OSS 利用エンタープライズソフトウェア開発における課題調査

森田 純恵[†1]　菊池 慎司[†1]　宗像 一樹[†1]　伊藤 雅子[†2]
土屋 雅生[†3]　小林 達樹[†3]　力武 達[†3]　野中 誠[†4]

概要：近年，ソフトウェア開発のスピード向上とコスト削減の有力な方法の一つとして，無償で利用および改変が可能なオープンソース・ソフトウェア(OSS)の利用が注目を集めつつある．しかしその一方で，各企業が外部で開発された OSS を活用する場合には，機能の理解不足や保守の煩雑化などにより，ソフトウェア開発の品質やスピードにデメリットが発生することも容易に想像できる．OSS を活用したソフトウェア製品開発の効率向上においては，OSS 利用における課題を明らかにすることが必要不可欠である．そこで本研究では，国内におけるエンタープライズ向けの高い信頼性が要求されるソフトウェア開発を担う組織を対象にアンケートを行い，OSS を用いた開発における課題調査を行った．その結果，ソフトウェア開発における OSS 利用では，開発計画と保守の工程において OSS 起因の問題が発生する割合が高いことや，OSS の機能やインタフェースを的確に理解することが，開発計画，設計，保守など，ソフトウェア開発における広範囲の工程において重要であることを確認した．本論文では，調査の結果を踏まえ，OSS 活用による開発スピード向上のための指針を明らかにする．

キーワード：オープンソース・ソフトウェア(OSS)，ソフトウェア開発工程，QCD (Quality，Cost，Delivery)課題

Survey for problems in utilization of OSS in enterprise software development

Sumie Morita[†1]　Shinji Kikuchi[†1]　Kazuki Munakata[†1]　Masako Ito[†2]
Masao Tsuchiya[†3]　Tatsuki Kobayashi[†3]　Susumu Rikitake[†3]　Makoto Nonaka[†4]

Abstract: Open source software (OSS) which can be used and modified for free is attracting many attentions as one of the most promising approaches to improve delivery times and costs in software development. On the other hand，utilization of OSS in enterprise software development can also give negative impacts in development because of the lack of understandings of source codes and the difficulties in maintenance of codes developed by OSS communities. Therefore，it is quite important to investigate pros and cons in utilization of OSS to improve the efficiency in software development. In this paper，we report the results of questionnaire survey conducted in several software development departments regarding the problems in the utilization of OSS. As a result，we identified the following two key findings: (1) the ratio of problem occurrence caused by OSS is relatively large in planning phase and maintenance phase in development，and (2) understanding functions and interfaces of an OSS is important in most of overall development process (planning，design，and maintenance phases). And we show the policy to utilize OSS for them.

Keywords: Open source software (OSS)，software development process，QCD (Quality，Cost，Delivery) issues

1. はじめに

近年，様々な情報技術の発展に伴い，我々の社会やビジネスの変化がますます加速しつつある．その変化に追随するために，高品質なサービスや製品をいち早く開発し，世に送り出すことが求められている．そのような中で，ソフトウェア開発の領域については，品質と開発スピードを両立させるための１つの方法として，オープンソース・ソフトウェア (OSS) の活用が注目されてきている．

OSS とは，オープンソースの概念に基づき，ソフトウェアのソースコードが無償で公開され，改良や再配布を行うことが誰に対しても許可されているソフトウェアである．その導入コストの低減化や特定企業への依存度回避等の観点からビジネスユースへの急激な拡大が進んでおり，世界各国の政府調達でも採用が進んでいる．例えば SDN (Software Defined Network) 製品において，AT&T は OSS 比率を現在の 5%から 2020 年までに 50%とすることを要求している[1]．さらに，自国 IT 産業育成の観点からもその動きが活発化している[2].

