

小特集 「鉄腕アトム」

# アトム与生活と心

## Life-Style and Mind of Astro-Boy

菅野 重樹  
Shigeki Sugano早稲田大学理工学部機械工学科  
Department of Mechanical Engineering, Waseda University.  
sugano@waseda.jp, <http://www.sugano.mech.waseda.ac.jp>**Keywords:** robot-house, human-robot symbiosis, mind.

### 1. はじめに

著者がテレビアニメーションの「鉄腕アトム」を最初に見たのは、小学校1年生か2年生の夏休みだった。「鉄腕アトム」(以下、アトム)と「鉄人28号」(以下、鉄人)が2本立てで放送されていた。どちらもロボットのアニメであったが、当時の著者は、不気味な音楽とともに道路にロボットの影が現れる鉄人のオープニングに強烈なインパクトを受け、恐さとともにその場面が記憶に残っていた。しかし物語の内容は、鉄人よりもアトムのほうがはるかにおもしろく、さまざまな場面を印象深く覚えている。それは、鉄人が単なる戦いのドラマであり操縦ロボットであったのに対して、アトムには戦闘ものから哲学ものに至るまでさまざまなドラマがあり、そして何よりもアトムが自律ロボットであったからであろう。

その後、テレビで何度かアトムを見たが、原点である漫画本を読んだのは、1979年秋に手塚治虫漫画全集(講談社)が刊行され始めてからである。漫画本を読んで一層強くアトムにのめり込み、もう一度テレビのアトムが見たくなり47枚組のレーザディスク「鉄腕アトム大全」までも購入してしまった(ちなみに現在はDVDのシリーズが発売されている)。今でもときどきアトムを見てそして読んで、ロボット研究の参考にしている。

アトムの魅力が、未来のようすをみごとにそしてまた未来の社会問題を的確に描いていることだという指摘は多い。確かにそのとおりであるが、それよりも著者は、アトムのテーマが悪人退治や戦闘という内容だけではなかったことに大きな魅力があったと思っている。最近のロボットアニメはそのほとんどが戦闘のものであり、そのカッコよさが売りである。しかしアトムでは、人間とロボット(機械)の違いとは何か、ロボットに権利はあるか、人間とロボットとはいかにして共生できるのか、といった極めて未来的な哲学をテーマとしているのである。

手塚治虫氏は医学を専門としていた。手塚氏の描く漫画には「火の鳥」をはじめとして、人間の生体、生命の誕生といった医学的な描写が極めて多数見られる。「鉄腕アトム」でも、人間自身のこと、そしてデカルトや

ラ・メトリの時代の人間機械論を意識しつつ人間と機械の関係を生命の視点で描きかかったのではないだろうか。この手塚氏のバックグラウンドにより、「鉄腕アトム」は他の戦闘中心のロボットアニメと一線を画することになったのであろう。

本稿では、アトムにどんなことが描かれていたか、アトムでどのような問題提起がされていたかを、ロボットの家とロボットの心に焦点をおき、アトムと著者のロボット研究の接点を見いだしながら記していきたい。

なお、本稿における紹介の絵は、講談社漫画文庫全13巻のアトムからの引用である。

### 2. アトムの家

「鉄腕アトム」には21世紀の未来都市がたくさん描かれており、さまざまな交通機関や建物などのインフラストラクチャが登場する。そのデザインも高く評価できるが、ここではアトムの住んでいる家に注目したい。

人が住んでいる家にロボットがあるのは(居るのは)未来ではごく自然となろう。しかし、ロボットファミリーが住んでいる家が描かれていることは極めて特徴的である。人間の家ではないロボットの家を手塚氏がどのように描いたかを検証することで、人間とロボットとの共生を考えてみたい。

#### 2.1 家とは何か

人間にとって家(house)は衣食住の一つであり、日常の生活空間としての住居・家屋を意味する。同時に家は家族そして人々のコミュニティの場である。

ところで社会学において家族は、1960年代までは近代家族、1970年代からは現代家族と呼ばれている[HKSHI 96]。近代家族では、大家族から核家族への移行が見られ、性別役割分業や専業主婦が現れた。この背景の一つにさまざまな家庭電気製品の普及があると考えられている。家事の一部自動化が女性の生き方の多様化をもたらし、兼業主婦を増加させ専業主婦を登場させたのである。

