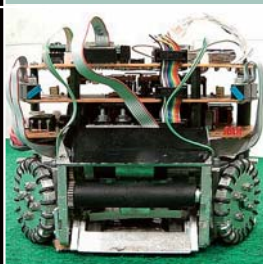
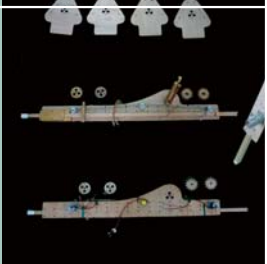
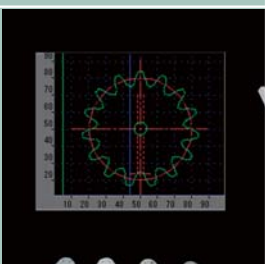
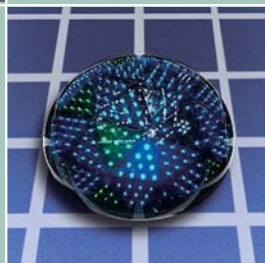
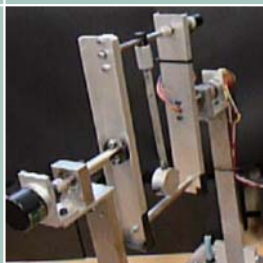
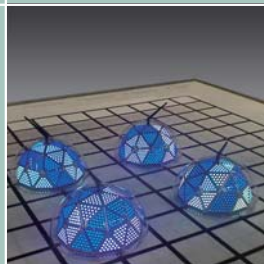
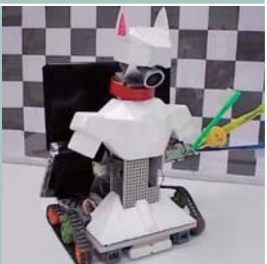
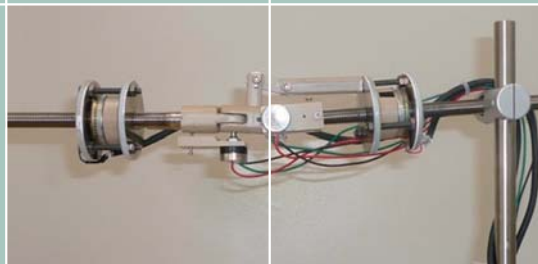


# KOSEN

高専発

# ロボット技術シーズ集



独立行政法人 国立高等専門学校機構

Institute of National Colleges of Technology, Japan

高専発

# ロボット技術シーズ集

---

KOSEN

# 目次

## 先端

- **生物型ロボットの運動学計算システム** 人型、生物型のロボット全身構造の運動学計算を行う  
旭川高専 佐竹 利文…………… 1
- **フレキシブルマニピュレータの省エネルギー軌道計画**  
駆動エネルギーと残留振動を同時に最小化するためアプローチ  
旭川高専 阿部 晶…………… 2
- **RTを活用した高効率電気自動車の開発と技術普及促進**  
アウターロータ BLDC インホイールモータ利用の電動車  
仙台高専 広瀬キャンパス 大泉 哲哉…………… 3
- **医療用ロボットシステムにおける触覚再現手法の開発**  
触覚再現システムのカセンサレス制御アルゴリズムの開発  
仙台高専 広瀬キャンパス 大場 譲…………… 4
- **メカトロシステムの知能化に関する研究**  
鶴岡高専 佐藤 義重…………… 5
- **短距離無線制御方式のロボット開発** 多自由度型ロボットにおけるアクチュエータのモジュール化  
木更津高専 浅野 洋介…………… 6
- **全方向移動車椅子の開発** 豊橋技術科学大学との共同研究  
岐阜高専 北川 秀夫…………… 7
- **一般化リカッチ方程式による制御設計法のロボットへの応用**  
一般化リカッチ方程式によるスライディングモード制御設計法の産業用ロボットへの応用  
鳥羽商船高専 宮崎 孝…………… 8
- **ヒトに優しい「柔軟関節ロボット」の開発**  
シンプルな構造の新しいバネ/非線形バネ SAT (サット) の提案  
鈴鹿高専 白井 達也…………… 9
- **体操運動簡易モデル“アクロロボット”の開発** アクロロボットを利用した非線形制御法の有効性検証  
舞鶴高専 川田 昌克…………… 10
- **救助支援型担架システムの開発** ロボット技術を災害現場で活用しよう  
明石高専 岩野 優樹…………… 11
- **安全性を有する小型クラッチ型アクチュエータの開発** 医工連携を目的とした研究開発  
奈良高専 矢野 順彦…………… 12
- **劣駆動ロボットの運動制御** より少ない駆動装置でシステム全体の動きを上手にコントロール  
米子高専 松本 至…………… 13
- **MRI 対応型手術支援アームの開発** 低浸襲型治療が可能な手術支援アームの実用化に向けて  
宇部高専 岡 正人…………… 14
- **エンターテイメントロボットシステム L-po の開発** 地域企業との共同研究によるロボット開発  
阿南高専 福田 耕治…………… 15
- **身体的リズムの引き込みを導入した身体的インタフェースの研究**  
身体的コミュニケーションと身体的インタフェース  
弓削商船高専 長井 弘志…………… 16
- **PnP 型ロボットシステムのための新しい運動制御法の研究開発**  
誰もが手軽にロボットを作り、動かせる近未来に備えて・・・  
有明高専 原楨 真也…………… 17
- **画像処理技術を活用した医療用ロボットシステム** 文部科学省 知的クラスター創成事業 (第Ⅱ期)  
北九州高専 久池井 茂…………… 18
- **手書き動作によるリハビリシステムの開発**  
脳疾患や事故による麻痺・障害がある方の生活の環境と質の向上  
熊本高専 熊本キャンパス 柴里 弘毅…………… 19

● 聴覚モデルを用いたヒューマノイドロボットの音声認識システムの構築 特許技術を応用したアプリケーション開発 熊本高専 熊本キャンパス 中島 栄俊……………	20
● 視覚・運動マップによるマニピュレータの制御 ティーチング作業を軽減するロボットの制御技術 大分高専 丸木 勇治……………	21

## 地域発

● 函館市観光PR用ロボット「IKABO」の開発 「函館名物イカ踊り」を市民と一緒に踊るロボット！ 函館高専 本村 真治……………	22
● 岩盤調査ロボットの開発 ロックネットクライミングロボットによる岩盤調査 釧路高専 梶原 秀一……………	23
● 田圃用除草ロボットの制御機構開発 地域に必要とされるロボット作りの挑戦 長岡高専 宮崎 敏昌……………	24
● 人に優しいロボット操作技術の開発 ロータリエンコーダを用いた多関節ロボットの姿勢教示装置の開発 富山高専 本郷キャンパス 山口 晃史……………	25
● 福井県機械工業会とのロボット制御講習会による連携プロジェクト 廃炉解体における遠隔操作ロボットの基礎技術研究を踏まえた自律的ロボットの開発 福井高専 齊藤 徹・加藤 省三・西 仁司・奥田 篤士……………	26
● 無線移動台車ユニット「G-Move」の研究開発 県内企業との連携によるロボット開発 岐阜高専 小林 義光……………	27
● 「やわらかさ」を再現するためのシステム装置の試作 実用的な装置の開発に向けた「やわらかさ」の再現 奈良高専 櫛 弘明……………	28
● 地域活性化ロボットの開発 高専ロボコンのロボット技術を使用した地域活性化 香川高専 詫間キャンパス 三崎 幸典……………	29
● 地域文化に根ざしたロボット製作活動 各種ユニークなロボット製作による科学技術の啓蒙と地域貢献 新居浜高専 出口 幹雄……………	30
● 浅海域用海中ロボットの開発 地域連携によるモノづくり教育と地元貢献 佐世保高専 長嶋 豊……………	31
● 形状記憶合金を利用した障害者用パソコン支援機器の開発 地元企業とのコラボレーションによる障害者支援装置開発を通じた、バリアフリーやユニバーサルデザインなどを基盤とする機器開発 大分高専 青木 照子……………	32
● ワシントン椰子枝払いロボットの開発 高機能・小型ワシントン椰子枝払いロボットの開発 鹿児島高専 植村 眞一郎……………	33
● インターネットから制御する見守りロボットの開発 新たな雇用創出を可能にする移動ロボットのネットワーク制御 鹿児島高専 堂込 一秀……………	34
● サンゴの保全・環境調査のための海中ロボットの開発 九工大相良研、東海大坂上研との共同研究による海中ロボットの開発 沖縄高専 武村 史朗……………	35
● Okinawa型ロボット・組み込みシステム Okinawa型ロボット研究開発を通じた産学コラボレーション 沖縄高専 姉崎 隆……………	36

## 教育効果

● いわき市観光産業用「じゃんがらロボット」の開発 =インパクトある土産品の創出= いわき伝統芸能じゃんがら念仏踊りのロボット開発 福島高専 佐東 信司・鈴木 茂和……………	37
● 知能ロボットを主とする制御技術教育の実践 学生の発想を実現するための制御技術開発 福島高専 天野 仁司……………	38



●	<b>校内ロボコンを活用した壁面移動型管内探査ロボットの開発</b>	
	学生が製作したロボットをもとに実用ロボットを開発	
	茨城高専	長谷川 勇治…………… 39
●	<b>斜毛付き回転円筒体を用いた振動推進装置の開発</b>	
	ロボットコンテストのアイデアを発展させた研究開発	
	小山高専	田中 昭雄…………… 40
●	<b>ロボカップ小型リーグ用サッカーロボットの開発</b>	
	ロボカップ世界大会への継続参加を通じた創造性育成教育の実践	
	豊田高専	杉浦 藤虎・渡辺 正人…………… 41
●	<b>WARAIロボットの製作</b> ロボットによる地域振興	
	和歌山高専	若野 憲一郎・山口 利幸・津田 尚明…………… 42
●	<b>自律型地雷探査・除去ロボットの開発</b> 卒業研究で取り組むロボット開発と意義	
	米子高専	中山 繁生…………… 43
●	<b>簡単なロボット製作法</b> レーザー加工機を用いた木製ロボットの製作	
	大島商船高専	岡野内 悟…………… 44

# 生物型ロボットの運動学計算システム

制御情報工学科 佐竹 利文

## 人型、生物型のロボット全身構造の運動学計算を行う

### 【要約】

本研究ではマルチエージェント概念を応用して所望の動作を行うロボットアームの姿勢を求めるための運動学計算を構成する方法を開発した。これは、アーム、ハンドから人型および生物型などの複雑な構造に対しても容易に計算システムを構成できるものである。現在、多様な構造の生物の運動学計算を行い、本研究の有効性の検証を進めている。

### 【きっかけ】

ロボットに所望の動作をさせる際には、ロボットの作業部分（例えば手先）の姿勢を求める計算である運動学計算が必要になる。しかし、人型を代表とする多自由度かつ複雑に分岐する構造の場合には、その複雑性から幾つかの部分に分けて運動学計算が行われる。一方、複数の軸から構成されるロボットの動きは、独立して動く軸の協調の結果として現れるものであり、図1に示すような、一種のマルチエージェントシステムとして捉えることが出来る。そこで我々は、各関節を単純な計算を行うモジュールの組み合わせでロボットの構造に合わせて運動学計算を構成する方法を考案するに至った。

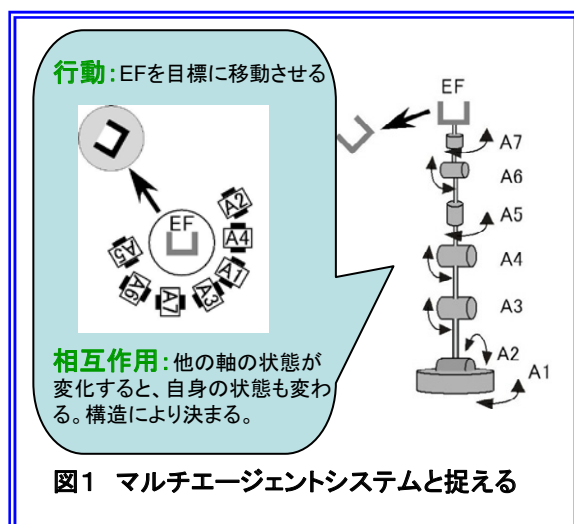


図1 マルチエージェントシステムと捉える

### 【プロセス】

最初に、アーム型ロボットに対して基本的なモジュールの開発を行った。これは、アームの複数部位に対して目標位置を指定することが出来るものである。この基本システムに対して、分岐構造および動作の基準となる固定部分を変更できるように拡張を行い、人型など生物型ロボットの全身構造をモデル化し、任意の部分を位置決めするロボットの姿勢を求める計算システムを開発した。

### 【成果】

図2には、21軸アームの3つの部分にそれぞれ連続的な目標位置を設定して得られた結果である。ロボットに求められる作業は、必ずしも1つの部位に関するものだけではない、腕全体を使った動作や、肘と手先の状況の指定など1つのロボットに対しても様々な指令の可能性がある。本方法は、このような多様な指令を容易に計算システムの中に導入することが可能である。図3は、55軸制御の人型ロボットの歩行動作を造った例である。固定端を軸足にして計算している。固定端は任意の部位に設定することができ動作指令部位の設定と共に、多様な状況に対して容易に対応することが出来る。

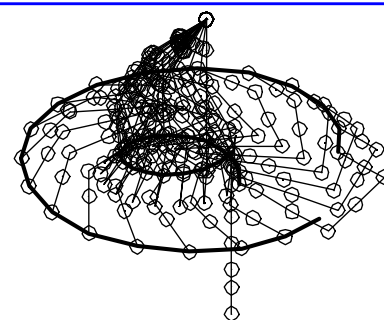


図2 3つの部分の同時位置決め



図3 人型ロボットの歩行動作

この研究は、九州工業大学情報工学科の林朗弘博士、有明高専の原植真也准教授と共同で進めている研究である。

お問い合わせ先

氏名: さたけ としふみ

連絡先電話番号: 0166-55-8030

電子メールアドレス: satake@asahikawa-nct.ac.jp

# フレキシブルマニピュレータの省エネルギー軌道計画

制御情報工学科 阿部 晶

## 駆動エネルギーと残留振動を同時に最小化するためアプローチ

### 【要約】

本研究では、1リンクフレキシブルマニピュレータの（Point-To-Point）PTP制御問題を扱い、駆動エネルギー最小化に基づく軌道計画法を提案した。ここで、駆動エネルギー最小化の観点から、駆動トルクが最小化されるよう最適化を図った。なお、最適化の手法としては、Particle Swarm Optimizationを用いた。本軌道計画法の特徴は、駆動トルク最小化のアプローチからPTP制御時の残留振動が抑制される点である。数値シミュレーションおよびモデル実験を実施し、本研究で提案された軌道計画法の有効性を確認した。

### 【きっかけ】

近年のロボットマニピュレータは、高速化およびエネルギーコスト削減等の観点から、構造の軽量化が求められる傾向にある。一方、これはマニピュレータの剛性の低下をもたらし、振動が生じやすい状況となる。このような背景のもと、フレキシブルマニピュレータの振動制御に関する研究が盛んに行われている。しかしながらこれまでの研究においては、望ましくない振動を抑制することに主眼が置かれており、振動抑制と省エネルギー化の両立を目指したアプローチは十分になされていない。近年、CO<sub>2</sub>排出量の削減、すなわち省エネルギー化が多方面で求められている。これより、フレキシブルマニピュレータの研究においても、さらなる省エネルギー化を目指したアプローチが必要であると考えられる。

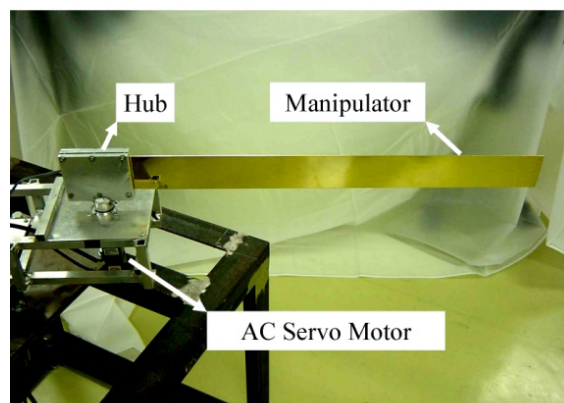
### 【プロセス】

本研究におけるモデル実験装置等の開発は、ものづくり教育の一環として実施することを考え、本科制御情報工学科の卒業研究および専攻科生産システム工学専攻の特別研究で実施した。そして、フレキシブルマニピュレータの実験装置を開発し、本研究で提案された省エネルギーかつ残留振動を抑制させる軌道計画法の検証実験を実施した。

### 【成果】

モデル実験を用いた検証実験から、本軌道計画法が有効かつ実現性を有することを明らかにした。この研究の成果は、下記の学術論文に取りまとめられている。今後の課題としては、産業用ロボットマニピュレータ等への適用を考え、本手法の多リンクマニピュレータへの応用などが挙げられる。

・阿部 晶、駆動トルクに着目したフレキシブルマニピュレータの軌道計画、日本機械学会論文集C編、Vol.74、No.745、PP. 2246-2253（2008）



開発したフレキシブルマニピュレータの実験装置

お問い合わせ先  
氏名：あべ あきら  
連絡先電話番号：0166-55-8035  
電子メールアドレス：abe@asahikawa-nct.ac.jp

## RTを活用した高効率電気自動車の開発と技術普及促進

電子制御工学科 大泉 哲哉

### アウターロータBLDCインホイールモータ利用の電動車

#### 【要約】

CO2削減のための高効率電動車をアウターロータBLDCインホイールモータを利用して実現することを試みている。複数駆動輪を有する速度制御型電動車における操舵システムを提案し、実用電動車の実現を目指している。同時に、電気自動車技術普及のために、宮城県スポーツランドSUGOでのエコラン競技会開催にも関わって、一般、高校生を対象にした電気自動車製作教室を実施し、その作品で競技会に挑戦してもらった。

#### 【きっかけ】

本校の服部正行名誉教授が20年前から電気自転車の駆動回路を発明され、その独自回路を用いたアウターロータBLDCインホイールモータ駆動制御の研究開発をかねて、エコラン用電気自動車を10年前から開発してきた。また、RTを活用した実用電動車の制御に関わるようになった。

