



## 慶應義塾大学ビジネス・スクール

# 名古屋電機株式会社(B)

7月1日、名古屋電機株式会社は、1日の正規就労時間を8時間から7.5時間に短縮することに踏み切った。この結果、従来午前8時～午後5時であった正規就労時間は、午前8時15分～午後4時45分になった(合計1時間の休憩時間が含まれている)。同社の経営幹部達は、組合からの度重なる要求もあり、7～7.5時間就労を実施する会社が多くなりつつある現在、工場従業員の確保という観点からもやむを得ないことと考えた。ただし、売値の圧迫と賃金上昇とから業績の思わしくない今日、就労時間は短縮しても、少くともこれまで通りの生産実績は確保しなければならないと考えられた。そして、同社では、作業負荷の状況から考えてもそれは可能であろうとの見地から、あえてこの時間短縮に踏み切ったのであった(附表1参照)。

同社は汎用小型発動機や乗用車、オートバイなどに用いるマグネット・スターター、ダイナモなどを受注により生産販売しており、その製品ラインは細かい型式の違いまで含めると1,000種類を超えていた。また、同社の組織図と従業員構成とはそれぞれ(附表②)に示す通りであった。

### < 学生実習 >

丁度その頃、大学生の夏季実習があり、同社へも工学部の3年生4人が実習生として来ることになっていた。そこで、今後何らかの手を講じなければ今まで通りの生産実績を上げることは難しいと考えていた製造部長の大山氏は、その検討の基礎資料として、これらの学生を使って各工場の稼働状況を調べることを思いついた。そして早速その旨を工作技術課長の佐々木氏に命じた。

学生実習は7月12日から7月30日までの予定であった。4人の学生はワークサンプリングとはどんなものかという話を授業で少しきいた程度で、実際の工場で生活するのも今回が初めてであった。実習中の学生の指導には、佐々木課長の命令により、生産準備係長の中川氏と同係員の加藤氏があたることになった。今回の調査実施の担当者となった加藤氏は、10年ほど前に高校を卒業して同社に入社し、前年係員だけで行ったワークサンプリング調査にも加わっていた。彼はまた作業研究の講習会にも数回参加した経験を持ち、日常業務としては標準時間の設定と改訂とを担当していた。

---

本ケースは、某匿名会社の好意ある御協力を得て、慶應義塾大学ビジネス・スクールにおける教育・訓練を目的として同スクールの笠原英司教授指導の下に、同助手小野桂之介が作成したものである。

このケースは、経営管理の良否あるいは関係者の判断の良否を示唆するものではない。ケース中の固有名詞および数値はすべて変装されている。

<打合わせ>

7月12日、労務関係の手続きを終えた後、中川係長と加藤氏は4人の学生達と打合わせと懇談とをかねた話し合いを持った。

中川氏： 私が今回皆さんの実習上のお世話をすることになった工作技術課生産準備係長の中川です。ここにいるのが係員の加藤です。実習期間中彼が直接的な指導をすることになっておりますから、わからないことがあったら何でも聞いて下さい。 5

加藤氏： 加藤です。よろしく。

学生達： よろしくお願ひします。

中川氏： 今回の実習では、皆さんに我々の工場の稼働調査をやっていたかどうかと思っています。調査の方法は、もう皆さんは学校で学ばれたかと思いますが、ランダム・ワーク・サンプリングで行ないます。 10

学生A： 僕達は工場のことをよく知りません。一体どのようにして調査を進めてゆくのか見当が付きませんが、スケジュールなどどうなっているんですか。

加藤氏： 大枠については、一応私がこんな風に計画をしてみました。細かい点につきましては皆さんと相談しながら決めてゆきたいと思っています。〔ワーク・サンプリング実習計画（附録1）コピーを配る。〕 15

