

## 「若い研究者を育てる会」で行った メカトロニクス関連研究

富山県工業技術センター  
機械電子研究所  
石黒 智明

## 「若い研究者を育てる会」とは

民間主導で設立 S62（13社でスタート）

### 会のコンセプト

1. 実験・研究の実践を通じた幅広い科学技術と人間性などを身に付けた研究開発型企業研究者の育成。  
研究テーマは必ずしも企業化を目的としておらず、むしろ、異業種の課題を実践することで、技術開発能力を向上させる。
2. 若い人たちの間での幅広い交流と異業種間の交流促進により、創造性の向上を図る。

## 「若い研究者を育てる会」の概要

発足年度 S62年度～(H25年度:27年目)  
 会員企業数 14企業(現在)  
 事務局 富山県新世紀産業機構

実施体制 1～数社の若い研究者／1テーマ  
 ＋指導機関の職員

実施場所等 主として工業技術センターにて週1回のペース  
 研究報告 年3回の中間発表(7月、10月、12月)と  
 成果発表(3月)、及び、研究論文集を発行

研究期間 単年度～数年

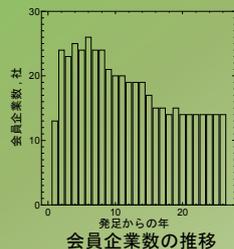
テーマ数 延べ166テーマ(6テーマ／年)  
 企業研究者数 延べ324名

### その他

平成6年～16年

中学・高校生の自作ミニチュアマシン・  
 サッカーゲームコンテストを開催

「第6回全国生涯学習フェスティバル  
 ～まなびピア富山'94」での開催を契機



## メカトロニクス関連テーマ

- S62～S63 フレキシブルハンドの開発  
 ー介護ロボット用アームの試作
- H4～H5 マイクロマシンに関する研究
- H6 傾斜機能素子の開発
- H6～H7 視覚システムを持つ移動ロボットの開発
- H7 形状記憶合金薄膜を用いたマイクロアクチュエータの開発
- H8 形状記憶合金膜を用いたマイクロポンプの研究
- H8～H9 複数のロボットによる協調制御の研究
- H9 局所的レーザー処理による形状記憶合金膜アクチュエータの開発
- H13 マイクロマシンング技術による  
 2軸型シリコンピエゾ抵抗式加速度センサの開発
- H22 ミニロボット群による水田防除草システムの開発
- H24 受動的歩行ロボットの開発

