

フィリップス社アイントホーヴェン工場における 水の消費と貯水容量の解析；その他

H. C. Hamaker (with D. Alma)*

はじめに

本題に移るまえにフィリップス (Philips) 社における私の地位と仕事について説明しておきます。当社はオランダにおける最大の企業のひとつで、中心をアイントホーヴェン (Eindhoven) におき、エジソンが白熱電球を発明して間もない 1890 年に設立され、電球を製造した。1920～30 年はもっぱら真空管とラジオ・セットを製造していたが、1930 年からはラジオの部品も販売しはじめ、その後テレビその他の電子工業関係ばかりでなく非常に多種のものを製造している。たとえばチョコレート会社と提携してある薬品をつくっているが、これはある研究者が光とビタミンとの関係についての研究を行った副産物である。

Eindhoven だけに 30,000 人の従業員、オランダ全土では 60,000 人、関税上の困難を避けるため世界各地におかれている企業全部を合わせると 170,000 人におよぶ。日本では松下電子工業と提携している。全体の中心である Eindhoven には中央研究所 Research Laboratory があり、私はその所員である。8～10 年前に統計学およびその工業への応用の研究のために技術的能率および組織の部 Technical Efficiency and Organization Department が設置された。現在であれば、これは OR 部とよばれるべきものである。この部が工場内諸部門の問題を扱っているのを、私は応用統計学の専門家として外から眺めている形となっている。

以下お話しするのは私自身が参加したケース・スタディのなかでは最上のもののひとつである。あとで他の 2, 3 の例についてもお話しします。

1. 主要な話題

1. 1. 問題について

フィリップス社の Eindhoven 工場は、市中の水道に依存せず、独自の給水設備をもっている。この設備はつぎのような系統にしたがって稼動している。

水源 → 取入ポンプ → 浄水場 → 貯水タンク →
→ 給水ポンプ → 工場。

この貯水タンクの容量を増すことが問題であった。従来は貯水タンクが小さかったために過剰や不足を生じ、取入ポンプを止めたり動かしたり、しばしば変えねばならなかった。ところが浄水場は、流量が安定しているときに良い機能を果すのであって、負荷が変わると水質が落ちる。そ

* 昭和 35 年 6 月 13 日 ISI セミナーにおける要旨。昭和 35 年 10 月 31 日受理。

ここで第1のポンプの運転を一定にするために、貯水タンクをどれだけ増すべきかを定めなければならなかった。

貯水タンクを増す必要は明らかで、その用地もあったのだが、貯水タンクを作るためには立木を3本切り倒さねばならなかった。オランダは日本と同様に人口が密であって、しかも日本とは異なって森林が足りない。それで、立木を切るには上層部に貯水タンクが絶対に必要であることを、数字で示す必要があった。

このような課題にたいしてまず行うべきことは、実態を調査することである。幸いに過去数年間、毎時間の使用水量が記録されていたので、膨大なデータを種々な面から検討した。昼間の使用量が多くて夜少い、週末は減少する、夏は多い、などのことはすぐわかったが、つぎの3つの基本的な要素を確かめるまでには、だいぶ長い間いろいろ考えねばならなかった。

1. 1昼夜を周期とする消費水量の変動が大きい。これはある種の機械が動いたり止ったりするためである。08.00~17.00 が操業時間で、その間だけ動く機械が多いが、夜間も消費量は0でない。タンクの容量は、この変動に十分見合うだけ大きくなければならぬ。

2. 水質を良くするために毎日、一定時間に、次の期間の消費量を予測し、前期間の過不足も考慮してポンプの運転を設定する。予測の誤差によって生じる過不足も貯水タンクで調整しなければならぬ。

第1表 種々の組合せにたいする取入ポンプの給水量

| | Strijp 村におけるポンプの稼働数 | | | |
|---------|---------------------|-----|------|------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 |
| 0 | 0 | 300 | 600 | 900 |
| Acht 村に | 1 | 250 | 550 | 850 |
| おけるポン | 2 | 500 | 800 | 1100 |
| プの稼働数 | 3 | 700 | 1000 | 1300 |
| | 4 | 850 | 1150 | 1450 |

3. ポンプの水量は段階的にのみ変化できる。つまり何台かのポンプのうち、あるものを動かし、あるものは動かさない、というようにしか変えられない。設定できる水量は次のとおりである。水源が2カ所にあり、各水源にたいして Acht 村, Strijp

