

わが国は？

市場の生産統計とそのヒストリー

連載

第2回 工作機械の市場動向

「工作機械」は、金属や硬質プラスチックなどの材料を切削、研削などによって不要な部分を取り除き、必要な形状に作り上げる機械である。まず、最初にルーツから紹介する。

原始社会には「樹木旋盤」なるものが存在し、工作機械のルーツとも言われる。原理は、木材を樹木と樹木の間に懸け、枝の弾性を利用しながら被加工物の木片を回転させ、貝殻や石器の工具で削ったらしい。

漢語の「機械」という文字は、紀元前300年代に記された「荘子」外編天地11で初めて用いたとされる。その後、紀元前200年代に記されたとする「韓非子」第15巻第37篇難二には「機械」と「器械」の記述があり、漢語では「機械」と「器械」は使い分けられていて、前者は“仕掛け”であり、後者は“道具”であったとの解釈がある。¹⁾

木偏になっているのは、木製が常識であったため、機械製に代わったのは18世紀末のモーズレーによる全金属製旋盤の登場からである。

金属製部品や金型の多くが工作機械で加工されており、機械を作るために必要な機械であることから、工作機械は「マザーマシン」(母なる機械)とも呼ばれ、重要な機械となる。工作機械の受注状況は設備投資の先行指標になるとも言われる。

さて、日本の工作機械の小史をみていくと1871

年に遡ることができる。この年に、明治初期の官営の機械製作工場である工部省赤羽工作分局が東京・芝赤羽の旧久留米藩邸跡に開設され、その前身は製鉄寮で、1873年に赤羽製作所となり、1877年に赤羽工作分局と改称された。ここで工作機械の試作と開発が開始したのである。表1に示すように様々な試練を経験しながら開発が進められた。

日本が官民挙げて工作機械の開発に本腰を入れ始めたのは、日中戦争の混乱から第二次世界大戦へ突入する時期に自主開発が本格化した。政府は、1938年に「工作機械製造事業法」を制定し、「工作機械試作奨励金交付規定」を発令し、高品質な外国工作機械の模倣・国産化を図ることを意図した。

1939年、第二次世界大戦に突入し、1940年になると米国が「対日工作機械輸出禁止令」を発令したために国産化を図る必要性に迫られ、その対策として「最新鋭外国機械の模倣試作令」が発令した。

戦時下の厳しい環境の下で兵器用工作機械の自主開発を進め、第二次世界大戦を戦うことになった。模倣から始まった日本の工作機械業界であった。

一方、米国では1940年代の初期に1軸の運動をプレイバック方式で追従制御したのが最初とされている。その先鞭を付けたのはJohn T. Parsonsで、ヘリコプターのブレードの加工に、この技術を使うことを考えたという。そして空軍の援

助を得てマサチューセッツ工科大学(MIT)とゼネラルエレクトリック(GE)の協力により、1952年に制御コードを穿孔紙テープで読み込むNC制御フライス盤が開発された。

この情報を知った東京工業大学精密工学研究所の中田孝教授が同じ物の開発を進める気運が高まり、Scientific American Vol.187 No3(1952)に掲載されたMITの成果報告を手掛かりに文部省の研究予算で徹底調査から始められたという(写真1)。この論文の掲載図を詳細に調べ、虫眼鏡を使って電子回路を読み取り、テープの穴のもつ意味について検討したと伝えられている。

市場をみていくと1950年の朝鮮戦争を契機として急激に市場が回復し、工作機械の内需は国内生産額を上回り、再び、工作機械が輸入されるようになり、図1に示すように1955年は輸入依存度が58%にもなった。²⁾

1952年は技術提携元年とも称され、約30年間で欧米工作機メーカーとの間で160件を超える技術提携が実施された。旺盛な国内需要に対応するために提携することによって短期間で技術提携機を製作して国内需要に対応することであった。これらの技術提携によって提携先のブランド名も利用することによって日本の工作機械に対するイメージを払拭することができるなど大きな効果をもたらし、世界市場で勝負が出来るまで成長し、輸入依存率は徐々に低下し発展した。

1953～1955年に、「工作機械等試作補助金」を交付して国内で未開発の機械61機種の高精度工作機械試作に対して試作費用を補助するために、試作補助金を交付するなど政府からの支援が検討された。

