

誤りの作り込みから 再発防止迄のメカニズム

河野 善彌[§] 陳 慧[#]

§ 奈良先端科学技術大学院大学 # 国土館大学

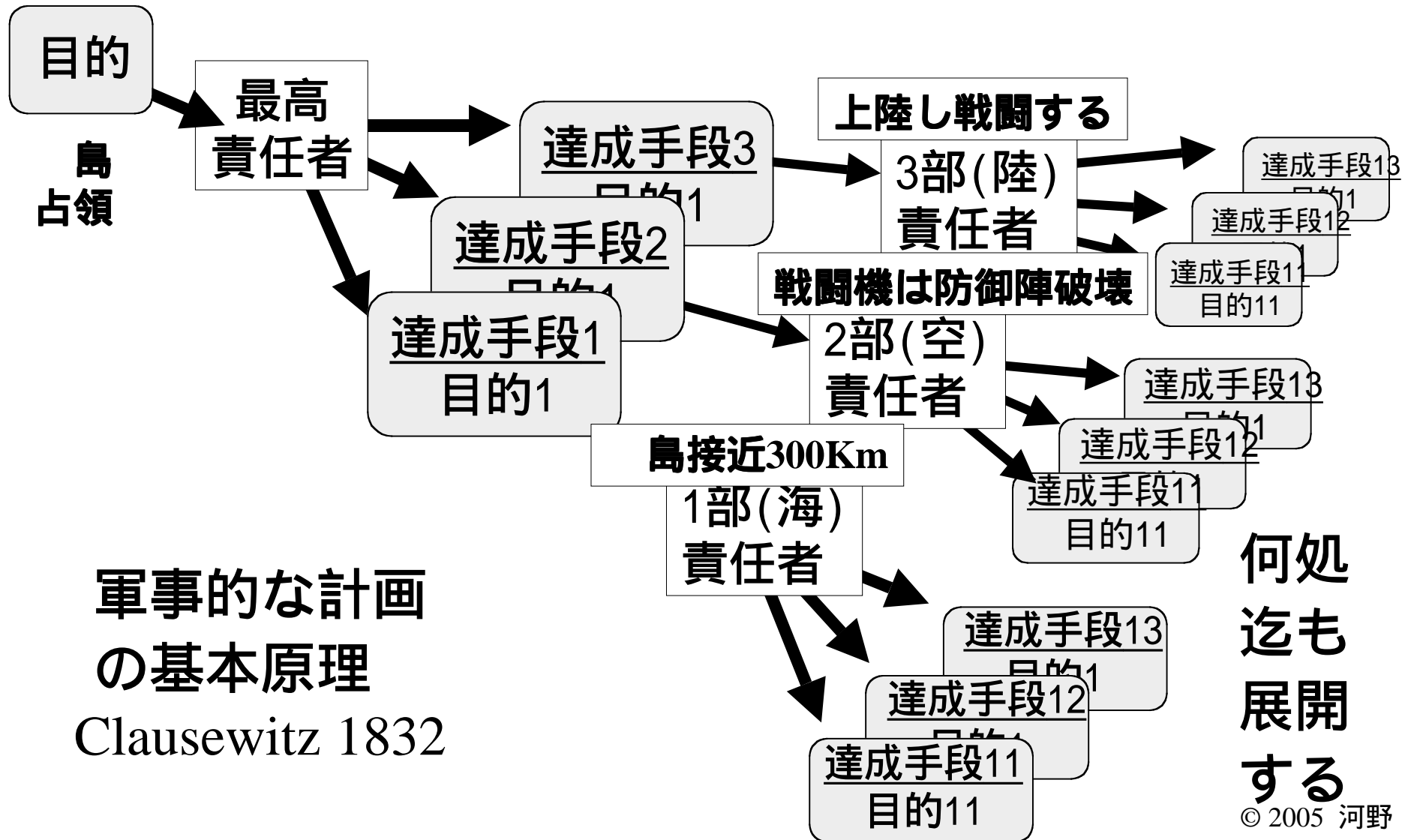
2005年 9月8日

概要

1. 初めに
2. 誤りを作り込む設計
3. 検証
4. 誤りを減衰させる机上チェックとテスト
5. システムレベルの問題
6. 纏め

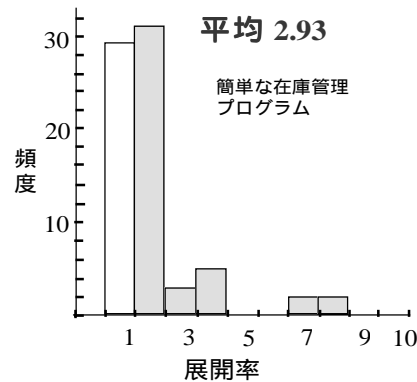
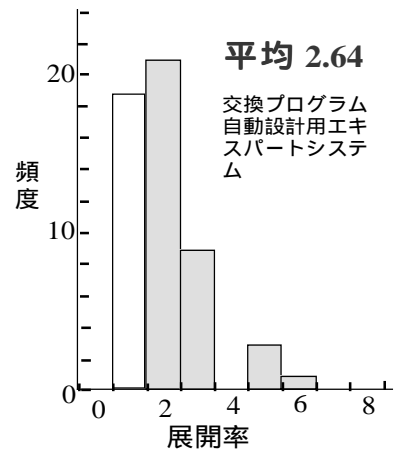
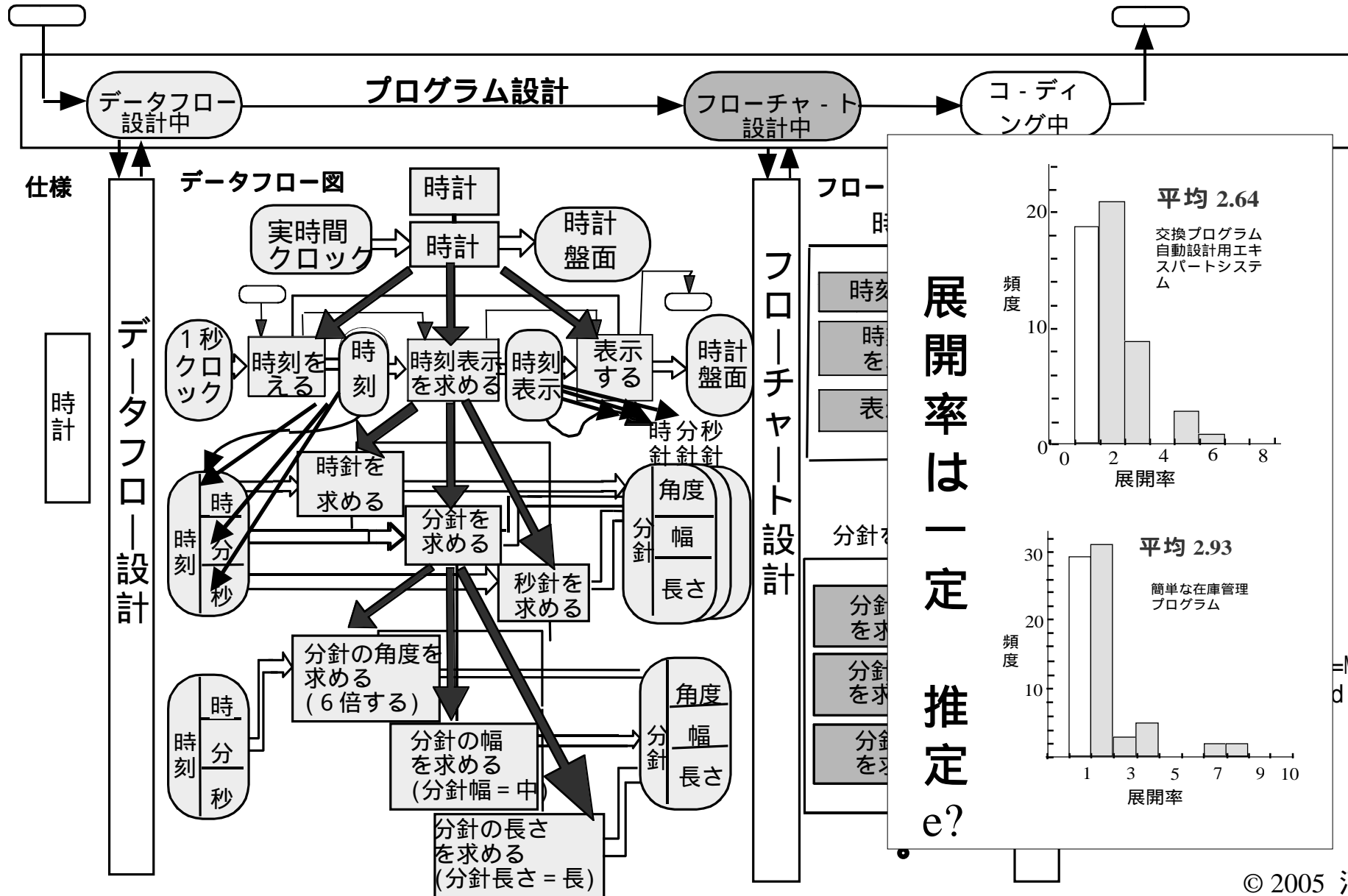
1. 設計 誤りを作り込むメカニズム

