



開発文書品質の研究と課題 —長野高専寄附研究部門での取組み—

システム開発文書品質研究会 第2回研究会

2011年11月9日

長野工業高等専門学校 地域共同テクノセンター
寄附研究部門 制御システム開発研究部門(ミマキエンジニアリング)

藤田 悠

自己紹介

経歴

- 2006年から信州大学全学教育機構にて
イーラーニングシステム構築やコンテンツ作成に従事
- 2009年から長野工業高等専門学校地域共同テクノセンター
寄附研究部門 制御システム開発研究部門(ミマキエンジニアリング)の活動に従事

活動内容

- 組込みソフトウェア開発文書を「診断」する「文書診断法」の
体系化を行っている
- 文書を「治療」するために、企業の技術者を対象にした
研修を行っている

目次

- I. 長野高専寄附研究部門の概要
- II. 文書診断の「診察」から「治療」まで
 - 1. 「診察」する方法
 - 2. 「判定」する方法
 - 3. 「治療」する方法
- III. 文書診断法の課題と対策
 - 文書診断法の課題
 - 技術文書の品質属性と文書の記述

I. 長野高専寄附研究部門の概要

寄附研究部門 制御システム開発研究部門 (ミマキエンジニアリング)

株式会社ミマキエンジニアリング(長野県東御市)からの寄附により, 地域共同テクノセンター内に寄附研究部門「制御システム開発研究部門(ミマキエンジニアリング)」を設立.

 長野工業高等専門学校

地域共同テクノセンター

 : エムデス
制御システム開発研究部門
(ミマキエンジニアリング)

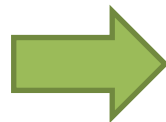


組込みソフトウェアの品質および
生産性を向上させるための研究を行う

長野高専 寄附研究部門

長野高専
寄附研究部門

開発文書の提供
研究・研修の反響

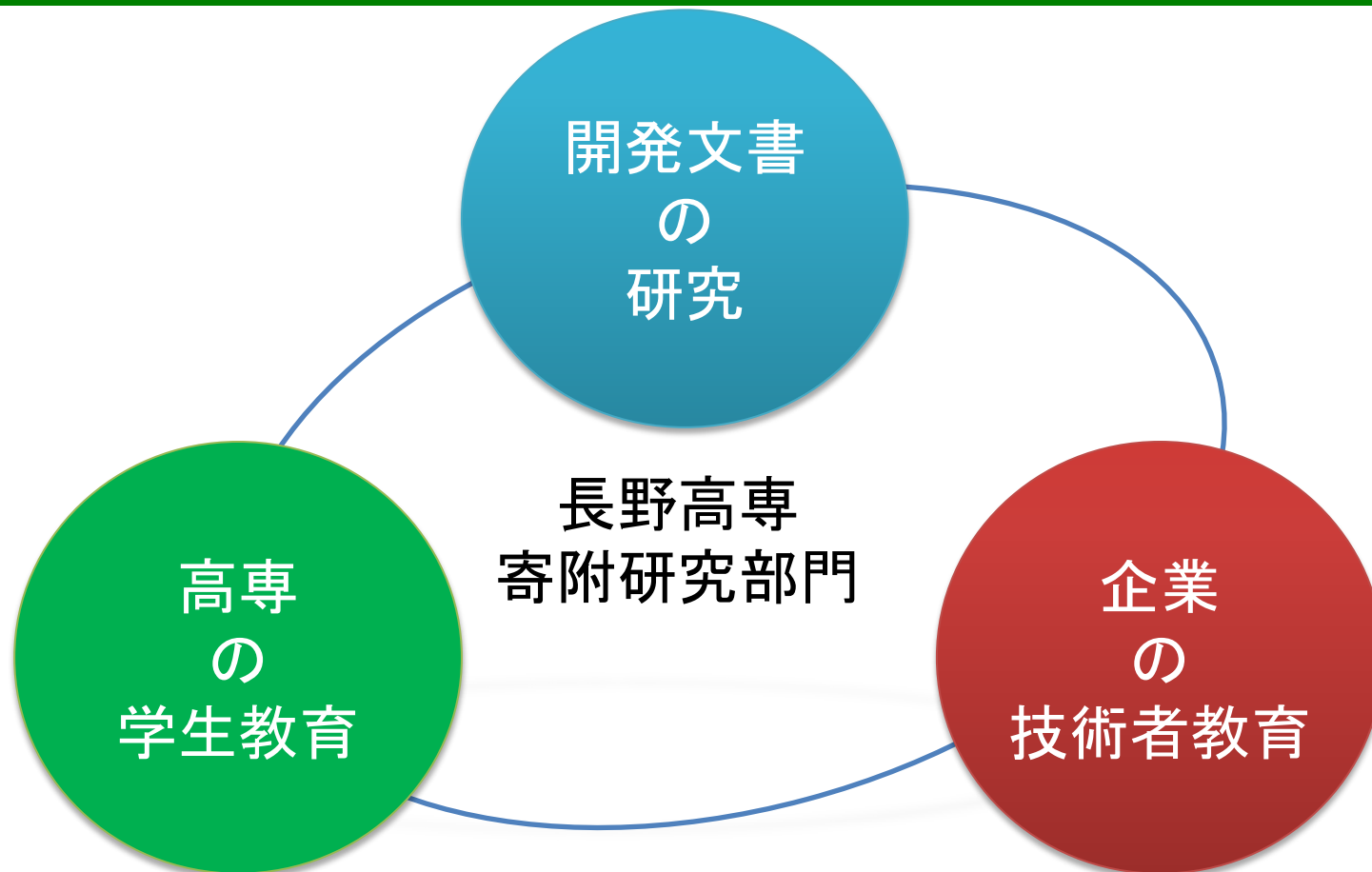


研究の適用
研修の実施

(株)ミマキ
エンジニアリング

研究の実施とその研究の実証において「産」と「学」で連携する

寄附研究部門の研究と教育



研究と教育を両輪にして進める

(株)ミマキエンジニアリング

- 製品
 - カッティングプロッタ
 - インクジェットプリンタ
 - モデリングプロッタ
- 適用
 - 広告, 看板
 - 工業製品
 - 繊維, アパレル



ファームウェアと呼ばれる

組込みソフトウェアが組み込まれている

→品質を向上させ, 生産性を向上させる必要がある

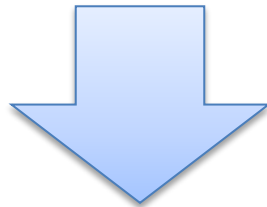
開発における問題

- 担当機種や所属部門が変わると、ファームウェアの構造を理解しなおさなければならない
 - 文書化による開発基盤が出来ていない
- 同様の機能を機種ごとに開発している
 - 部門間の情報共有が図られていない
- 設計の理由や考え方が伝わらない
 - 設計の過程や理由を文書化していない

