

東山会関西支部 支部便り

2017年(平成29年)度

東山会

【名古屋大学工学部機械系学科同窓会】

関西支部



第54回 東山会関西支部 総会・講演会・懇親会

日時：2016（H28）年11月12日（土）15:00～19:00

会場：大阪コロナホテル 会議室

森島圭祐	和田滋憲	平野昌宏	野入志朗	小田宗	木下武雄	市川徹	荻原稔蔵	兼松昭	白井良明	欠田良児
(H5)	(S43)	(S49)	(S49)	(S40)	(S40)	(S43)	(S43)	(S39)	(S39)	(S50)
小川耕司	桂一郎	青山英信	安田幸伸	東山会 関西支部 支部長	土屋総二郎	東山会 会長	松本健郎	名古屋大学 大学院 工学研究科 教授	深谷修	
(S49)	(S48)	(S32)	(S39)						(S34)	

氏名下の（ ）内は、学部卒業年次を示す

目 次

(頁)

1. (支部長寄稿)「雑感」 支部長 安田 幸伸 (昭和 39 年卒) 1
2. 第 53 回東山会関西支部総会講演概要 (H28 年 11 月 12 日) 2
テーマ : 機械工学の新しい潮流 バイオメカニクス
名古屋大学大学院工学研究科教授 松本 健郎氏
3. 平成 28 年度 (第 54 回) 東山会関西支部総会報告 11
幹事 和田 滋憲 (昭和 43 年卒)
4. 同好会報告 13
 - (1) 「囲碁の集い」 報告
囲碁担当幹事 白井 良明 (昭和 39 年卒)
 - (2) ゴルフ同好会報告
ゴルフ担当幹事 市川 徹 (昭和 43 年卒)
5. 平成 28 年度東山会関西支部会計並びに監査報告 15
会計幹事 和田 滋憲 (昭和 43 年卒)
監査 山田 晃 (昭和 33 年卒)
6. 編集後記 16
7. 平成 29 年度 東山会関西支部役員名簿 17

1. 「雑感」(記：平成 29 年 7 月)



支部長 安田 幸伸 (昭和 39 年卒)

毎日蒸し暑いですね。年々、歳のせい、このむしむした暑さに些か辟易としておりますが、東山会関西支部会員の皆様に、お変わりなくお過ごしでございますか。日頃は支部活動にご支援、ご協力を賜りまして有難うございます。この一支部便り一を借りましてお礼を申し上げます。

さて、気象情報は観測精度・予報技術もあがり、雷、雨量等かなりの予報が確かになってきています。しかし、残念でしたが、九州北部、秋田、新潟などでは、予報通りの大雨となりました。記録的な降雨量が続いたことが、主要因ですが、道路の冠水、家屋への上下床浸水等が発生しました。特に九州北部の場合では、濁流に加え、更にがけ崩れによって、物凄い量の木が流木となって支流河川の流れを堰き止め、溢れた土砂が氾濫し尊い人命が奪われ、橋、道路の流失、家屋の倒壊等、甚大な被害が発生しました。被害者の皆様には、心よりお見舞い申し上げます。梅雨時期には、程度の差はありますが、何処かで洪水による災害の発生が常態化しています。排水系が機能通りかの点検をどのようにするかが大きな課題ではないでしょうか。

2ヶ月くらい前より、関西の私立大学、短大、専門学校からオープンキャンパスの招待状が届くようになりました。どうも孫娘が受験期ですので、一度こういうイベントに参加したそうで、色々なことが明確になって良かった・・という感想でした。どこの学校も熱心に学生勧誘かなと思いつつ、ふと少子化が叫ばれてから、すでに30年近く経過したので、何処も学校も含めて人に焦点を当て対応していると心強く感じました。たまたま、平成28年度の出生数が発表されました。戦後、初めて100万人を割り込んで最低でした。現在の色々な条件から、出生数がプラスになるのは、過去のデータから絶対といってよいほど無いといえます。少子化は国の根幹にかかわる重要な問題ですので、一人一人が真剣に考えましょう。

今年も東山会関西支部に多大なお力添えを頂きました先輩方が残念ながら鬼籍に入られました。心よりご冥福をお祈り申し上げます。

東山会関西支部総会を来る11月11日(土)開催致します。懐かしい人にお会いできるかも知れません。奮ってご参加ください。

2. 第54回東山会関西支部総会講演概要（H28年11月12日）

テーマ：機械工学の新しい潮流 バイオメカニクス

名古屋大学大学院工学研究科
機械理工学専攻 バイオメカニクス研究G
教授 松本 健郎氏



皆さんこんにちは。私は名古屋に15年ほど前から居りますが、名大にはこの4月（H28年）に赴任したばかりです。名大についてはまだよく理解しているとは言えませんが、工学部は来年度（H29年）から新しいシステムになりますので、自己紹介に続きその説明をさせていただきます。そして、今回の講演テーマは“機械工学の新しい潮流 バイオメカニクス”です。“バイオメカニクス”は日本語では機械工学と生体を一つにした“生体力学”と言いますが、そういう分野の話させていただきます。

