

3 在庫管理

在庫とは、広義に解釈すると棚卸資産のことである。棚卸資産の中で倉庫に保管されている材料、部品、製品を貯蔵品といい、製造現場に停滞している品物を仕掛品（中間在庫）といている。在庫は、このように品物が停滞している現象を指す（図2-22）。

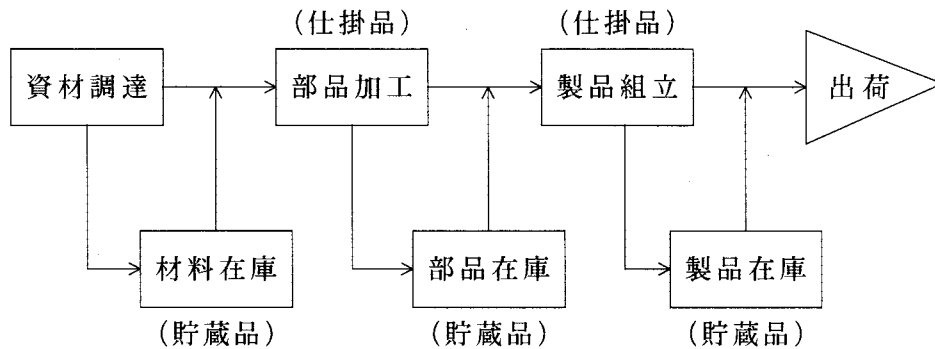


図2-22 在庫の内容

3.1 在庫の意義

在庫は生産活動を円滑に進めるための調整弁として重要な働きを担っている。在庫をもたなかったり、在庫が少なかったりすると工程管理に余裕を欠き、工程遅れ（欠品）が発生しやすくなり、納期遅れの原因となる。

反面、在庫が過大になると在庫管理費がかさみ、資金が固定化し、経営効率を悪化させる。したがって、在庫の適正化を図り、調整弁として有効活用することが望まれる。

(1) 在庫のメリット

在庫はメリット、デメリットの二面性を有しており、メリット面についてみると次のように整理することができる（図2-23）。

a. 生産の安定化、販売の安定化

資材調達の遅れや製造工程の遅れが発生した場合、材料在庫や部品在庫があれば、これらを引き当てることにより、不足分を補完できる。また、製品在庫は生産と販売の間に立って双方の調整を図っており、生産の安定化と販売の安定化に貢献している。

b. 生産期間の短縮、納期の短縮

在庫（貯蔵品）をもつことは、在庫となるまでの調達期間と生産期間を省略することになるので、新しい受注品に対して、その分短い生産期間で対応できる。製品在庫は、すべての生産期間を省略するので、新しい受注品に対して即納体制をと

ることができる。このように在庫（貯蔵品）は納期短縮に貢献する働きをしている。

c. 原価の低減

資材在庫についてみると、調達ロットを大きくすれば必要な資材が割安となり、また発注の手間が集約できるので購買コストを引き下げることができる。

加工ロットについてみると、加工ロットを大きくすれば段取替え回数が減り、人と機械の生産性を向上させるので製造コストを引き下げることができる。

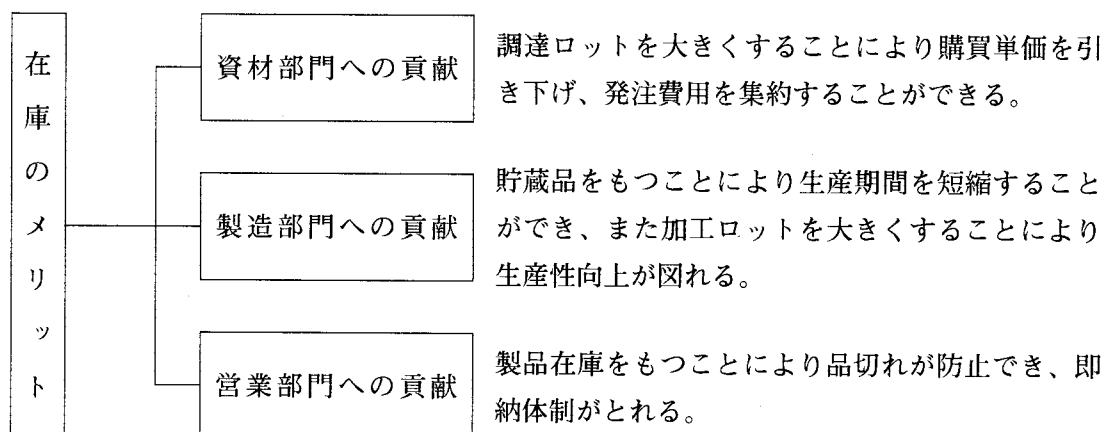


図 2-23 在庫のメリット

(2) 在庫のデメリット

在庫は数多くのメリットを創出する一方で、次のようなデメリットを抱えているので過大在庫にならないよう適切な在庫管理が望まれる（図 2-24）。

a. 在庫維持費用の発生

在庫をもつことにより在庫を維持するための諸経費が発生する。主な諸経費として、借入金に伴う支払利息、倉庫管理費、品質劣化費などが挙げられ、年間に発生する在庫維持費用は在庫金額の 20%～35%に上るといわれている。

また、在庫をもつことは資金が在庫に固定化することから運転資金の増加を招き資金繰りを圧迫することになる。

b. 在庫場所の確保とマテハンの発生

在庫の発生に伴い保管のためのスペース（倉庫）が必要となり、移動のための運搬設備も用意しなければならない。

また、在庫に付随してマテリアル・ハンドリング（品物の運搬や取り置き）の労力負担も増える。

c. 品質の劣化

在庫期間中に数量不足が発生したり、品物に傷がついたり、陳腐化したりすることがよく起こる。すなわち、機会損失による商品価値の低下である。

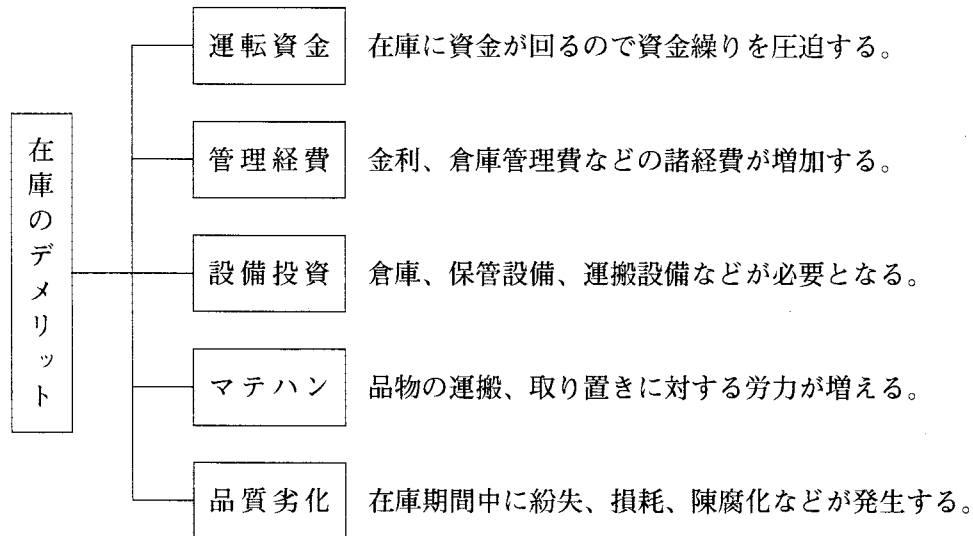


図 2-24 在庫のデメリット

3.2 在庫管理の方法

在庫のメリットを創出しデメリットを抑制しながら円滑な経営活動を営むことが在庫管理の役割である。

(1) 常備品と非常備品

資材を常備しておくか否かで分類すると常備品と非常備品に区分される。常備品とは倉庫に貯蔵しておく準備品であり、非常備品とは必要に応じて購買手配を行い、原則として倉庫に準備しておかない資材のことである。どのような資材が常備品（貯蔵品）に適しているか、また、どのような資材が非常備品に適しているかをまとめたものが表 2-8 である。

表 2-8 常備品と非常備品の適性比較

項 目	常 備 品	非 常 備 品
汎 用 性	各種の製品や部品に共通的に使われるもの	各種の製品や部品に共通性がなく個別仕様のもの
継 続 性	使用量も多く継続的に流れているもの	使用頻度が少なく長期の見通しが見つからないもの
単 価 水 準	単価の安いもの	単価の高いもの
調 達 期 間	調達期間の長いもの	調達期間の短いもの
保 管 性	保管しやすく品質低下のないもの	保管場所を広く必要としたり、品質低下が発生するもの

(2) 発注方法

在庫管理の方法を発注面（在庫補充）からみると定量発注方式と定期発注方式に大別される。

定量発注方式は、在庫量が発注点まで下がった段階で一定量の注文を行うものであり、定期発注方式は、注文周期を定め、発注の都度、注文量を設定していくやり方である。定量発注方式は、在庫金額の低い品物を対象とすることが多く、発注方法が簡易化されているので管理事務が楽である。

一方、定期発注方式は、在庫金額の高い品物を対象とすることが多く、在庫金額を抑制することを主眼にきめ細かい発注管理が行える。

a. 定量発注方式

在庫量の消費を一定とした場合の定量発注方式の概念図は図 2-25 に示すとおりである。出庫に伴って在庫量が減少し発注点までくると一定量の注文を行い在庫切れを防止する。このとき、注文量が多過ぎると在庫維持費用が増大し運転資金の増加を招く。逆に少な過ぎると在庫切れを起こしたり、購入の手間が増えたりする。したがって、品物の特性（需要量、購入単価）に応じて注文量を適正化していく必要がある。図 2-25 にある安全在庫量とは、在庫量の低減が速まったり、注文品の調達が遅れたりした場合に在庫切れを防ぐ目的で設けられるものである。

