

# 計測制御エンジニア会 活動状況

## 1. 計測制御エンジニアとは

計測制御エンジニアとは公益社団法人計測自動制御学会（SICE）が認定する資格であり、計測と制御を基礎とする技術者が計測自動制御学会の審査に合格したときに認定されます。

## 2. 計測制御エンジニア種別

- (1) 計測制御エンジニア：企業での実務を通じてリーダーとして活躍しているエンジニア。
- (2) 計測制御エンジニア補：計測制御の基礎知識および実地経験に基づいた知識をもったエンジニア。
- (3) 計測制御エンジニア（アカデミック）：計測制御の基礎知識を持ち、その分野を研究している大学院生。

## 3. 計測制御エンジニア会および目的・メリット

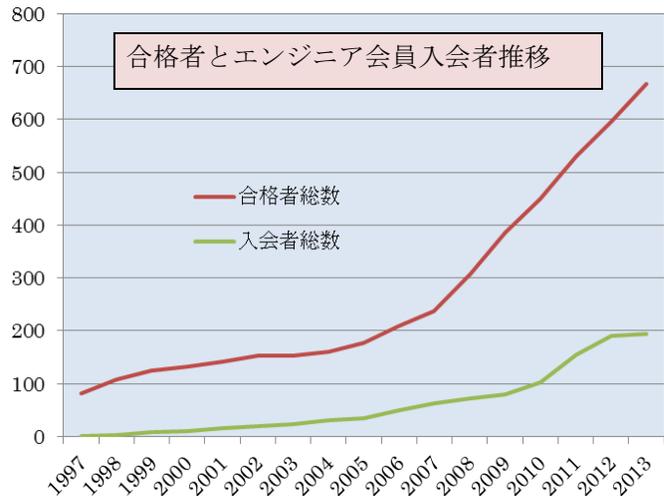
計測制御エンジニア会はSICE認定資格の計測制御エンジニア試験合格者が参加できる会です。

目的：計測制御技術に携わる人の知識研鑽の場を提供し、計測制御エンジニアの社会的地位の向上をめざします。

メリット：知識の研鑽の機会となり、また、産官学や異業種の方と交流が図れます。

## 4. 計測制御エンジニア会体制・会員推移

会長	江木 紀彦
副会長	曾禰 寛純、新 誠一
理事	木村 政仁、尾花 英夫
幹事	坂本憲昭、佐藤博司、 高津春雄、須田能充 新倉 知雄、中沢親志、 池谷祥宏、淵 昌彦



## 5. 活動状況

- (1) 計測制御エンジニア総会：毎年10月or11月に産業応用部門大会に合わせて開催
- (2) 計測制御エンジニア講座：毎年開催 20名～40名程度参加  
実際の工場や研究所で計測制御技術の習得と見学会を実施する。過去には、ガス・石油精製・自動車業界・鉄鋼・化学・JAXA航空宇宙、スマエネ等について開催しました。
- (3) 「〇〇とは」の会（勉強会）：「スマートエネルギーネットワークとは」「雷対策とは」等開催。
- (4) 自動制御連合講演会：若手を中心に毎年発表を行っている。
- (5) 訪問：研究所や工場を訪問して専門以外の情報に触れる機会を提供します。



# エンジニアリング業界の計測制御エンジニア

## 1. はじめに

巨大プラントの投資金額は数百億、数千億円に達するものもある。扱う機器の数は数百機、部材は数万種、数十万点にもおよび、トータル重量は数十万トンとなる。プラントを設計・建設する専門企業をプラントエンジニアリング企業と称し、製品ではなく製造装置そのものを作っている。

プラントを身体にたとえると、計測・制御の仕組みは神経系と頭脳に相当する。計測・制御はプラントの状態を可視化しプラントの運転を自動化することにより、プラントを正常に、安全に、且つ、効率よく操業することに寄与する。

## 2. プラントの建設について

エンジニアリング企業が取り扱うプラントは、エネルギー関連・石油化学原料関連・医薬関連、加工組み立て産業や物流、社会インフラ関連など幅広い。

エネルギー・石油化学産業のプラントは大規模な構造物であり、高温高圧の反応や低温での分離などを利用して原料から製品を製造する装置(工場)である。従い、内部の構造は複雑で建屋、反応器、蒸留塔、各種機器、タンクとそれらをつなぐ配管があり、プラント全体をコントロールする計測・制御系の機器と通信線もはしている。

大型の1つのプラントに設置される計器数は数千以上、電気・計装のケーブル総延長は数百万mにも達する。各種設計図面や関連文書を紙の量で表現するとキングファイル数千冊になる。



東洋エンジニアリング株式会社

鈴木 剛



石油・石油化学



エネルギー、水処理、医薬、物流、環境

## 3. プロジェクトの流れとエンジニアリングについて

プラントの寿命は30年以上のものもある。多くの構成部品から成り立ち長期間に渡って稼働する製造装置を建設するには様々な技術が必要である。工学的な技術以外にも契約や調達や輸送、それから、進捗や工程を管理したりすることも必要である。

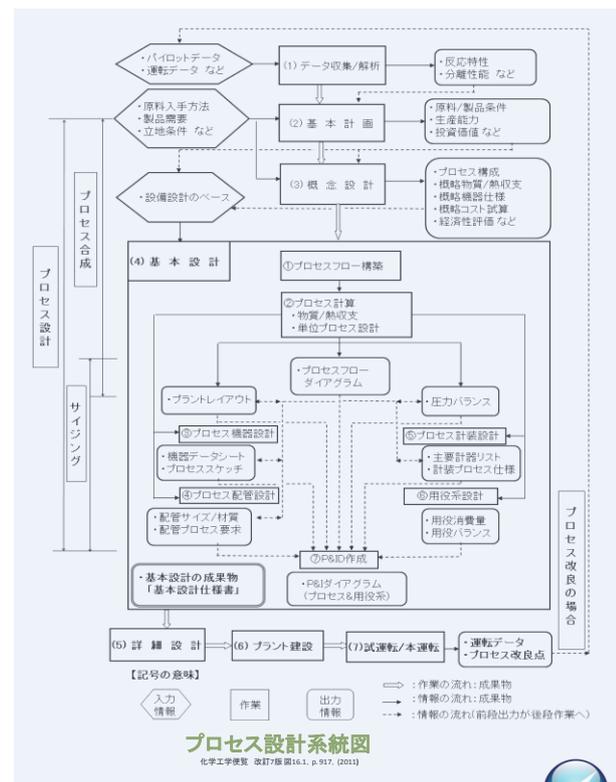
プラントの建設は、

- ・ FS(フィージビリティスタディ)
- ・ 基本設計
- ・ 詳細設計
- ・ 調達
- ・ 検査・輸送
- ・ 建設/工事
- ・ 試運転・性能確認

と進んでゆくが、各段階で検討し設計したことを次の段階で引き継ぎながら詳細化・具体化してゆくことになる。

これらの業務をスケジュールやコストも考えながら進めてゆくことがエンジニアリングである。多種多様な技術・知見をインテグレート(統合)して高品質のプラントを予定通りに建設して引き渡す能力がエンジニアリング企業の本質である。

もちろん、計測と制御(計装)では、プラントが稼働するための基本的な構想から建設・試運転に至るまでの工事や据え付けと運転関連まで取り扱うことになる。



# エンジニアリング業界の計測制御エンジニア

世界には、  
無限のロマンが待っている

GLOBAL IDENTITY



## 4. 計測制御エンジニア, その業務

プラントを安全に安定して高効率で稼働させるには計測と制御が必要である。プラントの状態を把握するには計測が重要でありさまざまなセンサーが用いられ、運転を継続するには制御が重要である。制御システムとプラント内の操作端(制御弁や回転機の制御など)がある。

- ・対象プラントに適した計測・制御の仕組みを考えて設計仕様を決めて選定を行う、
- ・必要な計測機器・制御システムの見積もりや購入を行う、
- ・プラントへ設置するための工事の設計を行う、
- ・設置された計測機器・制御システムのテストを行う、
- ・プラントの運転を支援する、

