国産マシニングセンタの現状

—需給動向と技術評価—

Present Status of Japanese Machining Center
—Supply & Demand Trend and Technical Evaluation—

大 高 義 穂*
Yoshio OTAKA

Key Words: Manufacturing Technology, Cutting, Machine Tool,
Machining Center, Technology Assessment

1. ま え が き

1952年にアメリカにおいて開発された数値制御 (NC) 技術は金属部品の加工技術及び工作機械の態様に大きな変革をもたらした。マシニングセンタの出現はその最たるものといえるであろう。

1958年にKearney-Trecker社 (アメリカ) から発表された機械——工具の自動交換装置 (ATC) を有し、従来のフライス盤、中ぐり盤、ボール盤等の各機能を併せ持ち、多種類の加工工程を自動的に行えるマシニングセンタ——はそれまでの工作機械の概念を変えた全く新しい機械として世界各国に広まった⁽¹⁾。

わが国でも昭和40年代に入って開発・生産が進み、制御技術、センサの高度化、工作物自動交換機能の開発などと相まって、FMC (フレキシブル加工セル) へ、さらにFMS (フレキシブル生産システム)、FA (ファクトリオートメーション) の主要機械としてマシニングセンタは機械工業に大きなインパクトを与えていることは周知のとおりである。

今から20年程前、アメリカ・シカゴで開発された工作機械展を見学したある設計技術者が、「将来工作機械は旋盤と研削盤と、そしてマシニングセンタさえあればよいという時代になるのではないか」と語ったことがある。事実、昭和59年の

わが国工作機械の生産実績をみると、この3機種で全体の約2/3に当たる63%に達しており、マシニングセンタだけで24%を占めている (図1)⁽²⁾。放電加工機や専用機など特殊なものを除けば、角物部品加工の主役は完全にマシニングセンタに移っていることを示している。

このように開発されてから20年余り、マシニングセンタは著しい成長を遂げたが、この間ユーザのニーズにより、また省力化、無人化、システム化が進むにつれ、様々な形態のマシニングセンタが発表されてきた。本稿は工作機械工業の中で特に成長著しい日本のマシニングセンタを取り上げ、

- (1) 現在日本で生産されているマシニングセンタにはどのような種類があるか。
- (2) それらはどの程度生産され、輸出されているか。

図1 工作機械生産額機種別構成

* 正員、(社)日本工作機械工業会(〒105 東京都港区芝公園3-5-8)。

(3) それらのマシニングセンタは世界市場でどのように評価されているか、課題は何か、等について明らかにしようとするものである。

2. マシニングセンタの種類

マシニングセンタが普及しはじめたころ、その概念は次のようであった。

- (a) 数値制御工作機械であること
- (b) フライス削り、穴あけ、中ぐり等多種類の作業を自動的に行えること
- (c) 工具の自動交換機能を有すること
- (d) 多面加工ができること

このような概念からマシニングセンタは本来、角物部品加工用の割出しテーブルを有する横主軸の機械を意味していた。

しかし、その後、薄物（板状）部品や金型加工に適した立て主軸機や、旋削を主体とした工作物回転形のマシニングセンタ（ターニングセンタ）等が出現し、その種類は多岐にわたっている。

図2はマシニングセンタの種類をそれぞれ元の工作機械との関連で示したものである⁽³⁾。

(1) 横軸マシニングセンタ 横フライス盤、横中ぐり盤から発展したものが多く、世界最初のマシニングセンタといわれている Kearney-Trecker 社の機械をはじめ、初期のマシニング

表 1 昭和 59 年のマシニングセンタ生産

形 式	台 数	金 額 (百万円)
立 軸 形	6 589	107 566
前後ストローク < 500 mm	(4 225)	(60 501)
〃 ≥ 500 mm	(2 364)	(47 065)
横 軸 形	2 567	76 275
テーブル < 500 mm	(820)	(15 582)
〃 ≥ 500 mm	(1 747)	(60 693)
門 形	1 017	26 103
工作物回転形 (ターニングセンタ)	79	3 112
合 計	10 252	213 056

センタの主流である。

(2) 立て軸マシニングセンタ 横軸より遅れて出現したが、その作業性の良さや、金型加工に適する等から現在では生産台数で横軸の 2 倍程度になっている。立てフライス盤、立て中ぐり盤から発展したもので、ボール盤に軽フライス加工機能を付加したミニマシニングセンタも多く見られる。