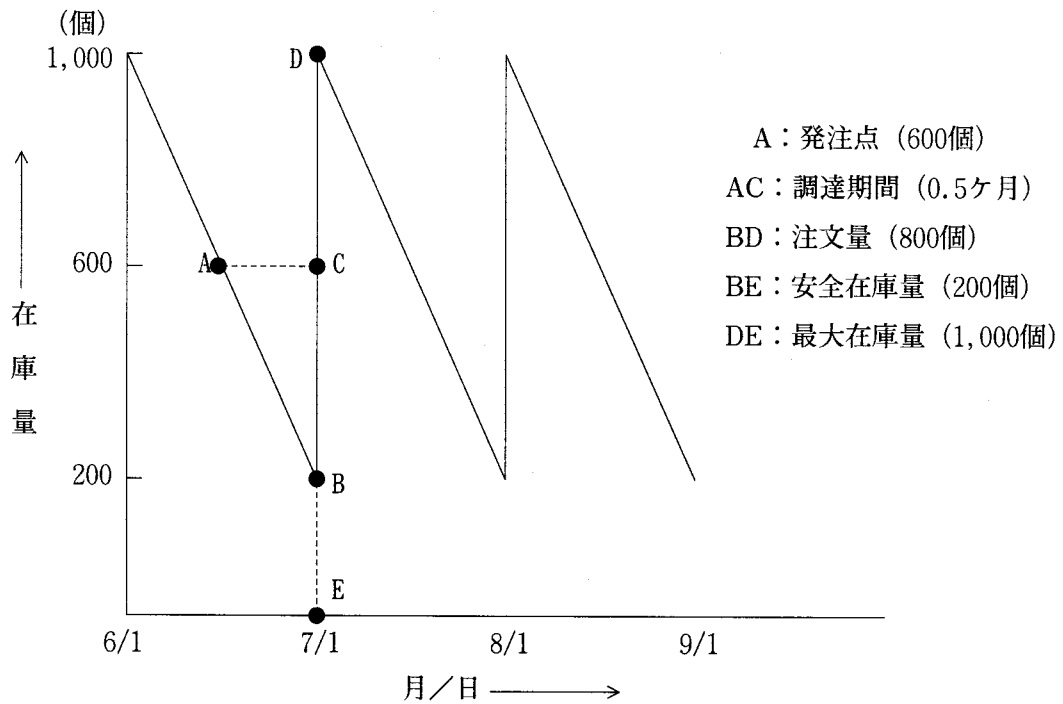


図 2 - 2 5 定量発注方式の概念図

発注点は下記の計算式で求められる。

$$\text{発注点} = \text{月間消費量} \times \text{調達期間} + \text{安全在庫量}$$

b. ダブルビン方式 (2 棚法)

ダブルビン方式とは、定量発注方式を簡便化したもので記帳によらないやり方である。この方式はビス、ボルト、ナットなど単価の安い小物部品に適用される。図 2 - 2 6 に示すように、2つの容器 (棚でもよい) を組み合わせて、一方の在庫がなくなったら、もう一方の在庫を使用するという方法で相互に補完しながら在庫管理を進めていくやり方である。発注点と発注量が等しいためダブルビン方式と呼ばれる。

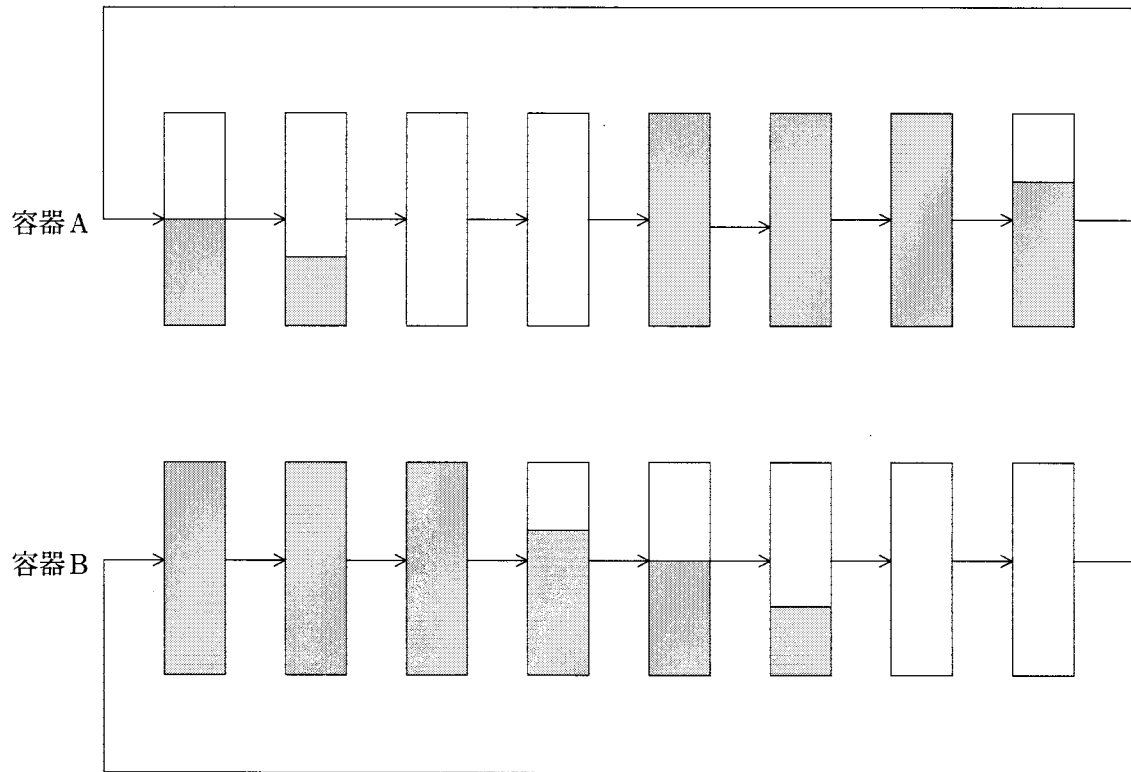


図 2 - 2 6 ダブルビン方式

c. 定期発注方式

定期発注方式は、発注周期にもとづいて生産計画から資材の所要量を計算し発注するやり方である（図 2 - 2 7）。この時、注文残や手持ち在庫を確認し、これらの有効在庫や安全在庫を考慮し注文量が決められる。以上のことを計算式で表すと次のようになる。

$$\begin{aligned} \text{注文量} = & (\text{在庫調整期間における予定消費量}) - (\text{現在の注文残}) \\ & - (\text{現在の手持ち在庫}) + (\text{安全在庫量}) \end{aligned}$$

在庫調整期間とは、資材の調達期間と発注周期を加えた期間のことである。在庫調整期間を短くすれば短くするほど注文量が少なくなり、その結果として在庫量も減少する。

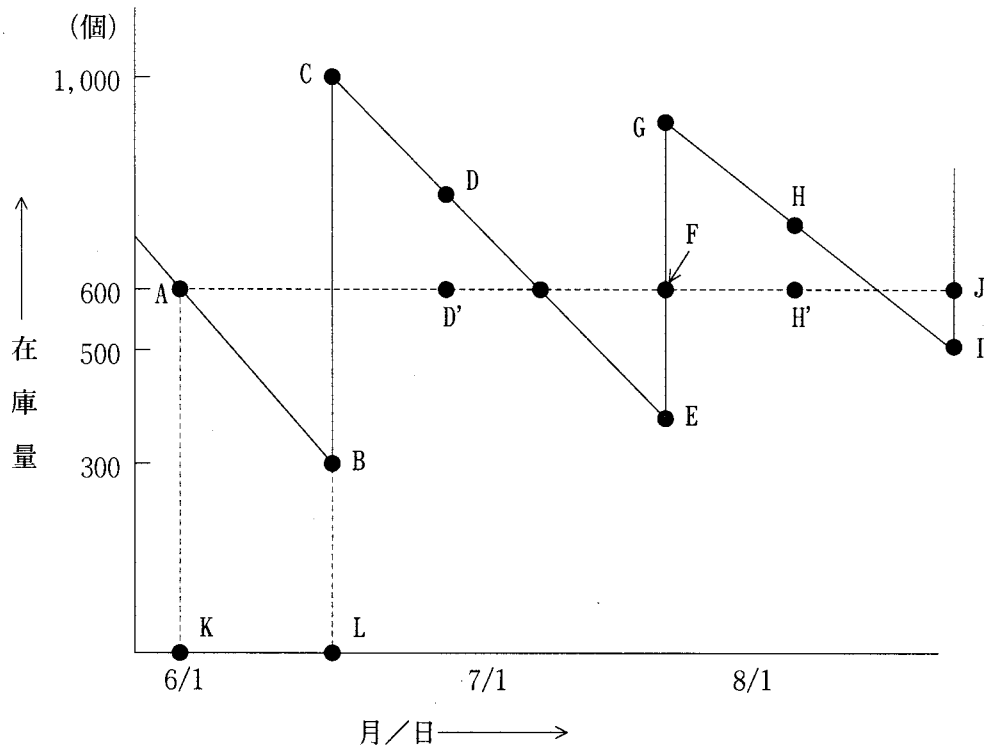


図 2 - 2 7 定期発注方式の概念図

A、D、H：発注日

A D'、D' H'：発注周期（1 カ月）

A F、D' J：調達期間（1.5 カ月）

A J：在庫調整期間（2.5 カ月）

B C：6 / 1 発注日段階の注文残（700 個）

A K：6 / 1 発注日段階の手持ち在庫（600 個）

B L：安全在庫（300 個）

E G：6 / 1 発注日段階の注文量（500 個）

(3) ABC分析

在庫の品物を管理する場合、すべての品物を均等に管理するのでは管理の手間も大変である。在庫金額の大きい品物には管理の力を入れ、在庫金額の小さい品物は、管理の負担を軽くすることが効率的なやり方といえる。ABC分析による在庫管理とは、このような考え方に即したものである。図2-28にあるABC分析図は在庫品目を在庫金額の大きい方から順番に並べ在庫金額の累積曲線を描いたグラフである。

一般によくいわれることは、Aグループに属する品物は品目数の割合が10%~20%であるのに対し、在庫金額は全体の60%~80%を占め、他方、Cグループの品物は品目数の割合が60%~70%を占めるのに対し、在庫金額は5%~15%にとどまるとのことである。Bグループはその中間である。

したがって、Cグループは在庫金額が小さいので、大まかな管理で間に合わせ、他方、Aグループは在庫金額が大きいのできめ細かな在庫管理を実施して在庫量と在庫金額を極力抑制しようとするものである(表2-9、図2-28)。