- ドキュメントによるファームウェア開発環境の整備
- 文書を書くことによって開発のムダを減らす

開発文書から問題を洗い出す

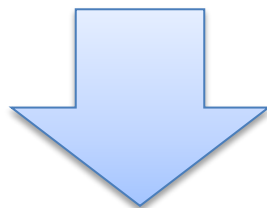
開発文書に開発上の問題が
表れているのではないか？



「文書診断」
をしよう

文書に含まれる問題に取り組む

文書の問題を直すことで、ソフトウェアの品質が高まるのではないか？



「技術者教育」
をしよう

1. 「診察」する方法
2. 「判定」する方法
3. 「治療」する方法

II. 文書診断の「診察」から「治療」まで

医療の診断の対比としての文書診断

診断

診療

診察

検査

人手による内容に
踏み込んだ精査

ページ数や
構文解析など、
機械的な分析

判定

文書の病名
を決定

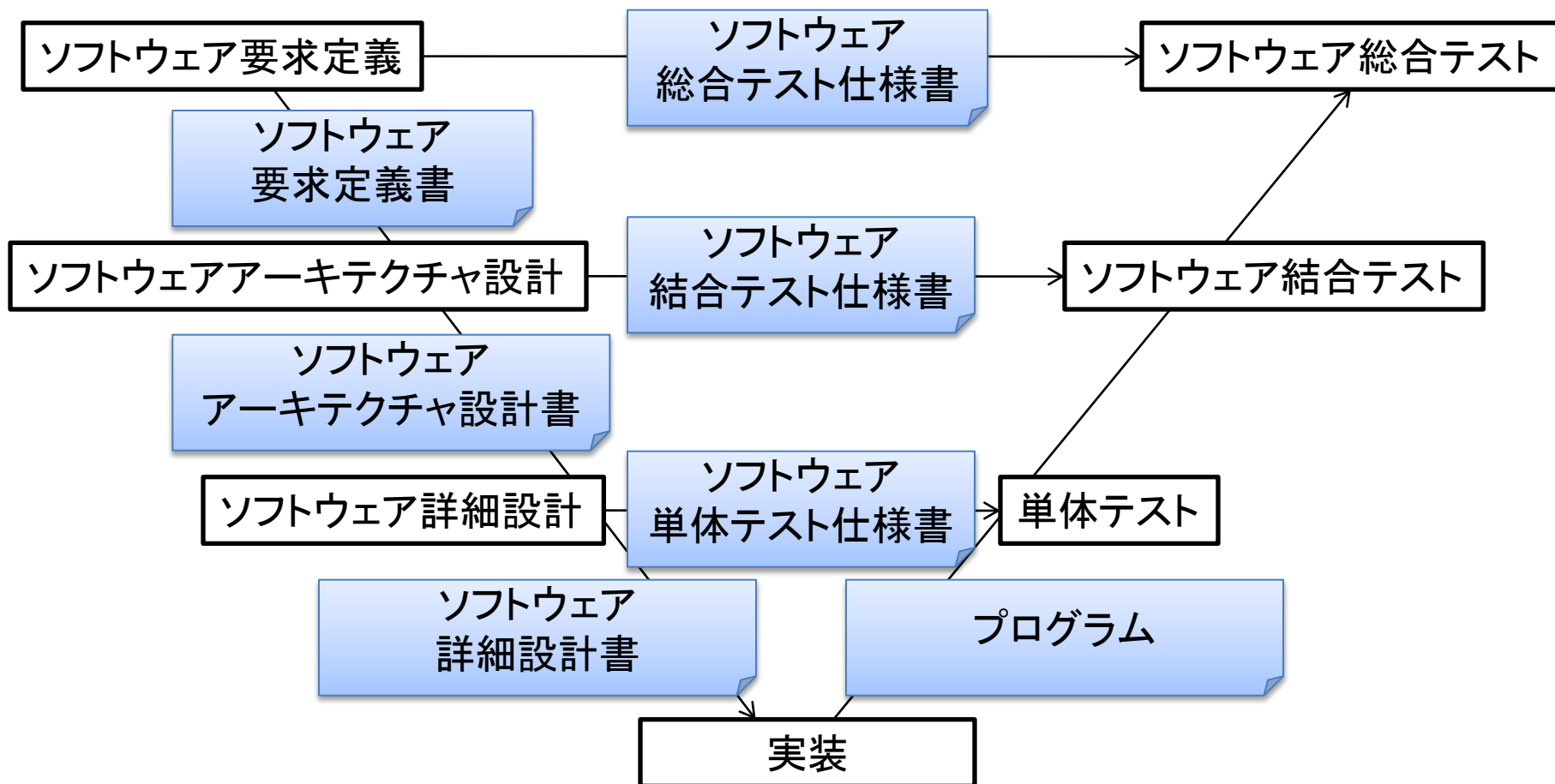
治療

ライティング基礎教育
プロセス見直し
コミュニケーション教育

ライティング教育
文書改訂
開発プロセス構築
レビュー改善

予防

診断の対象とする文書の種類



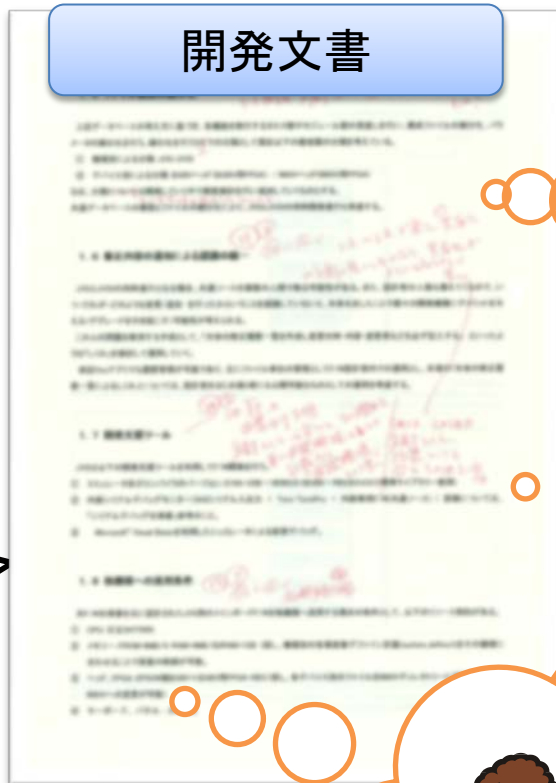
開発工程の成果物全般を対象とする

第三者による診察でわかること

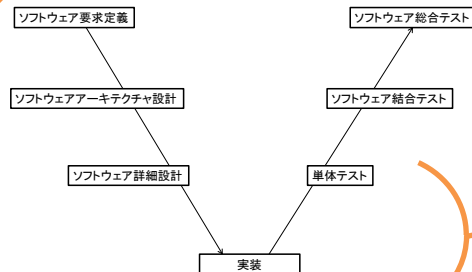
第三者の診断者



開発文書



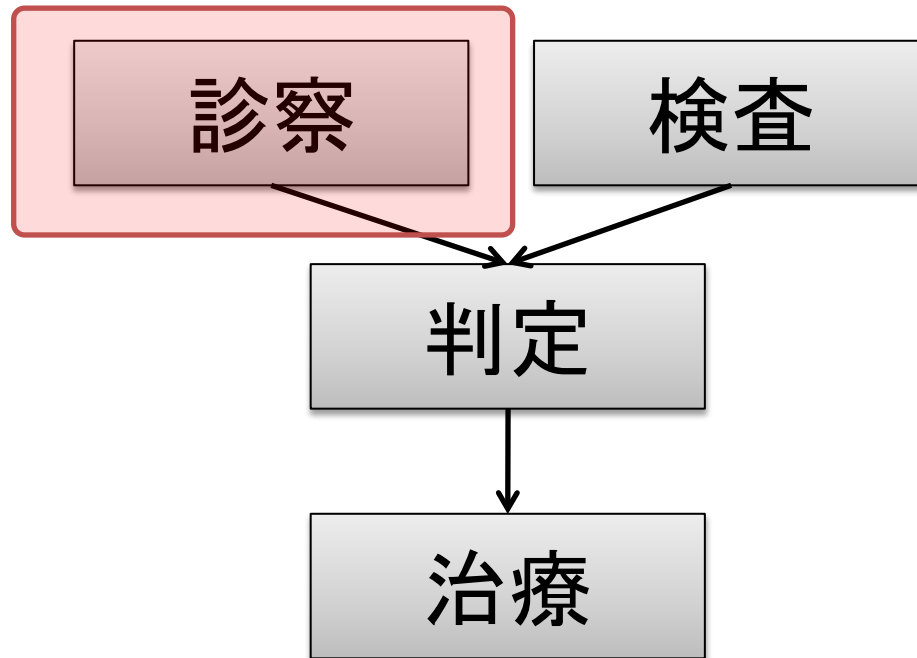
技術者の問題



プロセスの問題



組織の問題



ソフトウェア開発文書の 品質を表す評価指標

文書を診察する観点

開発文書観点

技術文書観点

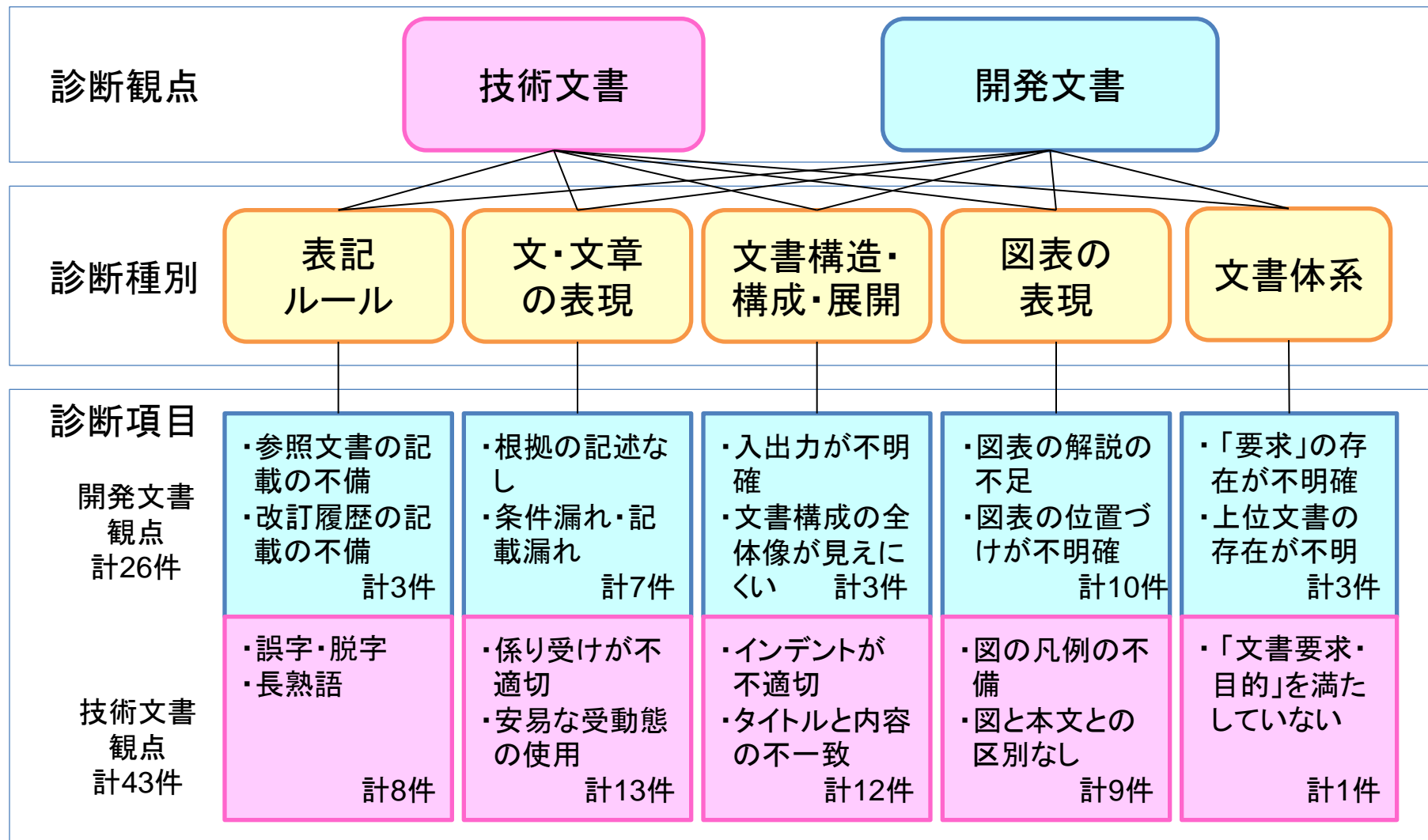
開発文書観点

開発の工程を担う文書としての役割を果たす文書化がなされているか

技術文書観点

技術文書として適切な文書記述がなされているか

文書診断に用いる指標の構成



文書診断例(1)

技術文書観点の指摘例(あいまい表現)

読み手に推測をさせてはいけない。複数の意味の取り方が考えられる。

機能とインターフェースを明確にして、アクセス方法をルール化、単独変数の乱用を防止する。

1. 「アクセス方法をルール化」することで、「単独変数の乱用を防止」する。
2. 「アクセス方法をルール化すること」と「単独変数の乱用を防止すること」を行う。
3. 「アクセス方法をルール化すること」と「単独変数の乱用をすること」を防止する。

文書診断例(2)

開発文書観点の指摘例(開発上の表現の不足など)

『ノズル抜け検出ユニットF/W仕様書』における記述:

1. 概要

本仕様書は、ノズル抜け検出ユニット(NCU)のファームウェアに関する仕様を記述する。

NCUはインクの詰まりを検出するユニットである。

1.1 製品特徴

.....

