

国際競争と高度化のイノベーション…我が国製造業の競争基盤

第3報・イノベーションのケース・スタディ（クォーツ革命）

原 陽一郎*

1. 高度化のタイプ

(1) 前第2報の概要

第2報「高度化と輸出入ポジションの変化」において、生産の高度化、製品の高度化のそれぞれのランクが高い業種ほど、急激な円高の過程でも、「貿易の偏り係数」の低下は少なく、すなわち国際競争力を損なわれることが少なかったことを示した。分析の対象とし、高度化の実態も調査した業種は次の14であった。

図表V-1-1 高度化ランクを分析した業種

繊維系産業	合成繊維、綿紡績、合繊紡績、 合繊織物、綿織物、不織布、 シャツ、外衣
機械系産業	軸受、工作機械、テレビ、 ビデオ装置、自動車、鋼船

これら各業種については、この時期に実際に行ってきた高度化戦略を各業界の当事者に対するヒアリング結果に基づいて「製品の高度化」「生産の高度化」がどのように展開されてきたかを示した。さらに高度化と市場の関係、高度化と技術の関係を分析し、生産と製品の高度化の余地によって企業がとるべきグローバル戦略の基本を類型化し、それぞれの戦略に対応して国内の生産が今後どのように推移するかを示した。

(2) 高度化の事例研究

我々は、上記を含めて次のような業種において、80年代後半から90年代前半にかけて「生産の高度

化」「製品の高度化」がどのように展開され、世界市場でどのような評価を受けたかを具体的に調査・検証した。

各業種の高度化の具体的な内容は図表V-1-2のとおり。

また、高度化の具体的事例（とくに製品の高度化）についても、ヒアリング等の調査を行った。調査を行った事例は図表V-1-3のとおりであった。

これらの具体例は市場と技術の観点で図表V-1-4のとおり4つのタイプに大別できる。

模倣と改良改善を得意とすると言われるわが国の製造業も、円高トレンドの中で国際競争力を維持してきた

これらの具体的な調査から「生産の高度化」「製品の高度化」がイノベーションの名に値することは明らかである。我々は、これを既存企業が行う「産業高度化のイノベーション」と規定することとした。

業種はコンセプト提案・市場開拓型、技術体系革新型のイノベーションが多かったことを示している。

これらの中から、各タイプの典型的な事例を具体的に示して、高度化のイノベーションの特徴を明確にしたい。

2002. 12. 03投稿 2003. 01. 16 受理

*長岡大学産業経営学部教授

図表V-1-2 高度化の実態調査を行った業種・製品分野

	業 種	概 要
織 維 製 品	合成繊維	1975頃、円高とオイル・ショックの影響で深刻な構造不況に陥り、構造不況法の指定まで受けた。業界は過剰設備の共同廃棄、従業員削減等の構造対策を進めると共に、製品品質と新製品開発でアジア製品との差別化を図った。とくに、日本独特のシルク・ライク糸、新合繊は国際市場で高い評価を受け、コストの不利化を補って、国際市場における競争優位性を維持してきた。現在でも、貿易では輸出超過である。
	合 織 糸 物 織 物	絹織物の高度な技術を基盤に、合成繊維の製品の高度化に合わせて、合織フィラメント織物製品の高度化を積極的に進めた。ジョーゼット、高密度織物、新合織織物と韓国等の織物業界よりも常に1世代先の製品を市場に出すことによって、国際市場での評価を維持してきた。また、ジェット織機の導入でも、世界の業界をリードしてきた。
一 般 機 械	工作機械	我が国の業界は世界に先駆けて汎用型NC工作機械の開発を進め、その普及に伴い世界最大の工作機械生産国になった。その煽りを受けて、アメリカの工作機械業界は凋落し、ドイツも苦境に立たされた。工作機械は海外生産が難しいと考えられており、今日でも、輸出比率は5割以上になっている。
	織維機械	織機は有ヒ型から無ヒ型へと大きく変化した。我が国の業界は無ヒ型の1種、ジェット織機で技術開発の先頭を切り、さらに、厳しい国際競争を展開していた国内織維製品業界の先進的なニーズに対応するための製品の高度化を行い、世界的な競争優位を確立した。織機は海外生産が難しいと考えられており、今日でも、輸出比率は高い。他の織維機械についても、競争力を維持している。
	軸 受	我が国業界の技術水準は欧米に大きく遅れていたが、国内のユーザー業界の先進的ニーズに密着して対応する戦略によって、急速に技術力を向上（生産の高度化）させた。とくに、精度、信頼性で国内外で高い評価を受け、世界市場における競争優位を確立した。
電 気 機 械	半 導 体	日本の業界はロジック系でインテルに敗退し、メモリー系に特化してきた。80年代は技術的に先行して優位にあったが、韓国、台湾の技術力の向上に伴い、コスト劣位が顕在化した。90年代に入り、日本メーカーはアプリケーション・スペシフィック系、システムLSI等、製品の高度化を指向して競争力維持を図ろうとしたが、低コスト生産技術の開発で遅れをとって、世界市場からの後退を余儀なくされた。
	テ レ ビ	トランジスター化、IC化で世界をリードし、世界市場で圧倒的な優位に立った。世界各地に生産拠点を展開し、輸出は減少した。標準型低価格製品の生産は海外生産拠点にシフトし、国内工場は新製品の開発と生産に特化する戦略をとった。横長、大画面、BS対応、ハイビジョン等製品の高度化を進めることができたため、国内生産の規模を維持できた。
運 送 用 機 械	造 船	70年代後半、我が国業界は世界的な造船不況と韓国の追い上げにより、厳しい構造不況に陥ったが、生産技術の開発で世界をリードし、生産性の高さで人件費の高さを補い、世界の造船シェア・トップの地位を維持してきた。日本の造船業界の強みはその外に納期の正確さ、省エネ技術といわれている。
	自 動 車	日本の自動車は70年代以降、燃費の良さと故障の少なさが、とくに米国市場で評価され、さらに、ジャスト・イン・タイム生産システムで効率的な多品種少量生産を実現して、国際市場におけるシェアを伸ばした。日本メーカーは米国での現地生産を増強し、輸出の代替を進めた。日本メーカーの競争優位性は生産システムばかりでなく、新車開発期間の短さと開発工数の少なさにある。とくに、新車開発の効率性は欧米メーカーの追従にも拘わらず、現在でも優位を保っている。
	自 動 車 部 品	日本の自動車部品メーカーは完成車メーカーとの緊密な連携によって、技術力を高めてきた。日本の自動車の国際的な市場評価は部品メーカーの技術力に支えられている。自動車部品メーカーは80年代後半から、独立性を高めると共に、完成車メーカーへの提案力を高めてきた。そして、部品のモジュール化を進めることで高度化を図っている。
精 密 機 械	腕 時 計	我が国メーカーは従来の機械式腕時計の精度を飛躍的に向上するクォーツ式腕時計の開発を世界に先駆けて成功させ、スイスを一気に逆転。その後、技術体系の高度化（生産の高度化）をベースに低価格化、小型化、薄型化など製品の高度化で世界をリードした。しかし、90年代に入り、低価格製品の完成品に関しては、低賃金を武器とする香港に、ファッション製品に関しては、スイスの戦略的マーケティングによって競争優位を奪われている。
	プ リ ン タ ・ 複 写 機	日本のプリンター・複写機メーカーは小型化、機能の複合化、カラー化、デジタル化等による製品の高度化で世界をリードした。生産拠点のグローバル展開を進め、世界市場でのシェアを高めている。

図表V-1-3 「製品の高度化」の具体的事例の概要

	製 品	高 度 化 の 概 要
織 維 系 製 品	シルク・ライク合成繊維 フィラメント	合成繊維の究極の目標である絹を目指す研究開発は日米欧のメーカーが競い合ったが、日本のメーカーはポリエステル繊維に特殊な加工を施す方法を開発し、これを発展させて製品の高度化を進め、80年代後半には質感、光沢、色合い、風合い、衣擦れなどあらゆる面で絹とまったく同質の繊維を作ること成功した。この製品は日本独特の製品として、世界市場で高い評価を受けている。
	新 合 織	合成繊維の差別化製品開発で激しい競争を展開してきた日本の合成繊維メーカーは、それぞれに特徴ある技術を蓄積してきた。これらの技術蓄積をベースに、80年代後半、日本の各社は競って画期的な新製品を開発し、「新合織」と呼ばれるまったく新しい製品ジャンルが自然発生的に生まれた。「新合織」は従来の天然繊維や合成繊維を超える特徴をもち、新しいファッション素材として世界のファッション産業に大きなインパクトを与えた。
機 械 系	NC工作機械	NC工作機械の最初のモデル機はアメリカで開発されたが、日本の工作機械メーカーの多くはこれの将来性に着目して、汎用的なNC工作機械の開発に世界に先行して着手。実用機を開発し、その後も製品の高度化を進めた。その結果、NC工作機械は世界市場で広く受け入れられ、日本メーカーが圧倒的なシェアを確保するに至った。その影響を受けて、ドイツ、アメリカの伝統ある工作機械メーカーの多くが消滅した。
	クォーツ式腕時計	80年代初め、セイコーは世界で初めてクォーツ式腕時計の開発を完成させ、世界の時計業界に衝撃を与えた。クォーツ式の高度化と市場普及で、日本の時計産業は世界のトップに立ち、世界の時計産業に「創造的破壊」をもたらした。スイスの時計産業は凋落、アメリカの時計産業は消滅する中で、香港が新たに台頭した。今日では、腕時計の9割はクォーツ式に転換している。その後、スイス・メーカーはファッション時計のジャンルを創造し、再び、世界のトップに返り咲いたが、日本のメーカーは時計の心臓部分ムーブメントでは、世界市場で約8割のシェアを維持している。一方で、時計機能の電子化は時計の用途を大きく拡大し今日のITの基盤となった。
製 品	ジェット織機	無ヒ型織機の代表ジェット織機の原型はヨーロッパの繊維機械メーカーが開発したが、ヨーロッパのメーカーとの実用機の開発競争で、最終的には日本メーカーが勝ち残り、旧来の有ヒ型織機を世界市場から追放すると共に、世界の織機市場で日本のメーカーは圧倒的な市場競争力を確立した。ジェット織機に限れば、世界市場の8割は確保している。
	液晶表示ディスプレイ	アメリカのエレクトロニクス・メーカーの研究所で液晶表示ディスプレイの可能性が実証されると、アメリカ、日本のエレクトロニクス・メーカーは一斉に壁掛けテレビを目指して研究開発を展開し始めた。しかし、開発の困難性からアメリカのメーカーが次々と研究開発を断念する中で、日本のメーカー各社は研究開発を継続し、液晶表示を用いた製品（電卓、デジタル・ウォッチ等）を次々と市場に送り出した。液晶表示ディスプレイの技術体系は日本のメーカー各社によって確立された。その結果、90年代前半までは、世界の液晶表示ディスプレイのほとんどは日本において生産されていた。

