

開発過程の監視技術

第5回エンピリカル
ソフトウェア工学研究会
キャンパスイノベーションセンター 2005年2月8日

EASEプロジェクト産学官連携研究員
奈良先端科学技術大学院大学客員教授

河野 善彌

koono@vesta.ocn.ne.jp

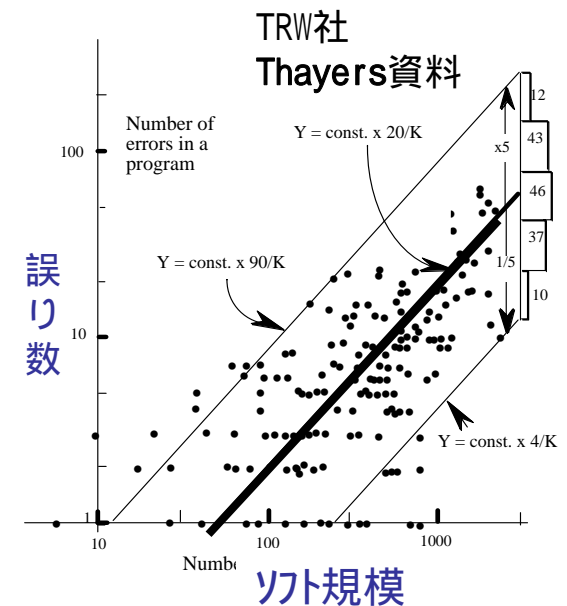
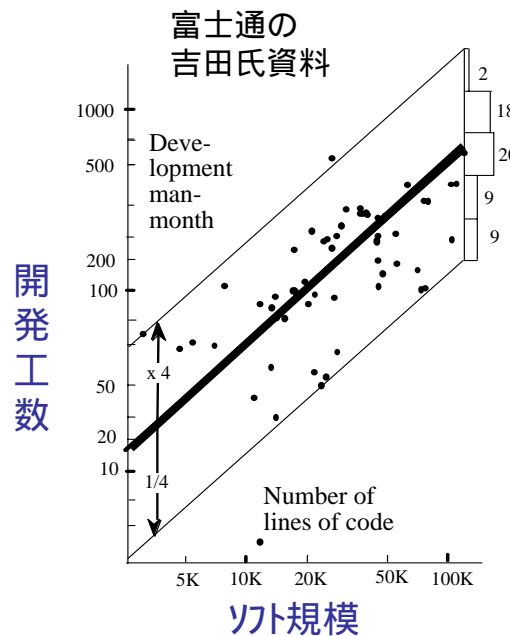
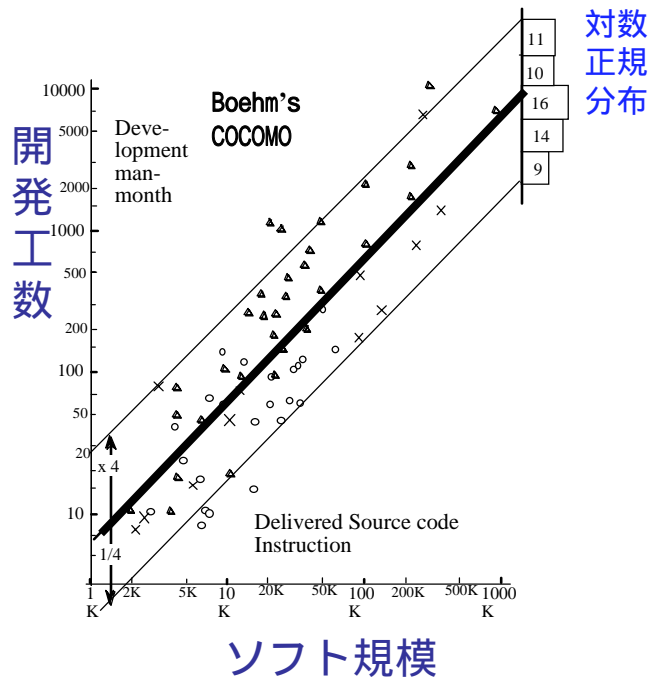
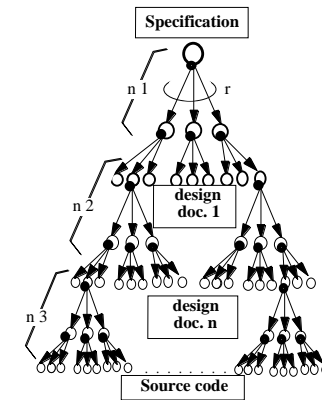
概要

- | | | |
|----|----------|---------------|
| 1. | はじめに | ソフトウェア工学の立場 |
| 2. | 優れた開発例 | 例による設計の性質 |
| 3. | 誤りの特性 | 誤りの性質 |
| 4. | チェックとテスト | 設計が作り込んだ誤りの減衰 |
| 5. | 総合特性 | 開発全体の様相 |
| 6. | むすび | |

1. 初めに

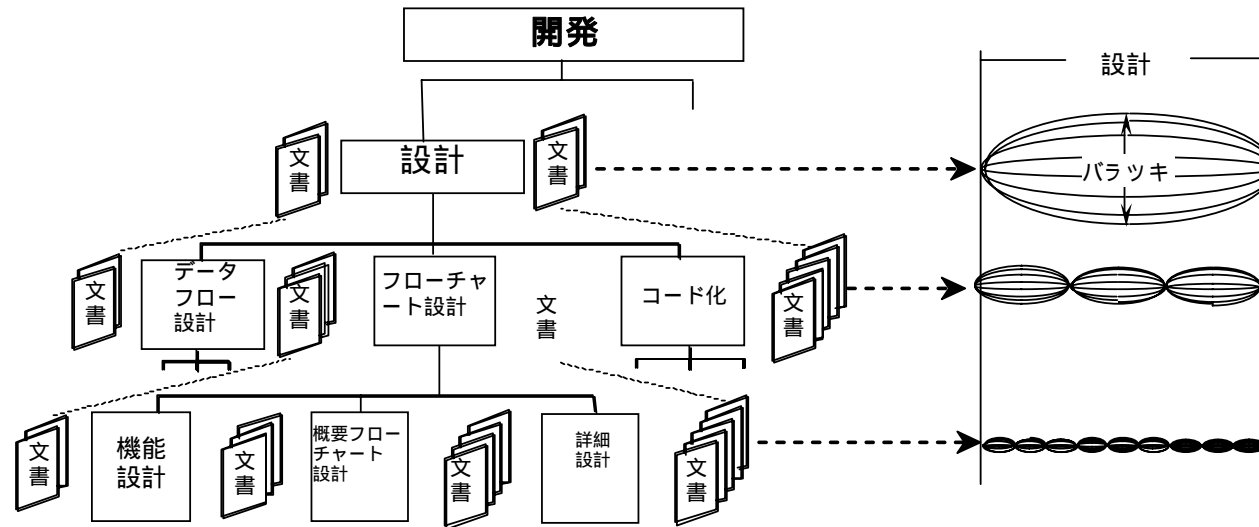
- 近代的な科学技術の条件
 - 定量的な計測と制御
 - 合理的な原因結果関係の把握
 - 科学的な取組，手法と最適化
- 基礎となる自然現象

生産性と誤り率の一定性 線形性



中央値のN倍から1/N倍(N=4)の対数正規分布，中央傾向線は1次の比例関係

1. 初めに バラツキの克服



工程

図面/文書で区切られた作業

(中間)成果物以外は後位に影響しない

工程の目的

意のままに作業を管理する

工程の手段

定量計測とDivides and conquers

工程の構造

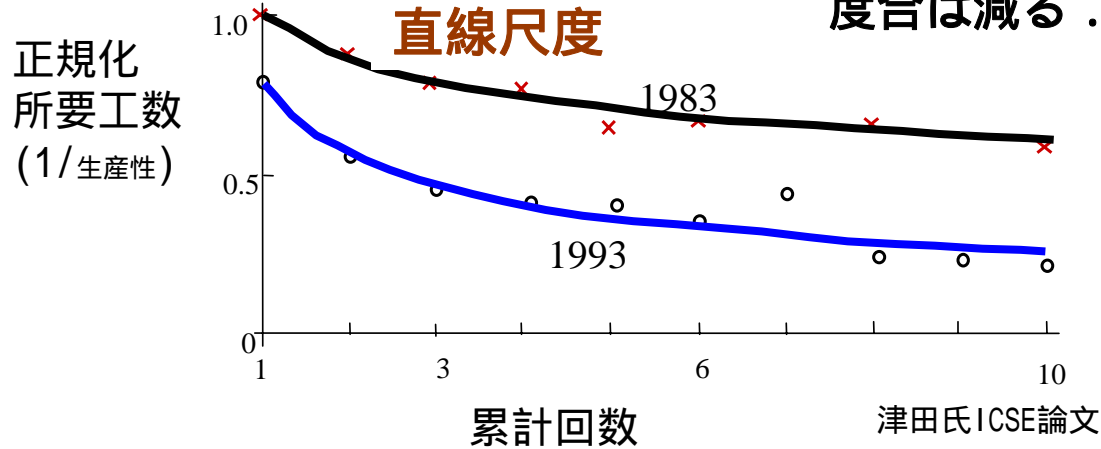
階層的な工程

階層的に工程を展開する程、バラツキは減る

1. 初めに

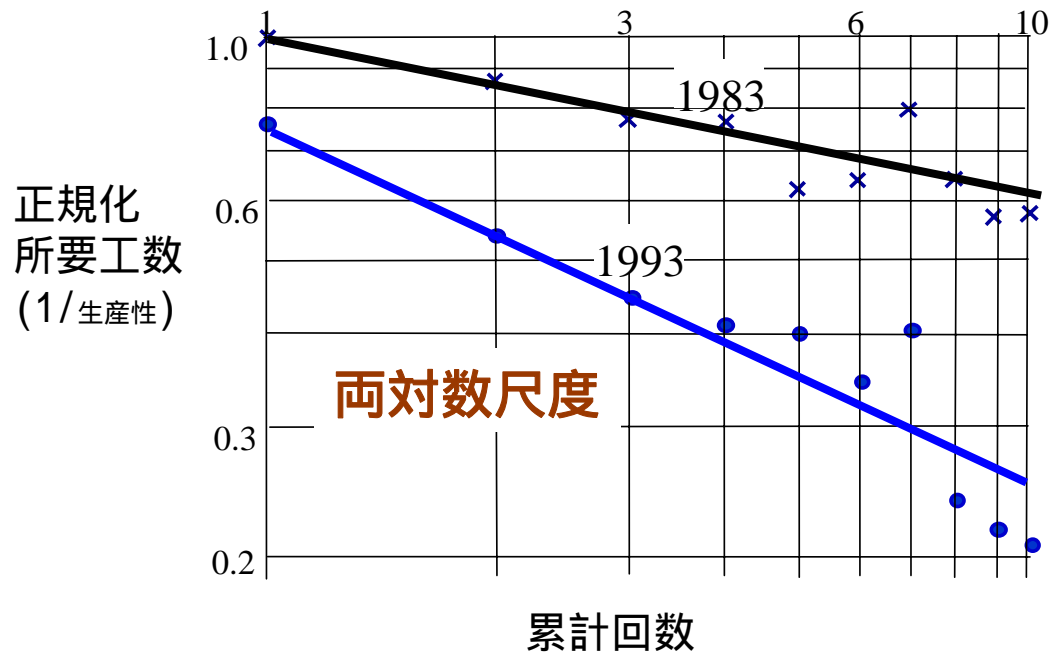
習熟効果(学習効果)

