

芦屋大学論叢 第83号
(令和7年3月21日)抜刷

《研究ノート》

昆虫高速応答計測装置での移行システム検討

—Pokeys 57 E 導入検討での事前評価—

齋 藤 治

《研究ノート》

昆虫高速応答計測装置での移行システム検討

—Pokeys 57 E 導入検討での事前評価—

齋 藤 治

芦屋大学経営教育学部教授

1. はじめに

芦屋大学環境生理学実験施設に設置をしている昆虫行動記録装置は、光学式センサを使用し、昆虫の行動記録を時系列とともに自動的に保存をしている。筆者はこれまでこれら装置の開発や導入のための技術的側面から、積極的に研究ツールである各種装置の導入、エージェント的なアドバイスをもとに、各種計測装置の開発やこれらメンテナンスを一手に引き受けてきた。

本学で最初に計測装置を導入した当時の PC は、NEC 社製 PC 98 パソコンシステムで構成し、計測ボードを背面接続コネクタ拡張である PC スロットに挿入・接続をして行動記録のための制御ソフトウェアプログラムを作成し稼働をさせていた。昆虫活動に求められるセンシング時定数は当時、計測する時定数として PC が持つ標準的な内部コールプログラムを利用し、分解応答速度が 10 mS ほどの時定数であった。しかし、素早い昆虫行動の動きをキャッチするためには、反応速度としては、この時定数での遅さが当時は問題となっていた。そこで筆者は、PC 内部に装備する内部タイマ機能¹⁾を積極的に活用し、標準的な内部コールプログラムでの反応速度を 10 倍高速化した 1 mS の応答速度を持つセンシングプログラムを PC へ内製をし、高速アクセス機能を引き出すことによって当初付属していた標準的なプログラムコードでは計測不可能な領域での計装装置²⁾を拡張し、当初の目的を実現した(引用参考文献[2][3][4])。

年月の経過とともに NEC 社製 PC 98 製品の提供が終了をし、加えて周辺接続インターフェイスも WindowsOS ベースでの PC 環境へ全面移行していくこととなった。筆者は旧来の PC 98 環境を踏襲したデータ記録や処理システムを維持しつつ、計測装置システムが WindowsOS 上でも同等の稼働をするためのプログラム移植に取り組み、WindowsOS でのシステムでも、旧来の計測システムと同等の機能を有しつつ、ソフトウェアアップデート移植のワークを達成した(引用参考文献[5][6])。

しかし、昨今の頻繁な WindowsOS のアップデートや WindowsOS 10 のサポートの終焉にともない、従前からの PC スロットに拡張するためのメーカーからの計装拡張ボード提供³⁾は終了し、加えて従前のような PC 本体での計測スタイルそのものが、接続規格を含め、レガシー規格という位置づけとなり、現在の開発環境では利用継続のための部品供給も含め、ピリオド状態となっている。

このような中、これからの計装装置の導入指針としては、メイン PC の OS サイクル、あるいは PC の頻繁な規格変更に影響を受けない、独立した計装装置の接続スタイルが重要となってきた。筆者がこれまでおこなってきた、ソフトウェアコード改良にてコストパフォーマンスを図るような PC 内部タイマ装置を利用するソフトウェア設計手法では、レガシーなセキュリティ観点からも利用が困難となっているだけでなく、頻繁な OS のアップデートに伴う各種モジュールプログラムユニットの検証を含め、もはや拡張利用すること自体が困難となり、すなわち現時点で、レガシー PC 上でしか稼働しない環境となっている現況での次世代システムの構築は、待ったなしの状態となっている。

計測する PC 本体選定においても、サーバーやワークステーションのような常時稼働しても安定動作をする装置の入手自体も、レガシー環境でのスペック故、困難となってきた。

このような観点により、代替計装装置での検討としてリサーチしたところ、高速応答の 1 mS の応答速度を持つ PC 拡張ボード相当での性能がある計測ボードを見つけた。加えて、データロギングに必要となる、マルチチャンネル数を持ち、電気的な計装品位が高いことが判明した。今回は、移行導入にあたってのこれら性能調査についての報告をする。

