

巻頭言

新たなHMS部会の発展を目指して

部会長 吉川 榮和（京都大学）

北村前部会長のご指名で、本年4月に部会長を引き継ぎました。よろしく申し上げます。昨年
の関電美浜事故など、原子力では数々のトラブルの発生で、原子力界では益々ヒューマンファ
クターが重要になってきています。原子力学会の中で、いち早く、ヒューマンファクターや安全
文化への取り組みを行ってきた本部会の活動が、これから益々期待されるところです。また当部
会の先達と現メンバー達が世界に先駆けて開発してきた新型中央制御盤や各種運転支援システ
ムの開発実用化、ヒューマンインタフェース評価技術開発など数々の成果は、私どもHMS部会
員の誇りにするところです。

過日には朝日新聞の記事で論説委員の方が、最近、原子力界では、社会の安全と安心 と
いう言葉が流行しているようだが、原子力界の安全と安心への取り組みは信じていけない、
と書いておられました。私は、先日、若狭地域での講演会で、「共生社会のリスクコミュニケーション」
と題して、原子力発電のリスクコミュニケーションは従来のPAではなく、むしろ原子力関係
者自身が誇りをもって自らの知識レベルと技術力の向上をはかるように切磋琢磨しあい、お互い
が常に創造的に学習しあう、安全文化醸成活動の推進こそが本筋であり、社会や地域に信頼を
得る道であることを力説致しました。技術への社会の安全と安心は別に原子力だけの問題でなく、
我が国では最近経済的な効率を一方的に追求するばかりに社会的事件を惹起し、技術一般へ
の社会の安心観、安全観は大きく揺らいでおります。過日のJR西日本の近郊電車脱線事故でも、
運転手個人の問題というよりも会社自身の運営のあり方がそれを引き起こしたという、組織事故と
しての見方が前面に出ております。しかし、新聞社の論説委員のかたにはそれを予見できたでしょ
うか？大事故が起こってからあれこれ原因と対策を論じることは誰でもたやすいことですが、それ
が起こる前に予見し、予防対策を提案して未然に防止することは、實際上、種々の社会的要因
があって難しいことです。とくに組織の一員として会社上層部に運営上の問題点を指摘してそれ
を改めさせることは、元来、人のやることにけちをつけたり、欠陥を曝露することにもなりかねず、
大変勇気のいることです。また、大事故が起こるたびにそれをこうこういうコンセプトで解決でき
ると、目新しいが抽象的な名のついた、大きな予算の新たなプロジェクトも立ち上がりますが、得
てして現実の問題解決にはほど遠いコンセプト倒れの練習問題に終始したり、あるいはアカデミ
アには原子力を食べ物にするだけだ、と批判されることもあります。

こういった風潮から、一部には悲観論、閉塞感、無力感があるようにも見えますが、天は自ら
助けるものを助ける、と信念をもってそれぞれの持ち場で大いに希望をもって地道に努力するこ
とが大事だと常々考えています。とくにその観点では、原子力発電に携わっておられる電力会
社の方々が自らの事業の問題として、自助努力でヒューマンマシンシステムの技術改良や運転
保守における諸々のヒューマンファクター、組織要因の改善に、原子力メーカ、大学等の方々
と取組み、原子力発電の品質向上へと着実に邁進されますことを祈念しております。私ども
HMS部会運営委員会役員一同におきましても、原子力事業の一線でご活躍の皆様にご参考
になるような企画、広報等の取り組みを展開することによって、原子力界で必要とされるヒュー
マンファクタ向上に貢献していきたく考えております。

今年度から昨年度までの本部会研究調査委員会を再編してHMS研究調査委員会とし、HMS
部会の運営委員会およびHMS研究調査委員会に新しい血として、電力事業各所にご活躍の

方々に多数加わっていただくようお願い致しました。6月には新たなHMS研究調査委員会委員の方々にも呼びかけて、HMS研究調査委員会を久しぶりに京大で開催し、昨年度で終了した原子力メーカ各社による5年間の「フレキシブル・メンテナンス・システム」プロジェクトの広範な研究成果を紹介して頂きました。当日の研究発表と質疑応答の概要は、本会報で紹介していますので、是非、ご覧下さい。原子力発電の安全性と効率性の向上という、一般には両立しがたいと思われる相克する課題に応えるための新たな技術開発の幾つかが紹介されています。また、本会報では、昨年度9月に関電美浜事故直後に敦賀で開催した平成16年度夏期セミナーの概要を紹介しています。本号には時間的な関係で報告が間に合いませんが、今年7月下旬に東北大学で開催しました平成17年度夏期セミナーにおきましても、原子力発電のPSAのための人間信頼性解析法研究への今後の取り組み方、リスクベースメンテナンスへの取り組み方、中央制御室のマンマシンシステム設計評価の規格基準への取り組み、リスクコミュニケーションへのWEBの活用方法など、原子力発電事業の動向に直接関わる課題を取り上げて、国の機関、電力会社、原子力メーカ等でHMSに直接実際に関わっておられる方々にご講演をいただきました。当日夏期セミナーに飛び入りで参加頂いたNHK仙台放送局放送部の菊地卓司さんからは、後日、HMS部会の皆様にメッセージを寄せて頂きましたので、ご本人の了解を得て、以下、紹介させていただきます。

