

ISBN978-4-7693-2198-9

C3053 ¥4400E

定価(本体4,400円+税)



9784769321989



1923053044007

感覚・感情とロボット

人と機械のインタラクションへの挑戦



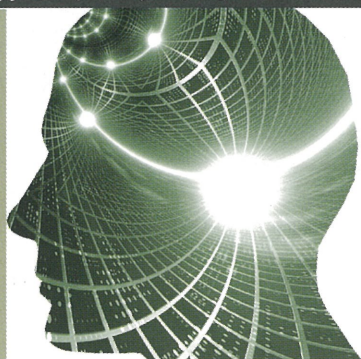
社団法人 日本機械学会 編
責任編集 福田収一／綿貫啓一



Perception, Feeling, Emotion, Human, Robot,
Production, Interaction, Communication
Design

感覚・感情とロボット

人と機械のインタラクションへの挑戦



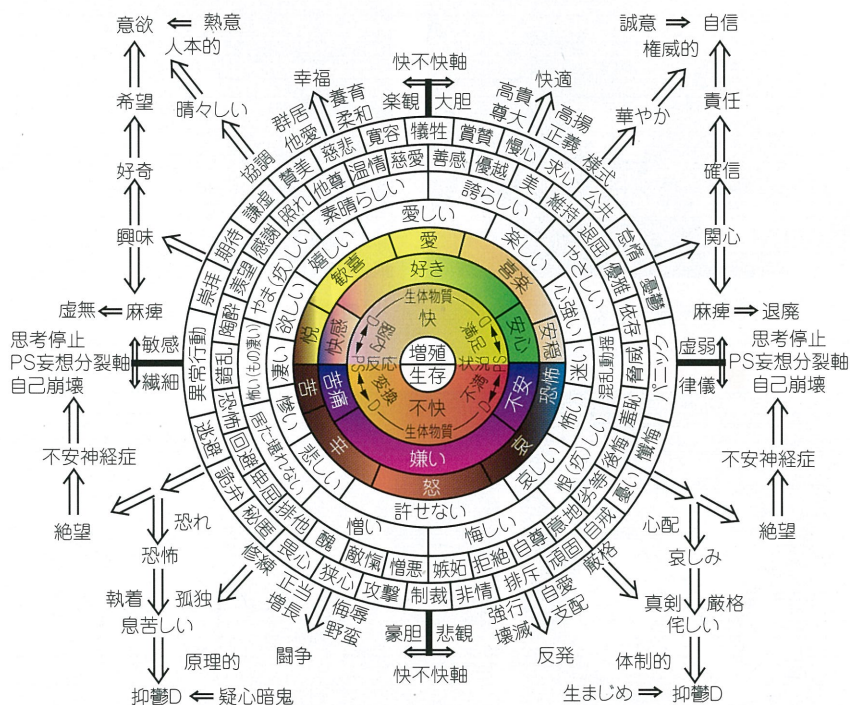
社団法人 日本機械学会 編

責任編集 福田収一／綿貫啓一





惑星表面に着陸する蝶型ロボットの想像図
(本文 273 頁参照)

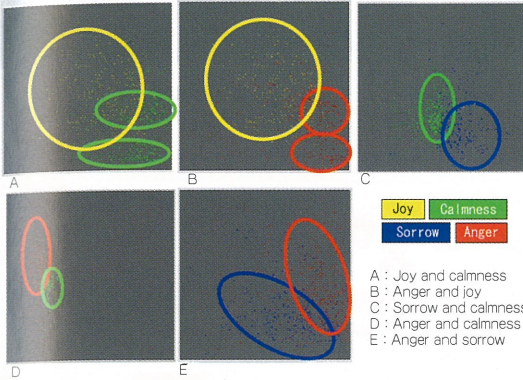


筆者内観での能動的感情遷移の相対 MAP (本文 278 頁参照)

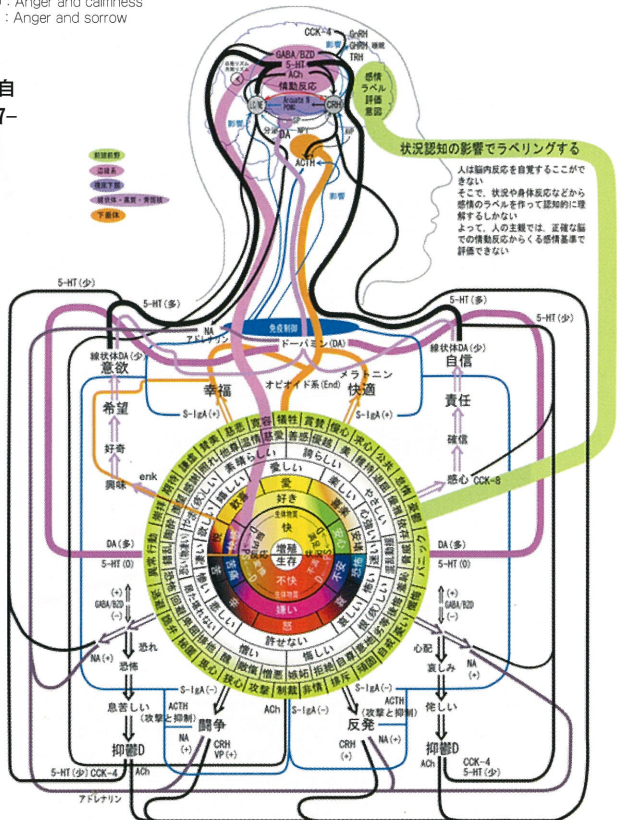
発話単位で感情分析結果をリアルタイムに出力する
 <感情を色と10段階の量で可視化する>



ST 感情認識 (本文 278 頁参照)



ST が人の付けた主観 (色別) どおりにより自動分離したオープンテスト (IEEE 2007-NLPKE) (本文 282 頁参照)



仮説による生体と感情のメカニズム想像図 (本文 290 頁参照)

とができた。蝶型ロボットを情感的に反応させる一例として LED による色彩豊かな点滅にまで発展させた成果について事例紹介することができた。また蝶型ロボットが惑星探査型を意図して製作を進めているので、粒子との衝突例までを提示している。蝶の翅の美と形状は魅力的であり、また飛翔の運動リズムも情感的な観点から、今後さらに発展させる予定である (図 21, 22)。

〈謝辞〉

本研究を進めるにあたり、小城浩之、さらに河口研究室の米倉将吾、原田隆宏、鶴岡修平、矢野浩、岩澤駿、島田龍らに感謝する次第である。なお、本研究の一部は JST CREST の援助を受けている。ここに感謝の意を表する

(東京大学 河口 洋一郎)

参考文献

- 1) Y. Kawaguchi, "A morphological study of the form of nature", ACM SIGGRAPH Computer Graphics, 16:3, 223-232, 1982.
- 2) 河口洋一郎, 「Coacervater」, NTT 出版, 1994.
- 3) S. Iwasawa, N. Shichijo, and Y. Kawaguchi, "Rendering methods for models with complicated microstructures", in Proc. of ICAT 04, 229-234, 2004.
- 4) R. Shimada, and Y. Kawaguchi, "BRDF estimation system, for structural colors", in Proc. of ICAT'05, 16-21, 2005.
- 5) 矢野浩, 河口洋一郎, 「実物調査に基づく蝶の飛翔の動画的可視化」, 亜細芸術科学学会, 19-20, 2005.
- 6) J. Yano, and Y. Kawaguchi, "Creation of wings considering butterfly flight mechanism based on the quasi-steady theory", in Proc. of ASIAGRAPH'06, 25-30, 2006.
- 7) Y. Kawaguchi, "The art of multi-dimensional structured butterflies", in Proc. of ASIAGRAPH'07, 1(2), 193-200, 2007.
- 8) T. Harada S. Koshizuka and Y. Kawaguchi, "Parallelizing particle-based simulation on GPUs", in Proc. of ASIAGRAPH'08, 2(1), 19-24, 2008.

