自　主　研　究　4

東京大学大学院経済学研究科自治会

自主カリキュラム委員会編

目　　次

1. 破局の時代の哲学への模索
—— マルクス学位論文によせて ——……（マルクス研究会）　1

2. 資本関係論から資本運動論への移行
……（「マルクスの歴史理論」ゼミ）23

3. 中国における資本主義化の問題
……（近代中国経済史研究ゼミ）37

4. 日本帝国主義史における１９２０年代
……（'７４年度日本帝国主義史研究会）53

5. 埼玉県中小工業の現状と課題
—— 基本調査概要 ——　……（地域経済論ゼミ）69

6. 学習曲線による原価低減
……（企業経済ゼミ）89

7. 編　集　後　記　……　105

自主研究　4

発行日　昭和50年5月

発行者　東京大学大学院
経済学研究科自治会

〔編集後記〕

『自主研究』も今回で第四回目を迎えた。収録原稿は全部で六篇である。各研究会の執筆責任者の名を掲載順に掲げておくと，

第一論文，野口遵氏（マルクス研究会），第二論文，青才高志氏（マルクス歴史理論研究会），第三論文，窪田宏氏（中国近代経済史研究会），第四論文，メンバーによる共同執筆（'74年度日本帝国主義史研究会），第五論文，松井一郎氏（地域経済ゼミ），第六論文，星野靖雄氏（企業経済ゼミ），の以上である。

なお，今回は印刷費高騰の為，図表等コスト高になる実証的研究成果の発表は遠慮していただくことになった。また，執筆代表も全員がドクター・クラスであった。次号ではこの点を改善し，実証的な共同研究の掲載，マスター・クラスの院生の参加が可能になるよう努力していく予定である。

学習曲線による原価低減

（企業経済ゼミ）

はじめに

我国においては，学習曲線の理論を経営管理のための手段として利用することが，あまりなされていない。しかしながら，米国政府が，発注する製品の価格の決定に，学習曲線を利用して製品の単位当たりのコストの推定をしているように，経営管理のための技法として，学習曲線の利用は，予測，意思決定，管理に大いに役立つといえる。

学習曲線は，その最初の研究以来，実証的データから導かれたものであり，必ずしも厳密な数式化をするというわけではなく，統計的に有意と考えられるような定式化を行ない，その応用をしている。

その定式化は，累積生産量と単位製品当たりの加工時間，あるいはコスト，又は，生産性がどのような関数として表現できるかによるものである。

これを適切に使用することは，企業の経営戦略上，非常に意義があると考えられる。

第一節では，原価管理と経営管理の関係について述べ，学習曲線の利用による原価低減が，その中でどのような位置付けをされるかを説明した。

第二節では，学習曲線の研究の開始，その定式化を具体的数値を入れて記述した。

第三節では，原価低減の原因を列挙，検討し，材料費，労務費，製造費，間接費の４つに原価を分類し，各々の原価低減の方法や可能性を調べてみた。

第四節では，学習期間での原価低減の努力を刺激するための賃金制度のあり方と問題点を考察する。

第五節では，学習曲線をめぐる問題点や各種の議論を検討し，一応の結論を出しておく。

第六節では，学習曲線を利用しての原価低減の事例研究を２つ，１つは，数年にわたる長期の場合，別の例は，５週間の直接労働時間の短期の場合を取り上げて，統計学的に解析し，有意であるかないかを調べる。

一　原価管理と経営管理

原価管理は，原価計算基準によるように，「原価の標準を設定し，実際の原価と比較し，その差異の原因を分析し，原価能率を増進するような措置をとる。」[注1)]という標準原価計算だけで

はなく，経営における意思決定のために必要な原価予測に基づく，原価情報を提供するものである。

企業経営における利潤極大化のために，収益の最大化と費用の最小化を計る必要性があるが，そのための，費用の最小化，原価低減が原価管理の目的であると考えられる。

今井教授は原価管理論の体系として次の５つの研究領域があるとされている。注2）

①原価予測論，②原価分析論，③原価計画論，④原価統制論，⑤原価比較論。

原価管理は，企業における特定の部門や個人だけが責任を持つということではなく，企業内の総ての人が関連してくるわけであるが，直接には，経営者，生産技術者，現業員，会計係に分類される。

