

## 生活環境におけるパーソナルロボットについての研究(3) (AIBOによる検討)

### Research of A Personal Robot In Daily Life(3) (Evaluation by AIBO)

市 原 信

#### はじめに

日本人にとってロボットといえば「鉄腕アトム」に代表されるアニメのキャラクターがまずイメージされ「夢の世界」の出来事である。しかし、現実社会では産業用ロボットが実用水準で大活躍しており、その稼働台数では日本が34万8千台と世界のトップであり、第2位のドイツ11万3千台を大きく引き離している(社団法人日本ロボット工業会 ホームページ2003年統計, 2005)。産業用ロボットは、「プレイバックロボット」が実用化されてから既に40年以上がたち、かなり成熟した分野といわれる。一方家庭用ロボットなどを含むいわゆる「サービスロボット」の分野は今まさに揺籃期ともいえる状況にある。最近では自動車や家電製品のメーカーなども参入し次々と試作品を発表している。

ロボットの中核部分はコンピュータである。家庭用コンピュータでもある「パソコン」は現在広く一般家庭に行き渡り、生活場面にとけ込む存在となっている。家庭用のパーソナルロボットはマーケット的にははきわめて有望と言われながら、2005年3月現在で市販され一定の社会的評価を受けた製品はきわめて少ない。AIBO(ソニー)は一般家庭に入り込み、商業的にも一定の成果を収めた例外的なパーソナルロボットの一つである。そこで本研究では、心理的側面を中心に、AIBOとのコミュニケーション観察を手がかりに、人間

とパーソナルロボットの共生についてエンドユーザーの視点から検討した。

#### 方法

人間とAIBOとの関係について、音声、動作、視覚的刺激(AIBOカード)そして接触などのやりとりをする中で、被験者がどのようにAIBOを受け止めているかを実験的に検証した。被験者は20才代前半の女性10名(大学生9名, 社会人1名)であった。行動観察時間は約15分間とし、この間デジタルビデオカメラによりコミュニケーション場面を連続記録した。各実験終了後に、SD法5段階評定尺度によるアンケート調査を行った。質問項目はAIBOの印象、コミュニケーションについて、AIBOのデザイン、AIBOの役割そしてAIBOの機能について等であった。今回の実験で使用したAIBOは、2003年に発売されたERS-7であるが、2004年リリースのソフトウェアによりバージョンアップすることで2004年10月発売のモデルERS-7M2と同等の性能とした。AIBOには「飼い主が」AIBOの成長過程に関わっていく「生育モード」と、すでに成熟した「大人モード」が用意されている。今回の実験では「大人モード」を用いた。なお全被験者とも、AIBOと直接触れるのは本実験が最初であった。

#### 手続き

今回設定した場面は被験者とAIBOが1対1で対面し、178cm四方のカーペット上を双方が自由

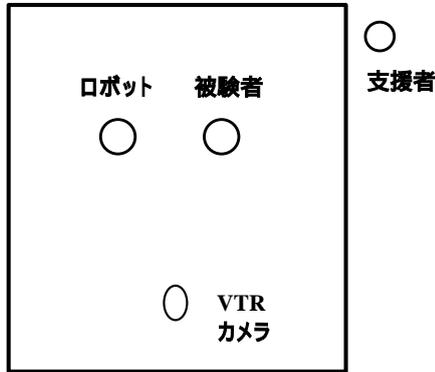


図1 実験場面の配置 (平面図)

に移動しながら音声や接触をを中心としたコミュニケーションをする状況とした。実験では、被験者の側でロボットに話しかける言葉(単語)、行動(抱き上げるなど)そしてAIBOに特定のカード(AIBOカード)を見せ行動を命令する、などのシナリオを設定し、被験者はシナリオに沿ってAIBOとコミュニケーションをした。行動観察のための人的配置と行動記録のためのビデオカメラ配置を図1に示す。

観察場面の設定は、居間などの一般的な生活環境でAIBOと「遊ぶシーン」を想定した。なお、今回の実験では、AIBOとは性能、機能そしてデザイン的にも全く別タイプのパーソナルロボットである「ドラえもん・ザ・ロボット」(バンダイ)とのコミュニケーションも同時に行った。実験では順位効果を相殺するために、両ロボットとコミュニケーションする順番をランダムとした。また、自律神経系の変化を知るため、ロボットとのやりとりの前後に血圧と心拍数を測定した。使用機器はHEM-759Pファジィ(オムロン)であった。図2は実験の順序を示す。本論文ではAIBOとのコミュニケーションについて分析した。

