

中小企業の生産革新 ～森田アルミ工業（株）の革新事例～

Production Innovation of the Small Firm The Case Study of MORITA ALUMINIUM INDUSTRY

岩井正樹・岩田憲明

Masaki IWAI・Noriaki IWATA

和文要旨：

中小住宅資材メーカーである森田アルミ工業は、生産革新を成し遂げ大きな成果を得た。すなわち組み立て工程については熟練工に任せていたが、工程分析を行い、作業標準を設定して、ラインを構築し、大幅なスピードアップを実現した。また購入部品については原価分析を行い、中古機械の導入、金型の工夫、材料の変更などにより大幅なコストダウンを実現し内製化を成功させた。中小企業におけるライン化と内製化という二つの生産革新事例を紹介した。

英文要旨：

Small Firm of housing equipment industry transformed assembly process from one skilled worker process to the assembly line of parttime workers. The great reduction of the process time was realized. Moreover, the firm did cost analysis of purchased parts. The firms realized the internalization by introducing of used machine, more productive die, cheap materials.

和文キーワード：中小企業、科学的管理法、組立ライン、内製化

英文キーワード：Small Firms, Scientific Management, Process analysis, Cost analysis, Internalization

目 次

はじめに ～会社概要～

第1部 組み立て工程の作業分析とライン化

第1章 従来の生産方式

第2章 組み立て工程の工程分析

第3章 組み立て工程のライン化

第2部 射出成形品の原価分析と内製化

第1章 原価分析

第2章 樹脂成形技術の習得

第3章 設備の調査

第4章 金型の調査

第5章 内製化計画の作成

第6章 内製化計画の実行

第7章 内製化の効果

第8章 射出成形品コストダウンのポイント

むすび

はじめに ～会社概要～

中小製造業は技術力が無ければ生き残れない。しかし中小企業は人がいない、技術が無い、金がない。そのようななかでいかに技術力を向上することができるのか？技術力向上に成功した中小企業を紹介しながら、中小企業の技術力向上の方策について考察する¹。

森田アルミ工業株式会社は大阪府南部関西国際空港に近い阪南市に本社を置く住宅資材メーカーである。従業員は約50名である。森田和信社長の父が1972年泉南市で創業した。親戚がアルミの仕事をしてきたため、アルミの将来性を予測してアルミ加工の仕事始めた。アルミの棒材を購入し、それをカットしてベランダや手すり、格子など住宅エクステリアを造った。大企業の規格品との競争が激化してきたため、当社は特注品の受注に力を入れた。当社の受注品は顧客の好評を得て、当社は南大阪で「オーダーメイドのエクステリアメーカー」として地位を築いた。1980年阪南市に本社工場を建設した。

1984年当社はアルミ製外部階段「ステアーズ」を開発した。これは長さも選べ、角度も調整できる階段である。当時現場では作業者が階段の取り付けに苦労していた、その問題を解決した商品である。当社は特許を取得することができた。その結果、大手住宅資材メーカー数社から受注を得てOEM生産を開始した。当社はステアーズという規格品を大手ルートで全国販売すると共に、地元ではオーダーメイドエクステリアを販売することで売上を順調に伸ばすことができた。生産は3拠点になった。1996年の売上は16.2億円であった。

ところがステアーズの特許が2000年に切れた。それまで当社がOEM供給していた大手メーカーが内製化することになり、当社への発注が止まり、当社の売上は毎年減っていった。2009年には5億円と、ピークの3分の1以下になった。当社は赤字になった。売上は減り、従業員も減っていき、社内の雰囲気は暗くなった。この下り坂の中で入社したのが森田和信現

社長である。森田和信が業績悪化を止め回復基調に乗せるためにいかなる手を打ったのか、森田和信の経営革新について以下に述べよう。

森田和信現社長は1971年生まれ、すなわち創業の前年に生まれた。趣味は音楽、大学卒業後数年間はライブハウスに勤務しながらミュージシャンをめざしていた。1998年27歳になって父の経営する森田アルミ工業に入社した。当時父の会社は父が開発したアルミの外部階段「ステアーズ」のOEM生産で絶好調であった。しかし2000年に特許が切れて売上は3分の1以下になった。売上減で社内が沈滞し従業員が離職した。当社はその後の採用を控えた。3工場を1工場に集約した。守りだけではいけないので新商品を開発し攻めることにした。森田和信はインターネットで工業デザイナーを見つけ、東京へ会いに出かけていった。デザイナーを確かめて契約し、共同開発を行った。それがアルミ製室内階段である。この製造で当社は室外設備から室内設備へ進出した。また同時期に経理担当が某セミナーで出会ったデザイナーと新ジャンルであるオフィスパーティションを共同開発する。

2006年森田和信は35歳の若さで社長に就任した。2007年、室内物干しワイヤー「pid」を開発した。森田和信が手がけた新商品が次第に売上を増やして、当社全体の売上も底を打ち最近の売上は7億円である。完全に上昇軌道に乗り、社内の雰囲気も明るくなった。

新商品売上に貢献したのはデザイナーの開発技術力だけでなく、生産現場の生産技術力の貢献も大である。当社の生産技術力がいかに向上していったかについて詳しく述べよう。

第1部 組み立て工程の作業分析とライン化

第1章 従来の生産方式

当社の主力商品のエクステリアが特許切れでOEM受注を無くして当社全体の売上は毎年急激に下降していた。そのような中で製造部の雰囲気も暗くなり、また巨額な設備投資をするわけにはいかない。そこで新たな生産体制を築くために頼ったのが経営コンサルタント岩井正樹(本論文共著者)である。岩井は自動車メーカーホンダの元専務代表取締役である。ホンダ退職