#### 【プロセス】

20数年前に学生実験用BLモータ導入で、BLモータに関わり、モータの出力軸がロータ外径より細いことに問題を感じ、ロータにタイヤをつけた一体型駆動輪とその制御方法を提案してきた。その後、電動車に関してJSTの支援を戴き、イーモビル(株)とエコライクプロジェクトを立ち上げることができた。また、自動車メーカーの支援を得て、複数独立駆動輪型電動車の特許出願に至る。

#### 【成果】

アウターロータBLDCインホイールモータを用いた一体型駆動輪とその制御方法は、特許4020403号となった。

開発した高効率電動車の性能を評価するために、SUGOでのエコラン競技会開催に関わるとともに、競技に出走して、性能確認を行っている。

CO2削減のためには、電気自動車技術の普及、人材育成が重要と考え、宮城県と連携し、JST支援の下、電気自動車製作教室を開催した。

複数独立駆動輪型電気自動車と駆動制御方法(特願2009-191421号)を実機に搭載して、さらなる技術開発を進めている。



写真上: 開発した競技用電気自動車。  
写真中: エコラン競技会での記念写真。  
写真右: 開発した電動バイク





## 医療用ロボットシステムにおける触覚再現手法の開発

電子制御学科 大場 譲

### 触覚再現システムのカセンサレス制御アルゴリズムの開発

#### 【要約】

慶應義塾大学理工学部、医学部の共同研究として平成14年より3年間、「触覚を有する低侵襲性外科手術用鉗子ロボット」の開発を行った。本共同研究は理論面だけでなく実現性も検証し、最終的にはプロトタイプ製作まで行った。

#### 【きっかけ】

本研究は平成14～16年度の科研費（基盤研究(A)）「リニアアクチュエータを用いた内視鏡外科など低侵襲性外科手術における触覚技術の開発」の研究協力者として始まった。なかでも触覚再現に必要な力情報のセンサレス化を担当した。

#### 【プロセス】

平成14年度の科学研究費補助金に採択された後、研究代表者である慶應義塾大学理工学部の大西公平教授を中心に、同大学医学部など多方面にわたる研究グループが結成され、定期的に報告会を行い、進捗状況を報告し研究成果を共有した。最終成果を日立製作所機械研究所とともに協力して、試作機が製作された。

#### 【成果】

研究活動を通して、単純な機械モデル、少々複雑な二慣性モデルを用いたカセンサレス制御アルゴリズムを確立した。一方で現状では全ての機器にアルゴリズムを導入するには至らず、さらなる研究が必要である。しかしながら現状でも十分に実用可能であり、工作機械のカセンサレス制御系として実装が進められている最中である。本成果によりコストダウン、機器の小サイズ化が期待できる。



図 触覚伝達を可能とした  
バイラテラルロボットシステム

低侵襲性外科手術用鉗子ロボットとして、粗動部を担当する3自由度マニピュレータ(写真上)と、微動部を担当する1自由度鉗子ロボット(写真下)のそれぞれに対して、カセンサレス手法を実現した。

カセンサレス手法により得られた力情報を元に、操作側と作業側で位置情報と力情報を相互にやりとりし、触覚の再現を行う「バイラテラルロボット」を実現し、遠隔地での力の再現が行えることを確認した。



# メカトロシステムの知能化に関する研究

制御情報工学科 佐藤 義重

## 【要約】

本研究は、近い将来のメカトロ製品およびロボットの知能化を実現させるもので、人間の持っている学習能力を機械に与え、システム能力を強化する制御の提案をしている。人間や生物と全く同じレベルの知的さを扱うものではない。繰り返し精度や高速性などの機械やコンピュータが持つ優れた機能を生かしつつ、適応や学習などの機能をコンピュータに取り込むことによって、知的なシステムを構築する。

## 【きっかけ】

企業で航空宇宙に関するメカトロシステムの研究開発を行っている過程において、メカトロシステムの知能化のニーズがあり、大学の研究室との共同研究に発展した。

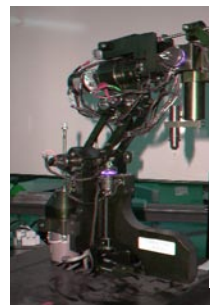
## 【プロセス】

大学院の智能制御システム研究室に所属し、プロジェクトチームを発足させ、ファジィ・ニューラルネットワークを用いたロバストな智能制御システムの研究を行った。さらに、多入力多出力系への応用研究へと発展させた。

## 【成果】

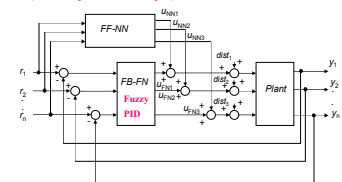
国内外の学会において、研究成果を論文に発表し、最優秀論文賞を受賞した(国際学会CCCT2006)。新しい智能制御手法の確立ができ、新製品への応用が期待される。また、製品化に対しては、さらなる研究開発が必要となる。

## ロボット



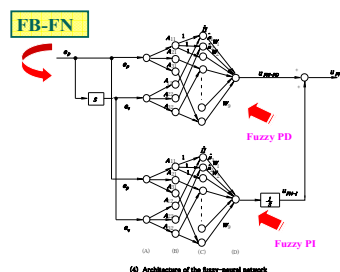
## 1.Introduction

MIMO (Multi-Input, Multi-Output)

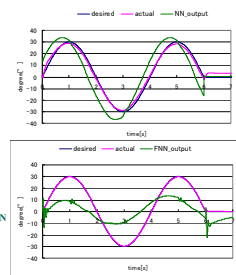


Block diagram of multi-variables robust fuzzy PID control systems

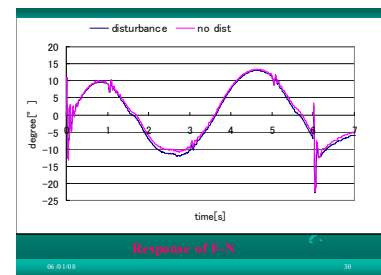
## 多入出力制御系システム設計



Response of N-N



Response of N-N\*F-N



Response of F-N

ファジィ・ニューラルによる  
学習 (特性把握)

完全追従制御の実現

智能制御結果 (重力補償)

## 短距離無線制御方式のロボット開発

電気電子工学科 浅野 洋介

### 多自由度型ロボットにおけるアクチュエータのモジュール化

#### 【要約】

平成19年度から、多自由度ロボットに搭載可能な無線制御システムの開発に取り組んでいた。学生の興味ある分野を制御に生かすことを考えつつ、新たな制御システムの開発を目的として研究を行った。

#### 【きっかけ】

HONDAのASIMOに代表される2足歩行ロボットの開発・研究においてアクチュエータが10を超えるような多自由度ロボットにおいては、制御装置との配線処理が問題となっている。アクチュエータ用の主電源に対する無線伝送技術が発展しつつあることから、さらに、制御装置とアクチュエータを無線で制御することができれば、2足歩行ロボットの更なる進化が期待できると考えた。

#### 【プロセス】

もともと学生がマイコンを用いた通信に興味を持っており、その興味をロボット制御という分野で生かすことを考えた。打合せを繰り返し、今までに存在していなかった無線制御というテーマに挑戦することを決めた。定期的な研究打合せや輪講を重ね、シミュレーションや実験によって、問題点を明らかにし、制御システム全体の評価を行った。

#### 【成果】

無線制御シミュレーションや実験を行い、むだ時間を考慮したPID制御を適用することで、ある程度の応答速度でモータの制御が可能であることがわかった。また、この研究成果を学会でも発表しており、電気学会論文発表賞を受賞した。

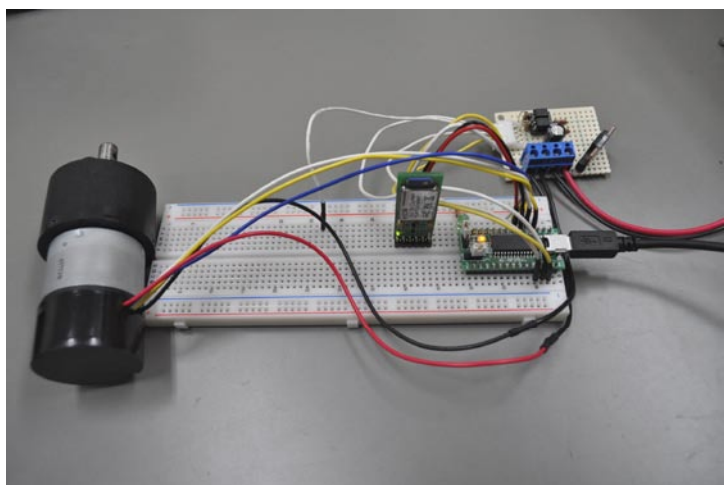


図 無線モータ制御システム

制御用PCと図中央部のBluetoothモジュールを通して制御量授受用マイコンと双方向に通信を行い、PCで計算された高度な制御則を通信によってマイコンが実現する。マイコンのみでは不可能な高度な制御が可能となる。

## 全方向移動車椅子の開発

電子制御工学科 北川 秀夫

### 豊橋技術科学大学との共同研究

#### 【要約】

豊橋技術科学大学と共同で、狭い屋内環境での移動に有効な全方向移動車椅子の開発を行っている。現在までに、車椅子の製作とともにその制御法の研究を行っている。

#### 【きっかけ】

北川がかつて豊橋技術科学大学に所属していたことがきっかけとなり、現在に至るまで共同研究が続いている。

#### 【プロセス】

定期的にミーティングを行い、進捗状況を確認しながら研究計画、実施方法の検討、評価を実施している。豊橋技術科学大学で大学院生が中心となって実験を行っている。

#### 【成果】

これまでに下記等の成果をあげ、これらについて学術論文、国際・国内学会での発表を行っている。

- ①レーザレンジファインダの出力を用いた全方向環境認識及びハプティックジョイスティックを用いた誘導制御による半自律走行
- ②介助式車椅子に対応可能な全方向パワーアシストのためのオートチューニングシステムの開発
- ③全方向移動機構が不得手とする段差対応を可能とする差動駆動操舵機構の実現と、それを用いた走破性の高い全方向移動車椅子の開発



図 全方向移動車椅子

ジョイスティック操作時には安全・快適な半自律走行モード、介助ハンドル操作時には介助者負担をアシストする介助モードとなる。

# 一般化リカッチ方程式による制御設計法のロボットへの応用

電子機械工学科 宮崎 孝

## 一般化リカッチ方程式によるスライディングモード制御 設計法の産業用ロボットへの応用

### 【要約】

これまで、理論的な面で研究を行ってきたディスクリプタシステムに基づいた一般化リカッチ方程式による切り替え超平面の設計法の産業用ロボットへの応用を行う。この設計法は不確かさや非線形性に強い実用的な制御法であるが、企業等との共同研究により実際の生産現場に近いロボットへ応用することで、理論的な利点の検証や他の設計法との比較を行う。良好な結果が得られるようであれば、設計法を応用した生産システムの開発を目指す。

### 【きっかけ】

ディスクリプタシステムに基づいた一般化リカッチ方程式による切り替え超平面の設計法を提案してきた。提案手法は、従来の設計法と比べると設計仕様が陽な形で表現でき見通しがよい利点がある。一方、ロボットは、一般に各関節にアクチュエータが配置されるためマッチング条件を満たしスライディングモード制御との相性がよく適用例も多い。理論は理想状態での話であり、実際のシステムでの実験は必須である。これまで、倒立振り子などに提案手法を応用してきたが、実験的なものであり、より実践的な応用が望まれる。実用的な応用例としてロボットへの応用を試みる。

### 【プロセス】

賛同頂いた企業で使われているロボットのディスクリプタシステムに基づいたモデル化や現場での制御における問題点を教えていただく。同時に、技術者への提案手法や他の制御理論の解説を行い、実験の対象ロボットや方法について検討を行っていく。制御上の仕様が決まり次第、制御器の設計とシミュレーションを行い、実験方法について検討を重ねる。その後、実際の実験と結果の整理を行っていく。良好な結果が得られるようであれば、設計法を応用した生産システムの開発を目指す。

### 【成果】

研究結果により、提案手法の利点や応用上での問題点が明確となり、今後改良すべき目標が定まる。また、共同研究を通して実際の生産現場での求められていることを知ることができる。企業側からみた場合、現状の問題解決のためにどの制御理論がどの程度役立つのかを検討する機会となる。実験がうまくいった場合は実際の生産ラインへの適用もありえる。



# ヒトに優しい「柔軟関節ロボット」の開発

機械工学科 白井 達也

## シンプルな構造の新しいバネ／非線形バネSAT（サット）の提案

### 【要約】

非線形バネを動力伝達系に挿入すればロボットの関節剛性を機構的に硬くも柔らかくも調整可能であることは知られている。我々が開発したSATは誰でも簡単に作成可能なシンプルな構造の非線形バネである。単にコイルスプリングを代替するだけでも産業応用の可能性は広いが、ここではワイヤ駆動式多関節ロボットに応用した成果を報告する。従来のロボットが苦手とする衝撃力を伴うようなダイナミックな動作が可能となる点がポイントである。

### 【きっかけ】

従来のロボットは転倒・暴走時など強い衝撃力を受けると動力伝達系を破損する。ヒトの場合と同様に、ロボットも常時、関節をガチガチに硬くしている必要はないのではないか？ 専攻科学生と一緒に考え出したのがSATである（図1）。

### 【プロセス】

関節の制御なしに高所から着地可能な一脚ロボットを開発して効果を確認した。その後、関節剛性／角度／トルク制御可能な一リンクロボットを開発し、それを三リンク柔軟関節ロボットに拡張した（図2）。現在は、高所から落ちてくる重量物を関節の柔軟性だけで安全にキャッチングするための条件を明らかにする研究を行っている。

### 【成果】

要素技術である非線形バネSATは特許取得済みである。柔軟関節ロボットの開発に関しては平成18年度 シーズ発掘試験（JST）に採択された。制御方法に関して科学研究費補助金・基盤研究（C）に平成18年度からの三年度と平成21年度からの三年度に亘り採択され、三重大学・電機システム研究室の共同研究実施者として共同研究を行っている。

産業界への技術供与は実施されていないが、速やかに実施可能な技術なので求めがあれば応じる準備はできている。

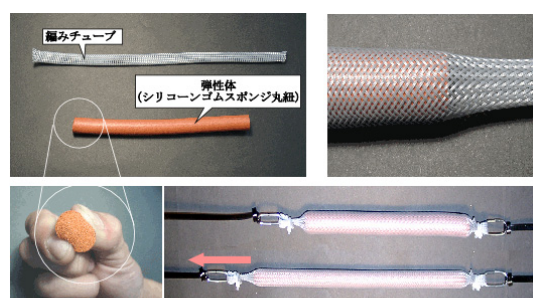


図1 SATの構造

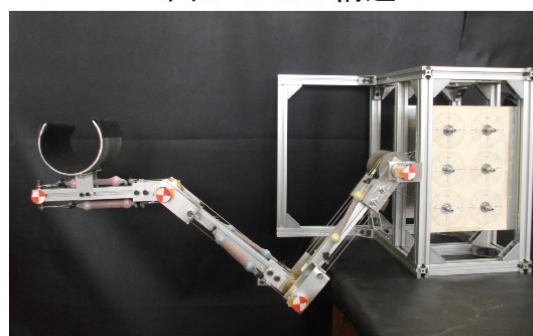


図2 三リンク柔軟関節ロボット



# 体操運動簡易モデル “アクロボット” の開発

電子制御工学科 川田 昌克

## アクロボットを利用した非線形制御法の有効性検証

### 【要約】

アクロボットとは、受動関節を有する劣駆動2 リンクマニピュレータの一種であり、鉄棒やつり輪といった様々な体操競技の運動や屈伸運動の簡易モデルとして利用可能なシステムである。しかしながら、その構造上、アクロボット実験装置を実際に製作することは困難であり、ほとんどの研究では実機実験に至っていないか、あるいは、アクロボットに似た構造の実験装置が用いられている。本研究では、2つのリンクのバランスを工夫し、アクロボット実験装置を製作する。

一方、アクロボットは非線形性が非常に強く、1 次近似線形化モデルに対して設計される固定コントローラでは、安定性を維持できる角度が限られる。そこで、本研究では、アクロボットの非線形性を積極的に補償した各種の非線形制御法により広い動作領域で姿勢制御を実現することを目的とする。

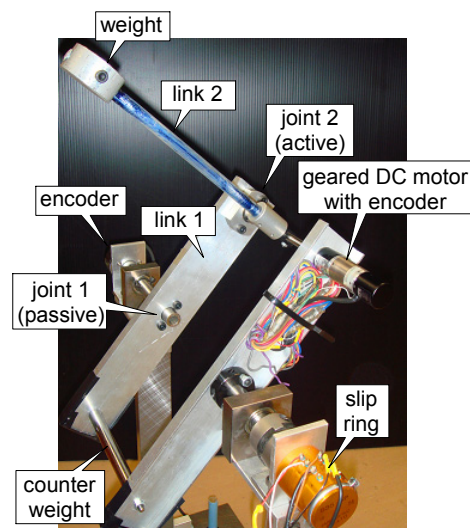


図 アクロボット実験装置

### 【きっかけ】

高専では実践的な技術者の育成が求められている。そのため、当該研究室では、卒業研究において、学生自身が設計・製作したロボットを動かすことで、制御技術を実践的に習得させることを目指した。

### 【プロセス】

科学研究費補助金への申請を行い、採択された後、卒業研究生の協力の下、アクロボット実験装置を完成させた。同時に、非線形制御法の一つであるゲインスケジューリング制御に関する理論的な研究を、京都大学、南山大学、九州工業大学の教員と共同で行い、製作したアクロボット実験装置に適用することでその有効性を示した。

### 【成果】

本研究では、製作が困難とされているアクロボット実験装置を自作し、その姿勢制御を実現することができた。しかし、up/up モードに関しては、さらに安定化可能な動作領域を広くすることができると考えられ、今後の検討課題となっている。

