

組込みソフトウェアの派生開発に おけるソースコードメトリクスによ る再利用性測定

○鷲崎 弘宜¹⁾ 森田 翔¹⁾ 長井 恭兵¹⁾ 布谷 貞夫²⁾ 佐藤 雅宏²⁾
杉村 俊輔²⁾ 関 洋平²⁾

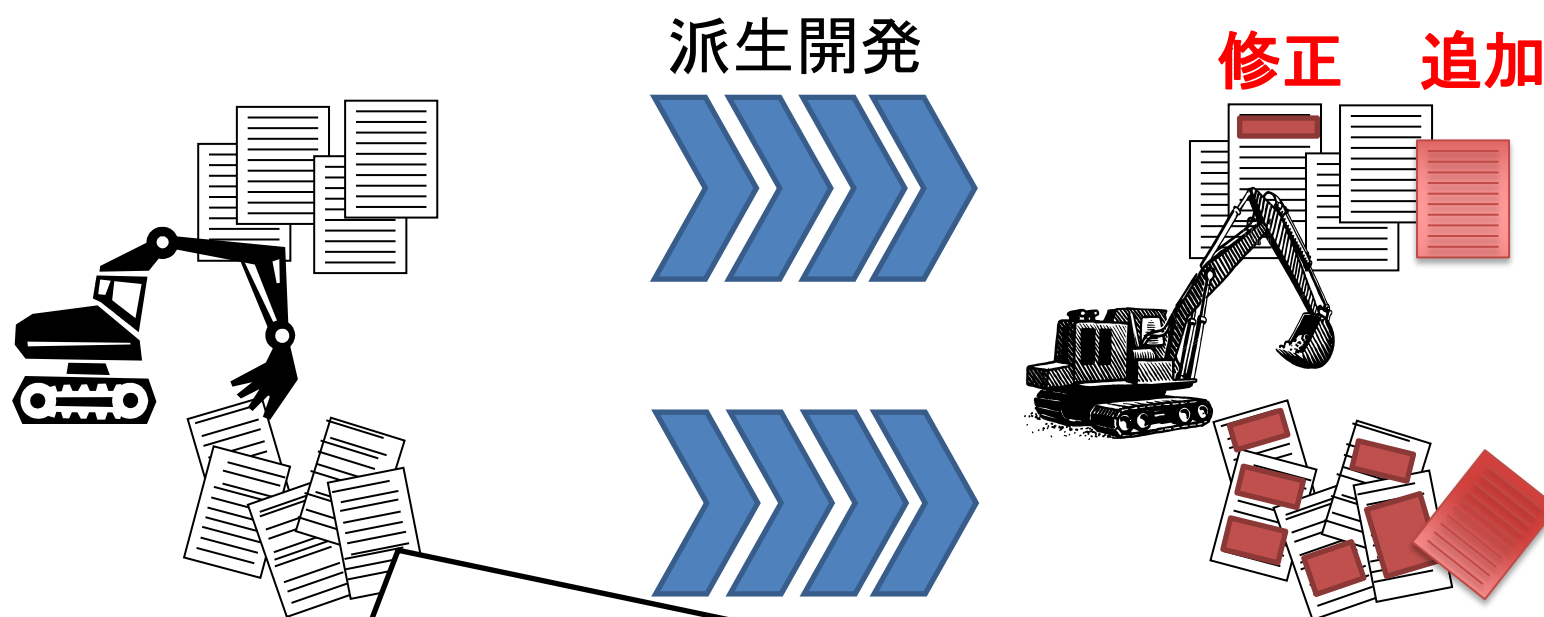
1 早稲田大学 グローバルソフトウェアエンジニアリング研究
所

2 株式会社小松製作所 開発本部 ICT開発センタ



派生開発における再利用

- 製品のシリーズ展開に伴うソフトウェア開発
- 期待: 再利用で高効率かつ一定品質
- 現実: 派生元の理解・変更が困難、修正が多岐に



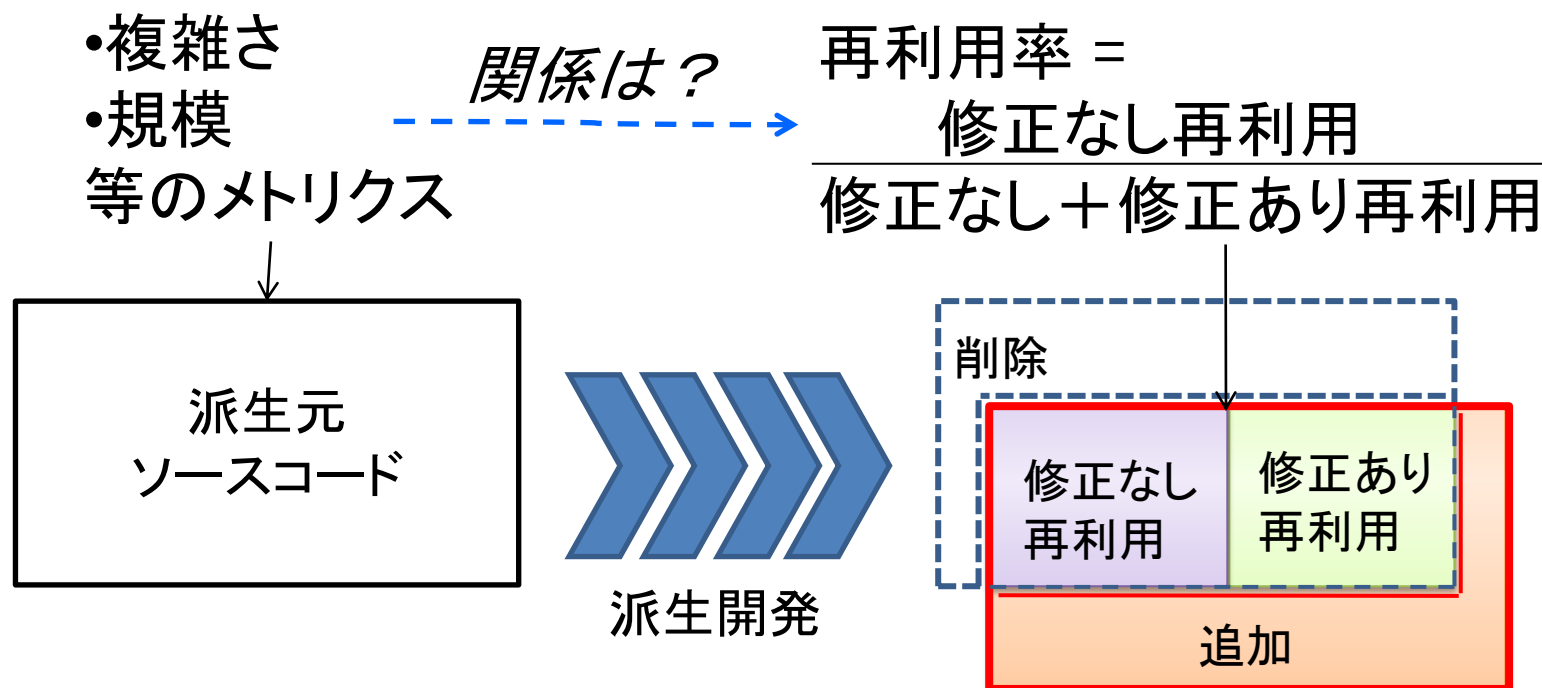
派生開発前に、再利用のしやすさを把握できないか？

再利用性の測定に向けて

- 従来の測定手法 [Etzkorn01][Lee05][Washizaki12]
 - 再利用実績との照らし合わせや検証を欠く
 - 個々のメトリクスが与える影響不明
 - メトリクス候補は高々10数個に限定
- Research Questions
 - RQ1: ソースコードメトリクスにより以降の客観的な再利用実績を予測できるか？
 - RQ2: 個々のメトリクスが再利用性に与える影響度合いを明らかとできるか？
 - RQ3: 考えられる多数のメトリクス候補から裏付けを持って有用なものを特定できるか？

