

特集

—情報処理学会創立 45 周年記念—

「50 年後の情報科学技術をめざして」記念論文

優秀論文賞

妖精・妖怪の復権

—新しい「環境知能」像の提案—

NTT コミュニケーション科学基礎研究所

前田英作，南 泰浩，堂坂浩二

私たちの身近にいつも寄り添い、見守り、そっと支えてくれる存在、かつて私たちはそれを「妖精・妖怪」と呼んでいた。物質的な利便性より精神的な安定と豊かさを追うべきこれからの時代に、情報科学技術が取り組むべき課題はこの妖精・妖怪の復権である。本論文では、それを新しい「環境知能」と呼ぶ。復権すべき妖精・妖怪の世界とは何か、情報科学技術との接点とは何か、それにより実現される生活様式は何かについて論じるとともに、環境知能の実現に向けて今後取り組むべき具体的課題を提起する。

1 はじめに

本論文の表題にある「妖精・妖怪の復権」という表現は、情報処理学会の論文としてはやや異質なものであるかもしれない。だが、決して奇を衒^{てら}ったつもりはない。太古の昔から、妖精・妖怪は、私たちの身近にいつも寄り添い、見守り、そっと支えてくれる存在であった。そして、デカルト的合理主義の結実ともいえる情報科学技術が置き忘れてきたもの、それが、妖精・妖怪の世界なのである。この妖精・妖怪の復権を実現すること、それはこれからの情報科学技術が取り組むべき重要な課題の 1 つである。そのために必要な技術の本論文では「環境知能」と呼ぶことにする。

人間の知性や精神にかかわるもの、感情に関連するもの、あるいは、非言語的コミュニケーションなどは、理論的、数理的なモデル化が難しく、情報科学技術からのアプローチはこれまで少なかった。いくつかの挑戦的な試みはあっても、現実性を欠いていたり、思弁的な議論に終始しているものが多かった。しかし、筆者らは、妖精・妖怪がかつての人間社会において果たしてきた役割に着目することで、人間の持つ精神や知性に対して情

報科学技術の側から近づくことができないか、と考えた。今後 50 年の間に予想される、計算機の情報処理能力と情報蓄積能力の向上、インターネットの普及と広帯域化、知的生産物の電子化、インタフェースの多様化などを念頭におくと、妖精・妖怪の復権が絵空事であるとあながち言い切ることはできないであろう。むしろ、「妖精・妖怪」こそ、これからの 50 年、私たちが目指すべき方向を示すための羅針盤となるかもしれないのである。

以下、まず第 2 章では、50 年後に予想される日本の社会構造と、そのとき社会が必要とする技術について論じる。次に、第 3 章では、復権を目指すべき妖精・妖怪の世界とは何かという点について、民俗学、文化人類学、中世史学、臨床心理学、精神医学にまたがるさまざまな論考を援用しながら解説する。さらに、本論文で提案する新しい「環境知能」像を従来の概念と比較しながら論ずる。第 4 章では、妖精・妖怪の世界と情報科学技術との接点について述べる。そして、第 5 章では、環境知能が実現される 50 年後を想定して、私たちの日常生活の情景を描き、最後の第 6 章では、環境知能の実現に向けて、今後取り組むべき 23 の具体的課題を提案する。

2 社会構造の変貌と情報科学技術

20世紀初頭に誕生した情報科学という学問分野は、この100年で大きな発展を遂げた。日本の情報科学技術は戦後の高度経済成長とともに進歩し、現在の私たちの生活はその恩恵を強く受けている。しかしながら、日本が迎えるこれからの50年に、これまでのような成長を期待することは難しい。少子化と長寿命化により人口構造が大きく変化し、それとともに産業労働力は低下する。その一方で、社会福祉のための負担はいっそう重くなるだろう。さらに、地球温暖化、エネルギー不足、廃棄物処理など解決が難しい地球社会的な諸問題は人類にとって本当に深刻なものとなるだろう。こうした状況の中で、私たちの社会生活は大きな質的変革を迫られることになる。

ここでは、少子高齢化による人口問題をみてみよう。図-1は、国立社会保障・人口問題研究所の将来推計¹⁾による、人口(A)と人口割合(B)の年齢区分別推移推計値をグラフにしたものである^{☆1}。日本の総人口は2000年から2050年の間に約2割減少し、2100年には現在の半分になると推定されている。一方、2000年から2050年の間の年齢区分別の人口割合は、19歳以下では20.5%から14.8%に減少するのに対し、65歳以上では17.4%から35.7%へと倍増し、75歳以上では、何と7.1%から21.5%へと3倍以上に増加すると推定されている。これに続く、2050年から2100年の間は、総人口の減少は続くものの、年齢別人口割合は比較的安定し、それほど大きな変化はない。この事実は、2050年までに起こる人口構造の劇的な変化に適応した社会制度をいかに組み立てるかが、その後の日本にとって重要な意味を持つことを示している。

急激な社会構造の変化に社会制度の改革が追いつかない場合、そのしわ寄せはいわゆる社会的弱者に向かう。日本における年間の自殺者はここ数年3万人を超え、人口に対する比率は先進国の中では有数の高さである。そのうち、50歳以上が半数以上、60歳以上が1/3を占めている。また、私たちが日常生きていく中で、さまざまな不安やストレスにさらされることは避けられない。たとえば、鬱病は心の風邪と呼ばれるくらいごく普通にみられる病気である。さらに、統合失調症は全世界、時代、地域を問わず100～200人に1人の病気であるといわれる。こうした心の病は、進化の果てに発達した知能を

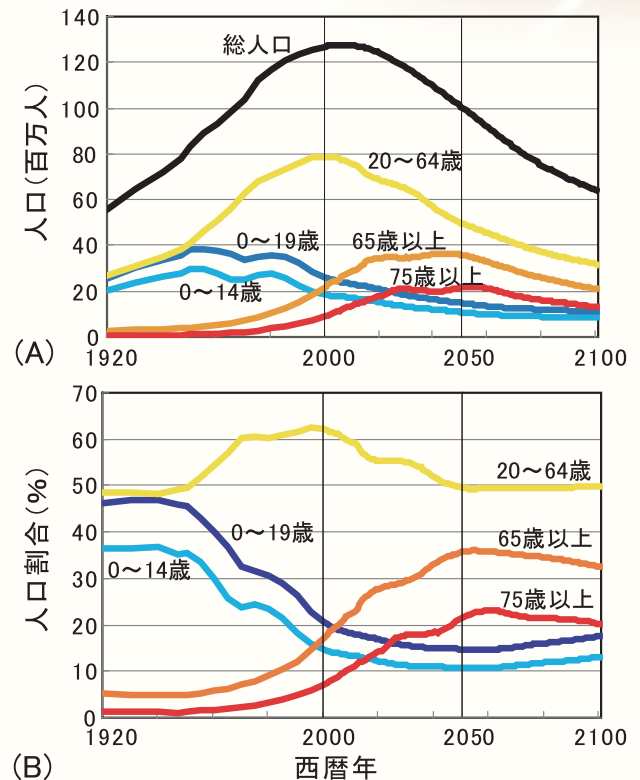


図-1 人口(A)と人口割合(B)の年齢区分別推移推計値(国立社会保障・人口問題研究所、将来推計人口データベースのデータより作成)

持った人間の宿命かもしれない^{☆2}。また、少子化、核家族化による一人っ子の増加は、子供の教育にも深刻な影響を与えると予想される。

このような社会状況の中で、私たちの生活をより豊かにするために情報科学技術が果たすべき役割もこれまでとは違ってくることになる。即物的な便利さよりも、精神的な安定と満足度への希求がこれまで以上に高まることであろう。医療によって病を治したり、信仰によって人を救うことは、おそらく人間だけが持つ叡智の所産である。しかし、もっと手近でささやかなところで、人々が持つ不安をいくばくか緩め、日々の生活の活力を増すことはできないだろうか。そうしたところに、50年後の情報科学技術は貢献できないのだろうか。

この問いに答えようとするとき、「コミュニケーション」という言葉が1つの鍵となる。なぜなら人間にとってコミュニケーションとは「人間の暖かさの交換」²⁾にほかならないからである。現在、インターネットは、個人による情報発信、情報交換の場として広く浸透し、新しいコミュニティが日々形成されている。このような、日常生活の物理的範囲を超えた膨大な量のコミュニケー

^{☆2} ある身体状況が病気であるか否かの境界は、時代や地域によって変化する。情報科学技術がその境界を動かしてしまうということもあるだろう。知能とは何かについても同様である。この点は議論の前提として念頭においておく必要がある。

^{☆1} ただし、2050年以降の推計値は、参考推計という注記がある。

ションはインターネットがあってこそ実現できたことである。しかし、インターネットを介したコミュニケーションがいかに発達しようとも、人は、日常の生活において家族や地域の人々と記憶や情報を共有することによってしか、その孤立感を払拭することができない。ネットワークを介したコミュニケーションの普及は、逆に、ネットワークを介さない同じ物理空間の中でのコミュニケーションの重要性を再認識させてくれる。

たとえば、人間同士のコミュニケーションにおいて、さり気ない一言やちょっとした笑顔が私たちの心を豊かにしてくれるであろう。多くの場合そうした意識を持つことは少ないかもしれないが、後から振り返ってみるとその些細な出来事が私たちの大きな支えとなってくれたことに気がつくことも多い。このように私たちを支えてくれたものは、実は、人とのコミュニケーションばかりではなく、自然森羅万象あらゆるものとのコミュニケーションではないだろうか。次章で述べるように、実は、それは私たちがかつて「妖精・妖怪」と呼んでいたものの力にほかならないのである。この妖精・妖怪の世界こそ、50年後の情報科学技術が達成すべき目標として、ここで論じたい対象である。

3 妖精・妖怪の世界

3.1 妖精・妖怪とは何か

■歴史の中で語り継がれてきた妖精・妖怪

では、妖精・妖怪は学問的にどのように位置づけられているのだろうか。妖精学、妖怪学を紹介することが本論の目的ではないが、妖精・妖怪に対してできるだけ共通したイメージを作っておくことは、本論の主旨を理解してもらう上で重要である。そこで、まず、民俗学、中世史学、文化人類学、臨床心理学、精神医学などの論考を参照しつつ、妖精・妖怪について述べてみたい^{☆3}。

「妖精」と「妖怪」という2つの言葉に対する印象は大きく異なる。英語の fairy と goblin という2つの言葉も同様である^{☆4}。さらに、地域や時代によってもそれぞれ

