

平成30年度研究ステーション研究成果報告書

1. 研究ステーション名 次世代品質信頼性情報システム融合研究ステーション
 研究代表者名（所属部局・職・氏名） iPERC・教授・横川慎二

2. 研究組織

<学内構成員>

電気通信大学	i-パワードエネルギー・システム研究センター	教授	横川慎二
電気通信大学	大学院情報理工学研究科 情報学専攻	特任教授	鈴木和幸
電気通信大学	大学院情報理工学研究科 情報学専攻	教授	田中健次
電気通信大学	大学院情報理工学研究科 情報学専攻	准教授	山本渉
電気通信大学	大学院情報理工学研究科 情報学専攻	准教授	金路

3. 平成30年度の研究の特筆すべき成果

センサー、情報通信、クラウドコンピューティングなどを基盤とした Internet of Things (IoT) 技術によって、様々に異なる使用条件 (Usage) や環境条件 (Environment) の下で稼働するデバイスやシステムについて、その品質・信頼性・安全性のパラメータの状態 (Condition) と条件を常時監視し、個々に最適化されたリスクコミュニケーションの確立に向けた研究を進めている。

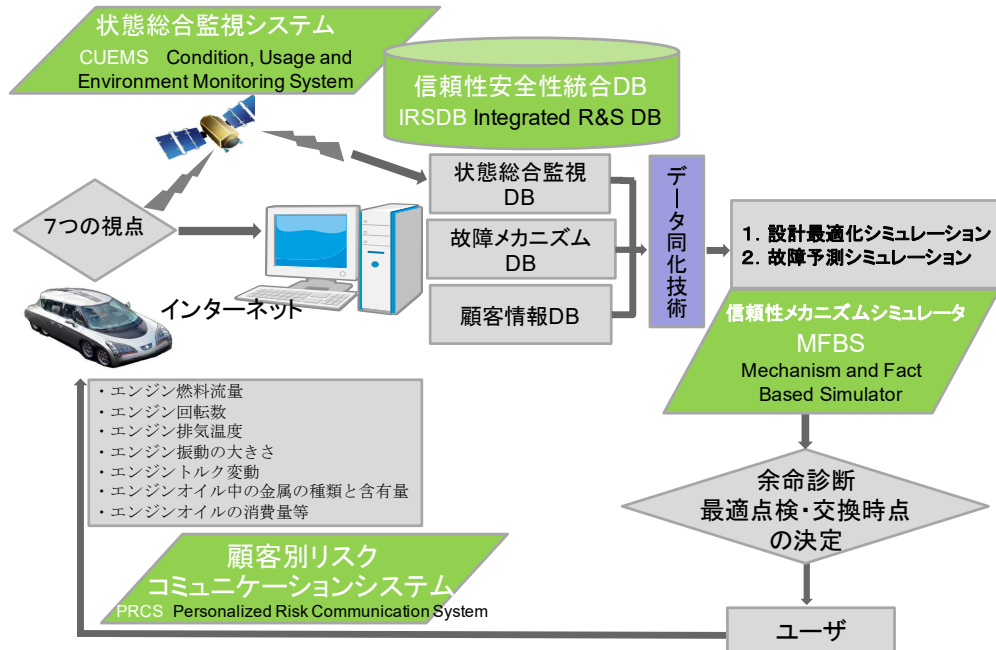


図 次世代品質信頼性システムQRIS (Quality and Reliability Information System) 概念図

平成30年度には、以下の3項目を中心に研究を進めた。

- I. 社会インフラ・自動車設計における品質・信頼性に関する不具合の構造分析を実施し、創発的不具合の発生の特徴の定量化と、設計及びモニタリングの視点に関する検討を行った(雑誌論文[4], 学会発表[11, 13, 20, 21, 23])
- II. 微細化によって外部／内部ストレスに避けがたい変動を生じる最先端電子デバイスの寿命分布について、故障物理の従来研究に基づく事前情報を用いてベイズ推論を行う手法の検討、評価と、実データによる有効性検証を行った。(雑誌論文[1, 3, 6, 7], 学会発表[1-6, 8-10])
- III. オン／オフグリッドにおけるエネルギーの使用モニタリングデータに基づき、人工知能による消費の予測や、最適なグルーピングによるレジリエントなグリッドの運用を実現するための基礎研究と、Society 5.0の実現のための基盤を指向した新しいグリッドプラットフォームの設計と試作を行った。(雑誌論文[2, 5, 8], 学会発表[7, 12, 13-16, 18, 19])

