

# 学位論文概要「環境情報からのメッセージ」 環境システム学専攻 システムデザインコース

名前	指導教員	論題	論文要約
浅田祥典	上野誠也	移動体追従ネットワークを構成する無人機群の配置法に関する研究	本研究は複数の小型無人機を用いてネットワーク形成を行うための、無人機の配置問題について取り扱っている。このネットワークは移動する目標とそれを観測する基地局との通信を接続することを目的とする。本研究ではこのネットワーク形成を実現するため、被覆制御を発展させた手法を提案した。さらに、新たな評価手法を導入することで、ネットワーク形成に対する提案手法の妥当性の検証を行った。
池増陽之	村井基彦	アレイ配置されたポイントアブソーバWECを想定した制御力と相互干渉影響に関する研究	波浪による Heave 運動により発電するポイントアブソーバ型波力発電装置について、運動を制御する意図的な力（制御力）と、装置の複数配列による流体力学的相互干渉影響を考慮した数値シミュレーションを行った。さらに、各装置もしくは配列全体について、その発電能力を評価した。その結果、制御力の決定のプロセスに干渉考慮が有効であることや、本計算手法が様々なケーススタディに適用可能であることを確認した。
小川卓大	松井和己	大変形問題に対する混合型マルチスケール解析手法の開発	非圧縮問題の解析では体積ロッキング現象の回避が必要になる。マルチスケール解析においては、高次要素の使用によって回避をしていたが、計算コストの点で問題があった。本研究では、混合法でマルチスケール解析手法を構築することにより、より低い計算コストで非圧縮のマルチスケール解析を行うための手法を構築した。体積成分のみを定義する通常の混合法と異なり、偏差成分も定義することによって、より厳密に定式化を行った。
加納智宏	中野健	弾性ブロックと剛体ブレードの線接触すべり摩擦における摩耗形態	弾性体を摩擦させると、摺動方向に直交する磨耗パターン（AP）が発生することがある。APは機械の性能と寿命が低下させるので、その生成機構の理解が望まれている。また、弾性体の摩擦を把握する上で重要となる弾性体の内部変形が容易に生じるので、本研究では、APの生成機構を理解するために、内部情報を得ることができる実験装置を開発した。この装置を用いて、APに及ぼす摺動速度の影響を調べ、その結果を分類した。

木村祐太	樋口丈浩	月着陸機の可変コースティング時間を用いたロバスト誘導制御則に関する研究	本稿は月着陸機の動力降下フェーズにおける誘導制御則に焦点を当てている。このフェーズでは多項式誘導則による誘導が行われる。しかし、誘導則が許容できないほどの大きな誘導誤差が発生した場合、解が求まらないケースがあった。この問題点を解決するため、本稿では可変コースティング時間を提案する。現在の状態量と目標値を比較することでコースティング時間の調整を行う。数値計算によって提案手法の有効性を明らかにした。
熊谷卓大	山田貴博	レベルセット法による形状表現を用いた張力構造物の大変形解析	近年、専門医の技量維持、向上を目的とした患者固有のデータを用いた術前手術シミュレータの開発が進められている。筆者らは、患者固有のデータを、CTデータからレベルセット法により取得する研究も進めている。そこで本研究では、レベルセット法により生体膜（張力構造物）を表現し、物体存在範囲に粒子を配置して、Euler型定式化の枠組みでLagrange的な粒子の移動を取り扱い、膜の大変形解析を行った。また、従来のLagrange型解法と比較することで本手法の有効性を示した。
小市萌子	山田貴博	縫合評価に対する有限要素解析の適用	医療は物理現象としてはほとんど評価されず、外科医の技能を定量的に評価する手法の開発が望まれている。本研究では、縫合のシミュレーションへの応用を目的として縫合糸、生体軟組織をモデリングするALE有限要素法を用いた計算手法を開発した。縫合糸にALE有限要素法を適用することで、変形後形状において軟組織と縫合糸の節点を常に一致させた形ですべりが表現できる。
児山翔平	樋口丈浩	属性の異なる移動体の極性を用いた群制御に関する研究	近年、無人機の需要が高まるとともに、複数機を同時運用するための群・編隊制御が重要な技術となってきている。本研究では、異なる属性（搭載物）を擁する移動体を目的地に配分することを目的としている。属性を混合させるために、磁力を模擬した極性の制御則を導入する。また、属性の混合を定量的に評価する方法として、情報エントロピーによる混合度を適用する。シミュレーションにおける属性の混合を混合度により確認した。
鈴木亮汰	樋口丈浩	ホモトピー法を用いた複数航空機の最適軌道生成に関する研究	本研究は航空交通管理における軌道ベース運用(TBO)に向けた最適軌道の生成方法を提案するものである。計算にはホモトピー法が用いられており、この計算手法を複数機の問題に適用させていることが本研究の特徴となっている。シミュレーション結果では、お互いが衝突や干渉をしない回避付きの軌道がホモトピー法によって得られている。

