

人工物の協同利用に関する原則とモデルの設計

三 樹 弘 之[†]

本研究は、社会的な分析を利用した協同システム（協同用の人工物）の開発に関する設計法の構築を目的としている。社会的な分析の利用に関するこれまでの提案は、ガイドラインレベルであったために、個々の人工物への対応の度にガイドラインを作成しなくてはならなかった。本論文では、情報の明確性の理論をベースに、それらのメタレベルとして、時系列化した4原則（即時アクセス性、局所性、可動性、意味性）を提案する。特徴は、社会的分析との親和性、ガイドラインの付加なども許容する原則としての汎用性・拡張性である。本論文では、キーボード台や、レーザーポインタによる遠隔指示の例示を行うが、提案は原則であるので、対応する該当機器が固定されるガイドラインと比較して、他の人工物への展開は容易に行えるものである。最後に、提案した本原則の一般性と限界について述べた。

Constructing Design Principles and a Process Model on Collaborative Use of Artifacts

HIROYUKI MIKI[†]

The aim of this research is to construct a development methodology for collaborative systems (artifacts for collaboration), which utilizes one of social analyses called Ethnomethodology. To date, such social researches proposed only guidelines, thus such guidelines were necessary for every different collaborative system. This paper proposes ordered four principles (immediacy, locality, movability, and meaning) based on a theory of information explicitness. The characteristics of the principles are 1) representing sequential nature of ethnomethodological analyses, 2) general and extensible as principles allowing addition of guidelines, among others. Although the principles are illustrated by examples of collaborative assembly of an everyday product and remote instruction which uses a movable laser pointer, they are more general than guidelines and widely applicable to many collaborative systems. At the last, their generality and limitations are discussed.

1. はじめに

1990年頃以降、多くのCSCW技術が社会的な分析を取り入れて開発されてきた。これらはたとえば、TV会議などのメディアスペース技術¹⁾、地下鉄や空港などの管制室用技術²⁾、などである。

社会的分析は、これらの技術開発において実際の状況における技術の思いがけない重要な使用法を明らかにするだけでなく、人工物を利用した協同作業というものがいかに巧みに組織化されていくかを明らかにした。これによって技術が支援すべきポイントとその支援方法が明らかになり、「使われる」技術の開発に貢献した。

しかしながらその高度に特殊化された分析（エスノ

メソドロジ³⁾)は、工学者には利用しにくいものであった。分析の関心が社会というものが構成される過程をボトムアップに示すことにあったために、特殊な専門用語を用い、一事例の分析に徹底し、技術の評価を避けるという形で、即興的に重ねあわされる行為の巧みな連鎖を詳細に記述した。工学者は、専門用語の読み替え、一事例の抽象化、技術の評価の追加などを行うなどして、設計に対する意味を引き出す必要があったわけである⁴⁾。このため、社会学者との学際的連携が必要とされた。

近年、この「社会的分析の利用性」について本格的に取り組む研究者が増えてきた。たとえばMartinらは、既存の社会的分析の結果を分類し、分類ごとに協同作業システムの設計における注意点（ガイドライン

人工物：人が作るものを指し、コンピュータシステム、説明書、部品、工具などの物理的な実体を持つものと、表現法や記憶などの見えにくいメンタルなものの両方を指す。

[†] 沖電気工業株式会社研究開発本部
Corporate R&D Center, Oki Electric Industry Co., Ltd.

に相当)を報告している⁵⁾。分類ごとの注意点であつて多少抽象化されているので、社会学者の参加がなくても設計の出発点としての利用が可能である。

また Hutchins らは、情報の流れを見ることによって情報処理の負荷が高い場所や高いパターン導き出し、それらを中心に技術的な対策を施すことによって、社会的分析を具体的な設計に結びつけやすくしている(分散認知と呼ばれる)⁶⁾。

しかしこれらにおいても(設計)原則(設計)ガイドライン、評価法・分析法、および設計プロセスなどが体系化されている個人用機器のインタラクション設計(特に画面設計)⁷⁾と比べると、体系化の余地が多く残っている。たとえば Martin らの場合は少なくとも基にした事例の偏りを克服することが望まれ、Hutchins らの場合は原則やガイドラインの提示が望まれる。

本論文では、個人用機器のインタラクション設計のような体系化を CSCW の領域で行う手始めとして、人工物の協同利用に関する原則を提案する。利用性を高めるために Martin らのように事例と一緒に提示するという方法を取り、この意味するところがより分かりやすくなるように、Hutchins らに習って時系列化を行う。

以下、まず 2 章においてモデル化の方針を説明し、次に 3 章で原則を抽出するために使用した組立作業の被験者実験を説明する。その後 4 章で、組立作業を題材として人工物の協同利用に関する原則とその時系列モデルを提案し、原則から得られる設計示唆を述べる。

5 章では提案した原則とモデルの有効性を示すために具体的な CSCW システムの例を分析し、原則とモデルの有効性や一般性について議論を行う。最後に 6 章において、まとめを述べる。

2. 人工物を利用した協同作業のモデル化

2.1 原則の提案

個別の設計に対する具体的な注意点を記述した「ガイドライン」に比べて、多くの場合にあてはまる基本的な規則や法則を示した「原則」は、設計だけでなく評価の基準としても使えるために、設計方法論の体系化において中心的な役割を果たす^{7),8)}。しかし「社会的分析の利用性」に取り組んだ研究の中には、ガイドラインに取り組んだ研究はあるが^{5),9)}、原則の提案は見当たらない。そこで本論文では、この原則の提案を行う。

社会的な分析の視点を反映した原則を作成するにはいくつかのアプローチが考えられるが、原則全体とし

ての網羅性と汎用性のために、これらの特徴を持った比較的単純な人工物の理論と社会的プロセスの理論の 2 つを合わせるという方法で、人工物を利用した協同作業をモデル化する。

まず人工物の理論であるが、人工物を利用した協同作業に特徴的であり、かつ CSCW で使われる社会的分析(エスノメソドロジ)が注目する、レイアウトなどの環境と相互作用をしながら意味の明確化を行っていくことを想定した理論は、状況認知などの分野で存在する^{4),10)}。この中で、網羅性と汎用性を備えた理論としては、Kirsh の情報の明確性に関する理論¹¹⁾があるが、他に有効なものは見当たらない。したがって Kirsh の理論を採用することとした。

他方、社会的プロセスについては、2 つを組み合わせるという性質上、一度に 2 つの複雑なモデルを反映すると原則の明確性が失われるために、単純な理論を想定した。結果として、行為の時系列を考えるという、分野を問わない基本的な考え^{3),6),12)}を参照することとした。

2.2 Kirsh の理論をベースとした拡張

Kirsh の理論は次の 4 つの原則(項目名と内容)で構成され、情報の明確性に関わる重要な側面を網羅的にカバーする。

- A) 局所性: 情報がまとまりとして、他から簡単に分離できること。
- B) 可動性: 記述されている場所から情報を別の場所に移動しても、その意味が変わらないこと。
- C) 即時アクセス性: 一定時間以内で読めること。
- D) 意味性: 情報の意味が、状態、構造、プロセスなどの関連情報を考慮することによって、一定時間で取り出せること。