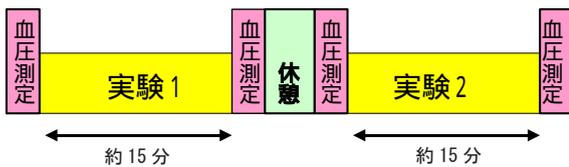


図2 実験の順序

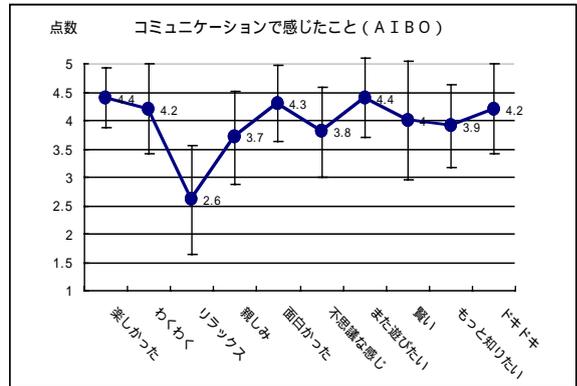


図3 感じ方について (平均点と標準偏差値, n = 10)

結果

AIBOとのコミュニケーションで感じたことについて10項目のプロフィールを示したのが図3である。各項目は「全くそう思わない」を1点「強くそう思う」を5点とし、5段階評価とした。その結果、「リラックス」項目が2.6点と唯一中立的評価(3点「どちらともいえない」)より低くなっており、個人差の指標である標準偏差も0.97と他項目より大きかった。他の項目は全般に高く評価され(強くそう思う)、「楽しかった」「わくわくした」「おもしろかった」「また遊びたい」「ドキドキした」の各項目はともに4.2以上と高得点であった。なお、「賢い」の項目は4点であったが標準偏差は1.05であり評価項目中最も大きい数値を示した。

次に因子分析を行うことにより、どの項目が重要な因子であるかを分析した。表1は因子負荷量

表1 感じ方について：因子負荷量

因子負荷量：回転後(バリマックス法)		
変数名	因子No. 1	因子No. 2
楽しかった	0.916	0.068
わくわく	0.916	0.196
リラックス	-0.015	0.746
親しみ	0.516	0.650
面白かった	0.950	0.134
不思議な感じ	0.413	-0.400
また遊びたい	0.820	-0.119
賢い	0.887	0.383
もっと知りたい	0.804	-0.029
ドキドキ	0.967	-0.149

を示す。因子負荷量をグラフにして因子1と因子2についてそれぞれの項目別順位をグラフ化したものが図4と図5である。最も重要な因子である因子1では「ドキドキ」と「おもしろかった」の因子負荷量が高くなっている。2番目に重要な因子である第2因子では「リラックス」と「親しみ」がともに他項目より高い数値であった。

次にAIBOのデザイン面についての項目の得点をプロフィールで示したのが図6である。各項目の評価点は3.9から4.3の高いゾーンに集中している。標準偏差では「色彩がよい」が最も大きく0.99であった。

因子分析によりデザイン面での重要な因子を抽出した。表2は因子負荷量の一覧を示す。図7と図8は因子負荷量を大きさ別にグラフ化したものである。最も重要な因子とされる第1因子では「かわいい」と「大きさ」が上位にある。2番目に重

表2 デザインについて：因子負荷量

因子負荷量：回転後（ハリックス法）		
変数名	因子 1	因子 2
好き	0.639	0.735
かっこいい	0.497	0.703
かわいい	0.762	0.490
色彩	0.136	0.677
かたち	0.719	0.380
大きさ	0.719	0.138

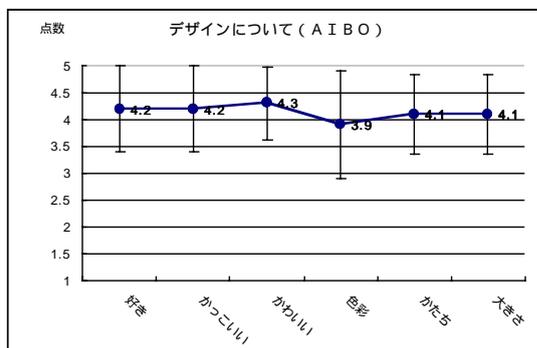


図6 デザインについて (平均点と標準偏差値, n = 10)