須原健介	松井和己	人腹腔の膜を考慮した幾何学的モデルの自動生成	近年、腹部手術の多くが腹腔鏡下手術で行われており、専門医の育成と継続的な技術維持を目的とした手術シミュレータの開発が世界中で行われている。手術シミュレータ内で用いられる患者固有のデータはCT データからボリュームデータを取得することで得ているが、CT では認識されない臓器周りを覆う膜の自動生成手法の確立には至っていない。そこで本論文では人腹腔内の臓器や膜をレベルセット法で再現した標準モデルを用意し、標準モデルから患者固有モデルへのモーフィングを行うことで臓器と膜の繋がりを維持したまま患者固有モデルを生成する手法を提案した。
角田健也	松井和己	摘出直後の臓器を対象とした弾性係数同定システムの開発	現状の手術シミュレータ内の有限要素解析では臓器を加工し、同定した臓器の物性値として使用している。しかしながら生体内の臓器と摘出した後時間の経過した臓器では物性は異なると言われている。手術シミュレータの高精度化のためには生体内の物性値を用いることが理想であるが、生体内の臓器の物性同定は様々な困難が伴う。本研究の目的は逆解析を用いて摘出直後の臓器の弾性係数同定を行うシステムを開発することである。
道浦友貴	白石俊彦	ニューラルネットワークによるスペクトログラム解析を用いた複数音源の分離に関する研究	人はパーティ会場のような音楽や他人の話し声など様々な音が重なり合っているなかでも、今話をしている相手の声を判別し会話を楽しむことができる。これはカクテルパーティ効果と呼ばれ、人の音源分離能力の高さを示す例としてよく用いられる。この音源分離の研究は、騒音制御や音声認識への応用のため古くから進められてきた一方で、反響下や音源の移動等、分離を行う上で重要となる混合の過程が複雑になると性能が低下するという問題を抱えている。本研究では、近年深層学習の発達と共に画像認識等で高い性能を発揮しているニューラルネットワークに着目した。本研究では、音源分離問題に対するニューラルネットワークの新たな適用方法を開発し、その有効性を検証した。
中島秀政	山田貴博	弾性変形を考慮した流体潤滑特性の評価	本研究では流路の変形が一定ではなく位置によって異なることを表現するために、流体構造連成解析を用いることによって流路の変形が潤滑特性に与える影響を評価することを目的とする。その際、壁面の変形のパターンを並進変形、角度変化、弾性変形に分類しそれぞれの変形パターンが摩擦特性に与える影響をストライバック曲線を用いて評価した。また、変形する壁面が流路上面の場合と下面の場合があることを考慮し、それぞれについて解析モデルを提案し、摩擦特性の評価を行った。

