

技科大の研究 Q&A



機械システム工学系
教授 河村 庄造

身体運動に関わるバイオメカニズム

Q1 研究室ではどのような研究をしているのですか？

私の研究室は平成16年4月にできた新しい研究室です。機械工学のなかでも機械力学(振動工学)に基礎をおく研究をしています。具体的な内容は研究室のホームページをご覧ください。
(http://dynamics.mech.tut.ac.jp/mech_dyna/)

Q2 バイオメカニズムとはどのような研究ですか？

皆さんはバイオメカニクスという言葉は聞かれたことがあると思います。広い意味では、生体の機能や機構などを工学の立場から解明しようとする研究分野です。一方、バイオメカニズムという言葉も使われています。その研究分野を正確に定義するのは困難ですが、それぞれの学会の講演論文、学術論文を拝見すると、多くの部分は重複しますが、バイオメカニズムの方が生体信号の解析や制御の分野を含むように思います。生体信号とは、例えば脳波、心電図、心拍、血圧脈波などのことです。

私の研究室では、生体信号を扱うのではなく、身体運動に現れる信号として膝関節の屈曲角度を取り上げ、その解析によって生体の状態を診断しようとする研究を行っています。

Q3 なぜそのような研究を始めたのですか？

私の前勤務地(神戸大学)では、整形外科教室と共同で、膝関節のバイオメカニクスに関する研究を行ってきました。具体的には十字靭帯や側副靭帯損傷時の再建方法、膝蓋骨の脱臼メカニズム、生体関節や人工関節置換後の衝撃力吸収特性、人工膝関節の形状設計、荷重に対応する生体骨の力学的再構築などです。

一方で私は機械や構造物の非線形振動に関する研究も行っていました。いろいろ幅広く研究テーマを探していた、生体信号の非線形特性、ゆらぎ、カオスという記事を見つけました。そこで膝関節の運動に現れる信号として膝関節の屈曲角度を取り上げ、その解析から新しい知見が得られるのではないかと考えてこの研究を始めました。

Q4 具体的な研究内容を教えてください。

研究の背景

脳波や脈波などの生体信号は、健康な状態ではゆらぎを伴っており、何らかの疾患を有するとゆらぎが低減することがこれまでの研究で明らかになってきています。身近な例でいえば、我々の血圧脈波は心臓の活動に対応した一連の規則的波形を繰り返しているように思えますが、その繰り返しの間隔を詳しく調べてみると、健康なときはある程度変動しており、病気になると変動の幅が少なくなることが知られています。そのゆらぎの程度をリアプノフ指数というカオス性を評価する指標で評価することになると、健康者の生体信号はカオス性が高く(リアプノフ指数が大きく)、疾患者のものはカオス性が低い(リアプノフ指数が小さい)ことがこれまでの他者の研究でわかってきています。

(注)カオスを国語辞典で調べると「混沌」、「混乱」と書いてありますが、生体信号がめちゃくちゃになる、という意味ではありません。全く同じ状態を繰り返すのではなく、ゆらぎを伴っているとご理解下さい。

健康者と疾患者の比較

私は膝関節の運動に関する研究を行っていたので、その考え方が、歩行に伴う何らかのデータにも適用できるのではないかと考えました。そこで歩行時の膝関節屈曲角度に注目し、まず始めに健康者と疾患者の屈曲角度のカオス性を調べてみました。計測は図1のような角度を計測するセンサーを被験者につけてもらって行いました。健康者は研究室の学生、疾患者は変形性膝関節症の患者さんです。健康者、疾患

者のデータの一例を図2に示します。被験者の数を増やしてデータを取り、そのデータのリアプノフ指数を求めてまとめたものが図3です。疾患者のデータ数が少ないことやばらつきが大きいことが気になりますが、平均値を見るとやはり健康者の方がリアプノフ指数は高いという結果が得られました。図2を見るだけでは違いを定量的に比較することが困難ですが、それをリアプノフ指数という指標で評価したわけです。

直感的にわかりやすくいうと、健康な場合は外乱にうまく対応できるように歩行動作に若干の余裕がありますが、病気になるとその余裕がなくなる、ということではないかと思えます。自動車のハンドルでも、若干のガタがないとうまく運転できませんよね。大雑把に言うとそのような感じです(もちろん単に不規則な変動ではなく、何らかの秩序を持った変動ですから、正確な表現ではありません)。

