特別賞（独立行政法人雇用･能力開発機構理事長賞）

デジタル屋台構築素材「作業支援システム（雛形）」の開発

石川センター（石川職業能力開発促進センター）訓練課　**水谷　光利**

1．はじめに

1.1　生産方式の変化

1970年代までのものづくりは，同じものを大量に作る「大量生産方式」がとられました。しかし，その後のバブル崩壊後は，「嗜好の多様化」「変化のスピード」が複雑になり，製造業は「多品種少量生産」への対応が求められました（図１）。

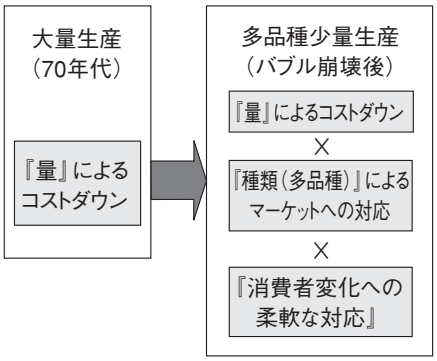


図１　生産方式の変化

大量生産方式の特徴に，「コンベア」という機械の導入があります。コンベアは連続生産には適した機械ですが，消費者ニーズの多様化が進むにつれて，ラインの変更・段取替えにかかる工数が増えてきました。また，高度な設備も不要在庫を生む原因にもなってきました。

1970年代初頭，ボルボ社は「カルマー生産方式」なるものを考えました。それまで自動車の生産は，コンベヤ上での大量生産（フォード生産方式）でしたが，作業員は機械の一部として扱われ面白みのないものでした。ボルボ社はコンベアを廃し，チームで組立をおこなう生産方式を考えました。チーム編成はメンバに任され，台車上で無理のない姿勢で作業を行なうことができました。その後ボルボのウッデバラ工場でも施行され有名になりました（ウッデバラ生産方式）が，生産面の明確なデータが得られないまま工場は閉鎖されました。

1.2　トヨタ生産方式

トヨタ自動車のトヨタ生産方式は無駄な徹底的な排除を基本思想としています。「リーン生産方式」，「ジャスト・イン・タイム方式」ともいわれ，今や自動車以外の業界でも採用されている生産方式です。「異常が発生したら機械・工程をただちに停止して，不良品を作らない（自働化），後工程はお客様という思想」と，「生産現場に流れをつくるために，事前に決められた生産計画に従って生産するのではなく，後工程が前工程に必要なだけ部品を取りに行くやり方（ジャスト・イン・タイム）へのあくなき追求」といった二本柱からなる考え方をもって確立された日本発祥の生産方式です。

1.3　セル生産方式

セル生産方式は，トヨタ生産方式・ウッデバラ生産方式のそれぞれの発展型として位置づけられます（図２）。

セル生産方式は，消費者ニーズの多様化，ニーズの変化のスピードに対応して，トヨタ生産方式に変わって登場してきた，組立工程で使用される生産方式です。

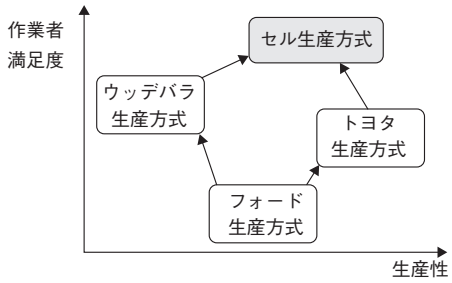


図２　セル生産の位置づけ

「セル生産方式」の定義はまちまちですが，とりあえず，様々な文献から取りまとめてみると以下のようになります。

① セル生産方式は多品種少量への対応が難しいコンベアを用いた大量生産を補う方式である。「繰返性のある，非量産の品目は変動を吸収するためにセル生産」を，「量産化が向く品目はコンベアラインでの生産に特化」と品目を区別する必要がある。

