曲がり穴放電加工装置の開発

［キーワード：曲がり穴，放電加工，CAD/CAM］

教 授 石 田 徹

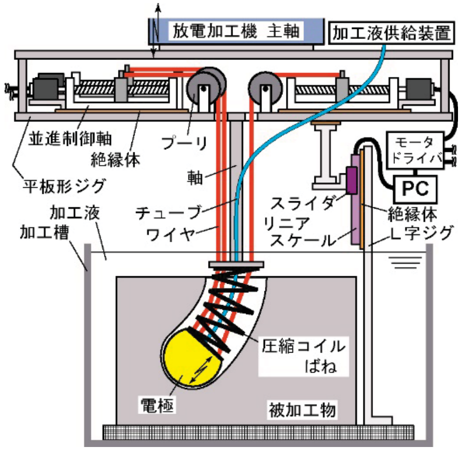


図1　曲がり穴放電加工装置の模式図

図2　曲がり穴の加工事例

内容：

機械加工における穴加工とはドリルを用いた直穴加工のことを指すが，これは，直穴が最適ではない場合でも直穴に頼るしかないことを示している．こういった制約により生じる典型的な問題が金型の冷却管を形成する際に生じる．金型冷却管は金型に形成される管路のことであり，この管路を流れる冷媒の流量と温度の調整により，製品成型中の金型の温度と熱流を適切に制御し，これによって製品に生じうる欠陥を防止するという重要な役割を担っている．したがって，金型冷却管の形状や位置は生産性の高低に直接関係する非常に重要な要素となる．しかしながら，金型冷却管は一般にドリル加工により形成されるため，直穴もしくは直穴を連結した折れ線状の穴にならざるを得ない．

このような問題を解決するため，曲線状の穴すなわち曲がり穴の加工法の開発が強く求められている．そこで本研究室では，形彫放電加工機に取り付けることによって曲がり穴を加工できる装置を開発してきた．図1と図2のそれぞれに，本研究室で開発してきた装置の一例，および，これらの装置を用いて加工した曲がり穴のいくつかを示す．

分野：生産工学・加工学

専門：生産加工学

E-mail: ishidat@tokushima-u.ac.jp

Tel.　088-656-7379

Fax:　088-656-7379

HP: http://www.me.tokushima-u.ac.jp/mpsl/

科学計測のためのインスツルメンテーション

[キーワード; 蛍光寿命, 偏光異方性, エリプソメトリ, 表面プラズモン]

教授 岩田 哲郎

Faculty of Engineering
Tokushima University

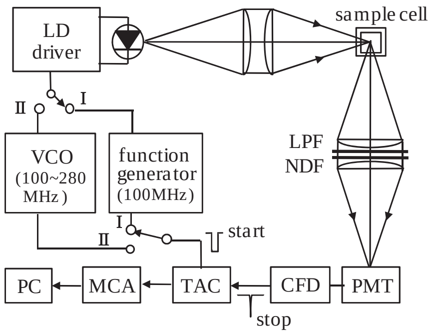


図1 光子計数型位相変調蛍光寿命計.

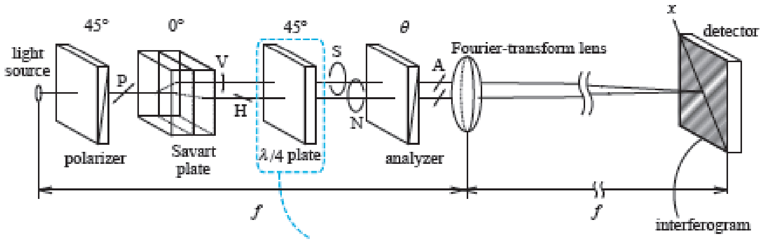


図2 マルチチャネルフーリエ分光器を用いた幾何学的位相の測定.

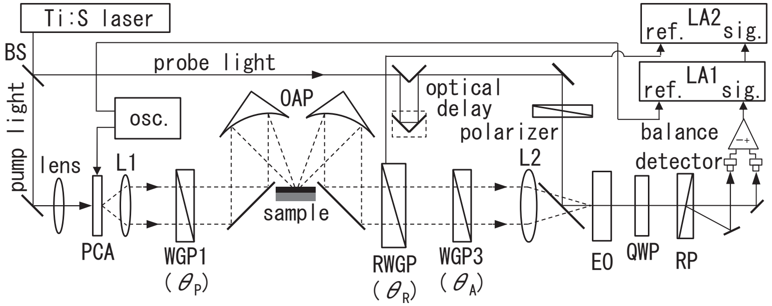


図3 二重変調方式テラヘルツエリプソメータ.

内容:

研究の興味は, 科学計測のための機器の製作, 光･分光計測のための測定手法の開発である.

研究対象分野は, 蛍光寿命, 蛍光異方性, 偏光測定, テラヘルツエリプソメータなど多岐に亘る. いくつかの例を左図に示す. 図1は, 分解時間を向上させた光子計数型蛍光寿命計であり, 極微弱光下で動作させられる. 図2は, マルチチャネルフーリエ分光器を用いて, 偏光に関する幾何学的位相の波長依存性を同時に取得するための装置構成である. 図3はテラヘルツ周波数領域で動作する二重変調方式テラヘルツエリプソメータであり, 金属面上の塗装薄膜の厚さと複素屈折率スペクトルを推定する.

専門:

- ✓ 応用光学
- ✓ 応用分光学
- ✓ 多変量解析

E-mail: iwata@tokushima-u.ac.jp
Tel. +81-88-652-9743
Fax: +81-88-652-9082

粘性流体中における気泡/液滴のダイナミクス

[キーワード: 混相流, 気泡/液滴, 非ニュートン流体]　　教授　太田光浩

図1　粘性流体中を上昇する気泡

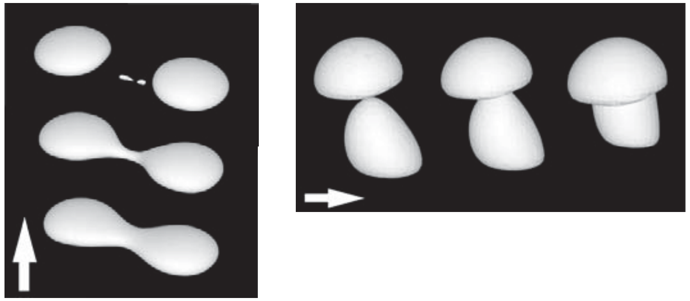


図2　気泡/液滴の複雑運動
左: 液滴の分裂 右: 気泡同士の合一

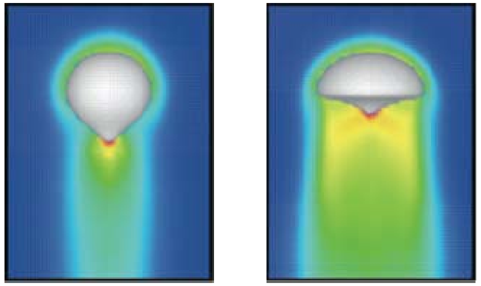


図2　粘弾性流体中を上昇する気泡
(弾性応力分布)

内容:

粘性流体中における気泡や液滴の様々な運動の詳細メカニズムや構造を数値解析(CFD)を用いて解明を行っている.

本研究室では, ニュートン流体系でなく, 非ニュートン流体系までを対象としている. 主たる研究のターゲットは次の通りである.

- 気泡/液滴の上昇運動 (図1)
- 変形, 分裂, 合体を伴う気泡/液滴の複雑運動 (図2)
- 非ニュートン流体系における気泡/液滴の上昇運動 (図3)

本研究室の数値解析では, 気液/液々界面の数値的追跡に 高精度VOF(Volume-of-Fluid)法, CLSVOF法(Coupled Level-Set/Volume-of-Fluid), MOF 法 (Moment-of-Fluid methods)などの洗練された手法を用いる.

近年では, 二相流に加えて, 気-液-液三流体などの多流体流れにも取り組んでいる.

分野: 機械工学
専門: 流体工学
E-mail: m-ohta@tokushima-u.ac.jp
Tel: 088-656-7366
Fax: 081-88-656-7366
HP: http://www.me.tokushima-u.ac.jp/~m-ohta/fluid_eng_1/Home.html

電子顕微鏡による微細組織の解析

［キーワード：電子顕微鏡，電子線後方散乱回折，微細組織］　教授　岡田　達也

（1）

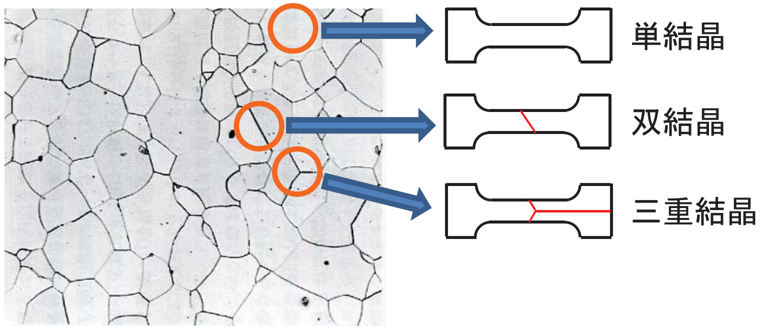


図1　多結晶材料と単結晶，双結晶，三重結晶試験片の関係

図2　引張変形した銅単結晶に形成した微細組織の
SEM/EBSD法による解析例（結晶方位の違いをカラー表示）

（2）

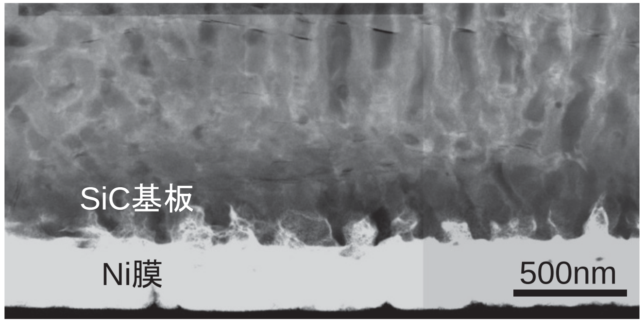


図3　Ni/SiC界面にフェムト秒レーザーを照射後，573Kで60s加熱した試料の断面観察（STEM暗視野モード）

内容：

（1）単結晶，双結晶，三重結晶を用いた結晶塑性の研究

純アルミニウムおよび純銅を用いて，結晶方位を制御した単結晶，双結晶，三重結晶試験片を作製し，結晶の変形や再結晶に関する研究を行っている。通常の金属材料は粒径数十～数百μm程度の結晶粒から構成されているが，単結晶は，1つの結晶粒を試験片サイズまで拡大したものと捉えることができる。同様に，双結晶は1面の結晶粒界を挟んだ隣接する2つの結晶粒，三重結晶は1本の粒界三重線に沿って会合する3つの結晶粒をモデル化したものと捉えることができる（図1）。変形，再結晶の研究においては，走査電子顕微鏡(SEM)に組み込んだ電子線後方散乱回折(EBSD)解析装置による微細組織の結晶方位解析を行っている（図2）。

（2）透過電子顕微鏡による結晶欠陥の解析

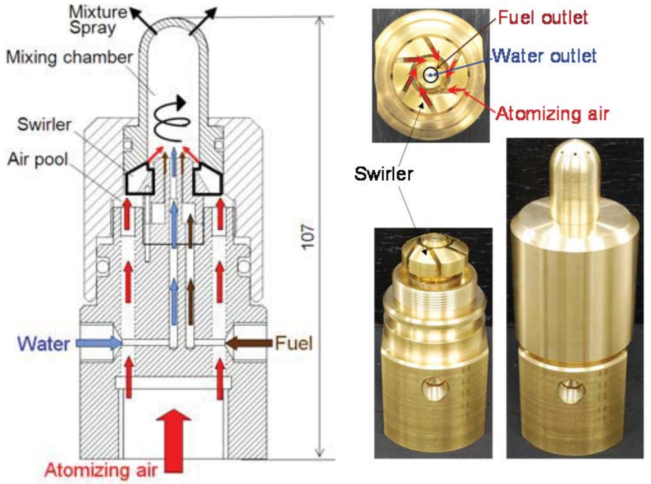
透過電子顕微鏡(TEM)による結晶欠陥の解析を行っている。現在は，塑性変形した金属結晶内部の転位組織に加えて，シリコンカーバイト(SiC)単結晶上に蒸着したニッケル(Ni)との界面を観察している。特に，Ni/SiC界面にフェムト秒レーザーを照射し，SiC側に改質を起こさせた上で低温熱処理を行い，Niシリサイド形成によるオーム性電極作製の可能性を探索している（図3）。

