

Process と Product の 定量評価と利用の方法

情報処理学会 ソフトウェア工学研究会

2005年11月29日

河野善彌 , 陳慧 , Hassan Abolhassani

NAIST

国土館大

シャリフ工科大学

概要

- 目的：工程の特性を明らかにする
 1. 工程について
 2. 前半－工程の外部特性値は対数正規分布と
習熟効果

工程の基本特性，外部特性，習熟効果

05年3月 情処学会SIG-SE報告の拡張

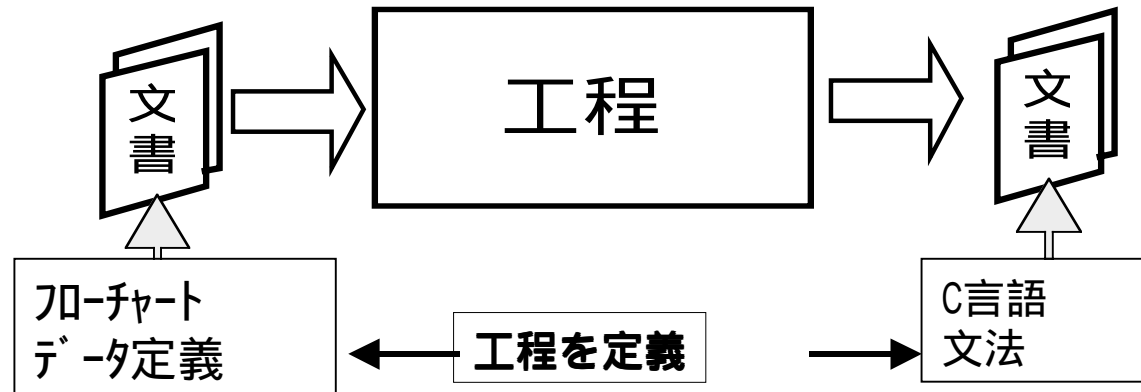
3. 後半－工程の外部特性値は知の集積

04年3月 子信学会 KBSE報告の拡張

1. 工程

工程とは何か

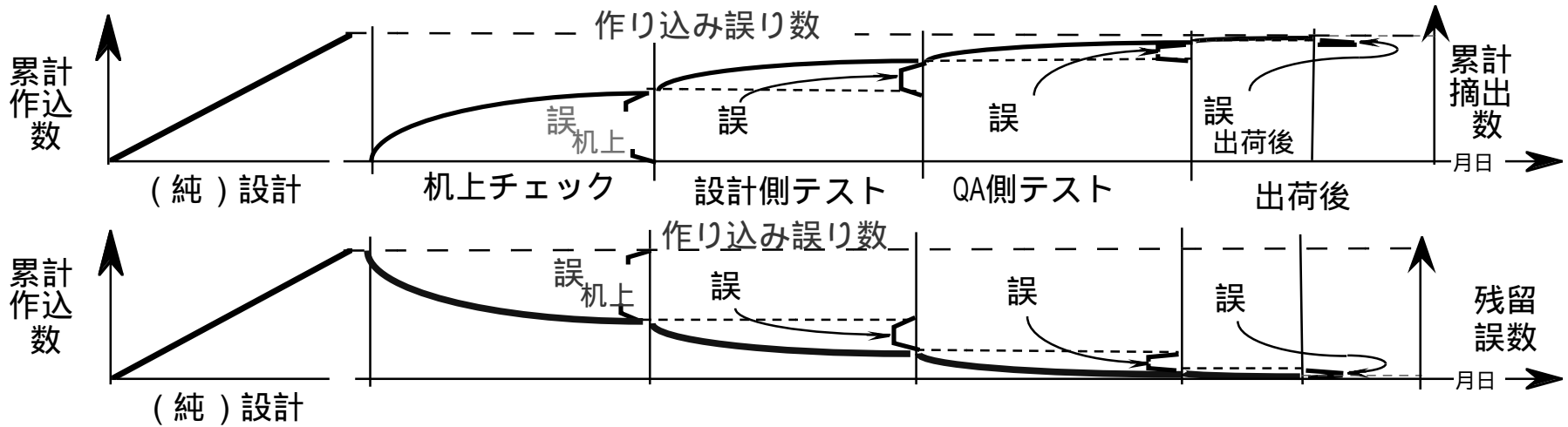
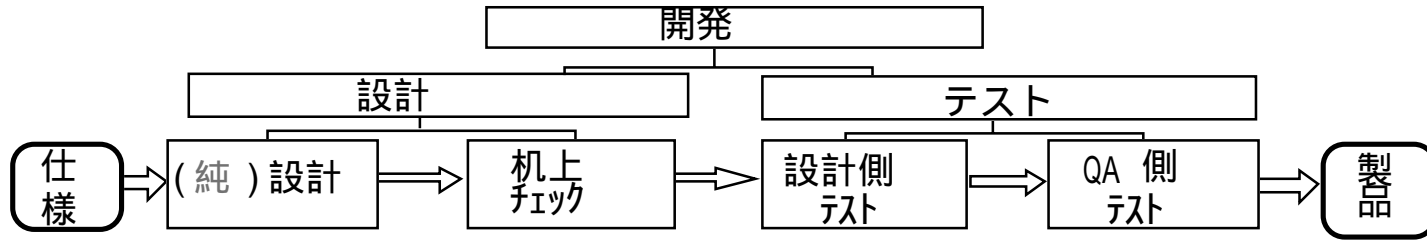
工程の名称：例 コーディング



- 命名して区別/認識に用いる
- 管理する手段 (人を抽象化)
 - 外部特性を定量評価する
 - Divides and conquers 分割し統治する
- 内部に立入らぬ汎用的手段-H/S何でも使える
- 両端面の仕様で定義する