OSS はコミュニティによって開発されているため，企業は OSS を利用することにより，必要な機能をより少ない工数で実装できることが期待される．その一方で，OSS は自社開発ではないため，各企業が定めるコード規約に即していなかったり，品質を保つためのテストが十分になされていない可能性も存在する．このような状況においては，OSS を利用して製品やサービスを開発しても，QCD (Quality,

†1 (株)富士通研究所
FUJITSU LABORATORIES LTD.
†2 富士通(株)
FUJITSU LIMITED
†3 (株) 富士通コンピュータテクノロジーズ
FUJITSU COMPUTER TECHNOLOGIES LIMITED.
†4 東洋大学
Toyo University

©2016 Information Processing Society of Japan

Cost, Delivery) の改善につながらない恐れもある．

このようなことから，我々は国内におけるエンタープライズ向けの高い信頼性が要求されるソフトウェアプロダクトおよびソフトウェアサービスの開発組織である富士通株式会社（以降，調査対象組織と略す）を対象に，OSS を利用したソフトウェア開発の実態とその問題点について調査を行った．本論文では，具体的には，調査対象組織における OSS の活用の割合や，利用における QCD 問題とその要因などの調査結果について報告を行う．ここで扱う QCD 問題とは，OSS 起因の不具合，OSS 利用による不具合が引き起こす開発計画，開発工程，および，保守工程において QCD に影響をだした問題と定義する．本調査によって明らかになった傾向は，主に下記 3 点のようにまとめられる．

- OSS を利用したソフトウェア開発においては，開発計画と保守の工程において QCD 問題が発生する割合が高い．
- OSS の機能やインタフェースを的確に理解することは，開発計画，設計，保守など，ソフトウェア開発における広範囲の工程に対して影響を与える．
- 開発計画時に最適な OSS を選定する目利き力，設計における企業の OSS 活用戦略，アジャイル型の開発実践などがソフトウェア開発において重要になる．

本論文の構成を下記に示す．まず，2 節でエンタープライズソフトウェア開発における OSS 利用の問題点における仮説を提示する．次に 3 節で，その仮説の真偽を調査するための課題調査の内容について示す．4 節でその結果を示し，考察を与える．5 節では，4 節の結果に基づき，調査対象とした開発組織における OSS を活用したソフトウェア開発による QCD 向上のための指針についてまとめる．6 節で関連研究について述べた後，7 節でまとめと今後の課題を述べる．

2. エンタープライズ製品開発における OSS 利用の課題

2.1 OSS 利用のメリットとデメリット

企業での OSS の利活用が進む中，OSS に潜む問題点もある．そのメリットとデメリットを 7 つの観点からまとめたものを図 1 に示す[2]．メリットの代表格は，低コストと可用性，スケーラビリティがあげられる．OSS は基本的に無料で利用可能なものも多く，ソフトウェアライセンスという観点での費用はほとんど発生しない．また，世界中の多くの開発者によって開発されることから，スケーラビリティを実現する機能も迅速に実装されることも多い．他には，AT&T が要求するようにベンダーへの依存を回避する（ベンダーロックイン）ことも重要である[1]．セキュリティに関しては，OSS の高いセキュリティは以前から言及されてきたが，最近では課題もあり中立となっている．

一方，採用するに際してのデメリットは，サポートの不足，アプリケーションの不足，最近では法的リスクがあげられる．これらのデメリットが OSS 選定時の不安や機能不足に起因して OSS に独自に機能を追加するといった事象を引き起こし，エンタープライズソフトウェア開発における OSS 利活用時の大きな問題となっている可能性がある．

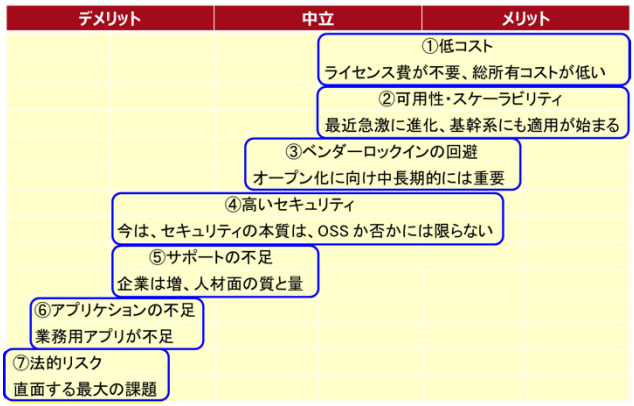

図 1 OSS のメリットとデメリット[2]

