

令和 2 年 6 月 18 日現在

機関番号：32665

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2019

課題番号：17K01585

研究課題名（和文）下肢バランス信号の解析による変形性膝関節症の早期診断方法の開発

研究課題名（英文）Development of early diagnosis method of knee osteoarthritis by balanced signal analysis of lower limbs.

研究代表者

長尾 光雄（NAGAO, Mitsuo）

日本大学・工学部・教授

研究者番号：90139064

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,600,000円

研究成果の概要（和文）： 目的は変形性膝関節症の早期診断支援システム構築を目指した、簡便な方法の提案である。関節摺動面の信号は試作センサから数値化、関節周りの力学は筋骨格数理モデルで計算、および模型摺動試験で信号の同定を行った。中高齢者に対して、アンケート調査、膝関節の信号、身体バランス信号、および下肢アライメントを計測した。

病期ステージの臨床診断に対応する下肢のバランスとアライメント、および関節信号にはある程度の相関が見込め、これの力学的な検証も可能とした。変形性膝関節症の進行期推測、および予防や治療する方策の指標が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

【学術的意義】目的はロコモティブシンドロームの判別方法に変形性膝関節症の進展から推測する提案である。関節の変形量は立位の下肢アライメントの歪みに表れ、膝関節周りの剛性も低下するため、重心動揺と足底圧にはこの現象が投影される。さらに、関節面の信号から抵抗や剛性を推測して、変形性膝関節症の進展度が分かる。

【社会的意義】ロコモティブシンドロームの簡便判別法のため、計測は立位と座位の姿勢で行うのでストレスがなく、いつでもどこでも実施できるため、地域に広く普及し、ロコモティブシンドロームの予知予防になる。高齢者の歩行寿命延伸は、要支援や要介護の予防や進行抑制に貢献する。

研究成果の概要（英文）： The purpose is to develop a simple measuring method and test device for estimating the progression of knee osteoarthritis. The signal of the joint surface was digitized by the sensor BJAS, the dynamics of the joint was calculated by modeling, and the sliding surface was reproduced by the model. The test subjects are middle-aged and elderly. Joint signals, balance signals, and lower limb alignment were measured.

There was some correlation between lower limb alignment and balance, and joint signals, which corresponded to the clinical diagnosis of the stage. Individual differences due to exercise history, illness history, and lifestyle-related diseases were also observed. Exercise reduces balance and joint load, and reduces knee osteoarthritis. This suggests that the advanced stage of osteoarthritis of the knee can be estimated, and is useful for discriminating locomotive syndrome.

研究分野：人間医工学

キーワード：変形性膝関節症 下肢バランス 早期診断 リハビリテーション 関節の駆動パワー 筋骨格数理モデル ロコモティブシンドローム 高齢者

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) 日常の膝 OA の診療は鑑別診断と病期分類を総合させて行われているが、被験者からの愁訴によって診療は成立している。このため、早期診断基準および計測方法と装置の開発は困難である。若くして歩行が困難な日本人の多くは早期から人工膝関節治療を選択するが、加齢に伴いメンテナンスは必要である。長寿は高齢者の増加であり、老齢疾病による社会保障費の負担増でもある。国の健康寿命延伸策であるロコモや介護予防の浸透は鈍化している。

(2) 医療機器以外の膝 OA 計測デバイスには、加速度計、モーションキャプチャー、フォースプレート、電子聴診器、および AE などが転用されている。新たに登場したデバイスの多くは、実験室内や臨床研究を進展させた社会実装から実用化まで至っていない。

(3) 膝 OA の進行は、下肢筋力不均衡が進み、下肢の歪みにもなりバランス機能は低下し、つまずきによる転倒骨折を招く。これはロコモ誘因要素の最たるもので、要介護に至る危険因子でもある。この発症を予知予防し進行を抑制することは歩行寿命の延伸になる。

