

## 論文

## 日本の戦時期における生産力水準

——工作機械工業と航空機工業との関連——

木村隆俊

## I 課題

戦前日本資本主義体制はその構造的特質の再生産＝循環の基本的形態を敗戦後に実施された戦後改革によって解体・再編された。敗戦の主要因は対米国家総力の差にあるが、それを集約した軍事力の差でありその基底としての工業生産力の差でもある。それは根本的に資本主義の構造的特質に規定される。

この関連性を明確に規定したのが山田盛太郎『日本資本主義分析』である。世界史的に後進資本主義として出発した日本は自己防衛、市場と資源確保のための軍事装備の強化が一個の至上命令となる。軍事装備の依拠する軍事機構基礎の頑強な統一性は、1) 軍器製造の軍事工場、2) 軍事機構の動員を可能ならしめるキイ産業＝機械工業である<sup>1)</sup>。

軍事工場において生産装置の優位に対する一般的生産低位という顛倒的矛盾において<sup>2)</sup>、一般的生産劣位の基本的具象化は絹・綿三分化工程の労働手段と一般的金属工業＝機械器具工業の基本的技術としての工作機械＝旋盤製作の劣位＝低位として呈露する<sup>3)</sup>。

かかる呈露した劣位＝低位は質的に「飛行機、戦車、装甲自動車、機関銃などの新兵器への転向に対する、また新しい兵器水準に対する妥当的制

約として現れ<sup>4)</sup>る。「軍の機械化程度の低位にあるのは、これがためである」<sup>5)</sup>。

以上、山田『分析』における新兵器水準の低位を規定する金属工業＝機械器具工業の具体的明示は1930年代前半で終わる。したがって本稿の課題は1930年代後半、満州事変以降太平洋戦争期までのいわゆる戦時期における最重要兵器であった航空機（自動車）とそれに妥当的な工作機械を分析し、アメリカのそれらと量的・質的比較で敗戦に至る過程を検証するのが本稿の課題である。

## II 日米の航空機・自動車・工作機械

## 1 航空機

日本は1942年6月ミッドウェー海戦の敗退以降、総じて南方諸島争奪戦で多くの航空機、乗員を喪失し敗戦への道を急速に速めた。敗戦の一大原因は「飛行機の生産の十分でなかったこと」である<sup>6)</sup>。

第1表により日米の航空機数を比較すると日米は1938、39年に接近する。アメリカは当時ニューディール期であり日本は日中戦争期で軍用機で凌駕する。しかしアメリカもヨーロッパ大戦に参戦する40年以降格差は拡大する。42～44年にはアメリカ軍用機228,380機に対し日本は51,000機で22.2%、4分の1である。

1) 山田盛太郎『日本資本主義分析』岩波書店文庫版、1977年、26ページ。

2) 『前掲書』142ページ。

3) 同上、165ページ。

4) 同上、168ページ。

5) 同上、169ページ。

6) 『日本機械工業50年』昭和24年、96ページ。

なお、南方諸島争奪戦の主役であった戦闘機はアメリカの100,682機に対し日本は7,281機で戦力差は歴然であった<sup>7)</sup>。

アメリカ軍用機は第一次大戦初期の1915年26機、16年142機であったが参戦した17年2,013機、18年13,991機に急増<sup>8)</sup>、日本は1919年中島飛行機の34機であった<sup>9)</sup>。

大戦終了後1920～25年平均で軍用機353機、民間機103機にとどまるが、26～33年平均で軍用機708機、民間機2,126機となる<sup>10)</sup>。この期間、日本は軍用機213機である<sup>11)</sup>。1934～37年平均でアメリカは軍用機747機、民間機1,781機に対し<sup>12)</sup>日本は897機である<sup>13)</sup>。日本は満州事変期に当たり軍用機でアメリカを上回るが総数では3分の1に過ぎない。アメリカは広大な国土を結ぶ輸送手段として民間機は不可欠で1925年航空郵便法制定で政府支出増大が寄与した<sup>14)</sup>。輸送機における技術進歩は爆撃機の開発が戦闘機より先行し主力軍用機として採用された<sup>15)</sup>。

なお、1937年時での主要航空機製造会社数はアメリカ87、イギリス36、フランス48、ドイツ25に対し日本は8社であった<sup>16)</sup>。

戦闘機の性能をもっとも良く表示するのは翼面加重（全備重量に対する主翼面積）とエンジン性能である。後者については本稿の主題でもあるので後述するが、アメリカは翼面加重を拡大＝重戦

化しつつあり、開戦当初は翼面加重が小さい日本の戦闘機が近接格闘戦＝運動性能で勝っていたが、次第に重戦化したアメリカ戦闘機の高速度離脱戦法に圧倒された<sup>17)</sup>。

さらに航続距離では「零戦」「隼」とも増槽設備がなく1,920kmに対しF6F、P51は2,800kmである<sup>18)</sup>。防御性能はアメリカ戦闘機が防弾板、防弾タンクの装備に対し日本は無防備であり戦争末期に防備強化をしたが飛行性能は低下した<sup>19)</sup>。火力では銃（砲）の数と口径で差があった<sup>20)</sup>。

## 2 自動車・工作機械

工業製品で最も精密性と量産性が高いのは航空機と自動車の内燃機関＝エンジンであり、両者の技術的近似性は、大戦期アメリカ自動車工業が航空機エンジン413万台を製造したことで証明される<sup>21)</sup>。

航空機、自動車のエンジンは多数の精密部品で構成される集合体で量産化されるがそれを製造する工作機械も応当的に量産性と精密性が必要である。より精密性が高いのは航空機エンジンであるがその発達は自動車工業が先行する。

日本の自動車最大生産量は第1表によれば1941年43,878台であるがアメリカは4,880.4千台で1.0%に過ぎず格差はあまりにも大きい。

工作機械は1938年アメリカの3万4千台に対し日本は6万7千台で凌駕するが、41年では24.9%に低下する。工作機械の品質を表現する生産額では1938年アメリカの2億5千万ドルに対し日本は1,250万ドル、0.5%と推定される<sup>22)</sup>。

工作機械の進歩は自動車工業の存在が大きなファクターになっており、自動車工業に不可欠な

7) 佐藤達男『中島飛行機の技術と経営』日本経済評論社、2016年、118ページ。

8) 宇野博二「アメリカ航空機工業の発達（1）」学習院大学『経済論集』第9巻第3号、1973年、表3、15ページ。

9) 高橋泰隆『中島飛行機の研究』日本経済評論社、1988年、32ページ。

10) 宇野博二、前掲論文、18ページ。

11) 『昭和産業史I』東洋経済新報社、昭和25年、608ページ。

12) 宇野博二、前掲論文、表8、30ページ。

13) 前掲書『昭和産業史I』608ページ。

14) 宇野博二、前掲論文、20ページ。

15) 堀一郎、前掲論文、189ページ（表1）

16) 小島精一『日本重工業読本』千倉書房、昭和12年、259ページ。

17) 佐藤達男、前掲書、121ページ。

18) 同上、124ページ。

19) 同上、127ページ。

20) 同上、125ページ。

21) 堀一郎、前掲論文、200ページ。

22) 早坂力「米国工作機械工業所見」『工作機械と文明』小峰工業技術部、1964年、267ページ。

機械として大量の優秀な工作機械が必要であり、両者は密接な関係にある。その新型工作機械は高切削度、高速送り、切削間の急速送り、そのための馬力増、震動防止のための堅牢な構造による生産能力の増進、精度向上のため構造各部品の互換性、使用材料の選択、熱処理方法の進歩、高速運転のための注油方法の進歩が挙げられる<sup>23)</sup>。

アメリカは1900年から27年までの産業部門成長率は機械工業7.7倍、自動車を中心とする輸送機器は17.0倍、石油15.5倍で自動車関連が突出している。1919年自動車工業生産額は全産業部門で第2位、29年で全産業部門製造価値額の29.1%を占めていた<sup>24)</sup>。

19世紀末の新産業として自動車工業はギア類の加工に万能フライス盤を使用していたがフェロース社は専用機の歯切盤を開発した<sup>25)</sup>。1900年ウェスチングハウス社は空気ブレーキシリンダー用精密研削盤を<sup>26)</sup>、ブラウンシャープ社は自動車部品ロッド、クランクシャフト、アクセル用高精度研削盤を開発した<sup>27)</sup>。

1903年アメリカの自動車出荷台数11,235台の時点でフォード社は新型車(T型)製造用にチャールズノルトン社に特殊クランク軸25台以上を発注した。この機械はフランジカット(継手)生産工程を従来の研磨盤が5時間要したのに対し15分で仕上げた<sup>28)</sup>。1911、12年ノルトンランデス社は円筒研磨盤に代えて特殊専用型のカム軸研磨盤を、シリンダー、ピストンの内面研削に中ぐり盤、リーマー通し、ラッピングを使用してきたが05

年ジェームズヒールド社のプラネタリ研磨盤を導入した<sup>29)</sup>。1913年フォード社は182,309台製造の時点で(7社計245,661台)精密化・規格化・互換性・継続性のコンベアー大量生産システムを導入し専用工作機械1万5千台、労働者1万5千人を配置した。また、トランスミッションのシャフト鍛造部品切削加工に高精度、高性能の専用工作機械35台が稼動していた<sup>30)</sup>。1928年オートマチック社はタングステンカーバイド工具使用の自動車シリンダー内面切削用精密中ぐり盤を製作した<sup>31)</sup>。

以上、要するにアメリカでは20世紀初期に自動車エンジン部品製造用に「普通工作機械」ではなく量産型・精密型・特殊専用型の「特殊工作機械」を導入していた。

他方、日本では1918年快進社が補助金を利用して国産ダット41型を14、5台製造したがその製造用機械としてクランク軸研磨盤、カム軸研磨盤、ベベルギア・ジェネレーター等をアメリカから輸入した<sup>32)</sup>。1926年豊田自動織機は自動車部門への進出を想定して機材加工設備、鑄造設備計画を立て高精度の外国製工作機械のフレーム穴3軸同時中ぐり専用機、フレーム切削用専用機械を導入した<sup>33)</sup>。1933年自動織機内に自動車製作部門を設置しアメリカから工作機械を輸入した。34年試作時にグリーンソン歯切機、ホーニング盤、ファインボーラー、研磨盤、治具ボーラー等精密工作機械を輸入した<sup>34)</sup>。1937年8月トヨタ自動車工業が設立、38年挙母工場完成、新設機械台数1,312台、うち輸入機械550台、42%であったが、多軸

23) 延二木「最近の工作機械に就ての所感」『日本機械学会誌』第38巻第222号、昭和10年、716ページ。

24) 荻原伸次郎「1920年代『繁栄』と新興工業」鈴木桂介編『アメリカ経済支Ⅱ』東京大学出版会、1988年、437ページ。

25) 大東英祐「アメリカにおける大量生産システムの形成基盤」東京大学社会科学研究所『20世紀システム2 経済成長Ⅰ基軸』1998年、81ページ。

26) 同上、82ページ。

27) 同上、85ページ。

28) 中村静治『日本自動車工業』日本評論社、1957年、63ページ。

29) L.T.C. ロルト『工作機械の歴史』磯田浩訳、平凡社、1989年、271ページ。

30) 早坂力「多量生産と工作機械」『軍需産業資料Ⅰ』日本科学的管理史資料集第2集、兵器航空工業新聞出版部、昭和19年、37ページ。

31) L.T.C. ロルト、『前掲書』、280ページ。

32) 奥村正二「自動車工業の発達過程と構造」『現代日本産業講座Ⅴ』岩波書店、昭和25年、25ページ。

33) 『トヨタ自動車75年史』2013年、25ページ。

34) 同上、36ページ。

ボール盤、自動多刃旋盤、精密中ぐり盤等「特殊工作機械」は自製を開始した<sup>35)</sup>。

しかし、挙母工場の工作機械選定方針をみると当時の自動車製造と工作機械との関係が窺える。すなわち、生産量の多いアメリカは工作機械を1年間使用すれば採算がとれるがわれわれは10年、15年使用しても採算がとれないので高能率専用機械ではなく長時間使用しうる耐久性のある普通一般機械でよい、とする<sup>36)</sup>。挙母工場の工作機械は調節可能な専用機を主体とする。能率面から考えると月産6万台以上のフォードと同じ方式を採用することはできない。初歩的な汎用機では能率が低下する。結局、必要な調節部分を指定して広範囲な調節可能機がよい、とする<sup>37)</sup>。

