解 説**原子力におけるヒューマンインタフェース研究****その現状と未来像**

(京都大学原子エネルギー研究所) 吉川 栄和, 高橋 信,

(日本原子力研究所) 久語 輝彦, 中川 正幸,

(㈱東芝) 瀧沢 洋二, (㈱日立製作所) 氏田 博士

「人に優しい原子力」へのアプローチとして、人間中心に再構成した、システムの設計解析・運用管理・教育訓練のためのヒューマンインタフェース開発の現状と、次世紀のヒューマンインタフェースへの夢と課題を解説する。

I. はじめに

「ヒューマンインタフェース」とは、人と機械(計算機)のインタフェースのあり方を、機械の原理でなく、人の原理に基づいて再構成しようとするアプローチである。最近の原子力では、このような人間中心の考えに立脚して、システムの設計・解析、システムの運用・管理、システムを運用する人の教育、を支援しようとするインタフェース開発の取組みが活発化している。本解説では、このような原子力におけるヒューマンインタフェース開発の現状の一端を紹介するとともに、今後のヒューマンインタフェース研究の方向性と課題、人と機械システムの交流の将来像を展望する。

(吉川栄和)

II. 原子炉設計解析計算への応用

原子炉の設計では、最終的に要求性能を満足させるシステム構造と構成要素を一定の経済性、安全性、信頼性の枠内で決定する必要がある。このため、システムの持つ特性を解析計算によって明らかにし、その結果が要求性能を満足しない場合には、設計案や要求性能に修正を加えていく作業を繰り返す、最適と思われるシステムを見つけるという循環的な探索が必要となる。従来の設計解析作業では、計算機は主に解析計算の実行のみを担っていたが、ワークステーションをはじめ各種情報処理技術の高度化により、上記の作業全般を

計算機上で支援できる環境が整ってきた。本章では、日本原子力研究所で開発している知的原子炉設計システム(IRDS)⁽¹⁾を例に、計算機による設計解析支援の考え方、ヒューマンインタフェースの実用例について紹介する。

**1. 計算機による設計解析支援と
ヒューマンインタフェースのあり方**

ワークステーションのGUIやAI技術の進歩によって、設計案の作成・解析・評価・修正といった一連の設計解析作業を計算機で協力的に支援できるようになってきた。特に原子炉のように、設計が多数の工学分野にまたがっている場合、各分野間での効率的な情報の交換や設計作業全体を見通しの良いものとする必要がある。そのため、設計者の直感やイメージを大切にすよう、普段使い馴れている定義や物理量を用いて、設計者とのインタフェースをとるべきである。また、入力省力化を図るために各種データベースを整備していくことも重要である。このように人に優しいインタフェースを構築するためには、その分、従来、専門家がその経験を基に行ってきた作業をシステム内で行う必要があり、専門家の知識や経験をシス

Research on Human Interface in Nuclear Power Engineering; The present status and its future image : Hidekazu YOSHIKAWA, Makoto TAKAHASHI, Teruhiko KUGO, Masayuki NAKAGAWA, Yoji TAKIZAWA, Hiroshi UJITA.

(1995年 3月29日 受理)

テムに内蔵し、システムを知的にしておく必要がある。

特に概念設計や基本設計の段階では、設計案の最適化を図るため設計プロセスの繰返し頻度が多くなる。このため、通常、設計者はパラメータサーベイを行い、要求性能が満足される設計パラメータの範囲(設計ウィンドウ)を明らかにし、最適設計点を探索する。このような設計評価作業段階を直接支援するような機能を計算機に代替させることが設計解析支援にとって望ましい。

2. 原研における知的設計解析環境の構築例

IRDSに用いているヒューマンインタフェースの具体例⁽²⁾を設計プロセスに沿って以下に紹介する。

(1) 設計案の作成

IRDSには、代表的な既存・先行設計例が参照用としてデータベースに蓄えられている。この中から設計者の意図と類似する設計例を選択し、それを出発点として、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。データの修正は、インタフェース上で直感的・視覚的な操作が可能である。また入力を省力化するため材料データベースがシステムに組み込まれている。

(2) 解析タスクの設定

設計者が複数のメニュー画面の設問項目に答えることにより、解析したい項目の設定ができる。その例を写真1に示す。システムは、それに適した解析コード・解析モデルを自動的に設定する。