これらすべてが満たされたときに、情報が明確ということになる。

これらの原則は特性なので特に流れはないが、行為の流れという見方で見ると、C), A), B), D) という順番をつけることができる。たとえば読みやすいような構造化がされていない文章の場合、読もうとしても構造化が分からずに、すんなりとは読めない(C: 即時アクセス性)。そこで読みながらどこで区切りがあるのを判断して(A: 局所性)、それに基づいて適切に文章を動かして(B: 可動性)、筋の構造化を行う。その構造化を前提にすると、意味が分かるということになる(D: 意味性)。

一方、読みやすいような構造化がされている文章の場合は、自然に読めて(C: アクセス性)、すぐに意味が分かる(D: 意味性)。つまり、C) の後にすぐに D)

に行くことになる．このような見方をすれば、A) から D) は、 $C \rightarrow (A \rightarrow B) \rightarrow D$ のような入れ子構造になっていると考えられる．

Kirsh の理論はこのように、行為の流れを考えると相性の良い理論といえる．しかしながら協同で人工物を扱うということは想定していないために、このままでは CSCW 技術の設計には応用しにくい．

そこで本論文では、3 章で示す実験の分析を基に、各々の原則の趣旨を継承しつつ原則の内容を「典型的な注意点」に入れ替え、さらに時系列にモデル化する．

3. 参照する実験

原則の内容としての「典型的な注意点」を抽出するための、組立作業の被験者実験の内容を、以下に示す．

3.1 タスクの選定

組立作業をタスクとして選定した．組立作業は協同作業に必要とされる 3 種類の行為、すなわち物理的な作業（動作）、メンタルな作業（理解）、コミュニケーションをバランス良く含んでいるために、協同作業のメカニズムを解明する基礎実験として、これまでも繰り返し利用されてきた^{13),14)}．

具体的には、図 1 に示されるキーボード台¹⁵⁾（机の下に吊るす、出し入れ可能な引き出しのような台．キーボードを上に乗せて使用する）を対象とした．

3.2 分析法

設計や評価における社会的な分析のより良い利用を目指した理論化であるので、社会的な分析で用いられる、会話と動作のビデオ分析（定性分析）を用いた．

3.3 タスクの内容

説明書付きで組立てを行う（図 1）．ステップ 1 では（A ネジ 4 個を使って）キーボード台 a の左右にローラ金具 b を取り付け、ステップ 2 では（B ネジとナットを 8 個ずつ使って）サイドレール c と吊り下げ金具 d を接続する．そしてステップ 3 では机の下に吊り下げ金具 d を取り付け位置を決め、ステップ 4 ではその位置にドリルで穴を開ける．ステップ 5 で吊り下げ金具 d を（C ネジ 4 個を使って）机に取り付けて（サイドレール c を吊るし）、ステップ 6 で最終的にキーボード台 a を左右のサイドレール c の間に滑り込ませる．A, B, C の各ネジは大きさや形状が異なるために区別が必要とされ、各パーツは左右対称を考慮して組み立てる必要がある．

3.4 被験者と利用するデータ

全体の実験は大学内で公開募集した 18 ペア（友人同士で協同的組立ての経験あり）に対して行われた¹⁶⁾ が、本論文ではステップ 1 までの 2 種類の組立て法を

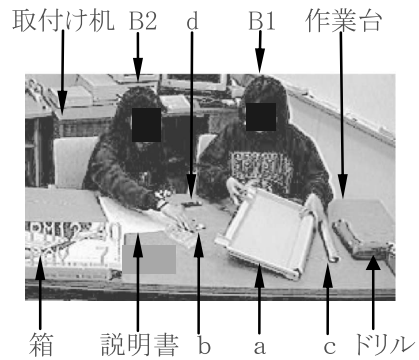


図 1 実験風景（a: キーボード台, b: ローラ付き金具, c: サイドレール, d: 吊り下げ金具）

Fig. 1 Experimental scenery (a: Keyboard drawer, b: Roller bracket, c: Side rail, d: L-shaped bracket).

代表する 2 つのペアのデータを主に使用する．

これは同じペアのできるだけ単純な事例で説明した方が理解しやすいという説明上の理由と、代表的ペアであるので、他のペアにおいてもほぼ同じ事例は簡単に見つけられるという理由による．

なお、ステップ 1 までの 2 種類の組立て法とは、部品を分類してからステップ 1 を行う方法（A ペア）と、ステップ 1 から入って必要な部品を探す方法（B ペア）の 2 つである．

4. 社会的分析を反映した原則とモデルの構築

本章では、本論文が提案する原則（項目名と典型的な注意点）とモデルについて、事例を通してその詳細を記述する．4.1 節では提案する原則とモデルの概要を示し、4.2 節以降、4 個の原則それぞれについて、その詳細を事例とともに記述し、さらにその原則から導かれる設計示唆について記述する．

4.1 人工物の協同利用に関する原則とモデルの概要

本論文で提案する人工物の協同利用に関する原則とモデルを、図 2 に示す．これは Kirsh の情報の明確性に関する 4 原則の流れを 2 章のように理解したうえで、原則の内容を「典型的な注意点」に入れ替えたものである．左側の下方向矢印は即時アクセス性がある場合の利用ケースを表し、右側の下方向矢印は即時アクセス性がない場合の利用ケースを表している．つまりこのモデルは、明確な情報の利用プロセス（左側）だけでなく、情報を明確にして利用するプロセス（右側）も表している．これにともない「動機性」は、意味の不変性だけでなく、情報を明確化するための人工物の移動も表すものとしている．

協同においては、即興的な行為を繰り返しながら細かな理解を積み上げていくことが一般的である^{10),13),14)}．

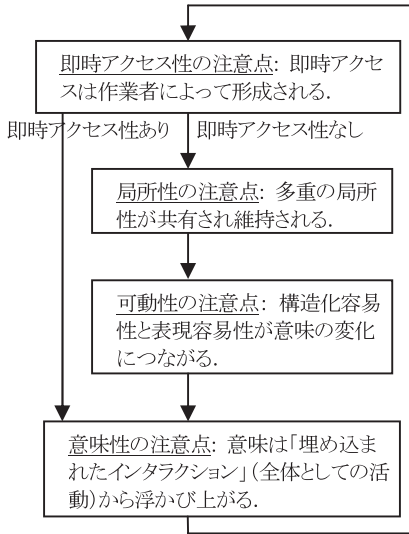


図 2 人工物の協同利用における情報の明確性に関する、注意点の時系列モデル

Fig.2 Ordered principles on collaborative use of artifacts.