図表V-1-4 高度化のタイプ

技術	市場	市場 順 応 型	コンセプト提案・市場開拓型
改良・改善型		ベアリング (生産) 自動車部品 (生産) 造船 船 (生産) 合成繊維 (生産)	テレビ (製品) 合 織 織 物 (製品) 「新 合 織」
技術体系革新型		自動車 (生産) 半 導 体 (製品) テレビ (生産)	複写機・プリンター (製品) 「NC工作機械」 「クォーツ式腕時計」 「ジェット織機」 「液晶表示ディスプレイ」

注1) 「 」内に示した事例はその製品市場で新しいカテゴリを作り出したもの

2) ()内の製品は製品の高度化の事例、生産は生産の高度化の事例

2. クォーツ式腕時計の開発（クォーツ革命）

かつて腕時計といえばスイスが世界の生産量の半分以上を占め、特に高級腕時計は世界の市場で圧倒的な人気を博していた。この腕時計の世界では、20世紀の後半、世界市場の覇権を巡って各国の業界は熾烈な競争を展開していた。

その中で、日本の腕時計メーカー、セイコーは腕時計技術を根底から変える画期的開発（クォーツ革命と呼ばれる）に成功し、1970年代に一気に世界の頂点に躍り出た。長く世界の覇権を握ってきたスイスの業界はクォーツ革命に乗り遅れて凋落し、スイスを急追していたアメリカの業界もほとんど壊滅した。

しかし、日本の王座も直ぐに脅かされる。クォーツ革命によって生じた生産・市場構造の変化に乗じてにわか台頭した新興勢力、香港の業界に、腕時計完成品の生産数量に限れば、直ぐに追い越された。さらに、スイス業界も優れたマーケティング戦略を展開して1985年頃から徐々に世界市場でのシェアを回復し、現在では、生産金額ベースでは世界のトップに返り咲いている。日本は金額ベースでは世界2位だが、技術開発では今日でも世界をリードしている。

クォーツ革命は、いわゆる技術革新(Technological Innovation)による創造的破壊とこれに続く世界の産業界の競争関係の劇的変化を示す典型的な事例である。

2. 1 腕時計産業と時計技術体系

(1) 腕時計技術の完成とスイス時計産業

時計技術の歴史は大変に古い。古代の日時計から始まって現代にまで至る。時間を計測する技術的方法の歴史の中で、とくに精度と利便性が最大の課題であった。時計技術の歴史は一般に次のよ

うに大きく分けられる。

機械式の共振制御技術の基礎は、ヨーロッパにおける2つの重要な発明、重力振り子とテンプ、ゼンマイである。小型の携帯時計はテンプ、ゼンマイを応用して発達した。腕時計（ウォッチ）は携帯時計の究極の姿で19世紀に出現した。これは微細かつ精密な部品加工と組み立て技術を必要とし、精密機械の広範な発展の基礎を開いた。

機械式時計はドイツ、フランスで発達したが、フランスの時計職人が宗教改革の混乱を逃れて自由なジュネーブに移り住むようになったことがスイス時計産業の元になったと言われている。その後、スイスが得意とする宝石、貴金属加工技術を活かすと共に、ピンレバー方式の発明、部品加工用の工作機械の開発を経て最先端の技術基盤を築いた。20世紀に入り国際競争が厳しくなると、スイスは技術開発の中核として、2つの研究機関、スイス時計学会（1924年設立）と産学共同の時計研究所（1924年設立）を設け、時計部品用の精密工作機械の輸出を規制するなど、産学官一体となって時計産業の競争力強化が行われた。20世紀中頃、機械式腕時計の技術は、スイスにおいてほとんど完成の域に達していた。スイスは品質と性能の高さで世界最大の腕時計生産国であった。

これに挑戦したのがアメリカと日本の業界、ロシアも勢力を伸ばしていた。アメリカのタイムックス社はスイスに対抗するために、貴石を使わないピンレバー方式を開発し、高品質、低価格の大量生産体制を築くことに成功した。そして、1970年頃には世界最大の時計メーカーに発展し、アメリカ製品の市場シェアを高めていた。日本のメーカーも服部セイコー・グループを中心に量産型を狙ったが、中高級市場に焦点を絞る点で、アメリカとはやや異なる戦略をとった。アメリカも日本もスイスの地位を少しずつ脅かし始めていた。第2次大戦後から1970年代にかけての世界の業界の

図表V-2-1 時計技術の歴史

時代	方式	説明
第1世代（～14世紀頃）	連続流動方式	流体の一定の流れを利用、水時計、砂時計
第2世代（14～17世紀）	非周期制御方式	棒テンプを用いた初期の機械方式
第3世代（17世紀～）	共振制御方式	振り子のような一定周期の振動現象の利用

表の作成：セイコー時計資料館の資料を参考に原が作成

図表V-2-2 1970年当時の世界の腕時計生産と輸出

	全世界の生産に占める比率	生産に占める輸出の比率
スイス	42%	97%
日本	14%	58%
ソ連	12%	8%
アメリカ	11%	1%
フランス	6%	37%
西ドイツ	5%	50%
中国	3%	—
東ドイツ	2%	51%
英国	2%	31%
イタリア	1%	23%
その他	1%	

(データ出所：スイス時計製造者協会、参考文献7)

構図はこのような状況であった。

(2) 機械式時計技術の限界と新しい技術の可能性

機械式ウオッチの精度は日差(1日に生じる狂い)20~30秒に達していたが、これ以上の精度向上は機械式では困難と見られていた。時計技術者の中には、新しい原理に基づく時計技術の開発を模索する動きが芽生えてきた。

1880年、物理学者ピエール・キューリーは結晶に電圧を加えると一定周期の振動を起こす現象(圧電現象)を発見した。1927年、アメリカ人マリソンは研究室レベルで水晶(クォーツ)の圧電現象を応用した時計を試作した。正確な駆動に高電圧と一定の気温を要し、到底、実用に供せられるものではなかったが、クォーツによる新しい時計技術の可能性を実証するものとなった。

水晶振動子(クォーツ)の時計への応用は、1950年代から世界各地で試みられるようになる。たとえば、1948年にスイス・チューリッヒ工科大学で実用的な試作品が作られた。セイコー(第二精工舎)は放送局用の大型のクォーツ時計を1958年に開発して、納入している。

この他にも、従来の精密機械技術に電気的方式を加えて、時計の革新を図ろうとするアイデアはいくつかあった。電波で正確な時刻情報を送って表示する電波時計もその一つである。セイコーの

技術者は第二次南極越冬隊(1959年)が前年の越冬隊が置いてきたトランジスターを使用した電池駆動型振り子時計(フランス製)が次の年まで正確に動いていたということを知り、その当時ようやく芽生え始めた電子技術が新しい技術を開く可能性を予感していた。

(3) 音叉時計の出現

アメリカのプロバ社は振動子として音叉を用いる電気式時計を開発し、1962年、発売を開始した。音叉時計の発明者はスイス人M. ヘッツェルだったが、スイスのメーカーはどこも取り上げなかったため、プロバ社に持ち込まれたという経緯がある。

音叉時計は機械式時計で最後の精度向上にしのぎを削っていた当時のスイス、アメリカ、日本の時計業界に大きなショックを与えた。音叉時計の精度は日差2秒前後、最高で日差20~30秒の機械式時計では到底、考えられないレベルであったからである。さらに、電池で1年も動くという機械式にはない特徴を持っていた。音叉時計は振動周期360サイクルに合わせてピッチ15ミクロンのノコギリ状の歯車を回転させるという超精密加工を要する製品であった。音叉時計の出現が後のクォーツ革命への直接の引き金となった。

2. 2 セイコーの挑戦

(1) その背景と問題意識

戦前から、日本の時計業界にとって、スイスの時計産業に追いつくことが最大の悲願とされてきた。トップ・メーカー精工舎グループには、その意識がとくに強かった。1950年代、精工舎グループはウオッチの開発で、いくつかの画期的新製品(マーベル、セイコーマチックなど)を成功させ、世界的評価を受けるまでに達していた。世界市場での知名度は上がり、売上、利益共に大きく飛躍していた。

中村恒也(クォーツ開発のリーダー、後のセイコー・エプソン社長)は、この機械式ウオッチにおけるトップ水準の技術開発力と事業的成功がクォーツ革命への挑戦を可能にしたと述べている。中村は機械式ウオッチ開発の第1線に立って、ユニークな自動巻きレバーの発明といくつかの新製品開発に成功した。これによって、中村は経営トップから技術者として大きな信頼を得ることにな

ったと考えられる。中村は「クォーツの開発では、トップはすべて任せてくれた。これが一番ありがたかった」と言い、新製品が業績に大いに貢献し、利益を上げていたので、「金が潤沢にあったから、クォーツの開発が出来た」とも言っている。

一方で、機械式ウォッチの技術レベルが上がるにつれて、精工舎の技術陣には機械式ウォッチの技術的限界も見えるようになり、新しい技術に対する関心も高めることにもなった。精密機械技術者の相沢進（クォーツ開発の技術の責任者、後のセイコー・エプソン専務）は、電子技術（エレクトロニクス）と精密機械技術の融合が新しい技術の可能性を開くと考え、トップを口説いて、新設されたばかりの東大電子工学科に留学し、ゲルマニウム半導体の研究を行った。

プロバ社の音叉時計の開発は、このような状況にあった諏訪精工舎の技術陣に強烈な危機感を抱かせた。中村恒也（当時の技術部長）や相沢進は「とてつもない危機感」と表現する。新しい原理に基づく技術の出現は、既存の技術体系に依存する時計業界の競争力を根底から崩して、ようやくスイスに追い付くところまで来た、これまでの努力を水の泡としてしまうと予想されたからである。

