

オープンソース・ソフトウェア・プロジェクトの盛衰の規定要因(1)

SourceForge.net における 2099 プロジェクトの 18 年間の生存分析

濱岡 豊^{†1}

概要: 1998年2月のオープンソース・ソフトウェア・イニシアティブの設立から20年以上が経過した。この間、無数のオープンソース・ソフトウェア・プロジェクト(OSSP)が開始されたが、多くのユーザを得て、開発が継続されているものは少数である。本研究の目的は、このようなOSSPの盛衰に影響を与える要因を明らかにすることである。その第一報として本報告ではプロジェクトの生存期間の規定要因を分析する。2001年5月時点でSourceforge.netで行われていたOSSPから2099プロジェクトを選び、公開アーカイブからその後の活動状況を追跡したところ、2019年4月末時点で同サイトに残っているのは、1436プロジェクトであった(生存率68.4%)。筆者の提案した枠組に基づいて説明変数を導入したハザードモデルによって、OSSPの生存期間の規定要因を分析した。開発要因の「CVS貢献者数」、ユーザー・コミュニティ要因のうち「バグ報告者数」、開発成果要因の「ファイル・リリース回数」など、開発に関連する変数がいずれも負で有意となっており、ユーザーからのフィードバックを受けて開発し、リリースしていたOSSPは生存期間が長いことを明らかにした。プロジェクト要因のうち「ライセンス:GPL」「プログラミング言語:C」とあわせて「自然言語:英語」も負で有意となっており、プログラミング言語だけでなく、メンバー間でのコミュニケーション言語も重要であること、一方、プロジェクト要因のうち、「開発段階:計画」の係数は正で有意であり、2012年当時、計画中であったプロジェクトは生存期間が短いことがわかった。

キーワード: オープンソース・ソフトウェア・プロジェクト, hazard model

Determiners of Live and Death of Open Source Software Projects (1)

A 18 Years Follow-up Study of 2099 Projects at SourceForge.net

Yutaka Hamaoka^{†1}

Abstract: Since establishment of Open Source Software Initiative in 1998, thousands of Open Source Software Projects (OSSPs) have established. However, OSSPs that attract significant developers and users are limited and it would be more difficult for OSSPs to survive two decades. Purpose of this research is to understand what determines live and death of OSSPs. As a first report, survival of OSSPs is analyzed. In May 2001, 2099 OSSPs at Sourceforge.net were selected and their status was followed with publicly available archive (SDRA). Among them, 1436 OSSPs are survived in April, 2019 (survival rate=68.4%). Survival analysis was applied with regressors selected based on the author developed theoretical framework. “The number of CVS contributors”, “the number of bug reporters” and “the number of file release” have negative and significant coefficients that confirmed development activity promotes survival of OSSPs. In addition to “License: GPL” and “Programming Language: C”, “Natural Language: English” has negative and significant coefficients that indicates importance of selection of language for programming and communication among community members. On the contrary, “Development stage: Planning” has positive coefficient that means OSSPs without success prospects can’t attract users and tend to be terminated.

Keywords: Open Source Software Project, hazard model

1. はじめに

1998年2月のオープンソース・ソフトウェア・イニシアティブの設立から20年以上が経過した^a。この間、無数のオープンソース・ソフトウェア・プロジェクト(OSSP)が開始された。筆者は2001年に、OSSPのホスティングサイトであるSourceforge.netから2101プロジェクトのデータをクロールし、集計した。その結果、ソフトウェアが公開されていないプロジェクトが25%あること、53.6%のプロジェクトでは1人で開発されていること、ソフトウェアを公

開してもアップデートをしていないプロジェクトが21%あることなどを見いだした。このように、LinuxやApacheのように多くのユーザーを得るOSSPは限定的である。それが20年間継続されているものはごく少数であると考えられる。

このように、オープンソース・ソフトウェア(OSS)もしくはオープンソース・ソフトウェア・プロジェクト(OSSP)の持続性もしくはevolutionに関する研究も行われつつある。Kochは本研究と同様、SourceforgeにおけるOSSPの成長パターンを分析した[2][3]。Raja And Tretter[7]は、OSSの持続に関して、vigor, resilience, organizationからなる多次元指標を提案し、実証した。朱[10]は、この研究を参照して、理論的枠組を設定し、公開されているCodeplexにおけるOSSPのアーカイブ・データを用いて、実証を行った。Kuljit

