

昭和初期におけるわが国の限界ゲージ方式 の発達過程

川村 正晃

1. はじめに

今日、科学と技術は一口に科学・技術といわれるように、密接に結び付いている。科学の発達は技術を進歩させるが、同時にこの技術の進歩がまた科学の発達に役立つ。しかし、科学と技術は本来別個のものである。現象を客観的に把握して記述するためには、計測が不可欠であるから、科学と技術を結び付けた最初のもは計測である¹⁾といわれている。すなわち、科学と技術のつながりは生産の場で技術を成り立たせているもろもろの成素（素材や手段）が測られることによって成立する。それ故、原材料・副材料などの労働対象や道具・機械などの労働手段を量的に測定する必要が生じ始めた時、計測を通して、技術は科学（法則）の世界に近付いていく。工学を工業技術に関する自然科学と規定する²⁾ならば、生産の場へ計測機器を持ち込んで、労働手段や労働対象を計測することによって、工学の成立が可能になる。

和鋼の製造や日本刀の製作に代表されるように、わが国の明治以前の技術は計測というものをあまり重視せず、もっぱらかんとこつに依存する部分が多かった。たとえば、和鋼の製造では村下と称する技師長が火の状態を観察しながら、木炭や砂鉄を適宜たたらに投入して、たたら吹きを行っている。

わが国の明治以前の技術が計測よりもかんやこつを重視したことは、良品の製作を設備や機器の改善に求めず、現有するそれらを極限まで巧妙に使いこなすことによって達成するという、精進重視の職人道的名人観によっても理解できる。多分、この背景には華術・剣術・柔術ではなく、華道・剣道・柔道と称する国民性があるのではないかと

思われる。また、現状維持を絶対条件とする封建社会が長期にわたって続いたことも一因であるかもしれない。江戸期において、設備や道具の改善はお上を恐れぬ仕業として警戒された³⁾。

そのためか、明治期に入って、欧米から各種の機械製作技術が導入され、それにもなってノギスやマイクロメータなどの測定器類も輸入されたと思われるが、当初はあまり普及しなかったらしく、明確な使用記録は明治30年代後半までない⁴⁾。ちなみに名古屋地方の時計工業界では、日露戦争からノギスが入って、10分の1mmまで測れるようになった。しかし、マイクロメータが導入されて、100分の1mmまで測定できるようになったのは第二次世界大戦後といわれている⁵⁾。

明治40年代に入ると、わが国でもぼつぼつノギスやマイクロメータを使用して機械加工を行うようになったらしく、3年制の徒弟学校である東京府立職工学校では明治40年に33円でマイクロメータを購入している⁶⁾。ちなみに、明治42年の三菱神戸造船所の初任給が東大の電気工学科卒で35円、東京高等工業学校の電気科卒が28円、機械科卒が25円であった⁷⁾から、大工場がこれらの測定器類の購入を躊躇するほど、その価格が高かったとは考えられない。思うに、明治40年頃までのわが国の機械製作技術はまだノギスやマイクロメータなどの測定器類を使用するほど高度な段階に達していず、スケールとパスを主体とする現物合わせで充分間に合っていたのであろう。

しかし、欧米先進諸国の方式に準じて、厳格な規格のもとに工作機械を製作しようとするれば、おのずからダイヤルゲージやマイクロメータなどの測定器類を使用して計測することが必要になる。

表1 第二次世界大戦前の機械工業の推移（礎部）

	昭和5年	昭和6年	昭和8年	昭和10年	昭和12年	昭和14年
工場数(百)	56(9)	59(9)	79(11)	104(12)	146(14)	231(17)
稼工数(千人)	168(10)	158(10)	249(13)	368(16)	602(20)	1127(30)
生産高(千万円)	62(11)	44(9)	81(10)	133(13)	238(15)	542(22)

()内は全工業に対する割合(%)

この方式による最初のもは明治38年に池貝鉄工所で製作されたブラッドフォード型米式旋盤2台である⁸⁾。この旋盤は東京高等工業学校から受注したもので、同校のフランス講師が指導し、ダイヤルゲージやマイクロメータを使用して厳格な検査を行っている。

機械製作技術の発展段階をその主要な柱の一つである計測という面から眺めてみると、まず第一の画期的な段階がこの測定器の導入である⁹⁾。製作した機械類の精度を規格で定められた精度に恒常的に合致させるためには、精緻な工作機械の存在とそれを自在に取り扱う作業者が必要なことは論をまたないが、同時に、精密な測定器による各部の測定が不可欠である。

続いて、次の段階で問題になるのは、限界ゲージ方式の採用による互換性大量生産であろう。現代機械工業の特徴である互換性大量生産は、計測技術が著しい発展を遂げた今日、必ずしも限界ゲージを必要としないが、互換性大量生産法が確立された時点においては不可欠の計測手段であったと思われる。

互換性大量生産は、それが成立するためには外的条件と内的条件の両方を満たすことが必要であると思われる。外的条件としては、最低限、生産量に見合うだけの需要が必要であるから、輸出に主力をおくことができない場合、兵器類やマシンなどの最終消費財を除いて、自国の工業が一定の発展段階を遂げていなければならない。また、内的条件としては、時間的制約と空間的制約を超越して所定の工作精度を保証するために必要な特有の機械加工技術、つまり限界ゲージ方式の確立が必須条件になろう。

限界ゲージ方式は一定の精度を有する工作機械の確保などのハードの部分と作業方法を標準化・単純化・専門化するソフトの部分から成り立っている。後者はゲージ・工具・治具・取付具などの精密測定器具ないしは治工具、統一化された寸法規格と計測規格、ある種の機械製図技術などを基

礎にしている¹⁰⁾。

互換性大量生産はこれらの外的条件や内的条件のうち、いずれの一つを欠いても成立しないと考えられるから、その展開は機械工業における近代化の水準を測る一つの指標になり得る¹¹⁾と思われる。

わが国の機械工場における限界ゲージ方式の導入は大正3年に芝浦製作所で行われている。呉海軍工廠がこの方式で製作した14cm砲架を大正10年の工作機械展覧会に出品したことも原因して、同13年頃から限界ゲージ方式に関する普及活動が急激に高まり、翌14年には工業品規格統一調査会の第4部に挟範の特別委員会が組織される。

しかし、当時のわが国の機械工業は欧米諸国に比べて質、量ともに著しく劣り、一部の機械類を除いて、大量生産の可能なものがあまりなかったため、限界ゲージ方式の機械工業界への浸透は目覚ましいものではなかった。

限界ゲージ方式が機械工業界の注目を再度浴びるようになるのは、昭和10年代の軍需産業の活性化にともなって、工作機械や航空機などの大量生産が日程にのぼるようになってからである。

限界ゲージ方式の日本標準規格（以下、JESと略記する）制定までの状況についてはすでに別報で述べた¹²⁾ので、ここではそれ以降第二次世界大戦終結に至るまでの推移について、大雑把なスケッチを試みる。

2. 当時の我国の機械工業の状況

わが国の機械工業は、表1に示す¹³⁾ように、昭和6年に勃発した満州事変を機に立ち直りの兆しをみせる。それ以降、工場数、職工数、生産額とも増加の一途をたどり、昭和10年頃からは著しい活況を呈するようになる。さらに、昭和12年に発生した支那事変によって、機械工業の生産高は爆発的な伸びを示すに至った。

機械を作る「機械」として、機械工業の基礎をなす工作機械工業も、満州事変以降、軍需を中心

表2 金属工作機械機種別生産実績（小峰）

	昭和8年	昭和12年	昭和14年	昭和16年	昭和19年
旋盤	3363	10445	39387	20643	24568
ボール盤	784	4357	5682	6120	5990
中ぐり盤	42	237	576	521	1369
フライス盤	476	1931	7424	7297	8614
研磨版	305	1973	4995	5308	6003
歯切盤	28	212	252	536	980
平削盤	58	444	608	369	229
形削盤	369	1528	3339	1829	739
堅削盤	30	204	527	701	282
金切鋸盤	163	364	2010	1227	351
ブローチ盤	—	—	3	23	95
その他	—	193	2097	1484	4624
計	5618	21888	66800	46058	53844

とする機械工業の活性化にともなう、表2に示す¹⁴⁾ように、生産量が伸び始めた。昭和7年の中頃になると、一流工場では陸・海軍ならびに軍需品製造工場などからの注文が殺到し、在庫品を一掃したのみならず、新規受注にも応じかねるような状態になり、需要者は次第に二流以下の工場にも発注するようになって、弱小工作機械製造業者を輩出させる素因を作った¹⁵⁾。昭和8年以降、このような傾向は一層顕著になった。各工場では設備を拡張したり、下請工場を極力利用するなどして、生産量の拡大を図ったが、それでも生産が需要に追い付かず、多くの工場では受注残が一ヶ年の生産量を越えるようになり、納期が一年先というようなことも珍しいことではなくなった。