分野：機械材料・材料力学
専門：材料科学

E-mail: tatsuya-okada@tokushima-u.ac.jp
Tel.　088-656-7362
Fax:　088-656-9082

バイオマス燃料，廃油の低汚染燃焼

［キーワード：難燃性燃料，バーナー燃焼，油水混合噴霧］　教授　木戸口　善行



燃料と水を別々にf噴霧ノズル内部の混合室に導入し，旋回空気により急速混合させたのち，上部噴孔より燃焼場に噴霧させる

図1 内部急速混合油水噴霧ノズル

燃料100%　水50vol%導入

図2 バーナー火炎

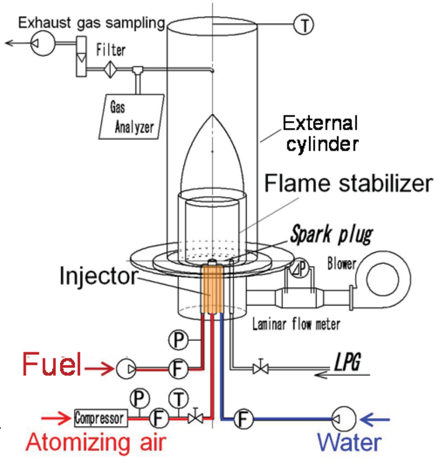


図3 バーナー燃焼試験装置

内容：

エネルギー問題を解決する手段の一つとして，非化石燃料の利用と資源の有効活用が求められている。バイオマスや廃油を燃焼させて熱エネルギーを取り出す場合，植物油に代表されるバイオマス燃料などは既存の石油系燃料に比べて難燃性であるため，低汚染燃焼の技術が必要となる。

本研究では，難燃性燃料をクリーンに燃焼させるために，バーナー燃焼において，燃焼場に水を導入している。このような技術は，従来から水エマルジョン燃料化により行われてきた。しかし，水エマルジョン燃料化では，界面活性剤を用いて水と燃料を混ぜなければならず，コスト面，燃料の時間安定性の面で不利であった。本研究では，図1に示す内部急速混合型油水噴霧ノズルを開発して，水エマルジョン化することなく燃焼場に水を導入している。これにより，難燃性燃料の低汚染燃焼が可能となる。また，少ない空気量で燃料を燃焼させる高負荷燃焼が実現でき，排気ガス損失の低減による高効率化を図ることもできる。さらに，この燃焼では，燃焼中において，水導入割合を自由に変化させて燃焼を制御することもできる。研究では，この噴霧ノズルを用いたバーナ燃焼の実用化を目指している。

分野：機械工学

専門：熱工学

E-mail: kidoguchi@tokushima-u.ac.jp

Tel.　088-656-9633

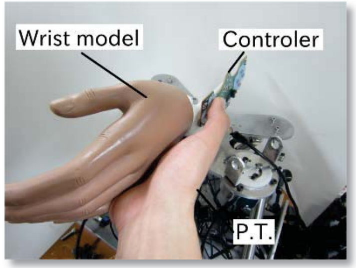
Fax:　088-656-9124

空気圧駆動系を用いた人間支援システムの開発

[キーワード:空気圧駆動系,人間支援システム]　教授　高岩昌弘

Faculty of Engineering
Tokushima University

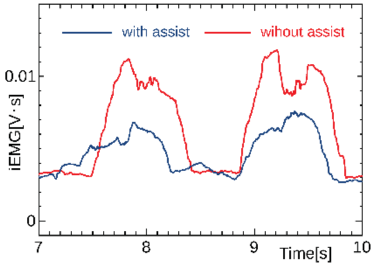
（a）PTの徒手動作獲得



（b）患者シミュレータ

図1　空気式パラレルリンク機構による手首リハビリ支援

（a）歩行支援シューズ



（b）前傾骨筋の筋電位比較

図 2　装着者の体重を用いた歩行支援シューズ

図 3　4脚移動ロボット

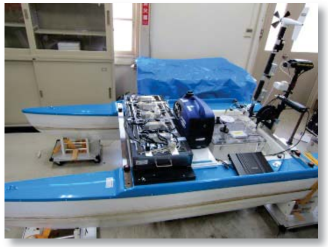


図 4　アオコ除去ボート

空気圧駆動系を用いた人間支援システムの開発に関する研究を行っている。空気圧アクチュエータは，動作媒体である空気の圧縮性に起因する低剛性特性や，高いバックドライバビリティーが安全性として機能するため，人間支援型ロボットのアクチュエータとして有用である。

図1は空気圧シリンダをアクチュエータとするパラレルリンク機構を用いた手首リハビリ支援ロボットである。理学療法士が患者に施した徒手動作を獲得・実行する機能や，患者の手首特性を実装することで理学療法士を訓練する患者シミュレータとしての応用を目指している。

空気圧アクチュエータは出力/重量比が高いため，装着型ロボットへの応用も期待できる。図2は高齢者の躓き予防のため，遊脚期に爪先を上げる動作(背屈動作)を能動的に支援する靴である。空気の圧縮エネルギーを介して体重(位置エネルギー)の一部を機械的な仕事に変換しており，電気を一切使用しない駆動方法を提案している。

これらの他にも，建機メーカとの共同研究による4脚移動ロボット（図3）や，国土交通省の受託研究として環境保全のための自走式ボート(図4)を開発している。ライフイノベーションとグリーンイノベーションの双方に貢献するロボットシステムの開発が我々の研究目的である。

分野：知能機械学・機械システム

専門：ロボット工学，制御工学

E-mail: takaiwa@tokushima-u.ac.jp

Tel.　088-656-7383

Fax:　088-656-7383

HP：http://www.me.tokushima-u.ac.jp/info/staff.html

サステナブル複合材料の開発

[キーワード:グリーンコンポジット, セルロースナノ繊維, 機能性] 教授 高木 均

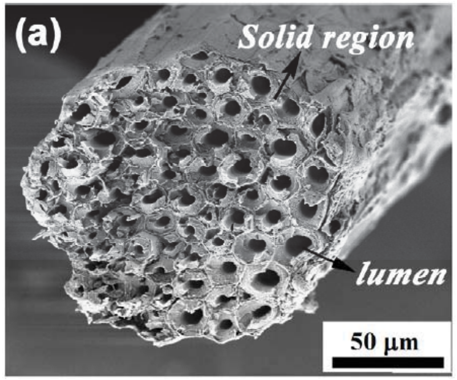


図1 天然繊維の内部構造(直径約170μm)

DOI: 10.1016/j.matdes.2011.04.006

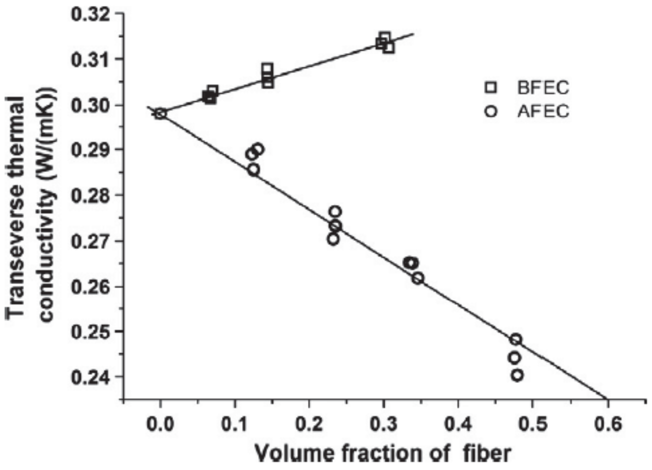


図2 複合材料の熱伝導率に及ぼす繊維含有量の影響

DOI: 10.1016/j.compositesa.2012.02.020

内容:

環境へ負荷を低減させた複合材料(サステナブル複合材料)の新規開発とその特性評価に関する研究を行っている.

軽量構造材料としてこれまで使用されてきたガラス繊維強化プラスチックス(GRRP)は, リサイクルがし難いことに加えて, 石油・石炭などを枯渇資源を原料として製造される. そこで本研究ではGFRPと同等の力学的特性をもち, リサイクル性に優れ, しかも資源面での制約の少ない, 天然植物繊維で強化した新しいバイオベース複合材料(グリーンコンポジット)の開発を行っている.

天然植物繊維は, 強度特性においてガラス繊維よりも劣るが, 図1に示すように内部にルーメンと称される空洞を有する. このためこの内部構造に由来して様々な機能を発揮することに注目している. 例えば, ルーメンの内部を満たしている空気の熱伝導率は多くの固体物質よりも小さいため, このような繊維で強化したグリーンコンポジットは優れた断熱性を有することが示されている(図2). 我々はこの機能性に注目し, グリーンコンポジットの断熱性と天然繊維の内部構造と関係について研究を進めている.

分野:複合材料・表界面工学

専門:エコマテリアル・グリーンコンポジット

E-mail: takagi@tokushima-u.ac.jp

Tel. 088-656-7359

Fax: 088-656-9082

HP : http://www.me.tokushima-u.ac.jp/takagi/

先端レーザ計測技術を用いた工業システムのモニタリング、制御技術の開発

Faculty of Engineering
Tokushima University

[キーワード:レーザ計測, 温度・濃度, 2次元, エンジン, ボイラ, MOCVD]

教授　出口祥啓

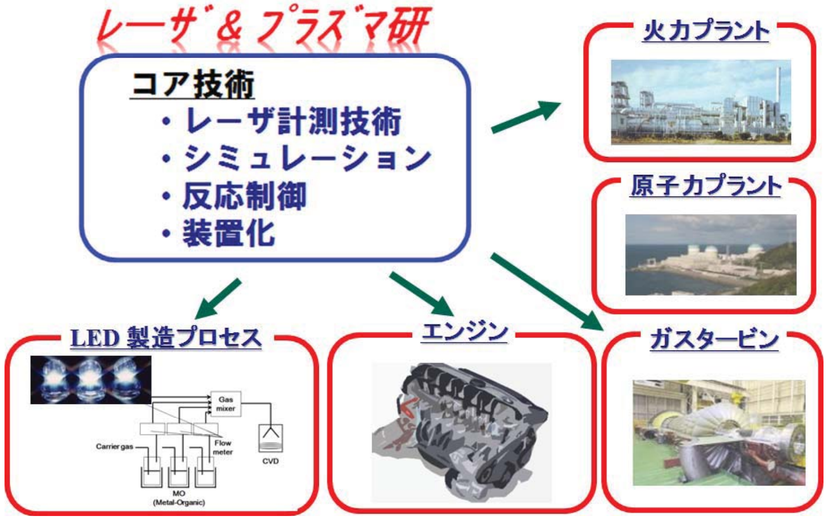


図1　コア技術の応用展開マップ

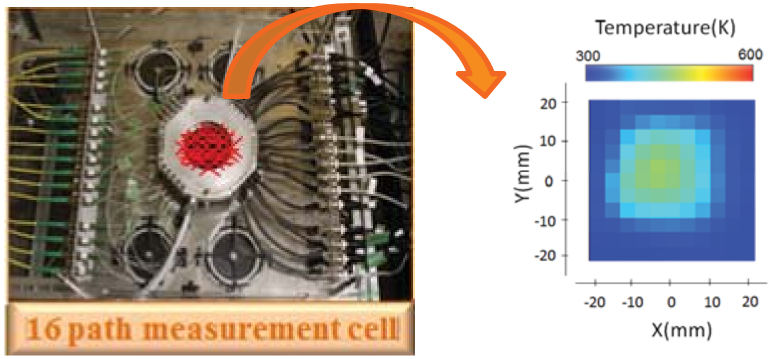


図2　CT-TDLAS法を用いた2次元温度・濃度計測（エンジン、ボイラ、ガスタービンなどに応用）

➢ 背景

化学プロセスやプラントなどでは、原料成分や不純物、各プロセスの濃度・温度分布の管理・制御が製品やプラントの性能に影響します。これら産業機器の高度化や次世代制御に応用する目的で、各種成分濃度や温度が迅速・非接触に計測可能な技術/装置を開発しています。

➢ レーザ計測のメリット

	従来計測法	レーザ計測法
プローブ挿入	必要	不要
応答性	遅い（数分～数日）	早い（ミリ秒～数分）
計測点	1点	多点同時(面計測)
感度	低	高

➢ 応用展開

1)エンジンなどの各種燃焼機器:排ガス計測、燃焼制御
2)各種プラント　:プロセスモニタ、制御
3)半導体分野:原料濃度モニター、不純物管理
4)医学・医療:生体内の可視化、モニタリング

分野:熱工学
専門:レーザ計測, 燃焼, 環境

E-mail: ydeguchi@tokushima-u.ac.jp
Tel. 081-88-656-7375
Fax:　081-88-656-9082

超音波による材料評価

[キーワード：超音波非破壊検査, 音響波動伝搬問題, ガイド波]