- 「概要」という章タイトルが適切か
⇒NCUの概要ならば、「NCUの概要」とすべき。
しかし、その内容が冒頭の章にあるのは考えにくい。
- 文書名をそのまま反復している
⇒不要な記述。
本文書の概要ならば、記述するF/W仕様の全体像を簡潔に表す。

診断対象開発文書

- 産業用大型プリンタ向けソフトウェア
- 全6冊, 110ページ, 74387文字
- 目次, 表紙、図・表なども診断対象

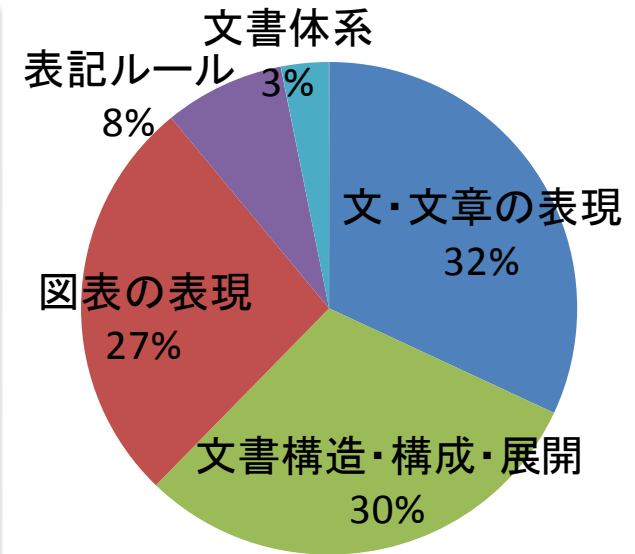
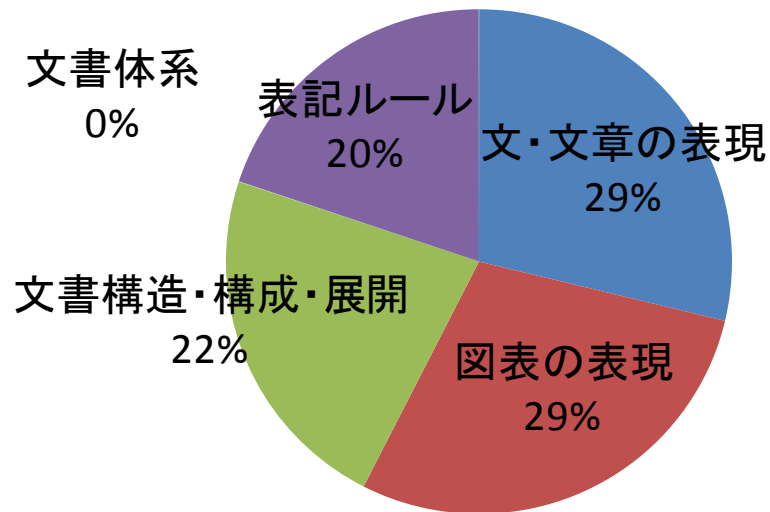


文書診断結果（種別ごとの割合）

技術文書観点
292件

合計483件

開発文書観点
191件

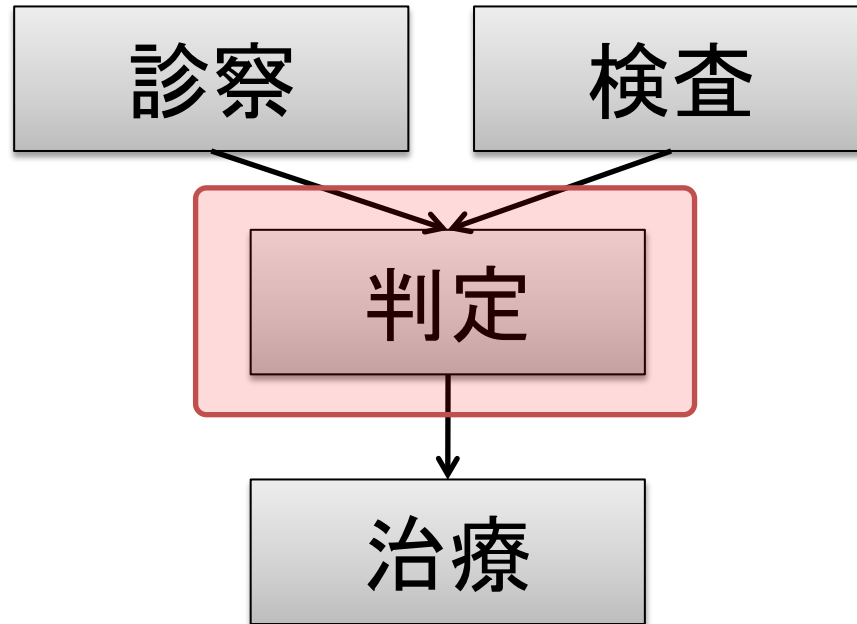


「あいまい表現」の例

「グローバル変数を直接参照することになるが、アクセス方法をルール化する。」
文と文の関係があいまいである
適切な接続語が用いられていない

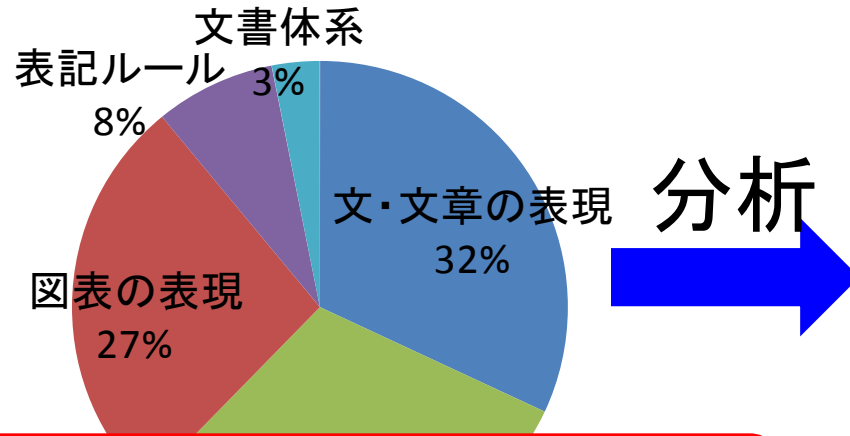
「開発上の表現が不明確」の例

「段階的に**部品化**、**細分化**を進め、インターフェースを**抽象化**、**標準化**していく。」
具体的にどのような事が部品化または細分化を意味するのか記述されていない



文書診断図による 文書診断結果の表現

文書診断結果を分析するための表現



このグラフは分析と表現の
役割として不十分

- 技術者に不足している能力は何か？
- 文書の表面的な問題か、内容に深く影響しているか？
- 改訂するためにはどれだけの手間がかかるか？

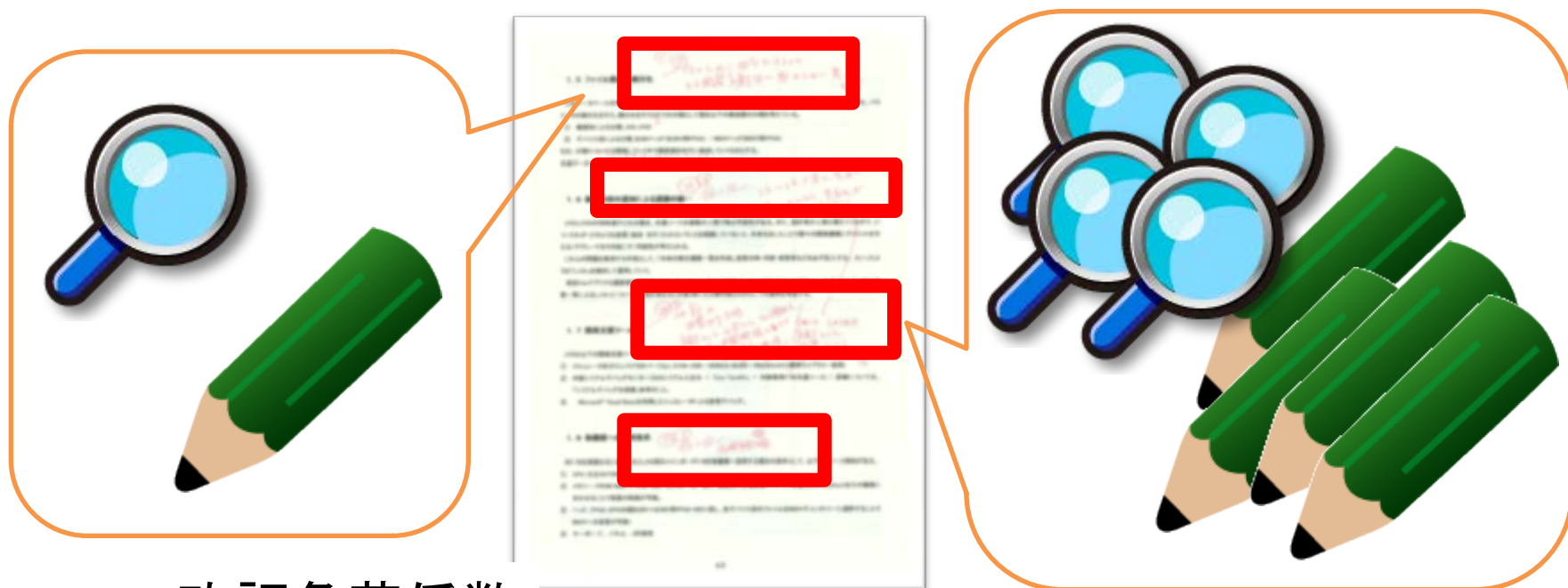
指標①改訂作業にどれだけの工数が必要か？

⇒指摘ごとに重みづけ

指標②改訂作業で内容に深くに立ち入るか？

⇒「表記」と「意味」で指摘を分類

指標①文書改訂の負荷を見積もる



改訂負荷係数

1

改訂作業が容易

2

3

改訂作業が複雑

改訂作業の複雑さに応じた改訂負荷を与える

指標②「表記」と「意味」による分類

	表記	意味
開発文書 観点	参照文書の記載の不備 改訂履歴の記載の不備 など	根拠の記述なし 図表の解説の不足 文書構成の全体像が見えにくい 入出力が不明確 など
技術文書 観点	誤字・脱字 係り受けが不適切 引用・参照の不備 図の凡例の不備 など	一語一義に解釈できない 主語・述語・目的語が不明確 冗長表現 タイトル・見出しの不備 など

