

汎用一斉通知システム(WAN-WAN)を用いた既存装置のDX化と活用事例

メタデータ	言語: ja 出版者: 静岡大学技術部 公開日: 2023-03-20 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 豊田, 朋範, 千葉, 寿, 古舘, 守通, 藤崎, 聡美, 木村, 和典 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.14945/00029525

汎用一斉通知システム(WAN-WAN)を用いた既存装置のDX化と活用事例

豊田朋範¹・千葉 寿²・古舘守通²・藤崎聡美²・木村和典¹

(¹分子科学研究所技術推進部・²岩手大学理工学系技術部)

1. はじめに

2019年末以降のコロナパンニックを契機に在宅勤務が急速に制度化され、オンライン会議やリモート接続が普及した感がある。しかし、リモート接続がどれだけ普及しても、大学や研究機関の実験室にある実験装置の監視や制御は、様々な要因で完全にはリモート化できない。一方、在宅勤務の推奨などによって実験室に人がいない時間が増えたことで、実験装置のトラブル発覚が遅れ、実験や装置そのものに重大な悪影響が出る恐れが高まっている。

我々は、共同開発した汎用一斉警報通知システム、通称WAN-WAN(Wireless Alarm Network for Wide Area Notification)システムを活用して、各種警報出力を持たない既存の大型設備をDX(Digital Transformation)化して、トラブル発生時の早期対応を可能にすることを試みた。

本稿では、分子科学研究所の共同研究棟C棟に集約されたクリーンルームの窒素ガスとアルゴンガスの圧力計、並びに山手キャンパスのTEM(Transmission Electron Microscope: 透過電子顕微鏡)電源にWAN-WANシステムを導入した事例を基に、既存装置のDX化と活用事例を報告する。

2. WAN-WANの概要

WAN-WANとは、我々が共同開発した基本モジュールを主軸として、市販のスマートスピーカーやスマートライトなどを駆動し、携帯端末に通知するシステムの総称である(図1)。