(2) 第1期（59Aプロジェクトと東京オリンピック）

諏訪精工舎は、プロバ社の音叉時計開発に触発されて、1959年、時計の精度を画期的に高める新しい技術の探索を目的とする「59Aプロジェクト」を発足させた。中村をリーダーに若手技術者が集まった。最初の1年間、ゼンマイ時計以上に精度を上げることのできる、あらゆる技術の可能性を検討した。音叉方式は当然として、ゼンマイに替えて電池でテンプを作動させる方式、クォーツでテンプの回転周期を補正する方式、電波で送られた正確な時刻で誤差を修正する方式などである。

音叉方式では、プロバ社が広範囲の特許を取得していて、これらに抵触しないで開発することは不可能と判断された。さらに、プロバ社は特許ライセンスを原則的に行わない方針を持っていたので、諏訪精工舎は音叉時計の開発を断念せざるを得ない状況にあった。相沢は「もし、あの時、プロバ社が特許を公開していれば、セイコーもそちらに行ったかもしれない」と述べており、一般には、プロバ社の特許独占戦略がクォーツの開発を

促進させたと言われている。しかし、中村は「本当は違う」と言う。中村は「最初から音叉時計は将来の時計技術の基本にはならないと思った。だから、プロバ社の戦略がどのようなものであれ、音叉方式を選ぶ気持ちはなかった」と述べている。理由は「音叉は外部からの振動に弱いから」であった。これは腕時計のような一般の生活者が持つ商品としては、致命的な欠陥だと見たのである。

電波時計についても、中村は否定的な見方をしていた。「電波が届かない場所では電波時計はどうにもならない。大事な機能を他に依存するものは主流にはなり得ない。その上、受信装置が必要で経済的に引き合わない」と思ったと述べている。

こうした検討の結果、諏訪精工舎の技術陣は「クォーツ以外に道はない」と最終的に判断した。開発の最高責任者であった中村はその判断に迷いは感じなかったと述べている。「時計という商品の本質とそれに適合する技術の原理・原則に立ち返れば、自ずと答えは見えてくる」というのが中村の信条であった。その後の経緯が示すように、この判断は結果として正しかった。音叉時計はクォーツ式の出現で消え去り、電波時計も市場に出なかった（電波時計については、今日、改めて注目されている）。

諏訪精工舎はそれまでに水晶振動子の研究をやっていた訳ではない。相澤は当時、会社の中に研究といえるようなものはまったくなかったと述懐する。ただ、日本では戦前から大学を中心に電波の発信源として水晶振動の研究は高い水準で行われていた。そして、長野県は良質な水晶の産地で、水晶の加工業が盛んであった。このことも諏訪精工舎をクォーツに賭けてみようという気持ちにさせたのかも知れない。

1960年、東京オリンピックの開催が決定されると、セイコー・グループは4年後を目指して東京オリンピックの公式時計に選定されることを大目標に、より優れた時計を開発することを決定した。これまでオリンピックの公式時計はスイスに独占されていた。オリンピックに採用されることによって始めて、セイコーは名実ともに世界のトップメーカーに位置づけられる。直ちに、精工舎、第二精工舎、諏訪精工舎3社合同のプロジェクト・チームが結成された。精工舎は大型の計時装置を、第二精工舎はストップ・ウォッチを、諏訪精工舎はすでに「59Aプロジェクト」でクォーツ式時計の開発を始めていたので、クォーツ式クロノメー

ター（高精度の携帯型時計）を、それぞれ担当して開発に当たることになった。

中村をリーダーとする諏訪精工舎のプロジェクト・チームは、「片手で持ち運び可能」で「乾電池2個で1年間動く」ことを目標にして、開発に集中した。メンバーは相沢をヘッドに20歳代の若手、約20人、精密機械と電子工学で半々の構成だった。電子技術の必要性を感じていた諏訪精工舎は、1955年頃から徐々に電子技術の大学卒業生を採用し始めていた。

クォーツ方式は水晶結晶に電圧をかけて一定周波数の振動を起し、これを電気信号として、時計の針の回転の制御に用いる。従来の機械式と異なって、重要な部分に電気技術が必要になる。相沢らが電気技術や電子工学の勉強をしていたことが大いに役立った。相沢は「精密機械と電子工学の専門家の寄り集まりではだめで、両方を勉強した技術者が不可欠」と言っていた。機械技術と電子技術の両方を総合した技術がメカトロニクスであるが、相沢はまさにメカトロニクス技術者の草分けであった。

困難を伴う開発課題は、当然、多かったが、目標が高かったので、逆に創造性発揮のチャンスとチーム全員が燃えたと相沢は言っている。最大の課題の一つが当時の乾電池の能力から計算して、システム全体を稼働させるに必要な消費電流を1日当り8マイクロアンペア以下に押さえないといけないことであった。相沢は各要素ごとの必要電流をマイクロアンペアでなくエルグの単位で計算したと述懐している。精密機械の専門家に「不可能なこと、やめた方がいい」と言われたこともあった。さらに、水晶振動子を安定に作動させるためには、温度条件を一定に保つ必要があったし、放送局用の時計の開発で、振動周波数が時間と共に変化することも分かっていた。

クロノメーターの限られた大きさや重量の中で、これらの問題をいかに解決するか、開発チーム全員が知恵を絞り、いくつかの重要な解決方法を見出した。たとえば、水晶振動子の温度特性を平準化するのに、可変コンデンサーを用いて補償するという方法を思い付いて、トランジスターの動作電流を千分の1に低減できた。システムを動かすに必要な電流量は、最初2年間で1万分の1に、次の4年間で、さらに1千分の1に下げることができた。小型の電子回路も1963年に真空管に変わるトランジスターを日本電気が本格生産を始め、

目途が立った。

このような経過を経て、1962年には、試作機を開発し、国体などでテスト使用し、1964年までに、重量約3キログラム、平均日差 ± 0.2 秒、乾電池2本で1年間稼働可能な「クリスタル・クロノメーター951」を完成させた。この計時精度の高さはレース競技に大きなインパクトを与えた。また、マラソンのような時間のかかるレースでは、長時間連続して計時のできないストップ・ウォッチに比べて画期的な意義を持っていた。

セイコー・グループ各社は、それぞれの開発目標を達成し、その成果が実って、東京オリンピックの公式時計に選ばれた。水泳のタッチ板はその時、第二精工舎が世界で始めて開発したものである。これらの開発に対しては、後に科学技術奨励賞が授与され、国際オリンピック委員会会長からも感謝状が寄せられた。セイコー・グループは、オリンピックという国家的イベントをチャンスとして活かし、名実ともに世界一流の時計メーカーの地位を確立したのである。このとき、数値化された計時結果を計時装置から直接、紙にプリントしたいというニーズがあることが分かり、諏訪精工舎が世界に先駆けてプリンターの開発に取組む切っ掛けにもなった。

(3) 第2期（クォーツ式ウォッチへの挑戦）

諏訪精工舎の相澤以下の開発チームは、オリンピックの後もクォーツ式時計のさらなる可能性追求を進めた。オリンピックの前年1963年に、クォーツ式時計でスイスのニューシャテル天文台時計コンクールに参加して、入賞した。これによって、クォーツ式時計の開発では、スイス・メーカーと遜色のない水準にあることが判明した。このコンクールに参加することで、とくに精度と安定性に対する技術力を高めることになった。

1964年のコンクールでは1位を除いて上位をほぼ独占して、相澤らに「実質的にスイスを抜いた」と実感させた。1966年には、コンクール主催者は順位の発表を止め、結果だけを通知してきたが、結果は前年1位のスイス・メーカーの出展品の水準を遙かに上回るものだった。次の年にはコンクール自体がなくなった。コンクールでは、45日間、一定の環境下で精度の高さを競うもので、コンクールの条件に合わせて設計された機械の方が有利になることが分かって、実用化を重視する諏訪精工舎側はコンクール参加の意義はないと思うよう

にもなっていた。中村は「スイス・メーカーはコンクールを意識した技術開発だったために、クォーツの実用化に遅れたのではないか」と述べていた。

次の開発のターゲットは腕時計であった。これはクロノメーターとは比較にならない技術的困難が予想された。とくに、一般の生活者が日常的に持ち歩く腕時計は小さく軽いことが第1条件で、さらに環境変化や衝撃に対して安定であることも不可欠の要件。安い、故障しにくい、修理し易いことも必要である。大型の特定業務向けの装置と、さまざまな生活の場で使われる一般普及型商品とでは、技術の条件が多いに異なる。一般普及型商品である腕時計を前提にしたとき、安定した振動周期を保証する小さな水晶振動子、電子信号を制御し、機械に伝えるための小さな電子回路、長時間働く小型の電池、針を回す小さなモータなど、クリアしなければならない多くの技術課題がある。これに対して、機械式腕時計の技術はほとんど役に立たない。他の産業分野にも利用できそうな技術は育っていなかった。集積回路ICはまだ発明されていなかった。

クォーツ式で腕時計を開発のターゲットに据えることは、少なくとも1960年代の状況では、極めて勇気のいることだったと言って過言ではない。中村だけは自信を持っていたようだ。彼は開発チームのメンバーに対して、「クォーツ・ウォッチは必ず現在の機械式ウォッチ並みのコストになる」と言い続けて、全員を励ました。相澤もそのことを鮮明に憶えている。中村はそう思っていた理由を「機械式腕時計を知り尽くしていたから、クォーツ式になれば、機械式のどの部品が要らなくなって、コストがどれだけ下がるといえることが見通せた」と語っている。

技術開発課題の重点は、①水晶振動子の小型化、②機械式で使われていた爪送りによる歯車回転方式に替る小型モータの開発、③1マイクロアンペアの電流で駆動するシステム、の3つであった。いずれも実用的な腕時計を仕上げるには欠かせない条件であった。電源は、使用時間の経過に対して電圧がもっとも安定する性質を持っている銀電池に決めた。

水晶振動子の小型化では、他社の協力を求めたが、不可能と言われ、やむなく自力で取り組むことになった。その結果、形状を棒状から音叉型にするなどの工夫で、衝撃に強く消費電力の少ない

