

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 6 月 4 日現在

機関番号：14603

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2016～2019

課題番号：16H05857

研究課題名(和文)脆弱性情報市場に着目したソフトウェアプロジェクト群エコノミクス研究

研究課題名(英文) Research on software economics involving multiple projects focusing on vulnerability information markets

研究代表者

畑 秀明 (Hata, Hideaki)

奈良先端科学技術大学院大学・先端科学技術研究科・助教

研究者番号：00713041

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 16,700,000円

研究成果の概要(和文)：経済的側面からの実証分析では、脆弱性報奨金制度への貢献者の異なるインセンティブを明らかにし、オープンソースソフトウェアEclipseの寄付者に付与されるバッジにシグナリング効果があることを統計的に確認した。理論的側面からは、脆弱性情報市場における収益最大化問題へのメカニズムを提案した。実験フィールドとして、カーシェアリングシステムを開発、運用した。これは共有資源配分のための市場ととらえることができる。共有資源を持続可能なものとする、正確な情報の入手可能性、ユーザの同質性、ユーザの安定性、といった性質を念頭に、奈良先端大でのプレ運用結果も踏まえ、インセンティブ設計を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、これまでソフトウェア工学分野で研究が進んでいない脆弱性情報市場の課題や挑戦に初めて取り組むものである。そのアプローチは、経済パラダイムを導入したゲーム理論やメカニズムデザイン研究との融合であり、新しい研究領域ソフトウェアエコノミクスへ結びつく可能性がある。開発したカーシェアシステムは、コミュニティ通貨を介して、参加者間で価値をやり取りするプラットフォームの実験フィールドとなっている。特に、他のユーザの需要を可視化するとともに、他のユーザへの好ましい振る舞いに報酬を設定したインセンティブ設計となっている。インセンティブ実装の基盤として将来的な拡張が可能である。

研究成果の概要(英文)：From an empirical study of contributors in bug bounty programs, we found different motivations for contributing software development projects. A study of the effect of the badges for donors in Eclipse, an open source software project, statistically confirms that there is a signaling effect on the badges granted to contributors in the bug reporting process. From theoretical research, mechanisms to the revenue maximization problem in the vulnerability information market has been proposed. A car-sharing system was developed and operated as an experimental field. This can be considered as a market for shared resource allocation. The incentives are designed based on the results of the pre-operations at NAIST, keeping in mind the characteristics that make shared resources sustainable, such as availability of accurate information, homogeneity of users, and stability of users.

研究分野：ソフトウェア工学

キーワード：ソフトウェアエコノミクス ソフトウェアエコシステム 脆弱性報奨金制度 寄付

1. 研究開始当初の背景

ソフトウェアの欠陥の一種であり、セキュリティホールとも呼ばれる脆弱性の扱いは、社会に大きなインパクトを与える。攻撃のために脆弱性情報の売買を行うブラックマーケットは、大きな懸念である。一方、ソフトウェア開発企業ら防御側によるホワイトマーケットが近年盛り上がっている。これは、脆弱性情報の報告者に報奨金を支払うもので、脆弱性報奨金制度(Bug Bounty Program)などとも呼ばれている。Google、Microsoft、Facebook などの大企業や Mozilla などの OSS プロジェクト、Line やサイボウズなどの日本企業もこうした制度を開始している。セキュリティの研究分野ではこうした脆弱性情報市場の研究が行われており、実証研究から、費用対効果が高いとの報告がある[1]。一方、ソフトウェア工学の分野では、脆弱性発見の技術開発や、ソフトウェア開発プロジェクトにおけるソーシャルネットワークなどのこれまでの研究トピックから離れているため、注目されておらず研究もされていなかった。

研究代表者はこれまでソフトウェア品質に関わる研究を行ってきた[2]。こうした研究では開発者を支援することで品質を高めることを目指す。一方、脆弱性はその希少性や特殊性から一般のソフトウェア欠陥とは異なりその対応が難しい。ツールにより開発者を支援して脆弱性にも対応しようというのが、直近の研究[3]も含む主流のアプローチであった。