2. Pokeys 57 E の特徴

2.1 日本産 PLC と同等性能を持つ抜群のコスパを誇る Pokeys 57 E がもつ特徴

高速応答時定数が 1 mS を持ち、いわゆる汎用カウンタ機能を持った計測装置としては、日本製品での計装ボードとして筆者がこれまでリサーチをした段階では、おそらくモーターエンコーダー用途のような回転数専用機能を有する計装ボードを除き、高速版での汎用カウンタ多チャンネル計装ボード製品は見当たらなかった。時定数 1 mS という応答速度のスペックは、いわゆる産業用 PLC 装置⁴⁾の内部で用いられる拡張カウンタ機能での応答速度処理性能が必要であり、一般的な計装装置での選択肢として、これらのカウンタを用いて利用するジャンルとしては、モータ回転数を制御するエンコーダ位相角制御、サーボモータエンコーダの位置決め用途などで必要となる領域に専用設計された製品群に位置する。

高速応答を必要とする装置は、ある意味で専用の電子回路を構成したユニットの機能として提供される。PLC 装置では、これらカウンタ回路のユニットは、通常、ラダープログラムによってプログラム結線された状態でシーケンサとして読み出すことで、汎用入力装置として導入することは、技術的に可能ではある。日本製 PLC 装置群では、既にこのようなインターフェイス回路とともに提供されたユニットとして、実用場面では、主に工場などの生産現場では多用されている。

ただし研究機関での小規模小ロット、という利用ケース事案では、これら機材購入のライセンス導入コストなどを総合的に鑑みるとコスト負担が大きい。産業界での工場生産現場では、相応の資本注入により、これら生産コスト投資という位置づけにあり、日本製 PLC 導入をするにあたり、本学での研究コストバランスシートを鑑みると、導入事前判定の段階で外れている。

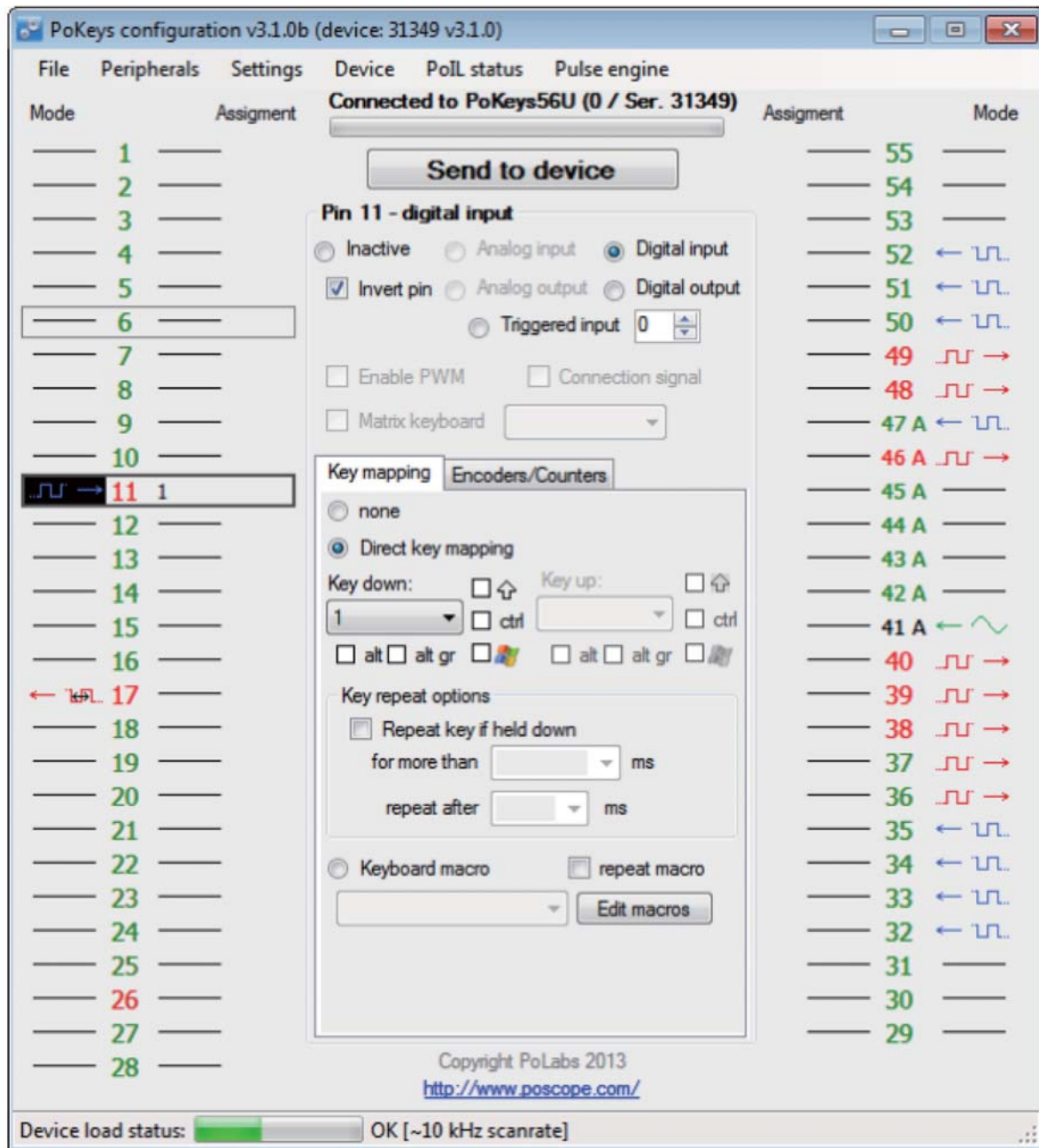
そのような中、これら PLC が持つ同等性能機能を持つ計装装置をリサーチしたところ、スロベニアにある PoLabs 社製 Pokeys 57 E の製品が目にとまった。2024 年 10 月現在、導入コストは現地通貨単位で約 60 € 程度（レート換算で約 1 万円程度）で入手でき、加えて同製品には、本学で必要となる各種基本計装機能を持つほか、日本国産 PC 拡張計装ボードのコストが約半分以下程度でこれら機能を有しているところに大きな魅力がある。