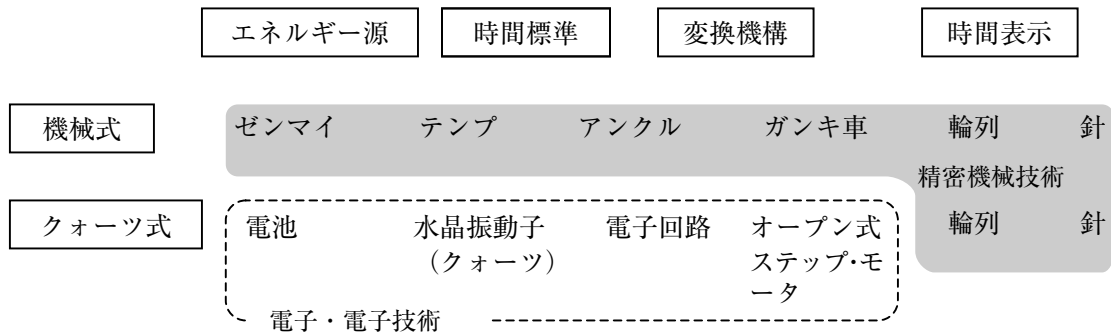
小型の振動子を生み出した。水晶を薄く精密に切り出すのに、機械式腕時計で培った微細加工技術が役立った。相澤は中村から「水晶は天然品でなく人工合成しろ」と指示された。良質の天然品は限られていて、将来、入手に困るだろうという判断だった。水晶の合成技術まで開発しなければならなかった。

時計の針を正確に動かす方式には、ガンギとテンプレの組み合わせ方式、ツメ送り方式、磁気脱進方式、モータ方式の4つが考えられたが、高い精度を安定して維持し、かつ消費電力を抑えるためには、部品同士が直接接触しないモータ方式を選択せざるを得なかった。しかし、当時のモータに腕時計に収まるほど小さいものはなく、消費電力も大きく、回転の安定性が衝撃などに弱いなどの課題を抱えていた。そこで、ステップ式モータ（一定の時間間隔で一定の角度だけ回転させるモータ）を採用することで、消費電力を減らし、衝撃に対する弱点を押さえることにした。これは、当時、機械式時計では常識になっていた連続運針を犠牲にするという意味があった。

しかし、モータを小型化するには限界がある。従来の技術の延長線上ではどうしても目標に達することは不可能であった。この壁にぶつかって開発グループが悩みに悩んだ挙げ句、モータを構成する3つの部品、ロータ、ステータ、コイルをばらばらにして、歯車などの部品の隙間に配置し、機能だけを繋げるという発想が生れた。オープン型ステップ・モータと名付けられたこの技術が、クォーツ式腕時計には不可欠の要素技術となった。これは従来の常識を打ち破る画期的な発明で、しかも、この技術がなければアナログ型のクォーツ腕時計はできないと言われるほど重要な技術である。しかし、それほど画期的で重要な発明にも拘らず、発明者の名前が出てこない。中村も相澤も開発チームの中から自然に、しかも必然的に出てきたアイデアだと言う。

1969年12月25日、諏訪精工舎は世界最初のクォーツ式腕時計「セイコークォーツ・アストロン35SQ」の発売を発表した。東京オリンピックから5年、59Aプロジェクトのスタートから10年後のことである。外径30ミリ、厚さ5.3ミリの丸形のムーブメント（機械部分）の中に、トランジスタ76個、コンデンサ29個、抵抗84個が埋め込まれ、ハンダ付けは約130箇所のにぼるハイテク技術と職人芸の合体した製品であった。ほとんど熟練の

図表V-2-3 機械式ウォッチとクォーツ式ウォッチの動作機構



図の作成：セイコー時計資料館説明資料を参考に原が作成

技能工の手作りに頼ったので、生産量も月に数10個が限界だった。ケースは18金ではあったが、全体の厚さは1センチにもなり、しかも価格は45万円。小型の乗用車よりも高かった。しかし、精度は誤差が1カ月にプラス・マイナス3秒以内。機械式腕時計の最高のもので日差3秒以内であったから、世界の時計業界は大きな衝撃を受けたと当時の新聞は報じている。

45万円という価格は、必ずしもコストから割り出されたものではなく、競合他社に対するカムフラージュ的意図があったと言われる。18金製ケースにしても、価格設定にしても、69年内に発表するという発表日の設定にしても、将来に向けてのマーケティング戦略を意識してのことだった。

(4) 第3期（クォーツ式ウォッチ技術の高度化と市場浸透）

商品としての世界最初のクォーツ式腕時計は完成した。しかし、そのレベルでは、腕時計の主流を占める標準品、普及品とはならない。新技術が市場に新しいうねりを起こし、新技術開発に成功した企業が大きな利益を獲得するには、その技術が一般大衆が手にする標準品、普及品に取り込まなければならない。最初の製品は機械式腕時計の標準品に比べて、厚く重く、何とんでも価格が一桁高い。精度だけは抜群だが、他の要素では機械式腕時計にはるかに及ばなかった。当時の専門家からは「到底、普及品にはなり得ない」と評価されていた。

開発グループの次の目標は商品としてのすべての要素で機械式腕時計の水準に達することであった。小型化するためには、水晶振動子をさらに小

さくする必要があり、電子回路には、当時、実用化の初期段階にあった半導体集積回路ICの利用は不可欠と考えられた。

1973年、開発グループは水晶のリソグラフ加工法を開発した。これによって振動子の加工精度は飛躍的に高まり、品質は安定し、生産性も上がり、加工の形状も自由になるというように、さまざまな要素で、それまでの機械加工の限界を突破してしまった。69年の第1号製品では、水晶振動子のサイズは長さ1.2センチ、厚み1ミリ、幅1.9ミリであったが、現在の標準品では、長さ3.5ミリ、厚み0.1ミリ。サイズを一桁小さくすることを可能にした技術である。

集積回路ICは、当時はMOS型は実用レベルにまだ達していなかったが、電力消費量が低いこのタイプを用いることに決定し、クォーツ腕時計用の小型ICの開発と量産を国内の半導体メーカーに依頼して回った。しかし、どこも自信がないと言う理由で、引き受けてもらえない。やむを得ずICの開発も社内で始めることを決断した。電子工学出身を結集して開発チームを作り、大学などの一流の専門家の指導を受けながら、クォーツ式ウォッチ専用のC-MOS-ICの開発を目指した。さらに、アメリカの半導体メーカー・インターシル社に量産化技術の開発を委託した。インターシルのICは試作段階では優れていたが、実際に量産段階に入ると不良率が高く、安心して使えない。納入された50万個のICを廃棄したこともあった。

そこで、中村はIC工場も自社内に持つ必要があると考えるようになった。クォーツ式腕時計の生産が順調に伸びれば、ICの需要量はかなりの

規模になること、セイコーの将来にとってIC技術が戦略上絶対に必要になること、これらが中村の判断の理由であった。彼は当時のセイコー・グループのトップ、服部謙太郎社長に、数百億円の投資を要するIC工場建設の承認を求めた。服部社長はほとんど即決で決着した。中村によると、決着申請用の資料を作った記憶はないという。恐らく、開発の進行状況を、折りに触れて中村から聞いていた服部社長には、その投資の必要性や意義を改めて確認する必要がなかったのだろう。セイコーウォッチの発表以来、セイコーの腕時計市場での評価は高まり、業績が好調だったことも、服部社長の決断を容易にした背景にある。

開発が進み量産が必要な段階になると、製造部門に本格的な生産を引き受けてもらわなければならない。しかし、製造部門は、最初、このまったく異質の技術の新製品には冷淡だった。製造技術が固まっておらず、手作り作業で手間がかかることや、それ以上に、その当時、中村らがかつて開発した機械式ウォッチの新製品が好調に売上げを伸ばしている、製造現場が多忙だったことが背景にある。

中村は製造部門の幹部の説得に当たった。製造方法を説明して頼んでも聞いてくれない。そこで、中村は「ここにデザインも価格もまったく同じ腕時計があるとしよう。機械式とクォーツ式だ。クォーツ式は機械式より精度が10倍高い。あんたならどちらを買う？」と問い掛ける。当然、クォーツだと答えが返ってくる。そこで「そのクォーツ腕時計を世界で最初に作ってくれないか」。これで製造部門はやる気になってくれたとのことである。製造ばかりでなく、販売部門も厄介なものを作ってくれたというような反応だった。服部時計店も製品を扱いたくないと言っているとも噂された。しかし、諏訪精工舎の当時の社長は中村らを全面的にサポートした。とに角、量産規模にまで至らなかった最初の2年間は、製造部門との間の調整に、中村は本当に苦労したそうである。

コストを下げるために、組み立て工程の自動化が進められた。この開発は、機械式腕時計の組み立て自動化技術が基礎になった。

セイコーは、最初のクォーツ式腕時計、アストロン35SQ発売以来、ほぼ毎年、その時点までの技術開発の成果を盛り込んだクォーツ式腕時計の新製品を市場に出してきた。価格で見ると、翌1970年にはステンレス製で17万5千円、1971年に

は13万5千円、72年には6万4千円、74年には2万円代、79年には1万円以下へと推移した。価格低下の意義は大きい。お客からみれば、精度の高いウォッチが安い値段で手に入るようになった。機械式では、精度を上げればコストが上がるという相関関係があった。クォーツ式では、精度を犠牲にすることなく、コストを下げることができた。この価格の推移こそが技術進歩を示す重要な指標である。

クォーツ式腕時計発売20周年を記念して上市された超薄型腕時計9A85のムーブメント（機械部分）と最初の35SQのそれを比較すると、その間の技術進歩がいかに飛躍的だったかが分かる。

クォーツ式腕時計に必要な要素技術は、電池を除いて、ほとんど自らの手で開発した結果である。

この水準に至って、クォーツ式腕時計は機械式をあらゆる面で凌駕した。精度ばかりではなく、薄さにおいても、耐久性においても、価格においても、機械式を抜いた。機械式では精度を上げる

厚み	:	約1/6
体積		約1/13
部品点数		約1/5
消費電流		約1/16
水晶振動子の大きさ		約1/45
電池の大きさ		約1/10

出所：服部セイコー社資料から原が作成

ためには、貴石を増やし、部品の加工精度を高める必要があった。精度と価格には自ずと相関関係があった。クォーツ式はこの関係をなくしてしまった。低価格品でも高級品とあまり変わらない精度をもっている。さらに、機械式では欠かせなかった定期的な分解掃除や修理を不要にした。このために、時計販売店には必ずいた時計修理の技能者を失業させる羽目にもなった。薄型化と低コスト化の実現は腕時計にファッション製品としての世界を開くことにもなった。

