

システム制御分野の技術動向

Technical Trends in the Field of System and Its Control for Iron- and Steelmaking

服 部 正 志⁽¹⁾
Masashi HATTORI

抄 録

コンピュータ技術の飛躍的發展により、モータードライブもセンサーも制御も大きく進化し、鉄鋼生産の品質、歩留り向上のベースとなっている。ドライブシステムは直流ドライブから高機能の交流ドライブになり、最近では電源品質の良いGTO(Gate turn off thyristor)インバータ、IGBT(Insulate gate-bipolar-transistor)インバータの適用が進んでいる。検出器は形状とか表面欠陥検出から内部欠陥検出、更には表面の微細疵検出に重点化している。制御技術は H^∞ 、 μ シンセシス、及びファジィ、GA(Genetic Algorithm)などヒューリスティックな制御が実用化してきている。更にこれらを統括制御するシステムはコンピュータ技術の発展でパーソナルコンピュータを利用したシステムまで実稼働している。今後もシステム制御技術分野は大きく変革するであろう。

Abstract

Owing to the great progress of computer technology, motor drives, sensors, and control techniques have been greatly evolved, to form the basis of improvements in the quality and yield of steel products. With regard to the driving system, the DC drive has been substituted by the AC drive with a high function, and recently both the GTO inverter and the IGBT inverter of a high power-supply quality have been applied extensively. Various detectors have been also fully arranged, giving priority over the detections of profile, surface defects, internal defects, and surface flaws. With regard to the control technique, humanistic controls such as H^∞ , μ synthesis, fuzzy, GA and so have been put to practical use. Further, with regard to the system for generally controlling over these systems, such a system as utilizing personal computers on the basis of the development of computer technology has been already operating actually. It is considered that the system control technology will be innovated much further henceforth, and thereupon we are ready for applying novel techniques without delay to the actual steel manufacturing equipments to make a contribution to improvements in the quality of steel products and in the labor productivity.

1. 緒 言

産業界を取り巻く状況は、近年特に劇的な変化を遂げている。なかでも、電子応用技術、とりわけコンピュータ及びその関連技術の発達には目を見はるものがある。

この技術発展により、我々鉄鋼業におけるシステム制御技術も大きく変化してきており、鉄鋼生産の品質、歩留向上などに寄与している。本特集号では、最近の代表的な当分野の成果について紹介する。

さて、個別議論に入る前に、鉄鋼製造分野でシステム制御技術が果たしている役割について触れてみたい。図1にプロセス制御の構造を概観したものを示す。鉄鋼の各プロセスはそれぞれに対応した材料を加工、改質して製品を製造する。このときプロセスにはガス、電力などのエネルギーを投入する。製造された製品の材質、形状を計測機器により実測し、製品品質要求に応じてエネルギー、合金などの投入量を制御することにより、希望要求を満足するように自動的又は人手を介して制御する。更に材料の装入にも位置、速度などを制御することにより、所期の製品を得るシステムと

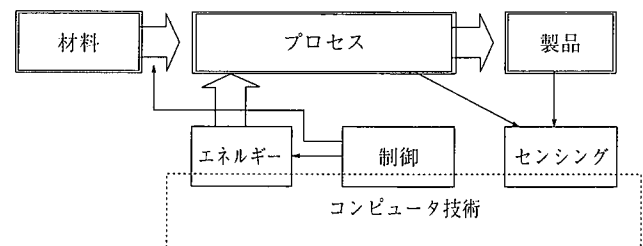


図1 プロセス制御の構造

なっている。このエネルギー投入装置の代表的なものとして圧延機のロール駆動装置のミルモータが挙げられる。

ミルモータ単体では高速度応答が発揮されるが、ロール及びシャフトを組み合わせた系では、シャフトの捩れなどでモータ単体性能の数分の1しか出せない。そこで軸振動抑制制御を実施することにより、モータ単体での性能に近づけることができる。また、圧延後の板を、後行程でフリーテンション状態にして板の形状を目視により確認していたため、形状不良の板を後工程で矯正したり、切り

⁽¹⁾ 技術開発本部 設備技術センター システム制御技術部 部長

取って製品としていた。従って製造費用の増大や、歩留の低下をもたらしていた。

しかし、板幅方向の張力分布を数10点同時にコンピュータに取込み、直交関数に当てはめ板形状を近似表現することにより、オンラインで板の形状を計れるようになり、圧延状態のままフィードバックし、中間ロールのシフト量を変更して形状修正ができるようになった。更に鋼種ごと又は仕上げ板圧に応じてオペレータが圧下位置を設定していたのが、コンピュータで自動設定できるようになった。このようにシステム制御技術は機械設備のもつ本来の性能を発揮させたり、自動化、省力化による製造コスト低減などの働きをしている。このモータ、検出器、自動運転システムの性能向上は、すべてコンピュータの発展なくしてはできないことであった。

2. 製鉄プロセスへのシステム制御技術の実用化状況

以上のようにコンピュータの発展に支えられ、急激に進歩しているシステム制御技術の、新日本製鐵における直近10年間の実用化状況を図2に示す。要素技術としては計測技術、制御技術、電気エネルギー応用技術、各要素共通のシステム技術の各分類とした。

