



メカトップ関東

日本機械学会関東支部ニュースレター No.45 2019.1.5発行

メカの視点から研究するスポーツ

東京工業大学工学院 システム制御系 中 島 求

スポーツの祭典である東京オリンピック・パラリンピックの開催がよいよ来年に迫ってきました。スポーツは「メカ」すなわち機械工学と縁が遠いと思われる方もいらっしゃるかもしれませんが、実はそんなことはありません。日本ではスポーツ科学というと、体育学の研究者による研究分野と考えられている面がありますが、スポーツに対して機械工学が貢献できることは数多くあります。本学会でも、近年、スポーツ工学・ヒューマンダイナミクス部門⁽¹⁾が発足し、スポーツに関する研究開発を専門的に扱う機械工学研究者のコミュニティが形成されつつあります。

では機械工学のエンジニアがどのようにスポーツに関する研究開発に対して貢献できるでしょうか。まず挙げられるのは、用具などの解析・開発です。水泳における水着、陸上競技におけるシューズ、テニスにおけるラケット、ゴルフにおけるクラブ、野球におけるバット、ボール競技におけるボールなど、スポーツには多くの種類の用具が選手によって使用されます。これらの用具は狭義の意味での「メカ」ではないかもしれませんが、実体を伴い、かつ使用者であるヒトとの力学的相互作用を伴うという意味では、広義の「メカ」として捉えられます。実際、上記の用具の解析・開発においては、近年では多くの工学的手法が取り入れられています。例えば、ボール競技におけるボールは、砲丸投げの砲丸のような重い場合でない限りは、空気

力の影響を大きく受けます。野球における変化球や、サッカーにおけるぶれ球シュートなどがその良い例です。そのため、ボールに作用する流体力およびその発生原因となる流れ場の測定・解析には、流体力学的な解析手法や計測手法が有効なアプローチとなります。図1は筑波大学の研究グループによる、サッカーボールに作用する流体力（抗力）を測定するための実験装置と対象としたボールの種類です。



図1 サッカーボールに作用する流体力の測定実験装置および対象としたボールの種類
(文献⁽²⁾より一部改変)

また、機械工学のエンジニアがスポーツに対してできるもう一つの貢献として、選手、すなわちスポーツを行う人間自体の動作の分析・提案が挙げられます。いわば人間自体を「メカ」として捉えるということです。元々、機械工学ではロボット分野などで多自由度の運動機構を扱う力学的手法は体系化されていますから、それを人間に適用すれば良いわけです。

著者らの研究グループによるその実例を紹介します。著者らは研究対象のスポーツとして水泳に着目し、この15年ほど水泳の力学を研究してきました。まず著者らが行ったことは、解析ツールとなるシミュレーションソフトを作ることでした。図2に独自に開発した水泳の力学シミュレーションモデルSWUM（スワム）を示します。このモデルでは、スイマーに作用する流体力は簡便なモデル式から求められており、スイマーの身体形状や泳ぎの動作を入力データとして与えると、スイマーについての運動方程式が解かれて、泳速度などが計算結果として求まります。この開発した解析ツールを用いて、これまで様々な研究をおこなってきました。

図3にその一例として、2016年に開催されたリオデジャネイロ・パラリンピックの選手のサポート活動の一環として行った、選手の泳ぎの分析結果を示します。この分析では、選手の泳ぎをモデルに入力して解析し、結果を選手・コーチにフィードバックしました。この分析のおかげかどうかはわかりませんが、図3の二人の選手は、ともに見事メダルを獲得することができました。