原価管理は，原価による経営管理の一環として成立するわけであり，経営管理そのものは次のようなプロセスを持つものであると考えられている。

1. 計　　画

A．A．Aの委員会によれば，計画は個別計画と期間計画の２つに区分され，前者は個別的な経営上の問題についての意思決定であり，後者は，特定の期間にわたつての企業全体の経営活動についての計画である。

又，計画は，基本計画と業務計画にも分類され，前者は経営の基本的計画である，製品，生産設備，経営構造，立地等を意味し，後者は，経営の個別業務における具体的な事業計画である。そして，原価原理が対象とするのは，期間計画としての業務計画である。

計画設定のプロセス自身は，政策形成，意思決定，予算編成の３つよりなり，各代替案について，原価と収益の期待値を比較検討することにより決定される。

2. 指揮，調整

計画に基づいて執行活動を指導し，様々の部門や組織間及び内で発生するコンフリクトを調整する必要がある。その際，リーダーシップが重要な意味を持っているのであり，リーダーは，各人が持っている自己の地位に対する，自己実現への欲求体系を理解し，ただ単に，テイラー・システムによるような，能率や金銭的動機づけだけでは十分でないことを認識しなくてはならない。注3）

3. 統　　制

統制は，計画案が執行されているのを確認すると同時に，その執行の質と計画自体の質の両者をフィードバックする。組織の目標を達成するために，計画に反した行動を容認することもありえる。

原価統制には事前管理と事後管理の２通りがある。事前原価管理は、直接材料費、直接労務費、製造間接費、製品原価の原価標準を設定し、これを各原価統制区分へ伝達、指示するプロセスをいう。又、事後原価管理は実際原価を測定し、これと標準原価との比較、標準原価差異の分析、是正措置の実施などのプロセスである。（注４）

以上のような、経営管理のプロセスにおいて、より合理的、経済的に、経営活動を管理することが原価管理の目的である。

経営管理に役立つための原価管理は次のような条件を満たすものであると考えられる。

(1)原価低減を全社的、総合的な立場に立って実現しようとすること。又、そのために必要な原価情報の伝達システムの整備を行ない、組織の各層への情報の提供をする。

(2)経営意思決定を行なうにあたっての、経済性の判断に必要な情報の提供と意思決定されたプロジェクトについての計画対実績管理、原価責任の明確化等を行なうこと。

(3) 原価計算制度による計画対実績の把握、収益との対応、原価責任の明確化。

上述のような条件は、Ｒ．Ｎ．アンソニーの組織での計画と管理プロセスにおける内部指向型プロセスの３つの分類、戦略計画、経営管理、業務管理に対応していると考えられる。(1)は原価管理を企業というシステムの全体から観察している戦略次元の条件であり、(2)は、管理コスト計算、特殊原価調査、個別効果計算という経営管理の次元に対応し、(3)は直接原価計算、標準原価計算という計算制度であり、ルーチン化している仕事として業務管理に対応すると考えられる。

学習曲線による原価低減はこの３つの分類のうちで、最初の戦略次元の問題であると、筆者は考えている。

二　学　習　曲　線

学習曲線についての最初の研究は、１９２５年に、米国のオハイオ州のライト・パターソン空軍基地で司令官による、航空機産業での製造工程の観察の報告から始まっている。（注５）それ以後、研究が進められて、１９３６年にコーティス・ライト会社のＴ．Ｐ．ライトが、航空科学誌に「飛行機のコストに影響を与える要因」という論文を発表している。Ｔ．Ｐ．ライトは飛行機製造のアセングリーラインの観察によって、生産量が２倍になる毎に、生産に必要とされる労働量は２０％づつ減少するとしている。すなわち、２番目の飛行機を製造するに必要な労働量は、最初の場合の８０％ですみ、４番目の飛行機では２番目の８０％で可能であるというように、一般に、２Ｎの飛行機を製造するのに必要な労働量はＮの場合の８０％でよ