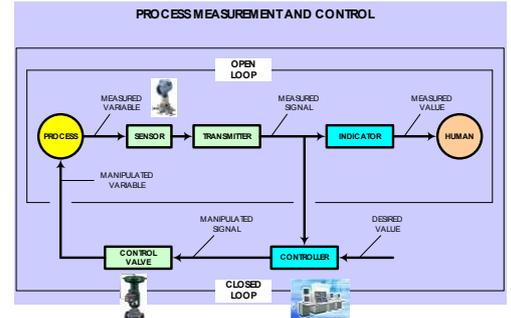
等を他のプロセス設計・配管設計・機器設計・電気設計・建設/工事・試運転、および、プロジェクトを取りまとめるメンバーと共同で行う。

## 5. 計測制御エンジニアの役割と求められる資質

計測制御のエンジニアは専門分野の知識と経験を持つことはもちろん必要であるが、その他にプロセス、配管、電気、機械、工事のような関連する分野の知見と理解が必要となる。プラントの仕組みや構成する装置の理解をしてはじめて有効な計測と制御が行える。

また、多種多様な人々と協力して上手くプラントを作り上げてゆくという共同作業であるので、コーディネーション能力、プロジェクトの方針の理解といったことも必要であり、更には顧客、メーカ、エンジニアリング、工事パートナーなど海外の方々との共同作業も多いために異分野・異文化の理解や協調も必要な資質となる。

## 計測と制御



## 輸送と建設



## 6. キャリアパス

エンジニアリング企業内で計測制御エンジニアの専門分野の経験がある程度積んだ後のキャリアパスには以下のような場合が多く見受けられる。

- ・専門技術を軸に経験・知見を伸ばして計測制御分野を担当しチームをリードするエンジニアになる。
- ・プラント設計建設全般へ知識を広げていく(プロジェクトエンジニアリングマネージャー、プロジェクトマネージャーになる)。
- ・海外関連企業のエンジニアリングマネージャーとして海外のメンバーを指揮する。

この他、営業や企画立案などの分野に進む場合もある。

## プラントサイト



## 7. おわりに

計測・制御の仕組みは神経系と頭脳に相当するが、その仕組みは近年のデジタル化、ネットワーク化の大幅な進展によりますます高度化・高機能化している。プラントの設計の中でもデジタル化、ネットワーク化の恩恵を一番受けているのは計測・制御であり常に進化している。

プラントの生産(運転)は、計測と制御システムとそれを取り扱うオペレータや保全担当の人間系との協調であり人間系+機械系で成立する。その点でも計測制御エンジニアは複雑なものを対象とする役割である。

このように、対象分野は進歩が大きく複雑であり、多くの国籍の人達との共同作業であるが、それだけにやりがいがあるのではないだろうか。長期間の業務の後に完成したプラントを見るのもよいものと感じる次第である。

## CADと実プラント



# 都市ガス業界の計測制御エンジニア

東京ガス(株) 淵 昌彦  
No. 0100A

都市ガス業界の計測制御エンジニアは、都市ガスの製造分野、供給分野、営業消費設備分野、研究開発分野等様々な部署で活躍しているが、ここでは供給分野の紹介を行う。

## 1. 都市ガス供給設備とは

東京ガスは首都圏を中心に1都8県、約1000万件のお客様に都市ガスを供給している(図-1)。都市ガスをお客様に安定して安全に供給するためには、①5万Km以上にのぼる高圧・中圧・低圧導管の集中監視による安定的なガスの輸送・供給、②地震時における安全確保のための被害場所の特定と保安処置、③遠隔での監視・制御を実現するための大規模な設備を適切に設計・建設・維持管理することが求められる。

## 2. 供給設備の特徴

都市ガスの供給は、図-2に示すように、まず工場でLNG(Liquefied Natural Gas: 液化天然ガス)を主原料に、気化・熱量調整・付臭といったシンプルな工程により都市ガスを製造した後、効率よくガスを供給するために、高圧導管(2MPa~7MPa)にて、各地域に輸送する。その後、各地域に設置したガバナ(高圧⇒中圧減圧装置、中圧⇒低圧減圧装置)により、表-1に示す区分(高圧・中圧・低圧)に減圧して、最終的にお客様にお届けしている。ガバナ(減圧装置)は自力式なので、遠隔による計測制御機能が故障した場合においても、ガスの供給継続は可能である。需要の急激な変動や緊急時には、遠隔制御による主要ガバナの設定圧力の変更や工場の製造量を変更することにより、安定的なガスの製造供給を実現している。

都市ガス供給における計測制御上の特徴として、

- (1) ガス供給設備を24時間365日稼動継続
- (2) ガス供給量が時間や季節で変動(図-3)
- (3) ガス製造工場、減圧設備(ガバナ)、ガスホルダー(ガスタンク)、そしてすべてのお客様がパイプラインで接続された非常に大規模な設備(図-4)が挙げられる。



