

感性的情報処理と情報技術の動向 第1章

第1章 感性的情報処理と情報技術の動向

第1章概要と内容構成

目的 1990年代の初めころから、感性情報にかかる研究が行われるようになってきた。第1章ではこのような研究動向が情報技術的動向とどのような関わりを持っているかについて文献検索により考察することを目的とする。

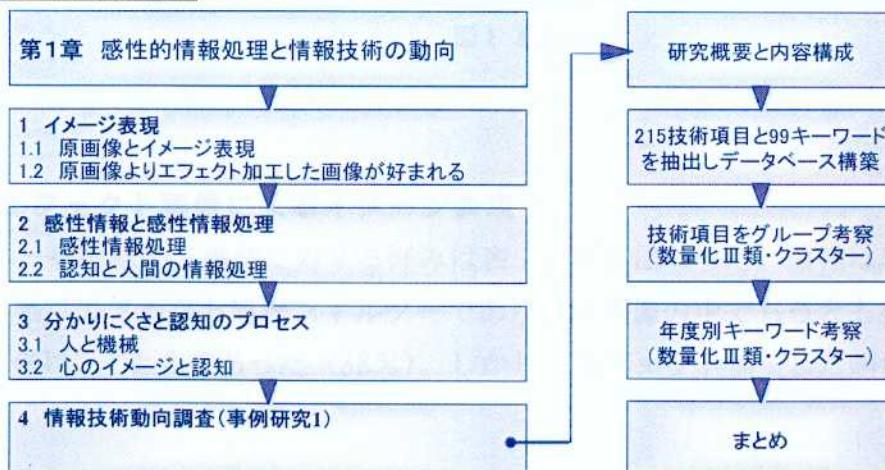
内容 「イメージ表現」、「感性情報処理」と「わかりにくさと認知のプロセス」について論述し、情報技術の動向を把握するために事例研究1「情報技術動向調査」を行った。「イメージ表現」では、論理的イメージ表現と感性的イメージ表現について述べ、イメージ表現についての感性の働きが重要であることを述べる。「感性情報処理」では感性情報処理と認知と人間の情報処理について述べる。「わかりにくさと認知のプロセス」では、人と機械のコミュニケーション、機能認知の手懸かり、知覚循環における心像の役割、記憶におけるイメージの働き、比喩のモデルについて述べる。

仮説 これまでの情報技術動向は、デジタル技術としての推移が述べられているが「今後は、生体情報技術へシフトする」という仮説を立てた。

方法 道具と人間との関わりと技術の進歩によるインターフェースの変貌が急速に進んでいることを調べるために「情報技術動向調査」を行った。この調査は1998年3月から2003年3月までの5年間の総技術項目から215件と技術解説に使用されているキーワード99語を抽出し、数量化手法を用いて解析した。さらにキーワード相互の構造関係を考察した。

結論 キーワード相互の構造関係を考察し、これから的情報技術の方向性について考察を行い、人間と人工物における情報技術のロードマップを予測することができた。「今後は、生体情報技術へシフトする」という仮説はほぼ検証できたといえる。

研究プロセスの流れ



1 感性的イメージ表現

人間は対象を目で見たときに、頭の中ではあるイメージを思い浮かべる。そのイメージを体内から体外へ外在化することを「表現」という言葉で定義付けている。その外在化されたイメージ表現は、言葉であったり、絵であったり、声であったり、身振りや表情であったり、画像であったり、文字であったりする。このとき、これらの外在化されたイメージ表現のうち、人間の作り出した社会的規則に基づいて表現されているものは、言葉であり、文字である。このように規則に基づいて表現される表現を論理的イメージ表現という。これらの表現のうち、絵や声や画像や身振りや表情には、社会的規則は存在しない。このように規則に基づかない外在化された表現を、感性的イメージ表現という。

感性とは次のように定義されている。「感性は、ひらめき、直観、快／不快、嗜好、好奇心、美的意識及び創造の源としての脳の高次機能である。」^[01]次に、イメージ表現についての実験を紹介する。

1.1 原画像とイメージ表現

図1のような16枚の画像に対する嗜好の実験を行った。被験者は合計34名である。34名の被験者に3枚の好きな画像を選んでもらった。

原画像16種類と各原画像に7種のエフェクト処理を施した画像のなかから3枚を選んでもらう調査を行った。



図1 原画像

1.2 エフェクト画像によるイメージ表現

その結果、画像に対する好みは表1のようになった。縦軸は原画像、横軸はエフェクト処理フィルターであり、原画像の中でもっとも好まれた画像は、1と8であった(38%)。しかし、エフェクト加工した画像でもっと

も好まれた画像は14番の画像である。



14番の原画像



14番のエフェクト原画像

14番の原画像は2.9%しか選ばれなかったにもかかわらず、エフェクト処理した画像は原画像を含めて74%と第1位の人気画像となったわけである。

このように、原画像に対して効果ある処理を施すことにより新たなイメージ表現が生成されるわけである。これが人間の感性のはたらきであり、デザイン能力と言われる証拠なのである。

表1 原画像とフェイルター画像の選好件数

	原画像	フィルター1	フィルター2	フィルター3	フィルター4	フィルター5	フィルター6	フィルター7							
	件数	%	件数	%	件数	%	件数	%	件数	%	件数	%	件数	%	
1		13	38	7	21	6	18	13	38	9	26	4	12	13	38
2		3	8.8	11	32	10	29	3	8.8	14	41	5	15	10	29
3		5	15	15	44	4	12	3	8.8	15	44	7	21	5	15
4		13	38	22	65	9	26	11	32	11	32	0	0	5	15
5		4	12	16	47	6	18	2	5.9	14	41	2	5.9	15	44
6		3	8.8	25	74	4	12	7	21	13	38	2	5.9	11	32
7		12	35	7	21	7	21	12	35	16	47	2	5.9	7	21
8		4	12	26	76	3	8.8	2	5.9	20	59	1	2.9	10	29
9		7	21	11	32	2	5.9	0	0	13	38	0	0	23	68
10		9	26	23	68	6	18	5	15	19	56	1	2.9	6	18
11		3	8.8	12	35	9	26	16	47	9	26	4	12	5	15
12		3	8.8	5	15	9	26	14	41	5	15	0	0	24	71
13		5	15	10	29	10	29	6	18	13	38	5	15	17	50
14		1	2.9	12	35	11	32	6	18	5	15	0	0	7	21
15		11	32	17	50	10	29	4	12	19	56	0	0	13	38
16		3	8.8	15	44	5	15	3	8.8	20	59	1	2.9	9	26

2 感性情報処理

2.1 感性情報処理

人間の感性情報処理とは「人間の感性の働きが、ひらめき、直観、快／不快、嗜好、好奇心、美的意識及び創造の源としての脳の高次機能である」という定義にあるように脳の高次機能としてのひらめき、直観、快／不快、嗜好、好奇心、美的意識、創造を生み出す情報処理のことを指すのである。

人間の感性はそもそも心理学で扱われてきたが、その範囲は「感情」の生成と顔表現に焦点が当てられてきたといえる。感性情報処理という言葉が広い意味で一般的に使われるようになったのは1990年代からのことである。

人間が持つ直感・曖昧性など感性の面をどのようにコンピュータで扱うのかという発想から感性情報処理というプロセスが注目されるようになつたのである。

工学分野では感性情報処理という枠組について、三つのレベルを経てきたとされている、第一は物理レベル、第二は論理レベル、第三は感性レベルの3つのレベルである（表2）。^[102]

第三の段階の基本原理は人間内部の情緒、感情などを意識した情報処理を課題としている。

表2 情報処理のレベル

階層	チャネル	支擧則	分野	評価尺度
物理レベル	光、音、力	物理法則	信号処理 人工現実感	説明可能性 因果的無矛盾
論理レベル	言語、シンボル、 图形、数式	論理、文法	知識情報処理 人工知能	証明可能性 論理的無矛盾
感性レベル	音楽、絵画、表情、仕草	主観、共有性、 快・不快	感性情報処理 人工感性	共鳴可能性 合成的無矛盾

2.2 認知と人間の情報処理

“人間を一種の情報処理システムとみなす”という考えは、心理学の一分野である認知心理学が1950年代後半から展開してきた。認知心理学において想定している人間の情報処理の基本的な流れは：符号化－貯蔵－検索とされる。

符号化：外から入力された情報は、人間が処理できる符号に変換される。

その符号は主に「形（イメージ）」「音（オト）」「義（意味）」の3

種類である。符号化できない情報は、人間には処理されない。「見えども見えず」「聞けども聞けず」である。かくして、符号化は、人間の情報処理空間の制約条件を設定することになる。この制約は、入力された情報にかかる知識を豊富に内蔵していれば緩くなる、知識が貧弱であれば、厳しくなる。