② 生産性を決める要因が「人の能力」に依存することになる。一人で複数の工程を受け持つことになり，責任も増える。

③ 自己完結性の高い一人屋台セル生産方式では，コンベヤ方式と比較し製造品目の種類の増加，仕掛在庫の減少に期待できる。

④ 「設備」はコンベアラインと比較して低コストになりうる。一人屋台などでは，工程間をつなぐコンベヤや運搬器具も不要になる。

⑤ 作業者が「自分のライン」という意識をもつことで，作業者のやる気・改善意識を高め，生産性が向上するといわれる（一般的に30～50%の生産性向上が見込めるといわれる）。

⑥ 作業標準の設定・治具や工具などの工夫をこらす，不良低減に努めるなどトヨタ生産方式でとられた手段，「ポカヨケ」のしくみを積極的に取り入れる。

２．教材開発の目的

国内製造業が多品種少量生産への対応が進む中で，セル生産方式に対応できる人材ニーズは増えつつあります。しかし，セル生産方式の根底には，「トヨタ生産方式の考え方」や様々な生産管理のための知識が必要になってきます。現場で動くコンピュータの利用方法に関する知識も求められ，それらすべてを短期間でこなすのは困難と考えました。そこで，既に製造現場で働いた経験のある人（例えば以前に製造派遣社員などで現場経験のある方）等が「現場のリーダ」になることをターゲットに，現場で身に付けられなかった知識の習得する訓練カリキュラムを検討しました（図３）。

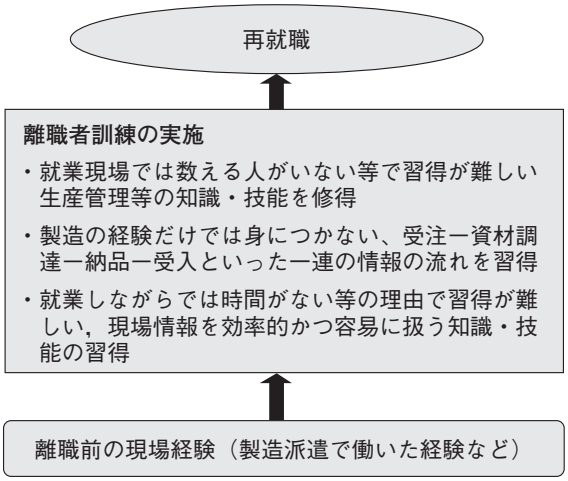


図３　訓練カリキュラムの方向性・考え方

カリキュラムの中で，セル生産方式を理解する演習として「デジタル屋台システム（作業支援システム）」を作成する演習を検討しました。

「デジタル屋台」は，セル生産で使用される道具で，IT技術を活用したポカヨケを導入し，難しい作業を初心者でも一人でできるしくみを提供します。石川センターでは図４のようなパイプ部品を用いての作業台を作成しました。この作業台ではディスプレィ，ピッキング用ライトモジュール，パトライト，ラベルプリンタといった４つの機器を配置します。

このシステムの規模は約1000ステップになります（Access VBA使用）。これは新規システム開発見積で約２～３人月に相当します。訓練受講者は初めてプログラムを学ぶ方もいることから，１ヶ月程度で完了するには難しいか考えました。

また，製造現場で計測系・生産支援系と呼ばれるシステムは，他のシステムと比較して変更頻度が高く，システム開発者よりも利用者側の主張・意見が重視される傾向にあります。できあがったらそれで

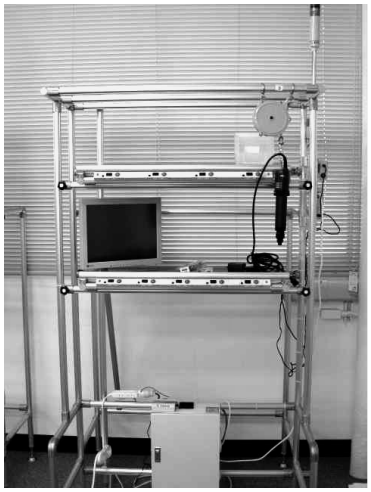


図４　訓練用デジタル屋台（全体像）

終わりではなく，改造・改良が継続的に行われるのがこのシステムの特徴です。今回はその点に着目し，新規作成の演習ではなく，改造業務主体の訓練で以下のような点を考慮し課題を検討しました。

