

理研ニュース

理化学研究所

分散型知能ロボットシステムの開発

今、知能を持った機械を実現する新しいアプローチとして、群知能が注目を集めている。現在理化学研究所で開発を行っている群知能ロボットシステムは、複数のロボットやモジュールが、相互に通信しながら、自律分散的にかつ協調的に行動し、高度な知的動作を行うシステムである。

ロボットシステムの分散化と群知能化

生物には、社会を形成して生命活動を行うものが非常に多い。蟻や蜂は、昆虫でありながら、非常に高度な社会を形成して生活を行っている。これらの生態は非常に複雑で、生物学者の格好の研究対象となっている。我々人間自身、社会の中で生活しており、個人と個人の関係によって、人間社会全体がいかに組織化されているのかは非常に興味深い問題である。生物の社会は、個体の集合体であるが、それは単なる烏合の衆ではなく、そこにはきちんとした秩序があり、個体間ではコミュニケーションが行われ、全体としてうまく機能するような協調機構が備わっており、それによって非常に高度な機能が実現されている。

ここで紹介する分散型知能ロボットシステムは、機能分散と協調という概念に基づいた、まさに社

会を形成する生物を手本にした知能ロボットシステムである。ここでは、複数のロボットやモジュールが、相互に通信を行い、協調的に動作し、高度な機能を群として実現できることを目標としている。これまでの知能ロボットの研究では、個々のロボットをいかに高機能化させるか、知能化させるかに重点が置かれていた。ロボットには、知覚機能(センシング等)、運動機能(移動、マニピュレーション等)、思考機能(プランニング等)などが不可欠であるが、これを実現するには、機械工学、電気電子工学、情報工学、人工知能をはじめとする多岐にわたる学際的な総合的技術が必要となる。しかし、現在の技術では、要素技術のどれをとっても要求レベルに達していないので、鉄腕アトムのような高機能なロボットは夢のまた夢で、現実的ではない。そこで、生まれたのが以

従来の知能ロボット研究の戦略

本研究の戦略

ロボット個体の知能化・高機能化
集中型アーキテクチャ

群としての知能化
システム全体の多機能化
分散型アーキテクチャ

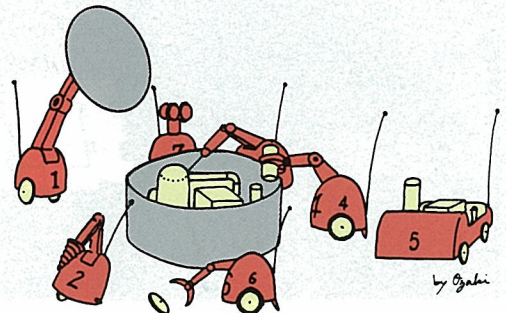
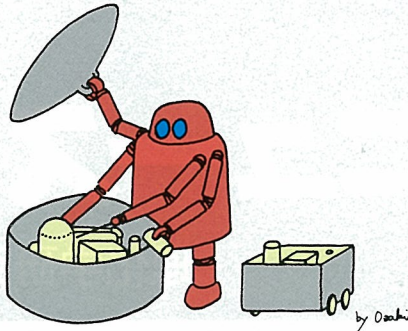


図1 知能ロボット開発の戦略

下のような戦略である。

1台のロボットに高度な機能を搭載することが技術的に不可能であれば、各ロボットの高機能化はあきらめる。ロボットシステムの持つべき機能を複数台のロボットに分散化させるという考え方に立てば、1台1台のロボットの機能がむしろ限定されていても、複数台のロボットをうまく協調的に動作させ、群として組織化することによって、高度な機能を実現する方がフィジブルである。すなわち、図1に示すように、これまでのロボット個体の高度化、知能化という考え方を捨て、群としての知能化、システム全体の多機能化を指向している点がこの研究の新しい点である。

ロボットが他の専用機械と最も異なる特徴は、多様な作業を状況に応じて行うことができる汎用性・適応性である。状況に応じた行動能力といっても、状況によって様々な作業要求が出てきて、それに対応したり(多機能性)、環境が変化したり、未知の環境でもミッションを遂行したり(柔軟性、頑健性)、ロボットシステムの一部が故障しても、ある程度の作業を実行できたりする能力(耐故障性、高信頼性、高保全性)が要求される。また、効率よく作業を行えなければならない

し(高速処理)、ロボットシステムの開発にも考慮しなければならない(拡張性、適用性)。ロボットシステムの分散化、マルチエージェント化は、こういった要求に応えるための新しいアプローチなのである。

