

グループワークによる複雑な対象の理解支援について
- Co-learning に向けて -

吉澤純一⁺ 武藤昭一⁺
⁺東京電力 (株)

Yoshi@aisun.tepco.co.jp

植田孝夫⁺⁺ 西田正吾⁺⁺
⁺⁺三菱電機 (株)

Ueda@sys.crl.melco.co.jp

本論ではグループワークによって複雑な対象を理解するための作業支援環境について述べる。複雑な対象を理解するとき人は道具、文化、人（他者）の援助を受けながら目的を遂行している。人の知的営みがこのように個人の頭の中だけで行われているのではなく、社会や文化に分散したものであるとする考え方は、最近CSCWや分散AIの分野で注目されている。筆者らは既に電力システムの複雑な振舞いの理解支援を例に「パーソナルな道具としての理解支援環」について検討してきているが、今回上記の視点を取入れて「他者との知識の共有や伝承を支援するグループワーク支援環境」について基礎的な検討を行なった。

A Collaborative Learning Environment to Facilitate
Operators' Understanding of Complex Systems

Junichi Yoshizawa⁺ Syoich Muto⁺
⁺Tokyo Electric Power Co.

⁺4-10, 1-chome Irifune Chuo-ku
Tokyo 104, JAPAN

E-mail: Yoshi@aisun.tepco.co.jp

Takao Ueda⁺⁺ Shogo Nishida⁺⁺
⁺⁺Mitsubishi Electric Corp.

⁺⁺1-1, 8-chome Honmachi Tsukaguchi
Amagasaki 661, JAPAN

Ueda@sys.crl.melco.co.jp

This paper discusses a collaborative learning environment to facilitate operators' understanding of complex systems like electric power systems. Our cognition and understanding in everyday activity are inherently collaborative works with tools, culture, and other person. "Knowledge" is not only in human head, but also distributed in outside world. This new epistemology for "human intelligence" might bring a new perspective on education and also an improvement of designing a computer-supported learning environment. In this paper a concept of "Co-learning" from the epistemology is developed as a computer-supported collaborative learning environment.

1 はじめに

電力システムをはじめとする大規模システムを安全に運用するためには、システムの計画・運用・保守に従事する技術者たちの教育・訓練や実務における作業環境を整備しておくこと、更に技術者の将来のリタイアに備えて技術者たちが蓄積している技術や知識の伝承を考えておくことが重要である。

このような状況に対処するために、筆者らは2つの理解支援システムを開発してきている。1つはマルチメディアを利用して保守技術の伝承を支援するシステム⁽¹⁾で、もう1つはハイパーテキスト、マルチビューインタフェースによって複雑な対象の理解を支援するシミュレーション環境⁽²⁾である(後者のシステムをハイパーシミュレータと呼んでいる)。これらはインタフェース中心主義の立場からデザインを行い技術者の理解を助ける「パーソナルな思考の道具としてのコンピュータ」を指向したものである(教育方略としては教授型ではなく、探索型の学習環境となっている)。

ところで、「人の知的営みが個人の頭の中だけで行われているのではなく、道具、文化、他者の援助を受けながら行われており、本質的に社会に分散したものである」とする考え方がCSCWや分散AIなどで最近注目されてきている⁽³⁻⁵⁾。また、コンピュータの重要な役割はそのような分散した「知」を統合することであるという思想に基づいたシステム例⁽⁶⁾もある。

「知」に対するこのような認識は理解支援環境を設計する上で重要な視点となる。筆者らは先に開発した「パーソナルな道具としての理解支援環境(Self-learning)」に上記の視点を取り入れることが重要であると考え、今回「グループワークによる理解支援環境(Co-learning)」への拡張を試み、他者との対話、知識の配分や共有、更に伝承を支援する環境について基礎的検討を行なった。

2 日常場面における学習の状況

我々が日常場面で行なっている学習や理解の状

況を考えると、いかに道具、文化、他者の助けを借りているか、あるいは利用しているかということに気がつく。例えば、一般的な技術者の業務上の活動を見ても、書類や本に目を通したり(文化)、技術計算や資料作成のためにコンピュータを利用したり(道具)、また会議や隣人とのチョットした会話(他者)など、外界と様々なインタラクションを行っている。我々はこのような活動を通して新しい知識の発見や吸収を行ったり、人と知識を共有したり、また次の世代へ知識を伝えている。知識の伝承は意識的に行なわれる場合もあるし、また無意識の場合もある。まさに、我々の「知的営みは個人の頭の中だけで行われているのではなく、道具、文化、他者の援助を受けながら行われており、本質的に社会に分散したものである」と言える。