の言葉の意味は微妙に変化している。しかしながら、「妖精」と「妖怪」の民俗学的な位置づけや人間社会に対して歴史上果たしてきた役割は非常に近いことが知られている。この妖精や妖怪の世界は、西欧でも日本でも私たちの日常生活になじみの深い世界であり、時代を超えて似たような役割を担ってきた。ここでは、西欧や日本において広く妖精、あるいは妖怪と呼ばれてきたものに対する一般的な名称として「妖精・妖怪」という言葉を使うこととする。妖精や妖怪は、西欧において、ギリシャ神話、ケルト神話、アーサー王伝説をはじめ古くからさまざまな物語の中で重要な役割を担ってきた。近世に入って William Shakespeare の戯曲の中に「夏の夜の夢」のオーベロン、タイテーニア、パック、「ロミオとジュリエット」のマブ女王などの妖精が現れる。妖精の一般的イメージを広く民衆に植え付けることにシェイクスピアの戯曲は一役を買っている⁵⁾。「ピーターパン」「指輪物語」などいわゆるおとぎ話の中では妖精、妖怪は定番である。多色刷印刷の普及に伴って19世紀後半から20世紀にかけて出版された挿絵入りの書籍は、妖精の視覚的なイメージを広く一般に定着させた。また、イギリスでは近代科学の成立と産業革命が一段落した19世紀ビクトリア朝時代に、占星術や心靈主義が盛んになったという事実も興味深い。

一方、日本では古来、八百万の神と総称されるさまざまな神々が生活の中にいた。さらに、中世以降の絵巻物や物語の中にはさまざまな妖怪変化の類が記述されている⁶⁾。たとえば、室町時代に書かれた「百鬼夜行絵巻」には、もともと古道具であったという鬼が描かれている。そこで登場する古道具とは、五徳、鍋、杓子、弓、矢、経巻、和ばさみ、鈴など当時の日常生活になじみの深いものである⁷⁾。また、「付喪神記(つくもがみき)」は、立春のまえの煤払いに、家々から棄てられた古道具に精霊が宿り、付喪神となってお祭りをするという絵巻である⁸⁾。9)。付喪神は九十九神とも記し、道具に宿る神様としてさまざまところに登場する。

さらに、江戸時代の妖怪は江戸をはじめとする都市を活躍の場としており、「江戸時代の人にとって、妖怪は、非合理の闇の世界なのではなく、少し風変わりな理性の力をかりれば、そこに深くわけいっていくこともできる別の種類の秩序を持ったひとつの世界にほかならなかった」という指摘もある¹⁰⁾。これは、先に述べたイギリスビクトリア朝時代の事例と重なるものがある。映画では宮崎駿の「もののけ姫」や「千と千尋の神隠し」、漫画では水木しげるの「ゲゲゲの鬼太郎」、小説では京極夏彦の「豆腐小僧双六道中ふりだし」や畠中恵の「しゃばけ」など

^{☆3} 本論の内容を深めるためには、映画や漫画を通じた表層的な理解だけでなく、歴史、社会、芸術なども視座においた妖精・妖怪に対する理解が欠かせない。ここでは、参考となる基礎資料として、明治初期に「科学的」見地から広く妖怪の調査、分析を行った井上円了の「妖怪学」全集³⁾、広い視点から多数の論考を集めた小松和彦氏編著による「怪異の民俗学」集⁴⁾、妖怪の西洋版ともいべき妖精に関する井村君江氏の著作⁵⁾、の3点を挙げておきたい。

^{☆4} fairy と goblin という2つの英語は、本稿における日本語の「妖精」「妖怪」と正確には対応はしない。pixy, elf, gohst などさまざまな類義語が存在する。また、妖精は優しい西洋のもの、妖怪は恐い東洋のものという一般的な図式は正しくない。妖精と妖怪とは本質的に同じものであり、ともに人間に畏怖の念を抱かせ、人間に寄り添い、人間を利用する存在である。

妖精・妖怪は現代でも私たちの想像力を豊かにしてくれる素材として活きている。その多くがアニメーションになっているが“animate”という言葉はそもそも「生命を吹き込む」という意味を持つ。

こうした古今東西の妖精・妖怪に共通した役割は、我々人間をいろいろな形で守ってくれてきたという点であろう。妖精・妖怪は、合理的な説明や、科学的な説明ができないけれど経験的に正しそうなことを説明するときに使う、人間の知恵であったのかもしれない。親が河童のことを子供に説明することによって子供を水死から守るとか、森の妖精を考えることで自然の恵みとしての森を守ってきたことなどがその例になるだろう。

小松和彦氏によれば、元来、妖怪は不安と大きな関係があるという¹¹⁾。過去の世界では闇がその不安であり、都市に人が集まりだすと闇はなくなり、街にいる人そのものが不安の対象となってくる。現代においても同様であろう。崩壊していく自然環境に対する不安、人そのものの闇の部分に対する不安、計算機に囲まれていくことに対する不安などである。これらは、現代社会の問題そのものである。こうした問題の解決策を探るために、妖精・妖怪というものの見方をもう一度顧みること、それは取りも直さず過去営々と築いてきた人間の叡智を活かすことに相当するのではないだろうか。

■妖精・妖怪とこれからの情報科学技術

このように歴史の中で語り継がれてきた妖精・妖怪の存在は、現代の情報科学技術の観点からどのように見ることができようか。我々の取り得る立場には3つの選択肢がある。第1は、想像上の存在であるという考え方、第2は、本当にいるという考え方、第3は、その存否を問わない、とするものである。ここでは、第3の立場をとる。妖精・妖怪が存在しないということは証明不可能であるし、存否を問うことそのものに大きな意味はない。第3の立場に立つことで、妖精・妖怪の持つ発想の豊穡さを利用しつつ、宗教や神秘主義からも適当に距離を置くことができるのである。

では、現代の私たちが失ってしまったかにみえる妖精・妖怪の世界を取り戻すために、情報科学技術がなし得ることは何であろうか。妖精・妖怪が人間の不安と非常に密接にかかわっていることを考えると、心理カウンセラーや心理療法師の果たしている役割から学ぶべきことがあるかもしれない。

心理療法師の霜山徳爾氏は、「心理療法は人々を支える小さな助けにな」ればよく、「声高であってはいけない」と説く。さらに、「心理治療家の一生は深い編笠ですっ

ぱり顔をおおって、おのれの、ユング的な意味での「影」が、患者に投影されるのを避けながら、ただ独りで、一軒一軒の患者の門前に立ち、おそらく、通じようもない調べをなんとか訴えようと、ひととき門付けの営みの内に、吹き鳴らす尺八の調べに、つまり治療のことばに、おのれの精魂を打ち込んだ上に、このゆきずりの家から、静かに立ち去ることが大切]であるという¹²⁾。

療法師の叡智とでもいうべき技に情報科学技術が競うべくもない。しかし、さりげなく、目立たずに、いつもそばにいて、困ったときに手を差し伸べてくれる存在というのは、心理療法師にも妖精・妖怪にも相通ずるものがある。現在の計算機がなぜ妖精・妖怪たり得ないのか、その答えはおそらくこのあたりにあるのだろう。これからの情報科学技術は、妖精・妖怪の復権を目指す。そのための技術を本論文では「環境知能」と呼んでいる。この新しい「環境知能」については、3.2節、第4章で改めて論じる。

■コミュニケーションの仲介役としての妖精・妖怪

第2章において、精神的な安定と満足人間にもたらす技として情報科学技術を捉えるとき、人間の暖かさの交換であるコミュニケーションが1つの鍵になる、ということ述べた。また、人間は本来コミュニケーションによって生きる動物でもあるといえる¹³⁾。そして、これまでの情報科学技術は、計算機と人間とのコミュニケーションという点に力点が置かれていた。音声対話システムやコミュニケーションパートナーとしてのパートナーロボットなどがその典型的な例である。

一方、妖精・妖怪がかつて人間に対して果たしてきた役割は、コミュニケーションの相手というよりも、コミュニケーションの仲介役ということができるであろう。妖精・妖怪は、コミュニケーションによって人間と人間、人間と「もの」、人間と自然との関係を仲介する役目を果たす。そして、仲介役としていつもそばにいてほしい妖精・妖怪の有り様、すなわち生態とでもいうべきものは、**図-2**に示したような、たくさんいる、あまり主張しない、控えめな、悪戯をする、隠れている、呼べば答える、見える人と見えない人がいる、といった言葉で表現される。このような妖精・妖怪は、人間の持つ不安を緩和したり、人間の心にゆとりや楽しさを与えてくれる存在である。

また、私たちの目に見えようが見えまいが、妖精・妖怪とは、心(あたま)の産物にほかならない¹⁴⁾。したがって、私たち自身の知能の中身を探っていけば、早晚、妖精・妖怪の世界に行き着くことになる。この点において、人間を探る科学はコミュニケーションのための工学につ

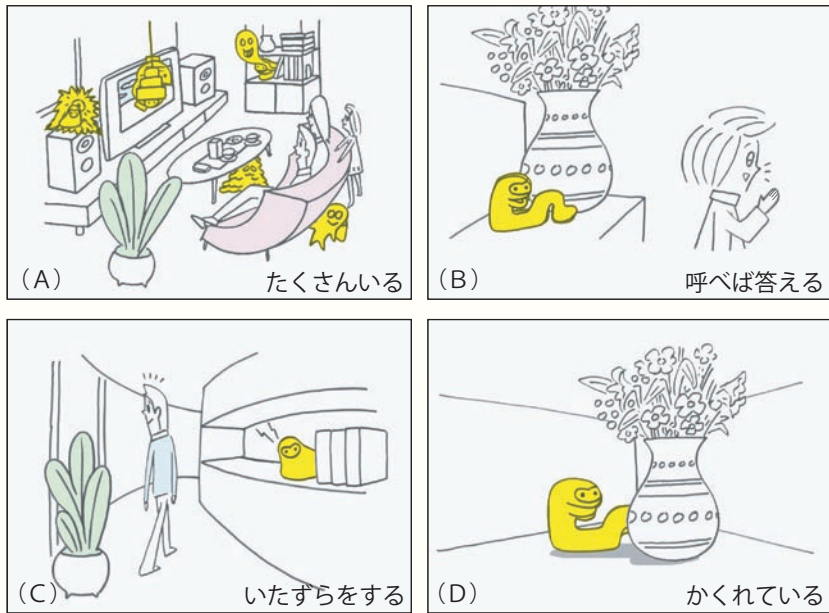


図-2 私たちを陰で支える妖精・妖怪の姿

ながるのである。認知心理学や脳科学の研究から得られる人間に関する知見は、妖精・妖怪の世界を実現する上で必要不可欠なものであるといえよう。

環境知能は、妖精・妖怪のように、人間同士の心の通ったコミュニケーションの場を提供してくれる。情報技術がこれだけ発達した今、それを私たちの心に潤いを与える道具として日常生活で活かすことを考えてもよい時期であろう。その中から、市井の人たちの目線から見た情報科学技術の未来像が見えてくるはずである。