初めに急激な改善，次第に向上
度合は減る．何時までも向上する．



新入者チームのプログラムレベルの
生産性の推移

図のように綺麗なカーブは「ソフトウェア工場」
の環境の良さを物語る．

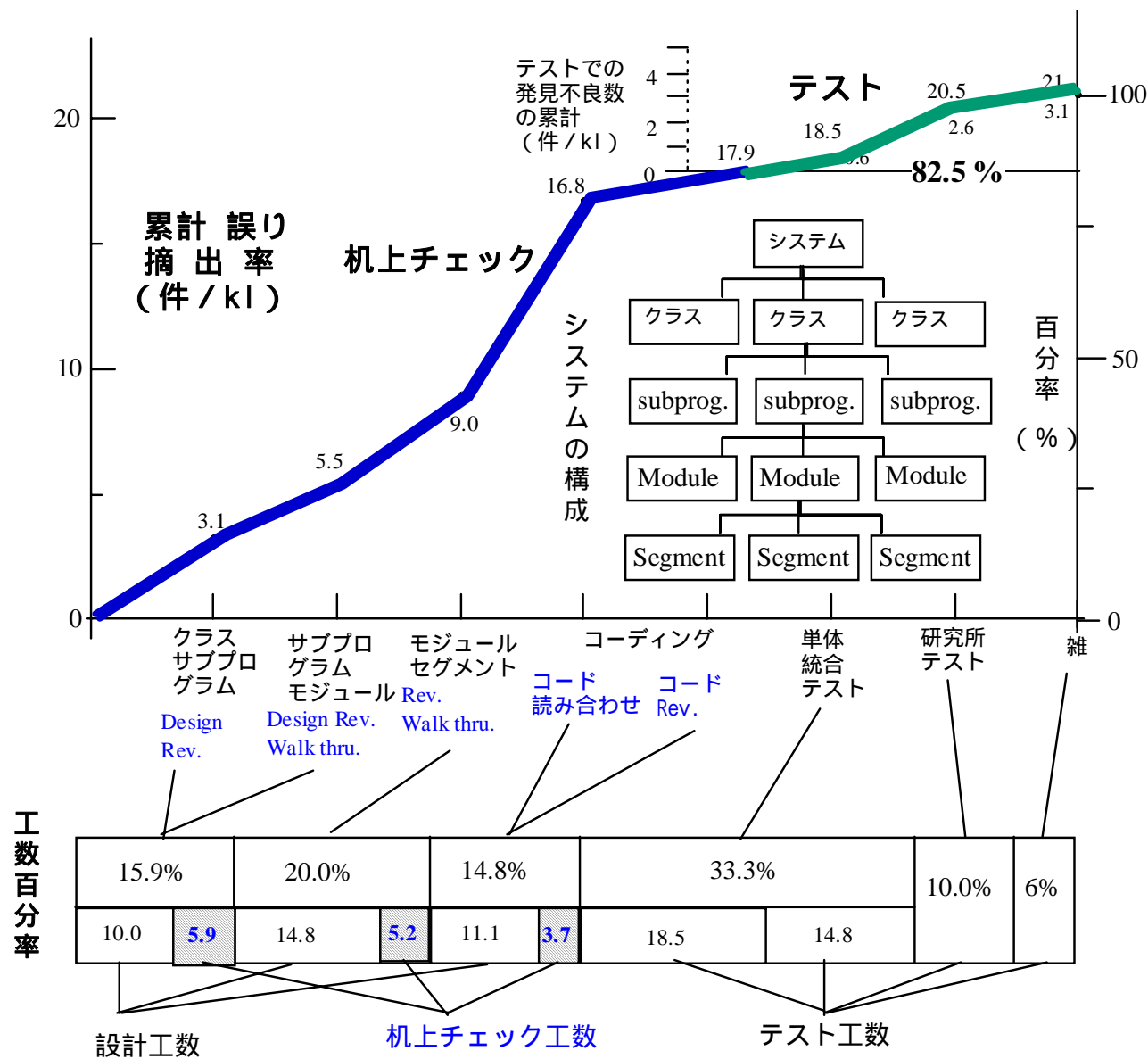


対数習熟効果
両対数用紙上で直線傾向線

傾向線の勾配
将来予測が可能になる
実効的な向上に比例する
怠ると直線から外れる

2. 優れた開発例

開発全体の様相



通信系 1970年代末
テスト摘出誤り率 21E/kL

テスト摘出誤率 3.1E/kL
テスト前摘出率 82.5%
(机上チェックによる)

チェック工数/純設計工数
60 ~ 30%

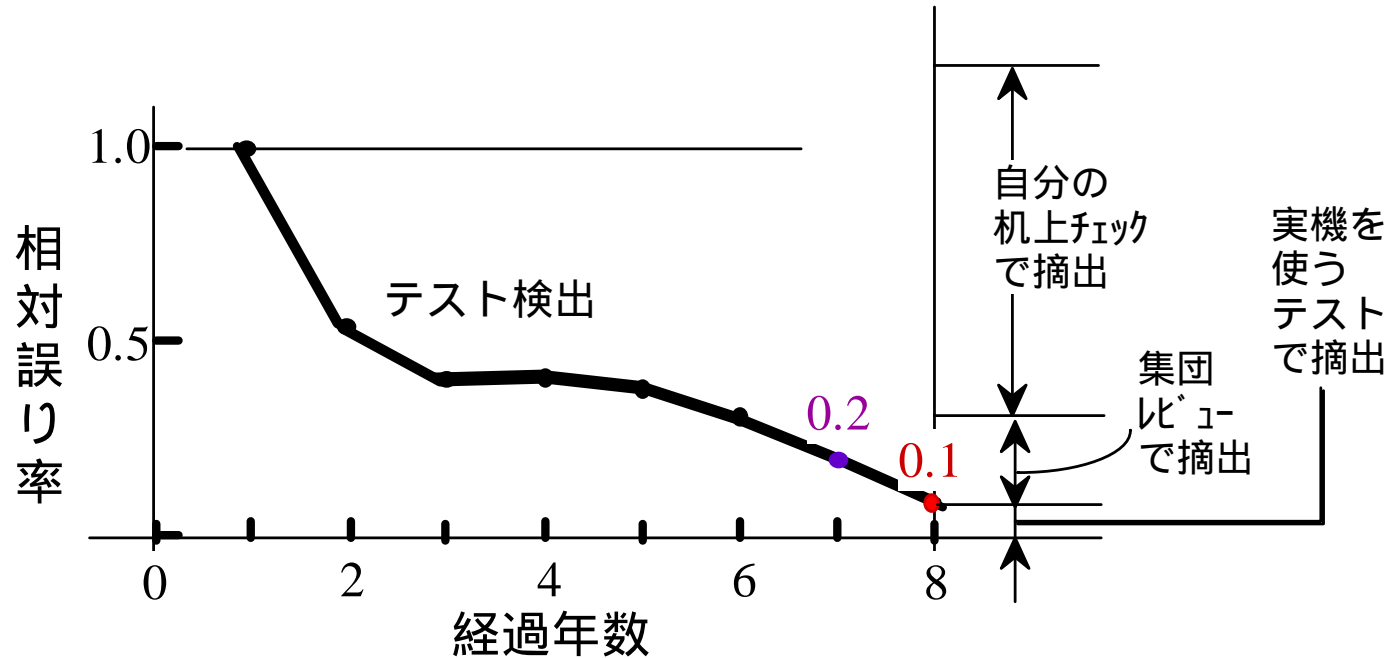
徹底的に定量的な
研究と管理

全てオープンに討議
開発に実験を並行
結果を研究
次の開発に盛り込む
優れたトップ/マネージャー

最高成熟度組織の一つ

2.優れた開発例

最高成熟度の他の例



電子交換機第1世代アセンブラ言語使用ソフトウェアプログラム数100KL
 人の嫌がる維持管理約10年 事業所内、業界に有名なチーム
 設計の3工程は、何れも純設計：机上チェック = 1:1
 毎日ミーティング/レビュー/相互研修、約束は励行
 部下が行き詰まると小チームに飛込み、皆を指導して回復させる。
 部下にも厳しいが、本人の努力と工夫も大
 高い志気、折り目正しい、謙虚、思いやり
 技術的に詳しく、正確で確実
道具は無いが、治具は豊富