学生B： 明日の“準備”というのはどんなことをするんですか。

加藤氏： 観測準備としては、まず、観測やデータの集計に使うフォームを作ったり、毎日の観測時刻を決めたりする作業があるわけです。普通はこの他に、お配りしたコピーにあるような観測スケジュール、観測対象数や観測回数、観測対象者、観測者の分担、なども決めなければなりません。また、皆さんの場合、各組長と知り合っておいたり観測対象者の居場所をチェックする必要もあるわけですね。<sup>(注1)</sup> 20

学生C： 明日、明後日の“予備観測”というのは、どんな方法でまた何のために行なうんですか。

中川氏： 方法は全く本観測と同じように行ないます。予備観測は、色々な意味から非常に大切なことなのですが、どんな意味があると思いますか。 25

××××××××××××××××××××××××

学生D： 観測対象者を全作業者の20%とした理由は何なんですか。

加藤氏： 御存知のように観測数が多いほど推定の精度はよくなりますのでなるべく沢山の作業者を観測したいわけです。そこで皆さんが顔を憶えられる限界を40人～50人として決めたわけです。 30

学生B： 1日の観測回数15回についてはどういうことなんですか。

---

(注1) 各工場(附表2参照)は、1人の工場主任と数人の組長とによって監督されていた。

加藤氏： これも精度の観点からすれば多いほど良いわけで、前回の経験からこの位が限度だろうと思ったからです。精度計算上からも十分な回数になりますので。

学生 A： 観測回数と精度ということについてもう少し説明していただきたいのですが。

加藤氏： そうですね。まあ統計学の話は別にして、我々は便利な公式を使っています。それは、 $r$ ： 相対誤差（平均値に対する絶対誤差の割合）

$a$ ： 信頼度係数

$$\left( \begin{array}{ll} \text{信頼度 } 99\% \text{ の時} & a = 2.576 \\ \text{ " } 95\% \text{ の " } & a = 1.96 \end{array} \right)$$

$p$ ： 稼働率の推定値

$n$ ： 観測値の数、とした時

$$r = \pm a \sqrt{\frac{1-p}{n \cdot p}}$$

となるという関係式です（附録 3 参照）。

例えば、我々の場合 12 日間の本観測の結果前回の稼働率 6.73% と同じ稼働率が得られたとします。そこで 95% の信頼度にたえる相対誤差を計算してみますと

$$a = 1.96 \approx 2 \quad n = 182 \times 15 \times 12 = 32,760 \text{ として}$$

$$r = \pm 2 \times \sqrt{\frac{1-0.673}{32,760 \times 0.673}} = \pm 2 \times \sqrt{0.000014832}$$

$$= \pm 2 \times 0.00385$$

$$= \pm 0.0077 \approx 0.8\%$$

従って絶対誤差は  $0.673 \times 0.008 = 0.005384 \approx 0.5\%$

つまり我々の全工場の真の平均稼働率は 6.68% から 6.78% の間だろうということが 95% の信頼度でいえることになるわけです。こんな説明でわかりますか。

学生 A： ええ、大体わかったつもりですが、また本でも読んで検討してみることになります。それから、このコピーの最後にある“作業の分類”についても少し説明していただきたいのですが。

加藤氏： そうですね。それでは次にそのことについてお話ししましょう。これはワーク・サンプリングでは一般にカテゴリー（範疇）と呼ばれます。観測した作業をこれに従って区別し、この分類ごとに結果をまとめるのですから、調査のかなめともいうべき重要な要素です。したがって、この分類はこうでなくてはならないという決ったものではなく、個々の調査の目的にかなった分類を設定することが大切なわけです。今回の調査では、真の生産活動に投入されている時間の割合と無駄の所在を知りたいということ、また最近標準時間を改訂した際用いた種の余裕率と実際とをチェックしたいという観点から、このようにカテゴリーを設定してみ