「先日は楽しい機会を与えていただき、ありがとうございました。シンポジウムの発表内容も大変盛り沢山で、あらためてこの分野の多様性を感じました。講評では、あえて実社会とのつながりと言う観点で話をさせていただきましたが、刃物の切れ味を磨いている人に最初からそれを使った後の作品の出来を聞いているようなもので、そこでそれを言ってもねえ、と言うような事を申し上げたかな、と反省しています。ただ、あえて重ねて言えば、リスクコミュニケーションでは、相手となる公衆をまさに”対等なパートナー”と認めたいわけで、どちらかがわけのわからないこと、根拠のあいまいなことを言えば、「いい加減なことを言えばきっちり論破する」という気概を持って行わねば、そうでなければかつて流行った”PA”と同じになるのじゃないかと言う危惧も感じます。(すでにパブリック・アクセプタンスがPAと言い換えられたようにリスクコミュニケーションも”リスコミ”と言い換えられつつあります。) WEBが便利な道具であることは論を待ちません。そして、それをいかに現実の中で活用し、杉万先生が見出されたような知らず知らずのうちに人に伝わってゆくカルチャーのようなものの醸成手段として育ててゆくかということを、平行して研究されていくべきなのではないかと思いました。」

この今年の夏期セミナーの報告や今後行う予定のHMS研究調査委員会の開催、各種協賛事業の案内は、メーリングリストによるサービスやHMS部会ホームページへの掲載によっていち早く会員の皆様へお届けしたいと考えております。

以上、今後のHMS部会活動の新たな方向を展望するとともに、その方向へ再スタートを始めた状況の一端を紹介いたしました。会員の皆様には、最寄りの部会運営委員に、どんなことでも結構です。部会活動へのご期待、ご要望、ご意見をお寄せ下さいますようお願いいたします。また、周辺の方々にも呼びかけていただいて、多くの若い血、新しい血がHMS部会に入って参りますことを期待しています。どうかよろしくお願ひします。

活動報告 第15回「ヒューマン・マシン・システム研究セミナー」報告

2004年9月2～3日（福井県敦賀市 ウェルサンピア敦賀）



今回で15回目となるヒューマンマシンシステム研究部会夏期セミナーは、シンビオ社会研究会と共催で、原発銀座とも言われる若狭地区の福井県敦賀市ウェルサンピア敦賀で平成16年9月2～3日に開催されました。

本セミナーのテーマは、「ヒューマンインタフェースとリスクコミュニケーション」であり、各方面から60名の参加がありました。第一日目(9月2日)は「IT活用による現場作業の支援技術」についての技術展望、パネル討論「原子力リスクコミュニケーションの取り組みー地元生活者と現場で働いておられる方々との対話」、第二日目(9月3日)は、公共的観点からの規制行政の課題、原子力への社会世論の変遷、という違った切り口から、原子力発電への課題を考究するために、それぞれの方面の一線で実際の活動をリードされている方々を講師に招いて講演をお願いしました。さらに、先日の関西電力美浜発電所の事故に関して、その事故速報と討論の時間を特別に設けました。第一日目の夕方には懇親会が開催され、カジュアルな雰囲気の中で、セミナーに引き続き熱い議論が続けられました。また、第二日目の午後には、核燃料サイクル開発機構の協力を得て、もんじゅとその関連施設を見学しました。以下に、セミナーのプログラムを紹介します(敬称略)。

- ・ 部会長挨拶
北村 正晴 (東北大学)
- ・ 特別講演「原子力と学会の役割～日本学術会議会員として」
木村 逸郎 (原子力安全システム研究所)
- ・ 技術展望「IT活用による現場作業の支援技術」
「次世代プラントの現場作業支援システム開発事例紹介」
ウウェイ (三菱電機)
「フレキシブルメンテナンスシステム開発の紹介」
渡辺 長深 (三菱重工業)

「VRVirtual Reality 及び ARAugmented Reality 技術を用いた解体計画支援システムの開発と課題」

井口 幸弘（核燃料サイクル開発機構）

- ・パネル討論「原子力リスクコミュニケーションの取り組みー地元生活者と現場で働いておられる方々との対話」
- ・「最近の事例に見る保安活動におけるヒューマンファクターの課題と取り組み」
牧野 真臣（原子力安全基盤機構）
- ・「原子力の世論ー10年間の調査からー」
北田 淳子（原子力安全システム研究所）
- ・特別企画「美浜事故概要速報と討論」
夏期セミナー実行委員会
- ・閉会の辞
吉川 榮和（京都大学）
- ・核燃料サイクル開発機構敦賀本部施設見学

以下では、各講演とパネル討論の概要を報告する。

9月2日(水)

(1) 特別講演

「原子力と学界の役割 - 日本学術会議会員として」

(株) 原子力安全システム研究所 技術システム研究所 所長 木村 逸郎

日本学術会員としての活動について、第18期の「学術の在り方」常置委員会、第19期の「安全・安心な社会と世界の構築」特別委員会への参加、原子力工学代表として文部科学省科学研究費補助金の計画と実施への協力、「日本原子力研究所と核燃料サイクル開発機構の統合と我が国における原子力研究体制について」（平成14年5月）と「国立大学法人における放射性同位元素・放射線発生装置・核燃料物質などの管理について」（平成15年3月）の2つの対外報告のとりまとめ、原子力学の再構築のため、「人類社会に調和した原子力学の再構築」対外報告のとりまとめなどを紹介された。また、過日の関西電力美浜3号機2次系配管事故について、なぜ当該場所の検査が抜け落ちたのか、2次系配管破損事故に対する備えは十分であったか、など疑問を上げられ、原子力発電の安全に取り組む者として、また、福井県原子力安全専門委員会の委員として、事故を受け止めていきたいとの感慨を述べられた。



