

汎用警報システム(通称:WAN-WAN)の開発と展開

豊田朋範¹・千葉寿²・古館守通²・藤崎聰美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

我々が共同開発した汎用警報システム(通称 WAN-WAN: Wireless Alarm Network for Wide Area Notification)システム^{[1][2][3]}は、接点入力を備える基本モジュールを主軸として、市販のスマートスピーカ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。2020年4月から分子科学研究所の共同研究棟C棟クリーンルーム(以下クリーンルーム)が稼働開始したが、WAN-WANは2021年4月からクリーンルームで運用を開始し、順次拡張を続けながら順調に運用を続けている。クリーンルームにおけるWAN-WANシステム導入の必要性と監視対象イベント発生時の動作、並びに今後の拡張計画について報告する。

Key Words : WAN-WAN, クリーンルーム, LoRa

1. はじめに

我々が共同開発した汎用警報システム(通称 WAN-WAN : Wireless Alarm Network for Wide Area Notification)システム^{[1][2][3]}は、分子科学研究所の共同研究棟C棟クリーンルーム(以下クリーンルーム)で2021年4月から運用を開始し、順次拡張を続けながら順調に運用を続けている。クリーンルームにおけるWAN-WANシステム導入の必要性と監視対象イベント発生時の動作、並びに今後の拡張計画について報告する。

2. クリーンルームの構造と広範囲通知の必要性

クリーンルームは Fig.1 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。

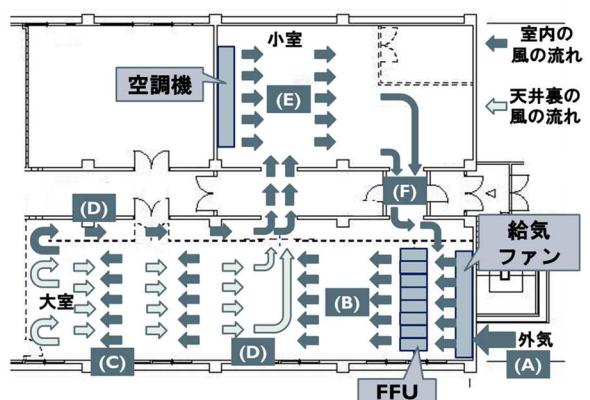


Fig.1: Air flow in clean room

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、共同開発した WAN-WAN システムを適用することで、課題の解決を図った。

3. WAN-WAN システムと基本モジュール

WAN-WAN システムとは、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。

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、電源供給用 Micro B タイプコネクタと DC ジャックを各 1 個搭載している (Fig.2)。

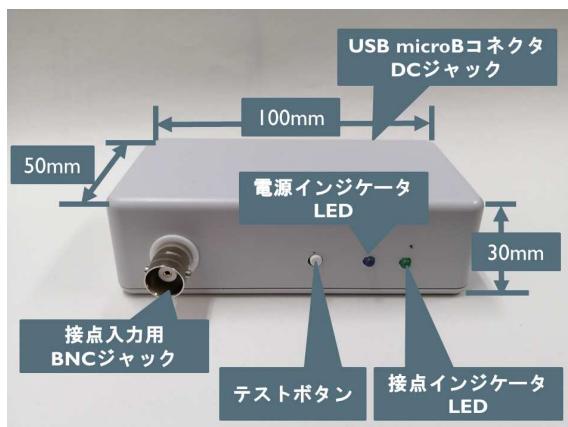


Fig.2: Basic module of WAN-WAN system

起動条件とした基本モジュールの接点入力が ON になると、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。

4. WAN-WAN システムのクリーンルーム警報システムへの適用

WAN-WAN システム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 Fig.3 に、例として窒素ボンベの圧力低下時の通知動作を Fig.4 に示す。



Fig.3: System configuration of clean room alert system (2nd stage) using WAN-WAN



Fig.4: Notification when the pressure of the nitrogen cylinder drops

ガスボンベの圧力計は接点出力を備え (Fig.5)、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、スマートライトが黄色で点滅する。



Fig.5: Connection with a pressure gauge

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、床面からの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、非常事態を外部に通知できるようにした (Fig.6)。警報ボタン

ユニットは LoRa(Long Range)無線 を搭載している。



Fig.6: Alert button unit with built-in LoRa

LoRa (Long Range) 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]。分子科学研究所のクリーンルームは、周囲をカラー鋼板で囲まれている入り組んだ空間で、洗浄用ドラフト室のように Wi-Fi や 4G 回線が圈外になるポイントもある。そのようなポイントでも、LoRa 無線 を使用することで、あたかも延長ケーブルのように通信距離を延長することが出来る。

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。マスターユニットには WAN-WAN 基本モジュールを接続しており、基本モジュールの接点入力を ON にして、システムを起動する。

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も調整している。

5. 関連ユニットの開発と今後の拡張計画

WAN-WAN システムを用いたクリーンルーム警報システムは、運用開始以降、窒素ボンベの圧力低下を 4 回、アルゴンガスの圧力低下を 2 回通知している(2021 年 12 月現在)。圧力低下はいつ発生するか分からぬいため、圧力低下の通知は、毎日の巡回や使用したい時に使用できないストレスから解放されると、担当者からも好評である。

クリーンルーム警報システムは、第 3 期でスマートスピーカを 2 箇所増設した他、-270°C～1800°Cの温

度計測が可能な熱電対ユニット(Fig.7)、床の水漏れを検出する水漏れセンサユニット(Fig.8)を開発した。いずれも基本モジュールと USB コネクタで直結でき、基本モジュールに電源供給が可能である(Fig.9, 10)。



Fig.7: Thermocouple unit



Fig.8: Water leak sensor unit



Fig.9: Connection between thermocouple unit and WAN-WAN basic module

策定中の第 4 期(Fig.11)では、搬入口上部に設置されたパトライトと、酸素濃度計を加える計画であり、クリーンルームの安全・安心な稼働と担当者のリソースを本来の業務に向けた環境づくりに貢献する所存である。



Fig.10: Connection between water leak sensor unit and WAN-WAN basic module



Fig.11: Concept of clean room alert system (4th stage)

6. 謝辞

本開発は、2019年度自然科学研究機構产学連携支援事業(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～2021年度川合所長奨励研究費の助成を受けて行われた。

基本モジュールとLoRa無線は、分子科学研究所と岩手大学との共同開発の成果であり、システムの配置・試験には近藤聖彦氏、高田紀子氏、木村幸代氏、石川晶子氏(以上、分子研)に協力いただいた。各位に深い感謝の意を表する。

参考・引用文献・特許情報

- 1) 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」 千葉寿、豊田朋範、古館守通、藤崎聰美
- 2) 特願 2018-156982 「緊急防災ドッキングステーション」 千葉寿、豊田朋範、古館守通、藤崎聰美

- 3) 特許第 6954530 号 「警報連動型防災システム」 千葉寿、豊田朋範、古館守通、藤崎聰美
- 4) 「クリーンルーム統合制御システムの開発－FFU制御ユニットとトラブル対策－」 豊田朋範、装置開発室 AnnualReport2020 p24～25