- １ヶ月以内で完了できる演習であること
- 改造・変更業務に対応できること
- 指導員が課題・指示を出しやすいテーマがあること
- 訓練生が把握しやすい規模のシステムであること
- 機器の制御プログラムの作成演習ができること

３．教材の特徴及び内容

3.1　教材の特徴

前記の考慮事項を踏まえ，この度の教材「作業支援システム（雛型)」では以下の工夫をしています。

①プログラムはすべて機構内で作成（Access　VBAで記述）することで，システムの内容を講師・訓練生が覗いたり，調べたり，思いのままに改造することができる。プログラミングがうまくなるには「書くこと」よりも，「見ること・読むこと」が重要である。本システムをAccessで提供する意図は実際動いているシステムの「Reading」，プログラムの読解能力の向上である。システムの改造作業に携わった人は，プログラムを作成する能力にも長けている。それは多くのプログラムを読んできたから，実際に書く場合にも経験が活きている。

②パトライト，ライトモジュールといったハードウェア制御の演習ができる。あらかじめ完動するテストプログラムと画面を用意し，自分たちで制御プログラム部分を記述できる。

③本システムは，パトライト・ライトモジュールといったハードウェアがなくても動作できるようにしてある。製品・部品・作業手順等のマスターデータを指定すれば，画面上で作業指示をおこなう。「作業開始」～「作業終了」までの動作は軍手等をはめていても操作できるようファンクションキーでも可能である。

