



# 第11回 SQC と会計

(資産の会計)

SQCは現物的 会計上事務的  
部分的 延滞的  
行動的 非行動的  
SQCのレビューアップ ← (現物的) (各社) (概論) (机上) → 経理の現物化  
本レジュメは、企業会計基準及び次の各書を参考にさせていただいて作成した。(QC 教本 大村孝 2008.6 日経工業新聞社刊)  
(ゼミナール現代会計入門 9 伊藤邦雄著 H24.3 日本経済新聞社刊)(経理のTQC 金津孝著 1987.9 日経工業新聞社刊)  
(SQC 教本 竹内義明著 2008.6 日経工業新聞社刊) 明日を支配する PFDラガー上田孝生氏 1999.3 日経工業新聞社刊

会計と経営のブラッシュアップ

平成27年12月7日

山内公認会計士事務所

## I 貸借対照表の役割は何か？

(誰のために)

利害関係者に一定時点の財政状態を表示した一覧表である。

(1) 企業のすべての資産と負債を表示し、純資産を計算する。

(2) 資金の調達源泉と調達された資金の運用状態を表示する。

(3) 経営管理に役立てるべき経営資源を明確にする。

## 1. 貸借対照表は何を表示するのか

(何のために)

### (1) 企業の財政状態の表示

| リスク表示と評価 |           |        | 債務・義務の完全性   |                  |         |      |      |
|----------|-----------|--------|-------------|------------------|---------|------|------|
| 資<br>産   | 流 動 資 産   |        | 負債          | 流 動 負 債          |         | 他人資本 |      |
|          |           |        |             | 固 定 負 債          |         |      |      |
|          | 固 定 資 産   | 有形固定資産 | 純<br>資<br>産 | 株<br>主<br>資<br>本 | 資本金     |      | 自己資本 |
|          |           |        |             |                  | 新株申込証拠金 |      |      |
|          |           |        |             |                  | 資本剰余金   |      |      |
|          |           |        |             |                  | 利益剰余金   |      |      |
|          | 自己株式      |        |             |                  |         |      |      |
|          | 自己株式申込証拠金 |        |             |                  |         |      |      |
| 繰 延 資 産  | 投資その他の資産  |        |             | 評価・換算差額等         |         | ※    |      |
|          |           |        | 新株予約権       |                  |         |      |      |

※その他の包括利益累積額

### (2) 企業の資金調達と運用状態の表示

| 資金の運用状態<br>(借方)        | 資金の調達源泉<br>(貸方) |
|------------------------|-----------------|
| 資産(運用状態)               | 負債(外部資金調達)      |
|                        | 純資産(内部資金調達)     |
| (B/S 等式) 資産 = 負債 + 純資産 |                 |

(資本財としての  
認識あり)

### (3) 経営資源の明確化

本レジュメはブラッシュアップ日迄にホームページに up してあります

<http://yamauchi-cpa.net/index.html>



山内公認会計士事務所  
yamauchi@cosmos.ne.jp

## 2. TQC の中心テーマ

それを最大限に活用して

- (1) 経営の中心テーマは、経営資源を明確にし、経済社会全般の多様化にどう対応 ということである。

いふゆえに常中化

- (2) マーケティングの基礎の問題

- (1) 活動面 営業活動の課題  
(2) 経営管理の基礎面 人間関係と経理の課題  
(3) 現物的観点の課題

/ 経理 / TQC

- (3) TQC の最重要テーマ

事務 現物

マーケティングの土台面である 経理面に TQC がどのように働くかを考える こと

↓

TQC が真の経営管理に役立つ  
それが TQC の値打ち

経理も TQC も

マーケティングに役立つか

要は、“マーケティング、経理、TQC の関連付け”の可否

- (4) 経済社会の特色（多様化時代）

- ① 倒産の多い場合

中小企業 99.7%

卸小売業 50.0%以上

創業 10 年以上 50%以上（米国では 18%程度）

（創業 3 年未満 15%程度）

新製品、商品の導入、新市場への進出、業態の改革など経済社会の変化への対応が困難な時代

中小 !!

物販 !!

これ、陳腐化 !!

- ② 販売不振が不調の原因（マーケティングの問題が最大）

- ③ スピード化する経済社会、市民生活、消費者

- ④ 時代の変化、商品の多様化の現実

店頭販売 → 訪問販売 → 通信販売 → ネットへ  
物品の販売 → サービスの販売へ

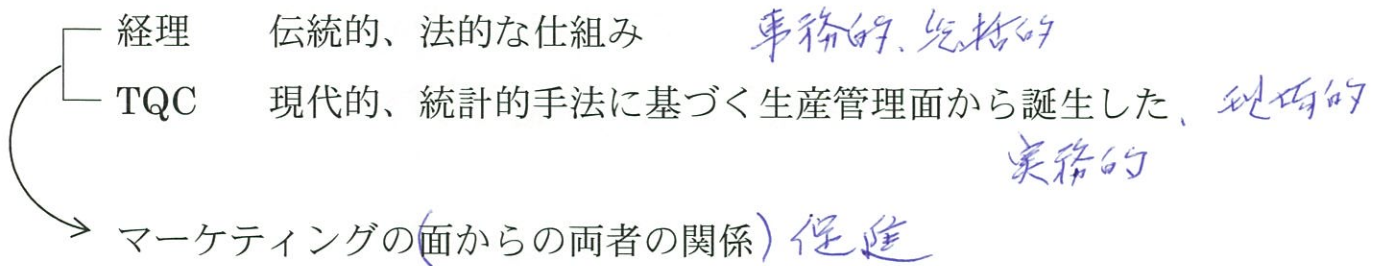
ネットからウェブへ

- ⑤ 新市場の開拓（自社技術の見直し）の必要性

- ⑥ 経営部門の刷新（金額から → 数量、品質、シェアへ）の必要性

事務

### 3. 経理の立場



#### (1) 経理とは、

経営の記録管理  
 資金の調達、管理

財産、物…

*机の上計算、但し最高水準の確保、を目指す*

#### (2) ゴーイングコンサーンの公準

- (3) 企業は1年単位の損益というよりも常に年々発展し、継続するものでなければならない。 そのためには利益よりも発展の原動力となる人的資源の充実強化、社会的貢献、シェアや顧客の要望への満足、ニーズ対応が重点となる。

- (4) 経営の中心テーマを把握すること  
それはマーケティングである。

*各課はマーケティングの中心で*

#### (5) 手法 (TQC 的に)

- |              |             |
|--------------|-------------|
| (イ) 経営目標をたてる | : 利益計画、予算管理 |
| (ロ) 原価節減を図る  | : 原価管理、経費管理 |
| (ハ) 問題点の発見   | : 経営分析など    |
| (ニ) 問題点の改善   | : 改善活動      |

Plan

*現代的にしている*

Do

Check

*事務的のやりとり*

Action

*双方の協力*

#### (6) 経営分析による真の問題点 — 在庫回転率

品揃えの拙さ  
 陳列の不手さ  
 従業員の教育不足…

*ポイント*

*物事の*

*TQCは最低限 以外の水準*

*最低限 以外の水準  
(化境)*

トレーサビリティを要する SAC  
知識の蓄積への活用

4.

5. TQCの定義

トレーサビリティ管理、向上

品質の向上

(1) 1924年 ホーバート博士によって.

製造品品の トレーサビリティを管理図法という統計的手法によって

製造工程の中で 最小限に抑え込むことが求められた.

(オックスフォードの米軍軍需品の規格に適合  
戦後の経済恐慌、後半に大規模な  
大規模な経済危機脱出)

欠陥の排除

品質の不良対策、生産効率の向上という面から始まる.

打法、連貫図表法、系統図法の開発

(2) 活動の協力

① 活動の P-D-C-A

事務所から現場へ

TQCに勾連させる.

↓

金額(金銭)の効率化

金額を別の面から  
考える.

② TQCの特色

金額に生命を与える

P-D-C-Aのどの段階においても

基準や方法に重点が置かれて

基準や方法  
マニュアル化

いる

③ 要素に

7Vソフトウェアと統計的手法

# SQCの必要性 - ドラッカー

作成日  
作成者

5

## 6 TQCと経営との連携 (違い) (相違点)

TQCも経営全般に及ぶ。

但し 現場から

(1) 管理の着重点は

マネジメント化による改善の定着と定着率

(2) 統計的手法の活用

マネジメント化による改善の定着

(3) 統計図表化と統計的検定

(4) 統計学の活用

(5) トヨタ方式の徹底

(6) TQCの目的は 経営の利益との関係

現場からの統計データ  
最初から統計的検定

(7) 経営の強み (違い)

1-D-C-A の場合の「D」について

TQCの目的は「その実行方法」を明確に示している。

TQCでは「計画」の中に、数値による目標設定と共に

その目標達成のための方法の設定を「基本要素」として

強調されている。



経営の強み

具体的な計画

目標・手段・方法

経営の強み 数値による目標設定

目標達成の定着化

TQCは 現場から

## 7 経理とTQCの関係

### 両者の乖離

### 統合の必要性

経理  
(概論)

法的な規制、  
事務的な枠、

作業のマニュアル化が進む

> 自己流には行かない

マシンの感覚の不足

経理系  
1回1銭

TQC  
(現物)

生産管理  
統計的手法  
工夫による改良

>

工夫、自由、改善

統計や推計の手法

現工系  
代表色

机の上

一年単位

数値的な目標

現物の

個別的

バラバラの排除

### 両者の共通点

厳い数値的管理体制

経理の管理

厳い差異分析や原因追跡 (Step重視)

TQCの管理

Plan - Do - Check - Action (Step重視)  
バラバラの排除

管理会計的な意味の経理 — TQC

TQC

フルオートメーションの科学的管理法からの転写  
現場帯印の生産性向上。

↓

知識帯印の生産性向上へ

人間的

## 労働の生産性

Management Challenges for the 21st Century  
Peter F. Drucker

1. 20世紀の偉業

製造業における肉体労働者の生産性を 50倍に上げた  
怠惰 → 生産設備      労働はコストではなく

2. 21世紀に期待される偉業

知識労働者の生産性を大幅に上げること  
怠惰 → 知識労働者

## 3. テーラーの偉業

テーラーにあり長い歴史において、

より多く生産する方法は、労働者自身により激しく働く、  
より長く働くことを促すことによる公理であった。

テーラーは肉体労働者の生産性を50倍に引き上げた

このテーラーの偉業は、20Cにおける経済と社会のすべり  
発展の基盤となった。

肉体労働の生産性の飛躍的向上は、先進国経済を押し上げた。

## 4. テラーの手法

- (1) まず、仕事を目的の部作に分解する
- (2) 次に、それぞれの部作に必要な時間を記録する
- (3) 次に、無駄な部作を採す
- (4) 次に、不可欠な部作を短い時間で、簡単に済ませようとする
- (5) 最後に、部作に必要な費用を算出す

テラーの手法は簡単である。優れた方法では、10分程度で済む。

しかし、この手法を確立するには、20年の歳月を要した。

(経歴の要約)

タスク分析、タスク分解 → 科学的管理法 (Scientific Management)

→ インダストリアル・エンジニアリング (米、日) → ワークの組み立てライン

→ 合理化、フレイク・システム (米)