(2) 技術展望：「IT活用による現場作業の支援技術」

1. 次世代プラントへの現場作業支援システム開発事例の紹介

(三菱電機) ウ ウェイ

電力自由化や原子力への社会的受容低下の現況下、原子力発電に課せられる安全性と経済性の両立を図る道として、オフサイト運転保守センターの統一概念の基に、複数プラントの運転保守管理をネットワーク化して要員をオフサイト運転保守センターに集中することにより、省力化、知識集約化、を達成しよう、そのために必要な次世代のHMS技術を開拓しよう、という意図で取り組まれた、三菱グループと大学のHMS研究者による共同プロジェクト『原子力発電所運用高度化のための次世代ヒューマン・マシン・システムに関する技術開発』の研究成果の中から、配管系統隔離作業支援システムの開発、現場作業者の視線情報を活用した遠隔協調作業支援システムの開発、現場情報収集とトラブル対処支援システムの開発という、現場作業支援に関する3つのシステムの開発成果が紹介され、今後の技術実用化に向けた開発方向の展望があった。



2. フレキシブルメンテナンスシステムプロジェクトの紹介

(三菱重工) 渡辺 長深

原子力プラントでは13ヶ月に一度定期点検が義務づけられ、プラント稼働率を高めるため30日～100日に及ぶ定期検査の信頼性を確保しながら期間を短縮することが求められている。またプラントの高経年化と熟練技術者の減少も保全技術に注目する背景である。保守高度化技術と訓練高度化技術の高度化をはかるためFMSプロジェクトが三菱重工、三菱電機、日立、東芝4社によって進められている。具体的には、保守高度化技術では、非接触・遠隔操作型のセンサーの開発、オンラインリモートメンテナンス型制御装置の開発、インテリジェント保守管理技術の開発、訓練高度化では、保守ノウハウの体得化とプラント体感技術の開発に取り組まれている。講演では三菱重工担当の技術開発であるメンテナンスフリーセンサーの開発、センサーの点検周期判断支援技術の開発、大型機器／電気設備保守作業の訓練システムの開発を中心に報告された。



3 . Virtual Reality 及び Augmented Reality 技術を用いた解体計画支援システムの開発と課題

(核燃料サイクル開発機構) 井口 幸弘

新型転換炉ふげんは、26年間の運転を経て、2003年3月29日に運転終了、今後廃炉が予定されている。廃炉には10年間の準備期間があり、この間に使用済み燃料の搬出と廃止措置技術開発を行い、その後は解体撤去、廃棄物の処理処分の廃止措置を実施する。ふげんの廃止措置技術開発には、解体計画の評価技術、重水・トリチウム関連技術、原子炉本体解体技術などの項目があり、特に廃止措置を早く安く確実に実施することが重要である。このために現在、廃止措置エンジニアリング支援システム(DEXUS)を開発している。DEXUSは大別して(1)解体計画時の支援システムと(2)解体実施時の支援システムがあるが、講演では(1)に関連して「放射線環境下の解体作業シミュレーションシステム」開発と(2)に関連して「現場可視化システム」開発が紹介された。



(3) パネル討論

「原子力リスクコミュニケーションの取組み - 地元女性と現場ワーカーの対話」

司会：(旭リサーチセンター) 秋元 真理子

パネリスト：現地から女性3名、現場ワーカー2名が参加

コメンテータ：八木 絵香 (社会安全研究所)、

杉万 俊夫 (京大人間・環境学研究科)

原子力と共生する地域の女性3名と原子力の現場で働く男性2名がパネリストとして参加し、原子力に対するイメージ、原子力への要望、マスコミや一般社会と地元とのギャップ、地元と発電所とのコミュニケーションのあり方などの議論の後に、2名のコメンテータによる講評と司会者による全体の纏めがあった。今回のパネル討論から、現場や地元の人々にとっては、原子力を特別なものではなく、あくまで日常の一部としてとらえていること、したがって、現実に即した情報やコミュニケーションが望まれていることが示唆された。公的な場に限定されない交流ネットワークを支援する仕組みを設けていくことが重要と思われる。



9月3日(木)

(4) 講演

1. 最近の事例に見る保安活動におけるヒューマンファクターの課題と取組み

(原子力安全基盤機構) 牧野 真臣

国に報告された事象あるいは原子力発電情報公開ライブラリー NUCIA に掲載されている事象で、人的要因による最近の事象の傾向として、反応度監視操作/燃料・制御棒取扱作業時等原子力特有の監視操作あるいは作業でヒューマンエラーが連続している。これは OECD / NEA が安全実績低下の兆しとして提示している項目にあてはまるもので、原子力発電所の安全文化が脆弱になっていることを暗示している。JNES では、原子力安全文化の組織内醸成と定着化の基盤整備のために、安全文化の総合的な評価システムの開発を進めている。また原子力発電所中央制御室の技術基準について国内外の現状を調査し世界の潮流を把握し、ヒューマンファクターの観点から中央制御室の備えるべき技術要件についての評価の考え方を体系的に整理し、人間工学的設計に関する評価基準案を策定している。



2. 原子力の世論 10年間の調査から

(原子力安全システム研究所) 北田 淳子

原子力安全システム研究所による 1993 年から 2003 年 9 月までの 10 年間に渡る原子力発電に関する継続的な世論調査の結果を纏めたもので個人の回答に揺らぎがあっても世論全体としては安定性が見られ、統計的に信頼できる調査である。原子力への連想では過去の軍事利用のイメージから発電などへの利用のイメージが高くなってきた。原子力施設への不安感事故に影響されやすく、交通事故や環境破壊への不安感よりは低い。原子力発電の利用は消極的に支持され不安感よりは変動は少ない。その支持理由として発電方法の多様化に対処するために原子力の存在の必要性を上げている。女性層は事故の影響を受けやすく、概して知識度が低く意識のふれが大きい。