このことを本モデルは、全体のループを何回も回すことで表す。

たとえば 1 つの人工物を右から見たり左から見たりして理解を積み重ね、人工物の機能を理解する、といったような行為を表すわけである。

そのループの際、ループごとに別の人工物や別の人工物どうしの連関などに関する理解を積み上げることも許容している。社会的分析は、視線、体勢、手の動き、人工物の位置・向きなどの関連が協同において巧みに組織化されて利用されていくことを明らかにするが、それを許容しているわけである。

以後、4 つの原則それぞれについて、原則の内容である「典型的な注意点」とその展開例を中心に説明する。

4.2 即時アクセス性の原則 (注意点): 即時アクセスは作業者によって形成される

即時アクセスとは、文字どおり、すぐに必要とする人工物などを参照できることを指す。即時アクセス性が作業者によって形成される典型的な事例として、体勢 (4.2.1 項)、ならびに繰返し作業によるルーチン化 (4.2.2 項) について示す。

4.2.1 作業者の「体勢」の形成と維持によって即時アクセスが可能となる (原則の展開例)

図 3 はステップ 1 の前で部品を分類してから組立てを始めたペアのデータであり、ステップ 3 で使う C ネジを集めた後に、ステップ 2 で使うナットを集めている場面である。この場面において、即時アクセス性は 7 行目、8 行目で見られ、2 人で同じ個所を遅れなく順次指差して情報を確認している。

| | |
|----|--|
| 7 | A1: でナットが (説明書の中のパーツリストに載っているナットの絵を指差す). |
| 8 | A2: (同じ絵を指差す) ナット (ナットをすべて拾い集める). A1: (しばらくしてから、パーツリストを指で下方向になぞる) |
| 9 | A2: 8個ですか? |
| 10 | A1: あっ (上方向にパーツリストをなぞる) 8個です. |
| 11 | A2: はい (集めたナットをすでに集めたCネジの横に置く). |

図 3 2 種類目の部品の分類 (ステップ 1 の前) (A1, A2 は被験者の識別子。行番号は始めから何番目の発話かを示す。また、動作は括弧の中に示す)

Fig.3 Grouping the second part before Step 1 (A1, A2 denote specific subjects. Line numbers indicate utterance orders. Their actions are parenthesized).

| | |
|----|-------------------------|
| 15 | A2: これかな? (Bネジを1つ摘む) |
| 16 | A1: うん(パーツリストを一瞬見て) 4個. |

図 4 3 種類目の部品の分類中 (ステップ 1 の前)

Fig.4 Grouping the third part before Step 1.

このようなことが可能となるのは、両者がその個所に体を向け、視線を向け、そのようなやりとりができるような体勢を作っているからである。図 3 では被験者 A1, 被験者 A2 とも、体をいっそう前かがみしながら相手の方に体を向けて、間に置いてある説明書に覆い被さるような体勢を作っている。Kendon が言うところの、互いの作業空間の重なりを互いに共有できるような基本的な配置である F 陣形である¹⁷⁾。接近したこのような協同においてはごく自然にこのような体勢が作られ、これによって容易な割り込みも含めて、即時アクセス性が可能となる。

なお、協同のタイミングを調整する上記のような同調行為は、理解したことを相手に示す表示効果があることが知られており^{2),6),13),16)}、このような行為の連続によって即時アクセス性のある体勢が維持されていくのである。

4.2.2 繰返し作業による「ルーチン化」によっても即時アクセスは可能となる (原則の展開例)

即時アクセス性は単に体勢によってのみ形成されるわけではなく、協同の中で徐々に確立していくパターンのような、一種の取り決めに依存する (アクセスすることもある) こともある。

図 4 は、図 3 の後に被験者 A2 が 3 種類目の部品を 1 つ見つけて摘み上げたときに、被験者 A1 がすぐにその部品の個数を言う場面であるが、両者の間に <部品名 + 個数> というコミュニケーションパターンが繰返し作業の結果として確立してきている。この後、部品集めの作業が繰返されるにつれて、この傾向は強まっていく。

1 人の繰返し作業においてはべき法則 (Power Law)

で速さが増していくが、その中ではパターンの改良が次々に行われることが知られている¹⁸⁾。協同パターンも、改良されながら、余裕時間に他の作業も入れ込みながら、徐々に改良されていく。たとえば図3の8行目では、(10行目の個数の返事で遅延を招くことになるが)被験者 A1 は視野の中で被験者 A2 の状態を確認しながら(アウェアネス¹⁾と呼ぶ)別の作業を入れ込んでいる。

4.2.3 設計示唆：場を整えることに貢献する設計

たとえば遠隔指示においては、即時アクセス性という、指示したい対象物が遠隔から見えてそれに対する指示が即座に伝わればよいという発想になりがちである。しかしながら協同作業がスムーズに進むためには、互いが、遠隔にいる相手がいかなる体勢であるかも確認できる必要がある。確認できれば相手の行動の意味や相手の次の行動を予測しやすくなり、即時アクセス性が維持されるような場を整えていくことが可能となるからである。筆者らはこのような指示のための体勢を、ボディメタファというガイドラインで別途まとめている⁹⁾。一方、技術については、Dourish がシステムの中身の動きが見える(説明可能性の高い)設計を提唱している¹⁹⁾。

いずれにしても、協同して作業するお互いの行為が理解可能なようにできる手段を提供することが、即時アクセス性につながるといえる。

4.3 局所性の原則(注意点): 多重の局所性が共有され維持される

4.2節の即時アクセス性で必要とされる体勢や共有資源の確立ができていなければ、体勢とそれともなう局所性を整える必要が出る。しかし、一時に1つの活動しか行われなないということは多くないために、同時に進行する複数の活動を反映させた形で局所性を整える必要がある。これは結局、多重の局所性を生むことになる。

多重の局所性が共有され維持される典型的な事例として、4.3.1項ではそれが体勢の形成とともに行われることを示し、そして4.3.2項では、そのような局所性の中で共有されている度合いが低い局所性が、協同作業を進める文脈の中で共有スペースの維持のために消滅することを示す。

4.3.1 体勢は多重の局所性ととも形成される(原則の展開例)

図5は図3の直前のデータであり、被験者 A1 が1行目の動作で説明書担当へと向かい、被験者 A2 がそれにより部品集めの担当に特化していくことが形成されていく場面である。図3と違いまだ即時アクセス性

| | |
|---|---|
| | A1: (サイドレールの包みを開ける) A2: (パーツリストを指差してネジ類の分類を始める) |
| 1 | A1: それがCですか?(手を伸ばして指差す) A2: (Cネジを集めてA1側<右手>の手の平に載せていく) |
| 2 | A2: あ、これがAですね (A1に身体を寄せてネジを載せた手の平も寄せる)。 |
| 3 | A1: (A2の手の平を指して) これCじゃ? |
| 4 | A2: あ、違うな、Cですね。 |
| 5 | A1: うーん。あ、このなんか、Cが。8つ。 A2: (手の平に集めたCネジを机の上に置く) |
| 6 | A2: (机に置いてから)8つ。にーしーろーや、8個ありますね。 |

図5 1種類目の部品の分類(ステップ1の前、図3の直前のデータ。<>はその直前のものが指すものを示す)

Fig. 5 Grouping the first part before Step 1 (right before Fig. 3).

| | |
|----|--|
| 19 | B2: じゃ、これじゃない?(Bネジを1つ摘み上げて、説明書の図2の絵の中の、ネジの絵と比べる) |
| 20 | B2: あ、ばつだよく絵の中のネジの形>、こっち。 |
| 21 | B1: 細くない?(Bネジを1つ摘み上げて、その大きさを、キーボード台のねじ込むべき穴の大きさと比べる) |

図6 自身に近い(慣れた)局所性へのアクセス(ステップ1)

Fig. 6 Accessing closer and more familiar resource in Step 1.

