

分子科学研究所クリーンルームにおける施設運用の DX 化と機器開発

○豊田 朋範^{a)}、千葉 寿^{b)}、古舘 守通^{b)}、藤崎 聡美^{b)}、
木村 和典^{a)}、松尾 純一^{a)}、

^{a)}分子科学研究所 技術推進部、^{b)}岩手大学 理工学系技術部

1.はじめに

2020 年 4 月に稼働を開始した分子科学研究所 C 棟クリーンルーム(以下「クリーンルーム」)は、整備段階から DX 化を推進し、遠隔制御や異常事態発生時の早期・広範な通知を実現して、ユーザーやスタッフの安全性や利便性向上に大きく寄与している。

最近では、FFU(Fan Filter Unit)の風量自動制御をはじめとする夜間や休日など未使用時の消費電力削減や、イエロールーム照明消し忘れ対策など、電気料金の高騰や「現場あるあるミス」の対策を中心に展開を進めている。本稿ではこれらを中心に、クリーンルームにおける施設運用の DX 化と、関連する機器開発や測定事例を報告する。

2.クリーンルームにおける DX 化の推進

クリーンルームの清浄度の要である FFU(Fan Filter Unit)、外気を取り込む給気ファン、ドラフトの排気風量は、我々が共同開発した LoRa(Long Range)無線モジュールと ARM マイコンを集約した LoRa 版コア基板(図 1)を中心に構成した制御ユニット(図 2)で構成し、制御やステータス取得の遠隔操作を実現している。

また、窒素やアルゴンガスのボンベ圧力の低下、パーティクル量の増加、RIE(Reactive Ion Etching：反応式イオンエッチング)のフッ素ガス漏洩など、クリーンルーム設備使用時の条件悪化や非常事態を様々な手段で通知する警報システムは、我々が共同開発し、特許¹⁾を取得した WAN-WAN(Wireless Area Network for Wide Area Notification)で構築し、ユーザーやスタッフの安全性や利便性の向上に大きく寄与している。

近年、夏季の気温上昇と電気料金の高騰が著しい。また、奥まった位置にあるイエロールームにおいて、たびたび照明の消し忘れが発生する。このような施設運用の根幹の改善や「現場あるあるミス」対策は、スタッフの人力・手作業による確認や対処では限界がある。我々は、

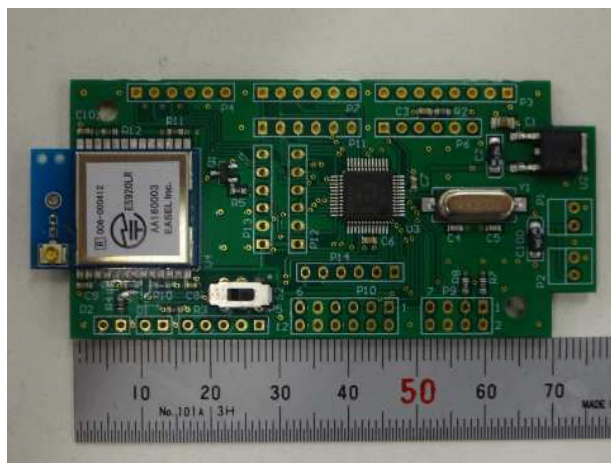


図 1：共同開発した LoRa 版コア基板

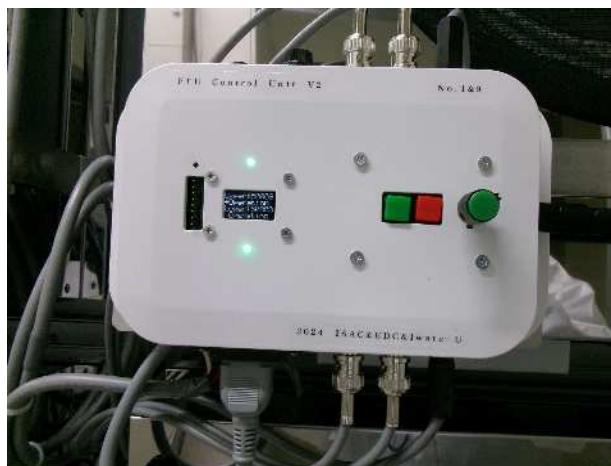


図 2：LoRa 版コア基板を中心に構成した制御ユニットの例 (FFU 制御ユニット V2)

