慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

| | |
|---|---|
| Title | 労働手段の発展段階に関する一考察 |
| Sub Title | A study on instruments of labour : how instruments of labour have developed and will develop in future |
| Author | 渋井, 康弘 |
| Publisher | 慶應義塾経済学会 |
| Publication year | 1988 |
| Jtitle | 三田学会雑誌 (Keio journal of economics). Vol.81, No.2 (1988. 7) ,p.300(156)- 320(176) |
| JaLC DOI | 10.14991/001.19880701-0156 |
| Abstract | |
| Notes | 論説 |
| Genre | Journal Article |
| URL | https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00234610-19880701-0156 |

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

「三田学会雑誌」81巻2号（1988年7月）

# 労働手段の発展段階に関する一考察

渋　井　康　弘

序節　問題の所在と分析視角
　第一項　問題の所在
　第二項　段階区分のための基礎視角――「制御」――
第一節　道具――人間の頭脳と肉体を駆使しての「制御」――
第二節　機械――機構による「運動の限定・拘束」――
　第一項　機械の「制御」における一般的特徴
　第二項　自動化途上機械から自動機械への発展
　第三項　専用機の自動化と汎用機の自動化――汎用機の自動化の困難性とその克服――
第三節　オートメーション化――「フィードバック制御」――
むすびにかえて

## 序節　問題の所在と分析視角

### 第一項　問題の所在

近年脚光を浴びているマイクロエレクトロニクス技術が，ME機器，メカトロニクス等といった労働手段を生みだし，生産過程を大きく変貌させつつあることは，多くの論者の認めるところであろう。だが，その変貌の内容がいかなるものなのか，それが労働（者）にどのような影響をもたらすのかという点になると，なかなか見解の一致が見られないようである。

筆者は，上のような新しい労働手段のもたらす影響を考察するためには，先ず，労働手段というものがどのような方向を目指して，いかなる過程を経て発展してきたのかを整理しておく必要があると考える。そのような準備作業を行なったうえで，そこで捉えられた発展過程のなかに（あるいはその先に）ME機器やメカトロニクスを位置付けることによって，はじめてそれらが持つ意義が明らかとなり，その労働（者）への影響が的確に捉えられるのではなかろうか。本稿はこうした問題意識から，「生産の骨格・筋肉系統と呼ぶことのできる機械的労働手段」[(1)]を考察対象として，労働手段の発展の段階区分を試みようとするものである。

労働手段の発展に関する従来の諸説を概観してみると，古くは上林貞次郎氏が，(1) 道具より機械（作業機）への発展＝機械の成立，(2) 自動的原動機（蒸気機関）の成立，(3) 機械体系の成立，(4) 自動的機械体系の成立，というように発展段階を区分していた[(2)]。そこではオートメーションと

注（1） K. Marx, Das Kapital, Dietz Verlag, Berlin, Bd. I, s. 195. マルクス=エンゲルス全集刊行委員会訳『資本論』大月書店，第一巻，236頁。
（2） cf. 上林貞治郎・笹川儀三郎『資本主義オートメーションと社会主義オートメーション』中央経済社，1958年，第一章四節。

いう今世紀に開発された労働手段が「技術的には，第二次大戦後における自動的機械体系の発展形態を意味している[3]」ものとして，位置付けられていたのである。氏の言う「自動的機械体系」とは，マルクスの言う「機械の自動体系[4]」のことであり，上の段階区分も内容的には『資本論』第一巻十三章の整理というものではあったが，労働手段の発展段階を区分し，その中に（オートメーションという）新しい労働手段を位置付けようとする，非常に早い試みであったということができるだろう。

その後オートメーションは，その「自動制御装置」のもつ画期的意義に注目して分析がなされるようになった。中村静治氏はその先駆的論者である[5]。また芝田進午氏も「自動制御装置」を，機械の原動機，作業機，伝導機構という三つの環に付け加わる「第四の環」として捉え，それが「従来の人間の機能を代行[6]」すると述べている[7]。

こうした視点を発展させて，坂本和一氏が「自動制御装置」を積極的に位置付けた発展段階区分を提示した。氏は，労働手段に対する「労働者のかかわり方の根本的な転換」を区分のメルクマールとして，単なる道具・容器→機械・装置体系→自動フィードバック型の機械・装置体系という三段階に労働手段の発展を区分したのである[8]。（この場合，機械・装置体系では労働者が手動労働を行なうのに対して，自動フィードバック型の機械・装置体系では操作が「自動制御機構」に移され，労働者は監視労働を行なうようになる，とされている[9]。）

「自動制御装置」を重視するだけでなく，「制御」に基本的視点を据えて，「道具」から「オートメーション」に至るまでの労働手段の発展を段階区分したのは，北村洋基氏である。氏は，労働用具の発展の論理を「動力と制御の矛盾」として捉える田辺振太郎『技術論[10]』に依拠しつつ，「制御技術における画期的な発展[11]」にもとづいて道具→機械→オートメーションという段階区分を提示す

---

注（3） 同書，44頁。

（4） K. Marx, op. cit., s. 402. 前掲訳，497頁。

（5） 中村氏は，例えば『技術の経済学』（三一書房，1960）年の中で，「電子計測装置と電子計算機の利用によって生産を人間の制御する機械よりも，はるかに迅速に，精密にするオートメーション化」の下で，「機械の操作が人間の頭脳から解放され，その機械の一部に組みこまれた機構によってなされるようになった」とされ，これを「道具から機械への進歩に比肩される生産技術の変化」として位置付けられている（同書，106頁）。

（6） 芝田進午『科学=技術革命の理論』青木書店，1971年，31頁。

（7） これらと対照的なのは，星野芳郎氏の見解である。氏は，例えば『技術革新の根本問題（第2版）』（勁草書房，1969年）の中で，「オートメーションは，それ自体としては，それほどたいしたものではない。自動制御装置がどんなにすぐれたものであっても，それは，本来の機械や装置から見れば，その付属装置にしかすぎない」（同書，97頁）とされ，「自動制御装置」の意義を軽視されている。

（8） 坂本和一『現代資本主義の生産様式』青木書店，1976年，109-119頁。

（9） 同書，117-118頁。

（10） 田辺振太郎『技術論』青木書店，1960年。尚，技術発達の根本要因を「動力と制御の矛盾」として捉え，労働手段の発展をその矛盾の展開から説明するという発想は，石谷清幹「技術発達の根本要因と技術史の時代区分」（『科学史研究』第35号，1955年7－9月）において，最初に発表されたものである。

（11） 北村洋基「技術発展の諸段階――オートメーションの評価をめぐって」『商学論集』（福島大学）第46巻3号，1977年12月，53頁。

る。氏によれば，道具の段階では「制御が基本的に人間の肉体的器官……によって行なわれる」[12]のに対し，機械の段階では「制御の一定部分が人間の手を離れて労働手段によって担われる」[13]ようになる。そしてオートメーションにあたる「第三の段階は，制御が原理的には人間の手を必要としない段階すなわち自動制御の段階」[14]なのである。

また中村静治氏は，上の「動力と制御の矛盾」論を最初に提唱した石谷清幹氏の諸論[15]を高く評価し，自ら「制御」に注目して道具→機械→オートメーションと続く労働手段の発展を分析している。氏によれば，「制御は道具の場合には人間の手と道具が協同しておこなわれている。」[16]だが，機械においては「労働対象の変形は機械の機構の成果となる。」[17]そこでの労働の主な内容は，「機械を始動し，操縦し，監視することである。当然に，手労働のさいに必要とした制御機能のいくつかは無用」[18]となる。この機械と，フィードバック機構をもつオートメーションとの相違点は，「機械の場合，労働者は自分の目で機械を監視し，自分の手で機械の誤りを正さなければならないのにたいして，オートメーションではそれらをすべてコンピューターが代行する点である。」[19]

また，メカトロニクスの意義を正当に評価するという問題意識から，山下幸男氏が，やはり「制御」に注目して重要な視点を提示している。[20]氏は機械を，「専用機」と「汎用機」という二つの範疇に区別して捉えることを強調する。前者――専用機――には「基本的に，一個の制御しかセットされていない」[21]。ここでの制御は，固定的かつ客観的である。そしてこれは，トランスファーマシンのようなハード・オートメーションとなって，「一個の完成した技術」[22]と見なされる。それに対し汎用機では，多種の加工の必要から，柔軟な，融通性をもった制御が求められる。それ故ここでは，制御が機器と手の両方によって実現され，制御は主観的にならざるをえなくなる。この主観的であるという欠点が，機械にエレクトロニクス機構を組み込むことによって――汎用機のメカトロ

