

ロボットの「動機付け」*

mambo-bab(1)

1. はじめに

「動機付け(motivation)」とは心理学用語で、生活体の行動を発現し、その行動を目標に方向付け、行動の終結に向かって保持・推進させる過程、あるいは機能を意味しているとされている(*1)。これは一般的には人間に対し主に使用される概念であり、ロボットに対しては使用されない。

一方で、ロボットの心理状態に関し述べたものはいくつかあり、日本ロボット学会では、パートナー型ロボットの「キャラクタづくり」や「役割や存在価値」に言及しており(*2)、また、人工知能学会では、社会の中で発達するロボットの可能性(*3)について言及している。小嶋らは生得的な動機付けを持った主体(乳児あるいはロボット)が養育者との間で原初的な相互行為を形づくり、それをとおして物理的環境だけでなく養育者を含めた社会的環境を探索していくと主張している(*3)。ここでは、反射→感覚運動→思考とつながるプロセス全体をロボットで再現する試みについての考察が興味深い。

ロボットの知能はいわゆる人工知能と呼ばれるが、人工知能的な振る舞いを行うものには大きく2種類ある。一つは基本的な外部に対する働きかけの方法がプログラムの打ち込みにより最初から決められているシステムであり、もう一つは発達することによって外部に対する働きかけの方法を獲得するシステムである。後者についてはさらに2つに分かれ、前述の小嶋らのように思考ゼロの状態からの再現を試みるシステムと、一部に打ち込みの部分を残すシステムである。本 report では、発達のプロセスが人間の場合とは厳密には異なるかもしれないが、動機付けを持ち発達することによって、一部にプログラムの打ち込みの部分を残しながらも、外部に対する働きかけの方法を自ら獲得するシステムについて考察する。

2. 人間に対する心理学における動機付け

2.1. 「動機付け」理論の基本的な考え方

心理学の考え方では、冒頭に述べたように、行動を目標に方向付けするものとして動機付けを考える。動機付け理論にはいくつかあるが(*4)、ここでは本能論、動因理論、内発的動機づけ理論について述べる。

① 本能論

本能とは、動物の種に固有で、主に遺伝によって決定され、経験によってあまり変容しない固定的な行動のことである(*4)。

② 動因理論

心理学の世界では、動機付けは大きく2つに分類される。1)一次的動因:ホメオスタシスより生じるもの(飢え、渇き、体温調節、苦痛からの逃避、呼吸など)・直接にはホメオスタシスと関係ないが、生得的であるもの(活動動因、好奇動因、接触動因、性動因)。2)二次的動因:後天的に獲得されたもの(恐怖、不安、承認欲求、愛情、集団所属欲求)(*4)。

③ 内発的動機付け理論

知的好奇心のように生物学的要求や外的報酬がないにも関わらず人間に行動を起こさせる心理過程があることが指摘されている(*4)。

2.2. 動機付け理論の理解

上記3つの理論以外にもいくつかの考え方は存在するが(*4)、私は、人間においては基本的に上記3つの理論を基にするのが理解のスタートとなると思う。これらの中で①は、最も古い時代からの心理学で用いられ、実際には動因の分類の考え方は②で詳しく示されている。③は比較的新しい考えであるが、「好奇心」を取り上げるためには必要と考えた。実際には人の心の中がたったこれだけで表せるという多くの反論があると思われるが、まず原始的な動機付けのシミュレーションを考えるにあたり、ここから始めてみたい。正直なところ人間の心理学ではロボットの心理学に適したパラメータは見つかっていないようである。現代の心理学に対しては、ロボット心理学(?)に活用可能な新しいパラメータの確立を期待したい。

これらの動機付けにより、実際の人間がどのように行動を起こすか考えてみる。まず動機付けを示すパラメータは、上記動因理論の一次・二次動因を関連付け、階層展開して明確化する必要がある(Table 1)。前述 2.1.②に示した例はそれぞれの代表的なものであるが、承認欲求の中で一例として自己顕示を挙げると、「目立ちたい」ための行動としては「格好良くなりたい」、「目につく所にいたい」、「格好良くなりたくないから何か変わったことがしたい」などがある。またその中の「格好良くなりたい」の例を取ると、「格好良くなりたくない」ための欲求としては、「特技を持