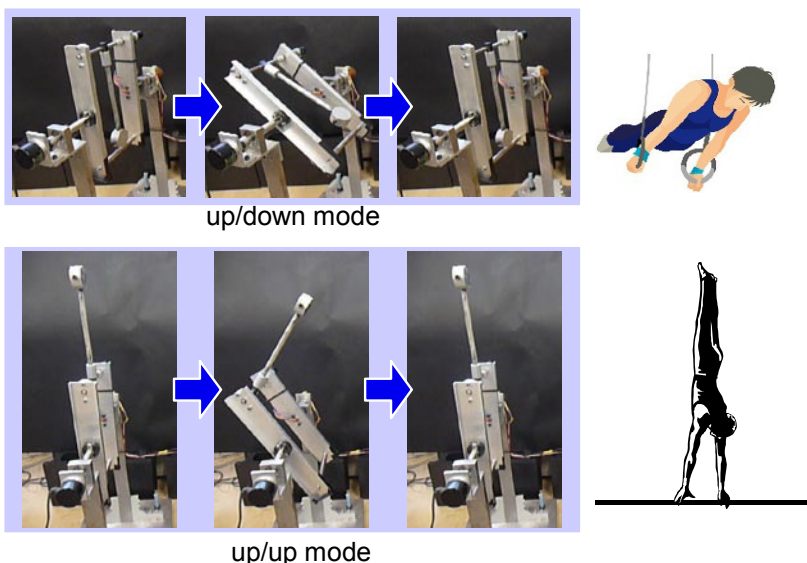


図 ゲインスケジューリングによるアクロボットの姿勢制御

## 救助支援型担架システムの開発

機械工学科 岩野 優樹

### ロボット技術を災害現場で活用しよう

#### 【要約】

近年、都市機能の一極集中や建築技術等の急速な発展に伴い、建築物の高層化および深層化が進められている。本研究では、地下街や高層ビル等施設内の災害において、現場に残された傷病者を迅速・安全に救出しつつ、消防隊員の負担を軽減することを目的とした担架システム（救助用資機材）の開発を行う。本研究では、特に傷病者の担架への移送・搬送時の負担という二つの負担の軽減に着目し、担架システムの開発を行った。

#### 【きっかけ】

平成7年3月に発生した地下鉄サリン事件などの地下街災害においては、ほぼ密閉された空間ということから多数の傷病者が発生した。このような地下街等における災害の場合、多数の傷病者が発生し、現場では消防隊員や市の職員が救助活動にあたったが、その傷病者の搬送にかかる消防隊員の負担は甚大であった。そこで、その負担をロボット技術によって軽減できないかと思い研究を開始した。

#### 【プロセス】

消防防災科学技術研究推進制度（総務省消防庁）にて採択され、本校の受託研究として研究がスタートした。その後、学生の卒業研究として実施し、教職員の指導のもとに試作を行い、動作検証によってその有効性を検証した。

#### 【成果】

上下にクローラベルトを取り付けた担架を製作し、上側のクローラを回転させることで要救助者を持ち上げずに担架に乗せる。その後、下側のクローラの駆動力を利用し、搬送時のパワーアシストを行うことで負担を軽減するという機構で担架システムを開発した。

これにより、一人で救助活動が行え、パワーアシストにより搬送時の負担も軽減される。

そして、実際に製作した担架システムの有効性を確認するため、階段昇降実験を行った結果、45kgの重量物を持ち上げることなく担架へ載せ、載せた状態で階段昇降を行えることが確認できた。



図 救助支援型担架システム

## 安全性を有する小型クラッチ型アクチュエータの開発

電子制御工学科 矢野 順彦

### 医工連携を目的とした研究開発

#### 【要約】

義肢装具機器は直接ヒトと接触するため、そのアクチュエータには小型化だけでなく安全性も要求される。当研究室では筋電肘継手に適用可能な超音波モータとMR (Magneto-Rheological: 磁場をかけると固体のように硬くなる性質) 流体を組み合わせたクラッチ型アクチュエータの提案・試作および筋電信号による制御システムの構築を行っている。

#### 【きっかけ】

ヒトの肘関節は、手に持った食べ物を口に運ぶ動作に欠かすことができず日常生活に必要不可欠である。しかしながら、切断・離断者に処方される義手において、ヒト肘関節を再現できる肘継手は存在しない。そこで、超音波モータとMR流体を組み合わせたクラッチ型アクチュエータの開発を行い、筋電肘継手に適用することを目指した。

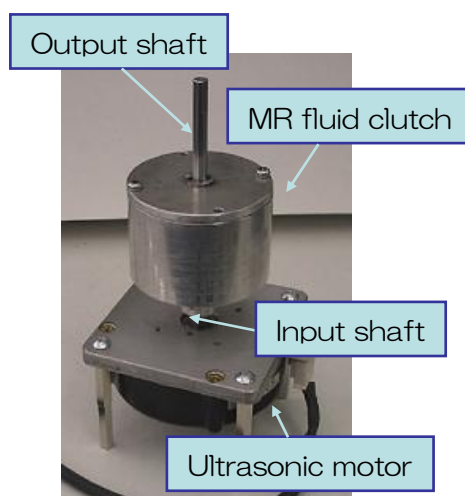
#### 【プロセス】

クラッチ型アクチュエータの試作に関する外部資金を獲得し、義手を処方する義肢装具士の方から貴重な意見を頂戴した。

#### 【成果】

開発中のクラッチ型アクチュエータには、以下の利点を持つものと期待できる。

- ・ 小型軽量、低速高トルクの特徴を持つ超音波モータをトルク入力部に用いることで、小型化がはかれるとともに入力速度が物理的に制限され安全性が確保できる。
- ・ 磁場により見かけの粘性（レオロジ特性）が変化するMR流体をトルク伝達部に用いることで、出力側から見た入力側の慣性が小さくでき、より安全性を高めることが可能である。
- ・ 筋電制御システムを用いることで、義肢装具の分野への応用もできる。





## 劣駆動ロボットの運動制御

機械工学科 松本 至

### より少ない駆動装置でシステム全体の動きを上手にコントロール

#### 【要約】

鉄棒選手は鉄棒を握っている手の力ではなく、体全体を使って鉄棒運動を上手に行っている。鉄棒選手のような、システムの自由度よりも入力が少ないシステムを劣駆動システムという。より少ない駆動装置で装置全体が制御できれば、エネルギー効率の向上や故障率の低減がはかれるだけでなく、動物のような器用な動きが実現できる。

本研究では、Acrobotと呼ばれる鉄棒選手をモデル化したロボットやPendubotと呼ばれる振り子ロボットなどの劣駆動ロボットを使って、劣駆動系の運動制御のための制御方法を研究している。

#### 【きっかけ】

動物は不必要に大きな力を発生させる筋肉を備えていなくても、様々な動きを行うことができる。たとえば、人は足首の力のみではなく、体全体をうまく使って直立することができる。極端に考えると、足首の力はなくても直立することができる。このような劣駆動システムをうまく制御できていることが、動物が効率的で器用な動きを実現している理由の一つであると考え、研究を始めた。

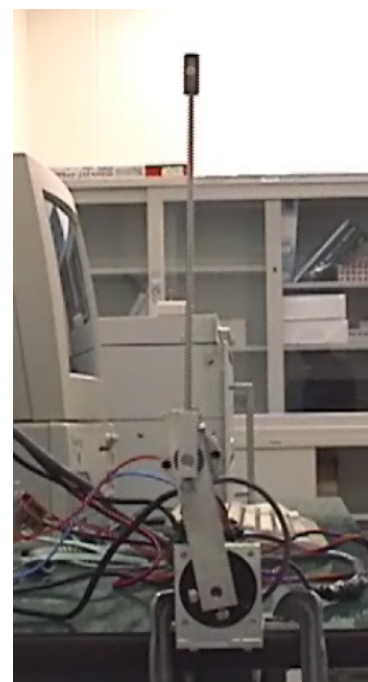
#### 【プロセス】

劣駆動システムとしては最も簡単と考えられる、2リンクで構成された1入力2出力の2自由度劣駆動ロボットを実験装置として試作し、劣駆動システムの制御方法について研究している。

2自由度劣駆動ロボットを単振子と近似して、その振動周期に同期させて駆動軸を動かすことで、ロボット全体の振動を制御することができる。動物や機械装置の可動部には可動範囲に制限があることが普通ですが、駆動軸のサーボ系を2次遅れ系で設計し、サーボ系の目標入力の大さを制限することで、駆動軸の可動範囲の制限を考慮した振動制御が実現できる。

#### 【成果】

ArobotやPendubotに対し駆動軸の可動範囲の制限を考慮した振り上げ安定化制御法を新たに提案し、その有効性をシミュレーションにより検証した。また、Pendubotでは、摩擦力などによる外乱に対しロバストな振り上げ制御法を提案し、その有効性を実験装置を用いて検証している。



Pendubotの振り上げ安定化実験風景

## MRI対応型手術支援アームの開発

機械工学科 岡 正人

## 低侵襲型治療が可能な手術支援アームの実用化に向けて

## 【要約】

MRI室内で使用可能な手術支援アームについて研究を行っている。近年低侵襲治療としてゼウスやダビンチが臨床試験が実施されている。しかしながら、アクチュエータとして電磁モータを用いているため、MRI室内では利用することができない。本研究ではアクチュエータに超音波モータを用いた手術支援アームの開発を行う。

## 【きっかけ】

やまぐち・うべメディカル・イノベーション・クラスター構想（文部科学省、（財）やまぐち産業振興財団）「次世代医療機器（無侵襲・低侵襲型の医療用診断・治療機器とQOLシステム）」精密・微細加工技術を基盤とする低侵襲手術・治療器具の開発(2002-2004年)において大学および民間企業と基礎研究を行った。

## 【プロセス】

科学研究費補助金への申請を行い、幾つかの形状の手術支援アームの試作を行ってきた。（参考：基盤研究C「デュアル・マスター・スレーブ方式を用いたトンネル型MRI対応型手術ロボットの開発」(2006-2008年)、同「MRI対応型高精度位置決め手術支援システム」(2004-2005年)）

## 【成果】

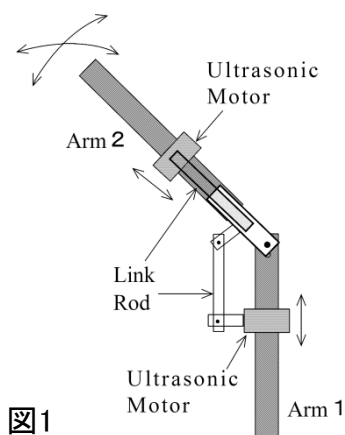


図1

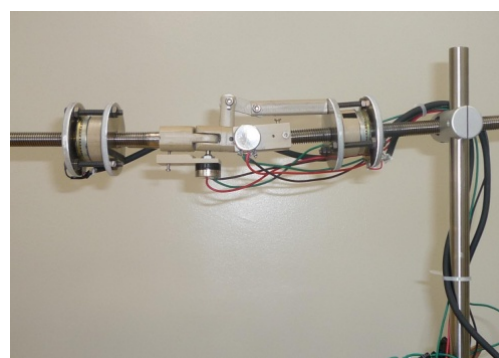


図2

図1に二自由度のアームの動作原理を示す。また、図2に製作された二自由度アームを示す。このアームは中空型の超音波モータと送りネジ方式による駆動方式を用いた。この方式によりギアレス方式でアームを動作させることが可能になった。これにより関節部分の構造を簡素化することができ、MRIのような狭い空間でも自由度の高い動作が可能となった。今後はMRI画像への影響がより少なくなるように材料等の選定を行う予定である。



## エンターテインメントロボットシステムL-poの開発

制御情報工学科 福田 耕治

### 地域企業との共同研究によるロボット開発

#### 【要約】

近年、ロボットを使用したステージ演出など、産業用で無い一般へのロボットの露出が増加している。それに伴い、ただ単純なロボットの動作だけではなく、特徴的なパフォーマンスを行うロボットが開発されている。筆者は、本校機械工学科の川畑とともに現在まで「LED を利用した新たなエンターテインメントの創出」をテーマに、多数のLED を備えた半球型自律ロボットの開発を進めてきた。さらに、このロボットを複数台準備し、協調した走行・LED点灯パターン制御により演技を行うエンターテインメントシステムを提案している。

#### 【きっかけ】

2006年、地元企業から徳島ビジネスチャレンジメッセというイベントに出展するため、LEDを用いた移動ロボット開発の依頼があった。

#### 【プロセス】

このプロジェクトには、デザイン事務所も含め4つの地元企業が関係している。これら企業の方々と外観デザインや機構について議論した。開発コンセプトを以下に示す。

- ・多数のLEDをロボット表面に配置する（色やパターンによるロボットの状態等の表現）。
- ・あらゆる方向から観覧されることを考え、ロボットの形状を半球型とする。
- ・相互通信機能を備えた複数の自律型ロボットによる協調動作を実現する。

初期のロボットはイベントにあわせて依頼後2ヶ月で開発したが、開発期間が短かったこともあり、このモデルには種々の改良が必要であった。初期モデルを写真1に、主な問題点を以下に示す。

- ・単色LEDを用いた三角形基板を30枚ロボット表面に配置したが、色が変わらないことも含め表現力に乏しかった。
- ・会場内の他ブースからの電波の影響による誤動作が見られた。
- ・ライトレースによる移動制御を行っていたが、ステージ段差によるスタックが発生した。

その後、年度ごとにイベントにあわせて改良を重ね、ロボットの経路生成に関する手法の考案やカメラを用いた位置計測を利用したロボットの動作制御を実現している。

#### 【成果】

写真2には2007年に開発したシステムの動作例を示す。この時点でフルカラーLEDを用いて表現力を向上させ、無線通信を利用した同期とメカニズムの改良により安定した動作を実現している。さらに、2008年には写真3に示すように、鏡面状のステンレス板を演技フィールドとして動作させることができた。これにより、球が宙に浮いて移動しているかのような視覚的効果が得られた。ただし、複数台を同時に制御するまでには至らなかった。なお、写真3に写っているのは演技フィールドの上に設営された半球状のLEDのドーム（Gazebo）である。

以上のように、改良点はあるもののエンターテインメント性の高いロボットシステムを開発することができたと考えている。

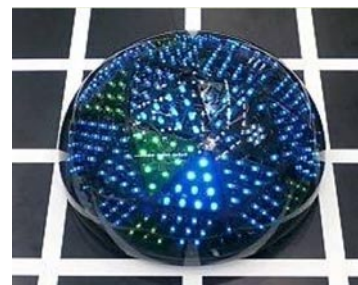


写真1 初期モデル

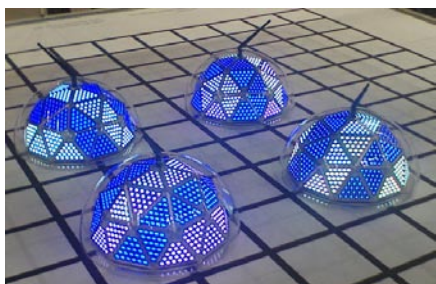
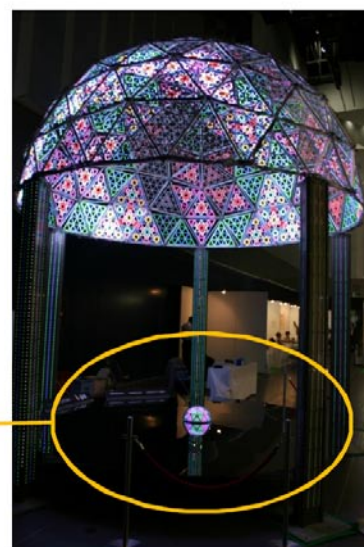


写真2 実演例(2007)



写真3 実演例(2008)



# 身体的リズムの引き込みを導入した身体的インタフェースの研究

電子機械工学科 長井 弘志

## 身体的コミュニケーションと身体的インタフェース

### 【要約】

人は、単に言葉だけでなく、うなずきや身振りなど身体によるリズムを共有して、互いに引き込むことでコミュニケーションしている。この身体性の共有が、一体感を生み、人とのかかわりを実感させている。この身体的リズムの引き込みをマン・マシンインタフェースに導入し、使用者が人とコミュニケーションするように快適に情報の入出力が行える身体的インタフェースを研究している。例えば、使用者からの音声入力を促す入力方法や、使用者の注意を引きやすい提示方法などである。

### 【きっかけ】

2008年3月、当時は岡山県立大学情報工学部、渡邊富夫教授の研究室と、身体的コミュニケーションシステムの共同研究を行っていた。これまで、身体的リズムの引き込みをキャラクタなどのメディアに導入し、対話者と身体性を共有してインタラクションを円滑にするシステムを開発し、コミュニケーション支援の有効性を示してきた。そこへ、同研究室発ベンチャーのインタロペット（株）から（株）セガトイズと共同開発を行っている電子玩具「ペコッぱ」のプロトタイプ版の開発依頼を受けた。「ペコッぱ」を開発することで、身体的リズムの引き込みはマン・マシンインタフェースへの導入にも有効性であると考えた。

### 【プロセス】

「ペコッぱ」は、双葉と茎の部位にトキ・コーポレーション（株）のバイオメタルが組み込まれており、人の語りかけに対して、双葉が聞き手のようにうなずき動作を行う。「ペコッぱ」が聞き手の身体的リズムを返すことで、話し手は人に語りかけるのと同様の話し方を行っている。このため、本研究の身体的リズムによる引き込みは、音声認識ソフトとの親和性が高いといえる。今後は、カーナビやアンケートシステムなどに導入し、人が人とコミュニケーションするように音声入力が行える身体的インタフェースを考えている。



プロトタイプ版「ペコッぱ」

### 【成果】

プロトタイプ版「ペコッぱ」は、（株）セガトイズの社内プレゼンだけでなく、業者や一般向けデモ（東京おもちゃショー2008など）でも使用された。その後同社から2008年9月に一般発売され、ヒット商品となった。さらに、語りかけに対して人を呼び込む動作や2本の花が個別にうなずく動作などを追加した「花っぱ」を開発し、2009年6月に一般発売された。

現在は、本成果を発展させる方向で、身体的リズムの引き込みを導入し、人とコミュニケーションするように快適に情報の入出力が行える身体的インタフェースに関する研究を行っている。