1970年代の現代家族は、離婚、未婚、独居などが増

え、それまでの「結婚し家族を構成すること」が人生の選択肢の一つに過ぎなくなった。社会の基礎単位が家族から個人へと移行したのだ。最近では超高齢化社会となり、独居老人がさらに増えつつある。そのために、寂しさ解消と助け合いのためのグループホームやケアマンションの分譲も増えてきた。この高齢化と少子化の社会において、介護や看護などの人間支援に期待されているのが人間と共生できるロボットである。

1960年代に家庭電気製品が家族形態の進化に貢献したように、これからはロボットが新しい家族形態を生み出す役割を担うことが予想される。ペットロボット、お相手ロボット、監視ロボット、育児ロボットなど、家庭電気製品の進化形としてのロボットである。人間とともに生活する将来のロボットには、家族やコミュニティという価値観が必須のものとなろう。自律機械であるロボットにこの価値観を創出するための効果的な方法の一つは、ロボットに家と家族を用意し、実験的にコミュニケーションを学習させることである。

アトムの家は、昭和27年に発表された「気体人間の巻」でアトムに両親ができたときに登場する。アトムに家族ができ、その家族が生活する場として家が描かれている。アトムの家は多くの巻で描かれているが、全景がはっきりと描かれているのは、「ミーバの巻 (原題 四次元の少年の巻)」である (図1)。

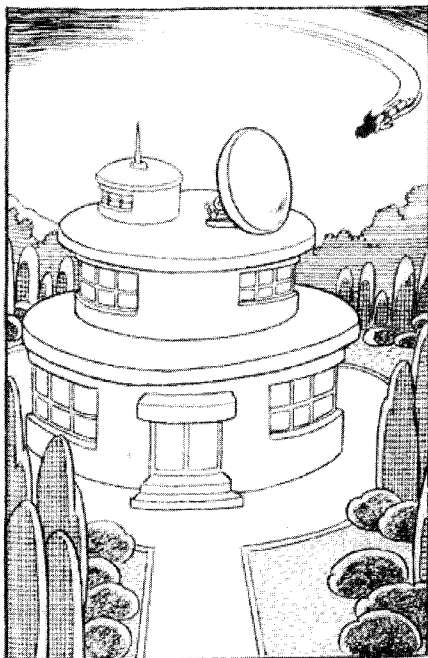
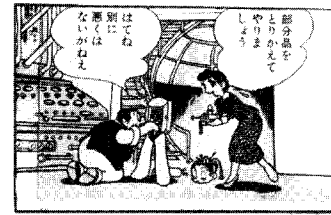


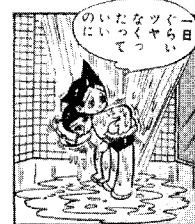
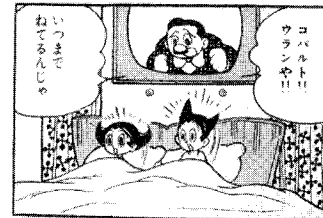
図1 アトム家族の家 (ミーバの巻)

## 2.2 ロボットの家の装置

ロボットであるアトムの家には、どんな装置が備えられているだろうか。まず図1の全景から、屋根には通信用のパラボラアンテナが付いている。現在はBS・CSアンテナをよく見かけるようになったが、これと同じであ



メンテナンス設備 (アトラスの巻)



壁ディスプレイとシャワー (ウランちゃんの巻)



エネルギー補給装置 (ZZZ総統の巻)

図2 アトムの家の中

ろう。次に、室内のようすを眺めてみる。図2に、アトムの家の中の代表的なようすをいくつか示す。

まず、メンテナンスをする部屋とその装置がある。関連して、つやだし・清掃用シャワーがある。これらの本格的な装置を置くためのスペースを普通の家には確保することは困難であろうから、マンションの共用スペースなどに用意したり、現在の自動車修理工場のようなロボット用施設が普及したりすることになろう。しかし、普通の家でも最小限のメンテナンス装置はがあると便利である。