図-1：都市ガス供給エリア

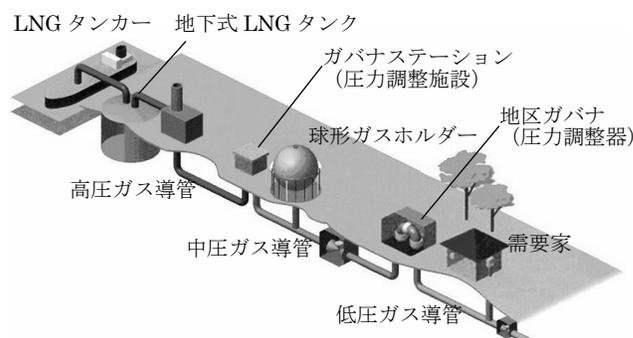


図-2：都市ガス製造供給フロー

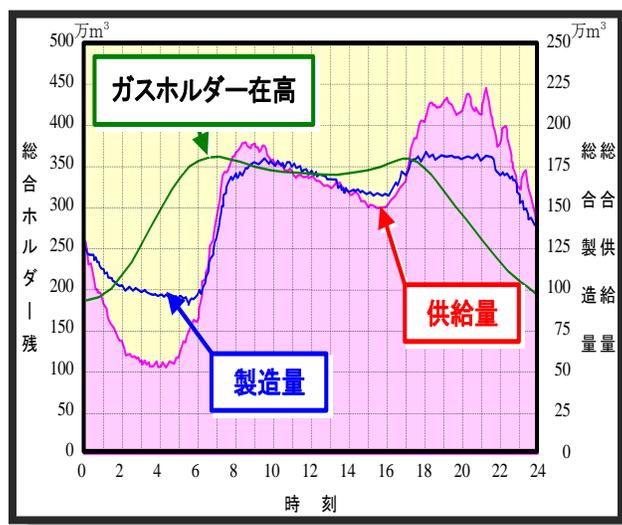


図-3：ガスの製造供給量推移

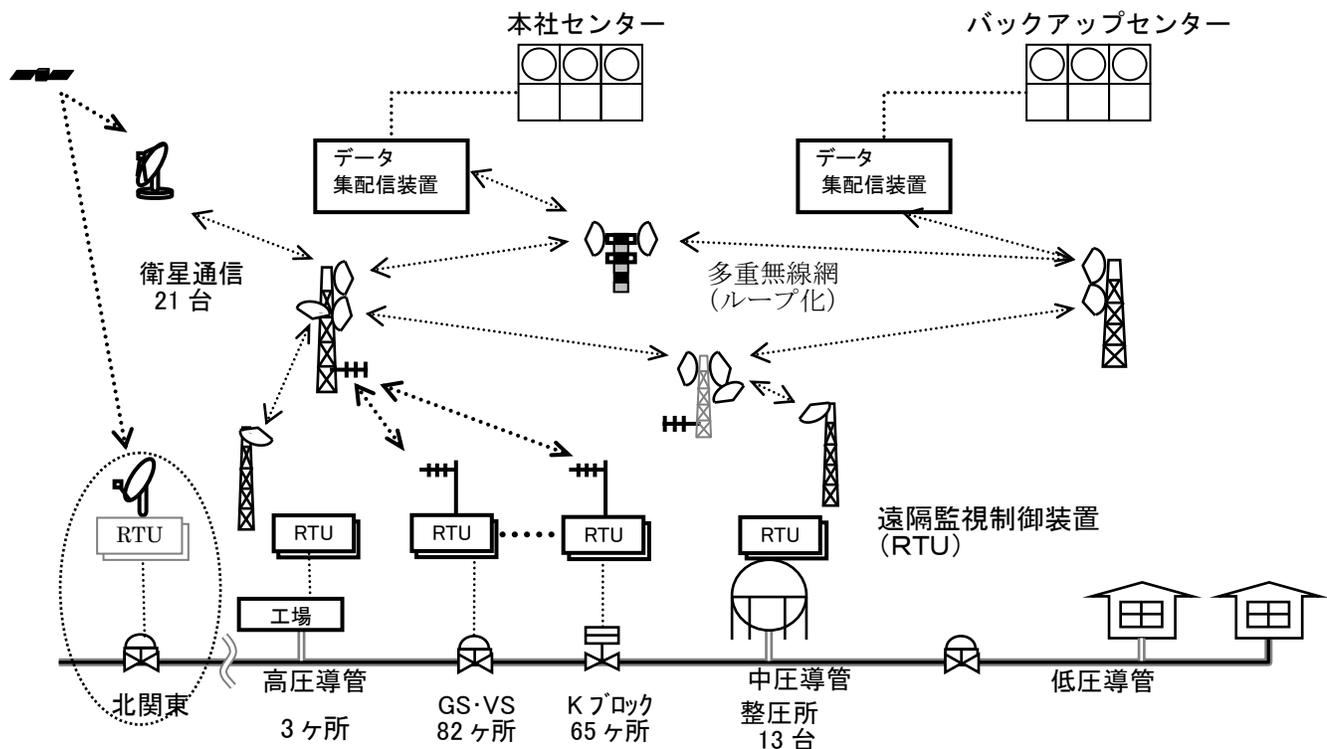


図-4：遠隔監視制御システム

システムに求められる条件

- ①24 時間稼働や地震に耐えうる信頼性
- ②供給エリア全域から大容量のデータを収集・配信する高速性
- ③遠隔制御・監視設備の増減に対応可能な柔軟性
- ④オペレータの負荷を軽減する高機能等の実現

### 3. 計測制御エンジニアの役割

都市ガス業界の計測制御エンジニアは、これまでに述べてきたような特徴を持つプロセスの計測制御を行うためのシステムの設計・建設・試運転およびオペレータの教育を図-5に示すような手順で実施している。

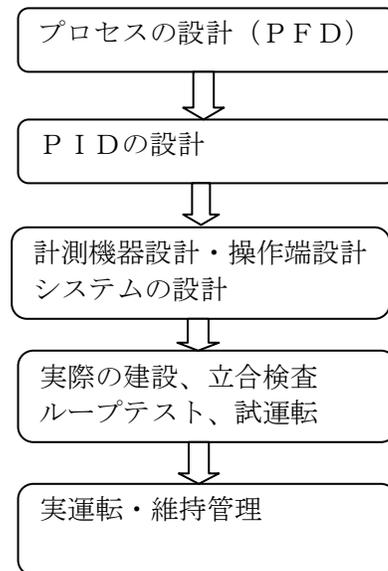


図-5：設計の流れ

### 4. 計測制御エンジニア実務の勘所

- (1) 人間（メーカーやユーザー）と人間を繋ぐ  
コミュニケーション力
- (2) プロセス（制御対象）を詳細に知る力
- (3) 着実な計測の実施
- (4) 再現性のあるプロセスを変化をもたらす操作端
- (5) 最後までやり遂げようという強い気持ち



以上

# 計測制御メーカーの計測制御エンジニア

アズビル株式会社 新倉知雄 No. 0379A

## 計測・制御技術を通じてお客様の価値創出に貢献

近年・原油・原材料の高騰から、エネルギー原単位を改善することは、一定以上のエネルギーを消費している企業や法人にとっては喫緊の課題となっている。

石油精製・石油化学プロセスなどのプラントの運転においては、製品仕様となる管理値(温度・性状等)だけでなく、装置の制約(運転温度範囲、圧力範囲)等があり、運転時には制約値以内におさめる必要がある。

高度制御を導入することにより、装置を安定化させ、その装置の能力限界に近い運転域・最適化ポイントでの運用を可能とし、生産性向上、エネルギー原単位の低減を実現している。(図 1. 参照)

計測メーカーの計測制御エンジニアとして、計測・制御技術を通じてお客様の省エネルギー、利益最大化に貢献するよう活動している。

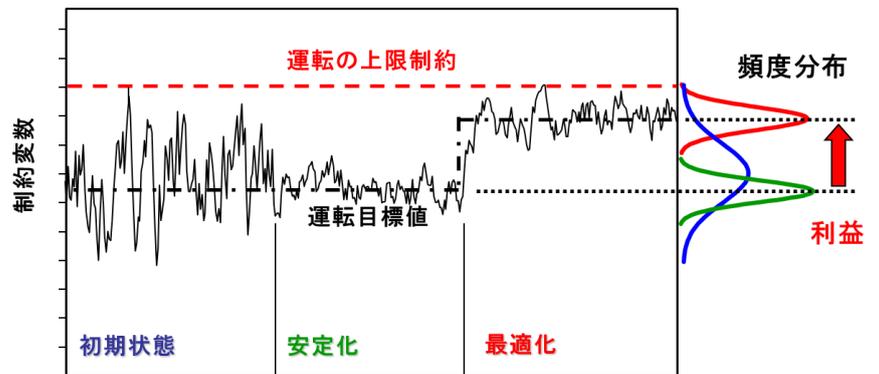


図 1. 制御による運転の安定化・最適化

## 高度化・最適化制御のソリューションを提供

### 高度化制御システムの設計・構築高度化

上述のプラント運転の高度化・最適化の課題の解決策として、高度制御用パッケージが動作する高度制御システムを導入している。

高度制御システムでは、アドバンスド制御・多変数モデル予測制御・ソフトセンサーといった各種アプリケーションが動作する「アプリケーションサーバ」と、DCS(Distributed Control System: 分散制御システム)・高度制御系コントローラの運転データを蓄積する「履歴データサーバ」から構成されている。履歴データサーバにて蓄積したデータは、高度制御システムの運転状況の把握・最適化傾向把握に利用され、高度制御導入効果を可視化するツールとして不可欠なものとなっている。このようなシステムを、様々な DCS の上位に接続して使用しているが、高度制御コントローラが正しく動作できるよう、またシステムとして安全に使用できるように、各社 DCS の特徴にあわせた DCS I/F ロジックの構築をしている。

また、「アプリケーションサーバ」「履歴データサーバ」を仮想 OS とすることで、実際に必要となるサーバ・PC の台数を低減している。これにより、お客様の H/W コスト低減、省スペース化を実現している。

このように、高度制御アプリケーションが各社 DCS 上で動作できるよう、システムを設計・構築することも計測制御エンジニアの役割となっている。

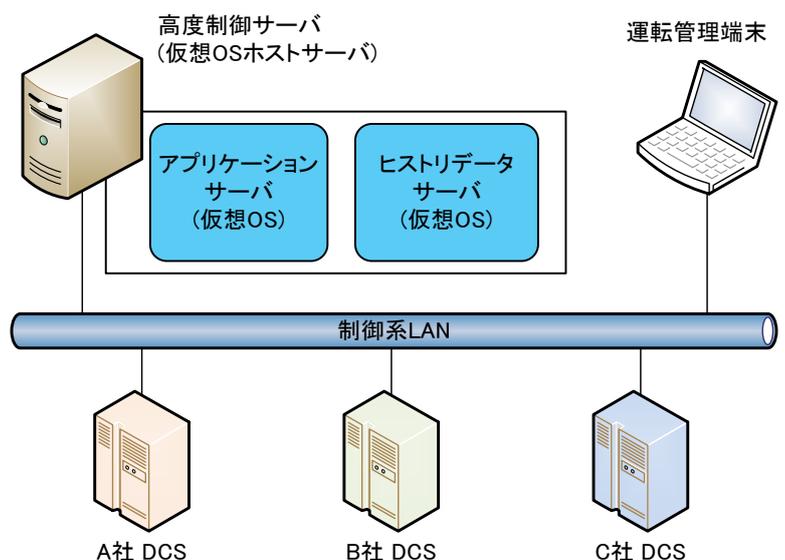


図 2. 高度制御システム概略図

## プロセスにあわせた制御ロジックの構築・適用

プロセスの特性を計測にて把握し、制御対象のプロセスを安定した状態に導くことは、計測制御エンジニアの重要な役割である。移送の遅れ、分析計の遅れ等で、調整操作が結果としてあらわれるまでにむだ時間を生じるプロセスは、PID コントローラのようなフィードバック系の制御は難しいとされている。このむだ時間をもつプロセスに対し「スミスむだ時間補償」をもとにした、補助ロジック付PID コントローラを導入した事例について示す。