村にポンプがおかれていて、そこで動かすポンプの数の組合せで水量が決まる。たとえば 1000 m³/hr からは 1100 m³/hr に増すことができ、それは Acht の方のポンプを1台止め、Strijp の方のポンプを1台動かすことによって実現できる。次の24時間の平均消費量が 1050 m³/hr だとすると、ポンプは 1000 m³/hr か、1100 m³/hr にしか設定できないから、このためによる過不足が予測の誤差に加わる。そこで設定できる水量の刻みをより細かくすることによる利益も取上げることにした。

1. 2. データの解析

消費量の予測をいかに行うかがひとつの問題である。1昼夜内の変動を考慮すると複雑になるので、毎朝8時で区切った24時間の消費量を考察した。ただし土曜日は半日制であるので除外した。簡単な予測法として1日の消費量を前日の消費量と等しいだろうと仮想すると、結果は図1のようになる。45°の直線が予測量となるが、実現値は2, 3の点を除いてよく集っている。予測の精度を示す45°の線のまわりの標準偏差は

$$\sigma_p = 44 \text{ m}^3/\text{hr}$$

である。この精度を増すために、前日の消費量および前々日の消費量にたいする回帰を計算してみたがそれ程改善にはならなかったため、この単純な割に有効な方法を採用することにした。

予測の誤差にポンプの運転の設定から生じる変動を加えねばならない。もし小容量のポンプを付加してセットの刻みを d という間隔にしたとする。するとセットの誤差は区間 $(-d/2, d/2)$ 上の一様分布をし、その分散は

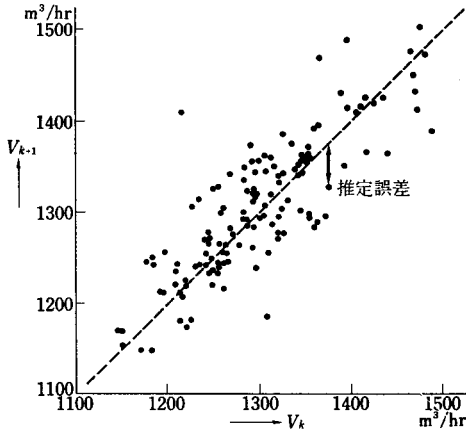
$$\sigma_d^2 = d^2/12$$

である。2つの誤差を合わせると、両者は独立だから、*

$$\sigma_{p+d} = \sqrt{\sigma_p^2 + \sigma_d^2} = \sqrt{44^2 + d^2/12}$$

で、次のような値となる。

| d | σ_{p+d} |
|-----------------------|-------------------------|
| 25 m ³ /hr | 44.5 m ³ /hr |
| 50 " | 46.3 " |
| 100 " | 52.7 " |



第 1 図

これから、給水系に小さいポンプをもう 1 台取付け、今までの半分の 50 m³/hr 刻みで調整できるようにすれば十分であろうと判断した。

1 昼夜内での変動を見るために、1955 年の 11 月、12 月のデータだけを取上げた。それは、この 2 カ月の平均消費量が他の月より多かったため、安全側をとるためである。

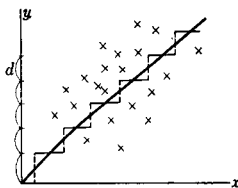
1 昼夜を、消費量の多い昼間 9 時間 08.00—17.00 と消費量の少ない夜間 15 時間 17.00—8.00 に分け、昼夜別の平均消費量を計算したところ

昼間平均 1765 m³/hr
 夜間平均 1330 m³/hr

したがって

$$\text{全日平均} = \frac{9 \times 1765 + 15 \times 1330}{24} = 1493 \text{ m}^3/\text{hr}$$

であり、昼間に生じる不足量は



*) 予測の誤差に、これと独立な設定の誤差が加わるという表現は直観的に過ぎてあいまいである。正確には左図(第1図と同じもの)のように、直線 $y=x$ のまわりの分散が一定であるとき、高さ・はばが一定の階段曲線のまわりの分散を求める、ということになる。これが近似的に上のような和に等しいことを示すには、いわゆる Sheppard の補正を導くのと同一議論が必要。(渋谷)

$$9 \times (1765 - 1493) = 2448 \text{ m}^3$$

に等しく、これはまた夜間に補われる過剰量でもある。

つまり、ポンプが正しい位置に一定に保たれているとすると、昼の間にタンクの水量が約 2500 m³ 低下し、夜の間に回復する。それ故、朝に 2500 m³ の余分がなければならぬが、これではいかどうか、どのような調整の規則を立てればよいか、データについて当たってみた。