では、次に具体的にこれまでに開発を進めてきた4つのロボットシステムについて紹介しよう。

自律分散型ロボットシステム

自律分散型ロボットシステムACTRESS (ACTorbased Robots and Equipments Synthetic System) は、複数の自律移動ロボット(現在は3台)、様々な機能を持つ複数の計算機システム(画像処理システム、大局的環境マネージャ、ヒューマンインタフェースシステム、走行シミュレータ、通信シミュレータ)から構成されるロボットシステムであり、通信を用い相互にメッセージ交換を行うことによって、協調的に動作、処理を行うことが可能なロボットシステムである。図2はそのシステム構成である。ここには全体を統括するようなスーパーバイザは存在しない。ミッションさえ与えられれば、各ロボットは自律的に行動する。様々な計算機システムは、ロボットや人間を支援するためだけに存在する。図3は、ここで開発され

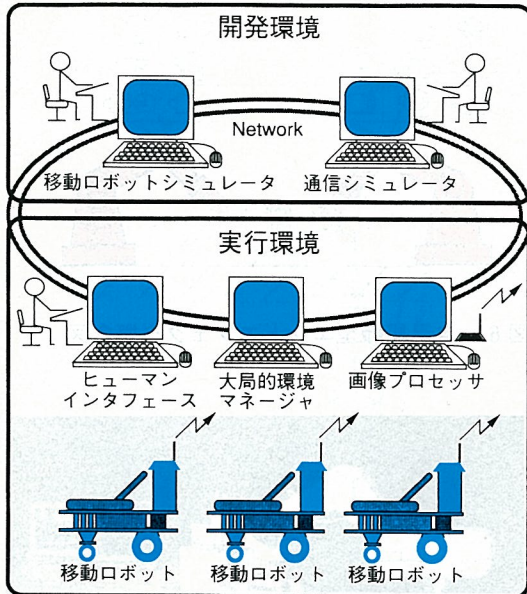


図2 自律分散型ロボットシステムの構成



図3 3台の自律型移動ロボット

た自律型移動ロボットの写真である。一般に、「協調」という語には、①相互に助け合うこと、②相互に妨害しないことの2つの意味があり、複数台のロボットを協調させる際にもこの両方の動作が必要となる。これまでに、前者の例として、長尺物などの大きな対象物の運搬作業などを想定し、通信によって同期を取りながら複数の移動ロボットによる横並び動作を実現した。また、後者の例として、相互衝突回避動作を実現した。なお、この研究は、東洋大学工学部松元研究室、東京大学大型計算機センター石田慶樹氏、宇都宮大学工学部横田和隆氏らとの共同で進めている。

マニピュレータ・クレーン協調作業システム

自律分散型ロボットシステムでは複数の移動ロボットの協調問題を扱っているのに対し、本システムでは、マニピュレーションにおける協調問題を対象としている。ここでは特に重量物のハンドリングに焦点をあて、重量物の搬送に適しているクレーンと、精密なマニピュレーションに適しているマニピュレータとの協調制御を行うことによって、重量物を自在に扱うための技術開発を行っている。ここでは、クレーン型ロボットも新たに開発した。このロボットは、水平方向の並進移動、鉛直軸回りの回転移動が可能な機構になっており、独立に巻き上げ可能な3本のワイヤで重量物を懸垂する点が最大の特徴になっている。このワイヤを巧みに操れば、重量物の姿勢も制御できる。また、これまでにクレーン単体でも、横揺れやねじれ振動を制振できるような制御機構、重量物の組立における挿入、引出し制御機構などの開発を行