(3) 門形マシニングセンタ 比較的大形の工作物用として、立て中ぐり盤やプラノミラー等から発展したもので、最近では主軸を立て・横両方に使えるようにし、工作機械のベッドやコラム等の大物構造物の 5 面を一度の取付けで加工可能

図 2 従来の工作機械とマシニングセンタとの関係

図3 工作機械生産額の推移とNC化率

な、いわゆる「5面加工機」が注目されている。

(4) 工作物回転形マシニングセンタ 工作物回転主軸のほかに工具回転主軸を有し、軸類の旋削と穴あけ、溝削り等が可能な通称ターニングセンタである。わが国では1970年ごろ出現した。

以上の4種類が「日本標準商品分類」に定められている区分であるが、このほかに多軸ヘッド交換形のマシニングセンタや、ならいフライス盤から発展し工具の自動交換のほかに、スタイラスの自動交換機能を有する金型加工用マシニングセンタ等多彩である。

わが国ではこのうち横軸形及び立て軸形がほとんどで、しかも中・小形機が主体である⁽²⁾ (表1)。

3. マシニングセンタの需給動向

日本の工作機械工業は、第一次オイルショックによる大不況を乗り越えて昭和50年代に入ってから高度成長を続け、生産高においては57年以降連続3年間世界の首位の座を確保している。

アメリカンマシニスト誌の調査⁽²⁾によれば、世界4位の工作機械生産国であった日本は、1980年にソ連を抜いて3位に、1981年に西ドイツを、1982年にはアメリカをそれぞれ抜いてとうとうトップに踊り出たもので、1981年以降の世界的工作機械不況のお陰とはいうものの、日本の工作機械業界にとっては画期的な出来事である。

なぜなら、欧米に70~100年も遅れてスタートし、しかも第二次世界大戦終戦後10年以上にも及ぶ空白時代を経験し、技術水準は欧米に比較して20年もの格差があるといわれていた日本の工作機械が、わずか20~30年の短期間にここまで量的に拡大したことは、我々はもちろん、各国にとって驚異であるに違いない。

不況のどん底の年、昭和51年の生産額約2300億円に対し昭和59年は8800億円であるから、約4倍の伸びであり、60年は1兆円産業の仲間入りをするであろうと見られている。

このような成長は図3に見るように、NC工作機械の拡大に支えられていることは明らかである。特にNC旋盤とマシニングセンタの増加が

顕著であり、この両機種にメーカーが集中し過酷な販売競争を展開しているのが現状である。

NC 旋盤は日本工作機械工業会会員だけで 40 社、マシニングセンタは同じく 45 社が生産しており、アメリカのそれぞれ 20 社程度と比べれば、いかにたくさんのメーカーが参入しているかがわかる。

マシニングセンタメーカー 45 社のうち、年間 500 台以上生産している企業が 8 社含まれており、そのうち 2 社は年産 1 000 台を越えている。このような従来の工作機械製造体制とは異なった量産体制を確立し、しかも多くのメーカーが同形式の類似製品で競っており、ここに不況時の過当競争、欧米における貿易摩擦問題の原因があることは想像に難くない。自主技術による特殊性のある機械開発が望まれているところである。

このように多過ぎるくらいのメーカーと、量産体制とによって、日本のマシニングセンタの生産台数は 1980 年以降毎年 5 000 台以上となり、昨年は 1 万台を越えた。この生産規模を欧米主要国と比較すると図 4 のとおり、アメリカ、西ドイツは毎年 1 000～2 000 台、イギリス、フランスは 100～300 台の水準であり、日本の生産量がけた違いであることを示している（図 4）。

昭和 51 年から 59 年までの 9 年間に生産されたマシニングセンタは合計 43 366 台に達するが、図 5 に示すとおり、国内需要と輸出とが相半ばしている⁽²⁾（注 1）。

国内需要の約 60% は多種少量生産形態でしかも中小企業の多い「一般機械製造業」で占められ

図 4 各国のマシニングセンタ生産台数

図 5 日本のマシニングセンタの出荷先

ているものと思われる。

輸出先は欧米先進国が主体で、アメリカ 54%、ヨーロッパ 31% と、この両地域で 85% を占めている。ヨーロッパでは西ドイツ（約 2 000 台）、イギリス、ベルギー（それぞれ約 1 000 台）、フランス（約 700 台）等が多い。その他東南アジア、オーストラリア等にも輸出されている⁽²⁾。