---

注 (12) 同論文，54頁。
(13) 同論文，55頁。
(14) 同論文，56頁。尚，北村洋基「オートメーションと情報化」(上)『商学論集』第54巻1号，1985年7月，同「技術の構造と発達の論理」(仲村・篠原編著『現代技術の政治経済学』青木書店，1987年，第二章)も参照されたい。氏はそれらの中で，「情報」という概念を用いて，「道具→機械→オートメーション」を捉え直されている。
(15) cf. 石谷清幹，前掲論文及び『工学概論（増補版)』コロナ社，1977年。
(16) (17) (18) 中村静治『生産様式の理論』青木書店，1985年，178頁。
(19) 同書，192頁。尚，中村静治『技術論入門』有斐閣，1977年，第1―3章も参照されたい。
(20) cf. 山下幸男「『資本論』第13章における技術とメカトロニックス」『中京商学論叢』第31巻3・4合併号（1984年)，同「資本の支配とメカトロニックス」『中京商学論叢』第32巻1・2合併号(1985年)，同「なにが，なににによって，メカトロニックスに転化したか」『中京商学論叢』第32巻3号(1985年)，同「<マルクス・機械発展の図式>の理解について」『中京商学論叢』第32巻4号(1985年)，同「NC旋盤を操作する労働の実証的研究」(上)・(下)『中京商学論叢』第33巻2号及び3号（1986年)，同，「メカトロニックス技術のもつ性格」『中小企業研究』(中京大学) 第5号（1984年3月)，同「メカトロニックスをもちいた労働――NC旋盤を事例として――」『中小企業研究』第7号（1985年9月)，等。
(21) 山下「資本の支配とメカトロニックス」5頁。
(22) 山下「なにが，なににによって，メカトロニックスに転化したか」19頁。

ニクスへの転化によって――克服され，フレキシブルかつ客観的な制御が可能になる，というのである。

以上のように，「制御」に注目してそれを基軸に据えた分析が，いくつかなされてきている[23]。筆者は，このように「制御」を分析の基軸に据えてゆくことが，問題への適切なアプローチの仕方であると考えている。後にも述べるように，人間は労働手段を媒介として，自然に働きかけることによって生産活動を行なっている。そこでの労働手段の制御の仕方の変化は，人間の労働手段への働きかけ方の変化，それをつうじての自然への働きかけ方の変化を意味する。それは生産力発展の一側面であると同時に，新たな生産力発展の可能性をもたらすものでもある。それ故，労働手段の制御方式の変化に注目して，その発展を評価するという視点が，分析の基軸に据えられてしかるべきであろう。

このような観点からすれば，上に見た「制御」に注目した諸論は一定の成果を収めているといえるのだが，しかし尚不明な点も残っている。それは多分に「制御」そのものの内容の不明確さ，検討の不十分さに由来しているようである。「制御」の内容を明確にしたうえで，それぞれの労働手段においてそれがどのように遂行されているのか，「制御方式の変化」は人間に対して何を要求するのか（あるいは何を不要とするのか）――こうした点を具体的に検討することが，先端技術の労働（者）への影響といった問題を考えるためにも必要であろう。だが従来の議論では，それらの検討は不十分であったように思われるのである。

### 第二項　段階区分のための基礎視角――「制御」――

労働手段の発展を評価する際の分析の基軸は「制御」である――このことの意味は，以下での「制御」についての検討を通じて，明確にされるであろう。

「労働手段とは，労働者によって彼と労働対象とのあいだに入れられてこの対象への働きかけの導体として彼のために役立つ物またはいろいろな物の複合体である。……労働者が直接的に支配する対象は……労働対象ではなく，労働手段である[24]。」人間は，この労働手段を支配することをつうじて自然に働きかけ，それを変化させるのである。

労働過程において人間が直接的に支配するものが労働手段であり，それをつうじて自然への働きかけがなされるのだとすれば，人間が観念的に設定した目的を実現するためには，労働手段を合目

---

注（23）　海外では J. R. ブライトが，既に1958年に，十七段階の「機械化一覧表」を提示していたが，そこではそれぞれの段階における「主導制御源」や制御方法が検討されており，注目に値する（cf. J. R. Bright, Automation and Management, Boston, 1958, pp. 41-45）。

H. ブレイヴァマンはこのブライトの分析を高く評価し，「この観点からすれば，機械の進化における基本的要素は，その規模，複雑性，あるいは運転速度ではなく，運動を制御する仕方である」と述べている（H. Braverman, Labour and Monopoly Capital, New York, 1974, p. 188. 富沢訳『労働と独占資本』岩波書店，1978年，208頁）。そして，道具から数値制御機械に至るまでの労働手段の発展を，制御の仕方に注目して，自ら捉え直している（Ibid., pp. 188ff. 同訳，208頁以下）。

（24）　K. Marx, op. cit., s. 194. 前掲訳，235頁。

的的に運動させる必要がある。すなわち労働手段の運動を制御する必要がある。人間が設定した目的が，所期の計画どおりに実現されるかどうかは，この労働手段の運動の制御が的確になされているかどうかにかかっているのである。

この「制御」は，本来，人間の頭脳による判断と手足の巧みな動きを必要とする，すぐれて人間固有の営みである。だがそれだけではなく，人間は，この制御の仕方，制御方式を変更することによって，より容易に的確な制御を行なうことを可能にしてきた。それはまた，生産力発展の過程の一側面でもある。労働手段の発展過程とは，このような制御方式の変更の過程，新たな方式での制御が可能となるような労働手段が生み出されてゆく過程なのである。

筆者は上のような視点に立って，制御方式の変化に注目して，労働手段の発展を評価する。それは同時に，労働手段を扱う人間の労働内容の質的変化に注目することでもある。なぜなら制御方式の変化とは，制御の主体たる人間が労働手段に働きかける，その働きかけ方の変化，人間と労働手段との関わり方の変化を意味し，それは労働内容の質的変化として現われるからである。制御方式の変化，労働内容の質的な変化に注目して労働手段の発展を評価し，発展段階を区分する——これが本稿の課題である。

さてその段階区分にはいる前に，「制御」自体の内容について検討しておく必要があろう。

「制御」とは，主体が意志をもって，客体の運動を，主体の目的にそうようなものにすること，を意味する。意志をもった主体（人間）が，客体（労働手段）の「運動」を制御するのである。その内容は，以下の三つに分けると，より一層明確になる。

① 人間が，あらかじめ目的に適合的な運動の仕方を判断して，命令・指定すること。

② ①での判断，命令・指定に従うように，労働手段の運動（その方向，範囲，速度など）を一定の限定された状態に抑え込み，拘束すること。

③ 運動の拘束が目的に適合的に行なわれているかどうかを監視し，労働手段の運動が主体の目的からずれている場合には，そのことを再び主体が判断して，修正・調節を施すこと。

「制御」は上に見たような内容（以下，各々を便宜上「制御①」，「制御②」，「制御③」と表現する）によって構成されているのである。それ故，制御方式に注目して段階区分を行なうという場合，この一連の「制御」の内容が，それぞれの労働手段においていかにして遂行されているのか——この点の考察こそが分析の中心となる。

この場合，「動力と制御の矛盾」から労働手段の発展を説明するという議論の展開の仕方（本稿，157-158頁参照）は，かえって問題を複雑にし，また労働手段の「運動」を制御するという上に見た観点を，不明確にするように思われる(25)。それ故筆者は，「動力と制御の矛盾」から労働手段の発展を説くよりも，「制御」に焦点を絞って考察すべきであると考える。

次節以下では，こうした視角から労働手段の発展段階を検討する。

## 第一節　道具——人間の頭脳と肉体を駆使しての「制御」——

最も未発展の労働手段（＝労働手段の第一段階）は，道具である。ここで言う道具には，石器時代の打製石器や磨製石器等から，マニュファクチュアにおけるかなり専門化した道具[26]にいたるまでの全体が含まれる。

