

[1] 平成4年度 日本IFTtoMM 会議総会の報告

平成4年4月22日(水)、千葉・幕張メッセの日本コンベンションセンターにおいて総会が開かれ、平成3年度の事業報告、収支決算報告および監査報告、平成4年度の事業計画および収支予算の審議ならびに承認が行われた。

主な議事、決定の内容は次のとおりである。

1992年度事業報告

1. 国外活動

(1) 日本IFTtoMM会議創立10周年記念事業

IFTtoMM-JC国際シンポジウム「IFTtoMMメカニズム・フェスティバル」を1992年9月24日(木)～26日(土)の3日間、名古屋市中小企業振興会館にて開催した。

このシンポジウムに「IFTtoMM会議会長のProf.A.Moreckiを招待した。

(2) Ro.Man.Sy.'92(1992年9月1日～4日、イタリアーウディネ市)が開催され、林輝が招待講演を行った。

(3) 上記会議の会期中にIFTtoMM実行委員会が開催され、堀副委員長(本部実行委員)と林輝(TC.Micromechanism 委員長)が出席した。

(4) 本会議協賛の第1回メカトロニクスに関する日仏会議(1992年10月22日～24日、フランスブザンソン市)が開催された。

2. 国内活動

(1) 実行委員会を6回開催(第80回～第85回)

(2) 特別講演会を4回開催いずれも東京地区にて開催した。

第45回特別講演会(1992年4月22日)

会場: 日本コンベンションセンター(幕張メッセ)

「心とメカニズム」

自動演奏楽器の歴史

からくり人形のメカニズム

自動演奏ピアノ

最近の遊技機械

あそび効用

電気通信大学

国立博物館

ヤマハ

セガ・エンタープライズ

東北大学名誉教授

梶谷 誠

鈴木 一義

磯崎 善政

佐藤 一義

酒井 高男

第46回特別講演会(1992年11月6日)

会場: 東京電機大学

「機能とデザインの新しい関係」

東京大学

山中 俊治

「非ホロミック運動の制御」

東京大学

中村 仁彦

第47回特別講演会(1993年1月8日)

会場: 東京電機大学

「バーチャル・リアリティ技術の現状と将来」

東京大学

広瀬 通孝

「バーチャル・リアリティの製造業への応用」

松下電工

野村 淳二

(3) 国際シンポジウム、国際メカニズム・フェスティバル開催

日時: 1992年9月24日～26日

会場: 名古屋市中小企業振興会館

(4) 日本IFTtoMMニュースを1回発行した

第21号 1993年3月31日発行

3. 会員の状況

個人会員: 133名

賛助会員: 22団体

㈱アマダ、いすゞ自動車㈱、石川島播磨重工業㈱、オリンパス光学工業㈱、㈱小笠

原プレジジョンラボラトリー、(財)機械振興協会技術研究所、協育歯車工業㈱

㈱三共製作所、セイコーエプソン㈱、太陽誘電㈱、㈱東芝、東芝機械㈱、㈱ニコン

日産自動車㈱、㈱ハーモニック・ドライブ・システムズ、㈱日立製作所、㈱不二越

㈱富士電機総合研究所、㈱ミットヨ、三菱重工業㈱

1991年度収支決算 (平成3年4月1日～平成4年3月31日)

1. 一般会計

収入の部

(単位: 円)

| 項目 | 予算 | 決算 | 備考 |
|-----------|-----------|-----------|--|
| 会費収入 (個人) | 300,000 | 165,000 | '91 3,000 (円) × 17 (名) '92 3,000 (円) × 38 (名) |
| 同上 (賛助) | 1,350,000 | 800,000 | '91 50,000 (円) × 7 (社) '92 50,000 (円) × 9 (社) |
| 小計 | 1,650,000 | 965,000 | |
| [前期繰越金] | 330,957 | 330,957 | |
| 合計 | 1,980,957 | 1,295,957 | |

支出の部

(単位: 円)

| 項目 | 予算 | 決算 | 備考 |
|------------|-----------|-----------|------------------------|
| [国際活動費] | 255,400 | 312,700 | '92 US\$ 1,920 @160 |
| IFTOMM 年会費 | 250,000 | 307,200 | |
| 通信費 | 5,400 | 5,400 | |
| [国内活動費] | 755,000 | 671,269 | |
| 会議費 | 150,000 | 232,052 | |
| 講演会費 | 150,000 | 194,375 | 第41, 42, 43, 44 回特別講演会 |
| 印刷通信費 | 300,000 | 93,400 | |
| 事務委託費 | 150,000 | 150,000 | |
| 雑費 | 5,000 | 1,442 | |
| [MMT誌費] | 175,500 | 150,000 | '92 6,000 (円) × 25 (冊) |
| 賛助会員講読料 | 175,500 | 150,000 | |
| 国際会議準備金積立 | 500,000 | 0 | |
| 小計 | 1,685,900 | 1,133,969 | |
| [次期繰越金] | 295,057 | 161,988 | |
| 合計 | 1,980,957 | 1,295,957 | |

