

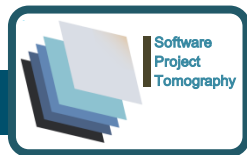
2012年度ソフトウェア工学分野の先導的研究支援事業

ソフトウェア品質の第三者評価のための基盤技術 —ソフトウェアプロジェクトモグラフィの開発—

奈良先端科学技術大学院大学

研究責任者 松本健一

研究者 飯田元, 門田暁人, 大平雅雄
吉田則裕, 伊原彰紀, 神谷芳樹



研究目標

- **ソフトウェア品質の第三者評価の技術基盤として,**
 - ▷ 品質評価に必要となるソフトウェアプロジェクトデータの提供.
 - ▷ 提供されたデータに基づくプロジェクト理解.**を容易にする技術を確立する.**



- T1 ソフトウェアプロジェクトモグラフィ技術の確立.**
- T2 クラウド型開発管理環境の構築・評価.**

T1 ソフトウェアプロジェクトモグラフィ技術

T1-1 スナップショットの実現

T1-2 スナップショット生成・解析・可視化システムの試作

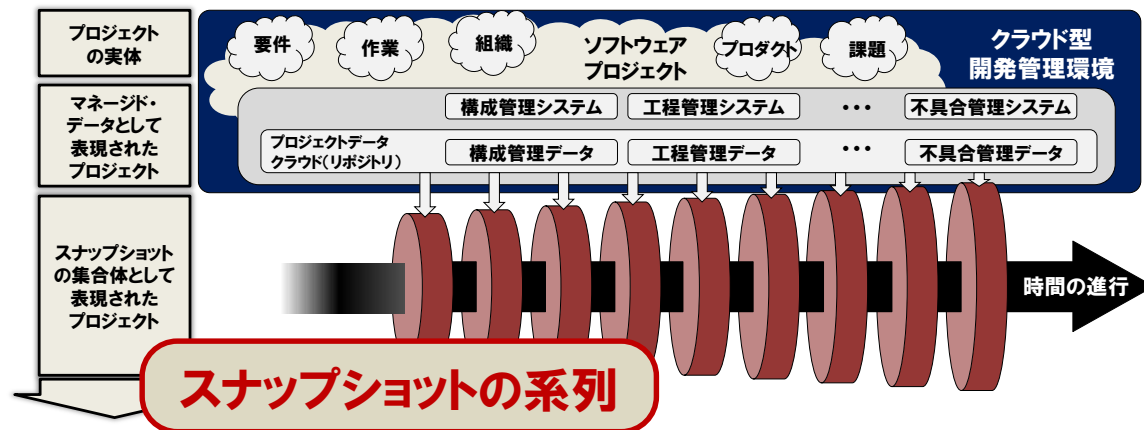
T1-3 「ソフトウェア品質の第三者評価」の妥当性評価



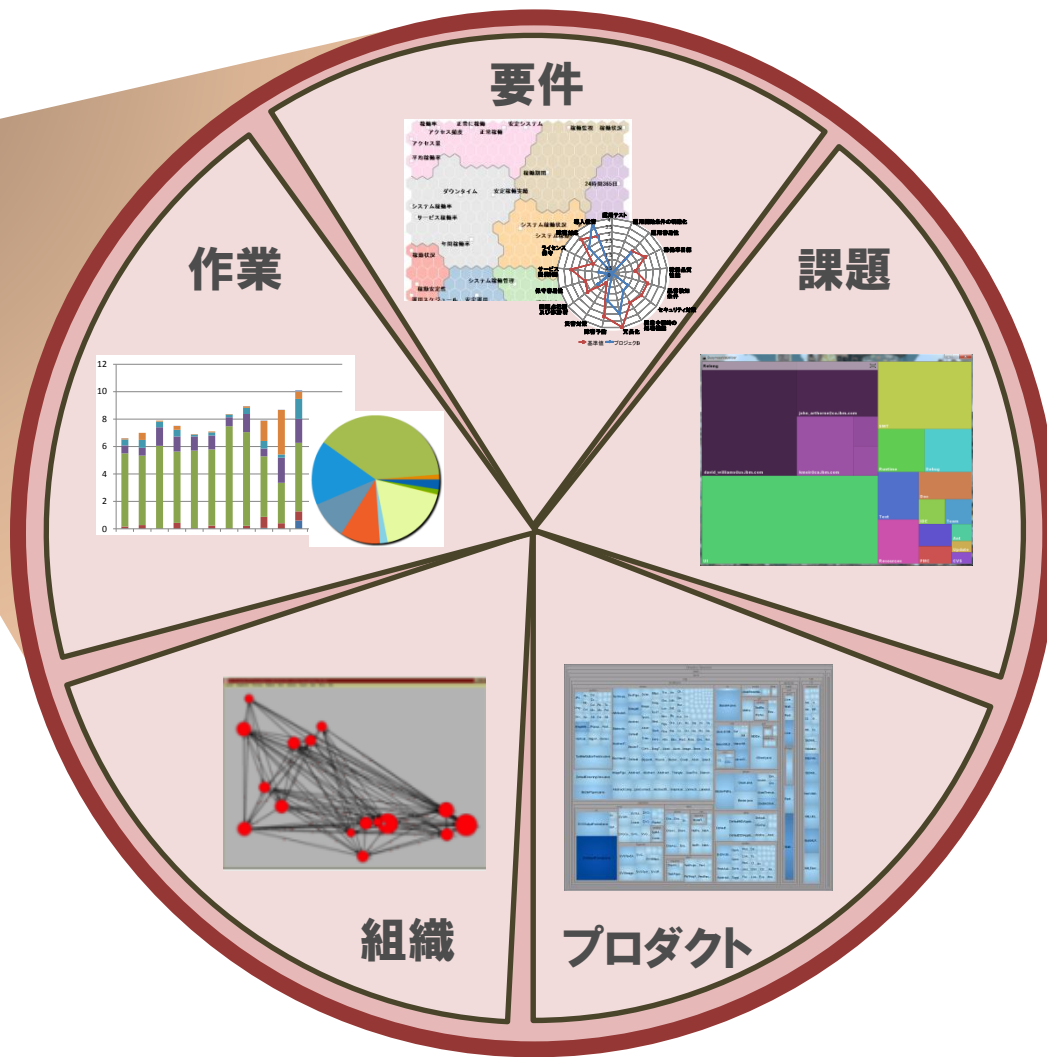
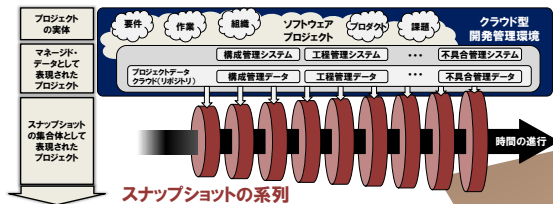
■ プロジェクト**全体の俯瞰**

■ プロジェクト**構成要素(間)の傾向や関係性の顕在化・評価**

■ **仮説の生成・検証**



T1-1 スナップショットの実現 実現したスナップショットプロトタイプ



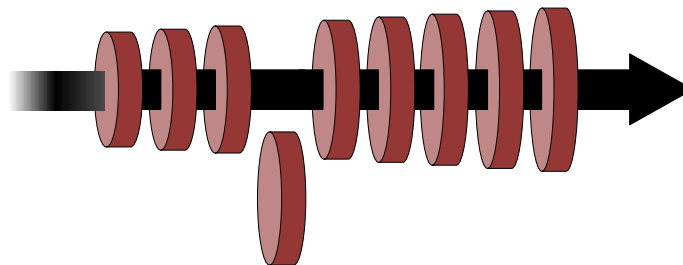
T1-2 スナップショット生成・解析・可視化システムの試作 今回試作・試行した「解析・可視化」

要素技術 \ ペイン	要件	作業	組織	プロダクト	課題
全体の俯瞰	非機能要件 キーワード 自己組織化マップ	開発行動記録 システムTaskpit 作業時間サマリー	コミュニケーション 分析に基づく 組織構造グラフ	ソースコード メトリクス Treemap	ソースコード修正 Treemap
傾向・関係性の 顕在化・評価	特性 レーダーチャート	作業時間 フィードバック	中心性メトリクス	UCIソースコード データセットに基 づく基準値	低品質モジュール 予測
仮説の 生成・検証	階層的可視化分析ツールHCEを用いた仮説生成				