1 本論文は岩井が草稿を作成し、岩田が加筆修正したものである。

時に持ち株処分のため野村証券津支店で岩井を担当したのが三浦課長であった。三浦はその後転任して岸和田支店長となった。大阪南部（泉州）は繊維企業が多く、衰退して活気がなかった。三浦支店長は地域振興のために次世代経営者を集めて勉強会を開くことにした。準備が整ったところで塾長として招かれたのがホンダに退職時から交際のある岩井である。2007年「次世代経営塾」が始まった。このときに10社が集まった。野村証券岸和田支店で二日間の座学をして、次いで全員でメンバー企業の診断を行った。1日1社を見学した。岩井は見学後に宿題を出し、次の見学時に発表させた。経営者達は他社、異業種を見学し、経営者と交流して視野が広がった。好評のためこの塾は2008年（第2グループ10社）、2009年（第3グループ10社）と三年間継続開催された。森田アルミ工業の森田氏は2007年の第2グループから「経営塾」に参加している。岩井塾長は経営者だけでは経営革新を実行できない、現場の間人も巻き込まなければならないとして「技術塾」を開き現場担当者、工場責任者の研修も行った。岩井塾長の「経営塾」「技術塾」に会社を挙げて熱心に参加したのが森田アルミ工業であった。野村証券岸和田支店を座学会場にした経営塾は3年間で終了した。（泉州に続いて岩井は母校岐阜大学での講演を機に岐阜でも経営塾を開催した。さらに名古屋でも経営塾を開いた。いずれにも森田社長参加。塾は終わってもメンバーと岩井との交流は続き、さらに他地域のメンバー同士の交流も行われるようになり、ビジネスにもつながっている）。その後森田アルミ工業は岩井の指導を月1回受け、生産能力拡充のための生産革新に着手した。

従来森田アルミ工業の主力商品はオーダーエクステリアであり、オーダーエクステリアの生産方式は創業以来熟練者1人作業であった。当社では製品の品種毎に生産担当者が決まり、生産担当自身が受注内容から必要部品や原材料を拾い出して、段取りを行って生産に取り掛かっていた。作業者は指示書や図面を見てケガキを入れて自分で加工位置や穴あけ位置を決め「加工」に入り、受注のオーダー内容によっては加工後「仮組み立て」を行い、「検査」して品質

を確認してから、組み立て状態を「バラシ」を行い、「出荷・梱包」していた。

当時の生産ルールは出荷の前日に加工組み立て作業を開始するため、出荷日が重なると生産は深夜の11時～12時ごろまで生産・出荷作業を行っていた。かくして長時間労働や不規則な労働が多くなり不満が溜まって退職者も多かった。

当時、岩井塾長の経営塾、技術塾の学びから行った問題の解決方法は①リードタイムを考慮して作業開始日を早くすること、②標準部品（オーダーエクステリア商品の共通標準部品を設定し）の先行生産を行って在庫を持つことである。③品種毎の生産担当から工程毎に担当を変え（ライン化）、生産管理担当が計画を立てる（生産担当は作業に集中できる）。2010年1月より実施したこの方法でオーダーエクステリアの工数削減が出来た。午後6時～7時に作業完了できるようになった。このルール変更で売上高は同じで変化なくても残業時間は格段に減少し、作業者の仕事に対する取り組み姿勢が前向きになり明るい雰囲気になって、退職者も激減した。

さて、森田アルミ工業が2007年に開発した室内物干しワイヤー（商品名pid）は、発売スタート時は、自社生産ではコストが合わないだろうと外注生産（中国メーカー）でスタートした。しかし納品トラブルが発生し、内作生産に変更した。内作により品質が向上し、顧客の好評を得て販売は伸びた。発売初年度の2008年の販売個数は2160個であったが、2011年は1万4527個と急速に伸びていった。販売の急速な増加に対して当社の生産能力が追いつかなくなった。生産能力不足で納期遅れが発生し、顧客に迷惑をかける問題がおきた。生産能力の拡充が急務となった。

pidの生産体制は、オーダーエクステリアの生産担当者の空き時間に生産させていた。pidの生産については熟練者にすべて任せていた。何人の熟練者がいつ生産に着手するかわからず、熟練者の能力もバラバラであるから生産計画が立てられなかった。当社では計画的にpidを生産できず、常に基準在庫不足で納期遅れが慢性化していた。pidの販売状況は好調で将来

表1 生産現場の管理項目

領域	管理項目	内容
仕事量	受注計画	商品、品種、数量、納期、製造工数、リードタイム
生産能力	引当設備・ライン	引当設備&ラインの生産能力
バランス	負荷計画	仕事量と生産能力のバランス、働き方を決める
経営指標	生産計画	順位計画（生産指示）原材料・部品の手配、人員手配
生産実績	生産日報	生産数、不良数、不稼働時間、勤務表、トラブル内容
在庫	在庫管理	原材料、仕掛り在庫、完成在庫の出・入管理
報告	月次報告	損益月次報告、営業月次、製造月次

も増販の期待が出来る状態であり、営業より増産、能力拡充の要請が頻繁に出ていた。従来の生産方式では熟練作業者を増やして対応するしかない。当社は販売チャンスを逃さないように生産工程の革新を迫られていた。

第2章 組み立て工程の工程分析

岩井はまず、室内物干しワイヤー（pid）の組み立て工程のすべての作業が熟練作業者に任されていること、作業分析がなされておらず、計画に基づく経営がなされていないという問題点を指摘し、成り行き管理から科学的管理への移行すなわち科学的管理（計画経営）の導入を提案した²。

科学的管理とは標準時間を設定し、生産能力を明確にして、常にラインの負荷状況を定量的に管理し、その上で「生産計画」を作成し、計画に基づいて生産して、生産活動の結果を定量的に管理することである。科学的管理を実行することにより、計画利益の実現で企業を繁栄させることができ、生産活動に関係する作業者も無計画な残業に振り回されることなく、自らの豊かさを獲得することになる。

