



巻頭言「認知システム工学への期待」

アイテル技術サービス(株) 門田一雄

去る11月中旬に京都厚生年金会館にて我が国では初めてのCSEPC96(Cognitive System Engineering for Plant Control 96)が京都大学の吉川教授を委員長とするプログラム委員会の多大な努力のもと、当初の予定を超える90名弱の内外の研究者を集めて開催された。

認知システム工学についてはProf. Rasmussen他の"Cognitive System Engineering"が1994年に出版され、また1986年に出された前著"Information Processing and Human-Machine Interaction"も副題として"- An Approach To Cognitive Engineering -"と謳われていた。最近では東京大学の古田助教授の監訳でDr. Hollnagelの「認知システム工学」(原題:"Human Reliability Analysis - Context and Control -")が出版されている。

CSEPC96のBanquetでもお話したことであるが、1968年にノルウェーのSandefjordで開催された「原子力へのオンライン計算機利用」の国際会議で人間機械相互作用の話我当时のDenmarkのRiso研究所のGoodstein氏から初めて聞いて以来、また特にTMI事故をきっかけにマンマシンシステムの開発に携わるようになって以来、認知システム工学の発展の様子を見続けて来た者としては感慨深いものがある。

幸い日本原子力研究所の人的因子研究室の海外研究者招聘により、Prof. Rasmussenを始め著名な研究者が毎年夏に原研に滞在され、貴重な最新の研究成果を提供され、一方我が国からはそれら成果の実地応用に関して弛みない努力を重ねてきたことがこの分野の国際交流に寄与したと考えられる。

原子力は巨大システムを扱うものであり、かつ高度の安全性を追求せねばならぬことから、人間と機械との相互作用の研究、すなわち認知システム工学に熱心に取り組んできた訳であるが、21世紀に向けて人間機械システムの課題はより一般的なものとなるから、認知システム工学の重要性は益々高まるものと考えられる。

まづ人間のしかも認知を取り扱うことから、従来の工学に無い新たな発想が求められる。従来の分析的、ボトムアップ的アプローチのみでは扱えないところが最大の特長であり、人と機械あるいは人にとっての環境とを一体として見る必要があると思われる。Prof. Gibsonに発するEcological Psychologyとその応用である人間機械系へのEcological Approach*にはユニークな発想の展開があり、今後の発展に期待される。

またこのようなアプローチは生命に関する清水博教授の近刊「生命知としての場の論理」(中公新書)と一脈通じる所があるように小生には思われ、とすれば全く独立のドメインから出てきたアプローチが生物を共通項とするが故に相似であることは意義深いことと思われる。生命知とは複雑な環境下でリアルタイムに創出され、生命を維持するもので、生命が活動する場(自己、他者、および環境からなる)にその源を持っている(場の論理)とされているようだ。これは生命についての東洋哲学の考え方を西洋哲学(近代科学)に注入しその欠陥を補うものとされている。

一方機械は広く人工物の代表として、それ無しにはわれわれの生活は考えられない存在であるが、今や巨大化し、炭酸ガス問題を始めとして自然環境を脅かし、人による適切な管理が必須である。ここで生物としての人の持つ生命知、あるいはGibsonのいうアフォーダンスを人工環境に有効に適用することを研究することが何にも増して重要となるのではなからうか。認知システム工学に大いに期待する所以である。

* J. Flach et.al., eds. "Global Perspectives on the Ecology of Human-Machine Systems, Lawrence Erlbaum, 1995.

 「プロセス制御における認知システム工学」国際会議

Cognitive Systems Engineering in Process Control (CSEPC '96)
1996年11月12～15日（京都厚生年金休暇センター）

1. 概要と基調講演

標記の会議が1996年11月12-15日の期間、京都市郊外の京都厚生年金休暇センターにおいて開催された。CSEPCはCognitive Systems Engineering in Process Controlの略称であり、大規模な機械システムと人間とのより合目的性の高い協調の姿を、認知科学を基盤としてつつ応用に力点をおいて探求することを目指している。この会議の母体は、隔年にヨーロッパで開催されているCSAPC(Cognitive Science Approaches to Process Control)であり、本会議はそのアジア地区への展開も目的のひとつとして企画された。本会議は、京都大学原子エネルギー研究所（現在、大学院エネルギー科学研究科）、日本原子力学会マンマシンシステム研究連絡会ならびに関係する賛助機関の支援を受けて企画運営されてきたが、基本的にはgeneral chair personの吉川榮和教授（京都大学大学院エネルギー科学研究科）、technical program chair personのErik Hollnagel博士（OECD Halden Reactor Project）を中心とする国内外の研究者、とりわけ吉川研究室のメンバーのボランティア的な寄与をベースに実務が進められた。

この分野の国際会議の開催は過去には実績がなかったため、論文の集まりが心配されたが、各論文につき3人の査読者による事前レビューを経由して、最終的に46編の論文が採択された。幸いなことにキャンセル件数が少なく、大多数の採択論文が実際に報告されている。会議の冒頭には、吉川教授から開催の経緯と大会の意義について、またHollnagel博士からは認知システム工学(CSE)発展の歴史と今日的な意味についての開会挨拶があり、つづいて本邦のグループダイナミクス研究の先覚者である三隅不二先生（阪大名誉教授、INSS社会科学研究所長）の「組織におけるリーダーシップ」に関する基調講演がなされた。この講演の中で言及されているリーダーシップに関するPM理論は、現在、本邦の原子力プラント運転員クルーの作業遂行形態分析との関連でも実用性の高い理論として注目を集めており、その理論の創成者の講演は実例も豊富で説得力があり、聴衆の関心を集めた。

2. 一般セッション

つづいて一般セッションに入ったが、組織委員会の基本方針として会期全体にわたって単一セッション方式が採用され、多面的知識の共有という意味で実り多い講演、討論が行われた。この単一セッション方式を可能にするため、講演時間は長短2種類が設られた。そして、短時間講演論文は講演10分間で、討論は後にセッション毎に5件の発表をまとめてワークショップ方式で行われている。このワークショップのみは並列開催であったが全員が全ての講演を直接聞くことができ、参加者にも好評で

あった。長時間講演の方は、講演20分、討論10分で、十分な意見交換を行うことができた。発表の内容、トピックス等について以下に要約する。

CSEの中心キーワードのひとつはCoping with Complexityであるが、複雑な系で生じた事故の分析はそれ自体が極めて複雑なタスクとなる。この問題についてSvenson (Stockholm大, SW) は、同じ事故分析法を用いた場合に分析者の専門分野が結果に与える影響を調べる実験を行った結果を報告した。実験に用いられた事故分析手法はAEB法とよばれ、原因から事故に至るまでの事象進展を人的因子と技術的因子ごとに分類し、事象進展を阻止する障壁機能とともに記述してゆく方法である。心理学と工学を専攻する被験者にこのAEB法を用いて同一の事故事例を分析させたところ、心理学の専門家は技術的要因を、工学の専門家は人的要因を多くあげる傾向が見られた。専門的判断による分析は安全評価や人間機械系設計の多くの場面で用いられており、これまでも様々なバイアスの存在が指摘されてきたが、学際的性格の強い分野では、このような分析者の専門によるバイアスには特に注意が必要であろう。Svensonは対策として、異なる専門家でチームを作って分析を行うことを提案している。

CSEのもうひとつの重要キーワードはHuman-machine Co-operationであり、本会議でも人間機械相互作用の基本概念がいくつか発表された。中でもJohannsen (Kassel大, G) が提案した認知空間メタファは、あらゆる応用分野におけるあらゆるタイプの人間機械相互作用を系統的に概念化しようという意欲的なものである。認知空間メタファは人間機械相互作用に関する知識の世界を示すイメージであり、タスク、応用分野、ユーザの3つの次元で構造化されている。認知空間メタファへの接近は、同じくタスク、応用分野、ユーザの3次元からなる明示空間と、空間、時間、相互作用の3次元からなる実行空間を介して行われる。認知空間メタファは、Rasmussenの機能的抽象度の階層、LindのMFM、VicenteのEIDなど既存の概念を包含する一般概念である。アイデアはまだ概念的な段階で具体性に乏しいものの、今後の研究でマンマシン・インタフェース設計に基本指針を与えるものに発展すれば素晴らしい。またPaulsen (Denmark工科大, DK) は、ロシアの民話の解析に用いられたアクタントモデルを、プロセス制御の機能解析に用いる提案を行い、LindのMFMとの関係を考察した。アクタントモデルは、プロセスを主体、対象、送り手、受け手、幫助者、妨害者の6つのアクタントで記述するものである。人的因子を扱った最近の国際会議では集団作業に関する研究発表が増えており、本会議でもいくつか集団作業を扱った発表が行われた。まず幸田(京大)らは、タスク解析に基いて協調作業におけるコミュニケーションの役割を評価する手法を報告し、小磯(京大)らは、職務や組織構造、作業状況などに関する知識を基に、集団作業における円滑なコミュニケーションを支援するシステムを発表した。また、田村(京都工繊大)はテレビ会議におけるカメラワークのメンタルモデルについて論じた。インタフェースの設計と評価も人間機械系の安全上重要なテーマであることは周知の通りである。Paulsen (RISO, DK)は、温度、圧力、流量などの主要変数を、簡略化されたプラントミミック上での変化チャートとして示す直観的

