

認知的インタフェイスにおけるメタファの役割

楠見 孝

筑波大学 社会工学系

E-mail:kusumi@shako.sk.tsukuba.ac.jp

NIFTY:GGA01256

インタフェイス・デザインに用いられるメタファは、大きく二つに大別できる。第一は、異なる領域間を結び付けるメタファ（比喩）、擬人化、共感覚である。これらは、仮想的世界の成立を支えている（例：デスクトップ・メタファ）。第二は、同一領域における場面やカテゴリに依拠する換喩・提喩である。これらは、アイコンの設計原理になっている（例：フォルダ・アイコンで文書を示す）。インタフェイス・メタファは、人が熟達した領域をシステムの領域に転移することによって、システムを初心者でも分かりやすく使いやすくする。しかし、単一のインタフェイス・メタファには、限界があり、複数のメタファを組み合わせることが必要な場合がある。

THE ROLE OF METAPHOR IN COGNITIVE INTERFACE

Takashi Kusumi

University of Tsukuba, Institute of Socio-Economic Planning

Tennoudai, Tsukuba-shi, Ibaraki 305, Japan

Interface metaphors are divided into two types. The first, which includes metaphor, analogy, personification and synesthesia connect two different domains (e.g., desktop metaphor is mapping between the real desktop world and the computer environment). The second, including metonymy and synecdoche are principles of icon design (e.g., Folder icon represents documents, which is based on part-whole metonymy). The role of interface metaphors helps increase familiarity with the computer environment due to mapping, because of the prior knowledge that novices have of other domains. Use of a single metaphor in human interface may induce oversimplification and omission. The understanding of more complex computer environments achieved by multiple metaphors.

1 はじめに

本論文の目的は、ユーザインタフェースにおけるメタファの役割を明らかにすることである。そのために、(1)メタファの処理を支える過程と知識構造に基づいて分類し、(2)メタファがシステムの操作学習過程において果たす役割と限界を実際のシステム例に基づいて検討していく。

私たちは、見慣れない装置に直面した時、どのように操作すれば良いのかわからないため不安を感じることがある。しかし、類似した装置を扱った経験を思い出せば、操作してみることができる。

このように、人があらかじめもっている知識や経験を生かす方法のひとつが、メタファやアナロジーの使用である。メタファの使用は、ユーザのもつ過去の知識や経験を、現在の状況に橋渡しをする。そして、新しい装置への親近性を高め、装置の操作の学習を容易にする。そして、装置の構造と機能を表象するメンタル・モデルの形成を助ける[1]。

人と機械の橋渡しをするヒューマン・インタフェースには、(a)物理的・身体的インタフェースと(b)認知的インタフェースの2種類がある。(a)物理的・身体的インタフェースは、機械や身体の制約(例:キイの大きさや配列)を解明する人間工学(human engineering, ergonomics)の研究領域である。(b)認知的インタフェースは、人の認知過程や知識構造の制約(例:マニュアルやディスプレイのメニュー表示)に焦点をあてる認知工学(cognitive engineering)の研究領域であり、1980年代中頃から盛んに研究されるようになってきた[2][3]。

メタファは、認知的インタフェースにおいて、二つの側面で用いることができる。すなわち、(a)システム自体の設計によって提供する場合と、(b)マニュアルの形で提供する場合で

ある。

そこでまず、認知的インタフェースに用いられるメタファの種類を、その理解を支える認知過程と知識構造に基づいて、五つに分けて検討してい

2 認知的インタフェースにおけるメタファの種類

2.1 直喩・隠喩、アナロジー

メタファには、さまざまな種類があるが、二つの異なる知識領域、(a)主題(topic)を含む目標領域(target domain)と、(b)たとえる対象(vehicle)を含む基底領域(base domain)に支えられている点で共通している。説明において用いるメタファは、未知の対象Aを既知の対象Bでたとえることが一般的である。ここでは、Bに関する豊富で構造化された知識がAへ転移することになる。その結果、主題とたとえる対象間に成立する共通性のレベルには、属性、属性間関係、構造がある。これによって、直喩(simile)・隠喩(metaphor)とアナロジーを分けることができる[4]。