(3) 入力データの作成

入力データ作成用の中間ファイル群が、解析コード・炉型・解析モデルごとに専門家の経験やノウハウを利用して用意されている。それに設計対象の設計データが入っているデータベースから、必要な数値データを抽出し入力データに変換し、中間ファイルに上書きすることにより、入力データが作成されていく。また、自動作成された入力データを確認するためのメニュー画面が用意されており、その例を写真2に示す。ここには入力数値データが馴じみのある物理量と対応して表示さ

れる。

(4) 出力処理(編集, 画像表示)

出力結果はシステム内部で編集され、画像表示する場合は、表示したい物理量をメニュー画面から選択することにより容易に行える。写真3には、熱流動特性解析に関するパラメータサーベイ結果を示す。ここでは、ホットチャンネル因子をパラメータにして、熱流束、燃料最高温度、限界熱流束比の変化を調べたものである。

(5) 設計評価支援(パラメータサーベイ, 設計ウィンドウ探索)

パラメータサーベイを行うときは、設計タスクの設定時に変化させるパラメータの選択、変化させる範囲に設定するだけで、すべて解析作業が自動的に進められる。プロダクションルールやニューラルネットワークを用いて設計ウィンドウを自動探索⁽³⁾することも可能であり、すべての作業がGUIを通して行える。

3. その他の設計解析支援

近年は解析計算に用いるモデルや解の要求精度が高くなりつつあり、そのため必要となる入出力データは複雑で大量になる。このため設計以外で用いる解析コードに対しても、入出力支援用のヒューマンインタフェースが望まれるが開発コストが高いため、必ずしもユーザの要求を満たしていない。原研で開発したモンテカルロコード⁽⁴⁾では、複雑な幾何形状の入力支援のためWS上で会話型のインタフェースを提供しているが、その効用は大変大きい。今後は使用頻度の高い大型解析コードには高度なインタフェースが不可欠といえよう。(久語輝彦, 中川正幸)

III. プラント運転支援システムへのアプローチ

原子力発電所の運転信頼性の更なる向上を実現する観点から、運転制御に関わるヒューマンインタフェースが重要であり、東芝では次世代プラントへの適用を目指した知的運転監視制御システムの開発を行っている。その目的は、原子力発電プラントの性能をマンマシンシステムとして最適化すること、すなわち運転員による過誤を減少させ

ると同時に、運転員の優れた創意を有効に発揮できるように、自動化と運転員による監視制御の組合せを最適設計することにある⁽⁵⁾。

本章では、これらの中から運転員の知識ベース問題解決を支援するエコロジカルインタフェースに基づく知的運転支援システムについて紹介する。

1. エコロジカルインタフェース

エコロジカルインタフェース設計(EID)の目的は、人工物である原子力発電プラントの設計においても、自然環境の中で人間が本来持っている直感的な能力、すなわち非常に効率的で信頼性の高い「感覚-動作」系の直接知覚能力を活かす方向で見直すとともに、コンピュータによる分析的推論の支援も実現しようというものである⁽⁶⁾。

原子力プラントの運転には、安全を維持しつつ発電を行うというゴールがあり、この目標の達成のため、プラント設計では熱力学プロセスなどの自然現象の物理原理を巧妙に制御するために、階層的な機能構成を持たせている。このようなプラントの構成における「目標-手段」の関係と熱力学のプロセスにおけるマスやエネルギーの保存則とは、人工物における「不変性」のある知識である。このような「不変性」の知識を、適切な情報表現の形で運転員に提供できれば、人工物に対する直接知覚能力と分析的推論能力とを運転員が発揮するものと期待される。

EIDのポイントの一つは、このような「不変性」の知識の表現法、すなわちプラントについての「抽象-具体」と「全体-部分」とからなる機能的階層構成のモデル化である。このため、プラント内の熱力学プロセスを、マスとエネルギーの適当な「流れ関数」、たとえば「源」、「輸送」、「貯蔵」等によって構成し(「流れ構造」)、かつその性能を維持するために存在する各種の制御機能も同様の「流れ構造」によって階層的に表現する。これをマルチレベルフローモデル(MFM)と呼ぶが、MFMによるプラントの抽象機能モデル⁽⁷⁾は、プラント運転制御における「不変性」を表現するのに最も適したものであると同時に、運転員がプラントの物理メカニズムを正しく理解する上でも規範的なメ