4. 国産マシニングセンタの評価

このように世界一の生産量を誇る日本のマシニングセンタは国内はもちろん、欧米をはじめ世界各国で稼働されているが、これらは各ユーザでどのように評価されているのであろうか。

（社）日本工作機械工業会では昭和 56 年度において、工業技術院からの委託事業として「マシニングセンタに関する標準化のための調査研究」を実施したが、この一環として、アメリカ、ヨーロッパのユーザを対象に、日本製マシニングセンタの使用状況についてアンケート調査を行い、18 社、39 台分の評価がまとめられた。また、同じ時期に、（財）工作機械技術振興財団では、国内ユーザを対象に工作機械の技術評価調査を実施し、マシニングセンタについては 257 台に

（注 1） 輸出は通関統計のため全数を表しているが、生産は従業員 50 人以上の企業のための統計（通産省生産動態統計）であるため少なめの数値で、従って国内需要量は若干多くなる。

ついでの評価がまとめられた。本章ではこれらの調査結果を対比させながら、日本のマシニングセンタが、主として海外ユーザにどのように評価されているかについて述べる。

これらの調査結果は現状とは多少異なるかもしれない。なぜなら、調査対象機を購入した昭和53年～55年当時は、全般的に好景気であり、工作機械需要はおう盛で貿易摩擦問題も存在しなかった時期であったし、またその後3～4年を経過し、日本のマシニングセンタの品質性能の向上も顕著であると思われるからである。

4.1 購入動機・選定理由 マシニングセンタ購入の動機は図6のとおり

- (1) 生産量の増加に対処するため
- (2) 自動化・省力化を推進するため
- (3) 製造コストの低減をはかるため
- (4) 製品の品質向上をはかるため

が主なものであるが、アメリカでは当時の好況を反映して「生産量の増加に対処するため」が最も多く、次いで「省力化、自動化」となっている。

これに対し、ヨーロッパと日本のユーザは「省力化・自動化」及び「コストの低減」が主な動機であり、特に日本におけるマシニングセンタの導入は省力化投資が主体であったことがわかる。

このような購入動機に対し、なにゆえ日本のマシニングセンタを選定したかについて、アメリカでは「納期が短い (32%)」、ヨーロッパで「安価である (59%)」を第一の理由にあげているのは興味深い。

アメリカでは前述のとおり好況下で、生産量の増加に対処するため早く自動化機械が必要であったことがわかる。一方、ヨーロッパは比較的NC化が遅れていた時期に、日本の安価なマシニングセンタに興味をもたれたのであろうか。

選定理由の中に、アメリカ、ヨーロッパとも「精度が高いから」という項目が、それぞれ20%程度含まれており、日本のマシニングセンタは決して、安価、短納期だけで選ばれたのではなかったことに意を強くしたものである。

4.2 性能評価 日本製マシニングセンタに対する欧米及び国内ユーザの性能評価を図7に示す。

評価項目として機械仕様（速度・馬力）、精度、

剛性、熱特性、信頼性、耐久性、自動化・省力化、操作性、安全性、保守性、価格、及び総合評価の12項目（国内調査については熱特性、安全性を

図6 マシニングセンタの購入動機

図 7 国産マシニングセンタの内外における評価

除く 10 項目) をとりあげ、それぞれについて

- A: 十分満足している
- B: まあまあ満足している
- C: やや不満である
- D: 不満

の 4 ランクで採点してもらったものである。

総じて A 及び B 評価がほとんどで、だいたい満足していることがうかがわれるが、おおいに満足しているわけではなく、また項目によっては C, D 評価が多く回答されたものもあり、今後の課題として残されている。

欧米と日本の評価はだいたい同じような傾向をみせているが、やはり欧米の方がシビアであり、図では区分されていないが、アメリカよりもヨーロッパのユーザがきびしい見方をしている。各項目についての傾向及び問題点は以下のとおりである。

(1) 機械仕様 (速度・馬力) 欧米評価の中に「やや不満」が 18% もあり、特にヨーロッパでは 31% が C ランクとしている。主電動機出力が不十分であるとの回答が 3 件あった。国内ユーザの C 評価は少ないが、マシニングセンタメーカ間格

差が大きく、某メーカのものに対しては 29% が「やや不満」としている。

(2) 精度 日本のユーザより欧米のユーザの方が、精度については満足している。特にアメリカにおいては 58% が十分満足し、C, D 評価はみられない。ただし、導入後 2～3 年めまでの評価であり、長期間にわたって高精度が維持できるかどうか問題であろう。