この Pokeys 57 E が持つ基本的なインターフェイスの概要は下記のとおり。(図 1, 図 2)

図 1 インターフェイス搭載 Ch 数と仕様（翻訳・抜粋 PoKeys user manual P 11 P 21）

デジタル入力数・出力数	55 Ch
デジタルカウンタ数	24 Ch
アナログ入力 Ch 数, 分解能	7×12 Bit
最大電源電圧	5.5 V max

図 2 Pokey 57 E 環境設定画面 (PoKeys user manual P 25)



2.2 Pokeys 57 E が持つ最大の特徴

筆者が PoLabs 社製、Pokeys 57 E の製品の存在を知ったのは、いずれレガシー WindowsOS の提供終了にともなう後継機種選定やソフトウェア移植のためであった。この原稿を執筆時点以前の 2013 年頃、PoLabs 社が提供する旧型番の Pokeys 56 U (USB 接続) と Pokeys 56 E (イーサネット接続) を当時、すでに筆者は入手をしていた。入手当時の Polab 社が提供するサンプルプログラム環境では、VisualC++2005 か 2008 開発言語環境バージョンが適切であり、筆者は当時、VisualC++2010 ベースでコンパイルをするものの、ライブラリリンク、インクルードのための設定パスが上手く通らなかった。筆者がその解決手段や原因を発見したのは、相応の時系列を要した。2013 年当時の Pokeys 56 E をはじめとする製品紹介ライブラ

リには、工作機械制御などの CNC 制御関連パーツが出ており、ミニファクトリーユースをターゲットとした、いわゆる実用一歩手前の制御装置として Pokes 56 E 製品が提供されていたことがわかる。魅力的なフライトシミュレーターのコントロールパネルプログラムが当時紹介されていたことから、この製品群が持っている製品の基本スペックの高さがわかる。

