

温度成層風洞における計測システムの自動化

松島, 啓二
九州大学応用力学研究所技術室

<https://hdl.handle.net/2324/1961331>

出版情報 : 九州大学応用力学研究所技術職員技術レポート. 13, pp.49-53, 2012-03. Technical Service Division, Research Institute for Applies Mechanics, Kyushu University

バージョン :

権利関係 :

温度成層風洞における計測システムの自動化

松島 啓二

要旨

温度成層風洞の計測システムは、温度計・流速計等のセンサーを取り付けたトラバーサを計測点まで移動させ、センサーからの出力データを収録するシステムである。しかし、トラバーサ制御機能とデータ収録機能が分離独立しており、使用上の不便があった。またデータ収録機器の高経年化という問題を抱えていた。今回、Visual Basic 6.0 と Excel VBA を用いて、トラバーサ制御機能とデータ収録機能を統合し、複数座標における計測を自動化する新しい計測システムを構築した。

キーワード：計測・制御・自動化・Visual Basic

1. はじめに

風力エネルギーの有効利用、および大気環境の調和と保全のためには、我々の生活圏である地表に近い大気に現れる様々な流れの特性を十分に把握する必要がある。地表に近い大気、すなわち地球大気の鉛直構造における最下層（海拔0mから1-2km程度）にあたる大気境界層は、地表面からの熱や摩擦の影響により気温や密度が鉛直方向に変化する成層した状態にある。温度成層風洞（正式名称：大気海洋システム解析実験設備、1992年3月建設）は、気流の温度分布と床面の温度を変えることにより様々な成層した流れを再現し、大気境界層に関する種々の実験研究を行うための設備である。

近年、この温度成層風洞における計測システムを構成するデータ収録PCおよびA/D変換ボードの高経年化が問題となっていた。また、当該システムは1度の操作では1座標をしか計測できず、利便性に乏しいシステムであった。そこで、新規にPCを導入し、1度の操作で複数の計測点を順次に計測してデータを収録する自動計測システムを構築した。

本報告は、温度成層風洞における自動計測システムについて述べる。

2. 計測システムとその問題点

2. 1. 計測システムの概要

温度成層風洞における計測システムの模式図を図1に示す。本システムでは、任意の計測点へ移動できるトラバーサに下記のセンサーが取り付けられている。

- 冷線抵抗温度計 DANTEC 55M 20 の冷線プローブ
- 定温度型熱線流速計 DANTEC 56C17 の熱線プローブ
- デジタル温度計の気流用熱電対（平均温度モニター用）
- 超音波流速計のプローブ（平均速度モニター用）

従来の計測手順では、まずデータ収録 PC においてサンプリング周期・入力レンジおよび計測時間等を設定する。次に、トラバーサ制御システムの操作画面（図2）に計測点の座標を入力し、トラバーサを移動させる。冷線温度計、熱線流速計から計測点における気流の温度変化や速度変化に応じて電圧が出力されるの

で、これらの変動成分を A/D 変換ボードでデジタル化してデータ収録 PC に取り込む。また、気流の平均速度・平均温度を確認するために、気流用熱電対と超音波流速計の出力も同時に採集する。取り込み時間は 1 計測点につき 100~120 秒程度である。データ収録後、次に計測したい点の座標をトラバーサ制御システムに入力し、同様に出力データを収録していく。