④作業手順を入力することにより，簡易な作業分解シートを作成できる（図５)。

⑤作業オーダを修正・メンテナンスする画面を用意し，同じ作業オーダを繰り返し発行・演習できる機能をもっている（図６)。

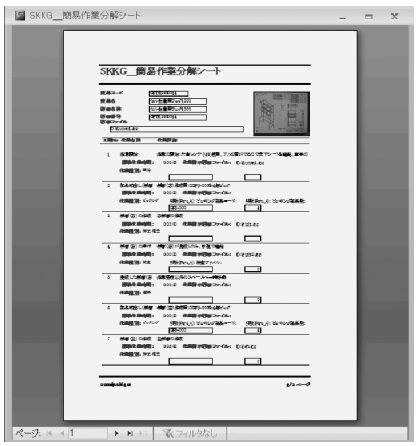


図５　簡易作業分解シート（プレビュー画面）

図６　作業オーダメンテナンス画面

3.2　教材の内容

「作業支援システム」は以下の２種類があります。

・作業支援システム（雛型__B）

・作業支援システム（殻__D）

「雛形__B」は制御がない，完成直前のシステム，

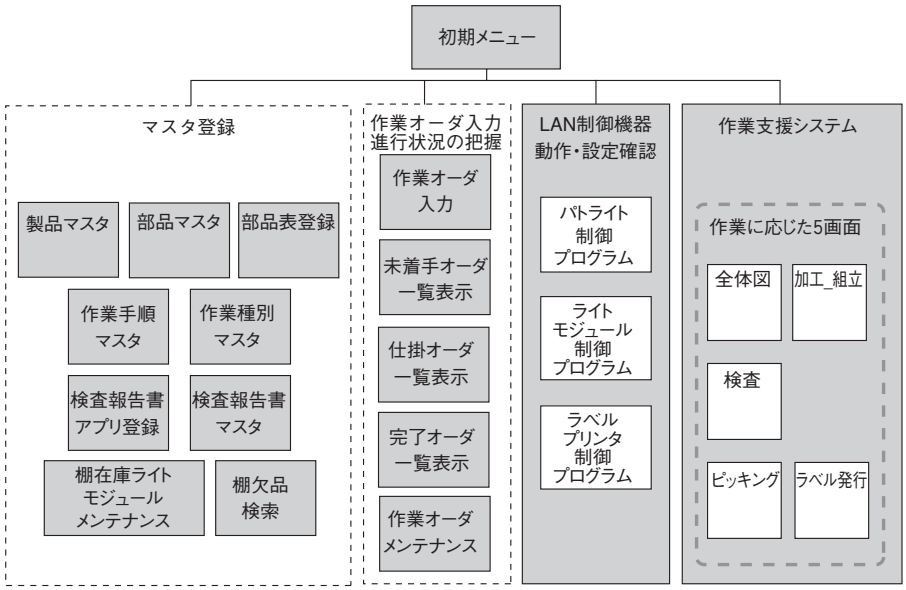


図7　作業支援システム（雛形_B）の画面構成

「殻__D」はさらにプログラムを削ってハード依存部も自分たちで記述するシステムです。

「作業支援システム」は，管理系と現場実行系の2サブシステムを，スタンドアロン環境で構成しています（本来はC/S環境で操作するのが正しい）。

全体のシステム構成，画面構成を図7に示します。

現場実行系サブシステム

- ●作業の指示
  - ➢ 作業支援システム
    - ◇ 全体図（図面等）表示
    - ◇ パトライト制御プログラム
    - ◇ ライトモジュール制御プログラム
    - ◇ ラベルプリンタ制御プログラム
- ●実績収集
  - ◇ 検査報告書作成

管理系サブシステム

- ●マスターデータの設定
  - ➢ 製品マスタ登録画面
  - ➢ 部品マスタ登録画面
  - ➢ 作業種別登録
  - ➢ 検査報告書アプリ登録
  - ➢ 検査報告書マスタ登録
  - ➢ 手順マスタ登録
  - ➢ 棚登録
- ●部品表の登録
- ●作業オーダの入力
  - ➢ 作業指示書印刷
  - ➢ 出庫指示書印刷
- ●棚欠品状況の把握
  - ➢ 棚__欠品検索
- ●作業オーダの進行状況の把握
  - ➢ 作業未着手オーダ一覧表示
  - ➢ 仕掛オーダ一覧表示
  - ➢ 作業完了オーダ一覧表示
    - ◇ 実作業時間と標準作業時間との差異計算
    - ◇ 作業者の登録
- ●作業オーダメンテナンス
- ●棚在庫メンテナンス

作業支援システムの画面を図8から図11に示します。

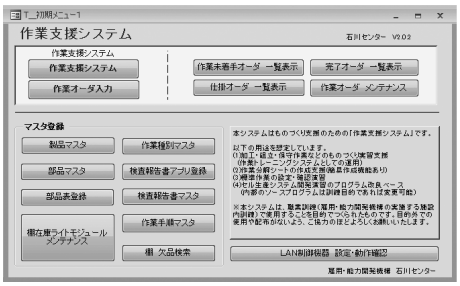


図8　初期メニュー

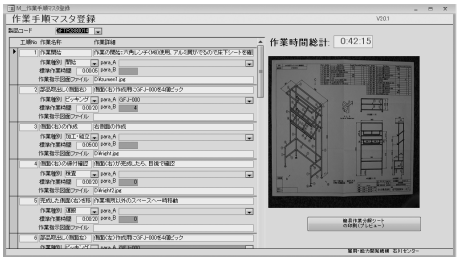


図９　作業手順マスタ登録

図10　作業支援システム（ピッキング作業時）

図11　作業支援システム（ラベル発行）

図12　ライトモジュール（アイオイシステム社製）

図10の「作業支援システム（ピッキング作業時）」では，ライトモジュールをコントロールします（図12）。図11の「作業支援システム（ラベル発行）」では，ラベルプリンタにて現品票ラベルを発行します（図13）。

