

戦略的創造研究推進事業 CREST
研究領域

「実用化を目指した組込みシステム用
ディペンダブル・オペレーティングシステム」
研究課題「Security Weaver と P スクリプトによる実
行中の継続的な安全確保に関する研究」

研究終了報告書

研究期間 平成20年10月～平成26年3月

研究代表者: 倉光君郎
(横浜国立大学工学研究院・准教授)

§ 1 研究実施の概要

(1) 実施概要

倉光チームは、変化する環境における複雑化した組み込みシステムのディペンダビリティを実現するという大きな課題に対し、ステークホルダ合意とディペンダビリティへの確信 (Assuredness) にもとづいて一貫してディペンダビリティを向上する DEOS プロセスを提案し、それらを実現する DEOS アーキテクチャ(D-Case/D-Script/D-ADD)の基礎技術の開発をおこなった。

- (1) D-Case は、ステークホルダ合意とディペンダビリティへの確信 (Assuredness)を電子化する新しい記法として本領域で開発された。従来、Assurance Cases はシステム運用前の技術文書として扱われてきたが、D-Case はモニタリング等を通してシステム運用時の連携、エンタープライズレポジトリと連携し長期に基づく変化の追跡が実現した。これは、常に変化する性質をもつシステムに Assurance Cases を適用し、ディペンダビリティを実現する、重要な一歩である。
- (2) D-Script は、D-Case の運用システムとの連携、特に異常状態に対する障害対応(アクション)の記述を追加し、それらを実際に運用システムである D-RE 上の D-Script Engine で実行する一連のシステムを提供する。従来、現場の運用者が書いていた運用スクリプトが合意にもとづいて実行されることが保証されるようになった。
- (3) D-ADD は、DEOS プロセス実行時の合意記述データベースである。D-Case によって定義された Assurance Cases を元に、関係者の合意を記述して重要な証拠として記録し DEOS プロセスを実行せしめる。D-ADD は、D-Case とその付帯情報(以下 D-ADD 内容物)、及びそれらの変化を時系列に記録するレポジトリであり、DEOS プロセス実行時には、D-ADD 内容物の時系列変化に対する処理(一貫性、追従性など)を担う。D-ADD は、D-Case の長期のレポジトリである。

倉光チームは、基礎研究の成果を実用化に実現するため、産業界と実証実験を重ねながら、国際標準化、実証実験と実証研究会の開催、実用レベルのソフトウェア開発を行った。

- (1) <国際標準化> DEOS プロセスは、国際標準化機関 Open Group において、Open System Dependability through Assuredness(O-DA, 2013)として標準化提案と標準化を行い、各企業が DEOS プロセスにもとづいて互換性のある製品やサービスを立ち上げる基盤を提供した。また、国際ワークショップも H23,H24,H25 主催し、ディペンダビリティ分野の研究交流を活性化させた。
- (2) <実証記述実験と教材開発> 産業界への D-Case 普及を図るため、D-Case 実証記述研究会を年複数回開催し、教材やコースウェアの提供、産業界の実問題を協同して課題解決を行った。D-Case 実証研究会や実証実験によって得られた D-Case は、JST/DEOS センターのページから公開され、D-Case 記述に対する優れたリファレンス(参考資料)となっている。
- (3) <実用化レベルのソフトウェア> ソフトウェア開発は行った。D-Case Editor, D-Shell (DEOS センターの D-RE 一部として配布)、AssureNote (D-Case/D-Script 統合運用ツール)、D-ADD が配布された。これらの開発されたソフトウェアは、オープンソースで公開されたのち、海外のユーザに広く利用され、さらに商用サービスに利用することを前提にライセンス提供や技術移転が検討されている。

倉光チームは、DEOS センターと共同し、研究成果を外部に発表・紹介するために、組み込みシステム開発技術展 (ESEC)、組み込み総合技術展 (ET)、ソフトウェア開発環境展 (SODEC) などの展示会への出展とセミナーの開催を企画運営した。定期的に領域全体の研究内容をまとめた White Paper などの刊行物の出版、領域の核となる研究の紹介ビデオ作成、研究成果の紹介や成果物(ソフトウェア、各種ドキュメント類)をダウ

ンロードのための DEOS センターホームページの作成などを行い、研究成果の外部への発信を進めてきた。加えて、領域の研究成果の実用化を推進していくためのコンソーシアムの設立を支援した。コンソーシアムは「一般社団法人 ディペンダビリティ技術推進協会」として平成 25 年度に発足した。

(2) 顕著な成果

① 優れた基礎研究としての成果

1. D*

概要: (200 字程度)

部品調達や外部システムと連携する現代システムでは、相互依存関係の管理が重要になる。このため、システムが必要とする相互依存関係のディペンダビリティならびに、システムと相互依存関係にあるすべてのシステムの内部のディペンダビリティを確認するための新たな手法として d*フレームワークを提案した。d*フレームワークの有用性がオープングループでも認識され、O-DA 標準の一部として採用された。

2. D-Script 静的スクリプト検証器

概要: (200 字程度)

Konoha(D-Script の参照実装)は、静的型付けされたスクリプト言語のオープンソース実装として公開された。これは、静的型検証をサポートした世界で初めての実用的な実装例として、ACM OOPSLA2011 において デモ展示が行われ、内外から評価された。

3. D-ADD データベース構成

概要: (200 字程度)

D-ADD は、モデル部、スクリプト処理部、永続化部から構成される合意グラフ演算部を備え、複数の特性を有する複数のデータベースに、モデル部、スクリプト処理部、永続化部のデータを記録する。モデル部に対する計算はルールベースで構成され、D-Case とその付帯情報、及びそれらの関係と変化を時系列に記録し、検索することを可能にする。DEOS プロセスを構成する各サブプロセスに対して、プロセス間での D-Case を中心としたデータの一貫性を保証すると同時に、DEOS プロセスを統治するために必要な情報をステークホルダに提供する。

② 科学技術イノベーションに大きく寄与する成果

1. D-Case パターン (山本グループ)

概要: (200 字程度) D-Case を産業界で普及するために、実践的な手法として、①表記法パターン、②参照モデルパターン、③条件パターン、④推論パターン、⑤証拠パターン、⑥再利用パターンからなる約 50 種類の D-Case パターンを具体化した。また、組み込みシステム開発への D-Case パターンの適用実験により、有効性を確認した。

2. ステークホルダ合意の運用スクリプトの構成法 (倉光グループ)

概要: (200 字程度)

運用スクリプトは、運用者が運用手続きを自動化し、バックアップやシステム監視をサポートするために広く利用されてきたが、運用スクリプトの誤作動による障害の悪化も少なくなかった。DEOS プロセスにもとづいて、D-Case 上のディペンダビリティ要求とエビデンスのリスクの議論から運用システムが実行すべきアクションを導出し、ステークホルダ合意が運用システムに確実に適用される運用スクリプトの構成法を開発した。本手法は、2年にわたる運用評価実験で有用性を確認した。

3. D-ADD エンタープライズレポジトリ (永山・横手グループ)

概要: (200 字程度)

D-ADDの研究を通して開発されたデータの記録方法はDEOSプロセスに準拠するあらゆる活動によって生成される情報を記録する。生成される情報は、企業の組織、人、権限に依存した情報として記述されるため、その関係と変化を時系列に整理するリポジトリとして構成することで、その情報は企業活動そのものを意味する。一例として、医療情報の分野では医者と患者の関係にとどまらず、健常者始め病院、医療機器関係会社、政府、等々まで多岐多様なステークホルダのもと、生成される情報は大規模、且つ多様、実時間性を有し、D-ADD はその様な医療情報空間のリポジトリとして活用できる。

§ 2. 研究構想

(1) 当初の研究構想

当初の研究構想は、研究課題「Security Weaver と P スクリプトによる実行中の継続的な安全確保に関する研究」に示す通り、DEOS 第1期研究チーム(石川、中島、佐藤、徳田、前田)らが共同開発していたディペンダビリティ組み込み OS P-BUS の上で動作するスクリプトエンジン(P スクリプト)を開発し、Security Weaver によりモニタリングポイントにスクリプトを埋め込み、スクリプトによる運用システムのディペンダビリティ向上の実証実験を行うものであった。

(2) 新たに追加・修正など変更した研究構想

① 中間評価で受けた指摘や助言、それを踏まえて対応した結果について

第一期石川チームによる D-Case 研究成果を引き継ぎ、より発展させるために、平成 23 年度の途中から、山本グループ(共同研究者: 山本修一郎教授)の参加を得て、さらに第1期石川チームの D-Case Editor 開発チーム(共同研究者: 恩田チーム)の編入をえて、産業界への D-Case 導入に課題解決を行ってきた。平成 24 年度は、D-Case 記述評価実験により、産業界から多くの実証事例が集まり、着実に D-Case 技術者は増えている。本年度も、引き続き、山本グループとそこから独立した松野グループを中心に産業界と D-Case 実証記述実験を進め、恩田チームの企業側の視点を取り入れながら教材開発を進める計画である。これらの研究活動は、D-Case 実証評価研究会を通じた産業界との密接な連携、Open Group による国際標準化活動につながった。

② 中間報告書 § 7. 今後の研究の進め方、および研究成果の見通しの記載事項に関し、研究を進めた結果について

中間報告書: 記載概要)

倉光チームは、今までどおり、DEOS プロセスの実現を目標にして、DEOS プロセス実現を必要不可欠に支援するための技術開発に注力していく。さらに、オンライン要求マネジメントツール、D-Script(サービス継続シナリオの記述から実行時の監視)、モニタリングによるエビデンス提示を統合し、DEOS プロセス運用支援統合ツールとして提供することを目指していきたい。

中間報告書記載のとおり、D-Case/D-Script を統合した AssureNote 合意運用ツールを開発し、オンライン教育システム ASPEN に基づく評価記述実験によって、実用化に向けた評価実験を行った。

③ 上記①②以外で生まれた新たな展開について

平成 24 年度以降、DEOS プロセスの具体化にともない、要求分析、開発、運用(含む

障害対応)、説明責任遂行の各プロセスから D-Case を一貫管理するレポジトリ (D-ADD: 合意記述データベース) の必要が明らかになった。DEOS プロジェクトの最終目標である実用化を前提に検討すると、D-ADD はエンタープライズレポジトリと統合された形で実現することが望ましく、データベース格納方式やアーキテクチャの検討を含めると、永山グループ、恩田グループの追加が必要となった。

図 1 は、DEOS プロセス/DEOS アーキテクチャの実用化への最終的な研究構想である。まず、D-Case の普及促進を行いながら、D-Case のシステム連携(D-Script)、時間変化にともなう合意記述の管理(D-Add)など、従来の Assurance Case がない付加価値要素の研究開発を行ってきた。一方、DEOS センターは、研究領域の他チームの開発成果をまとめながら、D-RE (DEOS ランタイム)の開発を行ってきた。最終年度は、各グループの開発成果、加えて D-RE との連携を実現するため、DEOS ソフトウェア統合会議を開催し、研究グループ間の仕様を調整しながら、倉光グループがとりまとめ役としてソフトウェア開発(外注)を行い、国際競争力のある新技術の実用化の道筋をつけた。

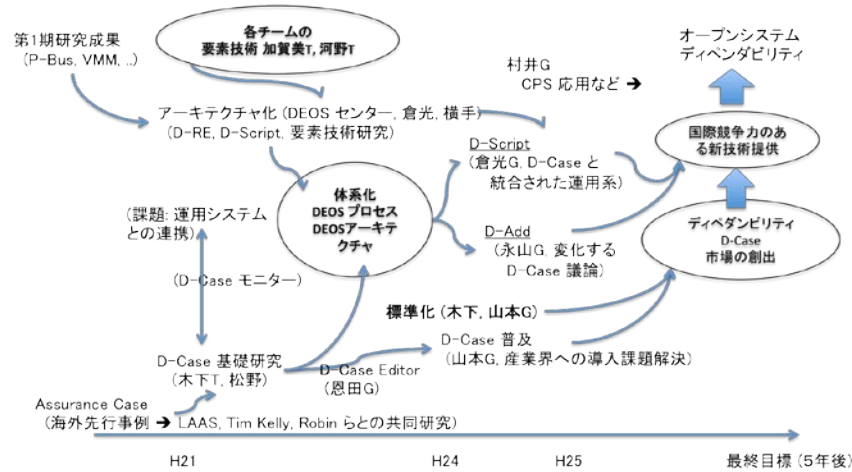


図 1 DEOS 領域全体と倉光チームの研究構想

加えて、DEOS センターと共同し、ディペンダビリティに関連する団体 (CSSC、JASPAR、TERAS、産業技術総合研究所セキュアシステム研究部門、JASA、IPA) と今後の研究や研究成果の共有を進め、CREST としての基礎研究段階から実用に向けてのステップとして経済産業省の支援を得た団体における研究成果の活用を目指している。

§3 研究実施体制

(1) 研究チームの体制について

① 横浜国立大学 倉光グループ

研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
倉光 君郎	横浜国立大学大学院 工学研究院	准教授	H20.10～
菅谷 みどり	同上	講師	H22.4～H25.3
横手靖彦	同上	リサーチフェロー	H23.4～H24.3
パトゥ・バイス	同上	研究員	H23.3
工藤麗香	同上	事務補佐員	H22.12～H25.10
酒井由梨子	同上	事務補佐員	H25.10～
中田晋平	横浜国立大学大学院 工学府	博士課程 後期課程学生	H20.10～H25.3
井出真広	同上	同上	H21.8～
五十嵐健	同上	博士課程 前期課程学生	H21.4～H22.3
加藤雅一	同上	同上	H21.8～H22.3
五嶋壮晃	同上	同上	H21.8～H24.3
平岡佑太郎	同上	同上	H21.8～H24.3
若森拓馬	同上	同上	H23.4～H25.3
養安元気	同上	同上	H23.4～H25.3
岡本悠希	同上	同上	H24.4～
小野田武朗	同上	同上	H24.4～
志田駿介	同上	同上	H24.4～
若松悠樹	同上	同上	H24.4～
石井正樹	同上	同上	H24.10～
内田篤史	同上	同上	H24.10～
松村哲郎	同上	同上	H24.10～
関口渚	横浜国立大学工学部	学部4年	H25.6～
辻康介	同上	同上	H25.6～
中山裕介	同上	同上	H25.6～
森谷鴻平	同上	同上	H25.6～
金村慶明	同上	同上	H24.6～H25.3
李鐘健	同上	同上	H24.6～H25.3
平本千啓	同上	同上	H22.8～H23.3

研究項目

- DEOS プロセス/DEOS アーキテクチャの実用化
- D-Script 言語設計と実証実験

② 名古屋大学 山本グループ

研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
山本 修一郎	名古屋大学情報戦略室	教授	H23.6～
松野 裕	同上	特任講師	H24.4～H25.3
パトゥ・バイス	同上	研究員	H24.4～
石原 未典	同上	事務補助	H24.4～H25.3
高間翔太	名古屋大学情報科学研究科	博士課程 前期課程学生	H24.4～
徳野達也	同上	同上	H24.4～
松村昌典	同上	同上	H24.4～
ナダ・アブラヒム	同上	同上	H25.4～
丁 峰	同上	同上	H25.4～
村井 健太	名古屋大学工学部電気電子 情報学科	4年生	H25.4～
大林 英昌	同上	同上	H25.4～
増元 美紀	同上	同上	H25.4～

研究項目

- ・ 発展型 DEOS プロセス・アーキテクチャ
- ・ D-Case パターン実証実験

③ Symphony 永山グループ

研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
永山 辰巳	株式会社 Symphony	代表取締役	H24.4～
柳澤 幸子	同上	開発責任者	H24.4～
森田 育弘	同上	開発担当者	H24.4～H24.6
伊藤 隆	同上	開発担当者	H24.4～H24.6
玉城 将士	琉球大学 情報工学科 大学院	開発担当者	H24.4～H25.3
大城 信康	同上	開発担当者	H24.4～
當眞 大千	同上	開発担当者	H24.4～

研究項目

- ・ D-ADD の研究開発
- ・ DEOS プロセス実現のための D-ADD 機能開発

④富士ゼロックス 恩田グループ

研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
恩田 昌徳	富士ゼロックスインキュベ ーションセンター	グループ長	H23.4～
伊東 敦	同上		H22.1～
上野 肇	同上		H22.1～

研究項目

- ・ エビデンス文書の管理支援
- ・ 実証実験

⑤ 電気通信大学 松野グループ

研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
松野 裕	電子通信大学・情報システム学研究科	助教	H25.4～