4. 平成30年度の研究成果の公表実績

(主催した研究会・シンポジウム、研究成果の発信状況等)

① 研究会の開催

基盤研究(A)「リスクモードとオンラインモニタリング技術高度化に着目した未然防止体系の新展開」(研究代表者:鈴木和幸, H27-31)の活動を基盤に、2回／年の研究総会を開催した。

② 信頼性・安全性の確保に関する研究と啓蒙普及

ニュージーランド Victoria University of Wellington の Prof. Stefanka Chukova をお迎えし、信頼性・保全性の理論モデルとその応用に関するワークショップを行った。Geometric process(GP)と Geometric-like process(GLP)の概要に関するチュートリアル講演を通じて、単調傾向が観察される現象のモデリングにおけるそれらの有用性について議論した。Warranty analysis の分野における GP の応用に関連する重要な結果が示され、今後の様々な分野に関する議論が展開された。

③ 各種の産官学研究会への参画

最新の故障メカニズムに関する情報と、現状の課題を収集し、同時にこれまでの研究結果を展開するため、産官学の参加による各種研究会に参加し、講演や委員活動を行なった。今年度は、昨年度に引き続き JEITA(電子情報技術産業協会)の半導体信頼性技術委員会に客員として参加して、故障物理を基盤とした電子部品の信頼性認定に関する国際規格の改訂案作成と議論を行った。現在、この内容に基づく改訂版の発行作業中である。また、JAXA/JAMSS で行われている宇宙用部品への民生デバイスの適用に関するガイドライン検討に参画した。

5. 外部資金の獲得状況

(種別・種目・相手機関(企業)・研究題目・代表者名・直接経費額・間接経費額)

1. 科研費(基盤研究(A)) 日本学術振興会「リスクモードとオンラインモニタリング技術高度化に着目した未然防止体系の新展開」
代表者名:鈴木和幸 直接経費 4,900,000 円・間接経費 1,470,000 円
 2. 科研費(基盤研究(A)) 日本学術振興会「市民・行政・専門家の連携による環境監視・減災支援基盤の構築と社会実装」
代表者名:田中健次 直接経費 7,000,000 円・間接経費 2,100,000 円
 3. 科研費(基盤研究(C)) 日本学術振興会「多変量寿命データの時間尺度関数に関する研究」
代表者名:山本渉 直接経費 500,000 円・間接経費 150,000 円
 4. 科研費(挑戦的研究・開拓) 日本学術振興会「協調給電による再生可能エネルギー指向自律分散グリッドの開発と実証」
代表者名:横川慎二 直接経費 6,700,000 円・間接経費 2,010,000 円
 5. 科研費(基盤研究(C)) 日本学術振興会「高信頼性・安全性システムのためのオンライン状態監視に基づく動的な保全計画」
代表者名:金路 直接経費 600,000 円・間接経費 180,000 円
- その他, 横川, 田中が代表者となる民間企業との共同研究3件, 学術相談2件

6. 今後の研究発展

ToT, ICT を活用した Validation を実現することを主眼としたモニタリングシステムに関する研究の完成と社会実装を目的として, 研究を進展させる。平成30年度までの成果に基づく品質・信頼性アーキテクチャのユースケースを活用し, 社会実装のためのモデルケースを確立する。そのために必要となるデータベースと, ツールの整備を今日まで行ってきた。それらを基盤として, 平成31年度より特定の自動車製造企業との共同研究を開始し, 実証・検証を行う。また, メンバーの研究成果を体系的に導入するため, 共同研究の対象企業を中心とした社会人入学の促進を図る。これらの共同研究を通じて, 実証・検証の結果を公表・出版し, 学術としての体系化を図る。また, 複数企業によるコンソーシアムプロジェクトを構築する。