で簡明なディスプレイ方式 (overview display) を提案した。これまでに提案されている革新的ディスプレイ, たとえば Ecological Interface Design (EID) などと比べて大幅に簡略化された方式であるが, フィンランドの Lovisa プラントシミュレータに組み込んで運転員の評価を受けたところ極めて好評であったと報告している。従来の統合型情報提供方式とは大幅に異なった方式であるため種々の疑問は示されたにせよ, 高い関心を集めた報告であった。本会議にはお隣の韓国原子力界から多数の参加者があり, 原子力開発に韓国がかかる意気込みが感じられた。Park (KAIST) らは信号検出理論に基く高度警報システムの評価基準について, Seong (KAIST) らはエントロピー概念に基く HCI の複雑さ評価指標について 発表した。また, Lee (水原大) らは行動観察によってインタフェースを評価するシステムと, 生理計測によって心的負荷を評価するシステムを紹介した。その他にも, システム開発, 設計・評価手法などの広い分野で韓国勢の貢献は少なくなかった。プラント運用の様々なフェーズにおいて, 人間と機械役割分担を適切化することは安全上重要と考えられているが, その具体化は必ずしも容易ではない。この過大に対し, 稲垣 (筑波大学) は, 有名な Sheridan による自動化レベルの分類を参照しつつ, 機械知能と人間との役割分担について独自の考察と提案を行った。異常事象の内容, 状況によっては機械が人間に判断を委ねることなく相当程度自律的に対処することで, より高い安全が期待できるとの主張は興味深い。また Wioland (IMASSA-CERMA, F) は, ヒューマンエラーを完全に抑止しようとする Zero Accident Policy は現実的ではないことを力説した。そして, エラーの生起はある程度容認し人間のエラー検出と復旧能力にもっと力点をおいたシステムの方が, 合理的であり, 安全という観点からは望ましいことを主張した。これらの着眼はいずれも, 広義の生態学的インタフェース設計論と強く関係しているが, 本来の目的である「安全性を前面におしだしてユニークな提案を行っている点に重要な意味がある。Human-centered Automation (人間中心の自動化) という主張は概念としては耳に快いが, 実際にその内容を技術的に明らかにしようすると多くの課題が未解決であることに驚かされる。これらの提案は, 人間中心の自動化概念の技術的実現として位置づけることもできよう。今後のさらなる発展を期待したい。EID の具体的提唱を中心として最近エネルギーな活躍を続けている Vicente (Toronto 大, CA) は, プラントが正常状態を続けている状況下での運転員行動の分析を報告した。そして運転員は対象を注意深く監視しているだけでなく, 監視を効率的にするために多くの facilitating activity (信号の視認性改良, 参照データの記録など) を盛んに行っていることを指摘した。ともすると異常時対応だけに研究者の関心は集中しがちであるが, 時間的には圧倒的に大きな割合を占める正常時の挙動的確な分析は, 運転員の知的活動のモデル化やインタフェース改良のための新しい着眼として注目された。以上の他にも興味深い研究が多数報告されたが, 紙数の関係で割愛する。また本邦からの発表については原子力学会など別の場でも聴講できることを考え, 一部の例外を除きこのレビューでは省略したが, 京大の吉川研から実務担当研究室としての負担にもかかわらず多くの報告があったことについては特

に記して敬意を表したい。

3. バンケットと見学ツアー

なお本会議の最終日前夜に行われたバンケットでは、わが国のマンマシンシステム研究に長い間多大の貢献をされてきた、京都大学名誉教授若林二郎、(株)東芝技監(現アイテル)門田一雄の両氏に対し、感謝状が贈呈され、門田氏によるバンケットスピーチが行われた。今や原子力安全の最重要課題と位置づけられているマンマシンシステム問題に対し、注目する人間が少数であった時代から先駆的な活動を続けてこられた両先達の慧眼と努力に改めて謝意を表しつつ、後進として決意を新たにできた本企画はまことに時宜を得たものといえよう。

会議のあと、京阪奈研究学園都市にあるATRと、関西電力大飯発電所への見学ツアーが行われた。著者はATRの見学のみ参加したが、ATRでは仮想空間と人との相互交流、立体視の知覚特性、スポーツシミュレータ、仮想空間を利用した遠隔会議システム、自動翻訳などのデモを見ることができた。いずれも学術的に興味深かったのはいうまでもないが、研究者の遊び心が多分に感じられた。原子力でももう少しこうした遊びの部分があれば、一般の人にも親しみをもってもらえるであろうに、と改めて感じさせられた。

見学コース後半の関西電力大飯原子力発電所への見学ツアー参加者は、ATR見学の後、バスで小浜に向かい一泊し、16日の土曜日に見学を行った。大飯原子力発電所は、シースルー見学設備により、通常は見られないタービン建屋内が見られるという見学者に配慮した構造になっており、参加者から大変好評であった。また、参加者が最も興味を持ったのは当然のことながら中央制御室であったが、プラントが定期点検中であったため、目の前で実際の操作盤を見ることができ、参加者一同大いに満足の様子であった。このような有意義な見学の機会を提供して下さった関西電力及び原子力安全システム研究所の各位にこの場を借りて感謝の意を表したい。

会議場が閑静な場所にあり会期中は合宿状態で集中的で効率の良い意見交換が行えた。参加者は比較的少人数ながら、内容的に実り多い会議との印象がある。高度なインタフェースを持つ大規模機械システムと人間との相互作用の研究はまだ黎明期にあるが、特に安全工学との関連においてその重要性の認識は着実に広がっている。本会議を契機に、この分野の研究が一層発展することを期待しつつ、紅葉たけなわの京都を後にした。なお、関連のCSAPCは来年イタリアで開催される予定であり、次回のCSEPCは韓国での開催が提案された。

(東北大学 北村正晴, 東京大学 古田一雄)

写真 1

参加者全員でのスナップ

写真 2

Conference風景

Reflections on the CSEPC96 Conference

Erik Hollnagel
Principal Advisor,
OECD Halden Reactor Project

The CSEPC96 conference that was held near Kyoto from November 12-15, 1996, was the first international conference of its kind. It had attracted more than 80 participants from around the world, including the USA, many countries in Western Europe and, of course, Japan. The conference was inspired by the format of the bi-annual conference on Cognitive Science Approaches to Process Control (CSAPC) that have been held in Europe since 1987; the next conference will be held in Italy in September, 1997. According to this tradition there was only a single line of sessions, and generally ample time for discussion. Another feature is that the conference participants stay at the conference site, which encourages extended discussions during meals and in the evenings.

The conference included 19 short papers and 26 long papers. The papers generally addressed the main topics of Cognitive Systems Engineering, which can be summarised as "Coping With Complexity", "Joint (Cognitive) Systems", and the "Use Of Tools". These topics have established themselves as the central themes of Cognitive Systems Engineering since its inception in the early 1980s, and the rapid development of information technology over the last decade or more has served to underline their importance. People involved with dynamic industrial processes have always been coping with complexity, but the increasing dependency among the various systems has made the complexity even greater. Today's process control must consider local as well as remote processes, and must look to the futures as well as the past and the present. The operators and the processes thereby become more closely coupled to each other, and from the designer's point of view it is necessary to consider the functioning of the joint system rather than the functioning of a number of separate and isolated "components". This puts specific requirements to concepts and methods for system design, for instance in relation to the development of advanced automation. Finally, the developments in a number of fields, such as cognitive psychology, has opened the possibility for advanced cognitive tools to help people at the "sharp end", i.e., the people who are interacting with the process. This may happen in operation as well as in maintenance and administration. The cognitive tools have classically been aimed at information presentation and control but may also address specific functions such as information filtering, decision making, prediction, state evaluation, etc.

The many excellent papers at the conference demonstrated the breadth of the international research in Cognitive Systems Engineering and included both field studies, laboratory experiments, and theoretical developments. Many papers reported on the development and use of models and simulation systems, particularly of models of human cognition, and the use of Petri nets seemed to be an often applied solution. Such models, whether in an analytical or simulation form, appear to be essential for the design and assessment of advanced process control systems. The models do not only address the cognition of the individual operator, but also include aspects of communication in the team of operators. The use of cognitive modelling is, however, still at an early stage and there are many problems with regard to both reliability and validation that must be solved. One particular issue is the definition of appropriate test cases and evaluation criteria. Another concern is that the models may only address a limited set of operator performance, mainly having to do with the

occurrence of specific actions - correct or incorrect. Several of the fields studies presented at the conference showed that there is a considerable variation in human performance, and that the models may not yet be able to include all significant aspects, such as error recovery or the influence of emotions.

Another area of significant concern is the formatting and display of information - and in general the design of the man-machine interface. The papers included several interesting proposals for display design, some of which have been the subject of considerable experimental research. In most cases, however, the theoretical foundation for the design principles is not completely explained, and the issue remains of whether it is possible to scale up experimental systems to a full size industrial process. Several papers described systematic approaches to interface design, that emphasised the importance of a proper(cognitive) task analysis as a starting point. There were also some interesting reports form large scale evaluation of advanced systems.

The overall impression from the conference is that Cognitive Systems Engineering is maturing as a separate discipline. Although it can be seen as the result of an intersection of several disciplines, such as human factors, cognitive science, human-computer interaction, artificial intelligence, and systems engineering, it differs from either of them. The aim of Cognitive Systems Engineering is firmly focused on practical problems, i.e., of working through computers rather than with computers(computers as a tool, rather than as a target system) The problems that must be addressed are those that arise from the variety of human performance in the field, i.e., under actual working conditions, rather than from the variety of theories or models. The CSEPC96 conference , as well as the European CSAPC conferences, reflect this attitude by bringing together participants from many different fields but with a common interest and concern. The paper and the discussions of the CSEPC96 conference demonstrated that the fields is growing and that there are significant research activities underway around the world. Although this conference was not intended to be the first in a series of conferences, it is hoped that there may be similar opportunities in the future for researchers and practitioners to meet, debate and learn from each other.



マンマシンシステム研究連絡会研究調査委員会活動報告

第18回会合

1. 日時：平成7年11月28日(火) 13:30-17:30
2. 場所：東京大学大学院 工学系研究科システム量子工学専攻会議室
3. 出席者：北村主査、小林康弘(日立)、門田一雄(東芝)、常岡治(発電技研：安藤代理)、村松鋭一(神船大：大辻代理)、石垣直彦(三菱重工：大野代理)、吉村誠一(電中研)、長谷川尚子(電中研：岡本代理)、鷲尾隆(三菱総研)、稲垣敏之(筑波大)、五福明夫(岡山大)、内川貴幸(東京大)、石田好輝(奈良先端大)、寺邊正大(三菱総研)、森一之(三菱電機)、西尾正英(東芝)、横江克己(中部電力)、吉川信治(動燃)、吉村貞紀(東芝)、遠藤昭(動燃)、西原英晃(京大)、山田直之(日立)、佐伯昭(三菱電機)、金野秀敏(筑波大)

講演1：免疫的アルゴリズムによる最適化法

三菱電機 産業システム研究所 森一之 氏

背景 組み合わせ最適化問題

1. OR 的アプローチ

分岐限定法

2. 生物情動的アプローチ

ニューラルネット ... パタン認識

遺伝的アルゴリズム(免疫アルゴリズム) ... 最適化

人工生命 ... シミュレーション

単純なGAの欠点：

- (a) 最適解が得られる保証はない
- (b) 局所解への初期収束
- (c) パラメータの調節・試行がたいへん

解決のひとつの提案。。。免疫アルゴリズム

複数の最適局所解を得る

免疫システムの概要

- ・ 自己・非自己を認識するための機構をそなえる
- ・ 抗原 ---> B 細胞が抗体産細胞に分化、増殖
- ・ 有効な抗体は残る

坑体（記憶細傍）の多様性の維持 局所解へ収束しないので
大局解の探索にとって重要

多様度、親和度によってどれくらい遺伝子が似ているか評価
情報のエントロピーを利用

例題1：多峰性関数を用いた探索性能の検討
有効性を確認した

例題2：負荷割当問題への応用

例題3：スケジューリング問題への応用
最短時間で全工程を終了するにはどのような工程をとればよいか？
従来法よりも良い解がえられた。

等の報告があった。

Q&A

Q：探索次元の大きさは実際どのくらいか？

A：あまり大きなところで実行していない。詳しく調べていない。

Q：多様性の評価に情報のエントロピーを使っているが、状態のより精密な
把握を考える場合これで十分か？

A：とりあえず使っている。改良の余地はある。

Q：TSP 問題などでも変数の数がおおく（巨大問題への適用）なるとどうか？

A：やっていないが、パラメータの調整がたいへん。

<参考文献>

- 1) 森一之、築山誠、福田豊生：免疫的アルゴリズムによる最適化法 SC-93-33
- 2) 森一之、築山誠、福田豊生：多様生をもつ免疫的免疫的アルゴリズムの提案と
負荷割当問題への応用；T.IEE Japan, Vol. 133-C, No.10, '93.