1. 自己紹介

私は1960年札幌生まれで今56歳、大学は東大の精密機械工学の出身です。私はフルートを吹きます。学生時代はオーケストラにいました。（事務局注：You Tube「松本健郎」検索で23件の演奏が聴取可能）卒業研究では生体工学をやりたいのですが、第2志望の“非晶質金属の結合に関する研究”に回されました。修士課程では第1志望の医用精密工学研究室に進み“血液浄化システムの開発”という研究をしたのですが、これが実際は生物に使うコンピュータ制御のシステム開発でした。そこで自分は生物そのものがやりたいということに気づきまして、博士課程で北大の生体工学専攻に進学しました。研究テーマは“補助人工心臓の心補助効果の多角的検討”でした。犬を保健所からもらってきて、人工心臓を取り付けてその効果を見るのですが、手術も含めた一連の実験を全部自分たちでやりました。博士号取得後、丁度、北大にバイオメカニクスの教授が赴任してきて、助手に雇って頂き、血管のバイオメカニクスの研究を開始しました。その後、米国ジョージア工科大学で1年弱ほど細胞のバイオメカニクスに関する研究をした後、東北大学に移動し、講師、助教授として生体軟組織・細胞のバイオメカニクスに関する研究をしました。そして2002年に名工大で教授となり今年、名大に呼んでいただいたわけです。名工大では10年間以上教授を務めたお蔭で名誉教授にして頂きました。名大工学部の教授で名誉教授なのは多分一人か二人なのではないかと思えます。

2. 工学部 工学研究科の改組について

まず名大工学部の現状と来年（H29）予定の改組につき少しご説明いたします。工学部は現在、I系

からVI系までに分かれています。この中で機械系は機械・航空工学科のIV系に属します。IV系は学部では3コースに分かれ、大学院で機械理工学専攻と航空宇宙工学専攻の2専攻に分かれています。工学部は現在の5学科13コースに分かれている履修コースを廃止し、来年（H29）4月から学部は7学科、大学院工学研究科は17専攻に再編改組されます。機械関係は機械・航空宇宙工学科という学科一つにして、4年生で研究室に分かれるまでは全員一緒に教育を受けます。そこで3つの専攻分野、つまり①機械システム工学専攻、②マイクロナノ機械理工学専攻と③航空宇宙工学専攻に分かれます。皆様方の出身の機械系の専攻分野は①と②となります。ただ、教授陣は電子機械の先生が何人も入りさらに融合した形に変わります。③の宇宙航空工学専攻だけはちょっと独立していますが、ここには機械系の社本先生が行かれますし、かなり混ざった形になります。ですから卒業後の同窓会の割り振りをどうするかは調整が要ると思います。

3. バイオメカニクス研究

3-1 バイオメカニクスとは

これからは私のバイオメカニクスの研究についてお話しいたします。バイオ（生体）メカニクス（力学）、つまり生体力学は中国でも通じる言葉です。力学を用いて生体の構造と機能を理解し、医学、生物学や理工学に応用する学問領域です。機械工学には次の4力学がありますが、それぞれバイオメカニクスに考え方が利用されています。

①材料力学：物体内部の力を調べ骨や血管壁に加わる力を解析、②流体力学：血管や気管内部の流れの解析、③熱力学：生体内の熱や物質の伝達の解析、④機械力学：生体の歩行解析や運動解析後で出てきますが材料力学的には、血管壁は血圧により生じる円周方向応力と、血流によって生じる壁面せん断応力をそれぞれ一定に保つように壁厚と内径が決まっています。流体力学的解析から、動脈硬化が流れが淀んだところに起こることが判って来ました。今回は詳しくお話しませんが、キリンの気管はすごく長く、呼吸のデッドボリュームが大きいのですが彼らは窒息しません。これは気管内面がガタガタしているため気管内で混合が起こり換気効率が上がる、ということに秘密があるようです。このように体と力学の間には非常に興味深い現象が沢山あります。

バイオメカニクスは体に関することなので、歴史的にはレオナルド・ダ・ビンチがヒトの動きを体系的に観察して以来、多くの科学者が研究し現在のバイオメカニクスの基礎を築いてきました。例えばフックの法則で有名なフックは顕微鏡で植物を観察し Cell（細胞）を命名した人でもあります。また、オイラーはオイラーの公式で有名ですが、動脈内の脈波の伝播解析を行い、現在でも血管の硬さの測定はこの公式を使っています。あるいはヤング率のヤングは血液循環力学や声の振動研究をしています。ポアズイユはもともと医者ですが、ポアズイユの法則を作り水銀血圧計を開発しました。その他ヘルムホルツの光・音色の知覚についての研究などがあります。

3-2 2種類のバイオメカニクス研究

バイオメカニクス研究は大きく分けて2種類あります。

①生物の歩行、飛行、遊泳などの運動の解析：伝統的に欧州を中心に研究されています

②細胞・組織・器官内部の力学場の解析：今回私がお話しするものです。

1960年代に入り、米国でアポロ計画が始まり無重力状態に人間は耐えられるのかななどの疑問が出てきま

した。また、交通事故が急増し人はどの程度の加速度で損傷・死亡するのかを明らかにする必要も出てきました。こうして②が盛んになって来たわけです。今回、私はこちらの研究の話をいたします。

