

2020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(今年度関わった全ての構成員を記してください。)

<学内構成員>

| | | | | |
|--------|-------------|-------|-------|------|
| 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 | 金路 |
| 電気通信大学 | 大学院情報理工学研究科 | 情報学専攻 | 特任准教授 | 石垣陽 |

<学外構成員>

| | | | | |
|--------|----------|------------|------|------|
| 筑波大学 | システム情報系 | 情報工学域 | 伊藤誠 | 教授 |
| 島根大学 | 医学部 | 医学科医療情報学講座 | 津本周作 | 教授 |
| 中央大学 | 理工学部 | 経営システム工学科 | 長塚豪己 | 教授 |
| 千葉商科大学 | サービス創造学部 | サービス創造学科 | 横山真弘 | 専任講師 |

3. 2020年度の研究の特筆すべき成果

- 1) 科研費・基盤研究(B)「信頼性・安全性トラブル未然防止へのモバイル IoT モデリングシステムの開発と展開」の展開

トラブル未然防止にはトラブルの予測と動機付けが鍵を握る。本研究は、①トラブル予測を効果的に為すための ICT・IoT 方法論、②人が実際に未然防止アクションするための合理的な動機付け方法を学術的に明らかにする。このために故障モード、トップ事象モード、ホワイトモードを含む未然防止予測七視点を基に個々の使用環境に適応し一人ひとりへの対応を可能にすると共に分野横断型の ICT・IoT を駆使した未然防止予測体系を構築する。さらに本システム並びにシーソモデルを活用し、人が未然防止へのアクションをするための合理的な動機付け方法を確立し、製品安全などへの展開と実証を行う。

今年度、下記の3視点から研究代表者、分担者、協力者が互いにそれぞれの役割を分担し研究活動をすすめるとともに Web 会議、インターネットならびに定期的な集会を持ち検討を行った。

1. 未然防止予測七視点・ホワイトモード WM

製品安全、輸送システム、医療安全の三分野のホワイトモード WM の抽出をブラックモードと機能達成メカニズムの両者から抽出しその検討を行った。これを含め未然防止予測七視点を深化させる。また、GS1QR コードを活用した一人ひとりとのコミュニケーション方法の検討結果について[13]などで報告した。

2. 信頼・安心へのスキーム構築とシーソモデルによる動機付け方法の検討

未然防止の観点から信頼・安心へのスキームとして

- 目的：目的設定七視点

- 意思決定：シーソモデル七視点
- 行為：未然防止予測七視点

を検討した。このとき上記の3つの七視点と従来研究との比較・検討を行った結果について[14]などで報告した。また、未然防止予測七視点に基づく建築命綱、農業用トラクタ、自動運転AV、医療安全の問題点の抽出と整理・検討を行い、シーソモデル七視点の命綱・トラクタシートベルトへの適用を行い、手間・工数と効用・危険回避の視点を研究集会にて議論した。

3. 未然防止予測七視点に基づくモバイルIoTモニタリングシステムの企画・構想

建築労災・農業用トラクタ事故情報に関し、建築はS化学工業(株)、トラクタ事故はN機構との協力作業の基に事故の根本原因を追及するとともに根本原因分析の方法論を探っている。これらの事故分析を通して、標準・ルールの遵守などへのスマートヘルメット活用を含むモバイルIoTモニタリングシステムの構想・開発を継続する。結果は[2]などで公表した。

4. 新型コロナウイルス感染拡大防止に向けての応用

COVID-19の感染拡大防止に向け、上記2.の信頼・安心へのスキームの3つの七視点からの検討を行っている。これらの結果を[1][3][8, 9][15-17]などで発信した。

2) ユーザーの使い方に基づくスマホ電池の劣化診断の開発

オンラインモニタリングの事例として、スマホ電池の劣化診断技術の開発に取り組んでいる。株式会社携帯市場（本社：東京都千代田区、代表：粟津浜一、以下携帯市場）と本ステーションとの産学連携プロジェクト「スマホバッテリー劣化研究プロジェクト」において、2020年9月、2020年1月の合計2回（iPhone利用者、各900人）に分けて劣化を招くと想定されるアンケート項目46項目からインターネット調査を行った。アンケート結果の分析に基づき、劣化に繋がるユーザーの行動を分析、分類した結果、若年層からシニアの幅広い世代まで、スマホを使って動画視聴やゲームを充電アダプタに繋ぎっぱなしで行う“ながら充電”が、バッテリー劣化の進行を早める調査結果となった。コロナ禍によるテレワーク、また自粛要請などの背景からも、インターネットへの接続時間が増えた方も多いと思われ、常時接続するユーザーが全般的に増えたとも想定される結果となった。

ユーザー調査をもとに、実際に“ながら充電”をしながらゲームをした場合と、ゲームはしないで充電のみを行なった場合で温度差の比較を行ったところ、ある程度時間を経過すると発熱が大きく変わる傾向を実験的に確認した。高温ほどバッテリー劣化の進行が加速されるという性質によって、端末へ悪影響が及ぶことが懸念される。