* 2005年2月9日作成

(1) AI-COM CLUB (<http://www.geocities.co.jp/MotorCity/7294/ai-index.html>) 主宰

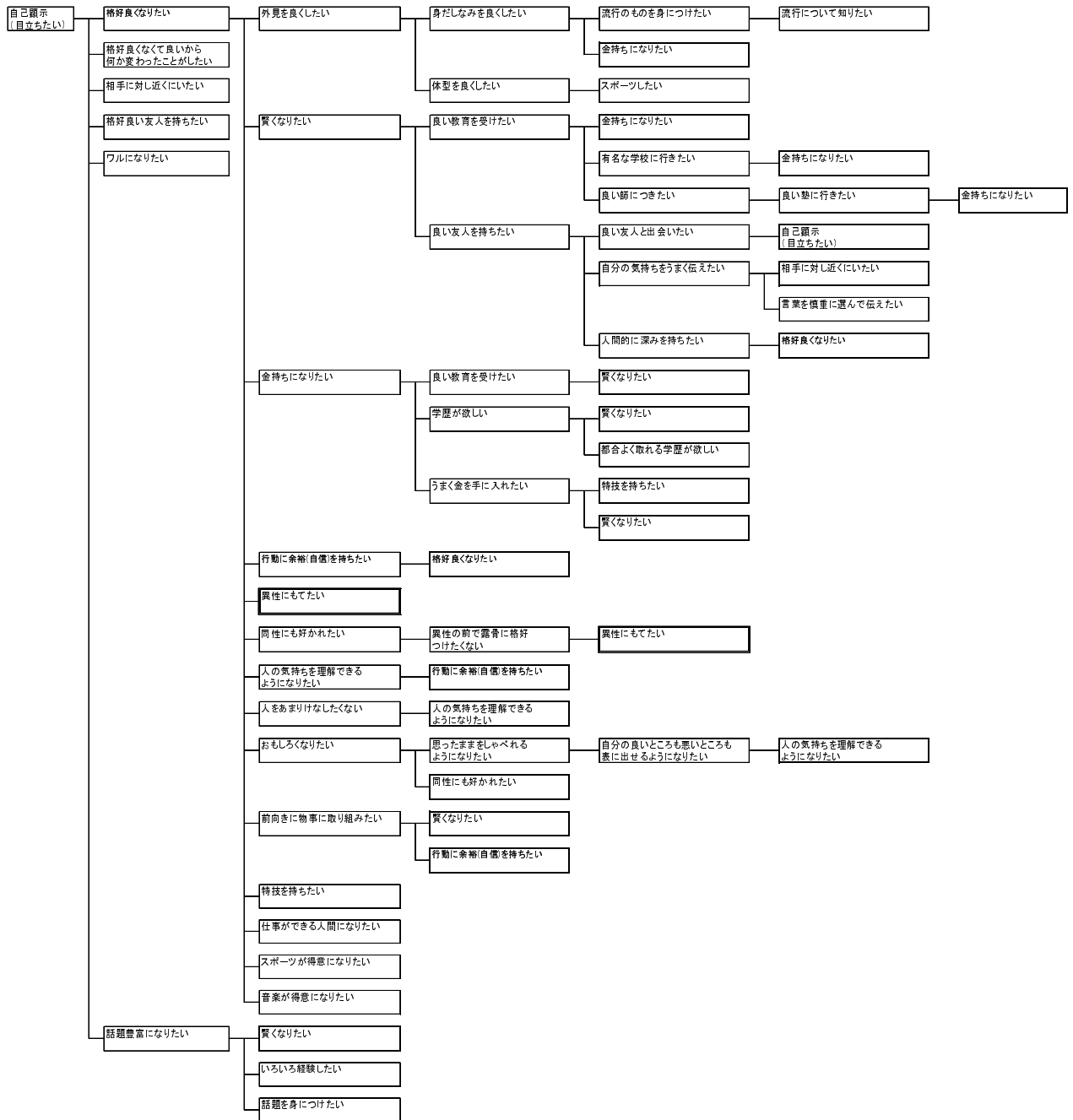


Table 1: 動因理論の階層典型 - 「目立ちたい」の例

注1): 太枠はより上位の階層で既述

ちたい」、「行動に余裕を持ちたい」、「外見を良くしたい」、「金持ちになりたい」などがある。

自己顕示の「目立ちたい」は、欲求の関連性を調べてみると、求愛の欲求の「他人から愛されたい」の下位階層にもあてはまる。このようにある欲求は別の欲求の下位階層にあたることもあり、例えば「賢くなりたい」欲求は Table 1 のいろいろな箇所に表れる。

