

イギリスにおける互換性生産の試み

—第一次世界大戦中における軍需省によるゲージ生産への監督を中心として—

山 下 雄 司

はじめに

イギリスでは、世紀転換期以後、民間製造業者らが自らの利害を保護するため組織化を進めるとともに、工学標準化委員会(Engineering Standards Committee: 以下、ESC と略記)¹⁾と国立物理学研究所(National Physical Laboratory: 以下、NPL と略記)²⁾の連携下で規格の設定や標準化を推進した³⁾。このような動向は、特定の製造業者

団体や一部の産業の自主的な活動といった性格が強く、ESC での決定事項は産業全体への強制力を持たず、また生産工程の合理化への強力な推進力とはならなかったが、当該時期に規格や標準化はイギリスの市場や製造業者の特質に柔軟に適応しつつ、緩やかに広がりつつあったと言える⁴⁾。

しかし、第一次世界大戦の開始とイギリスの参戦は、このような従来の状況を一変させた。多様な兵器をはじめとする軍需品はその性格として、同一規格の工業製品を大量かつ迅速に求めた。では、そのような大量の兵器需要にイギリスの民間産業はどのように対応したのだろうか。本稿では第一次世界大戦時における工業生産を考える際、大量生産を支える部品の互換性がいかに確保されたのかという点に注目している⁵⁾。より詳しく言

1) ESC は 1918 年に BESA (British Engineering Standards Association) に改編し、その後 BSI (British Standards Institute) となり英国規格 (British Standards: 以下、BS と略記) を管轄することとなる。BS に関する論稿として、BS の一次資料に依拠した McWilliam [2002] がある。同論文では BS が果たした役割を階層化したモデルで示し、第一期 (1901 年以降) は主として英帝国の必要とするものを購入するための公共事業として、第二期 (1920 年代) は産業支援 (国際貿易 [販売・輸出]) に主眼が置かれたとまとめられているが (McWilliam [2002], p.262)、拙稿 [2014] で明らかにしたように、第一期には旧産業の輸出競争力の強化・新産業での技術標準のとりまとめを意識しており、マクウィリアムの指摘する二期の産業支援の特徴はすでに中心的課題となっていたと考えられる。むしろ第一期と第二期の分水嶺となった第一次世界大戦が標準化や規格にどのような影響を及ぼしたのか明らかにすることが肝要であろう。なお、本稿では科学的管理法は考察の対象としない。

2) 国立物理学研究所については、Pyatt [1983] と Moseley [1976] を参照。

3) 大量生産、標準化、規格、互換性などの基本概念については、橋本 [2002], [2013], 塩見 [1978], 拙稿 [2014] を参照。本稿の対象とは異なるが、当該時期の標準化を扱った例として、19 世紀末から第一次世界大戦までのイギリスのオートバイ産業を対象とし

た Russell [1985] がある。ただし、ゲージや互換性部品についての指摘は少ない。

4) 一例として自動車を挙げると、イギリスではアメリカに比べて大衆市場の成熟化の遅れ、その背景となる階級による消費行動の違いや賃金格差、作業環境の保守性・労使関係といった背景を考慮せねばなるまい。

5) 2014～18 年は第一次世界大戦から 100 周年ということもあり、国内外で大戦研究の刊行が進んでいる。なかでも Winter [2014] は最新の第一次世界大戦研究を集めた 3 巻本であり、関連文献紹介を含め様々な視点から大戦を考察している。だが、軍需省の下での兵器生産や大量生産を中心に扱った論稿は無い。これに代わるものとして、マクロード (MacLeod) が「科学と戦争」の関係をテーマにまとめている。マクロードは 20 世紀初頭からイギリスに設立された各種研究機関や軍需省と兵器生産の関係を 1970 年代より研究しており同テーマの責任者として適任であろう。なお、日本でも第一次世界大戦関連の研究が相次いで発刊さ

えば、工作機械や製品の精度を確保し、また、複数の製造業者による円滑な部品供給の実現のため、各種部品を検査する器具であるゲージの生産と利用がどのように進められたのか、その実態を軍需省（Ministry of Munitions）の下でのゲージ部局設立と同部局によるゲージ生産への監督、くわえてゲージの研究・検査業務に従事したNPLの活動を中心に考察する。

なお、本稿は軍需省の資料に依拠しているため、あくまで産業を管理した側からの視点に限定されるをえない⁶⁾。したがって、本稿は標準化や合理化が大戦後どのように評価され、イギリス産業にいかに関与・波及したのかについて今後明らかにするための予備的考察でもある。

れている。通史であるため大量生産や軍需省の産業統制について新たな知見は無いものの、Berghahn [2009] と Howard [2002] が翻訳された。また、大戦の日本への影響を中心とした軍事史学会編 [2015] や、帝国という枠組みから大戦をとらえた池田 [2014] がある。さらに、人文社から「レクチャー第一次世界大戦を考える」シリーズが、そして山室他編 [2014] として「世界戦争」「総力戦」「精神の変容」「遺産」の4巻が刊行された（『思想』[2014] もその延長線上にある）。それぞれのテーマに沿って社会史的な成果がまとめられている。本稿との関連で言えば、総力戦に対する議論に注目したい。吉澤 [2015] では藤原辰史の総力戦理解のなかから、大戦が終わるまで総力戦が完成に達しなかった点（総力戦を終わりなき過程とみる視点）について触れている。興味深い視点だが、総力戦理解と用語の普遍性に対してさらなる議論や実証分析が必要であろう。さらに、日本での第一次世界大戦研究では、労働力動員といった視点から考察した研究はあるものの、生産そのものを対象とした研究はまだまだ十分に蓄積されていないように見える。したがって、産業史や経営史からの研究の余地が残されている。また、小野塚編 [2014] は通説とみなされてきた開戦理由や英独の利害対立を再検証しており有益である。

⁶⁾ わが国ではイギリス軍需省に関する研究は限られている。同省の基本的な性格については、拙稿 [2009]、鉄鋼業への統制と1920年代への同産業影響については渡邊 [2008]、労働面については大和久 [2013] を参照。

I. 第一次世界大戦前におけるゲージ利用

高精度の工作機械と熟練労働力によって部品が生産されたとしても、それぞれの部品には必ず誤差が生じてしまう。同じ設計の部品であっても製造業者が複数に分散すればさらに誤差の生じる可能性は高まる。したがって複数の製造業者から納入された部品をそのまま組立てようとするれば、調整工もしくは組立工による調整作業が必要となり、結果として組立効率は低下してしまう。このような事態を避けるためには、事前に部品を検査し、公差範囲内に収まる部品を選択する検査器具、すなわちゲージを利用することが肝要である。ゲージによる部品検査によって初めて部品精度は一定の範囲内に収まり、組立作業を円滑に進めることが可能となる。

では、大戦前のイギリスの製造現場にてどの程度ゲージが利用されていたのだろうか。

NPLにて初代所長を務めたグレイズブルック (Glazebrook, R. T.)⁷⁾ は、1916年9月、リミットゲージについて簡単な歴史と現状の問題について *Engineering* 誌に寄稿している。

同記事ではリミットゲージについては古くから知られてはいたが、イギリスで反復作業と互換性の重要性が増したのはアメリカよりもかなり遅く、大戦開始以来の2年間で急速に進展したと指摘している。そして、ESCからの依頼によって主要な製造業者に対する調査を進め、データを蓄積・研究した結果、公差範囲を割出し、規格の制定をした経緯が語られる。その際、ESCの活動以前からシリンダーシャフトとホールの形状についてリミットゲージ・システムを採用し、データを保有していた民間製造業者としてアームストロング社 (Armstrong Whitworth) を取り上げて

⁷⁾ グレイズブルックはNPL初代所長として1900年から19年 (NPLがDSIR [科学産業研究局] の傘下に入る) まで中心的役割を果たした。

いる⁸⁾。以上からも、20世紀初頭においてはリミットゲージの利用が未だ一般的ではなかったことがうかがえよう。

一方、軍工廠におけるゲージを用いた兵器部品検査は、ウーリッチ工廠（火砲と砲弾の測定検査）で実施されてきた⁹⁾。小銃の検査は主としてエンフィールド・ロック¹⁰⁾にて行われ、検査ゲージは同地にて保管されていた。そして、これら兵器の部品生産を請負った製造業者らは自らショップゲージを調達することが求められ、自社の工作室で作製するか、もしくは認可されたゲージ製造業者からショップゲージを購入し、部品精度を確保してきたのである。

なお、ゲージの製造工程は、高品質鋼材を工作機械（旋盤、フライス盤、研削機、研磨機など）によって加工し、仕上げ作業は研磨（手作業〔ハンドラップ〕が平滑度をはじめとするゲージの精度を大きく左右する）で進められる。ゲージの特異性は、計測基準面を非常に高い精度に保たねばならないため切削・研磨作業が入念に行われる点にある。したがって、求められた形状や精度に対して、どのような作業が必要かそのアプローチを知る熟練工によって高精度のゲージを生産することが可能であった。

II. 軍需省によるゲージ生産への監督

1. ゲージ部局の設立

大戦が勃発すると、従来のゲージ調達システムでは兵器需要の増加に全く対応できないことが露呈した。兵器部品を受注した製造業者らはひとまず従来通り自らショップゲージを調達しようとし

たが、入手困難かつ遅延が生じたため、主任検査官は一刻も早く検査を分散させ、検査ゲージ供給能力の拡充が必要であることを訴えた。

1915年初頭、必要とされた検査ゲージ量はウーリッチの生産・検査能力をはるかに超え、民間の製造業者に発注された契約も実現する見込みがなく、契約外の部門がゲージを新たに入手することは著しく難しい状況にあった¹¹⁾。大戦初期の軍需品生産・調達の失敗はこのようなゲージ不足にも一因があった。

1915年7月に軍需省が設立されると、同省はゲージ供給に関するあらゆる問題を引き継ぎ、ひとまず火砲用ゲージの調達・管理責任を主任兵器検査官から移管し、ライフルゲージ供給はハルス大佐（Colonel Halse）の指示の下で進められることが決定した。

すでに、砲弾とその構成部品用のゲージ供給のため新たに供給部局（A.M.3）が設置され、その下にゲージ部局（A.M.3.D）が組織され、1915年6月15日にライアン（Ryan, M. F.）が同部局の責任者に任命された。同部局の活動対象はその後急速に拡大し、1916年5月16日には、D. D. G. (A) 付属の独立部局（A.M.8）として分離され、兵器用ゲージ局長として先のライアンが就任した¹²⁾。

2. 砲弾生産の混乱とゲージ部局の対応

薬莖と砲弾構成部品の生産は戦時下において他の軍需品よりも大量に必要とされ、迅速に供給されねばならなかった。さらに戦争の進展とともに砲弾用ゲージは数も種類も増加していった。

砲弾本体の製造には平均30種類のゲージが必要であり、構成部品はさらに複雑であった。時限信管には160種類のゲージが、また単純な着発信管でも100種類のゲージが必要であった。さらにゲージ一組で検査できる部品数には限界があるた

⁸⁾ Glazebrook, R. T., "Limit Gauge", *Engineering*, 8th September, 1916, p.236. ウィットワースねじは、「真の意味でリミットゲージが利用されず」、「結果として互換性は保証されなかった」と記している。

⁹⁾ 支部にてゲージが必要な際にはウーリッチから検査官が派遣された。

¹⁰⁾ 同地での19世紀末までのライフルの大量生産については、Lewis [1996] を参照。

¹¹⁾ H. M. S. O., [1920-22 (2008 reprinted)], Vol.VIII, Ch. I, Gauge, pp.11-12.

¹²⁾ *Ibid.*, p. 12.