2. MMT誌会計

収入の部

(単位：円)

| 項 目 | 予 算 | 決 算 | 備 考 |
|------------------------------|---------|---------|---|
| [MMT誌講読料収入] | | | |
| 同 上 (個人) | 277,500 | 73,000 | '91 6,500 (円) × 2 (冊) '92 6,000 (円) × 10 (冊) |
| 同 上 (賛助) (一般会計からの 繰入れ) | 175,500 | 150,000 | '92 6,000 (円) × 25 (冊) |
| 小 計 | 453,000 | 223,000 | |
| [前年度からの繰越し] | 102,159 | 102,159 | |
| 合 計 | 555,159 | 325,159 | |

支出の部

(単位：円)

| 項 目 | 予 算 | 決 算 | 備 考 |
|------------|---------|---------|--------------------------------------|
| 出版社への支払い | 403,000 | 256,547 | VOL.27(1992) 53 冊 £ 1,113 @230,50 |
| 通信費 | 5,400 | 5,400 | |
| 小 計 | 408,400 | 261,947 | |
| [次年度への繰越し] | 146,759 | 63,212 | |
| 合 計 | 555,159 | 325,159 | |

3. 準備金

- (1) 国際会議準備金 2,310,000
(2) 国際交流活動等準備金 400,000

合 計 2,710,000

剰余金処分案

(円：百単位)

平成4年3月31日

(単位：円)

| 目 | 金額 | 千円 | 目 | 金額 |
|---------------|---------|----|----------------|----------------|
| I 当期末処分剰余金 | | | | <u>225,200</u> |
| 1. 前期繰越剰余金 | | | 433,116 | |
| 一般会計 | 330,957 | | | |
| MMT誌会計 | 102,159 | | | |
| 2. 当期損失金 | | | <u>207,916</u> | |
| 一般会計 | 168,969 | | | |
| MMT誌会計 | 38,947 | | | |
| II 剰余金処分額 | | | | <u>0</u> |
| 1. 国際会議準備金 | 0 | | | |
| 2. 国際交流活動等準備金 | 0 | | | |

III 次期繰越剰余金

225,200

| | | | | |
|----------------|---------|--|------------|---|
| 一般会計 | 161,988 | | | |
| MMT誌会計 | 63,212 | | | |
| 上記のとおり相違ありません。 | | | | |
| 平成4年4月 | | | | |
| | | | 日本IFT・MM会議 | 小 |
| | | | 委員長 林 輝 | |
| | | | 会計幹事 増田 泰二 | |
| | | | 武藤 英一 | |

上記の調査を遂げ、その正確であることを承認します。

監事 橋本 誠也

吉本 勇

1992年度収支予算 (平成4年4月1日~平成5年3月31日)

1. (一) 一般会計

| 収入の部 | | (単位:円) | |
|------------|-----------|---------------------|--|
| 項目 | 予算 | 備考 | |
| 会費収入 (個人) | 300,000 | 3,000 (円) × 100 (名) | |
| 会費収入 (賛助) | 1,200,000 | 50,000 (円) × 24 (口) | |
| 小計 | 1,500,000 | | |
| 国際会議準備金取崩し | 1,800,000 | | |
| [前期繰越金] | 161,988 | | |
| 合計 | 3,461,988 | | |
| 支出の部 | | (単位:円) | |
| 項目 | 予算 | 備考 | |
| [国際活動費] | 2,105,400 | | |
| IFTOMM 年会費 | 300,000 | '93 US \$ 1,920 | |
| 通信費 | 5,400 | | |
| 国際会議費 | 1,800,000 | | |
| [国内活動費] | 905,000 | | |
| 会議費 | 150,000 | | |
| 講演会費 | 150,000 | | |
| 印刷通信費 | 300,000 | | |
| 事務委託費 | 300,000 | | |
| 雑費 | 5,000 | | |
| [MMT誌費] | 144,000 | | |
| 賛助会員講読料 | 144,000 | 6,000 (円) × 24 (冊) | |
| 国際会議準備金積立 | 200,000 | | |
| 小計 | 3,354,400 | | |
| [次期繰越金] | 107,588 | | |
| 合計 | 3,461,988 | | |

2. MMT誌会計

(日18月8年3期平一1月1日1月1年) 算千支出宛年 S e e I

収入の部

(単位：円)

| 項 目 | 予 算 | 備 考 |
|--------------------------|---------|--------------------------|
| [MMT誌講読料収入] 同 上 (個人) | 174,000 | '92 6,000 (円) × 29 (冊) |
| 同 上 (賛助) (一般会計からの繰入れ) | 144,000 | J経理会前年繰入金 [金 融 財 源 債] |
| 小 計 | 318,000 | 合 |
| [前年度からの繰越し] | 63,212 | 前①出支 |
| 合 計 | 381,212 | |

支出の部

(単位：円)

| 項 目 | 予 算 | 備 考 |
|------------|---------|------------------------------------|
| 出版社への支払い | 318,000 | VOL.28(1993) 6,000 (円) × 53 (冊) |
| 通信費 | 5,400 | [費対TMM] 特別委員会費 |
| 小 計 | 323,400 | 立野会前年繰入金 |
| [次年度への繰越し] | 57,812 | 小 |
| 合 計 | 381,212 | 合 |