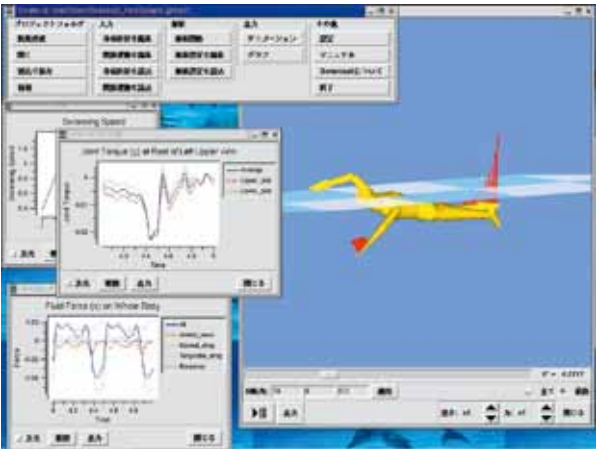


図2 著者らが開発した水泳の力学シミュレーションモデルSWUM

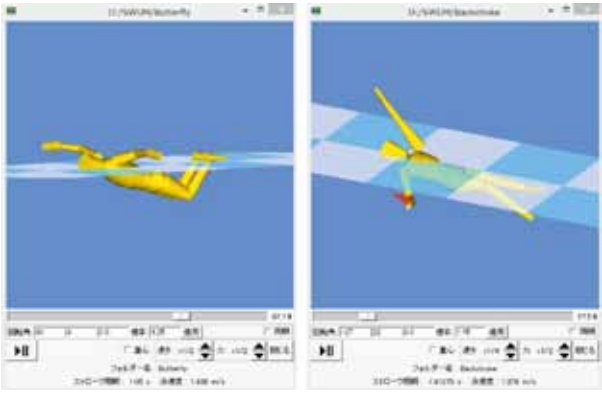


図3 リオデジャネイロ・パラリンピック選手の泳ぎの分析結果（左：バタフライ、右：背泳ぎ）

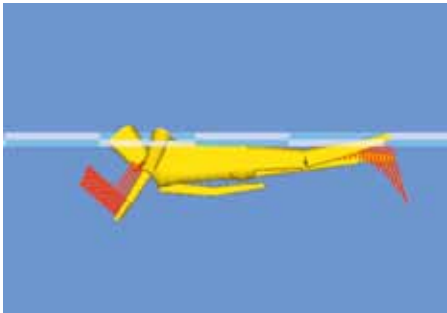


図4 右半身^{まひ}麻痺スイマーのストロークの最適化結果

本モデルができることは、実際の動作の分析だけにとどまりません。動作を変更してその結果として泳速度がいくつになるかが求まるので、動作を様々に変更してその影響を調べたり、さらにはより大規模な最適化計算も可能です。これまでに、クロールにおけるストローク（水をかく動作）の最適化計算を行い、実際の選手の泳ぎに近い動作を純粹に計算により求めることに成功しています。これを応用し、最近では障がい者スイマーのためのストロークの最適化にも取り組んでいます。これまで、片半身^{まひ}麻痺、両大腿切断、片前腕切断といったさまざまな障がい者スイマーについて、最速で泳げるストロークを求めています。図4に右半身^{まひ}麻痺スイマーのストロークの最適化結果を示します。この結果も対象の選手にフィードバックしています。今後、このような工学的な手法を用いたスポーツの研究開発は、益々発展するものと期待されています。

参考文献

(1) スポーツ工学・ヒューマンダイナミクス部門
(<https://www.jsme.or.jp/shd/jp/index.html>)
(2) Naito et al., Mechanical Engineering Journal, Vol. 5, Issue 1, Pages 17-00369 (2018)

埼玉
ブロック

若田名誉館長杯 ローバーロボット大会2018活動報告

芝浦工業大学 伊 東 敏 夫

JAXAの若田宇宙飛行士はさいたま市出身であることから、さいたま市青少年宇宙科学館の名誉館長となられ、さいたま市在住の小中学生を対象に名誉館長名を称えたロボット大会が科学普及事業として毎年行われている。今年は2018年8月26日に行われ、火星探査をイメージしたローバーロボットでサンプルリターンとレスキューの2種目のミッションを行い、2種目の合計タイムを競い合った。参加者は、事前配布されたロボットキットを使用し1チーム2名で競技を行う。大会の目的は、小中学生に、ものづくりの楽しさや難しさ、チームメンバーとの協力、他チームと競争や楽しさをロボット製作及び大会への参加を通じて体験させ科学技術への一層の興味や関心を持たせることである。日本機械学会埼玉ブロックは、この活動を支援すべく特別賞の審査と表彰を行う。審査対象は、上位4チーム以外のチームの中から、優れた作品を選定する。

競技は予選、決勝トーナメントに分かれ、2種目のミッションとも制限時間4分のタイムレースとなる。4分以内にゴールできなかった場合は残りマス数をカウントし順位をつける。2種目のミッションは、全長5.2mのコースにおいて救助者が乗った台車をゴールまで運ぶレスキューコースと発泡ポリエチレン製の障害物の中からサンプル（フィルムケース）を拾い出し、所定の場所（かご）へ運び入れるサンプルリターンコースの2つのミッションを行う。小学生の部は20組、中学生の部は24組が参加し、応募倍率は小学生が0.8倍、中学生が3.0倍だった。全チームによる予選の後、ベスト8が決勝トーナメントに進出する（図1）。

小学生の作品は、ほとんどが与えられたキットに厚紙で工作したサンプル取得部を装着させるものがほとんどだった。その中でサンプル取得部に磁石を使用してはさむ方式に工夫があったとして特別賞に選定した。中学生はクラブ単位で例年参加しているチームが多く、過去のノウハウを蓄積して工夫が随所に見られた。その中でもサンプル取得部を、多くのチームがすくい上げる構造とする中で、唯一アームでサンプルをはさむ方式のチームがあり、クローラ外側に更にアーム上のホイールを設置する等よく考えているとして特別賞に選定した（図2）。

小学生の部は、ローバーロボットのリモコン操作の習熟度で勝敗が決まる感はあったものの、努力して製



図1 小学生競技の決勝トーナメントの様子



図2 中学生の部特別賞受賞のサンプルリターン車

作していた。工作技術だけではなく、リモコン操作とチーム連携が重要なため、大会の狙い通り協力しながら競争を楽しむ大会になっていたようだ。中学生の部は、モーターや減速ギヤを改造しているチームもあり、ローバーロボットの改造度が勝敗に関わる本格的なロボット大会の様相が垣間見えた。しかしながら、リモコン操作や連携ミスが起きたりと、競争の楽しさと難しさを体感する大会になっていた。また、クラブ員の応援も多く、チーム全員で参加する大会にもなっていたようだ。

閉会式での指導講評として、埼玉大学名誉教授大滝英征先生がこれまで欧米に追い付け追い越せと頑張っていた技術開発が、失われた20年の間に中国に負けてしまったので、再び未来の若者が頑張っていて欲しいと述べられていたように、本大会に参加した小中学生が新しい時代を切り開いていくことを期待したい。

千葉 ブロック

機械工学夏季セミナーを実施して

東京理科大学 野口 昭 治

千葉ブロックでは、例年夏休み中は“機械の日”関連の活動を行ってきたが、今年度は初めての試みとして、企業の若手社員、来年就職を控えた学生を対象として、“機械工学夏季セミナー”を実施した。案としては昨年度から挙がっていたが、時期や場所の問題から実施は今年度に持ち越されていた。また、千葉を含めた各ブロックの運営は、支部からの交付金で行われているため、毎年同じような活動となっていることが多い。千葉ブロック独自の活動を始める上でも自主財源を確保できた方がよい、との考えもあって始めることになったが、どのようなステップを踏んで実施までこぎつけたかを紹介する。

まずは、“テーマをどうするか”であった。ブロック運営委員会にて、若手、学生にも理解できるような内容であること、機械技術者がよく使用するもの、などを考慮して、機械要素がいいだろうとなった。そこで、夏季セミナーの提案者でもあった昨年のブロック長（私）が、“転がり軸受の基礎”というテーマで行うことで落ち着いた。