### (1) 制御ロジックの構築

「スミスむだ時間補償」の原理は、制御系の中にプロセスのモデルを持ち、むだ時間の部分をループ外にあるものとみなす考え方である。 $G_c$ に該当するPID コントローラは、むだ時間を含まない  $G_m$  を対象プロセスとして、チューニングパラメータを設計することが可能となる。また、閉ループ内にむだ時間がないので、調節系のゲインを高くし、速い応答特性を持たせることも可能である。(図3 参照)

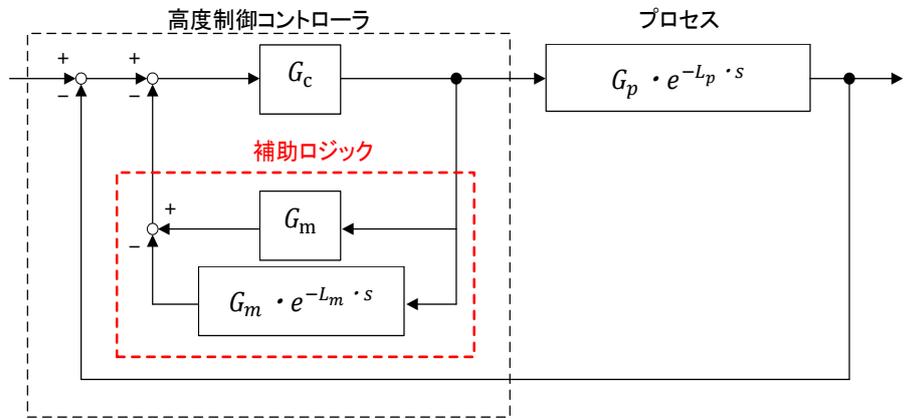
標準PID コントローラに、補助ロジックとして上記  $G_m$  に該当するプロセスモデル部を追加し、プロセス時定数、プロセスむだ時間を調整可能なパラメータとして設定できるコントローラを作成した。

### (2) 実プロセスへの適用

プロセスに適用の際には、プロセスの伝達関数を得る為に、ステップテストを実施している。当制御は温度制御にカスケード接続されており、1次側コントローラを開ループとし、2次側温度コントローラの目標値をステップ状(プロセス運転に支障のない範囲で)に変化させることで、密度の応答を計測した。計測した結果から、伝達関数情報を得てプロセスモデルを決定し、補償器内  $G_m$ 、 $L_m$  を設定した。むだ時間補償PID コントローラを導入した結果、コントローラ設定値に対して密度が安定した状態で制御されることを確認でき、品質安定化につなげた。

### 導入高度制御の性能維持・管理

高度制御・最適化制御を導入した後は、維持・管理していくことが重要となる。プラントの特性は、経年劣化により絶えず変化し、それに見合う調整が必要とる。また、市場の動向にあわせ、原料組成の変更・より効率の良い設備へのリプレイス等、装置の改造があれば、制御の再構築も必要となる。導入システムの制御性能を維持・向上できるように、パフォーマンス診断等を実施。計測と制御を通して、地球環境保全・温暖化対策に貢献できるように活動している。



- $G_c$  : コントローラの伝達関数(PID コントローラ)
- $G_p$  : むだ時間を除いた、プロセスの伝達関数
- $G_m$  : むだ時間を除いた、補償器内プロセスモデルの伝達関数
- $L_p$  : プロセスのむだ時間
- $L_m$  : 補償器内プロセスモデルのむだ時間

図3. むだ時間補償制御

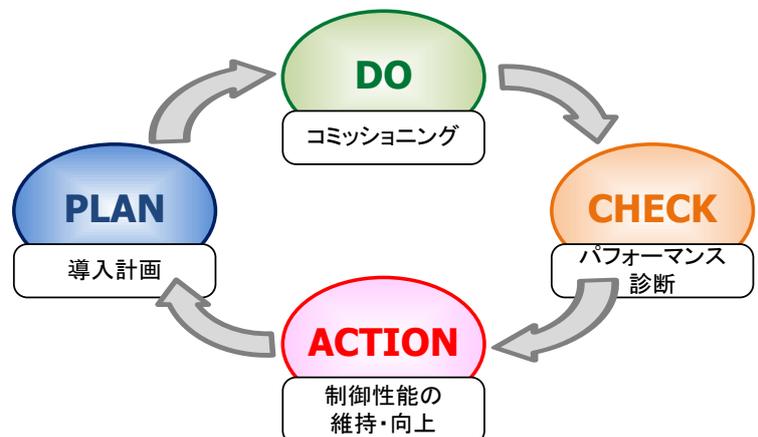


図4. 導入高度制御の性能維持・管理

# 紙パルプ業界の計測制御エンジニア

森 芳立 No.0173A  
王子ホールディングス(株)  
基盤技術研究所

## － 紙パルプ工場での操業切り替えに着目した技術開発 －

「計測制御」は紙パルプ産業においても重要な技術分野の一つである。

紙パルプ工場では、製品の品質向上、生産コストの低減、生産効率の向上、運転の自動化などが重要な課題とされるが、定常運転時だけでなく、製品変更や生産量変更でプロセスが不安定となる操業切り替えの非定常運転時においても高い生産効率や即応性を維持していくことが求められている。取組み事例を紹介する。

### 1 紙パルプ工場の生産プロセスと切り替え操作

製紙会社の生産情報の流れを図1に示す。工場ではこの生産ループを日々、回しながら生産活動を遂行していく。需給計画に基づき決めた紙の生産量を基にまず「生産計画」が作られ、それに従って「パルプ工程」、「抄紙工程」、「動力工程」、「仕上げ工程」で、パルプ原料、製品を切り替えながら作っていくが、常に工場全体のバランスを保っていく必要がある。

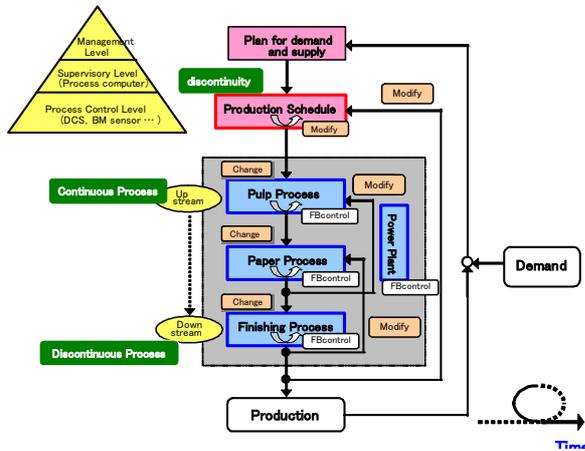


図 1: 紙パルプ製造の流れ

### 2 生産計画

#### 2.1 抄紙機の生産計画作成

この工場の「生産計画」では、抄紙機10台分の生産品の抄造タイミングを決める。製品納期、抄き順制約に加え、パルプ原料や電力の使用量を平準化して常に過不足を起さぬよう製品間の「置替え」操作をエキスパートシステムも活用して、「生産計画(月次計画&週間計画(抄造計画))」を作成するシステムを開発した(1989年)。