アトムにはそのほかに、エネルギー補給装置、壁埋込み型コミュニケーション用ディスプレイなど、ロボットが住む家に必要となる機器や装置が描かれている。フラットディスプレイは現在でも技術的に可能であり、これから普及するであろう。エネルギーは、電気のコンセント、あるいは自動車と同じくガソリンスタンドなどのインフラ施設から供給されるほうが自然かもしれない。

デザインがユニークなのは図3のドアの取っ手である。アトムの家には、アトムの両親のほかにも大きさの異



図3 ドアの取っ手 (幽霊製造機の巻)

なるウランとコバルトも住んでいる。ほかのロボットや人間も訪ねてくる。さまざまな大きさのロボットや人間に合わせるためであろうか、アトムの家には取っ手が3か所に付いている。自動ドアでないのはちょっと不思議でもあるが、人間やロボットに合わせて環境を設計する考え方は、現在の先端的研究と同じ思想であり、非常に参考となる。

### 2・3 WABOT-HOUSE プロジェクト

前述したように、ロボットと人間が共生する環境である「家」を考えることは、将来のロボットと人間との関係を考えるうえで重要な課題となる。

早稲田大学 WABOT-HOUSE 研究所 (WABOT は Waseda-roBOT の略で早稲田のロボットという意味) では、この課題をいち早く取り上げ、岐阜県各務原のテクノプラザにおいて、人間とロボットとが共生する家を創造するプロジェクトを 2002 年度から 5 年計画で開始した。

WABOT-HOUSE プロジェクトでは、早稲田大学の建築、ロボット (機械)、情報通信、芸術系の研究者が協力し、人間が住むための家 (A 棟)、人間とロボットが住む家 (B 棟)、ロボットファミリーが住む家 (C 棟) の三つの家をつくる予定である (図 4 の右側から順に A, C, B 棟)。このうちの B 棟と C 棟の設計では、ぜひアトムの家を参考にしたいと考えている。

参考までに、WABOT-HOUSE の概要を以下に述べる。

#### § 1 WABOT-HOUSE の意義

21 世紀は「場づくり」の時代であるといわれているが、その基盤を IT とロボット技術が担うことは間違いない。

その場合、人間の現実の生活空間において、前者の IT はサイバー (情報) 空間を形成し、後者のロボットは実体として、生活空間の一部を形成することになる。ここで解決しなければならない二つの重要な課題をあげることができる。一つは、現在のサイバー空間はメディアを介した記号による人間関係からなり、現実空間におけるような生身の身体を介した出会いの場がないという

点である。このことは、IT のみでは互いの心と心がつながったコミュニティを形成することが困難であることを意味するものである。もう一つは、人間がロボットと生活をともにするといっても、どのような空間を設計すればよいのか、その指針が全く得られていないことがあげられる。実際、ロボットが生み出す生活空間を取り上げた研究例はいまだほとんどない。ましてや、行為的なインタラクションにより、ロボットが人間と共創的な関係を自律的に創出できるようなソフトやハードについてはこれまで明らかにされていない。

以上の二つの問題に対して、WABOT-HOUSE プロジェクトは解決の重要な手がかりを与える。前者においては、IT コミュニケーションにロボットの行為を介在させることで、身体性を導入できる可能性がある。これにより、場を伝え合いながら記号を交換することができ、あたかも現実空間で対話をしたり、協同作業をしたりしているような IT コミュニティ支援技術としての道が開かれる。後者においては、WABOT-HOUSE をロボットの居住空間とすることで、ロボットに適した行動空間の構造や機能を初めて明らかにすることができる。さらに、WABOT-HOUSE を訪ねる人間とロボットとのインタラクションについて研究することにより、両者の共創空間について有用な知見を得ることができるのである。

