

レオナルド手稿に基づく発想方法論

高 梨 隆 雄

デザイン学科

The Creative Design Methodology on Leonardo's Codices

TAKANASHI Takao

Department of Design

(Received November 12, 2002 ; Accepted January 18, 2003)

1. レオナルド発想法序論

天才レオナルド・ダ・ヴィンチの発想方法の原理を発見し、われわれの美的な発想の潜在能力を最大限に引き出してくれるレオナルド発想法による設計方法論を創出するが本論の主題である。

芸術の本質を追求し、自然を探究しつづけ「芸術を科学する天才」と称されているレオナルド・ダ・ヴィンチは、偉大な芸術家としての評価であり、賞賛であった。たしかにレオナルドを芸術家としてみるのは正当ではある。しかし、それはレオナルドの創造活動のすべてとして見ているのではなく一部であり、科学や技術に関する広汎な創造活動が、幾多のノートブック「レオナルド手稿」に散見される。これらの有名なノートブックに描かれているスケッチは、実際の技術の設計図よりはむしろ多くの仮説のアイディアスケッチであり、創造的考察を必要としている現代エンジニアやデザイナーにとって、レオナルドの原理や方法は最大の価値をもっている。レオナルドはすば抜けた空想能力と偉大な絵画力により、彼独自のエンジニアリングデザインを展開し提示してきたのである。

レオナルドの仮説であるアイディアスケッチは、ほとんどが実現化されなかった。それらのエンジニアリングデザインが原理的に間違っていたからではなく、発明に対する最初のアイディアスケッチの表現であった上に、レオナルド自身の多くの発明は、実現のための技術的可能性が何世紀も早すぎたのであった。レオナルドは、それを実行するよりも、むしろそのアイデアの発想自体に興味を持っていたように思われる。レオナルドにとっては、実現されようが、されまいが、それを発想し創造することが重要なことであった。

疑問から始まって、いったい何がレオナルドに、仮説

ではあるが多量の業績を生み出しつづけさせたのであろうか。彼の明解な実行能力は別としても、いったいどこに彼のコンセプトの強さがあったのだろうか。それは、いかなる創造活動についても、観察され理解された真実のみが信頼できるという確固としたもの、すなわち自然の原理に戻っての思考による発想法である。

創造物の美的発想を理解しようとしているエンジニアやデザイナーにとって、創造物それ自体についてのレオナルド的な観察が必要である。それは自然を師としての形態になっているのか？ その形態は機能に適合しているのか？ そのものは容易に視覚的に理解されているのか？ それはどんな機能美を満たすことを意図してつくられたのか？ などなどである。ここに、本論は、この天才レオナルド・ダ・ヴィンチの手稿に基づく発想方法を導入した新しい設計方法論を提示する。

2. レオナルド手稿

レオナルド・ダ・ヴィンチが、生涯を通じての創造活動は、広く芸術と科学の領域に涉り、その観察・実験・分析・総合・推理等の論述、理論と応用、製作の考案工夫、図解、さらには日常身の事をも書きとめている手書きの原稿、すなわち手稿により視ることができる。その活動分野は天文学、数学、物理学、特に動力学、流体力学などの自然科学系。機械要素、工作機械、水力機械、農耕機械、飛行機、ヘリコプター、船などの工学技術系。人体解剖学、運動学、生理学などの生態科学系。その他に土木工学、水利工学、地理学、建築学、運河、都市開発そして軍事技術など、あらゆる科学、工学、技術の分野にわたっている。

当時のイタリアは、高度ルネッサンスと呼ばれ、ルネッサンス文化の最盛期にあたり、芸術が盛んになっていた一方、科学はまだ技術と分離されていない状況にあり、

学問として認められていなかった。したがって、ルネッサンス文化を芸術の面からのみ評価し、科学や技術の文化の面については無視されがちであったといえる。そのような時代、「モナ・リザ」創作の年代すなわち1503年から1506年のあいだに、「モナ・リザ」の外、「アンギアリの戦い」、「岩窟の聖母」などの名作に取りかかりながら、運河や要塞などの設計、「鳥の飛翔」、「水の運動」などを研究する一方、病院で人体解剖を実施しスケッチを続けていたレオナルドの手稿からは、はたしてどんな発想法が解明できるのか。それらのノートブックは、実際の技術計画よりむしろ多くの仮説のアイディアスケッチでいっぱいになっていた。しかし、それにもかかわらず、彼の芸術と科学の間の関連は両立されていたといえる。例えば、図1の「モナ・リザ」と頭蓋解剖の各々の半面を合わせた並列図は、眼、鼻、口、顎のプロポーションが見事に一致する。このことから「モナ・リザ」創作はアナトミカルデザインであることが解明される。これは、形態の基本的な構成を皮膚や肉よりも骨格で表現するという解剖学的発想による創作といえる。

これらの手稿中の文字はすべて右から左へ逆向きの裏文字で、鏡に写して正しく読める鏡像文字である。レオナルドは、左手で文字を裏返しに書いていたので、全て鏡像（鏡面）文字となっており、ペンとインクまたはチョークでかかっている。手稿中の図も人体解剖や地図の一部を除いては、逆向きの左面図になっている。これは、印刷を前提とした図法ではないかと思われる。版の向きは原画と逆になるからである。