平成 26 年度から開始した挑戦的萌芽研究[4]と、頭脳循環プログラム[5]による平成 27 年 7 月からのオーストラリア・アデレード大への派遣によって、研究代表者はゲーム理論・メカニズムデザインの国内外の研究者との共同研究を始めている。こうした共同研究から、上述の問題への異なるアプローチの検討を始めた。すなわち、経済パラダイムを導入することで(ソフトウェアエコノミクス)、脆弱性情報報告者を含めた脆弱性対応システム・メカニズムをデザイン・開発するというアプローチである。

2. 研究の目的

本研究は、近年活発だが、ソフトウェア工学分野では研究が進んでいない、脆弱性報奨金制度(Bug Bounty Program)を含む脆弱性市場について、経済パラダイムから脆弱性対応システムをデザイン・開発する初めての試みである。ゲーム理論・メカニズムとソフトウェア工学を融合したソフトウェアエコノミクス研究のフレームワークを開発するとともに、提案システム・メカニズムを実践する実験フィールドを開発・運用することで、技術の実社会への展開を目指す。具体的には次の課題を設定した。

(1) 脆弱性情報市場を起点とするソフトウェア開発における市場研究

脆弱性報奨金制度において、報奨金をいくらとするか、すなわち脆弱性の価格を決定することは未解決、かつ、ブラックマーケットも含めた脆弱性情報市場において重要な課題である。ゲーム理論研究者との予測市場についての共同研究でこれに取り組む。また、同様のアプローチで、誰が担当するかという人の予測や、脆弱性以外の欠陥の、価値や位置の予測にも取り組む。

(2) 実証分析と理論分析に基づくソフトウェアエコノミクス研究

ソフトウェアエコノミクス研究のフレームワーク、メカニズムを開発する。基本的なアイデアは、ソフトウェア開発の実情を踏まえたインセンティブ設計を行うことである。

(3) 実践のための実験フィールド開発と提案メカニズムの展開と運用

これまでの研究で、分析とデータ共有のために GitHub と同様の機能を持つ Web サービス、Kataribe を構築してきた[6]。本研究ではこの Kataribe 上に提案メカニズムを実装することでソフトウェア開発実験フィールドとする。また、研究代表者は、仕様策定委員として奈良先端大へのカーシェアリングシステム導入を進めている(総予算 6,000 万円/4 年間)。これを社会実装実験フィールドとして活用する。これらの実験フィールドを用いて提案メカニズムの効果を実際に評価する。

3. 研究の方法

本研究では、脆弱性情報市場に着目したソフトウェアエコノミクス研究に取り組むが、特に、実証分析に加え、理論分析と実践展開の両輪を進めることが特色であり、研究目的の達成に向けて重要な点である。これまでの実証的ソフトウェア工学が主に実証分析のみに取り組んでいたことと比べても、本研究の挑戦するところが大きいことが明らかである。研究を進めるにあたっては、これまでの実証分析研究と同様の資産収集とデータ分析を行い、実際のソフトウェア開発データから得られる知見に沿うよう、ソフトウェア開発の活動をゲーム理論的にモデル化し理論分析する。このモデルから構築する予測市場などのメカニズムは、我々が開発・運用する実験フィールドで展開する。実験結果をフィードバックさせ、さらに分析することで、実用的なシステム・メカニズムの開発へつなげる。研究項目ごとの方法は次の通りである。

(1) 脆弱性情報市場を起点とするソフトウェア開発における市場研究

マルチエージェントシステム・ゲーム理論などの分野で研究されている予測市場は、ソフトウェア工学の諸問題に対しても興味深い。担当者予測や貢献の価値予測、欠陥の位置予測など、従来からの課題に新しいアプローチを提案する。特に、好ましいインセンティブを与えることでコミュニティ全体の持続性を向上させるメカニズムとなりうる点はこれまでになく、大きな意義がある。また、脆弱性報奨金制度の大規模な実証分析を行う。

