

# 集材機作業の最適化

## I 研究担当者氏名

|             |             |
|-------------|-------------|
| 機械化部作業第1研究室 | 辻 隆道        |
| "           | 石井 邦彦       |
| 元 "         | 桑原 正明(現林野庁) |
| " 作業第2研究室   | 渡部 庄三郎      |
| " 機械第1研究室   | 上田 実        |
|             | 柴田 順一       |

## II 試験目的

立木を伐採し、市場まで搬出する生産過程は、林業システムにおいて重要な位置を占めている。

この伐木運材系の最適化は以前から渴望されていながら林地林木の複雑性、多種類の機械力の導入、地域の慣習ならびに社会情勢、経営規模の変化等により、類型化は非常に困難視されて来た。しかしながら合理的な企業経営の立場から各作業工程ごとの作業手順書や作業工程の全体的な最適化の必要性は益々増大しているといえる。

この研究は電子計算機の活用を前提として資料を収集し、最適化を図り、実用化の段階で中央にデータ処理センターを設置して、現地から送られて来るデータを速やかに解析し、最適化システムを全国的に採用できる様な構想である。

このシステムの最適化が図られた場合には次の様な効果が期待できる。

### 1. 生産計画の合理的樹立

従来の経験に基いた計画から、あらゆる条件を加味して、総合的に判断し、最も合理的な生産方式、日程計画、機械配置計画、雇用計画等を樹立できる。

### 2. 生産技術の向上

システムの最適化においては標準作業方法の確立を必要とし、それは作業員等の指導基準を明らかにし、技術の維持、継承を容易にする、このことはまた安全作業を推進することになる。

### 3. 標準原価の設定が可能となる。

ア、長期計画樹立の際コストの中で大きな部分を占める生産事業において客観的妥当なコスト算定がなされることは計画の精度を高める。

イ、企業の合理的経営管理のための目標原価となる。

ウ、請負制度における予定価格を客観的に積算するため指針となる。

エ、予算統制の際の合理的な基礎資料となる。

最適化システムのプログラム完成後、使用段階における手続として

図Ⅰのごとく現場で伐採対象林分のデータを収集し、中央のデータ処理センターで一括して計算を行ない、結果を現地に速やかに送り返し、現地では、それに基づき生産計画、日程計画等を立て事業を実行する。

もう少し具体的に述べると(図Ⅱ)

ア、最適化システム実用化のための準備

① 最適化システム手法の解説書作成

最適化システムの内容を紹介して、実用化を図るために手法の解説書を作成、配布教育する。

② 現場におけるデータ測定方法指示書作成

イ、Total System 情報の流れと処理

① 事業所より送られたデータ(各項目とも解説書、測定指示書、機種選択基準書にもとづいて記入する)

a、地勢データ

与えられた伐採地域について

斜面の傾斜角、面積、地勢図、材の種類、平均直径、繁茂密度、貯木量、運搬障害物、特殊条件、最終運搬系統、

b、作業データ

最大動員数、作業の種類(全木、全幹、普通材)

c、設備データ

チェーンソー、集材機類、ロープなどの在庫、性能

d、与えられた地域の分割と不可能な機種の棄却

部分的な地域に対して、どの機種が不可能かを判断し、これを棄却することが可能である。

全地域を如何に分割するかについても同様

このような項目について測定されたデータは、郵送またはテレタイプで中央データ処理装置へ送られる。

② 中央データ処理装置でおこなうデータ処理

中央データ処理装置(Control Data Processor 以後C.D.P)に送られるデータは次のようなものである。

a、上記①より得られる事業所単位のデータ

b、物理データ

試験によって得られるロープの疲労、強度、ワインチの出力、チェーンソーの性能、燃料消費、実耐用年数、索道、集材機の能力などに関するデータ

c、経済データ

職種、地域によって異なる人件費；ロープ・機械など資材費、材木の価格などに関するデータ

d、作業データ

動作研究、現場調査などから得られる作業時間に関するデータ、ロープ、機械と作業速度の関係など

これら情報をうけたC.D.P.は、最適化プログラムを作り、計算する。

その計算内容は、

a、与えられた事業所の部分地域における最適設置計画の計算

b、各製品事業所の運搬システムの最適計画および生産計画大要の計算

c、a、b、にもとづく各段階の予算概要計算をおこなう。

このTotal Systemとは別に、解説書、指示書、基準書の作製、配布、教育システムが必要となる。

以上の構想を持ちながら、具体的に伐木、集材システムについて42年度より調査を行ない、各要素作業の定式化および機械特性の解明により、最適化プログラムの作製を行なった、それぞれの成果について見る。

図 I

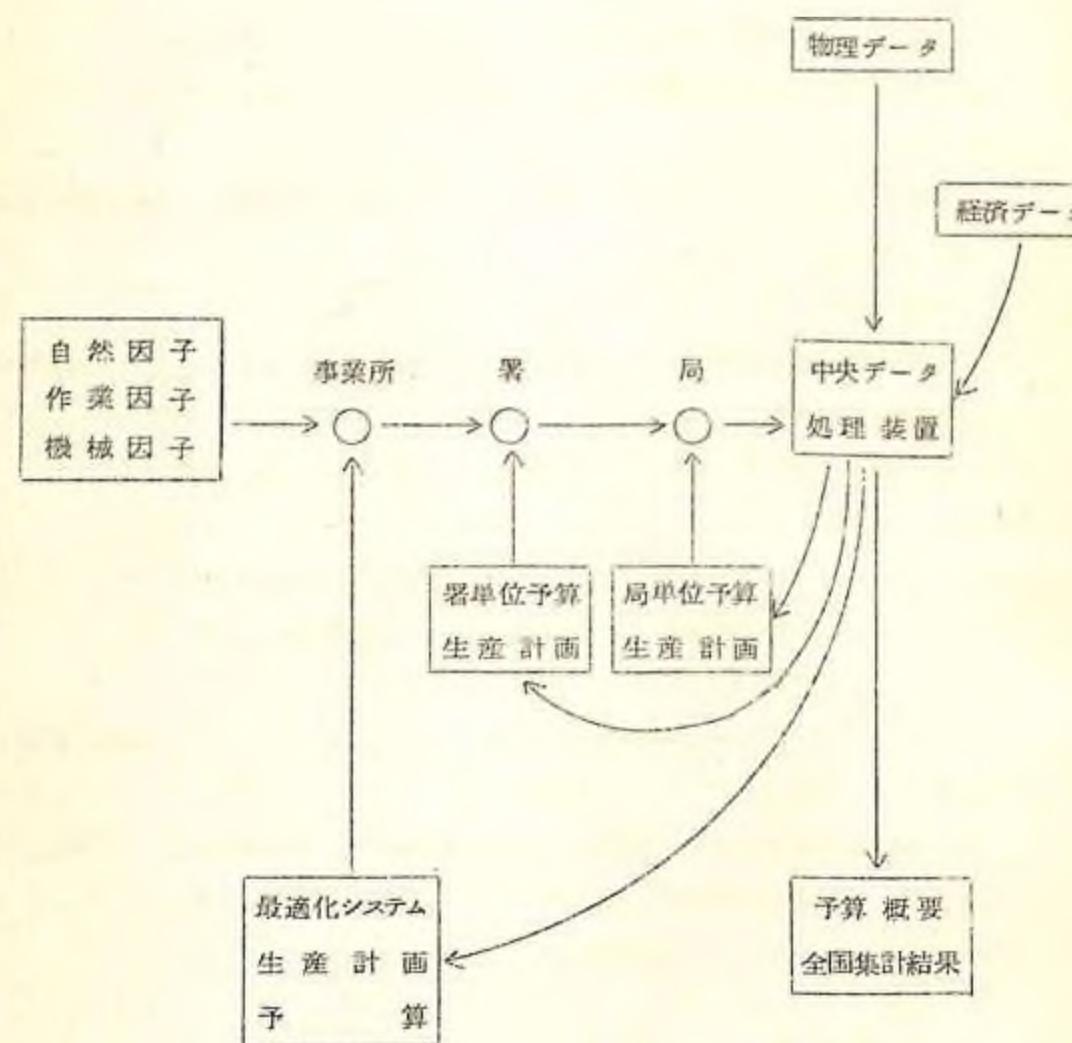
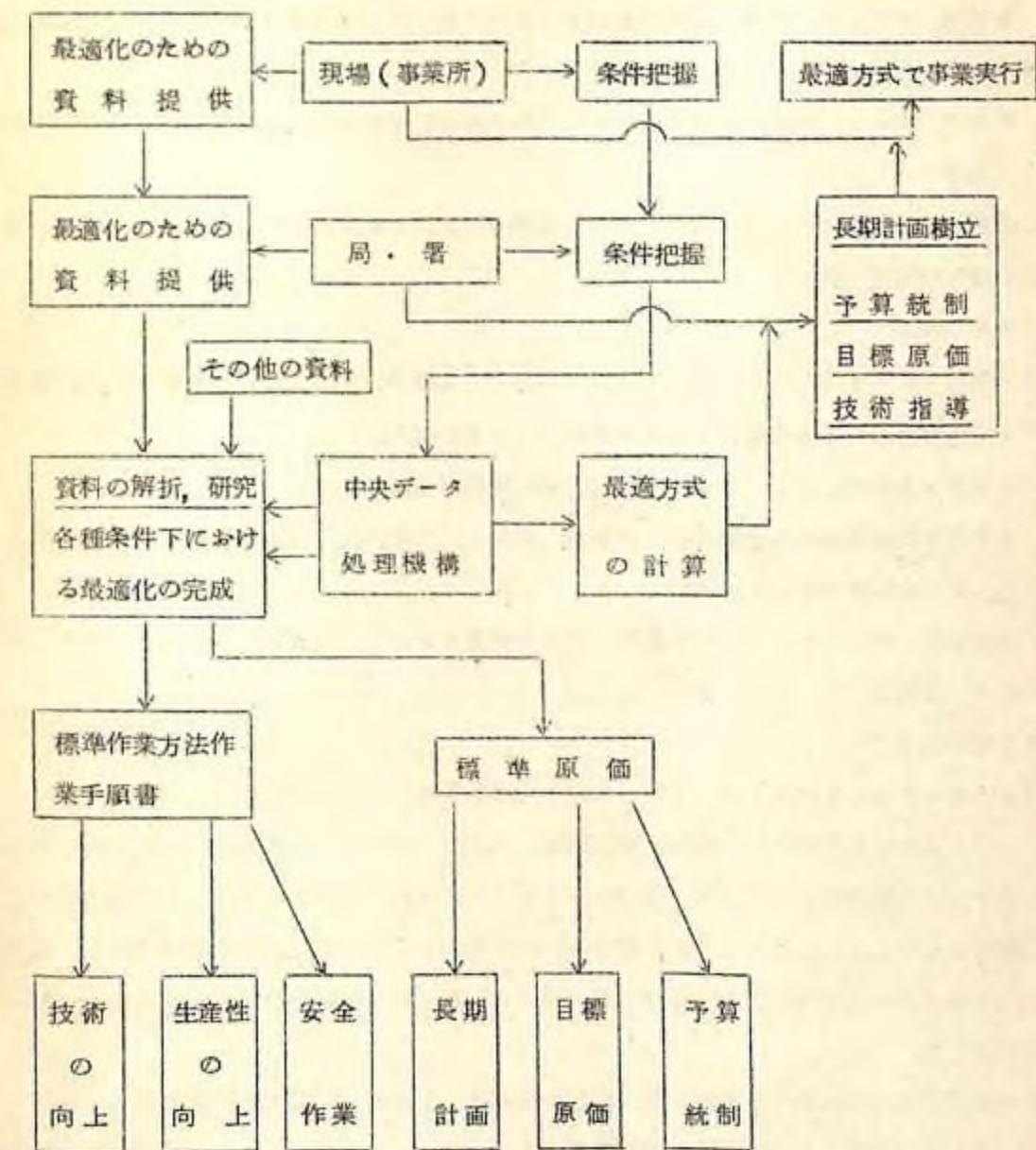


図 II

最適化の段階 機構 実施段階



### III 試験の経過と得られた成果

#### 4.2 年度の概要

##### 集材機作業について

1. 集材機、ワイヤロープ等の機械的検討から集材工程の所要時間を求める方法を明らかにした。
2. 荷掛け、荷卸し、伐倒、造材それぞれの工程の作業的特性を明らかにし、作業時間を求める方式を作った。
3. 最適化する手法について検討をし、目的関数を定式化し集材機を中心とした伐木集運材系の最適化計算を一例行なった。

#### 4.3 年度の概要

4.2 年度に集材機を中心としたが、トラクタ集材との比較選択を行ないより有利な集運材法を採用することを考慮し 4.3 年度はトラクタ集材系をとりあげた。

1. トラクタ集材における、サルキー、地曳別に機械的検討を加えた。
2. トラクタ集材における全幹伐倒、荷かけ、荷卸し、土場作業について作業的特性を明らかにし、作業時間を求める方式をつくった。
3. 待合せ理論によるトラクタ配車台数、作業員数等を決定する最適化システムの検討及びプログラムの作成

#### 4.4 年度の概要

トラック運材工程と集材機工程とを結びつけた集運材系について検討した。

1. トラック運材工程の作業的特性、特に機械、人力別の積込時間を算定する方式を決定した。
2. トラックの走行速度について、林道条件（カーブ、傾斜、路面状態）による理論的検討。
3. 集材機を中心として最適化された伐木、集材工程と トラック 運材工程を結びつけて、理論的解明と トラック 機種の選択、配車台数、積込人員数、盤台規模の決定等の最適化システムを検討した。

各年度別に定式化された作業基準時間、機械特性をあらわす数式、最適化計算の基本フローチャート、及びその結果の全システムの変数を示すと次のとくである。

$$C_{TS} + C_{KT} + C_{BAB} + C_{BUK} + C_K + C_{zOR} + C_{VS}$$

(8)... 全木集材による利益 = 末木枝条処分利益に材の鮮度の有利性を含む

$$(7)... \text{災害コスト} = \text{普通集材} - \text{全木集材} \times \text{端頭額} \times \text{蓄積} \times 0.05$$

(6)... 集材後の造林費 = 普通集材と全木集材の差額

$$\text{普通集材} - \text{全木集材} \times \frac{\text{lm} \text{当たり一定金額} \times \text{事業地面積}}{(-C_{zPA})} \times \frac{(\text{A}_{\text{t}})}{(\text{T}_D)}$$