特別企画：

「美浜事故概要速報と討論」

司会：吉川 榮和（京都大学）

報告：久郷 明秀（関西電力）

実行委員会報告として美浜発電所3号機の2次系配管破損事故の速報が報告され、その後会場の参加者により以下のような意見交換が行われた。1. 事故発生後の情報公開活動のあり方について意見交換があった。今回は人身事故になったこと、また、過去の検査に複数の会社がかかっていることもあり、難しい面があることも指摘された。2. 事故発生後の中央制御室の運転操作の適切さにHMS専門家の観点からの



質問があった。3. 検査管理会社変更の経緯と理由について質疑応答があった。4. 昨年10月に改正された定期検査の規制や監査と今回の事故との関わりについて意見が交換され、亀裂検査だけでなく減肉検査についても民間基準の整備が必要との意見がだされた。5. 保守検査技術や検査員の技術能力の向上、材料健全性の評価法の向上などへのHMS部会のこれからの取り組みの必要性について意見交換があった。

核燃料サイクル開発機構敦賀本部施設見学

約40名の参加者が、核燃料サイクル開発機構敦賀本部を訪問し、エムシースクエアでは概要説明に続く3次元シネマによる高速炉開発の意義の紹介やナトリウム漏洩事故当時のビデオ上映ののち、国際技術センターではナトリウムの振る舞いを実見し、またその取り扱いを実体験できるデモやもんじゅ制御室の模擬シミュレータを見学して、高速増殖炉もんじゅ建設所では実際の制御室を窓から見学して9年前の



ナトリウム漏洩事故の二次系配管室を見学した後に、もんじゅサイトを見下ろす山並に隠れた新たな施設であるプラント機器構造のISI実験施設を見学した。事故後安全性強化対策を立案し、安全審査も終えて現在立地県の工事許可を待っている状況とのことであるが、あいにく美浜事故が起これるためにまた長引くことを案内に当たった方が懸念されていることが印象的であった。もんじゅ運転再開をめざし関係各位の一層の奮闘を祈念する。

〈 第 46 回マンマシンシステム研究調査委員会 〉

1. 日時：平成 16 年 8 月 6 日（金） 14：00～17：00
2. 場所：東京大学大学院システム量子工学専攻 123 講義室
3. 議事：
 - (1) 講演 1 「Applied modelling of mental processes with the cognitive architecture ACT-R/PM and agimap」

Dr. Sandro Leuchter (TU Berlin, Center of Human-Machine-Systems)

概要

Models or simulations of mental processes during the operation of technical systems can be applied to system design, as part of support systems, for developing trainings, and to classify human errors. A current approach is to ground such human performance models on cognitive architectures like EPIC or ACT-R/PM. From an engineering point of view cognitive architectures lead to better and less expensive human performance models because the person developing the model is constrained and guided by the assumptions and specifications of the architecture. The subject matter of such architectures leads to comparatively fine-grained models. As an example ACT-R/PM offers detailed mechanisms in the areas of memory and perception/action. Thus the complexity of human performance modelling is still quite high. Agimap is a new enhancement of ACT-R/PM to simplify modelling of perception in this cognitive architecture through tool support and sub-model reuse. Though agimap has been developed in the area of chemical plant operation it is applicable in many other human-machine system domains with minor modifications. The talk introduces cognitive architectures as a tool for human performance modelling and presents agimap as a tool and as a concept.

- (2) 講演 2 「大型船舶の操船におけるヒューマンファクターの分析」

～シミュレータトレーニングのデータベース化

安藤英幸 氏（東京大学環境学専攻）

概要

大型船舶の操船におけるヒューマンエラーの分析は、今後の操船ブリッジのデザイン、トレーニングや組織の見直しにとって重要な課題である。我々は、シミュレータトレーニングにおける作業に関して、ビデオ、音声、発話、シミュレータのログ、トレーナーの評価といった時系列の記録をデータベース化し、ニアミス等のインシデントに至る過程を探索的に分析し、エラーの類型化、背景要因を把握するアプローチで、この課題に取り組んでいる。開発中のシステムと分析事例について述べた。

〈第 47 回マンマシンシステム研究調査委員会〉

(電気学会 次世代の原子力運転保守技術調査専門委員会と共催)

1. 日時：平成16年11月24日（水） 13：30～12：00
2. 場所：日本原子力学会会議室
3. 出席者（敬称略）：

榎木（京大），沼野（海技研），五福（岡山大），古田（東大），高橋（東北大），古川（筑波大），鈴木（工学院大），國頭（東京電力），今井（関西電力），増井（三菱総研），渡辺（三菱重工），大賀（日立），瀧澤（東芝），倉田（中部電力），牧野（JNES），氏田（エネ総研）

4. 議事

(1) 講演：「共適応原理に基づく人間と自動化のインタラクション設計」

榎木 哲夫 氏（京都大学大学院工学研究科）

概要：

人間と機械（自動化）との間で分業化が極度に進んだが故にもたらされるさまざまな負の効用が現れ始めている。T.Sheridan (MIT)はこの傾向を自閉的な自動化（Autistic Automation）として警鐘を鳴らし、自動化の能力としてユーザとなる人間や他の自動化モジュールとの関係生成能力の具備の必要性を説いている。本講演では、機械システムと人間が特定の作業環境のもとで安定して調和のとれた良好な関係を築いていくためのインタラクション設計の技術課題と解決法について、我々の推し進める共適応原理の概念について紹介し、この概念に沿ったナレッジマネジメントシステムの開発や、情報機器とのインタラクション設計、プラント・航空機における監視制御系の会話モデル、遠隔操作ロボット系、インタフェースエージェント等の研究事例を織り交ぜ概説する。