たわけです。

学生C： 観測の際、作業者が何をしているのかよくわからないとか、配置場所にいない理由を知りたいとかいう場合、誰に聞いたらよいのでしょうか。

中川氏： そういう場合はその組長に聞いて下さい。  
作業者にはなるべく話しかけない方がよいと思います。組長には明朝御紹介しましょう。

学生A： その他、実際に観測する際どんな点に注意しなくてはなりませんか。

加藤氏： そうですね。原則として各観測時刻における状態を把握することになっているわけですから、ひとまわり観測してまわるのに数分くらいかかるのは仕方がないとしても、できるだけ早くまわることが大切です。また、観測されていることを意識して、作業者がいつもと違った状態を示したり、観測者である皆さんの姿を見つけて急に仕事を始めたりすることも考えられます。そこで、これは少し難しいことかも知れませんが、作業者にできるだけ観測を意識させないこと、最初の一べつで作業者の行動をとらえることが大切です。また作業者の状態は、そばを通り過ぎてゆく間にも当然変わり得るわけですから、各作業者を観測する地点をはっきり決めておくことが必要でしょう。

作業者が美人だからとっていい加減な判断や同情などは禁物ですよ。

学生達： （笑いながら）よくわかりました。

### < 観測準備 >

これに先立ち、中川係長から各工場主任および全組長に対し、今回の調査の目的と方法の説明が行われ、協力が求められた。組長達も、2度目のことでもあり快く諒承してくれた。しかし、観測対象者については一部から不満が出た。合計182名の観測対象者は加藤氏が各組からその約20%をランダムに抜き取って決めたものであったが、2, 3の組長は、自分の組では特によくないのばかりで選ばれているとして変更を求めてきた。加藤氏は、観測への協力を得るため、合計5人の観測対象者を変更しなければならなかった。

翌日、学生達は、工場主任と組長の全員に紹介され自分の受持ち区域をチェックした。そしてそれが済むと、加藤氏の指導のもとに、観測時刻の決定（時刻乱数の作成）とデータ記録集計用フォームの作成とを行なった。観測時刻の決定は、次頁左表のような様式を用いて次のようにして行なわれた。

まず一様乱数表から3桁を1組にして数字をひろい、第1欄に記入する。但し、この場合490未満になるものは除く。次に、これらの数字を分で読むこととし、時刻に直して第2欄に記入する。次にそれらの時刻に5分を加えて第3欄に記入する。こうして得られた第3欄の時刻は、無作為に作成され、しかも8時15分から16時45分（午後4時45分）

の間に一様の分布する時刻乱数と考えることができる。次にこうして作成された時刻乱数から次の2つの条件を満たすものを順に選んで15回の観測時刻を決定する。

乱数	時刻	+5分	採否
743	12:23	12:28	×
738	12:18	12:23	×
636	10:36	10:41	○
964	16:04	16:09	○
736	12:16	12:21	×
614	10:14	10:19	○
698	11:38	11:43	○
637	10:37	10:42	×
616	10:16	10:21	×
804	13:24	13:29	○
⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮

回数	観測時刻
1	8:19
2	9:00
3	9:23
4	9:46
5	10:19
6	10:41
7	11:23
8	11:43
9	13:29
10	14:08
11	14:32
12	15:01
13	15:21
14	15:42
15	16:09

(1) 休憩時間に当たらないこと。

( 今回の調査では12時～12時50分および14時50分～15時が休憩時間 ) 20

(2) 前回の観測時刻および次回の観測時刻との間が15分以上あること。

このようにして決められた本観測第1日目の観測時刻が上の右表に例示されている。

またフォームとしては、観測データ記録用紙(附表3)各工場組別集計表(附表4)各工場日別集計表(附表5)などを作成した。

25

### <予備観測>

翌14日は、予定通り予備調査が行なわれた。予備調査は、まだ観測対象者の顔を憶えていないこと、不慣れなことなどを考慮して、観測回数7回で行なわれた。その全工場総合の観測結果は(附表6)の如くであった。そしてそのデータをもとに信頼度と精度の検討もなされ、本調査の観測回数は十分なものであると結論づけられた。そして14日の夕方、加藤氏と学生との間に再度話し合いが持たれ、次のようなことが確認された。