(5)... 間接費 = 作業員数(人頭数) × 1日1人平均処理費・共通費(手当等) × 作業日数

A. 集材機および附属品1台当たり損料 = 購入価格 × 0.25%

$$\begin{aligned} &\text{ワイヤロープの購入価格} \times \text{ワイヤロープの直径} \times \frac{1 \text{サイクル当たり負荷回数}(N_D)}{\text{直径 D の主索の寿命}(N_D)} \\ &\text{ワイヤロープ} \end{aligned}$$

$$\text{但し } N_D = \frac{1.6}{\text{主索の直径}(D_h)} \times \frac{2.26 \times 10^5 (\text{kg})}{(\text{主張にかかる総負荷 } Q_h) \times 1.72 (F_t)}$$

$$\begin{aligned} &\text{(4) 作業索1サイクル当たり経費} = \text{作業索の購入価格} \times \left( \frac{\text{荷上げ索の寿命}(N_{wC1})}{4} + \frac{\text{引戻索の寿命}(N_{wC2})}{4} \right) \\ &\text{但し } N_{wD} = \frac{1.04 \times 10^{12}}{\left( \frac{\text{ヤング率}(E) \times \text{索直径}(8)}{\text{索直径}(d)} + \frac{\text{索張力}(T)}{\text{主索断面積}(A_p)} \right) \times 5.68} \times \frac{10}{\text{索直径}(d)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{(5) 機械運転経費} = \text{平均燃料費率} \times \text{仕事量} \\ &\text{普通機械} \quad (C_{WLC}) \quad (C_{WLL}) \\ &\text{但し } \frac{1}{250 \text{円}/\text{m}^3} \rightarrow 200 \text{円}/\text{m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{(6) 盤台作設費} = 1\text{m}^3 \text{当たり盤台作設費} \times \text{盤台面積} \\ &\text{普通機械} \quad (C_{BAA}) \quad (A_B) \\ &\text{但し } \frac{1}{250 \text{円}/\text{m}^3} \rightarrow 200 \text{円}/\text{m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{(7) 集材線架設・撤去費} = \begin{cases} (7) \text{ タイヤー方式} = \text{作業員1日当たり経費} \times (15.4 + 0.035 \times \text{支間距離}) \\ (8) \text{ フォーリング方式} = \text{作業員1日当たり経費} \times (16.1 + 0.037 \times \text{支間距離}) \end{cases} \\ &\text{普通機械} \quad (C_{BZH}) \quad (C_{SHH}) \end{aligned}$$

(2)

$$\begin{aligned} &\text{(8) 主体作業} \\ &\text{伐木造材手} = \text{伐木造材手1日当たり経費} \times \text{伐木造材手作業日数} \\ &\text{但し } D_{BZH} = \frac{\text{伐木造材の全作業量(秒} \times \text{人})}{60 \times \text{伐木造材の1日当たり作業時間(分)}} : S_{BZH} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{(9) C SHH} = \text{集材作業日数} \times \left( (1 + \text{荷かけ手人數}) \times \text{集材手1日当たり経費} + \text{運転手1日当たり経費} \right) \\ &\text{但し } D_{SHH} = \frac{\text{荷かけ手N人の場合の1日当たり作業時間(秒)}}{60 \times \text{普通集材作業の1日当たり作業時間(分)}} : T_{SHH}(n) \end{aligned}$$

(2)

$$\begin{aligned} &\text{(10) C BAZ} = \text{全木伐倒手1日当たり経費} \times \text{全木伐倒手作業日数} \\ &\text{但し } D_{BAZ} = \frac{\text{伐木倒木の全作業量(秒} \times \text{人})}{60 \times \text{伐木倒木の1日当たり作業時間(分)}} : S_{BAZ} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{(11) C SHZ} = \text{全木集材作業日数} \times \left\{ (1 + \text{荷かけ手人數}) \times \text{集材手1日当たり経費} + \text{運転手1日当たり経費} \right. \\ &\quad \left. + \text{盤台の造材手の人数} \times \text{全木造材手1日当たり経費} + \text{運転手1日当たり経費} \right\} \\ &\text{但し } D_{SHZ} = \frac{60 \times \text{全木伐倒の1日当たり正味時間(分)}}{N_1} : H_{BAZ} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{(12) C BAZ} = \text{全木伐倒手1日当たり経費} \times \text{全木伐倒手作業日数} \\ &\text{但し } D_{BAZ} = \frac{\text{全木伐倒の全作業量(秒} \times \text{人})}{N_2} : S_{BAZ} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{(13) C SHZ} = \text{全木集材作業日数} \times \left\{ (1 + \text{盤台の集材手の人數}) \times \text{集材手1日当たり経費} \right. \\ &\quad \left. + \text{盤台造材手N}_1\text{人} \cdot \text{集材手N}_2\text{人の場合の1日当たり正味作業時間(秒)} : H_{SHZ} \right\} \\ &\text{但し } D_{SHZ} = \frac{60 \times \text{全木集材作業の1日当たり正味作業時間(分)}}{N_1} : C_{SD} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{(14) C SHZ} = \text{盤台造材手の人数} \times \text{全木造材手1日当たり経費} + \text{運転手1日当たり経費} \\ &\text{但し } D_{SHZ} = \frac{60 \times \text{盤台造材手N}_1\text{人} \cdot \text{集材手N}_2\text{人の場合の1日当たり正味作業時間(秒)} : H_{SHZ}}{N_2} \end{aligned}$$

伐倒作業量算定式一覧表

| 作業名       | 全木伐倒量   |         | 発生率   | 普通伐倒量                                  |     | 発生率   |
|-----------|---|---------|---|--|-----|---|
|           | 作業量   | 伐倒量     |   | 作業量                                    | 伐倒量 |   |
| 伐倒方向検討    | $T_{BZ1} = 0.419D + 9.0$                      |         | $\begin{cases} 0.0115D + 0.094 & (D \leq 78) \\ 1.00 & (D \geq 79) \end{cases}$ | $T_{BH2} = 0.491D + 9.1$               |     | $\begin{cases} 0.0075D + 0.445 & (D \leq 74) \\ 1.00 & (D \geq 75) \end{cases}$ |
| 障害除去      | $T_{BZ2} = 1.00$                              |         | 0.78  | $T_{BH2} = 1.07$                       |     | 0.86  |
| 受口・追口切付帯張 | $T_{BZ3} = 0.0183D^2 - 0.685D + 19.22$        |         | 1.00  | $T_{BH3} = 0.0031D^2 + 0.632D + 1.513$ |     | 1.00  |
| 根矢打       | $T_{BZ4} = 2.4$                               |         | 0.025   | $T_{BH4} = 4.2$                        |     | 0.140   |
| 受口・追口切    | $T_{BZ5} = 3.9$                               |         | 0.0042D + 0.035   | $T_{BH5} = 5.8$                        |     |   |
|           | $T_{BZ6H}$<br>$= 0.0986D^2 - 2.7637D + 56.31$ |         | 1.00  | $T_{BH6H} = T_{BZ6H}$                  |     | 1.00  |
| サワラ       | $T_{BZ6S}$<br>$= 0.0434D^2 - 0.4729D + 18.30$ |         | 1.00  | $T_{BH6S} = T_{BZ6S}$                  |     | 1.00  |
| 合図        | $T_{BZ7} = 7.0$                               |         | 1.00  | $T_{BH7} = 7.0$                        |     | 1.00  |
| 退避具とりまとめ  | $T_{BZ8} = 8.0$                               |         | 1.00  | $T_{BH8} = 14.0$                       |     | 1.00  |
| 作業移動      | $T_{BZ9} = 9.0$                               |         | 0.05  | $T_{BH9} = 4.7$                        |     | 0.11  |
|           | 傾斜  | 植生      |   |  |     |   |
|           | $\sim 2.5^\circ$                              | 疏       | 中   | 密                                      |     |   |
|           | $2.6^\circ \sim 3.5^\circ$                    | 3.6 sec | 5.4 sec   | 5.4 sec                                |     |   |
|           | $3.6^\circ \sim$                              | 4.2 sec | 6.6   | 6.6                                    |     |   |
|           |   | 5.4 sec | 7.8   | 7.8                                    |     |   |
|           |   |         |   |  | 左   | 同   |

造材作業量算定式一覧表

| 作業名    | 普通造材   | 莞生率  | 難合造材                                   | 莞生率   |
|--------|--|--|--|---|
| 測尺     | $T_{BZK1} = 38.0nt + 0.67\theta + 1.67$                                | 1.00   | $T_{BZK1} = 20.3nt + 23.02$            | 1.00  |
| 始動・停止  | $T_{SZK2} = 3.5 \times 10.8 = 37.8$                                    | 1.00   | $T_{BZT2} = 2.4 \times 10.5 = 25.2$    | 1.00  |
| 玉切歩行   | $T_{SZK3} = 1.3H + 0.43\theta - 11.75$                                 | 0.65   | $T_{BZT3} = 0.71H - 5.658$             | 0.82  |
| 玉切附帯   | $T_{SZK4} = 25.0$  | 0.000079D <sup>2</sup> + 0.0024D                               | $T_{BZT4} = 21.8$                      | 0.00015D <sup>2</sup> + 0.0004D                   |
| サルカ切り  | $T_{SZK5} = 0.021D^2 - 0.32D + 0.635\theta + 1.022$                    | 1.00<br>{ 0 (D < 30)<br>0.35 (D ≥ 30)}                         | $T_{BZT5} = 0.0067D^2 + 0.947D - 0.58$ | 1.00<br>{ 0 (D < 20)<br>0.32 (D ≥ 20)}            |
| 化粧がけ   | $T_{SZK6} = 35.0$  | 0.21   | $T_{BZT6} = 44.0$                      | 0   |
| 障害除去   | $T_{SZK7} = 38.0$  | 0  | $T_{BZT7} = 0$                         | 0   |
| 捨切り    | $T_{SZK8} = 0$   | 0  | $T_{BZT8} = 56.8$                      | 0.26  |
| 枝先切り   | $T_{SZK9} = 38.0$  | 0.02D + 0.016<br>{ 0 (D ≤ 20)<br>20 < D ≤ 70<br>1.00 (D > 70)} | $T_{BZT9} = 57.0$                      | 0.0125D + 0.016<br>{ 0 (D ≤ 80)<br>1.00 (D > 80)} |
| 枝払い    | $T_{SZK10} = 12.71D + 5.60\theta - 31.6$<br>(2.5 ≤ D < 7.5 5 ≤ θ (適用)) | 1.00   | $T_{BZT10} = 7.72D - 67.8$             | 1.00  |
| 枝払い付帯  | $T_{SZK11} = 1.595D - 1.28$  | 1.00   | $T_{BZT11} = 1.881D - 13.12$           | 1.00  |
| 枝払い手直し | $T_{SZK12} = 0$  | 0  | $T_{BZT12} = 29.0$                     | 0.14  |

| 玉切り    | ヒノキ<br>$T_{SZTH} = 0.037d^2 - 1.012d + 4.89A_{st} + 1.05$ | ヒノキ<br>$T_{BZTH} = 0.037d^2 - 1.012d + 15.5$ | ヒノキ<br>$T_{BZT13} = 0.0355d^2 - 0.744d + 13.17$ | 1.00 |
|--------|---|--|---|------|
| 玉切り段取り | $T_{SZT2} = 6.6$  | 1.00   | $T_{BZT2} = 11.3$                               | 0.20 |
| 木廻し    | $T_{SZT3} = 25.0$   | 0.65   | $T_{BZT3} = 14.0$                               | 0.20 |
| 木板     | — (不要)  | 0.33   | $T_{BZT4} = 0.817d + 13.18$                     | 1.00 |

 $nt$  = 採材玉数  $H$  = 樹高  $\theta$  = 斜面傾斜  $D$  = 胸高直径

荷掛・荷卸作業量算定式一覧表

| 区分                        | 作業名  | 全木集材   |                                 |  | 普通通集材 |     |     | 発生率                           |
|---------------------------|--|--|---------------------------------|--|-------|-----|-----|-------------------------------|
|                           |  | 作業量  | 発生率                             | 作業量  | 作業量   | 作業量 | 作業量 |                               |
| サ イ ク ル 時 間 に 算 定 す る 作 業 | 荷掛け<br>スリング仕分け   | T <sub>N1ZC1</sub> = 86.96ns + 10.35                 | 1.00                            | T <sub>NHCl</sub> = 7.60N <sub>2</sub> + 32.43ns - 6.52  | 1.00  |     |     |                               |
| サ イ ク ル 時 間 に 算 定 す る 作 業 | 荷掛け・材集め<br>(荷物除去中)   | T <sub>N1ZC2</sub> = 0                               | 0                               | T <sub>NHCl</sub> = 5.5ns + 0.4θ + 4.0                   |       |     |     |                               |
| サ イ ク ル 時 間 に 算 定 す る 作 業 | 荷掛け・材集め<br>(荷物除去中)   | T <sub>N1ZC3</sub> = 1.00                            | 傾斜<br>% 8 12 16 20              | T <sub>NHCl</sub> = 5.5 - 45°<br>T <sub>NHC3</sub> = 5.4 |       |     |     | N <sub>2</sub> 0.38<br>3 0.49 |
| サ イ ク ル 時 間 に 算 定 す る 作 業 | 荷掛け・材集め<br>(荷物除去中)   | T <sub>N1ZC4</sub> = 8.2                             | 傾斜<br>% 8 12 16 20              | T <sub>NHCl</sub> = 1.00                                 |       |     |     | 0.125N <sub>2</sub> + 0.125   |
| サ イ ク ル 時 間 に 算 定 す る 作 業 | 荷掛け・材集め<br>(荷物除去中)   | T <sub>N1ZC5</sub> = 8                               | 傾斜<br>% 6 8 11 15               | T <sub>NHCl</sub> = 8                                    |       |     |     | 1.00                          |
| サ イ ク ル 時 間 に 算 定 す る 作 業 | 退避歩行   | T <sub>N1ZC6</sub> = ℓ <sub>T</sub> × V <sub>w</sub> | 1.00                            | T <sub>NHCl</sub> = ℓ <sub>T</sub> × V <sub>w</sub>      |       |     |     | 1.00                          |
| サ イ ク ル 時 間 に 算 定 す る 作 業 | 荷掛け直し  | T <sub>N1ZC7</sub> = 0                               | 0                               | T <sub>NHCl</sub> = 1.14                                 |       |     |     | 0.06                          |
| サ イ ク ル 時 間 に 算 定 す る 作 業 | 荷掛け排除(運転中)   | T <sub>N1ZC8</sub> = 0                               | 0                               | T <sub>NHCl</sub> = 5.4                                  |       |     |     | 0.08                          |
| 電 話 移 動                   | 斜面傾斜移動速度<br>sec/m  | 急 中 慢 -  | 傾斜急 中<br>GB移動 200 1.00<br>1回当たり |  |       |     |     |                               |
| 電 話 移 動                   | S <sub>N1ZN2</sub> = ℓ <sub>N</sub> / V <sub>w</sub>         |  |                                 |  |       |     |     |                               |
| 引込み合図                     | S <sub>N1ZN3</sub> = 運転時間に含まれる                               |  |                                 |  |       |     |     |                               |
| 引出し合図                     | S <sub>N1ZN4</sub> = 同上                                      |  |                                 |  |       |     |     |                               |
| ガイドブロック移動                 | S <sub>N1ZN5</sub> = 1.500 + ℓ <sub>N</sub> / V <sub>w</sub> |  |                                 |  |       |     |     |                               |

