



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.47 2020.1.5発行

水中浮遊式海流発電システムの実海域実証試験

株式会社 IHI 技術開発本部 プロジェクトセンター 長 屋 茂 樹

我が国が有する領海・排他的経済水域（EEZ）は世界第6位の広さを誇り、このEEZにおける海洋再生可能エネルギーの利用は、温室効果ガスの排出抑制や、エネルギー安全保障の面からも積極的な推進が求められています。中でも、日本近海を流れる黒潮は世界的にも有数の強い海流であり、約200GWと膨大なエネルギーが賦存^{ふぞん}すると試算されていることから、この黒潮からの発電を可能にすることによって、我が国にとって非常に有用な再生可能エネルギー源となることが期待されています。

（株）IHIでは、海流から低発電コストで効率良く発電する装置として水中浮遊式海流発電システム（図1）の研究開発を国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の事業として2011年度から開始して、2017年夏に黒潮海域での発電実証試験に成功しました。本稿ではその概要について紹介します。

海流発電を実現するのに適した海流の特徴は、昼夜や季節による流れの速さ・向きの変動が少なく、東シナ海や太平洋の沖合の幅約100kmにおよぶ大きな流れが、海底水深数百mの海域の海面に近いところを流れていることが挙げられます。このような海流からの発電を行うために、水中浮遊式海流発電システムは以下の特徴を持っています。

（1）安定した海流エネルギーを利用することで、再

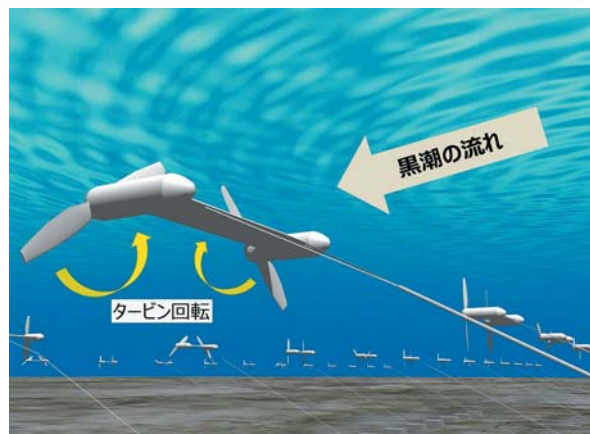


図1 海流発電ファーム イメージ

生可能エネルギーとしては非常に高い60%以上の設備利用率を実現することを目標としており、ベースロード電源として安定した電力供給も期待できます。

（2）発電装置を係留索^{けいりゆうさく}で海底から係留し、海流によってあたかも“風”のように海中に浮遊させます。係留索を伸ばすことで大水深域での設置にも簡便に対応できるため、設置可能海域を広く設定することができ、多数の発電装置を設置する大規模発電ファームの展開が可能です。

また、すべて海中にあるため波浪の影響を受けずに安定した水深での運用が可能となり、船舶の航行にも支障を及ぼしません。さらに簡便な係留が可能となることから海上設置が容易であることも、海上作業やメンテナンスにかかわるコストの低減に寄与します。

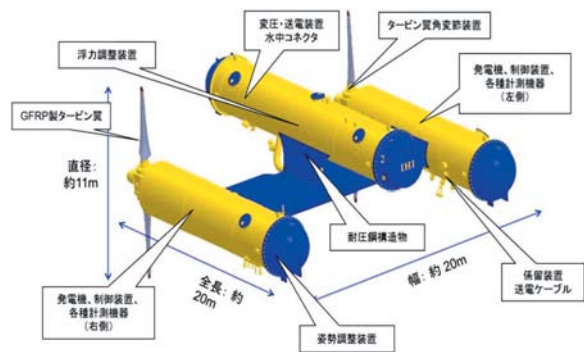


図2 100kW実証試験機「かいりゅう」の概要

(3) 互いに逆回転する2基のタービン水車を連結することで、タービンの回転に伴う回転トルクを相殺でき、海中で安定した姿勢を保持して、効率的な発電が可能とします。

(4) 保守整備時には、タービンの向きと浮力を調整することで、必要に応じて海上に浮上させることができるため、メンテナンスや修理が容易です。

これらの特徴を備えた水中浮遊式海流発電システムの実機は、1機あたりの発電出力2MW (1,000kW×2基) を想定し、それらを多数設置する大規模海流発電ファームでは、NEDO事業の設定目標である発電コスト¥20/kWh以下を達成し、他の発電方式とも発電コストで比肩し得る発電システムの実現を目指しています。

2011年から開始した水中浮遊式海流発電システムの要素技術開発の成果を活用して、実際の黒潮流域での発電実証試験を2017年の7月から8月にかけて実施しました。本実証試験のために、実機と同様の機構・構造・材料等を用いた、タービン直径が実機の約1/3スケールの実機実証試験機(図2および図3、十島村小中学生からの公募により「かいりゅう」と命名)をIHI横浜事業所で開発・建造しました。

この「かいりゅう」は、本体全長および全幅が約20m、重量約330トンの水中浮遊式浮体で、各種機器を内蔵する3つの水密・耐圧容器(ポッド)を連結した構成になっています。左右のポッド後端にはタービン直径11mで3ノットの流れから左右合計で定格出力100kWを発電可能な、翼角可変機構付きの水平軸式タービン水車を備えています。中央のポッドには浮力を調整する機構や送電機器等を搭載しており、海中での発電時は、変動する外部環境に応じて本機の深度や



図3 100kW実証試験機「かいりゅう」



図4 口之島沖に設置中の「かいりゅう」

姿勢、発電性能や非常時の対応などを、内蔵する制御装置により自律制御します。事前におこなった曳航による試運転で、計画通り出力100kWを発電できることや自律制御により安定して浮遊することを確認しました。