池貝鉄工製の油圧旋盤を改造した数値制御を実施するNC制御旋盤が1956年度に完成した。これが我国最初のNC工作機械となった。

そして通産省は、この技術成果を産業界に普及することを目的として特別研究に取り上げ、フライス盤とジグ中ぐり盤の開発が1956年から行われた。

年度	工作機械の歩み
1871年	工部省赤羽工作分局(元 製鉄寮で1873年に赤羽製作所と改称し、さらに1877年に赤羽工作分局と改称)で工作機械の試作と開発が開始する
1883年	赤羽工作分局は工部省から海軍省に移管された
1889年	我が国最古と言われる旋盤の製作工場が操業
1900年代前半	日露戦争の頃、産業として飛躍を遂げる。東京の砲兵工廠のある製造部門では、既に半数以上の設備が国産の工作機械であった
1938年	「工作機械製造事業法」を制定 「工作機械試作奨励金交付規定」を発令し、高品質な外国工作機械の模倣・国産化を図る
1940年	米国が対日工作機械輸出禁止令を発令 「最新鋭外国機械の模倣試作令」を発令し、兵器用工作機械の自主開発で第二次世界大戦を戦う
1950年	朝鮮戦争を契機として急激な市場の回復による工作機械の内需の伸びは国内生産額を上回り、再び工作機械の輸入額を増大させる結果となった
1952年	マサチューセッツ工科大学(MIT)がNC工作機械を開発(真空管が3,000本以上使用された) 欧米の工作機械メーカーとの間で技術提携を開始し、約30年間で160件を超える技術提携を実施
1953年	「工作機械等試作補助金」を交付して国内での未開発機械61機種の高精度工作機械試作に対して試作補助の交付を1955年まで実施した
1955年	工作機械の輸入依存度は57.7%となる
1956年	「機械工業振興臨時措置法(機振法)」を制定 機振法に基づき「外国工作機械性能審査事業」を発令し、官民一体となって外国工作機械の分解・性能調査を実施 世界で初めて池貝鉄工製の油圧旋盤を改造したNC制御旋盤(タレットパンチプレス)の実用機を完成
1958年	牧野フライス製作所と富士通信機(現 富士通)が国産初のNC工作機械を共同開発し、大阪見本市で展示
1959年3月	我国独自のNC工作機械が完成し「Jidic」と名付けられた
1960年	国産初のマシニングセンター
1970年代中頃	NC旋盤の普及本格化
1970年代後半	マシニングセンター急増。ターニングセンター登場
1980年	フレキシブル・マシニング・センター(FMS)が登場
1980年代前半	縦型マシニングセンター普及(NCフライス・ボール盤に代わる)
1982年	当時、世界最大の工作機械生産国であった米国を抜き工作機械生産世界一の偉業を達成(2008年までの27年間、世界一を維持)
1990年代	複合加工機の進化
1991年	松浦機械製作所が5軸制御型マシニングセンター「MAM シリーズ」を販売
2000年代	5軸加工機、複合加工機の一般化

表1 日本の工作機械の小史



写真1 Scientific American 1952年9月号

工業技術院機械試験所が研究主体となり、国内の工作機械メーカーと電機メーカーの協力体制下で進められた。

フライス盤は、将来の発展の可能性を秘めた工具通路の連続制御を行う3軸制御の技術開発を目的として開発対象に選ばれ、サーボ機構として電気式と油圧式の2方式が試作された。

機械本体は、牧野フライス製と日立精機製の既存品を用いて制御方式の研究に重点が置かれた。これは既存の工作機械に取り付ければNC制御ができる制御装置の開発を狙った物で、(株)ファナックの基礎技術はここで培われたとも言われる。

一方、ジグ中ぐり盤が選ばれたのはデジタル技術による位置決め制御の限界を究めることを目的としたもので、この機械が必要とする高い位置決め精度の実現の可能性を探るためであった。機械本体を機械試験所と三井精機(株)が協同して試作し、NC工作機械に必要な機械構造を追求すると共に位置決めのための駆動機構や制御方式などが追求され、我国独自のNC工作機械が1959年3月に完成し「Jidic」と名付けられた。通産省が主導したこの研究プロジェクトはその後の我国のNC工作機械技術の土壌となったとも言われる。

工作機械は技術統合型の製品であり、複数の高度な技術力を要求する部品群のインテグレーションによって製造されている。工作機械は摺り合せ型の製品であるために、日本が得意とする分野である。