N<sub>s</sub>=スリンク本数(使用)

ℓ<sub>T</sub>=退避距離

V<sub>w</sub>=歩行速度( sec/m )

ℓ<sub>N</sub>=荷掛けまでの歩行距離

N<sub>2</sub>=荷掛け本数

N<sub>so</sub>=固定スリンク数

| サ イ ク ル 時 間 | 荷外し    | T <sub>HCl</sub> = 7.0ns + 40.4      |                      |                                      | T <sub>HCl</sub> = 7.2ns + 15.3 |                          |                          | 1.00 |
|-------------|--------|--------------------------------------|----------------------|--------------------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|------|
|             |        | T <sub>HCl</sub> = 2.4               | T <sub>HCl</sub> = 0 | T <sub>HCl</sub> = 1.34.0            | (2本掛け以上)<br>0.10                | T <sub>HCl</sub> = 4.2.0 | T <sub>HCl</sub> = 1.6.0 |      |
| サ イ ク ル 時 間 | 荷引戻し合図 | 1.00                                 | 0                    | (2本掛け以上)<br>0.10                     | 0                               | -                        | -                        | 1.00 |
| サ イ ク ル 時 間 | スリング取替 |                                      |                      |                                      |                                 |                          |                          | 0.01 |
| サ イ ク ル 時 間 | 荷卸し直し  |                                      |                      |                                      |                                 |                          |                          | 0.11 |
| サ イ ク ル 時 間 | 退避歩行   |                                      |                      |                                      |                                 |                          |                          | 1.00 |
| サ イ ク ル 時 間 | 材位置直し  |                                      |                      |                                      |                                 |                          |                          | -    |
| サ イ ク ル 時 間 | 荷卸し合図  | S <sub>HZN1</sub> = 荷卸し運転時間          |                      | S <sub>HZN1</sub> = 荷卸し運転時間          |                                 |                          |                          |      |
| サ イ ク ル 時 間 | 盤台整理   | S <sub>HZN2</sub> = 5.6 × (ZD)(溝し盤台) |                      | S <sub>HZN2</sub> = 5.6 × (ZD)(溝し盤台) |                                 |                          |                          |      |
| サ イ ク ル 時 間 | 作業移動機  | -                                    | -                    | -                                    | -                               | -                        | -                        | -    |

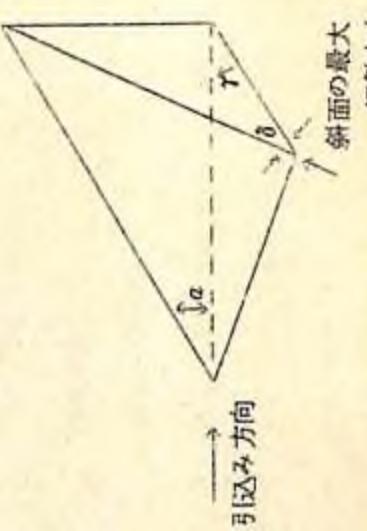
集 材 機 装 置 関 係 作 業 量 算 定 一 覧 表

| タ イ ラ 一 方 式  |  | ホ ー リ ン グ プ ロ ツ ク 方 式   |   |
|--|--|---|---|
| まとまり作業における作業索の平均張力   | まとまり作業時間   | まとまり作業における作業索の平均張力  | まとまり作業時間  |
| 空ローディングロツク巻上げ(平均張力)  | 左 同 (時間)   |   |   |
| $U_{t1\ell} = (W_{eb} + W_{rb})R / 2$  | $T_{t1} = (S - 22) / 3 + 10$   |   |   |
| 空搬器走行(平均張力)  | 左 同 (時間)   | 空搬器走行と空ローディングプロツク引込み(平均張力)  | 左 同 (時間)  |
| $U_{t2h} = [W_{cr} + W_{eb} + (W_{ef} + W_{rb}) \sin \theta / 2] + R_s R$  | $T_{t2} = \begin{cases} (S - 48) / 8 + 12 & V_m \geq 8 \\ (S - V_m^2 / 2 - 5(V_m + 5) / 2) / V_m + V_m + 5 & V_m < 8 \end{cases}$                        | 荷上索の張力<br>$U_{h1\ell} = (W_{eb} / 3) \sec \{ \alpha_0 + \theta (1 + W_{cr} / W_{eb}) \} / R$                                      | $T_{h1} = \begin{cases} (S - 72) / 7 + 27 & V_m \geq 7 \\ (S - V_m^2 / 2 - 5(V_m + 2) / 2 - 25) / V_m + V_m + 20 & V_m < 7 \end{cases}$ |
| 空ローディングプロツク引込み(平均張力)<br>(引戻索を巻取って荷上索をゆるめる)   | 左 同 (時間)   | 引戻索の張力<br>$U_{h1h} = U_{h1\ell} R + (W_{cr} + W_{eb}) \sin \theta R$  |   |
| $U_{t3h} = U_{t1\ell} R$<br>$U_{t3\ell} = (U_{t1\ell} / R) / 2$  | $T_{t3} = \begin{cases} (S - 10) / 3 + 7 & V_m \geq V_g \\ (S - 10) / V_m + 7 & V_m < V_g \end{cases}$   |   |   |
| 実ローディングプロツク引出し(平均張力)   | 左 同 (時間)   | 実ローディングプロツク引出し(平均張力)  | 左 同 (時間)  |
| $U_{t4\ell} = U_{t1\ell} R$<br>但し $U_{t1\ell} = \frac{(W_{log} + W_{eb})(\mu f \cos \alpha - \sin \alpha)}{\cos(\alpha + \beta) + \mu f \sin(\alpha + \beta)}$ | $T_{t4} = \begin{cases} 2 + (S - 1) / 2 & V_m \geq 2 \\ V_m + (S - V_m^2 / 2) / V_m & V_m < 2 \end{cases}$   | $U_{h2\ell} = \frac{1}{5} \frac{(W_{log} + W_{eb})(\mu f \cos \alpha - \sin \alpha)}{\cos(\alpha + \beta) + \mu f \sin \alpha} R$ | $T_{h2} = \begin{cases} 2 + (S - 1) / 2 & V_m \geq 2 \\ V_m + (S - V_m^2 / 2) / V_m & V_m < 2 \end{cases}$                              |
| 実ローディングプロツク吊上げ(平均張力)   | 左 同 (時間)   | 実ローディングプロツク吊上げと実搬器走行(平均張力)  | 左 同 (時間)  |
| $U_{t5\ell} = [(W_{log} + W_{eb} + W_{ef} / 2 + W_{rb} / 2) \sin \theta - R_s] R$<br>但し $R_s = \mu s \{W_{log} + W_{eb} + (W_{ef} + W_{rb}) / 2\}$             | $T_{t5} = \begin{cases} 2 + (S - 1) / 2 & V_m \geq 2 \\ V_m + (S - V_m^2 / 2) / V_m & V_m < 2 \end{cases}$   | 荷上索の張力<br>$U_{h3\ell} = (W_{eb} + W_{log}) \sec \{ L_0 + \theta (1 + W_{cr} / (W_{eb} + W_{log})) \} \times R / 3$                | $T_{h4} = \begin{cases} (S - 50) / 7 + 50 & V_m b \geq 7 \\ (S - 10 - 5(1 + V_m b)) / V_m b + 15 & V_m b < 7 \end{cases}$               |
|  | 実搬器走行(時間)<br>$T_{t6} = t_1 + t_2 + 1.5$<br>a. 速度が $V_m$<br>t <sub>1</sub> … b. 8m/secに達する時間 何れか小さい方<br>c. (S - 60)走行する時間<br>t <sub>2</sub> … 制限速度で走行する時間 | 引戻索の張力<br>$U_{h3h} = \{ U_{h3\ell} / R + (W_{cr} + W_{eb} + W_{log}) \sin \theta \} / R$  |   |
|  | 実ローディングプロツク卸し(時間)<br>$T_{t7} = \begin{cases} 20 \cdot \text{普通集材の場合} \\ 30 \cdot \text{全木(全幹)集材の場合} \end{cases}$   |   | 実ローディングプロツク卸し(時間)<br>$T_{h5} = \begin{cases} 30 \cdot \text{普通集材の場合} \\ 40 \cdot \text{全木(全幹)集材の場合} \end{cases}$                        |

## 集材装置関係記号

|                 |  |              |                                   |
|-----------------|--|--------------|-----------------------------------|
| $P(\text{dyn})$ | 集材機から作業索へ伝達される馬力の最大                          | $\mu_c$      | 搬器の抵抗係数                           |
| $U(\text{kg})$  | 作業索の張力                                       | $R_b$        | 荷上素がローデイングロックをしこく抵抗               |
| $V_m$           | 作業索の集材機エンジンの性能かららの制限速度( $\text{m/sec}$ )     | $U_{t1}\ell$ | 荷上素の張力( タイラー、空搬器巻上げ時の )           |
| $Q$             | 集材機のブレーキ容量( $\text{kg} \cdot \text{m/sec}$ ) | $R$          | 滑車の總抵抗比                           |
| $V_b$           | 作業索の集材機ブレーキの性能かららの制限速度( $\text{m/sec}$ )     | $\mu$        | 摩擦係数                              |
| $V_E(t)$        | 運転手の能力と安全性によつて決まる制限速度                        | $\beta$      | 滑車の摩擦係数                           |
| $S$             | まとまり作業の中で動く作業索の長さ                            | $U_{t2}h$    | 空搬器返送の引戻索の張力( タイラー )              |
| $T$             | まとまり作業時間                                     | $U_{t3}h$    | 引戻索の張力( タイラー空ローデイングロック引込 )        |
| $L$             | スパン長( $\text{m}$ )                           | $U_{t5}\ell$ | 荷上素の張力( $\text{#}$ )              |
| $H_{sh}$        | 主索の盤台上の高さ                                    | $U_{t4}\ell$ | 荷上素の張力( タイラー、実ローデイングロック引出し )      |
| $T_{t1}$        | 空ローデイングロック吊上げ作業時間( タイラー )                    | $U^T$        | 引出斜面を材を引づつてくる荷上素の張力               |
| $X_{sh} Y_{sh}$ | 荷掛けする斜面のX座標                                  | $\mu^T$      | 引出しおける斜面と材の摩擦抵抗係数                 |
| $X_{ban}$       | 盤台のX座標                                       | $W_{log}$    | 吊荷の重量                             |
| $T_{t2}$        | 空搬器走行時間( タイラー )                              |              | エンジン性能、ブレーキ性能から求められる速度            |
| $T_{t3}$        | 空ローデイングロック引込時間( タイラー )                       | $U_{t5}\ell$ | 実ローデイングロック吊上げの張力( タイラー )          |
| $T_{t4}$        | 実ローデイングロック引出し時間( タイラー )                      | $U_{h1}\ell$ | 空搬器走行と空ローデイングロック引込張力( ホーリング、荷上索 ) |

|      |                       |      |  |
|------|-----------------------|------|--|
| Tt5  | 実ローディングロック吊上げ時間(タイマー) | Uh1h | 空撮器走行と空ローディングロック吊込張力(ホーリング、引戻索)<br>時間(ホーリング) |
| Tt6  | 実撮器走行時間(タイマー)         | Th1  | "  |
| S    | 主索の中央垂下量              | Uh2ℓ | 実ローディングロック吊出(ホーリング、荷上索張力)                    |
| n    | 荷重比                   | Th2  | " (ホーリング、時間)                                 |
| Wlog | 吊荷重量                  | Uh3ℓ | 実ローディングロック吊上げと実撮器走行(ホーリング、荷上索張力)             |
| Wat  | ローディングロック重量           | Uh5n | " (ホーリング、引戻索張力)                              |
| Wat  | 荷上索重量                 | Th4  | " (ホーリング、時間)                                 |
| Qhb  | 引戻索単位重量(kg/m)         | Th5  | 実ローディングロック吊し時間<br>αとδ、γの関係                   |
| Wer  | 撮器重量                  |      |  |
| Vm   | 撮器の走行にともなって動く慣性重量     |      |  |
| Vv   | 撮器に働く鉛直方向の力           |      |  |
| P    | 撮器の進行方向に働く加速度         |      |  |



① 現場データ1の読み込み

|                            |  |
|----------------------------|--|
| ① 現場データ1<br>読み込みと予備計算      | 1. 主索の上方支点、下方支点および盤台の位置                              |
|                            | 2. 主索の垂下比  |
|                            | 3. 分割した斜面の数  |
|                            | 4. 各斜面ごとの位置、面積、傾斜と方向、植生量および主索との距離の最大の値               |
|                            | 5. 主索を中心として作業地が片面のみか両面にあるかを示す斜面の数                    |
|                            | 6. 片面ずつ盤台に至近な斜面と至遠な斜面の番号                             |
| ② 樹種別常数の読み込み<br>読み込みと予備計算  | ② 樹種別常数の読み込み   |
|                            | 1. 樹種計算式の係数  |
|                            | $\log V = C_{vc1} + C_v D_1 \log D + C_{vH1} \log H$ |
|                            | 1は樹種別を示す $V(m')$ : 材積 $D(cm)$ : 胸高直径 $H(m)$ : 胸高     |
|                            | 2. 未口絶計算式の係数   |
| ③ 現場データ2の読み込み<br>読み込みと予備計算 | 1. 斜面別(I)、樹種別(J)、胸高直径別(K) 立木本数: MKA(I, J, K)         |
|                            | 2. " " " 未口径別(K)王数: RTA(I, J, K)                     |
|                            | 3. 樹種別(J)、胸高直径別(K) 立木本数: RKJD(J, K)                  |
|                            | 4. " 未口径別(K)王数: RTJA(J, K)                           |
|                            | 5. 斜面別(I)重量: SWA(I)                                  |
| ④ 深さ木および玉の分布樹高曲線           |  |

6. 木の重量別( IW ) 本数 : MWKA( IW )  
 7. 玉の重量別( IW ) 本数 : RWT A( IW )  
 8. 総材積 : SVKI  
 9. 総重量 : SW