#### § 2 WABOT-HOUSE の研究テーマ

ここでは、WABOT-HOUSE の主要なテーマの中から二つほどを紹介する。

- ロボットのための建築空間モジュールと新しいライフスタイルに関する研究

これまで建物寸法は人間の身体寸法や行動領域、ライフスタイルに従い決定されてきた。しかし社会が複雑高度になるに従い、建材の輸送寸法、防災のためのスプリンクラ設置寸法、高層階へのエレベータ設置寸法など、人間の身体寸法だけでなく建築寸法を構成する要素が増えてきた。同様に次世代ではロボットが人間の居住域・行動域に入ってくることから、人間共生ロボットのための新たな建築空間モジュールを導入しなければならない

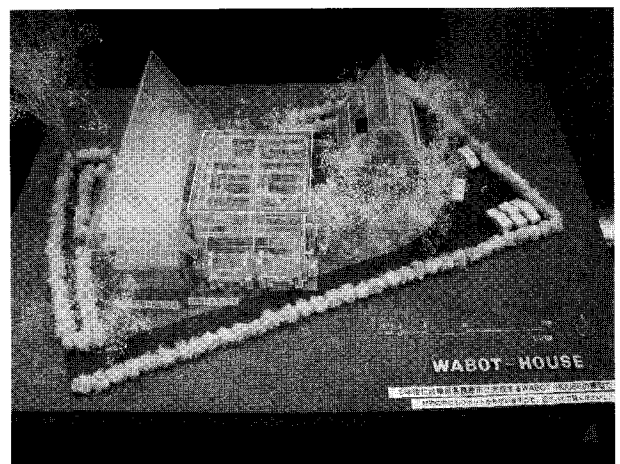


図4 WABOT-HOUSE 全景

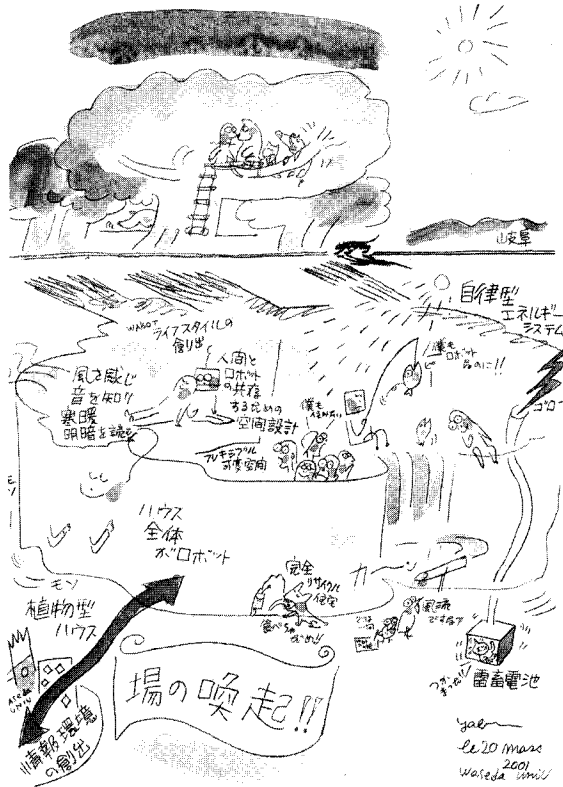


図5 WABOT-HOUSE の概念 (絵: 藪野 健)

い。天井高や壁の位置，開口部の向きなどに可変性をもたせた新しい空間が必要になる。WABOT-HOUSE では，この空間を「バイオリージョン (生命地域主義)」の立場から，岐阜県の森林資源，陶磁器類などの地域材を活用し，省資源・省エネルギー性を備えた資源循環型のモデルとして構築することを目指す。

● 共存在感を創出するロボットの開発

人間や動物のコミュニケーション能力は，自己と環境との関係を取りもつ感覚系と運動系によって形作られる身体性 (個性) に依存している。同時に，コミュニケーションの進行とともに変化する空間の共有と意思の疎通の程度は，間 (ま) やタイミングといった時間に依存している。人間とロボットとのコミュニケーションも，単なる情報交換のレベルではなく，身体性と時間により創出される雰囲気，緊張感などを共有するレベルで捉えるべきである。WABOT-HOUSE では，コミュニケーションのための視覚，聴覚，触覚などの外部センサ，自己の状態を知るための内部センサを備えた自律ロボットを開発しつつ，共存在感が得られるロボットの実現を目指す。