教授　西野 秀郎

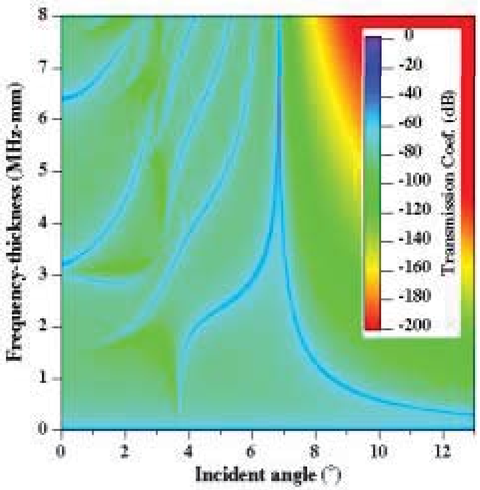


FIG. 1 超音波ガイド波の励起検出効率(理論)

FIG. 2 配管検査用圧電式ガイド波センサー
（世界標準方式2種類を国内で唯一保持している）

研究領域

超音波波動伝搬問題
(理論・シミュレーション・実験)と
構造物などの超音波非破壊計測

最近の研究内容

配管の超音波ガイド波による計測
空気伝搬超音波による構造物計測
波動伝搬問題基礎
レーザー超音波計測
プラント(種々業界)等での実機計測

分野：材料力学
専門：超音波非破壊検査

E-mail: hidero,nishino@tokushima-u.ac.jp
Tel:　088-656-7357
Fax:　088-656-9082

廃熱回収用熱電半導体の研究

[キーワード:熱電発電，排熱回収]

教授　長谷崎和洋

図1　熱電半導体モジュール

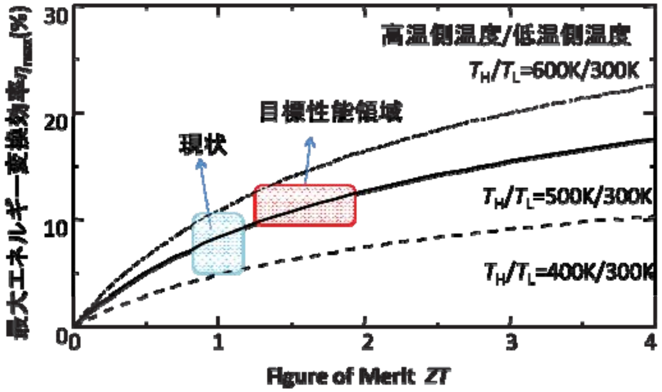


図2　最大エネルギー変換効率の熱電性能及び温度差依存性

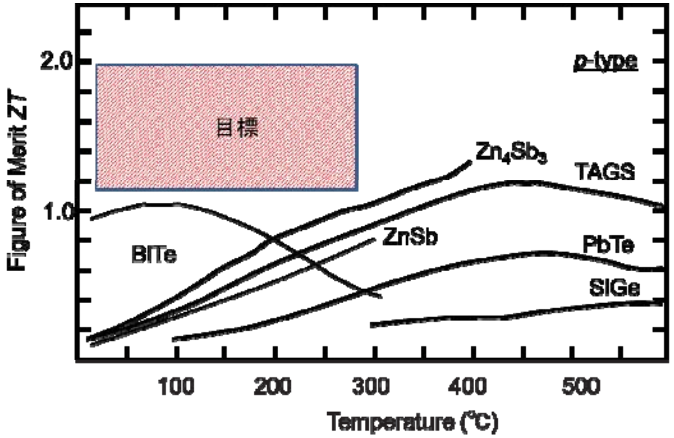


図3　各種熱電材料の性能指数温度依存性

内容：

工場や産業機器から排出される500K以下の排熱は，国内の全排熱量の約70%を占める莫大なエネルギーであるにも関わらず，有効な代替熱回収技術が無く，無駄に大気または河川に捨てられている。つまりこの温度域の熱の有効利用は，省エネルギー対策でもあり，地球温暖化を防止する環境技術となりうる。熱電半導体とは温度差を与えることで発電が行える化合物半導体である．熱電半導体の性能は，無次元性能指数ZTを用いて表される。

$$ZT=(\alpha^2\ \sigma T)/\kappa \qquad (1)$$

ここで，αは温度差1[K]あたりの熱起電力を示すゼーベック係数[V/K],σは電気伝導率[S/m]，Tは絶対温度[K]，κは熱伝導率[W/(mK)]である。図2に示すように，この数値が高いほど，熱電性能が高く，エネルギー変換効率が高くなることが知られている．一般への普及には，さらなる性能の向上（＝エネルギー変換効率の向上）が求められており，本分野の研究目標の大きな柱になっている。我々の研究では，図3に示す500K以下で熱電性能が高い材料の高性能化及び発電モジュール化およびシステム化の研究を行っている．

分野：材料工学

専門：電子物性

E-mail: hasezaki@tokushima-u.ac.jp

Tel.　電話番号088-656-7373

Fax:　fax番号088-656-9082

部分空間法によるモード特性同定

[キーワード：モード解析，部分空間法，入力推定]

教授　日野　順市

System Identification → **Mechanical Systems**

Time domain (Time history)　**Frequency domain (FRF)**

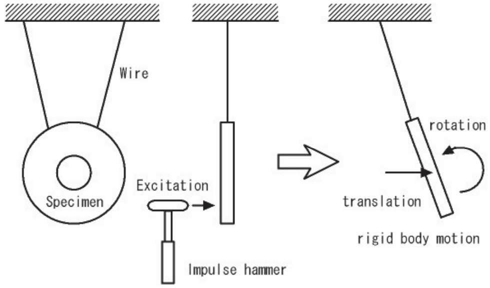


Fig.1 Vibration test.

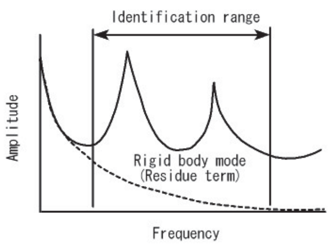


Fig.2 Rigid body mode in FRF.

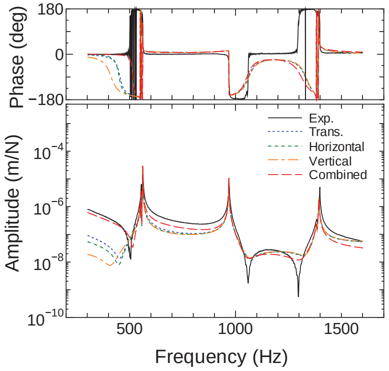


Fig.3 FRF for residual terms.

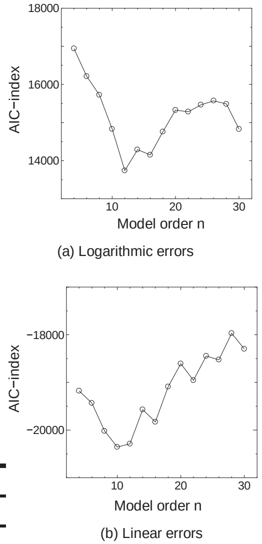


Fig.4 AIC-indexes.

Table 1 Natural frequencies

	Natural frequency (Hz)				
Mode order	1	2	3	4	5
Calculation	564.1	565.3	971.2	1411	1411
n=10	553.7	560.9	967.6	1384	
n=12	553.7	560.9	967.6	1383	1396

内容：

機械構造物の動特性を把握することは重要であり，実験モード解析が広く用いられている．モード特性の同定には種々の方法が提案されているが，近年，周波数領域部分空間法が開発された．機械構造の振動特性を求める際には，時間領域よりも周波数領域で取り扱うことが一般的である．そこで，周波数応答関数を用いる周波数領域部分空間法を機械構造物の振動試験に適用する際の問題点を解決する．先ず，振動試験における境界条件が一般に宙づり支持とすることから発生する剛体モードによる剰余項を取り扱う拡張システムを用いる方法を提案する． 次に，モデル次数の決定においてAICを用いる．その際に，モデル誤差の計算において常用対数を掛ける手法を提案する．提案した手法は，アルミニウム製の穴あき円板に適用される．FEMとの比較により，固有振動数および固有モードが正しく求まっていることが確認できた．また，モデル次数の決定についても，AICの最小値でのモデル次数は，対数誤差を用いた方が満足の行く結果を得た．これらの結果をもとに，今後は加振力推定等に発展させていく予定である．

分野：機械力学・制御

専門：振動解析・試験

E-mail: hino@tokushima-u.ac.jp

Tel.　088-656-7384

Fax:　088-656-9082

HP : http://dynamic1.me.tokushima-u.ac.jp

交差点における点字ブロックと音響信号機の連続性に関する研究

［キーワード：点字ブロック，音響信号機］

教授　藤澤正一郎

Figure 1. Indoor laboratory

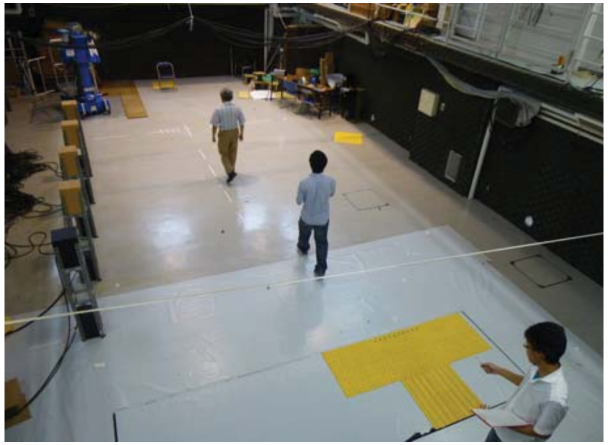


Figure 2. Actual experiment scene.

内容：

視覚障害者にとって交差点を横断することは、もっとも危険を伴う行動の一つである。視覚に障害を持つ歩行者は、点字ブロックで横断歩道まで誘導された後、音響信号機によって交差点を渡り切ることが重要である。しかし、点字ブロックと音響信号機の移動支援システム間の接続性や連続性の観点から検証することはこれまで行われてこなかった。この研究では、点字ブロックと音響信号機の移動支援システム間の接続性や連続性の検証を目的とする。

図１に実験室内に点字ブロックの評価実験が行える床入替装置を示す。実験室は壁と天井に防音を施している。この実験室は交差点や横断歩道を再現することができる。この実験室は安全で再現性のある実験が行える。図2に被験者による実験風景を示す。図2の左側のスピーカー群によって実際の交差点の騒音を再現する。この研究の知見から誘導に関するガイドラインを作成する科学的基礎データを取得することが可能となる。

分野：<人間医工学>

専門：<福祉工学>

E-mail: <s-fuji@eco.tokushima-u.ac.jp

Tel.　<電話番号088-656-7537>

Fax:　<fax番号088-656-2169>

HP : http://www.me.tokushima-u.ac.jp/aaelab/

骨の力学刺激応答

[キーワード：生体医工学，放射光CT，骨粗鬆症，骨腫瘍]　　教授　松本健志

骨の3次元微細構造を定量することは，骨の強度，骨折リスク，骨代謝を評価する上で極めて重要です．放射光X線CTは骨の微細構造解析に新たな可能性をもたらしました．その高い強度と放射光源の持つコリーメート性は，高品位なイメージ再構成を可能とします．また，単色化が可能なことから，K-edgeのX線吸収跳躍を利用した標的物質のイメージ強調も可能です．我々はこのような放射光の利点を生かし，第3世代放射光施設SPring-8において，ラットやマウスを対象とした骨微細構造のインビボ/インビトロCT計測を行ってきました．微細構造イメージングに加え，ナノインデンテーション試験やフーリエ赤外顕微分光法による骨組織の力学的性質や無機･有機成分の計測も行っています．これら多角的な計測データに基づいて，骨の発達，骨折治癒，骨腫瘍の進行等に及ぼす力学的な環境･刺激の効果，血管系の関与を解析しています．

分野：複合領域

専門：生体医工学

E-mail: t.matsumoto@tokushima-u.ac.jp

Tel.　088-656-7374

Fax:　088-656-7374

知的テラヘルツ計測と非線形光学顕微鏡

[キーワード:テラヘルツ, 非破壊検査, SHG顕微鏡, コラーゲン]