表2-9 品目数比率と在庫金額比率の関係

グループ	品目数比率 (%)	在庫金額比率 (%)
A	10~20	60~80
B	20~30	15~25
C	60~70	5~15
計	100	100

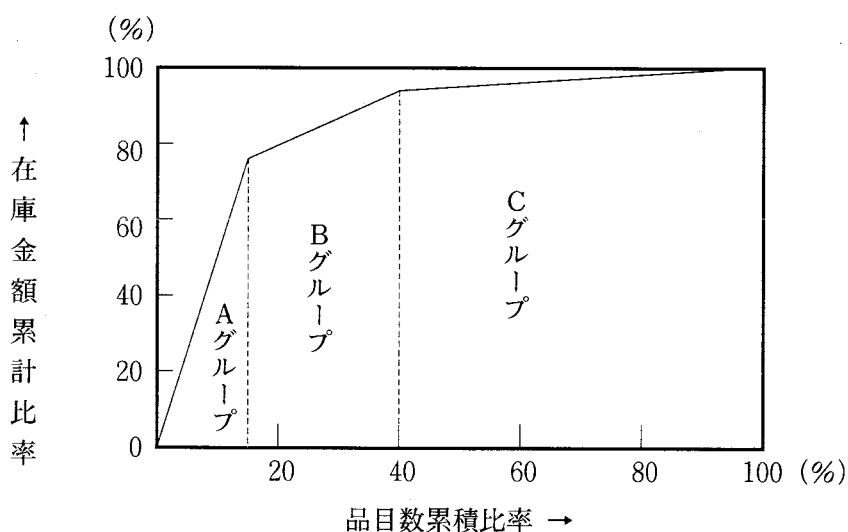


図2-28 ABC分析図

(4) 在庫の把握

在庫管理を円滑に進めるには品物がどこに、いくつあるかが確実につかめるようになっていなければならない。在庫の把握があいまいになると過大在庫の原因となったり、欠品の発生で工程管理にも支障をきたすことになる。

a. 受け入れ、払い出しの確実化

在庫管理を正確に行うには受け入れ、払い出しを確実に実施していく必要がある。受け入れにおいては納品書の記載事項と現品が一致していることが必要であり、払い出しにおいては出庫伝票に出庫品の内容が正確に記載される必要がある。

b. 在庫帳票

在庫を把握するのに二種類の在庫帳が使われる。一つは表2-10にみられるように入庫、出庫、在庫だけを記入した3欄式のものであり、もう一つは表2-11にみられるように注文残、引当残、有効数まで記入した6欄式のものである。表2-10は現品の動きに応じて在庫を把握する方式であり、継続生産に向いており、事務処理が楽である。

一方、表2-11は事務処理は繁雑になるが、有効数の在庫管理ができるので3欄式に比べ欠品の発生を抑え、在庫を圧縮することができる。在庫金額の大きい品物や調達期間の長い品物に適用すると効果的である。

表2-10 在庫管理カード(3欄式)

月	日	摘 要	単 価	入 庫		出 庫		在 庫	
				数 量	金 額	数 量	金 額	数 量	金 額
6	1		100	500	50,000			500	50,000
	4		100			200	20,000	300	30,000
	9		100			200	20,000	100	10,000
	10		100	500	50,000			600	60,000
	16		100			200	20,000	400	40,000

表 2-11 在庫管理カード (6 欄式)

月	日	摘要	注 文		在 庫			引 当		有 効 数
			注文数	注文残	入庫数	出庫数	在庫残	引当数	引当残	
6	1			0			500		0	500
	3			0			500	200	200	300
	7		250	250			500		200	550
	8			250		200	300		0	550
	21			0	250		550		0	550
	23			0			550	200	200	350

$$\text{有効数} = \text{注文残} + \text{在庫残} - \text{引当残}$$

c. 現物管理

Cグループの品物は、在庫金額が少ない小物部品が多いことから帳票を用いることなく、ダブルピン方式を採用したり、循環棚卸で間に合わせることも多い。

d. 実地棚卸

棚卸は現品の所在と数量を確認する仕事である。棚卸のやり方は定期棚卸と循環棚卸の二種類に大別される。定期棚卸とは、一定の時期に全社的に実施するもので生産活動を中止して行うことが多い。これに対して循環棚卸は、一定期間に何回かに分けて計画的に順次棚卸を行うやり方で棚卸に要する人員や費用は少なく済む。

e. 保管方法

在庫の把握を容易にするには品物の所在と数量が一目で分かるような保管方法が望まれる。一目で分かる保管方法の参考例を下記に示す。

- ① 品物に現品票を添付する（図2-29）。
- ② 保管場所に看板を設置する（図2-30）。
- ③ 荷姿の標準化を図り、定量容器を用いる（図2-31、図2-32）。

また、先入れ先出し（先に保管したものは先に取り出すこと）が容易になるような保管場所の配置や品物の置き方も工夫していかなければならない（図2-33）。

現品票	
品番	
品名	
数量	
摘要	

図2-29 現品票

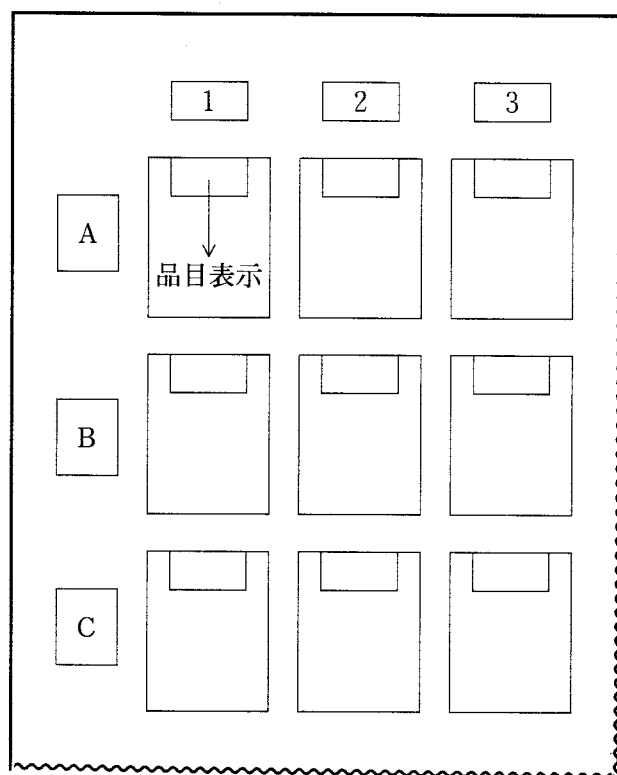


図2-30 保管場所の看板

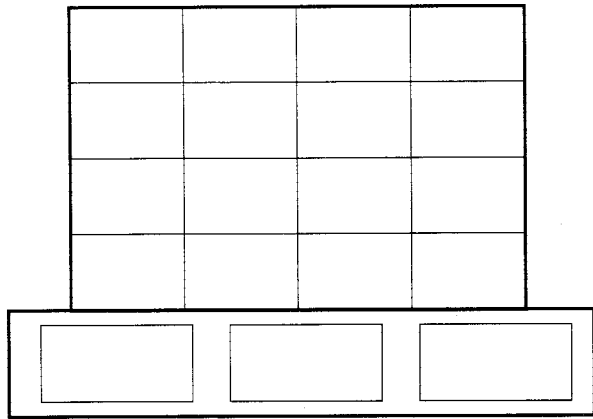


図2-31 パレット積みの定数化

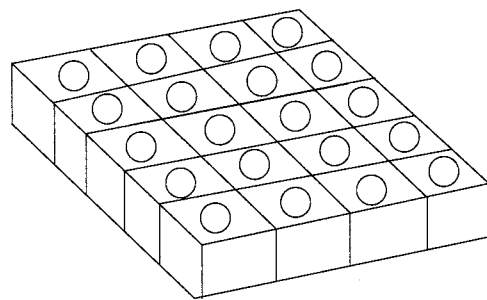


図2-32 定量容器

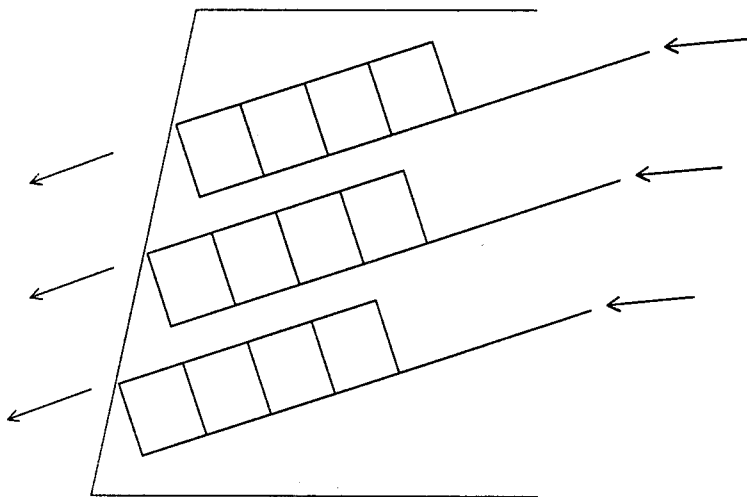


図2-33 先入れ先出しの容易化

参考文献 第2章

- 1) 並木高矣「工程管理の実際－第4版」日刊工業新聞社
- 2) 渡辺健一郎「工程管理と生産期間の短縮」日刊工業新聞社
- 3) 中央職業能力開発協会編「管理・監督者のための特級技能検定」職業訓練教材研究会
- 4) 五十嵐瞭「在庫削減の効果的な進め方」日刊工業新聞社
- 5) 嶋津司「購買管理の仕事がわかる本」日本実業出版社

第3章 作業研究

作業研究は、作業を楽に、正しく、速く行うための作業方法を研究することである。作業研究により適切な作業方法が決まると、それが「作業標準」となり、その「作業標準」にもとづいて「標準時間」を決めることができる。図3-1にみられるように、作業研究は製造活動を円滑に進めるために欠かすことのできない科学的管理用具である。