質疑応答：

Q：運転員は運転支援システムを盲従するか信頼しないかの両極端のどちらかとよく言われるが、共適応原理の概念に基づいた数理モデルでそれが説明可能か？

A：その目的でモデルを作っている。何を变えるかによってダイナミクスが変わるかの説明がつく。我々のアプローチは構成論的であり、理論上は何をどう作り変えれば良くなるかが説明できる。

Q：ゲームの例では、ペイオフは途中で変えている？

A：変えている。

Q：ペイオフとはエージェントが認識しているペイオフの意味？

A：そうである。

Q：複雑性の意味は？

A：人間と自動化が組み込まれた機械を含めた複雑性である。相互作用がタイトカップ

リングであるが故に相互作用のメリットが生かされていないし、それぞれの要素が揺らいでいる。人間と機械との相互作用には相手の気持ちを探る行為も現れるが、今までの自動化システムにはそれが許されていなかった。

Q：ルーズカップリングの意味とは？

A：はずしてはいけないバウンダリはあるが、ある程度のデビエイトは許すという意味である。

Q：加圧器の状態遷移モデルでは、運転員の方は縮約モデルになっているので不確実性が現れるはずであるが、そこをどう扱っている？

A：代表的な状態で運転員は状態を認識しているとしている。

Q：人間が悪い方向に慣れていくことをどのように制御できる？

A：具体的解決策はわからないが、慣れるということは可能性の追求を放棄していると捉えられるので、大きく揺らぐシステムが良いのかもしれない。なお、慣れもモデル化可能と考えている。

(2) 講演：「人間・機械協調による大規模プラントの運転・保全」

沼野 正義 氏 ((独)海上技術安全研究所)

概要：

原子力プラントのような大規模プラントは、訓練された運転チーム、保全チームにより適切なインタフェースを用いて運転されている。人間は、単に測定された温度、流量ならびにポンプやバルブの状態を監視するだけでなく、各種の自動制御や警報システムの支援を受けている。また、巡回点検による現場確認や、現場作業者との密な情報交換により、的確にプラント状態を把握している。これらを人間・機械の協調による運転作業と見なすことにより、運転・保全作業を人間・機械に適切に配分するとともに、適切な情報管理に基づく情報の共有により、チーム相互の意志の疎通が可能となり、安全かつ効率的な運転・保全を行うことができる。このために、人間・機械がプラント情報を共有するためのインフラを設計し、プロトタイプを作成した。原子力基盤クロスオーバー研究の「人間共存型プラントのための知能化技術の開発」プロジェクトにおいて、理化学研究所、産業技術総合研究所と連携して、デモンストレーションシステムを開発し、この手法の有効性を検証した。

質疑応答：

Q：意味軸の拡大とは？

A：ビューはある写像（加工）されたものであり、今回はその枠組みを構築した。意味は人間が解釈する。

Q：大局観を持たせる考え方は？

A：様々なエージェントは様々な視点からプラント情報を提示する。オーバービューを提供し、それぞれのエージェントがどの視点から見ているか分かるようにしている。マルチカーソルが大局的直感的な表示のキーと考えている。

Q：環境サーバに蓄積する情報は画像を中心として一部テキストも含まれているようであるが、他にどんな情報があるか？

A：データベースの中身は自在に設計できる。例えば、ロボットに対する情報として床面の状況もある。床の場合にはメッシュ、配管についてはミクロ的には三角パッチ、マクロ的には部品単位で蓄積する。

Q：感覚的にはユビキタスコンピューティングをしていることになる？

A：そう思う。

Q：オペレータはどういうタスクをする？

A：人間とエージェントの適切な負担配分を考慮することが必要であり、例えば、コンピュータには単純だが重要なタスクを担当するが、知的な処理は人間との協調作業で行うことを考えている。

Q：故障の起こる確率は低いと仮定している？

A：そう考えている。

Q：エージェント間の協調の仕組みは硬い関係となっている？

A：フラグ管理で行っており、硬い関係と言える。

Q：状況により協調の仕方が変わるようになっている？

A：場を介した協調と考えている。

〈 第 1 回 HMS 研究調査委員会 〉

1. 日時 平成17年6月17日（金）13：30～17：00
2. 場所 京都大学百周年時計台記念会館 国際交流ホール I
3. 出席者 42 名

HMS 研究調査委員会委員（石井（京都大）、今井（関西電力）、大井（三菱電機）、北村（東北大）、國頭（東京電力）、五福（岡山大）、須藤（原子力発電訓練センター）、高橋（東北大）、瀧澤（東芝）、土屋（北海道電力）、内藤（中部電力）、長橋（日本原子力発電）、長松（神戸大）、平田（日本電気協会）、三村（中国電力）、吉川（京都大）、渡辺（三菱重工）、電気学会次世代の原子力運転保守技術調査専門委員会関係者、シンビオ社会研究会技術交流会関係者 等