^{†1} 慶應義塾大学
Keio University

^a 同協会のHPには下記の記述がある。

“OSI was jointly founded by Eric Raymond and Bruce Perens in late February 1998, with Raymond as its first president” (<https://opensource.org/history> accessed 2019/6/6)

and Munish [4, 5]は、OSS の evolution に関する研究について、ソフトウェア工学の観点からレビューしている。これらは OSSP の長期的な生存や成長に注目した研究だが、Sourceforge, Codeplex, Rubyforge など OSSP のホスティングサイトの長期的な動向をイノベーションの普及という視点から特徴を比較した研究も存在する[9].

このように、多くの研究が行われているものの、OSS もしくは OSSP の長期的な進化についての分析は、ソフトウェア工学に注目した研究が多く、OSSP で重要となるコミュニティの状況も考慮した研究は限られている。

本研究の目的は、OSSP の長期的な成長と衰退プロセスの分類とその規定要因を明らかにすることである。本稿では、その第一報として、OSSP の生存期間の実態を把握し、生存期間を規定する要因を明らかにする。このため、Sourceforge.net における OSSP について追跡データを取得し、分析を行う。

2. 分析枠組

筆者はオープンソース・ソフトウェア・プロジェクトのパフォーマンス指標とその規定要因に関して図1のような分析枠組を提案し、実証した[11].

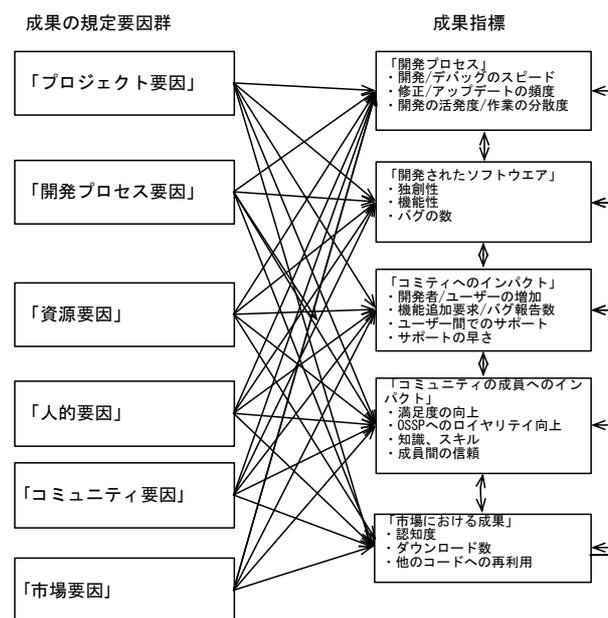


図1 分析枠組(濱岡(2003)より作成)

2.1 成果指標

商用のソフトウェアでは品質の高さつまりバグの少なさが重視されるが、OSS の場合、ユーザーがバグを発見することを前提として、テストが不完全な状態でソフトウェアを公開したり、仕様・スケジュールを明確に規定しないまま進められる例が多い。さらに、ユーザーが無償で開発に参加したり、その入れ替わりもあるという特徴がある。このように OSS では、ユーザーコミュニティも重要である。このように、OSS の成果指標については、開発やソフトウ

エアの品質だけでなく、より広い範囲の指標を考える必要がある。筆者はこれを踏まえて、OSSP の成果指標を、「開発プロセス」「開発されたソフトウェア」「コミュニティへのインパクト」「コミュニティの成長へのインパクト」「市場における成果」に分類した。

2.2 規定要因

Pressman[6]は「ソフトウェア開発プロジェクト」の成果に影響を与える要因を、「課題そのものの要因」「プロセス要因」「製品要因」「資源要因」「人的な要因」に分類している。筆者は「課題そのものの要因」を「プロジェクト要因」と捉え、さらに「コミュニティ要因」「市場要因」を加えた。成果はこれらによって規定されるだけではなく、ダウンロードの増加によって、コミュニティが成長するように、成果指標間にも関係があることに注意したい。

