

課題情報シート

課題名：	自動制御モデルプラントの開発		
施設名：	沖縄職業能力開発大学校		
課程名：	応用課程	訓練科名：	生産システム技術系
課題の区分：	開発課題	課題の形態：	開発

課題の制作・開発目的

(1) 課題実習の前提となる科目または知識、技能・技術

機械系：機械加工技術、CAD/CAM/CAE 技術

電気・電子系：計測制御技術、コンピューター応用技術、デジタル電子回路設計技術

情報系：計測制御システム構築技術、生産管理システム構築技術

(2) 課題に取り組む推奨段階

機械系：標準課題終了後

電気・電子系：標準課題終了後

情報系：標準課題終了後

(3) 課題によって養成する知識、技能・技術

機械系：製品開発における筐体材料選定の知識や筐体のデザイン、設計技術、加工技術を身に付けます。

電気・電子系：計測制御システムの構築技術、コンピューター制御技術、センサ・アクチュエーターの利用技術を身に付けます。

情報系：ものづくりを中心とした製品開発におけるプログラミング技術の応用力を身に付けます。

(4) 課題実習の時間と人数

人数：8名（生産機械システム技術科3名、生産電子システム技術科3名、
生産情報システム技術科2名）

時間：972時間

本課題はプラントのメンテナンス業務等を行っている企業より、社内研修等でプロセス制御を学習するための自動制御モデルプラントの開発依頼を受けて取り組んだ課題です。企業側では、現在社内研修で実機プラントを用いたプロセス制御の研修は行っていないとのことでした。また、企業側から、「実機プラントは、ベテランの方しか触れることができないため、経験が浅い人でも、実機プラントに近いシステムで学習できる装置の必要性を感じている。」との意見をいただきました。そこで、本課題では実機プラントの制御を、擬似的に体験できる自動制御モデルプラントの開発を行いました。本システムの開発にさきがけて、企業側とのミーティングを行った結果、以下のような要望が挙げられました。

・制御方式として ON-OFF 制御や PID 制御等が学べること

- ・外乱を含んだシステムの制御が学べること
- ・むだ時間要素や多重遅れを含んだ複雑なシステムの制御が学べること

本課題では上記要望を参考にシステムの構成を検討した結果、モデルプラントとシミュレーターの2つの自動制御実習装置の開発を行いました。

課題の成果概要

1) モデルプラント

本装置は実機プラントに使用されている調節計、センサー、アクチュエーター等を使用し、水の温度制御や流量制御を行うことで、実機プラントの制御を疑似的に体験できます。本装置の制御方法はコントローラーの選択により調節計による制御とパソコン（以下、「PC」という。）による制御があります。モデルプラントの外観図を図1、及び基本仕様を表1に示します。



図1 モデルプラント外観図

表1 モデルプラント仕様

大きさ	D720×W1200×H1800[mm]
質量	150[Kg]
制御対象	温度制御/流量制御
使用電源(AC)	100V/200V
制御タンク容量	27[l]
熱水タンク容量	27[l]
貯水タンク容量	120[l]
調節弁	入力 4~20[mA]
調節計	1 LOOP 2 PID 制御方式
ヒータ	三相 200[V]
温度センサー	測温抵抗体
渦流量計	出力 4 ~ 20mA, 範囲 0.4 ~ 4[l/min]
温度調節計	入力 DC1~5[V],出力 4~20[mA]