人の概念展開 最上流: 目的の階層性



1. 誤りを作 込む仕組み

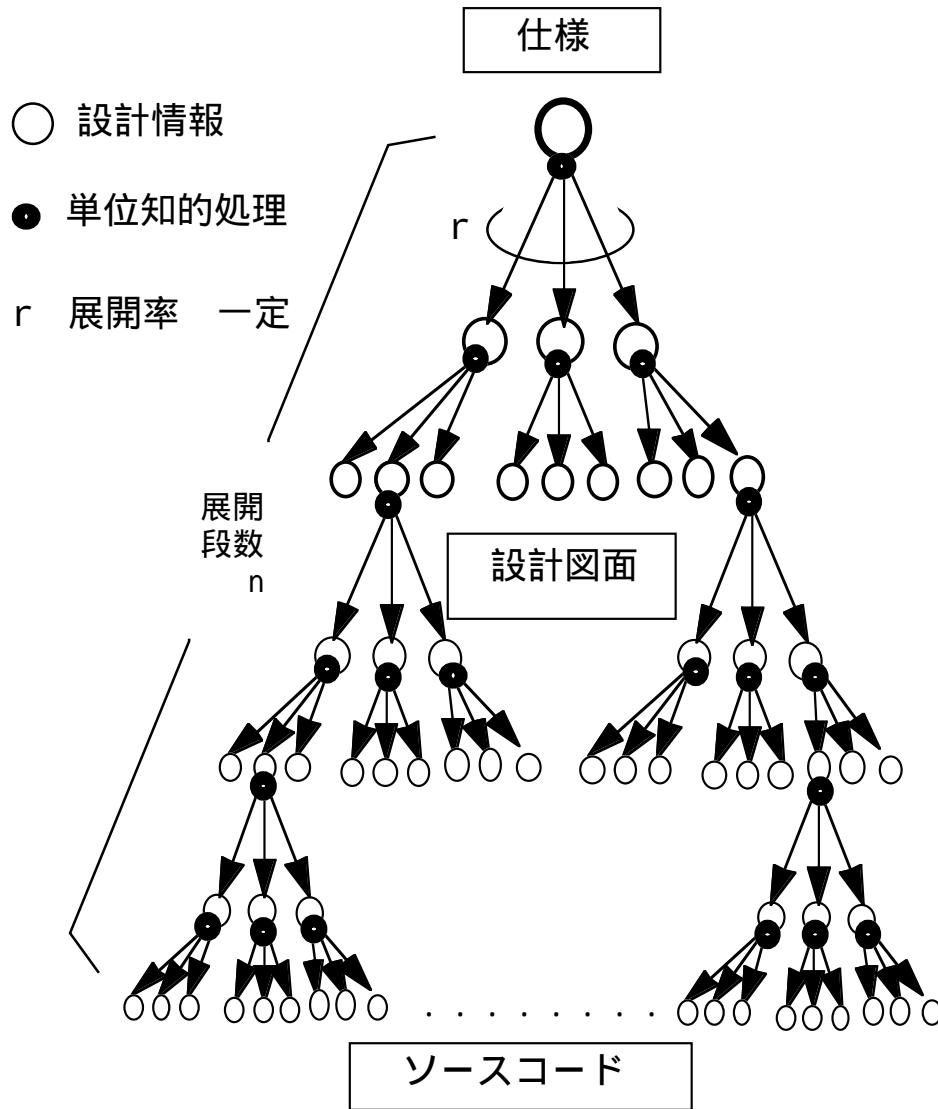
最下流 時計プログラム設計



=Min*6;
=Medium;
d = Longes

1. 誤りを作 込む仕組み

階層展開網モデル



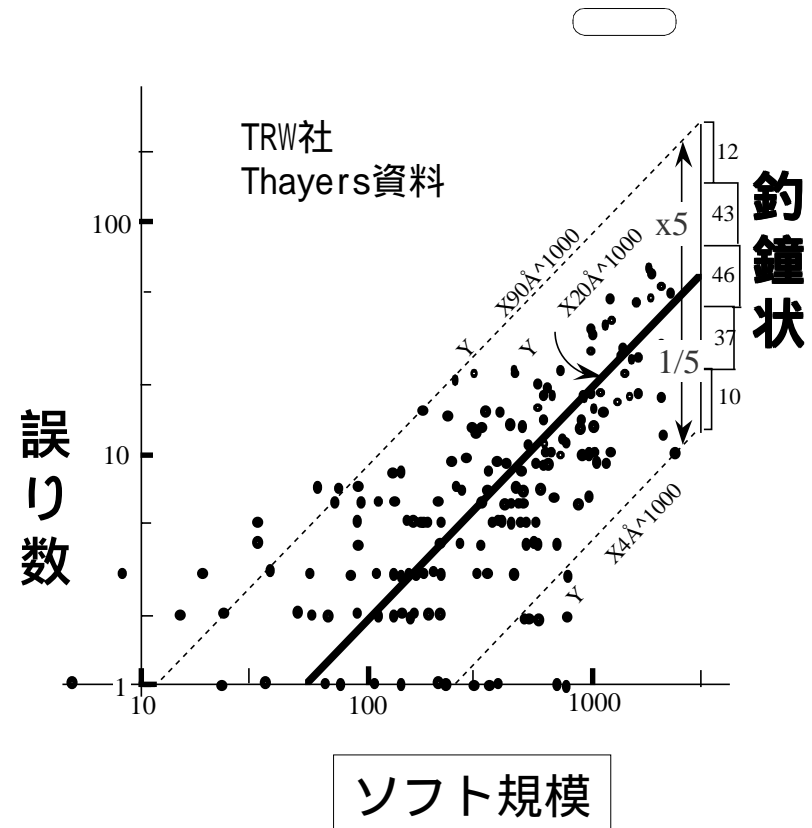
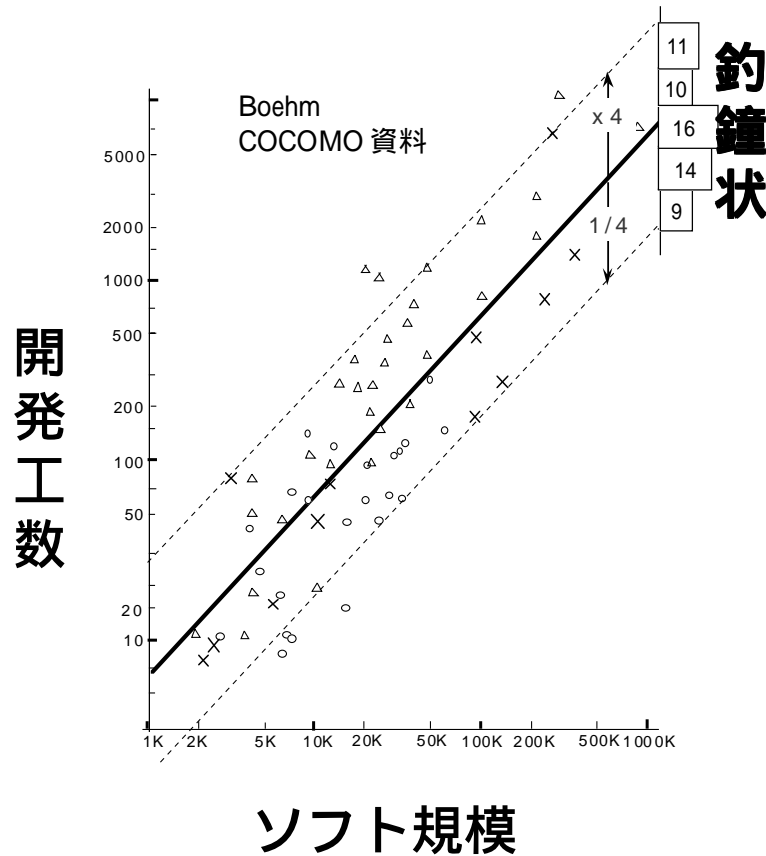
- 定率で階層展開情報, 知的単位処理等比級数と見做して出力数, 処理数を計算できる