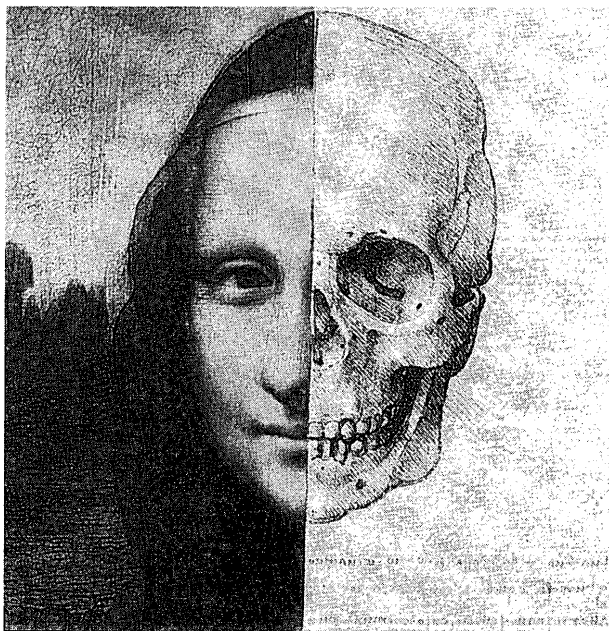


図1 モナ・リザと頭蓋（解剖学手稿B）の並列図

レオナルド手稿は、あらゆるものの観察記録、創作、研究、考察などが、大小さまざまな紙にかかれ、すでにフランス学士院図書館、ミラノ・アンブロアナ図書館、英国王室ウィンザー離宮図書館、大英博物館等に計約5000ページが所蔵保存されてきたが、これらは全手稿の約三分の二程度で、あとの三分の一は散逸しているものと推察されている。1965年、マドリッド国立図書館の一隅に二冊の手稿700ページの現存が発見され、因んでレオナルド・ダ・ヴィンチのマドリッド手稿（Codices Madrid）と呼ばれ、これはレオナルドがミラノに滞在中の14年間、その創造力の最も旺盛だった壮年期のもので、特に力学の理論と応用、機械工学、光学、流体学、水利計画、築城、絵画論、鳥の飛翔、航空学等々、その円熟充実した内容はこの「万能の天才」の思考力と表現力、その思考の根底に潜む芸術と科学の融合の極意が窺われ、この出現はレオナルドの全体像の殆どを明らかにするのみか、ルネッサンス期の科学、科学史、美術史等に新たな光をあてる文化の大遺産として7年間の困難な解読作業の後、1975年、英、米、西、伊、独、蘭、日の出版社（日本・岩波書店）の画期的な技術分担による国際共同の5セット（手稿複製、解説、索引、解読イタリア語と各国語訳、訳注）が完成した。（参考文献6）

3. 現代的要請の天才発想論

感性の時代といわれて久しく、その熟成期に入りつつある現在、現代の商品においては、「より感性的、より魅力的」という感受性を条件とする感性重視の設計方法が問われてきている。

感性を、外界の刺激に応じて感覚・知覚される感受性とうけとめ、その感性的認識の完全性を美と規定したバウムガルテンの「美学」によるまでもなく、美は、元来感性的であり、いかなる芸術も感性を欠くことはできない。そして、芸術はテクネー（技術）であり、芸術が他の技術と区別されるのはそれが美的価値を実現する技術だからである。ここに、芸術を科学する天才レオナルドの追求した芸術の技術への現代的な要請がある。

天才の特徴は、その感性的才能における創造性にある。われわれにくらべて、極めて高い感性的能力を先天的にもっている人が天才といわれてきている。カントの天才規定によると、自然がそれによって芸術に与える心的素質であり、自ら規制を産出する独自性がその最大の特長ではあるが、それは自然の根底に存する目的なき合目的性によって支えられるとされている。

天才は、一般性のある規則では得られないものをつくり出す創造性を特性とする。その独創性は、人々に感動を与え、造形活動の範型とはなるが、本人自らそれを認

識していない。すなわち、このような範型がいかにして創出されたかを知らず、その方法を法則として他人に提示することはない。そして、一般的な天才の感性的特徴は、ある矛盾性や不安定性にあり、かえってそれが天才の優れた創造活動を促進させている。

ときとして、われわれは、その秀逸な範型「レオナルド手稿」に接したとき、その矛盾性や不安定性を含めて、天才レオナルドの発想法を現時代的要請として積極的に享受したくなる。

4. レオナルド・アイデアスケッチ発想法

設計方法として、レオナルド手稿を考察する。手稿とは一般的用語としては使用されていない言葉ではあるが、手書きの原稿を意味し、レオナルドの手書きの手稿とは、文字原稿を含めたアイデアスケッチおよびレンダリングなどの具体的な概念集合と解することができる。

レオナルドの手稿は、原則として、1枚につき1テーマという視点で書かれてはいるが、1枚の用紙に1点のイラストや図で終わることなく、おおかたは数種の図形が描かれている。例えば、鞆（ふいご）のための一連の新しい音楽的装置「和楽器について」をテーマとする画面に、鞆を視点として、トランペット風の3本管が突き出ている鞆、小型の手持ちオルガンに適用された鞆、室内オルガンに適用された鞆、鞆の送風装置のメカニズム、そして着飾った若い音楽家の演奏シルエットなど、ここに1枚の画紙に展開しているレオナルド独自のアイデアスケッチ方法をみることができる。（図2. 参考文献10）