貯蔵： 符号化された情報は、符号化するときに使われた知識の「近く」に貯蔵される。つまり、その情報は既存の知識との関連のなかで貯蔵される。従って、符号化するときにどんな知識がどれだけ使われたかが、その情報の貯蔵の状態を規定することになる。また、このことによって、知識はその量を増やし、質を変えることにもなる。

検索： 知識を利用するためには、貯蔵されている知識を目的にあわせて検索しなければならない。貯蔵されているものを単に検索すれば充分な場合もあれば、いくつかの知識要素を検索してきてそれらの関連をつけたりしなければならない場合もある。ある知識要素がどれくらい利用されたか、どのような利用のされ方をしたかが知識の貯蔵状態を変え、次の検索を規定することになる。

3 わかりにくさと認知のプロセス

3.1 人と機械

人と機械のコミュニケーション

コミュニケーションとは、伝達することである。それは、行動することの一つの類型であり、一つの“過程”である。ここでの過程とは、互いに関係し合っているできごとの流れであって、過程の中のできごとは、互いに助けあって全体の意義を生むものであり、それら一つ一つのでき事は、全体に照してはじめて充分な把握ができるようなものである。

コミュニケーションの原点は二人で会話を交わすことにあると言われている。会話の過程中には次のコミュニケーションの五つのレベルが含まれている。

1. 話が聞こえない	(聞こえる)
2. 話がよくきこえない	(よく聞こえる)
3. 話がよくわからない	(わかる)
4. 話がよくあわない	(合う)
5. 話が面白くない	(面白い)

この5つのレベルについて次のように解釈することができる。^[03]

1. 「感覚レベル」：聞き手或いは話し手の聴覚器官に支障が有るかないか
2. 「知覚レベル」：一応声は聞こえるが、明瞭度によって、よく聞き取りできるかできないか
3. 「認知レベル」：声ははっきり聞こえるが、話しの内容（言葉）を理解できるかできないか
4. 「合意レベル」：話の内容は理解できるが、相手の意見に対して合意するかしないか
5. 「情緒のレベル」：相手の話が面白いか面白くないか

人間と道具の間に以上のような5つレベルが存在しているとすれば、次のように考えられる。

1. 「感覚レベル」……… 視覚的に見えるか見えないか

- | | |
|----------------|---------------------------|
| 2. 「知覚レベル」 …… | 光、角度など環境条件によってよく見えるか見えないか |
| 3. 「認知レベル」 …… | 体験や知識の違いにより理解できるかできないか |
| 4. 「合意レベル」 …… | 協調できるかできないか |
| 5. 「情緒のレベル」 …… | 感動するかしないか |

知覚・認知と感性

知覚と認知について、認知という言葉は心理学用語であって、一般に認識といわれている言葉とほとんど同義である。また、認知するには知覚が必要であるから、一般には知覚は認知に含められたものと考えられているが、ここでは階層構造を考えているので、知覚のあとに認知があるとしていることに注意が必要である。

例：ある人が話しかけて来る。話が聞こえるのは知覚であり、大きな声や小さい声、太い声や細い声、知覚的にはいろいろな声がある。しかし、どんな声であれ、話の内容というものがある。話の意味内容を理解するのは認知のはたらきである。前にも述べたが、話の通じない外国人がいくら話をしかけてきても声は知覚できるが、言葉の内容がちんぷんかんぷんである場合、これは認知できないことになる。^[03]

しかしながら「感覚レベル」から「情緒レベル」までのコミュニケーションの5段階については、不充分であり、「感覚レベル」の“話す”という行為を発生する前に、「話したいか、したくないか」という“好奇心”のような感性レベルがもうひとつのレベルとして存在しているのではないかと考える。

機能認知の手掛かり

人間が道具を認知する場合、道具から捕られた特徴を手掛りに人間が持っている経験や概念と照合しながら行う。この認知過程の中でメンタルモデルが重要な役割を持っている。メンタルモデルとは“自分自身や他者や環境、そしてその人が関わりを持つものなどに対して人が持つモデルのことである。人はこのメンタルモデルを、経験や訓練、教示などを通して身に付けるのである。道具に対するメンタルモデルの多くは、道具のふる

まい方と目に見える道具の構造を解釈することによって形成される。”

また、このメンタルモデルはノーマン^[04]は三つの異なった側面があると言っている。その三つとは、

1. デザインモデル
2. ユーザーの持つモデル
3. システムイメージである

「デザインモデル」とは、デザイナーが頭に思い描いたシステムを概念化したものである。「ユーザーの持つモデル」は、ユーザーがシステムの挙動を説明するために作り上げたモデルである。「システムイメージ」とは、ノーマンは、“私は、道具の内、目に見える構造の部分をさして、システムイメージと呼んでいる”。“システムイメージは、実際に作られた具体的なもの（ドキュメントや教則本やラベルなど）から生じて来るものである”と述べている。理想的には、「ユーザーの持つモデル」が「デザインモデル」と同じものとなるはずである。しかしながら、ユーザーとデザイナーは「システムそのもの」を介してしかやりとりをすることはできない。やりとりのすべては「システムイメージ」を介して、なされる事になる。

この三つの側面のすべてが重要なのである。もちろん、ユーザーが何を理解するかはユーザーの持つモデルで決まるのだから、ユーザーの持つモデルが重要であることは間違いない。一方、機能的で学びやすく使いやすいデザインモデルとしてどのようなものを選び、どこから始めるのかを決めるのはデザイナーの仕事である。デザイナーは、自分が作ったシステムが思い通りのシステムイメージを生み出すようにしなければならない。そうすることによって初めて、ユーザーは適切なモデルを獲得することができる。そのモデルの助けを借りて、ユーザーは自分のやろうとしていることを具体的な行為に変換したり、またシステムの状態がどうなっているのかを解釈したりすることができるるのである。つまり、ユーザーはシステムに関する全ての知識を、このシステムイメージから入手するである。

もしも、「システムイメージ」がデザインモデルを整合的で、はっきりとしたものとして示してくれないとしたら、ユーザーは間違った「メンタルモデル」を作り上げることになるだろう。

つまり、デザインモデルのシステム（道具の構造、仕組みなど）はシステムイメージに表現されている。ユーザーはユーザー自身が持つ概念モ

ルとシステムイメージとの間でのやり取りをしながら予期図式を形成するのである。そして、予期図式→探索→照合を行うことにより、対象を知覚するのである。システムに対してユーザーの持つモデル間での距離は、知覚の結果より検証される。認知対象を問題なしに知覚されるということは、ユーザーが持つモデルとデザイナーがもつ概念モデルとの距離が近いと言える。それはデザイナーが良いシステムイメージを提供している証である。従って、システムイメージはユーザーにとって極めて重要な手掛かりである。システムイメージの不明確、不完全は問題を起こすのである。“システムが一貫性を欠いていたり不適切であったりすれば、ユーザーはその道具を簡単には使えない。不完全であったり、相互に矛盾していたりしたら、トラブルが生じるであろう”(図2)。



図2 メンタルモデルの三つ異なった側面

また、予期図式を形成するには、ユーザーが持つ概念モデル”も重要な役割を演じている。“メンタルモデルはものがどのように機能し、でき事がどのように起こり、人がどのようにふるまうかの概念モデルである。このメンタルモデルは、物事の説明を作り上げようという人の持つ傾向から生まれるものである。私たちが経験を理解したり、自分の行動の結果を予測したり、予期せぬできごとに対処したりするときの手助けとして、これらのメンタルモデルは必須である。現実あるいは想像上のものに関する知識であろうと、素朴あるいは洗練された知識であろうと、私たちのもつその知識を基にしてメンタルモデルが作られる。”

よい概念モデルがあると、私たちは自分の行為の結果を予測できるようになる。概念モデルは人間がすでに持っている概念である。概念の形成は、認知の結果ともいえる。例えば：ここに一匹のイヌがいるとする。イヌがそこにいるとわかるのは知覚である。しかし、イヌというものには品種が多く、大きさもちがえば形も顔つきも毛の色もちがう。抽象化してこ

彼らをすべて同じイヌという種だと認識できるのはなぜだろうか。われわれはいろいろな品種のイヌから、そこに存在する共通の何ものかがあることを長い間に経験しているから、ここに一匹のイヌが連れてこられると、すぐさまそれはイヌという種だと判断する。ここでわれわれは学習によって、イヌという種の概念をすでにもっている^[05]。このように、多くの概念から一つの概念を作り出すことができるのである。

3.2 心のイメージと認知

知覚循環におけるイメージ（心像）の役割

遠く離れて故郷を思い、また今は亡き親しかった友を偲べば、田舎の家や林や川が、またその人面影が懐しさとともに、ほのかに眼の前に浮かんでくる。その時にはありありと鮮やかに現れるが、おぼろげに漂うような姿であっても、かつて我が目で見たもの、知覚的に経験した情景や容姿の再現であり、それをただ知っているという認知とは明らかに違う現象である。またそれはどこまでも映像的なものであり、言語的に表現されるものとも異なっている。

