

## 技術選択に関するジレンマのマネジメント —ファナックにおけるジレンマの超克—

○柴田友厚（香川大），児玉文雄（芝浦工大）

### 1. はじめに

企業は新技術の台頭をどのようにこえ、現行技術から新技術へ移行できるのかという課題は、実践的にも理論的にも極めて重要である。だがこの移行期間は、現行技術も新技術も先の見通しが不確実なため、企業は技術選択の深刻なジレンマに直面する。そのジレンマをどのようにしてマネジメントするかということが重要な課題になってくるのである。本稿では、ファナックがいかにして技術選択のジレンマを超え、2回の技術転換に成功したのかを事例分析する。その結果、驚くほど似通った仕組みによって、2回の技術転換を超えてきたということを明らかにする。

### 2. 技術選択のジレンマに関する先行研究

技術革新の台頭に伴って、企業は新技術か旧技術かという技術選択のジレンマに直面する。技術選択のジレンマを引き起こす第1の要因は、フォスターが指摘した技術のSカーブ理論に起因する(Foster,1986)。新しい技術のSカーブはその初期段階では既存技術のSカーブよりも性能が劣るために、企業は多くの場合新しいSカーブに移行することに躊躇する。その時点で、新技術の発展性に関して確実な見通しを得ることは難しいからである。そこで企業は、新技術に移行するか、あるいは現行技術にとどまりその改良に注力するかという判断を迫られる。これが技術のSカーブ理論によってもたらされるジレンマである。ジレンマをもたらす第2の要因は、クリステンセンが指摘した顧客や市場からの評価に起因するジレンマである(Christensen,1998)。彼はハードディスク業界の歴史的分析を行い、優良企業の失敗は既存顧客の要望を良く聞くという、まさにその優れた経営に起因しているということを明らかにした。

本稿は、これらの既存研究と同じ問題意識に立脚しているが、しかし既存研究とは異なるアプローチを採用する。既存研究の多くは、優良企業がなぜ失敗するのか、その失敗の原因を分析するというアプローチを採用してきた。しかし本稿では、失敗事例の分析ではなく、技術転換に成功したプロジェクトに共通する成功要因を抽出するというアプローチを採用する。数は少ないが、技術転換を超えてきた企業は確かに存在するからである。本稿と同様に、成功事例の共通要因に注目した既存研究にはたとえば、新原（2003）、コリンズ&ボラス（1995）などがある。

### 3. 事例：ファナックにおけるジレンマのマネジメント

NC (Numerical Control) 装置は工作機械を制御する工業用コンピュータとも言える製品システムである。それを構成する主要な要素技術は、工具の軌跡を計算する論理演算機構と速度や位置を制御するサーボ機構の2つである。本節では、論理演算機構とサーボ機構という主要な要素技術の技術転換に直面して、ファナックがどのようにして技術選択のジレンマを超えていったのかを紹介する。

#### オープンループからクローズドループへ (サーボ機構の技術転換)

ファナックは1956年に、稲葉清右衛門を中心とした富士通の社内ベンチャーとして誕生した。その後1972年には富士通から別会社として分離独立したが、翌年の1973年の秋、ファナックは第一次オイルショックという難関に直面することとなった。オイルショックを契機として、ファナックに圧倒的競争力をもたらした電気・油圧パルスモータに対するユーザーの評価が否定的なものに変わりはじめたからである。電気・油圧パルスモータは汎用性と柔軟性に優れたオープンループ方式のサーボ機構だが、ファナックはこの特許をおさえることで圧倒的な地位を確立してきた。ところが、この電気・油圧パルスモータは石油を使うために、オイルショックはユーザーに対して先行き不安を与えると同時に、石油を使うことによってコストを大幅におしあげ、市場から敬遠されることになった。しかし電気油圧パルスモータは、前述したようにファナックが独占的地位を築き上げる主因となった技術であるうえに、社長である稲葉自身が発明した技術であった。そのため、そのような状況のなかでも、稲葉の電気油圧パルスモータに対する執念には大きなものがあつた。

その時稲葉は、電気・油圧パルスモータという成功体験を蓄積してきた現行技術と新技術との間で、技術選択のジレンマに直面していた。稲葉は、あえて無理にどちらかを選択するのではなく、両方の技術を同時追及した。つまり、オープンループ方式を採用した現行技術の追求と、新しいクローズドループ方式のモータの探索を同時に行ったのである。第1に、油を使わない大馬力の電気パルスモータの開発を、1974年(昭和49年)の1月に技術者に指示した。電気パルスモータは、油を使うか使わないかという違いはあるにしても、電気・油圧パルスモータと同じオープンループ方式であり、同じアーキテクチャであった。つまりその時点では、稲葉は電気・油圧パルスモータと同じアーキテクチャを持つ電気パルスモータの限界を追求していたのである。第2に、オープンループ方式ではなくクローズドループ方式であるDCサーボモータの状況を知るために、DCサーボモータのメーカーである米国ゲティス社の状況を別の技術者に詳細に調査させた。万一の場合、DCサーボモータに関する技術提携の交渉ができるような準備をしていたのである。