3. ロボットの心

アトムの子のテレビ主題歌の歌詞に，「…，心やさしい，ラララ科学の子，十万馬力だ…」という部分がある。アトムの心はやさしいとうたっているが，果たしてアトムには心があるのだろうか。これが本稿の2番目のテーマ

である。

ロボットの知能については最近研究が活発に行われているが，「心」は一般的に「知・情・意」の総体であり，心を探求するためには知能だけでなく感情も含めて考えなければならない。特に生命の発生と進化の視点からは，まず自己保存があり，その機能に基づく自律性情動反応が観察結果としての感情に結び付いていることから，情を重視する必要がある。また，そこに学習の要素が加わることで，出力としての運動に知能を見いだすことができるようになる。

すなわち，感情がベースにあり，その上位に知能があると考えることができる。このことは単細胞生物からの進化の結果である人間の脳の構造からも明らかであり，図6のように自律神経系・内分泌系などの感情発生の源を司る脳が中央下部にあり，いわゆる精神作用としての心である知能を司る脳が外側に広がっている。

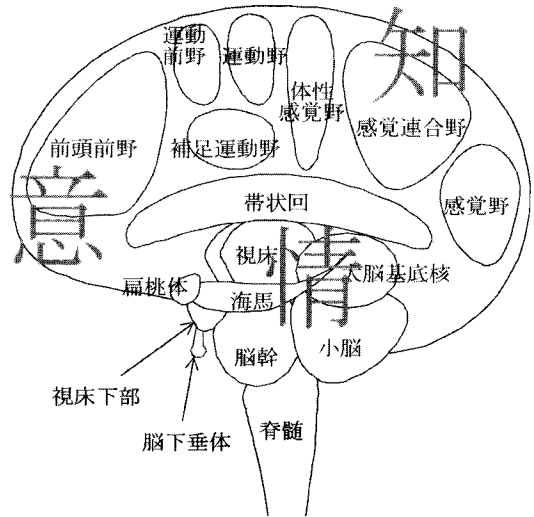


図6 人間の脳と知情意

感情と知能の働きと生体を取り巻く環境との間でダイナミックな相互作用が起こることで，環境に対する意味付け，価値観の創出をもたらし，その人にとって固有の感性を形づくる。これが個性である。

本章では，アトムの中で心，感情，知能そして感性がどのように扱われているかを概観し，ロボットの心の可能性について考えてみる。

3.1 アトムの感覚

「アルプスの決闘の巻」は，数多いアトムの物語の中で，人間とロボットとの違いを主題にした作品の代表格である。その冒頭で，手塚氏はアトムに「ロボットには心のうらおいがない」，「人間の脳細胞の複雑さにはかなわない」と言わせている (図7)。

この心のうらおいとは，専門的には感性であろう。このことは，「アルプスの決闘の巻」にある図8のシーンで確認することができる。

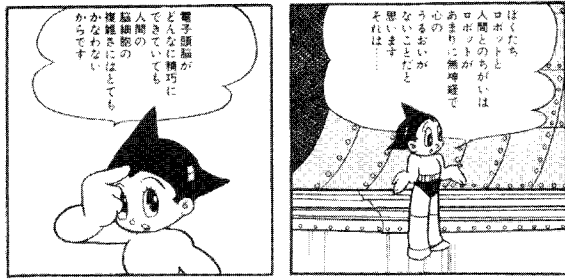


図 7 心の潤い (アルプスの決闘の巻)



図 9 感性 (宇宙ヒヨウの巻)



図 8 心と感性 (アルプスの決闘の巻)

アトムは泣くことと怒ることはできる。確かに目から洪水のように涙が出ている場面も描かれている。しかし、「きれい」、「よかった」と感じることはできない。音楽も単なる音の羅列としか聞こえず、そこに込められた感性を理解することはできない。