10. 槍種別樹高曲線

$$H = 1.2 + \frac{1}{C_{HDI} + CHD_i \times D^2} \quad 1 \text{ は樹種}$$

④ コスト常数の読み込み

1. 造材手、集材手、機械運転手の1日当りの賃金および間接費( 読み込む )
2. 副作業コスト( 計算する )
3. 盤台作設費( " )
4. 全木集材による利益( " )

⑤ 作業量の特性値

- |                |       |
|----------------|-------|
| 1. 普通伐倒作業量の特性値 | 樹種ごとに |
| 2. 金木伐倒作業量の "  |       |
| 3. 造材作業量の "    |       |
| 4. 盤台造材作業量の "  |       |
| 5. 普通荷卸 "      | 共 通   |
| 6. 普通荷卸 "      |       |
| 7. 全木荷卸 "      |       |
| 8. 全木荷卸 "      |       |

| ④ R・C コスト常数 |  |
|-------------|--|
|             |  |

| ⑤ R 作業量の特性値 |  |
|-------------|--|
|             |  |

⑥ 機械器具データーの読み込み

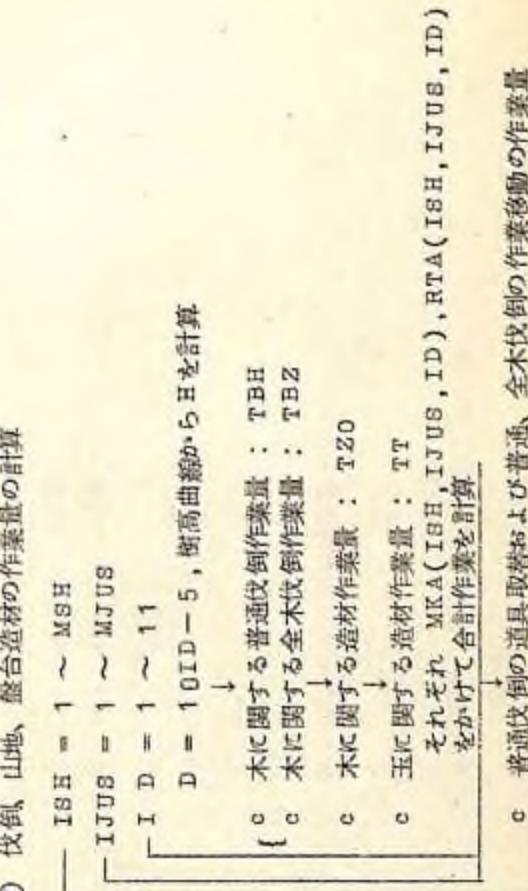
集材機のデーターとして4機種について次のものを読み込む。

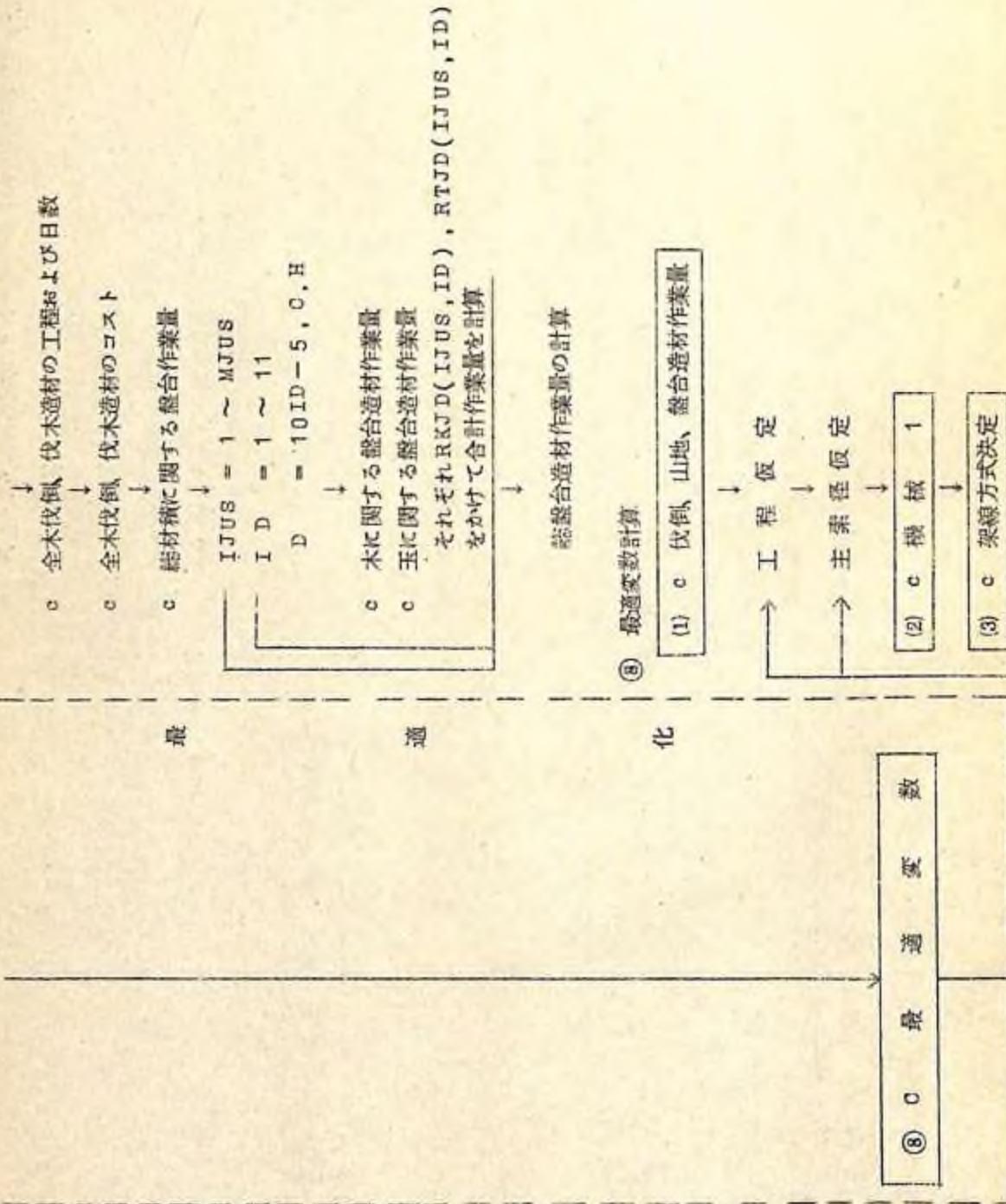
1. 集材機のエンジンの公称最大出力
2. 集材機のエンジンの実効出力
3. 集材機の価格( ガイドブック以外の付属器具を含める。 )
4. ガイドブロック類の価格

使用するワイヤロープはスカイライン、リファティグライン、ホールバツクライൻを1組として

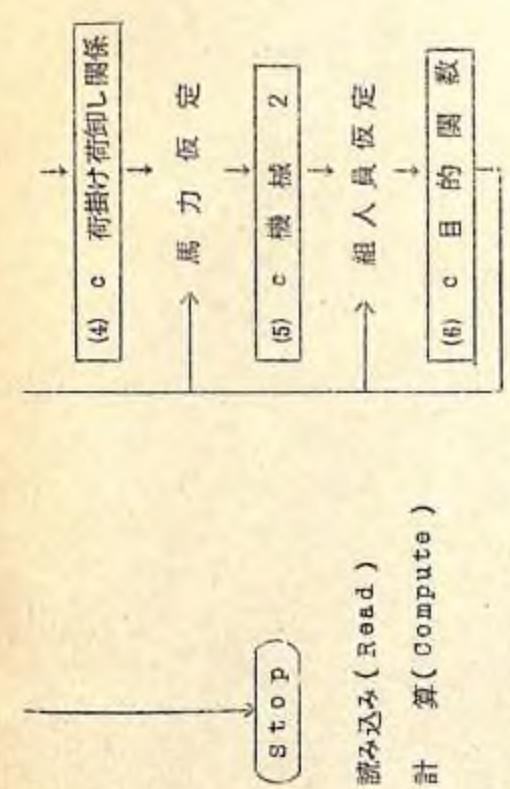
1. スカイラインの直徑、切断荷重、単位重量、単位価格
2. リファティグラインの直徑、切断荷重、単位重量、単位価格
3. ホールバツクライൻの直徑、切断荷重、単位重量、単位価格

⑦ 伐倒、山地、盤台造材の作業量の計算





-24-



※ R 読み込み (Read)

※※ C 計算 (Compute)

#### 機械計算 1

- スカイライン重量
- リフティングライン重量
- ホールバッターライン重量
- ローディングブロック重量
- キャレット重量
- 許容総荷重
- 許容吊荷荷重

タイラー式とホーリングブロック式のいずれを採用するかを計算決定

#### 架線方式決定

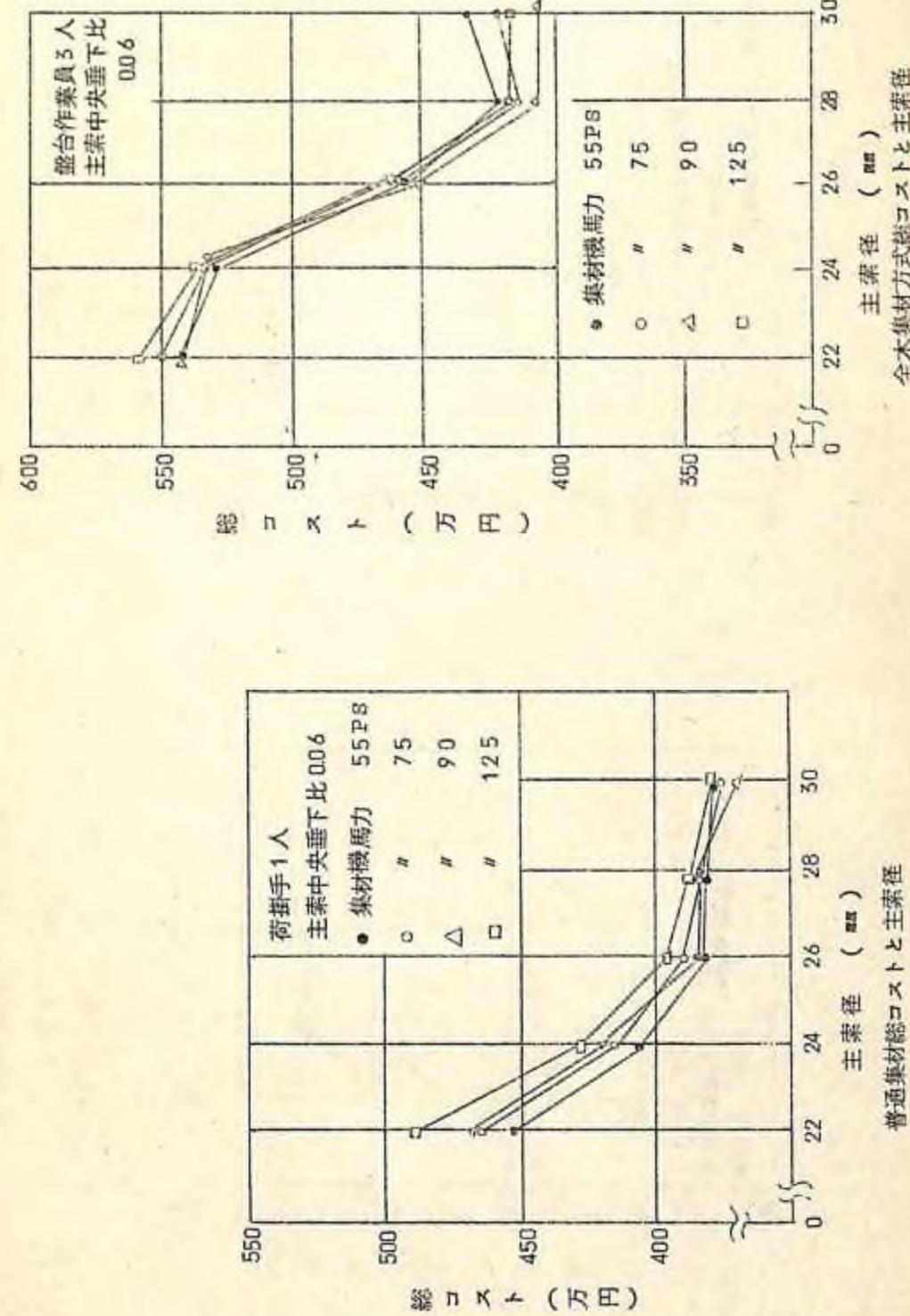
-25-

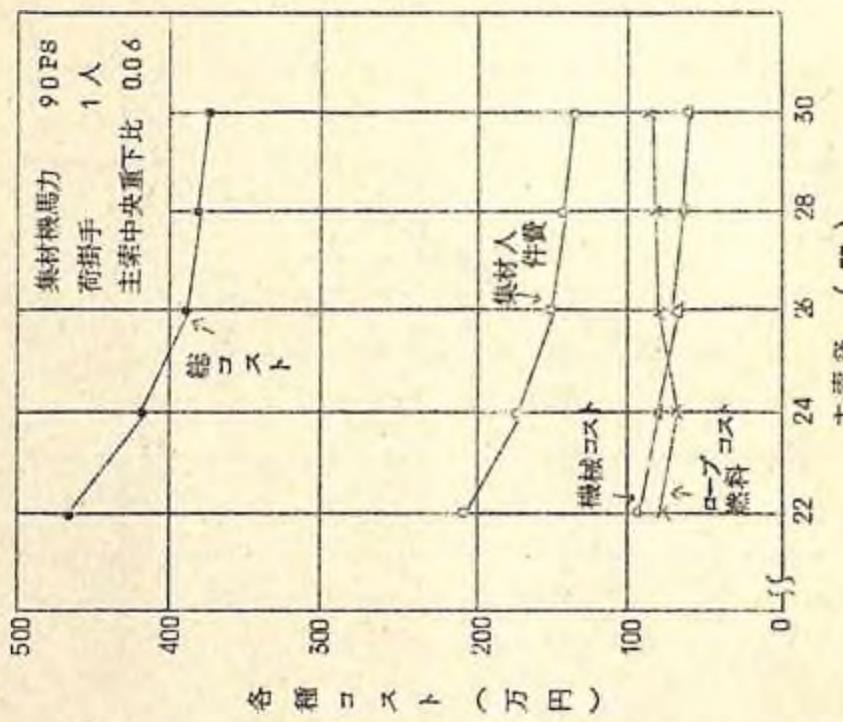
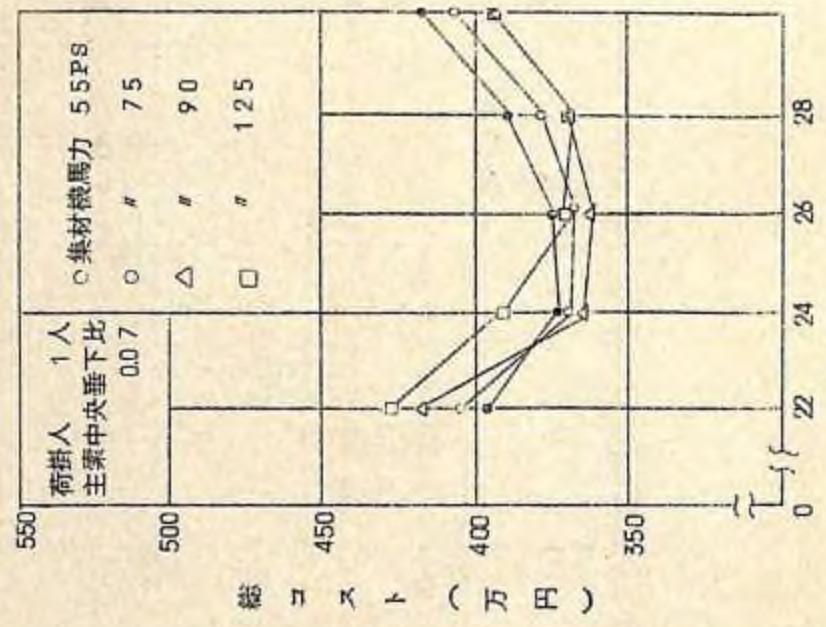
### 荷掛け、荷卸し関係

