



「人間」を工学する！？

伊藤研究室～経営工学科



伊藤 謙治 教授

工学といえば、機械でガチャンガチャンとか、薬品のおいがする室内で試験管を振り回す、あるいは建造物を築き上げる、等といったイメージがあるのではなからうか。勿論それらの学問のほとんどは我が東工大でも扱われている。だが最近になると経営工学、教育工学、社会工学、人間工学等の耳慣れない学科も増えてきた。そもそも経営学、教育学、社会学などの学問は工学とはまるで反対の方向にあるといっても良さそうなものだし、人間工学といったら何をしているのか名前からは判断がつかない。

今回取材に伺った伊藤研究室は、東工大にただ一つだけあるという人間工学の研究室である。



人間工学の誕生と変化

「人間工学」というと、まるで人間にそっくりの機械でもつくりあげるようである。それならばロボット工学と言ってもよさそうな気がするが、ひょっとするとロボット工学より医学に近いのだろうか？等と様々な想像をする人もいるだろう。

人間が機械や環境と接していると色々な問題が生じてくる。人間工学の目標は、いかにして人間が機械や環境と接しやすいように対処するかということである。早い話が、人間に関わる機械、環境、行動や活動ならば全て研究の対象となりうるのである。そこで人間が機械に向かっているときどのように考えながら行動しているかを知る必要がある。

例えば車の運転。使いにくいところはいくらでもあるはずだ。そうでなければシラフの人が頻繁に事故を起こすはずがない。何が原因で事故が起きるのか、人間が車を運転しているときの様子を細かく分析する。この分析をもとに運転しにくいと思われるところを改善していく。この一連の処理もまた人間工学の仕事の一例である。

人間工学の歴史はおよそ100年。アメリカでは、機械に接しながら人間はどう感じているかという観点から心理学の発展として生まれた。一方ヨーロッパでは、人間の作業を通して機械と人間の関わりを研究していた。その二つが日本に伝わってきたのは数十年前。両方とも人間工学という名前で入ってきた。そのころの日本は戦後間もない時期であり、工業界が最も活性化していた頃で、工場等で直接製造に携わる肉体労働者が多かった。肉体的な作業は端から見ても何をしているか分かるし、生産性がモノや数値で容易に測れる。となるともっと効率よくするために機械の位置や機能を変えたりして、人間が使いやすいようにしよう、等といった研究がしやすかった。反面、頭を使って働く仕事は客観的に評価しづらいので生産性を上げるための改善策も立て難い。そもそもこのような仕事で生産性をどのように把握しようかということそのものが難しいのだ。難しいということで後者はあまり研究されなかった。

しかし近年、体を動かすだけで済む単調な作業

は次第に機械にとって代わられるようになり、頭を使う仕事が増えてきた。勿論、肉体的な作業も残ってはいるが、それらも頭を使うことが多い。



乗り物の制御

車や船、飛行機、電車などの乗り物の運転。これらは頭も使うし身体も使う。人間工学でしばしば取り上げられる研究課題である。乗り物が事故を起こすとき、大抵は人間の誤操作が原因となっている。だが自動車はともかく、飛行機は事故を起こすと大きな被害が出る。もともと人間は間違いを犯しやすいものではあるが、仕方がない、の一言で済ませるわけにもいかない。だから、飛行機は一度や二度の誤操作では事故が起こらないようにできている。結局事故が起きて大きな被害を出すところにおいては人間工学が大いに利用されているわけだ。

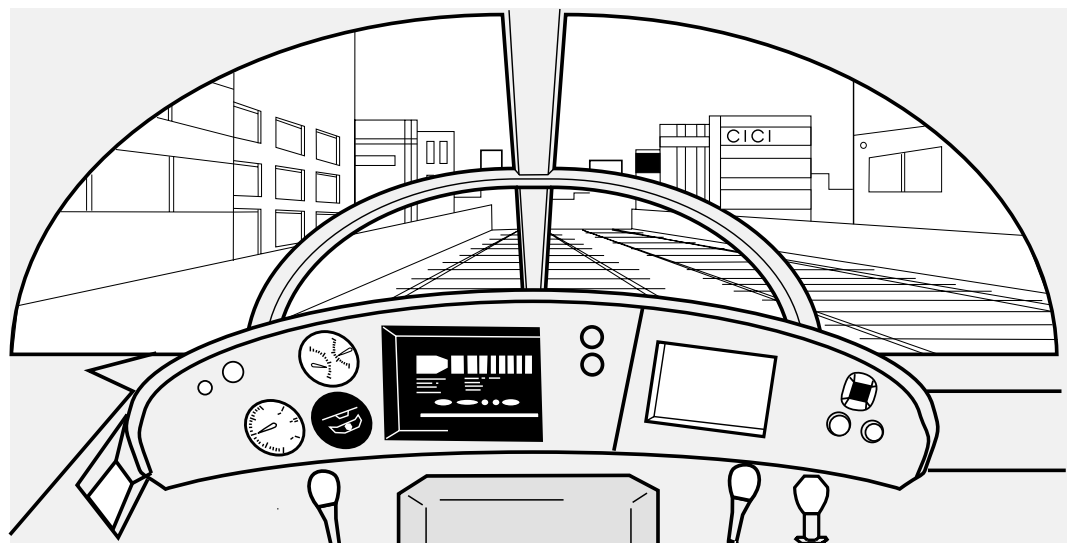
このような頭を使った仕事を分析するには様々な方法があるが、例えばプロトコル分析という方法がある。簡単にいえば、今何をしているか喋ってもらうのである。例えば車の運転手ならば「ミラーを見て後ろに車がないことを確かめます。その後ハンドルを右に少し動かして追い越し車線に出て、アクセルを更に踏み込んで加速。ただどこここからは下り坂なのでアクセルを弱め…」と詳しく喋らせる。だが運転に慣れてくると細かな処理はほとんど自動化され、一つ一つの作業を意識