1. 工程

定量的な外部特性



出力数
生産性 × 工数

欠陥数 (誤り数)
率 × 出力数

テスト
類の
性質

生産性：設計と同様

作り込み誤り(欠陥)数 = 検出誤り数

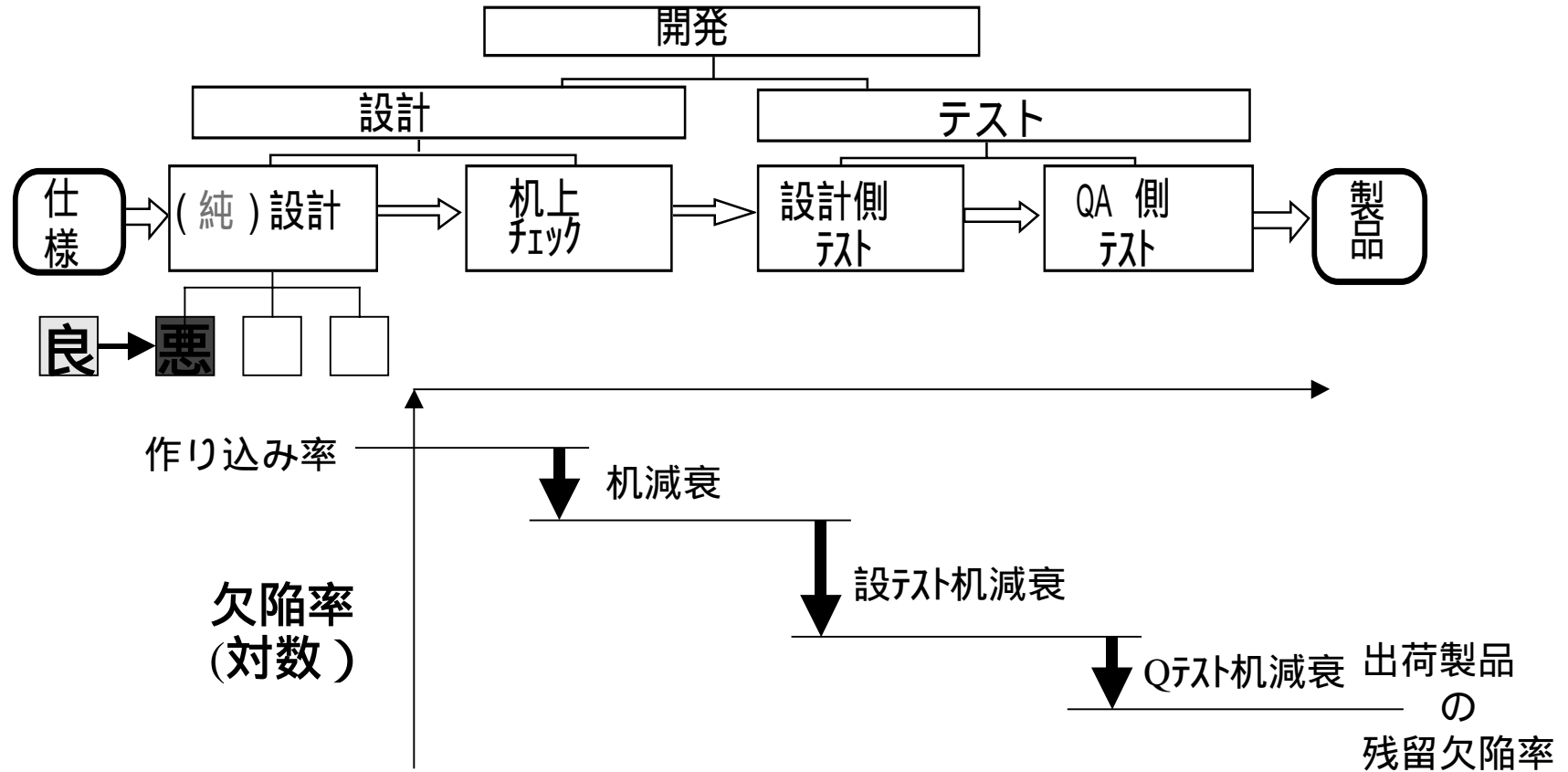
多くの場合, 机上チェック検出数を省いている
全て負の指数的減衰

チェック/テストは誤り定率減衰機構

1行の減衰度 = テスト類の第II種の誤り率

1. 工程

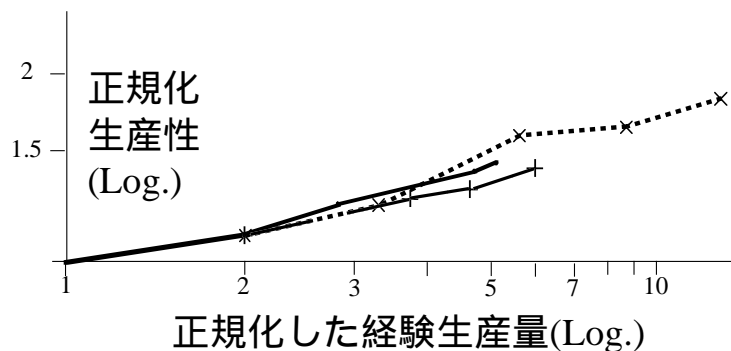
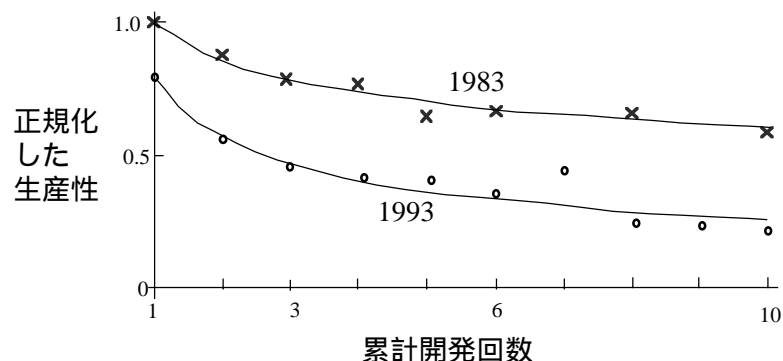
工程の定量的評価



2. 対数 正規分布

習熟効果

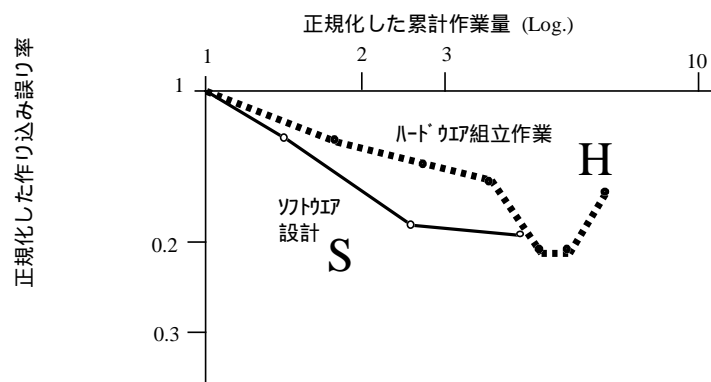
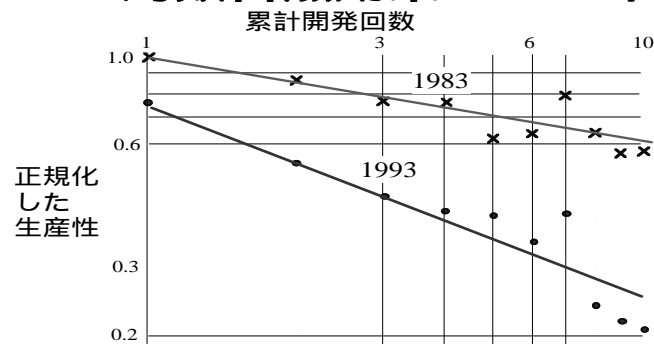
初めは急速に向上するが、
やがて向上割合は減る