30

- (1) 2交代のため人が代る組については、同じ作業(あるいは機械)を受けもつ作業者を対象として観測する。
- (2) 機械が加工し終るのを機械について待っている場合、これは主体作業(A1)に入れる。
- (3) 仕事に関して作業者同士が話し合っている場合、これは作業余裕(B1)に入れる。

35

- (4) 組長の命令で床掃除をしている、扇風機を修理している、窓をあけている、などは職場余裕 (B4) に入れる。

### < 本 観 測 >

翌 15 日からいよいよ本観測が始まった。学生達はある比較的静かな職場の一角に作業机を与えられ、そこを拠点として観測を行なった。その職場は、現在試作段階にある新製品の組立現場で、今回の調査対象には含まれていなかった。観測は、さしたる支障もなく順調に進められた。各組長達も非常に親切に質問に答えてくれたので、学生達は作業内容や不在の理由などについて気軽に質問することができた。ただ、休憩時間中に作業員から、今回の観測の目的や方法について説明を求められたり個人の評価に関係するかどうかと尋ねられたことが、全期間を通じて 3 度あった。その際学生は、中川班長や加藤氏から説明された通りを話し、決して個人の評価をしようとしているのではないことを強調した。

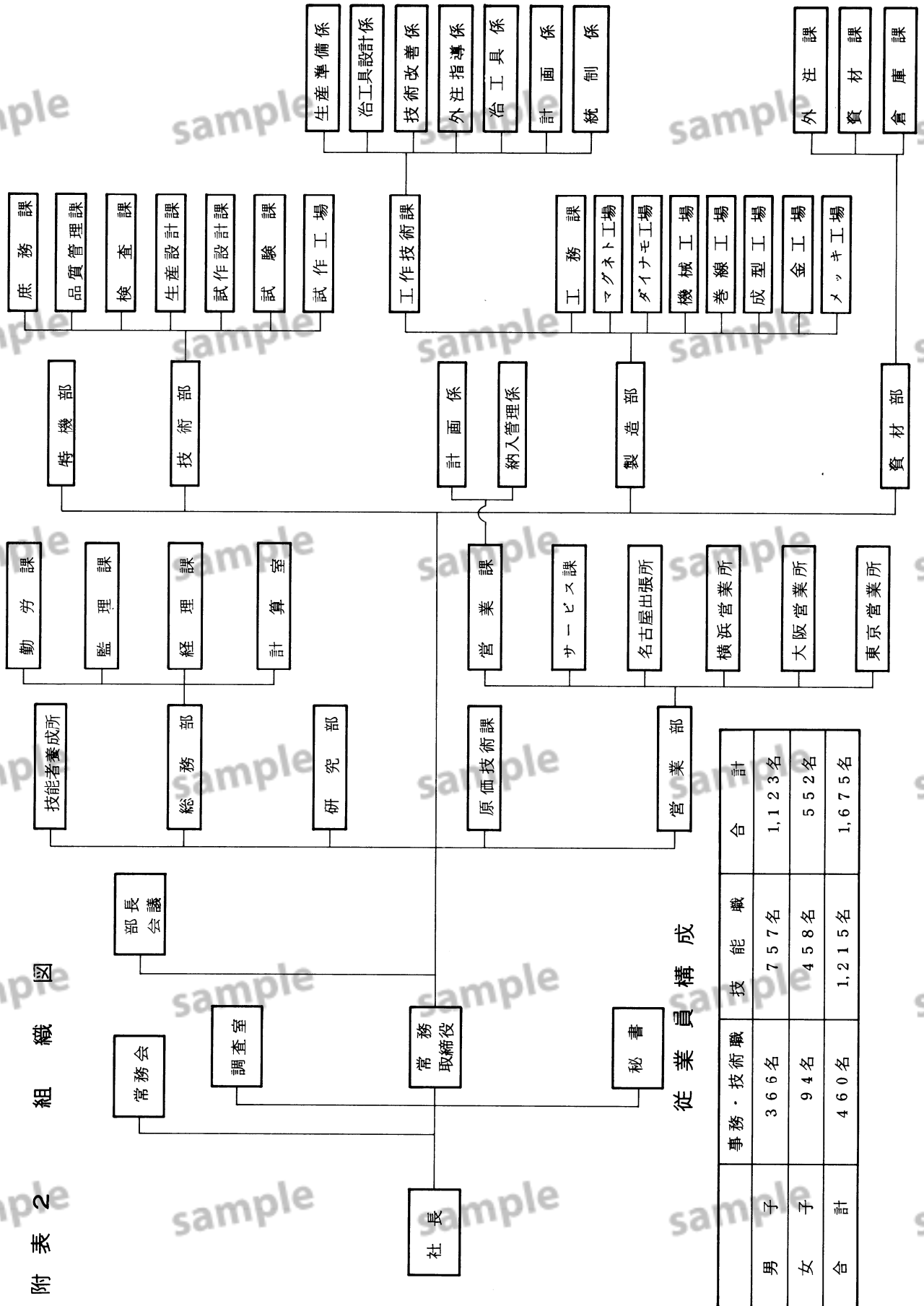
7 月 28 日、12 日間の本調査は予定通り終了した。学生達は 29 日いっぱいかかってデータの集計と報告書の作成を行ない、翌 30 日の午前中には実習成果の発表会を行なった。発表会には、大山製造部長をはじめ工作技術課員、工場主任、組長らが出席して、なごやかな雰囲気の中で進められた (報告書の一部を附録 2 に示す)。そして、学生の報告を聞きながら大山製造部長は、この結果を、就業時間短縮後の生産実績 (能力) に関する判断と今後の改善に、どのように活用してゆこうかと考えていた。