これまでの開発と運用成果を基盤として、スタッフの手間や負担を削減し、効率的に施設を運用する対策を講じている。

3.LoRa 通信とリアルタイムクロックを用いた風量・差圧自動制御システムの開発

クリーンルームは 24 時間同じ風量と気温湿度で稼働しているが、実際の年間の運用時間は 1/3 程度と試算される²⁾。言い換えれば、2/3 は未使用であるにもかかわらず、FFU や給気ファン、空調を定格で運用していることであり、省エネルギーの観点から無視できるものではない。断続的な制御ユニットの改修により、FFU と給気ファン、ドラフトの LoRa 通信を用いた遠隔制御が可能となったことを受けて、これら制御ユニットを統括するマスターユニット V2 の開発に着手した。

マスターユニット V2 は、時計とカレンダーを内蔵し、電池によるバックアップも可能であるリアルタイムクロックを導入する。これにより、平日夜間や休日は原則 FFU や給気ファンの運用を抑え、施設の消費電力削減の一步となることが期待できる。

これまでの開発により、LoRa 通信を用いた FFU 制御ユニットの一斉制御により、FFU の風量を抑制すると同時にクリーンルームの差圧を最低限維持する両立が可能であることを実証できた(図 3)。また、リアルタイムクロック制御も確認できた。引き続きマスターユニット V2 の開発を進めている。

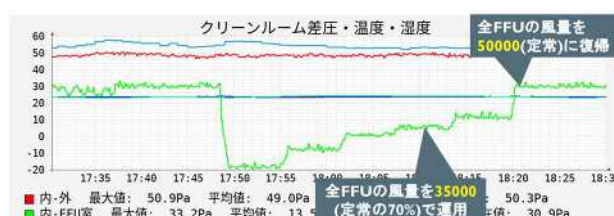


図 3 : LoRa 通信を用いた FFU と差圧制御の例

4.CdS セルを用いたイエロールーム照明の遠隔 OFF 制御の開発

クリーンルームにおいて露光などを行なうイエロールーム照明消し忘れが、スタッフの大きな負担となっている。光量の検出は様々なセンサがあるが、高精度が不要であれば、安価な CdS セルで十分である。しかしながら、CdS セルの光量検出は白色光を基準としており、イエロールーム照明の光量を検出できるかの検証が必要とされた。

我々は、シンプル版コア基板と CdS セルを用いた照度測定ユニットを試作し(図 4)、様々

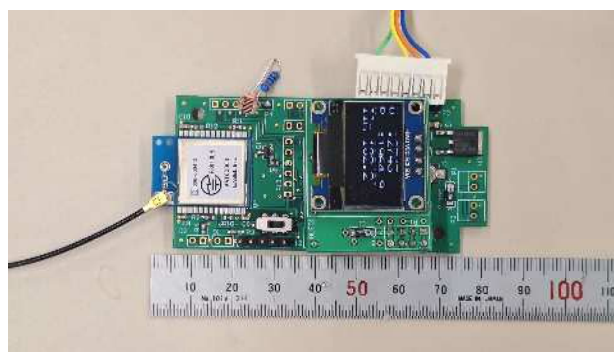


図 4 : 試作した照度測定ユニット

な条件でのイエロールーム照明の検出を検証した。結果、白色光より照度検出は低下するものの、照度検出は可能であることを実証した。これを基に、照度測定ユニットの開発を進めている。

参考・引用文献・特許情報

- 1) 特許第 6954530 号、特許第 7170260 号、特許第 7341426 号
- 2) 豊田朋範他、「クリーンルームにおける効率的な運用と省エネルギー化の試み」、第 48 回生理学技術研究会、発表番号 O-06(2026 年 2 月)