特定の使い方をすることでスマートフォンの発熱が大きくなり、最悪発熱による不具合、事故を招く恐れもあることから、防災の視点からもバッテリー劣化を防ぐ方法を消費者一人一人が理解、行動することが重要である。一方で、スマートフォンは、属人性が高く、容量や形状が多様で、充電頻度や使用環境もそれぞれ異なる。そのため、劣化メカニズムも複雑になり、劣化量の予測は難しい。さらにバッテリーが内蔵された端末が大半であり、診断や評価は容易ではない。そのため、今回の調査方法をもとに、実際のユーザーデータを体系的、継続的に取得し個体別に評価していく必要が望まれる。

今後、端末（iPhone, android）の個体別に具体的なデータ収集と調査を実施するために、

2021 年度夏から秋にかけて、携帯市場が開発したスマホ劣化診断アプリによるモニターデータの収集・分析を実施し、さらに USB PD 測定器を用いて受給電波形を計測し、行動分析と連動した精度の高い調査を行う。これまでの結果は[7, 18]などで報告をおこなっている。また、各種の Web メディア (ITmedia Mobile), テレビ (フジテレビ, 日本テレビ), 新聞 (日刊ゲンダイ) 等に取り上げられ、2021/4/5~2021/4/11 の ITmedia Mobile の週間記事アクセス数が 1 位となる注目を集めた。

4. 2020 年度の研究成果の公表実績

- 科研費・基盤研究(B)「信頼性・安全性トラブル未然防止へのモバイル IoT モデリングシステムの開発と展開」の活動を基盤に、1 回/年の研究総会を開催した。また、第 11 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 1 回開催した(一般社団法人 PL 研究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。JEITA (電子情報技術産業協会)の半導体信頼性技術委員会へ客員参加し、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、続いてその内容を解説する用語集編纂の委員会に参画している。

5. 外部資金の獲得状況

1. 科研費 (基盤研究 (B)) 日本学術振興会 (2020 年度-2024 年度)

「信頼性・安全性トラブル未然防止へのモバイル IoT モニタリングシステムの開発と展開」

代表者名 鈴木和幸 直接経費 12,800,000 円・間接経費 3,840,000 円

2. ヤグチ電子工業株式会社 (2020 年度-2021 年度)

「石巻市エネルギー構造高度化・転換理解促進事業費 (技術開発事業) における最適な電源システムの構築・提案」

代表者名 横川慎二 直接経費 3,638,800 円・間接経費 1,091,200 円

3. エイブリック株式会社 (2019 年度-2021 年度)

「酸化膜の寿命試験用テストストラクチャと解析手法の研究開発」

代表者名 横川慎二 直接経費 1,540,000 円・間接経費 459,800 円

6. 今後の研究発展

IoT, ICT を活用したリスクモニタリングシステムに関する研究の完成と社会実装の具現を目的として、COVID-19 拡大対策をモデルケースとして研究を進展させる。令和 3 年度より実施する、東京都、東京大学との共同事業「IoT/SNS と建築学の融合による『換気向上プロジェクト』」を核として、必要となるデータベースと、情報発信ツールの整備を行う。

その体制を基盤として、都民還元のための研究結果の発信を進める。さらに、本事業で得られる諸課題と解決手段を体系化し、Society 5.0におけるICT基盤のリスクマネジメントシステムの研究課題として、大型外部資金の獲得に挑戦する。日本学術会議の大型施設計画・大規模研究計画に関する「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年総額33.3億円）のマスタープランの中核活動として、リスク研究ネットワーク（39組織）の協力下で、当ステーションのメンバーを中心として事業化を目指す。

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の構築を検討する。

7. 発表論文等

「雑誌論文（査読あり）」

- [1] 鈴木和幸; “COVID-19から再考するモノづくりにおけるトラブルの未然防止,” 新PL研究, Vol. 5, pp.3-14 (2020).
- [2] 久保井大輔, 西谷早百合, 小池万里, 河野匡志, 一ノ瀬雅之, 鈴木和幸; “ワイブルプロセスモデルによる空調設備機器の故障傾向に関する信頼性解析,” 日本建築学会環境系論文集, Vol. 86, pp.301-310 (2021).
- [3] 遠藤駿, 横川慎二; “位相的データ解析を用いた室内環境に関する時系列多次元データの分析,” 電子情報通信学会・システムソサイエティ和文論文誌, Vol. J104-D, No.4, pp. 318-327 (2021).
- [4] Shinji Yokogawa; “Applications of lifetime distribution functions with two shape parameters for reliability analysis in advanced interconnect technologies: a brief review,” Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 59, p p. SL0802-1-13 (2020).

「雑誌論文（査読なし）」

- [5] 横川慎二; “故障物理に基づくワイブル解析の拡張,” 日本信頼性学会誌, Vol. 42, pp.110-115 (2020).

「書籍」

- [6] 二川清, 石田勉, 鈴木和幸, 原田文明, 古園博幸, 益田昭彦, 渡部良道; 『信頼性七つ道具 応用編』, (日科技連出版, 2020, 8)
- [7] Ishigaki Y. and Tanaka K.; “Smartphone Solutions for Citizen-Centered Risk Monitoring in Environmental Disaster Situations,” *Digital Services in Crisis, Disaster, and Emergency Situations*, IGI Global, pp.1-30(2020).