コンピュータを利用した学習環境の設計においても他者や文化の存在を考慮することが不可欠である。とくに「他者は最良の学習環境である⁽⁷⁾」と言われているように、人の学習過程において重要な役割をしている。この点に関しては文献12の中でW.Clancyは教育システムを設計する上でCollaborative work支援の重要性を指摘し、今後の教育システムの設計は「知識伝達型から共同活動支援型」へ向かうべきであると主張している。

同様に、我々は技術者の理解を支援するための作業環境も単に「パーソナルな思考の道具としてのコンピュータ」としてだけではなく、文化や他者と知識を共有する開かれた環境が必要であると考える。

3 道具による理解支援 (Self-learning)

本章では既に開発している「パーソナルな思考の道具としての理解支援環境:ハイパーシミュレータ」について簡単に説明する。これは次章で述べるグループワーク支援環境(Co-learning)へ拡張した場合、各クライアント・マシン上の作業環境の一部を構成する。複雑な対象の理解を支援するために対象モデルの容易な作成・修正・保存や

対象の多面的な表現（視点）を提供するインタフェースを備え、対象をトランスペアレントにすることを試みたシミュレーション環境である。教育システムとしては基本的に自学自習型であり、他者とのインタラクションは考慮されていない。以下にその関係と画面例を示す。

データ、モデル、道具（シミュレータ）
人、資料

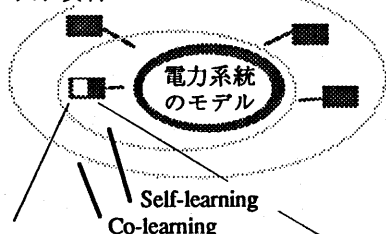


図1 理解支援環境 (Self-learning&Co-learning)

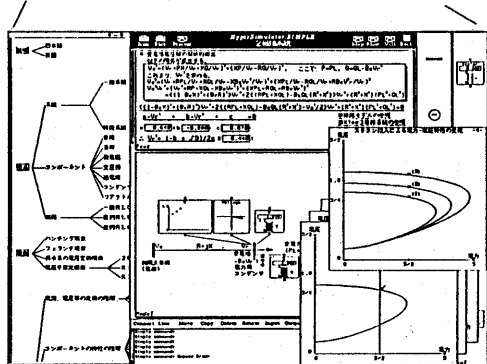


図2 Self-learningの環境

外界（理解対象）とのインタラクション支援を中心に、すなわちインタフェース中心主義の立場からシステム設計を行なっている。ヒューマン・インタフェースのデザインに関しては文献10に認知工学的見地からインタフェース設計の原則が述べられているがこれを参考にしていて。以下にインタフェースを中心に特徴を列記する。

(1) メタファー：シミュレーション環境のメタファーは「電子回路キットモデル」である。すなわち、対象を構成する各コンポーネントを部品化し、部品をワイヤーで接続することによってモデルを組み立てる。完成したモデルはそのままシミュレーション可能である。また、内部状態を観測

する道具として各種のツールを用意している（オシロやテスターのメタファー）。

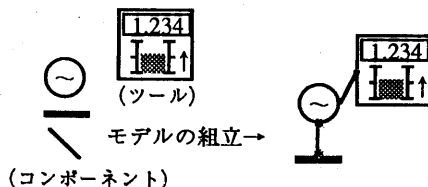


図3 モデル組立のメタファーの例

(2) アフォーダンス：アイコンのデザインでは「電圧の上昇/降下の操作方法」や「過負荷/過電圧の気配」などが感覚的に感じとれるようにした（ここでアイコンは「姿と振る舞い」を持つオブジェクトである）。後者の狙いは過負荷や過電圧が直感的に感じ取れる状況（気配）を生成し、この状況から対象の振る舞いを直接理解することであるが、これは「頭の外にある知識の利用⁽¹⁰⁾」を試みたものである。

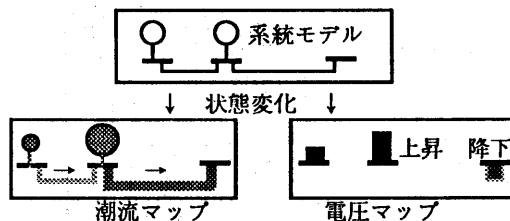


図4 アフォーダンスの例

(3) 直接操作感覚：各コンポーネントはすべてオブジェクトとしてアイコン化されている。モデルの状態変化（各コンポーネントの内部変数の変化）はアイコン化されたツールを使って観測する（コンポーネント自身も内部状態の変化を色に反映できる）。観測したいコンポーネントとツールをワイヤーで接続し、ツール内のゲージをマウスで直接スライドさせる。ツールは双方向特性を持ち入出力兼用である。