日本における人間工学もそれに伴い、知的な仕事の分析というやっかいな研究が必要になり、更に心理学的な要素も強く帯びてきたわけである。

しなくなり、なかなか口に出てこないのである。

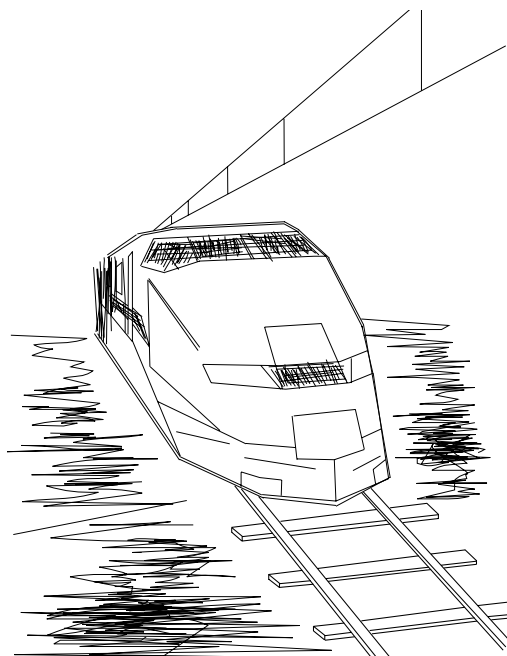
伊藤研究室でかつて新幹線の運転を調査したときにもこの方法をとっている。日本が世界に誇るこの電車も、最近になって欧州各地に対抗馬が現れ、最高速度を更新されてはいる。だが新幹線は開業以来、乗客に対して事故を起こしたことはないという極めて安全な乗り物である。その新幹線に「のぞみ」が導入される際、運転席をどう改良すればよいかということ进行调查したのである。昼間の乗客を乗せた車両なので運転に差し障るようなことは出来ない。そこで運転手の横顔と、運転台からの景色をビデオに録画。そして運転手に自分が今行っている操作を喋ってもらうという方法を取ったのである。このようにして、どのような過程を経て運転しているのかを調査した。

普段は新幹線の運転といったら自動化された仕事が多いのでそこまで難しいわけではない。ただ、駅を時間通りに通過するか否かは運転手の腕にかかっている。だから運転手は地形をあらかじめ覚えて自分でチェックポイントを決めているので、次の駅までの時間がある程度は推測できる。そこへ計器などでより正確な情報(次の駅までのくら



いの速度でいけば時間通りにつくか、等)を与えると一層運転がしやすくなり、信頼性も上がることになる。

とはいっても先に車の例でも述べたようにプロトコル分析だけでは調査の信頼性に乏しい。そこで例えば伊藤研においては、目の動きに注目して



いる。頭の上にアイマーク・レコーダという装置をつけると、その人が何をみているかがテレビ画面上に十字型の印で表される。今度は夜の新幹線補修用車両でこのアイマーク・レコーダを用いて調査してみる。この車両には乗客はいないので、運転手にアイマーク・レコーダをつけて運転してもらった。補修用車両の仕事は、新幹線が全部通過したあとに砂利を取り替えるとか、レールを取り替える、あるいは曲がり直すという具合に線路に異常がないかを調べたり、計画に従ってこれらを補修するというものである。そして補修作業の後に道具の置き忘れがないか等を確認する。あつてはならないことではあるが、線路上に忘れ物もなく終わるのは研究としては面白くない。そこでわざと線路上にものを置き、運転手の眼球運動を測定した。忘れ物を見付けるまでは注意を集中すべくホームポジションがあり、そこを中心に視点を動かしている。やがて忘れ物らしきものを発見するとそれを確信してそこに視線が固定する。

運転手が実際にどのような過程を経て運転や作業をしているかが分かるとシミュレーション・モデルをつくることが出来る。こうして運転時の認知モデルが出来上がる。



調査結果からシミュレーションをつくる

デンマークでも船の操縦の調査を行っているがこれは船舶シミュレータを用いた実験によるのである。デンマークでは橋が架かった狭い海峡を多くの船が行き来しているが、シミュレータ実験でも現実と同じ環境が設定されている。このような実験からも同様にコンピュータ・シミュレーションが可能な認知モデルをつくる事が出来る。ここで強い潮流があるとき、下手な人はどんどん押し流されていくが上手い人はそれでも直進することができる。シミュレーションによって得られた結果はグラフや図のようなもので表される。これを見ると上手い人、下手な人に実物での実験を数多くしてもらわなくても、どこに注意しながら操縦しているか、等がシミュレーションによって分かる。操縦中はあまり大きく眼を動かさない方がよいから見る頻度の高い計器類は中央に持つてくるなどの改善が出来るのである。