人格的特徴
技術的特徴

リーダーはTQC/Mの模範

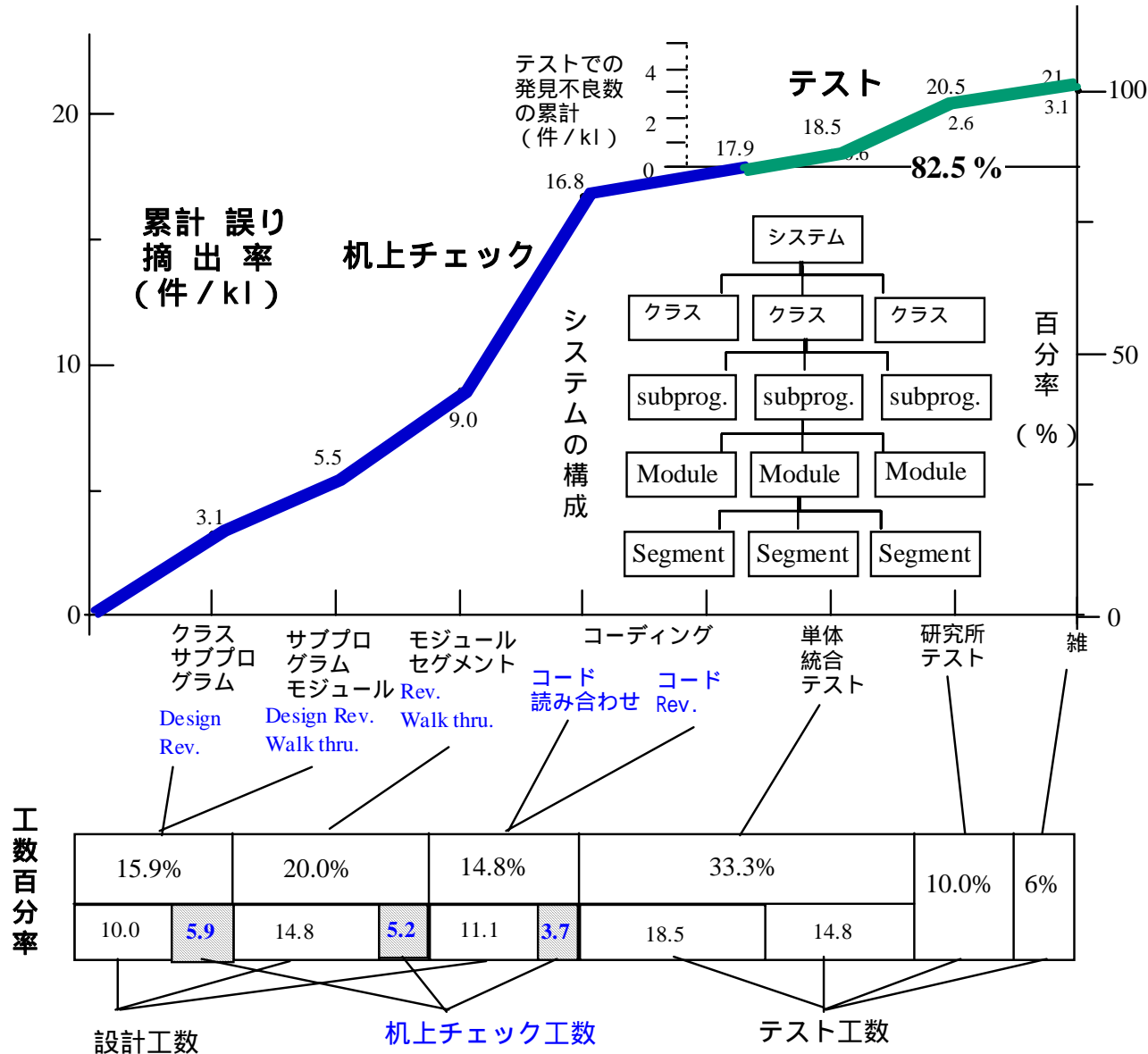
誤り

**工程の
欠陥**

**再発
防止**

2.優れた開発例

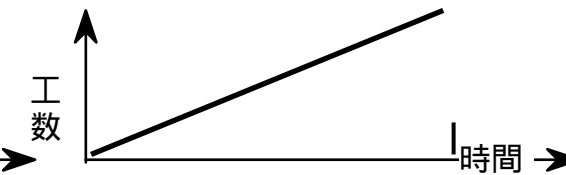
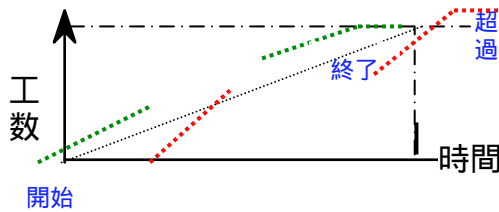
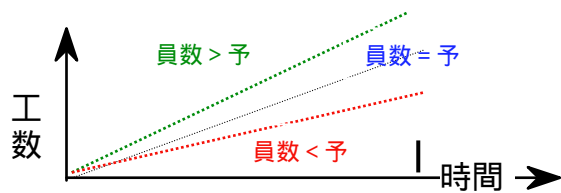
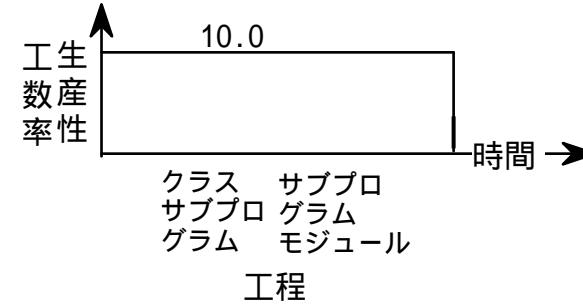
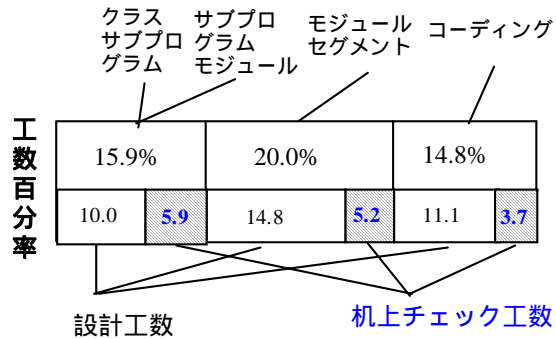
このチームの次の開発は？



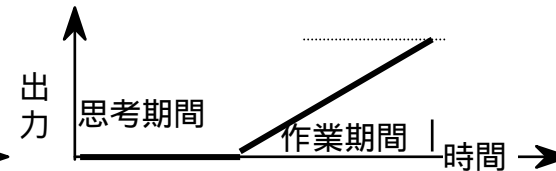
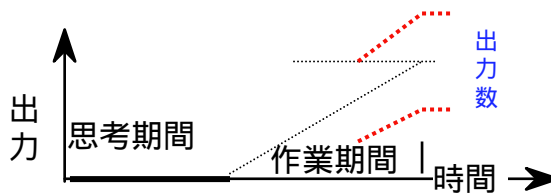
- 本チームが同分野同系列の開発をしたら？
同程度，場合により進歩(習熟効果)
- 本チームが同分野異系列の開発をしたら？
同等，あるいは低下
- 本チームが異分野新系列の開発をしたら？
多分かなり低下
相違が大きい程劣化し，バラつき増大

進化
知識の蓄積過程
(設備等固定化含む)
専門化
プロセス標準化

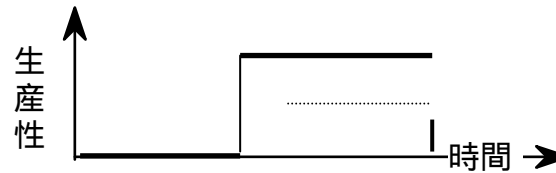
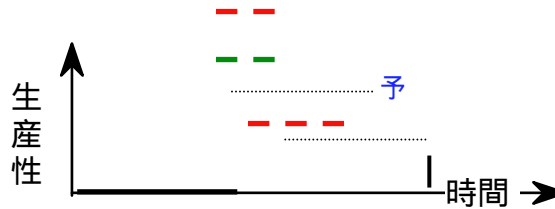
2.優れた開発例 設計の監視技術



設計内容
の確認

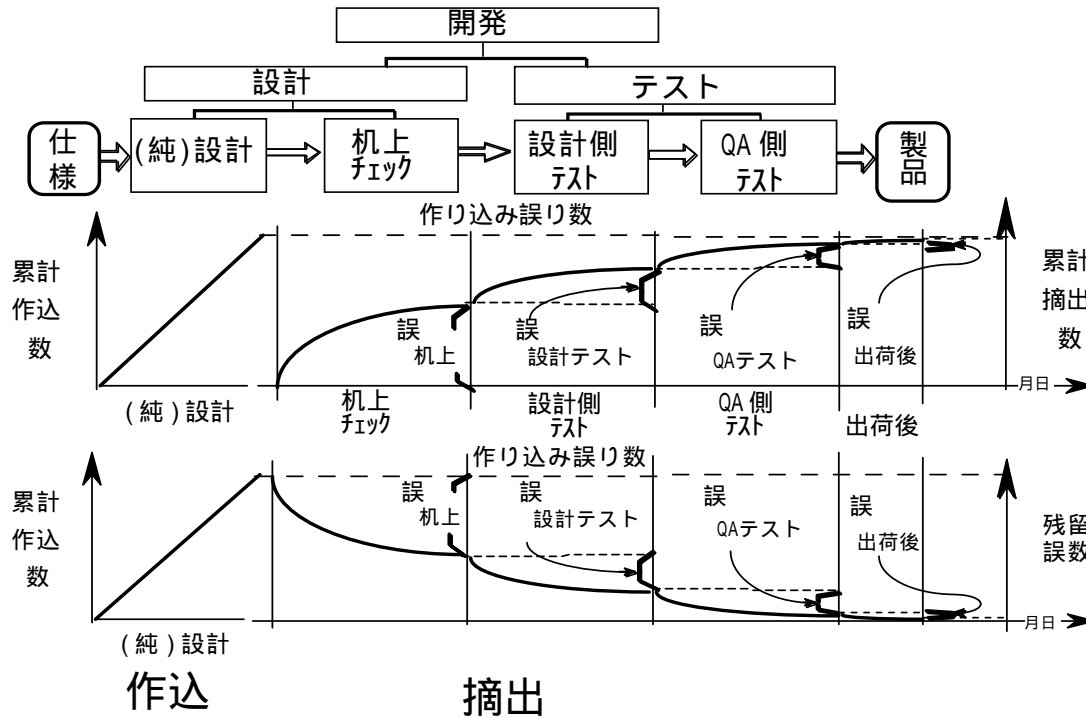


設計内容
の確認



管理監督者の智慧のシステム化！

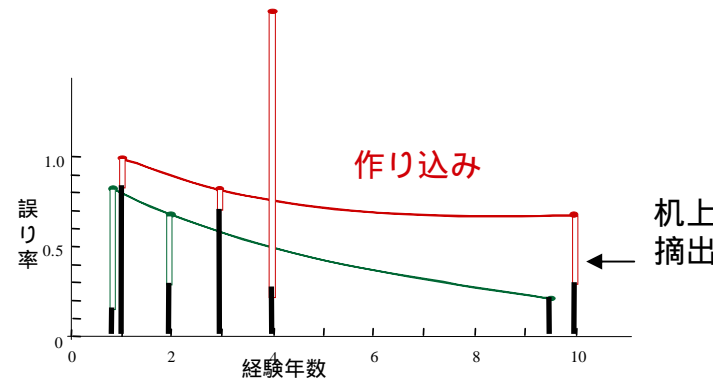
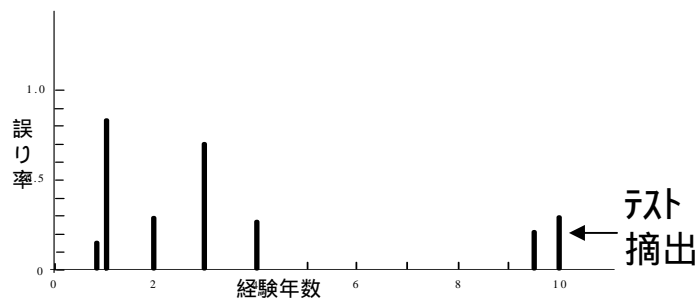
3. 誤りの特性