続けて実施した黒潮海域での実証試験は、内閣府総合海洋政策推進事務局が海洋エネルギー実証フィールドに認定した鹿児島県トカラ列島十島村の口之島北方海域を試験海域とし、口之島の沖合約5km、海底水深約100mの黒潮が流れる海域に「かいりゅう」を係留設置して発電試験を行いました(図4)。この実証試験の試験期間中には最大2ノットの流れがあり、そこから約30kWの発電を達成するとともに、実際の黒潮の流場特性やその中での浮体の浮遊安定性、実海域での設置・運用作業等の貴重なデータを得ることができました。このような100kW級の海流発電装置を実際の海流域に設置しての発電は世界で初めてです。

今後は長期実海域運転試験や、再生可能エネルギー源としての黒潮の調査・研究を進めることによって、2020年代に海流発電システムの実用化を目指しています。

HIP(熱間等方加圧)処理について

金属技研株式会社 茨城工場技術課 石 崎 博 之

1. HIP処理とは

HIPとは、Hot Isostatic Pressingの頭文字を取った略称であり、日本語では熱間等方加圧と訳されている。この処理は、加熱ユニットが内蔵された高压容器内に処理物を装入し、加熱とガス導入により、装入物を高压と高温下で処理する技術である。このHIP処理を行うための装置をHIP装置といい、図1のような構造となっている。

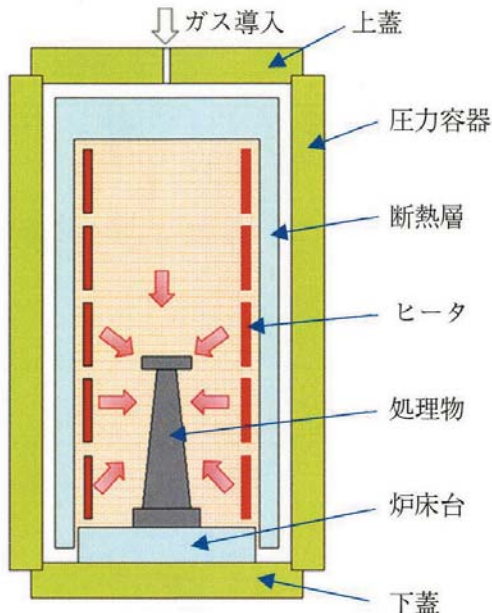


図1 HIP処理装置の構造

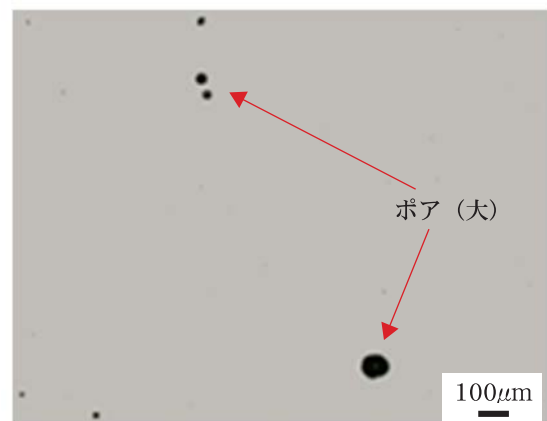
2. HIP処理の特徴

HIP処理では圧縮ガスにより外表面の全方位から均等に加圧されるため、製品が一方向に変形することなく等方に収縮する。このため材料を塑性変形させるために必要な力を大きく超えて加圧することができる。このような特徴を生かして精密鑄造品の空孔除去、粉末焼結、拡散接合などの処理が行われている。

3. 積層造形とHIP処理

近年、積層造形技術の飛躍が目覚ましい。金属粉末を電子ビームやレーザービームで熔融して積層させる技術であるが、ビーム径を小さく、高出力とすることで、高精度でかつ高密度な造形が可能となっている。造形されたものは99%以上の相対密度が得られ、一般的な工業製品として使用ができる。しかしながら、医療分野や航空分野などといった信頼性が求められる製品

では、さらに高い品質が求められる場合がある。その場合にHIP処理を行うことで内部欠陥を除去し、信頼性が高い部品にすることができる。電子ビームを使って積層造形したTi-6Al-4V材に対し、HIP処理を行った事例を紹介する。図2に電子ビーム(EBM: Electron Beam Melting)で積層造形を行ったサンプルのHIP処理前後の組織観察結果を示す。HIP処理前では大きなポア(空孔: 欠陥)が観察されたが、HIP処理後ではポアが微細となっていることがわかる。より最適なHIP処理条件を選定することで、ポアをさらに減少させることが可能であると考えられる。



(a) HIP処理前



(b) HIP処理後

図2 HIP処理前後の積層造形品の組織

4. おわりに

近年注目されている積層造形技術であるが、HIP処理と組合せることでよりポアが減少し、積層造形品の信頼性が向上することがわかった。今後、さまざまな分野で本手法が使用されることを期待する。

栃木 ブロック

AEセンサを利用した機械材料のヤング率評価

小山工業高等専門学校 伊澤 悟

機械を設計する際に、機械や構造物に使用する材料が壊れないで機能を果たすために、機械に使用する材料（機械材料）の強度を予め把握しておく必要があります。この材料の強度を評価する方法として材料試験があります。材料試験の種類には、引張試験、圧縮試験、曲げ試験、ねじり試験などのさまざまな試験があり、それぞれJISによって試験方法が定められています。材料試験は、機械や構造物と同じ材料で作製した試験片を実際に破壊するので、材料の強度を直接評価することができます。

鉄（軟鋼）を引張試験すると応力（単位面積あたりの荷重）とひずみ（単位長さあたりの伸び）の関係が図1のような挙動を示します。試験結果からは、例えば引張強さ（最大荷重点）において強度が500MPa程度あることが分かり、この場合、直径10mmの試験片を破壊するのにおよそ40kNの荷重が必要になります。

他の機械材料の評価方法として、非破壊検査と呼ばれる、材料を直接破壊しないで機械の健全性を評価する方法があります。非破壊検査では、X線、赤外線、超音波などを利用して、材料内の欠陥を発見したり、材料の変形の状況を計測したりすることができます。