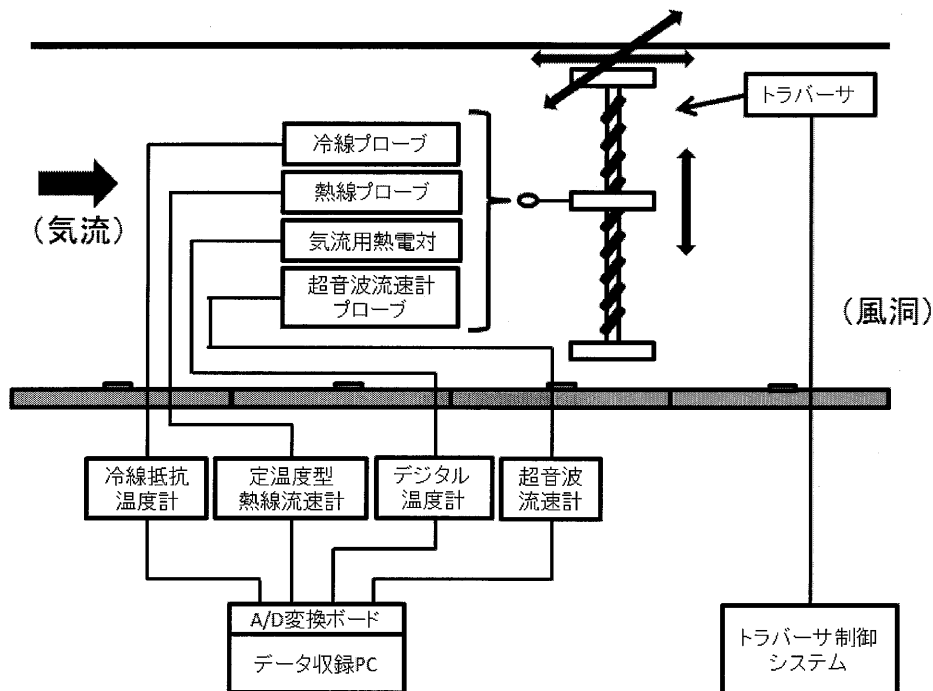


図 1 温度成層風洞における計測システムの模式図

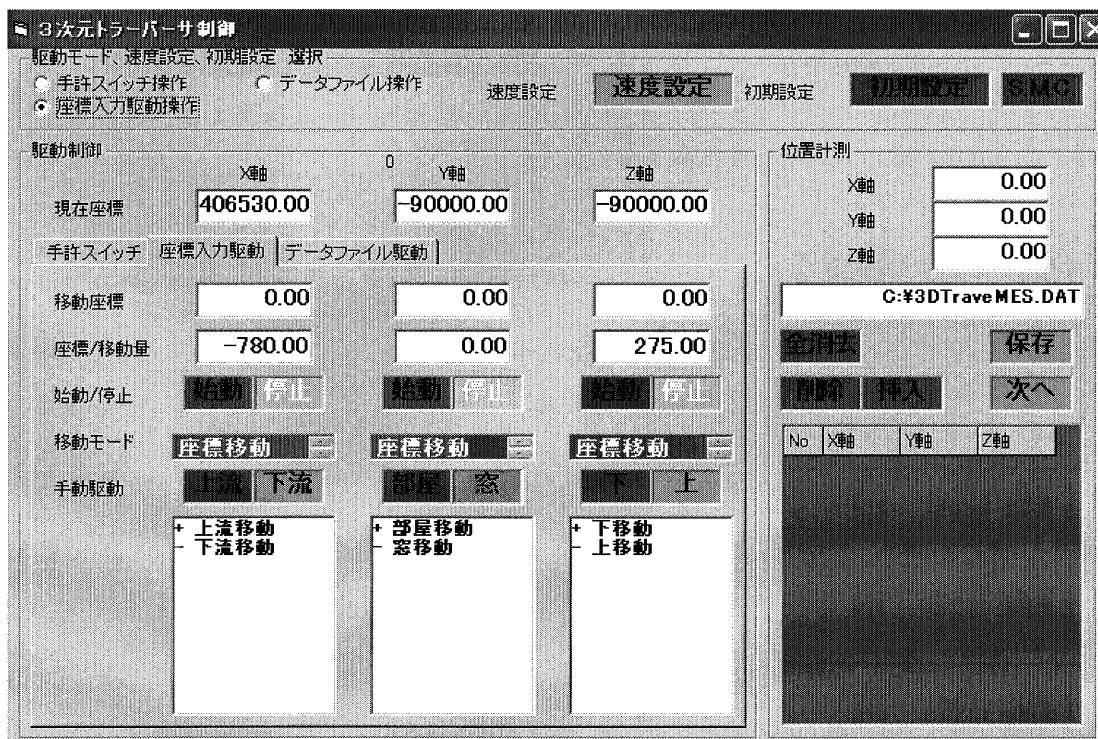


図 2 従来のトラバーサ制御システムにおける操作画面

2. 2. 計測システムの問題点

データ収録 PC には A/D 変換ボードを搭載した Microsoft 社製 Windows 3.1 機が用いられているが、この製品は生産終了して久しく、万一故障した場合、修理・部品交換の目処が立たない状態である。しかし、当該 A/D 変換ボードおよびデータ収録ソフトは XP 以降の Windows 機では動作しないため、新機種への移設も容易ではない。また、トラバーサ制御システムは複数座標への移動を時間制御する機能を持たず、1 座標の計測ごとに操作を要するため、多数の座標を順次計測するにあたっては、非効率であった。