3.2 新しい「環境知能」像

■新しい「環境知能」とは

3.1 節では、妖精・妖怪が歴史の中で私たちの生活に身近な存在であったことを述べた。この妖精・妖怪の世界を取り戻すための情報科学技術を本論文では「環境知能」と呼ぶ。環境知能は、環境に潜む知能、すなわち妖精・妖怪それ自体のことを指す言葉だと解釈することもできるし、あるいは、知能が棲む環境、すなわち、妖精・妖怪が棲む世界であると解釈することもできる。本論文で提案する新しい「環境知能」の考え方と既存の類似概念との間にある大きな違いは、我々の提案する「環境知能」が人間の持つ精神性、あるいは知性にかかわる部分に狙いを定めている点にある。この点に関して次の4つを指摘しておきたい。

第1に、筆者らが妖精・妖怪の世界という言葉で象徴させた人間の精神世界にかかわる部分は、これまでの情報科学技術が意識的に避けてきたものであるという点である。超能力を議論するときありがちな非科学性を妖

精・妖怪という言葉に感じる人、あるいは、精神世界を扱うことの無謀さに気づいたり、畏れを感じる人は少なくないであろう。新しい「環境知能」はあえてその知性の部分に歩を進めようとする試みでもある。

第2に、妖精・妖怪の世界の実現性についてである。心理療法家や臨床精神科医が経験と知識をもとに骨身を削って行っている治療行為が、ときにSF小説で描かれるように、情報科学技術によって模擬できるようになることは、まずあり得ないであろう。しかし、病の治療はできなくとも、第2章でも触れたような、人間の不安を緩和したり、場を明るくしたり、発想の転換を促したり、といったことは、状況によってはささやかな工夫

で可能なのである。そう考えると、情報科学技術が人間の精神性や知性と触れ合うことも50年の時間があれば可能であろう。成否の鍵は全体の戦略と切り口の選択にあると考える。

第3に、妖精・妖怪の世界を実現するためには、既存の情報科学技術の向上なくしてはあり得ない、という点である。人間とのコミュニケーションに必要な音声情報処理1つをとってみても高い性能が要求される。だが、計算機がこれだけ高性能になり、ありとあらゆるデータが電子的かつ大量に入手できるようになった結果、これまで不可能とされていたさまざまな機能が実現できるようになってきた。超大語彙音声認識や実時間顔画像検出などはその良い例である。したがって、50年後に妖精・妖怪の世界を実現するということが、必ずしも荒唐無稽ではなくなってきたと言えよう。

第4に、妖精・妖怪の世界を実現するためには、コミュニケーションのための情報科学技術、すなわち、音声処理、音響処理、言語処理、対話、視覚情報処理、探索、学習、ネットワークなどの技術を有機的につなぐ試みが必要となるという点である。この統合技術があって初めて、人間の知能や知性を前面に掲げた新しい環境知能が実現できるのである。

環境知能は、人間の知能、さらには知性へと近づく。環境知能は、記憶を探り、眼差しを向け、耳を傾け、声を聴き、想いを伝え、時を跨ぎ、索引を織り、姿を見守り、言葉を紡ぎ、皆に取り憑き、世界を覗き、秘密を守り、蘊蓄を傾け、講釈を垂れたりもする。こうして言葉で書き記した人間の、そして妖精・妖怪の営みには、実

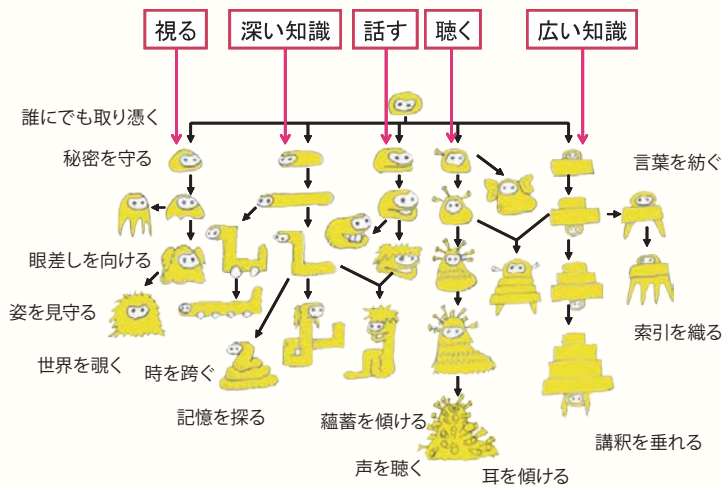


図-3 環境知能の進化を表す模式図。機能統合と機能分化を繰り返す。

は、人間の深い叡智が隠されている（図-3）。環境知能の世界を実現することは、単なる“〇〇技術”の進歩だけでは決してできない。情報科学技術全体を横断する新しい学問分野が必要なのである。

またこの新しい環境知能が、ロボットの頭脳として働いたり、ユビキタス環境の中に埋め込まれていくこともあるだろう。その意味で、ここでいう妖精・妖怪の世界は、ユビキタス、ロボットなどの技術と相補的な関係を成している。そこで以下では、環境知能と関係のあるこうしたいくつかの概念を紹介する。

■ Ambient Intelligence

環境知能という言葉の英訳は、Ambient Intelligenceである。環境音楽のことを英語で ambient music というように、この“ambient”という単語は日本語の「雰囲気」に近いニュアンスを持つ。Ambient Intelligence という用語は、2001年に欧州連合のISTAG（Information Society Technologies Advisory Group）によって知的環境に関するビジョンが提案されたときに使われた言葉として知られる^{15)～18)}。

ISTAGはAmbient Intelligence（彼らに倣ってAmIと略す）に関して、より高いユーザフレンドリー性、より効率的なサポートサービス、ユーザの能力拡大、および人間のインタラクションのサポートといった点を強調した「情報社会」のビジョンを提示している。このビジョンでは以下の4つのシナリオを示して、その実現像を提示している¹⁵⁾。1つ目のシナリオは、腕時計型の万能端末が海外出張時の補助を行うというもの、2つ目は、服に埋め込まれたコンピュータが電話応答、お店案内、翻訳を行うもの、3つ目は、AmIが冷蔵庫の管理や交通渋滞に伴う行動指示を行うもの、4つ目は、社会的学習の

参加者の補助、進行管理をするというものである。これらのシナリオは、次に述べるユビキタスコンピューティングなどにおけるシナリオを含めこれまでいろいろな場で未来社会の生活様式として提案されてきたものに近く、大きな目新しさは必ずしも感じられない。しかし、具体的な技術線表を引くなど新しい事業創成への意欲が感じられる。

■ AmbientROOM

MIT Media Lab.の石井裕氏らは、1998年にAmbientROOM, ambient media, ambient displayなど一連のアイデアを発表した^{19), 20)}。AmbientROOMは、人間が周囲の気配を感じ取ることができることを利用して、デジタル情報を光や音の変化として表現し、その気配を人間が感じられるように設計された部屋である。この研究の目的は、気配という意味でのアンビエンスを利用したマンマシンインタフェースにあり、狭義のIntelligenceに関する要素は薄い。ただし、周囲の人の動きをAmbientROOMによって伝えるghostly presenceという概念を提示しており、妖精・妖怪の1つの表現形式としてみることもできる。また、同じMedia Lab.のPattie MaesがAmbient Intelligence研究グループを立ち上げており、今後の動向が注目される。

■ Ubiquitous computing and Pervasive computing

Mark Weiser^{☆5)}が1988年に主唱したユビキタス(ubiquitous)コンピューティング、IBMが先導したパーベイシブ(pervasive)コンピューティング、1984年から始まったTRONプロジェクトで坂村健氏が唱えたどこでもコンピュータ、これらの基本的な考え方は非常に近い^{21)～24)}。

ユビキタスコンピューティング社会では、たとえば、さまざまな家電製品に計算機が入り、ネットワークで繋がっている²⁵⁾。薬ビンやごみにさえ、計算機が搭載されており、それらの物の特性を示す情報が物の中に記述されている。これらの埋め込まれた情報を使うことにより、薬ビンの中の薬がどんなときに人体に危険になるのか、そのごみをどのように廃棄すればいいのかなどを適切に判断することができるようになる。

総務省が運営している子供向け情報通信白書のWebサイトでは、ユビキタスネットワークの将来像として次のようなシナリオを提示している²⁶⁾。子供が遊び終わっ

☆5) Weiserの講演資料などを読むと、現在「ユビキタス」という言葉で喧伝されていること以上の、より広くそしてより深い考えを彼が持っていたことが窺える。妖精・妖怪に近い情報技術のあり方を考えていたかもしれない。

て家に帰るときを想定する。家に帰る前に携帯電話を使って、家のエアコンをつけたり、お風呂を沸かしたりする。子供が家に帰ると、計算機は帰宅したことを自動的に検出し電灯をつける。突然、子供が傘をなくしてしまったことに気づくが、手元の端末から傘に埋め込まれた計算機にアクセスすることによって簡単に探し出すことができた。

こうした、ユビキタス、パーベイシブなどの研究プロジェクトは、コンピュータ、センサなどハード、デバイスの開発に力点が置かれており、妖精・妖怪の世界に必要な知能やコミュニケーションなどの領域への取り組みが課題である。

■ Intelligent Robots and Network Robots

一方、知能という現在盛んにマスメディアに取り上げられているロボットの研究を思い浮かべる人が多いだろう。しかし、現在のロボット研究は機械制御系の開発に主力が注がれている^{27), 28)}。人とのコミュニケーションを目的としたパートナーロボットを目指しているものもあるが、コミュニケーション機能はまだ不十分である。ロボットと環境とのかかわりを環境知能と定義し、研究課題として取り組んでいる活動もある²⁹⁾。

これらのロボット研究の中で最も環境知能という概念に近いのは、アンコンシャス型(埋め込み型)ロボットである。これは、道路、街、室内、機器等に埋め込まれた目に見えないロボットであり、人間の行動モニタリングをベースに必要に応じた支援を行う。総務省が作成したレポートでは、「さりげなく見守るコンピュータ」など高度な知能を駆使した知能ロボットに触れているが、その具体的な実現手段には言及されていない^{30), 31)}。

4 道具としての環境知能

4.1 緩和医療とスピリチュアリティ

本章では、情報科学技術としての環境知能が、妖精・妖怪の世界にどのようにかかわり得るのかについて、いくつかの具体的な事例を挙げながら考察する。

まず始めに、臨床医学における緩和医療(palliative medicine)を取り上げてみたい。緩和医療とは、癌などを患った終末期の患者に対して行う全人的治療を指す。そこでは、痛みやその他の症状コントロールだけでなく、精神的、社会的、そして霊的問題の解決が最も重要な課題であり、患者とその家族にとってできる限り可能な最高のQOL(quality of life)を実現することがその目的である^{32), 33)}。着目すべきなのは、身体的苦痛の緩和、精

神的苦痛の緩和に加えて、霊的苦痛の緩和(スピリチュアルケア)ということが言われているという点である。

医療の現場において、近年このスピリチュアルケアの重要性について認識が高まりつつある^{34), 35)}。それは、世界保健機構(World Health Organization: WHO)における「健康」の定義に関する議論からも窺い知ることができる。WHO憲章の序文では、健康を次のように定義している³⁶⁾。

“Health is a state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity.”

