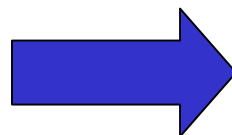
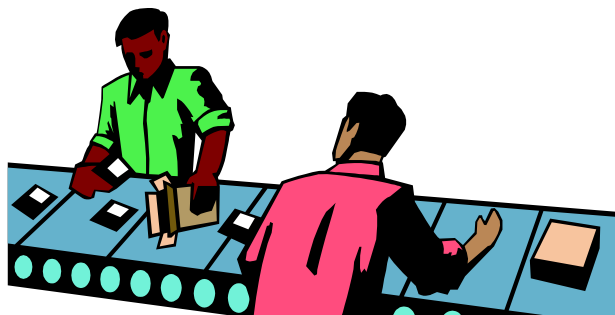


# ローコスト自動化対策

(社)日本能率協会 専任講師 中村 茂弘  
詳細は URL:<http://home.catv.ne.jp/dd/aqcdltdr>をご参照下さい。

- 1, 産業発達とローコスト自動化
- 2, 動作経済の原則と自動化展開
- 3, 知っておくべき自動化要素技術
- 4, 工程機能分析
- 5, WDとローコスト自動化



工程機能分析



# 1, 産業発達とローコスト自動化



## 設問1 簡易自動化ニーズと効果

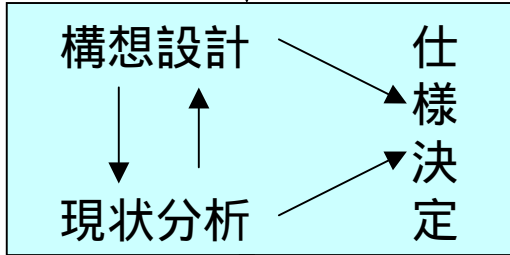
既に20年以上前から、LCA (Low Cost Automation) に関する各社のニーズは高い状況だが、その背景となる主な理由、また、自動化によるメリットにどのようなものがあるか？その要素を例記して下さい。

記載欄

## 設問2 簡易自動化ステップ

外部メーカー利用による  
一般自動化投資手順例

構想打ち合わせ



自動機立合検査  
↓  
納入・テストラン

稼働～手直し

左の図は、自動化に当たり、専門メーカーを選定～依頼を図る手順を例示したもののだが、これに対し、現場参画により、各種の問題やノウハウを活かした手作り・簡易自動化追及のステップは大きく異なる。では、この種の簡易自動化を効果的に進める手順(ステップ)並びに、左の図との比較点を例示して下さい。

記載欄

## 設問3 産業発展と自動化の要素

次に示す産業発展の経緯の中には、職人芸といわれるモノづくりを近代技術を駆使して自動化へ高めた例が含まれる。では、この種の中に、どのような要素、すなわち、5M(人、方法、計測、設備物 = 製品設計段階からの改善)が関与し、どのような流れをつくるのが簡易自動化対策を早める要件になるか?という点に対して、その要件や、知る事例を整理して下さい。

### 技術進展の歴史

**1765年～産業革命** : James Wattによる蒸気機関の発明以来、職人～機械化生産が盛んになった。

**1875年～テラー・システム** : 時間分析による作業分析～標準化、標準時間を基とした生産計画(P) - 実行(D) - 確認(C)～改善システムが進んだ時代(定量データーによる科学的管理)、改善はギルブレス氏の登場と共にIEが進んだ。

**1880年～生産革命** : フォード 世によるコンベア生産、自動化ラインが生まれた。

**1895年～連続同期化** : スローン氏の登場に伴い、部品の共通化を始めとする設計技術を開発、マーケティングに準拠した製品づくりの基をつくる。

**1950年～JIT革命** : 赤字で苦しむ自動車生産の苦労の中から「売れる物売れるスピードで、大野耐一氏を中心に、トヨタ生産方式を追求する中からJITという、多種少量、市場直結型生産方式が確立、産業界に広まった。

**2000年～IT革命** : ITの進化と平行して、CIM～SCM対応へと管理の自動化進展

### 記載欄

## 2, 動作経済の原則と自動化展開

### 設問4 動作経済の原則～LCAへの展開

方法改善の手順

問題の発見

現状分析

アイデア創出

新方法の立案

試行～確認

適用～  
フォローアップ

簡易自動化に当たっては、仕事の手順を詳細に分析する。ムダ排除を図る。その後、左の図に示したステップを用いて、自動化に置き換えることが出来る内容を創案～テストして、自動化の適用～実現に持ち込む手順が採られる例が多い。この際、工程分析が最初に適用される例が多いが、では、工程分析による分析手順と利用法、更には、自動化へ近づけるための解析内容を例示して下さい。