教授　安井 武史

Faculty of Engineering
Tokushima University

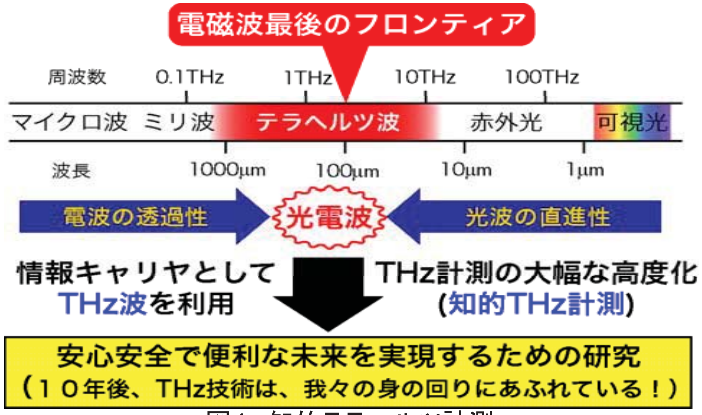


図1　知的テラヘルツ計測

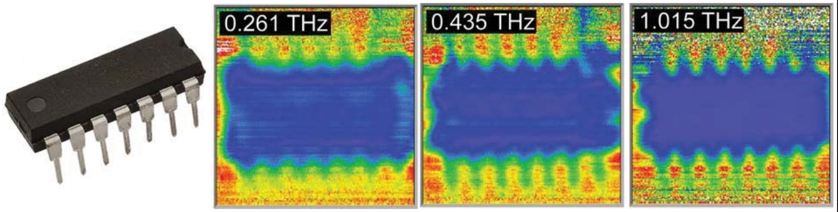


図2　半導体ICのTHz分光イメージ(透過像)

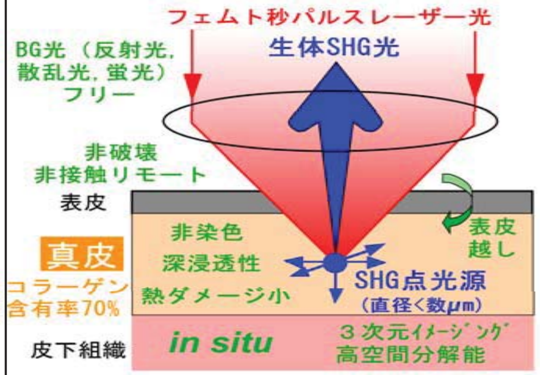


図3　生体コラーゲンSHG顕微鏡

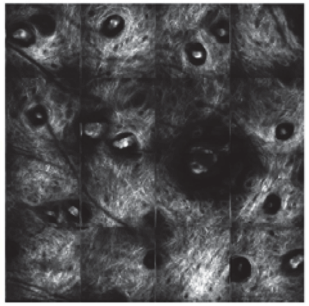


図4　ヒト真皮コラーゲン

内容:

【知的テラヘルツ計測】

光波と電波の境界に位置するテラヘルツ波(THz波;周波数0.1～10THz、波長30μm～3000μm)は、自由空間伝搬・良好な物質透過性・コヒーレントビーム・イメージングや分光測定が可能といった特徴から、従来の非破壊検査手段に代わる成分分析型内部透視イメージング法として期待されている(図1)。しかし、極めて長い測定時間(数分～数時間)がその実用性を損ねていた。我々は、2次元時空間イメージングや非同期光サンプリング法といった独自手法を用いることにより、世界最速レベルのTHzカラー・イメージングやTHz断層イメージングを実現している(図2)。

【非線形光学顕微鏡】

重要な生体構造タンパク質であるコラーゲンは、体内で働くだけでなく人間生活に様々に利用されている。しかし、生体組織内のコラーゲンを生きたありのままで可視化することは困難であった。我々は、コラーゲン分子固有の非線形光学特性を用いた第2高調波発生光(SHG)顕微鏡を開発し(図3)、皮膚や培養組織におけるコラーゲン分布を生きたありのままの状態で可視化することに成功している(図4)。

分野:光工学・光量子科学、生体医工学・生体材料学

専門:テラヘルツ計測、非線形光学顕微鏡

E-mail: yasui.takeshi@tokushima-u.ac.jp

Tel.　088-656-7377

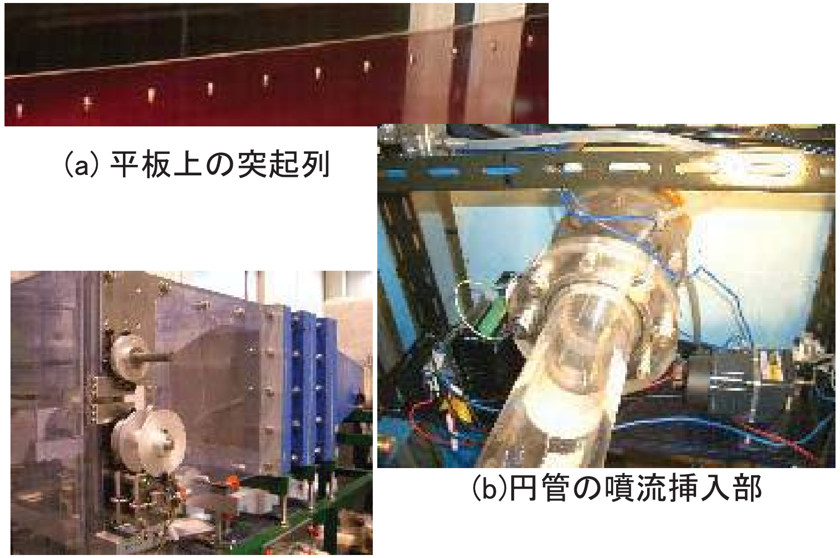
Fax:　088-656-7377

HP : http://femto.me.tokushima-u.ac.jp

Faculty of Engineering
Tokushima University

乱流現象の解明

［キーワード：乱流，遷移，境界層］　**准教授　一宮昌司**



(a) 平板上の突起列

(b)円管の噴流挿入部

(c)混合層出口振動板

図1　本研究で使用する風洞

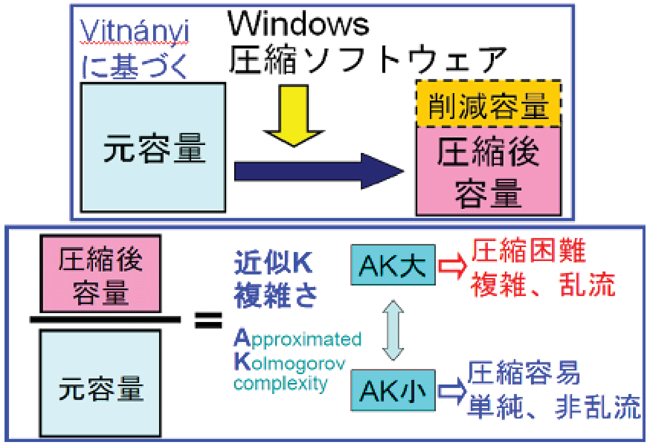


図2　本研究の複雑さ解析の模式図

内容：

流体流れにおいて，乱流や層流乱流遷移は自然界や工業機器内においてよく見られる現象であるが，その詳細はいまだ明らかになったとは言い難い。そこで本研究では特に層流から乱流への遷移現象に重点を当てて，層流内に強制的な遷移を発生させて，遷移現象ののメカニズムを実験的に調べている。

図1に示したものは主な実験装置である。(a)は平板層流境界層内に3次元突起を横一列に並べた突起列である。個々の突起の下流には，くさび形の乱流領域が発生する。(b)では円管層流境界層内に，半径方向に間欠噴流を周期的に噴出し，孤立した乱流塊が発生して下流に移動する間に成長する。(c)では長方形ノズル出口に，流れに垂直に振動する板を上下に設置して，噴流と周囲静止空気間の混合層の乱流遷移を促進する。

また乱流遷移過程を定量的に表示する新しい測度を開発している。そこで乱流では諸量が不規則に変化することに注目し，速度変化の複雑さの変化から遷移過程を表示するものである。これは速度データを汎用圧縮ソフトウェアで圧縮して解析する。図2に解析の模式図を示す。

分野：流体工学

専門：流体力学、乱流、遷移

E-mail: ichimiya@tokushima-u.ac.jp

Tel.　088-656-7368

Fax:　088-656-9082

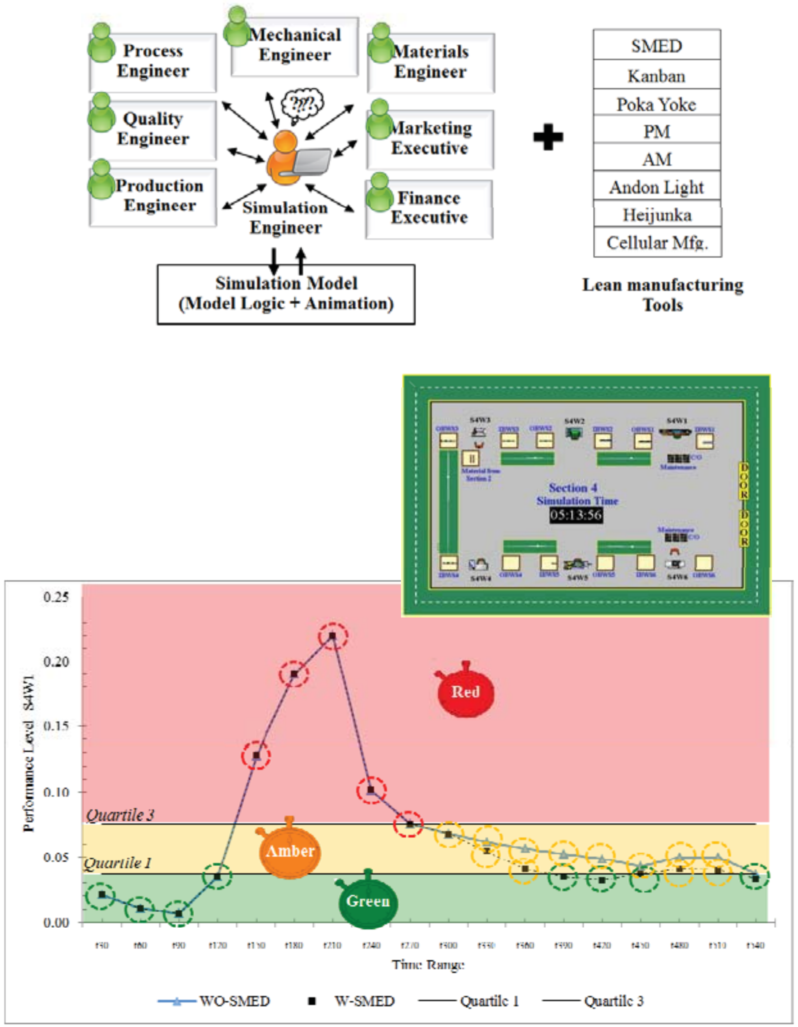
HP：http://power14.me.tokushima-u.ac.jp/rikigaku/

生産システムモデルとシミュレーションによる工程視覚化

[キーワード:プロセスシミュレーション、可視化]

准教授　伊藤　照明

Faculty of Engineering
Tokushima University



内容:

製造工程におけるムダを排除し、トータルコストを系統的に減らすことで生産システムの効率化を目指すリーン生産方式は、製品・製造工程の全体にわたった視点で全体最適を目指す方式である。一方で、生産システムに関する国際的に厳しい研究競争や技術開発競争が活発化する中において、利益追求だけでは不十分であり、グローバルサプライチェーンや人・環境に配慮した生産システムなど新たな視点に立った取り組みが期待されている。

本研究では、生産工程に携わる複数の部門が協調して実現するコンカレントエンジニアリングにおいて、リーン生産方式のツール導入による効果を“見える化”することを目指している。そのために、生産システムの離散的シミュレーションモデルを構築し、このモデル上で機能するソフトウエアエージェントを開発している。このエージェントは、工程のムダ指標をモニタし、生産シミュレーション中にその“見える化”を実現するという特徴を持つ。工程のムダは遊休時間では単純に判断できないため、過去の蓄積データと遊休時間の時系列変化から総合的な判断を行うことでその実装に取り組んでいる。