この心に浮かぶ映像は、これを思い浮べる本人にだけ体験される主観的な現象であり、同じものを対象とする場合にも、映像として現れるものは、人によってそれぞれちがうので、科学の対象としては、取り扱いにくい面を持つために、長い間、多くの心理学者に疏んぜられてきた。しかしこれが疑いなく存在する現象であることは確かであり、人の行動に大きい影響を及ぼすことも事実であり、扱いにくいにしても心理学にとっては、固有の問題でもあるので、ここ十数年前から、ふたたび心理学界の注目を惹くようになったのである。このような心に浮かべる映像は北村晴朗氏は「心像表象の心理」^[06]に“心象”または“表象”であると述べている。この心像または表象像のことを一般的にはイメージと呼んでいるのである。

人は、しばしば、現在の知には存在しないそのでき事や対象を具象的あるいは直観的に表わすものと意識される心的内容が現れる、その内容は心像である。俗に、「夜目遠目笠の内」という言葉がある。その意味は、「夜見たのと、遠方から見たのと、笠をかぶっているのをのぞき見たのは、女の容貌を実際よりも美しく見せる」意味である（広辞源）。この場合、十分な情報量が含まれていないので、実際、受け取った情報が不明瞭または

不完全であり、美しい顔をつくるのは、明らかに知覚を補う表象の働きと言えるのである。

知覚と心象の関係についてコフカ (K. Koffka 1935) は次のように述べている。

環境の場を体制化する力には外部的な力と内部的な力との二つがあつて、通例はこの両方の力によって形態の知覚が行われるが、外部的な力が弱い場合には主にして内部的な力によって体制化がなされている。コフカはその代表例として、

1. 刺激がごく短い時間提示されるとき
2. その強度が弱いとき
3. それが小さいとき
4. 残像

こうした場合にも、何らかの形態が知覚されるが、客観的な刺激のもつ体制力は弱いので、内部的な力によって形態がつくられることになるのである。こうした条件のもとに行われた実験の結果は同様で、実際には不規則な形が示されても知覚としては、簡潔で、バランスのとれた形が見えるのである。非相称的なものが相称的になり、尖った角が丸みを帯び、隙間が閉じられ、刺激としては欠けているが、全体の形の上からは要求されるような線さえも補われるのである。

「夜目遠目笠の内」の「夜目」は夜のため、刺激量が乏しく、知覚も不明瞭な場合であり。コフカ (K. Koffka 1935) のいう刺激強度の弱い場合であって、これを資料として知覚を形成するには、大幅な表象的要因が必要とされる。そこで顔も本来は不明瞭にしか知覚されないはずであるが、一種の予期または期待図式としての心像参与によって、美しい顔として見られるわけである。そこでもし別な予期図式や期待がある際には、夜目のためその顔が、おそろしい顔として知覚される可能性もあることはいうまでもないであろう。

「遠目」の場合、すなわち対象が遠いところにある時には、人の顔でも事物でも不明瞭にしか見られない。コフカのいう対象が余り小さいときにも、ほぼ同様な結果になろう。これらの場合も対象に近づいて、対象を拡大して見るような事がなければ、探索を行うことができないので、予期や期待に応じて心像が現れ、この場合には、顔が美しく見えるのである。

「笠の内」というのは対象の重要な部分が刺激としては与えられていない

いのに、その部分を心像として補って、刺激があるかのような視覚を生じる場合である、文章を読むときにも、話を聞く時にも、そのある部分が欠けていてもそれを補って完全なもののように読んだり聞いたりするような例が少なくないことは、多くの人の知るところである。

つまり、心像の達成は期待意図によって影響される。期待意図は心理学で“予期図式”である。予期図式は心像を最初の予期の段階に位置するものとして、情報を探索し抽出する。“心像の予期的図式が、非感性的な資料の基盤をコントロールして、それが表面的な心像を産み出し、その心像がまたひと巡りして、はじめの心像の図式を変容するということになるのである。”

抽象絵画を見た場合、一見色、線などしかないが、時間を掛けると、だんだん何か具体的なものが見えるようになって来る。このような現象は、ナイサー (Neisser, U. 1976) の知覚循環説「予期図式→探索→対象の知覚」からみれば、予期図式に形成した心像は客観的に大く参与しているが結果的に破棄されるのである。「夜目遠目笠の内」のように、刺激自体が不十分、不完全にしか与えられていない場合、つまり、心像が補完的な役割を演じている場合は決して少くないと考えられる。

ナイサーの知覚循環説による人間の認知活動は次のようになっている。

予期図式 → 対象の知覚により心像を生成（再生、予想）

探索 → 特徴的の知覚により心像補足、心像修正

対象の知覚 → 心像達成／心像破棄（予期図式の達成／破棄）

「予期図式→探索→対象の知覚」の循環には、予期図式段階で心像をつくるが、“それに再生心像と予想心像とがある（前者は既知の対象やでき事を喚起するものであり、後者は以前に知覚されなかった対象やでき事を形象的にするものである）”^[07]。探索段階で特徴を知覚する心像を補足、訂正し、そして対象を知覚する、結果は予期図式を達成、あるいは破棄の結果に至る。しかし、この過程の中に探索段階で獲得したイメージは、予期図式に生成した心像と照合する段階が必要であり、照合した結果は心象達成あるいは心像破棄し、心象達成の場合は対象を認知するのである。つまり、「夜目遠目笠の内」に、知覚した美人は予期図式の美人と対照、比較の段階があり、矛盾のない場合は美人に見えるのである、この過程は心象照合が働くのである。従ってナイサーの知覚循環説は、補足されるべきである。

予期図式→対象の知覚により心像を生成（再生、予想）美人がいると思われる

探索 → 特徴の知覚により心像補足、心像を修正し美人特徴を捜す

照合 → 予期図式とモデル化した心像の確認（目で見た美人と頭に浮かぶ美人との対照）

対象の知覚→心像達成、美人に見える（心像破棄）

予期図式と知覚対象が一致する場合、心像は知覚をはやすく達成する。逆に、この過程中で心像が大きく参与したりまちがったりする場合は予期図式を破棄する結果になる。

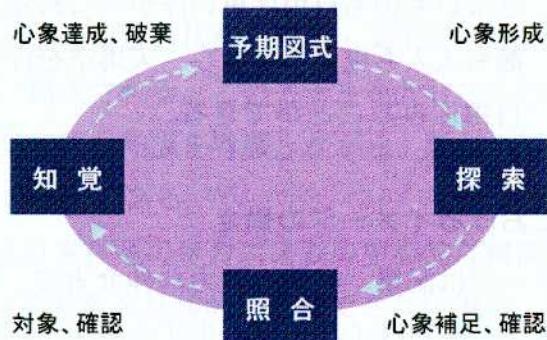


図3 知覚の循環と認知

このように、知覚過程と心像過程との機能上の相互関係には、相互干渉、促進及び合成という三つの場合を区別している。相互干渉には、期待心像と知覚、視覚作業は不適切なときに起る、“不適当な心像が微弱な視覚物の発現を妨げることを実証した”（ハンプソン等 Hampson & Morris 1979）。促進の場合 “知覚の期待と心像の期待とが互いに矛盾なく両立するときには知覚に促進的な効果を及ぼすのである。”心像の合成の場合は、“内的情報源と外的情報源を結合させるものである。つまり、一つの図式の期待が内的情報と外的情報との両方にわたるときに、この種の合成的心像が形成されるのである。”

イメージ（心象）過程と知覚過程の違い

イメージ過程と知覚過程の違いは、北村晴朗著「心像表象の心理」の中において三方面で違いがあると述べている。

- 1) 時間的制約についていえば、知覚は現在のことがらであり、そこに

は過去や未来の事象が出入するときはできない。ところがイメージ過程では、過去の事象も自由に思い出すことができるだけでなく、昔を今にかえすことも可能なのである。

- 2) イメージ過程では、空間的制約からも自由である。遠方にある人物、事物をたちまち眼の前に現前させることもできるし、またその事物のあるときに、赴いてそれを見ることもできる。知覚世界では対象との間に壁や家屋や山や森などの障害があっても、表象の世界ではその存在が無視され、ときには、それを透視して対象物が見られるという印象をもつのである。
- 3) イメージとして表象される内容についても知覚的に現実では経験できないものも自由に思い浮かべられる。イメージでは、竜も鳳凰も鶴も天人も鬼女も存在し、天馬空を行く姿も「尾をくわえた蛇」も自由にみることができる。