(健康とは、身体的、精神的、社会的に完全に良好な状態にあるということであって、単に疾病や虚弱がないということではない)

この健康の定義に関する記述を新しいものに改める検討がなされ、WHO総会の議題とすることが理事会で採択された。その改定案は下記である。

“Health is a dynamic state of complete physical, mental, spiritual and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity.”

(健康とは、身体的、精神的、霊的、社会的に完全に良好な動的状態にあるということであって、単に疾病や虚弱がないということではない)

新しい定義では、spiritual(霊的)とdynamic(動的)の2つの語が新しく加わっている。現在の定義が機能していること、緊急性が低いことなどから憲章改訂には至っていないが、スピリチュアリティの持つ重要性が認識されつつあることを示している。spiritualityには鈴木大拙による霊性という訳語があるが、「スピリチュアリティ」と記されることが多い。これは、「霊」という言葉の持つオカルト的な誤解を避けつつ、音楽、美術、芸術などが精神の深い部分にまで響き渡る思想性を含み、さらに宗教的なものに言及しつつも宗教からほどよい距離を保つからである³⁷⁾。

この緩和医療において環境知能がかかわり得る場所は多い。なぜなら、緩和医療における重要な要素の1つがコミュニケーションにあるからである。たとえば、長年、臨床現場で癌の告知を行ってきたある医師は、告知が患者に与える心理的影響について、「告知の内容やその真偽よりも、話しかけるとききの音程、音量、抑揚の方がはるかに大切である」と述懐している³⁸⁾。こうした、非言語的なコミュニケーションすなわち準言語が、環境知能の中で果たすべき役割は大きい。これから取り組むべき大きな課題の1つである³⁹⁾。

もう1つの例を挙げよう。緩和医療におけるスピリ

チュアルケアの1つとして、人生を回顧するライフレビュー（回想療法）と呼ばれるものがある。ライフレビューは、人生の節目となった出来事や生活史を思い起こさせ、自分の人生を肯定的に意味づけたり、自分の存在を家族関係とともに認識したり、家族の中での役割を確認したりする。そして、過去の出来事を思い出すことで、記憶の意味を評価、分析、解釈、洞察するものである。それは、自己の自尊感情を高め、アイデンティティを維持し、喪失感、孤独感を和らげるのである³³⁾。

こうしたライフレビューは医療の場だけではなく、おそらく私たちが日常的に無意識のうちにやっていることだろう。悲しい思い出は忘れ、楽しい思い出に浸る。この回想という行為において環境知能は重要な役割を果たし得る。情報科学技術によって、すべてを記録し、体系化し、索引付けされた情報は、使い次第で私たちの日常の心の緩和に役立つことができるのである。

4.2 記憶の共有と記憶の担い手

第2に、記憶の担い手としての環境知能の役割について触れてみたい。インターネットが普及した現在の生活を改めて振り返ってみると、家庭では家族がそれぞれ別々の計算機に向かっている。つまり、インターネットを介したコミュニケーションが、記憶を共有する時間を家族が持つことを妨げているのである。インターネット中毒に陥った母娘が、1つの部屋でそれぞれオンラインゲームに興じながらチャットで晩御飯(店屋もの!)の相談をする、という状況さえ伝えられている。このように、現在のインターネットの「いつでもどこでもつながる」という環境は、共有すべき相手と記憶を共有することを助けているとはいえ、むしろ人々の孤立化を促進している側面すらある。また、インターネットによる情報共有は、計算機端末に向かって意図的に情報を発信、受信することで行われており、日常生活の自然なリズムの中に溶け込んでいるとは言い難い。

実は、記憶の担い手として象徴的に存在する「もの」は、我々の日常にはよく見受けられるのであり、人々の間で間接的・偶発的に記憶を共有することに役立っている。そうした象徴的な例が昔よくみかけた大きな古時計である。日本でもよく知られているアメリカ民謡「大きな古時計」(原題 My Grandfather's Clock, Henry Clay Work 作詞, 作曲)では、祖父の古時計は、今はもう動くことはないが、かつて祖父が出会った喜びや悲しみをすべて知っているかのようだ、と歌われている。つまり、古時計はもう動かない。時を刻む機能は失われた時計である。しかし、古時計は何でも知っており、記憶の担い



図-4 黒電話。正式名称は600形自動式卓上電話機

手としての機能を果たしているのである。また、古時計は、自発的に何かを語ることによって、家族に直接働きかけているわけではなく、古時計を見た家族が過去の記憶を思い出すという意味で、間接的・偶発的な情報共有を促進するという役割を果たしている。

我々が目指す環境知能は、「大きな古時計」のように、家族や地域の記憶の担い手として、共有すべき人々の間で記憶を共有することを促進する機能を持つ。さらに、人々の日常生活の自然なリズムの中に溶け込むため、人に直接的に働きかけるだけではなく、間接的・偶発的に情報を伝達する機能も併せ持つ。これらの結果として、そこで暮らす人々が日々の生活の中で家族や地域の記憶の中に位置づけられる機会を与え、孤立を回避し、豊かな日常生活を営むことができるのである。環境知能はこうした記憶の担い手として私たちの生活に貢献することができるであろう。

古時計は家族あるいは一族の歴史を見守る存在として象徴的なものであるが、もう少し現代風に焼き直してみると、たとえば今ではもうほとんど見かけなくなった黒電話(図-4)も同じような役割をしていたかもしれない^{☆6)}。一家に1台必ずあって家族が家庭の外とコミュニケーションをするときの通路となった。そして、黒電話は外の人との会話も、家庭の中の会話もすべて黙って聞いていた。柱時計は時間情報を、黒電話は音声情報を人間に伝える道具である。その道具とともに刻んできた時間、そしてその情報を共有してきたコミュニティの大切さを再認識させてくれる。

4.3 記録から記憶、歴史へ

第3に、記憶の編集者としての環境知能の役割に言及したい。

2000年7月から12月にかけて国立民族学博物館で開催された特別展「進化する映像—影絵からマルチメディア

^{☆6)} 600形自動式卓上電話機は、1962年に商用試験が開始され、翌年全国導入された。通話性能と経済性の上で完成された電話機といわれる。

アの民族学—」では、「あなたの決断」という特設コーナーが設けられた。これは、来場者にカメラの前で数分間自由に話をしてもらうという趣向なのだが、記録した映像を 100 年間自由に使うことを承認することが条件となっている。このコーナーは、「撮影される人の立場」をもう一度思い起こさせるためのものであると同時に、インターネット時代におけるマルチメディア情報の扱いに警鐘を鳴らすためのものでもあった⁴⁰⁾。

条件に合意して被写体となった人たちは、その映像のありがたみが、どのように伝播し、どのように使われるかまったく予想できないのである。本論文の執筆にあたって、筆者らが 50 年前の人たちが 50 年後をどう予測していたかを調べたように、これから 50 年後、100 年後の人々が本論文を読み、この映像の存在に気づくかもしれない。そして予想だにできなかった使い方をすることもかもしれない。日頃何気なく行っている記録に残すという行為には、決意と覚悟が必要なことをよく示している。

また、ライフログあるいはライフログ記録といわれるように、人間一人の一生分に相当する映像と音声すべてを記録することが現実のものとなった。文字を持たない社会では一族の歴史や秘密は「音」によって語り継がれてきた。今でも口伝という形式で伝えられていく先人たちの智慧はあるだろう。近代になって、写真やテープレコーダによって記録されたものから過去を振り返ることが可能になった。さらに、家庭用ビデオカメラの普及は、家族の記録を鮮明にかつ大量に残すことを可能にした。人によっては、小さい頃から今に至る記録ビデオを、何度も何度も見せられるわけである。好んで見る人もいるだろう。

ライフログ記録、体験記録は、先に述べた緩和医療におけるライフレビューと同じように、自分の過去を肯定的に捉える機会になるだけでなく、それ以外にもさまざまな使い方が可能であろう⁴¹⁾。しかし一方で、思い起こしたくない思い出を蘇らせるという、負の効果をもたらす危険性も持ち合わせている。さらに、その記憶がその人にとって好ましいものであるか否かにかかわらず、同じ映像を何度も繰り返し見ることによって、その記憶はより鮮明に脳裏に焼き付く。写真のない時代の人に比べ、現代人は、テレビやビデオで同じ映像を繰り返し見せられることが多くなっている。それには負の効果と正の効果の両面があることに気をつけなければならない。こうして記録されたものすべてが、いわば「環境知能」の記憶に相当する。そして記憶されたものは想起されてこそ初めて意味を持つ。したがって、おそらく現在では想像もつかないほど大量の記録が可能になるであろう 50 年後、

それをいかに記憶し想起するか、すなわちそれをどう活かせるかが情報科学技術の大きな課題の 1 つである。

心理学者の下條信輔氏は、心理学とは人間の過去の経験によって作り上げられた来歴を繕ひもといていく学問であるという⁴²⁾。そしてその来歴が潜在意識のうちに人の行動を左右していることも指摘している⁴³⁾。個人の記録を記憶として機能させるためには、索引を編む作業が必要になるだろう。エピソード記憶つまりその人限りの個人的記憶の役割は、その効用が分かりにくいために軽視されがちではあるが、人格を形成し持続する上で不可欠な記憶である。お年寄りが転居をしたとたんにはぼけてしまうことが多いのは、このエピソード記憶が壊されてしまうからだといわれる。それまで住みついていた町には、小さい頃から見慣れた風景、なじみの友だち、いつも通ったお店などがあって、その人の記憶はそうした風景の 1 つ 1 つと結びついているのである。転居すると記憶の索引ともいべき 1 つ 1 つの光景が失われるために、その人の記憶は破壊されてしまう。世界は索引であるといわれる所以でもある⁴⁴⁾。こういう所にも環境知能が役割を果たす場所はあるであろう。

個人の記憶だけでなく集団の記憶も同様である。Gerhard Schröder 前ドイツ首相は、アウシュヴィッツ解放 60 周年にあたり、「過去は「克服」されるものではない、過ぎ去ってしまうもの。しかし痕跡と教訓は現在にまで達している」と演説した⁴⁵⁾。Ursula K. Le Guin は「過去の出来事は、結局は想像力の 1 つの形態である記憶の中にしか存在しない」とも書いている⁴⁶⁾。これらは、歴史は繰り返し想起されてこそ語り継がれるものであることを言っている。これまで、Paul Ricœur はじめ多くの人が、記憶が、妨げられ、操作され、強制されることの可能性と危険性に警鐘を鳴らしてきた⁴⁷⁾。