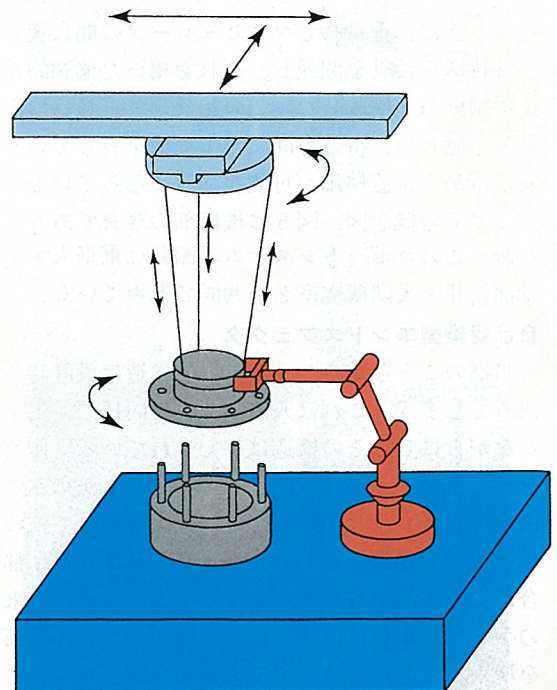


図4 マニピュレータ・クレーン協調作業システムの概念図

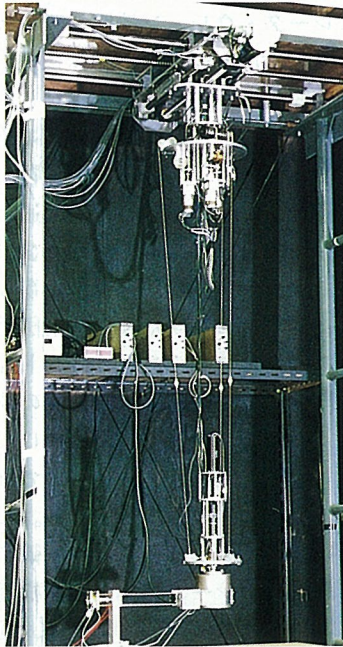


図5 マニピュレータ・クレーン協調作業システムの外観

った。また、重量物とマニピュレータの間に装着する特殊な治具を開発し、これを用いた協調的な位置制御系を構成した。この治具は、重量物の振動を考慮して、特定方向にバネ機構を有しており、変位置から位置検出が可能な構造になっている。図4はその概念図、図5は機構部の写真である。なお、このロボットシステムの開発は東京大学工学部新井・大隅研究室との共同で進めている。

自己組織型エンドエフェクタ

当然のことながら、ロボットの構造は設計時に決ってしまう。これは人間の腕と同様で、生まれながらにしてその構造は与えられている。作業を行えるかどうかは、関節をどう動かすかのみで決ってしまう。しかし、もし作業に合わせて腕の構造までも任意に変えることができれば非常に都合がよい。手の長さを変えることによって、従来の手では届かない遠い所に手を伸ばせたり、関節を増やすことによって、障害物が多い込み入った箱の中に手を入れて作業ができたりするかもしれない。このような考え方にに基づき開発された可変

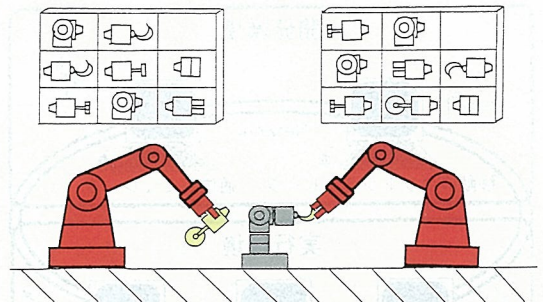


図6 自己組織型エンドエフェクタ概念図

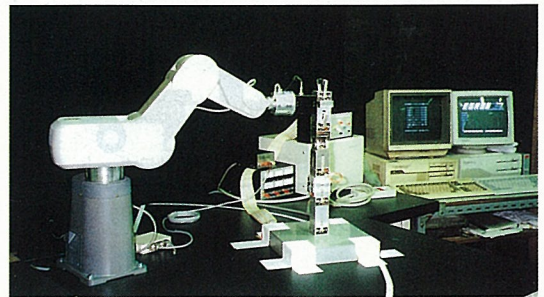


図7 組立用アームでエンドエフェクタを合体させている様子

構造型ロボットシステムが、自己組織型エンドエフェクタである。

ロボットの指は、様々なタイプの関節から構成されるが、このロボットシステムでは、関節ごとに機構をモジュール化し、モジュールどうしの合体機構を持たせてある。個々のモジュール機構はセルと呼ばれ、回転セル、屈曲セル、直動セル、延長セル、分岐セルなどの種類が存在する。合体の際に、セルの組合せを変えることによって、任意の構造の指を動的に構成できる。作業に適したロボットの構造をロボット自身が決定し、組立専用のアームを用いて自律的にその構造を構成できる。図6はこのロボットシステムの概念図であり、図7は組立用アームでセルを合体させ、エンドエフェクタの機構を構成している様子である。