(2) 実証分析と理論分析に基づくソフトウェアエコノミクス研究

要求工学、ゲーム理論、メカニズムデザインなどを専門とする若手研究者と協力して進める。

また、研究項目（１）とも連携して取り組む。

（３）実践のための実験フィールド開発と提案メカニズムの展開と運用

研究課題(3a) 開発実験フィールドの開発と運用：分析とデータ共有のために開発した Kataribe[6]を実験フィールドとして再構築する。これは GitHub と同様の機能を持つ Web サービスであり、ソフトウェア開発プロセスへの提案メカニズムを展開するとともに、活動履歴を収集できる。

研究課題(3b) 社会実装実験フィールドの開発と運用：電気自動車 3 台から構成されるカーシェアリングシステムを平成 28 年度から 4 年間学内に導入する。電気自動車を利用することをインセンティブとするシステムの運用を目的としており、ソフトウェア開発における多種多様な貢献を持続・活発化させるインセンティブ設計の実験を行う。

4. 研究成果

（１）脆弱性情報市場を起点とするソフトウェア開発における市場研究

脆弱性報奨金制度の貢献者の活動履歴分析と貢献者へのサーベイから、特定のプロジェクトに特化する貢献者と特定のプロジェクトに限定せず活動する貢献者の 2 タイプがあることを明らかにした[7]。特に後者はこれまで知られていなかったソフトウェア開発への貢献方法であり、そうした新しい貢献の重要性を初めて議論した先駆的な研究となった。右図に示すように、異なるタイプの貢献者は、貢献への動機づけやエフォートの掛け方なども異なる。これは今後のインセンティブ設計において重要な知見である。

脆弱性情報市場における収益最大化問題について、メカニズムデザインなどを専門とする共同研究を行った[8,9]。ソフトウェア開発における実問題を理論分析で取り扱う分野融合研究となった。

（２）実証分析と理論分析に基づくソフトウェアエコノミクス研究

研究項目(１)に取り組む中で、ソフトウェア開発の多様なプロセス、多様な貢献方法のため、ソフトウェア開発のエコシステムは大変に複雑であり、包括的なメカニズムを開発するのは現時点では非常に困難であると判断した。一般的なソフトウェア開発への統一的なメカニズムではなく、実験フィールドに対するメカニズムについて、研究項目（３）で検討した。

オープンソースソフトウェア開発プロジェクトにおける寄付の募集は重要な課題である。寄付者へのインセンティブを検討するために、計量経済学の統計的因果推論アプローチから、寄付における報酬の効果を分析した。具体的には、寄付者に与えられるバッジに着目し、バッジ保持者の投稿したバグレポートは、バッジを持たない者の投稿したバグレポートと比べ、最初のコメントがつくまでの時間を中央値で 2 時間短くする効果があることを統計的に確認した[10]。これは、寄付者に与えられるバッジにシグナリング効果があると考えられる。本研究で新しく採用した、差分の差分法、傾向スコアマッチング、分位点回帰は、ソフトウェア工学分野ではこれまであまり適用例が無かったが、今後のソフトウェア開発データ分析、特に実際に適用されたサービスやメカニズムの検証に有用と考えられる。

（３）実践のための実験フィールド開発と提案メカニズムの展開と運用

SURVEY RESULTS FROM THREE A2 AND FOUR A3 CONTRIBUTORS.

Questions	A2 (Project-specific)	A3 (Non-specific)
Q1. What best describes your profile?		
Security researcher	3 ██████████	1 █████
Bug bounty hunter	0	2 ██████
Developer	1 █████	0
Q2. What motivates you to report security bugs? (Multiple answers possible)		
Making the products secure	3 ██████████	1 █████
Helping users and developers	3 ██████████	1 █████
Bounties	3 ██████████	3 ██████
Reputation	3 ██████████	2 ██████
Other	1* █████	0
Q3. How much time does it take on average to find and report a bug?		
Less than 2 hours	0	1 █████
2 to 6 hours	0	2 ██████
6 to 24 hours (1 day)	0	0
1 to 3 days	1 █████	0
3 to 7 days (1 week)	2 ██████	0
More	0	0
Other	1† █████	0
Q4. Why do you contribute to bug bounty programs? (Multiple answers possible)		
I like the company/organization.	3 ██████████	0
I use the products.	4 ██████████	0
Part of my work is related to the products.	2 ██████	0
The products have many users.	2 ██████	1 █████
Because of the amount of bounties.	2 ██████	2 ██████
I just found security bugs in the products.	2 ██████	2 ██████
It is open source.	2 ██████	0
The bug bounty program is well documented, prepared, and managed.	2 ██████	1 █████
I am familiar with some bugs related to the product.	0	0
Other	0	1‡ █████
Q5. Do you have options to sell security bugs in black/gray markets?		
Yes, if someone will buy them with high value.	1 █████	0
No, I will sell them to the vendors.	2 ██████	2 ██████
No idea.	0	1 █████
Other	1○ █████	0