記載欄

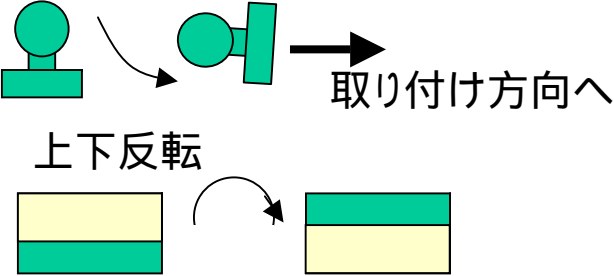
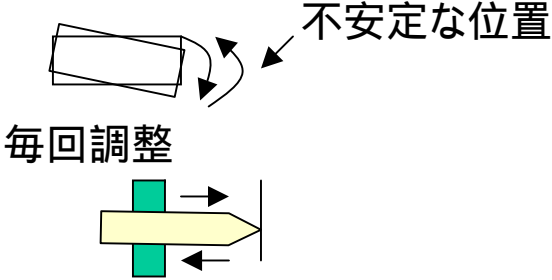
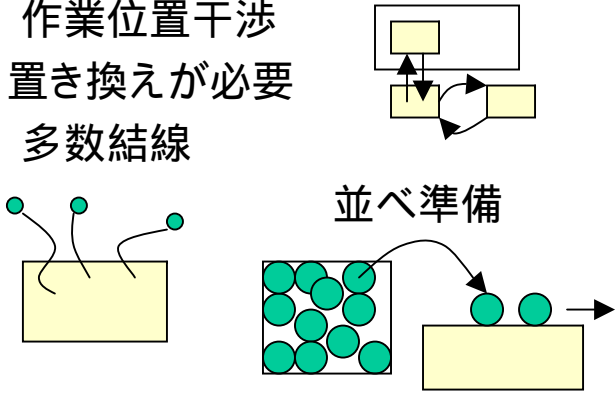
## 設問5

# 動作経済の原則と、簡易自動化要素の適用

IE (Industrial Engineering) における動作経済の原則の基本は、 仕事をするには両手を同時に使う。必要な基本動作の数を最少にすること。 個々の動作の距離を最短にすること、 動作を楽にすることなど(移動には重力を利用するなど)。 手で行う作業は出来るだけ治具、取り付け具、足動装置など楽な方法を利用すること、・・・など多くの原則がある。この中で、下表に示したチェックポイントを中心に簡易自動化を進める上で知っておくべき自動化要件を例示して下さい。

| No. | 動作経済の要点             | 改善前の事例   | 改善内容の記入欄 |
|-----|---------------------|--|----------|
| 1   | 動線は太く、重力の利用を図る      | <p>離れたコンベア間の移動繰り返し</p> <p>上下動</p> <p>移動位置の変化</p> |          |
| 2   | 形状の利用による取り出しの容易化を図る | <p>バラ置き部品セット</p> <p>部品の方向変更</p> <p>とり難い部品</p>    |          |

# 動作経済の原則と、簡易自動化要素の適用(つづき)

| No. | 動作経済の要点                          | 改善前の事例  | 改善内容の記入欄 |
|-----|----------------------------------|---|----------|
| 3   | 部品の方向変更<br>(自然力や形状、<br>簡単な装置の利用) | 前置き: 必要方向への回転<br>               |          |
| 4   | 組立動作容易化<br>(形状、ガイド治<br>具などの利用)   | 位置決め(不正確 正確な方向へ)<br>           |          |
| 5   | 同期化<br>(集約や分散化)                  | 作業位置干渉<br>置き換えが必要<br>多数結線<br> |          |

## 動作経済の原則と利用法

### 身体の利用の原則

| 原則           | 原則の意味する改善の検討方法                     |
|--------------|------------------------------------|
| 1, 両手同時動作の原則 | 両手は対照的に動かし、同時に始め、同時に終了すべきである。      |
| 2, 手待ち防止の原則  | 休憩時間以外は、片手を遊ばせたり、手待ちの無い作業にすべきである。  |
| 3, 動作数最小化の原則 | 手の動く範囲は体を中心に扇形の範囲、距離や動作は出来るだけ減らす。  |
| 4, 自然力利用の原則  | モノの移動や作業には、出来るだけ重力や慣性を利用するとよい。     |
| 5, 障害無い動きの原則 | 手の動きは、急変、ジグザグ、制限の発生しない自由な動きにするとよい。 |
| 6, 楽な姿勢維持の原則 | 不自然な姿勢や、身体の上下は出来るだけ減らすこと。          |
| 7, 動作リズム化の原則 | 動作の順序は自然のリズムと自動性を持たせること            |

