

工場内無線データ通信の安定化と広域化

電子科 長谷川和宏
 神谷理研株式会社 神谷文吾 小柳雅弘 平澤伸太郎
 森口慎也

Stabilization of the wireless data transmission in factory and broadening of system

Kazuhiro Hasegawa, Bungo Kamiya, Masahiro Koyanagi,
 Shintaro Hirasawa and Shinya Moriguchi

In the water supply remote monitoring system developed last year, the bit omission of radio frequency data was checked rarely. Since the system is under operation in a factory, it needs to improve immediately. Then, for the purpose of making bit omission into zero, we worked on the factor and measure and tackled improvement of the system towards stabilization of wireless data transmission.

Furthermore, aiming at broadening of a system, we developed the relay device etc. which work by the independent type electric power system using a solar cell. By using this device, the system management in the difficult outdoors of electric supply or network connection becomes possible, and it can expect the deployment to various systems.

As a result of carrying out system operation for more than nine months by the improved system, the bit omission of radio frequency data is not seen. Moreover, the developed relay device is also carrying out system operation favorably outdoors by the independent type power supply.

1. はじめに

企業工場内におけるネットワーク機能未搭載機器の『情報の見える化』及び企業内の省力化・生産性・利便性の向上を目的として、メッキ生産ラインの給水量や廃水処理設備の異常を監視するシステム¹⁾を平成22年度に開発した。これらは、メッキ生産企業の工場内で稼働中であるが、給水量監視システムのパルス計測デバイス（以下、前デバイス）において、無線データのビット落ちが稀に確認された。そこで、ビット落ちを限りなくゼロにすることを目標に、その原因や対策を検討し、無線データ通信の安定化に向けて既存システムの改良及び改良型給水量監視システムの開発に取り組んだので報告する。

また、システムの広域化を目指し、給電やネットワーク接続が困難な屋外等でのシステム運用に向けて、太陽電池と鉛蓄電池を利用した独立型電源システムで稼働する中継デバイス等を設計・製作し、薬品保管庫の温度監視システムを開発したので併せて報告する。

2. 開発方法

2. 1 システムの実現方法

前デバイスにおける無線データのビット落ちに関する問題点を図1に示す。制御用マイコンから32バイトの文字列を透過モードに設定したエンド・デバイス²⁾（以下、ZED）にUART経由で送信すると、受信側のコーディネータ²⁾（以下、ZC）でスペース1バイト分が抜けるビット落ちが発生する。送信時間間隔を通常の180倍となる20秒間隔（以下、加速試験）で調査したところ、数百回に1、2回程度の頻度でビット落ちの発生が判明した。

そこで、この対策として、図2に示すように①ZEDファームウェアを最新バージョンに更新してマイコンから文字列データを、②ZEDファームウェア



図1 無線データ通信の問題点

【報告】



図2 無線データ通信問題点の対策

アをAPIに変更してマイコンからパケットデータをそれぞれZEDに送信する方法を検討した。対策①はビット落ちこそなかったが、パケットが2つに分割される状況が前デバイス同様の頻度で発生した。対策②は実稼働3か月程度の加速試験を実施してもビット落ちの問題は発生しなかった。この結果を踏まえて、対策②の方法に再送機能を組合せた無線データ送信方法に制御プログラムを改良することで、安定化を図ることとした。

システムの広域化実現には、中継デバイスの設計が鍵となる。システム駆動に必要な消費電力や無日照日の連続日数を決定し、太陽電池や蓄電池の選定を行う。また、鉛蓄電池の長寿命化を図るため、低

消費電流・高効率のDC-DCコンバータを選定し、電源システムを製作する。

2. 2 デバイスの設計・製作

各デバイスの主要な構成パーツを表1に示した。

改良型パルス計測デバイスは、前デバイスからデータ保存用のSDカードモジュールを取り除き、液晶表示器を着脱式に改良した。マイコン組込み制御プログラムは、2. 1項の対策②に基づき改良を行った。

薬品保管庫の温度監視デバイスは、制御用マイコンやリアルタイムクロック（以下、RTC）、ZED、温度センサ等で構成した。

中継デバイスは、太陽電池、鉛蓄電池、定電圧レギュレータ、ショットキーバリアダイオードによる充放電コントローラ、DC-DCコンバータ、制御用マイコン、RTC、中継及びデータ送信用無線モジュールとなるルータ²⁾（以下、ZR）で構成した。太陽電池は最大12W出力、鉛蓄電池は12V、7.2Aと容量に余裕をもたせた。定電圧レギュレータにより充電電圧を調整し、ショットキーバリアダイオードを通して約14.3Vの定電圧で鉛蓄電池を充電することとした。過放電については、マイコンによる鉛蓄電池電圧の電圧監視で制御することとした。制御用マイ