以上、日本自動車工業は時期的生産段階的にアメリカ自動車工業からかなり遅れて出発し、そのエンジン製造に工業技術水準の低位、後進性から輸入「特殊工作機械」に依存せざるをえなかった。特にエンジン部品の試作段階では精密性が要求され輸入機械を使用してその精度を確認したが、量産段階に入ると未だ大量生産段階に至らない少量生産では「特殊工作機械」使用は採算が取れず、「普通工作機械」の部分的改良型機械を使用してコスト低減を計らざるをえなかった。

かかる、自動車工業の後進性はその後の航空機工業の展開に貢献することができなかった。

### Ⅲ 1930年代の工作機械工業

1930年代を軍事史の観点からみれば15年戦争の枠内で1931～36年を満州事変期、37～41年を日中戦争期に分け両期の軍事化の進展度が分かる。経済史の観点からみれば軍需工業と民需工業の発展度が明らかになる。

30年代の経済総体をみると国民総生産の年平

均成長率は31～36年7.2%、37～40年では15.3%、成長率主要関数の民間固定資本投資は6.7%に対し12.1%、軍用投資は2.1%に対し10.3%である<sup>38)</sup>。直接軍事支出は前者で51億100万円、後者で236億5,600万円である<sup>39)</sup>。

民間固定資本投資と軍用投資を主要機械工業部門の民間部門と軍需部門に分けて代位させると第2、第3表が得られる。

第2表の満州事変期では軍需部門と民需部門の生産増加額は拮抗するが前者がやや上回るに過ぎない。第3表の日中戦争期では兵器生産額は民需品生産額の5.7倍で経済軍事化は満州事変期より大きく進展している。

ここでの問題の本質は「I 課題」で述べた産業資本確立期での機械器具工業の基本的技術としての工作機械の低位＝劣位が新兵器に対しても応答的に低位として現れるということであったが、1930年代ではどうであったか。その具体的検証として工作機械の進歩をその対象製品の量産化・精密化に対応して「普通工作機械」と量産型・精密型・特殊専用型の「特殊工作機械」に分け、民需工業と軍需工業での工作機械種類別構成をみる。

この検証は沢井実『著書』の1938年次「機械工業における設備工作機械台数上位10部門(台、%)」<sup>40)</sup>による。結果として両部門とも機種別構成に差はなく「普通工作機械」が中心である。1938年は満州事変期と日中戦争期の交差年であるが満州事変期の蓄積結果を示している。より立ち入った検討をすると、特殊専用型に近い歯切盤は工作機械器具で1.4%、自動車で1.6%で他部門より高率である。自動車はエンジン部品の回転・駆動に多数の歯車が必要である。中ぐり盤はエン

35) 同上、56ページ。

36) 奥村正二、前掲論文、283ページ。

37) 天谷章吾『日本自動車工業の史的展開』亜紀書房、1982年、48ページ。

38) 中野隆英『戦間期日本経済の成長分析』岩波書店、昭和46年、335ページ。

39) 武田隆夫・林健久・今井勝人編『日本財政要覧』東京大学出版会、1977年、66ページ。

40) 沢井実『日本工作機械工業史』名古屋大学出版会、2013年、94ページ。

ジンの軸受，シリンダー，連桿の内面仕上げ用の精密機械で<sup>41)</sup>自動車，造船部門に多い。比較的精密性をもつ研磨盤は各部門とも差はない。

#### 註

民需部門—工作機械器具，紡績機材器具，電気機械器具，自動車，通信機器器具，造船  
兵器部門—銃砲・弾丸・兵器類，自動車

特殊個別的に「海軍工廠の機種別工作機械」（1938年）をみる。ボール盤の割合が小さくフライス盤，中ぐり盤，歯切盤といった従来国産化の遅れた機種の比率が高く，海軍工廠（陸軍工廠も）の設備拡張が1930年代工作機械需要高度化の一因となったとする<sup>42)</sup>。しかし，旋盤，フライス盤，研磨盤はいわゆる「三種の神器」といわれ，この三種の機械を使用すればほとんどの形状物加工が可能であるとされ<sup>43)</sup>より上位の「普通工作機械」である。

以上，これまでの工作機械統計表は切削加工対象が円形～旋盤・中ぐり盤，平面～平削盤・形削盤・縦削盤・フライス盤かで区別されるもっとも基本的な工作機械＝「普通工作機械」で「特殊工作機械」は抽出されえない。「特殊工作機械」は個別企業，個別軍需工場に依存する以外にない。

海軍工廠の「特殊工作機械」は1938年全台数8,353台に対し1,137台（13.6%）設置されているが機種は不明である<sup>44)</sup>。

呉海軍工廠は1936年戦艦武蔵建造のため主砲外筒切削用大型旋盤をドイツ，ワグナー社に，中ぐり盤を芝浦工作機械，砲塔製造用に大型立旋盤を唐津鉄工，アーム用大型平削盤を日本製鋼，芝浦製作所，池貝鉄工に発注した。弾丸製造用特殊旋盤を唐津鉄工，池貝鉄工，大隈鉄工，新潟鉄工

に，特殊研削歯盤をドイツ，シュマルツ社，タービン減速用歯車機械としてホブ盤をライネッカー社に，総計100台を発注した<sup>45)</sup>。

個別工作機械企業として唐津鉄工が1932年，岩佐鉄工が34年大型ホブ盤を呉海軍工廠に納入した<sup>46)</sup>。海軍は1935年頃大隈鉄工に機雷製造用専用機械を，池貝鉄工に水雷気室用中ぐり盤を発注した<sup>47)</sup>。

大隈鉄工の満州事変期軍への納入「特殊工作機械」についてみる。普通旋盤1932年日本楽器製造へ航空機プロペラ切削用，横・万能フライス1932年中島飛行機で稼働中の機種をモデル，中ぐり盤1934年呉海軍工廠へ弾丸孔ぐり用，ならいフライス盤1936年名古屋陸軍工廠へ，立削盤1934年呉海軍工廠へ，量産型多刃旋盤1936年名古屋陸軍工廠へ弾丸専用，特殊専用型のクランク軸旋盤は自動車・航空機用エンジン，クランク軸研磨盤，1937年愛知時計へ水冷エンジン用に提供した<sup>48)</sup>。以上，大隈鉄工の場合「特殊工作機械」は航空機・自動車のエンジン用，軍工廠の弾丸切削用が特徴である。

芝浦工作機械の日中戦争期軍への納入機種についてみる。1939年横中ぐり盤，特殊倣旋盤を砲・爆弾切削用に横須賀海軍工廠へ，1941年旋盤を砲身中ぐり用に大阪造兵廠，特殊倣旋盤・特殊中ぐり盤を爆弾用，ライフル盤を大阪造兵廠，42年に特殊自動旋盤を砲・爆弾切削用に広海軍工廠へ納入した。その他納入先が不明な「特殊工作機械」として太平洋戦争期に強力旋盤，二軸ライフル盤，クランクピン旋盤，ねじフライス盤等が製造されていた<sup>49)</sup>。

軍需品で大量生産と精密性が要求されるのは銃

41) 田中重芳・清水篤彦『体系工作機械』共立出版，1992年，101～102ページ。

42) 沢井実，前掲書，表4-8，94ページ。

43) 『旋盤の本』日刊工業新聞社，2012年，15ページ。

44) 沢井実，前掲書，表4-8，94ページ。

45) 『日本の工作機械工業発達の過程』日本工作機械工業会，昭和37年，100ページ。

46) 同上，98ページ。

47) 同上，99ページ。

48) 大隈鐵工『製造沿革写真集』昭和43年，52～65ページ。

49) 一寸木俊昭『日本の工作機械工業の発展過程の分析』昭和48年，175ページ。

器・小銃と航空機エンジンである。

まず、銃器・小銃について陸軍は1938年に周期的製造方法の研究を開始、その研究結果にもとづいて1939年名古屋工機鳥居松製造所を設立、機械加工部門に設備された工作機械2,391台のうち1,928台(80.6%)は専用工作機械で残りの463台は汎用工作機械であった。なお専用工作機械のほとんどは国産であり、汎用工作機械の多くは国産自動機械を採用する方針がとられた。しかし高能率の汎用工作機械の大部分は外国の有名な工作機械製造会社の製品形式をそのまま踏襲したとされている<sup>50)</sup>。

「鳥居松製作所銃器多量生産専用工作機械一覧表」から「特殊工作機械」を摘出すると1,752台のうち655台、37.4%である。内訳は銃身旋盤50、リーマ盤40、キー溝盤60、二軸倣立フライス盤50、薬室中ぐり盤15、多軸立リーマ盤10、ブローチ盤45、多軸ボール盤110、二軸横ボール盤145、銃身ラップ盤10、ライフル盤120、計655台である<sup>51)</sup>。

航空機エンジン製造の中島飛行機武蔵製作所の「設置年別機種別設備工作機械台数」(1937~41年)をみる。旋盤819台のうち準量産型タレット旋盤409台、49.9%で他はすべて「普通工作機械」である。フライス盤は228台、特殊専用型ねじフライス盤は13台、5.7%、ボール盤134台のうち精密型卓上ボール盤22台、16.4%、中ぐり盤7台のうち精密中ぐり盤は4台、研磨盤426台、比較的精密とされる内面研磨盤61台、13.3%、特殊専用型工具研磨盤42台、9.9%である。特殊専用型歯車形削盤は12台、ブローチ盤は5台、精密型ラップ盤は19台、4.5%である<sup>52)</sup>。

多数の精密部品で構成されるエンジン製造用工作機械としては「特殊工作機械」は種類、数量とも少ない。精密度の高さを要求する航空機、自動

車、精密機械の諸部分は外国依存を脱却するに至っていない<sup>53)</sup>。

最後に本節の総括を述べる。満州事変から日中戦争へと戦争の拡大につれて増大した軍需生産の中心は艦艇、銃砲・弾丸・兵器類、自動車、航空機であるがこれらの兵器類は艦艇本体を除いて大量生産性と精密性を備えている。それらに対応する工作機械は「普通工作機械」から量産性・精密性・特殊専用性を備えた「特殊工作機械」でなければならない。しかしこれらの機械は個別企業事例では製作されていたが銃器・航空機エンジンの製造工場では「普通工作機械」の比率が高く主流を占めていた。