### 作業場所の配置に関する原則

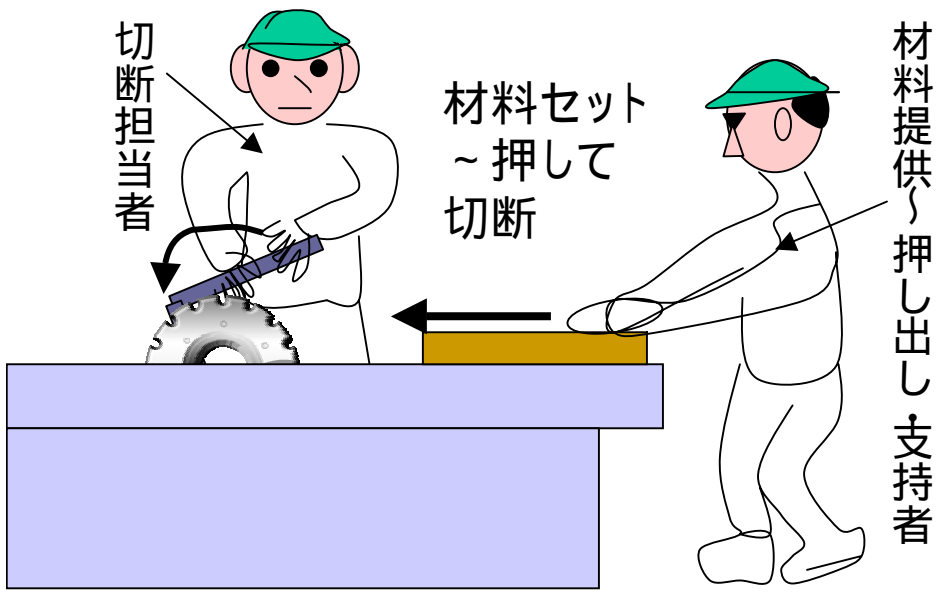
| 原則           | 原則の意味する改善の検討方法                     |
|--------------|------------------------------------|
| 1, 部材定位置化の原則 | 工具及び材料、操作レバーなどは位置を定め、取り置きなどを容易にする。 |
| 2, 近接の原則     | 頻度の多い使用材料や測定具などは、近接し、移動のムダを減らす。    |
| 3, 重力利用の原則   | 部材の移動には、重力やバネ、足踏み操作などの利用で容易化を図る。   |
| 4, 正面配置の原則   | 体の回転や上下動作を防ぐため、よく使うものは目前へ配置する。     |
| 5, 作業高さの原則   | 長時間作業には椅子を与え、同じ位置で作業の容易化を図る。       |
| 6, 採光、照明の原則  | 作業に適した疲れのない採光や照明を与えること。            |
| 7, 作業環境快適の原則 | 作業場に対し、温度、湿度、通風を考慮して快適な作業を保つ対策を図る。 |



## 設問6 3K作業の安全確保と半自動化対策

危険、汚い、苦しさに伴う作業を、この3つの頭文字を取り、3K作業という。この種の作業は何としても製造現場から排除したいが、排除できない場合、安価な自動化で対応するという手段が考えられる。そこで、先の動作経済の原則を更に、応用展開し、下記の作業の軽減～1人作業化の創案作成をお願いします。

- 【作業上の問題列举例】
- 移動が多い
  - 危険が伴う
  - いつも人がついていないと切断が出来ない
  - 材料などの振動が人体に良くない
  - 寸法がばらつく
  - 2名の連携に対する熟練が必要……など



改善案の記載欄

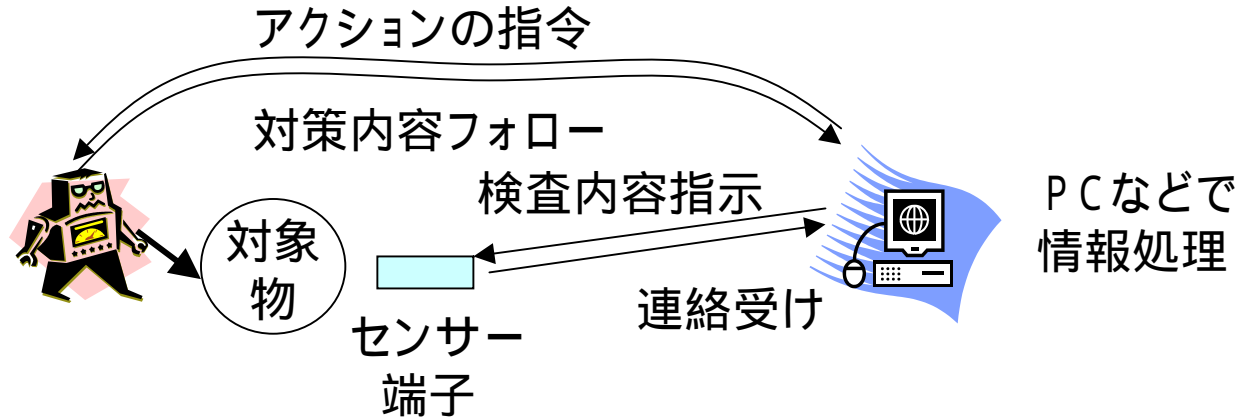
Blank area for improvement proposals.