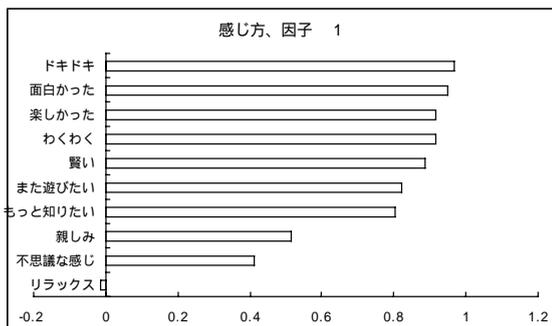


図4 感じ方について：因子1

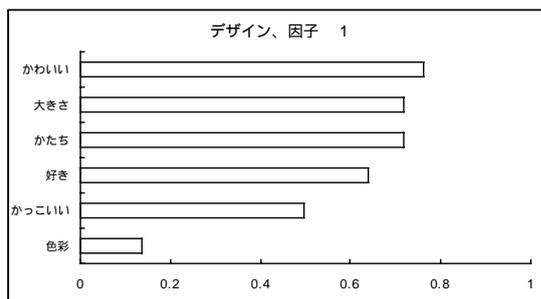


図7 デザインについて：因子1

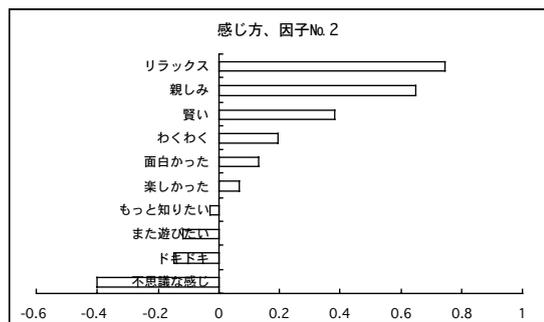


図5 感じ方について：因子2

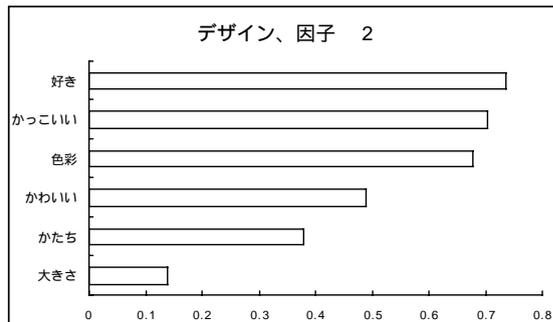


図8 デザインについて：因子2

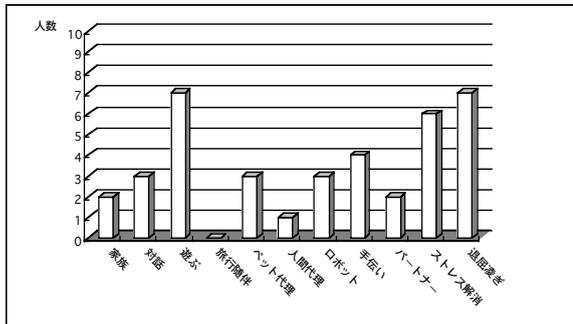


図9 AIBO への望みについて (n = 10)

要な因子である第2因子では、「好き」と「かっこいい」がともに高い数値であった。

図9はAIBOに望む機能についての結果である。得点の高かった項目は「あそぶ」「退屈しのぎ」と「ストレス解消」であった。

#### 考察

今回実験に使用したAIBOは2003年11月に第5世代モデル「ERS-7」として発売された。実験は2004年12月に行われたが、その際には2004年モデル用のソフトウェア「AIBO マインド2」をインストールし、2004年10月発売の「ERS-7M2」へと変身したモデルを用いた。両モデルのハードウェアデザインは同一であるが、ソフトウェアを入れ替えることで最新モデルに変身できるのは、AIBOの「中枢神経」がコンピュータそのものであるからできる技である。