私はバイオメカニクスについて次の3つの側面からお話しようと考えています。①基礎科学としてのバイオメカニクス、②臨床医学を支えるバイオメカニクス、③工学に貢献するバイオメカニクス、です。この3つの側面からお話をした後に、私達が研究している動脈硬化診断装置についてもお話をさせていただきます。

3-3 基礎科学としてのバイオメカニクス

“生物にとって力はとても重要である”ことがだんだん認識されてきました。発生過程では力がかかっていることが必須なのです。また、我々の体は運動すると骨や筋肉が逞しくなり、使わないと衰えていくことで分かるように日常に力がかかることが重要ですが、この現象の例を幾つかご紹介して、最後に細胞が力を感じる仕組みで考えられていることに少し触れてみたいと思います。

“生物の発生は情報が湧き出す過程である”とコンラッド・ワディントン（英）は言ったそうですがどういう意味かを考えます。ヒト DNA は 30 億の塩基対から成っていますがこれは 1000 冊分の百科事典の情報量に相当すると言われていています。それに対し生体の情報量は誰がどう計算したか分かりませんが、大英図書館の蔵書全部（約 1700 万冊）に相当するという説があります。DNA の約 1 万倍の情報量ということになります。つまり DNA だけでは伝える情報が足りないのです。一卵性双生児の子牛でも白・黒の模様が全然違います。生物が形作られていく上には DNA 情報だけでは不十分で、例えば染色体の相互の位置関係や、組織・細胞に作用する力が影響するのではないかとされています。次にその例として3つお話しします。

①鶏卵の発生には重力が必要

毛利衛さんの宇宙実験の中に“タマゴ（鶏卵）の実験”がありました。地上から受精後 10 日、7 日、0 日の鶏卵 3 種を各 10 個ずつ宇宙へ運び、1 週間後に地上に持ち帰ったのですが、受精後 10 日、7 日後のものはほぼ生存、0 日のものは 9 個が死亡、1 個は孵卵後 24 日という短命でした。やがて鶏卵の孵化には重力が必要と分かりました。卵の黄身と白身は密度が違い、黄身が少し軽いので地上では黄身は白身に浮いて卵の殻の上に接していますがこれが重要だったのです。即ち、鶏卵がヒヨコになるには外部とのガス交換が必須です。この役割をする組織を『漿尿膜』と呼び、人間では胎盤に相当します。この組織は鶏胚から出た細胞が卵殻内面に広がることで形成されますが、そのためには、黄身の表面に形成される鶏胚と殻とが接触していることが必須であることが分かったので。思わぬところで重力が関係しているということです。

②カエル受精卵に外力をかけると異常発生

受精直後のカエルの卵を 90 度傾けて 20 分間放置した後元に戻すと背と腹軸の逆転起こるそうです。また、受精直後の卵を 90 度傾けて 30G の遠心力を 4 分間、かなり強烈な力ですが、かけると双頭のオタマジャクシが生まれることが知られています。外力の影響です。

③マウス胚のノード流の方向が体の左右を決定

これは日本人が見つけた話です。マウスの胚（卵割を始めて以降の発生期にある個体）の腹側中央にへこみ（ノード）がありそこに毛が生えています。この毛が回転することでノード内に体液の流

れ（ノード流）を作ります。この流れの方向が体の左右を決めていることが明らかになりました。つまり、ノード流の方向を強制的に逆転させることでマウスの左右が逆になることを見つけたわけです。動物の発生初期の胚への力のかかり方で左右が決まることが判明したということです。

3-4 血管の構造と血流・血圧の関係

次に成体、大人になってからですが、ルーの法則“活動性肥大と廃用性萎縮”（身体の機能は適度に使うと発達し、使わなければ萎縮し、過度に使えば障害を起こす）は良く知られています。運動で筋肉や骨が太く逞しくなりますが、それにかかる力を求めることは結構難しいことです。我々の体は材力で言う不静定構造をしており、内部に作用する力は簡単には分かりません。その辺をきちっと分かるために例えば動脈を使います。これは私の研究ですが、血流が増えると血管が太くなり、高血圧では血管壁が厚くなるという現象があります。血管は内膜、中膜、外膜という3層からできています。内膜は内皮細胞一層で覆われていて細胞は流れの方向に向いています。内皮細胞はとても重要で、これが機嫌が悪いと動脈硬化が起こることが分かってきました。中膜は3層で一番厚く大動脈では大体2mmくらいあります。中膜には平滑筋細胞と言う細胞があり円周方向に向いています。血管は平滑筋で収縮弛緩をし縮むと血管径が小さくまた、緩むと血管径が大きくなります。外膜には線維芽細胞という皮膚などのコラーゲンを作る細胞があります。外膜の厚さは場所により違いますが大きな大動脈の場合は殆ど無視できるくらいの薄さです。血管には様々な力がかかっています。例えば血流です。血流で壁面せん断応力がかかります。静水圧(血圧)の作用で血管が膨れますので円周方向の応力が発生します。血管は軸方向にも引っ張られており、それによる軸方向応力も発生します。このうち、主に壁面せん断応力と円周方向の応力の2つが血管の形態を決めていることが明らかとなってきました。