分野:ヒューマンインタフェース

専門:協調工学

E-mail: tito@tokushima-u.ac.jp

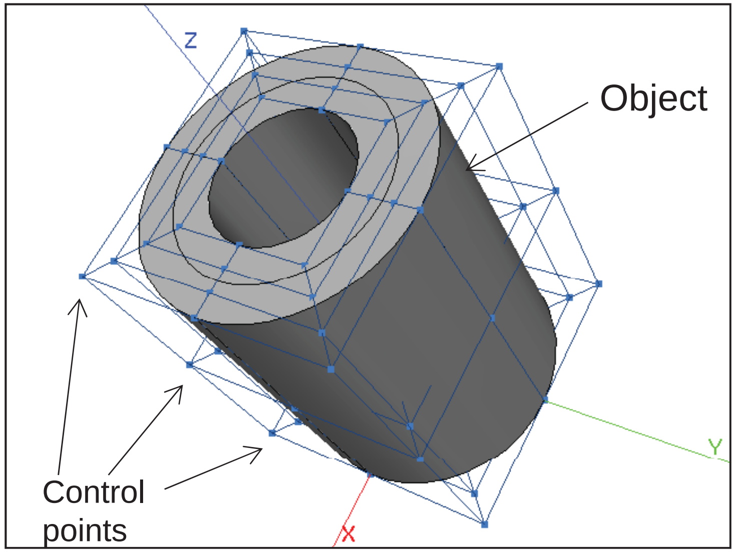
Tel.　088-656-2150

Fax:　088-656-2150

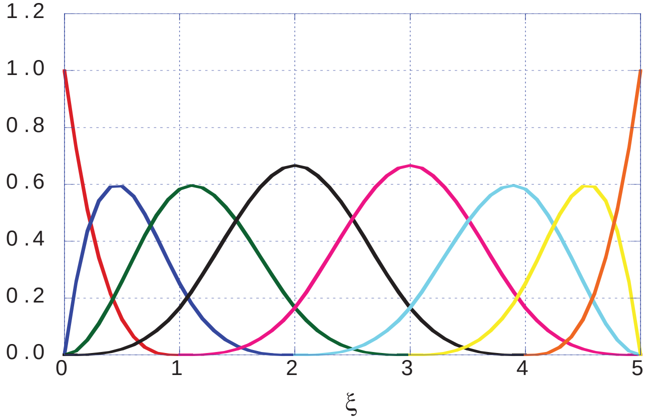
携帯デバイスを用いたユビキタスCAEシステム

[キーワード:CAE, Android OS, Isogeometric]

准教授　大石　篤哉



Isogeometric Analysis



NURBS Basis Functions

内容:

3Dプリンタが個人レベルでも使用可能になり，パーソナルな「もの作り」が始まりつつある．大量生産時代とは異なり，デザインがものの価値を決めるようになっている．もの作りのパーソナル化は，もの作りをサポートするCAEシステムのパーソナル化，手軽に使えるCAEシステムを求める．

手軽に使えるパーソナルなCAEシステムのプラットホームとして，我々はスマートホンやタブレットなどの携帯デバイスに着目した．携帯デバイスは近年急速に普及するとともに，その性能は劇的に向上し，CAEシステムを動作させるに十分な処理性能を有している．

我々は，滑らかな形状表現に用いられるNURBSを解析の基底関数としCADとスムースに接続できるIsogeometric解析に着目し，携帯デバイス上で動作するユビキタスCAEシステムを，Isogeometric解析を中心として構築している．プリ・メイン・ポスト全工程を携帯デバイス上に実装するとともに，携帯デバイスが搭載するカメラや各種センサーを活用した新しいユーザーインターフェースの開発を行っている．

分野:計算科学

専門:計算力学

E-mail: aoishi@tokushima-u.ac.jp

Tel.　088-656-7365

Fax:　088-656-9082

HP : http://www.me.tokushima-u.ac.jp/~oishi

二重反転形小型ハイドロタービン

[キーワード:小型ハイドロタービン, 内部流れ, CFD]　准教授　重光　亨

図1　管路式農業用水路

図2　二重反転形
小型ハイドロタービン

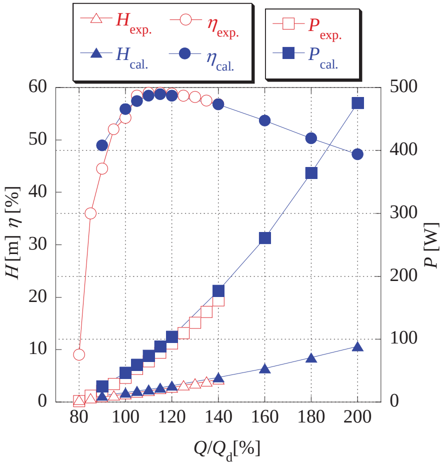


図3　性能曲線

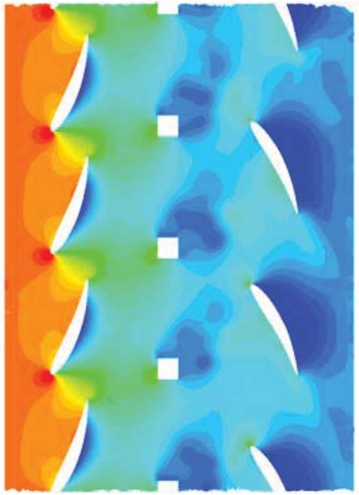


図4　圧力分布(CFD)

内容:

　小水力発電は新エネルギーとして位置付けられており、その賦存エネルギー量は極めて大きい。小水力発電の中でも出力が100kW-1000kW程度の比較的大規模な設備は、採算性が良いため、普及しているが水車を設置する土台や導水管など自然環境への負荷も大きい。一方、農業用水や小規模な河川などでは、ピコ水力と呼ばれる100W-1kW程度の発電が可能な箇所が多数存在し、環境への負荷が小さい水車に対する期待も大きい。(図1参照)そこで、本研究では小型ハイドロタービンの高性能化と安定運転の両立を目的に、小型ハイドロタービンに高性能化が期待できる二重反転形羽根車を採用した。(図2参照)ここでは二つの羽根車に加わるエネルギーを独立した二つの発電機で回収する二重反転形水車を開発した。

　本供試小型ハイドロタービンの最高効率は流量$1.1Q_d$-$1.2Q_d$においてη_{max}=59%であり、ケーシング直径60mmと非常にコンパクトな小型ハイドロタービンとしては比較的高い効率が得られた。(図3参照)また、$0.95Q_d$～$1.8Q_d$までの比較的広い流量範囲において、本供試小型ハイドロタービンは50%以上の効率を実現した。現在はCFDを利用した内部流れの調査を実施しており、(図4の圧力分布参照)さらなる高性能化と安定運転の確立を目指している。小型ハイドロタービン用充電器や発電機の開発も重要であるため、国内外における企業との共同研究も積極的に実施したい。

分野:流体工学
専門:流体機械

E-mail: t-shige@tokushima-u.ac.jp
Tel. 088-656-9742
Fax: 088-656-9082

HP : http://power14.me.tokushima-u.ac.jp/kikai/

一方向連通孔を有する多孔質金属の製造プロセス

[キーワード：多孔質金属，連通孔，気孔組織]

准教授　多田　吉宏

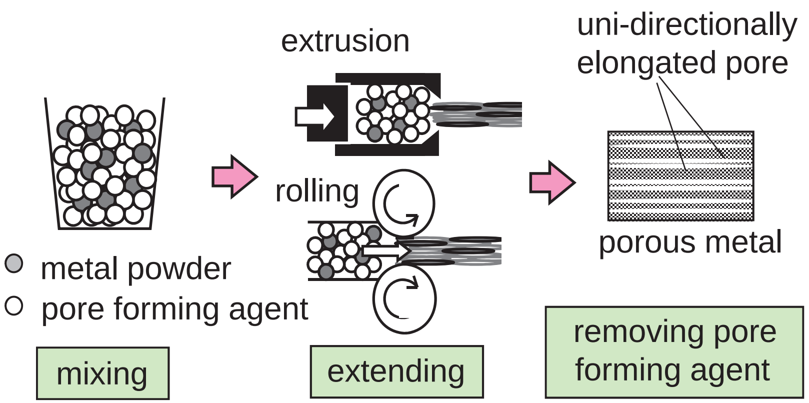
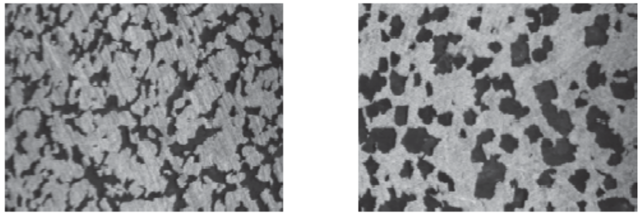


図1　一方向連通孔を有する多孔質金属の製造プロセスの模式図



a)　多孔率:　35vol%　　b)　多孔率：　40vol%

図2　一方向連通孔を有する多孔質アルミニウムの横断面組織の1例

内容：

フィルター性能や吸振・吸音機能などの多孔質金属の機能特性は，その気孔組織に強く影響される。本研究室では，粉末冶金法を用いて，一方向連通孔を有するユニークな機能性多孔質金属の製造プロセスを開発している。

この製造プロセスは，図1に示したような以下の3つの工程を順に実施することで成り立っている。すなわち，a)多孔材の母材となる金属粉末と，それに近い変形抵抗を有する気孔形成剤の粉末とを混合する工程，b)母材金属粉末同士を互いに接合するための塑性加工（押出しや圧延など）による延伸，そして c)母材金属と共に一方向に延伸・連通した気孔形成剤を溶出して気孔に変換する工程である。

この製造法の特徴は，多孔率や気孔径を幅広く変更できることで，例えば多孔率は25～70vol%程度の範囲で，また気孔径は0.01～1mm程度の範囲で製造可能である。さらに，気孔組織の形態についても図2のようにさまざまに制御することが可能であり，その結果，例えば流体を流す場合には多孔率が低い場合であっても管路抵抗を低く維持できるなどの特徴を有する。

分野：材料加工・組織制御工学

専門：粉体加工

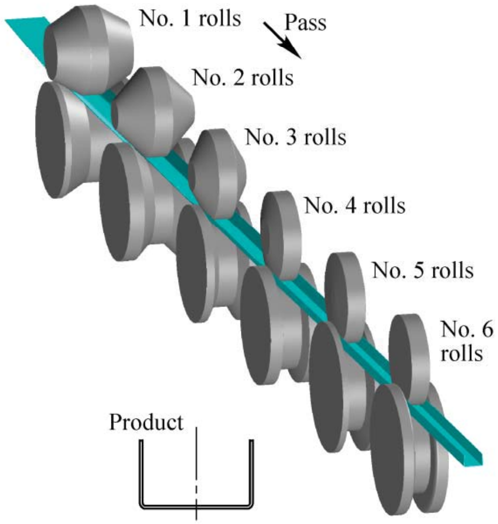
E-mail: tada.yoshihiro@tokushima-u.ac.jp

Tel.　088-656-7381

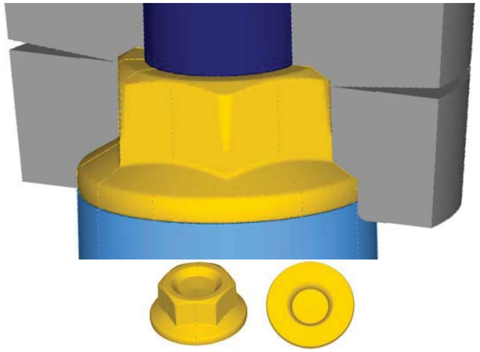
Fax　088-656-9082

有限要素シミュレーションによる新しい成形加工プロセスの開発

[キーワード:塑性加工, FEシミュレーション]　准教授　長町拓夫



Roll forming process



Forging process

主な研究フィールド:
塑性加工プロセスのシミュレーション

プロジェクト:
成形加工の有限要素シミュレーション
新しい成形加工プロセスの開発

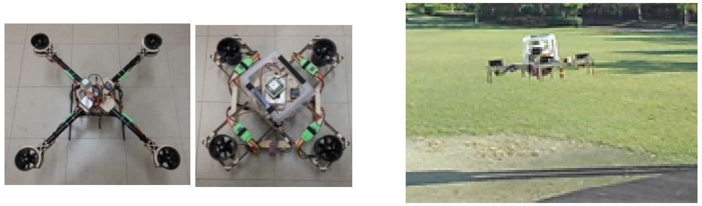
専門:
成形加工, 塑性, FEシミュレーション

分野:機械工学
専門:生産工学・加工学
E-mail: nagamachi@tokushima-u.ac.jp
Tel:　088-656-9187
Fax:　088-656-9082

小型無人航空機の展開

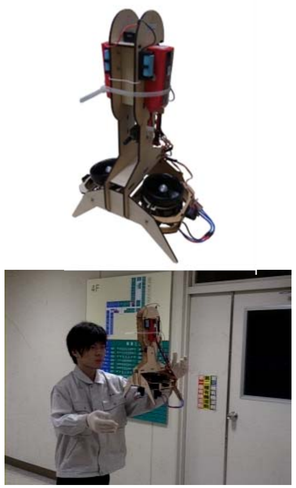
[キーワード:UAV, 推力偏向, 外部制御]　　**准教授　三輪　昌史**

マルチコプタをベースとした空中台車



4発ダクトファンヘリコプタ

ヒューマノイドロボットによる
マルチコプタの操作



倒立型飛行体

内容:

MEMSセンサや希土類系磁石およびバッテリの性能向上により、小型無人航空機の性能が向上してきております。無人航空機は実機に比べて低コスト・操作が比較的簡単であることから、航空撮影やガイドロープの敷設、物資運搬などの空中作業での使用例が増えてきています。