技術開発と共に、マーケット開発も平行して行なわれた。ここで特に重要だったのは、世界の時計の流通業界に対して、クォーツ式腕時計の講座を開催したことである。諏訪にある工場の裏手の

高台に研修センターを建設した。そして、5日間の「クォーツ修理技能講座」が72年から始まって、延べ1万人以上が受講した。さらに、クォーツの原理、商品知識、電池交換方法などを教えるセミナーが国内ばかりでなく世界各地で開かれた。

また、販売店との間のネットワーク整備に早くから取り組み、アフターサービスと電池の供給体制を作り上げた。これは機械式時計技術を前提にしていた従来の販売店保証制度を画期的に改革するもので、この改革なくして、クォーツ腕時計の一般普及は不可能だったであろうといわれている。

始めのころ、セイコーのクォーツ式腕時計の海外宣伝広告には、「Some day, all watches will be made this way」と書かれていたが、やがて姿を消した。それが世界の市場において実証されたからである。

ゼンマイとテンプを基本にした機械式腕時計の技術的完成には、約200年の歳月を要した。クォーツ式腕時計は開発の開始からわずか30年で機械式腕時計をはるかに追い越し、40年経った今日では、技術的にはほぼ完成の域に達した感がある。

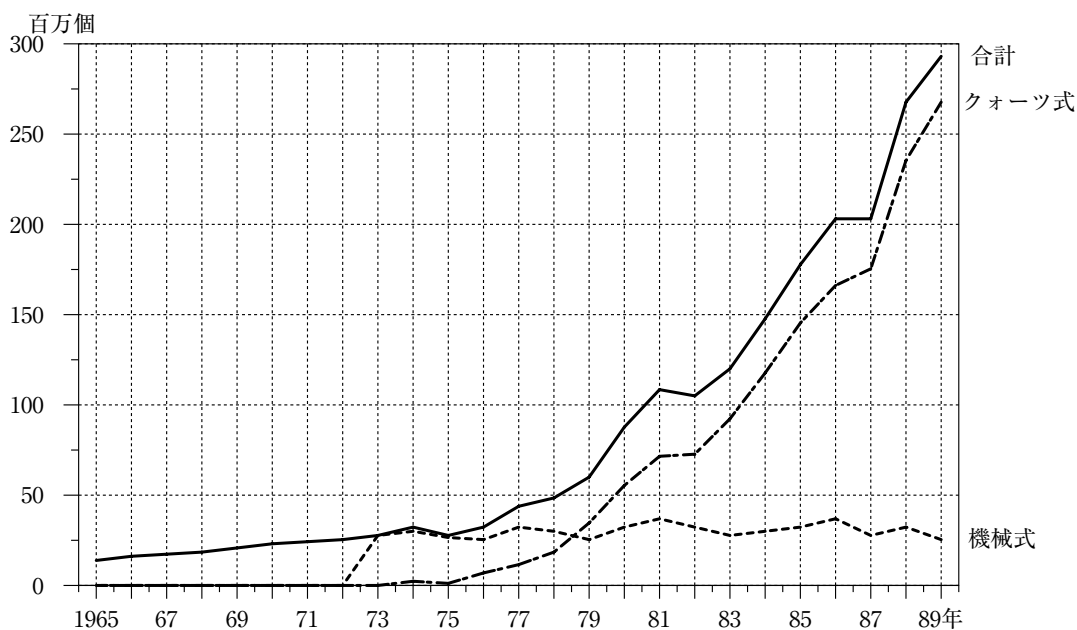
2. 3 セイコーの開発を成功させた条件と事情

セイコーが世界のどのメーカーも挑戦しようとしなかった（恐らく夢想もしなかった）クォーツ式腕時計の開発を遂行し成功させた理由はなにか。セイコーの社内外の当事者、関係者はいくつかの要因を挙げている。これらを整理して、「天の時は地の利に如かず、地の利は人の和に如かず」という格言を思い起こした。

(1) セイコーの状況とタイミング

第1の要因はセイコーの危機意識の強さであった。すでに述べたように、直接のきっかけはプロバ社の音叉時計の出現であった。これにセイコーの技術陣は深刻な危機感を抱いた。経営陣も同じ思いを抱いたと想像される。セイコーはスイスの時計業界に技術水準では肩を並べるまでに達し、技術開発力を背景に世界市場で業績を拡大し始めていた。まったく新しい時計技術の出現はこれまでの努力を無為にし、再びゼロから出直さなければならないと感じたからである。このような危機意識は少なくとも、世界の頂点に立っていたスイスのメーカーにはなかったと言われる。

図表V-2-4 日本におけるウォッチの生産数量の推移



資料：日本時計協会「時計に関する生産・輸出入統計」および、通産省「機械統計年報」。
 (出所：新宅純二郎「日本企業の競争戦略」有斐閣,1994)

第2の要因は、開発を行った60年代、セイコー・グループは業績が好調で、研究開発資金を潤沢に用意できたこと。好調な業績は高度な技術力をバックにした時計の新製品に支えられた。

第3の要因は、セイコー・グループが時計メーカーとしては比較的経営規模が大きく、部品～完成品の一貫生産を行っていたことである。したがって、時計技術のすべてを掌握していた。これに対してスイスの業界は、部品と完成品の分業体制で、各メーカーの規模も小さかった。技術体系のすべてを覆すような画期的な技術開発ができる体制は日本では取りえたが、スイスは困難だったと見られる。

第4の要因は、東京オリンピックの開催とそれに照準を合わせたセイコー・グループの戦略的開発プロジェクトであった。クォーツ式時計技術の開発はその重要な一環と位置付けられた。

第5の要因として、丁度、エレクトロニクス技術の立ち上がりの時期に当たり、クォーツの開発はエレクトロニクスの進歩に後押しされて進んだ。

さらに、セイコー・グループが服部家のオーナー経営であったことも幸いしたと言われている。

結局、セイコーは世界の他の時計メーカーにはない恵まれた条件の下で、タイミングの良い時期に挑戦を開始したとすることができる。

(2) 日本の地の利

クォーツ革命の成功に、エレクトロニクス技術の進歩は絶対に欠かせない要素であった。その点で、エレクトロニクス技術で世界のトップを走っていた日本は、少なくともスイスよりは有利であった。クォーツ・ウォッチの開発には、エレクトロニクスと精密機械の融合が必要だった。これは、相沢が言うように、両方の技術者が協力し合うだけでは不十分で、両方の技術に通じた新しいタイプの技術者がいないとうまくいかないのである。エレクトロニクス技術と機械技術を融合したメカトロニクスは日本で生れた新しい技術領域である。日本では、戦前から「機電融合」という考え方があったと言われる。したがって、日本には、特異的にメカトロニクス技術者がたくさん育っていた。相沢もその草分けの一人である。スイスの出遅れは、メカトロニクス技術者がいなかったためとも言われている。

クォーツ（水晶振動子）に関しては、日本で基

礎的研究が進んでいる事情があった。戦時中に電波の発信源として注目されていたからである。大学では戦後も研究が続けられていた。これがクォーツ式時計の研究開発を裏側から支えた。

セイコーは電池を除いて、重要な要素技術をすべて自社開発した。しかし、これらの要素技術を高度化していく過程では、周辺関連産業の技術の向上や協力が助けられたことが多かったと相澤は言っている。日本には、特徴的な技術を持つ大中小の企業が広く厚く存在して、これが製造業全体の国際競争力を支えてきた。クォーツ革命の過程でも、日本のこれらの企業の技術力の貢献は決して少なくはなかった。

中村は日本の市場にはクォーツ式ウォッチを育てる土壌があったという。第一に日本人の新しいもの好みの上に、1960年代の家庭電化ブームがエレクトロニクス製品を受け入れ易い土壌を作ったこと。第二に日本人の時間に対する潔癖さ。第三に、1970年代は高度成長期、ユーザーの所得水準の上昇期に重なったこと。第四に、アナログ表示が日本人の趣向に向いていたこと、アメリカではデジタル表示の方が受けた、などである。

この成功の裏には、日本にいささかの地の利があった。

(3) リーダー中村恒也の存在

一貫してリーダー役を果たした中村恒也は、すでに述べたように、機械式ウォッチの新製品開発や独創的な自動巻きレバーの発明と実用化で、会社の業績に大いに貢献していた。彼の人柄に加えて、この実績があったからこそ、服部家を含めてトップの信頼と技術者仲間の尊敬をかちとることができたと考えられる。中村は「開発は全面的に任せてもらえた」といい、開発リーダーとしての自信は「商品としてのウォッチを誰よりも知り抜いていたから」と言っていた。

中村の信条は「三現主義（現場、現実、現物を直視する）」と「原理・原則に立ち帰って考えること」であった。「原理・原則」とは、ユーザーの立場から見た、その商品の価値を基準に技術の本質を見極めるといような意味である。開発の過程では、何回も重要な要素技術の選択に迫られている。可能性のある要素技術の中から最適の一つを選ぶのであるが、選ぶ時点で、それが実用的に使える技術になるかどうかには確証は得られない。ところが中村は大決断をした記憶がないとい

う。「原理・原則に立って考えれば、自ずと選択の方向は決まってくる。そのとおり進んできただけだ」と言っていた。中村の説明する技術の選択の理由は単純明快である。たとえば、「音叉時計はウォッチの本流にはなれない。音叉は振動に弱いから」はその代表的な例である。スイスの時計コンクールは実用的な時計を対象にしていなから、勝っても意味がないと中村らセイコーの技術者達は思い、一方で、スイスの技術者達はウォッチの開発目標をコンクールに絞るという姿勢の違いも、原理・原則に立つか立たないかの差である。実際にセイコーが選んだ要素技術はいずれも結果的に正しかった。中村は「発明のヒントになるものは必ずある」とも言っていた。

中村はこのような信念に立って、開発チームを引っ張った。そして、自身がトップから全面的に任されたように、実際の技術開発は相沢以下の若手グループに全面的に任せて、細かいことには口出しはしなかったようである。相沢も中村の技術面での貢献はほとんどないと言っている。ただし、重要な方針の決定には、リーダーシップを発揮した。そして、トップや関連部門との折衝では、自らが先頭に立った。