附表 1 過去 6 カ月の各工場実働実績率

工場 月	マグネット	ダイナモ	機 械	巻 線	鋳 金	成 型
1 月	101.4	92.3	94.2	105.8	98.6	97.0
2 月	106.7	99.2	97.5	99.7	93.1	99.4
3 月	99.2	98.6	96.8	102.5	95.3	95.0
4 月	93.6	93.9	90.6	99.7	93.8	90.9
5 月	97.2	96.2	97.5	102.4	97.7	93.6
6 月	99.3	101.4	103.2	100.6	96.2	96.1
平均	99.6	96.9	96.6	101.8	95.8	95.3

$$\text{実働実績率} = \frac{\text{出来高時間 (標準時間により換算)}}{\text{保有工数 (人・時)}}$$

附表 2 組織図



従業員構成

	事務・技術職	技能職	合計
男子	366名	757名	1,123名
女子	94名	458名	552名
合計	460名	1,215名	1,675名

附表 3 観測データ 記録用紙

		観測日 7/15														
		観測者 青木														
		機械工場														
観測対象者	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	8:19	9:00	9:23	9:46	10:19	10:41	11:23	11:43	13:29	14:08	14:32	15:01	15:21	15:42	16:09	
中村 善江	A1	A1	A1	B2	A1	A1	B1	A1	A1	A1	A1	A1	B1	A1	A1	
岡 現子	A2	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	C2	A1	A2	A1	B2	A1	
柴田 典子	A1	A1	A1	B1	A2	A1	A1	A1	A1	B3	A1	A1	A1	A1	A2	
鈴木 君男	B4	A1	A1	A2	A1	B1	B3	A1	C1	A1	A2	A1	C2	A1	A1	
加藤 三郎	A2	A1	B1	A1	A1	B1	A1	A1	A1	A1	A1	B1	B1	A1	A1	
佐々木 武男	B4	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	C3	A1	A1	A1	A1	
柳原 和代	C2	B1	A1	C1	A1	A1	A1	B2	A1	A1	A1	A1	A1	A1	B1	
石																