- 単位処理で微小時間 を消費
工数(展開数・)
出力数
生産性は一定

- 単位処理で微小率 で誤る
ヒューマンエラー
誤り数(展開数・)
出力数
誤り率は一定

線形系で加減乗除可能

2. 実績資料で検証



両軸は対数尺度 . 傾向線式 $Y = X$. 理論推計に一致する

対数尺度上で釣鐘状 対数正規分布

人間信頼性工学では, 人の単位動作誤りは対数正規分布

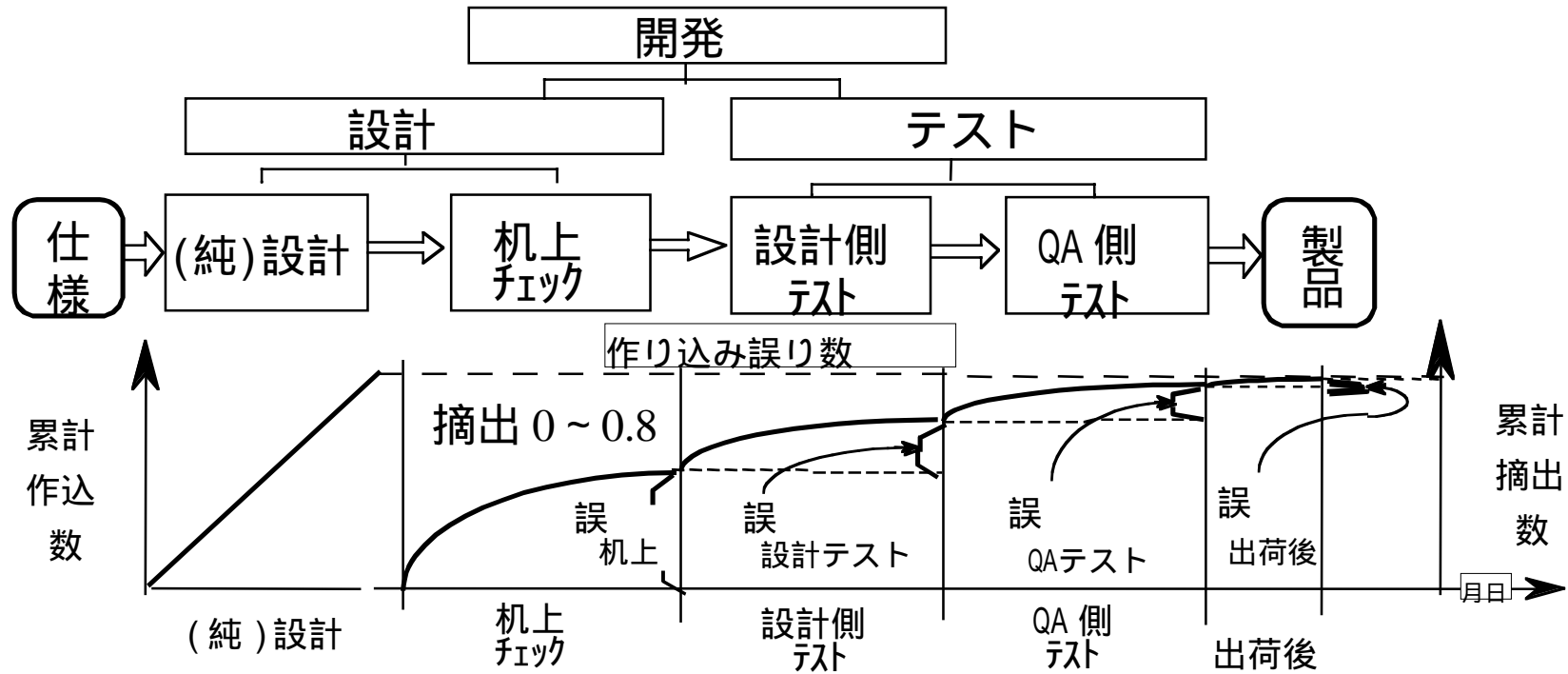
塩見: KB操作の研究 工数も誤りも対数正規分布

経験則: 統制されない人の動作(H/S)の特性値は対数正規分布

2. 実績 で検証

誤りの計数法

工数のバラツキ幅 $1/4 \sim 4=1 \sim 16$, 誤りは $1/5 \sim 5=25$ と大きい理由

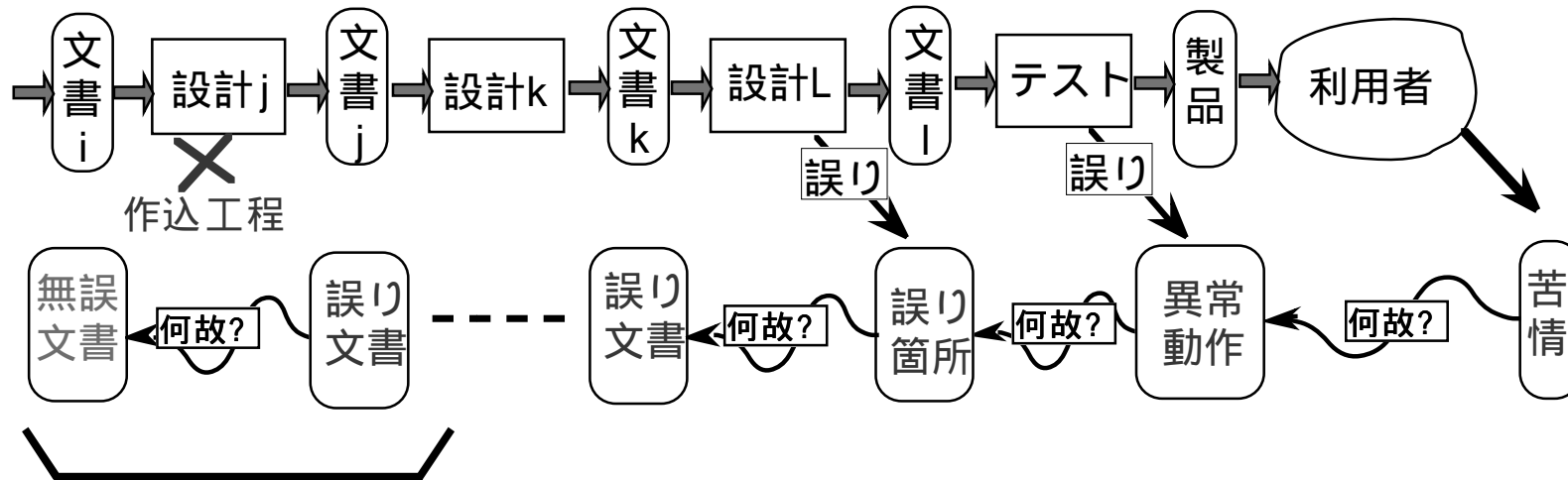


誤り作り込み数 = 机上チェック摘出数 + 後続テスト摘出数 + 出荷後摘出数
 殆ど全ての資料は机上チェック摘出数を計上していない
 机上チェック摘出(0~80%摘出)を計上しないと, $0 \sim 0.8 = 0 \pm 0.4$

2. 実績 で検証

誤り作り込み総数の計数

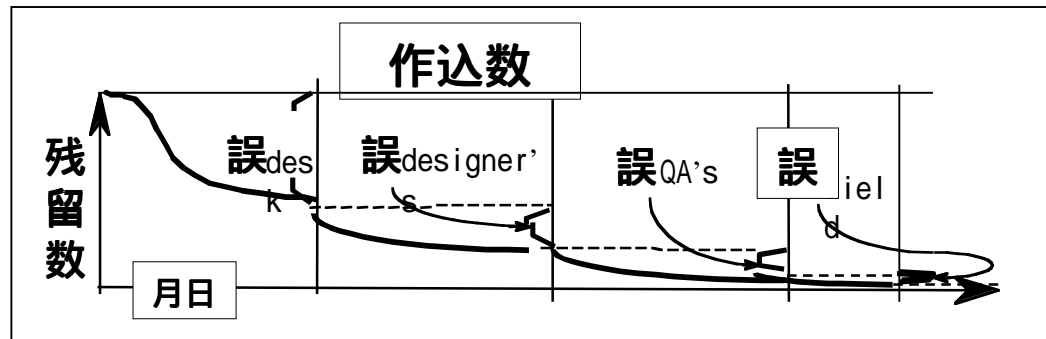
ある設計工程で一渡りの設計が済むと、設計終了を宣言する。
以後摘出される誤りはその作り込み工程を判定し
作り込み工程毎に計上する。



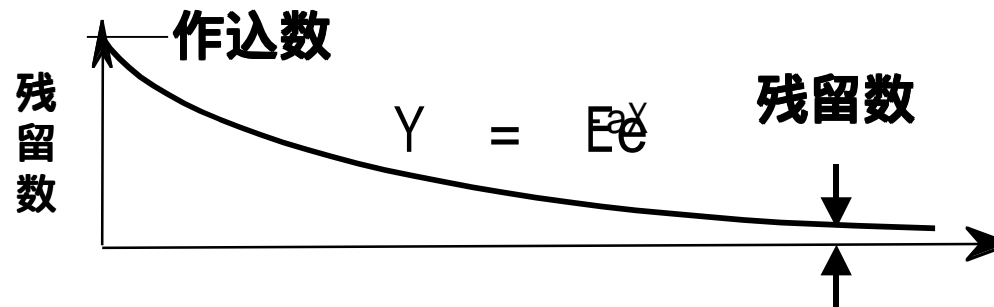
誤り作り込み工程：
入力には誤り無く，
出力に誤りに影響
する記述がある工程

3 . 誤りを減衰させるチェックとテスト

誤り摘出累計曲線を反転した累計残留誤り曲線



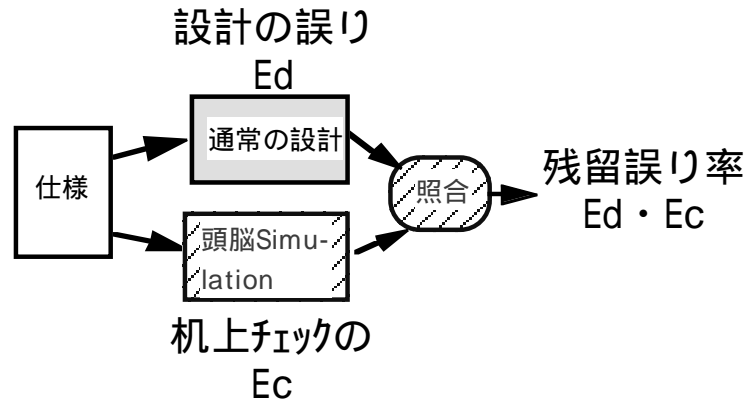
粗い近似：全体形状も部分形状も負の指数的な減衰



粗い近似：机上チェックやテストは誤りの小さな減衰器の集合体

3. 誤り減衰機構 チェックとテスト

誤りの定率減衰機構(近似)



テスト/検査の誤り

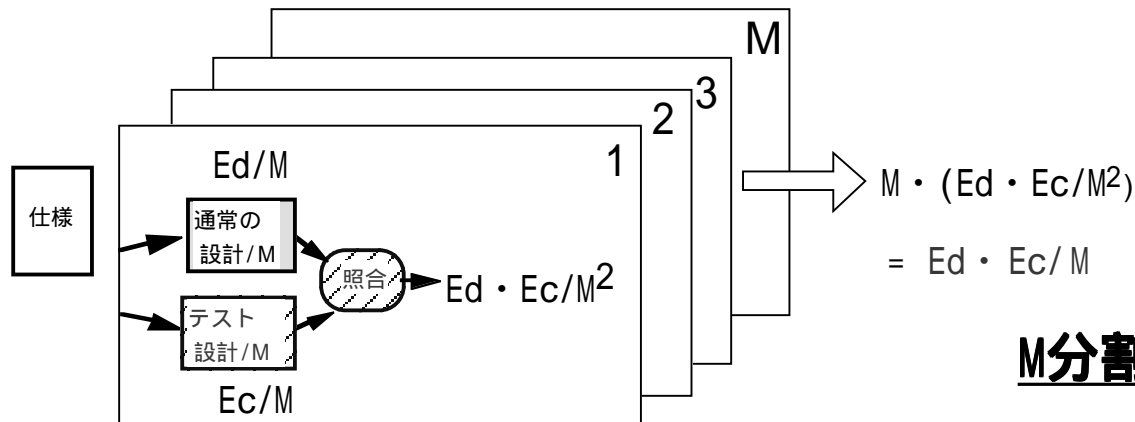
正常を棄却する: 第I種の誤り

不正常を受容する: 第II種の誤り E_c

出力の誤り率 $E_d \cdot E_c$

誤りは E_c 倍に減衰する

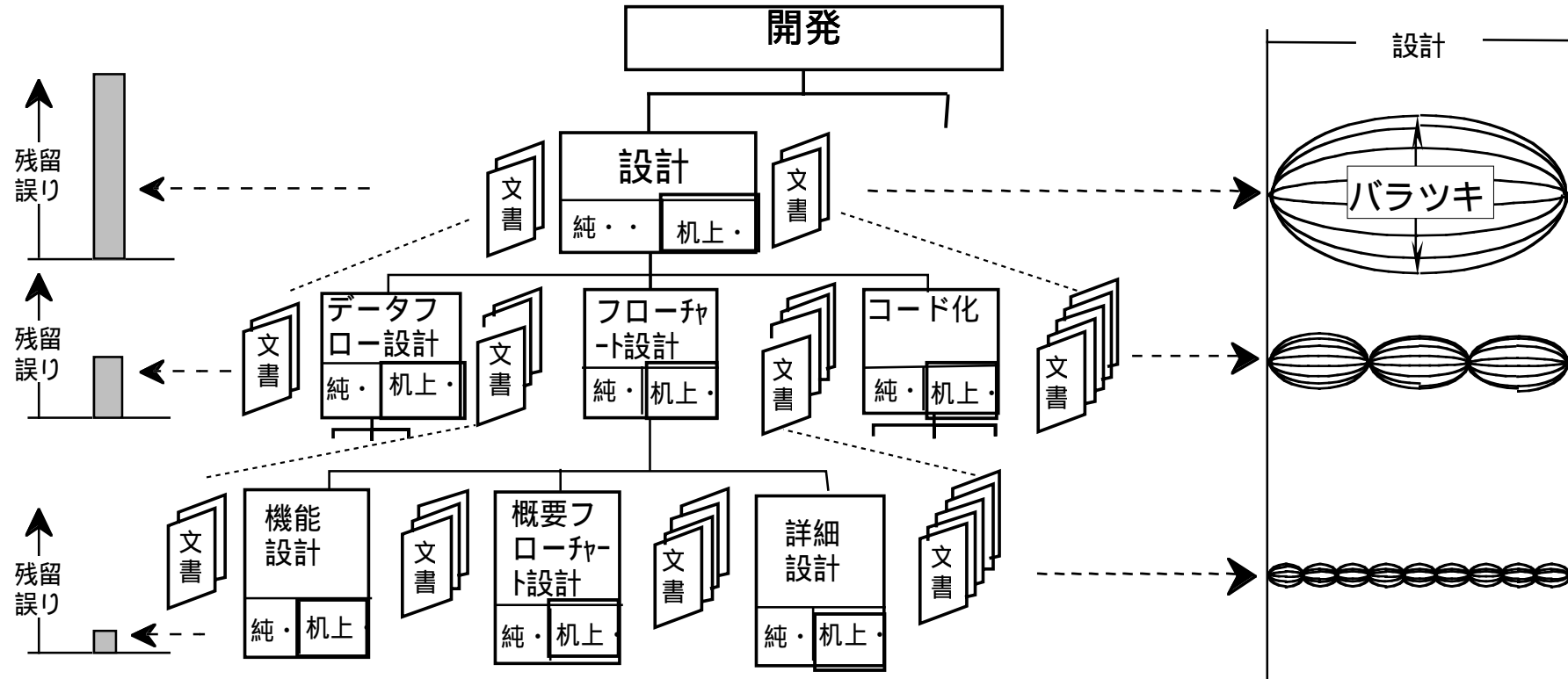
経験則 小さな進行段階毎チェックの方が効果的(例: 数理系試験答案)