## 設問7

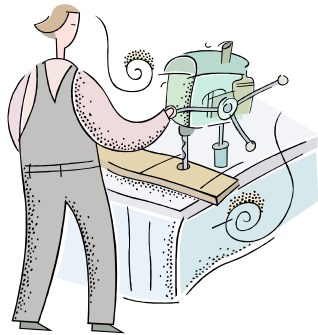
# ポカヨケによる半自動化

ポカヨケは不良ゼロ対策という局面にLCAを適用する有効な手段の一例である。そこで、下記を参考に数例の要件を自動化へ向ける対策をして下さい。

感知センサーを利用したポカヨケの作動構成



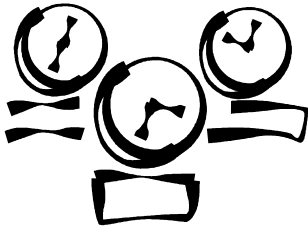
### 穴あけ数の間違い



ボール盤で12個の穴を空けるのだが、ときどき11個だったりすることがあった。

記載欄

### メーターの読み間違い



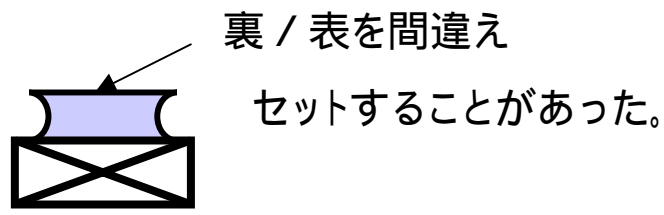
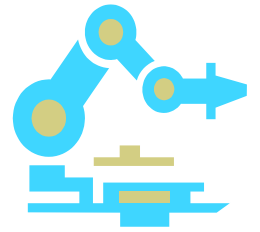
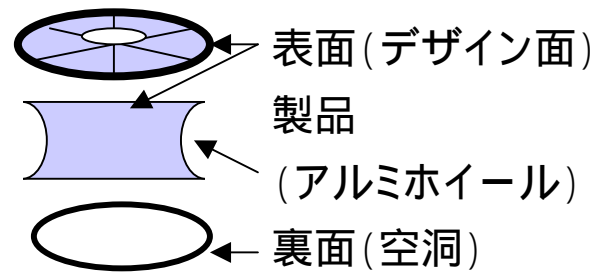
点検 記録 確認  
数が多いので勘違いして隣の欄のものと間違えて記録することがあった。

記載欄

# 設問7つづき

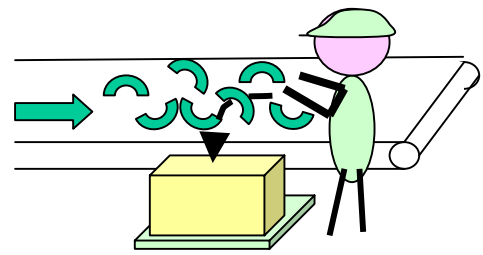
## ポカヨケ対策

判別  
間違い



記載欄

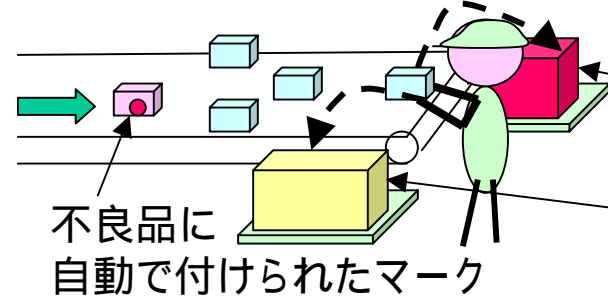
数え間違い



製品の割れやカケ  
を検査しながら  
カウンターを利用し  
人手で数を数える  
が時々間違える。

記載欄

判定違い



不良品投入箱  
良品投入箱  
マークがついた  
不良品を赤い箱  
に入れるが、  
時々まちがえる

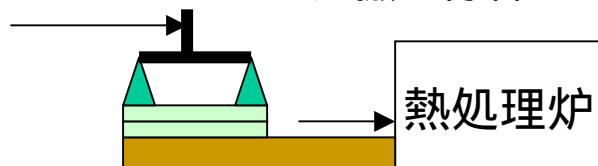
記載欄

## 設問7つづき

## ポカヨケ対策

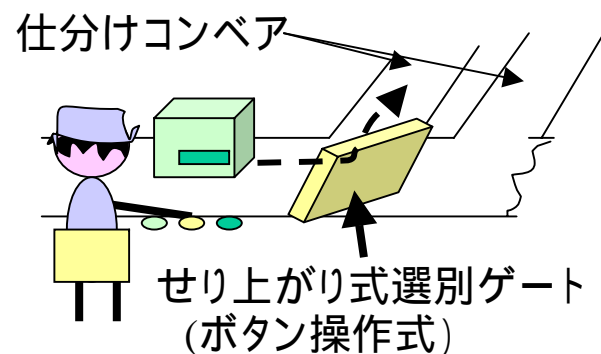
### 板枚数搬送の機械上のエラー

ロボット搬送 1枚ずつの  
運搬が付着して2枚！



記載欄

### シール指示による 判定時のエラー



シールの色を見てボタン操作で  
コンベアを選定するが、時々  
まちがえが発生していた。

記載欄

## 設問8

# ノウハウのノウ・ホアイ化対策

ノウハウ保護、技術伝承対策上、人手で行ってきた作業内容を詳細分析して安価な自動化設備化を図る対策は極めて重要な段階にある。このためには、動作分析～動作経済の原則の活用に加えて、製造技術面のノウ・ホアイ化対策が必要になる(原理の把握と利用対策)。そこで、下記内容を自動化する際に必要な内容の解析～自動化の際に適用する対策技術手段を例示して下さい。

| No. | ノウハウ・テーマ  | ノウ・ホアイ化と技術的対策の要点 |
|-----|---|------------------|
| 1   | 鋼を焼きいれの際、刀匠が刀を油や水中で適度に振動させる技                    |                  |
| 2   | ネジをボルトにはめる時、手先で調整して井桁(曲がっボルトに入りらない)対策をする        |                  |
| 3   | プラスチック材や人口大理石を方枠から外すとき、爪で表面を削り、加減を見て、型から外し割れを防ぐ |                  |
| 4   | 湿式の成形体をプレス成形の後、金型から取り出すのが型にへばりつくので手加減して壊さずに取り出す |                  |
| 5   | 材料の加工を旋盤で行うと熱膨張するので、作業者の経験で加減して仕上げる             |                  |