いということになる。これをT．P．ライトは「８０％の規模の生産の法則」と呼び，学習率ともいう。

米国の国防省はスタンフォード研究所に，軍事用の航空機の製造について，ライトの研究を発展させて，各種の航空機による一連の統計的な学習曲線の研究がなされた。その結果，航空機産業では，どんな機種の飛行機についても，学習率は等しく約８０％であることがわかった。そして，このことが，コストの推定，必要な労働量の予測等にその後，役立っている。これに対して若干の問題点が存在する。すなわち，軍事用の航空機産業は，政府が需要独占者として機能しているという，特殊な産業であると考えられることである。それ故に，通常の産業における価格競争は，十分に働くとは考えられなく，コストに一定の手数料を加えた，一種のフルコスト原理による価格決定が行なわれることになる。そこで，コスト低減に対する努力は必ずしも十分ではなく，むしろ，コストが高くついた方が，利潤を上げやすいことになる。そこでコスト低減に対する成果を客観的に観察するために，学習曲線の計測，予測が重要な意味を持ってくる。

そこで，学習曲線の定式化について次に考えてみる。学習曲線は以下のように３通りに定式化されている。[注６)]

(1) $Y = KX^n$

Y＝累積平均労働時間数

K＝最初の製品製造の労働時間数

X＝完成品数

$n = \log(\text{学習率の}\%) \div \log 2$

(2) $U = (n+1)KX^n$

U＝単位労働時間数

後の変数は(1)と同じ。

(3) $T = KX^n(X)$

T＝全労働時間数

上のどの定式化も本質的には全く同じことであり，従属変数のとり方が違うにすぎない。

そこで，労働時間数ではなく，第n番目の製品の単位あたりのコストをxとして，累積生産量をyとすると次のように表現できる。

$$y = ax^b$$

a＝最初の製品のコスト

$b = -\log(\text{学習率}) + \log 2$

この式の両辺の対数をとる

$$\log y = \log a + b \log x$$

よって，両対数表をとると負の勾配を持つ直線となることがわかる。

上式を具体的な問題にあてはめる場合を想定して，検討する。今，ある特定の製品の最初の一単位を製造するのに１０円だけかかるとする。次に，数量が２倍，すなわち２つ目までの製品を製造するのにコストが１６円であるとする。すると平均コストは１６／２＝８（円）である。そこで学習率は　８／１０×１００＝８０（％）になる。数量が更に２倍，すなわち４つ目までを製造するには，同様に考えて，２５.６円となり，単位あたり　２５.６／４＝6.4(円)であり　6.4／８×１００＝８０（％）となる。よって

$a = 10$，　$b = -\log 0.8 + \log 2 = -0.322$

$\therefore \log y = \log 10 - 0.322 \log x = 1 - 0.322 \log x$

ここで，もし，累積生産量が8個の場合の製品の単位あたりのコストを求めるとすれば

$\log y = 1 - 0.322 \log 8 = 1 - 0.322 \times 0.9031$

$= 0.792$

$y = 5.1$

すなわち，単位あたりのコストは5.1円になることがわかる。もしここで総コストを求めたいならば，(3)式と同様の式で得ることができる。

$T = a x^{1-0.322}$

$= 10(8)^{0.678} = 41.8$

この値は，先に得た製品の単位あたりのコストにその個数をかけても求められる。

三　原価低減

前節で述べた学習曲線の利用はコストの低減，製品の購入価格の目標を定めるのに，大変役立つ，というのは，学習曲線は，コストがどのように，どれくらいの速さで低下するかを示しているからである。

製造業でのコストの低下は先にのべたような８０％の学習率を持った学習曲線で示される。このような，コスト低下が起きる原因は次のように考えられる。

1.　規模がコストに与える影響は，経済学で，規模の経済と呼ばれ，その存在は，実証的に確かめられている。生産する製品の数を増加していくと，固定費である設備等のコストが，単

位製品あたり安くなる。又，単位あたりの人件費，間接費等も削減する。

2. 大規模生産であると，原料の獲得が，小規模の場合に比較して，安くなり，製造方法や，販売方法も，いくつか考えられ，より合理的な選択が可能になる。

3. 研究開発により技術進歩がおこり，コストが低下するようになる。研究開発費は，研究開発された技術が，より大量の製品に適応される程安くなり，それにより十分償却できるようになる。もしこれが小規模生産であれば，十分償却できないことが多くなる。