M分割すれば1/Mに減る

3. 誤り減衰 機構チェックとテスト

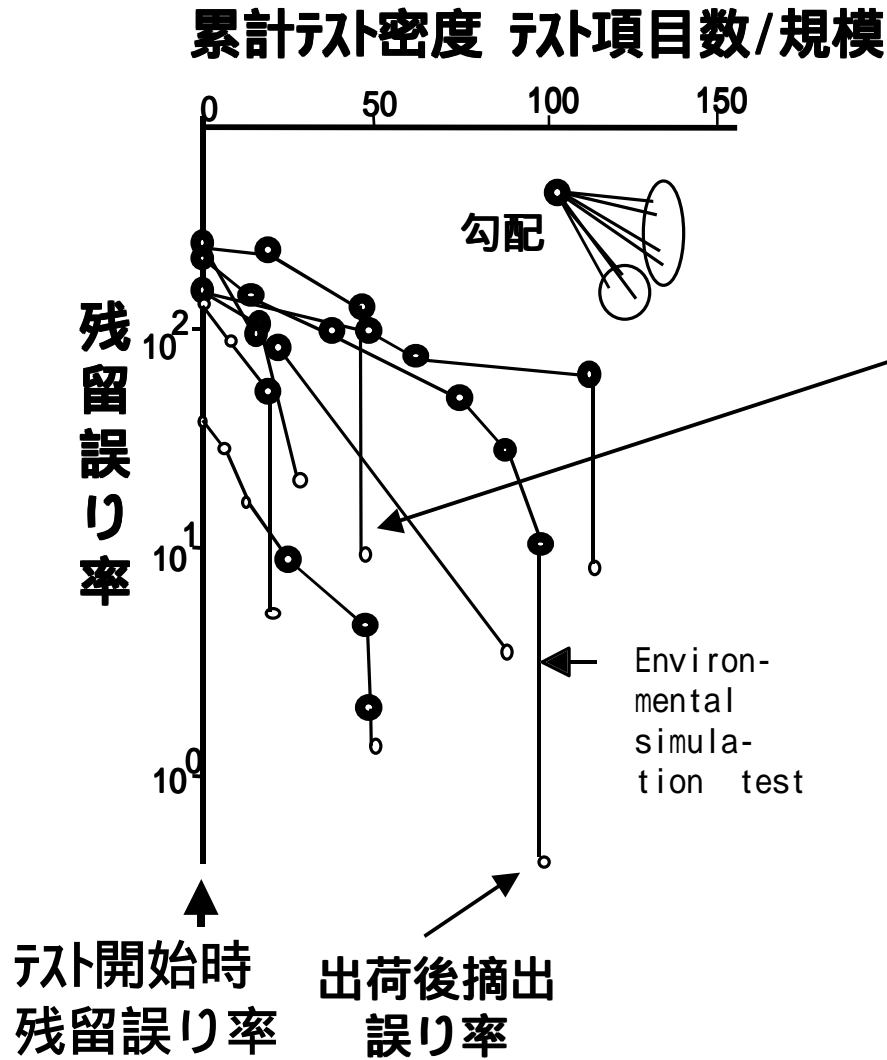
効果的な机上チェック方法



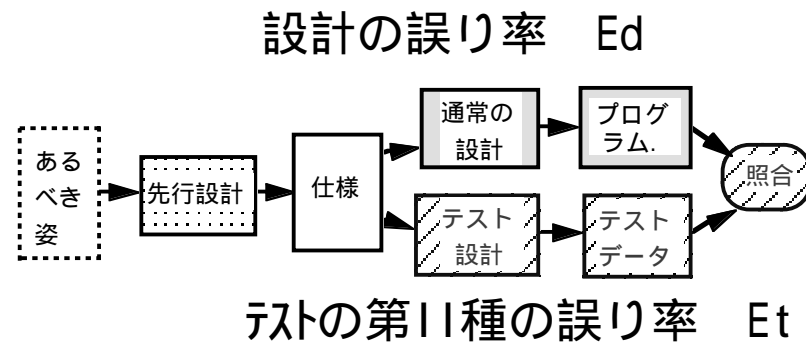
階層展開するとバラツキも減る

3. 誤り減衰機構チェックとテスト

テストでの定率減衰機構

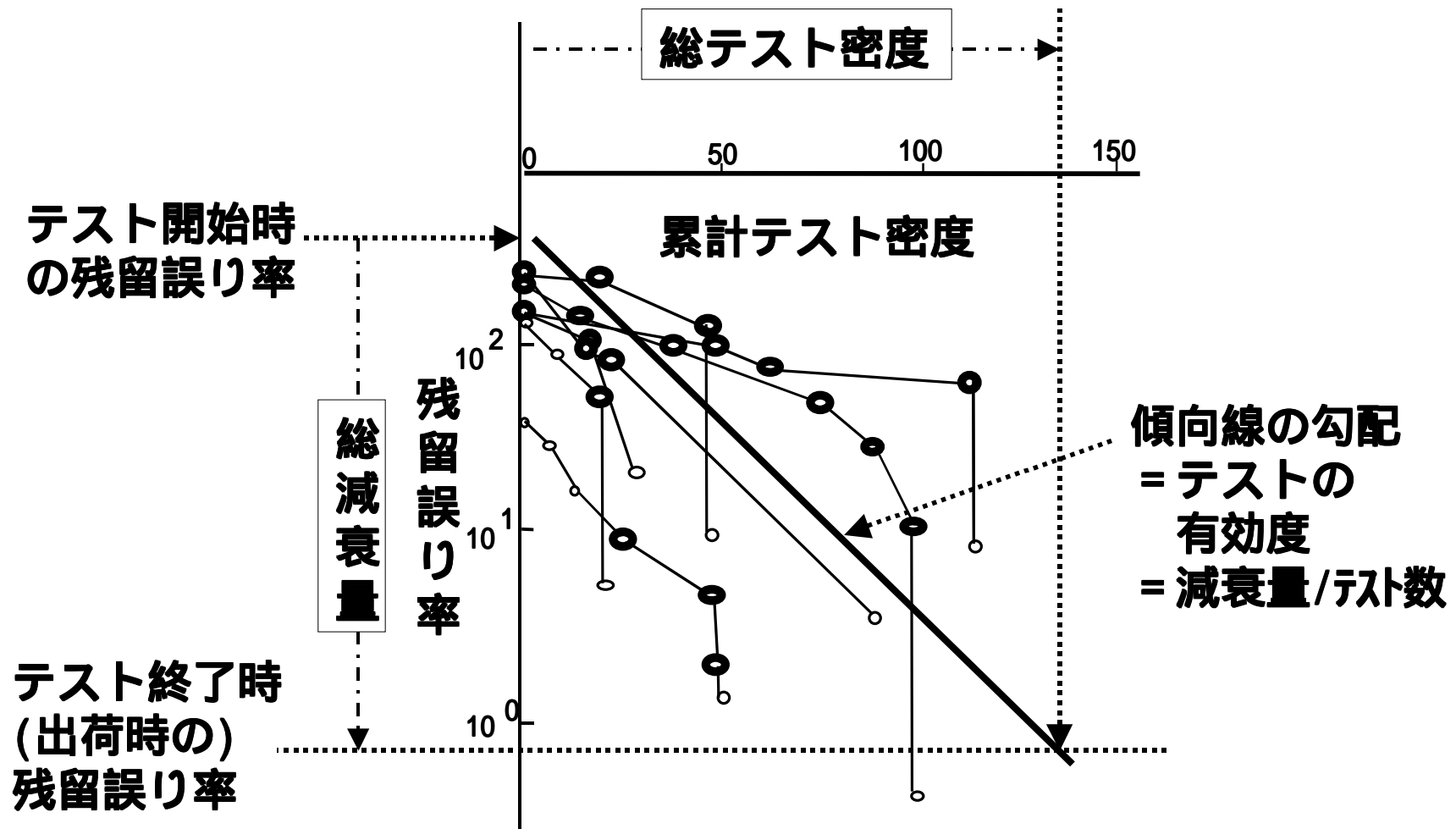


勾配
= テストの有効度
= 1テスト当りの減衰量



3. 誤り減衰 機構チェックとテスト

テストの特性

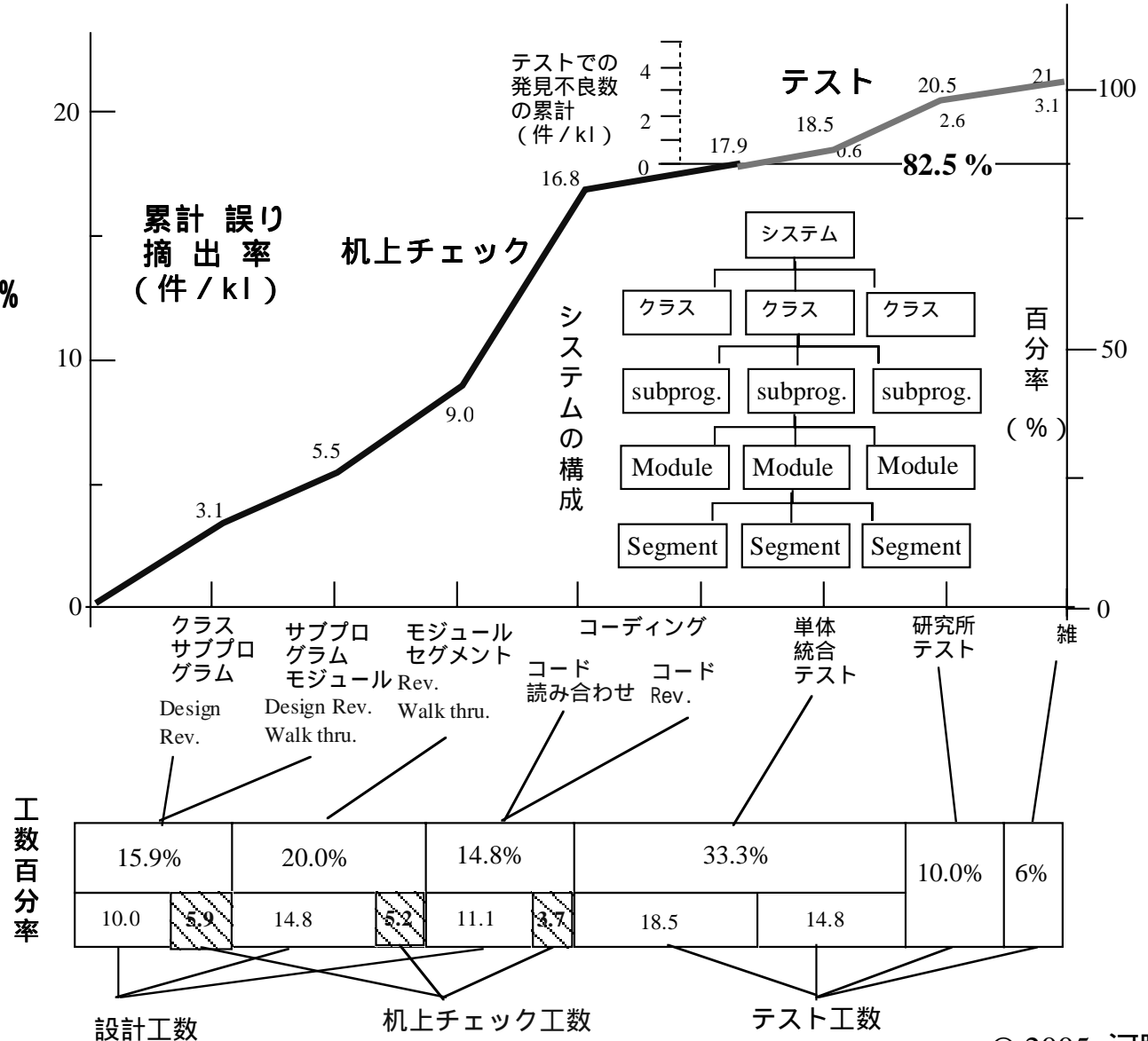


要求品質を達成する為のテスト数の設計が出来る

4 . システムレベルの定量評価