では、アトムは感情と知能はあるが、感性はないのだろうか。前述のように、感性が感情・知能と環境との相互作用の結果であること、アトムには高度な知能が備わっている（であろう）ことから考えると、感情が十分に発達していないと予測することができる。

ソニーの AIBO をはじめとして、感情表出をうたっている既存のロボットの多くが、いわゆる人間のデザイナーにより作り込まれた感情であるのと同様に、アトムの感情、すなわち泣いたり怒ったりという行動発生の原理は作り込みではないかと考えられる。感情が作り込みであれば、いかなる学習機能を備えていようとも、価値観や個性が形成されることはないであろう。

なお、関連した台詞として「宇宙ヒヨウの巻」では、図9のように、アトムは「雪は白いきれいな結晶に見えるだけ」と言っている。これは、音楽における音の列と同じ感覚だが、「きれい」という感性的表現語が伴っている。感性はないが、結晶が「きれい」と評価できた理

由は、いわゆる「数式的美しさ」という表現があるように、感情をベースとした評価ではなく知能をベースとした評価関数が働いた結果といえよう。

図8の場面の後、アトムは人間なみの心が欲しいとお茶の水博士にお願いする。博士はしぶしぶ心の源である心臓を、アトムの喉のところに取り付けてやる。結果として、アトムは草花を美しいと感ずることができるようになるが、同時に車などに恐怖を感じるようにもなり、敵に対抗することができなくなってしまう。最後にアトムは、ロボットには人間なみの心は必要ないんだ、と悟るのである。本当にロボットに人間なみの心が必要かどうかは議論が分かれるところであるが、手塚氏はロボットの中核機能の設計方法として、作り込みの感情と学習をベースとした知能とによる構成、すなわち感性が育まれない枠組みを提案したのである。

前述したように、真の心とは、知情意の総体である。知情意そのものに作り込みがあると、結果としての心も作り込みの擬似的なものとなる。アトムの心は厳密には擬似的なものであったことになる。

### 3.2 ロボットの真の心

では、ロボットに真の心が創出する可能性はあるだろうか。前節で述べた心の創出方法をまとめると以下のようになる。

#### [心の作り方]

人間や動物の感情を司っている自律系と同等の構造を機械内部に構築し、その働きをシミュレートして機械の動きを変化させ、結果としてそれが知能と感情の表出に

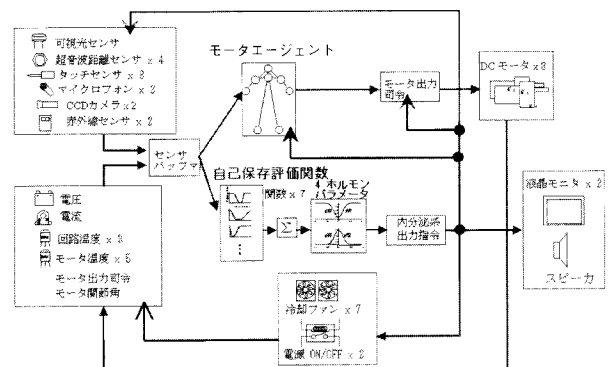


図 10 WAMOEBE-2 機能ブロック図

見えるようにすること。これに、自律系の影響を受けて効力が変化する学習機能と、時間の流れの中で学習の結果を表象(イメージ)として比較できる記憶機能とを組み込む。

実際にこの考え方をもとに早稲田大学で開発した自律ロボット WAMOEBA-2 (ワメーバ: 早稲田大学でつくられたアメーバの意味) の機能ブロック図を図 10 に示す。

WAMOEBA-2 を用いて人間とコミュニケーションをする実験(例えば、犬とじゃれるようなコミュニケーション)を行いアンケート調査した結果、何らの作り込みもしない状態で、生物的な振舞いに近い印象を与えることに成功し、それなりの感情と知能が創出したように行動させることができた [Ogata 99]。WAMOEBA-2 は、人間はもとより、犬猫などの動物レベルにもはるかに及ばない状態ではある。しかし WAMOEBA-2 の試行により、ロボットの心は、ロボットのもつ感覚系と運動系の質と量すなわち身体性と、表象を中心とした学習機能に依存する問題であることが示唆された [Ogata 00]。