この非破壊検査の中に、AE（アコースティックエミッション）法と呼ばれる方法があります。AEには「音の放出」という意味があり、材料が破壊するときに発生する弾性波をAEセンサで感知して機械や構造物が安全かどうかを評価することができます。AEセンサは、弾性波がセンサ内部の圧電素子に伝わり、電気信号に変換される圧電効果を利用しています。AE法では、あらかじめ土砂崩れの起きそうな山や破壊の想定される構造物にAEセンサを設置しておき、土砂崩れやき裂が発生する際のAE波形の変化によって内部をモニタリングして、破壊の兆候を計測します。

ここで、図2に示す、AEセンサを利用した材料のヤング率（縦弾性係数）を評価する研究について紹介します。ヤング率というのは、ばねのばね定数に相当するもので、機械に用いる金属やプラスチックなど材料の種類によって特定の値をもつ、外部からの負荷に対する材料の伸びの割合のことです。ヤング率は、縦軸に応力、横軸にひずみを取ったグラフの傾きに相当し、鉄（鋼）材料は種類によって、200GPa～210GPa程度の値をもちます。アルミニウムのヤング率は鉄の

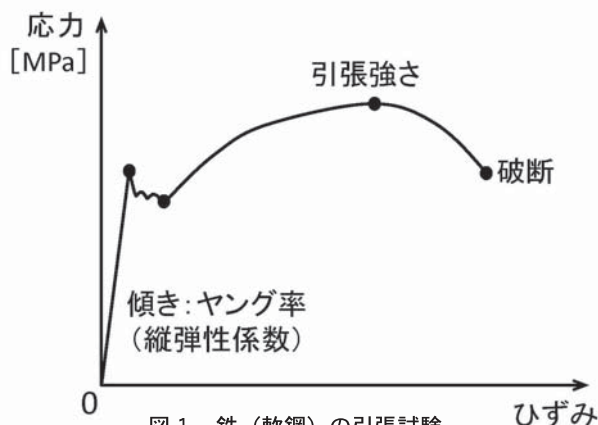


図1 鉄（軟鋼）の引張試験



図2 AEセンサ実験装置

約1/3であることから、同じ荷重を加えるとアルミニウムは鉄の約3倍伸びることが分かります。

ヤング率の計測は、材料試験中にひずみゲージや伸び計を用いて、材料の変形と荷重の関係を精密に計測することが一般的ですが、この研究では材料に音を意図的に発生させて、その音からヤング率を測定します。これは、材料中を伝わる弾性波の速度が材料によって異なり、材料の密度やヤング率と密接な関係があるという性質を利用するものです。このことは、材料中を伝わる弾性波を計測することができれば、その材料のヤング率を計測できることを意味します。この研究では、発射装置から発射した金属球の衝突により試験片に弾性波を発生させて、AEセンサを用いて弾性波の伝わる速度を求め、ヤング率を評価する方法について検討を行っています。上記の法則を利用すると、簡単な計測機で場所を選ばないでヤング率を計測することができます。



日本での研究活動を通じて ～ CASE時代の次世代モビリティシステムの設計 ～

群馬大学理工学府 ゴンザレス ファン

私はコーヒーで有名な南米のコロンビア共和国出身で、コロンビアのコーヒーを飲みながら日本のわらび餅を食べるのが大好きです！2007年にコロンビア国立大学の機械工学部を卒業し、2009年に同じくコロンビアにあるアンティオキア大学でエネルギー学の修士課程を修了しました。コロンビアでは、他の発展途上国と同様、産業部門および輸送部門で使用される燃料の品質が完全ではなく、大気汚染の原因となっています。修士課程在学中、産官学連携プロジェクトとして、地元の中小企業用に低コスト高効率の炉の開発に参加しました。しかし、当時は残念ながら開発した炉を販売までこぎつけることができませんでした。やはり、環境にやさしい技術をいくら開発しても、その普及のためには、経済や社会、そして政治などの視点が重要だと感じました。これが私がのちにエネルギー・経済モデルの研究を進めていく動機となりました。

修士課程を修了後、日本政府から文部科学省奨学金をいただいて、東北大学の博士課程において、2009年から2013年まで、自動車の軽量化と燃料シフトからみた開発途上国の省エネルギーに関する研究をしました。その後2013年4月から現在まで群馬大学の知能機械創製部門で助教の仕事に従事し、2017年8月から現在まで群馬大学の次世代モビリティ社会実装センターの助教の仕事もしています。私の研究分野は、エネルギー経済モデルを用いた次世代モビリティシステムの設計です。

1900年代初頭の内燃機関自動車の導入は、道路交通部門に革命をもたらし、高速かつ快適で独立した運送方法を提供しました。その時から内燃機関自動車は世界中で普及しました。しかしながら、内燃機関自動車の最大の欠点は温暖化ガスおよび汚染物質の排出量です。世界の交通部門の中で、内燃機関自動車が一番多くのCO₂を排出します。

電気、燃料電池、電動モータ等における技術的改善およびコスト削減のため、電動自動車の普及が始まりました。これはAI (Artificial Intelligence 人工知能) とIoT (Internet of Things モノのインターネット) の進歩と統合して、道路交通部門にCASE (Connected コネクテッド、Autonomous 自動運転、Shared 共有、Electric 電動化) と呼ばれる大きな革命を引き起こしています。私はCASEと軽量化とがエネルギー消

費量、材料消費量、CO₂排出量、コストにおよぼす影響を研究しています。図1が示すように、CASE自動車がマーケットシェアで普及すると道路交通部門のCO₂排出量が変化するだけではなく、産業部門、商業部門、家庭部門にも影響を与えます。

近い将来、MaaS (Mobility as a Service)が日本における電動自動車普及におよぼす影響を研究したいと考えています。MaaSは、タクシー、バス、自転車などのさまざまな交通手段をIoTプラットフォームを介して一つのモビリティサービスに統合することであり、利用者はスマートフォンからこのサービスにアクセスできます。この研究を通して、次世代モビリティシステムの設計に貢献していきたいと考えています。