科学的管理の対象領域は、顧客より受注して商品を工場生産し顧客に納品するまでのプロ

セス全体である。このプロセスを科学的に管理することは、商品の受注管理を定量的にタイムリーに管理することである。企業は受注した仕事に対して生産する設備やラインを設定・割り当てる。仕事量と生産能力のバランスを管理しながら、納期に適合できる状況に平準化して「生産計画」を立案する。生産計画に基づいて関係部門が担当部位の段取りを行って生産活動につながることで計画的に生産することができる。そのプロセスの管理項目と内容を次表に示す。

以上のような管理項目を定量的にタイムリーに管理することが科学的管理（計画経営）である。この科学的管理を実行している中小企業は稀である。多くの中小企業は日々の注文の消化に追われ、計画がなく、「成り行き任せの経営」を行っている。オペレーションは行っているが管理、マネジメントが行われていない。当社も従来は成り行き管理であり、科学的管理は行われていなかった。現場作業は熟練工に任されていた。経営者は工程、作業方法については全く関与していなかった。標準時間は設定されていなかった。したがって生産能力は把握されておらず、生産計画もなかった。主力商品であるエクステリアであり、熟練工がエクステリアの生産の空き時間に室内物干しワイヤー（pid）を生産していた。販売は好調で生産がそれに対応できなくなった。そこへ社長が経営指導を仰ぐ岩井が乗り込んで、科学的管理（計画経営）を導入したのである。

2 ここで科学的管理は、計画に基づく経営（計画経営）である。計画を立てるには工程分析、工程設計を行わなければならない。工程分析、工程設計については通産省（1962）がそれまでのIEの成果をまとめている。工程運営についてまとめたものが通産省（1972）である。

第3章 組み立て工程のライン化

納期遅れの問題を解決するには、能力に応じた生産計画を立てなければならない。計画にしたがって生産しなければならない。当社では生産能力が把握できておらず、能力に応じた生産計画も作成されていなかった。

生産計画を作成するには、工程分析を行い、工数を把握し、作業標準を設定し、工程を設計しなければならない。岩井はpid組み立て工程の工程分析を次のように行った。

まず、熟練作業者が行っているpid組立作業とオーダーエクステリアの作業を分離して考察することにした。pid組立作業には段取り作業が含まれていた。（段取り作業を除いた）pid組立作業を要素作業に分け、それぞれの工数を測定し、（作業手順をまとめて）作業標準として設定した。作業標準は改善の出発点となる。作業標準ができると生産能力が把握でき生産計画を作成することができる。

作業には作業に集中させるために部品の段取り、完成品の払い出し、異常トラブルの処置などを作業の仕事から外す。これにより作業者が生産計画を守れる環境を作り上げる。そのほかに生産実績、在庫の状況と顧客への納入状況報告なども作業から外してスタッフの仕事とする。スタッフには顧客への納入状況や品質情報などを適格に管理して、現場への情報のフィードバックや、の品質管理も行って企業全体の活動を把握できる人物が適任である。

生産計画については、（生産）必要数から稼働時間とサイクルタイムを決めた。pidの必要数は350個／日、サイクルタイムは56秒、全工数は179秒となった。生産計画達成のためには現状より43秒の工数削減が必要となった。pid組み立て工程の工程表は下表の通りである。このようにして各工程（作業）ごとの作業標準が決まった。

表2 室内物干しワイヤ（pid）の工程表

工程	1工程	2工程	3工程	4工程	ライン合計
主な作業	切断・プレス加工	樹脂プレート組み付け	ワイヤー組み付け	カバー組み付け・梱包	
工数	11秒	56秒	56秒	56秒	179秒
作業者	A	B	C	D	4人

工程毎に作業の手順と工数を入れた「作業標準」が出来ると、作業者は作業標準に基づいてデスクで手順を覚え、現場で実際に作業を行う。このような工程表を完成させても現場では信用されない。現場で実践して証明し共有することで企業の財産となる。

サイクルタイム、標準時間を入れた工程表が出来ると生産能力がきまり、生産能力にミートした生産計画が立案できる。かくして生産計画に基づいて現場に生産指示を行うようになる。生産計画作成については、営業の出荷予定量に合わせて（基準在庫を守り、納期遅れが発生しないように）在庫量を決めて、生産計画を立てる。生産計画があると（現場は生産計画を守ろうという意識を持つことで）生産異常を認知し、タイムリーな対応がなされ、納期遅れを防ぐことができる。

納期遵守だけでなく、品質も守らなければならない。品質を守るには、工程表に記載されている品質保証項目を（作業不良、過去失敗したトラブル項目、市場クレーム項目）チームでチェックして、不良品をライン外に流出しないことである。これらを守ることで品質は維持できるし、チームで作業をしているので前工程のボカミスも皆で発見できる。

工場の環境改善は生産効率を高める大きな要素である。環境改善の投資効果の事前確認は難しく、経営者の判断が必要である。投資効果が不明確なケースにおいては、資金を外部に依存しないで自己資金とコストダウン計画の成果の利用により投資することが健全な経営につながる。今回の工場の空調工事は、pidのプラスチック部品を中国より日本に生産移管することで得

られるコストダウン予想額と自己資金で投資を行った。設備投資は自社の状況と実力に見合ったものであることが望まれる。

ライン化生産の作業者の仕事は繰り返し標準作業になっているので、体験時間が経過すると作業者は手馴れて学習効果、習熟効果が発生し、生産能力が向上する。pidのケースではライン化生産のスタート時は、1セットを組み立てる工数は(2工程+3工程+4工程で)167秒であったが3年後は66秒と半分以下になった。ライン

生産以前は210秒であったからそのときと比較すると3分の1以下になった。3倍の量産が可能になったのである。このようにライン化により工数を削減出来てコストダウンが図れるのである。空調化は作業者を定着させそれによる習熟効果が工数短縮を加速させたと考えられる。