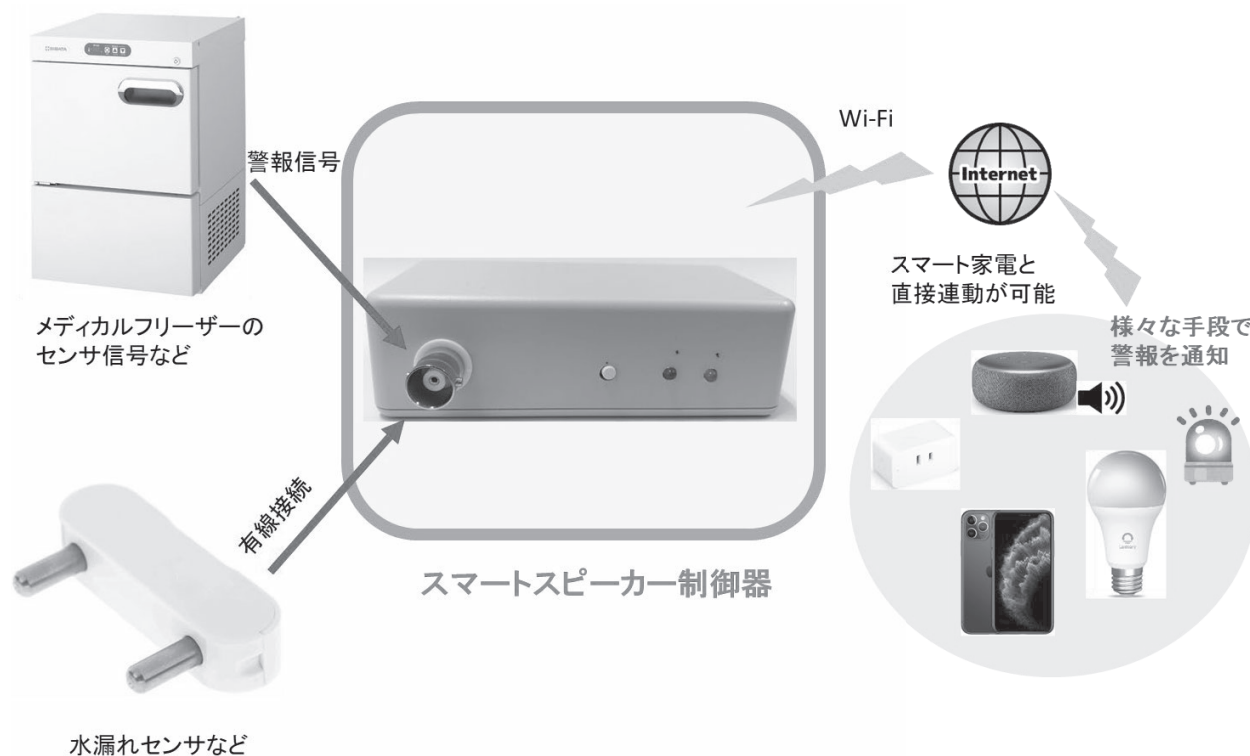


図1 WAN-WANシステムの概要

基本モジュールは、100x50x30(mm)の樹脂ケースに、接点入力対応のBNCコネクタ、テスト用ボタン、動作インジケータ LED、接点インジケータ LED、電源供給用 USB microB タイプコネクタを各1個搭載している(図2)。

起動条件とした基本モジュールの接点入力が入ると、Wi-Fi を介して別途設置したスマートスピーカやスマートライトを起動する。これにより、たとえばボタン A を押した時、スマートスピーカが「ボタン A が押されました」とアナウンスし、スマートライトが赤色で1分間点滅する。

WAN-WAN は、接点信号であれば接続対象は問わない。また、通知対象のスマートスピーカやスマートライトを追加し、挙動の内容を修正することも可能である。以降、WAN-WAN を分子科学研究所の各施設・設備に適用した事例を述べる。

3. クリーンルームの窒素・アルゴンガスボンベと WAN-WAN^{[1][2][3][4][5]}

分子科学研究所の各所に分散していたクリーンルームが2020年3月に共同研究棟C棟に集約され、2020年4月から稼働開始した。このクリーンルームは図3のように、16台のFFU(Fan Filter Unit)からフィルターを通した清浄な空気を循環させる、水平層流方式で清浄度を構築・維持している。一方で、リソグラフィの各種工程や設備で窒素やアルゴンを使用し、アセトンなどの各種有機溶剤、更にはフッ化水素酸など毒劇物も多数存在する。

空間の閉鎖性と重大事故の危険性が同時に存在するクリーンルームの運用において、ガスボンベの圧力低下や緊急事態発生を通知することは、作業中にクリーンルーム内外を行き来する手間や定期的な巡回の削減、被害の拡大と二次災害の防止に有用である。しかしながら、クリーンルームの性質上、粉塵の発生を伴う工事は極力避けたい、現在の装置や設備はそのまま使用したい、導入費用が高額で定額の維持費が発生するなど課題が多い。我々は、WAN-WAN をクリーンルームに適用することで、課題の解決を図った。

WAN-WAN を適用したクリーンルーム警報システム(第2期)の構成を図4に、例として、窒素ボンベの圧力低下時の通知動作を図5に示す。

ガスボンベの圧力計は接点出力を備えている(図6)。これを基本モジュールに接続することで、圧力低下時に管理者のスマートフォンに通知が入り、各所に設置したスマートスピーカがアナウンスし、スマートライトが点滅する。

洗浄用ドラフト室には、作業者がフッ化水素酸や硫酸に侵されて手が使用不能である、あるいは転倒した場合を想定し、床面から低い位置に独自開発の警報ボタンユニットを設置することで、非常事態を外部