新規開発の習熟効果

習熟効果は、記憶により起こると推定されてきた。

両対数尺度で表示すると
直線状の傾向線が現れる
対数習熟効果 1936年

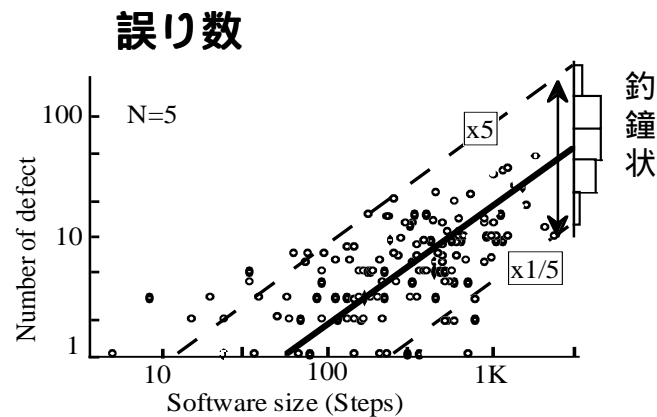
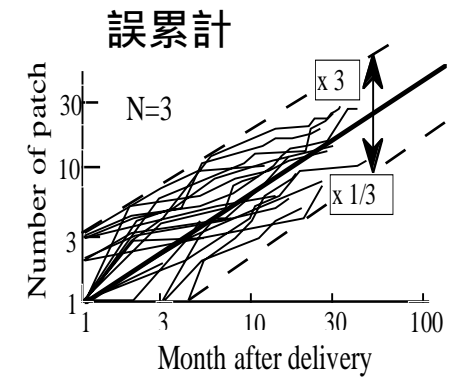
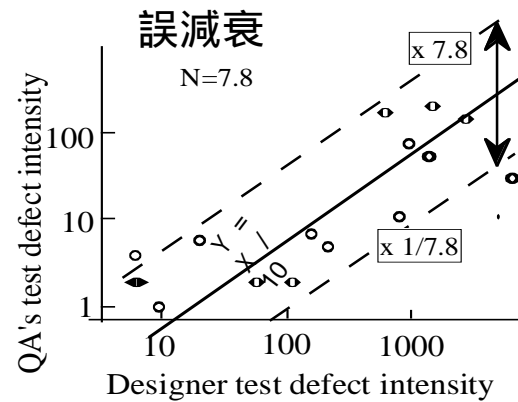
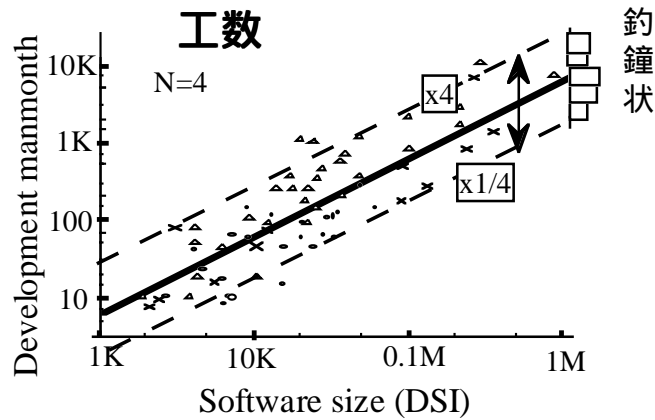
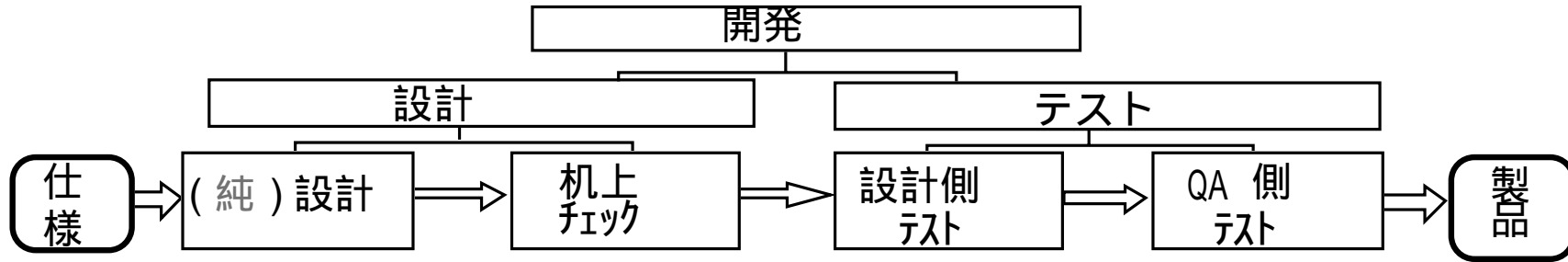


H/Sの欠陥作り込み率の習熟効果

2 . 对数正規分布

2. 対数正規分布

外部特性は対数正規分布



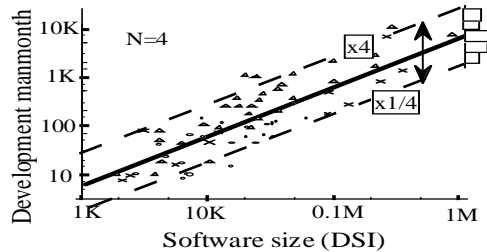
- 外部特性は対数正規分布
- 全体形状 両対数尺度で帯状領域内分布
- 人間信頼性工学 塩見の研究

2. 対数正規分布

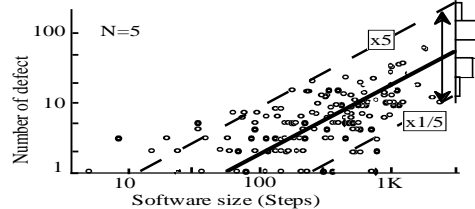
対数正規分布とは？

- 多数の独立要因が相乗積に働く時現れる
例：社会科学，工学，医学等のデータ
- 標準偏差 = 平均値
- 3 から 1/3 の範囲内に99.74%が収まる

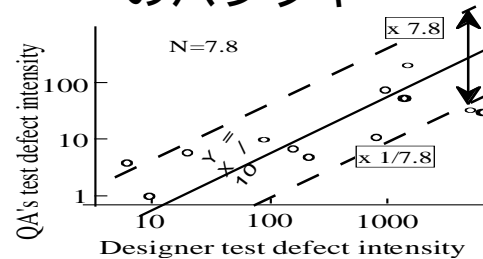
工数: $N=4$



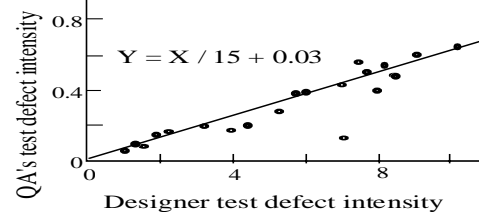
欠陥数: $N=5$
机上摘出無視の為



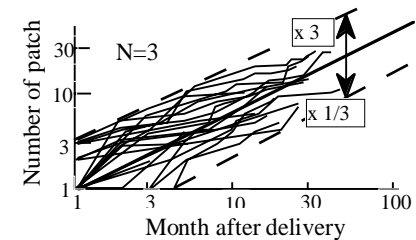
減衰 $N=7.8$
欠陥率と減衰率
のバラツキ



減衰率 = 一定
欠陥率のバラツキ



出荷後欠陥数
 $N=3$
最も自然な状態



対数正規分布の意味

多数の独立要因が働き，対数正規分布になる．

- 外部特性値（生産性，欠陥率，習熟率，バラツキ）は，その工程+対象+環境（組織的+設備）に特有な値である．

（ハト 生産技術者には，これは常識であり必ず実地実証する）

定数的な外部特性値は存在しない．

- 客観的に意味ある情報を得るには

1．幅広く広範囲な情報群から傾向を帰納する

例：前記対数正規分布等の帰納

2．条件Aのみ A_i A_j と異なる時，外部特性値 C_i C_j の差異．

例：・生産性等のプロジェクトの改善効果の定量評価

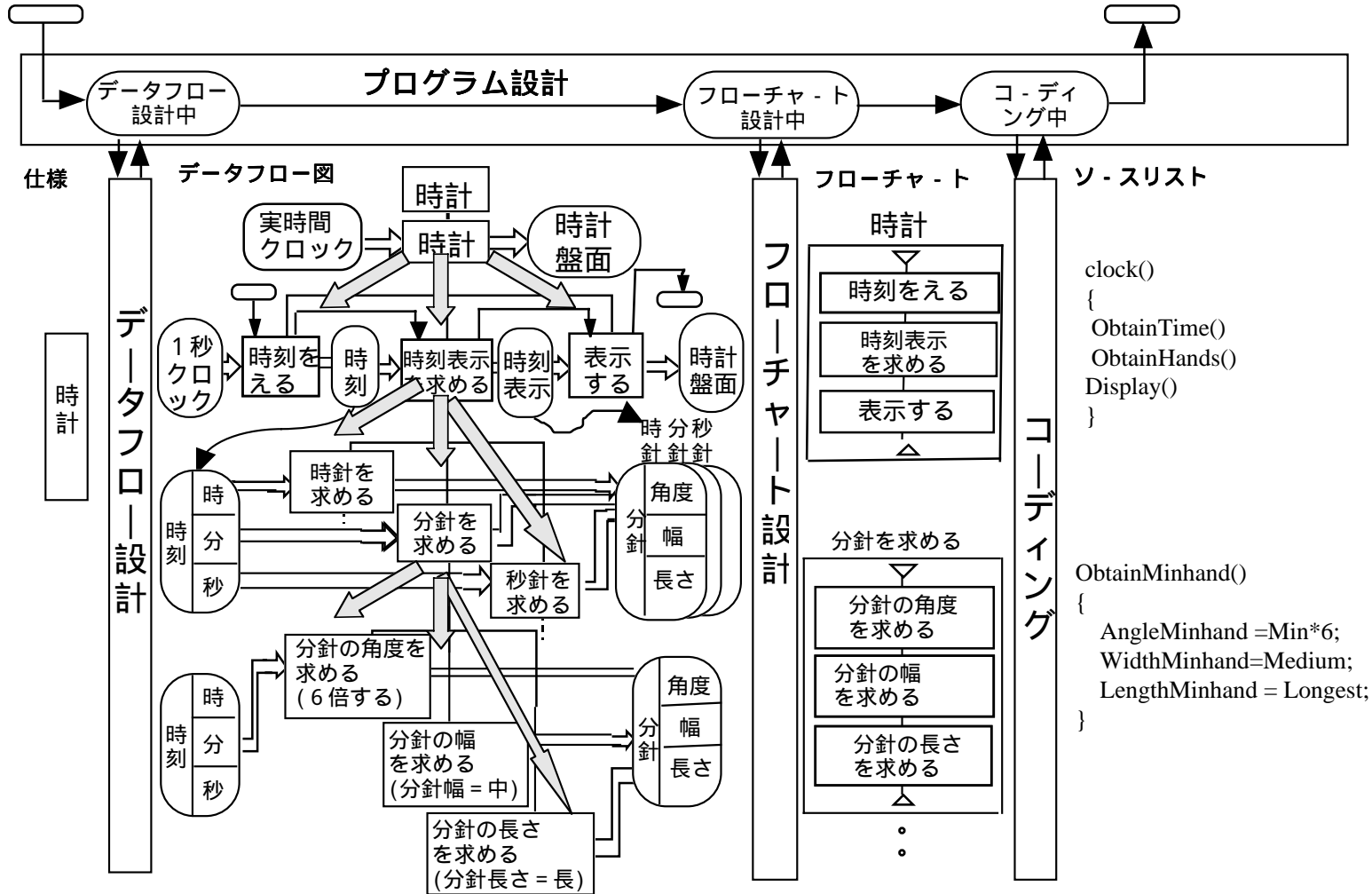
- ・優れたリーダーはプロジェクトの度毎に何かを実験し/効果を無意識に定量評価して/腕前を向上させている．