計測技術に関しては、従来の形状とか材料表面の疵の検出から、材質(σ値計)計測とか内部欠陥、更には表面疵でもより微細な疵の検出等の方向となってきた。これは製鋼段階からの製造技術の向上、きめ細かい製造管理技術により製品の品質管理要求がより細かくなってきたためである。

制御技術に関しては、従来PID制御であったものが1980年代にはマトリックス演算を必要とする現代制御理論に代り、モデリングがより厳密化してきた。しかし、最近の傾向としては、現象をすべて数式化するには複雑すぎて実用化が難しいため、数式として完全に

表現させにくいところを、人間の直感により近い形で判断するファジィ制御としている。また、現代制御理論では物理的イメージが直接につかみにくいところを、人が直観的にわかりやすく周波数領域で制御の安定性を評価できるようにしたH[∞]制御が使われている。更に、人間の脳神経のように、学習効果をもたせたニューラルネットワークなどが適用されてきている。このように数式の世界から、よりヒューリスティックな制御へと変化してきていることが最近の特徴である。

電気エネルギー応用としては、ミルモータドライブの分野が大きく変化しているが、イオン、レーザー応用などパワーエネルギー応用も実機化してきている様子がかがえる。

これら三つの技術の共通技術としてのシステム技術は、製鉄設備の操作者に対するサービスアビリティの向上による生産性の向上を目標として、極力ワンマンオペレーションができるように図ってきた。すなわち、従来電気(E)、計装(I)、プロセスコンピュータ(C)の3分野の監視操作器具を、ばらばらに操作していたものを一元化したEIC統合が一つの大きな変化として挙げられる。このEIC統合もシングルベンダーによるEIC統合からマルチベンダーによるEIC統合となってきている。最近では家庭でも容易に高性能のコンピュータが入手できるようになったため、製造現場においても従来のプロセスコンピュータ等の特別な計算機から、一桁以上安価なパーソナルコンピュータを使う機運になってきており、その代表的なものとして製鋼工程にWindows-NTを適用した例¹⁾が挙げられる。

システム技術においては、ハードウェアはどんどん記憶容量当たりの単価、演算速度当たりの単価が低下してきている反面、ソフトウェアは増加の一途をたどっているため、ソフトウェアの製作を安

	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
計測技術			(磁気：微小介在物)				(磁気：形鋼表面疵)			(レーザー平相度) (トレース温度計) (CCDによる疵検) (CGL合金度計) (σ値計)				
制御技術	現代制御理論 (CAPL板温制御)				現代制御理論 (棒鋼AGC)	AI (高炉)	計画型AI (原料、コークス)	H [∞] (CAPL板温制御) ファジィ (CCオートスタート)(棒鋼 セットアップ)	GA (生産計画) ファジィ (CGL板温制御) ファジィ (熱延セットアップ)	ダイナ ミックシステムシミュレータ 事例ベース推論 (加熱炉)	H [∞] (ミルモータ軸振動制御)	GA (物流)		
電気エネルギー 応用技術	(CC電磁ブレーキ)					リアルタイム制御用 ES構築ツール (FAIN)	誘導電動機 サイクロコンバータ (冷延ミル)	同期電動機 サイクロコンバータ (熱延ミル)		誘導電動機 (形鋼ミル) IGBT-インバータ (形鋼ミル、熱延ホットランテーブル) (IGBTインバータ)		GTO-インバータ (冷延ミル)		
システム技術	プロセスコンピュータソフトウェア 設計支援ツール (NS-CASE)		(薄鋼板誘導加熱)		シングルベンダーEIC統合 (CAPL, CGL, 冷延)		URTH (直接通電加熱)		マルチベンダーEIC統合 (高炉)		C言語分散型NS-CASE AIツール (FAIN, FAIN II) オブジェクト指向適用GOOD ダウンサイジングプロセスコンピュータ (WindowsNT増設専用ミドルウェア)			

図2 システム制御技術の実用化状況

備にする工夫を新日本製鐵としても実施してきている。1980年ごろに計算機ソフトウェアの作成プロセスを標準化し、1984年には支援ツール(NS-CASE: Nippon Steel-Computer aided Software Engineering Tool)を開発している²⁾。その後言語もFORTRANからC言語に拡張、更にはNS-CASE本体もダウンサイジング化した分散NS-CASEを開発することにより、ソフトウェア製作費を大幅に削減してきている。

以下、本文で各技術に関して代表的なものを選んで、その技術進歩の様子と鉄鋼プロセスへの効果について述べる。

3. 計測技術の現状と今後の展開

計測技術分野における最近の特筆すべき技術としては、 \bar{r} 値計に代表される鋼材内質検出器とコンピュータ技術とオプトエレクトロニクス技術の進歩により一変した表面疵検出器である。 \bar{r} 値計に関しては別に報告³⁾があるので、ここでは表面疵検出器の技術的变化を紹介する。

表面疵検出器には、レーザー光線を板表面に照射し、その反射光の強度変化で疵を検出する方法とか、磁界中に鋼材を置き、表面の漏洩磁束で疵を検出する方法などがあるが、ここでは鋼板表面疵検として多用されている光学式疵検について紹介する。