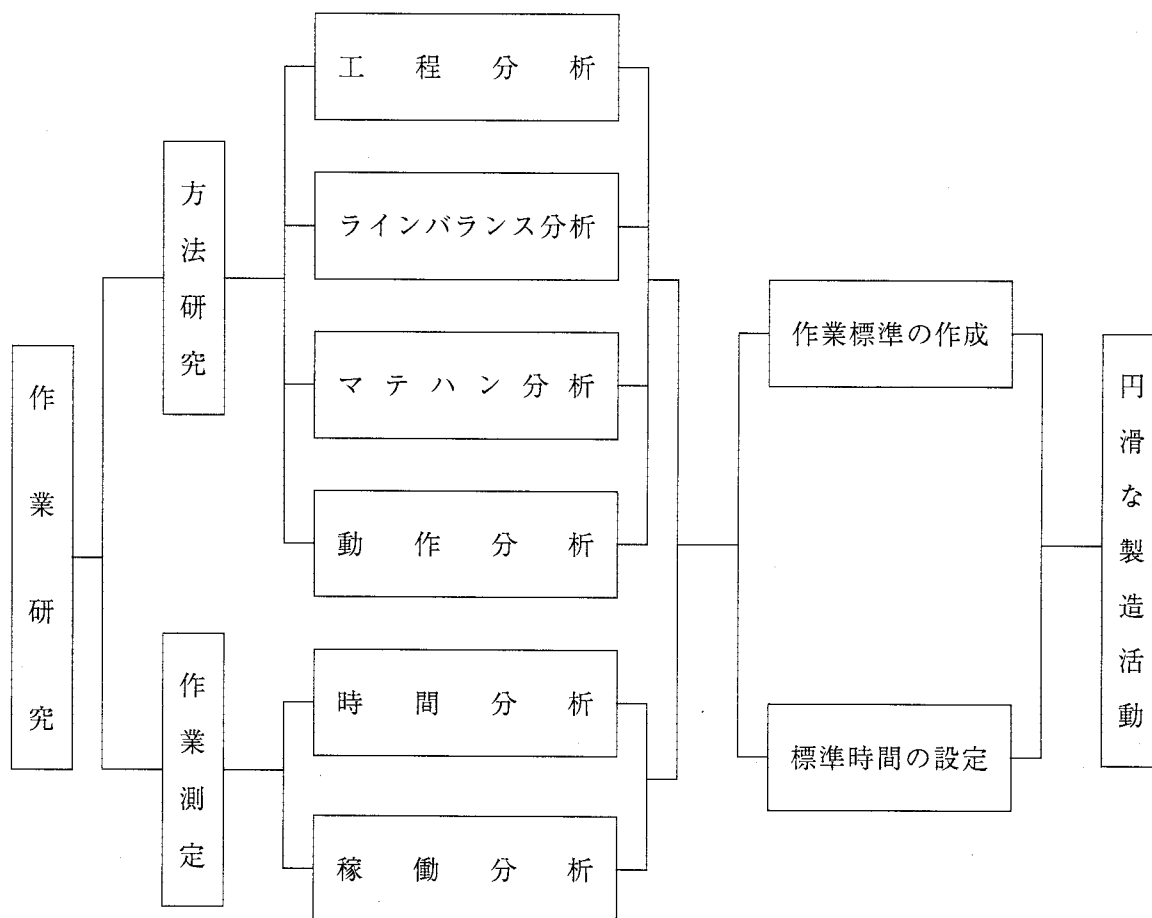


図3-1 作業研究の概要

1 方法研究

作業研究の重要な柱の一つとなっている方法研究は、工程の改善や作業動作の改善に取り組むことであり、工程分析、ラインバランス分析、マテハン分析、動作分析などが代表的な手法となっている（図3-2）。

工程とは、品物の流れの一区切りをいい、加工工程、運搬工程、停滞工程などを指す。動作とは、人の身体各部（手、足、目など）の一つひとつの動きをとらえたものであり、動作がひとまとまりになったものを作業といっている。

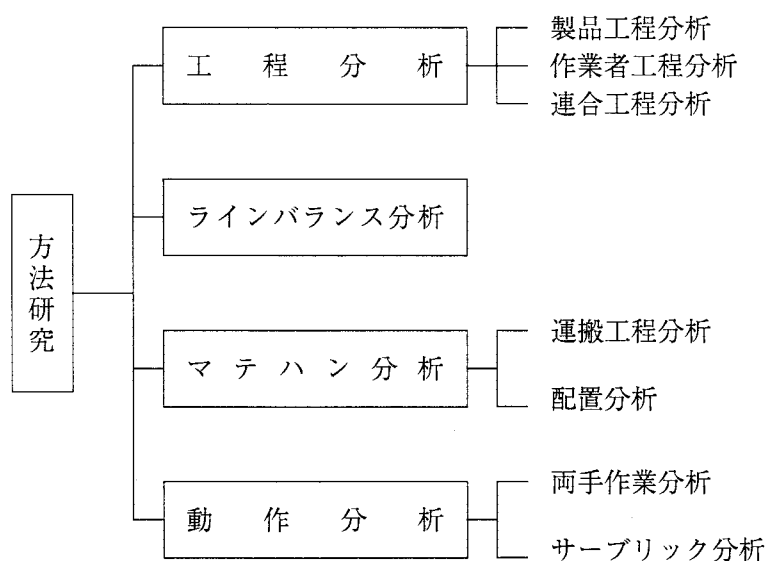


図3-2 方法研究の手法

1.1 工程分析

生産性を高めるには工程間の流れを良くし、工程毎の作業能率を高めていく必要がある。工程分析とは、工程間の流れを良くするための改善手法であり大別すると製品工程分析、作業者工程分析、連合作業分析の三種類がある。

- ① 製品工程分析は、材料や部品を対象に加工されていく過程を分析し、
- ② 作業者工程分析は、作業者を対象に仕事のやり方を分析し、
- ③ 連合作業分析は、作業者と機械を対象に仕事の相互関係を分析する。

(1) 製品工程分析

製品工程分析は、品物の流れの状態を五種類の記号（加工、検査、運搬、停滞、保管）に分類し、品物がどのように流れているかを全体的な立場で判断し工程改善を図っていく手法である。製品工程分析を行うことにより、所要時間の長い工程や工程間の生産能力のアンバランスが明らかとなり、また、設備配置の不備や運搬方法の不具合などところが見つけられる。

a. 工程分析図示記号

品物が加工され流れていく過程を工程という。製品工程分析は工程の内容を加工（○）、検査（□）、運搬（⇒）、停滞（□）、保管（▽）の五種類に分類し、これらの工程分析図示記号を用いて品物の流れの状態を把握する（表3-1）。

表3-1 工程分析図示記号

記号	工程名	工程の内容	改善着眼
○	加工	物理的、化学的变化が加えられている状態、または段取されている状態	①隘路工程の能力向上 ②加工時間の短縮
□	検査	なんらかの方法でチェックを受け合否が判定されている状態	①検査工程の省力化 ②検査時間の短縮
⇒	運搬	他の場所へ移動している状態	①運搬工程の省力化 ②運搬時間の短縮
□	停滞	工程間に止まっている状態	①停滞工程の排除 ②停滞時間の短縮
▽	保管	所定の場所（倉庫など）に貯蔵されている状態	①保管量の削減 ②保管方法の合理化

b. 製品工程分析図

品物の流れの状態を五つの工程分析図示記号で示し、その記号を線で結んだものを製品工程分析図という。必要に応じて工程名、作業員、設備、所要時間、移動距離などを記入する（図3-3）。製品工程分析図を作成することにより全体の流れが系統的に把握できるので問題点の検討が容易となる。製品工程分析図をみて工程改善を検討するに当たっては次のような改善視点が欠かせない。

- (a) 品物の流れを速くするにはどうしたらよいかを検討する。加工時間の長い工程や停滞時間の長い工程の改善を図っていかなければならない。生産期間を短縮することができれば、納期に対する柔軟性が高まり受注促進に貢献できる。
- (b) 工程間の生産能力を平準化するにはどうしたらよいかを検討する。隘路となっている工程の生産能力を高めることが重要であり、他方では余力の大きい工程の稼働率を引き上げる対策を講じていく必要がある。工程間の生産能力がバランスしてくると人の手待や機械設備の遊休状態が減少し、また仕掛品の停滞量も削減する。
- (c) 機械設備の配置や運搬方法を効率化するにはどうしたらよいかを検討する。運搬経路を短くするとか、運搬経路を真っ直ぐにするとか、品物の停滞時間を短くするなどの対策を図っていかなければならない。マテリアル・ハンドリング（品物の移動と品物の取扱い）が合理化されれば非付加価値作業を圧縮することができる。

No.	工程名	加工	検査	運搬	停滞	保管	作業者	機械設備	時間	距離
1	材料保管	○	□	⇒	□	▽		資材倉庫	分	m
2	運搬	○	□	⇒	□	▽	A	フォークリフト	5	20
3	粗加工	○	□	⇒	□	▽	B	粗加工機	120	
4	運搬	○	□	⇒	□	▽	A	フォークリフト	3	10
5	停滞	○	□	⇒	□	▽			60	
6	運搬	○	□	⇒	□	▽	A	フォークリフト	3	10
7	仕上加工	○	□	⇒	□	▽	C	仕上機	100	
8	数量検査	○	□	⇒	□	▽	A	(目視)	2	
9	運搬	○	□	⇒	□	▽	A	フォークリフト	7	50
10	製品保管	○	□	⇒	□	▽		製品倉庫		
計		2回	1回	4回	1回	2回	3人		300分	90m

流れ線図

```

graph LR
    A[資材倉庫 ▽] --> B[粗加工機 ○]
    B --> C[仕上機 ○]
    C --> D[製品倉庫 ▽]
  
```

図3-3 製品工程分析図

c. 総括表

製品工程分析図を工程分析図示記号にしたがって集約したものを総括表と呼んでいる。総括表を作ることにより全体からみた割合が明らかとなるので問題点が把握しやすくなる。表3-2をみると、運搬の工程数の割合が40.0%、停滞及び保管の工程数の割合が30.0%で、これらを合わせると70.0%となる。したがって、運搬、停滞及び保管について改善を図っていかねばならないことが分かる。

表 3 - 2 製品工程分析総括表

工 程		工 程 数		所 要 時 間		人 員	距 離
		回	%	分	%	人	m
○	加工	2	20.0	220	73.3	2	
□	検査	1	10.0	2	0.7		
⇒	運搬	4	40.0	18	6.0	1	90
□	停滞	1	10.0	60	20.0		
▽	保管	2	20.0				
計		10	100.0	300	100.0	3	90

d. 流れ線図

図 3 - 3 の製品工程分析図をみると、直線式工程分析図と流れ線図の二通りの様式で工程の流れが示されている。直線式工程分析図だけでは品物の実際の流れがつかみにくいので流れ線図を併用することが望まれる。流れ線図は配置図に品物の移動経路を線引きし矢印で流れの方向を示したもので品物の運搬や停滞、保管の様子がよく分かる。

(2) 作業工程分析

作業工程分析は作業者の移動が多い場合に有効であり、一人の作業者の行動を四種類の記号（作業、検査、移動、手待）に分類し、仕事のやり方がどのようになっているかを全体的な立場で分析する手法である。作業工程分析を行うことにより工程順序の不具合や移動のむだ、手待の発生状況が把握できる。

a. 工程分析図示記号

作業工程分析は作業者の行動を作業（○）、検査（□）、移動（⇒）、手待（□）の四種類に分類し、これらの工程分析図示記号を用いて仕事のやり方を把握する（表 3 - 3）。