「国際会議（一般講演）」

- [8] Noriaki Kano, Kazuyuki Suzuki, Tomonori Hasegawa and Yoshihisa Okamoto “Building Society Quality towards with-Covid-19 Society”, ANQ(Asian Network for Quality) Congress 2020, Seoul, Plenary Invited Session (2020,10)
- [9] S. Endo and S. Yokogawa; “Trends between indoor CO2 concentration and electricity usage through topological data analysis,” 2021 IEEE 3rd Global Conference on Life Sciences and Technologies, pp.530-531 (2021).
- [10] Yoshida, R, and Jin, L.; “Optimal replacement policy for a deteriorating system subjected to geometric Brownian motion,” Proceedings of the 18th Asian Network for Quality Congress (ANQ2020) (2020).
- [11] Genda, S. and Jin, L.; “Threshold policy of condition-based maintenance for a multi-state system and deteriorating sensor,” Proceedings of the 18th Asian Network for Quality Congress (ANQ2020) (2020).
- [12] Jin, L. and Matoba, S.; “Threshold Type Maintenance Policies for Systems Under Cumulative Damage From Random Shocks,” The 9th Asia-Pacific International Symposium on Advanced Reliability and Maintenance Modeling (APARM 2020) (2020).

「国内会議（一般講演）」

- [13] 鈴木 和幸, 加藤 進弘; “信頼・安心へのスキームとリスク未然防止への源流管理,” 横幹連合コンファレンス予稿集, https://doi.org/10.11487/oukan.2020.0_C-1-1 (2020).
- [14] 加藤 進弘, 大石 修二, 鈴木 和幸; “信頼・安心へのシーソー・モデル7視点,” 横幹連合コンファレンス予稿集, https://doi.org/10.11487/oukan.2020.0_C-1-2 (2020).
- [15] 横川慎二, 石垣陽, 遠藤駿, 高原廉, 川内雄登; “Ambient Intelligence (環境知能)によるフリーアドレススペースのリスク評価,” 第11回横幹連合コンファレンス, https://doi.org/10.11487/oukan.2020.0_C-1-4 (2020).
- [16] 狩野紀昭, 鈴木和幸, 岡本欣久, 長谷川友紀; “コロナ禍における社会品質～With Corona 社会の構築に向けて～,” 日本品質管理学会第50回年次大会研究発表会, pp.3-6, (2020).
- [17] 鈴木和幸, 岡本欣久, 長谷川友紀, 狩野紀昭; “COVID-19検査数・感染者数・死者数の国際比較分析,” 日本品質管理学会第50回年次大会研究発表会, pp.7-10(2020).
- [18] 浅野実, 横川慎二; “ユーザーの利用調査データに基づくモバイル端末のバッテリー劣化傾向の診断,” 電子情報通信学会信学技法, R2020-36 (2021).
- [19] 中里諒, 野秋拓真, 横川慎二, 市川晴久, 後川知仁, 武田隆; “航空 LiDAR データと GIS ソフトウェアを用いた太陽光浴面発電における検討,” 電子情報通信学会信学技法, EE2020-25 (2021).
- [20] 遠藤駿, 横川慎二; “環境・エネルギーセンサーネットワークデータの位相的データ

- 解析を用いた空間環境評価,” 第 33 回秋季信頼性シンポジウム, S5-2 (2020).
- [21] 浅野実, 横川慎二, 市川晴久; “自律分散グリッドのセキュリティ確保のための機械学習によるデバイス識別方法,” 第 33 回秋季信頼性シンポジウム, S5-1 (2020).
- [22] 中里諒, 横川慎二; “リチウムイオン二次電池の内部状態を考慮した階層ベイズによる容量劣化診断,” 第 33 回秋季信頼性シンポジウム, S2-1 (2020).
- [23] 中里諒, 横川慎二; “電気化学インピーダンス法と階層ベイズによるリチウムイオン二次電池の容量劣化量診断,” 電子情報通信学会信学技法, R2020-10 (2020).

参考) 学術論文, 学会発表等の成果発信 (他機関とのコラボレーション)

他分野の研究領域とのコラボレーションによる研究成果の応用と拡大を目的として他大学との共同研究を推進し, 2 件の学術論文 (査読つき) の出版などを行なった.

学術論文 (査読つき)

- [24] 武山真弓, 佐藤勝, 安井崇, 横川慎二; “エゾシカ肉のおいしさのリアルタイム計測”, 電子情報通信学会エレクトロニクスソサイエティ和文論文誌, Vol. J103-C, No. 9, pp. 387-394 (2020), 招待論文. (北見工業大学との共同研究)
- [25] Tomoki Murota, Toshiki Mimura, Ploybussara Gomasang, Shinji Yokogawa and Kazuyoshi Ueno; “Humidity reliability of commercial flash memories for long-term storage,” Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 59, SLLC01-1-SLLC01-4 (2020), brief note. (芝浦工業大学との共同研究)