21

感性制御技術による コンピュータ・ロボットの 仮想自我と感情創発

最初に、人間の意思決定において「情動」「本能」が大きな役割を果たしていることを簡単に説明しよう。今さら、著名な脳科学者の研究成果（LeDoux, 1996）（Damasio, 2003）を例に出さなくても、一言でいえば、「欲しいから買う」という当たり前の人の行動に、人間の意思決定においての本能や情動の重要な役割が集約している。当然、商品を買う時に理屈や性能で納得していることも「欲しい」という動機になるし、デザインやブランドでも同様であろう。必要だということも「欲しい」動機になる。この動機の生成は、一般的な自我の機能の一つである。また、欲求の抑制、解放が自我の主な役割とするならば、そこを起因として感情が出力されることは、広く一般に理解できる内容である。そして、「欲しい」という「欲求」「衝動」を機械がもてるかどうかにおいて、感情や本能は無視できない。また、研究者であっても「必要」や「欲求」「名誉」「好奇心」が生まれない限り、苦悩と貧困、時に嘲笑や虐待に苛まれつつ実験や議論を続けることは不可能であろう。すなわち、研究意欲すら生み出すことはできない。ロボットの感情研究にとって一番大切なことは、動機となる「欲求」を無視して、素材（知識・知能・技術・方法・言語などの部品）だけ見つめていたのでは、感情や創造は説明できないということである。

ロボットや計算機は「数」という概念すら持ち合わせていないので、計算といっても反応だけしているに過ぎない。しかし、一部の科学者が主張するように人間も「反応」だけの存在であるのか？ という疑問もある。あえて人間が反応だけの装置であるとするのなら、「愛」「欲望（希望）」「恐怖（不安）」と

いったものが生まれる説明も必要である。『工学者はこの説明を動く装置で行う。芸術家は作品で行う。そこで、筆者の場合は装置が作品ということになる。』

筆者は機械に「感情」「創造」を持たせる場合、模倣しかできないという制約の中で、人間の「本能」「欲求」をプログラムとした。また、これを動機とする手段を考えることは無謀ではないと判断し、仮説を創った。仮説は「本能」「欲求」を制御する手段として、エントロピーと引力を利用した「揺らぎと凝縮」からの情動エネルギー制御を考えた。しかし、これにより仮に生み出された結果が創造や感情であるとする根拠は難しい。もしも、人が反応だけの存在ではない場合、創造には「創発（何もないところからの出現）」がどうしても必要になるからである。そこで創発のための仮説も必要になる。そのため、筆者は「空集合」を利用した0と反0の対生成からの創発を考えた。

筆者の想定した自我と感情は、いくつかの仮説で成立するため、個々に動くものを作り検証する必要があるが、現在はその過程にある。ここでは、今までやってきたことを1～3節で説明する。4節以降が、仮説の説明になる。

今までやってきたこと

筆者が実際に作ってきたものを述べる。感情は「誘発する感情」と「創発する感情」を想定した。

(1) **課題 A** 「感情の誘発」を実現するためには、人の感情を感知するセンサとそれに反応する何らかのシステムが必要になる。

(2) **課題 B** 「感情の創発」を実現するためには、機械が独自で感情を生み出す何らかの手段が必要になる。

このAB両方を機能させるものとして、心理学・精神分析学・心理分析・哲学などの分野で言われる「自我」を想定している。工学が対象としてこなかっ

た「感情」「気分」「自我」をテーマとするため、心理学者・社会学者であるMITのDr. Edgar H. Schein先生のご指導と紹介を得て、スタンフォード大学でのロボット研究をお手伝いしながら、徳島大学の博士後期課程に学席をおいて、自分で起業した(株)AGIにて感情認識手段（音声のリズム解析）を発案し、商品化を実施した。そして、その感情認識の機能を使って、認識した感情に反応して自己の感情を出力するキャラクターやロボットを作ってきた。

1

感情とは何か？

筆者は、『一般に言われる「怒り」や「喜び」といった感情は、すべてラベルでしかなく、確認できる真の感情（情動）は、脳の情動反応（以後、脳情動とする）までである。そして、脳情動計測もセンサの限界があり、今のところ行動科学的検証が可能な範囲内で比較できるものが有効である』としている。筆者は、「温度や色のように物理表現ができて、脳の情動活動、行動科学で検証可能なもの（図1参照）」を研究の対象にした。また、ほやけた状態がある原色（RGBのような）にイメージできる段階で感情ラベルとして把握できると考えている。ただし、実際の感情が脳の中で色に変換されているという具体的なことを示しているわけではなく、そういうイメージの方が言語よりも的確であると考えているだけである。

1.1 感情センサ

最初に行ったことが、課題Aにおける感情センサの実現である。これは、1999年に発表し、2000年に商品化された。これをSTという商品名にした。STは「Sensibility Technology（感性制御技術）」の略称である。広い意味では、情報処理ITに対応して、感性処理STの意味合いもある。この開発で、人の音声から韻律情報（非言語）を分析して、感情を色と量で表示できるようにした。ニンテンドーDSの「ココロスキャン」という製品（図6）で一般化した。

図2にST感情認識を示す。

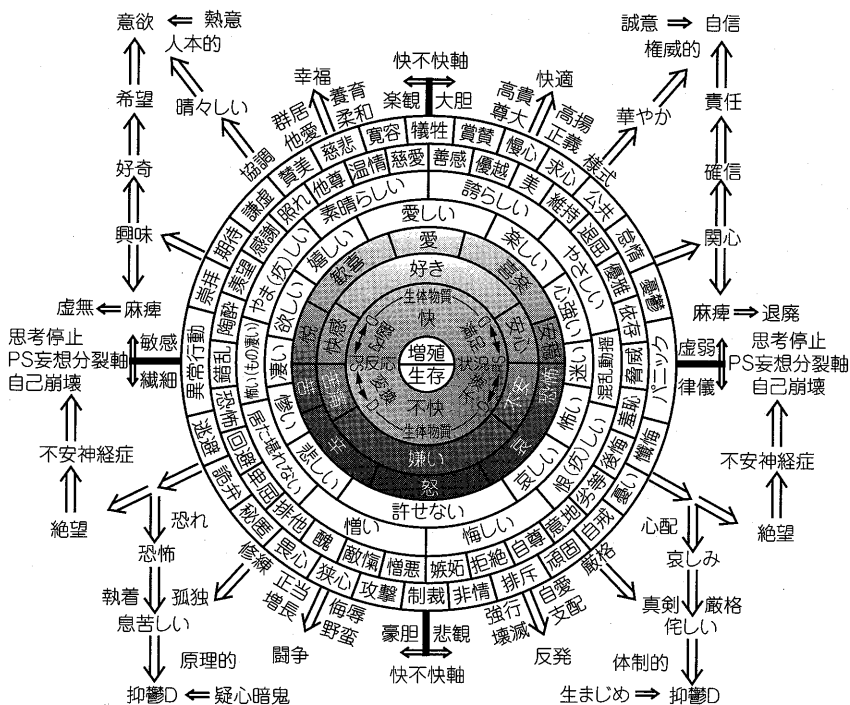


図1 筆者内観での能動的感情遷移の相対MAP（口絵参照）

発話単位で感情分析結果をリアルタイムに出力する
＜感情を色と10段階の量で可視化する＞

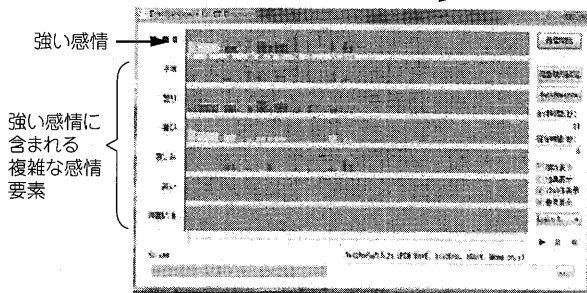


図2 ST感情認識（口絵参照）

簡単に ST の構造と機能を説明すると、ST は人の音声から韻律情報（非言語情報）を 2,000 パラメータほど抽出して、人の主観を反映させた判定ロジックルールを持つ構造体である。

① なぜ、音声なのか？

ロボットや機械への命令において、最も簡単な指示手段が音声であるを考える。

② なぜ、韻律情報なのか？

音声認識の能力は感情的な発話になると、認識性能が著しく落ち、同じ言葉でも気持ちが正反対の表現が多々あるためである。そこで、言葉の影響が少ないリズム情報（韻律）を使うことにした。

③ なぜ、感情を色と量で表示できるようにしたのか？

感情は人の感覚や主観であり、言語（ラベル）に置き換えた瞬間から概念（記号・抽象）になってしまう。そのため直感的なものではなくなる。そこで、人の主観を再現する最も成功した手法が、カラーテレビなどで有名な RGB 色の三原則だったので、それに習った。そして、色には温度など言語では表現しきれない感覚があり、耳の不自由な人でも感覚として把握できると考えたからである。

目が不自由な人は感情発話をそのまま聞くことができる。その意味では感情は声に比較的良好に反映されているが、実は、耳が不自由な人が顔の表情や文字だけでは、相手の感情を実感しにくいことを当事者から指摘されたことがある。そこで、声の感情情報を色で分かりやすく出力しようと試みた。

お釈迦様やキリスト様であれば、「自分（心・気持ち）を知る」ことは容易であろう。自己制御できて自分の情動も常に把握できるであろう。しかし、我々一般人にはとても難しいということもある。そうになると、他人や自分の情動や心の状態を知る手段が必要になる。感情を量で表現する場合、色の濃さや明度も考慮したが、情報が複雑になるため、単純化して段階で表現した。これは、ユーザーが人の主観を定量解析し、瞬間で重みを把握することを可能にさせるためである。以上の目的は、すべて、感情の定量解析を実現させるための

センサとして、理想的なインターフェース（誰でも直感的に使える）を実現しようとしたものである。

人の主観を反映させた判定ロジックルール構造体である ST の性能確認は、人の主観、人の生理反応（脳を中心）、そして、行動科学での比較検証によって実施した。人の主観での比較検証は、発話者本人の発話意思との一致性を基準として、第三者と ST によって実施された。

1.2 感情の主観調査

筆者は人の主観を調査した実験で、「日本語の感情発話」を「日本語を知らない外国人」では、55% 程度しか正答できないこと、同じ日本人同士でも、6～7 割程度しか主観が一致しないこと、そして、発話本人でも、時間が変わると自分の声にも関わらず、主観が一致しないことの 3 つの結果を確認した。