↓  
品質管理サークル

カンパニオン

## 5. 仕事に知識を適用した最初の人テラー

途中 — 単純な反復部作 — これを生産的にやるための知識

来熟練を要する単純な部作化

テラーは、労働時間を短く、その 生産量を上げるのに 報酬が 与えられる人達を  
とった

## タイラーシステム

### 6. タイリングの TQC

タイリングの行われたことは、タイラーの仕事の分析と  
システム化であった。

新技術とは、これに統計理論を導入したことであった。

7. 第一次世界大戦の時、このタイラーの科学的管理法は  
日本に組み込まれたときに、威力を要した。

### 8. 第一次世界大戦の時

ドイツ - 兵士の仕事の訓練、軍事訓練

これは強力な競争部隊を創出した

アメリカ - 工場労働者の仕事の訓練

競争の要素を加えて工場の生産性を向上

競争と工場の両方を教えることになった。

## 9. 日本での経済発展は、

世界中のしずみのほかにも、

技術上のイノベーションによって実現されていた。



ところが第二次大戦後に 経済発展をとげた日本は、

技術的なイノベーションをいかに行ったか。

現代例、アメリカが第二次大戦中に サイロ、原子力

技術で発展させた 経済の手法を学んだ。

例、基礎的、いわば工業化前の段階での生産性、

(平均値) 一歩に近づけた。

例、先進国の製品を、(平均値) 追いつける

水準の<sup>1</sup>コストに生産するようになる  
節

## 10. として 先進国における中心経済の課題

あるいは、国産品の生産性向上と同様に、

高度技術者に対する 知識の生産性向上

## 11. 知識労働の生産性向上

知識労働者の、労働人口の中核を占める。

知識労働の生産性を向上させるための条件は、

- (1) 仕事の目的を考える
- (2) 生産性向上の責任を負い、自律性を持つ
- (3) 継続的なインプット
- (4) 常に、人に教える
- (5) 量よりも質の問題であることの理解
- (6) 知識労働は 資本財であることの理解

上記の知識労働の生産性を肉体労働と比較すると

|          | 肉体労働    | 知識労働               |
|----------|---------|--------------------|
| 仕事の仕     | 制約      | 目的                 |
| 挑戦       | 最低の基準   | 仕事の本来              |
| 仕事の量     | 需要、量に取組 | 質の面から取組            |
| 重要なお     | 仕事の手法   | 仕事の目的              |
| 仕事のプログラム | スキル     | 仕事とは何か<br>skillset |

## 8. 経営管理とTAC (Plan)

概説から詳細の必要程度

机上 " 現場 "

Plan

経 理T Q C

全般

経営計画 → 経営計画  
生産計画T (Total) Q C

全社的

(計画は可能  
将来の不確定)↓  
経営計画  
指針計画  
設備計画

方針管理

母体層のいらす排除の  
子体層の生産性向上へ

経営計画・管理の中心

経営

経営計画の策定

母体層の管理

自社と市場の実態把握

水準の向上、AS環境化

売上高のアップの基礎

商品別、売上部門

商品寿命の予測、季節変動

在庫、在庫管理

系列別の管理

↓

経営の改善方向

拡大、縮小、改善、...

子体層の水準向上

市場の動き (No. 9)

## 経 理

X 対前年対比の売上目標  
利益目標は7-X

計画の向上  
将来への力

概説を改める

総括を強化する

70%以下に必要

机上の空論を改める

一年(月)の計画を2110%

統合的

## T O C

← T O C の経営計画とは  
全く違っている

70%以下に必要  
真の計画ではない

具体的

70%以下に必要

内定率の管理から脱皮

3年計画の向上、  
在視野、経営目標との統合

現物的

個別の

目的の向上

内定率の管理から脱皮

## 9 予算の執行と経理 (D.)

### (1) 経費計画の遂行と経理 (予算の執行)

執行の能度、方法

割り当られた予算を執行する各部門に対する支援  
全体的な予算の執行の管理

### (2) 環境変化と予算の途中変更

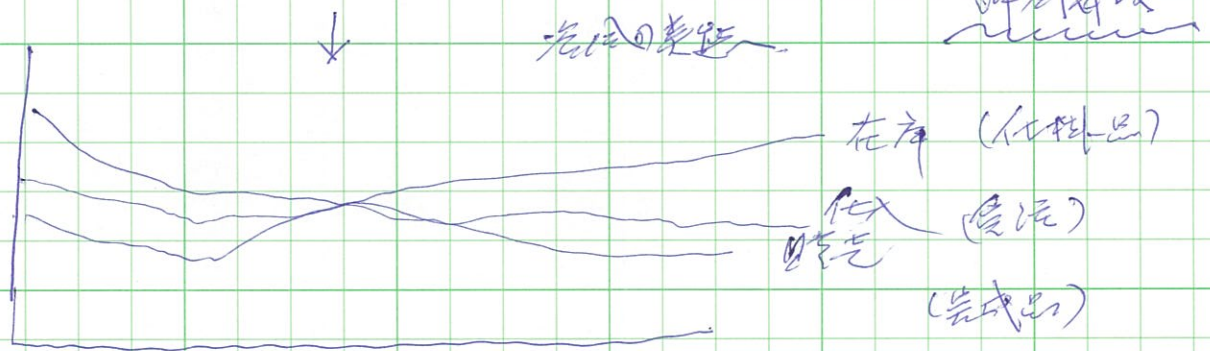
#### (a) 予算執行の効率化の調査

( 方針、目標と  
可能性の角度 )

目標の予算達成の調査

世帯目標の実行状況

販売 - 在庫 - 仕入のバランス、可視化



#### (4) 早期化、可視化、一元化

迅速化、検査化

↓  
作業の迅速化 原因の迅速化 誤りの予防

#### (5) 工程の終了

マウント 入荷許可証

(6) グラフや統計図表による管理

(7) 欠点の整理

却病時、発情の他はいろいろ

## 10. 確認と処理 (check) (see)

計画 (Plan) には、具体的な数値による目標を設定すること、  
それを達成するための基準や方法を示す

実施 (Do) には、その基準や方法を参考し、その方法のとおり  
実行する。定めた目標の達成を自由に行うことではない。

確認 (check) には、決められた基準や方法の実施は、  
計画に対してどうであったかを確認する。検定が  
これは基準や方法の評価のため 予-実比較ではない

次のステップ 処置 (Action) には、良い方法の定着化、標準化  
システム化など 改善の定着の類型がある

概括的かつ的確

(1) 処理の予算 (計画 Plan) の強いところだ。

是中程 (方法、材料の組み合わせ、) のみで済ませる。

(2) 処理は、予算と実績の対比、分析は、エッセンスに合わせて、

予算執行の業績と計画達成、費用と効率、業務遂行の内容と

今後の業務計画との関連性について、余剰部を逐次検定する

役割を果したかチェックする。

業務改善の必要がある。

抜取検査 --- 不良品の除去、品質の向上  
全品検査に代わりの

大量に作られている製品の中から、

あるルールに従ってサンプルを抜き取り

それを検査して結果から、全品の品質を推察し、

必要があれば生産工程を修整して、

不良品の割合を許容範囲に押さえるという作戦へ

## ⑤ SQC - 推測統計学 - QC七つ道具

(1) チェックシート

監査に使われるほか、

(2) ヒストグラム

分析工程に使われる

(3) パレート図

などにも、

(4) 管理図

(5) 特性要因図 (魚の骨)

故障、熱い、人

ミス

(6) 散布図

検査工程をみる

(7) グラフ

業務をみる

品質管理には、広義・狭義の品質管理がある。広義の品質管理は、マネジメントとしての品質管理のことを指し、品質マネジメント(Quality Management)として知られ、JISでは「品質要求事項を満たすことに焦点を合わせた品質マネジメントの一部」と定義している。狭義の品質管理は、コントロールとしての品質管理(Quality Control)のことを指し、JISでは「品質保証行為の一部をなすもので、部品やシステムが決められた要求を満たしていることを、前もって確認するための行為」と定義している<sup>[1]</sup>。生産現場で「品質管理」と言えば、一般に狭義の品質管理を指していることが多い<sup>[1]</sup>。

品質管理は、JIS Z 8101 においては「買手の要求に合った品質の品物又はサービスを経済的に作り出すための手段の体系」とされている。

日本の消費者にとってみれば、品質は良くて当たり前のことと感じられており、生産現場ではこの要求に応えるために品質管理がより重要となっている<sup>[1]</sup>。日本の製造業の中には、「品質至上」を原点としたり、企業理念として掲げている企業が多数ある<sup>[1]</sup>。

製造業において「品質」と言う場合は、「設計品質」と「適合品質」の二つがあるともされ、設計品質とは設計者が目標として狙った品質のことをいい、適合品質とは実際の品質のことである。そのうち生産現場で扱うのは適合品質ということになる<sup>[1]</sup>。適合品質を高めるためには、ばらつき(標準偏差)と偏りを小さくしたり少なくしたりすることが重要となる<sup>[1]</sup>。

品質管理は、ウォルター・シューハート、エドワーズ・デミング、石川馨(東大、武蔵工業大学(現東京都市大学)元学長)らにより第二次世界大戦後に構築された。不良品ゼロを目指すための品質管理活動として、1960年代頃から世界の製造業の現場に広く普及している。世界の工業製品における品質の格段の向上に貢献したとされる。

日本ではQCサークル活動と相まって、カイゼンとも密接に関わる。製造部門にとどまらず、サービス部門や管理部門など全社的にQC活動を広げた活動を、TQC(Total Quality Control)と呼ぶ。このTQCが発展したものがTQM(Total Quality Management)である。1990年代にアメリカで広く普及し、アメリカの製造業の復活に大きく貢献したとされる。

## QC手法

QC七つ道具・新QC七つ道具が代表的である。他にも製造段階・開発設計段階・商品企画段階での質向上のための方法がある。

### QC七つ道具

管理を行うにあたり、現象を数値的・定量的に分析するための技法。いずれも可視化によって、誰にでもすぐに問題点がわかったり説明を容易にすることを狙っている。

#### グラフ

数値データをそのまま見たのでは全体を把握できない。そこで目で見てわかりやすく、全体の状況を早く正しく知るために、グラフを作成する。グラフを作成する時に特にこうしなければならないといった決まったルールはないが、作成した本人だけしか理解できない作図をしても意味がない。そのために

- どのグラフを用いるとよいか
- どうすれば一般的に誰が見てもわかりやすいグラフになるか
- 色分け・線の種類・打点の種類をどうすればよいか

を考慮することが大切である。

- 折れ線グラフ - 時間的な変化や項目の推移を見る。
- 棒グラフ - ある時点における大きさの大小を比較する。
- 円グラフ - サンプルの一時点での内訳の割合を示す。

- 帯グラフ - 項目ごとの内訳の割合や時間的な変化を示す。
- レーダーチャート - 対象ごとの性能比較をしたり項目間のバランスを見る。

## ヒストグラム

データの傾向を判断できるようにするツール。データの集合に対して平均値・分布を読み取るためのもの。ヒストグラムはバラツキが顕在するあるデータの集合において、全体の傾向を把握するために用いられる。度数を元にヒストグラムを作成することによって、データの集合全体の平均値、データの分散を把握できる。品質管理においてヒストグラムの分布を読み取り、その結果に基づき次の行動に移すことが重要とされている。ヒストグラムの山の形状から工程の安定性を、山の広がり具合から標準偏差 $\sigma$ を、規格値を記述することで規格外れなどの問題点が存在するかを判断できる。

## 管理図

工程の管理を行うためのツール。管理図は工程が安定状態にあるかどうかを把握するための判断材料となる。時間別などの規則に従ってデータをサンプリングして集計を取り、その結果を群として系列で折れ線グラフを作成する。管理図では、中心線 (CL) と管理限界によって、点の配置と分布からその管理工程の異常が判断できる。管理限界には上方限界 (UCL) ・下方限界 (LCL) があり、3シグマを設定する場合が多い。

## チェックシート

確認要点事項を予め抜粋しまとめられたツール。チェックシートは、必要とするデータが何かを瞬時に理解し、集めたデータを簡単に整理することが目的であり、その点に注意して作成しなくてはならない。

## パレート図

工程改善に用いられるツール。工程で発生している問題を原因別・損失金額別などに分類し、その件数の大きい順に並べて棒グラフおよび累計曲線を図に表したもの。パレート図は工程の改善活動の検討の場において、改善効果が期待できる問題の抽出に用いる。工程が持っている問題を分類して図示する事で、真っ先に改善しなければならない問題を容易に把握できる。