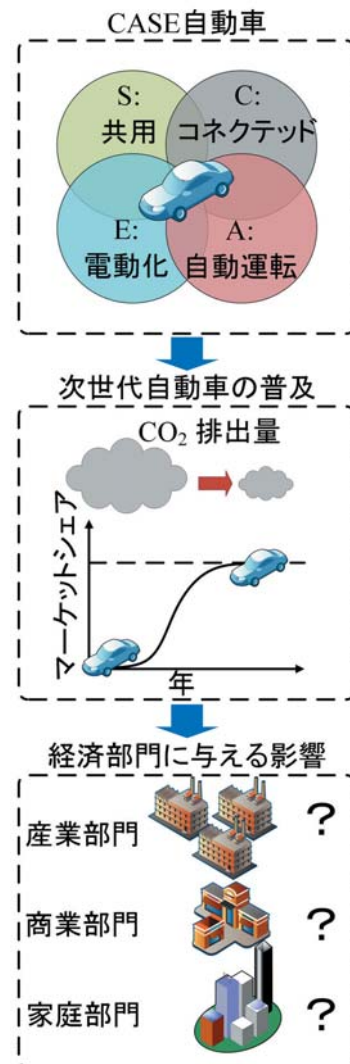


図1 CASEが日本の経済部門に与える影響



新規免疫測定技術のためのナノマイクロシステム 研究開発の取り組み

山梨大学 浮田 芳 昭

‘免疫’と聞くと「機械学会でそんな研究やってるの?」と思われる方もいらっしゃるかも知れませんね。私たちの研究についてお話す前に、まずは免疫のおさらいをしておきましょう。免疫とは病原菌が体の中に入ってきた時に、これを排除して体を健康な状態に保とうとする仕組みのことです（実際はもっと複雑なようですが）。この仕組みの中で活躍する物質に抗体と呼ばれる分子があります。読者の皆さんも聞いたことがあるのでは無いでしょうか？例えば病原菌Aが体に入ってきた時には、この病原菌だけを攻撃する（結合する）抗A抗体が作られて、免疫の仕組みが働きます。この抗A抗体はうまく作られていて、自分自身の健康な細胞や病原菌A以外の病原菌Bや病原菌Cに結合することはありません（例外あり）。このように、特定の相手だけを選んで結合する性質を選択性と呼びます。

本来、抗体は免疫の仕組みの中でこのように活躍するのですが、上手に活用することで、病原菌や物質の量を測るためのバイオセンサという装置に応用されます。私たちもこのようなバイオセンサに関する研究を手がけていますが、今回はこれとは少しちがったお話をしてみようと思います。バイオセンサでは、試料中の病原菌Aの量を測るために、抗A抗体を反応容器の表面に固定しておきます。ここに血液などの試料を入れたら、これに溶けていた病原菌Aが抗体に捕まるわけです。ここで興味が湧いてくるのです。いったい抗体は抗原（病原菌のこと）をどのくらいの強さで捕まえるのでしょうか？また、抗原と抗体の組み合わせが異なる場合には、どのくらい結合力が異なるのでしょうか？私たちはこれを調べるための研究を数年前にスタートしました。まだ道半ばですが、この研究の一端をご紹介します。

抗原と抗体との結合力を調べるために私たちが着目した方法が、機械材料の強度を調べるために使用される引張試験です。これは、強度を調べたい材料を‘つかみ’、そして‘荷重を加え’材料が壊れるまでに生じる変形量と荷重の変動を調べる方法です。抗体の引張試験も同様に行えば、荷重が抗原と抗体との結合力を上回った時に結合が切れるはずですが、ここで問題があります。それは分子が小さすぎるということ

です。一般的な引張試験で用いる試料は数cm以上の大きさがありますが、抗体のような分子は数nmしかありません。nmはもう日用語になっていますが、ナノメートルと呼び、1nmは1cmの1000万分の1の大きさです。そこで、私たちは抗体に微粒子を取り付ける方法を考えました。図1に示すように抗体を微粒子に対して固定してしまうということです。これを固定するためには、化学反応を使うのですが、私たちはバイオセンサの研究に取り組む中で、この化学反応の技術も開発してきたのです。微粒子には重い粒子と軽い粒子を使用します。こうすることで、重い粒子が溶液の中で沈む力を生じるのに対し、軽い粒子は浮力を生じます。抗原と抗体との結合は微粒子同士の間で形成されます。この状態で結合した微粒子が入った容器を回転させて遠心力を加えるのです。これによって、沈む力と浮力が増幅され、やがてこれらの力による荷重は抗原と抗体との結合力を上回り、結合が切れます。この瞬間の回転速度から結合力が計算できるというわけです。実際研究を進めていくと、この瞬間をどうやって観測すれば良いのかなど、さまざまな疑問や技術的な課題が芽づる式に増えていきます。紙面の都合で今回はここまでにしますが、もっと深く知りたいという方や、一緒に研究をしてみたいという方は、ぜひ私たちの研究室を訪問してみてください。

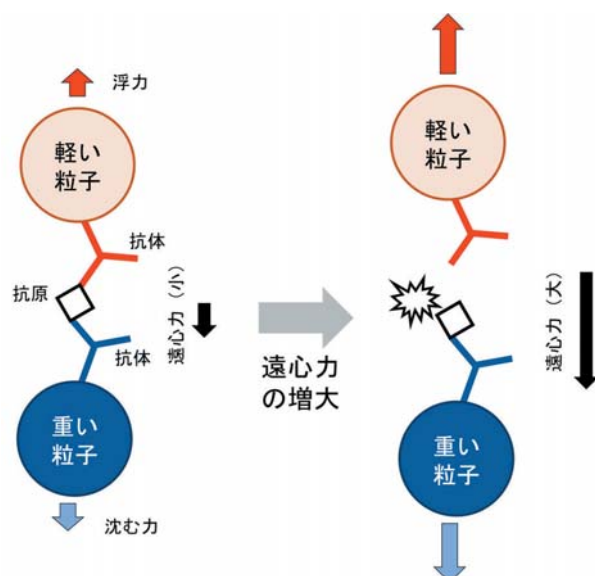


図1 分子引張試験の概略図

東京
ブロック地震との共存に向けた高速炉の
3次元免震システム開発の取り組み

三菱FBRシステムズ(株) 深 沢 剛 司

日本は言わずと知れた地震国である。内閣府によれば、日本は世界の0.25%の国土面積に比して、マグニチュード6以上の地震回数が約2割とされている^[1]。このように、日本での地震への備えは不可欠と言える。