次に問題となったのは、夏季セミナーの受講料金であった。若手や学生が対象ということで、まずは料金を安くすることにした。また、千葉ブロック主催ということで、何か特色を出したいと思い、千葉県在住・在職者に割引を考えたが、学会では会員・非会員の区別以外は認められないとのことで断念した。それでも、会場費が払えればよし、として一般非会員7000円、一般会員5000円、非会員学生2000円、会員学生は1000円と低額で受講できるような参加費設定にした（これでも最終的な収益は10万円を超えている）。

次は、申込み受付などの事務管理である。受講料金を安く設定したので、学会には頼らない運営をしないと収益が上がらないが、その分、千葉ブロックの先生方への負担が大きくなるようでは、夏季セミナーは長続きしなくなる懸念があった。しかし、この懸念はあっけなく、解消された。最近ではインターネット上で、無料で利用できる様々なアプリがあるが、イベントの概要を入力すれば参加申込みに関する集計事務処理をしてくれるアプリが存在したのである。参加料金支払い区分まで指定でき、これによって千葉ブロックの教員は当日会場で受付業務をする程度の負担で済んだ。

このような経緯を経て、夏季セミナーは2018年8月28日（火）の午後から千葉工業大学で実施された。参加者は49名（企業34名、学生15名）であり、当初の予測（50名）に近い参加者数であった。半日のセミナーであったが、参加者は非常にまじめに受講していた（講師、教室の様子を図1、2に示す）。転がり軸受に必要なトライボロジーの基礎から始まり、転がり軸受の特徴、形式・種類・構造、選定方法（寿命、精度、配列等）、取付方法（はめあい、軸とハウジングの加工精度等）、予圧、許容回転速度、潤滑剤・潤滑方法、グリース寿命、損傷事例と検出方法まで、転がり軸受に関してこれだけの知識があれば、若手技術者、新入社員としては十分と思われる内容を詳しく、そしてわかりやすく講義したつもりである。

後日行ったアンケートでは、この参加費でこの内容はコストパフォーマンスがよかった、自己啓発ができたなど概ね肯定的な回答が多かった。また、今回に続く転がり軸受の中級・上級編があったら参加したいか、については80%以上が“はい”と回答しており、転がり軸受への知識拡大意欲が高いことが認識できた。



図1 熱弁を振るう講師



図2 セミナーの様子

茨城 ブロック

電子顕微鏡試料の導電性処理について

(株)真空デバイス 吉田 壽治

1. はじめに

電子顕微鏡は光学顕微鏡に比べて、①波長が短く、②輝線スペクトルである、③分解能が高い、④焦点深度が深い、等によりあらゆる分野の研究開発、分析の道具として利用されている。その光源は電子と光を利用したものに分けることができる。光を使ったものは大気中でどんな試料でも見ることができるが、電子を使った場合は真空と観察試料の導電性が必要になる。このことは透過型電子顕微鏡(TEM)、走査型電子顕微鏡(SEM)、走査透過型電子顕微鏡(STEM)、のいずれにも言える。

光源が電子の場合、電子の流れが必要となり流れのない絶縁物では帯電現象を起こすため正確な電子顕微鏡像を見ることができない。最近の研究成果により導電性が無い試料でも電子像観察を可能にしているが、一部の汎用電子顕微鏡のみである。

2. 導電性被膜処理の方法

一般的に導電性被膜は導電性のある金属被膜を極薄に付けることが知られている、またその付け方には種々の方法と道具が考えられている。

蒸着、イオン蒸着、スパッタ、プラズマスパッタ、イオンスパッタ、CVD (Chemical Vapor Deposition) がある。電子顕微鏡試料にとっては、安く、簡単で早く出来ることが大切だが目的を明確にして、試料の性質に合った方法と金属を選ぶことが重要であり、金属は種類により性質が異なり成膜方法により原料が変わってくる。

金属の場合一般的に導電性が異なり厚くなるに従って凝集し結晶化することで粒状性が大きくなる、よって観察目的と試料の性質により金属種、方法を選ぶことが大事である。

現在当社では種々の成膜装置を製作しているが装置により使用する金属材料が異なってくる、そこで分かっているものについて記載する。

3. 金属種と導電性処理方法

電子顕微鏡で観察する時に高倍率か、低倍率かは大切なことである。高倍率であれば以下の2点が必要である。①高分解能である、②導電性が良く粒子が細かい数ナノメートル程度の金属被膜ができる。

低倍率であれば金属の選択、装置の選択に特別な配慮はほとんど必要がなく貴金属が良く使われる。

金属としては粒子の小さいものとしてオスmium、タングステン、チタン、カーボン等があり、粒子の大きな低倍用のものとして金パラジウム、白金パラジウムなどの貴金属がある、各金属によって融点、電気伝導度、常温での状態が異なりその成膜方法が異なる。当社の製品例では目的により次の様な成膜方法をとっている。

1) 高倍率観察

- ・オスmium—OsO₄ガス原料—CVD装置 (図1)
- ・タングステン—アルゴンプラズマスパッタ装置
- ・カーボン—蒸着装置 (図2)

2) 低倍率観察

- ・貴金属—空気プラズマスパッタ装置 (図3)
(金または白金パラジウム)



図1 HPC-20型CVDオスmiumコータ



図2 VE-2012型蒸着装置



図3 MSP-1S型
プラズマスパッタ装置

4. おわりに

最近絶縁物無蒸着で像の観察が可能な電子顕微鏡が開発されているが、まだ金属被膜を付けた方がコントラストが上がるという顧客の声が多く、電子顕微鏡用のコーティング装置として必要不可欠である。