ンタルモデルと考えられる。

EIDを構成する上で考慮すべきもう一つのポイントは、運転員の熟練度によって運転員の行動が「スキル」、「ルール」、「知識」ベース行動と異なったものになることである。そこで、これら3つの行動レベルのいずれにも対応して、情報を柔軟に提供できるようにすると同時に、不必要に高レベルに片寄った情報を与えないように配慮する。これを「認知制御レベルの概念」と呼んでいるが、これがEIDによる画面設計の目標となる。

実際の情報提供画面設計は、「電力生産」、「安全」、「原子炉停止後の崩壊熱除去」の3つの運転目標に対応させて構成した3つのMFMに基づいて行った。第1図は、「電力生産」を目的とした画面表示例であり、核分裂エネルギー源から電力網へのエネルギーの流れを上部に、また下部にはエネルギーバランスとランキンサイクル表示を用いてエネルギー変換プロセスにおける因果関係を表示している。

2. 知的運転支援システム⁽⁸⁾

本システムの主たる目的は、例えば複数の故障が重なり、過去の経験だけでは、直接、対策を導くのが困難な状況での運転員への支援情報の提供である。このような場合、運転員はプラントに対する、より原理的な機能に関する知識を組み合わせることで状況解釈をする知識ベースの行動をとる。

そこで本システムでは、MFMに基づいて異常同定、対応操作などの推論機能と、認知的決定モデルに基づき運転目標とそれを達成する手段との対応関係を明確化した運転支援情報の提供機能とを開発した。なお、認知的決定モデルとは運転員の認知プロセスを記述するもので、異常の検知、プラント状態の同定、運転目標の選択、運転戦略の立案、運転手順の合成から構成される。

これにより知識ベース行動への支援情報がより理解しやすい方式で提供できると同時に、従来困難であったプラント機能の階層的情報の提供が可能となった。

3. 検証試験

支援システムが実際に運転員を有効に支援でき

るかを検証するため、解析の評価と実験の評価を行った。解析の評価では、提供情報が抽象階層の全レベルに対応していることを確認した。また、実験の評価では写真4に示すような制御室環境を準備し、実機運転経験者が参加して行った。アンケートの結果から、支援機能の提供する運転目標、運転戦略などの情報が運転性向上に貢献することが確認できた。

4. まとめ

プラントの機能構成に関する知識、運転員の認知プロセスに関する知識と最近の高度情報技術に基づいて、エコロジカルインタフェースを適用した知的運転支援システムを開発した。開発のアプローチとして、運転員と計算機間の緊密な共同作業を実現するための人間中心設計を指向した。プロトタイプを用いた検証試験では、肯定的な評価が得られたが、実用化には、さらに詳細なレベルでの検証と改良が必要である。(瀧沢洋二)

写真1 解析タスク設定用のメニュー画面の例
(燃料ピンの核特性解析)

写真2 入力データの確認および修正画面の例
(熱流動特性解析に用いる運転条件に関する入力データ)

写真3 出力の図形表示例

(熱流動特性解析に関するパラメータサーベイ結果。ホットチャンネル因子(横軸)に対する、熱流束:(左上図)、燃料最高温度:(左下図)、限界熱流束比:(右下図))

写真4 知的運転支援システムの検証試験環境

第1図 電力生産を目的としたEID図

IV. 学習者の意欲を促進する 教育システム

プラントの運転員が自主的に学習したくなるような環境を提供する新しい2種類の教育システムを開発した。1つはゲーム感覚を取り入れた新人運転員向けの教育システム⁽⁹⁾、もう1つは当直長クラスの熟練運転員向けに緊急時運転手順を習得するための教育システム⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾である。第2図に、これら2つの教育システムの基本構成と仕様を示す。

1. 面白さ(魅力)の追及

従来の教育システムの設計では、「効率よく学習を進める機能」に重点がおかれ、「人間のやる気を引き出す機能」は考慮されていない。やる気とはなにかを検討し、魅力的なシステムを調査した結果、ファミコン等のTVゲームが特に評価が高かった。そこで、ゲームを心理学的見地から分析した結果に基づき、やる気を起こさせる機能を持たせた教育システムを作成した。

(a) 基本構成

	①魅力的教育システム	②知的教育システム
教育対象	初心者から熟練者まで	熟練運転員
教育内容	プラント全般の知識	緊急時運転手順
使用機種	・ パーソナルコンピュータ ・ 音声, CG等マルチメディア	・ エンジニアリング ワークステーション 2台 ・ 音声出力