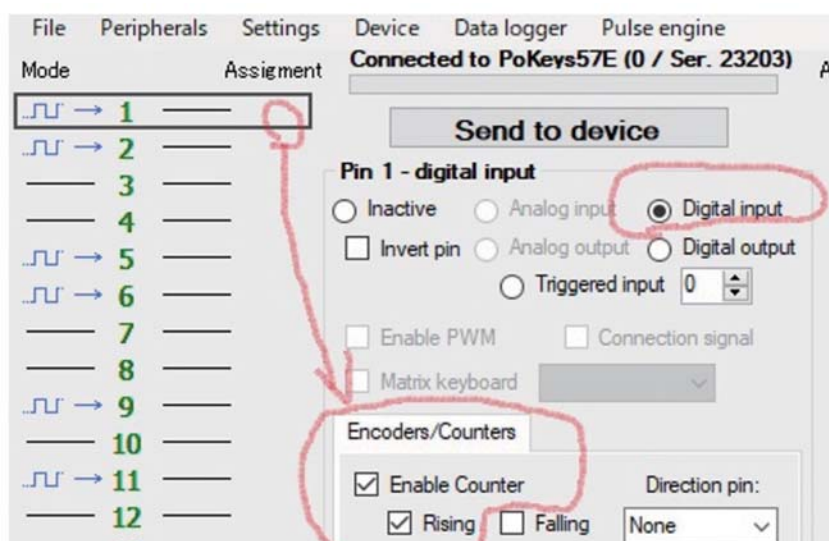
Pokes 56 E のカウンタモードで利用可能な設定チャンネル数は、全ての 55 Pin 信号のうちカウンタとして利用設定可能なチャンネル数は約半分の 26 Ch 分である。また、昆虫行動のデジタル信号のみではなく、A/D レンジ変換をした、例えば温度などのアナログ信号入力の設定モードがある。この Pokeys 57 シリーズでは、このボードそのものが、すでにマルチ入力や出力の設定が可能となる複合インターフェイス機能を持つ。研究計測用途の性能をそのまま落とし込んだ、いわゆる多機能 PLD (Programmable Logic Device) や FPGA (Field Programmable Gate Array) が内蔵された、小型 PLC と同等機能を持つ製品に仕上げられた複合ボードと位置づけられよう。

Pokeys 57 シリーズで用いられるコントロールの基本ライブラリは VisualC++ や VisualBasic などが提供するライブラリによって制御コードを記載でき、製品付属の基本アクセスプログラムだけでも簡易な動作利用は可能である。

2.3 Pokeys 57 E でのカウント設定

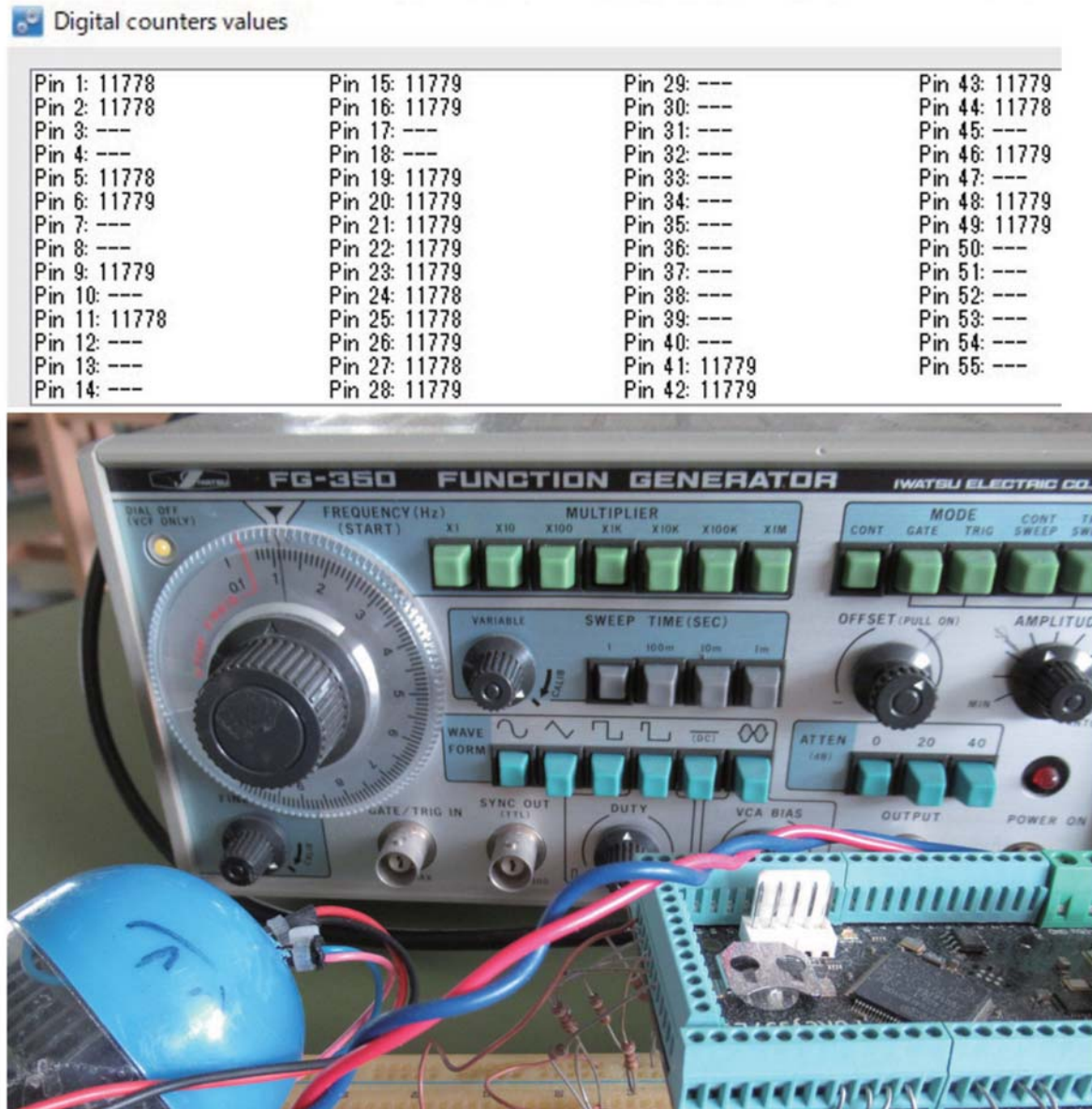
筆者は、NEC 社製 PC 98 で稼働していたプログラム設計当時から踏襲をしていた、ソフトウェアサンプリングの設計技法として、カウンタの動作は、信号のレベルセンスではなく、エッジセンス、すなわち信号の立ち上がりもしくは立下りのタイミングでカウント可否を定めることによりチャタリング誤動作を防ぐことができることは、すでにそのプログラミング技法として確立をしていた (引用参考文献[5][6])。この Pokeys 57 E での各 Ch 入力設定においても、カウンタモード、そして信号のエッジセンスの入力設定パラメータ項目があることは、確認済みである。(図3 エッジセンス設定画面)