昭和4年の工作機械の生産額はわずか560万円にすぎないが、昭和11年にはそれが3650万円に急上昇している。また、支那事変勃発の翌年の昭和13年の生産量は金額で前年の4倍強、生産台数で3倍強にも達している。しかし、このような工作機械工業界の活況はもっぱら量的な側面にとどまり、質的な面では幾分進歩を遂げたものの、依然として、その後進性を払拭することができなかった。

生産される工作機械の大部分が一般工作機械で、高級な技術を要するジグ・ボール盤、歯車研磨盤、ねじ研磨盤、歯切盤、高速旋盤など、高級工作機械はそのほとんどを外国製品に依存している¹⁶⁾。また、国産が可能な工作機械類も詳細に検討すれば、多くは外国製品の模造であり、厳密な意味に

おいて、技術的な独立が達成されたとはいえない難かった。

さらに、昭和13年に制定された工作機械事業法も、200台以上の機械設備を揃えれば、保護工場として税金の減免、原材料の優先配給、奨励金の下付などの特典が与えられたので、数量的な面での生産拡充には貢献したものの、「殆ど役に立たぬような低級品の生産過剰に陥り」、品質精度の改善や能率の向上という点では所期の成果をあげ得なかった¹⁷⁾といわれている。

工作機械の生産水準は昭和13年をピークに敗戦の前年の19年までほぼ横ばいを続けるが、斯業のこのような量的にアンバランスな膨張は、軍事機械工業全体の生産計画を狂わせるとともに、零細な下請企業にその矛盾を集中させた¹⁸⁾といわれている。

零細下請業者は工場や大企業の工員から転身した者が多い。大企業では設備更新の際、不用になってスクラップ化しかけた機械や老朽工員を外部に押し出す¹⁹⁾。また、腕に覚えのある工員が親企業から独立することもある²⁰⁾。それらの工員が貯蓄ないし親戚や知己からかき集めたわずかの資本を元手に、安物の旋盤やボール盤程度の工作機械を2～3台購入したり、親企業から譲り受けた古い機械を設備して、零細業者として再起する。零細業者は人的つながりを生かして、極めて低い工賃でなかば親企業に従属した形で、元の企業に下請として入り込む。このような形態で工員が親企業から独立することは、大企業のみならず中小企業

でもみられるし、戦時でも平時でも生じる現象であるが、工作機械工業が急激に膨張したこの時期に爆発的に起こったことは想像に難くない。

このような零細下請企業では、機械や治・工具ならびに計測器類などの生産設備も劣悪であるし、技術的知識もごく一部の業者を除いて、十分なものを持ち合わせていなかったと思われる。生産性の低さは家族や徒弟の労働力の利用したり、長時間労働によってある程度カバーし得たとしても、部品の互換性や均質性などを恒常的に確保することはとうてい不可能であったし、零細経営と技術的知識の欠如が足かせとなって、技術水準の向上も期待することができず、親企業との技術格差も開く一方であった。

軍需品を中心とした需要量の急激な膨張、下請への依存度の増大、量的な面はこなしても質的な面を達成し得ない下請、組立時の現物合わせで下請の技術力をカバーする大企業、これが支那事変以降、第二次世界大戦終結に至るまでのわが国機械工業の姿ではなかったかと思われる。

3. 規格面での整備

限界ゲージ方式に関する JES 規格の整備は、昭和5年に限界ゲージ方式が、同6年には限界ゲージ自体の規格（以下、両規格と略記する）も制定され、一応の決着をみた。

規格面で当面残された課題は、万国規格統一協会（以下、ISA と略記する）の限界ゲージ方式規格草案に対する両規格の整合性の問題と、ねじ用限界ゲージ方式に関する JES 規格の制定である。

3.1 両規格制定以降の状況

両規格の制定には大阪挟範協会のグループがかなり貢献したらしく、限界ゲージの JES 規格の解説文書²¹⁾に

大阪挟範協会、陸海軍両省の提案並に内外国製造所の実例を参考として、一般に使用せらるる板「ゲージ」「スナップゲージ」「プラグゲージ」「フラットゲージ」及棒「ゲージ」の寸法形状を規定したものである。

と記されている。

大阪挟範協会と呉海軍工廠砲煩部（以下、砲煩部と略記する）はひんばんに交流していたようである。大正13年6月、大阪挟範協会が秦千代吉の

『リミット・ゲージ・システムの応用』を編纂・刊行した²²⁾のを手始めに

6. 同年7月、海軍造兵少将伍堂卓雄、海軍造兵中佐日高鉦一、海軍造兵少佐倉橋審一郎、海軍技師秦千代吉、大阪挟範協会名誉会員に推薦せらる。

7. 大正14年6月、大阪挟範協会、大阪府立工場懇話会並に大阪鉄工組合の主催にて治具、フィックスチュアに関する講演会を開催せられ、呉海軍工廠砲煩部より海軍造兵中佐倉橋審一郎、海軍技師村上惣次郎講師として招聘せらる。

8. 昭和2年5月、リミット・ゲージ・システムに就て海軍艦政本部菱川造兵中佐と大阪の佐藤氏と協議の結果、海軍案として商工省に提出案の作製をなす。

9. 昭和3年5月、大阪挟範協会副会長以下22名呉海軍工廠を見学す。

10. 同年9月、商工省の依頼により工作挟範の製作認許に就き、海軍技師沢村農夫衛大阪に出張大阪挟範協会と協定し、呉大阪協定案を決定す。

11. 昭和6年2月、大阪工業奨励館に於て「限界ゲージ方式と機械設計に就て並に限界ゲージに関する参考資料」に就て秦技師講演をなす。

など、盛んに交流している²³⁾。

両規格の制定に関与した当事者はかなりの自信を持っていたらしく、商工省の担当官であった吉田永助は「我国の規格は世界各国で最近制定した規格に比較して遜色のないものであり、或点においては更に進んだ所がある²⁴⁾」と自賛している。

昭和7年3月25日から4月20日まで、大阪府立工業奨励館で第2回国産振興精密機械器具展覧会が開かれている²⁵⁾。この展覧会には大阪府立今宮職工学校（以下、今宮職工学校と略記する）がゲージ類を、汽車製造も限界ゲージを出品している。

この頃、汽車製造の吉本源之助が限界ゲージのラップ仕上に使用するラッピング・パウダーの検討を行っている²⁶⁾。限界ゲージの生命は仕上寸法の正確さと、熱処理による経時変化や使用中の磨耗にともなう寸法変化の防止にある²⁷⁾が、そのポイントの一つはラップ仕上である。従来、ラッピ

ング・パウダーについてはあまり関心が払われていないが、ラッピング時の研削量（加工量）や仕上面の粗度はパウダーの種類や粒度によってかなり異なるから、その選択には充分注意すべきであると、吉本は述べている。

自動車製造では、社長の長谷川正五が大阪狭範協会の副会長に就任したり、工業品規格統一調査会の限界ゲージ方式に関する特別委員会で活躍するなどして、限界ゲージ方式に積極的に取り組んでいるが、一般の工場では形式的に同方式を適用していた面もある。たとえば、限界ゲージで検査を行う場合、ゲージと品物の温度がほぼ同一でないと検査結果に誤りが生じて、合格品が不合格になったり、不合格品が合格したりする。佐々木重雄は「心得た職工はこれを利用して製品寸法の瞞着を企てることが屢ある²⁸⁾」と述べ、当時のわが国の機械工場と同方式が完全に定着していなかった一端を明らかにしている。

3.2 ISAの限界ゲージ方式規格草案

ISAの規格草案は昭和6年5月にコペンハーゲンで開かれたISA技術委員会大会の第3部技術委員会第2回総会で審議され、大多数の参加国が承認を与えた。

わが国からは両規格の制定に直接関与していなかった佐々木が臨時産業合理局の命令で技術委員として参加した。わが国の参加は今回が初めてであったが、JES規格の制定直後でもあったので、JES規格に特別の考慮を払うように要請した。

帰国後、佐々木は機械学会の講演会でISAの規格草案について報告している²⁹⁾が、「将来我国のゲージ製作技術が進歩した暁に於ては、当然ISA規格に應ずるやう我国規格を改正すべきである」と述べ、さらに移行の際「現行規格との互換性を著しく失ふことなく万国統一規格を採用し得る可能性がある」と記している。ISAの限界ゲージ方式は昭和10年に最終案が発表された。その後、わが国でもISA方式の導入によるJESの改善が問題になり、苦心の末、ISAを取り入れた臨JESが制定されたが、普及しないうちに敗戦に至った³⁰⁾。

3.3 ねじ用限界ゲージ方式と限界ゲージ

ねじは用途が広いことと使用量が多いことなどで、機械要素中白眉をなすが、形状が複雑で誤差の生じる箇所が多い。したがって、その検査も有

効径・外径・谷径・ピッチ・山の角度・山頂および根元の形状などから、いくつかの項目をピックアップして測定する必要があるが、測定箇所が多岐にわたり、はなはだ厄介である³¹⁾。