表1 デバイスを構成する主要パーツ等

パーツ名称	型式	製造メーカー	使用デバイス
制御用マイコン	PIC18F452	Microchip Technology	全デバイス共通
リアルタイムクロック	RTC-8564NB	EPSON	
エンド・デバイス (ZED)	XBee S2	Digi International	改良型パルス計測デバイス
液晶表示器	SC1602BBWB-XA-GB-G	Sunlike Display Tech.	
IC温度センサ	LM35DZ	National Semiconductor	温度監視デバイス
デジタル温湿度センサ	DHT22	Aosong Electronics	
エンド・デバイス (ZED)	XBee PRO S2B	Digi International	
小型液晶表示器	SD1602HULB-XA	Sunlike Display Tech.	
定電圧レギュレータ	MIC29152	MICREL	充放電制御&中継デバイス
ショットキーバリアダイオード	1N5822	PANJIT INTERNATIONAL	
DC-DCコンバータ	LTC3588	Linear Technology	
太陽電池パネル：Max.12W	OSSM-SF0012	OptoSupply	
小型シール鉛蓄電池：12V 7.2A	PXL12072	GS YUASA	
ルータ (ZR)	XBee PRO S2B	Digi International	
3.3V用液晶表示器	TC1602E-13A	Linkman	
コーディネータ (ZC)	XStick ZB	Digi International	データ受信用PC

コンやZR等の2次側負荷への3.3V給電には、無負荷時数 μ A程度の低消費電流かつ高効率(85~90%)のDC-DCコンバータを利用した。

温度監視及び中継デバイスのマイコン組み込み制御プログラムは、割込みを利用して温湿度データや太陽電池及び鉛蓄電池の電圧を周期的に計測し、RTCと割込みにより一定間隔で計測データをパケット化し、パケットデータをUART経由でZEDやZRに送信するマイコン組み込み制御用プログラムを開発した。さらに、屋外での安定した無線データ通信を実現するために、電波状態が不安定な場合には、受信パケットのタイムアウト機能やZEDやZR無線モジュールのリセット機能を検証することとした。マイコン組み込み制御用プログラムの開発環境を表2に示す。

2. 3 監視アプリケーションの開発

給水量監視アプリケーションは、ZCが受信したパケットデータからデバイス情報、日時や給水量を抽出し、任意の複数デバイス情報を閲覧できる監視アプリケーションを機能追加した。

薬品保管庫温度監視アプリケーションは、ZCが受信したパケットデータから温湿度、太陽電池・鉛蓄電池の電圧や日時等の必要データを抽出し、データをCSVファイルとして保存し、一日単位で閲覧できるアプリケーションを開発することとした。

監視アプリケーションの開発環境を表2に示す。

3. 結果と考察

写真1に示したように開発した改良型パルス計測デバイスは、液晶表示器を着脱式としたことで、コンパクト化を実現した。このデバイスを本社工場に設置した改良型給水量監視システムのイメージを図3に示す。1個で4チャンネル監視できるデバイスを3か所に設置することで、巡回による給水量の確認作業を軽減できた。また、改良後の監視アプリケー

表2 開発環境

【マイコン制御用プログラム】	
開発環境	MPLAB IDE V8.63
開発言語	C言語 : CCS CコンパイラV.4.092
【監視アプリケーション】	
開発環境	Visual Studio 2010 Professional
開発言語	VB.NET, C#.NET



写真1 改良型パルス計測デバイス

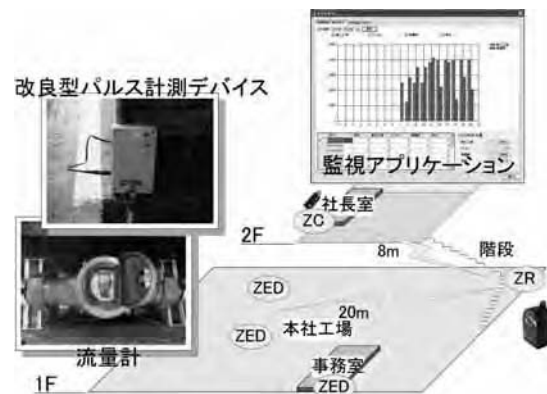


図3 改良型給水量監視システム

ションは、複数デバイスから任意のチャンネル数を選択して監視が可能であり、利便性が向上した。共同研究先の西テクノ工場では、システム実稼働中のため、前デバイスのマイコン制御プログラムのみの改良とした。