### 3, 知っておくべき自動化要素技術

#### 設問9 移動のための各種自動化手段



自動化設備の製作に当たっては、各種のハード機器や部品の利用が前提になる。そこで、利用するか否か？に関係なく、「物を移動する」という視点で知る限りの物体搬送手段を列挙して下さい。

記載欄

類似の設問 ここでは設問の形にはしないが、下記の内容も整理をお願いします。

ネジの種類と用途、 自動化のためのセンサーの種類と適用方法、 歯車の種類と利用方法など

## 設問10

## 動力装置の種類と特長

動力装置には下表の横軸に示したような種類の方式があるが、空欄に比較～評価内容を記入して下さい。



|    | チェックポイント      | 機械式            | 電動式      | 電子作動式      | 油圧式        | 空気圧式     |
|----|---------------|----------------|----------|------------|------------|----------|
| 1  | 代表的機器の事例      | エンジン、テコ、カム、ギヤ- | 各種電動モーター | リニヤーモータ式など | 油圧・水圧シリンダー | エア-シリンダー |
| 2  | 操作力           |                |          |            |            |          |
| 3  | 即応性           |                |          |            |            |          |
| 4  | 位置決め精度        |                |          |            |            |          |
| 5  | 構造            |                |          |            |            |          |
| 6  | 配管設置要/否       |                |          |            |            |          |
| 7  | メンテナンス性       |                |          |            |            |          |
| 8  | 危険性           |                |          |            |            |          |
| 9  | 無断変速性         |                |          |            |            |          |
| 10 | 専門知識の事前習得の必要性 |                |          |            |            |          |
| 11 | 一般的な価格        |                |          |            |            |          |

## 設問 1 1

# 自動機製作時に知っておくべき事項の例

下に示した設問は、簡易自動化に当たって、知らないと、設置後に問題となることが多い知識(チェックポイント)の例である。×を入れる形で、理由を記載しながらチェックして下さい。

- ( ) 1、A職場では水を使うためサビが発生しやすい環境のため、効果だが特殊鋼を用いた。

理由記載欄

- ( ) 2、熱伝導の高い金属は次の通りである。アルミニウム 鉄 銅 特殊鋼

理由記載欄

- ( ) 3、一般に構造物へ利用するコンクリートの方が、基礎工事に用いるコンクリートより砂利を多くしておくべきである。この方がコンクリートが少ない割に強度が増すためである。

理由記載欄

- ( ) 4、材料が伸び力を受ける個所があり、そこには太い材料を用いることにした。

理由記載欄

- ( ) 5、振動する部分にダブルナットが必要だが、この理由はネジの締め付けを2倍にすると  
言う意味が関係する。

理由記載欄



## 設問12

## 設備メンテナンスの知識

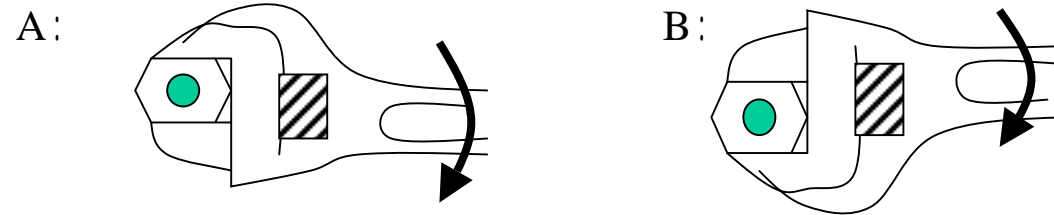


簡易自動化に当たっては、設備を検討する前の対策に加えて、設備設置後に故障やトラブルを極少化する対策が必要となる。そこで、一部のメンテナンスを含め、現場関係者が知っておくべき知識を例示するので、評価して下さい。

潤滑油の点検で試料採取に際して正しいものを選んで下さい。

- A: 運転中に採取する。                      B: 停止後、しばらくしてから採取する。  
C: 作動前、停止時に採取する。      D: 運転直後に採取する。