これは、同一視点にたったの多種内容の提示をしている。すなわち、天才レオナルドのイメージには、突然他の内容が同時にひらめくに違いない。それを同一視点とすることによるテーマの見事な展開である。その場合、同時に浮かんでくるイメージを瞬時にスケッチし、思考を図示してゆくビジュアル・シンキング（視覚的思考法）は、具体的集合としての仮設計解を表出するレオナルド独自のアイデアスケッチ法である。

このレオナルド・アイデアスケッチ法と、現在われわれがデザイン業務としているアイデアスケッチやレンダーの方法とを比較してみると、天才にはわれわれには及ばない秀れたひらめきの方法があるという見方ではなく、われわれの常識としているデザイン業務内ではとらえることのできなかつた方法を提供してくれていると理解すべきであろう。仮設計解への新たな方法の提示として捉えてゆくことができる。

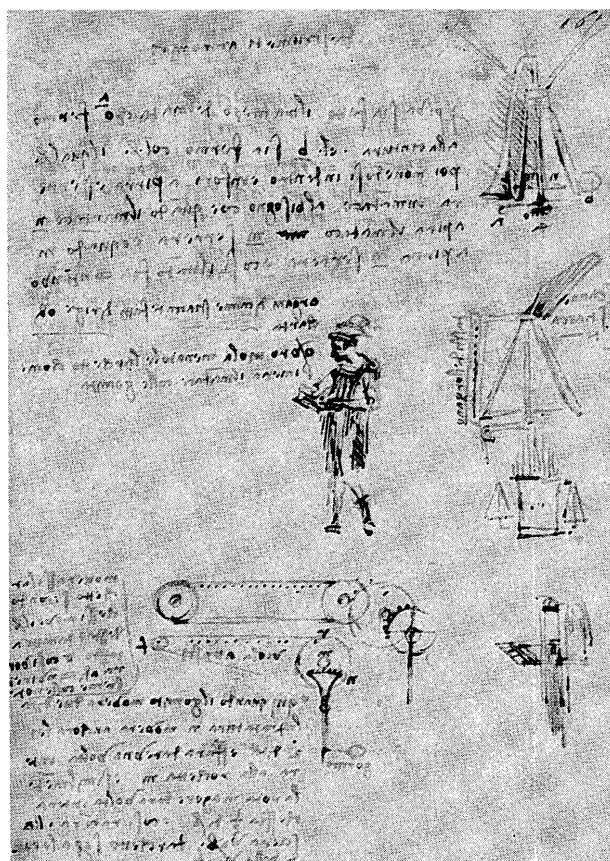


図2 鞆のための一連の新しい音楽的装置（マドリッド手稿 II fol. 76r）

5. 設計条件のレオナルド的発想設定法

現在、エンジニアリングデザイナーにとって、商品化設計のためのアイデアを得るのにもっとも効果的な方法は、自ら作成した設計資料集による方法である。自らが設計するための条件、すなわち自らの設計条件により作成された自分のための設計資料集である。実際に、普通のデザイナーは自分の設計した設計事例を失敗例も含めて自ら作成し、自分の個人的設計用途のための覚え書きとしている。

そのなかでもっとも重視されているのが、製造技術の設計条件に関するノウハウであろう。製品をつくりやすく、確実にでき、コストを低減させる設計ノウハウ帳である。

しかし、このような製造条件を自らの設計条件とする設計方法は、一般的設計方法ではあるが、常にすべてに通じる万能の設計条件とは限らない。未来の商品、未知な商品进行を考えると、製造条件を設計条件として設定しなかつたレオナルド設計方法が、感性時代の今こそ、必要とする設計方法であることを提言したい。

この製造条件を設計条件の絶対必要条件として設定しなかったレオナルドの設計方法は、レオナルドの手稿に多くみることができる。レオナルド手稿に視る天才デザイナーによる設計と条件から設計条件への感性的条件設定のしかたは、デザインメソッドロジにおける発想設定論とでもいうべきものである。

レオナルドを近代的な科学のビジュアル・シンキングの祖すなわち科学的図解の父と称してもよい。彼は異常なほどの好奇心を持っていた以上に、鋭い観察力、ずば抜けた空想力、加えて素描に表現する絵画力との総合力にもとづいていた天才デザイナーである。アーチストエンジニアの原形としてのレオナルドを、すべてのレオナルド手稿の紙面は感じさせてくれる。

商品化設計に関係のある、レオナルドの機械の研究についての手稿は、アトランティコ手稿とマドリッド手稿Ⅰ・Ⅱにほとんど納められている。機械要素、機械装置、兵器、水力機械、測定機器、時計、船、飛行機械、建築など現代機器のすべての元祖がレオナルド手稿となる。レオナルド自体、機械の研究が好きであったのは事実であろうが、一製品、一機種にこだわらず機械全般にわたったのは、新しい設計方法を生み出す発想の喜びを知っていたからに他ならない。

レオナルド手稿は、製造条件を設計条件の絶対必要条件として設定せず、また、設計条件にすべてを自動化とする設定方法たとえば自動串焼き装置（アトランティコ手稿）などを、現代のデザイン設計への創造的な発想を促す設計条件としてレオナルド的発想設定法を位置付けることができる。