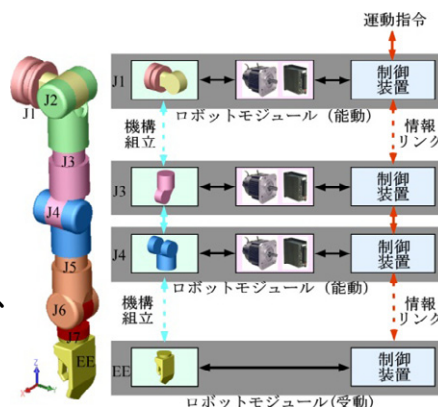
## PnP型ロボットシステムのための新しい運動制御法の研究開発

機械工学科 原模 真也

誰もが手軽にロボットを作り、動かせる近未来に備えて・・・

## 【要約】

今後ロボットが活躍する分野は拡大し、その形態は複雑化することが予想される。本研究では、使用目的に応じて複数のロボットモジュールを結合組立、PCのPnPと同様にユーザーは運動に必要な制御プログラムを新たに開発する事なく、直ぐに動作が可能な新しい運動制御の方法の研究開発を行っている。ロボットモジュールが店で販売され、ユーザーは手軽にロボットを作り、動かせる近未来に備えて・・・。



## 【きっかけ】

工作機械やロボット等の多軸機械の運動制御の研究を行っている中で、現在の制御方法は中央集散的に上位制御装置で各駆動軸毎の運動指令を生成、各駆動軸へ分配を行う方法では、様々な外界の変化に柔軟に対応できない問題がある。そこで、各駆動軸毎に目標運動を行うよう自律的に運動制御を行う分散協調型の運動制御方法を提案するに至った。

## 【プロセス】

当初は回転軸を持つ多軸工作機械の軌道制御に各駆動軸間に相互フィードバック制御を考案した。工具姿勢制御を開発する中で、本研究の基本アイデアとなる局所逆運動学法を見出した。このアイデアはロボット制御にも応用できることが分かり、局所順運動学法を提案し、冗長ロボット、回転・直動関節混在のロボット制御、任意の構造のロボット制御に適応してきた。最近では、計算量を少なくした近似局所逆運動学法、合成順運動学法を提案している。また、上記制御方法はシミュレーションで確認されており、今後はモデルによる実機検証も行っていく予定である。

## 【成果】

現在確認している本制御手法の成果を下記に示す。

- ・ロボットモジュールを自由に結合したロボットの制御が可能。
- ・超冗長ロボット（21自由度）の手先位置、姿勢制御が可能。
- ・目標値を手先のみならず関節位置等複数の目標値を与えることが可能。
- ・手先、関節位置、姿勢の軌道制御が可能。
- ・関節駆動範囲を設け、駆動制限を受けても目標値の制御が可能。
- ・ある関節が故障、外部からの強制運動を受けても目標値の制御が可能。
- ・回転・直動関節混在、複雑構造の関節のロボット制御が可能。
- ・ロボットに限らず、多自由度機械の運動制御に適用が可能。

上記研究成果は機械学会Robotics&Mechatronics 部門、精密工学会、Advanced Mechatronics国際会議等で発表を行ってきた。



# 画像処理技術を活用した医療用ロボットシステム

制御情報工学科 久池井 茂

## 文部科学省 知的クラスタ創成事業（第Ⅱ期）

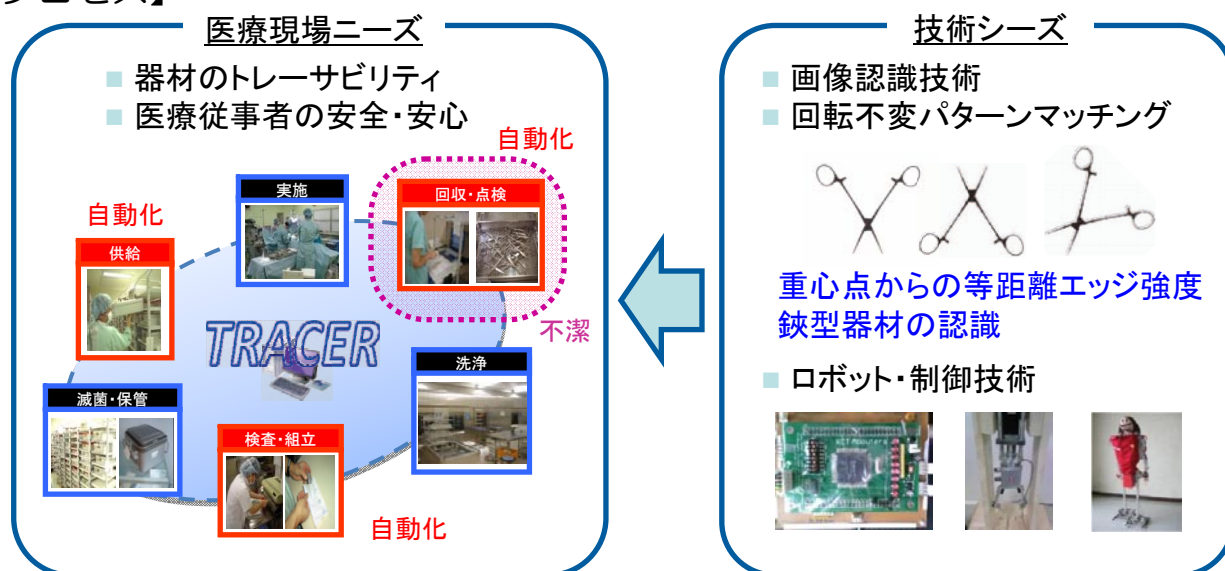
### 【要約】

医療現場での主な感染原因は、  
 (1) 医療器材から医療従事者への感染 (2) 感染後の人から人への感染拡大である。  
 本研究では、システムL S Iと組込みソフトウェアキテクチャを応用し、  
 使用後医療器材を高速・高精度で自動処理するロボットシステムを研究開発している。

### 【きっかけ】

医療器材の消毒、滅菌作業には多大な注力がなされているが、医療従事者へ感染する危険性は極めて高い。また、汚染器材の処理作業は不快感を伴うものであることから、この処理過程の機械化が強く求められていた。

### 【プロセス】



### 【成果】

- ・発明の名称：識別装置および識別方法（特願2009-063272）
- ・実用化に向けて、使用後医療器材を高速・高精度で自動処理するロボットシステムを北九州市立医療センターにて実証実験実施中



完全自動システム



半自動(処理支援)システム



日本経済新聞  
 (2009.09.09)

日経産業新聞  
 (2009.09.11)

# 手書き動作によるリハビリシステムの開発

制御情報システム工学科 柴里 弘毅

脳疾患や事故による麻痺・障害がある方の生活の環境と質の向上

## 【要約】

学内の研究助成制度を受けてペン型の入力装置（ハプティックデバイス）による腕の運動能力評価システムを構築し、これを人間－機械調和系の観点から研究開発を進め、文字の手書き動作（書字）をアシストし、リハビリにも応用できるシステムの構築を行う。



図1 リハビリシステム

## 【きっかけ】

研究代表者は制御工学的視点から人間－機械調和系の研究を行っている。研究室レベルの実験システムから一歩踏み出して、実用的・実践的なシステム開発を目指したのがきっかけである。

## 【プロセス】

学内の研究助成に採択後、ペン型の入力装置の基礎研究を行い腕の運動機能評価システムを構築した。医療関係者との打ち合わせを重ねながら、このシステムを発展させた書字アシストシステムとリハビリシステムへの応用について検討している。

## 【成果】

コンピュータ画面に表示されるマークを追跡する動作により、腕の運動能力を評価システムに構築した。利き手と非利き手の運動能力の差異を判断できる精度を有する。書字アシストシステムは専攻科特別研究の一環として行っており、基本機能の実装を終えている、現在は、学内倫理委員会の設立を要請しており、臨床試験に向けた取り組みが今後の課題である。

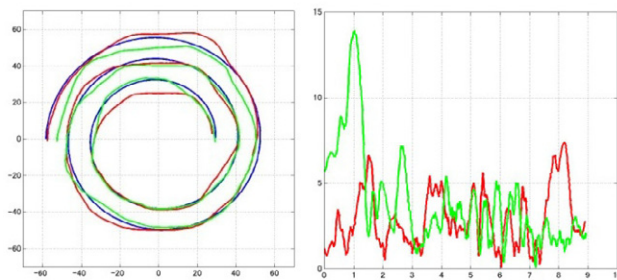


図2 運動能力評価システム

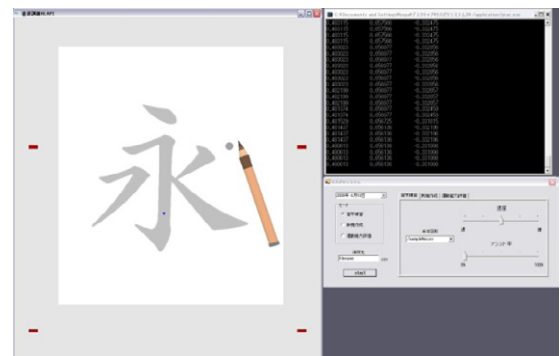


図3 書字アシストシステム



# 聴覚モデルを用いたヒューマノイドロボットの音声認識システムの構築

制御情報システム工学科 中島 栄俊

## 特許技術を応用したアプリケーション開発

### 【要約】

これまでの研究で人間の聴覚をモデル化し、カクテルパーティ効果を模擬した周波数領域両耳聴モデル（Frequency Domain Binaural Model：FDBM）を開発し、その音源分離性能等を評価してきた。

本研究では、FDBM開発の延長線上として、ターゲットアプリケーションをヒューマノイドの聴覚システムとし、実環境下での音源分離および音声認識システムの構築を行った。この結果、実環境下では、FDBM内部における音源位置推定用データベースを更新させる必要性が確認された。これに対し、ヒューマノイドにステレオカメラを搭載し、音源位置を推定させる機能を追加することで音源分離性能および音声認識性能の向上を試みた。その結果、データベースを更新することで音源分離性能および音声認識性能の改善が見られた。

### 【きっかけ】

熊本大学と共同で開発した周波数領域両耳聴システム（特願2003-121094）のアプリケーションの一つとして開発を開始した。当初は聴覚システムのみを搭載であったが、実環境下での動作等から現在はステレオカメラを搭載したマルチモーダルなシステムになっている。

### 【プロセス】

ヒューマノイド聴覚システムの開発は2007-2008年にかけて科学研究費補助金事業に採択され、現在、研究・開発は主として熊本高専で行っている。

### 【成果】

本研究はまだ発展途上の段階であるが、学生と知恵を出し合いながら機能の追加、アルゴリズムの改良を行っている。一方で、2008年12月には、東京エレクトロン（株）、（株）フジキンなどのご支援によりセミコンジャパンに招待され、同研究内容の展示を行った。この様子は新聞等、各種メディアにも紹介されている。

今後は、より人間に近い動作ができるようにするための各種アルゴリズム開発・改良を行う予定である。

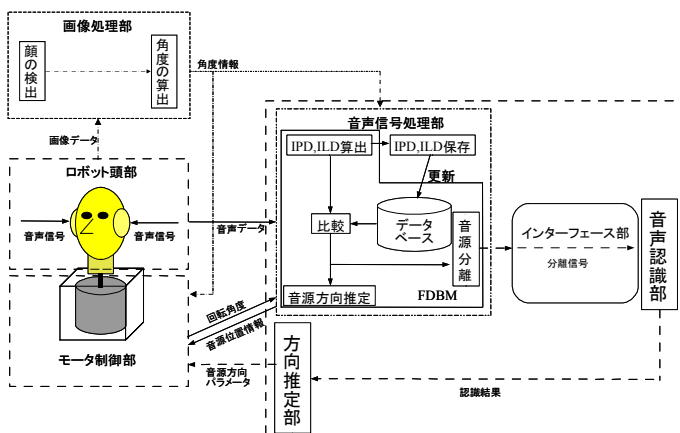


図1 システム全体のブロック図



図2 セミコンジャパンにおける展示の様子

## 視覚・運動マップによるマニピュレータの制御

制御情報工学科 丸木 勇治

### ティーチング作業を軽減するロボットの制御技術

#### 【要約】

ビデオカメラでマニピュレータの手先の画像を撮影し、それより手先の座標を求め、それを自己組織化マップを基本とする視覚・運動マップに入力して、手先座標と関節角度の関係を学習させる。学習後はティーチングを行わなくても、到達目点を指示すれば適切な関節角度をマニピュレータに出力する。

#### 【きっかけ】

過去に大学へ内地研究に行った際に、ニューラルネットワークに興味を持ち、さらに視覚・運動マップの研究に出会い、マニピュレータのティーチング作業を軽減できる技術に発展させようと研究を始めた。

#### 【プロセス】

マニピュレータの動作の部分はシミュレーションを用いている。最初はマニピュレータの外部側面にカメラを設置した状態を想定して、2次元平面内での位置を制御し、次に上部にもカメラを追加して3次元空間内での動作に拡張した。また手先にカメラを搭載し、作業環境内のマークを基準として手先位置を推定しながら動作する研究も行っている。

#### 【成果】

下の図1は想定した実験システムの概要を示し、図2は2次元動作についての学習結果を示している。図2の正方形はカメラの視野、大きな円は障害物であり、マニピュレータはそれを避けるような姿勢をとるようになる。3次元などその他の状況では、まだ開発の課題が残っている。

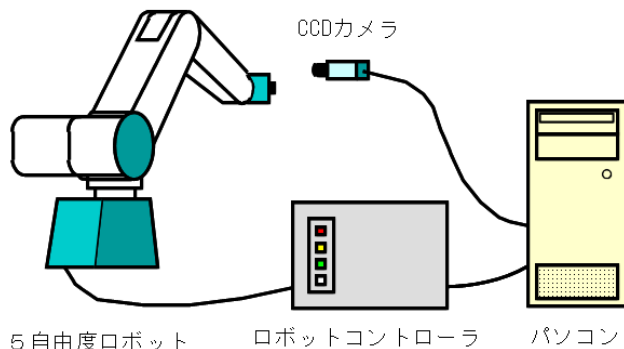


図1 実験システム概要

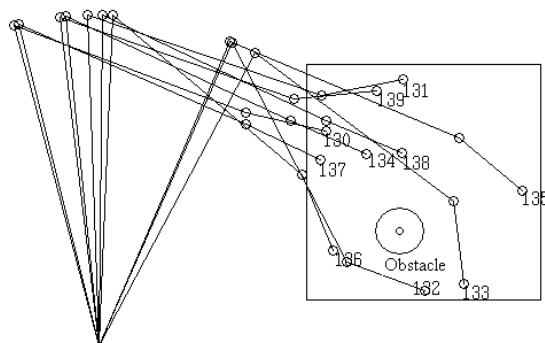


図2 学習結果

## 函館市観光PR用ロボット「IKABO」の開発

機械工学科 本村 真治

「函館名物イカ踊り」を市民と一緒に踊るロボット！

### 【要約】

函館の新しい観光資源として巨大イカ型ロボットに期待を寄せる市民のニーズに、函館高専の「ものづくりシーズ」で応えるべく、イカロボットの開発に取り組んだ。

### 【きっかけ】

「ロボット開発により函館をロボット情報の集積・発信基地とし、町おこしと地域経済の振興に寄与すること」を目的とした市民グループ「ロボットフェスinはこだて市民の会」(以下、市民の会)からの相談がきっかけとなり、函館の一大イベントである港まつりで「函館名物いか踊り」を市民と一緒に踊れるイカ型ロボットの開発に取り組んだ。

### 【プロセス】

市民の会を中心に、函館高専および公立はこだて未来大の教職員と学生、さらに地元企業で活躍する函館高専OBからなるプロジェクトチームを'05/11に立ち上げた。ロボットの意匠デザインと制御系を未来大チーム、機構設計と製作をOB含めた函館高専チームが主に担当した。コンセプトづくりからスタートし、くねくね動くイカの触手部分の試作品を'07/9に完成させ、函館高専にて一般公開した。その後、'06/11に1号機、'07/7に2号機を開発し、'07/8の港まつりのパレードに2台揃って参加してイカ踊りを披露した。その後、一般公募で愛称「IKABO」(イカボー)の決定し、毎年港まつりパレードに参加(Fig.1)すると共に、様々な地域イベントでの展示実演(Fig.2)を実施している。

### 【成果】

函館市観光PR用ロボット「IKABO」を開発した。このIKABOをモチーフにした観光PR動画「イカール星人襲来」製作やグッズ開発など民間企業による事業が展開されるなど、新たな観光資源として期待が高まっている。また、イカロボ開発を専攻科PBLのテーマに取り入れ、新たなコンセプトのイカロボ開発に取り組むなど、高い教育効果が得られた。



図1 港まつりに参加するIKABO



図2 イベント参加者と一緒にイカ踊り

## 岩盤調査ロボットの開発

電子工学科 梶原 秀一

### ロックネットクライミングロボットによる岩盤調査

#### 【要約】

1996年、北海道余市町と古平町を結ぶ国道229号線の豊浜トンネルにおいて大規模な岩盤崩落事故が発生した。この事故がきっかけとなり、北海道開発局は道内各地の崩落の危険性がある崖の本格的な調査を開始した。この調査は、従来双眼鏡などにより目視で行われていたが、これだけでは詳細な調査が行えないため、現在はラジコンヘリや岩盤上に敷設されたネット上を登る専門の鳶職人がカメラで岩盤を撮影、その画像により細部の調査を行っている。しかし、これら方法は、墜落あるいは転落の危険性、コストパフォーマンス、調査者の希望通りの画像がなかなか得られないといった問題があった。そこで本研究では岩盤上に敷設された岩盤崩落防止用ネット（通称ロックネット）上を自由に移動できる調査用ロボットを開発することにより効率的に調査する方法を検討した。

#### 【きっかけ】

KGエンジニアリングより、高専ロボコンのロボットのようなアイデア、技術力を生かしたロボットにより岩盤調査ができないかどうか依頼があり、共同研究によりロボットを開発することとなった。