2.2 企業にける OSS 利活用の背景と課題

企業における OSS 利活用の背景としては，ソフトウェア開発が大規模化し，同時に短納期化していることがあげられる．多くの開発者によって開発されている OSS を取り込むことにより，企業は開発工数を削減できる．

しかしその一方で，企業では OSS をそのまま利用するのではなく，独自に機能拡張をするケースも存在する．これは，各企業が求める機能が OSS コミュニティによって開発されなかったり，コミュニティから提供されている最新のソフトウェア（基本機能）やソフトウェアモジュール（拡張機能）を取り込む際に多大な工数を要するなどの理由が考えられる．

さらに，OSS はソースコードが公開されており，誰でもその構造を確認できるホワイトボックスの状態となっている．しかし，企業にとっては自社で開発していないソフトウェアの構造を理解するのは難しく，実質的には構造が理解不能なブラックボックスとして扱われる可能性がある．

これらのことは，例えばソフトウェアテストにおける問題発生時に，その問題が OSS 起因なのか否かを切り分けることを困難にしたり，サービス障害発生時にその原因特定や対処方法の決定などに支障をきたすことになる．

2.3 OSS 利活用における課題に関する仮説

上記に示したように，エンタープライズソフトウェア開発における OSS 活用には様々な課題がある．しかし，これらの課題が実際の開発現場においてどの程度問題になっているかは，筆者らの知る限り明らかになっているとはいい

©2016 Information Processing Society of Japan

がたい．そこで，以下の 2 つの仮説を立て，その妥当性について 3 節で示す課題調査を行った．

(1) **仮説 1：OSS 利用による QCD デメリット発生**

OSS の利用によって，ソフトウェアの設計・開発・保守における QCD に対して何らかのデメリットが発生し，そのことが製品開発における OSS 利用促進の妨げになっている．この仮説に基づき，次のリサーチクエスチョン (RQ) を設定する．

RQ-1：OSS を利用した製品・サービスの開発にあたり，QCD に関する問題は発生したか．

RQ-2：QCD 問題が発生した場合，それは OSS に起因するものであったか．また，それは開発工程のどの段階で発生したか（開発計画，設計，実装，テスト，保守）．

(2) **仮説 2：デメリット原因となるスキル不足**

仮説 1 における QCD 問題の発生原因としては，OSS を利用してソフトウェアを開発する企業の開発者のスキル不足や OSS に関する知識不足などがある．その主なものとして，OSS に関する以下の「目利き力」，「設計力」，「品質保証力」などが考えられる．

- 目利き力：ソフト開発において，機能・非機能要件やライセンス，セキュリティや保守など，様々な観点に基づき，製品に採用すべき OSS を選定する，OSS 採択の判断を行うことのできるスキル
- 設計力：保守の容易性や OSS 乗り換えの可能性， OSS のインタフェースや使用法を正しく理解した上で，適切なソフトウェア設計や実装を行うことのできるスキル
- 品質保証力：OSS の版数アップやパッチ適用， ブラックホックス化した OSS のテストや障害発生対処方法などを適切に行い，ソフトウェアとサービスの品質を保ち続けることのできるスキル
- その他：新規 OSS の技術習得に関わるスキルなど

この考え方に基づき，次の RQ を設定する．

RQ-3：QCD 問題の発生原因がスキル不足に関わる OSS 利活用課題（目利き力，設計力，品質保証力）にあった場合，QCD 問題が生じる工程はどこで，具体的にはどのような課題意識があるのか．

3. OSS 利用に関する課題調査

2.3 節に示した仮説 1 および仮説 2 の妥当性評価を行うために，アンケートを調査対象組織に対して行った．これらのアンケートは，企業のソフトウェア開発者が OSS 利用の本質的な問題点をどこに捉えているかを調査するために行ったものである．