まず血流の増加でどうなるかをご説明します。私の知り合いがウサギを使った実験をしました。頸動脈と頸静脈をつなぎ（吻合し）血流を大体2倍くらいに増やします。この動静脈吻合した状態で8週間おきますと血管は太くなりました。血流量と血管径の関係を詳細に調べた結果、血管の壁面せん断応力が一定に保たれていることが判ってきました。例えば、血流量が2倍に増えると血管の径が1.26倍（2の1/3乗根）だけ太くなって、壁面せん断応力が一定に保たれていることが分かってきました。また、この応答は血管内腔を1層に覆っている血管内皮細胞がやっていることが判って来ました。この細胞が自らに加わる流体せん断応力を察知して、値が高すぎるときには血管拡張物質、低すぎるときには血管収縮物質を分泌して、せん断応力を一定に保っているというわけです。

では血管の壁厚はどうして制御されているか。ドブネズミを改良して作ったラットという実験動物は簡単な手術で高血圧にすることができます。その結果、ラットの正常血圧（120mmHg）から高血圧（220mmHg）までの大動脈壁の厚さは血圧に比例していることが分かりました。つまり血圧が高いと血管の壁厚が厚くなるということで、計算の結果、この壁厚の増加は円周方向応力を一定に保つように生じていることが判りました。一方、内径は変わりません。高血圧になっても血流量はそれほど変わりませんので、先ほど述べた血管内皮細胞の作用で血管内径が一定に保たれるわけです。

もう一つ面白いことは、血圧のかからない血管壁には残留応力があることが分かってきました。これはイヌの大動脈の輪切り試料とその輪を切断した試料ですが、このように輪は必ず開きます。これは血圧がかからない場合、血管の内側に圧縮、外側に引張力がかかっていることを示します。血管を

残留応力の無い厚肉円筒管と考えますと、加圧に伴い内壁面に応力集中が生じるはずですが、この応力集中を抑え、生理状態での円周方向応力が血管内外壁面で同程度になるように、このような残留応力が生じていると考えられています。血管にはいろいろな工夫がなされているということです。

3-5 体には外力が必要

体に力をかけないと大変なことが起こります。ウサギの膝蓋腱（膝のお皿の下の腱）を人為的に弛ませ、この状態で1週間、2週間飼います。この膝蓋腱がどの程度弱くなるか引張試験をしてみました。普通の何もしていない膝蓋腱を引っ張ると 50MPa(メガパスカル)くらいの力で破断します。力を全くかけないことをストレスシールドと言いますが、ストレスシールドをして1週間しますと 1/2 の力で破断します。3週間では 1/10 で破断します。体に力がかからないと大変なことが起こる、と言うわけです。我々人間の体には1週間一度も力がかからないことはあり得ず、寝転がっていても少しの力がかかります。少しでも力がかかることが多分重要で、その程度の解明が本当は必要なんですけど、実験が難しくてまだ分かっていません。しかし体には力がかかることが必要だということです。

3-6 血管壁細胞の力学応答

次は細胞レベルの話です。血管内細胞は血管の内側を覆う細胞です。この細胞は血管から剥がして培養することができます。シャーレの中で培養すると多角形の敷石状に1層で並びます。この細胞表面に流れを作用させると細胞は流れの方に伸長・配向します。配向することでいろいろな物質を出します。血管の径を収縮・拡張させる物質、血液の凝固を抑制する物質など様々ですが、力学的には伸長・配向することで流体せん断力が低減することから、せん断力を低下させて細胞の剥がれを防いでいるとも言われています。

次は血管壁内の平滑筋細胞に繰返引張をかけた際の応答です。工夫することで細胞をシリコーンゴムという不活性な膜の上に張り付いた状態で培養することができますが、その膜に繰返引張を加えると、細胞はランダムな方向から引張とほぼ直交する方向に揃います。よく調べて見るとその方向は直交方向からややずれた2つの方向であり、それは引張を加えたシリコーンゴムシートの幅が狭くなることを考慮した場合のひずみがゼロとなる方向です。細胞はこのような微妙なひずみの変化まで感知できるのです。

3-7 幹細胞は周囲の力学特性により変わる

間葉系幹細胞とは神経や筋肉、骨にはなれるが、例えば血球とかそういうものにはなれない、そういった細胞です。これを硬さの違うゲル上で培養します。柔らかいゲル(ヤング率 0.1kPa くらい)から硬いゲル(30kPa くらい)で培養し顕微鏡で見ますと、柔らかいゲルでは足が沢山出たひよろ長い細胞が出てきます。硬いゲルでは丸みのあるものになります。Engler は 2005 年、それぞれ実は別々の細胞になっていると気づいて、それぞれ神経系、筋系、骨系の細胞に反応する細胞マーカーを入れて染色してみました。その結果、基板が柔らかい時には神経細胞に、中くらいの硬さの時には筋細胞に、そして硬い時には骨細胞になることが判りました。細胞は基板の力学特性に応じ、その力学特性に対応した細胞に分化するということです。