記憶におけるイメージの働き

イメージは記憶、学習の強力な仲介者で、留め釘のようなものである。記憶された事物はイメージ再生する場合、“具体的な事物や絵が、その言語的な名よりもはるかに再生しやすいことは以前から知られている。また具体的な名詞が抽象名詞よりも再生されやすいことは、最近の研究でも確かめられている。またイメージの測定で高く評定される名詞が、低く評価される名詞よりも再生に有利なことも報告されている。具象性と心象性とは、非常に高い相関を示しているので、その二つは同じ変数ではないかとも考えられる。”^[06]

イメージ再生の程度は鮮明さである、鮮明さは、イメージの「完全に明瞭で、実際の経験と同じくらい鮮明」から「イメージは全く現れない。ただそのものについて考えていることがわかっているだけ」まで、7段階に分けるのが一般的である。

マークス (Marks 1973) はベッツ (Betts, G. H. 1909) やその他の研究を参考して鮮明さを測定した。その結果の一つは“イメージをよび起こすために示される刺激は、いずれも大抵の人になじみの深いものである”。ということである。また、鮮明なイメージ群は貧弱なイメージ群よりも再生の成績が優れているということである。

比喩のモデル

私たちは、“知識”についてさまざまなイメージを描いている。きわめて単純な考え方からすると、知識とは単に情報の貯蔵庫であるというものである。

比喩は、抽象的な概念や外部世界を理解し、納得していくための認知的な方略の一種であり、その背後にはさまざまなものとしてのモデルが存在する、この種のモデルには、次のような特徴がある。

- 1) 比喩となるモデルが存在する。意識的にせよ、無意識的にせよ、自然につくられる。
- 2) この種のモデルは、人為的に外から与えられる抽象的な理論構成物ではなく、その場合の状況や言語・文化的な分脈や知識にもとづいて瞬間に構成される。このモデルを介しての理解は、既知の対象に関する具体的な知識を考慮しながら、新しい対象を理解していくというプロセスである。^[08]

つまり、比喩は日常言語のメカニズムの中心的な機能を特徴づける伝達の手段である。ある対象を具体的に把握できない場合、あるいはその対象に関する知識が少ないので理解できない場合は、より新しい視点で鮮明に理解しようとする時である。何らかのものに喻えて比喩的に理解しようとする場合、このような比喩によって理解する際に使われる既知の対象は、この意味でモデルという。

この場合の「モデル」という言葉の基本的な用法は山梨正明氏によれば、次のように三つに分類している。

モデル1：目標となる対象をつくりあげるためのモデル。

モデル2：目標となる対象の基本的な構造やしくみを表現するためのモデル。

モデル3：目標となる対象を理解していくための喻えとしてのモデル。

私たちは、日常のさまざまな現象を理解していくために利用するモデルの場合は、モデルは必ずしも論理的に厳密につくられているものではない。目標となる対象との対応は、柔軟であり、モデルはかならずしもそのものの対象の形式や構造の条件を満たしている必要はない。しかし、その場合は、“問題の対象とモデルとの間には、なんらかの関係を保証する条件が満たされていなければならない。その条件は形式や構造の条件である必要はない。モデルが、目標となる対象の理解に役立つ限り、条件として、

両者にかかる特殊な性質、個別の関係などのいずれであってもよい。”この場合には、概念モデルにもとづくモデルである。そこで利用されるモデルは完全なものである必要はない。そのモデルが柔軟性をもち、日常世界の理解の助けになっているかぎり、生きたモデルといえる。このような経験に根ざす生きたモデルは、比喩を理解するための認知的基盤ともなっている。

先に述べた概念モデル、メンタルモデルは、ある対象に際し、頭の中に構成される認知的な構成物であるが、比喩のモデルは、以上のような特徴をそなえたメンタルモデルの一種と考えることができる。

4 情報技術動向調査（事例研究1）

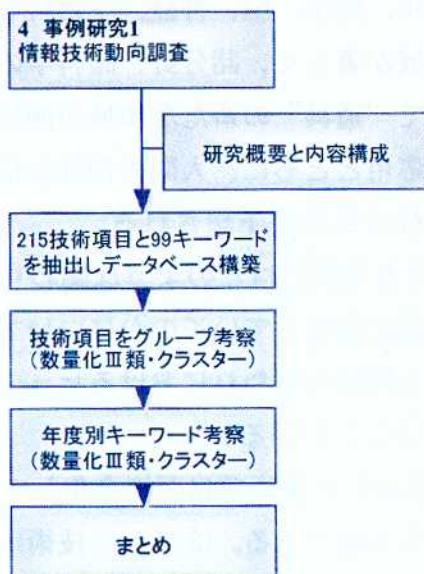
研究概要と内容構成

- 背景** インタフェースの歩みは、道具の進化を支える技術の歩みでもある。本論文の研究背景で提示したようにインターフェースは、技術の変革と共に変化してきた。人間の技能に大きく影響される“身体的インターフェース”から、人間の操作が道具の一連の動きのきっかけとなる“物理的インターフェース”に変わり、人が操作することによって道具とのインタラクションを可能にする“認知的インターフェース”に変化した。現在では、コンピュータを使っていることを意識をせずに扱うことができる“知的インターフェース”に変わりつつあり、更に言語的な命令を受けなくとも道具が人間の感性を察して応答する“感性的インターフェース”に移行しつつあると考えられる。近年、医学、脳、神経、生物科学やコンピュータ、モバイルテクノロジの進展が著しく、諸分野、諸科学の融合への研究が行われている。それによって“道具”的な新たな領域が開拓された。やがて、バイオチップの生体への応用とともに、人間の神経と接続された神経的インターフェースへ変遷していくことが予想される。
- 目的** 将来、道具と人間とはどのような関わり方になるのか、そのインターフェースはどの様に変貌していくのかについて、技術の動向から考察することにより人間と機械の関わりにおけるヒューマンインターフェースの展望を行うことを目的としている。
- 仮説** ①個別に進展した技術項目が複合化して統合することにより、さらに新たな技術が生み出される。②様々な技術は人間生体と接続されることが予測される。
- 方法** 多分野にわたって世界中の大学、研究組織、企業などによって発表された実験、研究成果、注目話題などが掲載されているウェブサイト (WIRED NEWS NEWS technology^[09]) に掲載された技術項目を対象としてデータの収集を行った。1998年3月から2003年3月までの5年間の総技術項目から215件を抽出して、技術解説に使用されているキーワード99語を抽出し、数量化手法を用いて解析することによって、キーワード相互の構造関係を考察し、これからのインターフェース技術の方向性を考察する。

結論 「個別に進展した技術項目が複合化して統合することにより、さらに新たな技術が生み出される」という仮説の正しいことが検証され、人間と人工物におけるインターフェース技術のこれからのロードマップは、次のように予測することができた。

「情報工学と生体工学の融合による人間中心のインターフェースの実現を目指して、インプラント技術、モバイル技術、ワイヤレス技術、ユビキタス技術、極小化技術が適用される。コンテンツとしては、視覚、聴覚、触覚、味覚、運動覚など感覚的コンテンツにフォーカスが当たられる。人間が接触する素材としては生体材料技術が導入される。エネルギーはエコロジー／生態／環境を配慮した燃料電池が急速に普及することが予測される」という知見を得た。

研究プロセスの流れ



4.1 データの作成

各技術項目を、データベースとして構築し、キーワード検索を行い、横軸をキーワード、縦軸を記事内容として1／0マトリックスデータを作成した（表3）。

表3 1/0データマトリックス

4. 2 技術項目をグルーピングする

このデータを数量化III類により解析し、キーワードのカテゴリスコアと技術項目のサンプルスコアを得た。

サンプルスコアの1軸、2軸により技術項目の散布図を作成し、クラスター分析しグルーピングを行ったところ、AからJまでの10グループとなつた(図4)。

キーワードの散布図を作成しX、Y軸の名称を設定した

カテゴリスコアの第1軸、第2軸によりキーワードの散布図を作成して、第1軸プラス方向は生態、マイナス方向は技術、第2軸プラス方向は人間、マイナス方向は人工のように軸設定を行なった（図5）。