生産拠点が主に国内で展開されている大きな理由として、高い技術をもつメーカー、ユーザー、サプライヤーが国内に集積している点が挙げられる。

1981年以前は米国が長い間、工作機械の生産では世界一のシェアを維持していた。その後、競争力をもつ日本の工作機械の世界シェアは、27年間(1982~2008年)連続1位を持続していた。27年間も維持したのは偉業とも言える。因みに携帯電話で世界シェアを14年間、維持できたのはフィンランドのノキアであった。14年間も世界一のシェアは凄いと思うものの工作機械分野では27年間も世界一のシェアを維持したのであるから凄いに尽きと思う。

この偉業を達成できたのは、日本工作機械輸入協会の藤田哲三顧問が、①戦中・戦後期の政府の工作機械助成策として、4度にわたる模倣令の交付、②1952年以来30年間にわたり160件以上の技術提携、③CNC工作機械の開発、④世界に向けて海外市場へ積極的進出の4点を挙げている。

しかし、2009年は2008年後半からの景気減速の影響を大きく受け、中国に続く第2位にとどまった。

さて、国内の工作機械の市場の推移を鳥瞰してみると図2のようになる。山と谷を繰り返す受注サイクルの4つの山があり、最初の山は1990年である。この年は、国内の自動車生産台数がピークの年でもあった。³⁾

1990年以降、国内需要は自動車の生産台数の減少と共に構造的に縮小傾向にあり、海外需要は中国を中心に拡大してきたほか、将来的にも緩やかに拡大することが予想される。

好不調の判断目安は単月で1,000億円とされ、年間1兆円は「不調」の水準とも言われる。日系工作機械メーカーのプレゼンスの拡大には、海外需要をいかに取込むかが重要となると予測している。⁴⁾

新型コロナウイルスによる肺炎の拡大で生産停止などの影響を受け、受注低迷に悩まされている工作機械業界に追い打ちをかけられた状態で2020年度は大幅な減少が見込まれているものの工作機械メーカー各社は、虎視眈々と次の山頂の2兆円(世界市場は約9兆円)の大台を目指して競争力を磨きをかけている。

日系工作機械メーカーは、国内大手の電機メーカーや自動車メーカーなどの厳しい要求に対し、機械性能(精度、速度、剛性等)や高機能化を向上させることで対応して成長してきた。工作機械の機械性能面や高機能化での強みを活かしながら海外需要の取込みを進め、世界に打って出た意義は大きい。

世界の工作機械メーカーの売上規模のTop10を挙げると日本のヤマザキマザックをトップに、第5位にジェイテクトが、第7位にアマダが、それぞれ連ねている(写真2)。

工作機械の競争軸は、精度、速度、剛性といった性能向上から、ユーザビリティの向上、工程の集約化・自動化提案、ターンキーなどの生産体制構築サービスの提供の巧拙に徐々にシフトしつつあり、取り組み方法の転換も必要となってきた。既に、「2006年版ものづくり白書」でも保守・補修などのアフターサービス体制の充実を指摘している。

ドイツが進めるIndustrie 4.0やIoT/AI(=AloT)の進展により、さらなるネットワークを加味した高度化が重要となってきた。ローカル5Gを導入してロボットを併用しての工作機械の自動運転の時代の到来が迫ってきたと言えよう。

以上、工作機械の発展状況の歴史と市場動向を理解して頂ければ幸いである。

<参考資料>

- 1) 矢田恒二
“機械と器械の違いは何か”
<http://www.ne.jp/asahi/yada/tsuneji/history/index.html>
- 2) 藤田哲三
“工作機械生産 世界トップの歩み”
日刊工業新聞 p16 2020-03-30
- 3) 吉田樹矢
“高付加価値生産を支えるマシニングセンター”
日刊工業新聞 p9 2019-08-26
- 4) みずほ銀行産業調査部
“日本産業中期見通し(工作機械)”
No.2 p155 (2018)