3.1 調査対象

日本国内に拠点を置くエンタープライズ系ソフトウェア開発を担当する部署において調査を実施した．調査対象の概要を下記に示す．

調査対象者：ソフトウェアプロダクトを開発しているチームの開発者（マネージャー層，リーダー層，担当開発者）．

調査対象における OSS 利用状況：3 年から 20 年にわたっての OSS の利活用経験あり．開発プロセスは，ほぼ CMMI 段階表現におけるレベル 3 相当（組織標準プロセス定義を利用）を推進．

調査対象人数：12 部門を対象にアンケートを実施し，130 名からの回答を得た．プロジェクトの規模は 10～50 名．

アンケートの回答者の層比率，活用している OSS の種類（上位 3 種類，複数回答），OSS の活用形態をそれぞれ表 1，表 2，表 3(現在の代表担当製品を対象に回答)に示す．

表 1　対象回答者の層比の比率

回答者層	マネージャー	リーダー	担当開発者 (開発経験年数)		
			20 年以上	10 年	3 年
比率	29%	43%	10%	13%	5%

表 2　利用している OSS 種類（上位 3 項目，複数回答）

OSS の種別	現状使用数	予定使用数
データベース系（PostgreSQL，MySQL 等）	65	66
Web サーバ系（Apache 等）	63	67
OS 系（Linux 等）	59	71

表 3　調査対象組織における OSS の活用形態

OSS 活用形態	改造有	改造無	改造率(%)
全体システム（OSS そのものを製品化）	41	36	53
サブシステム（製品の一部として組込む）	20	33	39

3.2 質問項目

以下の 3 つの手順で質問を用意した．

1) OSS 利活用に関する課題意識調査
2) OSS 利用における開発工程毎の QCD 問題の有無
3) QCD 問題がある場合，OSS 起因の問題の有無

手順 1 で使った質問項目の一覧を付表 A.1 に示す．有識者(関連部門責任者，約 30 名)との意見交換を経て，OSS 利活用における課題意識を 20 項目列挙し，これらを目利き力（5 項目），設計力（3 項目），品質保証力（6 項目），その他（6 項目）に分類した．

それぞれの質問項目について，「課題意識あり」と「課題意識なし」の 2 件法により測定する．

©2016 Information Processing Society of Japan

4. 調査結果

4.1 OSS 利用における QCD 問題の有無

表 4 に，RQ-1 および RQ-2 に対する回答の概要を示す．この表では各開発工程（開発計画・設計・実装・テスト・保守）の QCD 問題の有無と，問題が存在する場合は，それが OSS 起因であったか否かを示している．OSS を利用した製品・サービスの開発において，QCD 問題が存在したケースは各工程を通して全体の約 30%であった（RQ-1）．また，開発計画と保守の工程においては，OSS 起因の QCD 問題の割合が 20%あり OSS を利用したソフトウェア開発においては，これらの工程において問題が発生しやすいことがわかった（RQ-2）．

表 4　RQ-1 および RQ-2 に対する回答状況

QCD 問題の有無と要因		開発計画		設計		実装		テスト		保守	
		人	%	人	%	人	%	人	%	人	%
有	OSS	26	20	20	15	17	13	22	17	26	20
	他	16	12	23	18	22	17	25	19	13	10
無		88	68	87	67	91	70	83	64	91	70

4.2 OSS 利活用における課題意識と工程の関係

図 2 に，OSS 利活用における課題意識に対する回答状況を示す．75%（97 件）以上が課題として意識していたものは，下記の 2 件であった．q2：採用判断する為の情報不足（非機能要件：セキュリティ，保守，性能等）．q11：OSS 版数アップやセキュリティパッチの追従．