なお、1930年代工作機械工業の一般的状況を述べる。日中戦争勃発以降「特殊工作機械」の需要が急増するが、この部門が一番立ち遅れ、生産力、製作技術は海外諸国に比較すれば未だ幼稚の域を脱し得ない。欧米では大量生産のため半自動、全自動の工作機械を利用しているがわが国では作業を細分化し分業毎に単純な構造の単能的専用機を採用、生産的汎用機械の需要は少ない。大量生産用工作機械として汎用工作機械に取付具を付けて分業化に対処してきたが、専用工作機械を優先させるべきであった<sup>54)</sup>。国産工作機械の精巧を高めるためにはジグ、取付具を用いて精度を高める必要があった<sup>55)</sup>。現在生産されている旧式な工作機械にはジグ、取付具を用いて精度を高めるべきでいたずらに巧妙なる機構設計を主眼とせず主要部の耐久性に富む機械を期待する。精巧な工作機械は需要が少数で輸入に譲るべきである<sup>56)</sup>。

53) 「工業評論」第23巻、1937年、1ページ。

54) 早坂力「機械工業界所管」『日本機械学会誌』第42巻、第262号、1ページ。

55) 藤島重太郎「工作機械性能向上について」、同上誌、昭和13年、41巻258号、828ページ。

56) 紀井寿次「工作機械生産能力拡充について」同上誌、40巻245号、昭和12年、5530ページ。

50) 前掲書、『日本の工作機械発達の過程』103ページ。

51) 同上、104ページ。

52) 同上、145ページ。

#### IV 1930年代日米の工作機械

##### 1 輸入工作機械

工作機械の国内生産は1931年から36年まで名目生産額3,940千円から30,868千円で7.8倍、台数2,100台から16,227台で7.7倍に増加した。これに対して平均輸入依存率は金額42.8%、台数で14.9%である。1937年から40年までは国内名目生産額50,199千円から312,974千円で6.2倍、台数で6,116台から7,635台1.2倍であるが平均輸入依存率は金額で29.9%、台数で8.2%である。いずれにしても1931年から40年まで金額、台数とも国内工作機械工業にとって輸入工作機械への依存度が高く必要不可欠の存在であった<sup>57)</sup>。

日本への工作機械の最大の輸出国はアメリカである。満州事変期と日中戦争期の「特殊工作機械」の輸出台数は4,567台と13,094台で2.9倍に増加する。輸出工作機械台数に対する割合は40.9%から33.4%に低下するも高率である（第4表）。「普通工作機械」も拡大し共に国内生産の不足を量的質的に補強している。

工作機械の輸入先と機種及び台数は三菱商事を介して明らかにされた<sup>58)</sup>。1930年下期から34年上期まで三菱航空機へ歯切盤5、研磨盤11、旋盤5、フライス盤11、中ぐり盤1、ボール盤1、戸畑鋳物（自動車）へ中削盤6、旋盤28、研磨盤16、ボール盤1、フライス盤6、ねじ切盤19、東京ガス電（工作機械）へフライス盤5、ラップ盤1、歯切盤1、日立製作所研磨盤1、旋盤2、フライス盤1、である。輸入先は軍需工場であるが発展初期のため「特殊工作機械」は歯切盤、ねじ切盤の2種にとどまる。

1933～36年安宅商会を通したアメリカの対日工作機械輸出をみるとねじ切盤のねじ自動切盤122、フライス盤111、研磨盤129、工具・カッター・

万能研磨盤28、歯切盤19で「特殊専用型」工作機械が多い<sup>59)</sup>。

1937年限定でアメリカ工作機械の機種別「特殊工作機械」の対日輸出額（ドル）をみると、旋盤290,817のうち縦旋盤・自動旋盤79,138、ねじ切盤39,040、研磨盤267,009、うち「特殊専用型」刃物・工具・万能研磨盤が34,802で「特殊工作機械」は半数を超える<sup>60)</sup>。

工作機械輸入の動機は量・質ともに遅れた工作機械の補填にあるが、さらに輸入機械に準拠して製作することで性能・品質向上を目指していた。1940年商工省主催の工作機械展覧会での出品機械の「合格基準は外国一流品」におかれていた。出品申込数に対する合格率は旋盤38%、ボール盤・中ぐり盤30%、フライス盤39%、研磨盤55%であった。合格率の高い研磨盤の評価は「工作技術はやや進歩の跡を認むるも、いまなお幼稚にして欧米のそれにおよばざる所多し」とある<sup>61)</sup>。

国産工作機械の性能向上を目的とした機械輸入の個別事例として池貝鉄工がある。1932年ドイツV・D・F 8呎旋盤とアメリカのミルウォーキー2番ミーリングマシンを範とする革命的新製品の製作に当たって「新たに次のような工作機械、工具治具を輸入した。ベッド摺面研磨盤、リーマ・ホーニングマシン、ファインボーリングマシンをドイツから、高速ギア・シェーバー、ブローチンマシンをアメリカから、高速ギア・シェーバーをイギリスからそれぞれ輸入した<sup>62)</sup>。

##### 2 外国の工作機械

工業雑誌「工業評論」はさまざまな形で外国工作機械を紹介している。商社の売り込み宣伝、外国誌で発表された新機械の紹介、「評論」編集部

57) 沢井実、前掲書、表4-5、90ページ、表6-5、169ページ。

58) 同上、表補-8、149～151ページ。

59) 同上、表補-4、144～145ページ。

60) 藤島亀太郎「工作機械性能向上について」『日本機械学会誌』第41巻第258号、昭和31年、829ページ。

61) 一寸木俊昭、前掲書、180ページ。

62) 『池貝鉄工50年』101～102ページ。

による紹介であるが実際に輸入されたかどうかは定かではない。

旋盤について。商社山武商会を介してマグネマチック電気操作式全自動旋盤<sup>63)</sup>、「Machinery」1937年8月の自動ねじ切旋盤<sup>64)</sup>、「The Automobile Engineer」1937年8月のジョージ・モルトンの新型ねじ切盤<sup>65)</sup>、「工業評論」本社編集部によるドイツ2社の超高速旋盤、超高速精密ダイヤモンド旋盤、アメリカ3社の自動車、航空機用自動高速旋盤<sup>66)</sup>である。「Machinery」July-Aug 1937年はスワセイのタレット旋盤について数年前、主軸回転数1分間数百回転から今日では数千回転になっている<sup>67)</sup>とある。

研磨盤について。三井物産は歯車の精密仕上げについて紹介している。航空機用発動機用高級工作機械にはGroundhobを使用、さらに精密仕上げにGrinding及びLappingを用いるがこの方法では高い工賃と長時間を要するので多量生産の自動車ミッションギアには短時間で工賃が安く精密度をうるための機械としてGear Shavingがあるとす<sup>68)</sup>。乾商事は小型ハイドロリックグラインダの最新機としてシンシナティ製品を紹介している<sup>69)</sup>。

フライス盤について。山本商会を通して工作物の長さが直径に比して短い螺糸切削専用フライスハウアー、短螺糸切フライス盤<sup>70)</sup>、安宅商会はテーブル・主軸等の動力運転は電気操作ですべての運転変換が精密可能なブラウンシャープのプレーンミーリングマシンを紹介している<sup>71)</sup>。「工業評論」の「海外情報」ではアメリカ、ニュートン社の精密ベアリング等精密度を要する工作物の中ぐり、

錐を切削するフライス盤を紹介している<sup>72)</sup>。三井物産が輸入したタングステン・カーバイド工具使用のフライス盤、ねじ切削用単刃カッター、ホブを取り付けたねじミーリング装置の万能フライスがある<sup>73)</sup>。アメリカ工作機械博覧会出品の3種類のフライス盤は複合多機能型で加工物の一度の取付けでフライス削り、錐もみ、中ぐり、ファインボーリング等多類の工程を切削する<sup>74)</sup>。航空発動機、兵器の部分品などの重量制限器の加工には取付けの巧拙が製品精度を支配するが、加工物の取付け回数の減少、数分業工程を逐次加工する複合・多機能工作機械が増加している<sup>75)</sup>。

歯切盤について。三井物産の紹介によると歯車の精密仕上げはHobbingでGround Hobを使用し、さらに精密仕上げにはGrinding及びLappingをするがこの工法は工賃が高く工作に時間を要するので飛行機用発動機、高級工作機械の高価格製品でなければ応用することは不可能である。しかし自動車のミッションギアを高級仕上げにしたいが多量生産で仕上工賃を極度に切り詰めるにはこの方法をとれない。工作時間を短く工賃を安く、研磨仕上げに近い精度を得る方法としてHobで荒仕上げした歯車を精密仕上げにするGear Shavingがある。自動車だけでなく工作機械及び減速歯車の製作に漸次採用気運に向かいつつある<sup>76)</sup>。三井物産が輸入したホブ歯切盤は生産能力はあるが精度に欠ける難点があったが、新型は次第に精密化し自動車用歯車の仕上げ用として使用された<sup>77)</sup>。アメリカのシマツール社の歯車仕上げ機は外径8吋まで歯車両側側面の削目を2個のカッター軸を各々に取り付けたフライカッターで

63) 『工業評論』23巻10号、昭和12年、9ページ。

64) 同上、11号、19ページ。

65) 同上、15ページ。

66) 同上、23巻9号、7、8ページ。

67) 同上、23巻10号、20ページ。

68) 同上、13ページ。

69) 同上。

70) 同上、23巻10号、9ページ。

71) 同上、15ページ。

72) 同上、24巻3号、昭和13年、37ページ。

73) 延二木「最近の工作機械に就ての所感」前掲『日本機械学会誌』第38巻第222号、昭和10年、718ページ。

74) 早坂力「米国工作機械の最近の趨勢」『工作機械と文明』小峰工業技術部、1964年、312ページ。

75) 同上、313ページ。

76) 前掲、「工業評論」23巻10号、13ページ。

77) 延二木、前掲論文、719ページ。

1分間に800枚を除去するのに使用された。バーバー・コルマン社の油圧式ホブ歯切盤は強力高級工作機械で歯車切削能力は最大直径14吋、最大歯幅14吋、歯数32様の鋼材歯車の切削に使用された<sup>78)</sup>。

中ぐり盤について。「工業評論」の編集部はアメリカでの1930年代後半ダイヤモンド工具、超硬質金属工具の出現による航空機、自動車用エンジンのピストン、シリンダー・ブロックの部品加工に精密中ぐり盤、治具中ぐり盤が製造された<sup>79)</sup>。「海外情報」では中ぐりユニット盤が特殊専用単能機械として自動車工業での特殊形状物加工に使用され、中ぐりフライス盤では中ぐりは精密ベアリング（軸受）加工に、フライスは鋳物の側面削りに<sup>80)</sup>、エキセロの複式精密中ぐり盤はシリンダー内面、連桿、ピストン、ポンプ胴体の加工切削用に使用された<sup>81)</sup>。ジョン・バーンズ社の強力堅形中ぐり盤は6気筒航空機エンジンのアルミニウム製ブロックの中ぐり、沈み中ぐり、面取り、逆面取り用の新製品である<sup>82)</sup>。

追記、研磨盤について。表面ブローチ盤の発達に呼応して適用範囲が著しく拡大した例としてアメリカ、トムソン社の航空発動機用総型研磨装置は表面研磨盤、ギアグランディング社のオールカット歯車研磨盤、スプライン研磨盤、ジョンズ・ラムソン社の航空機エンジンシリンダー用ねじ研磨盤がある<sup>83)</sup>。1939年開催（中止）のアメリカ工作機械博覧会出品機械として曲軸の大量生産用クランクシャフト研磨盤、小形円筒研磨盤、自動車・航空機のクランク軸<sup>84)</sup>、カム軸、ピストンなどの仕上げ用研磨盤がある<sup>85)</sup>。三井物産が輸入した研