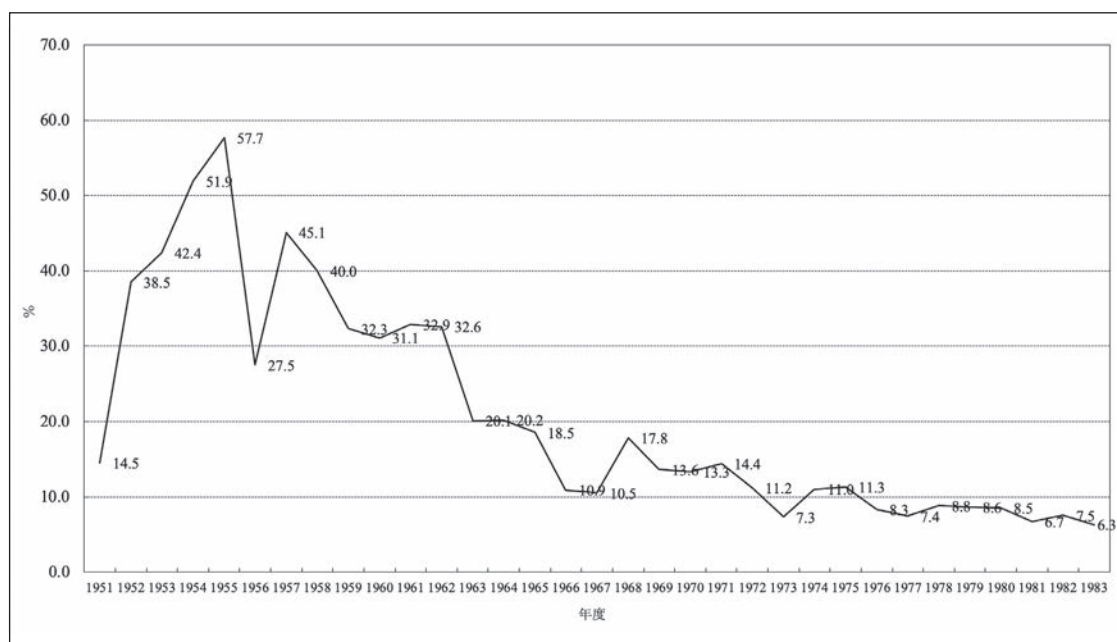


図1 工作機械の輸入依存率

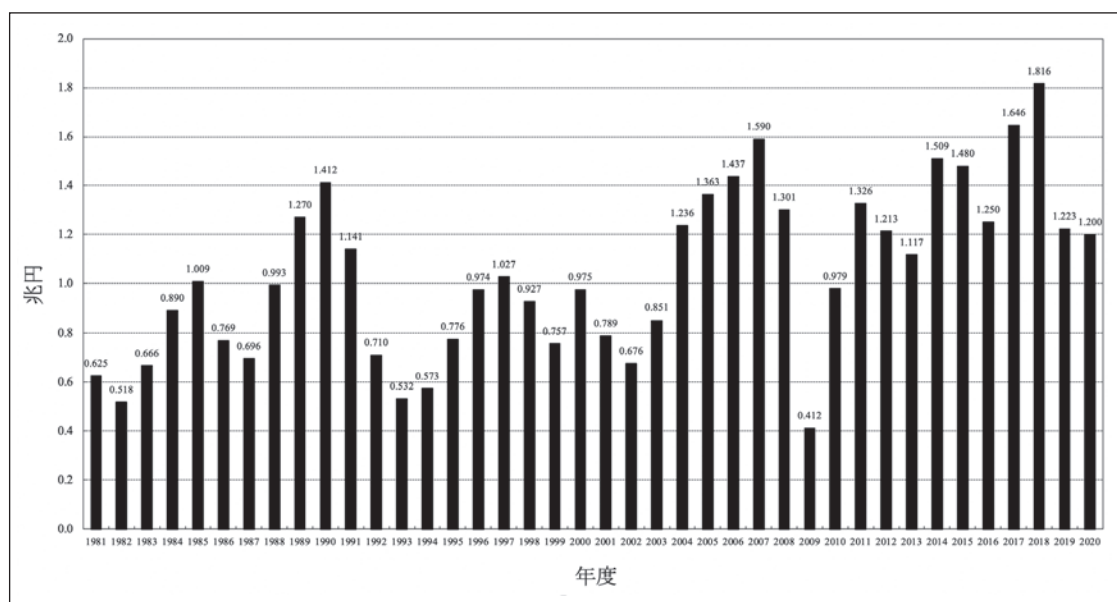


図2 日本の工作機械受注高推移(日本工作機械工業会)



写真2 工作機械(ヤマザキマザック)