3. 準 備 金

- (1) 国際会議準備金 510,000
- (2) 国際交流活動等準備金 400,000

合 計 910,000

1992年度日本IFTOMM会議実行委員会委員

委員長 林 輝 東京工業大学

副委員長 加藤 一郎 東京工業大学

| | | |
|----|-------|---------|
| 委員 | 堀 幸夫 | 日本学術振興会 |
| | 板生 清 | 中央大学 |
| | 伊豆 重行 | (株)不二越 |
| | 山内 一勝 | 東北大学 |
| | 加藤 正名 | 東北大学 |
| | 梶谷 誠 | 電気通信大学 |

| | | |
|--|-------|-----------|
| | 川島 忠雄 | 東京電機大学 |
| | 木暮 賢司 | 日本電信電話(株) |
| | 斉藤 之男 | 東京電機大学 |
| | 下嶋 浩 | 東京工業大学 |
| | 野際 靖雄 | (株)東芝 |
| | 林 肇 | 東京工業大学 |

| | | |
|--|-------|----------|
| | 樋口 俊郎 | 東京大学 |
| | 人見 宣輝 | 日産自動車(株) |
| | 福田 敏男 | 名古屋大学 |

| | | |
|-------|-------|-----------|
| | 福田 好朗 | (財)機械振興協会 |
| 監事 | 藤井 澄二 | 富山県立大学 |
| | 江藤 正克 | (株)日立製作所 |
| | 舟橋 宏明 | 東京工業大学 |
| | 牧野 洋 | 山梨大学 |
| | 松島 皓三 | 桐蔭学園横浜大学 |
| | 三浦 宏文 | 東京大学 |
| | 山川 新二 | 工学院大学 |
| | 吉川 弘一 | 東京大学 |
| | 吉本 堅一 | 東京大学 |
| | 橋本 誠也 | (株)日立製作所 |
| 武藤 英一 | 中央大学 | |

[2] IFToMM-jc 国際シンポジウム、国際メカニズム・フェスティバルの開催実績
および収支決算報告

平成4年9月24日から26日までの3日間、名古屋市中小企業振興会館において標記
シンポジウム&フェスティバルが開催された。
事業実績および収支決算は次のとおりである。

会議プログラム

| | 午前 9:00 - 11:40 | 午後 12:40 - 18:20 | 夕方 18:30 - 20:30 |
|----------|--------------------|-------------------------|---------------------|
| 9月24日(木) | 開会&特別講演 | 特別講演 パネルディスカ ッション | レセプシ ョン |
| 9月25日(木) | 一般講演 展示 | 特別講演 一般講演 展示 | バンケット |
| 9月26日(木) | 一般講演 展示 | 一般講演 展示 | 閉会式 - |

論文数

| | 日本 | 外国 | 合計 |
|--------|------|-----|------|
| 招待講演発表 | 1件 | 5件 | 6件 |
| 一般発表 | 101件 | 48件 | 149件 |
| 合計 | 102件 | 53件 | 155件 |

収支決算書

1 収入の部

(単位 円)

| 科目 | 予算 | 決算 | 備考 |
|-------------------|---------------|--------------|-------------------------------|
| 参加費 合計 | 16,000,000 | 12,925,000 | 参加者総数 350名 内 招待者 12名 |
| 内訳 単価(円) | 人 | 人 | |
| 一般40,000 | 80 3,200,000 | 77 3,080,000 | |
| 45,000 | 150 6,750,000 | 96 4,320,000 | |
| 50,000 | 105 5,250,000 | 92 4,600,000 | |
| 学生10,000 | 20 200,000 | 19 190,000 | |
| 12,000 | 25 300,000 | 25 300,000 | |
| 15,000 | 20 300,000 | 29 435,000 | |
| 日本IFToMM会議 負担金 | 1,800,000 | 2,700,000 | |
| 補助金 合計 | 4,550,000 | 4,550,000 | |
| 内訳 | | | |
| 愛知県 | 1,000,000 | 1,000,000 | 予定 |
| 名古屋市 | 1,000,000 | 1,000,000 | 予定 |
| 名古屋輸入博記念財団 | 250,000 | 250,000 | 予定 |
| 中部産業活性化センター | 500,000 | 500,000 | |
| 高度自動化技術振興財団 | 500,000 | 500,000 | |
| 名古屋大学学術振興財団 | 1,000,000 | 1,000,000 | |
| セコム財団 | 300,000 | 300,000 | |
| その他 | | 2,644 | 預金利子 |
| 合計 | 22,350,000 | 20,177,644 | |

