

## 米国におけるRoboticsの研究動向調査

Robotics Research in the U.S.A.

橋本 秀紀\*

Hideki HASHIMOTO

### Roboticsの研究動向

筆者は昭和63年度三好研究助成金の援助を受けて、1988年4月24日から5月7日にかけてIEEE Robotics and Automation国際会議の出席を中心に、米国の大学および研究機関を訪問した。すでに、2年もの時間の経過がたっしまい、この時期に報告を行うのは全く筆者の不徳でしかない。ただ、筆者は1989年8月からマサチューセッツ工科大学に滞在しているので、その後の米国のRoboticsの研究動向も含めて報告する。

### IEEE Robotics and Automation国際会議

1984年にセントルイスで第1回目の会議が開催されて、現在(1990年)まで毎年開催されている。1988年の会議は、参加者800名ほどで580件の投稿中339件の論文が受理され、ポスターセッションを含めた73セッションで発表された。なお、日本からは17件であった。

名称からわかるように、ロボットおよびオートメーション全般を対象とするため専門家にとっては関係のあるセッションはそれほど多くはないが、研究動向全般を知る上ではたいへん有意義な会議である。この年の会議で印象に残っているのは、Robotics and Automation Society会長であるハーバード大学Ho教授がバンケットの席上で次のロボティクスの大きな研究テーマはマイクロロボットであると述べ、研究方向を示唆したことであった。筆者は当時すでにその研究に関与していたので、大変頼もしく拝聴した。結果としては、Ho教授の考えていたマイクロロボットの研究はまだ先のことのようにだが、その萌芽といえるマイクロメカニクスの研究が広く行われつつある。本所においては第2部樋口助教授第3部藤田助教授およびガブリエル助教授がこの方向で研究を進めている。もう一つ印象に残っているのは現在活発に研究されているニューラルネットに関するセッション“Neurocomputing in Robotics”がすでにあつたことである。筆者はこの研究に従事していたが、日本ではロボッ

トおよび制御関係者でニューラルネットを研究していたものは当時ほとんどいなかった。現在では大変な数の研究者が存在しているらしい。

### 大学および研究機関訪問

1988年の訪米では、エール大学、ユタ大学、カリフォルニア大学パークレ校およびATTベル研(Holmdel)を訪問した。

エール大学では、工学系は小さな所帯であるが、Roboticsの研究は適応制御で業績のあるNarendra教授のもとでロボットマニピュレータのタスクプランニング、リミットサイクルを用いた非線形制御のロボットへの応用等を行っていた。割とオーソドックスな研究であったが、今年(1990年)になってNarendra教授はニューラルネットに関する長大な論文を発表している。訪問した時期はニューラルネットの話は余りでなかったので、この2年間で相当精力的に行つたのであろう。

ユタ大学では、予定していた教授の都合が悪くなったので、研究室の方に説明をうかがった。Roboticsの分野では、ユタ大学はUTAH/MITハンドで知られている。このハンドは、何十自由度も持ち、周波数応答も高帯域まであり、ものすごい早さで指でベルを押させる動作やコークの缶に指でたたいて穴を開けさせる所をビデオでみせられた。また、ディズニランドに納めたという人間そっくりのロボット(人形)の一部があつたが、大変良くできており最初は本物かと思つてしまった。強いていえば、できの良いう人形が動きだし歌を歌つたようなものである。ここの特徴は生体工学と関連しているので、義手等を含めたこのような研究になるようである。

カリフォルニア大学パークレ校では機械工学科の富塚教授を訪問した。富塚教授は予見制御、適応制御で知られており、ダイレクドライブアームに対していろいろな制御を試みていた。また、電気工学科のHowe教授を訪問し、アメリカ御自慢のマイクロエレクトロニクス研究施設を見学した。これらの施設は全米の幾つかの大学に設置され、研究者が希望するICの仕様を渡すとすぐに作っ