製鉄用高炉の内部を探る ～ 排出 CO₂の削減を目指して～

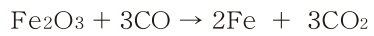
帝京大学 篠 竹 昭 彦

1. はじめに

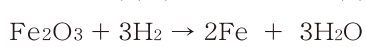
鉄は年間で日本で約 1 億トン、世界で16億トン作られています(うち中国で 8 億トン)。多くは製鉄所の高炉で鉄鉱石(酸化鉄Fe₂O₃)を還元して作られますが、高炉では石炭から製造したコークスを還元材として用いるため、鉄を1トン作るとCO₂(二酸化炭素)が1.6トン程度生成します。地球温暖化の原因とされているCO₂は年間で世界で約330億トン、日本では約13億トン排出されています(2015年)が、このうち約10%は製鉄業から出ていることになります。

2. 高炉による製鉄とCO₂削減の方法

高炉による製鉄のしくみを図1に示します。石炭やコークスを炉下部の羽口^{はぐち}から吹き込んだ高温空気で部分燃焼させて高温のCOガスを作り、酸化鉄を還元するとともに熱を供給します。酸化鉄の還元反応を簡単に書くと次の化学反応式で表されます。



高炉ではガスが安定に流れるために塊状のコークスが必要ですが、石炭やコークス(炭素Cが主成分)の一部を天然ガス(メタンCH₄が主成分)や、コークスの副産物であるコークス炉ガス(水素H₂が約60%含まれる)に代替すれば、CO₂を減らすことができます。



鉄 1 トンを作るには、石炭・コークスが約500kg必要ですが、このうち100kg(20%)を天然ガスに代替すれば、日本国内でも年間約2000万トンのCO₂排出を減らせる計算になります。

3. レースウェイの現象を推定する研究

天然ガスやコークス炉ガスを高炉で使うには、羽口から高温空気とともに吹き込む方法と、送風羽口より上方に2段羽口を別に設けて吹き込む方法があります。

羽口から高速でガスを吹き込むと、コークス粒子が吹き飛ばされて流動する「レースウェイ」という空隙領域ができます。天然ガスや水素など、空気と物性(特に密度)が異なるガスを吹き込んだ場合に「レースウェイ」の形状やサイズがどう変わり、どう吹き込めば効率よく高炉を動かせるかを探索します。実際の高炉の中は見えないので、模型実験装置(図2)を使って、粒子の流動や空洞の生成(○印の領域)を観察します。

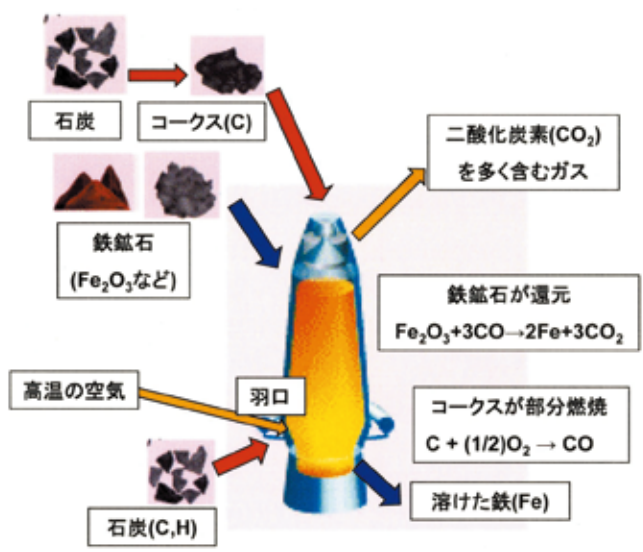


図 1 高炉による製鉄のしくみ

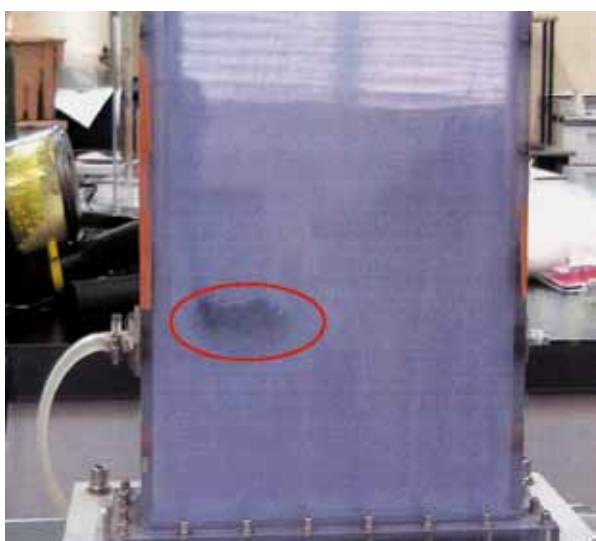


図 2 模型実験によるレースウェイの観察

模型実験では、コークスの代わりに樹脂粒子を、水素や天然ガスの代わりにHeガスなどを使っていますが、相似則の理論を用いて、実際の高炉と相似になる条件で実験を行い、縮尺比を考慮して実炉のレースウェイのサイズや形状を推定します。また、実際の高炉では燃焼の化学反応や発熱による温度変化が起こりますが、これは実験ではわからないので、燃焼モデルによる計算機シミュレーションで推定する技術の開発に取り組んでいます。



自由落下の普遍性検証実験

～ 第五の力は存在するか ～

群馬大学理工学部 潮 見 幸 江

群馬ブロックでは、理工学分野で活躍する女性研究者に焦点をあて、その研究を紹介していただいております。今回のテーマは「素粒子物理学」。極めて身近な存在でありながら、普段はほとんど意識されない「重力」について、詳細に検討されています。世界の成立ちを知る研究です。（編者記す）

「自由落下の普遍性 (Universality of free fall)」とは、重い物体（質点）も軽い物体（質点）も同じ重力場においては同じ加速度で落下するという原理で、古くから実験的に検証されてきました。広く知られているものとしては、ガリレオ・ガリレイがピサの斜塔から重さの異なる物体を落下させたという言い伝えがあります。自由落下の普遍性は「等価原理 (Equivalence principle)」とも呼ばれ、ニュートン力学及び一般相対性理論で記述される重力理論の基本原則となっています。しかし、自然界の4つの力を統一的に理解しようという理論的試みの中では、未知の力（第五の力）が存在し自由落下は普遍ではない可能性があるという示唆されています。このような背景から、現在でも可能な限り高精度で自由落下の普遍性を検証することが求められています。