(4) 医療従事者が簡便で操作が容易な計測デバイスの開発は、一連の診療に関わるこれまでの課題解決のヒントになるものと期待される。さらに、国民に広くロコモ・膝 OA 予防の普及により歩行長寿の自己啓発にもなるため、国家的な研究開発による実用化が望まれている。

2. 研究の目的

(1) 膝 OA の予知や予防および抑制は歩行寿命の延伸になるため、いつでもどこでも誰もが容易に計測できる点は普及と早期診断のポイントになる。医療過疎地やへき地、健康診断、公民館、高齢者施設などに出向いて活用することは普及や啓発の後押しになる。被験者と験者が計測のストレス少ないことも優先される。

(2) 膝 OA は膝が変形するため下肢アライメントが歪みこれを下肢筋骨格が制御している。歪みが進めば制御は困難になる。人は二足で身体を支持しているため、筋骨格の歪みは身体のバランスや平衡感覚に影響し、ふらつきになる。この度合いから歪みの度合いを推測する。

(3) 変形は生理学的と物理学的の要素がある。ここでは後者の立場から元々そこに存在したものが摩擦摩擦で消失した結果であり、関節面で起きている摩擦摩擦の進展は歪みの進展となる。この現象は機械的エネルギーの消費で発現しているため、この消費から発するメカニカルな信号から歪み度合いを推測する。

(4) 進展の予防や抑制には下肢アライメントの矯正や筋力強化が挙げられ、運動型健康増進施設において、運動前後、経過観察を行い、上記の目的が膝 OA やロコモの症状改善に寄与するのか検証する。

3. 研究の方法

(1) 図 1 に示す下肢モデルにおいて、下肢の歪みは、立位閉脚静止時の両側の大転子、膝関節、および踝の幅寸法と床面高さ寸法から 3 ヶ所の下肢アライメント角度で現す。身体のバランス機能は、開眼立位静止と前後左右静止から安定性限界や IPS 等を得て、足底圧から反力支持座標の関連も求める。この角度を膝 OA の 3 期に分類し、重心のふらつき、および床反力から膝 OA 進展との関連を調べる。角度とバランスから病期推測の可能性を考察する。

(2) 関節面の変形は正常な部位が機械的なエネルギーで摩擦することによって起きるため、変形量とエネルギーは等価と考え摩擦で発するメカニカルな信号も等価と推測できる。これをセンサ BJAS で計測し数値で現す。信号の強弱の他に周波数特性から擦れ状態を推察する。これらは座位姿勢で荷重屈伸と自動屈伸により関節面負荷の有無、屈伸関節角度と発信の関連も調べる。膝 OA の病期をこれらの信号から分類の可能性を考察する。また、計測発生信号を同定するため模型の往復摺動試験を行い、表面凹凸、潤滑油粘度、負荷の有無などから関節面状態を再現想定する。

(3) 関節面のサンプルには、健康な軟骨面として健常膝、軟骨は弾力を失い摩擦痕跡が散見する高齢膝、および軟骨は僅かに残り膝崩れが始まっている膝 OA 膝の 3 形態で実施した。計測部位は膝蓋骨、脛骨上端内外側顆の外皮 3 ヶ所であり、3 形態分類の可能性を考察する。

(4) 関節面が受ける負荷の形態が静的動的な場合で発信が異なるため、動的膝関節周りの屈伸力学を計算する。膝蓋大腿関節力 (PFJF) と脛骨大腿関節力 (TFJF) の力学と関節面負荷を計算

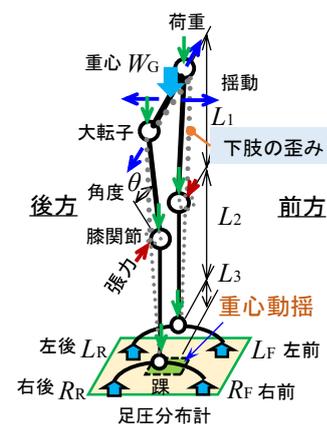


図 1 立位静止時の下肢モデル寸法-歪み-揺動-反力

する。これを次の実験で検証考察する。負荷は 20kg のウェイトの有無，屈伸速度は 30bpm と 60bpm，筋肉の応答は EGM，同時に 3ヶ所の信号も計測する。