こういうことが複雑に組み合わさって我々の体が作られるのだらうと思いますが、何故、細胞が力学的刺激に対して応答するのかということに少し触れます。タンパク質はアミノ酸の長い繋がりで

が、その繋がり方でシート状のものや螺旋状のものなどを作ったりします。最近では Molecular Dynamics という、中の分子 1 個 1 個の位置や静電気量、慣性力などを入れて計算する方法があります。タイチン (Titin) という名のタンパク質を 2 点で引っ張りその変形を計算しますと、ひも状のタンパク質ですから全体に均等に伸びることはなく、折りたたまれて内部に隠れていた部位が表面に出てきたりすることが判りました。この部位が他のタンパク質と結合する部位だった場合、ここで新たな反応が起こります。つまり、力がかからない間は起こらない反応が、タンパク質が伸びることで起こることが一つの原因ではないかと考えられます。

3-8 臨床医学を支えるバイオメカニクス

バイオメカニクスは、“病態の定量的解明と予防・治療法の確立”に使えます。その例として“動脈硬化と血流”のお話をします。動脈硬化では、血管が硬化するとともに細くなります。アメリカの研究者が体の中の大きな動脈だけを取り出して動脈硬化が起こりやすい部分を図示しました。これによると血管の分岐部や曲がり部、即ち血流の乱れが起きやすいところで動脈硬化が起こりやすいことが判ります。東北大学の山口隆美教授は体の中の血流をコンピュータで解析し、実際の超音波の測定と突き合わせて双方が合うように調整して流れを正確に予想し、動脈硬化との関係を明らかにするという研究をしています。

少し古いデータですが“脳動脈瘤のジレンマ”と言うのがあります。脳動脈瘤は破裂すると大変な病気ですが、20 人に一人 (5%) と意外に多くの人に脳動脈瘤があります。しかし、破裂で亡くなる方は何千人に一人です。すなわち、破裂する確率は年あたり 0.05% と非常に低い可能性が指摘されています。ところで、自分の頭に脳動脈瘤が見つかった場合、破裂が怖いので外科手術を受けようと思うかも知れません。しかし外科手術を受けると重篤な後遺症がある割合で出てしまいます。このような状況で貴方は手術を受けますか? という話です。そうすると脳動脈瘤の検査が本当に妥当か、瘤があっても知らずに幸せに暮らす方が良いのではないかという考え方もあります。そこでバイオメカニクスの出番です。X 線 CT や MRI などの医用画像がこれだけきれいに撮れる時代になったため、これらを使って患者個人個人の脳動脈瘤モデルを作成し、その力学解析から破裂の可能性を正確に予測することを目指した研究が進められています。

また、手術で人工関節をどのような角度で入れるのが適切かを判断するシミュレーションや人工臓器の開発、高齢者の支援機器の開発にもバイオメカニクスのシミュレーションが使われています。

3-9 工学に貢献するバイオメカニクス

バイオメカニクスは①ヒト・動物の動作解析と模倣、②交通事故の予防と対策、③構造物の最適設計 など工学にも貢献しています。

- ① [ヒト・動物の動作解析と模倣] 2 足歩行ロボットの開発、最近ではドローンなど飛行とか昆虫飛行ロボット、遊泳ロボットなどいろいろ開発されています。
- ② [交通事故の予防と対策] “ダミー人形の計算モデル”と言うのがあります。いわゆるダミー人形は値段が張るので、コンピュータ上に骨や筋肉を全部付けた形でモデルを作って計算するものです。初期コストは高いのですがやがてペイする、ということで豊田中央研究所が中心になって作ったサムス Thums というモデルがあります。このモデルは米国の Visible Human Project というヒトの 3

次元形状を mm 単位で明らかにしたプロジェクトの詳細なデータを使っています。これを使って子ども用エアバッグの取り付け方、妊婦の安全シートベルトの張り方などの研究がなされています。

- ③〔構造物の最適設計〕骨は最小の材料で最大の強度を達成する最適構造物だと言われています。骨の構造を建造物の構造設計に利用できないかという考え方です。例えば、ダイムラークライスラー社が使っている SKO 法は力のかからない部分を削り、かかる部分を太くするやり方で最適形状化するものですが、自動車の一部の部品重量の大幅削減を実現したとのこと。また、家具ではチェアーの設計にも利用されています。

3-10 私の研究室の研究の紹介

最後に私達のバイオメカニクス研究室の研究例として、動脈硬化を防ぐための取り組みをご紹介します。

これからの超高齢化社会に向けて、我が国が活力を維持していくには血管の機能を維持することが大切と考えられます。即ち、『ヒトは血管と共に老いる』という言葉があるように、血管の機能低下が原因の疾患が沢山あります。日本人の死因は、ガン、心疾患、肺炎、脳血管疾患の順ですが、このうち心疾患と脳血管疾患は血管の病気ですし、寝たきりの人を作る原因の一番が脳血管疾患です。このため血管を健康に保つことは極めて重要と言えます。