1. 1サイクルにつける玉(木)の本数
2. 全サイクル数
3. 使用スリンク数
4. 普通荷卸し作業量 : SORH
5. 普通荷掛け作業量 : SNTHK, SNTHO(斜面ごと)
6. 全木荷卸し作業量 : SORZ
7. 全木荷掛け作業量 : SNIZZ(斜面ごと)

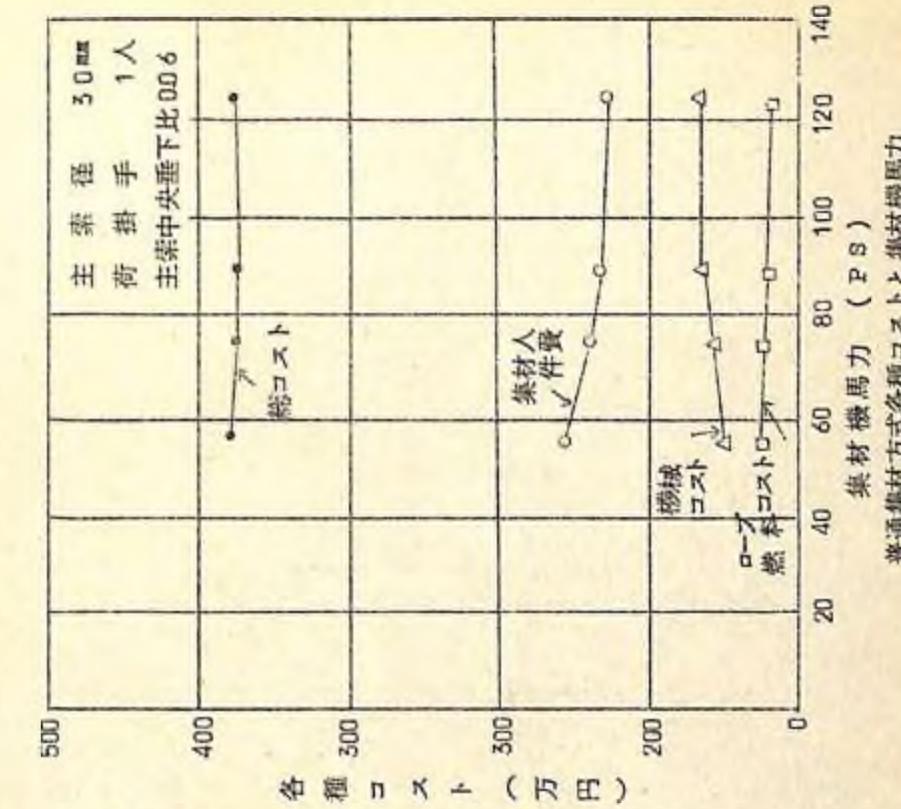
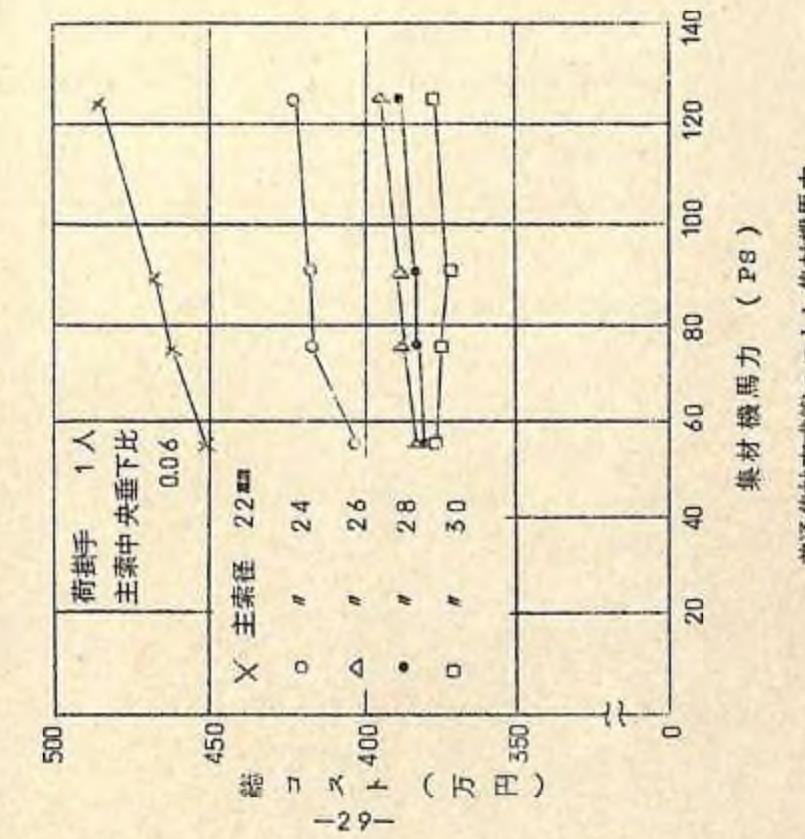
### 機械計算2

1. 集材機運転中の作業率張力と速度
  2. 集材機運転時間
  3. 集材機コスト(ワイヤロープ以外の附屬品を含む)
- 目的関数の計算
1. 盤台造材手 ; nは盤台集材手 ; n0からサイクル時間を組立てる。
  2. 全サイクル時間を計算
  3. 作業日数を計算
  4. 総コストを計算

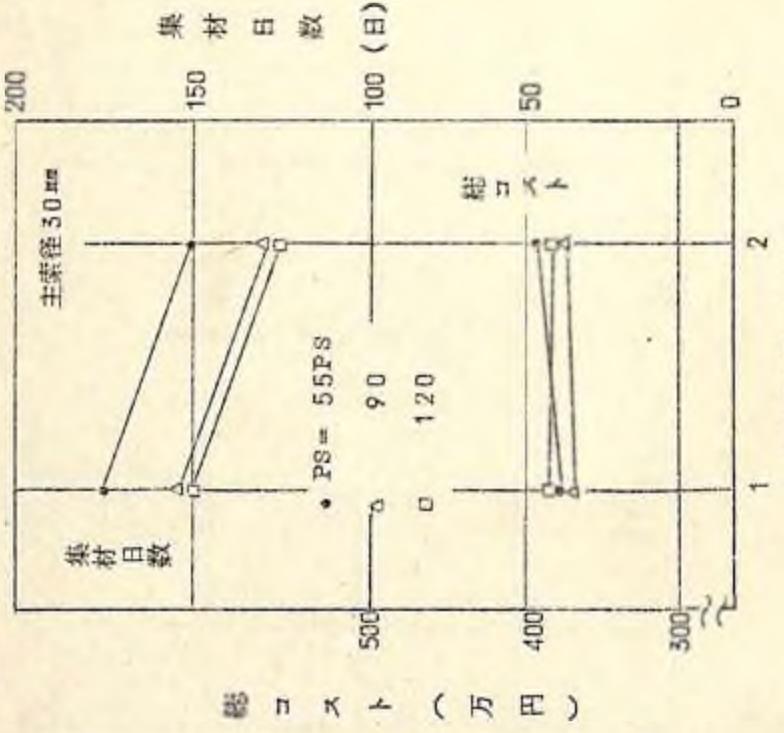




普通集材方式諸コストと主索径



普通集材方式各種コストと集材機馬力



普通集材方式総コスト・集材日数と荷担手人數

### 普通集材方式の全システムの変数

| 主索<br>径 (mm) | 集馬<br>材<br>機<br>力<br>(kW) | 荷<br>人<br>掛<br>手<br>数<br>(人) | 集<br>材<br>日<br>数<br>(日) | 集<br>材<br>費<br>用 |                |                     | 集<br>材<br>費<br>用<br>(万円) | 総<br>費<br>用<br>(万円) |
|--------------|---------------------------|------------------------------|-------------------------|------------------|----------------|---------------------|--------------------------|---------------------|
|              |                           |                              |                         | ワイヤロープ<br>(万円)   | 燃<br>料<br>(万円) | 物<br>件<br>費<br>(万円) |                          |                     |
| 55           | 1                         | 241                          | 79.2                    | 21.8             | 66.2           | 212.0               | 379.3                    | 453.9               |
|              | 2                         | 215                          | "                       | "                | 59.1           | 251.4               | 411.4                    | 482.2               |
| 75           | 1                         | 234                          | "                       | 20.8             | 88.1           | 205.7               | 393.8                    | 464.5               |
|              | 2                         | 208                          | "                       | "                | 78.3           | 242.9               | 421.2                    | 491.9               |
| 90           | 1                         | 250                          | "                       | 18.8             | 94.5           | 202.2               | 394.7                    | 465.4               |
|              | 2                         | 204                          | "                       | "                | 83.7           | 238.4               | 423.5                    | 490.8               |
| 125          | 1                         | 229                          | "                       | 20.0             | 107.2          | 201.0               | 415.9                    | 486.7               |
|              | 2                         | 203                          | "                       | "                | 95.0           | 236.7               | 439.4                    | 510.1               |
| 55           | 1                         | 210                          | 73.8                    | 20.1             | 57.6           | 184.4               | 335.9                    | 406.7               |
|              | 2                         | 183                          | "                       | "                | 50.3           | 214.1               | 358.2                    | 428.9               |
| 75           | 1                         | 202                          | "                       | 19.1             | 76.0           | 177.4               | 346.3                    | 417.0               |
|              | 2                         | 175                          | "                       | "                | 66.0           | 204.7               | 363.5                    | 434.2               |
| 90           | 1                         | 198                          | "                       | 17.6             | 81.4           | 174.2               | 346.9                    | 417.6               |
|              | 2                         | 172                          | "                       | "                | 70.4           | 200.4               | 362.2                    | 432.9               |
| 125          | 1                         | 196                          | "                       | 18.4             | 91.9           | 172.2               | 356.5                    | 427.0               |
|              | 2                         | 170                          | "                       | "                | 72.4           | 197.8               | 369.3                    | 440.1               |

全木集材方式の全システムの変数

| 主<br>索<br>径(mm) | 集馬<br>材<br>機<br>力(ps) | 盤手<br>合<br>造<br>材<br>数(人) | 材<br>數(日) | 集材費            |                |                     | 人<br>件<br>費<br>(万円) | 集材費<br>(万円) | 総<br>費<br>(万円) |
|-----------------|-----------------------|---------------------------|-----------|----------------|----------------|---------------------|---------------------|-------------|----------------|
|                 |                       |                           |           | ワイヤロープ<br>(万円) | 燃<br>料<br>(万円) | 物<br>件<br>費<br>(万円) |                     |             |                |
| 22              | 55                    | 3                         | 221       | 67.0           | 18.5           | 6.05                | 3522                | 498.2       | 539.5          |
|                 | 4                     | "                         | "         | "              | "              | "                   | 4314                | 577.5       | 618.8          |
|                 | 5                     | "                         | "         | "              | "              | "                   | 5106                | 656.7       | 698.0          |
|                 | 75                    | 5                         | 214       | "              | 17.6           | 8.07                | 3424                | 507.7       | 548.9          |
|                 | 4                     | "                         | "         | "              | "              | "                   | 4194                | 584.7       | 626.0          |
|                 | 5                     | "                         | "         | "              | "              | "                   | 4964                | 6618        | 703.0          |
|                 | 90                    | 3                         | 211       | "              | 16.2           | 8.66                | 3371                | 506.9       | 546.2          |
|                 | 4                     | "                         | "         | "              | "              | "                   | 4130                | 582.8       | 624.0          |
|                 | 5                     | "                         | "         | "              | "              | "                   | 4888                | 658.6       | 699.9          |
|                 | 125                   | 3                         | 210       | "              | 17.0           | 9.84                | 3352                | 517.5       | 558.8          |
| 24              | 4                     | "                         | "         | "              | "              | "                   | 4106                | 592.9       | 634.2          |
|                 | 5                     | "                         | "         | "              | "              | "                   | 6683                | 668.3       | 709.6          |
|                 | 55                    | 3                         | 209       | 74.0           | 20.1           | 5.74                | 3340                | 485.6       | 526.9          |
|                 | 4                     | "                         | "         | "              | "              | "                   | 5608                | 56.08       | 602.0          |
|                 | 5                     | "                         | "         | "              | "              | "                   | 4845                | 635.9       | 677.2          |
|                 | 75                    | 3                         | 201       | "              | 19.2           | 7.57                | 3211                | 490.0       | 551.5          |
|                 | 4                     | "                         | "         | "              | "              | "                   | 3934                | 562.5       | 603.5          |
|                 | 5                     | "                         | "         | "              | "              | "                   | 4657                | 634.5       | 675.8          |
|                 | 90                    | 3                         | 198       | "              | 18.9           | 8.10                | 3153                | 488.0       | 530.6          |
|                 | 5                     | "                         | "         | "              | "              | "                   | 3863                | 558.9       | 601.5          |
| 125             | 3                     | 195                       | "         | "              | "              | "                   | 4572                | 629.9       | 672.5          |
|                 | 4                     | "                         | "         | "              | "              | "                   | 3117                | 494.3       | 535.2          |
|                 | 5                     | "                         | "         | "              | "              | "                   | 3818                | 564.4       | 600.2          |
|                 |                       |                           |           |                |                |                     | 4519                | 634.6       | 671.1          |