2 支出の部

(単位 円)

| 科目 | 予算 | 決算 | 備考 |
|-------------|------------|------------|---------------|
| 広報活動 | 3,000,000 | 2,913,256 | |
| サーキュラー | 1,950,000 | 1,877,890 | |
| ポスター | 250,000 | 185,400 | |
| 通信費 | 800,000 | 849,966 | |
| 論文集・プログラム印刷 | 3,000,000 | 2,514,301 | |
| 論文集印刷 | 2,250,000 | 2,250,312 | |
| プログラム印刷 | 750,000 | 263,989 | |
| 会議運営費 | 6,400,000 | 5,866,986 | |
| 事務委託費 | 1,000,000 | 1,027,150 | |
| 事務費 | 900,000 | 697,500 | |
| 同時通訳 | 1,000,000 | 817,305 | |
| 会場人件費 | 800,000 | 785,000 | |
| 通信運搬費 | 1,200,000 | 1,054,747 | |
| 会議費 | 1,200,000 | 1,211,200 | |
| 消耗品費 | 300,000 | 274,084 | |
| 会場費 | 2,500,000 | 2,102,288 | |
| 会場使用費 | 980,000 | 775,529 | |
| 機材使用費 | 1,240,000 | 1,164,330 | |
| 看板、案内板 | 280,000 | 162,429 | |
| ソーシャル・イベント | 4,000,000 | 3,288,274 | |
| レセプション | 700,000 | 721,638 | |
| パンケット | 2,000,000 | 2,166,750 | |
| コーヒー等 | 500,000 | 149,846 | |
| テクニカルツアー | 800,000 | 250,040 | |
| 招待講演者旅費・宿泊費 | 2,490,000 | 2,696,000 | 外国5名 国内7名他 |
| その他 | 960,000 | 794,513 | |
| ネームプレート等 | 500,000 | 226,662 | |
| 事務用品 | 460,000 | 567,851 | |
| 合計 | 22,350,000 | 20,175,618 | |

[3] 特別講演会概要報告

第44回特別講演会（平成4年1月17日（金）、東京電機大学工学部）

「知能ロボットからマイクロロボットへ」

東京大学 三浦宏文氏

プレイバックロボットや感覚付対応ロボットのように、速く、正確にしかも安く稼働することだけが要求される自動機械に対して、第3世代とも言える人間の知能をとり入れたロボットにアカデミズムを追求し、動物規範形ロボットからマイクロロボットに至る研究の経過が紹介された。

人間特有の素速く正確に動く知能、習熟（学習）する知能、歩行する知能、こつをつかむ知能、および適応する知能を力学的に解明してそれらのしくみをロボットにとり込む試みを行ったが、それでも依然として与えたプログラムに従って動く自動機械の域を脱せず、現在の計算機の能力の範囲内で人間らしい知能を構築することは不可能であるとの結論に達した。そこで人間よりも思考のレベルが低い動物の中でも、特に昆虫は、行動に意識がありそれでも実は多くが条件反射によっているという観察結果に着目し、その外骨格による構造と収縮・弛緩、オン・オフおよび共振からなるアクチュエーションを模した昆虫規範形ロボットを当面の研究対象に選んだ。最近はさらに一歩進んで、このような構造と稼働方式がマイクロロボットに適していることに注目し、シリコンウェハ上に0.2～0.3mm規模のマイクロメカニズムを作成中である。

「人間と技術のインタフェース — 医の倫理と技の倫理 —」 早稲田大学 土屋喜一氏

機械工学の立場から医学・生物学の研究、人工臓器の開発を中心とした医療の改善にとり組んできた経験から、工学技術と生物医学の結びつきの現状紹介と、医療および機械技術の倫理問題に関連した技術のあり方についての問題提起がなされた。

1970年頃から工学の分野においても人間、生物、環境等やわらかい対象に関心がもたれるようになり、設計思想の変化、単なる効率化、高速化、集中化の見直しがおこってきた。人工臓器、動力装具の開発等、医療・福祉分野への進出が急激に進み、現在は物質科学から生物・情報科学への転換期を迎えている。それに伴い脳死問題や生かすことだけしか考えない医療方針等、医の倫理が叫ばれるようになってきたが、実はこの倫理問題は機械工学の分野、工業製品に対しても同様のいやそれ以上の重みで存在する。心臓病を救う機器は患者の意思を無視した延命の道具になり、車椅子は老人の歩行意欲を失わせ、乗物は体力を奪い、全自動カメラは人間のかんをますます劣えさせている。人間が生活していく上で便利なもの、楽なもの、習熟を必要としないものを安く多量に作れば作るほど、人間の知力、体力は世代単位で劣下していく。医療の分野に限らず、工業製品も両刀の剣の性格もっているということを、エンジニアは真剣に考える必要があるのではないか。