技術項目グループとキーワード散布図の照合による、グループラベルの作成

サンプルスコアの1軸をX軸、2軸をY軸として技術項目散布図を作成し、グループ名を布置した（図6）。

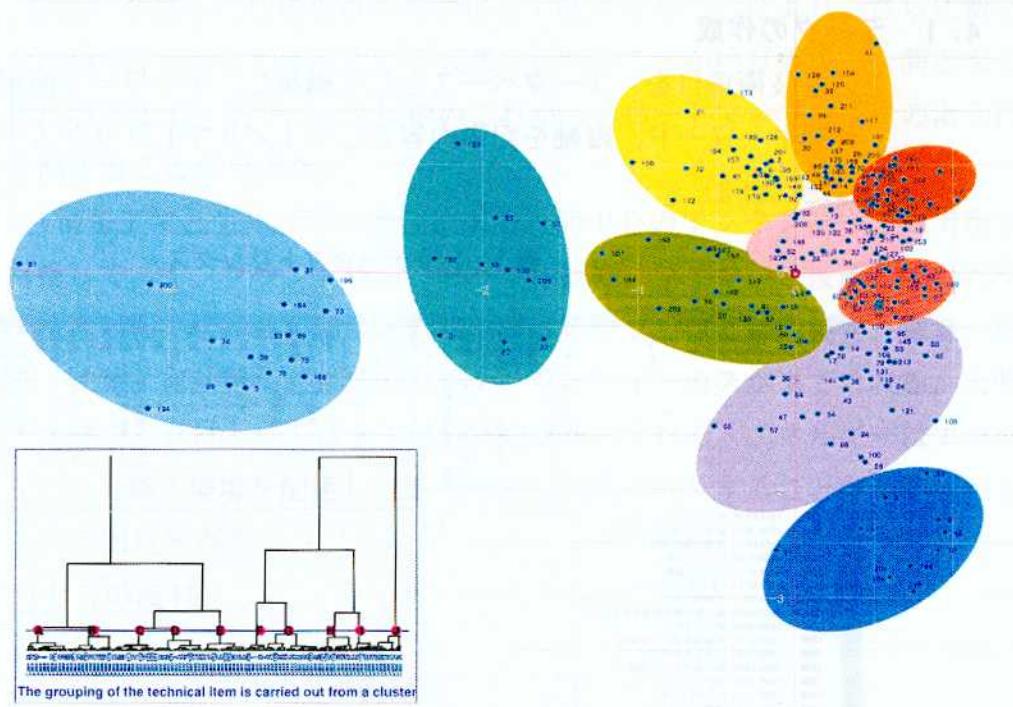


図4 数量化III類による記事内容グループ

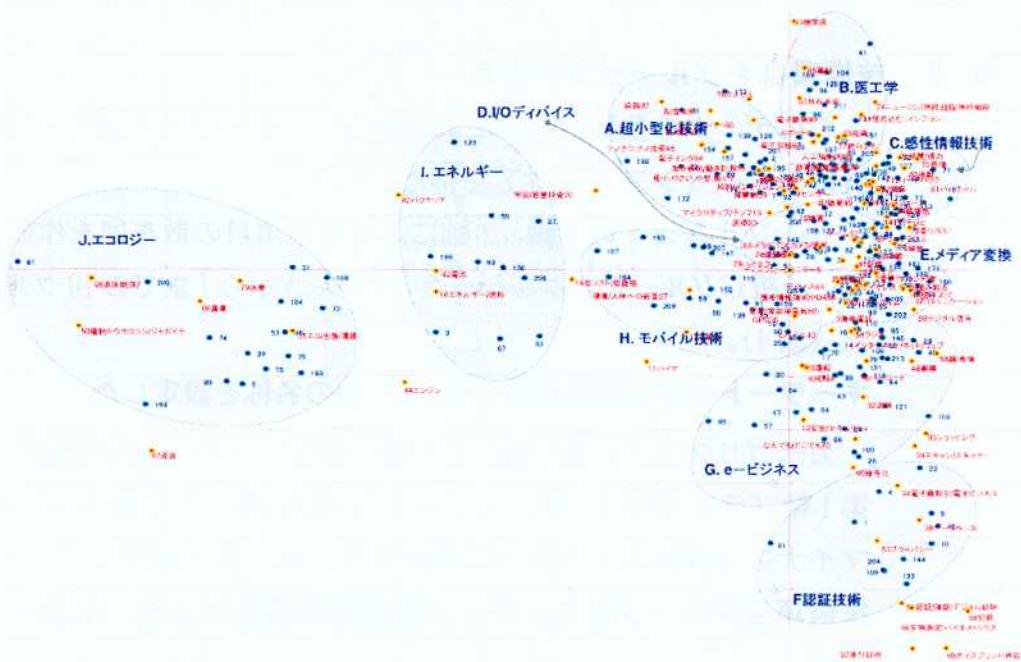


図5 数量化III類による記事内容グループ

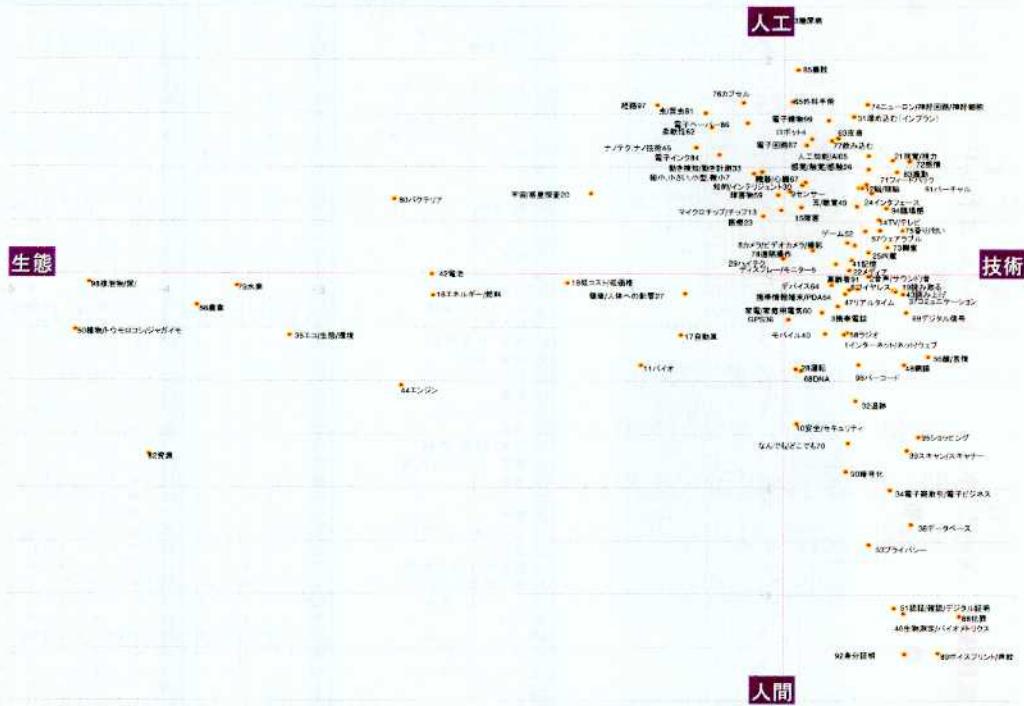


図6 軸名を抽出

サンプルスコアにAからJまで各グループに含まれるキーワードのクラスター分析（図7）によって、技術項目のグループラベルを次のように命名した。

- A : 超小型化技術
 - B : 医工学
 - C : 感性情報技術
 - D : I/O デバイス
 - E : メディア変換
 - F : 認証技術
 - G : e- ビジネス
 - H : モバイル技術
 - I : エネルギー
 - J : エコロジー