4. あいさつ（五福副査）

・今回の調査専門委員会は、電気学会次世代の運転保守技術調査専門委員会およびシンビオ社会研究会技術交流会の合同委員会として開催。

5. 議事

講演：「原子力発電プラント・フレキシブルメンテナンスシステムの開発」

(1) 全体概要と日立開発システム

大賀 幸治 氏（日立製作所）

概要：

原子力発電プラントの保守および保守訓練の高度化・効率化を目的に、平成12年度より5ヵ年計画で、東芝、日立製作所、三菱重工業および三菱電機の4社で経済産業省補助事業「原子力発電プラント・フレキシブルメンテナンスシステム」の開発を進めてきた。このプロジェクト全体の開発目的、開発工程、評価結果などを紹介。

引き続いて、日立の主要な開発成果として、(a) センサ信頼性を確保しながら、校正周期を延長して、校正作業量を低減するセンサ校正支援システム、(b) 保守員の被曝線量を低減しながら、作業効率を向上するための放射線分布・被曝線量評価システム、及び(c) 人工現実感を応用すると共に保守員の行動をシミュレーションする人間系シミュレータにより、様々の制御系についての多様な訓練シナリオの独習が可能な計測制御装置の保守作業訓練システムについての報告があった。

質疑応答：

Q：被曝線量の計算が非常に速くなるのが、作業員の効率化につながるという話だったが、どうやって効率化につながるかわからなかったのが、教えていただきたい。

A：計算の高速化によって、作業の進行に伴う分布や被曝量を評価できるなど、今まで計算できなかったものができるようになることで、作業員の数を低減するなど、効率的な保守計画を立てることができる。また、放射線管理業務の効率化にも有効である。

Q：「フレキシブル」とは、どのような意味か？

A：今まで決まった手順で行っていた保守を、新しい技術を導入して、効率的なやり方

に柔軟に高度に変化させていけるということ。

Q：HMD で保守作業員の教育を行っているのがあったが、現場での作業時に AR 表示をしても面白いのではないか。

A：現場で作業する前に手順・安全性の確認などに利用し、作業員の被曝線量を低減するためのシステムとして作った。現場での放射線分布の AR 表示については、ハルデンプロジェクトでシステムを開発している。

Q：高速計算できるということで、定常時の業務にも使えるが、緊急時の予測にも使えたら、現場の作業員の被曝対策に有効ではないか？

A：事故の時にも役に立てることは可能である。そのようなコメントは中間評価の時にいろいろあり、放射性物質を含む水溜りによる放射線分布を計算するなどの機能も追加している。また、いろいろなものが壊れて配管がなくなったらどうなるかなどが簡単に計算できるようになっている。

(2) 東芝開発システム

園田 幸夫 氏（東芝）

概要：

東芝の主要な開発成果として、(a) 系統機器の運転状態を監視することで、点検周期を延長して、信頼性と経済性の両立を目指す状態監視保全適用支援システム、(b) 保守点検時における使用する工具の管理、作業履歴記録などの作業量を低減し、準備段階から完了後の確認まで効率よく確実にを行うことを支援する工具管理自動化システム、及び(c)2次元の配管計装線図と3次元のプラントモデルを統合化した仮想空間を使って保守員の行動をシミュレーションすることで系統機器の分解点検の訓練が可能な系統機器の保守作業訓練支援システムについての報告があった。



質疑応答：

Q：状態監視ができれば、定期点検の間隔をどの程度まで延ばせるか？

A：状態監視保全の運用は電力殿の判断となる。例えば、機器の運転状態を監視して劣化の徴候がなければ次の定期検査での点検を省くという具合に実際には一年ずつ様子を見ながらのばしていくことになるが、周期延長は2年、3年程度と思われる。

Q：系統機器の保守作業訓練支援システムが日立システムと一番違うのは対象機器か？

A：その通りである。点検対象によってメーカー間で開発分担を決めた。東芝は対象範囲として現場にある比較的小型の機器からなる系統を対象としている。

Q：状態監視で何の徴候も見えなければ基本的に大丈夫というのは、監視の能力にもよるが、今現在の監視方法では徴候が観察されないけれど、1年の間に問題が発生するかも知れないという可能性に対してはどのように担保しているのか？

A：まず、適用範囲として重要度分類をおこない、プラントの安全、運転にとって影響のない機器、バックアップ系等により運転中保守が可能な機器を対象としている。本日の発表例では、従来は2年周期で分解点検していたところを経年変化傾向から推定して最大で8年まで延長できることになるが、これ（軸-ウェアリング間隔）だけの情報で点検周期を決めるわけではないので、実運用では途中で少なくとも1回は点検することになると考える。また、劣化徴候が現れない場合には、変化傾向を調べながら、まず1年延ばしてみましようというところから様子を見る。徴候が見えないから2年、3年と放っておくということはない。

Q：工具管理自動化システムについて、現場で使用する工具は厳密に決められているのか？使いたい工具が使えないということで、ユーザアクセプタンスが下がるということはないか？

A：今回開発したものについてはなかったが、ある程度使える工具に自由度がある場合は、自由度を許容するシステムが本来必要なのかもしれない。

Q：訓練支援システムでは訓練が終了した後で訓練生の対応状況をレビューする機能が重要ではないか？

A：プレイバック、ベテランの作業手順との比較ができるようになっている。

Q：保守作業にはいろんなノウハウがあると思うが、どんなものが反映されているか？

A：配管など外からは見ることのできない機器内部の3次元的な水の動きなどをシミュレーションしており、これらはベテランであれば当然理解しているもので、これを可視化することでノウハウの体得を支援している。