6. レオナルド仮設計解による現行設計解への発想法

レオナルド手稿に基づく仮設計解による現行設計解への発想法を視る。レオナルドは、自らの測定から一般的法則を導き出し、発想の源点としている。すなわち、レオナルドの軸受けの摩擦問題を例にあげると、摩擦抵抗は接触面の性質によって異なること、表面の滑らかさによって異なること、接触面の面積に無関係なこと、荷重に正比例すること、接触面にコロや潤滑液を入れることによって小さくできること等である。これらの法則は、500年を経た今日では明白なことであるが故に、現代のエンジニアにとってレオナルドのボールベアリングに関する数種の図解が出現したときには驚嘆させられた。（図3）

これらの図が1967年に始めてライフ紙に掲載されたときのことをラディスラオ・レティ氏は次のように明言している。「スペリー・ジャイロスコープ製作所の前社長

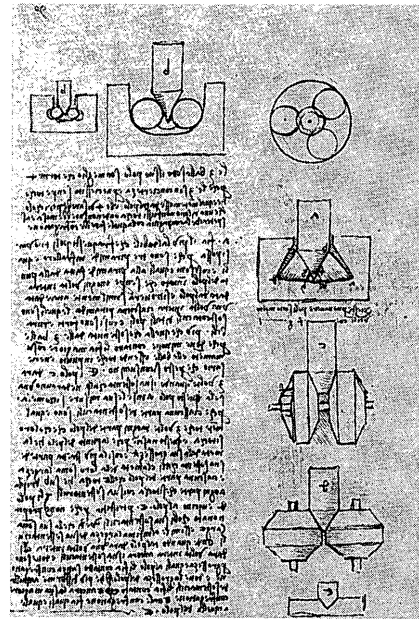


図3 円錐形軸の軸受（マドリッド手稿Ⅱ fol. 10v）

プレストン・バisset博士は、バーンディ・コーポレーションの創設者でまた著名な技術史家でもある友人バーン・ディブナー博士に宛てて次のような手紙を寄せました。『ダ・ヴィンチのスケッチが円錐形の軸の先端をめぐって入れ子になっている球であるのをみたときには全くショックでした。1920年代、盲目飛行用のジャイロ装置を開発していた頃、私どもはどうすれば軸端に全く遊びのない球軸受けを設計することができるかという問題を抱えておりました。軸の先端を円錐形にして、そこを球で支える形の球軸受けという変革をやったのは私どもとばかりと思っておりましたのに、実は、この装置はダ・ヴィンチのスケッチの二番煎じにすぎなかったのです。』（参考文献10）

レオナルドの軸受けの磨耗問題は、さらに発展し、現代のボールベアリングと同等のビジュアル・シンキングを示した。ベアリングのボールがとなりのボールと接触すれば、摩擦で相互に運動の向きは逆になり、その摩擦によって摩擦減少を目的としたボールベアリングの意味がなくなる。そこでボール相互を離す設計をレオナルドは提示している。レオナルドの解法は、軸受けのボールが自由に回転できるように溝の中に置く方法である。現代のボールベアリングと全く同じ構造の軸受けを、マドリッド手稿Ⅱ fol. 20 v に図解していたのである。（図4）

マドリッド手稿が1965年、マドリッド国立図書館で見られて以来、レオナルド手稿の研究は各分野で紹介され、ベアリングにおいては英国リード大学の摩擦工学ドーソン教授によって1979年「レオナルド・ダ・ヴィンチの

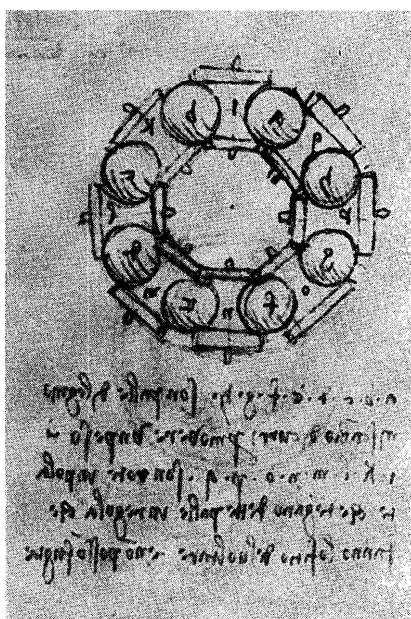


図4 ボールベアリング (マドリッド手稿Ⅱ fol. 20v)

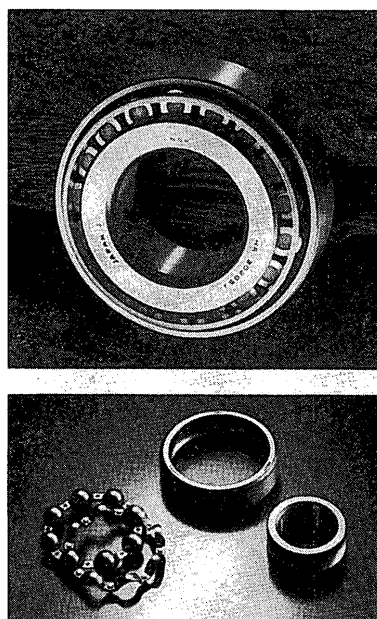


図5 現代のボールベアリングと構成部品

摩擦学研究」として詳細に報告されている。(参考文献11)「なぜ転がり摩擦は滑り摩擦より小さいのか？」のレオナルド摩擦学原理に答えての現行ベアリングは、現代機械の最も重要な機械要素部品(図5)として、レオナルドの設計と同じ構成で商品化されている。これはまさに、レオナルド仮設計解が、500年後の現代へ向けた即実用の設計解であると解することができる。