西テクノ工場では平成23年6月から再稼働後9か月、本社工場では平成24年2月よりシステム稼働開始後およそ2か月経過したが、共にビット落ちは確認されていない。加速試験結果より、ビット落ちの原因は透過モードの古いファームウェアと考えられる。

開発した温度監視デバイスを写真2に、中継デバイスを写真3に、温度監視及び中継デバイス、太陽電池パネルや鉛蓄電池を設置した薬品保管庫の温度監視システム全体のイメージを図4に示す。

平成24年2月上旬より1か月余り実証試験を行った結果、安定したデータ受信ができなかった。この原因としては、薬品保管庫が金属で囲まれた建物であり、電波状態が安定しなかったためと考えられる。

そこで、制御プログラムに受信パケットのタイム

【報告】

アウト機能やZEDやZR無線モジュールのリセット機能を追加し、さらに、ZEDやZRを送信出力と受信感度の高いXBee PROに変更した。改良後のデバイスによりシステムを再稼働したところ、現在まで安定した稼働を続けている。

4. まとめ

無線データ通信の安定化と中継デバイスの屋外稼働実現により、広範囲なシステム展開が期待できる。また、本システムは汎用的なシステムであり、様々な分野への応用も期待できる。

今後、成果普及を行いながら環境発電等、新たなシステム展開を探っていく予定である。

謝辞

太陽電池と鉛蓄電池を利用した充放電コントローラ設計にご助言いただいた有限会社エー・ダブル電子開発部長の渡辺明禎氏に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 長谷川和宏他：ネットワーク機能未搭載機器の遠隔監視に関する研究－ZigBee無線モジュールを利用した遠隔監視システムの開発－，静岡県工業技術研究所研究報告，第4号，77-78（2011）。
- 2) Digi International Inc.：XBee[®] /XBee-PRO[®] ZB RF Modules，62-120，Digi International Inc.（2009）。

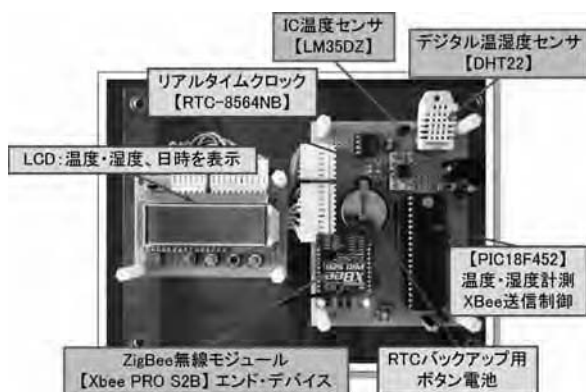


写真2 温度監視デバイス

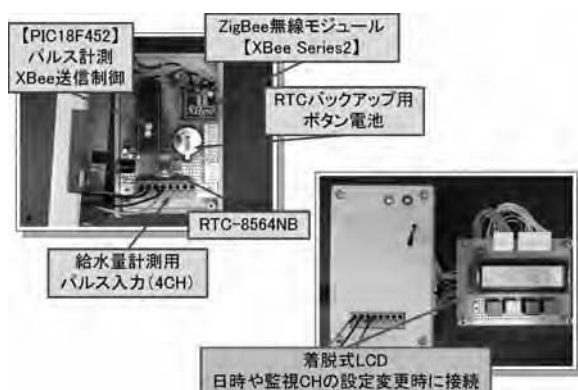


写真3 充放電コントローラ&中継デバイス

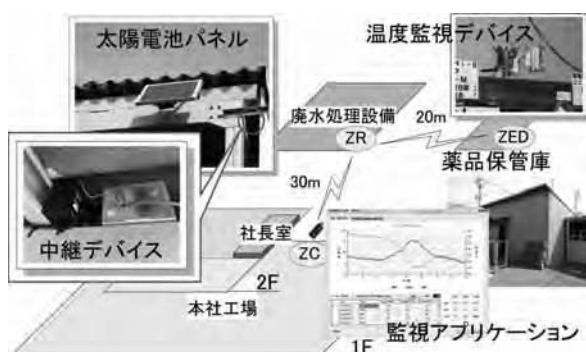


図4 薬品保管庫の温度監視システム