2013年のpid組立工程ライン化、空調化により生産能力は拡充し、販売を2014年には2万7465個、2015年には3万4839個と伸ばすことができた。

表3 pidの販売実績

年度	2008	2011	2012	2013	2014	2015
販売数	2160	14,527	17,313	23,926	27,465	34,839
伸び率	-	-	119.2%	138.2%	114.5%	126.8%

改善前と改善後の生産方式を比較すると次の通りである。

表4 pid組み立て工程の改善前後の比較

	改善前	改善後
作業者	社員/パートによる 1人作業	パートタイマー4人による 分担作業
段取り作業	熟練者	専任スタッフ
作業標準	作業標準なし (伝票、図面のみ)	作業標準有り
生産能力	個人能力依存でバラバラ	生産能力安定
生産計画	熟練者の予想	生産能力をもとに生産計画作成
品質	組立工程が1人で検査	チームで品質保証
教育	社員の経験と口頭説明	熟練者による教育
効率	無駄が多い	科学的分析でムダの排除

従来森田アルミ工業は熟練作業者の1人作業が主流の生産方式であり、そこでは熟練作業者の能力によって生産性が決まり、改善について経営者との対話はなかった。熟練作業者は指示された仕事を自分で管理して、深夜残業をしても納品に間に合わせるため長時間作業も常態化していた。工場環境も自然空調で夏は暑く、冬は寒く、あまり快適な労働環境でなかった。仕事も1人作業だから現場では他の人と対話が少なく、明るく暖かいムードの職場ではなかった。1人作業を採用している現場では人と人の繋が

りが弱くお互いに助け合う雰囲気にかけて暗いムードになりがちである。人間個人の悩みも解決できなく大きな問題が発生する危険性が高い。工程設計は面倒な仕事であるが、ライン化が出来ると生産効率も高くなり、安定生産が出来て職場の雰囲気も明るくなる。チームで作業するから現場の雰囲気も明るくなってチームワークが良くなる。ライン生産はチームで仕事を進めるから、次の作業者が品質チェックをするから品質のポカミス予防が出来る。

科学的管理（計画経営）とは、生産を熟練工など現場作業者に丸投げせず、経営者・管理者が生産工程を細かく分析して工程設計を行い、作業標準を作成し、それに基づいて生産計画を作成し、実行することである。森田アルミ工業ではpidの生産革新において科学的管理を導入した。その結果として組み立て工程のライン化、作業標準化が実現した。当社は科学的管理法の導入により大きな成果を得ることが出来た。当社ではこの手法を主力商品のエクステリアの生産に拡大適用する機運が高まってきている。2010年以降エクステリアの生産方式を1人生産方式からライン生産への移行、作業標準の設定を試みてはいるが、次のような課題があって作業標準を設定するのが容易ではなく、科学的管理を導入できずにいる。

- ・ 原材料にケガキを入れて、加工位置を示してから加工作業を行う。
- ・ 原材料の形状が複雑で、電気ドリルしか穴あけできない。
- ・ 板厚が薄いので、9mm以上は下穴を加工して2度の穴あけをやる。
- ・ 切粉のふき取り工数が大きい。
- ・ 部材の長さが長くて、取り扱いが面倒。

最近当社は「手摺」のOME受注先を確保できた。現在、手摺りの工程分析から原価分析まで科学的管理法を展開している。手摺りの生産について工場が中心になって営業、開発が協力して納期、原価について検討している。最近では会社全体が一つのチームとなって仕事を進めるようになった。手摺は今まで採算が合わない商品であったが、今回科学的管理法に基づく工程分析、工程設計を行い、その結果見積もり原価で採算の目途が立つようになった。現時点では受注900㎡、利益22万円と予想され、今後の方向性が見えてきた。

第2部 射出成形品の原価分析と内製化

第1章 原価分析

当社が開発した室内物干しワイヤ（pid）は、ライン化で量産体制を確立し好調に売り上げを伸ばしていた。当社はその樹脂部品を中国企業

に委託生産させていた。その中国企業から15%の値上げ要請が来た。当時、部品を1セット272円で購入していたが、利益が厳しいとのことで50円の値上げを要求してきたのである。当社としては要請を受け入れれば322円で購入しなければならない。当社は相手の言い値で購入するのではなく、製造原価を分析、推定することにした。1セット322円の中国側販売価格のうち管理費・利益・物流費は10%すなわち32円と推定した。322円から32円を引いて290円を中国側の製造原価と推定した。当社は現在の購入価格の30%減の225円を内製化の目標製造原価とし、その実現可能性の検討を開始した³⁴。

まず、原材料について①再生材、②安い品種、③製品の薄肉化（軽量化）、の研究を始めた。①は再生材の活用により材料コストを下げることである。②は材料の品種を単価の安い材料に変更してコストダウンすることである。③は（製品の機能と成形性を考慮しながら）製品肉厚を薄くして軽量化しコストダウンすることである。

設備と金型についても研究を始めた。射出成形機は中古機械の採用で安い償却費で加工費を安くすることができる。製品の大きさに適合した機械すなわち小型機の採用で高速成形コストダウンができる。

金型については4つの方法でのコストダウンを考えた。まず①3分割の入子型を採用することにする。これは金型の構成を汎用部と専用部に分けて、専用部を安く購入するというものである。②セット型、すなわち同じ原材料で違う製品を同じ金型にセットする方案を考えることにした。③後加工レス金型、すなわち金型に後加工部位を構造的に組み込んで成形と同時に後工程の手加工の仕事を吸収することにした。④樹脂型、すなわち超少量成形に適用させる安価型として樹脂型を活用することにした。