第45回特別講演会（平成4年4月22日（水）、幕張メッセ・日本コンベンションセンター）

「江戸時代のメカニズム — カラクリ人形 —」 国立科学博物館 鈴木一義氏

心と技の結びつきである「からくり」について、我国への伝来の歴史から、江戸時代を中心とした科学技術・機械技術のルーツが語られた。

12世紀に中国から伝わった「からくり」は糸で操る形式が主流で、鎌倉時代に神事やみせものとして使われ、現在も祭の際に見ることができる。一方、16世紀以降西欧から伝えられたからくりは時計、鉄砲、動くおもちゃ等メカを多用した複雑なものが多い。当時から日本の技術水準は高く、生活や風土に合わせて改良・改悪が行われた一方で、ぜんまいを使った楽器演奏人形やエレキテル、自動噴水など我国特有のものも作られた。外来のものが日本の変化をとげた結果は、その用途から「だしからくり」、「芝居からくり」、「個人用からくり」に分けられ、又内部構造から動力をもつものと人が操るものに分類される。鉄が手に入りにくかった当時、木製の歯車やくじらのひげぜんまい等、限られた材料と簡単な構造で複雑な動きを見事に表現し、商品としてのからくりを作り上げていた。彼等の職人技術は、集積させた過去の技術を自分達で消化したものなので応用が利く。明治になって西洋技術を容易に吸収し得たのはこのような経験的技術の下地があったからである。

「自動演奏ピアノ」 (株) ヤマハ 磯崎善政氏

前半でピアノの開発と歴史と構造上の問題点が、後半で最近の自動演奏ピアノの原理と性能が説明され、実演が行われた。

ピアノの歴史は1700年、チェンバロの爪の代りにハンマーを用いたフリストフォリに始まる。その後の進化は有名な作曲家の各時代に呼応し、逆に曲は各時代のピアノの特性に大きく影響され。現在の立型とグランド型に分かれたのは100年程前のことである。構造的には、ピアノの歴史はアクションの歴史であり、要求される特性は、基本的にはハンマーシャンクが弦に相当のスピードで当たり、その後エスケープし、2度当たらないように保持され、さらに鍵盤を離したら音が止まることであり、性能向上の為には、連打特性が良く、ダイナミックレンジが広くて弱い曲もひけることが重要である。現在のピアノはタイミング等も細かく調整できるようになっている。

自動演奏ピアノは、第1次大戦前に米国でブームが起き、大衆化が進んだ。一旦下火になった後1970年頃からマイクロコンピュータを使った新方式が生まれ、現在に至っている。このシステムはフロッピーディスクとソレノイド、センサを用いて鍵盤とペダルを実演奏同様に操作する方式で、多様な使い方ができる。自動演奏は代表的なマン・マシン・インタフェースであり、将来は作曲等人間の感性にふれる部分で楽しませてくれる要素は大きい。

「最近の遊戯機械」 (株)セガ・エンタープライゼス 佐藤秀樹 氏

現在のゲーム機はプレイヤーがリアルタイムで参加できることが重要であり、その為には高度のハイテク電子技術の駆使が欠かせない。ハードウェアは単なる器で、本質はソフトウェアにあり、これは無形なるが故に可能性は限りがない。ソフトウェアには、企画者から製造者までの様々な思想が入り、プレイヤーは無意識のうちにこの思想とコミュニケーションをとり、やすらぎをおぼえる。これからの人間生活の衣食住遊に占める遊の比重は益々大きくなり、これは時間、空間（環境、雰囲気）、及びサービスをどのように売るかにかかってくる。時間の売り方には、それをいかに短縮して無駄を省くかという方向と逆にいかに無駄な時間を有意義に過ごさせるかという方向があり、アミューズメントの世界は後者で、プレイヤーは時間を買ってそこにインフォメーションが生まれ、付加価値がつく。マルチ・メディアとは、人間の五感を越えてコミュニケーションをするための道具であり、それを最初にもものにするのはゲーム・メーカーであろう。その為には先のリアルタイム性と参加型に加え、一般の人が容易に扱える操作性も重要な要素になる。遊びの四大要素は熟練、競走、プロの模倣、うまくできたときの眩惑だと言われており、それを満たすゲームソフトの開発は日本人のきめ細かで情緒的な性格に向いている。

「あそびの効用」 福島県ハイテクプラザ 酒井高男 氏

遊びには空間的なものと時間的なものがある。空間的遊びは、機構において精度と同等に重要な役割をもっているが、時間的遊びの方も、知恵を働かせて無から有をつくり出す創造の世界では無くてはならないもので、目的をやみくもに突破するのではなく、回れ右をして頭を切换え、ゆったりとした時間的遊びの中で仕事をする事が効果的である。専門の機構学の分野で言えば、理路整然と目的とする機構を求める垂直思考形展開よりもむしろ物をとにかく作り、それを自然な状態に置いたときの動作を通じて学習していくという水準思考が独創性のある良い結果を生み易い。積極的に挑戦すれば自然が答えを返してくれる。それがうまくなければ自然が別のことを教えようとしているからである。挑戦する為の時間的余裕がほしい。本来、効用を求める遊びは遊びとは言えない。何も求めないのが遊びである。効用は各自の姿勢にまかされている。

「機能とデザインの新しい関係」

東京大学 山中俊治氏

デザイナー Nigel Coates 氏の設計する Narrative Architecture は、建築物であるがストーリー性があり映画的である。このようなマン・マシン・インタフェースを第一に考えたデザイン設計について述べられた。