2.3 濱岡(2003)の実証結果

この包括的な分析枠組みに基づいて具体的な変数と仮説を設定し、2001 年当時の代表的な OSSP ホスティングサイトである Sourceforge.net から約 2101 のプロジェクトに関するデータをクローリングし、必要な変数を集計することによって実証分析を行った。

この結果、プロジェクトの認知度がダウンロード数を増加させ、ユーザーコミュニティの規模を拡大させる。そして、ユーザーコミュニティの規模が、プロジェクトの認知率を増加させるという正のフィードバックが存在していることを明らかにした。また、ユーザー規模の拡大は、ユーザーからのフィードバック（バグ報告、機能追加要求、ヘルプリクエスト）を増加させ、開発を活性化させること、開発者数を増加させ、リリース回数を増加させる作用もあることも明らかにした。

本研究でもプロジェクトの生存期間を総合的な成果指標ととらえ、この分析枠組に則って分析を行う。

3. データ

3.1 分析対象プロジェクト

分析対象は筆者が 2002 年に選択した Sourceforge.net 上でホストされている(いた)OSSP である[11]。このサイトは、1999 年 11 月以降^b、OSSP に対して、ホームページ、CVS、メーリングリスト、バグや機能追加についてのリクエスト用の Tracker、自由にディスカッションできる forum、ファイルの格納とダウンロードを行う機能などを提供している。その後 Codeplex, RubyFroge など同様のホスティングサイトが設立され、停止されたが未だに活動している。

データをクローリングした 2001 年 5 月の時点では、

^b このサイトでは登録順にグループ番号が与えられている。グループ番号 1 は SourceForge.net のインフラとして使われているシステムを開発するプロジェクト alexandria である。

20,052 プロジェクトが登録されていた^c。そこから系統的にサンプリングを行った。つまり全期間でのアクティビティ・ランキングリストを用い、プロジェクトの順位 10 間隔で選択した。ただし、アクティビティランキングについては上位 13000 位までしか公開されていなかったため、software map (ソフトウェア一覧)からもプロジェクトを補足した^d。これらにアクティビティ・ランキング上位 200 以内、ファイルのダウンロード数トップ 100、ホームページのページ閲覧回数トップ 50、フォーラムへの投稿回数トップ 50 プロジェクトを加え重複を除外した。このようにして選んだ 2197 プロジェクトの概要ページをダウンロードしたところ、95 プロジェクトについては無効であったので、分析対象プロジェクトは 2102 となった。

このようにプロジェクトを抽出し、各プロジェクトのバグ、パッチ等のフォーラムへの投稿、公開されているファイル、CVS などの情報をクロールした。そして、表報告の解決率などの指標を算出した。

3.2 追跡データ

その後、数年間は年に一回程度、プロジェクトの概要ページをダウンロードしてきたが、Norte Dame University の Professor Greg Madey が研究者向けに SourceForge Research Data Archive (SRDA): A Repository of FLOSS Research Data の公開を開始した^e。追跡データとしてはこれを用いることとする。この SRDA アーカイブは数ヶ月毎のデータを公開しており、2003 年から 2014 年の各年の 1 月に近い月のデータを用いた^f。2014 年以降のデータは公開されていないため、2019 年 5 月にプロジェクト概要ページをクロールした。

SRDA では多くの情報が公開されているが、本研究では第一報として、各プロジェクトの生存期間が、2001 年時点の情報から予測できるかを検討する。このため、SRDA データのうち、プロジェクト概要情報に、分析対象としたプロジェクトが各年のデータに含まれているかに基づいて、各プロジェクトの生存期間を算出した。このデータが入手可能なのは、2099 プロジェクトであったので、以下では、これらについて分析する。