1.3. 方策の決定

以下ではポンプの設定は $d=50 \text{ m}^3/\text{hr}$ の刻みでできると仮定する。比較的簡単な規則を考えて出発する。

朝8時にタンクの水位をチェックし、次の24時間内の消費量を予測する。その時刻におけるタンクの規準水量を $\{(全容量) \div 2 + 1250\} \text{ m}^3$ とし、これからの過剰（不足は負の過剰として）は次の24時間で消費するようにする。したがってポンプの設定は

$$(\text{過去 24 時間の平均使用量}) - (\text{過剰}) \div 24$$

とする。ただし月曜日の朝はタンクの水量は規準水量になっているものとする。

実際のデータについて、このような方策から生じる結果を検討したのが第2表である。第1欄が実際の1時間あたりの消費量。第2欄は予測に基づくポンプの設定。第3欄は(第1欄)-(第3欄)で、設定と実際とのくい違いから生じる1時間あたりの過剰。第4欄は(第3欄) \times 24で翌日朝までの累積。第5欄は翌日朝における過剰で、前日の過剰に第4欄を加えたもの。ただし月

第2表 方策を検討するための試算

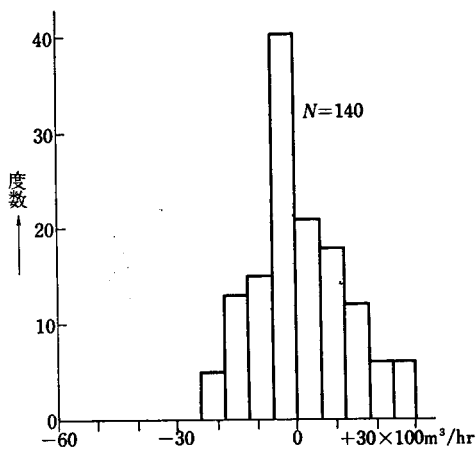
| | 1時間当り 消費量 (観測値) 第1欄 | 見込 供給 量 第2欄 | 1時間当り 過剰量 第3欄 | 1日当り 過剰量 第4欄 | 過剰貯水量 第5欄 | 翌日の供給量の推定 第6欄 |
|---|------------------------------|----------------------|---------------------|--------------------|--------------|------------------|
| 月 | 1319 | 1300 | - 19 | - 456 | - 456 | 1319+(456: 24)= |
| 火 | 1294 | 1350 | + 56 | + 1344 | + 888 | 1294-(888: 24)= |
| 水 | 1320 | 1250 | - 70 | - 1680 | - 792 | 1320+(792: 24)= |
| 木 | 1340 | 1350 | + 10 | + 240 | - 552 | 1340+(552: 24)= |
| 金 | 1294 | 1350 | + 56 | + 1344 | + 792 | |
| 月 | 1320 | 1300 | - 20 | - 480 | - 480 | 1320+(480: 24)= |
| 火 | 1277 | 1350 | + 73 | + 1752 | + 1272 | 1277-(1272: 24)= |
| 水 | 1263 | 1200 | - 63 | - 1512 | - 240 | 1263+(240: 24)= |
| 木 | 1292 | 1250 | - 42 | - 1008 | - 1248 | 1292+(1248: 24)= |
| 金 | 1356 | 1350 | - 6 | - 144 | - 1392 | |
| 月 | 1293 | 1350 | + 57 | + 1368 | + 1368 | 1293-(1368: 24)= |
| 火 | 1324 | 1250 | - 74 | - 1776 | - 408 | 1324+(208: 24)= |
| 水 | 1293 | 1350 | + 57 | + 1368 | + 960 | 1293-(960: 24)= |
| 木 | 1311 | 1250 | - 61 | - 1464 | - 504 | 1311+(504: 24)= |
| 金 | 1254 | 1350 | + 96 | + 2304 | + 1800 | |
| 月 | 1264 | 1250 | - 14 | - 336 | - 336 | 1264+(336: 24)= |
| 火 | 1306 | 1300 | - 6 | - 144 | - 480 | 1306+(480: 24)= |
| 水 | 1361 | 1350 | - 11 | - 264 | - 744 | 1361+(744: 24)= |
| 木 | 1882 | 1400 | + 118 | + 2832 | + 2088 | 1282-(2088: 24)= |
| 金 | 1334 | 1200 | - 134 | - 3216 | - 1128 | |

