

## 道具の使用による機能的なメンタルモデルを用いた 技能獲得研究ワークショップ(ユーザ支援システムの技術開発)

### Workshop on Skill Acquisition with Functional Mental Model through Using Smart tangible Objects [成果報告書]

2008 年 3 月 22 日

慶應義塾大学大学院

政策・メディア研究科 博士課程

竹之内博史

#### 1. はじめに

本ワークショップは2008年1月12日、2月3日、4日、3月20日の4日間に慶應義塾大学湘南藤沢キャンパス大学院棟 22 室、及び入り口付近のエントランスにて行った。ワークショップでは2種類の実験と、講師へのインタビューを行った。2007年度の「シンポジウム・研究ネットワークミーティング基金」より承認をいただいた金額は、被験者への謝金、ヘリウムガスボンベ、文房具などの支払いに使用した。また2008年3月11日に財団法人日本丸記念財団に勤務している二等航海士の大坂篤志氏にインタビューを行った。

#### 2. 目的

「知識・ルール・技術・技能の伝承」の研究ワークショップ、及び実験の実施。

本研究の主題は2つのテーマより構成される。

1)、知識・技術・技能・ルールを表現した道具を用い、それぞれの内容を習得するための諸要素の理解と応用。

道具の出力によって目的を達成する家電製品や自動車などの既存の道具ではなく、人間自身の出力による目的の達成を支援する道具の考案と、そのデザイン指標を得るための導入として位置づけられる。

2)、複雑な機器操作におけるユーザ支援を対象とし、理解しやすいメンタルモデルの構築を促すための教示方法の提案。

一般的に、心的イメージやメンタルモデルは機器やシステムの操作に関して重要な要因である。機器やシステム等の構造や機能と、ユーザの心的イメージやメンタルモデルの差異が少なければ、ユーザは機器やシステムを正確に理解し、ヒューマンエラーの軽減につながると思われる。適切な心的イメージやメンタルモデルを利用することで、装置の挙動を推測し、適切に制御できることが知られている。これらを背景に操作マニュアルの作成

等への応用を考慮している

#### 3. 背景

道具の役割には「生命の維持」、「生活の支援」、「精神の充足」が含まれていると考えられる。人間の身の周りにある道具は、本来人間のための道具として上記の役割を含む様々な役割を持たされて考案され、作られてきた。しかし、現在我々の生活の中に存在する道具からは人間の道具というよりも、経済活動のための道具という印象を感じることもある。特に工業製品の外観の印象を設計する意匠デザインについて考えると、既存の製品との差異を付与し商品価値の向上を行っている印象を受ける。また機能についても同様のことが考えられる。便利な機能を多数搭載した家電製品は魅力的であり購買意欲を増す要因とも考えられる。機能は我々に多くの恩恵を与えているが、反面では人が本来持っていた能力を使う機会を奪い、退化させているとも考えられる。

##### 3.1 道具への依存によって失うもの

例：電話機のメモリ機能への依存

「電話番号に関する意識調査」の結果が2007年6月28日にNTT番号情報から発表された。この調査の結果の中で8割が「電話番号が覚えられない」ことがわかり、また5人に1人が「自分の携帯番号を覚えていない」などが報告されている。

発表された内容から特に注目すべき結果として19.3%の被験者が自分の携帯番号(持っていない場合は自宅の番号)を覚えていないことがある。特に26.0%の女性が自分の携帯電話の番号を覚えていない。この結果は機器の機能を使用することにより能力を失っていると考えられる。

##### 3.2 操作に関する適正なメンタルモデルの構築

人は自分のメンタルモデルから導かれた結果を現実と比較することによってシステムや環境を理解し、それらに対処する。メンタルモデルから導かれた結果が現実とうまく対応すればそのメンタルモデルは正確で完璧であ