情報科学技術の進歩によって、いつでもどこでも多量の記録が残されるようになったとき、環境知能が歴史の証言者としてその主役に躍り出ることになるかもしれない。そのとき、記録の編集者として環境知能が果たさなければならない責任を認識しておく必要があるだろう。言語学者 Claude Hagège は言語について「言語があればこそ、人間の肉体的死を超えて、人間の歴史をあとづけるために語り書くことができる。しかしそれだけではない。言語そのものが、我々の歴史を内に含んでいるのだ。文献学者ならずとも、言語に少しでも興味を持つものであれば、言語には、社会の歩みと人間の技を物語る財宝がたくわえられていることを知っているだろう」⁴⁸⁾と語っているが、それに匹敵する価値を情報科学技術の中に見いだすことができるようになるのであろうか。

最後に、想起と忘却についても触れておきたい。記憶に対する操作として、想起と忘却は一对を成すものである。記憶というのは常に相対的なものであり、ある記憶が強くなれば他は弱くなる。想起されない記憶は、新しい記憶を入れるために忘れられていかなければならない運命にある。これを計算機で実現するためには、人が同じ情報に何回もアクセスすることによって、計算機内部の記憶が次第にはっきりしてくるといった機構が必要である。計算機が人を正確に本人であると認証することができ、人が細部までの情報を本当に欲しているという何らかの情報を得なければならぬ。忘却が負の要素だけを持つわけではない。それは、新しい世界を再構成する大きな機会でもある。痴呆のはじまった老人であれ、その人自身にとってはすてきな世界が形成されている⁴⁹⁾。環境知能の構築には積極的に忘れる勇氣も必要なのである。

4.4 仮想現実感と環境知能

妖精・妖怪を仮想の産物として考え、バーチャルリアリティの技術を使って作り出すという見方もあるだろう。これは実は、アート&テクノロジーにおける芸術とメディア技術との関係に近いものがある。1960年代にAT&T ベル研究所の Billy Kluver が始めた「芸術と技術の実験グループ」(Experiments in Art and Technology : E.A.T.) の活動は、アート&テクノロジーという分野を生み出して今日に至る。計算機、画像や音声の入出力機器、さまざまな電子デバイスを用いて芸術は新たな領域へ踏み出したと言う人もいる。

しかし、榎木野衣氏は、このアート&テクノロジーについて、メディア・アートという新しい芸術分野が発生すること自体に疑問を投げかけ、「コンピュータやインターネットといった新しい技術を使おうが使うまいが、どんな作品であれ、基本的には何らかのかたちでテクノロジーとかかわらざるを得ない。それが絵筆であれ絵具であれ、基本的にはテクノロジーの産物であることにはちがいない」ことを指摘し、「テクノロジーを使用したアートはことさらに「アート&テクノロジー」の名のもとに語られる必要はなく」なり「アート&テクノロジーの行方にとって、「メディア・アート」という土俵の消滅こそが待たれている」⁵⁰⁾、⁵¹⁾とさえ言う^{☆7}。

このアート&テクノロジーについての考察は、次の問

^{☆7} ただし、E.A.Tは、芸術、科学技術の双方においてそれなりの役割を果たしてきたといえよう。2005年10月に「アート&テクノロジーの過去と未来」と題する展覧会がNTT インターコミュニケーション・センター (ICC) で開催された。そこにはアート&テクノロジーのさらなる可能性を感じさせるものもあった。(http://www.ntticc.or.jp/Archive/2005/PossibleFutures/index_j.html)

いをあらためて思い出させてくれる。かつてごく普通に道具に宿っていた妖精・妖怪が、現代の計算機やテレビに取り憑いていないのはなぜか、あるいは、取り憑いていると感じられないのはなぜか。

もっともらしい答えの1つは、3.1節でも述べたように、「進歩した科学によってその存在が否定されている」というものだろう。しかし、私たちが大きな古時計に明らかになにがしかのものを感ずるのであれば、それを現代の妖精・妖怪と呼ぶこともできるだろう。つまり、妖精・妖怪の復権においてその存在が科学的に証明されるか否かは本質の意味を持たない。しかも、50年後、100年後の未来人からみれば、私たちが盲信している現代の科学は、時代遅れの真理でしかないからである。

とすると、先の問いに対する次なる答えは、「現在の計算機の有り様が、妖精・妖怪の存在を拒絶しているから」ということになるだろう。計算機を情報科学技術と読み替えてもよい。計算機の有り様にはいろいろある、その大きさ、形、色、手触り、そこで走るプログラムそのもの、人間との間を取り持つインターフェース、その他もろもろ、それらのうちの何かが、計算機の妖精・妖怪性を拒絶しているのである。大きな古時計の役割を果たし得ない計算機なのである。

最新のバーチャルリアリティ技術を使って仮想的な妖精・妖怪を作り出すことはできるだろう。しかしそれは、「アート&テクノロジー」がメディア・アートという土俵にとどまりかねないように、自らの土俵を狭めているだけである。妖精・妖怪の存在をあえて否定しないことで、情報科学技術の可能性はより広まるのである。

5 環境知能と過ごす未来の情景

妖精・妖怪が復権し、環境知能の世界が構築できたとしたら、私たちの生活はどのようなものになるのだろうか。ここでは、個人、家族、社会という異なる3つの状況を設定し、それぞれにおける生活情景を追ってみたい。もちろん、どの情景にもさまざまな妖精・妖怪が登場する。ここでは、その名を仮に「まっしゅる一む」とし、<M>と記す。とはいえ、イメージがつかめないかもしれないので、具現化した姿の一例を図-5に示した。このようなデザインを持つ妖精・妖怪が超小型計算機そのものであったり、あるいは、ディスプレイ上にエージェントとして現れたりする。また、他の道具類に埋め込まれて姿を見せない妖精・妖怪もいる。まっしゅる一むという言葉がなじめない方は環境知能と読み替えていただいても構わない。ここで注意すべき点は、一体



図-5 妖精・妖怪としての環境知能を具現化した一例

の<M>が全知全能を持つわけではないということである。それぞれの<M>がその機能や能力において個性を持っている。そしてそうした<M>が群として働くことによって大きな力を発揮するのである。それが真の意味での妖精・妖怪の世界であり、環境知能でもある⁵²⁾。

それぞれの情景シナリオには、要点を述べた解説と、それを実現するために必要な技術に関する補足を付した。ただし、必要性が自明な技術を列挙することは避けている。技術課題については第6章でより詳しく触れる。

5.1 一人暮らしの中の環境知能

人口の年齢別構成など社会構造の変化に伴い、一人暮らしを余儀なくされる人は増える。学生生活を送る青年、結婚をせずにシングルライフを楽しむ30代、単身赴任をしている中高年男性、子供が独立し連れ合いも亡くしたお年寄りなど一人暮らしも十人十色である。環境知能は、それぞれの生活や好みに合わせて彼らを支える。

■情景1：ある青年の帰宅

青年は、夏休みを郷里で過ごし、2カ月ぶりに下宿先である都会の一室へ帰ってきた。郷里では長く会っていない恋人に振られて、元気がない。<M>は、すべてを知っている。

まっしゆる一むA：青年が部屋に入ってきたことに気が付く。青年の歩みに合わせて、目がゆっくり彼を追い、足元をそっと照らす。

まっしゆる一むB：青年が落ち込んでいるのが分かる。話しかけるのを躊躇する。

まっしゆる一むC：「気にするなよ」人懐っこいCは思わずささやく。

まっしゆる一むB：「そんなこと言うたらあかん」

まっしゆる一むA, B, C：その後は、会話もせず、ただ見守り、そして、青年の反応を待つ。

まっしゆる一むC：青年の顔に少し赤みが差したのを見て、青年の好きな音楽をかける。

【解説】第1のポイントは「見守る」である。<M>は、ただひたすらそっと見守るだけで、青年への直接的な働きかけはしない。<M>-Cのささやきを<M>-Bはたしなめさえる。第2のポイントは「見守られていることに気づく」という点である。青年は、こうした<M>たちの動きをどこかで察しているだろう。自分をそっと見守っている気配に気づくだけでも、青年の孤独感はずいぶんと癒されるのである。見守られ感を醸成するためには、<M>を妖精・妖怪のように擬人化しておくことが重要である。第3のポイントは「帰りを待つ」である。<M>は誰もいない真っ暗な部屋の中でも休まず活動し、主人の帰りをひたすら待ち続ける。

【技術】パラ言語情報からの状態推定。表情、ため息、ちょっとした振る舞いなどマルチモーダルな情報から人間の心理状態を推定する技術。

■情景2：おばあちゃんの1日

場所は、田舎の一軒家、もしくは、都会のマンションの一室。5年前に夫を亡くしたおばあちゃんは1人で暮らしている。長年暮らしている家の中には<M>がたくさんいる。おばあちゃんが外出をするときには、<M>の何人かが、おばあちゃんに取り憑いていて一緒についていく。今日は亡き夫との結婚記念日である。

まっしゆる一むA：彼女の夫から「妻をさびしくさせないで欲しい」という遺言を聞いている。そのとき、彼に関する記憶を改めて整理した。

まっしゆる一むB：かすかに聞こえる夫の声で、どこからともなく、「おーい、お茶」とおばあさんに呼びかける。おばあさんは、その声に微笑みながら、夫の写真にお茶を供える。

まっしゅる一むC：写真の横にある夫の指輪をほんのわず
か動かし、音を立たてる。おばあちゃんが結婚記念の
写真に気がつくように。

【解説】＜M＞は時間を超えておばあちゃんと亡くなったその夫との仲介役となる。＜M＞はこのようにして、おばあちゃんに、夫の存在を意識させ、一緒に暮らしているんだという安心感をさり気なく与える。家の中にたくさんいる＜M＞の包みたいという気持ちとおばあちゃんの包まれたいという気持ちが合わないと意味がない。また、おばあちゃんが夫のことを忘れたいと思っ
ているかもしれないし、新しい思い出を作りたいと思っ
ているかもしれない。おばあちゃんの反応を観察しながら
かかわり方を変化させていく。

【技術】オンライン学習技術。マルチモーダルな多次元
入力から状態変化を察知し、常に適切な反応を決定する。
システムの状態は常に動的に変化している。

5.2 家族の中の環境知能

家族という状況は、複数の人間が同じ物理空間の中で
長時間共に過ごすという特徴を持つ。そこでは、お互
いが多くの記憶を共有しているということが重要な点で
あり、その記憶の担い手として＜M＞がいる。＜M＞
は家族の中において、日常の対話、夫婦が送信するメール、
夫婦のホームページなどから、夫婦2人の個人情報、関
心事、対話履歴などを常に収集し、記憶として蓄積して
いる。

■情景3：結婚記念日

夫婦2人の結婚記念日が近づいている。夫婦にとって
結婚記念日は大切な日である。夫婦のうち片方が結婚記
念日を覚えているけれども、もう片方が覚えていないこ
とが、夫婦の諍^{いさか}いの原因になることは、古今東西よくあ
る。もちろん、＜M＞は2人の記念日を知っているし、
その日の近づいていることを片方が忘れていて、という
ことにも気が付いている。環境知能は、さり気なく夫婦
の危機を回避してくれる。＜M＞同士の会話。