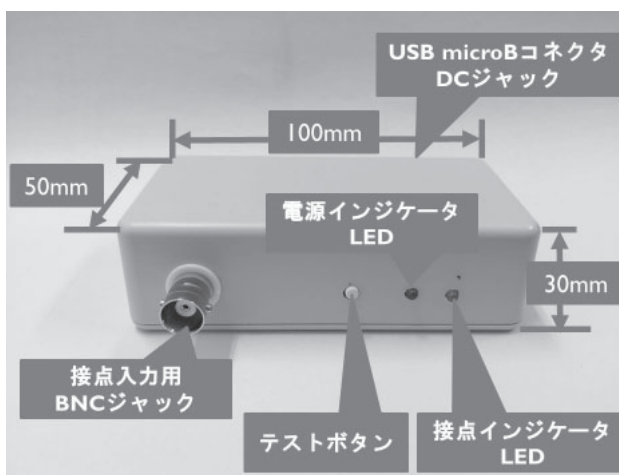


図2 WAN-WAN システムの基本モジュール外観
※写真は開発中の v2

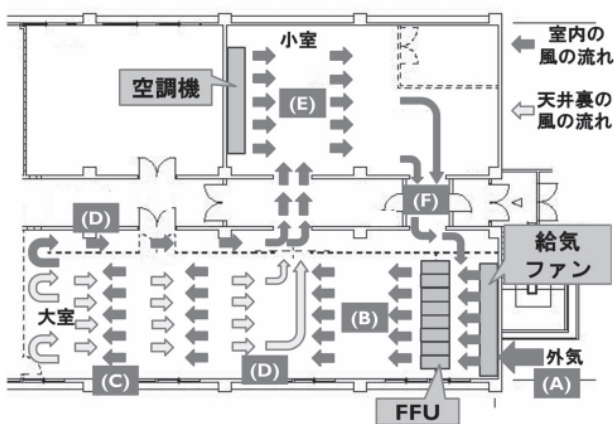


図3 C棟クリーンルームの構造と
FFUからの清浄な風の流れ

に通知できるようにした(図7)。

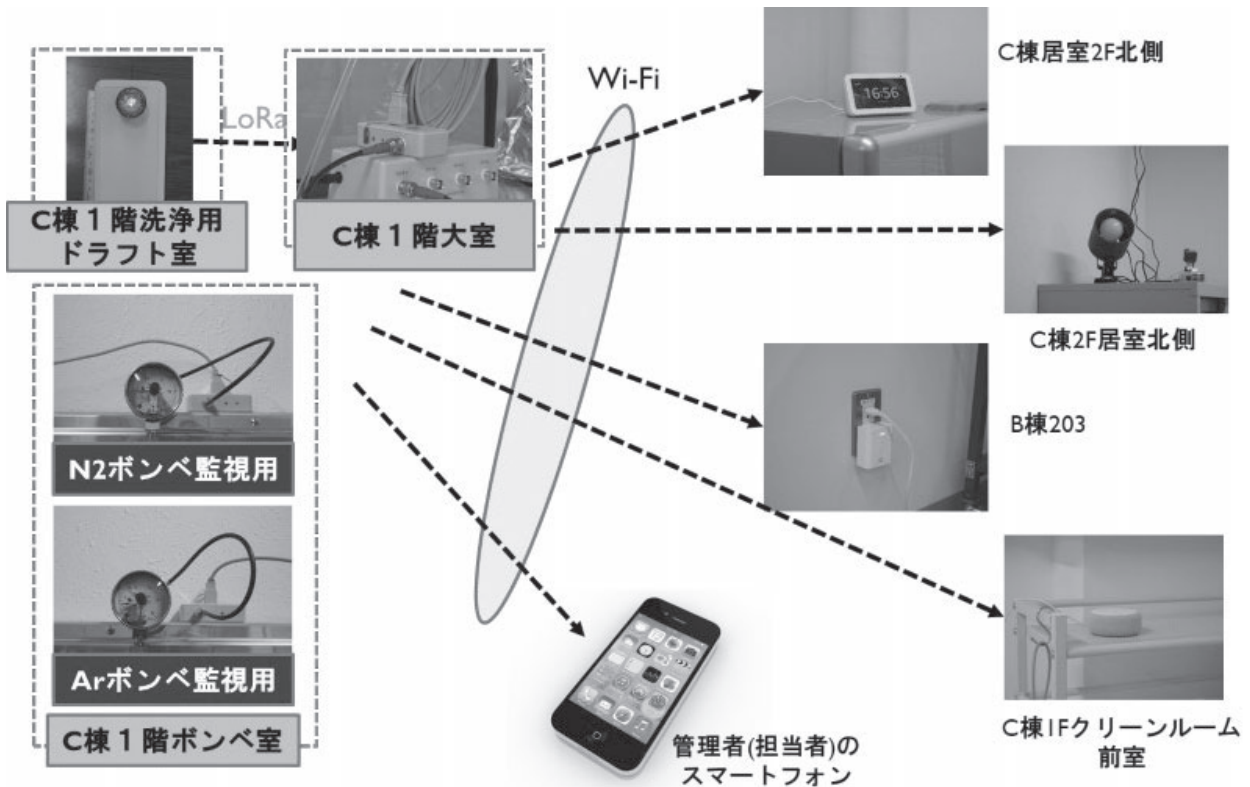


図4 WAN-WAN を適用したクリーンルーム警報システム(第2期)の構成

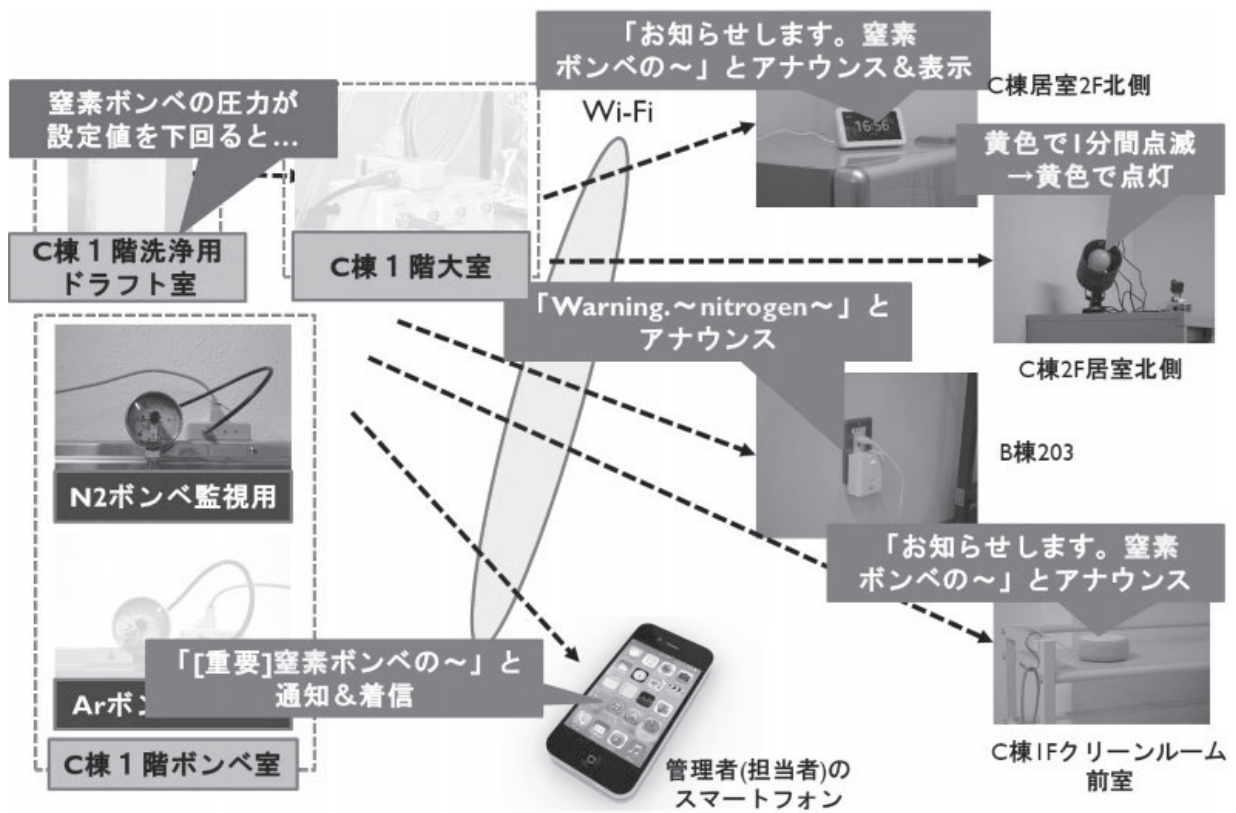


図5 窒素ガスの圧力低下時のクリーンルーム警報システム(第2期)の通知動作

警報ボタンユニットはLoRa(Long Range)無線を内蔵している。LoRa 無線とは、920MHz 帯の長距離伝搬・障害物に強いことを特徴とする無線通信規格である^[4]。クリーンルームは、周囲をカラー鋼板で囲まれた入り組んだ空間で、洗浄用ドラフト室のように、Wi-Fi や 4G 回線が圏外になるポイントもある。LoRa 無線を用いることで、あたかも延長ケーブルのように通信距離を延長できる。



図6 ガスボンベの圧力計と WAN-WAN への接続



図7 洗浄用ドラフト室に設置した 警報ボタンユニット

警報ボタンが押されると、LoRa 無線によって、Wi-Fi が届く場所に配置したマスターユニットに通知が届く。マスターユニットは通知を受けて、接続された基本モジュールの接点入力を ON にして、各