研究項目

- ・ D-Case の実用化

⑥ 慶應義塾大学 村井グループ

参加研究者

氏名	所属	役職	参加時期
村井 純	慶應義塾大学 環境情報学部長・教授	学長	H25.4～
横手 靖彦	慶應義塾大学 大学院政策・メディア研究科	特任教授	H25.4～

研究項目

- ・ ディペンダブルオープンシステム創成技術の研究

(2) 国内外の研究者や産業界等との連携によるネットワーク形成の状況について

国際的研究活動の展開として、The International Workshop on Open System Dependability や DEOS 国際シンポジウムを共同開催し、Karama Kanounm (LAAS), Jean-Charles Farble (LAAS), Mirosow Malek (Humboldt-Universität), Tim Kelly (University of York), Robin Bloomfield (City University London) を招聘講演し、研究交流を深めた。他にも NASA Ames 研究所の Ewen Denney 博士らを研究訪問し、WOSD2013 招待講演者になってもらうなど、活発に行った。

国際標準化活動では、藤枝純教 (ReGIS, 日本 Open Group 代表), Ed Roberts (Epzaim) らと協議を重ね、The Open Group における標準化提案 Open Dependability through Assuredness の策定を行った。Open Group で松野助教は山本修一郎教授と出会い、山本教授は倉光チームに参加することになった。OMG 活動を通じて、イギリスで安全性保証に関するコンサルティング会社 Adelard の Luke Emmet, ISO/IEC 15026 のエディターであった Sam Redwine, KDM Analytic, MITRE などの企業や組織と交流を重ねた。特にトヨタ理事大畠明氏と OMG で出会い、日本発の消費者機械のディペンダビリティ国際標準化を共同で進めることになった (<http://www.omg.org/hot-topics/cdss.htm>)。現在この活動は IPA の WG で進められている。松野助教は WG 委員になっており、規格策定作業に参加している。消費者機械 RFP (<http://www.ipa.go.jp/files/000034692.pdf>) には DEOS ホワイトペーパーが参照されている。D-Case 国際標準化活動では特に産総研ロボティクスグループの中坊嘉宏氏、Jeoff Briggs 氏、神徳徹雄氏らと初期より交流を重ねた。

D-Case 研究開発、実証評価のために、多くの企業、研究機関と交流を重ねた。例えば、頂いた名刺は松野助教の手元に残っている分で 220 枚あり、数百名の方々と日本、欧米で交流した。下記の企業の方とは、D-Case の普及促進のために設立した「D-Case 委員会」 (<http://www.dcase.jp/committee.html>) の委員になってもらい、共同で D-Case の普及促進を行っている：宇都宮浩之 (デンソークリエイト)、穴田啓樹 (キャッツ)、岡本勝幸 (イトワークス)、田中康平 (次世代宇宙システム技術研究組合)、斎藤功 (ベリサーブ)、竹岡尚三 (アックス)、山本光洋 (チェンジビジョン)。宇都宮氏には第 1、2 回 D-Case 実証評価研究会の場所を提供していただいた。穴田氏とは共同で D-Case セミナーを開催した (<https://www.zipc.com/seminar/seminar90/index.html>)。田中氏とは、田中氏の元指導教

官である慶応大学白坂成功准教授とともに、超小型人工衛星の D-Case 記述、NASA Ames 研究所訪問などを行った。白坂准教授がオーガナイズを行った国際会議 APCOSEC2013(慶応大学日吉キャンパス)では、D-Case セッションを開催した。ベリサーブ斎藤氏の協力によりベリサーブ主催の第13回システム検証セミナーで山本教授の講演、D-Case の展示(電通大、名古屋大共同)を行った。

IPA/SEC とは、松田晃一元所長が DEOS 領域アドバイザーであることもあり、初期から交流を行った。DEOS 産学官連携に協力してもらっている。IPA/SEC 田丸喜一郎氏は DEOS 協会発起人になってもらった。山本教授、松野助教は IPA で WG の委員として活動している。

ソフトウェア開発では、株式会社アックス(京都)、株式会社チェンジビジョン(福井)、株式会社メビウス(横浜)、株式会社アルテ(東京)、きじねこ(大阪)、thot 株式会社(福岡) MPS(東京)、正晃(福岡)など、日本全国の優れたソフトウェアベンダーから開発者を参集し、D-Case/D-Script/D-ADD ツールの実用化、オープンソース化を推進した。

株式会社アックス(京都)、株式会社チェンジビジョン(福井)は 2010 年ごろより D-Case/D-Script 研究開発を通じて様々な交流を行なった。

DEOS コンソーシアム(DEOS 協会)に向けた調査及び準備活動では、H23 年度を中心に DEOS センターと齋藤孝文(サイバー創研)と共同で、産業界の有識者を集め、DEOS 実用化準備委員会の開催を行い、DEOS 記述評価実験を進めた。最終的に、DEOS 協会は 2013 年 10 月 22 日に設立され、アックス社長竹岡尚三氏、チェンジビジョン社長平鍋健児氏は DEOS 協会理事になった。

§ 4 研究実施内容及び成果

① SecurityWeaver と P スクリプトによる実行中の継続的な安全確保に関する研究(横浜国立大学倉光グループ)

(1)研究実施内容及び成果

<実施方法>

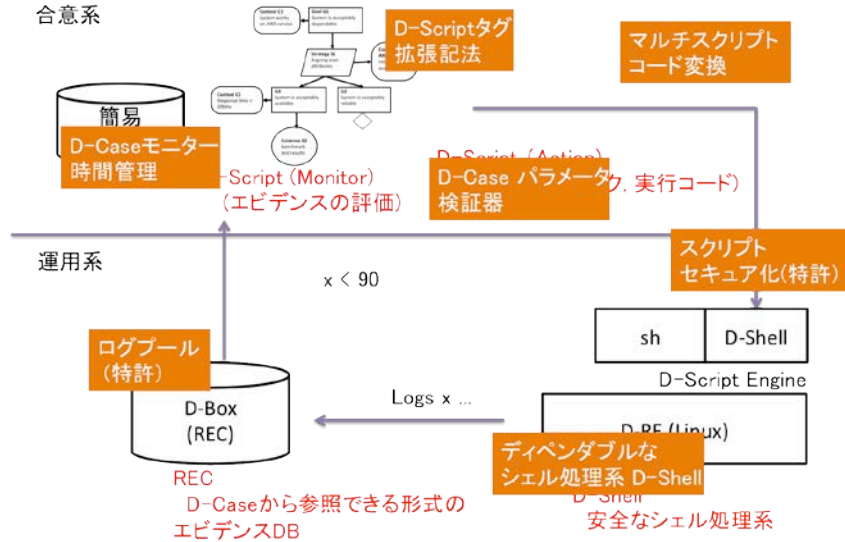
D-Script の研究開発の実施は、研究領域の全体の研究進捗に応じて、(前期)ディペンダブル OS としての実行環境からの高信頼性の研究開発、(後期)DEOS プロセスからの運用スクリプトの高信頼化の研究開発と、研究の視点を切り替えながら包括的に取り組んだ。

前期実施) H20 年度から中間報告までは、第1期採択研究チームのリーダーである石川裕教授らが進めるコアチーム、さらに DEOS センターが中心となって進める D-RE フレームワーク会議に参加しながら、組み込みオペレーティング・システムにおける高信頼なスクリプト言語処理系の実現に取り組み、試作開発と評価実験を行った。研究開発された試作言語は、Konoha としてオープンソース公開をしながら、開発コミュニティや産業界からのフィードバックを受けて、言語設計や処理系の実装を行った。加えて、仏国立研究所 CNRS-LAAS の Karama, Jean-Charles らのディペンダビリティ工学の専門家の研究レビューを受け、D-RE や D-Application Monitor, D-Case との連携を D-Script Engine の仕様をまとめていった。

後期実施) H23 年度より、DEOS プロセス会議を隔週で主催し、開発から運用までを長期にわたるライフサイクルにおいて、要求分析やステークホルダ合意から始まるディペンダビリティ(オープンシステムディペンダビリティ)の実現を模索しながら、その中で運用スクリプトの高信頼化に取り組む視点で研究の再構築を行った。とくに、D-Case や The Open Group の標準活動に参加し、Assuredness の思想を取り込んだ D-Script 言語の創出を行った。同時に、運用システムにおける実世界課題を把握するため、オンライン教育システム Aspen の運用実験を2期分実施し、産業界の技術者とともに実用化に向けた D-Case/D-Script の記述実験を行い、DESO プロセスにおける D-Script の検証評価を行った。

<実施内容>

実施内容は、前期分として高信頼スクリプト処理系を設計する基礎研究と試作開発、後期実施分として DEOS プロセスの具体化にあわせ、Assuredness の合意形成に基づく運用スクリプトの実現と大別できる。図 1-1 は、D-Script 研究領域の概要である。



(前期実施内容) 高信頼なスクリプト処理系の基礎研究と試作開発

従来、スクリプト言語は、シェルや Perl, Ruby を含め、全て動的型付けで実装されてきた。実行前に検証可能にする静的型付けがないことは、DEOS プロセスが目指すライフサイクルにわたる品質管理でも重要な技法であった。実行前にスクリプトの誤りを機械検証可能にする静的型付けの導入することを始め、運用時のエラー処理を書きやすくする例外処理機構、加賀美チームのリアルタイムロボットで動作することを目指したリアルタイム処理可能な高性能かつ組み込みシステムにおける省メモリ実装技法、運用スクリプトの安全性を保証するセキュリティ機能の研究開発を行った。これらの成果は、Konoha/D-Shell という2種類の実装で実現した。また、同時に実用化も考えて、既存のスクリプト処理系へのマルチスクリプト変換の開発も行った。

(後期実施内容) Assuredness の合意をベースにした運用スクリプト実現に関する研究

DEOS プロセスにもとづいて、スクリプトの運用系だけでなく、運用スクリプトの合意系という概念を新しく導入した。合意系において、D-Case の議論構造やモニターノードとの連携の論理構造の抽出、合意・運用を行える D-Case/D-Script 統合ツールの開発 AssureNote の開発を行った。

H24年度より、AssureNote の検証、D-Case/D-Script の連携を検証するため、運用スクリプトの課題、障害事例をえるために、横浜国立大学で運営中の ASPEN オンライン教育システム(図 1-2)を用いて記述実験を行った。記述実験は、ディペンダビリティ要求定義、開発と検証、システム合意、運用設計、サービス合意、障害対応と説明責任遂行、変化対応による2期目への運用実験が含まれている。実験は、2年間に渡り継続的に行われ、ベンチャー企業、サービス運用企業、AWS (Amazon 社クラウドサービス)、複数の大学における学生が参加し、AssureNote を用いて、D-Case で議論を行い、D-Script の評価実験を行った。

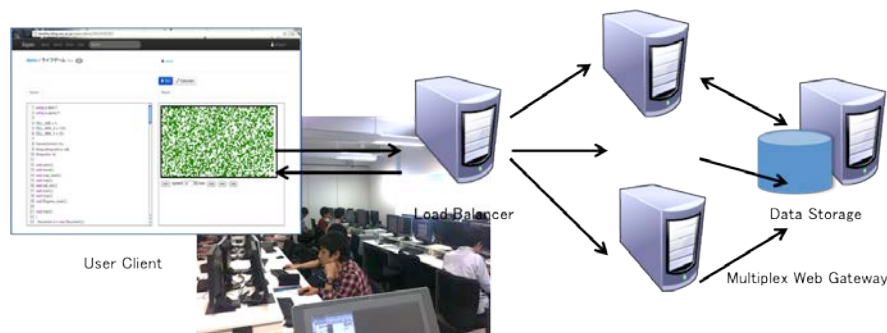


図 1-2 ASPEN による D-Case/D-Script 2年間にわたる評価実験

<成果>

研究実施対する、成果は(1-1), (1-2), (1-3)の3つにまとめることができる。

(1-1) D-Shell/Konoha 静的型付けによる高信頼なスクリプト処理系

D-Script Engine の試作言語である Konoha は、世界でも最初にオープンソース実装されたスクリプト言語処理系として SPLASH2010 年デモセッションで発表し、累計 20 万行に及ぶスクリプトのサンプル記述を行った。学術誌や国際会議だけでなく、実用化を踏まえ商業誌やオープンソースカンファレンスを含む様々なチャンネルで研究成果の発表を行い、広くフィードバックを受け、最終的に運用スクリプトとして使いやすいシェル言語の拡張という形で、D-Shellとしてオープンソース公開を行った。D-Shell は、静的型付けだけでなく、カーネルレベルのモニタリングによるエラー解析、説明責任性を保証する対障害性のあるレポート機能など、本研究期間にわたる基礎研究の成果が取り込まれた高信頼な処理系となっている。

(1-2) AssureNote: D-Case と統合された D-Script 統合運用ツール

AssureNote は、D-Case の議論と D-Script を連携し、運用時のモニタリングやスクリプトの実行状況を確認する統合ツールとして、さらに D-ADD と連携し時系列にそった D-Case の議論を管理する機構として新たに設計し、開発された。D-Case 上で議論されたディペンダビリティ要求から、モニタリングやリスクに対するリアクション(対応策)としてアクションを記述し、それらを前述の D-Shell 言語に変換し、D-RE で実行することが可能である。

図 1-3 は、AssureNote によって、D-Case 議論から D-Script パターンであるリスク(異常状態) → 対応アクションの関係の一覧表である。AssureNote によって対応アクションの欠如を探すことができる。

Location	Evidence	Risk	Reaction
*	CallAdmin(): E12	管理者の対応不能	CallOwner(): E60
*	ScaleOutEC2(): E54	*	Undefined : Undefined
*	CallAdmin(): E59	管理者の対応不能	CallOwner(): E60
DataStore	BackupData(): E15	データ復元ミス	- : E17
MonitorServer	EC2InstanceMonitor(): E51	EC2のサービスダウン	RebootEC2Instance(): E56
MonitorServer	RDSMonitor(): E52	RDSのサービスダウン	- : E57
RDS	BackupData(): E53	*	Undefined : Undefined
WebServer	LoadMonitor(): E19	過負荷	ScaleOut(): E29
管理サーバ	ScaleUpRDS(): E55	*	Undefined : Undefined

図 1-3 AssureNote による D-Script 論理パターンの抽出

(1-3) D-Case/D-Script 記述実験による評価と妥当性検証

研究成果(1-1), (1-2)で開発されたソフトウェアを評価するため、産業界と合同で記述実験を行った。ベンチャー企業、サービス運用企業、AWS (Amazon 社クラウドサービス)、複数の大学における学生が参加し、AssureNote を用いて、D-Case で議論を行い、そこから D-Script を作成する手法を確認した。

図 1-4 は、実証実験の結果、D-Case のノード数、抽出されたリスクの数、D-Script の数の統計データを表している。AssureNote は、ディペンダビリティ要求定義、開発と検証、システム合意、運用設計、サービス合意、障害対応と説明責任遂行、変化対応による2期目への運用実験時の統計データを記録できる。当初、可用性、信頼性(ソフトウェア含む)、データ完全性、プライバシーの4つのディペンダビリティ要求を設定した。D-Case の議論の数は増え、D-Script が新たに発見されたリスクに対して追加されることが示された。また、本実験で記述されたD-Script は、D-RE や Amazon Web Service 上で実際に実行され、サービス提供に役立った。