提案: 測定と検証の枠組み

1. 再利用性メトリクス候補102種の識別
2. 再利用実績の定義、実績データ測定
3. メトリクス測定値との回帰分析による絞り込み



再利用性メトリクス候補

- 102種を定性的に識別
 - 品質診断ツール Adqua が測定可能なもの中心
<http://www.ogis-ri.co.jp/product/b-08-000001A6.html>
 - 測定対象: 関数 3種、ファイル 91、ディレクトリ 8

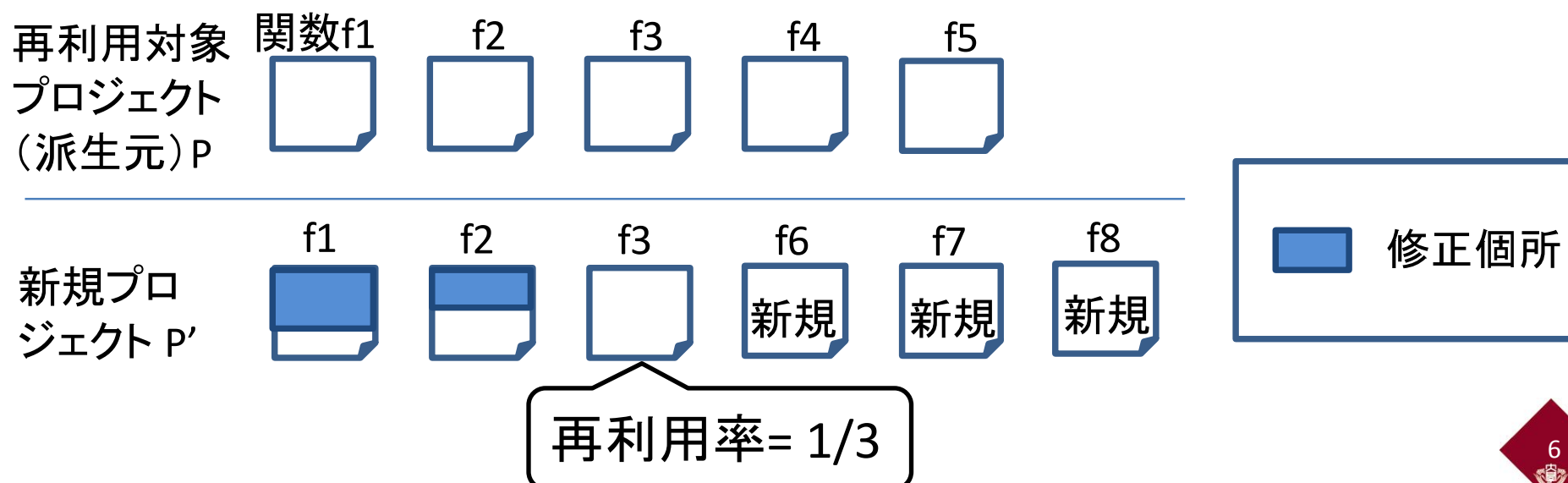
ID	名称	定義
MF1004	ステートメント数	言語の構文規則で、ステートメント(文)として認識されるものの数。ステートメントとは、プログラム実行のための最小構成単位のこと。
MF1019	関数の数	ファイル内に定義されている関数の数。
MFn022	パラメータ数	引数リスト内に宣言された仮引数の数。
MFn042	関数内にてほかの関数を使用する回数	関数内にて他の関数を使用する回数。
MMd032	ディレクトリ外部から関数を呼ばれる自ディレクトリのファイルの率	ディレクトリ内の全ソースファイルのうち、ディレクトリ外部から関数を呼ばれるファイルが占める割合。
MMd042	依存モジュール数	他のモジュールの関数を使用している場合に、依存していると考える。