図13　ラベルプリンタ（SATO製）

４．訓練課題のパターンについて

雛型システムは「パトライト」,「ライトモジュール」動作確認用のテストプログラムは用意されていますが，肝心の制御プログラムの記述は抜けていますので，必ず演習者が記述する必要があります。制御プログラムはネットワーク機器の制御になるので，ネットワークの知識・トラブルシューティングの知識も必要になります。制御プログラム部分を記述後の訓練パターンとして，以下の５つのパターンが考えられます。

①作業改善がテーマとなる訓練を行うパターン。実際に「もの」を作ってみて，動作経済の原則等IE手法に基づき作業手順や治具等の工夫について学ぶ。

②現状の雛型システムの特定機能に対する部分修正，機能追加を行う訓練を行うパターン。
例えば，電動ドライバの制御プログラムの追加，部品マスタのインポート機能を追加等，講師の指示でシステムを改造する訓練となる。

③様々なバリエーションの業種・業務に適応する課題を訓練生に与え，必要な機能の追加を行う訓練を行うパターン。たとえば薬品などの原材料配合作業，プリント基板の組立・検査作業に適した機

能などの追加など，さまざまな業務を理解しながらハードウェアを追加・システムを改良していく，やや高度な演習。

④C/S型のシステムに作り直すパターン。現状では管理系・現場実行系のサブシステムが１つのシステムとして共存しているが，ネットワークを駆使して分離したシステムにする。

⑤他の生産管理システムと連携するパターン，例えば，生産計画システムから製造オーダを受取る，作業完了後のオーダを生産実績としてシステムに返すなど。

また上記①の作業改善などを行っていく中で，様々な治具を思いつくことも想定されます。基板検査のような業務では，検査治具をオリジナルの組込みシステムで開発するパターンもありえます。このように「ものづくりのプロセス」を理解する・創意工夫するための素材・ヒントとしてこの雛形システムを活用していきたいと考えています。

５．教材の活用

雇用・能力開発機構石川センターでは，平成20年度より生産工程管理技術科を立ち上げ，本教材を使っての訓練をスタートしました。当科では，まずネットワーク，生産管理の知識，5S，計測の自動化などを学び，訓練の３ヶ月目では無線バーコードハンディターミナル（デンソー製），携帯型バーコードプリンタ（サトー製）を用いた，発注→受注→出荷→入荷の流れをシステム化する演習を行っています(図14)。