現在試作中の2号機では、各セルにCPUを搭載し、セル自体が自律分散的にアクチュエータを制御することを可能にしている。セル間では光によ

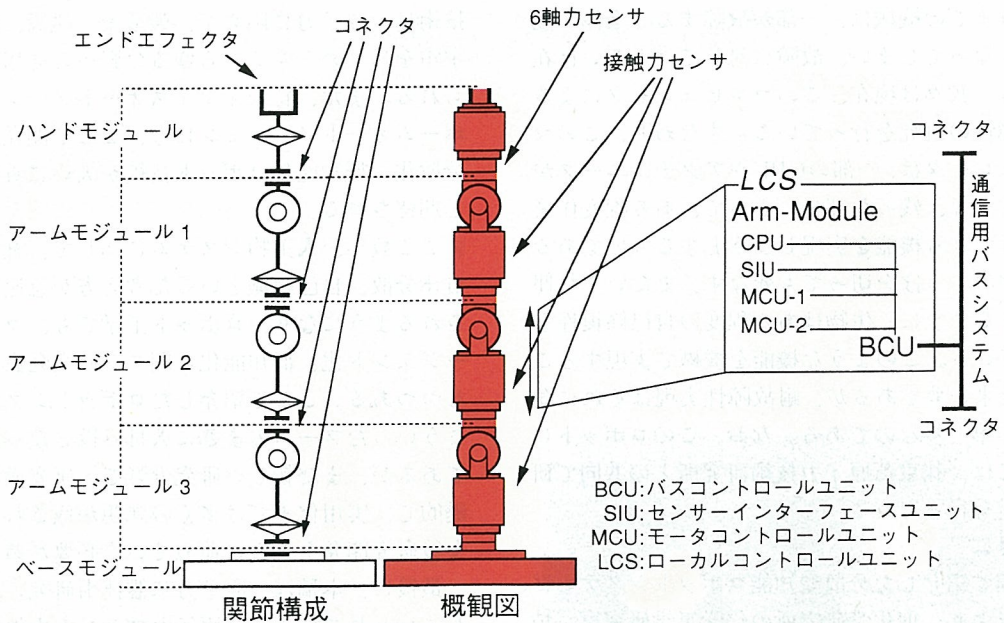


図8 機能適応型マニピュレータの構成

る通信が行われ、制御指令等はこれによって伝送される。また、力センサおよび視覚を用いて、セル組立の知能化も図っている。なお、この研究は、名古屋大学工学部福田研究室と共同で行っている。

機能適応型マニピュレータ

作業環境や作業仕様の変化に適応して機能を発揮できるマニピュレータの開発を行っている。その最大の特徴は、自己組織型エンドエフェクタ同様、機構および制御の分散化である。自己組織型エンドエフェクタでは、様々な種類のモジュールを合体させて多様な機構の指を構成するのに対し、機能適応型マニピュレータでは、同じ機構のモジュールを継ぎ足して結合することによって多自由度の腕を構成できる。モジュールには、回転と屈曲の2関節があり、障害物と衝突した際に、衝突した位置と力を検出する触覚力センサが装備されているのみならず、アクチュエータの制御回路、CPU、センサ処理回路、CPU間の通信回路がすべてモジュール内に搭載されている。図8は、システム構成の概念図、図9はマニピュレータの外観である。

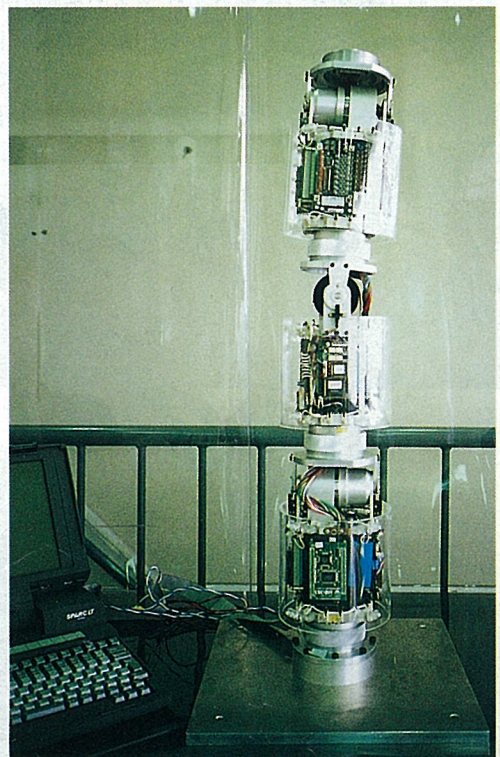


図9 機能適応型マニピュレータの外観

これまでの機械は、一部が故障すると全体が動かなくなってしまう、故障に対してはもろい存在である。我々は現在、このマニピュレータによる耐故障性の研究を行っている。すなわち、このマニピュレータは、一部のCPUやアクチュエータが故障しても、残った部分によって、ある程度作業を続行できる機能を実現しようとするものである。トカゲのしっぽを切っても死なず、またいずれ伸びてくるように、生物はある程度の自己修復性を持っている。このような機能を機械で実現することは将来の夢であるが、耐故障性実現はそれに向けての第一歩なのである。なお、このロボットについては、(株)東芝原子力技術研究所との共同で研究開発を行っている。