表4 各年度のキーワード出現頻度

No.	タイトル	1998	1999	2000	2001	2002	No.	タイトル	1998	1999	2000	2001	2002
1	インターネット/ネット/ウェブ	13.56	25.7	10.0	1.0	1.0	1	エコロジー	6.28	6.53	4.84	3.08	4.39
2	音声/サウンド/音	9.34	15.8	6.0	2.0	2.0	2	携帯電話	4.35	3.98	2.91	3.52	2.63
3	ロボット	4.31	18.1	2.0	1.0	1.0	3	ディスプレー/モニター	1.93	3.61	3.49	0.44	0.88
4	ワイヤレス	4.14	9.14	12.0	4.0	4.0	4	安全/セキュリティ	1.93	1.63	1.74	6.17	5.26
5	極小/小さい/小型/微小	4.21	14.7	4.0	1.0	1.0	5	バイオ	1.93	2.45	2.71	3.08	1.75
6	カメラ/ビデオカメラ/撮影	0.18	19.4	4.0	1.0	1.0	6	脳/頭脳	0.0	2.1	3.68	1.76	1.75
7	H モバイルエネルギー	1.9	16.10	8.0	2.0	2.0	7	マイクロチップ/チップ	0.48	1.05	3.1	4.41	3.51
8	TV/テレビ	5.14	12.10	6.0	2.0	2.0	8	TV/テレビ	2.42	1.83	2.33	4.41	2.63
9	津波	4.18	10.7	7.0	2.0	2.0	9	エネルギー/燃料	1.93	2.1	1.94	3.08	2.63
10	自動車	9.26	10.4	3.0	1.0	1.0	10	低コスト/低価格	4.35	3.03	1.94	1.76	1.38
11	読み取る	7.20	9.7	5.0	1.0	1.0	11	宇宙/惑星探査	3.38	2.33	1.74	3.08	2.19
12	視覚/視力	3.12	9.8	6.0	2.0	2.0	12	医療	1.45	1.4	1.74	3.52	2.63
13	映像技術	2.15	12.4	4.0	1.0	1.0	13	インタフェース	0.97	1.75	2.33	1.76	1.75
14	内蔵	6.17	9.6	3.0	1.0	1.0	14	TV/テレビ	2.9	1.98	1.74	2.64	1.32
15	感覚/触覚/感知	3.14	10.4	7.0	2.0	2.0	15	自律	1.45	1.63	1.94	1.76	3.07
16	健康/人体への影響	1.15	6.6	6.0	4.0	4.0	16	エネルギー/燃料	0.48	1.75	1.16	2.64	1.75
17	運転	3.17	11.0	0.0	1.0	1.0	17	低コスト/低価格	1.45	1.98	2.13	0	0.44
18	読み取る	0.16	5.2	6.0	2.0	2.0	18	読み取る	0.86	0.97	0.88	2.63	0.0
19	読み取る	4.16	9.2	3.0	1.0	1.0	19	読み取る	1.93	1.80	1.74	0.88	1.32
20	宇宙/惑星探査	3.16	4.4	4.0	2.0	2.0	20	読み取る	1.45	1.86	0.78	1.76	2.19
21	視覚/視力	4.10	8.6	4.0	2.0	2.0	21	読み取る	1.93	2.17	1.55	2.64	1.75
22	メディア	2.13	8.0	4.0	2.0	2.0	22	読み取る	0.97	1.52	1.55	0	1.75
23	医療	4.10	9.5	2.0	1.0	1.0	23	読み取る	1.93	1.17	1.74	2.2	0.86
24	認証技術	2.13	6.2	2.0	1.0	1.0	24	読み取る	0.97	1.52	1.16	0.88	0.86
25	内蔵	1.10	8.3	2.0	1.0	1.0	25	読み取る	0.48	1.17	1.55	1.32	0.88
26	感覚/触覚/感知	4.9	6.6	6.0	1.0	1.0	26	読み取る	1.93	1.05	1.16	2.64	0.44
27	健康/人体への影響	2.11	6.3	3.0	1.0	1.0	27	読み取る	0.97	1.28	1.16	1.32	0.44
28	運転	1.10	8.1	2.0	1.0	1.0	28	読み取る	0.48	1.17	1.55	0.44	0.86
29	ハイテク	1.8	10.2	0.0	1.0	1.0	29	読み取る	0.48	0.93	1.94	0.88	0
30	知的/インテリジェント	1.10	5.2	3.0	1.0	1.0	30	読み取る	0.48	1.17	0.97	0.88	1.32
31	埋め込む(インプラン)	1.8	5.3	3.0	1.0	1.0	31	読み取る	0.48	0.93	0.97	1.32	1.32
32	追跡	3.10	6.0	2.0	0.0	0.0	32	読み取る	1.45	1.17	1.16	0.88	0
33	動き検知/動き計測	2.8	3.2	5.0	3.0	3.0	33	読み取る	0.97	0.93	0.58	0.88	2.19
34	電子商取引/電子ビジネス	5.13	4.0	2.0	1.0	1.0	34	読み取る	2.42	1.52	0.78	0	0.88
35	エコ/生態/環境	4.11	1.2	2.0	1.0	1.0	35	読み取る	1.93	1.28	0.19	0.88	1.75
36	GPS	3.12	4.1	0.0	1.0	1.0	36	読み取る	1.45	1.4	0.78	0.44	0
37	コミュニケーション	3.10	2.2	3.0	1.0	1.0	37	読み取る	1.45	1.17	0.39	0.88	1.32
38	データベース	4.12	4.0	1.0	0.0	0.0	38	読み取る	1.93	1.4	0.78	0	0.44
39	スキヤン/スキヤナー	4.11	4.2	2.0	1.0	1.0	39	読み取る	1.93	1.28	0.78	0.88	0.44
40	モバイル	2.9	5.1	1.0	1.0	1.0	40	読み取る	0.97	1.05	0.97	0.44	0.44
41	記憶	2.6	7.1	1.0	2.0	2.0	41	読み取る	0.97	0.7	1.36	0.44	0.88
42	電池	0.9	4	1.0	2.0	2.0	42	読み取る	0	1.05	0.78	0.44	0.88
43	読み上げ	1.9	4	1.0	2.0	2.0	43	読み取る	0.48	1.05	0.78	0.44	0.86
44	エンジン	1.12	2.0	2.0	1.0	1.0	44	読み取る	0.48	1.4	0.39	0	0.44
45	ナノテクノ/技術	0.1	5	5.0	4.0	4.0	45	読み取る	0.12	0.97	2.2	1.75	0.0
46	生物測定/バイオメトリクス	5.10	4.0	0.0	1.0	1.0	46	読み取る	2.42	1.17	0.78	0	0.44
47	リアルタイム	2.6	6.1	1.0	2.0	2.0	47	読み取る	0.97	0.7	1.16	0.44	0.88
48	網膜	3.5	6.3	2.0	1.0	1.0	48	読み取る	1.45	0.58	1.16	1.32	0.88
49	耳/聴覚	2.5	6.1	3.0	1.0	1.0	49	読み取る	0.97	0.58	1.16	0.44	1.32
50	植物/トウモロコシ/ジャガイモ	7.1	1.2	5.0	0.0	0.0	50	読み取る	0.48	0.82	0.19	0.88	2.19
51	認証/確認/デジタル証明	4.10	4.0	0.0	1.0	1.0	51	読み取る	1.93	1.17	0.78	0	0.44
52	ゲーム	0.2	2.8	2.0	1.0	1.0	52	読み取る	0.23	1.55	0.88	0.88	0
53	フライジャー	3.9	4.0	0.0	1.0	1.0	53	読み取る	1.45	1.05	0.78	0	0.44
54	携帯情報端末/PDA	0.3	8.1	2.0	1.0	1.0	54	読み取る	0.35	1.55	0.44	0.88	0
55	頭/表情	3.7	5.0	2.0	1.0	1.0	55	読み取る	1.45	0.82	0.97	0	0.88
56	人工知能/AI	1.8	4	2.0	1.0	1.0	56	読み取る	0.48	0.7	0.78	0.88	0
57	ウェアラブル	1.5	3	1.0	2.0	2.0	57	読み取る	0.48	0.58	0.58	0.44	0.88
58	ラジオ	1.6	5.1	0.0	1.0	1.0	58	読み取る	0.48	0.7	0.97	0.44	0
59	障害物	1.5	3	3.0	1.0	1.0	59	読み取る	0.48	0.58	0.58	1.32	0.44
60	家電/家庭用電気	3.9	1.0	1.0	1.0	1.0	60	読み取る	1.45	1.05	0.19	0	0.44
61	パーティヤル	1.4	5.1	1.0	1.0	1.0	61	読み取る	0.48	0.47	0.97	0.44	0.44
62	柔軟性	1.3	3	0.0	5.0	5.0	62	読み取る	0.48	0.35	0.58	0	2.19
63	皮膚	0.2	3	2.0	3.0	3.0	63	読み取る	0	0.23	0.58	0.88	1.32
64	デバイス	0.4	5	0	1	1.0	64	読み取る	0	0.58	0.78	0	0.44
65	外科手術	2.5	2	2.0	1.0	1.0	65	読み取る	0.97	0.39	0	1.32	0
66	農業	1.4	1	1.0	4.0	6.0	66	読み取る	0.48	0.47	0.19	0.44	1.75
67	機器/心臓	2.4	3	3.0	0	0	67	読み取る	0.97	0.47	0.58	1.32	0
68	DNA	1.6	1	1.0	2.0	6.0	68	読み取る	0.48	0.7	0.19	0.44	0.88
69	デジタル信号	2.4	3	1	1.0	1.0	69	読み取る	0.97	0.47	0.58	0.44	0.44
70	なんでも/どこでも	2.4	2	0	3.0	7.0	70	読み取る	0.97	0.47	0.39	0	1.32
71	フィードバック	2.4	4	1	0	1.0	71	読み取る	0.97	0.47	0.78	0.44	0
72	感情	1.5	2	1	1.0	1.0	72	読み取る	0.72	0.48	0.58	0.39	0.44
73	興奮	1.5	3	1	1.0	1.0	73	読み取る	0.48	0.58	0.58	0.44	0.44
74	ニューロン/神経回路/神経細胞	0.3	1	1.0	5.0	7.0	74	読み取る	0.35	0.19	2.2	0	0
75	香り/匂い	1.3	3	3.0	0	0	75	読み取る	0.48	0.35	0.58	1.32	0
76	カプセル	0.1	4	2	1	1.0	76	読み取る	0	0.12	0.78	0.88	0.44
77	飲み込む	1.3	2	1	2	7.0	77	読み取る	0.48	0.35	0.39	0.44	0.88
78	遠隔操作	1.8	4	1	1	2.0	78	読み取る	0.48	0.47	0.19	0.44	0.88
79	水素	0.3	3	1	1	1.0	79	読み取る	0	0.35	0.58	0.44	0.44
80	バクテリア	0.2	1	3	1	0	80	読み取る	0.23	0.19	1.32	0.44	0
81	虫/昆虫	3.4	2	0	1	1.0	81	読み取る	1.45	0.47	0.39	0	0.44
82	資源	1.5	0	1	1	1.0	82	読み取る	0.48	0.58	0	0.44	0.44
83	振動	2.3	3	1	0	0	83	読み取る	0.97	0.35	0.58	0.44	0
84	電子インク	1.4	2	0	1	0	84	読み取る	0.48	0.47	0.39	0	0.44
85	義肢	2.4	1	1	0	0	85	読み取る	0.97	0.47	0.19	0.44	0
86	電子ペーパー	0.3	1	0	2	0	86	読み取る	0	0.35	0.19	0	0.88
87	電子回路	0.1	2	2	2	1	87	読み取る	0	0.12	0.39	0.88	0.44
88	犯罪	2.3	3	0	1	0	88	読み取る	0.97	0.35	0.58	0	0.44
89	ボイスプリント/声紋	2.4	2	1	0	0	89	読み取る	0.97	0.47	0.19	0	0
90	暗号化	0.2	3	0	0	0	90	読み取る	0	0.23	0.58	0	0
91	高齢者	0.1	2	1	1	0	91	読み取る	0	0.12	0.39	0.44	0.44
92	身分証明	0.2	2	0	1	0	92	読み取る	0	0.23	0.39	0	0.44
93	糖尿病	0.1	3	1	0	0	93	読み取る	0	0.12	0.58	0.44</td	