図3 エッジセンス設定画面メニュー



カウンタ動作でのサンプリング応答速度は、方形波 1000 Hz 信号（電圧 0 to 5 V）を入力して、1 秒間に 1000 カウントのインクリーズすることを確認している。（図 4 1 KHz 入力時のカウント値）

図 4 1 KHz 入力時の 11 秒後でのカウント値と信号測定時の周波数ジェネレータ写真



ただ、Pokeys 56 E の製品においては、ある Ch に限り、ミスカウントをする Ch があった。おそらくこれは、内部プログラムの応答があるタイミング周期で一時的にカウンタ動作が追従していない可能性があるかと予想される。Pokeys 57 E においては、このようなことはなかったようで、Polab 社での Web 情報提供内容から、Pokeys 57 シリーズは、内部ロジック拡張などが行われ、プログラム動作の高速動作拡張が行われたとの情報記載があった。

3. Pokeys 57 E 実装設計前での ToDo・つまずき箇所

3.1 VisualC++2010 コンパイルリンクでのリンク環境設定でおこった長期間未解決箇所

筆者は、この原稿を執筆時点の少し前までは、テストプログラム Build の際、Pokeys 57 E が提供するライブラリプログラム⁵⁾のリンクパス設定などが上手くできていなかったためと思われる原因により、ソースコードビルトが長期間もの間、対応不明のため、作動をしていなかった。VisualC++2010 開発ツールでの開発環境設定は、コンパイル後での単独 EXE ファイル実行形式として有用となるインターフェイス画面が MFC スタイルを採用している。

具体的に作成計画にあるプログラムモジュールユニットとして、

- A) Pokeys 57 E モジュール内にストアした、サンプリング Ch での積算カウント値を定期的に読み込んで PC 画面へ表示するリアルタイムモニタ画面プログラム。
- B) 日付をまたぐ時点での日付積算カウント値表示および Day カウンタリセットプログラム。
- C) 計測動作中モードでの、遷移モードプログラム。
- D) 装置イニシャライズ初期設定環境プログラム（メンテモード）。
- E) 記録ストレージアクセスプログラム。