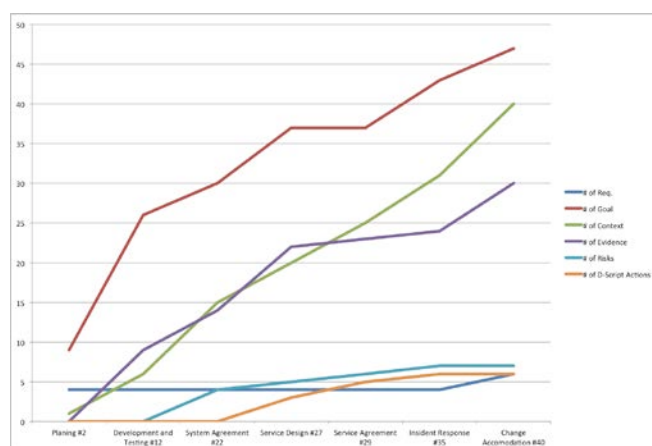


図 1-4 DEOS プロセスに進展にあわせ、D-Case のノード、D-Script のアクションが成長する

< 成果の位置づけと類似研究比較 >

(1-1) 静的型付けされたスクリプト処理系

D-Script の試作として開発した Konoha は、静的スクリプト言語としてオープンソース公開された世界最初の実用的なスクリプト言語であり、その実装は国際会議 SPLASH2011 デモ発表を通して海外でも評価された。スクリプト言語に静的型付けを導入する技術傾向は、Konoha 発表以降、Google 社の Dart や Microsoft 社の TypeScript など続いており、この分野の先鞭をつけたといえる。加えて、Konoha プロトタイプ開発では、ユニークな基礎研究を行い、C/C++ と同等性能な JIT コンパイラの実現、実メモリ 32 KB の組み込みシステムにおける動作可能な処理系など実装し、論文誌で評価を受けた。D-Script 記述評価実験によって得られた産業界からの知見をもとにコンパクト設計した D-Shell に採用し、DEOS センターの D-RE と一緒にオープンソース公開されている。図 1-5 は、D-Shell の型チェックをリアルタイムに試すことができるオープンソースサイトである。

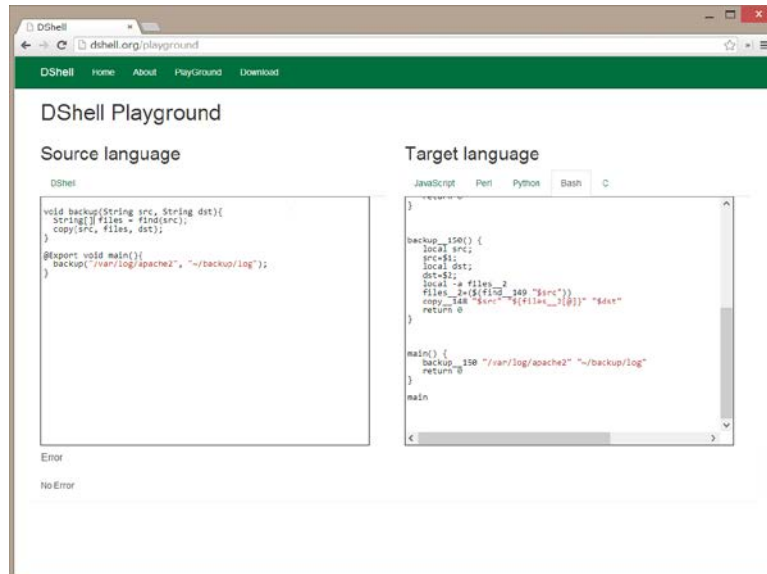


図 1-5 D-Shell によるリアルタイム型チェック

(1-2) AssureNote: D-Case と統合された D-Script 統合運用ツール

コンピュータ・システムの運用を助ける統合運用システムは多くリリースされている。(たとえば、HP 社の OpenView や IBM 社の Tiboli, オープンソースの Zabbix や HInemos など) AssureNote は、これらの統合運用ツールと連携できるように設計され、さらに D-Case による合意系が含まれていることが特徴である。モニタリング結果は、D-Case 上のエビデンスとして閲覧することが可能である。図 1-6 は、AssureNote から稼働しているモニターノードの一覧やエビデンスとしてログを閲覧している様子である。

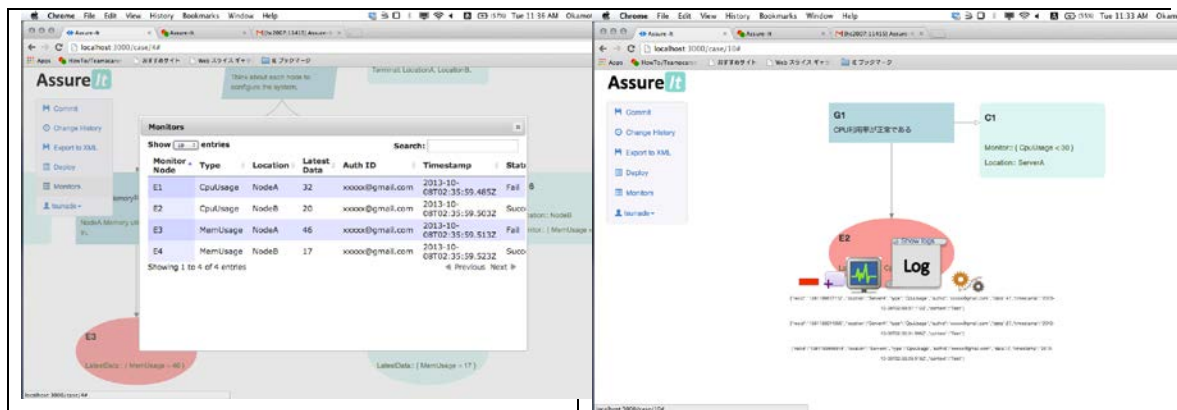


図 1-6 AssureNote による モニター監視とモニターノード

(1-3) D-Case/D-Script 記述実験による評価と妥当性検証

従来、Assurance Case は、システム運用前のディペンダビリティを議論する道具であった。DEOS プロセスは、開発から運用までライフサイクル全般にわたり、D-Case を成長させることでディペンダビリティを高めることが目標であった。D-Case/D-Script 実験は、システム開発からシステム運用、さらに障害対応や変化対応による D-Case の成長を記録した D-Case となった。また、ディペンダビリティ要求、さらにリスク発見、D-Script による対応の増加を定量的に示すことができ、DEOS プロセスの2重ループの効果を示すことができた。図 1-7 は、AssureNote に保存された ASPEN の実証実験に基づく DEOS プロセスの D-Case である。



図 1-7 DEOS プロセスにしたがって、正常運用、障害対応、変化対応の D-Case が成長する

② 発展型 DEOS プロセス・アーキテクチャの研究(名古屋大学 山本グループ)

(1)研究実施内容及び成果

<実施方法>

設計法の開発(H23)、設計実験(H24)、総合評価(H25)の3段階で、発展型 DEOS プロセス・アーキテクチャの研究を実施した。まず、設計法の開発では、要求抽出とリスク分析に基づく要求管理手法ならびに、d*フレームワークからなる D-Case 設計法を提案した。次いで設計実験を推進するため、産業界からの参加を求め D-Case 実証評価研究会を設立するとともに、D-Case パターンに対するニーズを明らかにすることにより、積極的な D-Case パターンの収集と適用実験を実施した。総合評価では、これらの結果に基づいて総合評価を実施するとともに、オープングループにおける O-DA 標準への成果の展開を進めた。

<実施内容>

(H23)D-Case 設計法の開発

要求抽出とリスク分析に基づく要求管理手法では、合意形成カード、ディペンダビリティ委員会、D-Case、サービスリスク分析、サービス継続性シナリオ、サービス要求管理表などからなる DEOS 要求管理手法を具体化した。また、この過程で複数のコンポーネントからなる現代のオープンシステムの課題を明らかにするとともに、その解決策として D-Case を拡張した「d*フレームワーク」の概念を着想した。

(H24)設計実験

D-Case 設計法の産業界への普及を促進するため「D-Case 実証評価研究会」を設立することにより、D-Case の研修と記述実験を実施するとともに、産業界からのニーズの収集に努めた。この結果から D-Case の導入上の課題を明確化するとともに、D-Case の適用パターンの収集ならびに適用実験を実施した。この結果、①表記法パターン、②参照モデルパターン、③条件パターン、④推論パターン、⑤証拠パターン、⑥再利用パターンからなる約 50 種類の D-Case パターンを具体化した。

また、考案した d*フレームワークの作成環境のプロトタイプを D-Case エディタを拡充することによって実現するとともに、公開した。

(H25)総合評価

前年度までに実施した研究内容に基づいて、オープングループにおける O-DA 標準としてまとめるとともに、提案した d*フレームワーク手法や D-Case パターンの有効性に関する総合評価を実施した。

<成果>

(1-1)D-Case パターン

図 2-1 に示すように、D-Case パターンを 6 種類に分類することにより、50 種以上の D-Case パターンを系統的に蓄積・活用できることを明らかにした。

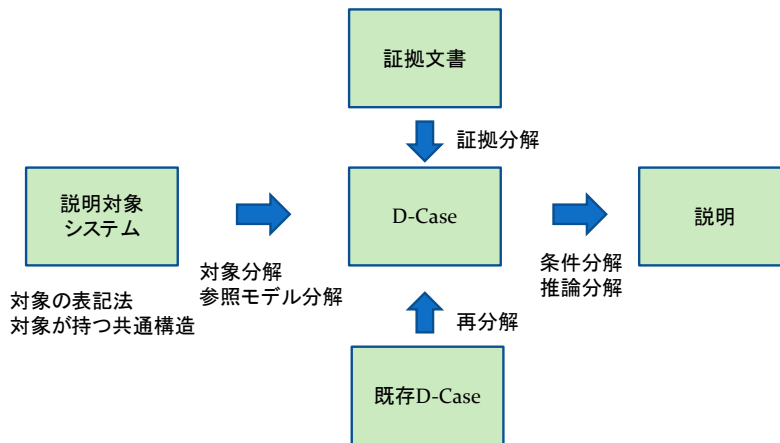


図 2-1 D-Case パターンの構成

(1-2) d*フレームワーク

D-Case エディタで作成した d*フレームワークの例を下図に示した。この図2-2に示すように、d*フレームワークでは、システムやモジュール、コンポーネントなどとそれらの相互作用を明示的に図式化できるという特徴がある。とくに、相互作用に関する主張に対しても D-Case を用いてディペンダビリティの説明と確認ができるようになっている。

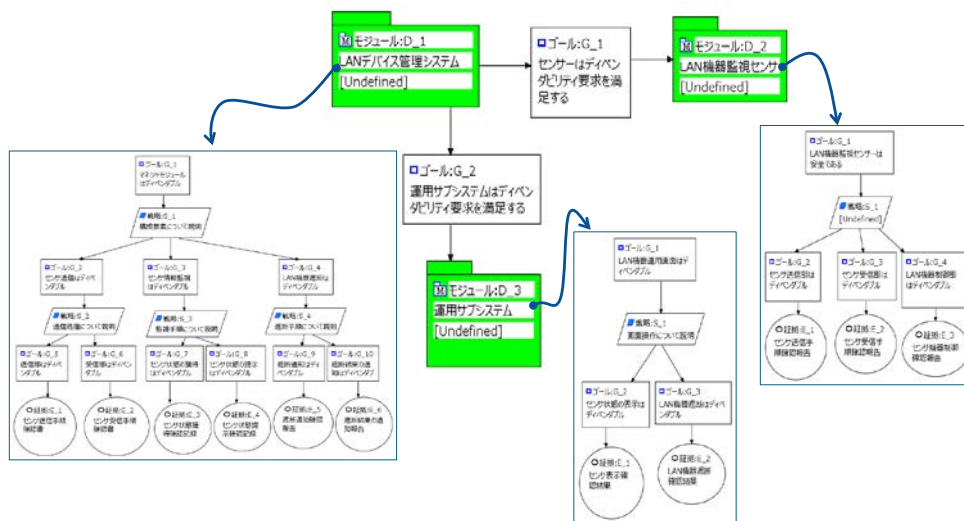


図2-2 d*フレームワークの例

<成果の位置づけと類似研究比較>

- 本研究の成果である D-Case パターンは、アシュアランスケースにおける議論分解パターン的一种である。しかし、従来のアシュアランスケースのパターンは個別的であったため、数的にも不十分であり、また、本研究で明らかにした6分類に基づく系統的なパターンの整理は世界でも初めてである。

- 従来のアシュアランスケースでは d*フレームワークのように、モジュールを明示的に図で識別することはできなかった。また、モジュール間の相互作用に関する主張についても、図で表現することができなかった。

③ 継続的 OSD 改善の為の Agreement Description Database の研究開発 (Symphony 永山グル)

ープ)

(1)研究実施内容及び成果

<実施方法>

DEOS プロセスを実現する D-ADD について、理論設計から開始。D-ADD(合意記述データベース:Agreement Description Database)は、DEOS プロセス実行時のステークホルダによる合意の記録とその証拠としてのデータベースとして機能することが求められる。それらを実現するためには、機能としての複数のアプリケーションを駆動する必要があり、D-ADD は、アプリケーション開発環境として設計されることが必要要件とした。

上記の前提条件を以下の実施方法として展開した。

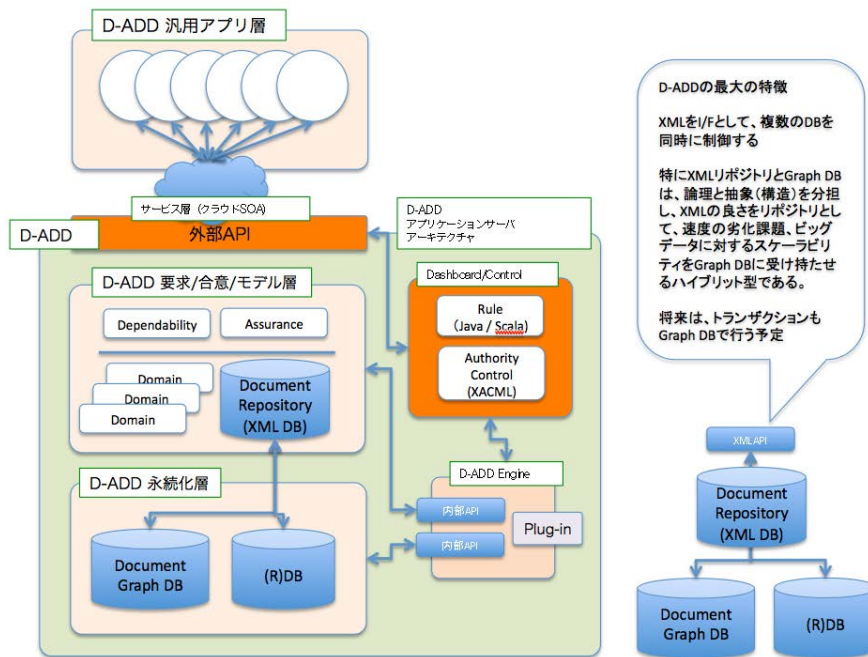
(1-1)D-ADD アーキテクチャの研究開発

D-ADD を合意記述データベースを中心としたアプリケーション開発環境として理論設計を行い、プロトタイプ開発を通じて、最適なアーキテクチャを決定する。

(1-2)合意記述データベースの内部構造を設計し、ユースケースとして合意形成アプリケーションをプロトタイプ開発し、必要要件を詳細に決定する。

(1-3)上記の結果を踏まえ、DEOS プロセスを実現するため、ユースケースとして説明責任を達成せしめる課題を与え、最終的な D-ADD の開発を行う。その検証として、領域の各研究課題を同環境に接続して、目標性能ならびに実用化へ向けた課題を明らかにする。

D-ADD アプリケーションサーバ技術による高信頼性Web開発環境



<実施内容>

(1-2)D-ADD アーキテクチャについて

- 合意記述データベースを中心とした次世代のアプリケーション開発環境

D-ADD のアーキテクチャを検討するにあたり、現在巨大 IT システムの開発が行われている代表的な環境である、Java EE についてその将来系を模索するところから議論を開始した。Java EE では、Web アプリケーションサーバを中心とした MDA (Model Driven Architecture) が主流である。しかし、ここ数年の IT サービスの巨大化は、たとえば Facebook に代表されるようにそのユーザは全世界規

模といった具合に、これまでにないスケールで巨大化している。MDA は、主に企業が特定の顧客にその事業戦略、事業目的に沿ったアプリケーションを提供するために使われてきた環境であり、データベースは、RDB (リレーショナルデータベース) が用いられる。Facebook などの全世界的なユーザをターゲットにした Web アプリケーションならびにモバイルアプリケーションでは、そのスケーラビリティの性能要件から RDB の限界性能を超えはじめており、同種のサービスでは、RDB の類いが用いられることは少なくなり、替わって NoSQL 技術が中心となっているデータベースが用いられる。NoSQL は、1990 年後半には出現しているが、2005 年あたりから急速に実用化されはじめ、RDB の対象とするデータサイズ、ユーザ規模を遙かに凌駕し始めたことで、ビッグデータというキーワードが生まれ、それらは、RDB を中心とした MDA を過去の技術として、ソフトウェア技術の革新的発展を起している。