4.3 技術項目グループの特徴考察

技術項目グループ別にキーワードを集計したところ、いくつかのキーワードは各グループともに高い出現頻度であることがわかった。これらのキーワードは複数の領域にとって共通な重要項目であることを示している。各グループの中で出現頻度の高いキーワードから各々のグループの特徴が以下のようにわかった。

グループA（超小型技術）

グループAは、キーワード「極小／小さい／小型／微小」を中心に、「ディスプレー／モニター」、「ワイヤレス」、「カメラ／ビデオカメラ／撮影」、「マイクロチップ／チップ」、「ロボット」、「低コスト／低価格」などに関連し、様々な分野に応用される技術である。「音声／サウンド／音」、「携帯電話」にも強く関連している。

グループB（医工学）

グループBは「視覚／視力」は、“視力障害”に対して“人工視力”や“人工網膜”、“網膜投影”による“視力回復”などの医工学分野の「埋め込む（インプラント）」技術が中心である。このグループは「ロボット」、「センサー」が最も重要で、「音声／サウンド／音」、「ハイテク」、他に「カメラ／ビデオカメラ／撮影」、「ディスプレー／モニター」、「バイオ」、「脳／頭脳」、「感覚／触覚／感触」、「健康／人体への影響」、「知的／インテリジェント」、「動き検知／動き計測」なども重要とされている。

グループC（感性情報技術）

グループCは「感覚／触覚／感触」に関わる「インターフェース」関連であり、「ロボット」、「音声／サウンド／音」、「センサー」、「脳／頭脳」が最も重要で、次に「カメラ／ビデオカメラ／」、「撮影」、「バイオ」、「読み取る」、「人工知能／AI」、「小／小さい／小型／微小」、「TV／テレビ」、「障害」、「知的／インテリジェント」、「埋め込む（インプラン）」などがある。

グループD（1／0デバイス）

グループDは、「携帯電話」、「カメラ／ビデオカメラ／撮影」、「音声／サウンド／音」、「極小／小さい／小型／微小」、「マイクロチップ／チップ」や「ディスプレー／モニター」、「ワイヤレス」、「読み取る」、「視覚／視力」、「メディア」、「インターフェース」、「動き検知／動き計測」、「センサー」、「携帯情報端末／PDA」などの関連が強く、一方「障害」や「健康／人体への

影響」などがある。

グループE（メディア変換）

グループEは「カメラ／ビデオカメラ／撮影」、「携帯電話」、「ディスプレー／モニター」、「ワイヤレス」、「音声／サウンド／音」を基本に、「TV／テレビ」、「極小、小さい、小型、微小」、「視覚／視力、メディア」、「センサー」、「マイクロチップ／チップ」、「読み取る」、「ウェアラブル」などが含まれる。

グループF（認証技術）

グループFは、「安全／セキュリティ」がもっとも重要であり、「電子商取引／電子ビジネス」、「音声／サウンド／音」、「ボイスプリント／声紋」、「網膜」、「顔／表情」など「生物測定／バイオメトリクス」が「認証／確認／デジタル証明」に用いられて、それに関連する「スキャン／スキャナー」、「ディスプレー／モニター」、「読み取る」技術、「データベース」技術と「携帯電話」、「ワイヤレス」、「モバイル」、「リアルタイム」などの通信技術の他、「コミュニケーション」、「感情」、「プライバシー」、「追跡」、「犯罪」などが含まれている。

グループG（e－ビジネス）

グループGは、「生物測定／バイオメトリクス」など（認証技術）の応用分野であり、グループFと同じく「安全／セキュリティ」がもっとも重要であり、「電子商取引／電子ビジネス」は「音声／サウンド／音」、「ワイヤレス」、「スキャン／スキャナー」、「携帯電話」などが含まれている。

グループH（モバイル技術）

グループHは、「ディスプレー／モニター」、「音声／サウンド／音」、「読み上げ」、「ワイヤレス」と「エネルギー／燃料」、「低コスト／低価額」「安全／セキュリティ」、「極小／小さい／小型／微小」、「バイオ」、「携帯電話」、「自動車」、「医療」、「障害」などと強く関わっている。

グループI（エネルギー）

グループIは、「宇宙／惑星探査」、「農業」と「携帯電話」、「自動車」、「エンジン」に関わる問題は「エネルギー／燃料」、「エコ／生態／環境」と「低コスト／低価格」と「障害」、「健康／人体への影響」である。「植物／トウモロコシ／ジャガイモ」は環境にやさしい材料としての研究が行われている。

ここまで9グループはどれも「インターネット／ネット／ウェブ」に強く関連している。

グループJ（エコロジー）

グループJは、エネルギー／燃料、バイオ、電池、エンジン、宇宙／惑星探査、エコ／生態／環境、植物／トウモロコシ／ジャガイモ、自動車、低コスト／低価格、ロボット、脳／頭脳、水素、資源などが含まれる。

4.4 年度別キーワード特徴考察

各年度におけるキーワードの出現頻度率1%以上を1とし1%未満を0として、1／0データマトリックス表4を作成し、数量化III類により年度別キーワードの散布図を描いた（図8）。このデータを数量化III類散布図を作成し、図6に各年度を布置した。図9は技術項目（technical item）の年間出現頻度率を5年間で比較し、最大出現頻度を示す項目を抽出したものである。これにより、各年度の代表的な技術項目の変化を理解することができた。各年度の特徴について考察したものは表5である。

1998年（音声／サウンド、安全／セキュリティ）

この年は、電子商取引、電子ビジネスの普及により、音声認識、読み上げ技術などの安全・セキュリティ技術の開発が進められた。またエコロジー／生態／環境ではバイオメトリクス技術の開発が進められた。一方では、TV／テレビのデジタル化技術の進んだ年でもある。

表5 年度別キーワード

1998	1999	2000	2001	2002
音声／サウンド／音	インターネット／ネット／ウェブ	ワイヤレス	ロボット	障害
安全／セキュリティ	携帯電話	マイクロチップ／チップ	極小／小さい／小型／微小	低コスト／低価格
バイオ	インターフェース	自動車	ディスプレー／モニター	宇宙／惑星探査
TV／テレビ		内蔵	カメラ／撮影／ビデオカメラ	動き検知
電子商取引／電子ビジネス		運転	センサー	メディア
生物測定／バイオメトリクス		ハイテク	脳／頭脳	農業
読み上げ		ゲーム	エネルギー	皮膚
エコ／生態／環境		PDA	視覚／視力	
			ナノテク	