まっしゅる一むA：「今日は何日だっけ」
まっしゅる一むB：「15日だよ」
まっしゅる一むA：「そう言えば、来週の22日は結婚記念
日じゃなかったけ」
まっしゅる一むB：「あーそういえば、そうかも」

【解説】夫婦が家庭生活を営んでいく上で、夫婦としての
記憶を共有することは、2人が互いに孤立することなく、

つながりを持って生活していくことに役立つ。この状況
において、＜M＞が2人に対して「結婚記念日覚えてま
すか？」と直接尋ねることは、あまり賢明なやり方とは
いえない。なぜなら、＜M＞による直接の質問によって、
夫婦の片方が記念日を覚えていないことが明らかとなる
可能性があるからである。そして、それが夫婦関係の悪
化を引き起こすこともあるだろう。そこで、＜M＞は、
夫婦に直接働きかけたりはせず、結婚記念日についての
情報を間接的に伝達するという戦略をとる。2人にとっ
ては偶発的に危機が回避されていることになる。

この会話例のように、＜M＞同士がさりげなく会話
することで、それを聴いていた夫婦が「偶発的に」結婚記
念日について思い出し、そのことが夫婦のつながりを強
化することに役立つのである。

【技術】統計的状況推論。過去に起きたさまざまな事象
からその因果関係を推定し、最適な行動を決定する推
論技術。これが、偶発性をもたらす＜M＞の行動であ
り、人間から見ると気配りのきく＜M＞ということに
なる。マルチモーダル情報から人間の記憶状態の推定。
＜M＞による人間の記憶想起。人間と＜M＞の社会学。

■情景4：夫婦喧嘩

＜M＞たちは、何日か前まで夫婦が旅行の話題で楽
しそうに話していたことを記憶している。

まっしゅる一むA：夫婦の会話や様子から2人が喧嘩をし
ていることに気が付く。
まっしゅる一むA：「今何時だろう」
まっしゅる一むB：「何時といえば時計」
まっしゅる一むC：「時計といえばスイス」
まっしゅる一むD：「スイスといえば、スイス旅行には連れ
て行ってもらえるのかなあ」

【解説】共有された楽しい記憶を夫婦にあらためて想起
させることは、2人の関係修復に役立つに違いない。し
かし、夫婦は現在喧嘩をしており、険悪なムードの最中
にそうした情報を提供しても、期待通りの効果は得られ
ない可能性が高い。そこで、喧嘩が鎮まったところを見計
らって、複数の＜M＞が、何日か前の楽しい話題を持
ち出す。＜M＞は複数の人間、あるいはその人間関係
へ「間接的な」働きかけを行うのである。もちろん、情
景3や4において、＜M＞が直接2人に働きかけるこ
ともあるだろう。たとえば、近日中に地域で健康検診が
あるという情報を入手した＜M＞が、健康について不
安を持つ夫婦にそのことを直接話しかけて知らせるとい
う具合である。

【技術】記憶からの想起と人間への誘導。マルチモーダル情報から人間の心理状態を推定。＜M＞同士の対話による人間の感情喚起。マルチモーダル概念獲得。背景知識の獲得は知識処理における永遠のテーマでもある。

■情景 5：孫

情景 4 から 50 年後、老夫婦には離れた場所に暮らす孫がいる。

まっしゅる一む A：（孫の家）孫がバッハのヴァイオリン協奏曲を聴いていることを認識する。

まっしゅる一む B：（孫の家）孫に対して、お祖父さん、お祖母さんもその曲が好きだったことを教える。

まっしゅる一む C：（老夫婦の家）老夫婦に対してこのエピソードと孫の近況を知らせる。

【解説】＜M＞がいることにより、長い年月を超えて家族の間で記憶が共有されている。孫が暮らす家に棲む＜M＞は、「大きな古時計」のように、家族の記憶を担っている。孫は、＜M＞を通して、自分が孤立した存在ではなく、長い家族の歴史の中に位置づけられる存在であることに気づく。＜M＞は、電話、テレビ端末など、そのとき日常に当たり前存在する電子器具を使って、孫の近況を老夫婦に対して知らせることができるだろう。結果として、離れた場所に暮らす老夫婦と孫の間にコミュニケーションが生まれることも期待できる。このように、日常の自然なリズムの中で、時間と空間を超えて家族のつながりを実感する機会を＜M＞が与えているのである。

電車の同じ車両に乗り合わせた人たちはお互いのことを何も知らない。だが、実は、趣味が同じだったり、同窓生であったり、3 日前に同じ場所にいたり、ということとはよくあるだろう。何でも知っている＜M＞はそうした彼らの仲介役となる。本来、強い絆でつながれているべき家族の場合、こうした＜M＞の役割は特に重要である。＜M＞同士のコミュニケーションが介在することで、本来気が付かないままになっていた記憶を想起させるのである。

【技術】マルチモーダルなさまざまな記憶を相互に関連づける技術、また、想起させる技術。第 4 章で述べた忘却も重要な鍵となる。人間と＜M＞の社会学。

5.3 社会の中の環境知能

最後に、複数の人間に囲まれた中で＜M＞が果たす役割を想定してみよう。＜M＞はあくまで控えめでおとなしい。

■情景 6：会議室

複数の人が 1 つの部屋の中で会議をしている。ネットワークを通した遠隔会議であってもよい。その中に混じっていくつかの＜M＞がいる。＜M＞は議論そのものには加わらない。

まっしゅる一む A：場の雰囲気を読む。和気あいあいと議論が進んでいるのか、険悪なムードなのか。

まっしゅる一む B：話しの内容から議題が何であるかを知る。

まっしゅる一む C：「…って何だっけ」といった人間の発話に反応して、世界各地のまっしゅる一むから情報を集め答えやヒントを提示する。

まっしゅる一む D, E：ある話題について議論を始める。人間はそれを興味深く聞いている。

【解説】会議における＜M＞の第 1 の役割は証言者である。誰が何をいつ話したかを記録し、分析する。内容の要約のような高度なことはできなくても、キーワードごとにカードにまとめ、話者特定、種類（意見、批判、主観、客観等）等の分類をすることができる。第 2 の役割は、物知り博士である。世界中の＜M＞から情報を瞬時に得て提示する。第 3 の役割は、発想の支援者である。人間の記憶力や推論能力では思いつかないような事実を勝手に提示する。第 4 は、演技者である。＜M＞同士が勝手に議論を始める。議論の深みは人間には及ばないが、人間には思いつかない発想が見えてきたり、第三者の議論を観察することによって、冷静に議論を見つめ直す契機となる。

【技術】対話の自動生成。

■情景 7：料理屋

常連客の絶えない人気料理屋の一風景である。入れ替わり立ち替わりやってくるお客を迎え、あるいは送り出す。店の中の賑わいは絶えることがない。お客は楽しい一時を過ごして気分良く帰っていく。

まっしゅる一む A：材料を届けに来た近所の魚屋と世間話をする。

まっしゅる一む B：大学の先生同士がする学問の話に時折り割り込む。

まっしゅる一む C：外国人には、わざと下手だが通じる英語で話す。

まっしゅる一む D：遠くで聞こえた「ビールもう 1 本」という声に反応し、お客さんに眼と声で合図する。

まっしゅる一む E：「お愛想」という声に反応し、素早く勘定を計算し、さり気なく金額を伝える。

【解説】流行っている料理屋はたいいていの場合、腕のいい板前と人気の女将がいるものだ。板前の技は人間のものであって、＜M＞にはとても真似できない。だが、女将の役割なら少しは代わりができるかもしれない。料理屋にやって来るさまざまなお客さんに合わせた適切な会話ができればならない。お客さんの名前はもちろん、前回食べた料理なども覚えている。会話をすることもあろう。＜M＞同士は情報交換をするが、そこで聞いた話について、他の人間には一切漏らさない。

少し大きな料理屋になると専属の幫間がいる。落語によく登場する、いわゆる太鼓持ちである。お客に関するできるだけの情報を使って、場を盛り上げ、楽しませる。

【技術】音や映像などさまざまな情報を用いて状況を認識するコミュニケーション環境理解。マルチモーダルなアテンション機構、マルチモーダル記憶、類似検索。

6 環境知能 23 の問題

本論文で論じてきた環境知能の世界を実現するためには、情報科学技術全般にわたるあらゆる問題を解決しなければならない。そこで、最終章では、その実現に向けて取り組むべき 23 の問題を提起したい^{☆8}。

本来、情報科学技術は広く人類全体の福祉につながるべきものである。しかし、科学技術施策は、民族、言語、地政学的拘束から国家単位で決まることが多い。そのため、いくつかの課題は、日本の国家戦略として取り組むことを前提としている。さらに、その問題に取り組むことによる副次的効果の大きさを重視すること、できるだけ具体的なものに落とし込むことに留意した。したがって、これらの課題が、研究として魅力的であるとは限らないし、網羅的でもない。また、50年という時間どりのの中では、達成時期の予測は意味が薄いと考え、あえて避けた。筆者らの力不足により不十分なところもあるが、環境知能の世界の実現に向けた建設的な議論が惹起されることを期待したい。

【A：音情報処理】

1. 《音声認識》【うるさくても、誰の声でも聞き分け、認識できる】生活雑音存在下で発せられた日常会話音声、静音環境時の95%程度の正解率で認識。この性能は、老若男女を問わない不特定の話者に対しても維持されなければならない。

^{☆8}本章は、本論文投稿時において「環境知能 20 の問題」としてまとめたのであるが、投稿後に起きた世の中の動き、筆者らが新たに気づいた点、関連分野間のバランスなどを踏まえ、23の問題として再整理を行った。ただし、論旨に影響を与えない範囲にとどめてある。

2. 《音声合成・変換》【ちょっと声を聞けばまねができる】任意の1人から30分の収録音声を利用して、その人の自然な音声合成を実現する。1つの合成音声を任意の他人の音声へ変換する。また、任意の感情を付与したり、ささやき声、怒鳴り声などへ変換する。

3. 《環境音の認識》【目を閉じていても音から状況が分かる】生活環境下で遭遇するさまざまな状況下において、どんな種類の音がどこから聞こえてくるのかを認識する。たとえば、人の声、動物の鳴き声、TVの音、時報、チャイム、自動車の音、計算機の音、など。

【B：言語情報処理】

4. 《電子知識庫》【だれでも使える知の泉】日本語で書かれた主要出版物の電子化。網羅的、体系的であることが必須。グーグルなどがアメリカで試みていることの日本語版ともいえる。古文書も対象とする。知識の宝庫として日本語文書を捉え、国家施策として取り組むべき課題であろう。課題 18とも絡む。