- 現場からの報告を求めることが重要． 結果を普及させ集大成する

3 . 知の集積

3. 知 の集積

設計の基本モデル

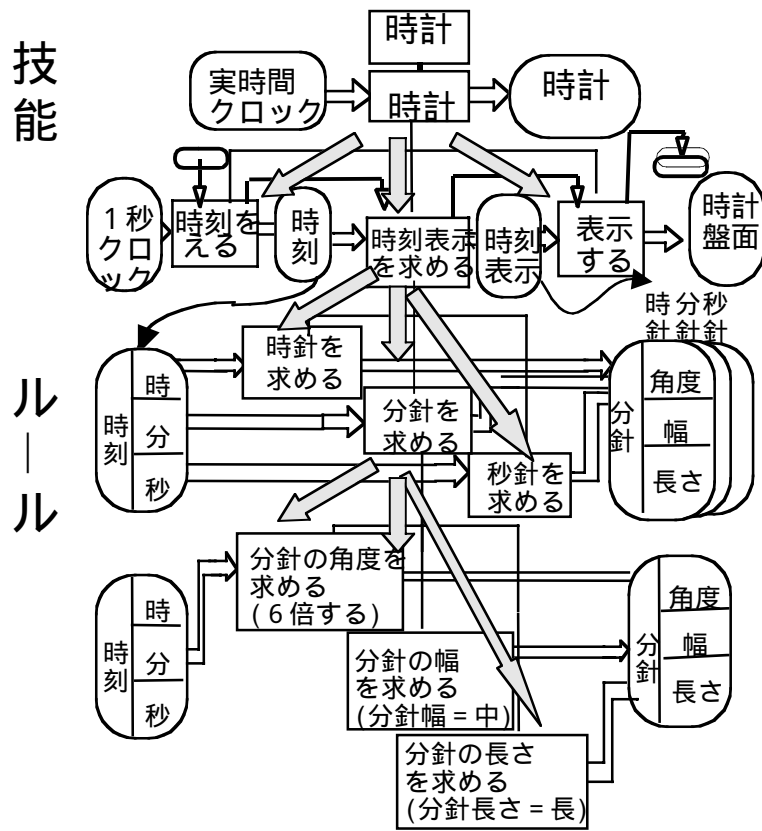


・ 段階的詳細化/構造化設計を充たす方式 自動設計実現済み

3. 知 の集積

設計動作

展開率 3



経営 ~ ビジネス への階層展開連鎖
「目的の階層性」

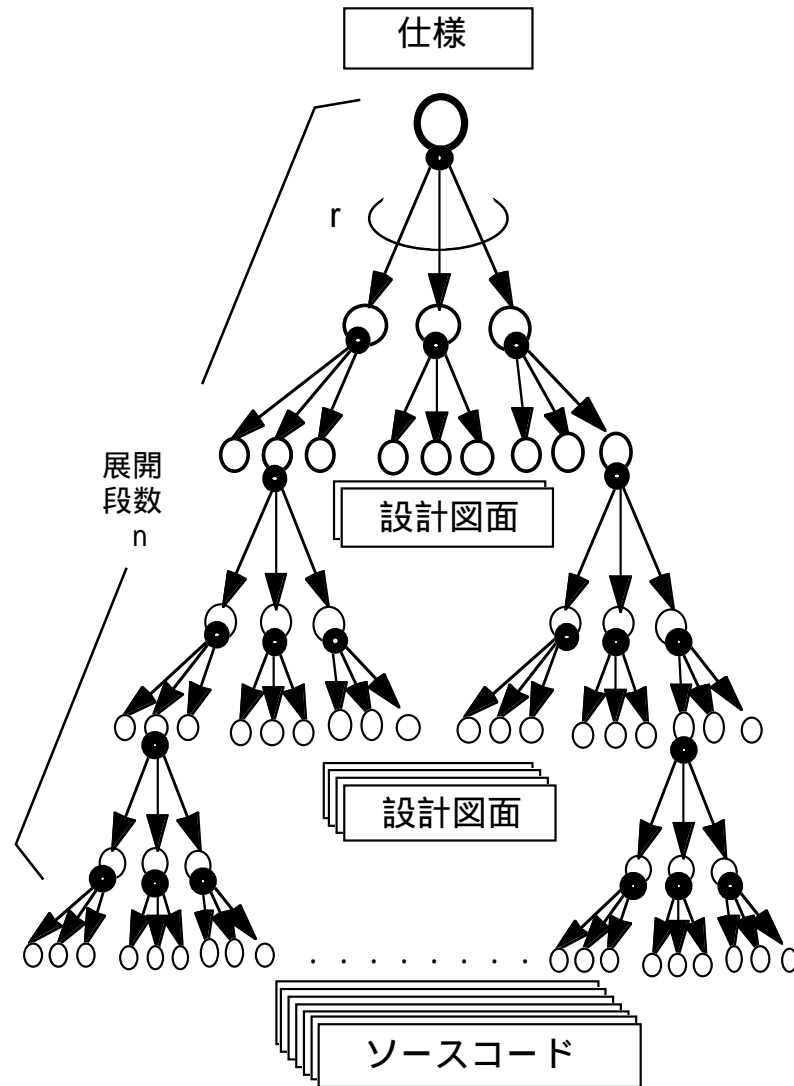
経営
設計
詳細化
身体的
行動

目的を階層展開して
最後に実現手段
である肉体的動作の
I/O指令を送出する

全ての
意図的
行動は
ヒトの
概念
展開
の連鎖

3. 知 の集積

階層展開網モデル



印 情報 印 単位知的処理

単位的な展開を続けると、
平均展開率 r は約3弱で一定
等比級数展開で定量評価できる

単位知的処理で微小時間を消費

- ・系は線形性である
- ・工数 規模
- ・生産性 = 一定

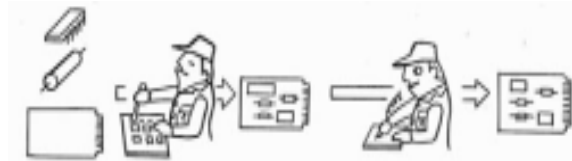
単位知的処理が微小確率で誤る

- ・誤り(欠陥)数 規模
- ・誤り(欠陥)率 = 一定

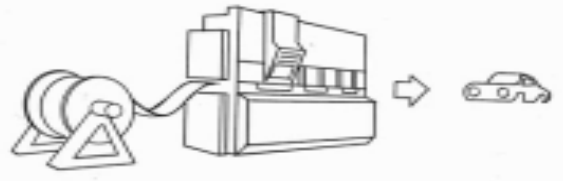
実績と一致する

3. 知 の集積

ヒトの意図的行動



ヒトによるモノの変換



モノによるモノの変換



ヒトによる情報の変換