第四世代炉の候補の一つに挙げられるナトリウム冷却高速炉（以下、高速炉）は、熱効率を向上させるため軽水炉と比べて、その運転時の温度は高温となる。そのため、高速炉の機器設計では熱応力の低減の観点から、薄肉構造が指向されている。一方、機器に作用する地震荷重を考えた場合、厚肉構造が好ましい。よって、高速炉の機器設計では、熱荷重と地震荷重の相反する荷重条件に対して調和を図ることが課題となる。

そこで、この課題を解決する一つの方策として、機器に作用する水平方向の地震力の低減を目的に水平免震技術の導入が破断試験等を通じて検討されている^{[2][3]}（図1）。また、設計検討に用いる地震動レベルの増大に伴い、地震に対する機器の構造健全性を確保するうえで、水平のみならず上下方向の地震力の低減も重要になっている。この実現に向けて、3次元免震システムの検討が実施されている^[4]（図2）。

3次元免震システムは水平・上下方向の地震力の低減に加えて、そのシステムを小型化することで、従来の水平免震装置と同程度の配置性が確保可能な設計となっている。これを実現させるためには、平面寸法2.5m×2.5m内でシステム一基あたり10,000kNの支持機能および上下方向に3Hz程度の固有振動数が確保できる復元機能（ばね定数）を両立させる必要がある。この限られたスペースで両機能を具現化するため、規格基準から逸脱する大型の皿ばね（直径：700mm、板厚：34mm）を並列や直列に組合わせてユニットとして導入する。やはり、ここでも課題に直面する。それは、①複数の皿ばねを組合わせてその荷重－変位関係のばらつきを低減させる組合わせ方法と②地震応答解析に用いる解析モデルのモデル化方法である。この課題を著者らは、①膨大な組合わせの最適化問題と②試験結果を基に解析モデルの変数を同定させる最適化問題に帰着させ、これを解決するため、AIの一種であるメタヒューリスティックアルゴリズムを適用した手法を開発した^[5]。この手法を用いることで、安定した荷重－変位関係を実現可能な皿ばねの組合わせおよ



図1 積層ゴムの終局耐力を確認するための試験

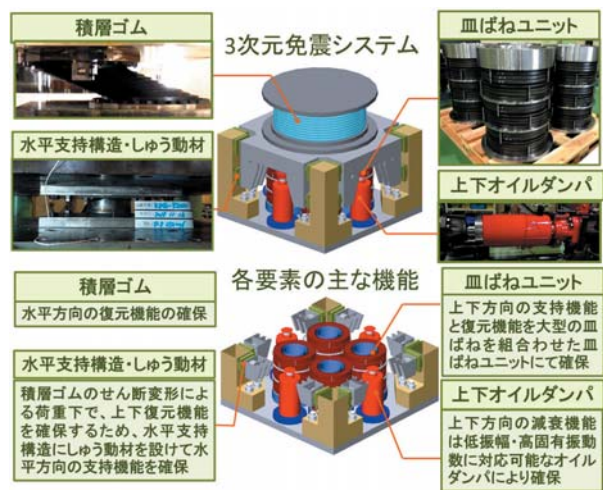


図2 3次元免震システムの概念

び実現に即した解析モデルの変数を効率的に取得できる。この手法を活用した地震応答解析により、本3次元免震システムの水平・上下方向の地震応答低減効果を確認している。

今後は、3次元免震システムを構成する各要素を組合わせたより詳細な載荷試験を行い、地震との共存に向けて本システムの実現を目指す。

[1] 内閣府, 日本の災害対策, 2015年

[2] 深沢, その他, 高速炉に適用する厚肉積層ゴムの1/2縮尺試験体を用いた終局特性評価, 日本建築学会構造系論文集, Vol. 740, pp.1641-1651, 2017年

[3] 深沢, その他, 高速炉に適用する厚肉積層ゴムの研究開発, 日本機械学会論文集, Vol. 84, No. 859, p. 17-00502, 2018年

[4] 宮川, その他, 3次元免震装置開発計画・設計要求, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2018年

[5] T. Fukasawa, et al., ASME 2019 Pressure Vessels and Piping Conference, PVP2019-93480

神奈川 ブロック

ハンドスピナに学ぶ機械の省エネルギー化

関東学院大学 堀 田 智 哉

1. はじめに

“ハンドスピナ”は、2017年に爆発的ヒットをした玩具ですので、所有している読者も多いのではないのでしょうか。この玩具はボールベアリング（玉軸受）を、おもりをもつハウジングに圧入するだけの単純な構造（図1）をしています。2017年初めにおいては図1のような形状が主流でしたが、のちにさまざまな形状のものが登場し、中には10分以上も回るものも販売されました。では、このよく回る、回らない要因はどこにあるのでしょうか。

2. 回転エネルギー

ハンドスピナの回転エネルギーは、さまざまな損失によって減少し、最終的にゼロとなるまで回転し続けます。したがって、長時間回転させるためには、大きな回転エネルギーを蓄積させるか、損失を減らせばよいのです。回転体のもつ回転エネルギー E は、以下の式で与えられます。

$$E = \frac{1}{2} J \omega^2 = \frac{1}{2} M R^2 (2\pi n)^2$$

ここで、 J :慣性モーメント、 M :総質量、

R :回転半径、 ω :角速度、 n :回転数

つまり、回転半径、質量および回転速度を大きくすればエネルギーが増加します。人の指先で支持、操作しなければならないので、直径80mm、質量300g、回転数800rpm程度が限界でしょう。このように、ハンドスピナに蓄積できる回転エネルギーの上限は決まってしまうので、いかにエネルギー損失を抑えられるかが重要になります。