T1-2 スナップショット生成・解析・可視化システムの試作 スナップショットに基づく「全体の俯瞰」

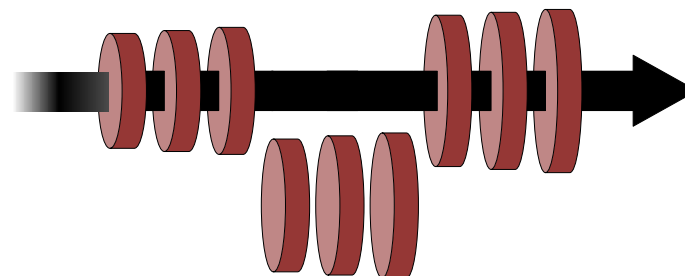
■ ある時点の俯瞰

- ▶ RFP上の非機能要件



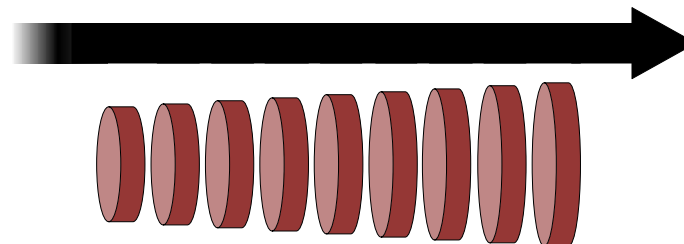
■ ある期間を対象とした俯瞰

- ▶ ソースコード修正



■ プロジェクトを通しての俯瞰

- ▶ コミュニケーション分析に基づく組織構造グラフ



ある時点における俯瞰例：RFP上の非機能要件

- 非機能要件にマッピングされたキーワード間の類似性を自己組織化マップにより示す。

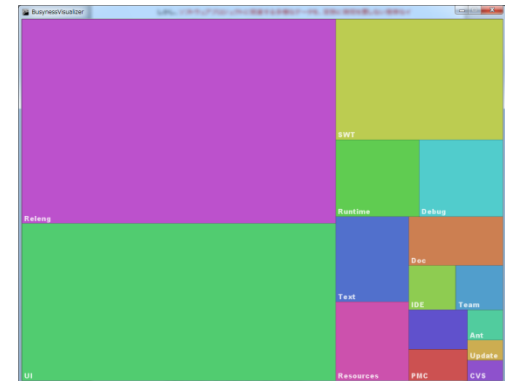


テキストマイニングのためのフリーソフトKH Coderを使用

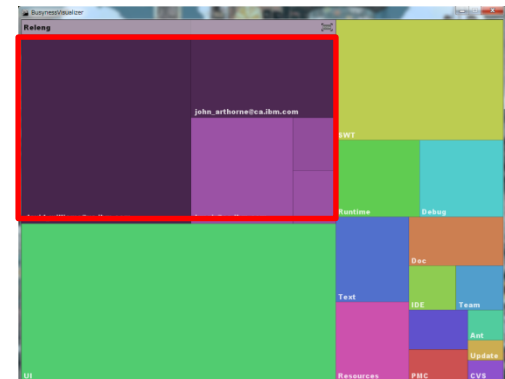
ある期間を対象とした俯瞰例：ソースコード修正

■ ある期間内に行われたソースコード修正作業量をTreemapにより示す。

- ▶ Step 1: ソースコードをコンポーネントごとに色分け表示。
面積は、修正作業量に比例。

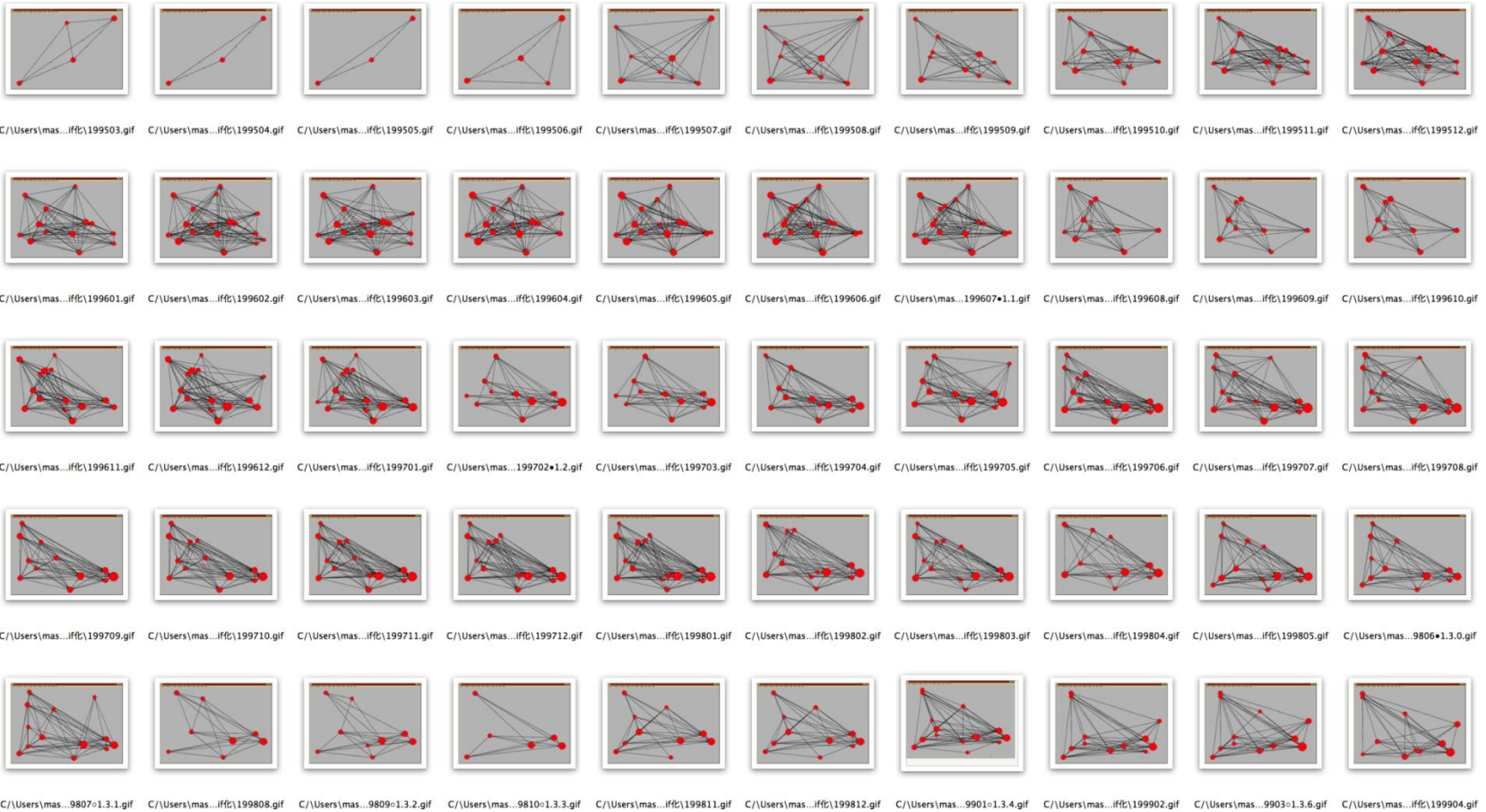


- ▶ Step 2: あるコンポーネントを担当者ごとに色分け表示。
面積は、修正作業量に比例。
明度は、担当作業量に比例。
(担当チケット数で算出。
暗いほど「いそがしい」)



Ben Fryが公開しているTreemapライブラリを使用

T1-2 スナップショット生成・解析・可視化システムの試作 プロジェクトを通しての俯瞰例： コミュニケーション分析に基づく組織構造グラフ



Apacheプロジェクト, 1ヶ月毎

T1-3「ソフトウェア品質の第三者評価」の妥当性評価 今回試作・試行した「解析・可視化」

評価対象		第三者評価に求められるスコープ*			品質
		プロセス実施	採用規格・技術	従事者	
要素技術	傾向・関係性の 顕在化・評価			コミュニケーション 中心性メトリクス Taskpit 作業時間フィードバック	低品質モジュール 予測
					非機能要件 特性レーダーチャート ソースコードメトリクス 基準値作成
仮説の 生成・検証		階層的可視化分析ツールHCE を用いた仮説生成			

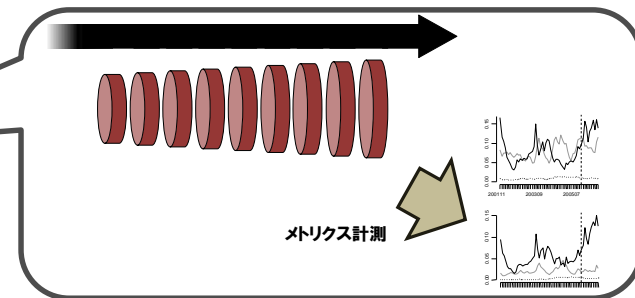
* 情報処理推進機構, “ソフトウェアの品質説明力強化のための制度フレームワークに関する提案(中間報告)”, 平成23年9月.【一部加筆修正】