曜日の第5欄つまり火曜日の朝の過剰は第4欄に等しい。第6欄は翌朝のポンプの設定で、

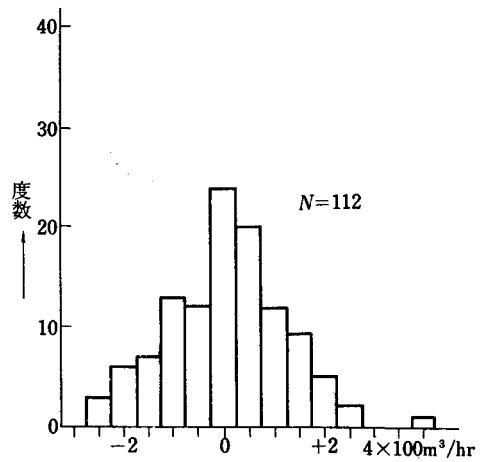
$$(\text{第1欄}) - (\text{第5欄}) \div 24$$

この結果を50の単位で丸めたのが、次の日の第2欄の値となる。月曜日の第2欄は前週金曜日の第1欄の値を丸めたものになる。

このような計算を28週間行い、 $28 \times 5 = 140$ 日の午前8時における過剰のヒストグラムを描くと第2図のようになる。最大の1点を除くとこれらのバラつきは -2100 m^3 と 2700 m^3 の間にある。規準量が 1250 m^3 だから、タンクの容量が 4800 m^3 あればこの変動を吸収できる。もし水位が減少したときに警告を発してポンプを調整することを許すならば、さらに少い容量でもすむ。



第2図



第3図

第3図は、毎朝のポンプの設定で、前日より変更しなければならない量のヒストグラムである。土曜日にはどうせ設定を大きく動くから、金曜日と月曜日との差はあまり意味がないから除く。そのためデータの数は $28 \times 4 = 112$ となっている。このうちの50%は $50 \text{ m}^3/\text{hr}$ 以内の変化ですんでおり、 $200 \text{ m}^3/\text{hr}$ 以上の変化を必要としたのは17日だけである。

その他の方策も考えて、同じような数値実験を行ったが、以上の方策が最上であった。

1.4 より詳しい検討

解析の結果、タンクの容量を決定するための主要な要素は次の2つであることがわかった。

- (1) 昼夜の使用量の差による周期的な変動
- (2) 24時間の消費量推定での誤差。

前者からは 2500 m^3 の容量、後者からは 4800 m^3 の容量が要求されるが、両者を加えたのでは過大に見積ることになってしまう。これを定めるため再び数値実験を行った。今度は1955年の11月7日から12月17日までの毎時間の消費量を基礎とした。これは平均消費量が比較的高い時期である。上の方策を実行したとして、各時間ごとのタンクの貯水量を計算した。5週間の

うちの2週間を取出したのが第4図のAとBである。

Aの方は消費量が安定していて満足すべき状態にある。上の結論であった 2500 m^3 という変動のハバに完全におさまっている。ところがBの方の消費はいちじるしく不安定で、変動がかなり大きい。第4図の規準線は勝手に選べるものであるから、もしタンクの容量が 4000 m^3 なら上下 2000 m^3 の適当なハバをつけられるわけだが、Bの方だと、3回このハバを超えてしまう。

変動の主要な原因は消費量推測の誤りで、上の方策ではその誤差が24時間集積するので大きくなってしまふ。そこでチェックと調整の回数を増せば変動をずっと減らすことができるはずである。1日に2回、タンクの貯水量が大体半分となる正午と真夜中に調整すると、第4図Bの変動がCのようにずっと改善される。

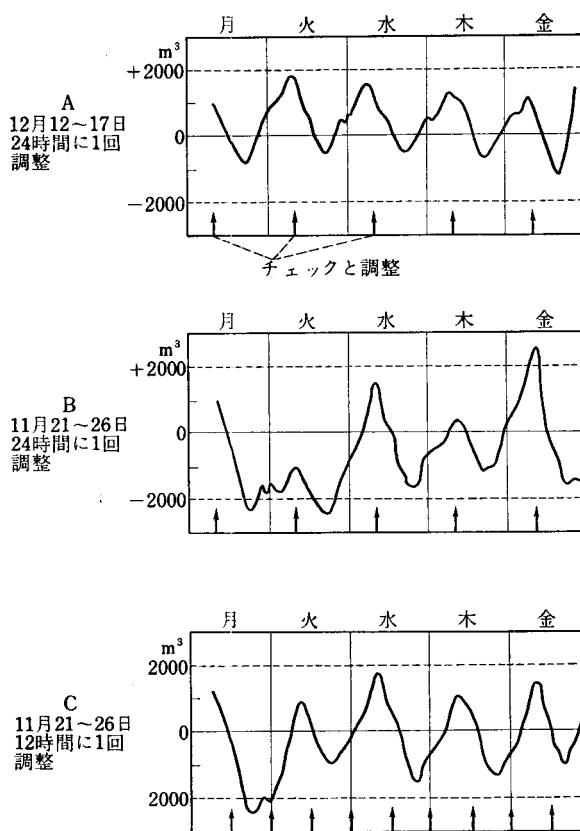
1.5 結論

もちろんタンクには警報装置がついているのであるが、直ちに処置をとらねばならないような事態になれば、水質の変化によって何等かの損失を生じることになる。この危険をどれだけ許すかによって必要なタンクの容量も変ることになる。