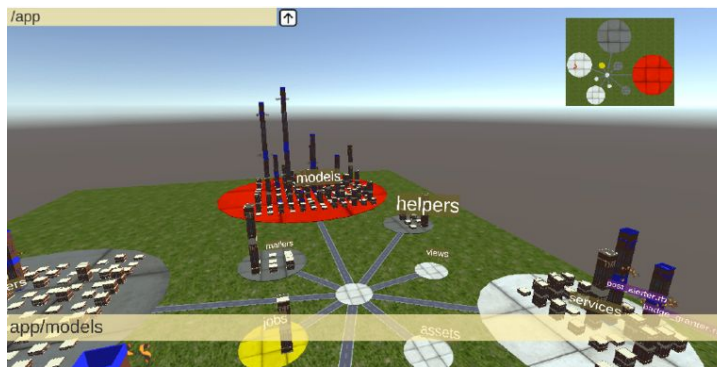
* Contributing to the security of widely used open source programs.

† A few hours of my time, but days or weeks of computer time.

‡ Gaining more experience dealing with new apps and technologies.

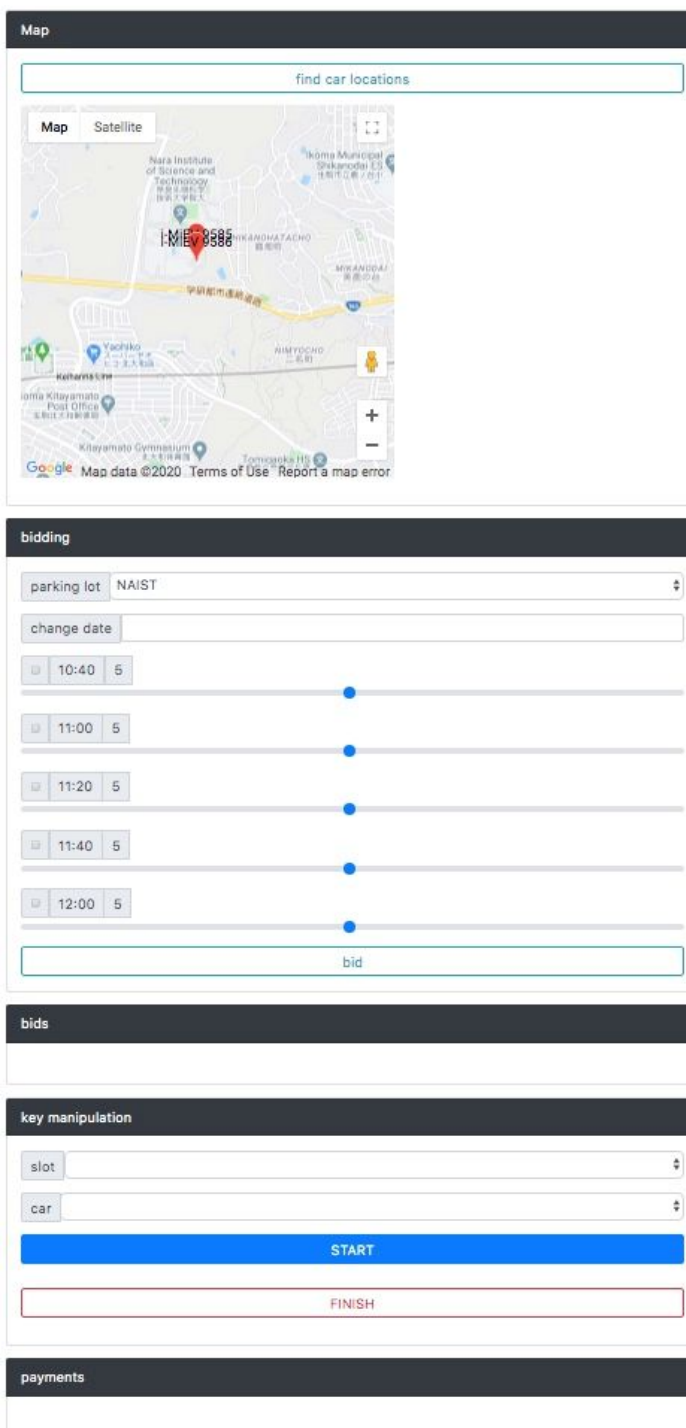
○ Receiving a bounty sum is a factor, but I think it is more important that I feel that my work is appreciated by the vendor.