小型無人航空機は高性能になり、GPSを用いた自動航行が可能なフライトコントローラも市販されるようになりました。しかしながら、操作ミスや空中移動に起因する墜落や接触などの事故、またその時に推力装置としてプロペラやロータが使用されていることからの被害が懸念されます。

そこで無人航空機を安全に運用するための技術について研究開発を行っています。現在、技量を必要とする操縦の代わりに直接手で持って操作する空中台車、プロペラの代わりにダクトファンを使用することで安全性を向上させたダクトファンヘリコプタ、閉鎖空間でも安全に進入・移動できる倒立型飛行体について研究を行っています。

また、マルチコプタを将来のパーソナルモビリティとして活用することを目的に、ヒューマノイドロボットの重心移動によるマルチコプタの操作に関する研究も行っています。

分野:<機械力学・制御>

専門:<メカトロニクス>

E-mail: miw@tokushima-u.ac.jp

Tel. 088-656-7387

Fax: 88-656-9082

HP : http://me.me.tokushima-u.ac.jp/~miw

PVDコーティング材の疲労特性

[キーワード:表面処理, PVD法, 疲労, 破壊, 摩耗] 准教授　米倉　大介

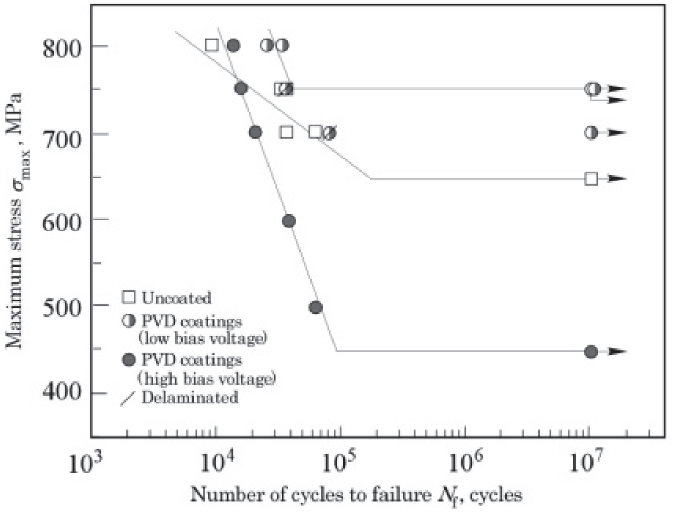
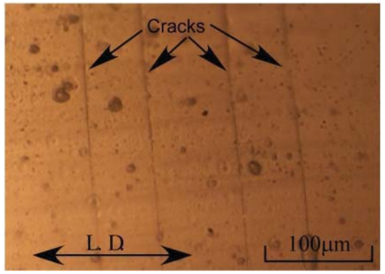
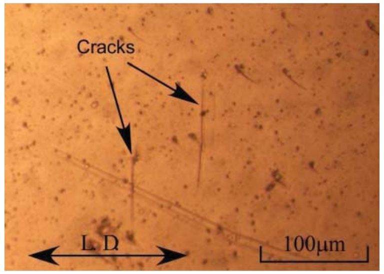


図1 裸材とCrN被覆材のS-N曲線.
(Ti-6Al-4V 合金基板)



(a) High bias voltage, σ_a = 400 MPa, N = 1.5x10^5 cycles.



(b) Low bias voltage, σ_a = 650 MPa, N = 4.0x10^5 cycles.

図2　繰返し負荷後の薄膜表面の観察結果

内容:

材料の表面特性を向上させる一つの手段として, 物理気相蒸着法(PVD)によるコーティングが広く用いられている. PVD法で作成した被覆層は耐摩耗性や摩擦係数, 耐焼付性に優れることが多く, 摺動部品や工具等の様々な部品に適用されている. その中でも窒化クロム薄膜は耐摩耗及び耐食性に優れた膜の一つとして知られている. 一方で薄膜を材料に被覆すると, その疲労特性は変わることが知られており, 強度が向上する場合もあれば低下することもある.

そこで我々はPVDコーティング材の疲労及びフレッティング疲労特性に及ぼす薄膜の特性の影響をこれまで検討してきている. 検討に際してはアークイオンプレーティング法を用いて様々な条件下で鋼やチタン合金基板上に窒化クロム薄膜を被覆したものを用いている. チタン合金基板上に単層膜を被覆した場合の結果の一例を図1に示す. 検討の結果, 被覆材の疲労強度レベルは, 薄膜の硬度, 結晶粒径, 表面粗さ及び欠陥分布等 によって変わるき裂発生挙動に依存することが明らかとなっている.

分野:機械材料・材料力学

専門:機械工学

E-mail: yonekura@tokushima-u.ac.jp

Tel.　+81-88-656-9186

Fax　+81-88-656-9082

セルロースナノファイバーを抽出するための代替え方法

准教授　中垣内　アントニオ　徳雄

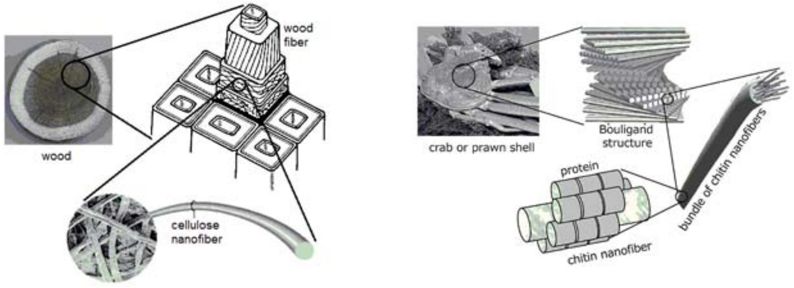
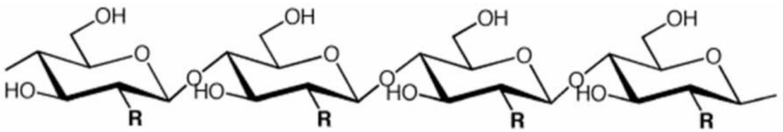


Fig. 1 Typical sources of cellulose (plant fibers) and chitin (crustacean shell) nanofibers



Cellulose: R = OH
Chitin: R = $NHCOCH_3$

Fig. 2 Structural formula of cellulose or chitin. The only difference is the functional group R

Content:

セルロースは最も豊富な生重合体であり、生分解性を有する持続可能な原料で二酸化炭素を固定され光合成されている。セルロースの大抵植物の細胞壁にナノファイバーの形状で存在する。そのナノファイバーはアラミド繊維に同等する機械的特性を持ち、プラスチックの補強材に使われる可能性がある。しかし、ナノファイバーの抽出に高価で特殊な装置が必要とする。さらに、エネルギー消費は高く収率は低い。そこで本研究室では全費用を減少するために省エネで手頃な装置（家庭用ミキサー、超音波処理）を用いた代替ナノフィブリル化過程の開発を行っている。ナノフィブリル化は植物繊維に衝撃あるいはせん断力を与えることによって遂行されるので、適切な力を加える装置であれば可能であり、手頃にセルロースナノファイバーを抽出できる。

キチンはもう一つの生重合体で、甲殻類の甲羅にナノファイバーとして存在しセルロースナノファイバーと同じ方法で抽出できる。キチンナノファイバーもセルロスナノファイバーのようにプラスチックの強化に使用できる。

Keywords：セルロース、キチン、ナノファイバー、ミキサー、超音波処理

E-mail: nakagaito@tokushima-u.ac.jp>
Tel.　+81-88-656-7364
Fax:　+81-88-656-9082
HP:http://pub2.db.tokushima-u.ac.jp/ERD/person/227457/profile-en.htm

LEDパネルを用いた無人飛行機の制御方法の開発

［キーワード：可視光通信，LEDパネル，飛行制御支援］

講師　浮田　浩行

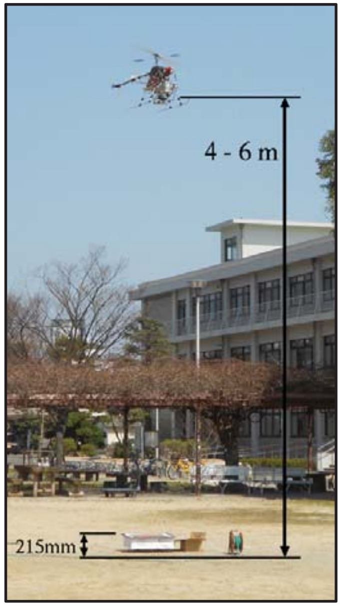
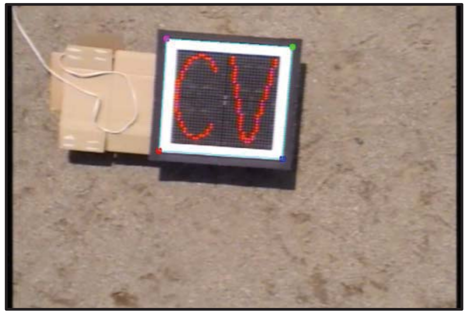
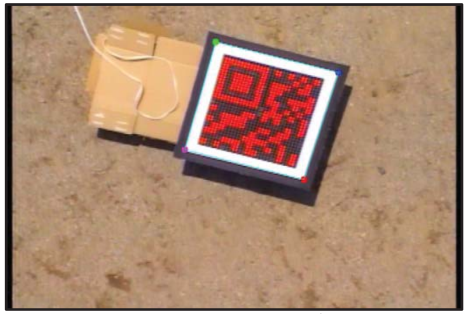


図1 実験の様子



(a) AR マーカ



(b) QR コード

図2 撮影画像とLEDパネルの検出

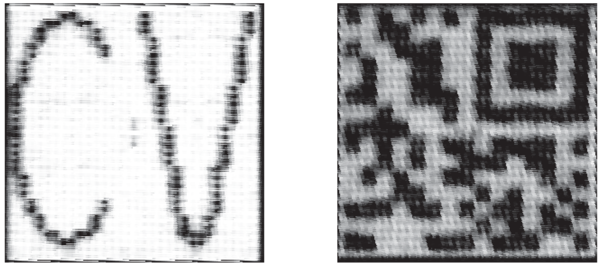


図3 パターンの補正画像

内容：

この研究では，可視光通信の一つとして，LEDパネルとビデオカメラを用いた情報伝達手法について検討している．ここでは， LEDパネルに表示する2次元パターンとして，ARマーカ，QRおよびマイクロQRコードを用い，それらを撮影した画像から，自動的にパターンを識別する手法について提案している．

実験においては，ビデオカメラを装備した無線操縦ヘリコプタを用いて，LEDパネルの画像を撮影し，それらの画像からパターン中の情報を抽出すること，および，撮影画像を用いて，LEDパネルからヘリまでの高度を計測した．

実験結果から，ARマーカは，ほぼ100%正確に識別することが可能であった．また，マイクロQRコードは，50%以上の識別率であった．しかしながら，QRコードは，パターンを構成するセルが小さく撮影されるため，ほとんど識別することができなかった．

今後は，QRおよびマイクロQRコードの識別率を向上させるため，LEDパネルの構成を改良するとともに，ヘリの飛行支援を行うため，処理速度の向上が必要であると考えている．

分野：情報学

専門：画像処理，画像計測

E-mail: ukida@tokushima-u.ac.jp

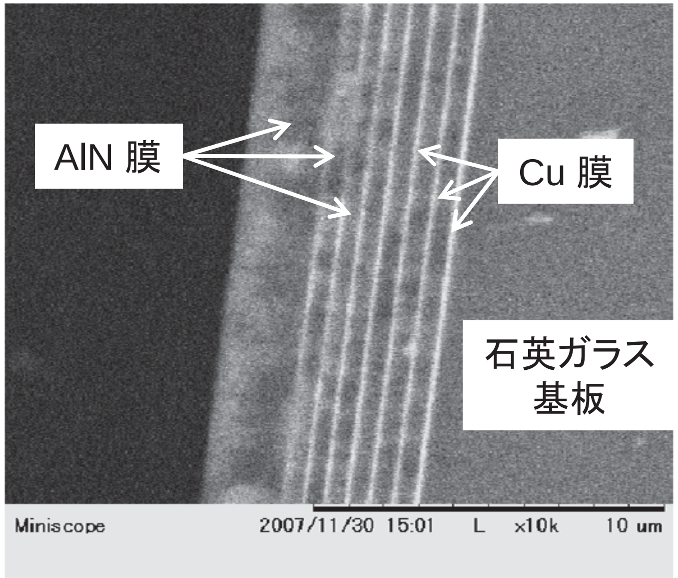
Tel.　088-656-9448

Fax:　088-656-9082

HP： http://www-cv.me.tokushima-u.ac.jp/

X線回折を用いた薄膜の残留応力測定

[キーワード:X線回折，薄膜，残留応力]　　**講師　日下　一也**



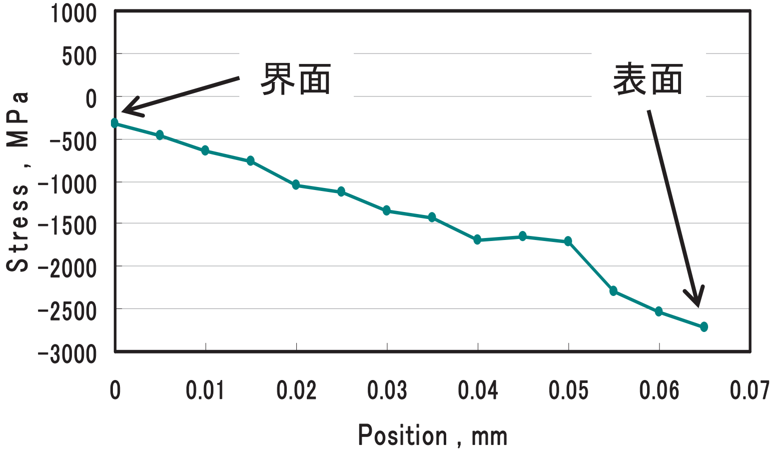


図1．AlN/Cu積層膜におけるCu層の内部応力

内容:

