節症の進行予防や臨床症状軽減に寄与するオーダーメイドリハビリテーション法の実現可能性を部分的に示し、臨床的に重要な知見を得た。

### (3) 得られた成果の意義および今後の展望：

本研究知見は、臨床的に簡易評価が可能な超音波エコーを用い、変形性膝関節症者をタイプ分類することで、個別介入効果の可能性を提示できた。これは理想的なオーダーメイドリハビリテーションへの実現可能性を示し、一般診療における臨床成績の向上など、本文野の学術的意義に貢献する重要な知見を得た。

しかし一方で、膝屈曲モーメントと拳動量が関連していた後期群においては、明確な介入手段の立案には至らなかった。その一因として前期・正常群と比較して、後期群は歩行中の疼痛強度が高く、かつ歩行立脚相を通して膝屈曲位を呈している症例が散見されるなど、逃避的な歩容戦略である stiff-knee gait を呈していた。したがって後期群においては、歩容介入の前段階として、症候緩和を目的とした薬物治療や膝屈曲可動域改善などを併用した治療導入が必要となる可能性があり、これらの効果検証が今後の展望として挙げられる。

本知見では歩行中に生じる内側半月板の逸脱動態に関連する力学病態を解明し、その力学因子を標的とした介入効果を部分的に実証した。これらの知見は、半月板病態によって懸念される、加速的な関節症進行や症状悪化の抑制が期待され、医療・介護費の抑制に繋がるなど大きな社会的意義があると考えられる。

### <引用文献>

- [1] Ishii Y, Ishikawa M, Nakashima Y, Takahashi M, Iwamoto Y, Hashizume T, et al. Knee adduction moment is correlated with the increase in medial meniscus extrusion by dynamic ultrasound in knee osteoarthritis. *The Knee* 2022;38:82-90. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2022.07.011>.
- [2] Ishii Y, Ishikawa M, Nakashima Y, Hashizume T, Okamoto S, Kamei G, et al. Unique patterns of medial meniscus extrusion during walking and its association with limb kinematics in patients with knee osteoarthritis. *Sci Rep* 2023;13:12513.

<https://doi.org/10.1038/s41598-023-39715-0>.