従来からある光学式疵検の概略構成図を図3⁴⁾に示す。鋼板表面にHe-Neレーザーを回転ミラーなどの機械的構成により、数100m/minで走行中の鋼板の中方向に高速で走査して、その反射光を集光レンズで光電子増倍管に集める。この光を更に増幅し、周囲との差異を明確にするために微分する。その結果を4~6階層に量子化し、マップ(エリア)処理をすることにより特徴を抽出したのち、疵種・グレード判別を線型分離(樹枝状論理など)方式で判定していた。

マップ処理では疵1個1個の計算ができなため、疵と疵のようだが疵ではないものと同じマップ(エリア)に混在していると検出しづらいなどの欠点があった。これに対してコンピュータ技術の進歩

により、限られた処理であれば超高速で演算できるASIC(Application Specific Integrated Circuit)が出現し、疵の幾何学的特徴、明度特徴、モーメント(方向、重心など)特徴などをベースにオブジェクト処理を行い、疵1個1個に対応して計算し、より高い精度で疵を検出できるようになった。更に、操作者に見やすいようにCRTモニター上にリアルタイムで疵展開図を表示できるようになった。

その上、最近ではレーザー光線方式に変わるものとして、ハロゲン光源の反射光を電子的に高速走査したCCDカメラによる方式も現れてきており、機械的走査による限界及び装置の大型化を回避できるようになってきた。このように、疵検は複雑な処理装置で構成されているため非常に高価なものであったが、CCDとか、ASIC更には表示のためのパーソナルコンピュータやEWSなど比較的安価な設備で構成できるようになり、価格的にも設置しやすくなってきた。更に疵種・グレード判別を高速で、より確実に判別するため、ニューラルネットワークを適用した例⁵⁾も報告されている。

このような疵、又は内部欠陥に関しては、需要へにできるだけ完璧な製品を提供するため、鉄鋼製造プロセスでの発生頻度を極限まで少なくすべく努力しており、この種の技術は、更に微細化した疵を検出できるように進むものと思われる。

4. 環境に優しいACミルモータで一変した板厚精度

代表的製鉄所における鉄鋼設備の使用電力量は500kW/h程度であるが、総設備容量としては1000MWと極めて大規模である。なかでも熱間圧延(以降、熱延と記す)工場は粗圧延機4スタンド、仕上圧延機7スタンドで、各スタンドを12000kW、過負荷225%程度の超大型ミルモータ2台で駆動しており製鉄所で最大の電力を消費する工場である。粗圧延機では可逆運転が、また仕上圧延機では圧延途中で速度を変(ズーム)させることが必要であるため、可変速度性能に優れた直流電動機が使用されてきた。