認知科学における機能設計では第一に機能を情報として捉えなおし、第二に分かり易さを定義し、第三に人を中心に捉えた記述をする。Key Word としては「手応え」「即興性」「虫の知らせ」が挙げられる。「手応え」とは、電機製品のスイッチや車のハンドルなどにみられるような情緒的表現でしか表せない反応を言う。つまり操作する人間に対するフィードバックがあること、リアルタイム性や反力を持つことであるが、曖昧で表現しにくい。また「即興性」とは、ハードウェアが人間の思考にどれだけ追従でき、いかに簡便にリアルタイムの入力ができるかを表す。「虫の知らせ」とは、人間が感覚的に悟る要素であって、人間を数学的にモデル化したときに最も欠落しやすい情報である。認知心理学をふまえた機能設計においては、映画的にものを考え、ヒストリカル・スケッチ、シーン全体のイメージ、感覚的な言葉のメモ、光と音、動きと雰囲気等の要素を考え合わせながら設計を行う。

人間の感覚は不可解なものであり、それに対応した設計を行う必要がある。このようなデザイン設計はヒューマン・インタフェースとして、芸術と工学を橋渡し出来る存在であると考えられる。

「非ホロノミック運動の制御」

東京大学 中村仁彦氏

拘束条件が一般化座標と時刻の代数方程式で表せない非ホロノミックな拘束のうちで、関節にアクチュエータの無いアームの運動、ねこひねり運動、トランポリンや飛び込みの運動等積分不可能な微分方程式形の拘束を受ける系の運動について説明があった。

これらの運動の拘束は、一般化座標の微分（速度）について線形な微分方程式となり、これを満たす線形独立な速度ベクトルが実現可能な運動を表す。一般化座標空間の任意の初期点から出発し、拘束微分方程式を満たしながら運動して任意の終端点にたどりつくような軌道が存在するか否かは、微分方程式の積分可能性によって決まる。一般化座標と入力が線形関係にない非線形システムでは、可制御性は必ずしも滑らかな状態フィードバックによる漸近安定化を保証しない。特に非ホロノミックな拘束を受ける系では Brockett の定理により、平衡点を漸近安定化させる滑らかなフィードバック則は存在しないことが判明している。そこで非ホロノミックの研究では、実現可能な問題設定は次の3種類に限定される。

・ Tracking Control

状態空間の一点に持ってくるのではなく、移動する目標点に最終的に収束させる

・ Stabilization for manifold

ある平衡点へ漸近安定化させることは無理なので、点ではなくある拘束面へ収束させる

・ Nonsmooth Control

滑らかでない関数の入力をつくる

第47回特別講演会（平成5年1月8日（金）、東京電機大学工学部）

「バーチャルリアリティの製造業への応用」

松下電工 野村淳二氏

我国最初の大規模なVR（Virtual Reality）応用システムと言えるデスクトップショールーム内の主なシステムの紹介があった。まず、仮想空間意思決定支援システムでは、感性工学をはじめとする工学的手法によりデータベース、知識ベースから製品を抽出し、仮想空間中で提供される製品疑似体験機能により製品の設計仕様を変更し、最終的に好みに合った製品の選択を行う。この疑似体験機能は、従来のCIM、CAD等と違って、対象となる製品の機構、性能を仮想空間内に仮想製品として表示し、顧客の五感で体験し評価することを可能にするものであり、完成後のトラブルの防止、実際の製品の使い勝手等を購入前に吟味する段階で極めて重要である。一例としてシステムキッチンの空間仕様、色彩仕様の決定及び防音、遮音建材仕様の決定がとりあげられた。

次にリラックスリフレッシュシステムは、短時間の仮想体験によって疲労の回復、ストレスの解消を行うことを目的として作られたもので、CGと音響によって仮想世界を提供し、マッサージリクライニング機能をあわせることによって体験者の心理面及び生理面にハラックス効果をもたらす。

「バーチャルリアリティ技術の現状と将来」

東京大学 広瀬通孝氏

Virtual Reality（仮想現実、人工現実）とは、種々の情報機器を駆使して、実際にそこに存在しないものや非現実の世界を計算機の中に構築し、人間がそれを実際と同じように体験することを可能にしたものである。名付け親は米国・VPL社のJaron Lanierで、1989年頃から一般に使われ始めた。

VRのポイントは（1）映像世界の没入（第一人称的視点）（2）対活性（3）多種感覚の使用、体性感覚（4）深層的現実感の生成の四つであり、実環境と仮想環境間の情報の流れで見れば、人間の手からジェスチャとして仮想世界のセンシングシステムに入力され、それがシミュレーションシステム（計算機）、ディスプレイシステムを経て再び人間の感覚器官にもどされる。入力にはセンサ付きの手袋（データグローブ）やスーツ（データスーツ）が用いられ、又出力インタフェースとしては、視、聴、味、平衡等の特殊感覚、触圧、温、冷、痛等の皮膚感覚、運動、位置、深部圧、深部痛等の深部感覚、それに内臓感覚がある。

具体的にVTRによって以下の例が示された。

頭を回転して空間を見るシミュレーション。指の触圧のシミュレーション。掌の風あたりのシミュレーション・有限要素法を使って解析結果をCRTで表示する。人工衛星で撮った金星の地面データをテクスチャマッピング技術で合成する金星の旅行のシミュレーション。データグローブを使って、ものをキャッチしたり、投げたりするシミュレーション。