43年度トラクタ集材、全幹伐倒作業

| 作業名      | 基準時間   | 完生率  | 作業量 | 備考           |
|----------|--|--|-----|--------------|
| 伐倒方向検討   | T <sub>ZB1</sub> =2.047                              | D <sub>BH</sub> 20cm以下<br>E <sub>ZB1</sub> 0.33 0.71         |     | D...胸高直径(cm) |
| 受口・追口切   | T <sub>ZB2</sub> =0.0296D <sup>2</sup> +0.1872D+2.05 | E <sub>ZB2</sub> =1.00                                       |     |              |
| 受口追口切の付帯 | T <sub>ZB3</sub> =0.00573D <sup>2</sup> +24.96       | E <sub>ZB3</sub> =1.00                                       |     |              |
| 合        |  |  |     |              |
| 伐        | T <sub>ZB4</sub> =3.85                               | E <sub>ZB4</sub> =0.434                                      |     |              |
| 倒        | T <sub>ZB5</sub> =3.952                              | DBH 20cm以下<br>E <sub>ZB5</sub> 0                             |     |              |
| 矢        |  | 20cm以上<br>0.00816D-0.1652                                    |     |              |
| 逃        | T <sub>ZB6</sub> =7.1                                | E <sub>ZB6</sub> =1.00                                       |     |              |
| 障害除去(伐倒) | T <sub>ZB7</sub> =2.725                              | E <sub>ZB7</sub> =0.00567D+0.20                              |     |              |
| 枝先切      | T <sub>ZB8</sub> =2.795                              | E <sub>ZB8</sub> =0.00000395D <sup>2</sup><br>+0.00225D+0.20 |     |              |
| 枝節切付     | T <sub>ZB9</sub> =7.5658D-6.8.67                     | E <sub>ZB9</sub> =1.00                                       |     |              |
| 枝節切付     | T <sub>ZB10</sub> =1.8852D-25.923                    | E <sub>ZB10</sub> =1.00                                      |     |              |
| 枝端力切     | T <sub>ZB11</sub> =0.008721D <sup>2</sup> +1.673     | E <sub>ZB11</sub> =1.00                                      |     |              |
| 梢端力切     | T <sub>ZB12</sub> =1.534                             | E <sub>ZB12</sub> =1.00                                      |     |              |
| 障害除去(枝切) | T <sub>ZB13</sub> =1.443                             | E <sub>ZB13</sub> =0.421                                     |     |              |

ト ラ ク タ 集 材、荷 挂 手 の 行 な う 作 業

| 作業名              | 基準時間  | 発生率                               | 作業量 | 備考                                      |
|------------------|---|-----------------------------------|-----|---|
| ワイヤー引出しことに算定する作業 | $T_{TKW1} = \begin{cases} 1.999 \varnothing + 6.799 & (\text{サルキー傾斜 } 14^\circ \text{以下}) \\ 1.940 \varnothing + 16.017 & (\text{サルキー傾斜 } 15^\circ \text{以上}) \end{cases}$            | $E_{TKW1} = 1.00$                 |     | $\varnothing \dots \text{ワイヤ引出し距離 (m)}$ |
| ワイヤーかけ           | $T_{TKW2} = 2.35$   | $E_{TKW2} = 1.00$                 |     |   |
| 荷曳きよせ補助          | $T_{TKW3} = 0.6142 D_0 + 3.129$<br>4.67 ( 傾斜 $14^\circ$ 以下 )  | $E_{TKW3} = 1.00$                 |     | $D_0 \dots \text{荷掛けする木の胸高直徑合計 (cm)}$   |
| 掛け直し             | $T_{TKW4} = 74.3$ ( 傾斜 $15^\circ$ 以下 )<br>$n_k = 1 \quad 2 \quad 3 \quad 4 \text{ 以上}$<br>$E_{TKW4} = 0.027 \varnothing + 0.06$<br>$E_{TKW5} = 0.05 \quad 0.10 \quad 0.20 \quad 0.60$ | $E_{TKW4} =$<br>$E_{TKW5} = 4.45$ |     | $n_k \dots \text{荷掛けする木の本数}$            |

|                |  |  |   |                                    |
|----------------|--|--|---|------------------------------------|
| 一サイクルに一回算定する作業 | ワイヤ引出し準備<br>荷走り<br>荷行補助<br>荷つけ移動                 | $T_{TKC1} = \begin{cases} 3.5.8 & (\text{サルキー}) \\ 1.3.4 & (\text{地曳}) \end{cases}$<br>$T_{TKD2} = 0.0033 D^2 - 0.162 D + 3.786$<br>$T_{TKD3} = 8.207$<br>$T_{TKD4} = \text{必要に応じて移動距離、歩行速度から算出する。}$ | $E_{TKC1} = 1.00$<br>$E_{TKD2} = 1.00$<br>$E_{TKD3} = 0.17$ | $D \dots \text{運材する木の胸高直徑合計 (cm)}$ |
| トロリーカートによる荷物運搬 | ワイヤ引出し合図<br>材引寄せ監視合団確認<br>人効出しへ<br>ト中ラにタ行ながり運作材業 | 以下はサイクル時間と算定しないので省略する。   |   |                                    |

ト ラ ク タ 集 材・荷 卸 し 手 の 行 な う 作 業

| 作業名          | 基準時間   | 発生率                           | 作業量 | 備考                     |
|--------------|--|-------------------------------|-----|------------------------|
| 荷はずし         | $T_{THD1} = 0.2599D - 2.84n_k + 15.03$   | $E_{THD1} = 1.00$             |     |                        |
| 荷はずし歩行       | $T_{THD2} = 18.16$   | $E_{THD2} = 1.00$             |     | D … 運ばれてくる材の胸高直徑合計(cm) |
| ワイヤー類扱い      | $n = \begin{cases} 0 & (\text{サルキー引}) \\ 5.66 & (\text{サルキー背負}) \\ 14.0 & (\text{地曳}) \end{cases}$ | $E_{THD3} = 1.00$             |     |                        |
| おろし位置替       | $T_{THD4} = 2.64$  | $E_{THD4} = 0.099n_k - 0.10$  |     | $n_k$ … 運ばれてくる材の本数     |
| 丸太移動         | $T_{THD1} = 1.511D - 3.000$  | $E_{THD1} = 1.00$             |     |                        |
| 丸太場滑掃        | $T_{THD2} = 4.783$   | $E_{THD2} = 0.667$            |     |                        |
| ト ラ ク タ 選別補助 | $T_{THD3} = 4.712$   | $E_{THD3} = 0.056n_k + 0.594$ |     |                        |
| 巷立           | $T_{THD4} = \text{今回無視}$   |                               |     |                        |
| 造材加勢         | $T_{THK1} = 2.72$  | $E_{THK1} = 0.064n_k$         |     |                        |
| その他加勢        | $T_{THK2} = 5.57$  | $E_{THK2} = 0.59$             |     |                        |

盤台造材手の行なう作業

| 作業名          | 基準時間                                      | 発生率                 | 作業量 | 備考                      |
|--------------|---|---------------------|-----|-------------------------|
| 玉玉切          | $T_{TZT} = 0.03903d^2 + 0.7177d - 3.7068$ | $E_{TZT} = 1.00$    |     | $n_k$ … 玉切される木口平均径(cm)  |
| 玉エンドン始動      | $T_{TZC1} = 3.028n_k + 1.788$             | $E_{TZC1} = 1.00$   |     | $n_c$ … チエーンソー一台数       |
| エンドン歩行       | $T_{TZC2} = 4.2 \times n_c$               | $E_{TZC2} = 1.00$   |     | D … 振出される木口材の本数         |
| サイクルゴムに必要な作業 | $T_{TZC3} = 0.3868D + 0.5371H + 3.133$    | $E_{TZC3} = 1.00$   |     | $n_c$ … チエーンソー一台数       |
| サルカ切り        | $T_{TZC4} = 2.128$                        | $E_{TZC4} = 0.247$  |     | D … 振出される木口材の胸高直徑合計(cm) |
| サルカ歩行        | $T_{TZC5} = 2.170$                        | $E_{TZC5} = 0.247$  |     | H … 振出される木口材の樹高合計(m)    |
| サルカ除害        | $T_{TZC6} = 3.607$                        | $E_{TZC6} = 0.151$  |     |                         |
| サルカ枝枝切       | $T_{TZC7} = 0$                            | $E_{TZC7} = 0$      |     |                         |
| サルカ付切        | $T_{TZC8} = 1.7272$                       | $E_{TZC8} = 0.91$   |     |                         |
| 上材手直立        | $T_{TZC9} = 11.063$                       | $E_{TZC9} = 0.247$  |     |                         |
| 整備・目立        | $T_{TZC10} = 2.8906$                      | $E_{TZC10} = 0.92$  |     |                         |
| 移動掃清         | $T_{TZC11} = 3.72$                        | $E_{TZC11} = 1.00$  |     |                         |
| 土加           | $T_{TZC12} = 1.287$                       | $E_{TZC12} = 0.086$ |     |                         |
|              | $T_{TZC13} = 0$ (無視する)                    |                     |     |                         |

## ト ラ ク タ 特 性

機械効率

$$\text{キヤタビラまで } \eta = \eta_1 \eta_2 \eta_3 \eta_4$$

$\eta_1$  変速機の機械効率

$\eta_2$  変速装置の  $\eta$

$\eta_3$  最終駆動輪の  $\eta$

$\eta_4$  スプロケット、トラックリンクの  $\eta$

ワインチまで  $\eta' = \eta'_1 \eta'_2$

$\eta'_1$  PTOシャフトの効率

$\eta'_2$  ウインチのギヤ効率

キヤタビラに働く実効馬力  $P_\theta$

$$P_\theta = 0.8 \eta P_\theta$$

走行速度  $V$

$$V = 75 P_\theta / U$$

但し  $U \leq 2.5 \text{ m/sec}$

ト ラ ク タ 空走の牽引力

$$U_u = W_t \sin \theta + \mu_{rt} W_t \cos \theta$$

$W_t$  ト ラ ク タ の 重 量

$\theta$  ト ラ ク タ 道の傾斜

$\mu_{rt}$  ト ラ ク タ の 走 行 抵 抗 系 数

サルキをつけた場合

$$U_u = W_t \sin \theta + \mu_{rt} \cos \theta + W_b \sin \theta + \mu_{rt} \cos \theta$$

$W_b$  サルキ重量

ト ラ ク タ の キ ャ タ ピ ラ が 滑 ら ず に 走 行 す る た め の 条 件

$\mu_{rt} W_t \geq U_u$

ウ イ ン チ に よ る 引 寄 せ

ロープ巻取速度  $V_w$

$$V_w = 75 P_{w\theta} / U_w$$

$P_{w\theta}$  ワイヤロープに伝達される馬力

$\eta_r$  ワイヤロープ巻込み不整による係数

丸太を引寄せる場合のワイヤロープの張力  $U_\omega$

$$U_\omega = W_\theta \sin \theta + \mu_\theta W_\theta \cos \theta$$

$W_\theta$  丸太の重量

$$P_{w\theta} = \eta_r \eta' P_c$$

ト ラ ク タ が 滑 ら ず に 丸 太 を 引 寄 せ る 条 件

$$U_\omega + W_t \sin \theta \leq \mu_t W_t \cos \theta$$

$\mu_t$  ト ラ ク タ と 地 面 の 摩 摩 係 数

引寄せるこ と の で き る 丸 太 重 量

$$W_\theta \leq \frac{\mu_t \cos \theta - \sin \theta}{\sin \theta + \mu_\theta \cos \theta} \frac{W_t}{W_t}$$

サルキを用いた丸太の引き寄せ

$$(W_\theta - U_\omega \sin \alpha) (\sin \theta + \mu_\theta \cos \theta) = U_\omega \cos \theta \quad \alpha \quad \text{ワイヤロープと地面のなす角}$$

### ワイヤロープの引張力

$$U_{\theta} = \frac{\sin \theta + \mu_e \cos \theta}{\cos \theta + \sin \alpha (\sin \theta + \mu_e \cos \theta)} W_e$$

トラクタが滑らずに引き寄せできる条件

$$W_e (\sin \theta + \mu_e \cos \theta) + (W_t + W_s) \sin \theta$$

$$\leq \mu rs \{ W_s + U_{\theta} (\sin \alpha + \sin \beta) \} \cos \theta + \mu_t (W_t - U_{\theta} \sin \beta) \cos \theta$$

$\beta$  フエアリードからワインチまでのワイヤロープと地

面とのなす角  
引寄せ可能な丸太重量

$$W_e \leq \frac{\{ \cos \alpha + \sin \alpha (\sin \theta + \mu_e \cos \theta) \} \{ (\mu rs W_s + \mu_t W_t) \cos \theta - (W_t + W_s) \sin \theta \}}{\{ (\sin \theta + \mu_e \cos \theta) \{ \cos \alpha + \sin \alpha (\sin \theta + \mu_e \cos \theta) + (\mu + \sin \beta - \mu rs (\sin \alpha + \sin \beta)) \cos \theta \}}$$

### トラクタの曳行

直接曳行に必要な牽引力  $U_{\theta}$

$$U_{\theta} = W_e (\sin \theta + \mu_e \cos \theta) + W_t (\sin \theta + \mu rt \cos \theta)$$

トラクタが滑らないための条件

$$U_{\theta} \leq \mu_t W_t \cos \theta$$

曳行可能な丸太の総重量

$$W_e \leq \frac{(\mu_t - \mu rt) \cos \theta - \sin \theta}{\sin \theta + \mu_e \cos \theta} W_t$$

### サルキを用いて曳行

傾斜  $\theta$  の道路を曳行する場合のワイヤロープの張力  $U_r$

$$U_r \varrho_m = \frac{1}{2} \varrho_e W_e \cos \theta + \varrho_y (W_e \sin \theta + \frac{1}{2} \mu_e W_e \cos \theta)$$