め、兵器生産の増加はゲージの増産に左右されることを意味していた。

例えば、ランカスター砲弾工場 (Lancaster National Projectile Factory) では、一週当たり6,000発の6インチ砲用砲弾を生産していたが、数百個のゲージで構成される1セットのゲージで一週当たり1,500発の検査が可能であった。単純計算すると少なくとも見積もっても合計4セット以上のゲージを揃えておかなければ砲弾の検査は生産に追いつかず、配備が遅れていくこととなる。だが、一部のゲージは昼夜約3週間の使用で摩耗してしまい、定期的に新品と交換する必要があるが、実際には4セットのみでは1ヶ月の検査業務もままならなかった¹³⁾。

1915年7月、創設間もないゲージ部局は、膨大な種類かつ大量のゲージを安定供給する方策を練り、迅速に実現せねばならなかった。優先順位は、まず検査ゲージ供給に集中することであったが¹⁴⁾、ひとまず製造業者がすでに進めていた検査ゲージとショップゲージ生産を彼らにそのまま継続させることで、他の製造業者の要求分に対応しようとした。だが、この調達システムの採用によって、生産遅延の要因の一つとなっていたゲージ供給の少数の製造業者への集中は軽減されるどころか、2か月後の9月までに予定の生産数を達成できず、ゲージ不足によって砲弾生産がさらに遅延する事態に陥った¹⁵⁾。兵器部品の製造を請け負った製造業者は、自ら検査ゲージと同様にショップゲージを入手することが求められ、彼らはそれらを自社工場で生産するか、もしくは(いつ届くかはわからないが)軍需省を通じて入手する方針が継続された¹⁶⁾。

しかし、砲弾をはじめとする兵器部品を請け負った製造業者の多くはゲージを自ら調達することが難しく、彼らはゲージ不足への対応として、独自に事態を打開しようと試みた。彼らはいまだ軍需生産に利用されていなかった民間の製造業者を選び、ゲージ生産を委託したのである。だが、彼らはそもそも軍需生産とは無縁であり不向きとみなされたため兵器生産に利用されず生産余力があったのであり、その多くが零細かつ未経験であり、ゲージに求められる精密作業の経験も測定機器も無いため、結果として生産コストの上昇と軍需省の要求を満たすことができない不良品の山を築き、砲弾製造に多大なる遅延を引き起こした。さらに、彼らは検査に合格しなかったゲージコストを上乗せして契約外の利益を要求したため、一時的にゲージ価格が高騰した。

このような混乱の連鎖に直面したゲージ部局は、1915年12月、生産性の隘路を克服することが増産の第一歩と考え、ゲージは砲弾製造業者の副産物であるという従来の考えを捨て、ゲージ生産とその供給システムの再構築に取り組み始めた。そのシステムとは、ウーリッチや民間で製造したゲージをNPLにて全数検査し、合格品のみをゲージ部局が砲弾製造業者に供給するというものであった。さらに、ゲージ種類の増加によって煩雑となる生産工程を改善するため、1916年9月以後にはゲージ部局が中心となり、廉価で容易に使用できる設計変更が以後も繰り返されていくこととなった¹⁷⁾。

1915年12月、ゲージ供給システムは再構築された。兵器部品の製造業者はもはや自らゲージを供給することを求められず、近い将来、NPLによって点検されたゲージを、ゲージ部局を通じて購入することとなったのである。これは「最も異論の出そうなシステム」としてみなされたが、この取り決めによって最終的には、製造業者が自ら

13) Ibid.

14) ウーリッチの各種作業場で必要とされるゲージは主任検査官に委ねられた。同検査官は、ゲージ部局が部品検査作業を管理するまで、製造業者の作業場にて検査を担当した。

15) Ibid., p.13.

16) Ibid., p.12.

17) H. M. S. O., [1920-22 (2008 reprinted)], Vol.VIII, Ch. II, Establishment Emergency Factories, pp.47-48.

検査ゲージを調達する負担や責任から解放されることを意味していた。

さらに、1916年1月以降、ウーリッチとその支部で必要な砲弾用ゲージはゲージ部局を通じて調達され、砲弾用検査ゲージの供給は軍需省の管理下に置かれた。これにより兵器部品の製造業者は、ゲージ部局に必要な検査ゲージを要求することで供給が保証されることとなった¹⁸⁾。

兵器部品の製造業者に委ねられたショップゲージ調達の停滞に対しては、軍需省は設計改良と生産指導を行い、さらに経験のあるゲージ製造業者と部品製造業者の協力も進められた。

1916年3月、ゲージ部局は、ゲージ不足によって生産遅延を引き起こしている兵器部品の製造業者に対して、優先順位の高い砲弾用のショップゲージを供給しようとしたが、折しも国営砲弾工場（National Projectile Factories）からのゲージ要請がかさなり一時的な停滞に陥ってしまった。一進一退のゲージ供給支援ではあったが、ショップゲージの標準化や生産指導の結果、いくつかのゲージ製造業者では大量受注をこなせる基盤が整備されつつあった¹⁹⁾。1916年9月には、ゲージ部局によって設計されたあらゆる種類の砲弾と構成部品向けに標準化されたゲージの生産が軌道に乗り、備蓄も開始された²⁰⁾。

1916年を通じて標準的なゲージは安価かつ容易に生産できるシンプルな設計に変更されていた。さらに、当該時期にねじゲージの標準化も進んだが、当初は高精度ではなかったため、特別に刻印を押された一時的な検査ゲージとして利用された²¹⁾。

3. 戦線の膠着と新たなゲージ需要

一般的な火砲用の砲弾のみならず、塹壕戦の膠着にともない開発された迫撃砲（Stokes Mortar）用砲弾の増産も急務とされた。しかし、砲弾製造業者に精確な設計と仕様書が届かないというミスや検査ゲージ不足によって、1915年8月に一週当たり5,000発の増産が指示されていたものの、9月末まで生産は中断されてしまった。軍需省の塹壕戦部門（Trench Warfare Department）は、一般的な砲弾用ゲージの増産が優先される状況に変更の余地はないと判断し、独自対応を決定し、砲弾用ゲージと同様に精密作業に不慣れとはいえ利用可能な民間製造業者を選定し独自にゲージを調達しようと試みた。

しかし、この対応の効果もなく、結果として迫撃砲用砲弾ゲージは、1916年よりゲージ部局の管理下に置かれ、砲弾と同様に優先対象とされた。さらに1917年2月、海軍から機雷用ゲージが要求されると、新計画向けの大量かつ緊急の要求ということもあり、ゲージ部局はそれらを特別に優先することとし、5月までに全ての種類の機雷用ゲージが納入された（ねじゲージを除く）。また、同月、航空機エンジン部門（Aeronautical Engine Section）からゲージ増産が要求され、砲弾とその構成部品用ゲージ供給に支障をきたさないよう配慮しつつも納入が進められた。

ゲージ部局の管理対象はその後さらに増え、交換された砲身や再穿孔した砲身を検査する際に用いる特別に設計されたゲージやキャリパゲージの納入が3月末から開始された。その後も引き続き、新しい火砲用のゲージがゲージ部局の対象となり、ウーリッチ向けに供給された²²⁾。

18) 部品製造業者が現場で利用する検査ゲージには、政府の検査官が誤って使用しないようNPLによって別の審査が行われ刻印が押された。

19) H. M. S. O., op. cit., Gauge, p.13.

20) Ibid., p.13-14.

21) 製造業者自らが製造したゲージを使用したい場合は、ゲージ不足のためやむを得ず認可されることもあった（H. M. S. O., [1920-22 (2008 reprinted)], Vol.VIII, Ch. I, Gauge, p.14).

22) ゲージ部局の管理する対象は拡大の一途をたどり、機械化輸送部門（Mechanical Transport Department）に対する特別ゲージも加わった。さらに、フランス、スイス、アメリカ、カナダの検査部門に供給する全種類のゲージも対象とされた（H. M. S. O., [1920-22 (2008 reprinted)], Vol. VIII, Ch. I, Gauge, p.14).

Ⅲ. 民間製造業者の本格的動員の開始

あらゆる部門から要請されるゲージ需要へ対応のため、供給能力は根本的かつ迅速に改善されねばならなかった²³⁾。

ゲージ部局が設立された時点で、わずかに存在していたゲージ製造業者は増大し続ける受注に対応するにはすでに能力の限界に達しており²⁴⁾、コヴェントリー兵器製作所 (Coventry Ordnance Works)、シンガー製作所 (Singer Manufacturing Company) といった著名な例を除き、大型兵器、工作機械 (工具)、機械製造業者がゲージ生産を拡張する余裕も可能性もすでに低く、兵器や素材生産に奔走されていたアームストロング・ホイットワース社や工作機械製造業者アルフレッド・ハーバート社 (Alfred Herbert)²⁵⁾へのさらなるゲージ発注も見込めなかった。

ゲージ部局は、新たに複数の民間製造業者に対して可能な限り発注を分散させる方式を採用し、要求に見合う150の工場を選定し、ゲージ生産への協力を打診した²⁶⁾。

1. ゲージ供給の阻害要因と民間製造業者の動員

ゲージ部局は喫緊の需要に場当たりの対応せざるを得なかったが、ゲージの安定供給を実現す

るためには、まず熟練労働力と精密機械・工具の不足という問題を解決せねばならなかった。

ゲージの生産には高度な熟練労働力による作業が必要であったが、大戦前よりゲージ分野に従事している者が限定されていたため迅速な増産は不可能であった。

ゲージ部局が選定した民間製造業者の多くは、当初ゲージ生産に従事することを拒んだ。一方で、契約を受け入れた製造業者のうち数社は、高精度のゲージを生産することができず、契約が破棄されることもあった。例えば、ブラウン社 (Brown & Company) は、1915年9月、ライフルゲージ製造に従事することを強く希望したが、優秀なフィッターや旋盤工を獲得できなかった。他には、発電機製造業者が職工を獲得できなかったため、ゲージ生産の契約を破棄する事例もあった²⁷⁾。また、製造業者の能力不足により、軍需省の要求期間内にゲージを納入することができない事態も生じていた。

納入遅延の要因のひとつは、契約時の納入期日の算定方法であった。ゲージの受注に際して、製造業者はゲージ部局の代表者との間に正式契約書を交わすが、この契約書は「ゲージ・オーダー」と呼ばれ、おおよその納入期限が明示されていた。例えば、製造業者が20～50個の受注に際して制式設計を受け取ってから納入を完了するまで6週間の期間が与えられていたが、検査部門の要求するような精度のきわめて高いゲージの場合は、サンプルがまず合格するまで受注したゲージ生産を本格的に進めることが出来なかった。したがって、作業が完了する前にゲージ・オーダーの期限を迎えてしまう事例が多発し、以後、納入期限は制式設計を受領した日からではなく、サンプルが検査に合格した日から計算されるよう変更された²⁸⁾。

一例として、1915年7月28日、バートン・グリフィス社 (Burton Griffiths & Co.) は、3種類

²³⁾ 砲兵工廠はウーリッチで必要とされるゲージ供給を継続していたが、需要のすべてに対応することはできなかった (H. M. S. O., [1920-22 (2008 reprinted)], Vol. VIII, Ch. I, Gauge, p.15)。

²⁴⁾ 1916年8月、王立研究所 (Royal Laboratory) にてゲージショップを拡張し、新たに大規模工場を設置することで工廠とゲージ部局を支援することが決定したが、その効果は民間の製造業者に比べて小さかった (H. M. S. O., [1920-22 (2008 reprinted)], Vol. VIII, Ch. I, Gauge, p.15)。

²⁵⁾ 大戦中の同社の活動や軍需省による工作機械製造業者への統制については、Jones and Lewis [2006], pp.38-70 を参照。工作機械製造業における下請け制度では機械精度・品質が保てなかったことが指摘されている。

²⁶⁾ H. M. S. O., op. cit., Gauge, p.15.

²⁷⁾ Ibid., p.17.

²⁸⁾ Ibid.

のゲージ生産に着手し、6週間以内に引き渡しを完了するという契約を結んだ²⁹⁾。同社はさらに10月9日に別のゲージを入札したものの、製造は難しく、NPLの検査に合格できず明確な納入日と価格を見積もることが出来ないとして、11月10日、2件の発注はキャンセルされた。

製造業者が経験を積むにつれ、労働力問題は克服されていったが、同時に軍需省から女性や若年労働力の利用を強く要請されたため製造現場での熟練工の配置も変化していった。女性と少年はゲージの粗削りに従事し、その後、熟練工によって精密度を求められる仕上げがなされた。この計画はチャトウィン社（Chatwin）によって採用され、0.006インチまでの粗削りを女性が担当した。ピッターズ社（Pitters Ventilating and Engineering Company）をはじめとするいくつかの工場では、熟練工の指導の下で女性がねじ切り旋盤を使用することもあった。女性労働力の利用は仕上げ作業においても良い結果を遺し、0.003インチ内の精確さでねじを切ることが可能であった。1918年末、80人の女性がウールズリー国营ゲージ工場（Wolseley National Gauge Factory）にて、以前は男性の熟練工の作業と考えられていた作業に従事していた。

熟練工不足に対して、ゲージ部局は訓練学校の創設やゲージ工の養成プログラムを組むなどの教育制度を導入することには消極的であり、主として製造業者が自社工場にて機械工にゲージ生産に必要なスキルを習得させ、増産に対応する方法を踏襲した（ピッターズやウールズリー）。したがって、高度な熟練が要求される工程や特殊なゲージの製造では増産が早期に実現することは難しかった³⁰⁾。

2つ目の課題であった精密機械・工具不足はさらに深刻であり、たとえば精密旋盤やグラインダー数は製造業者の要求に比して圧倒的に足り

ず、入手の見込みもなかった。これはとりわけねじゲージ用機械で顕著であり、大戦前、ねじ部品の微細な加工がイギリス産業では一般的ではなかったことに起因していた。それゆえ、製造業者はより単純な種類、例えば信管やリングゲージの製造を望み、非常に少ない製造業者がねじゲージを受注していたため、一式揃ったゲージを受注できる製造業者は限られていた。1915年8月、工作機械製造業者として著名なハーバート社は信管用ゲージ100個で構成される50セットを954ポンド12シリング11ペンスで、またバーバー&コールマン（Barber & Coleman）は同様の受注を966ポンド16シリング10ペンスでこなしたがこれらは数少ない事例であった。

ゲージ部局の試験部門は、製造業者に対して計測方法に関する助言を行うため、最新の機器を揃えた作業環境を有していた³¹⁾。彼らの研究とその成果に基づく助言は、ねじゲージの製造において重要であった。ねじゲージは他の一般的なゲージと同様に2つの（時によっては複合した）方法で生産された。

一つ目は、ねじ切り旋盤を用いる方法であり、二つ目は、タップとネジ型を用いて製造する方法である。しかし問題はねじが切れても互換性が保てない点であった。ハイクラスのねじ切り旋盤においても1000分の2の確率でピッチにエラーが生じ、エラーを回避するには、同じ旋盤を用いるのではなく、別々の旋盤を用いてフィットするねじを生産していたのである。大戦前、一般的なボルトとナッツは、彼らの作業現場で製作され利用されるのみであり、他の工場との互換性を考慮する必要性は無かったため当然の結果であった。したがって、不精確なタップとダイを排除し、ネジ型を調整することで互換性を保持するため、中央試験研究所員は、ねじ切り旋盤の試験のための器具を用意し、国内の作業場を周り、いかにエラーを見つけ最良に調整するか助言する作業に終始し

29) Ibid., pp.17-18.