このことから、大量の音声試料を大勢の主観評価者に直感評価させ、全員一致の音声のみを学習させる手法が必要になった。そして、全員一致の音声から作られた ST と人との主観比較実験では、第三者主観よりも ST の方が、本人の主観との一致が高く優れている状況であった。しかし、発話者の主観自体が不確実であるため基準にならないことも判明した (Mitsuyoshi et al., 2006) (Mitsuyoshi, 2006)。

1.3 感情の生理調査

そこで、信頼性が低い人の主観との比較ではなく、情動生理反応と ST の比較が必要になった (Kawanishi et al., 2007)。その場合、一般的な揺らぐ判定ツール（確率モデル）ではなく、ST の「生理反応と 1 対 1 で比較できるシンプルな構造」は役に立つ。結果は、99.9% の MRI 解析精度で比較した場合、ST の反応と脳の怒り・興奮の反応が fMRI で一致した (t 検定 $P < 0.001$)。

ただし、MRI が完全に脳を分析する手段であるとは言えない。脳の解析には大脳辺縁系の活動を計測する必要がある。その場合、fMRI が最適であったが、費用もかかる。しかも、脳は様々な反応をしているため、感情だけを純粹に抽

出することはきわめて困難であった。また、そうした反応を MRI 装置に組み込まれたソフトが確実な解析手法で計算できているかどうかについても不安が残る。(大方この場合は確率計算であろう) よって、この手法も決定的ではない (Mitsuyoshi et al., 2007) (Tanaka et al., 2007)。

1.4 コールセンターでの感情の行動科学実験

最近では、STを導入した某金融会社やカード会社での、コールセンターにおける ST 性能調査実験が行われた。この場合コールセンターには、顧客の行動履歴が残る。簡単に言えば、「料金の支払いの有無」「滞納」「カードの入会の有無」「詐欺」最悪の場合「自殺」も確認できる。すなわち、行動事実確認ができるラベルが付いた音声ということが確実である。このように入力と出力のラベルが科学データとしてロバストなため、この音声試料で分析された結果は十分に信用できる。ただし、ここまで好条件であっても、データ分析している場所や内容が非常に個人的でデリケートであり、学会などで発表する場合、倫理問題に抵触する。ここでは、第三者の実験によって得られた、結果のみを参考として述べる。

実験の手法は、コールセンターにかかってくる顧客音声をすべて記憶する通話録音装置を使って、無作為に各部署ごとの属性に分けて抽出する。ST の色の変化パターンから顧客の行動予測を立てる。その場合、コールセンターオペレーターのエキスパートが色の出方から行動予測を分析する。そして、その音声の持ち主の実際の行動を、分析後に初めて確認する。彼らはこの手順で、約 8 割以上の行動予測を正答させたようである。現在、筆者らはこの色分析パターンを心理行動予測テンプレートにして、商品化を進めている。心理行動予測テンプレートを別の場合に応用して得られる結果ならば、学会でも公表できるであろう。ここまで、感情認識を科学してきたが、未だにパーフェクトというには厳しい状況である。理由は完全に感情の構造が分からないからである。

1.5 STの主観再現

STのパラメータは、脳の情動活動部位と自律神経で直結する「喉の声帯」情報を取得する情動パラメータ、そして、その他の韻律パラメータがあり、総数では2,000以上存在している。その中から、市販品は有効であると思われる200程度のパラメータを利用している。STは、このパラメータと判定ロジック構造体のセットで構成される。判定ロジックは人の感受性の再現が中心である。

図3にSTが人の主観を再現した状態を示す。図のように、人の主観とSTはほぼ同じ分離である。

また、このパラメータと判定ロジック構造体のセットが、高い精度で脳の情動活動と一致している。

このように文章化すると、『STはなにやら凄く高性能なシステム』に思える

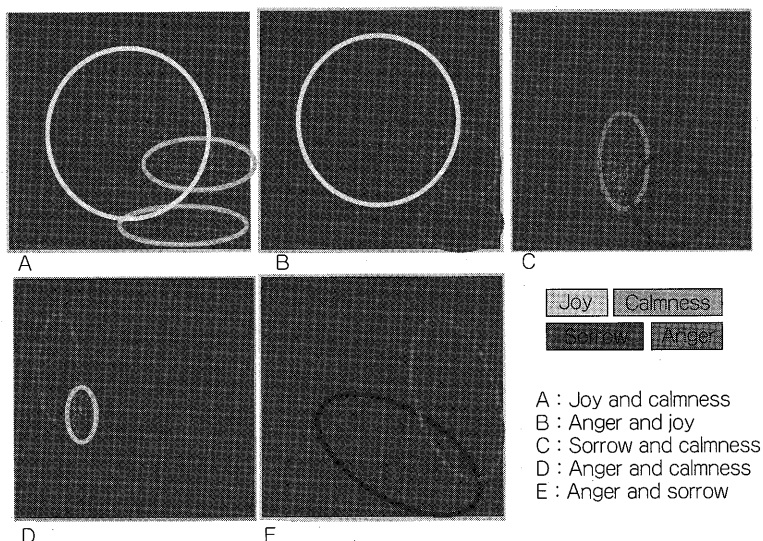


図3 STが人の付けた主観（色別）どおりに自動分離したオープンテスト (IEEE 2007-NLPKE) (口絵参照)

が、完全に人の主観と真の感情（脳情動）がフィットしているかどうかを確認できないのが現状である。

2

感情認識から先の課題—感情の出力

感情認識が出来上がると、ようやく筆者が作りたかった「自我」への一歩が進むのだが、その前に、課題Bの問題が残っている。そこで、創発の原理を具象化したものが必要になる。今の段階ではいくつかの手法を試みている状況であるが、その経緯を説明する。

感情を出力するためには、感情を検知し、反応する手段が必要になる。過去の感情出力をデモンストレーションやキャラクターで実装した。以下に紹介する。

2.1 怒り対応の感情出力

筆者が作った最初の感情出力と呼べるものが「ケンカ・デモ」と呼ばれるキャラクターである。これは、実に単純にできていて、3DCG女性キャラクター（ST機能を持つ）が、話し相手（ユーザー）の「怒り（赤い感情）」を検知すると、「しかったり」「ごねたり」「切れたり」する。そして、相手が「哀しみ（青い感情）」になると、「少し優しくなったり」「怒りを低下させたり」する。音声認識である程度の「キーワード」を設けて、反応するようにもしている。ただそれだけの機能であるが、男性にはとても受けがよく、2000年発表以降、現在もSTデモンストレーションに使われている。

これは、単純な反応プログラムであるが、学会でのやり取りを見ても、『この反応と大差ない研究者（筆者も含め）をよく見かける』ことから、実に様々な解釈を筆者に与えてくれた。感情の出力は、CGアニメーションと録音音声で、ST連動で音声認識辞書連動のシナリオデータベースである。この構造が、実に情けないくらい実環境で認識しない音声認識でも、『見事に感情分岐で誤魔化してくれる』優れものであった。これは、作品としては傑作である。図4

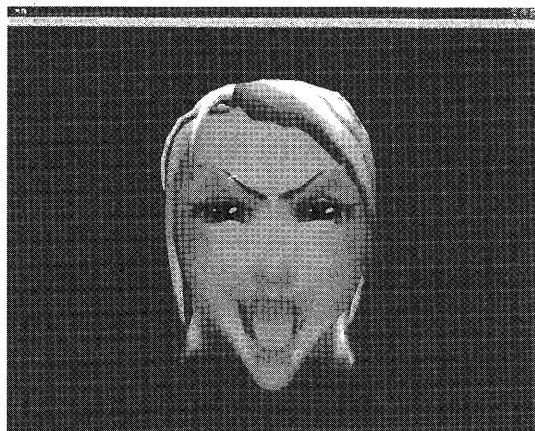


図4 ST「ケンカ・デモ」(株式会社 AGI)

にST「ケンカ・デモ」を示す。

2.2 6 感情対応の感情出力

次に作ったものが「んとと君」という6感情反応の仮想生命体キャラクターである。「怒り(赤い感情)」「哀しみ(青い感情)」だけでなく、「喜び(黄色い感情)」「平常(緑の感情)」「興奮(情動)」「笑い(反応)」にも反応するものである。しかも、マウスでキャラクターに触れることで、タッチコミュニケーションもできるようにした。感情の出力は、CGアニメーションと合成音声、ST連動のシナリオデータベース、背景の変化である。じつは、この「んとと君」には音声認識が入っていない。全くの非言語反応システムであるが、「ケンカ・デモ」よりはるかに高度なコミュニケーション(ストレスのないスムーズな長時間連続会話)を実現している。子供たちの受けもよく、展示会場では行列を作っている光景をしばしば見かけた。

このことから、『人は意外と「言葉の内容よりも心の伝達」の方に、コミュニケーションの比重がある可能性を感じる』ことができた。筆者など、家族の会話においても「あまり、空気を読まないで、空返事をして大変な事態になる