D-ADD を巨大 IT システムのアシュアランスケースを扱うデータベースとして位置づけると、D-ADD 自身が巨大化することは自明である。D-ADD が対象システムのアシュアランスケースを扱うことでは、構想から運用まで長期間に渡り稼働することを意味しており、後述されるユースケースとして選択した放送局の基幹業務システムである営業放送システムは、構想から開発まで約 5 年、運用は 10 年以上である。その間の DEOS プロセス実行を想定してみるに、D-ADD が格納するデータの種類、サイズ、付属情報はまさにビッグデータとして考えるのが妥当である。

このような背景から、D-ADD のアーキテクチャは、MDA に替わって NoSQL が中心となる Web アプリケーション開発環境として検討するのが妥当であろうと設定し、さらに RDB の流れでは主流にならなかった分散技術も取り入れ、Java EE の新しい流れとしての非 RDB 系 Web アプリケーションサーバとして研究方針を立案した。

非 RDB 系 Web アプリケーションサーバとして重要な要素技術は以下の項目とした。

1. NoSQL データベース技術を採用する
2. 複数の NoSQL データベースの複合、分散を採用する
3. D-Case のデータベースとしての要件から、グラフ理論は必須とする
4. DEOS プロセスの要件 (ステークホルダによる情報操作) から、関係者の組織、人、権限を制御する機構を有すること
5. 4. をサポートするために時間軸を扱える機構を有すること
6. D-Script の要件から、イベント型データベースとしてルール、処理、をデータベースのエンジンとして必須とする
7. 6. をサポートするために複数のルールならびに処理の分散、並列機構を有すること
8. D-ADD 内情報すべてを構造的に扱えるためにリポジトリ機構を有すること

上記項目を研究課題としてブレークダウンして、四半期毎に技術検証、プロトタイプ構築を行った。

(1-2) 合意形成について

・ D-ADDによる合意形成支援 (D-Caseとの関係)

D-ADDによる合意形成支援として、D-ADDはD-Caseのデータベースとして振る舞う。データベースとしてのD-Case管理機構は、単なるD-Caseの保存や管理だけではなく、DEOSプロセスのサブプロセスである合意形成プロセス全体を支援できる必要がある。合意形成支援におけるD-ADDの役割を見出すため、当チームが知識と開発経験を有する放送局の基幹システム「営業放送システム」をユースケースとして、D-Caseの合意形成手法を研究した。その結果からD-ADDに必要な機能を見出すことができた。

研究は、まず営業放送システムのD-Caseを記述し、システムの特性に比例して、巨大で複雑そして専門性が高くなるD-Caseの抱える課題を見出すことから始めた。以下がその4つの課題である。

1. D-Case の整合性の確保

2. D-Case 修正時の影響範囲の明確化
3. 多人数でのD-Caseの操作の必要性
4. ステークホルダの責任範囲の明確化

次に、これらの課題を解決するためにどのような合意形成の手法が有効であるかを研究した。巨大で複雑なD-Caseとステークホルダの合意は、V-モデルライフサイクルを用いて構築できると仮定した。組織の権限と責任の委譲レベルをD-Caseのツリー構造に反映させ、計画と検証フェーズの2段階で合意を形成する手法を提示した。

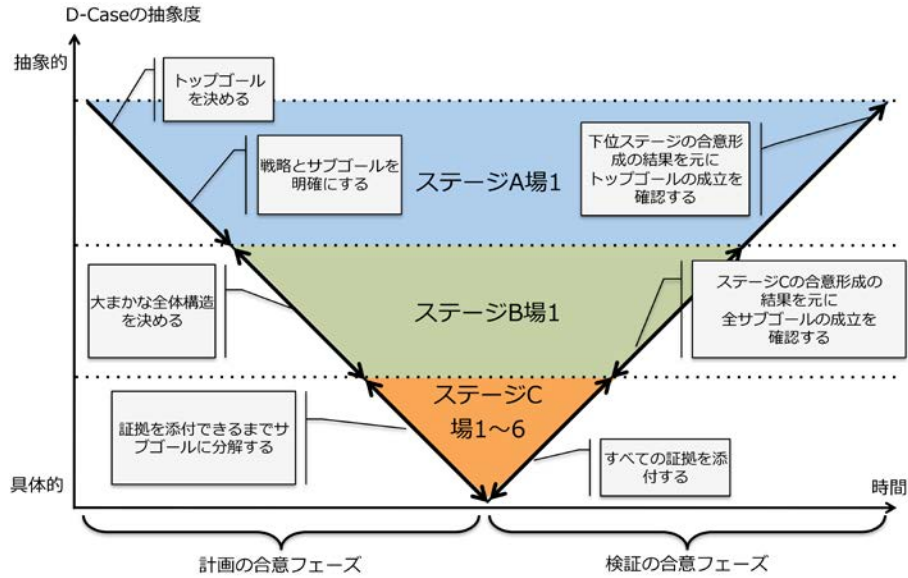


図 3-2 V-モデル図

この手法を用い、上記1～4の課題が解決できることを検証するため、D-ADDアプリケーションツールとして実現し、下記の合意形成支援機能を見出した。

- A) 整合性の確保の課題に対して、D-ADDの整合性支援機能の辞書機能およびAgdaを利用する。
- B) D-Case の修正時の影響範囲見積の課題に対しては、D-ADDの整合性支援機能の1つである索引機能およびAgdaを利用する。
- C) 多人数でD-Caseを書く手法の課題に対しては、D-ADDとD-Case 編集ツールを連携する。
- D) 責任範囲の明確化は、D-ADDの組織・人・権限支援機能を利用する。

上記に示した1～4の課題は、ユースケースである営業放送システムから導かれたが、巨大な汎用ITシステムに適応できることが予測できる。この研究によって、より汎用的なシステムを対象としたD-ADDによる合意形成支援の設計を行うことができた。

一般的に合意形成手法の研究は「合意形成学」という学問分野で行われている。しかしこの研究における主体は、たとえばゴミ処理場の建設や災害復興計画といった社会的合意形成に置かれているため、ITシステムのステークホルダの合意形成とは規模も達成すべき目標も大きく違う。ソフトウェア開発分野においては、DEOSプロセスを利用し、D-Caseを中心としてステークホルダの合意形成を行う手法に、新しい一手法を加えることができたと言える。

(1-3) 説明責任について

- D-ADDによる説明責任支援

DEOSプロセスでは、システムがオープンシステムディペンダビリティを備えていることを示す能力の一つとして、説明責任の遂行を支援する能力を有すること、と定義した。D-ADDは、D-Caseを含め、ステークホルダが説明責任を成し遂げるために必要なすべての情報の管理を行う。

当チームは、D-ADDがいつでも必要な時点でステークホルダの説明責任遂行を可能とする機構を提供するために、放送局の基幹システム「営業放送システム」に起因する放送事故を事例(実際に同様の事故が放送局で起こった内容を元に)として、説明責任遂行時にどのような情報が必要となるのか、どのような活動を行うのかを実務経験を元に研究し、D-ADDが持つべき情報構造や基本ツールを設計した。また、説明責任遂行ツールのプロトタイプを開発し、デモなどを通じてその有効性を確認した。

この研究では、説明責任遂行の範囲を、DEOSプロセスにおける障害対応サイクルに沿って、障害の未然回避から、迅速対応、原因究明を行い、これらを経て対応のための新たな変化対応サイクルが起動され、ステークホルダによる新たな合意が形成されて、(実際に起きた障害の再発防止策を含む機能を)リリースするまでと定義した。

この定義を元に、D-ADDに対して、リリースされた新しい機能が、元は障害に対応した再発防止策を含む機能であることを、時間を経た後もトレース可能なリポジトリでなければならない、という要求を見出し、そのように設計した。実際には、D-Caseを元にして、仕様書、設計書、合意形成の議論の議事録、監視結果のログ、未然回避した障害情報、想定せず起こってしまった障害情報をすべて紐付いた形で保存できるようにし、対象システムに関するすべての情報は、その関係性を保ったまま管理され、必要な時に引き出すことを可能とした。また支援という点では、障害発生時に、運用担当者あるいはD-ADDが自動的に登録した障害情報を元に、D-ADDが、類似の障害情報やD-Case内の関連するノードに記述された内容を元に、どの辺りに原因がありそうか、初期評価を行う仕組みを取り入れた。

最終的に、放送事故の実例を用いて、実際に運用担当者が原因究明の作業を行いながら、説明のために必要な情報を集めていくことのできる説明責任遂行ツールのプロトタイプを開発した。さらに、実際の放送局の運用担当者、放送システム開発企業に対しこのプロトタイプのデモを行い、D-ADDによる説明責任遂行支援が実務において有効であることの確証を得た。



図3-3 説明責任支援ツール画面キャプチャ

通常、障害発生時には、サーバに蓄積されたログを解析したり、ソースコードを読むことのできる運用者や開発者などが、時間と戦いながら専門知識を駆使して原因究明を行う。D-ADDを基盤と

した基本ツールを用いることにより、まず、直接的な原因の特定時間を早めることができる。またログなどすべての情報はD-Caseのノードに紐付いており、ノードからログや添付書類などを表示して確認することができるため、専門知識がなくても、見るべき情報に視覚的にたどり着くことが可能となる。D-Caseの履歴や合意記述の記録により根本的な原因と修正すべき箇所を特定し、再発防止作を検討することができる。

この研究およびプロトタイプによる実証実験の結果、DEOSプロセスを用い、D-Caseを記述しD-ADDを保有するシステムは、障害発生時に、迅速に、視覚的に障害対応を進めることができる優位性を持つと言える。

<成果>

(1-1)、(1-2)、(1-3)を通じて、オープンソースとして公開可能なD-ADDの研究開発を行い、D-ADDコアとして稼働した。稼働は、領域の各研究のインテグレーションを行うことで検証を行った。検証内容は、倉光チームのD-Caseツールとのサービス接続、河野チームのルール実装と稼働実験、木下チームとの共同検証を行える環境として技術検証を行っている。また、本研究の最終系として統合デモシナリオを考案し実装する予定であり、そのデモ内容は今後のDEOSの社会的普及活動に貢献すべく設計される。

D-ADDの研究開発を通じて、慶應義塾大学の横手チームのサイバーフィジカルの研究が派生した。これにより本格的なビックデータとしての研究を始められることとなり、生体情報、社会情報を扱う性格上、医療情報の研究に焦点をあてている。

D-ADDの事業化においては、知財の確保が特に重要であり、1件のPCT出願が行われている。D-Caseのデータベースとして稼働し始めたことにより、D-Case研究のさらなる土台、環境として今後のアシュアランスケースの研究に大きく貢献することが期待される。

<類似研究比較>

D-ADD 研究開発のオリジナリティは、人間の情報処理活動をシステムのディペンダビリティとして表現しようとするデータベースの記述体系としてのユニークさにある。その記述体系をユニバーサルな Web 開発環境として全体を設計し、次世代の開発環境としてのアーキテクチャとして示せたことは、ソフトウェア開発現場の多くの実装者、開発者を支援する。またそれらをビックデータに応用するという点では、最先端の研究に貢献できることが期待でき、D-ADD をオープンソースとして公開、あるいはサービスとして公開できる可能性は、これまでにない研究成果としてプラットフォームとしての可能性を最大にアピールできる。

④ エビデンス文書の管理支援と実証実験(富士ゼロックス 恩田グループ)

(1)研究実施内容及び成果

D-Case 作成支援環境:

D-Case で保証議論を構築しステークホルダー間でディペンダビリティについての合意を形成するためには、Evidence や Context となる文書を D-Case 内で適切に参照することが求められる。これらの文書は多数のステークホルダーが作成に関与し、ライフサイクルに合わせて頻繁に更新されるため、適切な管理、具体的には複数のステークホルダーがアクセスできる文書リポジトリへの登録や版管理などが必要となる。恩田グループでは、H24 年の活動として、H23 年までに開発した D-Case 作成ツール「D-Case Editor」を拡張し、D-Case と文書リポジトリに登録され版管理されている文書との関連付けをおこなう機能の開発を行った。具体的には、D-Case 中の Evidence や Context に文書リポジトリ中の文書のある版への関連付けを作成する機能や、現在参照中の D-Case に関連付けられている文書が最新版かどうかを判別する機能、関連付けられている文書を参照する他の D-Case を列挙する機能など基本的なリポジトリ連携機能を開発した(H24 年)。

H25 年は、以下の機能追加開発を実施した。

- (i) オープンソースコンテンツ管理クラウドサービスであるAlfresco Cloud¹への連携機能、
- (ii) オープンソースプロジェクト管理システムRedmine²との連携機能

前者(i)は、リポジトリをステークスホルダー間で容易に共有出来るようにすることが目的である。以下にその画面イメージを示す。これにより、24年度の成果である、D-Case ノードへの文書の関連付け、関連付けられた文書の変更検知等の機能がクラウドサービスのリポジトリを使って実証実験できる環境を整えることが出来た。

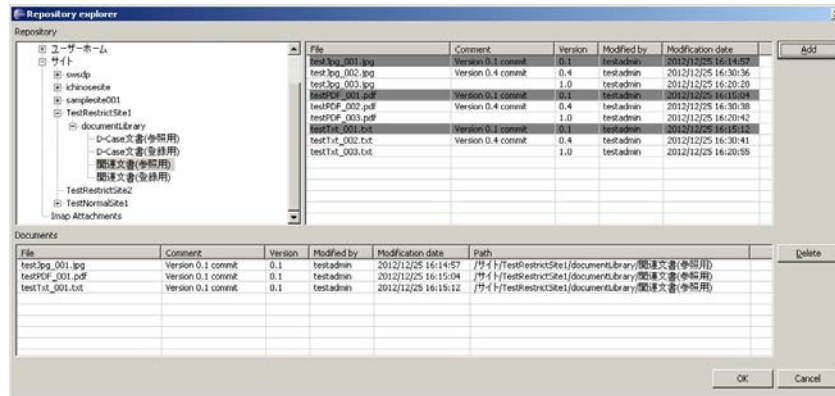


図 4-1 関連文書管理機能（一部）の画面イメージ

後者は、プロジェクト管理における構造やステータスと連携することで、より具体的に業務で活用できるようにすることが目的である。これにより、D-Case ダイアグラムのノードの階層構造を Redmine の階層構造に反映できるとともに、各ノード単位の達成状況を確認することが可能となった。

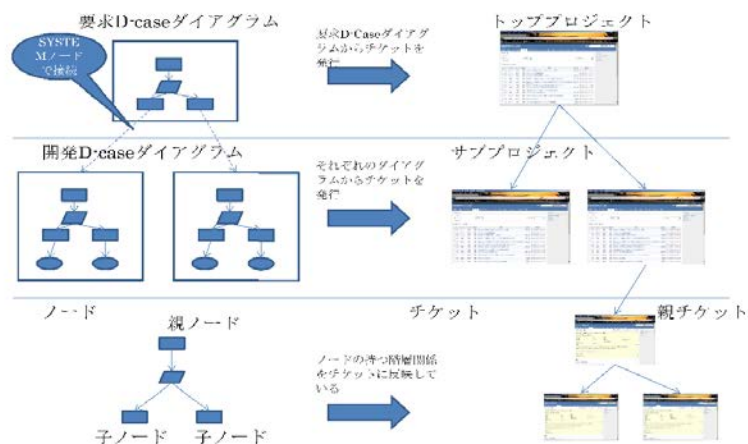


図 4-2 プロジェクト管理システムとの連携イメージ

これらの機能を持つ D-Case Editor を、D-Case 普及のため、電気通信大学松野氏の協力のもとオープンソースとして https://github.com/d-case/d-case_editor に公開した。

D-Case 実証実験: (ET ロボコン)

アーキテクト部門では、2 種類の D-Case 記述を行った。具体的には、システムが必要とするパフォーマンスを達成するための要件の抽出とその確認結果を記述した D-Case と、リスクに対してその対策が実施されていることを示した D-Case である。

これら複数の D-Case を記述することで、システムが要求性能を満たした上で、十分なディペンダ

¹ <http://www.alfresco.com/jp/products/cloud>

² <http://redmine.jp/>

ビリティが担保されていることを確認できることを示した。また、これらのD-Caseを別々に記述したことで、各機能が性能を高めるための機能であるのか、信頼性を高めるための機能であるのかを容易に区別できることを示した。

また、ディベロッパ部門では、難所の1つに特化して抽出したリスクの対応方法をD-Caseへ記述した。そして、その対応方法が当該リスクに対して十分であることを確認したことを示す証跡として、その検証結果を記述することで、システムが必要とする要件の抽出からそれをシステムが達成できていることを示す実現手段を確認した結果までをD-Caseを活用して示せることを確認した。