- [3] Okamoto S, Ishii Y, Ishikawa M, Nakashima Y, Kamei G, Iwamoto Y, et al. The effect of gait modification on the response of medial meniscus extrusion during gait in patients with knee osteoarthritis. *Gait Posture* 2023;102:180-5. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2023.03.017>.
- [4] Hashizume T, Ishii Y, Ishikawa M, Nakashima Y, Kamei G, Iwamoto Y, et al. Toe-out gait inhibits medial meniscus extrusion associated with the second peak of knee adduction moment during gait in patients with knee osteoarthritis. *Asia-Pac J Sports Med Arthrosc Rehabil Technol* 2023;33:13-9. <https://doi.org/10.1016/j.asmart.2023.08.001>.
- [5] Ishii Y, Ishikawa M, Nakashima Y, Hashizume T, Okamoto S, Iwamoto Y, et al. Dynamic ultrasound reveals the specific behavior of the medial meniscus extrusion in patients with knee osteoarthritis. *BMC Musculoskelet Disord* 2023;24:272. <https://doi.org/10.1186/s12891-023-06361-6>.
- [6] Ishii Y, Ishikawa M, Nakashima Y, Takahashi M, Iwamoto Y, Okada K, et al. Dynamic response of medial meniscus extrusion to the lateral wedge insole is correlated with immediate pain reduction in knee osteoarthritis patients: real-time ultrasonographic study. *J Med Ultrason* 2001 2022. <https://doi.org/10.1007/s10396-022-01234-2>.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 8件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Yosuke Ishii, Masakazu Ishikawa, Yuko Nakashima, Makoto Takahashi, Takato Hashizume, Saeko Okamoto, Naofumi Hashiguchi, Atsuo Nakamae, Goki Kamei, Nobuo Adachi	4. 巻 50
2. 論文標題 Visualization of lateral meniscus extrusion during gait using dynamic ultrasonographic evaluation	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of medical ultrasonics	6. 最初と最後の頁 531-539
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10396-023-01330-x.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Yosuke Ishii, Masakazu Ishikawa, Yuko Nakashima, Takato Hashizume, Saeko Okamoto, Goki Kamei, Kaoru Okada, Kazuya Takagi, Makoto Takahashi, Nobuo Adachi	4. 巻 13
2. 論文標題 Unique patterns of medial meniscus extrusion during walking and its association with limb kinematics in patients with knee osteoarthritis	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Scientific report	6. 最初と最後の頁 12513
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-023-39715-0.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Takato Hashizume, Yosuke Ishii, Masakazu Ishikawa, Yuko Nakashima, Goki Kamei, Yoshitaka Iwamoto, Saeko Okamoto, Kaoru Okada, Kazuya Takagi, Makoto Takahashi, Nobuo Adachi	4. 巻 1
2. 論文標題 Toe-out gait inhibits medial meniscus extrusion associated with the second peak of knee adduction moment during gait in patients with knee osteoarthritis	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Asia-Pacific Journal of Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation and Technology	6. 最初と最後の頁 13-19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.asmart.2023.08.001.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Saeko Okamoto, Yosuke Ishii, Yoshifumi Kono, Takato Hashizume, Riko Okinaka, Yuko Nakashima, Goki Kamei, Akinori Nekomoto, Makoto Takahashi, Nobuo Adachi	4. 巻 110
2. 論文標題 Medial Meniscus Extrusion during Gait is Associated with decrease in Knee Rotation in Early-stage Knee Osteoarthritis	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Gait Posture	6. 最初と最後の頁 23-28
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.gaitpost.2024.02.020.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 石井陽介, 石川正和, 中島祐子, 高木一也, 岡田薫, 安達伸生	4. 巻 5月号増刊
2. 論文標題 変形性膝関節症の診断と治療 保存的治療から再生治療まで	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 臨床雑誌「整形外科」	6. 最初と最後の頁 654-659
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 亀井豪器, 石井陽介, 中島祐子, 安達伸生	4. 巻 37
2. 論文標題 私の膝外来-エキスパートの診察室-半月板機能不全(逸脱): エコー診断	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Orthopaedics	6. 最初と最後の頁 9-16
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Saeko Okamoto, Yosuke Ishii, Masakazu Ishikawa, Yuko Nakashima, Goki Kamei, Yoshitaka Iwamoto, Takato Hashizume, Kaoru Okada, Kazuya Takagi, Makoto Takahashi, Nobuo Adachi	4. 巻 -
