

# 「工作機械産業ビジョン」 から見えてくる課題

工作機械産業は持続的に成長を続ける  
—日本の強みを再認識し、  
維持・発展させることが必要

東京農工大学 名誉教授  
堤 正臣 氏



一般社団法人日本工作機械工業会(会長:ファナック(株) 会長・稲葉善治氏)は、創立70周年記念草子「工作機械産業ビジョン2030」(以下、ビジョン2030)を刊行した。副題に「我が国工作機械産業の展望と課題」と附されているだけあり、工作機械産業を取り巻く環境に対応した業界の今後の課題解決の方策を網羅的に監修した、総ページ数390ページにおよぶ内容となっている。

「ビジョン2030」は、「第1章:工作機械需給と主要ユーザー産業の動向」「第2章:我が国工作機械産業の経営」「第3章:工作機械づくりの動向」「第4章:ビジネスモデルの变革」「第5章:JIMTOFの課題と展望」「第6章:工作機械の

輸出管理」「第7章:ものづくり人財の確保と育成」の7つから構成される。それぞれの立場から世界の主要産業動向が分析されており、日本の工作機械産業発展の方向性を示す内容となっている。

冒頭には「総論」を展開、「中国の国産化動向およびその戦略」「気候変動問題」「工作機械に係る輸出管理」などの喫緊の課題についてもまとめている。

そこで編さんを担当し、「工作機械産業ビジョン2030検討会議」の座長を務められた東京農工大学の堤正臣名誉教授に業界の動向や、これからの工作機械産業、ものづくりに欠かせない課題について話を聞いた。

■ 7つの側面から工作機械産業の課題を抽出  
—「ビジョン2030」では国際情勢や社会情勢を反映して、2030年を目標とするSDGs(持続可能な開発目標)、2050年カーボンニュートラルに向けた経営戦略、デジタル社会への対応、事業承継など喫緊の問題も含まれていると言われています。

堤正臣教授(以下、姓のみ) 「ビジョン2030」の編さんは当初、10年前に編さんされた「工作機械産業ビジョン2020」

を補完する目的でスタートしました。しかし、環境が大きく変化してきたことから、工作機械産業にも新たな課題——気候変動対策、新型コロナなどの感染症対策、ウクライナ危機をはじめとした地政学的リスクなどが次々と出てきて、変革期をむかえていました。その中で日本の工作機械産業の進むべき方向をあらためて検討することは、とても重要だと思います。

本ビジョンは「創立70周年記念草子」とあるように、本来は24名の検討会議の担当者がそれぞれワーキンググループ

## 1 「工作機械産業ビジョン2030」にみるキーワード出現頻度ランキング

※出典：日本工作機械工業会「工作機械産業ビジョン2030」

1	中国	547	16	製造業	175	31	リスク	123	46	工作機械受注	66
2	輸出管理	469	17	研削	172	32	省エネ	114	47	ESG	65
3	サービスエンジニア	375	18	カーボンニュートラル	170	33	AM (付加製造、3D)	114	48	DX (デジタル改革)	62
4	人材育成、人材確保	339	19	競争力	162	34	5軸	108	49	難削材	61
5	環境	331	20	AI (人工知能)	153	35	NC	104	50	働き方	61
6	工作機械メーカー	325	21	航空機	152	36	リアル	100	51	電動化	60
7	自動車	299	22	ロボット	150	37	スマート	100	52	切りくず	60
8	米国	230	23	政府	137	38	IoT	99	53	特許	57
9	欧州	205	24	コロナ	134	39	オンライン	95	54	イノベーション	57
10	デジタル	204	25	5G	134	40	レーザ	87	55	CNC	55
11	複合化、複合加工	204	26	ものづくり	134	41	医療	78	56	人口	53
12	半導体	197	27	標準	124	42	IT	74	57	ツイン	52
13	エネルギー	196	28	リスク	124	43	リモート	73	58	メンテナンス	51
14	工作機械業界	185	29	EV	124	44	安全保障	72	59	多軸	45
15	ドイツ	184	30	自動化	123	45	剛性	69	60	モビリティ	45

をつかってテーマごとに意見を出し合い、各担当者のコンセンサスを採ってまとめるものなのですが、コロナ禍によりWeb会議が主となり、リアルに意見交換をする機会がありませんでした。そのため、まとめられた内容は執筆担当者の個人的見解が主となり文字どおりの「草子」となっています。しかし、思いがしっかり書かれているので読み応えがあり、示唆される内容も豊富に網羅されています。