(教育教材開発) D-Caseを世の中に展開するために、電気通信大学松野氏らと協力して教材を開発してきた。具体的には、その教材自体の評価やブラッシュアップするために、社内教育の教材として活用し(3回)、その適用結果を教材にフィードバックしてプロジェクトの成果でもある教材の品質向上に貢献した。

(現場での活用) D-Caseの現場活用の促進を目指して、開発現場のメンバーにおけるD-Case記述指導の教育を行った。具体的には、博士前期課程のインターンシップ生が、ETロボコンの難所の1つに対してディペンダビリティを担保するための要件定義プロセスの実践を指導することを活動のテーマとした。本活動を通して、D-Caseの活用方法や場面への理解を促進し、D-Caseの記述プロセスを既存の開発プロセスに則して指導することができるようになった。

⑤ D-Caseの実用化 (電気通信大学 松野グループ)

(1) 研究実施内容及び成果

D-Case実用化のために以下を行った。

D-Caseホームページ www.dcase.jp の更新。半年で4000件以上のアクセスがあった。

D-Case実証評価研究会の開催(2回行い、60名、30名以上の参加者を集めることができた。アンケート結果は好評であった)。

D-Caseセミナーの開催(企業との共催)を行った。DEOS初の企業との共催イベントを成功させた。アンケート結果は好評であった。

世界的に見ても、安全性やディペンダビリティに関する研究開発成果を、広く一般企業へ普及を試みる上記活動は、研究機関が主体となって行った例は少なく、意義があった。



図 5-1 第 4 回 D-Case 実証評価研究会(2013.10.22, 京都アックス本社)の様子

D-Case仕様の策定、その参照実装としてのD-Case Editorの拡張、オープンソース公開を行った。D-Caseの元であるアシュアランスケースとして世界初の、パターン、モジュール機能があるツールのオープンソース公開を行うことができた。これらはプログラミング言語の基本的な技術であるが、研究分野の相違で、従来安全性分野では適用されてこなかった。倉光チームはコンピュータサイエンス研究者が多く、コンピュータサイエンスの知見を安全性やディペンダビリティ分野へ適用したことは、AssureNoteと並んで、研究的意義があった。

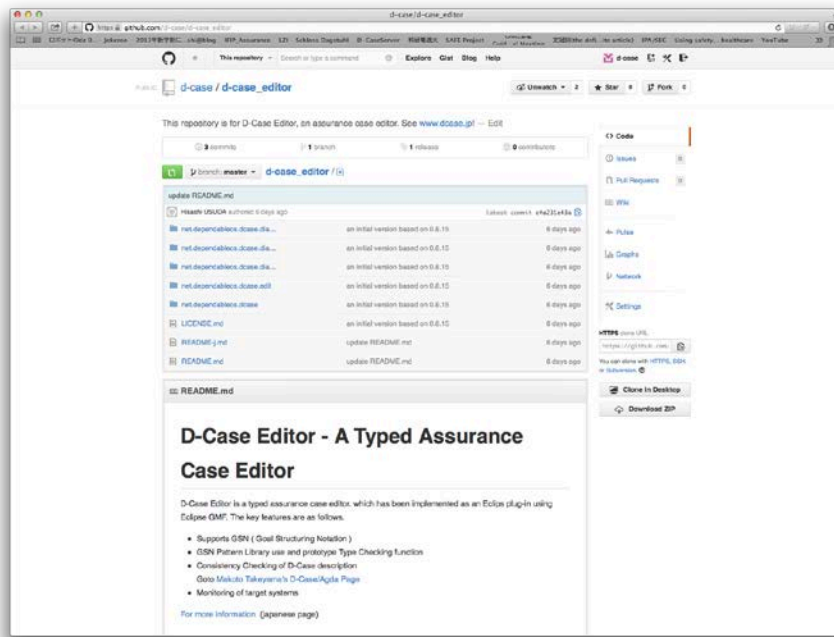


図 5-2 D-Case Editor オープンソース公開ウェブページ

実用化活動と同時に、基礎的研究も継続した。自動車 ACC システムを対象とした D-Case 実証実験を行った。D-Case の効果を定量的に評価するための基礎研究であり、2013年11月終了予定である。また実際のリスク分析と D-Case 連携のための、ドライビング・シミュレータによる基礎実験を行っている。2014年3月終了予定であり、実用化と並行して D-Case の他分野への研究展開を進めた。

D-Case の様々なユースケースに対応するため、Web 環境で D-Case 開発を行うための D-Case Weaver、プレゼンテーションや限られた用途での D-Case を作成するための D-Case Stencil を開発して公開した。D-Case 実証評価研究会の D-Case のユーザを支援するために、D-Case Server を立ち上げて運用してきた。

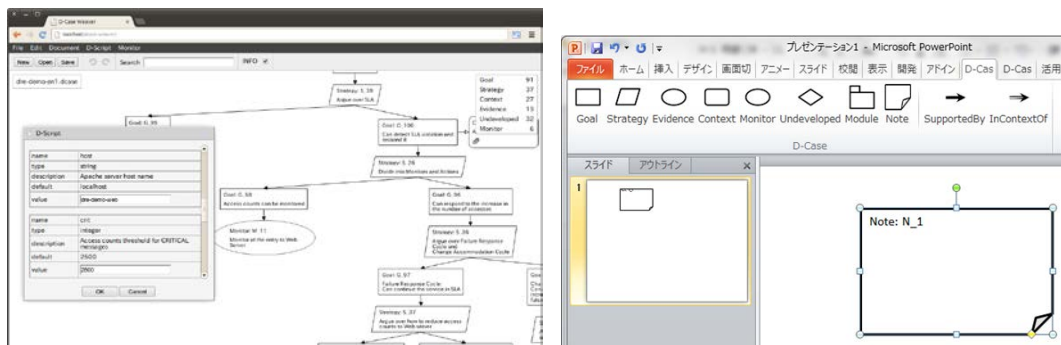


図 5-3 D-Case Weaver(左)、D-CaseStencil(右)スナップショット

DEOS プロセスは従来の開発プロセスや手法と対立するものではなく補完的な関係にあるが、D-Case を従来の開発手法で使われるモデリング言語の標準とも言える SysML と連携させるために OSLC (Open Services for Lifecycle Collaboration) をインターフェースとして D-Case Editor と SysML ツールの拡張をおこない、D-Case と SysML を連携させた適用事例を作成し、SysML 環境での D-Case の活用方法を提案した。

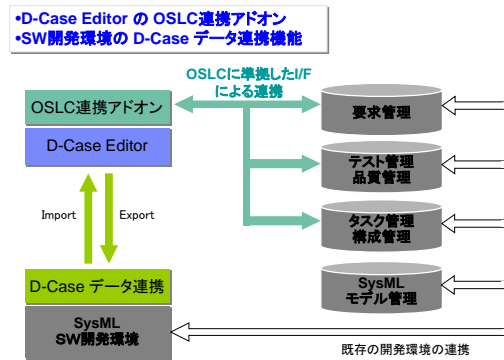


図 5-4 D-Case/SysML 連携開発環境システム構成

⑥ ディペンダブルオープンシステム創成技術の研究(慶応義塾大学 村井グループ)

(1)研究実施内容及び成果

<実施方法>

平成 24 年度までの DEOS 領域ではオープンシステム環境における対象システムのディペンダビリティ維持手法に重きを置いて研究を進めてきた。最終年度である平成 25 年度では、本研究グループは対象システムを、オープンシステムディペンダビリティを維持するように構成する手法に関して研究を進めた。対象領域を Ambient Intelligence や Cyber-Physical Systems (CPS)の領域とする。センサーネットワーク、スマートグリッド、ITS 等の物理的インフラストラクチャを、デジタル技術を用いて如何にオープンシステムディペンダビリティを維持しつつ構築できるかという、ディペンダブルオープンシステムの構築手法に関する研究を、DEOS 領域での研究成果を活用しながら進めた。

上記対象領域におけるディペンダブルオープンシステムは DEOS 領域が提唱しているオープンシステムとしての特性を生来的に備えており、DEOS 領域が過去取り組んできた技術を応用し、ディペンダブルなシステムを構築する場としては最適である。また、当該システムは物理的インフラストラクチャからの大量の情報を取り扱う必要があるが、その際のディペンダビリティとしてどのような特性を備えるべきかという研究は上記対象領域そのものが誕生したばかりでもあり、新しい取り組みである。そこで、本研究グループでは次の 2 項目の研究を実行した。

(1) ディペンダブルオープンシステム構築手法の研究

(2) 該手法を D-ADD とディペンダブルオープンシステムへの適応実験

本研究での前提である DEOS プロセス、DEOS アーキテクチャ、DEOS ランタイム、およびそれらを D-Case と D-Script によって繋ぐ D-ADD は DEOS 領域の過去の成果を最大限に活用すると同時に、最終成果は論文・特許として発表していく。

<実施内容>

本研究グループでは上記 2 項目の研究に対して以下の内容を実施した。

- (1-a) DEOS アーキテクチャに定義された DEOS 実行環境 (D-RE) 構成要素をリファレンス実装における実装型として抽象化し ArchiMate®図で関係を整理した。
- (1-b) 上記実装型をいくつかの領域毎に組み合わせたリファレンス実装を ArchiMate®を用いて整理した。
- (1-c) 上記整理したリファレンス実装の 1 つを DEOS 体験版として実装した。
- (1-d) オープンシステムディペンダビリティを維持するような構成手法として、主にシステムを構成する D-Case の関係に着目し、ベース層とメタ層に D-Case を配置する手法を考案した。
- (1-e) 上記手法のうち、両層を繋げる仕組みを D-ADD 基本機能に追加し、両層に D-Case を配置し対象システムの OSD を担保する仕組みを D-ADD 拡張機能として実装した。
- (2-b) 永山グループと協働し、D-ADD を、ディペンダブルオープンシステム構築手法を実現するツールとして位置付け、必要な機能拡張を開発した。

(2-c) 上記 D-ADD 機能拡張をソフトウェア開発プロセスに応用し、効果を検証した。

<成果>

本研究の成果は ISSRE2013 にて発表し、特許としてまとめ出願した。

<成果の位置づけと類似研究比較>

近年ビッグデータを利活用し何らかの傾向を抽出する研究がさかんに行われている。D-ADD 基本機能におけるルール処理の仕組みは、ETL (extract, transform, load) という手順を経てデータ処理をするアプローチと一線を画する。本仕組みにおいては、ルール処理とモデル処理と永続化処理が密に連携することで、実時間処理を可能にしている。

<非公開>

本仕組みを加速するために開発した SSD を活用した大容量メモリシステムも実時間処理に効果を上げている。

§ 5 成果発表等

(1)ソフトウェア/ハードウェア

1. D-Case Editor (D-Case Editor 仕様策定のための D-Case Editor 拡張実装) オープンソース公開 https://github.com/d-case/d-case_editor
1. D-Case Editor 用関連文書管理機能モジュール
<http://www.dependable-os.net/tech/D-CaseEditor/>
2. D-Shell (D-Script Engine 参照実装) 公開 - DEOS センター D-RE 参照実装の一部として: www.libbun.org/dshell
3. AssureNote: D-Case/D-Script 統合ツール オープンソース公開
www.AssureNote.org

(2)規格

1. O-DA. Open Dependability through Assuredness. Open Group, 2013

(3)知財出願

①国内出願 (6件)

1. 倉光君郎、菅谷みどり。「ディペンダブルシステム並びにディペンダブルシステムを実現するための障害対応言語システム及び情報装置」 2011-249096
2. 倉光君郎、志田駿介。「難読化装置、難読化方法、及び難読化プログラム、ならびに難読化されたソースコード」 2012-050680
3. 倉光君郎、菅谷みどり「ロギング装置、ロギング方法及びプログラム」 2012-074763
4. ディペンダビリティ維持システム、変化対応サイクル実行装置、障害対応サイクル実行装置、ディペンダビリティ維持システムの制御方法、制御プログラムおよびそれを記録したコンピュータ、横手靖彦、所眞理雄、山本修一郎、松野裕、独立行政法人科学技術振興機構、2011年11月14日、特許第5280587号
5. データベースシステムおよびその制御方法、横手靖彦、永山辰巳、横手靖彦、Symphony 株式会社、2012年11月13日、特許第5346141号
6. データベースシステムおよびその制御方法、横手靖彦、永山辰巳、横手靖彦、Symphony 株式会社、2013年10月31日、PCT/JP2013/XXXXXX

②海外出願 (2 件)

1. ディペンダビリティ維持システム、変化対応サイクル実行装置、障害対応サイクル実行装置、ディペンダビリティ維持システムの制御方法、制御プログラムおよびそれを記録したコンピュータ、横手靖彦、所眞理雄、山本修一郎、松野裕、独立行政法人科学技術振興機構、2011 年 11 月 14 日、PCT/JP2011/076219、米国、欧州、中国、インド
2. データベースシステムおよびその制御方法、横手靖彦、永山辰巳、横手靖彦、Symphony 株式会社、2012 年 11 月 13 日、PCT/JP2012/079353、米国、欧州

③その他の知的財産権

他に記載すべき知的財産権があればご記入下さい。(実用新案 意匠 プログラム著作権 等)

(4)原著論文発表 (国内(和文)誌 13 件、国際(欧文)誌 24 件)

1. 志田 駿介, 井出 真広, 倉光 君郎. Mindstorms NXTを対象とした Konoha 処理系のコンパクト化. 情報処理学会論文誌 プログラミング PRO61 (掲載予定), 2013.
2. Kimio Kuramitsu. D-Script with DEOS Process. The Third International Workshop on Open System Dependability, in conjunction with ISSRE2013, (Nov. 2013)
3. Yasuhiko Yokote and Tatsumi Nagayama, Dependability of Open Systems, ISSRE2013. (Nov., 2013)
4. Yukiko Yanagisawa, Takashi Ito, Makoto Takeyama, and Yasuhiko Yokote, A New Method of Consensus Building for Open Systems Dependability, The 3rd International Workshop on Open Systems Dependability, in conjunction with ISSRE2013. (Nov., 2013)
5. 関口渚
6. Midori Sugaya, Hiroki Takamura, Youichi Ishiwata, Satoshi Kagami, Kimio Kuramitsu, Online Kernel Log Analysis for Robotics Application. Journal of Information Processing, 2012
7. Ide Masahiro, Kimio Kuramitsu. Just-in-time compiler for KonohaScript using LLVM. Journal of Information Processing Vol.20 No.4 1-8 (Oct. 2012) [DOI: 10.2197/ipsjip.20.1]
8. Yutaka Matsuno, Shuichiro Yamamoto: A Framework for Dependability Consensus Building and In-Operation Assurance, Journal of Wireless Mobile Networks, Ubiquitous Computing, and Dependable Applications (JoWUA), Vol. 4, Number 1 (2013) (ISSN: 2093-5382)
9. Yutaka Matsuno, Shuichiro Yamamoto: A New Method for Writing Assurance Cases. International Journal of Secure Software Engineering (IJSSE), Special Issue on Cybersecurity Scientific Validation (2013)
10. 中澤仁, 松野裕, 徳田英幸: D-Case を用いたユビキタス・センサネットワーク管理ツール. 電子情報通信学会論文誌(和文 B) ユビキタス・センサネットワークを支えるシステム開発論文特集, J95-B No.11 pp. 1446-1460 (2012)
11. Takuma Wakamori. Masahiro Ide, Midori Sugaya, Kimio Kuramitsu. Reconfigurable Scripting Language with Programming Risk. Workshop on Open System Dependability 2012, in conjunction with ISSRE2012, 2012.
12. Motoki Yoan, Midori Sugaya, Kimio Kuramitsu. Converting Risk to Assurance Case, Workshop on Open System Dependability 2012, in conjunction with ISSRE2012, 2012.