自由落下の普遍性の検証手法としては、ガリレオ型落下実験以外にも様々な方法が考案されています。アイザック・ニュートンは振り子を用いた検証実験を行っています[1]。また現在では地球周回軌道上で物体を落下させる実験も実施されています[2]。下記に私が考案した検証手法のひとつ[3]を紹介します。

地球の中心には内核がありその外側には液体状の外核があり、その外側にはマントルがあると考えられています。内核は液体状の外核の中に沈んでいます。内核の密度は約 $13,000\text{kg/m}^3$ で、内核以外の部分の密度（約 $5,400\text{kg/m}^3$ ）の2倍以上です。この化学組成の異なる材質から構成されている地球は太陽に向かって落下を続けていますが、遠心力により周回運動をしています。もし、自由落下が普遍ではなく、例えば密度の大きい内核の方が早く落下する場合は、内核は太陽方向にずれます（図1参照）。質量の大きな内核が中心からずれると地上での重力が変わります。従って、地表重力を測定することで地球の内核が太陽方向にず

れていないかどうかを確認すれば、自由落下が普遍かどうかを検証できます。地表には地球物理学の研究のために超伝導重力計が約30台設置され連続観測 (Global Geodynamics Project) が行われています。地表の太陽側にある超伝導重力計と太陽と反対側にある超伝導重力計の信号を調べることによって、太陽方向に特化したずれがないかを検証することができます。この手法の検証精度は現状では約 10^{-9} 程度[3]でねじり秤を使った実験や周回衛星実験[2]には及びません。しかし、今後地表重力の測定精度が向上し、地球の内部構造が明らかになれば、より正確に検証をすることができる可能性があります。この仕組みは、地球だけではなく中心に内核と液体外核を持つ惑星全てに適用できます。

第五の力には不確定要素が多いため、この原理はありとあらゆる手法で検証される必要があります。皆様ならどんな手法で検証されますか？

参考文献

- [1] I. Newton, Principia (Motte's translation, revised by Cajori), Vol II, edited by R. T. Crawford, University of California Press, Proposition VI. Theorem VI, p.411 (1962).
- [2] J. Berge et al., Physical Review Letters 120, 141101(2018).
- [3] S. Shiomi, Physical Review D 74, 027101(2006).

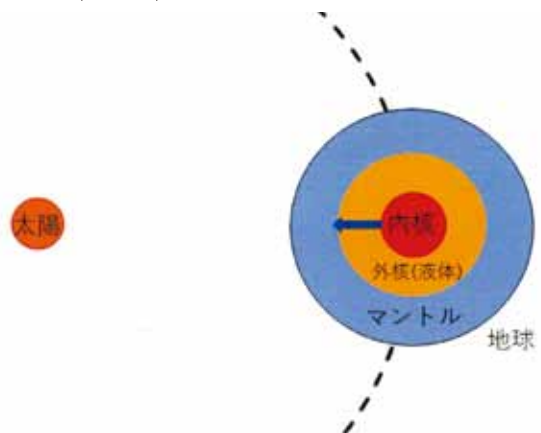


図1 地球を用いた自由落下の普遍性検証実験の概念図
自由落下が普遍ではなく、重い物体が早く落下する場合、密度の高い内核が相対的に太陽方向にずれる。その結果、地上での重力が変化する。



ブロック型教材を使った高校生向けロボット体験授業 ～ 機械分野への興味の種を植える ～

山梨大学 牧野 浩二

ロボットの面白さを伝え、機械・電気・情報系などの志望への裾野を広げる目的で高校生を対象に「メカパイロット」というイベントを行っています。これはプログラムができるブロック型教材を用いたロボット体験授業で、平成21年から毎年開催しています。

授業時間は45分×3単位あり、高校生にとっては長時間の体験授業ですが、ロボットを作るための技術をすべて体験するには短い時間です。機械・電気・情報のすべてを体験してもらうため、この体験授業では、市販のブロック型教材を用いています。また、製作時間の都合上4～5人で1つのロボットを製作します。

モノづくりを体験するだけでなく、授業要素として何かしらの原理を知ってもらいたいと考えています。高校生はプログラムを学ぶ機会がありますし、モータをつければタイヤが回することは想像がつきます。そこで、最初の1単位は日常生活ではなかなか体験しにくい、センサの説明を重点的に行っています。この教材には4種のセンサ（接触、光、音、超音波）が梱包されています。それらのセンサがどのように使われているのかを例示してイメージを付けた後、どのような原理で動いているのかを説明しています。例えば、超音波を用いた距離センサは音の反射時間を計測していることを説明します。そして、このセンサでは長い距離は測れますが、近い場合は反射までの時間が短くなりすぎてしまうため、マイコンが処理できなくなることが原因で計測できないことを伝えます。これらの授業の時にも座学になりすぎないように、1つのセンサの説明が終わると「立ち上がりて」センサの動作を体験します。最初は恥ずかしがったり戸惑ったりしているのですが、うまく誘導すればガヤガヤとしながらいろいろ試してくれます。体験授業では原理説明であっても体験することが必要だと考えています。

センサの原理説明後の2単位では、ゴルフロボット製作を行います。これは図1に示すような2つの移動用モータと1つのゴルフスイング用モータを備えたロボットで、超音波センサと光センサを備えています。ロボットは移動してボールとの距離を適切に保った位置に停止した後、置いてあるボールが青か赤かを判断し、赤ならばゴルフスイング用モータを回すことでボールを飛ばすロボットです。基本的にはロボットは説明書通りに作ります。そして、ティーチングアシスタ

