

# トピックス

## 「物流におけるヒューマンファクター」

武蔵工業大学大学院工学研究科教授 武田 正治

郵政研究所では、今後の郵便事業の在り方を検討するため、「物流連続講演会」を開催しています。第七回目は、平成14年8月21日(水)に武蔵工業大学 大学院工学研究科 武田正治 教授をお招きし、「物流におけるヒューマンファクター」と題し、ご講演をいただきました。

今回は、武田教授ご了解のもと、講演抄録を掲載します。

### 1 はじめに

私は古くから倉庫計画や配車計画等物流全般に渡って研究を行ってきて、大学ではエルゴノミクス、人間工学を専門としています。

今回は人間に関する切り口でお話をさせていただきたいと思います。

先ほど、お話を伺いましたら郵便関係現業職員は約14万人いるということですが、その14万人に焦点を当てた場合に、今後の民間との競争に耐えていくときに一番大きな問題は恐らく、人件費の問題だと思えます。

その人件費は民間では、どんどん人間の機能に対して支払われていくようになってきています。つまり、その人がどういう働きを持っているかという事に対して支払われるわけです。ところが公的機関の人件費というのは年功序列型です。

そういった中で問題を解決していくためには、

人件費の構造改革よりも生産性の向上で解決する方が問題は易しいと考えています。

### 2 物流業の位置付け

物流業の位置付けを私なりに考えますと、生産性の背後には集配、仕分け、分類などの労働集約型の作業工程があります。今後、郵便事業でもこの労働集約型からの脱皮を計っていくものと思われます。労働集約型からの脱皮というのは、限られた仕事の領域に留まることを認識する必要があります。限られた領域というのは、例えば、配達一つとっても、その領域を拡張して、例えば配達員が仕事の上で満足感が得られるような状態を与えることは、困難であるわけです。

与えにくいけれども、一方において配達の意義には、公共的な使命感が求められるわけですから、常に緊張しなければならないきつい労働ということになります。また、労働集約型である限り、人間の労働生産性と信頼性の高いサービスの向上は必須の課題です。

更に、都会では住民移動が盛んになり、コミュニティの崩壊が進んでいますから、近隣の親切に依存していた配達エラーの修復などを阻害します。集合住宅も高層化することにより、配達の生産性を阻害します。

そして、パートやアルバイトによるコストダウンの施策を実行しようとする、どうしてもモラルの低下というのが問題になってきます。顧客満

足度は、どの企業でも重視していますが、お客様を満足させる場合、モラルに裏付けられた人間が仕事をしないと、チョットした不誠実な動きというのが信頼度を落としてしまうわけです。

そういう点でモラルの低下というのが若い人の間で非常に蔓延していますが、労働がパート・アルバイトにシフトしていくと、労働の使命感としてのバックボーンが欠如してしまい、どうしても信頼性が欠けるということになります。

また、物流業界では自動化が進んでいますが、あまり自動化が進みすぎると、自動機の弾力性の欠如と市場からの要求との板ばさみによる例外処理の増加が必ず増えることになります。これからのシステムは、弾力性・スタビリティというものも併せて持たないと大きな問題が生じます。

例えば、行過ぎた自動化により、物流で一番困っているのがビール会社です。ビール会社というのは貨物が標準化されまして自動倉庫がいち早く導入されたのですが、末端の物流は品種が多くて、どんどん分岐して行って、パレット取引が困難になってきています。そうすると普通だったらパレットで工場から出して、パレットで納入すれば良かったものをパレットの上からいくつかの品物を人間が取り出して、それを別のパレットに積み替えるというので、自動倉庫の稼働率が3分の1くらいになっています。サービスのために徹夜でそういう仕事をやらなければいけないということで、大変なコスト高を招いています。結局、川上であまり自動化をやってしまうと、川下のマーケットから顧客満足を要求してきたときには、工場まで遡って逆流してくるわけです。郵便の配達でも宛先に書いてある家が見当たらないのが一番コストがかかると思います。物流というのは、逆流のコストは非常に高くなります。