講演 2：免疫型情報処理システム：免疫系原理による診断

奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科 石田好輝 氏

1. 動機

創発因果性について

- ・ 単純直接因果性
- ・ 階層的因果性 ... 超流動、自由経済、生命、意識
- ・ 進化的因果性 ... 生物進化、自動車のモデルチェンジ、世代交代
- ・ 循環相変因果性 ... 鶏と卵、減衰振動

2. 免疫型情報処理の特徴

学習機能を持ったネットワーク

- ・ ユニット数が大規模
- ・ 結合様式が複雑
- ・ ユニットが生成

免疫情報処理の4要素

- ・ 認識
ネットワークによる相互分散認識
相互的・外因的認識
- ・ 識別
抗原特異性
空間的相補性
- ・ 学習
- ・ 超多様性

天秤と分銅のメタファ 相対比較

3. 自己組織センサーネット

ネットワーク・アーキテクチャによる免疫型システム

- ・ 相対的比較が重要かつ本質的

4. 免疫アルゴリズム；

エージェントアーキテクチャによる免疫型システム

- ・ ユニットによる外乱認識と中和信号
- ・ 自己増殖と突然変異率の調整

5. まとめと長期的展望

- ・ 生物原理としての自己創出過程を免疫と意識を通じて明確化
- ・ 免疫に関係した科学
- ・ コンピュータ ... 構成的に進化し創出するシステム

Q&A

Q: 天秤と分銅のメタファはよくわかるが、台秤のメタファは？

A: 計装でいうと精巧な情報の集約をして処理する意味でとらえている。

しかし、分銅の中にも台秤のメカニズムを含む。

Q: 自己と非自己の区別が出てきたが、免疫系の場合自己のテリトリをどのように

区別・認識するのか？

A: 免疫系の胸腺なら自己を排除したりもするが植物などでも自己を区別

している。

Q: ネットワーク説はおもしろかったが、ネットワークがオープンループの場合、測れない場合が多いがどのようにしたら良いか？

A: それは難しい話で、外と内は区別できない。階層構造では理解できない。

境界がわからなくてもうまくいっているようにみえるがいまのところよくわからない。

Q: 創発因果性に関連して、マイクロレイヤーで自分と違うのをどのように理解するのか？

A: 物理的な創発性はわかりやすいが生物的な創発性はマイクロをみればわかるというものではない。必ずしも階層的ではない。

< 参考文献 >

1) 石田好輝 : J. SICE Vol. 32 No.10 (1993) 830-836.

2) 石田好輝 : システム制御情報学会論文誌, Vol.7, No.1 (1994) 1-8.

第 19 回会合

1 . 日 時 : 平成 8 年 1 月 2 6 日 (金) 1 3 : 3 0 ~ 1 7 : 0 0

2 . 場 所 : 国立教育会館 5 0 9 会議室

3 . 出席者 : 2 2 名

北村主査、古田副主査、小林大二 (慶應大 : 行待代理)、幸田武久 (京大)、古川宏 (東北大)、吉川信治 (動燃)、吉田一雄、久語輝彦 (原研)、作田博、芥川邦雄 (原機構) 板倉恒男 (発電技検 : 安藤代理)、徳稲晃生 (関電)、横江勝克 (中部電 : 金井代理)、川島秀三 (B T C)、松岡由了 (原子力安全システム研)、横山昌徳 (三菱重工 : 大野代理)、門田一雄、西尾正英 (東芝)、松岡猛 (船舶研) 小林康弘、吉田健一、山田直之 (日立)

4 . 配布資料

(1) マンマシンシステム研究連絡会、第 1 5 回研究調査委員会議事録

(2) マンマシンシステム研究連絡会、第 1 8 回研究調査委員会議事録

(3) K. Yoshida, "User Command Prediction by Graph-Based Induction",
Proceedings of The Sixth International Conf. on Tools with
Artificial Intelligence", New Orleans, (1994).

(4) 久語、「知的原子炉設計システム I R D S の開発」

(5) T. KUGO, et al., "Intelligent System for Conceptual Design of New
Reactor Cores"

(6) 吉川、他、「原子力におけるヒューマンインターフェース研究」、
日本原子力学会誌、Vol. 37, No. 6 (1995).

(7) 松岡、「仏における原子力発電所運転支援技術の状況」

講演 1 : グラフベースドインダクションによるユーザー適応型インターフェースの 検討

(株)日立製作所 吉田健一氏

計算機においてユーザーの作業パターンに自動的に適応していく機能については従来から種々の研究がなされているが、本研究ではグラフ表現を用いた解析を試みた。多数の作業を良く出てくるパターンによりまとめればマクロコマンドの作成が可能であるが、その際、作業間の依存関係、ユーザーの意図を理解する必要がある。本講演ではグラフベースドインダクション (G B I) のアルゴリズムの説明があった。また、実際の作業間の依存関係を抽出する目的で作業履歴を残すように O S を改良してデータ収集を 3 カ月行った結果の説明があった。実験により、6 種のマクロコマンドが得られたが、その内の 1 種は意図不明のコマンドであった。G B I によれば、抽象的概念の学習が可能である。また、この手法を知識ベースの書き換えに応用する予定である。

Q : 意味不明のマクロコマンドは何か ?

A : 私自身が忘れてしまったパターンで、あまり重要でないものであろう。

Q : E A G E R インターフェースではマクロコマンドを自動的に作るのか ?

A : そうである。

Q : 意味はユーザーが考えて使用するのか ?

A : そうである。

Q : グラフ表現における順序の区別の必要性は ?

A : 区別しないと後で使用できなくなるので必要。また、順序関係がある方が、スピード、意味的にも優れている。

Q : 縮約においてノードの付け方は ?

A : 整合性は取れている。

Q : 作業間に時間長さは考慮しているのか。

A : まだ、取り入れていない。

Q : コマンド実行結果の状態は判断に入っているのか。

A : まだ入れていない。

Q : どう扱っていくのか ? 新しいノードを加えるか、ノードに色を付けるのか ?

A : ノードを追加する方法で解決したい。

講演 2 : 知的原子炉設計システム I R D S の開発

原研 久語輝彦氏

新型炉炉心の概念設計段階の設計解析過程を支援する目的で開発されている I R D S について報告された。I R D S には、代表的な先行設計事例が約 20 例格納されており、この中から設計者の意図と類似する設計例を選択し、データを修正しながら設計者自身の設計案を作成できるようになっている。入力データの省力化のために

、約50種類の材料データベースも備えている。また、設計過程で重要なパラメータサーベイを効率的に支援する、ニューラルネットワークを利用した設計ウィンドウ探索について詳細な報告があった。

Q：ニューラルネットワークを利用した設計ウィンドウ探索において、ニューラルネットワークの中間層の出力を有効に利用できないか？

A：形状制限を使用しているため、現在の方法ではうまく利用できないと考えている。現在は、効率化というよりも、それ以前の制約条件の取り扱いで苦労している。

Q：教師データは、形状制限を満たしているのか。

A：満たしている。

Q：概念設計を支援するという目的に照らして、ニューラルネットワークの学習のために膨大な教師データが必要ではないか。

A：粗い推定値を出すという観点からは、現状の規模で使用できると考えている。

Q：ニューラルネットワークは全炉型を対象とするのか。

A：1の炉心概念が決まった段階で、ニューラルネットワークを使った設計ウィンドウ探索を実施する。

講演3：仏における原子力発電所運転支援技術の状況

船舶研 松岡 猛氏

仏原子力庁サクレー研究所、及びカダラッシュ研究所を訪問され、両研究所で実施されている研究プロジェクトE S C R I M Eにおける、原子力プラント運転支援技術、自動化と人間の役割分担の在り方等についての研究状況について報告があった。

Q：マルチエージェントにおける信頼度とはどういうものか。

A：個々のエージェントの能力のことである。

Q：I M A G I Nをプラントに繋がらないとはどういうことか。

A：得られた情報の管理のみを目的としており、現状の静的な情報のみを対象としているということである。

Q：S E X T A N Tは、過渡状態も扱えるとは、どのように処理しているのか。

A：システム動作のモデルを持っており、イベントを与えて処理をしているものと考えられる。

第20回会合

1．日時：平成8年3月13日（水）13：30 - 17：00

2．場所：国立教育会館 509会議室

3．出席者：29名

北村主査、古田副主査、吉川、幸田、高橋（京大）、稲垣、山海（筑波大）、行待（慶大）、村松（神船大、大辻代理）、鈴木、吉田（原研）、遠藤、

吉川（動燃）、松岡（船研）、下桶（NEDAC）、河野（東電）、
金井（中部電力）、徳稲（関電）、吉村（電中研）、長谷川（電中研、岡本代理）、
知手（原子力安全システム研）、増井、鷲尾（三菱総研）、川島（BTC）、
大野（三菱重工）、小林、山田（日立）、西尾、吉村（東芝）

4. 配布資料

- (1) マンマシンシステム研究連絡会 第19回研究調査委員会 議事録
- (2) 稲垣、文献リスト、「人間の判断と機械の判断」'95予防時報、
「不確実情報の処理とシステムの安全制御」
- (3) 稲垣、「人間-機械系の安全性と信頼性」機械の研究、第47巻 第12号、
pp.1207-1213.
- (4) 山海、「医療・福祉におけるヒューマンインタフェースに関して」

講演1「ヒューマン・マシン・システム：不信と過信が交錯するもの」

筑波大 稲垣敏之氏

高度に自動化の進んだ大規模システムの安全性を確保する上で、人間の果たすべき役割はますます重要さを増している。ここでは、人間と機械の協調に関わる以下のテーマについて、数理的アプローチによる考察を試みた。

- (1) 警報のインタフェース
- (2) 情報処理・情報提示・意思決定を独立に論じるときの落とし穴
- (3) 自動化システムは度のような状況でも人間の部下であるべきか？
- (4) 誤報を減らせば欠報が増えるものと諦めていませんか？