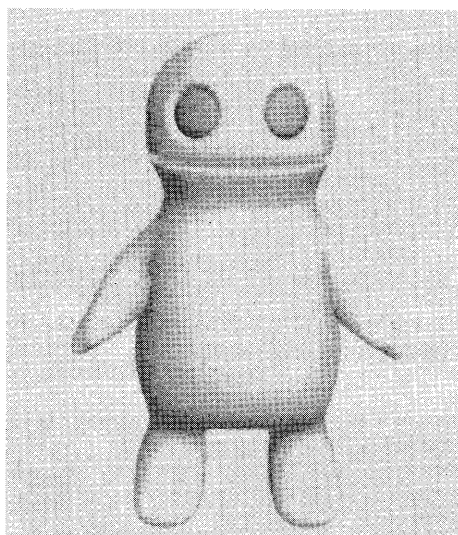


図5 感性からくりコンテンツ「んとと君」(画像提供：
NTT サイバーソリューション研究所)

経験」をしているにも関わらず、その因果関係を学習していないことに気がつく。コミュニケーションは「内容伝達」と「気持ちの伝達」の両側面が一体となって「納得」「反発」なりの反応をさせるのだろうと直感できる。『勘のいい人やセンスがいい人は「気持ちの伝達」をリズミカルにキャッチボールできる人で、何をやってもうまくこなす。間の悪い人はその逆である。』

図5に「んとと君」を、図6に「ココロスキャン」を、図7に「夢ねこDS」を示す。

2.3 ロボットの感情出力

その他の感情出力では、東京理科大学の「アンドロイド SAYA」、感性受付システム「接遇」、感情コミュニケーションロボットの試作機や「夢ねこDS」、そして空間ロボット、フィーリングコミュニケーターなどもある。感情コミュニケーションロボットでは、基本的に「ケンカ・デモ」に6感情（正確には基

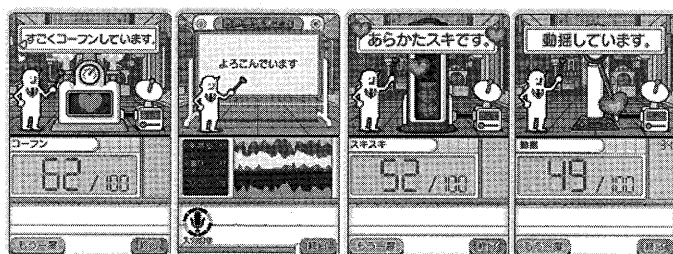


図6 ニンテンドーDS 音声感情測定器「ココロスキャン」
(画像提供：株式会社セガ)



図7 ニンテンドーDS「夢ねこDS」(画像提供：株式会社セガ)

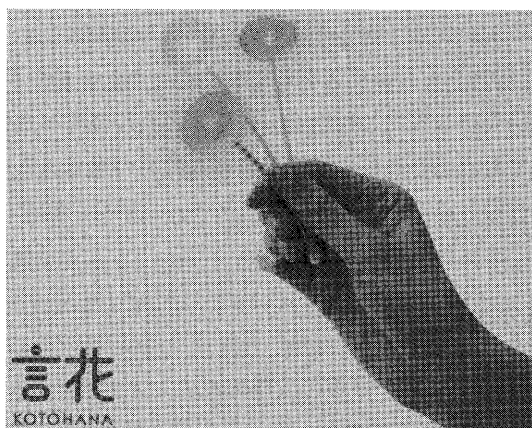


図8 「言花」(画像提供：日本電気株式会社，株式会社 NEC
デザイン，日本 SGI 株式会社)

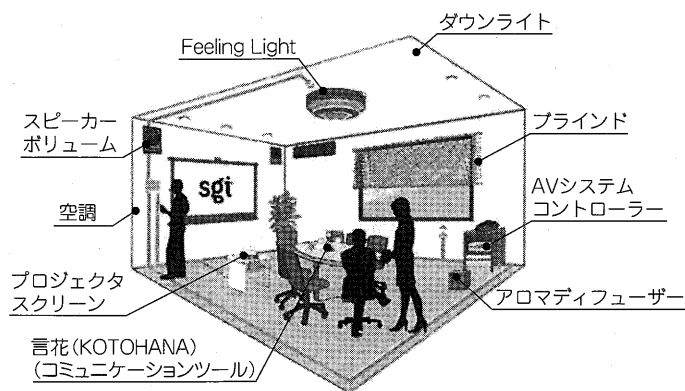


図9 空間ロボット「Room Render」(画像提供：日本 SGI 株式会社)

本3感情+平常+情動+反応)を機能として付加させたものである。また、空間ロボットは部屋全体がロボットの機能を持って、部屋の中の雰囲気や音声から察して、感情出力として照明を変化させる「Feeling Wall」やアロマ・ディフューザーを制御するものである。感情出力としては、ユーザー本位で構成される。『ここが、「2001年宇宙への旅」と違うところである。』

図8に「言花(KOTOHANA)-the feeling communicator」を示す。「言花」は相手の気持ちを遠隔で察知するデバイスのコンセプトモデルである。遠くに離れた相手の気持ちが「言花」に色で出力される。図9に空間ロボット®「Room Render®」を示す。

これから、やろうとしていること

ここまでが、筆者が作ってきたモノ、もしくは商品化したモノであるが、『この中に自我と呼べるモノが存在するのであろうか?』という疑問が残る。課題Aの概念で言えば、相手の感情に反応して自己の感情を決定して誘発する自我プログラムは確かに存在した。しかし、課題Bの概念で言うのであれば、「生存」の延長上でケンカ反応プログラムがあるくらいでしかない。「生

存」「増殖」の創発にまで至っていないのである。

では、ここで一度人間の生理反応に議論を進めてみることにしよう。生理反応とは脳の反応もふくまれる。医師であれば、特に臨床家であれば、人の生理反応がすべてリズムによって制御されていることを理解できるはずである。ホメオスタシスと呼ばれる「生体の恒常性の維持」も何を維持するのか？ が重要になる。これを「揺れながら、ある範囲内での周期性を伴った動きを恒常的に維持する」と考えると分かりやすくなる。何かが変化する場合において、周期性があるとリズムとなる。しかし創発を考える場合、周期モデルを基礎とするには、プログラムが必要になる。また、DNA創発を求める思考も単純であるが、正統な概念（試み）であろう。何にせよ、先天的に記述された、記号という抽象モデルになる。このようなものであれば、計算機科学的発想でまとめることもできるであろう。

筆者の自我創発研究も、このような単純な思想を源泉としているので、どうしても仮想という枕詞が付加する。すなわち、一般でいう「自我」を筆者は「仮想自我」としてスタートさせている。そこで、まず、今は脳を調べているが、これが大変なのである。

3

脳情動研究の難しさ

チンパンジー以上の霊長類の脳の侵襲型実験は世界条約で禁止されている。また、現在の技術では、生きている生物のすべての脳神経に、電極を刺すことは不可能である。電極を刺した段階で対象が生きていないからである。また、一部だけでは、他の神経細胞の影響を計測できない。それならば、ある一部の神経細胞だけ活動させて、その他を休止させる手法も考えられる。この手法が、最も適切な処置であるが、危険度がきわめて高く、動物実験から進めるしか手段がない。この状況で人の情動を科学するには程遠いし、ましてや、感覚入力レベルでも、「現象的意識（感覚質）」などというものが存在することすら、筆者には実証できない。

そこで、最初に必要になるのが、実際に対象としている脳が、どうなっているのかを知るセンサである。センサ技術としては、fMRI、MEG、光トポグラフィーがある。脳波やPETは今は議論しない。MEGや光トポグラフィーでは、脳の深層部が見えないし、深層まで見えるfMRIでは時間解像能力や解像度の問題と磁場の増大化による危険度の問題が相対している。現状ではfMRIが情動研究に有効であろう。理由は、大脳辺縁系の部分まで届くセンサだからである。当然、MRIの原理自身に完全な脳の思考活動との関係性の科学的根拠があるわけではない。脳の血流を見ているとされるだけである。しかし、それでも何らかのヒントはあると考え、研究を進めている。

図10に、後に説明する仮説1から、医学文献を参考にした、生理と感情の関係の想定を示す。この想定は、当時（2006年）知られている脳や分泌物質と感情の関係の代表的な臨床や医療研究成果から導かれている。

4

仮想自我

今のところ、自我について3つの仮説を想定している。論理学では3重仮説の場合、正当率は限りなく低い。筆者の仮説の場合、並列に設定しているので3重ではないが、この仮説を信じるにあたいるものであるとは強く主張しない。また、仮説が新しい発見やアイデアにより、いつでも書き換えられることも明記しておく。これならば筆者の妄想でしかないに等しい。すなわち、「自我を再現しようとしたら、自分の中で起きていることしか確認ができそうもないので、そこから始めてみる」というだけでしかない。よって、『一般解にならないし、また芸術作品の域を越えるものではないため、是非ともアートとして楽しんで読んでいただきたい。』

そもそも人間は「誘発」以外の理由で、感情を創出することが科学証明できていない。しかし、特殊な人々は、理由も無く感情を顕にする。特に事故で脳に損傷を受け、大脳辺縁系と前頭前野の経路を切断された人が、情動を抑制できない事実がある。簡単に言うと、理由無く暴れるのである。「理由無く」と