ビジョンは7つの側面から国内外の主要産業の動向を分析、日本工作機械産業の発展の方向性を示唆する内容になっています。さらに、SDGsを実現するための方策、カーボンニュートラル実現に向けた経営戦略、デジタルトランスフォーメーション (DX) 社会への対応、事業承継などの課題への対応についても考察しています。非売品で日本工作機械工業会の会員企業以外の方々が目にする機会が少ないのは残念ですが、工作機械産業が取り組むべき重要な課題が抽出されており、ESG経営、BCP策定、カーボンニュートラル経営戦略 (CN経営戦略) など、それぞれの企業で実行に移せるものは実行してほしいと思います。

### ■ キーワードの出現頻度では「中国」がトップ ——リアルに意見交換できない中で座長としてビジョンの取りまとめをされるのは大変でしたね。

堤 それぞれの担当者、ワーキンググループでまとめられた400ページにもおよぶ原稿を3度読み返しました。その中で注目したのが「ビジョン2030」に表現されているキーワードの出現頻度 (図1) です。各担当者がどんなキーワードを使って現状を分析して提言をまとめているのかを分析することで関心の程度や課題解決の方向性が見えると思いました。まず、100ちかいキーワードを選び、Adobe Readerの検索機能を使って調べました。

最も出現頻度が多かったのが「中国」、次いで「輸出管理」

「サービスエンジニア」「人材育成、人材確保」「環境」「デジタル」の順になり、国名では中国、米国、欧州、ドイツの順になっています。「環境」についてはカーボンニュートラル、温暖化、省エネなどが多くなっています。「デジタル」に関しては、デジタルツイン、DX、AI、IoT、ITを加えると中国に次ぐ多さとなりました。「工作機械技術」に関連するキーワードでは複合化、複合加工、AM (Additive Manufacturing: 積層造形)、5軸、剛性、多軸の順になりました。

### ■ 2049年に「世界一の強国」を目指す中国 ——「中国」がトップに来ているのは「中国製造2025」や、建国100年をむかえる2049年に世界一の強国を目指していることへの警戒感があるということですか。

堤 中国は「中国製造2025」を基本としてさまざまな政策やガイドラインを策定し、実行しています。重点10分野を定め、建国100周年の2049年までの発展段階を3段階に分けたうえで、産業別の数値目標と達成時期を明示しています。

重点分野は要素部品、システム、素材など多岐にわたっていて、中には、半導体などの次世代IT産業、自動車産業、先進的な高速鉄道や航空・宇宙産業に加えて工作機械産業も入っています。工作機械関連ではCNC工作機械の国内シェアは2020年に70%以上、2025年には80%以上を目指しています。さらに平均故障間隔 (MTBF) を2,000時間以上にし、NC装置、サーボモーター、ボールネジ、高速電動スピンドルの国産化を進めるなど、2049年に世界一の強国になることを目指して研究体制を整えています。工作機械分野ではハイエンドマシンを自国で製造することを目標に研究体制を整え、研究資金を投入しています。

「ビジョン2030」では紹介していませんが、私の友人、西安交通大学の梅雪松教授の研究室の例を紹介すると、2022年5月時点の彼の研究室は彼をトップとして教授7人、

## 2 工作機械のサービス化と技術イノベーションによる温室効果ガスの削減

	原材料 部品加工 輸送	工作機械の製造		機械の使用 製品の廃棄
	上流サプライヤー	工作機械メーカー		下流ユーザー
温室効果ガス の種類と排出量 (年)	工作機械製造に必要な部品や原材料の購入 1,000トン	燃料の 燃焼 500トン	電気の 使用 2,000トン	工作機械使用時の 電力消費 5,000トン
メーカーによる 削減方法と削減 後の排気量 (年)	カーボンサイクル 原材料の購入 500トン	省エネ運用改善、 省エネ設備投資、 再生可能エネルギー の使用 2,000トン		技術 イノベーション、 工作機械 サービス化 500トン

\* 出典：日本工作機械工業会「工作機械産業ビジョン2030」

副教授8人、講師・助手5人から構成されていて、日本で言えば一つの学科よりも大きい体制です。そこに博士課程34人、修士課程108人の学生が所属しています。梅教授が中心となってコンソーシアムを編成し、企業12社と大学3校で高精度高効率NC工作機械、コア機能部品、ハイエンドCNC装置の研究開発を行っています。