マイクロマシン技術と昆虫ロボット 三浦宏文 (東京大学工学部)

1. はじめに

マイクロマシン技術が話題になり始めてから、はや数年が過ぎた。1987年にシリコンウエハ上に歯車が作られたのをきっかけに、半導体技術ばかりでなく、あらゆる微細加工技術が動員されてマイクロマシン実現への果てしない薔薇色の夢が語られ(“騙られ”の方かも知れない)続けられた。

しかし、マイクロ部品は出来ても、これを機械として仕上げることはかなり困難な仕事であることが徐々に認識され始め、じっくり腰を落ち着けて取り組まないとい何の成果も得られぬままに終わってしまう恐れがあるというコンセンサスが出始めたのは喜ばしいことだと思っている。

さて、筆者のマイクロ技術とのかかわりはロボティクスという立場からである。知能ロボットの研究を十年ほど続けてきたが、方向を少し変えて小さなロボットを作ってみようと考え始めたのが、丁度、マイクロマシンが話題になり始めたころなのである。本稿は、それなりの成果は収めていた知能ロボットの研究から、何故、小さなロボットの研究へ筆者らのアクティビティがシフトしていったのかをお分かりいただき、その面白さをご理解いただくためのものである。

一般的なマイクロマシン技術への期待については、多くのところで語り尽くされた様な気がするし、ちょっと変わった観点からマイクロ技術の行く末を論じるのも面白いかと考えて筆をとった次第である。

2. 機械の知能化と生物化

これまでに開発してきた知能ロボットのいくつかの例を上げてみると、けん玉ロボット、独楽回しロボット、竹馬ロボット、棒立てロボット、四本足ロボットなどである。人間はこれらの遊びや動作をそれほど苦労しないで、何気なくやりとげている。しかし、これをロボットにやらせるのは結構むずかしい。人間がどのような知能を使っているのかを分析し、その内容をプログラムして制御プログラムとしなければならない。上記のロボットには、それぞれ目的を持っていた。

けん玉ロボットは、素早くしかも正確に動く知能とは何かをしらべる研究であった。産業用ロボットは、けん玉ができない、というのは、位置制御を基本としているからである。素早い動き(けん玉はスタートしてから玉を受けるまで0.6秒)の場合は、遠心力やコリオリ力など動的力が大きくなり、位置制御の外乱となって制御を乱してしまう。そこで、動的力も考慮して制御するという知能を与えてやればよいわけである。95%以上の確率でけん玉に成功した。

あとは、簡単に述べておく。棒立てロボットは、棒の長さや重さなどは何も教えないで、巧くなる方法のみをプログラムとして与えて、学習する知

能を持たせたものであった。独楽回しロボットは、コツを掴むとはとはどういうことかの研究であった。ロボットの前に、人間がコマを回すところを見せると、コンピュータが自分でプログラムを作って見事にコマを回した。

竹馬ロボットと四本足ロボットは動バランスを巧くとる知能の研究であった。

さて、これら学習能力やコツを掴む能力を持ったロボットができて、賢い機械が実現したと思っていたのであるが、実はそうではなかったのがっかりした。というのは、ロボットはただ、与えられたプログラムに従って動いているだけなのである。けん玉やこま回しに“上手になりたい”と思ってるわけではない。機械に、上手になりたいというような意識を持たせることができるのかどうか問題なのである。いろいろ考えてみたが、少なくとも今のコンピュータとAIの技術では無理だと結論せざるを得なかった。

そんなあるとき、ゴキブリを見ていて、それが意識をもって行動しているように見えたのである。昆虫は殆ど条件反射で行動していて、脳で考えて行動が決まっているわけではないのに、意識があるように見えた。

けん玉ロボットなどには、全然感じられなかった生命感というか、“生き物だ”という感じが如実に感じられたのは不思議であった。機械を知能化してゆくことは、ある意味では機械を生き物に近づけていくことになるのだと考え、ロボットに高級な知能を与えることばかりに励んできたのであるがそうではなかった。

生き物らしい機械を作る夢を追いかけているのであるが、知能化ばかりを追及するのではなく、昆虫のようなロボットをつくるのもひとつの道筋かもしれないと考え始めた。

動物の進化の原点は、腸のない、こう腸動物である。これは、口が一つで、食料を取り入れる口と排泄をする口が共通である。この口が肛門となり取り入れ口が後からできていったのが人間を含む哺乳動物への進化である。知能化への道と見てよいかも知れない。一方、肛門が後からできていったのが昆虫を含む節足動物への進化である。この道を追いかけるのも機械の生物化への一歩になりそうだと思っているわけである。

3. 昆虫を規範とする意義

昆虫は、あの小さな体の中にセンシング機能、アクチュエーション機能、制御機能などをすべて含んでいるわけで、マイクロマシンを開発する上での非常によい規範となると考えられる。マイクロ技術と関連づけながら昆虫規範について考えていってみたいと思う。