そのため、わが国でねじ用限界ゲージ方式が問題になり出した頃、ねじの精密測定などもほとんど行われず、ねじに関する工学的な知識も十分でなかった³²⁾。また、切削工具の製作誤差や使用中の磨耗による変形などが直接ねじの精度に関係するが、価格の問題もあって、切削工具にあまりシビアさを要求することができなかった。加えて、検査用ゲージの製作誤差や検査時の磨耗による狂いなどの問題もあった。さらに重要なことは、おねじ（ボルト）とめねじ（ナット）の間隙の問題で、使用目的に応じて精粗の別を定める必要があったが、当然、それは当時のわが国の機械工業の技術水準を反映するものでなければならなかった³³⁾。

わが国におけるねじ用限界ゲージの使用は大正10年の砲煩部の14cm砲架の製作に始まる³⁴⁾といわれている。その後、大正13年には、ウィックマン式キャリバーゲージを主題にした、ねじ用限界ゲージに関する長文の記述が雑誌に掲載されている³⁵⁾。また、日本螺旋工業では、限界ゲージ方式でねじの検査を行っていることが、大正14年に報じられている³⁶⁾。

しかし、肝心の限界ゲージ工作法自体あまり普及しなかったこともあって、ねじに関する限界ゲージ方式も機械工業界ではほとんど広がらなかったようである。

昭和4年には、大阪府立産業能率研究所でドイツのドレスデン工科大学教授ゲー・ベルト博士の著書『DIE GEWINDE』を翻訳・編集した600ページ弱の著述が公表されている³⁷⁾。同書には、ねじの測定方法と測定機器の精度、米・英・独の三カ国のねじ用限界ゲージ方式と限界ゲージに関する歴史ならびに現状などが記されている。序言でわが国の「螺絲公差及其の検査に関する規格の制定は今後のことに属す」と述べ、この方面の調査・研究があまり進んでいないことを明らかにしている。

この問題は、同年、商工省の担当官である吉田によっても取り上げられている³⁸⁾が、「ネヂの寸法公差に就ては其の調査未だ進捗せず、結論を得る

迄には尚数年を要する見込みである」と述べている。工業品規格統一調査会の第4部では、昭和5年からメートルねじ第1号ならびにウィットウォースねじ第1号の寸法公差のJES規格の制定に乗り出した。これらの規格は昭和8年に制定されたが、そのプロセスについては

爾来3ヶ年に亘り30回の会議を開催し本邦に於ける航空機、兵器、工作機械車両其の他一般に用いられて居るねぢの精度を調査し又独、英、米の各規格及英国「アルフレッドハーバート」会社規格案を参考し尚ねぢ切用工具及ねぢ「ゲージ」の製作等の関係を考慮し（中略）更に関係各方面の意見を徴した後成案を得たものである。

と記されている³⁹⁾。

しかし、昭和8年のJES規格には二つの問題点が存在した。一つは規格中に「本表ヲ適用スルニ当リテハ嵌合長ヲ有スルねぢ『ゲージ』ヲ使用シテ有効径、山ノ角度及『ピッチ』ヲ総合検査スルモノトス」と規定されながらも、ゲージ自体のJES規格が定められなかったことである⁴⁰⁾。ちなみに、両規格では限界ゲージ方式制定の翌年にゲージの規格も定められている。

したがって、各工場がねじ用限界ゲージのJES規格を採用しようとしても、自工場でゲージの規格を定める必要があり、たとえば、陸軍ではDIN規格を使用している⁴¹⁾。これは、昭和8年のJES規格がDINをそのまま準用したためと思われるが、第二の問題点がここに存在する。

両規格では、わが国の実情に応じて、DINよりも公差を大にしている。シャフトよりもねじの方が構造的に複雑であるから、当然、ねじの公差や寸法差もDINのそれよりゆるやかにしないと、わが国の実情に合致しない。

このような矛盾が生じたのは、ねじ用限界ゲージ方式に関する経験はもちろんのこと、ねじ自体の精密測定も充分に行われていなかったという、当時のわが国の機械工業界の実情が反映したものと思われる。また、規格統一事業の意義に対する理解不足も関係した⁴²⁾のではないかとされている。

昭和8年のJES規格制定とほぼ時を同じくして、ねじ用限界ゲージを手がけるところも現われ

ている⁴³⁾。たとえば、津上製作所では調整螺子挟範を公表している。また、ねじ規範を製作している企業、たとえば日本製鋼所広島工場では「此ねぢ規範は限界ゲージ方式によるねぢの寸法を決定するため工作用として使用するものである」と、ねじ規範とねじ用限界ゲージ方式を関連づけている。

昭和12年頃から、航空機の増産が緊急課題として取り上げられるようになり、それにともなって、ねじの量産と品質向上が要求されるようになってきた。また、航空機工業以外の他の方面でもねじを限界ゲージで検査することが徐々に普及し、種々の方式の限界ゲージが使用されるようになった。たとえば、昭和12年の精密工作展覧会では川西機械製作所が雌螺子用挟範を、アルフレッド・ハーバート・リミテッドがウィックマン螺子スナップゲージをそれぞれ出品している⁴⁴⁾。また、翌年発行の『輓近の精密機械』には大井製作所がねじ限界ゲージを、津上製作所が限界ねじゲージ、限界ねじ挟みゲージならびにねじ切りタップに使用する津上式限界タップ・ゲージをそれぞれ公表している⁴⁵⁾。

このような情勢にかんがみ、工業品規格統一調査会のねじの小委員会（第4部第1委員会第3小委員会）では、昭和13年からねじ用限界ゲージの規格制定に乗り出した。昭和16年にはDINを下敷にして一応の成果を得たが、ドイツではDINよりもISAの方が普及しているということで、再度検討し直すことになり、昭和18年にISAを参考資料とした原案がまとまった⁴⁶⁾。着手から原案を得るまで5ヶ年も要したのは、各工場ともかなりの経験を積んでいたものの、技術的細目については不明な点が多く、議論が紛糾したこと⁴⁷⁾、基本方針の変更が途中で生じたこと、主査が2度にわたって交代する⁴⁸⁾など、小委員会のメンバーがひんばんに更迭され、そのたびに同じ議論がむしかえされたことなどによるが、議案の調査に主として当たった三井精機工業の大曾根武文が奮闘して、ようやくまとめ上げた⁴⁹⁾。

この原案は機械学会の精密機械部門委員会で討論されている⁵⁰⁾が、官私各工場は必ずしも完全に納得したわけではない。たとえば陸軍兵器行政本部の福田健太郎は、陸軍では相当長くDINを使っているのに、実績のないISAへすぐ移行するこ

とはなかなか難しいと述べている。また、東京螺子製作所の小川茂夫や中島飛行機の高橋重は有効径、外径ならびに谷径を別々に測定する A ゲージは日本では使われていないので、規格案から削除すべきであると主張している。なお、三菱重工業東京機器製作所の石原誠一郎が「現在相当単測のねぢゲージが多く使はれてをるのですが、将来は（中略）限界ゲージだけになるものでせうか」と述べ、高橋が「非常にねぢ（用限界；筆者注）ゲージが足りない現状」と語っているのは、当時の機械工業の状況を知るうえで興味がある。

ねじ用限界ゲージは昭和18年に臨時 JES として制定された。この頃、1人の女子工員が限界ゲージを使用して1日3000本のボルトを検査したといわれているが、星型エンジンのシリンダー締付ボルトだけでも膨大な数になったので、自動検査器の開発も試みられた。しかし、基礎研究の段階で終戦に至った⁵¹⁾。

4. 限界ゲージ方式に関する実情

4.1 昭和10年代前半の状況

4.1.1 著書

昭和10年頃から、機械工業の著しい復調にもなって、限界ゲージ方式が再度話題になり始めた。たとえば、この頃から注目を集め出した精密測定法関係の著書でも、同方式の記述にかなりのページ数が割かれるようになった。この方面の権威である青木保が同年公表した著書では、限界ゲージ方式の記述が220ページ弱中23ページを占めている⁵²⁾。同様に、松村光亨のもので460ページ強中75ページにわたって記されている⁵³⁾。

また、限界ゲージ方式関係の著書も、城谷正⁵⁴⁾と長沢寸美遠⁵⁵⁾によって、タイミングよく公表されている。

城谷は呉海軍工廠に勤務した海軍技師で、明治42年に大阪高等工業学校機械科を卒業し、すぐに海軍の技術畑に入っている。限界ゲージ方式に関する海軍の草分けの一人で、大正8年以来、同方式に関与している。『限界ゲージ方式 機械設計製図』は、昭和6年に工政会から限界ゲージ方式に関する著書を依頼されて書き始めたものであるが、昭和9年3月に病没したため、海軍造兵少将の渡辺貫三郎の校閲で翌10年に上梓されている。なお、

同書は雑誌に新刊紹介として取り上げられている⁵⁶⁾。

長沢は前陸軍技師で、明治42年に東京帝大の機械科を卒業し、永らく東京工廠に勤務した⁵⁷⁾。陸軍の限界ゲージ方式の草分けの一人で、大正14年頃、陸軍挾範研究委員会の委員として活躍している。

この時期、偶然とはいえ、陸軍と海軍の技術畑で永らく限界ゲージ方式に携わった二人の技術者によって、同方式に関する著書が公表されたことは、日本の戦前の機械工業の性質を考えるうえで興味深い。

