

まえがき

本書は、筆者らがあまり意識することなく取り組んできたアイデア創生の方法を、「新たなものづくり」の一つの発想法として整理しようとしたものである。特にここでは最も困難と考えられる「既存デバイスから新製品を展開する」方法に焦点を当てる。

「アイデアを創生する能力すなわち創造性は天賦の才ではなく、いくつかの方法を学びそれを繰り返しトレーニングし努力することによって習得できるものである。」

これは仮説であるが信じるに足る仮説であろう。本書はそのための発想法の一つを述べるのであるが、この発想法を整理するにあたり、つぎのキーワードが頭をよぎった。

- (1) 創造性トレーニング：創造性は天賦の才として与えられるものではない。トレーニングにより誰もが習得できる。
- (2) システム思考：全体を観ることと部分を観ることの意義。古典的科学技術は元素還元論をベースに部分を観る。ホーリズムをベースとする全体を見渡す（俯瞰する）システム科学があってよい。
- (3) アナロジー：電気振動も機械振動も音響振動も電磁波もエネルギーの形態を変えながら循環しているだけ、振動現象としては同じこと。自然は意外とこのような現象が多い。
- (4) フィードバック：よいものの中にはフィードバック制御機能が内在している。
- (5) 水平展開：すでにあるものに少しの機能を付加することで新たなニーズに応える。
- (6) シーズからニーズへ：咲かせた経験のない種より、嫌というほど花を咲かす種に少し交配して花を咲かせる種にする。
- (7) 既存デバイスを骨の髄までしゃぶる：既存デバイスを縦横斜めから見て新たな機能を見出す。
- (8) 効率的商品開発：金と時間をかければ、ほとんどのものはつくれる。これらをかけずに、すごい商品を開発する知恵。
- (9) 高校の物理のテキストで十分：高校のテキストにはすべてが記載されている。ただ受験であわて、じっくり読み込んでいない。じつはほとんどの専門家もわかっていない。
- (10) 温故知新：古い事柄も新しいものごとにもよく知っていて初めて人の師となるにふさわしい。

キーワードの(1)「創造性トレーニング」は信条である。この信条は仮説と述べたがこれを信じなければ、私のような凡才はなにもつくり出せない。(2)「システム思考」, (3)「アナロジー」は認識の方法である。(4)「フィードバック」は最も優れたシステムのありよう一つであり、これらを経験すると誰もが面白いと思う。(5)～(8)の「水平展開」, 「シーズからニーズへ」, 「既存デバイスを骨の髄までしゃぶる」, 「効率的商品開発」はビジネス企画の方法と目的である。(9)はわが国の自然科学教育に対する警告であるとともに、ものごとを知れば知るほど高校の物理学のテキストがうまく書かれていることを思い知らされる。最後の(10)の「温故知新」はここでの試みに近い諺である。ただ、温故知新はこの試みの趣旨には類似するが異なる。(2)～(9)のキーワードを内包しここで述べたい内容を温故知新から模索してみた。

「温故知新」は“Visiting old, learn new.”である。ここでは“learn”ではなく創造を目的とする。“learn”を“find”とすれば“Visiting old, find new.”は「温故生新」となる。より近いが“find”は科学的すぎる。「つくること」を強めるとすると、“find”より、より“create”がよさそう。そうすると、“Visiting old, create new.”となる。これを四文字熟語にすれば「温故創新」となる。そしてこの温故創新を有り体にいえばつぎのようになる。

「ある目的で最適化された優れた既存デバイスの基本原理に戻り (visiting old), その基本原理から再出発して新たな目的を持ったデバイスあるいはシステムを, 元のデバイスの構造を大きく変えることなく再構築する (create new)。」

この命題において、ある目的を持ったデバイスを別の目的に転用するという発想自体が(2)のシステム思考的であり、(3)のアナロジ的発想である。また優れたデバイスに注目すると内部には(4)フィードバック機能が内在されており、これがそのデバイスの多様な用途を示唆している。さらにこの発想自体がまさに(5)水平展開発想である。(6)シーズからニーズへはこの発想を比喩的に表現したものである。この命題を実あるものにするためには、優れた既存デバイスを(7)の骨の髄までしゃぶるように、徹底してさまざまな観点から見直さなければならない。例えばフィードバック機能が内在しているとすれば、既存デバイスの原因(入力)を結果(出力)として、結果(出力)を原因(入力)とする因果の反転という発想も可能である。またデバイスの構造を大きく変えないので、(8)効率的開発の条件は満たされる。この発想は元素還元論的ではなくシステム論的であり、新たな物理的原理を発見しそれを実用化するという発想ではない。むしろ既知の物理的原理のシステムとしての組合せに創造性を発揮する発想である。そのため、活用する物理的原理は高等学校の物理学の内容で十分である。これにより(9)は担保される。まさに「温故」である。

「温故創新」= “Visiting old, create new.”の標語をもとに、上記命題を遂行する方法および

実際の例を紹介することとなる。このような内容の図書に目を通すことで「創造性のトレーニング」の基本的な考えを習得し、日々新たなものを創造することにこだわり続けることである。

本書の第1章は「発想転換の心理学」と題して、既存デバイスから新たな製品を構築する心理的な困難さやこれを克服する思考法を紹介する。心理学における過去の研究より、創造における思考法および創造における人間の心の変容を紹介する。また創造を支援する連想やアナロジーおよび心の中心転換について紹介する。これらの内容が創造プロセスの中で五里霧中にある発明家に道標を与えることを期待する。