添付には示していないが個々の項目に重み付けの係数を使用することでさらに充実させることも可能である。実際の人間の脳の中では、これらの階層構造が明確になっているか、およびその階層構造を本人が理解できているかなどについては疑問が残るが、本 report では階層構造を上記のように仮定する。

Table 1 は代表的なものを示し、実際は非常に主観的になっている懸念もあるが、これも一般化のうえテンプレート化し活用可能にしてゆくことは今後のための課題である。重み付け係数を0から100の間で設定し多様な価値観に対応することが可能と考える。例えばある宗教の高僧は、わずかに自己顕示の欲求はあるとしても、そのために金持ちになりたいとは思えないと思われる。また、ある大学の研究者は、自己顕示の欲求はあるとしても、そのためにワルになろうとは思えないと思われる。

3. ロボットの動機付け理論

ロボットにおいても、会話中の問いかけに対し本物の人間と同様に応答するために色々な方法が試みられている。基本的には、そのロボットの知識となる辞書を持ち有効に活用するのがこれまでのシステムである。本 report では、動機付けを持ち発達することにより外部に対する働きかけの方法を自ら獲得するシステムについて考察する。以下この第 3 章では、3.1. で 3 歳児の知能について述べ、3.2. で既存のロボットのシステム(快-不快)について述べる。3.3. では動機付け理論を基にした提案を行う。

3.1. 3 歳児

人工知能を研究するにあたり、理想的には人工知能に成人の人間相当の知能を持たせることが究極の姿である。しかし現実的には、小嶋らの研究にあるように乳児についてでさえまだまだ未知の部分があるのが現状である(*3)。言い方を代えれば、現在の人工知能は 3 歳児の知能さえないとも言える。

3 歳児の知能は大人の人間のそれよりもは未発達である。実際にいくつかの言葉をまじえて会話してみると、多くの基本的形容詞は理解しているようである。一方で抽象名詞や漢語で記される言葉を含む名詞、心配・期待などを含む未来などについては理解していないように思われる。以下に主な言葉について 3 歳児が理解しているかどうかの視点で書き並べてみる(Table 2)。

	形容詞		名詞	その他
	感情	感情以外		
言葉で言う	好き・嫌い、悲しい、こわい、はずかしい*、いっしょにいたい、欲しい、眠い、一番になりたい*、遊びたい	かっこいい*、かわいい*、賢い*、痛い、おいしい、熱い・冷たい、暑い・寒い、大きい・小さい、速い、重い、高い、うるさい*	ごはん、ふとん、公園、犬、出発*、楽器*、宝物*、正解*、お金、うそ	似ている*、～みたいな*、食べる、濡れる*、頑張る*
言葉では言えないが、理解しているように見える	怒り、嫉妬、羨み、憧れ*、淋しい、悔しい*、注目されたい、(うまかったから)うれしい、心配*、同情*、体がうまく動かない、飽きる、わくわく*、目立ちたい	正しい*、大事な*、やさしい*	がまん*、成功*、失敗	感じる、とっておく*、電池がきれる*、(気を引くために)思っ て無いことを言う
理解してなさそう	衰れ、懐かしい	丈夫、十分、厳しい、親切、激しい、しつこい、高い・安い	心理、退屈、一月・二月…、おつり	威張る、かも知れない、もし… の場合、((本人しか見ていないのに)それをもとにしたことを話す)
言葉で言うが理解しているかは不明	疲れた	からい(おいしくない場合に使用)	昨日・明日・来週・去年・月曜・火曜…	久しぶり
不明	悟り、イライラ	ずるい、まじめ	7時、8時…	