## 特性要因図 (cause and effect diagram)

問題抽出に用いられるツール。ある問題に対して関連する原因の洗い出しを行うため、問題(特性)とその発生原因(要因)だと考えられる事項とを矢印で結んで図示したもの。その図の形状が魚の骨の形に似ていることから、別名魚の骨図 (fishbone diagram) とも呼ばれる。特性要因図は工程の更なる能力の向上を検討する場において有効な手法であり、ブレインストーミングの要領で要因を抽出して洗い出した要因の関連性を特性要因図に表し、アプローチを行う要因の順位付けを行う為の資料とする。生産工程の現場では、ある問題に対する要因として4M(人 (huMan) ・機械 (Machine) ・材料 (Material) ・方法 (Method)) を大骨とし、その4点に対して更なる要因の洗い出しが行われる。5M(4Mに測定器・測定方法 (Measure) を加える) もある。

要因を列挙するには、当初から単にブレインストーミングで列挙しても無意味である。過去の知識や現場データから推測される要因だけでは解決しない場合に、初めてブレインストーミング等の手法を用いる。

目的によって以下のように使い分ける:

管理用特性要因図(管理すべき要因の列挙目的)

予防目的で管理を必要とする要因を全て列挙したもの。実績前だから現場データがなく、専ら知識・経験・理論から心配事を網羅的にトップダウンに列挙する。対策は全ての要因に講じる。

解析用特性要因図(原因の探索目的)

現に発生したトラブルの現場データ(特徴)を収集し、データから推定した要因を列挙して対策を講じる。この場合、原因を明確にしてから対策を講じる場合と、疑わしいものに逐次対策を講じてゆく場合がある。

(1) 427之1

確認要點事項を予め予定表に427付  
問題点は何も在り得るものを作成す

例) 不備項目427之1

年月日

| 品名 | 例 | 500 | 糖 | 10 | 12 | ----- | 計  |
|----|---|-----|---|----|----|-------|----|
| A  | 1 | 1   | 1 | 1  | 1  |       | 9  |
| B  | 1 | 1   | 1 | 1  | 1  | 正     | 11 |
| C  | 1 | 1   | 1 | 1  | 1  |       | 11 |
| 1  |   |     |   |    |    |       |    |
| 1  |   |     |   |    |    |       |    |

1) 一定期間、時間毎に427

2) 問題点を記入す

3) 対策を考へる

4)

## (2) ヒストグラム

データの傾向を判断する。平均値、分散、変異性、標準偏差  
データの集まりにおける平均値 分布を捉える。

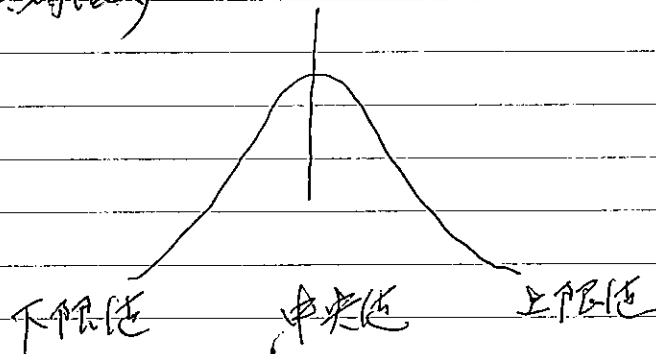
規格値、規格外れ値との判別

度数分布表の図表化、はらつき具合(分布状態)の把握

「高小島」のよう異常値の多いデータ

図(グラフ)を見てよう。

富士山 片すそ型 絶壁 高原 ふか山  
(ふか山型) (可動?) (可動?) (可動?) (富士山型分布)  
高小島  
(異常値)



(3) 110レポート図

工程で発生している問題を

① 原因別

② 損失金額別

③

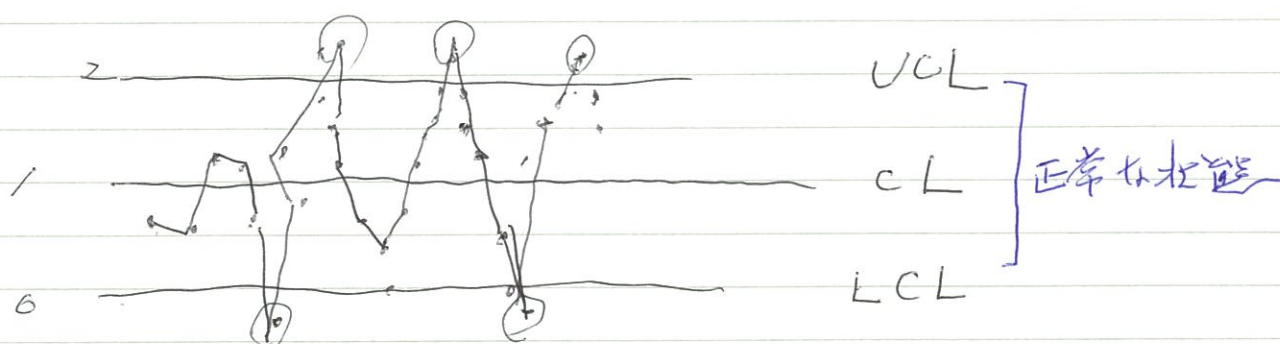
件数を件数の大きい順に並べて

棒グラフ、累計曲線を図に表したものを

真の先に改善しなければならぬ問題を容易に把握する。

# (4) 管理図

データの分散度と 現在の状態



生産されている製品の品質が “正常な状態にあるか” を判断し、異常の兆候を見つけようために使われる管理図

# (5) 特性要因図 (真骨図)

① 将来のトラブルを避けるために

② 現に起きているトラブルの原因

原因の洗い出し

管理すべき条件

ある特性に関する要因を系統図に列挙する

問題 (矢印で指す) → 原因

因果図は、より能力の向上のために

可能性の問題

確立した因果関係

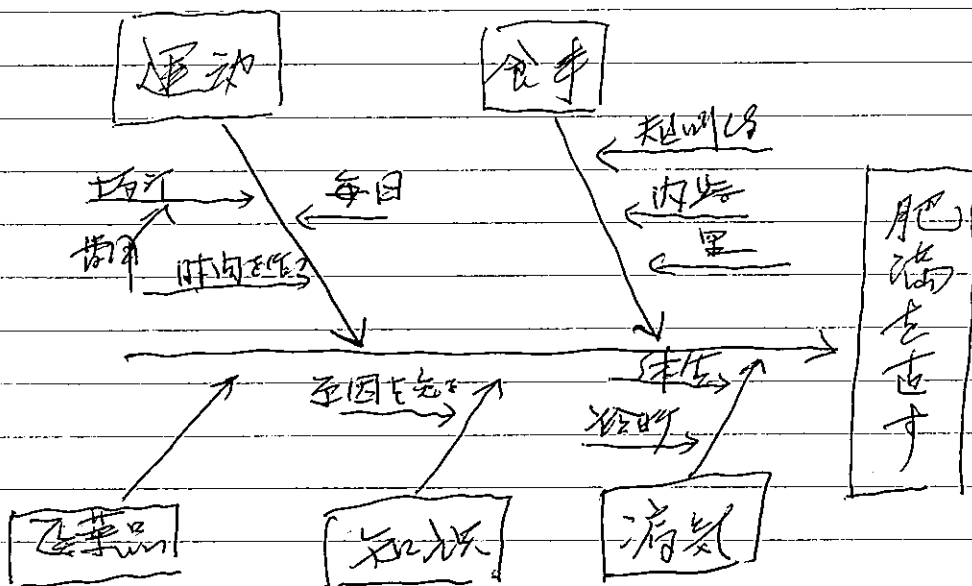
将来起るかもしれない要因

トラブルを起こした原因

病気、不健康の原因...

高脂肪、喫煙

ストレス、運動不足



## (6) 散布図

計量値のペア  $(x, y)$  の分布を視覚化する

(1) 強い正の相関

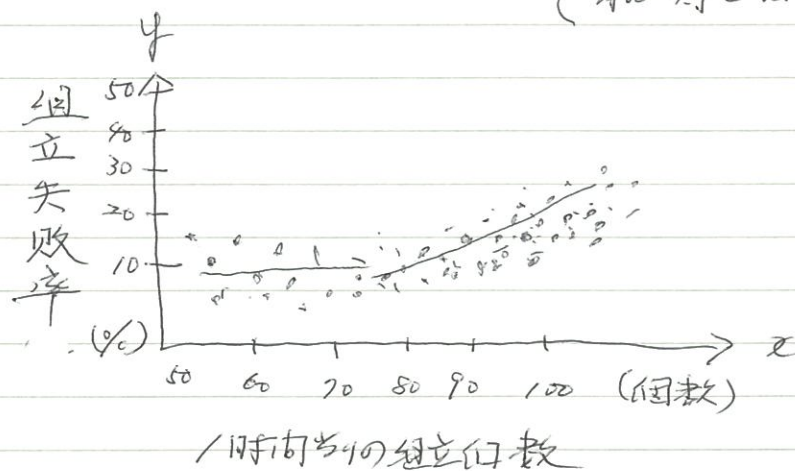
$x$  要因  $y$  特性

(2) 強い負の相関

(3) 無相関

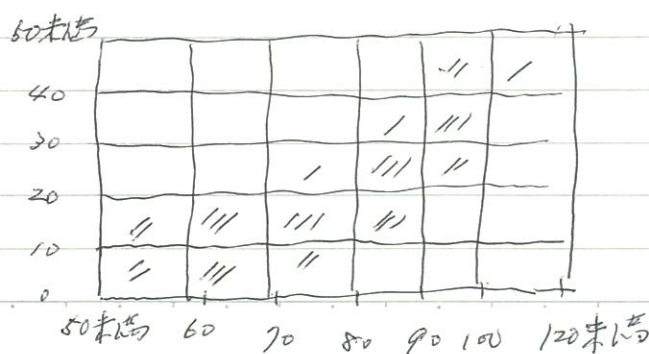
(4) 弱い正の相関

数値の羅列から視覚的に傾向を目に付ける  
(相関を目で確認する)



50~75位の間に失敗率は横ばい

75以上 " " yに比例直線



No. \_\_\_\_\_

Date . . .