表面改質技術の一つに薄膜形成がある。材料の表面に性質の異なる薄膜を被覆することにより，材料の耐熱性，耐腐食性，耐摩耗性などの機械的特性を向上させる。ところが，基板と膜の間に格子面間隔の違い，熱膨張率や加熱・冷却過程の温度の違いなどにより薄膜の大きな残留応力が発生する。大きすぎる残留応力は膜の割れや基板からのはく離の原因となる。したがって，薄膜の残留応力を測定し，制御することは機械的に安定な膜を形成するために重要となる。

X線回折法を用いると非破壊的に薄膜の残留応力を測定することが可能である。一般的なX線応力測定法は，微細な結晶組織を有する配向性を持たない材料に適用される。一方で，スパッタリング法などのPVD法で形成した薄膜はある結晶方位に優先的に配向する性質を持つ。我々は種々の優先配向を有する薄膜の応力測定法を提案して実施してきた。代表的な測定例として，結晶のc軸が基板法線方向に優先配向する窒化物半導体薄膜の応力測定である。最終的な目標は，結晶性が高く，残留応力の小さな薄膜形成条件を見出し，長寿命で高効率の薄膜材料を開発することである。

左図は高輝度光科学研究センターの放射光施設SPring-8で実施した積層膜の応力測定例を示す。

分野:機械材料・材料力学

専門:薄膜応力評価

E-mail: kusaka@tokushima-u.ac.jp

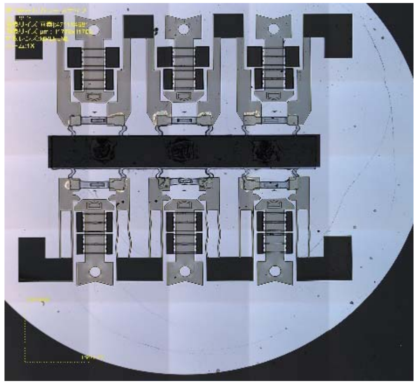
Tel.　<電話番号088-656-9442>

Fax:　<fax番号088-656-9082>

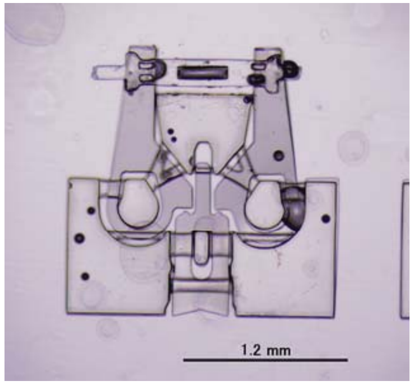
再生医療への応用を目指した力学刺激による細胞制御の基礎研究

[キーワード：細胞バイオメカニクス，再生医療，力学刺激]

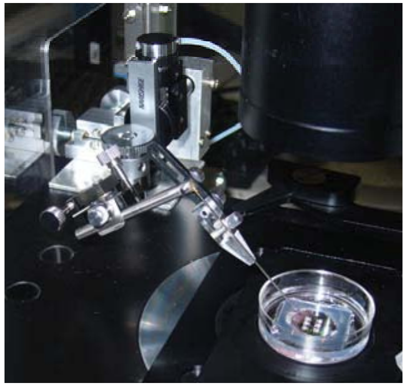
講師　佐藤　克也



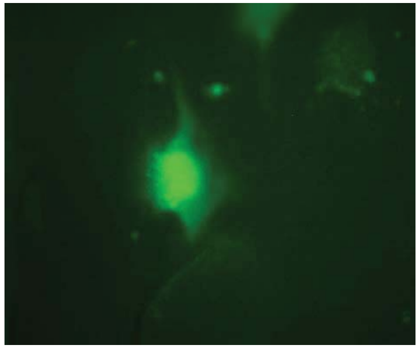
カバーガラス上に集積して製作した細胞伸展デバイス



細胞伸展デバイスの拡大画像



デバイスはマイクロマニピュレーターで駆動される



蛍光顕微鏡で観察した骨細胞の一種，骨芽細胞

内容：

我々は，再生医療への応用を目指して，生化学的因子以外での細胞誘導・制御技術開発の基礎研究を行っています．

iPS細胞が実用化されれば，再生医療はぐっと現実のものに近づきます．しかしながら，生体を構成する分化細胞が得られるのみでは，体の再生はできません．細胞にいかにして生体の複雑な構造を形成させるか．その誘導・制御技術の確立が不可欠です．

生体は，重力・筋力・血流など常に力が作用した状態に置かれています．このことは，生体の機能を調節する上で重要ですが，細胞がこれら力の作用を感じ取る仕組みについてはまだよく分かっていません．その仕組みが明らかになれば，適切な力や変形を与えることで，細胞の働きを制御して生体の再生へ生かすことができる制御因子として利用できる可能性があります．

我々は骨組織に着目し，骨を作る細胞に引張りひずみを加えた際の細胞の変形・応答の様子を詳しく観察するためのデバイスを開発しました．これを使って，細胞が力を感じ取る機構解明に向けた新たな知見が得られると期待しています．

分野：生体医工学

専門：細胞バイオメカニクス

E-mail: katsuyas@tokushima-u.ac.jp

Tel.　088-656-2168

Fax:　088-656-2168

HP : http://www.me.tokushima-u.ac.jp/aaelab/

高温空気燃焼のNOx排出特性

[キーワード：高温空気燃焼，NOx排出特性，吹き消え限界]　　准教授　名田　譲

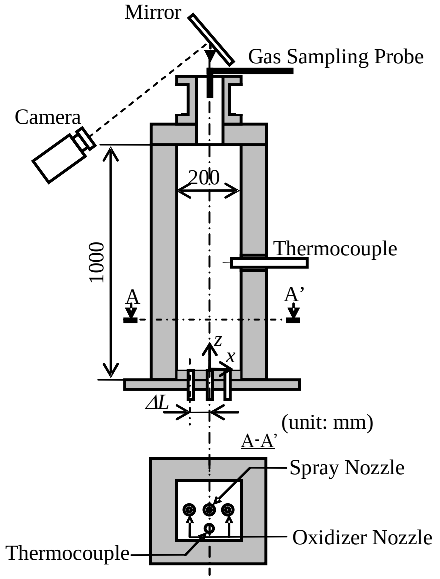


図1　高温空気燃焼炉

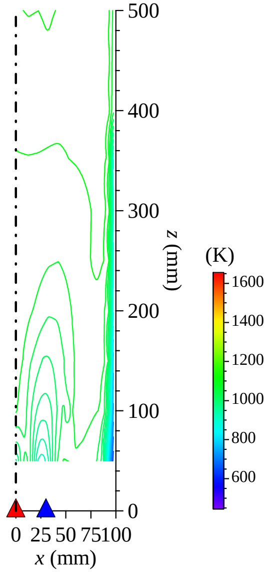


図2　炉内温度分布

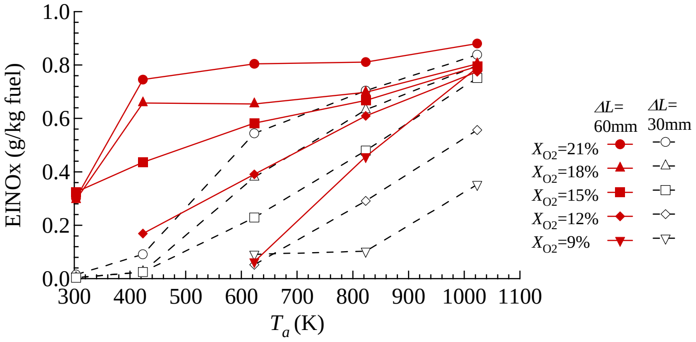


図3　NOx排出量に対する酸化剤温度，酸素濃度およびノズル間隔の影響

内容：

近年，既燃ガス循環を利用した燃焼技術の開発が行われている．これらの燃焼技術は，緩慢燃焼，フレームレス燃焼および高温空気燃焼と呼ばれ，既燃ガスの希釈効果により窒素酸化物（NOx）とすすの排出量を低減し，排ガス熱回収により熱効率を向上させる．

我々の研究では，液体燃料を用いた高温空気燃焼の火炎安定性とNOx排出特性に着目している．図1は実験に用いる小型高温空気燃焼炉の模式図を示している．炉底には噴霧ノズルと酸化剤ノズルからなる並行噴流バーナーが設置されており，酸化剤ノズルには酸化剤予熱用の電気ヒーターが取り付けられている．図2はこの燃焼炉内の温度分布を示している．燃焼炉内には，平坦な温度分布を伴う緩慢燃焼状態が達成されている．本研究では，図3に示すように，酸化剤の特性や，噴霧ノズルと酸化剤ノズルの間隔がNOx排出量に及ぼす影響について検討している．また，炉内火炎の安定性（吹き消え限界）に対する熱損失の影響を過去の研究において明らかにしている．

分野：熱工学

専門：燃焼工学

E-mail: ynada@tokushima-u.ac.jp

Tel.　088-656-7370

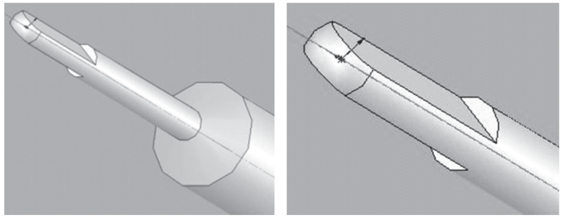
Fax:　088-656-9124

HP：http://www.eco.tokushima-u.ac.jp/a3/japanese/jp-index.html

硬脆材料への小径穴加工用工具の開発

[キーワード:電着工具, 高品位, 高能率]　　**講師　溝渕　啓**

Faculty of Engineering
Tokushima University



(a) 先端部　　　　(b) 穿孔部

図1　考案した工具の工具形状

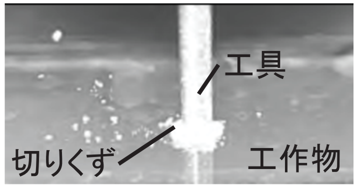


図2　切りくず排出の様子

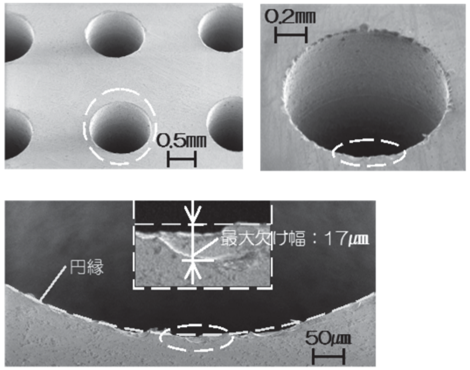


図3　加工穴の様子(工具抜け側)

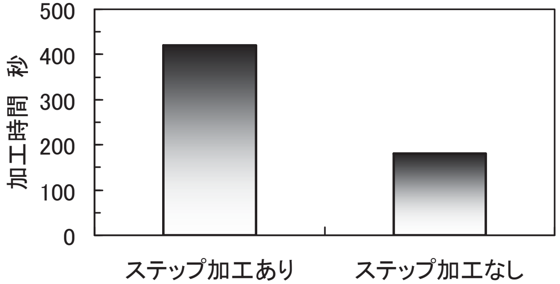


図4　加工時間の比較

内容:

硬脆材料への小径穴加工は, 材料の硬く脆い性質のみならず, 切りくずが穴内部から排出されにくいために難しい. 排出されなかった切りくずは穴底部に堆積し, 加工を阻害する. 堆積した切りくずによって切れ味が低下するため, 材料は破損し, 工具は折損する. 加工中の切りくず排出を高めることが加工品位を向上させる大きなポイントとなる.