は形成されておらず、1行目と2行目の間と5行目において、大きな遅れが生じている。

この場面において、両者はお互いの方に体をやや向ける体勢を整える。説明書という人工物を間に置いてそれを共有し、さらにその中のパーツリストという部分に限定して共有しアクセスすることにより、説明書に関する局所性を共有している。

一方、ネジ類というまとめ、および分類されたネジは、被験者 A1 の手の届かない(その方向を指差すしかできない)被験者 A2 の前に置かれており、被験者 A1 よりも被験者 A2 により近い局所性として位置付けられ、利用されている。このように、より個人に近い局所性と共有の局所性が、多重に重なり合う形で形成され、維持されている。

このような共有性の異なる多重の局所性は、作業者が混乱した場合に、協同の修復に対して重要な役割を果たす(つまり協同の頑強性を提供している)^{2),19)}。図6は別のペアの例であるが、一緒にアクセスした局所性(パーツリスト)では適切なネジを見つけられずに、関係のない部品(サイドレールなど)にアクセスするなどして混乱してしまった場合の例である。両者が自身により近い(慣れた)局所性に前とは違ったアクセス法でアクセスすることによって(被験者 B1 は説明書の図の中の絵を使い、被験者 B2 はねじ込む穴の大きさを使い)、協同を修復している。

4.3.2 共有空間が局所性を上書きする（原則の展開例）

4.2 節で主に触れたペア A のように、ステップ 1 の前で部品を分類するペアにおいては、ステップ 1 に入るときに、分類した部品を動かす必要が生じた。これは協同で組立てを行う場所が、それまで説明書や分類された部品が置かれていた場所と同じで、両者の中間だからである。この行為によって、a, b, c 順などに並べられたネジなどは、しばしばその順番が分からなくなるような形で移動させられ、パーツリストとの対応は消滅していた。

つまり、部品担当者の前に置かれて共有されている度合いが高くない局所性が、協同作業を進める文脈の中で共有スペースの維持のために消滅することを示す。大きな共有空間の再構成のために、その中に形成されていた小さな局所性が消滅したわけである。

この場合の「大きな」局所性と「小さな」局所性の関係は、別途行った 1 人で組み立てる実験の場合は問題とならなかった。部品分類からステップ 1 に入るときに、当然のことながら相手との調整行為はなく、これにより自身のペースで空間を少しいじる程度で組立て作業に入れていたからである。こうして 1 人の実験の被験者のほとんどが、ネジの名前である a, b, c がステップ 1, 2, 3 に対応していることに気付いたが、協同組立ての 18 ペアはだれもこの順番に気がつかなかった（実験後のインタビューによる）。

局所性や秩序の維持は協同においてより難しいといえ、このことにより、空間の上書きは協同作業において注目すべき点といえるのである。

4.3.3 設計に対する示唆：局所を形成するための設計

協同において秩序や局所性が失われやすいという前提に立てば、失われないような工夫をするか、または、失われても別の局所性を基に秩序が復元できるようにすればよい。前者の立場に立てば、たとえば局所性どうしの関係性をより明確にしておくという方法が考えられる。4.3.1 項の例でいえば、ネジの名前を A ネジではなくて「ステップ 1 用ネジ」とするなどである。また、後の 5.1.2 項で紹介する例のように、異なる局所性どうしが緩やかな関連を持てるような余地を残しておくなどの方法もある。

一方、後者の立場に立てば、他の人工物や局所性との関係の中で際立たせるべき特徴を明確にして、その特徴が分かりやすいような形にしておくという方法が考えられる。図 6 の場合、たとえば部品の形を相互に大きく変えておいて、一目でどの部品かを思い出せる

| | |
|----|---|
| 26 | B1: (ネジを締めながら)これ<ローラ付き金具>, この向きでいいの? (説明書のステップ1の部分を持ちと見る) |
| 27 | B2: うん(説明書のステップ1の部分を持ちと見る). |
| 28 | B1: あ, 反対だ(ネジを緩め始める). |
| 29 | B2: うそ. いいん. じゃない? (説明書と緩めているローラ付き金具を交互に見る) |
| 30 | B1: だって白いやつがさあ(ネジを緩めるのをやめて, もう1つのローラ付き金具を部品袋から取り出す). ほら (それを緩めているローラ付き金具と隣り合わせにし, 次に説明書の図2の絵の上に持って行く, この<ローラ付き金具>, これが(持っていたローラ付き金具の出っ張り部分を触る). |
| 31 | B2: あー, そういふことか. B1: (取り出したローラ付き金具を使って, ネジを締めなおす) |
| 32 | B2: だってこれ同じじゃん (B1が30で外して置いたローラ付き金具を掴み上げて, それをB1が緩めているローラ付き金具の横に同じ向きにして持って行く). ほら, あ(2つのローラ付き金具の形状の違いに気付く). |
| | (2人で笑う) |

図 7 ローラ付き金具の正しい向きの検討 (ステップ 1)

Fig. 7 Figuring out a correct attachment of the roller bracket in Step 1.

ようにしておく、などが考えられる。他の方法としては、即興的な方法となるが、リマインダの利用⁶⁾が知られている。思い起こすヒントになる目印をつけられる余地を作っておくということである。

ここにおいても、4.2.3 項と同様に、理解可能にするということがポイントとなる。

4.4 可動性の原則（注意点）：構造化容易性と表現容易性が意味の変化につながる

4.3 節の例のネジのような機能や構造が単純な人工物と異なり、機能や構造が複雑な人工物においては、意味は伝わりにくくなる。伝わりやすくするには、物理的に動かしたり（構造化する）、言葉で説明を加えたり、手で指し示したり、ジェスチャを加えたりする（表現する）必要がある^{9),13)}。これらがしやすければ意味を変化させやすくなり、意味が伝わる可能性が増す。

本節ではこれまでの節よりも若干複雑な人工物（ローラ付き金具）を取り上げ、この可動性を示す。

なお、4.5 節の意味性との違いは、可動性は動作に関する原則という点にある。

4.4.1 構造化容易性と表現容易性は特定の機能や構造を際立たせて意味の変化につながる（原則の展開例）

図 7 は図 6 の少し後のデータであり、ローラ付き金具を付け始めた被験者 B1 が、付ける向きが間違っていることに気付き、それを被験者 B2 に説明する場面である。ステップ 1, 2 の説明書の図においては、片側の絵しか載っていないために、左右対称という、1 つの部品を超えた他の部品との関係も問題となっている。