## ロボットハンドの機構と把持戦略

### フレキシブルハンドの開発

#### —介護ロボット用アームの試作—(S62-S63)

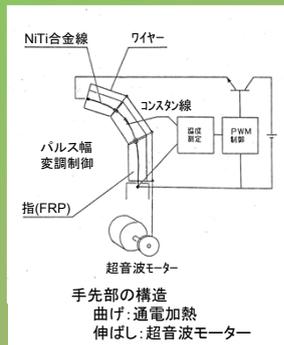
**概要** 生活の中に溶け込んだ人間らしいロボットの製作を目指す。

動作自由度が「7」の手の機構を取り入れたロボット用アームを試作。

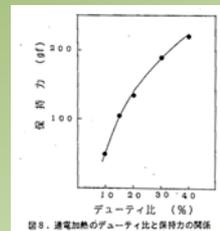
動力源: 負荷の大きいところはモータ駆動

手先部: 軽量小型化が可能で、ある程度弾力性のある機構

→ 形状記憶合金(SMA: Shape memory alloy)をアクチュエータに採用



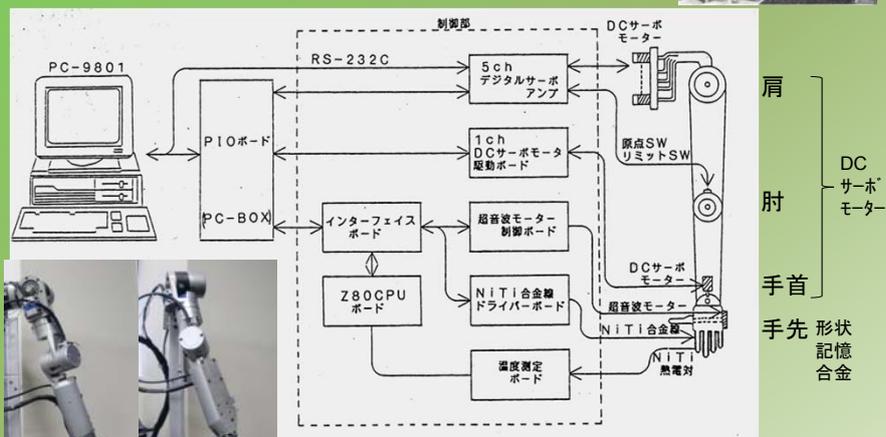
SMA



手先部写真

### フレキシブルハンドの開発

#### —介護ロボット用アームの試作—



腕全体の写真

人の手の機構に近く、つかむものの形状をなぞるように把持することが可能なロボットアームが開発できた。

## 移動ロボットのための視覚

### 視覚システムを持つ

#### 移動ロボットの開発 (H6-H7)

**概要** 日常生活に適した自立型のロボット開発を目指し、視覚情報を頼りに壁に沿って移動するロボットを試作性能を評価。

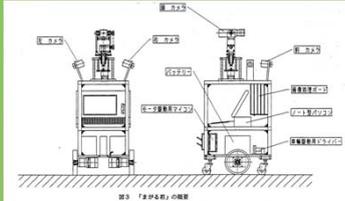


図3 「まがらぎ」の概観

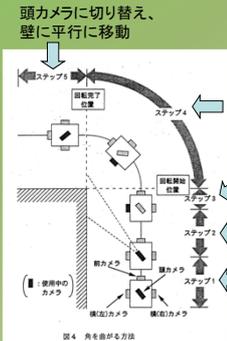


図4 角を曲がる方法



図5 角を曲がる「まがらぎ」の走行例

壁に沿って進み、角部では曲がることのできるロボットが開発できた。

頭カメラに切り替え、壁に平行に移動

横カメラの画像を基に、回転角度を制御しながら角を曲がる。回転半径: 1m

横カメラに切り替え。角の真横まで移動

頭カメラで、角を検出。角の手前まで前進

頭カメラで、壁と床の境界線を検出、壁と平行に前進 最高速度: 30m/min

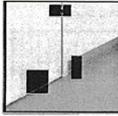


図11 角ではないと判断している場合

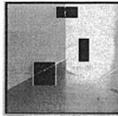


図12 角であると判断している場合

安全機構  
人がいる間は停止

障害物が無い 前に人がいる

## マイクロマシン

### マイクロマシンに関する研究 (H4-5)

**概要** 構成する個々の部品サイズの小型化が図られれば、同サイズの装置でも多機能化が可能。大きさが1cm<sup>3</sup>以下のマイクロマシンを作製。

#### 電磁石の振動と斜毛により移動

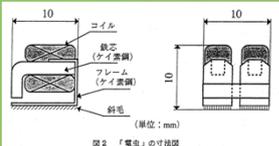
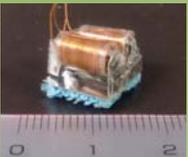


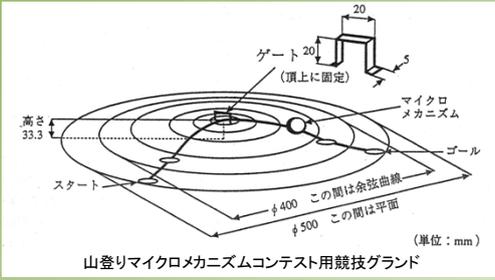
図2 「電虫」の寸法図



エノコログサ(ねこじゃらし)の穂を振り回すと柄の方へ動く



50mm/sで移動  
斜面移動不可



山登りマイクロメカニズムコンテスト用競技グラウンド

主催: 精密工学会



## アクチュエーターの機構と制御

### SMA膜を用いた マイクロポンプの研究 (H8)

NiTi膜と、バイアス膜を別々に配置  
 NiTi膜 : 通電で伸長  
 バイアス膜 : 常に下向きの力  
 No1,4の弁としても機能

↑ : 通電され、SMA膜が伸張しupする

ポンプ動作手順

図1. マイクロポンプの概略図

冷却時間は、  
通电時間の6倍程度

構造は単純で、ポンプとしては機能。  
応答速度が遅い。

## アクチュエーターの機構と制御

### 局所的レーザー処理による SMA膜アクチュエータの開発 (H9)

図1 動作原理

Cu箔

↓

Cu箔溶解  
HNO<sub>3</sub>(10wt%) ,1hr

↓

溶体化処理(800℃,1hr)  
時効処理(400℃,6hr)

↓

試料形成

↓

レーザー加熱

↓

バイアス膜(Cu)  
スパッタリング(1μm)  
100W,20min.