今後、マーケットの要求が様々な形でサービスの変革を求めてきます。その時に、いきすぎた自

動機を置いていると、そのままシステムが陳腐化してしまうことになります。

そういったことを考えまして、人間の研究による対策が急務なのではないかというのが、次の話です。

### 3 人間の研究による対策が急務

現在、世界中でユーザビリティ（使い易さ）の研究が盛んになってきています。

これは、人間の往来が短時間で大量になってきていることが、各種の事故につながるといった事態が増加していることが背景としてあります。例えば、A国からB国に引越をした人が、ガス栓を逆に捻って火事になったということがあります。これは、A国とB国ではガス栓の締め方が逆になっていることにより起こったわけです。日常の水道の蛇口にしても、上下・回転型・複合型などで面食らうなどです。こういうことは目立ちませんが、大きな社会的課題になっています。つまり人間というのは、基本的に日常の行動をアフォーダンス（「環境が構造的に持つ情報」）と言いますが、そのアフォーダンスに支配されているわけです。例えば、皆さんが朝、自宅を出て職場に着かれるまでに、どういう階段を上がり、どういうドアがあったか、その途中でどういうスイッチを押したか、というような諸動作について記憶はほとんどないわけです。それは、日常の行動として人間の体に自然に身につけてしまったものです。

それから、非常に問題視しているのが、脳の視床下部の発育不良による勤労意欲の後退です。暑ければクーラーがあり、寒ければヒーターがあることによって、人間を取り巻く環境というのが常に快適に保たれています。また、食事も必要であれば満足いくまで食べられる。つまり、人間にかかるストレスがほとんどないために、脳の視床下部が未発達になるわけです。そうすると、勤労意

欲が後退し、物流業のような肉体作業に従事しなくなる、従事しても労働の質が低いといった事態が起こるわけです。

これを解決していくためには、人間を研究することによる対策を立てることが何よりも重要です。

#### 4 物流業を環境条件から見た人間側からの評価

##### (1) 視 覚

物流業を環境条件から見たときに、どのようになっているかという観点でお話します。

例えば、配達の人があります。日陰があります。日陰と天空照度とでは、照度が10数倍から100倍に瞬時に変化します。こういった環境で、人の名前をきちんと確認しなさいというのが妥当なのか、ということがあります。

例えば、紙は白色よりもグレーの方が本当は読み易いのです。コントラストが強いと確かに見た目には鮮やかですが、太陽の光があるところでは、鮮やかすぎて困るのです。したがって、そのような人間の目の性質というのを考えないとエラーの原因になります。昔は配達員は徒歩でした。今は自動車やバイクに乗っています。そうすると、視覚環境が昔のような場合とは全く違うわけです。明暗の変化に生理的順応が遅れて、速さと遅れによるトラブルが当然起きてくるということです。視覚、「見える」というのは図形で認識するわけです。そういった時に屋外作業というのはコントラストが弱い、輪郭線が曖昧、グレア（まぶしさ）の防止が難しくなり、モノを認識しづらくなるわけです。また、自動車やバイクに乗って動いている時に、人の家の表札を見る場合には、人間の動視力を使用します。動視力というのは静視力より認識率が悪いわけですから、動くものは見難い。人間が動いているわけですから、当然一定のエラーを起こし易い環境が揃っているということです。そして、「見る」ということには注意が必

要です。注意が必要というのは、我々は見ようという意思がなければ見えません。光としては網膜に入っている、その人が見ようとする意思がなければ見えません。

従って人間にモノを見させるためには、注意配分が必要になります。誘目性、視線を誘って、識別させて、恒常性を打開することが必要です。恒常性の打開というのは誤りなく配達するためには、下瀬谷 に来たら、武田 さんと武田正治さんがいるなど、そういうことを頭の中で考えて、そして間違いを犯さない準備がいるわけです。しかし、それを配達回数の多い名前のみが頭に浮かぶということになると、それは恒常性に支配されているわけです。従って、この恒常性を打開する何らかの方法を取る必要があります。