人件費、省力化については、①自動落下無人成形、②ゲート処理なし、③後工程最小などを追求することにした。①の自動落下とは、製品

3 射出成形技術については日刊工業新聞社(2002)を参照。

4 内外製の決定については神田(2006)を参照。

の取り出しをやめて製品を下に落とすことで要員を削減することである。②のゲート処理レスとは、湯口をピンゲート機構にして加工レスにすることである。③の後工程を最小とは、穴あけ作業、仕上げ作業、バリ取り作業がでない金型機構を考えることである。そのほかに段替え時間削減、捨て打ちを最小にしなければならない。この分野は量産技術として作業者が持っているノウハウであり、現場で量産を担当している作業者しか判らない内容で、企業としてマニュアルに置き変えたり作業標準に記入できる事柄ではないので、企業としてこれらの暗黙知を持っているエキスパートを確保し活用しなければならない。以下に当社の内製化コストダウンのプロセスを詳述しよう。

第2章 射出成形技術の習得

室内物干しワイヤ (pid) の樹脂部品購入価格322円よりも30%減の225円を内製化の目標製造原価としたものの、当社にとって樹脂部品の製造は全く経験の無い分野であり、技術知識は皆無である。その当社社員に樹脂成形技術を習得させ、さらに中国よりも安く製造させなければならない。

当社の経営を指導している岩井は、岐阜県ひるがの高原に別荘を持っており、その別荘を研修の場として使っている。この研修所にはいくつかの生産設備がある。その一つが中古射出成形機（型締力7トン、6.9gの射出量、タイバー間隔155×155）である。岩井は森田アルミの社員2名を週末に岐阜へ招いて樹脂成形技術の指導を行うことにした。社長は合宿研修に派遣する社員として中堅社員の真本総務課長と高卒2年目の藤本氏を選んだ。両者とも専門技術と言われるほどの技術はもっていなかった。社長は、新技術を習得するには技術未経験の方が良いと判断したのである。彼らは社長の期待に応えて樹脂技術を熱心に吸収修得することになる。

指導者である岩井は次のような指導項目を設定した。それは中古射出成形機の使い方、射出成形技術ノウハウ、3分割入れ子金型の見直し、成形材料の特性などである。この指導項目にしたがって次のように指導を行った。

2014年8月 機械操作マニュアル、トラブル対応マニュアルを作成し、座学で中古機の扱いを指導した。

2014年9月 金型交換、色替え、材料替え作業を体験させた。

2014年11月 3分割入れ子型を使って立子キャップ成形をトライさせ、金型不具合の改善を経験させた。

2014年12月 入れ子セット型を3時間連続運転させ、立子キャップを600個生産した。さらに、再生材での成形、材料替え、色替えを経験させた。

上記研修を体験習得した当社社員は、さらに自動落下成形を実現し、600個の良品を生産できた。これにより社長は量産の見通しを立て、社員達も自分で射出成形できる自信が持てた。そのほかにセット化金型の成形（立子キャップの2種類セット成形）、ハイサイクル成形（サイクルタイム6.0秒）、シングル段替えと最小仕打ち、安価な樹脂型による成形なども実践体験した。

岐阜県ひるがの合宿研修の成果を元に、森田アルミ工業の二人の社員は射出成形技術の導入の構想（すなわち射出成形計画）を提案した。

ステップ1 射出成型機を導入する。

360万円

ステップ2 パートタイマー1人をつける。

35万円/1ヶ月

ステップ3 金型は(5部品生産のため)5型購入する。

230万円

この射出成形機で樹脂部品を年間23,000セット生産する。3年で償却することにした。

投資効果については、5部品の購入価格194円が内作により製造原価は133円となるから、61円のコストダウンを予想した。当社にとっては年間140万円（＝61円×23000セット）の利益増を予想した。

計画では投資額は借入が不要で、自社で技術的に対応できるものであるとの提案であった。

第3章 設備の調査

計画、射出機導入構想に基づいて具体的に構想を煮詰めることにした。

中古射出成形設備（関連設備を含めて）の調査を他社に依頼したところ次のような見積りが

出てきた。	
射出成型機（型締力 100t、射出容量 120g）	300 万円
金型温調機（金型の温度調整）	30 万円
粉碎機（不良品、ランナーの粉碎再生）	15 万円
材料乾燥機（乾燥が必要な材料の乾燥）	17 万円
製品取り出し機（無人化補助設備）	30 万円
中古機投資合計金額	<u>392 万円</u>

	中国企業	計画案
成形機	160 トン	→ 60 トン
金型	10 型	→ 6 型
要員	約 5～6 人	→ 0～1 人
原材料	ヴァージン材	→ 再生材

金型数が違うことが大きな差で金型費、サイクルタイムに優位性が認められる。結果日本の要員数が少なく、材料差も成形機の大きさもコストに影響する。かくして森田社長は内作により中国製品よりもコスト優位になる確信を持った。

中古機械の調査は射出成型機とその周辺の中古機専門センターがあって比較的容易に調査でき、投資の見通しを立てることが出来た。これらの新規設備投資推定額は約 2000 万円とのことである。すなわち調査の結果、2000 万円の機械を中古なら約 400 万円で買えるということがわかった。

森田アルミ工業の社長は指導を受けている岩井の勧めもあり、中国の射出工場視察に出かけた。その結果は次の通りである。

成形機と金型が大きく、成型サイクルが遅く改善できることが判った。射出成型機は 160 トンだった。

成形には要員が常時いて製品のゲート加工と容器投入の仕事をやっており、仕上げ、穴あけなどの後加工が別の工程で多くの要員をかけていて無駄があり、成形不良が発生して不良品の選別に多くの要員が仕事をしていた。

中国の工場を視察して森田アルミ工業の構想と比較すると次の通りである。

射出成形を内作導入し量産成形の量産を進めると、いろいろな不具合が発生し内作技術では解決できない問題が数多く発生する。トラブルが発生したとき速やかにトラブルを解決するために、近在にサポート企業と契約があるとトラブル改善がスムーズに進めることが出来る。射出成形に必要な関連企業は、金型メーカー、成形機メンテナンスメーカー、原材料メーカーで各種問題解決に有効なサポートを受けることが出来る。かくしてトラブル発生時の対応ため金型メーカーは(株)シンコーモールドと、原材料メーカーは大景化学（株）とサポート企業と契約した。