血管を健康に保つにあたりグッドニュースとバッドニュースがあります。バッドニュースは血管の健康具合が実感できないということです。痛くも痒くもないので血管が健康か否か分かりません。従って血圧のように簡単に示される指標が欲しいところです。一方、グッドニュースでは生活の改善が血管の健康をも改善するということです。“あなたの血管の健康度合いはこのくらいです”ということが手軽に判れば、毎日家で血圧を測るように健康改善のインセンティブになります。血管機能の低下を敏感かつ手軽に知る方法が欲しいというわけです。

今、お金を使えば血管機能の検査方法はいろいろあります。よく使われる敏感な方法の代表例として、血流依存性血管拡張検査 (FMD (Flow-mediated dilation) 検査) があります。この検査では、まず前腕を締め付けて血流を止めます。止めて5分後に開放しますと血流が急に増えます。この血流が増えた時の流れの負荷で内皮細胞が NO (一酸化窒素) という物質を分泌します。NO は血管拡張物質であり平滑筋を弛緩させますので血管が拡張します。即ち、駆血開放後、血流が大きく増え、少し遅れて血管の径が大きくなります。FMD 検査ではこの血管径の拡大率 (FMD 値) が大きいほど、内皮機能が高いと考えます。しかし、血管が拡張するためには NO が出るだけでなく、平滑筋がそれに反応する必要があります。即ち、FMD 値が小さいというだけでは、それが内皮機能の低下によるのか、平滑筋弛緩能の低下によるのか、判りません。従って、平滑筋機能を調べる検査が必要になると我々は考えました。

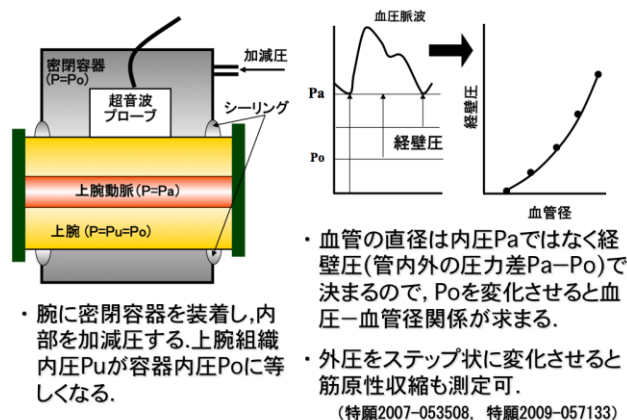
一方、動脈硬化では血管が硬くなりますが、その硬さは血圧レベルでしか分かりません。ところが最近、動脈の硬化は圧力の高い領域から進行し始めるらしいということが分かってきました。血管は膨らむと徐々に硬くなり膨らみにくくなりますので、血管の硬さは、どの圧力で計測したのかで大きく変わってきます。様々に動脈硬化が進行した大動脈で、圧力と硬さの関係を調べて見ますと、正常血圧の領域では病変が進行しない限り血管がなかなか硬くならないのに、圧力の高い領域では硬化が

早く現れることが明らかとなりつつあります。従って、通常の血圧レベルではなく、圧力の高い領域での血管の硬さを知る方法の開発も必要と言えます。

このような背景から、我々は新たな血管機能計測法を考えました。我々が考えた方法は、腕に密閉容器を装着しその中に陰圧をかけます。すると血管周辺が陰圧になり血管が膨らみます。この膨らみ具合を見ると血管のかたさが判ります。そしてこの陰圧の大きさを色々変えることで、圧力の高い領域の血管のかたさを知ることもできます。逆に容器内を加圧すると血管の径は小さくなりますので、低圧領域の硬さを知ることもできます。一方、外圧をステップ状に変化させると筋原性収縮も測定可能です。筋原性収縮と言うのは血管壁内の平滑筋が収縮する現象です。平滑筋は引っ張られると逆に縮むという面白い性質を持っています。これは我々の体の恒常性を保つために重要な機能ですが、これを利用したということです。平滑筋の収縮を調べるため上腕に密閉容器を装着して陰圧を付加しました。すると上腕動脈は一旦、大きく膨れますがその後、筋原性収縮により細くなりました。そこで、この収縮割合が平滑筋の元気さを示すのではないかと考えました。そして、この現象を圧力依存性血管収縮 (PMC, Pressure-mediated contraction) と名付けました。平滑筋の運動量を調べる方法はそれまで無く、それを我々が考えたというわけです。



我々が開発しつつある血管機能検査装置



我々の提案する血管機能検査法

従来法の FMD (血流依存性血管拡張) と我々の開発した PMC (圧力依存性血管収縮) の両方を経時観察した例を示します。広い目で見ますと 2 つのデータは概ね逆向きの変化であるように見えます。特に FMD が低く、PMC が高かった日は、被験者に精神的なストレスがかかっていた日であり、精神状態が平滑筋の収縮能を変化させ、これにより FMD が変化する可能性が示されました。次は年齢と FMD、PMC の関係ですが、40 代以上では FMD は年齢とともに低下しますが PMC も下がります。このことは、FMD の低下は実は内皮機能の低下だけではなく、平滑筋の運動能の低下も関係していることを示唆する重要な結果で、この辺を我々はこれから調べようとしています。