(b) 仕様

第2図 教育システムの基本構成と仕様

このシステムでは、ロールプレイングゲーム特有の面白さ(仮想の世界の中で自身がヒーローとなることができ、冒険を繰り返す)の機能を重点的に採用した。さらに、その中にクイズゲームやパズルゲームの知的興味を引き付け、競争心をかき立て

(a) 新人向け魅力的教育システム

(b) シミュレータを併用する緊急時運転手順教育システム

写真 5 学習者の意欲を促進する教育システムの概観

る機能も付加した。この開発で最も留意した点は、原子力発電所の知識は、各系統の構成・機能・通常時の運転手順、プラントの異常時の挙動と運転手順という一定の順序に従って覚えていく必要がある。このため、知識の教育順序に合わせてしかも面白い仮想世界のストーリーを作成した。すなわち、「悪の組織があるプラントを乗取り、す

べての電力供給を停止してしまう。ヒーロー(学習者)は、知識を獲得しながら敵と戦い、プラント機能を回復し電力供給を再開する。」という全体的なシナリオを考えた。このシナリオにより、学習者は知識の構成を意識せずに学べ、しかも戦闘場面の中では、プラントの知識そのものが必要となるにもかかわらず、それがストーリーの中で違

和感なく受け取れるようになった。

このシステムは東京電力(株)と共同開発したもので、1993(平成5)年12月に東京電力・福島第一、第二発電所に試験的に導入し、運転員のコメントに基づき改良中である。また日立社内の新人教育にも使われている。

2. 知的好奇心の満足

原子力発電所に新たに導入された緊急時運転手順の教育に役立てるために、手順書の表示だけでなく、シミュレータを利用して理解を深めさせ、学習効果を高める支援システムを開発した。教科知識はプラントの運転手順であり、その効率的な教育のためには、運転に必要なタスクの形態を考慮して学習者モデルを構築することが大切である。ところで、緊急時運転手順は、異常時の徴候に応じてプラントの安全性を保つために何をすれば良いかという「目標-手段」の関係を階層的に整理する目標指向的な考え方に従っている。そこで、学習者モデルとして運転員のメンタルモデルの一種であり、目標指向的な考え方の教育に適した機能階層モデルを採用した。具体的には、プラントを安全に停止するという最終目標に対して、そのために必要な概念、手順、機能を段階的にまとめたツリー構造のモデルを使用している。

プラントの運転手順の教育においては、シミュレータを用いた体験的な理解の確認、特に緊急時運転手順では、教科知識および実際の挙動をその対応操作を高度に結び付けた考え方が重要となる。このため、手順を教育する教科知識の教育コースと、実際に即して手順を理解させるシミュレータを用いた教育コースの双方の学習履歴を、作成した学習者モデルで共通に管理することにした。本モデルにより、運転員の理解度を判断し、それに応じて、次に学習した方が良い内容(シミュレーションの事象/対象系統の手順)を指導する。

本システムは、日立製作所独自で開発したもので1994年7月よりBWR運転訓練センタで授業に使われている。

3. ま と め

以上の2種類の教育システムの概観を写真5に

示す。理想的には、多様な要求を1つのシステムで実現すべきであるが、知識が広範なため2つのシステムに分けざるを得なかった。特徴の異なる両システムによりプラントの全知識をカバーできるようになり、新人運転員から熟練運転員まで一貫した教育が可能になった。(氏田博士)

V. 21世紀のヒューマン インタフェースを夢見て

本章では、原子力プラントにおけるヒューマンインタフェースの今後について述べる。一口に今後といっても漠然としているので、最初に筆者なりに「今後」を2つに区切って考えたい。第1の未来は、21世紀の初頭、2020年程度までの「近未来」と呼べる期間であり、第2の未来は、それ以降の「遠未来」とする。現在の技術的進歩の速さを考えれば、大きなパラダイムシフトが起こることは十分予想されるが、SF作家の想像力を借りて未来の姿を考えてみたい。

1. 近未来(～2020年)