第 4 章 金型の調査

労働生産性を高めるために金型構想の研究を行った。部品のセット化、ゲート加工レス構想、自動落下、ゲート仕様、バリ取り仕上げ加工最小などの視点で金型構想にアイデアを集中させた。下表のような「金型構想」ができた。

表5 金型構想

部品名	原材料	セット取り	自動落下	後加工 レス	従来 (中国生産)
①本体カバー	ABS	1個取り	付きだし機	射抜き穴	穴は後加工
②樹脂プレート	ポリアセタール	1個取り	アンダーカットなし	変形不良	不良選別
③ドラムベース	ポリアセタール	4セット取り	ピンゲート方式	自動落下	4金型で生産
④ドラムカバー	ポリアミド	4セット取り	ピンゲート方式	自動落下	4金型で生産
⑤ロックB、コマ	ABS	2セット取り	ピンゲート方式	自動落下	
⑥フックカバー	ABS	2個取り	ピンゲート方式	自動落下	

金型数は6型になった。中国は10つ。金型投資が減りコストダウンができた。セット化でCTが短縮した。自動落下についてはセット化で4製品の同時落下を実現した。

ゲート加工レスも実現した。穴加工を金型で鋳抜き、パーティング形状でバリ取りレスを実現した。

原材料はABS(442円/kg)、ポリアセタール(410円/kg)、ポリアミド(650円/kg)を選んだ。

金型の方案を決めることは、機械の負荷、部品のサイクルタイム、原材料の歩留まり、要員が決まって、最終的にコストが決まるので重要なプロセスである。今回は1個成形2型、2個成形2型、4セット成形2型の企画で、金型数は中国より4型少ない6型で13部品を成型する。また、原材料は3種類で、金型はピンゲートでゲート加工レス、穴加工は鋳抜き型で後加工レスなど成形金型の機構で後加工を組み入れて成形し、後工程での人工数を最小にする金型方案を採用した。

第5章 内製化計画の作成

金型方案を決めてその上で次の「射出成形機導入計画」を作成した。

- ・生産部品は、本体カバー、樹脂プレート他11部品合計13部品
- ・金型は、6型(1セット取り2型、2セット取り2型、4セット取り2型)
- ・サイクルタイムは、14秒～45秒
- ・生産数は、150セット/日
- ・機械負荷は、1日に4、5時間稼働(1日8時間操業の場合の負荷は55%)

・設備投資額は、350万円、金型投資額は500万円。

・製造コストは、225円/セットと予想した。

投資決定の前に、提案者は経営者に対して懸案項目の報告が必要である。量産開始前に解決できない問題、課題を明確にして提案内容の決済をして貰い、量産までに問題が解決できる目途を立てて報告する。提案時に問題、課題を明確にして意思決定を仰ぐことは提案者として重要な心構えである。先行のトライやテストの結果と量産の条件では相当の違いがあり、現場責任者(エキスパート)として量産時の問題を予測することは重要な責務である。また、金型の立ち上がりの品質熟成は予測できない問題が発生するので過去のトラブル履歴から予測を立てて事前の準備が必要である。このようなケースでは立ち上がり計画に沿って月次報告で量産結果をチェックして、導入計画のPDCAマネジメントで計画、導入推進、量産結果から問題を洗い出すことが重要である。提案側は決済者の立場を配慮して出来る限りの問題、課題は実証して判断できる状態まで煮詰めておくことが大切である。特に投資とその回収、投資額のキャッシュフローは事業の基本であり明確にして提案することである。将来について投資の回収はもとより、体質がどのように変化するののかの見方も重要である。

次に「pid射出成形部品の量産立ち上がり計画(日程計画)」を作成した。量産開始日程を定め、この計画に沿った業務展開を進めることにした。

表6 量産立ち上がり計画（日程計画）

領域	展開項目	2015（上）	2015（下）
①中古機の熟成	・機械購入、据え付け ・試運転、トラブル対応	1月 → 4月 →	
②金型の品質熟成	・金型のトライ ・良品成形条件確定 ・金型修正工事	5月 →	6月 6月
③量産段取り	・生産計画、原材料手配 ・量産開始	5月 →	7月 →

日程計画は量産期日を基準に逆算してそれぞれの判断イベントを決めるが、必ずトラブルが発生するので、日程計画はクリティカルパスを定めて挽回日程を計画して展開することが大切である。

第6章 内製化計画の実行

計画は実行段階に入り、2014年射出成形機を230万円で購入した。射出成形機は導入前に工場レイアウトを決めて電気配線の段取り、排水配管の段取りをしなければならない。射出成形機は1階の玄関横に置くことにした。

2015年1月から射出成形機（60トン）の試運転を開始した。次の量産成形に問題が発生しないように次の作動確認を行った。

- ・取り付け台ストローク
- ・射出容量
- ・ドライサイクル
- ・型縮スピード
- ・射出ユニット作動
- ・秤量スピード
- ・押し出しピン作動
- ・ヒーター温度

射出成形機の動作確認の次に金型を取り付けて成形確認を行った。

①実際の金型をセットして成形作業の確認を行い、「成形マニュアル」を作成した。

②機械を作動させて問題の有無を確認し、「成形機の操作マニュアル」を作成した。

③操作、成形から発生したトラブルを確認して「トラブルシュートマニュアル」を作成した。購入した機械が中古設備のため、事前に入念に事前の確認が重要である。

2014年12月からはpidの6金型の発注手配を始めた。

- ①本体カバー金型
- ②樹脂プレート金型
- ③タブ、タブキャブ、ロックA、ロックCの4セット金型
- ④ドラムA、ドラムB、ドラムカバー、ロックギヤの4セット金型
- ⑤ロックB、コマの2セット金型
- ⑥フックカバーの2個取り金型