3.3 単純集計

(1) プロジェクト要因

分析対象 2099 プロジェクトのうち、2019 年 5 月まで生存していたのは 1438 プロジェクト(生存率 68.4%)であ

^c プロジェクトについては Sourceforge.net に申請し、承認が必要。ユーザーについては自由に登録できる。

^d 現在はすべてのプロジェクトの一覧を XML で出力する機能があるため、より簡単にデータを得ることができる。

^e http://srda.cse.nd.edu/mediawiki/index.php/Main_Page

^f 分析に用いたデータの年/月は次のとおり。()は筆者によるクロール。他は SRDA。

(2002/5), 2003/1, 2004/11, 2005/02, 2006/01, 2007/01, 2008/01, 2009/01, 2010/01, 2011/01, 2012/01, 2013/01, 2014/01, (2019/05)。

った(表 1)。2002 時点でのプロジェクト概要ページには、表 1 に示すプロジェクトの特徴が回答されていた。外部サイトを持っていたのは 368 であり、うち 301 は 2019 年も生存していた(生存率 81.8%)。

「開発段階」について「計画中」と回答したプロジェクトは 411 あったが、そのうち 2019 年まで生存していたのは 192(生存率 46.7%)であった。これに対して、「成熟 mature」と回答したプロジェクトの生存率は 92%と高くなっている。「開発段階」については、このように選択肢間で生存率に大きな差があるが、「環境」「オーディエンス」「ライセンス」「OS」などには大きな差はみられない。なお、いずれの項目とも「無回答」のプロジェクトが 400 以上あるが、それらの生存率は概ね 40%程度と低くなっている。基礎的な情報を入力しないようなプロジェクトは、持続させる努力も怠る傾向があるためだろう。

表 1 単純集計(プロジェクト要因)

		2002年	2019年	生存割合
合計		2099	1436	68.4%
外部サイトIP有り		368	301	81.8%
Sourceforge以前に設立		32	22	68.8%
開発段階	計画中	411	192	46.7%
	Pre	312	198	63.5%
	α	316	261	82.6%
	β	457	408	89.3%
	Production	412	379	92.0%
	成熟	56	52	92.9%
	無回答	424	171	40.3%
環境	Web	408	292	71.6%
	Win32	350	265	75.7%
	X11	435	345	79.3%
	コンソール	474	376	79.3%
	無回答	592	288	48.6%
オーディエンス	エンドユーザー	950	719	75.7%
	開発者	1055	804	76.2%
	システム管理者	467	350	74.9%
	その他	231	169	73.2%
	無回答	592	186	31.4%
ライセンス	GPL	1203	916	76.1%
	LGPL	171	134	78.4%
	BSD	97	66	68.0%
	無回答	458	187	40.8%
OS	Linux	729	568	77.9%
	マイクロソフト	442	336	76.0%
	独立	558	422	75.6%
	無回答	491	211	43.0%
プログラミング言語	C	624	502	80.4%
	C++	463	350	75.6%
	Perl	225	158	70.2%
	PHP	201	135	67.2%
	Java	258	190	73.6%
	無回答	477	200	41.9%
トピック	プログラミング	287	233	81.2%
	マルチメディア	247	194	78.5%
	ゲーム	258	185	71.7%
	通信	268	194	72.4%
	インターネット	361	267	74.0%
	システム管理者	341	259	76.0%
	無回答	439	181	41.2%
自然言語	英語	741	551	74.4%
	無回答	1333	871	65.3%

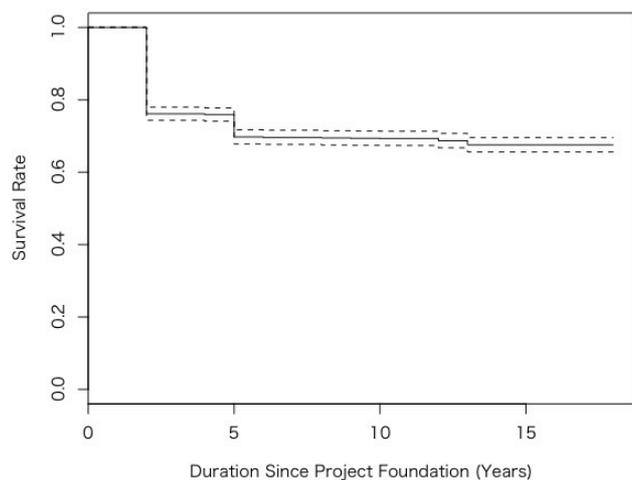
注)複数回答かつ、回答割合が高い選択肢のみ表示しているので、各項目の合計は 100%とはならない。