そして、4ヶ月後の1974年5月31日に、稲葉が指示した電気パルスモータを完成したが、しかし、このモータは騒音が激しく実用化するには困難であった。稲葉はそう判断するやいなや、オープンループ方式のパルスモータを捨て、クローズドループ方式のDCサーボモータへの切り替えを決断するのである。DCサーボモータへの切り替えを決断した稲葉は、その3日後の6月3日には、密かに調査させていた米国ゲティス社と、DCサーボモータに関する技術提携を結んだ。ファナックの技術者達は、DCサーボモータに関する技術提携先である米国ゲティス社から図面を入手後、わずか2ヶ月でDCサーボモータを完成させ、その年の9月には、大阪工作機械国際見本市において、DCサーボをつけたNCを出品した。このパルスモータからサーボモータへの切り替えは、オープンループ方式からクローズドループ方式への技術転換だが、それは基本的な設計思想の変更であった。

#### ハードワイヤードNCからコンピュータNCへ（論理演算機構の技術転換）

次に取り上げる事例は、NCの論理演算機構をハードワイヤード技術からソフトワイヤード技術へと大きく転換した例である。1975年当時のファナックは、トランジスタやダイオードなど集積回路の組み合わせで論理演算機構を作るいわゆるハードワイヤードNCで、安定した技術を持ち高いシェアを維持していた。そのような時ファナックは、インテル3000シリーズというMPUを採用したNCシステム、ファナック2000Cを世界で初めて開発した。MPUを導入するということは、ソフトウェアで論理演算を行なうということであるから、ソフトウェアを中心とした技術体系へ変換するということを意味した。

ファナックは当時、ハードワイヤードNCの技術的限界が近いうちに来ることを感じていた。例えばその1つには、NCプログラムの入力手段として、紙テープの問題があった。紙テープという媒体は、劣化の可能性、紛失の可能性などの点から、その技術的限界が指摘されていたのである。それに比べてソフトワイヤードNCの場合、一度入力したNCプログラムはコンピュータのメモリに記憶することができるため、そのNCプログラムを読み出すことにより何度でも同じ加工を実現することができ、紙テープの限界を超える可能性が存在していた。他方、MPUを含めて半導体技術は世界的に黎明期であり、性能も信頼性も技術的には不確実性に満ちていた。加えて、半導体技術をNCに採用するためには、性能とコストを信頼性という3つのハードルを抱えていた。特にNCは工場の中で機械制御のために使われるものであるから、工場内のノイズや温度などに耐えうる高度な信頼性を必要とした。つまりファナックは当時、ハードワイヤードNCの限界は感じていたが、その一方で、MPUを中心としたコンピュータNCに十分な確信があったわけではなかった。性能と信頼性に関して大きな技術的不安を抱えていたのである。このようにハードワ

ワイヤード NC かコンピュータ NC かという技術選択のジレンマに直面していたのが、当時のファナックの状況であった。

これに対してファナックは、両方の技術を同時に追求した。それを実現するために組織的には、ハードワイヤード NC 部門とは別に、MPU の導入に特化したコンピュータ NC 部門を新たに設置した。ハードワイヤード NC 部門は当時の量産 NC を開発する部門であり、利益を生み出す部門であった。技術的には既に確立された技術を採用していたから、その目標はいかにして安いコストで、かつ信頼性の高い NC を開発するかということにおかれていた。一方コンピュータ NC 部門は、MPU を含む半導体技術の最新動向に注意を払いながら、どうすればそれらの最先端技術を NC システムへ導入して、NC にとって必要な性能と信頼性を出すことができるかということに開発目標がおかれていた。同時に、両部門は 1 人のマネージャが統括していた。これによって、ハードワイヤード NC の限界とコンピュータ NC の将来性を、天秤にかけて比較することが可能になった。このような仕組みによって、MPU を採用したコンピュータ NC が、性能と信頼性の面でハードワイヤード NC を凌駕するレベルにまで向上したと判断できる時点で、ハードワイヤード NC 部門をコンピュータ NC 部門に統合することが可能になった。

#### 4. 考察：現行技術と新技術の同時追及

企業が技術選択のジレンマに直面するのは、現行技術か新技術かという二者択一の葛藤におかれるからであろう。技術の葛藤を越えるためには、現行技術を諦めるか、あるいは新技術の将来性を確信するか、のいずれかの方法しかない。したがって、技術転換を超える 1 つの方法は、現行技術の限界を認識することである (Foster, 1986)。しかし問題は、成功経験を蓄積してきた現行技術を断念するほど切実に、現行技術の限界を見極めることは、それほど容易ではないということである。ファナックは、現行技術と新技術の両方を短期間の内に同時追及し、そのことによって、現行技術と新技術の優劣を際立たせることに成功した。短期間の同時追及を可能にしたポイントは以下の 3 つである。

第 1 に、現行技術を追求する部門と新技術を追求する部門とを、両方同時に共存させたということである。そして第 2 に、現行技術部門と新技術部門のタスクを異なる技術課題に特化させることで、相互依存関係をできるだけ排除した。結果として情報が当該部門に局所化された。そして第 3 に、両部門は 1 人の人間によって調整され統括された。1 人の人間によってのみ、調整され統括されるからこそ、現行技術と新技術の優劣を見極めることができるのである。ファナックはこの仕組みによって、現行技術の限界に対する切実な認識が可能になり、新技術へのスムーズな移行に成功したのである。