測定値と照らし合わせる再利用実績

- 再利用の割合？
 - いくら「再利用しやすい」コードでも、要求や環境が合わなければ再利用し得ない
- 再利用率: ブラックボックス的な修正なし再利用の実績

修正なしに再利用された関数の数

修正なし、もしくは修正を伴って再利用された関数の数



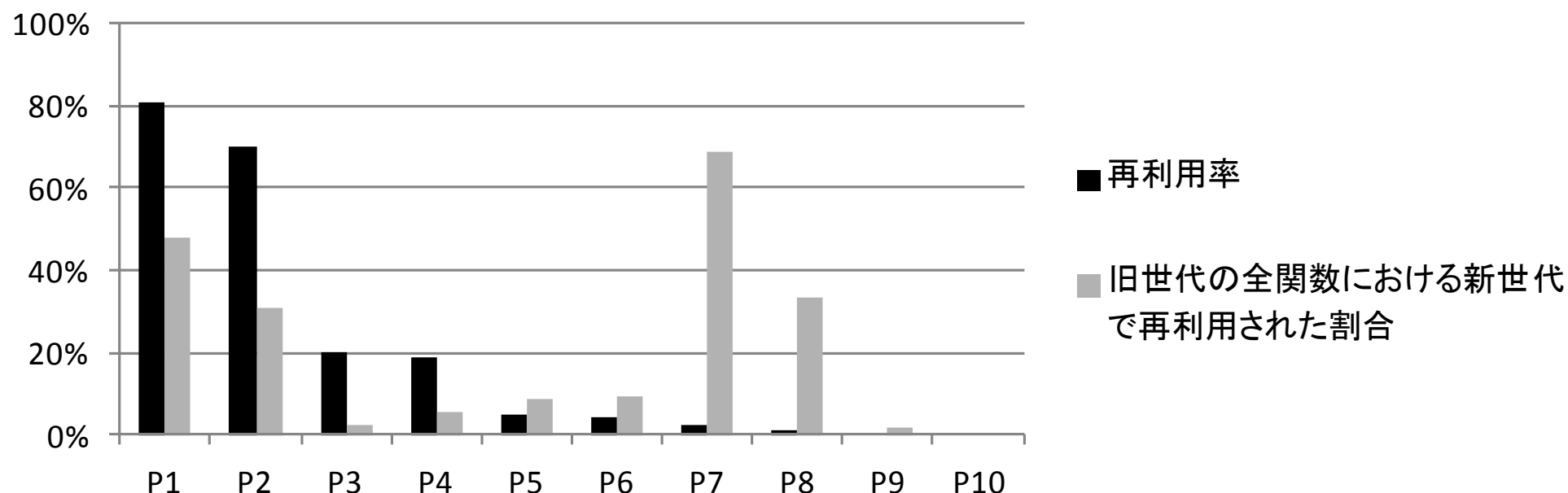
測定対象プロジェクトの初期選定

- 建機メーカーの最近プロジェクト
- 派生前P1～P10 ⇒ 派生後 P1'～P10'
 - 派生後にコード行数やファイル数が増大

特徴	派生元	派生後
製品数	10	10
プログラミング言語	C	C、一部C++
ソースコード行数	計20万LOC程度	計30万LOC程度
ファイル数	計500程度	計1000程度
関数の数	計1万程度	計1万程度