2. 論文標題 The Effect of Gait Modification on the Response of Medial Meniscus Extrusion During Gait in Patients with Knee Osteoarthritis	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Gait & Posture	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.gaitpost.2023.03.017	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yosuke Ishii, Masakazu Ishikawa, Yuko Nakashima, Takato Hashizume, Saeko Okamoto, Yoshitaka Iwamoto, Kaoru Okada, Kazuya Takagi, Makoto Takahashi, Nobuo Adachi	4. 巻 -
2. 論文標題 Dynamic ultrasound reveals the specific behavior of the medial meniscus extrusion in patients with knee osteoarthritis	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 BMC Musculoskeletal Disorders	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12891-023-06361-6	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yosuke Ishii, Masakazu Ishikawa, Yuko Nakashima, Makoto Takahashi, Yoshitaka Iwamoto, Takato Hashizume, Saeko Okamoto, Toru Sunagawa, Kaoru Okada, Kazuya Takagi, Nobuo Adachi	4. 巻 38
2. 論文標題 Knee adduction moment is correlated with the increase in medial meniscus extrusion by dynamic ultrasound in knee osteoarthritis	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Knee	6. 最初と最後の頁 82-90
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.knee.2022.07.011	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yuko Nakashima, Toru Sunagawa, Rikuo Shinomiya, Akira Kodama, Nobuo Adachi	4. 巻 49
2. 論文標題 Point-of-care ultrasound in musculoskeletal field	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Medical Ultrasonics	6. 最初と最後の頁 663-673
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10396-022-01252-0	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計14件 (うち招待講演 7件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 石井陽介
2. 発表標題 個別的な変形性膝関節症の介入に繋げる半月板逸脱の動態分析
3. 学会等名 第12回森ノ宮適塾研修会 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 石井陽介, 石川正和, 中島祐子, 亀井豪器, 中前敦雄, 橋爪孝和, 岡本冴子, 高橋真, 砂川融, 安達伸生
2. 発表標題 半月板逸脱の力学的メカニズムに迫る、エコーを用いた動態解析
3. 学会等名 日本スポーツ整形外科学会2023 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 石井陽介
2. 発表標題 半月板の機能障害として捉える変形性膝関節症の荷重時疼痛
3. 学会等名 運動器リ八部 31stナイトセミナー（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 石井陽介
2. 発表標題 力学病態を読み解く半月板逸脱の動態分類と個別的な介入戦略
3. 学会等名 運動器リ八部 32ndナイトセミナー（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 石井陽介
2. 発表標題 半月板逸脱のエコー動態を読み解く、変形性膝関節症の個別力学病態と介入戦略
3. 学会等名 エコー侍の超音波解剖学教室（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 石井陽介
2. 発表標題 内側半月板の逸脱機序に迫る歩行中の動態から読み解く力学病態と介入戦略
3. 学会等名 膝OA機械因子研究会 第1回セミナー（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 石井 陽介, 橋爪 孝和, 岡本 冴子, 石川 正和, 中島 祐子, 亀井 豪器, 岩本 義隆, 高木 一也, 岡田 薫, 安達 伸生, 高橋 真
2. 発表標題 歩行中に生じる内側半月板逸脱の動態分類は個別的な運動力学因子抽出に貢献する
3. 学会等名 第36回中国ブロック理学療法士学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 岡本 冴子, 石井 陽介, 橋爪 孝和, 中島 祐子, 河野 愛史, 岩本 義隆, 高木 一也, 岡田 薫, 安達 伸生, 高橋 真
2. 発表標題 変形性膝関節症患者における下腿回旋運動と内側半月板逸脱の関係
3. 学会等名 第36回中国ブロック理学療法士学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 橋爪孝和, 石井陽介, 中島祐子, 亀井豪器, 岡本冴子, 岩本義隆, 高橋真, 安達伸生
2. 発表標題 内側型変形性膝関節症患者における階段昇降中の内側半月板逸脱
3. 学会等名 日本スポーツ整形外科学会2023
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 石井 陽介, 石川 正和, 中島 祐子, 中前 敦雄, 亀井 豪器, 橋口 直史, 岩本 義隆, 高木 一也, 岡田 薫, 高橋 真
2. 発表標題 歩行時に生じる外側半月板逸脱の挙動は動的超音波で検出可能か
3. 学会等名 第96回日本整形外科学会学術総会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 石井 陽介, 石川 正和, 中島 祐子, 亀井 豪器, 橋口 直史, 岩本 義隆, 高木 一也, 岡田 薫, 高橋 真, 安達 伸生
2. 発表標題 変形性膝関節症における内側半月板逸脱の挙動は歩行時疼痛と荷重負荷に関連する
3. 学会等名 第96回日本整形外科学会学術総会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 石井陽介、石川正和、中島祐子、亀井豪器、岩本義孝、橋爪孝和、岡本冴子、高橋 真、安達伸生
2. 発表標題 高位脛骨骨切り術は歩行中の内側半月板逸脱の挙動を改善させる
3. 学会等名 第14回日本関節鏡・膝・スポーツ整形外科学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 石井陽介
2. 発表標題 膝関節構造体の”動きを診る” 動態解析から紐解く病態理解と理学療法の治療展開
3. 学会等名 第10回運動器理学療法学会学術大会 運動器理学療法のネクストジェネレーション最新研究
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 石井陽介、中島祐子、石川正和、高橋真、岩本義隆、橋爪孝和、岡本冴子、高木一也、岡田薫、砂川融、安達伸生
2. 発表標題 動態を読み解く、歩行中に生じる半月板逸脱への介入戦略
3. 学会等名 第33回日本整形外科超音波学会（招待講演）
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

変形性膝関節症の力学的な病態解明に迫る！内側半月板が逸脱する歩行中の力を解明  
[https://www.hiroshima-u.ac.jp/koho\\_press/press/2022](https://www.hiroshima-u.ac.jp/koho_press/press/2022)

半月板の動き方から変形性膝関節症者の歩行中に生じる力学病態を読み解く！歩く癖で生じる内側半月板が逸脱する力を個別に解明 ~ 膝関節症者のオーダーメイド治療、効率的な予防に向けて ~  
<https://www.hiroshima-u.ac.jp/news/79275>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	石川 正和  (Ishikawa Masakazu)  (60372158)	香川大学・医学部・教授   (16201)	
研究分担者	石井 陽介  (Ishii Yosuke)  (70908227)	広島大学・医系科学研究科(保)・助教   (15401)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------