この期間は、複雑化・巨大化する技術の中での人間のあるべき姿の模索期間として位置づけられるであろう。この近未来におけるヒューマンインタフェースのあり方は、飛躍的に向上する計算機的能力を背景にした“on demand”と“adaptive”という、2つのキーワードに集約できるのではないかと筆者は考える。第1のキーワード“on demand”とは、人間が必要とするときに必要な機能が提供されることを意味する。この段階ではあくまでも人間が主、インタフェースが従であり、どのようにしたら人間の望むものを適切に早く確実に提供できるかが中心的な課題になる。もう一つのキーワード“adaptive”は、第1のキーワードとは独立ではなく、相補的なものである。adaptiveとは、人間側の状態・意図を予測してインタフェース側がそれに対して動的に適応し、適切な動作を行うことを意味する。これは反面、状況に応じてインタフェースの反応が異なるため、adaptiveなシステムに対して人間が一貫した内部モデルを構成できないとの批判もあるが⁽¹²⁾、adaptiveなシステムは適切に構成されれば、ス

キルレベルの違いといった個人差や、同じ人間でも状況の違いで振舞いが異なるといった人間の変動性に柔軟に対応できる点で大きな可能性を有している。

筆者らは、人間の生理指標から推定される内面的状態とエラー分析手法を組み合わせた相互適応型のインタフェースの研究を行っている⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾。相互適応インタフェースとは、機械の方から元来適応性のある人間へ、その適応機構をより促進するため、人間の到達した技能やその時々の人間の状態に応じて、人間を支援したり機械と人間のタスク配分を動的に調節する仕組みを組み込む。また、人間の獲得した知識経験を、機械の方が学習して自分の適応能力を向上させる。このような人間と機械の相互の適応による高次の協調の実現を目指して、現在、2つの方向で基礎研究を進めている。1つは原子炉の異常診断タスクを対象としたオンラインエラー分析手法の研究⁽¹⁵⁾、他は生理指標から推定した人間の内面的心理状態に基づいてインタフェースを適応制御する研究⁽¹⁶⁾である。今後は、より実際的な状況での相互適応インタフェースのあり方について研究を進める予定である。

一般に適応インタフェースを目指す研究では、これまでのインタフェース側から人間への情報提供の形態に関する研究に加えて、どのように人間側の情報を機械に伝えるかということが重要な課題になると思われる。生理指標、表情、音声等の“人間情報”をパタン認識し、解釈して、効果的に機械に“人間”を理解させる方法の開発が重要である。

2. 遠未来(2020年以降)

2050年。人間と機械は対等となり、大規模エネルギープラントは、少数の運転員と多くの自律的システムにより管理されている。運転員は上述のような多次元の“人間情報”チャンネルによりプラント管理コンピュータと接続され、人間同士ののようなコミュニケーションを行っている。

「おはよう。プラントの現状を報告してくれ。」

「おはよう。今日は疲れているようだね。現在電気出力120万kW 定常運転中。2次エネルギー

ギー伝達系で若干の効率低下が見られる。制御系のパラメータの調整がいるね。」

「OK、行ってくれ。その前に予測シミュレーションでパラメータ変更の影響を確認してみてくれ。」

「OK、シミュレーション実行中、終了。結果を視覚系に転送する。C12制御モジュールの熱伝達パラメータを10%減少すれば、効率の低下が妨げるという結果が出ている。」

「OK、実行してくれ。」

「パラメータ変更実施。完了。効率回復。」

「ほかに問題点は？」

「昨晚の間に自律管理ユニットは21ヵ所の軽微な故障を発見、修理しました。すべてを報告しますか？」

「今は管理レベル2以上のものだけで良い。」

「第21区画の空気清浄ユニットの電圧降下の原因を探查、電源モジュールを交換しました。」

「他に問題点は？」

「故障予測センターから第12エネルギー変換モジュールの外部コネクタが120日以内に50%の確率で機能不全を起こすという報告が入っています。交換した方がいいね。」

「第5作業モジュールを用意してくれ。私がヴァーチャルコネクションを通じて遠隔操作で作業を行う。」

「今日は疲れているようだから自律ユニットにまかせた方がいいよ。」

「OK、そうしてくれ。作業の様子をモニターするので映像をリアルタイムで視覚系へ転送してくれ。」

遠未来のヒューマンインタフェースのキーワードは“autonomous”と“cooperative”である。映画「2001年宇宙の旅」⁽¹⁷⁾のコンピュータ HAL 9000 は、上のような自律的なヒューマンインタフェースのイメージを具現化した。ただし、安全性最優先の原子力プラントに、このような自律的なヒューマンインタフェースを適用する場合、その根元に「安全性の確保」という究極の目的意識をプログラム化しておかねばならない。アシモフは、人間との共存を可能ならしめるためにロボットが従うべき倫理を規定しているが、これと同様