T1-3「ソフトウェア品質の第三者評価」の妥当性評価 スナップショットに基づく「傾向・関係性の 顕在化・評価」

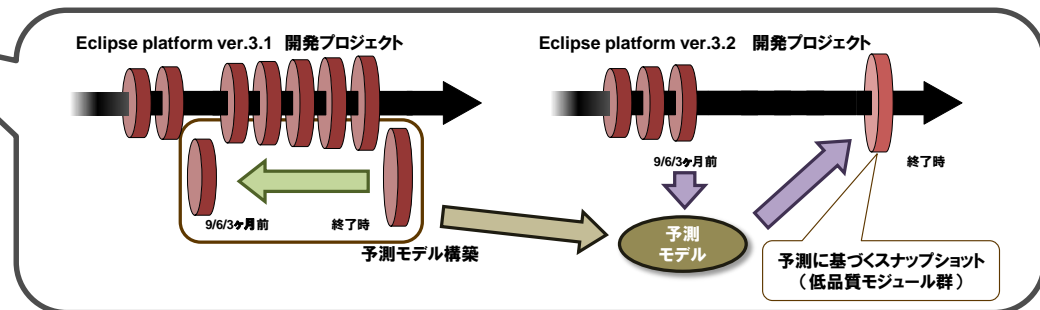
■ 内的妥当性

- ▶ コミュニケーション中心性メトリクス
- ▶ Taskpit作業時間フィードバック
- ▶ 低品質モジュール予測



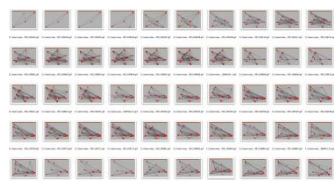
■ 外的妥当性

- ▶ ソースコードメトリクス基準値作成
- ▶ 非機能要件特性レーダーチャート

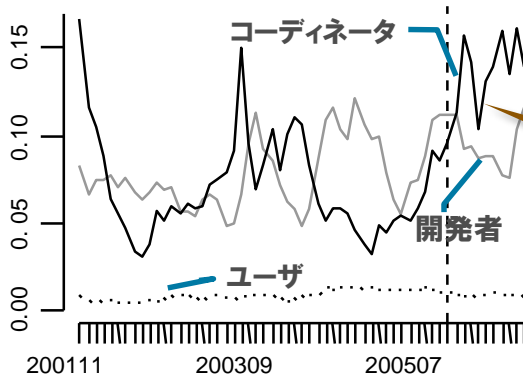


T1-3「ソフトウェア品質の第三者評価」の妥当性評価 コミュニケーション中心性メトリクス

- 組織構造グラフによる俯瞰だけでは「プロジェクト理解」は難しいので、2つの中心性メトリクスで評価する。



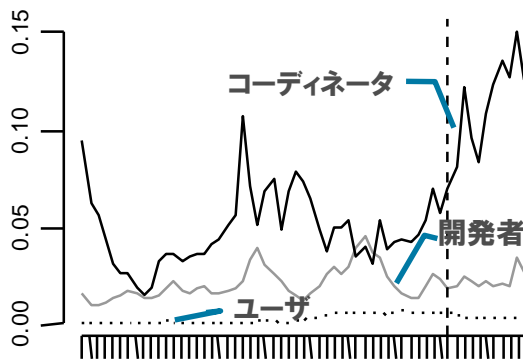
メトリクス計測



次数中心性

組織内コミュニケーションの活発さを表す。

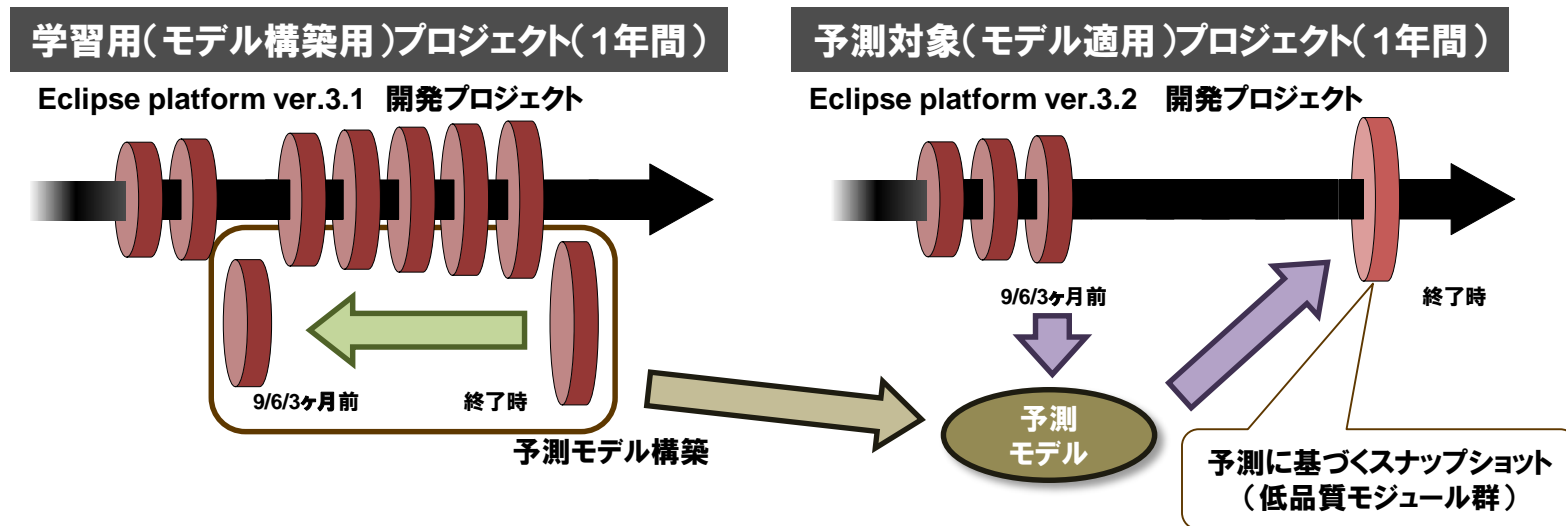
組織内でのコミュニケーションが活発になると、コーディネータの負担がそれに比例して増大する傾向にあることが分かる。
(開発者の負担はそれほど増えない。)



媒介中心性

メンバーが扱う情報・リソース量を表す。

T1-3「ソフトウェア品質の第三者評価」の妥当性評価 低品質モジュール予測

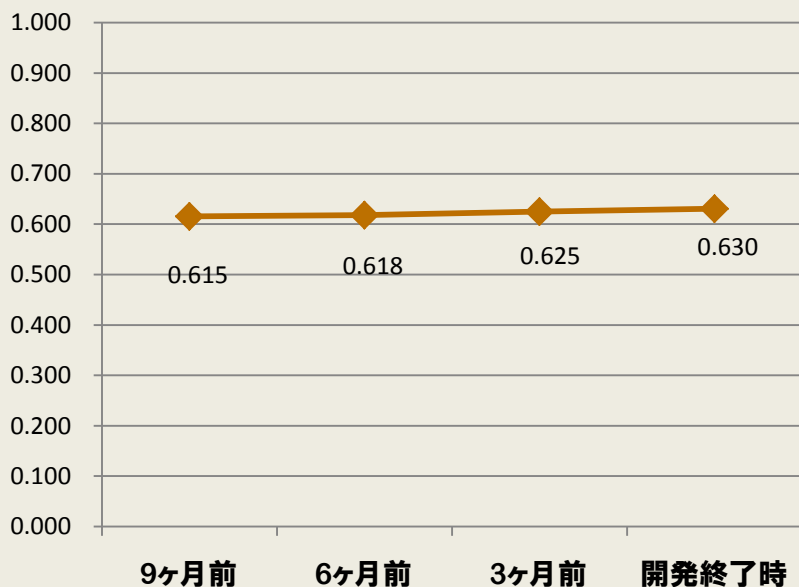


- ▶ データセット：Eclipseプロジェクト
 - 2004/08~2006/07 まで(1年間+1年間)の月ごとのデータを使用
- ▶ 学習法：ランダムフォレスト
- ▶ テスト開始の**9ヶ月**、**6ヶ月**、**3ヶ月前**の時点で予測(低品質モジュールかどうかを判別)
- ▶ 評価基準：AUC, F値