直流電動機は電機子供給電圧と界磁磁束を独立に調整できるた

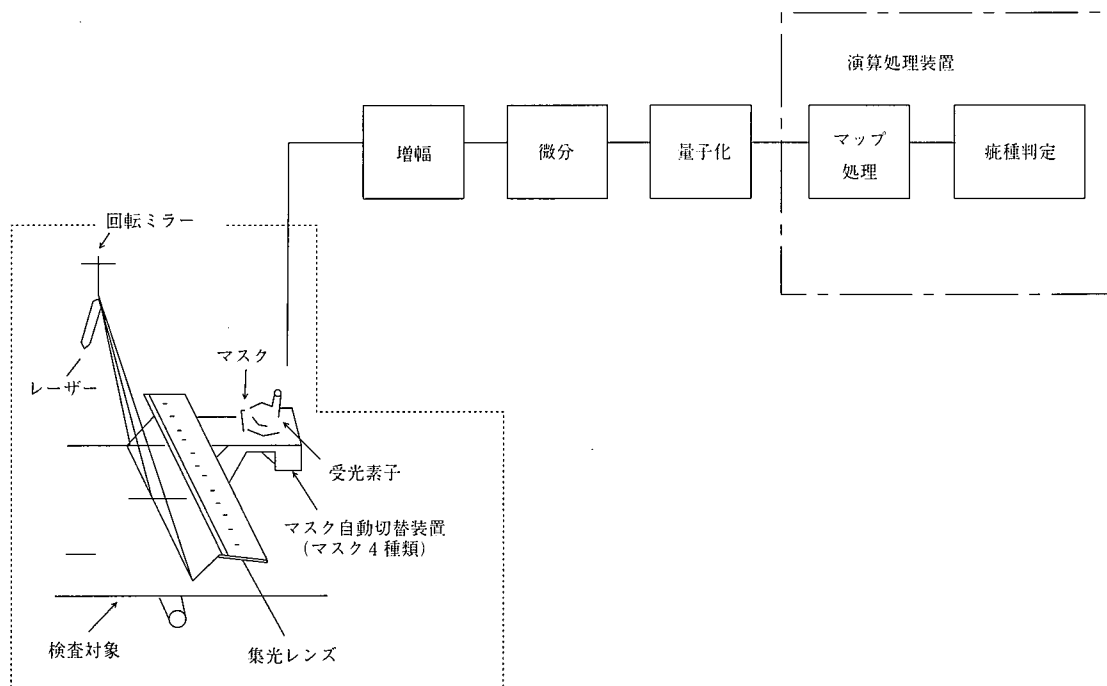


図3 光学式疵検の概略構成

め、速度(回転数)と駆動力(トルク)を勘案しながら運転することが容易であるが、交流電動機は電源周波数と電圧を独立に設定することが困難であったため、可変速度用途には適用されていなかった。ところが、1970年頃にドイツのジーメンス社が、交流電動機を直流電動機のように制御するベクトル制御を開発した。しかし、当初はアナログロジックしかなかったためにベクトル計算誤差が大きく、電流制御応答などの面で直流電動機ドライブシステムには及ばなかったため、大型機では実用化しなかった。その後1980年代のコンピュータ技術の飛躍的発展により、ベクトル計算が高速で高精度に行われるようになり、交流ドライブシステムが直流ドライブシステムの性能をしのいだ。それ以来、新設設備にはもちろんのこと、1950年代に設置され老朽化した電動機の更新にもすべて交流ドライブシステムが適用されるようになった。

図4⁶⁾に交流電動機のベクトル制御構成図を示す。速度制御部は、速度指令値 ω_r^* と速度検出値 ω_r との偏差がなくなるように速度制御器が制御し、二次電流指令値 I_2^* を出力する。ベクトル制御部は二次電流指令値 I_2^* と磁化電流指令値 I_m^* 、速度検出値 ω_r からモータの一次電流指令値 I_1^* とその周波数、位相を発生する。電流制御部は一次電流指令値 I_1^* 通りに電流が流れ、所要トルクが発生するように電流制御器を制御する。このベクトル制御部、電流制御部が高速コンピュータにより高速に処理可能となったため、交流ドライブシステムは工業的に実用化した。

一方、コンピュータ技術の進歩のベースであるLSIなどの微細加工技術の進歩により、電力変換素子も新たな発展を遂げている。すなわち、従来は4インチのシリコンウェーハ上に一つのサイリスタ素子しか加工できなかったが、微細加工技術の進歩により、一つのウェーハ上に数千個のサイリスタを焼き付け、サイリスタではできなかった通電中の素子をターンオフができる大容量GTO(Gate turn off thyristor)が製作された。

図5に各種モータ駆動電源の電源品質と応答性、圧延機の圧延方向板厚精度を示す。1950年代までのM-G(Motor-Generator)セットでは応答性は5 rad/s程度であったが、電源力率は同期電動機であったため1.0ないし、進み側、電源への発生高調波は無しと電源品質は極

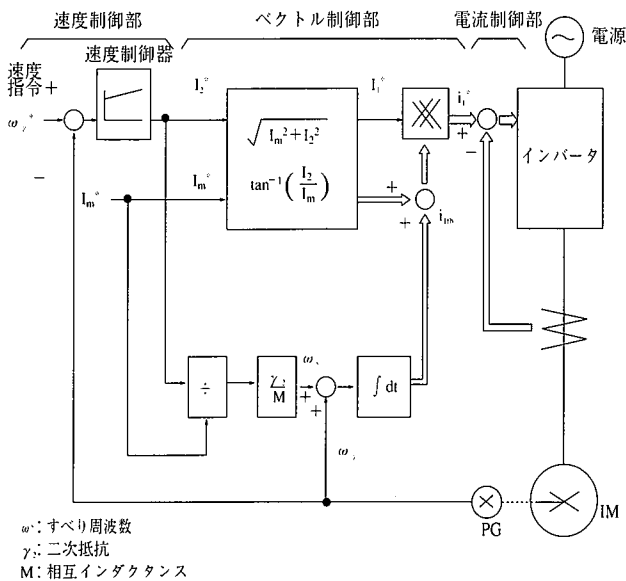


図4 交流電動機のベクトル制御構成図

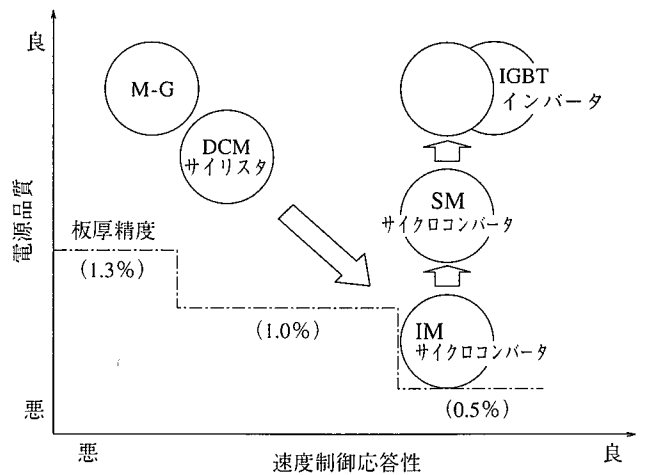


図5 ドライブ装置の位置付け

めて優れていた。一方、1960年代になって出現したサイリスタレオナードは応答は20rad/sと早いものの、電源力率は0.7(遅れ)、更に電圧制御用に正弦波電圧の途中から点弧するため高調波が発生する、すなわち電源品質が劣ったものであった。