表 3-3 工程分析図示記号

製品工程分析		作業者の工程分析			
記号	工程名	記号	工程名	工程の内容	改善着眼
○	加工	○	作業	作業領域内で仕事をしている (検査を除く)。	①むだな作業の排除 ②作業時間の短縮
□	検査	□	検査	品質または数量を調べている。	①検査工程の省力化 ②検査時間の短縮
⇒	運搬	⇒	移動	物を持ち運ぶ、または、から歩行 している。	①運搬工程の省力化 ②から歩行の削減
□ ▽	停滞 保管	□	手待	次の仕事を待っている状態、自 動加工中の監視を含む。	①手待の削減 ②工程、作業の再編成

b. 工程改善の検討

作業者工程分析は作業者の仕事のやり方を工程の流れとしてとらえ、製品工程分析と同じ要領で行える(図3-4)。作業者工程分析の結果を検討するに当たっては次のような改善視点が必要である。

- ① 手待や移動の発生が最小限になるよう工程編成、作業方法を再検討する。
- ② 手待時間を有効活用するために何か新しい仕事を付加する。
- ③ から歩行を削減するとともに運搬の省力化を図る。

(距離)	(時間)	(記号)	(工程名)
	5.0分	○	段取
3m	0.1	⇨	移動
	1.0	□	検査
3m	0.1	⇨	移動
	30.0	○	作業
3m	0.1	⇨	移動
	1.0	□	検査
3m	0.1	⇨	移動
	3.0	□	手待

図3-4 作業工程分析

(3) 連合工程分析（人-機械分析）

連合工程分析は一人の作業者が数台の機械を担当している場合や数人の作業者が共同で作業しているような場合に用いられる。前者を人-機械分析、後者を共同作業分析とっている。ここでは人-機械分析について述べる。




人-機械分析は、人と機械の稼働状態を三種類（作業、準備、遊休）に分類し、人と機械の相互関係を把握する手法である。人-機械分析を実施することにより次のような改善効果を期待することができる。

- ① 遊休の発生の様子がよく分かるので遊休削減の対策が立てやすくなる。
- ② 遊休の発生状況をみることにより適正な持ち台数を定めることができる。
- ③ 準備、遊休の発生を最小限にする機械配置のあり方が検討できる。

a. 工程分類

人-機械分析は、人と機械の仕事を時間的経過にしたがって三種類（作業、準備、遊休）に分類するが、この時、一目で識別できるように模様の違いを利用すると便利である（表3-4）。

表 3-4 人-機械分析の工程分類

工 程	模 様	作 業 者	機 械
作 業		一定の場所で仕事を行う。	自動加工している。
準 備		他の機械へ移動する。	作業により段取、取付、取外が行われている。
遊 休		手待となっている。 自動加工中の監視を含む。	停止している（干渉）。

b. 人-機械分析図表

人-機械分析は作業工程分析と同じ要領で人と機械の稼働状態を観測する。この時、複数の対象を一人で観測することは困難を伴うので複数の観測者で観測することが望ましい。観測の時にストップ・ウォッチを必要とするが、最近ではVTRを使用する例も増えている。観測が終了した後は人と機械の時間的相互関係が分かるように一覧化した図表を作成する。この図表を人-機械分析図表といっており、図3-5は始業時を始点として一人の作業者が2台の機械を受け持って三サイクルの仕事を終えた様子を示した概念図である。

(DM)	人		A 号 機		B 号 機	
	時間	工 程	時間	工 程	時間	工 程
0	5	A まで歩行	5	干 渉	5	
10	10	A の取付	10	取 付	20	干 渉
20	5	B まで歩行	20	自 動 加 工	10	取 付
30	10	B の取付			20	自 動 加 工
40	5	A まで歩行	15	取 外 取 付	20	自 動 加 工
50	15	A の取外 A の取付			5	干 渉
60	5	B まで歩行	20	自 動 加 工	15	取 外 取 付
70	15	B の取外 B の取付			5	干 渉
80	5	A まで歩行	5	干 渉	20	自 動 加 工
90	15	A の取外 A の取付	15	取 外 取 付		
100	5	B まで歩行	20	自 動 加 工	5	干 渉
110	15	B の取外 B の取付			15	取 外 取 付
120	5	A まで歩行	5	干 渉	20	自 動 加 工
130	15	A の取外 A の取付	15	取 外 取 付		
140	5	B まで歩行	20	自 動 加 工	5	干 渉
150	15	B の取外 B の取付			15	取 外 取 付




図 3 - 5 人 - 機械分析図表

c. 総括表

人-機械分析図表が作成できたら次は総括表を作り改善検討に入る。表3-5の総括表をみると、次のような対策が求められていることが分かる。

- (a) 人については、遊休の発生がなく大変忙しい様子がうかがえる。手扱い（取付、取外）の負担が高く歩行も頻繁に発生しているので手扱いの自動化と歩行軽減のための機械配置の再検討が必要である。
- (b) 機械についてみると、干渉（作業者の手扱いが行き届かず機械が休止すること）がA号機においてもB号機においても各サイクル毎に発生しているので取付、取外の自動化対策に取り組んでいかなければならない。

表3-5 人-機械分析の総括表

工 程	作 業 者		A 号 機		B 号 機		計	
	D M	%	D M	%	D M	%	D M	%
作業 ()	110	73.3	80	53.3	60	40.0	250	55.6
準備 ()	40	26.7	55	36.7	55	36.7	150	33.3
遊休 ()	0	0	15	10.0	35	23.3	50	11.1
計	150	100.0	150	100.0	150	100.0	450	100.0

1.2 ラインバランスの分析

品物を1個単位で一定の速度で順次流す流れ作業において工程間のばらつきをみることをラインバランス分析といい、ラインバランスの状況を図表化したものをピッチダイヤグラムと呼んでいる(図3-6)。

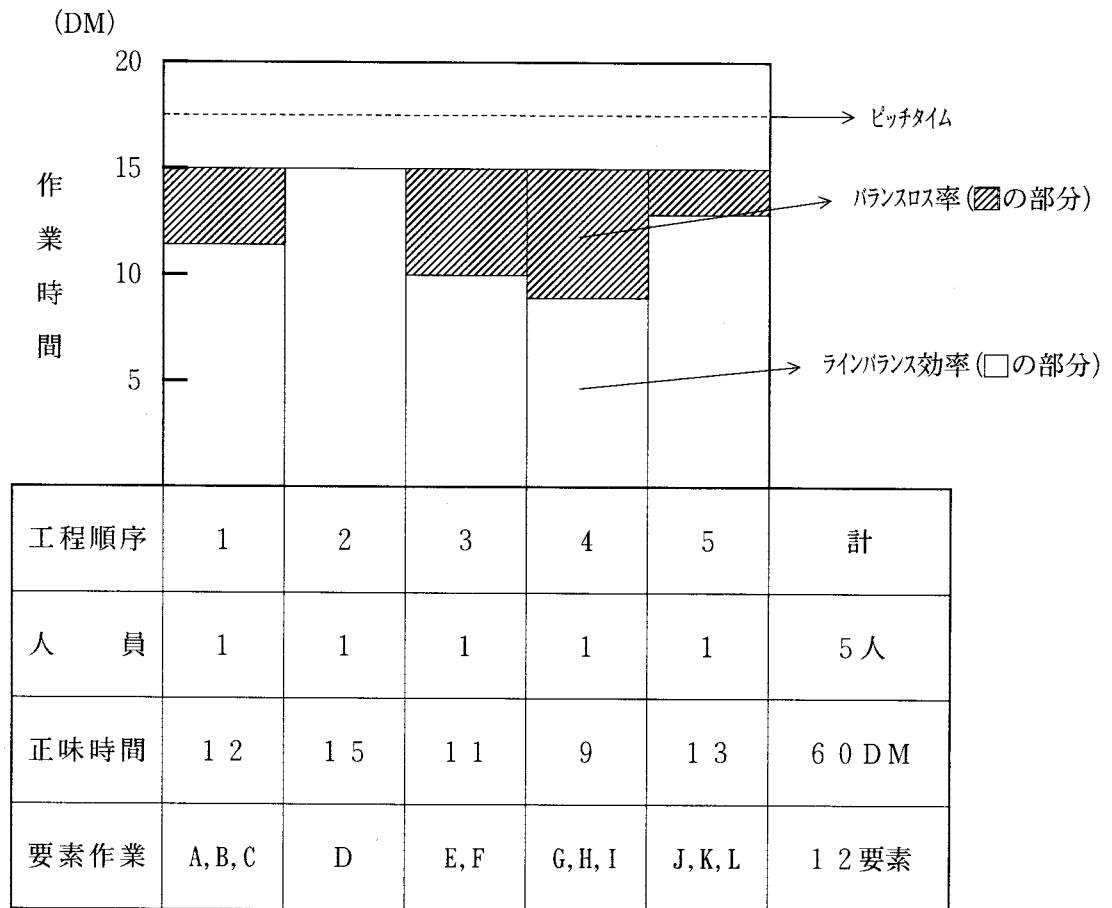


図3-6 ピッチダイヤグラム

(1) ラインバランス効率

ラインバランスの状況を判断するのにラインバランス効率という指標がある。ラインバランス効率はライン編成にロスタイムが多いか少ないかを問題としており、ラインバランス効率は次の計算式で求めることができる。

$$\text{ラインバランス効率} = \frac{\text{各工程の正味時間の合計}}{\text{隘路工程の正味時間} \times \text{人員}} \times 100 (\%)$$

図3-6の場合についてラインバランス効率を算出してみると次のようになる。

$$\text{ラインバランス効率} = \frac{60 (\text{DM})}{15 (\text{DM}) \times 5 (\text{人})} \times 100 = 80.0 (\%)$$

$$\text{バランスロス率} = 100 - 80.0 = 20.0 (\%)$$

ピッチタイムとは、隘路工程の正味時間に適切な余裕時間を付加したものであり、ラインから1個ずつ送り出される時間間隔を意味する。

(2) ラインバランス効率の向上

ラインバランス効率を高めるには、各工程の作業時間を均等化していくことが重要であり、そのためには隘路となっている工程の山を崩し、ゆとりがある工程の谷を埋めていかなければならない。ライン編成に当たっては最小のピッチタイム、最少の人員配置で臨むことが求められる。

a. 隘路工程の改善対策

- ① その工程の要素作業の一部を他の工程に移し、その工程の正味時間を短縮する。
- ② 作業改善、動作改善を行い、その工程の生産能力を高める。
- ③ 手作業の機械化を検討する。
- ④ その工程に熟練作業者を配置する。または人員を増やす。

b. 余裕工程の改善対策

- ① 他の工程から要素作業の一部をもってきて、その工程に付加する。
- ② その工程を分割し、分割した要素作業を他の工程に分配してしまい、その工程を排除する。
- ③ その工程は未熟練作業者を配置する。