(7) 7~77

(8) 品名と価格



## 第8～9章 解散・清算 (会社法第471条～第574条)

2015.12.07

2015年11月30日

設立が株式会社の誕生だとすれば、解散は会社の死亡である。解散事由には、株主総会の決議など会社の自主的な意志に基づくものやその他がある。

会社が解散した場合には、原則として、清算手続を開始する。

清算が終了するまでは、株主総会の決議によって、会社を継続することも出来る。

清算をする株式会社を清算株式会社という。清算会社の存続の目的は清算の目的の範囲内に限定され、清算人は現務を終了し、最初に財産目録、貸借対照表を作成して、清算財産の概要を把握した上で、清算事務を行う。

また、清算人は債権者に公告、催告を行い、申出期間内に会社に届出をしない債権者は、除斥される。

1. 解散 (会 471～474)
2. 清算 (会 475～509)
3. 特別清算 (会 510～574)

(参考図書、記事)

会社法 [机上版]  
アドバンス新会社法  
会社法マスター115 講座  
ゼミナール会社法入門  
株式会社法  
会社の解散 DVD

中央経済社編  
長島法律事務所編  
郡谷大輔外著  
岸田雅雄著  
江頭憲治郎著  
上西左大信

## 1、解散（会 471～474、商 404）

### 1）解散の事由（会 471）

- イ 定款で定めた存続期間の満了
- ロ       "       解散事由の発生
- ハ 株主総会の決議
- ニ 合併
- ホ 破産手続開始の決定
- ヘ 解散を命ずる裁判（会 824、833）
- ト みなし解散（会 472）

### 2）解散の決議要件は株主総会の特別決議（会 309②十一） 議決権の過半数（定款で 3 分の 1 以上の割合可）出席で、3 分の 2 以上（定款で上回る割合の定め可）による多数決

### 3）休眠会社のみなし解散（会 472）

休眠会社（登記が最後にあった日から 1 2 年を経過したもの）は法務大臣の官報公告後 2 ヶ月以内に届出をしなければ解散したものみなされる

### 4）休眠会社のみなし解散制度は、事業を廃止した会社の登記が残存することは、登記の信頼性を害する等の弊害があることから設けられた制度である

### 5）株式会社の継続（会 473）

1）のイ～ハの解散の場合には、清算が終了するまでの間は、株主総会の決議によって継続することができる（みなし解散の場合は 3 年内）

### 6）解散した株式会社は合併存続会社や分割承継会社にはなれないが、合併消滅会社や吸収分割会社にはなれる（会 474）

## 2、清算（会 475～509）

旧商法の取扱い是不明瞭な点もあり、簡素化が進められた。また通常清算においては、裁判所の清算手続への関与は廃除され、解散の事由等を届け出ることとは不要となった。

### 1) 清算の開始（会 475～476）

- イ 解散した場合
- ロ 設立無効、株式移転無効の判決確定

### 2) 機関（会 477～480）

- イ 清算人 1 人以上（会 477①）
- ロ 定款の定めによって、清算人会、監査役、監査役会を置くことができる（非公開会社）（会 477②）  
解散前の機関構成を引継ぐ必要はない（会 477⑥）
- ハ 清算人の就任と解任（会 478、479）
  - ①株主総会の決議によって、その他
  - ②清算人となる者がいないときは、利害関係人の申立により裁判所が選任する
- ニ 監査役の選任と退任と任期（会 480）
- ホ 会計監査人、会計参与の廃止（会 477⑥）

### 3) 清算人の職務（会 481～488）

- イ 現務の終了（会 481）  
債権の取立及び債務の弁済  
残余財産の分配
- ロ 業務の執行（会 482）  
過半数決議、体制の整備
- ハ 代表清算人（会 483①～④）  
取締役が引続いて清算人になった場合は、従前の代表取締役が代表清算人となる  
裁判所の選任の場合以外は定款、株主総会等で定める
- ニ 清算人の損害賠償責任（会 486～487）（国徹 34）

### 4) 清算人会（会 489～491）

- 清算人会の設置（監査役会の設置の場合は必要 会 477③）は義務付けられていないが、設置する場合には 3 人以上の清算人を設置しなければならない。（会 478⑥）
- イ 清算人会の職務（会 489）
  - ・会社の業務執行の決定
  - ・清算人の職務執行の監督
  - ・代表清算人の選定、解職

- 清算人会の決定事項（会 489）
      - ・ 重要な財産の処分と譲受
      - ・ 多額の借財
      - ・ 支配人の選任、解任
      - ・ 体制の整備
    - ハ 清算会の運営（会 490）
    - ニ 取締役等に関する規定の適用
- 5) 監査役（会 477④、480②）
  - イ 大会社、公開会社であった株式会社には、監査役 1 人以上を設置することが義務づけられている  
 その他の会社は定款の定めにより監査役を設置することができる  
 解散前に定款で設置されていた監査役、監査役会は定款で廃止しない限り有効である
  - 清算中の監査役については、任期の定めがない
- 6) 解散時財産目録等（会 492）
  - イ 就任後遅滞なく、財産の現況を調査し、財産目録及び貸借対照表を作成する 処分価額にて（B/S 簿価、処分価額、継続価額）
  - 株主総会への提出と承認
  - ハ 本店の所在地に保存
- 7) 清算事務年度の事務報告と貸借対照表等（会 494～497）
  - イ 清算事務年度  
 解散等日の翌日から 1 年の期間
  - 作成書類  
 貸借対照表  
 事務報告  
 附属明細書
  - ハ 本店の所在地に保存
  - ニ 作成に書類について、監査役の監査を受けなければならない
  - ホ 貸借対照表等  
 □の作成書類とニの監査報告書を含めて貸借対照表等という
  - ヘ 貸借対照表等について、清算会の承認を受けなければならない
  - ト 決算公告の廃止（会 509①二）
- 8) 貸借対照表等の備置き及び閲覧等（会 496）

- 9) 株主総会への提出と承認 (会 497)  
(清算中の株主総会の呼称)  
解散総会後、最初で開催される株主総会を清算第 1 回株主総会と称し、以降開催順序に従って、清算第何回株主総会と呼ぶ。
- イ 清算人会で承認を受けた貸借対照表と事務報告書の提出
  - ロ 事務報告の報告
  - ハ 貸借対照表の承認
- 10) 債務の弁済 (会 499～503)
- イ 債権者に対する債権申出の公告、各別への催告 (会 499①)  
従来 2 ヶ月以内
  - ロ 債務の弁済の制限 (会 500①)、イの期間内に債務の弁済不可
  - ハ 条件付債権等に関する債務の弁済 (会 501)
  - ニ 債務の弁済前における残余財産の分配 (会 502)
- 11) 残余財産の分配 (会 502～506)
- イ 残余財産の分配を除き、自己株式の取得及び剰余金の配当等を行うことができない
  - ロ 残余財産の現物交付が認められた (会 504①一)
- 12) 清算事務の終了 (会 507)
- 13) 帳簿資料の保存 (会 508)
- 14) 適用除外等 (会 509)

### 3、実務的な処理

- 1) 10) ～11) に関して、  
源泉税と消費税の支払は、(預り金、仮受金と考えて) 実施可  
と考える。
- 2) 解散事業年度 (通常の事業年度開始の日～解散の日)  
清算事務年度 (解散の日の翌日～翌年の解散の日の応当日)
- 3) 税務上の B/S 申告価額等
  - イ 帳簿価額 (継続価額) である。  
但し、別表 5 で調整するため処分価額でもよい
  - ロ B/S、P/L、株主資本等変動計算書を添付する
- 4) 会社法上の計算書類
  - イ 清算人の就任後、遅滞なく作成 (会 492①、規 144、145)
    - (1) 財産目録
    - (2) 貸借対照表
  - ロ (清算人会)、株主総会への提出、承認 (会 492③)
- ハ 清算事務年度の計算書類の作成等 (会 494、規 146、147)
  - (1) 貸借対照表
  - (2) 事務報告
  - (3) 附属明細書
  - (4) 監査役設置の場合の監査等 (会 495)
  - (5) (1)、(2)、(3) の設置と閲覧等 (会 496)
    - ロ 株主総会への提出、承認等 (会 497)
- ハの (1) 貸借対照表、(2) 事務報告
- ニ 広告は必要ない (会 509)

清算 第 回株主総会  
**財 産 目 録**  
 平成 年 月 日 現在

(単位：円)

| 項 目    | 摘 要 | 処分価額 | 帳簿価額 |
|--------|-----|------|------|
| 現金     |     |      |      |
| 普通預金   |     |      |      |
| 受取手形   |     |      |      |
| 売掛金    |     |      |      |
| 棚卸資産   |     |      |      |
| 仮払金    |     |      |      |
| 機械及び装置 |     |      |      |
| 土地     |     |      |      |
| ゴルフ会員権 |     |      |      |
|        |     |      |      |
|        |     |      |      |
| 退職金    |     |      |      |
| リース債務  |     |      |      |
|        |     |      |      |

【処分価額】

- 帳簿価額は税務申告価額である。
- 売掛債権は、回収可能価額を付する。
- 棚卸資産は、販売見込価額から売却費用の見込額を控除する。
- 仮払金、立替金、前払費用等は、換金価値を付する。
- ゴルフ会員権は、換金価値から処分費用の見込額を控除する。
- 土地等について、処分価額が不明の場合は、財産評価基本通達に準じて評価する。
- 貸借対照表に計上されていなくても、賞与や退職金等のうち債務性のあるものは計上する。退職金については、会社都合による要支給額（100％）を計上する。
- リース債務は、契約に基づいて弁済する金額を計上する。稼働資産に係る部分は、長期前払費用として資産の部に計上する。
- 合理的なものであれば、独自の評価基準～財産評定基準（早期売却の場合、継続価値の場合等のランク別を設けるのが通例）－を定めてもよい。

#### 4、確定申告、予納申告の概要

| 区 分            | 申告の種類                        | 留意点                                                                                                                      | 理 由               | 備 考                                                 |
|----------------|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------------------|
| 解散事業年度         | 確定申告                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 基本的には計算は、通常の事業年度と同様に通常の所得課税である。</li> <li>● <u>解散日後 2 月以内に申告</u></li> </ul>      | 事業年度終了日が異なるだけであるか |                                                     |
| 清算事業年度<br>予納申告 | 清算事業<br>年度予納<br>申告           | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 基本的な計算は、通常の事業年度と同様で行う。</li> <li>● <u>清算事業年度終了後 2 月以内に申告</u></li> </ul>          | 徴収確保のため           |                                                     |
|                | 残余財産<br>分配予納<br>申告（一部<br>分配） | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 財産法で計算する。</li> <li>● <u>分配に日の前日までに申告</u></li> </ul>                             | 財産の分配であるから        | みなし配当（期中処理）<br>・株主に通知<br>・課税徴収の実施、納付<br>・支払調書の作成、提出 |
| 確定申告           | 清算確定<br>申告                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● <u>財産法で計算する。</u></li> <li>● 残余財産確定日から 1 月以内に申告</li> </ul>                       | 財産の分配であるから        | ”                                                   |
|                |                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 予納申告分の税額を控除する。</li> <li>● 残余財産が残らない場合が多いので、通算して納税額がゼロとなる場合が大半となる（注）。</li> </ul> | 二重課税を排除するため       |                                                     |

#### （注意）

1. 消費税の仮払消費税はほとんど発生しない。
2. 消費税の納税に注意
3. 事業税の資本割は清算中はない
4. 減価償却の償却率の変更、交際費課税なし、その他
5. 申告期限の延長の特例なし
6. 粉飾の場合の処理
7. 一部分配の書類は年次でなくて、月次処理

「平成 22 年度税制改正において、清算所得課税が廃止され、解散後も通常の所得計算になる」ということは、次のような場合、従前とは税額計算が異なるということか。

(1) の場合

| 従前の清算 B/S |       |          |       | 改正後の清算 B/S |       |  |  |
|-----------|-------|----------|-------|------------|-------|--|--|
| 未収金       | 1,500 | 負債       | 900   | 同左         |       |  |  |
| (回収可能)    |       | (債務免除なし) |       |            |       |  |  |
| 仮払金       | 500   | 剰余金      | 1,000 |            |       |  |  |
| (使途不明)    |       | 資本金      | 100   |            |       |  |  |
| (財産計算)    |       |          |       | (所得計算)     |       |  |  |
| 未収金       | 1,500 |          |       | 未収金        | 1,500 |  |  |
| 仮払金       | 0     |          |       | 仮払金        | 500   |  |  |
| 負債        | △900  |          |       | 負債         | △900  |  |  |
| 資本金       | △100  |          |       | 資本金        | △100  |  |  |
| 差引課税      | 500   |          |       | 差引課税       | 1,000 |  |  |

(2) の場合

| 従前の清算 B/S |       |        |       | 改正後の清算 B/S                 |     |        |  |
|-----------|-------|--------|-------|----------------------------|-----|--------|--|
| 未収金       | 1,500 | 負債     | 900   | 同左                         |     |        |  |
| (回収可能)    |       | (債務免除) |       |                            |     |        |  |
| 仮払金       | 500   | 剰余金    | 1,000 |                            |     |        |  |
| (使途不明)    |       | 資本金    | 100   |                            |     |        |  |
| (財産計算)    |       |        |       | (所得計算)                     |     |        |  |
| 未収金       | 0     |        |       | 未収金                        | 0   |        |  |
| 仮払金       | 0     |        |       | 仮払金                        | 500 | (無価値)※ |  |
| 負債        | 0     | (免除)   |       | 負債                         | 0   | (免除)   |  |
| 資本金       | 0     | (免除)   |       | 資本金                        | 0   | (免除)   |  |
| 差引課税      | 0     |        |       | 差引課税                       | 500 |        |  |
|           |       |        |       | 課税所得 500 債務超過 500          |     |        |  |
|           |       |        |       | 残余財産 “0” となり課税されない         |     |        |  |
|           |       |        |       | ※ 実在性がない場合は「粉飾」ということにならないか |     |        |  |