(1)ネットワークは蜘蛛の巣のようだ

(2)電子メールは郵便のようだ

(1)文の“AはB(のよう)だ”という言語表現は、直喩の例である。ここで、“のようだ”などの比喩指標が入るのは直喩、入らないのが隠喩である。主題“ネットワーク”とたとえる対象“蜘蛛の巣”の間には類似性が存在している。直喩や隠喩の理解は、2つの対象を比較することによって共通特徴を発見したり、たとえる対象Bの顕著な特徴を主題に導入するプロセスが支えている。ここでは、{網目のような、線でつながった、...}という属性や関係が共通している。(2)文における主題“電子メール”とたとえる対象“郵便”は、(1)文よりも高次のシステム同士が対応する。たとえば、“アドレス”、“メールボックス”といった

対象や，“受信”，“返信”といった関係，さらに，これらを含めたシステムも対応する．こうした関係や構造の共通性が成立するメタファを，アナロジー（類推）とよぶ．

直喩や隠喩は，（３）文のように単独で用いるだけではなく，（４）文のように連鎖して用いることがある．（４）文の場合には，たとえば対象であるカセット・テープとデッキの関係と，たとえられる対象であるフロッピー・ディスクとドライブの関係が，共通性をもっている．

（３）フロッピー・ディスクはノートのようだ．

（４）フロッピー・ディスクをカセットテープのようなものと考えと，ディスク・ドライブはカセットデッキにあたる．

このように直喩や隠喩は，組み合わせることによって，たとえば領域の知識（特徴間関係や構造）をたとえられる領域に転移・写像するアナロジーと同じの働きをもつ．そして，相互関連性をもつ複数のメタファの使用は，比喩的世界の構築を支えている．

2.2 擬人化

擬人化(personification)はアナロジーの一種である．ユーザインタフェイスにおいて，装置やシステムを人に見立てる擬人化を用いることは多い．その利用は，私たちは，人に関する知識を誰でも豊富にもっていて，親近感も高いからである．たとえば，マニュアルの冒頭で「はじめまして，私は〇〇〇です」と装置が自己紹介をしたり，説明図において装置に表情のある顔がついていたり，商品名に人名がついていることは，擬人化を促進し，装置に対して親しみを増すきっかけになる．

装置やシステムと親しむ過程は，人と親しくなる過程と類似している．たとえば，はじめはぎこちなくても，相手のことがわかって

くると付き合いやすくなる．あるいは，接触頻度が大切ということは，だれでも経験をもっている．昔は，“コンピュータは石頭”メタファが流布していたが，今は，“対話メタファ”が成立している[5]．つまり，ユーザがコンピュータに命令し，コンピュータが応答するという関係で，インタフェイスを捉えるようになってきている．ここで，人はコンピュータに対して，人相手と同じような会話規則を暗黙のうちにもっている．たとえば，入力に対して，期待した応答があれば，入力が適切であり，一方，応答がなければ，入力が不適切であったと推論する．後者の場合は，別のやり方で再入力をおこなうことになる[6]．

2.3 共感覚に基づく比喩

共感覚に基づく比喩は，ある感覚モダリティの経験に他の感覚モダリティの経験が付随することである（例：色聴）．ここでは，感覚モダリティを越えた情緒・感覚的意味の共通性が基盤になっている．この情緒・感覚的意味は，誰にでも共通しており，新たに学習する必要がない[7]．

たとえば，音アイコンには共感覚に依拠したものがあつた．すなわち，大きいファイルには低音を，小さいファイルには高音を対応させる．これは，文書の重さ／厚みを聴覚領域に写像したものである．コンピュータのファイル操作において，迫真性を高める．（3.2 参照）[8][9]．