対象がモノでも情報でも，プロセスの外部特性は共通な特性を示す．

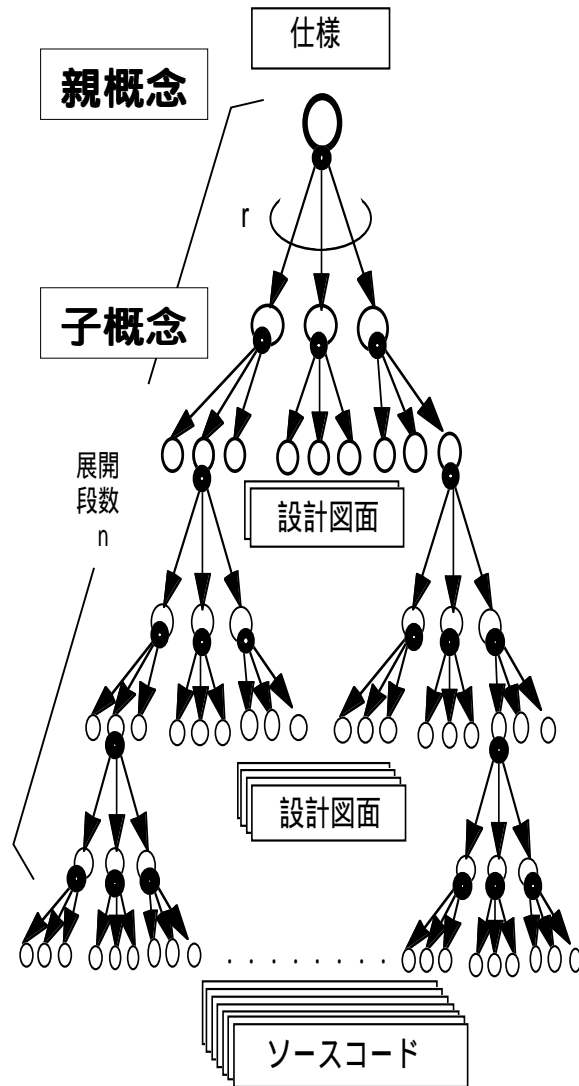
日本のソフトウェア工場はこれを利用済
支配的要因はヒトの知の働きであり，
作業/加工の対象は本質的ではない．

工程の技術は外部的に汎用的ある様
に開発されている

- ・積極的に他分野の知識を利用する．
異分野知識の利用を排斥する事は全く理由がなく非科学的

3. 知 の集積

各種の知的処理



Zipfの「労力最小化の法則」

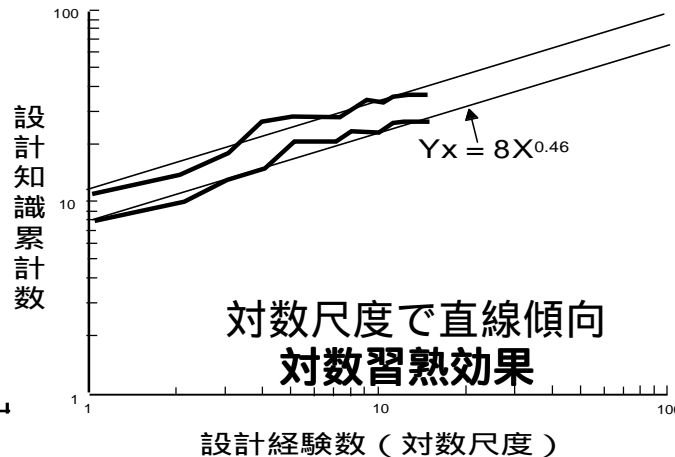
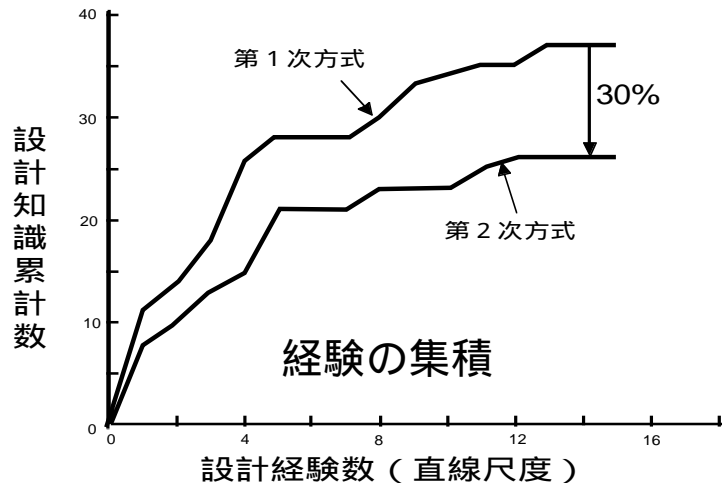
問題に直面すると、まず一番簡単な解を試み、不可なら更に高度な解を求めることを問題が解ける迄繰返す。

Rasmussenの3典型で自動生成を研究

1. 技能のレベル 反射的な高速動作
親概念を知識ベースに送出して子概念を得る
2. ルールのレベル 子を形成するスキルのデータとこれを現在状況に適合させるメソッドによるフレーム型ルールベース
3. 知識のレベル 基礎的概念の単位知識辞書を解法別の網羅的解決論理を使い、子概念を構成する

3. 知 の集積

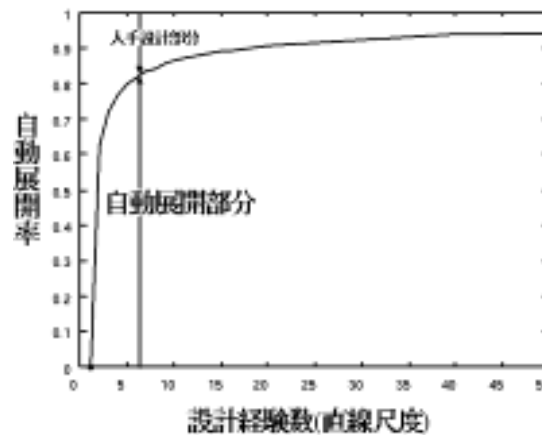
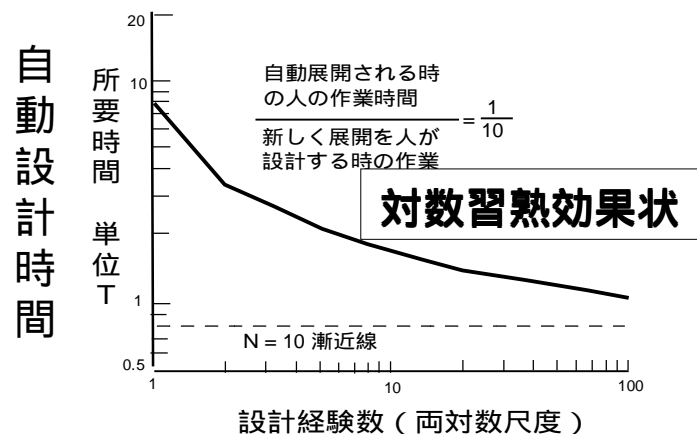
3種の自動設計動作(技能)