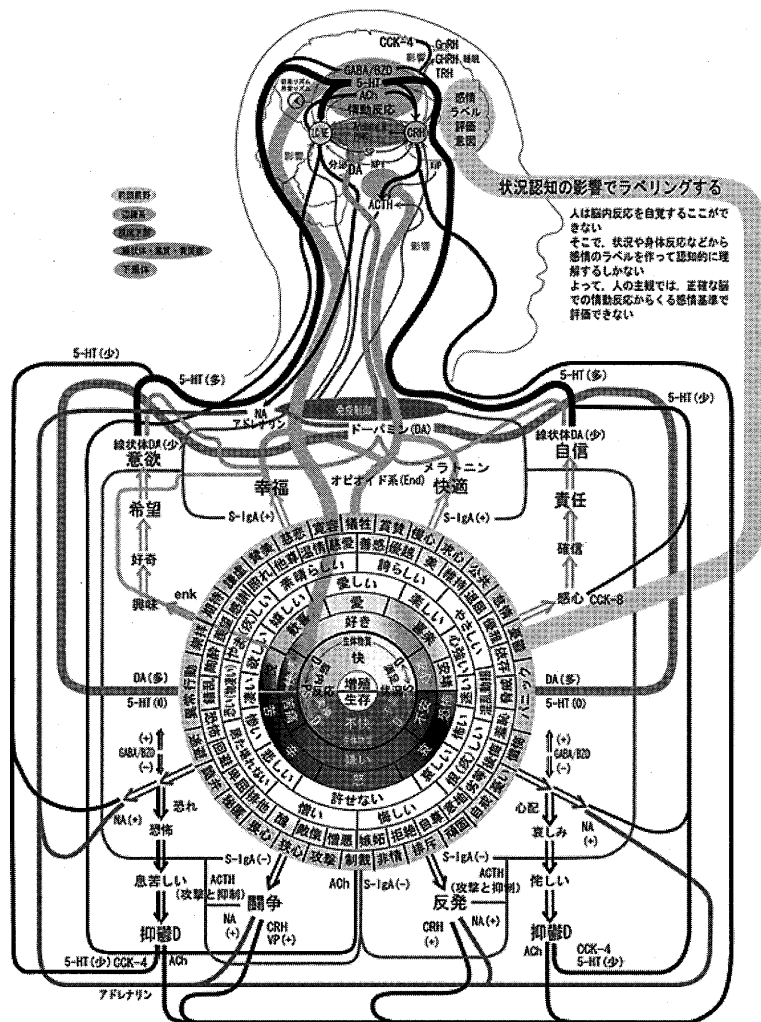


図10 仮説による生体と感情のメカニズム想像図 (口絵参照)

は「因果関係が無く」とも捉えられるが、「本当に理由がないかどうか？」は科学検証できない。それだけの計測手段が存在しないからである。ただし、大脳辺縁系と前頭前野の経路に、何らかの情動創発の可能性や、欲望を説明する何らかのメカニズムが存在することを予感させる。この程度の想像力と仮説であれば、工学では「動けば良し」となる。ただし、哲学・心理学上の自我を再現するのであれば、それは不可能である。なぜならば、哲学・心理学者らが自我を統一した定義にできないからである。また、純粋な科学とするならば、上述のようにしっかりと計測できる手段が必要で、自我物質や自我回路が明確になる必要がある。そのためには、なんらかの道具やセンサなりが最初にどうしても必要である。量子力学も、溶鉱炉やプリズムが無かったなら、生まれなかったことと同じである。これは、MRI でも同じことであり、すべては計測器を使って初めて観察でき、科学として説明できる。『工学の偉大さはここに集約される。』

溶鉱炉やプリズムの比喻を ST に置き換えるのであれば、差し詰めプリズムがパラメータで、溶鉱炉（反応メカニズム）が判定ロジックといったところであろう。また、創発はシミュレーションすることが可能である。比較的簡単にできる手段はサイコロである。また、ランダム出力も完全にはないが使うこともできるであろう。ただし、サイコロを一切使わない ST 計測から何が見えるのかは、これからの課題である。

4.1 仮説 1

「動物」、たとえば原生動物でも「生存」と「増殖」は存在する。筆者は、「生存」と「増殖」を中心とした、「情動」→「感情」→「気分」→「行動」へと発達する感情 MAP を作成 (Mitsuyoshi, 2006) し、この MAP を元に感情認識や仮想自我 (Mitsuyoshi, 2005) の研究を進めている。当然、この MAP は医学の臨床研究や論文からリファレンスされた根拠を持つが、あくまで筆者の想像上の産物でしかない。すなわち、これが最初の仮説である。筆者はこの仮説を元に、人の感情を音声のリズム情報で認識して、機械の感情が出力できる実

際の製品までを作り、人の主観との統計比較や、脳との生理反応比較研究まで進めている。図1に感情MAPを示した。

感情MAPの構造は、「生存」と「増殖」が本能的要因の中心に位置するようにした。感情は中心から放射状に同心円に配置した。外側に向かうことで、心境から生まれる状態と、それを起因とする行動行為を表現した。同じ同心円の仕切りの中には感情や情動、そして心的状態を示すものが入っている。基本構造は、色分けされているものが「情動」で、中心にあるものほど、原始的状態として扱うことができる。同心円の左側が脳内で起きる反応を中心に、脳内化学物質の影響で生成される感情を配置した。右側は状況判断で誘導される感情を配置にした。しかし、人の場合、この右側と左側が同時に動いたり、脳で不安状態となったりもする。そして、ホルモンや脳内物質の影響もあり、苦痛が快感に転換したりする。そのため、同心円の中心部付近では円周上に時計回り、反時計回りで変化し、ホルモンの影響で転移したりすると想定した。同心円の無色の部分の内側は、原始的な欲望から生成された感情により、主体が感じる心境を内側に、主観を外側白抜き二列に形容詞の形で配置した。

過去のホルモンと情動の臨床実験調査から得た結果（Mitsuyoshi, 2006）から、快／不快軸を中心に放射状に各要素を配置した。快／不快軸は、脳と生体物質と状況判断による影響を考慮して配置した。矢印はホルモンや生体物質の気分を与える影響を示す。妄想分裂軸に近づくとき中心を通過する対角線上の同心円内の2つの感情は、一つの矛盾する状態で両立しやすい。これは、5.3（1）において説明する脳内の $PS \Leftrightarrow D$ 反応と、状況判断での $PS \Leftrightarrow D$ 判断が関連している可能性を考慮したからである。また、女性の場合、男性よりホルモン影響が複雑で強力なため、同心円上で、揺れ動く傾向も予想される。そのため、反転だけではなく、ズレも考慮しなければならない。

快／不快軸に近づくとき中心を通過する対角線上の同心円内の2つの感情は対立し、反対関係にあるが、何らか（ホルモンや状況変化、異常性格）のきっかけで反転しやすいとしている。驚きなどのここに記述されない感情は、MAP平面どこの位置からでも創発するとした。共感と同情は、主体と他との関係

(共鳴共振) で生まれ、立体軸である興奮軸で各感情の様相が変化するため、この図にはない。

4.2 仮説 2

自我の先にある思考において、感情 MAP の延長上に存在する最上位の概念が「抽象化」となる (Symington and Symington, 1996) と仮定した。理由は、人は「具象」⇔「抽象」以上の概念をその人生 (100 年前後) において、現在まで持ち得ていないと考えるからである。また、筆者の研究において、大きな影響を受けたウィルフレッド・R・ビオン (Bion) の、人の精神発達過程と面接診断分析過程の関係をマトリクスにした、心理思考グリッド (Symington and Symington, 1996) に基づくものである。これが、第二の仮説である。

4.3 仮説 3

自我による心理思考のメカニズムにおいて、重要になる情動 (もしくは本能) の創発は、以下の手順で行われるとした。最初に空の状態から複雑な現象が存在する可能性を秘めてある種の爆発が生まれる。そして、極微の量による揺らぎが生まれる。やがて、揺らぎからメラニークライン (Klein) や Bion の言う「妄想分裂」⇔「凝縮」(Klein, 1946 1963 3) (Klein, 1984) (「抽象」⇔「具象」) の動きや振動が $PS \Leftrightarrow D$ move として発生する。この場合、誘発され揺らぎが生まれる場合と、何もない状態から爆発が生まれる場合がある。それらが、複雑な思考となり (Symington and Symington, 1996)、凝縮もしくは拡散されて限りなくゼロへ近くなるというサイクルを生み出す。このアルゴリズムの条件は、熱力学法則の様相を成立させたまま、連鎖循環することである。これが、第三の仮説である。

(1) $PS \Leftrightarrow D$ move について

PS とは、(paranoid-schizoid position) を略した妄想 (paranoid) と、分裂 (schizoid) の合成用語である。Klein の唱えた、生後まもなくから生後 4~6 カ

月までの乳児の内的世界の状況であり、迫害不安に分裂機制で対処している心の構えを示す。 D とは、抑うつ (depression position) を略した用語である。

Bion は、Klein の概念を心理思考にまで拡大応用した。人は不安や障害に直面した場合、妄想分裂ポジションと抑うつポジションを揺れ動く (往復しながら耐える)。つまり、生涯通じてある心理状況を思考において、「イメージや概念がバラバラで混沌としている無定形な状態 (心の PS 状態)」から、まとまりが現れ、新たな理解への気づきが生じる状態 (D 状態) への移動からなる振る舞いを $PS \leftrightarrow D$ move とした (Symington and Symington, 1996)。