13. 菅谷 みどり, 高村 博紀, 横手 靖彦, 倉光 君郎. DRE: フォルトモデルを考慮した障害回避の支援基盤の提案. 先進的計算基盤システムシンポジウム SACSIS 2012
14. 小野田 武朗, 菅谷 みどり, 倉光 君郎. Web 技術文書からの FFI 自動生成に関する実践. 情報処理学会ソフトウェア工学シンポジウム 2012, 2012
15. 井出 真広, 志田 駿介, 倉光 君郎. LLVM を用いた静的型付きスクリプト言語 KonohaScript の Just-in-time コンパイラ的设计と実装. 先進的計算基盤システムシンポジウム SACSIS 2012
16. 菅谷 みどり, 若森 拓馬, 倉光 君郎. 自動データ収集機能を備えた Web ベースプログラミング学習システム情報処理学会 情報教育シンポジウム.Summer Symposium in Shizuoka 2012
17. 志田駿介, 菅谷 みどり, 倉光 君郎. 省メモリ環境におけるスクリプト処理系の開発. 情報処理学会組み込みシステムシンポジウム 2012, 2012
18. Shinpei Nakata, Midori Sugaya, Kimio Kuramitsu. Fault Model of Foreign Function Interface across Different Domains. Fast Abstract, IEEE/IFIP Dependable System and Network 2012.
19. Yutaka Matsuno, Shuichiro Yamamoto: An Implementation of GSN Community Standard, ASSURE2013, in conjunction with ICSE 2013, San Francisco, May 2013 (accepted)
20. Shuichiro Yamamoto, Yutaka Matsuno: An Evaluation of Argument Patterns to Reduce Pitfalls of Applying Assurance Case, ASSURE2013, in conjunction with ICSE 2013, San Francisco, May 2013 (accepted)
21. Shota Takama, Vaise Patu, Yutaka Matsuno, Shuichiro Yamamoto: A Proposal on a Method for Reviewing Operation Manuals of Supercomputer (Short Paper), Proceedings of 2nd International Workshop on Open Systems Dependability, co-located with IEEE ISSRE 2012, Dallas (2012.11)
22. Vaise Patu, Yutaka Matsuno, Shuichiro Yamamoto. Application of D-Case to the data-upload flow diagram scenario of the Distributed E-Learning System called KISSEL(Short Paper), Proceedings of 2nd International Workshop on Open Systems Dependability, co-located with IEEE ISSRE 2012, Dallas (2012.11)
23. Kohei Tanaka, Yutaka Matsuno, Yoshihiro Nakabo, Seiko Shirasaka: Toward strategic development of Hodoyoshi microsatellite using assurance cases, Proceedings of International Astronautical Federation (IAC 2012) (2012.9)
24. Yutaka Matsuno, Shuichiro Yamamoto: Toward Dynamic Assurance Cases, Proceedings of Tenth Conference on Knowledge-Based Software Engineering (JCKBSE 2012), pp.154-160 (2012.8)
25. 田中康平, 松野裕, 中坊嘉宏, 白坂成功, 中須賀真一: アシユアランスケースにおける品質到達性とトレーサビリティを考慮した記述ルール提案と超小型衛星開発への適用評価、第 10 回クリティカルソフトウェアワークショップ (2012.9)
26. Shuichiro Yamamoto, Yutaka Matsuno: A review method based on a matrix interpretation of GSN, Proceedings of Tenth Conference on Knowledge-Based Software Engineering (JCKBSE 2012), pp.36-42 (2012.8)
27. Takuya Saruwatari, Takashi Hoshino, Shuichiro Yamamoto: Evaluation of an Assurance Case development method (d*). JCKBSE 2012: 72-80
28. Yutaka Matsuno, Shuichiro Yamamoto: Consensus Building and In-operation Assurance for Service Dependability, Proceedings of IFIP WG 8.4, 8.9/TC 5 International Cross-Domain Conference and Workshop on Availability, Reliability, and Security (CD-ARES), LNCS 7465, pp.639-653 (2012.8)
29. Shuichiro Yamamoto, Yutaka Matsuno: d* framework: Inter-Dependency Model for

Dependability (Fast Abstract), Proceedings of IEEE Dependable Systems Network (DSN), 2 pages (2012.6)

30. Yutaka Matsuno, Kenji Taguchi, Yoshihiro Nakabo, Akira Ohata: Iterative and Simultaneous Development of Embedded Control Software and Dependability Cases for Consumer Devices, Proceedings of SICE Annual Conference 2012, Akita University (2012.8)
31. 伊東敦、松野裕: ET ロボコンを対象としたドメインからの D-Case による保証議論の構築, ソフトウェアシンポジウム、福井 (2012.6)
32. 山本修一郎、松野裕: システム継続性を保証するためのリスク分析手法の構築経験、ソフトウェアシンポジウム、福井 (2012.6)
33. Midori Sugaya, Kimio Kuramitsu, Online Anomaly Symptom Detection and Process's Resource Usage Control, In Proc. of 10th IEEE International Symposium on Autonomous Decentralized Systems (ISADS'11), Tokyo, Japan, March 23-27, 2011.
34. Midori Sugaya, Ken Igarashi, Masaaki Goshima, Shinpei Nakata, Kimio Kuramitsu. Extensible online log analysis system. EWDC '11 Proceedings of the 13th European Workshop on Dependable Computing, pp.79-84, Pisa Italy, May 2011.
35. 倉光君郎, 拡張性のある組込みアプリケーションを実現するスクリプティング言語の開発, 情報処理学会論文誌, Vol.51 No.12, pp.2185-2194, 2010 年 12 月.
36. 菅谷みどり, 中島達夫, 報家電向け Linux の CPU 資源制限システムの設計と実装, 電子情報通信学会論文誌, VOL.J93-D No.10, pp.2001-2010, 2010 年 10 月.
37. Kimio Kuramitsu, Konoha-Implementing a Static Scripting Language with Dynamic Behaviors, In Proc. of Workshop on Self-Sustaining System 2010, ACM Press, Tokyo. September 2010.

(5)その他の著作物(総説、書籍など)

1. 山本修一郎: 主張と証拠 (アセットマネジメント、2013)
2. 松野裕、山本修一郎: 実践 D-Case ディペンダビリティケースを活用しよう! (アセットマネジメント、2013)
3. 松野裕、高井利憲、山本修一郎: D-Case 入門~ディペンダビリティケースを書いてみよう!~, ISBN 978-4-86293-079-8 (ダイテックホールディング、2012)
4. Yutaka Matsuno, Toshinori Takai, Shuichiro Yamamoto: D-Case Pocket Book. Let's write Dependability Cases!, ISBN 978-4-86293-080-4. (2)の英語版)) (ダイテックホールディング、2012)
5. Mario Tokoro (ed.)Open Systems Dependability: Dependability Engineering for Ever-Changing Systems. , CRC Press, 2012
6. 倉光君郎「Konoha 物語(1)新しいコンピュータ言語を作る!」 Software Design, 2010 年 5 月号, pp.158-164, 2010 年.
7. 倉光君郎「Konoha 物語(2)高速化への道のり」 Software Design, 2010 年 6 月号, pp.170-176, 2010 年.
8. 倉光君郎「Konoha 物語(3)バーチャルマシンの高速化」 Software Design, 2010 年 7 月号, pp.178-184 .2010 年
9. 倉光君郎「Konoha 物語(4)Direct Threaded Code 技法」 Software Design, 2010 年 8 月号,pp.156-162 .2010 年
10. 倉光君郎「Konoha 物語(5)Look Like Java, Run Like Python」 Software Design, 2010 年 9 月号, pp.144-160 .2010 年
11. 倉光君郎「Konoha 物語(6)文字列と文字コード」 Software Design, 2010 年 10 月号, pp.164-170, 2010 年
12. 倉光君郎「Konoha 物語(7)動的言語 vs. 静的言語!？」 Software Design, 2010 年

- 11月号, pp.172-178, 2010年
13. 倉光君郎「Konoha 物語(8)「書きやすさ」をエミュレートする」 Software Design, 2010年 12月号, pp.156-162, 2010年
 14. 倉光君郎「Konoha 物語(9)ディペンダビリティの追求」 Software Design, 2011年 1月号, pp.148-154, 2011年
 15. 倉光君郎「Konoha 物語(10)関数モジュールから見た過去と未来」 Software Design, 2011年 1月号, pp.160-166, 2011年

(6)国際学会発表及び主要な国内学会発表

① 招待講演 (国内会議 19件、国際会議 7件)

1. Shuichiro Yamamoto, Tomoko Kaneko, Hidehiko Tanak , A Proposal on Security Case based on Common Criteria, ASIA ARES2013, K. Mustofa et al. (Eds.): ICT-EurAsia 2013, LNCS 7804, pp. 331-336
2. Shuichiro Yamamoto, Yutaka Matsuno, An Evaluation of Argument Patterns to Reduce Pitfalls of Applying Assurance Case, pp.12-17, Assure 2013
3. Shuichiro Yamamoto, Miki Masumoto, Tatsuya Tokuno, A Method for Assuring Service Grade with Assurance case -- An experiment on a Portal service, WOSD 2013
4. 松野裕, D-Case 超入門, 日本信頼性学会情報システム信頼性研究会、日本大学駿河台キャンパス, 2013.10
5. 松野裕, アシュアランスケース・ケース超入門, 電子情報通信学会知能ソフトウェア工学研究会(KBSE), 2014.1 機械振興会館
6. Yutaka Matsuno D-Case Editor: An Assurance Case Editor, 15th Real Time Linux Workshop, Lugano-Manno, Switzerland , 2013.10
7. 倉光君郎, 井出真広. Mini Konoha : 究極のスクリプト言語を探求して. 情報処理学会第 54 回プログラミング・シンポジウム, 2013.
8. 倉光君郎. Konoha (文法拡張可能な組み込みスクリプト言語). OSS コンソーシアム(組み込み部会)2013年3月
9. 倉光君郎. スクリプト言語における組み込みソフトウェア. 情報処理学会組込みシステムシンポジウム(ESS2012), チュートリアル講演. 2012
10. 山本修一郎: ディペンダビリティケースの必要性和留意点, IPA/OMG 共催セミナー「高信頼システムを実現するシステムズエンジニアリングとシステムアシュアランス」2013年2月15日
11. 山本修一郎: 要求が変化する理由, IPA/株式会社 NTT データ共催セミナー「第7回要求シンポジウム~術の進展とビジネス環境の変化を受けたソフトウェア要求品質の向上に向けて~」2013年3月8日
12. 松野裕. D-Case によるディペンダビリティ保証, MM テクニカルフォーラム: 高信頼性を保証するディペンダビリティケースの紹介、富士ゼロックスみなとみらい事業所(2013.1)
13. 山本修一郎. D-Case の必要性, MM テクニカルフォーラム: 高信頼性を保証するディペンダビリティケースの紹介、富士ゼロックスみなとみらい事業所(2013.1)
14. 松野裕: D-Case とその事例. ET2012 スペシャルセッション (2012.11)
15. 松野裕: 消費者機械と Assurance Case, MathWorks Japan JMAAB コアミーティング, 日本自動車会館くるまプラザ (2012.11)
16. 松野裕: ディペンダビリティケースの紹介, 電子情報通信学会ディペンダブルコンピュテーティング研究会, 機械振興会館 (2012.10)
17. Yutaka Matsuno, Response to OMG Consumer Device Dependability Standard Proposal, OMG SysA meeting (2012.6)
18. 松野裕: D-Case: Assurance Case for Open Systems, The Open Group “AEA-Japan” Forum 2012 & Open Technical Forum 2012-3 (2012.9)

19. 松野裕: DS-Bench toolset: Tools for dependability benchmarking with simulation and assurance. 日本ソフトウェア科学会全国大会, 法政大学小金井キャンパス (2012.8)
20. 松野裕: D-Case でロジカルに重要性が増す安全性の保証、Dependable Software Day トークライブ ESEC2012 キャッツブース (2012.5)
21. Midori Sugaya, Kimio Kuramitsu, Satoshi Kagami, From Log to Evidence: An Odyssey to Accountability, Symposium "Towards Open Systems Dependability" and Workshop "Close Look at DEOS", Dec 17, 2010, Tokyo.
22. Midori Sugaya, Logging and Failure Analysis for Open System Dependability, Symposium "Towards Open Systems Dependability" and Workshop "Close Look at DEOS", Dec 16, 2010, Tokyo.
23. 倉光君郎, 「Konoha:新しいプログラミング言語の創造」日本応用数理学会、国立情報学研究所、2010年11月25日
24. 倉光君郎, 「ユビキタス応用にむけた組み込みスクリプティングの実現」第一回トロン技術研究会、東京大学、2010年5月17日
25. Kimio Kuramitsu, Evidence-based Computing for Dependability Management (Demonstration), Workshop on Dependable Operating System, IFIP WG10.4, Ishigaki, 2010.
26. 倉光君郎, 次世代スクリプティング言語の開発, TRONSHOW2009, 学術セッション招待講演, (東京), 2008年12月10日.

② 口頭発表 (国内会議 95 件、国際会議 12 件)

1. 松村 哲郎, 志田 駿介, 井出 真広, 倉光 君郎. シェル文法の拡張可能な自己文法拡張スクリプト言語. 情報処理学会プログラミング研究会 PRO94, 2013
2. 井出 真広, 志田 駿介, 倉光 君郎, JavaScript 生成言語への難読化処理の適用と性能評価. 情報処理学会 第 94 回プログラミング研究発表会 PRO94, 2013
3. 志田 駿介, 井出 真広, 菅谷 みどり, 倉光 君郎. Mindstorms NXT を対象としたスクリプト処理系のコンパクト化. 情報処理学会第 94 回プログラミング研究発表会 PRO94, 2013
4. 石井 正樹, 井出 真広, 倉光 君郎, アシユアランス駆動プログラミングに向けて, 情報処理学会プログラミング研究会 PRO94, 2013
5. 志田 駿介, 内田 篤史, 倉光 君郎. 実行環境との同期を含めた AssuranceCases の管理ツールの提案. 2013年並列/分散/協調処理に関する『北九州』サマー・ワークショップ SWoPP 北九州 2013
6. 松村 哲郎, 井出 真広, 倉光 君郎. JavaScript 実行環境における C 言語プログラムの実行基盤. 情報処理学会プログラミング研究会 PRO95, 2013
7. 中山裕介, 志田駿介, 倉光君郎. D-Case 記述のためのドメイン特化言語の設計と実装. 日本ソフトウェア科学会第 30 回大会, 2013
8. 森谷鴻平, 志田駿介, 倉光君郎. TypeScript によるソフトウェア開発の効率に関する経験報告. 日本ソフトウェア科学会第 30 回大会, 2013
9. 辻康介, 松村哲郎, 井出真広, 倉光君郎. 静的型付けスクリプト言語における柔軟なオブジェクト構造. 日本ソフトウェア科学会第 30 回大会, 2013
10. 関口渚, 井出真広, 倉光君郎. 高信頼なシェルスクリプト D-Shell の提案. 日本ソフトウェア科学会第 30 回大会, 2013
11. 内田篤史, 松村哲郎, 若松悠樹, 志田駿介, 倉光君郎. AssureNote: Assurance Cases の記録管理ツール. 日本ソフトウェア科学会第 30 回大会, 2013.
12. Shida, A. Uchida, M. Ishii, M. Ide, and K. Kuramitsu. AssureNote: A Runtime Synchronization Tool of Assurance Cases. The 32nd International Conference on Computer Safety, Reliability and Security, (fast abstract), SAFECOMP2013, 2013.