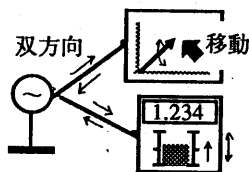


図5 直接操作感覚の例

(4) ハイパーテキスト：シミュレーション・モデル（テキスト+視覚モデル+数学モデル）はハイパーテキスト的に管理する。データベースは対象の階層構造、モデルの種類、モデルの作成目的の違いなどによって分類し、これを視覚的に管理する。各モデルは必要に応じて他のモデルにリンクされる。一般的なハイパーテキストと比べると以下の特徴がある。

- ・動的データ：データがシミュレーション・モデルであるため様々な現象を生成できる。
- ・動的リンク：状況（シミュレーション結果）によってリンク先を変えることが可能。

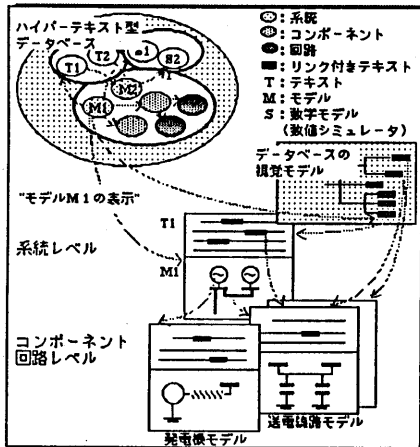


図6 データベースのリンク構造

(5) マルチビュー・インタフェース：ある対象（現象）を数式表現やグラフ表現などで他面的に表現し、内部的にリンクする。こうして、ユーザの視点の移動、思考のカプセル化の回避、多面的なメンタルモデルの生成を支援する。Smalltalk-80で導入されたMVC（Model, View, Controller）モデルを参考にしている。

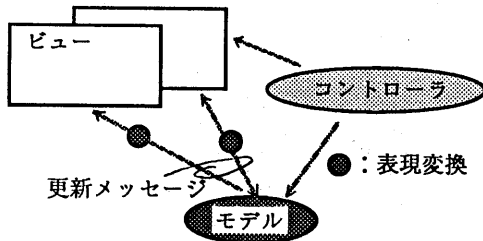


図7 MVCモデル

4 グループワークによる理解支援に向けて（Co-learning）

4.1 理解における他者の役割

学習の場面における他者の役割については文献6, 9, 13, 14, 15 に詳しく述べられているが、他者は最良の学習環境である。一人では解決困難な問題を複数の人と共同で取り組むことによって、解決が容易になる。これは複数の人々の知識が単に合算される、また各人の負担が軽くなる（分業）というだけでなく、各人が相互に影響を与え合っことによって各人の能力和以上に問題解決が一層促進されると言う。学習の場面における他者の役割を以下にまとめる。

・コーチとしての他者

学び手の必要に応じて柔軟で適切な助言ができる。その結果、学び手は次第に知識を獲得して独力で問題を解くことができるようになる。

・異なった視点としての他者

学び手と異なった視点が提供できる。批判や大局的視点（行為者と観察者の視点の違い）を加えることで問題がより鮮明化・体制化する。

・成熟した成員から若い成員への知識の伝承

徒弟制にみられるように日常的知識から入って徐々に専門的知識が伝承される。このとき文化や状況に結びついた知識も伝わる。

4.2 グループワーク支援とコンピュータ

本稿で述べるグループワークとはグループウェアで一般に対象とするグループ（組織）の活動、すなわち「グループとしての活動目的を持った行動」を示していない（協同活動よりも共同活動に近い）。また、学校教育で行われている集団授業やグループ学習のような場面を想定しているわけでもない。我々が日常的活動の中で行っている他者との知識の交換や共有、次の世代への知識の伝承といった社会的な活動を表わしている。

学習支援という観点から、コンピュータを利用したグループワーク支援について考えると以下の利点を上げることができる。

- ・他者との対話（意見、視点の違い）による学習支援
- ・知識の配布・伝承による学習支援
- ・知識のパーソナルな構造化による学習支援

(1) 電力系統に従事する技術者の活動

系統に従事する技術者の理解支援を考えると、以下の問題（状況）を想定する。

「系統の一部に異常現象が発生した。そこで事後対策として、現象を分析し対策を検討する」

このような状況で想定される技術者の活動には以下のものがある。

- ・蓄積されている関連資料などの調査
- ・シミュレーションを利用した分析
- ・他の技術者や専門家との意見交換

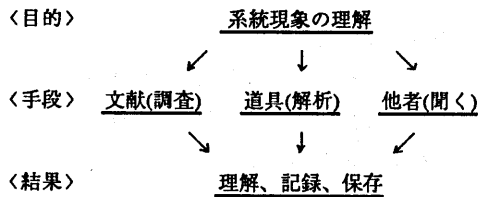


図8 電力系統の技術者の活動

これらの活動は独立しているわけではなく統合的であり、基本的に共同作業である。また、理解対象が電力系統という動的振る舞いを持つ対象であるため、シミュレーションを通して対象を理解する活動が重要である。検討の過程や結果は個人や組織の資料として保存される。