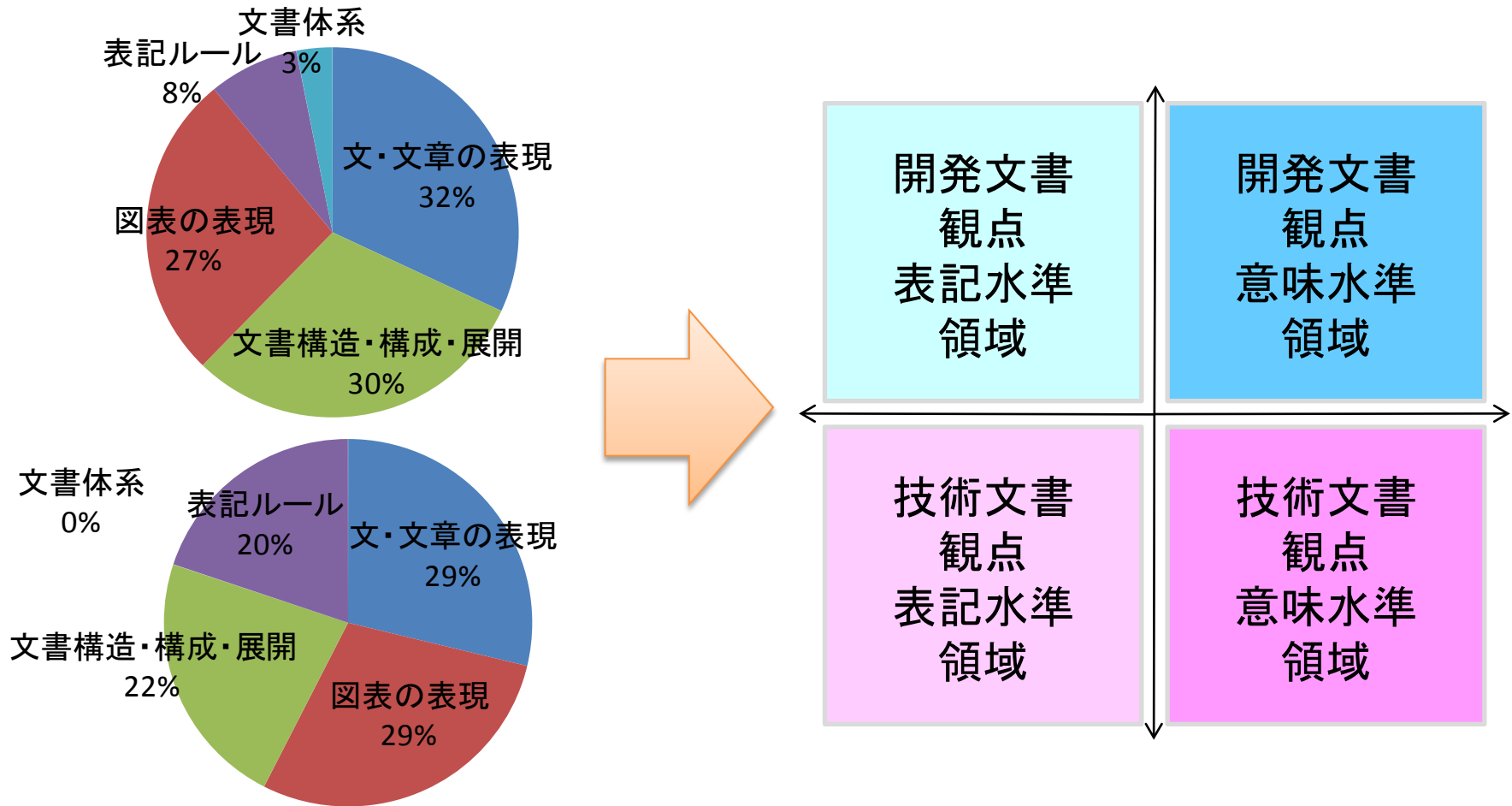
文書を記述する表記上の記法の問題か
論理的思考や設計などの意味上の内容の問題か

診断項目の負荷係数と水準の例

技術文書観点の表記ルール診断種別の指摘項目に対する
改訂負荷係数と指摘水準

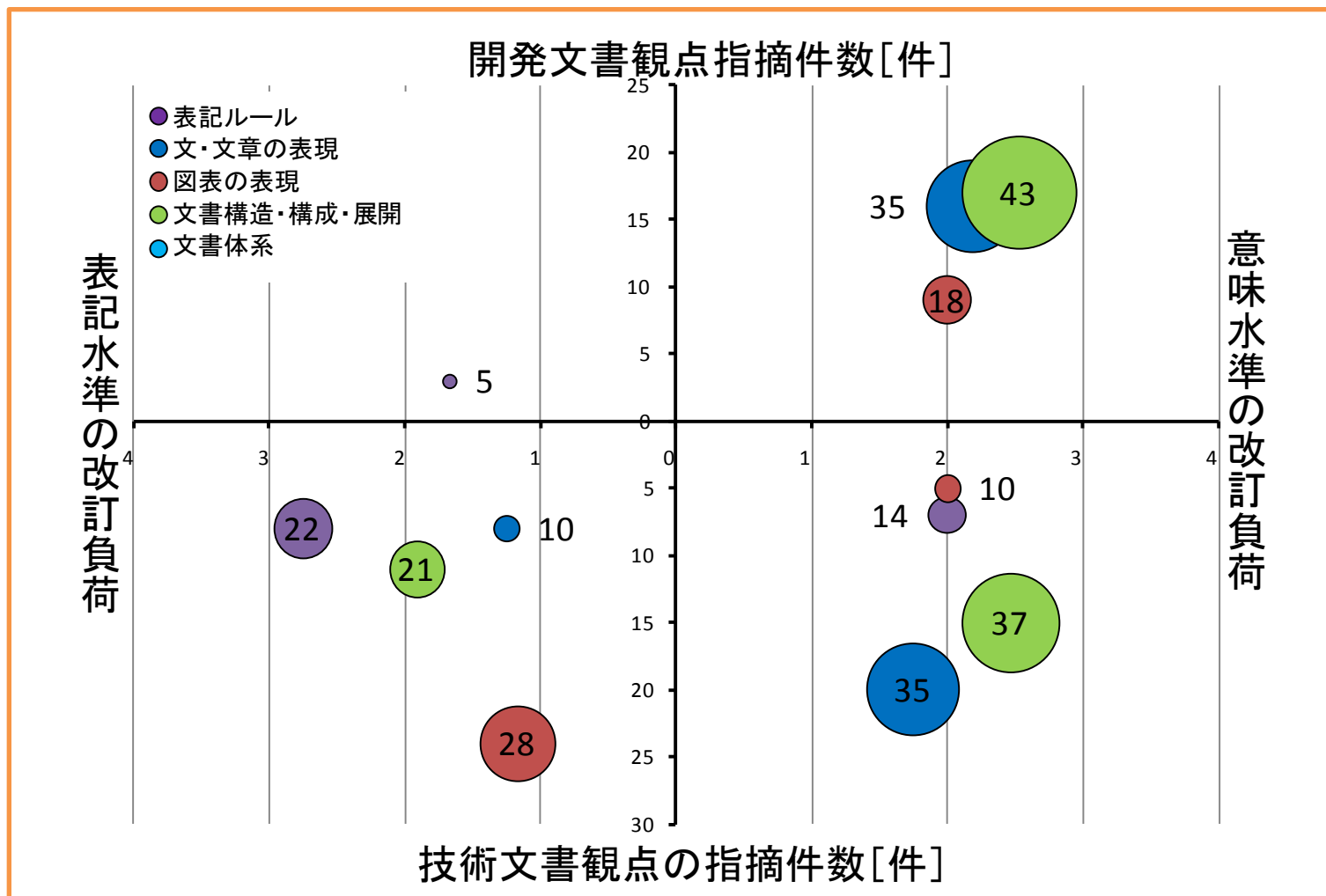
診断項目	改訂負荷係数	指摘水準
誤字・脱字	1	表記
長熟語	1	表記
用字・用語の不統一	3	表記
記号の使用が不適切	3	表記
意味的な誤用	3	意味
一語一義に解釈できない	3	意味
使い分け不備	2	意味
用語定義なし	2	意味