13. 松村 哲郎, 倉光 君郎. Konoha PlayGround: Web 上で動作する多言語ソースコード変換系. 情報処理学会プログラミング研究会 PRO96, 2013.
14. 石井 正樹, 倉光 君郎, GSN からの実行可能なスクリプト生成の提案, 情報処理学会プログラミング研究会 PRO96, 2013.
15. 松村 哲郎, 志田 駿介, 倉光 君郎. AssureNote: Wiki ベースの GSN オーサリングツール, 第 6 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム, 2014 年 3 月
16. 内田 篤史, 岡本 悠希, 倉光 君郎. ログによる動的なアシュアランス・ケース機構, 第 6 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム, 2014 年 3 月
17. Yutaka Matsuno. DEOS and D-Case. In Proceedings of International Conference of Asia-Pacific Councils on Systems Engineering (APCOSEC), Keio Univ. Hiyohi Campus, Kanagawa, 2013.9
18. Kenji Taguchi, Geoffrey Biggs, Yutaka Matsuno, Isashi Uchida, Naoya Ishizaki, Akira Ohata. Meta-modeling approach to standardizing Safety-Sensitive Consumer Devices(SSCD). In Proceedings of International Conference of Asia-Pacific Councils on Systems Engineering (APCOSEC), Keio Univ. Hiyohi Campus, Kanagawa, 2013.9
19. Kohei Tanaka, Yutaka Matsuno, Yoshihiro Nakabo, Takuya Hiramatsu, Seiko Shirasaka, Shin-ichi Nakasuka. Describing an assurance case using D-Case for microsatellite operations. In Proceedings of International Conference of Asia-Pacific Councils on Systems Engineering (APCOSEC), Keio Univ. Hiyohi Campus, Kanagawa, 2013.9
20. Yutaka Matsuno, Geoffrey Biggs, Akira Ohata, Naoya Ishizaki, Kenji Taguchi, Standardisation of Dependability for Consumer Devices at the OMG. In Proceedings of 7th IFAC Symposium on Advances in Automotive Control(IFAC AAC), Yoyogi, Tokyo, 2013.9
21. Masanori Matsumura, Yutaka Matsuno, Shota Takama, Tatsuya Tokuno, Patu Vaise, and Shuichiro Yamamoto, A Method to Share Word Knowledge of Dependability Case. In Proceedings of 17th International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems (KES2013), Kitakyushu, Japan. 2013.9
22. Yutaka Matsuno, Naoya Ishizaki, Akira Ohata, Kenji Taguchi, Dependability Assurance Framework Standardization of Safety Sensitive Consumer Devices in OMG, In proceedings of SICE annual conference, Nagoya, Japan, 2013.9
23. 松野裕, ACC システムを対象としたアシュアランスケース適用実験, 電子情報通信学会知能ソフトウェア工学研究会(KBSE), 2013.11, 愛媛大学
24. 松野裕 アシュアランス・ケース言語の設計と実装, 情報処理学会プログラミング言語研究会(PRO), 日本 IBM 基礎研究所, 2013.11
25. 上野 肇, 山本 修一郎, オフショアを活用したアジャイル開発におけるコミュニケーションコスト低減手法の提案. 人工知能学会, 第 13 回知識流通ネットワーク研究会, 2013
26. 上野 肇, 松野 裕, ET ロボコンを対象とした D-Case 記述事例. ソフトウェア・シンポジウム 2013, 2013
27. 上野 肇, D-Case を使った ET ロボコンモデリング部門優勝. 第 3 回 D-Case 実証評価研究会, 2013
28. [Data Segment の分散データベースへの応用\(大城信康\)](#) 大城信康 (琉球大学大学院), 杉本優 (琉球大学), 河野真治 (琉球大学), 永山辰巳 (株式会社 Symphony), 日本ソフトウェア科学会第 30 回大会論文集, Sep, 2013
29. [Haskell による非破壊的木構造を用いた CMS の実装\(當眞大千\)](#) 當眞大千 (琉球大学大学院), 河野真治 (琉球大学), 永山辰巳 (株式会社 Symphony), 日本ソフトウェア科学会第 30 回大会論文集, Sep, 2013

30. ディペンダブルシステムのための木構造を用いた合意形成データベースの提案と実装 大城 信康, 河野 真治, 玉城 将士(琉球大学), 永山 辰巳(株式会社 Symphony) 情報処理学会システムソフトウェアとオペレーティング・システム研究会(OS), May, 2013
31. 志田駿介, 菅谷みどり, 倉光君郎. SSA 変換を用いた JavaScript 難読化手法. 並列/分散/協調処理に関する『鳥取』サマー・ワークショップ(SWoPP 鳥取 2012). 2012
32. 倉光君郎. Konoha = MiniKonoha + Sugar. 並列/分散/協調処理に関する『鳥取』サマー・ワークショップ(SWoPP 鳥取 2012). 2012
33. 菅谷みどり, 井出真広, 中田晋平, 養安元気, 倉光君郎. ログベースアクターを用いた統合運用管理ツール基盤. 並列/分散/協調処理に関する『鳥取』サマー・ワークショップ(SWoPP 鳥取 2012). 2012
34. 岡本 悠希, 養安 元気, 菅谷 みどり, 倉光 君郎. 分散障害管理のためのアクターベースのスクリプトフレームワーク. システムソフトウェアとオペレーティング・システム(OS) Vol.2012-OS-122 No.19. 2012
35. 若森 拓馬, 中田 晋平, 菅谷 みどり, 倉光 君郎. 障害対策の事例に学ぶ障害対策支援に向けて. 日本ソフトウェア科学会第 29 回大会, 2012.
36. 中田 晋平, 菅谷 みどり, 倉光 君郎. 障害対処ワークフローに起こる二次リスクへの保証ケース記述手法. 日本ソフトウェア科学会第 29 回大会, 2012.
37. 松村 哲郎, 内田 篤史, 井出 真広, 倉光 君郎, IronKonoha における静的/動的型付けの性能比較. 日本ソフトウェア科学会第 29 回大会, 2012.
38. 菅谷 みどり, 山本 修一郎, 高井 利徳, 倉光 君郎. オープンシステムディペンダビリティ:新しいディペンダビリティへの挑戦. 情報処理学会ソフトウェア工学シンポジウム 2012, 2012.
39. 倉光君郎. 森田直. ワークショップスクリプトによる高信頼なソフトウェアサービス構築. 情報処理学会ソフトウェア工学シンポジウム 2012, 2012
40. 井出真広, 菅谷みどり, 倉光君郎. Mini Konoha: 最小構成から目指すディペンダブルスクリプト言語の設計. 情報処理学会ソフトウェア工学シンポジウム 2012, 2012
41. 中田晋平, 菅谷みどり, 倉光君郎. D-Script: 障害対応スクリプトと回復戦略を行うスクリプトフレームワークの概要. 情報処理学会ソフトウェア工学シンポジウム 2012, 2012.
42. 菅谷 みどり, 岡本 悠希, 若森 拓馬, 倉光 君郎. 言語ランタイムにおける自動的なログ収集機構. 情報処理学会 第 91 回プログラミング研究発表会, PRO91, 2012
43. 中田晋平, 菅谷みどり, 倉光君郎. 実行の失敗に備えて回復を試みる障害対応スクリプト言語モデル. 情報処理学会 第 91 回プログラミング研究発表会 PRO91. 2012
44. 石井 正樹, 養安 元気, 菅谷 みどり, 倉光 君郎. ソフトウェアスクリプトテストと保証ケースの統合に向けて. 第 10 回 ディペンダブルシステムワークショップ (DSW 2012)
45. 養安 元気, 岡本 悠希, 菅谷 みどり, 倉光 君郎. 障害対応を迅速に行う統合運用ツールの提案. 第 10 回 ディペンダブルシステムワークショップ (DSW 2012)
46. 若森 拓馬, 菅谷 みどり, 倉光 君郎. D-Shell:ディペンダブルなシェルスクリプトの提案. 第 10 回 ディペンダブルシステムワークショップ (DSW 2012)
47. 松野裕, 山本修一郎: アシユアランスケースツールへのプログラミング言語技術の適用、電子情報通信学会知能ソフトウェア工学研究会、芝浦工業大学芝浦キャンパス (2013.3)
48. 山本修一郎, 松野裕: ディペンダビリティケース分解パターンについての考察、電子情報通信学会知能ソフトウェア工学研究会、芝浦工業大学芝浦キャンパス

(2013.3)

49. 松村昌典、山本修一郎、松野裕: ディペンダビリティケース用語構成規則の適用評価、電子情報通信学会知能ソフトウェア工学研究会、芝浦工業大学芝浦キャンパス (2013.3)
50. 山本修一郎、松野裕: ディペンダビリティケース分解パターンについての考察、電子情報通信学会知能ソフトウェア工学研究会、芝浦工業大学芝浦キャンパス (2013.3)
51. 松村昌典、松野裕、山本修一郎: ディペンダビリティケース用語構成規則の提案、電子情報通信学会知能ソフトウェア工学研究会、機械振興会館 (2013.1)
52. 山本修一郎、松野裕: ユースケース分析に基づくディペンダビリティケース作成法の提案、電子情報通信学会知能ソフトウェア工学研究会、機械振興会館 (2013.1)
53. 山本修一郎、松野裕: ディペンダビリティケース作成法に関する一考察、電子情報通信学会知能ソフトウェア工学研究会、金沢大学角間キャンパス (2012.11)
54. 松野裕、高井利憲、ヴァイセ パテウ、山本修一郎: 電子情報通信学会知能ソフトウェア工学研究会、金沢大学角間キャンパス (2012.11)
55. Vaise Patu, Yutaka Matsuno, Shuichiro Yamamoto: Application of D-Case to the usage flow diagram scenario of the Distributed E-Learning System called KISSEL in Asian Pacific Universities, 電子情報通信学会知能ソフトウェア工学研究会、金沢大学角間キャンパス (2012.11)
56. 徳野達也、松野裕、山本修一郎: TOGAF NEXT に対する ADM プロセステンプレートの提案、電子情報通信学会知能ソフトウェア工学研究会、金沢大学角間キャンパス (2012.11)
57. 高間翔太、松野裕、山本修一郎: ディペンダビリティ・コンテキストの推定手法の提案、電子情報通信学会知能ソフトウェア工学研究会、金沢大学角間キャンパス (2012.11)
58. Yutaka Matsuno: D-Case Pocket Book Draft, Open Group Real Time Embedded System Forum, Open Group Conference (2012.7)
59. Shuichiro Yamamoto: Requirement Management using D-Case, Open Group Real Time Embedded System Forum, Open Group Conference (2012.7)
60. 高間翔太、松野裕、山本修一郎: スーパーコンピュータ運用手順に対するディペンダビリティの確認手法の提案、電子情報通信学会知能ソフトウェア工学研究会、はこだて未来大学 (2012.7)
61. 徳野達也、松野裕、山本修一郎: エンタープライズアーキテクチャ開発プロセスに対するディペンダビリティケース作成法の提案、電子情報通信学会知能ソフトウェア工学研究会、はこだて未来大学 (2012.7)
62. 松野裕、ヴァイセ バトゥ、山本修一郎: アシユアランスケースへの構造化文書の適用に関する調査、電子情報通信学会知能ソフトウェア工学研究会、はこだて未来大学 (2012.7)
63. 山本修一郎、松野裕: ディペンダビリティケース作成法に関する一考察、電子情報通信学会知能ソフトウェア工学研究会、はこだて未来大学 (2012.7)
64. 猿渡卓也、松野裕、星野隆、山本修一郎: Modular GSN の定式化、電子情報通信学会知能ソフトウェア工学研究会、はこだて未来大学 (2012.7)
65. Vaise Patu, Yutaka Matsuno, Shuichiro Yamamoto: Research framework for dependability science based on assurance cases, 電子情報通信学会知能ソフトウェア工学研究会、はこだて未来大学 (2012.7)
66. 田中康平、松野裕、中坊嘉宏、白坂成功、中須賀真一: アシユアランスケースを用いた小型人工衛星の品質保証. 日本信頼性学会第20回春季信頼性シンポジウム (2012.6)
67. 伊東敦、「ET ロボコンを対象としたドメインからの D-Case による保証議論の構築」、

ソフトウェアシンポジウム 2012、福井、2012年6月13日

68. Kimio Kuramitsu. KonohaScript: Static Scripting for Practical Use. ACM SPLASH2011 (OOPSLA demo), October 2011.
69. 倉光君郎, KonohaScript: 静的スクリプト言語の設計と進化, 日本ソフトウェア科学会 (JSSST) 第 28 回大会, 2011 年 9 月.
70. 菅谷 みどり, オープンシステムディペンダビリティを支援する検知技術の実現に向けて, 日本応用数理学会 2011 年度年会(同志社大学), 2011 年 9 月
71. 菅谷 みどり, 中田晋平, 倉光君郎, オープンシステムディペンダビリティの実現におけるソフトウェアのアカウントビリティと支援技術, 日本ソフトウェア科学会(JSSST) 第 28 回大会, 2011 年 9 月.
72. 井出真広, 倉光君郎, JavaScript 向け Ahead-Of-Time コンパイラの GCC による実装, 日本ソフトウェア科学会(JSSST) 第 28 回大会, 2011 年 9 月.
73. 中田晋平, 養安元気, 倉光君郎, 究極の GC に向けて、夏のプログラミング・シンポジウム 2011, 2011 年 9 月.
74. 井出真広, 若松悠樹, 志田駿介, 倉光君郎, スクリプト言語 Konoha の LLVM を用いた高速動作可能な実行環境の設計と実装, 夏のプログラミング・シンポジウム 2011, 2011 年 9 月.
75. 若森拓馬, 井出真広, 中田晋平, 倉光君郎, オンラインセキュリティ実験基盤, 夏のプログラミング・シンポジウム 2011, 2011 年 9 月.
76. 倉光君郎, プログラミングをはじめて学ぶためのスクリプト言語の開発と教育実践, 情報処理学会教育とコンピュータシンポジウム(SSS2011), 2011 年 8 月.
77. 井出真広, 倉光君郎, コード評価器の実行時最適化を行う Just-in-time コンパイラの設計と実装, 第 85 回プログラミング研究発表会 2011 年並列/分散/協調処理に関する『鹿児島』サマー・ワークショップ, 2011 年 7 月.
78. 五嶋壮晃, 井出真広, 養安元気, 若森拓馬, 倉光君郎, スクリプト言語向け軽量アクターモデルの設計と実装. 情報処理学会 第 85 回プログラミング研究発表会, 2011 年 7 月.
79. 菅谷みどり, 高村博紀, 倉光君郎, オープンシステムディペンダビリティ支援のための逸脱検知, 2011 年並列/分散/協調処理に関する『鹿児島』サマー・ワークショップ (SWoPP 鹿児島 2011), 2011 年 7 月.
80. 中田晋平, 倉光君郎, Dependable FFI: ディペンダブルな外部機能呼び出し機構の設計と実装. 第 85 回プログラミング研究発表会 2011 年並列/分散/協調処理に関する『鹿児島』サマー・ワークショップ, 2011 年 7 月.
81. 若森拓馬, 井出真広, 中田晋平, 倉光君郎, プログラム解析情報を利用可能なバイトコード操作器の設計と実装, 情報処理学会 第 84 回プログラミング研究発表会, 2011 年 6 月.
82. Midori Sugaya, Online Log Analysis System for Real-time System's Faults, The 17th IEEE International Conference on Embedded and Real-Time Computing Systems and Applications (RTCSA 2011), Working-in-Progress, Toyama, Japan, August 28-31, 2011.
83. 倉光君郎, 拡張可能な外部識別子の設計と実装, 情報処理学会 第 84 回プログラミング研究発表会, 2011 年 6 月.
84. Shinpei Nakata, Midori Sugaya, Kimio Kuramitsu, Fault Model of Foreign Function Interface across Different Domains, Dependable Systems and Networks Workshops (DSN-W), 2011 IEEE/IFIP 41st International Conference on Dependable Systems and Networks (DSN), pp.248-253, June 2011.
85. Kimio Kuramitsu, Dependable Scripting Language: Use Case of Evidence Management, Pacific Rim Dependable Computing, Exhibition Session, Dec. 2010.
86. 井出真広, 平岡佑太郎, 養安元気, 中田晋平, 菅谷みどり, 倉光君郎, 大規模記

憶環境における GC 方式の性能評価, 第 83 回プログラミング研究発表会, 2011 年 3 月 16 日.