磨盤として鋳物のまま直接研磨仕上げが可能な精密仕上げ用円筒外面研磨盤<sup>86)</sup>、電動機駆動の自動車用ラックの多量生産用半自動歯車研磨盤がある<sup>87)</sup>。

### 3 日本の工作機械

一般的に言えば、1939年以降優秀な工作機械は生産上の要求に応じ従来蓄積された技術力の結集として創造されるが、わが国は従来地についた生産技術は甚だ稀薄である<sup>88)</sup>。旋盤についていえば単なる模倣ではなく多年の経験と十分な技術が必要とする量産型の半自動多刃旋盤、半自動タレット旋盤、単軸自動旋盤、多軸自動旋盤は2、3の例外を除いてモデルマシンをそのまま具現し1942～45年に製品化した量がともなわなかった<sup>89)</sup>。商工省が普通旋盤でもっとも進歩した型式旋盤を特定旋盤と認定し1937年以降生産されたのが池貝鉄工O型旋盤、東洋機械のコーハン型であるが超硬工具が1926年に出現していたにもかかわらず使用していなかった<sup>90)</sup>。クボタ（久保田鉄工）は輸入防遏のため最新式特殊工作機械を10台新設・精密旋盤を年産500台を目指したが、最近第1回製品の完成をみた<sup>91)</sup>。新潟鉄工蒲田工場では中量多品種生産方式でディーゼル機関用ピストンの仕上工程に豊田工機の半自動旋盤を採用したが切削時間が70分から12分に短縮するはずが実際では20分を要し、さらに工具取替時間を考慮すると30分を要した<sup>92)</sup>。

研磨盤は満州事変以降需要増加に対応して生産

78) 前掲、「工業評論」第24巻第10号、26ページ。

79) 同上、23巻11号、2～5ページ。

80) 同上、24巻第3号、37ページ。

81) 同上、38ページ。

82) 同上、24巻第10号、25ページ。

83) 早坂力「多量生産と工作機械」『軍需産業資料』日本科学的管理史資料集第2集、昭和19年、62ページ。

84) 早坂力、前掲論文、307ページ。

85) 同上、310ページ。

86) 延二木、前掲論文、718ページ。

87) 同上、719ページ。

88) 『日本機械工業50年』日本機械学会、昭和24年、481ページ。

89) 同上、492ページ。

90) 早坂力「汎用工作機械・自動旋盤の20年」『工作機械と文明』小峰工業技術部、1964年、384ページ。

91) 前掲『工業評論』第24巻9号、昭和13年、37ページ。

92) 三枝鐘介「作業改善の実例」『日本能率』日本能率協会第2巻第11号、昭和18年、46ページ。

も増加し製造業者は外国製をモデルに新機種を製造したが、他機種に比較して生産比率は低位であった<sup>93)</sup>。「新機種」として製作された研磨盤を1931～37年、38～41年に分けてみると前期では23機種のうち「普通工作機械」は15種65.2%、うち外国工作機械に準拠したのが13機種、「特殊工作機械」は特殊専用型の万能工具2機種、リンク、振れ錐、バイト、孔、軸頸の8機種、精密型の心無、計9機種である<sup>94)</sup>。後期では33機種、うち「普通工作機械」25機種75.8%、外国製品準拠18機種、「特殊工作機械」としては「特殊専用型」の万能工具、ボールレースインターナル、ボールレースエキスターナル、プランジカット、フラストボールレースラジアル、「精密型」として砥上盤、「量産型」として生産用、做の7機種21.2%でいずれの機械も外国製準拠である<sup>95)</sup>。1940年商工省主催「工作機械振興展覧会」出品の研磨盤は「普通工作機械」としての横、万能、内面、平面の申込数は21機で合格数16機76.2%であったが「特殊工作機械」の工具、歯車、ねじ、心無、ラップは15機、合格は8機53.3%であった。審査概評は精密検査成績としては概して不良なり、外国品に比して遜色あり、設計の一部に見るべきものもあるも大部分は模倣なり<sup>96)</sup>。審査合格の万能研磨盤7台のうち油圧式主軸駆動は4台、万能工具7台のうち2台に過ぎない<sup>97)</sup>。

歯切盤について。航空機発動機の2割5分は歯車工場、すべての機械類の運動伝達に高級歯車が多量に使用されている。歯車の精度は歯車使用機会の精度に影響を与える。歯車機械は航空機の生産拡大とともに一層の進化をとげたとされる<sup>98)</sup>。しかし「国内手持として高級歯車機械（マーク、

グリーンソン、フェロース、ライネッカー）等の製品が相当存立していたので歯形形削盤を除きその発展も十分とはいえなかった<sup>99)</sup>。特殊専用型の歯切機の製作には欧米各国の優秀機械を設備し利用していた。関西の研歯切工場ではグリーンソンベベルギアセーバー、フェローギアセーバーを購入、なお現在稼働中の工作機械はすべて外国製である。すなわちグリーンソンベベルギアセーバー4台、フェローギアセーバー1台、ブラウンシャープユニバーサルミーリングマシン3台、ミルオーキーケンプスミスミーリングマシン2台、ポーターホッピングマシン1台、ヘンリーウォールワークホッピングマシン1台である<sup>100)</sup>。

精密機械としての中ぐり盤の試作は困難をきわめた。豊田工機はエキセロ型精密中ぐり盤の製作を試みたが、1944年頃ある程度の製品を得た<sup>101)</sup>。

## V 工作機械生産力拡充対策

### 1 「工作機械製造事業法」「物動計画」

工作機械工業の生産力拡充対策は1920年代初頭内閣資源局が有事の際の国家総動員の準備としての産業調査において、わが国工作機械の脆弱性を認識したことから発出する。

1931年9月満州事変勃発、以降軍需生産の拡大に伴う工作機械の需要拡大、輸入工作機械の増大に対応し商工省は生産力拡充計画を提出する。「産業5か年計画」1937年4月工作機械拡充目標95,000千円、「生産力拡充5か年計画」1937年4月、日満財政研究会「日満軍需工業拡充計画」1937年5月150,000千円、陸軍省「重要産業5か年計画」1937年5月45,000台、等である<sup>102)</sup>。

1937年7月日中戦争勃発直前、戦時に国家総

93) 前掲『日本機械工業50年』506ページ。

94) 同上、509～510ページ。

95) 同上、510～512ページ。

96) 同上、516ページ。

97) 永沢謙二「研磨盤の審査に当って」『マシナリー』第3巻5月号、1940年、343ページ。

98) 前掲『日本機械工業50年』、521ページ。

99) 同上、486ページ。

100) 前掲『工業評論』第22巻9号、昭和11年、31ページ。

101) 前掲『日本機械工業50年』485ページ。

102) 山崎志郎「戦時工業動員体制」原朗編『日本の戦時経済』東京大学出版会、1995年、46～47ページ。

力を発揮させるための政府の措置としての国家総動員計画の一環としての資源局の内閣への答申は「工作機械製造能力増大に関する諸施設は……昭和16年度に於て年産1億3～4千万円程度に達するを目標とする」。これを達成させるための法的措置が38年4月に立法化された「工作機械製造事業法」である<sup>103)</sup>。

「工作機械製造事業法」は急速な工作機械の生産力拡充方法として当時の主要業者を中心に育成するのが近道であるとし、工作機械200台以上設備の大企業と「特殊工作機械」50台以上の設置工場を「許可会社」とし新增設備に対する諸税の免除、償却額に対する補給金支給、輸入税免除、資金調達の便宜等の特典が付与された<sup>104)</sup>。

「事業法」の補助法規として工作機械の軍需向け増産のため「工作機械供給制限規則」が38年7月に施行され、設備工作機械30台以上の工作機械製造業者はその製品を兵器、その部品製造業者への供給を禁止した<sup>105)</sup>。さらに39年9月に施行された「機械設備制限規則」は軍需生産に適さない劣悪な機械の増加に伴う滞化、遊休化を阻止するため機械設備の新增設を許可制とした<sup>106)</sup>。

工作機械増産のため各種法的優遇措置を盛り込んだ「工作機械製造事業法」に対応して企画院は工作機械の生産力拡充計画その実施状況と今後の対策を立てた。1939年10月企画院は「生産力拡充改革実施の状況及今後の対策」で第1年度（38年）の生産目標76,000千円を達成し、39年度生産目標を189,6000千円とした<sup>107)</sup>。同時期企画院は「生産力拡充実施の状況」を発表、39年第1四半期の実績は概ね予定額の生産を示したが年度を通じても量的に目標額に到達し得る見込みという。

39年度目標118,500千円、38年度目標の6割値上がりを換算すると189,6000千円となり実産の見込みとする。しかし質的には「猶遺憾の点尠からず」、低級品は生産過剰の傾向、高級品の輸入は今後も絶対に必要であるとする<sup>108)</sup>。39年度の実生産額は149,244千円となり時価換算すると248,739千円となる<sup>109)</sup>。

「昭和15年度生産力拡充方策要綱」（企画院、閣議決定）では工作機械生産予定額172,500千円、価格換算276,000千円、本年度実施計画での生産予定額257,000千円は6.9%の減少となるが製品の品質向上で補うこととする<sup>110)</sup>。

工作機械生産力拡充実施方針では現在輸入依存の高級工作機械の国産化が急務であるが、資材不足のため高級工作機械といえども国産化のための工場設備の拡充は行わない、現在設備能力維持に必要な補修のみとする、工作機械輸入資金を資材輸入に振り替えて工作機械製造工場に向けることとする<sup>111)</sup>。この「要綱」によれば設備拡充による工作機械生産力拡充対策は1940年度で頓挫したことになる。

さらに1940年度の工作機械生産力拡充の中止に伴い各種の工作機械について、輸入依存の研磨盤、歯切盤、中ぐり盤その他特殊精密機械の増産を行い普通旋盤等は極力減らす方向で、高級工作機械は許可会社を中心にその他の工場は普通機種製作に専念せしめることとした<sup>112)</sup>。

「物資動員計画」の工作機械生産力拡充対策について。

1937年度貿易収支赤字の急拡大の見通しと日中戦争勃発で戦争遂行に必要な物資調達に対処するため、9月「輸出入品等臨時措置法」が施行された。11月には軍需物質年間需給計画「物資動員計画」が発動されたが「計画」では機械工業へ

103) 一寸木俊昭、前掲書、129ページ。

104) 『日本の工作機械工業発達の過程』前掲書、116ページ。

105) 同上。

106) 同上、118ページ。

107) 「国家総動員」『現代史資料43』みすず書房、1970年、229ページ。

108) 同上、238ページ。

109) 同上、241ページ。

110) 同上、266ページ。

111) 同上、265ページ。

112) 同上、266ページ。

の言及が多く工作機械への言及は少ない。「昭和14年1月-3月物資動員計画の実施により及ぼす影響と其対策」(1938年12月企画院)では、「我国工作機械は近年頃に発達を遂げたと雖も尚量的には本期において軍需及民需の数分の1を供給し得るに過ぎず且質的には大部分の機種に於て外国品に追隨し能はざる状況なり」<sup>113)</sup>。

「自動車、軸受、工具、鉄道車輛等々の諸工場が能力不足を訴へつつある今日配当額55,000千円を全部工作機械工業に投ずる事困難なるを以て之等諸工場の特別に必要な部分に若干宛を補給し他を出来る限り工作機械工場に送るとするも工作機械拡充計画に付ては特に留意して計画初期に拡充せんとする企は実行不可能となり、之を数分の1に減少を余儀なくせられ……工作機械工業拡充に関するもののみにて1千万円の不足に上るべし」<sup>114)</sup>。