技術に対する洞察力に優れ、トップから全面的に信頼されていて、リーダーの役割を着実に果たした中村の存在が、若い技術者集団を奮い立たせ予想を超える成果をもたらしたのである。

2. 4 クォーツ革命の展開

セイコーのウォッチ式腕時計の開発は単に1企業の画期的新製品の域をはるかに越えて、世界の時計産業に一大革命を引き起こすきっかけとなった。この裏には、新しい技術を巡る多くの企業の戦略があった。

(1) クォーツ革命を導いたセイコーの特許戦略

ウォッチ式腕時計の基本特許は、アメリカのハミルトン社が1950年代にデジタル表示で取得していた。セイコーはウォッチ式時計開発の過程で、ウォッチ技術固有のデバイスを中心に数多くの特許を取得し、ハミルトンの基本特許とのクロスを行っている。

世界最初のウォッチ腕時計の出現で、世界の時計メーカーは一斉にウォッチの技術に注目した。セイコーにも技術ライセンス（許諾）の打診が殺

到した。これに対して、セイコーは特許を有償で公開する方針を決めた。これはプロバ社の音叉式腕時計の過ちを犯さないためであった。プロバは技術の独占を図り、ライセンスを原則的に行わない方針をとった。これがセイコーをウォッチ開発に駆り立てただけでなく、音叉式腕時計の市場への浸透の妨げにもなったと見られていたのである。セイコーの内部には、これだけの革新的で大規模な技術体系をセイコー単独では到底、世界に普及させ発展させることはできないという明確な意識があった、とセイコー時計資料館館長久保田浩司（元セイコー電子専務）は証言している。後にベータマックスとの争いで、VHS技術の積極的な公開を行ってVTRのデファクトスタンダードを握った日本ビクターの戦略はセイコーの例を見習ったのかもしれない。

セイコーのライバル、シチズン時計もスイスのメーカーもセイコーからライセンスを受けている。シチズンはウォッチ式時計の開発に遅れをとり、プロバ社との技術提携で音叉式腕時計を開発するという回り道もしたが、1973年には最初の製品を発売している。研究で先行していたスイスのメーカーは事業戦略では機械式に拘った。日本に追随したアメリカのメーカーもウォッチの商品化では大きく遅れた。セイコーは電卓メーカー、電機メーカーにも広くライセンスを行った。世界中の多くの会社が競い合って、アナログ表示、デジタル表示を問わずウォッチ式腕時計の新製品開発競争を展開した。

前述のように、セイコーのウォッチ腕時計は毎年のように価格の安い新製品を送り出したが、低価格化はキーとなるデバイスの量産によるコストの低下によっていた。技術の公開が技術の進歩を加速し、市場を刺激し続けたのである。そして、ウォッチ技術の急速な普及と技術進歩の自律分散的な連鎖が、いわゆるウォッチ革命を引き起こしたのである。

(2) 創造的破壊

セイコーからライセンスを受けた日本、スイスのメーカーが競ってウォッチ式腕時計の生産を進めたため、まもなく世界市場でウォッチ式腕時計が主流となった。現在では約9割がウォッチになっている。

機械式からウォッチ式へという異質の技術体系への大転換は腕時計の業界構造を大きく変えた。

クォーツ革命は世界の時計産業にシュンペーターのいう「創造的破壊（正確には“破壊を伴う創造”と訳すべきである）」をもたらした。

その第1は世界の業界構造の激変である。クォーツ革命に乗じた国の業界は飛躍し、乗り遅れた国の業界は急速に世界市場から後退した。クォーツ革命の先陣を切ったセイコーは世界に躍進し、日本の時計産業は一気に世界市場を制覇した。1970年頃、スイスは世界の腕時計市場の約42%を占め、日本が14%、ソ連が12%、アメリカが11%と2位以下をかなり引き離していた。それがクォーツ革命の進展、つまりクォーツ式腕時計が市場に浸透するにつれて、スイスのシェア（個数）は急速に低下し、1985年には、スイスはわずかに6%、ソ連が7%、アメリカはゼロになってしまった。これに対して、香港が47%、日本が23%。70年代の前半にクォーツ化に伴って生産が始まった香港が、10年も経たない間に個数ベースで世界の50%近くを生産する最大の生産国にのし上がってしまった。

スイスの時計業界は当然、厳しい苦境に立たされた。ピーク時の1970年頃に比べて80年代末には、企業数は1620社から570社に、従業員は89千人から29千人に減少した。1/3以下に縮小したので

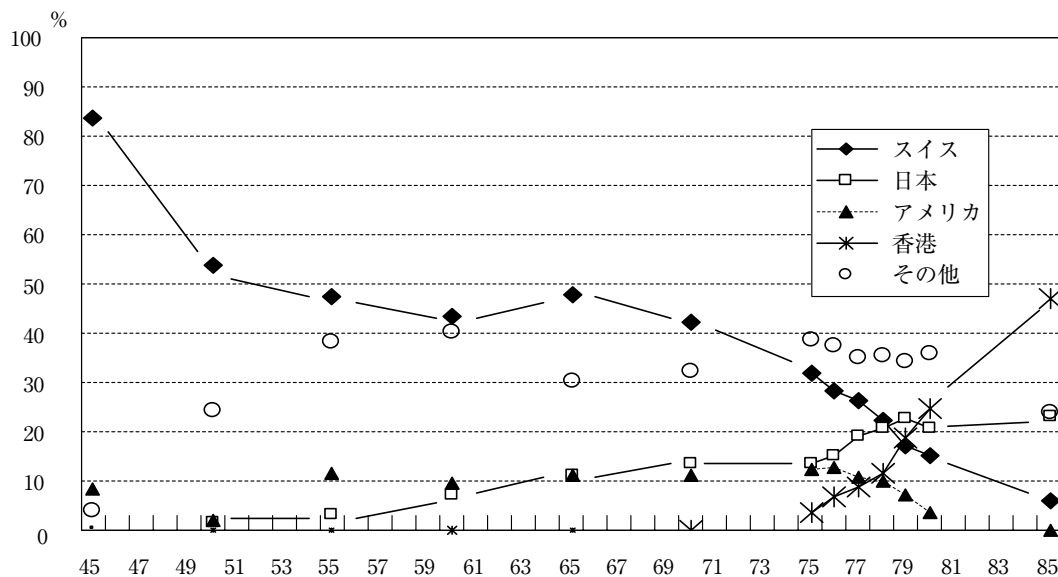
ある。

第2にムーブメント（機械部品、モジュールとも呼ばれている）が独立の商品として流通するようになったこと。これには、シチズン時計の戦略があった。クォーツ革命に遅れをとったシチズン時計はクォーツ式ムーブメントを市場に流通する商品とする戦略で巻き返しを図った。クォーツ式時計のもっとも重要な部品が市場で自由に買えるということは、誰でもがクォーツ式の時計を作れるということを意味する。実際に時計産業はそのとおりになった。不可欠の部品であるムーブメントは日本、スイスのメーカーにほぼ独占されているが、香港の時計産業はムーブメントの開放的流通に支えられて成長した。

第3に、クォーツ革命は生産も流通も変えてしまった。機械式腕時計を作る技能工は要らなくなった。セイコー内部でも、機械式時計の技能工の配置転換と再教育で、当の技能工はもとより、製造現場、人事勤労、労働組合も大いに苦勞した。セイコーの関係者は「機械式の時代の権威はすべて崩壊した。まさに革命が起こった」と言っていた。

時計修理の必要もなくなり、時計専門店の存在意義は薄れた。時計の流通は多様化した。時計修

図表V-2-5 ウォッチ（ムーブメント含む）生産の各国シェアの推移



データ出所：スイス時計製造者協会、日本時計協会、米国商務省等 図の作成：原

理の職人も職を失った。

その一方で、クォーツによって、腕時計はファッション的商品として、新たな世界を開くことができて、市場は大きく広がった。この裏には、巻き返しを図るスイス業界の戦略があった。腕時計はデザインだけでなく、機能面でも個性を持てるようになった。かつては、1人1個の普及限界のあった商品が、TPOに合わせて1人が何個でも持つという商品に変わった。

(3) デジタル・ウォッチの出現

デジタル表示(時刻の表示に数値を用いる方式)という新しいタイプの時計も生れた。腕時計の場合、一般にデジタル・ウォッチという。これに対して機械式のように針で時刻を表示する腕時計をアナログ・ウォッチという。

基本特許を持っていたアメリカのハミルトン社とマイクロマ社は1972年に世界最初のデジタル・ウォッチを発売した。これは表示に発光ダイオードを用いたものであった。日本では、セイコーが1973年に6桁表示の液晶デジタル・ウォッチを出している。

デジタル・ウォッチはクォーツの電気信号を電子回路を経て電氣的に表示するだけで、精密な機械部分をまったく持つ必要がないから、電機メーカーでも時計を作ることできるようになった。実際に、日本でもアメリカでもエレクトロニクス・メーカーが時計の市場に参入してきた。とくにアメリカではエレクトロニクス企業など200社が新規に参入してきた。その中にはテキサス・インスツルメンツ、フェアチャイルド、インテルなどの有力半導体メーカーが名を連ねている。クォーツ技術によるデジタル表示の時計の出現は世界の時計産業の構造を複雑化させ多様化させた。

デジタル・ウォッチでは、アメリカがやや先行した。アメリカでは、新規参入してきたエレクトロニクス系の多数の企業は当時、コストが安く性能も安定していた発光ダイオードを利用した低価格のデジタル・ウォッチを次々と発売した。そして、市場の獲得を巡って激しい価格競争を展開した。1974年のナショナル・セミコンダクター製品は125ドルで市場を驚かせたが、77年のテキサス・インスツルメント製は10ドルを切っていた。クォーツ革命に乗り遅れたアメリカの伝統的時計メーカーはそのあおりを食って次々と姿を消す。ハミルトンも倒産した。

日本のメーカーは表示方式にこだわった。発光ダイオード方式は本質的に消費電力が大きく、発熱のために故障が多いという欠点をもっていた。このため、時計を見るときだけボタンを押して表示を見るという仕掛けになっていた。中村恒也は「いちいちボタンを押さなければ時間が分からないようなものは時計ではない。いずれすたれると思った」と言っている。一方、液晶表示方式は当時、技術的な信頼性は低かったが、消費電力は小さい。日本のメーカーは一部を除いて発光ダイオード方式に目を向けず、将来の本命技術と見なした液晶表示方式の開発に集中した。