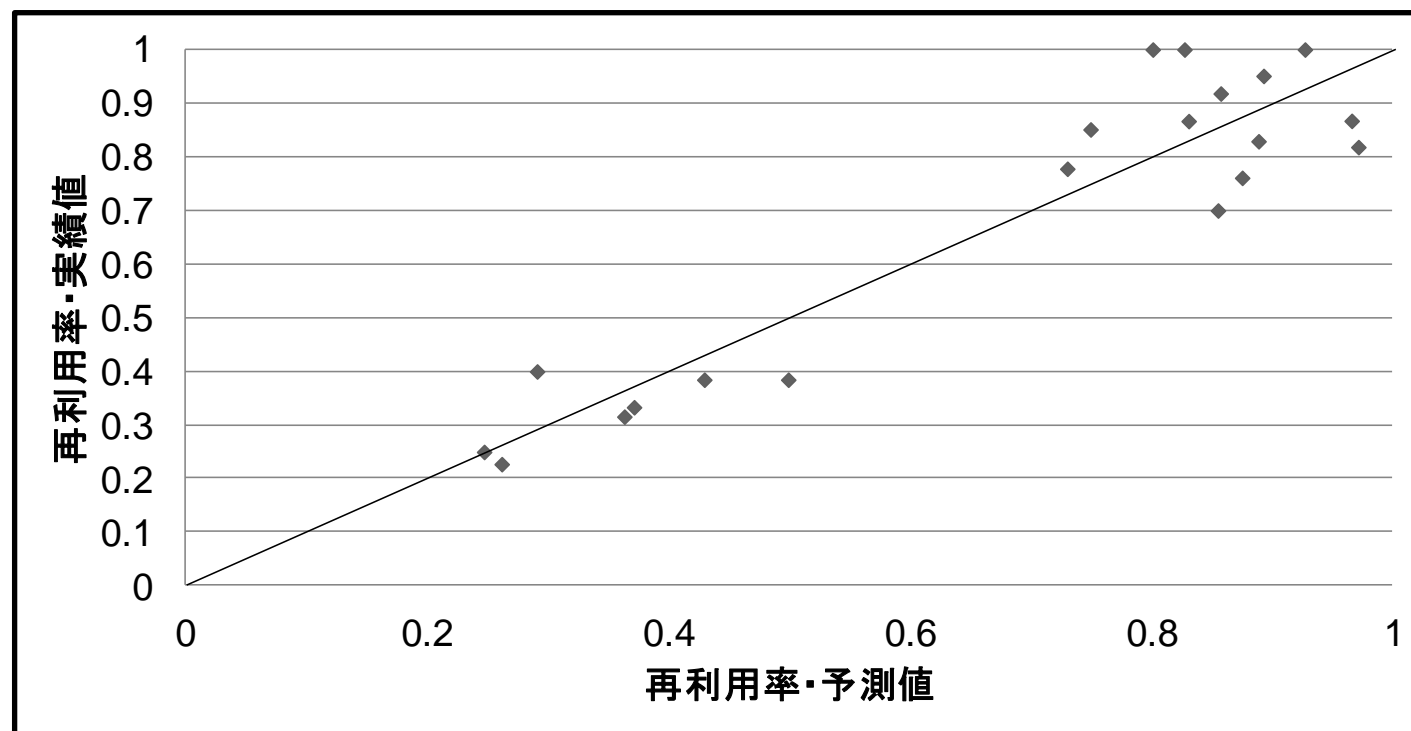
プロジェクトの絞り込み

- 再利用率に大きなばらつきあり
 - 全く/ほとんど再利用されず: P3, P5, P6, P8～P10
 - 開発体制の刷新、要求や環境の顕著な変更
- ⇒ P1, P2, P4, P7 に絞り込み