以上の結果は工作機械工業の確立を遅延させるだけでなく民間の拡張気運を政府が挫折させることになった。

## 2 特殊工作機械

「工作機械製造事業法」の「許可会社」の条件は設備工作機械200台以上、特殊工作機械の製造に限り50台以上として当時の「特殊工作機械」製造の遅れを早急に進展させる狙いがあった。「許可会社」(200台以上)が製造していた特殊工作機械は1941年3月現在、精密ねじ切旋盤、精密卓上旋盤、精密ねじ立旋盤、ねじ切フライス盤、精密卓上フライス盤、心無研磨盤、ねじ研磨盤、ウィデア工具研磨盤、砥上盤である<sup>115)</sup>。

「事業法」が許可会社の条件とした「特殊工作機械」からかかる許可会社製作の「特殊工作機械」を除くと自動旋盤、精密卓上ボール盤、ジグ中ぐり盤、ファイン中ぐり盤、スプライン軸フライス

盤、スプライン軸研磨盤、歯車研磨盤、歯切盤、ブローチ盤が残る。これらの製作は「試験研究令」に持ち越される。

「事業法」は許可会社に対して命令権はなく奨励金交付による試作も民間企業からの申請にもとづいていたので一定の限界があった。すなわち、必要な工作機械の国産化対策としては微温的であった<sup>116)</sup>。日中戦争長期化と対米戦争必至化のなか1939年9月アメリカの日米通商航海条件廃棄通告を契機に「総動員法25条」を発動し「工作機械試験研究令」が発動された。試作された工作機械は太平洋戦争期に製作され審査を経て生産に入った。試作された機種の最多は研磨盤で22機種、うち「普通工作機械」は10機種、「特殊工作機械」は精密型の砥上盤、特殊専用型のねじ研磨盤、金切円鋸研磨盤、傘歯車研磨盤、軸受研磨盤、歯車研磨盤とクランクピン研磨盤が各2機、精密型の歯車ラップ盤3機、計12機である。全22機のうち独自設計の3機、他はすべて外国製機械の準拠である。旋盤は14機、「特殊工作機械」は量産型の自動旋盤6機、高速旋盤、多刃旋盤、ダイヤモンド旋盤、精密型の精密ねじ立盤の10機である。中ぐり盤はすべて「特殊工作機械」である。精密中ぐり盤3機、特殊専用型の治具中ぐり盤、タイヤ中ぐり盤、横中ぐり盤である。歯切盤は歯車平削盤、傘歯車歯切盤、歯車形削盤の3機である。ボール盤は量産型の多軸ボール盤、精密型の精密縦ボール盤の2機である<sup>117)</sup>。

なお前述した「許可会社」によって未製作に終わった「特殊工作機械」の自動旋盤、治具中ぐり盤、歯車研磨盤、精密卓上ボール盤は「研究令」で製作され「事業法」での「特殊工作機械」はほぼ製作されるに至る。最後まで未製作に終わったスプライン軸用フライス盤、研磨盤は1944年に製作される(後述)。

113) 同上、374ページ。

114) 同上。

115) 『昭和産業史I』東洋経済新報社、昭和25年、387ページ。

116) 『日本の工作機械工業発達の過程』日本工作機械工業会、昭和37年、141ページ。

117) 前掲書『昭和産業史I』391ページ。

試験研究令による試作工作機械は航空機製造用が多く航空機製造会社と関連がある工作機械製造企業に試作命令が多く出された。その際外国一流会社のモデルマシンをそのまま製作することで原則として改造は許されなかった。試作工作機械の審査は2週間、長い時は10か月を要した。審査による評価は優良が7割で「世界的水準における一流品と同等以上もしくはそれに準ずると認むるもの」で、残り3割が良好、「前者に比して多少の遜色あるも実用上の欠陥は認めざるもの」とされた<sup>118)</sup>。

かかる試作研究令による試作工作機械は成績良好で工作機械メーカーの技術向上によるところが大きく精密軸受の自給体制の確立に負うところが大きかった<sup>119)</sup>。しかし、日中戦争期は「球軸受」が主流で太平洋戦争期航空機からの需要急増で精密軸受「ころ軸受」が急増した<sup>120)</sup>。

航空機エンジン製造の現場では評価が異なる。試験研究令により試作された工作機械は量産体制をとりえた機械もあるが、その精度や信頼性は外国機械よりかなり劣っており、量産の効率化に有効な専用機の開発も遅れていたという<sup>121)</sup>。

## VI 中小・零細工場

戦時経済の進行は資材涸渇の危機を内包し機械工業主要原料の鉄鋼について1938年商工省は鉄鋼統制協議会を設立し配給統制を実施した。それに対応して工作機械工業は「許可会社」は日本工作機械製造工業組合（以下、日本＝「許可会社」）、「非許可会社」は全国工作機械組合連合会（以下、「全国」）を結成した。

日中戦争期、工作機械の生産拡大と構成高度に

	1939	1940	1941
「日本」	74,761	103,416	161,482
「全国」	190,836	209,563	179,946

	「日本」	「全国」
旋盤	39,800	11,500
フライス盤	12,800	9,800
研削盤	34,800	21,500
歯切盤	35,600	16,700
ブローチ盤	85,500	41,500
中ぐり盤	62,200	54,600

対して両組合が如何なる役割を担ったのか、このことを上表からみると当期の工作機械工業の特性を明らかにしたい。まず工作機械総生産高（金額、千円）<sup>122)</sup>をみると生産額では「日本」が急速にその差を縮小していくが、依然として「全国」が上回っている。「全国」＝「許可会社」の生産拡大は1938年に制定された「工作機械製造事業法」の種々な「特典」に起因しているのはいうまでもない。しかし中小工場の存在は無視できない程大きい。

工作機械の品質は製品価格に現れる。主要機械製品の受注金額を台数から平均単価（円）を算出すると「日本」と「全国」の価格差は大きい<sup>123)</sup>。

しかしながら、中小工場が大工場と同じ高価格の製品を製造している場合もある。中の上工場の存在である。1939年1月商工省は日中戦争後の価格上昇に対し国家総動員法19条にもとづく価格統制令を発動し工作機械の公定価格を価格等統制令第7条1の規定により販売価格として指定した。この指定で旋盤A級品の販売価格が同一製品を「許可会社」と「非許可会社」に分け、工員数、設備工作機械台数を比較すると「非許可会社」の「中工場」が具体的に示される（第5表）

118) 前掲書『日本の工作機械工業発達の過程』142ページ。

119) 同上。

120) 前掲書『昭和産業史I』403ページ。

121) 前田孝則『悲劇の発動機「誉」』草思社、2007年、156ページ。

122) 一寸木俊昭、前掲書、133ページ。

123) 同上、134ページ。

全国工作機械工業組合連合会に所属する地域別の第一工作機械工業組合会（東京・神奈川・静岡・愛知・大阪・兵庫・新潟）に加盟する1機種と2機種を製作する工場の製品をみると需要の多い「普通工作機械」としてのボール盤が32工場、研磨盤52工場、フライス盤51工場、旋盤102工場に生産が集中している。「特殊工作機械」としての歯切盤は11工場、中ぐり盤は10工場に過ぎない<sup>124)</sup>。

工作機械工業における零細工場問題は長い歴史過程があるが必ずしも具体的な規定があるとはいえない。そこで零細工場内実の具体的な規定解明のため大隈鉄工所の第一次下請工場構成（1938年）が利用可能である<sup>125)</sup>。

従業員1～9人規模工場数35、職工数186人、うち部品加工27工場、77.1%、職工数143人、76.9%、部品加工・仕上工程を加えると28工場80%、職工数9人で152人、81.7%に上昇する。10～49人規模では28工場、職工数717人、うち部品加工、部品加工・仕上工程、プレーナー加工で13工場、46.4%、職工数315人、43.9%となる。この規模工場では鍛造下請が7工場、職工数70人を加えるとそれぞれ71.4%、54.0%に上昇する。さらにプレーナー加工・ねじ加工2工場、25人を追加すると工場数78.6%、職工数57.2%となる。これからみれば1～49人規模工場はほぼ大隈鐵鋼の部品加工中心の下請工場である。原材料は大隈鐵工から支給される<sup>126)</sup>。同様に50～99人規模工場をみると工場数10、職工数610人、うち部品加工と仕上工程、鍛造、ボルト・ねじ加工は9工場、90%、580人、95.1%でほぼ完全に下請工場である。

以上、大隈鐵工限定であるが99人以下の規模工場はほとんどが親工場の部品生産を行う下請の零細工場と推定される。下請工場の低生産性、低

技術性は親工場の生産性上昇のブレーキになるので恒常的な更新が不可欠となる。工作機械の生産拡大につれて大企業は多くの生産量確保と生産量の低減を計るべく下請工場の利用増加は拡大再生産にとって必然的過程である。

生産性低位の零細工場は生産量低減、利益確保のため安価な労働力を代位・確保する。その供給源は農村の小自作・小作農の子弟である、また都市に累積された豊富で安価な過剰人口の利用である。大阪大正区の機械器具下請工場規模別労働力構成（1939年）をみると、5人未満から99人規模工場290工場では徒弟38.2%、家族従事者16.3%、職工48.8%である<sup>127)</sup>。さらに独立工場32、下請工場287の労働力構成では家族労働者0.9%に対し12.0%、徒弟4.2%、36.9%、職工95.7%、50.9%で下請工場では家族労働者・徒弟が48.9%を占める<sup>128)</sup>。

## VII 航空機エンジンと工作機械

### 1 隘路工作機械

1944年軍需省の航空機「2.5倍増産対策」に呼応した工作機械「供給計画」は157,000台に対し供給見込数92,000台で6,500台が不足であった。かかる状況を打開するため軍需省が提示した方策は「工作機械行政概要」（1944年2月）で「十九年度ニ於テ戦時型工作機械及隘路工作機械ヲ中心トシ質量ノ両面ヨリスルニ倍増産ノ完遂ヲ確保スル」ことであった<sup>129)</sup>。

「飛行機のような精密工業製品の製造にはそれにふさわしい機械設備がどの程度整えられるかで生産量の上限がきめられる」<sup>130)</sup>。「航空機2.5倍」

124) 前掲書、『日本の工作機械工業発達の過程』付表7、202ページ。

125) 沢井実、前掲書、295ページ。

126) 同上、296ページ。

127) 豊崎稔『日本機械工業の基礎構造』日本評論社、昭和16年、295ページ。

128) 沢井実、前掲『日本工作機械工業史』、199～200ページ。

129) 桂木洋二『歴史の中の中島飛行機』グランプリ出版、2017年、194ページ。

130) 河内衛「航空発動機の多量生産」『多量生産研究下巻』、航空兵器工業出版部、昭和19年、16ページ。

増産は多くの精密部品で構成されるエンジンの増産でもあり、その製造に必要な不可欠な工作機械が「隘路工作機械」＝「特殊工作機械」である。

工作機械はそれによって製作された機械との間に相似的関係が成立する。例えば旋盤の親ねじ、歯車と製作された親ねじ、歯車との関係である。したがって工作機械工業の機械設備の優劣はそれによって製作された工作機械の性能を左右する。この関係は航空機エンジンとそれを製作する工作機械にも成立する。航空機エンジンの進歩はその部品の種類と数量の増大、複雑化、重量軽減化による特殊合金の採用、部品精度の向上に伴いそれに対応した工作機械も性能、精度の向上が必要である<sup>131)</sup>。