この例において示されているのは、1 点目は、構造

化容易性が高くて表現容易性が低い人工物は、説明を受ける側の理解の負荷が大きく、意味の明確化が難しいということである（30行目）。そして2点目は、（機能や構造の）複雑性が主に表出している人工物については、自身で自在に動かしたときの構造化容易性が、即座の明確化につながりやすいということである（32行目）。

ローラ付き金具の場合、中の機能や構造が外からは分からないビデオデッキなどと違い、それらは可動部や形状としてすべて見えて表出している（表層的人工物²⁰⁾）。

まず30行目においては、協同作業の特徴としての、即興的な説明が2回繰り返されている。「ほら」という初めの説明では、左右のローラ付き金具どうしの比較を行っている。そのまま小さな出っ張り部分を指し示して被験者B2に見てもらおうには、被験者B2が遠すぎ、即座に被験者B1は次の説明に移る（「これが」の部分）。2回目の説明はほとんどが動作であり、これからも、少なくとも言葉による表現容易性が低いことが分かる。この低い表現性のせいで、被験者B2はすべてを理解しておらず（32行目）、自身が自在に動かした金具の表現性でやっと分かることになる。

この一連の行為において理解や説明を難しくしているのは、単体の部品としての構造と機能だけでなく、他の部品と組み合わせられたときの構造と機能の難しさがある。幸いこの場合は、他の部品は、反対側の金具と（構造と機能が外から見ただけで分かる）台だけである。日常品の組立てというものは一般にこの程度の複雑さであるが^{13),14)}、表出せずに内在している複雑性が多いか、他の人工物との関係が複雑な人工物の場合は、図2のループの回数が増えるだけでなく、図2の次のステップである4.5節の意味性によって解決する必要がある。その場合は、認知工学の理論^{12),20)}のような、他の理論との組合せが必要と考える。

4.4.2 設計に対する示唆：意味の変化をしやすい設計

構造化容易性と表現容易性を確保するには、まずは不要な複雑性を排除して利用しやすい単純さを提供することが考えられる。このためには構造、機能の両方について、利用目的と照らし合わせて、ユーザが意識する必要のない詳細な情報は隠し、逆にユーザが意識すべき情報は十分に見えるようにするといった設計が考えられる²⁰⁾。この節の例の場合は、表層に情報が不十分ながらも出ているので、左右の違いを決定付ける部分を大きくする、そもそも片方にしかはまらない形状にする、などが考えられる。

一方、普段は表層に見えていないが、必要なときに瞬時に表層に現せるような設計も考えられる。たとえば積層パネルになっているリモコンや、少しフォルダの内容が見たいときにその部分だけを掘り下げて見られるインタフェース²¹⁾などのようなものである。これらは個人用ツールだが、この種の協同版が望まれる（卓上に映像を投影するシステムが提案されてはいるが²²⁾、この場合の目的とは異なると考える）。

以上の方法と異なり、即興的な工夫の余地を残すために、積極的にプリミティブな機能や構造にしておくという選択もありうる。5.1節のレーザーポインタシステムの場合、この選択により、構造化容易性と表現容易性が提供され、利用者による多様な表現法の即興的な創作をもたらした。これによって、多様な意味の変化が可能となった。

4.5 意味性の原則（注意点）：意味は「埋め込まれたインタラクション」（全体としての活動）から浮かび上がる

4.2節では多重の活動と多重の局所性について述べ、4.3節では意味の変化ということを述べた。つまり人工物は、協同という活動の中で複数の意味を持つ。

意味性の原則はこれまでの原則を総合するものであるが、最も単純な総合の仕方は、1つの意味を選択するということである。もしも意味性の段階にきて意味の候補があがるに至っていなければ図2のループを重ねることになり、また、ループを重ねても事態が改善しなければ、意味が明確にならないということになる。

異なる作業者が複数の意味から1つの同じ意味を想定するには、活動の文脈と照らし合わせる必要があるが、「1つの同じ意味」が自明の場合は、さらに高次な意味の共有も期待できる²³⁾。

本節では、このような例を示す。つまり、体勢が形成され（局所性）、オブジェクトの参照がしやすいような状態で（可動性）、すぐに利用可能となっている状態で（即時アクセス性）、自明な意味をふまえてさらに高次な意味がやりとりされる例を示す。

4.5.1 別の意味が確固とした意味を利用して生成される（原則の展開例）

図8はステップ5の事例であり、ステップ4に続いて机の下に潜って部品を取り付ける場面である。1行目は、ステップ4で机の下に潜って部品の取付けを行ったC1が、ステップ5用の部品を集めているところである。

この場合のネジは、この前までにすでに十分にその機能や構造が明確になっており、サイドレールを付けるネジという意味と、ネジをまとめて持つ人が補助

| | |
|---|--|
| 1 | C1: よし、よし(サイドルールに加えてネジをピックアップ). |
| 2 | C2: (C1の背後に寄って)今度私が潜りましょうか? |
| 3 | C1: あ、いい、いい(両者向かい合い、C1が手に持っているネジをC2に差し出すが、C2は受け取らない)、じゃ一緒にやろう. |
| 4 | C2: じゃ、潜りましょう. |
| 5 | C1: ふふふ. |
| 6 | (C2は机の下に潜る) |

図 8 「埋め込まれた」インタラクションによって意味が明確になる例(ステップ 5)

Fig. 8 An example that the meaning is emerged by the embodied interactions in Step 5.

者でそれを 1 つずつ受け取る人が作業者という 2 つの意味を、持つに至っている(頑強な意味という「可動性」)。

この場面では、特に後者の意味が強調されている。2 行目以降、役割交代の会話がされており、作業者、補助者ということが触れられているからである。この文脈で、C1 がネジを渡そうとして、C2 が受け取らないでいる(2 行目)。ネジをまとめて持つのが補助者というネジの意味をふまえて、役割交代をするのかしないのかという高次のやりとりをしているのである。

このやりとりに続いて、その後の言葉のトリックによって、役割の変更ということが達成されることになる(「潜ること」は「一緒にやる」ことに含まれる動作であり、部分で全体を置き換える発話、つまり言葉のトリックである)。

4.5.2 設計に対する示唆：意味が浮かび上がる設計
意味性に至るには、図 2 のモデルにおいて、意味性の前の 3 ステップ(即時アクセス性、局所性、可動性)をクリアするような設計にする必要がある。この節の例では、協同作業者全員(2 人だが)に対してこれらがすでにクリアされて確固たる意味となっているものが利用されたわけだが、しばしば、一部の作業者にしか意味性の前の 3 ステップがクリアされていないといったことが起こる。役割分担を反映した即時アクセス性、局所性、可動性となっているかをチェックするなどが、設計において注意すべき点となる。