本研究では, ガラス板へのクラックフリー小径貫通穴加工を行うため, 切りくず処理を解決する工具を開発し, その有効性を検討している.

開発した工具の3Dイメージを図1に示す. 本工具の穿孔部は工具先端部の円筒面の側面に切りくず排出のためのストレート溝形状をもつ. 工具先端は直径1mmの半球形状であり, 粒度#600のダイヤモンド砥粒をニッケル電着している.

既存の工具に比べ, 本工具は以下の利点をもつ.

(1)切りくずが排出されやすく, 切りくずの付着は少ない(図2).

(2)当て板が不要で, 高品位穴加工が可能である(図3).

(3)ステップ加工が不要で, 加工時間の短縮となる(図4).

(4)コストが安価で, 工具以外の設備は不要である.

分野:生産工学・加工学

専門:機械加工学

E-mail: a-mizobuchi@tokushima-u.ac.jp

Tel.　088-656-9741

Fax:　088-656-9741

HP : http://www.me.tokushima-u.ac.jp/mpsl/

赤外線サーモグラフィを用いた構造物の非破壊検査

[キーワード：非破壊検査，赤外線サーモグラフィ]　助教　石川 真志

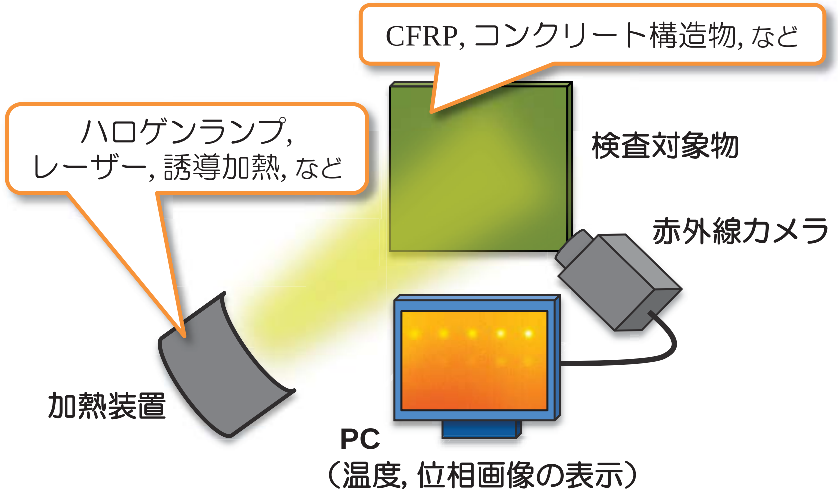


Fig. 1 赤外線サーモグラフィによる非破壊検査概略図

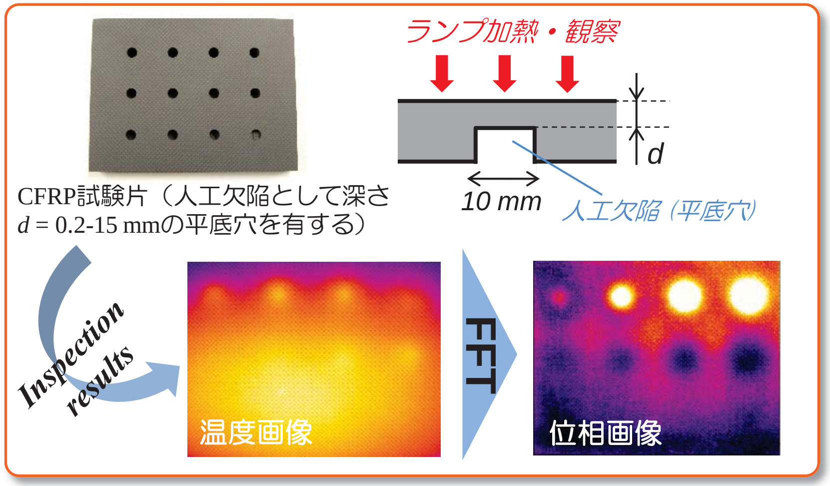


Fig. 2 人工欠陥を有する炭素繊維強化プラスチック（CFRP）への実験より得られた温度画像と位相画像の比較

○ 背景

非破壊検査は構造部材の品質評価、維持管理の為に不可欠な技術である。ここでは非破壊検査法の中でも赤外線サーモグラフィを利用した検査方法に注目している。赤外線サーモグラフィ法はランプ加熱等により検査対象表面を加熱し、赤外線カメラで観察された加熱後の表面温度を分布から内部異常部の有無を検査する手法である（図1）。欠陥部での断熱効果等により、欠陥箇所表面では局所的な温度変化が観察される。本手法は対象物に対して非接触での検査が可能であり、簡便かつ効率的な検査方法として期待されている。

○ 研究課題

本研究では赤外線サーモグラフィ法による検査精度の高度化、検査の実用化に向け、種々の検討を行っている。精度向上の面では、図2のように観察された温度画像の各ピクセルでの温度変化に対して時間方向のフーリエ変換を行うことで得られる位相画像を利用することで、欠陥検出深さが向上することを確認している。また、実用化に向けては橋梁などのコンクリート構造や大型複合材料構造物の高効率検査の実現を念頭に、対象物の10-20 m遠方からの加熱、観察による検査の実現を目指し、加熱装置（高集光加熱ランプ、レーザ加熱等）および検査システムの開発に取り組んでいる。

分野：社会システム工学・安全システム

専門：非破壊検査

E-mail: m.ishikawa@tokushima-u.ac.jp

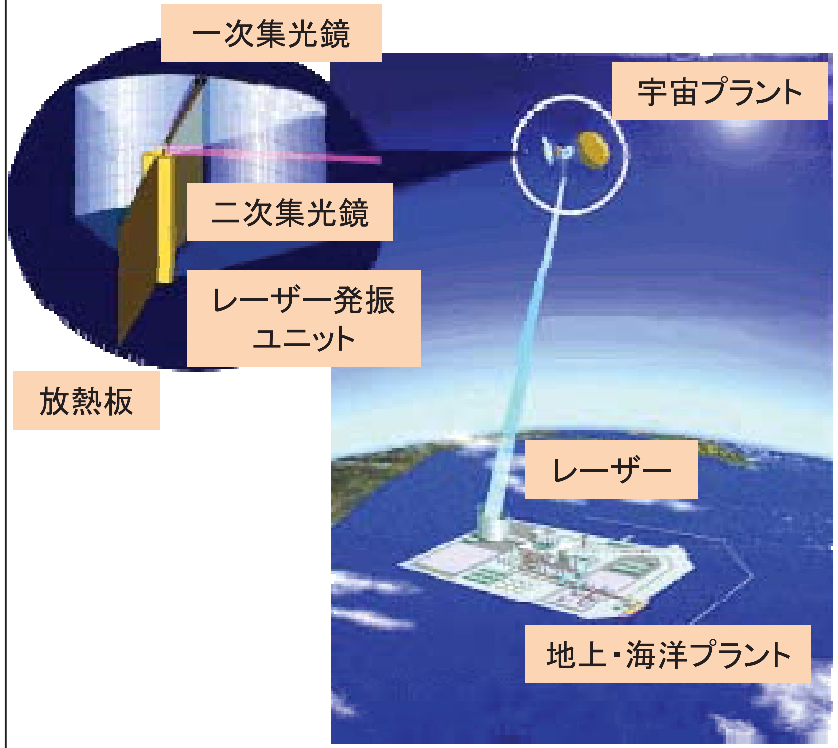
Tel. 088-656-7358

Fax: 088-656-9082

レーザー方式宇宙太陽光発電システム(L-SSPS)の熱設計

[キーワード:太陽光発電,輻射排熱, 光電変換・熱複合利用]　助教　草野　剛嗣

Faculty of Engineering
Tokushima University



© JAXA

内容:

宇宙太陽光発電システム(SSPS : Space Solar Power System)は時間・季節や天候に左右されず,より多くの安定的な電力供給が可能な概念であり,技術的な課題のため未だ実用化には至っていないが,今後の実用化が期待されている。このシステムでは,例えば静止軌道上に2.5km×2.5kmの太陽電池パネルを展開することで,およそ原発1基分(100万MW)の発電能力を有する。SSPSでは宇宙空間から地上までのエネルギーの伝送方式としてレーザー方式とマイクロ波による方式が考えられているが,このうちレーザー方式SSPS(L-SSPS)では宇宙における発電・発振部の半導体レーザー部からの排熱の問題と,地上部における高密度な受光レーザーからのエネルギー変換が問題になる。

そこで我々は,L-SSPSの発電・発振部の熱評価・設計を行い,発電に寄与しない排熱面積の最小化と発電・発振部との一体モデルの検討・開発を行っている。これによりSSPSにおいて最大のネックとなる打ち上げコストの低減にもつながる。一方,地上部における受光レーザーは,通常の太陽光に比べると高エネルギーであるため,光電変換のみではエネルギー損失が大きくなってしまう。そこで光電変換と熱変換を併用するシステムを開発し,エネルギー変換効率の向上と,非受光時においても発電が可能なシステムの開発を目指す。

分野:機械工学
専門:熱工学
E-mail: kusano@tokushima-u.ac.jp
Tel.　088-698-8562
Fax:　088-656-9082

人体の姿勢制御を考慮したスケートボート型輸送体の開発

[キーワード：モデリング，モーションコントロール，システム同定]

助教　園部　元康

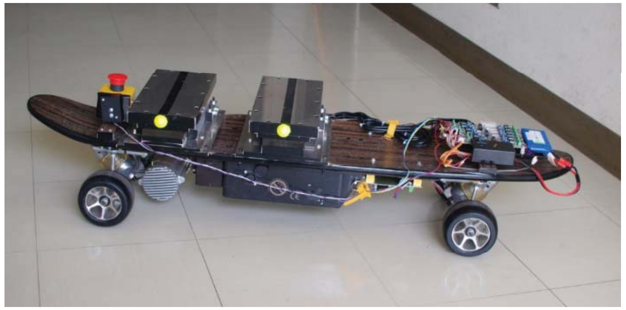


図1.荷重計測装置を備えた電動スケートボード

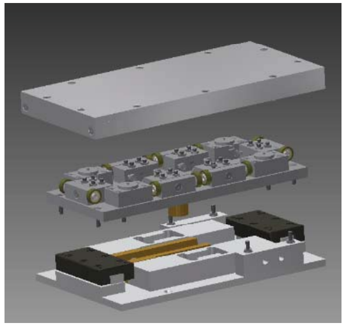


図2.制作した荷重計測装置

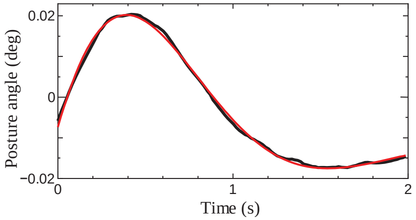


図3. インパルス応答の結果

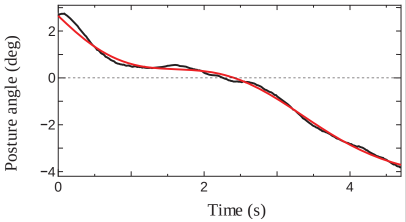


図4 ステップ応答実験の結果

内容：

電動機を駆動源とする輸送機器は，一般的に蓄電の問題を抱えており，その影響を低減するためには低速で走行することが望ましい．コンパクトな低速輸送機器として，図1に示すような電動スケートボードに着目し，事業所内やショッピングモール，空港などの移動に利用できないか検討している．しかし，立ち乗り機器のため，搭乗者が動作するボード上で搭乗者がバランスを維持することは難しい．そこで，なんらかの方法で搭乗者の姿勢を推定し，そのバランスを保つよう機器の制御を行うことを目指す．

本研究では，搭乗者の姿勢の推定を図2に示す左右の荷重計測から得られる重心位置に基づいて推定することを目指す．そのためには，適切な人体の機構モデルと筋生成モデルが必要となる．特に，筋生成には0.2秒から0.3秒程度の遅延が含まれるため，この遅延生成メカニズムを明らかにすることが操作性の良いスケートボードの開発には不可欠となる．本研究では，人体の消費エネルギーを抑制するために最適となるよう遅延時間の調整がなされているのではないかと仮定して，図3のインパルス応答実験，図4のステップ応答実験等を通じて人体の最適なモデリングを検討する．

分野：知能機械学・機械システム

専門：機械力学，バイオメカニクス

E-mail: sonobe@tokushima-u.ac.jp

Tel.　088-656-7382

Fax:　088-656-9082

HP : http://dynamic1.me.tokushima-u.ac.jp/