「隘路工作機械」の1943年上期の生産実績に対して44年度のそれを対比したのが「前掲書270ページ」である。1943年上期の生産実績を2倍にした43年と44年の生産量をみると量産型の自動旋盤、多刃旋盤が圧倒的に多く、他はほぼ2倍もしくはそれ以下の生産量が大部分である。

次いで1943年上期生産実績にない「隘路工作機械」で44年度生産実績にある機械を挙げると量産型の生産台数はフライス盤38、特殊専用型の曲軸旋盤54、工具研磨盤943、曲軸研磨盤42、カム研磨盤41、軸受研磨盤382、歯切ホグ盤734、スプラインホグ盤50、精密型の卓上旋盤3,202、卓上ボール盤2,482、精密中ぐり盤340、心無研磨盤530、ラップ盤280である<sup>131)</sup>。

44年度に生産された「隘路工作機械」は航空機エンジン製造会社に重点的に配分されたとみられる。44年度各社別エンジン製造台数は次の通りである。中島飛行機14,014、三菱重工業17,524、日立航空機4,469、川崎航空機4,255、石川島航空機1,155、その他2社で1,284、陸海軍2,314、その他1,511に配分された<sup>132)</sup>。

131) 前掲書『日本の工作機械工業発達の過程』153ページ。

132) 村上勝彦「軍需産業」大石嘉一郎編『日本帝国主義史3』東京大学出版会、1994年、166ページ。

以上、数字的には航空機増産に必要な不可欠な「隘路工作機械」は充分必要要求を満たしているが実際に航空機エンジンの製造に使用されたかどうか検証する必要がある（Ⅷ）。

## 2 エンジン「誉」「アツタ」の工作機械

太平洋戦争の最終局面に投入された最新鋭戦闘機「疾風」搭載エンジンは当時の最高技術水準を結集した中島飛行機の「誉」である。「誉」と同時期に三菱重工は1944年7月ドイツ航空省からジェット戦闘機とロケット戦闘機のエンジン資料を入手し海軍航空技術廠と開発した液冷V型12気筒「アツタ」の製造を開始した。44年末一応の燃焼試験を終えたが失敗し敗戦を迎えた<sup>133)</sup>。

「誉」製造に使用した工作機械を明示したのが長尾克子である<sup>134)</sup>。エンジンのシリンダー内面は高速ピストン往復運動により混合気の吸入・圧縮・膨張・排出を繰り返すため特に平滑で真円度が高く $\mu$ 単位の精度が求められ、その切削には精密中ぐり盤、内面研削盤が使用された。精密中ぐり盤は他にピストン・連結棒・プロペラハブ等の加工機械でもある。新潟鉄工は1939年クラウゼ型、豊田工機は1941年エキセロ型、池貝鉄工は1942年マイヤーシュミット型を製作した。豊田工機と池貝鉄工は試験研究令による試作である<sup>135)</sup>。中島飛行機の工作機械製作グループ「誉会」加入の日立精機も精密中ぐり盤を製作した。シリンダー加工用6ステーション多頭中ぐり盤は43～44年頃海軍の依頼で池貝鉄工が開発し制作した。シリンダー連結棒、プロペラハブ等の内面研削盤は大日本兵器湘南工機がブライアント型を参考に独自設計で完成し45年8月まで124台を製造した<sup>136)</sup>。シリンダー用冷却フィンは大日本兵器湘南工機がブライアント型を参考に独自設計で完成し45年8月まで124台を製造した<sup>136)</sup>。シリンダー用冷却フィンはタレット自動旋盤、

133) 松岡久光『三菱航空エンジン史』グランプリ出版、2017年、146ページ。

134) 長尾克子「航空機と発動機Ⅱ」『機械技術』第48巻第2号、2000年。

135) 同上、106ページ。

136) 長尾克子、同上、107ページ。

フェイ型多刃自動旋盤で切削する。豊田工機は42年ハイネマン型を試験研究令により試作し最盛期には月産30台余を製造した。日立精機も43年3月フェイ型多刃自動旋盤を試作し最盛期には月産30台余を製造した。プロペラハブは形状複雑であるが日立精機のタレット旋盤が使用された<sup>137)</sup>。

航空機エンジンの最中枢部分はクランクシャフトでクランクとシャフトをピンで結合する組立方式である。シャフト、ピンは汎用円筒研磨盤で仕上げてきたが新潟鉄工が43年4月ナクサス型クランクピン研磨盤、大日本兵器が6月ランジス型、富士製作所が12月ノルトン型をいずれも試験研究令により製作した<sup>138)</sup>。

各種歯車を製作する歯切盤、仕上げ用の歯車研削盤は不足しエンジン量産を妨げる要因の一つになっていた。空冷星型エンジンの減速装置には遊星歯車方式が採用されているが、起動歯車のインターナルギア、固定歯車、惑星歯車は唐津鉄工フェローズ型歯車形削盤が使用され、その研削は岡本工作機械と日立製作所のプラット&ホイットニ型歯車研削盤が使用され、共に42年2月、4月の試験研究令で試作された。唐津鉄工は歯車装置起動用インターナルギアの切削機を40年7月に試作し敗戦まで60台を製造した。岡本工作機械は42年2月プラット型歯車研削盤を製作し海軍航空技術廠の審査で優良の判定を得て、スーパーチャージャーの歯車を高精度に切削するマージ型歯車研削盤を、歯車ラップ盤も製作した。マージ型は敗戦まで数台の製作にとどまった。日立製作所も42年4月プラット型歯車研削盤を製作した。唐津鉄工はクランクシャフトのスプライン、プロペラに連動する軸スプライン専用のフェローズ型歯車形削盤、ゴールド・エバート型スプラインホグ盤を42年に3台製造、海軍航空技術廠の審査で「優良」と「極めて優良」の判定を得た。唐津

鉄工はクランクシャフトからスーパーチャージャーに伝動する歯車用傘歯車削成盤を42年8月海軍へ試作機3台を、敗戦まで75台を製作した<sup>139)</sup>。

三菱重工のエンジン「アツタ」の切削加工はシリンダーの圧縮力をピistonを通じてプロペラシャフトに伝えるクランクを収納するクランク室の据え付けとシリンダーの孔あけに集中、それらの加工機械も多軸中ぐり盤、多軸ボール盤など量産型が圧倒的に多い<sup>140)</sup>。

### 3 戦時期工作機械の現況

長尾克子による「誉」用工作機械はモデル的要素が強く量産を伴ったかどうか、さらにこれ等工作機械については本稿「IV」の3)でその後進性を指摘した。

「長尾モデル」ではエンジン主要部品のシリンダー、その冷却弁、クランクシャフト、減速・起動・伝導の各種歯車用工作機械について述べているがそれ以外に圧倒的に多い部品生産については触れていない。例えば、シリンダー燃焼効率をプロペラシャフトに伝達するまでの吸気バルブ、プッシュロッド、調速器操作ケーブル・クランプ、プロペラ調整器、減速室、シリンダーとピistonを連結する主連接棒、点火電線集束管、等々である。さらにかかる主要部品より圧倒的に多数の各種部品、例えば燃料関係の管、注油圧力計管、気化器関連管等28種類の各種部品を接合する接手<sup>141)</sup>、6種類もある弁関係桿である<sup>142)</sup>。

最後に、太平洋戦争期わが工作機械の現状をみることで「誉」を含めてエンジン用工作機械の状況が推察可能である。

1941年全工作機械生産の45%が汎用工作機械で43年に製造された旋盤のうち特殊工作機械は

<sup>139)</sup> 同上、108ページ。

<sup>140)</sup> 前掲書、『日本の工作機械工業発達の過程』巻末資料、228ページ。

<sup>141)</sup> 『零戦』光人社、1993年、84ページ。

<sup>142)</sup> 同上。

<sup>137)</sup> 同上、108ページ。

<sup>138)</sup> 同上、107ページ。

1%，中ぐり盤は0.4%，44年には30%，20%となる。なお特殊工作機械は大戦当初50%が輸入であり，44年には15%に減少する<sup>143)</sup>。1942年8月工作機械生産が急増したがその大部分は汎用工作機械でそれを部分的に専用機械として使用したためその性能を全面的に発揮させることができなかつた<sup>144)</sup>。設備機種の特門化の未発達はわが国工作機械工業の多機種生産の現れで設備の後進性の反映である<sup>145)</sup>。汎用工作機械の使用には熟練労働者が必要だが戦時が深まるにつれてその不足による打撃が大きかつた<sup>146)</sup>。航空機工業に割り当てられた輸入工作機械は生産工程の主要部分に充当されたが，その前後の繋ぎの機械は国産機である。その国産機も最新式の機械であるが大部分は汎用工作機械でそれを多量生産的に使用するため治具を用いて一時的に専用化を計ったが，治具工業の整備が不十分のため単能的に使用された<sup>147)</sup>。大戦末期の44年段階ではシンプルマチック，マルチマチック型自動旋盤，自動フライス盤，心無研磨盤，卓上旋盤のような生産型工作機械を主力とする製造方式が発達し数工程を集約して単位生産量に対し少数の工作機械と未熟練工での作業が可能となつたが，かかる工作機械は資材の逼迫で量がともなわなかつた<sup>148)</sup>。戦時中の航空機工場において治具さえ作れば簡単なボール盤で間に合う作業

に一流メーカーの万能ボール盤が使われ，またその性能において米国の一流品に劣らぬ「H精機」のタレット旋盤がその多能性を殺して単なる突切り作業，ペーパー掛け作業に使われていた<sup>149)</sup>。

## Ⅷ 中島飛行機エンジン生産と工作機械

### 1 エンジン工場設備と生産量

中島飛行機のエンジン生産は1925年東京工場で開始され，38年武蔵野製作所開設，39年3月海軍専用工場として多摩製作所が分離したが43年10月両製作所が合併し武蔵製作所となるがエンジン工場の設備状況は下表の通りである<sup>150)</sup>。

1943年まで陸軍用と海軍用工場が分離し量産効果が発揮できずエンジン部品の互換性もなく製品検査も分離したが，戦争末期には互換性は90%にまで上昇した<sup>151)</sup>。満州事変以来国内工作機械は軍部が要求する台数をすべて供給し得ず国内需要の30%を輸入機械に依存してきたが<sup>152)</sup>，中島エンジン工場の外国製工作機械の設置台数は1936年まで116台，37～41年は506台である<sup>153)</sup>。精密作業にはスイス，ドイツ，アメリカの工作機械が多い<sup>154)</sup>。1939年陸海軍航空本部は工作機械購買団を海外に派遣し，三菱，中島，川崎など有力航空機製造会社の設備能力向上のため発動

		設置工作機械台数	うち外国製工作機械	従業員数
武蔵野製作所	1941年11月	1,674	500 (29.9%)	9,108
多摩製作所	1941年11月	1,300	560 (43.1%)	4,251
武蔵製作所	1943年11月	4,400	1,140 (25.9%)	27,000