第2章は「創造性トレーニング」と題して、筆者の一人である城井氏の体験に基づく創造性トレーニング論を紹介する。城井氏は自動車会社で自動車という裾野の広いものづくりにおいてデザイン開発、商品開発という業務に携わり、その中で創造性に関わる数々の知見を構築し、その後、商品開発の会社を設立し化粧品、食品に至るまで、「自分の専門分野を超えたさまざまなものづくり」に関わってきた。これらの経験で得られた手法を紹介し「ものづくりの次代を担う若い人達」に少しでも役立てればという思いを述べてもらった。さまざまなコピーワードが登場し創造実践の背中を押してくれるはずである。

第3章は「分野を超えたシステムのモデリング」と題して対象の数学モデルの構築の方法を紹介する。この方法は制御工学における伝達関数論とブロック線図論である。これらの方法は連続系で因果関係のあるシステムであればどのような対象でも共通にその特性を記述できる優れたものである。

第4章は「再発見のための物理学の見方」と題して、高等学校の物理学を俯瞰するとともに、元素還元論的に実際の現象を捨象に捨象を重ね純化した現象で法則がつけられていることを第3章の伝達関数を使って示す。実際のもは、それが電気素子として電氣的な扱いしかされていなかったものでも、実体としては力学系や熱系が複雑に絡まりフィードバック系を構成していることを例示しデバイスのシステム論的な見方を紹介している。この見方は既存デバイスを別視点で見るときにきわめて重要である。

第5章は「創造性トレーニングの課題一覧」であり、シーズからの展開30事例とニーズからソリューション対応10事例を紹介している。この事例はあくまでも自らの創造を訓練するきっかけでありこれに付随する課題が設定されている。この事例からインスピレーションを得て読者自らがシーズを新たな分野に展開してほしい。課題の解は唯一ではなく、読者の解答が正解である。この解がまだ誰にも考えられていないものであれば特許となり得る。またニーズが与えられた事例はそのソリューションも多様であり、オリジナルなソリューションもあり得る。そのようなソリューションを読者に期待する。

第6章は「創造性トレーニングの事例」であり、第5章の合計40事例の課題の解答の一

つを示したものである。これらの解答はじつは筆者らの研究成果であり、本書では解答のエッセンスしか述べていない。読者の中で興味がある方がいれば、参考文献を示しておいたので、それらを読み解いてほしい。

この図書は読んでいただくだけでなく、この図書の内容からなんらかのインスピレーションを受けて、自らの創造課題をつくりそれに個性的な解答を与えてほしいと考えている。その作業こそ創造性トレーニングである。できれば自らのアイデア、創造の苦しみの結果を特許申請書の形で整理していただきたい。

本書の紙面はあえて余白を広く取っている章がある。なんらかのインスピレーションを受けたら、是非余白を活用することをお勧めする。

この考え方や教育体系は従来の工学における縦割り体系にはない。むしろ縦割り体系を横断するような体系の一つである。国際競争が激しい中で、新たな原理が見つかるまでの間、このような発想で耐え忍ばなければならない。あるいはこのような発想を徹底する中から、どこで新たな原理が必要なのが明らかになり、その原理の開発のヒントや開発の道標を与えるであろう。いままで創造性の教育に取り組み、若い科学者やエンジニアにこの学習を促してきたかといえば、われわれ自身自責の念に駆られる。構築済みの工学の重箱の隅を突つつくような研究しかしてこなかった。教育も定番の体系を教授するに留まった。近代産業草創期におけるエンジン、自動車、電気機器などには見事な発想に基づく知恵が組み込まれている。そこには創造性がふんだんにあった。科学技術を志す者の本質はまさにこの創造性にあった。筆者らは、この図書が科学技術における原点に戻るきっかけとして一石、一木でも投じることができればと切に願うしだいである。

また本書の出版に当たりコロナ社には大変世話になった。心から感謝申し上げたい。

2014年12月

筆者代表 渡邊 嘉二郎

目 次

I 編 創造性の心理学とトレーニング

1 章 発想転換の心理学

1.1 既存デバイスの新製品展開の困難さ	2
1.1.1 開発の特殊性	2
1.1.2 発想転換における心理的抵抗	5
1.2 創造性の心理学	7
1.2.1 創造における思考	7
1.2.2 創造における心	9
1.3 創造性トレーニング行動指針	14
1.3.1 創造的思考プロセスのどこにいるかを判断する	14
1.3.2 ある種の不足を感知しているか	16
1.3.3 構えていないか	18
1.3.4 再 構 築	21
1.3.5 むすびに ―失敗を恐れず繰り返しています―	22

2 章 創造性トレーニング

2.1 創造体質改質に向けて	24
2.1.1 「self-OS」構築が改質のカギ	24
2.1.2 「self-OS」構築に向けて	25
2.2 起想力発揮の阻害排除	31
2.2.1 阻 害 要 因	31
2.2.2 阻害要因排除のために	31
2.3 想起イメージの具現化	32
2.3.1 具現化に向けて	32
2.3.2 自らの創造活動のチェックリスト	33

Ⅱ編 再発見のための数学・物理学と創造性トレーニング課題

3章 分野を超えたシステムのモデリング

3.1 伝達関数とブロック線図による対象の表現	36
3.1.1 ラプラス変換法	36
3.1.2 微分方程式のラプラス変換による解法	38
3.2 伝達関数論	40
3.2.1 伝達関数	40
3.2.2 基本伝達関数と応答	43
3.3 ブロック線図論	44
3.3.1 システム表現	44
3.3.2 ブロック線図から伝達関数への変換	48