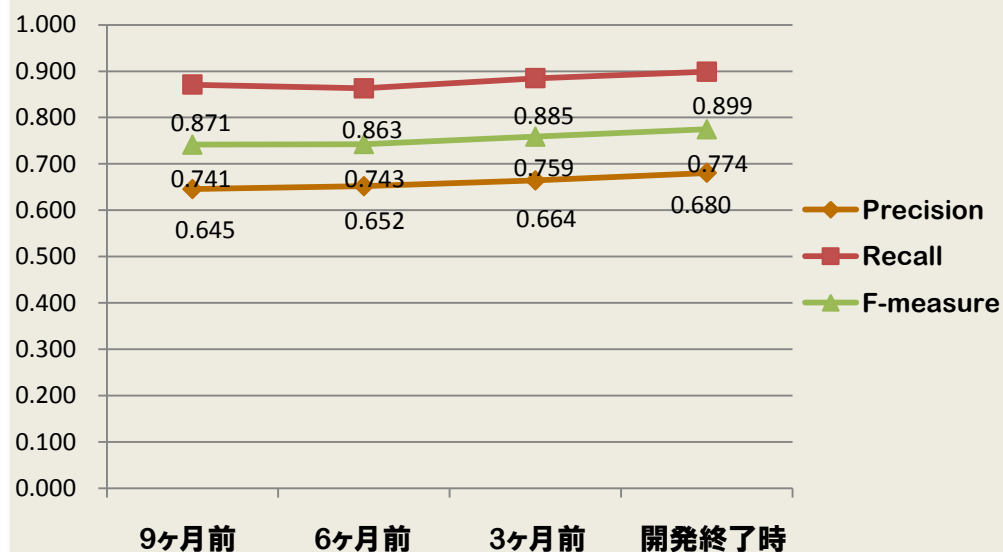
T1-3「ソフトウェア品質の第三者評価」の妥当性評価 低品質モジュール予測

■ 早期(1年プロジェクトにおける9カ月前)に低品質モジュールの予測を行っても、開発終了時と同等の精度が期待できる。

AUC



F値



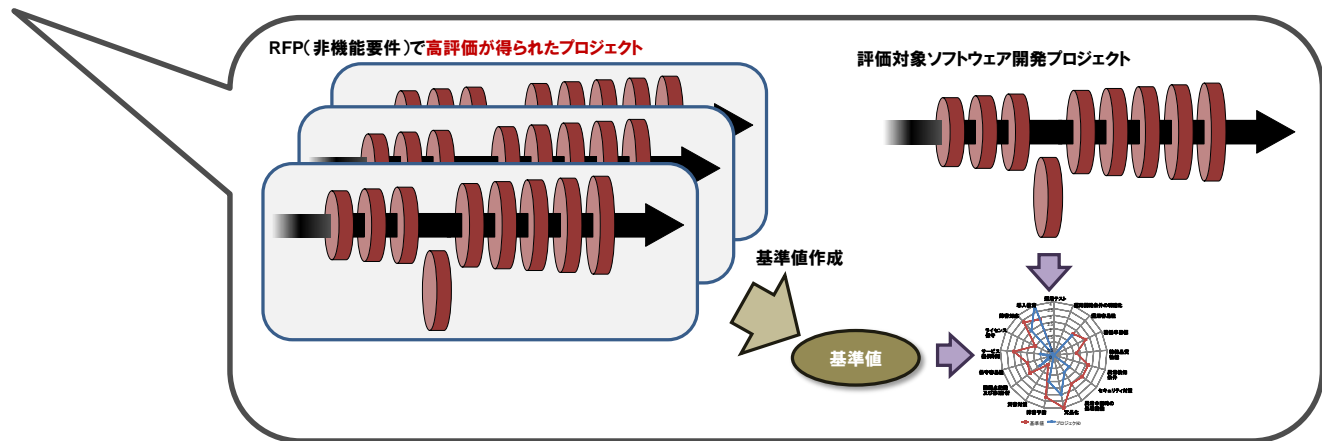
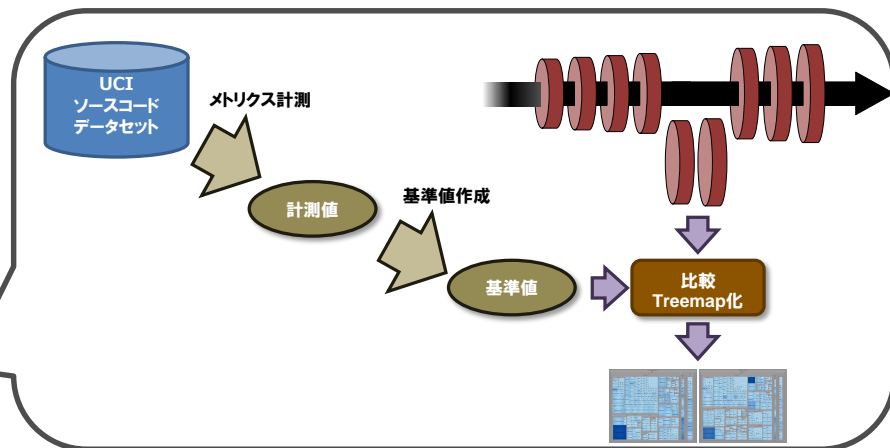
T1-3「ソフトウェア品質の第三者評価」の妥当性評価 スナップショットに基づく「傾向・関係性の 顕在化・評価」

■ 内的妥当性

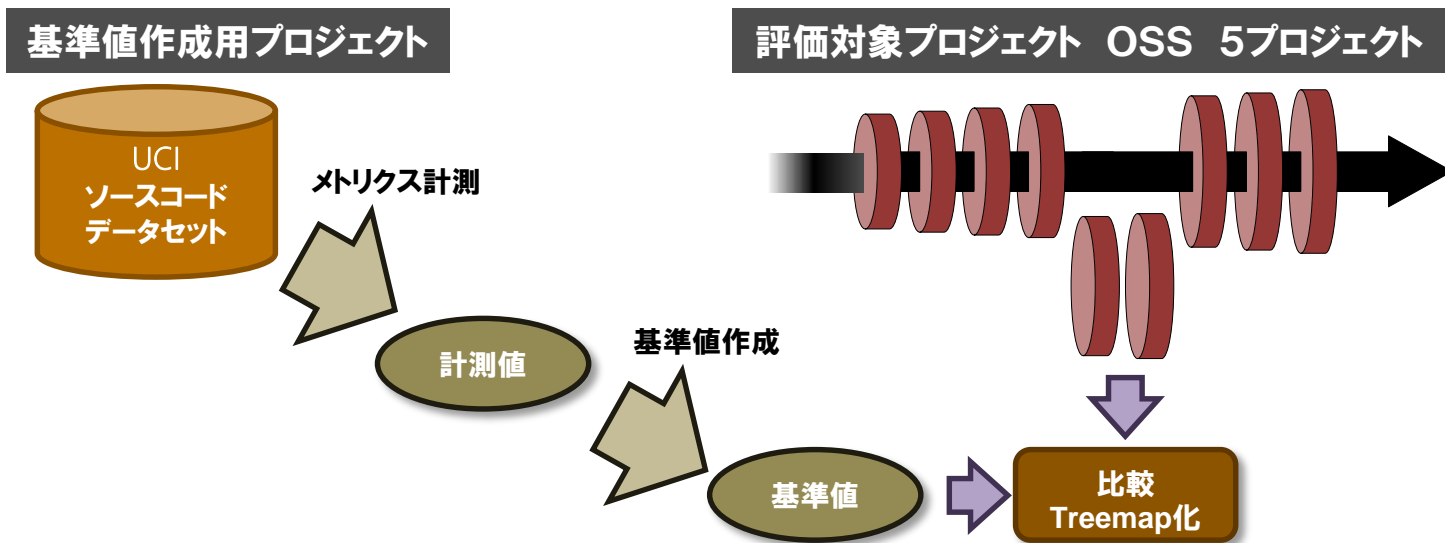
- ▶ コミュニケーション中心性メトリクス
- ▶ Taskpit作業時間フィードバック
- ▶ 低品質モジュール予測

■ 外的妥当性

- ▶ ソースコードメトリクス基準値作成
- ▶ 非機能要件特性レーダーチャート



T1-3「ソフトウェア品質の第三者評価」の妥当性評価 ソースコードメトリクス基準値作成

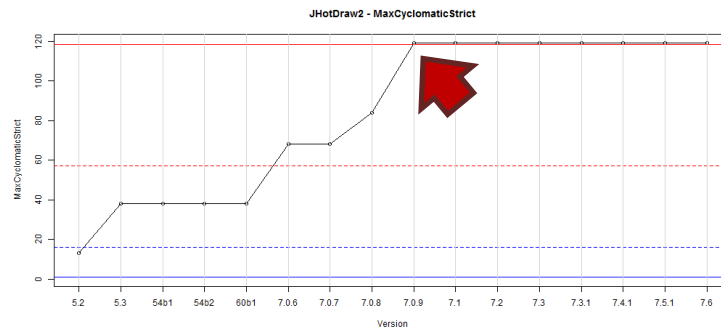


- ▶ UCIソースコードデータセット: 利用プロジェクト数 12,191
 - コードクローン以外の計測では, LOCが1,000未満のプロジェクトを除外したので, 利用プロジェクト数は10,087
- ▶ 計測メトリクス数 45
- ▶ 基準値例 上限値: $\text{第三四分位} + 1.5 \times (\text{第三四分位} - \text{第一四分位})$
下限値: $\text{第一四分位} + 1.5 \times (\text{第三四分位} - \text{第一四分位})$

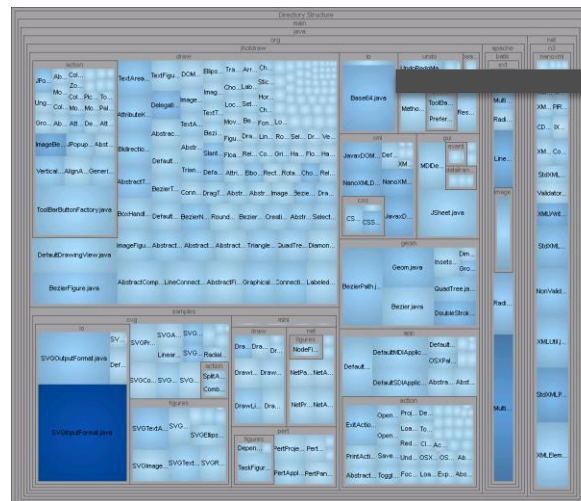
T1-3「ソフトウェア品質の第三者評価」の妥当性評価 ソースコードメトリクス基準値作成

■ 評価対象プロジェクト JHotDraw (16バージョン)