87. 五嶋壯晃, 中田晋平, 菅谷みどり, 倉光君郎, 障害解析支援のためのオンラインログストリームエンジンの開発, 第 3 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム(DEIM2011), 第 9 回日本データベース学会年次大会, 2011 年 2 月 27 日.
88. 五十嵐健, 中田晋平, 菅谷みどり, 倉光君郎, リアルタイムシステムにおけるログ解析フレームワークの設計, 第 3 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム(DEIM2011), 第 9 回日本データベース学会年次大会, 2011 年 2 月 27 日.
89. 若森拓馬, 井出真広, 倉光君郎, 静的単一代入形式表現にむけたスクリプティング言語のバイトコード拡張, 日本ソフトウェア科学会(JSSST)、津田塾大学 小平キャンパス, 2010 年 9 月 13 日.
90. 倉光君郎, Konoha における静的スクリプティングの文法設計, 日本ソフトウェア科学会(JSSST), 津田塾大学 小平キャンパス, 2010 年 9 月 13 日.
91. 倉光君郎, Konoha における静的スクリプティングの文法設計. 日本ソフトウェア科学会第 27 回全国大会, 2010 年 9 月 27 日.
92. 平岡佑太郎, 中田晋平, 菅谷みどり, 倉光君郎, Case Wiki: 組織を越えた Dependability Cases 構築システム, IPSJ/SIGSE Software Engineering Symposium (SES2010), 東洋大学 白山キャンパス, 2010 年 8 月 31 日.
93. 中田晋平, 平岡佑太郎, 菅谷みどり, 倉光君郎, Dependability Cases を用いたソフトウェアの運用時検査法, IPSJ/SIGSE Software Engineering Symposium (SES2010), 東洋大学 白山キャンパス, 2010 年 8 月 31 日.
94. 中田晋平, 五嶋正晃, 菅谷みどり, 倉光君郎, エビデンス窓口, 日本ソフトウェア科学会ディペンダブルシステム研究会 第 8 回ディペンダブルシステムワークショップ, 函館大沼プリンスホテル, 2010 年 7 月 21 日.
95. 菅谷みどり, 高村博紀, 石綿陽一, 倉光君郎, Evidence Based Computing System Infrastructure, 日本ソフトウェア科学会ディペンダブルシステム研究会 第 8 回ディペンダブルシステムワークショップ, 函館大沼プリンスホテル, 2010 年 7 月 21 日.
96. 倉光君郎, 高村博紀, 菅谷みどり, Evidence Diagram の構想と設計, 日本ソフトウェア科学会ディペンダブルシステム研究会 第 8 回ディペンダブルシステムワークショップ, 函館大沼プリンスホテル, 2010 年 7 月 21 日.
97. 平岡佑太郎, 菅谷みどり, 倉光君郎, D-Intent: 原因特定できないエラーに対する分散リカバリーサービスの提案, 日本ソフトウェア科学会ディペンダブルシステム研究会 第 8 回ディペンダブルシステムワークショップ, 函館大沼プリンスホテル, 2010 年 7 月 21 日.
98. 倉光君郎, セマンティックマッピングによるキャスト操作の拡張, PPL2010 予稿集, 日本ソフトウェア科学会, 2010 年 3 月.
99. 平岡佑太郎, 五嶋荘晃, 中田晋平, 倉光君郎, “Case Wiki: Wiki による Dependability Cases の共有法の提案”, 第 2 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム(DEIM 2010), 2010 年 2 月.
100. 加藤雅一, 石山直毅, 井出真広, 倉光君郎, “Kogumo:軽量クラウド環境の構築”, 第 2 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム(DEIM 2010), 2010 年 2 月.
101. 中田晋平, 倉光君郎, プロセスグループ別 LSM のための LSM フレームワーク拡張, 情報処理学会 OS 研究会, 2010 年 1 月.
102. 井出真広, 中田晋平, 倉光君郎, スクリプティング言語によるカーネル拡張, 情報処理学会 OS 研究会, 2010 年 1 月.
103. 加藤雅一, 中田晋平, 平岡佑太郎, 五十嵐健, 五嶋荘晃, 井出真広, 菅谷みどり, 倉光君郎, “Dzero:ディペンダビリティマネジメントのための軽量フレームワーク”, 第六回ディペンダブルシステムシンポジウム DSS 2009, 2009 年 12 月.
104. 倉光君郎, ディペンダビリティをスクリプトする, 第7回ディペンダブルシステムワーク

ショップ(DSW 2009), 2009年7月.

105. 石山直毅, 中田晋平, 小林聡, 倉光君郎, コログ:ログの共有化によるディペンダブルシステム構築に向けて, 第1回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム, 2009年3月.
106. 五十嵐健, 中田晋平, 倉光君郎, “実行時セキュリティコンテキストの再構成に関する研究”, 第8回情報科学技術フォーラム(FIT 2009), 2009年2月.
107. 倉光君郎, 軽量オントロジによるセマンティックプログラミング, 人工知能学会セマンティックWeb研究会, A802-07, 2008年10月.

③ ポスター発表 (国内会議 12 件、国際会議 4 件)

1. Shida, A. Uchida, M. Ishii, M. Ide, and K. Kuramitsu. AssureNote: A Runtime Synchronization Tool of Assurance Cases. The 32nd International Conference on Computer Safety, Reliability and Security, (fast abstract), SAFECOMP2013, 2013.
2. 井出真広, 若松悠樹, 平岡祐太郎, 倉光君郎. 静的型付けスクリプト言語 KonohaScript の HPC 利用に向けて. 先進的計算基盤システムシンポジウム SACSIS 2012
3. 岡本 悠希, 養安 元気, 菅谷 みどり, 倉光 君郎. 分散環境における障害対応スクリプト実行基盤の構築. 第 10 回 ディペンダブルシステムワークショップ (DSW 2012)
4. 石井正樹, 養安元気, 井出真広, 菅谷みどり, 倉光君郎. 保証ケースにもとづく品質管理されたスクリプト処理系. 第 54 回プログラミング・シンポジウム, 2013.
5. 松村哲郎, 志田俊介, 井出真広, 倉光君郎. 異種実行環境へのスクリプト言語の抽象コード生成. 第 54 回プログラミング・シンポジウム, 2013.
6. 若森拓馬, 倉光君郎, ディペンダブルスクリプトの実現に向けたセキュリティ機構, コンピュータセキュリティシンポジウム 2011(CSS2011), 2011年10月19日.
7. Shinpei Nakata, Kimio Kuramitsu, A Binary Pattern Matching to Infer Foreign Function Type, Sixteenth International Conference on Architectural Support for Programming Languages and Operating Systems (ASPLOS 2011), California, USA, March 7, 2011.
8. Takuma Wakamori, Masahiro Ide, Shinpei Nakata, Kimio Kuramitsu. A Design of Scripting Language Bytecode Instructions Based on Static Single Assignment Form, The Eighth Asian Symposium on Programming Languages and Systems (APLAS 2010), Hengshan Hotel, Shanghai, China, Nov 29, 2010.
9. Masahiro Ide, Kimio Kuramitsu, Improved Selective Inlining Using Micro-Bytecode Template, The Eighth Asian Symposium on Programming Languages and Systems (APLAS 2010), Hengshan Hotel, Shanghai, China, Nov 29, 2010.
10. 菅谷みどり, 中田晋平, 五嶋壮晃, 加藤雅一, 倉光君郎, 自律ロボット向けオンラインログ解析と障害要因解析システムの提案, 第 22 回 コンピュータシステム・シンポジウム (ComSys 2010), 大阪大学中之島センター, 2010年11月29日.
11. 加藤雅一, 平本千啓, 倉光君郎, 菅谷みどり, Accountable ART-Linux, 情報処理学会 組込みシステムシンポジウム 2010(ESS2010), 国立オリンピック記念青少年記念センター, 2010年10月28日.
12. 倉光君郎, Konoha における静的スクリプティングの文法設計, 日本ソフトウェア科学会(JSSST), 津田塾大学 小平キャンパス, 2010年9月14日.
13. 小宮山直貴, 倉光君郎, LLVM によるスクリプティング言語の高速化, PPL2010, 日本ソフトウェア科学会, 2010年3月.
14. 井出真広, 倉光君郎, スクリプティング言語 Konoha による Linux カーネルデバイススクリプティング, PPL2010, 日本ソフトウェア科学会, 2010年3月.

15. 五嶋荘晃, 平岡裕太郎, 倉光君郎, D-work: システムとステークホルダを繋ぐユーザインターフェース, 第六回ディペンダブルシステムシンポジウム(DSS 2009), 2009年12月.
16. 五十嵐健, 中田晋平, 菅谷みどり, 倉光君郎, 2レベルモニタのためのコンフィグダブルモニタリングシステム, 第六回ディペンダブルシステムシンポジウム(DSS 2009), 2009年12月.

(7)受賞・報道等

①受賞

1. 養安元気, 移動のない Incremental GC におけるリアルタイム性評価, 情報処理学会コンピュータサイエンス領域奨励賞 2013
2. ET ロボコン 2012 南関東大会 エクセレントモデル(最優秀モデル)、上野肇、2012年9月30日
3. ETロボコン2012 チャンピオンシップ大会 エクセレントモデル(最優秀モデル)、上野肇
4. 倉光君郎, 情報処理学会情報教育シンポジウム SSS2011 プレゼンテーション賞, 2011年8月.
5. 加藤雅一, DEIM2010 学生奨励賞, 2010年2月.
6. 倉光君郎, 情報処理学会ユビキタスコンピューティング研究会優秀論文賞「ユビキタスコンピューティング向けのスクリプティング言語の設計」, 2008年11月12日.
7. 倉光君郎, 情報処理学会平成20年度山下記念研究賞「ユビキタスコンピューティング向けのスクリプティング言語の開発」, 平成21年3月11日

②マスコミ(新聞・TV等)報道

③その他

1. 永山辰巳・横手靖彦「合意記述データベース - オープンシステムディペンダビリティとD-Caseを繋ぐリポジトリ」, 第23回 ソフトウェア開発環境展デモ展示、2013年5月8日～10日
2. 永山辰巳・横手靖彦「合意記述データベース - オープンシステムディペンダビリティとD-Caseを繋ぐリポジトリ」, 組込み総合技術展デモ展示、2013年11月20日～22日
3. 倉光君郎ら. 「Zabbix モニタリングシステムに基づく D-Script 実験システム」デモ展示. ET2012, 2012.
4. 養安元気、倉光君郎. 「Zabbix モニタリングシステムに基づく D-Script 実験システム」第10回 ディペンダブルシステムワークショップ (DSW 2012), 2013.
5. 柳澤幸子 「The Open Group RTEs フォーラム」デモ展示 2012年10月22日～23日 バルセロナ
6. 永山辰巳 ET2012での「合意形成支援環境」のデモ展示, 2012年11月14日～16日 パシフィコ横浜
7. 永山辰巳・横手靖彦「The Open Group RTEs フォーラム」, デモ展示, 2013年1月27日～30日 ニューポートビーチ
8. Object Management Group(OMG) Technical Meeting SysA working groupにて、D-Case Editor の講演及びデモ

(8)成果展開事例

①実用化に向けての展開

- DEOS プロセス/DEOS アーキテクチャは、国際規格「O-DA: Open dependability through assuredness」として標準化された。
- DEOS センターと共同し、第1期研究チーム・第3期研究チームの研究成果を D-RE として継続的に更新しながら、以下のとおり公開した。
 - DEOS センター作成・編集資料
 - ◇ White Paper Version 1.0
 - ◇ White Paper Version 2.0
 - ◇ White Paper Version 3.0
 - ◇ Project Update 2012
 - ◇ DEOSプロジェクト研究成果集（予定）
 - ◇ AXEセミナー公演資料（2013/08/31）
 - ◇ D-Case Server ユーザーズマニュアル
 - ◇ D-Case Weaver 仕様書
 - ◇ D-Case Stencil インストールマニュアル
 - ◇ DEOS Programming Reference
 - ◇ D-RE 仕様書
 - ◇ D-RE API仕様書
 - ◇ D-RE コマンド仕様書
 - ◇ D-RE API サンプルプログラム解説書4
 - ◇ D-RE デモ環境導入ガイド
 - ◇ D-Visor86 + D-System Monitor 環境構築手順書
 - ◇ QEMU-KVM + D-System Monitor 環境構築手順書
 - ◇ DS-Bench/Test-Env (D-Cloud) 仕様書
 - ◇ DS-Bench/Test-Env (D-Cloud) 実行手順書
 - ◇ DS-Bench/Test-Env (D-Cloud) 環境構築手順書
 - ◇ DEOS ポスター集（SODEC 2013）
 - ◇ DEOS ポスター集（ET 2012）
 - ◇ DEOS ポスター集（ET 2011）
 - ソフトウェア（ソースコード、実行可能ファイル、マニュアルなど）
 - ステークホルダ合意形成支援ツール(D-Case)
 - ◇ Eclipse用 Editor → D-Case Editor (*)
 - ◇ D-Case整合性検査ツール → D-Case/Agda (*)
 - ◇ Webブラウザ用 Editor → D-Case Weaver
 - ◇ パワーポイント用 Add-in → D-Case Stencil
 - OSDを実現するための実行環境 → D-RE (DEOS Runtime Environment)
 - ◇ 高信頼スクリプト処理系 → D-Shell
 - ◇ 仮想マシンモニタとOS監視ツール → D-Visor + D-System Monitor
 - ◇ 改竄検知機能付き記録装置 → D-Box
 - ◇ システムレコーダー → System Recorder
 - 開発支援ツール
 - ◇ D-Caseモデリング環境連携 → D-Case OSLC
 - ◇ テスト支援ツール → DS-Bench/Test-Env（DS-Bench/D-Cloud）(* 研究チーム成果をDEOSセンターにおいて更新)
 - ◇ ソフトウェア検証ツール → モデル検査器 (*)

②社会還元的な展開活動

- DEOS センターと共同で出展した展示会は以下のとおりである。
 - DEOS センター、ET2009 展示、2009 年 11 月 18 日－20 日

- DEOS センター、ET2010 展示、2010 年 12 月 1 日－3 日
- DEOS センター、ET2011 展示、2011 年 11 月 16 日－18 日
- DEOS センター、ET2012 展示、2012 年 11 月 14 日－16 日
- DEOS センター、SODEC2013 展示、2013 年 5 月 8 日－10 日
- DEOS センター、ET2013 展示、2013 年 11 月 20 日－22 日(予定)
- D-Case 実証評価研究会年2～3回開催
- D-Case セミナー開催
- D-Case ウェブページ(www.dcase.jp)公開。
-

§ 6 研究期間中の活動

(1) 主なワークショップ、シンポジウム、アウトリーチ等の活動

年月日	名称	場所	参加人数	概要
21 年 11 月 18-20 日	組込み総合技術展 ET2009 展示	横浜パシフィ コ	130 名 (80 名の 方と名刺交 換)	ブース展示
21 年 11 月 20	組込み総合技術展 ET2009 カンファレンス	横浜パシフィ コ	80 名	講演
22年4月12日	フレームワーク説明会(非 公開)	DEOSC	約 10 人	アドバイザーへの説明会
22年5月11日	領域全体会議(非公開)	JST 三番町	52 人	領域全体会議
22年10月6日	LAAS 報告書準備会(非 公開)	DEOSC	約 20 人	LAAS 報告書の検討
22年11月4日	シンポジウムレビュー(非 公開)	DEOSC	約 20 人	シンポジウムスピーチ準備
22年11月8日	シンポジウムレビュー(非 公開)	DEOSC	約 20 人	シンポジウムスピーチ準備
22年12月1-3 日	組込み総合技術展 ET2010 展示	パシフィコ横 浜	多数(一般 向け展示)	展示
22年12月2日	組込み総合技術展 ET2010 カンファラ ンス	パシフィコ横 浜	約160人(一 般参加者及 び関係者)	ディペンダビリティセミナー
22年12月7日	シンポジウムレビュー(非 公開)	DEOSC	約 20 人	シンポジウムスピーチ準備
22年12月14・15 日	LAAS レビュー(非公開)	DEOSC	約 10 人	LAAS/DEOS メンバーレビュー
22年12月16・17 日	DEOS 国際シンポジウム	慶應大学三 田	76 人(一般 の参加者を 含む)	シンポジウム・ワークショップ
25 年 4 月 19 日	第3回 D-Case 実証評価研究会	慶応大学	60 人	企業によるD-Case 実証評価の報告
2013 年 5 月 8 日 ～10 日	SODEC(ソフトウェア開発環 境展)	東京ビッグサ イト	84,534 人	ブース展示・講演

25年7月31日	D-Case セミナー	新横浜キャッツオフィス	30人	産業界に向けたD-Case 記述セミナー
25年10月22日	第4回 D-Case 実証評価研究会	京都アクセス 本社	30人	企業によるD-Case 実証評価の報告
25年11月4日	The Third Workshop On Open System Dependability	Pasadena, USA		第3回オープンシステムディペンダビリティの国際ワークショップ (IEEE ISSRE 共催)
25年11月20～22日	組込み総合技術展 ET2013 展示	パシフィコ横浜		展示・デモによる成果発表
2013年11月22日	組込み総合技術展 ET2013 カンファレンス	パシフィコ横浜 アネックス ホール		領域成果の講演会

§7 最後に

本 DEOS 領域は、所眞理雄統括の強い研究指導のもとに研究開発が推進され、研究領域全体で大きな目標を設定して取り組んだことが、ソフトウェア分野における国際標準や世界で使われるソフトウェア開発につながったと思われる。今後もこのような方式で研究開発を続けるのは、ソフトウェア分野で世界的で競争する上で必要だと思われる。

また、DEOSプロジェクトは、DEOS研究開発センター、特にセンター長の屋代眞氏の有形無形のサポートなしには成し得なかったと思う。