などのユニットプログラムを今後、順次コーディングしていく計画となっている。

3.2 従前システムとはシステム設計が異なるデータストレージデザイン

観測者がデータアクセスで一番重要となる記録ストレージへのアクセスは、ネット上にあるデータストレージファイルにエクセルファイルなどからアクセス可能なテキストデータとして保存をする記録書式を採用する計画である。ネット空間は、閉塞 LAN 内でのローカルサーバーを現時点では検討をしている。停電時やその他ネットアクセスが Busy となったときでも極力データロスエラーを防ぐためのシステム設計が基本的には望ましい。その手法として UPS 無停電電源装置で稼働させるデータストレージがシステム形式では最強の選択肢ではあるが、UPS 装置といえども電池交換などの定期的保守費用が発生するため、あまり導入することを積極的には考えていない。私のデザインでは、計測中での Pokeys 57 E 本体のみ無停電となるような小規模な 5 V フローティング電源方式を採用の予定である。ネット上にアクセスするデータサーバでのストレージについては、無停電対応でのミニ PC を入手できた場合を除き、商用電源モードでもレコード可能な対応プログラムを現時点では検討をしている。Pokeys 57 E では、データロガーモードとなるストレージデータへの定期的サンプリング出力機能を有しており、この機能を使うのであれば、LAN 環境を含めた無停電電源環境で動作させる必要があるためである。カウント値を定期的にポーリングする機能の設計とするならば、無停電電源系システムの投資はある程度、緩和省略可能な選択肢に落とし込むことが可能となる。

4. 性能と評価結果

本稿執筆途中時点で、Pokeys 57 E とのデバイス通信プログラムが動作可能となった。エラーの詳細は、リンクファイルのバージョン相違が原因であった。筆者はコンパイル段階での記述コマンドエラーはないのにビルドができない、というエラーメッセージから考えられる対応策について検討をした。最近になって OS へ標準搭載がされた Microsoft の Copilot⁶⁾ 窓にて動作しない原因などを尋ねてみた。具体的な質問事項

として、ビルドエラーメッセージのエラー番号やコメント内容についての記述と対応について Copilot へ質問をした。Copilot からの回答では、直すべき回答箇所の指摘として、やはりファイルが格納されているファイルの位置、リンク登録のあたりを確かめて、ということであった。旧来から使っていたファイルバージョン、最近リリースされたファイルバージョンの内容が微妙に異なっていたとは、開発ワーク時点で、筆者は気づかなかった。最新ファイルでは、リンクのとき、内部参照となる DLL ライブラリと紐づけられる TLB ファイル⁷⁾ の記述スペルも異なっていて、これが参照不可能というエラーメッセージの主原因となっていた。

MFC プログラム開発コーディング環境下では、筆者は動作確認のためのブレイクポイントなどを設定し、1 つ 1 つステップ動作を確かめながらのコーディングを進めている。これは、どの箇所でエラーとなっているかをコメント欄にしていねにレコードしながらコード記載を進めている。間違ったファイル引用のトリックに筆者が気づいたのは、Copilot ツールが指摘した際、困りました、という Copilot から回答されたキーワードから、筆者はどこに間違いがあったらこのようなエラーとなるのかを大局的に考察した結果であった。根本的に全く異なったファイルバージョンが違うことを確定したとき、エラー問題が解決した瞬間となった。

実際のシステムプログラム作成スタイルとしては、機能動作を都度、確認しつつ、プログラムのコーディングを進めていく。これは当初の設計どおりの性能が維持ができているかどうかを検査するワークと同時進行となる。データサンプリングは長期間（長い場合は数ヶ月連続）稼働するシステムのため、見えない箇所でのエラー影響は実務場面での研究データロスに大きくダメージを与える。そのためにも、想定されるエラー事象には、極力、何らかのプロテクションを勘案した設計が小さなプログラムコードの中にも、都度、求められている。