また、長年リニアガイドの研究をされている南京理工大学の馮虎田先生の研究室では、研究費の獲得額は多い年で4,800万円（今の為替レートで9億6,000万円）、ひとつのプロジェクトで9億円を超えています。梅先生の研究室も年間の研究費は4,000万円（8億円）です。人件費を含んでいるといわれますが、研究室の規模と研究資金が圧倒的に多いのが中国です。日本の工作機械企業も中国向け輸出や現地への工場進出によって中国とは深いつながりがあるだけに、「中国リスク」への対応が大きな課題となります。それだけに「ビジョン2030」の中でもキーワードとして数多く使われているようです。

### ■ 2030年の受注額は2.4兆円超えを予測 ——工作機械の2030年の受注見込み額は2兆4,750億円と、かなり高い数字が見込まれています。

堤 2022年上期の受注総額は4年ぶり、下期も含めた半期ベースでは8半期ぶりの9,000億円超で、過去2番目の受注額となる9,122億2,000万円を記録しています。国内や中国をはじめとするアジア、欧米市場も好調が続ки、3～6月までの4カ月連続で1,500億円を超える高水準の受注が続きました。ウクライナ危機や中国のロックダウン、部品不足や材料価格の高騰、円安進行などのリスク要因を抱えながらもサプライチェーンの見直しや省力化を背景とする自動化需要を背景に日本製工作機械の需要は高いレベルを維持したものと考えられます。

数字モデルで計算すると今後9年間の平均成長率は5.3%、2026年に2兆円超えを達成して、2030年には内需8,940億円、外需1兆5,810億円の総額2兆4,750億円になる、としています。

「ビジョン2030」では高水準の受注に見合う生産・供給体制の整備検討が必要だと提言しています。生産年齢人口が減少する中で日本の工作機械産業は成熟産業ではなく、持続的発展を続ける産業と言えるのかもしれない。

### ■ エネルギー消費量の見える化が急務

——SDGsやカーボンニュートラル、BCPへの対応に関してはいかがですか。最近ではグリーントランスフォーメーション(GX)対応の必要性が言われ始めています。

堤 持続可能な社会の実現に向けた要請に応えるために、ESG経営の観点で、「機器サプライヤー」から「ソリューションプロバイダー」へのシフトが起こる可能性があることから、その動向を注視していく必要があります。

また、事業継続計画(BCP)策定を自社で行うだけでなく工業会にもその役割を期待されています。CN経営戦略の策定にあたっては、温室効果ガス排出量の把握、運用改善による省エネルギーの推進、設備投資とクレジット販売、再生可能エネルギーの利用、イノベーションなどの項目から自社に合うものを判断し、評価したうえで経営戦略を決めていく必要があります。

「2050年カーボンニュートラル」はCO<sub>2</sub>の排出量と吸収量の差をゼロ——つまり全体としてゼロを目指していく必要があります。工作機械のサービス化と技術イノベーションによる温室効果ガスの削減プロセスは図2に示す内容となっています。図は上流から下流までで温室効果ガス排出量をまとめたものですが、下流ユーザーの排出量が5,000トンなのに対して工作機械メーカーは2,500トンとなっています。ISOによるとユーザーの使用段階におけるエネルギー消費量が工作機械そのものの製造に必要なエネルギーの20～40倍とされています。

従って、工作機械メーカーは、ユーザーの使用段階におけるCO<sub>2</sub>排出量(消費エネルギー量)を抑制する設計が求められています。そのためには何が必要かと言えばエネルギー消費量の「見える化」です。コンプレッサーをはじめ、工作機械の使用段階における消費電力量を測定する必要があります。できれば、工作機械を構成する構成要素ごとに測定し、見える化をすることです。そのためには、工作機械の環境評価規定のJIS B 0955-1からJIS B 0955-3に従って自社の機械のどの要素が、どの程度の電力量を使っているかを見える化し、設計にフィードバックすることが重要です。



## ■ 日本の科学研究力の地盤沈下が目立つ

——中国の研究開発動向に関してのお話がありました、日本の若手人材の育成や研究開発体制に関してはいかがですか。

堤 「国の科学研究力」を見るときには、「量的観点」と「質的観点」が求められます。そこで「量的観点」として論文数を、「質的観点」としてほかの論文から引用される回数の多い論文数 (Top1% 補正論文数) が用いられます。