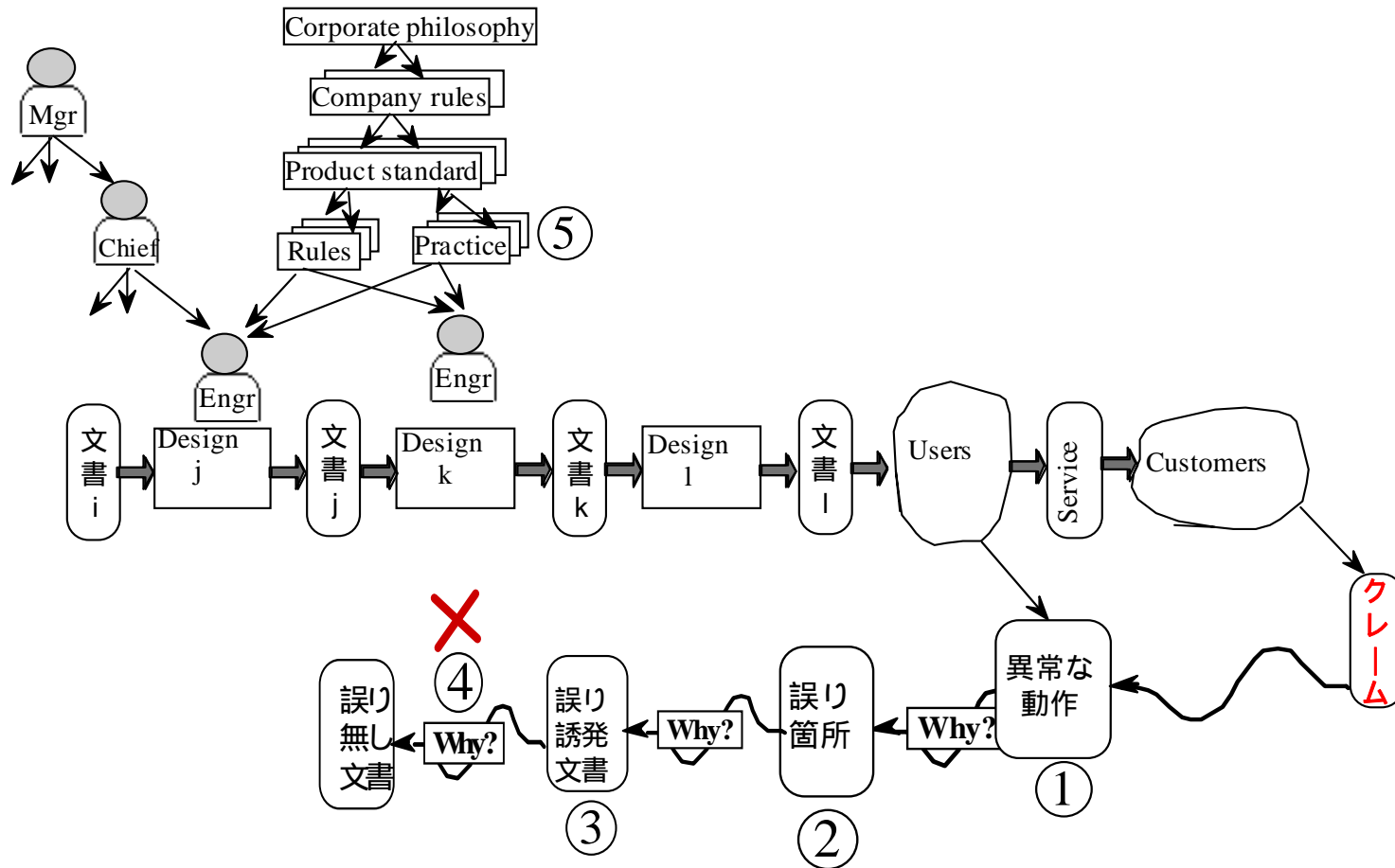
- 誤りは定率で作り込まれる
経験則

- **誤り作り込数**
= **机上抽出 + テスト抽出 + 現場**
殆どの資料は机上抽出を無視

- 負の指数的な減衰
定率の減衰
机上チェックやテストは
誤りの定率減衰器
簡単な負の指数的(定率)な減衰



3. 誤りの特性 誤り作込工程と利用



統計は，対策処置をし易いようにとる．

後ろの出力には誤り発生原因になる文書/記述があり，前の入力文書/記述にはその兆候を持たない工程が，誤り作り込み工程である

TQMの品質向上努力の全社的(水平垂直両方向の)蓄積が，

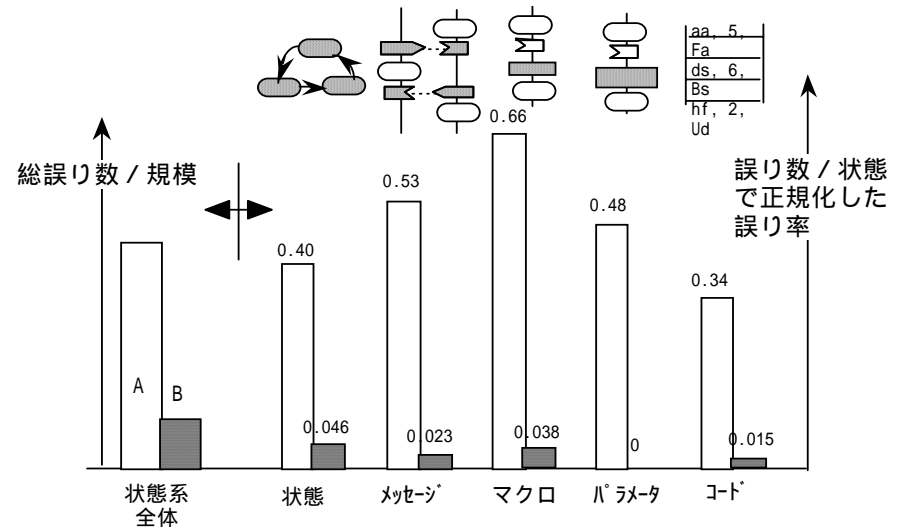
(feedbackによる進歩が)日本半導体/自動車等の世界進出を可能にした 2005 河野

3. 誤りの特性

チェック方式

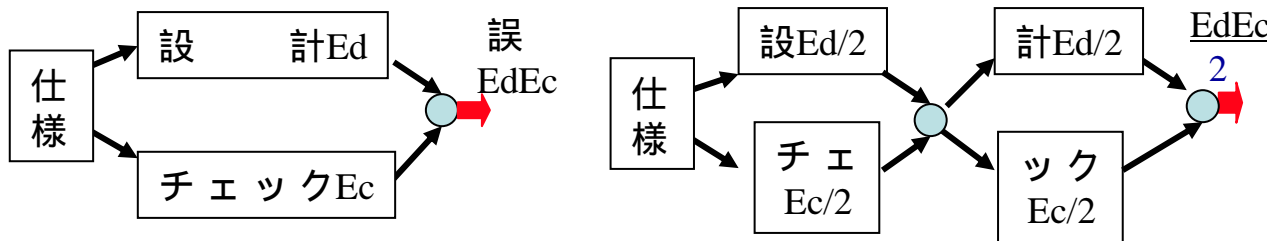
経験則

数学/物理系の答えは、
小さなステップ毎に書きなさい
必ず念入りのチェックをなさい



2ビット/システムの系で、1ビット毎に大差発生

設計の誤り率を E_d , チェックの第II種(不正正)の誤り率を E_c とする



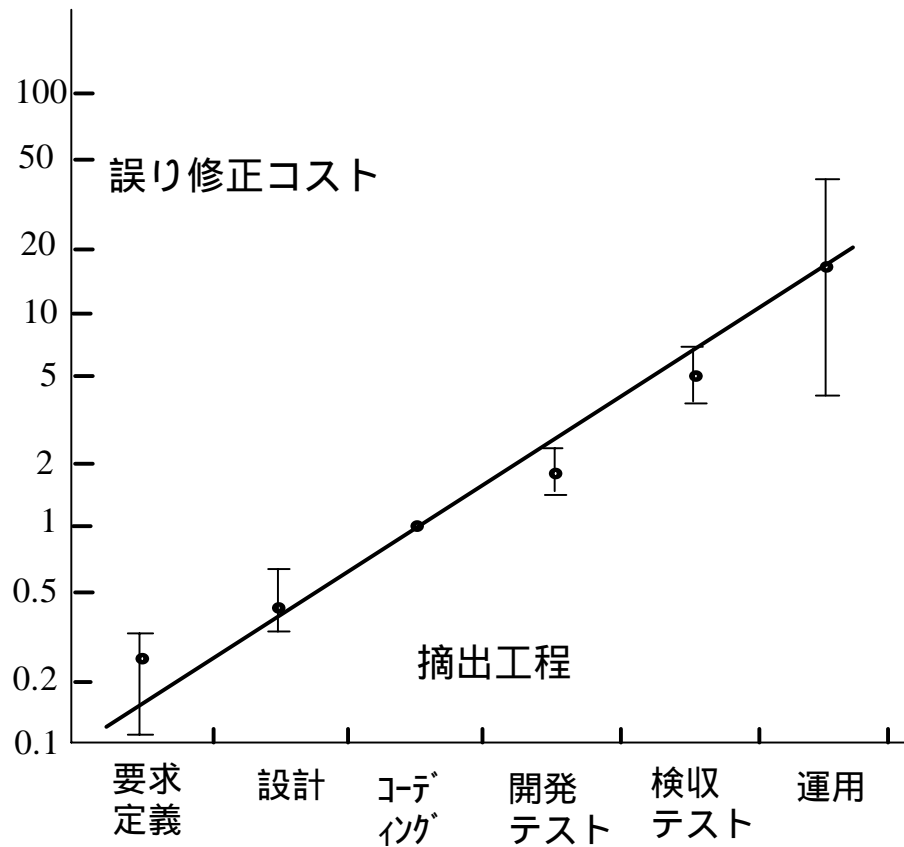
- ・ M等区分なら 1/M倍化する
- ・ 心理的には チェックが容易になる

全体でチェックすれば 2等分してステップ毎にチェックなら、
残留誤は E_c 倍に低下する $E_c/2$ 倍。 M区分で1/M倍化する

工程を細分化して毎度確認することで、品質は向上する

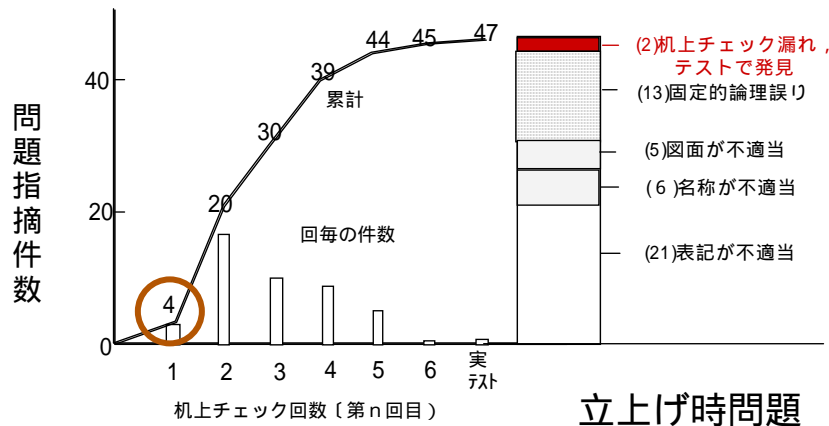
4. チェックとテスト 机上チェック

Boehm 誤りは早く摘出する程，損失は少ない。
1 工程遅れる度に損失は約2～倍増える。

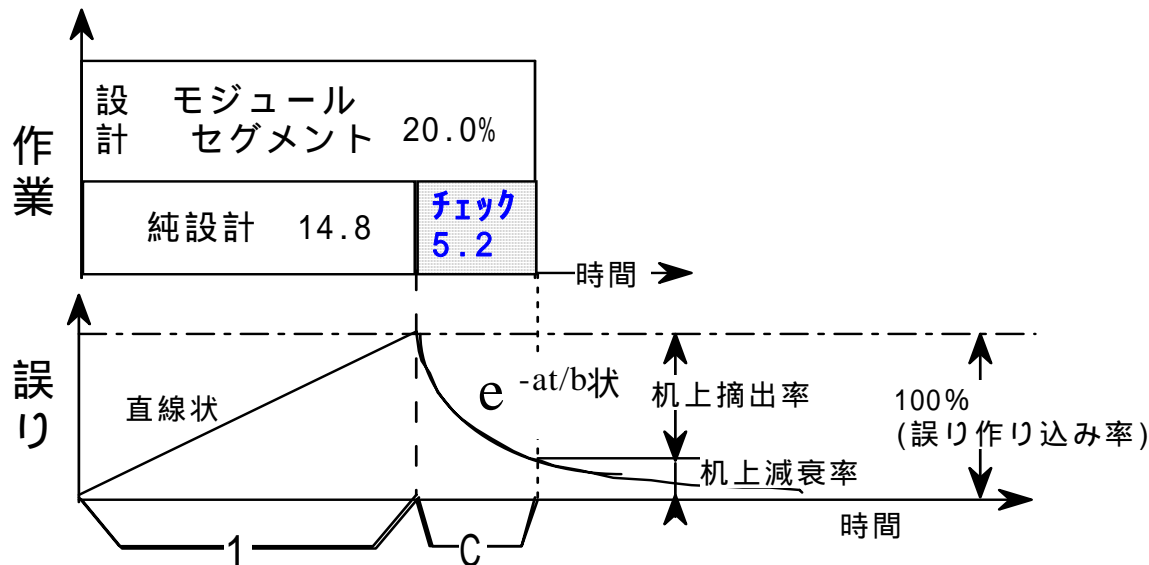


しかし，しんどい！

4. チェックとテスト 机上チェックの監視



$$\text{チェック工数比 } C = \frac{\text{机上チェック工数}}{\text{純設計工数}}$$

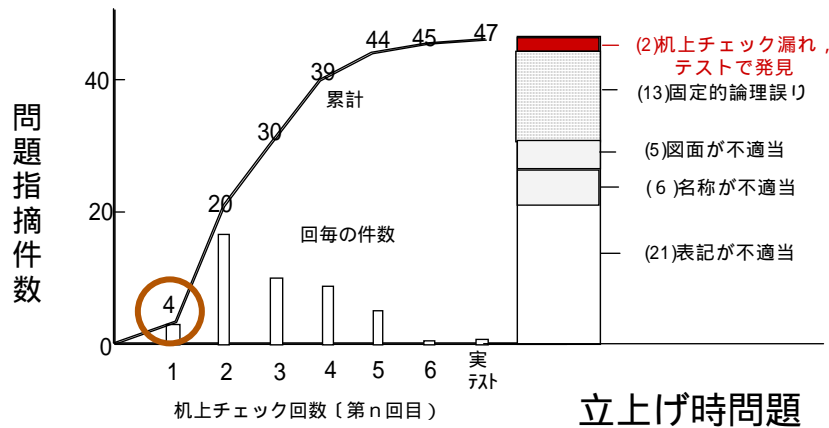


$$\text{机上(チェック)抽出率} = \frac{\text{机上チェック抽出数}}{\text{作込み誤り(総)数}}$$

$$\text{机上(チェック)減衰率} = \frac{\text{作込み誤り(総)数} - \text{机上チェック抽出数}}{\text{作込み誤り(総)数}}$$