トラクタの牽引力

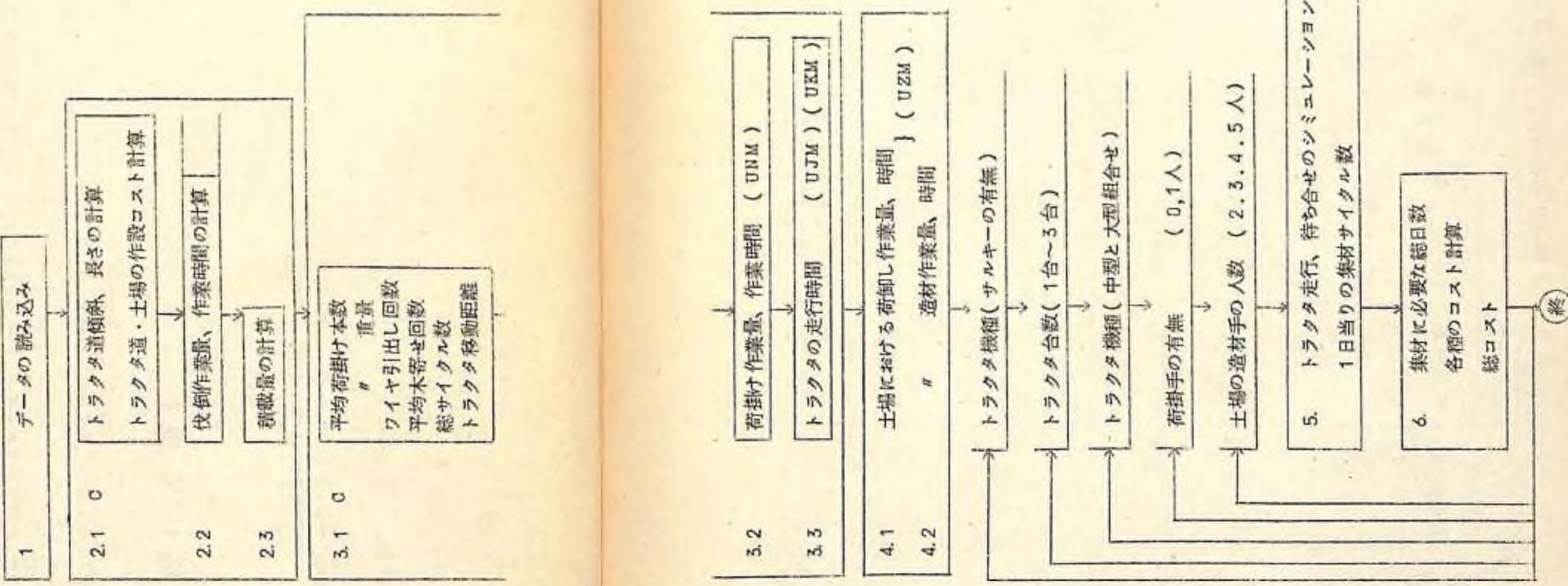
$$U_t = W_e (\sin \theta + \frac{1}{2} \mu_e \cos \theta) + W_s \sin \theta + (W_e \cos \theta + U_r \sin \beta') \mu rs + W_t \sin \theta \\ + (W_t \cos \theta - U_r \sin \beta') \mu rt$$

トラクタが滑らずに走行するための条件

$$U_t \leq (W_t \cos \theta - U_r \sin \beta') \mu t$$

$$W_e \leq \frac{[ W_t \{ (\mu_t - \mu_{rt}) \cos \theta - \sin \theta \} - W_e (\sin \theta + \mu_{rs} \cos \theta) ]}{(\sin \theta + \frac{1}{2} \mu_e \cos \theta + \{ \frac{(\ell_x + \mu_e \ell_y) \cos \theta}{(2\ell_o)} + \frac{(\ell_y / \ell_o) \sin \theta}{(\ell_x + \mu_r \theta - \mu_{rt}) \sin \beta} \})}$$

## トラクタ集材作業最適化計算の基本フローチャート



トラクタ集材システムの変数

( サルキーなしの場合 )

単位 1,000円

| トラクター<br>数と組合せ | 盤台造材<br>手の数 | 荷卸手の数 | 集材日数   | 集材費用 |     |      | 集材費 | 総コスト |
|----------------|-------------|-------|--------|------|-----|------|-----|------|
|                |             |       |        | トラクタ | 器具類 | オイル類 |     |      |
| 5 TON          | 1台          | 0 (A) | 19 (B) | 120  | 14  | 14   | 274 | 422  |
|                | 2           | 1     | 18     | 111  | 13  | 13   | 304 | 442  |
|                | 3           | 1     | 19     | 120  | 14  | 14   | 316 | 459  |
|                | 4           | 1     | 19     | 118  | 14  | 14   | 382 | 528  |
|                | 5           | 1     | 19     | 121  | 14  | 15   | 447 | 598  |
|                |             |       |        | 120  | 14  | 14   | 444 | 592  |

-44-

| トラクター<br>数と組合せ | 盤台造材<br>手の数 | 荷卸手の数 | 集材日数 | 集材費用 |     |      | 集材費 | 総コスト |
|----------------|-------------|-------|------|------|-----|------|-----|------|
|                |             |       |      | トラクタ | 器具類 | オイル類 |     |      |
| 7 TON          | 3台          | 2     | 0    | 6    | 133 | 17   | 19  | 156  |
|                |             | 1     | 6    | 128  | 17  | 18   | 167 | 326  |
|                | 4           | 0     | 6    | 132  | 17  | 19   | 173 | 342  |
|                | 5           | 1     | 6    | 131  | 17  | 19   | 189 | 356  |
|                |             |       |      | 120  | 17  | 17   | 172 | 325  |
|                |             |       |      | 127  | 17  | 18   | 200 | 363  |

( サルキーありの場合 )

単位 1,000円

| トラクター<br>数と組合せ | 盤台造材<br>手の数 | 荷卸手の数 | 集材日数   | 集材費用 |     |      | 集材費 | 総コスト |
|----------------|-------------|-------|--------|------|-----|------|-----|------|
|                |             |       |        | トラクタ | 器具類 | オイル類 |     |      |
| 5 TON          | 1台          | 0 (A) | 18 (B) | 134  | 14  | 14   | 267 | 429  |
|                | 2           | 1     | 20     | 143  | 15  | 15   | 342 | 515  |
|                | 3           | 0     | 18     | 134  | 14  | 14   | 323 | 485  |
|                | 4           | 1     | 17     | 123  | 13  | 13   | 344 | 493  |
|                | 5           | 1     | 18     | 128  | 13  | 13   | 362 | 517  |
|                |             |       |        | 134  | 14  | 14   | 430 | 592  |

-45-

| トラクター<br>数と組合せ | 盤台造材<br>手の数 | 荷卸手の数 | 集材日数 | 集材費用 |     |      | 集材費 | 総コスト |
|----------------|-------------|-------|------|------|-----|------|-----|------|
|                |             |       |      | トラクタ | 器具類 | オイル類 |     |      |
| 7 TON          | 3台          | 2     | 0    | 6    | 148 | 17   | 19  | 154  |
|                |             | 1     | 6    | 149  | 17  | 19   | 172 | 358  |
|                | 4           | 0     | 7    | 158  | 18  | 20   | 183 | 379  |
|                | 5           | 1     | 6    | 151  | 18  | 19   | 192 | 379  |
|                |             |       |      | 156  | 18  | 20   | 200 | 395  |
|                |             |       |      | 155  | 18  | 20   | 216 | 409  |

4 4 年度 トラッククレーン積込

| 作業名    | 基準時間                                | 発生率              | 作業量  | 備考              |
|--------|-------------------------------------|------------------|--|-----------------|
| 荷しり    | $t_{LM1} = 1.107d - 3.409$          | $e_{LM1} = 1.00$ | $s_{LM1} = t_{LM1} \cdot e_{LM1} = 1.107d - 3.409$ | $d \dots$ 直径    |
| フック掛行  | $t_{LM2} = 94.2$                    | $e_{LM2} = 1.00$ | $s_{LM2} = t_{LM2} \cdot e_{LM2} = 94.2$           |                 |
| 荷かけ直し  | $t_{LM3} = 14.6$                    | $e_{LM3} = 1.00$ | $s_{LM3} = 14.6$                                   |                 |
| 退避     | $t_{LM4} = 30.0$                    | $e_{LM4} = 0.03$ | $s_{LM4} = t_{LM4} \cdot e_{LM4} = 0.09$           |                 |
| 荷かけ段取  | $t_{LM5} = 29.0$                    | $e_{LM5} = 1.00$ | $s_{LM5} = t_{LM5} \cdot e_{LM5} = 29.0$           |                 |
| 材引寄せ   | $t_{LM6} = 20.2$                    | $e_{LM6} = 0.14$ | $s_{LM6} = t_{LM6} \cdot e_{LM6} = 2.8$            | $\ell \dots$ 材長 |
| 方向なまし  | $t_{HM1} = 14.3 = s_{HM1}$          | $e_{HM1} = 0.77$ | $s_{HM1} = t_{HM1} \cdot e_{HM1} = 10.9$           |                 |
| 荷はづし   | $t_{HM2} = 0.129d + 10.75$          | $e_{HM2} = 1.00$ |  |                 |
| 材そろえ   | $t_{HM3} = 2.77\ell + 0.52d - 1.00$ | $e_{HM3} = 0.65$ |  |                 |
| 荷はずし段取 | 荷掛けの作業に吸収される                        |                  |  |                 |
| トラック準備 | $T_{LMJ} = 180$                     |                  |  |                 |

-46-

|                    |   |  |  |  |
|--------------------|---|--|--|--|
| トラック 固定            | $T_{LMTK} = 300$  |  |  |  |
| クレーン運転<br>(返し操作)   | $t_{LMC1} = 16.97$  |  |  |  |
| クレーン運転<br>(荷込操作)   | $t_{LMC2} = 33.65$  |  |  |  |
| 荷はずし手の時間           | $T_{HML} = \sum_{n=1}^{nK} s_{HML}$   |  |  |  |
| トラック準備・固定時間        | $T_{LMT} = T_{LMTK} + T_{LMTJ}$   |  |  |  |
| クレーン運転時間           | $T_{LMC} = \sum_{n=1}^{nK} (t_{LMC1} + t_{LMC2})$                           |  |  |  |
| トラック1台当りの機械積込時間の算定 |   |  |  |  |
| 荷掛け手の時間            | $T_{LML} = \sum_{n=1}^{nK} (s_{LM1} \cdot a + s_{LM2} + s_{LM4}) + s_{LM7}$ |  |  |  |
| 荷はずし手の時間           | $T_{HML} = \sum_{n=1}^{nK} s_{HML}$   |  |  |  |
| トラック準備・固定時間        | $T_{LMT} = T_{LMTK} + T_{LMTJ}$   |  |  |  |
| クレーン運転時間           | $T_{LMC} = \sum_{n=1}^{nK} (t_{LMC1} + t_{LMC2})$                           |  |  |  |
| トラック1台当りの機械による積込時間 | $T_{LM} = T_{LML} + T_{HML} + T_{LM7} + T_{LMC}$                            |  |  |  |

-47-

$$d : 0.15$$

$nK$

1台当機込本数

人 力 積 構 込

| 作業名        | 基準時間   | 効率                                      | 作業量                                      | 備考   |
|------------|--|---|--|--|
| 丸太移動歩行     | $t_{eh2} = 0.56d + 1.251\ell + 2.99r - 4.035$  | $e_{eh1} = 1.00$                        |  |  |
| 丸太移動付帯材整理工 | $t_{eh3} = 2.37$   | $e_{eh3} = 0.60$                        | $S_{eh3} = t_{eh3} \cdot e_{eh3} = 1.42$ | $d$ 未口径 cm<br>$\ell$ 材長 m<br>$r$ 移動距離  |
| 積込準備       | $t_{eh5} = 2.26$   | $e_{eh4} = 0.00031d^2 - 0.0075d + 0.32$ | $S_{eh4} = t_{eh4} \cdot e_{eh4}$        |  |
| 押し上げ       | $t_{eh6} = \begin{cases} 0.039d^2 \ell + 2.0 & \leq 70 \text{cm} \\ 0.022d^2 \ell + 8.2 & \leq 140 \text{cm} \\ 0.016d^2 \ell + 19.2 & \leq 210 \text{cm} \end{cases}$ | $e_{eh6} = 1.00$                        | $S_{eh5} = t_{eh5} \cdot e_{eh5} = 7.9$  |  |
| 積込付帯材ろえ    | $t_{eh7} = 5.69$   | $e_{eh7} = 0.50$                        | $S_{eh7} = t_{eh7} = 2.85$               | $n_e$ … 積込本数<br>$T_{eh8}$ … トラック 1 台<br>当り基準時間<br>$T_{eh8}$ … トラック 1 台<br>当り発生率<br>$S_{eh8}$ … トラック 1 台<br>当り作業量 |
|            | $T_{eh8} = 4.79n_e - 1997n_e + 274.5$  | $E_{eh8} = 1.00$                        | $S_{eh8} = T_{eh8} \cdot E_{eh8}$        |  |

-48-

トラック単備  $T_{LHTJ} = 180$

トラック固定  $T_{LHTK} = 300$

トラック 1 合当りの人力積込時間の算定

トラック 1 台当り作業量

$$S_{LHA} = \sum_{e=1}^{n_e} S_{eh1} + \sum_{e=3}^{n_e} S_{eh3} + \sum_{e=4}^{n_e} S_{eh4} + \sum_{e=5}^{n_e} S_{eh5} + \sum_{e=6}^{n_e} S_{eh6} + \sum_{e=7}^{n_e} S_{eh7} + S_{eh8}$$

$S_{LHA}$  を積込人数で除す

$$T_{LHA} = S_{LHA} / n_w$$

歩行時間

$$T_{LHB} = t_{en2} \cdot n_e$$

トラック準備固定時間

$$T_{LHT} = T_{LHTJ} + T_{LHTK}$$

トラック 1 台当り作業時間

$$T_{LH} = T_{LHA} + T_{LHB} + T_{LHT}$$

| 盤台合  | 作業段                                     | 人工数                          | 盤台解体人工数 |
|------|---|------------------------------|---------|
| 木曾構造 | $N_{BB} = 0.66 M_B + 2.120 H_B + 1.027$ | $N_{BD} = N_{BB} \cdot 0.25$ |         |
| 井桁構造 | $N_{BB} = 0.30 M_B + 5.902 H_B + 1.024$ | $N_{BD} = N_{BB} \cdot 0.28$ |         |

$$M_B \dots \text{盤台面積 (m}^2\text{)} \quad H_B \dots \text{盤台の最大高さ (m)}$$

-49-

## トラックの特性値

| 種別  | 積載量 |                   | 価格   | 耐用年数 |      | 修理費<br>償償費<br>など<br>な<br>走行距離 | 燃料     | 各種の<br>オイル費 |
|-----|-----|-------------------|------|------|------|-------------------------------|--------|-------------|
|     | 材積  | (m <sup>3</sup> ) | (kg) | (万円) | (年)  | (万km)                         | (円/kg) | (円/kg)      |
| 4t積 | 5.3 | 4000              | 135  | 5    | 8.3  | 31.0                          | 5.2    | 10.1        |
| 6   | 8.0 | 6000              | 195  | 6    | 10.0 | 37.1                          | 6.6    | 12.1        |
| 8   | 9.0 | 7000              | 255  | 7    | 11.6 | 41.7                          | 8.0    | 16.2        |