1.3 マテハン分析

運搬が発生すると、運ぶという作業の前後に品物を取ったり、品物を置いたりという取扱いが付随して起こる。運ぶことと品物の取扱いを総称してマテリアル・ハンドリング（マテハン）といている。マテハンの仕事そのものは付加価値を生むわけではないのでマテハンの発生を最小限に抑え、またマテハン手段は極力合理化されなければならない。

マテハン作業を合理化するには楽に、確実に、速く、そして安くという要求を満たすことが求められ、これらの要求を満たすには、品物の停滞状況、設備の配置状況、運搬ロットの大きさ等、マテハンと密接な関係をもつ要素も含めて総合的に検討する必要がある（図3-7）。

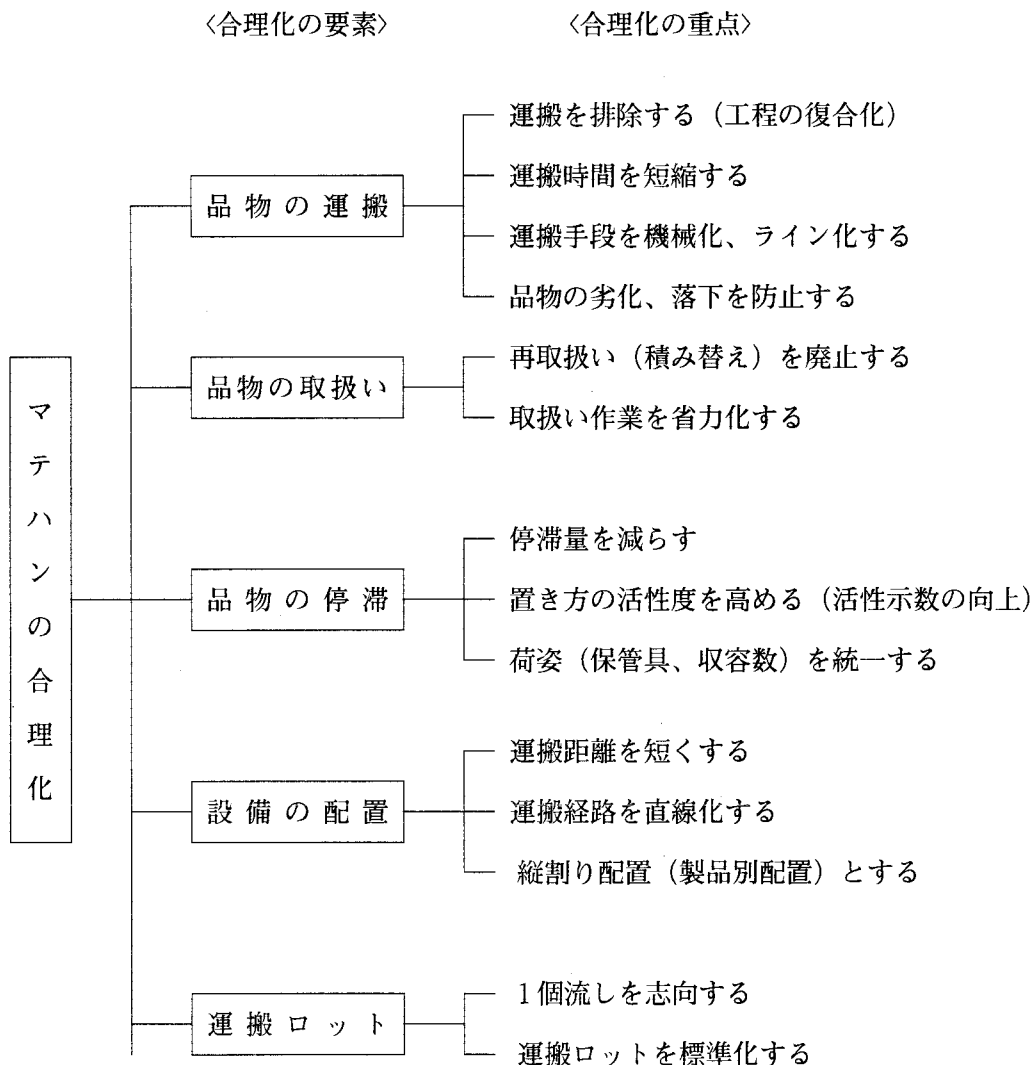


図3-7 マテハン合理化の系統図

(1) 運搬工程分析

運搬の実態を調べる場合、よく使われる手法に運搬工程分析がある。運搬工程分析は品物が流れていく状態を順次調べ、品物の取扱われ方、置かれ方などについて運搬工程分析図示記号を用いて記録し、運搬に関する問題点を見つけ改善を検討する手法である。

a. 運搬工程分析図示記号

運搬工程分析に用いられる分析記号は製品工程分析や作業工程分析に比べ種類が多い。品物の工程区分を示すのが基本記号（図3-8）、品物の停滞状態を示すのが台記号（図3-9）、品物の取扱い（上げ、降ろし）を区分するのが操縦記号（図3-10）、品物の移動や取扱いに当たって動力が何であることを示すのが動力記号であり、この四種類の分析記号を用いて運搬工程分析を行う。

記号	名称	工程区分	状態
○	加工	品物が加工、検査されている	品物が動かない
▽	停滞	品物が停滞している	
∪	移動	品物が移動している	品物が動く
∩	取扱い	品物が上げ、下げされている	

図3-8 基本記号

記号	名称	停滞状態	活性示数
—	平	床、台などにばら置きされている	0
□	箱	コンテナ、束などにまとめられている	1
TT	枕	パレット、スキッドにのせられている	2
○○	車	車にのせられている	3
∪	コンベヤ	コンベヤ、シュートで移動している	4

図3-9 台記号



記号	記号	取扱い
	上げ	品物を積む
	下げ	品物を降ろす

図 3 - 1 0 操縦記号

b. 運搬工程分析図

運搬工程分析を実施し、その結果をまとめたものを運搬工程分析図といっている。運搬工程分析図は直線式運搬工程分析図と配置図式運搬工程分析図に分かれる。直線式運搬工程分析図は品物の流れをひとつずつ詳細に分析するのに適しており（図 3 - 1 1）、配置図式運搬工程分析図は全体的な視点で品物の流れを分析するのに優れている（図 3 - 1 2）。運搬工程分析図をみて運搬改善を検討する時は図 3 - 7 に示してあるような合理化指針を活用して改善案を検討すると便利である。







距離 (m)	時間 (分)	記号	品物の流れ
20	5		1号機へ移動する
			床へ降ろす
	30		停滞している
	60		品物を上げる (100回)
		①	加工する
			品物を降ろす (100回)
	5		停滞している
5	1		2号機へ移動する

図 3 - 1 1 直線式運搬工程分析図

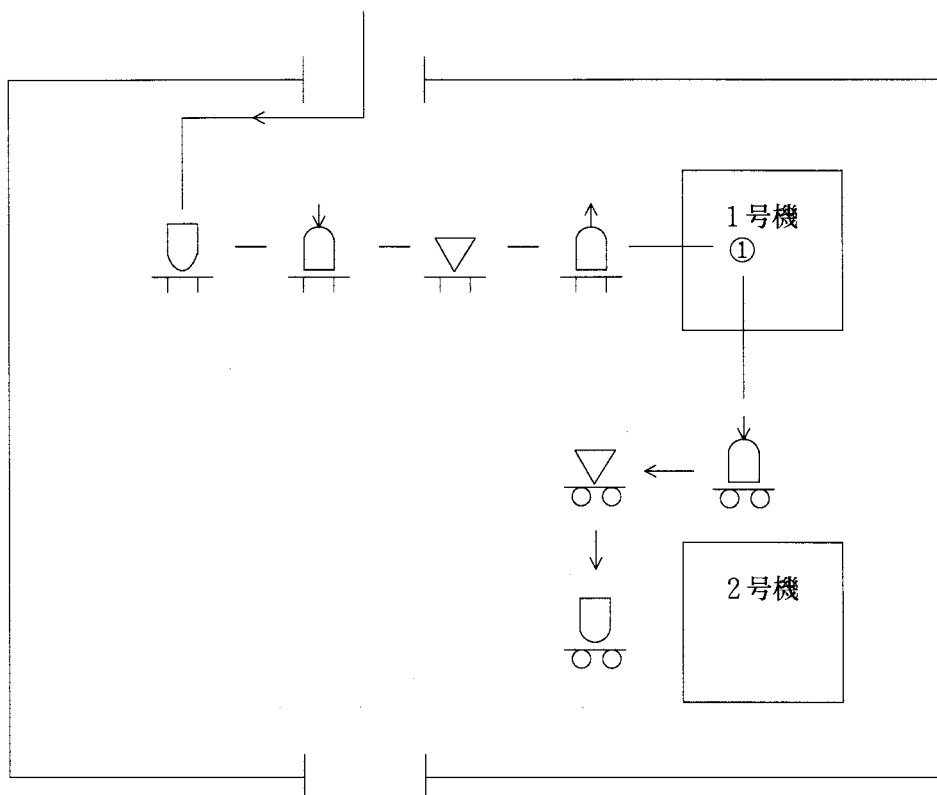


図 3 - 1 2 配置図式運搬工程分析図

(2) 配置分析

配置分析の目的は機械、作業場及び倉庫など生産に必要なものを効率的に配置することにある。配置分析は運搬との関連が深いので運搬改善と一体で進めていく必要があり、配置が効率的になることにより次のような改善効果が期待できる。

- ① 品物の流れが円滑になり運搬が合理化される。
- ② 停滞品を削減することができる。
- ③ 人や機械の遊休が減り稼働率が向上する。
- ④ スペースが有効に生かされ、作業環境が良くなる。

a. 配置の基本型

個別生産では運搬などのロスを最小限にとどめるために作業集約型の配置を志向する。逆に連続生産では生産速度を上げるために分業型の流れ方式を志向する。その中間のロット生産では段取替えに対する融通性や稼働率を優先し、機種集約の配置を志向することが一般的である。したがって、機械設備の配置は三つの方式に大別される(表3-6)。