4章 再発見のための物理学の見方

4.1 物理学を俯瞰する	52
4.1.1 物理学の各分野と法則	52
4.1.2 物理学の法則と物理システムの伝達関数およびブロック線図表現	55
4.2 平行板コンデンサの二つの顔	60
4.2.1 コンデンサの特性	60
4.2.2 コンデンサの電圧-電位変換循環系	62
4.2.3 コンデンサの力-電圧変換循環系	63
4.2.4 コンデンサの変位-電圧変換循環系	64
4.2.5 ピエゾデバイスの二つの顔	65
4.3 磁石と導体からなるデバイスの二つの顔	66
4.3.1 電動機	66
4.3.2 発電機	69
4.4 接合金属(半導体)の二つの顔	70
4.4.1 熱電現象	70
4.4.2 熱電現象のモデル	71

5章 創造性トレーニングの課題一覧

5.1 シーズからニーズへの展開のためのトレーニング課題	74
【シーズ 1】 天ぷら廃油回収器 (初級)	78
【シーズ 2】 猫の自動餌やり器 (初級)	78
【シーズ 3】 害虫の捕獲器 (初級)	79
【シーズ 4】 マイクロホンとしての活用 (中級)	79
【シーズ 5】 カーオーディオスピーカによるセキュリティ応用展開 (中級)	80
【シーズ 6】 AV 機器に搭載されるスピーカを屋内セキュリティセンサ化する (中級)	80
【シーズ 7】 異音発生場所の推定 (中級)	81
【シーズ 8】 ゴルフスイング速さの非接触計測 (中級)	82
【シーズ 9】 小型装置で質量を等価的に大きくする機構 (上級)	83
【シーズ 10】 必要なときに目覚める一次電池 (中級)	84
【シーズ 11】 ぜんまいばね発電 (初級)	85
【シーズ 12】 マイクロホンの極低周波領域における超高感度圧力センサ化 (上級)	86
【シーズ 13】 火災, 侵入, 地震, 光検出型総合セキュリティセンサ (上級)	87
【シーズ 14】 ゴルフヘッドアップセンサ (中級)	88
【シーズ 15】 無拘束ベッドセンシング (上級)	89
【シーズ 16】 ユビキタス医療センシング (中級)	90
【シーズ 17】 スマートホン端末搭載指向性マイクロホンによる生体計測 (上級)	91
【シーズ 18】 マイクロホンの加速度センサ化 (中級)	92
【シーズ 19】 不完全燃焼センサ (上級)	92
【シーズ 20】 パイプの外から測る流量計 (上級)	93
【シーズ 21】 楽器胴体を利用する音の再現型ラウドスピーカ (中級)	94
【シーズ 22】 自動車用サウンドアクチュエータ (中級)	95
【シーズ 23】 ベッドに寝る人の寝返り方向, 脈拍, 呼吸計測 (上級)	96
【シーズ 24】 自動車に隠れている人の検知 (上級)	97
【シーズ 25】 流量計機能 (中級)	98
【シーズ 26】 うず笛の流量計の呼気流量計 (上級)	99
【シーズ 27】 ホイッスル要素の流量計としての機能 (上級)	100
【シーズ 28】 自動車対地速度計 (上級)	101
【シーズ 29】 圧力調整器からのエネルギー回収 (上級)	102
【シーズ 30】 アースドリル工法における N 値判定法 (中級)	103

5.2 ニーズからソリューション展開のためのトレーニング課題	104
【ニーズ 1】 振動加速度が閾値を超えると知らせる無電源加速度センサ (初級)	105
【ニーズ 2】 質量を等価的に大きくする原理的機構 (初級)	106
【ニーズ 3】 無電源 100 年火災報知器 (中級)	107
【ニーズ 4】 自動車燃料計 (上級)	108
【ニーズ 5】 自動給気扇 (上級)	109
【ニーズ 6】 煙道・パイプを通過する煤塵・塵埃の質量流量の計測 (上級)	110
【ニーズ 7】 パイプの長さの計測 (上級)	111
【ニーズ 8】 パイプのリーク場所の検知 (中級)	112
【ニーズ 9】 パイプの詰まり場所の検知 (上級)	112
【ニーズ 10】 パイプのリーク場所の検知 (初級)	113

6 章 創造性トレーニングの事例

シーズ展開事例 1: コンデンサマイクロホンの超高感度圧力センサ化とその展開	116
シーズ展開事例 2: ピエゾ (圧電) 素子の活用	124
シーズ展開事例 3: ホイッスルを流量計に使う	132
ニーズ対応事例 4: 電波の定在波の利用	136
ニーズ対応事例 5: 自動車の高精度燃料計	140
引用・参考文献	144
索 引	146

I 編

創造性の心理学と トレーニング



発想転換は心理学的にいて、とても困難なことである。しかし、これができるようになると大きな価値をもたらす。なにもなかったように流れているわれわれの日常生活の中で、不足を掘り起こし、それを充足するアイデアを出すことは人々に大きな益を与える。企業家的にいえば、目の前の日常性の中で気づかれぬまま「アイデア」＝「何億円の札束」がただ流れているのである。20年前のある道具は、今日大幅に改善されている。現在当たり前に使われているものは、20年後にさらに改善されているであろう。20年もかけないで、いますぐにでもよくしたい。このためには、いま当然と思うことから脱却して不足を掘り起こし、それを充足するように発想の転換を行って、創造することが必要である。この発想転換を邪魔するものが心理学的にはなんなのかを知っておきたい。また発想転換をスムーズに行うための、いくつかの視点も知っておきたい。これにより発想転換は少し楽になるかもしれない。