その他、ステップ陰圧をかけて血管の硬さを調べることができます。PMC のように容器内に数 10 秒陰圧を負荷しますと血管の径が変わってきますが、陰圧をかけた瞬間の変化だけを見ますと血管の

受動的な硬さが分かります。加圧力が低い時の硬さ、それから倍まで一気に上げた時の硬さ、この 2 つを比較すると、加圧力が低い時は 40 歳以下の人も 40 歳以上の人も変わりません。ところが圧の高い場合 40 歳以上の人が硬く出ました。即ち、正常血圧範囲では血管の硬さはなかなか変わらないが、高い圧の領域では年をとっている人の血管の方が硬いことを示す結果で、この方法も血管機能検査として有効ではないかと考えています。

我々はこの FMD(内皮細胞機能)検査と PMC(平滑筋細胞機能)検査、また、広い圧力範囲の血管の硬さなどを調べることで、血管機能に関する超早期の安全かつ迅速な診断ができるようにしたいと、そう考えています。

了

3. 平成28年度（第54回）東山会関西支部総会報告

幹事 和田 滋憲（昭和43年卒）

1. 開催日時 平成28年11月12日（土） 15時～19時
2. 場所 大阪コロナホテル
3. 出席者等概要
 - (1) ご来賓 土屋 総二郎氏（東山会会長）
松本 健郎氏（名古屋大学大学院工学研究科 機械理工学専攻 教授）
 - (2) 東山会関西支部会員 16名（申し込み18名）
4. 講演会・総会
 - (1) 講演会 15.00～16.30 （司会：荻原稔蔵 幹事 S43卒）
講演者 松本 健郎氏（ご来賓：名大教授）
演題 「機械工学の新しい潮流：バイオメカニクス」
*（講演概要は H29年度「東山会関西支部便り」に掲載）
 - (2) 支部総会 16.30～17.00 （司会：白井良明 副支部長 S39卒）
 - (1) 関西支部長挨拶 安田幸伸 支部長(S39卒)
 - ご来賓、会員への謝辞
 - 最近の話題から
 - ・米国トランプ次期大統領当選に関し、米国のグローバル競争に勝つために政治家より実業界経営者を米国民が選択した・・・これは英国のEU離脱の件も含め私（安田）の事前予測が当たらなかった→ことほど左様に世の中の見極めがつきにくい時代に入っていると思う
 - 支部総会に積極的な参加を賜りたい
 - ・支部総会は例年11月上旬（基本的には第1）の土曜日に開催いたしますので早期に予定に入れてご参加ください
 - ・支部総会は講演や会員相互の交流で頭の活性化ひいては長生きに繋がることにもなるかと思えます。よろしく願いいたします
 - (2) 東山会会長ご挨拶 土屋 総二郎氏
 - 今年、東山会会長に就任いたしました。よろしく願いいたします
 - 東京、大阪と総会が行われ、東京は活発に、大阪は今年で54回と非常に地道に行われ何よりです。名古屋では年2回のイブニングサロンと新年会もやっております
 - 名古屋大学全学同窓会が卒業生の名簿を一元管理していく方向なので、東山会本部は同窓会名簿もそれに乗る方向で調整している

○私事ですが私は S48 年学部卒、50 年院卒の機力講座出身です。日本電装に入り、生産技術のあたりを一貫して務め副社長を務め昨年退任しました。今はお役に立てればと東山会会長になり会全体の発展に皆様のお力を頂きながら頑張っていきたい

(3)会計報告 和田滋憲 会計幹事 (S43 卒)

○別紙に基づく会計報告があった

(4)会計監査報告 安田支部長〔山田会計監査(欠席)代行〕

○会計報告の帳票等を監査した結果、適正であることを認めた

*会計報告及び監査報告は総会参加者総意にて承認された

(5)一般報告 小川 耕司 庶務幹事 (S49 卒)

○支部役員会 (6月4日、7月25日)

- ・総会開催の件
- ・清水幹事退任承認

○会員の移動等

- ・会員は減少方向
- ・ご逝去はこの1年で6名(ご冥福を祈ります)
- ・総会案内の返答状況: 発送総数240件、76通返事あり(約32%: 昨年は30%)
- ・退会または連絡できない旨の意思表示者
手島さん(S31卒)、水野さん(S37卒)、大島さん(S40卒)、
野村さん(S42卒)
- ・同期や所属後輩で所在が分かる方の情報は小川幹事までご連絡を

以上

5. 同好会報告

(1)「囲碁の集い」報告

囲碁担当幹事 白井 良明（昭和 39 年卒）

囲碁に関する今年度の世界的な話題は、AI がプロ棋士に勝ったことで、囲碁の集いでも昼食時に議論されました。AI は、2 種類の機械学習を使っています。一つは、盤面を分類する深層学習、もうひとつは、AI 同士が対決し、その時定石外の手を交えておき、勝敗に応じて各手の評価を変える強化学習です。将棋ではもっと早くコンピュータがプロに勝っていますが、それにも関わらず、藤井 4 段のためか、将棋ブームとなっています。囲碁も、ますます世界的に普及することが期待されます。