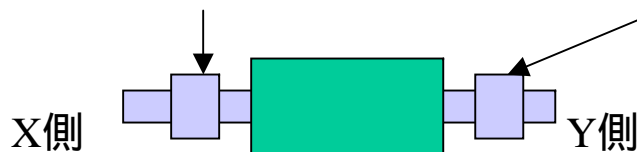
モンキーの掛け方はどちらが正しいか？



ボルトとナットの締め方はどちらが正しいか？

- A: 規定の工具でカー杯、必要ならハンマーでたたいてしめる。  
B: 規定の工具で締め、固くなったところで止める。

ベアリングが次のように使われている設備で片方のベアリングが老朽化に伴う異常振動が出たため交換した(ベアリングは極めて高価)。



- A: 両方とも交換すべき  
B: Y側も確かめたが問題は感じられず、X側のみ交換  
C: 異常音がしたXのみ交換

油汚れを防ぐ網目状のフィルターが汚れた

- A: ブラシでこすり、頑固な汚れを取り、再装着、      B: 振り洗い程度で再装着

理由記載欄

## 設問13

# 過去のトラ(トラブル)の配慮

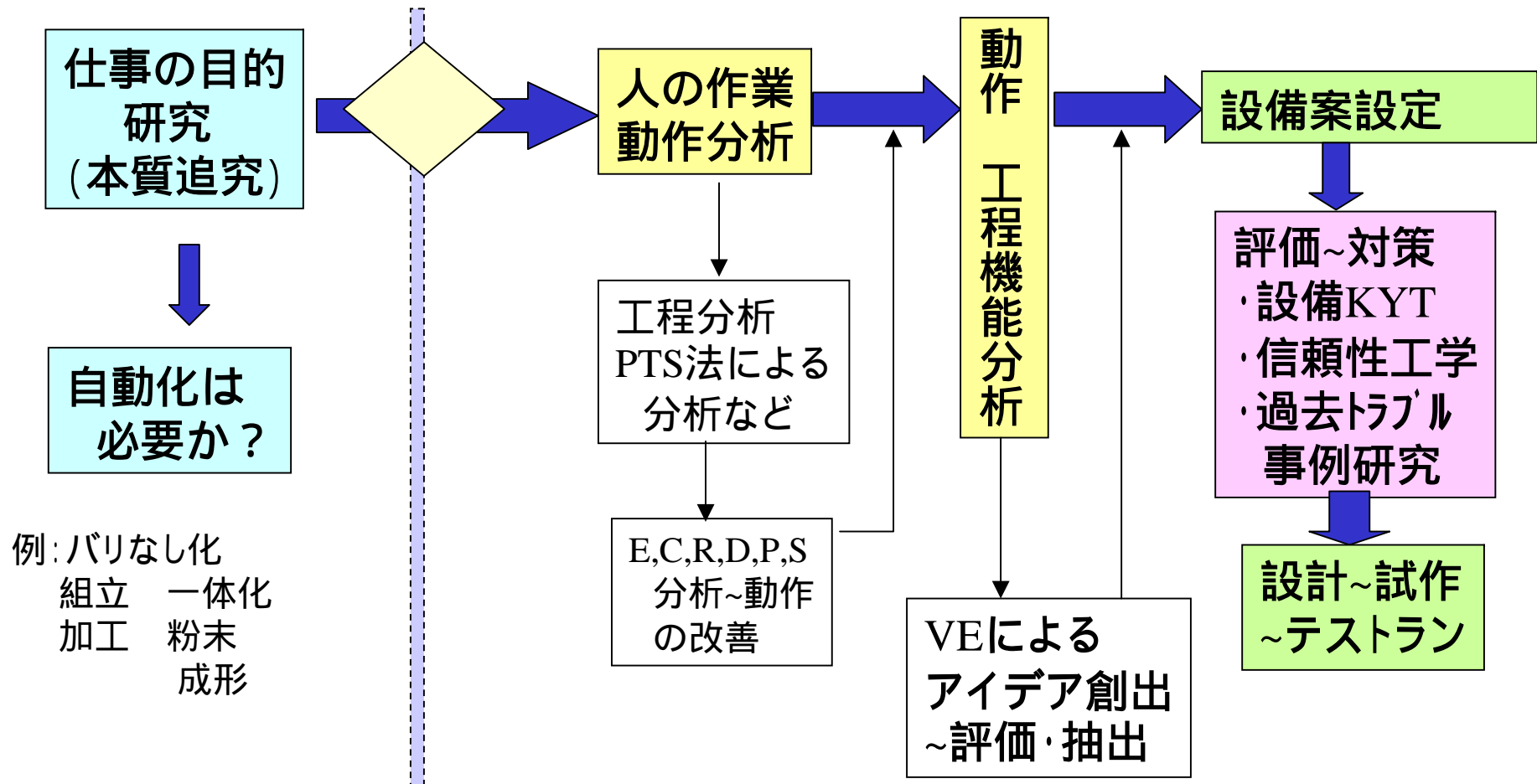
設備自動化に当たっては、他社や他職場を含め、経験した過去のトラブルの再発は避けたいものである。そこで、一般的だが、過去トラと呼ばれる注意点を新設備製作・DR(Design Review)の形で検討すべき項目をチェックリスト項目として例示して下さい。



記載欄

# 4, 工程機能分析

解説:ローコスト自動化(LCA)を実際に進めるステップは次のようになる。すなわち、他社で既に実施し効果を得ている自動化技術は導入を検討する。仕事の本質を追及した結果、自動化しなくても、同種以上の改善効果を得る対策法があれば、それを適用する。動作経済原則と共に、仕事の改善を進めた結果、自動化技術が適用可能なものは、その対策を図る、だが、この対策を更に追求、更に安価で効果的なLCAを具体化するために『工程機能分析』手法の適用を図る、となる。以下、この考え方で残余のLCA対策手法の紹介を進めることとする。