非常に意義のある結果なのですが、これには大きな問題があります。信号に含まれるカオス性を評価するためには十分に長いデータが必要なのですが、患者さんは長い距離が歩けません。したがって図3で示した結果は、データがあまり長くないという条件下での結果なのです。計測データの長さの問題は、カオス性を評価する上で根本的なものなのですが、残念ながら改良の方法が見つかりません。なおここまでの研究は、神戸大学医学部整形外科教室、兵庫県立総合リハビリテーションセンターと共同で行ったものです。

リハビリテーションへの応用

さてその知見、すなわち健康の場合はカオス性が高く、疾患を有する場合は低いという知見をリハビリテーションへ役立てることを考えました。すなわちリハビリテーションの際に積極的にゆらぎを伴った環境を使うことによって、体内のカオス性を引き出せるのではないかと考えました。このための基礎として、健康者の歩行特性に対する環境の影響を調べております。具体的には、健康者(研究室の学生)にトレッドミル上を通常歩行してもらい、膝関節屈曲角度のカオス性を求めます。次に環境として音を取り上げ、種々の音環境下で同様の計測を行い、カオス性を高めることができる音環境があるかどうかを調べようと思っています。トレッドミルは歩行速度を決めることができますが、設定した速度で正確にベルトが回転するよりも、少しゆらぎを伴う速度で回転した方が被験者のカオス性は高くなるかもしれません。



図1 関節角度センサーを装着した様子

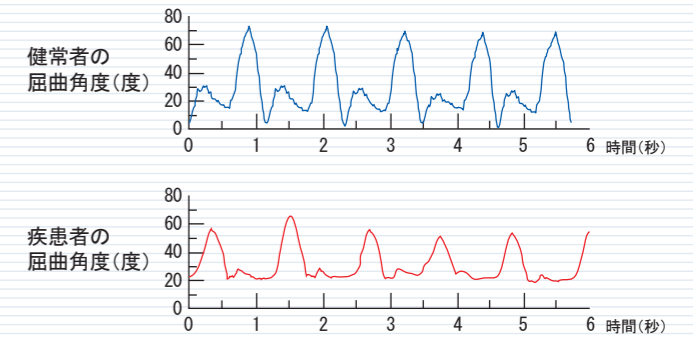


図2 膝関節屈曲角度の変化(上:健康者、下:疾患者)

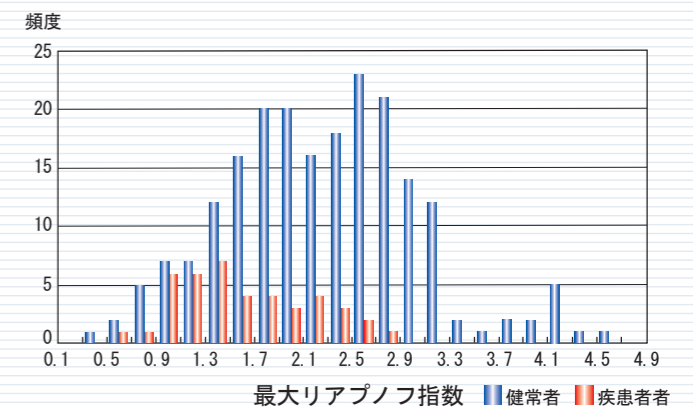


図3 リアプノフ指数の分布の様子(値が大きい方がカオス性が高い)

Q5 どのような実用性が考えられるのですか？

リアプノフ指数を利用して健康者と疾患者の違いがわかるということは、リハビリテーションによる回復の程度を定量的に評価できることにつながると思います。また環境によってカオス性が異なることがわかれば、効果的なリハビリテーションにつながると思います。

しかしまだまだ基礎的な段階なので、きちんとデータを積み上げていく必要があります。

Q6 いろいろと教えていただきありがとうございました。

どういたしまして。この研究は平成16年度教育研究活性化経費の援助も受けております。研究成果は成果報告会、学会講演会、研究室のホームページ等で公開していきたいと思っています。