#### 【プロセス】

ロボット研究会および卒業研究の学生が、ロボットを試作し、実際にネットを登攀させる検証実験を何度も繰り返して実用的なロボットを製作することを目指した。

#### 【成果】

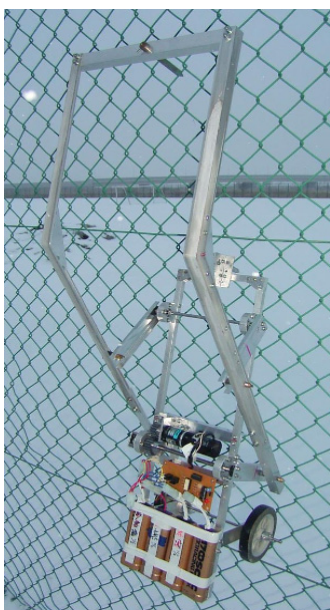


図 ロックネットクライミングロボット試作5号機

1モータによる4節リンク機構を登攀機構に持つ試作5号機。1.5[m/min]でネットを登攀し、1時間以上動作することが可能である。

クライミングロボットはロックネット上にワイヤを敷設することを目的としている。今後は左右方向への移動機構開発と、敷設されたワイヤを巻き取りながら岩盤を調査するロボットを開発する予定である。



## 田圃用除草ロボットの制御機構開発

電気電子システム工学科 宮崎 敏昌

### 地域に必要とされるロボット作りの挑戦

#### 【要約】

地域にあるメカトロニクス研究交流会との共同開発により、田圃内を歩行しながら、稲の間を除草するロボットの制御機構部の開発を行った。

#### 【きっかけ】

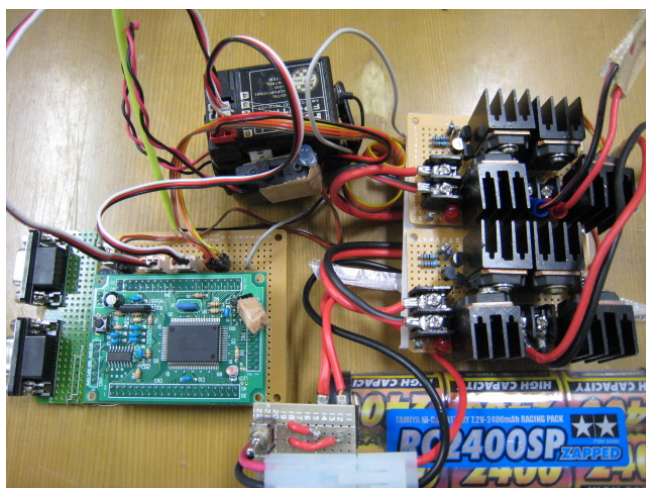
無農薬での稲作は、付加価値の高い米を作るために大変魅力的であるが、6、7月期間の除草は人手に頼らざるを得ない。そこで、高齢化の進む農家でも無農薬の稲作ができる様に、ロボットが除草を行えるような機械の開発を行うこととなった。

#### 【プロセス】

除草ロボットの開発は、ロボット本体の製作と、電子制御機構の開発を別々に行った。ロボット本体の機構と設計は、メカトロニクス研究交流会が担当した。製作したロボットに、本校で開発したアクチュエータとマイコンなどの制御機構を組み合わせて、ロボットの動作実験を行った。ロボットの開発では制御機構と本体とのすりあわせ調整が重要である。制御機構とのすりあわせ作業は、共同開発をしているメカトロニクス研究交流会と週末に月2回以上の打ち合わせを行いながら実施した。

#### 【成果】

ロボットの開発は、プロトタイプとなる1号機を完成させ、田圃内での歩行実験を成功させるまでの成果を得た。初期の実験結果から、水田での利用を考え、電子回路の小型化と防水措置を施した駆動装置を新たに再設計した。機構上の問題等を解決した2号機の開発が急がれる。



## 人に優しいロボット操作技術の開発

電子情報工学科 山口 晃史

### ロータリエンコーダを用いた多関節ロボットの姿勢教示装置の開発

#### 【要約】

多関節ロボットの姿勢教示において、ロボットアームの各関節の角度をロータリエンコーダ有する小型モデルで取得し、角度制御に必要なティーチングデータを容易に作成・転送する手段を提供する。

#### 【きっかけ】

県内に事業所を置くロボット企業から「ロボットを操作する際に、コントローラを使わずもっと簡単な方法で操作ができないか」と依頼を受けたことから製作が始まった。音声や画像を教師信号とする教示装置の開発など、試行錯誤の末、本装置では位置決め精度が高く、高速でロボット操作が行えることがわかった。

#### 【プロセス】

学科を越えた学生や教員、そして企業との連携を通じて、ひとつの目標に向かって多角的な視点で議論が始まった。既存技術の応用と発展を追及する学校の立場と、商品価値を高めるため妥協を許さない企業の立場。当初、双方相容れない開発スタイルに戸惑いもあったが、ものづくりの楽しさや課題を互いに共有することで、次第に新しいアイデアを具現化するに至った。

#### 【成果】

図1に本事業で開発したロボット教示装置を示す。本装置は手のひら納まる大きさで、片手で自由にロボットアームを制御することができるようになった。

また、本事業は卒業研究の一環として取り入れられ、これから社会で活躍する学生にはたいへん貴重な体験であった。社会が我々に何を求めているのか、その一端を直接肌で感じとれたことは大きな成果であった。

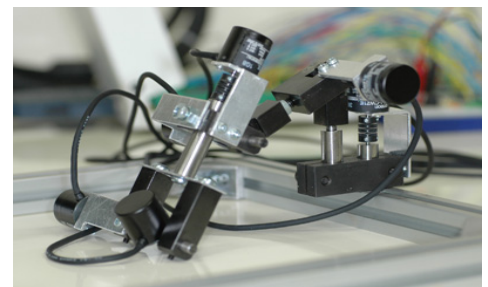


図1 ロボットアーム姿勢教示装置

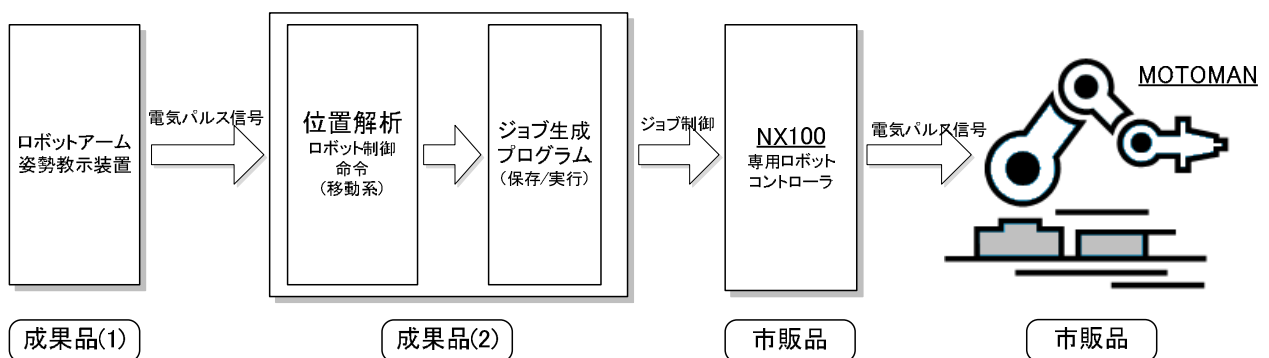


図2 本事業のシステム構成図

## 福井県機械工業会とのロボット制御講習会による連携プロジェクト

電子情報学科 齊藤 徹・加藤 省三・西 仁司・奥田 篤士

### 廃炉解体における遠隔操作ロボットの基礎技術研究を踏まえた 自律的ロボットの開発

#### 【要約】

福井高専では、平成18年より福井県機械工業協同組合青年会(以下青年会)との相互交流および研究開発の基盤構築を目的とした廃炉解体用ロボットの調査研究プロジェクトをスタートし、当初は分析評価・素材加工・メカトロ制御の講習会などを実施した。

平成20年度には参加者の要望から、より身近で実践的なLEGO社MindStorms NXTを用いた自律ロボットの制御技術の講習会を実施し、体験型の講習内容が好評であったことから、平成21年度も継続し、講習内容を応用した自律ロボットを作成し「歯みがきロボットコンテスト」に実際に参加することを目標に講習会を行っている。本取り組みは、産学連携による地元企業との継続的なプロジェクトとして今後も発展が期待される。

#### 【きっかけ】

本高専では以前より地域産業に根ざした共同研究や地域連携に積極的に取り組む一方、福井県では電力供給の中核として原子力を基幹産業と位置づけている。近い将来、原子炉ふげんが廃炉となる際には、福井県では解体に伴う技術研究は重要となる。このような背景の中、福井県機械工業協同組合(以下県機械工業会)からの委託により、高専と県機械工業会および青年会との相互交流と廃炉解体に関連する研究開発を目的として連携プロジェクトが発足した。

#### 【プロセス】

このような背景の下、プロジェクトでは廃炉解体における遠隔操作ロボットを開発するための基礎技術研究を目標と位置づけた。平成18年より(1)被爆に強い素材開発のための素材加工部門、(2)素材の分析評価部門、(3) ロボットを制御するための機構・制御部門の3つに分かれ基礎調査研究をすすめることとしたプロジェクトのもう一つの目標である産学交流の一環として学生を交えたロボット関連施設や原子炉などの見学会などを行いながら、各3部門担当の高専教員による講習会を青年会参加者に実施した。

平成19年度の講習会では狭隘空間におけるロボット移動機構の講演や画像処理による自律ロボットの説明は、青年会参加者から身近な応用テーマであったとして好評であった。このことから平成20年度からは、実際に自律ロボット制御を体験し、制御技術習得を目指すこととなった。

#### 【成果】

「歯みがきロボットコンテスト(以下、歯みがきロボコン)」は福井県歯科医師会の要請により、子供の歯みがきの啓蒙活動およびロボット作成を通じた科学技術への興味喚起を目的に、平成19年度より福井高専協賛にて実施している。

競技は、巨大な歯ぐき模型につけた虫歯に見立てたマグネットを除去するロボットの速度や正確さを競う。部門として、小学生などを参加対象とした有線リモコンを用いた部門と、コンピュータ制御による自律ロボット部門にて実施している。競技フィールドには自律ロボットのために反射型光センサーによるライトレースができるよう黒線が引かれ、加工された市販歯ブラシを使った駆動部により虫歯マグネットを除去する。

この「歯みがきロボコン」参加を具体的目標に見据え、平成20年度はMindStorms NXTによる自律ロボット制御をテーマに6回の講習会を行った。前半はMindStorms NXTの様々なセンサの理解やブロック型プログラムによる制御の講習会を行い、後半は「歯みがきロボコン」に準じた簡略ルールで参加者が実際に競技を行うなどの講習を行った。この講習会は実践型の内容から参加者に好評であり、平成21年度は実際に青年会独自の機体を作り第3回「歯みがきロボコン」に参加すべく、さらに実践的な内容の講習に取り組んでいる。



H19講習会で紹介した、  
画像処理を用いた  
自律ロボット



## 無線移動台車ユニット「G-Move」の研究開発

電子制御工学科 小林 義光

### 県内企業との連携によるロボット開発

#### 【要約】

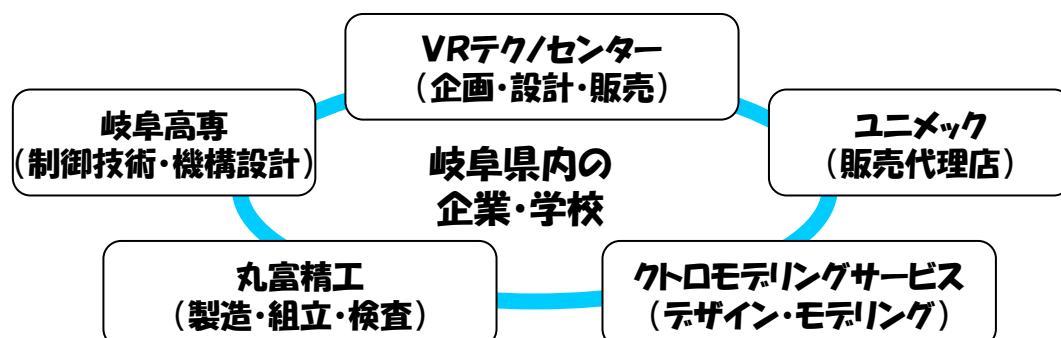
岐阜県研究開発財団の産学官共同研究助成事業として、岐阜高専と県内企業である（株）VRテクノセンター、（株）丸富精工および（株）クトロモデリングサービスと民生向けサービスロボットへの利用を目的とした汎用的な無線移動台車ユニット「G-Move」を開発した。

#### 【きっかけ】

岐阜県のロボット産業振興への貢献を目的として、民生向けサービスロボットの実用化およびロボット技術者育成のための教材化を目指す。

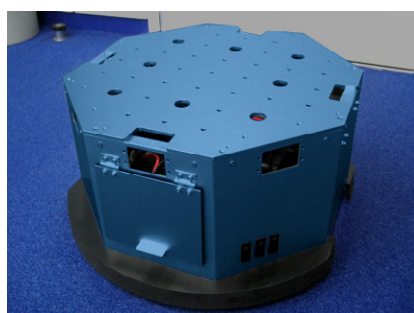
#### 【プロセス】

岐阜高専と県内企業で開発・販売体制を構築してロボット開発を進める。



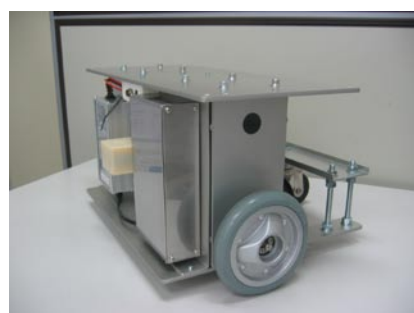
#### 【成果】

試作をイベント等で検証後、製品化を達成した。現在は、駆動部、制御部、電源部のユニット化による汎用性向上、具体的な民生向けサービスロボットへの応用を進めている。



**G-Move(GM100)**

無線LAN又はワイヤレスリモコン操作  
H25×W45×D45cm、重量:14.5kg  
最大速度:3km/h、最大可搬重量:20kg  
安全機能:近接・接触センサ



**G-Move(GM110)**

無線LAN又はワイヤレスリモコン操作  
H23.5×W45×D35cm、重量:16.8kg  
最大速度:6km/h、最大可搬重量:50kg  
不整地走行、組立てパーツ化、非接触充電器搭載



# 「やわらかさ」を再現するためのシステム装置の試作

電子制御工学科 櫛 弘明

## 実用的な装置の開発に向けた「やわらかさ」の再現

### 【要約】

近年、患者の身体的な負担を軽減するため、内視鏡手術を行う手術支援ロボットの導入が進みつつある。こうしたロボットでは、術者が指令装置を操作し、スレーブアームに取り付けられている内視鏡と内視鏡手術用に開発された鉗子を操ることで手術が行われる。鉗子は非常に精密に制御されているが、やわらかいものに接触したときの感覚は正確に再現されていない。

そこで、本研究はその場所に存在していない物の「やわらかさ」を、実際に存在しているかのように、人の指先に呈示することが出来る装置の開発を行う。

### 【きっかけ】

人が物体の「やわらかさ」を知覚するには、触ったときの力を物理的に再現し呈示する必要がある。そこで、ロボットの制御技術を活用し「やわらかさ」を再現する装置の試作を目指した。

### 【プロセス】

県内外のロボット技術に関心のある中小企業からの意見を参考に開発を行った。

### 【成果】

図1に示す「やわらかさ」を再現する装置を試作し、その基礎的な有効性を確かめた。今後は、研究成果を踏まえ、より実践的な応用装置の開発を行っていく。

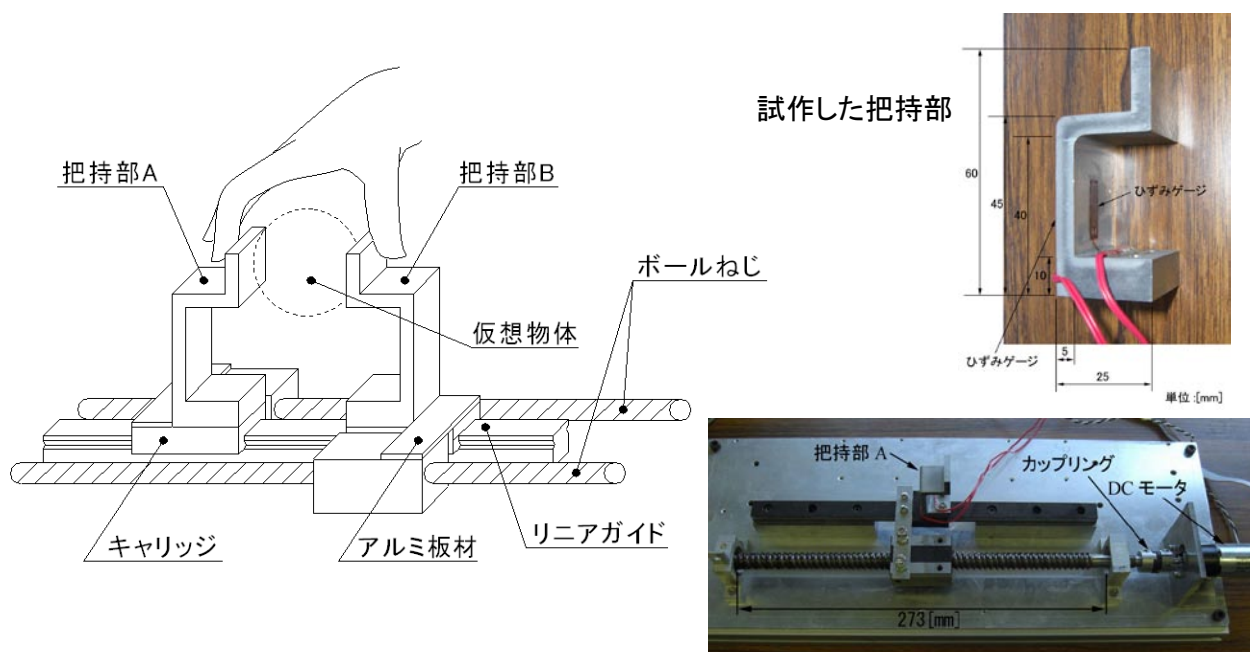


図1 「やわらかさ」を再現する装置の概念と試作した装置

## 地域活性化ロボットの開発

電子システム工学科 三崎 幸典

### 高専ロボコンのロボット技術を使用した地域活性化

#### 【要約】

香川高専詫間キャンパスは、香川県三豊市と連携協力協定を結び学生のアイデアや技術力を積極的に利用した地域活性化を行っている。その活動の一環として、三豊市内の特産品をアピールするお茶運びロボット「うらしまちゃん」とお茶サービスロボット「みっちゃん・とよさん」を開発した。