アメリカ市場でブームを起こしていた発光ダイオード方式のデジタル・ウォッチは、70年代後半から80年にかけて一気に勢いが衰える。原因はボタンでオンオフしなければならない使い勝手の悪さが、アナログ・ウォッチや液晶表示方式のデジタル・ウォッチの市場浸透で目立つようになり、ユーザーが離れていったからである。テキサス・インスツルメンツもインテルも相次いで撤退していった。

日本市場では、アメリカと異なり、セイコー、シチズン、リコー時計、オリエンタルなど従来からの腕時計メーカーが液晶表示方式のデジタル・ウォッチを開発していた。日本の消費者がデジタルよりもアナログを好むことも幸いして、日本市場ではデジタル・ウォッチの価格競争はアメリカ市場ほど激しくはなかった。しかし、シャープ、カシオが本格参入し、電卓で培ったコスト・リーダー戦略を発揮するに伴い、液晶表示方式でもアメリカのような低価格化が急速に進んだ。背景には液晶表示の性能の向上と低コスト化があった。発光ダイオード方式で先行したアメリカのメーカーも、本命技術にじっくり取り組んだ日本のメーカーや低賃金を武器に台頭してきた香港のメーカーにデジタル・ウォッチにおいても敗退することになった。

(4) クォーツと共に育った技術

成熟に達していた時計産業は、クォーツ革命によって、再び新たな成長路線に乗ったのであった。この事例は経済全体への影響という意味では、限られた範囲に止まる。その影響力も、挑戦が始まってから40年で飽和に達したかのように見える。クォーツ革命の不運なことは、技術進歩が余りにも早すぎたためか、腕時計という商品に深みがな

かったためか、飽和状態が早く来過ぎたことである。

しかし、クォーツ革命が育てた技術は実に多彩で、しかもその後のエレクトロニクス技術の進歩に大きな影響を与えた。もっとも重要なものは、メカトロニクスである。メカトロニクスは和製英語で、この技術の概念は明らかに日本で生まれた。メカトロニクスの極めて初期の実応用例はオリンピックを目指した1960年代後半のクォーツ式クロノメータであったと考えられる。その後のクォーツ革命の進展の中で、精密機械技術と電子技術の融合は大きな成果を挙げた。セイコーの事例が日本のメカトロニクス技術の発展を促進したに違いない。

C-MOS-IC技術の技術進歩とクォーツ革命の進展は二人三脚の関係にあった。C-MOSは、クォーツ式時計ばかりでなく、日本のオリジナル製品、電卓の基本技術ともなった。理由は腕時計と同じ低電流型であるからである。さらに、その後、C-MOS-ICは液晶表示装置にも用いられるようになり、日本の得意技術を支える重要な基盤技術に発展した。現在、日本が世界を圧倒的にリードしている液晶表示デバイス技術も、デジタル・クォーツと電卓によって育てられた。

小型電池の技術もクォーツ・ウォッチの技術進歩と共に歩んだといつて良いだろう。電池の技術は現在、日本は世界のトップ・レベルにある。

このように、クォーツ革命は、単に時計産業の中だけに止まらず、広い範囲で技術の進歩を刺激し、加速したと評価することができるだろう。

クォーツ革命は、古典的な時計商品の世界から時計機能を解き放って、自由な活躍の場を与えた。この意義の方が、あるいは、時計産業に与えた影響よりも大きかった。今日では、家電製品のほとんどが時計機能を内蔵し、これによって、自動化され、インテリジェント化されている。電氣的制御機構の中に時計機能が入り込めるようになったのはクォーツ式時計機能が生れたお陰である。家電製品に限らず、パソコンや情報通信機器も時計機能によって支援されている機能は極めて多い。

現在の社会は、あらゆる面で精度の高い時計機能によって支えられている。このように今日の社会の重要な技術基盤の一つを築いたことがクォーツ革命の最大の社会的意義だと言うべきだろう。

2. 5 香港の台頭とスイスの復活

(1) 時計クラスター香港の成立

クォーツ革命は香港を突如、時計王国に育て上げてしまった。これは、労働の質の高さと低賃金に着目して70年代に始まった日本やスイスの時計メーカーの工場進出が切っ掛けとなった。日本やスイスの工場で技術と技能を修得した地元の人たちが独立して、ムーブメント以外の時計部品（文字盤、針、ケース、鎖など）を作るようになり、いつの間にか時計に関連した部品メーカーの一大産業集積が出来上がった。

そこにムーブメントの流通市場が出現した。香港のメーカーは単なる下請けメーカーではなくなった。ムーブメントを仕入れれば独立した完成品メーカーである。時計を作るに必要なモノはなんでも手に入れることができる。現在、香港は時計完成品では世界最大の生産地である。そうなれば世界中から最新のマーケット情報は香港に集中する。マーケット情報の集中が香港の競争優位の基盤となった。

マイケル・ポーターは例として挙げていないが、典型的なクラスター（地域産業集積）である。その上、コストに関しては、香港華僑は中国本土も含めて生産拠点の展開を図ることができるので、太刀打ちしようがない。日本の時計メーカーは「時計の完成品に関する限り、香港・中国連合にはコストで勝ちようがない」と嘆いていた。日本とスイスの業界は決定的な部品ムーブメントだけは死守する戦略をとっている。

(2) スイス時計産業のリストラとスウォッチ戦略

これまでの産業の盛衰の歴史で、一度、覇権を失った国の産業が再び咲く例は皆無といつてよい。しかし、スイスの時計産業は甦った。輸出は1985年から着実に増加し、金額ベースでは、95年には85年の2倍に増加した。スイスの時計産業は再び国際競争力のある輸出産業に復活したのである。

70年代後半から80年代前半の間、スイスの業界はその生き残りをかけてさまざまな対策を講じた。その主要なものは次の4つであった。

- ① 人員削減などによる企業のスリム化
- ② 政府機関に対する援助の要請
- ③ ムーブメントなどの重要部品の輸出
- ④ 業界挙げての戦略的な再編、組織統合

(1985年に時計メーカーの集合体的企業SMHが成立した)

しかし、こうした対策が功を奏したのではない。復活のきっかけはスオッチの開発である。

1978年、エボーシュSAグループ(主要部品メーカー17社で結成された組合)の主力企業ETA社のトップに就任したE. トンクは、日本が強い中価格ゾーンの製品市場を避けて、低価格ゾーンに戦略目標を絞ることとし、次のような施策を強力に遂行した。すなわち、①徹底的な合理化、②世界でもっとも薄いアナログ・クォーツ式腕時計の開発、③高品質を維持して10スイスフラン(約5 USドル)以下の製造コストの実現、である。そして、ミニチュア・ステップモータの開発や部品点数の集約化、組み立て工程の自動化などの成果によって、目標は達成された。日本的な目標設定であり、アプローチの方法であるが、スイスには、優れた熟練工と生産技術があったからできたと言われている。

この技術をベースに、18歳から30歳の年代にターゲットを当てて、腕時計に楽しさとファッション性を持たせるマーケティング戦略を打ち出した。まず、アメリカ市場にねらいを定めた。アメリカの広告代理店やマーケティング・コンサルタントの智恵を入れて、「スオッチ」というブランド名が付けられた。アメリカ各地でのテストセールと平行して、スイスの有名デザイナーを起用、デザイン・ウォッチとしての基礎を築いた。販売チャネルも従来の時計専門店にこだわらず、あらゆるチャネルを利用する戦略をとった。低価格製品でありながら、ブランド・イメージを維持するために、値崩れを防ぐ施策も行っている。低価格製品市場にブランドを持ち込むマーケティング戦略は従来の常識を覆す画期的なものであった。

スオッチの発売開始は1983年である。この大戦略は85年に成立したSMHに引き継がれ、急速に世界市場に広がっていった。スイスからの腕時計輸出はスオッチ発売からの10年間で、個数ベースで3倍強に、金額ベースで3.3倍に増加した。90年ころには、「スオッチ」は世界でもっとも知名度の高いブランドと称されるまでになった。腕時計はスイス業界の巧みな戦略によって、1人がいくつも持っていて、TPOに合わせて身に付けるファッション製品になったのである。現在、SMHの売上の80%は「スオッチ」で占められていると言われる。

スイス業界の復活は日本的な製品開発戦略の上に、ヨーロッパ的なマーケティング戦略を掛け合わせた結果であった。

90年代にはいって、スイスの業界は旧東独、東欧地域での事業拡大を開始した。これは単なる低賃金目当ての生産拠点のシフトとは異なり、歴史をもつ東欧の時計製造の技術力をテコ入れ近代化し、時計の生産拠点の厚みと多様性を高めようとするねらいと見られている。スイスの業界は東欧企業に最新鋭の技術を援助し、スイスの支援の下に高級時計の生産を行わせ始めた。たとえば、旧東独製の中価格ゾーン機械式腕時計ノモスは世界市場に広がっている。

一方で、80年代から始めていたムーブメントなど時計の重要部品の世界への供給にも積極的に取り組んでいる。これも世界各地にスイスの技術をベースとする特徴ある時計メーカー群を育てようとする、スイス業界のスケールの大きい戦略の表れではないかと評する向きもある。

(3) 現在の世界の腕時計産業

現在、世界の腕時計の業界地図は、日本がムーブメントと中級中価格ゾーンの完成品、スイスが高級高価格ゾーンとファッション・ゾーン、香港は低価格のファッション・ゾーンというような色分けになっていて、一応の棲み分けが成り立っていると考えられる。スイスの業界の資料によると、輸出される腕時計の平均単価は、スイス製が235スイスフラン、日本製が44スイスフラン、香港製が8スイスフラン。その開きは極めて大きい。スイス・ウォッチ・ジャーナル(99年2号)は「付加価値はスイス、ボリュームはアジア」と書いている。

時計市場は古くから価格帯が広がったが、クォーツ革命によってさらに広まった。1個千円から1億円までであると言われている。価格を決める要素は現在では精度や性能・機能ではない。ブランド、コンセプト、デザイン、宝飾(部材の価値)、希少性などである。商品がもつメッセージ性が価値をもつ。この意味で、腕時計はハイテク工業製品として最先端をいく感性的製品とも言えるだろう。精度、機能・性能、価格、デザインの自由度など、あらゆる面でクォーツ式は機械式を超えたと見られているが、機械式が完全に駆逐されたわけではない。現在でも、機械式ウォッチが持つある種の雰囲気や好む顧客層は根強く残り、