3. 軸受損失

ハンドスピナの損失には種々の要因がありますが、中でも大きなものが、機械的な軸受損失および空気抵抗による風損です。ここでは、軸受損失について解説します。

ボールベアリングのトルク（抵抗）の発生要因は、運転条件にもよりますが、主として潤滑油の粘性抵抗と攪拌抵抗によるものです。これらは、ボールが内・外輪や保持器としゅう動する箇所で発生します。図2のように内輪とボール間の摩擦力によって発生するトルク T は $T = F \times L$ により求められます。したがって、 L もしくは F を小さくすればよいのです。

ベアリングサイズ（正確には、転動体のピッチ円径）を小さくすれば、 L を小さくすることができます。また、

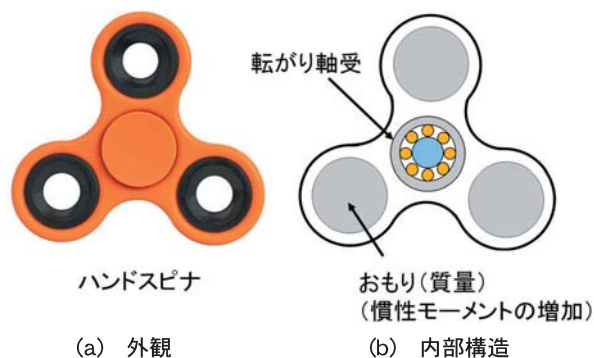


図1 ハンドスピナの外観および内部構造

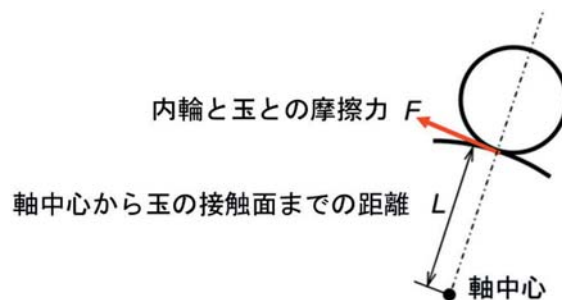


図2 摩擦力およびトルク

潤滑剤（グリースや潤滑油）などの動粘度を小さくすれば、 F を小さくすることができます。たとえば、雨の日に自転車で水たまりに突っ込んだ際、自転車が重くなった（抵抗を感じた）経験はないでしょうか。これは、タイヤが水をかき分ける抵抗と、水がタイヤにまとわりつくことによって発生する抵抗とが生まれるためです。ベアリングも同じように、ボールが潤滑油（またはグリース）をかき分け、さらに、潤滑油が転動体にまとわりつくために抵抗が発生します。これらの抵抗をなくすためには、潤滑油を柔らかく（動粘度を小さく）すればよく、理想的には、潤滑油を取り除けばこれらの抵抗をなくすることができます。

4. おわりに

ここでは、「ハンドスピナを長時間回転させるには」について解説しました。長時間回転できるということは、それだけ消費するエネルギーが少ない、つまり、省エネルギーであるといえます。これは、実際の機械であっても同じです。たとえば自動車も、エンジンのダウンサイジングや、潤滑油の低粘度化によって省エネルギー（低燃費）化しています。本記事で、ボールベアリングや潤滑について少しでも興味を持っていただければ幸いです。

埼玉 ブロック

謎解き体験学習イベントによる機械の世界への誘い

埼玉工業大学 長谷 亜 蘭

急速に発展していく情報化社会の中、私達を取り巻く環境は大きく変遷しています。デジタル化された情報が溢れる中でこそ、五感を使って実際のモノに触れて、実体験することには大きな意義があると考えます。

“謎解き”とは、ある設定された物語に沿って、さまざまな問題（クイズやパズルなど）を解き明かして、与えられた最終目的を達成するまでのいわゆる問題解決能力が試されるゲームです。この“謎解き”を教育活動に取り入れることによって、興味を惹くだけでなく、楽しく頭を使って学習できる機会を与えることができ、教育効果の大きな向上が期待できます。そこで、機械について多くの人々（特に子ども達）に興味関心を持ってもらうため、機械工学に関わる謎解きを取り入れた体験学習イベントを制作・教育実践しています。

参加者が物語の世界に入りやすくするために、「メカニズム博士」というメインキャラクターを作成し、アニメーションで動きや声を与えて、イベント時のスライドショーで登場させます(図1)。物語は、メカニズム博士がさまざまな発明を行い、ときには参加者が助手として発明の手伝いを急遽お願いされたり、おっちょこちょいな博士が陥った危機から救出したり、面白おかしくピンチに追い込まれるストーリー展開です。また、メカニズム博士の発明品を学習テーマに関連させ、物語の中にうまく入り込ませて体験学習してもらいます。

メカニズム博士が登場する謎解きエンジニアリングラボシリーズのイベント概要をいくつか紹介します。

【イベント①】『メカニズム宇宙ステーションのピンチ！？壊れたプログラムを直せ！』宇宙センターの修理部門の研修という設定で、宇宙ステーションの故障した装置を修理するミッションが与えられ、コンピュータ技術に関連した謎を解いていくともらえる修復マニュアルを手掛かりに、装置のプログラムエラーの修復作業を進めていきます。修復が完了したら、プログラムを自由に変更してオリジナルの装置への改良を考えながら、創造力やデザイン力も鍛えられます。

【イベント②】『羽ばたき飛行機を作ってシークレットボックスを届けろ！』メカニズム研究所の日本支店の研究員という設定で、メカニズム博士が置き忘れたシークレットボックスを羽ばたき飛行機で届けるという



図1 謎解き体験学習イベントポスター



図2 謎解き最終ミッションの様子

ミッションが与えられ、飛行機やその機構に関連した謎を解くとももらえる部品を集めて、羽ばたき飛行機を製作していきます。製作後に全員で飛ばしてシークレットボックスを運ぶという最終ミッションに挑戦する場面では、会場全体が盛り上がりを見せます(図2)。