文書診断図を用いた診断結果の表現



品質を分析するために、より詳細に分類して図示する。

文書診断図を用いた診断結果



文書Aの文書診断図

全19ページからなる文書Aの診断結果

図示するために必要な値

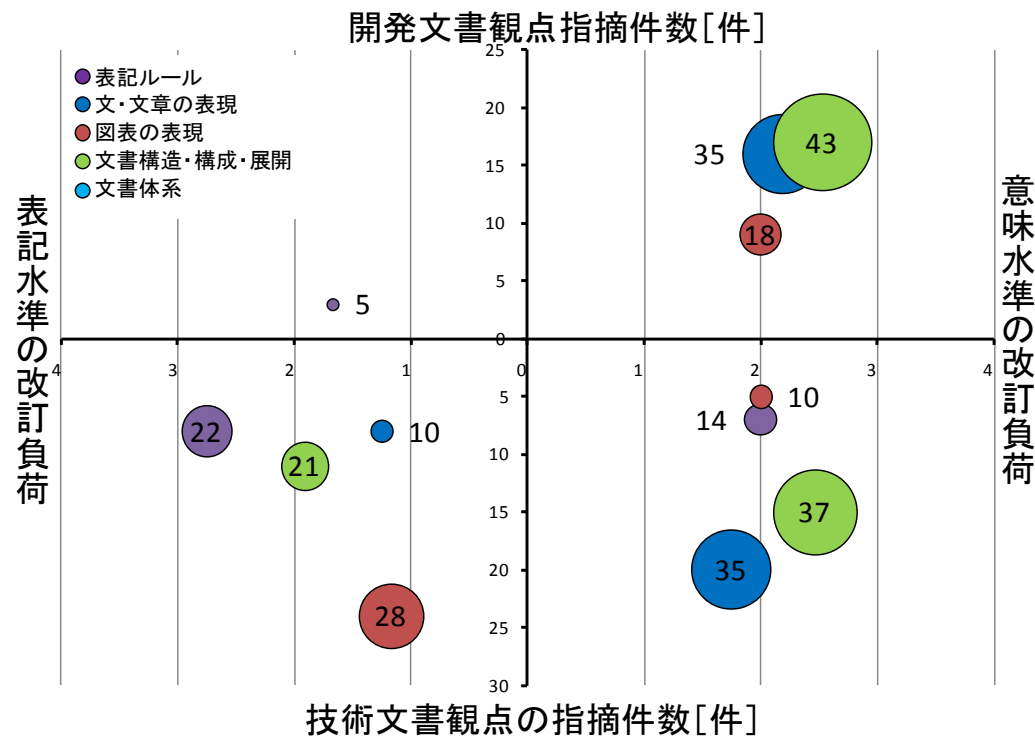
技術文書観点における表記ルール **診断種別** に属する表記水準の指摘項目

指摘項目	水準	改訂負荷係数	指摘件数
誤字・脱字	表記	1	1
長熟語	表記	1	0
用字・用語の不統一	表記	3	6
記号の使用が不適切	表記	3	1

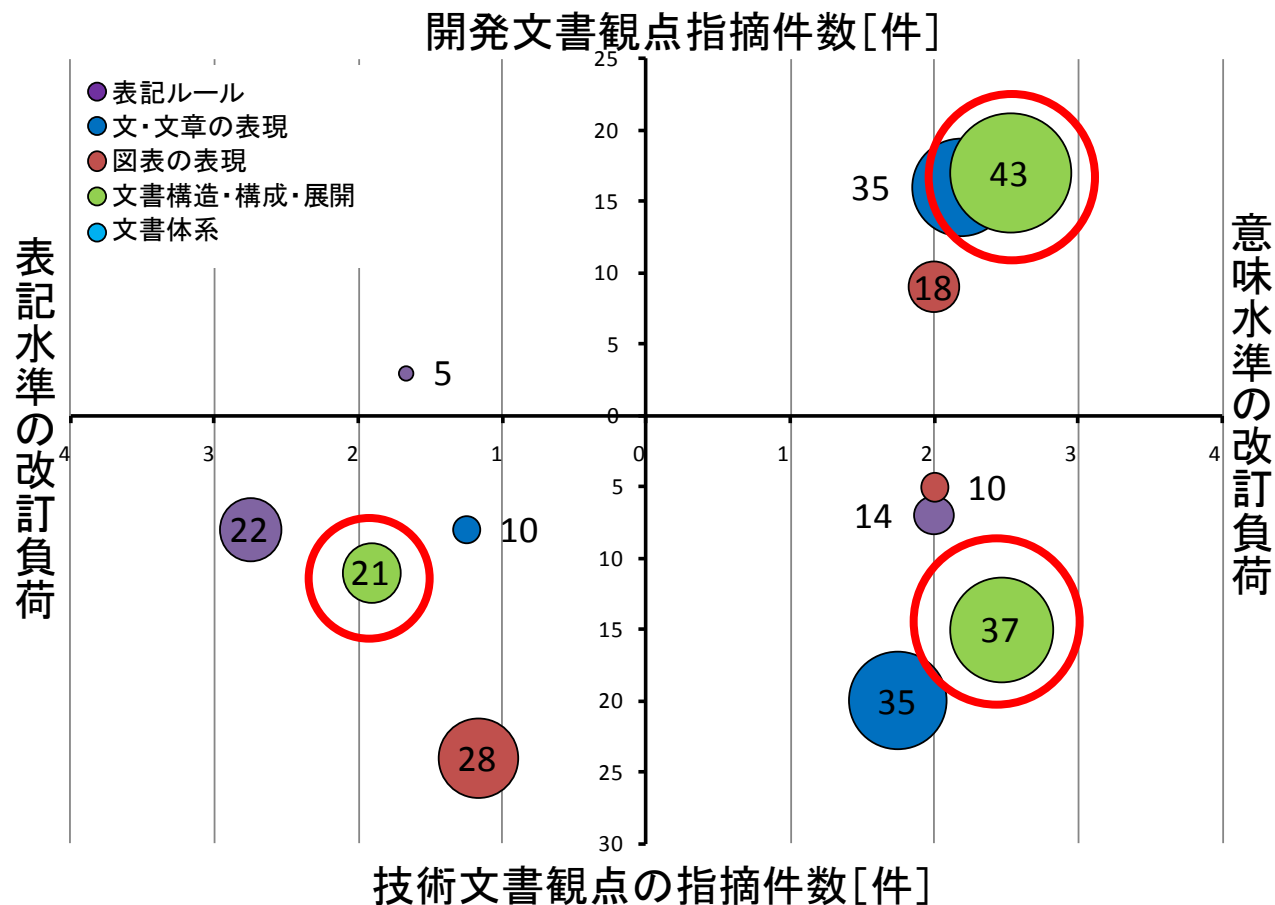
導出する項目	導出方法	値
診断種別の 指摘件数	$\sum \square \square \square \square \square \square \square \square \square \square$	8
診断種別の 改訂負荷	$\sum (\text{改訂負荷係数} \times \text{指摘件数})$	22
診断種別の 負荷係数	$\frac{\text{診断種別の改訂負荷}}{\text{診断種別の指摘件数}}$	2.8

文書診断図を読影するポイント

- (1) 何れの診断観点・指摘水準の割合が多いか
- (2) 指摘件数が多いのか, 改訂負荷が高いのか
- (3) 改訂負荷が高い領域はどこか

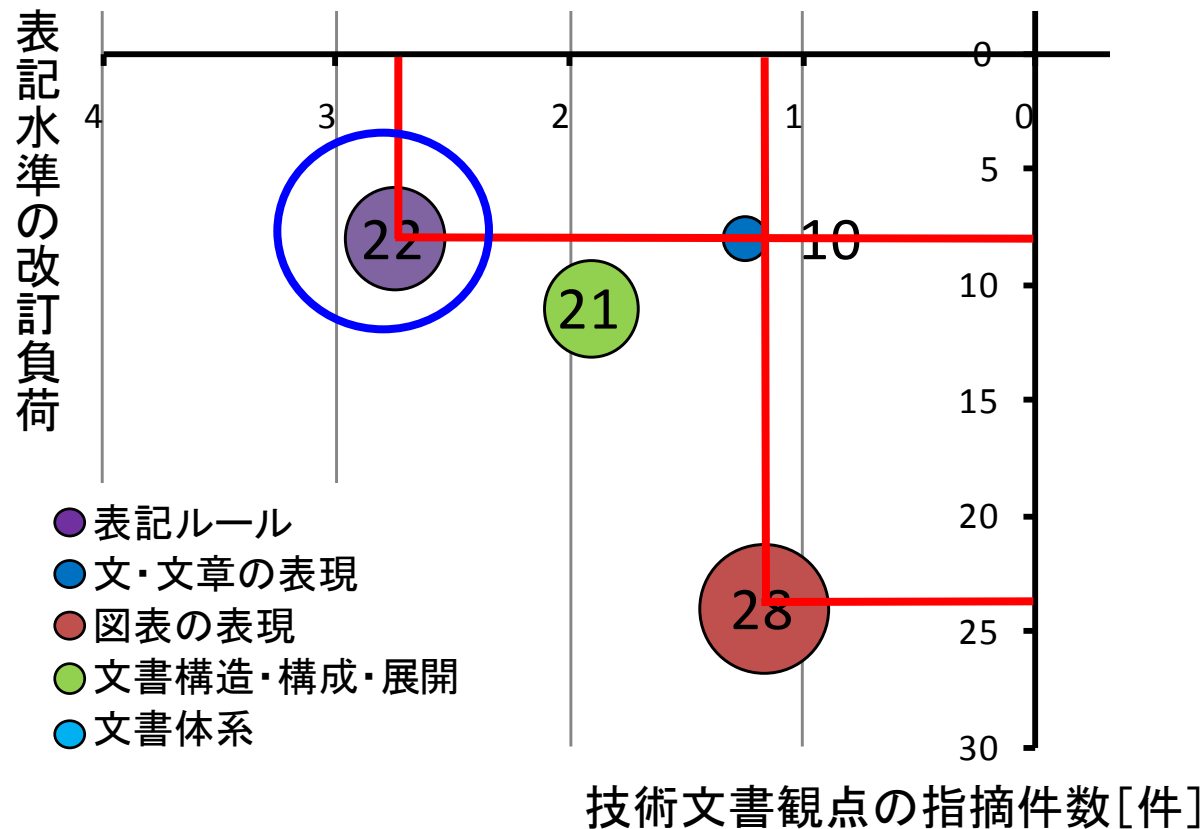


(1) 診断種別ごとの傾向分析



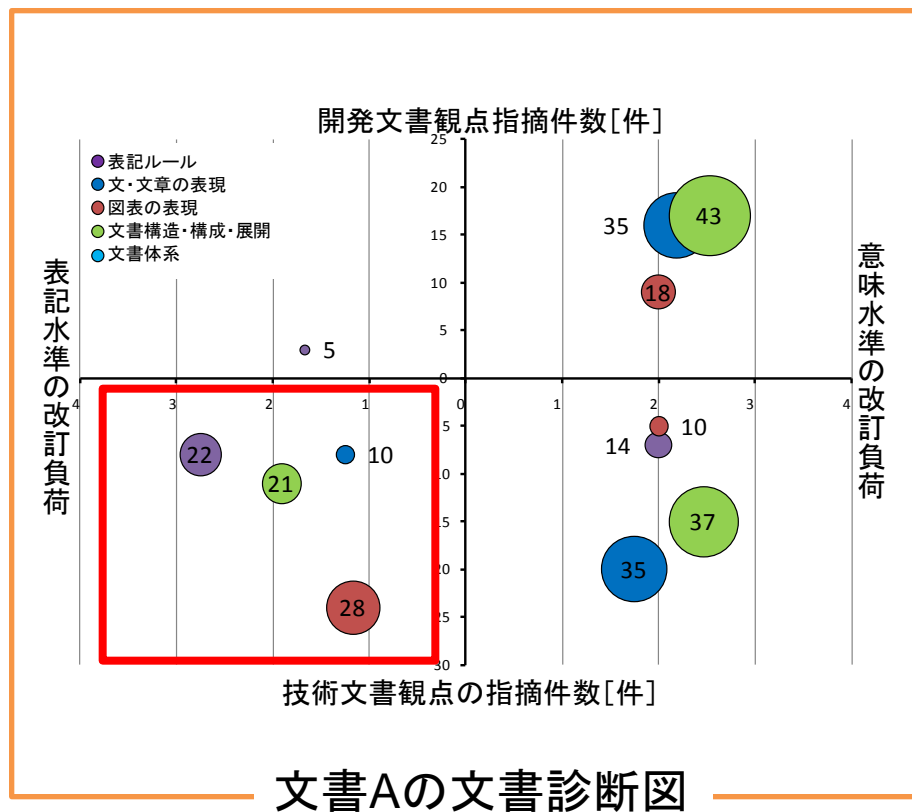
意味水準、特に開発文書観点に偏っている。
 ⇒分析や設計などを明確にして、それを文書化するための教育が必要。