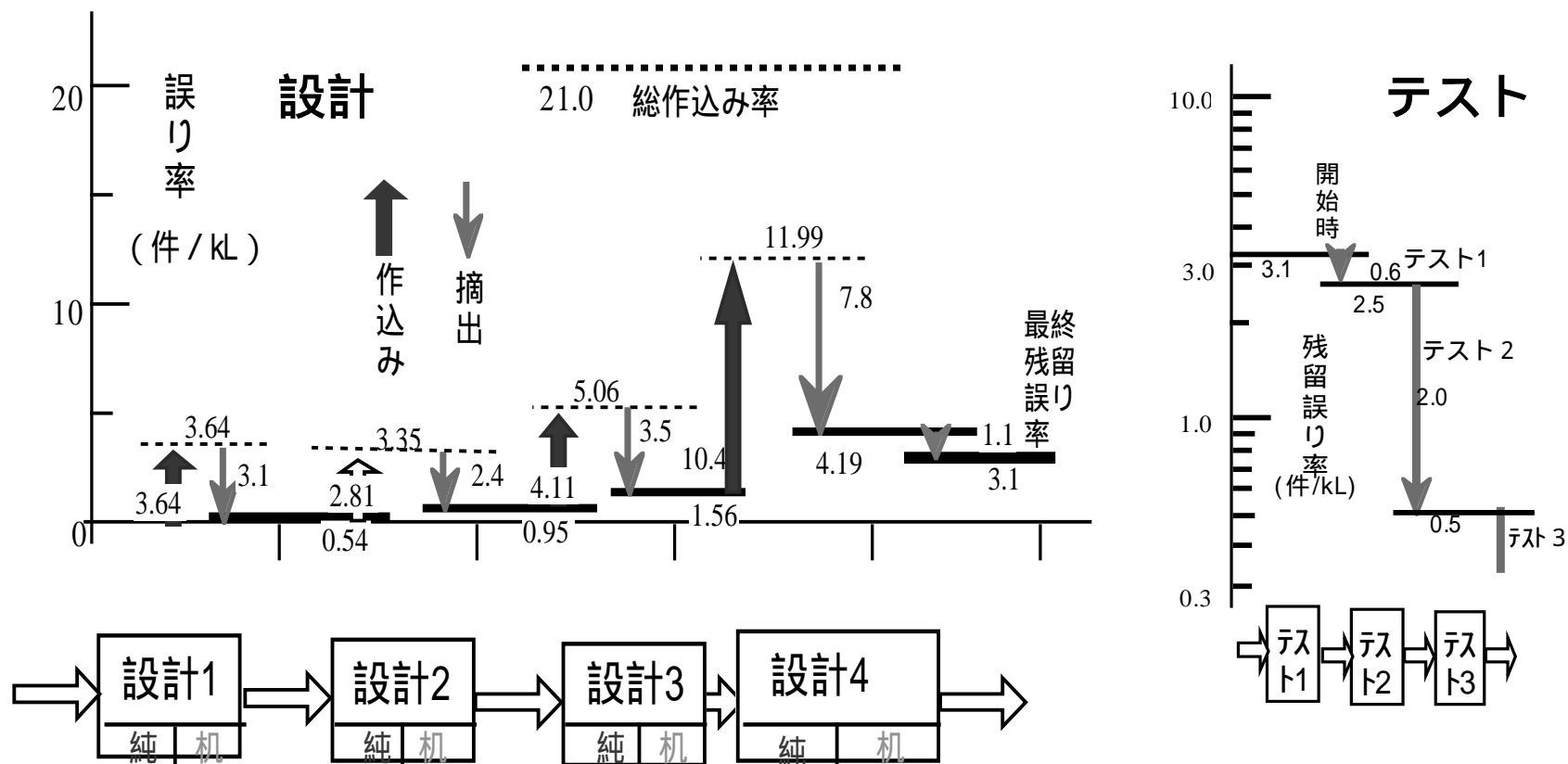
通信系 1970年代末
米 GTE社PBX
テスト抽出誤り率 21E/KL

テスト抽出誤率 3.1EKL
テスト前抽出率 82.5%
(机上チェックによる)
チェック工数/純設計工数
60 ~ 30%



4 . システム レベルの評価

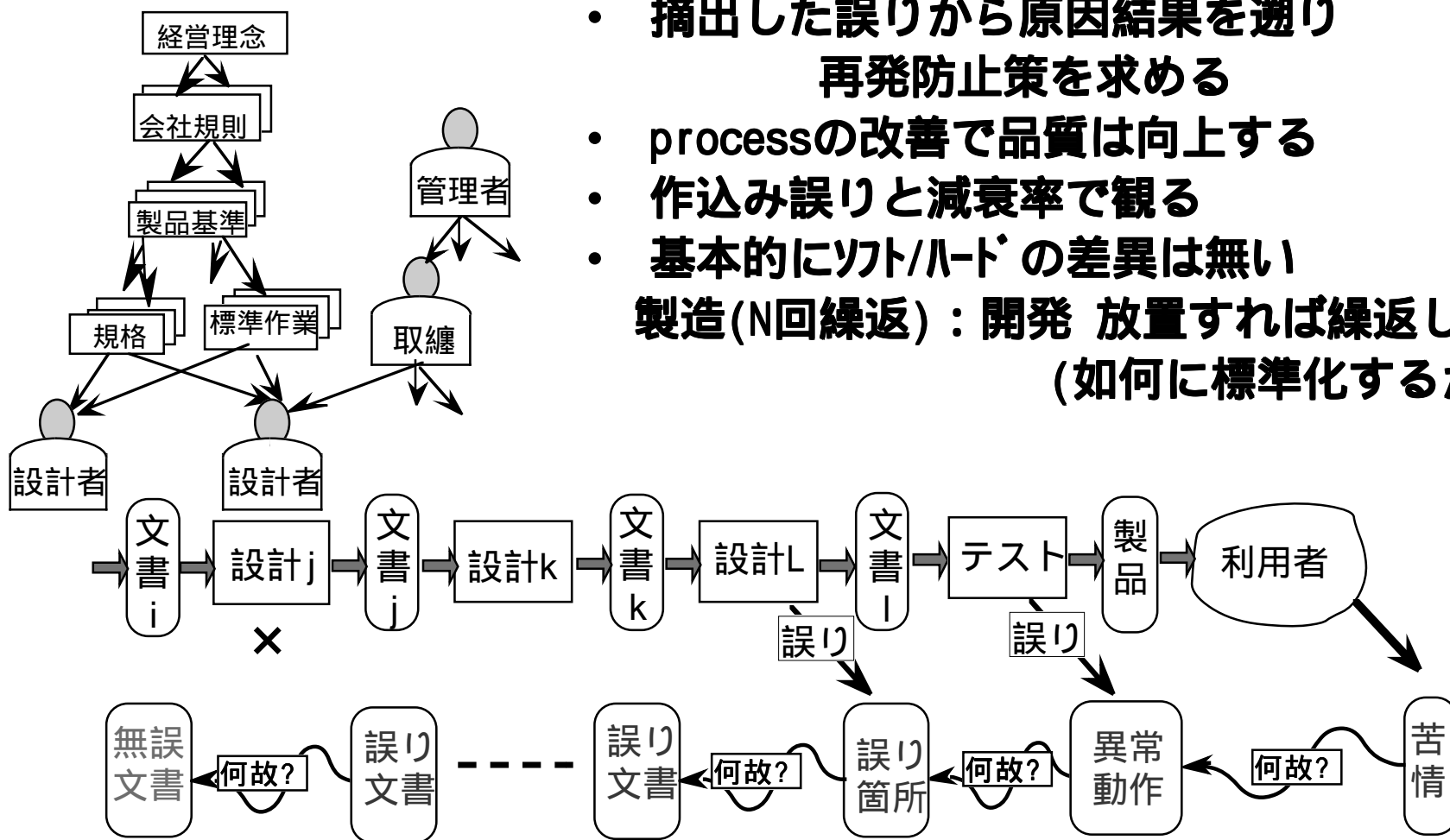
全体の残留誤り率



- 従来の定量的な工数評価に加え，誤り率の定量評価が可能になる．
- 実績に準拠し定量的な工数計画に加え定量的な誤り率設計ができる．
- 上流のビジネスプロセス，(E)の要素を加え)下流のハード製造にも適用できる．
統計的な品質管理が，ソフト/システムでも可能になる．