(2) プロジェクトの生存期間

プロジェクトの開始時点については年月日が記録されて

いるが、Sourceforge.net から消えた時点については各年のSRDA アーカイブに含まれているか否かで判定するため、月日の情報は得られない。このため、生存期間については、設立からの年数のみでカウントした。

プロジェクトの生存曲線を示す(図 1)。設立して 2 年目に 20%程度減少しているが、その後の減少幅は小さくなっている。



注)破線は 95%信頼区間。

図 2 分析対象プロジェクトの生存曲線

4. 分析方法と結果

4.1 分析方法

ここで説明したいのは、プロジェクトの生存期間という打ち切りのあるデータであるため、ハザードモデルで分析する[1]。ここでは、生存期間に特定の分布を仮定しない、Cox の比例ハザードモデルを適用する。なお、このデータアーカイブでは、各時点での活動状況も公開されているが、第一報として、本研究では 2002 年時点での情報のみを用いて説明する。

図 1 の分析枠組に示したように、OSSP の生存期間は、プロジェクト要因、開発プロセスやコミュニティの要因などによって影響される。それらの影響を把握するため、次のモデルを推定した。

- ・モデル 1:プロジェクト要因のみ
- ・モデル 2:開発およびユーザーコミュニティの規模を追加
- ・モデル 3:ユーザーコミュニティの活動(問題解決率)を追加
- ・モデル 4:開発成果としてファイルの更新回数を追加

単純集計でみたように、プロジェクト要因の変数は多いため、各項目について、回答率が最も高い項目のみを導入した。人数や回数については、スケールフリー的な分布と

なるため、1 を加えて対数をとった。前述のように、分析対象を選ぶ際に、各種ランキング上位の OSSP も含めたため、それを識別するダミー変数をコントロール変数として導入した。

4.2 分析結果

推定結果を表 2 に示す。このモデルは、OSSP がいつ Sourceforge.net から消えたか?を説明しているの、係数がマイナスということは、OSSP の生存期間を長くする変数であることを意味する。

プロジェクト要因のみを導入したモデル 1 では、「開発段階:計画中」の係数が正で有意となった。これに対して、「外部サイト HP 有り」「オーディエンス:開発者」「ライセンス:GPL」「OS: Linux」「プログラミング言語:C」「自然言語:英語」がいずれも負で有意となった。つまり、これらの特徴をもったプロジェクトは生存する可能性が高い。

モデル 2 では、開発要因として「log(1+CVS 貢献者数)」、「ユーザー・コミュニティ」要因として「log(1+バグ報告者数)」を追加した。適合度はモデル 1 よりも改善され、追加した二つの変数とも負で有意となり、これらが多い OSSP 程生存するといえる。

モデル 3 では「ユーザー・コミュニティの活動」指標としてバグ報告、サポート要求、バッチ要求、機能追加要求の「解決率」を導入したが、これらのうち、バグ報告解決率のみが負で有意となった。

モデル 4 では、さらに開発成果として「log(1+ファイル・リリース回数)」を導入した。モデルの適合度は改善され、この変数は負で有意となった。

4.3 考察

適合度はモデル 4 が最良なので、このモデルの推定結果を用いて考察する。

プロジェクト要因のうち、「開発段階:計画中」の係数は正で有意であり、2012 年当時、計画中であったプロジェクトは生存確率が低いことになる。「ライセンス:GPL」「プログラミング言語:C」とあわせて「自然言語:英語」も負で有意となっており、プログラミング言語だけでなく、メンバー間でのコミュニケーション言語も重要であることがわかる。

開発要因の「CVS 貢献者数」、ユーザー・コミュニティ要因のうち「バグ報告者数」、開発成果要因の「ファイル・リリース回数」など、開発に関連する変数がいずれも負で有意となっており、ユーザーからのフィードバックを受けて開発し、リリースしていた OSSP は生存率が高いといえる。