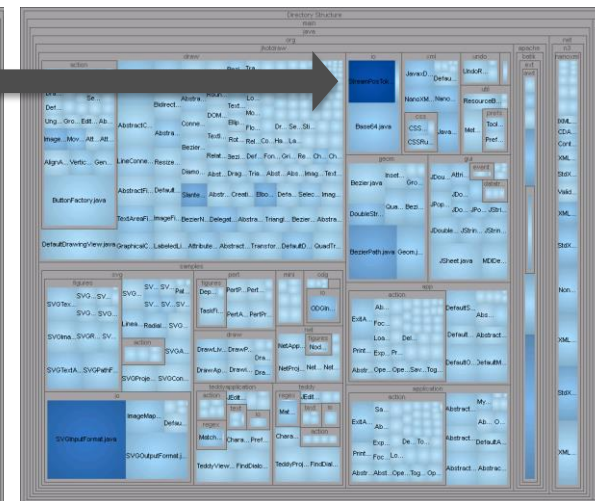
- サイクロマティック複雑度の最大値がVersion 7.0.9で上限値を超過。



- 同値が急上昇したファイルをTreemapで確認。

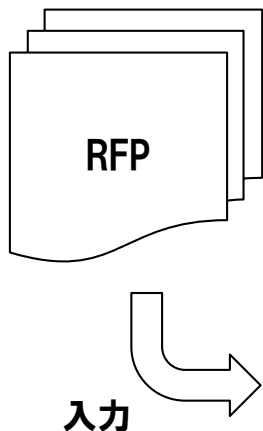


Ver.7.08



Ver.7.09

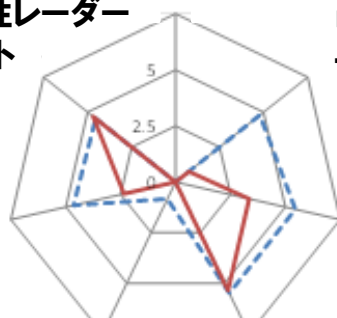
T1-3「ソフトウェア品質の第三者評価」の妥当性評価 非機能要件特性レーダーチャート



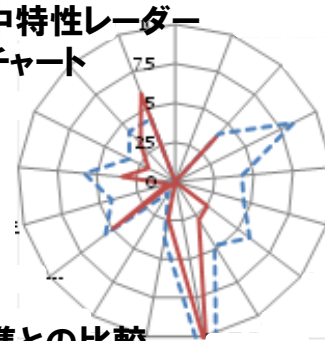
非機能要件評価シート

大特性		中特性		小特性			
特性名	スコア	特性名	スコア	特性名	スコア	評価尺度	重み
...

大特性レーダー
チャート



中特性レーダー
チャート



業界標準・社内標準との比較

- 記述が抜けている特性の検出
- 記述が不明確な特性の検出

総合評価点の算出
(100点満点)

T1-3「ソフトウェア品質の第三者評価」の妥当性評価 非機能要件特性レーダーチャート

■ 非機能要件評価シートの作成

▶ ベースとした3つのガイドライン

- 開発段階

- ✓ JUAS「非機能要求仕様定義ガイドライン」

- 保守・運用・サービスレベルアグリーメント

- ✓ IPA「情報システム調達のための技術参照モデル(TRM)」

- ✓ 日経ソリューションビジネス編「システム構築のトラブルを回避するためのITシステム契約締結の手順とポイント」

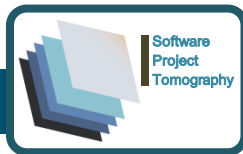
▶ ユーザにとって重要な非機能要件の抽出

- IPA「プロダクト品質メトリクスWG 実施内容 —ソフトウェアメトリクス高度化プロジェクト」

▶ 非機能要件の構造化

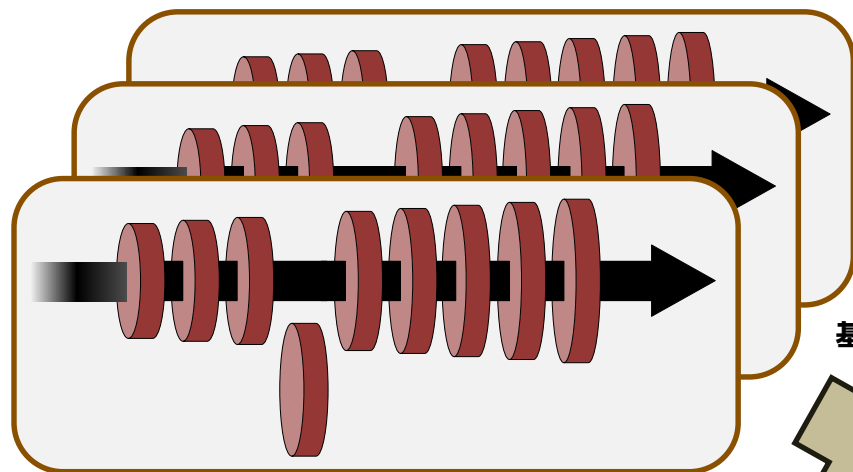
- IPA-SEC「共通フレーム2007」

- JUAS「ソフトウェア開発管理基準に関する調査報告書」

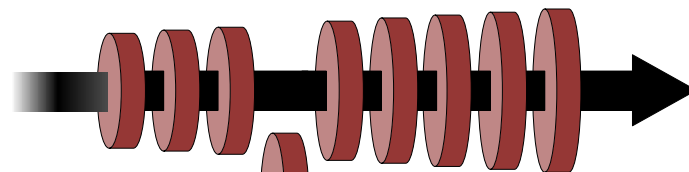


T1-3「ソフトウェア品質の第三者評価」の妥当性評価 非機能要件特性レーダーチャート

RFP(非機能要件)で高評価が得られたプロジェクト

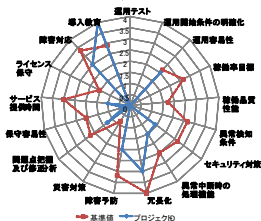


評価対象ソフトウェア開発プロジェクト



基準値作成

基準値



■ ケーススタディ

▶ 対象プロジェクト

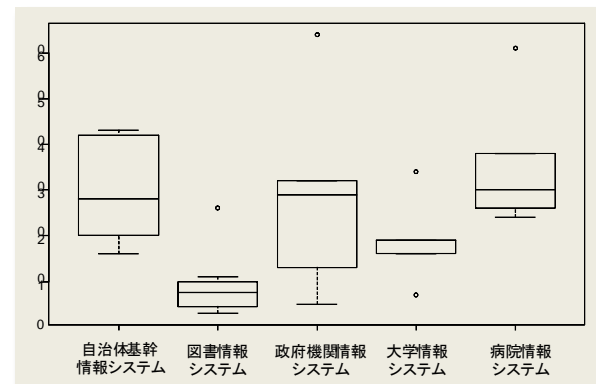
- 大学, 病院, 官公庁, 地方自治体, 独立行政法人など。
ベンダ候補企業向けの入札情報としてWWW上で公開している29件。

▶ 特性評価者

- システム発注・開発に10年以上携わってきたエキスパート1名。

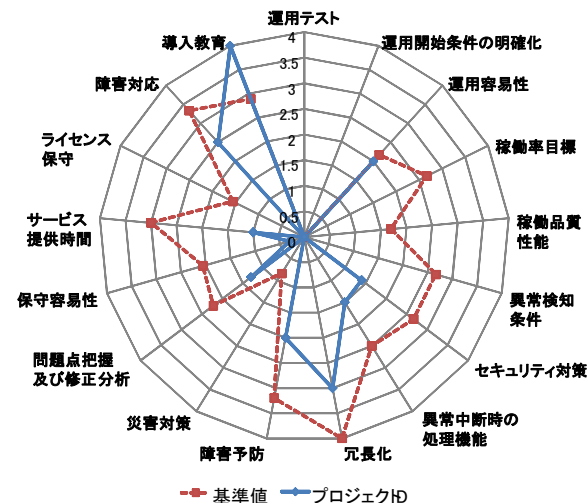
T1-3「ソフトウェア品質の第三者評価」の妥当性評価 非機能要件特性レーダーチャート