研究課題(3a) 開発実験フィールドの開発と運用:分析とデータ共有のために開発した Git リポジトリのホスティングサービス Kataribe[6]へ,多言語対応[11],右に示すようなソースコードを都市のメタファーに可視化する機能追加[12],などの機能拡張を行い,さらに,メンテナンス性を強化した新しい Web サービス Codosseum として拡張した[13].ただし,実際に常時使用する一定数のユーザを獲得するには



は至らず,社会実験フィールドとすることはできなかった.こうしたサービスは,個別のプロジェクトを独立して支援することを意図していた.一方,プロジェクト横断的なドキュメンテーションの課題[14]など,関連するプロジェクトを包括的に支援する必要性を新たに見出した.今後は,こうした支援のアプローチを検討していきたい.

研究課題(3b) 社会実装実験フィールドの開発と運用:カーシェアリングシステムにおける,共用車の使用権獲得や返却処理を,Ethereum 上の分散型アプリケーションとして実装した.このカーシェアリングシステムは,共有資源配分のための市場ととらえることができる.共有資源を持続可能なものとする,正確な情報の入手可能性,ユーザの同質性,ユーザの安定性,といった性質[15]を念頭に,奈良先端大でのプレ運用結果[16]も踏まえ,インセンティブ設計を行い,「車両共用サービス円滑化システム及び方法」として特許出願した.右図は開発したアプリケーションの画面の一部であり,共用車の位置を示す地図,希望日時で使用権を獲得するためのオークション入札フォーム,獲得した使用権への鍵発行部,支払い部などが含まれる.学内でユーザ数 10 名程度でのテスト運用を開始した.学内コミュニティにおいて,ユーザに Ethereum Wallet を持たせ,Ethereum token として発行したコミュニティ通貨を流通させた.このコミュニティ通貨は共有資源使用の支払いに使うだけでなく,ユーザ間のやり取りも可能としている.提案したインセンティブでは,他のユーザの需要を可視化するとともに,他のユーザへの好ましい振る舞いに報酬を設定した.現時点では,ソフトウェア開発の貢献に対するシステムとはなっていないが,通貨を発行し,流通させるプラットフォームとして,インセンティブ実装の基盤として将来的な拡張が可能であると考えている.特に,上述した,プロジェクトを包括的に支援するためのメカニズムを検討している.