Table 2: 3歳児の主な言葉

形容詞のところには品詞としての形容詞以外に状態を表す類似の言葉も含めた。
*印は4歳頃で追加される言葉。

感情を心理学的に定義すると、個人の心の中で起こる、喜び、悲しみといった主観的な経験のこと(*5)と言えるが、3 歳児においては基本的形容詞で示される感情についてはほぼ理解しているようである。

3.2. 既存システム(快-不快)

ロボットの意志・感情についてはいくつか試みがある。最も単純なものは、快-不快を表すもので、その人工知能自身のデータベース中に快辞書または不快辞書を持ち、会話中に辞書の中に載っている言葉を見つけると快(または不快)になるというものである(*6) (*7)。快-不快モデルにおいて、快状態・不快状態で別の辞書を用意する(*8)手法もある。またパラメータを増やしてゆけば、好き・嫌い、～したい～したくない、などの表現も可能である。しかし感情を高度化させようとするとパラメータが概念の数だけ必要となり、高度化には限界があった。

AIBO は「愛情欲」「好奇心」「運動欲」「食欲(充電欲)」「睡眠欲」という5つの本能(欲求)を持っている(*9)。犬の場合は言葉に結びつける必要は無いため本能や動機付けという発想に結びつきやすいと思われる。人間の場合も単純化すると同じようなもので、いかに言葉の壁を取り払うかが課題となる。

3.3. 動機付け理論を基にした考え

ロボットにおいても人間の動機付け理論を基に考えてみる。ロボットの意志・感情に動機付けをもたせるために、前述の動因理論を適用する。いくつかの言葉について動機付けの観点から表にしてみる(Table 3)。Table 3 に示すように言葉にはそれぞれ動機付けがあり、複数の動機付けを持つものもある。Table 1 で動機付け階層展開した中にある「賢い(賢くなりたい)」、「金持ちになりたい」という言葉は最上位にある自己顕示欲求に動機付けされ、さらに他の動機付け(ここでは自由の欲求)にも動機付けされる。

ロボットのシステムとしては以下のように考える。主な言葉に動機付けパラメータを設定し、会話中にその動機付けパラメータが設定された言葉を見つくと、それぞれの動機付けパラメータ値が上下する。ロボットが会話中のこれまでの話題に対してコメントする時や、会話中に新しい話題に転換する場合にこのパラメータ値を活用する。例えば 10 個(?)の動機付けパラメータの設定でロボットの「性格付け」が可能となる。それぞれのパラメータについてトータルで加算する、またはデータベース中の辞書側の個別の項目毎にパラメータを持つことも可能である。例

	分類	辞書の意味理解(構造的意味理解・または言い換え)	動機付け	身体的意味理解	
1	好き	感情	心が引きつけられる	求愛欲求	・胸がきゅんとする ・頭がぼーっとする ・頭から離れなくなる…連想…
2	楽しい	感情	心が満ち足りてうきうきするような気分	欲求が満たされた状態	・心が満ち足りてうきうきする (・positive think)
3	嬉しい	感情	(望ましい事態(対象有り)が実現して)心がうきうきとして楽しい。	欲求が満たされた状態	・心が満ち足りてうきうきする (・positive think)
4	目立ちたい	感情	人の注意を引きたい	自己顕示(承認欲求) 求愛欲求	・羨ましい感じ(または、自慢できる感じ)
5	目立つ	動詞	人の注意を引く	自己顕示(承認欲求) 求愛欲求	・羨ましい感じ(または、自慢できる感じ)
6	重い	形容	目方が多い。比重が大きい。また、そのように感じられる。	自由の欲求	・腕が痛い/体のバランスが難しい ・うまく動かない
7	カッコいい	形容	洗練されている 潔い。 無駄が無い。シンプル。	自己顕示(承認欲求) 求愛欲求	・羨ましい感じ(または、自慢できる感じ)
8	賢い	形容	頭が良い、記憶力が良い ひらめきが良い 尊敬される 「切れ」のある感じ	自己顕示(承認欲求) 求愛欲求 自由の欲求	・羨ましい感じ(または、自慢できる感じ) ・頭が疲れる感じ
9	金持ちになりたい	感情(欲求)	金持ち+そうになりたい	自己顕示(承認欲求) 求愛欲求 自由の欲求	・羨ましい感じ(または、自慢できる感じ)