(備考) 参考のため 7月15日のデータの一部分を記載してある。



附表 4

各工場組別集計表

		機 械 工 場					観測日 7/15	観測者 青 木
分類 \ 組	佐久間	権 藤	上 山	小 畑	中 田	春 川	合 計	
A1	54	27	65	52	50	45	293	
A2	6	6	8	8	7	9	44	
B1	7	7	15	12	7	26	74	
B2	2	1	3	1	0	2	9	
B3	2	1	0	0	2	0	5	
B4	1	0	0	0	0	2	3	
C1	1	1	2	0	0	1	5	
C2	2	1	1	0	1	2	7	
C3	0	1	3	2	1	3	10	
C4	0	0	23	0	7	15	45	
合 計	75	45	120	75	75	105	495	

〔備考〕参考のため7月15日のデータの一部を例として記載してある。

附表 5

各工場日別集計表

		機 械 工 場					観測者 青 木
分類 \ 日	15日(木)	16日(金)	17日(土)	19日(月)	20日(火)	28日(水)	合 計
A1	293	318	333	350	312	353	4027
A2	44	37	27	27	45	19	279
B1	74	73	42	55	51	85	863
B2	9	4	4	8	7	5	79
B3	5	4	4	9	5	3	36
B4	3	9	34	10	18	4	95
C1	5	3	5	2	3	5	30
C2	7	7	11	9	5	9	89
C3	10	6	15	10	4	12	108
C4	45	34	20	15	45	0	334
合 計	495	495	495	495	495	495	5940

〔備考〕参考のため7月15日のデータの一部を例として記載してある。

附表 6

分 類	チェック数	割 合	分 類	チェック数	割 合
A1	961	75.4%	B4	38	3.0
A2	78	6.1	C1	3	0.2
B1	56	4.4	C2	1.4	1.1
B2	10	0.8	C3	27	2.1
B3	22	1.7	C4	66	5.2

総チェック数：1274

## 附 録 1

### ワーク・サンプリング実習計画

#### 1. 目的及び実習テーマ

- イ) 正規就労時間短縮後の製造部各工場作業者の稼働状態を把握し、遊休時間の排除に関する改善案を見出すこと。
- ロ) 方法は無作為抽出によるワーク・サンプリングとする。

#### 2. 実習日程

内 容	7月																													
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30											
実施内容説明	[斜線]												日		[斜線]						日		[斜線]							
準備	[斜線]												日		[斜線]						日		[斜線]							
予備観測	[斜線]												日		[斜線]						日		[斜線]							
本観測	[斜線]												日		[斜線]						日		[斜線]							
報告書作成・発表	[斜線]												日		[斜線]						日		[斜線]							

#### 3. 観測対象

各工場各組の観測対象者は以下の如くとする。なお、観測対象者は各組からおよそ20%を無作為に抜取ったものである。

工 場	現人員	観測対象者	工 場	現人員	観測対象者
機 械	164名	33名	成 型	70名	14名
鋳 金	45	9	巻 線	199	40
ダイナモ	206	41	マグネト	224	45
(各組人数及び氏名は省略)			合 計	908	182

#### 4. 分 担

- A…………… 機械工場，鋳金工場（42名）
- B…………… ダイナモ組立工場（41名）
- C…………… 巻線工場，成型工場（54名）
- D…………… マグネト組立工場（45名）