143) コーヘン『戦前戦後の日本経済』大内兵衛訳，岩波書店，1950年，279ページ。

144) 『日刊工作機械二関スル資料』第6巻第8号。

145) 『日本の工作機械工業』大阪市立大学経済学研究所，昭和47年，163ページ。

146) 村上勝彦，前掲論文，172ページ。

147) 早坂力「航空決戦とわが工作機械工業」『工作機械と文明』小峰工業技術部，1964年，191ページ。

148) 早坂力「多量生産と工作機械」『軍需産業資料Ⅰ』日本科学的管理史資料第2巻，昭和19年，31ページ。

149) 高橋泰隆『中島飛行機の研究』日本経済評論社，1988年，43ページ。

150) 高橋泰隆，前掲書，233ページ。

151) 佐藤達男『中島飛行機の技術と経営』日本経済評論社，2016年，196ページ。

152) 『日本の工作機械工業発達の過程』，前掲書，106ページ。

153) 同上，108ページ。

154) 村上勝彦「軍需産業」大石嘉一郎編『日本帝国主義史3』東京大学出版会，1994年，173ページ。

機用工作機械の輸入を試みたが40年アメリカの対日工作機械輸出禁止措置により大部分の契約が破棄された<sup>155)</sup>。

太平洋戦争期における中島の機種別エンジン生産台数をみると(第7表), アメリカの18気筒エンジンに対抗しそれに遅れて製作された「誉」は大戦期の最高性能エンジンとされたが43年419台, 全生産量9,558台の4.4%, 44年5,496台で14,015台に対し25.5%にとどまった。それに対し日中戦争期から生産されてきた「栄」は43年6,994台, 全生産量に対し73.2%, 44年8,519台で52.4%である。大戦期の主役エンジンは「栄」であり, かつ「誉」は「栄」を4気筒増やして18気筒化し性能アップを計ったに過ぎない。なお, 大戦期中島の機種別エンジンは「栄」, 「誉」以外に7機種に及ぶ。これらをエンジン生産工程からみるとシリンダー内径3種類出力馬力9種類, 圧縮比, 回転数も異なり部品数は膨大な数量となり生産工程に波及する。

追記。「栄」の搭載航空機の「零戦」は6,242機, 「隼」は5,751機に対し「誉」の「疾風」は3,499機である<sup>156)</sup>。

## 2 エンジン工場設置工作機械

中島エンジン工場の設置工作機械を日中戦争期と太平洋戦争期に分けてその特徴を考察する。

異なったサイズのシリンダー内径エンジンはエンジン全体の構成部品が異なりそれを製造する生産工程, 工作機械も異なる。1941年以降生産されたエンジン機種に関しては第7表で示したがこれらエンジンも日中戦争期に生産されていた。これに加えて生産されたエンジンを示すと, 9気筒シリンダー内径160ミリの94式550ハ8, 生産期間1934~39年, 生産台数730, 馬力640, 同様にハ8Ⅱ型, 1937~39年, 200台, 馬力659, 光

1型-3型, 1936~40年, 1,200台, 馬力730, 840, 770である<sup>157)</sup>。

かかる中島の各種エンジン部品を製造した工作機械について1937~41年(日中戦争期)と42~44年(太平洋戦争期)に分けて比較検討する(第8表)。

設置機械台数は747台から1,611台で2.2倍の増加である。機種別にみると旋盤は819台から224台に減少するが「特殊工作機械」の量産型多刃旋盤は新たに4台, 準量産型のタレット旋盤が補強している。フライス盤も228台から100台に減少するが特殊専用型ねじフライス盤は13台から15台に増加した。ボール盤は134台から101台に減少, 精密型の卓上ボール盤も22台から13台に減少した。精密機械に近い中ぐり盤は7台から9台に増加, 精密中ぐり盤も4台から6台に増加した。より精密性をもつ研磨盤は273台から223台に減少, 特殊専用型工具研磨盤は42台から44台にわずかに増加した。精密型のラップ盤は9台から20台に増加した。特殊専用型の歯車形削盤は12台から27台に増加した。

以上を総括すると, まず基本的「普通工作機械」である旋盤, フライス盤, ボール盤, 研磨盤は太平洋戦争期に生産減少となったが1941年8月に組織された精密機械統制会が工作機械の型式を選定して増産を計ったが, 43年から資材不足, 製作期間の短縮から普通形式の生産低下を招いた結果であるとみられる<sup>158)</sup>。

また, 太平洋戦争初期までのエンジン生産は多品種少量生産で多くの汎用工作機械を使用していたので両期間に機種の変更がなくそれで十分に必要を満たしていた結果とみる<sup>159)</sup>。

中島エンジン工場は武蔵製作所の外に陸軍用「誉」の浜松製作所がある。1940年建設に着手,

155) 『日本の工作機械工業発達の過程』, 前掲書, 106ページ。

156) 『銀翼遙か』一元従業員の手記

157) 中川良一・水谷総太郎『中島飛行機エンジン史』酣燈社, 1985年, 巻末資料。

158) 『日本の工作機械工業発達の過程』, 前掲書, 137ページ。

159) 同上, 155ページ。

工作機械は武蔵製作所から移設し44年11月第1号試作基が完成、45年1月から本格的生産に入り6月まで100台を、合計353台を製造した<sup>160)</sup>。種類別設置工作機械と台数は普通旋盤151、特殊型の切落旋盤96、タレット旋盤208、立型タレット旋盤25に対し「特殊工作機械」として精密型卓上旋盤96、量産型自動旋盤45、特殊専用型曲軸旋盤2で前記武蔵製作所設置工作機械に比較して「特殊工作機械」が多い<sup>161)</sup>。戦争末期新しく製造された隘路工作機械の導入とも考えられる。

### 3 「誉」

1938年当時、世界の戦闘機の主流は時速600km以上の速度、高馬力、多銃装備の重戦闘機に向かっており、操縦機能、水平旋回よりも高速力による上昇力と突っ込みの垂直面戦闘戦闘機に移行し、高速にともなう旋回性能の不足を2機一体戦法、4機編成のチームワークでカバーする戦法をとっていた<sup>162)</sup>。日本のエンジンの弱点は高度6,000メートル以上の高空性能は空気密度が低下し出力が減退する。それを阻止するための吸入空気圧縮の過給器が装備される。アメリカのPratt & Whitneyにはターボチャージャーが装備されていたが中島にはその技術はなかった<sup>163)</sup>。

アメリカは1939年に大容量の空冷2列18気筒エンジンの生産を開始量産段階に入っていたが日本は未だ14気筒「栄」の生産最盛期で18気筒エンジン「誉」の量産は44年をまたねばならなかった（第9表）。

一般的に新しいエンジンの開発には数年を要するとされ、さらにエンジンの試作から第一次耐久試験まで2年近くかかるが「誉」は1940年9月試作がスタートし41年6月末わずか9か月で300時間の第一次耐久試験を終え、42年9月制式

採用、43年「疾風」に搭載されて初飛行を行った<sup>164)</sup>。かかる短期間に18気筒「誉」を完成させるためには14気筒「栄」の4気筒増ですませざるを得なかった。

以上、「栄」の4気筒増で「誉」を開発せざるを得なかった安易な方法はその根底に生産力、工業技術水準の低位、劣位からライセンス生産に依存して自主開発を遅らせた結果である。

「誉」の損傷とその原因は何処にあったのか。多数の部品で構成されるエンジンは高温、高圧、高速回転により高性能、高効率を出すため部品はミクロン単位が要求される。それ故エンジン構成部品のもつ能力を越えての使用条件が加わると部品の損傷からエンジン自体が損壊する<sup>165)</sup>。

「誉」は小型・軽量、シリンダー内径130ミリ、行程150ミリの「栄」を用い行程容積27.9に対し35.8、圧縮比7.2に対し7.0、回転数2,550～2,750に対し2,900～3,000、離昇能力1,000～1,150馬力に対し1,800～2,000馬力という過大な要求をした。その結果、シリンダー内の混合気、温度が上昇しピストン、バルブの異常燃焼が起きて各部品の焼損が生ずる。さらにシリンダーの動力をピストン運動を通じてクランクシャフトに連繋する主接公棒の回転軸は「栄」よりわずか1.8倍の5ミリしか大きくないため単位面積当たり軸受荷重は38%増加しシンプルな構造の主接公棒のケルメット軸受が損傷した。クランクピンの材質、熱処理条件の向上、軸受と主接公棒間の調整、剛性、潤滑油の増加、ケルメット軸受の材質変更、等を余儀なくされた<sup>166)</sup>。「誉」のクランクシャフトの「止めピン」の軸径は「栄」より5mmしか大きくないため極端に細く変型が生じた。「栄」と「誉」への転換はさまざまな改善がされたがすでに完成しているエンジンの改良は困難である<sup>167)</sup>。「誉」のシリンダー内は「栄」より高温高圧となり冷却

160) 高橋泰隆、『中島飛行機の研究』、249ページ。

161) 一寸木俊昭、前掲書、168ページ。

162) 刈谷正意『試作機物語』、光人社、2007年、157ページ。

163) 佐藤達男、前掲書、187ページ。

164) 前間孝則、前掲書、137ページ。

165) 同上、145、147、152ページ。

166) 前間孝則、前掲書、150ページ。

167) 同上、152ページ。

は冷却フィンに依る。最初は「鑄込フィン」を採用したが冷却効果が不十分かつ生産性が低く住友金属の「ブルノー式」を採用、冷却が不十分であったが量産された<sup>168)</sup>。エンジンの大型構成部品の気化器、燃料噴射装置、過給器、点火プラグ、酸素供給装置などは技術水準の低い下請けメーカーに依存した<sup>169)</sup>。日本のエンジンの弱点は高空性能である。高空では空気密度が低下しそれを阻止するため吸入空気圧縮の過給器が装備される。Pratt&Whitneyにはターボチャージャーが装備されたが中島にはその技術はなかった<sup>170)</sup>。

#### 4 工作機械

1943年後半量産段階に入っの「誉」の損傷の原因を工作機械の面からみると、1) 熟練工の不足と非熟練工の増加である。非熟練工依存の部品は精度が低下した<sup>171)</sup>。2) 高精度の特殊工作機械の輸入杜絶<sup>172)</sup>。3) 量産の効率化を発揮する専用工作機械の開発の遅れ<sup>173)</sup>。4) エンジン部品材料のニッケル、モリブデン、タンゲステンから低級な一般鋼材=炭素鋼への変更による部品精度の低下<sup>174)</sup>。である。

熟練工の不足に対応してアメリカやドイツでは労働者に工具・治具の使用を専門的に修得させてその未熟な技術を部分的に補っていたが、日本ではそのような努力はされていなかった。一般的にも工具・治具は精密ではなく、他の雑多な作業にも併用されていた<sup>175)</sup>。「誉」の緊急増産対策の一つとして治具の増加が望まれたが社内外の治具工場には生産の余力がなく、治具の改善が不

徹底のため治具職場では旧工具を生産し遊休治具が山積し有効治具が欠乏していた<sup>176)</sup>。

1943年3月、戦略産業における急速増産方策を検討するための行政査察制度の報告書は武蔵野製作所の工作機械の状況を次のように記している<sup>177)</sup>。

武蔵野製作所では労働生産性の点で配置機械の構成とその稼働率に問題を抱えていた。「従来精度高キ工作機械ニ関シテハ外国品ニ依存シ居リタル為」輸入杜絶で「特殊工作機械ノ取得困難トナリタルヲ以テ之ガ為国産化ヲ企図シ、国内ニ於テ試作発注ヲナシタルモ之ガ為整備上著シキ跛行状態ヲ呈シ昭和十六年中期ニ於テハ取得済機械中約五〇〇台ノ未配置機械ヲ出ス止ムナキニ至レリ」。このアンバランスに対し近時の機械入手を生産隘路の補填中心に進めた結果徐々に跛行性の改善が見られたが、「隘路工作機械ノ長時間運転或ハ切削油ノ水溶性油ニ代用使用スルニヨリ工作機械ノ衰耗ヲ早メル傾向ニアリテ常時修理等ノタメ停止中ノモノ七―八%程度」にのぼる状況であった。また軸受類の供給不円滑も深刻になってきた。各種機械の稼働率を「機械分類」でみると「研磨盤が一つの隘路を形成していた」。すなわち、半数以上が20時間以上稼働し15%が休止の状態で全体としては現有機械のバランスをとるためには「生産工場全工作機械の4割強に当たる96台(工具工場を含めると1,000台)を要する」という配置機械の著しい跛行があった。研磨盤は「必要数量27種232台」で全保有機数の56%に当たる。もしもこの232台が補充されれば現在の月産400基を750基に引き上げることが可能であるというほどの跛行性であった。