(5) 運動型健康増進施設の観察研究では，中高齢者から運動前にバランス，下肢アライメント，屈伸信号，運動後は屈伸信号を計測し，アンケート調査と合わせて，下肢の歪み度合いとバランスの関係，内反外反の度合いと信号の関係，これらを加齢と運動の関係から調査考察する。

(6) 膝関節 3 形態の判別試案を信号強弱から提示する。判別にはしきい値設定を想定し，3ヶ所全信号に対する各部位の寄与率から与えて，判別しきい値のレンジを設定する。これらのしきい値に違いが見込めれば判別の基準が提示できる。しきい値を設定するための特徴的な信号抽出方法も探る。

4. 研究成果

(1) 図 2 より，下肢の歪み指標角度 θ から膝 OA 進行期を初期，進行期 1，および進行期 2 として 3 分類した際の 3ヶ所の信号数比率の関係である。線形回帰分析した太い線の傾向から考察する。膝蓋骨の信号は進展に伴い 40%~70%に増加し，脛骨内側は 30%前後，脛骨外側は 40%~10%と減少している。一般に歪みが大きくなると内反が進行するため，内側関節面の負荷が増大し信号数も多くなると予測できるが，今回は θ の大小と膝蓋骨信号は正に相関し，反対に外側は負の相関となり，内側は無相関であった。この被験者群において，内反による膝関節内転モーメントは大腿四頭筋群の筋力が増したことで軽減したものと考察する。

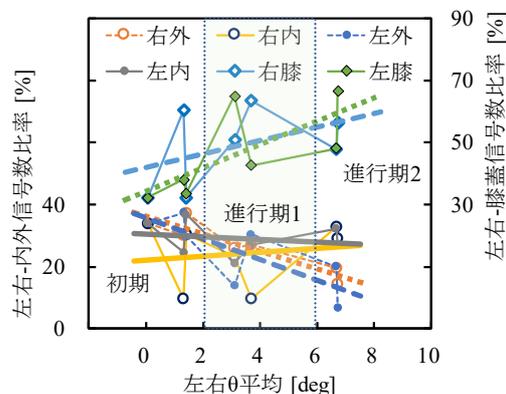


図 2 下肢の歪み θ と屈伸信号数の関係

(2) 身体のバランス指標を図 2 の横軸に置き換えた関係図を想像して欲しい。数値が大きいと安定度は良く，線形回帰分析では，安定度が良いと膝蓋骨信号も増え，対して内側は 40%~10%に減少し，外側は 25%前後である。安定度が悪いと 3ヶ所の信号は 30%~40%ある。膝蓋骨周りの筋力が弱くなると内外側関節面の負荷は増し，信号は増えるが膝蓋骨は減少する。筋力が付くと剛性が増し安定度は良くなる。下肢揺動の要因は，関節面間の磨り減りが偏り，筋力も緩みこれらが相まって膝蓋大腿関節の緊張度（剛性）が緩まって招いた現象と考察する。

(3) 図 3 は 3 形態の発信数を総合して形態ごとに寄与率を求めたものである。センサ位置は 3ヶ所で荷重屈伸の膝蓋骨は高齢膝と膝 OA 膝で内外側より際立つが健常膝は変わらない。屈伸時の膝蓋大腿関節面の荷重は PFJF と TFJF の合力のため深い屈曲で増大して内外側より約 3.4 倍以上になるが，健常膝はこれに適応できていて，加齢はこれに対して適応阻害因子が発現している。判別のしきい値は矢印で提案した値を目安にすれば，初期，進行期 1，進行期 2，および進行期 3 で分類可能である。他にバランスや下肢アライメントも加味することでその確度は高くなると推測する。この例では 5%以下が健常膝相当，これを超えると発症が疑われ，段階的に判別レンジの数値は高くなりこれらが進行期に相当する。