## 設問14

# VE手法とアイデア発想



VE (Value Engineering: 価値分析) は、製品原価を革新的に低減するチーム改善活動として多くの企業で活用されてきた。この手法の特長は、「名詞 + 動詞」で製品 ~ 部品の機能を明確にする。「同じ目的なら多くの手段が適用可能」という思想であらゆる分野からアイデアを集める。その中から有効なアイデアを抽出 ~ 実現へ向けるため、 $V(\text{価値}) = C(\text{現状コスト}) \div F(\text{新規の機能改善を図った内容})$  で評価する、となる。この方式を仕事を自動化する際に用いるためには、仕事を分析し、その目的を「名詞 + 動詞」で解析することが出発点となるが、では、まず、VE手法に対し、先に解説した内容と共に、仕事の目的を追求した結果、LCAという自動機製作の必要が無くなった例を例示して下さい。

記載欄

## 設問15

# 工程機能系統図化



### 条件

パイプ太さは一定である。  
長さは6種類注文に応じて生産する。  
同種ラインが10本り、完全自動化は  
狙っていない

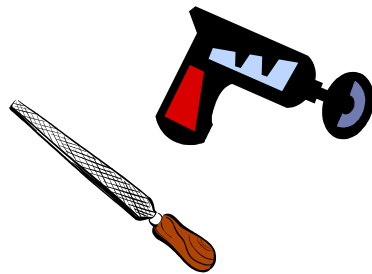
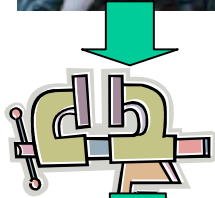


上に示したような条件で、次ページに示すようなパイプ切断作業が行われている作業が10ラインある場合、完全自動化ではなく、「工数低減という追求で3名程の省力を簡易自動化と共に進めたい！」という要求がなされた。そこで、作業手順の内容を機能分析して工程機能系統図を作成する。上位からアイデア発想を行う。適用可能策を提示する、という手順で安価な自動化案の作成を試行して下さい。

メモ欄(必要な用紙は適宜追加をお願い致します)