5. 《対話生成》【人間らしい対話をする】複数＜M＞同士の対話、＜M＞と人間の対話を自動生成する。これら2つの対話と人間同士の対話との弁別試験を行い、5分間分の対話テキストまたは音声対話に対し、見分けがつかないこと。対話開始や話題転換のきっかけは、＜M＞と人間の双方が与えることができるものとする。ある種のチューリングテストである⁵³⁾。

【C：知識情報処理】

6. 《発想支援》【思いがけないことを気づかせてくれる】＜M＞が語りかけてくれたり、＜M＞同士の対話を聞いていることで、何か新しいアイデアを想起したり、思いがけない知識を与えてくれる。我々の周囲にも発想転換のきっかけとなるちょっと面白い人がいるだろう。単なる博識とは明らかに異なり、そこでは、偶発性が重要な要素かもしれない。

7. 《無知の知》【知らないことが分かる】現在の音声認識システム、対話システム、質問応答システム^{☆9}では、「システムが正しい答えを知らない、導き出せない」ということをシステム自身では判定できない。一方、人間は単語の意味や質問の答えを知らないことが瞬時に分かる。これを計算機で実現する。何らかの限定条件をつけないと難しいかもしれない。知識工学の根幹にかかわる課題であると同時に、記憶想起の機構に関する脳科学の問題と捉えることもできる。

^{☆9}「日本の首相は誰？」のように、固有名詞や数値表現が解答となる質問に対して、新聞やWebなどの大量文書から正しい答えを探し出す技術。

【D：メディア統合処理】

8. 《個人照合》【日本人全員を見分ける】マルチモーダル情報（画像、音声など）を使って、任意の日本人1人を他のすべての日本人から見分ける。解答候補ベスト 20 の中に確率 0.9999 ($=1-\sqrt{10^{-8}}$) で入ること。10 年程度の経時変化や普通の化粧などに頑健であること。
9. 《ものまね》【人の個人的特徴をつかんで、そのまねをする】画像情報や音声情報から、人間の体の動きや声の特徴をつかみ、ものまねをする。半分以上の人が似てると感じられればよい。人体の構造や動作を詳しく解明し、それをモデル化して、学習により動きを獲得するだけでは実現できないであろう。特徴をつかむという作業は高度な知的作業である。
10. 《心理推定》【人の心を読む】マルチモーダル情報（画像、音声など）を使って、人間の心理状態の認識を実現する。これを実現するためには、「心理状態」の明確な分類、定義が必要。

【E：インタラクション】

11. 《感情制御》【感情を持つ、感情を操る】< M > に擬似的な感情を持たせる。怒ったり、ユーモアを感じたりする^{54)~56)}。さらに、< M > と人間の対話によって、人間をある特定の心理状態（たとえば、喜、怒、哀、楽、安心、不安など）に導く。課題 2, 10 と関連。
12. 《情報提示》【適切な情報を、適切なタイミングで、適切な方法で提示する】< M > が人間に対して何を、いつ、どのように提示するか。これは、< M > や人間の周囲の状況や人間の心理状態の認識、さらには、< M > の情報提示が人間の行動や心理状態に対して与える影響の予測が可能となつて、初めて実現できることであり、課題 10, 11 と密接に関連する。情報提示の方法には、言語に限らず、音、光、映像など五感に訴えるさまざまな可能性がある。

【F：探索・学習】

13. 《類似検索》【似ているものを瞬時に探す】検索・探索の対象は、テキストから音や映像に広がりつつあるが、まだできることは限られている。世界中の蓄積された映像、音楽から、音や映像の断片をクエリとして、瞬時に類似検索を行う。たとえば、鼻歌やリズムをクエリとした目的音楽の探索、風景映像の断片から場所の探索を実現。課題 8, 20, 符号化技術等とも関連する。
14. 《教師なし学習》【先生がいなくても自然と賢くなる】教師付き統計学習手法は、強力かつ確実なシステム

最適化手段である一方、学習用データの整備にコストがかかる。十分な量の学習データがあるときの教師付き学習手法による認識精度の 95% を実現する教師なし学習手法を実現。

15. 《環境理解のための統合学習》【音声、映像、その他センサなどの時系列データから必要な情報を瞬時に取り出す仕組みを作る】音声、言語、映像、センサネットワークなどそれぞれの分野でそれぞれの学習、最適化アルゴリズムが使われている。これらを統一的な枠組みで処理するための手法を確立する。確率的ベイジアンネットなどがそのヒントとなる⁵⁷⁾。

【G：計算機とプログラム】

16. 《超小型計算機》【たくさんいても目立たない携帯計算機】体積 30cm³ 以内の汎用計算機。表示装置は含まない。30cm³ とは、一辺 31mm の立方体、半径 19mm の球、あるいは、17cm 四方、厚さ 1mm のシートに相当する。CPU 速度、メモリ量とも現在の 1,000 倍を実現。小型化のための実装技術は日本の得意分野であり、詳細なロードマップが引かれている⁵⁸⁾。
17. 《長寿命計算機》【10 年経っても棄てられない計算機】現在、計算機の実用寿命（買い替え頻度）は、長くても 5 年であろう。長く使う（える）ことをもう一度考えてみるべき時である。単に頑丈であることだけを意味するのではない。かつての古時計や黒電話のようにその機能が 10 年間陳腐化しないということも重要である。また、ハード、ソフトとも適切な個人適応も必須。革靴がそれを履く人に足になじんでくるように。また、これはソフトウェア工学の問題でもある。知的資産としてのプログラムをその場限りのものではなく、有効に利活用するための最適解は何か。

【H：社会基盤】

18. 《知財戦略》【日本の財産を守り、みんなで役立てる】著作権、知的財産に関する法的整備。著作者の権利が保護されるだけでなく、知的資産である著作物の有効活用、国際競争力の強化という視点も重要である^{59), 60)}。おそらく国内商習慣の改革も必要だが、法的強制がないと変わらないことが多い。国際競争力強化のためには標準化戦略も重要である⁶¹⁾。現在、知的財産戦略本部が政府内に設置されている。
19. 《セキュリティ》【いつでもどこでも安心・安全、人間を見守る< M > 環境】我々を見守る< M > 環境に我々自身が信頼をおくためには、いわゆるセキュリティが保証されていなければならない。情報の所有者とその情報を扱う権限が規定され、保証されるよ

うな、セキュリティポリシーの設計が必要。安心と安全、あるいは、見守りと監視の違いは紙一重である。共同体の中での見守り感、相互扶助は、ある種の相互監視の上に成り立っているとも言える^{62), 63)}。

【I：人間・社会】

20. 《記憶機構》【想起と忘却の仕組みを探る】人間の記憶・想起・忘却の機構を解明する。脳科学のフロンティア領域である。人間の能力を補完することが情報科学技術の役割の1つであるから、4.3節で言及したように、人間の記憶に関する知見は課題4, 6, 13などともかかわる。
21. 《<M>社会学》【<M>とともに暮らす】<M>はあたかも人であるかのように集団で行動する。環境知能は巨大な超分散処理システムであると同時に、あらたな人工コミュニティが形成されているともいえよう。この共同体の挙動を把握しておかなければならない。これにより、経済取引など新しい用途に<M>を利用できる道が開ける。もちろん、人間との相互作用も重要。

【J：人類・地球】

22. 《地球環境》【人類を豊かにする情報科学技術】地球温暖化、チェルノブイリ事故、海洋汚染に代表されるように、局所的な人間活動が地球規模の影響を与えるようになった。こうした潜在的リスクを適切かつ確に評価し、迅速な対策をとる仕組みが必要^{64), 65)}。有史以来の人類の歴史からも学ぶべきことは多い^{66), 67)}。課題4, 14とも関連する。
23. 《技術の進歩と倫理》【人間を賢く、強くする(?)情報科学技術】バイオテクノロジーと医学の現状が抱える生命倫理の問題について、アメリカの大統領生命倫理評議会は、「治療を超えて—バイオテクノロジーと幸福の追求」⁶⁸⁾として報告書をまとめた。「治療を超えて」とは、病気の治療のための医療技術(therapy)と、人間の能力を高めるための医療技術(enhancement)との両面を視野に入れていることを意味する。ここで論じられている諸問題は、情報科学技術についても同様に考えておくべき課題である^{☆10}。

7 おわりに

本論文では、情報科学技術が今後果たしていくべき役割を、妖精・妖怪の復権であると位置づけ、その理由、

それによって実現されるもの、そして実現するために解くべき課題について論じた。妖精・妖怪は、かつて日常生活の中で、いつでも私たちのそばにいて、私たちをかげで支えてくれた存在であった。情報科学技術としての「環境知能」は、将来、まさにそうした妖精・妖怪としての役割を担ってくれるに違いない。

本稿で例示した、私たち人間の50年後の生活情景は、それは同時に**まっしゅる一む**、すなわち、妖精・妖怪たちの生活描写でもある。情報科学技術が、単なる道具としての存在を超え、中世の九十九の神のように、魂の宿る妖精・妖怪となって人間を支えてくれることを期待したい。そのためには、妖精・妖怪の棲みやすい環境を私たち人間の手で作っていかねばならないだろう。

豊穡なる人類の智慧は、何よりもまず心の豊かさに向けて活かされなければならない。それが、これからの困難な時代を生き抜くためのおそらく唯一の方策であると考え、本論考がそのための一助となれば幸いである。

謝辞 本稿をまとめるにあたり、NTT環境知能プロジェクト関係者をはじめとする社内ならびに社外の方々から多数の貴重なご示唆をいただきました。ここに厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 国立社会保障・人口問題研究所：将来推計人口データベース。
<http://www.ipss.go.jp/syoushika/tohkei/Mainmenu.asp>
- 霜山徳爾：誰が発達心理を教えるか、「時のしるし」、学樹書院、pp.220-221 (2001)。
- 井上円了(著)、東洋大学井上円了記念学術センター(編)：井上円了・妖怪学全集(全巻)、柏書房(1999-2001)。
- 小松和彦(編)：怪異の民俗学(全8巻)、河出書房新社(2000, 2001)。
- 井村君江：妖精学入門、講談社(1998)。
- 国際日本文化研究センター：怪異・妖怪伝承データベース。
<http://www.nichibun.ac.jp/YoukaiDB/index.html>
- 網野、大西、佐竹：鬼の来るとき、「春・夏・秋・冬」(「いまは昔むかしは今」第四巻)、pp.374-379、福音館書店(1995)。
- 網野、大西、佐竹：あやかしの起こる屋敷、「春・夏・秋・冬」(「いまは昔むかしは今」第四巻)、pp.418-427、福音館書店(1995)。
- 濫澤龍彦：付喪神、「妖怪、怪異の民俗学2」(小松和彦編)、pp.65-78、河出書房新社(2000)。
- 中沢新一：妖怪画と博物学、「妖怪、怪異の民俗学2」(小松和彦編)、pp.79-86、河出書房新社(2000)。
- 小松和彦：妖怪学新考、小学館(2000)。
- 霜山徳爾：素足の心理療法、みすず書房(1989)。
- 斎藤 孝：コミュニケーション力、岩波書店(2004)。
- 柳生弦一郎：ゆうれいのみる方法、たくさんのふしぎ、Vol.57, No.10、福音館書店(1990)。
- Ducatel, K., Bogdanowicz, M., Scapolo, F., Leijten, J. and Burgelman, J.-C. : Scenarios for Ambient Intelligence in 2010 Final Report, ISTAG (2001). <http://www.cordis.lu/ist/istag.htm>, <ftp://ftp.cordis.lu/pub/ist/docs/istagscenarios2010.pdf>
- Remagnino, P., Roresti, G. L. and Ellis, T. (eds.) : Ambient Intelligence A Novel Paradigm, Springer (2004)。
- Riva, G., Vatalaro, F., Davide, F. and Alcaniz, M. (eds.) : Ambient Intelligence : The Evolution of Technology, Communication and Cognition Towards the Future of Human-Computer Interaction, IOS Press (2005).
<http://www.ambientintelligence.org> (2005)
- 次世代オフィスシナリオ委員会編：知識創造のワークスタイル、東