被験者がAIBOとのコミュニケーションで感じたことをみると、「楽しかった」「わくわくした」「面白かった」「また遊びたい」「賢い」そして「ドキドキした」の項目が4点以上の高得点であった。これらの項目はAIBOとのやりとりで「遊び心」が十分に満足されていたことを示すといえよう。唯一「リラックスした」の項目は中間点の3点をかなり下回る結果となったが、今回の被験者が家庭用ロボットとじかに対面するのが初めての体験であったことや、実験者が立ち会い、ビデオカメラ撮影等が実施されていたことから、心理的な緊張感が高い水準にあったためと考えられる。市原(2004)は同様の項目について、別のパーソナルロボット(PAPeRO)を用いほぼ同じ条件で実験を

行ったが、「リラックスした」ではともに2.6と同点であったが、他項目ではAIBOのほうが高得点であり、プロフィールとしては類似した結果となった。

因子分析の結果では、第1因子は「ドキドキした」の負荷量が最も高く「面白かった」が近似している。第1因子は「ドキドキして面白かった」とまとめることができる。AIBOとのやりとりが好奇心をそそるものであったことが推測される。第2因子では「リラックスした」と「親しみを感じた」が抽出されているが、これは「ペットロボットの」因子が表現されていると思われる。PaPeRoの実験(市原2004)の結果では、第1因子に「また遊びたい」第2因子には「不思議な感じ」が抽出されていた。この場合は動機的側面が強くていたと解釈したが、今回の結果からは感情的側面が抽出されたと考える。

また両ロボットの形状・デザインと現実世界との距離の違い(AIBOはイヌが原型だがPaPeRoは特定の生物モデルがない)も関係があると思われる。

家庭内で違和感なく新しい道具がその場の環境にとけ込むには、そのデザインが重要な要素になる。「スタイリッシュ」という言葉がIT系家電製品でよく使われるが、1998年に従来のパソコンとは全く異質なデザインのiMacがアップル社から発売され、家庭など生活環境で使用するパソコンにおける、筐体デザインの重要性が広く認識されるようになった。

今回使用したAIBOのデザインについての評価を見ると、「色彩のデザインがよい」が3.9であり、その他項目も4以上と高い得点であった。標準偏差もすべて1以下であり全体として高く評価されており個人差も少なかったといえる。すなわちデザインとしての好感度は高い。

因子分析で項目別に要因を見ると、第1因子で「かわいい」と「大きさ」が抽出され、いわば「愛くるしさ」的因子が重要であることがわかる。第2因子では「好き」と「かっこいい」が抽出されたが、身近にいつも寄り添う言った「好感イメージ」が見て取れる。この結果はPaPeRoによる実験結果(市原2004)とは大きく異なる。これはアフォー

ダンス Affordance (ノーマン, 1990) と関係があるかもしれない。PaPeRo はいわば未知なるイメージが強いが AIBO では家で飼うペットとイメージがダブルからである。

AIBO に望む機能では実用的部分よりも「日常的なつきあい」などの項目の点数が高かった。しかし「ペットの代理」は3点と低く、「生身の生物」ではなく、あくまでロボットとしての認識が優勢と思われる。

AIBO は外観デザインとしてもいくつかの変遷がある。第1世代の ERS-110 は「イヌ」であったがその後は「仔ライオン」をモチーフにしたデザインの ERS-210 (2000年10月)、「クマとイヌ」という ERS-300 (2001年9月)、メカニカルでシャープな近未来的なデザインの ERS-220 (2001年11月) と続き、その後は「イヌ」イメージで球体をモチーフとし丸みをおびた ERS-7 (2003年11月) となった。そしてボディデザインはそのままにソフトウェアをグレードアップした ERS-7M2 (2004年10月) へと「進化」した。今回の実験に用いたモデルはロボットらしさの中にも「生身の生物」としての要素を感じさせる「柔らかさ」をコンセプトとしているとされるが、実験結果はそれをよく示していると思われる。

ロボットの研究・開発では産業用ロボットが先行し、すでに成熟期を迎えつつあることはすでに述べた。その理由の一つは、ロボットに求められる動作が定型的であり、動作のアルゴリズムが明快であることによると思われる。一方、古来人類が求めてきた「人や生物の似姿」としてのロボットは、環境の変化に自在に適応しなおかつ自律性が求められる。