Q：デジタルヒューマンを利用して機器配置や緊急時対応ができるが、これを現場作業にフィードバックした事例はあるか？

A：社内でヒヤリング等を行っているが、実際にフィードバックされた事例はない。

(3) 三菱開発システム

渡辺 長深 氏 (三菱重工業)、 大井 忠 氏 (三菱電機)

概要 :

三菱重工業および三菱電機の主要な開発成果として、(a) センサ特性のモデルに基づきプロセス量の真値を予測しドリフト特性の評価を行い、校正作業が不要なセンサを識別するセンサの点検周期判断支援技術、(b) モックアップ設備による訓練が困難な大型機器の保守作業を対象とし、作業対象物の動的モデルによる臨場感ある動きの再現、複数訓練生による作業の指示・伝達、連携などのチームワークを訓練できる保守作業訓練システム、及び(c) 計装制御装置のメンテナンス作業負荷の軽減、故障発生時の修復時間の短縮を目的とし原子力向けネットワークセキュリティ技術、故障解析迅速化技術の特徴とした計測制御装置リモートメンテナンスシステムについての報告があった。

質疑応答 :

Q : リモートメンテナンスシステムのセキュリティ対策とは具体的にどこか。一般的な情報セキュリティシステムとの違いは？ プラント IDS だけだとセキュリティというより誤操作の検出のように思えるが？

A : 今回の発表では、FMS での研究開発部分ということでプラント IDS の機能を説明した。OHP でも触れたが、リモートメンテナンスシステムのセキュリティは ISO/IEC15408 の情報システムセキュリティ評価クライテリアに準拠して設計しており、妨害、盗聴、なりすまし、破壊、侵入といった脅威を想定し、それぞれの脅威に対して物理的分離、伝送の暗号化といった対策をとっている。それらを組み込んだ上で、プラント IDS を導入している。

Q : 保守訓練システムについて、実績として保守員のどのようなノウハウがでてきたか？

A : まだ、プロトタイプ段階でそこまでノウハウを入れ込んでいない。

Q : データウェアハウスについて、過去の事例との照合をどういうレベルで行っているのか？ 例えば機器レベル、事象のレベル？

A : 故障徴候の出方は機種によりパターンが変わるので、コントローラをはじめとした電気計装設備の機種レベルで事例の照合を行っている。照合の対象事例データはトラブルレポートとしている。トラブルレポートには兆候、原因、対処とした事項が文章で記されており、これらをリップルダウンルールによって分類、体系化している。ちなみに高橋先生が取り組んでおられるような計装信号の波形情報はふくまれていません。

Q : センサの点検周期判断支援技術で、真値を推定するニューラルネットはプラントごと、信号ごとに学習が必要か？ 必要であればどういうデータを使って学習をさせているか？

A : 信号の学習はプラントごとに行う。定検後のプラント立ち上げ時のデータにより学習させている。学習自体は2-3時間程度で完了する。

Q：データウェアハウスの知識の体系化とは具体的にどのようなものか？

A：トラブルレポートの症状などの項目、内容に基づきトラブル事例を二分岐の形に分類、体系化している。分類はリップルダウンルールと呼ばれる手法を用いて行っている。自動的な分類は固定的なものであるため、状況に適合した事例が見つからないこともある。そのため、全文検索機能による検索機能も備えている。

総合討論：

Q：技術開発のテーマとしてチャレンジングであるが、ユーザとの関係は？ユーザの意見の取り込み・システムへの反映は実施したのか？

A：三菱では、センサ点検周期判断支援技術について関電殿のサイトにプロトタイプシステムを設置させていただき、システムの機能、使い方、ユーザインタフェースなど広い観点からご意見を頂いた。教育支援システムについては、社内で実際に機器保守を行う部署に設置しコメントを聴取した。リモートメンテナンスシステムについても、関電殿の保守訓練センタに設置させていただき、電力の方から機能等についてご意見をいただき仕様に反映している。

A：日立については、センサ校正支援システム、保守作業訓練システムは、電力などユーザに対して、デモや結果の説明をして意見をもらっている程度で、キチンとした意見の取り込みは未だ実施していない。今後、試用などをお願いし、意見を反映することで、カスタマイズしていきたいと考えている。

放射線分布・被曝線量評価システムについては、社内の遮蔽専門家の試用、放射線管理部門の意見収集などを実施して、ヒューマンマシンインタフェースの改良や機能追加など、使い勝手の向上を進めてきた。

A：東芝については、系統機器の保守作業訓練支援システムは、実機における機器の運転データを実証試験に活用している。また、本日の発表にはないがレーザー超音波探傷システムに関しては成果の一部を実定検作業における細管探傷技術に適用している。

6. その他

原子力学会夏期セミナー紹介（東北大学 高橋先生）



2004年度は、若手部会員（平成15年10月1日現在、満35歳未満）を対象に、国際研究集会派遣に要する経費の一部として渡航時の航空券相当額を助成する事業を行いました。選考の結果、菅野太郎氏（社会技術研究システム）と寺戸美香氏（京都大学博士課程学生）の海外渡航費を助成することになりました。以下では、両氏の海外渡航報告を紹介します。