7. 発表論文等

「雑誌論文」

- [1] K. Kunii, S. Endo, and S. Yokogawa; "Bayesian inference of lifetime distribution parameter on the time-dependent dielectric breakdown with clustering defects", *Japanese Journal of Applied Physics*, Vol. 58 (2019), accepted. (査読あり)
- [2] 武田健吾, 澤田 賢治, 横川 慎二, 新誠一;"グラフ列挙による風力・太陽光・蓄電池複合システムの重複グルーピング最適化", 電気学会論文誌 C, Vol.139, (2019), 掲載決定. (査読あり)
- [3] Ploybussara Gomasang, Satoru Ogiue, Shinji Yokogawa, Kazuyoshi Ueno; "Lifetime prediction model of Cu-based metallization against moisture under temperature and humidity accelerations", *Japanese Journal of Applied Physics*, Vol. 58, pp. SBBC01-1-6 (2019). (査読あり)

- [4] 横川慎二; “機能共鳴分析法を用いた自動車リコール情報の可視化に基づく創発的不具合の構造解析”, 日本信頼性学会誌, Vol. 41, pp. 135-147 (2019). (査読あり)
- [5] 武田健吾, 澤田 賢治, 横川 慎二, 新誠一; “風力・太陽光・蓄電池複合システムの重複分散運用の検討”, 電気学会論文誌 C, Vol.138, pp.1554-1565 (2018). (査読あり)
- [6] K. Tate and S. Yokogawa; “A statistical evaluation method for lifetime distribution in field accelerated time-dependent dielectric breakdown by using two-step probability plot and multi-link test scheme”, *Japanese Journal of Applied Physics*, Vol. 57, pp. 07MG02-1-6 (2018). (査読あり)
- [7] S. Yokogawa and K. Kunii; “A survey of critical failure events in on-chip interconnect by using fault tree analysis”, *Japanese Journal of Applied Physics*, Vol. 57, pp. 07MG01-1-7 (2018). (査読あり)
- [8] 曾我部東馬, 横川慎二; “深層学習・深層強化学習を応用したエネルギーシステムの最適化”, 日本信頼性学会誌, Vol. 40, pp. 87-93 (2018). (査読なし, 依頼原稿)
- [9] 鈴木和幸; “米国にみる教育・産業への挑戦と我が国が学ぶべきこと”, 品質, Vol. 48, No. 4, pp. 39-45 (2018, 10月). (査読なし, 依頼原稿)
- [10] 鈴木和幸; “総論: 信頼性とその作り込み”, OHM, No. 5, pp.6-10 (2018, 5月). (査読なし, 依頼原稿)

「学会発表」

- [1] S. Yokogawa and K. Kunii; “A Simple Prediction Method for Chip-level Electromigration Lifetime using Generalized Gamma Distribution”, IEEE International Reliability Physics Symposium, P.MB.9, pp.1-6 (2019).
- [2] K. Kunii, S. Endo, and S. Yokogawa; “Parameter estimation accuracy of TDDDB lifetime distribution with clustering defects using the Bayesian approach”, Proc. of Advanced Metallization Conference 2018: 28th Asian Session 2018 ADMETA plus, 9-3 (2018).
- [3] P. Gomasang, S. Ogiue, S. Yokogawa, and K. Ueno; “Temperature and Humidity Acceleration to Establish Lifetime Prediction Model for Cu-based Metallization”, 2018 International Conference on Solid State Devices and Materials, G-1-03 (2018).
- [4] P. Gomasang, S. Ogiue, K. Ueno, and S. Yokogawa; “Oxidation Structure Change of Copper Surface Depending on Accelerated Humidity”, IEEE International Interconnect Technology Conference, 10.12 (2018).
- [5] S. Yokogawa and K. Tate; “Reliability Evaluation of Defect Accounted Time-Dependent Dielectric Breakdown with Competing-Mixture Distribution”, IEEE International Reliability Physics Symposium, P-GD.2-1-4 (2018).
- [6] 横川慎二; “ベイズ推測によるワイプル初期故障分布の推定・評価”, 第28回 RCJ 電子デバイスの信頼性シンポジウム・信頼性セミナー講演 (2018).
- [7] 武田健吾, 澤田 賢治, 横川 慎二, 新誠一; “グラフ列挙による風力・太陽光・蓄電池複合システムの重複グルーピング最適化”, 計測自動制御学会システム・情報部門