人間とつきあうロボット、すなわち「共生」を目指すロボットが今求められている。ロボットの基礎概念は「情報処理」と「メディア」がキーワードであり「メディアとしてのロボット」を志向すべきであり、仮想的環境と物理的環境を統合的に扱い機能する情報処理機械であるという(安西, 2004)。

ロボットの構成要素は、感覚器官に相当するセンサー部、運動の構成要素であるアーム、移動機構、駆動機構のアクチュエータ等のハードウェア

と生物の神経システムに相当する情報処理システムすなわちソフトウェアがある。人工知能研究は長年の歴史的蓄積がある。最近「やわらかい情報処理」が再評価され、「ファジー」「ニューラルネット」「遺伝的アルゴリズム」「カオス」などをロボットのソフトウェア開発に活用する試みが活発化しているという(仙石ら 2005)。これらの技術がパーソナルロボットにも適用されることが期待される。

ソフトウェアは情報処理を担う部分であり、ロボットを疑似生物になぞらえるなら「人工知能」が中核的役割を担う。AIBO の場合「自律行動は、センサーなどの「感覚」を通じて取得した情報を認識・判断する「知能」の部分に加えて、「本能」「感情」「学習」「成長」「性格」などから成る「内部の心の働き」の部分とが連動することによって実現されている。このような「心」の機能を備えている点が、人間の命令に従って動くだけのロボットと違い、家庭の中でひとつの自律した存在として、人間とともに暮らすエンターテインメントロボットである、AIBO ならではの大きな特徴」としている(AIBO Official Site ホームページ 2005)。

また ERS-7 がターゲットとするユーザー層は、「イヌ型のエンターテインメントロボット。従来の AIBO と異なり、「ハイヤング」から「アクティブシニア」まで幅広い年齢層をターゲットにするのが特徴。本体は、未来感のあるデザインを採用しながらも、全体に丸みを帯びた有機的な形状を採用しており、正面から見た頭部も従来機種より本物のイヌに近い印象と」としている(ASCII24 ホームページ 2005)。

そこで、今回の実験とは別に、成長した AIBO を用いシニア(80歳代、女性)の自宅でモニターした事例を紹介する。このケースでは、本実験と同じく「大人モード」の AIBO とのやりとりで10日間の記録から AIBO への印象を記録した。具体的イベントを列記すると以下のものであった。「声で呼びかけると期待した反応が返ってくるのは嬉しい(お手など)」「頭を動かしてこちらを見つめる」「音楽に合わせるようにダンスをするのは面白い」「おもちゃ(アイボーン)を得意げにくわえる」「一日中(AIBOと)遊んでいた気がする」

等とあり、生身のペットへの印象と類似した記述が目立つ。また、「こちらに(AIBOが)声をかける」「障害物を自分でよける」「横倒しになっても自分で起きあがるのは立派」「バッテリーが少なくなると自分で充電ステーションに行くのは偉い」「こんなに賢いのは不思議だ」などとあった。これらの記述ではAIBOが「機械」である事実を確認した上で、既存の機械には見られない新鮮な行動パターンと認識している様子が読みとれる。これらの一連の記述に共通するキーワードは、「賢い」「まるで生きてみたい」「退屈しない」「面白い」「驚きだ」等であった。

瀬名(2004)は、ロボットが社会的イベント性を引き起こすエピソードとして、AIBOの開発者の一人が、試作品を自宅に持ち帰ったところ、居間に家族全員が集まってきてロボットを取り囲み一家団欒になったとケースを紹介し、人間関係にパーソナルロボットが与えるインパクトを紹介している。今回実験で使用したAIBOは、現在筆者の研究室内の机の上に座り込み、入り口方向を睨んで「番犬」となっている。研究室を訪れる多くの人が「あれ!」というリアクションでAIBOに興味を示し、「声かけ(コンニチハやバイバイなど)」や「頭やあごをなでる」といった行動に出るケースが多い。AIBOの存在で「研究室」という堅苦しい環境が和むのである。AIBOは既存の生活環境の中にさほど違和感なくとけ込み、その場の雰囲気や和ませる効果があるように思われる。