国際研究集会派遣助成を受けて

菅野太郎（社会技術研究システム）

原子力学会HMS部会国際研究集会派遣助成を受けて、2004年6月14日から18日にかけてベルリン（ドイツ連邦共和国）で開催されたPSAM7(7th. Int. Conf. Probabilistic Safety Assessment and Management)に参加した。隔年で開催される本会議は、原子力のみならず、化学プラント、土木、輸送、医療など様々な分野における安全・リスクに関する国際的に大きな会議の一つで、今回も欧米を中心に計45カ国770名が参加し、150以上のセッション、約600件の発表が行われた。日本からの参加は欧米以外の国では最多で、HMS部会の方々も数多く参加されているよう見受けられた。今回の会議では、各分野におけるPSA手法やその応用に関する発表が多くなされる一方、セキュリティやリスクコミュニケーション、安全文化といった近年の社会問題に関するセッションが複数組まれ活発な議論が行われていた。特に安全文化のセッションでは聴衆が予定した会場に収まりきらず、急遽会場を大きな部屋へ変更するほどの盛況ぶりであった。



また会期中の空き時間を利用してベルリン工科大学の認知システム工学研究講座（ZMMS）を訪問した。ベルリン工科大学は市中心部に位置し、PSAMの会場となったHotel Hiltonからも徒歩で20分程度のところにある。大学の中には大規模な航空機シミュレータやドライビングシミュレータ、プロセスプラントモックアップ等が設置されており、民間企業との協力のもと、これらの施設・設備を用いた認知実験やインタフェース研究が行われていた。産学の提携が極めて自然に行われている印象を受けた。一方で、これらの産学提携研究では研究発表や特許出願等への制約が多く、実際、研究施設へのアクセスは厳重に管理されており写真撮

影等も許可されなかった。また研究室にはプログラマ、認知システム工学の専門家、評価実験のための心理学者と様々な分野の専門家が所属しており、研究の役割分担が明確になされて効率良く研究を行っている印象を受けた。

会期中のベルリンはサッカー欧州選手権（開催国ポルトガル）の真っ最中で、大型モニタの設置されているソニーセンタでは試合中継ともなると殺気立ったベルリン市民が大勢集まってきて身の危険を感じるほどであった。また市内のいたるところにベルリンのシンボルである熊の

像（united buddy bears というらしい）が展示されていた。折しも 2005 年は日本におけるドイツ年ということでこの熊たちが 127 体、日本にもやって来るとのこと。



最後になりましたが、今回は HMS 部会国際研究集会派遣助成を受け、学会参加・発表、ZMMS 訪問と非常に有意義な渡独となりました。この場を借りて感謝申し上げます。

ICONE12 に参加して

寺戸美香（京都大学博士課程）

昨年 4 月 25 日から 29 日にかけてアーリントン（バージニア州、アメリカ）で開催された The 12th International Conference on Nuclear Engineering (ICONE12) 学生プログラムに参加させて頂きました。私は、“Analysis on difference of risk perception between people engaged in nuclear business and general public - From social survey for nuclear power plant -” と題してリスク受容に関する発表をしました。私にとって初めての海外での発表でもあり、いろいろな意味で印象深いものでした。

まず、宿泊先ではトラブル続きでした。最初はツツジの出迎えで、それまでの緊張がほぐれたかと思われたのですが、私達日本から参加した学生は予約されておらず、チェックインも一苦勞でした。その後も、チェックアウト日を間違えられたりしましたが、結局私はツインの部屋を独り占めし、優雅な気分を満喫しました。

また、多くの方と話が出来たのは、本当に楽しく素晴らしい経験でした。ホテルのボーイをしていたアルバニア人やエレベーター内での見知らぬ旅行者との

ちょっとした会話。ICONE12の参加者との意見交換。特に、ユーゴスラビアから参加していた女子学生2人と、もちろん、日本から同じ学生プログラムで参加していた皆さんとおしゃべりなど、短期間ではありましたが多くの方々との会話は本当に楽しいものでした。その中でも、印象に残っているのは、やはりアルバニア人の方とユーゴの2人です。私とアルバニアの出会いは一冊のスパイ小説でした。その中に「アルバニアは世界で一番美しい国」とアルバニア人が自慢する個所があり、それ以来訪ねたい国の1つとして心に残っていたのです。彼はとても人懐っこい笑顔で気軽に声をかけてくれました。その笑顔からは、アルバニアの現状はとても想像できないものでした。また、ユーゴの二人も笑顔がとても素敵な、ちょっとシャイでおしゃべり好きな二人でした。彼女たちの笑顔を見ているときには、ユーゴの悲しい出来事が嘘のように思われるほどでした。しかし、帰国後から始まった彼女たちとのメール交換の中に、「アメリカ人は、道を歩きながら笑っている。でもユーゴでは、誰も笑わない。だから、アメリカが好き。」と書かれたメールを読んだ時、厳しい彼女たちの現実と、日本の現状との違いを考えさせられました。

アメリカの印象は、「リス」の多さでしょうか。小心者の私は、地下鉄に一人で乗ることが出来なかった代わりに、よく散歩をしました。すると、木陰からひょっこりリスが顔を出しているのに出会ったものです。ただ、私がリスの写真を撮ろうと地面に這いつくばっていると、道行く人が不思議そうに眺めていたのはなんともばつが悪いものでした。それから、食事。アメリカではブロッコリーが「生」のまま食卓に出されます。これはかなりカルチャーショックでしたが、今では私も生で食べています。

こんな貴重な体験が出来たことを嬉しく思っていると同時に、いろいろなことを体験できる海外発表の機会を、是非また持ちたいと願っている今日この頃です。



編集後記

ヒューマン・マシン・システム部会報第 15 号をお届けします。今回から編集を担当することになりました。新たに編集用のソフトウェアを使い始めましたが、なかなかマスターできず悪戦苦闘いたしました。なにかと不備があるかもしれませんがご容赦ください。

(ヒューマン・マシン・システム部会 部会報編集担当幹事 長松 隆)