■ 総合評価が60点以上(100点満点)となったのは2プロジェクトのみ。



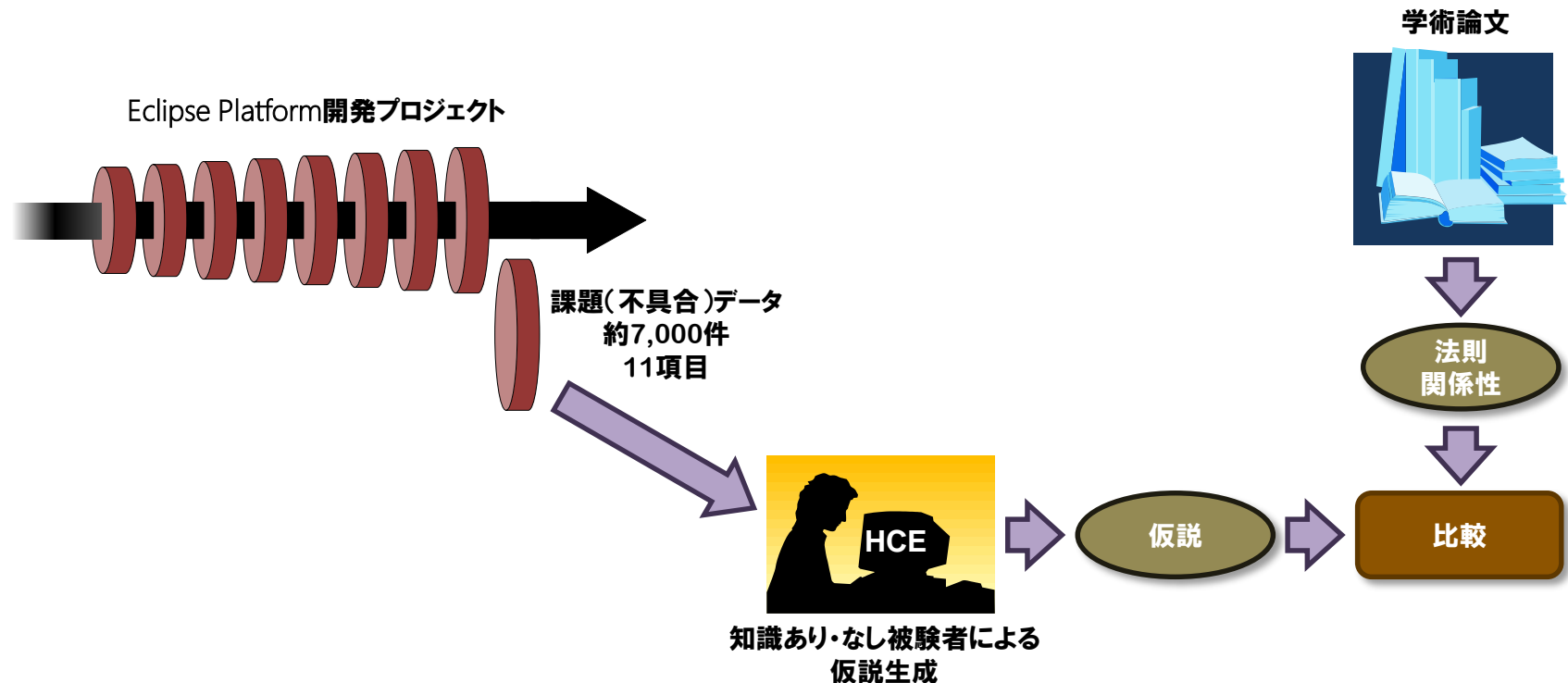
■ 総合評価トップ3の各特性の平均評価点を基準値として、レーダーチャートを作成。

▶ 改善が必要な特性がより明確に。



T1-3「ソフトウェア品質の第三者評価」の妥当性評価 スナップショットに基づく「仮説の生成・検証」

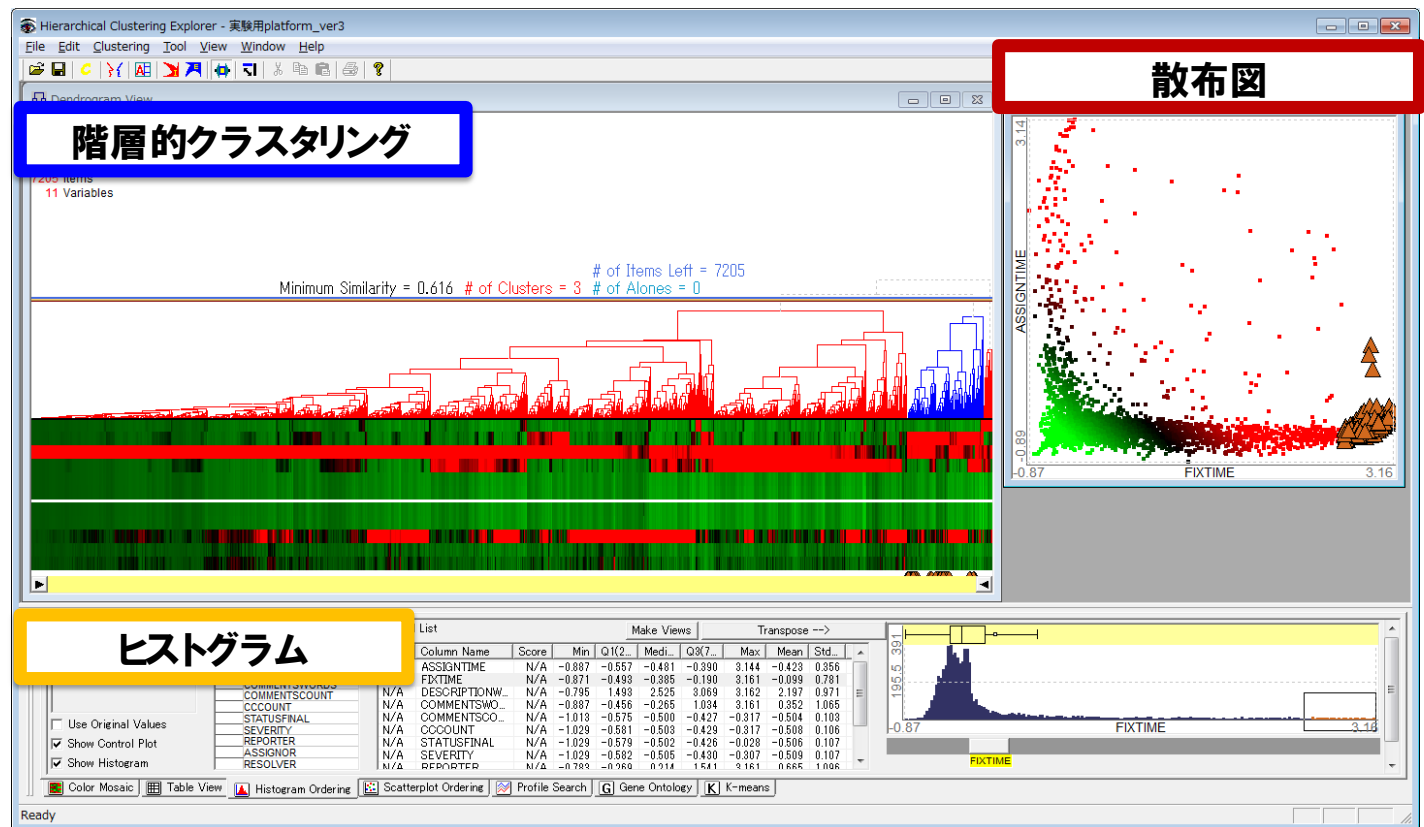
■ 階層的可視化分析ツールHCEを用いた仮説生成



T1-3「ソフトウェア品質の第三者評価」の妥当性評価 スナップショットに基づく「仮説の生成・検証」

■ HCE: Hierarchical Clustering Explorer

▶ 可視化方式: Ranked-by-feature framework



T1-3「ソフトウェア品質の第三者評価」の妥当性評価 スナップショットに基づく「仮説の生成・検証」

■ HCEを用いた仮説生成実験

▶ 対象データ(HCEへの入力データ)

- Eclipse Platformの不具合報告データ:約7000件, 11項目(変数)

▶ 方法

- OSS開発についての知識を持つ被験者と, 持たない被験者の2グループが生成した仮説の量と質を比較.
- 主要学術論文誌・国際会議で既出の法則・関係性に合致する仮説を有用とする.
- 被験者持ち時間:1時間

▶ 被験者

- 知識あり:学生3名, 知識なし:学生3名

項目(変数)	詳細
AssignTime	修正者が決定するまでの時間
Fixtime	修正されるまでの時間
Priority	優先度
Severity	重要度
CCCount	メーリングリストの登録者数
Comment	コメントの総文字数
Attachcount	添付ファイルの数
Descriptionword	記述情報の文字数
reporter	報告者の名前
fixer	修正者の名前
component	不具合が発生したコンポーネント名

T1-3「ソフトウェア品質の第三者評価」の妥当性評価 スナップショットに基づく「仮説の生成・検証」

■ 生成された仮説数

- ▶ 知識なし被験者：計8件。うち、有用な仮説 2件。
- ▶ 知識あり被験者：計18件。うち、有用な仮説 4件。

■ 生成された仮説例

- ▶ 「課題が報告されてから担当者に割り当てられるまでの時間」と「課題が割り当てられてから解決されるまでの時間」は反比例する。
(課題対応プロセスの実施・適用技術の妥当性評価につながる)



対象ソフトウェアの知識が十分でない場合でも、有用な仮説を生成することが可能。

T1 ソフトウェアプロジェクトモグラフィ技術 まとめ

T1-1 スナップショットの実現

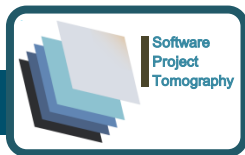
- ▶ ソフトウェアプロジェクトを表現するに十分な情報を含むスナップショットが実現可能であることを示した。

T1-2 スナップショット生成・解析・可視化システムの試作

- ▶ ソフトウェアプロジェクトを5つの観点(スナップショット上の5つのペインに対応)それぞれで、「俯瞰」、「傾向・関係性の顕在化・評価」、「仮説の生成・検証」が可能であることを示した。

T1-3 「ソフトウェア品質の第三者評価」の妥当性評価

- ▶ スナップショットに基づく解析と可視化によって、ソフトウェア品質の第三者評価の主要三対象、および、ソフトウェア品質そのものの評価が容易になることを、実験・ケーススタディにより示した。