(3) 剛性、熱特性 D 評価はほとんどないが、C (やや不満) とするものが若干みられる。フライス加工や沈み座ぐり加工の際にびびり振動が発生する、と指摘している。

日本ユーザの評価は特定 4～5 社のメーカに対して低い評価を行っており、主軸の剛性不足と工作物のびびりを訴えている。

(4) 信頼性、耐久性 信頼性については内外とも評価が良くない。欧米では C 評価が 28% もあり、特にヨーロッパでは半数近くが C 評価である。日本では A (十分満足) は 16% しか評価されていない。アメリカユーザから主軸の冷却システム不良を指摘されており、日本ユーザからはコントローラの故障 (25 件)、本体の故障 (14 件)、

強電系の故障（9件）、付属装置等の故障（13件）などが報告された。

耐久性については、それ程悪い評価ではないが、この項目は短期間では評価できるものではなく、導入後2～3年の対象機械では正確に把握できかねたのであろう。

(5) 自動化・省力化 内外とも極めて評価の悪い項目の一つである。欧米ではA評価はわずか10%、不満（C、D）が35%もある。

もともと、自動化・省力化のエースとして導入したはずが、それ程効果が上がらなかったということであろうか。日本のユーザからのコメントは大半が切りくず処理の問題に関してである。

もちろん、その後改良開発が進んでいるだろうし、マシニングセンタを中心としたシステム化（FMS）が促進され大幅な省力化が実現している現在、評価は相当変わっているものと思われる。

(6) 操作性・安全性 操作性はA評価が少なくほとんどBである。メーカによって著しくばらつきがあり、3社についてはA評価がなく、BとCだけであった。アメリカからは工具監視の容易なより良いガードの要求があった。

安全性についてはヨーロッパの評価が厳しく、半数以上がC（やや不満）としており、切りくず処理、切りくずカバー不良、油もれ等を指摘している。

(7) 保守性 欧米・日本とも最も評価の悪い項目である。欧米ではC及びD評価が約40%もあり、アメリカではD評価が27%、ヨーロッパではAがなく、C評価が47%に達している。

コンパクト設計が進んでいる反面、保守管理の困難性があるのであろうか。欧米からはスペアパーツの入手困難を訴えており、国内ユーザからはアフタサービスの不十分、油もれが多い等が指摘されている。

(8) 価格 さすがに調査当時の価格競争力は強く、欧米で41%が十分に満足していると答えている。しかし13%がやや不満としていることは意外であった。

(9) 総合評価 全体として日本のマシニングセンタはまあまあの評価を得ているといえよう。

しかし信頼性、保守性、自動化・省力化、安全性等の面ではいっそうの向上が必要のようである。

5. む す び

以上のとおり、日本のマシニングセンタは、様々なタイプの機械が開発され、しかも世界一の生産量を誇り、世界のいたる所で稼動していることがわかる。そして従来、低価格と短納期を売り物にしていたのに対し、技術水準の上でもとびきり上等とはいえないまでも、一応の評価を得ていることは明らかである。このような発展の要因を二つ上げることができる。

一つは、マシニングセンタメーカ各社の製造設備の近代化、生産技術の高度化により、均一な品質のものをより早く製造する体制を確立したこと、第2はマイクロエレクトロニクス技術の利用による高度な制御技術に依存してきたことである。しかし、これらのことは反面各社とも平均的、はん用的、類似のマシニングセンタが多く見られるというデメリットをもたらした。

現在マシニングセンタには、ますます高精度化、高速化への要求が強くなり、またセラミックス等新材料の加工やFMS化、FA化への対応等も求められ、いっそうの高度化が必要である。このためには機械本体の剛性向上や熱対策の研究、あるいは新素材の機械構造への利用など開発課題は山積みしている。

幸いマシニングセンタの市場動向は恵まれているこの時期に、研究開発投資を活発にし、各社とも独自性のあるマシニングセンタを開発し、名実ともに世界一のマシニングセンタ生産国として発展することを期待してむすびとする。

（原稿受付 昭和60年9月2日）

文 献

- (1) 工作機械-84 マシニングセンタ, (昭 59), 7, 大河出版.
- (2) 工作機械統計要覧, 昭和59年版, (昭 60), 28, 112, 212, 日本工作機械工業会.
- (3) 行政管理庁統計主幹, 日本標準商品分類, (昭 50), 303, (財)全国統計協会連合会.