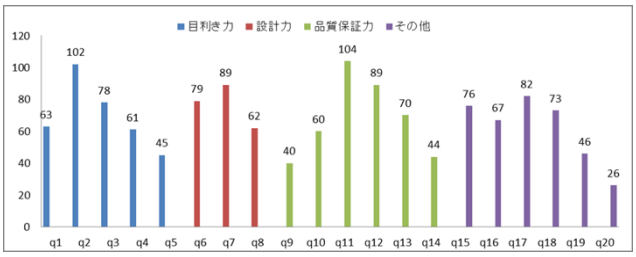

図 2　OSS 利活用時の課題意識の分布

4.1 節で示した各工程における QCD 問題の有無と，これらの OSS 利活用時における課題意識との関係を明らかにするために，これらの間の相関をカイ二乗検定（2 観測値間の独立性検定）により判定した．その結果，有意差が確認できたもの($p<0.05$)を表 5 に示す．検定結果から以下の傾向を読み取ることができた（RQ-3）．

- q8（OSS のインタフェースや機能を理解した上での実装技術）は，開発計画，設計，保守など，広範囲の工程における QCD 問題との相関がある．
- 開発計画に相関をもつものは，q8 と q10（OSS のブラックボックス利用によるテスト工数の増大），q18（新規 OSS の短期での技術習得）であった．

表 5　OSS 利活用の課題意識と工程の χ 二乗検定（p 値）

	q8	q9	q10	q12	q18
開発計画	0.006**	0.999	0.003**	0.308	0.050*
設計	0.004**	0.500	0.647	0.044*	0.023*
テスト	0.496	0.007**	0.913	0.327	0.162
保守	0.047*	1.000	1.000	0.026*	0.720

注：**($p<0.01$); *($p<0.05$)

5. 調査対象組織における OSS 課題への考察

前節の調査結果をうけて，本節では，調査対象組織でソフトウェア開発において OSS を利活用する際の OSS の目利き力，使いこなし力を向上させるための指針について考察する．

5.1 仮説-1 への考察 (QCD デメリット発生)

表 4 は OSS 起因の問題が多いのは開発計画と保守の工程であることを示しており，図 2 は，採用判断するための情報不足（非機能要件：セキュリティ，保守，性能等）と OSS 版数アップやセキュリティパッチの追従が難しいことが，OSS 利用における大きな課題であることを示している．また，表 3 からは OSS 活用形態が全体システム（OSS そのものを製品化）である場合には，企業が OSS に修正を加える割合（OSS 改造率）が半数以上（53%）であることが読み取れる．これは 2.1 節と 2.2 節で述べたデメリットにも関連するが，具体的には以下のような状況が発生していると考えられる．

- 開発計画の段階で採用を決定した OSS に対して，以降の工程で機能不足や非機能要件での不足があることが判明する．
- 不足した機能の追加や非機能要件の充足のために，企業では OSS をそのまま利用するのではなく，独自に機能拡張する方法をとる．
- 独自に拡張した部分については，コミュニティによって開発されている OSS との乖離が発生するため，保守のフェーズで OSS 版数アップやセキュリティパッチの追従が難しくなってしまう．

5.2 仮説-2 への考察 (デメリット原因となるスキル不足)

表 5 の質問項目(横軸)からは QCD デメリットの発生原因として q8 や q10，q18 といった，OSS を利用してソフトウェアを開発する企業の開発者のスキル不足や OSS に関する知識不足がみえてくる．進化し続ける OSS を活用するためのスキルは，OSS に関する目利き力，設計力，品質保証力として OSS を理解するためのソースコード読解力やブラックボックステストスキル，OSS コミュニティの Code First な文化・開発環境を駆使できる人材の必要性があげられる．

設計からテストにおいてソースコードの静的解析ツール

の導入は，プログラムの品質を高める十分な効果があることが知られている．さらに，近年では，複数クラスにまたがった問題を静的解析するツールやセキュリティの脆弱性を静的解析するツールなど，より高機能なツールがでてきている[3]．OSS の版数アップに追従するために既存プログラムのソースコードを自動で解析し，可視化するツール開発が相次いでいる[4]．これらのツールを有効活用することにより，ソフトウェア開発における OSS 利用のデメリットを軽減し，OSS を活用した QCD 向上という本来求められている効果を実現することが期待される．