30) Ibid., p.18.

31) Ibid., p.9.

た。そして、彼らの努力は後にねじゲージの生産のみならず、さまざまな工学的な作業の精度を改善することに役立ったのである³²⁾。

ところで、通常のゲージ発注は、ゲージ部局がゲージの種類だけでなく、製造業者の設備や熟練工の能力と数によって10から100種類の規定を設定し、それぞれの製造業者に最適なものが振り分けられた³³⁾。

やがて、コベントリー兵器製作所 (Coventry Ordnance Works: 1916年、ゲージ数千個を受注) やニューオール・エンジニアリング社 (Newall Engineering Company) などの製造業者が大幅な増産に成功した³⁴⁾。

ハーバート社での精密機械生産も増加しつつあったが、ゲージ部局は、製造業者の生産能力をさらに増大させるため、海外、とりわけスイスから機械を入手したが、それでも大量の需要に対して機械は足りなかった。

機械の調達の一方で、機械の改良・単純化も進められ、ねじゲージの製造方法が改められた。例えば、ピッターズ社は、自社でねじ切り機械を新設計し、新作業場に設置し、一日当たりねじゲージを18～20個切削することを可能とした。従来一般的な旋盤では一日当たりねじゲージを1～2個製造できる程度であった³⁵⁾。

2. ゲージ価格の算定方法

軍需省ゲージ部局の製造業者に対する支援は、技術や機械に関する助言のための専門家派遣、機械や原料の優先的供給、製造業者からの納入日の

延期要求に対する“好意的な配慮”など多岐にわたっていた。

製造業者の多くは技術力不足や不慣れな作業によって、最初に大量の不合格品を避けることができず、生産に費やした大量の時間と材料を無駄にし、多大なる損失を蒙ることから、ゲージ生産能力を発展させることを当初望まなかった。

このような不満への対応として、軍需省は生産コストと利益率をもとにゲージ価格を算出する支払システムを採用した。大戦前、ゲージ生産に従事しておらず新たに参入した製造業者は、労賃に間接費用100%と原材料費、そして総額の10%の利益を軍需省に要求することができた。これにより、受注業者の労賃と原材料費の損失を補填し、一定の利益を確保できると考えたのである。初期のゲージ発注の大部分がこの原則で契約されたが、すでにゲージ生産を経験していた大規模製造業者に対しては固定価格で契約するよう促された³⁶⁾。

例えば、1915年12月、ピッターズ社がゲージの再受注に際して「直接原価+利益率」による価格を要求すると、様々な種類のゲージ受注によってかなりの経験を積んでいることから、軍需省は同社に固定価格で受注する地位にあると通達している。

製造業者が経験を積みはじめると、100%の間接費用は高率であるとの批判が出始めた。一方で、製造業者の利益は十分ではないという逆の指摘もなされた。ゲージ部局は、この種の不平不満が製造業者から出た場合、製造業者の要求額を検討するか、さもなければ固定価格での代替契約を提案した³⁷⁾。しかし、経験の浅い企業に固定価格を強要することは難しかった。彼らは作業に関するデータが無く、100%の間接費用の平均額を算出することが難しいため固定価格を提案できなかったからである。

32) Ibid., p.10.

33) Ibid., p.18.

34) Ibid., p.19.

35) Ibid. ゲージ部局はねじゲージにおいても、生産に成功した製造業者に作業を集中させる施策を採用し供給能力の確保に努めたが、1916年末以降、航空機エンジン用のねじゲージ需要が急速に拡大し、従来のねじゲージ生産を圧迫することとなった (H. M. S. O., [1920-22 (2008 reprinted)], Vol.VIII, Ch. I, Gauge, p.19).

36) Ibid.

37) Ibid.

ゲージ部局はゲージ生産の確保のため、場合によっては利益率や間接費用の増額も特例として認めた³⁸⁾。このような変更は、複雑なゲージや高精度のゲージ供給が不足していたため止むを得ない措置であった。1916年3月、原則として「実際の製造に従事した労賃に原材料費を加えた総額の10%の利益を計上する」ことが決定された³⁹⁾。軍需省の方針としては長期的には「直接原価+利益率」契約を可能な限り排除することを望んでおり、製造業者のゲージ生産経験に応じて、再発注に際して固定価格での提案が要求された。

とはいえ、製造業者の能力・規模・受注量がそれぞれ異なるため、原則通りに価格を設定することは非現実的であったが、1915年7月以降、「直接原価+利益率」価格から固定価格へ契約変更が始まり、1916年3月以降は固定価格が主流となった⁴⁰⁾。

軍需省が特別に「直接原価+利益率」価格の継続を認めた例としては、1916年1月、バセット・ローク社（W. J. Bassett-Lowke Ltd.）⁴¹⁾への発注

が挙げられる。その理由は同社の位置するノーザンプトンでの労賃が低かったため固定価格より経済的であるというものであった⁴²⁾。

固定価格への移行まで、「直接原価+利益率」価格は合理的に機能したが、初期のゲージ生産の監督時には2～3度にわたってゲージが製造業者に返品されることがあった。そのような際、軍需省は修正や矯正にかかる労賃のみならず追加の原材料にも費用を負担した。1916年5月末、新ルールが交付され、製造業者の要求する「直接原価+利益率」価格は特別な状況のみ認可される旨が付け加えられた⁴³⁾。

固定価格が明示された結果、製造業者間の比較が容易となり、さらに製造業者の競争意識を刺激し価格の低下も誘発することとなった。製造業者が提示した価格は大部分が公正かつリーズナブルであったが、高額を提示した者もあり、その都度、軍需省は削減を要求した。1916年3月15日、カッソン社（G. Cussons, Ltd）は25個の6インチ砲弾用キャリパゲージを一個当たり12ポンドで入札したが、ホストマン自動車会社（Hostmann Cars Ltd.）は同じゲージを8ポンド15シリングですでに製造していた。軍需省はゲージ一個あたり2ポンドの削減をカッソンに提案し、同社は反論もなく提案を受け入れた。だが、製造業者の一

38) ウールズリー自動車会社（Wolseley Motors Ltd.）が1916年初頭に125%の間接費用を、南トテナムのライフルゲージ製造業者が利益率の15%増を認められた（H. M. S. O., [1920-22 (2008 reprinted)], Vol.VIII, Ch. I, Gauge, p.20）。

39) 特例として、ケンブリッジ・エンジニアリング研究所（Cambridge Engineering Laboratory）と自動演奏用穿孔楽器社（Perforated Music Company）は、比較的高めの固定価格を希望し、認可されている（H. M. S. O., [1920-22 (2008 reprinted)], Vol.VIII, Ch. I, Gauge, p.20）。

40) H. M. S. O., op. cit., Gauge, pp.19-20.

41) 鉄道や艦船・艦艇の精密模型製造業者であったバセット・ローク社の社史では、「第一次世界大戦の開始は模型製造に危機的影響を与え、「軍需省は戦争を積極的に進めるために軍需品供給が可能なあらゆる製造業者を軍に吸収させ」、それまでは「イギリスではほとんど知られていなかった精度の高い表面硬化されたマスターゲージが工業製品の厳格な検査に用いられ、「兵器部品の標準化は迅速に受け入れられ、この国の製造能力は最大限利用された」と記されている。そして、同社は「精密模型という製品の特殊性ゆえ、この特殊な器具や道具を利用していたため、第一次世

界大戦中を通じてねじおよび他のゲージ生産に製造能力のほとんどが利用された」、同社は「軍需省の求める高精度を満たすことのできる数少ない企業の一つであった」ため、「1914年から1919年初頭までは、従来の模型製造は休止され、もっぱら政府の要求に集中した」とゲージ生産を回顧している（Holland [1949], p.36）。

42) ギルモア歯科用器具製造所「直接原価+利益率」価格での受注が認められたが、「彼らの価格は他の契約者よりも廉価」であったという理由によるものであった（H. M. S. O., [1920-22 (2008 reprinted)], Vol.VIII, Ch. I, Gauge, pp.20-21）。

43) 作業内容の特殊性によって特例措置が認められたが、軍需省の財務部門は可能な限りこのような例を少なくするべきであるとの立場を表明した（H. M. S. O., [1920-22 (2008 reprinted)], Vol.VIII, Ch. I, Gauge, p.21）。

表1：ゲージ価格の推移（1915～16年）

種類	契約日	受注数	製造業者	価格@1個		
				£	s	d
8インチ榴弾砲用砲弾 981D	1916年3月28日	25	Horstmann Cars, Ltd.	4		
	1916年6月12日	12	Flottmann Eng. Co.	3	17	6
6インチ榴弾砲用砲弾 413E	1915年11月17日	12	G. Cussons, Ltd.	12		
	1915年12月23日	12	Wildt & Co.	7	15	
	1916年9月13日	1	Wildt & Co.	6	7	6
4.5インチ榴弾砲用砲弾 42E	1915年10月25日	6	Ackworthie & Co.	12		
	1916年9月13日	1	Wildt & Co.	6	7	6
18ポンド榴弾砲用砲弾 617C	1915年11月	50	Triumph Cycle Co.	1	16	
	1915年12月5日	200	Triumph Cycle Co.	1	16	
	1916年1月23日	175	Triumph Cycle Co.	1	16	
	1915年12月15日	25	Horstmann Cars, Ltd.	1	15	
	1916年10月15日	1	Boulton & Paul	1	10	
	1916年10月15日	1	Hans Renold & Co.	1	10	
18ポンド榴弾砲用砲弾 899C	1915年10月21日	50	British Thomson-Houston Co.	2	10	4
	1915年11月18日	50	Robert Scaife		17	
	1916年1月15日	150	Gamble & Co.		12	6
13ポンド榴弾砲用砲弾 689C	1915年11月2日	20	British L. M. Ericson Co.	2	8	11
	1915年12月22日	1	Tilling-Stevens, Ltd.		10	
	1916年1月14日	30	Riley Engine Co.		8	9
ライフルゲージ No.277	1915年9月16日	6	Stokes & Co.		15	
	1916年9月20日	10	T. Watson		9	6
ライフルゲージ No.1051	1915年12月14日	40	Larkins & Bailey	1	5	
	1916年4月4日	18	Larkins & Bailey		18	
	1916年9月20日	27	Larkins & Bailey		16	6
撃発火管 639C	1915年11月25日	25	Wolseley Motors, Ltd.	3		
	1915年12月30日	6	Pitters Eng. Co.	2	10	
	1916年5月13日	200	Bassett Lowke, Ltd.	2	2	
Gainie 393E	1915年8月9日	※1 50	Imperial Typewriter Co.		18	6
	1915年9月21日	20	Muir & Co.	2	12	
	1916年1月20日	50	Earth Driven Clock Co.	2	8	
	1916年3月14日	70	Earth Driven Clock Co.	2	8	

出典：H.M.S.O., [1920-22 (2008 reprinted)], Vol. VIII, Part III Engineering Equipment, p.41 より作成。

注：固定価格のものも含まれる。

※1：インペリアル・タイプライター社の受注価格は他の製造業者の半額以下であるが、使用に耐えられない精度であった。

部は価格が変化することを拒むこともあった。複雑な作業と高い精密度を要求されつつ、ゲージをより低価格で生産することは難しかったからである。

一方で、軍需省が高額の納入価格を受け入れざるを得ない状況にあったことも事実であった。1915年8月、ミュール社（Muir Company）の提示したねじゲージ価格が高すぎると軍需省から指摘されると、同社は最低価格での作業であるとゲージ部局に回答し、その後受注を拒否してしまった。ゲージ部局は懐柔のため同社の請求額を受け入れざるをえなかった。同年10月には、ブリティッシュ・エリクソン社（British L. M. Ericsson Company）との間にも比較的高価格での契約が結ばれた。その理由について、ゲージ部局は「現状、われわれはどこからもゲージを入手することができない」と理由を述べている。さらに11月、軍需省は、特殊なゲージを製造できる製造業者が他に無かったためティリング・スティーブンス社（Tilling Stevens）の提示した価格をそのまま受け入れた⁴⁴⁾。

原則はあったものの、製造業者の作業環境、受注数、納期によって、価格はしばしば変化せざるをえなかった。「軍需省の方針は、全ての製造業者に納入規則を統一させることよりも、経験を積むにつれて個々の製造業者の生産価格を低下させ、大量注文にも対応できるように育成するという明らかに不合理なものであった」⁴⁵⁾と指摘されるが、ゲージ生産を継続しつつ生産力を拡充するという方向性は、軍需省が採りうる現実的な対応であったと考えられる。

軍需省の創設前後から1916年までのゲージ価格を見ると（表1を参照）、製造業者・発注数の

差はあるもののおおむねの傾向として納入単価が低下していったことがわかる⁴⁶⁾。なお個数が1個のデータはまず合格品が出てから本格生産に従事する製品精度の試験的な性格による発注の可能性があろう。なお、製造業者の能力不足ゆえ、製品精度が保障されていなかったことが表1の※1からわかる。この表はゲージ発注のごく一部を示しているに過ぎないが、ゲージ部局が多様な製造業者を広範に利用しようと試みていたことを示している⁴⁷⁾。

IV. ゲージ工場の直接管理

1. 国営ゲージ工場への道

多数の民間製造業者にゲージ生産を分配・委託するという生産力拡大方法は通常兵器用のゲージには功を奏したが、技術的に難度が高いねじゲージ生産を増大させる解決策とはならなかった。ゲージ部局は成功を収めていた製造業者に生産を集中させ、大量生産が可能な工場を創出するとともに、技術レベルの障壁を打ち破らねばならなかった。

1915年7月初頭、ゲージ部局を中心に、中央ゲージ工場の創設が議論された。同案は別の機会にも検討されたが、まず何より目下の兵器増産（特に砲弾）に必要なゲージ供給に対応するため、工場建設と設備入手に必要な時間、そして適当な人員を採用することが難しいことから計画はとん挫してしまった⁴⁸⁾。その後、ゲージ部局とNPLを通

⁴⁶⁾ Ibid., p.22.