文部科学省の科学技術・学術政策研究所が2020年に発表した「科学技術指標2020」によると、図3に示すようにTop1%の論文数を見ると日本は減少していますが、ドイツ・米国は増加しています。日本の地盤沈下が進んで10年後にはランク外になることが予想されます。それに反して中国の飛躍は大きく、10年後には米国を抜いて1位になるのではないかと考えています。

ドイツの大学の人材育成システムを見ても、学部学生はインターンシップを4~6カ月、卒業研究を4~6カ月とっています。日本では1年(10カ月以上)の卒業研究が必須ですが、ドイツではインターンシップを重要視していることがわかります。

また、ドイツは博士課程も充実しています。博士課程の学生は企業から派遣された技術者が多く、研究活動に専念できます。その関係で指導教授との関係を維持でき、技術的課題に取り組む人材の確保につながり、大学も企業の最新の技術動向を知ることができます。企業、学生、大学の3者がそれぞれWin-Winの関係を築いています。

米国は中国、ドイツとはまったく異なっています。最近加工・工作機械関連の基礎研究は減少していて、研究していたとしてもその多くは中華系、インド系などの移民か留学生が担当しています。米国では米国国立科学財団から支給される研究費は主にナノ、AM、レーザ系についており、加工系

は非常に少ない。私には日本の将来を暗示しているように思えます。

## ■ 先鞭をつけたDMG森精機の決断

——日本の研究開発現場でも、若手人材の育成が大きな課題となっていると思います。人材育成に必要なものは何だとお考えですか。

堤 先日、DMG森精機株は初任給、および年収を国際標準賃金水準に改定、2023年4月から新卒の初任給の引き上げを実施すると発表しました。これまでに比べて平均30%のベースアップです。これは業界にとっても大きな変化になると思います。人材育成にとって、待遇改善は大きな課題だと思っています。

さらに、大学などの教育研究機関に求めたい役割については業界と一緒に取り組むべきだと思っています。日本の直面している課題に人口オーナス(生産年齢人口の比率が相対的に下降すること)、縮小スパイラルの問題があります。これは大学や業界だけで取り組む課題ではありませんが、まずは大学研究者と個別企業が連携していく必要があると思います。

企業はどんどん大学に研究テーマを持ち込んでほしいと思います。政府に頼ることなく、業界または企業での研究をとおして人材を育成、確保して欲しい。日本では現在、生産技術を研究する研究者の数は減少していて、米国と同じ傾向が見られます。研究がさかんになれば教員が増え、専攻する学生も増えます。人材育成のひとつの手段が技術者にテーマを持たせて大学院プログラムへ参加させることです。日本の製造力をいっそう磨くためにも、日本の強みを再認識し、維持・発展させることが必要なので、ぜひ人材の育成に取り組んでいただきたいと思っています。

### 3 地域別論文数の比較と推移

全分野	1996~1998年(PY)(平均)			全分野	2006~2008年(PY)(平均)			全分野	2016~2018年(PY)(平均)		
	Top1%補正論文数				Top1%補正論文数				Top1%補正論文数		
	分数カウント				分数カウント				分数カウント		
国・地域名	論文数	シェア	順位	国・地域名	論文数	シェア	順位	国・地域名	論文数	シェア	順位
米国	3,669	52.5	1	米国	4,251	43.1	1	米国	4,501	29.3	1
英国	585	8.4	2	英国	765	7.8	2	中国	3,358	21.9	2
ドイツ	392	5.6	3	ドイツ	600	6.1	3	英国	976	6.4	3
日本	338	4.8	4	中国	470	4.8	4	ドイツ	731	4.8	4
フランス	298	4.3	5	フランス	385	3.9	5	オーストラリア	507	3.3	5
カナダ	274	3.9	6	カナダ	383	3.9	6	カナダ	434	2.8	6
オランダ	175	2.5	7	日本	351	3.6	7	フランス	427	2.8	7
イタリア	154	2.2	8	オランダ	259	2.6	8	イタリア	390	2.5	8
オーストラリア	146	2.1	9	イタリア	255	2.6	9	日本	305	2.0	9
スイス	134	1.9	10	オーストラリア	249	2.5	10	オランダ	288	1.9	10

※出典：文部科学省 科学技術・学術政策研究所「科学技術指標2020」