この段階の特徴は「制御①」,「制御②」,「制御③」がほぼ全面的に人間によってなされている，ということである。人間は先ず，加工目的にそった道具の運動の仕方を判断する。この場合人間は，道具の運動中に，あるいはその運動の結果として，労働対象にどのような結果が生ずるのかを予測して，最適な運動の仕方を判断するのである。そしてその判断のとおりに道具を動かすように，脳から手足へと命令が出される（以上,「制御①」）。その命令に基づいて，人間の手足が道具を運動させる。運動の仕方は，手足によって限定・拘束される（「制御②」）。さらに人間は，道具の運動によって労働対象が加工される過程を，目（及びその他の感覚器官）を駆使して監視[27]し，それが所期の目的にそってなされているかどうかを絶えず判断している。そして，運動・加工の状態に目的からのずれが生じていると判断された場合には，それを修正し，運動を合目的的にするのである[28]（「制御③」）。

例えば，紡錘[29]を用いて糸を紡ぐ場合を見てみよう。先ず「手とはずみ車の重さを利用して繊維を引き出し，はずみ車をまわして撚りをかける。ついではずみ車を横にして出来上った糸を棒にまく。撚りがもどらないように鉤に繊維をひっかけ，また引き出しと撚りをおこなう[30]。」ここでの紡錘の運動は，繊維を引き出す運動と，撚りをかける際の回転運動，及び糸の巻き取りの運動である。いずれも，人間の判断に基づいて，人間の手が運動を限定・拘束している。そして人間はその運動の

---

**注**（25）動力は労働手段の運動を引き起こすために必要なものではあるが，それを「制御」と並べて「動力と制御の矛盾」とすると，動力に注目しすぎることによって，むしろ「制御」の問題を見えにくくするのではなかろうか。（諸論者は，「制御」が主要な側面だということを言ってはいるのだが。cf. 田辺，前掲書，62頁。北村「技術発展の諸段階」53頁。中村『生産様式の理論』218頁。）また，本文で述べたように，人間が労働過程で制御するものは労働手段の「運動」である。動力はその運動を引き起こすものであって，それ自体が本来の制御の対象なのではない。確かに動力そのものも管理，抑制という意味での制御が必要だが，それはこれまでに見てきた「制御」とは別物である。だが「動力と制御の矛盾」論は，こうした区別をも不明確にするように思われる。

（26）「バーミンガムだけでも約500種のハンマーが生産され，そのおのおのが一つの特殊な生産過程だけで役だち，さらにいくつかの種類はしばしば同じ過程のなかの違った作業にしか役だたない。」K. Marx, op. cit., s. 361. 前掲訳，448頁。

（27）本稿で言う「監視」とは，感覚器官（いわゆる五感）を用いて加工の進行具合を絶えず検出していること，を指しているのであり，「目で見る」ことに限定されてはいない。

（28）尚，道具においては，人間の手足が，運動を引き起こす「動力」としての役割も，担っているのだが，前節で述べた理由から，ここでは考察を「制御」に限定する。

（29）「紡錘は一本の棒と，一定の重さをもつはずみ車と，棒の一端にある鉤からなっている。」山下「メカトロニックス技術のもつ性格」5頁。

（30）同論文，同頁。尚，岩城正夫『原始人の技術にいどむ』大月書店（国民文庫）1980年，32頁，45-46頁もあわせて参照されたい。

過程を監視し，繊維の引っ張り具合，撚りのかかり具合，糸の巻き取り具合が適当になっているかどうかを判断し，望ましい状態になるように修正・調節してゆく。一連の運動を監視している人間の判断に基づいて，脳から手先に命令が下り，微妙な手の動きとなって調節→目的どおりの糸紡ぎがなされるのである。

もう一つ，のみを使って木を削る場合を考えてみよう。この場合人間は，先ず作成するものの形状を念頭に置いて，どのような方向からどのような手順でのみを動かせば良いかを考え，判断する。その判断に基づいて，脳から手へと命令が下る。例えば，のみを一定の角度で木の表面にあてて，一定の距離だけ直線的に進めるように命令が出たとする。のみがその角度で正確な直線運動をするように保つのは，脳から命令をうけた手である。目（その他の感覚器官）がその運動の過程を監視する。運動が目的からずれていないかどうか，絶えず判断されているのである。ずれが認識されれば脳から手へ修正・調節の命令が下がり，手がそれを遂行する。こうして当初の予定通りの切削がなされ，また次の手順についての命令が，脳から発せられる。

もちろんこれら一連の「制御」の内容は，人間による道具の操作のなかで，一体となって行なわれているのである。一つ一つ別々に，純粋な形で取り出されて，順々に行なわれているわけではない。

## 第二節　機械——機構による「運動の限定・拘束」——

### 第一項　機械の「制御」における一般的特徴

労働手段の第二の発展段階として位置付けられるものは，機械である。

「すべての発達した機械は，三つの本質的に違う部分から成っている。原動機，伝導機構，最後に道具機または作業機がそれである。[31]」ただし初歩的な機械においては，原動機が備わっておらず，原動力を全て人間に依存しているものもある。だがそのこと自体は，事柄の本質を変えるものではない。機械の成立の契機は，「本来の道具が人間から一つの機構に移され[32]て」いるという点に見るべきなのである。

ドイツの機械学者ルーロー（Franz Reuleaux, 1829-1905）による「機械」の定義は，事典などでしばしば引用されているが，それは次のようなものである。

「機械とは抵抗力をもつ物体の組み合わせで，それらの物体によって，物理学的な自然力に，一定の限定された運動を伴った仕事をさせるように，組み立てられたものである。[33]」

---

注（31）K. Marx, op. cit., s. 393. 前掲訳，487頁。

（32）Ibid., s. 394. 同訳，488頁。

（33）"A machine is a combination of resistant bodies so arranged that by their means the mechanical forces of nature can be compelled to de work accompanied by certain determinate motions." F. Reuleaux, The Kinematics of Machinery, Translated and edited by A. B. W. Kennedy, London, 1876, p. 35.

上の定義において特に注目すべきは，機械の運動が一定の「限定された」ものだ，という点である。機械の運動は，あらかじめ限定されており，運動の仕方が拘束されているのである。そして，この運動の「限定」をするのが「抵抗力をもつ物体の組み合わせ」，すなわち機構なのである。(34)

ここから機械における制御上の特徴を述べれば，次のようになるだろう。道具の場合，その運動の制御はほぼ全面的に人間に任されていた。それに対し機械においては，機構が道具機・作業機の運動を限定している。すなわち「制御②」(「運動の限定・拘束」)が，機構によってなされているのである。

では「制御①」，「制御③」についてはどうであろうか。それは相変わらず人間が行なっている。ただしその遂行された方は，道具の場合とは異なっている。

先ず，「制御①」(「運動の仕方の判断→命令」)について。これは道具の場合，それを握っている人が，自ら行なっていた。道具を扱う人が自ら判断し，自らの脳が命令を発するのである。(ただし，道具の形そのものが，ある程度その使用法＝運動の仕方を限定してはいるが。)だが機械の場合，道具機・作業機の運動の仕方はもともと機構によって限定・拘束されているのだから，機械を扱う人間がいちいち運動の仕方を判断→命令する必要はない。ここで運動の仕方を判断しているのは，機構の設計・製作者なのである。彼らが合目的的な運動の仕方を判断して，そのような運動をするように，あるいはそのような運動しかできないように，機構を製作するのである。だからここでは，人間による判断→命令は，機械の機構の中に対象化されてしまっているといえるだろう。運動の仕方を判断→命令する人間が，労働手段を扱う人間とは異なっている，この点をおさえておくことが肝要である。

第二に，「制御③」(「監視，修正・調節」)について。これが全面的に人間に任されているということは，道具も機械も同様である。ただし機械の場合，道具機・作業機の運動が「抵抗力をもつ物体の組み合わせ」によって限定されているわけだから，目的からのずれが生じる可能性は，道具を手で把持している場合と比べれば，相当に少なくなっていると言えよう。運動・加工状態が目的どおりでなかった場合，それは機械を扱っている人間によって「不正常」として認識・判断され，修正・調節されてゆくのである。

以上から機械の制御面での特徴を整理してみると，以下のようになるだろう。

「制御①」(「運動の仕方の判断→命令」)：機構の設計・製作者が行なう。

「制御②」(「運動の限定・拘束」)：機構が行なう。

「制御③」(「監視，修正・調節」)：労働手段を扱う人間・労働者が行なう。

道具が機械に発展した場合，北村洋基氏は「制御の一定部分が人間の手を離れて労働手段によっ

---

注 (34)「機械の各部分は一層入念に連結されるようになるので，その機械によって要求される運動以外の運動の起る可能性は漸次消去される。制限過程が一層完全となるに従って，機械は機械として益々完全なものとなる。……ルーローの分析によると，この運動制限が完全になるということが，機械の完全さを示す標準である。」A. P. Usher, A History of Mechanical Inventions, Boston, 1929, p. 118. 富成喜馬平訳『機械発明史』岩波書店，1940年，106-107頁。