の倫理が自律的なヒューマンインタフェースにも必要であろう。

以上、筆者が考える将来のプラント運転のシナリオ、そして夢を描いた。21世紀目のヒューマンインタフェース研究の情熱が、このような夢につながっていくことを期待したい。(高橋 信)

— 参考文献 —

- (1) KUGO, T., *et al.* : *M & C+SNA'93*, Vol.2, p.199~209 (1993).
- (2) 久語輝彦, 他 : 知的原子炉設計システム(IRDS)用炉心熱流設計モジュールの開発, *JAERI-Data/Code* 94-001, (1994).
- (3) NAKAGAWA, M., *et al.* : *J. Nucl. Sci. Technol.*, **29** [11], 1116, (1992).
- (4) 森 貴正, 中川正幸 : *JAERI-Data/Code* 94-007, (1994).
- (5) MONTA, K., *et al.* : Development of knowledge-based decision support system for nuclear power plants, IAEA Int. Symp. on Balancing Automation and Human Action in Nuclear Power Plants, Munich, (1990).
- (6) VICENTE, K. J. : Ecological interface design as an analytical evaluation tool, ANS Topical Mtg. on Advances in Human Factors Research on Man/Computer Interactions, Nashville, (1990).
- (7) LIND, M., *et al.* : Applications of multilevel flow modelling, ANP'92 - Int. Conf. on Design and Safety of Advanced Nuclear Power Plants, At. Energy Soc. Jpn., Tokyo, (1992).
- (8) TAKIZAWA, Y., *et al.* : An intelligent man-machine system for future nuclear power plants, *Nucl. Technol.*, **107**, 72 (1994).
- (9) 久保田龍治, 他 : 魅力のあるCAIシステムの開発, 人工知能学会研究会, *SIG-IES-9303-13*, (1993).
- (10) 横田 毅, 他 : 緊急時運転手順の知的CAIシステムの開発, 同上, *SIG-IES-9202-1*, (1994).
- (11) 横田 毅, 他 : 緊急時運転手順の知的CAIシステムの機能評価, 同上, *SIG-IES-9303-6*, (1994).
- (12) NORICO, A. F., STANLEY, J. : Adaptive human-computer interfaces ; A literature survey and perspective, *IEEE-SMC*, Vol.19, No.2, (1989).
- (13) 吉川栄和 : マンマシンシステム高度化への基礎研究, 京大原子エネ研彙報, 第86輯, p.1~12 (1994).
- (14) TAKAHASHI, M., *et al.* : Mutual adaptive interface; Basic concept, *Proc. 2nd IEEE Int. Workshop on Robot and Human Communication, RO-MAN'93*, p.454~459 (1993).
- (15) 高橋 信, 他 : Critique概念に基づく相互適応インタフェースの構成, (1), (2), 原子力学会「1994春の年会」要旨集, D6, D7.
- (16) TAKAHASHI, M., *et al.* : Experimental study toward mutual adaptive interface, *Proc. 3rd IEEE Int. Workshop on Robot and Human Communication, RO-MAN'94*, p. 271~276 (1993).
- (17) A. C. クラーク : “2001年宇宙の旅”, (1986), 早川書房.

研究者・技術者のための コンベンション関係者のための 学協会集会スケジュール

(財)日本工学会編, A4判, 約80p./回, 年6回発行

内 容 開催年月日, 主催学協会名, 集会名, 開催場所, 主催・共催・後援学協会名および連絡先を掲載, 最新情報を毎回追加収録
過去の集会の問合せに回答(ただし1993年分から)

特 色 理工学系学協会の学術・研究集会が一目でわかる

専門分野以外の集会を知ることができる
他学協会との開催時期・開催地の重複が避けられる

学術情報センターの集会スケジュールのデータベースが利用できる

購読料 年間購読料 24,000円(送料共, 消費税別)
(申込月から1年間)

フロッピー ご希望の方に, 集会スケジュールのデータを入力してあるフロッピーを頒布しております(6,000円, 消費税別)

申込・問合せ先 (〒107)東京都港区赤坂9-6-41

(財)日本工学会 (Tel 03-3475-4621; FAX 03-3403-1738)