## 平成 22 年度税制改正の意味

2015.12.4

(質問 1)

「平成 22 年度税制改正において、清算所得課税が廃止され、解散後も通常の所得計算になる」ということは、次のような計算を行なうということか。

条件 1 所得 100

条件 2 改正前の清算 B/S

|             |     |          |               |
|-------------|-----|----------|---------------|
| 未収金         | 300 | 負債       | 0             |
| (内回収不能 200) |     | (債務免除なし) |               |
| 仮払金         | 500 | 剰余金      | 700 (600+100) |
| (使途不明)      |     | 資本金      | 100           |

改正後の清算 B/S

同左

(財産計算)

|                |      |        |
|----------------|------|--------|
| 未収金(100)       | 100  | (現金回収) |
| 未収金(200)       | 0    | (回収不能) |
| 仮払金            | 0    | ※1     |
| 負債             | 0    |        |
| 課税済利益          | △600 |        |
| 残余財産課税         | 0    |        |
| 課税(30%)        | 0    |        |
| 現金払戻(内資本金 100) | 100  |        |

(所得計算)

|              |      |
|--------------|------|
| 所得           | 100  |
| 未収金          | 0    |
| 仮払金償却        | △500 |
| 負債           | 0    |
| 加算           | 500  |
| 差引課税所得       | 100  |
| 課税(30%)      | 30   |
| 払戻(内資本金 100) | 70   |

※1 使途不明金部分(使途秘匿金ではない)も残余財産ではなく課税されないと考える

※2 残余財産がある場合、使途不明金部分(使途秘匿金ではない)は課税されると考える

(質問 2)

上記の例において、会社が過去に粉飾(仮払金 500 について)していた場合はどのように考えたらよいのか。

## 5、特別清算（会 510～574）

裁判所は①清算の逐行に著しい支障を来すべき事情があること②債務超過の疑いがあることの事由が認めるときは、申立により、特別清算の開始を命ずる。

### 1）特別清算の申立て（会 510、511）

#### イ 申立権者

債権者、清算人、監査役又は株主

- ロ 清算会社に債務超過の疑いがあるときは清算人は特別清算開始の申立てをしなければならない

### 2）他の手続の中止命令等（会 511）

#### イ 破産手続（破産手続開始決定がなされていないとき）

#### ロ 強制執行、仮差押え、仮処分の手続

#### ハ 時効の中断（会 515）

#### ニ 担保権の実行の手続（会 516）

#### ホ 相殺の禁止（会 517）

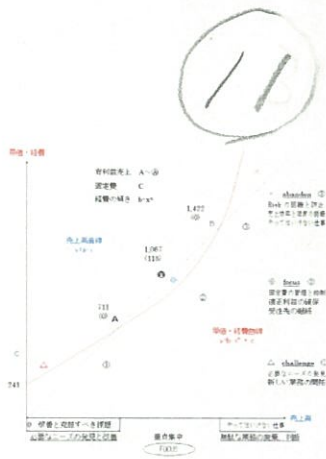
### 3）裁判所による監督及び調査（会 519～

### 4）清算人、監督委員、調査委員

### 5）行為の制限、処分

### 6）債権者集会、協定

### 7）特別清算の終了



## 指数・対数

会計と経営のブラッシュアップ  
平成 27 年 12 月 7 日  
山内公認会計士事務所

次の図書を参考にさせていただきました。

(ゼロからわかる指数・対数 2007.12 深川和久著 ベレ出版刊)

(図解雑学指数・対数 2013.5 佐藤敏明著 ナツメ社刊)

### I. 指数

#### 1. 指数とは、いくつかかけ算されているかということ

つまり、大きな数、 $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2$  を  $2^5$  と書き、2 の 5 乗という累乗のこと。

大きな数を表すことに適している。

- (1) 世の中は、**かけ算的（指数的、曲線、複利）**に従う傾向にあり、人はそれを**足し算的（直線）**に理解しようとする傾向がある。

(例) かけ算、指数

国や経済の伸び — 対前年比〇%

預金やローンの利息 — 金利の計算

指数とは — かけ算のくり返し

現実の複雑いっても 大抵かけ算で理解したい

従って世の中は**指数的に変化する傾向にある（激しい変化の世界）**  
しかし、人は**足し算的にものを見ようとする（静かな変化の世界）**

世の中はかけ算的・指数的（変化・変動）であるのに、人は足し算的（静止的固定的）に勘違いしている。この面において世の中は複雑である。

そして、この**指数の逆が対数（単純化）**である。

**対数** は複雑なものを単純にしようとする。

そして人の五感はことごとく**対数的**である。しかし、現実**は**指数的  
人の記憶や歴史も対数と深く関係している。だから、過去は対数的  
歴史上の出来事は、1 年を 1 とすると、10 年は 2、100 年は 3、1000 年は 4・・・という並び方になるかもしれない。（記憶の量）

過去は合計の形でインパクトを報告や伝えている。  
(内閣府、経産省)

# 指数関数

No.

1-2

Date

$$y = f(x) = A \times a^x$$

初期、 $x=0$  のとき  $A$  量から、  
単位時間  $(x)$  に  $a$  倍になる指数関数

時間のほかには、10g の細菌が、10時間 に 1.05 倍になると  
増えることを、 $(x)$  時間後の量を  $y = f(x) = 10 \times 1.05^x$  と表す。

時刻  $x$  に対する、量  $y$  を与える関数を「指数関数」とい

指数関数の特徴は、どの時点から始めても、単位時間に同じ割合で  
増えることにある。

時刻  $t+s$  のときの量は、 $f(t+s) = A \times a^{t+s}$   
である。これは 2つのようにも表される。

$$f(t+s) = f(t) \times a^s = A \times a^t \times a^s$$

$$a^{t+s} = a^t \times a^s$$

また、 $a^{-s}$  についても、 $a$  を  $(-s)$  回かけると考えなくてもよく、  
-3 という時刻、つまり、3秒前とか、3時間前における  
量を表わしていると考えられる。

1秒で  $a$  倍になるときは、1秒前には  $a$  分の1であった  
筈である。

例として

$$f(-1) = A \times a^{-1} = A \times \frac{1}{a} \text{ とする}$$

$$a^{-1} = \frac{1}{a} \quad a^{-t} = \frac{1}{a^t} \text{ とする.}$$

特に、時刻0の出発点を考えれば、

$$f(0) = A \times a^0 = A \times 1 = A$$

$$a^0 = 1 \text{ とする.}$$

今度は、時刻  $t$  を  $u$  と変えおいて、これを新しい時間の単位とする。量の方も  $a^t$  を単位とする。

新しい時間で  $s$  のとき、 $(a^t)^s$  と仮定する、

古い時間の単位では  $a^{ts}$  と仮定する、

$$(a^t)^s = a^{ts}$$

## 戦後の歴史

振り返ると対数的思考 (その当時 指数は指数的成長としても)

|               |                |                 |                 |                            |               |
|---------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------------------|---------------|
| S20<br>(1945) | S25<br>(1950)  | S30<br>(1955)   | S35<br>(1960)   | S40<br>(1965)              | 547<br>(1972) |
| 終戦<br>財閥解体    | 朝鮮特需<br>第1回ブーム | TV<br>もはや戦後ではない | 所得倍増計画<br>東京タワー | 東京オリンピック 本工後帰<br>東京-名古屋新幹線 |               |
| (4. 疎開)       | (9. 小学)        | (13. 中学)        | (18. 高卒)        | (23. 社会)                   | (27. 会社)      |

## 2. 指数の法則

過去 対数 (対数)  
現在 指数 (指数)  
未来 超指数 (超指数)

(1) かけ算がたし算に変わる

$$10^2 \times 10^3 = 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 = 10^{2+3} = 10^5$$

$$10^8 \times 10^4 = 1 \text{ 億} \times 1 \text{ 万} = 1 \text{ 兆}$$

$$= 10^{8+4} = 10^{12}$$

指数のかけ算は、底が同じならば指数のたし算となる。

(2) 累乗はかけ算に変わる

$$(2^3)^4 = 2^3 \times 2^3 \times 2^3 \times 2^3 = 2^{3+3+3+3}$$

$$= 2^{3 \times 4}$$

2 の 3 乗の 4 乗は、2 の  $3 \times 4$  乗となる。

つまり、指数の指数は、指数のかけ算になる。

(3)

## 指数法則

$$a^{-n} = \frac{1}{a^n}$$

$$a^n a^m = a^{n+m}$$

$$\frac{a^m}{a^n} = a^{m-n}$$

$$(a^n)^m = (a^m)^n = a^{nm}$$

$$a^{\frac{1}{n}} = \sqrt[n]{a}$$

$$a^{\frac{m}{n}} = \sqrt[n]{a^m} = (\sqrt[n]{a})^m$$

$$a^0 = 1$$

ただし  $a, m, n > 0$

### 3. 小さい数を表す指数

①  $2^0$  は、

$a=2$ 、 $b=3$ 、 $m=3$ 、 $n=0$  とすると

指数法則①  $a^m \times a^n = a^{m+n}$

$$2^3 \times 2^0 = 2^3 \times 1 = 2^{3+0} = 2^3 = 8$$

指数法則②  $(a^m)^n = a^{m \times n}$

$$(2^3)^0 = 8^0 = 2^{3 \times 0} = 2^0 \cdots 1 \text{ となる}$$

指数法則③  $(a \times b)^n = a^n \times b^n$

$$(2 \times 3)^0 = 6^0 = 2^0 \times 3^0 \times 1 \cdots 1 \text{ となる}$$

② 0 乗とは、

$2^0=1$  となる理由

$$2^3=8$$

$$\times \frac{1}{2} = 2^2 = 4$$

$$\times \frac{1}{2} = 2^1 = 2$$

$$\times \frac{1}{2} = 2^0 = 1$$

|                                               |
|-----------------------------------------------|
| $0 \text{ でない数 } a \text{ に対して}$<br>$a^0 = 1$ |
|-----------------------------------------------|

③ マイナス乗とは、

$2^{-n} = \frac{1}{2^n}$  となる理由

$$2^2 = 4$$

$$2^1 = 2$$

$$2^0 = 1$$

$$2^{-1} = \frac{1}{2}$$

$$2^{-2} = \frac{1}{4}$$

$$a^m a^n = a^{n+m}$$

$$\left(a^{\frac{1}{2}}\right)^2 = a^{\frac{1}{2} + \frac{1}{2}} = a^1 = a$$

$$\sqrt[n]{a} = a^{\frac{1}{n}}$$

$$4 \times \frac{1}{2}$$

$$2 \times \frac{1}{2}$$

$$1 \times \frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$$

|                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------|
| $0 \text{ でない数 } a \text{、自然数 } n \text{ に対して}$<br>$a^{-n} = \frac{1}{a^n}$ |
|-----------------------------------------------------------------------------|