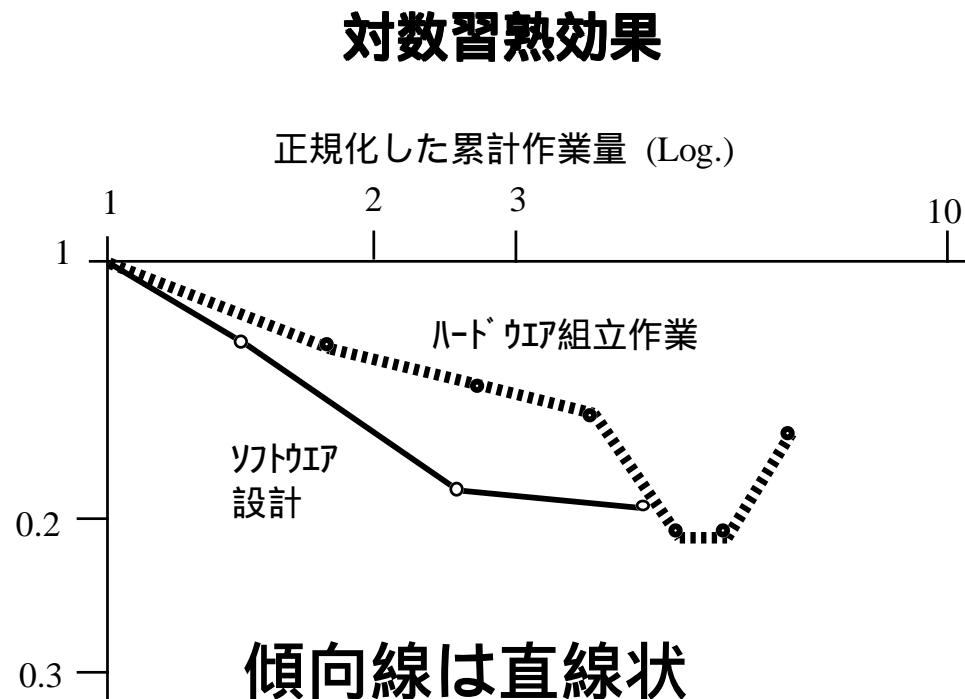
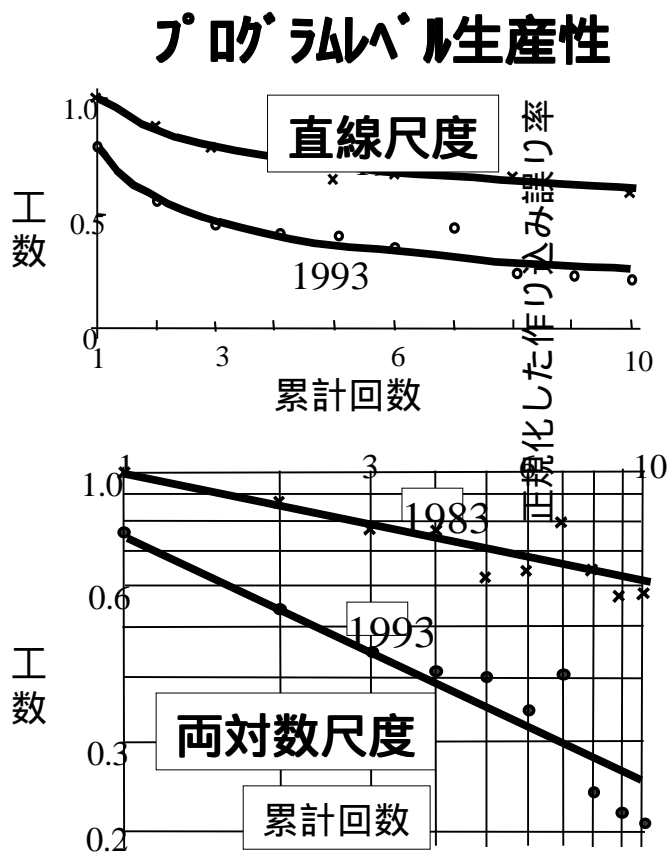
4. システム レベルの評価

品質改善の努力



- 抽出した誤りから原因結果を遡り再発防止策を求める
 - processの改善で品質は向上する
 - 作込み誤りと減衰率で観る
 - 基本的にソフト/ハードの差異は無い
- 製造(N回繰返)：開発 放置すれば繰返し無し
(如何に標準化するか)

改善努力の蓄積：習熟効果



5 . 纏め

- 粗い近似モデル/メカニズム
- 工程の定量的な特性の実績値が得られる
特性値 生産性/誤の減衰率等
- 工程を定量的に評価/改善/設計/監視できる
- システムソフト/ハード 製造(人部分)に適用可能