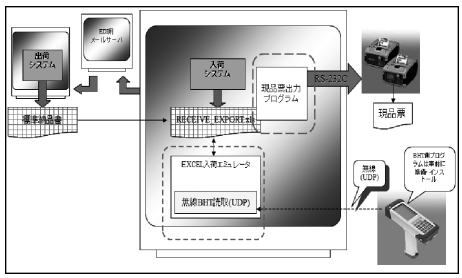


図14　３ヶ月目の「出荷→入荷システムの作成演習」のイメージ図

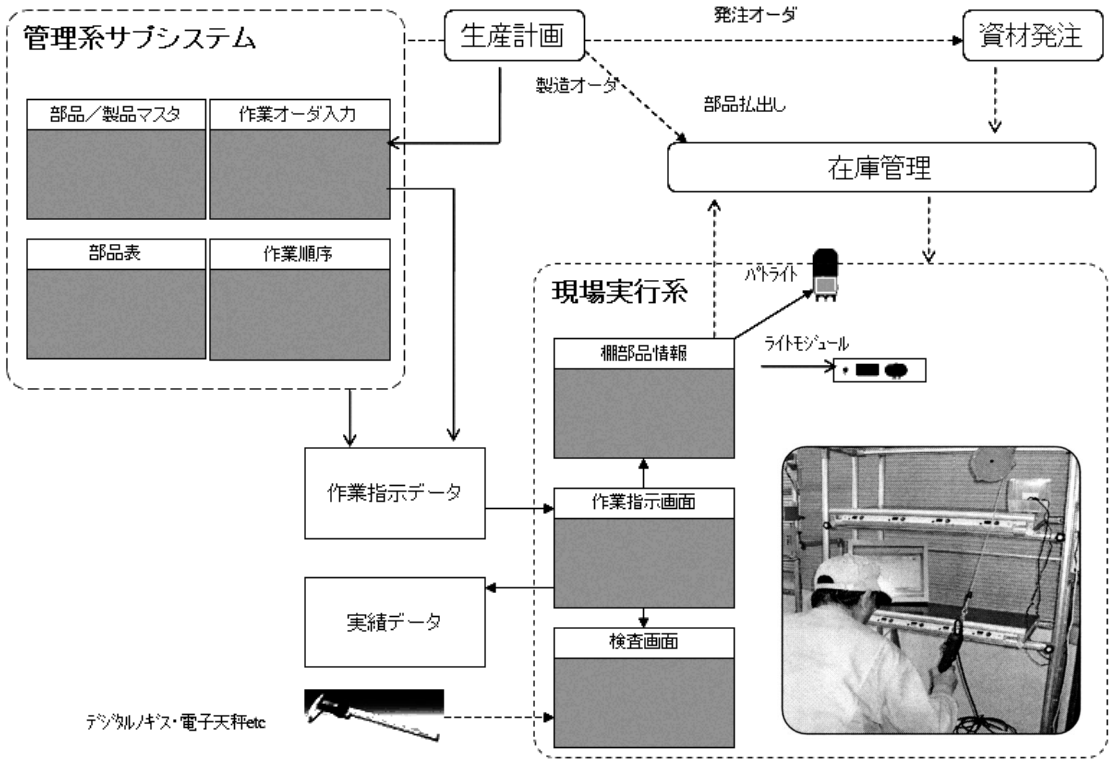


図15　６ヶ月目の作業支援システム構築実習のイメージ図

作業支援システムを用いての演習は，６ヶ月目に行います（図15)。当面は，先にあげたパターン②と④の併用での訓練課題を想定しています。

６．今後の課題

今回のシステムは作業支援システムの雛型を提供していることから，まだ発展途上の余地は残っています。最大の問題は，Accessを利用しているので，画像データを保持すると標準時間の表示スピードが遅くなってしまう点です（１秒以上)。VB.NETに書き換えたシステムでは，画像データによる遅延は見られなかったので，将来的には書き換えが必要かと考えています。パターン①のような演習を想定する場合，部品の手配・保管が容易，かつ単価が安いものを考える必要があります。

７．まとめ

今回の雛型は，デジタル屋台の理解することもさながら，訓練生自身が「効率的な生産方法」を考える素材として使うことを目的に作成しました。単なる小手先のシステム化・知識の伝達ではなく，従来から日本人がこつこつと創意・工夫してきた「ものづくりのプロセス」とその底辺にある「考え方・心構え」みたいなものがこの教材を通して伝えられたらと考えます。

最後に，今回の教材作成に様々なご意見をいただいた方々に謝意を申し上げます。

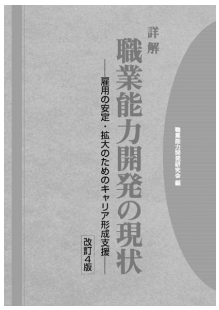
＜参考資料＞

1）大野耐一：「トヨタ生産方式～脱規模の経営をめざして」ダイヤモンド社
2）遠藤功：「見える化」東洋経済新報社
3）平野裕祐：「図説MRP用語500選」日刊工業新聞社
4）岩室宏：「セル生産システム」日刊工業新聞社
5）竹内登：「セル生産方式」日本能率協会マネジメントセンター

改訂4版　2月発売開始!!