4. 製品の設計の変更等により，生産費の低下が可能になるような場合は，量産体制がとられるときであり，もし，小規模であれば生産費の低減はできなく，むしろ，変更に要するコストが高くつくことになる。

原価低減にあたっては，原価を構成する要素に応じた処置が取られる必要がある。原価の分類は，2つの基本的な概念として，直接費と意思決定費に分けられる。直接費は，生産量や販売量の変化に応じて，直接的に又，自動的に変化するコストである。直接費は構成要素として，直接材料費，直接労務費，直接製造費である。意思決定費は，直接費として扱われないコストであり，すべての製造間接費や操業費を含んでいる。意思決定費は固定費と変動費を含み，前者は管理，販売費，事務費，通信，電話費等をいい，後者は，間接労務費，減価償却，設備更新費等をいう。

そこで，次に，材料費，労務費，製造費，間接費の4つについて各々，原価低減を考えてみる。

1）材　料　費

材料費の変動は他のコストに比較すると大きく，原価低減，管理はやりにくいとされている。標準材料費を用いることにより，原価決定の一貫性，原価や価格の改訂，価格水準の変動の測定等がやりやすくなる。

材料費の低減に最も影響を与えるのは技術者であり，現場監督者は，材料費そのものを管理するというより，スクラップや無駄使いを少なくすることにより，材料の使用を節約するということである。又，材料の購入価格を管理することにより低減することも可能である。

2）労　務　費

労務費は，製造の方法，作業の成果の2側面に依存している。製造の方法は，仕事の中味が何であるかということと，どのようにその作業が行なわれなければならないかの2つによって決まる。これに対して作業の成果は労働者がどれだけ能率的に仕事をなすかということである。そのために，作業員と仕事との間の適合性が問題となる。職務評価，作業測定，能

給等はこの適合性を計るためのものである。

製　造　費

製品の製造工程において，機械や道具類の果たす役割は大きく，原価低減に際しても，大影響がある。製造費の節約のためには，最適な製造スピードと原材料の供給，より能率的自動機械類の導入，機械のダウン・タイムを減らすための保守道具類の準備等が必要になてくる。

間　接　費

間接費はコストの中でも問題になることが多い要素であり，他の要素のコストとの比率で接費の大小を比較する場合と，絶対額の大きさで問題にする場合の２通りがある。比率で える場合には，一定の決った比率が存在するというのではなく，これは生産量の変化と共変わるものであり，間接費率の生産量に対する関係は，一般に，学習曲線と類似のＬ字型線をとることが知られている。

間接費の絶対額は技術進歩により，より優れた機械類が導入されれば上昇する。生産性ががれば，それだけ間接費もアップすることになる。前述のように間接費率は，生産量の増と共に，低下して，単位製品あたりのコストは安くなる。

学習曲線と原価低減の努力

習曲線の研究は，企業に属するすべてのメンバーが新しい技術を学習したり，新しい方法発したり，あるいは又新製品を創る際の生産性の向上を調べるための基礎データになる。期間の特定の時点における，製品を製造するのに必要な標準時間や標準コストが，学習曲よって推定されることにより，生産計画や予想の原価計算が行ないうるわけである。

原価低減に対する動機づけを伴う賃金体系が，学習曲線の途中で，あるいは出発点でとられ，これに対して，若干の問題が生じる。すなわち，新しい生産方法や新製品の製造を行ないうことは，労働者にとってみれば，ある習熟を得るまで，特定の学習期間がかかることり出来高給であると，それまで，十分な報酬がもらえないと考えるからである。そのため定常状態ではなく，学習期間における，製品単位あたりの標準時間，標準コストを学習曲の理論より導き出す必要がある。

生産性の向上が理論的に導かれる自然の学習曲線によって示される場合より高ければ，その分は労働者の貢献であると考え，これに比例し報酬が支払われることになる。E．ターバ（Turban，E）は事例研究で，学習曲線を基礎とした出来高賃金制度により学習期間にお