て担われる」[35]とされ，また中村静治氏は「手労働のさいに必要とした制御機能のいくつかは無用」[36]となるとされていたが，尚そこでの「制御の一定部分」，「制御機能のいくつか」の内容は明らかでなかった。だがその内容は，上に見るように「制御②」（「運動の限定・拘束」）なのである。

他方，「判断」という頭脳の働きを必要とする「制御①」及び「制御③」は，相変わらず人間に任されているのである。それ故「制御」の主体はやはり人間であるといえよう。ただし「制御①」を行なう人間と「制御③」を行なう人間とは，必ずしも同一人物ではない。「制御①」（「運動の仕方の判断→命令」）は機構の設計・製作者が担当するのである。「制御」の一部を設計・製作者が担当するというのは，奇異に感じられるかもしれないが，「制御」の内容を検討してみれば，「制御①」に関してはこのようなことが言えるはずである。そしてこの設計・製作者が，機械を直接扱う人間と同一人物である必要は全く無いのである。ここに直接労働手段を扱う人間の労働から，自ら判断する部分が消失して行く，労働内容が貧しい空疎なものになってゆく――その技術的可能性・萌芽があることは銘記されるべきである。

### 第二項　自動化途上機械から自動機械への発展

前項では機械における制御面での特徴を概観したが，筆者はこの機械をさらに以下の二つの小段階に分けることが，理解をより深めるものと考える。

ⓐ自動化途上機械（以下，「途上機械」と略す。）

これはジェニー，ミュールといった初期の紡績機械や，各種の工作機械のように，合目的的運動をするうえで人間による操作・運転を不可欠とする機械で，機械の最初の段階として位置付けられるものである。この場合，機構だけでは十分に運動を限定・拘束できないために，人間が操作・運転を通じて「制御②」の一部を受け持っているのである。先に見た機械の制御上の特徴を未だ備え切っていない，いわば道具の性格を残した「不十分な機械」と言えよう。

「制御①」，「制御③」も，もちろん人間に任されている。ここで特に注意すべきは，「制御①」（「運動の仕方の判断→命令」）が，機構の設計・製作者によってなされる部分と，機械を操作・運転する人間によってなされる部分とに分かれる，ということである。先に述べたように，運動が機構によって限定・拘束されているという点では，その機構の設計・製作者が判断→命令を対象化していると言える。だが一方，その機構では限定・拘束が不十分であり，その不十分さを操作・運転によって補われているという点では，その操作・運転を行なう人間の脳が運動の仕方を判断→命令し，その命令を受けた手が限定・拘束を行なっていると言えるのである。これは，機構の設計・製作者の判断に基づいて可能な運動の枠（選択の幅）が与えられ，その枠のなかで操作・運転者が最終的に判断を下し，運動を限定・拘束する，という関係として捉えられる。ここに道具的な性格の残存がうかがわれよう。

---

注（35）北村洋基「技術発展の諸段階」55頁。
（36）中村静治『生産様式の理論』178頁。

また，運動・加工状態の監視と修正・調節（「制御③」）は，全面的に，機械を扱う人間が操作・運転という労働のなかで（「運動の限定・拘束」と一緒に）行なう。

ⓑ自動機械

これは途上機械がより発展して，機構による「運動の限定・拘束」の不十分さを克服した，制御面で機械としての特徴を十分に備えるに至った，本来的な機械である。自動ミュール，トランスファーマシンや自動旋盤等のように，道具機・作業機が原則として人間による操作・運転無しで「自動的」に運動する。「制御②」は全面的に機構が行なっていると言えるだろう。

他方「制御①」，「制御③」は，人間が行なう。この場合「制御①」（「運動の仕方の判断→命令」）は，一応全面的に機構の設計・製作者によってなされるようになった，と考えられる。彼らの判断→命令が機構に対象化されているのである。（ただし汎用機の場合は，後に述べるように，機構の設計・製作者以外の人間の判断→命令も対象化される。）そこで，機械を扱っている人間の労働は，主に，運動・加工状態の監視と修正・調節（「制御③」）ということになる。途上機械の場合，この「監視と修正・調節」は，操作・運転という労働のなかで「制御②」と一緒に遂行されていた。だが自動機械に至ると「限定・拘束」が一応全て機構に任されるので，「制御③」が純化されて，（加工中に）機械を扱う人間のなすべき労働となるのである。(37) マルクスが，「作業機が，原料の加工に必要なすべての運動を人間の助力なしで行なうようになり，ただ人間の付き添いを必要とするだけになるとき」に成立すると言う「機械の自動体系」(38)とは，まさにこのような労働手段の体系であるといえるだろう。

機械を上の二つの小段階に区分することの意義は，特定の加工しかできない専用機と多種の加工ができる汎用機(39)との，自動化の仕方の違いを見てゆくなかで，より明らかになるであろう。次項ではその点について，典型的な労働手段を挙げながら論ずることにする。(40)

### 第三項　専用機の自動化と汎用機の自動化——汎用機の自動化の困難性とその克服——

＜専用機の自動化＞

専用機の典型として，ここでは紡績機を考察する。

1764年にJ・ハーグリーブスが発明したジェニー紡績機(41)の，撚りをかける方式を見てみよう。先ず，一列に並んだボビンに巻かれている粗糸がある。この粗糸が，一対の平行な棒（横木）の間を通って，一列に並んだスピンドル（錘）に繰り出される。このスピンドルは，人間が手回し車を回

---

注（37）これがマルクスの言う「自分の目で機械を監視し自分の手で機械の誤りを正すという新たな労働」（K Marx, op. cit., s. 395. 前掲訳，489頁）である。

（38）Ibid., s. 402. 同訳，497頁。

（39）ここで言う「汎用」とは，可能な加工の種類が（比較的）多いという意味であって，あらゆる加工が可能だということではない。念のため。

（40）尚，専用機と汎用機とが，経済的要請の下で歴史的に分化してきた過程については，中村静治『現代資本主義論争』青木書店，1981年，第3章—Iを参照されたい。

（41）これはジャーシ紡車（cf. 山下「メカトロニックス技術のもつ性格」5-7頁）という道具と同じ原理で，糸を撚る機械である。

すことによって回転する。棒を互いに締めて（糸を固定した状態で）後退させることによって粗糸を引き出し，引っ張りながら，スピンドルの回転で撚りをかけるのである。撚りを与えた後は，針金（フォーラー）で糸を押し付けて，糸の巻き取りを行なう。(42)

ここで必要とされる労働は，手回し車の回転，棒（横木）の移動である。紡ぎ手は撚りのかかり具合を監視し，判断しながら，両手で車と棒の動きを加減しつつ操作・運転を行なう。また針金の上げ下げ，糸の巻き取りも，紡ぎ手の操作による。

この場合，スピンドルは回転運動しか出来ないように機構的に拘束されているし，棒にしても移動の可能な方向・範囲は拘束されている。だが，そのスピンドルがどの程度の速度で回転し続けるのか，棒がどのくらいの速さでどれだけ移動するのかは，それを操作・運転する人間の判断と，それに基づいた手の動きに任されているのである。そこには操作・運転者の脳による「運動の仕方の判断→命令」（「制御①」）があり，手の操作による「運動の限定・拘束」（「制御②」）があり，その運動の過程を絶えず監視し，撚りのかかり具合が適当かどうかを判断しながら手の動き（それにつかさどられたスピンドルや棒の運動）を修正・調節するという作業（「制御③」）があるわけで，制御面から見て，まさにジェニーが途上機械であることがうかがわれるのである。

他方，ウォーター・フレーム（水力紡績機……1769年にアークライトが特許取得）は，ジェニーとは全く異なる原理で撚りをかける紡績機であった。(43) 撚りをかける方式は次のとおり。ボビンから繰り出された粗糸を先ず一対のローラーにかませ，それから，より高速で回転している第二対のローラーに通す。ここで粗糸は引き伸ばされ細い糸となる。それから回転するフライヤーによって撚りがかけられ，スピンドルによって巻き取られるのである。(44) 各部分の一連の回転運動によって撚りがかけられる構造になっており，その回転をもたらす原動力には水力が利用された。ジェニーの場合とは違って，人間の手による操作・運転は原則的に不要である。つまりこのウォーターフレームは，「運動の限定・拘束」（「制御②」）を操作・運転者に頼るということがなく，既に自動機械としての性質をもっていたのである。

