

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和元年6月17日現在

機関番号：32665  
研究種目：若手研究(B)  
研究期間：2017～2018  
課題番号：17K12664  
研究課題名(和文)ステークホルダーネットワークによる合意形成支援手法とツールの開発

研究課題名(英文)Tool Development for Consensus Building by Stakeholders Network

研究代表者  
松野 裕 (MATSUNO, Yutaka)  
日本大学・理工学部・准教授

研究者番号：70534220  
交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：IoT化により、より便利になる一方複雑化・ネットワーク化により安全性やセキュリティを守ることが困難になりつつある。本研究ではシステムを守ることが、ステークホルダーの意思疎通を図ることにより達成されるという観点に立ち、安全性などに関する合意形成を支援するためのツールおよび手法を、システム保証の手法であるアシュアランスケースを、ステークホルダーネットワーク上で用いることにより開発する。企業における他社間、他部門間の安全性・セキュリティに関わる意思疎通の課題の解決の支援を行うことができ、我が国におけるIoTシステムの安全安心な開発運用に寄与することを旨とする。

## 研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究ではステークホルダーのネットワークに基づく合意形成手法：D-Caseを形式化し、そのためのツールを開発した。またそのツール、手法を用いたワークショップを9回、合計116名の企業の方を対象として開催した。その結果が、手法の有効性が示唆される結果を得た。またツールは現在喫緊の課題になっている機械学習システムの信頼性保証のための拡張を行った。生来の不確実さを持つ機械学習システムの保証に対して、本研究のアプローチの有効性を検証中である。これらの結果は学術的に新規性があり、社会におけるIoT, AIシステムのデペンダビリティ向上に寄与すると考える。

研究成果の概要(英文)：It is becoming more difficult to protect safety and security as IoT systems become more complicated and networked. In this research, to ensure that the dependability of a system is assured through stakeholders' communication, we develop a tool and a method to support consensus-building of stakeholders on dependability of the system, based on the stakeholder networks. By our method and tool, it is expected to support consensus-building among different companies and organizations and contributed to the dependability of IoT systems of Japan.

研究分野：ソフトウェア光学

キーワード：システム保証 アシュアランスケース ウェブベースツール 合意形成

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

### 1. 研究開始当初の背景

自動運転車の登場が間近になるなど、我々を取り巻くシステムは IoT などの言葉に表されるように利便性が増している。一方システムの複雑化・ネットワーク化に伴い、システムの安全性やセキュリティを守ることは困難さを増している。例えば自動運転車一台の詳細をすべて把握できる開発者はおらず、単独の人間、組織で一つのシステムを守ることは不可能になりつつある。システムを守るためには、システムの開発者、運用者、あるいは利用者など、システムに関わる利害関係者、ステークホルダーがシステムの情報を共有し、協力しなければならない。複雑化・ネットワーク化するシステムの情報を共有するために、UML や SysML などのモデル表記法、STAMP などのシステムの相互作用に着目したリスク分析手法などが提案されている。しかしながらシステムが複雑化・ネットワーク化するにつれ、そのモデルやリスク分析結果自体が膨大・複雑になり、ステークホルダーが理解できなくなるという根本的な課題がある。また、システムのモデリングやリスク分析の理解のためには経験と知識が必要であり、属人性が高いなどの課題がある。

### 2. 研究の目的

本研究では、システムを守ることは、ステークホルダー意思疎通を図ることにより達成されるという観点にたち、ステークホルダー間の安全性やセキュリティに関する合意形成を支援するためのツールおよび手法を、システム保証の手法であるアシュアランスケースを、ステークホルダーネットワーク上で用いることにより開発する。本研究は、企業における他社間、他部門間の安全性・セキュリティに関わる意思疎通の課題の解決の支援を行うことができ、我が国における IoT システムの安全・安心な開発運用に寄与することを目指す。

### 3. 研究の方法

本研究ではシステムの安全性やセキュリティに関する合意形成を、アシュアランスケースを用いて、ステークホルダーネットワーク上で、ステークホルダーが簡単に、現実的な時間制約の中で行えるための手法とツールを開発する。以下の手順で行う。本研究で提案する手法を D-Case 手法と呼ぶ。