本装置の制御対象は、温度制御と流量制御の2種類があり（図2、図3参照）、それぞれの制御対象についてP制御、PI制御、PID制御の特徴を学ぶことができます。

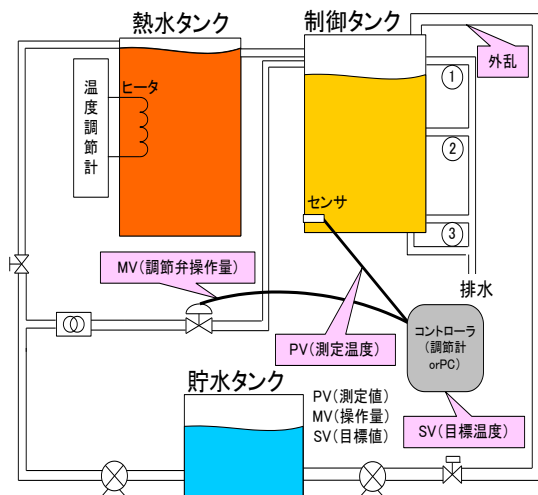


図2 温度制御

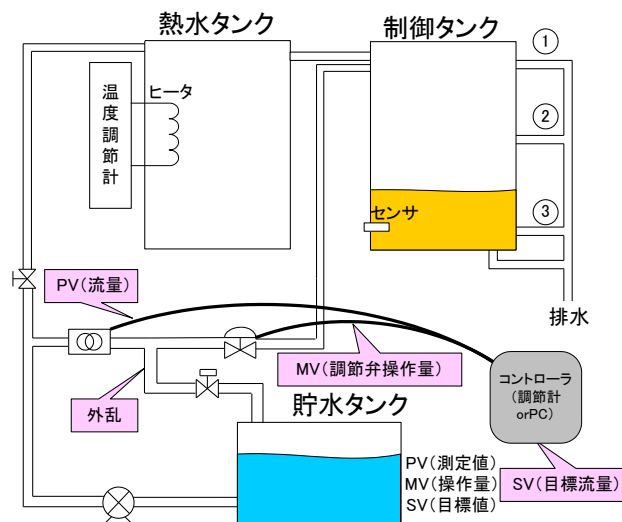


図3 流量制御

2) シミュレーター

モデルプラントでは、実現することが難しいむだ時間要素と多重遅れ要素などを含んだ複雑な制御対象の制御シミュレーションが体験できます。シミュレーションの方法には調節計による方法と PC による方法があります。

調節計にはウェハと呼ばれる演算機能ブロックが内蔵されており、これらのウェハを組み合わせることにより、P 制御、PI 制御、PID 制御等の制御機能を実現することができます。また、むだ時間ウェハや遅れ要素ウェハ等を組み合わせることにより、シミュレーション時の制御対象を等価的に構築することができます。

表2 シミュレータの仕様

大きさ	D340×W167×H250[mm]
質量	約 7～8[Kg]
通信 インタフェース	USB : A/D,D/A 変換用 RS-232C : PC-調節計間通信用
PC	Vostro™ 1510、メモリ : 1GB ディスプレイ : 15.4 インチ
調節計	1 LOOP 2PID 制御方式

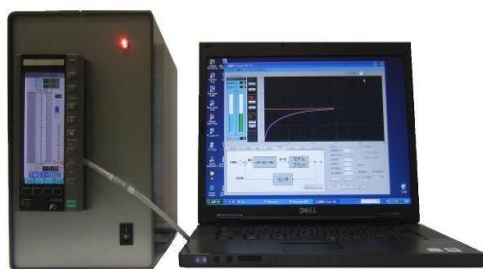


図4 シミュレーター外観

PC のプログラミングには Visual Basic® を使用しました。開発したアプリケーションプログラムの機能として、ウェハ結線機能、結線図を調節計へ書き込むダウンロード機能、調節計内部の結線図を PC へ読み込むアップロード機能、計測データを画面表示するトレンド機能、PC をコントローラとして使用する場合の PID 演算機能等があります。自作したアプリケーションによるウェハ結線図を図 5 に示します。

シミュレーションを行う制御対象は、調節計のウェハ結線により構成します。制御対象の出力データは、A/D 変換器により PC へ入力し、入力したデータは PC 上へグラフ表示します。また PC 上のコマンドボタンにより、制御対象の時定数等のパラメータの設定を行いま

