工作機械とモノづくりの魅力

―レオナルド・ダ・ヴィンチの手稿から―

レオナルド・ダ・ヴィンチはイタリアのヴィンチ村で生まれ、67年の生涯で「モナリザ」や「最後の晩餐」などを描いたが、完成させた作品は少なく、寡作の人であった。一方、彼は生涯にわたって、膨大な量のメモやスケッチを書きためていた。彼の没後、その多くは散逸してしまったが、現在８０００枚ほどが「もう一つの遺産」として、欧米の公的機関に収蔵されている。ここでは、レオナルドの手書きのメモ（手稿）にスポットを当て、機械工学の切り口から解説を行う。

レオナルド・ダ・ヴィンチ（1452―1519）
引用：ヴァザーリ著、裾分一弘訳『美術家伝　レオナルド・ダ・ヴィンチ伝』p.1

レオナルドの手稿には日々の着想が鏡文字を使って記され、また、興味を抱いたものの観察結果や図面などが遠近法や陰影法などを用いて精密に描かれている。レオナルドは世界的な名画を描くことのできる実力を持っていたことから、彼にとっては単なる覚書の手帳であっても、その仕上がりは芸術作品として通用するほどのものであった。しかし、それがあだとなり、これらの手稿は長い歴史の中で、収集家や権力者の手を渡り歩くことによって、散逸したまま所在がわかっていない。

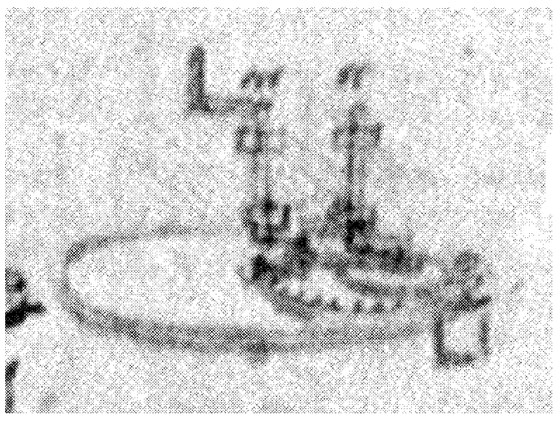
レオナルドはさまざまな分野にわたるメモを手稿として残しているが、「機械工学」に関する記述に注目すると、アトランティコ手稿とマドリッド手稿が群を抜いている。まず、アトランティコ手稿は16世紀末に彫刻家ポンペオ・レオーニが糊と鋏を用いて整理を行った冊子で、「ポンペオ・レオーニ収集のレオナルド・ダ・ヴィンチによる機械、知られざる技術および諸術に関する図面集」と呼ばれる通り、さまざまな機械が網羅されている。その名称は手稿の大きさが「アトラス版（縦65センチ×横44センチ以下）」であったことに由来している。次に、マドリッド手稿はスペインのマドリッド国立図書館で１９６４年に再発見されたことからこの名がついた。この手稿は2巻で構成されており、機械装置は1巻に記述されている。

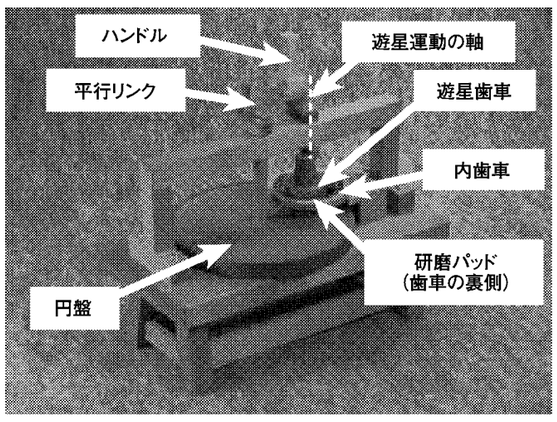
アトランティコ手稿やマドリッド手稿を含む現存する手稿は、外観まで精巧に複製されたファクシミリ版としてほとんど全てが公刊されている。マドリッド手稿などは大学の付属図書館などを探せば比較的簡単に閲覧することが可能である。

復元模型の解説

これまでに我々がレオナルドの手稿から復元を行った機構模型について、「モノづくり」の観点でアトランティコ手稿からは「平面鏡加工機」を選び、またマドリッド手稿からは「８個の球の軸受け」を選んで解説する。

平らな鏡などを磨くための装置。平面に磨かれるワークはこの装置の大きな円盤に貼り付けられ、研磨パッドで磨かれる。この装置は上部のハンドルを回転させることで大きな円盤が回転する。また、それと同時にハンドルに取り付けられている平行リンクによって、鏡を磨くパッドもハンドルと同期して小さな円を描く。この運動の組み合わせだけでも、研磨パッドは大きな円盤に対して、小さな円を描きながら円盤上を動くことになる。





上はアトランティコ手稿より「平面鏡加工機」
引用：Il Codice atlantico della Biblioteca Ambrosiana di Milano/Leonardo da Vinci
下は復元した平面鏡加工機