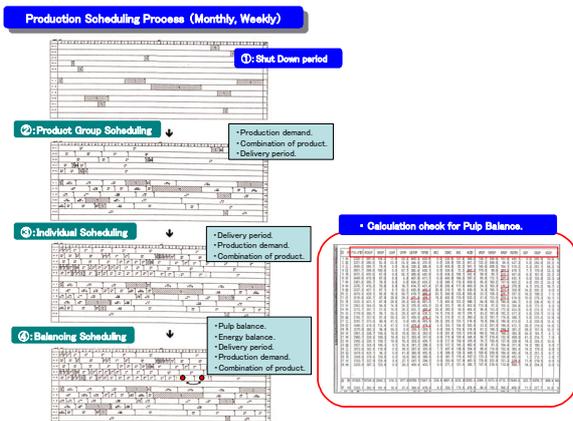


図 2: 月次生産計画の作成

### 2.2 パルプ工程の運転スケジュール

「生産計画」で作られた抄造計画に基づき、5種のパルプ製造設備の最適な運転計画を作成する。パルプ貯蔵槽をうまく活用し、工場の自家発電電力(火力、水力)と購入電力(夜間電力は安価)の総電力費を最小にする工場運転計画を作る機能で、最適化計算には「線形計画法(LP)」と「ネットワーク計画法(最小費用流問題)」を使用した。うまく運転スケジュールを作成すると、2~3%の電力費削減を見込める(1985年)。

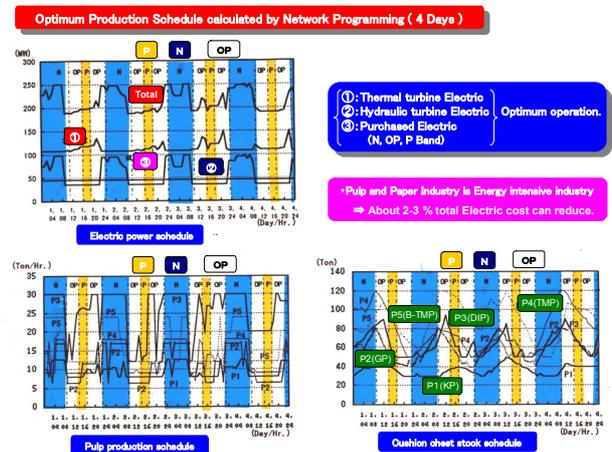


図 3: パルプ原料の製造スケジュール

### 3 パルプ工程

#### 3.1 クラフト・パルプの蒸解度制御

パルプ工程の連続蒸解釜の「蒸解度制御」と「材種の自動切り替え制御」機能を開発した。「蒸解度制御」は、高温高圧下、長い滞留時間(6~8時間)を持つクラフトパルプの連続蒸解釜に対し、Hファクター(蒸解温度と蒸解時間から計算される反応速度指標値)と蒸解薬液濃度などを変数とする重回帰式の予測式を用いパルプ蒸解ゾーンのパルプ化反応を蒸解循環部の温度

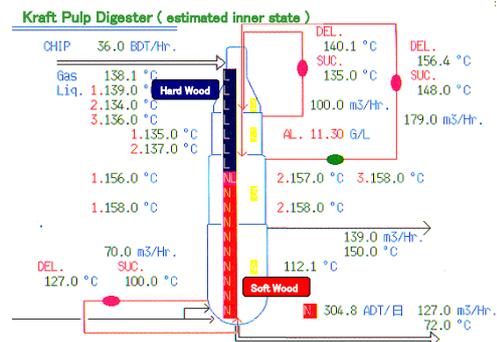


図 4: パルプ蒸解釜での材種切り替え制御

でフィードフォワード制御する。

また、この蒸解釜では生産品目の関係で、広葉樹と針葉樹のチップ材種を高頻度に切り替えて蒸解していく必要があり(2~3回/日)、蒸解釜の多数の操作端を時間と共に適切に変更していく非正常操作を自動化する「材種の自動変更制御」機能を同時開発した(1990年)。

### 3.2 漂白工程のパルプ白色度制御

蒸解後のクラフトパルプは茶褐色のため多段の漂白塔設備で漂白していく。漂白工程では二酸化塩素、苛性ソーダ、過酸化水素などの薬品を段階的に添加し高温常圧下でパルプ漂白を行なっていくが、漂白塔の原料滞留時間は工程全体で6~8時間程の長い遅れを持つ反応、しかも、複数の変数同士が影響し合う相互干渉系のためモデル予測制御(MPC)を用いた「パルプ白色度制御」を開発した。尚、晒工程には、パルプ白色度をオンライン計測する光学式センサー、K値を測定する分光分析計、残塩素濃度計、pH計など特殊センサーが多数設置され、これらを活用してコントロールする(2007年、2012年)。

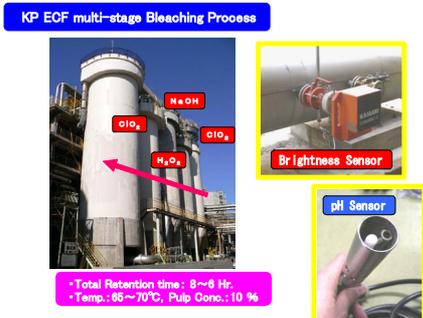


図5: 漂白工程でのパルプ白色度制御

## 4 抄紙工程

### 4.1 抄紙機の自動抄替え制御

抄紙機において製品切り替え(抄替え)を効率良く実行する「自動抄替え制御システム」を開発した。「抄替え制御機能」は紙の坪量(単位重さ)、紙水分率、抄造速度などを一括管理して、自動変更を実行するBM計制御機能の中の一機能である。緻密な伝熱計算により一本一本の紙乾燥用のドライヤー表面の温度、紙乾燥水分率推移を高速に実行、抄替え後のドライヤー蒸気圧の設定値を高精

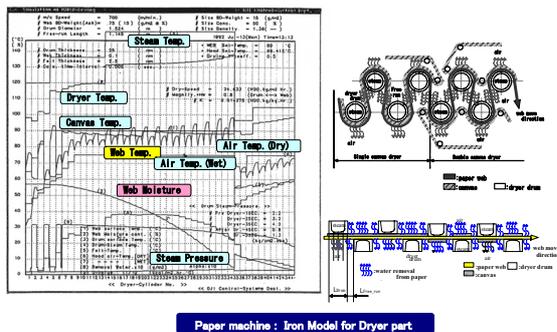


図6: 抄紙機での自動抄替え制御

度に推定し、短時間(約10分間)に複数の操作端の変更操作を同期を取って実行していく(1997年)。

### 4.2 抄紙機のリテンション制御

抄紙機ウェットパートのワイヤー工程から濾過される白水中のごく薄いパルプ濃度(約0.3%)と灰分濃度(約0.2%)を分離測定する光学式特殊センサーを利用して、抄紙機ウェットパートの原料歩留り(リテンション)を、パルプ原料中に加える「歩留向上剤」の添加率をコントロールして濾過白水濃度を安定化させ、製品品質と操業性を向上させる「リテンション制御」を開発した。

リテンション制御とBM計の紙中灰分含有率制御間に強い相互干渉が発生、非干渉制御を適用した(2003年)。

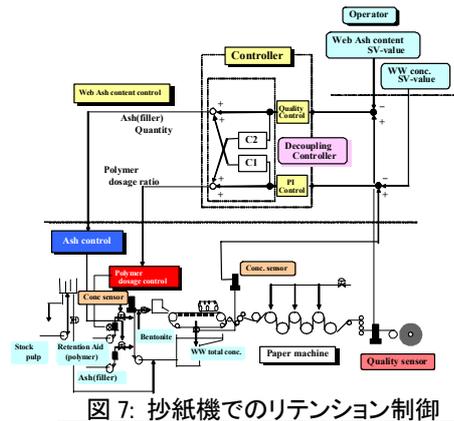


図7: 抄紙機でのリテンション制御

## 5 仕上げ工程の物流

仕上げ工程の巻取り製品搬送に複数台のAGV(自動搬送台車)が使われる輻輳した搬送路での物流問題に対し、ペトリネットを用いた運行シミュレーションで搬送能力を解析した。複数の発生地点から複数の目的地点に巻取りを運搬するAGV同士の正面衝突や追突を回避しながら効率良く搬送する運行ダイヤの工夫により約30%の搬送能力向上が見込めること、適切なAGV台数などを見出した(1993年)。