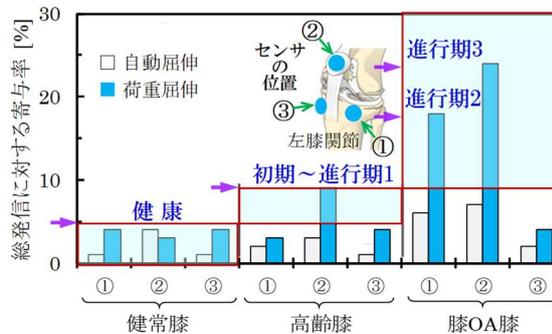


図 3 3 形態別信号寄与率からの進行期しきい値

(4) 座位から立位に伸展を繰り返すテンポを 30bpm と 60bpm と変えた際の膝蓋大腿骨間に発生する荷重を求めた。図 4 は関節内角 θ_3 が 180deg で立位姿勢，静荷重の変化が右縦軸 PFJF で表した青の破線，動荷重は大腿部加速度に静荷重を乗じている。加速度と計算値について， $E_q(5)B_r$ はサンプル 0.2ksps で求め灰色の実線， $E_q(5):10s-MA$ は 0.2ksps の信号を 10 区間移動平均値した黒の実線，これを体重比 B_r にて左縦軸で表す。テンポが速いと座位からの立ち上がる初期瞬発力は 34 倍や 316 倍に達するがその時間は

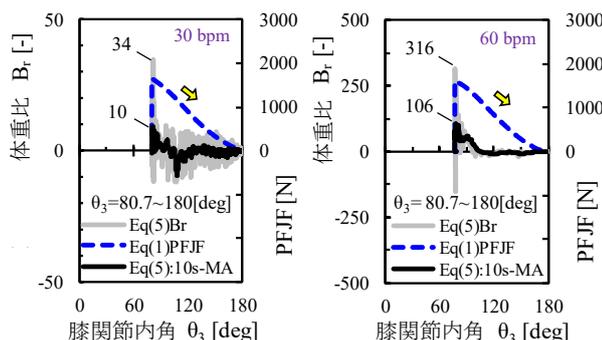


図 4 屈伸テンポと関節力の関係

約 5ms から 50ms の短時間である。膝関節を酷使用する運動や日常では、衝撃的な荷重は関節面に対して衝撃疲労を誘発させ、損傷のリスクを高くする。加齢に伴い筋力の低下や下肢の歪み、関節面再生の鈍化が発現するため、高齢者の継続的な運動による刺激は、筋力やバランスおよび下肢剛性を維持または向上させるため、膝 OA のリスク回避と進行抑制には必然になる。

(5) 図 5 は運動型健康増進施設で計測した年齢 55 歳から 81 歳までの被験者群に対する年齢とバランス指標とした面積安定度を示す。IPS は負の相関、中央矩形面積は正の相関、これより左縦軸の面積安定度とした年齢との相関は負の相関となる。例えば線形回帰分析の線を平均値とすれば、上側は年齢層よりバランスが良く、下側は劣ることを現し、数値が離れば良し悪しは際立ち、大きく下回れば改善の介入が必要になる。進行期判別のしきい値の試案は、12 以上は初期、5 以下が進行期 2、および中間が進行期 1 のような目安が示せて、信号の寄与率と併せれば確度は改善する。数値 17 (青矢印) の被験者は 73 歳、日常的に長年スポーツを楽しんでおり、バランスの良い筋力維持のために利用している。一方の数値 3 (青矢印) は 77 歳、膝 OA に罹患され治療のため下肢筋力強化と身体バランス改善を目的に 2 年前から利用されている。