Q1：代替案の数について

A1：複数の代替案を前提にしている。ここでの議論は統計的決定論の形に書くことができる。

Q2：Yagerのルールが最も安全型と考えてよいのか？

A2：SP型（安全証明型）の場合はそうである。しかし、FW型（危険証明型）の場合は異なる。

Q3：情報を統合する場合の不確定性について。

A3：Dempsterの規則は、2つの知識源からの情報に矛盾があっても無視する考えであり、Yagerの規則は、2つの知識源からの情報に矛盾があるときは、それが「無知」を表すものと解釈する。

Q4：意見が不一致の時、原因は知識の差、用いる状況証拠の差等色々考えられるが。

A4：2つの命題の論理積ではその様な差を表現できない。

Q5：基本確率割当をオンラインで行う場合の問題点について。

A5：時間が足りなくてわからないことと本質的にわからないこととの区別が問題である。

Q6：写像関数の作り方について。

A6：命題の組に解釈を割り振る。

Q 7 : 自動化レベルを決める要因として、コンピューター対人間というよりは、設計者対オペレータと考えられるのでは？

A 7 : Yes. 設計者が全てを予見できるわけではない。

Q 8 : 時間余裕の考え方について。対応が遅くなると状況が悪化する？

A 8 : 状況によりポリシーの切り換えが必要。

講演 2 「医療への応用におけるヒューマンインタフェース」

筑波大 山海嘉之氏

仮想人体を核とするメディカルインタフェースは、1) 生体生理インタフェース(患者と治療装置)、2) 知的インタフェース(医師と治療装置)、3) 適応的インタフェース(患者や医師になじむ)から構成される。今回は、人工心臓を用いた治療制御分野と福祉分野への展開について、臨床と基礎実験とを交えながら報告された。

Q 1 : 治療履歴データの表示方法について。

A 1 : 時系列データとして蓄えられている。

Q 2 : オーバーシュートは好ましくないのは何故か？

A 2 : 実験では、安定領域内にとどまらせるため。

Q 3 : virtual physiology のモデル化はどこまでできているか？

A 3 : 体液、血圧制御系、筋特性、力学モデル等。神経伝達は遅れのみ。モデルは複数持っている。文献から得られたモデルもすぐに取り入れられる様になっている。

Q 4 : 健常者モデルについて。

A 4 : 教科書(ハンドブック)にある健常者モデルからパラメタを変化させる。ファジィ制御のロジックを用いる。

Q 5 : 生体モデルでオブジェクトを選んでモデルを作る時、採用しなかったオブジェクトの影響は？

A 5 : 影響はある。治療に適用する場合と、単なる生体モデルではパラメタ同定に対する厳しさが違う。

Q 6 : 病院では計算機資源が少なくてもモデルの複雑さへの制約が出るのでは？

A 6 : ゆっくりした治療(サンプリングタイムがゆっくりでよい場合)ならばOK。

Q 7 : 障害者向けコミュニケーションシステムの発話システムのメカニズムについて。

A 7 : 音声合成を行っている。

Q 8 : 神経系での補間、どの様につなぐ？

A 8 : 脊椎に入れるのではなく筋肉に入れる。モーターポイントに刺激を与えて筋肉を収縮させる。

第 2 1 回会合

1 . 日時 : 平成 8 年 5 月 2 1 日 (火) 1 3 : 3 0 - 1 7 : 0 0

2 . 場所 : 国立教育会館 5 0 6 会議室

3 . 出席者 : 2 8 名

北村主査、古田副主査、馬野（大阪府立大）、古関（NEC）、高橋（京大）、金野（筑波大）、横江（中部電力）、河野（東電）、鈴木（東電環境）、川島（BTC）、小田、中川、古賀（発電機構）、松岡（原子力安全システム研）、松岡（船研）、岡本（電中研）、大野（三菱重工）、山路（三菱）、増井、寺辺（三菱総研）、山田（日立）、千星、西尾（東芝）、吉田、鈴木（原研）、大草、吉川（動燃）

4. 配布資料

- (1) マンマシンシステム研究連絡会 第20回研究調査委員会 議事録(案)
- (2) 馬野他、「ファジィID3に基づくファジィ決定木の生成とその評価」、10th Fuzzy System Symposium(Osaka, June 1-4,1994)
- (3) 馬野他、「データベースからのファジィ知識の発見」第23回知能システムシンポジウム(1996年3月22、23日、東京)
- (4) 馬野他、「忘却の概念を用いたファジィ・ニューラルネットワークによるファジィルールの抽出」、計測自動制御学会論文集、Vol.32,No.3,409/416(1996)
- (5) 中荃、古関他、「階層型モデルベース診断における適応機能 - 適応型人工知能の実現へ向けて - 」、人工知能学会誌Vol.10,No.3,(May 1995)
- (6) A. Sugiura and Y. Koseki, "Creating Database Queries by Demonstration", 11th IEEE Symposium on Visual Languages (VL95) Sept., 1995
- (7) Y. Koike, Y. Maeda and Y. Koseki, "Improving Readability of Iconic Programs with Multiple View Object Representation", 11th IEEE Symposium on Visual Languages Sept. 1995
- (8) M. Tanaka, N. Aoyama, A. Sugiura and Y. Koseki, "Integration of Multiple Knowledge Representation for Classification Problems", Artificial Intelligence in Engineering 9 (1995) 243-251, Elsevier Science Limited
- (9) 工藤、田中、古関、「電子メールシステムにおける二次元視覚化UI」、情報処理学会第52回(平成8年前期)全国大会

講演1「ファジィID3によるファジィ知識の獲得」

大阪府立大学 馬野 元秀 氏

分類の実例からその規則を効率的に導く手法としてID3という手法がある。これは獲得情報量を最大にする属性値を順次選択することにより、テスト回数の期待値を最小にする決定木を生成する手法である。これをファジィ化したファジィID3という手法を開発して、連続な属性値にも適用が可能になった。この手法は、獲得情報量を最大にするように境界標を設定して、全ての探索経路で同一属性が複数回参照されることのない、判りやすい決定木を生成できる。生成された決定木から、全葉節点での各クラスの値にその経路上の全節点の確信度の積を掛けたものの総和がそのクラスの総確信度として得られる。この手法を油中ガス分析診断のデータに適用した所、葉節点判

定条件によって多少の変化はあるが、70～80%の正解率を達成できた。今、ファッション感覚に関するアンケート分析に用いようとしている。

また、分類の実例から、他のルールとは独立に全体のデータを説明するルールを抽出する手法も開発した。これはシステムに組み込むことを目的とするのではなく、人間にとって判りやすい形で分類例データ全体を形容する記述を生成するための手法である。手法としては、より多くのデータに適合し、より単純な（論理積が少ない）ルールを、不適合例の内容は問わずに順次生成する点でファジィID3とは異なる。

Q（北村）：分類データの「誤り」とはどのようなものか？

A：誤診断も含まれている。複合故障でも最初に発見された故障のみが記述されたりする。

Q（高橋）：元のデータ内の矛盾は生成された決定木にどのように影響するか？

A：葉節点で複数クラスが同等の値を持つようになる。

Q（北村）：測定のエラーと診断のエラーの区別はこの手法で可能になるのか？

A：ならない。

Q（横江）：分類例の「放電」と「過熱」は現象としては矛盾しないのでは？

A：決定木生成の方法論のみを議論しているので、現象としての矛盾の有無は考えていない。

Q（北村）：親ルールの変更が子ルールでの閾値に影響を与えても良いのでは？

A：そういう立場でのこの手法の使い方も正当と考える。

Q（寺辺）：連続属性値を3つ以上の区間に分割しても良いのか？

A：予めシステムにそう指示すればそのように動作する。

Q（松岡(船研)）：逆に故障事象から各ガスの測定値を推定することもできるのでは？

A：できないと考える。

Q（金野）化学反応式を考慮すれば故障事象毎に重要兆候を特定できるのでは？

A：経年変化等理論に乗りにくい現象があり、過去の経験に基づく方が有利と考える。又、方法論のみを議論しているので現象には立ち入っていない。

講演2「ビジュアル表現による知識獲得、ソフトウェア開発、 そしてインターネット」

NEC C&C研究所 古関 義幸氏

過去に、電子交換器の異常診断を行うエキスパートシステムの開発を試みて、起こりうる全故障をルールで記述することの不可能を痛感した。この経験から、モデルベース診断手法の研究を行い、確率分布を学習して効率の良いテストを生成するシステムを開発したが、診断のために知識を計算機上に記述する、という作業は、費用対効果の面で企業には受け入れられない。この問題を解決するためには、診断対象の専門家がK.E.の助けを借りずに知識ベースを作る環境が必要である。この認識から、知識のビジュアル表現の研究に取り組み始めた。初期の適用例としてパソコン選択システムがある。これは機種と条件で構成される評価値マトリックスに基づいて、全回答を

回答候補とした状態から質疑を開始して、回答が得られる度に不要な質問とその関連の回答候補を削除していく消去法によるものである。質疑履歴によって確率分布を更新して質問制御に反映する機能を持つ。このシステムで重要なのは、マトリックスを自由に構築するツールで、最初から完全な知識の記述を必要とせず、思いついたところを記述しては完全性と一意性のチェック機能を用いて修正と追加を繰り返すことで容易に知識を構築できる。また、ルール群の洗練化機能により、修正と追加の反復でルール群が冗長で把握困難になるのを防ぐことができる。このツールは、ソフトウェアのインターフェースの仕様設計にも適用可能で、ユーザーが行い得る全ての操作について作動を設定できる。高度な推論機構等よりもこのような表形式の知識エディタが商品として成功する傾向が強いのはインターフェースの構築に要する工数が大きいためである。このような問題を解決する汎用ソフトウェアとして、Visual Programming Toolを開発している。既に市場にある商品のように、ソフトウェアのビジュアルな部分だけをビジュアルに作るのではなく、データの流れ等もマウスによる描画で設定できる。このような機能により、ソフトウェアの再利用性や、他者の製作したソフトウェアの理解の容易さが向上する。しかし、これでもなお、「作りたいもの」のイメージから「どのように実現するか」の変換を人間が強いられる部分が残る。この解決法を探るために、例示プログラミングの研究に着手した。遠大な目標であるが、現在着信した電子メールの自動分類システムへこの概念を適用して、マニュアル操作による分類をシステムが学習してその後は分類が自動化される機能を実現した。

Q(高橋)：表エディタで処理できる問題の規模は？

A：評価値として、「don't care」を許しており、これが処理時間に大きく影響するので一般的な回答はできない。エディタを使って記述する対象の知識は、それ以前は一人の人間が処理していた知識なので、おのずから規模に限度があり、その限度内の知識ならまず大丈夫、という説明をすることにしている。