技能レベル
身体的作業の
習熟効果は
記憶により生
じると推定さ
れてきた。

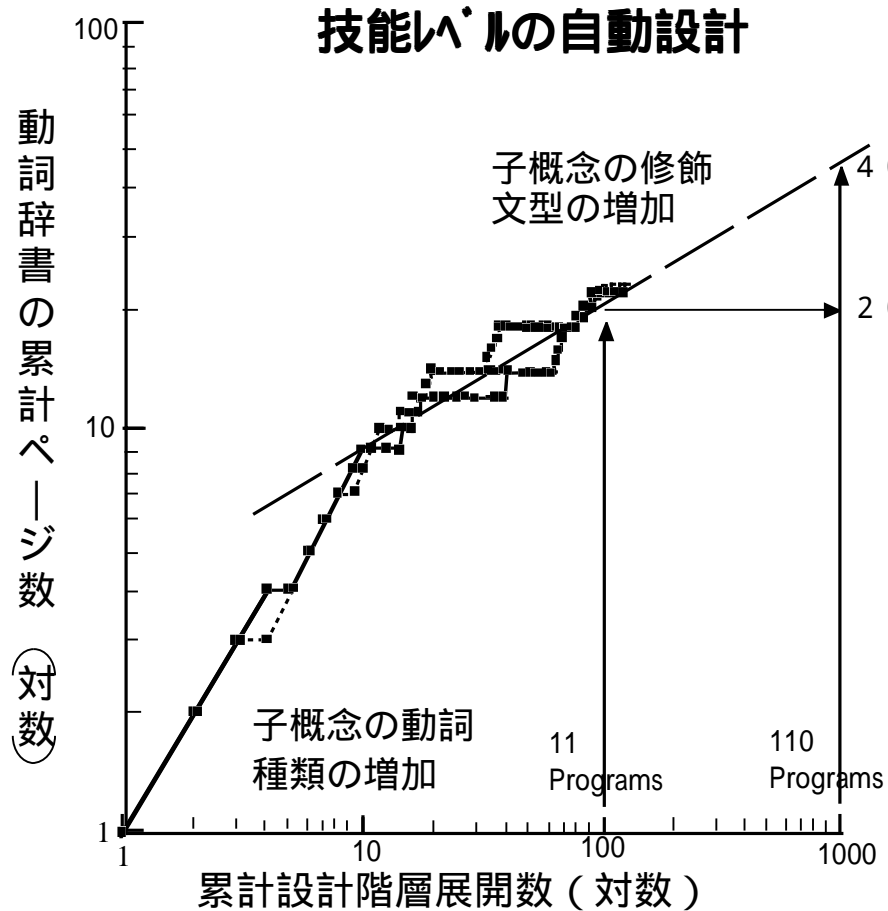
設計知識量は習熟効果を示す

理論的証明
約70年後に
成された。
工学は理論で
なく、実地に
進歩する

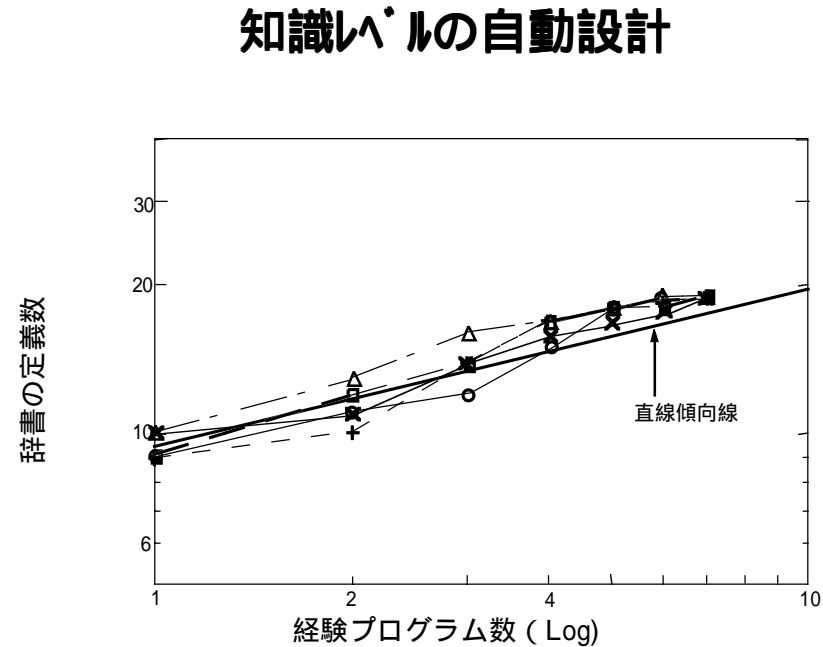


少数回の経験で立上るが
限度以上には中々伸びない

3. 知の集積 3種の自動設計動作(ルール・知識)



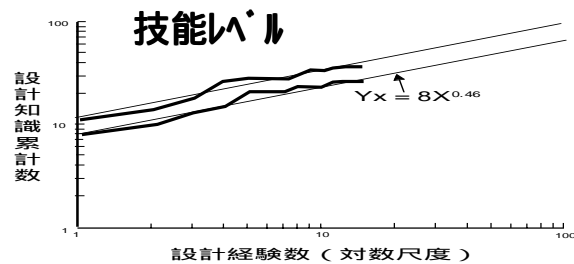
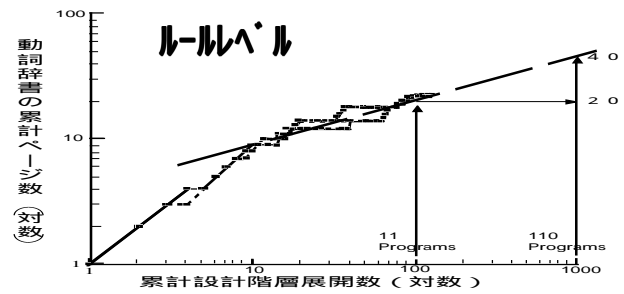
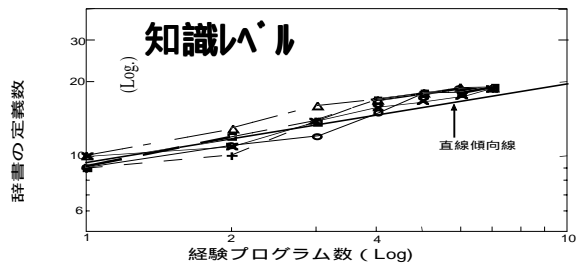
100展開から1000展開の間に
20ルールの追加が必要になる
98%の自動化率



ごく稀にしか使われない

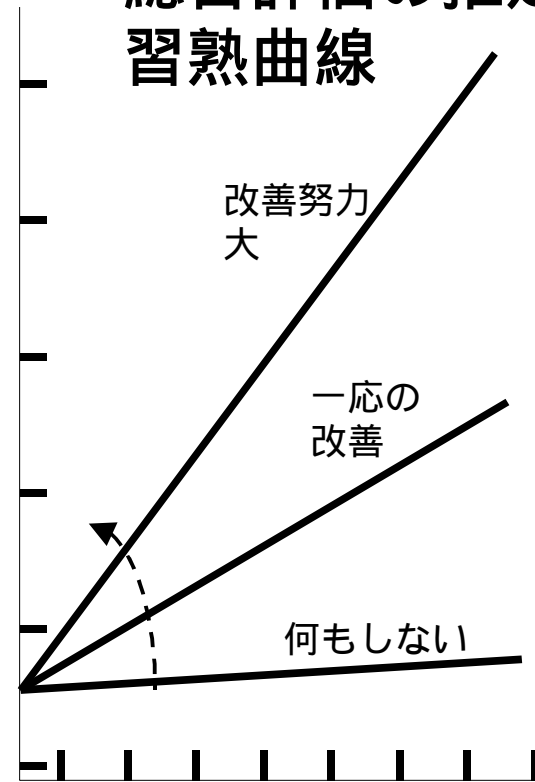
3. 知 の集積

技能・ルール・知識レベルの自動設計



外部特性
対数尺度

総合評価の推定 習熟曲線



改善し向上努力することによって向上する

3. 知 の集積

知の集積は如何に得るのか

- Best practice時期 常に真である基礎の学習
小～中学校の教育
- 自己領域の知識吸収期 大学～就職以後は、
専門領域の知識を自ら吸収する
例 GTE社の優れたチーム
- 改善努力期
事業上有りたい姿 > 自分の実力
定量評価し改善する努力の集積が必要。