3. 自動計測システムの構築

前章の問題点を解消するために、新規導入した PC (OS : Windows XP、A/D 変換ボード : Interface 社製 PCI-3135) 上に、トラバーサ制御システムとデータ収録システムを統合した自動計測システムを構築した。本システムは、トラバーサ制御プログラムおよびデータ収録プログラムを Microsoft Excel VBA (Visual Basic for Applications) によって操作する構成となっている。トラバーサ制御プログラムおよびデータ収録プログラムの記述言語は、Microsoft Visual Basic 6.0 である。

Visual Basic は、Microsoft 社が開発した、主に Windows 向けのアプリケーションを作成するためのプログラミング言語、ならびに統合開発環境である。あらかじめボタンや入力欄といった GUI (Graphical User Interface) の部品が用意されており、これらを配置しイベント (マウスでクリックするなど) 発生時の処理を記述することで、GUI ベースのアプリケーションを開発できる。VBA は、Excel や Word といった Microsoft Office のアプリケーション群で利用できるプログラミング言語である。VBA を使用することで特定の操作手順を自動化したり、独自の GUI を作成したりすることが可能である。また、VBA は Visual Basic をベースにして開発された言語であり、Visual Basic プログラムと連携した処理が容易に実現できる。

3. 1. トラバーサ制御プログラム

トラバーサ制御プログラムの操作画面を図 3 に示す。本プログラムはヴァゴ社によって開発された。操作画面において、いずれかの軸の [移動量] 欄に座標成分を入力して [始動] ボタンを押すと、トラバーサが当該軸の入力座標まで移動する。[現在座標] 欄にはトラバーサの座標がリアルタイムで表示され、[移動座標] 欄には移動先の座標が表示される。

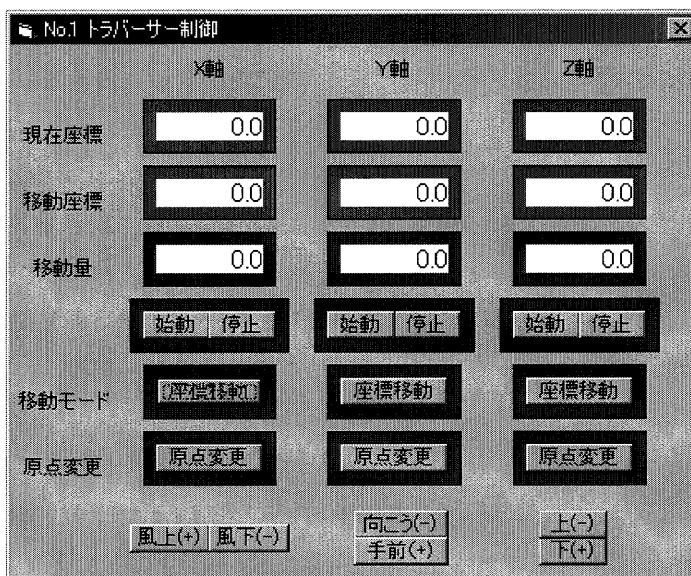


図 3 トラバーサ制御プログラムの操作画面

3. 2. データ収録プログラムおよび A/D 変換ボード

データ収録プログラムの操作画面を図4 (a) に示す。本プログラムは、別の実験設備のために作成されたプログラムを温度成層風洞向けに修正したものであり、A/D 変換ボード PCI-3135 を制御して A/D 変換を行う。さらに、波形表示、出力データのファイル保存といった機能を備える。図4 (b) に示す設定画面ではデータ収録に関する諸設定を行うことができる。操作画面の[変換]ボタンを押すと、各センサーから PCI-3135 の各チャンネルに出力されている電圧を、諸設定に従ってデジタル化して収録していく。収録中は各チャンネルの電圧値を波形または数値で表示し、収録後は平均値を図4 (c) に示す平均値画面に表示するので、風洞内における流れ場の概略を監視しながら実験を進めることができる。