#### 【きっかけ】

香川高専詫間キャンパスでは、創造性教育の一環として高専ロボコンの活動を積極的にサポートしてきた。香川高専詫間キャンパスと三豊市が連携協力協定を結んだ時に、横山三豊市長から高専ロボコンの技術を地域活性化に結び付けられないか？という提案があった。平成の町村合併で、旧7町が合併して誕生した三豊市の一体感を出すため、三豊市内の特産品（特徴）を取り入れたロボットを製作することを考えた。

#### 【プロセス】

平成18年度に現代的教育ニーズ支援プログラム（現代GP）地域活性化への貢献（地元型）に採択され、「ものづくり」による地域連携プログラム「一学生・教職員・地域一体となった理科離れ対策・地域活性化・高齢者対策」を推進した。現代GPの中で地域一体型による創造性教育として三豊市高瀬町のお茶、仁尾町の八朔人形、詫間町の浦島太郎伝説と香川高専詫間キャンパスのロボット技術を使用して、お茶運びロボット「うらしまちゃん」が誕生した。また、三豊市高瀬町のお茶を少ない人数で、より効果的にサービスできるようにお茶サービスロボット「みっちゃん・とよさん」を製作した。

#### 【成果】

三豊市の行事や県外のイベントなどに積極的に参加依頼がある。今後、現在のロボット技術を使用した他の目的用ロボット開発や市役所職員でも簡単にメンテナンスができる、安定性の高いロボットへの改良を行っていく予定である。



お茶運びロボット「うらしまちゃん」



お茶サービスロボット  
「みっちゃん・とよさん」

## 地域文化に根ざしたロボット製作活動

電子制御工学科 出口 幹雄

### 各種ユニークなロボット製作による科学技術の啓蒙と地域貢献

#### 【要約】

地域の文化に密接に関連したテーマで、人々に親しまれる各種のユニークなロボットを製作する活動を通じ、地域社会に貢献している。

#### 【きっかけ】

地域の人々、特に小さな子供たちに、ロボットに触れることで科学技術を身近に感じて関心を持ってもらうとともに、これを通じて高専の技術力のPRを行うことを意図して取り組んだ。

#### 【プロセス】

平家落ち武者伝説で知られる切山地区案内ロボット（図1）は、地区住民からの依頼の基づいて製作活動を開始し、各種プロトマシンの製作を経て、2006年4月に落ち武者型ロボットを製作設置した。新居浜の小女郎狸伝説に題材を取った「電子小女郎ダヌキ親子」および「小女郎ダヌキトロッコ」（図2）は、2003年度新居浜市ものづくり体験事業のテーマとして採択され予算補助を受けて製作した。また、「熱血あきんど君」（図3）および「おコンさん」（図4）は、現代GP「地域連携プロジェクト型ものづくり活動～工都新居浜活性化プラン～」における商店街活性化パフォーマンスロボ製作プロジェクトの一環として製作した。

#### 【成果】



△図1. 切山地区案内ロボット  
平家落ち武者型のロボットが音声と身振り手振りで観光案内をする。

図3. 熱血あきんど君 ▶  
売り込みチラシのキャラクター「熱血あきんど君」型のからくり時計。スロットマシンとして遊ぶこともできる。



図2. 電子小女郎ダヌキ親子 ▶  
と小女郎ダヌキトロッコ

親ダヌキの後ろを3体の子ダヌキと子供を乗せたトロッコが付いて動く。



図4. おコンさん ▶  
雲に乗ったキツネの格好をした鬼ごっこロボット。



## 浅海域用海中ロボットの開発

電気電子工学科 長嶋 豊

### 地域連携によるモノづくり教育と地元貢献

#### 【要約】

海洋県長崎への地域貢献の一環として可変ベクトルプロペラ1個で3次元の自在な航行ができる海中ロボットの開発を行った。その後長崎県や地元企業との連携のもと、より小型で目的に応じた海中ロボットの開発を行っている。開発したロボットは地域の海底遺跡調査、水中洞窟探査、絶滅危惧種植物調査、河口付近の海洋環境調査等に活躍している。

#### 【きっかけ】

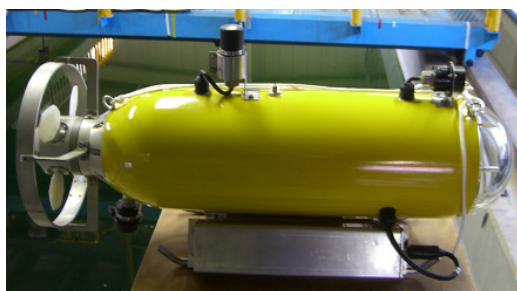
長崎県大村湾の海洋環境の悪化、沿岸海域で発生している磯焼けの状況を調査できる海中ロボットの開発の要望が地元から起きた。十数年前に異業種交流組合等が挑戦したが実用化に至らなかった。その原因を検討して、現在の小型海中ロボット開発に繋がった。

#### 【プロセス】

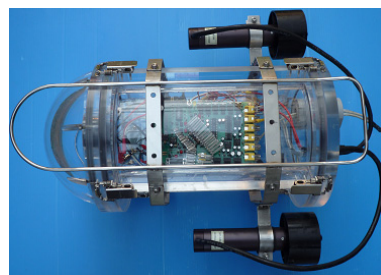
まず可変ベクトルプロペラ式海中ロボットの開発を行った。遠隔操縦型（ROV）や自律型（AUV）の開発を行ってきたが、両方の機能を有するハイブリッド型海中ロボットも実現した。地元企業と長崎県産業振興財団の補助金などを利用して開発を行っており、現在は2個のスラストで3次元の動作ができる超小型ロボットの開発を行っており、低コスト化を目指している。

#### 【成果】

これまでに開発した可変ベクトルプロペラ方式ROV、AUV、及びスラスト2個方式海中ロボットの写真を示す。卒研や特研を通して研究開発を行う場合、最も大事なことは、研究に対するモチベーションの持続である。本研究室ではできるだけ、地域連携に沿ったテーマを選んでおり、設計から製作、実験に至るまで一貫した「もの創り」に打ち込ませている。更に、連携先との共同調査に成果を上げている。



可変ベクトルプロペラ式海中ロボット



超小型2スラスト式海中ロボット



# 形状記憶合金を利用した障害者用パソコン支援機器の開発

制御情報工学科 青木 照子

地元企業とのコラボレーションによる障害者支援装置開発を通じた、バリアフリーやユニバーサルデザインなどを基盤とする機器開発

## 【要約】

宇佐市内にある福祉機器の開発・販売を行っている徳永装器研究所と「共同研究事業」として、本年度(21年度)から「障害者支援装置の開発」を行う。障害者は、パソコンをコミュニケーションの道具として利用している。彼らにとってパソコンはコミュニケーションのバリアフリーとなっている。パソコンの操作には、障害者の障害に応じた様々なスイッチがあり、それを利用している。しかし、体の自由がほとんどきかない寝たきりの障害者はパソコンの電源スイッチだけは、自分で操作することができない。地元企業とのコラボレーションより障害者が自分でパソコンの電源スイッチを操作することができる装置の開発を行う。

## 【きっかけ】

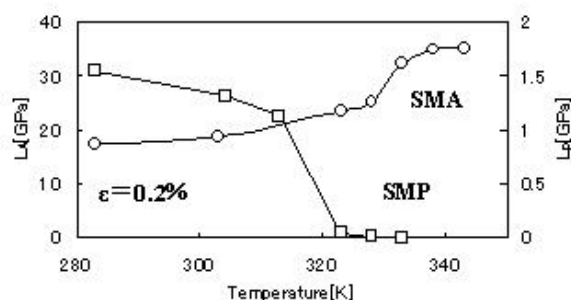
大分高専の卒業生である徳永修一氏の経営する徳永装器研究所が、障害者支援装置の研究開発を行っていることから、知的材料である形状記憶材料を利用した応用製品の開発を共同で行うことになった。地元企業との連携を足がかりにと考え取り組み始めた。

## 【プロセス】

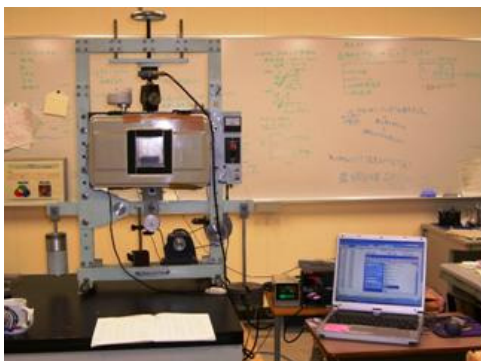
産学官交流グループ活動への申請を行い、採択された後、徳永装器研究所以外にも、本研究に関心を持った、大分大学の長弘基助教、大分県産業科学技術センターの秋本恭喜主幹研究員、佐藤哲哉主幹研究員および大分県農林水産研究センター野菜・茶畑研究所神崎悠梨研究員とともに研究会を発足し、定期的に打ち合わせを行いながら、研究開発を進めていく。

## 【成果】

本開発機器は、パソコンに限らず、様々な電子機器のスイッチ操作に応用できると考えている。これによって、障害者の自立を支援する機器を地域から発進できる。



SMPとSMAの機械的性質の温度特性



形状記憶材料特性試験装置



3点曲げ試験中のSMP

# ワシントン椰子枝払いロボットの開発

電子制御工学科 植村 眞一郎

## 高機能・小型ワシントン椰子枝払いロボットの開発

### 【要約】

南九州には数多くのワシントン椰子が植樹され、南国特有の風光明媚な景観を醸し出している。一方、ワシントン椰子の枝葉は、下方より茶色く枯れ、幹に纏わりつくように垂れ下がり、景観を損ねるだけでなく、自然落下により、人的または物的損害を与える虞がある。このことを防止するためには定期的に枯れ枝を除去する必要がある。しかし、この枝払い作業は高所での作業となるため、作業者が常に危険に晒される等、多くの問題を含んでいる。

本研究では、これらの問題を解決するため、枝払い作業を代行するロボットの開発を行った。その結果、ワシントン椰子を昇降して枝葉を剪定するロボットの開発に至った。

### 【きっかけ】

かごしま産業支援センター等が主催するKISC第1回「学生ベンチャー」ビジネスコンテストに、当時電子制御工学科5年生が「ワシントン椰子の枝払い機開発及び販売・運用事業」というテーマで最優秀賞を受賞した。このアイデアの実現が地域社会から切望されていることから、ワシントン椰子の枝払いロボットを開発する事で地域に貢献する事を目的とし、研究・開発を行った。

### 【プロセス】

- ワシントン椰子を昇降して枝を払う基本的な枝払い性能を有する枝払い昇降機を開発した。
- 鹿児島高専発ベンチャー企業の(株)隼人テクノが開発機の実用化に向けたトライアル事業を実施し、市場評価を行った。その中で、鹿児島県の公園および鹿児島高専敷地内に於いて、干本を超える枝払い作業を実施した。
- 平成19、20年度に鹿児島県電子産業産学官共同研究開発事業に申請し採択された。この事業により、地域企業と図1に示す開発組織を形成し、実用化に向けて次の3項目に重点をおいた枝払いロボットの開発を行った。
  - 安全性の向上  
機体の落下防止および幹に対するロボットの脱着時における安全の確保を重視した設計・開発を行った。
  - 作業性の向上  
作業者の負担軽減のため、機体の小型・軽量化を図った。
  - 操作性の向上  
作業者の操作可能範囲を拡大するため、無線コントロール化を図った。

### 【成果】

- 枝払い昇降機の実用化に至った。(図2に開発機の外観を示す。)
- 本技術は、知的財産として「枝払い昇降機」の名称で特許申請し、平成19年度に登録(特許第3924640号)された。

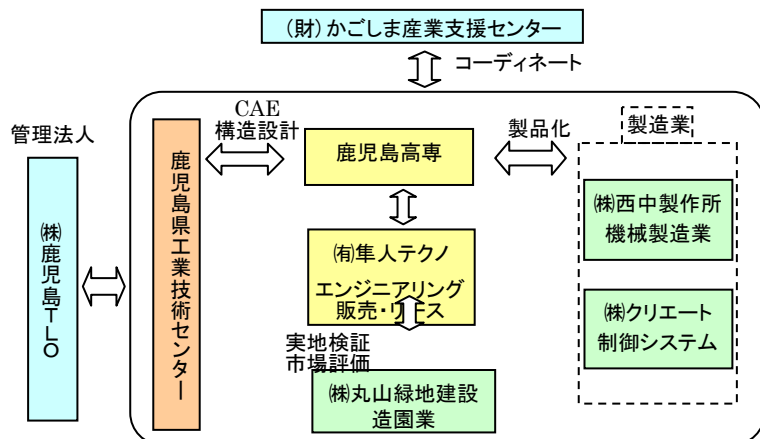


図1 産学官共同研究開発組織図



図2 ワシントン椰子枝払いロボット

## インターネットから制御する見守りロボットの開発

情報工学科 堂込 一秀

### 新たな雇用創出を可能にする移動ロボットのネットワーク制御

#### 【要約】

ネットワークカメラを備えた移動ロボットを家庭内に配置すれば、独居老人の見守りなどへの途が開ける。一方、例えば、このような移動ロボットの操作を歩行が困難な障害者に委託できれば、在宅状態を維持したまま雇用できる可能性が生じる。本研究室では、このような業務仲介機能を背景に、インターネット経由で制御されるロボットに関わる様々な課題を抽出し、技術的な解決策に加えて、利用者のプライバシーや安全性なども含めた解決策を探ることを目的としている。

#### 【きっかけ】

NPO法人かごしまライブカメラネットワークから、上記趣旨の共同研究の申し込みがあり、2009年4月から卒業研究生によるチームを組織して試作機の開発にあたっている。

#### 【プロセス】

ネットワークカメラとアクチュエータを備えた移動ロボットは多くの開発実績がある。しかし、操作者の直接介入なしに支障なく稼働するレベルの実用性を備えた移動ロボットの開発はまだ研究途上にある。共同研究において、鹿児島高専は学生の卒業研究を軸に移動ロボットの開発を行い、NPO法人かごしまライブカメラネットワークは移動ロボットによる雇用創出の可能性を模索している。また、県立養護学校と民間企業を加えた研究会も立ち上げ、鹿児島県の助成を受けて活動の幅を広げつつある。

#### 【成果】

試作二号機が完成した2009年8月末に、約30km離れたサテライトオフィスと鹿児島高専との間で、移動ロボットに搭載したカメラ映像だけを頼りにインターネット経由でも操縦が可能かどうかを調べる実証実験を行った。この実験の様子は地元の新聞とTVニュースでも報道された。

現在、改良を加えた試作三号機と四号機の開発を行っている。

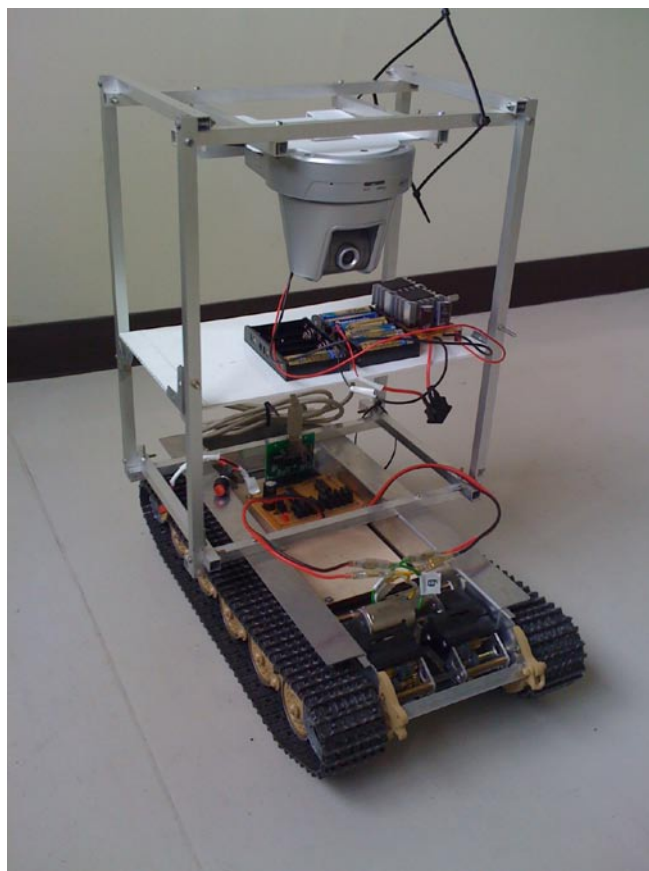


図 試作二号機の外観



## サンゴの保全・環境調査のための海中ロボットの開発

機械システム工学科 武村 史朗

### 九工大相良研、東海大坂上研との共同研究による海中ロボットの開発

#### 【要約】

九州工業大学相良研究室、東海大学坂上研究室との共同研究でサンゴの保全・環境調査のための海中ロボットの開発を行っている。サンゴの保全にはオニヒトデ駆除などの作業を伴うことからアーム付の海中ロボットの開発を行っている。

従来、サンゴの保全・調査には人手で行っており、潜水時間による地上でのインターバルの必要性などからダイバーに負担がかかる。ダイバーが行う作業を少しでもロボットテクノロジーにより軽減できることが望ましい。

沖縄近海での実験・実用化を目指すものである。

#### 【きっかけ】

沖縄は海に囲まれた県であり、観光資源・水産資源として海は重要である。しかし、近年、オニヒトデの大量発生や貝などの食害・海面温度の上昇の影響から、沖縄近海のサンゴが死滅するなどの影響がでている。サンゴの死滅の原因の一つであるオニヒトデや貝の駆除ならびに、温度上昇による影響のメカニズムの調査などのため、従来から水中ロボットの研究を行っている九工大相良研、東海大坂上研と共同で研究に取り組んでいる。