課題: Industrial Engineeringのシステムソフト拡張

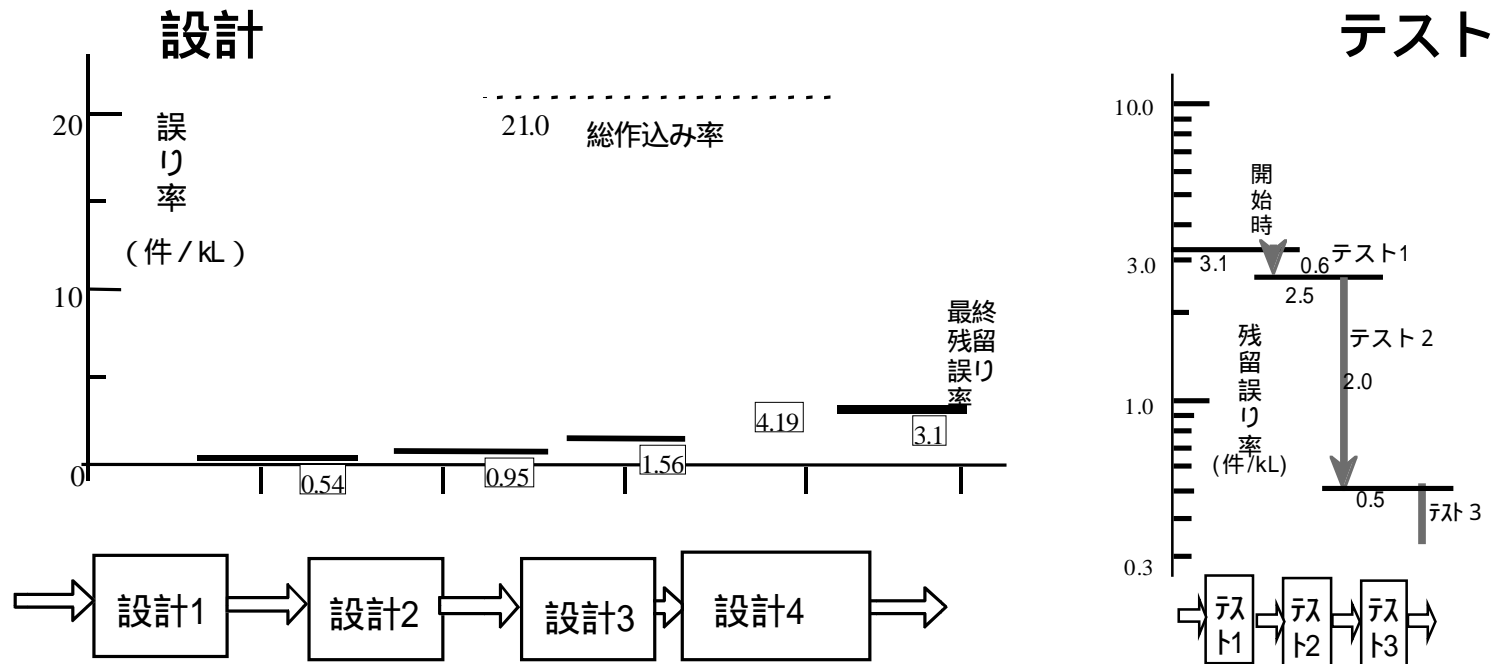
IEは経験ベース, 本研究はメカニズムベース

概要

- 誤りにかかわるメカニズムを明示 定量評価/改善/計画

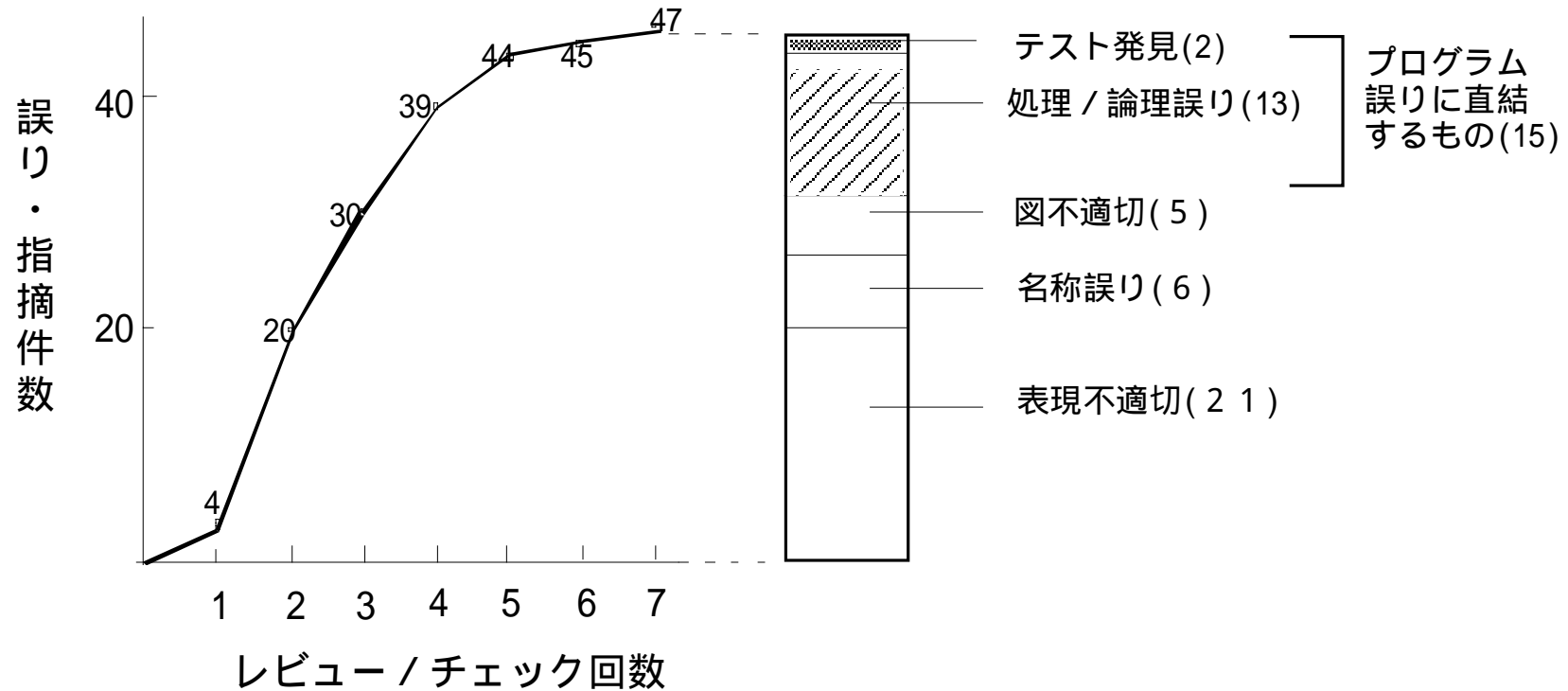
準拠 1 . H/S経験の抽象化 2 . ソフト自動設計の研究

残留誤り率



机上チェック実例

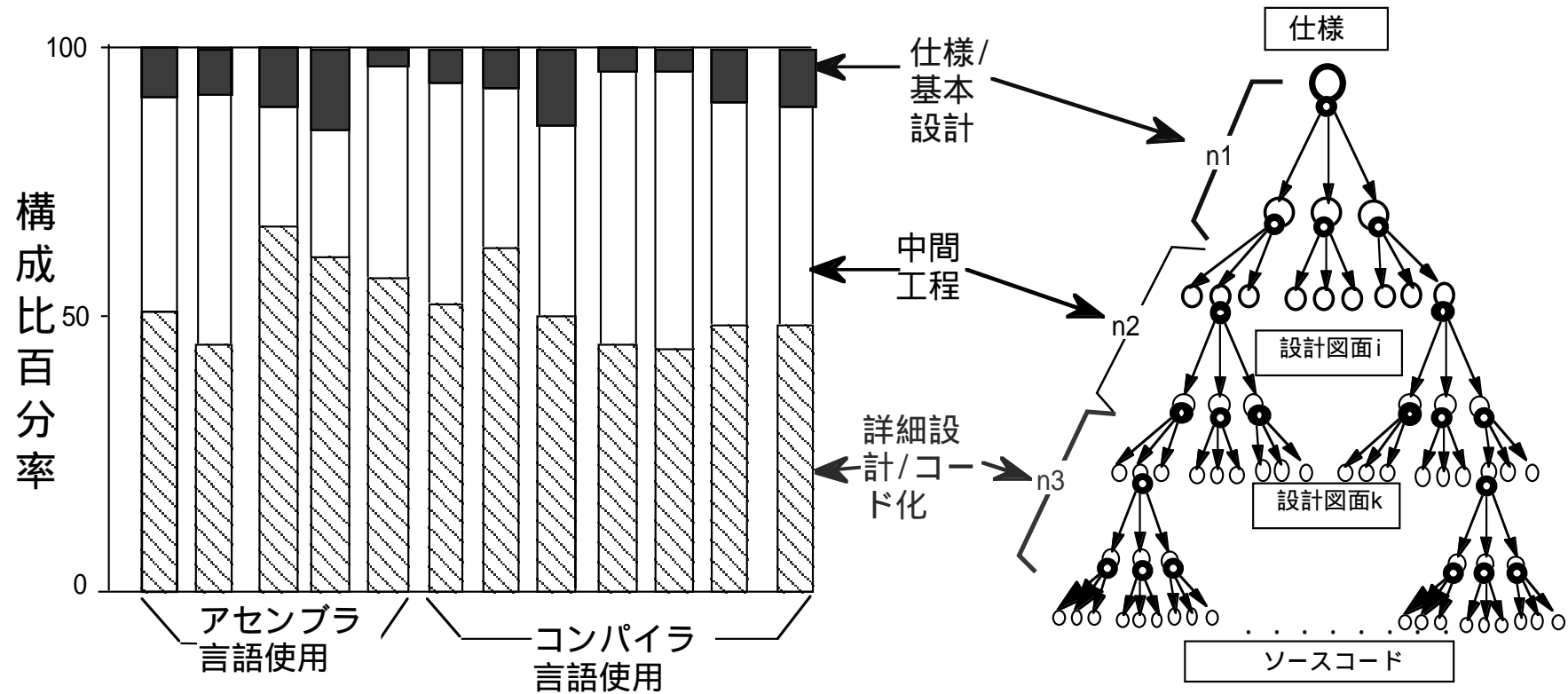
IPO図 12枚, C 147行 の設計のチェック結果



統合知的CASEツール DFD CASEtool

2. 実績 で検証

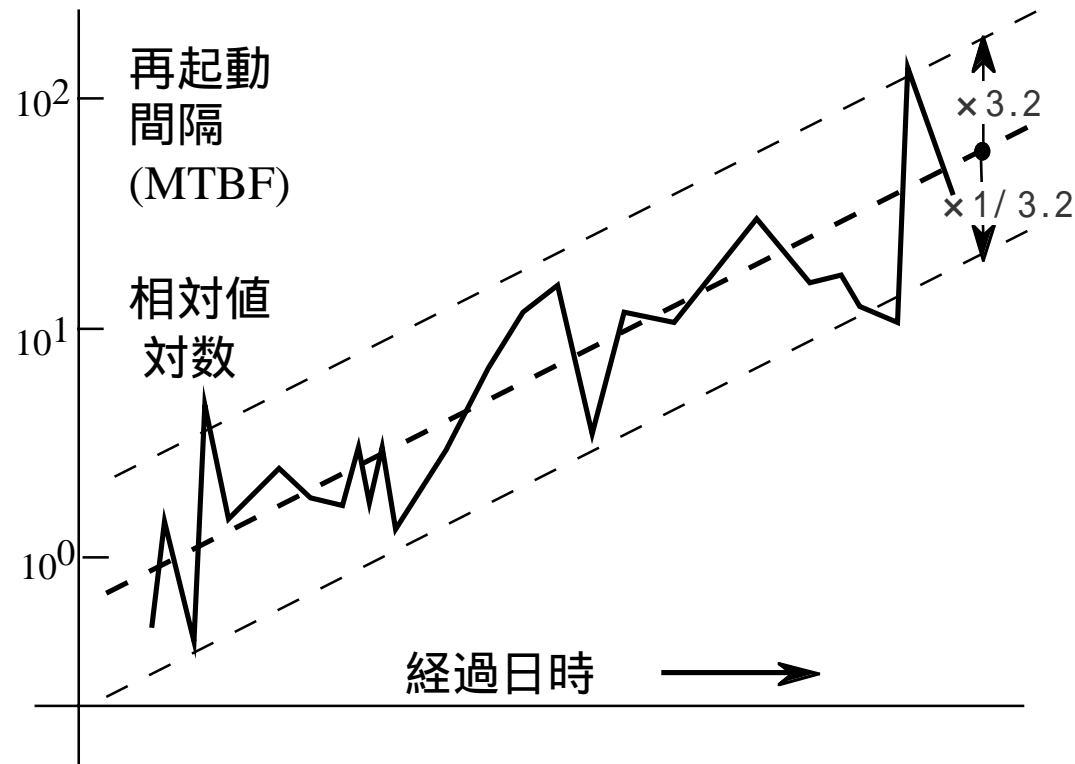
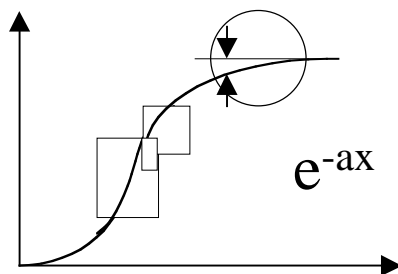
誤り作り込みの安定な構成比率