7. レオナルド手稿を導入した創造的発想方法

一般に、デザインメソドロジーは、ある特定の種類の問題を解決する方法であり、設計と条件や設計条件を充足させる状態に、設計解を関連づける設計方法である。そして、デザインメソドロジーには、分析的方法と構造的方法とが考えられる。分析的方法とは、現存しているものに導入される問題解決のための方法であり、科学的方法であるといえる。一方、構造的方法は、まだ現存していないものを、新たにつくり出すための方法であり、創造的方法であるといえる。

さて、レオナルド手稿からみたデザインメソドロジーは、特定の問題を解決する最適化設計方法というよりはむしろ、不特定の問題に対応する多目的最適化設計方法と言える。また、レオナルドの自然に対する観察力の鋭さから分析的方法も読み取れるが、レオナルドの主題は当然、現存していないものの創造にあり、構造的方法である。そして、そのために、分析的方法の存在があるともいえてくる。

これは、天才ゆえの方法論であろうか。天才の感性的

特性としての矛盾性や不安性からの指摘として、現状では造れそうもない多数の機器や装置の創出、一枚の紙に一見無関係とみなされる図像群による多目的図解法などの視覚的思考がみられる。また、これらの図解と同時に、鏡面文字ではあるが、文字による説明がつけ加えられ、ときとして散文や詩も書き添えられている。この芸術性豊かなレオナルド視覚的思考法が、通常の設計方法に示唆を与えることとなる。

すなわち、レオナルド手稿は製造条件を設計条件の絶対必要条件として設定しなかったレオナルドの設計方法、すべてを視覚化して考えるレオナルド独自の視覚的思考法による多目的最適化設計方法、すべてを自動化して考える自動化設計方法等の仮設計解への指向は、勝れた創造活動を促進する創造的発想方法を示して、現代へ十分な実績を見せつけているのである。

ここに、レオナルド手稿、主としてマドリッド手稿Ⅱからの発想法解析ではあるが、現行のデザインメソドロジーへの創造的発想方法の設計予条件として、「レオナルド手稿法を導入した新アイデアスケッチ法」の4設計と条件を条件設定する。

1. スケッチ用紙1枚1テーマとし、同一視点からの同時発想
2. 視覚的思考法による多目的最適化発想
3. 文字による簡単な解説と同時に詩の添付
4. 設計条件に製造条件を絶対必要条件としない

以上、創造的発想方法の4条件設定を基に、「自転車のアイデアスケッチ」演習課題による学生作品の発想実習

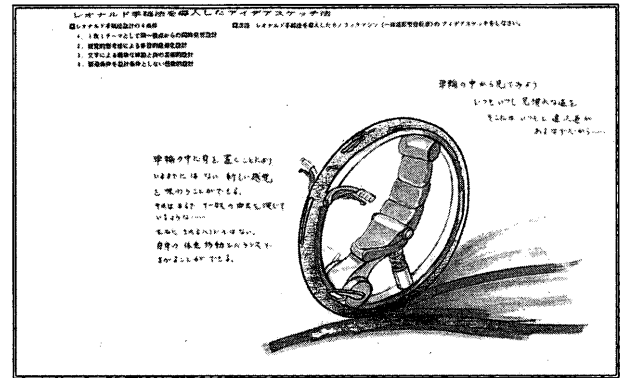
例を参考に、新アイデアスケッチ法を考察する。(図6、参考文献21)

- A：空飛ぶ鳥からの楕円型車輪自転車発想提案
- B：スペースシャトルからのモノコック型自転車の発想提案
- C：タイヤの中からみた車輪型自転車の発想提案
- D：海老になってのバック可能なモノコック型自転車の発想提案
- E：虫の目線からみた地を這う自転車の発想提案
- F：魚になっての潜水型自転車の発想提案

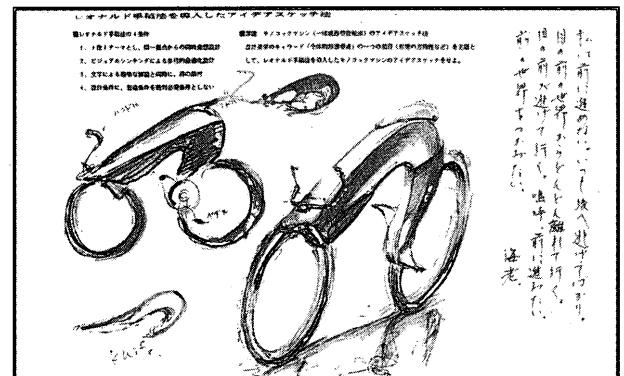
以上、創造的発想方法の4条件設定を基に、直観的で簡単な事例であるが、未来型自転車の発想提案のアイデアスケッチである。通常のデザイン業務のアイデアスケッチ法では得られない、詩を添付した多彩なユニークな作品群の出現である。