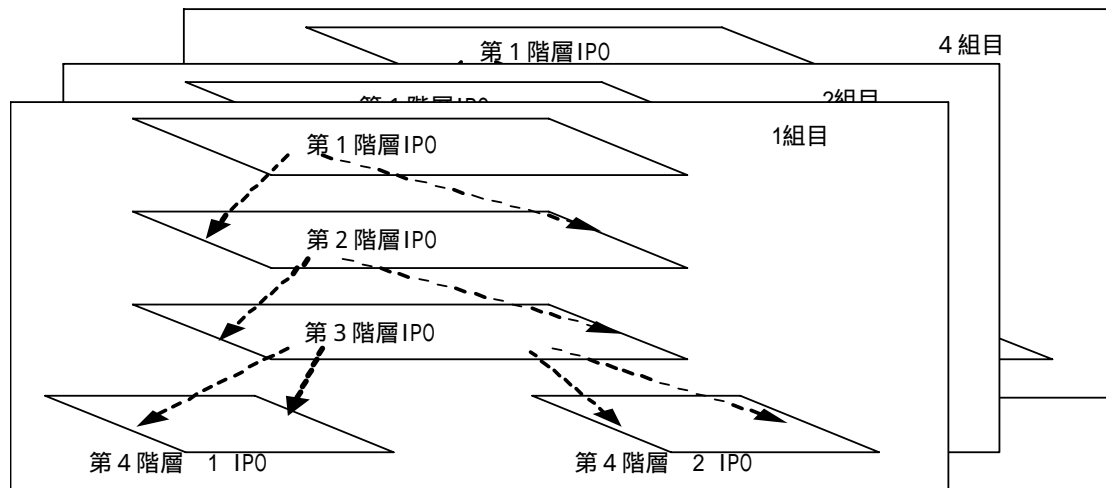
机上チェック減衰常数は、チェック工数比Cと机上(チェック)減衰率から求まる
机上チェック工数を与え、抽出目標誤り率/数を示し、フォロー、次は訂正内容精査

4. チェックとテスト 机上チェックの監視

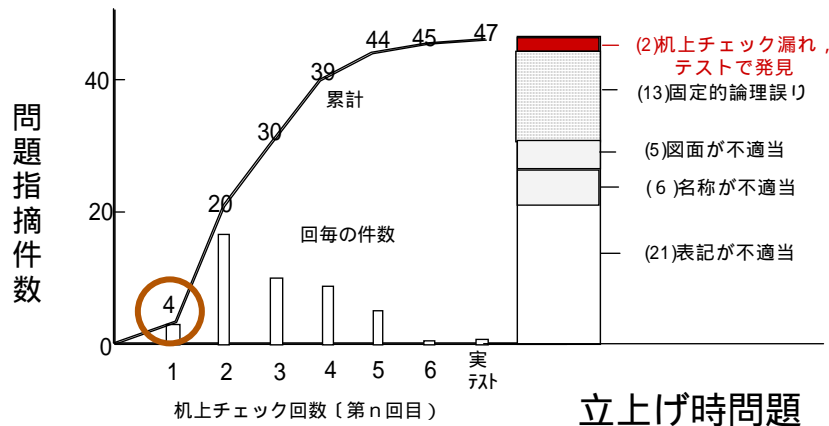


統合知的CASEツール
 単位DFDを貼付ける
 学部4年 標準+

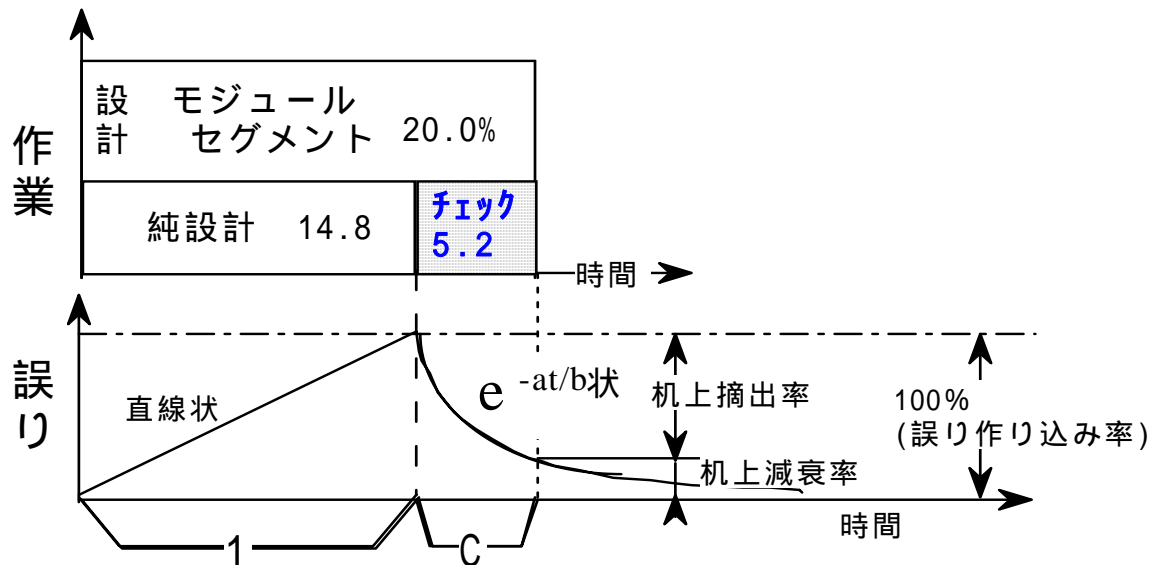
全体は
HIPO



4. チェックとテスト 机上チェックの監視



$$\text{チェック工数比 } C = \frac{\text{机上チェック工数}}{\text{純設計工数}}$$



$$\text{机上(チェック)抽出率} = \frac{\text{机上チェック抽出数}}{\text{作込み誤り(総)数}}$$

$$\text{机上(チェック)減衰率} = \frac{\text{作込み誤り(総)数} - \text{机上チェック抽出数}}{\text{作込み誤り(総)数}}$$

机上チェック減衰常数は、チェック工数比Cと机上(チェック)減衰率から求まる
机上チェック工数を与え、抽出目標誤り率/数を示し、フォロー、次は訂正内容精査

4. チェックとテスト テストによる監視

各点の座標(x, y)

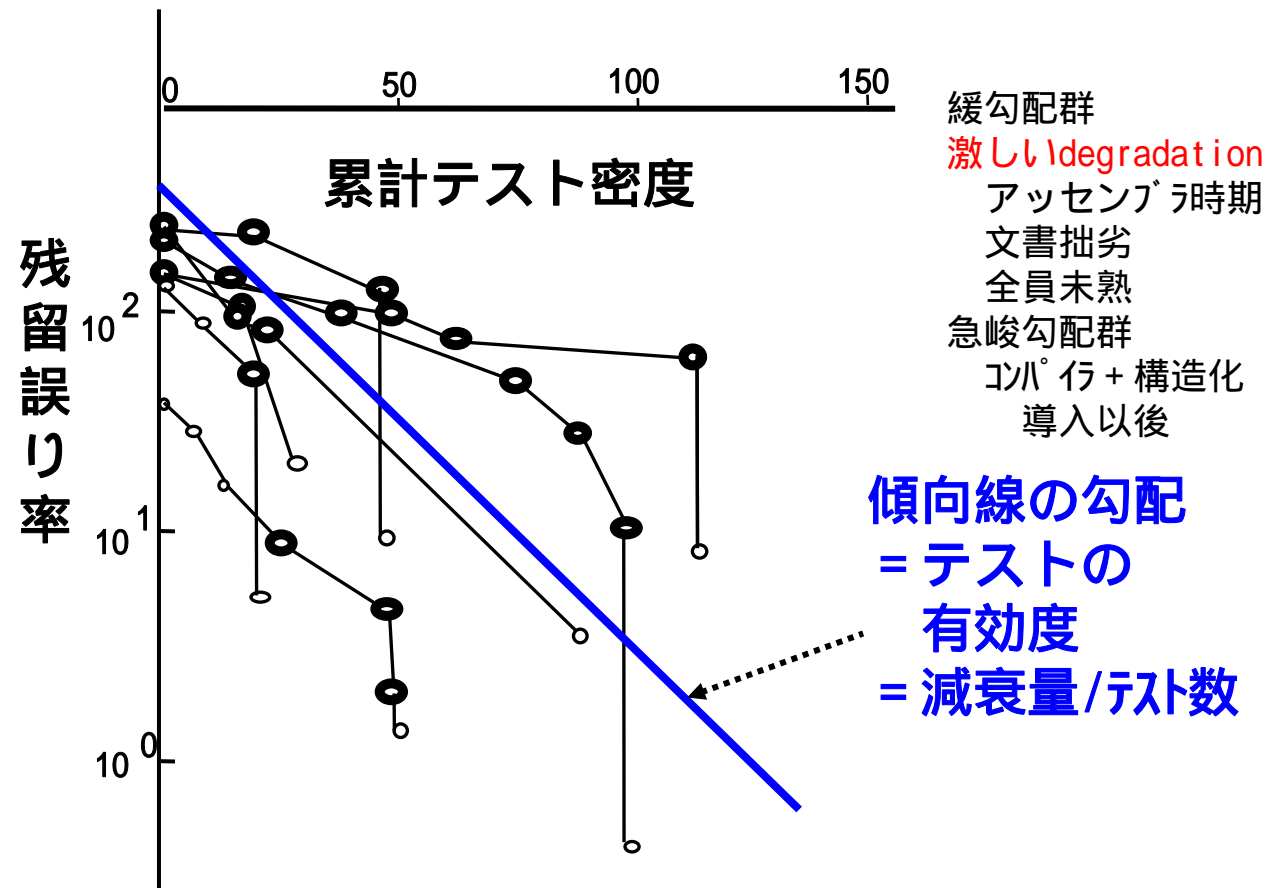
最右端 総テスト密度, 出荷品質

次 X: (総-最終)テスト密度,

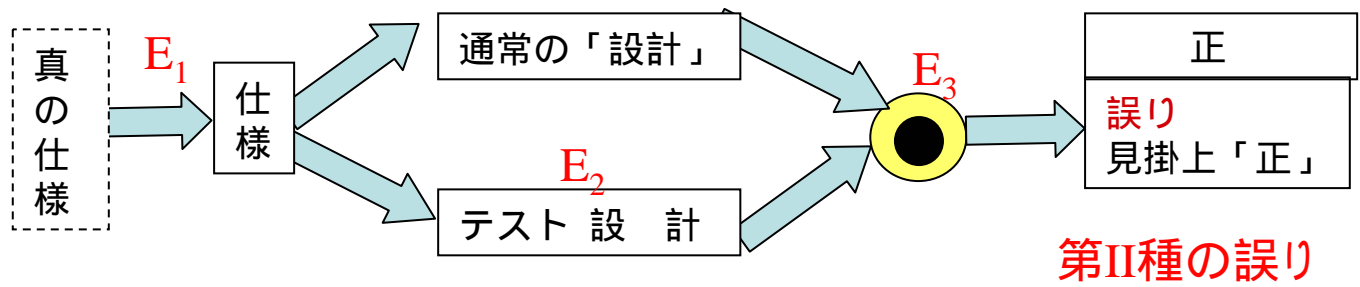
Y: 出荷後-最終テスト抽出

.....