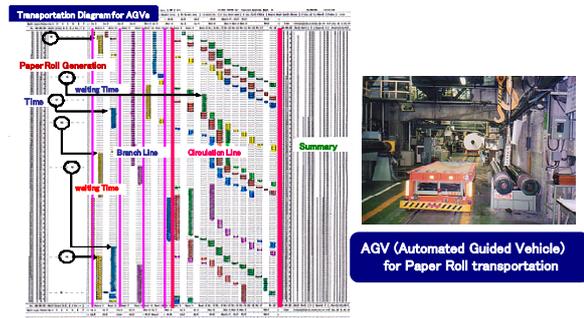


図8: 仕上げ工程のAGV運行ダイヤの検討

## 6 まとめ

紙パルプ工場での「生産計画」の作成問題から「パルプ工程」、「抄紙工程」、「動力工程」、「仕上げ工程」に渡る、主に操業切り替えに対応するインテリジェント生産技術の取組みについて紹介した。■

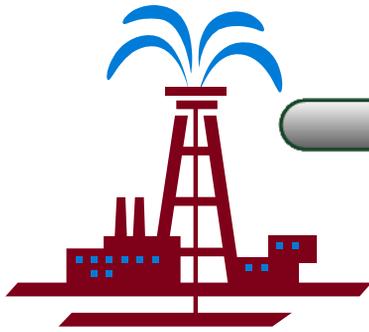
# 石油・石油化学業界の計測制御エンジニア

横河電機(株) 薄豊文 No.0111A 錦見正紀 No.0460P

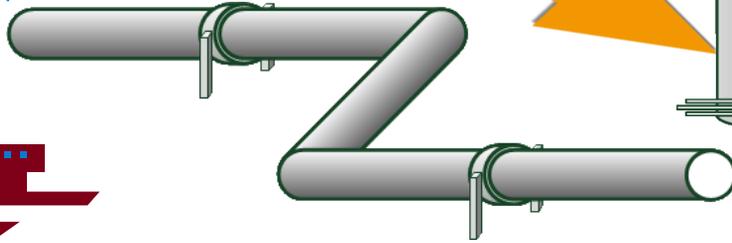
日本の産業や私たちの生活には、石油・石油化学産業が深く関わっています。  
エネルギー源として、また様々な商品の原材料として  
石油は私たちの身の回りで活用されています。  
石油が採掘されて、石油製品ができるまでをたどってみましょう。

## 採掘

化石燃料である石油は地中深くから採掘されます。現在世界には約4万の油田があり、中東やロシアに多く分布しています。



パイプラインは砂漠や海底など、何千キロにも及ぶことがあります。

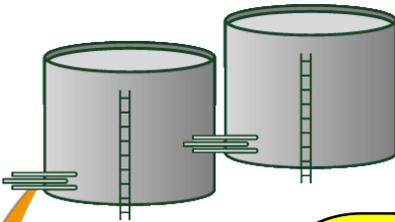


## 輸送

採掘された原油はパイプラインによって出荷港まで運ばれ、更にタンカー等で各国へ輸送されます。

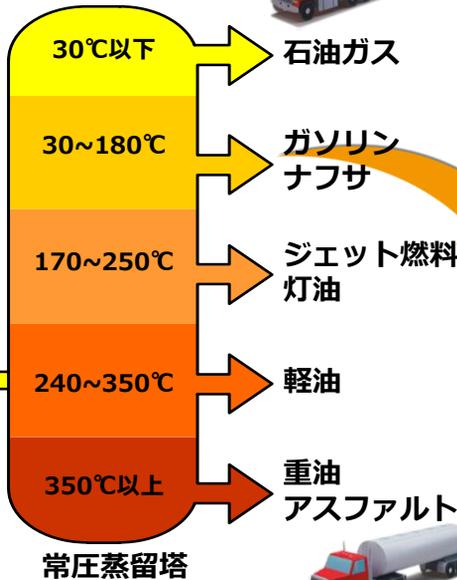
## 石油精製

輸送された原油は、沸点の違いを利用してガソリンやナフサ（石油化学製品の製造に重要な物質）に分留されます。



## 石化製造

石油精製で作られたナフサはエチレンプラントによりエチレンやプロピレン等に分解され、私たちの生活に関係する製品の製造工場へ出荷されます。



vigilantplant.®

The clear path to operational excellence

YOKOGAWA ◆

Copyright (C) 2013 SICE All Rights Reserved.

# 計測制御エンジニアの役割



石油・石油化学産業においてより良い製品を安全に且つ効率的に生産するためには、緻密なプラント操業が要求されます。プラントの現場に貢献する計測・制御エンジニアの仕事を紹介しましょう。

統合生産制御システム

多変数モデル予測制御パッケージ

24時間365日  
プラントを動かす!

生産効率を最大化する!

## プラント制御

## 高効率操業

石油・石油化学プラントでは、原油から様々な物質を生成します。そこで重要になるのがプラントの制御です。PID制御に代表される古典制御を初め、幅広い理論を活用して数千のバルブや装置へ指令を出すことにより、温度や圧力、流量などを正確にコントロールします。

計測・制御エンジニアは、現場のプロセス特性を見極め、プロセスに適した制御方法を選択・応用して目的の制御が達成されるように設計していく、非常に重要な役割を担っています。

多数のセンサから得られたデータを元にした多変数モデル予測制御や、製造される製品の性質や状態をデータからリアルタイムで推定する技術によりプロセスの安定性や生産性を向上させることが可能になります。また、プラントの始動時や品種切り替え時には高度な運転技術が必要となりますが、熟練オペレータの操作方法を標準化・自動化することによって、安全で効率的な運転ができるようになります。

このように高度プラント制御や運転支援がこれからのプラントに要求されています。

プラントを“安全”に“安定”して操業するためには設備の保全業務が重要になります。機器の故障が製品の品質低下やプラントの停止、最悪の場合事故に直結します。

計測・制御エンジニアは機器の重要度や使用環境、故障発生確率などを検討し補修や更新の計画を立案・実施します。

また、日々の巡回点検作業などを通して常に設備の状態を把握します。近年機器の故障予知技術も進歩してきており、これらの技術の導入も計測・制御エンジニアの役割になります。

プラント事故を未然に防ぐため、わずかな異常でも的確に検知して異常の拡大を防ぐことを目的として安全計装は設計されます。

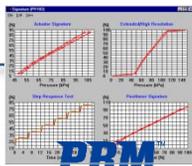
安全計装に携わるエンジニアは、各プロセスの特徴を理解した上で、プラントの危険状態を確実に検知できるセンサや緊急遮断弁などの操作端の選定・設置、そしてプラントを安全にシャットダウンさせる制御方法の設計を行います。作業員の安全、地域住民の安全・安心、環境保護、そして装置の保護などの観点から、プラントの安全設計は大変重要な役割を担っています。

## 設備管理

## 安全設計

設備を長기에渡って  
活用する!

事故を未然に防止する!



統合機器管理ソフトウェア



安全計装システム

## 最新の技術がこれからの計測・制御を進化させる!

これからの計測・制御エンジニアには、世界中の工場を集中オペレーションするプロダクションセンターを実現するためのITネットワーク技術、プロセスシミュレーションやモデリング技術、マイクロプラント、AR（拡張現実）など、低コスト・高品質・最適生産を実現するための、最先端の技術スキルが求められています。



**vigilantplant.**<sup>®</sup>

The clear path to operational excellence

**YOKOGAWA** ◆

Copyright (C) 2013 SICE All Rights Reserved.