○ 囲碁の集いは偶数月に行っています。開催日は会員の都合のよい日を調査して設定しています。場所は、梅田から歩ける中央電気倶楽部で開催しています。中央電気倶楽部では、毎年、名古屋大学全学同窓会関西支部の総会が開かれています。開催時間は 10 時からで、終了時間はだいたい 3 時前後です。対局室の使用資格が限定されているので、いつも静かな雰囲気です。

○ 2016 年 8 月から 2017 年 6 月までも、予定通り偶数月に合計 6 回開催しました。なお、人によって対局数が異なるため、昨年 4 月からは優勝者を決めず、成績だけをメールでお知らせしています。

○ 会員は 12 名（卒業順に、松田保、岩田恒雄、清水義一、青山信英、古澤裕、鷲田俊司、大野玲、深谷修、兼松昭、白井良明、浅井毅、荻原稔蔵）ですが、会員の都合で、少人数の会になることが多いです。

○ 新人の入会を歓迎します。参加をご検討される方、あるいは参加の可能性のある人をご存じの方は囲碁担当幹事の白井までご連絡ください。

連絡先 e メール：ykshirai@gmail.com, tel: 06-6932-2203



中央電気倶楽部



対局風景

(2) ゴルフ同好会報告

ゴルフ担当幹事 市川 徹 (昭和43年卒)

東山会ゴルフ同好会は6月13日(火) 枚方国際ゴルフクラブで実施しました、梅雨の晴れ間快適なプレーができました。太田さん (S45 卒) が欠席、2組5名のプレーとなりました。5名のため順位賞なし、NP賞のみとなり、小川さんが2ホールゲットされました。

ゴルフ同好会メンバーの確保が課題となっていますが、地道にスカウトを続けていきたいと思います。



左から 、市川 (S43 年卒 : 幹事)、小川さん (S49 年卒)、安田さん (S39 年卒)、小田さん (S40 年卒)、伊藤さん (S42 年卒)

5. 平成28年度東山会関西支部会計並びに監査報告

会計幹事 和田 滋憲 (昭和43年卒)
 会計監査 山田 晃 (昭和33年卒)

下記内容の平成28年度東山会関西支部会計及び会計監査報告は、平成28年11月12日開催の東山会関西支部総会にて承認されました。(当支部報では 会計及び 会計監査幹事の朱印は省略しています。)

平成28年度東山会関西支部会計報告

平成28年11月1日

期間：平成27年11月1日より平成28年10月31日

収入及び前年度からの繰越金	金額 (円)	支出及び次年度への繰越金	金額 (円)
収入		支出	
1. 年会費 (50人分、振込み手数料引き)	92,324	1. 総会関係費用	121,952
2. 平成27年度総会会費	105,000	2. 支部報、総会案内制作費	45,846
3. 東山会本部援助金	30,000	3. 通信費	42,973
4. 東山会杉田会長ご祝儀	10,000	4. 会議費	9,940
5. 預金利息	94	5. 事務用品費、コピー費	2,385
		6. 旅費、交通費	0
(当年度収入計)	(237,324)	(当年度支出計)	(223,096)
前年度からの繰越金	862,281	次年度への繰越金	876,509
合計	1,099,605	合計	1,099,605

以上のとおりご報告いたします。

会計幹事 和田 滋憲

以上の報告は適正なものと認めます。

会計監査 山田 晃

6. 編集後記

- この項では近年、暗い書き出しが続き申し訳ありません。エネルギー問題、人口問題、地球環境問題、人種間抗争、・・・等々、一個人が心配してもどうなることではないのですが、明るい未来への道筋が欲しいと思っています。
1. の支部長寄稿では、今年、日本に発生した集中豪雨など異常気象災害、そして7月に発表された日本の出生数減（少子化）に関し記載されています。前世紀から続く世界人口の急増が、地球環境などに深刻な問題を惹起していると考えれば、人口減少に直面しているわが国には皮肉な現象とも言えます。
- 名大大学院工学研究科松本教授の講演録を是非お読みいただければと希望します。最近の名大工学部機械系の研究テーマは医療関係ロボット技術の開発など、医学との関連が強くなっている傾向かと思えます。今回の松本教授の“バイオメカニクス”は医学を相当研究しなければ進めない研究分野と感じました。そのあたりの深みを講演録で感じ取っていただければ幸いです。
- 大学同窓の方々との年代を越えた趣味の交流をしませんか。囲碁同好会・ゴルフ同好会に会員の皆様の積極的なご参加を期待します。（問い合わせ等は巻末の幹事名簿をご覧ください担当幹事へご連絡ください。）
- 当“東山会関西支部便り”へのご寄稿を歓迎いたします。支部報担当 和田までメールでお問い合わせ・ご連絡ください。
(編集の都合で、毎年5月末までにご寄稿頂ければ9月の発行に間に合います。)

(W 記)