

査読研究ノート

1960年代から1970年代における鉄鋼生産販売データ活用の実践
－ ビッグデータ社会の俯瞰的研究の手がかりとして －

Practical use of steel production and sales data in the 1960s and the 1970s
－ As a clue for comprehensive research on the big data society －

鷺崎 早雄*

WASHIZAKI Hayao

要約

ビッグデータという言葉が2010年ごろから主としてビジネスの場で使われだした。すぐ消えるバズワードであるという見方がある一方で、2012年のオバマ大統領によるビッグデータイニシアチブへの研究資金拠出の声明以降、イノベーションを起こす社会への重要なインフラと考えられるようになった。ビッグデータという概念は単にデータがビッグになるということではなく、データドリブンな社会を構想して現代の課題を解決する高度情報社会への戦略になると考えられる。過去を見ると、1960年から1970年にかけての高度成長期の入り口では、市場の拡大や複雑化、競争の激化により、膨大なデータを使用した細密な管理が必要となり、これまでの方法によらないイノベーションが求められていた。本稿では鉄鋼業をとりあげ、その当時の人々の考えから現代に通じる接点を見つけ、現代のビッグデータ社会研究への手がかりを検討した。

キーワード：情報社会、ビッグデータ、鉄鋼業、生産管理システム、温故知新

1. ビッグデータの出現
2. 鉄鋼業の一貫生産管理システムの発展はビッグデータへの対応にあり
3. コンピュータによる一貫管理システムの導入、君津AOL(All On Line)
4. 今後のビッグデータ利用研究への示唆

(2022年9月8日受領、9月29日最終版受領、10月1日受領)

* 本学名誉教授

1. ビッグデータの出現

ビッグデータには統一した概念や言葉の定義はないようである。ビッグデータという言葉は、ハーバード大学のMcAfeeとBrynjolfssonが2012年にHarvard Business Reviewに特集したことから始まる [McAfee and Brynjolfsson, 2012]。GAFA (Google、Apple、Facebook、Amazon) などSNSやインターネットのプラットフォーム企業が、事業運営の中で自動的に蓄積されてくる膨大なデータを分析して経営に大きく寄与していると強調されたことから、ビジネス分野で発生した言葉だと考えられている。そういう意味で「ビッグデータ」という言葉はバズワードである。IT分野ではこれまで多数のバズワードが生まれたり消えたりしていったが、ビッグデータについてはその後10年間でスマホ (Smart Phone) やIoT (Internet of Things) 機器、さらにはAI (Artificial Intelligence) による認識システムの普及と相まって、すぐ消えるどころか、イノベーションを起こす重要な社会インフラであると考えられるようになった。

ビッグデータという考え方が普及するとともに、統計学の重要性が改めて強調され、データ分析の専門家であるデータサイエンティストのニーズが高まってきた。大学では文理融合分野の学部としてデータサイエンス学部を開設するところが多い出てきている。しかし、ビッグデータやデータサイエンスが統計学と極めて密接な関係にあるのは事実だが、「そこには微妙な問題が含まれている [竹内, 2014]」ことも忘れてはいけない。これまでビジネスや工業技術の現場で使われてきた統計学は、R.Aフィッシャーが創設し、大体1960年代頃までに完成された統計的推測理論である。1960年代から1970年代にかけての高度成長期の日本の工業は、この統計的推測理論の枠組みをもっとも有効に使って、高品質・高効率な大量生産方式を確立したのである。一方で、ビッグデータでは膨大なデータから新たな知見を見出していくことを目的とする

データマイニングやディープラーニングの進化が望まれている。もちろんデータマイニングやディープラーニングでは従来の統計学がベースとなっているが、数理最適化やIT技術などのより広い概念を使用した「分析」や「知識の発見」をしようとしている。この部分については統計学とビッグデータを扱う部門がより密接に協力をしていかなければならないと考えられている¹⁾。

平成29年(2017)年版情報通信白書 [総務省, 2017]では「データ主導経済と社会変革」を特集した。その中でデータの種類を、1) 国や地方政府が提供するオープンデータ、2) 企業が暗黙知 (ノウハウ) をデジタル化・構造化したデータ (「知のデジタル化」と呼ぶ)、3) 企業のM2M (Machine to Machine) から吐き出されるストリーミングデータ、4) 個人の属性に係るパーソナルデータの4つに分けた。オープンデータは国や地方政府がデータ流通に責任を持ち流通を促進する方向 (官民データ活用基本法) で進められている。企業に蓄積する知のデジタルデータや、M2Mのストリーミングデータも、企業が自社内でクローズするのではなく、外部へ開示していくプラットフォームを作り、場合によってそれを積極的にビジネス化する動きによって外部と流通しようとしている。また、個人のデータもスマホ経由などでどこかのプラットフォームに集められ、個人情報抜きでトランザクション情報として流通していくことが期待される。