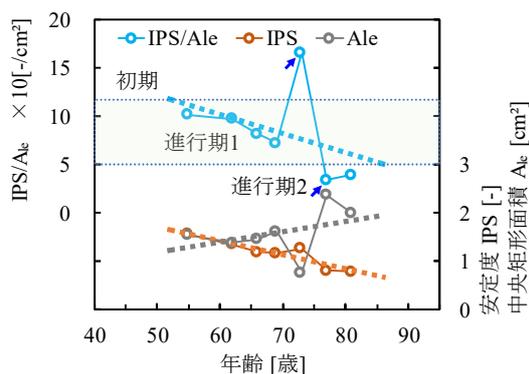


図 5 年齢と面積安定度の関係

(6) 国内外における位置づけとインパクト

- ① 研究は、膝 OA 膝の病期分類または進行期を推測する計測センサの開発と計測方法である。
- ② 開発は、いつでもどこでも計測可能、操作が容易でストレスが軽減される方法である。
- ③ 判別の基本は、関節面において劣化摩擦摩耗が繰返され、この度合いが進行期と相関し、屈伸の擦れ合いで機械的な発信が起こり、この発信の中に劣化度合いの情報が含まれると考えている。計測は、非侵襲で計測するセンサの開発、発信の中身を数値化する方法も開発した。
- ④ 同じく、変形の進行期に応じた下肢筋骨格の歪みも進み、立位のバランス能力も衰退すると考え、下肢アライメントと重心動揺を数値化する方法も開発した。
- ⑤ 被験者 55 歳から 81 歳の数値より初期、進行期 1、および進行期 2 の判別を提案する。
 - ・ 下肢歪み角度と発信数には判別のヒントを確認した。
 - ・ 3 形態の発信寄与率からも同じくヒントを確認した。
 - ・ 年齢と重心動揺矩形面積の関係からもヒントを確認し、被験者の運動履歴が判別の良し悪しと関連しており、リハビリの履歴成果も示せることも確認した。

(7) 今後の展望

- ① 早期診断計測支援システムの構想試案を図 6 に示す。左が計測環境、右が判別する診断支援システムになる。
- ② 試験と臨床データの蓄積、これの進行期を物理量で関連付けて診断や予知、治療の質と改善効果の関連などリハビリ科との連携で診療のエビデンスを構築し、国民の膝 OA 膝罹患予防や抑制に役立て、ロコモの予防抑制に進化させ、ICT の活用や AI による診断も今後は進めることになる。

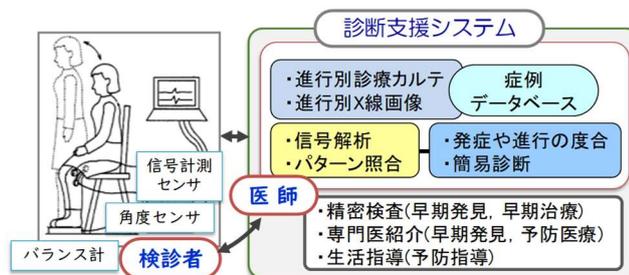


図 6 下肢バランスと膝関節信号から膝 OA 膝を診断支援システムの構想 (試案)