学術講演会, SS01-06 (2018).

- [8] 横川慎二; “多層配線の故障物理メカニズムと信頼度予測”, JEITA 半導体デバイス信頼性セミナー (2018).
- [9] 横川慎二, 國井喬介; “エレクトロマイグレーション のチップレベル 寿命分布の考察”, ADMETA Satellite Workshop, P-2 (2018).
- [10] 國井喬介, 遠藤駿, 横川慎二; “局所クラスタ化した欠陥を伴う TDDB の寿命分布のパラメータ推定精度の研究”, ADMETA Satellite Workshop, P-1 (2018).
- [11] 横川慎二; “創発的不具合における機能共鳴の分析と分類”, 第 9 回横幹連合コンファレンス予稿集, B-2-4 (2018).
- [12] 武田健吾, 澤田 賢治, 横川 慎二, 新誠一; “グルーピング列挙による風力・太陽光・蓄電池複合システムの重複グルーピング最適化”, 第 9 回横幹連合コンファレンス予稿集, B-2-3 (2018).
- [13] 市川 晴久, 横川 慎二, 川喜田 佑介; “グローバル展開を前提とした超スマート社会の確立を目指すエネルギープラットフォーム”, 第 9 回横幹連合コンファレンス予稿集, B-2-1 (2018).
- [14] P. S. THAKUR, M. SOGABE, K.i SAKAMOTO, K.i YAMAGUCHI, D. B. MALLA, S.i YOKOGAWA, T. SOGABE; “Hybrid Policy Gradient for Deep Reinforcement Learning”, 2018 年度人工知能学会全国大会, 3Pin1-30 (2018).
- [15] 黄川田優太, 坂本克好, 山口浩一, 横川慎二, 曾我部東馬; “量子自己符号化器の開発”, 2018 年度人工知能学会全国大会, 4Pin1-13 (2018).
- [16] 高橋 慧, 沼尻 匠, 曾我部 完, 坂本 克好, 山口 浩一, 横川 慎二, 曾我部 東馬; “特徴グラフを用いた汎用型 CNN 深層学習手法の開発”, 2018 年度人工知能学会全国大会, 4Pin1-10 (2018).
- [17] 武山真弓, 横川慎二, 佐藤勝, 安井崇; “アンケート分析によるエゾシカ肉の旨味評価と電氣的測定評価との関連”, 電子情報通信学会電子部品・材料研究会 8 月度研究会 (2018).
- [18] 遠藤駿, 横澤成望, 川上紗野花, 國井喬介, 横川慎二; “畳み込みニューラルネットワークを用いたシステムの特性劣化の特徴量抽出と運用条件検討への応用”, 第 48 回信頼性・保全性シンポジウム予稿集, pp. 181-186 (2018).
- [19] 武田健吾, 澤田賢治, 横川慎二, 新誠一; “風力・太陽光・蓄電池複合システムにおけるグルーピング最適化の検証”, 第 30 回自律分散システム・シンポジウム, 1B1-3 (2018).
- [20] 石灰伸好, 熊崎千晴, 石川晴雄, 鈴木和幸; “安全率の最適化に向けたビッグデータへのセットベース設計手法の適用”, 第 48 回信頼性・保全性シンポジウム, pp.187-192 (2018,7 月).
- [21] 熊崎千晴, 三和茂, 山田知己, 武田克信, 鈴木和幸; “車両ユニットの信頼性寿命評価におけるオンライン開発用モニタリングデータと ICT ビッグデータの併用-第 2 報-”, 第 48 回信頼性・保全性シンポジウム, pp.217-222 (2018,7 月).
- [22] 鈴木和幸; “品質・信頼性・安全性への未然防止体系とその新展開”, 第 9 回横幹連合コンファレンス, A-3-1, pp.1-8 (2018,10 月).