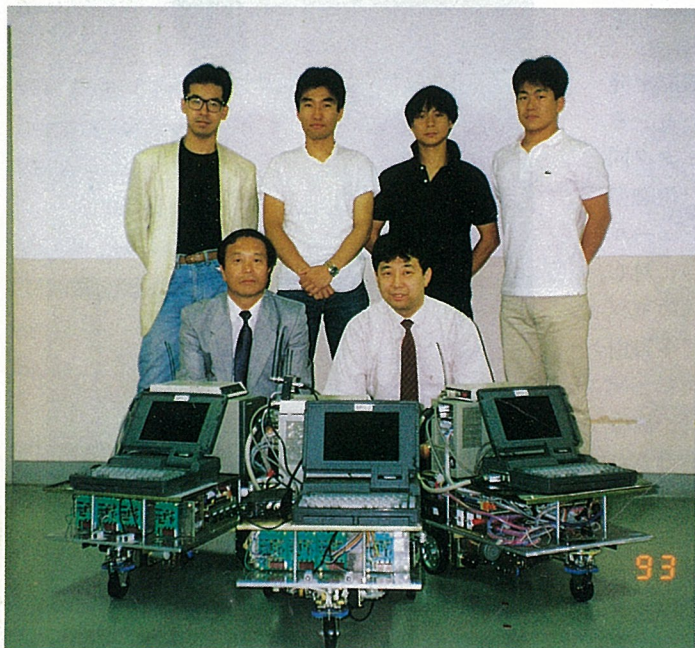
おわりに

本稿で紹介した分散型知能ロボットシステムは、1988年より、理化学研究所の化学工学研究室、情報科学研究室、研究基盤技術部を中心として、原子力プラントの保全作業用として開発が進められてきた。原子力プラントでは、作業者の被曝の低減、安全性の向上といった点から作業のロボット化のニーズが非常に高いということがその動機である。しかし、ここで開発されたロボット知能化

技術は、原子力に限らず、製造業、建設、医療、宇宙をはじめとするあらゆる分野への適用が考えられる。また、将来オフィスオートメーション、ホームオートメーションにも、ここで開発された分散化、群知能化ロボット技術が大いに貢献すると期待される。

ここ数年、人工物システムに関して、社会、群、自律分散、自己組織といった考え方が急速に注目されるようになり、ロボット工学でも、マルチエージェント化、群知能化に関する研究発表も急増しつつある。ここで紹介したロボットシステムは、こういったブームのまさに火付け役となったわけであるが、まだ新しい研究分野で、研究成果も基礎的で、実用化までは多くの課題が残されており、今後研究開発をさらに進めていく必要がある。

最後に、本稿は、原子力基盤技術研究の一環として行われている、「原子力プラント内保全作業用ロボットシステムの開発研究」の研究成果を紹介させていただいたものであり、本研究にご協力いただいている諸氏にこの場を借りてお礼を申し上げます。また、図1を書いていた埼玉大学大学院尾崎功一氏に感謝する。



研究グループメンバー、前列左より嘉悦、
浅間(筆者)、後列左より長谷川、富田、
尾崎、佐藤

化学工学研究室
研究員 浅間 一

全国発明表彰特別賞弁理士会長賞

半導体工学研究室

主任研究員 青柳克信

平成5年6月3日、「ブレードホログラフィック回折格子技術の開発」に関する研究で、長崎総合科学大学の難波進教授（理研名誉主任研究員）、島津製作所佐野一雄氏と共に全国発明表彰特別賞弁理士会長賞を受賞いたしました。

光を使って物の性質や特性を知るには、単色光を試料に当て、その光で透過率、反射率、吸収率を測定します。この装置を分光分析装置と呼びますが、この装置には白色光を単色光に変える役目を持つ光学素子が必ず付属しています。この光学素子を回折格子と言います。

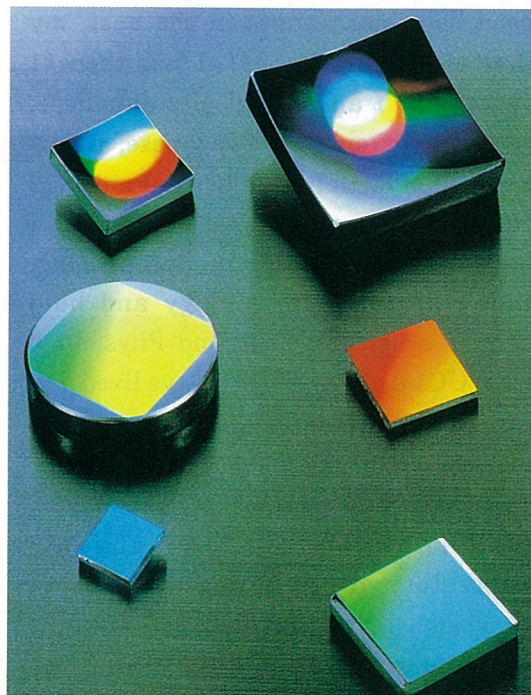
回折格子は1mm当たり数千本の溝が刻まれた超微細加工品で、その格子溝は光学的精度で規則正しく配置され、かつ断面形状は鋸歯状に形成されています。

回折格子の製作には、従来、精密な刻線機械によって溝を一本一本刻む方法に頼っていました。しかし、この方法でつくられた回折格子は、刻線の間隔に誤差を伴いやすく、迷光や分光異常が大きい欠点がありました。

本開発はレーザー光の干渉を利用したホログラフィー露光によるパターン形成とイオンビームによって溝を鋸歯状にする微細加工の二つの技術を利用する事により、回折効率が高く、且つ迷光ならびに分光異常の少ない理想的な平面、曲面等種々

の回折格子を製作する方法に関するものです。

本開発による回折格子は日本ばかりでなく海外でも幅広く使われており、X線のように非常に短い短波長から波長の長い赤外線領域に亘って分光分析、固体、液体、気体の物理、化学研究はもとより、製品検査や製造工程の監視モニター、更に天体観測などに役立っています。