5.3 OSS 利活用時にしている工夫

3 節に示した設問の他に，調査対象部門が OSS 利活用時においてどのような工夫をしているかをアンケートによって情報収集を行った．その結果を図 3 に示す．ここでは，OSS 選定時には OSS コミュニティの情報を活用しているが，設計時・品質保証時になると，コード解析などにより独自に情報収集をしたり，OSS に全く手を加えず，ブラックボックスとして扱える設計などに向かっている傾向がみられた．しかしこれらは，2.2 節で述べた QCD デメリットの方向へ向かう可能性がむしろ高く，5.2 節で述べたようなより高いスキルを必要とする背景ともいえる．

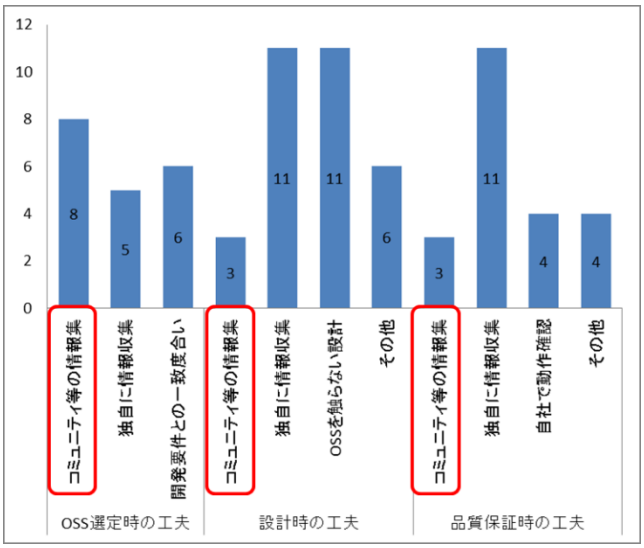

図 3　OSS 利活用時にしている工夫

5.4 OSS を活用した QCD 向上のための指針

本節では，5.1 節から 5.3 節での考察を踏まえた上で，OSS 活用による開発スピード向上のための施策についてまとめる．

(1) 企業の OSS 活用戦略の策定

5.1 節で述べたような企業独自の機能拡張を回避するアプローチとしては，機能（非機能含む）の不足があった時点でその機能が共通か否かを判断し，共通であれば OSS コミュニティ側の修正を促し，個別であれば企業として個別の実装を行うことになるができる限り，極小化することが望ましい．これをうまく実践するためには，OSS 活用戦略を予め構築しておくことが重要である．なお，OSS とビジネスの関わりは，a）寄生モデル：OSS と一般の市販ソフトが独立した形，b) 共生モデル：OSS と市販ソフトで競争する形，c)一体型モデル：OSS コミュニティと企業の共同によって新たな戦略価値を創造する形として整理することができる[5]．一方，欧米では，寄稿など積極的に OSS コミュニティを企業が誘導する形へと急激に変化している[6]．このアプローチが c)一体型モデルに近く新しい価値を創造し易くするための一つの型である．そして，価値提供のスピードを向上させる最適なアプローチとして日本でも認められつつあり，企業からの OSS コミュニティへの積極的参加が始まっている．

(2) アジャイル型の開発スタイルの導入

5.1 節で述べた企業独自開発の回避を行うためには，日々進化する OSS を利用する開発では，従来のウォーターフォール型の開発スタイルでの実行が非常に困難となる．そして，5.2 節で述べたようなスキルやツールを活用，短期間で小規模の機能の開発を繰り返すアジャイル型の開発スタイルの導入が適切であると考えられる．多数の開発者によって機能拡張が繰り返される OSS の発展は，昨今，アジャイルや継続的統合・継続的デリバリが注目されている背景でもある[7]．