共感覚の一種である色彩象徴(color symbolism)は，色表示の効果を支えている．たとえば，コンピュータの視覚的インタフェイスにおいて用いられものには，[赤]表示で“stop／危険”，[黄]表示で“警告／注意”，[緑]表示で“OK／GO”を示すのは，色刺激のもつ心理的効果（例：黄色は目だつ）と，つぎに述べる換喩的連合（例：火→赤→危険→信号）によって支えられている．

2.4 換喩に支えられたアイコン

換喩(metonymy)は“赤ずきん”(部分)で“赤ずきんをかぶった少女”(全体)を示したり, “ハンドルを握る”(先行動作)で“自動車を運転する”行為を示す表現である。このように換喩における, たとえる事象とたとえられる事象は, 空間的隣接関係や時間的隣接関係や因果関係に依拠している。こうした関係は, 場面イメージやその連続であるスクリプト(台本)として知識の中に貯えられている。ここで, たとえる事象Aはたとえられる事象Bよりも認知しやすい。さらに, 文脈や目的が加われば, AからBへの関係の一義性は高まる[10][11]。

換喩は, ピクトグラム(pictogram)やアイコン(icon)のような図記号の生成や理解を支えている。街の案内板では, [ナイフとフォーク]のピクトグラムで“レストラン”を示す。[受話器]のピクトグラムで“電話”を示す。また, コンピュータ・ディスプレイ上においては, [ペン]のアイコンで“フロッピーへの書き込み”を示すものがある。ここで, 図記号(たとえる対象)とたとえられる事象との関係は, 一義性が高い。たとえば, [受話器]は, “電話をかける”場面において, 不可欠で, かつ目だつ対象である。したがって[受話器]ピクトグラムは, あらかじめ学習していなくても, 一目で“電話”として理解することができる。このように, ピクトグラムやアイコンは, 換喩に基づいて作成することによって, 空間的・時間的に隣接する場面を容易に呼び起こすことができる。

コンピュータ・システムの多機能化によって, ユーザは目標に達するまでの多くの選択をおこなう必要があり, その中で迷いやすくなる。そこで, ピクトグラムが, 人を街で目的地に導くように, アイコンは, 人をシステムの中で, 目標に導く働きをもっている。

2.5 提喩に支えられたアイコン

提喩(synechdoche)は, 下位カテゴリ“パン”で上位カテゴリ[食物], さらに[物質的満足]を示したり(例: “人はパンのみにて生きるにあらず”), “花見”のように, [花]というカテゴリ名で典型的成員“桜”を示す表現である。

このように, 提喩は, カテゴリの上位ー下位概念の包含関係と典型性に支えられたメタファである。すなわち, 典型的な下位カテゴリや成員Aを用いて, 全体としてのカテゴリBを表現したり, 逆に, 上位カテゴリBで典型的な下位カテゴリや成員Aを表現する。提喩は, カテゴリの構造に依拠している。したがって, 慣用化されている場合が多く, その生成や理解は自動的である[10][11]。

提喩は, 概念やカテゴリをイメージ化する場合にしばしば用いられる。たとえば, [蝶]の絵で“昆虫”を示したり, コンピュータ・ディスプレイ上において, [棒グラフ]のアイコンで“グラフ”を示すことがある。これらは, カテゴリ全体を, 典型事例の絵で示したものである。ここで, カテゴリ全体を表現する一つの絵はない。したがって, 典型例の絵で表現することが, 伝達過程, 認知過程において効率が良い。

このように換喩と提喩は, わたしたちの知識構造に依拠しているため理解が容易であった。したがって, こうした換喩や提喩に基づいて設計したアイコンは, わかりやすいものになる。さらに, 相互関連性のあるアイコンを使用することが, 比喩的世界の成立を支えることになる。