ブレードホログラフィック回折格子

理化学研究所アドバイザー・カウンシル(RAC)第1回会議開催

理研は将来の更なる発展のため、理研アドバイザー・カウンシル(RAC)を設置、第1回会議を6月21日から4日間開催した。

RACは、研究所全体の研究活動とマネージメントを客観的に評価し、理事長に対して研究所経営上の助言と勧告を行うもの。研究所全体に対する評価を行うのは今回が初めてで、今後2年毎に行う。定期

的にこの種の評価を行うのは日本では新しい試みであり、注目されている。

今回のメンバーは、マックス・プランク医学研究所長のハインツ・スターブ教授、ノーベル物理学賞受賞者のハインリヒ・ローラー博士など欧米の科学者9人を含む15人。メンバーは2年毎に3分の1が交代する。

A RIKEN visitor unlike most visitors.

R.T. Kado, Neural Networks Laboratory, Frontier Research Program (RIKEN)

Writing something for the Riken News becomes a very challenging task when one is not a newly arrived, young post-doc who is in Japan for the first time. I am infact an old post-doc who has been here many times in the past, my first visit being in 1941, I was then 11 years old. I am biologically Japanese, both my parents were Japanese, and by accident of birth in California, I am a US citizen who speaks some Japanese. I have done my studies in Engineering, Biophysics and Physiology and hold degrees in Engineering and Physiology from UCLA. Since 1970, I have lived and worked in FRANCE and learned two more languages, French and Italian.

Since 1990, I have been a regular visitor to the Neural Networks Laboratory of the Frontier Research Program.

Unfortunately, anything I could say about the science in the FRP and the RIKEN has been extensively reported in articles which appeared last year in Science and in Nature.

Therefore, I have decided to share with you some personal impressions of how a semi Japanese turned European sees Japan in relation to the world.

Through visits over more 50 years, I have been a privileged witness to the great many changes which have occurred

in Japan. These changes are all the more impressive for me as my earlier visits were at longer intervals. Many of the changes in the everyday lives of the people in Japan are similar to those I have experienced in the last 20 years in Europe. However, just as I find many shops, restaurants and cafes with European names in Japan, things Japanese are beginning to appear in Europe. For example, a few years ago, it could not have been imagined that one could order sushi to be delivered by motorcycle in Paris. Today it is possible but still expensive. Paris now has its own Japanese quarter, as had many west coast cities in the US of my childhood. But in Paris it is a different phenomena. The Japanese quarter is not in the poorest parts of the city as it was in the US, it is near the Opera, a very expensive part of the city. This quarter is mostly frequented by the many Japanese business men who are in Paris and the Japanese tourists who had been missing their Ocha-zuke. While the French are very well known for their loyalty to French cuisine, many Parisians now satisfy their curiosity by going to have dinner in the quarter. Sushi has become well known in Paris and Yaki-soba may yet become a French word! There are Japanese restaurants

US TOGETHER

throughout Paris as well. Most of these are Yaki Tori shops, some experimenting with the 600 varieties of cheese in France as ingredients for this form of cooking. If they are successful, we can expect to see Yaki-guyere or Yaki-Camembert in Tokyo.

One of the changes which has taken place in Japan is with the Japanese taste in coffee. By the 1960's American coffee had become the standard in Japan with the usual Japanese twist. If one ordered "Kohhee" what invariably arrived was a very dilute coffee with milk and sugar. My idea of the best black coffee is the espresso. While it is usually identified as Italian, its origins is more likely from the Greek and Turkish coffees.

People generally find espresso to be bitter and too strong because it is made using less water. I think that taking an

espresso at breakfast and another at lunch gives the drinker less caffeine than many cups of dilute coffee all day long.

I have known Japanese colleagues whose afternoon's work was completely disrupted by having one cup of espresso with me after lunch. But I think this is changing as I see younger Japanese consume large amounts of coffee during the day. These people will not be affected by an espresso or two.

Among many changes, these are a few which I can describe in a few words. I think the future will see much more adoption of tastes in food as well as in culture across the world. But then, will it still be such an interesting place? Only if the adoption is in harmony with the people themselves and not just imitating.



理研で研究しているフランス人研究者

SCIENCE BRINGS US TOGETHER

一風変わった理研滞在者

あご髭が親しみを感じさせるフランス在住の日系アメリカ人。国際フロンティア研究システム・思考機能グループで、脳の研究をしています。

理研ニュースに何か書くということは、初めて日本を訪れた若い大学院卒業者を除けば、なかなか大変な仕事になります。私はと云えば、大学院を卒業してから長いことになりますし、1941年私が11才のとき以来、たびたび日本を訪問しております。両親が日本人なので、私は生物学的には日本人で、少し日本語を話します。しかし、たまたまカリフォルニアで生まれたので、アメリカ市民となっています。私の専攻はエンジニアリング、生物物理学、物理学で、UCLAからエンジニアリングと物理の学位を取得しています。1970年以來、私はフランスに住んで仕事をしています。その結果、さらに2つの言葉、フランス語とイタリア語を話すようになりました。