(2) 指摘件数が改訂負荷か



「表記ルール」には、負荷の大きい少数の問題が含まれている
「図表の表記」には、負荷が小さい多数の問題が含まれている

(3) 領域の改訂負荷



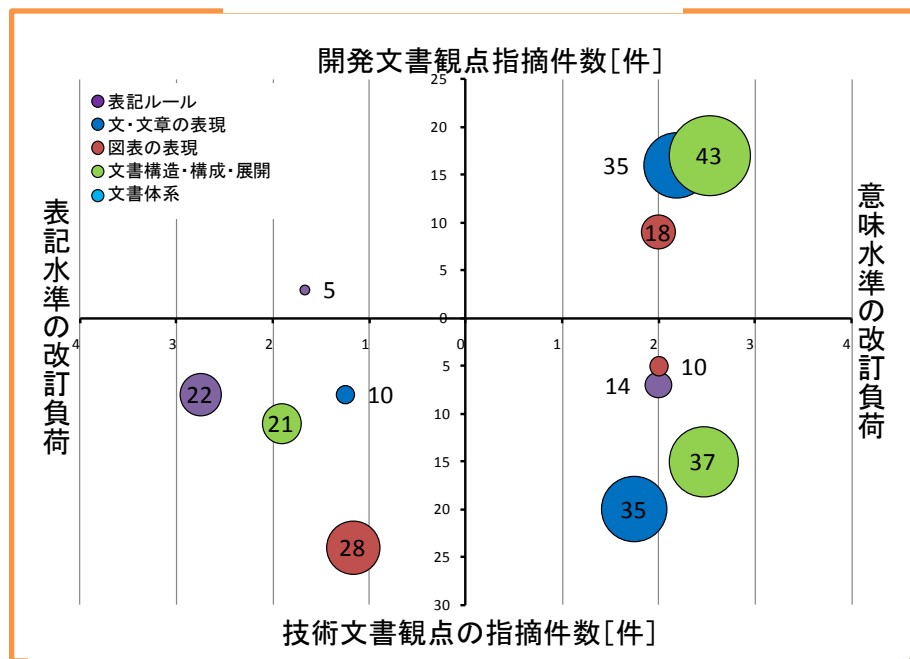
		指摘水準	
		表記	意味
診断観点	開発文書	5	96
	技術文書	81	96

文書Aの領域別の改訂負荷

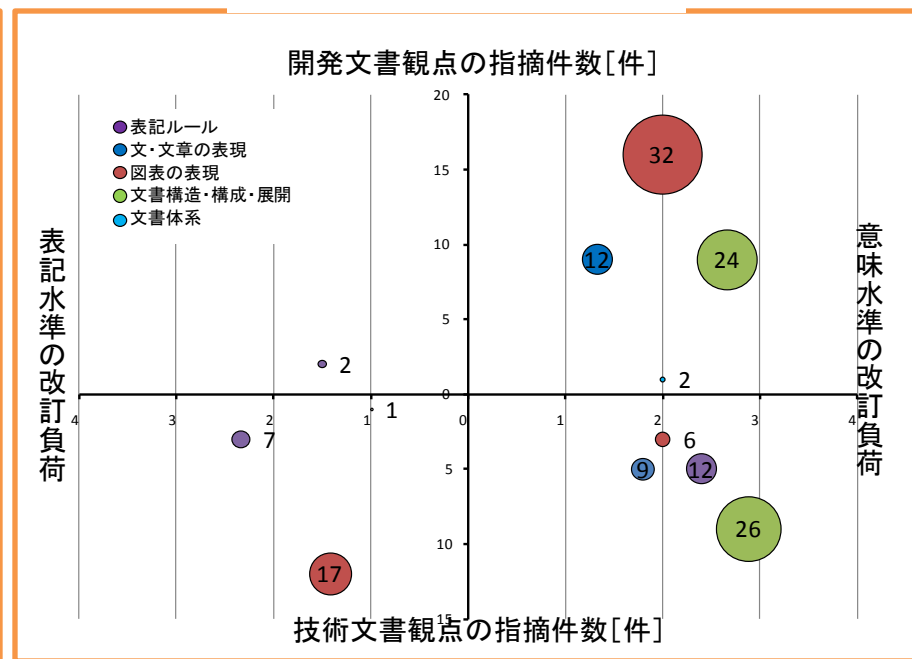
技術文書観点－表記水準の領域には、指摘が散在している
⇒文書化の基礎的な能力を向上させる教育が必要

文書診断図の比較

文書Aの文書診断図



文書Bの文書診断図



指摘水準

指摘水準

表記

意味

表記

意味

診断観点

開発文書

5

96

技術文書

81

96

診断観点

開発文書

3

70

技術文書

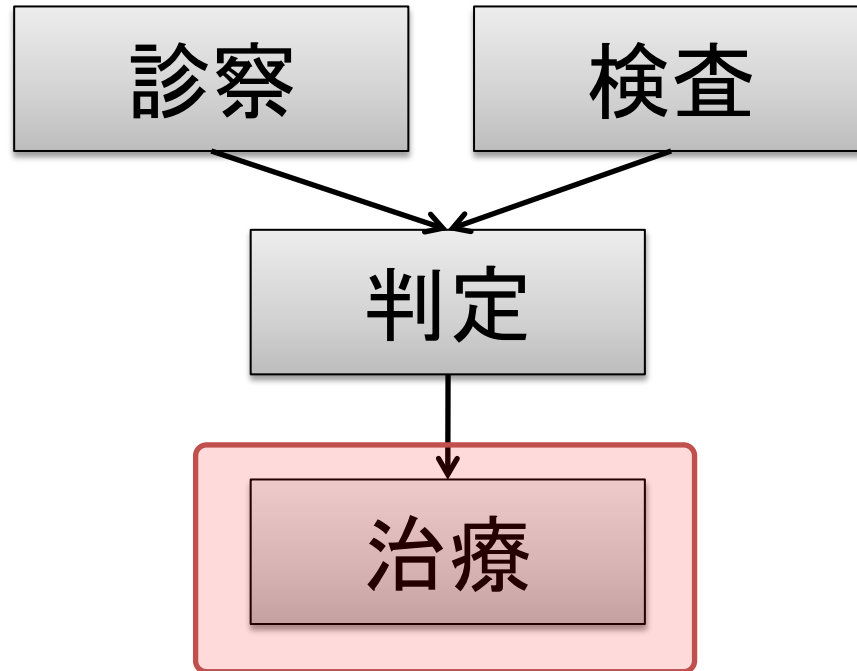
25

53

文書診断図の活用

- ①文書の問題傾向の違いを表す
- ②問題の傾向を視覚的に与える
- ③文書の改訂に必要な負荷を示す

文書診断図を用いて
文書の品質を分析する



実開発文書の診断結果を 用いた演習

開発文書を題材とした教育のねらい

- ① 自分が書いた開発文書が，第三者目線ではどのように解釈されるのか実感する
 - 分析や設計の内容を他の技術者に正しく伝えるために，明晰に書く方法を習得する
- ② 文書に書いた内容が，開発作業の成果として必要十分であるか深く考える
 - 「書き方」ととどまらずに「書く内容」を向上させる