Q(馬野)：「don't care」の存在は一意性チェックを困難にするのでは？

A：理論的にはNP完全な問題だが、実際に処理不能になることはまず無い。

Q(馬野)：ここで提案するビジュアルプログラミングでは、注視すべき情報量が却って増加して作ろうとするシステムの姿が把握できないのでは？

A：データの流れに沿った表示と階層化によって把握は容易になる。

Q(高橋)：ビジュアルな要素の少ない、例えば数値計算ソフトウェア等についてもビジュアルプログラミングは有効なのか？

A：保守、改良が必要なものには有効であると考える。

Q(高橋)：OSに独立なツールに成りえるのか？

A：指向はしているが、基本言語等を慎重に選ぶ必要がある。

Q(馬野)：例示プログラミングは、既に提唱されているQuery by Exampleとは何が違うのか？

A：静的な例ではなく、操作の履歴が意味を持つところが違う。

Q(寺辺)：他人の例示を自分のシステムに反映させられるのか？

A：可能である。

第 2 2 回会合

1. 日 時：平成 8 年 7 月 23 日（火）13：30～16：30

2. 場 所：国立教育会館 506 会議室

3. 出席者：25 名

北村正晴（東北大）、大津展之（電総研）、氏田博士（原子力機構）、増井隆雄（三菱総研）、横林正雄（原研）、松岡由了（INSS）、吉川信治（動燃）、古賀治男（発電技協）、徳稲晃生（関電）、小西秀雄（東芝）、川島秀三（BTC）、西尾正英（東芝）、萩野敬迪（三菱電機）、岸田邦治（岐阜大）、金野秀敏（筑波大）、佐伯昭（三菱電機）、遠藤昭（三菱電機）、三友信夫（船研）、藤田優子（三菱重工）、小出和泉（中電）、鈴木頼二（工学院大）、小林康弘（日立）、山田直之（日立）、河野龍太郎（東電）、古田一雄（東大）

4. 配布資料

- (1) マンマシン研究連絡会第 2 2 回研究調査委員会議事録
- (2) リアルワールドコンピューティング研究計画
- (3) スーパーシミュレータ"IMPACT"の開発
- (4) HCI'97の案内
- (5) DARSの案内

講演 1 「リアルワールド・コンピューティング計画」

--- 柔らかな情報処理を目指して ---

電子技術総合研究所知能情報部 大津展之 氏

実世界での柔軟な知的情報処理の実現を狙うリアルワールド・コンピューティング(RWC)計画が、第五世代コンピュータに続く国のプロジェクトとして始まっている。その背景としては、ソフトウェア危機、アルゴリズム危機といったソフトの問題とハードの目覚ましい発達があり、柔らかな情報処理や超並列分散処理の必要性と可能性が出てきたことが挙げられる。キーコンセプトとしてパターン認識の再認識がある。その基礎となるパターン認識と学習については、従来の古典的手法とも思える多変量解析の技術、例えば重回帰分析や判別分析といった相関係数をベースにした手法をうまく使えば、現状の技術でも実用的なレベルが達成できる。

Q. 研究はどこまで行きたいという目標があるか。

A. 今、それらの目標の作成作業中である。5つのコアの中で具体的目標を設定している。最後の例は、単純な線形の応用である。関連の概念が面白い。基礎的な確率の向く問題である。音声にも適用できると思う。

Q. RWCをどのように応用すればよいか？それに適した方法は何か？

A. ロバスタなやり方として統一的な方法を目指したい。多変量もある種のベイズの近似になっている。

Q. 次の段階として、それが分かるとアーキテクチャーになるのか？コンピュータのアーキテクチャーで

はないのではないかと？

A. 最初はニューラルコンピュータを作ろうと考えていたが、諸事情で難しくなった。研究にはタイミングが大切である。今のコンピュータは計算には回りくどい。

Q. 情報処理に合った計算機がある？

A. 必ずしも並列コンピュータがいいとは限らない。確率計算用並列コンピュータがあってもよい。

Q. パターン認識、空間相関の中で、人間の脳内処理を考えるとコンピュータがいっぱいあるのではないとすると、どういうものが考えられるのか。

A. ベイジアンをうまく解くコンピュータがあればよい。Domain Specificなものがないか。モジュールとモジュール間を結ぶ共通言語がほしい。パターン屋から見ると共通ベクトルが最もよいように思う。

Q. 脳の知見がなくてもできることを考えているようだが、脳の成果が出たらプレースルーできるか。

A. 5年しかないで脳の成果を期待するのは難しい。21世紀にしか脳のことは分からないだろう。ベイズ推定をきちんとやっていきたい。画像処理もベイズから出てきている。

Q. ガウス分布を使っているようだとガウス分布からはずれたものについては推定が相当難しいと思うが、

A. ベイズではガウス分布を考えているわけではない。ベイズ手法の確率を近似しているかが分っているが大切である。学際的にやっていくことが大切だと思う。システム屋の発想は改良でしかない。質的に変えたい。

Q. 写真の認知でのレゾリューションは？

A. 60×60くらい。

講演2 「スーパーシミュレータ"IMPACT"の開発」

原子力発電技術機構 氏田博士 氏

(財)原子力発電技術機構では、通商産業省の委託を受け、我が国で実用化されている軽水炉プラントを対象として、通常運転からシビア・アクシデントに至る一連の事象を解析できるソフトウェアの開発を平成5年度より10年計画で発足させた。

開発するソフトウェアは、軽水炉の安全余裕度を定量的に評価できるものとするため、できるだけ物理現象を記述した機構論的モデルで構築することとし、かつ、開発・運用・保守の効率及び並列化を考慮してモジュール構成としている。このような特徴を考慮し、本計画あるいは、開発するソフトウェアそのものを、I M P A C T (Integrated Modular Plant Analysis and Computing Technology)と称することとした。

現在、IMPACTソフトウェアを構成する各モジュールの詳細設計、あるいはコーディングの段階にあり、平成9年にはフェーズ1の成果としてプロトタイププログラムが完成する予定である。この中で、単相流解析モジュールは他に先行して並列化を進めた。障害物のない単純な体系での試計算結果ではあるが、64CPUを用いた並列計算で30倍以上の速度向上比を達成した。

Q. Visualizationはやっていないのか？

A. AVS, AVS4は入れた。

C. 賢いVisualizationをやらないといけない。

Q. ソフトの開発の管理する人の頭の中がどうなっているのか。支援システムが必要ではないか。

A. -Flowは1つのソフトハウスでやった。IMPACTは7社でモジュール単位でやっている。管理が大変。モジュール管理の入出力のチェックをやっている。フローチャートは使わない。PADで出してもらう。100ステップの構造化。工程表を細かく出してもらうように求めている。

Q. フェーズ2のでの賢いやり方は？

A. プロジェクト管理が大変。

Q. 詳細さの違うプログラムを切り替えるという説明があったが、人為的なエラーが考えられないか？

A. 考えていない。分からない。水蒸気爆発はすごく細かい。しかしその上のモデルは荒い。つながらない。

Q. 昔の計画ではオペレータビヘイビュアもあったはずだが。

A. 秋山先生の構想にはあった。実際はなかった。今のスコープには入っていない。

Q. -Flowの3Dで二相流の計算をやっていたがRELAPと比べてどうか？

A. RELAPは原子炉スペシフィックである。-Flowは汎用である。しかし複雑なものはできない。限定したものならできる。用途が全く違う。

Q. Rボルツマンをやるとどう違うか？

A. 格子における衝突を考えるのでどんな複雑なものでもやれる。複雑形状のものを簡単にやる。二相流もそうである。

Q. 実際との対応をどう考えるか？

A. 非常にプリミティブなものは考えている。個別検証はできる。実験がないし検証できないがしかたがない。メッシュを切っているので離散化して。このプロジェクト自体、シビアアクシデントのような分からない部分をやろうとしているので検証が困難である。

C. TMI程度のものがうまく出ればよい。

第23回会合

1. 日時：平成8年9月27日（金）13：30～16：30

2. 場所：東京大学大学院 工学系研究科システム量子工学専攻会議室

3. 出席者：18名

北村正晴（東北大）、古田一雄（東大）、油田信一、金野秀敏（筑波大）、若林二郎（京大）、三友信夫（船研：松岡代理）、村松鋭一（神戸商船大：大辻代理）、横江勝克（中部電：金井代理）、石川信行（原研：鈴木代理）、川島秀三（BTC）、西尾正英（東芝）、徳稲晃生（関電）、知手育夫（INS S）、吉川信治（動燃）、増井隆雄（三菱総研）、小林康弘（日立）、大野崇（三菱重工）、五福明夫（岡山大）

4. 配布資料：

(1) マンマシンシステム研究連絡会第22回調査委員会議事録

(2) 自律型知能移動ロボットの研究

(3) 講演OHPハンドアウト（五福）

(4) 第2回人工物工学国際シンポジウムの案内

演題1 「自律型知能移動ロボットの研究」

筑波大電子情報工学系

油田信一 氏

講演者グループにおける最近の研究事例を紹介しつつ、機械が自律的に行動して有意義な仕事を行うための必要な技術について述べられた。

講演者自身のバックグラウンドは電気工学であり、自律型移動ロボットの研究を通して、ヒューマンインタフェースや多様な環境で多様な作業のできる機械を考えていきたい。

自律移動型ロボット研究の難しさは、1. ワークスペースが大きいこと、2. センサ情報と事前知識を融合する必要のあること、3. 環境を認識する必要のあること、4. 自己位置認識の難しさに起因している。特に、1. の意味するところは、ロボットのための環境整備ができないこと、環境が複雑となること、扱うデータ量が莫大となること、未知環境を取り扱う必要がでてくることである。

移動ロボット技術としては、移動体の制御、環境認識、経路計画、センサシステムインテグレーションに分かれるであろう。

現在の研究の目標は、1. 実環境内の長距離ナビゲーション（例えば、新宿 銀座 8 km 自律移動、筑波大学構内 2 km 自律移動）、2. 実環境内で作業しながら長時間作動し続けるシステム（例えば、リセットなしで1週間作動）の開発であり、そのために、ロボットを用いた実環境内の動作実験とタスクオリエンテッドな研究の2つのアプローチから研究を進めている。実験アプローチでは、超音波センサでまわりの環境を把握し保持している地図と比較して移動する「山彦なび」のようなロボットを多数製作し実験のツールとして利用している。一方、タスクオリエンテッドな研究では、実現したい要求を設定してロボットを開発するアプローチである。後者の研究例には、後で紹介する「扉を開けて移動するロボット」がある。