種通知を行う。

クリーンルーム警報システムは、アナウンスの内容、言語、アナウンスするスマートスピーカの選択や追加などは、クリーンルーム担当者からの要望を受けて何度か調整している。2022 年 12 月現在、第 4 期でパーティクルセンサーの接続やパトライトの配備などを完了し、引き続き第 5 期で酸素濃度計の接続などを計画・準備中である。

4. 透過型電子顕微鏡(TEM: Transmission Electron Microscope)電源と WAN-WAN^{[1][2][3][4][5]}

大学共同利用機関である分子科学研究所では、共同利用に資する各種大型機器が配置されている。その 1 つである TEM は山手キャンパスに配置されているが、担当者は明大寺キャンパスにいる。TEM は構造上真空や冷却水が必要なため、停電や瞬停の際は、早期に対処する必要がある。一方、TEM 電源(図 8)には電源ランプが設置されているが、ブザーやアラームなど他の警報出力を持たない。また、改造で警報出力を引き出すことは非常に困難であり、改造するとメーカーの保証対象外になるなどの課題がある。従来は TEM 電源のパネル付近に監視用 Web カメラを設置して担当者が監視していたが、24 時間監視は不可能である。

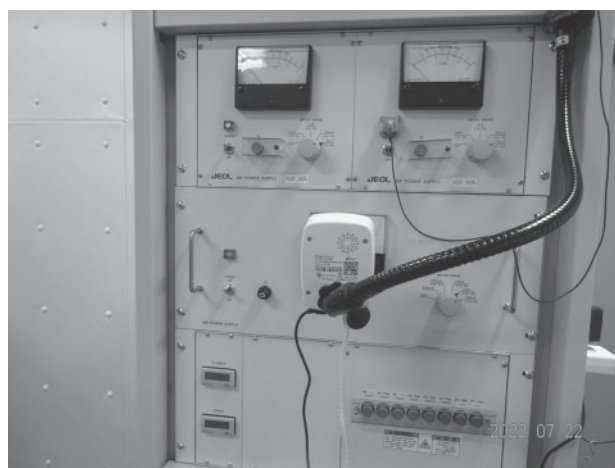


図8 山手キャンパスに配置されている TEM の電源装置

我々は、WAN-WAN 基本モジュールに接続可能な拡張モジュールとして、(1)TEM 電源の改造なしに接

続できる (2)電源ランプの ON/OFF を基本モジュールの警報入力に直結できる (3)感度の調整が可能—の 3 点をコンセプトとする光検出モジュールの開発に着手した。

開発した光検出モジュールのサイズは 90x40x25(mm)である。電源は USB microB コネクタで供給するので、各種携帯端末の充電用 AC アダプタや USB ケーブルを使用できる。

電源ランプの検出は、本体に接続する同軸ケーブルに接続したフォトトランジスタで行う。フォトトランジスタが光を検出すると電流が流れる。これを汎用トランジスタで電流増幅し、電流—電圧変換することでアナログ電圧とする。このアナログ電圧を汎用コンパレータでしきい値電圧を比較して、アナログ電圧のほうが大きければ、フォト MOS の一次側に電流を流し、接点出力となる 2 次側を ON する。

このように回路構成はシンプルだが感度は非常に高く、フォトトランジスタが露出していると蛍光灯など外乱光も検出するので、3D プリンタで製作した遮光カバーを取り付けた。遮光カバーには小型のマグネットが内蔵されており、TEM 電源の電源ランプに被せる形で容易に設置できる。遮光カバーを被せることで電源ランプが見えなくなるので、光検出モジュール本体に代替のインジケータ LED を搭載した。