平面鏡加工機（アトランティコ手稿）

さらに、レオナルドの手稿には次なる仕掛けが描かれている。研磨パッドに歯車が取り付けられており、この歯車が固定された内歯車に噛み合う。ハンドルを含めたこの歯車の組み合わせは遊星歯車列といい、パッドに取り付けられた歯車を遊星歯車と呼ぶが、遊星歯車は名前の通り太陽の周りを自転しながら公転するような動きをするため、パッド上の各点が場所によって異なる動きをすることになる。結果として、前述した円盤の動きと、この遊星運動が組み合わされることで、パッドはワークに対して複雑であるものの、規則的な動きをすることになる。

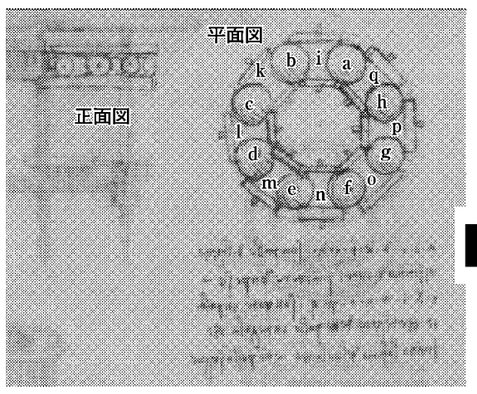
重量物を滑らかに回転させることが可能なスラストベアリング。手稿には5行にわたるレオナルドのメモが確認できる。１９７５年に岩波書店から出版されたファクシミリ版の日本語訳から引用するとメモの内容は次の通り。

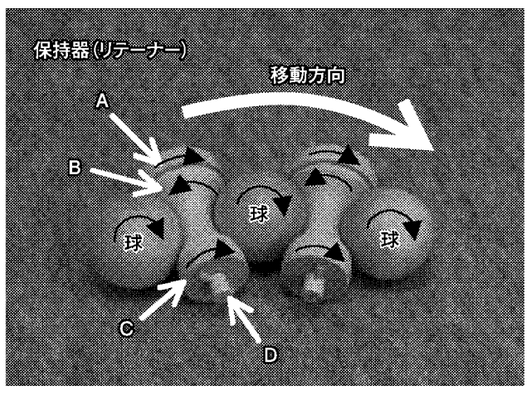
ａｂｃｄｅｆｇｈは木製の球であってコロの代わりに重量物を動かすのに使用される。ｉｋｌｍｎｏｐｑは前述の球を規制するための軸の付いた車で、球がうまく転がって逸脱しないようにする。

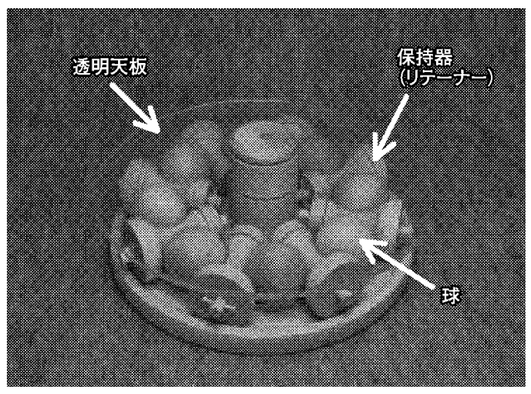
前半の部分は「平らな面の間に球をはさむことで、球を媒介して物体が点で接触することになり、なめらかに移動することができる」という現象について記述されている。注目すべきは後半で「運動中の球がお互いに接触すると、それらが逆方向の回転運動によって大きな摩擦を生じ、球の回転を妨げる」ということにレオナルドは気づき、その対策として「保持器（リテーナー）」を付け加えたことである。

次に、この保持器と球の関係を復元模型の分解モデルで説明する。モデルでは3個の球の間に保持器が2個挟まっている。この保持器を良く見ると、四つの部品で構成されていることがわかる。その中のBの部品が球と球の間に挟まり、球とは逆の方向に自転することで、滑らかな回転に一役買っている。保持器自体はAとCの車輪によって、球と同じ方向に公転することになる。

面白いことに「8個の球のベアリング」と全く同じコンセプトが、１７８７年に英国特許№.１６０２として登録されている。実に、レオナルドが手稿にアイデアを書きとどめてから３００年後のことである。







８個の球の軸受け（マドリッド手稿）

上はマドリッド手稿より「８個の球の軸受け」
引用：Codices Madrid/Leonardo da Vinci
右下は復元した８個の球の軸受け
左下は保持器（リテーナー）の働き

モノづくりは人づくり

レオナルドの復元模型をデフォルメし、小さな子供たちにも組み立てることができるキットの開発を数年前から行っている。

富山県立大学では、毎年8月の第1土曜日に「ダ・ヴィンチ祭」を開催しており、我々のグループは製作教室で子供たちに機械の世界の楽しさを体感してもらっている。レオナルドの復元模型を組み立てた子供たちが、未来の工作機械を設計する日が来るのを夢見ながら…。

富山県立大学工学部
知能デザイン工学科
准教授　神谷　和秀
教　授　野村　俊
講　師　松本　公久
工房メカニズモ
代　表　神谷　長幸
　　神谷　佳孝