# 工程分析

# 機能分析へ



パイプを運ぶ

パイプを台に置く

目盛りに合わせる

万力へ移動する

万力をしめる

切断機のスイッチを入れる

切断機を降ろす

切断機をあげる

切断機のスイッチを切る

万力をゆるめる

サンダーをとる

パイプをとる

外バリをとる

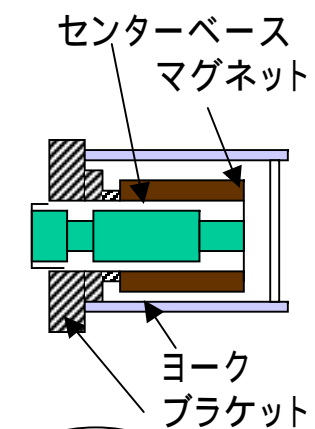
サンダーをもどす

やすりをとる

内バリをとる

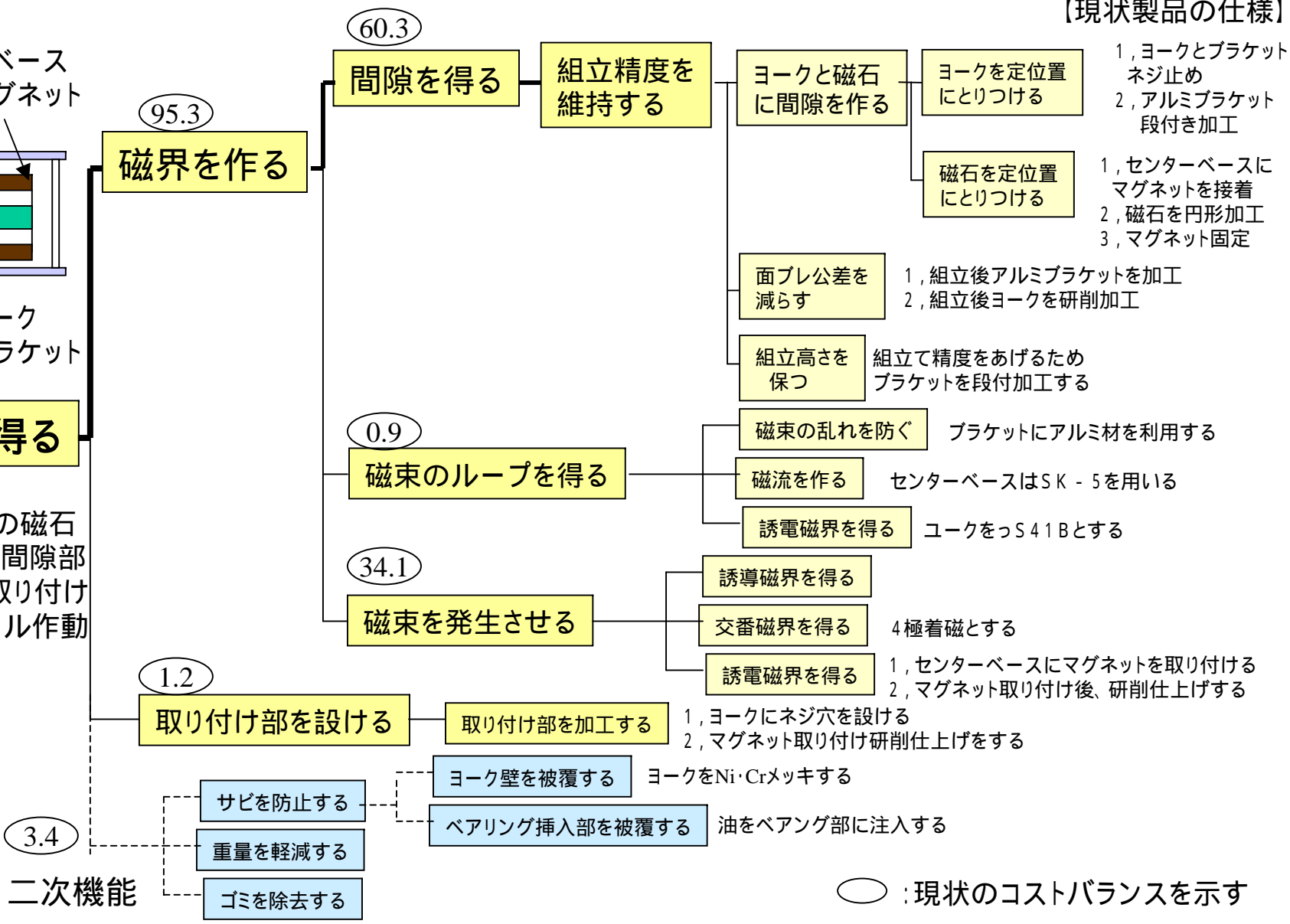
やすりを置く

【現状製品の仕様】



100  
磁界を得る

- 付帯条件  
 1, 4極着磁の磁石  
 2, 円筒状の間隙部  
 3, モーターへ取り付け可能(コイル作動型モーター)



上位機能(目的) ← → 下位機能(手段)

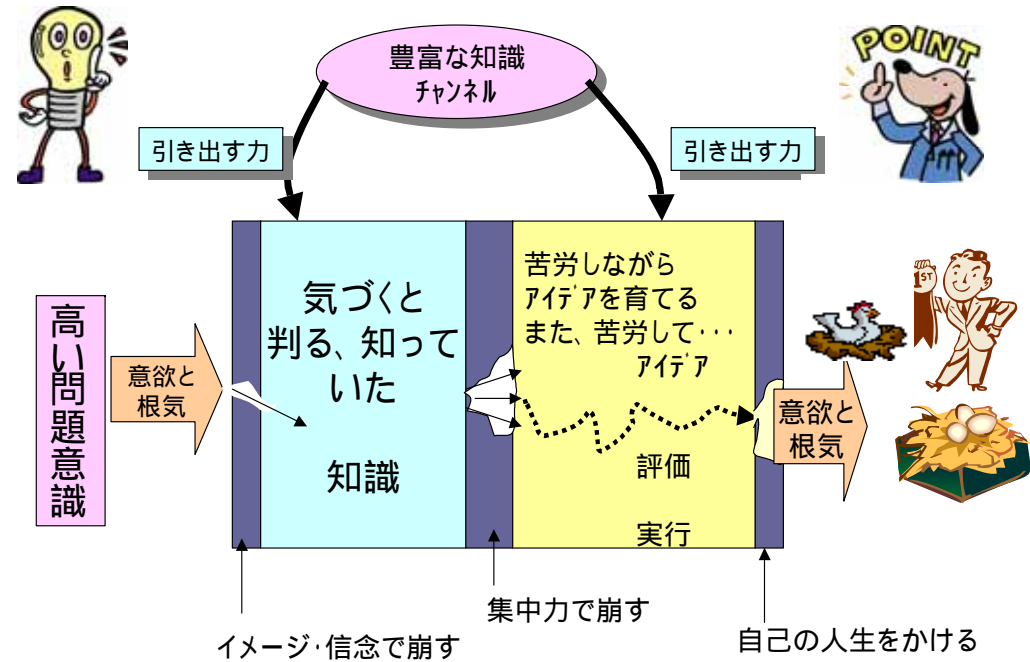
# VE解析に使用する機能系統図の例

# 設問16

# アイデア発想

自動化設備を安価、シンプルに製作するためには、アイデアの創出が極めて重要となる。このためには、右図に示したように、豊富な知識と、必死になって知恵を集めることが必要になるが、その前に、良いアイデアを得るための『アイデア発想法』と、その運用について、注意点をまとめて下さい。

## 実務的なアイデア発想法



記載欄



## 5 , 自動化指数と投資評価

### 設問 17

### 自動化指数と自動化設備投資評価



LCAを効果的に進めるためには、工場の仕事全体を見直し、将来の生産規模に見合った人員と、投資計画の概要の企画を図る。自動化程度を指数として評価～検討して自動化対象分野を明確化する。少人化計画を策定し、全体の投資規模と個々の投資評価計算基準を定め、効果的に自動化計画を進める、という項目を進めて行くことが有効だが、 と について、評価方法を示して下さい。

記載欄