⁴⁷⁾ 民間製造業者以外との契約では発注価格はその都度異なった。University Engineering Departments and the Technical Institutes との間では固定価格と「直接原価+利益率」価格の両方で随時契約していた。また、外国企業への発注は固定価格であり、ゲージ納入時に75～80%が支払われ、イギリスでの検査に合格した後に残価が支払われる条件であった。鉄道会社との間では、Railway Executive Committee が同意した価格での固定価格契約であった（H. M. S. O., [1920-22 (2008 reprinted)], Vol.VIII, Ch. I, Gauge, pp.21-22).

⁴⁸⁾ H. M. S. O., op. cit., Gauge, pp.23-24.

⁴⁴⁾ 同じゲージでも条件によって、固定価格である場合や「直接原価+利益率」価格であったため、実際にゲージ価格をどれくらい低下できるのか明らかにすることは難しかった（H. M. S. O., [1920-22 (2008 reprinted)], Vol.VIII, Ch. I, Gauge, pp.21-22).

⁴⁵⁾ H. M. S. O., op. cit., Gauge, p.22.

表2：軍需省による管理ゲージ工場一覧

工場	管理企業	設立年
Woorich	Pitters Ventilating and Engineering Company	1915
Croydon	Vidal Engineering Company	1915
Birmingham	Chatwin	1915
Pimlico	Wolseley Motor Company	1917
Kilburn (Fairfax)	軍需省直接管理 (W. J. Bassett-Lowke)	1917
Walthamstow	Newall Engineering Company	1918

出典：H.M.S.O., [1920-22 (2008 reprinted)], Vol. VIII, Part III Engineering Equipment, p.216より作成。

じて製造業者の工場拡張・設備導入や製品改良・技術指導といった支援が功を奏し、供給と検査に関する障害が改善され始めると、中央工場計画はその後も実現されなかった⁴⁹⁾。

一方で、選定された民間製造業者自体もしくは工場を管理企業の下で監督(国営化)する方針(建物を引き継ぐだけでなく、工場拡張や設備導入を進める)が決定された。

国営工場化は一律の原則の下で進められたわけではなく、ゲージ部局と製造業者間の協定ごとに詳細が異なっており、国営工場なのか単なる監督企業なのか判別があいまいな場合もあった⁵⁰⁾。以下、各工場の概略をみていこう(表2を参照)⁵¹⁾。

2. 各管理工場の沿革

①ウーリッチ・ゲージ工場

ピッターズ・ベンチレイティング・エンジニアリング社(Pitters Ventilating and Engineering

Company)のウーリッチ工場は、政府の監督下に入った初の事例であった。1915年7月の協定では、企業の活動の一部にのみ軍需省は監督を行うとされ、建設していた新たなゲージ製作所(Brewer Street Works)を含めた生産設備が軍需省の監督下に入った。政府は建設と設備にかかる費用と製造にかかる労賃を負担した(取締役と業務執行取締役の報酬を除く)。企業の利潤は労賃と事務費用を合計した額の20%が軍需省より支払われた⁵²⁾。

1915～16年に、同社は財務状況が悪化したため、軍需省はすべての資産と営業債務を引き継ぎ、銀行の借越し分を埋めるために5,000ポンドを貸与し、彼らの軍務への報酬として2,000ポンドの支払い、さらに合理的な活動に対して一年あたり500ポンドをボーナスとして付与することを認めた⁵³⁾。協定は1916年4月1日から5年間有効とされ、1919年4月1日以前に大戦が終結した場合、軍需省は6か月前の通告で協定を終了することができ、その際、企業は現状価格で工場を買い取るか、4年間で5,000ポンドを返済することが取り決められた⁵⁴⁾。1916年8月の2回目の協定では、

⁴⁹⁾ Ibid., p.24.

⁵⁰⁾ 1918年2月、軍需省の企業監督部門は次のようなあいまいな表現をしている。「この部門の基本原則は、国営工場として理解されている工場のように、政府に代わって工場を運営することにある。だが、全ての生産物を単に受領し、生産物に対して費用を支払うのではなく、また国営工場として建物を設立するのではない」(H. M. S. O., [1920-22 (2008 reprinted)], Vol. VIII, Ch. I, Gauge, p.24).

⁵¹⁾ H. M. S. O., op. cit., Establishment Emergency Factories, pp.47-48.

⁵²⁾ H. M. S. O., op. cit., Gauge, p.24.

⁵³⁾ 取締役の報酬と業務執行取締役の給与は会社から支払われ、同社の取締役の一人が特別財務取締役として軍需省から任命され、追加の給与を会社から支給された。

⁵⁴⁾ H. M. S. O., op. cit., Gauge, p.25.

同社が所有する作業場（Market Street Works）を新たに軍需省が取得し、企業全体が管理下に置かれた⁵⁵⁾。

1917年1月、ピッターズ社はねじゲージの製造のため新たな作業場の建設をゲージ部局より指示された。工場拡張は1917年5月までに終了し、24台の機械が設置できるスペースにはピッターが設計した不熟練労働者が作業できる機械を12台据え付け、生産を開始した。当初、生産は満足いくものに見えたが、供給するゲージ量が増加するにつれ、部品製造業者はピッターの機械で製造された柔らかいゲージを拒みはじめたため、焼き入れ鋼の利用に着手した。

1917年の終わりまでに主たる障害は克服され、1918年中に生産量の増加に合わせて追加の機械が導入された。1918年夏には、ヨハンソンタイプのプロックゲージ生産のため、さらなる拡張が企図され、10月に着手したものの休戦によって停止された⁵⁶⁾。

1917年の工場拡張に関して、同社とゲージ部局の間に明確な協定が存在しないことから、1918年8月、軍需省は新たな拡張計画を含めた協定のドラフトを作成した。簡単に述べると、企業は管理者としての地位を失い、軍需省（ゲージ部局）が工場の全てを管理する、つまり実質上国営工場として、建造物と機械は企業の所有物（ピッターの所有）であり賃料を支払うというものであった。なお、協定の破棄の際、拡張後の建物や設備を軍需省から引き取ることが可能であったが、この提案は同社によって拒絶された⁵⁷⁾。休戦条約に調印後も、1916年協定は先述した2つの作業場に適用され、軍需省が清算のために工場を訪れ交渉を開始したのは1919年春頃であった。同社は引き続き航空機用ゲージ生産に従事した⁵⁸⁾。

②バーミンガム工具工場

1915年9月、チャトウィン社（Chatwin）と軍需省の間に結ばれた協定は、軍需省が同社の工場拡張費用8,000ポンド（費用の70%相当分）を支払うというシンプルなものであった⁵⁹⁾。軍需省は8月31日から工場への監督を開始し、すべての製造物を管理下に置き運転資金を供給し、契約した受注量を早期に達成するよう求められた。

支払いは6カ月ごとに在庫と成果額を評価し15%の利益分が支払われることとされた。当初承認された支出額8,000ポンドでは不足をきたし、1917年12月には11,000ポンドを超え、12,000ポンドに到達することが予想されたが、生産増加によって多額の利益を生み出し、国営工場の中でも好成績を残した事例となった⁶⁰⁾。なお、この工場の主たる製品は小型工具、タップ、ダイであり、これらは軍需省によって兵器製造に従事していた民間製造業者に標準価格で供給された⁶¹⁾。同社の大戦中の作業は平時の通常業務でもあったため、監督停止後は財務上の清算を済ませ、復帰は円滑に進められた。

③クロイドン・ゲージ工場

クロイドン・ゲージ工場（Croydon National Gauge Factory）設立に関する交渉は、1915年11月に開始された。工場はもともとドイツ系であったピンチ電機機器製造所（Pintsch's Electrical Manufacturing Company）が所有しており、熟練の職工を有し、精度が高く難しい形状のゲージも生産できたため、軍需省は、国営工場として同工場を運営するよう望んだのである⁶²⁾。

59) 他工場と同様に、取締役役に利潤を監視するよう管理責任者としての地位を付与した。

60) 他の5工場のゲージは全てNPLとエンフィールドもしくはウーリッチに送られ、コストに10%の利益を追加した送り状が付された。したがって、利益は総売上高の歩合として明らかとなるが、実際の数値を明確にすることは難しかったとされる。

61) H. M. S. O., op. cit., Gauge, p.26.

62) Ibid., pp.26-27.

55) Ibid., pp.24-25.

56) Ibid., p.25.

57) Ibid.

58) Ibid., pp.25-26.

ドイツとのコネクションを持つ資本であることが明るみに出ると、批判が巻き起こると考えられたため、ヴィダル・エンジニアリング社 (Vidal Engineering Company) のプー (Pugh) が新たに別会社を作り、この会社がピンチ社の工場を取得し、軍需省の監督のもとでゲージ生産に従事するよう計画された⁶³⁾。

1915年の協定では、会社は建造物を賃貸すること、軍需省は暫定的なゲージ価格を設定すること、5,000ポンドの資本金かゲージ生産の継続に必要な運転資金10,000ポンドを供給すること、そして投資額に対して1%の利息を会社が支払うことが盛り込まれた。協定破棄の際、余剰利益は軍需省に支払われ、損失は軍需省が補うものとされた。軍需省は会社の業務からいつでも資本とすべての資産を返還することが可能であった⁶⁴⁾。

1916年5月、製品の暫定価格が常に軍需省の算定額を大きく上回っていたことから、財務上の取り決めの詳細が改定された。以後、固定価格での発注が同社にも適用されたが、企業側からの提示価格は建設費用の損失を盛り込んでいるとの陳情があった(軍需省は設置した機械の費用として毎月200ポンドを製品価格に計上することを認めていた)。だが、全てのゲージは「直接原価+利益率(10%)」で算出するよう決定された⁶⁵⁾。

1917年初頭、工場拡張が決定された。この決定は会社の経費が10,000ポンドを超過するタイミングと期を一にしており、プーは利子の支払い問題を含め、新たな協定を結ぶ必要があった。この契約は1917年10月に署名され、1915年11月の協定は破棄された。建造物賃貸に関する取り決めはそのまま引き継がれ、ヴィダルが取締役と協定を結んだ。プーの仲介により資本金は30,000ポンドにまで増加し、彼は軍需省の代理人に収まった。そして両者のどちらかが協定を破棄した

場合、資本金を返済することが盛り込まれた⁶⁶⁾。協定が破棄された際、作業の余剰分はすべて資産から整理したうえで軍需省に返還し、損失も同様に処理されることが決められた⁶⁷⁾。オプションとして、建設の全費用をプーがすべて負担することでそれらを所有することも可能であったが、1919年2月、協定は破棄された⁶⁸⁾。

④ウールズリー・ゲージ工場

1917年1月、軍需省はウールズリー自動車会社 (Wolseley Motor Company)⁶⁹⁾ との間に協定を結んだ。ピムリコにあった同社の工場の一部をゲージ工場として軍需省の代理人の管理下に置くためである。1917年1月20日以降、生産されたゲージと消耗品倉庫、戦前の工場と建造物(企業の所有のまま)、1914年9月30日以後建設された工場と設備の全てを引き継ぐことに軍需省は同意した(総費用は約24,000ポンド)。

1917年1月20日、軍需省は労賃と工場の維持費用も負担し、一年あたり1,186ポンドが支払われることが決定した。20%の利潤が見込まれ、約12,010ポンドの売り上げが試算された⁷⁰⁾。そして、監督下に入ってから工場は以前の生産能力の倍に増強された。

軍需省はもし必要であれば3か月前の通知で協定を破棄する権利を有していた⁷¹⁾。協定が破棄さ

63) Ibid., p.27.