これら学生の各自の主観によるレオナルド手稿法を導入した新アイデアスケッチ法を、客観的な創造的発想方法として検証してみる。この発想法の客観的な検証法として構造モデルISM (Interpretive Structural Modeling) 法を適用する。

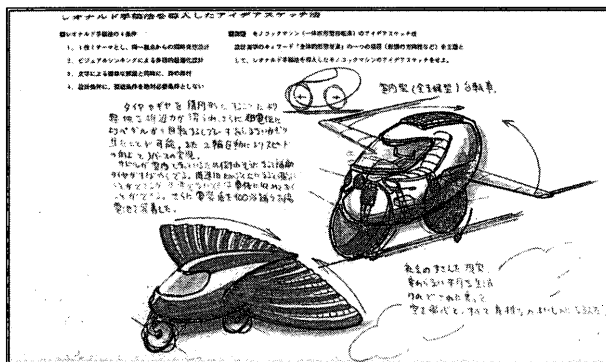
構造モデルとは、課題項目の相互関係は点と線と方向



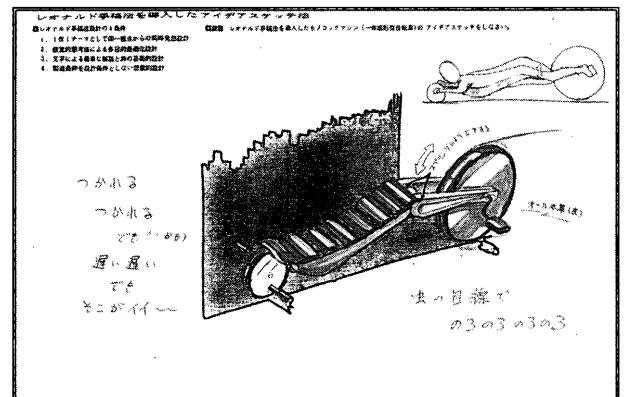
C：タイヤの中からみた車輪型自転車の発想提案



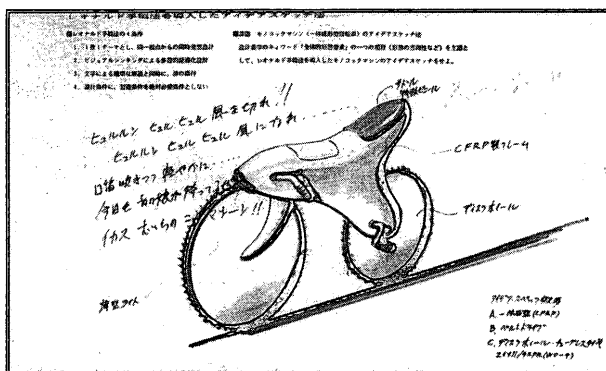
D：海老になってのバック可能なモノコック型自転車の発想提案



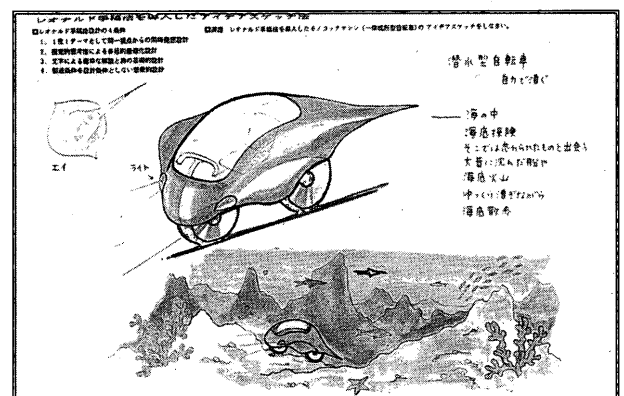
A：空飛ぶ鳥からの楕円型車輪自転車発想提案



E：虫の目線からみた地を這う自転車の発想提案



B：スペースシャトルからのモノコック型自転車の発想提案



F：魚になっての潜水型自転車の発想提案

図6 レオナルド手稿法を導入した新アイデアスケッチ法 (学生作品)

で構成されてネットワークシステムで表現可能という思考に基づいている。この構造を解析する手法として、グラフ理論が応用でき、解析された結果に基づいて簡潔に表示されたグラフは、設計過程を理解するための有効な方法となる。グラフ理論での対象は全般的な関係であるが、構造モデルで扱う関係は因果関係が多く、その関係を視覚的に矢印で因果の向きを表した流れ図としての有向モデルである。構造モデルは、多変量解析に比べてあいまいさを指摘されるが、大きく感性的に捉えることから、発想法の検証には適した方法と言える。構造モデルISM法は、サンプルや問題などの2項目の関係に注目して、関係の方向を有向グラフ化階層化する方法で、2つの項目間の関係を有向グラフ化できることは各項目間に影響や順序関係が存在することを意味することとなる。この構造モデルを、レオナルド・ダ・ヴィンチ発想法の原理解析に適用し、アイデアスケッチ法（学生作品）についての階層化を求める。