引用文献

- [1] M. Finifter, D. Akhawe, D. Wagner, "An Empirical Study of Vulnerability Rewards Programs," Proc. of SEC, pp.273-288, 2013.
- [2] H. Hata, O. Mizuno, T. Kikuno, "Bug prediction based on fine-grained module histories," Proc. of ICSE, pp.200-210, 2012.
- [3] J. Witschey, O. Zielinska, A. Welk, E. Murphy-Hill, C. Mayhorn, T. Zimmermann, "Quantifying developers' adoption of security tools," Proc. of ESEC/FSE, pp.260-271, 2015.
- [4] 畑, "ゲーム理論による開発動向の理解 風林火山タイプ別開発者の攻防", 挑戦的萌芽, 平成 26-27 年度.
- [5] 松本, "ソフトウェアエコシステムの理論構築と実践を加速する分野横断国際ネットワークの構築," 頭脳循環を加速する戦略的国際研究ネットワーク推進プログラム, 平成 26-28 年度.
- [6] K. Fujiwara, H. Hata, E. Makihara, Y. Fujihara, N. Nakayama, H. Iida, K. Matsumoto, "Kataribe: A hosting service of historage repositories," Proc of MSR, pp.380-383, 2014.
- [7] H. Hata, M. Guo, A. Babar, "Understanding the heterogeneity of contributors in bug bounty programs," Proc. of ESEM, pp.223-228, 2017.
- [8] M. Guo, H. Hata, A. Babar, "Revenue Maximizing Markets for Zero-Day Exploits," Proc. of PRIMA, pp.247-260, 2016.
- [9] M. Guo, H. Hata, A. Babar, "Optimizing Affine Maximizer Auctions Via Linear Programming: An Application to Revenue Maximizing Mechanism Design for Zero-Day Exploits Markets," Proc. of PRIMA, pp. 280-292, 2017.
- [10] K. Nakasai, H. Hata, K. Matsumoto, "Are Donation Badges Appealing? A Case Study of Developer Responses to Eclipse Bug Reports," IEEE Software, 36(3), pp.22-27, 2019.
- [11] K. Uemura, Y. Saito, S. Fujiwara, D. Tanaka, K. Fujiwara, H. Hata, H. Iida, K. Matsumoto, "A Hosting Service of Multi-Language Historage Repositories," Proc. of ICIS, pp.843-848, 2016.
- [12] T. Ichinose, K. Uemura, D. Tanaka, H. Hata, H. Iida, K. Matsumoto, "Rocat on Kataribe: Code Visualization for Communities," Proc. ACIT, pp.158-163, 2016.
- [13] 上村, 中才, 大神, 畑, 一ノ瀬, 松本, 飯田, "Codosseum: オープンなソフトウェア開発・分析支援 Web サービス," コンピュータソフトウェア, 36(1), pp.38-47, 2019.
- [14] H. Hata, C. Treude, R. G. Kula, T. Ishio, "9.6 Million Links in Source Code Comments: Purpose, Evolution, and Decay," Proc. of ICSE, pp.1211-1221, 2019.
- [15] D・C・ミュラー編, "[ハンドブック] 公共選択の展望 第1巻," 多賀出版, 2000.
- [16] K. Nakasai, Y. Ikutani, D. Takata, H. Hata, K. Matsumoto, "Toward Sustainable Communities with a Community Currency -- A Study in Car Sharing," Proc. of SNPD, pp.478-483, 2019.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Keitaro Nakasai, Hideaki Hata, Kenichi Matsumoto	4. 巻 36
2. 論文標題 Are Donation Badges Appealing?: A Case Study of Developer Responses to Eclipse Bug Reports	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Software	6. 最初と最後の頁 22 ~ 27
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/MS.2018.2874568	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 大神 勝也, 中才 恵太郎, 畑 秀明, 松本 健一	4. 巻 36
2. 論文標題 Heijo: 動的なコード実行可視化によるJava/Androidアプリケーションのリアルタイムプロファイラ	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 コンピュータ ソフトウェア	6. 最初と最後の頁 93 ~ 105
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11309/jssst.36.2_93	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 上村恭平, 中才恵太郎, 大神勝也, 畑秀明, 一ノ瀬智浩, 松本健一, 飯田元	4. 巻 36
2. 論文標題 Codosseum: オープンなソフトウェア開発・分析支援Webサービス	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 コンピュータ ソフトウェア	6. 最初と最後の頁 38 ~ 47
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11309/jssst.36.38	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Nachai Limsettho, Kwabena Ebo Bennin, Jacky W. Keung, Hideaki Hata, Kenichi Matsumoto	4. 巻 100
2. 論文標題 Cross project defect prediction using class distribution estimation and oversampling	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Information and Software Technology	6. 最初と最後の頁 87 ~ 102
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1016/j.infsof.2018.04.001	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計29件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 17件）