Table 3: 言葉を動機付けの観点から見る
分類上形容とした言葉のうちいくつかは、そうになりたいという欲求が加わることで感情のように取り扱える

例えば自己顕示パラメータを格好良い衣類のあるブランド名に付加すると、そのブランド名が会話中に出現した際は、欲しくなったり、知識を披露したくなったりする反応を示す。

上に記した「性格付け」はすべての性格を決定してしまうわけではなく、どの領域についてよりセンシティブになるかを決めるわけで、その後の性格は「～の方がより〇〇」のようなチューターの教育やロボットのパートナーなどとの会話などにより育成される。趣味的な領域はもちろん後者となる。このシステムは、動機付けを本能のような設定に活用可能な意味で、3歳児の人間の性格決定に近い考え方と考える。「人生観が変わるような経験」については設定が無いので今後の課題である。

新規の言葉への対応としては、初期状態で例えば100語について動機付けパラメータの設定を行い、その後会話中に出現する語については100語との関連をとるようにする。新規の言葉については、同時に出現した既出の言葉と同じ動機付けを持つと仮定し、同じパラメータ値をもつようにする。この方法で新規の言葉は自動的にパラメータ値が一旦決定され、さらにその後の出現時にパラメータ値を修正してゆく方法を採用することで理解が深まる。これはロボットの経験により理解が深まることにつながる。

前述 2.2. のようにあらゆる動因について階層展開を細かく行くと、分類が非常に細かくなりすぎるためロボットへの実装時は段階を踏んで部分的な導入から始めるのが良いと思われる。前述 3.1. では、の3歳児の考え方を大人の人間のそれよりも未発達であると記したが、現在の人工知能が3歳児の知能さえ無いことから考えると、3歳児を基準に考えるのは一つの方法である。

4. 意味理解

ロボットのシステムにおいて動機付けを行う際には、主な言葉に動機付けパラメータを設定し、同意語の識別・グループ化を行った上でコンピュータの検索機能を使用する。この時、同意語の識別・グループ化には言葉の意味理解が必要となる。例えば『重い→持ちにくい→うまく動かせない→「自由になりたい」に反する一積極的には持ちたくない』を理解するためには意味理解が必要となる。

意味理解は非常に難しい領域であるが、身体による意味理解という方法がある(*10)。例えば「重い」を感じる時に活性化される神経回路網と「重い」を想像する時に活性化される神経回路網は基本的に同じで、違いは活性化の程度とされるという考えである。Table 3では言葉を動機付けの観点から見たが、同様に身体的意味理解も示してある。抽象的な概念については身体的に表しにくい、欲求を示す言葉の場合は、その欲求が満たされた状態について「羨ましい」感じ、または、「自慢できる」感じを身体で感じると考える。

ロボットのシステムに織込む場合の例としては次の様なものがある。

- ①会話中の言葉から身体に関連のあるものを pick up する。
- ②その身体の部位毎にフラグを立てる(例: 筋肉に対するストレスの考え方を採り入れる)。それぞれのフラグの

ポイントをトータルで加算する、またはデータベース中の辞書側の個別の項目毎にフラグのポイントを持つことも可能である。

③その後の会話にそのフラグが設定された言葉を見つけるとその身体の部位に関する話題を検索する。

上記の例は、結果的には言葉を身体部位毎にカテゴリ化し、フラグを用いて辞書強化を行うことに他ならない。しかし、この場合のフラグが立った状態は、身体を用いるという考えを追加することでロボットの意味理解に一歩近づくと考えられる。この考え方は、言い換えれば、一旦「身体辞書」で翻訳しているとも考えられる。