64) Ibid..

65) Ibid..

66) Ibid..

67) Ibid., pp.27-28.

68) 同工場が結局どのように戦後処理されたのか不明である (H. M. S. O., [1920-22 (2008 reprinted)], Vol.VIII, Ch. I, Gauge, p.28).

69) ウールズリー社の社史ではゲージ生産について触れていない。自動車・航空機用エンジンをはじめ、バス・装甲車などの製造に主として従事していたためと思われる (Nixon [1949]).

70) 協定を結ぶ時点で、同社はヴィッカーズ社向けゲージ生産に従事していたが、軍需省の裁量によって引き続き同社向けの作業を継続すべきであると認可された、これらのゲージ代金はすべて軍需省経由で支払われた (H. M. S. O., [1920-22 (2008 reprinted)], Vol.VIII, Ch. I, Gauge, p.28).

71) H. M. S. O., op. cit., Gauge, pp.28-29.

れた場合、軍需省の所有する全ての資産と施設、また企業が所有する工場は手入れをした後、手放すことが決められていた。なお、休戦条約の調印により同協定は破棄され、工場は以前の自動車修理業務に移行した⁷²⁾。

⑤フェアファックス・ゲージ工場

フェアファックス・ゲージ工場は、検査ゲージや他の製造が困難なゲージ生産を目的として、敵国の熟練労働力を利用する工場として1917年5月に創設された。軍需省はキルバーンにあったビルを借り、増強し、作業はバセット・ローク社の管理の下で進められたが、財務・会計監査上の処理のため同工場はウールズリー国営ゲージ工場の付属施設として運営された。同工場では15名が雇用され、製品レベルは非常に高かった。休戦条約の調印後も機械工らは拘留されたが、1919年1月に同工場は閉鎖された⁷³⁾。

⑥ウォルサムストウ・ゲージ工場

ニューオール・エンジニアリング社は、軍需省からの援助によって生産設備を充実させ、1917年9月よりゲージ生産を開始した。1918年春、親企業であるピーター・フッカー社（Peter Hooker & Co.）は大戦後を見据えてニューオール工場を利用しようとしたため、ゲージ部局との関係は複雑となり、事態の收拾のため工場は国営とされた。基本的にはウールズリー自動車工場との協定を踏襲する形で、両者の協定は1918年4月に結ばれた。軍需省は工場の監督権を完全に引き継いだ。企業資産はそのままにされた。1918年1月31日、消耗品倉庫が軍需省の管轄下に入り、ゲージ出荷時には総コスト+10%の利益が計上され各製造業者に送付された。1918年9月からは軍需省が作業コストと工場の維持費を負担

し、工場長をのぞく全スタッフを引き継ぎ⁷⁴⁾、一年あたり9,000ポンドの利益を生み出すまでに成長した⁷⁵⁾。なお、軍需省は三か月前の告知によって協定を破棄するオプションを有し、一方、協定破棄の際には、軍需省の工場監督下で建てられたビルや工場、設備を企業側が納得した価格で購入することが可能であった⁷⁶⁾。休戦条約の調印によって同工場はニューオール社に返還され、平時の業務へと戻った。

V. その他のゲージ生産

1. 支援契約による生産能力の増強

ゲージ生産量の増加のため、軍需省は支援契約という方法も採用した。これは軍需省との協定によって、建物や工場を拡張する前に資金を融通する精度であった。コベントリー兵器製作所（1916年、1月、3月、5月）、ティリング・ステイブンス社（Tilling Stevens：1916年7月）、コベントリー・ゲージ・小型工具会社とホルストマン自動車会社（1917年7月）がこの制度の対象となった。

資金は軍需省より前もって製造業者に直接支払われ、ホルストマン自動車会社のケースでは要求額の50%の支援、もしくは軍需省へ納入するゲージ価格を引き上げることで間接的に支払われた。コベントリー兵器製作所には要求額の75%が支払われた。これらの支援企業と先述した国営企業の違いは主に会計に対する監督の有無であった。契約は通常の契約基準通り結ばれ、製造されたゲージの売却について付帯条項は無く、軍需省が全ての生産物を引き受けた⁷⁷⁾。

⁷⁴⁾ Ibid.

⁷⁵⁾ すでに受注していた海軍省をはじめとする他の契約分は、軍需省の裁量により、そのまま進められた（H. M. S. O., [1920-22 (2008 reprinted)], Vol.VIII, Ch. I, Gauge, pp.29-30).

⁷⁶⁾ H. M. S. O., op. cit., Gauge, p.30.

⁷⁷⁾ Ibid.

⁷²⁾ Ibid., p.29.

⁷³⁾ Ibid.

2. 多様な製造業者・各種機関の利用

未経験であり、かつ事業分野が兵器とは大きくかけ離れた製造業者も数多くゲージ生産への参入を要請された。例えば、エディンバラのギルモア歯科用器具製作所 (Gilmore Dental Appliance Works)、ジレット安全カミソリ社 (Gillette Safety Razor Company)⁷⁸⁾、ヴィクトリー・ファスナー社 (Victory Dress Fastener Company) がゲージ生産に成功した。

単純な形状のゲージ供給源として、製靴業者 (British United Shoe Machinery Company) やメリヤス機械製造業者、さらに壁掛け時計や腕時計製造業者、自転車・バイク製造業者も好結果を残した⁷⁹⁾。企業組織だけではなく、ダースリー (Dursley) のペダーソン (Pederson, M.) のような腕に覚えのあるクラフトマンが個人でねじゲージを製造機械を新たに設計・組み立てることもあった。他にはチェルムスフォード (Chelmsford) のポチン (Pochin, E. A. N.) も個人でライフルゲージを受注した。彼は、契約部門の担当者と会った際、価格に関して「私はこの程度の形状の作業には全く興味が無い、要求を完全に達成することができたのだから、そちらが公正であるとする価格であれば良い」と困惑した様子を示した。

鉄道会社もゲージの追加供給源として期待されたが、ランカシャー・ヨークシャー鉄道 (Lancashire, Yorkshire Railway) やグレート・ウェスタン鉄道 (Great Western Railway) (1917年末にわずかにねじゲージを生産した)を除いて、

作業場がゲージ生産に適さないとして対象から除外された⁸⁰⁾。

さらに、ケンブリッジ大学エンジニアリング研究所 (Cambridge University Engineering Laboratory) が小地主に借り出され、様々なタイプの信管用ゲージを生産した。サウス・ウェールズ大学 (University College of South Wales) は簡単な設計のゲージ生産に従事し、クラークンウェルのノーザンプトン・ポリテクニク (Northampton Polytechnic Institute) とマンチェスター市立技術学校 (Manchester Municipal School of Technology) は大量のライフルゲージを生産した。1916年12月には、ロンドン市立技術学校 (L. C. C. Technical Institutes) が週当たり700個のゲージを納入しており、経験を蓄積した一部の教育機関では、さらに難しいねじゲージに取り組む場合もあった⁸¹⁾。

他には、郵政省の工場や市営機関もゲージ供給源となった。1915年7月、郵政省管轄工場の工具製造工と熟練工がゲージ生産に、さらにグラスゴウ、プレストン、ロンドン市営トラムが、砲弾や迫撃砲用砲弾ゲージ生産に従事した。

3. 地方行政下でのゲージ生産

リヴァプール、リーズ、バーミンガムの地方議会に設置された委員会は、彼らの管轄地域内での砲弾製造業者向けのゲージ供給を円滑に進めるために工場を創設するよう軍需省に陳情した。地方の要求のためにゲージ製作所 (検査部門も備えていた) がブートル (Bootle) に設立され、公式にゲージ生産に従事した⁸²⁾。この工場は、ねじゲージのような難しい種類ではなく、生産しやすいゲージ供給に従事した。製品はゲージ部局の要求

⁷⁸⁾ ゲージ生産にジレット社が関与したことについて、同社の社史では触れられていない。おそらくその理由は本業であるカミソリの生産による大戦への貢献のほうが大きかったためであろう。大戦中、同社のカミソリ418万挺が前線のアメリカ陸海軍将兵に利用されたからである。なお、大戦前にすでにイギリスとカナダにおいて海外生産が進められており、在英工場がゲージ生産に取り組んだ (Spang [1951], p.15, p.17)。

⁷⁹⁾ メラー・プロムリー社 (Mellor Bromley)、ギャンブル社 (Gamble) といった名称も上がっているが、同名企業が数多くあり、断定することは難しい。

⁸⁰⁾ H. M. S. O., op. cit., Gauge, p.16.

⁸¹⁾ Ibid.

⁸²⁾ 同製作所は1916年3月にはすでにゲージ生産に従事していたが、正確な設立日は不明である (H. M. S. O., [1920-22 (2008 reprinted)], Vol.VIII, Ch. I, Gauge, p.30)。

を満たすレベルであったが、他の民間製造業者の方がより大規模かつ廉価で多種のゲージを供給可能であった⁸³⁾。

バーミンガム・ゲージ工場は国営の砲弾工場の一部であった。1915年11月のはじめ、彼ら自身でゲージ部を設置することを決定し、工場は1916年1月から稼働するよう準備が進められた。当初、同工場は国営砲弾工場向けゲージのみを供給していたが、生産能力の上昇によってバーミンガム委員会（Birmingham Committee）によって管理される同地域の民間製造業者向けにゲージ供給することが可能となった。平均して週当たり200個のゲージを生産し、1917年初頭からはリヴァプールの工場に対して軍需省向けゲージを供給した⁸⁴⁾。

4. 海外からのゲージ輸入

供給が困難であったねじゲージへの需要に応じるため、軍需省は海外の製造業者を利用することも辞さなかった。1915年6月、イングランド在住のスイス人技師がスイス国内でゲージを供給する準備があると提案してきた。イギリスの代表であったアンガス（Angus）を通じて、スイス企業・フランス政府・スイス政府の協同計画をベルンにて交渉した結果、軍需省はスイスの製造業者（La Société Genevoise）とベルンのロッシュ（Roch, M. P.）にゲージを発注し満足な結果を得た。

1915年末にはスウェーデン製ゲージの導入も開始された。ゲージ部局はねじゲージ製造業者としても著名であったヨハンソン（Johansson, J.）からの供給に成功し、満足な成果を収めた。同時

に、フランスとオランダからゲージを確保するため、ゲージ部局の代表者がこれらの国々を訪問した⁸⁵⁾。

1917年、航空部門のメートル規格ねじゲージ需要が増大し、軍需省はフランスとスイスの主要なゲージ製造業者にこれらの対応を求め代表者を派遣した。同時に、様々なねじゲージを確保するためアメリカの製造業者らに発注され、1918年3月からイギリスに発送された⁸⁶⁾。さらに、同年6月、フランスからメートルゲージが初めて発送され、NPLでの検査の結果、満足いくものと判断された。それ以後、フランス企業もゲージ供給源として利用された。

VI. ゲージ原材料・設計・加工方法の変化とNPLによる検査業務

1. 原材料と加工方法の変化

最後に、ゲージ生産・検査に果たしたNPLの役割をまとめておこう（図1～6を参照）。

ゲージは部品検査に使用するたびに摩耗し、定期的に交換されなければ測定精度を保つことができない。したがって、素材となる鋼材が硬ければ摩耗の度合いは軽減し、新規のゲージに交換するまでの使用期間が延びるが、一方で切削と研磨に時間がかかり生産速度が低下する。つまり、相容れない技術条件をいかに克服するかが短期間に大量にゲージを生産するための障壁であった。

一般的に、ゲージには高品質鋼材が用いられ、のちに表面硬化（焼き入れ）が施されるようになったが、大量需要に応えるため、1917～18年に軟鋼でのゲージ生産が試みられた。軟鋼であれば機械作業が容易かつ素材コストを削減でき、表面硬化を施すことで硬度を保てると考えたのである。

ただし、ねじゲージ生産の初期の頃は、焼き入

⁸³⁾ H. M. S. O., op. cit., Gauge, p.30.1917年初頭には、同工場の製品価格は他の民間製造会社よりもかなり廉価であったとの指摘もある（H. M. S. O., [1920-22 (2008 reprinted)], Vol.VIII, Ch. I, Gauge, p.31）。

⁸⁴⁾ リーズ周辺の製造業者向けのゲージ生産は、バーミンガムとほぼ同様に進められた。軍需省のゲージ部局は、これらの地方の製造業者を管理下に置かず、銃砲弾部局によって管理させた（H. M. S. O., [1920-22 (2008 reprinted)], Vol.VIII, Ch. I, Gauge, p.31）。

⁸⁵⁾ H. M. S. O., op. cit., Gauge, p.16.