先述のコンピュータ技術の進歩により、工業化したACドライブ装置であるサイクロコンバータでも電力変換素子としてはサイリスタ素子を使用している。サイクロコンバータは交流-交流変換のため運転周波数に応じて変動する高調波が発生する。更に、サイリスタの利用率低いため、AC化により応答性は飛躍的に改善されたものの、電源品質は直流より悪くなってしまった。その後モータを誘導電動機から同期電動機に代えることにより、電源力率は直流ドライブシステム並にまで向上した。

しかし、先述のようにモータ容量が巨大であるため、電源品質の向上は緊急の課題であった。この課題を克服するためGTOインバータをGTOコンバータと組み合わせることにより(以下GTOインバータと呼ぶ)、電源力率が1.0、発生高調波 ≈ 0 で高応答のドライブシステムが実現できた。現在では、熱延ミルに使用するには少し容量不足であるが、このGTOインバータとか、電力変換素子をGTOの代わりにIGBT(Insulate gate -bipolar-transistor)としたIGBTインバータなどが大容量化してきており、5700kWの冷間圧延(以降、冷延と記す)機にGTO⁷⁾が、2000kWの形鋼圧延機にIGBT⁸⁾が使用されるようになってきている。図5に冷延ミルでの板厚精度と応答性の関係を載せているが、この電源品質に優れた(環境に優しい)ACドライブ装置により、板厚精度が大幅に向上している様子が分かる。

この分野の今後の発展としては、IGBTの大容量化による適用範囲の拡大、更にコストパフォーマンスの優れた電力変換回路によるドライブ装置の工業化が期待される。また、これらのACドライブ装置は制御回路が複雑であるので、試運転、保守の面での附随的機能の向上(例えばオートチューニング)などで、より使いやすいもの出現が期待される。

5. 人間に近づく制御技術

鉄鋼製造プロセスの制御は高速であり、かつ複雑な系であるため、従来より種々の新しい制御則を適用することにより効果を挙げてきた。しかし、製品の要求品質の向上、新しい製造プロセスの出現などにより、常に新たな制御が必要となってきている。このため

最近では、ミルモータの軸振り振動抑制への H^∞ 理論適用⁹⁾とか、熱延プロセス物流スケジューリングへのGA (Genetic Algorithm)¹⁰⁾など新しい制御則を取り込み、種々の改善開発を実施してきている。ここでは合金化溶融亜鉛めっきライン (CGL:Continuous Galvanizing Line)へのファジィ適用¹¹⁾について概要を紹介する。

CGLは、1.0mm程度の厚みの鋼板をライン速度150m/min程度で走行させ、加熱炉で450℃程度に加熱したのち亜鉛のポットに浸漬して鋼板の表面に亜鉛を付着させ、高圧窒素ガスを吹き付けることによりめっき付着量を制御する。次に急速加熱により熱拡散で亜鉛と鉄を合金化させ、付着をより強固にするプロセスである。亜鉛鉄板の合金層部の模式図を図6に示す。熱を加えるに従って地鉄より鉄イオンが亜鉛層に拡散していき、合金層は純亜鉛 $\rightarrow \delta_1$ 層 $\rightarrow \Gamma$ 層と順次成長していく。 δ_1 層、 Γ 層は合金層の剥離などに対して悪影響を与えるため、 δ_1 層を優先的に成長させることが重要となる。これらの合金化反応は拡散反応であり、一般的には次に示すように温度と拡散量の関係を数式的に表現できることが知られており、制御理論で制御できると考えられる。

$$\text{拡散量 } A = \sqrt{D \cdot T} \quad \dots\dots (1)$$

$$\text{拡散係数 } D = \sqrt{D_0 \cdot \exp(-Q/(R \cdot T))} \quad \dots\dots (2)$$

$$C_w \cdot C = \int_{t=0}^{t=t_a} \sqrt{D_0 \cdot \exp(-Q/(R \cdot T))} dt \quad \dots\dots (3)$$

D: 拡散係数, t: 時間, D_0 : 振動数因子, R: ガス定数, Q: 活性化エネルギー, T: 板温度, C_w : 日付量, C: めっき層中Fe%, $A = C_w \cdot C$, 合金化時間 $t_a = l/L_s$, l: 合金化炉長, L_s : ラインスピード
しかし、現実的には合金化炉内での板温測定が炉の輻射熱により困難であること、合金状態を測定する方法がなく、オペレータの感覚(表面の輝き程度など)に頼って運転しているのが実情であった。そこで、オペレータのノウハウをルールとして制御系に組み込むことができ、かつ後件部に同定の容易な線型式表現ができるファジィ理論を応用した。前件部は日付量で3分割、鋼種の関数である合金化点数で2分割し、入熱モデル空間を図7に示すように六つの小空間に分割した。後件部に合金化点数、加熱帯炉温、亜鉛持込み量で線型式を構築している。この制御により歩留りが従来より1%向上した。

このように、制御もだんだん人間の思考に近いところまで領域を広げてきており、最近ではファジィ+ニューロ(ニューロファジィ)、ニューラルネット、GA、カオスがそれぞれの特色をうまく使いながら融合する動きがある¹²⁾。今後は対象のモデルが正確に数式的に表現でき、事象の測定ができる分野には H^∞ 、 μ 理論などが適用され、モデル化が困難で人の感覚に頼っている分野とか、構成式