実験アプローチで明らかになったことは、経路計画は大きな問題ではなく、むしろ、実環境の中を信頼性高く走ることが問題である。もし、ロボットが地図を持っていて、自分の位置を正確に推定できれば、かなり安心して走らせることができる。しかし現実には、自己位置推定が甘くなるのが問題である。この問題に対処するために、自己位置の推定だけでなく推定誤差も把握する必要がある。開発の移動ロボットには自己位置推定誤差分散行列をも推定するアルゴリズムを組み込んでいる。これにより、1. 安全性のダイナミックな解析（危険予知が可能）、2. 動的な外界センシング点の決定（例えば、内界センサによる位置推定があやしくなってきたので自己位置を推定しよう）、3. 外界センサの有効利用、4. 自己パラメータの自動キャリブレーションが可能となる。一方、移動制御アルゴリズムの検証のためにロボット移動のシミュレーションを行っている。ここでは、超音波の壁での反射などできるだけ実環境での現象を模擬し、開発の移動制御アルゴリズムを組み込んだときのロボットの移動を検討している。

「扉を開けて移動するロボット」では、ビジョンセンサによる扉のノブの判別、動きながら扉を開けるといふ走行系との協調のメカニズムが必要であり、自己の基準位

置がわかればかなり良好に動作する．また，扉の押し開けも引き開けもできなければならず，扉に鍵がかかっている状況にも対処できなければならない．

移動体におけるヒューマンインタフェース研究として，ロボットの視覚センサからの映像中の対象物を指示するとそれに向かって移動するロボットを開発した．この研究で明らかになったことは，映像データに転送の時間遅れがあっても，指示された点を表示している映像を取得した時間がわかればロボットを制御することができることである．すなわち，制御系では絶対座標を用いることにより，相対位置の認識時間のずれによる制御エラーが発生しないことである．

その他の事例研究として，二輪車移動ロボットでは，転倒しないための制御系により発進，停止時のロボットの姿勢制御が行えることや，転倒した場合の対処方法まで考慮すると膨大なプログラムとなりうるということが述べられ，スポットアレイで前方地面を照射することで障害物検出を行うロボットが紹介された．この障害物検出では，ロボットの構造によりカメラから地面までの距離が固定されていることを利用し段差や穴を検出するもので，トランスピュータ 1 個で約 0.3 秒間隔で処理している．

Q & A

Q：絶対的な地図は必要？

A：何らかの意味の地図は絶対に必要．それがなければ目的地を考えることが出来ない．

Q：複雑な経路において，走行経路が最適な経路でない場合の対処は？

A：いったん経路を決めるとその経路を走行するしかない．経路が通れないことが判明した場合には再計画する．むしろ，あいまいな地図でできるだけ正確に走行する移動ロボットを開発したい．

Q：不完全な地図での位置ぎめは？

A：不完全性には情報の欠落と誤差の 2 種類がある．誤差の対処には，現在地の周りの地図を正しいと考えて，それに対して相対的に自分の位置を認識する．

Q：立体視により距離が推定できないか？

A：2 眼ステレオ法によりできる．

Q：視覚系を用いた場合，屋外での実験の難しさは？

A：2 km（筑波大構内）の走行には 2 時間必要．まずは昼間走行することを考えている．視覚系の問題は，画像のダイナミックレンジが狭いことが問題であり，これに対してはそのダイナミックレンジで実験するしかない．一方，夜間ではレーザーアクティブ法による距離認識の方が技術的に確実であるので，視覚系とレーザーアクティブ法の両機能を持たせておくことで対処することが考えられる．

Q：2 km の走行は何時？

A：来年の春頃でできれば行いたい．現在は 200 m の走行を実験している．植木をランドマークとしているので，地図の作成がめんどろなものがネックであり，まず，プレイバックナビゲーションの枠組みを作ることをやっている．

Q：扉のノブの位置をカメラで知ろうというのは問題として悪構造ではないか？

A：それだけでは悪構造であるが，推定位置とその誤差分散行列により解空間における一つの超平面を与えてくれるので手がかりとなる．

演題1 「移動ロボットのナビゲーション手法について」

岡山大学工学部システム工学科 五福明夫 氏

工場やプラント内の巡回監視ロボットのナビゲーション手法に関して、標識を認識して指定された経路を走行する手法と、ビジュアルサーボを適用した手法を検討している。いずれの手法においても、ステレオ視覚による小型の距離取得装置を組み込んでいる。

距離取得装置は、ロボットや視覚障害者の視覚代行器のための視覚装置として利用できることを目標としている。距離取得原理は2眼ステレオ法である。すなわち、例えば水平に並列に設置された右カメラと左カメラとでは、同一対象物の映像が同一水平走査線上の異なった位置に撮像し、そのずれ（視差）は対象物までの距離に反比例している。距離取得装置では、小型・軽量の装置とするためにカラーCCDステレオカメラからの映像信号をハードウェアで処理して対象物までの距離をビデオレートで得ている点に特徴がある。

標識を認識して移動するロボットは、市販の電動車椅子に標識を認識する視覚部、障害物検知のための超音波センサや制御回路を組み込んでいる。標識は一辺が20cmの正三角形で、その色により、前進・右折・左折・停止の意味を持たせている。また、移動制御部の構成法には、Brooksの提案するSSA (SupSumption Architecture) を適用している。

一方、ビジュアルサーボを適用した手法では、視覚装置で得られる画像があらかじめ得られた画像（目標画像）に一致するように移動ロボットを制御し、一致した場合には目標画像を更新することで走行経路を指定する。開発した移動車では2つの経路間の移行を考慮し、指定経路に障害物が出現した場合の経路の再計画や、目標画像列の効率的利用を図っている。

Q & A

Q: SSAのメリットは？

A: SSAは制御システム構成のためのものであり、SSAによって制御特性がよくなるわけではない。

C: SSAは制御システム構成の言語と考えられるもので、順次制御機能を向上させる場合に向いている。

Q: 実時間距離取得装置の距離認識誤差は？

A: 2つのカメラの間隔（ベースライン）やレンズの焦点距離によって変化するが、試作したベースラインが10cmのものでは、1mの距離で5cm程度、数十cmの距離で数mm程度である。

Q: ビジュアルサーボを用いた移動車の走行実験で用いたランドマークの形状は？

A: ランドマークを見る方向によって形状の変わらない円筒形とした。

Q: ビジュアルサーボを用いた移動車の目標画像数は？

A：約10cmで1枚の画像を用いている。

Q：ビジュアルサーボを用いた移動車の制御入力は？

A：ランドマークの重心の目標画像からのずれで左右方向を，ランドマークまでの距離で前後方向を制御している。

Q：両移動車とも環境地図をできるだけ使わないで移動制御しようとしているように見受けられるが，その理由は？

A：環境地図を排除しているわけではなく，環境地図なしにどこまで制御できるかを追求している。ただし，両移動車において環境地図を用いていないわけではなく，確かに直接的には用いていないように見えるが，目標画像列を得た位置や標識の位置はわかっているので，間接的に用いていると言えよう。

第24回会合

1.日時:平成8年10月29日(火)13:30～17:00

2.場所:東京大学大学院 工学系研究科システム量子工学専攻会議室

3.出席者

北村正晴、高橋信(東北大学)、吉川榮和(京大)、古田一雄(東京大学)、荒井尚英(リクルート)、深堀智生(原研)、門田一雄(東芝)、戸崎由佳(東芝、西尾代理)、大野崇(三菱重工)、田邊政敏(BTC、川島代理)、増井隆雄(三菱総研)、吉川信治(動燃)、徳稲晃生(関電)、横江勝克(中部電)、松岡猛、松倉(船研)、下桶敬則(広島大学)、野村満幸(原子力安全システム研)、中川庸雄(原子力発電機構)、小林康弘(日立)、小島(電中研、吉村代理)、岡本順信(電中研)、林克行、小谷地由雄(発電技検:八島代理)、佐伯昭(三菱電機)

配布資料

(1)マンマシンシステム研究連絡会第23回調査委員会 議事録

(2)「情報誌の電子メディア化」講演OHPハンドアウト

(3)WWWを用いた各データ情報サービスOHPハンドアウト

(4)CSEPC96の案内

演題1 「メディアとしてのインターネット」

リクルートメディアデザインセンター 荒井 尚英氏

講演者の所属するリクルートでのWWWを使用した情報提供サービスの実状を既存メディアである雑誌との比較して論じられた。また、情報提供者からの経験からこの分野の将来への展望が述べられた。講演者は、現在のようにインターネット通信が一般に使用されう以前から、米国とのIP接続による通信を手がけるなど、この分野での先駆的な活動を行なっている。WWWによる情報提供も早期に試験的に開始した。情報提供誌企業としてのリクルートの強みは、情報収集能力が高い、多くの流通チャネルを有していることである。インターネットは、これらの優位性を低下させる可能性が在る。従って、リクルートにおいて電子化情報誌を事業化するにあたっては、リク

ルートでの事業の根幹である情報提供誌との役割分担を明確に区別した。電子化情報誌の役割は、豊富な情報元に基づいた鮮度のよい情報提供、アクセスしたユーザーとの双方向通信によるより緻密な情報提供、小規模マーケットへの情報提供等である。リクルートでは、10数台のサーバーとオラクルデータベースを利用し、情報を提供している。ユーザとの対話処理のうち、複雑な処理が必要な場合は、CGIとperlにより実現している。これは、ユーザー対話部分の処理は、見た目は簡単でも、それを実現しようとする、結構複雑な処理を行なう必要があるからである。また、多様な情報を提供するには、ただ単にリンクで情報を結合すれば良いというのではなく、適切な情報分類を行なう必要がある。現状のインターネットを利用して情報発信している企業等の中には、単にホームページを開くだけに終わっているような例が多い。これまでのサーバーシステムを構築した経験からは、もともと別のメディアを利用して情報を発信していたような基盤、あるいは、それ相応の動機づけが無ければ、成功しないようだ。安易な取り組みは、避けるべきだ。インターネットに関するインフラの現状は、プロパン業者のような小規模プロバイダーが全国各所に点在しているという状況のように見受けられる。今後の一層の発展の為には、都市ガス、電話のような公共サービスレベル同等のサービスを提供する機関が必要となろう。それを利用して、情報提供者が各種の情報(コンテンツ)を提供することになる。

Q & A

Q:インターネットインフラが公共化した場合は、リクルートは何をするのか?

A:インフラは公共が提供し、それを利用し内容を企業が提供する。

Q:情報の分類方法、その評価方法は?A:分類方法は、紙と通信で異なる。コンピュータで提供できるWWWの場合、分類体系が分かり易いこと、画面に表示されている情報の階層レベルを合わせておく等が必要となる。

Q:情報の信頼性は、誰が保証するのか?