一方で、私たちの日常の買い物、移動、通信通話、ネット検索、その他さまざまな行動は、私たちの知らないところでデータの発生源となっている。その点から私たちはユーザとして、個人として、一般市民としてビッグデータの収集をセキュリティ面から危惧しなければならないという側面がある。私たちは、そうしたマイナス面に危惧を持ちつつも、ビッグデータの流通を通じて開かれる新たな知見や知識、コミュニケーションの発展、協

1) 例えば [西内, 2013]p29-32ではITと統計学の関係の発展が重要であることを述べている。

働の推進などを通じて、将来の第4次産業革命へ道筋を期待しているところである。今後、「社会にとってビッグデータとは何か²⁾」を俯瞰する研究が、社会科学、工学、自然科学、人文科学など様々な視覚から発展していくことが重要である。

ところで、現代はインターネットの普及により、我々のデータ利用範囲は日本社会から世界へと広がっている。一方で過去の歴史を考えてみれば、データの広がりこそ企業内または関連企業間に限定されているが、データの発生、収集・処理、利用の知恵が極めて大きなイノベーションを生んだ時代があることに気づく。例えば、1960-1970年代の日本の鉄鋼業の生産管理システム構造の改革である。また19世紀後半の米国における大陸横断鉄道事業における広域な列車運行管理の構造である。本稿では手始めとして日本の鉄鋼業生産管理システム改革について、1960年代にその先駆けとなった八幡製鉄所建設計画時の状況を整理し、経営者・社員・専門技術者が一丸となって当時の水準で考えられる程度をはるかに超えたビッグデータに立ち向かい、世界の鉄鋼業生産管理システムのモデルとなったシステム建設事例から温故知新を考えてみたい。

2. 鉄鋼業の一貫生産管理システムの発展はビッグデータへの対応にあり

1960年頃の日本の鉄鋼業の状況を見ておく。1901年官営八幡製鐵所が操業を開始し、日本は近代化への第一歩を踏み出した。官営八幡製鐵所を引き継いだ日本製鐵³⁾は、1950年に過度経済力集中排除法によって分割され、八幡製鐵、富士製鐵の2社になり、日本鋼管、川崎製鐵、住友金属協業、神戸製鋼と合わせた6社が高炉メーカーとして競う時代となった⁴⁾。

日本の粗鋼生産は敗戦によりほぼゼロになった後、第1次吉田内閣の傾斜生産方式による経済復興政策によって石炭と鉄鋼増産へ舵が切られたことから、1950年には480万トン、1960年には2210万トンと、戦前の水準を超えるところまで回復した。GDPは、1950年代後半から上昇を開始し、対前年比実質成長率は1959年11.2%、1960年12.0%に達していた。

各高炉メーカーはこの先の経済成長に必要な鉄鋼需要の強気な見通しから、国内において大量生産を行う製鉄所の建設に踏み切った。八幡製鐵は君津製鐵所、富士製鐵は大分製鐵所、日本鋼管は福山製鐵所、川崎製鐵は水島製鐵所の建設に着手した。この結果、日本の粗鋼生産は大幅な増加を見た。日本全体の粗鋼生産は、1960年2210万トンから1970年9330万トンまで急増加し、年率にして15.5%という高度成長になった。

このように日本経済全体が高度成長を果たそうという雰囲気のもとで、鉄鋼業が工業発展のリーディング産業として新鋭製鉄所の建設に多大な投資をした。当時の経営者が新しい製鉄所建設にあたってどのような考えを持っていたかを資料によって確認してみる[井上, 生産管理と情報システム, 1998] [新日本製鐵株式会社君津製鐵所, 1985-2] [新日本製鐵株式会社君津製鐵所, 1985-1] [新日本製鐵株式会社, 1981]。

新製鐵所建設の一番手は八幡製鐵の君津製鐵所であったが(1965年建設本部が発足)、建設にあたり「明日の製鐵技術の動向をとらえ理想的な設備を建設し、これらの最適な運営を目標とする管理システムを樹立すること」がスローガンとしてうたわれた⁵⁾。ここで重要なことは、理想的な設備を建設するということと、その設備を運営する最適な「管理システム」を作るということである。理想的な設備を追及する中で、設備の大型化と最先