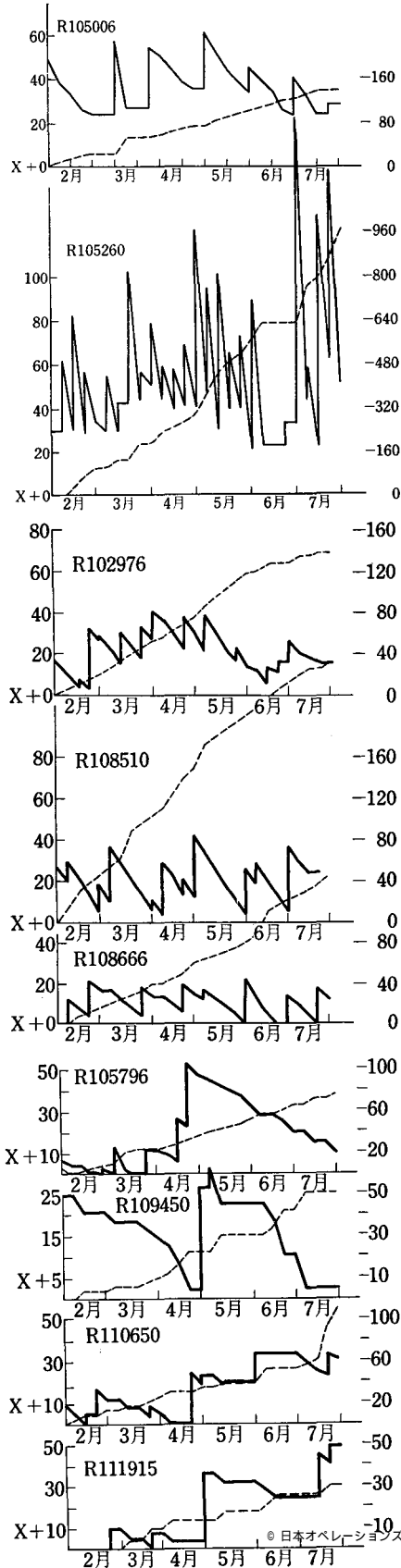
そこまで考えて最終決定を下すのはわれわれの任務でなく、24時間に1回の調整で可能な最上の方策と、そのとき生じうる事態、他の方策をとったときの変化などをいろいろグラフに表わして decision-maker に渡した。

この仕事は数年前に行ったので後日談がある。それ以前には 3400 m^3 のタンクがあったのだが、研究結果に基いて 3500 m^3 のタンクを作った。約 7000 m^3 の容量となったわけで、必要量に比べて十分大きい。もちろん仕事の拡張を見込んだためであろう。実際にどのように操業することになったかは知らない。小さなポンプの追加はしなかったが、これは費用がかかり過ぎるためであろう。

最近では Acht, Strijp だけでは水が不足してきて第3の水源地から水を引くことを計画していて、そのポンプの大きさと設定の刻みについて相談にきている。前の解析の結果に満足したの



第4図



第 5 図

で、また話をもちかけたのだろう。

この例は多くの点で OR 問題の解き方の典型的な例であると思う。OR の問題を解くときには、第 1 に問題の性質についての適切なデータを集め過去に起ったことを調べあげる。第 2 に事態を分析して 2, 3 の基本的な特質や要素を取り出し、問題点を明確にする。第 3 にいくつかの方策を立てて、過去のデータに基く数値実験を行う。数式を用いるより数値による方があらっぼいが工場の人を説得するのによい方法である。

2. 在庫量の問題

在庫量の問題を扱うときには、在庫量が時間とともにどのように変化しているかをタイム・チャートに描くだけで多くの知識を与えてくれる。たとえば左図のようなグラフができるが、これをみると、在庫量が十分あるのに発注したり、必要もないのにつづけて発注したりしている。

こういう結果を示すと当事者たちは、それは納期が問題なのだ、日本ならばちゃんと一定の時間で納品するだろうが、オランダでは一向に納期が守られないのだ、という。ところで、これは自家製品であったので、規則的なスケジュールをたてさえすれば、始終勝手に発注するようなことがなくなるので、作る方も仕事がしやすくなるのである。

このような場合、計画を合理化すると必然的に仕事が減少してしまうので、2 カ月ほど経つと極端に人員を減らしてしまい、新しい事態が生じたときにどうしようもなくなることもある。そこで仕事が減っても十分安定するまでは人員を減らすな、と説得しなければならない。