1999年に発売された初代AIBOのキャッチコピーは「4足歩行型エンタテインメントロボット」であった。つまりペットロボットと位置づけられていた。そして本実験で用いられた「ERS-7M2」はワイヤレスLANのネットワークと接続可能であり、「目覚まし役」「お留守番機能」を搭載し「オーナーの外出中、AIBOが動くものや音声をキャッチしたときに写真と音声のを記録や出先のパソコンやケータイ電話に送信可能」となったという。実用性としてはまだ発展途上にあると思われるが、セキュリティ的機能をエンターテインメントに付加しようとしているのは評価できる。市原(2003)によれば、大学生がパーソナルロボットに期待する役割は男女ともセキュリティが飛び

抜けて高かった。外出中の自宅の様子を見守る「番犬」的役割がAIBOに備わるのは面白い。

この点は一人暮らしの高齢者にとっても同様であろう。最近は廉価な家庭用ネットワークカメラがブームとなりつつあるが、カメラは遠隔環境のモニターなどに利用され「生活の安心見守り」の役割も期待されている。犬型ペットロボットが一人暮らしの高齢者等の安全と安心の見守り役を担えるならば、「同居」する当事者にとってAIBOが「バイタルサイン」を発信する端末として機能したとしても、プライバシー上の心理的抵抗感は少ないであろう。

### おわりに

ロボットへの人々の関心は強く注目度は高まる一方である。2005年3月に開催された「愛知万博」でも「目玉」の一つとしてマスコミ等でも大きく取り上げられている。それだけ社会的関心が高いのである。パーソナルロボットが遠くない将来、パソコンと同じように生活環境に入り込んでくるであろうことは容易に想像できる。マイクロプロセッサ内蔵の家電製品はいわばロボットである。例えばデジタルビデオレコーダの中には、録画履歴や番組タイトルのキーワードから判断して、自動的に新規録画をする機種があり、あたかもユーザの心理を先読みしたかのごとく振る舞う。機械のこのような振る舞いを我々はどう受け止めればよいのだろうか。実に便利だと喜ぶ人もいれば、よけいなお節介と反発する人もいるであろう。脳の退化を促進するかもしれない。あるイタリアの思想家が「認識において悲観、意志において楽観」と述べているが、人間とロボットが良き共生関係を結ぶ上で示唆的などらえ方だと思う。

今回の実験結果からは、AIBOはあくまでロボットであり生身のペットとは一線を画すものであるとのユーザ意識が示された。生物と機械の「距離」をどのようにとるかが重要である。ロボットが単なるパソコン仕掛けの機械ではすぐ飽きられてしまう。AIBOのデザイン面も興味深かった。デザインとは、未来の不確定性を考慮して、人間と環境の普遍的なインタラクションを新しく作り出す活動である(安西, 2004)ならば、AIBOの

デザイン的要素は、生活環境の中で人間とロボットが共生していく良きモデルの一つかもしれない。

### 謝辞

本研究の実験は人文学部工芸文化学科祖父江倫子氏の卒業研究として行われました。また実験に際し、東京家政学院大学の在学生・卒業生の皆様の御協力がありました。諸氏に心から感謝いたします。

### 文献

- 1) AIBO Official Site , [http://www.jp.aibo.com/\(3/23/2005\)](http://www.jp.aibo.com/(3/23/2005))
- 2) 安西裕一郎 (井上博允, 金出武雄, 内山勝, 浅田稔, 安西裕一郎 編), ロボット学創成, 岩波書店, 2004
- 3) ASCII24 , [http://ascii24.com/news/i/hard/article/2003/09/04/645785-000.html\(3/23/2005\)](http://ascii24.com/news/i/hard/article/2003/09/04/645785-000.html(3/23/2005))
- 4) 市原信, 齊藤千佳, 右田里美, 生活環境におけるパーソナルロボットについての研究, 東京家政学院大学紀要, 43,13-20,2003
- 5) 市原信, 生活環境におけるパーソナルロボットについての研究 (2) (ユーザーの視点からの検討), 東京家政学院大学紀要, 44,9-14,2004
- 6) 日本ロボット工業会, <http://www.jara.jp/data/dl/kado.pdf> (2005.3/22)
- 7) ノーマン ,D.A. , 誰のためのデザイン, 野島久雄 (訳), 新曜社, 1990
- 8) 瀬名秀明 (井上博允, 金出武雄, 内山勝, 浅田稔, 安西裕一郎 編), ロボット学創成, 岩波書店, 2004
- 9) 仙石誠, 堀内かほり, 「柔らかい情報処理」再び, 日経バイト, 262,14-37,2004