### 4. 分乗数

$a^{\frac{m}{n}}$  を  $n$  乗したら  $a^m$  になる数

$$\left[a^{\frac{m}{n}}\right]^n = a^m$$

$$\sqrt[n]{a^m} = a^{\frac{m}{n}}$$

## 等比数列、30 日目の金額は？

初項が  $a$ 、公比が  $r$  である等比数列、 $n$  日目の数は、

$a, ar, ar^2, ar^3 \dots a^{n-1} \dots$

$$a_n = ar^{n-1}$$

30 日目の金額は、 $a_{30} = a^{29} = 536,870,912$

数列：ある規則に従って並んだ数の列

等比数列：前の数に同じ数をかけて得られる数列

## 等比数列の和

初項  $a$ 、公比  $r$  の等比数列の  $n$  時点の和  $S$

$$\text{上記②} - \text{①} = \text{②} - \text{①} = (r-1)S_n = -a + ar^n$$

$$r \neq 1 \text{ のとき、 } S_n = \frac{a(r^n - 1)}{r - 1} = \frac{a(1 - r^n)}{1 - r}$$

$$r = 1 \text{ のとき、 } S_n = a + a + \dots + a + a = na$$

30 日目の累計は、

$$S_{30} = \frac{1(2^{30} - 1)}{2 - 1} = \frac{1(1 - 2^{30})}{1 - 2} = 1,073,741,823$$

利率  $r$  の時の公比

## 毎月一定額を複利で積立てて、元利合計はいくらになるか？

毎月 1 万円ずつ積立てて、月利 0.5% の複利で、12 カ月後には、

$a = 10,000$  円

$r = 0.5\% (0.005)$

$n = 12$  ケ月 月時点

1.005  
公比 1 + 0.005  
1ヶ月後

$$\frac{a(1+r)\{(1+r)^n - 1\}}{(1+r) - 1} = \frac{a(1+r)\{(1+r)^n - 1\}}{r}$$

1ヶ月後

$$\frac{a \{ (1+r)^n - 1 \}}{r}$$

$$= \frac{10,000 \times 1.005 \times (1.005^{12} - 1)}{0.005} = 123,972 \text{ 円}$$

最初  $a$  (最初日の預金  $a$ )

1ヶ月後  $a + a(1+r) = a + ar$  (10,050)

2ヶ月後  $a + a(1+r) + a(1+r)^2$  (20,150)

3ヶ月後  $a + a(1+r) + a(1+r)^2 + a(1+r)^3$

$n$ ヶ月後 (123,972)

最後  $a$  (最後日の預金は不要)

(最初日の  $a$  は最後日の  $\Delta a$  と相殺して)

$$= a(1+r)S(1+r)^n, 2 \dots$$

$$\frac{a(1+r)\{(1+r)^n - 1\}}{(1+r) - 1}$$

## ③ 等差数列と等比数列

1 から n までの累計は等差数列

$$S = 1 + 2 + 3 + \cdots + (n-1) + n \quad \text{①}$$

更にもう一つの S

$$S = n + (n-1) + \cdots + 2 + 1 \quad \text{②}$$

②+①は

$$S + S = 2S = (n+1) + (n+1) + \cdots + (n+1) = n(n+1)$$

$$S = \frac{n(n+1)}{2}$$

$$2S = n(n+1)$$

$$S = \frac{n(n+1)}{2}$$

単利法は等差数列

毎年の利息を元本のみに乗じて計算する。

元利合計 = 元本 + n 年の利息 (元本  $\times$  n  $\times$  r)

元本 a、利率 r、期間 n の元利合計は、

$$a(1+nr) \text{ 円}$$

複利法は等比数列

元本 a、利率 r、期間 n の元利合計は、

$$a(1+r)^n \text{ 円}$$

初項  $a(1+r)$ , 公比  $(1+r)$   
 $165000(1+0.001)$   $\rightarrow (1+0.001)$   

$$\frac{a(1+r) \cdot \{(1+r)^n - 1\}}{r}$$
  

$$\frac{165000(1+0.001) \{ (1+0.001)^{60} - 1 \}}{0.001 - 1 \rightarrow 0.001(4r)}$$
  

$$= 10,207,975$$

積立預金も等比数列

毎月 a 円を預金、利率 r、n ヶ月後の元利合計

$$x = \frac{a(1+r) \{ (1+r)^n - 1 \}}{r}$$

毎月 165,000 円を月利率 0.1% で 60 ヶ月積立てる

$$x = 165,000(1+0.001) \times \{ (1+0.001)^{60} - 1 \} \div 0.001 = 10,207,975 \text{ 円}$$

ローンの月々の返済額

月利率 r で、a 円借り、n ヶ月で完済するための月々返済する金額

x 円は、

$$x = \frac{ar(1+r)^n}{(1+r)^n - 1}$$

月利率 0.1%

借入金 9,900,000 円

60 ヶ月返済 月 170,082 円

$$y = 9,900,000 \times 0.001 \times (1+0.001)^{60} \div \{ (1+0.001)^{60} - 1 \}$$

$$= 170,082 \text{ 円}$$

$$170,082 \times 60 = 10,204,917$$

元金 9,900,000

利息 304,917

②  

$$\frac{a((1+r)^n - 1)}{r - 1}$$
  

$$= \frac{(9900000 \times 0.001) \{ (1+0.001)^{60} - 1 \}}{0.001 - 1}$$
  

$$= 10,197,778$$
  

$$\times 60 = 169963$$

12-1の月々返済額

利率 $r$

①  $A$ 円を  $n$  月で返すときの元利合計  $A(1+r)^n$  円

② 利率 $r$ で月々  $x$  円ずつ返済したときの  
 $n$  月後の元利合計

$$\begin{aligned}
 & x + x(1+r) + x(1+r)^2 + \dots + x(1+r)^{n-1} \\
 &= \frac{x\{(1+r)^n - 1\}}{(1+r) - 1} = \frac{x\{(1+r)^n - 1\}}{r} \quad \frac{x\{(1+r)^n - 1\}}{r} \text{ 円}
 \end{aligned}$$

例5.

$$A(1+r)^n = \frac{x\{(1+r)^n - 1\}}{r}$$

$$A = 1,000,000 \quad r = 0.02 \quad n = 30 \text{ 年と仮定}$$

$$1,000,000(1+0.02)^{30} = \frac{x\{(1+0.02)^{30} - 1\}}{0.02}$$

$$1,811,362 = \frac{x(1.02^{30} - 1)}{0.02}$$

$$x = 1,811,362 \times 0.02 / (1.02^{30} - 1)$$

$$= 44,149 \text{ 円と仮定}$$

## エクセルによる元利返済計画

(H26.07.06)

## 【借入金1】 元利均等返済

借入額 200,000,000 円

利率 1.650 % 金利1(1～3年目)

利率 1.650 % 金利2(4～5年目)

利率 1.650 % 金利3(6～20年目)

期間 20 年

| 年     | 返済額        | 利息        | 元金         | 残高          |
|-------|------------|-----------|------------|-------------|
| 1ヶ月目  | 978,950    | 275,000   | 703,950    | 199,296,050 |
| 2ヶ月目  | 978,950    | 274,032   | 704,918    | 198,591,133 |
| 3ヶ月目  | 978,950    | 273,063   | 705,887    | 197,885,246 |
| 4ヶ月目  | 978,950    | 272,092   | 706,858    | 197,178,388 |
| 5ヶ月目  | 978,950    | 271,120   | 707,829    | 196,470,559 |
| 6ヶ月目  | 978,950    | 270,147   | 708,803    | 195,761,756 |
| 7ヶ月目  | 978,950    | 269,172   | 709,777    | 195,051,978 |
| 8ヶ月目  | 978,950    | 268,196   | 710,753    | 194,341,225 |
| 9ヶ月目  | 978,950    | 267,219   | 711,731    | 193,629,495 |
| 10ヶ月目 | 978,950    | 266,241   | 712,709    | 192,916,785 |
| 11ヶ月目 | 978,950    | 265,261   | 713,689    | 192,203,096 |
| 12ヶ月目 | 978,950    | 264,279   | 714,671    | 191,488,426 |
| 1     | 11,747,397 | 3,235,823 | 8,511,574  | 191,488,426 |
| 2     | 11,747,397 | 3,094,315 | 8,653,082  | 182,835,343 |
| 3     | 11,747,397 | 2,950,454 | 8,796,943  | 174,038,401 |
| 4     | 11,747,397 | 2,804,202 | 8,943,195  | 165,095,206 |
| 5     | 11,747,397 | 2,655,518 | 9,091,879  | 156,003,327 |
| 6     | 11,747,397 | 2,504,363 | 9,243,035  | 146,760,292 |
| 7     | 11,747,397 | 2,350,694 | 9,396,703  | 137,363,589 |
| 8     | 11,747,397 | 2,194,470 | 9,552,927  | 127,810,662 |
| 9     | 11,747,397 | 2,035,649 | 9,711,748  | 118,098,914 |
| 10    | 11,747,397 | 1,874,188 | 9,873,209  | 108,225,705 |
| 11    | 11,747,397 | 1,710,043 | 10,037,355 | 98,188,351  |
| 12    | 11,747,397 | 1,543,168 | 10,204,229 | 87,984,122  |
| 13    | 11,747,397 | 1,373,519 | 10,373,878 | 77,610,244  |
| 14    | 11,747,397 | 1,201,050 | 10,546,347 | 67,063,896  |
| 15    | 11,747,397 | 1,025,713 | 10,721,684 | 56,342,212  |
| 16    | 11,747,397 | 847,461   | 10,899,936 | 45,442,276  |
| 17    | 11,747,397 | 666,246   | 11,081,151 | 34,361,125  |
| 18    | 11,747,397 | 482,018   | 11,265,379 | 23,095,745  |
| 19    | 11,747,397 | 294,727   | 11,452,670 | 11,643,075  |
| 20    | 11,747,397 | 104,322   | 11,643,075 | 0           |

## ローン返済計画

自動車を買うために、銀行から 100 万円を借り、月利 2% の複利で 30 ケ月で完済する。毎月の元利返済はいくらか。

$a = 100$  万円

$r = 2\% (0.02)$

$n = 30$  ケ月

(1) 月利率  $r$  で  $a$  円借り、 $n$  ケ月で返済すると、 $a(1+r)^n$  円となる。

(2) 月々の元利の返済は、

はじめ 0 円

1 ケ月後  $x$  円

2 ケ月後  $x + (x + xr) = x + x(1+r)$  円

3 ケ月後  $x + x(1+r) + x(1+r)^2$  円

⋮

$n$  ケ月後  $x + x(1+r) + x(1+r)^2 + \cdots + x(1+r)^{n-1}$  円  
 $= \frac{x\{(1+r)^n - 1\}}{(1+r) - 1} = \frac{x\{(1+r)^n - 1\}}{r}$  円

(3) (1) と (2) が等しい  $x$  は

$$(2) \frac{x\{(1+r)^n - 1\}}{r} = (1)a(1+r)^n$$

よって、 $ar(1+r)^n \div \{(1+r)^n - 1\}$

$$x = \frac{1,000,000 \times 0.02 \times (1 + 0.02)^{30}}{(1 + 0.02)^{30} - 1} = \frac{20,000 \times 1.8114}{0.8114}$$

$= 44,649$  円

月々の返済は 44,649 円となる。

ローン返済：利率  $r$  で  $a$  円を借り、 $n$  回で返済するために月々返済する額は、

$$ar(1+r)^n \div \{(1+r)^n - 1\} \text{円}$$

7頁の計算

$$200,000,000 \times (1 + 0.0165/12) \times (1 + 0.0165/12)^{20 \times 12}$$

$$\frac{1}{1} \left( (1 + 0.0165/12)^{20 \times 12} - 1 \right) = 978,949.762 = 978,950$$

平均法による方法

6. 指数関数  $y = a^x$ (1)  $a > 0$  ならば、

$$a^{1.5} = a^{\frac{3}{2}} \cdots \cdots a \text{ の } 3 \text{ 乗の } 2 \text{ 乗根}$$

$$a^{2.3} \cdots \cdots a \text{ の } 23 \text{ 乗の } 10 \text{ 乗根} \quad a^{\frac{23}{10}}$$