⁸⁶⁾ 軍需省の代表者はアメリカの製造業者の工作精度に不満があったようである（H. M. S. O., [1920-22 (2008 reprinted)], Vol.VIII, Ch. I, Gauge, pp.16-17）。

れを施すことはほとんど無かった⁸⁷⁾。その結果、検査作業にともないすぐに精度は低下し、新ゲージと交換せねばならず、ゲージ不足を引き起こした。製造業者らはまだ経験不足であり、焼き入れたねじゲージを短期間で一定量確保することが不可能であった。また、焼き入れを施した場合、コストが高額となることも問題であった。バセット・ロック社が焼き入れ無しのゲージで2ポンド2シリングであったのに対し、コベントリー兵器工場 (Coventry Ordnance Works) で表面焼き入れをした場合4ポンド5シリングであった。

しかし、焼き入れたゲージは軟鋼のままのゲージと比べ3～4倍の耐久性があるため、ゲージ部局によって高価格は妥当であると判断された。さらに、ウェストミンスター電気試験研究所 (Westminster Electrical Testing Department) によって開発された方法によってねじゲージを強化するとゲージの耐久性はさらに延びる結果が判明した⁸⁸⁾。

他の試みの一例として、1916年、リー鑄物所 (Lea Foundry Company) は、リングゲージと信管ゲージにて急冷凝固した鑄鉄が代替可能か実験を行っている。1916年9月、NPLでの実験結果がゲージ部局に報告された。合格したゲージはわずかであり、ほとんどが素材の強度基準を満たせず、実験は失敗に終わった⁸⁹⁾。そもそもゲージ製造業者の多くが鑄鉄利用に対して当初より懐疑的であり、この試みは一旦諦められた。1917年にあらためて多様な種類の鑄鉄製ゲージが生産されたが、やはり結果は満足いくものではなかった⁹⁰⁾。

87) H. M. S. O., op. cit., Gauge, pp.10-11.

88) 同研究所の対策の技術的な詳細は不明である (H. M. S. O., [1920-22 (2008 reprinted)], Vol.VIII, Ch. I, Gauge, p.22).

89) H. M. S. O., op. cit., Gauge, p.22.

90) シリンダーゲージは鑄鉄で大量に製造されていたが、急冷凝固した素材ではなかった (H. M. S. O., [1920-22 (2008 reprinted)], Vol.VIII, Ch. I, Gauge, pp.22-23).

2. ゲージ設計の変更

すでに見てきたように、標準的なゲージやねじゲージは製造を容易にすべく設計が変更され規格や標準化が進められたが⁹¹⁾、あらためていくつかの例を示しておこう。

設計と構造のたゆまざる変更は信管において顕著であり、新設計に対応した新ゲージ生産が検査と兵器生産に不可欠であった。1916年初頭、18ポンド砲用砲弾と4.5インチ砲用砲弾の設計が変更されるとゲージ不足によって一時的な生産遅延を引き起こした。さらに60ポンド、4.5インチ、8インチ、9.2インチ砲用砲弾の製造業者らが同時に新設計に変更されれば、ゲージが枯渇すると4月に報告されている⁹²⁾。

製造業者が兵器生産を加速するためには、部品設計の簡略・合理化と同時に、ゲージ生産者も作業を単純化する必要があった。その一つが、公差範囲基準を緩めることであったが、安易に公差範囲を大きくすることは製造面での混乱を招きもした。1915年8月、公差範囲の緩和を求められた2インチ迫撃砲用ゲージの50%がNPLによって不合格とされた(0.001インチ以内の許容誤差を認められた)。また、1915年10月には、ねじゲージにおいても公差範囲の緩和が認められた⁹³⁾。

1915年12月、「要求される目標に最適なゲー

91) ESCのゲージ委員会が、各種ゲージの基礎データを元に設計変更や規格・標準化を設定したが、*The Official History of The Ministry of Munitions*では、ESCの貢献についてわずかに触れられているだけである。ナショナル・アーカイブのMUN史料にはESCから送られた資料がすでに散見されているので、今後詳細な調査が必要であろう。

92) 新設計の兵器部品が登場すると、旧来のゲージが廃棄されるため、ゲージ部局は完成した旧型ゲージと生産途上にあった廃棄ゲージを新型ゲージに可能な限り適合させるよう指示もしている。例えば、1916年1月、コットン&サンズ (Cotton & Sons) は受注した6インチ砲用砲弾用のゲージ100個を60ポンド砲用砲弾用ゲージに作り直し、NPLに送付した (H. M. S. O., [1920-22 (2008 reprinted)], Vol.VIII, Ch. I, Gauge, p.31)

93) H. M. S. O., op. cit., Gauge, p.32.

ジ設計を最終的に決定するため」、ミンチン将軍（General Minchin）の指示によって、製造業者と軍需省の代表者によって構成される委員会が設置された。この委員会は11月5日の会議（軍需品供給が困難な状況への対応策について議論された）が元となっていた。この委員会の主たる目的は公差範囲の緩和であり、委員会はいくつかのケースで緩和を認めるべきであると推奨した⁹⁴⁾。

他方、軍需省は製造業者らから提案される合理・簡易化の提案も歓迎した。さまざまな種類の測定機器が、製造業者らによって開発され、これらの機器の利用と他社への紹介によって精密度の向上と迅速な作業を進めることが可能となったのである⁹⁵⁾。

3. NPL での検査作業とゲージ生産量の推移

1915年8月から1917年12月までに、14,500種類、約76万個のゲージが製造業者からNPLへ検査のために送られた。もっともこの数量は同期間中のゲージ全生産量を示しておらず、先述したようにライフルゲージはエンフィールド・ロックへ送られ、火砲用ゲージと同様砲弾用ゲージはウーリッチへ送られていた⁹⁶⁾。

ゲージ部局の管理の進展・製造業者の技術蓄積にともない、一週当たりの平均納入数は着実に増加していった。1916年1月の約3,330個から12月には5,530個へと増加した。1917年7月にはNPLへの納入数は最高水準に達し、一週当たり平均11,015個へと増加した。残り5カ月間に若干減少したものの、一週あたりの平均納入数はその後も10,000個前後を推移し、1918年に入ると減少した。推計32万6千個の各種ゲージが1918

年中に検査され、そのうち73%が検査に合格した。1916,17年の合格率75%と比べると若干低い合格率である理由は労働希釈によるものであった（図1～6を参照）⁹⁷⁾。

戦前、ライフルを除くすべての軍需品に対するゲージ試験はウーリッチで行われ、同地にて検査ゲージが保持されていたが、このシステムは1915年中ごろまで続いたものの、あらゆる製造現場でゲージ生産量の急激な増加に見舞われると、とくに小銃弾・砲弾とその構成部品用のゲージ検査をウーリッチで対応することは不可能となった⁹⁸⁾。

軍需省が創設され、調達と検査の新たな取り決めがなされると⁹⁹⁾、いくつかの検査作業はウーリッチで行われたものの、主なゲージはNPLに送られ検査された。ただし、このようなシステムが円滑に進むまでの数か月の間は、製造業者らが自ら検査ゲージを調達（場合によっては生産）することが強いられ、ゲージは各製造業者のもので検査され、必要な際、ウーリッチからNPLに送られることもあった。だが、ゲージ部局（Gauge Department）が全ての検査ゲージ供給を統括することとなると、現場での検査はもはや必要なくなり、軍需省の「検査・供給部局」（Inspection and Supply Department）と連携し、作業はウーリッチとNPLに分割された¹⁰⁰⁾。

一時はウーリッチのゲージもNPLで検査することが検討されたが、結局、火砲用ゲージの全てをウーリッチで取り扱うことが継続され、砲弾用ゲージは各工廠管轄の工場にて管理された。また、王立研究所（Royal Laboratory）の検査部局が検査を行う場合もあった¹⁰¹⁾。

94) その後、ESCの委員会（1917年2月24日）は、ねじゲージの標準化に関する議論の末、最適な規格を設定するために、ゲージ製造業者にねじの形状と公差範囲に関する情報を提供するように求めている（H. M. S. O., [1920-22 (2008 reprinted)], Vol.VIII, Ch. I, Gauge, p.32）。

95) H. M. S. O., op. cit., Gauge, p.32.

96) Ibid., p.23.

97) 1918年中の最多数は1月の8,000個であり、10月には6,600個へと減少した。休戦前後では12月に4,700個へと急激に減少した（H. M. S. O., [1920-22 (2008 reprinted)], Vol.VIII, Ch. I, Gauge, p.23）。

98) H. M. S. O., op. cit., Gauge, p.32.

99) Ibid., p.33.

100) Ibid.

101) 少数の製造業者によって生産された特殊なゲージ

通常兵器用のゲージは多数の民間製造業者によって生産された後、NPLに送られ、検査、備蓄された。検査ゲージも同様であった。したがって、主要な通常兵器の増産と歩調を合わせ、NPLの検査数は拡大の一途を辿った。さらに、ゲージ部局の管轄対象の増加にともない、迫撃砲、航空機、海軍向け兵器用ゲージも順次NPLの検査対象とされた。

大戦前には、NPLは一年あたり1,000個のゲージを検査する程度の作業量であったが、1915年末には50,000個にまで増加した¹⁰²⁾。1915年、研究所員の努力によって一日当たり600個が検査されたにもかかわらず、9月には検査能力を超え、夜間シフトによって遅延に対応した(一時的な対応であり、11月に終了した)¹⁰³⁾。また、検査作業の増大に対して、戦時ボーナスと残業手当が付与されることとなった¹⁰⁴⁾。

1915年6月時点で、NPLの金属部門でゲージを担当している研究所員はわずか5人に過ぎず、増大する検査作業をこなすためには臨時雇用による増員が求められた。当時、軍需省はウーリッチでの検査工程をすべてNPLに吸収することも想定しており、1週間当たり1万個のゲージを検査することが可能なレベルに研究所を拡張することを企図していた¹⁰⁵⁾。

1915年末、NPLの執行委員会(Executive Committee)の下で、「女性の検査員の導入が決定されたが、ゲージ製造業者の反感を買うであろう」という理由で同計画は一旦頓挫してしまった¹⁰⁶⁾。研究所内では、試験部門のリーダーから研究開発の観点から臨時雇用の増大には懸念があるとの指摘があったものの、1916年2月には女性

労働力の試用が決定され、多数の女性が採用された¹⁰⁷⁾。1916年を通じて、彼女らは一週当たり4,000個のゲージを検査し、高精度を要求されないゲージにおいて良い結果を収めた¹⁰⁸⁾。

女性労働力の利用は、大戦中の研究所の活動を代表する特徴となった。1917年には420名の研究所員のうち女性99名が雇用され¹⁰⁹⁾、1918年1月時点では200名近くにまで増加した¹¹⁰⁾。

NPL所長グレイズブルックと執行委員は、当初から他の研究所員と同等の待遇で女性を雇用することに同意しており¹¹¹⁾、女性の採用に際して、「最大限の厚遇」で受け入れ、以前の経歴を問わず、「台所での経験で十分である」ことが告示された¹¹²⁾。

資金難で思うような設備投資ができなかった戦前とは異なり、ゲージ部局との連携の下、NPLの収容施設と設備は続々と増加し、新たな検査用ビルの他に大規模な備蓄施設が建設された(1915年7月)、そこには検査に合格したゲージがストックされ、各製造業者の要求に応じて発送された¹¹³⁾。

1916年6月までに、13万2,000個のゲージが検査され、1917年半ばまでには一週当たり9,000～10,000個が検査され、大戦終結までに公式には108万3,362個が、非公式には約3万3,000個

¹⁰⁷⁾ Ibid., H. M. S. O., op. cit., Gauge, p.33.

¹⁰⁸⁾ H. M. S. O., op. cit., Gauge, p.33.

¹⁰⁹⁾ Moseley, op. cit., p.155.

¹¹⁰⁾ H. M. S. O., op. cit., Gauge, p.33.

¹¹¹⁾ Moseley, op. cit., p.155. 従来の給与は一年あたり、Principal Assistants £300～500, Assistants £200～300, Junior Assistants £50～100であったが、1917年にはPrincipal Assistants £650～750, Senior Assistants £500～600, Assistants (1) 350～450, (2) £250～350, Junior Assistants £175～235へと変更するようNPL執行委員会から提案されている(Moseley [1976], p.167).

¹¹²⁾ Ibid., p.155. 大戦終結にともない、研究所はもはやかつてのように全職員が男性で構成されることはなかったが、ほとんどの女性が前線から復帰した男性に取って代わられた(Moseley [1976], pp.155-156).

¹¹³⁾ H. M. S. O., op. cit., Gauge, p.34.

は直接ウーリッチに送られ、別途検査され備蓄された(H. M. S. O., [1920-22 (2008 reprinted)], Vol.VIII, Ch. I, Gauge, p.33).

¹⁰²⁾ Moseley [1976], pp.154-155.

¹⁰³⁾ H. M. S. O., op. cit., Gauge, p.33.

¹⁰⁴⁾ Moseley, op. cit., p.155.

¹⁰⁵⁾ Ibid., H. M. S. O., op. cit., Gauge, p.33.

¹⁰⁶⁾ Moseley, op. cit., p.155.