す。自作したアプリケーションプログラムによるシミュレーション結果を図 6 に示します。

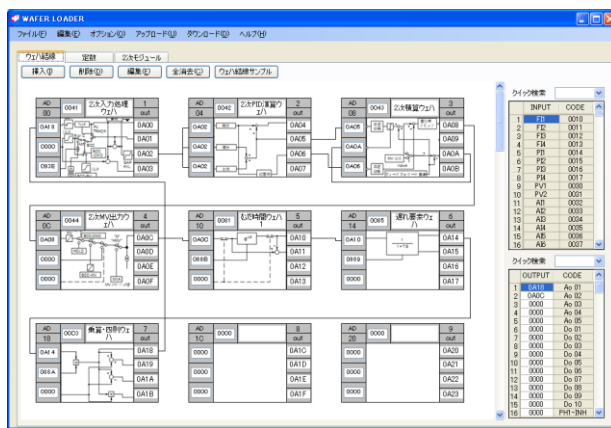


図 5. ウェハ結線図

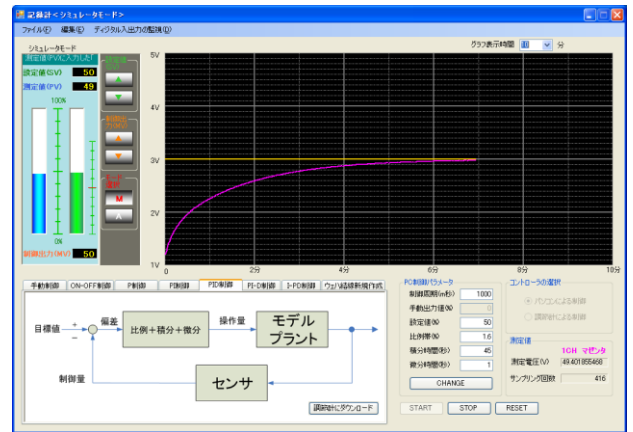


図 6. シミュレーション結果

課題制作・開発の訓練ポイントおよび所見

本課題は企業から依頼を受けて取り組んだ課題です。開発したシステムはプラントメンテナンス業者の社員研修を行う際に使用する自動制御実習装置ですが、大学等で行う自動制御実習においても十分活用できるシステムです。学生へ課題を提示する場合は“いつ”、“どこで”、“誰が”その実習装置を使用するのかといった“場の設定”を明確にする必要があります。そのため本課題に取り組むに当たっては、企業の指導的立場にある方、及び研修受講者の立場にある方を交えて意見交換会を行いました。それによって、指導する側の視点から見た本システムのあるべき姿、及び受講する側の視点から見た本システムのあるべき姿を学生にイメージさせながら開発を行いました。

本課題が企業側から依頼されたテーマということもあり、また、開発の各段階で企業側とのミーティングを通して本課題へ取り組むことの意義や達成感を学生自身が実感できたと思います。また開発の最終段階では、企業のプラント制御の指導的立場の方を交えて動作検証を行う中で、現場におけるプラント制御のノウハウ等を伝授してもらった良い機会を得ることができました。

応用課程におけるワーキンググループ方式による“ものづくり”のプロセスの一部として製品の企画・開発について以下にポイントを示します。

養成する能力 (知識・技能・技術)	課題制作・開発のポイント	訓練（指導）ポイント
<p>○ コミュニケーション能力の向上 コミュニケーションによる認識の変化から新たなアイデアの創出力を養います。</p>	<p>◇ 製品開発の目的 ・ 開発する実習装置は“いつ”、“どこで”、“誰が”使用するのかといった「場の設定」を行います。</p>	<p>● 企業側とのミーティングを通して指導する立場の視点、及び研修を受講する立場の視点から問題点や疑問点を浮き</p>

養成する能力 (知識、技能・技術)	課題制作・開発のポイント	訓練（指導）ポイント
<p>○ 製品企画・開発力の向上</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 製品開発の目的を明確にし、目的を達成するための仕様を考える力を養います。 ・ 仕様をもとに機能の実現に向けた専門技術の応用力を養います。 ・ 完成した製品の評価方法を身に付けます。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 「開発する教材のあるべき姿」をイメージさせます。 <p>◇ 具備すべき機能</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 開発の目的、製品のコンセプトをもとに製品の具備すべき機能を考えます。これをもとに製品の仕様を作り上げます。 <p>◇ 製品の評価方法</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ユーザーの視点から見た評価方法について考えさせます。 	<p>彫りにしていきます。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ミーティングを通して問題発見能力、問題解決能力を身に付けさせます。 ● 実際のプラントを見学することによって開発するシステムのイメージを明確にさせます。 ● 実際の現場の指導的立場にある方を交えての動作検証を行います。 ● 本装置を使用した実習で何を学ばせるのかを明確にさせます。 ● 取扱説明書等ドキュメントの作成能力を身に付けさせます。

課題に関する問い合わせ先

施設名 : 沖縄職業能力開発大学校
住 所 : 〒904-2141
 沖縄県沖縄市池原 2994-2
電話番号 : 098-934-6282（代表）
施設 Web アドレス : http://www.ehdo.go.jp/okinawa/index_pid_28.html