## “Know who” と “Do It Yourself”

図1に鉄鋼業の生産量推移を示す。

日本は第2次世界大戦で壊滅状態に陥ったが、戦後急速な成長により、20世紀後半から、生産量で世界の1割以上を維持し、製品品質面や、エネルギー使用量等生産効率面では世界のリーダを担っている。

図2は一貫製鉄所における、各工程での温度推移であるが、実に1000°C以上の変化があり、この変化を如何に少なくするかが技術のKeyである。

図3に示すように、日本ではエネルギー原単位を半世紀の間に半減しており、現在においても他国に比して圧倒的の優位性を保っている。

「熱管理理想」は20世紀の早い時期にドイツで誕生し、イギリスやアメリカで発展する。資源に乏しいわが国では戦前からその思想は導入され、戦後の成長期に急速に発展する。官民を挙げての温度測定、燃焼関係の「熱計器」の普及、そして「計測操業」の実用化は、1951年の我が国における「計量法」の制定に発展する。20世紀の半ばにおいて、計測制御技術を先導したのは鉄鋼業であった。

それをさらに発展させたのは、図4に示す計算機の活用である。1960年には他産業に先駆けてプロセス計算機を実操業に使い、それから10年も経たない間に現場～製鉄所～本社を計算機で総合的に管理するトータル管理システムを稼働させる。ここでは計算機の存在が、企業運営の前提条件になっている。同時に、現場での操業のベースとなったものは、センサーである。まだ揺籃期にあった計測装置をユーザー主導で整備し、市場に無いものはメーカーと共同、あるいは独自で開発していった。計算機のソフトウェアも然りであり、アプリケーションは自社製作が常識となっていた。

これらの活動の中で計測技術者の果たした役割は非常に大きい。個々の技術者の意識だけでなく、組織全体の意思を示すものとして、二つの思想がある。

### (1) “Know Who”の重視

新しい技術の開発は個人だけで進められるものではない。官民、メーカー・ユーザー、あるいは同業内で共同研究や各種委員会を持ち、非常にオープンな雰囲気の中での協業があった。個人的にはどこに自分の思想を実現してくれる人(集団)が居るかを、どれだけそう言う知己を持つかが、大きい財産であった。図5は計測装置の開発が大きく操業を変えた典型例である、X線厚み計のIn situ化である。当初各製鉄所内にメーカーと初歩的実験と開発をおこない、その後メーカーで製品化され、各製鉄所に普及した。センシングとアクチュエータの距離を如何に縮めるかがポイントであるが、その実現には多くの部門の専門家の知恵が結集されており、それを最後までまとめたのは製鉄所の計測エンジニアである。

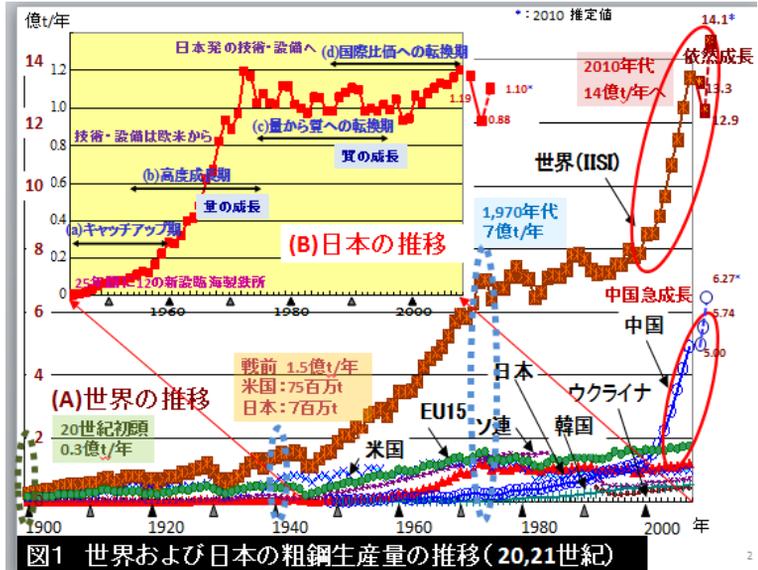


図1 世界および日本の粗鋼生産量の推移(20,21世紀)

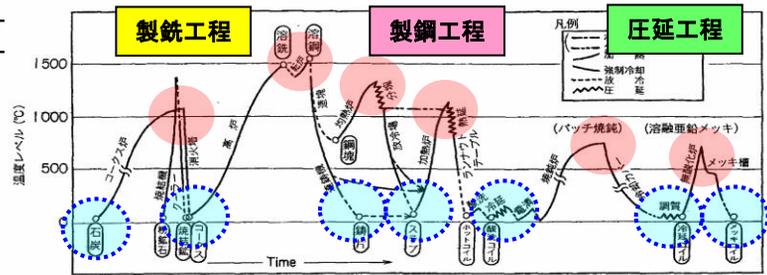


図2 鉄鋼プロセスの特徴 工程間の温度変化

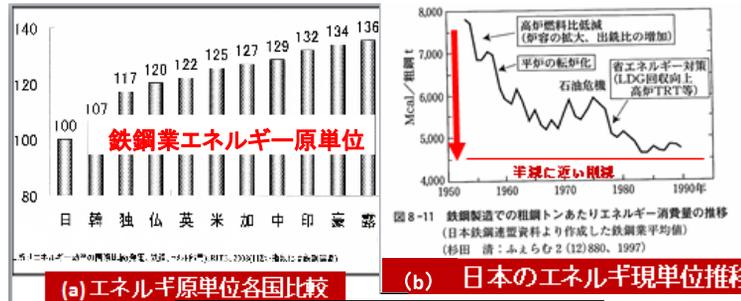


図3 エネルギー原単位の優位性

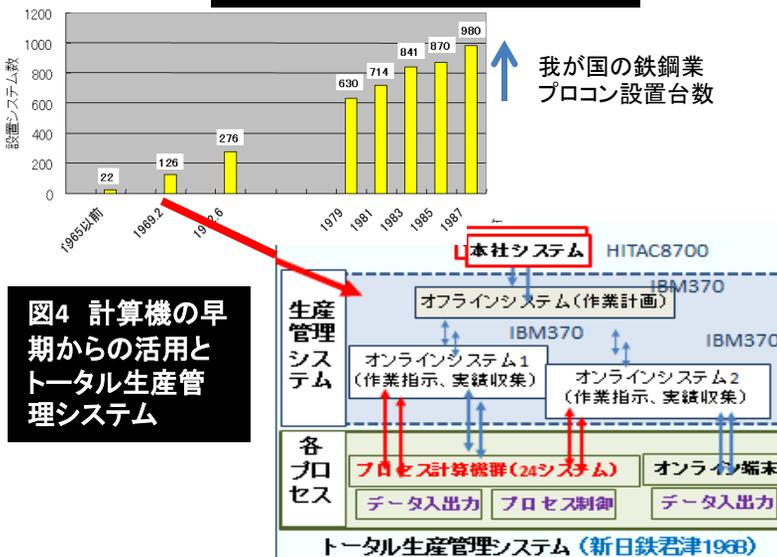


図4 計算機の早期からの活用とトータル生産管理システム

## (2) "Do It Yourself"の精神の具現化

いくら"Know Who"に富んでいても、利益が見えなければ具体的な協力に応じてもらうことは難しい。そのためアイデアの初期段階は自分でその効果を極力見極める必要がある。そのため仕組みをいくつか製鉄業では持った。

### (2-1) 統合プロセス計算機(プロコン)開発センター

当初、プロコンは対象設備毎にそのプロセスの近くに設置していたが、設置機数が多くなり、またその開発・保全に技術者が多く必要になると多くの面で非効率を感じるようになる。1970年代制御装置のデジタル化やLocal Area Network (Lan)の技術が進展するとともに、同じ種類のプロセス毎にプロコン室を統合するようになった。技術者、ソフトウェア、開発道具の共有化のみならず、セキュリティの強化にも非常に役立っている。図6(a)にその具体例を示す。

### (2-2) MEITECセンターの設置と運営

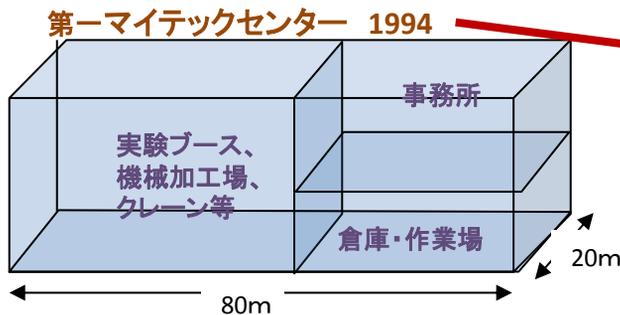
設備が複雑化すると、初期の技術的課題をできるだけ潰して置くこと、並びに複数の専門家が共同で作業できること必要であり、同時に物づくりを自分で実行できる環境が必要である。図6(b)に示すものはM(Mechanical), E(Electric, Energy), I(Instrumentation)の設備技術系の開発・自作センターである。研究所は基本的には「試験管」規模、本センターは「ピーカー」規模の担当と明確な区分けを行い、その後の新設備開発、味見、保全改良に大きく寄与した。