将校は戦場という究極のストレスの中で、兵士がどのような心理状態に陥るか客観的に観る訓練を受けている。戦場で、将校自身も彼の部下もパニックに陥らない最善の方策をとるためだ。われわれはなにか新たなものを創造しようとするとき、心理的に強いストレスを受ける。苦しいのである。このストレスは戦場におけるものとは異なるかもしれない。しかし苦しさという意味では同じで、創造における自らの心の状態がどのようになっているかを知っておくと、創造における孤独や苦しみは自分だけではないことが認識できる。この認識が苦しい創造を途中でやめなくて、時間をかけながらも創造活動が続けられる原動力となるであろう。本編では、そのような内容を紹介する。

第1章では、既存デバイスから新製品に展開する際の発想転換の困難さ、その原因となる心理、発想転換に必要な発散的思考法、手段の機能固定からの解放、創造性と個性の関係などについて述べる。続いて創造プロセスにおける思考プロセスや、そのプロセスに必要な連合（連想）、洞察、情報処理のアプローチを述べ、創造性トレーニングの行動指針について言及する。ここでは具体的な実践法を述べない。実践法は唯一ではなく、むしろ各人の個性や経験で創生されるべきものである。第2章では自動車のデザイナーとして活躍し、現在でもさまざまな作品を世に出している共著者の城井氏による城井流創造性トレーニング実践法を紹介する。いったん湧き出したら止まらない創造性の実践法である。

1

発想転換の心理学

本章は創造性に関する心理学について述べる。理工系を専門とする者にとって心理学は別世界のここのように思えるであろうが、じつはわれわれがなにかを創造しようとするときに、誰もが経験している自らの心（思考）に浮かぶことを、少し客観的視点から整理しているに過ぎない。客観的に自らの心理状態がみえることは創造活動において重要なことである。というのは、川を水が流れるごとく作業はスムーズには進まない。結果として、いやになって諦めたり、先送りにしたりしてしまう。こんなときの自分自身の心の変容や状態が確認できることは、自らの励ましになる。また仕事に詰まったとき発想転換思考の方法を思い出すだけでも助けになる。同僚と会話したとき、同僚の心理状態を客観的な言葉として話すことで、同僚は創造の苦しい淵から浮き上がるかもしれないのである。

1.1 既存デバイスからの新製品展開の困難さ

1.1.1 開発の特殊性

〔1〕 **既存デバイスからの新製品展開の特質** 「既存デバイスからの新製品展開」は発想転換を必要とする困難な課題である。エンジニアは真面目であればあるほど与えられた仕様をより完全につくり込むことに心が奪われる。苦労を重ね最適化したものを違う目的に使うことなどプライドが許さない。これは心理学的に当然である。そのため「既存デバイスからの新製品展開」の意義は理解できるが、具体的にどのように展開したらよいかはあまり考えようとしていない。

メーカーは自社の得意とするコア技術をベースに、マーケットの状況を見ながら新製品を開発してきている。しかしメーカーの開発担当者は、コアとなる要素技術から新製品を生み出すのであり、そこには「既存デバイスからの新製品展開」という発想ではなく、むしろまったく新たな製品を開発してきたつもりでいる。しかし、これは広い意味で既存デバイスからの新製品展開である。

〔2〕 **仕様というゴールが与えられた開発は階層的思考である** 図 1.1 (a) にコア技術から新製品を展開する場合、図 (b) に既存デバイスを直接新規製品に展開する様子を示す。自社の持つコア技術を利用した新製品の姿が

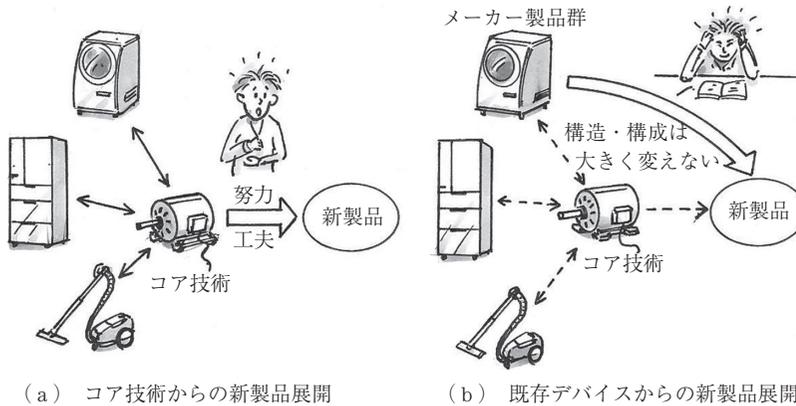


図 1.1 コア技術からの新製品展開と既存デバイスからの新製品展開

見え仕様が与えられている場合、開発の個々の段階でローカルな工夫と努力が必要であるに違いないが、開発の考え方は直線的で明確である。開発のゴールを明確に定められ、それを実現する下位の技術、その技術の基で製品づくりを可能にする物資の調達、製造と収束的な考え方で整理される。もちろん開発に必要な技術は一つではなく、複数の技術を組み合わせたシステムとなり、ゴールは一つでも下位になれば必要な事柄は末広がりとなる。しかしこれらですら、内容は技術別あるいは機能別に階層構造的に整理される。知識の整理体系として階層構造は多くの人に受け入れられてきている。この場合、新製品を開発する開発プロセスは明確に設定し得るのである。

〔3〕 既存デバイスを利用する開発はゴールを模索する思考である

一方、既存デバイスをそのまま別用途に展開することは、すでにできあがっている製造ラインを活用できるだけでなく、量産効果にも期待できるという意味で魅力的である。このためには、存在しない、しかし可能性のある多くの別用途を想定し、そこから有用な用途を見つけ出すという、逆からの発想が必要となる。四方八方に目をやり、なにか別な用途はないかと拡散的に思考することとなり、地図のないジャングルを歩むような苦しい仕事である。この仕事の羅針盤は、このデバイスを構成する要素や全体についてのゆるぎない根幹の知識である。