自己保存に基づく評価で環境に対して意味付けしていくと、将来もしかするとロボットが人間に対して反抗することがあるかもしれない。アシモフのロボット3原則のような作り込みのルールがなければ、判断の基準は自己保存である。人間は進化の結果、利他的な心を獲得したが、人間の中にも悪人がいる。ましてやそこまで進化していないロボットならば、人間に対して害を及ぼすことがないとは断言できない。図 11 のように、アトムではそのことがみごとに指摘されている。

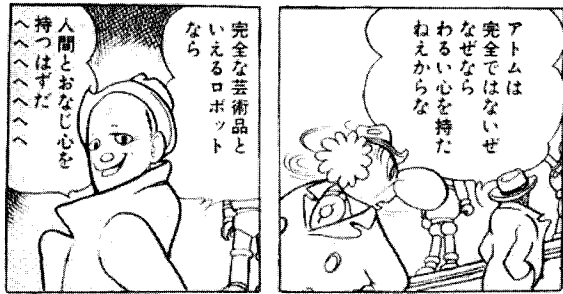


図 11 わるい心 (電光人間の巻)

おそらく究極の人間共生ロボットとは、人間というのがロボット自身の生存にとってかけがえのない存在である、という理解を自ら獲得できたロボットではないだろうか。手塚氏は心の本質を理解したうえで、そのような機能の実現には疑問を抱き、ロボットのための作り込みの心を提案したのかもしれない。

#### 4. おわりに

アトムが日本のロボット技術の発展に貢献したことは確かであるが、それはロボットを身近に感じさせたというだけではなく、ロボットへの感情移入を加速させる効果もあった。もともと八百万の神を受け入れる日本人は感情移入しやすい文化をもっており、人間に似た人工物であるロボットは最も感情移入しやすい対象である。その結果、日本はロボット研究が盛んな国となったが、21世紀に入りアトムの誕生日が近づいたものの、ロボットの新しいマーケットは残念ながらいまだ見えていない。

鉄腕アトムをもう一度よく読んで、人間のためのロボット設計を考えてみませんか。

本稿に掲載した図 1 ~ 図 3, 図 7 ~ 図 9, 図 11 は © TEZUKA PRODUCTION 2003 の許可を受けて転載いたしました。

#### ◇ 参考文献 ◇

- [HKSHI 96] 比較家族史学会: 事典 家族 (1996)
- [Ogata 99] 尾形哲也, 菅野重樹: 情動モデルを有する自律ロボット WAMOEBA-2 と人間との情緒交流, 日本機械学会論文集 (C 編), 65 巻, 633 号, pp. 166-172 (1999)
- [Ogata 00] T. Ogata, Y. Matsuyama and S. Sugino: Acquisition of the Internal Representation in Robots -Toward the Human Robot Communication Using the Primitive Language-, The International Journal of the Robotics Society of Japan, pp. 277-291 (2000)

2003年1月30日 受理

#### 著者紹介



菅野 重樹

1958年9月29日生まれ。1981年早稲田大学理工学部機械工学科卒業。1983年同大学院理工学研究科博士前期課程修了。1986年同博士後期課程単位修得退学。同年早稲田大学理工学部助手。平成元年鍵盤楽器演奏ロボットの研究により工学博士。1990年早稲田大学専任講師。1992年同助教授。1998年同教授。現在に至る。研究専門分野は、バイオメカニズムを基にして人間と機械のコミュニケーションを考える知能機械学。人間共存ロボット、機械における心の発生、ヒューマンインタフェースなどの研究に従事。日本ロボット学会、計測自動制御学会、日本機械学会、精密工学会、日本人間工学会、バイオメカニズム学会(常任理事)、自動化推進協会(会長)、IEEE (Robotics and Automation Society, Conference Board, Meeting Chair)、ASMEなどの各会員。1990年日本ロボット学会技術賞受賞。2001年日本機械学会論文賞受賞。