\*東京大学生産技術研究所 第3部

てくれるそうである。Howe教授等はこの施設を用いてマイクロセンサ、マイクロモータの製作を行っている。

ATTベル研では、テレビカメラを用いて人間とピンポンのゲームをするロボットを見た。このシステムのポイントは画像処理の早さであり、ふんだんにCPUを使って高速化に成功していた。技術的には驚くべきものはなかったが、とにかくピンポンの相手(ただし弱い)になれるロボットということで当時評判を呼び、単行本まで出版されていた。しかし、今では話題になることはない。また、筆者はこの時、現在本所助教授であるガブリエル氏に会い、彼のマイクロメカニクスに関する研究を見せてもらった。肉眼ではただの白い粉に見えたものが、顕微鏡を通したら歯車であったのには驚いた。

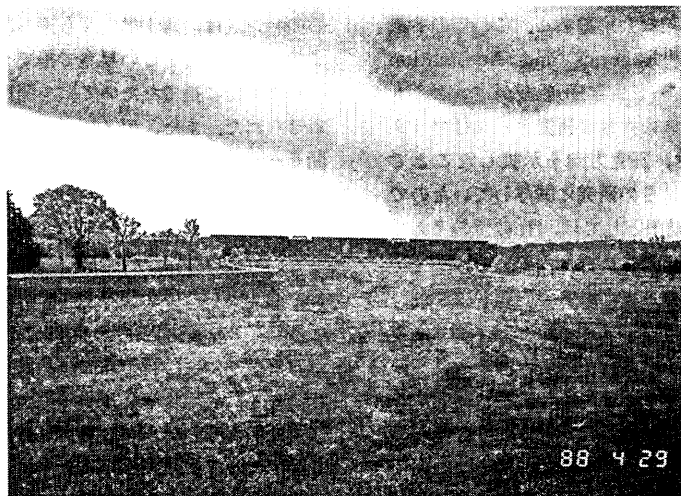
### 現在の研究動向

MITに滞在して1年になろうとしており、米国のRoboticsの研究を全般的にみられる環境にある。断定的に述べるには根拠は希薄なのだが、印象として、Roboticsのブームは去ったのではないかと思う。ロボット産業自体がそれほど大きくなく各産業がおののロボット化、オートメーション化を進めているので、Roboticsとして統合される必要がないのではないか。結局、Roboticsは組み合わせの学問であり、コンピュータ、ビジョン、制御といった各分野が進みメカニクスと組み合わせられて初めて意味を持つ存在である。だとすれば、現在は各分野での研究が重要であり、それらの成果いかんによって次のブームがくるのではないかといえる。現在の研究動向はこのようだといえる。マイクロロボットではなくマイクロメカニクス、ニューラルロボットで

はなくニューラルネット、ロボットの制御ではなくモーションコントロール、ロボットビジョンではなくビジョンシステムといった具合になる。当然、各分野の単なる応用では研究として魅力的な部分が少なく、深い段階まで研究が進まないということである。

一方、米国では早いスピードで認知科学の台頭がみられる。これは、最もロボットにつながりやすい分野で、従来の精度とか効率といった基準でシステムを構成するのではなく、エネルギー的には無駄でも人間に近い動作を行わせるといったものになる。人間のように冗長性を持ち無駄な動きばかりするロボットがさしあたっての目標である。人間の視神経から筋肉までの情報・エネルギーの流れをロボットに実現する研究が進められている。ニューラルネットの研究に似ているが、情報のインプット、判断から動作までをトータルにとらえている点で、信号処理機械としてみられているニューラルネットと大きく異なる。この試みに多くの研究者が集中しパラダイムが形成されれば、本当のRoboticsが生まれる可能性がある。結局、ロボットの本質は人間の模倣ということになる。

駆け足で、Roboticsの研究動向ということで私見を述べた。最後に一言、Technologyの観点からいえば、いまだに製造業を国内に持つ日本のレベルはかなり高い。しかし、Scienceの観点からは米国には及ばない。といえるのでは? Science Technologyというからこんな言い方には意味がないかも知れないが、実際に研究を行っている方々にはこのニュアンスがわかっていたらいいものと思う。(三好研究助成報告書 1990年6月6日受理)



ATTベル研究所 (Holmdel)