## 5 観測要領

イ) 観測回数：1日15回ランダム・サンプリングによる。

ロ) 観測順路：作業者の正面を避け無作為法による。

ハ) 観測時刻：最低間隔15分としての単純ランダム法による。

## 6. 作業の分類

(記号)	(分類)	(内 容)	(主な例)	
A1	主体作業	1 作業命令中に繰返し発生する作業であり、更に細分すれば主作業とこれに附随する附随作業とに分れる。直接生産を増加させる要素である。	材料の取付けおよび取りはずし 加工作業中	5
A2	準備・後始末作業	1 作業命令に1回発生する作業動作であるが、これは必要であるが直接生産を増加させない要素である。	資材の運搬 治工具の取付けおよび取りはずし あとかたづけ	10
B1	作業余裕	作業に附随しておこる遅れであり、正規作業とみなされないもの。	材料や製品の整理 工具研磨、機械調整 材料や製品のさびやよごれとり	15
B2	用達余裕	作業者の生理的要求により生ずる遅れ	電話中 手洗、用便、水飲み、汗ふき	20
B3	疲労余裕	作業による疲れから生ずる遅れ	ぐったりと腰かけている、背のび、喫煙	25
B4	職場余裕	主として工程管理方法に起因する遅れ	材料待ち、伝票扱い 作業前の組長との打合せ、終業時の掃除 朝礼	30
C1	歩 行	目的の判然としない歩行		30
C2	除 外	作業動作とみなされない動作	雑 談	
C3	不 明	職場内にいない場合	職場外での打合せ 他職場への手伝	
C4	不 在	遅刻、早退、欠勤、外出		35

附 録 2

(工場別観測結果)

工場 分類	マグネット	ダイナモ	機 械	巻 線	鋳 金	成 型	全 体
A1	74.2%	70.4%	67.7%	79.3%	62.9%	69.8%	72.4%
A2	3.1	3.6	4.7	3.2	8.9	6.6	4.1
B1	4.3	7.1	14.5	3.4	5.2	6.5	6.8
B2	2.1	1.3	1.3	0.9	1.1	2.0	1.5
B3	0.1	0.9	0.6	0.2	0.8	0.8	0.5
B4	4.5	4.1	1.6	2.0	6.0	4.2	3.4
C1	0.4	0.4	0.5	0.1	0.7	0.3	0.3
C2	2.8	2.8	1.5	2.5	4.0	3.0	2.6
C3	2.1	1.8	1.8	1.3	3.5	1.8	1.8
C4	6.4	7.7	5.6	7.1	7.0	5.1	6.6
合 計	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
観測対象者数	45人	41人	33人	40人	9人	14人	182人
観測数	8100	7380	5940	7200	1620	2520	32760

(機械工場組別観測結果)

組 分類	佐久間	権 藤	上 山	小 畑	中 田	春 川
A1	61.1%	69.1%	70.2%	66.6%	71.9%	66.5%
A2	4.7	5.5	4.7	5.7	3.9	4.7
B1	10.4	15.9	13.2	15.2	12.1	19.2
B2	2.0	2.1	0.8	1.3	1.0	1.3
B3	1.3	0.0	0.7	0.6	0.9	0.2
B4	1.1	1.8	1.3	1.6	1.1	2.5
C1	0.8	0.0	0.6	0.6	0.4	0.6
C2	2.2	0.4	1.5	2.1	1.0	1.3
C3	3.0	1.5	1.7	1.9	2.0	1.3
C4	13.4	3.7	5.3	4.6	5.7	2.4
合 計	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
観測対象者数	5人	3人	8人	5人	5人	7人
観測数	900	540	1440	900	900	1260