#### 【プロセス】

アームの制御・海中ロボット用カメラ・海中ロボット用姿勢センサなどに関しては、九工大相良研が行い、オニヒトデの自動認識・水中ロボットの移動制御は東海大坂上研が行っている。沖縄高専武村研では実海域で操作、海中映像取得可能な海中ロボットの開発に取り組んでいる。

#### 【成果】

アームの制御、オニヒトデの自動認識などにおいて有効性が確認されつつある。実海域での実験を踏まえたハードウェア・ソフトウェアの研究開発が必要である。

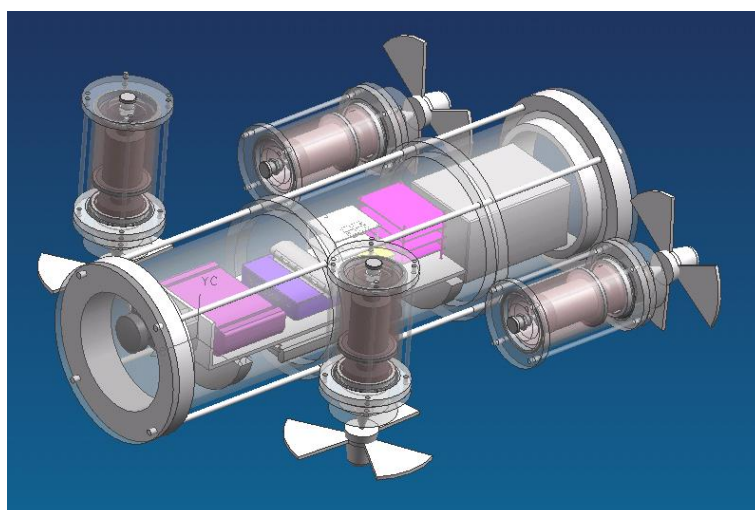


図 沖縄高専で開発中の海中ロボット  
有線LANでの通信  
有線での電源供給



## Okinawa型ロボット・組み込みシステム

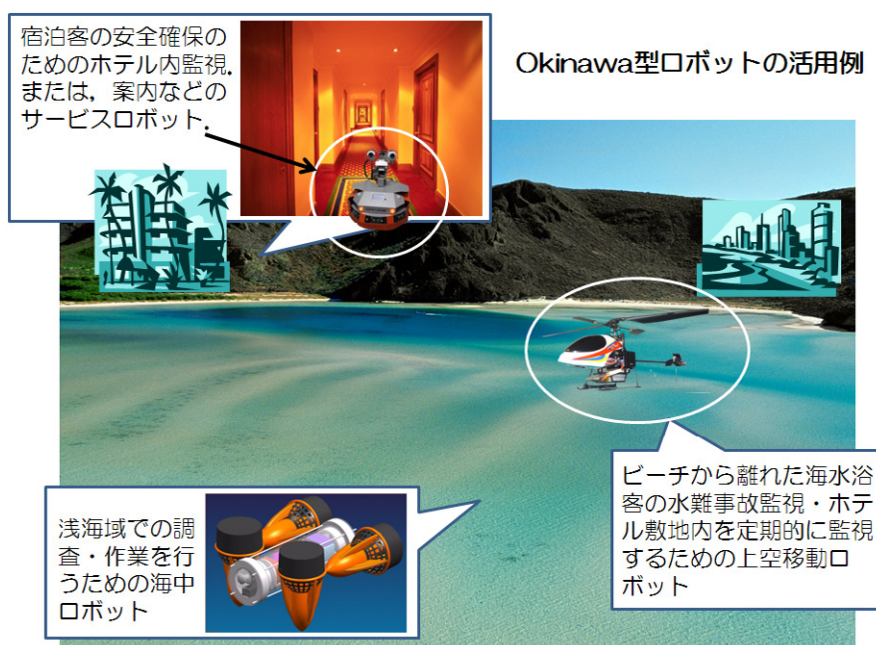
メディア情報工学科 姉崎 隆

### Okinawa型ロボット研究開発を通じた産学コラボレーション

#### 【要約】

OKINAWA型産業振興プロジェクト(<http://www.okinawa-cluster.jp/>)に連携し、”沖縄ならではの”の新事業創出やイノベーションの促進のため、ロボットおよび組み込み技術分野における研究会を開催し、技術情報の交換および研究開発人材の育成・研鑽を推進している。さらに沖縄高専におけるロボット教育研究において、産学の支援を得つつ、Okinawa型ロボット開発の取り組みを進めている。

具体的には、機械システム工学科武村研究室・メディア情報工学科タンスリヤボン研究室・姉崎研究室のシーズをもとに、当面の研究開発目標として下図のような、海に面したホテルや、海辺・浅瀬において用いるロボットの開発に取り組んでいる。



#### 【成果】

上空移動ロボットのシーズを活用し、OKINAWA型産業振興プロジェクト会員企業の支援を得て、MDDロボットチャレンジ2009(<http://www.ertl.jp/ESS/2009/mdd.html>)に参加。監視カメラの技術を用いた飛行船制御を実践した。

飛行船ロボットの開発に際して、学生と企業とのコラボレーションを進めることで、実践的な技術者の育成を図った。



YouTube(<http://www.youtube.com/watch?v=PwjvnrP7w>)に投稿した MDDロボットチャレンジ2009 沖縄高専飛行船画像

## いわき市観光産業用「じゃんがらロボット」の開発 ＝インパクトある土産品の創出＝

機械工学科 佐東 信司・鈴木 茂和

### いわき伝統芸能じゃんがら念仏踊りのロボット開発

#### 【要約】

いわき市を代表する「じゃんがら念仏踊り」を新たな観光お土産品とするため、からくり機構を駆使した「じゃんがらロボット」を開発した。ロボットはカムとリンクによって踊りを演じ、人形の大きさが300mmの卓上型と、人形の大きさが150mmのお土産品用小型ロボットを作製した。

#### 【きっかけ】

いわき市のお土産品としては魚介類やお菓子などの食品がほとんどで、形として残るものが無いため、新たなお土産品の創出が求められていた。モノづくり実習や高専ロボコンで培った学生の技能を地域貢献に役立てるため、じゃんがらロボットの開発を試みた。

#### 【プロセス】

専攻科生の特別研究テーマとして卓上型ロボットの開発をスタートさせ、準学士課程5年生の卒業研究テーマとしても取り組み、卓上型を完成させた。平成19年度には小型機のロボット開発に着手すると同時に、いわき市の補助事業に採択され、いわき市の支援を受けながら試作機を完成させた。平成20年度からは試作機の精度向上並びに商品化へ向けた設計及び製作を続けている。

#### 【成果】

卓上型ロボットの完成品は、新聞で“福島高専のモノづくり教育の成果”として福島県内に公表された。その後、県内3テレビ局で放映され、特に、NHKの生放送ではロボットの開発目的・踊り披露・特徴等について約30分間放映され、大きな反響を得た。

また、まなびピア福島では秋篠宮殿下・妃殿下にも興味を抱いて頂き、人々に愛されるロボットである。

発表論文：鈴木，廣川，大和田，渡辺，佐東，「いわき伝統芸能じゃんがらロボットの開発」，福島工業高等専門学校 研究紀要 No. 49，(2008)pp.1-6



図2 NHK福島の生放送による公表(平成19年2月26日)



図1 福島民報で公表(平成19年1月4日)



## 知能ロボットを主とする制御技術教育の実践

物質工学科 天野 仁司

### 学生の発想を実現するための制御技術開発

#### 【要約】

物質工学科は化学を学ぶ学科である。物質世界で生きる私たちにとって、化学はどの産業分野においても不可欠なものであるとともに、基礎研究と応用技術の隔たりがほとんどない分野でもある。そのため、バイオ技術も含めた化学系の研究者や技術者は、常に新技術を習得し、創意工夫を自らの手で実現する必要がある。このための鍵は装置の製作である。今日の化学分野の発展は、まさに装置の開発が原動力となっており、化学を学ぶ学生が、自分の発想を実現するための工作技術や制御技術を持つことが、産業・学術の発展に貢献するための必須条件と考えられる。そこで、課外活動としての知能ロボットの製作の場を提供し、これまで6年にわたって製作とコンテストへの参加を指導してきた。

#### 【きっかけ】

いわき地区で高専ロボットコンテスト東北地区大会が行われた際、審査員の東北大学教授（当時）中野栄二先生から、毎年6月に仙台で長年行われている知能ロボットコンテスト（以下、大会）の紹介を受けた。この年、私の研究室に来ていた一年生に、仲の良い電気工学科と物質工学科の女子学生がいたことから、知能ロボットの製作と、次年度の大会への出場を提案した。

#### 【プロセス】

最初は、モータの仕組みの解説から始め、ステップモータ、RCサーボモータ、DCモータなどのアクチュエータの制御や、フォトリフレクタ、距離センサ、カラーセンサ、などの活用法、IrDAなどの無線通信、空気圧機器の使用法、そしてC言語開発環境による組み込みコンピュータの使用法を指導した。これらの技術をもって大会に臨む学生はその後も続き、来年度の大会出場予定の一年生も活動を開始している。

#### 【成果】

初年度の学生のチームは初参加のチャレンジコースで優勝し、翌年最高レベルのテクニカルコースでも優勝するとともに、技術者として魅力を感じるロボットに与えられる真田賞も受賞した。その後も毎年各賞を受賞するロボットを製作するグループを輩出した。最近では、技術だけでなく、「魅せる」ことにも取り組み、昨年度はチャレンジコースで準優勝するとともに、メカトロで遊ぶ会賞も受賞した。初年度チームの活躍を中心とした本活動は、単行本の「ロボ鉄」にも紹介されている。



左から、  
赤外線リモコン  
IrDA  
Zig-Bee

図 使用技術の例 ロボット間双方向通信ユニット

## 校内ロボコンを活用した壁面移動型管内探査ロボットの開発

電子制御工学科 長谷川 勇治

## 学生が製作したロボットをもとに実用ロボットを開発

## 【要約】

茨城県内の日立製作所(株)の支援を受けて、校内ロボットコンテストを平成12年から開催し、その出場ロボットのアイデアを参考に実用ロボットの開発を目指している。今回は開発した壁面移動型管内探査ロボットを紹介する。

## 【きっかけ】

茨城高専が学生のものづくり教育の具体策を模索している中、ほぼ時期を同じくして近隣の日立製作所(株)日立事業所から発電プラントの復水器内部の点検ロボットのアイデア提供を依頼された。この事業所ではプラントの点検作業を人手に頼っており、ロボットによる点検の可能性を検討していた。しかしながら、ロボット開発を一事業所で行うことは困難であるため、柔軟な頭脳を持った若い学生のアイデアに期待しての依頼であった。この依頼に対して校内ロボットコンテストの形で実施し、そのアイデアを広く全学生から募集することにした。

## 【プロセスおよび成果】

日立製作所(株)の学生のものづくりに関する奨学寄付金により、校内ロボットコンテストは平成12年よりこれまでに9回のコンテストを行っている。また、このコンテストに出場したロボットのアイデアをもとに、卒業研究生が日立製作所(株)からのアドバイスを受けながら管内探査ロボットを開発し、復水器での実地実験により評価を行った。現在、製品化に向けての改良および新型ロボットの開発を行っている。



図1 校内ロボットコンテスト

競技テーマは壁面や鋼管内部の点検ロボットなど実用ロボットの開発を考慮しているため、競技フィールドとして鋼板や鋼管、樹脂製パイプ(内外面)、ガラス板を使用している。



図2 壁面移動型探査ロボット  
小型無線カメラとLEDを搭載し、オペレータはモニターを見ながらロボットを操作する。ネオジウム磁石を車輪に採用し、鋼板面から落ちることなく移動する。内径100mmの鋼管内の移動も可能。



## 斜毛付き回転円筒体を用いた振動推進装置の開発

電気情報工学科 田中 昭雄

### ロボットコンテストのアイデアを発展させた研究開発

#### 【要約】

物体自身に振動源を持たせ、その振動方向の非対称性を利用した振動推進機構は、搬送装置としての利用され、最近ではプラント用管内探査用自走ロボットやマイクロロボットなどへの応用も考えられている。振動推進機構の一つとして、傾斜バネ板や斜毛などの方向性のある機械要素を用いて順方向、逆方向の摩擦力の差を利用する方式がある。この方式では一方向のみの移動は簡単に実現できる。一方、用途によっては双方向移動が要求されることもある、その場合、バネ板や斜毛の傾斜方向を変えるメカニズム等が必要となり、振動推進装置の小型軽量化に不向きである。

そこで、本研究は振動推進の特徴を活かした管内用マイクロロボットの移動装置の提案として、斜毛付き回転円筒体を用いた振動推進装置の開発を行うことである。

#### 【きっかけ】

2002年に開催された高専ロボットコンテストにおいて振動推進を利用した箱の搬送ロボットを製作した。大変ユニークなロボットであったことから、はじめに教育分野へ活用法として、物作り教育用の教材「振動推進を利用したライトレーサ」を開発した。さらに産業分野への応用を目指し、管内を自由に移動できる小型振動推進装置の開発に至っている。

#### 【プロセス】

平成17年度から本校電気情報工学科の卒業研究において振動推進装置の活用に関する研究に取り組みはじめ、平成20年度において管内双方向移動装置の提案として斜毛付き回転円筒体を利用した振動推進装置の試作と評価を行った。

#### 【成果】

図1は振動推進装置の試作機である。比較的簡単なメカニズムで管内の双方向移動が実現できる。試作機的设计・制作および評価に至るまで、全ての作業は学生によって行われており、本研究は物作りに関する知識や技術を修得できる学生研究テーマでもある。今後は、装置の小型化に向けて研究を継続する予定である。

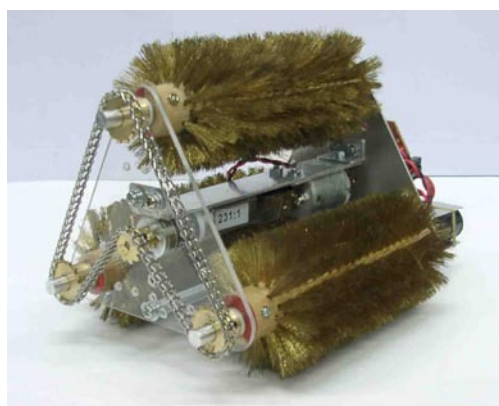


図1 管内振動推進装置(2008年製作)

## ロボカップ小型リーグ用サッカーロボットの開発

電気・電子システム工学科 杉浦 藤虎  
技術部 渡辺 正人

### ロボカップ世界大会への継続参加を通じた創造性育成教育の実践

#### 【要約】

豊田高専は2002年からロボカップ小型リーグ用サッカーロボットを開発し、2004年からロボカップ世界大会へ連続出場している。ロボットはリチウムポリマーバッテリー、無線通信機、モータなど一部の部品を除き、ほぼすべて学生の手作りである。マシンのフレーム、全方向移動ホイール、ドリブル・キック機構、電子回路、SH2マイコンプログラムなどはすべてオリジナルである。ロボットの作製過程や関連する画像処理や人工知能などのプログラミング過程を通して学生の創造性を伸ばし、実践的な技術者の育成に貢献している。

#### 【きっかけ】

与えられるテーマが毎年変わり、飛躍的な創造力の向上が期待される高専ロボコンは、本校電気・電子システム工学科では1998年以降、原則として1年生から3年生までしか参加させない。そのため、ロボコンを経験した4年生以上の学生の意欲を継続させるような何か新しい、ロボコンをもう一步発展させた別のテーマを彼らに提供する必要があった。1999年第2回ロボカップジャパンオープンが名古屋で開催されると聞き、学生とともに見学したところ、彼らは大いに興味を示した。ロボカップに出場するためには画像処理、人工知能、メカニズム、さらに複数ロボットの無線制御など、それらを組み合わせてシステムとして完成させなければならない。非常に高度な技術力を必要とし、かつ高価になるため、ロボコンで培った技術の集大成として位置付けるには困難さを伴う不安もあったが、あえて挑戦することにした。

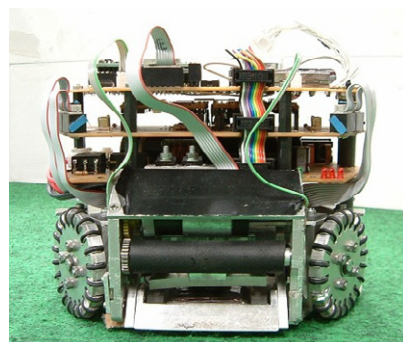
#### 【プロセス】

高専ロボコンに参加経験のある学生に対して、通信・画像処理、電子制御・モータドライバ回路、人工知能(AI)・戦略プログラム、マシン製作、というロボカップに参加する上で必須内容となる、4つの大きな研究テーマを提示した。各テーマに対して1～2名の学生を配分し、それぞれが協調して実験研究を行っている。基本的には学生同士で問題解決を行い、教員はディスカッション時のアドバイスや資金調達などを担うのみである。低学年次から高専ロボコンに参加して培った創造力と技術力をさらに伸ばす上で、適切な継続的課題となるロボカップへの参加は極めて有効だと考えている。

#### 【成果】

世界大会出場という目標は学生のやる気を引き出し、思考方法や問題解決能力を育成することに効果を発揮した。チームワークによる作業は責任感を育み、加えて異国チームとの英語によるコミュニケーションは英語に対する障壁感を下げるのに役立った。

ロボカップでの画像処理技術は、特定の色や形、大きさなどを認識できるため、例えば、ライン作業での組み立てや品質管理などに応用できる。さらに、ロボカップ向けロボットをベースとした2足歩行ロボットの競技会等の開催を通して、創造性育成用教材として利用できる。



ロボカップ2009小型リーグ成績  
ジャパンオープン(ヒューマノイド  
部門)優勝, 同(車輪部門)準優勝,  
世界大会(車輪部門)ベスト8

## WARAIロボットの製作

電気情報工学科 若野憲一郎・山口 利幸  
知能機械工学科 津田 尚明

### ロボットによる地域振興

#### 【要約】

日高川町丹生神社の「笑祭り」に登場する「鈴振り（笑い男）」を模した「WARAIロボット」を製作した。その結果は地域振興の一助となり、教育的な効果をおよぼす上でも意義があった。