1779年頃にS．クロンプトンが製作したミュールは，ジェニーとウォーター・フレームの構造を結合して，細くて強い糸を作れるようにした紡績機である。それは「アークライトの二組のローラーをその機械の一端に装着して，そこから細くした粗糸を，スピンドルを載せて動く台車のほうへ

---

注（42） cf. D. S. L. Cardwell, Turning Points in Western Technology; A Study of Technology, Science and History, New York, 1972, pp. 95-96. 金子務訳『転回期における技術の諸原理　技術・科学・歴史』河出書房新社，1982年，139-140頁。C. Singer et al., A History of Technology, Oxford, 1958, Vol. IV, pp. 278-279. 田辺振太郎訳編『増補　技術の歴史』筑摩書房，1979年，第7巻，224頁。

（43） これはフライヤ（ザクセン）紡車（cf. 山下「メカトロニックス技術のもつ性格」6-7頁，Очерки истории техники XVIII—XIX вв, 1934. ヴェ・ダニレフスキー著，岡邦雄・桝本セツ訳『近代技術史』岩崎書店，1954年，4-5頁）から発展してきた機械である。

（44） cf. D. S. L. Cardwell, op. cit., pp. 94-95. 前掲訳，137-139頁。C. Singer et al., op. cit., pp. 277-278.『増補　技術の歴史』第7巻，223-224頁。

と繰り出す仕組であった。[45]」台車は後退しながら糸を引っ張り，それにスピンドルが撚りをかける。台車が終点に達すると，糸はフォーラーで押し下げられ，スピンドルに巻き取られるのである。

この機械は，ローラー，スピンドルの回転や，台車の作動・停止などが，人間によって操作・運転されねばならず，途上機械としての性質をもっていた。だがその後，水力・蒸気力を利用するとともに，これらの諸操作が次々と自動化され，遂にR・ロバーツによって自動ミュールがつくられた（1825年及び1830年に特許取得[46]）。ここにおいてミュールの操作・運転は原則として不要になり（＝運動が全面的に機構によって限定・拘束されるようになり）自動機械が成立したのである。

以上に見たように，紡績機ではウォーター・フレーム及び自動ミュールにおいて，既に自動機械の原型が現われた。それらはその後様々な改良を加えられたが，現在においても尚，両者を原型とする紡績機が使用されているのである。（特にウォーターフレームは，スロッスル紡績機，リング紡績機へと転化し，広く普及した。）

自動機械となった紡績機において必要とされる労働は，「監視及び修正・調節」の作業であるが，そのなかでも特に頻繁に行なわれるものは，糸が切れた時にそれを継ぐという作業であろう。この労働は，紡績労働の典型ともいえる位置を占めることになっているのである。

＜汎用機の自動化＞

ここでは汎用機の典型として，旋盤を考察する。

S．リリーによれば，旋盤は紀元前800年までに確実に登場していた[47]。だが，機械の名にふさわしい旋盤の登場は，工具送り台の発明によって達成されたと見るべきであろう。

時計製作のような軽作業においては，18世紀中にかなり送り台が使用されていたが[48]，それを「ひじょうに改良し，……重作業に使えるようにした[49]」のはモーズレーである。彼は1794年に最初の可動式送り台を発明し，その後改良を加えていった[50]。彼の発明により，送り台に固定された工具の縦送りを，工作物の回転につれて自動的に行なうことが可能になった。だが，工具の横送り（切り込み）は，人間が操作せねばならなかった。縦送り機構と連結した横方向の自動送りの発明は，ホイットワースによってなされた(1835)[51]。これにより，工具の縦送りも横送りも，一応「自動的」に行なう

---

注（45） D. S. L. Cardwell, op. cit., p 96. 前掲訳，140頁。尚，C. Singer et al., op. cit., pp. 279-280.『増補　技術の歴史』第7巻，224-225頁も参照されたい。

（46） 自動ミュールについては，C. Singer et al., op. cit., pp. 287-290.『増補　技術の歴史』第7巻，231-234頁，Институт истории естествознания и техники Академии наук СССР, Техника в ее историческом развитии, Москва, 1979. ソ連科学アカデミー編，金光他訳『世界技術史』大月書店，1986年，220-221頁，S. Lilley, Man, Machines and History, Revised and enlarged edition, London, 1965, p. 98. 鎮目他訳『人類と機械の歴史』岩波書店，1968年，113頁等を参照。

（47） S. Lilley, op. cit., p. 29. 前掲訳，34頁。

（48） cf. C. Singer et al., op. cit., pp. 384-385.『増補　技術の歴史』第8巻，334-335頁。『世界技術史』265-267頁。

（49） S. Lilley, op. cit., p. 149. 前掲訳，181頁。

（50） cf. C. Singer et al., op. cit., pp. 424ff.『増補　技術の歴史』第8巻，363頁以下。『世界技術史』271頁以下。

ことが可能になったのである。

現在使用されている普通旋盤には，制御面では，上に見たホイットワースのものと同様に，縦と横の自動送り機構が備わっている。では普通旋盤では道具機・作業機の運動が全て「自動的」なのかというと，決してそうではない。工作物の回転は，一応全面的に旋盤そのものが限定・拘束しているが，工具の運動は別である。複雑な加工が必要な場合には，ハンドル操作をつうじて工具を移動させること——手送りが必要なのである。(52)

手送りの場合も，工具の運動方向・範囲の一定部分は機構によって限定・拘束されている（「制御②」）。それは，のみを手で握って移動させる場合と比較すれば明らかであろう。手でのみを握っている場合には，手の動きの微妙なぶれが，そのままのみの運動に反映して目的からのずれとなる。つまり「制御②」が全面的に手の動きに依っているのである。ところが旋盤のハンドル操作で工具を移動する場合には，工具の動きの目的からのずれは，はるかに少ない。なぜなら送り・切り込みの経路が，機構によって限定されているからである。旋盤の工具の場合，手の微妙なぶれと同じような運動は，もともと出来ないようになっているのである。

他方，工具をどちらの方向へ(縦送りか横送りか)，どれだけの距離，どれだけの速度で移動させるのかは，旋盤に従事している人間が判断し(「制御①」)，その人がハンドル操作を通じて運動を限定・拘束する（「制御②」）。そしてハンドル操作と一緒に，運動・加工状態の監視，修正・調節もなされるのである（「制御③」）。

以上のような制御上の性格からして，これは途上機械であるといえよう。

専用機である紡績機の場合，自動機械は比較的早期に成立した。だが，汎用機である普通旋盤の場合には，自動機械への転化はそれほど容易ではない。なぜなら，汎用性を保持するという要請に応えるためには，「制御②」（「運動の限定・拘束」）の一定部分を，人間に任せざるをえなかったからである。

もし「制御②」を全て任せられるように機構を設定するならば，そこでは労働手段は一定の決まった運動しか出来なくなる。その場合，「自動化」が達成されるかわりに，汎用性は失われてしまう。汎用性を保持しておくためには，労働手段を扱う人間が，与えられた一定の枠内で運動の仕方を判断し（「制御①」），その判断に基づいて自ら運動の限定・拘束を行なえる（「制御②」）——そのような構造が必要だったのである。そこで，可能な運動にある程度の幅がある機構，多様な運動が可能な機構がつくられ，「制御②」の一定部分を人間に任せるような途上機械が成立することになるのである。

---

注（51） cf. C. Singer et al., op. cit., pp. 432-433.『増補　技術の歴史』第8巻，370頁。『世界技術史』274頁。

（52） 手送りがなされる場合として，山下幸男氏は「①バイトの位置を急速にかえるとき。②バイトの位置を注意してかえる必要のあるとき，たとえば，寸法出しとか，曲面削りの場合など。③切削する長さが比較的短い場合。複式刃物台でテーパ削りをおこなう場合。」というケースをあげている（「メカトロニックスをもちいた労働」5頁）。