筆者はこの $PS \leftrightarrow D$ move を基本とした解釈により話を展開する。

4.4 仮想自我の試行錯誤と挫折例

脳の研究を少しだけ齧っていると、神経の出力が微分だったり、神経回路やネットワークが確率的に振舞うことから、単純に心の状態もそうであろうと思いがちになる。しかし、理系の残念なところがここであり、工学がそれを引きずる限り単純化された思考で、人の心の機能を見つめるしかなくなる。そこで、『もう一度、芸術的な感性を呼び起こす事にする。仮説だからそれはそれで勝手に結構なことであろうという趣旨である。』ただし、仮説といえども、哲学 (思想) ではなく、動くものの設計図にまで具象化 (作品) させることが重要になる。

(1) 単純な正弦波 3 つで構成される自我創発モデル

昔よく耳にしたバイオリズムというものがある。少し前のまともな科学者なら、血液型性格判断同様に眉をひそめるであろう。しかし、脳の中に時間をつかさどるタイムキーパーのような機能もあり、どうやら、これが日周期に関係があるかもしれない、などという説もあると聞く。どうであれ、そういう周期モデルが人にはあると想定して、筆者は一度 2000 年に周期モデル型仮想自我を作った経験がある。その当時、筆者が好きな「ひも理論」からヒントを得て作った「単純な正弦波 3 つで構成される自我創発」の初期モデルは、見た目が

チャーミングであった。しかし、どうしても筆者の中で、これがチャーミング以上の価値（エレガンス）に至らなかった。

（２） 確率モデルを使った、正弦波制御のコネクターを持つネットワークモデル

確率モデルを使った、正弦波制御のコネクターを持つネットワークを想定し、仮想構築した。しかし、単なる反応連鎖でしかなく、何の役にも立たないことに気がついた。

（３） 虚数空間からの位相転移、生成・消滅演算子モデル

創発とは、何も無いところから何かを生み出すことであるから、虚数空間からの位相転移想定し、生成・消滅の演算子のやり取りから、エネルギー変換する手法の応用も考えた。国際特許を取得したこの手法については、8.1以降で詳細を説明する。

（４） 巨大ネットワークモデル

原則として、筆者の美学では、無意味に巨大な装置を必要とするものを「エレガンス」としない。ただし、意味がある巨大さなら「大きな優雅さ」＝「偉大さ」で容認できる。そこで、地球規模のネットワーク全体を制御するプログラムで計算させる手法も考えた。これは、筆者の倫理観に抵触するため破棄した。

（５） 生体たんぱく質素子の計算機手法ハードウェアモデル

上記の手法を模索するうちに、ハードウェアでの創発を考えるようになった。「新しい演算処理」を実現させるために、たんぱく質素子の計算機手法や、その具体的手法として生物素子による計算機まで、SFさながらに想定したが、資金のめども付かないし、筆者も少し大人になってしまい頓挫した。どこかの予算が付けば、是非とも再開したいテーマである。

5

感情創発のヒント

『創発とは、何もないところから何か（数や量）を生み出すことである。ゼロもしくはゼロに限りなく近い状態から、完全な分配を可能にさせる何かを生み出す方法である。これを再現しないうちは、すべての科学は反応と模倣でしかないし、あらゆる数学的手続きはすべて、単純な組み合わせ以外何物でもない。一方、創造という定義を「新しいものを創る」とすると、創発手法には新しい数学の創造が必要になる。反応を記述することは数学ではなく、数学的記述である。道具を使うのか？ 道具を作るのか？ 結局我々が反応しか見えていないうちは、創造を想像しても何も見えてこないことは、記述する道具の限界でも明らかである。』

先に述べたように、感情や情動などの創発性を考える場合、特殊な人々が、一見何の因果関係も無くいきなり感情を顕にする場合を想定して、それが純粋な創発なのか、何かしら因果関係のある発現なのかが問題になる。理想的には、どちらかを選択するのではなく、どちらでも有効な説明が良い。

一般に、熱力学の法則に準拠すると、全く何も無いところから何かを生み出すことは難しい。一方、熱力学の法則自体も全宇宙を完全に計測できない以上、仮説であるといえなくもない。公理とは、検証できなくとも多くの人（主に科学者たち）が正しいとした、科学の基礎地盤である。ある意味において、『自分を自分が正当化しているだけ、と見る視点では、宗教原理の上の教義とそんなに差はない。』しかし、科学の場合、公理の上に構築されたモノを実験による客観的な検証で確認する必要がある。この上で、科学を信用するに足るものであるとしている。そうすると、物理現象である人間や、その周りの環境が物理の法則で制御されているであろうとする見方や、古典物理学と量子物理学の違いのような、新しい現象も考慮した見方があっても仮説としては問題ない。

筆者が注目したのは、広く一般に知られている「宇宙のかなり初期段階では、一つの揺らぎがあり、それにより星が生まれた」とする意見である。抵抗ゼロ

の液体（スープ）の宇宙の初期状態から、密度の斑が宇宙のなかに原子を生み出したという概念である。筆者は、不安定さからすべての新しい物質やモノが生まれた、というイメージに可能性を感じた。これは、この宇宙は、はじめから均一な状態ではないということを示す。

もう一つ、核反応を見ると、反応の連鎖により、大きな爆発という創発が生まれている。質量＝エネルギーの実証もある。爆発は現象であるが、創発も現象である。今でも原始の宇宙反応を光や音で知ることができる。これは、一種の場の記憶である。

5.1 創発のモデルと $PS \Leftrightarrow D$

揺らぎ（不安定さ）は PS 「妄想分裂」に似ているし、拡散の行き着く先のゼロに近い状態でも、様相は D 「凝縮」に似ている。 D 「凝縮」は微分的要素を感じさせる。微分といえば、神経回路の要素でもある。これも、神経回路が微分を吐き出すのではなく、微分的な振る舞い、若しくは、今のところそのようにしか見えないだけなのかもしれない。一方、反応の連鎖の最初の爆発が生まれる姿は創発をイメージさせやすい。そこで筆者は、非常に小規模な PS と D のサイクル ($PS \Leftrightarrow D$) が、情動の創発のシミュレーションに使えないかと仮定した。こうすると、熱力学法則下での情報処理として扱いやすくなる。仮説であるから、とても自由度は高いし、その仮説に基づいてシミュレーションできるのであれば、とりあえず作ってみることも重要である。無からの創発は、一生で使う時間全部で考えても無駄である。考えている時間より、一つ一つ作ってみる方が時間短縮できる。あとは、自然淘汰に任せるしかない。

この考え方は『人は宇宙の一部であり、人の中では小さな宇宙が展開している』という、一種の果てしなく続く入れ子構造である。これを無限のパラドクス回避させて説明するしかない。失敗したら、失敗例として貴重な資料になる。

5.2 仮想自我の説明

筆者が想定する仮想自我を文章で整理すると、以下のようになる。

『空の状態から、何やら複雑な現象が存在する可能性を秘めた爆発が生まれる。そして、エラーのような極微の座標や量の揺らぎが生まれるのである。やがて、この揺らぎから $PS \Leftrightarrow D$ の動きや振動が発生する。そして複雑な思考に発展し、凝縮もしくは拡散して、限りなくゼロへ近くなる一種の忘却のサイクルに発展すると想定している。このアルゴリズムの条件は、熱力学法則を成立させたまま、創発することである。』

6

創発の記述

爆発とは、急激なエネルギーの解放や、連鎖のようなものである。また、揺らぎは動的な偏りの周期的連鎖現象である。揺らぎ (PS) や微分 (D) の偏りの周期的連鎖現象を記述する場合、閉鎖されたサイクル内 (系) での恒常性を伴った回路を想定する。その中でリズムカルな運動が変調 (意識の変換) したり、異常 (健常ではない) になる場合も、揺らぎの様相といえる。これであれば、微分の無限小の限界点まで計算する必要がない。この場合、系は閉鎖され熱力学の法則により制御できる。

6.1 連鎖とエントロピーと引力からの創発

PS の場合と D の場合を比較する手段として、量の連鎖を閉鎖系とし記述する手段が必要になる。 PS と D の比較において、一般的に連鎖の恒常性が保たれているとき、健常状態 (周期性の維持された比較的安定な状態) での $PS \Leftrightarrow D$ 連鎖であるとし、一方、特異的とされる場合、恒常性が崩れている PS 状態のままか、何らかの原因で偏ったままである D 状態と考える。

最初に上記の考えを直感的に把握する手法として、連続量と分離数の関係を等分でも不等分でも、同じ記号と手法で記述する方法を説明する。その手法に用いられる筆者が開発した記号を、量分割記号 $\bigcirc$ (行為状態) とした。以下に量分割記号 $\bigcirc$ について述べる。