図表V-2-5 世界のウォッチ生産の現状

	ムーブメント 個 数 (百万個)	完成品個数 (百万個)	生産金額 (百万スイスフラン)	輸出額 (百万スイスフラン)	輸出製品 平均価格 (スイスフラン)
香 港 + 中 国	100	400		922	8
日 本 (国内)		28		661	44
日本(海外生産含む)	630	89	1,170		
ス イ ス	65	34	8,420	7,571	235
ド イ ツ			390		65
イ ギ リ ス			362		82
フ ラ ン ス		7.5	326	262	61
全 世 界	800	500			

	世 界 (百万個)	比 率 (%)
アナログ・クォーツ	899	70.0
デジタル・クォーツ	355	27.5
機 械 式	32	2.5
	1,286	100

出所：Swiss Watch Journal, No.2, 1999

5%程度は生産されている。最近では、機械式が静かなブームを起こしていると言われている。

現在、世界シェアはスイスが金額ベースで約5割を、個数ベースでは香港・中国連合が世界の8割を占めており、日本はいずれも第2位。ただし、日本の業界は心臓部分ムーブメントでは数量的に世界の生産の約8割を占め、技術においては世界のリーダーとして君臨しているといつて良いだろう。

2. 6 イノベーションの教訓

(1) イノベーションの連鎖反応と発展

クォーツ式腕時計の開発は時計技術体系を根本的に変革する画期的な成果であったが、短期の間(約15年)に世界市場でクォーツ革命と称せられるほどの波及・拡大を遂げた裏には、セイコー・エプソンが技術を独占することなく、広く公開する方針を採った事実がある。先に述べたように、セイコーはプロバ社の音叉時計の失敗を教訓とし、1社だけでは世界市場への波及に限界があると考えたからである。

革新的技術の開発に成功した企業にとって、技術の独占で利益の最大化を図るか、有償で技術を公開し、市場の拡大による利益の拡大をねらうか

は高度な判断を要する問題である。技術の公開はコンペティターを作ることになり、コンペティターとの市場競争で利益率が下がり、場合によっては敗退するリスクもあるからである。

しかし、革新的な技術による新製品の場合（たとえば、VTR、パソコンなど）は、技術の公開が事業的な成功に繋がるケースが多い。部品等の量産によるコスト・ダウンや市場競争によって、普及のスピードが上がり、既存の技術体系や他の技術体系との競争で優位に立てるからである。音叉式時計の場合は、プロバ社の技術独占方針が災いしてほとんど市場で普及しなかった。もし、プロバ社が技術の公開を行っていたなら、クォーツ式の出現は起こらなかったか、あるいは、かなり遅れることになったと考えられる。

クォーツ式腕時計の場合は、その典型的な事例で、日本、スイス等のメーカーが独自の戦略に基づいた競争を展開し、連鎖反应的に市場を活性化させた。イノベーションが大きくなうねりを作る場合は、常に多数の企業が参入し、製品の世代交替りを起こしながら市場が拡大していく。インパクトの大きなイノベーションにとって、技術のスピルオーバーは重要な条件である。

(2) イノベーションと新市場

クォーツ革命は古い成熟した市場の中で起こった極めて珍しい「創造的破壊」の例である。これによって世界の時計産業の構造はダイナミックに変動し、市場を活性化することにもなったが、市場の視点で見た影響は限られていた。腕時計はファッション的要素の幅を広げたが、腕時計というコンセプトを超えて製品を高度化させることはできなかった。そのために、この事例は一般には強い印象を与えていない。

しかし、技術史の視点では、クォーツ革命は極めて大きな影響を与えたと評価されるべきであろう。エレクトロニクス、メカトロニクスの発展の基盤となり、時間コントロール技術を広く普及させ、液晶表示技術や現在の携帯型画像情報端末を育てる土壌ともなった。こうした技術をベースにさまざまな新製品が新しい市場を開いていった。NC工作機械、自動制御機械、ロボットなどの産業機械分野、マイコン搭載の自動式家電製品群、さらにゲーム機、ノート・パソコン、携帯型情報機器、液晶テレビ、デジタル・カメラなど現在のITを支えるパーソナルな製品群はクォーツ時計

時技術がなければ生まれてこなかった可能性がある。

ところが、クォーツ革命に参加した時計メーカーの多くはクォーツ技術と共に育った新技術を活用して、事業の発展を目指す道を取らず、時計メーカーに止まった。電子情報機器メーカーに発展したセイコー・エプソンでさえ、事業領域はメカトロニクスにウエイトがあり、必ずしも成長市場分野に移れた訳ではない。既存事業が戦略の範囲を限定することを示している。

(3) イノベーションと経営戦略

クォーツ革命の過程で、多くの企業が興り、多くの企業が衰亡した。これは、すでに見てきたように、経営戦略の結果である。

クォーツ革命を先導したセイコー・エプソンはクォーツ振動子に基づく普及型の時計技術体系の開発を始めた時から、この技術開発が経営戦略の中核となったと想像される。とくに、腕時計をターゲットに商品化を考えた時点からは、技術開発を中心に企業全体の戦略のシナリオが作られ、コスト・ダウンの見通しができると従って、マーケティング、生産を含めた総合的な戦略シナリオに発展したと考えられる。

スイスのメーカーはクォーツ式時計技術の研究開発は早くから行っていたが、これを本業に結びつけようとは考えなかったようである。あくまでも、極めて高い精度を必要とする特殊な分野に應用される特殊な技術と見なしていた。一般大衆が使う腕時計の技術になるとは想像もしていなかっただろう。欧米には、最先端技術の応用を高度で特殊な分野に限定する傾向がある。

クォーツ革命に参入する他の企業は、セイコーの第1号製品の発表とライセンス交渉の後に、各社各様に戦略を検討することになる。シチズン時計は、最終的にムーブメントを流通商品とする戦略を採って、市場での地位を確立した。スイスの業界は低価格市場領域でファッション製品とするマーケティング戦略を成功させ、世界市場でのシェア回復に成功した。しかし、アメリカの時計メーカーはことごとく衰亡した。この理由は明らかではないが、短期的な業績を重視する投資家が長期的な投資を認めなかったのかも知れない。一般にアメリカ企業は一度、劣位に立った事業には執着しない傾向がある。

イノベーションの先陣を切った企業は競争上で

優位を保ち続ける例は多いが、優れた戦略で後発が逆転することも少なくない。この事例では、スイスのSMHがそれを成し遂げた。香港の成功は旺盛な起業家精神と産業集積（クラスター）の成立による。これは恐らく意図されたものではなかったに違いないが、結果として、時計産業の新しいビジネス・モデルとなった。

(4) イノベーションと場の条件

すでに述べたように、クォーツ式腕時計開発は日本独特の条件に支えられた部分が多い。その後のクォーツ革命の展開も、それぞれの地域の条件が少なからぬ影響を及ぼしたと見ることができる。

香港の台頭は、低賃金の優れた技能者に魅力を感じた日本の時計メーカーが現地に競って工場を設置したこと、香港人に独立の気風が強いこと、狭い地域に小規模企業が集積して濃密なネットワークを構成する香港独特の産業システムの伝統があること、などが重要な条件となった。

ファッション化で巻き返したスイスは、宝飾品加工技術の伝統と高級腕時計のデザイン力とブランド力を活かした。健闘しているドイツ、イギリス、フランスはいずれも高級腕時計としてのデザイン力、ブランド力を武器としている。

ロシアは電池の供給体制が作れなかったために、クォーツ革命に乗れなかったと言われているが、アメリカも含めて衰亡した地域は、クォーツ革命後の腕時計産業の基盤となる地域的な条件が弱かったと見られる。

このようにイノベーションが地域固有の場の条件に影響されるという認識が、その後の国際競争におけるクラスターやイノベーション・システムの議論に発展したのである。

後 記

クォーツ式腕時計の開発に関しては、先ず日本機械工業連合会「我が国機械工業の高度化に関する調査研究」（平成7年度）の中で調査を行い、同報告書に纏めた。次いで機械振興協会「技術政策・技術経営に関するケース教育のあり方に関する調査・分析」（平成8年度）において技術経営のケース教材として、古川公成氏、小林喜一郎氏（ともに慶応大学大学院経営管理研究科）と共同で関係者の聞き取り調査に基づいてより詳細な調

査・分析を行い、結果を同報告書に掲載した。また、「我が国機械工業の高度化に関する調査研究」におけるヨーロッパ訪問調査（平成8年度）で、スイスの時計産業について情報を収集し、これを報告書に加えた。さらに、放送大学「イノベーション経営」の教材として、補完的な調査を加えて「イノベーション経営」の映像資料とテキストを纏めた。

本項はこれら4次にわたる調査を集大成し、イノベーションに関してその後、得た知見に基づいて総合的な考察を加えたものである。

参考文献

- 1) 織田一朗「クォーツが変えた時の世界」日本工業新聞社（1988年）
- 2) 小林隆太郎「セイコーグループ」日本工業新聞社（1987年）
- 3) 斎藤繁「カメラ・時計・磁気メディア業界」教育社新書（1990年）
- 4) 新宅純二郎「日本企業の競争戦略」有斐閣（1994年）
- 5) 中村恒也「技術は人々の為に…諏訪と時計と私」セイコーエプソン（1996年）
- 6) “Watching figures” Swiss Watch Journal, No.2, July-August, 99
- 7) ケース教材「服部セイコーと世界の時計産業〔1980年〕」ハーバード・ビジネス・スクール（1985年）（慶応ビジネス・スクール訳）

インタビュー

- 1) 中村 恒也氏（元セイコーエプソン社長）、1996年
- 2) 相沢 進氏（元セイコーエプソン専務取締役、現EMシステムズ副社長）、1996年、1999年
- 3) 久保田 浩司氏（セイコー時計資料館館長、元セイコーエプソン専務取締役）、1999年
- 4) 服部セイコー広報室織田一朗氏、1993年
- 5) シチズン時計広報室、1999年
- 6) 国際時計通信社日野須磨子氏、1996年
- 7) Neue Zurucher Zaitung Mr.Richenbargaer, 1996年