ISI の会合でも在庫量管理の理論についての報告があったが、理論的結果というもののみな実際には適用できず、実際には雑草を抜くように種々の困難

を取り除いていかねばならぬものである。といっても理論が無用なのではない。理論は諸現象において本質的なものは何かを教えてくれるので、これがなければとりかかりようがない。

もう1つの例はフィリップスで販売された種々の型のソケットの量を 1954 年と 1955 年について調べて散布図にしたもので、1点が1つの型のソケットに対応している。非常によく45°の線上にのっており、これから56年の販売量を予想するには55年のデータによればよいだろうと考えられる。54年にはあったが55年には消えた型、逆に54年にはなかったが55年に新たに生じた型もあり、その量は周辺にプロットしてある。このようなものは注文生産によら

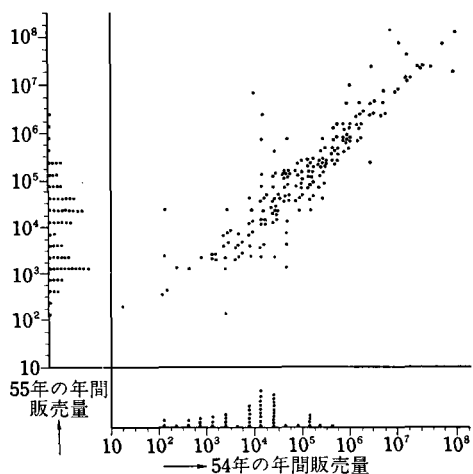
ざるをえない。

この分析に基づいてソケットの種類を3種類に、つまり見込生産によるもの、注文生産によるもの、両者を併用するもの、とわけた結果、在庫量を30%減少することができた。

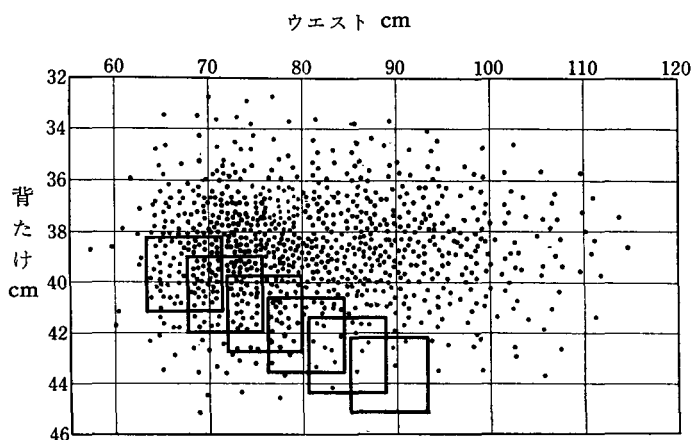
3. 洋服の寸法*

Hague にあるオランダ洋服製造業者が既製婦人服の寸法を定めることに関心をもった。従来のサイズはウエストと背丈について共に5%ずつ増やす方式で6種のものがつくられていた。ところが人体の50カ所について寸法を測定して相関係数を調べたところ、人体の高さの方の尺度同志および太さの方の尺度同志はみなそれぞれ相関が

302種のソケットについて、55年の販売量を54年の販売量にたいして打点した結果

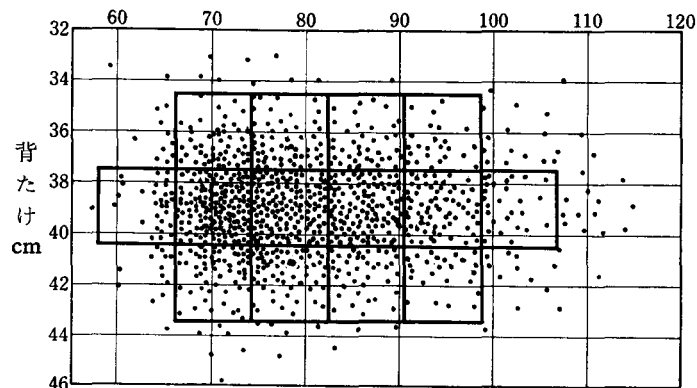


第6図



これまでの型のきめ方

ウエスト cm



新しい型のきめ方

第7図

高いが、高さの尺度と太さの尺度の間の相関は低いことがわかった。各地方の婦人 5,000 人についてウエストと背丈をプロットしたのが上図で、従来のタイプでは全体の 25% しか覆っていなかった。そこでタイプを 14 種に増し、下図のような寸法に選ぶことにより、91% を覆うことができるようになった。