ゼロからの意味理解は難しい。動機付けの場合と同様に、初期状態で例えば 100 語について身体性の打ち込みを行い、その後会話中に出現する語については 100 語との関連をとるようにする。新規の言葉については、同時に出現した既出の言葉と同じ身体性を持つと仮定し、同じパラメータ値をもつようにする。この方法で新規の言葉は自動的にパラメータ値が一旦決定され、さらにその後の出現時にパラメータ値を修正してゆく方法を採用することで理解が深まる。これはロボットの経験により理解が深まることにつながる。先に述べた動機付けのパラメータ設定と全く同一の考え方が可能である。

時間とともにフラグが消滅するようにし、何か手にする際に「ああさつきも重たいものを持ったなあ…」を表現できるようになればと思う。実際のロボットへの実装には、生命の危機につながるストレスと重いものを持つくらいストレスの区別は、プログラムの打ち込みでは無くロボット自身で行うのが理想であるが、この区別が上記の方法でどこまで再現できるかは今後検証を行ってゆく必要がある。また、それ以前にも、身体辞書に理解できるように日本語を処理して翻訳するのが難しく、非常に大きな課題である。

5. おわりに

今回の提案は基本的に最初に決めた動機付けのパラメータはその後に変化せず定数として扱っており、いわゆる古典的な本能のように働くものである。これはコンピュータの処理速度や処理容量の改善により今後変数として扱うことも可能にはなると考えられるが、ロボット心理学も人間の心理学と同様に本能論からより発展した動因理論のようなものに展開してゆくはずで、その際に研究を深めて行くことになると思う。

また、本 report では、欲求には何種類あるとか、焦点をあてている箇所が欲求全体のどの部分にあたるかという言及を省略している。ロボットへの実装時には、まず限定的なところから始まるため敢えてこれを論点とせず他の研究者に委ねたい。

今回動機付けについて report するにあたり、人間に対する心理学について web 上の知見の調査を行った。あたりまえの結論であるが、一言では全体は言い表せないものであり非常に奥深い。ただ気になるのは、いろいろな説があるのはわかるが、そろそろコンピュータで再現することを考えてもよいのではと思うところである。2.2. で述べたパラメータについてもそうであるが、現代の心理学に対しては、ロボ心に活用可能な新しい考えを期待したい。

ここに述べたのは人工知能に関し、その一部の領域に限ってであるが、自分なりにさらに少しずつ検討を進めて行きたいと考えている。また、関連分野が広範囲に渡るため、既知の内容についてそれと知らずに触れた箇所もあるかと思われるが、もしあればお詫びしたい。また、今回の report ではまだ実験結果を報告できない。そのため概念のみの報告となることをお詫びするとともに、次回の報告 report に期待頂きたい。

<参考文献他>

引用は、基本的にインターネットの web ページから行っており、必ずしも原書からとなっていない(再引用あり)ことをお断りしておく。

(*1): 小栗俊之:「ボランティア行動における動機づけ理論」。

<http://library1.ba.u-bunkyo.ac.jp/kiyo/2000/kyukiyo/kyukiyo79-100.pdf> (2000)

(*2): 日本ロボット学会:「第 27 回シンポジウム 人とロボットの交差点 ～ロボットデザイン～」。

<http://www.rsj.or.jp/> (2004)

(*3): 小嶋秀樹、高田明:「社会的相互行為への発達のアプローチ -社会の中で発達するロボットの可能性-」, 人工知能学会誌 16 巻 6 号 (2001)

(*4): 松尾直博:「動機づけ理論の概観」, <http://www.u-gakugei.ac.jp/~nmatsuo/semi2.htm> (1998)

(*5): インザカワタル:「psycho lab」, <http://homepage1.nifty.com/~watawata/psycho/> (2001-2005)

(*6): mambo-bab:「AI-COM CLUB」, <http://www.geocities.co.jp/MotorCity/7294/ai-index.html> (2000-2005)

(*7): mambo-bab:「人工知能と創造性」, <http://www.geocities.co.jp/MotorCity/7294/report.pdf> (2003)

(*8): しまりす:「人工無脳は考える」, <http://www.ycf.nanet.co.jp/~skato/muno/index.shtml> (1999-2005)

(*9): ソニーマーケティング株式会社:「AIBO Official Site」, <http://www.jp.aibo.com/> (2000-2005)

(*10): 月本洋:「ロボットのこころ」, 森北出版 (2002)