金型は完成、量産までに不確実な要素が多く展開日程を明確にして業務を進めることが重要である。特に不具合が発生したときの量産日程を守るための挽回作業は非常にタイトになるので常にクリティカルパスには十分注意して日程管理することが重要と考える。日程が遅れると金型投資金額に影響が出てくるので、不具合項目と日程管理はお金に係る管理項目であり全員が注意して守ることが必要である。

pid6金型の立ち上がり品質熟成を次のように行った。

「本体カバー」の成形はできたがエジェクター・ピンが戻らなかった。押し板を取り付けて改善した。外観にフローマークが発生した。ゲートを修正して流動性を改善した。

自動落下しなかった。これは金型ストロークが不足したためであり、製品突き落とし補助器をセットしてこの問題を解決した。成形後のソリ変形は材料変更が必要だった。

「タブ、ロックA他4点金型」は成形できたが、タブの寸法が小さく金型を修正した。ロックA

の外観不良はガス抜け設置で改善した。

「ロック B、コマ 2 点金型」の成形はできたが、自動落下できず。突き落とし補助装置を設置して解決した。

「ドラム A、ドラムカバー他 4 点金型」ドラムカバー以外の成形 NG だった。ドラム A & B は固定型に残る。金型磨き不良が原因だった。

「フックカバー 2 個成形金型」についての成形は問題なし。

中国と対比して 4 つ金型が少なく、さらに部品のセット化、後加工レス金型の採用など深層の競争力のアイデアを採用しチャレンジングな進め方をしてきた。その結果、通常金型熟成のレベルで量産できる金型の状態に仕上げる事が出来た。

これは開発の標準化通り手順を踏んで進めてきた結果であり、中小企業でも採用できるプロセスである。仕事の進め方としては標準的であり、この展開をモデルに新技術の導入を企画すれば必ず成功するものと考えている。このような企画はエキスパート 1 人では困難な仕事になるので、チームで展開し、(困ったときに専門メーカーがサポートしてくれるように) 専門メーカーとの契約を交わすことが必要である。

第 7 章 内製化の効果

pid13 部品を森田アルミ工業が内製した効果は次の通りである。

コスト & 収益について、中国企業からの購入価格は 322 円/セットであった。目標コストを 225 円/セットに定め、計画実行したところ実績コスト 222 円/セットとなり、100 円/セットのコストダウンを実現した。

射出成形品内製化後の原価構成は次の通りである。

原材料費	41%	
加工費	33%	
内訳：人件費		19%
	設備償却費	14%
金型費	26%	
合計	100%	

2016 年室内物干しワイヤー pid 販売量は

35000 セット/年であったから、35000 × 100 円 = 3,500,000 円の利益増をもたらした。

当社はこの利益増を組立ラインの環境改善に使った。当社は借入をせずに空調設備を導入し、作業環境を改善した。ライン化と空調化の効果により pid の組み立て工数は 179 秒から 66 秒へ大幅に短縮、改善された。

当社は今後はこの射出成形技術を活用して(他社に比べて強いコスト競争力を元に)製品受注を拡大するつもりである。これまで全くなかった技術分野を導入確立できた当社社員の自信は、今後の業務に良い影響を与え森田アルミ工業の成長に貢献すると考えられる。

第 8 章 射出成形品コストダウンのポイント

当社は射出成形部品の内製化により大幅なコストダウンを実現した。この事例から得られる射出成形品コストダウンのポイントは次の通りである。

① 原材料費のコストダウン

プラスチック製品の原価構成は、原材料費の割合が高い。ものづくりのコストを追求する時、原材料コストの構成内容について分析して攻め口を考えなければならない。原材料は開発部門で製品の性能、機能によって優先的に決定されるが、生産技術/量産技術の視点を重視して原材料を決めることがコスト競争力の決め手となる。即ち、製品の性能で材質や製品の肉厚が決まるが、生産技術領域では原材料と製品形状から金型構造が決まり、方案歩留まりが決まって原材料費が決まる。量産技術では原材料と金型方案で生産品質不良、段替え捨て打ちショット数が決まり、生産計画で仕掛り在庫が決まる。開発、生産技術、量産技術との連携が重要である。

製品の原材料は製品の機能、性能で決めるが、金型方案との関係が重要であり、部門最適で決めるものでなく設計と生産技術の連携が決め手である。中小企業では金型は専門メーカーに放任しているが、企業内に金型方案の専門家を養成する必要がある。ものづくり業では金型方案に視点を持たない企業が多く、コストの追究より製品造りに集中するためコストに甘くなるのが実態である。金型方案によって製品の重量、製品と同時に成形するランナー、ガス抜きなど良品を成形する為に必要な条件を見極める事が重要となる。

原材料の品種の決め方は製品の機能によりカバー類と機能部品に分けて検討を加える。カバー類は汎用プラスチックを採用することが通例となっており、製品肉厚を薄くすることで重量を少なくできる。ギア等の機能部品についてはエンジニアプラスチック（機能材）を採用することが通例となっている。原材料の品種の決め方の応用では再生材の活用も有効なコストダウンとなり、原材料を混合して新しい品種で成形性を改善することでも生産性やコストダウンに大きく貢献できる。

原材料は専門メーカーが各種の研究を展開しているので、ユーザーは相談することでかなりの問題のヒントが得られる。

②設備費のコストダウン

設備と金型のコストダウンについては、殆どの企業が検討不足の状態にあると考える。その原因は経営者が設備投資については専門メーカーの宣伝を信じて現場で確認しないことである。設備に詳しいのは現場の社員、熟練工であり、経営者やミドルマネジメントは、設備について詳しく知らず、したがって正しい投資判断が出来ない。

設備は基本的には永久に使うことが原則で、

老朽化にはメンテナンス、技術進化には設備改造で現場が使い切る姿勢を持つことが必要である。特に汎用機はこの原則をまもることが重要である。中古機は先行償却があり償却費を安くすることでコストダウンにつながる。