重回帰分析による再利用性メトリクス識別

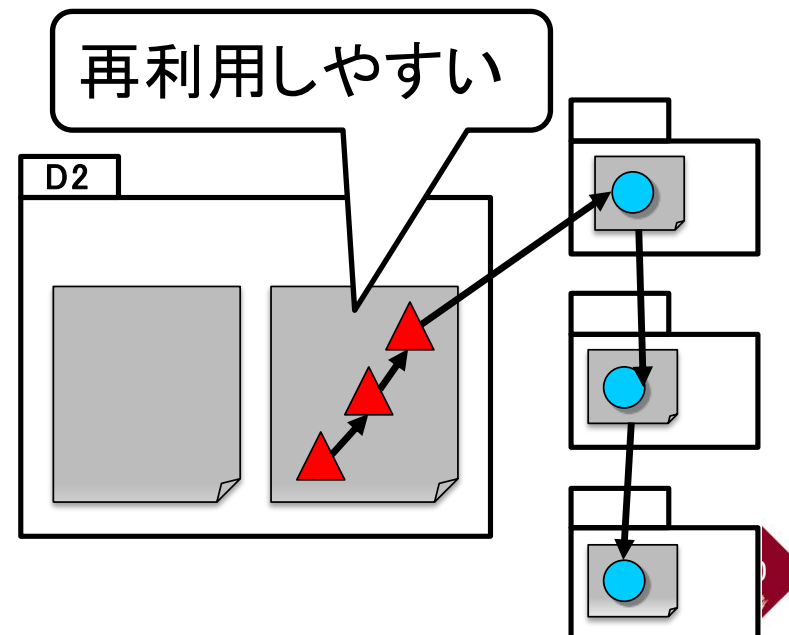
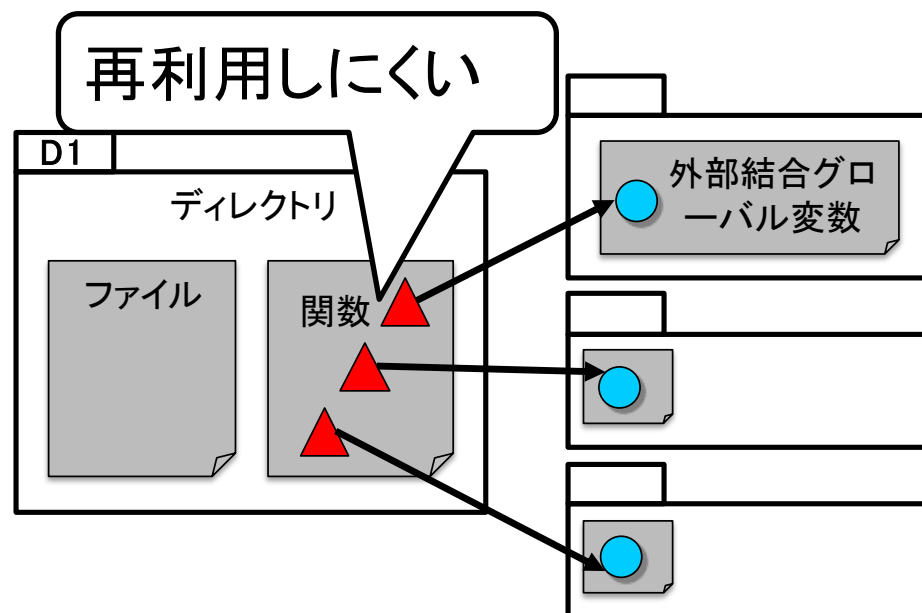
- 重回帰分析で自由度調整済み寄与率が最大となる組み合わせ特定
 - 目的変数: システム全体、ディレクトリ、ファイルの各単位での再利用率
- 再利用率 = $0.97 - 1.63 * \text{MFI597}$ (インクルードするヘッダファイル種類数)
— $0.38 * \text{MFI588}$ (他ファイル外部結合グローバル変数を使用する関数)
— $0.28 * \text{MMd079}$ (外部結合グローバル変数経由の依存外部ディレクトリ数)
— $0.08 * \text{MFI190}$ (パラメータ数が0の関数率)
— $0.01 * \text{MMd085}$ (ディレクトリ外部の外部結合グローバル変数を使用する自ディレクトリのファイル数)



得られた知見の活用

- 派生開発の検討における再利用率の予測
- 設計や実装における再利用性の作り込み

メトリクス	対象単位	指針
MF1597	ファイル	直接インクルードするヘッダファイルの種類数を抑える。
MF1588	ファイル	外部結合グローバル変数の使用により多くの関数が高ファイルに依存しないように、依存する関数を少数にまとめる。
MMd079	ディレクトリ	外部結合グローバル変数の使用による外部ディレクトリへの依存関係を抑える。



関連研究、まとめ

- 関連研究 [Washizaki12]: 関数やファイルの結合関係に関係しているという意味で類似
 - 関数内にて他の関数を使用する回数
 - ディレクトリ外部から関数を呼ばれるファイルが占める割合
- まとめ
 - ソースコードメトリクスで再利用実績を予測できた
 - 102種のメトリクス候補から有用なものを特定
- 展望
 - 他業種・ドメインにおける一般性の検証
 - 開発における指針としての活用