ける新製品の製造への支払いを決定する例を上げている。これは，熟練労働者と未熟練労働者の２つに分けて分析を行なっている。熟練労働者の場合には，学習期間の推定，単位製品あたりの製造時間を時間研究で設定，学習曲線により一時点な標準を作成，学習期間での賃金はこの標準で決定，いく人かの労働者が学習期間を終えたら，時間研究によって標準率の設定，というプロセスで対処している。これに対して，未熟練労働者の場合には，仕事の内容と労働者の割当ての計画，過去の経験より学習期間を各仕事に対して決定，労働者の学習に要する実際時間の報告，全学習時間の決定，のプロセスである。そして，学習曲線の理論に基づいた金銭的動機づけか学習期間を短くするということ，又，同じ学習期間では，計画より多くの生産量を上げているということ，ヴェテランの労働者の新しい技術を習得しようという意欲の増加が起こると結論づけている。更に，上述のような直接的な原価低減への貢献以外にも，間接的には，生産量のよりよい管理，計画の柔軟性の増加，新しい労働者がグループに入って来た時への抵抗の減少，労働者のモラールの向上といったことがあげられる。

学習曲線の出来高賃金制度への利用は，しかしながら，学習曲線は平均的な見方であり，必ずしも各人の出来高を考慮していないこと，生産量に注意が払われすぎることにより品質の低下が起こること，未熟練労働者の間でスピード向上による事故発生の増加，労働組合の反対，そして，学習曲線そのものが正確かどうかの疑いがあること，等の問題点が上げられている。特に最後の点については，Ｓ.Ｌ.ヤング（Young, S.L.）は，学習曲線が，数多くの歴史的もしくは経営管理のために発生した要因で歪みを生じているので適用するのが妥当でないと述べている。[注8）] 誤った応用が起こるのは，要因が歴史的であるのに現在のものとして取り扱われ，それが正常で，合理的であるとしているからであると考えられる。

学習曲線に関しての問題点については次節でもう少し詳しく述べる。

五　学習曲線の問題点

Ｎ.バロッフ（Baloff, N）は学習曲線の研究の始まりは航空機産業であり，文献もこれに心中していて，他の産業への一般化を計るにはいくつかの問題点があるとしている。[注9）] そして，(1) 学習曲線による生産性の向上の存在やその原因について不十分な理解しかないこと，(2) 学習曲線のモデルの実際の形や定式化について不確実性の存在すること，(3) 学習曲線と過去の実証的結果との連結がなされていないこと，を上げている。

学習曲線の利用の一般化については，まず学習曲線の研究の出発点である航空機産業で直接労働生産性の向上により，単位航空機あたりの直接労働時間が減少し，コストが低下したこと

を認識しなくてはならない。すなわち，製造ラインでの直接の労働者の学習や適応による生産性の向上である。そのため，技術者や間接労働者の役割が十分には認められてはいなかった。それゆえに，学習曲線の概念を，機械中心の製造業に適用する際に疑問があると考えられたのである。もし生産性の上昇，コストの低下が直接労働によってほとんど決まる場合には，機械中心の作業にだけ学習曲線の利用を考えるのは不適当である。しかしながら，機械中心の製造業には，新製品や新製造工程の導入により，学習効果が生じることも事実であり，その影響は大変大きいことも観察されている。そして，この場合の原価低減は，直接労働者による学習効果というより，直接労働者，技術者，監督者，機械のオペレーター，保守整備員，品質管理員や他の間接労働者の総合的な効果によるものであると考えられる。

学習曲線の信頼性のある定式化が可能であると，これによる推定は，生産費の決定，生産・人員計画，原材料の取得，標準時間の設定等役立つのであるが，もし定式化が必ずしも妥当でないとすれば，これらの計画や決定は不確実なものになるが，実際には，定式化は前に述べたように可能である。

Ｎ．バロッフはこのような定式化が，米国の鉄鋼，製紙，ガラス容器，コンダクター製造等の自動機械化された産業において，有効であると述べている。

機械集約型の製造業と労働集約型のそれとの学習曲線は同じ様な形をしているけれども若干の違いがある。

そのうちの一つは，定常状態が存在するかどうかについてである。機械集約型の学習曲線では定常状態が存在し，労働集約型のそれは定常状態がなく，累積生産量を増加するにつれ，単位あたりの製品のコストは低下しつづけるという点である。しかしながら，これに対して，いくつかの反論もある。結局，定常状態の存在如何は，生産期間のとり方に依存していると考えられる。又，同じ学習曲線でも，全くの部品としてしか取り扱われない場合と，多くの部品を内蔵している製品と考えた方がよい場合とでは学習曲線の形は違っていると考えられる。