新聞で報道された豊橋技術科学大学

11月

12月

1月

2月

3月

4月

内 容	系、所属等	人	新聞名	日 付
豊橋「市民の日」6人が一日長に	大学院生	種田 佳洋	静岡	H16.11.2
豊橋市政100周年実施計画案「太陽の開幕祭」皮切り	建設工学系	松宮宏幸理事・副学長、大貝彰教授	東愛知	H16.11.5
産学官技術交流会で学長らが講演 11日、豊橋技術科学大学			静岡	H16.11.9
西永技術科学大学が講演 TU産学官技術交流会	生産システム工学系	西永頌学長、三好孝典講師	東日	H16.11.12
自社技術高め独自の道を 技科大など主催産学官交流会			東愛知	H16.11.12
技科大がフォーラム 19日東京で		亀頭直樹副学長	東日	H16.11.16
クレーンの荷振れ抑制 新東工業・技科大と低コストの装置共同開発	生産システム工学系	寺嶋一彦教授	日刊工業	H16.11.23
豊橋技術科学大学生が出張 パソコン操作気軽に相談を	エコロジー工学系	大門裕之助手	中日	H16.11.27
技科大などが研究成果を披露 産学官テクノブラザ			東愛知	H16.11.30
現物にふれ広がる研究の輪 豊橋技科大でオープンラボ			東日	H16.12.1
豊橋技科大と新城大谷大の教員らを講師に 生涯学習市民大会	電気・電子工学系	米津宏雄教授、福田光男教授、井上光輝教授	東日	H16.12.1
後期入試 愛教大・技科大、廃止へ 三重大でも検討中			朝日	H16.12.8
技科大が未来自動車組織			日経産業	H16.12.9
「未来ビークルリサーチセンター」設立	生産システム工学系	西永頌学長、福本昌宏教授	東日	H16.12.11
開発進む燃料電池	電気・電子工学系	恩田和夫教授	中日	H16.12.12
国立大8校が合同で文化祭	学部生	太田倫裕	中日	H16.12.12
橋の耐震調査に光ファイバー活用 産学連携で計測実験	建設工学系	山田聖志助教授	東愛知	H16.12.15
鷺田氏迎えあす講演会 豊橋商議所自動車関連委員会	エコロジー工学系	鷺田伸明教授	東愛知	H16.12.15
第4次基本計画改訂で「市民会議」を立ち上げ	エコロジー工学系	成瀬一郎助教授、種田佳洋	東日	H16.12.15
知の活用へ走り出す大学知財本部37		小林俊郎理事・副学長	日刊工業	H16.12.16
「とよはしの匠」に4人		西永頌学長	東愛知	H16.12.17
義援金などの贈呈も 豊橋西LCが年末家族例会	留学生	バツモン・ジャンミンシー	東日	H16.12.17
東三河の一市町村一団 フレンドシップ相手国と大使		西永頌学長	東日	H17.1.1
産学官連携 相互にメリット 次々と商品開発	エコロジー工学系	田中三郎教授	東愛知	H17.1.3
市民大学の参加者募集	エコロジー工学系	後藤尚弘助教授、北田敏廣教授、藤江幸一教授、成瀬一郎助教授、平石明教授	東愛知	H17.1.5
CNC(カーボンナノコイル)の量産技術開発	技術開発センター	滝川浩史助教授	日刊工業	H17.1.10
22日に「表浜シンボ」津波対策に実験も	建設工学系	青木伸一教授	東日	H17.1.11
都市エリア産学官連携事業 来月23日 豊橋で成果発表会	エコロジー工学系	田中三郎教授	東日	H17.1.12
特性生かし チタン活用 森井氏が形状記憶など説明	客員教授	森井浩一助教授	東愛知	H17.1.13
パソコン出張指導	学部生	篠田朝之介	中日	H17.1.14
共同研究・技術移転へ 来月4日産学官交流シンポ	電気・電子工学系	西永頌学長、小林俊郎理事・副学長、米津宏雄教授、福田光男教授	東日	H17.1.17
実績と法人化後の展開紹介 知財・産学官連携フォーラム	電気・電子工学系	西永頌学長、井上光輝教授、古川泰男教授	東愛知	H17.1.17
いろいろな燃料電池	電気・電子工学系	恩田和夫教授	中日	H17.2.13