昭和12年には、今宮職工学校教諭の井上善吉が限界ゲージ方式に関する著書を公表し⁵⁸⁾、雑誌にも新刊紹介として取り上げられている⁵⁹⁾。同校の佐藤秀也校長は JES の両規格の制定に際して、原案の制定に直接従事するなど、同方式の初期の研究・普及活動に大きな足跡を残している。井上は佐藤の忠実な片腕として、大阪挾範協会が大正13年に刊行した秦の『リミット・ゲージ・システムの応用』の編纂に従事したり、同15年に佐藤と岸井が公表した『嵌合規格調査資料 第一篇』を手伝ったりしている。また、JES 規格の原案作成の手助けもしている⁶⁰⁾。

井上の著書の序文を乞われた松村鶴造は、「同氏は右限界ゲージ方式の実施が遅々として進まず、其の制定後既に6ケ年を経過したる今日と雖も普及思はしからざるは、本方式の応用に関する良書の乏しきに因るとし、此欠陥を補ふの目的を以て（中略）、本書を著述」したと、井上が執筆を決意した動機を記している。限界ゲージ方式の普及の遅れは、松村の記述に引く井上の言のように、必ずしも良書の有無だけに起因するものではなく、当時のわが国機械工業がはらんでいた本質的な矛盾に基づくものと思われる。

4.1.2 大阪府立工業奨励館

大阪では、大阪挾範協会の活動を支える柱の一つとして、大阪府立産業能率研究所が限界ゲージ方式の研究・普及活動に貢献してきたが、同所では昭和4年の第1次削減によって担当スタッフ2名が退所し、同方式の研究・普及活動の戦線から離脱した⁶¹⁾。

この肩代わり役として登場するのが、大阪府立工業奨励館である。同館では、たとえば昭和5年

3月に大阪挟範協会の中心メンバーの一人である佐藤が嘱託に就任しているし、同年11月には限界ゲージ方式に関する講演会を主催している⁶²⁾。また、昭和8年11月にも大阪挟範協会と共同で限界ゲージ方式の普及講演会を開いている⁶³⁾。

しかし、大阪府立工業奨励館が限界ゲージ方式をも含めた精密工作法の普及・指導活動に本格的に乗り出すのは、昭和10年4月の機構改正によって、機械器具改良指導部が設置されてからである。同部の所管業務には「限界ゲージに関する知識および実施の普及」や「限界ゲージの検査ならびに補正」が取り上げられている⁶⁴⁾。

『精密機械』の昭和11年2月号は、機械器具改良指導部が同年11月から翌年3月に精密工作展覧会開催の計画を立てた、と報じている。また、翌3月号には、各種ねじの測定依頼の増加を見越して、ユニバーサル・メジャリング機を昭和11年度に購入することになった、と記されている。さらに4月号では、リミットゲージ・各種ねじ・計器などに関しても、学理と実際の両方について研究し、指導することを明らかにしている⁶⁵⁾。

機械器具改良指導部ではゲージ工の養成にも乗り出している。これは関係各工場から派遣された技工にゲージ製作技術を習得させるものである⁶⁶⁾。これに関連して、佐々木寅雄は限界板ゲージの製作技術を習得するためには約4ヶ月の期間が必要である⁶⁷⁾と述べている。実習設備費については、ブロックゲージと焼入装置以外に150円もあれば充分であるとしている。大阪府立工業奨励館の創立30周年記念誌では、第二次世界戦大戦終結までの状況について

限界ゲージの普及ならびに製作の指導にも着々とその成果をあげ、直接ゲージを必要とする工場にはゲージ工を置くことを勧奨し、月々15名内外を3ヶ月～6ヶ月間にわたり基本的に指導養成したが、その人員は約600名に達し、(中略)同時にまた各工場よりの依頼に応じ、磨耗したゲージの補正を行い、これまたその点数2000点を数えた。

と総括している⁶⁸⁾。

昭和11年6月号の『精密機械』には、機器具改良指導部でかねて編纂していた『限界ゲージ方式適用例』が完成したことを報じている。翌7月に

は、大阪府検度課、大阪挟範協会および日本度量衡協会と共催で精密機械に関する講演会を行っている。また、同年11月には青木の講演「我国機械工業の現状に就いて」を大阪挟範協会と共催で実施している⁶⁹⁾。

昭和11年末には予算6000円で精密工作展覧会を大阪府立工業奨励館で行うことを決めている⁷⁰⁾。期間は翌年4月1日から18日までである。この展覧会の趣旨では

晩近の機械器具は益々機構の精緻と工作の正確とを要求せられつつあり、然るに我国に於ける之が技術は未だ欧米諸国に及ばず又所謂精密機械器具の製造は猶多大の遜色あり

と日本の機械工業の後進性を正面から指摘している⁷¹⁾。

4.1.3 ゲージ業界

昭和10年頃、すでに限界ゲージ不足の声がきかれる⁷²⁾が、翌11年頃になるとゲージ業界も活況を呈するようになる。既存メーカーの黒田挟範製作所ではブロックゲージや調整式スナップゲージなどの新製品の販売を開始するが、夏頃からは工場が狭隘になったために新工場の建設を開始する⁷³⁾。池田ゲージ製作所も従来からの限界ゲージや各種精密ゲージに加えて、工具・ゲージ・ねじゲージなどの検査に使用する光学的各種工具ゲージ測定器を試作する⁷⁴⁾。新規参入では、人絹ポット加工メーカーである小川鉄工所がスクリュゲージ、ブロックゲージ、スナップゲージなどの製作に乗り出す⁷⁵⁾。工作機械メーカーの大阪若山鉄工所でも限界ゲージやブロックゲージなどの製作に着手する。また、石井工具製作所では限界ゲージの製作を手始めに、ゲージ業界へ進出する⁷⁶⁾。既存メーカーからの独立では、六郷製作所の取締役兼技師長の猪瀬が猪瀬挟範を設立し、ゲージ類やマイクロメータの製作に踏み出す⁷⁷⁾。

昭和12年に入ると、機械工業の生産増強や精密化などによって、ゲージ類やマイクロメータなどの需要が一層増加し、既存メーカーの設備拡充や新規メーカーの参入が積極的に行われるようになる。新規参入では、不二越鋼材がマイクロメータ・限界ゲージ・テーパーゲージなどの製作に着手し、精密測定器具の分野に進出する。北方製作所も研究中の新限界パスを完成する⁷⁸⁾。大阪若山鉄工所

では工場の拡張が完成し、ねじゲージの大量生産を開始する。また、極東精密工作所、日本測定工具製作所、園池製作所などでも生産設備を拡充して、マイクロメータなどの増産を図っている⁷⁹⁾。

昭和12年の東京鉄工機械同業者組合員名簿によると、主要製作品として限界ゲージをあげている企業は宇都宮製作所、黒田挟範製作所、真工社間島挟範工作所、東洋精機などである⁸⁰⁾。そのほか、園池製作所がゲージを、清水精密機械工具製作所が規範を製作している。ちなみに、昭和8年の『最近の精密機械』では、津上製作所(後、東洋精機；筆者注)とならんで園池製作所の限界ゲージも記載されている⁸¹⁾。

昭和12年4月の精密工作展覧会には、大阪府立工業奨励館、日本エヤブレーキ、園池製作所、陸軍造兵廠大阪工廠、島津製作所、大阪若山鉄工所、阪野商店などが限界ゲージと明記して出品している⁸²⁾。それ以外では、今宮職工学校が「JES 限界ゲージ方式嵌合等級及種類ニ関スル資料」を、北方製作所が限界パスを展示している。北方製作所の限界パスは2個のキャリッパーを一つに組み合わせて、開き具合を微調整する装置と固定する装置を取り付けたもので、限界ゲージにくらべて価格が安く、一つの装置でかなり広い範囲の寸法に使用できるメリットがある。

黒田挟範製作所の精密工作展覧会への出品物には限界ゲージが記されていないが、昭和13年刊行の『輓近の精密機械』には、同社のKKS型調整式限界スナップ・ゲージが今宮職工学校の限界ゲージや津上製作所(昭和12年設立；筆書注)の津上式調整限界ゲージとならんで掲載されている⁸³⁾。今宮職工学校では限界ゲージ方式の強力な推進者であった佐藤校長が昭和8年5月に病没している⁸⁴⁾が、限界ゲージ方式の修得を修学目的の一つとする精密機械科が存在することもあって、それ以降も限界ゲージ方式の考究を行っていたのであろう。

なお、限界ゲージの製造状況については、昭和13年頃、「製造業者は目下多忙を極めて居る様な状態である」と記されている⁸⁵⁾が、それでも国内の需要をまかないきれず、「生産も甚だ立遅れて居り、40%以上が海外に依存している状態」である⁸⁶⁾。