なお、このモデルの疑似 R² は 0.376 であり、2002 年時点のデータで、その後約 17 年間のプロジェクトの生存期間の変動の 37.6%を説明できていることになる。

5. まとめと今後の課題

5.1 本研究のまとめ

本研究の目的は、OSSPの盛衰に影響を与える要因を明らかにすることであった。2001年5月時点でSourceforgeで行われていた2099プロジェクトのうち、2019年4月末時点で同サイトに残っているのは、1436プロジェクトであった(生存率68.4%)。筆者の開発した理論枠組に基づいて説明変数を導入したハザードモデルによって生存期間の規定要因を分析した。その結果、ユーザーからのフィードバックを受けて開発し、リリースしていたOSSPの生存率が高いことを明らかにした。一方で、2012年時点で計画段階であったプロジェクトの生存率は低いことも明らかとなった。Raymondはオープンソース・ソフトウェア・プロジェクトには、「ユーザーを共同開発者として扱う」「早めのリリース、頻繁なリリース」「コミュニティを形成するためには成功する見込みを示す必要がある」といった特徴を指摘している[8]。本研究での結果はこれを支持するものである。

5.2 今後の課題

このようにOSSPの生存期間の規定要因を明らかにしたが、モデルの疑似 R^2 は0.376である。2002年時点の情報からその17年後の生存期間の変動の37.6%を説明できていると考えることもできるが、OSSPの継続にはその後の活動状況も影響するはずである。SRDAには各時点の活動状況も公開されており、今後、ここで用いた変数の各時点の値を用いたダイナミックな分析を行う予定である。

プロジェクトの生存はSRDAの各年のアーカイブにプロジェクトが含まれているか否かで判定したが、プロジェクトは存在しても、数年にわたってフォーラムへの投稿やダウンロードも行われておらず、活動していないプロジェクトも存在する。これらも厳密には生存しているとはいえないため、活動状況を考慮した分析が必要である。さらに、Sourceforge.netからは撤退したが、他のサイトで継続されているプロジェクトも存在する。これについては、移動した理由も含めた分析が必要となる。

本報告ではプロジェクトの「生存期間」に注目したが、多くのユーザーを得続けるもの、多くを得たのち消滅するもの、多くのユーザーを得ずに消滅するものなど、多様なパターンがあり得る。今後、OSSPの成長-衰退パターンの分類とその規定要因についても研究を進めたい。

謝辞

SourceForge Research Data Archive (SRDA)を整備、公開しているNorte Dome UniversityのProfessor Greg Madeyに感謝する。なお、2002年時点でのデータ収集に関しては大川情報通信基金研究助成を受けた。

参考文献

- [1] J. P. KLEIN and M. L. MOESCHBERGER, *Survival Analysis: Techniques for Censored and Truncated Data*, Springer, 1997.
- [2] S. KOCH, *Evolution of open source software systems - A large-scale investigation*, OSS 2005 - Proceedings of the 1st International Conference on Open Source Systems, 2005.
- [3] S. KOCH, *Software evolution in open source projects - A large-scale investigation*, Journal of Software Maintenance and Evolution Research and Practice, 19 (2007), pp. 361-382.
- [4] C. KULJIT KAUR and S. MUNISH, *Open Source Software Evolution: A Systematic Literature Review (Part 1)*, International Journal of Open Source Software and Processes (IJOSSP), 7 (2016), pp. 1-27.
- [5] C. KULJIT KAUR and S. MUNISH, *Open Source Software Evolution: A Systematic Literature Review (Part 2)*, International Journal of Open Source Software and Processes (IJOSSP), 7 (2016), pp. 28-48.
- [6] R. S. PRESSMAN, *Software Engineering: A Practitioner's Approach 4th ed.*, 1997.
- [7] U. RAJA and M. J. TRETTER, *Defining and Evaluating a Measure of Open Source Project Survivability*, IEEE Transactions on Software Engineering, 38 (2012), pp. 163-174.
- [8] E. S. RAYMOND, *The Cathedral and the Bazaar*, First Monday, 3 (1998), pp. <http://firstmonday.org/article/view/578/499>.
- [9] M. SQUIRE, *The Lives and Deaths of Open Source Code Forges*, OpenSym '17 Proceedings of the 13th International Symposium on Open Collaboration, Galway, Ireland, 2017.
- [10] 朱赵菁, オープンソース・ソフトウェア・プロジェクトの持続性について, 慶應義塾大学大学院商学研究科・修士論文, 2019.
- [11] 濱岡豊, オープンソース・ソフトウェア・プロジェクトのパフォーマンスと規定要因, 2002年度大川情報通信基金研究助成報告書 (2003).