人間の脳というのは1回1回が独立事象だとエラーをしません。例えば、皆さんに10枚の葉書を1回数えさせると、100%間違い無く10枚を数えると思います。ところが10万枚与えて、10枚づつ一定時間で分けてもらうような作業をしてもらった場合、正しく分けられる人は恐らく一人もいません。人間は単純な仕事は誰でも出来ますが、それを継続して繰り返したときに、1回1回を独立事象として取扱えるという人はいません。だから、そのような脳の働きに応じた作業の設計がいるわけです。また、現場では、人間の死角となる部分が多いです。屋外作業は特に多くなっています。そういった現場の実情に応じた形でシステムを考えていくことが必要です。

##### (2) 聴 覚

現場では、マスキングが起こりやすくなっています。マスキングとは、作業指示や作業員間の会話がソータのような機械の騒音がかぶさってしまうことにより、聞き取りにくくなることです。従って、放送設備を充実しなければいけません。

また、騒音と振動は、人間のスタミナを奪い疲れの原因になるので防止に努める必要があります。

人間のスタミナというのは実は腰と腹筋です。マラソンも腰と腹筋で走っている。結局、スタミナというのは、胃の位置、肝臓の位置、胆嚢の位置、そういう位置が全部狂わないということです。体力の基本は腰と腹筋です。郵政の現業作業は立位姿勢が多く、現場の人たちが腹筋を鍛えて、内分泌系がきちんと働く、そういう状態を如何に健康管理で作りあげるか、それが大切です。

## 5 物流業は意識改革が必要

人間から見た物流現場は3K職場の典型です。従って、現業責任者は、意識改革をする必要があります。昔の自分たちの現場は、クーラーも何にもないところで頑張ったんだからといって、自分の体験を押し付けることはやめましょう。昭和40年以降に生まれた人間は、全てに恵まれた環境に育った人ですから、そのような人間を有効に使おうと思ったら、物流環境を根本的に改善しないと優良な労働力は得られません。

物流というのは「ミッション」、「モラル」が基本です。仕事が単純であっても使命感をもって、人間同士のコミュニケーションに配慮し職場の一体感を醸成する必要があります。アルバイトやパートでコストを下げれば良いのではなくて、ミッションやモラルを確立して、仕事の質がどれだけの国民生活に大きなやすらぎや色々なものを与えていくのかという、その背後にあるものを意識して、単純であっても仕事に一生懸命携わる人達を有効に活用することが必要です。

物流品質というのはそこに携わる人的品質を保証しない限り顧客満足は得られないと思います。アルバイトの人たちに仕事を任せて、そこで「まあいいや、どうせ今日で最後だ」みたいな気持ちで働いて、その人が顧客満足度が得られない

ような仕事をしたとしても、その人に代償を求められるかということです。そして、民営化などの企業の危機管理は人間管理からです。人材は快適な環境下で初めて得られるという考え方で現場の環境を変えていかないと、SCM(サプライ・チェーン・マネジメント)といっても根本的に駄目だと思います。

## 6 作業システムの正しい設計基準

そういった意味で、作業システムを正しく設計してもらいたいと思います。作業システムとは、「何か」というと、目的達成のために条件設定された環境下において、特定の成果を達成するために人と作業設備がお互いに良い関連を持つようにシステム化されたものです。

そして、作業任務を正確に把握する。それは作業システムが意図する成果ですから、その成果をきちんと把握する。そして、作業システムで使用される道具・機械・装置等の作業設備を適切に使用する。