他の問題点は，パラメーターがとる値についてである。航空機産業における研究の多くは，前述の学習曲線の定式化におけるパラメーター　として８０％をとったので，これが一般的な値と考えられるかどうかについてである。しかし，これに対しても，反例があり必ずしも一定値ではない。そこで，最終的にいえることは，学習曲線の形やパラメーターは，個々の製品，部品にとって，又製造方法によって違ってくるものであるということになる。

六　学習曲線による原価低減の事例

前述のように，学習曲線の定式化によって累積生産量と製品の単位あたりのコストの関係がわかった。そこで，この節では，実際の特定の産業における両者の関係を調べて，パラメーターを推定する。

① 化学調味料工業の事例

化学調味料には，コンブの味のするＬ－グルタミン酸ナトリウム，カツオ節の味がある5^1－イノシン酸ナトリウム，シイタケの味を有する5^1－グアニン酸ナトリウムの３種類と，これらを一定割合で配合した複合化学調味料があり，これを複合という。Ｌ－グルタミン酸ナトリウムおよびこれに，リボヌクレオクドを１～２％添加してうま味を強めた調味料をグル曹という。グル曹と複合の累積生産量，販売価格，原価は表１のとおりである。表１では，原価については企業の原価秘密保持により，絶対価格でなく，初年度を100.0とした相対価格で示してある。

グル曹	累積生産量（トン）	販売価格（円／kg）	原価（%）
３５年	２２，１７７	１，４３８	１００．０
３８年	７０，４４５	１，１８７	７２．４
４０年	１３１，６９８	１，０３９	６１．８
４２年	２１８，２８０	１，０２８	６３．８
４４年	３１９，７６６	９９１	６１．５

複合	累積生産量（トン）	販売価格（円／kg）	原価（%）
３８年	１，８８２	３，７７９	１００．０
４０年	８，８３５	３，０２８	６１．２
４２年	１８，５１４	２，３８１	４３．０
４４年	３１，６６３	２，２５２	３６．４

表１　化学調味料工業の学習曲線　注１０）

累積生産量をｙとし，原価をｘとすれば，$y = a x^b$ と表現できることは前に述べた。これより，$\log y = \log a + b \log x$ であるので表１の累積生産量と原価の対数をとり計算を表２，表３のように行なう。

$\log y = Y$，　$\log a = A$，　$\log x = X$とおいて計算をする。

グ ル 曹

	X	Y	X^2	Y^2	XY
	4.346	2.000	18.887716	4.0	8.692
	4.848	1.860	23.503104	3.45 96	9.01728
	5.120	1.791	26.214400	3.207681	9.16992
	5.338	1.805	28.494244	3.258025	9.635090
	5.509	1.789	30.349081	3.200521	9.855601
Σ	25.161	9.245	127.44	17.127	46.370

上表より平方和を求める。

$$S(XX)=127.4-\frac{25.162}{5}=0.8$$

$$S(YY)=17.18-\frac{9.2452}{5}=0.086$$

$$S(XY)=46.370-\frac{25.16\times 9.245}{5}=-0.18$$

パラメーターの推定値は

$$\hat{b}=S(XY)/S(XX)=-0.18/0.8=-0.25$$

$$\hat{a}=\overline{Y}-b\overline{X}=9.245/5+0.25\times 25.161/5=3.107$$

よって、 $Y=3.107-0.25X$ という回帰式になる。

回帰による平方和は

$$S_R=S(XY)^2/S(XX)=-0.18^2/0.8=-0.0405$$

回帰からの平方和は

$$S_{YX}=S(YY)-S_R=0.086+0.0405=0.1265$$

よって分散分析表を次のように作成できる。

要 因	S	φ	V	F_0	F(0.05)
回 帰	−0.0405	1	−0.0405	−0.96	10.1
残 り	0.1265	3	0.0422		

回帰に基づく分散は回帰からの分散に比べて有意であるとはいえないため。この例では累積量とコストの間に直線関係を考えることが必ずしもできない。

複　合

X	Y	X^2	Y^2	XY
3.275	2.000	10.72256	4.0	6.550
3.946	1.787	15.57709	3.193336	7.051150
4.268	1.633	18.21158	2.666668	6.969964
4.501	1.561	20.25590	2.436672	7.026606
Σ 15.990	6.981	64.78	12.297	27.598