多くの成果を得ているが、図7に示すリジエ利用の連铸タンディッシュ余熱装置が典型例として挙げられる。タンディッシュの余熱に酸素を使わないため、安全にかつ酸化によるインクルージョンの生成を半分以下にしている。

このセンターはM,E,Iの技術者がお互いの技術を具体的に覧ることにより、ヒントを相互に得る効果もあった。

ソフト作成や研究開発業務の多くは特定の個や組織の活動に埋没しやすいが、共にそれらを「見える化」することに寄与している。

### ●(b) MEITECセンター



### 第二マイテックセンター 1992

(燃焼関係の実験設備)

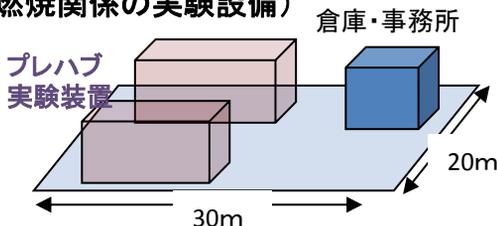
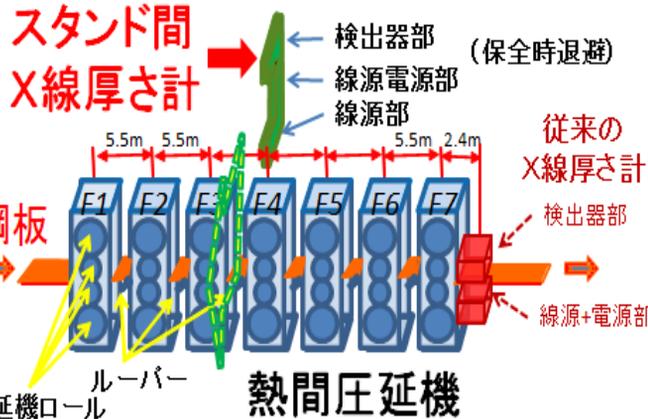


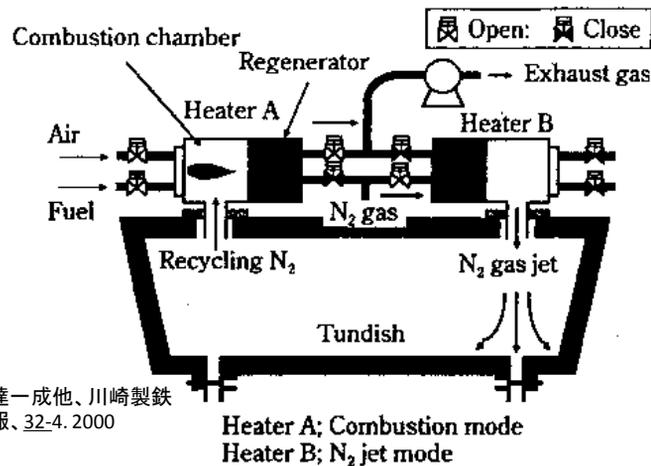
図6 製鉄所に於ける「Do It Yourself」例



川崎製鉄千葉(1983)

センサ情報の遅れ大幅改善  
→ 厚さ精度改善 30%

図5 KeyセンサーのIn situ(その場)化



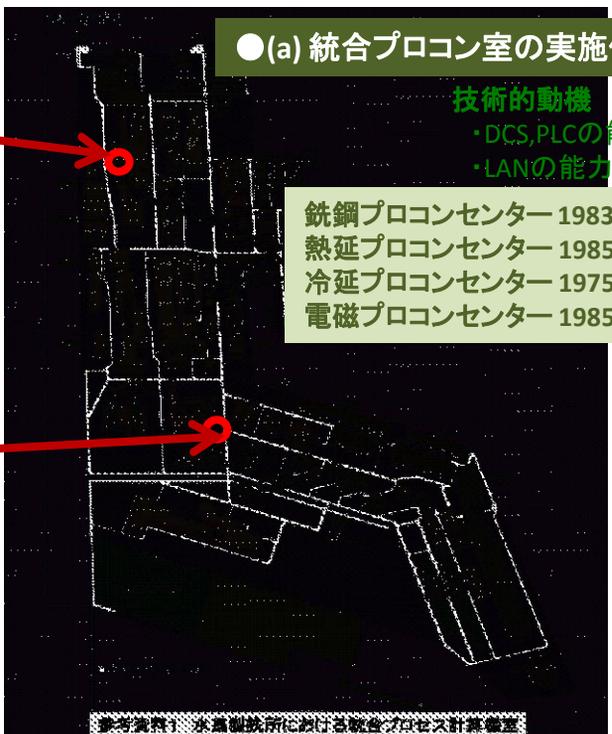
安達一成他、川崎製鉄  
技報、32-4、2000

図7 Meitecセンターの成果例(連铸TD無酸化加熱)

### ●(a) 統合プロコン室の実施例

技術的動機  
・DCS, PLCの能力UP  
・LANの能力UP

銑鋼プロコンセンター 1983  
熱延プロコンセンター 1985  
冷延プロコンセンター 1975  
電磁プロコンセンター 1985







# マツダの計測制御エンジニア

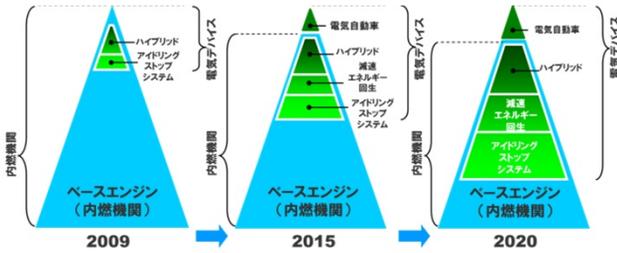
## 3. 制御システム開発における変化

従来機械システムであった自動車も、燃費の低減、安全性の向上などのために、急速に電子制御化と電動化が進んでいます。

これは、性能、燃費、安全性を同時に向上させようとする、走行状態や周辺環境に応じて細かく制御したり、運動エネルギーを電気エネルギーに変換することで、燃費を向上させるためです。

### 制御システム要求の変化

社会環境の変化(予測)



今後の電気デバイス技術の動向

会社のニーズの変化



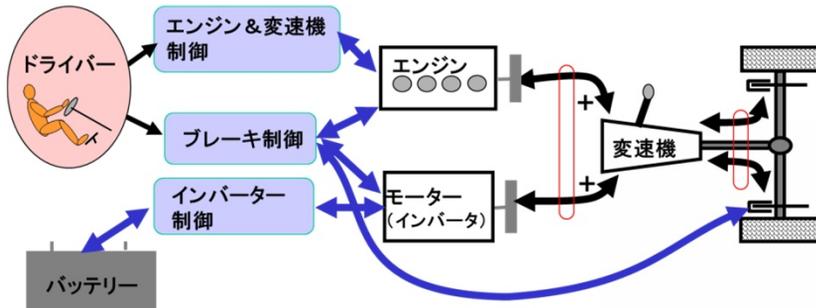
マツダの環境ビルディングブロック戦略

## 4. 計測制御エンジニアの役割と求められる資質

自動車の制御対象は幅広く(エンジン~ブレーキまで多種多様)、しかも人の命が関わっています。果たす役割の広さと重要性は大きくなるばかりです。

専門分野の知識と経験を持つことは最低限必要ですが、制御対象の知識を短期間で身に着ける能力が重要です。例えば、エンジンとブレーキでは、必要な知識が大きく異なります。

また、対象の動作方法も時代とともに変化するので、常に挑戦、学習する習慣が必要です。



電子制御コントローラ



## 5. まとめ

ハイブリッド自動車やクリーンディーゼル自動車に代表されるように、自動車は急速に電子制御化が進み、さらに電動化が進んでいます。しかも、安全や品質の要求も高くなっており、計測制御エンジニアへの期待は益々高くなっています。

しかし、その分やり切ったときの達成感は大きく、もっと難しいシステムの開発に挑戦したくなります。みなさんもぜひ！