作業システムの中で重要なのが、作業工程ですが、ともすると現場では作業システムにおける構成要素間の一連の時間的、空間的關係が良くないケースが多いのです。また、現場ではロールボックスやかご車を使いますが、何のためにあるのかということが、そこで働いている人の知識としてはあっても、そのかご車が、何のために存在するのかなど目に見える表示がない。表示されているということは、その表示を見ることによってアルバイトやパートが何をすればよいのかが分かり効果的に使えるということです。そういうものがないと、アルバイトがいちいち責任者やベテランを捕まえて聞いたりします。その結果、ベテランの人の作業能率を著しく削ぐというのが、物流の現場によく見られる風景です。そういう人間の一拳手一投足が、コストを左右しているわけです。

そして作業場というのは、作業システムに割り当てられた領域ですが、このあたりが統一されたものではなくて、昔から現場で行われている状態が放置されていることが多いのです。例えば、私は郵便局に再配達の商品を受け取りに行くのですが、  
を受け取りたいと言ったら、一々郵便局の奥に飛んで行って、色々作業をしていますが、なんでそんなに走りまわって作業をしなければならないような配置にされているのか理解できません。何年たっても改善されないわけです。結局、顧客はいらいらしながら待たされるわけです。非常に無駄だと思います。

小さな局の責任者がそこで働くことの意味は何かと言ったら、机に座って印鑑押していれば良いというものではありません。その局における従業員の作業場の設計などに配慮して、現場の改善を行い、省力化・節人化による効率化をできる人材にすべきです。研究所で普遍的なモデルを構築して、人材養成の教育がきちんと組織的に行われているようにすべきでしょう。

そして、作業ストレスというのは外的負荷ですから、人間の恒常性を乱すように作用する外的条件や要求がどのようになっているのか、人に加えられた作業ストレスが個性や能力と関連して影響する生理的・心理的な負担、これを内的反応と言いますが、これをきちんと考えた上で設計を行って下さい。

## 7 一般原則（作業場と作業設備の関係）

作業システムを設計していく上での一般原則ですが、まず、人体寸法に関連した事項を説明します。よくトヨタ自動車の優秀性は、ジャストインタイムで成り立っているといいますが、私は、それに加えて、トヨタは「マッスル（筋肉）利益」だと思います。つまり、トヨタ自動車が最初にやったのは工員の身長差を現場の床の上下によ

り最適高さにしたことではないかと思います。すなわち、人間の力や動作が正確にスムーズにできる作業面高を重要視したコンベアラインの設計をしたことだと思います。これは、私の知る限り、国内の自動車会社では唯一です。人間の力が最も生きることが低コストハイ・プロフィットをもたらします。ボルトを締めるときも、力が最も出るところでの取扱ですからトルクレンチの取扱も正確にできるでしょう。皆さんが経験されているタイヤの交換でも力に余裕があるから、作業は正確・早い・エラーなし・になります。

作業システムの設計をしていく上で重要なのは、

- ①作業面の高さは作業の性質に適合しているか
- ②肢体運動が自由にできる作業空間は確保されているか。腰を曲げたら背中が、ロールボックスにぶつかるとかそういうことがあれば人間の体は必ず察知して緩慢な動作をしたり、そちらに注意しながら仕事をしますから、上手くできません。
- ③操作具は手や足が自然に届く範囲にあるか
- ④握りやハンドルは手の機能に適合しているか。