A:他社もそうであろうが、リクルートでは、情報提供相手が企業の場合、必ず審査を行う。個人情報については、3割カットである。

Q:セキュリティで何か問題は無かったか?

A:1992年にリクルートのサーバーがシャットダウンされる事件があった。現状のファイアウォールは、第1段階でまだ十分ではない。現状では、暗号化すべき情報は、流さない方が良い。

演題2 「WWWを用いた核データ情報サービス」

日本原子力研究所各データセンター 深堀 智生氏

日本原子力研究所核データセンターで1995年4月よりWWWを用いたデータ提供サービスを始めた。今回は、このサービスの概要、また、第1回核データシンポジウムをインターネットだけを利用し実施した試みに関する結果報告がなされた。サービスされている核データには、評価済み核データファイル、核図表、元素周期表、JENDL-3.2の断面積図、評価済み断面積の作図等がある。評価済み核データは、センター

に登録すれば、ダウンロードが可能となる。各所で編集、計算されたデータが利用できるようになってきている。図表作図は、指定したパラメータに従ってプロットが実行され、ユーザーに提供される。元素の周期表は、海外で作成され、同様に公開されているサーバーへのリンクを張っている。この他に、核データセンターの紹介、シグマ委員会関連資料、出版物等の紹介等を提供している。インターネットワークを利用した新しい試みとして、インターネット核データ国際シンポジウムを実施した。インターネット上で論文を公開、質疑応答もメールベースで実施した。参加者は、26件内国外3件であった。会議開催中は、1200件ほどアクセスがあった。会議のプロシーディングは、Latex、Postscriptで入手可能である。

Q & A

Q:核データの品質は、精度、信頼性が重要であるが、データ更新は、人手、時期はどのようにされているのか。

A:現在、マンパワーは、一人一日一時間程度である。データ更新が自動化可能なものは、適宜行なっているが、基本的には、人手に頼っている。

Q:このレベルまでのサービスが可能になるまで、作業量があったのか?

A:1995年1月にスタート。当時は、WWWについては、基本的なことしか知らなかった。4月にオープンしたので、立ち上げは3ヶ月で行なった。通信回線の能力の低いユーザーもいるので、凝ったことはしていない。それが、早期の立ち上げに寄与したと考えられる。

Q:セキュリティに関連して、誰が核データを使用してもよいのか?

A:1) 知的所有権に関しては、再販しないこと、責任を持たない事で対処。2) 核データに関しては、IAEAオープンの手続きを取っている。3) パスワードは、ユーザー登録のための一手段である。

Q:インターネット国際会議における討議の実施方法、会議方針は?

A:基本的には、通常の会議と同じで、質問 - 回答 - コメントを、司会者無しで実施した。問題が発生すれば、介入する予定であったが、結果的には、問題は発生しなかった。最初の質問は、会議経由で行なうことを原則としていたが、質問者と発表者の討議が個人間で電子メールで行われた場合は、統計に現れない。

Q:参加は自由であったのか?

A:無責任な発言を避けるため登録制にした。誰からでもアクセスできるわけではなかった。

Q:討論も電子メールで実施したのは何故か?

A:誰でも利用できるからで、管理者の判断による。

C:CGIをうまく使えば、統計も取りやすかったのではないか。

Q:実行委員会もWEBで実施したのか?A:実行委員会用のホームページで実施した。Q:プロシーディングは、Tex, ポストスクリプトで提出したのか?

A:そうである。アクロバットも考えたが、今回は見送った。

Q:このような形態のサービス、シンポジウムに否定的な意見はあったか?

A:画面上で論文を読むのはつらい、という意見は有った。核データサービスに対しては、運営された経験のある方々には好評である。マンパワー削減には、効果がある。C:このようなサービスは、原子核工学の教育に有効である。九州大学、京都大学では、既に利用している。また、学生実験のデータベースとして必要である。

C:検索エンジンの作り方によっては、よい使い方があるのでは?例えば、半減期から各種を探すような機能が考えられる。

第25回会合

1. 日時：平成9年1月24日(金) 13:30~17:00
2. 場所：大手町ファイナンシャルセンター 2104号会議室
3. 出席者：22名

古田一雄副主査、鈴木穎二(工学院大学)、幸田武久(京大)、金野秀敏(筑波大)、高橋信(東北大)、吉川信治、森(動燃)、松岡猛(船舶研)、浅間一(理研)、古賀(発電技検)、徳稲(関電)、松岡(原子力安全システム研)、横江(中部電力)、小林康弘、氏田博士、山田直之(日立)、門田一雄、兼本、西尾、荒川(東芝)、大野崇(三菱重工)、谷淳(ソニー)

講演1「群知能ロボットシステムの要素技術とその応用による協調的動作」

理研 浅間一氏

多数の自律型移動ロボットから構成される群知能ロボットシステムの開発に関し、特に下記に示す、協調的に動作するためのハードウェア要素技術を中心に紹介された。

- (1) 全方向移動機構
- (2) 衝突回避メカニズム
- (3) 相互協調搬送メカニズム
- (4) 環境とのインタラクション機構
- (5) 人間とのインタラクション機構

Q：IDC(Intelligent Data Carrier)のデータ量は？

A：現在は、256kであるが、将来は画像情報も入れたい。なお、通信にはFM変調した電波を使用している。

Q：ロボットには、ボルト締め等大きな力を必要とするケースもあるのではないかと？ A：現在は、1台ではできない作業を多数の協調により達成するという点に着目した開発を行っている。環境が予め決められれば、それに応じたロボットを作るということになる。

Q：ロボット2台と3台以上の協調に本質的な相違があるか？

A：例えば、2台では1対1のコミュニケーション、3台では、ポーリング等というように異なる。一般に、センサ、アクチュエータを含めて1、2、3、10、100...と、桁が上がると違う話になると考えている。

Q：固い床以外を走行するロボットについては、どういう研究がされているか？

A：例えば、海中を潜航するロボット、キャタピラを使った農業、林業用ロボット、宇宙で作業するロボット、災害救助用ロボット等が研究開発されているが、軟弱な床を走行するロボットについてはあまり研究されていない。

講演2「A Dynamical Systems Approach to Represent Cognition of Robots

A View of the Internal Observer -」

ソニーCSL 谷淳氏

従来の認知ロボットの開発では、物理的世界をシンボルにより記述するExternal Observerのアプローチを採っており、記述と現実のギャップであるSymbol Grounding Problemを抱えている。これに対し、谷氏は、シンボル操作と等価な処理をReal Numberで行うダイナミカルシステムズアプローチを提案されて

いる。本アプローチでは、環境の記述と操作が不可分のものとなり、それらをコヒーレントな力学系として構成する。本講演では特に構成論的アプローチに係わる認知と自律性、内部観測論と記述の問題、自己と身体性、多様性の発生について紹介された。

Q：リカレントニューラルネットワークによる学習と実行の区別は？

A：リカレントニューラルネットワークの学習は、ステップと称するブランチ単位で実施している。この学習は現在、オフラインで実施している。

Q：学習できるできないとはどのように区別されるか？

A：学習できない場合、局所最小点に陥り、エラーが発生する。

Q：ポテンシャル法との違いは？

A：ポテンシャル法はグローバルに神の目が存在する。本例は内部観測である。

Q：資源アロケーションはどのようにしているか？

A：観測時間をパラメータにして、何秒みたら止めるというようにしている。どれだけ認識しているかを認識する仕組みが必要と考えている。

Q：センサーの違いで、アトラクターに違いができるか？

A：同じ環境で実施していないので正確には言えないが、高次元なアトラクターができるのではないかと。

Q：ビデオで紹介されたロボットにおける認知は何か。

A：画像情報をホップフィールドネットワークで認知する。10x10x3 画素情報をロボット外のワークステーションで処理している。

研究グループ紹介

「人間中心のシステム」の実現をめざして -東京電力（株）ヒューマンファクター研究室-

1.はじめに

今日の科学技術の発達は目覚ましいものがあり、人間を取り巻く環境は急速に変化している。例えば、マイクロプロセッサを中心としたコンピュータやネットワークの発達は極めて急速で、さまざまな設備が巨大化、自動化、複雑化といった著しい変化をしている。一方、経験者の減少、労働力の質的变化、価値観の変化といった人間の変化も生じている。例えば、景気の変化や情報の国際化の影響が企業に訪れ、これまでの常識と考えられていた年功序列や給与体系にも変化が現われて始めている。これに伴い、若年労働者だけでなくベテラン労働者にも意識変化の兆しが現われ始めている。

東京電力（株）原子力研究所ヒューマンファクター研究室は、平成3年（1991）7月に設立された。本稿では研究室の概要について説明する。

2.研究室のミッション

今日までの考え方は、テクノロジーを中心とした考え方で、例えば、人間に教育訓練を行い、与えられた機械を使いこなすという考え方が支配的であった。したがって、使いこなせない場合は人間の方が悪いとされ、この考え方は当然のこととして人間自身も疑問を持たずに受け入れていた。しかし、トラブルや事故の多くの事例は、人間と、人間を取り巻くハードやソフト等の不整合から問題が生じていることを示している。教育や訓練では困難な適合性を人間に求めるシステムの存在も指摘されている。もちろん人間自身にも問題がある場合も多い。そこで、当研究室では、この考え方を改め、人間特性に人間を取り巻く要素を合わせべきであるという基本的考え方を進めており、これを「人間中心のシステム」作りと呼んでいる。ここでのシステムとは組織、制度までも含んだ広い意味である。

この「人間を中心としたシステム」を実現するためには、設計や管理する側に人間の特性とはどういうものであるかが解っていなければ適切なシステムを作ることはできない。そこで、当研究室では、人間を研究して人間の特性を明らかにし、それを整理して実用的な要求事項あるいは対策として現場に提案していくことを第一のミッションとしている。その際重要なことは、単なる要求や対策ではなく、科学的な根拠に基づいたものでなければならないということである。そのために、当研究室ではデータ収集と理論を構築するために、いくつかの特徴ある実験設備を整えている。

3. ヒューマンファクターの定義とm-SHELモデル

設立当時、ヒューマンファクターの用語の定義そのものが曖昧で統一的なものがなく、現場への説明に困難を生じた。そこで、当研究室では、まず、用語の定義から着手した。

ヒューマンファクターという用語が二つの使われ方をしているという事実から、「ヒューマンファクターとは、人間と機械等からなるシステムが、安全かつ効率よく目的を達成するために、考慮しなければならない人間側の要因」とし、「ヒューマンファクター学とは、人間に関する基礎科学で得られた知見を、人間と機械等で構成される産業システムに応用して、生産性、安全性および人間の健康と福祉を向上させるための応用的科学技術」と定義した。この定義から分かるように、当研究室では、ヒューマンファクター研究の目的は、産業システムの安全性、効率、そこに働く人々の健康と福祉を実現すること、と理解している。そして、最終的には人間への理解が組織内に広まり、人間中心のシステムが実現されることを目指しているのである。また、今後、未だ整理されていないヒューマンファクター学を体系付ける必要があると考えている。