平方和は

$S(XX)=64.78-15.99^2/4=0.85$

$S(YY)=12.297-6.981^2/4=0.115$

$S(XY)=27.598-15.99\times6.981/4=-0.308$

パラメーターの推定値は

$\hat{b}=S(XY)/S(XX)=-0.308/0.85=-0.362$

$\bar{a}=\bar{Y}-\hat{b}\bar{X}=6.981/4+0.362\times15.99/4=3.192$

よってY＝3.192－0.362Xという回帰式になる。

回帰による平方和は

$S_R=S(XY)^2/S(XX)=-0.308^2/0.85=-0.116$

回帰からの平方和は

$S_{YX}=S(YY)-S_R=0.115+0.116=0.231$

分散分析表は

要　因	S	φ	V	Fo	F(0.05)
回　帰	－0.116	1	－0.116	1.01	18.5
残　り	0.231	2	0.115		

この場合と前と同様の結果になる。

以上のような分析によって，この例のように，かなり長期にわたっての学習曲線の効果は，累積生産量が増加するにつれて，コストは低下するという傾向を意味するだけで，厳密な定式化は統計的には意味があるとはいえない。同様の長期の学習曲線についての計測の実例は，ボ

・コンサルティンググループによっても数多く研究されているが，これらも，統計的に
とはいえないと考えられる。注12）
で次に，短期の学習曲線の効果を測定できる例を取り上げて分析をする。

A製品の製造業
製品の各週における生産量と実際の直接労働時間とは下の表のように与えられる。注11）

	生産量	直接労働時間	累積生産量	直接労働時間／製品
	15	250	15	16.67
	25	245	40	12.38
	30	250	70	10.63
	35	250	105	9.47
5	35	255	140	8.93

表2　製品Aの製造会社の学習曲線

例①と全く同様に，累積生産量をx，製品単位あたりの直接労働時間をyとし，各々の対
X，Yとして次表のような計算をする。

$S(XX)=16.042-8.79^2/5=0.59$

$S(YY)=5.6-5.269^2/5=0.0475$

X	Y	X^2	Y^2	XY
1.176	1.222	1.383	1.493	1.437
1.602	1.093	2.566	1.195	1.751
1.845	1.027	3.404	1.055	1.895
2.021	0.976	4.084	0.953	1.972
2.146	0.951	4.605	0.904	2.041
Σ8.790	5.269	16.042	5.600	9.096

$S(XY)=9.096-8.79\times5.269/5=-0.167$

$S_R=0.167^2/0.59=0.047$

$S_{YX}=0.0475-0.047=0.0005$

要因	S	φ	V	Fo	F(0.01)
回帰	0.047	1	0.047	2764	34.1
残り	0.0005	3	0.00017		

よって，高度に有意である。すなわち，累積生産量と製品単位あたりの直接労働時間は対数をとると直線の関係があるといえる。

回帰係数は $\hat{b}=S(XY)/S(XX)=-0.167/0.85=-0.1953$

$\hat{a}=\bar{Y}-b\bar{X}=5.269/5+0.1953\times 25.16/5=2.037$

$Y=2.037-0.1953X$

$y=108.9x^{-0.1953}$

おわりに

本稿は以上のように，学習曲線による原価低減について述べてきた。

事例では，直接労働時間と累積生産量のように短期の反復される製造工程については，学習曲線の理論の適用が意味があることがわかった。しかしながら，もっと数多くの事例をあたり統計的に検定する必要がある。長期の場合は有意とはいえなかったが，これは，学習効果以外に技術進歩や他の条件が変化するからである。又，学習効果を広く解釈して他の条件の変化をも含めて考えるならば，事例は入手できるが，検定は，事例のように棄却されるケースが多くなると思われる。