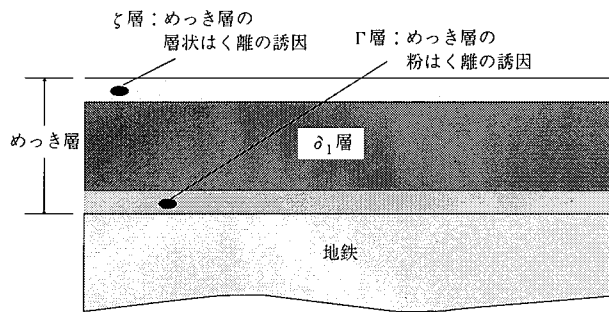


図6 合金めっき鋼板の表層部の構造

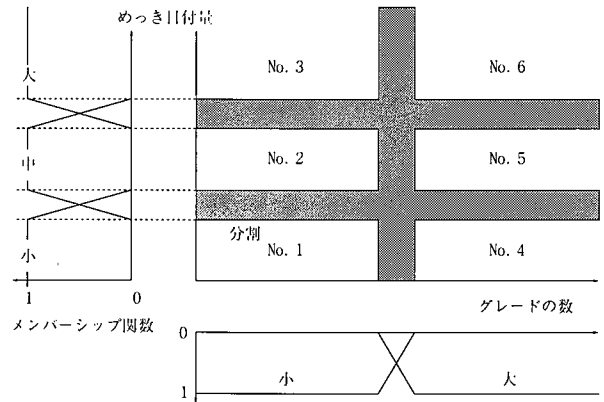


図7 ファジィ分割とメンバーシップ関数

が大規模で複雑なため解決が困難であるエリア、例えば製品の搬送工程などにファジィ、ニューロファジィ、GA、AIなどが適用されていくことと思う。

制御技術分野のニーズは今後とも枯渇することはない、ますます拡大すると思われるので、我々の活躍がいのある領域である。

6. 分散化の進む制御システム

図8にコンピュータの能力の進歩を示す。1975年ごろメモリー容量が100kB(kilo Bytes)以下で、かつ演算速度も1MIPS (Million Instructions per Second)以下であったものが、現在では内部記憶容量で64MB、演算速度も100MIPSを超えるような飛躍的な性能の向上がみられる。このようなコンピュータの進歩により、鉄鋼情報制御システムは大きく変化してきている。

図9に鉄鋼情報・制御システムの機能階層を示す。生産計画、技術管理、設備管理などを対象とする各製鉄所管理業務支援システムとしての管理系ビジネスコンピュータ(バッチ処理)が最上位にあり、ビジネスコンピュータ(オンライン処理)、プロセスコンピュータ、電気計装制御機器のハイアラキーシステムで鉄鋼設備のプロセスは制御されている。一方鉄鋼の各製造プロセスを制御速度と機能数で分類すると図10のように分類される。機能も少なく、かつ制御速度も比較的遅くてよい試験設備、水処理などの付帯設備、ETLなどの低速プロセッシングラインを第一の領域、1000m/min以上の圧延速度で多数の品種を大量生産する熱延ミル、多品種の多数