ントの補助を受けながらプログラミングはグループで考えながら行っています。



図1 ゴルフロボットの製作

全員がロボット製作及びプログラミングの双方を体験し、動作確認まで行えた後で、時間的に余裕のあるグループは図2のようなライントレースロボットへの改造も行いました。



図2 ライントレースロボットへの改造

イベント終了時のアンケート（回答数64名）では、ほとんどの生徒にロボット製作を楽しく感じたと回答していただきました。参加生徒の将来の進路希望分野は多岐に渡りますが、「メカパイロットを通して機械に少し興味が出た」と答えた生徒が37名おり、「以前から機械に興味がある」と答えた生徒と合わせると59名が機械分野に興味を持てたと回答していただきました。山梨ブロックでは、このような機械分野への興味の種を植えるための活動を継続的に行っています。

東京 ブロック

ロボット安全と最近の動向 ～ ロボットと人間は本当に共存できるのか ～

明治大学名誉教授 向 殿 政 男

1. 産業用ロボット

我が国は、ロボット大国といわれている。事実、図1で示すように生産現場では、産業用ロボットがモノを作っている。ここには人の姿は見当たらない。人がロボットから隔離されているのである。この時の安全原則は、隔離の安全（人とロボットは隔離）、停止の安全（人が近づくときにはロボットは停止）である。同一機種の大量生産ではこれは効率が良いかもしれないが、多品種少量生産ではこうはいかない。第一、ロボットでも修理や保守・点検、教示等では人とロボットは一緒にいることは避けられない。



図1 産業用ロボット（トヨタ自動車提供）

2. 産業用ロボットと人間の共存

エネルギーの大きなロボットと人間が一緒にいるのは極めて危険である。従って、修理・保守・点検等の場合や、人間とロボットとが一緒に共同で作業する協働ロボットのためには、エネルギーを下げる、熟練者しか近づけさせない、リスクアセスメントをして許容可能なリスク以下になっていないと作業をさせない等の管理的な手法が主として用いられている。しかし、これらはなかなか徹底しないので、事故が避けられない。このままでは、危なくてロボットは暮らしの中に入ってこれない。

3. 最近の動向：協調ロボット

AI、IoT、クラウド、ビッグデータ等のICTの発展のお陰で、すべてがスマート化（ICT化）に向かっており、ロボットもスマートロボットが検討されている。そこでの安全の原則は協調安全である。人、モノ、環

境がデジタル情報を共有して、全体で協調して安全を確保する考え方である。この新しい安全の技術はSafety2.0とも呼ばれている。ロボットも知能をもって対応することにより、人間とロボットとが協調して安全に仕事ができるようになることが期待される。ここまでは産業用ロボットの話であるが、スマート化により、現実的に私たちの身の回りにロボットが入ってくることになる。

4. 暮らしへのロボットの導入

産業用ロボット⇒サービスロボット⇒家庭用ロボット⇒暮らしのロボット（図2）とスマート化でロボットが身近に入ってくる時代はすぐそこだ。その時の安全は、エネルギーによる身体的な傷害から人間の心や思想の問題、社会的変革による混乱の問題等へと広がっていく。ロボットと人間の共存の原則として、私は「ロボットはあくまでも人間の力や能力を拡大する機械であり、人間の幸せを実現するための道具である。主人公はあくまでも人間であり、ロボットの電源を切る権利を人間は持つべきである」と考えている。ロボットもAIと同様で、良い人が使えばよい道具、悪い人間が使えばとんでもない道具になる。最悪が戦争用の兵隊ロボットだろう。

アシモフのロボット3原則はよく知られているが、鉄腕アトムにもロボット法があるのはあまり知られていない。その中に、ロボットは海外に行ってはならないという項目がある。最初は不思議に思ったが、今になって兵隊ロボットの海外派遣のことかと気が付いた。ロボットと幸せに共存するためには、我々市民の倫理観がますます重要な時代になる。

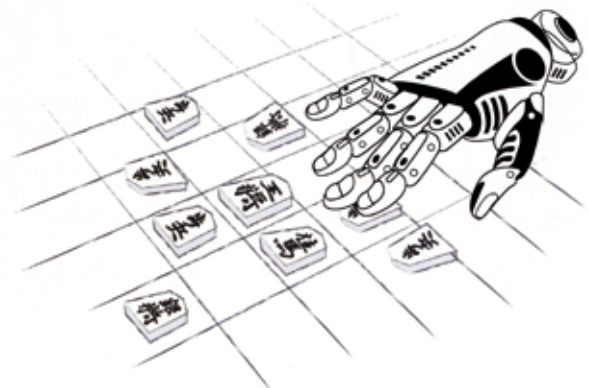


図2 暮らしの中のロボット（日本規格協会提供）

神奈川 ブロック

東海大学海洋調査船で体験する海外研修航海

東海大学 森 下 達 哉

1. はじめに

東海大学の海外研修航海は、1968年に始まり2019年には第50回目を迎える特徴ある教育プログラムとなっている。回ごとに航海のコースは変わるため寄港地は70を数えるまでになっており多様である。海外研修航海として回を重ねるごとにプログラム内容は洗練されてきている一方で、伝統として受け継がれているところも数多くある。本稿では、筆者が参加した第49回海外研修航海について紹介する。

2. 東海大学海外研修航海の概要

海外研修航海では、本学所有の海洋調査研修船「望星丸」（遠洋／国際航海旅客船・国際総トン数2174トン、図1）で各地を訪問する。国際交流、外洋航海、船上生活を通じて研修学生に、異文化理解や環境保護、協調性の大切さなどを実践的に学ぶことを研修航海の目的としている。第49回研修団は、東海大学の全てのキャンパスから応募し選考された研修学生98名、医師、看護師を含む引率教職員14名、望星丸乗組員27名、航海学専攻の実習のため乗船する練習学生18名の計157名で構成された。

今航海では、図2に示す通り、2018年2月中旬横浜を出港し、南太平洋方面の4か国に寄港した後、2018年3月末清水に帰港という全42日間の航程であった。途中赤道、180度経線を通じた（往復）。