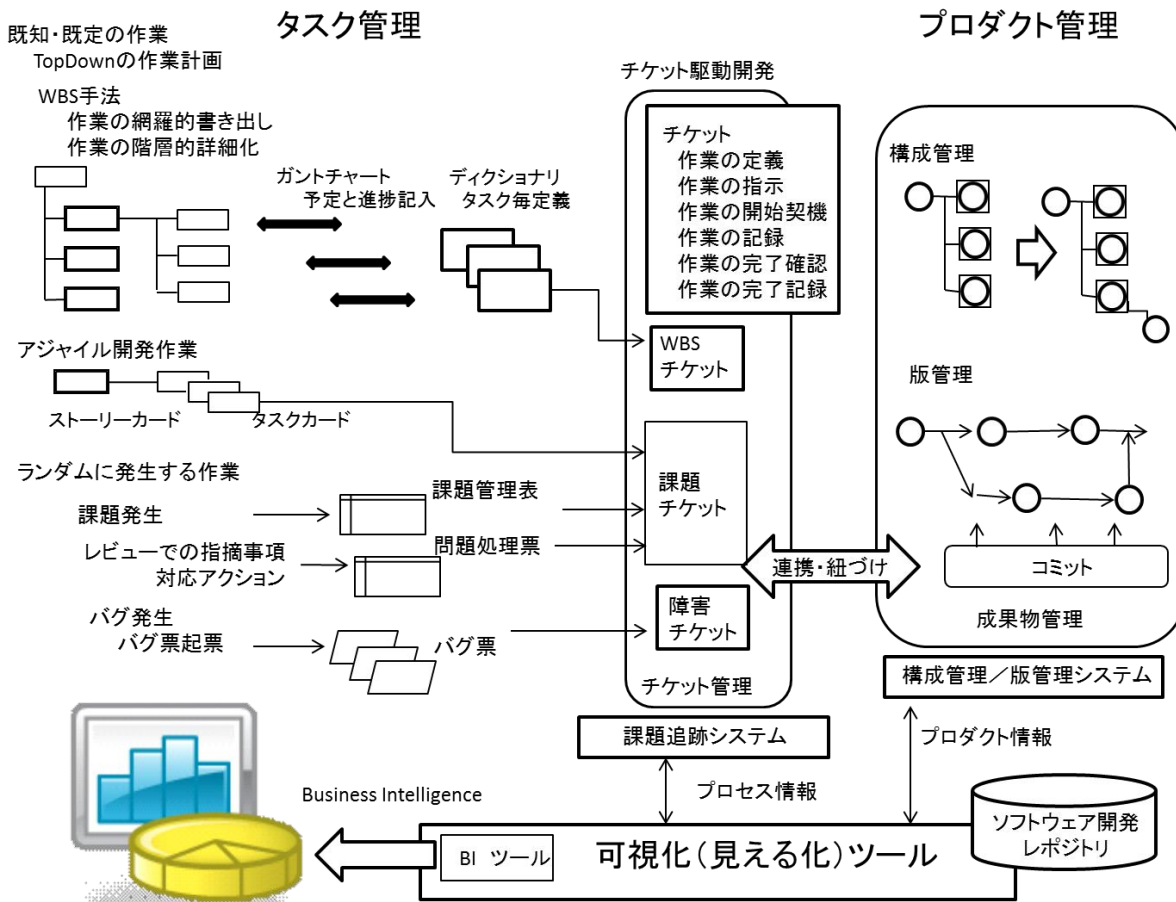
T2 クラウド型開発管理環境の構築・評価

T2-1 クラウド型開発管理環境の構成・運用方式の評価

T2-2 組織間協業の実現可能性評価

T2-1 クラウド型開発管理環境の構成・運用方式の評価

クラウド型開発管理環境の設計・実装



■ 商用クラウド環境での実装

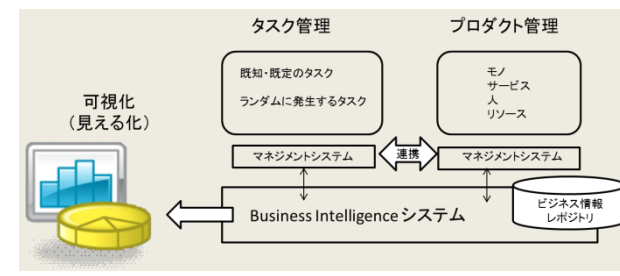
▶ 実開発プロジェクトへの適用

■ 実証研究の枠組の実現

▶ インプロセス・モニタリングとフィードバック

▶ 秘密保持覚書

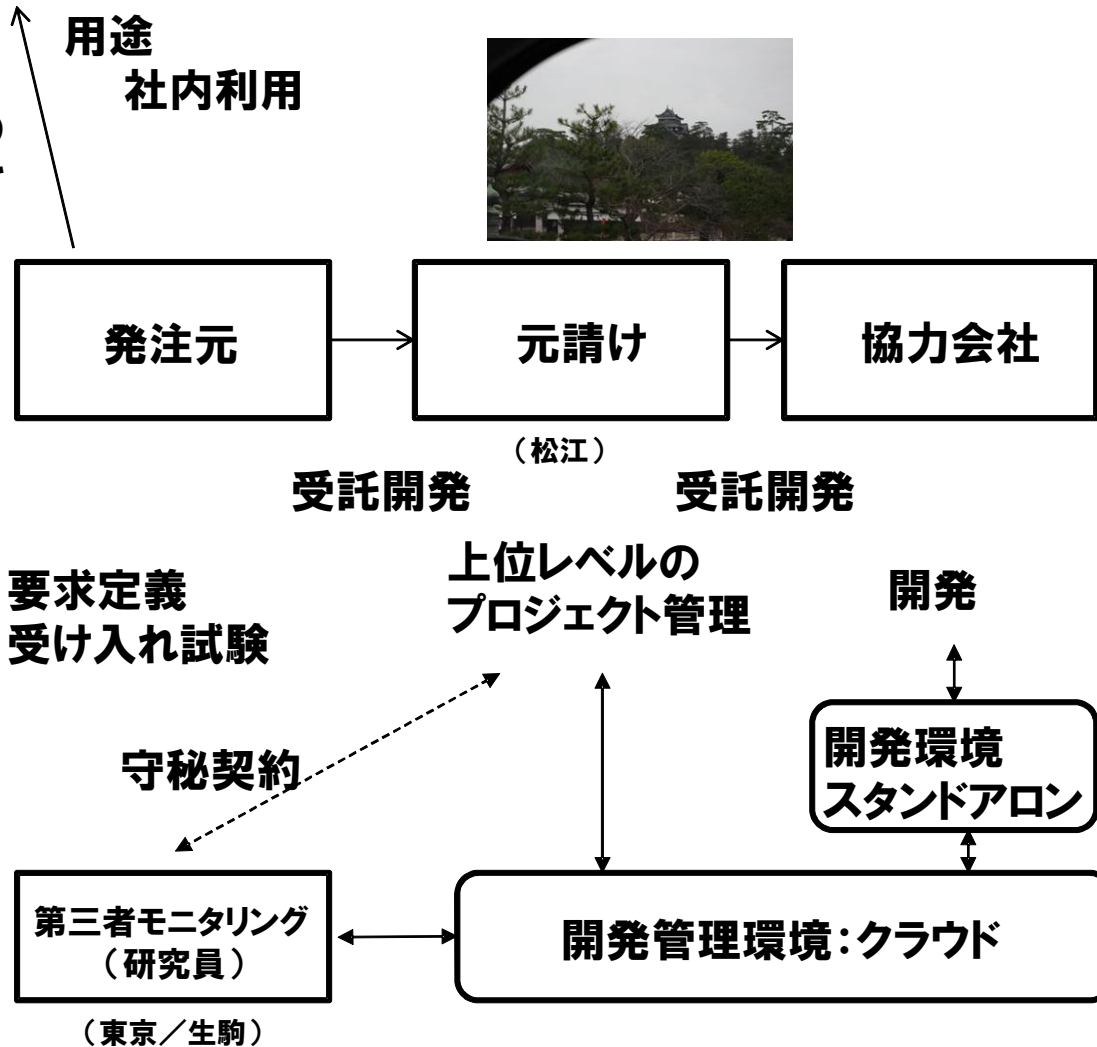
■ ビジネス領域と相似の枠組



T2-1 クラウド型開発管理環境の構成・運用方式の評価 研究プロセス: 実証プロジェクト

進取の気性に富み
活発な地域産業の
一つに焦点を当て
た: 島根県・松江

プロジェクト属性
小規模
短期
Ruby
OSS混在
地域企業

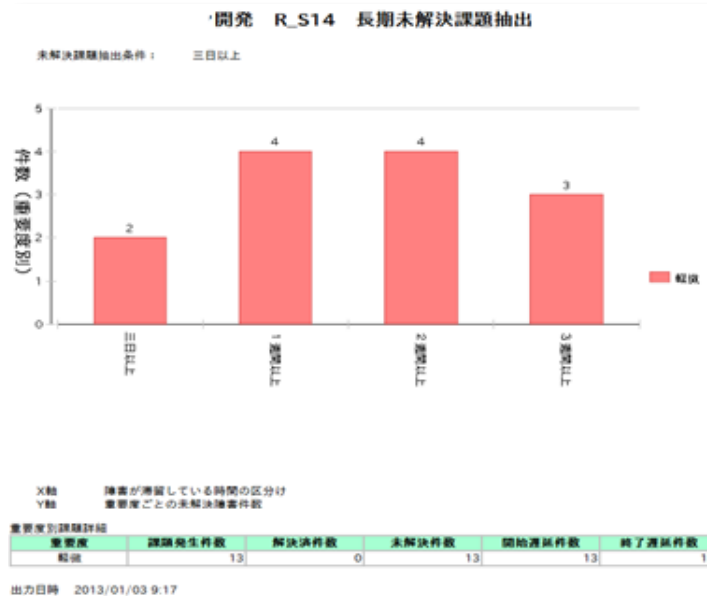


T2-1 クラウド型開発管理環境の構成・運用方式の評価 研究プロセス:ガントチャート(Redmine画面)