ここで、文献や人のリソースは身近にあるとは限らない。地理的に離れた場所であったり、時には異なった組織（会社）であったりする。また、

他者には他者の活動（都合）があるために、欲しい時にその情報が得られるとも限らない。他者は会議のメンバーのように複数の場合もある。

(2) 電子メール・コミュニケーションの問題

現在、JUNETやパソコン通信による電子メールはコミュニケーション・メディアとして広く使われているが、我々の目的からすると以下の点で問題がある。

- ・テキスト・ベースのメッセージ
- ・メッセージの構造化*
- ・グループ/テーマ管理*
- ・人（他者）に関する情報が見えない*

(*：パソコン通信では一部解決されてる)

そこで以下の支援を考える。

- ・シミュレーションモデル・ベースのメッセージ
- 系統現象の理解において技術者たちが交換する情報はシミュレーション対象を媒介にして行う必要がある。こうして、系統現象を過去の資料に関連づけたり、実際にシミュレーションを行なって分析したり、また、その結果を他者と検討するといった活動を支援する。

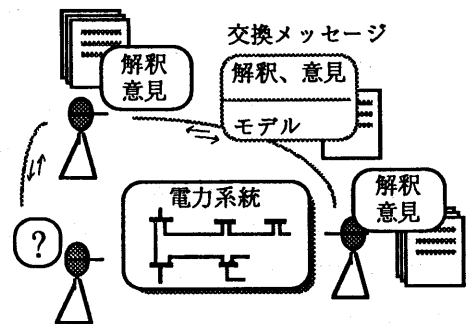


図9 グループワークの場面

・メッセージの構造化

交換されるメッセージはシミュレーションモデル・ベースであるが、メッセージのデータ構造はハイパーテキストのように非線形構造にする。こうして、ある系統現象に対する他者の様々な意見や解釈、更に他者との対話（問題解決）のプロセスを問題に関連づけて管理できる。

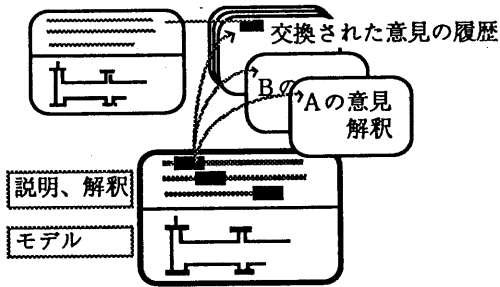


図10 メッセージの構造化

・グループ/テーマ管理

交換されるメッセージには様々な内容のものがある。これらを系統現象の種類、テーマ、メッセージ作成者、作成日時などによって振り分けて管理する。また、各メッセージを各人のデータベースに関連づけて、各々の視点から参照できるようにする(4, 16, 17)。

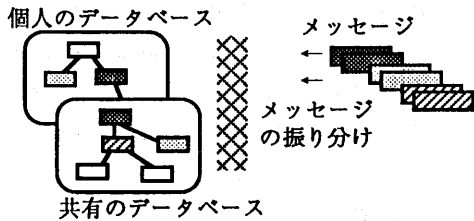


図11 メッセージの管理

・人(他者)のプロフィール情報

我々は相手の専門分野、所属、年齢、性別などの社会的属性を意識しながらコミュニケーションしている。また、コミュニケーションはあるコミュニティー内だけで行われていない。組織の移動や新しい人の加入などの変更、また人の専門分野も徐々に変わっていくものである。各マシンからコミュニケーションする相手のイメージがわかる(どんな人か?) 必要がある。この情報は一種の人材情報であり、問題解決を依頼する適任者(エキスパート)を探す上でも有益である。

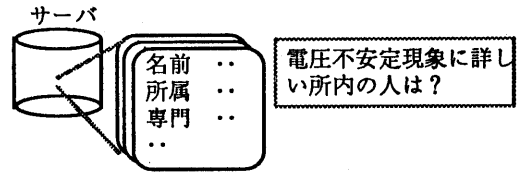


図12 プロフィール管理

(3) データベースのシェアにおける問題

各マシン上に構築されるデータベースは自分が作成したシステムモデルや他者から得たモデルなどからなるパーソナルなハイパーテキスト構造のデータ空間である。ネットワーク経由で他者とデータをシェアする場合、以下のような問題がある。これはプライバシーの問題とも関係する。