航海期間中アピアでは、サモア国立大学を訪問して学生交流を行ったり、望星丸にトゥイラエパ首相をはじめとした政府関係者や大学関係者を招待して船上パーティーを催した。マジュロ出港後小笠原諸島到達の頃、乗船している4年生を対象に洋上卒業式を挙行了した。



図1 ポートビラで停泊中の調査研修船「望星丸」

他にも、天候条件が良い時に行う天体観測や、イルカ、クジラとの遭遇など乗船中ならではの経験もできた。どのイベントも学生には刺激的で思い出深い内容となったようである。船酔いや狭い船内での集団生活を経て40日後に帰国すると、学生達は目に見えて逞しく成長していることがわかる。また、引率教職員にとっても、それぞれ本務に戻った時にプラスになる経験が得られており、大変有意義な研修となっている。

3. 東海大学海外研修航海と機械工学の関わり

本研修プログラムは理工系学生のみを対象とするものではないが、船舶を使用するという研修の性格上、機械系学生の興味関心を呼び起こす場面に遭遇する機会が数多くあると感じる。

乗船1カ月ほど前に行われる参加者を対象とした事前研修では、整備中の望星丸を三保造船所のドックで見学できる。望星丸のみでなく、造船所内を見て回れることは機械系の学生にとってみればいろいろな知見が得られる機会である。望星丸乗船後では、通常の旅客としては立ち入ることができない機関室や、スクリュウ回転軸、舵の駆動部など、まさに機械の働き、仕組を見学させて頂き、じっくり観察することができた。

4. おわりに

本稿では、東海大学の海外研修航海の一部を紹介させて頂いた。内容に興味をお持ちの方がいらっしゃったら、下記のURLをご覧ください。

<http://ship.pr.tokai.ac.jp/49/>

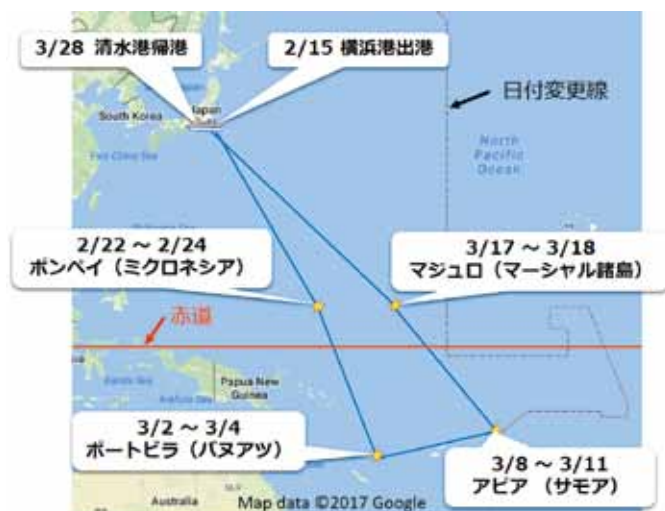


図2 第49回海外研修航海の日程と訪問国

関東支部第25期総会・講演会および 関東学生会第58回学生員卒業研究発表講演会のお知らせ

支部運営会・実行委員会

関東支部および関東学生会では、上記総会および講演会を「千葉工業大学」にて開催いたします。特別講演、オーガナイズドセッション、一般セッション、機器・カタログ展示を企画し、機械工学に関係する研究者と技術者が一堂に会して議論する場を提供します。

今年は、卒業研究発表講演会・総会を初日に、一般講演会は両日実施することに致しました。また、両講演会の講演論文集は昨年よりオンラインで配布する方

式になり、ダウンロードサイトからダウンロードして頂くことになります。

支部講演会では、若手会員の中から優れた講演者に対して、日本機械学会から若手優秀講演フェロー賞を、関東支部から若手優秀講演賞を贈ります。また、卒業研究発表講演会では、優れた発表者に対してBPA (Best Presentation Award) を贈ります。皆様の一層積極的なご参加をお待ちしております。

- 開催日 第25期総会・講演会 2019年3月18日(月)、19日(火)
 第58期学生員卒業研究発表講演会 2019年3月18日(月)
- 会場 千葉工業大学 (千葉県習志野市津田沼2-17-1)
- 企画 支部総会、支部講演会、関東学生会総会、学生員卒業研究発表講演会、機器・カタログ展示
- WEBサイト 第25期総会・講演会 <https://www.jsme.or.jp/conference/ktconf19/>
 第58期学生員卒業研究発表講演会 <https://www.jsme.or.jp/kt/sotsuken/58thGakusei.html>
- 問合せ 日本機械学会 関東支部事務局 (12ページ参照)

会場（千葉工業大学）の紹介

実行委員長 菊池 耕生（千葉工業大学）

千葉工業大学は、1942年に創立された「興亜工業大学」を前身として1946年に現在の名称になり、2019年には創立77周年を迎える歴史の長い私立工業大学です。現在は、津田沼、新習志野、東京スカイツリータウンにキャンパスを持ち、5学部17学科、3研究科8専攻に約1万人の学生が在籍しています。「世界文化に技術で貢献する」という建学の精神の下、これまでにたくさんの卒業生を輩出して来ました。また、未来ロボット技術研究センター（fuRo）や、惑星探査研究センター（PERC）の他、5つの独立した研究機関を持っています。2011年3月に発生した東日本大震災によって被害を受けた福島第一原子力発電所内部調査は、fuRoが開発したクローラ型ロボットQuinceによって事故後早々に実施されました。その後、東京電力との共同研究が始まり、開発機は、Rosemary、Sakura、櫻式號へと繋がっていきます。また、PERCでは、国際宇宙ステーションにおいて流星観測プロジェクトが進められており、超高感度CMOSカラーハイビジョンカメラが日々宇宙から流星群を観測しています。小惑星サンプルリターン計画「はやぶさ2」プロジェクトにも携わっています。