私は50年以上にわたって日本を訪れているので、日本における沢山の大きな変化を、観察する機会に恵まれました。若い頃は滞在期間が長かったので、最近の変化には特に強い印象を受けています。日本人の日常生活における変化の多くは、私が20年のヨーロッパ生活で経験した変化と、同じものだと思います。しかし、日本にヨーロッパ風の名前を付けた商店、レストラン、喫茶店がたくさんあるのと同じように、最近はいろいろな日本のものがヨーロッパに出現するようになりました。例えば、数年前であればパリで「スシ」の出前が頼めるというようなことは、想像もつかないことでした。今はそれができます。ただし、高価につきませんが。私の子供時代のアメリカと同じように、パリには日本人地域ができています。しかし、パリの場合は少し特殊です。パリの日本人地域は、貧しい人々の住む地域にあるのではなく（アメリカの日本人町はそのような区画にありましたが）、オペラ座の近くの高級な場所に存在しています。ここをパリ駐在の日本人ビジネスマンや、お茶漬の恋しくなった日本人旅行者が訪れています。フランス人はフランス料理を非常に自慢していま

すが、それでもこの地域で日本料理のディナーをとり、好奇心を満すパリジャンがかなりいます。スシはパリにおいて多くの人に知られており、ヤキソバもその内フランス語になりそうです！パリ市内の日本料理店のほとんどは焼鳥の店で、中には600種ものフランスのチーズを焼鳥のスタイルで料理できないものかと、実験している店もあります。もしそれが成功したら、「焼きカマンベール」などが東京に出現するかもしれません。

私が見たところ、日本人の変化の1つとして、コーヒーの好みの変わったことがあげられると思います。1960年代までは、日本ではアメリカン・コーヒーが主流になっていました。喫茶店などで「コーヒー」と注文すると、薄いコーヒーに砂糖とミルクが付いてきたものです。私は最高のブラック・コーヒーは、エスプレッソだと思っています。普通これはイタリアのものだと考えられていますが、本当はギリシャやトルコが起源のようです。エスプレッソでは水をあまり使わないので、苦くて、強すぎると感じる人が多くいるようです。朝食と昼食に一杯づつエスプレッソを飲むのであれば、薄いコーヒーを一日中飲み続けるよりも、カフェインの摂取量は少なくなると私は考えています。昼食後に私と一緒にエスプレッソを飲んで、午後から仕事にかかれなくなってしまった同僚もいました。しかし、若い人たちは沢山のコーヒーを飲んでいるので、彼らにとっては、一杯や二杯のエスプレッソは平気でしょう。

多くの変化がありますが、それらの内で短い言葉で書くことができるものとしては、以上のようない言えるのではないのでしょうか。これから世界中で、文化の交流と同じく、食べ物の好みの交流も一層盛んになることでしょうか。そのようなことは、意味のあることでしょうか？私はそれが単に物まねではなく、人々に真に調和したものであるときにだけ、意義あるものになると考えます。

理研シンポジウム（7、8月）

テ　ー　マ

担当研究室

開催日

第2回「極限微小構造の物理と制御」

半導体微小構造のスケールがメゾからナノへと進むにつれ、新しい量子効果が次々と観測されている。

本シンポジウムは、半導体の極限微小構造の基礎物理から構造制御、応用デバイスまでを総合的に討論する。

半導体工学研究室
フロンティア・ナノ
電子材料研究チーム

7 / 19

第12回「有機合成化学の新展開」

医薬品等の生物活性化合物の創製において有機合成化学の果たしている役割は極めて大きい。本シンポジウムでは、新合成反応、合成戦略、新たな合成手法の導入、かつそれらを基盤とした生物活性化合物の合成に関する最新の成果について講演していただく。

有機合成化学研究室

7 / 30

微粒子プラズマとその関連現象

巨大クラスター、ダスト、塵にいたる広範囲のサイズの微粒子プラズマは、従来プラズマでは見られない様々な影響や現象を起こす。その機構や特性を明らかにすると共に将来の新しいプラズマ応用にもつなげることを目的とする。

プラズマ物理研究室

8/23・24

加速器と恐竜

加速器による新しい分析方法を用いて恐竜関連試料を測定し、超微粒子の部分にイリシウムが存在することを見出した。恐竜の大絶滅における微粒子の役割と、日々人類が大気中に出している微粒子の意味を“核の冬”との関連で追求する。