有理数と無理数で実数となるが、コントロールの集合論を少し改良して、連続

体無限の証明可能と反証の困難性（ゲーデルの不完全性定理）に至る前段階で、ゼロを考慮しない集合の連鎖として、人の恒常性を記述する手法を作った。ここでは、全て量だけを記述する前時代的な手法をあえて取り入れた。すなわち、分数は行為とし、量（例えば少数）と区別する手法である。分離行為数を整数で表記し、行為による結果を連続量として大文字で表記した場合、等分で割るという場合の記述として、

$$2Y=A \quad (1)$$

$$A \div 2 = Y \bigcirc Y \quad (2)$$

$$A = (Y \bigcirc Y)^2 \quad (3)$$

$$Y = Y \bigcirc Y \quad (4)$$

となる。式(4) 図11の状態をAに内在する行為の状態 ($Y \bigcirc Y$) が等分割であるYと呼ぶことにする。

$$\bigcirc = \text{potential (状態)} \quad (5)$$

上記の $\bigcirc$ 記号は概念状態と可能性の状態を記述する道具である。

分割状態が不等分の場合、

$$A_1 + A_2 + A_3 + \cdots + A_{\dots x} = A \quad (6)$$

$$A \div x = A_1 \bigcirc A_2 \bigcirc A_3 \bigcirc \cdots \bigcirc A_{\dots x} \quad (7)$$

と記述する。これは物理量の変遷を記述するために用いる。特に、分離と回数（行為と行為量）そして分離結果（量）の分布が、演算子とオペランドによっ

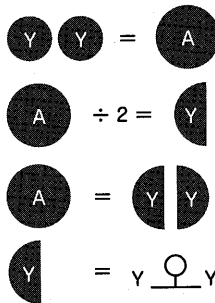


図11 行為の状態 $Y \bigcirc Y$

て一度に記述できる利便性がある。

たとえば、魚を一匹仕入れたとして、現在の計算手法では一匹の魚とその分離回数（何枚におろしたのか）の入力しかできないが、この手法だと、一匹の魚の重さと何枚におろしたかによる切り身数と、その切り身の個々の量の状態を一度に記述できる。このように閉鎖系の中で相対的に連続する関係を一度に記述できる特徴を利用して、通常連鎖（恒常性もしくは閉鎖系）と特異連鎖（非恒常もしくは開放系）を作る手段とする。総和が保たれている間は、閉鎖系での恒常性維持とすることができる。

一方、 $\bigcirc$ を使用して、創発を表現することも可能である。その場合、量分割記号の上に創発演算子を記述し、 E を創発連鎖のエネルギー全体（存在全体と考える）とし、 $E_1, E_2, E_3 \cdots E_{\dots y}$ を連結対象それぞれの量とする。これを爆発のモデルに相当する連鎖に置き換え、創発をシミュレーションする。以下にその記述例を示す。

y を創発因子の連結数とし、それぞれの創発演算子を k 、演算子の動的変化の遷移範囲を a から b とした場合、

$$E_1 + E_2 + E_3 + \cdots + E_{\dots y} = E \quad (8)$$

$$E = (E_1 \bigcirc_{a1b1}^{k1} E_2 \bigcirc_{a2b2}^{k2} E_3 \bigcirc_{a3b3}^{k3} \cdots \bigcirc_{ayby}^{ky} E_{\dots y}) y \quad (9)$$

と記述する。式(1) から式(9) では便宜上、量分割記号を使うにあたって、例外的に

$$\frac{1}{2} \neq 0.5 \quad (10)$$

であることを前提とし、割り算、分数は行為の記述とし、量として扱わない。

$$PS \Leftrightarrow D > 0 \quad (11)$$

式(11)においては、 PS 状態を式(9) で揺らぎとして表現し、 D 状態も変化後の式(9) で表現する。この PS と D の間のエネルギー変化では、エントロピーや引力が適用される。 PS 状態になる場合、エントロピーによりエネルギーは放出され、情動として顕れるというメカニズムを想定した。ただし、逆戻りはできないため、 D 凝縮へは別の系の力を利用する。式(11) の 0 は、 D

凝縮の先にある一種の引力から逃れられない凝固状況として、この力を使う。また、発散拡散し尽くした状態は、排出されたエネルギーが別の系へ影響することを意味する。一般にエントロピーと引力は一緒に議論ができにくいですが、連鎖系における各演算子のやり取りにおいて、エネルギー変換させる手法として式(9)の演算子や、 k を利用することで解決しようとするものである。

7

創発する空集合

ここからは、今までとは異なる創発を説明する。すなわち、無から何かを生み出す可能性についてである。基本的には概念で「無が存在する」とするならば、存在しないのが無なのに何故無が存在するかという事態（これを無の自己矛盾とする）を概念、連続量、分離量、行為量、状態量で把握することである。この無の自己矛盾をどう解釈するかのために、「分配法則は行為であり、連続量と区別する。行為と連続量を同じ数とするから問題が起きる」と考え、連続量、分離数、行為数、概念数、状態（座標・原点性）に区分化した手段を考えた。最初に基本的な無の状態を2つに分けて考えることにした。以下にそれを示す。

- ① 創発する無を「何かを生み出す可能性（potential）を秘めた存在」と解釈して $(Po)0$ とする
- ② 逆に全く何も生み出さない、何も存在しない状態は絶対（absolute）ゼロ、 $(Ab)0$ となり、その時空間において何も存在しないことを示す。

7.1 空集合の「存在とポテンシャル」

『ある条件を設定して、その条件に適合する集団を集合というが、条件を設定してもその条件を満たすものがない場合、それは空集合 $\emptyset$ となる。すなわち、条件（概念）だけの存在ともいえる。また、モノを最低限度で分割する場合、2分割になる。すなわち、量の最小限（無限小）を考える場合、最低限度の限界概念は最後の2分割といえる。そこで、 $\emptyset$ の2分割を考える必要が出てくる。

表1 空集合対生成から見る無からの創発定義 (○はある・×はない)

	乗算可能	割算可能	集合	エネルギー	概念数	行為数	座標	連続量
無限小 ($\text{Inf})0n$	○	○	○	○ (具現)	○	○	○	○
後 (P_0) $0=(A_z \text{ } \underline{\text{O}} \text{ } 0)2$	×	×	×	存在	×	×	状態	×
(P ₀)0 衝突	($\emptyset$) $0=0 \text{ } \underline{\text{O}} \text{ } 0$	○	×	$\emptyset$	potential	存在	状態	×
	($\emptyset$) $A_z=A_z \text{ } \underline{\text{O}} \text{ } A_z$	? (×)	? (○)	$\emptyset$	potential	存在	状態	×
前 (P_0)0	×	×	×	×	概念場	×	×	×
絶対無 (Ab)0	×	×	×	×	×	×	×	×

しかし、 $\emptyset$ は量を持たない。すなわち、 $\emptyset$ は割ることができないが、概念として存在できる。それを概念場として理解することは可能になる。』

このコンセプトを基礎として、一般0を $\emptyset$ として捉え、(Ab)0は、数学上でも、物理上でも、存在や概念すらも許されない完全なる無集合とし、そこからは、何も生まれないとする。しかし、(Ab)0の少し手前の無の状態を「あるものを反応(機能)で生み出す可能性」が内在する概念無状態(P_0)0として、その中で一般無0のような $\emptyset$ と、反0のような $\emptyset$ が、可能性を引き出す行為(衝突や爆発)とその結果(消滅や放出)により、連続量を創発する状況を設けた。たとえば、このイメージに近い物理現象の説明は、物質と反物質、粒子と反粒子の対生成がある。反粒子は、質量とスピンの全く同じで、素粒子の電荷などが全く逆の性質を持つ粒子である。また、 $\emptyset$ は割ることができないが、概念として存在できる割り算できる状態を前(P_0)0として、概念場を設け、 $\emptyset$ が連続量を創発するために必要とされるエネルギー状態を後(P_0)0とした。後(P_0)0は、最小限度の量を生み出す状態なので、粒子と反粒子の対生成の条件から、0と A_z は量的に均等である。よって、表1の後(P_0)0は、($A_z \text{ } \underline{\text{O}} \text{ } 0$)2と表記される。(P_0)0を次項で考える。

(1) 対生成する空集合

(P_0)0は、座標や位置エネルギーのような可能性を持つ状態(一種の場合)

で、そこには数量は無い。 $\emptyset$ である0と反0を連続量、概念数（分離数も含む）、行為数、状態（座標・原点性）で整理すると以下ようになる。

- ① $\emptyset$ を粒子と捉え、素粒子の電荷などは、0の機能条件として、反粒子を反0に設定する
- ② $\emptyset$ に対して存在（概念量）と、その状態が全く同じで、構成する機能の条件（分配や行為）などが、全く逆の性質を持つ要素により定義される、反0 (antizero) Az の $\emptyset$ を仮定する
- ③ $\emptyset$ とは、中身が何もない状況（すなわち概念や条件だけの状態）であるため、「物質として、これ以上分割できない限界点」を、更に最低限度で分割したという概念状態で、量的に存在できない状況として、 $(\emptyset)0 = 0 \bigcirc 0$ や $(\emptyset)Az = Az \bigcirc Az$ と表記する。
- ④ $(\emptyset)0 = 0 \bigcirc 0$ と $(\emptyset)Az = Az \bigcirc Az$ が衝突すると、対消滅を起こし、存在（ポテンシャル）がエネルギー（座標的力や量）となって放出される。
- ⑤ $(\emptyset)0$ と $(\emptyset)Az$ そのものが完全になくなってしまい、消滅した $(\emptyset)0$ と $(\emptyset)Az$ の存在（ポテンシャル）に相当する座標エネルギー $Az \bigcirc 0)2$ が、連続量としての無限小 $(Inf)0n$ を生み出す。