〔4〕 シーズのニーズへの展開も拡散的思考が必要 近年、大学のもつ知見をシーズ (seeds) と考え、産業界のニーズ (needs) にコラボレーションする政策が組織的に取り組まれている。このコラボレーションにおいて、図 1.2 (a) に示すようにシーズからニーズを生み出すことは、シーズを生み出す以

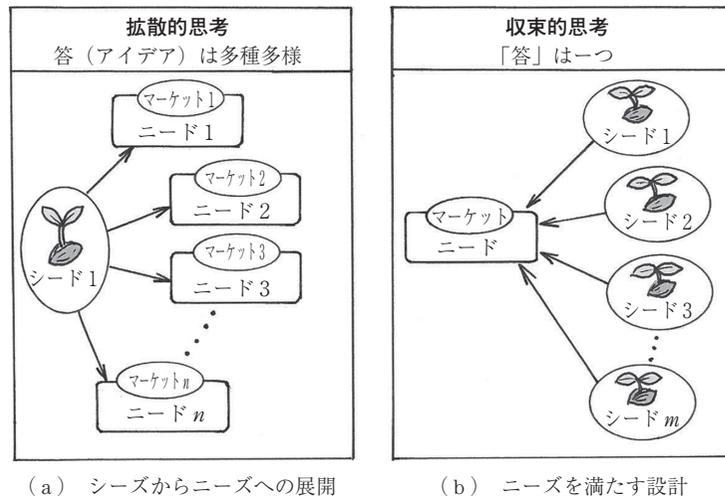


図 1.2 ニーズのための技術シーズは容易に発想できるが
シーズをニーズに展開する俯瞰的能力が必要である

上の発明・発見が必要で困難な仕事である。担当者はかなり高度な技術と幅広いマーケットの知識およびどこで、誰がなにに困っているかという情報が必要である。このときに拡散的思考をする必要がある。一方、図 1.2 (b) に示すように、初めニーズがあり、それに答えるシーズ技術を探してマッチングすることは比較的容易である。というのは、ニーズすなわちマーケットがほぼ確立されているため、必要とするものを開発するだけであり、ただちにビジネスにつながる事が担保されているからである。全国の大学教員および研究者の研究内容を網羅し、そのニーズに必要な研究者を探してマッチングを図り、ニーズに集約すればよい。ここでは収束的思考が必要である。ただし大学教員の知見であるシーズはある種の真理の探究あるいは知識の統一を目的として考えられた成果であり、直接商品と結びつかない。マッチングには一定の配慮と別な努力が必要である。

〔5〕 シーズ⇔ニーズに必要な思考は拡散的思考と収束的思考 シードからニーズへの展開は、そのシードが展開できるだろう分野を幅広く見る段階と、多様なニーズの中からどのニーズに収束させるかの思考が必要で、前者が拡散的思考であり、後者が収束的思考である。単にニーズに答えるものをつくることは、関連する多くのシーズをニーズに向かわせる収束的思考だけで済む。拡散的思考と収束的思考については後で詳しく述べる。

さて、既存デバイスはすでにその目的と機能を持っている。このデバイスを用いた新たな製品展開は、新たな応用先を見つけ出すという意味で立派なシー

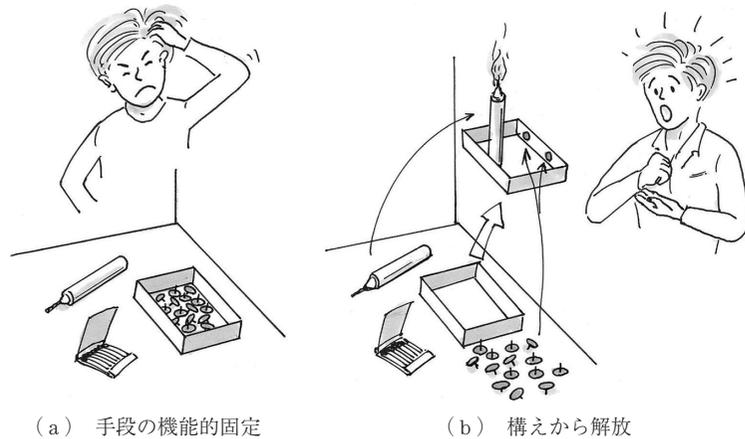
ズであり、しかも大学の実験装置で確認された知見に比べ、それはすでに生産ラインで製造されているのである。適切な展開さえできればただちに開花できる。

1.1.2 発想転換における心理的抵抗

〔1〕 **構え** 「既存デバイスからの新製品展開」にはもう一つの困難さがある。それは、これを拒否する人間の心理的作用である。この心理的作用を「構え」という。心理学では「構えとは、ある特定の状況に対して予期し行動の準備状態をとることや、認知や反応の仕方にあらかじめ一定の方向性をもつこと」と定義される。心理ではないが、ハエの目は素早い変化には鋭く反応するものの、変化しない対象には鈍感である。したがって人間の手が捕まえようと接近するとそれに反応し、捕まえることができない。しかし、じっと動かないクモの糸には簡単に捕えられる。ハエではない人間は心理的な構えによって特定の情報をすばやく認知でき、特定の刺激に速く反応できるようになる。しかし、それと裏腹に、構えに合わない情報や刺激には認知や反応が生じにくくなる。マニュアルがなく解が多数存在する「既存デバイスからの新製品展開」は、あらかじめそのために準備できる対象ではない。