^{☆10} 訳者はその後書きで、「これほど体系的な報告書を書く大統領生命倫理評議会を持つアメリカと、先端医療に関して相互関連を欠いたその場しのぎの断片的な報告書しか書くことのできない日本」と記し、日本の現状に対して警鐘を鳴らしている。

- 洋経済新報社(2004).
- 19) Ishii, H., Wisneski, C., Brave, S., Dahley, A., Gorbet, M., Ullmer, B. and Yarin, P. : ambientROOM : Integrating ambient Media with Architectural Space (video), Extended Abstracts of CHI'98 : Conference on Human Factors in Computing Systems, pp.173-174 (1998).
- 20) Wisneski, C., Ishii, H., Dahley, A., Gorbet, M., Brave, S., Ullmer, B. and Yarin, P. : Ambient Displays : Turing Architectural Space into an Interface between People and Digital Information, Proceedings of CoBuild'98 : First International Workshop on Cooperative Buildings, pp.22-32 (1998).
- 21) Weiser, M. : The Computer for the 21st Century, Scientific American, No.11 (Nov. 1991).
マーク・ワイザー : 21 世紀のコンピュータ, 日経サイエンス, No.11 (1991).
- 22) 坂村 健 : ユビキタス・コンピュータ革命一次世代社会の世界標準, 角川書店(2002).
- 23) 坂村 健 : ユビキタス, TRON に会おうー「どこでもコンピュータ」の時代へ, NTT 出版 (2004).
- 24) 東倉, 山本, 上野, 三浦 : ユビキタス社会のキーテクノロジー, 丸善 (2005).
- 25) 総務省ユビキタスネットワーク社会の実現に向けた政策懇談会 : U-Japan 政策~ 2010 年ユビキタスネットワーク社会の実現に向けて~, 総務省 (Dec. 2004). http://www.soumu.go.jp/s-news/2004/041217_7_bt2.html
- 26) 総務省情報通信白書 for Kids.
<http://www.kids.soumu.go.jp/ubiquitous/future/index.html>
- 27) 経産省次世代ロボットビジョン懇談会 : 2025 年の人間とロボットが共存する社会に向けて「次世代ロボットビジョン懇談会」報告書(案), 経産省 (Mar. 2004).
<http://www.meti.go.jp/kohosys/gather/0000561/0001.html>
- 28) 経産省ロボット政策研究会 : ロボット政策研究会中間報告書(案) ~ ロボットで拓くビジネスフロンティア~, 経産省 (May 2005).
<http://www.meti.go.jp/press/20050512004/robot-set.pdf>
- 29) 環境知能研究会, 情報処理学会関西支部 (2005).
<http://www.ed.ams.eng.osaka-u.ac.jp/EL/>
- 30) 総務省ネットワーク・ロボット技術に関する調査研究会 : ネットワーク・ロボット実現に向けた取り組みーユビキタスネットワークとロボットのフラッグシップテクノロジーの集結による日本発新 IT の創出ー報告書(案)~, 総務省 (July 2003).
http://www.soumu.go.jp/joho_tsusin/policyreports/chousa/netrobot/
- 31) 特集 : ネットワークロボット, 日本ロボット学会誌, Vol.23, No.6 (2005).
- 32) World Health Organization : Cancer Pain Relief and Palliative Care, WHO (1990).
世界保健機関 (編) : がんの痛みからの解放とパリアティブ・ケア, 金原出版 (1993).
- 33) 恒藤 暁 : 最新緩和医療学, 最新医学社 (1999).
- 34) 細谷亮太 : 朝日ににほふ山ざくら花, 暮らしの手帖, 17 号, pp.100-101 (2005).
- 35) 土本亜理子 : 東京へ この国へ リハの風を!, シービーアール (2005).
- 36) World Health Organization : Preamble to the Constitution of the World Health Organization, as adopted by the International Health Conference, New York, pp.19-22 (June 1946) : signed on 22 July 1946 by the Representatives of 61 States, (Official Records of the World Health Organization, No.2, p.100) and Entered into Force on 7 April 1948. <http://www.who.int/about/who/en/definition.html>
- 37) 湯浅泰雄 (監修) : スピリチュアリティの現在, 人文書院 (2003).
- 38) 徳永 進 : 「バラ」の世界, 図書 606 号, pp.36-39, 岩波書店 (1999).
- 39) 前川, 北川 : 音声はバラ言語情報をいかに伝えるか, Cognitive Studies, 9 (1), pp.46-66 (2002).
- 40) 国立民族学博物館 : あなたの決断, 特別展「進化する映像ー絵画からマルチメディアの民族学ー」(2000).
http://www.minpaku.ac.jp/special/200007/200007_decision.html
- 41) マイクロシステムインテグレーション研究所, 産業技術総合研究所, 東京大学先端科学技術センター : 「第 2 回 体験記録とその応用シンポジウム」講演資料集 (2005).
- 42) 下條信輔 : 「意識」とは何だろうかー脳の来歴, 知覚の錯誤, 講談社 (1999).
- 43) 下條信輔 : 大統領選の心理 潜在意識が「投票」, ヒト科学 21, 朝日新聞, 2004 年 10 月 18 日, 夕刊, p.11 (2004).
- 44) 中井久夫 : 徴候・記憶・外傷, みすず書房 (2004).
- 45) Schröder, G. : Vergangenheit Lässt sich nicht wie es heißt, "bewältigen". Sie ist vergangen. Doch ihre Spuren und vor allem ihre Lehren reichen in die Gegenwart (Jan. 25 2005).
- 46) Le Guin, U. K. : Tales from Earthsea.
アーシュラ・K・ル＝グウィン (著), 清水真砂子 (訳) : ゲド戦記外伝, 岩波書店 (2004).
- 47) Ricœur, P. : La Mémoire, l'Histoire, l'Oubli (2000).
ポール・リクール (著), 久米 博 (訳) : 記憶・歴史・忘却 (上・下), 新曜社 (2004, 2005).
- 48) Hagège, C. : Halte à la mort des langues (2000).
クロード・アジェージュ (著), 糟谷啓介 (訳) : 絶滅していく言語を救うためにーことばの死とその再生, 白水社 (2004).
- 49) 阿保順子 : 痴呆老人が創造する世界, 岩波書店(2004).
- 50) 榎木野衣 : 「それは皆無だ」とクルーヴァーは言った. E.A.T. とアート & テクノロジーの行方, InterCommunication, No.45, pp.174-177, NTT 出版 (2003).
- 51) 榎木野衣 : 「アート & テクノロジー」の反転ーメディアアートの成就とその消滅, InterCommunication, No.50, pp.103-108, NTT 出版(2004).
- 52) NTT コミュニケーション科学基礎研究所 (編) : まっしゅるーむの世界 2005, 私家版 (2005).
<http://www.brlnntt.co.jp/cs/kikang/index-j.html>
- 53) 石井健一郎 (編著) : コミュニケーションを科学するーチューリングテストを超えて~, NTT 出版 (2002).
- 54) Mihalcea, R. and Strapparava, C. : Making Computers Laugh : Investigations in Automatic Humor Recognition, in Proceedings of the Joint Conference on Human Language Technology / Empirical Methods in Natural Language Processing (HLT/EMNLP) (2005).
- 55) Reeves, B. and Nass, C. : The Media Equation : How People Treat Computers, Television, and New Media Like Real People and Places (1996).
バイロン・リーブス, クリフォード・ナス (著), 細馬宏通 (訳) : 人はなぜコンピュータを人間として扱うかー「メディアの等式」の心理学, 翔泳社 (2001).
- 56) 西田豊明 : インタラクションの理解とデザイン, 岩波書店 (2005).
- 57) Gibbs, W. W. : Considerate Computing, Scientific American, pp.54-61 (Jan. 2005).
ギブズ W. W. : 気配りできるコンピュータ, 日経サイエンス 2005 年 4 月号 (2005).
- 58) 2003 年度版日本実装技術ロードマップ, (社) 電子情報技術産業協会 (2003).
- 59) 岸 宣仁 : 特許封鎖ーアメリカが日本に仕掛けた罠, 中央公論新社 (2000).
- 60) 岸 宣仁 : ゲノム敗北ー知財立国日本が危ない!, ダイアモンド社 (2004).
- 61) 岸 宣仁 : 中国が世界標準を握る日, 岸宣仁, 光文社 (2005).
- 62) 村上陽一郎 : 安全と安心の科学, 集英社 (2005).
- 63) 阿部謹也 : 「世間」とは何か, 講談社現代新書, 講談社 (1995).
- 64) 中西準子 : 環境リスク学ー不安の海の羅針盤, 日本評論社 (2004).
- 65) Ross, J. F. : The Polar Bear Strategy : Reflections on Risk in Modern Life (1999).
ジョン・F・ロス : リスクセンスー身の回りの危険にどう対処するか, 集英社 (2001).
- 66) Diamond, J. : Guns, Germs, and Steel : The Fates of Human Societies (1997).
ジャレド・ダイヤモンド (著), 倉骨 彰 (訳) : 銃・病原菌・鉄ー1万 3000 年にわたる人類史の謎(上・下), 草思社 (2000).
- 67) Diamond, J. : Collapse : How Societies Choose to Fail or Succeed (2005).
ジャレド・ダイヤモンド (著), 榎井浩一 (訳) : 文明崩壊ー滅亡と存続の命運を分けるもの(上・下), 草思社 (2005).
- 68) Kass, L. R. and Safire, W. : Beyond Therapy : Biotechnology and the Pursuit of Happiness A Report of the President's Council on Bioethics (2003).
レオン・R・カス (編著), 倉持 武 (監訳) : 治療を超えてーバイオテクノロジーと幸福の追求, 大統領生命倫理評議会報告, 青木書店 (2005).
(平成 18 年 4 月 17 日受付)