A/D 変換ボード PCI-3135 は、PCI バスに準拠した高精度 16 ビット A/D 変換製品であり、Interface 社より提供されている。Windows アプリケーションから本製品を制御するための DLL (Dynamic Link Library)、および Visual Basic 5.0/6.0 において当該 DLL を利用するためのチュートリアルも当社より提供されている。DLL とは、アプリケーションがその実行時に利用できるプロシージャを集約したプログラム部品である。プロシージャとは、プログラムにおいて、一連の処理を一まとめにしたものである。例えば、PCI-3135 による「サンプリング条件を設定する」「サンプリングを開始する」といった機能を実行するプログラムコードがそれぞれ 1 個のプロシージャとして記述され、DLL に格納されている。Visual Basic などのプログラム中で、この DLL を使用するための宣言文を記述し、そこに収められているプロシージャを呼び出すコードを記述すれば、PCI-3135 を制御することができる。

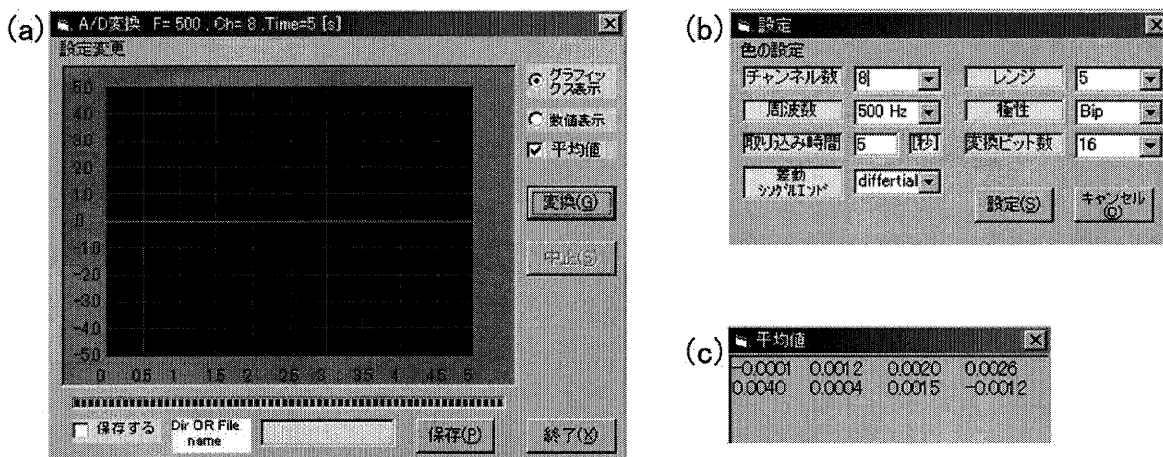


図4 データ収録プログラムの操作画面 (a)、設定画面 (b) および平均値画面 (c)

3. 3. 自動計測システム

自動計測システムは、前述した2つのプログラムを Excel VBA によって操作することで、複数座標における計測の自動化を実現する。VBA プログラムから Visual Basic によって作成したプログラムを利用することは容易である。Excel に付属している Visual Basic Editor 上で [ツール] → [参照設定] を開き、Visual Basic プログラムの実行ファイルや DLL ファイルを登録すれば、当該プログラムのプロシージャを呼び出して使用することができる。

VBA プログラムを記述した Excel ファイル (図5 (a)) を開くことで、本システムを使用することができる。当該ファイルを開くと、トラバーサ制御プログラムの操作画面、データ収録プログラムの操作画面および図5 (b) に示す A/D 変換の設定画面が表示される。A/D 変換の設定画面において設定を行うと、図5 (c) に示すメニューバーが表示される。計測点の座標を Excel に入力して、最初の計測点の X 座標を入力したセ