この調査は 1947 年に行われたものだが、その後工場にもちこまれ、2, 3 年前からは男子服についても実施され、オランダ中の洋服屋さんから支持されている。皆さんがオランダに来られればその効果を知っていただけると思う。

質疑応答

〔問〕 ポンプの稼働の変化にともなう水質の変動を調べ、それによる損失を計算すれば最適の政策は一義的に定まるのではないだろうか。

〔答〕 一義的に最適な政策が定まるようなことは現実にあり得ないと思う。また水質の変動は工場の各部門に及ぶので損害を計算することは困難である。

〔問〕 最適な政策は定まらなくとも、最低保障しなければならぬ水質、ポンプの on, off にともなう transient の状況などは調べられるのではないかと。

〔答〕 確かに浄水場の負荷の変動と水質の関係を調べることは重要だろうが、それは化学の問題で、われわれの課題は過不足についての統計的な分析だけであった。24 時間あるいは 12 時間ポンプを一定にできれば十分なのであって、貯水タンクをより大きくしなければならぬという議論をより精密にするために水質にまで立ち入る必要はなかった。実際少くとも 5000 m³ の容量が必要という勧告にたいして 7000 m³ の容量のタンクが作られた。3 本の本を倒してタンクを設置する必要性を、上層部に納得させることが最大の課題であった。

〔問〕 ISI で発表の在庫管理の理論が実際的でないと言われたが、あれは日本において標準品については現実に適用されているものである。

〔答〕 「すべて」の理論といったのは誤りで、「多



くの」と訂正したい。在庫管理分科会の議長として、水野氏の論文が実際的であることを十分認めている。また横山氏は発表の当日欠席されたが、これは理論の実際適用に忙しいために出られなかったのだろう。

〔問〕 企業内の組織における EDP (Electronic data processing) と OR との関係についての意見と、ヨーロッパにおける現状を伺いたい。

〔答〕 一般的に答えるのはむずかしい。Philips 社自身についていえば、数年前から電子計算機を試作しているが、これは主として電子計算機用部品の性能についての研究のためである。最近 Central Research Laboratory に Computing center を置き、既に IBM 650 が 2 台入っているが、現在は IBM 705 級の computer を 2 台作ろうとしている。その 1 台は administration 用、他は科学用である。

* C. R. Rao 博士は日本科学技術連盟における「多変量解析セミナー」においてこれと全く同じ問題がイギリスの婦人服業界、およびイギリスの空軍で行われていることを、より詳細な統計的手法とともに紹介された。前者の方の文献は、

Women's measurement and sizes: A study sponsored by the joint clothing council limited, London, Her Majesty's Stationery Office, 1957.

同書には乳房の大きさや形の測定法までが写真入りで報告されている。

日本でも JIS に既製服の規格がいくつか作製されているが、そのための特別な調査は行われておらず、利用できる既製統計資料に基いて業者の経験に基く討論で定められたようである。既製服が何パーセントの人の満足を得ているか、ということは未知である。

たとえば、JIS, L 4103: エリ付ワイシャツ, L 4203: 既製学生服, L 4204: 既製作業服など。(渋谷)

自分の下には 10 名の部下がいる。1 人は数学、1 人は電気工学の専門家で、残りは全部 high school 出であるが、皆大学に行けば行けるだけの能力を持っていて、彼等に IBM 650 の programming をやらせている。705 級の大型が完成すれば、やはり彼等にやらせる事になるだろう。他の division にも優秀な programmer がいる。

大型の中の administration 用のができると、賃金計算などは全部それでやるようになるだろう。自分の前の助手の一人は、現在 Medical Health にいるが、オランダ中で病人が発生する毎に punch card に記録して 650 に載せる仕事にとり組んでいる。

午後話した水道の問題程度では電子計算機は必要とは限らないが、待合せ、在庫等の OR の問題を Monte Carlo 法などでやるには電子計算機は必要で、重要度は高いだろう。

統計で多数の data を大小順に揃えるのは面倒な仕事だが、これを computer にうまくやらせる program を今 test している。

他国のことはあまり知らないが、米国については、大ていの大学が IBM 650 を持ち、programming のコースもあって、よく利用している。650 も徐々に旧式化しつつあり、Bell Laboratory では 650 2 台を 704 に替えたが、それもやがて能力一杯になろうとっている。米国で聞いた話だが、経営者に向って、“大きい計算機を入れると人が減る”と云っては嘘になる。実際は今までできなかった色々の仕事ができるようになるから、人がよけいに必要になる。

〔問〕 Computer の生産を目的としないで 705 級の大型を作る理由は何か？例えば nationalism？

〔答〕 IBS 650 は、Philips 社が IBM に計算機の部品を納めていたためであるが、705 級の目的については自分は知らない。Research Lab. 所長附の OR 家がいる、そのような policy を担当している。