2) [大黒岳彦, 2014]p134では「ビッグデータを単なるトレンドにすぎないと矮小化して考えるのではなく、むしろ『社会にとってビッグデータとは何か』という問いを立てる」ことを論じている。

3) 1934年から1950年まで存続した。現在の日本製鐵の前身企業のひとつである。

4) 八幡製鐵と富士製鐵は1970年に再び合併して新日本製鐵株式会社となり、さらに2012年には住友金属と合併して新日鐵住金株式会社(2019年に日本製鐵株式会社に商号変更)が誕生した。また日本鋼管と川崎製鐵は2003年に合併してJFEスチール株式会社が発足した。

端のプロセス制御による省力化を実現することが目標となった。1950年代後半の高度経済成長によって労働市場が急速に引き締まり、労働需給逼迫が懸念されていたために省力化の要請は一層高まっていた。また、理想的な管理システムへの要求は、大型工場を最大限まで効率的に運営し高稼働率を実現して労働生産性を高めること、激化する一方の市場競争の中で、価格、高品質はもとより、納期、デリバリー競争など需要家サービス面への競争力を高めることが求められた。のちにトヨタ生産方式に現れてくるJIT (Just In Time) のような、納期における時間指定、注文の小口化、多様化、注文変更の頻発などへの対応力において比類のない「管理システム」を構築しようということであった。

君津製鐵所の建設ではそうした考え方を通じて新しい時代に合った管理体制を構築すべく、1) 消費地立地を最大限に生かす体制、2) 人的効率の画期的向上、3) コンピュータ技術の極限までの追及、の3項目をすべての企画の基本方針に据えた⁵⁾。

この当時は「ビッグデータ」という言葉はもちろん存在してはいないので、この3項目には「ビッグデータ」という言葉は入っていない。しかしながら、3番目の「コンピュータ技術の極限までの追及」で目指していることは、1項目目および2項目目の柱を確実に実現するためには、膨大なデータを処理する精緻で総合的な生産管理システムが必須であり、そのためのイノベーションに挑戦するという強い意思だと考えられる。この時代の状況は「ビッグデータをうまく使用して流動化する社会の運営管理を透明で精緻なものにしよう」という現代の課題と非常に類似した状況であると考えられる。本稿ではこの状況を「ビッ

グデータ」という言葉を使用して、「ビッグデータ」の壁を乗り越えていくという観点からこの君津製鐵所建設時の管理システムへの要求を整理してみたい。

消費者立地を最大限に生かす体制の確立には、受注から納入までをコンピュータシステムを駆使し品質、コスト、納期について需要家の強い要望に応える細密な生産管理システムを作ることが必須である。従来の生産管理は製造指示から、工程間の情報連絡、在庫・生産計上、輸送指示など膨大なデータの処理をほとんどすべて人手で行っていた。人が紙と鉛筆、算盤を持って情報処理をし、工程マンと称する作業員が現場を走り回って情報を伝えていた。そういう作業を前提として、一気に3倍～4倍の大量生産をする工場⁷⁾で細密な生産管理をするためには、労働需給が逼迫している中で膨大な人手がかかることになる。さらにはそもそも人手では機動性(迅速性)の上で限界があるという、非常に困難な課題があった。以上のことから、君津製鐵所においては、1950年代から積み上げてきたコンピュータ技術をもとに、最先端のオンラインリアルタイムシステムを導入し、膨大なデータを迅速に、細密に処理をする生産管理システムの実現に挑戦をした。

ビッグデータの特徴として3V、すなわちVolume(規模)、Velocity(速度)、Variety(多様性)の3Vということが言われる[McAfee and Brynjolfsson, 2012]。これにValueのVを加えて4Vということもある。君津製鐵所建設が立ち向かっていた状況では、大量生産から発生する膨大なデータ、デリバリー・納期管理作業から発生する膨大なデータ、製品・仕様の多種類・多ロット生産から発生する膨大なデータ(Volume)を、迅速(Velocity)、細

5) ちょうど1960年代後半にかけて、鉄鋼周辺技術である産業機械やコンピュータ、計測器、炉材などの面でも技術革新が著しく進展し、国産化技術も確立されつつあった。これらの新技術を積極的に取り込みながら、持てる技術を最大限に生かして、将来にわたって世界的にも最新鋭の製鉄所たりうる製鉄所を建設するという意識を表しているスローガンである(「新日本製鐵