(2) 指数関数は、 $x$  が大きくなると、あっという間にグラフ用紙からはみ出するか、値がゼロになってしまう。このように  $x$  の範囲によって  $y$  が急激に変化するのが指数関数の特徴で、それゆえに対数という考え方が生まれたといえることができる。

(3) 指数関数  $y = a^x$  には特別な地位を持つ 2 つの数がある。1 つは 10、もう 1 つは定数  $e$  (ネイピア数)

あらゆる  $y = a^x$  は、 $a = e^m$  と置いて  $y = e^{mx}$  とする。

(4) ネイピア数  $e$ 

$$\frac{d}{dx}(a^x) = ka^x$$

$e$  は  $(1+n)^{\frac{1}{n}}$  という式で  
 $n$  をとて  $n \rightarrow \infty$  に近づけ極限の値

$k$   $a$  によって決まる定数

つまり、指数関数の微分 (増加率) は常に関数の値に比例する。

| $a$         | $k$       |
|-------------|-----------|
| 1           | 0         |
| 2           | 0.6931... |
| 2.5         | 0.9162... |
| 2.718281828 | 1         |
| 3           | 1.0986... |

$$(1 + 0.05)^{\frac{1}{0.05}} = 2.65329$$

$a$  の 2.5 と 3 との間に  $k=1$  となる  $a$  が想像される。これを計算すると  $a=2.71828\cdots$  となり、これをネイピア数と名付けられた。自然対数の底  $e$  と呼ばれる。

$$y = 10^x$$

$$x = \log_{10} y$$

## 7. 指数法則 $a^m \times a^n = a^{m+n}$ は、

数のかけ算が指数のたし算になっている。

このことを使って、かけ算をたし算に直して計算することを考える。

たとえば  $19,683 \times 243$  は、 $19,683 = 3^9$ 、 $243 = 3^5$ 、 $3^{14} = 4,782,969$  であるから、 $14 = \log_3 4,782,969$  と書く。

$$\textcircled{c} = \log_3 b$$

において、 $b = 4,782,969$  が分かっているとして  $c$  を求める。

即ち  $3^c = 4,782,969$  の  $\textcircled{c}$  を求める。

即ち対数とは、指数が解らない時に指数を導く計算である。

対数は 1594 年ごろスコットランドのネイピアが考えた。

$\log$  もネイピアが考えた記号で logarithan (比例する数) という意味である。当時は、ドイツのケプラーやイタリアのガリレオなどの天文学の研究が盛んになった時代で、非常に大きな数の計算を効率よく、短時間で計算する必要がある、フランスの天文学者ラプラスが「対数が天文学者の生命を 2 倍にした」と賛美した。

$$y = \log_a M$$

$M$  は  $a$  の何乗 ( $y$ ) か

$$M = a^y$$

## 8. $\log_2 3^4 = 4 \log_2 3$ が成り立つことの説明

$$\log_2 3 = p \rightarrow 2^p = 3 \rightarrow \text{両辺を 4 乗}$$

$$\rightarrow (2^p)^4 = 3^4 \rightarrow \text{対辺の形で} \rightarrow \log_2 3^4 = 4p$$

$$\rightarrow p = \log_2 3 \text{ を代入して} \rightarrow \log_2 3^4 = 4 \log_2 3$$

$$\text{すなわち } \log_a x^n = n \log_a x$$

$$\text{また } \log_a \sqrt[n]{x} = \frac{1}{n} \log_a x$$

## Ⅱ. 対数

### 1. 対数とは、かけ算をたし算にする計算

ある数  $M$  に対して  $M=2^X$  となる実数  $X$  を求める。

今までは、 $X$  が与えられていて  $2^X$  を計算したが、今後は  $M$  から  $M=2^X$  となる  $X$  を求める。

この  $X$  を  $\log_2 M$  で求める。

これを  $X=\log_2 M$  と書き、 $2$  を底といい、 $\log_2 M$  を  $2$  を底とする  $M$  と言い、 $X$  の対数という。

$$(1) 2^x = 2 \rightarrow x = 1$$

$$2^x = 8 \rightarrow x = 3$$

$3 = \log_2 8$  と表す

$$x = \log_2 8 = \frac{\log 8}{\log 2}$$

それでは  $2^x = 6 \rightarrow X = ?$  ということを、

$x = \log_2 6$  と表す

対数とは指数の値を  
求めること

$$a^c = b \leftrightarrow c = \log_a b$$

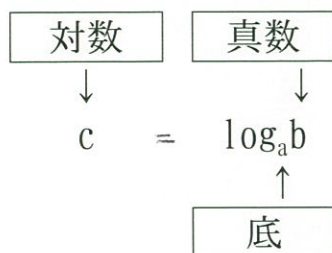
①  $c$  はかけ算

$$a \times a \times a \times \dots$$

②  $\log_a b$  はたし算

$c$  の数、ベキ乗（指数）の数を算出する

### (2) 対数、真数、底の位置関係



$$\log_a a^c = c$$

### (3) 対数の定義

対数は、一言でいえば指数関数の逆関数である。

$y = \log_a x \cdots$  意味は  $a^y = x$  となる  $y$  をさがせということである

## 対数関数

入力  $x$  (時間、年数) に対して、

出力  $y$  (量、元利合計) を決める法則  $\Rightarrow$  指数関数

$$y = f(x) = 1.05^x$$

$$x = \log_{1.05} y = \frac{\log y}{\log 1.05}$$

$y = 2$  とすると  $\frac{\log 2}{\log 1.05} = 14.2$   
(2倍)  $\rightarrow$  14.2年かかる

これに対して、対数関数は、2倍の2万円にたつとき何年後か?

10万円にたつとき何年後かという対応を考える  $\rightarrow \frac{\log 10}{\log 1.05} = 47.2$  年

100万円にたつとき、いったい何年かかるのだろうか?  $\rightarrow \frac{\log 100}{\log 1.05} = 94.4$  年

このように、~~数量~~  $y$  を用いて、年数  $x$  年を表わす

入力  $y$  (量、元利合計) に対して

出力  $x$  (時間、年数) を決める法則  $\Rightarrow$  対数関数

$$x = f^{-1}(y) = \log_{1.05} y = \frac{\log y}{\log 1.05}$$

$x$  は、正にも負にもなるが、 $y$  は正の値だけをとる

一般に、量  $a^n$  に必要な時間は  $n$  なので、

$$\log_a a^n = n \text{ となる。}$$

特に、 $\log_2 8$  は 8 に必要な時間を表すので

$$2^{\log_2 8} = 8 \text{ となる。} \quad \dots \log_2 8 = \frac{\log 8}{\log 2} \approx 3.0 = 3$$

また、 $\log_3 9 = \log_3 3^2 = 2$  は、単位時間に 3 倍になる  $2^3 = 8$

量の増え方があるとき、量  $a^n$  に必要な時間は、

$$\log_a a^n = n \text{ となる}$$

一般に、次の関係が成り立つ。

$$a^{\log_a b} = b$$

この式を、右辺を左辺に変形すると思えば、どんな数も  
好きな数の何乗かで表わせることになっている。

100 は 3 の何乗か

$$3^{\log_3 100} = 100$$

$$3^{(\frac{\log 100}{\log 3})} = 3^{4.1918} \approx 100$$

常用対数 10 を底とする対数

$$\log 1 \rightarrow 10^0 \quad 0 \quad y=0$$

$$\log 10 \rightarrow 10^1 \quad 1 \quad y=1$$

$$\log 100 \rightarrow 10^2 \quad 2 \quad y=2$$

常用対数とは、ある数  $x$  は 10 の何乗か？を求めているものである。

自然対数  $e$  を底とする対数

#### (4) 対数とは何か

- ① かけ算的（指数）をたし算的にする
- ② 世の中は指数的にできている  $\rightarrow$  複雑
- ③ 複雑なものをより単純なものにする
- ④ かけ算をたし算で済ませたい

#### (5) 指数法則と対数法則

$$a^m \times a^n = a^{m+n}$$

$$a^m \div a^n = a^{m-n}$$

$$(a^m)^n = a^{m \times n}$$

$$(a \times b)^n = a^n \times b^n$$

$$\log_a MN = \log_a M + \log_a N$$

$$\log_a \frac{M}{N} = \log_a M - \log_a N$$

$$\log_a M^n = n \log_a M$$

常用対数で...  $\log (a \times b)^n = n \log (a \times b) = n \log a + n \log b$

#### (6) 光の量と等級の関係

1 等星の光の量が 6 等星の光の量の約 100 倍であるとする  $r^5 = 100$  となる。即ち  $r = 100^{\frac{1}{5}}$  である。

$n$  等星の光の量が 6 等星の光の量の  $N$  倍だとすると、

$$r^{6-n} = N, \text{つまり、} 100^{\frac{6-n}{5}} = N$$

$$\text{これより、} \log 100^{\frac{6-n}{5}} = \log N, \quad \frac{6-n}{5} \log 100 = \log N$$

$$\frac{2(6-n)}{5} = \log N, \quad n = 6 - 2.5 \log N$$

という関係式が成り立つ。

$$6-n = \frac{5}{2} \log N,$$

$$\log 100 = 2$$

## 2. 対数の公式

かけ算的な性質をたし算的に変える。

指数はかけ算（べき乗）的であるが、

$10^0, 10^1, 10^2, 10^3, 10^4, 10^5, \dots$

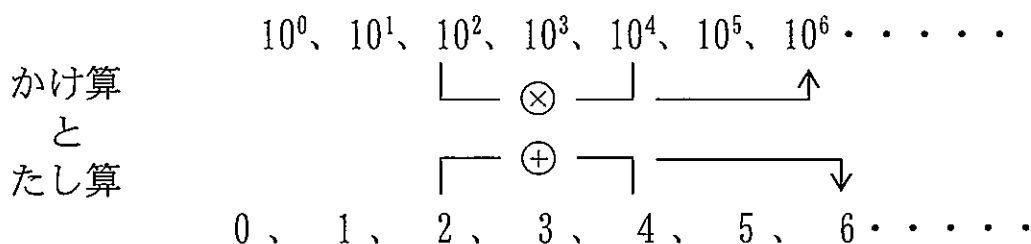
対数の部分は  $1, 2, 3, 4, 5, \dots$  と足し算的に増えている。

指数は、「 $0, 1, 2, 3, 4, 5, \dots$ 」という簡単な数に

「 $10^0, 10^1, 10^2, 10^3, 10^4, 10^5, \dots$ 」という大きな数を対応させる。

対数は、「 $10^0, 10^1, 10^2, 10^3, 10^4, 10^5, \dots$ 」という大きな数に、

「 $0, 1, 2, 3, 4, 5, \dots$ 」という簡単な数を対応させる。



①  $\log_a MN = \log_a M + \log_a N$

$MN = (a^m \times a^n = a^{m+n})$ ,  $\log_a(MN) = m+n = \log_a M + \log_a N$   
 かけ算をたし算で済ませるありがたい公式

②  $\log_a \frac{M}{N} = \log_a M - \log_a N$

③  $\log_a M^n = n \log_a M$

$(a^m \div a^n = a^{m-n})$

わり算をひき算で済ませるありがたい公式

### 対数法則

$$\log_a AB = \log_a A + \log_a B$$

$$\log_a \frac{A}{B} = \log_a A - \log_a B$$

$$\log_a A^n = n \log_a A$$

$$\log_a \sqrt[n]{A} = \frac{1}{n} \log_a A$$

$$\log_a x = \frac{\log_b x}{\log_b a}$$

ただし  $a > 0, a \neq 1$

$A, B > 0$

### 3. 10 を底とする常用対数

ブリックスがネイピアの賛同を得て発明した<sup>↑</sup>底が 10 の対数を常用対数という。

261 の常用対数は、

$261 = 2.61 \times 10^2$  となるから

$$\log_{10} 261 = \log_{10} (2.61 \times 10^2) = 2 + \log_{10} 2.61$$

$$(\log_{10} 10^2 = 2 \log_{10} 10 = 2 \times 1 = 2)$$

そこで  $\log_{10} 2.61$  の値が解れば、 $\log 261$  が決まる。

$$\underline{2} + \underline{\log_{10} 2.61} = 2 + 0.4166 = 2.4166$$

指標 仮数

また  $261 \div 10^2 = 2.61$

ある数  $N$  は、 $N = a \times 10^n$  ( $1 \leq a < 10$ ,  $n$  は整数)