4.2 昭和10年代後半の状況

4.2.1 著書・論文

昭和16年には、吉本源之助が著書を表している⁸⁷⁾。彼は序文で、限界ゲージ工作法が精密工業における多量生産や互換性部品の製作に欠くことのできないものでありながら、「その普及が未だ充分とは言われない」と述べている。同じ頃、吉本は寸法測定の能率向上を論じている⁸⁸⁾が、いかにも日本的で、もっぱら測定用の治具や測定器具の形状など、小手先の改善に終始し、測定の自動化についてはとおりいっぺんの説明しかしていない。昭和18年にも、彼は測定能率について論じている⁸⁹⁾が、自動化については表面的で、あまり力を注いでいないようである。ちなみにこの方面については、昭和11年に米国製のエレクトロ・リミットゲージが紹介されている⁹⁰⁾し、昭和14年には旭式精密工作測定器が公表されている⁹¹⁾。

昭和17年に入ると、三縄秀松⁹²⁾や藤井忠二⁹³⁾の限界ゲージ方式に関する著書が刊行されるし、徳山進一もゲージ製法についての著書を公表する⁹⁴⁾。このうち、三縄のものは『機械学会誌』の新刊紹介で取り上げられている⁹⁵⁾。

三縄は互換性部品による多量生産の必要性を説いているが、「現下主要機械工業生産品は殆ど本方式に依って工作図面を作製せられては居るが実際の工作工程又は検査階梯途上に於ては、未だこれが徹底化されぬ憾みがある(中略)思ふに本方式が一般機械工業従業員に充分理解されるに至らぬことが、実施上の大きな障害となつて居るのではあるまいかと考へられる」と述べている。また、彼は別の著書で「従業員の大多数が依然として『勘』に依って仕事をして居る場合が多々見受けられる⁹⁶⁾」と記している。

昭和18年の乙部俊爾の著書では「工具の器用さに物を言わせて互換性のない品物を市場に送っていた工場があったのも極めて近い日のこと⁹⁷⁾」と過去形で記されている。しかしこの年、三縄は多量生産と限界ゲージ方式が「不徹底な状態に放任され(中略)無意味なる労力と貴重なる資材を浪費しつつある」と現在形で述べ、その例として、航空機や戦車や自動車などに使用されるガソリンエンジンをあげている⁹⁸⁾。すなわち、ガソリンエンジンの部品はいずれも互換性を必要とするものであり、「殆ど例外なく限界ゲージ方式工作法に依る

製造図面に依って加工せられて居ることは明かであるが、実情は限界ゲージ方式の採用を徹底的なものとして、生産能率を極度に上げんとする精神とは非常に背馳」している。たとえば、その主要部品であるシリンダーとピストンの嵌合状態は非常にシビアであるから、限界ゲージを使用して精緻に検査する必要があるが、現実には部品の「寸法を数値に依って表現すべく、依然として物指に依る検査が行われて居ると思ふ」と記している。

4.2.2 中小工場と限界ゲージ方式

昭和14年頃、松田竹太郎は中小機械工場の欠点として、優良な設計図面を所有しないこと、材料の選択が妥当でないこと、工作法が不完全であることをあげている⁹⁹⁾。しかし、工作法については、多くは現物合わせの原始的方法であり、治具やゲージ類もほとんど使用されていない、と指摘している。

この頃から、理工学系の学者や現場技術者のみならず、経済学者も機械工業の精密化や大量生産に付随して、限界ゲージ方式に言及するようになった。

小島精一は、機械工場が「精密大量生産方法」を確立するためには、「経営を合理化して、生産能率を増進させると共に作業の合理化をはからなければならないが、これについては、当面 (イ)経営の合理化専門化 (ロ)規格の統一 (ハ)限界ゲージ工作法の採用」が必要である、と述べている¹⁰⁰⁾。すなわち、わが国の機械工場は原材料の「自己生産」から部品の製作ならびに製品の組立まで、必要以上に無理な一貫生産を行っているが、機械工業は「組立製作」を特徴とし、しかもそれが必ずしも連続作業であることを要しない。したがって、「基本会社」は材料と製作方法のみを決定し、部品の製作は各専門業者の設備と技術を利用して「一定の規格と標準工作法」で専門的に製作させ、一ヶ所でそれをまとめて、組立作業のみを行えばよい。

ただし、この「製作専門化」ができるためには、各部品が共通した寸法公差で仕上げられていることが必要であるから、部品の形状・寸法・性能ならびにその検査方法などが統一されなければならない。欧米先進諸国では早くから工業品の規格を統一している。「商工省でも工業品規格統一調査会を設備」し、JESを制定しているが、一般に「そ

の実施は未だ非常に遅々たる」ものである。

「以上の作業の専門化、組織化、大量生産、互換性、標準化の問題を解決するには(中略)限界ゲージ工作法に依るのが、最も確実かつ経済的な方法である。しかしこの限界ゲージ工作法は(中略)我国機械工業において充分採用されて居ず、特に中小工業にあっては殆ど皆無である」と、小島は中小工場の現状を述べている。

町工場の中には「東京の某電気機械器具工場 H 製作所 K 工場(巨大工場)」の下請のように、工員数が5、6名から2、30名程度の零細工場であっても、親会社から技術的指導を受けたり、治具やゲージを貸与されて、互換性大量生産に耐え得るようなモータ部品を製作している工場もある¹⁰¹⁾。しかし、一般の町工場では作業が未分化で、工員が専門化していず、たとえば仕上げであっても、多能的にミーリングも使えば、セーパーやボール盤も使うという状態である。

従って仕事は多くその職工の「勘」に拠って行はれ、純然たる町工場で仕上げられた職工は図面の見方も検査具や、挟範類の使い方も正確に知らずいはゆる寸法の観念に乏しいのである。(中略)「勘」によって(中略)一応嵌合せ(品位)のよい機械が作られるとしても、寸法の正確さは保証されない。例へば一方のシャフトが0.5耗細過ぎると「その相手を0.5耗だけ大きく仕上げると言った如く」町工場では寸法の正確さが全く犠牲にされている。従ってかりにシャフトを削る仕事と孔を明ける仕事を別々に行はしめたとすれば、恐らくどれにも合はないものが続出して、町工場の生産にはいはゆる大量生産への条件が全く欠けていることが明白になるであろう。

この小宮山琢二の文章は、普通のレベルの中小機械工場では分業による互換性大量生産が体質的にまったく不可能であることを示している。

しかし、反面、かんによる合わせ仕事は中小機械工場の命綱でもある。町工場では「規定の寸法と若干相違」があっても、「問題は『品物』になりさえすれば」よいのである。それを「一々オシャカ」にしていたら、「オマンマにならない」ので、シャフトが0.5mm細過ぎると軸受けを0.5mm太く仕上げるといような「要するに『押付け仕

事』をやって済ます」のである。

木内誉治は「此の事こそはその安い労賃と相俟って、町工場をして極めて貧弱な19世紀的工場設備にも拘らず、よく大工場と並んで其の社会的な体面を傷けることなく、堂々経営を続けて行かれる得る秘密でなければならない」と述べ、第二次世界大戦終結前のわが国中小機械工場の製品に必ずついたといっても過言でないと思われる形容詞、「安かろう、悪かろう」の背景の一端を示している¹⁰²⁾。

同じ頃、豊崎稔もわが国中小機械工場の生産技術の劣悪さを論じている。豊崎は、藁谷英彦が八幡浜鉄工業組合に属する機械工場について分析した

従って何を作るにも凶面らしい凶面は使ってをらず、寸法の観念が全くなく、況んやゲージを使ふことなどは思ひもよらない。材料の良否も考へる余地はなく、安くさへあれば強さや耐久力はどうでも宜しい。工作法も公差であるとか、間隙であるとか、七面倒臭いことは考えず、全く感でやっている。形さへ出来て、廻る所が廻り動く場所が動けば満足しているのである。

を引用しながら、大阪などの機械工業地帯における下請制機械工場の状態もほぼ似たようなものであろうとしている¹⁰³⁾。

このような状態は終戦までついに改善されず、関西地方の中小工作機械製造工場では、自工場で製造した工作機械の精度検査に「誤差の著しい大きいダイヤル・ゲージを使用している工場の、夥しいことを発見して、一驚を喫した¹⁰⁴⁾」と記されている。

なお、時期的に少し前後するが、加藤精一も限界ゲージ方式に言及している¹⁰⁵⁾。彼は他の論者とは異なり、

最後に精密化への傾向であるが、この要請は主として兵器、自動車、航空機工業等の技術的発達が然らしめた所であって、近年これが為に限界ゲージ、ネジゲージ、マイクロメーターの需要と、その一層の精度高化とを促進せしむるに至った。

と述べ、大量生産と限界ゲージ方式の関係については触れていない。

表3 精密工作展覧会の役員に就任した限界ゲージ方式に関する著書・論文の執筆者

展覧会役職名	役 職	氏 名
評議員	京都帝国大学教授	菊川清作
	東京工業大学助教授	佐々木重雄
	汽車製造株式会社技師	吉本源之助
	京都帝国大学講師	
	住友私立職工養成所教師	福田松次郎
鑑査兼審査員	京都帝国大学名誉教授	松村鶴藏
	東京帝国大学教授	青木保
	京都帝国大学教授	菊川清作
	汽車製造株式会社技師	吉本源之助
	京都帝国大学講師	
実行委員	大阪府工業奨励館地方商工技師	佐々木寅雄

