

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. 設置期間
2015 年 4 月 1 日 ~ 2020 年 3 月 3 1 日

3. 研究組織（設置期間中かかわった、全ての構成員を記載してください。）
 ※所属機関・部局・職は現在のもの、もしくは離脱時のものを記して下さい。

<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
	（平成28年4月1日～，ステーション長 平成29年4月1日～）		
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
	（ステーション長 ~平成29年3月31日）		
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

4. 研究の特筆すべき成果
 （研究の主な成果，得られた成果の国内外における位置づけとインパクト，今後の展望などの点から記述すること）

様々な分野のリスク事象の研究の融合により，将来起こり得るリスク事象を未然防止するためのオンラインモニタリングの理論を、分野横断的に活用し得る数理モデル、およびフレームワークとして確立した（図1，雑誌論文[1]，学会発表[1]）。

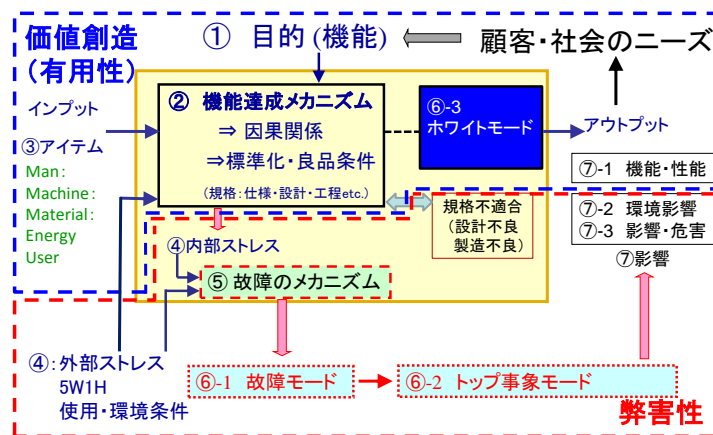


図1. 未然防止への予測7視点.

過去 50 年以上、国内外の多様な個別学術領域において推進されたリスク研究は、いずれも社会的対応方策として検討されたことにより、標準化が難しい状況にある。2010 年に合意された国際標準は、リスクマネジメントプロセスとその基礎概念が示され、産業界において活用するためのリスクアセスメントからリスク対応までのプロセスを共有するために制定されている。ところが、個々の分野に対しても対応を可能とするために標準として抽象的水準にとどまっていることが現実である。言い換えれば、様々なステークホルダーの存する複合リスク、複合領域に跨る連鎖的リスク現象に対応し、プロトコルとして実装するためには、リスク対応に寄与する科学的方法論を標準化する必要がある。

我々の確立したフレームワーク(図 1)は、社会システム工学、情報学、数理科学など多様な学術分野の視点から構築したものである。また、その妥当性を、自動運転の設計要件、正常状態逸脱時の発見手法、影響波及拡大防止、車の運転や作業中の安全操作、事故情報から学ぶためのデータベース活用法、デバイス信頼性に関するクリティカル事象分析、機能間相互作用による創発的挙動予測などの研究を通じて確認、検証した。これらは、個別リスク領域の多様性を記述する可能性を示すものであり、これをベースとした体系化を進めることによって、国内外ともに実現されていない、プロセス全体を対象とした統合的リスクシステム科学の形成に寄与することが期待される。

現在、従来のリスクモードに加えて“正常か否か”の”White Mode”に着目した Structured White Mode (SWiM)の検討を行い、Structured Risk Mode (SRiM)と Structured White Mode (SWiM)を併合した SRiM and SWiM based online Monitoring System を構想・検討し、安全性の向上に期待ができつつある。この研究を、システム信頼性科学、発見科学分野などにおいて、理論と実務のバランスが取れた研究の土台がある我が国において実行することにより、リスク科学分野において世界のリーダーシップをとれる可能性がある。そのため、本ステーションの構成を学外にも拡大し、日本学術会議マスタープラン(「統合的リスク情報システム科学の確立と社会実装を加速するネットワーク型研究基盤構築」、2020 年～2026 年、のマスタープランが内定)に沿った体系的な研究を加速、継続することが重要である。

5. 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. 2019 年度

- 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展開」(研究代表者:鈴木和幸, H27-31)の活動を基盤に、1回/年の研究総会を開催した。また、第 10 回横幹連合コンファレンスにてセッションをオーガナイズし、研究成果を発信した。また同プロシーディングを通して JSTAGE にて一般公開を行った。