3. 知
の集積

システム保守・約10年間の努力

- ・ 対象sys. 第1世代On-line real time sys.
アセンブラ言語 数百Ksのパッケージsys.
- ・ 毎年約10%の機能追加
- ・ 少数エキスパートと多数の初心者チームで出発
- ・ 教育&教育/研鑽 毎日ミーティング/DR

純設計期間=机上チェック期間

何でも文書化

自らを向上させる努力

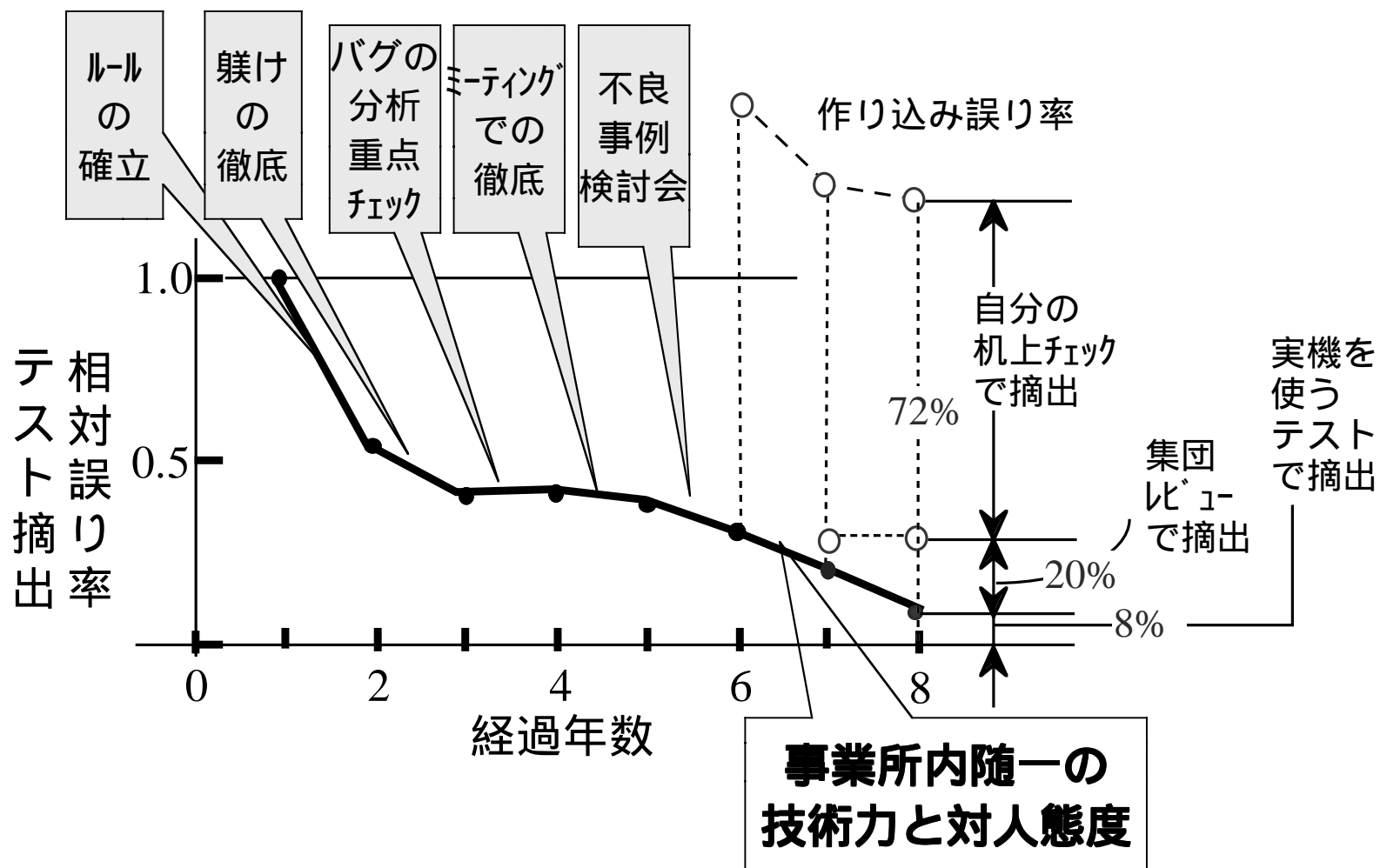
誇りを持てる仕事をせよ

全員討議して線表にコミット

良い
TQM/C
の実践例

3. 知
の集積

約10年間の努力 進歩の証



高品質は、改善努力の積上げで達成できる

纏め

- 開発の工程の外部特性は対数正規分布状
- 実態解明には、現場の報告が不可欠

- 開発工程はヒトの意図的行動の1種
- 開発工程もハード製造工程も同様な外部特性
両者は何れもヒトの知の現れ
- 通常以上の好成績は知の集積の結果で実現
定量計測とDivide and Conquer
合理的なfeedbackで改善する

工学とは何か

吉川弘之博士(元東大総長/工学部長) 「工学」の定義

工学とは技術の科学である．．．工学の体系は
改変・保全・操作する対象自身の持っている性質と、
プロセスの持つ性質と

快適という価値に導かれる人間の意図と、

原価低減・生産性向上・品質向上などの意図と、

これら両者の相互作用とを包含する体系

これら両者から成立つプロセス工学～論（産の価値感）

である．このことが、工学が理学と著しく異なる構造
を持つことの原因である．．．

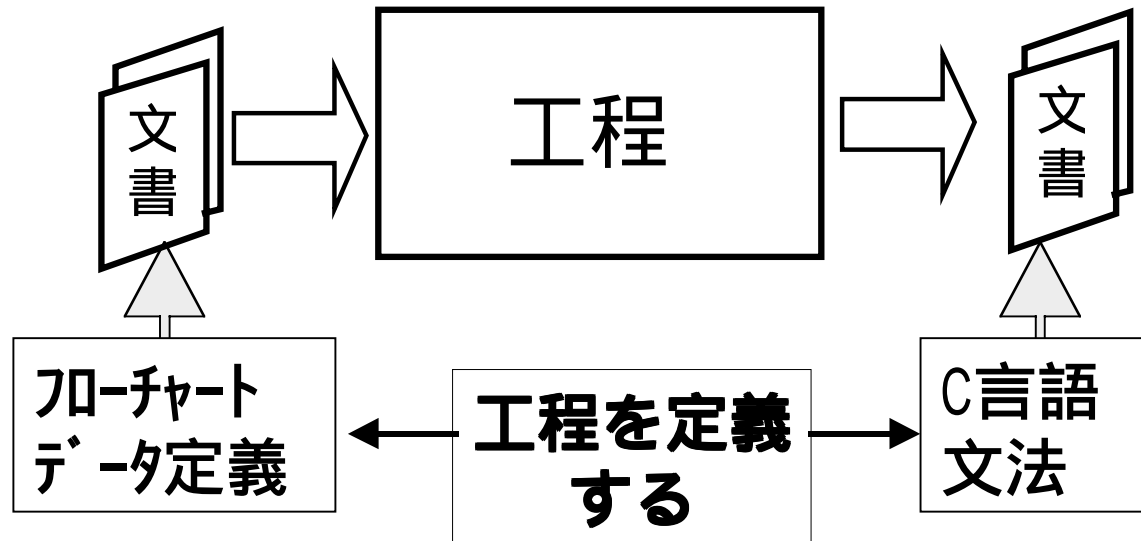
工学は理学の応用体系ではなく、理学が無くても工学
は成立する．．その関係は、本質的なものではない。