4.3. 陸軍や鉄道省などの動き

4.3.1 陸軍工廠

陸軍工廠における限界ゲージ方式の導入時期は工廠によってかなり異なっている。

東京工廠や名古屋工廠では昭和初期に限界ゲージ方式を実施している¹⁰⁶⁾が、大阪工廠では日支事変頃にゲージシステムが本格的に採用されるようになったといわれている。これについては、十時雅が「砲兵工廠でゲージの責任者として（中略）武用さんが、ゲージ（工；筆者注）の養成をしまして（中略）武用さんが大阪府の工業奨励館で安富さんという方と色々相談し、また研究されました、大阪の陸軍式のゲージが確立した¹⁰⁷⁾」と述べている。ちなみに、昭和12年の精密工作展覧会には大阪工廠が限界ゲージを出品しているが、表3にしめすように、同展の役員名簿には武用や安富の名がない¹⁰⁸⁾。

軍需品の製造については、東京商工会議所の主催によって、昭和13年6月20日から7月2日まで開かれた工業講演会で、講師の一人として講演した関口八重吉が「今日作って居る軍需工業品の大部分は、限界ゲージを使って拵へた物が多い¹⁰⁹⁾」と述べている。

同じ頃、小島も「銃砲、弾丸、タンク、航空機等の近代兵器」は部分品の数が多く、しかも「精密なものを大量に生産しなければならない」から、限界ゲージが多量に必要である。したがって、今後はゲージ類の大量生産にむかっておいに努力

しなければならぬ、と述べている¹¹⁰⁾。しかし、この頃から限界ゲージに使用する工具鋼の不足が表面化するようになる。

小倉工廠では多数のゲージ類を使用していたらしく、昭和14年に原子水素溶接で測定面に盛金した挟みゲージの製作例を報告している¹¹¹⁾。これは材料欠乏の結果、窮余の一策として実施したものであるが、破損して廃品化した挟みゲージなどの検査具の再生にも溶接を利用している。溶接の採用によって、節約された挟みゲージ用の工具鋼は毎月約500kgになると記されている。

昭和16年には精密旋盤の試作結果を報告している¹¹²⁾。これは精密工作機械類の入手が困難になったため、造兵廠で自家設計したものである。民間工場を利用して大量生産が行えるように、試作と並行して、治具・ゲージなどの製作も実施している。大量生産が目的であるから、限界ゲージを多数製作して、部品の互換性に重点を置き、すべて限界ゲージ方式を採用している。

4.3.2 鉄道省

鉄道省の各工場も限界ゲージ方式の導入時期は著しくばらついている。工作局はすでに大正末期頃、車両用適合方式として、DIN規格を採用している¹¹³⁾。昭和12年には小倉工場の木田良徳も、先行研究である白浜浩の報告¹¹⁴⁾を参照しながら、限界ゲージ方式の嵌合等級と工具の関係を自工場で調査している¹¹⁵⁾。また、昭和14年には、工作局の佐々木新助が限界ゲージ方式を採用して機関車のピストンを補修する場合の工作の仕方を解説している¹¹⁶⁾。

しかし大宮工場では、昭和12年に旋盤を試作するまで、限界ゲージ方式による作業経験はほとんどなく、限界ゲージも保有していなかったようである¹¹⁷⁾。同工場では昭和12年3月頃から省工場用工作機械として、資源局型8尺全歯車旋盤を10台製作する計画を立て、限界ゲージ工作法を用いて翌年3月に2台完成させている。規格はJESの限界ゲージ方式を採用して、特に精度を要する球軸受の取付部のような箇所は1級とし、一般の嵌合部は2級、精度をあまり必要としない部分は3級としたが、少し矛盾を生じたこと、製作を担当した木原勝一は述べている。

4.3.3 一般工場

戦前のわが国の機械工業において、織機は代表的な量産品であった。織機の製造に対する限界ゲージ方式の適用は大正初期頃から始まるが、昭和11年刊行のメーカーの文書には、豊田式織機の名声は諸種の機構改良に加えて、「相互交換式、並に制限規範式（限界ゲージ方式、筆者注）により機能の統一をはかりたればこそ、本機が永く燦たる光輝を斯界に放ちつつある次第なり¹¹⁸⁾」と記されている。

東洋鋼板の工作機械工場を母体として、昭和14年に設立された東洋機械では、精度の良い工作機械を多量に生産するため、約400種類の治具と約1500種類の各種ゲージを使用している¹¹⁹⁾。また、高級工作機械メーカーとして、外人技師の技術指導のもとに設立された大日本兵器も全面的に限界ゲージ方式を採用している¹²⁰⁾。

この頃、欧米の機械工場¹²¹⁾やドイツの航空機工場¹²²⁾を視察した民間の機械技術者は異口同音に治具や限界ゲージを使用して大量生産を行っていることを報告している。また、ドイツの戦時状態を視察した陸軍の関係者も、同国の機械工業を例にひきながら、限界ゲージ方式による互換性部品の製作をさかんに強調している¹²³⁾。

しかし、限界ゲージ方式の実施状況は不十分であつたらしく、外人技師の指導のもとに厳格に同方式を実行していた大日本兵器の石原勲は「方々の工場に行って折角立派に機械加工されたものが鑪とか其の他のもので擦り回されてそれを組立に使用されて居るのを見る」と目から涙が出る。機械工が一生懸命作ったものをなぜ「変形さすのか。所がそれが変形ではなくして、斯くしなくては其の部品が与えられた所に取付けることが出来ない結果でさう云ふことをやって居るといふことを知る」と痛憤を感じる¹²⁴⁾、と記している。

富士通信機の鶴五郎も、日本で治具および検査具が発達しないで今日に至ったのは、ほとんどが注文生産で、大量生産が行われなかったためであると分析し、昨今のような多量生産の時代においては、「寸法を検査するには其寸法を測定するといふ遣方でなしに、公差の範囲内にあるやを検査すべきである¹²⁵⁾」と述べている。彼は、また、「普通のユニバーサルな検査具、色んなリングゲージ、プラグゲージ、マイクロメーターなどは多量生産に

は余り使って頂きたくないと思ひます。多量生産には、その品物のみに使ふ検査具が必要だと思ひます。それにはリミットゲージシステムが必要になります¹²⁶⁾」と語っている。

5. むすびにかえて

大正末期頃から第二次世界大戦終結に至るまで、「感の工業、器用な職工の手になった工業、(中略)一面から見れば斯くの如き工業製品は骨董品に過ぎない。精密なるゲージを唯一の案内者として製造さるべき工業品は将来の市場を圧倒するものであり(中略)骨董品製造は芸術家に委かせて置けばそれで充分である¹²⁷⁾」などと、多くの識者がかんやこつを主体とする合わせ仕事から脱却して、限界ゲージ方式に基づく交換性部品による機械の製作を主張した。しかし、手先の器用さと熟練をいたずらに誇る職人的気風は生き続けた。特にわが国の工業生産活動に重要な役割を果たした中小企業では、昭和10年代に入っても、限界ゲージはおろかマイクロメータすら満足に所有していない機械工場も数多く存在し¹²⁸⁾、寸法精度の確保はもっぱら作業者の熟練とかんを頼りにスケールとパスによる現物合わせて行われ、寸法精度の劣悪さが嘆かれた。

第二次世界大戦末期、わが国で工作機械製造の技術指導に従事したスイス人技師ビクトル・ガントネルは、日本人は知能は優秀であるが、機械を作る場合、正確さに対する概念が非常に鈍い。「だからスペシャルスパナの注文をすとして、マージンを10分の1ミリに注文しても、それが2分の1になったり、全然使えないやうなものを持って来る」と、合わせ仕事中心で進んできた日本の工作機械工業を批判している¹²⁹⁾。

昭和10年代に入って急成長を遂げた大量生産型の自動車工業や航空機工業なども事情は同じで、限界ゲージ方式は「逐時浸透していったが、現場からはあまり歓迎されず、職工はパスをもって測定することになれ、検査工程においてもこの方式を嚴重には実行していなかったようである。(中略)戦時中多くの部品を作りながら『飛ぶ飛行機』は少数しか生産できない」というような状況に立ち至った¹³⁰⁾。

昭和30年代から始まった経済の高度成長期を経

て、わが国の機械工業は寸法精度の正確さで象徴される品質の良さと価格の安さで、多くの分野において、世界に覇を唱えるようになった。価格については為替レートの関係などもあるのでしておくとして、戦前のわが国の機械製品のほとんどは、寸法精度のばらつきをも含めて、つねに品質の劣悪さが問題になっていたから、戦後わずか2、30年の間に、なぜかくも激しい変貌を遂げたのであろうか。

この問題は今後さらに追求されなければならない課題である。一般的には、QCサークルやOJTなどで示されるように、終身雇用制と年功序列賃金ならびに企業内組合の三つの制度を背景とした、品質管理技術の発展に負うところが大きいと考えられるが、寸法精度の問題にしばって、その背景をさぐってみると、戦中・戦後の一時期の体験が機械工業における寸法精度の概念に大きな変化をもたらしたのではないかと思われる。すなわち、