〔2〕 **構えが効果的な問題と効果的でない問題** 問題解決においてその解決方法が確立した手順として整理されている場合、その手順は解決アルゴリズムと呼ばれる。もともとアルゴリズムとは計算における算法という意味で、「一定の計算の規準を決めるための一連の規則の集まり」を意味する。マニュアルもなければアルゴリズムも存在しない「既存デバイスからの新製品展開」問題に、アルゴリズムの適用はあり得ない。適用できそうであるからと思い込み、既存のアルゴリズムを十分吟味することなく適用することは開発を誤った方向に導く。この「思い込み」が「構え」である。このような構えを「無批判な問題解決アルゴリズムに基づく心の構え」と呼ぶ。

〔3〕 **ドウンカーの「ろうそく問題」における手段の機能的固定** 「既存デバイスからの新製品展開」問題に対する重大な構えの一つは「手段の機能的固定」である。1935年に心理学者ドウンカーは「ろうそく問題」と題する問題解決実験を行った。この様子を図 1.3 に示す。この実験ではろうそく、マッチ、小箱に入れたビヨウを被験者に見せ、壁面にろうそくを灯して立てるように求める。この求めに応える方法は「ビヨウで小箱を壁面に固定し、この小箱を燭台として用いる」ということである。小箱を別目的の容器として機能させ、燭台の役割を果たさせることを発見させる問題である。実験結果は、ビヨ



「壁面にろうそくを灯して立てよ」に対し、図 (a) のようにビヨウを箱の中に入れておくと問題が解けないが、図 (b) のようにビヨウを箱から出してテーブルの上に出しておくと図 (b) のように問題解決に至りやすい。

図 1.3 ろうそく問題

ウを小箱に入れずに見せた場合、ほとんどの被験者はこの求めに応える方法を容易に発見した。それに比べて、小箱にビヨウを入れ、小箱のビヨウ収納容器としての本来の機能を見せた場合には、この求めに容易には応じることができなかった。

この実験結果が示すように、人間は問題場面におかれた対象 (= 箱) の本来的あるいは習慣的な機能 (= ものを入れる容器としての機能) を固定してみる心の傾向をもつ。これを手段の機能的固定という。このように機能的固定が問題場面の構造の変換 (= 容器としての箱を燭台機能として捉えること) を困難にするのである。

〔4〕 手段の機能的固定を解放するために 「手段の機能的固定」の例を示した「ろうそく問題」は「既存デバイスからの新製品展開」においてわれわれが陥りやすい心理的問題を見事に示している。また手段の機能固定に陥らないヒントも与えている。ろうそく問題でビヨウが小箱に入っている実験では、その小箱はビヨウ入れ専用と機能が固定された思考となる。一方、ろうそく、マッチ、小箱から出したビヨウとビヨウを入れる小箱で見せたことは、それぞれの機能を独立して見せたことになる。このことより既存デバイスから新製品を展開する場合は、そのデバイスを構成する要素や機能に分解してみるほうが、構えから解放されやすいということとなる。

〔5〕 創造性における個性と多様性 心を頑かたなにする構えによる課題への無批判なアルゴリズムの適用、および手段の固定化からの解放に導く能力の一つは創造性である。そもそも既存デバイスから展開される新製品は、図 1.2 に示したようにシーズからニーズへの展開でありゴールは多数存在する。初めから唯一の最適な展開を求めようもない。展開先は多数あって構わない。そこに人間の心の創造性が入り込む余地を与えてくれる。創造性とは「課題の解決に際して、独創的な解法を支える認知活動である。」と定義されている。この定義は独創と認知という二つの概念から構成されているわけだが、独創とは新しい、類例のない、個性的な性格を含む。しかし英語では origin であり「源泉」が本来の意味である。その人間の考えの源泉から湧き出た結果として、それは新しく、類例がなく、個性的なのである。また認知は認識ともいわれ「知ること」という意味である。以上の独創と認知の意味より、「創造性とは、ある人間の考えの源泉から湧き出てきた、新しく、類例がなく、個性的な問題解決の方法のための認知活動である。」と噛み砕いた定義ができる。創造性の結果としてつくられたものは個性を含み、もとより多様である。

1.2 創造性の心理学

1.2.1 創造における思考

〔1〕 創造性に関わる収束的思考と拡散的思考 創造性に関わる心理を整理しておく。ギルフォード (Guilford, J. P.) は、創造性を含む知性の構造を「数」を用いて明らかにすることを試みた。認知能力を多面的に測定し、その結果が「数」として得られるようなテストを作成し、その「数」で与えられるデータに因子分析の手法を用いたのである。その結果、創造性に関わる思考は、すでに述べた考え方であるが、図 1.4 に示すように収束的思考 (convergent thinking) と拡散的思考 (divergent thinking) に分類できることを示した。これらの思考は、図 1.2 に示した思考と同じである。