- ③ 国民的な歩行長寿の「ホコトレ」や「ロコトレ」を実施する同好会などの小さなコミュニティーを構築し、楽しく和気あいあいの中で「ホコトレ」が全国に浸透普及する社会実現のために、この研究を進化させて、国民の社会福祉に貢献したい。
- ④ 目標は、歩行長寿で生涯 90 歳または 100 歳まで生き切る体づくりの自己啓発支援である。
- ⑤ 先進国は高齢化率が高くその対象人口も増加する傾向にある。2018 年度には 60 歳以上の人口が約 6 億人と推定されている。市場ニーズは十分にあり、開発による事業化も可能である。
- ⑥ この背景からも健康寿命が延びること、歩行寿命が延びることは、ロコモや膝 OA 膝にならないことであり、予防や抑制が求められることになる。
- ⑦ すなわち、そのシステムを構築する必要がある。簡単に言えば、調べるための方法、その結果から対策方法、対策の実施方法、実施後の評価方法、評価後の対策方法、この一連の繰返しが行う予防や抑制になるため、これを維持継続する社会システム構築も行政は考えなければならない。
- ⑧ このプロジェクトは、対象が人類であるため国家的な施策の中で実施されるものと考えており、例えば、内閣府を初めとして、各省庁が研究機関と連携する国家的プロジェクトである。
- ⑨ これにより、高齢者が安心して社会参加ができ、歩行できる幸せさを感じられる生涯を終えて欲しいと言う、切なる思いがある。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計12件（うち査読付論文 8件 / うち国際共著 3件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 長尾 光雄, 酒谷 薫, 平野 雄三	4. 巻 21
2. 論文標題 関節首から変形性膝関節症を予知・予防し歩行長寿社会を実現する	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 地域ケアリング	6. 最初と最後の頁 64/67
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 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 長尾 光雄	4. 巻 48
2. 論文標題 歩行長寿は「ふくしま」から～変形性膝関節症 (KOA) の早期診断から眺めたロコモ予防の提言～	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 月間財界ふくしま	6. 最初と最後の頁 121/135
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 Shota Kiryu, Sofia W. Alisjahbana, Irene Alisjahbana, Mitsuo Nagao, Buntara S. Gan	4. 巻 21
2. 論文標題 Free vibration of a Levy-type solution for plates based on two-variable refined plate theory by using SEM	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Vibroengineering	6. 最初と最後の頁 726/735
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.21595/jve.2018.20431	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 該当する
1. 著者名 島田 二郎, 石澤 秀忠, 神田 雅彦, 長尾 光雄, ガン-ブントラ-ステンリー, 箭内 武, 堀瀬 友貴, 村垣 善浩	4. 巻 35
2. 論文標題 News From Industry: パネル組立型ERの可能性	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Bio Clinica	6. 最初と最後の頁 235/241
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 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 該当する

1. 著者名 Dageong Choi , Soonjae Ahn , Jeseong Ryu , Mitsuo Nagao , Youngho Kim	4. 巻 30
2. 論文標題 Knee Acoustic Emission Characteristics of the Healthy and the Patients with Osteoarthritis Using Piezoelectric Sensor	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Sensors and Materials	6. 最初と最後の頁 1629/1641
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi:10.18494/SAM.2018.1877	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 該当する

1. 著者名 長尾 光雄, 菊地 達彦, キム ヨンホ, 見坐地 一人	4. 巻 53
2. 論文標題 膝関節可動域角度計の性能とバイオメカニクス	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 設計工学	6. 最初と最後の頁 360/364
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 長尾 光雄	4. 巻 No.47
2. 論文標題 直立二足歩行に進化した故の悩みと智慧	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本機械学会バイオエンジニアリング部門報	6. 最初と最後の頁 6/9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://www.jsme.or.jp/bio/pdf/news/NL_No47.pdf	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 Masaki Izawa, Ryota Araki, Tatsuro Suzuki, Kaito Watanabe, Kazuhito Misaji	4. 巻 118
2. 論文標題 Quantifying Roll Feel of a Car by Using a Musculoskeletal Mathematical Model	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Computer Modeling in Engineering and Sciences	6. 最初と最後の頁 493/507
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi:10.31614/cmescs.2019.04470	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 Kaito Watanabe, Masaki Izaw, Ayumi Takahashi, Kazuhito Misaji	4. 巻 114
2. 論文標題 Using a Musculoskeletal Mathematical Model to Analyze Fatigue of the Muscles in the Lower Limbs during Different Motions	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Computer Modeling in Engineering and Sciences	6. 最初と最後の頁 191/207
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi:10.3970/cmes.2018.114.191	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 長尾 光雄, 横田 理	4. 巻 19
2. 論文標題 変形性膝関節症の早期予防を目指した診断支援システム用センサの開発	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 地域ケアリング	6. 最初と最後の頁 79/83
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 -

〔学会発表〕 計41件(うち招待講演 2件/うち国際学会 1件)