#### Step 1. アシュアランスケース手法 (D-Case 手法) の定式化

アシュアランスケースの記述には、ステークホルダーの観点を取り入れ、形式化する。これまでのアシュアランスケース試行において、企業の方の実践例を参考にする。ある企業での事例では、シミュレーターのパラメータ設定に対して、その開発者と、そのシステムの承認者である有識者が、有識者の経験知がある場合とない場合に場合分けして、パラメータ設定の妥当性を確認している。結果として、このアシュアランスケースにより開発者と有識者は、現実的な時間で、両者が理解可能なアシュアランスケースでシステムの品質に関して保証することができた。これらの事例から、基本的なアシュアランスケース作成手順を抽出する。

#### Step 2. 大学生を被験者とした D-Case 手法の適用実験

Step 1 で提案した手法をもとに、研究提案者の所属学科の学生を被験者として、D-Case 手法の有効性を評価する。被験者を 2 群 (A 群, B 群) に分け、A 群はある課題について、D-Case 手法抜きで被験者に議論してもらい、B 群では D-Case 手法を用いてもらい、アシュアランスケースを記述しながら議論してもらい、実験後、アンケートをとり、課題に関してどれだけ被験者間で合意形成を行えたかを t 検定などで評価する。

#### Step 3. 自動車会社の技術者を被験者とした適用実験

Step 2 での実験結果より、D-Case 手法を改良し、自動車会社の方に協力を募り、自動車開発のワンシーンにおいて D-Case 手法の適用実験をしてもらう。例えば、「北米仕様の車両は仕様を満たしている」というゴールについて合意形成する場合、「北米とはなにか(カナダとアメリカで仕様異なる)」など、要件定義を行う技術者と開発者間で確認することなどを D-Case 手法で行えないか、実験する。これに関し、現在アシュアランスケース適用に関し議論を行っている自動車会社の方に協力を依頼する。

#### Step 4. 2 種類の適用実験をベースとした D-Case ツールの開発

学生および企業の方を対象とした実験をもとに、D-Case ツールを開発する。D-Case ツールはステークホルダーネットワークにおいてアシュアランスケースを記述するためのツールである。被験者実験などを通して、ツールの詳細を決定する。

### 4. 研究成果

Step 1 の成果として、「はじめての D-Case」という冊子を出版した(図 1)。社団法人 DEOS 協会から、現在 300 部ほど無料で配布している(www.dcase.jp より PDF でも無料配布している)。「はじめての D-Case」は富士ゼロックス、日産自動車、ベリサーブなどの企業のエンジニア、奈良先端科学技術大学院大学の研究者との共著である。「はじめての D-Case」では、企業の方が短時間で D-Case 手法を使っていたできるように、わかりやすさを工夫した。Step 2 においてはワークショップ形式で、対象を大学生には限定せず開催した。2 群に分けた評価実験などは行えなかったが 116 名の参加者からのフィードバックを得ることができ(図 2)、手法を改良することができた。具体的には、まずワークショップ開催の手法の知見が得られた。ワークショップの参加者は多くとも 20 名程度がよいことがわかった。そうでなければ一人ひとりに目が行き届かず、ワ