実際のソフトウェア開発で書いた文書を
題材にして研修を行う

実開発文書を用いた教育

実開発文書を用いたプログラムの手順

1. 実開発文書を診断する
2. 診断の結果を提示して問題の傾向を把握する
3. 文書診断や診断結果を題材とした演習をする

内容

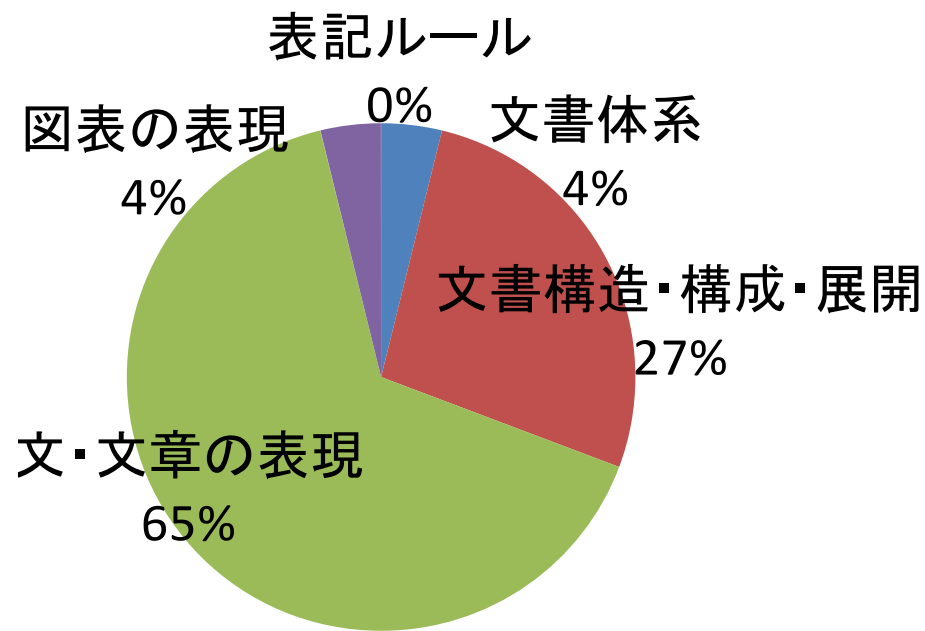
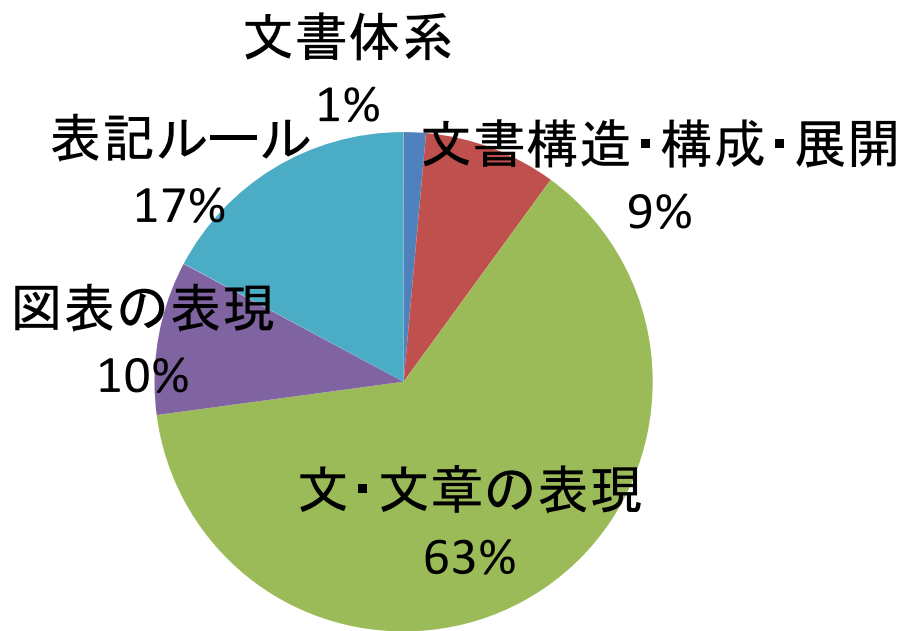
第1回 互いに文書を診断し, 問題点を指摘する

第2回 文書に書くべき項目が十分か検討する

第3回 文書に含まれる問題点を改訂する

開発文書に含まれる問題の傾向

文書の種類	要求仕様書
ページ数	3ページ
診断者	2名
指摘件数	96件



技術文書観点の指摘(70件)

開発文書観点の指摘(26件)

含まれる問題の分析

- 技術文書観点の指摘が73%を占めており、技術文書に普遍的なテクニカルライティングが身につけていない
- 文章の表現に関する指摘が64%を占めており、書いた人の意図どおりに伝わらない
- 文書構造・構成・展開に関する指摘が14%を占めており、構造を把握しにくい

「表現」や「構造」を中心にした
ライティング力を高める演習を行う

文書に含まれる問題の数々

<Aインク切替処理STEP1起動条件>

01-01 何れかの色のインクがAインクセットされたときに起動する。

構成毎に何を記述するか不明確

主語、述語、目的語が不明確

主語、述語、目的語が不明確

開発文書としての図表の基本的な表記ルール違反

のタイミングで全色の波形をAに切り替えている。

開発上の表現が不明確

表現の不統一

助詞の誤り

【理由】最初からAインクが選択されるので、メッセージ表示する意味がない

用語定義なし

表現が不明確

表現が不明確

主語、述語、目的語が不明確

主語、述語、目的語が不明確

用語定義なし

カードラックが1本でもセットされた状態で、自動的にインクセットはAになる。

表現が不明確

用語定義なし

表現が不明確

【理由】最初からAパターンが選択されるので、Bインクセットにしておく意味がないから。

表現が不明確

表現が不明確

01-04 この後、調整処理が完了したとき、次回からは起動しない。

引用・参照の不備

主語、述語、目的語が不明確

意味的な誤用

【説明】調整処理パターンプリントしたら、着弾を確認したとみなし、調整処理実行を判定する。

01-05 調整処理未実行では、以下のタイミングでSTEP1を再起動する。

- リモート移行時
- 装置起動後のローカル移行時
- リモートからキー操作によるローカル移行時

開発上の表現が不明確

主語、述語、目的語が不明確

23件の指摘

「構成」の問題を含む指摘に注目

＜Aインク切替処理STEP1起動条件＞

- 01-01 何れかの色のAカートリッジが1本でもセットされたときに起動する。
【説明】このタイミングで全色の波形をAに切り替えている。
- 01-02 Aインクで初期処理した場合は起動しない。
【理由】最初からAパターンが選択されるので、メッセージ表示する意味がないから。
- 01-03 Aカートリッジが1本でもセットされた状態で初期処理を実施した場合、自動的にインクセットはAになる。
【理由】最初からAパターンが選択されるので、Bインクセットにしておく意味がないから。
- 01-04 この後、調整処理を行えば、次回からは起動しない。
【説明】調整処理パターンプリントしたら、着弾を確認したとみなし、調整処理実行済みと判定する。
- 01-05 調整処理未実行では、以下のタイミングでSTEP1を再起動する。
リモート移行時
装置起動後のローカル移行時
リモートから
「起動条件」と宣言してあるのに・・・

指摘を活用した演習

＜Aインク切替処理STEP1起動条件＞

01-01 何れかの色のAカートリッジが1本でもセットされたときに起動する。

【説明】このタイミングで全色の波形をAに切り替えている。

01-02 Aインクで初期処理した場合は起動しない。

【理由】最初からAパターンが選択されるので、メッセージ表示する意味がないから。

01-03 Aカートリッジが1本でもセットされた状態で初期処理を実施した場合、自動的にインクセットはAになる。

【理由】最初からAパターンが選択されるので、Bインクセットにしておく意味がないから。

01-04 この後、調整処理を行えば、次回からは起動しない。

【説明】調整処理パターンを呼び出したときに、差異を確認したときに調整処理完了

起動条件を示す文章の問題を解消するように
文章の改訂に取り組むことを演習課題とした

文書の改訂の例(1)

①表や箇条書きで整理したもの

起動条件

何れかの色のAインクカートリッジが1本でもセットされたとき。

位置調整が実行されていない状態でモードが変わったとき。

非起動条件

Aインクで初期充填した場合

Aカートリッジが1本でもセットされた状態で初期充填を実施したあと位置調整を行った場合

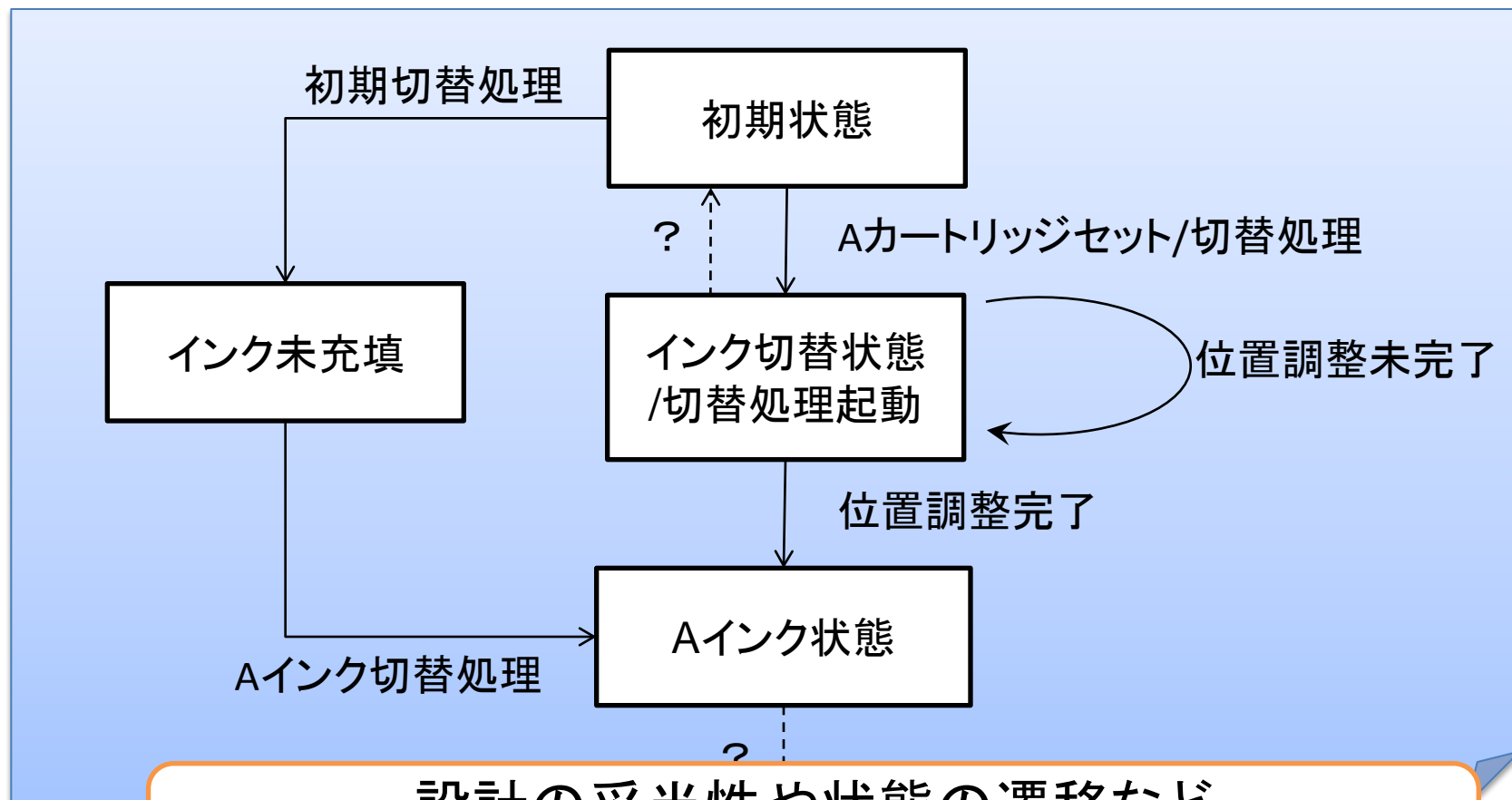
②段落の記述で書き表したもの

Aインクカートリッジがセットされたときにインク切り替え処理を起動する。ただし、Aインクで初期充填した場合と、Aインクをセットされた状態で初期充填時に位置調整が行われている場合には、起動しない。