3.1 外骨格構造

人間や動物は内骨格構造といって、中に骨が通り周りに筋肉がついている。一方、昆虫は外骨格構造をその特徴としている。体の外側が骨になっていて、これを内側に存在する筋肉によって弾性変形させることにより羽などを動かす。

また、大切なことは、摩擦が生じない様な構造になっていることである。寸法が小さくなると、自重、慣性力などが小さくなり、摩擦力が支配的になる。内骨格構造では関節があり、そこでは滑り摩擦が発生する。昆虫がこの構造になっていないのは、おそらくこの摩擦力をなくすためであろう。昆虫では関節ではなくヒンジになっている。外骨格の曲がる部分は柔らかな薄い膜になっていて、そこが変形するので、摩擦が生じたとしても膜の内部摩擦だけであるから僅かなものである。翼と外骨格との繋ぎの部分などがヒンジなのである。誠に巧くできている。筋肉は収縮と弛緩しかなくて、突っ張るといふ駆動はない。実は、マイクロ機構の駆動力として静電力がひとつの候補であるが、この力も正負いずれの電圧に対しても引き合うだけであるから、筋肉の収縮とよく対応している。結局、マイクロロボットでは、外骨格構造を静電力で駆動するということが基本原理とすることが昆虫規範を実現することになるわけである。

3. 2 マイクロ技術による3次元構造

ここでは、IC製造技術によるマイクロロボットについて考える。IC技術は薄膜技術といわれるように2次元技術である。ブロック状の材料を作つてこれから3次元構造を削り出すというようなことは不可能である。そこで、3次元構造を作り出すための特別な工夫が必要となる。筆者らの研究室では“折り紙構造(origami-structure)” というものを提唱し好評を博している。まず、作りたいものの展開図を平面状に作り(シリコンウエハ上に酸化シリコン膜あるいは多結晶シリコン膜で作る)折り目の部分にスリットを入れて柔らかい材料(たとえばポリイミド)の薄膜ヒンジを形成する。ポリイミドは熱硬化性なので適当なだけ折曲げて加熱して固めることができる。このようにして、100ミクロンから1ミリ位の大きさの箱などをいろいろ作っており、可能性は実証されている。

3. 3 マイクロ羽ばたき機構

マイクロ羽ばたき機構では、羽とシリコン基板の間に交流電圧を加えるとバタバタと羽ばたく。折り目のところはポリイミド膜で弾性があるので、交流電圧の周波数を羽の機械的共振周波数と一致させると共振が起こり非常に大きな振幅で羽ばたく。昆虫は、共振を利用して羽ばたくものも多く、マイクロロボットでもアクチュエーションには共振を用いることはかなり有効と思われる。因みに、トンボも共振によって羽ばたいており、ホバリングしていても、高速で飛行しても羽ばたき振動数は変わらない。少ないエネルギーで、大きく羽ばたくための共振の利用など自然の知恵には感心する。

3. 4 マイクロ歩行機構

歩行機構も外骨格構造を基本的に用いることによって実現可能である。いろいろな工夫が考えられるが、たとえば、箱状のものを作り、面のひとつに足を取付け、いろいろな弾性変形のさせ方で足をいろいろ動かすことができる。これを六つ作つてくっつけて6本足のアリができる。弾性変形させるのに静電力アクチュエータを用いるとすれば電圧にON-OFF制御を施せばよいわけである。昆虫のアクチュエーションにはON-OFF制御も多く見られ、これは、哺乳動物のように複雑な制御システムが働いているわけではなく、単純な原理で昆虫が動いていることの証左でもあり、マイクロロボット開発の大きなヒントにもなる。

4. 自律分散制御と群知能

マイクロロボットが実際の局面で用いられるときには、数十台あるいは数百台が、集団で用いられることになるだろう、ということはいくつか言われている。どのような作業に使われるのが有効だろうかということも非常に面白い問題で、これから発展してゆく研究分野だと言える。

最近、これに関連して研究が進んでいるのが自律分散制御と群知能である。個々のロボットは高級な知能を持っているわけでもなく、また、お互いに情報交換をするような能力も有していなく、単純な本能だけで行動しているのにも拘わらず全体としては、ある秩序が保たれているというものはシミュレーションが中心ではあるが多くの研究成果が得られている。

個々のロボットは、自分の前方に見える最も近いロボットとの距離を一定値に、相対速度を0に保とう、という本能だけをもって勝手に動き回るのであるが、最初はでたらめな集団が時間が経つと、リーダーを先頭とする列になってゆくものなどもよく知られている。渡り鳥の列などはこの原理によるものとも考えられる。

蟻の餌集めのシミュレーションも、よく知られている。

シミュレーションにおいて、ロボットは、簡単にいうと、餌に頻りに出会うような場所では、くわえている餌を口から放す確率が高く、餌になかなか出会わないような場所では餌をくわえる確率が高いという本能だけを持って歩き回っている。実際のアリの餌集めの写真とよく一致している。単純な論理で行動する個体の集団も全体では面白い秩序を作りだしていることがよく分かる。

以上、ロボティクスの視点から、マイクロ技術の発展しそうな分野について、あれこれ考えてみた。ご批判のほどを。