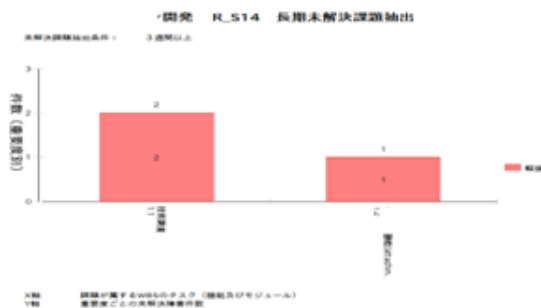
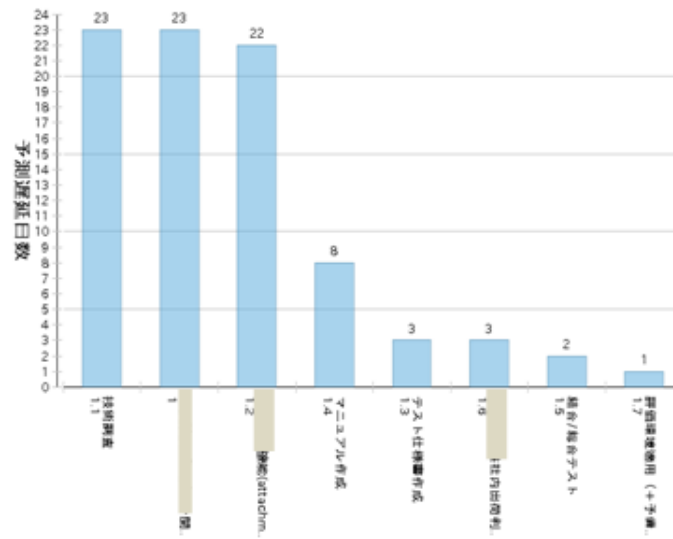


T2-1 クラウド型開発管理環境の構成・運用方式の評価 研究プロセス:可視化情報出力(EPM-X画面)

得られたのは
一部



開発 R_S15 遅延重要タスク抽出
重要度: 普通



T2-1 クラウド型開発管理環境の構成・運用方式の評価 研究成果

■ 新しい統合型ソフトウェア開発管理環境の組み立てと実プロジェクトへの適用

- ▶ クラウド環境の枠組の有用性実証.

■ 統合環境の機能・活用法評価に関するケーススタディ

- ▶ 想定通りの機能発揮せず.
- ▶ サンプル提供の標準チケット構造・チケット記入項目受け入れられず.
- ▶ プロジェクト・マネジメント方式のスペクトラムの発見.
 - チケット構造, チケット記入項目, チケット活用法にマネジメントのスペクトラムが存在.
- ▶ マネジメント・スペクトラムの歩み寄り. 整合, 収束, 止揚機構としての統合環境の機能の発見.

T2-1 クラウド型開発管理環境の構成・運用方式の評価 チケット例(障害)

EPM-Xサンプル・キット

実適用プロジェクト

開始/終了日
実績

原因分類

原因分類
なし

開始・終了日
実績なし



発見：プロジェクト・マネジメントのスペクトラム

■ チケット構造、チケット記入項目

▶ WBS方式, **フィーチャー方式**

- スケジュール消化型, **機能実現型**

▶ **作業受け渡し型**, 作業属性分類・記録型

▶ **軽装チケット**, 重装チケット

▶ **開発作業者にとって, さくさくと, 楽しいプロジェクト進行**

- マネージャにとってストレスの高いプロジェクト進行

▶ マネージャにとって見通しのよいプロジェクト進行

- 開発作業者にとって苦痛を伴うプロジェクト進行

■ 統合環境の可能性

- ▶ 統合環境を活用して, プロジェクト・マネジメント方式の歩み寄り, 一段階高いレベルへの止揚を図れる.

今回は, 本プロジェクトからの依頼により, 特別にWBS方式で運用.

研究プロセスと成果： 地域コミュニティ企業での調査

クラウド型開発管理環境活用企業

企業	社員数	資本金	年間売上げ
A	200人以下	1億円(授權4億円)	50億円以下
B	150人以下	2,500万円(授權5,000万円)	15億円以下
C	50人以下	5,000万円以下	
D	10人以下	500万円以下	

(活動コミュニティ)

- Rubyアソシエーション
- 島根県情報産業協会
- しまねソフト産業ビジネス研究会
- しまねオープンソースソフトウェア協議会

(活動例)

- RubyWorld Conference
- Rubyビジネスセミナー
- オープンソース・サロン
- オープンソース・カンファレンス
- オープンソース活用ビジネスコンテスト
- 各種講習会、講演会、交流会
- オープンソース・ラボ開設・運用(松江駅前)
- 松江Ruby会議
- しまねIT産業育成事業(各種連続講座、研修)



**ヒアリング対象
実務者
マネージャ
プレイング・マネージャ
管理者
経営者**

- 係争や多くの利害関係者への説明の必要性の事例は得られなかった。
 - ▶ 説明性の必要は取引先、発注元など。
- ニーズ
 - ▶ 地域企業の技術力・産業力を高め、受注増につなげたい。
 - ▶ 地域産業の高い技術力をブランドにまで高めたい。
- 地域企業群へのヒヤリングで、今回のケーススタディ結果のある程度の一般性を確認した。



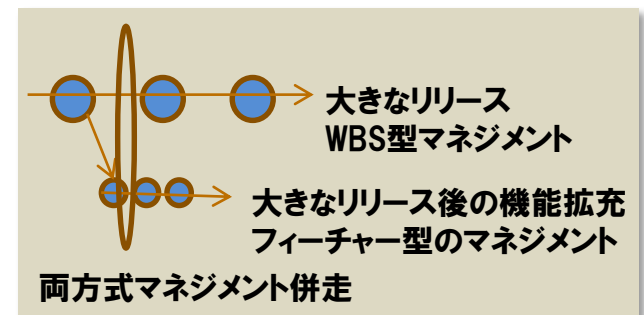
T2 クラウド型開発管理環境の構築・評価 考察, 今後の課題

■ 進化したソフトウェア開発管理環境の活用の中から新しいムーブメントが生まれる可能性が高い。

- ▶ プロジェクト・マネジメントの幅広いスペクトラムを同じ枠組でのカバー。
- ▶ 枠組を活用して次の段階へ止揚することが期待できる。

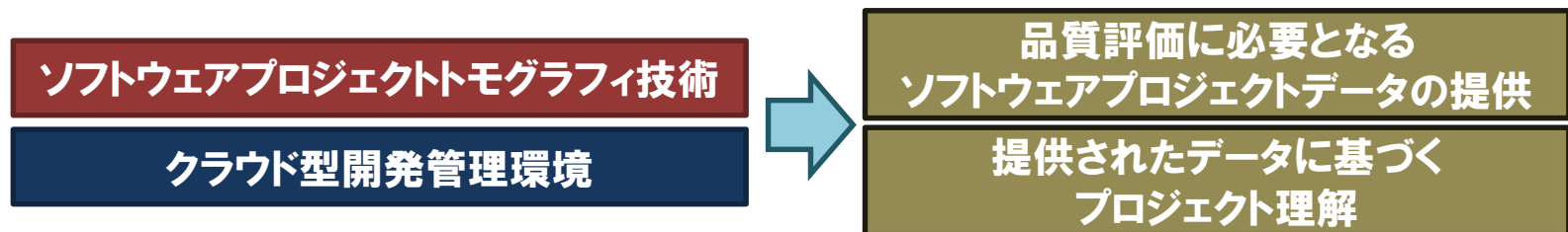
■ 今後の研究: 実証範囲の拡大

- ▶ 大規模、中・長期開発, 地域企業群の面として普及・活用。
- ▶ フィーチャー型・WBS型チケット構造の評価。
- ▶ 適用範囲, 両者併用モデルの検討。
- ▶ グローバル開発での実証。
 - GitHub連携、研究者組織ISERN活用。
- ▶ 都市型, 係争リスク直面型領域での実証活動。
- ▶ ステークホルダの分析、文部科学省StagEプロジェクトの成果反映。



全体のまとめ

■「ソフトウェア品質の第三者評価」を容易にする技術の確立.



- 「開発管理」のために収集・蓄積されているプロジェクトデータを、「解析と可視化」に都合の良い形式に変換.
- クラウドサービスの高度化「開発管理 + 品質の第三者評価」と組織間協業の実現.

■ 今後の課題

- ▶ 開発した個別技術の融合, クラウド環境上での統合.
- ▶ 実プロジェクトでのケーススタディ, ベストプラクティス構築.
- ▶ 成果のツールセット・リファレンス実装としての公開, 共有環境の構築.