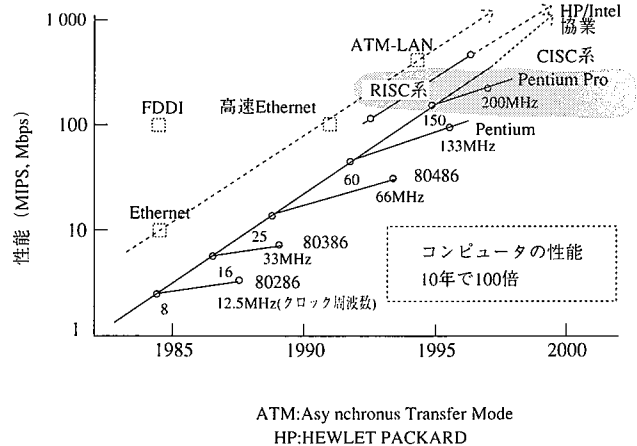


図8 システム機器の性能向上

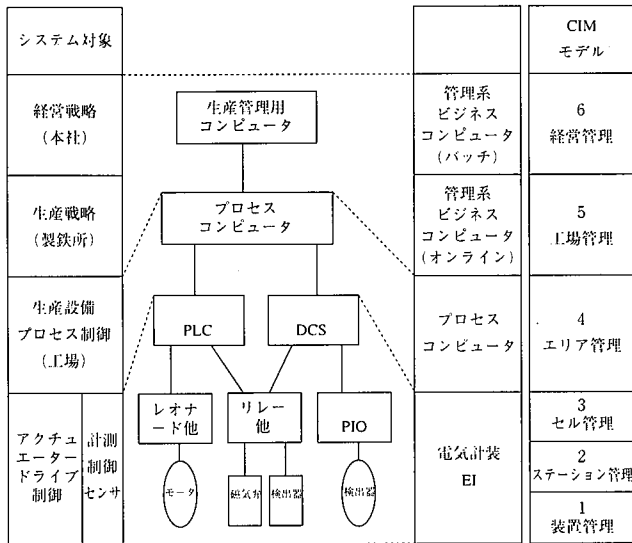


図9 鉄鋼情報・制御システムの機能階層

ロットの板を一枚一枚管理する必要のある厚板ミルのように制御速度も速く、機能数も多いプロセスを第三の領域とし、その中間に属するものを第二領域とした。

先述のように演算処理装置が高速化し、かつコストパフォーマンスも革新的に高くなってきており、各個人でも従来のプロセスコンピュータに相当するような高機能のパーソナルコンピュータが容易に入手可能になってきている。これにつれて電気計装制御システムも従来の高性能のPLC(Programmable Logic Controller)やDCS(Distributed Control Station)に代わり、パーソナルコンピュータとI/O機能をもった汎用コントローラ(Sequencer)で構成されるパーソナルコンピュータPLCやパーソナルコンピュータDCSが最近実用化されてきている。また、プロセスコンピュータの領域においても、リアルタ

イム性に優れたWindows-NTをOS(Operating system)とするパーソナルコンピュータがプロセスコンピュータの代替として、小規模な連続焼鈍ラインに適用されるようになってきている。これらの動向を考えると、第一領域のシステムはこれらのパーソナルコンピュータをベースとして、それに汎用コントローラで構成される超安価システムで実現できるようになる。

また、モータドライブシステムやフィールド制御機器(流量調節弁など)にもマイクロコンピュータが組み込まれてインテリジェント化が進みつつある。今後は制御領域におけるこれらのインテリジェント機器とPLC、DCSとの機能分化が起こってくる。更にWindows-NTを利用したダウンサイジングプロセスコンピュータが、今後は高炉や冷延ミルのプロセスコンピュータにとって代わる性能を持つようになるため、第二領域での情報処理のエリアはダウンサイジングプロセスコンピュータ、制御エリアは電気・計装共用のEI-コントローラとインテリジェント機器で構成されるであろう。冷延ミルや連続焼鈍ラインで代表される高速プロセッシングラインは、ドライブやガス流制御に高速性が要求されるため、汎用コントローラでは処理速度が不足するためである。

第三の領域の熱延ミルは、7スタンドで構成される仕上圧延機であり、品質制御用として、被圧延材の長手方向の同一点が、各スタンドで圧延される時のデータを収集する必要がある。このため10~20msの起動タイミングに応じてコンピュータは処理を開始する必要がある。また厚板ミルは可逆圧延機であり、前圧延パスが終了してから、次の圧延パスのための指示値を計算して設定する時間が圧延のアイドル時間となるため、極めて高速の処理が必要となる。これに対して、パーソナルコンピュータは処理時間そのものは早いですが、割込み演算処理のための最長時間保証がない機構であるため、従来のプロセスコンピュータが不可欠となる。ドライブシステムの制御も当然高速制御が必要となるため、第三の領域は従来のプロセスコンピュータと電気計装コントローラの組み合わせとなる。

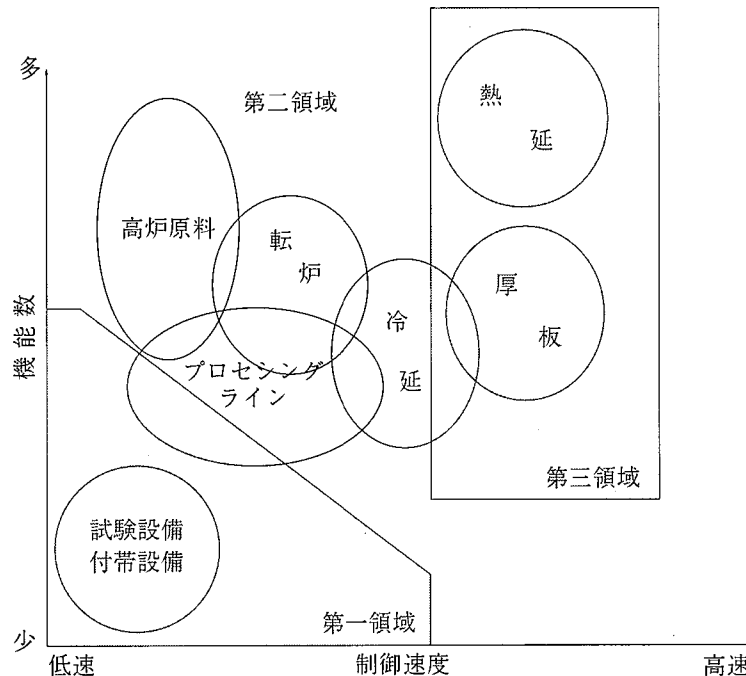


図10 制御速度と機能数による分類(プロセスパターン分類)