位置調整が行われていないときは、モード変更時にインク切り替え処理を起動する。

文書の改訂の例(2)

③ 図を用いて分析をおこなったもの



設計の妥当性や状態の遷移など
内容に踏み込んで考えている

演習の評価

- 開発文書に対する意識の変化
 - 文書が情報共有の手段として定着している
 - 設計や構造を考える, 文書の役割を認識している
- 文書の品質を高める必要性の認識
 - 「実文書の問題点を題材にした演習を継続したい」
 - 「能力を則して段階的に能力を向上させたい」
- 製品の品質や生産性への影響
 - 不具合や手戻りのなどへの効果は確認できていない

文書診断法の課題

技術文書の品質属性と文書の記述

III. 文書診断法の課題と対策

文書診断法を振り返る

- 診察法
 - 文単位を超えた問題点が浮かびあがる
 - △効果が高い指摘を行うためには経験が必要である
- 判定法
 - 軽微な問題点の数に偏らずに判定する
 - △集計や分析にコツが必要である
- 治療法
 - 問題への気づきを与える方法として有効である
 - △ソフトウェアの品質を高める効果の検証は難しい

文書診断法の課題

- 文書を評価するために十分な項目
技術文書に共通する部分と開発特有な部分を分けて考える
- 均質な文書の診断結果と分析
問題点を抽象化して分析しやすい結果にまとめる
- 品質を高める適切な方法
診断結果とそれに対応した治療を紐づける
- 開発の作業工程が求める文書品質
作業工程ごとの成果物に求める特性の違いを定める
- 開発環境に適合した文書品質
文書化の負担や開発作業を考慮した品質の高め方を与える

文書診断法の課題への対策

1. 文書診断者は、「何」が「どのようになっている」と見て、「問題である」と判断しているのか
2. 文書診断者は、問題点をどのように分類して問題を分析しているのか

診断者に依存する部分が多く潜んでいる



- ① 問題点を指摘する文章の型を定義する
- ② 技術文書の品質属性を定義する

対策1：問題点を指摘する文章を型にはめる

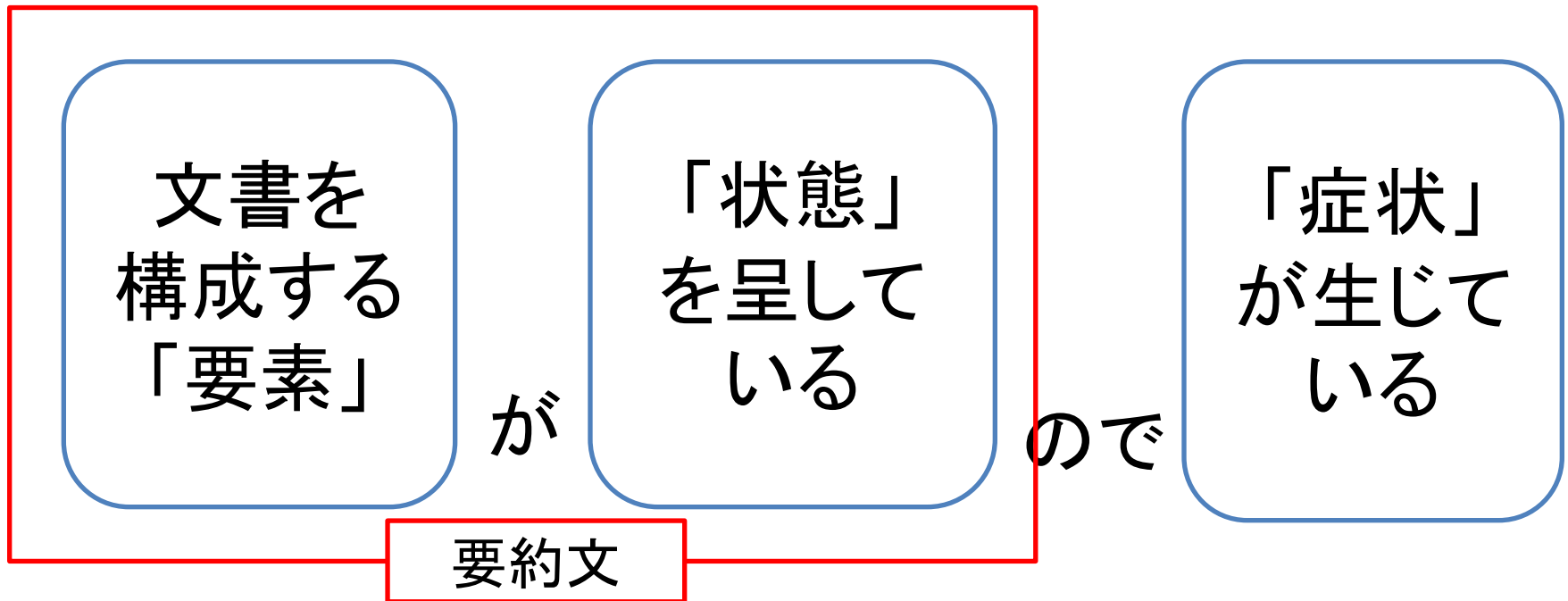
これまでの文書診断では、問題点を指摘する文章には

- 文章を改訂する案の示唆
- 感覚的な表現を用いた説明

などが用いられていた

文書の記述の例	指摘する文章例
BLACKインクカートリッジがセットされているスロットは'K'表示し、抜かれると'-'表示にする。	「何を」表示して、「何が」「何によって」抜かれるか？「何が」「何を」表示するか？
全スロットが'-'になったら、BLACK経路のみ充填動作を行う。 (初期充填シーケンスの短縮版(吸引時間などは実際に評価して決める))	括弧内の記述がここで行う充填動作の詳細であるならば、そうであると述べる。

問題点を指摘する文章の型



- 「要素」は、文書に関する抽象的な表現とする
- 「状態」は、「要素」が呈している様子とする
- 「症状」には、読み手が感じた印象などが含まれる

対策2: 技術文書の品質属性を定義する

ソフトウェアに関わる品質の指標

- ソフトウェアの品質属性 (ISO 9126-1)
- 要求仕様書が持つべき特性 (IEEE830:1998)
- 技術文書の品質特性?

我々がこれまで用いていた分類

	表記水準	意味水準
開発文書 観点	・参照文書の記載の不備 ・改訂履歴の記載の不備	・条件漏れ・記載漏れ ・「要求」の存在が不明確
技術文書 観点	・係り受けが不適切 ・インデントが不適切	・安易な受動態の使用 ・タイトルと内容の不一致

技術文書が持つべき具体的な特性が見えてこない

技術文書の品質属性

合目的性

文書の目的に合致する
記述がなされているか

論理性

論理的な記述が
なされているか

表記の適切性

適切な表記で
記述されているか

対策を施した文書診断の実施

①問題点を指摘する文章を型に当てはめる

「要素」

が

「状態」

である

②技術文書の品質属性に分類する

合目的性

論理性

表記の適切性

これらの2種類の対策を施した文書診断をおこなった

各品質属性の問題点と要約文の例

	文例	指摘文	要約文
合目的性	Aに対して指示を出す前に、該当モータの出力パルス数を読み出す。 【理由】出力パルス数を読み出すことにより、FPGA内部でカウンターがリセットされる。	カウンターをリセットするのが目的なのか、出力パルスを読み込むことが目的なのかわからない。	<u>作業の目的</u> が記述されていない
論理性	【仕様】モータの回転時間をタイマーで管理しない。 【理由】処理時間は、処理する対象によって異なるため。 【説明】動作中はポンプモータを回し続ける。	回し続けることが実行内容であって、「タイマーで管理しない」というのは、それを実現するための補足情報であるので、関係が逆転している。	<u>主題と補足の関係</u> が逆転している
適切性の表記	初期化時にタンクのバルブを閉めたまま動作を行いヘッドとタンクの間には負荷をかける。	「動作を行い」と「ヘッド」の語句がつながっている。	<u>読点</u> が正しく使われていない

要約文の「要素」は品質属性の特徴を表すのではないか？

各品質属性の「要素」の語彙

品質属性	要素に現れた語句の例	
合目的性	未定義事項の解決を誰がいつ行うか	参照の 目的 や 方法 意図している 内容
論理性	主観を含む表現 要求の説明 説明 の仕方 要求の理由 用語の具体性 並列表記の語彙内容 類似した表現	他の未定義事項との関連 値の範囲 接続詞の使い方 選択肢の定義 助動詞 前出 項目 との対応
表記の適切性	余計な空欄 用語 TBDの書き方 口語表現 主語	用語 定義 助詞 の 使いかた 助詞 主語 に対する述語

「要素」とその要素を構成する単語には品質属性ごとに特徴がある

各品質属性に現れる「要素」の特徴

品質属性	特徴
合目的性	文書の目的を叶えるために記述すべき内容を示す 文書の位置づけを示す 文書を用いて行うべきことを示す
論理性	目的に適した文書構成にする 内容の展開に飛躍が生じないように項目を立てる 章や段落や文を順序立てて展開する
表記の適切性	日本語の文法の規則に沿って記述する 文書の形式をそろえる 誤解を招かない表現を使う

要約文の「要素」は品質属性を具体的に特徴づける

品質属性を表す「要素」の活用

- 品質属性を具体化する
 - ✓ 品質属性に関わる文章表現を関連付ける
- 文書診断技術の見える化
 - ✓ 文書診断者が問題点を識別する感覚的な技術を見える化する
 - ✓ 診断結果から問題点の傾向を把握して分析する技術を見える化する
- 診断者スキルの基準
 - ✓ 診断者に不足している問題を指摘するスキルを測るための基準とする
 - ✓ 向上させるべきスキルをチェックするためのリストとする

本発表のまとめ

文書診断の「診察」から「治療」まで

1. 「診察」する方法
2. 「判定」する方法
3. 「治療」する方法

文書診断法の課題と対策

- 文書診断法の課題
- 技術文書の品質属性と文書の記述