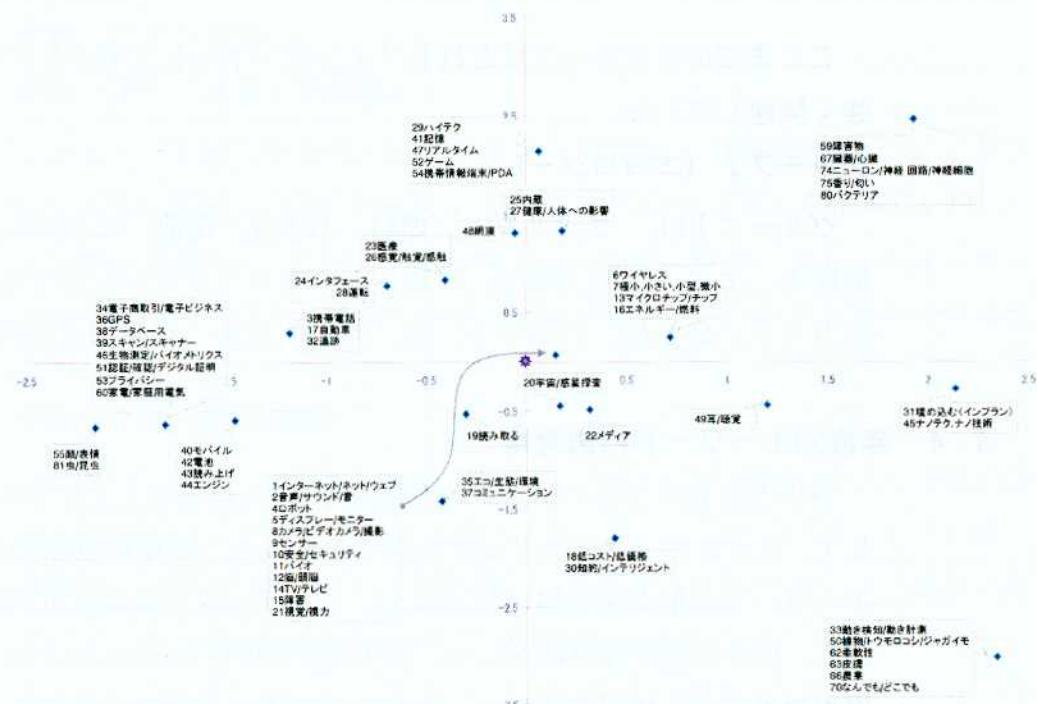


図8 キーワード散布図

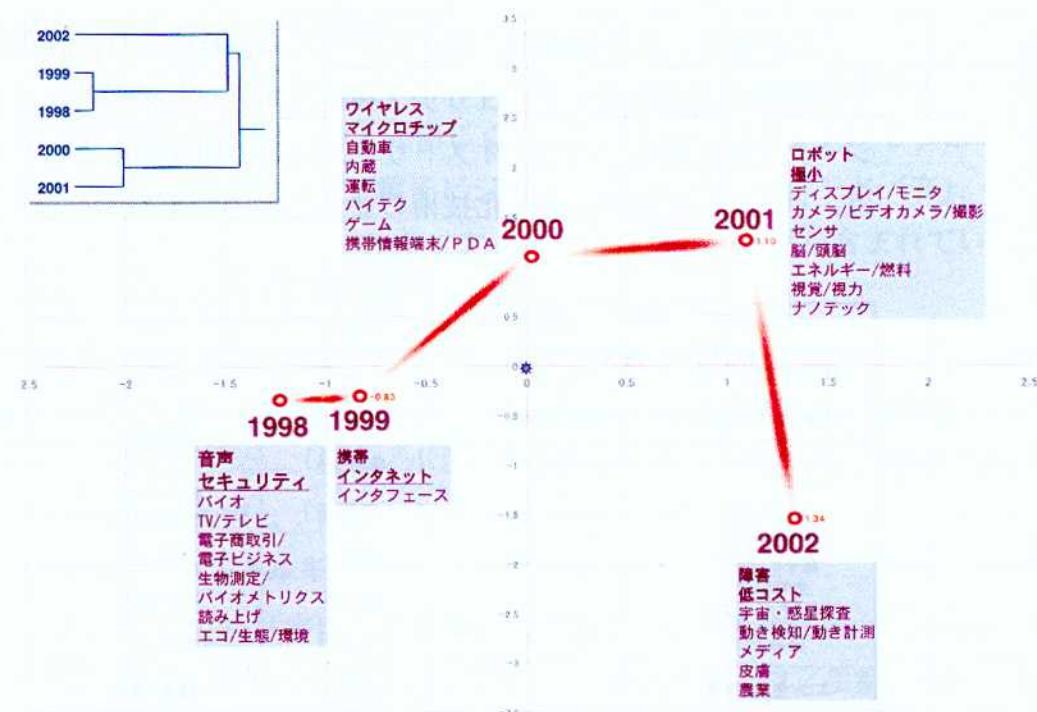


図9 年度別キーワード散布図

1999年（インターネット／ネット／ウェブ、マイクロチップ／チップ）

この年は、インターネット、ならびに携帯技術の年である。これにより飛躍的な携帯電話の世界的普及を促進した。モバイル技術は人間の移動におけるインターフェースの開発を促進した。

2000年（ワイヤレス、マイクロチップ）

「自動車」、「運転」、「ゲーム」、「携帯情報端末に関するPDA」に関する「ワイヤレス」技術と「マイクロチップ／チップ」に関する「内蔵」、「ハイテク」が多く見られる。

2001年（ロボット、極小）

ロボットに関するセンサー、カメラ／ビデオカメラ／撮影、ディスプレイ／モニター、エネルギー。一方で、ナノテク／ナノ技術の極小／小さい／小型／微小技術関連の医療技術と、脳／頭脳、視覚／視力関連技術が多く見られる。

2002年（障害、低成本／低価格）

障害を克服する技術として、皮膚技術、動き検知、メディア技術が開発され、低成本／低価格は宇宙／惑星探査、農業技術で進められた。

以上のように各年度における技術の変化は、速いスピードで変化していることが読み取れるが、このような経年変化に合わせて、図5の技術項目の散布図を見てみると、この5年間の技術変化は次のようにまとめられる。

1. 技術変化は、機械工学技術から情報工学技術と生体工学技術へ移行しつつある。
2. インタフェースについては、情報メディア技術から埋め込み技術へと変化しつつある。
3. 情報通信技術は、モバイル技術、ワイヤレス技術、ユビキタス、極小化技術へと変化しつつある。
4. 材料技術は、生体技術（皮膚／神経／網膜／内蔵）へと変化しつつある。
5. エネルギー技術は、エコロジー／生態／環境を配慮した燃料電池、植物エネルギー開発に変化しつつある。

4.5 まとめ

人間は常に新たな技術とのインターフェースを求めている。本研究では、1998年から2002年までの5年間の技術課題の動向を詳細に俯瞰してきた。

「個別に進展した技術項目が複合化して統合することにより、さらに新たな技術が生み出される」という仮説が正しいとするならば、近い将来の人間と人工物におけるインターフェース技術のこれからのロードマップは、次のように予測できる。

「情報工学と生体工学の融合による人間中心のインターフェースの実現を目指して、インプラント技術、モバイル技術、ワイヤレス技術、ユビキタス技術、極小化技術が適用される。コンテンツは、視覚、聴覚、触覚、味覚、運動覚など感覚的コンテンツにフォーカスが当てられる。人間が接触する素材としては生体材料技術が導入される。エネルギーはエコロジー／生態／環境を配慮した燃料電池が急速に普及することが予測される。



図10 技術の変遷

参考文献

- [01] 筑波大学大学院人間総合科学研究科 COE21 「こころを解明する感性科学の推進」, <http://www.chs.tsukuba.ac.jp>
- [02] 電子情報通信学会 (1998) 「電子情報通信ハンドブック」 感性情報処理より
- [03] 樋渡清二, (1988) 「ヒトと機械はどう対話するか—ヒューマン・インターフェース入門 ブルーバックス」 講談社
- [04] D. A. ノーマン, (1990) 「誰の為のデザイン」 新曜社
- [05] 宮崎 清孝, 上野 直樹, (1985) 「認知科学選書」 東京大学出版会
- [06] 北村晴朗, (1982) 「心像表象の心理」 誠信書房
- [07] 佐伯 肇, (1986) 「認知科学の方法」 東京大学出版会
- [08] 山梨 正明, (1988) 「比喩と理解」 東京大学出版会
- [09] (<http://hotwired.goo.ne.jp/news/news/technology/>)
- [10] Puhua Zhang, Akira Harada, (2003. 10.) 「Perspective of Relationship between Man and Machine」, Journal of the The 6th Asian Design International Conference Vol. 1 Asian Society for the Science of Design, ISSN 1348-7817 (CD-ROM) G-52 pp. 1-9.
- [11] 張浦華, (2003. 10) 「技術動向から見たインターフェースデザインの方向」, 第5回日本感性工学会大会予稿集, p52,
- [12] 市川伸一・伊東 司, (1993) 「認知心理学を知る」 ブレーン出版
- [13] 和多田作一郎, (1986) 「人工知能の理解を深める本」 実務教育出版
- [14] B. エドワーズ, (2002) 「脳の右側で描け」 エルテ出版
- [15] 小林宏, (1990) 「直感から直観へ 感性学入門—感性を強くゆたかに」, 産能大学出版部
- [16] 篠原昭, 清水義雄, 坂本博編, (1996) 「感性工学への招待—感性から暮らしを考える」 森北出版
- [注1] Tmedia News 2002. 12. 17
(http://www.itmedia.co.jp/news/0212/17/nj00_wiss_00main_4.html)