この構造モデルのデータ作成法は、キーワード項目間の2項目の関係に注目して、関係の方向を有向グラフ化し階層化する方法で、2項目づつの関係を総合的に有向グラフ化することによって、各項目間の影響や順序関係を構築することにある。作品提出者の学生34名に、レオナルド手稿法を導入したアイデアスケッチ法について、設計予条件・設計条件・同時発想・多目的最適化・詩・文字解説・視覚的思考方法・製造条件・仮設計解・設計解の10語のキーワードからの構造モデル調査の提出を求めた。このキーワードを課題項目として、課題項目(i)が課題項目(j)に影響を与える場合は1を、関係のない場合には0を与えるというルールにしたがって、キーワードの構造モデル調査用紙を作成した。(図7)

今回の調査の条件に、最終項目としての設計解を無有向キーワード（すべて0）とし、同学生に実施して、調査数34、キーワード数10により集計データ一覧表を得た。この一覧表より、カット値7による、相互関係を視覚的に矢印で因果の向きを表した環状の構造モデル相関図を作成し、最大7階層化の流れ図（図8）を得た。カット値とは、集計値を1か0に2値化し有向化して、最大階層化を得るためのボーダー値である。また、階層図制作にあたっては、有向モデル化の条件としてバイパスは省略する。

このレオナルド・ダ・ヴィンチ発想法のキーワードの最大7階層図は、2通りの方法による選択肢を得たことになる。すなわち、設計予条件から出発して第2階層の設計条件へ、第3階層では同時発想・多目的最適化と詩・文字解説の2通りに別れ、第4階層の視覚的思考方法で合流し、第5階層のレオナルド手稿に基づく仮設計

■「レオナルド手稿を導入したデザイン設計方法」構造化モデル

課題項目(i)が実現すれば

課題項目(j)の実現がなお一層容易になりますか？

回答: 1. yes 0. no

課題項目(j)

☐ 接点行列（直接関連）

☐ 可到達行列（直接関連＋間接関連）

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
課題項目(i)										
A										
B										
(i) C										
D										
E										
F										
G										
H										
I										
J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

A: 設計予条件

B: 設計条件

C: 同時発想

D: 多目的最適化

E: 詩

F: 文字解説

G: 視覚的思考方法

H: 製造条件

I: 仮設計解

J: 設計解

回答数

調査数

要素数

最大得点

カット値

■構造モデル階層図

グラフ化の条件として

バイパスは省略する

■構造モデル相関図

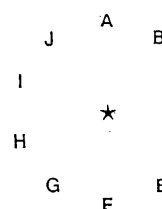


図7 レオナルド手稿法を導入した構造モデル調査用紙

解へと続く。そして第6階層の製造条件を経て、最終の第7階層の設計解に達する流れが知れたことになる。この階層結果は、学生作品の構造モデル化による新アイデアスケッチ法（点線内）と解することができる。(図9)

これは、レオナルド・ダ・ヴィンチ発想法の設計方法として、自ら設定した設計条件にしたがって同時発想・多目的最適化の科学的思考と詩・文字解説の芸術的思考の2方向からの視覚的思考方法への融合が指摘されたことになる。なお、学生作品の発想実習例からみると、科学的思考にはアイデアスケッチ学生作品A・B・C、が相当し、芸術的思考にはアイデアスケッチ学生作品D・E・Fが相当するものと検証される。

考 察

以上の新アイデアスケッチ法構造モデル階層化によるレオナルド手稿からの考察をふまえて、天才による設計方法「レオナルド手稿法を導入した新設計方法論」の視覚的思考法によるデザインプロセス・フローを図10に示す。

この「レオナルド手稿を導入した新設計方法」は、通常のデザインプロセス・フローである、現製品→設計与

■「レオナルド手稿を導入したデザイン設計方法」構造化モデル

4/19/7/8

課題項目 (i) が実現すれば

課題項目 (j) の実現がなお一層容易になりますか？

回答: 1. yes 0. no

課題項目 (j)

□ 接点行列 (直接関連)

□ 可到達行列 (直接関連+間接関連)

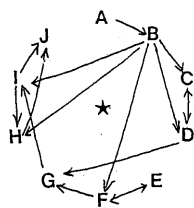
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A		24	4	0	2	3	5	5	0	4
B	5		7	7	0	7	3	7	4	4
C	1	2		7	1	0	6	1	3	0
D	0	2	4		0	1	7	3	3	2
E	0	3	3	0		7	6	0	1	0
F	0	1	1	0	7		7	3	3	1
G	1	0	2	0	1	0		0	7	3
H	0	6	0	3	0	1	0		1	9
I	1	6	1	2	1	0	1	7		2
J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

A: 設計と条件
B: 設計条件
C: 同時発想
D: 多目的最適化
E: 詩
F: 文字解説
G: 視覚的思考方法
H: 製造条件
I: 仮設計解
J: 設計解

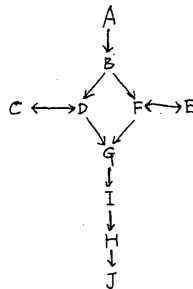
回答値 34
調査数 34
要素数 10
最大得点 24
カット値 7

■構造モデル階層図

グラフ化の条件として
バイパスは省略する



相関図



階層図

図8 レオナルド手稿法を導入した構造モデル

条件→設計条件→設計解→新製品のフローを変えて、現製品→設計と条件→設計条件→レオナルド手稿（仮設計解）→設計と条件→設計条件→設計解→新製品の新しいデザインプロセスのγ文字型フローの設計方法となる。