- ・オープンにされた他者のデータベース構造はネットワークを介して他のメンバーに見えなければならない。逆に、オープンにされていないデータは見えてはならない。
- ・他者が作成したハイパーテキスト構造のデータを自分のデータベースの中に取り込むと、各自のリンクの張り方が異なっているため「蜘蛛の巣」現象を起こす可能性がある。このため、データベース構造の標準化(リンクの種類など)が必要である。これは知識の伝承の観点からも必要である。

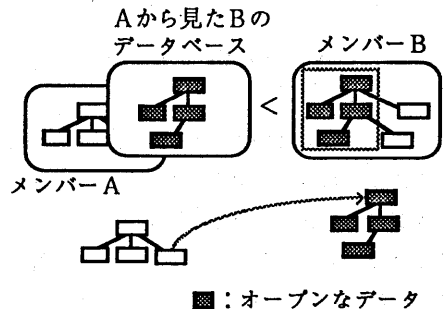


図13 データベースのビューとリンク

(4) 実現方式

実現方式について簡単にのべる。ここではグループウェアで分類される非同期/分散型の作業支援を想定する。コンピュータネットワーク構造はサーバ/クライアント・モデルで構成する。各マシン上のデータベースは必要に応じて、ハイパーテキスト的にリンク付けて管理する。すなわち、ネットワーク型のハイパーテキスト・システム⁽¹⁷⁾を構成する。各マシンで管理されるデータを以下に示す。

- ・サーバ：グローバルなデータ、グループ/テーマ、各人のプロフィールの管理、データ更新時の処理
- ・クライアント：パーソナルなデータ、各人の視点から見たデータの管理

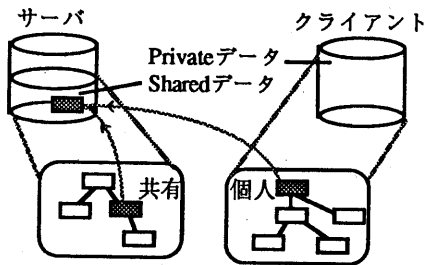


図14 システムイメージ

5 おわりに

本論ではグループワークによって複雑な対象を理解するための作業支援環境について基礎的な検討を行った。基本的な設計思想は「人の知的営みが個人の頭の中だけで行われているのではなく、道具、文化、人（他者）の援助を受けながら行われており、本質的に社会に分散したものである」と言う認識に立ったものである。このような視点は教育的観点から今後ますます重要なものになってくると思われる。現在、各機能のインプリメントを進めている。

参考文献

- [1]吉澤、他：教育的インタフェースを備えた保守教育支援システム、情処学論、29, 7, 1988
- [2]吉澤、他：ハイパーシミュレーションによる系統現象の理解支援環境、電学論B（投稿中）
- [3]石井：グループウェア技術の研究動向、情処学誌、30, 12, 1989
- [4]I.Greif(Ed.): Computer-Supported Cooperative Work, Morgan Kaufmann, 1988
- [5]M.Schrage: Shared Minds, RANDOM HOUSE, 1990
- [6]J.Brown, A.Collins, P.Duguid :Situating Cognition and the Culture of Learning, Educational Researcher 18(1), 32-42, 1989
- [7]M.Stefik: The Next Knowledge Medium, AI Magazine (Spring), 1986
- [8]A.Bond&L.Gasser(Ed.): Reading in Distributed Artificial Intelligence, Morgan Kaufmann, 1988
- [9]稲垣、波多野：人はいかに学ぶか、中公新書、1989
- [10]D.ノーマン（野島訳）：誰のためのデザイン？、新曜社、1990
- [11]T.ウィノグラード&F.フローレス（平賀訳）：コンピュータと認知を理解する、産業図書、1989
- [12]W.Clancy: Situating Cognition and Intelligent Tutoring Systems, ICCAL'89, Springer-Verlag, 1989
- [13]三宅（波多野編）：認知心理学講座（4）学習と理解、東大出版会、1982
- [14]佐伯、他：すぐれた授業とは何か、東大出版会、1989
- [15]中村、豊田：思考促進機能を持つ問題解決支援システムについて、第6回ヒューマン・インタフェース・シンポジウム、1990
- [16]松浦、他：協調作業のためのチーム指向環境 情処研報、90-DPS-45, 1990
- [17]T.ネルソン：Xanaduのすべて、SuperASCII、2, 1, 1991