【イベント③】『水素大好きモンスターから水素ステーションを守れ！』水素ステーションをモンスターの襲撃から阻止するという設定で、水素の特徴や水素エネルギーの仕組み（水素の貯蓄、運搬、利用）さまざまな発電方法、環境問題やクールチョイスの取り組みを学習できる内容となっています。水素や発電などに関連した謎を解くとももらえる水素フライングカー製作キットでものづくりとミニゲームに挑戦してもらいます。

“謎解き”を好奇心喚起と雰囲気づくりに活用して、体験学習の効果をより一層発揮させることをねらい、当該イベントを各地で実施しています。この独自の教育・啓蒙活動を継続していき、子ども達が機械の世界へ飛び込むきっかけを与え続けられたらと思います。

千葉
ブロック

パルスレーザー穿孔治療でがん細胞を狙い撃ち

東京理科大学 理工学部 機械工学科 竹村 裕

1. はじめに

医療と聞くと機械工学とあまり関係ないかと思うかもしれませんが、今の世の中、機械なくしては手術することすら難しく、手術室にはさまざまな機器がところ狭しと並んでいます。今後の手術はどんどん傷が小さく、傷跡が残らない、患者に負担を掛けない低侵襲化が進んでいきます。その中でも穿孔治療は、外科的手術の代替となりえる術式だと期待されています。穿孔治療とは、体に針を刺して体内にある患部に対して直接治療を行う行為です。図1はラジオ波焼灼療法(RFA)による肝臓がん治療のイメージです。超音波エコー装置などを見ながら、患部に針を刺し治療を行います。針を刺す行為は、輸血や献血、注射や生検などでおなじみだと思いますが、治療にも利用されています。

我々は、針をどのように刺せばよいかと、針を刺した後どのような治療法を行うことができるかを研究しています。本稿では、開発中のパルスレーザーを利用して患部を蒸散する手法について簡単に説明します。

2. プラズマ蒸散を利用した患部治療

プラズマという言葉聞いたことがあるかと思いますが、プラズマは、固体、液体、気体と同様に状態を表す言葉です。プラズマを利用した精密加工や表面処理は機械加工の分野で実用化されています。我々はこの技術を利用して、穿孔治療に応用できないかと研究しております。

基本的には、がん細胞などの患部に高エネルギーのパルスレーザー光を照射しプラズマ化させることで、患部を一気に蒸散させてしまいます。一気に蒸散することにより、周りの組織に熱的影響を与えることがなく、患部だけをきれいに蒸発させることができます。レーザーポインタなどの連続波発振動作によるレーザーでは、照射部位の熱的影響が大きく、患部や患部周辺に熱の影響が及びます。しかし、超短パルスレーザーでの蒸散では、患部周辺に影響を与えることなく、蒸散させることが可能です。現状の穿孔治療では、熱による焼灼、冷却する方法、薬液で治療する方法などが利用されていますが、焼灼範囲の制御ができない点や血管付近での焼灼ができない点などさまざまな問題点をこの手法で解決することが期待できます。

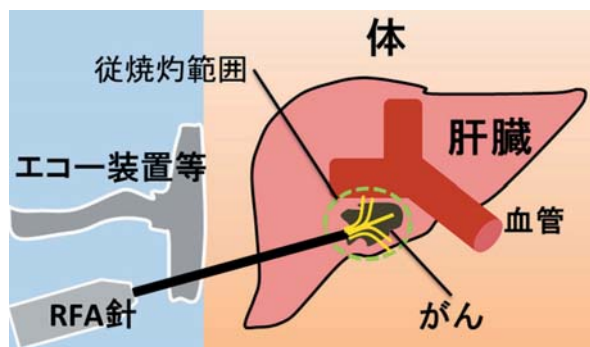


図1 ラジオ波による焼灼治療のイメージ図

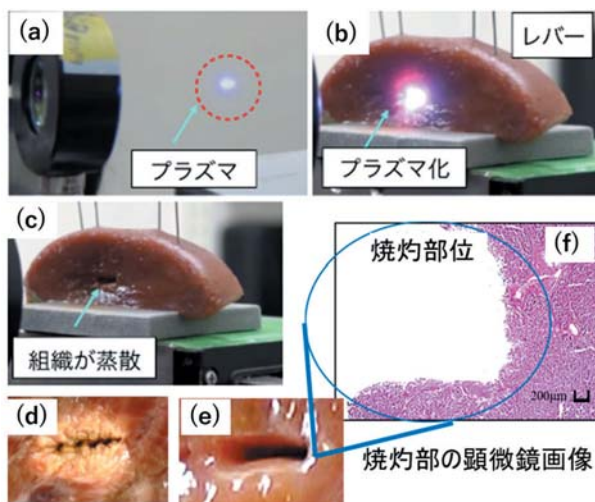


図2 超短パルスレーザーによる焼灼実験：(a)プラズマ生成；(b, c)レバーの焼灼中と後；(d)従来手法の焼灼部位；(e, f)パルスレーザーによる焼灼部位。

3. レバーでの焼灼実験の様子

図2に食用のレバーを用いて実験した様子を示します。単純に高エネルギーのレーザーを用いた場合には、焼灼部位の周辺にも熱の影響が及び、組織が変性しているのが分かります(図2(d))。一方で、パルスレーザーの条件を整えることで、焼灼部位を綺麗に蒸散することができます(図2(e))。焼灼部位付近組織の染色画像(図2(f))を見ると、周囲に影響を及ぼさずに焼灼部位のみが綺麗になくなっていることが確認できます。

4. おわりに

パルスレーザーによる新しい治療方法の可能性について説明しました。実用にはまだまだ課題が山積みですが、機械工学から医療を変えていこうと努力しています。このような技術が今後の医学を変えていくと期待しています。

関東支部第26期総会・講演会および 関東学生会第59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「早稲田大学 西早稲田キャンパス」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2018年開催時