3 インタフェイス・メタファの役割

3.1 初心者が学習しやすいインタフェイス・メタファ

最近, 新しい装置がつつぎ生まれ, 私たちは, 見慣れない複雑な装置に直面することが多い。特に, コンピュータは, キイが多

く、内部構造が見えないため、初心者には、操作が分かりにくい。

しかし、どんなに複雑な装置であっても毎日操作していれば、その操作は容易になり、マニュアルを見る必要もなくなる。人は、誰でも最初は初心者であるが、経験によって熟達者になることができる。また、ある領域の初心者であっても、熟達した他の領域も持っている。したがって、初心者が、効率よく装置の操作を習得できるようにするために、メタファやアナロジーによって、ユーザの知識や経験が豊富な領域を活用する方法がある。とくに、メタファの利用は、学習の初期において、学習者の親近性を増し、既存の知識の利用を促進する。一方、メタファの使用は、イメージを浮かびやすくすることによって、理解や記憶を促進し、面白さを高める[12]。したがって、メタファの使用は、ユーザの動機づけを高めることになる。

人は、新しい事態に直面したときに、過去の類似経験を活用する。しかし、人が適切なメタファやアナロジーに自発的に気づくことは難しい場合もある[13]。したがって、適切なインタフェイス・メタファの設計をすることは、人のもつ過去経験を最大限に活用することを支援する方法として位置づけることができる。

3.2 適切なインタフェイス・メタファ

インタフェイスを使いやすくするためには、どのようなメタファが適切だろうか。適切なメタファの形式的条件には、つぎの二つがある[14]。

(a)透明性が高い。対応する領域間の対象物レベルでの類似性が高いこと。すなわち、対応が自然であるため、学習しやすく、わかりやすく、使いやすい。(b)同型性が高い。

(たとえに用いる)基底領域と(たとえられる)目標領域間において(構成要素間の高次関係が対応する)同型性をもつこと。したが

って、知識領域の整合的なシステムを写像できる。そして、目標となる知識や操作を正確に獲得し、運用することができる。

これらの条件を満たしているのが、コンピュータの操作環境(目標領域)を、机の回りの現実環境(基底領域)に類似させるデスクトップ・メタファである。Macintoshのディスプレイ上のアイコンは、システム内の情報や機能を、机上の具体物として表現している。デスクトップ・メタファを構成するアイコンは、机上の文具との写像性(類似性)が高く、用途も対応している。したがって、初心者でも、何をするものかがわかる。たとえば、[ゴミ箱]は“いらないものを入れるところ”を示すのは、現実世界の知識に基づいて理解できる。

こうしたアイコンは、案内板のピクトグラムのように単に絵表示の役割を果たすだけではない。直接操作できるオブジェクト(もの)になっている。たとえば、“文書”を破棄するには、マウスを動かして、ポインタを文書アイコンにもっていき、それを“ゴミ箱”までドラッグしていく。その結果、ディスプレイ上の“ごみ箱”は膨らむことになる。

このように、ヒューマン・コンピュータ・インタフェースは、ディスプレイを介しているため、視覚モダリティに依拠する部分が多い。したがって、視覚的にシンボル化された個々のオブジェクト(アイコン)が、抽象的な情報や操作を実体化することによって、(デスクトップのような)メタファ的世界を構築し、使いやすいインタフェースを提供している。さらに、最近では、聴覚的なアイコン(例:メールの到着する音、文書の厚みを示す音)を加えることによって、現実世界との類似性を高め、比喩的世界の構築を支えている[8][9]。

また、ディスプレイ上の比喩的世界における空間表現を支えているのは、方位メタファ(orientational metaphor)と空間メタファ

(space metaphor)である。方位・空間メタファは、私たちがもつ空間的経験に依拠しているため、新たに学習する必要はない。たとえば、新しく開いたウィンド（窓）が作成中の文書の上に来るのは、“新しく広げた資料”だからであり、[ゴミ箱] アイコンを画面の“右下”に置くのが自然なのは、“ゴミは下に捨てる”からである。また、全体の中の一部の情報を取り出すときには、ズームアップのような視点メタファを用いている。