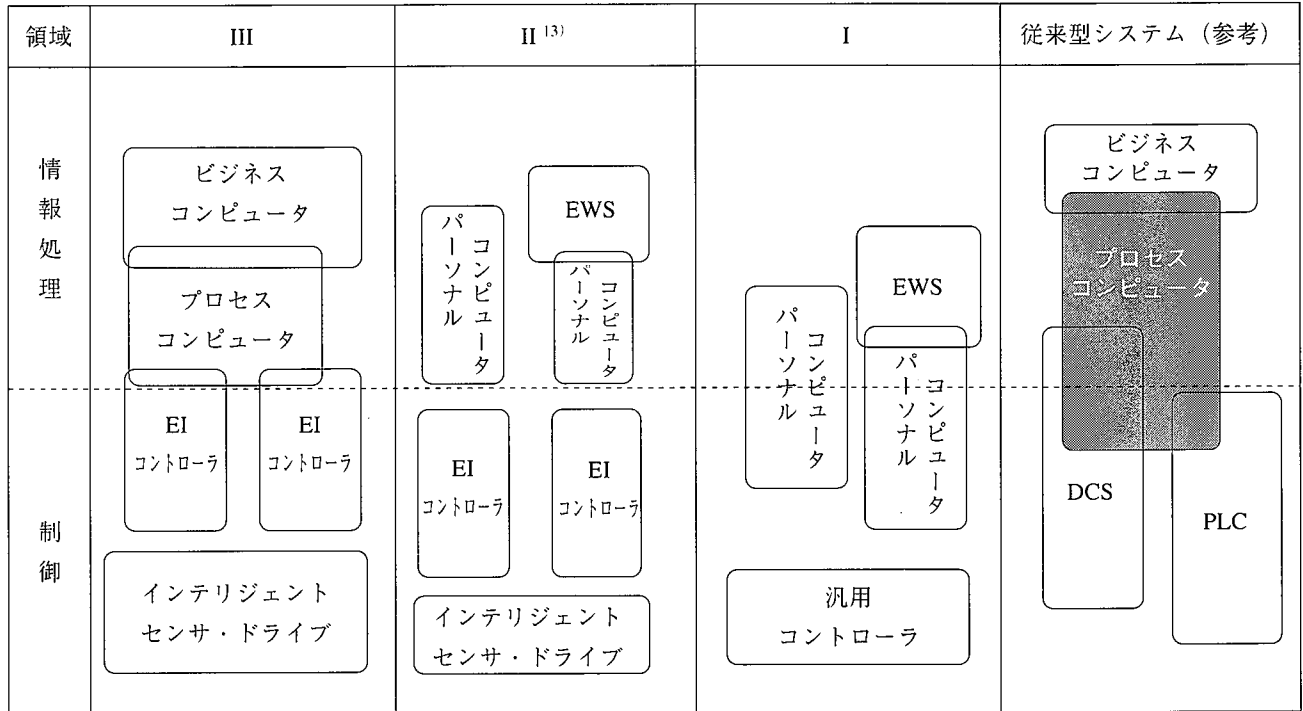


図11 プロセスパターンに応じた将来のシステム構成

以上システム構成については、コンピュータ技術の発展によりダウンサイジング化は進展するが、鉄鋼プロセスの特徴に応じて図11に示すように大きく三つの領域に別れることとなるであろう。

7. 結 言

コンピュータ技術の飛躍的な発展に支えられ、急速に進歩しているシステム制御技術分野の現状と今後を想定してみた。1995年末のWindows-95でフィーバーしていた頃と比べると現在は落ちついて見えるが、コンピュータの演算速度は確実に向上しているし、デファクトスタンダードなネットワークもますます高速化されてきている。更にマルチメディアも、我々が工場の制御の分野に適用可能なレベルに近づいてきている。

計測器、パワーエレクトロニクス、制御技術の各分野もこれらの電子技術をベースとしているため、パフォーマンスは今後も大幅に進展すると予想されている。これらの技術をいち早く新日本製鐵の鉄鋼設備に適用して、より良い鉄製品を需要者に提供できるようにしたいと考えている。同時に、Windows-NT対応制御用ミドルウェア¹⁾のようなユーザー技術として生まれた技術を、新日本製鐵の事業部門を通じて提供していくつもりでもある。

(注)Windows-NT、Windows-95はマイクロソフト社の登録商標、Pentium、Pentium Proはインテル社の登録商標である。

参考文献

- 1) 河原健次 ほか：新日鉄技報。(363), 37(1997)
- 2) 福田二三男：金属産業研究会，東京，1996-2，電気学会
- 3) 赤木俊夫：新日鉄技報。(364), 30(1997)
- 4) 内藤修治：第150回西山記念技術講座，東京，1993-1，日本鉄鋼協会
- 5) 中野公明 ほか：電気学会論文誌，D-111(1)，29(1991)
- 6) 正田英介 ほか監修：パワーエレクトロニクスのすべて，OHM5月号別冊，オーム社，1994-5，p.62
- 7) 寺崎忠男 ほか：金属産業研究会，東京，1995-7，電気学会
- 8) 服部義孝 ほか：金属産業研究会，東京，1997-3，電気学会
- 9) Hoshino,T., et al. : AMC-94, California Berkley, 1994, AMC
- 10) 大貝晴俊 ほか：システム情報処理学会論文誌。(1997-3)
- 11) 増田正宏：新日本製鐵(株)私信，1996-5
- 12) 田中一男編著：インテリジェント制御システム，初版，東京，共立出版(株)，1996，p.183
- 13) 中北輝雄 ほか：計測と制御，34(11)，843(1995)