大型の設備が汎用性が良いとの判断は危険である。設備の大きさの選択については、製品の大きさ、金型のサイズ、射出容量と製品重量、型締め力など、機械仕様と製品の仕様と整合させて検討を加える。将来の仕事を考慮して、数値制御設備等最新の設備を選択するなど現場の実力を考慮して決めるべきである。

専用設備導入ではなく、汎用設備を改造して活用する思想とノウハウを持つべきである。柔軟性に欠ける専用設備の導入はできるだけ避けるべきである。

③金型費コストダウン

射出成形品の金型費は原価に占める割合が高く、設備費やその他経費とは別にして正確に管理しなければならない。金型費は償却数（ショット数）で決まる。償却数を定めて（商品寿命）金型仕様をきめなければならない。金型には大きく4種類がある。4種の金型の特長は次の通りである。

表7 各種金型の特長

	①樹脂型	②量産型	③入子型	④ZAS型
適用	小ロット	量産ロット	準量産	試作ロット
ショット数	50個以下	100万個以上	10万個以上	1000個以下
特長	1ロットで廃却	機械で彫り込み型	製品部のみ恒久型	亜鉛材型

④人件費のコストダウン

金型、治工具、機械を活用して工数を削減、生産速度向上により人件費を削減すべきである。サイクルタイム短縮、セット取り金型などにより工数を削減しなければならない。日本企業は、工程開発検討プロセスの中で工数削減活動を進めてコスト競争力を強化している。

むすび

本稿では中小企業の工程革新の事例として、森田アルミ工業株式会社の工程分析に基づく組み立て工程のライン化と原価分析に基づく射出成形品の内製化を紹介した。工程分析、原価分

析は大企業では当然実施されている基本的手法であるが、中小企業においては厳密には実施されていない企業もある。生産のことは現場作業者任せで経営者が関知していないというケースである。納期、品質、原価の問題を解決するには経営者は積極的に生産過程に関与し管理しなければならない。すなわち中小企業は科学的管理を導入すべきである。本稿では科学的管理導入により大きな成果を上げた森田アルミ工業の事例を紹介した。そこから得られるマネジメントインプリケーションは次の通りである。

1 中小企業は「科学的管理法」を導入し、工程分析、作業分析を行い計画に基づいた経営

を行うべきである。

多くの中小企業は納期遅れ、品質不良、不採算原価などに悩まされているが、これら中小企業において生産を現場任せで工程改善に経営者が関与していない企業がある。これは「成り行き管理」であり、テーラーの科学的管理導入以前の企業があるということである。これら中小企業の経営者・管理者は工程分析・作業分析を行い、作業標準を設定して、それに基づいて生産計画を作成し、計画に基づく経営をしなければならない。作業者は標準の達成に向けて努力し、経営者は計画の実現に対して努力するという体制を構築しなければならない。

2 中小企業は、材料費、設備費、金型費など費目別に分けて「原価分析」を厳密に実施すべきである。

中小企業は購入先が値上げを要求してきた場合、それを安易に受け入れるべきではない。設備購入の場合も中古設備の購入など代替案を検討すべきである。金型についても、サイズ・種類が様々有り、最適なものを選択しなければならない。金型についてはそのほかにセット取り、後加工レスなど様々な工夫の余地が有り、それが企業のノウハウとして蓄積される。経営者は原価分析に積極的に関わらなければならない。

3 中小企業は、市場関連多角化、技術関連多角化により常に新商品開発、新事業展開に努力しなければならない。

森田アルミ工業(株)はエクステリアメーカーであるが、同じ住宅市場関連のインテリアへと進出した。購入部品の値上げ要請に対して、当社は射出成形技術を習得することにより射出成形部品を内製化しコストダウンを実現した。現在当社は射出成形技術を活用する多角化を検討している⁵。
(了)

5 アルミ加工業の当社は当初意図しなかったが、射出成形業へ進出した。これはミンツバーグの「創発型戦略」に当たる。ミンツバーグは当初に意図しそれを実現させた場合これを「熟考型戦略」と呼んでいる。ミンツバーグ(1989, 1994)

参考文献

- ダイヤモンド・ハーバード・ビジネス編集部編(1996)『アウトソーシングの実践と組織変化』ダイヤモンド社。
- Halberstam, David (1986) *The Reckoning* (高橋泊夫訳『覇者のおごり-自動車・男たちの産業史(上)(下)』日本放送協会、1988年)
- Hickman, Thomas K. and William M Hickman, Jr. *Global Purchasing*, Irwin.
- 神田善郎(2006)『購買革新のマネジメント 企業間取引における信頼の形成』中央経済社。
- Mintzberg, Henry (1989) *Mintzberg on Management*. The Free Press (北野利信訳『人間感覚のマネジメント』ダイヤモンド社、1991年)
- Mintzberg, Henry (1994) *The Rise and Fall of Strategic Planning*, Prentice Hall. (中村元一監訳『「戦略計画」創造的破壊の時代、産能大学出版部、1997年)
- 日刊工業新聞社(2002)『モノ知り学ノススメ 第二巻』日刊工業新聞社。
- 中川誠士編著(2012)「経営学史叢書Ⅰ テーラー」文真堂。
- 小川英次、岩田憲明(1982)、「生産管理入門」同文館。
- 大野耐一(1978)『トヨタ生産方式』ダイヤモンド社。
- 田中雅康(2015)『原価企画と開発購買戦略』中央経済社。
- Taylor, F.W. (1911) *The Principles of Scientific Management* (上野陽一訳『科学的管理法』技報堂、1957年、有賀裕子訳『新訳 科学的管理法』ダイヤモンド社、2009年)
- 富田純一、糸久正人(2015)『コア・テキスト生産管理』新世社
- 通産省産業構造審議会管理部会(1962)『作業研究』日刊工業新聞社。
- 通産省産業構造審議会管理部会(1972)『工程管理』日刊工業新聞社。