普通旋盤が途上機械の段階に留まっているのには，上のような，汎用機ゆえの理由があると見るべきであろう。

さてここでもう一つ，旋盤の自動送り機構について考察せねばならない。これは，それだけを見れば，自動機械成立の端緒的な性格をもった機構なのである。

自動送りがかけられる場合には，工具の移動のためのハンドル操作は不要である。人間は，自動送りが正常に進行しているかどうかを監視し，切削加工が所期の目的・計画どおりに行なわれているかどうかをチェック・判断し，目的・目標値からの偏差や，不正常があった場合には，新たな自動送りや手送りで修正（仕上げ）をする。すなわち，旋盤の運動の監視及び修正・調節（「制御③」）が，人間の行なうべき労働として残されるのである。

だが自動送りに関しては，以下の点に注意せねばならない。自動送りで切削加工を行なう場合，その加工過程において人間が直接ハンドル操作をする必要はないのだが，自動送りの開始前に，図面の理解，加工工程・方法の把握，加工条件（削り速度・主軸の回転数，切り込みと送り，工具の種類など）の設定を行なったうえで，そこで設定された諸前提をもとに，工具を適当な位置に，適当な角度で設置しておかねばならないのである。(53)

自動送りによる切削加工の場合，この作業が的確になされているかどうかが正確な加工の成否に決定的な影響を又ぼす。工具の運動の仕方が可変的であるために，加工前に人間が自らの判断で運動を特定化し，それに適合的に運動条件を設定することによって，工具の運動を限定・拘束する能力を旋盤に与えておかねばならないのである。この「運動の特定化」によって，はじめて「自動化」が達成され，人間は操作・運転から解放される。

加工前における「運動の特定化」と「運動条件の設定」の作業は，加工計画が一定の少品種生産であるならば排除されうる。その場合工具の運動は，一定に設定されたまま変更される必要がないのである。その状態で固定された機構が作られれば，そこに自動機械が成立する。ただしこれは汎用機ではなくなっている。運動の仕方を専一的に固定し，その限定・拘束を全て機構に任せることによって，汎用性を消失しながら自動化した機械なのである。この方向での自動化を推し進めた労働手段を複数結合したものが，トランスファー・マシンの原型である。

上に見てきた旋盤の自動送りは，様々な加工を全て自動化しえたわけではなかった。だが他面，そこには汎用性の保持と自動化とを両立させる方法についての，一つのヒントが示されている。加工方法の変更，工具の運動の仕方の変更にともない，運動条件を設定し直し，「限定・拘束」の仕方を変更させうるような機構――ある程度柔軟に構成要素・配置を変更できるような機構――をつくること，がそれである。自動送り機構を利用する場合，主軸の回転数や工具の角度などを，人間が加工計画にそって設定し直さなければならないわけだが，逆に言えば，そのような運動条件の設定変更が可能な機構だからこそ，汎用性の保持と自動化との両立がある程度可能となったのである。そして実際にもこのような方向で，すなわち機構を固定的にせず，それに柔軟性を持たせることに

---

注（53） 山下幸男「NC旋盤を操作する労働の実証的研究」（下）41頁。

よって，汎用性の保持と自動化との両立は解決されてきた。その出発点は，スペンサーの自動旋盤である。

「1873年にCh.スペンサーがはじめて汎用の自動旋盤を発明した。この旋盤の構造……そのおもな特徴はカム軸にあった。」[54] カム制御を通じて工具及びタレット[55]の移動が自動化されていたのである。今日，自動旋盤といわれているものの多くも，このカム制御方式によっている。カム制御の場合，加工計画に応じて必要なカムの製作・設置を行なうことによって，汎用性を保つことができる。つまり，カムの製作・設置をつうじて，そのつど計画に適合的な機構がつくり直され，そのことによって工具の様々な運動を限定・拘束するのである。この場合，カムの製作・設置という作業は，先に見た自動送り開始前になされていた諸作業に対応している。すなわち，この作業において運動が特定化され，運動を限定・拘束する能力が旋盤に与えられているのである。

カムの製作・設置によって一応汎用機の自動化が達成された。これは計画の変更→運動の仕方の変更を，機構そのものの変更によって，すなわち機構を固定的にせず，計画に応じてそのつど構造を組みかえるということによって，実現してゆく方法である。これは言わば，計画変更のたびに，新たな専用機を作っているようなものである。実際に新たな専用機を作るかわりに，カムの製作・設置を通じて機構の作りかえを行なうことで，様々な判断→命令を対象化しているのである。ただしカムを用いることによって，新たな機構の作成が（もう一つ専用機を別個につくるよりは）容易になった。そのため，判断→命令の対象化も容易になった。この点こそが，カム制御の主要な意義である。

この場合判断→命令は，カム以外の部分の機構の設計・製作者とともに，カムの設計・製作者が担当することになっている。機構の設計・製作者の判断に基づいて可能な運動の枠が与えられ，その枠内でカムの設計・製作者が最終的に運動の仕方を判断→命令しているのである。

しかしながら，機械としての制御面での本質的特徴は，変わっていない。相変わらず，労働手段が行なっているのは「制御②」（「運動の限定・拘束」）なのである。

上に見てきたカム制御に対し，数値制御（NC）[56]の機構をもつNC旋盤――メカトロニクスの例としてしばしば取り上げられる――は，別の方法で汎用性の保持と自動化との両立に成功している。以下，そのNC旋盤について考察してみよう。

一般にNC工作機械の数値制御方式には，パルス・モータを用いたオープン・ループ形式のものと，サーボ・モータを用いたクローズド・ループ形式のものとがある[57]。後者には，制御指令の目標値と得られた状態を検出して，数値制御装置に信号を送り返すフィードバック経路がある。それに

---

注（54）『世界技術史』281頁。

（55）これは多くの工具を取り付ける工具台のことで，これが回転することによって，複数の工具をすばやく所定の位置にもって行くことができ，工具交換の手間が大幅に省ける。

（56）数値制御の先駆的な適用例は，ジャカード織機に見ることができる。「この機械では，複雑な模様をつくるためにえらばれるさまざまな縦糸の組のあげさげが，適当な孔をうちぬかれたカードによって自動的に制御された。」S. Lilley, op. cit., p. 100. 前掲訳，115頁。

対し前者にはそのような経路はなく，フィードバック制御は行なわれていない。ところでこのフィードバック制御は，後に見るように，自動機械を次の段階へと発展させる契機となる新たな制御方式である。それ故，汎用的な自動機械の純粋な典型としては，オープン・ループ形式のNC機を念頭に置いておけば良かろう。（ただし現実には，数値制御の発展は，フィードバック制御の発展と密接に結び付いている。）

さて，ＮＣ旋盤による加工の仕方を見てみると，そこでは人間による操作・運転が原則として不要になっている。工具の運動の様々なパターンが，機構によって限定・拘束される（「制御②」）。他方人間は，労働手段の「自動的」な運動を監視し，運動・加工状態に目的・目標値からのずれが生じた時にそれを不正常として認識・判断し，修正・調節を行なう（「制御③」）のである。だが，以上――労働手段による多様な運動の「限定・拘束」，人間による「監視，修正・調節」――の限りでは，カム制御の場合と本質的に変りはない。むしろ数値制御の決定的な特徴は，人間が行なった判断→命令を労働手段に対象化する，その対象化の方法にある。その方法は，プログラミングという形をとるのである。

ＮＣ旋盤に「自動的」な運動をさせるためには，運動の開始前に，以下のような手順で運動の仕方をプログラミングし，運動条件を設定しておかねばならない。すなわち，図面の理解，加工工程や工具の決定といった，普通旋盤でも必要とされる準備作業を終えた後，①プログラム座標系の決定，②ツーリングレイアウト図の作成，③プログラムの作成，④プログラムの入力を行ない，さらに⑤ツールセッティング，⑥生爪の成形，⑦プログラムチェック，⑧テストカット，といった諸作業が必要なのである。こうした諸作業のあとで，はじめてＮＣ旋盤自身による適当な切削加工がなされうるのである[58]。これらは，普通旋盤の自動送りにおいて，加工前に必要である諸作業や，自動旋盤におけるカムの製作・設置といった作業に対応している。すなわちこの作業のなかで，労働手段の運動に関する人間の判断→命令が対象化されているのである。そしてその命令に基づいて，ＮＣ旋盤の機構が工具の運動を限定・拘束する，ということになる。