ルにカーソルを合わせてメニューバーの [開始] ボタンを押すと、計測が開始される。自動計測システムは、アクティブなセル（現在カーソルが置かれているセル）とそこから右の列へ続く 2 セルまでを X・Y・Z 軸の座標として読み取り、トラバーサ制御プログラムを使って、トラバーサを座標が示す位置へ移動させる。そして、設定された待ち時間が経過した後、データ収録プログラムを使って A/D 変換を行ない、出力データを収録する。この時、A/D 変換の設定画面における [張り付けるチャンネル] で指定されたチャンネルの平均値を、Z 座標が入力されたセルの右側に続くセルに書き込む。また、同画面において [全データを保存する] にチェックが入っている場合、収録した全データを CSV ファイルとして保存する。データ収録が完了すると、アクティブなセルを 1 行下へ移動させ、同様の処理を繰り返す。アクティブなセルが空欄であれば、そこで処理を終了する。

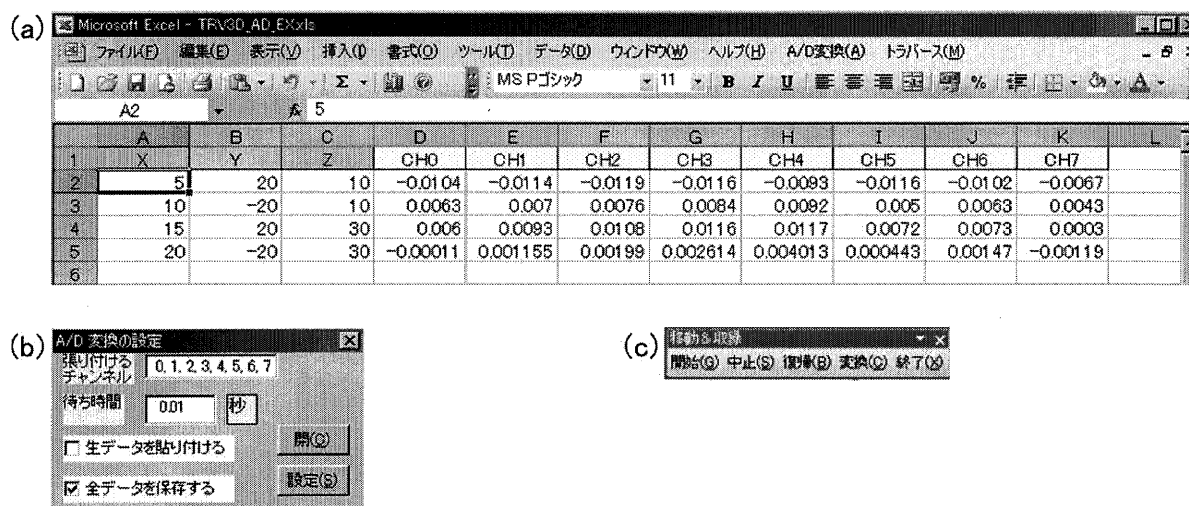


図5 自動計測システムの Excel ファイル (a)、A/D 変換の設定画面 (b)、メニューバー (c)

4. まとめ

温度成層風洞における計測を自動化する自動計測システムを導入した。本システムは、現在流通している機種上で動作するため、システムの保全性が向上した。また、本システムは、1 度のパラメータ入力で多座標における計測を自動的に行うことが可能であり、実験の効率化に繋がることと期待される。

本システムは Visual Basic および Excel VBA によって構築されている。Windows を利用した計測・制御において、Visual Basic は、GUI 作成を簡易化し、Office 製品との速やかな連携を可能にする。その上、計測・制御機器メーカーのサポートがある場合も多いため、今回のような計測システムを構築するに当たって適した開発言語・開発環境であるといえる。

謝辞

自動計測システムの導入および本稿の作成に当たり、ご教示・ご協力いただいた新エネルギー工学部門風工学分野・烏谷隆准教授、技術室・杉谷賢一郎氏に厚く御礼申し上げます。

参考文献

杉谷賢一郎 (2003) : 温度成層風洞における計測システム. 九州大学応用力学研究所技術職員技術レポート, 4, 23-30.

Visual Basic による AD 入門書, 株式会社インターフェース