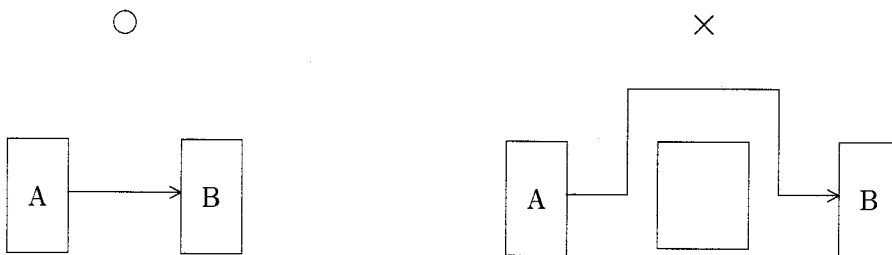
表 3 - 6 生産形態と配置の関係

生産形態		配置の基本型	特徴
個別生産		作業集約方式	1カ所に集約できるのでマテハンが節約される。
ロット生産	小ロット生産		
	中ロット生産	機種集約方式	機械の稼働率を高めることができる。
	大ロット生産		
連続生産		製品流れ方式	生産期間を短縮でき仕掛品も減少する。また、管理も容易となる。

b. 配置の基本原則

効率的な機械設備の配置を実現するために基本となる考え方が体系化されており、この体系化された原則を配置（レイアウト）の基本原則といている。次に示す（a）から（e）は基本原則の主なものである。

（a）近接の必要性が高い工程は隣接させる（統合の原則）。



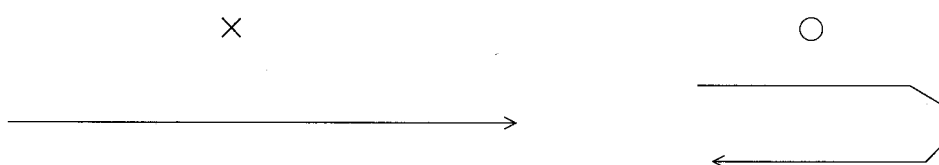
（b）品物の移動経路は直線とする（最短距離の原則）。



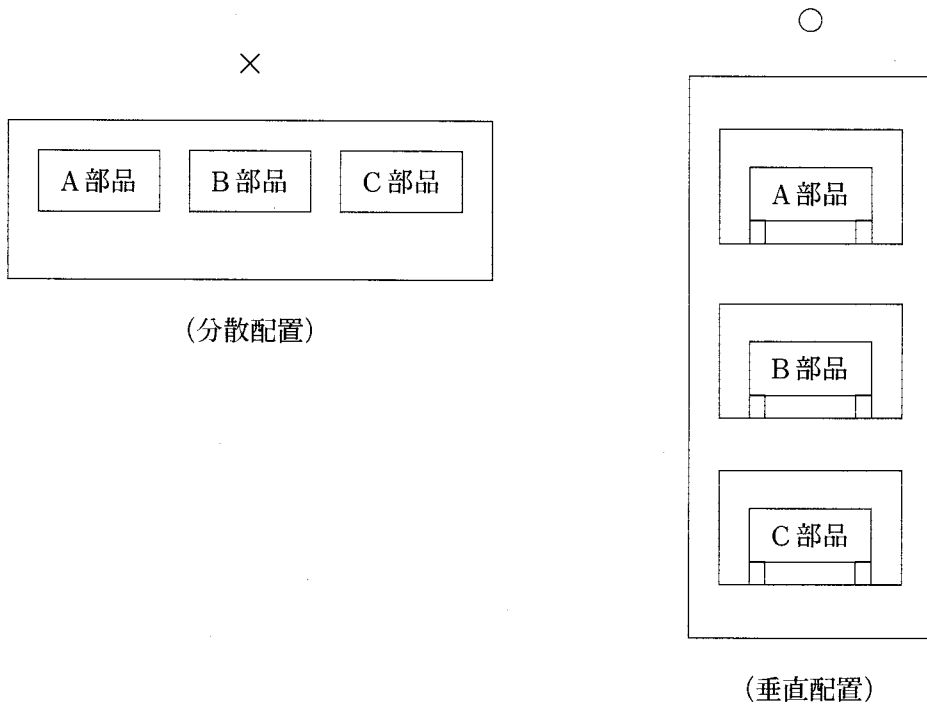
(c) 品物の移動経路は交差させない、逆行させない（流れの原則）。



(d) 長すぎる直線配置は避ける。代わりにL型、U型、O型、E型、S型などの配置を検討してみる（流れの原則）。



(e) 頭上、床下など、立体空間を有効活用する（空間利用の原則）。



c. 近接性相互関連分析

生産に関係する機械、作業場及び倉庫などについて、どの程度、配置を近づける必要があるかを検討することが近接性相互関連分析である。工場配置、職場配置を総合的に見直すときに有効な手法である。

(a) 近接性相互関連分析表

表3-7は機械、作業場及び倉庫を八つの単位に区分し、各単位の相互近接性を検討したものである。ここでは、近接度の必要性をA、B、Cの三段階に簡略化してあるが、さらに詳細な分析を要する場合は、五段階または六段階に細分化して検討する必要がある。

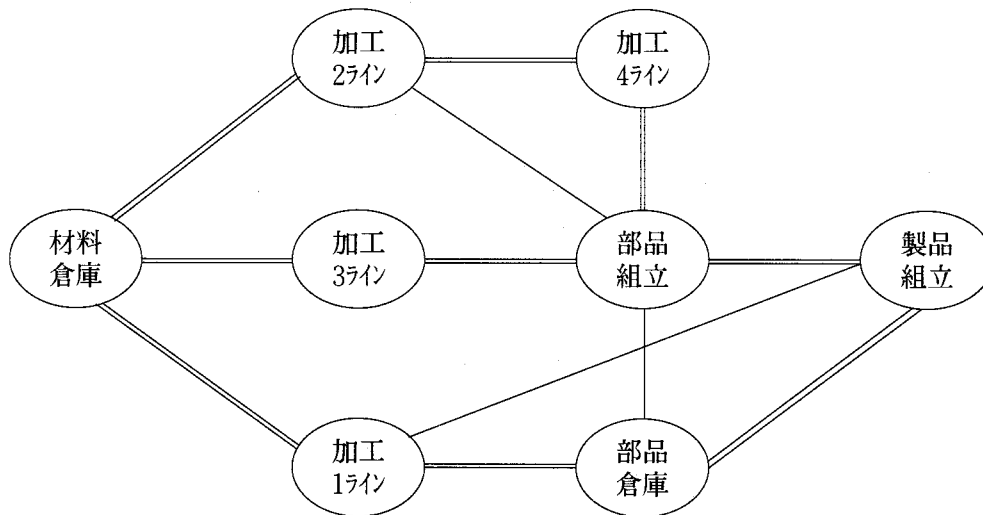
表3-7 近接性相互関連分析表

1	材料倉庫								
2	部品加工1ライン	A							
3	部品加工2ライン	C	A						
4	部品加工3ライン	C	C	C					
5	部品加工4ライン	C	A	B	C	A	C		
6	部品組立ライン	A	A	C	C	C	B	C	
7	部品倉庫	A	A	C					
8	製品組立ライン	A							

A：隣接した方が良い
 B：近い方が良い
 C：離れていても不便はない

(b) 近接性相互関連ダイヤグラム

表3-7の近接性相互関連分析表にもとづいてA（近接した方が良い）と評価された同士を近接させ、線図を作成してみると図3-13のごとくなる。このように作成した配置案を参考に配置を改善していくのが近接性相互関連分析である。



近接性がAのものは2本線＝
近接性がBのものは1本線－

図3-13 近接性相互関連ダイヤグラム

1.4 動作分析

工程編成が決まり作業方法が確立すると、次は細かい問題点をつかみ改善するために動作分析が必要となる。動作分析は作業者が行う動作内容を分析記号を用いて図表化し、動作の問題点を見つけ改善する手法である。動作改善を行うには動作方法と密接な関連をもつ要素（作業場所、機械設備、治工具など）にも目を向け検討を行う必要がある。

動作分析は分類記号の違いにより両手作業分析とサーブリック分析に分けられ、観察方法の違いにより目視分析と映写分析に分けられる（図3-14）。

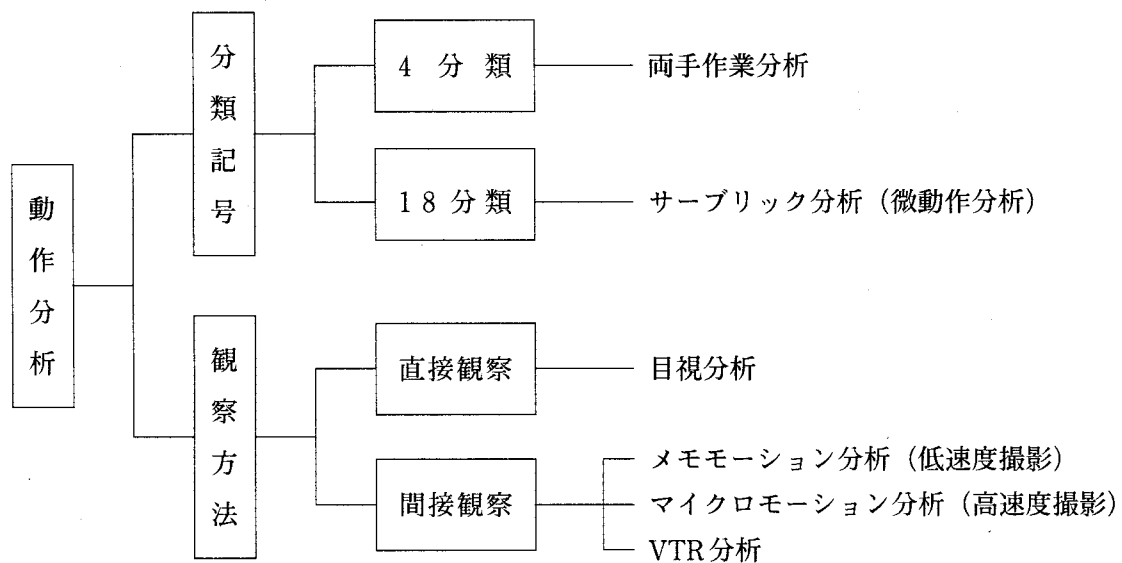


図3-14 動作分析の種類

(1) 動作経済の原則

動作経済の原則とは、作業を楽に、速く、正しく行って行くための経済的な動作のあり方を示したものである。この動作経済の原則を活用することにより作業動作の良し悪しが判定でき、動作改善の着眼点が見つかる。動作経済の原則は図3-15に示すように四つの経済原則にしたがって、三つの要素を改善対象として体系化されたものである。