核化学研究室

8 / 27

理研の主な公開特許

H05-013194 プラズマ中の負イオン測定
方法

プラズマ物理研究室 雨宮 宏
マイクロ波物理研究室 鈴木 隆則

〔目的〕プラズマ中の負イオンの密度を正確に局所的に測定することのできる新しい測定方法を開発。

H05-046255 動摩擦を安定させる方法及
び装置

表面界面工学研究室 河野彰夫
研究基盤技術部 大竹政雄

〔目的〕電車のパンタグラフ、各種車両のブレーキ等の摩擦部品の動摩擦を安定化させ、摩擦部品の低雑音化及び高寿命化を実現する技術を提供する。

H05-039206 殺虫剤

微生物制御研究室 本間保男
有本 裕

〔目的〕アブラムシ、カイガラムシ、ダニ等各種の害虫に対して低濃度で殺虫効果があり、しかも人体や動・植物に対して安全性が高い殺虫剤を開発。



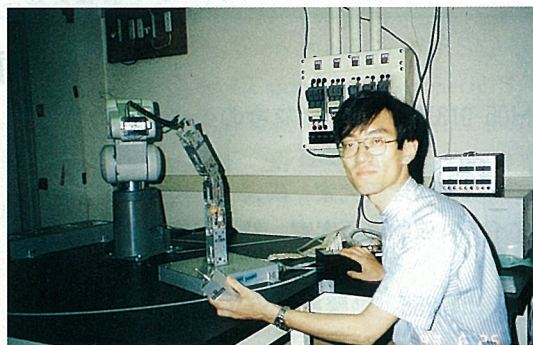
現在、私は理研との連携による埼玉大学の博士課程に籍を置いています。実質的には化学工学研究室で、ロボット工学の中でも最もホットな話題の一つである自律分散型ロボットシステムの研究をやっています。

さて、私達のロボットは、設計から始まりました。ロボットは、メーカーから購入することもできますが、これらのロボットは、ただただ繰り返し作業を正確に速く行うことだけを目的としたもので、我々が考えるロボットの持つべき能力、様々な環境下でも的確に作業をこなすことのできる判断能力や認識能力に欠けています。我々は、とてもこの様なロボットを“ロボット”などとは呼べません。これは、単なる自動機械です。さらに、私達のロボット達には出世して(論文を)稼いで欲しいので、よその研究者のロボット達よりも、より優秀に仕上げたいと思っています。このため、メーカーの既製品では間に合わないわけです。どんな手にしようか、足は、車輪にしようか等と悩みながら設計を進めました。この設計を基に研究基盤技術部の皆様などの協力を得て新ロボットの誕生となりました。この生まれたてのロボットは何も知りません。ある時、距離測定センサの動作試験をしているとオシロスコープの波形がどんどん純って行くのです。数分と立たずにフラットになってしまいました。すわロボットが死んでしまったのかと大騒ぎとなりましたが、結局何時間もの後、電源バッテリーが上がってしまっただけと判明しました。うちのロボットは、ケーブルを引っ張って歩かなくてもすむようにバッテリーで動作できるように設計されているのです。人間の赤ん坊であればお腹が空けば泣いてくれますが、ロボットはお腹が空けば泣けば良いということも知らないのです。

さて、この真っ白な頭に我々が教える内容いかんで、このロボットの能力が決まります。この教える内容、つまりソフトウェアがなければロボットは、単なる金属の塊に過ぎません。まず最初は手足の動かし方からです。ロボットの頭の中は、数字と記号だけの世界だ

けです。腕の動かし方、障害物の避け方をどの様に行ったら良いかは、数学的に記述し、教え込まなければなりません。しかし、まだ手足の動かし方を教えられただけの彼らを工場のように管理された場所から外に出すことはできません。彼らは、道の譲り合いなど公道を歩くときのマナーなどは持ち合わせていないからです。また、現在の機械技術の限界というものがあります。そこで、悩んだ末に我々が見つけた解決策は、同様の問題に直面したであろう生物が既に見つけていた「分散と協調」という概念です。一人ではできないことも、みんなでやれば何とかなる。他人の邪魔をしない、傷つけたりしてはいけないことだとシステムの中に組み込んでやれば良いわけです。今、我々は一つ一つ積木を積み上げるように他人の邪魔をしない事を実現する方法を、協力しあう方法を作り上げ、ロボットの中に埋め込む作業を行っています。私自身は、ロボットの腕を構成する一部が故障した場合に、他の部分で助けるという仕組みを作り出そうとしています。故障が有り得るシステムの中では、常に正しい判断を下すことのできる者は存在しません。また、悪さをするロボットが現れるかも知れません。そして、そのようなロボットを裁く権利のあるロボットとはいったい誰なのか?これらは、人間社会でも共通する問題です。しかし、避けて通ることのできる問題ではありませんし、これが完成すれば、少々の故障などものともしない頑丈なロボットシステムが出来上がるはずで

す。今現在、ロボットは、まだまだ人間の赤ん坊のレベルにも達していない存在です。一人前になって社会に巣立つことができるように、皆さんも暖かく見守ってやって頂けないでしょうか?ロボットは友達と言えるような日がくるまで。



化学工学研究室
研修生 琴坂信哉