また、現場に「ヒューマンファクターとは何か」を理解してもらうため、ヒューマンファクターの説明モデルを用いている。このモデルには、当初、航空界で広く用いられているSHELモデルを用いていたが、管理が最も重要であるにもかかわらず、このモデルでは管理の要素が明確でないことから、SHELモデルに管理の要素mを加え、m-SHELモデルを作成した(図1)。



図1 m-SHELモデル

4. 研究設備の設置

平成6年(1994)10月、ヒューマンファクター研究室は、横浜に新しく建設された技術開発センターに移転した。移転により当研究室は実験設備を備えた。図2はその実験室の平面図を示している。実験室は、データ管理室、シミュレータ実験室、基礎実験室、環境実験室およびその付属の部屋から構成されている。この実験設備も前述のm-SHELモデルをベースに設計されている。

データ管理室では、主にヒューマンファクターに関するヒヤリハットを主とした現場のデータや実験データ、その他関連資料を取り扱うように考えられている。特にデータの厳格な管理が考慮されている。また、将来のコンピュータ通信を利用して、現場と直接ネットワークにより情報の収集と分析、フィードバックを行う予定であ

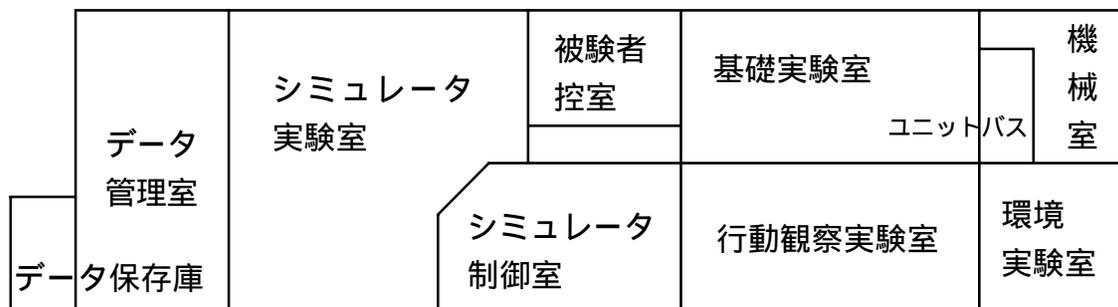


図2 ヒューマンファクター研究室実験設備の平面図

る。

シミュレータ実験室では、主に人間とハード、ソフトについての研究を行っている。写真1は研究用シミュレータ制御室を示している。このシミュレータはBWRの第二世代原子力発電システムを模擬している。模擬の範囲はほぼ訓練用シミュレータと等しい。また柔軟性や拡張性を持たせるために、汎用のEWSとLAN、22台のCRTにより構成されている（写真2）。当社の設備の中でも原子力発電システムは、規模が大きく複雑であり、高度な運転の品質を求められるため、ここでの研究成果は他の分野にも応用可能であろうと考えている。

基礎実験室（写真3）では人間-人間の関係を主に研究している。これまでに発電所運転員クルーの人間関係の改善のための訓練プログラムを開発し、完成したものはすでに現場で利用されている。

環境実験室（写真4）では、現在、シフト勤務に関する基礎研究を行っている。電力供給は24時間休みなく行わねばならず、シフト体制は避けられないものである。最適なシフト体制の提案をめざして、主に人間の生理学的な観点から睡眠や夜間の人間のパフォーマンスの基礎実験を行っている。

5. 研究室の特徴

(1) 現場と密着した研究

当研究室の特徴の一つは、現場重視の研究体制であろう。実際に発電プラントを運転している企業の研究室であるため、常に現場への応用を求められる。現場は問題へ直ちに適用可能な答えを求めている。そのため、現在現場で困っている問題だけの答えではなく、これから生じるであろう問題についても先回りをして研究を進めておく必要がある。

当研究室では、ヒューマンファクターの研究は現場の人間の研究であるということを深く認識している。したがって、当研究室では、現場から求められるヒューマンファクターに関する研究は可能な限り優先される。

(2) 現場の支援

写真1 シミュレータ制御室

写真2 研究用シミュレータ

写真3 基礎実験室

写真4 環境実験室

研究と同様に当研究室は現場の支援活動を重要視している。この支援活動の比重はかなり大きい。当研究室では、ヒューマンファクター研究の成果の実現、すなわち、人間中心のシステムの実現には、ヒューマンファクターカルチャーの醸成が必須であると考えている。研究成果は現場で利用されることを目標としている。そのためには、現場にヒューマンファクターの重要性を認識してもらうことが重要である。この理解のためには、日常における研究室と現場との関係が極めて重要であり、このためにも研究員は積極的に現場に足を運び、現場の人と交流を行うことを日常の業務としている。

6.研究内容

研究は大きく分けて3 つに分けられる。まず応用研究である。現在、これは運転と保修に分けられている。これまでの訓練用シミュレータを使った研究から抽出された研究課題を実施していると同時に、ライン支援の目的で研究を実施している。前述のチームパフォーマンスの向上策の研究や緊急時における人間行動の研究、警報や単位の変更が人間のパフォーマンスに与える影響の研究などは、シミュレータ実験の観察から抽出された研究テーマの例である。一方、過去のトラブルデータは、運転時のヒューマンエラーの問題よりも保修時の問題の方が比率が高いことを示している。したがって、運転と同様に保修の問題も重視して研究を行っているが、保修のヒューマンファクターの問題は、運転と比較して極めて困難である。この理由としては、保修作業では研究対象が非常に多く重要なポイントを絞りにくいとか、当社が直接保修作業を行っているのではないため実態をつかむことが難しいことなどが挙げられる。また、保修作業の問題は、要因の大きさの程度に突出したものがなく、これをやれば極めて効果的という研究対象がつかみにくいという現実がある。しかし、当研究室では、保修こそが今後の重要なヒューマンファクターの研究テーマと考え、今後も地道な研究を継続していく計画である。

2 番目の研究の分類は、データベースである。ヒューマンファクター研究ではこのデータベースが特に重要である。現場のヒューマンファクターに関するトラブルやインシデント、ヒヤリハットの情報を日常の業務の中で収集し、ヒューマンエラーの空間的（どのような場所で）、時間的（いつ、これからの傾向）といったものをつかみ、先見的に研究を行い、対策をとっていくというシステムが重要である。日常業務の中でデータを収集できるようにするためには、現場がヒューマンファクターの重要性を深く理解するとともに、報告する者にとってメリットのあるデータベースシステムとしなければならない。今後整備されるコンピュータネットワークをどのように利用するかが課題である。さらに、このデータベースシステムは、原子力に限らず人身災害をふくめた広く他の部署にも広げていく計画である。

以上の応用研究、データベースシステムの研究を支えるものとして、3 番目の研究分類として基礎研究がある。現在は、制御盤の評価手法の研究、状況認識（SA）の研

究、生理学的基礎研究などを行っている。その他、平成8年度からは、原子力分野だけでなく、給電指令所におけるヒューマンファクターの研究にも研究対象を拡大した。給電指令訓練センターの訓練用シミュレータを使い、原子力で開発した研究のアプローチ方法を適用している。

7. 研究員

当初7名でスタートした研究員は平成9年1月現在、9名の研究員となっている。参考までに研究員の専攻を紹介すると、9名中5名は心理学を、1名は管理工学、他の3名はそれぞれ原子力工学、電気工学、機械工学を専門としている。応用を目的とした研究では過去に何を専攻したかよりも現状の問題をどのように分析し、解決のための研究計画を立てて実施するかが求められているので、過去の専攻にあまりこだわらずに新しい課題に向けて研究を行うようにしている。

また、現場の体験や経験を重要視しており、女性研究員も現場の実習を行うこと、あるいは現場経験のある者を研究員としている。

8. 将来計画

すでに説明したように、当研究室では現場指向が強く、応用研究や現場の支援活動を重要視している。基礎研究を十分にやるだけのリソースがないので、基礎の部分は文献に頼らざるを得ない。しかし、文献から得られる実験室実験の結果は参考にするのが、応用においてはさらに追加実験を行い、現場への具体的応用のためのデータやガイドラインを作ろうとしている。例えば、人間工学の教科書のデータは参考にするが実際の応用の際にはもう一度現状に照らし合わせてデータを評価するとか、あるいは、新しいインタフェースの提案があっても実験室実験の結果を直ちに現場に適用するのではなく、実規模に近いものでその有効性を検証して現場への適用を提案するといったやり方である。実際の問題としてスケールの違いは大きいと考えている。実規模の模擬範囲を備えた研究用シミュレータを設置した理由の一つはこれである。このようなことは予想以上に頻繁に生じるのではないかと考えている。

原子力のより一層の安全のためには、当研究室だけの研究の範囲と深さでは不十分であることは当然である。今後は外部のヒューマンファクター研究機関や大学ともより積極的な情報交換や、可能であれば共同研究などを行っていきたいと考えている。

(河野龍太郎)

住所：〒230 神奈川県横浜市鶴見区江ヶ崎町4-1

電話：045-585-8988 FAX：045-585-8998

編集後記

例年より大変遅くなりましたが、マンマシンシステム研究連絡会平成8年度会報をお届けします。編集の怠慢で原稿の依頼が後手後手に回ってしまいまして、恒例の「学生の声」が落ちてしまいました。申し訳ございません。

昨年度の会報もWWW上にまだ公開していない状態ですが、来年度からは全て電子媒体でと考えている次第です。この会報の大部分を占めます調査研究委員会の活動内容は現在でもWWWで御覧になれますし、印刷代を考えると製本する時代は終わったかなと考えております。

この会報はPageMaker 6.0で編集しておりますが、PageMaker 6.0はWindows版もマック版もデータの完全な互換性があります。私はマックで編集作業を行っていますが、このデータをダウンロード可能な状態にすれば、PageMakerをお持ちの方は簡単に全く同じイメージを自分で印刷できるわけです。また、Acrobatと呼ばれる共通データフォーマットもまもなく利用可能になりますから、その時は無料で配布されているAcrobat Readerをインストールするだけでデータを見たり印刷したりすることが可能となります。このように電子媒体を取りまく環境は日々発展しつつありますので、来年度からの会報の電子媒体化に御賛同いただきたく存じます。

編集担当：高橋 信