1. 発表者名 長尾 光雄, 菊地 達彦, 酒谷 薫, 平野 雄三, 見坐地 一人, キム ヨンホ
2. 発表標題 骨関節音響センサにより計測した膝関節屈伸信号の定量化
3. 学会等名 2019年度春季大会研究発表講演会、日本設計工学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 長尾 光雄
2. 発表標題 関節音から運動器症候群を予知・予防し健康でアクティブな社会を実現する
3. 学会等名 第2回福島テックプラングランプリ最終選考会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 長尾 光雄, 菊地 達彦, 酒谷 薫, 平野 雄三, 見坐地 一人
2. 発表標題 膝関節屈伸信号は膝関節診断に寄与するのか?
3. 学会等名 LIFE2019, 日本機械学会福祉工学シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 長尾 光雄, 平野 雄三, 見坐地 一人
2. 発表標題 変形性膝関節症(膝OA)診断用音響センサーの開発
3. 学会等名 メディカルクリエーションふくしま2019(第15回医療機器展示会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 長尾 光雄, 平野 雄三, 見坐地 一人
2. 発表標題 変形性膝関節症の早期診断支援システムの開発
3. 学会等名 メディカルクリエーションふくしま2019(第15回医療機器展示会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 見坐地 一人
2. 発表標題 筋骨格数理モデルを用いた自動車のロールフィール定量評価
3. 学会等名 日本騒音制御工学会2019年秋季研究発表会シンポジウム(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 長尾 光雄
2. 発表標題 100年ライフデザイン，宇宙とのコラボで100才の歩行寿命を実現！
3. 学会等名 福島テックプランター交流会・チームプレゼン
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 菊地 達彦，長尾 光雄，見坐地 一人，横田 理，キム ヨンホ
2. 発表標題 無線式骨関節音響センサの試作開発
3. 学会等名 (公社)日本設計工学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 長尾 光雄，菊地 達彦，見坐地 一人，酒谷 薫，平野 雄三，キム ヨンホ
2. 発表標題 座位姿勢からの膝関節屈伸信号の計測
3. 学会等名 LIFE2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tatsuhiko Kikuchi，Mitsuo Nagao
2. 発表標題 Development of early diagnosis support system for osteoarthritis
3. 学会等名 Kim Lab. / Yonsei Univ. Biomedical Engineering Department Kim Lab. Workshop (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 長尾 光雄, 菊地 達彦, 見坐地 一人, 酒谷 薫, キム ヨンホ
2. 発表標題 膝関節屈伸の力学特性を大腿直筋の表面筋電図から推測
3. 学会等名 (公社)日本設計工学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shota Kiryu, Sofia W. Alisjahbana, Irene Alisjahbana, Mitsuo Nagao, Buntara S. Gan
2. 発表標題 Free Vibration of a Levy-Type Solution for Plates Based on Two-Variable Refined Plate Theory by Using SEM
3. 学会等名 International Multi-Conference on Engineering and Technology Innovation 2018 (IMETI2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 菊地 達彦, 長尾 光雄, 見坐地 一人, 酒谷 薫, 平野 雄三, キム ヨンホ
2. 発表標題 膝関節における屈伸の動力学的特性; 関節信号と表面EMGから推測
3. 学会等名 (公社)日本設計工学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 長尾 光雄, 菊地 達彦, 見坐地 一人, 酒谷 薫, 平野 雄三, キム ヨンホ
2. 発表標題 膝関節における屈伸の動力学的関節力; 表面EMGと角速度から推測
3. 学会等名 (一社)日本機械学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 菊地 達彦, 長尾 光雄, 酒谷 薫, 見坐地 一人, 平野 雄三, キム ヨンホ
2. 発表標題 膝関節屈伸の力学的特性をIMU信号とBJAS信号から推測
3. 学会等名 第61回日本大学工学部学術研究報告会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 長尾 光雄, 横田 理, キム ヨンホ