- [23] 熊崎千晴, 鈴木和幸; “ICTによる市場データ利活用と車両開発の信頼性向上”, 第9回横幹連合コンファレンス, A-3-2, pp.1-5 (2018,10月).
- [24] 坂東幸一、田中健次:「障害データベースへの機械学習適用の試み(その2)」, 第80回FTC (Fault Tolerance Computing) 研究会(北九州市, 2018).
- [25] Koichi Bando, Kenji Tanaka: ”Attempt to Apply Machine Learning to a Failure Database – A Case Study on Communications Networks,” The 23rd IEEE Pacific Rim International Symposium on Dependable Computing (PRDC 2018) (Taipei, Taiwan, December 4-7, 2018).
- [26] Jin, L.: An Integrated Policy on Operation and Maintenance for Load Sharing Systems with Deterioration, the 16th Asian Network for Quality Congress (ANQ 2018), Kazakhstan, 2018.
- [27] 金路:工学部教育におけるシステム信頼性実験の設計、日本品質管理学会第48回研究発表会(大阪), 研究発表要旨集 pp. 101-104, 2018.
- [28] 金路:精度の異なるモニタを用いる状態監視保全に関する研究、第9回横幹連合コンファレンス, 2018.(ポスター発表)
- [29] 金路, 山本渉:故障率増加型システムにおける複合的な点検計画に関する研究、第48回信頼性・保全性シンポジウム発表報文集, pp.1-4, 2018.

その他, 国内講演多数.

「招待講演発表」

- [1] S. Yokogawa; “Physical and Statistical Analysis and Methodologies for Realizing Automotive-Level Extremely Low Defect Densities (FEOL/MOL/BEOL)”, Tutorial of International Conference on IC Design and Technology, Otranto, Italy (2018), invited.
- [2] 鈴木和幸; “新たな時代の信頼性と未然防止”, 第48回信頼性・保全性シンポジウム, 基調講演, pp.1-35 (2018,7月).
- [3] 鈴木和幸; “未然防止への品質保証”, ソフトウェア品質保証部長の会, 基調講演 (2018,7月).
- [4] 鈴木和幸; “品質・信頼性・安全性のリスク未然防止への三つの鍵”, リスクアセスメント実践研究会, 特別講演 (2018,6月).
- [5] Jin, L. and Yamamoto, W.: Integrated Inspection Policies for Systems with Increasing Failure Rates, The 8th Asia-Pacific International Symposium on Advanced Reliability and Maintenance Modeling (APARM 2018) & 8th International Conference on Quality, Reliability, Risk, Maintenance, and Safety Engineering (QR2MSE 2018), Qingdao, China, 2018.

「図書」

- [1] 真壁肇・鈴木和幸:品質管理と品質保証・信頼性の基礎,日科技連出版 (2018, 6月).

「受賞」:授与団体・受賞者(代表者)名・受賞標題・受賞年月日

[1] 日本信頼性学会・横川慎二・2017 秋季シンポジウム優秀賞・2018/6.

[2] 日本信頼性学会・横澤成望・2017 秋季シンポジウム若手奨励賞・2018/6.

「特許出願」:出願した特許の名称・発明者・権利者・種類・番号・出願年月日・国内外別

特になし

「その他」:ホームページ等

特になし

以上