

プログラミングにおける不安定なテストが プロジェクトの枠を超えて広がっていることを確認

～OpenStack エコシステムの約 55% に波及し、1,156 日分の時間ロスが発生～

ポイント

- ① クラウドや社会インフラを支えるソフトウェアでは、テストの不安定さが開発の遅れにつながっています。
- ② 本研究では、不安定なテスト(※1)が1つのプロジェクトにとどまらず、エコシステム(※2)内の複数プロジェクトに広がる現象を確認しました。
- ③ 今回の成果は、開発時間の短縮、計算資源の削減、信頼できるソフトウェア基盤の実現に貢献すると期待されます。

概要

ソフトウェアは、クラウド、金融、通信、行政サービスなど、私たちの生活や産業を支える重要な基盤です。こうした開発では、プログラムを変更するたびに、自動テスト(※3)で不具合の有無を確認します。しかし実際には、同じプログラムでも成功したり失敗したりする不安定なテストがあり、開発の遅れや計算資源の無駄を招いています。これまで、この問題は主に1つのプロジェクトの中で調べられてきましたが、多くのプロジェクトがコードやテスト環境を共有する現在、その影響がどこまで広がるかは十分に明らかになっていませんでした。

本研究では、不安定なテストが1つのプロジェクトにとどまらず、複数のプロジェクトに広がることを明らかにしました。さらに、同じテストでも、あるプロジェクトでは不安定になり、別のプロジェクトでは安定して動く現象も確認しました。これは、テストの不安定さが個別の開発だけではなく、ソフトウェア群全体で捉えるべき課題であることを示しています。

九州大学大学院システム情報科学研究院の亀井靖高教授らの国際共同研究グループは、大規模なクラウド基盤ソフトウェア群である OpenStack のエコシステムを対象に、649 プロジェクト、29,175 件のコードレビュー(※4)、73,707 件のパッチセット(修正案)を分析しました。その結果、Zuul CI(※5)を採用する OpenStack エコシステム内のプロジェクトの約 55%が、複数プロジェクトに広がる不安定なテストの影響を受けていることがわかりました。また、複数のプロジェクトに影響する不安定なテストを 1,535 件、同じテストでもプロジェクトによって起き方が異なるものを 1,105 件確認しました。

さらに、小さな部品を確認する基本的なテスト(単体テスト)の約 7 割が、複数のプロジェクトにまたがる不安定さを示しました。不安定さの主な原因は、サーバの一時的な障害や同時実行のずれ、依存ソフトの変化、CI(※5) 設定の食い違いでした。加えて、この問題によって、コード確認の過程で合計 1,156 日分の時間が失われていました。今回の成果は、不安定なテストを早く見つける仕組みや、原因を自動で整理する仕組みの開発につながり、大規模ソフトウェアや社会インフラを支えるシステムの信頼性向上に役立つと期待されます。

本研究成果は、米国の雑誌「IEEE Transactions on Software Engineering」(オンライン)に 2026 年 5 月 27 日(水)(日本時間)までに掲載予定です。

研究者からひとこと：

不安定なテスト(Flaky Test)は、開発者の時間と計算資源を奪う見えにくい問題です。本研究では、その不安定さが1つのプロジェクトの枠を超えて拡散し、エコシステム全体に波及している実態を明らかにしました。今回の成果を、より信頼できるソフトウェア開発環境の実現につなげたいと考えています。(亀井靖高)

【研究の背景と経緯】

ソフトウェアは、クラウド、金融、通信、行政サービスなど、私たちの生活や産業を支える重要な基盤です。こうしたソフトウェア開発では、プログラムを変更するたびに、自動テストで不具合の有無を確認します。この仕組みにより、開発者は安全に修正や改良を進めることができます。

しかし実際の開発現場では、同じプログラムに対して実行しても、成功したり失敗したりする不安定なテストが存在します。このような不安定なテストが起きると、開発者は本当の不具合かどうかを確認するために時間を使います。また、テストを何度もやり直すことで、計算資源も無駄に消費されます。

これまでの研究では、主に1つのプロジェクトの中で起きる不安定なテストが調べられてきました。一方、現在のソフトウェアは、多くのプロジェクトがつながり、コードやテスト環境を共有しながら開発されています。

そのため、1つの不安定なテストが、複数のプロジェクトに影響する可能性があります。しかし、この影響がどの程度広がるのかは、これまで十分に明らかになっていませんでした。そこで九州大学の亀井靖高教授らの国際共同研究グループは、大規模なクラウド基盤ソフトウェア群である OpenStack を対象に、649 プロジェクトを分析し、テストの不安定さがプロジェクトを越えて広がる実態を調べました。

【研究の内容と成果】

本研究では、ソフトウェア開発で使われる自動テストの失敗記録を分析し、不安定なテストが複数のプロジェクトに広がる現象を調べました。特に、本研究では2つの現象に着目しました。