る。結果が対応しなければそのメンタルモデルは不正確であるか不完全である。

自動車のブレーキ操作に関する過去の事例では、普通のブレーキ操作と ABS ブレーキの操作の違いがある。コーナーを曲がるとき、普通のブレーキ操作はゆっくりと車輪がロックしないように繰り返し踏むのが正しいが、ABS ブレーキを装備した車で、普通のブレーキ操作を行うと、車が止まるまでに通常より多くの時間がかかり、思った方向にターンできない。これは人がシステムとどのように関わるかに関するメンタルモデルが非対応なために発生する。設計やマニュアルを製作する際には、このような人とシステムの適正な関係を念頭に置かなければならない。つまりシステム操作の方法をそのままユーザに提示するのではなく、適正な形に修正して提示する必要がある。

#### 4. 実験

##### 4.1 メンタルモデルに関する記憶実験

道具を使用して技能を修得する例として日本式そろばんの珠算式暗算がある。そろばんは熟達すると道具のイメージ（メンタルモデル）を操作し暗算を行うことができる。このことからそろばんにおける数の表現には、道具の機能を技能として習得するための特徴があると考えられる。本実験では数の表現に着目し、数の抽象化表現を用いた記憶実験を行った。

実験の結果として表示するイメージの数による人の情報処理特性と、数を抽象的に表現した場合の特性が確認できた。特に抽象化表現における問題を確認することができた。



##### 4.2 異なったメンタルモデルに関する実験

現在、ホビー用途の人型二足歩行ロボットが市販されている。操作には 2 つのスティックと複数のボタンを持つコントローラや、コンピュータのキーボードを用いることが多い。これに対してマスタースレイブ方式を用いた操作方法がある。スティック操作と比較してマスタースレイブ方式は体を動かすことで各モータを制御する直感的な操作方法である。

本実験では飛行船ロボットを操作するコントローラに腕部のみマスタースレイブ方式を用いた。被験者は 2 グ

ープにわけ、異なった操作方法の教示を与え、その熟達度合いをタスクの遂行時間を計測し評価した。機器操作を行う際の教示の差が操作の熟達に与える影響を確認した。被験者は 2 グループに分けた。1 グループには各サーボモータとプロペラの操作に対応する身体の部位を教示として与えた。2 グループには「手のひらから推力が出る生き物になった状態を想像し、手のひら開閉し、または向きを変えて操作してください」とのみ教示を与え、それぞれ 5 回の試行を行った。

実験の結果として、試行の初期には 2 グループが 1 グループに比べタスクの遂行時間が短かった。5 試行の最後には、両グループの差は小さくなった。これらより、マスタースレイブのような操作方法の場合では、個々の関節ごとの操作対象を知らせるよりも、統合的な動きのイメージを喚起するような教示を行うほうが、操作の熟達が比較的早いという結果が得られた。この結果は人の運動における筋動作の制約条件によって、関節動作の冗長性が軽減され、よりスムーズに的確な動作を行うことができたと考えられる。つまり、個々の関節の動作対象を知るよりも、筋動作を制限しやすい簡潔な情報の呈示が比較的適切であると言える。

#### 5. インタビュー

財団法人日本丸記念財団に勤務する二等航海士の大坂篤志氏を講師とし、ロープワークの熟達課程における、結びの構造と手順の理解についてインタビューを行った。現場での訓練は一般書籍のロープワークの本に掲載されている手順とは大きく異なる方法で学習しており、短時間で結び動作が完了する方法を採用している。そのような結び方は訓練中に生徒が自分で考案し、各自がやりやすい方法を自分で見つけ出すように指導を行っているとのことであった。この課程を経ることで、結びの手順だけでなく、正確な構造を理解し習得するようにしている。

#### 6. 謝辞

本ワークショップの実施において、ご指導いただいた武藤佳恭教授、ノーベルコンピューティングの学生の皆様、財団法人日本丸の大坂篤志氏、実験にご協力いただいた被験者の方々に感謝する。

#### 7. 今後の展望

人は複雑な事柄を理解するために対象をイメージやシンボルとして置き換えることがある。これらは記憶の補助手段と考えることができる。記憶の補助手段とは情報を単純化し、その意味を強調し、その結果としてより覚えやすくなるように情報を再編成することである。今後は知識・ルール・技術・技能を記憶する際の補助手段について注目し、研究を続行する。