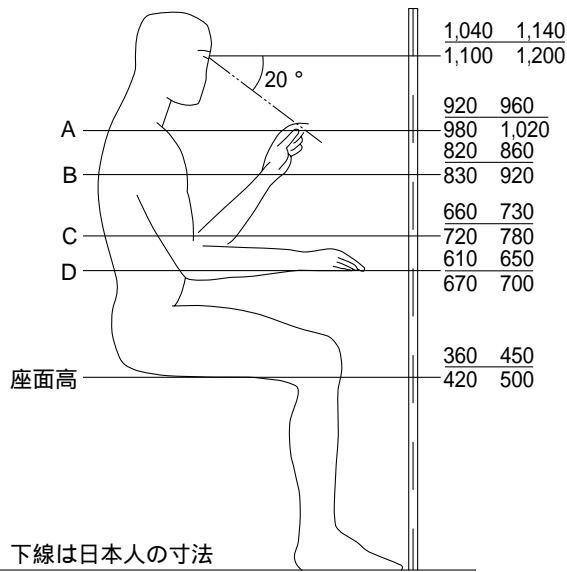
そして、作業場と設備の関係では、

- ①作業をする際に不必要なあるいは過度の筋肉、関節、靭帯に負荷をかけない。
- ②作業をする際に過度の呼吸および循環系の負担を避ける。エラーは呼吸の乱れから起きます。
- ③動作は自然のリズムに従う。
- ④その動作が姿勢、力の発揮など交互に調和しているということが大事です。

### (1) 作業姿勢

①作業姿勢は立位より座位を選ぶ。立位ですと、RMR（Relative Metabolic Rate：エネルギー代謝率）で、2倍以上違います。皆さんでもそうですけれど、立ちながら計算してみてください。スピードと正確性がぐんと落ちますから。座ってきちんと考えるのとでは全然違います（図1）。

図1 座位作業における適切な高さ



②大きな筋力が必要ならば、適切な姿勢をとらせ適切な体の支持装置を用意し、体を通る力の連鎖やトルクのベクトルを短く単純にすること。

③静的筋疲労を生じさせる姿勢を取らせない。持ったまま立っているというのは、心臓から血液の供給がないのに筋肉は働かなければいけないわけですから、そういう作業はできるだけ避けなければいけません。

## (2) 筋力

①必要とする力は作業者の身体能力に合っていること（重量の上限は男性で20kg、女性で12kg）

②筋力より強い力は出してはならない。

③長時間中断することなく同一の筋肉の緊張を持続させてはならない。特に静的筋緊張は避けること。そして、8時間労働で最大延べ重量負荷は10,000kgを超えてはならない。現場ではこれを超えて、3倍くらいになっているケースをよく見かけます。

## (3) 操作具

①体の特性に合った技能、正確さ、速度、力につ

いて必要条件を満たすこと。

②各操作具の機能は、混同することなく簡単に区別や識別できること。

③操作具は不意の誤操作に起因する危険に対して隔離・保護されていること。

④他のシステムのスキルがもたらす無意識操作を含めた人間特性を考慮すること。この「他のシステムのスキルがもたらす無意識操作」というのは最初に言ったアフォーダンスに支配されているということです。某化粧品会社の配送センターで実際に起こったことですが、商品棚で品物の下に品名が書いてあって、棚の上から取りなさいと言っているのに下から取ってしまう、何回注意しても忙しくなるとやってしまう。

原因を調べたら、長らく隣の会社の物流センターで働いていて、そのセンターの表示が逆だったということがありました。

## (4) 信号と表示装置

信号と表示装置については、

①認知機能に適合した信号と表示をすること。働いている人が40歳をすぎたら、白内障に光の透過度が落ちますから、大体20代の2倍が30代の照度、40代は20代の4倍の照度がいわれています。歳を取った方が働いておられれば一応その職場の明るさは千ルクス以上必要です。それで、歳を取った方で何が問題かという歳を取っていると読めないものを知識で読んでしまいますから、これがエラーの原因になります。

②信号や表示が多いときは、順序を付けるか、大小を付けるかあるいはグループ化して識別を容易にする。

③注意信号や危険信号は、信号の強さ、形、大きさ、対比、突起、S/N比（シグナル/ノイズ比）などに注意して聴覚、視覚、触覚を用いること。

④過大負荷と過小負荷を無くすこと。物流業では暇になったり、非常に忙しくなったりということがどうしても起きやすいわけです。貨物が集荷されてくるとワッと忙しくなって、間隔があいて、また、ワッと忙しくなる。そういう仕事は、非常にリズムが取りづらい訳です。その時に集中力の維持ということを、どのように図って行くかということなのです。