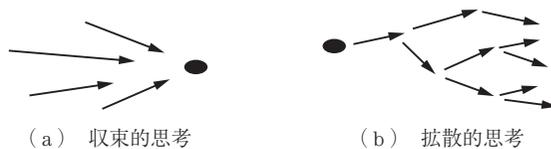


図 1.4 収束的思考と拡散的思考

索 引

【あ】		
アインシュタイン 23	アースドリル工法 77, 103	圧電効果 124
圧電サウンドアクチュエータ 94, 95	圧電素子 114	圧電デバイス 96, 97
圧電デバイス利用 76	圧力センサ 109	圧力調整器 102
圧力調整器利用 77	アナロジー 11, 22	
【い】		
言い回し 29	異音発生場所の推定 75, 81	一次遅れ要素 43
一次電池 84	一流を知る 33	イメージの明確化 25
因果関係 28, 40, 43	因子分析力 27	
【う】		
うず笛 98, 99	うず笛利用 76	
【え】		
エウレカ 15	エジソン 23	エネルギーハーベスティング 124
エネルギー回収 77, 102		
【お】		
屋内セキュリティセンサ化 75, 80	思い込み 5, 32	温度差起電力変換のブロック線図 73
	温度ドリフト 117	
【か】		
階層的思考 2	害虫の捕獲器 74, 79	回転式電動機 68
——の特性 68	回転トルクリミッタ 125	概念規定力 29
カーオーディオスピーカ 79	可逆特性 124	拡散的思考 3, 4, 7
仮説形成 9	加速度センサ化 92	可聴域の音 116
楽器胴体を利用する音の再現型ラウドスピーカ 76, 94	構 え 5, 18	——を捨てる 19
環境発電 124	関係化力 28	関係性を紐解く力 27
【き】		
起想力 25	既存デバイス 2	気 体 141
起電型センサ 125	基本伝達関数 43	極 考 30
極低周波領域 86	巨視的ものもの見方 48	ギルフォード 7
極を見定める 30	「際」を攻める 30	
【く】		
繰り返し 22		
【け】		
啓示期 9		
	係数 $Q/\varepsilon S$ 61	携帯電話での生体計測展開 120
	結 果 10	ケーラー 12
	原 因 10	検出点の移動 46
	検 証 9	検証期 9
	現象と伝達関数 43	元素還元論 52
	見 力 27	
	【こ】	
	コア技術 2	合 成 9, 21
	高精度燃料計 115, 140	呼吸計測 96
	呼気流量計 76, 99	個 性 7, 25
	個性的 14	ゴルフスイング速さの非接触計測 75, 82
	ゴルフヘッドアップセンサ 75, 88	コンデンサ
	——の構造 60	——の力-電圧変換循環系 63
	——の電圧-変位変換循環系 62	——の電気・機械的性質 60
	——の特性 60	コンデンサ電極板の力学特性 61
	コンデンサマイクロホン 114	
	【さ】	
	再構築 21	再生的想像 9
	【し】	
	刺 激 10	思考因子 8
	磁石と導体からなるシステム 66	

シーズ	3
指数関数のラプラス変換	37
システム全体の現象の推定	50
システム表現	44
シーズ展開	114
自然現象のモデリング	38
実 識	25
失敗を恐れず	22
質量を等価的に大きくする	75, 83, 106
視点を移す	20
自動給気扇	109
自動車	115, 140
自動車対地速度計	77, 101
——に隠れている人の検知	76, 97
自動車燃料計	108
自動車用サウンドアクチュエータ	76, 95
シナリオ作り	29
車両通過検知空気センサ	127
収束的思考	4, 7
手段の機能固定	1, 5, 6
準備期	9
小系思考	32
情報処理のアプローチ	10, 13
触発情報の収集	32
シリコンマイク	76, 92
塵埃の質量流量の計測	110
信号の流れの逆転	46
新製品開発	2
振動アクチュエータ	124
心理学	7
心理的ストレス	14
心理的抵抗	5
真理は更新される	31
【す】	
数 学	35
スピーカ	80
スマートホン	75
スマートホン搭載マイクロホン	91
【せ】	
生体計測	91, 120
セキュリティ応用展開	75, 80
セキュリティセンサ	75

接 近	10, 21
ゼーベック効果	70
センサ	85
ぜんまいばね発電	75, 85
ぜんまい利用	75
専門規定は逃げ	31
【そ】	
思考匠試	32
総合セキュリティセンサ	87
総合セキュリティセンサ展開	119
双指向性コンデンサマイクロホン	87, 90, 117
創造活動の行動指針	32
創造活動のチェックリスト	33
創造性	7
創造性トレーニング	74
創造性は天賦の才ではない	74
創造体質	24
創造的思考	8
創造的想像	8
創 脳	24
阻害要因	31
ソース	11
ソーンダイク	12
【た】	
大系思考	32
対 比	10
ターゲット	11
多重専門分野	31
たたみ込み積分と伝達関数	41
立ち位置の確認	15
縦 笛	111
多様性	7
断熱変化	142
ターンバックル	75, 83
【ち】	
力-電圧変換特性	64
力-電圧変換フィードバック系	63
知識の実識化	25
中心転換	12, 18, 20, 116
超高感度圧力センサ	114
超高感度圧力センサ化	75, 86
超高感度広帯域圧力計測	116
超高感度振動検知	125

超低周波加速度検知センサ	128
直列接続	45
【て】	
電圧温度差特性	72
電圧温度差変換のブロック線図	72
電圧-変位変換特性	62
電気工学	35
電子工学	35
伝 達	9
伝達関数	40
電動機	66
——の特性	67, 68
——のブロック線図	67
電波チューナ利用	77
電波定在波	115
電波の定在波の利用	136
天ぷら廃油回収器	74, 78
【と】	
等価変換	45
洞 察	1, 10, 12
ダウンカー	5
独創性トレーニングチェックリスト	34
突風検知デバイス	125
トムソン効果	71
ドライシユタット	11
トーランス	9
トリボ現象	110
トリボフローメータ	110
トレーニング課題	74
【に】	
ニーズ	3
日常性からの脱却	17, 18
【ね】	
寝返り方向	96
猫の自動餌やり器	74, 78
熱電現象	70
——のモデル	70
【の】	
脳力の出し惜しみ	31