- 「リコールに関連するより広い市場トラブルへの品質保証」に関する研究会を2回開催した(一般社団法人 PL 研究学会製品リコール検討委員会との共催)。
- 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。昨年度に引き続く JEITA(電子情報技術産業協会)の半導体信頼性技術委員会への客員参加では、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を完了した。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継続参画し、宇宙機器の製造企業を含む委員会でのガイドラインの最終案作成を進めている。

2. 2018 年度

- 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。第9回横幹連合コンファレンスにてセッションをオーガナイズし、研究成果を発信した。また同プロシーディングを通して JSTAGE にて一般公開を行った。
- 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。
- 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。

3. 2017 年度

- 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/年の研究総会と、日本品質管理学会における10回の計画研究会を開催した。
- IoT の基盤となる、情報通信技術を用いたエネルギーのネットワーク管理を主体とした特別企画セッションを、第46回および第47回信頼性保全性シンポジウムにおいて開催した。産官学からの講演と総合討論を通じて、ネットワーク管理の現状、将来像、そして今後の研究の方向性について議論した。
- 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、講演を行なった。例として、各企業の技術者を中心とした信頼性品質問題のクローズドな研究会において講演2回と討論への参加、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への参

加、宇宙用部品への市販デバイスの適用に関する検討会における講演2回と評価、などである。

4. 2016 年度

- 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)の研究推進と関連し, 月に1~2回, 研究会を開催した。
- 信頼性に関する国際会議, 国内の研究発表会への参画, Keynote speech 等での講演を行う等, 信頼性・安全性の確保に関する研究と啓発を行った。
- 研究ステーション長の鈴木(当時)は, 次世代品質信頼性情報システムに関連し, 2016 年度までの7年間で国際会議 Invited talk 20 件(10 年 1 件, 11 年 1 件, 12 年 2 件, 13 年 8 件, 14 年 5 件, 15 年 2 件, 16 年 1 件, そのうち Keynote と Plenary Invited Talk 13 件)を行った。

5. 2015 年度

- 2015 年 2 月 23 日に, 基盤研究(A)「次世代品質・信頼性情報システムの研究と開発」(研究代表者:鈴木和幸, H22-26)の最終報告会を電気通信大学 IS シンポジウム第 19 回「信頼性とシステム安全学」(電気通信大学)にて開催した。
- 信頼性に関する国際会議, 国内の研究発表会への参画, Keynote speech 等での講演を行う等, 信頼性・安全性の確保に関する研究と啓発を行ってきた。2015 年国際会議で Keynote と Plenary Invited Talk それぞれ1件を行った。国内でも多数の講演を果たした。
- 2015 年, 組織委員長および実行委員長として, 信頼性分野の最大の国際会議「The 9th International Conference on Mathematical Methods in Reliability (MMR 2015)」を開催した。

6. 外部資金の獲得状況

(代表的な 10 件以内, 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 30,200,000 円・間接経費 9,060,000 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 30,500,000 円・間接経費 9,150,000 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 3,500,000 円・間接経費 1,050,000 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 19,800,000 円・間接経費 5,940,000 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 3,600,000 円・間接経費 1,080,000 円

6. 奨学寄付(研究協賛)公益財団法人カシオ科学振興財団「機械学習・深層学習を用いたリチウムイオン二次電池の市場信頼性予測の研究」

代表者名:横川慎二 3,000,000 円

7. 発表論文等(各項目とも、代表的な5件以内)

「雑誌論文」：著者名・論文標題・雑誌名・査読の有無・巻・発行年(西暦)及びページ

[1] Suzuki, K. and Yokogawa, S.: “Seven View Points and Reliability Engineering Scheme for Preventing Reliability Problems,” *International Journal of Reliability, Quality and Safety Engineering*, 査読あり, Vol.27, 2020. (to appear)

[2] 平野伸将, 榎本恵, 関根道昭, 田中健次: “高齢運転者における複数同時危険事象の認識に視覚的な注意喚起が与える影響,” *ヒューマンインタフェース学会論文誌*, 査読あり, Vo.21, pp.111-120, 2019.

[3] 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*, 査読あり, Vol.41, pp.135-147, 2019.