1. 発表者名 Hideaki Hata, Christoph Treude, Raula Gaikovina Kula, Takashi Ishio
2. 発表標題 9.6 Million Links in Source Code Comments: Purpose, Evolution, and Decay
3. 学会等名 41st ACM/IEEE International Conference on Software Engineering (ICSE 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Keitaro Nakasai, Yoshiharu Ikutani, Daiki Takata, Hideaki Hata, Kenichi Matsumoto
2. 発表標題 Toward Sustainable Communities with a Community Currency - A Study in Car Sharing
3. 学会等名 20th IEEE/ACIS International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing (SNPD 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yoshiharu Ikutani, Nishanth Koganti, Hideaki Hata, Takatomi Kubo, Kenichi Matsumoto
2. 発表標題 Toward Imitating Visual Attention of Experts in Software Development Tasks
3. 学会等名 6th International Workshop on Eye Movements in Programming (EMIP 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Supatsara Wattanakriengkrai, Rungroj Maipradit, Hideki Hata, Morakot Choetkiertikul, Thanwadee Sunetnanta, Kenichi Matsumoto
2. 発表標題 Identifying Design and Requirement Self-Admitted Technical Debt Using N-gram IDF
3. 学会等名 9th International Workshop on Empirical Software Engineering in Practice (IWESEP 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Abdulaziz Alhefdhi, Hoa Dam, Hideaki Hata, Aditya Ghose
2. 発表標題 Generating Pseudo-Code from Source Code Using Deep Learning
3. 学会等名 25th Australasian Software Engineering Conference (ASWEC 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Daiki Takata, Abdulaziz Alhefdhi, Maipradit Rungroj, Hideaki Hata, Hoa Khanh Dam, Takashi Ishio, Kenichi Matsumoto
2. 発表標題 Catalogen: Generating Catalogs of Code Examples Collected from OSS
3. 学会等名 3rd International Workshop on Dynamic Software Documentation (DySDoc3) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田内遥夏, 中才恵太郎, 畑秀明, 松本健一
2. 発表標題 Waiting Self-Admitted Technical Debtの分析と考察
3. 学会等名 情報処理学会研究報告, ソフトウェア工学
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 井ノ口輝, 畑秀明, 石尾隆, 松本健一
2. 発表標題 自然言語処理を用いたソースコード上の論文引用の自動検出
3. 学会等名 情報処理学会研究報告, ソフトウェア工学
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中才恵太朗, 畑秀明, ラウラ・ガイコピナ・クラ, 松本健一
2. 発表標題 Eclipse寄付バグによるバグレポート応答時間の影響分析
3. 学会等名 ソフトウェアエンジニアリングシンポジウム2018 (SES2018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nuttapon Lertwittayatrai, Raula Gaikovina Kula, Saya Onoue, Hideaki Hata, Arnon Rungsawang, Pattara Leelaprute, Kenichi Matsumoto
2. 発表標題 Extracting Insights from the Topology of the Javascript Package Ecosystem
3. 学会等名 24th Asia-Pacific Software Engineering Conference (APSEC2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Koji Kitagawa, Mingyu Guo, Kiminao Kogiso, Hideaki Hata
2. 発表標題 Utility Design for Two-Player Normal-Form Games
3. 学会等名 11th Asian Control Conference (ASCC 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 福谷圭吾, 門田暁人, Zeynep Yucel, 畑秀明
2. 発表標題 ソフトウェアバグの行レベル予測の試み
3. 学会等名 第24回ソフトウェア工学の基礎ワークショップ (FOSE2017)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 飯島優司,北側紘史,小木曾公尚,Mingyu Guo,畑秀明
2. 発表標題 標準型ゲームに対するユーティリティデザインの数値的考察
3. 学会等名 第60回自動制御連合講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hideaki Hata,Mingyu Guo,Ali Babar
2. 発表標題 Understanding the Heterogeneity of Contributors in Bug Bounty Programs
3. 学会等名 11th ACM / IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement (ESEM 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Mingyu Guo,Hideaki Hata,Ali Babar