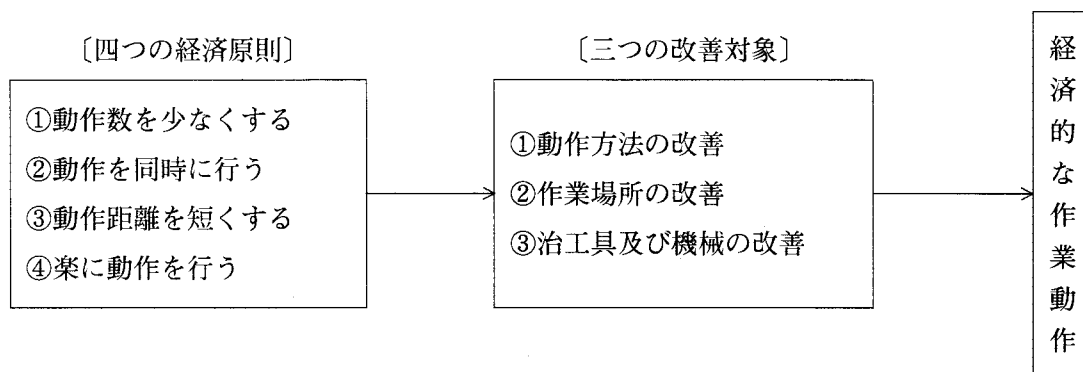


図 3-15 動作経済の原則の仕組み

次に動作経済の原則の主なものを示す。

a. 動作方法の改善

- (a) 動作は最も短い距離で行いむだな動作を省く。
- (b) 両手は左右対称に同時に動かし同時に終わる。
- (c) なるべく小さな運動量で済ませるようにする。身体部位の先になるにしたがって運動量は小さくなる（肩→腕→手首→指）。

b. 作業場所の改善

- (a) 材料、工具は正常作業範囲の中に置き、最大作業範囲を越えないようにする（図 3-16）。
- (b) 作業域は支障のないかぎり狭い方が良い（図 3-16）。
- (c) 作業する位置の高さは楽な姿勢で作業できるようにする。

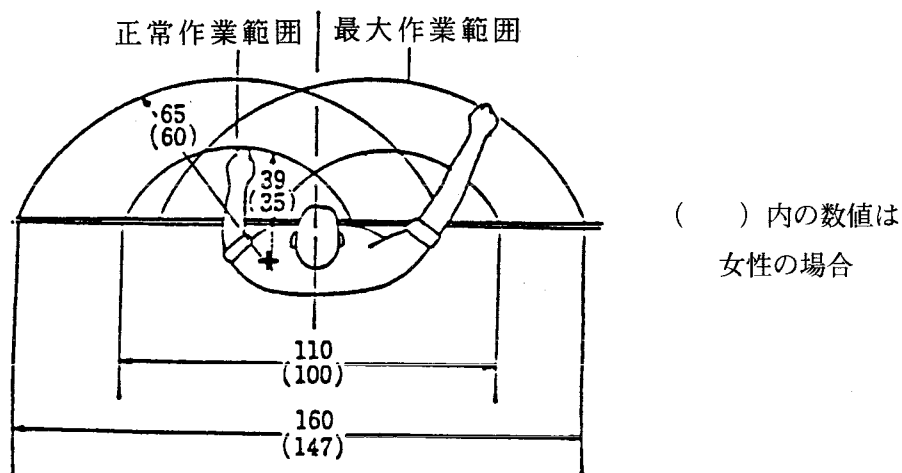


図 3-16 適正な作業範囲

c. 治工具及び機械の改善

(a) 連続作業で用いる工具は一つの工具に複合化する。

(b) 長く保持する場合は保持具を考案し保持具を使う。

(c) 機械の操作は1動作で行えるようにする。

No.	左手動作	作業	移動	保持	手待	手待	保持	移動	作業	右手動作
		○	⇒	▽	▽	▽	▽	⇒	○	
1	部品に手をのぼす		⇒			▽				工具を持って手待
2	部品をつかむ	○				▽				//
3	部品を運ぶ		⇒			▽				//
4	部品を持って手待				▽				○	工具を位置決めする
5	部品をおさえる			▽					○	工具で加工する
6	部品をつかむ	○				▽				工具を持って手待
7	部品を運ぶ		⇒			▽				//
8	部品を放す	○				▽				//
9	手をもどす		⇒			▽				//

総括表

分類	記号	左手	右手	計	%
作業	○	3	2	5	27.8
移動	⇒	4	0	4	22.2
保持	▽	1	0	1	5.6
手待	▽	1	7	8	44.4
計		9	9	18	100.0

配置図

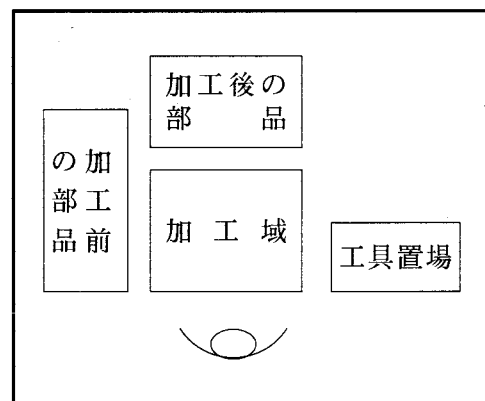


図 3 - 1 7 両手作業分析図表

(2) 両手作業分析

両手作業分析とは、左手と右手の作業動作を四種類（作業、移動、保持、手待）に分類し左手と右手を関連づけながら動作のむだ、むりを見つけ改善する手法である。両手動作の効率をよくするには保持や手待を排除していくことが大切であり、左手と右手の動作バランスも良くしていかなければならない。

a. 両手作業分析図表

両手の動作内容を四つの記号で分類し、左手と右手を対応させて書き表したものを両手作業分析図表といている（図3-17）。検討しやすいように総括表を作成し配置図も併記しておくことが望まれる。

b. 動作改善の検討

動作改善を検討するには次のような改善視点が必要である。

- (a) 手待、保持の占める割合をみる。これらの動作は付加価値を生むわけではないので排除することに努めていかなければならない。
- (b) 手待、保持の連続性についてみる。連続的に発生するようであれば機械化、治具化（保持具）の検討を行う。
- (c) 左手と右手の動作バランス（左右対称）をみる。偏りが大きければ忙しい手の負担を軽くする対策を検討しななければならない。

図3-17をみると、左右合計で手持、保持の割合が50.0%となっており、右手においては手待の連続性も高く、左右の動作バランスも偏りが大きい。したがって、作業方法を抜本的に見直していかなければならないことが分かる。

(3) サーブリック分析

サーブリック分析とは、手足や目の動きを微動作（18のサーブリック記号）に分類し作業動作のむだ、むりを見つけ改善する手法である。このサーブリック分析は両手作業分析と同様、繰り返し作業に用いられ、18の細かい微動作まで分析するので掘り下げた分析が可能である。サーブリックとは、この手法の創始者であるギルブレスの名前を逆さまに読んだものである。

a. サーブリック記号

18のサーブリック記号は三種類に大別される（表3-8）。

第1類——第1類に属する記号は、仕事を進めるのに必要な基本要素であり、付加価値を生むもの（使う、組み合わせず、ひき離す）と物

の取扱い（空手移動、荷重移動、つかむ、放す）に関するものが多い。

第2類——第2類に属する記号は、これがあると第1類の動作を遅れさせる基本要素であり、探す、選ぶ、用意する、などがある。

第3類——第3類に属する記号は、全く仕事が進んでいないことを示す基本要素であり、保持する、手待、休む、などが第3類に入る。

表3-8 サブリック記号

類別	基本要素	記号	類別	基本要素	記号	
第1類	1) 空手移動	∪	第2類	10) 探す	⊖	
	2) 荷重移動	⊖		11) 見出す	⊖	
	3) つかむ	∩		12) 選ぶ	→	
	4) 放す	∩		13) 用意する	∞	
	5) 使う	U	14) 考える	∞		
	第3類	6) 組み合わせ	#	第3類	15) 保持する	D
		7) ひき離す	++		16) 避けられない遅れ	∞
		8) 位置ぎめ	9		17) 避けられる遅れ	∞
		9) 調べる	0		18) 休む	∞

b. サブリック分析図表

サブリック分析の進め方は両手作業分析とほぼ同様である。サブリック分析の場合は分析単位が細くなるので観測に当たってはビデオ撮影やフィルム撮影を併用することが望まれる。撮影記録した後の検討方法は目視分析と同じ手続きとなる。

図3-18は、図3-17の両手作業分析の作業方法を改善したサブリック分析図表である。改善のポイントは、手待及び保持を排除するために両手の同時動作ができるように治具を開発したことであり、その結果、表3-9にみられるように両手の動作は左右対称となり、第3類のサブリック記号を取り除くことができた。1サイクルで2個加工できることから作業能率は大きく向上したことになる。

要素作業	左 手	サーブリック			右 手
部品を取る	部品に手をのばす	⌋	1	⌋	左手と同じ
	部品をつかむ	⌋	2	⌋	
	部品を運ぶ	⌋	3	⌋	
治具に取付ける	治具に位置決めをする	9	4	9	
	治具に取付ける	#	5	#	
加工する	加工する	U	6	U	
	治具から取外す	#	7	#	
部品を置く	部品を運ぶ	⌋	8	⌋	
	部品を放す	⌋	9	⌋	

図 3-18 サブリック分析図表

c. 動作改善の検討

サーブリック分析は第1類、第2類、第3類と類別に分けて対策を検討する。

- (a) 最優先で検討すべきことは第2類、第3類に属する動作の占める割合をみる
ことである。これらの動作は非能率的な動作であるから取り除いていかなければ
ならない。
- (b) 第3類は、工程のバランスが悪いとか両手のバランスが悪い時に発生するこ
とが多いので工程間の流れを良くし、両手の動作をバランス化させる対策をと
っていく必要がある。

(c) 第2類は、作業域内の整理整頓が悪いなどの理由で発生することが多いので整理整頓を良くし、材料の置き方、治工具の置き方などを工夫していく必要がある。

(d) 第1類においても、運ぶ、つかむ、放すなどといった取扱い動作は直接付加価値を生むわけではないので省力化することを検討しなければならない。また、付加価値動作（使う、組み合わすなど）についても治具化し、機械化することが求められる。

表 3-9 改善前・改善後のサーブリック数比較

		第 1 類								第 3 類			合計	
		ㄣ	U	ㄥ	9	#	U	+	o	計	ㄣ	ㄥ		計
改善前	左手	2	2	2					1	7	1	1	2	9
	右手				1		1			2		7	7	9
改善後	左手	1	1	2	1	1	1	1	1	9			0	9
	右手	1	1	2	1	1	1	1	1	9			0	9