5. まとめ

本報告では、Pokeys 57 E を用いた昆虫行動の高速応答計測装置の代替装置として、移行すべき機種の設定や評価の概要について論じた。筆者は現執筆時点で、やっと VisualC++2010 での正しいライブラリリンク設定段階にたどり着いた。これから計測サンプリングに必要な各種通信プログラムやプロトコルに基づいた設定コード記述をおこなっていく。計測システムの動作俯瞰イメージとしては、ネットワークで複数に分散化された各 PC 装置から、計測ターゲットデータが格納されている Pokeys 57 E 内部にストックされたカウントデータを定時刻ごとに読み出し、ストレージファイルに転送するプログラムをコード記述していく。またこの計測データは従前、バイナリ書式であったのを今回から変更し、標準的な CSV テキストデータとして記録・読出しすることを検討している。

比較的短時間での停電時の際、フローティング電源として 5 V 程度の、いわゆるモバイルバッテリーなどを用意することで、従前のようなワークステーションの再起動モード設定や、定期的なバッテリー交換を必要とする UPS 装置を不在にできることは価値が大きい。また、適切な IP アドレス設定や LAN ケーブル配線による接続スタイルでは、ローカル LAN 範囲のみだけではなく、グローバルな WAN 接続においても拡張可能な構築可能性を秘めている。こうした多様なデータロギングの拡張性が可能となる Pokeys 57 E 導入での汎用性と拡張性のメリットが存在している。

研究用インキュベータは、照明や温度タイマ設定などをオーダーメイド仕様で発注するため、その付加装置設計装着がコストアップとなっていることを聞いている。Pokeys 57 E が持つ各種制御機能をフル活用す

るシステム設計として設計導入をするのならば、トータルシステム設計として、相応のコストダウンが可能と予想される。研究ツールとしてのこれら装置導入での、PCを含めたトータルな仕様設計や導入場面で、今後も多方面からの技術アプローチで情報収集に努めていきたい。

<注釈>

- 1) 内部タイマ機能…通称、インターバルタイマとよばれる機能を作動させるための内部プログラムの仕組みで、設定時刻毎に定期的な割込プログラムを作動させて目的動作を行うために用いる。1 mS 設定でのデータサンプリングに用いている。
- 2) 計装装置…デジタル信号入力やアナログ入力など計測対象目的によって PC へ接続するための各種装置がある。デジタルデータロガー機能を持つ装置が本対象での基本的な選択肢としての選定範囲となっている。
- 3) 計装拡張ボード提供…Interface 社から提供するシリーズが、製造提供の停止となった。他社では、Contec 社などが提供する現有継続ボードなどがある。
- 4) PLC 装置…PLC (プログラマブルロジックコントローラ, Programmable Logic Controller) は、生産設備など大規模な設備、エレベータ、自動ドア、遊園地アトラクションなどで利用される制御装置。
- 5) ライブラリプログラム…プログラム作成にあたり、ハードウェアにアクセスするための参照エントリーとなる固有プログラム群。Pokeys 57 E と通信する部分を含めたさまざまなプログラムコールにより目的動作をさせる。
- 6) Copilot…Microsoft 社が提供している AI アシスタント機能。プログラム作成途上でのエラー原因となる背景抽出に BigData から必要箇所を拾い上げて提示され、見直すべき箇所での確認場面で、大きな時短効果となった。
- 7) TLB ファイル…COM や DCOM オブジェクトプロパティとメソッドに関する情報を、実行時に他アプリケーションからアクセスできる形式で格納するバイナリ ファイル。今回、このファイルバージョンが異なっていたので動作しなかった。

<引用・参考文献>

- [1] Polabs Web Page : <https://www.poscope.com/product-category/pokeys-io-devices/> 2024 年 11 月 5 日現在.
- [2] 齋藤治：昆虫行動記録ソフトウェアの応答高速化 2005 (H 17) 年 3 月 芦屋大学論叢 41 号 PP.31-36.
- [3] 齋藤治：光学式昆虫行動記録装置の開発 2005 (H 17) 年 6 月 芦屋大学論叢 40 周年号 PP.181-194.
- [4] 齋藤治：光学式昆虫行動記録装置の開発(2)2005 (H 18) 年 3 月 芦屋大学論叢 43 号 PP.119-130.
- [5] 齋藤治：昆虫活動記録装置の高速計測システムソフトウェア移植 2010 (H 22) 年 12 月 芦屋大学論叢 54 号 PP.11-20.
- [6] 齋藤治：C++MFC によるアクトグラムソリューションの移植構築 2014 (H 26) 年 1 月 芦屋大学論叢 60 号 P P.53-61.