これを用いると更にリスク分析をすることが出来る。どのような操縦(運転)をすることによってどのような危険が生じてくるか、などといった、現実では危険極まりない状況での操縦を、実際に実験することなしに明らかにできるのである。ここで他の船がぶつかってくるように設定して実験を行ってみた。最初は少し離れたところを走ってはいるが、こちらに近づきつつあるその船を不安げに眺めている。だが目の前に橋があるのでそちらの方に主に注意がいく。やがて更に近づきつつある船に視線が動くようになり、ぶつかる瞬間になると操縦士はぼーっと相手の船を見つめるだけになる。

このように乗り物においてはまず運転の仕方を調べ、続いてシミュレーションという形でモデルをつくる。そしてそれを操作しながら危ないところを見つけてゆき、改善策を立てるのである。

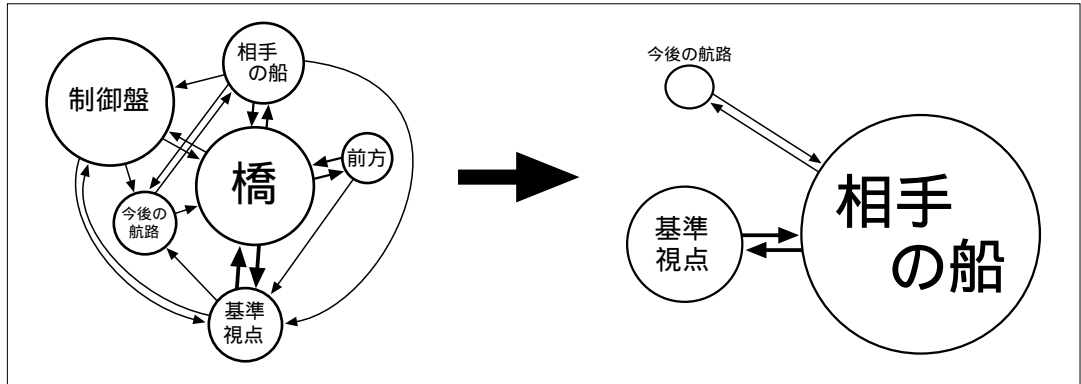


図 向こうから船が近づいてくるときの視線の動きの移り変わり



人間工学の対象の移り変わり

日本では、工場などで身体を使って働く仕事の生産性は非常に高いとされている。その反面、管理職や営業など直接生産に関わっていない人達の仕事は決まった形態があまりなく、いわば自分自身の裁量にまかされていたので生産性のことは考えられてこなかった。とはいっても、これまでそのような仕事は客観的には評価しづかったし、ましてや分析して改善策を見いだすなどたやすく分かるわけではなかった。だからその分野において人間工学はあまり進んでいなかった。しかし、肉体労働はほとんど機械にとって代わられるようになった今日、人間のする仕事はほとんどが頭を使うものとなっている。要するに、モノを作るのは機械、企画をつくるのが人間であるわけだ。機械は一旦作り方を覚えれば休まずに働いてくれるわけだから、この上なしというところまで生産性が上がっている。だから、更なる生産性向上を願うのなら人間が行っている管理職や営業、企画制作などといった漠然とした仕事に手を付けるしかない状況になってきた。

特に管理職の場合、何が生産性を阻害しているかということ、会議が多い、電話が多い、設計者などの場合は加えて環境が整っていないなどの原因が指摘されている。現状を調べるためにはアンケート調査というのも有益な手段である。現在、伊藤研究室では、印刷会社と協力して1200～1300人程の社員データを分析しているという。阻害の中身や程度は部門ごとに少しずつ違うことが予想されるが、細かく分析するためには、どのような知識を使ってどのような過程を経て仕事するのが分からなくてははいけない。更には職場内の人間関係も知る必要がある。このような状況を理解して改善するためにはかつての単純な分析作業だけでは間に合わない。心理学なども大いに必要になってくる。

生産性を上げるため、人間が機械や環境とうまく接していくための学問が人間工学。かつての単調作業を単純に分析していく学問から人間の内面性にも目を向けた、より複雑な学問へと変わってきている。

伊藤先生の本棚には工学関係ばかりではなく心理学、経済学、人工知能等、様々な本が並ぶ。そのほかにも私には理解できなかったが、洋書が多数置いてある。あらゆる方面に目を向けないと今からの世の中では成り立っていかないだろう。

伊藤研究室で何を研究しているかを数頁の文章

で紹介することはとてもできないが、また一つ私たち取材陣の知識・経験が増えたのは確かです。お忙しい中取材と称して押し掛けた我々に特別講義をして下さったことに感謝致します。

(清木 真明)