図2 ねじれ型アクチュエータの作製工程

概要 形状記憶合金アクチュエータ  
一次元的、二次元的変位しかない。  
三次元的変位のため、ねじれ変位を利用。

15° 処理がよい  
60° 処理では通電時も  
変形しない。

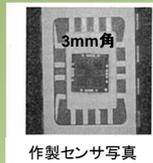
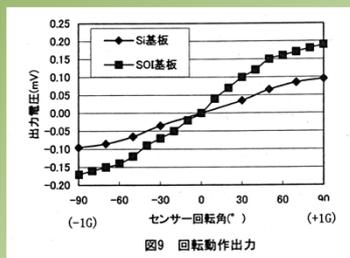
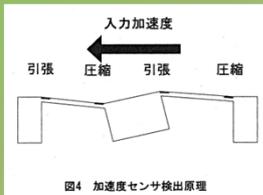
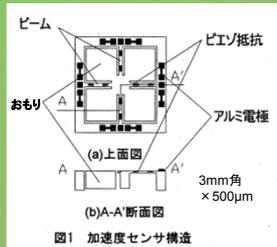
アクチュエータの動作例

## 感覚・運動・計測

### マイクロシニング技術による 2軸型シリコンピエゾ抵抗式 加速度センサの開発 (H13)



**概要** 携帯電話や電子ペット用などの、±1G程度の低い加速度を検出するセンサの開発を目指す。用途上、小型化が必須。Si基板を用い、低廉化を図る。(多用されているSOI(Silicon on Insulator)基板は、高コスト。)

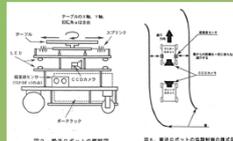
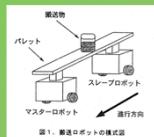


SOI基板よりは小さいが、それなりの出力のある加速度センサが得られた。

## 複数ロボットの協調制御

### 複数ロボットによる協調制御の研究 (H8-H9)

**概要** 2台のロボット上にパレットをセット、パレット上の荷物を落とさずに運搬する。



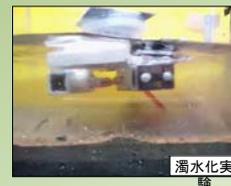
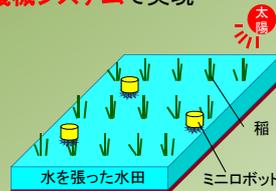
・相手ロボットの距離・傾き・ずれを認識。  
・お互いのロボットが協調しながら荷物を搬送

### ミニロボット群による水田防除草システムの開発 (H22)

**概要** 水田の水を継続的に濁らせることで防除草。複数のミニロボットによる分散型機械システムで実現



ミニロボット1体を試作し、水田の土を使った水槽実験により十分な濁水化を確認

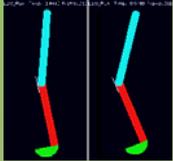


## 受動歩行ロボット

**受動的歩行ロボットの開発 (H24)**

アクチュエータ等を使わない受動歩行の機構を用い、積載荷重は歩行機構が負担し、人が押して運搬できる受動的歩行ロボットを開発した。

シミュレーションにより受動歩行に適した条件を解析し、設計・製作



モデルによる解析  
(MD Adamsによる)

人が補助的に姿勢を制御  
中央に荷物を積載可能



運搬用受動的歩行ロボット



## その他の研究課題

- 材料・センサー  
圧電セラミックス、圧電シート、高温耐熱サーミスタ、蓄光材、においセンサー
- 加工  
電子回路のウエットエッチング、微細放電加工、小型穴加工
- 計測  
画像による寸法計測、透明プラスチックの欠陥検査、X線CTを用いた実寸計測
- 電池・発電  
色素増感太陽電池、ダイレクトメタノール小型燃料電池、小水力発電システム
- その他  
超音波杖、電気自動車、山岳遭難者探索システム、滑雪板  
など、多岐にわたりtry

テーマ数 延べ166テーマ  
企業研究者数 延べ324名

## 富山県工業技術センターの紹介



中央研究所  
ものづくり研究開発センター  
高岡市二上町150

大正2年(1913年)3月22日 設立  
平成25年(2013年) 百周年



材料技術課	金属材料・セラミックス・プラスチックなどの工業材料の開発、複合化技術、表面処理技術
加工技術課	レーザ、プラズマ、誘導等による、金属、プラスチック加工技術、MEMS応用、超精密加工技術、精密測定
評価技術課	工業製品や材料の分析、計測、加工と品質評価、環境エネルギー技術

他:企画管理部、総務課



生活工学研究所  
南砺市岩武新35-1



機械電子研究所  
富山市高田383



製品科学課	繊維高分子材料、感覚知覚測定、生活空間の評価解析、製品の消費科学、動作解析
生産システム課	生産管理・システム化技術、繊維高分子のリサイクル技術、生活関連製品のデザイン

機械システム課	メカトロ技術、機械材料、振動解析、コンピュータ応用とシステム化技術
電子技術課	エレクトロニクス材料、バイオエレクトロニクス、電子デバイス、電子・電気回路



# RoboMec2014

## 富山県で開催!!

多数のご参加を富山県にて、  
お待ちしております。

ご静聴  
ありがとうございました。