表2 ハザードモデルの推定結果(従属変数:生存期間)

		モデル1	モデル2	モデル3	モデル4	
プロジェクト要因	外部サイトHP有り	-0.377** (-0.133)	-0.262* (-0.133)	-0.258* (-0.133)	-0.158 (-0.135)	
	Sourceforge以前に設立	-0.207 (-0.321)	-0.215 (-0.321)	-0.228 (-0.321)	-0.076 (-0.323)	
	開発段階	計画	1.118*** (-0.09)	0.791*** (-0.093)	0.784*** (-0.093)	0.344*** (-0.096)
	環境	Web	-0.126 (-0.119)	-0.059 (-0.12)	-0.060 (-0.12)	-0.006 (-0.122)
	オーディエンス	開発者	-0.495*** (-0.084)	-0.314*** (-0.086)	-0.314*** (-0.086)	-0.140 (-0.089)
	ライセンス	GPL	-0.496*** (-0.088)	-0.425*** (-0.09)	-0.419*** (-0.091)	-0.195* (-0.096)
	OS	Linux	-0.332*** (-0.099)	-0.262** (-0.1)	-0.265** (-0.1)	-0.109 (-0.102)
	プログラミング言語	C	-0.365*** (-0.106)	-0.230* (-0.109)	-0.234* (-0.109)	-0.155 (-0.11)
	トピック	インターネット	0.051 (-0.125)	0.090 (-0.125)	0.091 (-0.125)	0.160 (-0.126)
	自然言語	英語	-0.457*** (-0.091)	-0.388*** (-0.092)	-0.381*** (-0.092)	-0.375*** (-0.094)
	開発要因	log(1+CVS貢献者数)		-0.737*** (-0.105)	-0.713*** (-0.105)	-0.448*** (-0.102)
	ユーザー・コミュニティ要因	log(1+バグ報告者数)		-0.715*** (-0.126)	-0.446** (-0.164)	-0.264 (-0.169)
		バグ報告解決率			-0.886* (-0.475)	0.013 (-0.486)
		サポート要求解決率			-0.230 (-0.664)	0.826 (-0.704)
バッチ要求解決率				-0.438 (-0.659)	0.655 (-0.69)	
機能追加要求解決率				-0.894 (-1.529)	0.949 (-1.435)	
開発成果要因	log(1+ファイル・リリース回数)				-2.281*** (-0.171)	
コントロール変数	アクティビティ・ランキング上位ダミー	-1.382*** (-0.313)	0.523 (-0.365)	0.565 (-0.373)	0.320 (-0.401)	
	ページビュー・ランキング上位ダミー	-0.561 (-0.342)	0.126 (-0.35)	0.123 (-0.351)	-0.056 (-0.374)	
	フォーラム・ランキング上位ダミー	-0.273 (-0.299)	-0.033 (-0.31)	-0.028 (-0.312)	0.044 (-0.319)	
	ダウンロード・ランキング上位ダミー	-1.019** (-0.415)	-0.689 (-0.424)	-0.728* (-0.426)	1.368** (-0.452)	
	適合度など	Log-likelihood	-4857.4	-4779.4	-4776.6	-4582.0
	AIC	9742.7	9590.8	9593.3	9206.0	
	BIC	9821.8	9681.2	9706.3	9324.7	
	疑似R2	0.189	0.247	0.249	0.376	
	N	2098	2098	2098	2098	

注)有意水準 ***:1% **:.5% *:.10%.

上段は係数の推定値、下段は標準誤差。