逆にいえば、協同作業者全員にとって即時アクセス性、局所性、可動性がクリアされていれば、本節の例のように、より高次の意味の創出も期待できるということになる。本節の例以外として、Tolmie らは、隣の家のドアを 1 回叩いてすぐ家に戻り、しばらくしてほぼ同時に 2 軒の家族で外出するという例を示している²⁴⁾。本来は明確な意味しか持たないドアに(つまり意味性の前のステップまでを満たしている)、歳月をかけてルーチン化を行って別の意味を持たせたという意味で、この節の例と基本は同じである。

ルーチン化を促す、あるいはルーチン化の結果としてある振舞いをさせるようにする設計は、ユビキタスコンピューティングやコンテキストウェアコンピューティングの領域で研究されている。多くのセンサ情報や履歴情報から、意図の解釈や場面の推測などを行い、ボタン 1 つで意図した情報が取り出せるシステムなどが提案されている²⁵⁾。このようなシステムの設計において、意味性の前の 3 ステップ(即時アクセス性、局所性、可動性)がクリアされているのかという分析をすることを、図 2 のモデルは示唆することになる。

5. 議 論

5.1 節では、本論文で提案した複数の作業者を想定した場合の設計原則(4 章)と時系列のモデル(図 2)について、その応用性、有効性を検証するために、筆者らが構築した 1 つの遠隔指示システム(図 9)⁹⁾を分析して、有効な知見が得られることを示す。その後で 5.2 節において、提案した原則とモデルの有効性と、一般性や限界について議論する。

5.1 メディアスペース設計への適用

テレビ電話のように、遠隔にいる人との音や映像を通じたコミュニケーションを提供することによって、あたかも同じ場所にいるかのような状態を提供することを目指した技術が、メディアスペース技術である。この一例として、筆者らが作成した、移動可能なレーザーポインタを利用した遠隔指示システムを取り上げ、示唆を示す。

図 9、図 10 の例では 3 人が登場する。1 人が指示者、2 人が作業者で、それぞれ別の部屋にいる。2 つの部屋は音声が行きわたるようになっていて、さらに作業者の部屋には、指示者の操作で動くレーザーポインタシステムが設置されている。

レーザーポインタシステムは図 9 上のものであり、左右に動く車の上に、カメラと上下左右に自在に動くレーザーポインタが設置されている。レーザーポインタはちょうどマウスポインタのような操作が可能となっており、点滅、回転、なども行えるようになっていて、指示者は遠隔からこのレーザーポインタシステムを操作し、図 10 のような映像を見ながら、作業者 2 人(図 9 下)の間の対象物(図 9 下)などにレーザーを照射して、音声も使いながら作業者に指示を送ることができる。

タスクは家具の組立てであり、組み立て方を知っている指示者が、組み立て方を知らない作業者 2 人に指示を送る。会話は自由にしてよいという設定である。

図 10 はこのシステムを使った場面の例であり、左側の作業者が障害となって指したい場所にレーザーを照

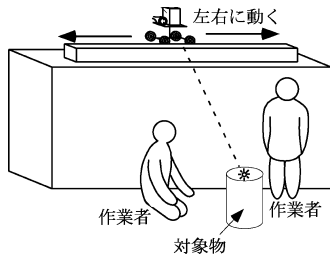


図 9 作業者側のレイアウト

Fig. 9 Arrangement of the operator's side.

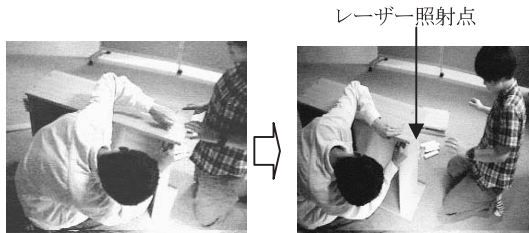


図 10 レーザを左右に移動することによる指示

Fig. 10 Indication by the moving of laser pointing device.

射できないときに（図 10 左）、車を右に動かして見えるようにしてからレーザを照射して指示する（図 10 右）という例である。

以下、まず 4 章で述べた 4 原則（注意点）と設計示唆について、このシステムがどれだけ満たしていたかを分析し、知見を得る。

5.1.1 即時アクセス性

筆者らは一連の遠隔指示システムを設計するにあたり、過去の社会的分析や自らの実験結果を基に、指示者と被指示者が同じ場所にいるときの体勢（ボディメタファと呼ぶ）を考慮してシステム設計していた。このために図 10 においても、遠隔にいる指示者はそのような位置に車を移動でき（左の図から右の図のような見えとなる）、右側の作業者も車が動くのに気付いて（同調して）座る位置を変えることができていた。

多少の遅延と作業者の協力が必要であったが、遠隔にいる指示者は、指示したい対象物にどうにかアクセスできていたわけである。

いい換えれば、遠隔の指示者は車の位置によっては即時アクセス性がなかったといえる。また、仮に車の位置が適切であっても、設計上、遠隔の指示者はレーザポインタの光をあてることと言葉でしか指示したい対象物にアクセスできなかった。遠隔の指示者が特定の場所を指したことは、そこを見ていなければ気づきにくく、言葉をともなったとしても、隣にいる人が手で指した場合に比べて、割込みや（これから動くという）継起情報が分かりにくかったわけである。

一方、繰返し効果による即時アクセス性は、図 10 では体勢を調整する速度くらいでしか表れなかったが、他の場面ではレーザポインタの特別な使用法において見られた。点滅、回転、繰返しのなぞり方などが指示者と作業者と共有されてパターン化し、指示者と作業者の両方が指示対象への参照を滞りなく行えるようになっていった。

5.1.2 局所性

この場合は 3 人であって、1 人は遠隔にいる指示者である。指示者が間隔を空けずにレーザポインタを使用する場面では問題なかったが、間隔があいた場合は、ポイントしている場所を見つけることが必ずしも容易ではないこともあり、作業者の作業が止まりがちになるなど、局所性の形成をやりにくくしていた。

車の移動の場合はレーザポインタと違って直接的に介入する手段ではなかったために（4.3.3 項で指摘した「緩やかな関連」）、指示者の意図を予期したり推測したりする手がかりとなるなど、多重の局所性を構成する手立てとなっていた。

5.1.3 可動性

まず、指示者にとっての可動性を考える。車は左右にしか動かないので、レーザポインタの発光起点の可動性は限られている。しかしその場所からのレーザの照射は広範囲に（ON/OFF を含め）素早く行えるので、この点での可動性（構造化容易性と表現容易性）は高い。

ただし光の照射であって、内在するメカニズムではなく、光として表出する機能のみであるので、そのものとしての機能は低い（4.4.1 項で述べた 1 点目に該当）。これを補う即興的な行為として（5.1.1 項で述べた）点滅、回転、繰返しなどの動作が発話と併用されることによって、豊富な表現を生み出す結果となっていた。つまり、発話をともなうことによって「意味の変化をしやすい設計」となっていたわけである。

一方、作業者にとっては、言葉やジェスチャでしか、レーザポインタが指しているところの変更を指示者に伝えられない。残念ながら、作業者にはレーザは可動性の低い人工物となっていたわけである。