遅美町が23日に防災講演会	建設工学系	青木伸一教授	東日	H17.2.13
旧東海道の街並み 歩いて保存や防災対策探る	建設工学系	大貝 彰教授	中日	H17.2.15
中田島砂丘保全へ 市民らと意見交換	建設工学系	青木伸一教授	静岡	H17.2.16
豊橋技術科学大学留学生による外国語講座			東日	H17.2.17
国際交流サロンで講師に	留学生	チャン・フォン・マイ	東愛知	H17.2.20
地震防災講演会	建設工学系	青木伸一教授	朝日	H17.2.21
津波対策を学んで	建設工学系	青木伸一教授	東愛知	H17.2.22
磁器センサー採用 豊橋技術科学大学と共同で低価格化を実現	豊橋技術科学大学		中部経済	H17.2.23
海外研修生に奨学金を授与	修士2年	野中尋史	中部経済	H17.2.23
成果残し活動終わる 都市エリア産学官連携促進事業	エコロジー工学系	田中三郎教授	東日	H17.2.24
「学生提案型地域づくり」の成果発表会	豊橋技術科学大学		中部経済	H17.2.24
住民参加のまちづくり 風来町	豊橋技術科学大学		東日	H17.2.28
色を判別する力が弱い人たちの支援 目標はヒトの目	情報工学系	中内茂樹助教授	中日	H17.3.1
微少な金属片も発見 アドバンスフードテックと共同で	エコロジー工学系	田中三郎教授	中日	H17.3.5
留学生の地域参画推進へ	豊橋技術科学大学・留学生センター		東愛知	H17.3.8
未来の職業を体験小坂井高校で出前講義	豊橋技術科学大学		東愛知	H17.3.18
永井科学技術財団 財団賞8件と助成2件決定	機械システム工学系・工作センター	鈴木孝司助教授、戸高義一助手	日刊工業	H17.3.18
持続可能な社会の構築と人材育成		松宮宏幸理事・副学長	東日	H17.3.21
豊橋技科大リサーチセンター設立記念講演会	建設工学系	大貝 彰教授	東日	H17.3.26
都市エリア型事業の成果報告	豊橋技術科学大学	船津公人客員教授	東愛知	H17.3.26
豊橋市と連携強化へ協定	豊橋技術科学大学	西永頌学長	中日	H17.3.31
豊橋技科大と愛大連携 全国初の包括的協定調印	豊橋技術科学大学	西永 頌学長	東日 他	H17.4.2
5センターの看板上掲式	研究基盤センター インテリジェントセンシング システムリサーチセンター 地域協働まちづくりリサーチセンター 未来環境エコデザインリサーチセンター 情報メディア基盤センター	岩本容岳教授、石田誠教授、大貝彰教授、藤江幸一教授、中川聖一教授	東日 他	H17.4.5
文科省の都市エリア産学官連携促進事業「発展型」に豊橋エリアが選ばれる	豊橋技術科学大学		東日 他	H17.4.6
第18回助成研究に豊橋技科大の4件等が選ばれる	豊橋技術科学大学	加藤史郎教授、福本昌宏教授、北岡教英講師、倉本洋助教授	中日 他	H17.4.8
豊橋技科大で入学式	豊橋技術科学大学	西永頌学長	東日	H17.4.8
血液検査に使うシリコンチップ 豊橋技科大 ヘモグロビン検出へ	豊橋技術科学大学	石田 誠教授	日経産業	H17.4.18
田原市の環境対策紹介 大塚企画課長が講演 「橋梁の耐震・耐久性とそのセンシング」を演題にスピーチ	建設工学系	山田 聖志助教授	東愛知	H17.4.21

編集後記

本号より、「天伯」に少し変化がありました。まず、配布は電子版(PDF)のみとなりました。しかし、体裁はほぼ紙媒体のときと同じですので、不十分な点が少々あると思います。この点は、今後の改善に期待して頂ければ幸いです。

もう一点、法人化された関係で「退官教官より」のタイトル名が変更されました。本号は完全法人化版「天伯」の第1号といえるかも知れません。さて、今回の特集は環境についてです。技術と環境の関係は、社会・地球規模で考えると、「風が吹けば桶屋が儲かる」という話のように、めぐりめぐっていて複雑です。この難題に対する、技科大での「科学する」取り組みを知って頂けたらと思います。(T. K)