詳解 職業能力開発の現状 改訂4版

―― 雇用の安定・拡大のためのキャリア形成支援 ――



職業能力開発行政 最新の施策と動向が詳しくわかる

職業能力開発研究会 編

ジョブ・カードの概要、
キャリア・コンサルタント制度の報告書等大幅追録！

第1章 日本の職業能力開発
　職業能力開発促進法の概要／職業能力開発基本計画　ほか
第2章 雇用の安定・拡大のための職業能力開発施策の枠組みの構築
　個人主体のキャリア形成支援の必要性とその手法／
　企業に対する支援の在り方／ジョブ・カード制度　ほか
第3章 第8次職業能力開発基本計画の策定と職業能力開発促進法の改正
　現行職業能力開発促進法成立の経緯　ほか
参考
1　第8次職業能力開発基本計画
2　人材による成長を導くために
3　「生涯キャリア支援と企業のあり方に関する研究会」報告書
4　「キャリア・コンサルタント制度のあり方に関する検討会」報告書
5　「平成19年度キャリア・コンサルティング研究会」報告書
6　平成19年度ものづくり白書(ものづくり基盤技術の振興施策)について
7　平成19年度能力開発基本調査結果概要

A5判／378ページ
定価 3,150円（本体3,000円）　ISBN978-4-87563-246-7

■発行所　社団法人 雇用問題研究会　http://www.koyoerc.or.jp
〒104-0033 東京都中央区新川1－16－14　電話 03-3523-5181（代表）FAX 03-3523-5187

技能検定学科試験問題解説集

技能士を目指す方を応援します！　●公表された学科試験問題について、解答を付けて解説

1級、2級　学科試験問題解説集

第4集	金属熱処理	定価●¥2,310
第7集	切削工具研削・放電加工	定価●¥2,630
第11集	建築図面製作・テクニカルイラストレーション	定価●¥2,100
第18集	建設機械整備	定価●¥1,575
第23集	建築大工	定価●¥2,416
第27集	婦人子供服製造	定価●¥2,416
第28集	紳士服製造・和裁・寝具製作	定価●¥2,100
第32集	表装・畳製作・印章彫刻	定価●¥2,100
第37集	石材施工・製材のこ目立て・ガラス製品製造	定価●¥2,100
第39集	光学機器製造・写真	定価●¥2,100

特級　学科試験問題解説集

第101集	機械加工・仕上げ・プラスチック成形	定価●¥3,150

新版　学科試験問題解説集

No. 1	機械保全	定価●¥2,625
No. 2	配管	定価●¥3,150
No. 3	塗装	定価●¥3,150
No. 4	型枠施工	定価●¥1,575
No. 5	鉄筋施工	定価●¥2,100
No. 7	内装仕上げ施工	定価●¥3,675
No. 8	冷凍空気調和機器施工・熱絶縁施工	定価●¥2,625
No. 9	仕上げ	定価●¥2,625
No.10	機械・プラント製図	定価●¥2,310
No.11	機械検査	定価●¥2,100
No.12	機械加工	定価●¥3,150
No.13	造園	定価●¥2,100
No.14	金属プレス加工	定価●¥2,100
No.15	金属材料試験	定価●¥2,730
No.16	鉄工	定価●¥3,150
No.17	建築板金	定価●¥2,730
No.18	工場板金	定価●¥3,150
No.19	めっき／ダイカスト	定価●¥3,150
No.21	電子機器組立て	定価●¥1,890
No.22	電気機器組立て	定価●¥3,150
No.23	電気製図	定価●¥1,890
No.24	油圧装置調整	定価●¥1,680
No.27	農業機械整備	定価●¥1,890
No.29	表装	定価●¥2,310
No.30	建具製作	定価●¥2,100
No.31	左官・タイル張り	定価●¥2,625
No.33	防水施工（前期実施試験科目）	定価●¥2,940
No.34	防水施工（後期実施試験科目）	定価●¥3,360
No.35	とび／かわらぶき	定価●¥2,625
No.36	サッシ施工／ガラス施工	定価●¥2,835

お申込み・お問い合わせは　**社団法人 雇用問題研究会**

http://www.koyoerc.or.jp　〒104-0033 東京都中央区新川1ー16ー14　電話 03-3523-5181　FAX 03-3523-5187