以上を要約すれば、特殊工作機械が輸入杜絶のため国内発注したが国産化の遅れで1941年中期には取得済機械のうち500台が未配置であった

168) 同上、305ページ。

169) 同上。

170) 佐藤達男、前掲書、187ページ。

171) 前岡孝則、前掲書、154ページ。

172) 同上、155ページ。

173) 同上、156ページ。

174) 佐々木聡「第二次大戦期の日本における生産システムの合理化の試み」『経営史学』第27巻第3号、1990年、67ページ。

175) 村上勝彦、前掲論文、172ページ。

176) 中川良一・水谷総太郎、前掲書、107ページ。

177) 山崎志郎「太平洋戦争後半期における航空機増産政策」『土地制度史学』第33巻第2号、1991年、23ページ。

が、43年に至りその補填が進み跛行状態は改善されたが長時間運転で故障が続出し7～8%が休止状態であった。特に研磨盤も長時間運転で15%が休止で機械配置の著しい跛行状態が生じたための補充が必要であった。この時期は「栄」の量産段階であった。

武蔵野製作所では1943年頃大量生産方式として歯車の「半流れ方式」生産を採用した。この生産方式は「同種部品即ち類似工程を有する部品」生産で「設備機械を工程順に配列し生産単位（ロット）と工程時間」を合理的に組み合わせ、部品がスムーズに移動する方式である<sup>178)</sup>。

歯車生産は歯車の表と裏、真中の穴の切削、仕上げ工程は旋盤、ボール盤、フライス盤、研磨盤が使用され歯の切削はフライス盤（フェロース歯切盤）による。歯車中心の穴の加工作業は普通旋盤、フライス盤、ボール盤が使用され、穴の内面仕上げは内面研磨盤、万能研磨盤による。スプライン削りと仕上げ作業は削り盤が使用された<sup>179)</sup>。

歯車の切削にフェロース歯切盤が使用されたがその切削は「成形法」、すなわち歯の溝を一つずつ切削する方法で精度は低い。より進んだ切削は「削成法」でウオーム、ラック、平歯車に刃をつけた工具と歯車素材を歯のかみ合う位置におき一定の回転比を刃物と歯車の素材の間に与えながら切削方法がある<sup>180)</sup>。また、スプライン（歯車軸身）の溝切り仕上げ切削はスプライン研磨盤があるが使用されていない。確かにベルトコンベア・システムの導入で武蔵野製作所のエンジン1基当たりの生産性はゆるやかに上昇したが、41年アメリカの対日屑鉄輸出禁止措置で材質悪化が表面化し、徴用工＝未熟練工の比重増加で生産性は低下した<sup>181)</sup>。

これらに対しアメリカではシリンダーの冠孔あけ、リーマ通し（仕上げ）、タップ立（雌ねじ切削）、端面切削、中ぐりを1個45秒で切削する「グリーンリー」伝導機械が採用されていた。41年ライト社の発動機製造シンシナティ工場は完全な流れ作業方式により1,700馬力のライトサイクロンを月産1,000台を製造していた。その使用工作機械は今まで航空機工業になかった精密度と自動装置が結合した単能工作機械である<sup>182)</sup>。

アメリカの個別多量生産用機械としてブラウン・シャープ社等の小型ねじタレット旋盤、ポッター・ジョンストン社の半自動チャック旋盤の単軸型から多軸型への移行<sup>183)</sup>、シリンダーブロック切削用にダビス社の「オートマチック」8軸自動フライス盤がある。シリンダー切削用中ぐり盤、多軸のボール盤中ぐり盤は「斯の如き工作機械の構成法が発達していなかったとしたならば米国に於てルーズベルトの天文学的数字の航空機増産は企及も出来なかったであろう」<sup>184)</sup>。

軍用航空機は搭載兵器として機銃、機銃弾をもつ。機銃は40年2,105挺から43年12,735挺、6.8倍に増加する。機銃弾も1,324(千)から7,197(千)に54.4倍の急増である<sup>185)</sup>。

軍部は工作機械の量的、機種別に拡充する必要から兵器工業会、海軍工業会、航空工業会を組織しそれぞれが工作機械部会を設置した。海軍工業会の工作機械部会は航空機優先主義に依拠して工作機械製造業者に対し少機種の集中生産を実行させる一方で、消耗兵器としての機銃弾増産用工作機械の制式を決めメーカーとの特定契約を結んだ。当時、海軍の機銃弾生産は工程を細分化し多数の普通工作機械を並べて行う旧式の生産方法を

178) 高橋泰隆、前掲書、125ページ。

179) 同上、126ページ。

180) 『機械の事典』朝倉書店、1980年、453ページ。

181) 佐々木聡「第二次大戦期の日本における生産システムの合理化の試み」前掲論文、70ページ。

182) 河内衛「航空発動機の多量生産」『多量生産研究下巻』航空兵器出版部、昭和19年、75、85ページ。

183) 早坂力「多量生産と工作機械」『軍需産業資料』日本科学的管理資料第2集、兵器航空機工業出版部、昭和18年、39ページ。

184) 同上、58ページ。

185) 『昭和産業史1』、前掲書、526ページ。

とっていた。欧米では工程を集約して高効率自動機械での生産が一般化していたのと対照的である。海軍工廠のなかにはハッセ・レーデの4軸自動盤、単独自動盤、ビトラー・アクメの5軸自動盤、インデックス、ブラウン・シャープの単軸自動盤を相当配備していたが、これら自動機械は機銃弾穴あけと突切りにしか使用されず、次の工程は在来の単能旋盤で加工された。戦争末期、かかる消耗兵器増産に対し自動工作機械の非効率使用が問題となり、調査により自動工作機械で海軍規格に合う高精度の弾丸を作ることは不適當であるとされ補助的使用にとどめられた<sup>186)</sup>。

広・豊川海軍工廠での機銃弾加工は工程を細分化して単能工作機械で大量生産を行った。なお広海軍工廠ではタービン減速用歯車の歯切機製造を試みたが未完成に終わった<sup>187)</sup>。しかし、民間企業の大日本兵器、愛知時計では高効率の6軸自動盤が使用された。また、1942年兵器製造事業特別助成法によって、設立された沼津兵器はブローチ旋盤による機銃弾の多量生産を行い、また機関砲身の穴あけ用多軸自動ブローチ盤を使用して増産した<sup>188)</sup>。助成法によって設立された関東工業は迫撃砲弾生産で工程を細分化し普通工作機械を単能的に使用する生産方式ではなく、国内では未生産のインデックス単軸自動盤を満洲工作機械から移入し大量生産を行った<sup>189)</sup>。

以上を総括すると機関砲身、砲弾は量産型自動工作機械が使用されたが、小型で精密性と量産性を要する機銃弾の穴あけは自動旋盤の試作完了が非常に遅れ在来の単能旋盤が使用された<sup>190)</sup>。

## IX 結 語

工作機械はそれによって製作された機械との間に相似の関係が成立する。したがって高性能を製作する工作機械は高性能でなければならない。一般的に高度な技術によって製作された外国エンジン技術のライセンス生産への依存は自主開発、製造技術の進歩を遅らせる傾向がある。したがってそれに対応する工作機械も同様である。しかも、ライセンス生産によって完成したエンジンはその時点で外国製エンジンは進歩していて二、三年の開きが生ずる<sup>191)</sup>。

中島飛行機は昭和初期から評価の高い外国エンジン製造権を取得し、1937年から戦時体制に移行するまでの13年間、太平洋戦争開始までの17年間に世界水準の多種類のライセンスを導入しエンジンを開発してきた<sup>192)</sup>。これに対応する工作機械は国産工作機械では対応し得ず輸入工作機械に依存せざるを得なかった。

ライセンスによって開発、生産された日中戦争期のエンジンは9気筒の「寿」「光」、14気筒の「ハ5」、「100式ハ41」、「2式ハ109」である。生産量は1932～36年2,160台、年平均360台、37～41年は11,936台、2,387台に対し<sup>193)</sup>輸入工作機械は81台、506台である<sup>194)</sup>。

中島のライセンス生産の導入は特異な形態を取っていた。1931年から43年まで7,000台を生産した単列9気筒「寿」はその後における中島独自の自主開発エンジンの失敗作を多発させる出発点となった。海軍に採用された「寿1型」「2型」はブリストル社の「ジュピター」をほとんど真似をし、それにPratt & Whitney社の「ワズプ」の長所を取り入れたが<sup>195)</sup>47台生産にとどまっ

186) 『日本の工作機械工業発達の過程』、前掲書、140ページ。

187) 同上、144ページ。

188) 同上、146ページ。

189) 同上、147ページ。

190) 同上、148ページ。

191) 河内衛、前掲論文、58ページ。

192) 佐藤達男、前掲書、213ページ。

193) 高橋泰隆、前掲書、32ページ。

194) 『日本の工作機械工業発達の過程』、前掲書、108ページ。

195) 前間孝則、前掲書、288ページ。

た<sup>196)</sup>。1934年中島はライト社の「サイクロン R1820F」の製造権を取得、これを参考に「寿3型」「41型」を自主開発したがエンジンは「寿1型」「2型」のシリンダーとピストンを使用し、シリンダーバレルの材質はライト社の窒化鋼に変更してシリンダー内面を処理しシリンダーヘッドの結合もライト方式に変更した。これにより37年以降中島の全エンジンのシリンダーは微妙なピストンとの組み合わせ関係を考慮に入れず無条件に窒化鋼に切り換えた。ところが、ピストンとシリンダーは二つで1組別個の存在ではない。シリンダーを変更すれば両部品は熱変形に違いがあるのでピストンも設計変更しなければならない。この安易な折衷主義がその後の中島の自主開発エンジンに採用され根本的解決ができないまま終戦を迎えた<sup>197)</sup>。

中島エンジン最初の空冷星型14気筒の陸軍97式ハ5、100式ハ41、2式ハ109は1937年から44年まで553台生産されたが<sup>198)</sup> ブリストル社のジュピター、P&Whit社の「ワプス」の各要素が反映されている。これらのエンジンは試作機が長期運転を行わないうちに不具合が発生し33年基本設計の変更が行われた<sup>199)</sup>。

航空機工業が超重点産業となり航空機生産の緊急性が一段と高まるにつれて政府は工作機械工業に航空機部品工業に転換を命令した。1944年9月「工作機械工場の半製品等処理要綱」はこの転換を促進するものであった<sup>200)</sup>。かかる工作機械工業の航空機兵器生産への転換は労働手段の自立的循環の破壊で縮小再生産へ一歩踏みだす事であった。

196) 中川良一・水谷総太郎『前掲書』、683ページ。

197) 前問孝則、前掲書、289ページ。

198) 高橋泰隆、前掲書、236ページ。

199) 中川良一・水谷総太郎『前掲書』、76ページ。

200) 『日本の工作機械工業発達の過程』、前掲書、157ページ。