(3) OSS 選定に OSS 事前評価データを活用

5.1 節で述べたように，QCD のデメリットが開発計画のフェーズにあることから，OSS の選定段階の目利き力を高めることは最も大きな効果がある．OSS の選定においては，オープンソース・ソフトウェアの社内実績リポジトリや SCSK 社独自の基準で評価した結果をランキングしている OSS Radar Scope ®[8]を活用することで，目利き力を高めることができると考えられる．

6. 関連研究

OSS に関する調査にはさまざまなものがある．それらは，OSS 自体の種類や動向に関するもの[9]，開発者のコミュニティ活動に焦点を当てたもの[10][11]，OSS 開発者のモチベーションに関するもの[12][13][14]，OSS プロジェクトの QCD に影響を与える要因に関するもの[15]．企業における OSS 活用戦略[16][17]などであり，企業における OSS 利用の実態を示した調査は少ない．

Crowston らは OSS プロジェクトの成否を評価する観点および基準についての先行研究調査を行い[18]，品質だけでなくユーザー満足度や開発者による知識創造など幅広い観点から整理している．また，丹生らは，OSS を活用した企業とその経営指標との相関を分析し，OSS を活用度と売上高成長率との間に弱い相関があることなどを報告している[19]．その他，IT システムの供給者視点での企業におけ

©2016 Information Processing Society of Japan

る OSS の活用状況や普及阻害要因を調査したものがある[20]．しかし，これらはいずれも企業における商用製品・サービス開発の現場における OSS 活用の具体的な留意点などを十分に議論できているとはいえない．

7. おわりに

本論文では，ソフトウェア開発のスピード向上とコスト削減のための OSS の利活用課題を明らかにすることを目的に，ソフトウェア開発を担う組織を対象にアンケートを行い，OSS を用いた開発における実態調査を行った．その結果，ソフトウェア開発における OSS 利用では，開発計画と保守工程の QCD 課題の割合が多く，その要因は，目利き力，設計力，品質保証力にあり，従来とは異なるスキルが要求されていることが明らかになった．本調査結果より，開発計画時に OSS 事前評価データを活用，最適な OSS を選定，企業の OSS 活用戦略に則った設計，アジャイル型の開発スタイルをもって設計力を高め，進化し続ける OSS に対して静的解析ツールや可視化するツールを活用して品質保証をするという指針を示した．