2. 発表標題 Optimizing Affine Maximizer Auctions Via Linear Programming: an Application to Revenue Maximizing Mechanism Design for Zero-Day Exploits Markets
3. 学会等名 20th International Conference on Principles and Practice of Multi-Agent Systems (PRIMA 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Katsuya Ogami,Raula Gaikovina Kula,Hideaki Hata,Takashi Ishio,Kenichi Matsumoto
2. 発表標題 Using High-Rising Cities to Visualize Performance in Real-Time
3. 学会等名 5th IEEE Working Conference on Software Visualization (VISSOFT 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Pannavat Terdchanakul, Hideaki Hata, Passakorn Phannachitta, Kenichi Matsumoto
2. 発表標題 Bug or Not? Bug Report Classification using N-Gram IDF
3. 学会等名 33rd IEEE International Conference on Software Maintenance and Evolution (ICSME 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中才恵太郎, 畑秀明, 角田雅照, 松本健一
2. 発表標題 OSSに寄付をすべきか? 統計的因果推論による寄付バッジの効果分析
3. 学会等名 ソフトウェアエンジニアリングシンポジウム2017 (SES2017)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 鐘ヶ江由佳, 玉田春昭, 畑秀明
2. 発表標題 GitHubにおける言語ごとのビルドファイルの更新理由調査
3. 学会等名 研究報告ソフトウェア工学 (SE)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 上村恭平, 中才恵太郎, 大神勝也, 畑秀明, 一ノ瀬智浩, 松本健一, 飯田元
2. 発表標題 Codosseum: OSSプロジェクトモニタリングWebサービス
3. 学会等名 日本ソフトウェア科学会第34回大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Keitaro Nakasai, Hideaki Hata, Saya Onoue, and Kenichi Matsumoto
2. 発表標題 Analysis of Donations in Eclipse Project
3. 学会等名 8th IEEE International Workshop on Empirical Software Engineering in Practice (IWESEP 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Tomohiro Ichinose, Kyohei Uemura, Daiki Tanaka, Hideaki Hata, Hajimu Iida, and Kenichi Matsumoto
2. 発表標題 Rocat on Kataribe: Code Visualization for Communities
3. 学会等名 4th International Conference on Applied Computing and Information Technology (ACIT 2016) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 中才恵太郎, 尾上紗野, 畑秀明, 松本健一
2. 発表標題 オープンソースソフトウェアにおける寄付の分析
3. 学会等名 情報処理学会 研究報告ソフトウェア工学
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 大神勝也, 中川尊雄, 畑秀明, 松本健一
2. 発表標題 3次元空間におけるプログラムの動的可視化
3. 学会等名 情報処理学会 研究報告ソフトウェア工学
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 則行祐作, 中川尊雄, 畑秀明, 松本健一
2. 発表標題 オンラインジャッジの履歴を対象としたプログラムの成長分析
3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告 ソフトウェアサイエンス
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Stevche Radevski, Hideaki Hata, and Kenichi Matsumoto
2. 発表標題 Eyenav: Gaze-Based Code Navigation
3. 学会等名 9th Nordic Conference on Human-Computer Interaction (NordiCHI 2016) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 中川尊雄, 藤原新, 畑秀明, 松本健一
2. 発表標題 プログラミング学習者向けソースコード提示システム: TAMBA
3. 学会等名 ソフトウェアエンジニアリングシンポジウム2016 (SES2016)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Mingyu Guo, Hideaki Hata, and Ali Babar
2. 発表標題 Revenue Maximizing Markets for Zero-Day Exploits
3. 学会等名 19th International Conference on Principles and Practice of Multi-Agent Systems (PRIMA 2016) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Kyohei Uemura, Yusuke Saito, Shin Fujiwara, Daiki Tanaka, Kenji Fujiwara, Hideaki Hata, Hajimu Iida, and Kenichi Matsumoto
2. 発表標題 A Hosting Service of Multi-Language Historage Repositories
3. 学会等名 15th IEEE/ACIS International Conference on Computer and Information Science (ICIS 2016) (国際学会)
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 車両共用サービス円滑化システム及び方法	発明者 畑秀明, 松本健一	権利者 奈良先端科学技術大学院大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019-106532	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----