〔問〕 企業の中で、EDP の途中の decision の form をきめる事を OR 屋の仕事と考えてよいか？

〔答〕 I don't know. “統計は不確定性の下における decision making の科学だ”という規定で始まる本もあるが、自分の考えとしては OR man や統計家が decision に立ち入るのは避けた方がよい。決定に関与すると偏った判断を持つようになる。統計家は偏りのない事実を提出する迄に止め、後は経営者に任せるのがよい。

〔問〕 午後の水道の話について、input にも re-

servoir が必要ではないか？ また木が邪魔だとしても伐らないで植替える方法はないか？

〔答〕 詳細は知らないが、地下 40~50 m の深さに pipe が何本も入っていて、それで水を吸上げているので、地下が自然の reservoir にもなっている。尚この件については、去年の夏も今年の春も非常に dry で、水量自体にも問題があるようだ。

〔問〕 供給ポンプと filter の間には何があるか？

〔答〕 何もない。

〔問〕 そこに何か速度の変化による shock を吸収するものが必要ではないか？

〔答〕 詳細は知らない。素人考えでは速度それ自身が問題になりそうだが、専門家の話では吸上げの速度の変化だけが問題で、早くても一定していれば差支えないとの事だった。次に木を伐る話は、移植する先がない。Delft からやって来た子供が森を見て“ほら！お母さん、樹が野生で生えているよ”と叫んだ。それ程に Delft 附近では樹木は貴重である。丘もなく、森は伐ればすぐ畑になってしまう。

〔問〕 トランジスターの寿命推定についての経験を聞きたい。

〔答〕 残念ながら実際の所、持っていない。真空管、トランジスター等の寿命テストを Philips 社では色々やっているが、自分としては統計的に満足なものとは思っていない。例えば真空管は 600 時間まででテストをやめるがこれではその先の予測には不十分と思う。よそでも同様らしい。Bell Lab. にいる友人 Lebenbach は元は電気の engineer で、自分が統計を教えたことから統計屋になったが、色々な life test をやり、Bell でも Western Electric へ派遣して、現場の life test の指導をさせようとしたが、1 年ぐらいやって断念した。現場の色々なやり方では統計学者としてはどうしようもないといった。

Boston の Raytheon という radio company では、1 列に 25 個列べたものを数時間使用し、それを測定器で色々な（1 つのトランジスターについて 20 項目ぐらい）測り、punch card にしてある data は厩大だが、多すぎて、どう利用されるのか判らない。

IRE と AIEE, ASQC の joint meeting で最近 2 人の日本人がトランジスターの life test の論文を出した。あなたはその 1 人ではないか？

——いいえ——

その論文の 1 つは消費者から情報を集めるという趣旨だが、これは data の正確さに疑問があり、非

常に困難だと思う。消費者の云う事の本当の理由は判らない。

他には加速テストが行われるが、その妥当性は誰にも判らないので、自分としても気にかかっているのだが、どこから始めたらよいか判らない。

【問】 真空管の life test には経験があるが、トランジスターに関する文献はほとんど知らない。今度又統計屋に戻るのだから、これからやって行きたい。

先ほどの話、computing center は Hamaker 氏のグループだけか？ 10人で OR を全部やっているのか？

【答】 10人は私の部下で計算機の programming もやっている。OR やプログラミングをやる人は他にも多勢いる。

【問】 大型 computer が完成すれば、賃金計算と経理計算は全部やるとして、更に生産計画もやるつもりか？

【答】 それもやる。

一般に Technician はあまり高度の数学には慣れ

ていないので、OR の問題はほとんど計算的に処理して行くようになる。例えば Monte Carlo 法のように…。Delft と Eindhoven の工科大学に mathematical engineering のコースができて、今年から卒業生が出始めた。計算機の programming, OR 統計や、より高度の数学、例えば Laplace 変換などをやっていて、卒業生の売行きは非常によい。米国でこの話をしたら、ちょうどそのような卒業生が欲しいのだが、当地には無くて困っているとの事だった。

【問】 販売部門の統計的問題、又は予測に関する統計的問題を含む consulting の経験はあるか？

【答】 重要な事だが、大変少ない。自分は主に製造部門で仕事をしてきたが、最近販売部門からの問題が来るようになった。ただし予測よりは消費者の意向を調査するような問題が多い。今販売部門から Economist を1人自分の所へ引抜く計画があるが、そうなればそちらの方の問題を手がけられるようになるだろう。(以上)

(記録 渋谷政昭, 渡辺浩)