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26期総会・講演会 2020年3月16日(月)、17日(火)
第59期学生員卒業研究発表講演会 2020年3月16日(月)
- 会場 早稲田大学 西早稲田キャンパス (東京都新宿区大久保3-4-1)
- 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26期総会・講演会 <https://www.jsme.or.jp/conference/ktconf20/>
第59期学生員卒業研究発表講演会 <https://www.jsme.or.jp/kt/sotsuken/59thGakusei.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（早稲田大学 西早稲田キャンパス）の紹介

関東支部事業幹事 手塚 亜聖（早稲田大学）

早稲田大学は、1882（明治15）年10月21日に創立された「東京専門学校」を前身とし、1892年頃には、専門学校の別名として「早稲田学校」と呼ばれるようになりました。1902年9月2日、専門学校から大学への昇格を機に、「早稲田大学」と改称しました。創立者大隈重信は、理工系の人材を養成する必要を痛感しましたが、私学にとって不可能とされていた理工科の新設は、竹内明太郎の人材提供その他の援助の申出、また渋沢栄一による多額の寄附などにより実現し、1908（明治41）年、機械、電気の2学科の予科が開設されました。日本の私立大学の理工系学部教育機関としては最も古い歴史を持っています。1949年、新制大学に移行。理工学部は1967年に大久保キャンパスに移転、2007年、基幹理工、創造理工、先進理工の3学部・3研究科体制へ、2009年にキャンパス名を西早稲田キャンパスに改称しました。

上記両講演会が開催される西早稲田キャンパスへのアクセスは、東京メトロ副都心線西早稲田駅の出口がキャンパス内に直結しており、利便性とわかりやすさに優れています。高田馬場駅からは徒歩15分と大学

ウェブサイトに記載されていますが、地図サイトで距離を測定してみると、山手線・西武新宿線戸山口から約800m、東京メトロ東西線7番出口から約850mであり、道に迷わなければ10分少々で到着できます。道案内のポイントとして、各路線の改札を出ましたら、まずは都道25号諏訪通りの「保善高校入口」交差点を目指し、南下して戸山公園に入り、前方に見える新宿区立新宿スポーツセンターを目指してください。その隣が西早稲田キャンパスです。迷いやすい点として、都道25号諏訪通りは支線であり、本線の早稲田通りも同じ都道25号であること、戸山公園は飛び地のように2つに分かれていること、が指摘されます。早稲田通りを東に向かって進んでいくと、大隈講堂のある早稲田キャンパスに到着します。戸山公園のもう片方は、標高が44.6mと山手線内で一番高い「箱根山」が有名で、そちらに進んでいくと、文学学術院がある戸山キャンパスに到着します。皆さん、この機会にぜひ、理工学術院がある西早稲田キャンパスにいらしてください。総会・講演会、学生員卒業研究発表講演会へのご参加を心よりお待ちしております。

関東学生会 2019年度学生交流ツアー

横浜・横須賀の海で体験する大型船舶技術と国際交流

関東学生会幹事運営委員 中村 浩太郎（委員長）、磯谷 浩孝（幹事）、丹羽 智哉、原 悠樹、南波 城

関東学生会では、2019年8月3日から4日の2日間にわたり、学生交流ツアーを実施しました。1日目は、自衛隊の護衛艦見学と横須賀米軍基地主催のイベントであるヨコスカフレンドシップデーに参加しました。2日目は、東芝科学未来館、日本郵船歴史博物館、帆船日本丸など神奈川で人気の博物館を見学しました。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の見学と、宿泊を通して学生間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、関東の大学、高専8校13名の学生で開催されました。

○自衛隊の護衛艦見学

まず、海上自衛隊横須賀地方総監部を訪れ、護衛艦を見学しました。見学では護衛艦むらさめへ乗船するだけでなく、自衛隊員から訓練の方法、自衛隊所有の船の種類など専門的な内容についての説明も受けることができました。当日は、よこすか開国祭も開催されており、多くの見物客で賑わっていました。



○ヨコスカフレンドシップデー

よこすか開国祭にあわせ「ヨコスカフレンドシップデー」として横須賀米軍基地の一部が開放されました。広大な敷地内は、アメリカ発祥の店が立ち並び、異国の雰囲気を感じ取ることができました。また、お店だけでなく、米国人による音楽ライブの披露や野球の試合の観戦、水上でのショーなどを見ることができ、大変楽しいイベントでした。



夜は、宿泊した横浜市内のホテルにて懇親会を開催し、参加者の親睦を深めることができました。



編集委員

寺島 岳史（委員長、神奈川大学）	西 義久（東京ブロック、電力中央研究所）	下笠 賢二（茨城ブロック、筑波技術大学）
菊池 耕生（支部運営委員、千葉工業大学）	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）
山本 義暢（支部運営委員、山梨大学）	田所 千治（埼玉ブロック、埼玉大学）	丸山 真一（群馬ブロック、群馬大学）
久保 世志（支部選出委員、(株)IHI）	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）

○東芝未来科学館

2日目はまず、神奈川県川崎市の東芝未来科学館を訪れました。東芝未来科学館では、東芝グループの創始者である田中久重や藤岡市助にまつわる資料、東芝製品の一号機など日本のものづくりの歴史に関わる展示品が多くありました。また、環境・エネルギー、社会インフラ、半導体、デジタルプロダクトなど近未来の社会・生活シーンを見据えた先端技術に関するパネルや体験型のアトラクションや実演などもあり、機械科学生として役立つ知識を得ることができました。



○日本郵船歴史博物館・帆船日本丸

2日目の午後は、横浜のみなとみらいにある日本郵船歴史博物館を訪れました。今回の見学では、特別にガイドの方に館内を解説していただきながら展示を拝見することができました。ペリー来航や明治維新など日本の歴史と海運の歩みについての解説は、大変興味深いお話であり、また、モデルシップや当時の写真の資料からは、豪華客船の雄姿や戦時中の悲劇的な様子を感じることができました。



最後に、同じくみなとみらいにある国指定重要文化財である帆船日本丸を見学、乗船しました。



○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6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。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者各位に深く感謝申し上げます。

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.47』

Mecha-Top KANTO No.47

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

発行年月日： 2020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/>