#### 【きっかけ】

日高川町観光協会から同町、丹生神社に伝わる「笑祭り」の呼び物になっている「鈴振り（笑い男）」を模した「WARAIロボット」を製作して、町の活性化に役立てたいのでロボットを作って欲しいという依頼があり、町ぐるみのプロジェクトチームに参加して、卒業研究でロボット製作を実施した。

#### 【プロセス】

本科の卒業研究で機械工学科と電気情報工学科が合同で製作に当たった。  
(1) 機械製作担当(2) 制御担当(3) 発声部担当の3班に分け責任分担を決めた。  
待ち時間が出ないよう協力できる場所を見つけて担当外でも補助し合う体制を造り、作業工程に従う進め方が身につくことを期待した。  
定期的に合同ミーティングを行い進捗状況を把握。必要に応じて助言を行った。  
プロジェクトチームの援助を受けて、頭、手などを地元の文楽人形師に製作して頂き、動きを研究するため、大阪の国立文楽劇場を見学させて頂いた。  
1月上旬の丹生神社の行事までに完成させる計画を立て、実行した。

#### 【成果】

平成19年度にWARAIロボット1号、平成20年度にWARAIロボット2号を製作し、丹生神社の初詣・初笑い行事で一般観光客に披露して話題になった。(図1)

学生は電気制御、機械設計のほか、他学科の分野にまたがる知識を得ることができた。また、地域の無形文化財にも触れた。製作プロセスでも大きな教育効果があったと考える。

活動の様子は、新聞、テレビ等に多数回とり上げられ、初詣・初笑い行事には多数の観光客が訪れるなど、日高川町の地域活性化に貢献できた。



図1. 左から1号機、笑い男、2号機



## 自律型地雷探査・除去ロボットの開発

電子制御工学科 中山 繁生

### 卒業研究で取り組むロボット開発と意義

#### 【要約】

現在、世界中に埋設されている地雷は約1億個と推測されている。近年ではロボットによる地雷探査・除去作業が多く試行されているが、その殆どがマスタ・スレーブ方式によるものである。本研究では1日も早く地雷を完全除去することを目標に、昼夜を問わず作業を可能とする自律型地雷探査・除去ロボットの開発をおこなっている。自律型ロボットは、オペレータによる直接操作を必要とせず、外界センサによりロボット周辺の障害物や地雷埋設の有無を検出し、検出した情報に基づき行動する。

#### 【きっかけ】

約10年前に、地雷による被害に関する記事を新聞で読み、自分が進めているロボット研究を社会に貢献したいと考えたのがきっかけである。またものづくり教育の一環として、ロボット開発の明確な目標を掲げることで、研究に従事する学生の士気を高めたいと考えた。更にロボット開発を通じて、深刻な地雷問題について考える機会を学生に与えたいと考えた。

#### 【プロセス】

平成14年の科学研究費の採択後に本研究は始動した。学生の卒業研究として開発することを基本としていることから、毎年重要なパーツを製作し、適宜ロボットを組み立てている。

#### 【成果】

現在までに製作したロボットのパーツは、地雷探査用の2自由度アーム（写真1）、ロボットに搭載する外界センサが、地表の凹凸の影響を受けなくさせるための水平維持機構（写真2）、そして、地雷探査用アームを地表の凹凸に追従して上昇・下降させるための地表追従機構（写真3）である。パーツを統合し、間もなくロボットの完成を予定している。

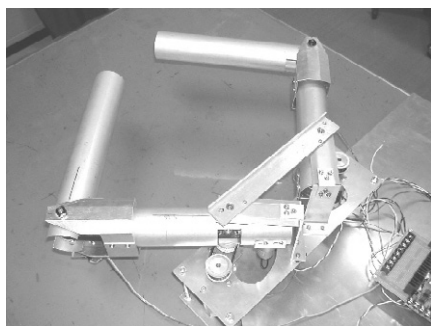


写真1 探査用アーム



写真2 水平維持機構

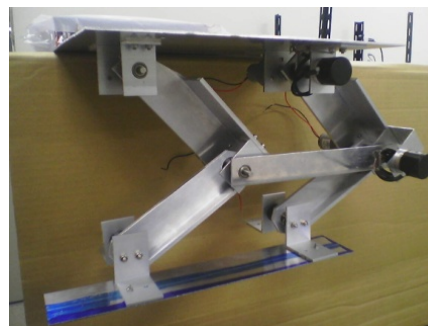


写真3 地表追従機構



## 簡単なロボット製作法

電子機械工学科 岡野内 悟

### レーザー加工機を用いた木製ロボットの製作

#### 【要約】

レーザー加工機は、金属から非金属まで様々な板材を高速かつ高精度に切り抜くことができる。今回、ベニヤ板から部品を切り抜き、プラモデルなどの模型を組み立てる要領で、簡単かつ安価にロボットなどの複雑な機構の製作を行う。

#### 【きっかけ】

ロボット研究部では学生教育のため、扱いが容易な木材を使ったロボット製作を行ってきた。歯車を製作するなど、短期間でより高度なロボット製作を行うため考案した。

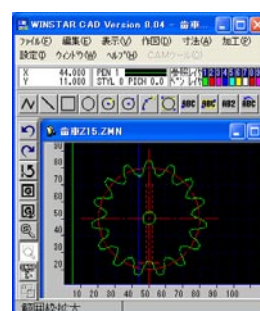
#### 【方法】

- ①CADソフトを用いて部品の形状データを作成する。
- ②CAMソフトを用いてレーザー加工機で切り出すためのNCプログラムを作成する。
- ③材料をセットしてNCプログラムを実行し、部品を切り抜く。
- ④部品を組み立て、動かして不具合があれば、修正する。

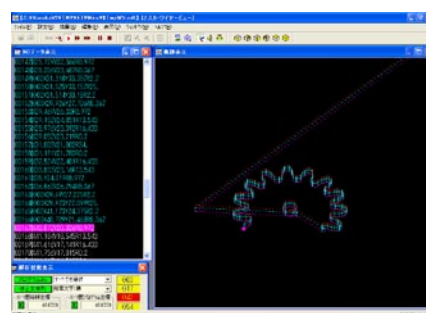
#### 【成果】

軸受けや歯車など、比較的複雑な機械要素も自由な寸法・形状で設計できる。外形の切り抜きだけでなく、穴あけも行え、後加工も特に必要ないため、工程が少なく済む。安全、安価、短時間に製作できる。

CAD/CAM実習、機構（メカニズム）の検証などものづくり教育、機械の試作、教材作りに有効。



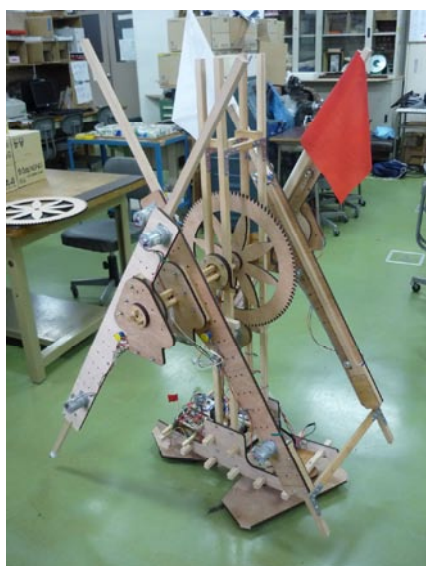
①CADソフトで設計



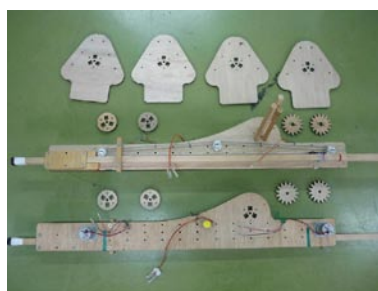
②CAMでNCプログラム作成



③部品を切り抜く



④部品を組み立てて製作



切り抜いた部品



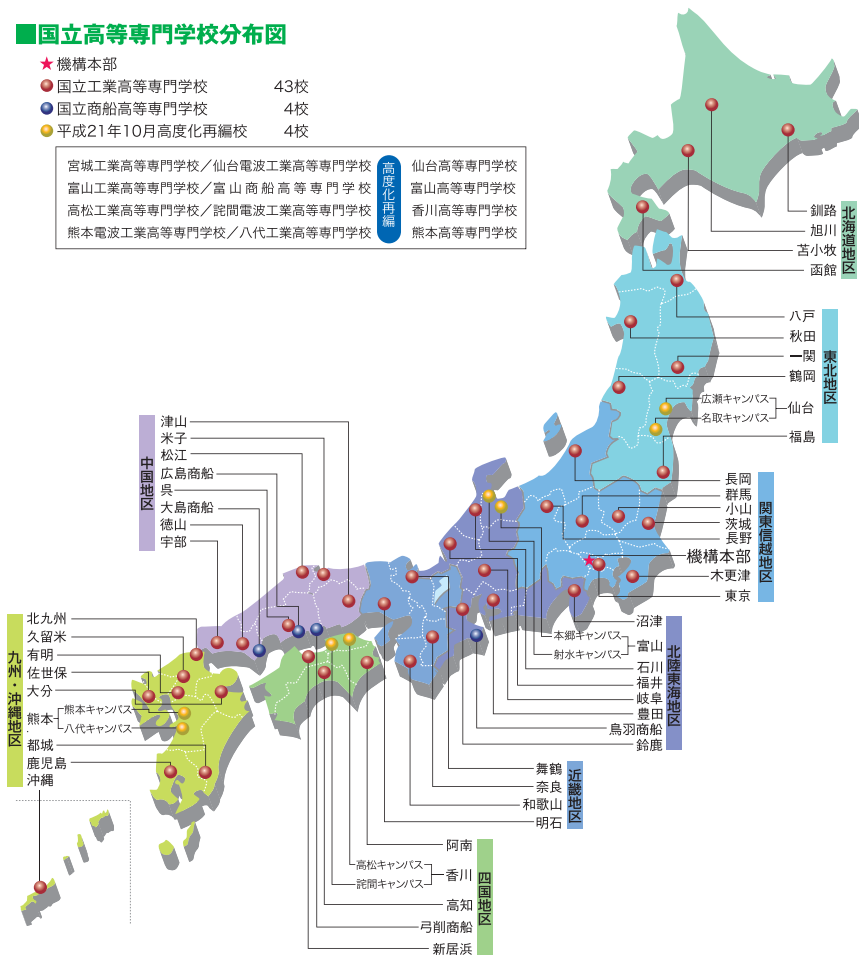
抜いた後の板

## ■国立高等専門学校分布図

- ★ 機構本部
- 国立工業高等専門学校 43校
- 国立商船高等専門学校 4校
- 平成21年10月高度化再編校 4校

宮城工業高等専門学校 / 仙台電波工業高等専門学校  
 富山工業高等専門学校 / 富山商船高等専門学校  
 高松工業高等専門学校 / 詫間電波工業高等専門学校  
 熊本電波工業高等専門学校 / 八代工業高等専門学校

高度化再編  
 仙台高等専門学校  
 富山高等専門学校  
 香川高等専門学校  
 熊本高等専門学校



## ■北海道地区

- 函館工業高等専門学校 [www.hakodate-ct.ac.jp](http://www.hakodate-ct.ac.jp)
- 苫小牧工業高等専門学校 [www.tomakomai-ct.ac.jp](http://www.tomakomai-ct.ac.jp)
- 釧路工業高等専門学校 [www.kushiro-ct.ac.jp](http://www.kushiro-ct.ac.jp)
- 旭川工業高等専門学校 [www.asahikawa-nct.ac.jp](http://www.asahikawa-nct.ac.jp)

## ■東北地区

- 八戸工業高等専門学校 [www.hachinohe-ct.ac.jp](http://www.hachinohe-ct.ac.jp)
- 一関工業高等専門学校 [www.ichinoseki.ac.jp](http://www.ichinoseki.ac.jp)
- 仙台高等専門学校 名取キャンパス [www.miyagi-ct.ac.jp](http://www.miyagi-ct.ac.jp)
- 仙台高等専門学校 広瀬キャンパス [www.sendai-ct.ac.jp](http://www.sendai-ct.ac.jp)
- 秋田工業高等専門学校 [www.akita-nct.ac.jp](http://www.akita-nct.ac.jp)
- 鶴岡工業高等専門学校 [www.tsuruoka-nct.ac.jp](http://www.tsuruoka-nct.ac.jp)
- 福島工業高等専門学校 [www.fukushima-nct.ac.jp](http://www.fukushima-nct.ac.jp)

## ■関東信越地区

- 茨城工業高等専門学校 [www.ibaraki-ct.ac.jp](http://www.ibaraki-ct.ac.jp)
- 小山工業高等専門学校 [www.oyama-ct.ac.jp](http://www.oyama-ct.ac.jp)
- 群馬工業高等専門学校 [www.gunma-ct.ac.jp](http://www.gunma-ct.ac.jp)
- 木更津工業高等専門学校 [www.kisarazu.ac.jp](http://www.kisarazu.ac.jp)
- 東京工業高等専門学校 [www.tokyo-ct.ac.jp](http://www.tokyo-ct.ac.jp)
- 長岡工業高等専門学校 [www.nagaoka-ct.ac.jp](http://www.nagaoka-ct.ac.jp)
- 長野工業高等専門学校 [www.nagano-nct.ac.jp](http://www.nagano-nct.ac.jp)

## ■東海北陸地区

- 富山高等専門学校 本郷キャンパス [www.toyama-nct.ac.jp](http://www.toyama-nct.ac.jp)
- 富山高等専門学校 射水キャンパス [www.toyama-cmt.ac.jp](http://www.toyama-cmt.ac.jp)
- 石川工業高等専門学校 [www.ishikawa-nct.ac.jp](http://www.ishikawa-nct.ac.jp)
- 福井工業高等専門学校 [www.fukui-nct.ac.jp](http://www.fukui-nct.ac.jp)
- 岐阜工業高等専門学校 [www.gifu-nct.ac.jp](http://www.gifu-nct.ac.jp)
- 沼津工業高等専門学校 [www.numazu-ct.ac.jp](http://www.numazu-ct.ac.jp)
- 豊田工業高等専門学校 [www.toyota-ct.ac.jp](http://www.toyota-ct.ac.jp)
- 鳥羽商船高等専門学校 [www.toba-cmt.ac.jp](http://www.toba-cmt.ac.jp)
- 鈴鹿工業高等専門学校 [www.suzuka-ct.ac.jp](http://www.suzuka-ct.ac.jp)

## ■近畿地区

- 舞鶴工業高等専門学校 [www.maizuru-ct.ac.jp](http://www.maizuru-ct.ac.jp)
- 明石工業高等専門学校 [www.akashi.ac.jp](http://www.akashi.ac.jp)
- 奈良工業高等専門学校 [www.nara-k.ac.jp](http://www.nara-k.ac.jp)
- 和歌山工業高等専門学校 [www.wakayama-nct.ac.jp](http://www.wakayama-nct.ac.jp)

## ■中国地区

- 米子工業高等専門学校 [www.yonago-k.ac.jp](http://www.yonago-k.ac.jp)
- 松江工業高等専門学校 [www.matsue-ct.ac.jp](http://www.matsue-ct.ac.jp)
- 津山工業高等専門学校 [www.tsuyama-ct.ac.jp](http://www.tsuyama-ct.ac.jp)
- 広島商船高等専門学校 [www.hiroshima-cmt.ac.jp](http://www.hiroshima-cmt.ac.jp)
- 呉工業高等専門学校 [www.kure-nct.ac.jp](http://www.kure-nct.ac.jp)
- 徳山工業高等専門学校 [www.tokuyama.ac.jp](http://www.tokuyama.ac.jp)
- 宇部工業高等専門学校 [www.ube-k.ac.jp](http://www.ube-k.ac.jp)
- 大島商船高等専門学校 [www.oshima-k.ac.jp](http://www.oshima-k.ac.jp)

## ■四国地区

- 阿南工業高等専門学校 [www.anan-nct.ac.jp](http://www.anan-nct.ac.jp)
- 高松高等専門学校 高松キャンパス [www.takamatsu-nct.ac.jp](http://www.takamatsu-nct.ac.jp)
- 高松高等専門学校 詫間キャンパス [www.takuma-ct.ac.jp](http://www.takuma-ct.ac.jp)
- 新居浜工業高等専門学校 [www.niihama-nct.ac.jp](http://www.niihama-nct.ac.jp)
- 弓削商船高等専門学校 [www.yuge.ac.jp](http://www.yuge.ac.jp)
- 高知工業高等専門学校 [www.kochi-ct.ac.jp](http://www.kochi-ct.ac.jp)

## ■九州・沖縄地区

- 久留米工業高等専門学校 [www.kurume-nct.ac.jp](http://www.kurume-nct.ac.jp)
- 有明工業高等専門学校 [www.ariake-nct.ac.jp](http://www.ariake-nct.ac.jp)
- 北九州工業高等専門学校 [www.kct.ac.jp](http://www.kct.ac.jp)
- 佐世保工業高等専門学校 [www.sasebo.ac.jp](http://www.sasebo.ac.jp)
- 熊本高等専門学校 熊本キャンパス [www.knct.ac.jp](http://www.knct.ac.jp)
- 熊本高等専門学校 八代キャンパス [www.yatsushiro-nct.ac.jp](http://www.yatsushiro-nct.ac.jp)
- 大分工業高等専門学校 [www.oita-ct.ac.jp](http://www.oita-ct.ac.jp)
- 都城工業高等専門学校 [www.miyakonojo-nct.ac.jp](http://www.miyakonojo-nct.ac.jp)
- 鹿児島工業高等専門学校 [www.kagoshima-ct.ac.jp](http://www.kagoshima-ct.ac.jp)
- 沖縄工業高等専門学校 [www.okinawa-ct.ac.jp](http://www.okinawa-ct.ac.jp)

## ■お問い合わせ先

独立行政法人国立高等専門学校機構 知的財産本部

〒108-0023 東京都港区芝浦3-3-6 キャンパスイノベーションセンター4F  
 TEL.03-5484-6286 FAX.03-3453-7023 URL <http://www.kosen-k.go.jp/>