一方、ディスプレイ上の時間表現を支えているメタファには、カセットデッキ・メタファがある。たとえば、Hyper Cardにおいて、直線的スタック構造における行き来を操作する場合に用いられている。ここでは、カセットデッキの操作パネルをディスプレイ表示して、“早送り”や“巻戻し”を示す。

このようにユーザの経験豊富な領域を用い（3.1参照）、透明性と同型性をもつように設計した比喩的世界は、インタフェイスを学習しやすく、わかりやすく、使いやすくしている。

3.3 インタフェイス・メタファの限界

3.3.1 メタファが導くエラー

メタファやアナロジーが導くエラーとして、主なものにつぎの三つがある。(a)基底（たとえる）領域において重要な情報が脱落している（過剰単純化）、(b)基底領域の情報が目標（たとえられる）領域に関してエラーを導く（過剰一般化）、(c)基底領域の不適切な情報に焦点化をおこなう一である[15]。

メタファやアナロジーは、基底領域と目標領域が対応している部分を強調している。しかし、実際に対応しているのは部分的で、重要な特徴が対応していない（脱落している）場合がある。すなわち、メタファやアナロジーは、初心者が既有知識を用いて、大まかな理解をする時には役立つ。しかし、既有知識の制約は、完全な正しい理解の妨げになった

り、誤りを引き起こしたり、インタフェイスの設計に制約を加えてしまうことがある。たとえば、コンピュータで同じ作業を反復実行するときに、デスクワークのように繰り返していたら、コンピュータの長所である“繰り返し機能”を発揮できなくなってしまう[16]。

メタファにおける基底領域と目標領域の不一致は、文学作品においてはメタファの斬新さや面白さの源になっていた。しかし、インタフェイス・メタファにとって重要なのは、実質的一致である。インタフェイス・メタファにおける基底領域と目標領域の不一致にはつぎの三つのレベルがある。(a)外見に不一致がある場合には、初期の学習が困難になる。しかし、一旦結び付きができれば、外見の不一致は大きな影響がなくなる。(b)手続きレベルの不一致は直接的に操作の誤りを引き起こすことがある。(c)メンタル・モデル・レベルの不一致は、間接的に操作の誤りを引き起こす。

これらの対策としては、二つ考えられる。第一は、単一のメタファで説明可能な範囲内に、インタフェイスの設計をおさめてしまう方法である。しかし、これでは、初心者用の単純なインタフェイスしか設計できない。

第二は、単一のメタファの限界を複数のメタファを組み合わせによって乗り越えることである

[17]。その一つの試みは、FRIEND21（未来型分散情報処理環境基盤開発）プロジェクトにおいて開発が進められている、メタウェア(metaware)と呼ばれる、複数のメタファを統合したインタフェイスである。これは、ユーザのタスクの推移に応じて、適切なメタファに切り替わる多重メタファ環境である[18]。また、布川ら[19]は、都市メタファを用いて、コンピュータ・ネットワークサービス環境を表現し、下位メタファである郵便局メタファ（電子メール）、役所メタファ（住所録）、図書館メタファ（データベース）を統合した

インタフェイスを提案している。

3.3.2 ユーザの習熟度に合わせた

インタフェイス・メタファの必要性

学習の初期には、たとえる対象とたとえられる対象間の表面的類似性（透明性）の高いメタファや、装置とのつきあいを深めていくような擬人化メタファが有効であった。しかし、学習が進行すると、たとえる対象となる領域が拡大・深化する。それにともなって、構造的、因果的類似性（システム性）の高いメタファが必要になる。従来のシステムやマニュアルが用意したメタファは、初心者向きに日常生活に即したたとえによって、親しみを増すことが主眼であった。中級者は、ユーザが自分の目標にあわせて、過去経験に基づいて、たとえを自ら作り出すことも必要になる。初心者・中級者は、学習過程において、異なる熟達領域を未熟領域にメタファを用いて取り入れることによって、学習領域を拡大・構造化していく。そして、熟達者になると、メタファが役立たない、あるいは不要になるときがくる。未来のインタフェイス・メタファは、タスクによって推移するだけでなく、ユーザの習熟度に合わせて推移する柔軟性が必要である。