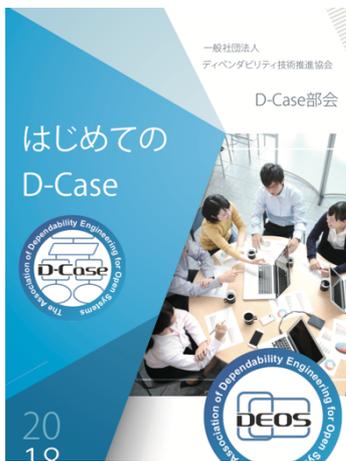


図 1 はじめての D-Case

たものであった。まだ広く使われておらず、かつ想像が付きやすいシステムであったため、多くの参加者の議論を促進することができた。Step 3 では、自動車企業での評価実験は実施には至らなかったが、自動車ソフトウェア安全性に関する社団法人において、機械学習システムの安全性に関する共同研究を実施することができた。機械学習システムは従来のシステムと異なり、安全性検査などにおいて FTA や FMEA などの手法の適用だけでは十分でないことが認識されつつある。機械学習システムは、訓練データでの学習をもとに、テストデータで精度を検証されているにすぎず、自動運転における画像認識機能などが運用においてテストデータと同等の性能を持つことはなんら保証されていない。このことは、自動運転自動車などの安全性に深刻な懸念を生じさせる。この解決策として、我々は継続的に安全性保証の議論構造自体を運用時も含めて継続的にモニタリングすることを提案した。このためのアシュアランスケースパターンを 4 種類提案した。後述するステークホルダー合意形成ツールにパターンを実装し、Python で実装された機械学習システムのパラメータを直接合意形成ツールより常にモニタリングできる機構を開発した。今後、自動車業界において基本的な考え方として議論していきたい。Step 4 においては、ステークホルダー合意形成ツールを完成させることができた(図 3)。ウェブベースで開発し、Chrome や Safari など、現在標準的に用いられているウェブブラウザより利用できる。ユーザーは、他のユーザーと共同でアシュアランスケースを記述することができる。遠

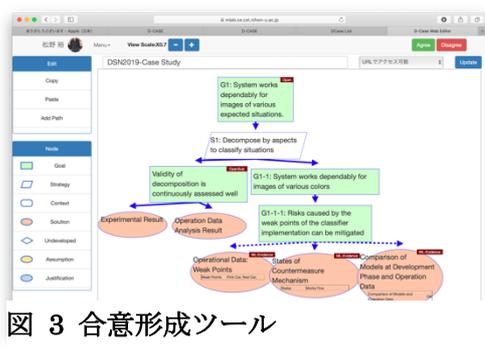


図 3 合意形成ツール

隔でのアシュアランスケースの同時編集も行うことができる。研究室のホームページ上で公開中であり、誰でも利用できるようになっている。開発したステークホルダー合意形成ツールは、ワークショップでも試用した。しかしながら、ワークショップで用いる場合、参加者がツールの利用に慣れる必要があり、アシュアランスケースを書く演習をする前に時間をとられてしまうことがわかった。ワークショップでは、一般にツールを用いるよりも、ホワイトボードなどで、マーカーなどを用いて参加者同士が議論したほうがコミュニケーションを促進することがわかった。よって、アシュアランスケースを導

入するためのワークショップではツールを使わず、業務においてはアシュアランスケースの運用のため、ツールを使ってもらうようにする方がよいことが分かった。研究成果をまとめる。アシュアランスケースの記述法として「D-Case 手法」を定式化し、「はじめての D-Case」を出版した。それらを用いて、アシュアランスケースのワークショップを 2018 年度に 8 回企業の方を対象に行った。従来のアシュアランスケースの記述法ではなく、D-Case 手法はステークホルダのネットワーク上で個々の関係においてアシュアランスケースを記述する手法であり、新規性がある。参加者からの評価は、演習の題材、ファシリテーションなどを工夫することにより、向上した。開発したツールはワークショップで利用するのではなく日常の業務において、利用することが期待される。開発したツールはさらに、機械学習システムの信頼性保証のための拡張を行った。機械学習システムでは従来のシステムの前提が成り立たない。そのようなシステムの安全性を保証するために、安全性を保証する議論構造を動的に管理することを提案した。

ワークショップをコントロールすることができなくなることがわかった。またそれぞれのグループにおいて、議論を促進するファシリテーターの重要性を得ることができた。ファシリテーターがいないと、参加者は同じグループの他の参加者(初めて会話をする場合もある)とどのようにコミュニケーションすべきか、わからない場合が多い。次にワークショップにおいて用いる演習題材に関しては、参加者の実務から近すぎず、遠すぎない題材を選ぶべきであるとの知見を得た。これまでの様々な題材をもとに演習を行ってきた。旅行計画や、家庭の家事分担など身近なテーマから、自動車システムの受け入れテストなど実際の実務に近いテーマを試行してきたが、テーマが身近すぎると実際のシステム開発と離れすぎ、演習の目的が参加者にわかりづらくなり、実務に近すぎるテーマだと、すでに参加者のシステムに対する知見が定まっており、新たな合意形成が難しくなり、議論が発散しがちになることがわかった。最もワークショップとして評価が高かったのは「スマート内覧」という、賃貸物件の内覧システムを題材とし