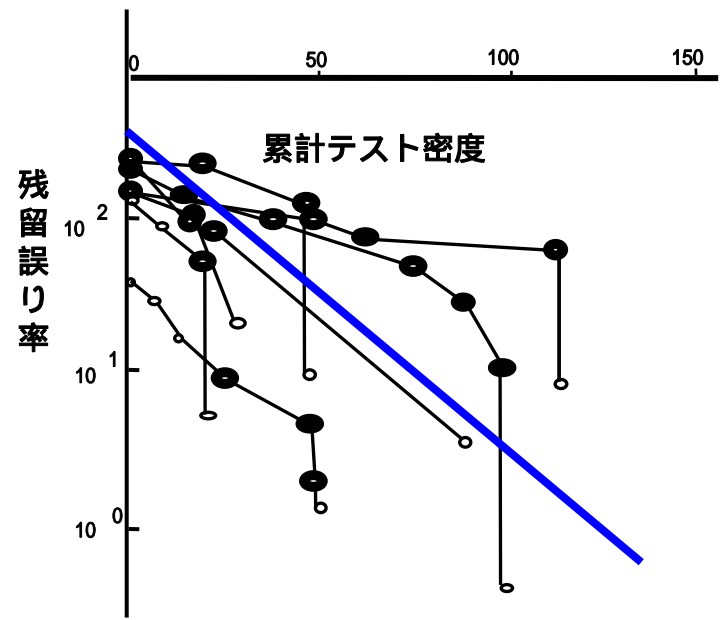
最左端 x=0, Y=テスト開始時品質



4. チェックとテスト テストによる監視



誤り率は
 \times (第II種誤り率)
 に低下する



4. チェックとテスト テストによる監視

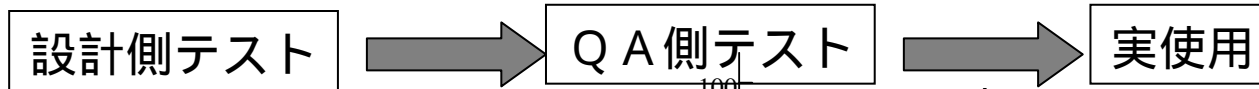
渡辺宏正博士 ハード製造品質と稼働品質は相関がある 電電品質向上に貢献

残留誤り数比

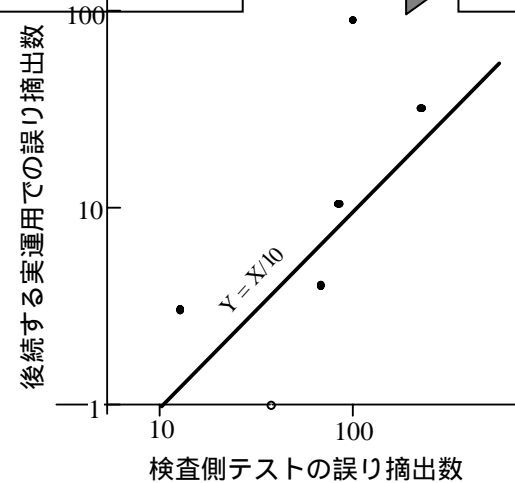
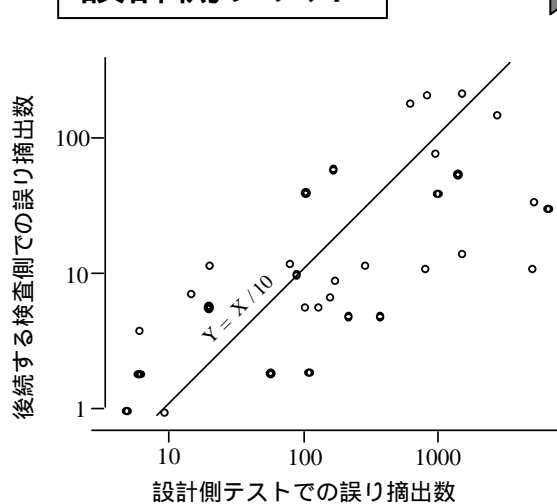
$E_{\text{設計テスト}} = 100$

$E_{\text{QAテスト}} = 10$

$E_{\text{実使用}} = 1$

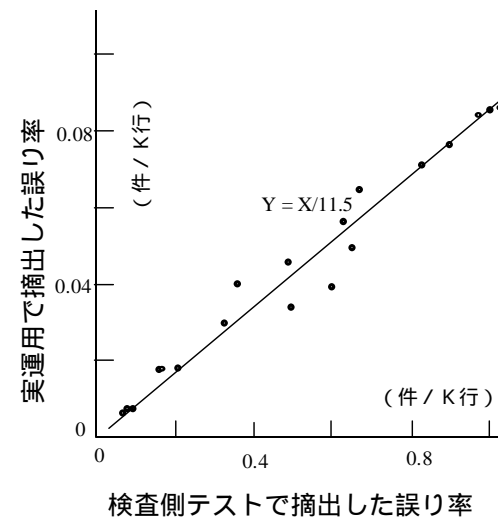
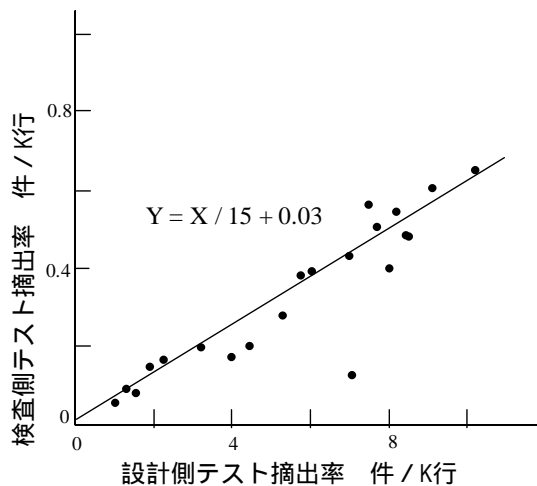