## (観測データについて)

### 1. マグネト工場では

B1のうちかなりな部分を機械故障修理が占めている。

B4のうち約8割は材料待ちであった。中でも、コンベアラインの後の方の作業者の手持ちが目立った。

C2は、特に若い作業者に多く、受け持ち機械の定められた作業者にはほとんど見られなかった。

### 2. ダイナモ工場では

B1のうちで、多いのは、機械加工組における材料の整理やちょっとした移動である。

B4は、多い組と少ない組との差が大きく、特に多かったのは電機子加工組で、材料待ちを主とする14.5%の高比率である。

### 3. 機械工場では

B1が他工場に比べて非常に大きいがこの中で目立つのは、材料や製品の整理や移動、切削工具の研磨機械調整などのため作業位置から離れていることである。

### 4. 巻線工場では

他工場に比べて主体作業率がかなり高かったが、その原因としては次のようなことが考えられる。

- (1) 線の切断をハンダで継いでいる作業を主体作業とみなしたこと。
- (2) 機械が同じ方向に少しずつずらして配置してあるため隣り同士の私語が少いこと。
- (3) 材料待ちが少いこと。
- (4) 個人作業が多くほとんど同じものを作っているため、1日の仕事量が製品の数として表われること。

### 5. 钣金工場では

A1が月末になって下りこれと共にB4が増加した。これは仕事が早く終わってしまい手空きになるためのようである。

### 6. 成型工場では

B1の大きい原因は、作業場が分散しているため連絡、打ち合せ、運搬などに時間がかかることである。

(その他)

1. 17日(土)はボーナス支給日で、16時15分で作業が終了となったので1回の観測分(チェック数182)は全て職場余裕(B4)とした。

2. マグネット工場では23日の観測中に停電があり作業がストップした。これも1回分作業余裕(B4)とした。

◦この他学生達はこの報告書の中で、機械の配置や仕事の分担に対する疑問点の指摘、いくつかの改善提案を行なっている。

◦尚、観測データによると、前年行なわれた調査に比べて正作業率(A1)が全体で5%ほど上昇している。

### 附 録 3

P, Qという2つの事象を考える。例えばPは作業者が正作業中であること、Qは作業者が正作業中でないことを意味するとする。また観測対象となっている作業者の1日の状態は、実際にはPとQの割合がp, qであったとする。

このような状態でこの作業者に対しn回のランダム・サンプリングを試みるとする。この場合、n回の内観測した状態がpである回数をmとすると $\frac{m}{n}$ の分布は二項分布をなし、その平均と分散は次のようになる。

平均 : p

$$\text{分散} : \frac{pq}{n} = \frac{p(1-p)}{n}$$

一方正規分布では、サンプルデータからその母集団の平均値を区間推定する場合、その信頼区間と信頼度との間に次のような関係が成り立つことが知られている。

信頼度	信頼区間	a (σの係数)
99.74%	$\mu \pm 3\sigma$	3
99.00	$\mu \pm 2.576\sigma$	2.576
95.54	$\mu \pm 2\sigma$	2
95.00	$\mu \pm 1.96\sigma$	1.96
90.00	$\mu \pm 1.645\sigma$	1.645

(但し μ : サンプル平均、σ : サンプル標準誤差)

そこで、十分サンプルサイズが大きく、二項分布を正規分布にあてはめて考えることができる」として、

$$\mu = p \quad \sigma = \sqrt{\frac{pq}{n}} = \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \quad \text{として}$$

信頼区間  $\mu \pm a\sigma$  は

$$p \pm a \cdot \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} = p \pm a \sqrt{\frac{1-p}{np}}$$

となる。

そこで絶対誤差と相対誤差(平均値に対する絶対誤差の割合)とを、それぞれe, rとすれば、

$$e = a \cdot \sigma = a \cdot \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}, \quad r = \frac{a\sigma}{p} = a \cdot \sqrt{\frac{1-p}{np}}$$

信頼区間は  $\mu \pm a \cdot \sigma = p \pm e = p(1 \pm r)$  となる。

また以上のような関係から、各精度および信頼度に対応する必要観測数nは

$$n = \frac{a^2}{e^2} p(1-p) = \frac{a^2(1-p)}{r^2 p} \quad \text{となる。}$$



sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

sample

---

---

不 許 複 製

慶應義塾大学ビジネス・スクール

---

Contents Works Inc.