今後は，今回のアンケート結果に基づいた QCD 効果を測定するソフトウェア開発メトリクスを定め，さらなる課題の深堀と施策を検討していきたい．

謝辞　本稿の執筆にあたり，富士通研究所・金澤裕治主任研究員に多くのご助言を頂いた．ここに謝意を表する．

参考文献

[1] Hardesty, L.: AT&T wants 50% its Software to be Open Source, SDxCentral (2016), https://www.sdxcentral.com/, (参照 2016-04-28).
[2] 三菱総合研究所：オープンソースによる道内 IT 産業の新たな発展方策調査事業調査報告書, 三菱総合研究所 (2004), http://www.hkd.meti.go.jp/hokim/open_houkoku/houkoku_01.pdf , (参照 2016-04-28).
[3] 町田欣史：コード解析の自動化（2）高度な静的解析から構造解析まで (2012), http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20120919/423508/, (参照 2016-05-02).
[4] 広田望. 相次ぐプログラム構造可視化ツール開発 富士通は OSS，NEC は COBOL の保守人員不足を支援 (2016), http://itpro.nikkeibp.co.jp/atcl/column/14/346926/042500518/, (参照 2016-05-02).
[5] 竹田昌弘：オープンソフトウェアとビジネスの関係に関する考察, 立命館経営学, Vol. 44, No.3, pp.49-66 (2005).
[6] Balaji Viswanathan, Strategic Motivations Behind Corporate Contributions to Open Source Projects, May 21, 2014 , Business, Community/,(参照 2016-04-28).
[7] 青山幹雄：オープンソース・ソフトウェアの現状, 情報処理, Vol.43, No.12, pp.1319-1324 (2002).
[8] SCSK, OSS Radar Scope ®, http://radar.oss.scsk.info/, (参照 2016-05-02).
[9] Black Duck Software: The Tenth Annual Future of Open Source Survey (2016), https://www.blackducksoftware.com/future-of-open-source, (参照 2016-05-02).
[10] Ghosh, R. A., Glott, R., Krieger, B., & Robles, G.: Free/libre and open source software: Survey and study (2002), http://math.unipd.it, (参照 2016-05-02).
[11] Martínez-Torres, M. R., & Diaz-Fernandez, M. D. C.: Current issues and research trends on open-source software communities, Technology Analysis & Strategic Management, 26(1), pp.55-68 (2014).
[12] Hertel, G., Niedner, S., & Herrmann, S.: Motivation of software developers in Open Source projects: an Internet-based survey of contributors to the Linux kernel, Research policy, 32(7), pp.1159-1177 (2003).
[13] Wu, C. G., Gerlach, J. H., & Young, C. E.: An empirical analysis of open source software developers' motivations and continuance intentions, Information & Management, 44(3), pp.253-262 (2007).
[14] Bonaccorsi, A., & Rossi, C.: Comparing motivations of individual programmers and firms to take part in the open source movement: From community to business, Knowledge, Technology & Policy, 18(4), pp.40-64 (2006).
[15] 伊原彰紀，大平雅雄：オープンソース・ソフトウェア工学, コンピュータ ソフトウェア, Vol.33, No.1 (2016).
[16] West, J., & Gallagher, S.: Challenges of open innovation: the paradox of firm investment in open source software. R&D Management, 36(3), pp.319-331 (2006).
[17] Colombo, M. G., Piva, E., & Rossi-Lamastra, C.: Open innovation and within-industry diversification in small and medium enterprises: The case of open source software firms, Research Policy, 43(5), pp.891-902 (2014).
[18] Crowston, K., Annabi, H., & Howison, J.: Defining open source software project success. ICIS 2003 Proceedings, 28 (2003).
[19] 丹生晃隆, 野田哲夫：オープンソース・ソフトウェアの活用・開発貢献が企業経営に及ぼす影響に関する研究（第 3 報）, 経営情報学会 2015 年春季全国研究発表大会 (2015).
[20] 独立行政法人情報処理推進機構：第 3 回オープンソース・ソフトウエア活用ビジネス実態調査 (2009), http://www.ipa.go.jp/software/open/ossc/seika_1004.html, (参照 2016-05-02).

©2016 Information Processing Society of Japan

付録　OSS 利活用に関する課題意識の設問項目

付表 A.1　OSS 利活用に関する課題意識（設問一覧）

	項番	内容
目利き力	q1	採用判断する為の情報不足（機能要件）
	q2	採用判断する為の情報不足（非機能要件：セキュリティ，保守，性能等）
	q3	採用判断する為の情報不足（ライセンス・他社 IP 侵害）
	q4	採用判断する為の情報不足（下位 OSS の脆弱性による上位影響判断）
	q5	OSS 社内利用実績情報の共有
設計力	q6	OSS に対する知見を踏まえた設計技術
	q7	保守や OSS 乗り換えを踏まえた設計技術
	q8	OSS の IF や機能を理解した上での実装技術
品質保証力	q9	OSS に依存しない品質確保プロセスの確立
	q10	OSS のブラックボックス利用によるテスト工数の増大
	q11	OSS 版数アップやセキュリティパッチの追従
	q12	OSS そのものの品質保証
	q13	OSS 含むシステムの障害解析技術
	q14	OSS 組み合わせにおける品質確保
その他	q15	OSS ノウハウの属人化/ノウハウ共有
	q16	OSS を利用した超短期開発
	q17	新たに OSS を利用するようになって，これまでの開発経験では予見できない問題に対するリスク管理
	q18	新規 OSS の短期での技術習得
	q19	OSS コミュニティに対する組織としての技術貢献とビジネスとの関係整理
	q20	コミュニティ貢献の範囲（どこまで何を提供すべきか）

©2016 Information Processing Society of Japan