自動送りやカム制御と数値制御との決定的な違いは，数値制御が，前二者のように機構をつくりかえることによって判断→命令を対象化するのではない，という点にある。数値制御の場合，判断→命令の対象化は機構そのものにではなく，ＮＣテープになされるのである。機構自体は変更することなく，ＮＣテープのプログラムに判断→命令を対象化することによって，労働手段に多様な運動の「限定・拘束」を任せることができるのである。そこでは，複雑な運動の命令も容易に対象化できる。カム制御の場合よりも，さらに容易に対象化できるのである。これこそが数値制御のもつ重要な意義であり，まさにここにおいて，汎用性の保持と自動化との両立という課題が真に解決さ

---

注（57） cf. 鈴木重信著，篠崎監修『ＮＣフライス盤作業』日刊工業新聞社，1983年，13-25頁。伊藤勝夫『ＮＣ旋盤のプログラミング』日刊工業新聞社，1984年，9-12頁。米津栄『改訂　工作機械』コロナ社，1969年（初版1957年），193頁以下。

（58） cf. 佐藤晃平・和田正毅著，篠崎監修『ＮＣ旋盤作業』日刊工業新聞社，1984年，12-18頁。

れたと言えるだろう。

ただしＮＣ旋盤の場合でも，適当な運動の仕方を判断し命令を発するのは，あくまで人間なのであって，「制御①」をも労働手段が行なうようになっているわけでは決してない。「人間によって下された判断→命令」の対象化が容易になったということなのであり，それ以上でも以下でもない。その場合，プログラミングに携わる人間が，（機構の設計・製作者とともに）「制御①」の一部分を担当することになる。機構の設計・製作者の判断に基づいて設定された，可能な運動の枠内で，プログラミングを通じて最終的な判断→命令が対象化されるのである。こうした内容をもつプログラミングが，（現場で）労働手段の監視，修正・調節（「制御③」）を行なう人間によってなされるのか，それとも特定の専門的な集団に任せられるのか――これを決定するのは主に生産関係であり，それに規定された分業編成，労働組織である。だが一方，現場の労働者の労働内容を「制御③」だけに限定し，プログラミングを特定の専門家だけに委ねてしまうことの可能性自体は，技術的に与えられているのである。

以上，旋盤に焦点を絞って，汎用機が途上機械から自動機械へと移って行く過程を見てきたが，同様の経路は，フライス盤，ボール盤その他の汎用的工作機械においても見られる。

以上の考察から，同じ「機械」の段階でも，専用機と汎用機とでは「制御」の仕方にかなりの相違があるということが確認されたであろう。汎用機の場合，その汎用性を保持しながら「制御②」を全面的に機構に任せるということは容易でなく，そのため途上機械の自動機械への転化も専用機に比して困難なのである。そしてＮＣ（数値制御）は汎用機を自動化する（「制御②」を全面的に機構に任せる）うえで，大きな意義をもっていたのである。それ故，専用機と汎用機との区別を強調し，汎用機がメカトロニクスに転化したのだと主張される山下幸男氏の説（本稿，158-159頁参照）は，その点では貴重な視点を提供していたと言えよう。

だが専用機と汎用機とに上のような相違があるとしても，同時に，両者には「途上機械から自動機械へ」という共通の発展の道筋があり，それはさらに次の段階へ向けてオートメーション化という共通の道筋を辿る，というのが筆者の見解である。「汎用機がメカトロニックスに転化した」[59]ということを強調する一方で，「機械」の段階にあるトランスファーマシン等の専用機（山下氏はこれをハード・オートメーションと呼ぶ）を「一個の完成した技術」[60]と見なす山下氏とは，見解を異にする。

## 第三節　オートメーション化――「フィードバック制御」――

前節では，「機械」の段階にある労働手段の制御方式，及びそこで必要とされる労働の内容を見てきた。今度はその「機械」がどのような方向に発展して行くのかを，「制御」に注目して評価せねばならない。そこで，自動機械において労働手段を扱う人間が行なっていた労働を見てみると，

注（59）　山下幸男「なにが，なによって，メカトロニックスに転化したか」31頁。
（60）　同論文，19頁。

専用機でも汎用機でも共通に,「制御③」(「監視と修正・調節」)がその内容となっていた。だがこの労働は，現実には徐々に不要化されつつある。フィードバック制御装置がそれを不要化しているのである。(61)

フィードバック制御装置は，運動・加工状態を目的・目標値と比較し，両者のずれ，不正常を認識・判断して修正・調節するという作業を，人間に依らずに自動的に遂行する。つまり，これまで人間が「監視，修正・調節」を通じて行なっていた「制御③」が，制御装置によって遂行されてゆくのである。これは制御方式の質的変化であり,「機械」後の労働手段の発展方向を示しているものといえよう。すなわちそれは，フィードバック制御装置の利用によって，人間による「監視，修正・調節」(「制御③」)を不要化してゆく方向＝オートメーション化の方向なのである。(62)

機械の場合は,「制御②」(「運動の限定・拘束」)だけが，機構に任されたのであった。そこでは適当な運動の仕方を判断→命令する(「制御①」)のは人間であったし，運動・加工状態が目的・目標値どおりになっているかどうかを認識・判断し，修正・調節する(「制御③」)のも人間であった。ところがフィードバック制御装置は，この「判断」のうち後者の方(「制御③」に関わる「判断」)を，人間のかわりに遂行することを可能にしているのである。その意味でフィードバック制御装置の付加＝オートメーション化は，労働手段の発展史上，画期的な出来事といえるだろう。

ただし現存するフィードバック制御装置は，未だいずれも，人間による「監視，修正・調節」(「制御③」)を十分に不要化してはいない。だから,「機械」を越えた新たな段階への移行を完了した労働手段が成立している，と結論するのは無理があるだろう。しかし，自動機械以後の発展の方向としては，オートメーション化(フィードバック制御)の方向が考えられるのである。以下，フィードバック制御の具体例を見てみよう。

「監視，修正・調節」は加工過程の様々な部面で必要とされるのであるから，フィードバック制御装置も様々な部面で必要とされる。

先ず第一に，比較的単純なものとして，原動機の回転数や速度をフィードバックして一定に保つ，というフィードバック制御がある。これは，達成すべき目標値が一定なので,「定値制御」として

---

注 (61)「機械を，それがやるはずの行動によってではなく，実際にやった行動に基づいて制御することが，フィードバック……と呼ばれるものである。」N. Wiener, The Human Use of Human Beings, Second edition revised, New York, 1954, p. 24. 鎮目・池原訳『人間機械論(第二版)』みすず書房，1979年，19頁。

(62) このように筆者は，オートメーション化の過程を，人間による「監視，修正・調節」が不要化されてゆく過程として捉えている。それ故，坂本和一氏が，機械・装置体系が自動フィードバック型の機械・装置体系へと発展するのにともなって「運転労働は手動労働から監視労働にその形態を転換する」(前掲書，117-118頁)とされるのには，疑問である。確かに現存する自動フィードバック型の機械体系には，未だ多くの監視労働が残存してはいるが，果たしてそれが自動フィードバック型機械を特徴付ける労働として捉えられるものかどうか。監視労働が必要とされているのは，フィードバック制御装置が不完全だからであって，むしろ「監視，修正・調節」が不要化されてゆくという点にこそ，自動フィードバック型機械体系の特徴を見るべきではなかろうか。

この点に関しては，筆者は，中村静治氏の「オートメーションは……機械労働に不可欠な調整，監視の労働をなくしたのである」(『生産様式の理論』204頁)という指摘が，正当であると考えている。

分類されるものである。その最も原初的なものは，ワットの遠心ガバナー（1788年）[63]による蒸気機関の調速において，既に見られる。

クローズド・ループ形式の工作機械が行なっているフィードバック制御は，目標値の大きさ，あるいは位置が，時間とともに変化する「追従（追値）制御」である。ここでは，プログラミングを通じて対象化された判断→命令どおりに工具が運動しているかどうかが，制御装置によって絶えず「監視」され，目標値からのずれが「修正・調節」されているのである。

これは，さらに詳しく分類すると，モータ（によって回転させられる送りネジ）の回転数を制御装置にフィードバックして，指令されたとおりの回転数を達成するセミ・クローズド・ループ形式と，工具（テーブル）の位置検出器を用いて，工具の動きそのものを監視，フィードバックするクローズド・ループ形式とに分かれる[64]。前者の場合，工具の動きそのものはフィードバックされていないので，位置決めの精度を高めるうえで限界がある。だが，後者では工具の動きそのものがフィードバックされ，目標値からの偏差は即座に修正される。それ故工具の動きに関しては，事実上偏差や不正常の発生が排除されている，とさえ言えるのである。ただしたとえ工具が正常に動いていようと，工作物の設置位置が不正確であったり，工具が摩損していたりすれば，正常な加工は行なわれない。このような限界は，労働対象そのものの加工状態を自動的に検出・判断して，偏差・不正常を自動修正するようなフィードバック制御によって，克服されうるであろう。