千葉工業大学の機械系学科は、大学設立当初から設置され、その後、改組による名称変更を経験しながら、2016年からは、工学部機械工学科、機械電子創成工学科、先端材料工学科、先進工学部未来ロボティクス学科となっています。ものづくりに力を入れている大学であり、解析センターや工作センターなどの設備の他、CAD/CAM/CAE用ソフトウェアも充実しています。学生フォーミュラ、ロボカップなどでも活躍しています。

さて、上記両講演会が開催される津田沼キャンパスは、JR総武線津田沼駅のすぐ目の前、新京成線津田沼駅からも歩いて数分。東京駅からも30分です。20階建てのツインタワーからは、東京スカイツリー、富士山、筑波山、東京湾まで見渡すことができます。夏は花火、夜は夜景が綺麗です。皆さん、この機会にぜひ、総会・講演会、学生員卒業研究発表講演会にご参加ください。初日予定の懇親会では、習志野市の名物食材を取り揃え、スタッフ一同丸となって歓迎いたします。

なお、津田沼はラーメン屋激戦区。ぜひ、こちらも堪能ください。

関東学生会 2018年度学生交流ツアー

—— 産業の夜明けから宇宙まで ——

関東学生会幹事運営委員 田中将太(委員長)、高野裕樹(幹事)、尾内成美、新井健汰、内田智啓、
浅利朋生、坂本和陽、渡部英樹、塚本拓野、望月優至、高橋慶伍

関東学生会では、2018年8月21日から22日の二日間にわたり、学生交流ツアーを行いました。個人ではなかなか訪れる機会のない、機械工学に関連する現場や工場の見学と、宿泊を通して関東学生会の交流を図ることを目的とし、学生会が企画・開催しています。本年は、JR高崎駅集合・解散で、関東の大学6校12名の学生で開催され、ハッ場ダムと富岡製糸場、そしてIHIエアロスペース富岡事業所を見学しました。

○ハッ場(やんば)ダム

一日目は、ハッ場ダムについて説明を受け、工事現場を見学しました。ハッ場ダムは、群馬県北部を流れる利根川水系吾妻川において建設中の多目的ダムで、2009年政権交代の際に事業中止が話題となりましたが、私たちが訪れた際にはダム本体が8割ほどの高さまでできあがっていました。ダム工事の現場や、ダムの完成により水没する土地や線路を歩き、ダムにメモリーストーンを埋め込むという貴重な体験をしました。



夜は、川原湯温泉・丸木屋旅館に宿泊しました。川原湯温泉は、ダム完成後には水没してしまう地域にありましたが、移設され新たな街がつけられています。温泉につかり旬の地元食材

を活かしたすばらしい食事を囲みながら、学生同士の交流が広がりました。ダム完成後の再訪を、参加者全員楽しみにしています。

○富岡製糸場

二日目の午前、日本近代化の幕開け・世界遺産の富岡製糸場を見学しました。富岡製糸場は明治5年、生



糸を大量生産し外貨を獲得するための器械式製糸工場として建設され、昭和62年まで115年間一貫して生糸を生産してきました。見学では、工女の生活や日本の高温多湿の気候を踏まえた工場設計についてVRゴーグルで体験しました。創業当時から動力源として使われていた蒸気機関ブリュナエンジンの復元機は、残念ながら運転されていませんでしたが、その大きさは迫力がありました。現在生糸の生産はほとんど外国に移っていますが、自動繰糸機の仕組みは富岡製糸場のものが使われているそうで、私たちもこのような息の長い優れた技術を開発していきたいと思いました。

○(株)IHIエアロスペース 富岡事業所

二日目の午後は、(株)IHIエアロスペース富岡事業所を見学しました。同社はロケット飛行体の開発・製造を行っており、日本の航空宇宙分野のパイオニアです。会社紹介をしていただいた後、展示室にて日本の宇宙産業の始まりともいえるペンシルロケットから、はやぶさや最新のロケットについて、詳細な解説と開発にまつわるエピソードに興味深く伺うことが出来ました。日本の航空宇宙産業のこれまで発展と今後と展望について、深く知る良い機会となりました。



○おわりに

関東学生会交流ツアーは、学生会幹事運営委員による学生主導の企画行事の一つとして2014年から始まり、今年で5回目です。この企画の特徴は、見学先の選定・依頼、移動手段、懇親会の設定に至るまで、すべて学生が主体となって運営していることにあります。文字通り「学生による学生のための」企画として有意義に続いてきております。今後も訪問先やツアーの内容を学生員自らが吟味して、意義深いかつ楽しい行事として継続していければと思います。最後に、本交流ツアーにご協力を頂きました関係各位に深く感謝申し上げます。

編集委員

松本 宏行(委員長、ものづくり大学) 五味 健二(東京ブロック、東京電機大学) 下笠 賢二(茨城ブロック、筑波技術大学)
松村 隆(支部運営委員、電気通信大学) 金田 徹(神奈川ブロック、関東学院大学) 日下田 淳(栃木ブロック、小山工業高等専門学校)
小林 健一(支部運営委員、明治大学) 新藤 康弘(埼玉ブロック、東洋大学) 荒木 幹也(群馬ブロック、群馬大学)
小山 泰平(支部選出委員、東芝インフラシステムズ(株)) 塚原 隆裕(千葉ブロック、東京理科大学) 石田 和義(山梨ブロック、山梨大学)

日本機械学会関東支部ニュースレター『メカトップ関東 No.45』

Mecha-Top KANTO No.45

News Letter of the Kanto-Branch, The Japan Society of Mechanical Engineers

発行年月日： 2019年1月5日 印刷製本： 株式会社 大間々印刷

発行者： 〒160-0016 東京都新宿区信濃町35 信濃町煉瓦館5階

一般社団法人 日本機械学会・事務局内 日本機械学会関東支部

TEL 03-5360-3510 FAX 03-5360-3508 ホームページ <https://www.jsme.or.jp/kt/>