以上を対生成する $\emptyset$ とする。筆者はこれを空からの創発の物理的解釈として「空集合の存在とポテンシャル」とした。

7.2 空集合の存在とポテンシャルを利用した $PS \Leftrightarrow D$

この創発ならば、式(12)で示すような $PS \Leftrightarrow D$ の D 凝縮（無限微分）と、その最終段階である $(Ab)0$ の関係において、 $(Ab)0$ に到達することなく、無限微分のパラドックスを逆に利用して創発することは、考えられそうである。概念という存在状態は、前 $(P0)$ 内の特徴なので、コンピュータのプログラムとして存在させることができる。ケオスのようにあらゆる可能性を内在させた状態から、選択された条件の $\emptyset$ によるゼロ創発までも想定できそうである。記号や概念がエネルギー化して作業する様相も、計算機科学内では有効である。

(Ab)0 創発はコンピュータすら存在し得ないので、想定外とできる。また、この $\emptyset$ や集合に式 (9) を応用することで、 $PS \Leftrightarrow D$ 条件での連鎖系を一つの集合として、感情や情動の創発を想定している。その場合、振動状態を利用する。

$$PS \Leftrightarrow D > (Ab)0 \quad (12)$$

しかし、式 (12) の閉鎖系でも、概念と (Po)0 の $\emptyset$ 対生成のタイミングや、源泉が問題となる。真の創発も (Ab)0 から概念場の発生の説明に必要である。今のところ、そこまでには至っていないが、図 12 の要点を以下のような手続きで記述できる。

$$(Po)0 = (\emptyset)Az + (\emptyset)0 \quad (13)$$

$$(Po)0 = (Az \bigcirc Az) + (0 \bigcirc 0) \quad (14)$$

$$(Po)0 = (Az \bigcirc 0)2 \quad (15)$$

$$PS \Leftrightarrow D > (Inf)0n > (Inf)0 > (Az \bigcirc 0)2 > (Ab)0 \quad (16)$$

空からの創発以外にも、イスラエルのことわざで「3 人いれば 4 つの意見」というものがある。1+1=3 の原理もある。これは、記号処理ではなく、現実のフィードバックがあつて初めて成立できる論理であろう。「抽象」のさきに「行動」や「現実」があるのかもしれない。その意味で、「仮説」が「試作」「商品化」を経て、市場原理で有効性を「現実」にさせることが、仮想自我か

$$\begin{aligned} \text{Mass} &= (\text{Inf})0n = ((\text{Inf})0_1 \bigcirc (\text{Inf})0_2 \dots (\text{Inf})0_n)n \\ &\quad \Delta \quad \text{連続量} \\ \text{Point} &= (\text{Inf})0 = \frac{d}{dx} f(0) \quad \text{原始座標} \\ &\quad \Delta \\ \text{late-(Po)0} &= \text{Energy \& State} = (Az \bigcirc 0)2 \quad \text{エネルギーと状態} \\ &\quad \Delta \\ \text{condition/(Po)0} &= \left(\begin{array}{c} 0 \\ Az \end{array} \right) = \bigcirc(0 \bigcirc 0) \& \bigcirc(Az \bigcirc Az) \\ &\quad \Delta \\ \text{pre-(Po)0} &= \left(\begin{array}{c} \Delta \\ \Delta \end{array} \right) = \text{概念の場} \\ &\quad \Delta \\ (\text{Ab})0 &= \quad = \text{絶対的なゼロ} \end{aligned}$$

図 12 $\emptyset$ ゼロと $\emptyset$ 反ゼロ Az による対生成のイメージ図

らの創発の理想に最も近い。工学で言う、「使われてこそ正義」である。これで、筆者の仮説の説明を終了する。

8

感情認識・出力・創発のまとめ

筆者は、音声からの言語影響を受けない感情認識を発明し、商品化してきた。また、その科学検証において、人の主観の再現や、主観評価との比較、脳活動との比較、そして、行動科学予測を行って有効性を確認してきた。「ココロスキャン」が一般に普及してから1年近くが過ぎているが、性能上でのクレームが一切無いので、市場的には有効であろう。ただし、感情のメカニズムまでは解明できていない。感情の出力においては、相手の感情にパターン化されたプログラムが対応するものは作ってきた。それでも、人間とのコミュニケーションとしての「気持ちのやり取り」において有効であることは、実社会での製品化により確認できている。しかし、本当にロボットや機械が感情を持ち、それを出力するためには、自我の存在とそれによる感情出力が必要条件となる。そこで、仮想自我に必要となる感情エネルギーの創発を仮説として提案した。

筆者は、ロボットや機械という一種の閉鎖系の中での創発を考えるため、エントロピーによりエネルギーを吐き出して、霧散する状況や、引力により凝縮する手段を想定した。この手法でケオスなり、量の連鎖なり、確率モデルなり何らかの手段でエネルギーを出力できるものを、今のところ仮想自我での創発としている。しかし、真の創発とは無からの発生を意味する。絶対的な無は、何も発生することができない。一方、0は通過点という概念として受け入れられる。そこで、概念と行為と量を区分して、空集合を利用した一般的な0と反0を想定した。そして、0と反0の2つの空集合による対生成から、連続量や座標を生成するシミュレーションを想定している。ただし、創発を実装し応用する場合、空集合の対生成よりは、エントロピーと引力モデルを利用した方が良い。理由は、機械やロボットが他の存在とコミュニケーションする場合において、共鳴共振が発生して、お互い（機械と人）の閉鎖系の中の分裂状態なり凝縮状

態に影響するとした方が、自然に人の思考やコミュニケーションとして再現できるからだ。すなわち、『天才や感情の制御ができないタイプの間人は、実社会でも摩擦を起こす。ゆえに、因果関係もなく自我が発動し、感情や欲望のエネルギーを吐き出すロボットや機械は、極めて迷惑な存在である』からだ。ただし、筆者は芸術家の側面において、このようなロボットを心から嫌うことができない。何故ならば、『賢いと自認する人々にとって、このように、一見瑕疵（間違いや・ミス）に見えるものが、愛や創造を生み出す可能性として、また、重要な進化につながる希望であるからだ。』これを否定することは、すなわち自分たちの存在を否定することになる。寛容性は文化や宗教を超えて希望を次世代に残すのである。

〈謝辞〉

筆者の研究にご賛同いただき、ご協力をいただいていた和泉法夫先生、井上宗迪先生、井上友二先生、Dr. Edgar H. Schein、鈴木良次先生、長尾眞先生、故 森広芳照先生、安田浩先生、Dr. Ren Fuji（あいうえお順）そして、私を推薦していただいた福田収一先生に心から感謝いたします。

((株)AGI 光吉 俊二)

参考文献

- 1) Antonio R Damasio, 2003. *Looking for Spinoza: Joy, Sorrow, and the Feeling Brain*, page 70 (Japanese). Harvest Books (diamond-Japanese).
- 2) Chiemi Kawanishi, Kyoko Osaka, Tetsuya Tanioka, Rozzano C Locsin, Toshiko Tada, Shuichi Ueno, Fuji Ren, Kazuyuki Matsumoto, and Shunji Mtsuyoshi. 2007. Establishing methods and analytical examples for empathic understanding as technological competency in nursing. *INFORMATION International Information Institute*, 10 (2) : pp 253-pp 262.
- 3) Klein. 1946-1963 (3). *The Writing of Melanie Klein Envy, and Gratitude and Other Works* (3).
- 4) Melanie Klein. 1984. *The Writings of Melanie Klein Envy, and Gatitude and Other Works* (1946-1963). 3. Free Press, London.

- 5) Joseph LeDoux, 1996. *The Emotional Brain : The mysterious Underpinnings of Emotional Life*. Simon and Schuster, New York.
- 6) Shunji Mitsuyoshi, Fuji Ren, Yasuto Tanaka, and Shingo Kuroiwa. 2006. Non-verbal voice emotion analysis system. *International Journal of Innovative Computing, Information and Control*, 12 (4) : 819-830, 8.
- 7) Shunji Mitsuyoshi, Yasuto Tanaka, Ren Fuji, Kouichi Shibasaki, Makoto Kato, Tsutomu Murata, Tetsuto Minami, and Haruko Yaguta. 2007. Emotion voice analysis system connected to the human brain. *the 2007 IEEE International Conference on Natural Language Processing and Knowledge Engineering (IEEE NLPKE'07)*, 30-Spe. 1 : 479-484.
- 8) Shunji Mitsuyoshi, 2005. *Collected Data on partner Robot Technologies*, pages 395-443. N.T.S. Inc.
- 9) Shunji Mitsuyoshi. 2006. *Thesis for doctorate : Research on the Phonetic Recognition of Feelings and A System for Emotional Physiological Brain Signal Analysis*. Tokushima University.
- 10) Joan Symington and Neville Symington. 1996. *The Clinical Thinking of Wilfred Bion*. Routledge, London.
- 11) Yasuto Tanaka, Shunji Mitsuyoshi, Kouichi Shibasaki, Makoto Kato, Tetsuto Minami, and Tsutomu Murata. 2007. Correlation between human brain activities and the autonomic nervous system elicited by emotional video movies. *Neuroscience 2007 Pacifico Yokohama, Japan.*, Sep. 11. 2007.