本装置は TEM 電源に設置し(図 9)、現在も実証試験を続けている。

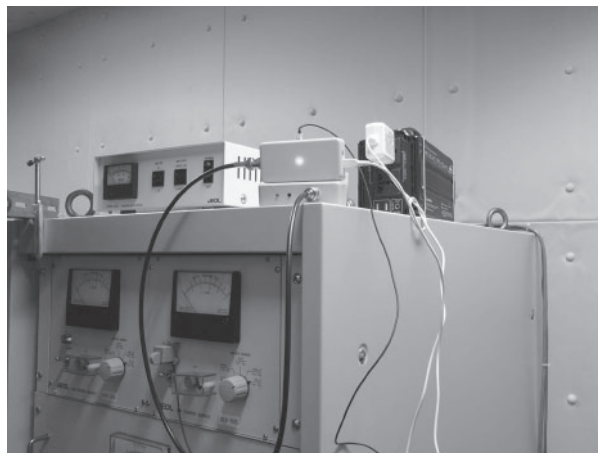


図 9 WAN-WAN と光検出モジュール (中央上)を設置した TEM 電源

5. まとめ並びに今後の展望—現場が求める DX や IoT を目指して—^{[1][2][3][4][5]}

我々が開発した汎用一斉警報通知システム WAN-WAN は、本体の機能を接点信号の入力と Wi-Fi への接続に絞ることで汎用性を高め、小型軽量と低コスト化(部品代等が 1 万円以下)を実現した。現在、単 3 電池 2 本で 3 年程度駆動可能な新型電源回路の搭載など量産化に向けて更なる改良を進める一方、様々な環境下での実証試験を進めるべく大学や研究機関に呼びかけている。

WAN-WAN は、共同開発した分子科学研究所と岩手大学をはじめ、東北大学、大阪大学、熊本大学で長期実証試験が行われており、大きな成果を上げている。担当者からは「毎日の巡回が必要なくなった」「ボンベが空になる前に発注できるようになって、クリーンルームを出入りする手間が減った」「持ち場に居ない時に異常が発生しても通知されることで、被害の拡大を抑えられ、復旧に要する時間が減った」などの声が寄せられ、「異常の発生時に広範囲に通知して早期の対処を促す」という WAN-WAN のコンセプト以外に現場が求めていた効果があることが判明した。

DX(Digital Transformation)や IoT(Internet of Things)という用語が広まって久しいが、大学や研究機関における実験系の研究教育環境整備向上という視点からの利用方法については発展途上であると考えられる。WAN-WAN は「別の場所に居ても異常発生を知りたい」「異常事態に出来るだけ早く対処したい」という現場の要望に応える DX や IoT であり、引き続き現場の声に耳を傾け、その要望の実現によって安心・安全な研究教育環境の整備に貢献していく所存である。

謝辞

本開発は 2019 年度自然科学研究機構産学連携支援事業(課題名 「一斉警報通知防災システム」 構想の実

現に向けた社会実験」並びに2019年度～2022年度分子科学研究所長奨励研究費の助成を受けて行われた。

本システムの配置・試験には、近藤聖彦氏、松尾純一氏、高田紀子氏、木村幸代氏、石川晶子氏(以上、分子科学研究所)、庄司愛子氏(岩手大学)、玉木俊昭氏(東北大学)、戸所泰人氏、稲角直也氏(以上、大阪大学)、須恵耕二氏、島崎秀行氏(以上、熊本大学)に協力いただいた。各位に深い感謝の意を表す。

参考・引用文献並びに主な関連発表

- [1] 豊田朋範：「汎用警報システム(通称 WAN-WAN)を用いたクリーンルーム警報システムの開発と運用」装置開発室 Annual Report 2021, p30~31
- [2] 千葉 寿 他：「周囲に人がいない時代の危機を乗り切るための新しい機器管理」(口頭発表) WAN-WAN利用者シンポジウム 2021, 2021年12月22日
- [3] 豊田朋範 他：「汎用警報システム(通称：WAN-WAN)の開発と展開」(口頭発表) 第1回東海国立大学機構技術発表会岐阜大会, 2022年3月8日
- [4] 豊田朋範 他：「汎用一斉警報システム WAN-WAN の展開」(口頭発表) 令和3年度核融合科学研究所技術研究会, 2022年3月10日～11日
- [5] 古舘守通 他：「LoRa 無線による長距離伝送システムの開発～警報信号を遠隔地に伝送する～」(ポスター発表) 2022年度機器・分析技術研究会, 2022年9月1日～2日

特許情報

- [A] 特許第 6954530 号「警報連動型防災システム」2021年10月4日 千葉寿、豊田朋範、古舘守通、藤崎聡美
- [B] 特許第 7170260 号「緊急防災ドッキングステーション」2022年11月4日 千葉寿、豊田朋範、古舘守通、藤崎聡美
- [C] 特願 2019-214632「通知システム、通知システムにおける制御装置、及び通知システムにおける制御方法」審査請求中 千葉寿、豊田朋範、古舘守通、藤崎聡美