- 1) 結果的には失敗に終わったものの、第二次世界大戦中の大量生産に付随する寸法精度改善の努力が、技術導入をも含めた戦後の技術発展の土壌となったこと
- 2) 大戦中の精神至上主義が、敗戦のショックによって、科学万能主義に転化するとともに、「米英鬼蓄」の裏返しとしての米国救世主的イメージがそれに合体し、規格ないし仕様書による寸法精度確保を重視する米国技術への全面的な崇拜感情が生じたこと
- 3) 米国流のきびしい寸法精度の概念が占領中の米軍への物品納入やそれに続く朝鮮戦争特需の受注を通じて浸透したこと

などが考えられる。

第1)項については、ケースは異なるが、科学的管理法の分野で上田武人がつとに指摘している¹³¹⁾し、機械工業では星野芳郎と向坂正男が

たとえ失敗したにせよ、おびただしい資金を浪費したにせよ、また軍事工業の形のもとはあったにせよ、とにかく日本の機械工業は、歴史上はじめて全面的な大量生産方式を経験した。また、一方では前近代的な生産構造を拡大しながら、他方では近代的な生産構造の土台をきずいたこともたしかである。こうした蓄積は、第二次世界大戦後の日本の機械工

業にひきつがれた。

と記している¹³²⁾。

第2)項と第3)項の問題については、旋盤作家の小関智弘の体験に集約されているように思える。彼はつぎのように記述している¹³³⁾。

岡本さんは(中略)北村鉄工所を辞めていった。鉄工所から新しく注文のきた特需の仕事を旋盤で加工して、岡本さんは大量の不良品を出したのだった。(中略)北村さんも、鉄工所から呼びつけられるまで、まさか納入したものが全部オシャカだとは知らなかった。(中略)特需品は、日本の工場で使う部品のように特別に採用してくれるということはけっしてなかった。図面に書かれた寸法精度を少しでもはずれたら不採用になった。不採用はそのまま罰金につながった。アメリカ式の契約に不慣れな岸田さんや歌川さんは、そこを何とかするのが工場主の腕ってものだと噂はあったが、米軍の検査はけっしてそれを通さぬようだった。北村さんは、工場の人々を集めていった。

「俺は外地で工兵をしていたから知っている。戦地で、野砲や戦車の部品を組む段になって、日本の兵器がどんなにいい加減だったか。俺たちは、日本の兵器工場を呪ったものだ。現物合わせなんてことは、アメリカでは通用しないんだ。それはアメリカの工業の立派なところだと俺は思う」

(中略)わたしは、ノギスやパスの入った小さな道具箱を抱えて立ち去ろうとする岡本さんから、逃げションをかけられたような裏切りを感じた。(中略)工場はまた三人に戻ってしまった。それなのにいったん増えた特需の仕事は、けっして減りはしなかった。

計測器類を工具の個人負担にしたまま、限界ゲージすら準備しない工場、測定精度こそスケールからノギスに変わって向上したものの、依然としてパスで当りを取って精度を確保する工具、計測器類の不備からくる誤作の発生、朝鮮戦争特需景気で一息つく工場主とそれに追いまくられる工具など、小関の記述はまだ近代化していない当時の中小機械工場の実相を知るうえで興味深い。圧巻は米軍の寸法精度に対する厳格な姿勢とそれにと

まどうわが国中小企業の姿である。また、工場主が莫大な損害にもかかわらず、「それはアメリカの工業の立派なところだ」と米軍のやり方を全面的に称賛している。この態度のなかに、米国技術に全面的に帰依する当時の大部分の日本人の心情をみることができる。

なお、小尾洋介も戦後のゲージ業界の状況について、「軍関係或は民間軍需関係の多くの技術者が、敗戦後、新旧、大小を問わず全国のメーカーに散り、ゲージシステムの価値を認識させ、その活用を促した」と述べるとともに、米軍特需が「ゲージ類の常備と使用」を「強制」し、それが「民生生産における、特に限界ゲージ方式の普及に側面的に大きく作用したとも言え」る¹³⁴⁾と記している。

注

- 1) 三枝博音著『技術の哲学』岩波書店、1977、55～62頁
- 2) 石谷清幹著『工学概論(増補版)』コロナ社、1979、166～170頁
- 3) 奥村正二著『火縄銃から黒船まで』岩波書店、1975、19頁
- 4) 宮崎正吉「マイクロメータの歴史」『日本機械学会誌』第85巻、1982、1358～1364頁
- 5) 内田星美著『時計工業の発達』服部セイコー、1985、255～258頁
- 6) 『東京府立職工学校一覽』東京府立職工学校、1908、17～21頁
- 7) 深尾淳二「神船の思い出」『和田岬のあゆみ上』所収 三菱重工業株式会社神戸造船所、1972、1～45頁；この年は不景気で採用人員も少なかったが、電気工学専攻者だけは別で、卒業者は奪い合いであったという。
- 8) 永瀬恒久「旋盤」『日本機械工業50年』所収 日本機械学会、1949、487～493頁；なお、池貝鉄工所では明治22年から旋盤を製作している。この年作られた2台の英式9呎旋盤は現物見本によって木型を作って、鋳物を吹き、これに合わせて火造物を加工し、組立てたといわれている。
- 9) 奥村正二著『工作機械発達史』科学主義工業社、1941、213～217頁

- 10) 小林達也訳 (オット・マイヤー編)『大量生産の社会史』東洋経済新報, 1984, 113~136頁
- 11) 『日本科学技術史大系第18巻・機械技術』第一法規出版, 1967, 405~409頁
- 12) 川村正晃「わが国における限界ゲージ方式の導入と定着」『計量史研究』第8巻第1号, 1987, 1~10頁
- 13) 磯部喜一「中小機械工業の統制組織」『社会政策時報』第247号, 1941, 48~82頁
- 14) 小峰喜一著『工作機械の話』小峰出版, 1957, 48~60頁
- 15) 中島仁之助「産業労働総観」『社会政策時報』第246号, 1941, 31~114頁
- 16) 青木保「国産工作機械及計測器の現状」『精密機械』第6巻, 1939, 769~777頁
- 17) 前掲 15)
- 18) 星野芳郎, 向坂正男「戦争と日本の機械工業」『現代日本産業講座V 各論IV 機械工業I』所収 岩波書店, 1960, 48~65頁
- 19) 藤田敬三「大阪市に於ける下請の調査(上)一特に機械器具工業の下請に就いて一」『社会政策時報』第226号, 1939, 75~103頁
- 20) 小宮山琢二著『日本中小工業研究』中央公論, 1941, 101~106頁
- 21) 「昭和6年度に決定したる日本標準規格」『産業合理化』第5篇, 1932, 143~162頁
- 22) 前掲 12)
- 23) 秦千代吉「故佐藤校長が呉海軍工廠砲煩部に関係せる事項」『佐藤秀也先生頌徳誌』所収 大阪府立今宮職工学校同窓会, 1934, 36~38頁
- 24) 吉田永助「日本標準規格限界ゲージ方式に就て」『精密機械』第1巻第5号, 1934, 143~155頁
- 25) 「第2回精密機械器具展覧会開かる」『ENGINEERING』第20巻第4号, 1932, 129頁
- 26) 吉本源之助「Limit GaugeのLappingに用ふるLapping Powderの実験」『ENGINEERING』第21巻第2号, 1933, 44~45頁
- 27) 「リミットゲージ」『機械』第43号, 1931, 48~49頁
- 28) 佐々木重雄「限界ゲージ工作法に就いて」『精密機械』第1巻第4号, 1934, 103~119頁
- 29) 佐々木重雄「限界ゲージ方式の万国統一規格草案に就て」『機械学会誌』第35巻第185号, 1932, 895~899頁
- 30) 佐々木重雄「ねじ」『日本機械工業50年』所収 日本機械学会, 1949, 854~859頁
- 31) 吉田永助「ネジの寸法公差に就て」『機械』第25号, 1929, 8~12頁
- 32) 前掲30)
- 33) 前掲31)
- 34) 前掲30)
- 35) 「交換式螺子検査法」『工業評論』第13巻第3号, 1925, 44~47頁; 4号, 61~63頁; 5号, 39~42頁; 7号, 36~39頁; 8号, 29~32頁
- 36) 「日本螺旋工業株式会社」『ENGINEERING』第13巻第10号, 1925, 204頁
- 37) 岸井堯, 山林正雄『螺絲の測定及公差に関する調査』大阪府立産業能率研究所研究報告第12号, 1929; なお, 第11号でも『機械工作法における挾範工作法に関する規格調査』を公表している。
- 38) 前掲31)
- 39) 「メートルねぢ第1号の寸法差及公差外3規格」『産業合理化』第12篇, 1934, 48~53頁
- 40) 日本標準規格 メートルねぢ第一号ノ寸法差及公差; ウィットウォースねぢ第一号ノ寸法差及公差 昭和8年12月13日決定
- 41) 「精密機械部門委員会座談会記録」『座談会記録 ねぢ用限界ゲージ規格案に就て』所収『機械学会誌』第46巻第320号, 1943, 764~789頁
- 42) 前掲30)
- 43) 火兵学会編『最近の精密機械』工政会出版部, 1933, 5~6頁
- 44) 『精密工作展覧会報告書』大阪府立工業奨励館, 1937, 18~24頁
- 45) 火兵学会, 精機協会編著『最近の精密機械』三秀社, 1938, 12~15頁
- 46) 大曾根武文「ねぢ用限界ゲージ規格案の数値の説明」前掲41)所収
- 47) 前掲30)
- 48) 前掲41)
- 49) 朝倉希一「ねぢ用限界ゲージの規格案に就て」前掲41)所収
- 50) 前掲41)