2. 発表標題 膝OA早期診断を目指したBJASの開発に関する研究
3. 学会等名 日本大学-工学部/工学研究所
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 長尾 光雄, 菊地 達彦, キム ヨンホ, 見坐地 一人
2. 発表標題 BJASにより計測した膝関節屈伸信号の定量化
3. 学会等名 第33回ライフサポート学会大会, 第17回日本生活支援工学会大会, 日本機械学会福祉工学シンポジウム2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 長尾 光雄, 菊地 達彦, キム ヨンホ, 見坐地 一人
2. 発表標題 膝関節可動域角度計の性能とバイオメカニクス
3. 学会等名 (公社)日本設計工学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 菊地 達彦, 長尾 光雄, 横田 理, 見坐地 一人, キム ヨンホ
2. 発表標題 BJASを用いた膝OA膝診断の力学的考察
3. 学会等名 (公社)精密工学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 菊地 達彦, 長尾 光雄, 横田 理, 見坐地 一人, キム ヨンホ
2. 発表標題 膝関節自動・荷重屈伸のバイオメカニクスの検討
3. 学会等名 日本大学-工学部/工学研究所
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 長尾 光雄, 紺野 慎一, 横田 理
2. 発表標題 変形性膝関節症の早期診断支援システムの開発
3. 学会等名 メディカルクリエーションふくしま2017 (第13回医療機器展示会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 長尾 光雄, 紺野 慎一, 横田 理
2. 発表標題 変形性膝関節症 (膝OA) 診断用音響センサーの開発
3. 学会等名 メディカルクリエーションふくしま2017 (第13回医療機器展示会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 長尾 光雄, 菊池 達彦, 見坐地 一人, 酒谷 薫, 平野 雄三, 横田 理, キムヨンホ
2. 発表標題 膝関節音響センサを用いた膝関節屈伸信号を力学モデルから考察
3. 学会等名 (公社)日本設計工学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 渡辺 開人, 伊澤 正樹, 高橋 亜祐美, 見坐地 一人
2. 発表標題 筋骨格数理モデルを用いた自動車のロールフィール定量化に関する研究
3. 学会等名 (公社)自動車技術会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 長尾 光雄
2. 発表標題 変形性膝関節症の早期診断支援システムの開発
3. 学会等名 第4回こおりやま産業博
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 長尾 光雄
2. 発表標題 変形性膝関節症(膝OA)診断用音響センサーの開発
3. 学会等名 第4回こおりやま産業博
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 長尾 光雄, 酒谷 薫, 平野 雄三
2. 発表標題 変形性膝関節症 (膝OA) 診断用音響センサーの開発
3. 学会等名 メディカルクリエーションふくしま2018 (第14回医療機器展示会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 長尾 光雄, 酒谷 薫, 平野 雄三
2. 発表標題 変形性膝関節症の早期診断支援システムの開発
3. 学会等名 メディカルクリエーションふくしま2018 (第14回医療機器展示会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 長尾 光雄, 横田 理 (第3章3節、分担), 荒川 俊也, 泉 慎太郎, 桐本 哲郎, 松村 雅史, 津村 徳道, 原 晋介, 白石 洋一, 割澤 伸一, 芳賀 洋一, 小栗 宏次, 山内 彰, 安本 千晶, 増田 裕太, 野田 明子, 梶原 昭博, 荒川 貴博, 三林 浩二, 小林 哲生, 他執筆者68名	4. 発行年 2017年
2. 出版社 (株)技術情報協会	5. 総ページ数 550
3. 書名 生体情報センシングとヘルスケアの最新応用	

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>日本大学工学部機械工学科計測・診断システム (長尾) 研究室 http://www.mech.ce.nihon-u.ac.jp/~nagao/profile.html</p>
--

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	見坐地 一人 (Misaji Kazuhito) (70552347)	日本大学・生産工学部・教授 (32665)	
連携 研究者	紺野 眞一 (Konno Sinichi) (70254018)	福島県立医科大学・整形外科・教授 (21601)	
連携 研究者	小林 秀男 (Kobayashi Hideo) (10578595)	福島県立医科大学・整形外科・助教 (21601)	