5.1.4 意味性

これまで述べたように、レーザポインタという単純な媒体で複雑な指示をしているので、多くの意味が、発話しながら即時アクセス性、局所性、可動性を工夫することによって浮かび上がっていた。

協同の内容は、体勢、発話、レーザポインタの動作などで見えやすい一方、工夫される即時アクセス性、局所性、可動性などが共有されていくので、これらの

共有知識をふまえないと、発話や動作の意味は明確にならなかったともいえる。

なお、4.5.1 項のような高次の意味の創出までは見られていない。レーザ光の可動性が指示者にしか提供されていなかったことの影響があったと考えられる。

次に、図 2 の時系列モデルの観点で簡単に述べる。

5.1.5 時系列モデル (図 2) の観点

この場合、説明書の理解は指示者が行っており、また、この例が 4 章の例と同等の複雑さを持つ組立て作業であるために、部品への簡単な働きかけで作業者が組立て方を理解するに至っている。すなわち、4 章と同じく、意味性のステップで、部品に内在する構造的、機能的な複雑性が問題となって時間がかかることはなかった。

つまり、図 2 のループの回転で事象のほとんどの説明が行えている。たとえば図 10 の例においては、指示者は指示する場所に「即時アクセス」できず (図 10 左)、車を移動して「局所性」を図 10 右のように変え、レーザを照射して指示を表現する (「可動性」)。この意味は作業者に伝わり (「意味性」)、図 10 右の右側の作業者は体を起こして「局所性」を変えていく。このように図 2 のループが回っていく。

5.2 既存の理論と比較しての有効性と、一般性や限界

5.2.1 既存の理論と比較しての有効性:

ここでは、はじめに本論文の原則と時系列モデルの特徴を確認した後に、既存の理論との比較を行う。1 章で述べたようなこれまでの社会的分析の利用性向上の取組みと比べた場合、本論文の特徴は、原則、ガイドラインなどの体系を想定しているという点である。個別の設計に具体的な示唆を与えることはガイドラインに任せ、原則は抽象度を高くして、様々なケースに広く適用できるようにしている。したがって、原則に展開例を加えたり、ガイドラインを加えたりすることによって、必要ならば設計示唆をより強く体系の中に取り込んでいくことを想定している。

また、本論文の原則が行動を記述したものであって設計示唆に寄せていないのは、社会的分析を重視し、社会的な分析の結果と照らし合わせやすくしているからである。

次に、いくつかの既存の理論と比較して、本論文の原則と時系列モデルの有効性を指摘する。まず、抽象化という点で、Martin らの提案⁵⁾と比較する。Martin らの提案では、既存の社会的な分析の 12 事例を 10 個のカテゴリに分類し、設計示唆を述べている。カテゴリごとの示唆は複数事例を基に多少抽象化されて

いて有効と思えるが、カテゴリの基準が不明確で、しかもそれまでの社会的分析と同様に、用語が分かりにくい (「音声記録としての人工物」、「まだ見ぬ人工物に対する説明」など)。これらの長所・短所は本論文の提案とは逆の方向のアプローチである。

また、原則という観点で、個人用機器の原則である ISO 9241-10 の 7 つの原則⁷⁾と比較する。7 つの原則とは、仕事への適合性、自己記述性 (主にフィードバックのこと)、可制御性、利用者の期待への合致、誤りに対しての許容度、個人化への適合性である。人工物をできるだけ人に合わせるために人工物の特性をどのように設計するかという原則としては重要要素を網羅していると考えられるが、複数の人との関係という観点が乏しく、社会的な分析とはあまりにも遠いといわざるをえない。

さらに体系という点で、Hughes らの社会的分析を利用する設計プロセスの提案²⁶⁾と比較する。Hughes らの提案する設計プロセスのポイントは、設計者が社会学者に分析してもらいたい点を伝えて、その点のみを社会学者に分析してもらうという点である。本論文の提案とは、社会学者の参加を前提にしている点が大きく異なる。本論文の提案は、通常原則と同様に多少の慣れが必要⁸⁾とされるが、社会学者がいなくても設計と評価における利用が可能と考える。

最後に (CSCW の領域で最も使われている) エスノメソドロジ以外の社会的な分析と比較する。他の社会的な分析としては、権力や責任の関係を分析するもの、競合解消をするプロセスを分析するものなど様々なものがあるが、それらはエスノメソドロジと違って、観察可能なことのみを使って説明しはしない。これが協同における微妙な配慮点を見逃すことにつながるために、CSCW の分析としてはあまり利用されない結果となっていると考える。本論文の提案は、この項のはじめで述べたとおり、原則を設計示唆ではなくて行動の記述に近くしてあり、詳細を見ることを奨励している。権力や責任などは、エスノメソドロジと同様にそれらの行使が見える場面を取り上げて、図 2 のループを回すことになる。

5.2.2 一般性と限界:

A. メディアスペース分野での一般性:

提案した原則とモデルの一般性を吟味するにあたり、まずは 5.1 節で紹介したような遠隔協同作業に広く適用できるかどうかについて検討する。

この適用性を考えるにあたって、葛岡らの指摘が参考になる。葛岡らは、遠隔協同作業における問題を解消するためのポイントとして、次の 5 つをあげてい

る²⁷⁾。

- 身体配置：相互観察や対象物を見たり操作したりできる。
- 志向：対話者や対象物の方向に体を向けられ、その向きを対話者が観察できる。
- ジェスチャ：実時間でできて、それらが観察できる。
- 相互観察：上記3つが相互に観察できる。
- 継起性：上記4つが遅れなく行える。

これらのポイントは、言葉こそ違うが、提案した原則と対応付けが可能である。身体配置、志向、相互観察は「局所性」に、ジェスチャは「可動性」に、継起性は「即時アクセス性」に対応すると考えられる。「意味性」については対応項目がないが、上記をまとめて「身体性を持たせた空間」と呼んでいることから、全体を総括する概念を設定しているという意味では同じと考えられる。

このような対応付けが可能ということから、提案した原則は、遠隔協同作業全般に適用可能であると考える。

なお、葛岡らとの違いは、これらのポイントを情報の明確化に必要な性質として抽象化している点と、時系列を導入している点といえる。

B. 組立てタスクやメディアスペース分野以外での一般性：

組立てタスクやメディアスペース分野以外での一般性をいうのは、もともとのエスノメソドロジの対象が広く⁴⁾、原則も一般的であるがゆえに、通常原則と同様⁷⁾に容易ではない。

適用可能な対象の1つのいい表し方は、4.4.1項の最後や4.5節の冒頭で述べたように、図2のループを回すことによって意味が明確にできるような対象ということになる。

この意味することは、実は広い。図2のループで意味が明確にならない場合は、全体の体系を考えて「意味性」の部分に原則よりも詳細なガイドラインを追加するか、あるいは「意味性」の部分で認知工学の理論を追加して、意味が明確になるような設計にするように修正すればよいからである。