図 2 ワークショップの様子

今後の展望を述べる。これからのシステムの安全性を保証するためには、これまで以上にステークホルダーが協力し、安全性を達成しなければならない。そのためにはシステムの安全性、さらにはディペンダビリティに対する合意形成がより重要になってくる。アシュアランスケースの構造は非常にシンプルなものであるが、企業の様々なレベルで用いるためにはワークショップなどの開催が重要である。今後もワークショップを続けていきたい。またツールは現在試用段階であるが、機械学習システムの保証という新たな研究テーマへとも、つなげていきたい。

## 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 3 件)

- ① Fuyuki Ishikawa, Yutaka Matsuno, Continuous Argument Engineering: Tackling Uncertainty in Machine Learning based Systems, Proceedings of 6th Workshop on Assurance Cases for Software-intensive Systems (ASSURE 2018), Springer, 2018 (査読有)
- ② Yuto Onuma, Toshinori Takai, Tsutomu Koshiyama, Yutaka Matsuno, D-Case Steps: New Steps for Writing Assurance Cases, Proceedings of 6th Workshop on Assurance Cases for Software-intensive Systems (ASSURE 2018), Springer, 2018 (査読有)
- ③ Yutaka Matsuno, D-Case Communicator: A Web Based GSN Editor for Multiple Stakeholders, Computer Safety, Reliability, and Security - SAFECOMP 2017 Workshops, Springer, 2018 (査読有)

[学会発表] (計 9 件)

- ① 青山祐太、大沼祐人、松野裕、日常のコミュニケーションにおける前提情報の認識量に関する被験者実験, 電子情報通信学会 KBSE 研究会, 2019
- ② 松野裕、合意形成手法 D-Case の研究および普及活動-研究室の立ち上げからこれまでの 4 年間の活動を通して- (招待講演), ソフトウェア信頼性研究会第 14 回ワークショップ (FORCE2018), 2018
- ③ 大沼祐人、妹背宏哉、前原菜々子、斉藤功、松野裕、合意形成手法 “D-Case” ワークショップ及びその評価, 第 16 回 ディペンダブルシステムワークショップ (DSW 2018), 2018
- ④ 越山勉、高井利憲、松野裕、高橋聖、アシュアランスケースの主張の変換を含めた議論パターンの提案, 電子情報通信学会信頼性研究会, 2018
- ⑤ 松野裕、アシュアランスケースの紹介と SCDL との連携に向けて (招待講演), Safety Concept Notation Open Conference 2018
- ⑥ 松野裕、放射線リスクコミュニケーションにおける市民合意形成の取り組み: D-Case 応用事例として (招待講演), 第 46 回日本放射線技術学会秋季学術大会, 2018
- ⑦ 石川冬樹、松野裕、Continuous Argument Engineering: 機械学習システムにおける議論モデルの活用に向けて、日本ソフトウェア科学会機械学習工学研究会、2018
- ⑧ 大沼祐人、松野裕、D-Case ワークショップの試行及び評価、電子情報通信学会 KBSE 研究会, 2018
- ⑨ 秋山泰澄、岡本圭史、松野裕、STAMP/STPA 事例の振り返りと GSN を用いた STPA プロセスの説明支援, 第 2 回 IPA SEC STAMP ワークショップ, 2017

[図書] (計 1 件)

- ① 松野裕、高井利憲、大村一世、岡田学、越山勉、斎藤功、秋山浩一、能條英紀、山浦一郎、はじめての D-Case, 一般社団法人 DEOS 協会, 2018 (1~48 頁)

[その他]

ホームページ等

<http://mlab.ce.cst.nihon-u.ac.jp> にて研究成果を公開中。

## 6. 研究組織

該当なし

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。