ＮＣ工作機械の場合，上のような，労働対象そのものの状態を検出・判断してフィードバックする方式は，未だ実用化されていないが，今後この方向での開発が追及されてゆくものと思われる[65]。紡績機では，切れた糸を自動的に継ぐ装置がある[66]。これは，労働対象の状態を自動的に検出・判断して自動修正を行なうことによって，人間による「監視，修正・調節」を不要化している労働手段の具体例である。またホット・ストリップ・ミルに見られる，圧延途中で板厚を測定し，ロール開度等を補正してゆく装置[67]も，同様の具体例といえよう。

以上のようなフィードバック制御の発展，オートメーション化の進展の下で，人間による「監視，修正・調節」（「制御③」）は次第に不要化されてゆく。事態が進行して行けば，やがて，予測の不可能な不正常（労働手段自体の故障など）だけが，少数の人間による労働手段のメンテナンスや修理労

---

注（63） これは「回転するボールの遠心力の大小によって機関のスピードが測定され，この遠心力が，一連の連結棒を経て，絞り弁に対して，指定された速度からの外れを修正するように作用する」という装置である（S. Lilley, Automation and Social Progress, London, 1957, p. 27. 鎮目恭夫訳『オートメーションと社会の発展』みすず書房，1957年，22頁）。

（64） cf. 山下「ＮＣ旋盤を操作する労働の実証的研究」（下）32-33頁。鈴木『ＮＣフライス盤作業』18-19頁。伊藤『ＮＣ旋盤のプログラミング』10-11頁。

（65） 工具の摩損に関して言えば，工作物にではなく工具にセンサーをあてて，工具の自動交換を行なうというシステムであれば，既に開発されつつある（cf. 宮坂金佳「ITV による工具切刃監視と工具摩耗検出」『オートメーション』日刊工業新聞社，第31巻12号，1986年，11月）。

（66） cf. 繊維学会編『繊維便覧　加工編（第二版）』丸善，1974年，111-112頁。

（67） cf. 坂本和一，前掲書，132頁。野坂康雄編著『鉄鋼業のコンピュータ・コントロール』産業図書，1970年，第７章，特に206-208頁を参照されたい。

働のなかで，修正されてゆくようになるだろう。

そこで，人間に残された「制御」は，「制御①」（「運動の仕方の判断→命令」）のみとなる。これを労働手段に任せてしまうことはできない。人間は「制御①」を行ない続けることによって「制御の主体」としての地位を保っているのである。この「制御①」は，機構自体の設計・製作を除けば，主にプログラミング（フィードバックの仕方のプログラミングも含む）を通じてなされるようになる。このプログラミングが，工場での主要な労働となってゆくのである。そこでは労働能力発揮の場が，加工過程よりもむしろ加工前に集中してゆく，ということが見て取れるであろう。そしてこの技術発展から生じたプログラミング作業を誰が行なうかは，先にも述べたように，生産関係，分業や労働組織によって決まってくるのである。

## むすびにかえて

以上の考察から，労働手段が「道具→機械→オートメーション」という段階をおって発展していることが確認されたであろう。専用機と汎用機とでは「機械」の段階から制御の仕方に違いが現われるが，それでも「道具→機械→オートメーション」という基本線は両者に貫徹しているのである。以上の考察を踏まえたうえで，最後に，資本制的な生産様式の下で労働手段がこうした段階をおって発展することによって，生産過程に生じる問題を二，三指摘しておく。

(1) 労働手段が道具→機械→オートメーションと発展して行くことは，「制御」のうち「制御①」（「運動の仕方の判断→命令」）以外の部分から，人間を解放してゆくこと（→生産力の発展）を意味し，これは労働軽減の，あるいは一定量の投下労働の下での消費拡充の，技術的な可能性を高める。だが他方，それは労働強化・労働日延長を可能とする技術的・物的基礎ともなるのであり，資本制下ではそこに剰余価値・利潤追求の目的・動機が加わり，事態はまさにそういう方向で展開するのである。

人間が「制御」の一定部分から解放されてゆくということは，同時に労働手段が「産業的な恒久運動機構」[68]としての性格を強めてゆくことを意味する。他方労働手段について残された労働を行なう労働者は，益々その労働手段の「付属物」としての性格を帯びるようになり，人間の肉体的・精神的限界を顧慮しない労働手段の運動に従属してゆくことになるのである。また資本制下では，新労働手段は，剰余価値・利潤取得に有利な部面から，不均等に導入されてゆく傾向にあるため，一方では高度に発展した労働手段が「自動的」に絶え間なく動いていながら，その前後工程では殆どマニュ的な手作業が行なわれているという場合も少なくない。その場合その手作業のペースは，多分に，隣接する高度に発展した労働手段の運動のペースによって規定される。疲労，危険が増大しやすいことは，言うまでもなかろう。

---

注（68） K. Marx, op. cit., s. 425. 前掲訳，526頁。

他方こうした生産力発展の成果を，それに見合った消費の拡充へと結実させてゆくメカニズムは，資本制下には存在しないのである。

(2) 汎用機が自動機械→オートメーションと発展して行くということは，労働手段の運動の仕方についての判断能力を要するプログラミング作業が，工場における主要な労働になってゆくということを意味する。このことは，全ての労働者が単純作業から解放されて（＝わずかな単純作業を分担して），このプログラミングの中で自己の計画能力を開発・発揮してゆく可能性を与える。だが一方プログラミングは，プログラムが一度設定されてしまえば，（計画変更のない限り）生産遂行中には全く作業の必要がない。またそのプログラムを記憶した（＝「運動の仕方の判断→命令」が対象化された）テープなどは，後にまた同じ加工を行なう場合にはそのままインプットすることができる。それ故この作業を一部の労働者のみに担当させ，他の労働者を残りの単純作業に従事させる可能性――二極分化の可能性――も，また与えられているのである。そして，資本の専制・指揮の下に労働者が管理される資本制下では，労働者の統轄を容易にするために，後者の可能性が現実化されてゆく傾向にある。特に大企業では，プログラミング作業自体が細分化・分業化され，一部の専門家によってシステムの分析，プログラムの作成がなされたあと，他の多くの労働者には，そのプログラムのコンピューター言語への書き換え（コーディング），労働手段へのインプット，という作業だけが残されることになっているのである。

ここで注意しておくべきは，(1)，(2)で見た労働手段への従属や二極分化などの労働疎外の状況は，可能性としては労働手段そのものに，あるいは労働手段に体化された技術そのものによっても与えられているのだ，ということである。もちろん上に述べたように，資本制的生産様式がその可能性の現実化を徹底的に推進するのであって，その意味で，労働疎外の原因をすべて技術そのものに帰してしまうのは，全くの誤謬である。だが他面，疎外の可能性が技術そのものによって与えられているという側面があるとすれば，全ての責任を生産様式に負わせることもできないのではなかろうか。すなわち，技術を完全に中立的なものとは見なしえないのではなかろうか。[(69)] 技術そのもののなかにすでに疎外の可能性・契機が含まれているということを認識したうえで，いかなる生産様式の下で，どのような技術を選択・取得→利用してゆけば，高い生産力と疎外の克服（→全ての労働者の能力の全面開花）とを両立させうるのか――こうした問題へと考察を進めて行くべきではないかと，筆者は考える。だが以上の点の詳しい考察は，別稿にゆずることとする。

（慶應義塾大学大学院経済学研究科博士課程）

注（69） それ故「冷静な議論は，技術自体に属するものと，その資本主義的利用にもとづくものとを，正確に区別しなければならない……。あまりにも，みそもくそもひっくるめて，悪いのは資本主義という議論は，結局解放の真の目標を定めるためにも有害でしかない…」（中岡哲郎『人間と労働の未来』中公新書，1970年，87頁），「技術や生産過程のなかにはらまれている矛盾のいくつかは，決して体制が変わったからといって簡単に消滅するようなものではない」（同書，92頁）という中岡氏の問題提起は，検討に値するものと思われる。