## 5) 作業環境の設計

作業環境の設計は、

- ①気温・換気・光・音・障害物・路面の凹凸・突起・動作空間の物理的接触・機械動作空間の確保に注意して下さい。力のベクトルの単純化、モーメントが小さくなるように設計して下さい。
- ②着衣、換気、温熱の不快感の削減をして下さい。
- ③照明は、輝度・色彩・均質性・グレアーの防止・作業者の年齢に配慮をして下さい。文字の大きさも当然です。
- ④騒音対策をきちんとして下さい。音圧レベル・周波数分布・騒音暴露分布そして閾値がシフトしますから、それらを考慮して下さい。危険信号のシグナルは2,000Hz~3,000Hzで設計して下さい。
- ⑤振動対策は人間の内臓との共鳴防止、目振防止を考慮してください。これは、例えば、乗用車で疲れる原因は、内臓と乗用車の振動が共鳴することにより起こります。ですから、フォークリフトなんかでもできるだけバッテリー式にしてできるだけ振動がしない、床の凹凸を無くす、そういうことが大切です。

## 6) 作業工程の設計

そして作業工程の設計で留意する点は、

- ①肉体あるいは感覚は過大負荷・過小負荷により疲労するということを考慮すること。
- ②入荷・出荷・入庫・出庫・ピッキング・検品・

返品・取卸し品、積込み品、積送品などが明確に区別できるように場所・容器・帳票・グルーピング・棚などで区分して下さい。

③検量器具・検量方法などが間違いなくできる環境の保証

④シミラリティの差別化と警告。似て否なるものの差別化です。例えば、似たような住所に似たような名前の人がいるとかそういう場合にどう対処するかということなのです。

⑤フレクエンシーエラーの区別と警告。フレクエンシーエラーというのは、回数が多いものが記憶に残ってエラーを誘発するというものです。

⑥ピッキングは棚番のみで行う。帳票は現場作業者に見易くを最優先する。

⑦スキルは適当な感覚で初心に戻す。

⑧サーカディアンリズム（「生物に内在する毎日のリズム」）を考慮する。

⑨作業者間の能力差異の解消を考慮した設計が必要です。

## 8 動作経済の原則

そして、動作経済の原則に従って配置することが必要です。

- ①動作間の良いバランスを確立する。動作の範囲、強さ、速さ、ペースは互いに調節可能なこと。
- ②正確さを必要とする動作は大きな筋力であってはならない。
- ③動作の遂行とタイミングは専用の誘導装置により容易にすること。
- ④動作は律動的・自動的に、動作は単純化し注意を不要に。
- ⑤両手は同時に反対向きに左右対称に動かす。
- ⑥可能な限り慣性・重力・自然力を活用、作業点の高さを合わせる。

## 9 動作能力活用の原則

足または左手でできるならそれらを活用する。なるべく両手が同時に終了するようにする。両手が同時に休まないようにする。

## 10 動作量節約の原則

できるだけ動作のエネルギーを小さくする。手の届く範囲に材料や道具を置く、動作要素を少なくする、工具を組み合わせたり、取り易い容器を活用する。長時間の保持には保持具を工夫する。

## 11 単調感からの開放

作業が単調になっていくと、単調感からの開放が重要になります。そのためには、

①職務拡大 (Job Enlargement) 仕事の横幅を

拡張して単調性を打開する。

②職務充実 (Job Enrichment) 業務を主体的に選択する自由裁量権を持たせる。

③ジョブ・ローテーション (Job Rotation) 特定の期間ごとに職場や仕事を入れ替えるということをやりながら、単調性の中に生産性を見出していくことが必要です。

## 12 最後に

以上が作業システムを設計していく上で必要な事項です。

今後、郵便事業は民間との競争が一段と厳しくなっていくわけですが、これまで考慮されることが少なかったであろう人間工学の観点から、郵便システムを見直すということが効率性向上のために必要になってくるものと思います。