がNPLにて検査された¹¹⁴⁾。

一方で、兵器部品の製造業者と同様にNPLも検査ゲージ不足に悩まされた。とくに兵器部品の設計変更にともなう新型の検査ゲージ不足は深刻であり、検査作業の中断を避けるため、ブロックゲージを用いた直接計測によって対応した¹¹⁵⁾。例えば、信管100ゲージは、ほとんどの部品検査をスウェーデンのヨハンソン製ブロックゲージを用いて検査された¹¹⁶⁾。

NPLの名前が示すように、本来同研究所に期待された基礎研究・開発はゲージ検査作業に追いやられたかのように見えたが、新たな計測機器の設計・開発、なかでもねじゲージ検査への貢献が大きかった。大戦前、ねじゲージはイギリスではわずかな製造業者によって少数が生産されていただけであったため、NPLは新型工作機械を設計

し、ねじゲージ増産の一助となった。さらにNPLでは1917年末にヨハンソンのスタンダードブロックゲージの増産も進められていた¹¹⁷⁾。

ねじゲージやねじの形状を検査するための輪郭ゲージの生産はとりわけ難しく、初期は合格率も低かった。1915年末の5カ月間において、通常のゲージが75%の検査合格率だったのに対して、検査に合格したねじゲージは49.7%に過ぎなかった。その後、NPLでの研究成果として製造業者への技術指導が進み、ねじゲージの品質は検査基準値よりも改善し、1916年には64.4%、1917年には68.3%にまで検査の歩留まりは上昇した¹¹⁸⁾。ゲージ部局が直面した問題を克服するためには製造業者との連携が重要であった。研究所員は生産方法に関する助言を製造業者に行い、作業現場での実地指導も数多く行われたのである¹¹⁹⁾。

¹¹⁴⁾ Moseley, *op. cit.*, p. 156, H. M. S. O., *op. cit.*, Gauge, p.34. ロイド・ジョージに続いて軍需省を統括したファウラー (Fowler, H.) は、NPLでのゲージ検査が戦争遂行に果たした功績を高く評価したが、研究所側は平時から継続していた新型光学ガラス研究など、純粋な科学・研究開発ではなく、金属部門による検査という単純作業が業務の中心となったことを懸念していた (Moseley [1976], p. 156).

¹¹⁵⁾ *Ibid.*, Gauge, p.34.

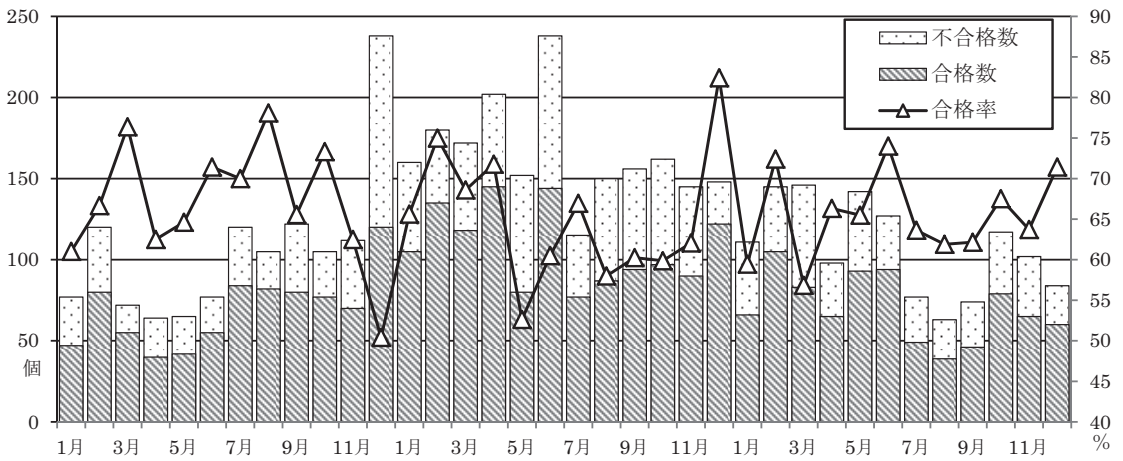
¹¹⁶⁾ ブロックゲージ (Block Gauge: もしくはゲージブロック [Gauge Block]) は「ゲージのためのゲージ」と呼ばれ、測定機器の校正や寸法基準の設定をするための基礎となるゲージである。邦語ではヨハンソンの文献を翻訳したものを再編した小須田 [2012] を参照。なお、日本でのリミットゲージ方式の導入について、Baba, Kuroda and Yoshiki [1997]、また戦前期を概観した論文として川村 [2000] がある。川村論文では、第二次世界大戦前の日本においては「我が国では限界ゲージ方式が定着していたとはいえない」、 「限界ゲージ方式は、つまるところ、大量生産によって、そのメリットを發揮し得るものである。しかし、当時の我が国の機械工業は質的劣等さのゆえに量的拡大を果たし得ず、両大戦間の長期にわたる深刻な不況も加わって、大量生産の可能な機械類はごくわずかしかなかった。多くの機械工場は不完全な工場管理のもとで多種少量生産を行っていたが、このような工場に単純に限界ゲージ方式を導入しても、砲煩部が達成したような製造コストの大幅な削減は不可能であったと思われる」と指摘している。

¹¹⁷⁾ H. M. S. O., *op. cit.*, Gauge, p.34.

¹¹⁸⁾ *Ibid.*

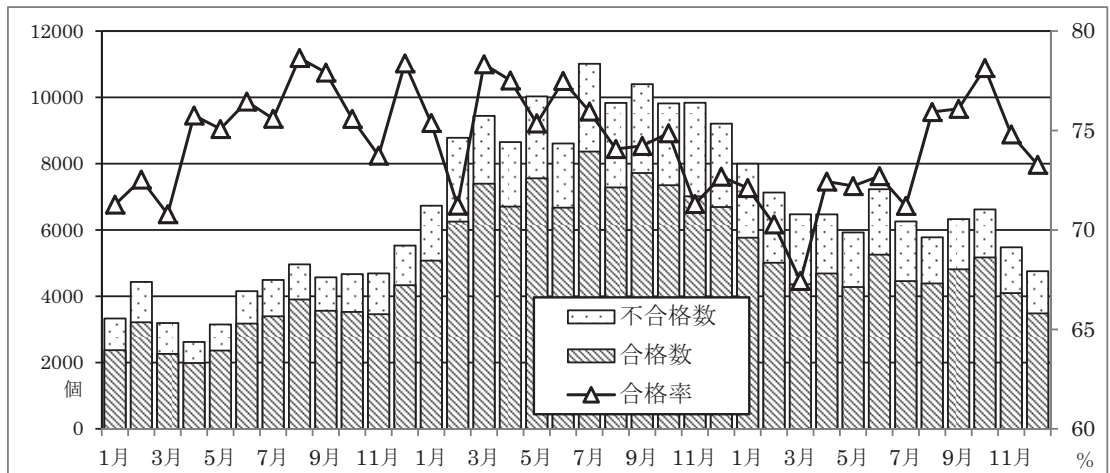
¹¹⁹⁾ *Ibid.*

図1：NPLによる検査ゲージ合格率の推移（1916年1月～1918年12月）



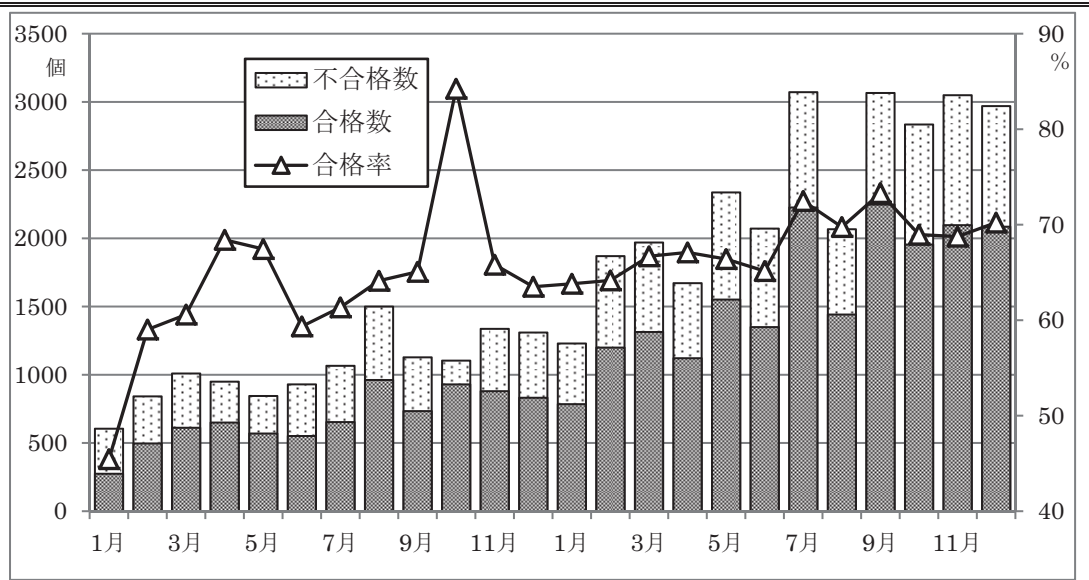
出典：H.M.S.O., [1920-22 (2008 reprinted)], Vol.VIII, PartIII Engineering Equipment, p.42 より作成。
 注：縦軸左は棒グラフのゲージ個数，縦軸右は折れ線グラフの合格率 (%) を示す。

図2：NPLによる全種類のゲージ検査合格率の推移（1916年1月～1918年12月）



出典：H.M.S.O., [1920-22 (2008 reprinted)], Vol.VIII, PartIII Engineering Equipment, p.42 より作成。
 注：縦軸左は棒グラフのゲージ個数，縦軸右は折れ線グラフの合格率 (%) を示す。ライフル用ゲージの全てはエンフィールド・ロックにて，弾丸・砲弾用ゲージの一部はウーリッチ工廠にて検査されたためこのグラフの数値は当該期間に生産された全ゲージを示していない。なお1916年および1917年の平均合格率75%と比べ，1918年の平均合格率が73%と若干の低下を見せたのは，労働希釈化の影響とされる（同上書，p.23）。

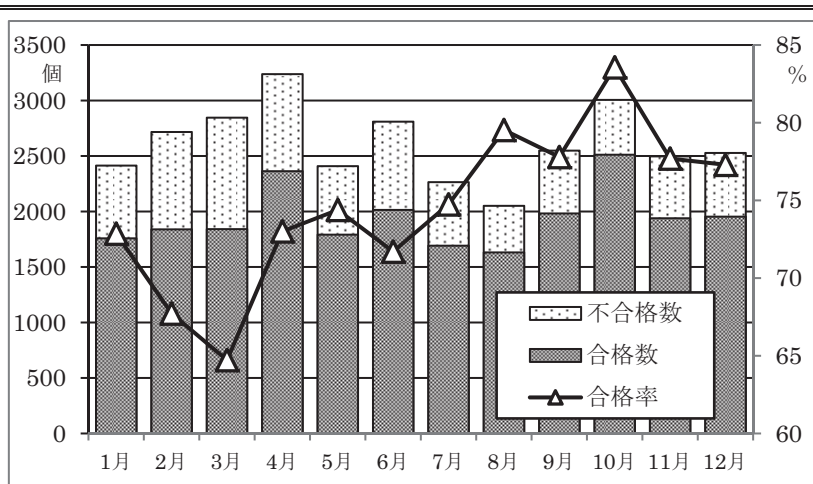
図3：NPLによるねじゲージ・輪郭ゲージ検査合格率の推移（1916年1月～1917年12月）



出典：H.M.S.O., [1920-22 (2008 reprinted)], Vol.VIII, PartIII Engineering Equipment, p.42より作成。

注：縦軸左は棒グラフのゲージ個数，縦軸右は折れ線グラフの合格率 (%) を示す。1918年分はゲージ部局 (Gauge Department) によるデータ区分が異なるため4, 5図を参照。

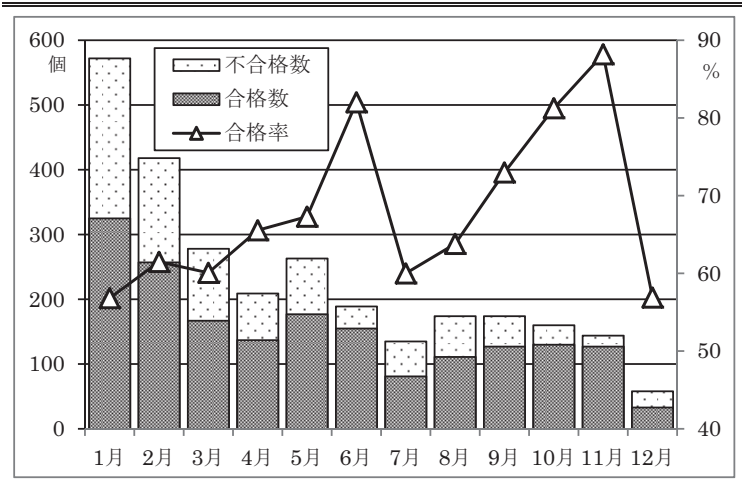
図4：NPLによるねじゲージ検査合格率の推移（1918年1月～12月）



出典：H.M.S.O., [1920-22 (2008 reprinted)], Vol.VIII, PartIII Engineering Equipment, p.42より作成。

注：縦軸左は棒グラフのゲージ個数，縦軸右は折れ線グラフの合格率 (%) を示す。1918年分のデータは，ねじゲージのみで算出されている。

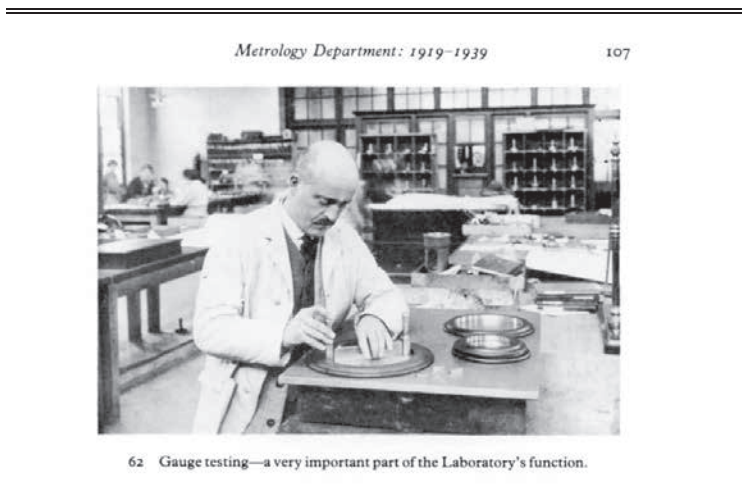
図5：NPLによる成形ゲージ・輪郭ゲージ検査合格率の推移（1918年1月～12月）



出典：H.M.S.O., [1920-22 (2008 reprinted)], Vol. VIII, Part III Engineering Equipment, p.42 より作成。

注：縦軸左は棒グラフのゲージ個数，縦軸右は折れ線グラフの合格率 (%) を示す。1918年分のデータは，成形ゲージと輪郭ゲージを合計した数値がゲージ部局から提供されているため，ねじゲージと分割されている。

図6：ゲージ検査の様子



出典：Pyatt [1983] , p.107.