ソフトでも
同じでは？



事業所内
各種sys
工程が
バラつく

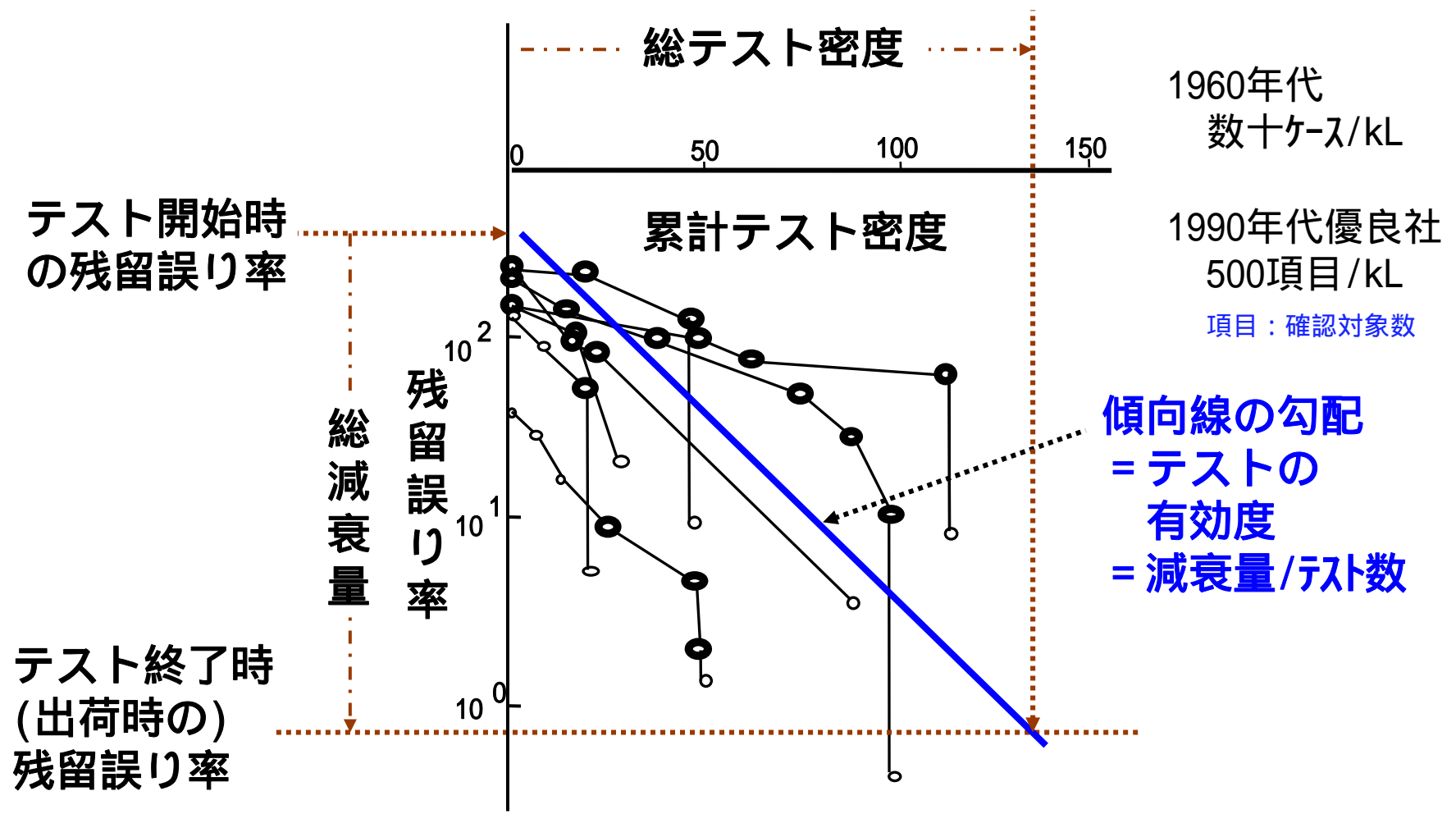
渡辺順平博士



1部内
1製品系列

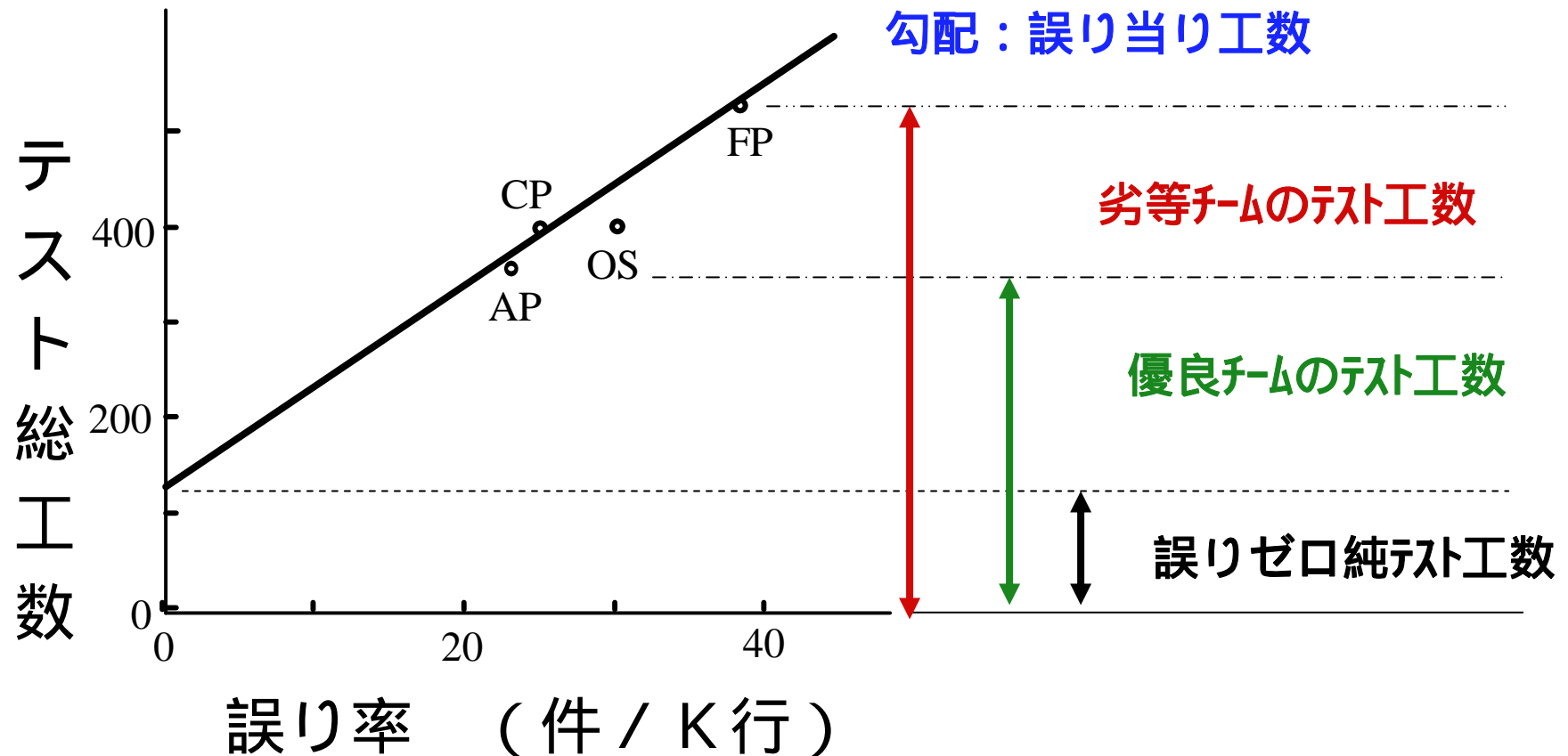
渡辺氏論文より

4. チェックとテスト テストによる監視



要求品質を達成する為のテスト数の設計が出来る
監視は誤り累計曲線の予定/実績により，変更内容を精査

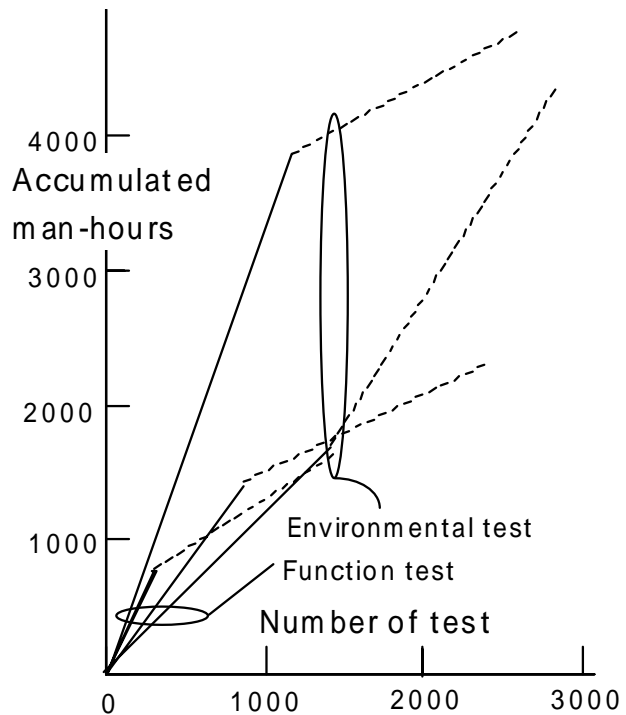
4. チェックとテスト **テスト工数**



$$\text{テスト総工数} = \text{テスト当り工数} \times \text{テスト数} \\ + \text{誤り当り工数} \times \text{誤り数}$$

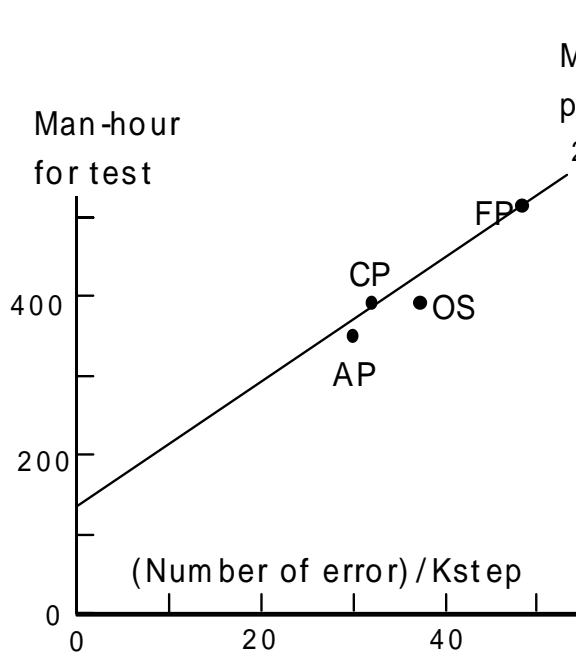
各工数は，更に要素とその工数に展開する．各項について合理的に行う手段に交代させれば(process improvement)生産性や品質が向上する．

4. チェックとテスト テスト工数求め方の例



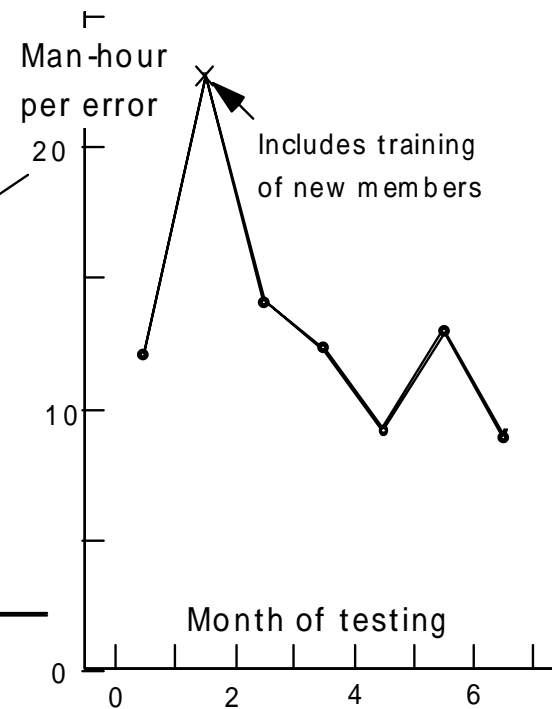
a. Very high quality case

高品質グループ



b. Medium quality case

中品質グループ



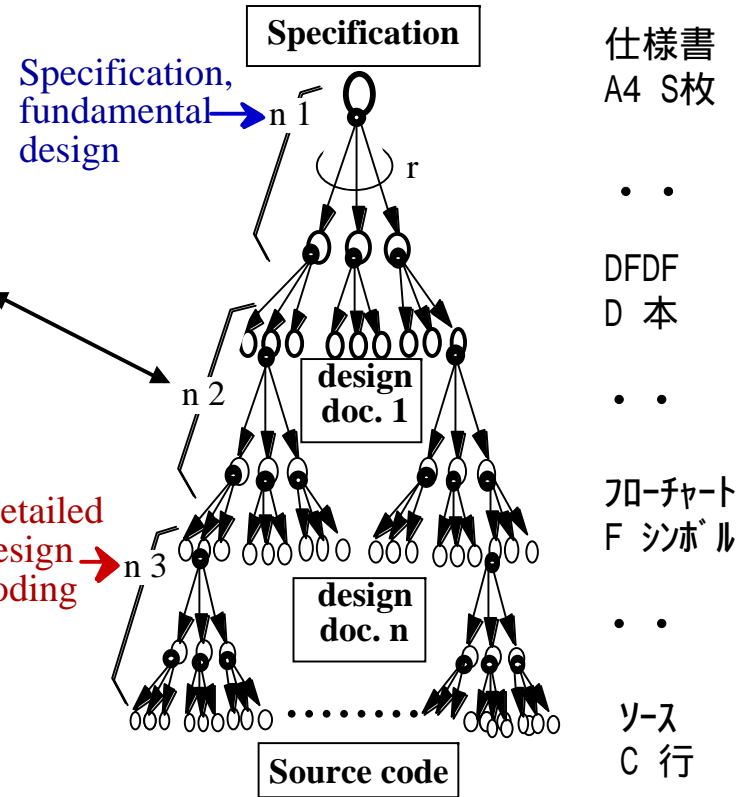
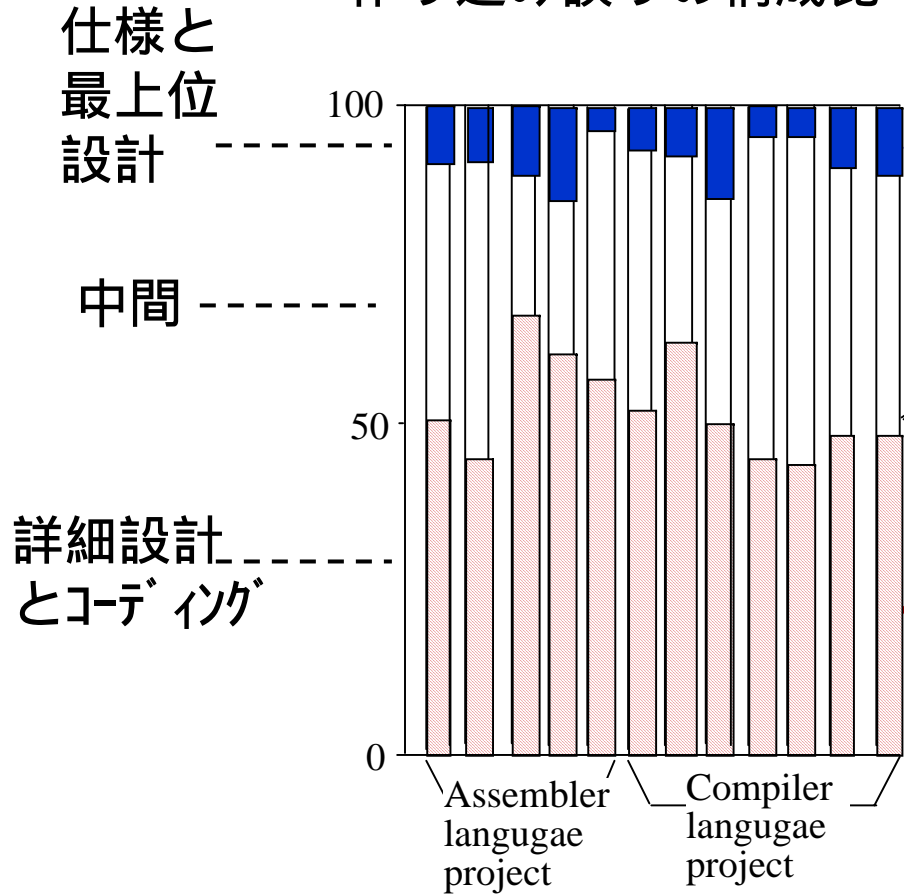
c. Very low quality case