と書けるから、その常用対数は

$$\log_{10} N = \log_{10} (a \times 10^n) = n + \log_{10} a$$

( $a$  は  $\log_{10} a$ ,  $0 \leq a < 1$ )

この時  $n$  を指標、 $a$  を仮数という。

$261 \times 973$  をたし算で計算

$$261 \rightarrow 2.61 \times 10^2 \quad \log_{10} 2.61 + 2 = 0.4166 + 2$$

$$973 \rightarrow 9.73 \times 10^2 \quad \log_{10} 9.73 + 2 = 0.9881 + 2$$

計

$$0.4047 + 5$$

$$\therefore 10^{0.4047} = 2.54 (a)$$

$$10^5 (b)$$

$$(a) \times (b) = 2.54 \times 10^5 = 254,000$$

$$10^c = 4,782,969$$

$$c = \log 4,782,969$$

$$= \log 4.782969 \times 10^6$$

$$= \log 4.782969 + 6$$

$$= 6.67970$$

$$10^c = 500$$

$$c = \log 500 = \log 5 \times 10^2$$

$$\log 5 + 2 = 2.69897$$

$$10^c = 10^{2.69897} = 500$$

|          |                                   |
|----------|-----------------------------------|
| 基本公式 (1) | $\log_a MN = \log_a M + \log_a N$ |
|----------|-----------------------------------|

$$\log_{10} 10^2 = 2 \times \log_{10} 10 = 2 \times 1 = 2$$

$$10^1 = 10 \quad \log_{10} 10 = 1$$

$$\log_{10} a + \log_{10} 10^n = \log_{10} a + n \log_{10} 10 = \log_{10} a + n$$

$$\log_{10} N = \log_{10} (a \times 10^n)$$

$$= \log_{10} a + \log_{10} 10^n$$

$$= \log_{10} a + n \log_{10} 10$$

$$= \log_{10} a + n$$

8,720 ÷ 57 を常用対数で行う

$$\begin{array}{rclcl}
 8,720 & \rightarrow & 8.72 \times 10^3 & \rightarrow & \log_{10} 8.72 + \log_{10} 10^3 & \rightarrow & 0.9405 + 3 \\
 \div) \quad 57 & \rightarrow & 5.7 \times 10 & \rightarrow & \log 5.7 + \log 10 & \rightarrow & -) \quad 0.7559 + 1 \\
 & & & & & & \hline
 & & & & & & 0.1846 + 2
 \end{array}$$
  

$$153 \leftarrow \left[ \begin{array}{l} 1.53 \\ \otimes \\ 10^2 \end{array} \right] \leftarrow 10^{0.1846} \leftarrow 10^2$$

|         |                                            |
|---------|--------------------------------------------|
| 基本公式(2) | $\log_a \frac{M}{N} = \log_a M - \log_a N$ |
|---------|--------------------------------------------|

$\sqrt[3]{12.4}$  累乗根をかけ算に変換

$$\begin{aligned}
 \sqrt[3]{12.4} &= (1.24 \times 10)^{\frac{1}{3}} \rightarrow \frac{1}{3} \times (\log 1.24 + \log_{10} 10) \\
 &\rightarrow \frac{1}{3} (0.0934 + 1) \rightarrow 0.36446 \\
 &\rightarrow 10^{0.36446} \rightarrow 2.31
 \end{aligned}$$

|         |                           |
|---------|---------------------------|
| 基本公式(3) | $\log_a M^k = k \log_a M$ |
|---------|---------------------------|

#### 4. 底の変換公式

$$\log_a b = \frac{\log_c b}{\log_c a} \quad (a > 0, b > 0, c > 0, a \neq 1, c \neq 1)$$

$$\text{即ち } \log_a b = \frac{\log_c b}{\log_c a} = \frac{\log_d b}{\log_d a} = \dots$$

何故なら、 $\log_a b = x$  とおくと、 $b = a^x$  である。

この両辺を、 $c$  を底にした対数で表わすと、

$\log_c b = \log_c a^x$  であるから、 $\log_c b = x \log_c a$  となる。

そこで、両辺を  $\log_c a$  でわると

$$\frac{\log_c b}{\log_c a} = x \text{ となり、 } \log_a b = \frac{\log_c b}{\log_c a} \text{ が成り立つ}$$

$$\frac{\log_c b}{\log_c a} = \frac{x \log_c a}{\log_c a}$$

この式を使えば、どんな対数でも常用対数に直して、その値が求められる。

$$\log_2 3 = \frac{\log 10^3}{\log 10^2} = \frac{0.4771}{0.3010} = 1.5850 \dots$$

## 5. 古代を測る (対数で年代を測る)

ある生物の化石の炭素 14 の量を調べたら、3 分の 1 に減っていた。この生物は何年前に生きていたか。

残存(数)割合

はじめの炭素 14 の量 :  $A$  (半減期は 5,730 年)

1 年につき  $p$  倍の割合で減少する。

1 年後は  $A \times p$ 、 $x$  年後の炭素 14 の量  $= A p^x$  となる。

半減期が 5,730 年だから、 $A \times p^{5730} = A \times \frac{1}{2}$  となり、

$$p^{5730} = \frac{A}{A} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{2}, \text{ よって } p = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{1}{5730}}$$

であるから  $x$  年後は、 $p^x = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{x}{5730}}$  となる。

すなわち  $\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{x}{5730}} = \frac{1}{3}$  で、常用対数で表わすと、

$$\frac{x}{5,730} \log_{10} \frac{1}{2} = \log_{10} \frac{1}{3} \rightarrow \frac{x}{5,730} \log_{10} 2 = \log_{10} 3 \rightarrow \frac{x}{5,730} \log_{10} 2 \times \frac{5,730}{\log_{10} 2} = \frac{5,730 \times \log_{10} 3}{\log_{10} 2}$$

( $\log_{10} \frac{1}{2} = \log_{10} 2^{-1} = -\log_{10} 2$  両辺に  $-1$  をかける)

$$\textcircled{x} = 5,730 \times \frac{\log_{10} 3}{\log_{10} 2} = 5,730 \times \frac{0.4771}{0.3010} = 9,082 \text{ 年となる。}$$

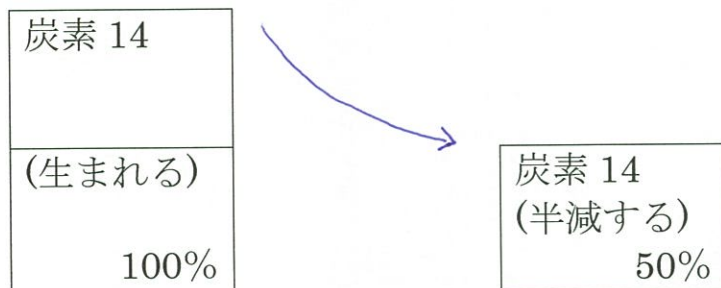
炭素 14 — 放射性炭素

(炭素 14 は生きものの)

電子を放出して炭素 14 に変わる

炭素 14  $\rightarrow$  窒素 14

炭素 14 の数が半分になるまでの  
期間(半減期)は 5,730 年



生物が死ぬと炭素  
14 の崩壊が始まる

5,730 年かかる

半減期

## 炭素 14 の半減期

- (1) 炭素 14 は 放射性炭素ともいわれ、半減期は 5,730 年 である。
- (2) 大気中に含まれる炭素 14 の割合は一定であり、生きている生物も炭素 14 の割合は 大気中の割合と同じである。
- (3) 生物が死ぬと炭素 14 の供給がなくなり、崩壊だけが続くので、死んだ生物植物の炭素 14 の割合を調べると死んでからの年数に推定できる。

(問 1) ある木棺の炭素 14 の割合を調べたら、75% に減っていた。  
 このとき、この木棺の年代は                      t = 残存割合

炭素 14 が 1 年で t 倍 に減少するとして、

この木棺が x 年前のものだとすると、

$$t^x = 0.75 \quad \text{また} \quad t^{5730} = 0.5 \quad \nearrow \log t = \frac{\log 0.5}{5730}$$

$$x \log t = \log 0.75 \quad \text{--- ①} \quad 5730 \log t = \log 0.5 \quad \text{--- ②}$$

$$\text{① ② より} \quad x = \frac{\log 0.75}{\log t} = \frac{5730}{\log 0.5} \times \log 0.75$$

$$= \frac{5730 \times \log \frac{3}{4}}{\log \frac{1}{2}} = \frac{5730 (\log 3 - 2 \log 2)}{-\log 2} = 5730 \times 0.4150 = 2378 \text{ 年前}$$

## 6 酸性、アルカリ性

pHとは、水素イオン濃度  $[H^+]$  の  $1 \sim 10^{-14}$  の

対数のとる、

$$pH = -\log_{10} [H^+]$$

|          | 酸性         |            | 中性        | アルカリ性      |            |
|----------|------------|------------|-----------|------------|------------|
| pH       | 0          | 4          | 7         | 10         | 14         |
| $[H^+]$  | 1          | $10^{-4}$  | $10^{-7}$ | $10^{-10}$ | $10^{-14}$ |
| $[OH^-]$ | $10^{-14}$ | $10^{-10}$ | $10^{-7}$ | $10^{-4}$  | 1          |

胃液 pH 2.0

血液 pH 7.35 ~ 7.45

排水 pH 9.0 ~ 10.0

### pHと食品

肉、魚、牛乳、野菜

pH 4.6 ~ 8

酢、果汁、ビール

" 3.5 ~ 4.5

炭酸飲料、お酢、お茶

" 3.5 以下

野菜類は心は、5年以内の経歴に 残った物（心）

アルカリ性食品は、アルカリ性食品は心は、

# 7 地震と対数の関係

アメリカの地震学者 H. U. S. F. リヒターが 1935 年に定義

エネルギー  $E$  ジュール

マグニチュード  $M$  として

$E$  と  $M$  の関係  $\rightarrow \log_{10} E = 4.8 + 1.5M$

つまり  $E = 10^{4.8+1.5M}$  である

そこで、 $M$  が 1 増えたときのエネルギーを  $E_1$  とすると、

$$E_1 = 10^{4.8+1.5(M+1)} = 10^{4.8+1.5M+1.5} = 10^{4.8+1.5M} \times 10^{1.5}$$

$$= 10^{1.5} E$$

つまり  $E_1 = 10^{1.5} E$  である。

マグニチュードが 1 増えるとエネルギーは  $10^{1.5}$  倍  $\approx 3.16$  倍になる。

マグニチュードが 2 増えると  $E_2$  は  $10^{1.5} \times E_1 = 10^{1.5} \cdot 10^{1.5} E$

$= 10^3 E = 1000 E$  となり、1000 倍となる。各地での

(エネルギーの大きさ)

|        |             |               |
|--------|-------------|---------------|
| 巨大地震   | マグニチュード 8 ~ | スエーデン (M9.3)  |
| 大地震    | " 7 ~ 8     | 関東大震災 (M7.9)  |
| 中々     | " 5 ~ 7     | 新潟中越地震 (M6.8) |
| 大気の子爆弾 | " 6.1       |               |

(揺れの大きさ)

震度とはある地点での揺れの程度

|      |            |
|------|------------|
| 震度 3 | 棚のものが落ちる   |
| " 5  | " 窓ガラスが割れる |
| " 6  | 壁が落ちる      |
| " 7  | 建物の倒壊      |