実際に，学習曲線の経営管理への利用をする場合には，学習曲線と原価低減の関係以外に，他の要素，すなわち，設備投資，価格政策，マーケット・シェアの維持・拡張，公共政策との関連等を幅広く，経営戦略を考察しなければならない。

参考文献

〔1〕 F.J.Andress, The Learning Curve As a Production Tool H.B.R., Jan-Feb., 1954

〔2〕 R.N.Anthony, Planning and Control Systems: A Framework For Analysis, Harvard Univ., 1965

〔3〕 ボストン・コンサルティンググループ，企業成長の論理：エクスペリアンス・カーブへの理解，昭和45年8月，東洋経済新報社。

〔4〕 N.Baloff, Startups in Machine-Intensive Production Systems, J.of Industrial Engineering, Jan., 1966.
〔5〕 N.Baloff, The Learning Curve-Some Controversial Issues, J.of Industrial Economics, July, 1966.
〔6〕 N.Baloff, Motivating Startups, J.of Business, Oct. 1966.
〔7〕 Sp N.Baloff and J.W.Kennelly, Accounting Implications of Product and Process Start-ups, J.of Accounting Research Aug., 1967.
〔8〕 N.Baloff, Startup Management, IEEE transactions on Engineering Management, Vol.EM-17, No.4, Nov., 1970.
〔9〕 Y.K.Bhada, Dynamic Cost Analysis, Management Accounting, July, 1970.
〔10〕 Y.K.Bhada, Dynamic Relationships For Accounting Analysis, Management Accounting, April, 1972.
〔11〕 E.Dale, Management Theory and Practice, Second ed. McGraw-Hill, 1969.
〔12〕 深井秀夫, 動態コスト・マネジメント, 昭和46年4月, 中央経済社
〔13〕 L.Elliott, Cost Behavior: A Dynamic Concept, Management Accounting, March, 1974.
14〕 今井忍, 情報化社会の原価管理, 昭和45年9月, 森山書店。
15〕 神馬駿逸, 原価管理の本質について, 甲南経営研究, 第7巻第3号, 昭和42年。
16〕 神馬駿逸, 予算統計と原価管理, 甲南経営研究, 第7巻第4号, 昭和43年。
17〕 S.Keers, The Learning Curve in Management Accounting, Management Accounting, June, 1970.
8〕 P.Kozma, Cost Reduction, J.of I.Eng., Apr., 1973.
9〕 W.J.Morse, Reporting Production Costs that Follow the Learning Curve Phenomenon, The Accounting R. Oct., 1972.
0〕 中西寅雄監修, 中垣, 安永, 山口, 安達訳, 経営管理会計, 昭和45年8月, 日本生産性本部。
G.Shillinglaw, Cost Accounting: Analysis and Control, Irwin, Revised, 1967.

〔21〕 C.C.Pegels,On Startup or Learning Curve:An Expanded View,M.K.Starr編,Management of Production,1970.

〔22〕 E.L.Summers and G.A.Welsch,How Learning Curve Models Can be Applied to Profit Planning,Management Services, March-April,1970.

〔23〕 D.R.Towill and F.W.Bevis,Managerial control systms based on learning curue models,Int.J.of Production Research,July,1973.

〔24〕 D.R.Towill,An Industrial Dynamics Model for Start-Up Management,IEEE Transactions on Engineering Management, Vol.EM-20,No.2,May, 1973.

〔25〕 津曲直躬編, 会計情報システムの課題, 1970, 日本経営出版会。

〔26〕 E.Turban,Incentives During Learning-An Application of the Learning Curve Theory and a Survey of Other Methods,J.of I.Eng.,Dec.,1968.

〔27〕 S.L.Young,Misapplications of the Learning Curve Concept, J.of I.Eng., Aug., 1966.

〔28〕 星野靖雄, 寡占企業行動についての研究 ―製品のライフ。サイクルと寡占―, 東京大学経済学研究, 1974年, №17, 東京大学出版会。

〔29〕 星野靖雄, 損益分岐点分析と限界分析 ― 統一への一討論 ―