- 工程が決まると作り込み誤りの構成比率はほぼ一定

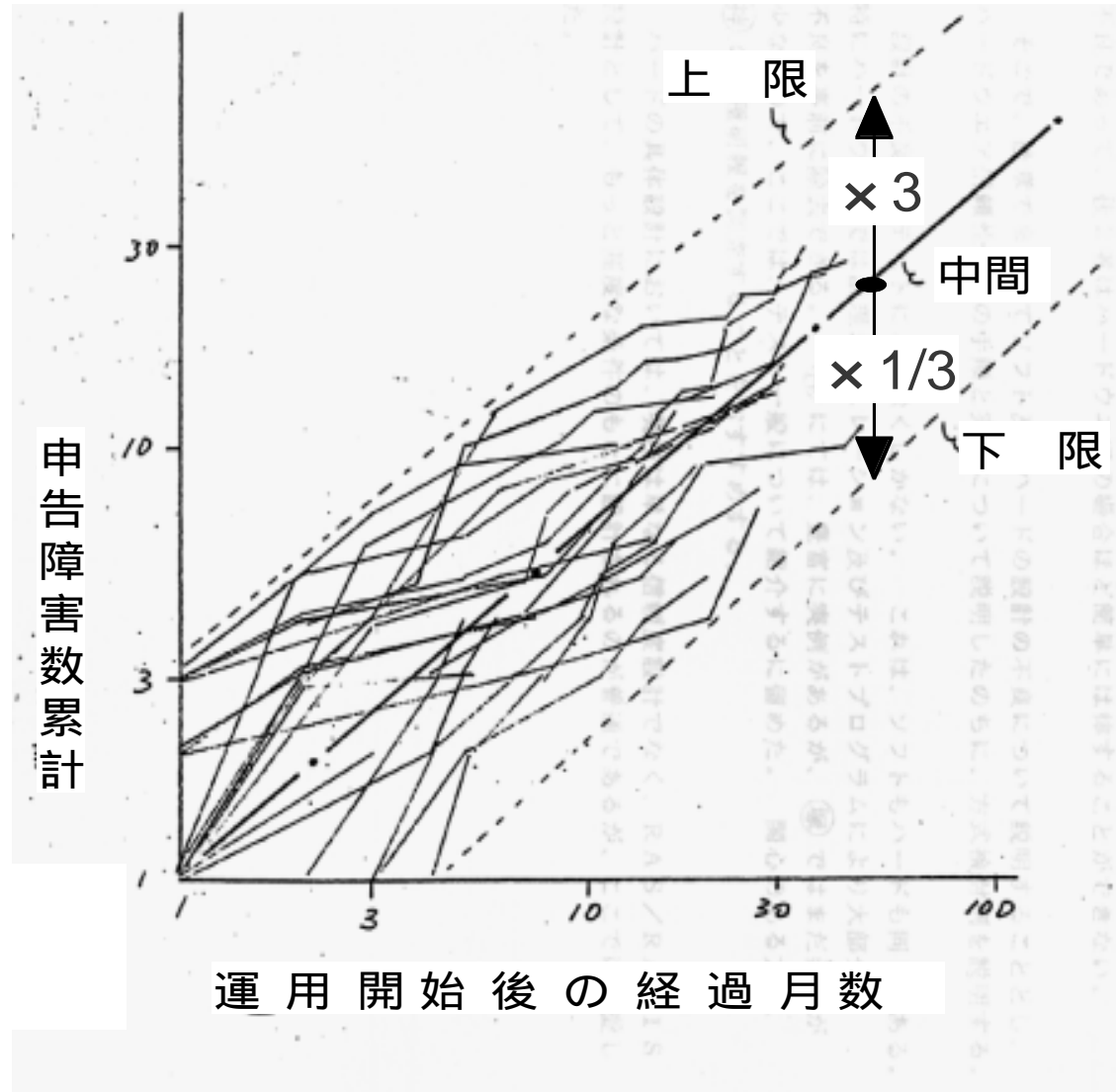
テスト末期の残留誤り率例

最終末期の疑似
実環境での評
価試験結果



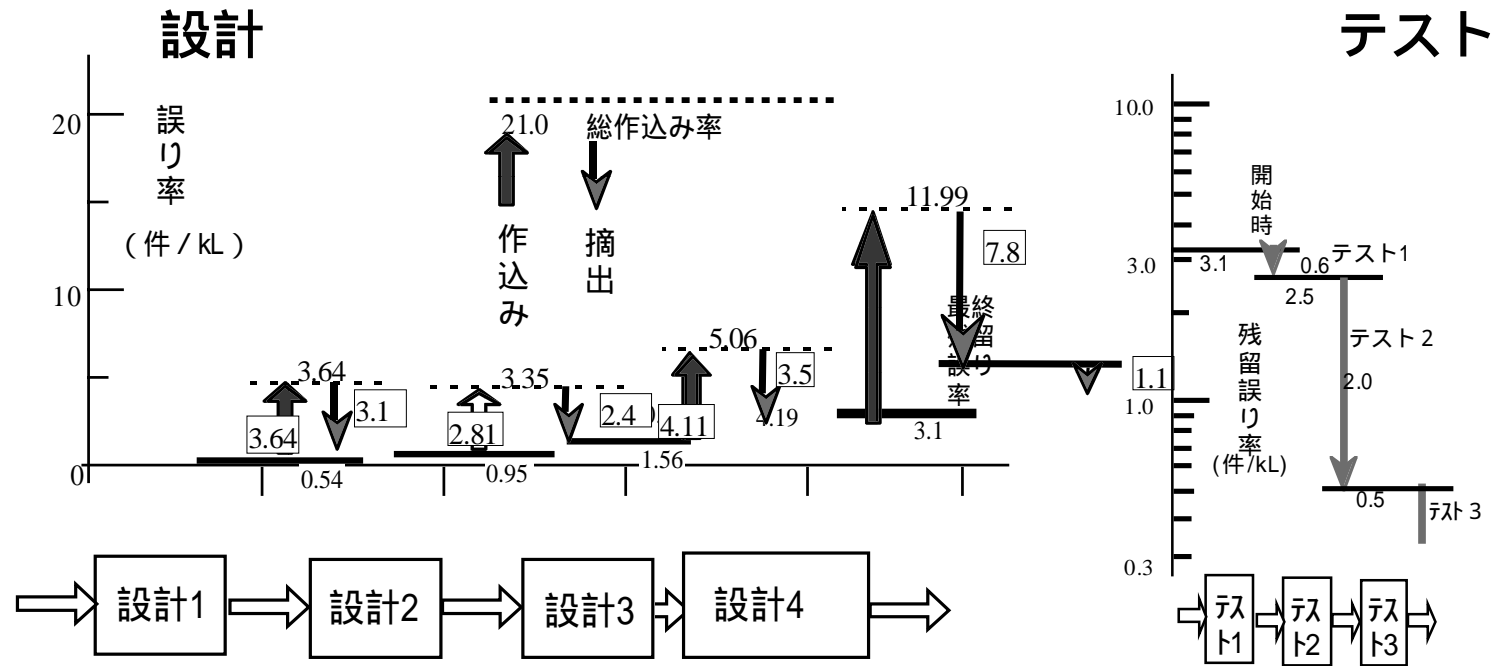
- 瞬時値には対数正規分布的なバラツキがある．図では $N = 3.2$
- 長期観測しても同量のバラツキがある．
- 参考：残留誤りでの信頼度向上は，負の指数状減衰である．

運用開始後の障害申告/patch投入



概要

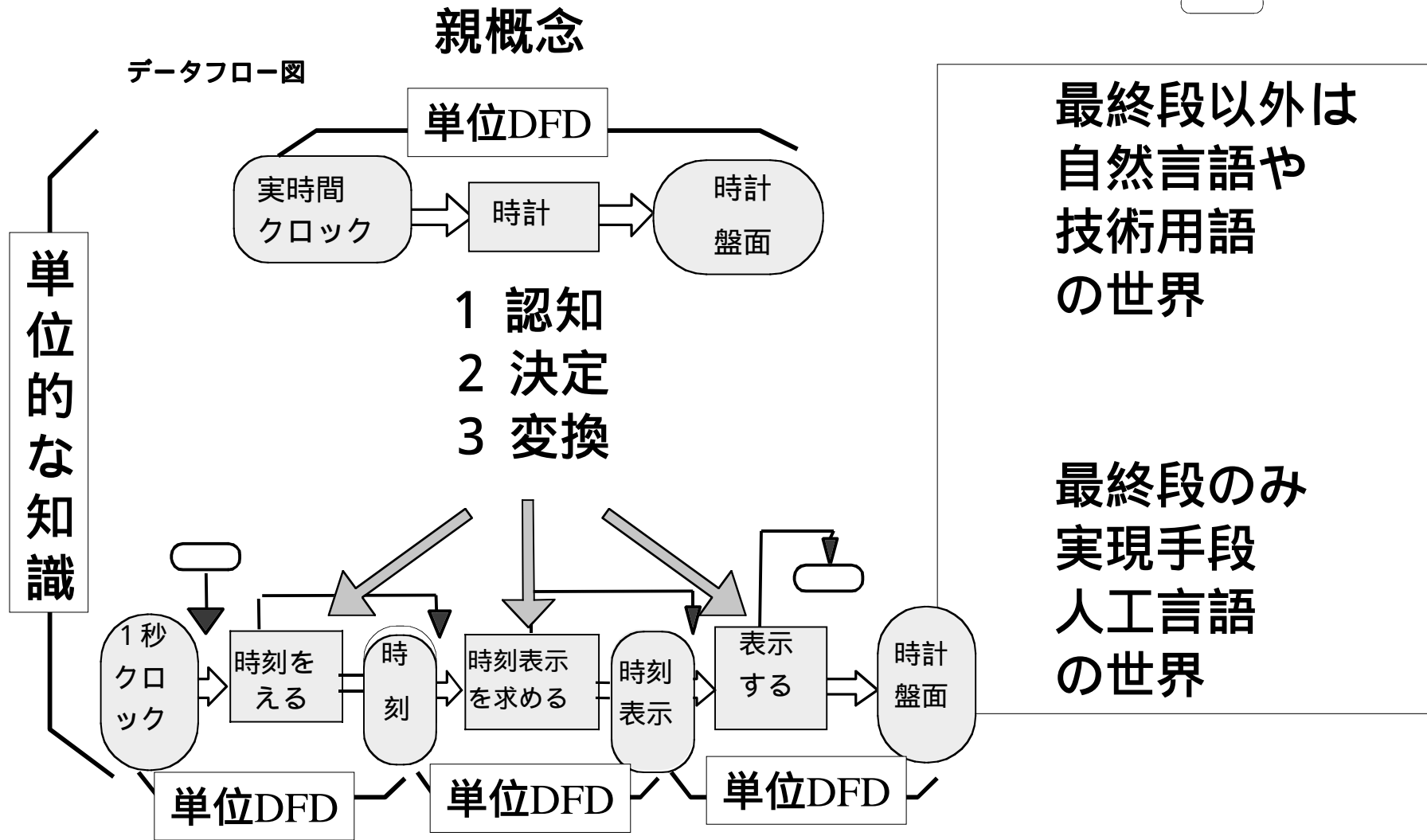
- 目的：誤り特性を定量化し，可視化する



- 特徴：誤りにかかわるメカニズムを明示する
 - 1 . H/S経験の抽象化
 - 2 . ソフト自動設計の研究

1. 誤りを作 込むメカニズム

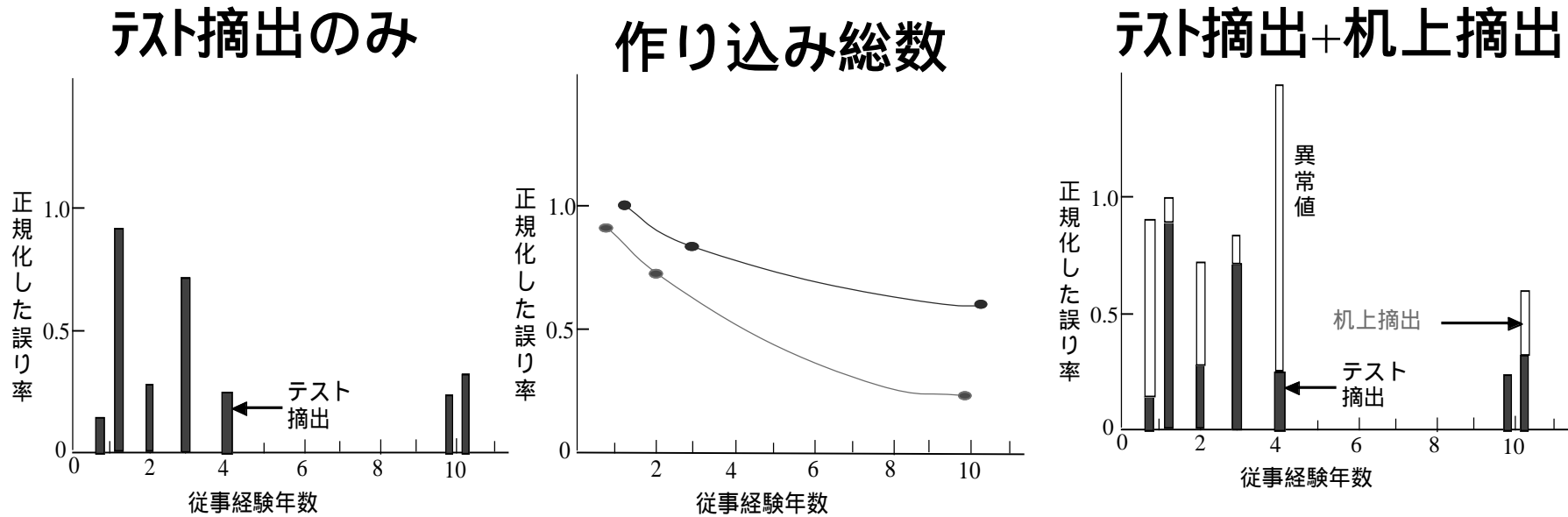
階層展開・知的単位処理



人の意図的行動 経営/全ての設計/労力的作業に共通

2. 実績 で検証

誤り計数法の違いの実例



作り込み (各種抽出の総合計) を使えば安定になる