- 51) 前掲30)
- 52) 青木保著『精密測定及計測機器』丸善, 1935, 59~81頁
- 53) 松村光亨著『精密測定法と其要具』共立社, 1935, 129~203頁
- 54) 城谷正著『限界ゲージ方式 機械設計製図』工政会出版部, 1935
- 55) 長沢寸美遠著『ゲージ及び検査仕事』共立社, 1936
- 56) 「新刊紹介」『機械工学』第3巻第7号, 1935, 34頁
- 57) 前掲11), 164頁
- 58) 井上善吉著『JES 限界ゲージ方式 応用機械工作及製図法』竹原文泉社, 1937
- 59) 「新刊紹介」『ENGINEERING』第25巻第1号, 1937, 63頁
- 60) 井上善吉「日本標準規格限界ゲージ方式の生立に関する佐藤校長の御功績に就て」前掲23) 所収, 167~171頁
- 61) 前掲12)
- 62) 「佐藤秀也年譜」前掲23) 所収, 1~8頁
- 63) 前掲28)
- 64) 『大阪府立工業技術研究所創立50周年記念誌』大阪府立工業技術研究所, 1980, 14頁
- 65) 「情報」『精密機械』第3巻, 1936, 75~77頁; 116~118頁; 142~144頁
- 66) 「情報」『精密機械』第3巻, 1936, 190~192頁
- 67) 佐々木寅雄「板ゲージ製作の基本的実習に就て」『情報』『精密機械』第3巻, 1936, 439~441頁
- 68) 『伸びゆく工業奨励館 創立30周年記念』大阪府立工業奨励館, 1960, 112~114頁
- 69) 『精密機械』第3巻, 1936, 239~241頁; 341~343頁; 505~508頁
- 70) 「情報」『精密機械』第3巻, 1936, 558~562頁
- 71) 前掲44)
- 72) 佐々木重雄「ハメアイ」前掲30) 所収, 859~862頁
- 73) 「情報」『精密機械』第3巻, 1936, 41~43頁; 285~287頁
- 74) 前掲66)
- 75) 前掲66)
- 76) 前掲69), 239~241頁
- 77) 前掲69), 505~508頁
- 78) 「情報」『精密機械』第4巻, 1937, 228~229頁; 295~296頁
- 79) 「情報」『精密機械』第4巻, 1937, 612~613頁; 741~742頁; 766~767頁
- 80) 『昭和12年4月現在 東京鉄工機械同業組合員名簿』東京鉄工機械同業組合, 1937
- 81) 前掲43)
- 82) 前掲44)
- 83) 前掲45)
- 84) 前掲62)
- 85) 『工業品規格統一調査概況 第8版』商工省統制局, 1938, 93頁
- 86) 小島精一著『戦時戦後の機械工業』昭和図書, 1939, 82~85頁
- 87) 吉本源之助『限界ゲージ方式及工作法』誠文堂新光社, 1941
- 88) 吉本源之助「寸法測定と能率」『マシナリー』第4巻, 1941, 738~743頁
- 89) 吉本源之助「多量生産とゲージの形状」『工作機械』第6巻, 1943, 468~474頁
- 90) 「エレクトロ・リミットゲージ」『機械学会誌』第39巻第235号, 1936, 649~650頁
- 91) 「旭式精密工作測定器」『マシナリー』第2巻, 1939, 139頁
- 92) 三縄秀松著『限界ゲージ方式及工具』山海堂出版部, 1942, 序
- 93) 藤井忠二著『岩波講座機械工学 (IV機械工作) 限界ゲージ』岩波書店, 1942
- 94) 徳山進一著『ゲージ製作法』春陽堂, 1942
- 95) 「新刊紹介」『機械学会誌』第46巻第313号, 1943, 304頁
- 96) 三縄秀松著『計測検査法及機器』山海堂出版部, 1941, 序
- 97) 乙部俊爾『治具工具』教修社書院, 1943, 序
- 98) 三縄秀松「多量生産と限界ゲージ方式の徹底化」『日本能率』第2巻第7号, 1943, 34~37頁
- 99) 松田竹太郎「工作機械の連合製作」『機械学会誌』第42巻第262号, 1939, 20~21頁
- 100) 前掲86)

- 101) 前掲20)
- 102) 木内誉治「機械工業に於ける小規模工場の実相」『社会政策時報』第188号, 1936, 141~148頁
- 103) 豊崎稔著『日本機械工業の基礎構造』日本評論社, 1941, 291~303頁
- 104) 内藤邦策著『精密工作の基本要項』科学主義工業社, 1944, 15~24頁
- 105) 加藤精一「日本重工業経済に於ける生産技術の変動」『一橋論叢』第10巻, 1942, 160~191頁
- 106) 前掲12)
- 107) 「測定機器製作座談会」『70周年記念誌』大阪機械工具商連共同組合, 1983, 212~227頁
- 108) 前掲44)
- 109) 関口八重吉「機械工業概論」『機械工業講話』所収 丸善, 1939, 1~82頁
- 110) 前掲86)
- 111) 藤富政海「刃具, 工具, 検査具の製造に就て」『機械学会誌』第42巻第267号, 1939, 401~416頁
- 112) 長山三男ほか「高速精密旋盤の試作及び研究に就て」『機械学会誌』第45巻第301号, 1942, 225~229頁
- 113) 前掲12)
- 114) 白浜浩「精密機械の製造より見たる機械加工法に就て」『機械学会誌』第38巻第220号, 1935, 558~559頁
- 115) 木田良徳「削正面の出来栄に就て」『機械』第10巻第11号, 1937, 6~10頁
- 116) 佐々木新助「限界ゲージに依る旋盤作業」『工作機械』第2巻, 1939, 45~47頁
- 117) 木原勝一「未経験工場における旋盤の製作に就て」『機械学会誌』第42巻第267号, 1939, 367~368頁
- 118) 『創立30周年記念誌』豊田式織機株式会社, 1936, 99~102頁
- 119) 「工場めぐり 東洋機械株式会社」『マシナリー』第2巻, 1939, 284~285頁
- 120) 石原励「多量生産と技術者の使命」『日本能率』第2巻第7号, 1943, 490~495頁
- 121) 山平千治「欧米工作機械工場視察談」『機械学会誌』第42巻第265号, 1939, 227~237頁
- 122) 辻猛三「ドイツの航空工業に就て」『機械学会誌』第45巻第307号, 1942, 651~661頁
- 123) 原乙未生「戦時下独逸の兵器技術を視て」『機械学会誌』第45巻第300号, 1942, 139~145頁; 「列強兵器技術の教訓」第304号, 448~450頁
- 124) 前掲120)
- 125) 鶴五郎「治具及び検査具の標準化」『日本能率』第1巻第2号, 1942, 37~44頁
- 126) 「決戦段階と多量生産=日本能率大会相互啓発座談会=」『日本能率』第2巻第7号, 1943, 44~53頁
- 127) 青木保「我国の精密工業管見」『機械学会誌』第34巻第166号, 1931, 152~156頁
- 128) 前掲102)
- 129) 「外人技師を囲む生産技術 座談会」『日本能率』第1巻第7号, 1942, 2~16頁
- 130) 加藤博男「わが国機械製作技術の発展」『現代日本産業講座VI 各論V 機械工業II』所収 岩波書店, 1962, 315~320頁
- 131) 上田武人「思い出すままに一能率道50年」『IE』第10巻第7号, 1968, 90~94頁
- 132) 前掲18)
- 133) 小関智弘著『大森界限職人往来』朝日新聞社, 1982, 84~99頁; 同書の存在は森貞彦の論文(「製図と文化あるいは言語との関係に関する研究の必要性について」『設計製図』第19巻第108号, 1984, 17~22頁)に示唆された。
- 134) 小尾洋介「ゲージ」『日本精密測定機器工業会創立30周年記念誌 未久路』所収 日本精密測定機器工業会, 1984, 25~27頁

The Development of Limit Gauge System in Japan during the Early Part of Showa Era

Masaaki Kawamura

In this report, a history of limit gauge system in Japan is chiefly investigated from 1930 to 1945.

In Japan, the limit gauge system has been applied in machine shop since 1914. Nevertheless, this method had not fixed completely in many machine shops till 1945. When workers assembled the parts into a complete machine, parts were fitted by using jointly hand finishing.

After the second World War, the limit gauge system has fixed in machine shops. In this background, it may be that special procurements of the United States armed forces compelled to use of limit gauge. In addition to, experience with mass production of machines in the second World War may also exist.