トラックの走行速度 ( $v_0$ )

| 巾員<br>車種 | 4t  |      | 6t  |      | 8t  |      |
|----------|-----|------|-----|------|-----|------|
|          | III | km/h | IV  | km/h | V   | km/h |
| 3.6      | 3.5 | 25   | 4.0 | 32   | 4.5 | 50   |
| 4.0      | 5.2 | 40   | 5.2 | 40   | 5.2 | 50   |
| 4.5      | 6.8 | 60   | 6.8 | 60   | 6.8 | 60   |

曲線修正係数 ( $r_1$ )

| 林道員<br>ランク | I      |      | II |  | III  |  | IV     |  |
|------------|--------|------|----|--|------|--|--------|--|
|            | カーブ少・多 |      |    |  |      |  | カーブ大・少 |  |
| 3.6        | 0.85   | 0.95 |    |  | 1.00 |  | 1.00   |  |
| 4.0        | 0.60   | 0.75 |    |  | 0.82 |  | 0.91   |  |
| 4.5        | 0.40   | 0.50 |    |  | 0.55 |  | 0.62   |  |

路面修正係数 ( $r_2$ )

| 路面の状態<br>速度比 | 良好   |                             | 普通   |  | 不良   |  |
|--------------|------|-----------------------------|------|--|------|--|
|              | 下り速度 | $v_0 \times r_1 \times r_2$ | 上り速度 | $v_0 \times r_1 \times r_2 \times r_1$ | 下り速度 | $v_0 \times r_1 \times r_2 \times r_2$ |
| 速 度 比        | 1.0  |                             | 0.75 |  | 0.55 |  |
|              |      |                             |      |  | 0.55 |  |

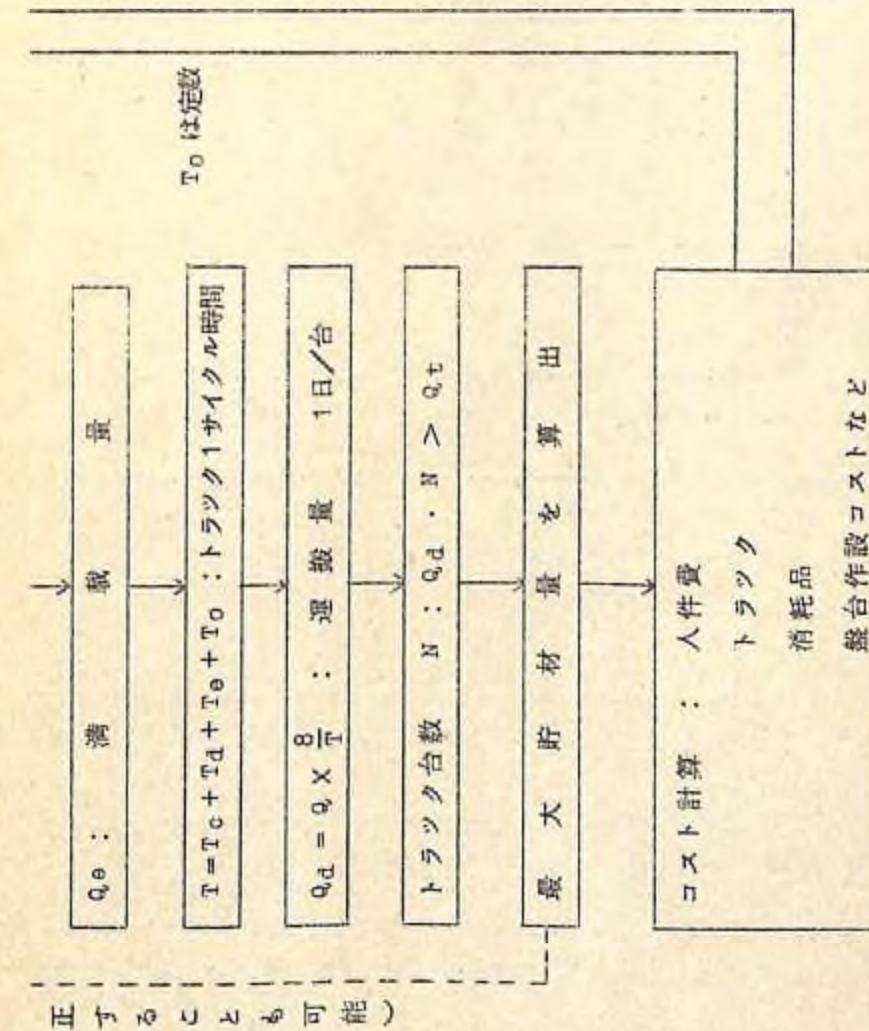
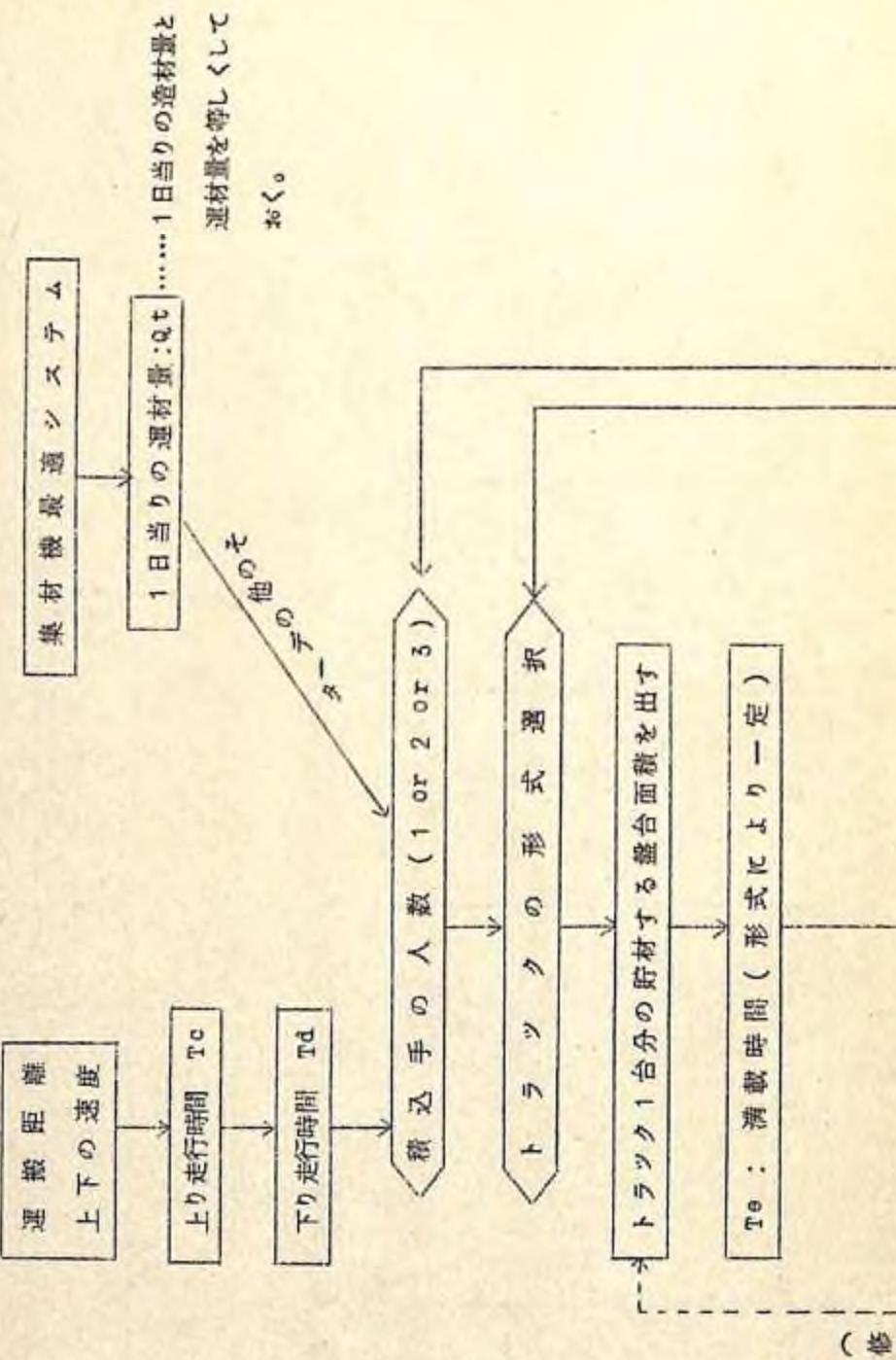
上り速度は下り速度の1.2倍とする。

$$(下り速度) = v_0 \times r_1 \times r_2$$

$$(上り速度) = v_0 \times r_1 \times r_2 \times r_1$$

## トラック運材作業

### 最適化計算の基本フローチャート



トラック運材全システムの変数

積込手 2名  
針葉樹 普通( $r_2=2$ )  
路面状態 普通  
道路巾員 = 4.5m  
曲線修正係数  $r_1 = 0.55$

| 4 t 車    |    |        |      | 6 t 車    |        |      |         | 8 t 車    |      |    |         |      |
|----------|----|--------|------|----------|--------|------|---------|----------|------|----|---------|------|
| 156分     |    |        |      | 191分     |        |      |         | 228分     |      |    |         |      |
| 運搬サイクル時間 | 台数 | 総サイクル日 | コスト円 | 台数       | 総サイクル日 | コスト円 | 台数      | 総サイクル日   | コスト円 | 台数 | 総サイクル日  | コスト円 |
| 斜面番号     | 1  | 5      | 13   | 318200   | 5      | 9    | 282,120 | 4        | 8    |    | 275,280 |      |
|          | 2  | 5      | 14   | 267,680  | 5      | 9    | 255,696 | 4        | 8    |    | 220,224 |      |
|          | 3  | 4      | 11   | 567,840  | 4      | 7    | 478,296 | 3        | 6    |    | 449,316 |      |
|          | 4  | 3      | 9    | 556,500  | 3      | 6    | 482,750 | 3        | 5    |    | 477,000 |      |
|          | 5  | 5      | 8    | 783,560  | 3      | 6    | 733,704 | 3        | 5    |    | 725,110 |      |
|          | 6  | 3      | 9    | 1780,80  | 3      | 6    | 154,464 | 3        | 6    |    | 171,168 |      |
|          | 7  | 3      | 8    | 412,450  | 3      | 6    | 386,160 | 3        | 5    |    | 381,600 |      |
|          | 8  | 4      | 11   | 351,520  | 4      | 7    | 296,088 | 3        | 6    |    | 278,148 |      |
|          | 9  | 5      | 13   | 159,100  | 5      | 9    | 141,060 | 4        | 8    |    | 137,640 |      |
|          | 10 | 5      | 14   | 167,500  | 5      | 10   | 150,900 | 4        | 8    |    | 137,640 |      |
| 全コスト     |    |        |      | 3762,180 |        |      |         | 353,1188 |      |    |         |      |

-54-

積込手 2名  
針葉樹 普通( $r_2=2$ )  
路面状態 普通  
道路巾員 = 3.6m  
曲線修正係数  $r_1 = 0.85$

| 4 t 車    |    |        |      | 6 t 車    |        |      |         | 8 t 車    |      |    |         |      |
|----------|----|--------|------|----------|--------|------|---------|----------|------|----|---------|------|
| 180分     |    |        |      | 250分     |        |      |         | 350分     |      |    |         |      |
| 運搬サイクル時間 | 台数 | 総サイクル日 | コスト円 | 台数       | 総サイクル日 | コスト円 | 台数      | 総サイクル日   | コスト円 | 台数 | 総サイクル日  | コスト円 |
| 斜面番号     | 1  | 7      | 13   | 348200   | 9      | 9    | 342,120 | 8        | 8    |    | 335,280 |      |
|          | 2  | 7      | 14   | 298,280  | 9      | 9    | 272,696 | 8        | 8    |    | 268,224 |      |
|          | 3  | 6      | 11   | 630,840  | 7      | 7    | 572,796 | 6        | 6    |    | 543,816 |      |
|          | 4  | 5      | 9    | 631,500  | 6      | 6    | 595,200 | 5        | 5    |    | 552,000 |      |
|          | 5  | 4      | 8    | 840,560  | 6      | 6    | 904,704 | 5        | 5    |    | 839,040 |      |
|          | 6  | 5      | 9    | 202,080  | 6      | 6    | 190,464 | 6        | 6    |    | 207,168 |      |
|          | 7  | 4      | 8    | 442,400  | 6      | 6    | 476,160 | 5        | 5    |    | 441,600 |      |
|          | 8  | 6      | 11   | 390,520  | 7      | 7    | 354,588 | 6        | 6    |    | 336,648 |      |
|          | 9  | 7      | 13   | 174,100  | 9      | 9    | 171,060 | 8        | 8    |    | 167,640 |      |
|          | 10 | 7      | 14   | 182,300  | 10     | 10   | 188,400 | 8        | 8    |    | 167,640 |      |
| 全コスト     |    |        |      | 4134,180 |        |      |         | 4062,188 |      |    |         |      |

-55-

## 今後の問題点

伐木集材作業のシステムについて、その最適化の手順は求められたが、短時間のなかで非常に複雑な資料の収集及びその解析を行なって来た結果、多くの問題点が今後に残された。

1. 最適化計算の中で大きな位置を占める作業時間の誤差がどう影響するか、全国的に適用させるためにはどうすべきか。
  - a 地域による作業方法のちがい
  - b 作業員による技能差
  - c 地形条件の入れ方
  - d 樹種によるちがい
  - e 天、人林によるちがい
  - f 人間一機械系による理論値との差
  - g 今回調査した場所が技術的にどのような位置にあるか
  - h 作業の標準化
2. 最適化計算の過程において及び目的関数の設定において発生したもの
  - a 最適解をもとめるもっとも効率的な方法を開発しなければならない
  - b 現場の制限因子をどう入れるか
  - c 荷かけ本数確率を求めるときの制限荷重と実作業間の差のチェック
  - d 集材機、トラクタ、トラックと別々のプログラムが統一できるか
3. 現場に適応するときの問題点として
  - a どの因子が、どのような修正をもたらすか明らかにしなければならない
  - b 現場でどれほどの精度の値が得られるか
  - c 最適解として得られた結果と現場の能力間の差
  - d 電子計算機はどのようなものが使えるか
  - e コスト計算における経済変動に対する適応性
  - f 新技術の受け入れ方

以上の他にも細かい点は多々あると思われるが、早急に解決しなければならない点が上記の問題点といえよう。これらについては今後、引続いて解決すべく努力したい。