本研究によるプロセスの基礎の解明は、IE出発の100年後

1. 工程

工程の定義

工程の名称：コーディング



外部
特性

生産性 = 出力数 / 工数
欠陥率 = 欠陥数 / 出力数

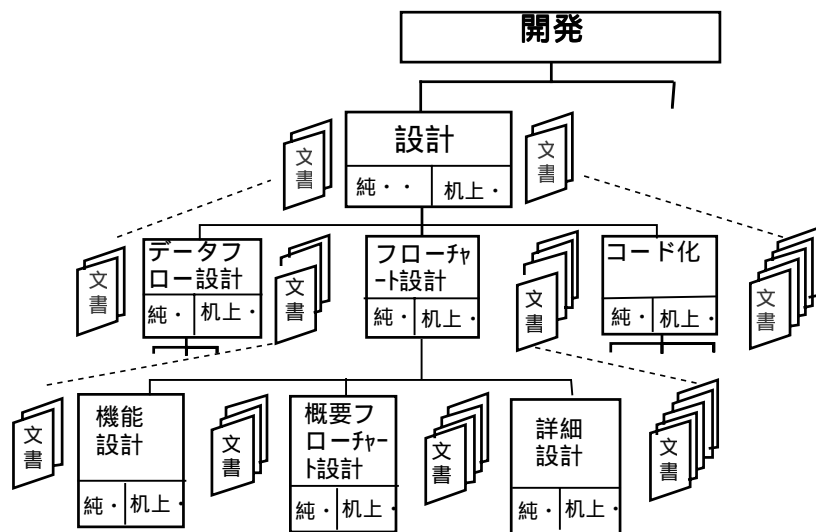
言語表記
は、下位
概念を
使うから
不可

1. 工程

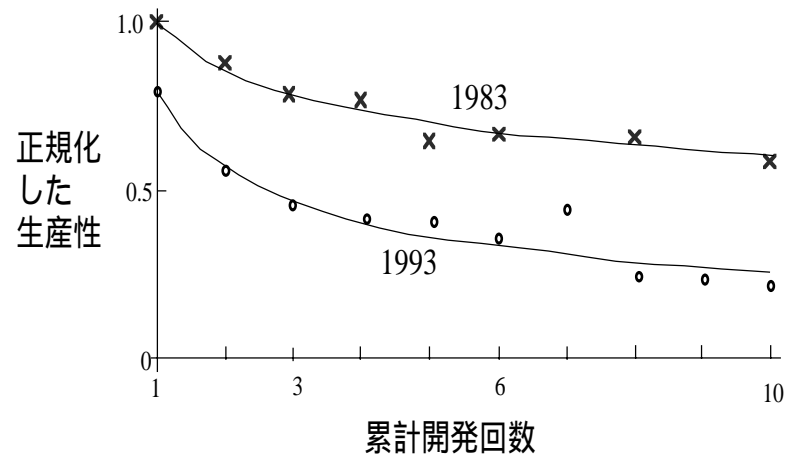
改善

バラツキの抑圧
欠陥率の低下

繰返せば上達する 習熟効果

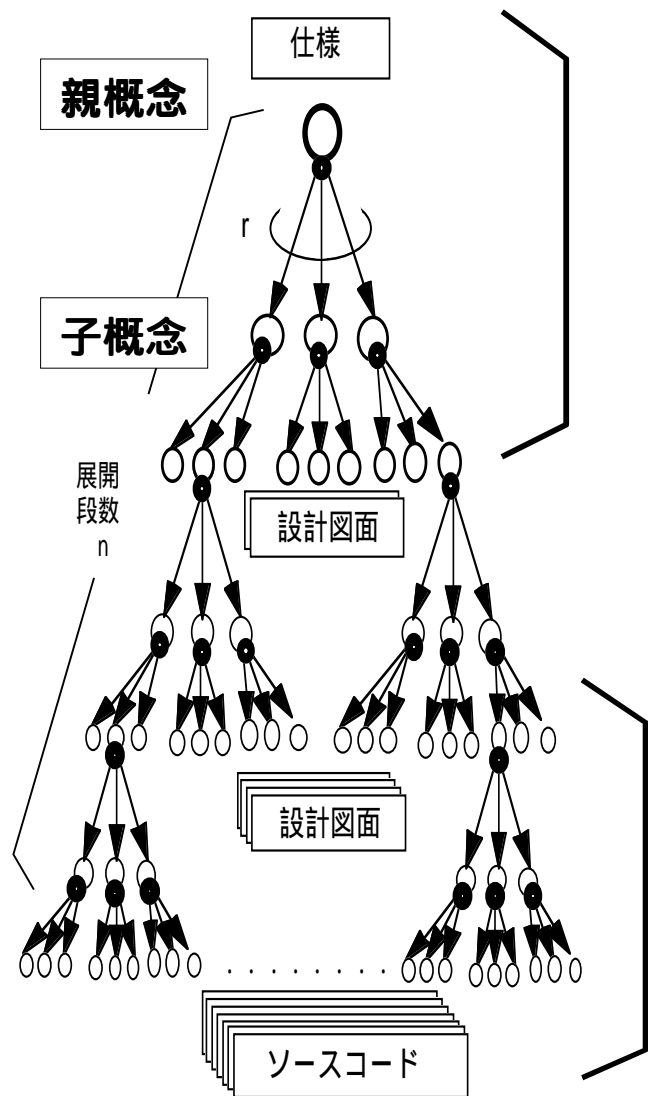


両端面の定義を同一に保ち
他の工程に置換える



3. 知 の集積

各種の階層展開



階層展開網モデルは、
人の意図的行動に共通する働き。
経営段階、ビジネスプロセスに適用可能

経営段階
子へ展開の決断に時間要する

身体的行動にも適用可能

身体的動作には時間要する

線形系なので、平均処理時間が伸びる

2. 対数正規分布 プロセスを研究する難しさ

工程/プロセスの研究

工程は多数の要因の影響を受ける

1. 現場に入る 現物/現場/現実がかなめ
 2. 現場に付き添う (傍観者ではなく, 介添え人として)
 3. 現場報告 学会報告はこれから出発すべき.
- 現場の報告を求めるには
 - 現場の人が参加して得になる仕掛 これこそ学会の事業では
 - 現場からの外部発表 最重要
 - プロセス関係: 一般に信頼度の評価は出来ない.
 - 参考: 1980年代IE³ COMSOC 論文評価は参加者に有益か, 理解容易度.
 - 外部発表の仕方 TQC/Mでの方式と一致
 - ノウハウのレベルでなく,
 - 状況(問題点), 下位の効果を出す要素/メカニズムと効果に留める

定数の報告でも良いが、経験から帰結した教訓を含める

2. 対数 正規分布

発表の在り方

現場の人が参加して得になる仕掛 これこそ学会の事業では

現場からの外部発表 最重要

プロセス関係：一般に信頼度の評価は出来ない。

参考：1980年代IE³ COMSOC 論文評価は参加者に有益か，理解容易度。

外部発表の仕方 TQC/Mでの方式と一致

ノウハウのレベルでなく，

状況(問題点)，下位の効果を出す要素/メカニズムと効果に留める

実施の報告でも良いが，経験から帰納した教訓を含める

生データではなく正規化等して公開可能にする

必ず会社の許可を得る

研究と発表の在り方

工程/プロセスの研究

1. 現場に入る 現物/現場/現実がかなめ
 2. 現場に付き添う (傍観者ではなく, 介添え人として)
 3. 現場報告 学会報告はこれから出発すべき.
- 現場の報告を求めるには
 - 現場の人が参加して得になる仕掛 これこそ学会の事業では
 - 現場からの外部発表 最重要
 - プロセス関係: 一般に信頼度の評価は出来ない.
 - 参考: 1980年代IE³ COMSOC 論文評価は参加者に有益か, 理解容易度.
 - 外部発表の仕方 TQC/Mでの方式と一致
 - ノウハウのレベルでなく,
 - 状況(問題点), 下位の効果を出す要素/メカニズムと効果に留める
 - 実施の報告でも良いが, 経験から帰納した教訓を含める
 - 生データではなく正規化等して公開可能にする
 - 必ず会社の許可を得る
-
- 大学人の発表
 - 全て定量化/評価して, 効果を含めた生データを出す 唯一公認の生データ