[4] Jin, L. and Yamamoto, W.: “Optimal Inspection Policy for Scheduled Maintenance of Aging Systems,” *International Journal of Industrial Engineering: Theory, Applications and Practice*, 査読あり, Vol.24, pp.99-111, 2017.

[5] Jin, L., Bayarsaikhan, U. and Suzuki, K.: “Optimal Control Limit Policy for Age-dependent Deteriorating Systems under Incomplete Observations,” *Journal of Risk and Reliability*, 査読あり, Vol.230, No.1, pp.34-43, 2016.

「学会発表」：発表者(代表)名・発表標題・学会等名・発表年月日・発表場所

[1] 鈴木和幸: “データ駆動型社会における分野横断的未然防止体系の新展開,” 第10回横幹連合コンファレンス, 2019, 長岡市.

[2] Yokogawa, S. and Kunii, K.: “A Simple Prediction Method for Chip-Level Electromigration Lifetime Using Generalized Gamma Distribution,” 2019 IEEE International Reliability Physics Symposium, 2019, Monterey, USA.

[3] Bando, K. and Tanaka, K.: “Attempt to Apply Machine Learning to a Failure Database -A Case Study on Communications Networks-,” *Proceedings of*

PRDC2018, 2018, Taipei, Taiwan.

- [4] Jin, L., Yukimoto, Y. and Suzuki, K.: “Age replacement policy under Weibull regression model with measurement errors,” The 14th Asian Network for Quality Congress (ANQ 2016), pp.1-10, 2016, Vladivostok, Russia.
- [5] Watcharathiansakul M., Yamamoto Y., and Suzuki, K.: “On monitoring customer claims using CUSUM procedure for QCMM,” The 14th Asian Network for Quality Congress (ANQ 2016), C6_JP30, 2016, Vladivostok, Russia.

「招待講演発表」：発表者(代表)名・発表標題・学会等名・発表年月日・発表場所

- [1] Yokogawa, S.: “Reliability statistics for next-generation interconnects -The combination of physical modeling and statistical techniques-,” 2019 Materials Research Society Spring Meeting, 2019, Phoenix, USA (Invited talk).
- [2] Yokogawa, S.: “Physical and Statistical Analysis and Methodologies for Realizing Automotive-Level Extremely Low Defect Densities (FEOL/MOL/BEOL),” Tutorial of IEEE International Conference on IC Design and Technology, 2018, Otranto, Italy (Invited talk).
- [3] Suzuki, K.: “Quality creation and quality assurance for attractive and safety products using ICT,” Quality development and supply side reform international forum, Chengdu Bureau of Quality and Technical Supervision, 2016, Chengdu, China (Keynote Speech).
- [4] Suzuki, K.: “Expectation of Utilizing English Version of Kaoru Ishikawa, the Man and Quality”, ANQ Congress 2015, 2015, Taipei (Keynote Speech).
- [5] Suzuki, K.: “Reliability Big Data for Quality Assurance”, The 9th International Conference on Mathematical Methods in Reliability: Theory, Methods and Applications, 2015, Tokyo (Plenary Talk).

「図書」：著者名・出版社名・書名・発行年(西暦)及び総ページ数(共著の場合, 最初と最後のページを記載)

- [1] 益田明彦・鈴木和幸・原田文明・山悟・横川慎二：「信頼性試験技術」(日科技連出版, 2019).
- [2] 鈴木和幸：「トラブルの未然防止・再発防止」, 品質月間委員会 (日科技連出版, 2019).
- [3] 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).
- [4] Yamamoto, W. and Jin, L.: Frontiers in Statistical Quality Control Vol. 12, “Approximate

Log-Linear Cumulative Exposure Time Scale Model by Joint Moment Generating Function of Covariates,” (Springer, 2018).

「受賞」：授与団体・受賞者(代表者)名・受賞標題・受賞年月日

- [1] 日本統計学会, 鈴木和幸, 統計教育賞, 2019.
- [2] 日本信頼性学会, 横川慎二, 2017 秋季シンポジウム優秀賞, 2018.
- [3] IEEE Reliability Society, Japan Chapter, 鈴木和幸, 信頼性技術功績賞, 2017.
- [4] 第 15 回アジア品質管理シンポジウム(国際会議), Lu Jin, The Best Paper Award, 2017.
- [5] 日本経済新聞社, 田中健次, 日経品質管理文献賞, 2015.

「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