注：NPLでのゲージを用いた計測検査の様子。キャプションには撮影時期の記載がなくいつ頃の状況か不明である。また，周りの状況から類推すると，撮影用に検査風景を再現しているものと思われる。熱膨張率の低い石版の上で円形の金属部品の内径を計測しており，石版の上にはブロックゲージの小片がいくつか置かれ，内径を計測している左手には大きいブロックゲージが確認できる。

小括と今後の課題

休戦条約の調印に続いて、兵器生産が停止された。同時にゲージ製造業者の縮小も開始された。ゲージ部局は製造業者に対して、発注分の即時停止と未払い分の注文と仕掛品を速やかにNPLに送るよう通達し、製造業者との契約破棄条項に則って清算処理を済ませた。ただし、ねじゲージと航空機用ゲージは航空機部門（Air Department）の需要に応じて生産継続が認められ、また、ヴィダル・エンジニアリング社とピッターズ社は高精度ゲージの生産を戦後も継続した¹²⁰⁾。

大戦中のウィークリー・レポートや軍需省資料を元に各部門の関係者が1920～22年に編纂した*The Official History of The Ministry of Munitions*では、大戦中のゲージ生産について以下のように評価している。

「1915～18年における軍需省管理下でのゲージ生産の発展は、おそらく製造業の将来に色濃く影響を及ぼすであろう。ゲージ部局の援助によって多数の製造業者は適切な設備を有する工場を保有することとなった。彼らは製造業にて確固たる存立基盤を構築したのである。リミットゲージ利用の拡大は、大戦中の機械取扱いの際立った特徴であり、今後も継続され、需要を創出するだろう。また、これらの製造業者が今後も引き続きビジネスを発展させることを可能とするであろう…。…設計の単純化の意義とは生産時間の短縮とコストの低減を促進する点にあり…。…蓄積された経験は…。…戦後の再建時に有益となるであろう。ゲージ産業が繁栄しないはずがない。除隊した労働力の吸収にも役立つであろう。ゲージ供給は大戦前、外国企業の手の中にあつたが、いまや国内の製造業者のコントロール下にある」（点線部引用者中略）¹²¹⁾。

すでに見てきたように、ゲージ部局・NPL・ESC・民間の製造業者等の連携によって、素材研究・新設計や開発をはじめ大量のゲージ生産・検査が推し進められた。戦局・技術の変化にともない不断にゲージ生産・管理システムの改編が進められていく過程が明らかとなった。有事に際して、後手に回りながらも多数の民間製造業者を利用して弾力的に兵器生産に対応した経験は、軍需省関係者の自信につながったことは想像に難くない¹²²⁾。軍需省発足まもなくゲージ部局を独立した部署として運営させ、製造の分散と検査の集中によって互換性を保ちつつ増産するというシステムを構築したこと、さらに科学研究の成果を最大限活用したことは、軍需省が兵器生産（工業生産）を合理的に進めようとした点で革新的であったと評価できよう。また、注目すべきは、スイス、フランス、スウェーデン、アメリカなど諸外国からのゲージ供給例から、将来的には国際間の兵器部品供給の可能性も示唆されていた点である。

だが、先述した軍需省正史が1920～22年までに執筆されたという事実を考慮しても、軍需省による戦後の民間製造業者への明るい見通しは近視眼的であり疑問を抱かざるを得ない。

その理由は、まず大戦中の新たな取り組みが、作業現場への介入が大きい分野であればあるほど組合との交渉によって戦時に限定された一時的な対応とされていたこと（不熟練労働力・女性労働力の利用）¹²³⁾、そして膨張しすぎた生産能力を平時に維持するに足る国内外市場の維持・拡大・創造は個別の製造業者に委ねられ、大戦後の不況によって活路を見出せず製造業者の淘汰が進んだことから明らかであろう。

そもそも、兵器部品やゲージ生産に参入した民

¹²⁰⁾ Ibid., p.35.

¹²¹⁾ Ibid.

¹²²⁾ 軍需省による民間産業への統制と再軍備期から第二次世界大戦時に本格化するシャドウ・ファクトリー構想との関連、また政府と英国産業連盟（Federation of British Industry）の関係について再考する必要がある。

¹²³⁾ 栗田 [1978] や大和久 [2013] を参照。

間の製造業者らのもとで、リミットゲージ・システムの利用が戦後も継承されたのかという問題が残っている。現段階ではその影響や継承は限定的であったとの指摘がされているが、多様な製造業者を対象とした実証研究に基づくものではない¹²⁴⁾。傍証ではあるものの、標準化・規格の普及やゲージやジグの利用が、大戦後の自動車産業において機能していたことが明らかにされているが¹²⁵⁾、今後様々な産業や製造業者を対象とした実証研究を積み重ねる必要がある。

最後に、本稿ではもっぱら軍需省側の資料を中心にゲージ生産や標準化を見てきたため、製造業者が軍需省の管理をどのようにとらえていたのか、またESCの貢献についても触れることができなかった。現状ではゲージ生産に従事した中小製造業者に関する一次史料へのアクセスには制約があると言わざるを得ないが、ゲージ部局と製造業者間交渉に関する資料をナショナル・アーカイブの軍需省資料MUNにて、また、ESCに関する資料として、BSIが所有しているBritish Standards Minutesを調査する必要がある。以上、今後の課題である。

なお、本稿では取り扱うことのできなかった航空機部品に関する標準化とゲージ生産について¹²⁶⁾、さらに光学機器をはじめとする標準化の試み、以上の前提となるイギリス規格と標準化が1920年代にどのように評価されたのかについては別稿を予定している。

参考文献一覧（雑誌記事は脚注内にて紹介）

Andrews, P. W. S. and Brunner, E. [1955], *The Life of Lord Nuffield: A Study in enterprise and Benevolence*, Oxford.

¹²⁴⁾ Wrigley [1982], Hannah [1976] pp.29-31を参照。

¹²⁵⁾ 中本[2007]pp.82-83, Andrews and Brunner[1955] pp.77-80を参照。

¹²⁶⁾ 1917年以後、機体と航空機エンジン部品の規格制定がESCと英国航空機製造業者協会(Society British Aircraft Construction)の間で進められた。概略は拙稿[2014] pp.82-83を参照。

- Baba, Y., Kuroda, S. and Yoshiki, H. [1997], "Diffusion of the Systematic Approach in Japan" (in Goto, A. and Odagiri, H. (eds.), *Innovation in Japan*, Oxford).
- Berghahn, V. [2009], *Der Erste Weltkrieg*, Munchen (フォルカー・ベルクハーン著/鍋谷郁太郎訳 [2014]『第一次世界大戦 1914-1918』東海大学文学部叢書)。
- Hannah, L. [1976], *The Rise of the Corporate Economy*, London.
- Holland, G. [1949], *The Story of Bassett-Lowke Ltd, from the turn of the century*, Northampton.
- Howard, M. [2002], *The First World War*, Oxford (マイケル・ハワード著/馬場優訳 [2014]『第一次世界大戦』法政大学出版局)。
- Jones, R. L. and Lewis, M. J. [2006], *Alfred Herbert Ltd. and the British machine tool industry, 1887-1983*, Chippenham.
- Lewis, J. H. [1996], "The Development of the Royal Small Arms Factory (Enfield Lock) and its influence upon mass production technology and product design c1820-c1880", Middlesex University, Ph. D. Paper.
- McWilliam, R. C. [2002], "The Evolution of British Standards", University of Reading, Department of Management, School of Business, Ph. D. Paper.
- Moseley, R. [1976], "Science, Government & Industrial Research: the Origins & Development of the National Physical Laboratory, 1900-1975", University of Sussex, Ph. D. Paper.
- Nixon, J. C. [1949], *Wolseley: A Saga of the Motor Industry*, London.
- Pyatt, E. [1983], *The National Physical Laboratory: A History*, Bristol.
- Russell, B. [1985], "The Trend to Standardization - Product Development in the British Motor Cycle Industry: 1896-1916 -", City University Business School, Ph. D. Paper.
- Spang, J. P. [1951], *Look Sharp! Feel Sharp! Be Sharp! : Gillette Safety Razor Company Fifty Years 1901-1951*, New York.
- Winter, J. [2014], *The Cambridge History of The First World War, Vol.2: The State*, Cambridge.
- Wrigley, C. [1982], "The Ministry of Munitions: an Innovatory Department", in Burk, K. ed., *War and State: Transformation of British Government, 1914-1919*, London.
- H. M. S. O., [1920-22 (2008 reprinted)], *The Official History of The Ministry of Munitions: Volume VIII Control of Industrial Capacity and Equipment*, Part III Engineering Supplies, Ch. I Gauge.
- H. M. S. O., [1920-22 (2008 reprinted)], *The Official History of The Ministry of Munitions: Volume VIII Control of Industrial Capacity and Equipment*, Part I,

- Review of the State Manufacture, Ch. II Establishment Emergency Factories.
- H. M. S. O., [1920-22 (2008 reprinted)], *The Official History of The Ministry of Munitions: Volume VIII Control of Industrial Capacity and Equipment*, Part III, Engineering Equipment.
- H. M. S. O., [1920-22 (2008 reprinted)], *The Official History of The Ministry of Munitions: Volume XI The Supply of Munitions*, Part I Trench Warfare Supplies, Ch. III, Trench Mortars and their Ammunition.
- 池田嘉郎編 [2014] 『第一次世界大戦と帝国の遺産』山川出版社.
- 小野塚知二編 [2014] 『第一次世界大戦開戦原因の再検討—国際分業と民衆心理—』日本経済評論社.
- 大和久悌一郎 [2013] 「第一次大戦期イギリスにおける労働政策—軍需省を中心に—」立教大学大学院文学研究科, 博士論文.
- 川村正晃 [2000] 「我が国の機械工場における限界ゲージ方式の導入について」『計量史研究』22 巻.
- 栗田健 [1978] 『増補 イギリス労働組合史論』未来社.
- 軍事史学編 [2015] 『第一次世界大戦とその影響』錦正社.
- 菅一城 [2015 年] 「GKN と軍需省：第一次世界大戦下の英国の軍需統制」『経済学論叢 (同志社大学)』67 巻第 1 号.
- 小須田哲雄 [2012] 『ゲージブロック物語』株式会社ミツトヨ, カタログ No.12016.
- 塩見治人 [1978] 『現代大量生産体制論』森山書店.
- 中本和秀 [2007] 「イギリス自動車産業の大量生産システムの形成 (続) —モリス・モータース社の組み立て工場的发展—」『経済と経営』37 巻第 2 号.
- 橋本毅彦 [2002] 『<標準>の哲学—スタンダード・テクノロジーの 300 年—』講談社メチエ.
- [2013] 『「ものづくり」の科学史—世界を変えた《標準革命》—』講談社学術文庫.
- 山下雄司 [2009] 「イギリス光学産業の市場構造に関する史的考察—第一次世界大戦と戦間期を対象として—」『明大商学論叢』91 巻第 2 号.
- [2014] 「イギリスにおける標準化団体の活動：1901～1918 年—Engineering Standards Committee を中心として—」『経済集志』第 84 巻第 2 号.
- 山室信一・岡田暁生・小関隆・藤原辰史編 [2014] 『現代の起点—第一次世界大戦』岩波書店.
- 吉澤誠一郎 [2015] 「第一次世界大戦研究から見えてくる新しい現代像—山室信一ほか編『現代の起点 第一次世界大戦』をめぐって—」『歴史学研究』No.931.
- 渡邊吉人 [2008] 「第一次世界大戦におけるイギリス製鋼業の戦時統制」『社会経済史学』74 巻第 4 号.
- 「2014」『思想—100 年後の第一次世界大戦—現代の起点—』岩波書店, No.1086.