ガイドラインを追加する場合は、通常のユーザビリティテストのように、分からないことを複数の人が話し合う過程にいくつものヒントが現れるので、そこから改善仮説を出したり、理解のコアとなるポイントを暴きだしたりして、それを原則の展開例やガイドラインとすればよい。

一方、認知工学の理論を追加する場合は、たとえば

目的 - 手段関係や機能的抽象度の階層構造の分析などを利用することによって、ユーザにとって人工物が理解しやすくなるようにできる²⁸⁾。

C. 限界：

上記A, Bいずれの場合においても、図2において複数のループの間の各要素の連関を強く考慮するようなことが必要となる場合には、限界がある。たとえばエスノメソドロジでよく知られている「会話の順番取りシステム」³⁾では、発言者の交代ルールが示されているが、このようなガイドラインを導き出すことにおいては、現状の本論文の提案には限界がある。人工物についても、同様である。「意味性」に適切な展開例を加えれば容易になるかもしれないが、さらなる研究が必要である。

6. おわりに

本論文では、人工物の協同利用に関する原則(4章)と、時系列のモデル(図2)を提案した。

もともと社会的分析に基づくCSCW技術研究は、認知科学などがユーザのメンタルモデルや内的表象などの個人のメンタルプロセスに関心を払うあまり、「使用におけるシステム」に注目しなかったことに対するアンチテーゼとして始まっている。しかしこれまでの社会的分析の結果には、特殊な専門用語や結果の抽象化不足の問題などがあって分析結果の利用性を損ね、既存の認知科学などとの結合を難しくしていた。

本論文の提案はこの状況の1つの解決策を示すと同時に、個人用機器のインタラクション設計のような体系化をCSCWの領域で行う手始めとなる研究である。

今後、設計と分析の両方において、拡張が期待できるものである。

参考文献

- 1) Gaver, W., Sellen, A., Heath, C. and Luff, P.: One is not enough, *Proc. INTERCHI'93*, pp.335-341, ACM (1993).
- 2) Heath, C. and Luff, P.: Convergent Activities, *Cognition and Communication at Work*, Engstrom, Y. and Middleton, D. (Eds.), pp.96-129, Cambridge Univ. Press (1996).
- 3) 西阪 仰：相互行為分析という視点，金子書房(1997)。
- 4) 三樹弘之：CSCW研究における社会的分析の利用，情報処理学会GW研究会研究報告，No.28, pp.25-36 (1998).
- 5) Martin, D. and Sommerville, I.: Patterns of cooperative interaction, *ACM Trans. CHI*, Vol.11, No.1, pp.59-89, ACM (2004).

- 6) Hutchins, E. and Klausen, T.: Distributed Cognition in an Airline Cockpit, *Cognition and Communication at Work*, Engestrom, Y. and Middleton, D. (Eds.), pp.15-34, Cambridge Univ. Press (1996).
- 7) ISO 9241 series (Part 10-17): Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs), ISO.
- 8) Nielsen, J.: Heuristic evaluation, *Usability inspection methods*, Nielsen, J. and Mack, R.L. (Eds.), pp.25-62, Wiley (1994).
- 9) Yamazaki, K., Yamazaki, A., Kuzuoka, H., Oyama, S., Kato, H., Suzuki, H. and Miki, H.: GestureLaser and Gesturelaser Car, *Proc. EC-SCW'99*, pp.239-258, Kluwer (1999).
- 10) Suchman, L: *Plans and situated actions*, Cambridge Univ. Press (1987).
- 11) Kirsh, D.: When is information explicitly represented?, *Information, Language and Cognition*, Hanson, P.P. (Ed.), pp.340-365, Oxford Univ. Press (1991).
- 12) D.A. ノーマン: 誰のためのデザイン, 新曜社 (1990).
- 13) Agre, P.E. and Batali, J.: Collaborative Instruction Use in Furniture Assembly, *AAAI Workshop on Complex Systems*, Gilbert, N. (Ed.), pp.1-17, AAAI (1990).
- 14) Amerine, R. and Bilmes, J.: Following Instructions, *Representation in Scientific Practice*, Lynch, M. (Ed.), pp.323-336, MIT Press (1990).
- 15) Model No.6110 Under Desk Keyboard Drawer, MicroComputer Accessories, Inc.
- 16) 三樹弘之: 協同作業における文化的違い, 情報処理学会論文誌, Vol.40, No.3, pp.969-979 (1999).
- 17) Kendon, A.: *Conducting Interaction*, Cambridge Univ. Press (1990).
- 18) Agre, P.E. and Shrager, J.: Routine Evolution as the Microgenetic Basis of Skill Acquisition, *Proc. Annual Conf. of the Cognitive Science Society*, pp.694-701, LEA (1990).
- 19) Dourish, P.: *Where the action is*, MIT Press (2001).
- 20) D.A. ノーマン: 人を賢くする道具, 新曜社 (1996).
- 21) 神原啓介, 安村通晃: ちらりウィンドウ, インタラクション 2004 論文集, pp.47-48, 情報処理学会 (2004).
- 22) 山下 淳, 葛岡英明, 山崎敬一, 山崎晶子, 加藤 浩, 鈴木栄幸, 三樹弘之: 相互モニタリングが可能な遠隔共同作業支援システムの開発, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.4, No.3, pp.495-504 (1999).
- 23) Goodwin, M.H.: *He-said-She-said*, Indiana Univ. Press (1990).
- 24) Tolmie, P., Pycock, J., Diggins, T., Maclean, A. and Karsenty, A.: Unremarkable computing, *Proc. CHI 2002*, pp.399-406, ACM (2002).
- 25) 中島秀之: マイボタンによる状況依存支援, 人工知能学会誌, Vol.16, No.6, pp.792-796 (2001).
- 26) Hughes, J., O'Brien, J., Rodden, T., Rouncefield, M., and Blythin, S.: Designing with Ethnography, *Proc. DIS'97*, pp.147-158, ACM (1997).
- 27) 葛岡英明, 山崎敬一: 実画像通信システムと身体性, bit 別冊—身体性とコンピュータ, 岡田美智雄, 三嶋博之, 佐々木正人(編), pp.324-337, 共立出版 (2000).
- 28) 堀部保弘: インタフェースのエコロジー, 認知的道具のデザイン, 加藤 浩, 有元典之(編), pp.39-64, 金子書房 (2001).

(平成 17 年 6 月 2 日受付)
(平成 17 年 11 月 1 日採録)



三樹 弘之(正会員)

1985 年東京理科大学大学院経営工学専攻修了。1990~1992 年カリフォルニア大学サンディエゴ校認知科学科訪問研究員。2001~2003 年埼玉大学地域共同研究センター客員助教授を兼任。現在、沖電気工業(株)HI ラボラトリ勤務。CSCW, 認知工学, ユニバーサルデザインの研究に従事。1999 年度情報処理学会山下記念研究賞受賞。共著書:『IT のユニバーサルデザイン』(丸善), 『ISO 13407 がわかる本』(オーム社)等。ソフトウェアユーザビリティ国際標準委員。日本認知科学会, ACM, UPA 各会員。