- 【は】**
- 煤塵 110
 パイプ詰まり場所の検知 112
 パイプの外から測る流量計 93
 パイプの長さの計測 111
 パイプのリーク場所の検知 112, 113
 発散的思考 1
 発想転換 1
 発電機 69
 ———としてのブロック線図 69
 発電機特性 69
 ハンディキャップの設定 17
 反応 10
- 【ひ】**
- ピエゾアクチュエータ 127
 ピエゾ素子 114, 124
 ピエゾデバイス 65
 ———のフィードバック 65
 ピエゾ流量検知センサ 129
 微視的 48
 非接触生体ベッドセンシング 126
 必要なときに目覚める一次電池 75, 84
 微分方程式と伝達関数 40
 微分方程式の解 39
 微分方程式のラプラス変換 39
 ヒューリスティクス 13
 ピンからキリを知る 33
- 【ふ】**
- フィードバック系 46
 フィードバック接続 46
 フィードフォワード系 46
 フィルタ回路 57
 フィールドサーベイ 26
 風力検知 125
 フェージング 101
 不快振動検知センサ 130
 孵化期 9
 不完全燃焼センサ 76, 92
 複合システムは必ず
 フィードバックを内包 52
 不足 1, 9
 ———を感知 9, 16
- 物理学 35
 ———の教育体系 52
 ———の法則, 効果, 原理 54
 物理システムのブロック線図 57
 物理法則の伝達関数表現 55
 プランニング 13
 プレゼンテーション 16
 ブロック線図 44
 ———の簡約化 48
 ブロック線図論 36
 「不」を感知するセンサ 26
 分圧回路 57
 分解 19, 21, 133
- 【へ】**
- 併進変位-回転変位 83
 並列接続 46
 ベッドに寝る人の寝返り方向, 脈拍, 呼吸計測 76
 ペットボトル利用 74
 ペルチェ効果 71
 ヘルメット通信システム 131
 変位-電圧変換特性 65
 変位-電圧変換フィードバック系 64
- 【ほ】**
- ホイッスル 100, 114, 132
 ホイッスル利用 76
- 【ま】**
- マイクロホン 86, 116
 ———としての活用 75, 79
 ———の加速度センサ化 76
 マイクロホン利用 75
 マルチバスフェージング 136
- 【み】**
- 右ねじと左ねじ 83
 未知を知る 30
 脈拍 96
- 【む】**
- 無拘束ベッドセンシング 75, 89
 無重力タンク内の液量計測 143
 無電源加速度センサ 105
 無電源センサ 125
 無電源 100 年火災報知器 107
- 無批判な問題解決アルゴリズム 19
- 【も】**
- 目的分析法 13
 モグラ, 地ネズミ退治 130
 モデリング 36
- 【ゆ】**
- ユニモルフ金属板 127
 ユビキタス医療センシング 75, 90
- 【ら】**
- ラウドスピーカ利用 75
 ラプラス変換 36
 ———と微分方程式 38
 ———の性質 36
- 【り】**
- 理想気体の断熱変化 108
 流量計 76, 98, 100, 114, 132
 流量計機能 76
- 【る】**
- 類似 10, 11
 類似性 12
 類推 22
- 【れ】**
- レイリーフェージング 115
 連合 1, 10
 連想 1, 10
- 【ろ】**
- ろうそく問題 5
- 【わ】**
- ワレス 9
- 【英字】**
- N 値判定法 77, 103
 self-OS 24
 unlearn 25
 unlearn 状態 124

—— 著者略歴 ——

渡邊 嘉二郎 (わたなべ かじろう)

最終学歴 東京工業大学大学院理工学研究科
博士課程修了(電気工学専攻)
学 位 工学博士(東京工業大学)
博士(医学)(東京医科歯科大学)
現 在 法政大学教授

城井 信正 (しろい のぶまさ)

最終学歴 千葉大学工学部工業意匠学科卒業
学 位 工学士
現 在 株式会社シロイアソシエイツ代表
(商品企画, デザイン開発)

小林 一行 (こばやし かずゆき)

最終学歴 法政大学大学院工学研究科博士課程
修了(システム工学専攻)
学 位 博士(工学)
現 在 法政大学教授

小坂 洋明 (こさか ひろあき)

最終学歴 法政大学大学院工学研究科博士課程
修了(システム工学専攻)
学 位 博士(工学)
現 在 奈良工業高等専門学校教授

栗原 陽介 (くりはら ようすけ)

最終学歴 法政大学大学院工学研究科博士課程
修了(システム工学専攻)
学 位 博士(工学)
現 在 青山学院大学准教授

ものづくりのための創造性トレーニング

—— 温故創新 ——

Creativity Training in the Producing

—— Visiting Old, Create New ——

© Watanabe, Shiroy, Kobayashi, Kosaka, Kurihara 2015

2015年2月23日 初版第1刷発行



検印省略

著 者 渡 邊 嘉 二 郎
城 井 信 正
小 林 一 行
小 坂 洋 明
栗 原 陽 介

発 行 者 株 式 会 社 コ ロ ナ 社
代 表 者 牛 来 真 也

印 刷 所 萩 原 印 刷 株 式 会 社

112-0011 東京都文京区千石 4-46-10

発 行 所 株 式 会 社 コ ロ ナ 社

CORONA PUBLISHING CO., LTD.

Tokyo Japan

振替 00140-8-14844・電話(03)3941-3131(代)

ホームページ <http://www.coronasha.co.jp>

ISBN 978-4-339-04639-7

(新井) (製本:愛千製本所)

Printed in Japan



本書のコピー、スキャン、デジタル化等の
無断複製・転載は著作権法上での例外を除
き禁じられております。購入者以外の第三
者による本書の電子データ化及び電子書籍
化は、いかなる場合も認めておりません。

落丁・乱丁本はお取替えいたします