- 1つ目は、1つの不安定なテストが複数のプロジェクトで失敗を引き起こす現象です。
- 2つ目は、同じテストでも、あるプロジェクトでは不安定で、別のプロジェクトでは安定して動く現象です。

分析の結果、Zuul CI を採用する OpenStack エコシステム内のプロジェクトの約 55% が、複数プロジェクトに広がる不安定なテストの影響を受けていることが分かりました。また、複数のプロジェクトに影響する不安定なテストを 1,535 件、同じテストでもプロジェクトによって起き方が異なるものを 1,105 件確認しました。これらの結果は、テストの不安定さが、一部のプロジェクトだけの問題ではなく、ソフトウェア群全体に広がる課題であることを示しています。

さらに注目すべきことに、ソフトウェアの小さな部品を確認するための基本的なテストの約 7 割が、複数のプロジェクトにまたがる不安定さを示しました。この結果は、「小さな単位のテスト（単体テスト）は安定している」という従来の見方を、見直す必要があることを示しています。不安定さの主な原因としては、サーバの一時的な障害や同時実行のずれといったタイミング起因の要因（約 43%）、依存ソフトの変化（約 29%）、CI 設定の食い違い（約 14%）などがありました。つまり、原因は必ずしもプログラム本体の不具合だけではないことが分かりました。

また、複数プロジェクトに広がる不安定なテストは、開発の遅れにもつながっていました。本研究では、不安定なテストによって、コード確認の過程で合計 1,156 日分の時間が失われていたことも確認しました。

【今後の展開】

本研究の成果は、大規模ソフトウェア開発におけるテストの信頼性向上に役立つと期待されます。今後は、不安定なテストを早く見つける仕組みや、原因を自動で分類する仕組みの開発が重要になります。これにより、開発者は何度もテストをやり直すのではなく、根本的な原因を効率よく調べられるようになります。

また、複数のプロジェクトで使われるテスト環境や設定をそろえることも重要です。設定や共有部品の違いを減らすことで、プロジェクトごとに結果が変わる不安定なテストを減らせる可能性があります。

さらに、1つのプロジェクトだけでなく、ソフトウェア群全体でテストの失敗情報を共有する仕組みも必要です。どのテストが、どのプロジェクトで、いつ不安定になったのかを共有できれば、原因の特定や修正を進めやすくなります。

本研究で得られた知見は、OpenStack だけでなく、多くのプロジェクトが連携して開発されるソフトウェアにも応用できる可能性があります。クラウドサービスや社会インフラを支えるソフトウェアの信頼性向上につながることを期待されます。

【用語解説】

(※1) 不安定なテスト

同じプログラムを同じ条件で実行しても、成功したり失敗したりするテストです。英語では「Flaky Test」と呼ばれます。

(※2) エコシステム

複数のソフトウェアや開発者・組織が、共通の部品やルールを共有しながら互いに依存し合い、1つの集合体として進化していく開発環境のことです。OpenStack のように、多数のプロジェクトが連携して開発される仕組みを指します。

(※3) 自動テスト

ソフトウェアが正しく動くかを、プログラムで自動的に確認する仕組みです。人が毎回確認する手間を減らし、開発の速度と品質を高めます。

(※4) コードレビュー

プログラムを書いた本人以外の開発者が、変更内容を確認し、不具合や改善点を指摘する仕組みです。品質や安全性を保つために多くのソフトウェア開発で実施されています。

(※5) CI/Zuul CI

CI (Continuous Integreition) はプログラムに変更が加えられるたびに、自動テストやビルドを行い、不具合を早期に発見する仕組みです。Zuul CI は OpenStack 開発で使われている代表的な CI ツールの1つで、本研究の分析対象になっています。

【謝辞】

本研究は、JSPS 科研費 (JP25K22845、JP23KJ1589、JP26H02500、JP26K21198)、科学技術振興機構 (JST) ASPIRE (課題番号: JPMJAP2415)、JST さきがけ (課題番号: JPMJPR22P6)、公益財団法人栢森情報科学振興財団、稲盛科学研究機構 (InaRIS フェローシップ)、およびカナダ自然科学・工学会議 (NSERC) Alliance International Collaboration Grant (ALLRP 580835-22) の助成を受けて実施されました。

【論文情報】

掲載誌: IEEE Transactions on Software Engineering

タイトル: Cross-Project Flakiness: A Case Study of the OpenStack Ecosystem

著者名: Tao Xiao, Dong Wang, Shane McIntosh, Hideaki Hata, Yasutaka Kamei

D O I : 10.1109/TSE.2026.3685588

【お問合せ先】

<研究に関する事>

九州大学 大学院システム情報科学研究所 教授 亀井靖高（カメイ ヤスタカ）

TEL：092-802-3728

Mail：kamei@ait.kyushu-u.ac.jp

<報道に関する事>

九州大学 広報課

TEL：092-802-2130 FAX：092-802-2139

Mail：koho@jimu.kyushu-u.ac.jp