4 まとめ

本稿では、ユーザ・フレンドリイなインタフェイス設計のためのメタファの役割について、認知心理学の観点から検討した。

第一に、メタファの構成要素と種類を、理解過程と知識構造に基づいて検討した。とくに、コンピュータのディスプレイ上では、換喩と提喩に依拠したアイコンが、構成要素となって、比喩的世界の構築を支え、共感覚的比喩が迫真性を高めていることを示した。

第二に、ユーザ・インタフェイスにおけるメタファの役割について述べた。とくに、イ

ンタフェイスにおけるメタファの使用は、ユーザが持っている既存の知識を活用することを促進することを指摘し、あわせて、その限界について述べた。

引用文献

- [1]Carrol, J.M., Mack, R.L. & Kellogg, W. A. Interface metaphors and user interface design. 1988 In M. Helander (Ed.) Handbook of human-computer interaction. North-Holland.
- [2]海保博之・原田悦子・黒須正明 1991 ワードマップ 認知的インタフェース 新曜社
- [3]Norman, D.A. 1990 誰のためのデザイン : 認知科学者のデザイン原論 新曜社
- [4]Gentner, D. & Clement, C. 1988 Evidence for relational selectivity in the interpretation of analogy and metaphor. The Psychology of Learning and Motivation. 22, 307-358.
- [5]Hutchins, E. 1989 Metaphors for interface design. In M.M. Taylor, F.Neel & D.G. Bouwhuis (Eds.) The structure of multimodal dialogue. North-Holland.
- [6]Suchman, L.A. 1987 Plans and situated action. Cambridge University Press.
- [7]楠見 孝 1988 共感覚的メタファの心理-語彙論的分析 記号学研究, 8, 237-248.
- [8]Gaver, W.W. 1986 Auditory icons: Using sound in computer interface. Human-computer interaction, 2, 167-177.
- [9]竹内晴彦・森川治 1990 音アイコン: ヒューマンインタフェイスにおける聴覚情報 テレビジョン学会技術報告 14 (No. 33), 13-18.
- [10]楠見 孝 1990a 直観的推論のヒューリスティクスとしての比喩の機能: 提喩・換喩に基づく社会的推論の分析 記号学研

- 究, 10, 197-208.
- [11]楠見 孝 1990b 比喩理解の構造 芳賀純・子安増生(編) メタファーの心理学 誠信書房
- [12]Kusumi, T. 1987 Effects of categorical dissimilarity and affective similarity of constituent words on metaphor appreciation. Journal of Psycholinguistic Research, 16, 577-595.
- [13]Gick, M.L. & Holyoak, K.J. 1980 Analogical problem solving. Cognitive Psychology, 12, 306-355.
- [14]Schumacher, R.M. & Gentner, D. 1988 Transfer of training as analogical mapping. IEEE Transactions on systems, Man and Cybernetics, 18, 592-600.
- [15]Spiro, R.J., Feltovich, P.J., Coulson, H.L. & Anderson, D.K. 1989 Multiple analogies for complex concepts: Antidotes for analogy-induced misconception in advanced knowledge acquisition. In S.Vosniadou & A.Ortony(Eds.) Similarity and analogical reasoning. Cambridge University Press.
- [16]野島久雄 1990 コンピュータ社会と人間 大坊郁夫・安藤清志・池田謙一(編) 社会心理学パースペクティブ3 集団から社会へ 誠信書房
- [17]甲 洋介・安西祐一郎 1987 ユーザインタフェースと認知モデル 人工知能学会誌, 2, 141-149.
- [18]パーソナル情報環境協会 1989 第1回 FRIEND21成果発表会論文集 パーソナル情報環境協会
- [19]布川博士・三宅延久・野口正一 1991 メタファーネットワーク: 都市メタファーを用いたネットワーク上でのサービス提供 情報処理学会第42回(前期)全国大会