中村佑輝	白石俊彦	振動モードを考慮した培養骨芽細胞の機械的振動刺激感受システムに関する研究	細胞は外界の力学環境の変化を感知する。本研究は力学刺激として機械的振動に着目する。振動下で細胞に変形が生じると仮定すると、細胞はその変形により力学刺激を感知すると推察できる。よって本研究の目的は細胞の機械的振動刺激感受システム解明のため、振動下で細胞の変形測定を行うことである。顕微鏡のステージ上で可視化した細胞を培養するディッシュを加振器により加振し、高感度の高速度カメラにより画像を撮影することで、変形の有無の確認を行った。
西島彰利	白石俊彦	b-カテニンに着目した機械的振動による培養骨芽細胞の増殖促進メカニズムに関する研究	生体は、力学刺激を感知することで適応的応答を示すことが確認されている。細胞のシグナル伝達経路の1つにWnt/b-カテニンシグナル伝達経路がある。このシグナル伝達が起こると細胞増殖などの種々の細胞機能を制御するとされている。本研究では、機械的振動下での細胞内のb-カテニンを測定することで、その増殖促進メカニズムの一端を解明することを目的とした。その結果、機械的振動によってコンフルエント時のb-カテニンの核内移行が促進する、という結論を得た。
丹羽千知	上野誠也	重力天体用着陸FTBのためのマルチロータ型UAV実験機開発に関する研究	Flying Test Bed (FTB)の実験には時間と研究環境が必要である。そこで制御則開発を担当する本研究室において、制御系の独立した検証環境があることが望ましいと考え、マルチロータ機を用いたプレ実験機の開発を検討する。本論文では、機体設計から製作、制御則の検討を行ったシミュレーション結果、FTBの分配則を実装するための予備実験の結果について記述する。そして、以上の結果より製作したプレ実験機の評価を行う。
早川翔太	森下信	細胞のシグナル伝達網を利用した学習・記憶の可能性	生体を構成する細胞は、環境への適応能力を具えることから自律系であるとみなせるが、その制御系については理解が進んでいない。神経細胞網との類似性から、シグナル伝達網と呼ばれる細胞内部の情報伝達機構が学習機能を持った制御系の役割を有するとの仮説を立て、シミュレーションにより検証することを目的とし、研究を行った。シグナル伝達網の数理モデルを提案し、学習機能に関するシミュレーションを行った。
星拓実	樋口丈浩	CMG搭載マルチロータ機の誘導制御および特異点問題に関する研究	本研究の目的をばCMGシステムを搭載したマルチロータ型UAVにおいて、その独立した姿勢制御系を有する機体の制御則の確立と、機体における特異点問題に対する回避制御則の確立である。論文にてロータ機構を特異点回避手法として用いる提案、及び検証を数値計算を用いて検証した。また、外乱等に対する診断則をCMG入力を用いることにより確立した。更に、現実的な状況下での手法の提案及び検証を行い、その有効性を確認した。

南澤宏紀	松井和己	異種材料界面を考慮した近傍問題法	近年、数値シミュレーションは製造業をはじめ開発期間の短縮や、コスト削減のため広く活用されており、信頼性の確保が重要となっている。信頼性の確認方法として、検証 (Verification) と妥当性確認 (Validation) を行う V&V と呼ばれるアプローチが用いられている。本研究では V&V における検証に注目し、異種材料界面を含む弾性有限要素解析に対して、帰納的検証手法として提案されている近傍問題法の適用を行った。
望月良平	村井基彦	OWC 付き浮体式双発垂直軸型風車における浮体運動性に関する研究	近年、風力発電はより風況の良い洋上へ風車を設置する洋上風力発電が注目を浴びている。本研究室においても 2013 年に 1 浮体に垂直軸風車を 2 基搭載する浮体式双発垂直軸型風車を考案したが、短周期で揺れてしまうことが確認された。本研究では水柱振動型 (OWC) と呼ばれる筒内の水面が上下動することによって発電を行う機構に注目し、OWC による力を制御することによる浮体運動の抑制効果と OWC による発電期待値の算出を行い、その有用性を示した。
山本翔太	森下信	細胞膜タンパク質の振動に対するセンサ機能	生体は様々な力学刺激のもとで環境に適応し、細胞単位でも感知することが知られている。本研究では、インテグリンと呼ばれる細胞膜タンパク質が力学刺激を感知するセンサの一つであると仮説し、実験とシミュレーションの二方面から検討を行った。検証の結果、細胞外基質と接着したインテグリンが振動感知による増殖に必要不可欠であり、MHz オーダにおいては共振することで振動をシグナルへ変換している可能性が明らかとなった。
呉成培 (オソンベ)	山田貴博	マーカ積分有限要素法によるグローバル・ローカル解析手法の開発	本論文ではグローバル・ローカル非連成近似解法のもと、多結晶モデルを想定したローカル領域に対して有効なリメッシュ手法と複数パスに対応したリスタート機能をマーカ積分有限要素法に実装し、グローバル・ローカル解析一連の流れを構築した。