レオナルド手稿の指向は、仮設計解に提示した未知の技術と条件を設計と条件として位置付けることにあったのではなかろうか。形態や機能は図像を与えた場合、抽象概念集合の性能や機能は一義的に決まりやすい。そこに着目すれば抽象概念集合である設計と条件の設定は十分考えられるし、未知な開発商品の設計解への流れは本流となる。

この天才による設計方法における発想方法論は、天才レオナルドの手稿により示唆されて、通常のデザイン設計方法とは異なる新しい設計方法を提唱した試論ではあるが、感性時代の現今、未来の商品、未知の商品開発設計には有効な創造的設計方法となることを確信する。

参考文献

1) 高梨隆雄「レオナルド手稿における設計方法論の研究」東京

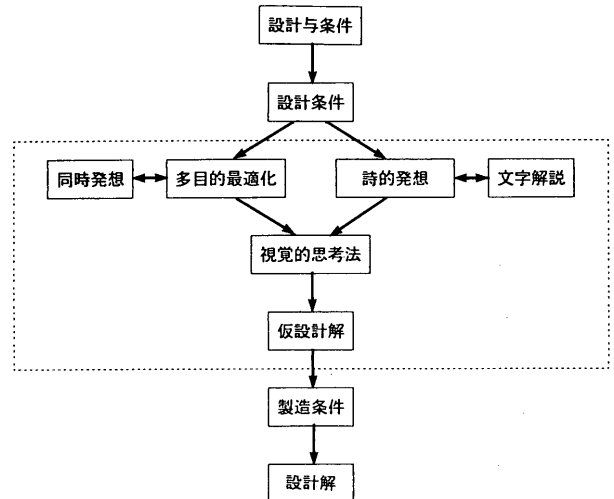


図9 レオナルド・ダ・ヴィンチ発想法による新アイデアスケッチ法

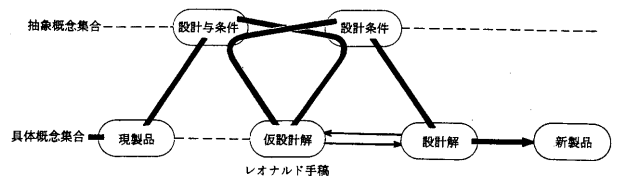


図10 レオナルド手稿法に基づく発想法を導入した新設計方法

工芸大学 工学部紀要 Vol. 15、No. 2、1992

- 高梨隆雄「レオナルド手稿を導入したデザイン設計方法」日本デザイン学会 第40回研究発表会概要集デザイン学研究、1993
- 高梨隆雄「レオナルド手稿を導入した創造的設計方法」東京工芸大学芸術学部 第1回シンポジウム概要集、1997
- 高梨隆雄「レオナルド手稿を読む—レオナルド手稿を導入した設計方法試論—」日本インダストリアルデザイナー協会 Industrial DESIGN 155, 1991
- Leonardo da Vinci「Codice Atlantico」R. Accademia dei Lincei 1975
- Leonardo da Vinci「CodeX Madrid I/II」下村寅太郎監修「マドリッド手稿 I/II」岩波書店、1975
- 田中英道「レオナルド・ダ・ヴィンチ」講談社学術文庫1013、1992
- 杉浦明平訳「レオナルド・ダ・ヴィンチの手記」上・下巻 岩波文庫520-1/520-2、1991
- Paul Valery 山田九朗訳「レオナルド・ダ・ヴィンチの方法」岩波文庫560、1991
- Ladislao Reti「Elements of Mechanies」The Unknown Leonardo: McGraw-Hill Co-Production 1974、裾分一弘訳「知られざるレオナルド」pp. 285、岩波書店、1975
- D.Dowson「the Tribological Studies of Leonardo da Vinci」History of tribology pp. 95-109: Longman Group Limited 1979
- 長尾重武「建築家レオナルド・ダ・ヴィンチ」中央公論社 中公新書1201、1994
- 久保尋二「レオナルド・ダ・ヴィンチ研究」美術出版、1972
- 「レオナルド・ダ・ヴィンチ」東野芳明解説新潮美術文庫、1974

- 15) ケネス・クラーク丸山修吉/大河内賢治訳「レオナルド・ダ・ヴィンチ」法政大学出版局、1974
- 16) 裾分一弘「レオナルド・ダ・ヴィンチの「絵画論」攷」中央公論美術出版社、1977
- 17) 西村貞二「レオナルド・ダ・ヴィンチ/ルネッサンスと万能の人」清水書院、1984
- 18) 青木昭「レオナルド・ダ・ヴィンチ万能の天才を尋ねて」河出書房新社、1996
- 19) マイケル・J・ゲベル リードくみ子訳「ダヴィンチになる！—創造的能力を開発する7つの法則—」TBS ブリタニカ、2000
- 20) F. Ashford、高梨隆雄訳「設計美学」ダウッド社、1982
- 21) A 土元明仁・B 中川辰之・C 麗雅央・D 原健・E 大谷真佑・F 日置あけみ、高梨隆雄編「レオナルド手稿を導入した新アイディアスケッチ法」学生作品、1992
- 22) 高梨隆雄「美的設計方法論」ダヴィッド社、2002
- 23) 高梨隆雄「レオナルド手稿に基づく感性的発想法試論」第4回日本感性工学会大会予稿集、2002