低品質グループ

4 . 総合特性

内部構造と線形性

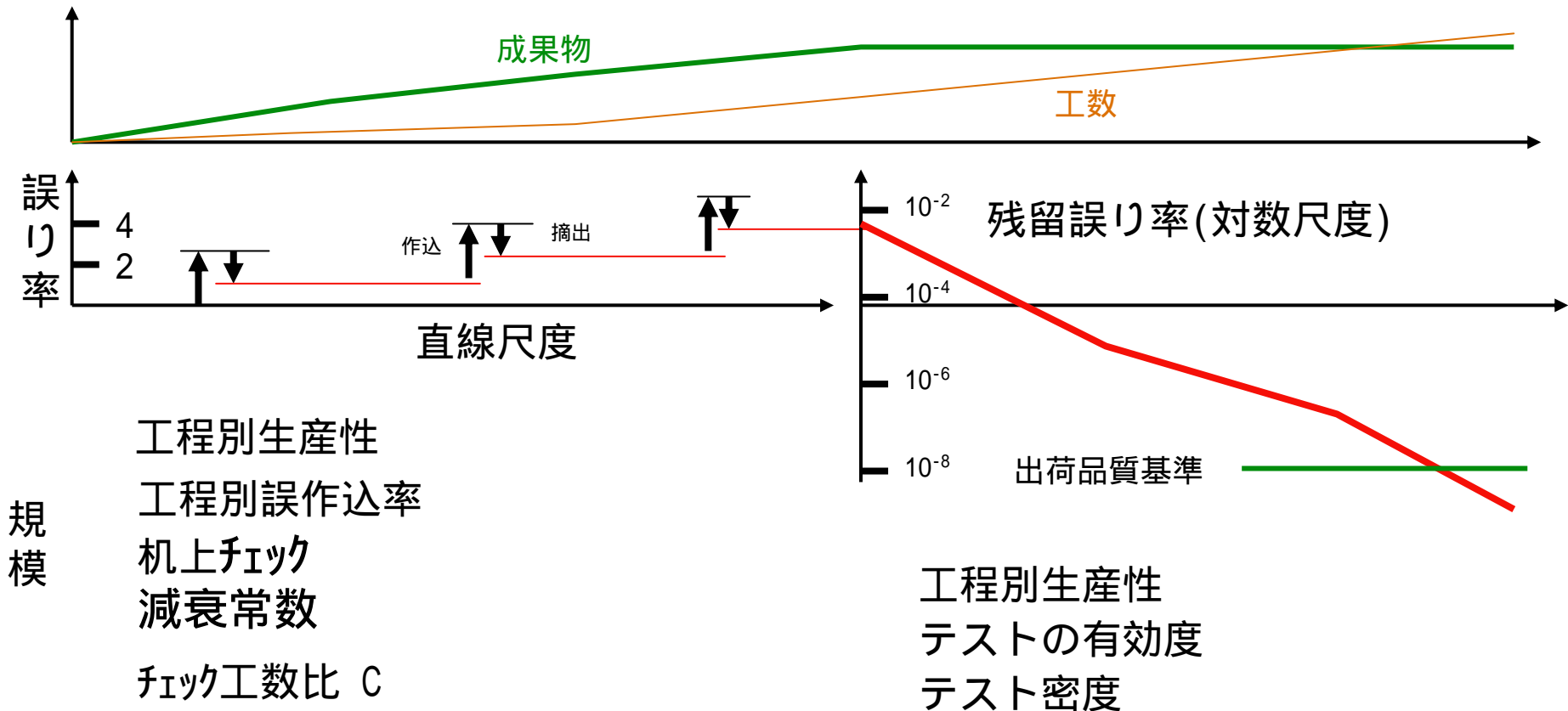
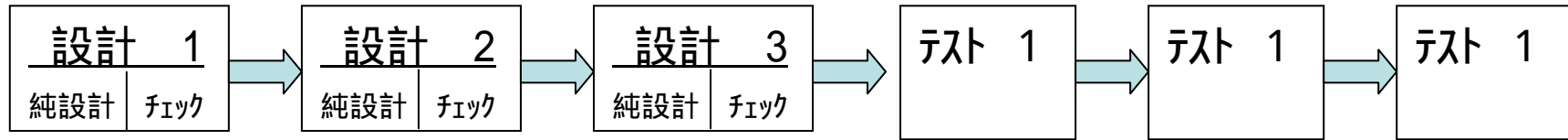
作り込み誤りの構成比率



階層展開網モデルで理論上の定量的な評価が出来る

4. 総合特性

定量的計画と定量的監視



全て、定量的な根拠から計画を作り、定量的に監視する
 次には、詳細な技術面に肉薄して行く。工程の技術は方法論で中に入らない

4. 総合特性 定量的計画と定量的監視

- 開発の実務面では、通常の実務で合理的に達成できる筈の（業務に見合う）工数～環境を与えることが前提条件

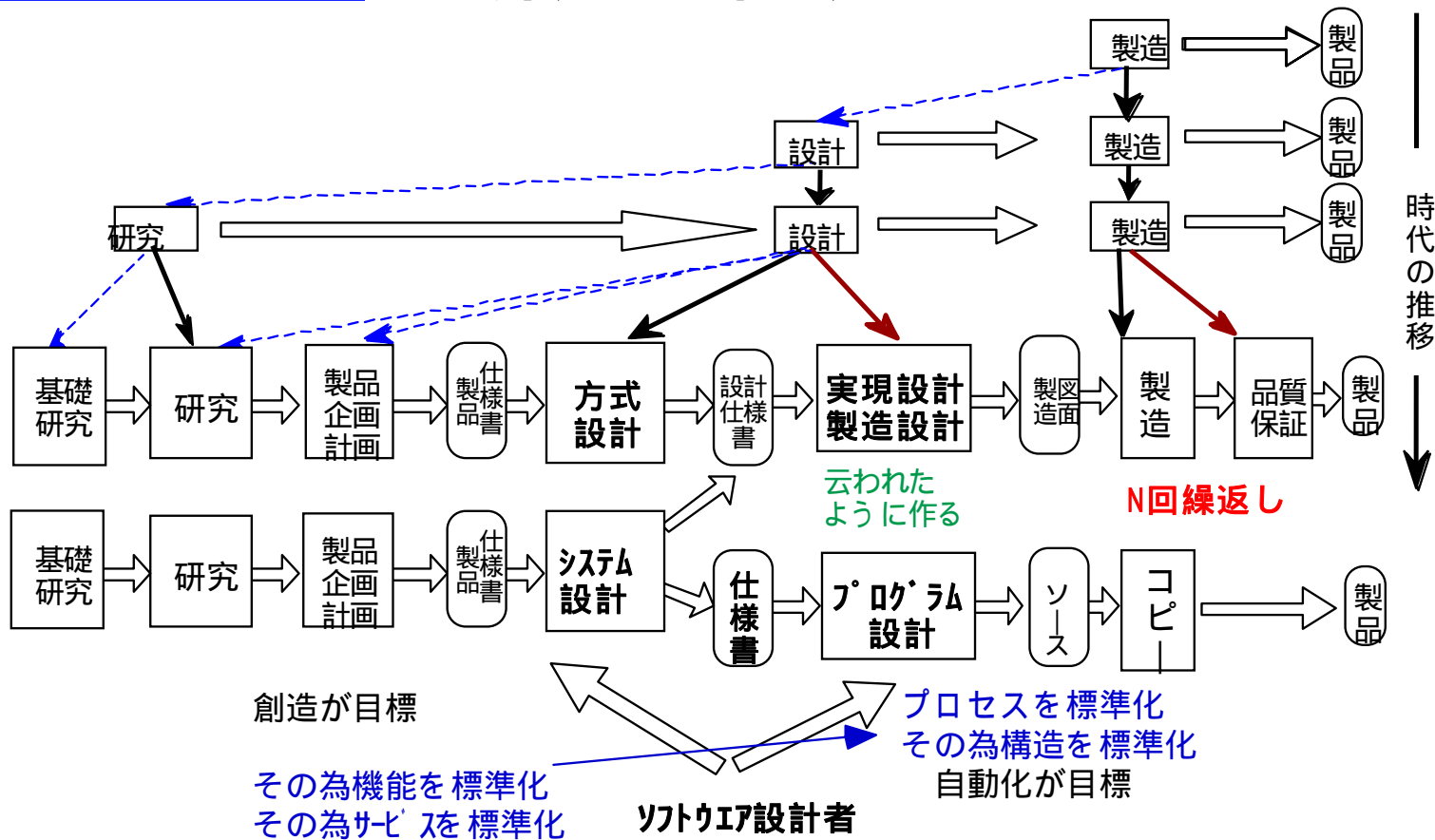
日本では欧米に遥かに遅れ、第2次大戦後に科学的な管理手法であるIndustrial Engineeringを学んだ。1960年代に標準時間制が普及したが、組合側はこれで組合員をムラムリムダから保護できると考え受入れたことによる。この参画が、自ら学習して合理化に協力する人々を産み、他国に見られない産業の興隆を実現し、今は途上国に移転中。

- 工程の学問は、一般に云う工学であって、学問としての工学ではない。
工程は、意のままに生産を管理する手段である。（学問的が先ではない）
工学の目的は世界社会産業個人に豊かさを与えること、原点は現物現場現実にある。
- 工程の進歩と共にレベルは向上する。如何にレベルを設定するかは経営問題。
レベルの向上と共に、その必要から計測の定義や方法は進歩し、バラつきも減る。
計測される特性値（生産性等）はこの手段で、汎用的な常数は存在しない
- 通常起こりうるトラブルに対処するマージンも見込んだ、通常の実務で合理的に達成できる（定量的な根拠あることが望ましい）計画を立てる。以降は、全員が進捗を監視し、問題あれば俊敏（アジャイル）に速やかに処置して当初計画に戻す。

製造会社ではモラル（志気）を重んじ、製造部署は高いモラルに支えられた人達が懸命に働いている。現在は先端R&D部署がこのように転化しつつある。

- 計画に当たっては、確実に旨とする。現状以上にきつくするには、確実な生産性や品質の向上策を要する。（無理やりやらせるのではない）
プロジェクト終了後には、必ず定量的に評価して、問題箇所を洗い出し改善対策を立案し、可なら次の計画に織込み、問題あれば別途研究する。
- 定量性があり定量的な計画なら整然と実行が可能で、定量的な監視で完遂できる。

4. 総合特性 研究と開発



歴史の示す所，上流以降は生産性/品質重点に進歩し，新しい分化は，より上流に向けて行われる。

ここでの計画や監視は，既に産業界/学界を通じて定説化済。

5 . むすび

ハードウェア製造 ソフトウェア作業
Industrial Engineering 経験的ソフトウェア工学

システム作業
システム工学

人 間 知 能
自 然 界 の 法 則

5 . むすび

- 情報系は，productは純論理，processは純人手である特殊性がある
機械系はゼロから出発したから，productもprocessも雑物交じり
電気系は機械の後から出発し，productは寸法の制約のみ，processは機械系にオンブ
- 機械系のprocessは，何でも付合わねばならないから，汎用的なプロセスの技術 Industrial Engineeringが発展した
- 部品/ハード からソフト/システムを経験し，R&D,製造から事業管理を経験し，根底に共通性があることを確信するに至り，本報告のような人間知能に基づくprocess論を作ってきた．
- 現時点では実体から帰納した仮説であり，更になすべきことは多々ある
本報告はこれらの観点からの報告に過ぎない．よくご検討ください．
- EASEプロジェクトは，経験的ソフト工学の恵まれた環境に育った人々が人とのインタフェースを作り，中を覗きこもうとしている．
- 更に実態に触れるチャンスがある．この好機を活かして下さい．

ご参考になればアドバイザーとして幸いです．

ご参考

1. ご意見やご質問はご遠慮なくお伝え下さい。 Koono@vesta.ocn.ne.jp Phone: SOHO 0466-81-6872
2. 詳細は（不十分な所がありますが）下記の報告にあります。
 - (1) 河野，陳，人の設計知識構造と定藍]価(1/2), 信学技報 KBSE2003-57, pp. 67-72, (2004-3)
 - (2) 河野，陳，人の設計知識構造と定藍]価(2/2), 信学技報 KBSE2003-58, pp. 73-78, (2004-3)前者には人の設計の知のメカニズムが，後者には工程の知のメカニズムが説明されています。経験的ソフトウェア工学に属する原資料は，1976～2000のIEEE COMSOC国際会議資料です。Pdf化中ですが，1，2項文献の末尾をご参照の上，ご要求くださればお送りします。人の設計知識の詳細は，陳，Abolhassani両博士の学会誌論文にあります。Pdf化が進んでいます。
3. Industrial Engineering, IE の著書が欲しいのですが，現在ある本は現場の作業者向けです。しかし，TQM関係には「QC七つ道具」など実験の整理に有益な本があります。JUSE, 日本規格協会のHPをご覧ください。ソフトウェア作業の合理化推進に，IEの先生方に入って戴ける方を探索中。
4. これまでのソフトウェアプロセス論と大きく違うことは，以下が挙げられます。
 - ・工程を成果物/文書/図面（の一部）で区切り，因果関係を遮断することです。ハード製造では，現物が実在するので，所謂工程の簡単な性質で用が足ります。IEの本には工程の基本的性質が余り示されていません。
 - ・工程をあるがままに受止め，工程の目的とか価値感を持ち込むことをしません。それは工程は，何にでも使える性質があり，価値観は場合により異なるので，あるがまま AS-IS に進化したと思われます。
 - ・極力簡単に簡単にと，野蛮とも思える近似～仮説で進めます。簡単でなければ現場では使われず，現場での計測は余り精度/確度は一般に高くありません。簡単な要素に展開を続けた結果，ハード製造等と一致する所に到達できており，また，簡単なルールに帰着できています。COCOMOが次第に複雑化し専門家でなければ使いがたくなったり，CMMのあるべき姿はそのまま一般に示しても実行できる見込みがなく評価者用資料として複雑なものになっているのです。