株式会社君津製鐵所, 1985-2]p85から引用)

6) [新日本製鐵株式会社, 1981]p569-570

7) [新日本製鐵株式会社, 1981]p570-571 図表-3を見ると、全般として製鐵所規模は、1960年代前半には年産300万トン(戸畑)、1960年代半ばには500万トン(堺)、1970年代前半には1000万トン(君津)と拡大させていったことが分かる。

密 (Variety) に処理しなければならなかった。しかもそれを解決するためには、今までのやり方ではだめで、まだ開発されて間もないコンピュータに挑戦しなければ解決しないということであった。君津製鉄所建設を企画している当時は、現在のような高速な情報処理機械があるわけではなかったが、高度な管理機能を持つためにはこのビッグデータを処理しなければ解がないということは明らかであったので、建設企画の3本目の柱として「極限までのコンピュータの利用」がうたわれたのである。

3. コンピュータによる一貫管理システムの導入、君津AOL(All On Line)

君津建設が抱える「ビッグデータ」の処理を解決するためには最新鋭のコンピュータを使用することが決定し、IBMのSystem360の導入が決まった。System360は1960年にIBMが発表し1964年から日本でも使えるようになった最新鋭機で、本格的な汎用メインフレームシステムとして、商用から科学技術計算まで様々な用途向けとして開発された、当時のもっともハイテクなコンピュータである。受注から納入まで一貫したコンピュータシステムの開発を行おうとしていた君津計画には、ちょうど願っていたコンピュータが発表されたのは幸いであった。君津の建設本部が発足したのは1965年であるから、君津建設本部はデリバリーが開始されたばかりの最新鋭機を「ビッグデータ」解決のために使うことを果敢に決定したのである。

君津製鉄所の生産管理システム概念図を図1に示し、コンピュータシステム構成概念図(1970年当時)を図2に示す。

システム全体は操業開始後も拡張や改善を続け進歩している。最も大きな特徴は、本社

一製鉄所全体の一貫生産管理の仕組みである。図1のトップに示される本社には、商社から集められた注文を製品種別や品質条件をもとに製造する製鉄所を決めて製造指示につなげる「オーダーエントリーシステム」がある。本社のオーダーエントリーシステムに対応した製鉄所生産管理システムは、管理範囲、月/旬/日サイクル、管理目的により、4つの管理レベルに区分され、階層別に構成された計算機システムに対応している。最上位 (Aランクシステム) は本社からのオーダーエントリをよりきめ細かく計画化し、次のランクに計画を渡す役目を行っている。具体的には、注文に応じて製造工程の決定、工程ライン別の旬間/日別生産計画、出荷業務の総合計画システムである。2番目の階層 (Bランクシステム) は、Aランクからの総合計画をもとに、日ごとの材料 (前工程の生産結果) と注文の紐付け、作業順序、実績編集など日別番別作業計画を製鋼分塊、厚板、熱延、冷延、鋼管の各工程別に作成している。材料と注文を紐付けるという作業は複雑で鉄鋼業のようなブレイクダウン型⁸⁾に製造する工程特有のものである。紐付けの仕方によって製鉄所全体の生産歩留まりや品質にも影響してくるので、その後情報処理技術の発展とともに、数理計画による最適化やAIの手法を適用している部分でもある。君津建設時の1960年代の情報処理能力から見て、当時のこの部分の仕事に使われたデータ量は当時のメジャーで考えると、とてつもないビッグデータであった⁹⁾。Bランクの日別工程計画はその下のCランクシステムへ送られる。ここでは実際の工場への作業指示と作業後の実績収集が行われる。厚板工場、熱延工場、冷延工場別のオンラインリアルタイムシステムになっている。従来工程マンが行っていた仕事全てをこ

⁸⁾ ものづくりでは上流工程で作った中間製品が下流に行くにしたがって枝分かれしていくタイプと、上流工程で作った中間製品が下流工程に従って最終製品に組み立てられていくタイプがある。前者は鉄鋼、化学など装置産業に多くブレイクダウン型という。後者は自動車、造船などアセンブリー産業に多く、組み立て型という。

⁹⁾ 筆者は1970年当時新日鐵本社の情報システム部に勤務していたが、注文データを工程や製造仕様を基に各製鉄所の製造指示まで作成するために、当時の超大型コンピュータHITAC8500を2台用いて7時間くらいかかっていた。

のオンラインシステムが行い、人間は工程における作業が順調に進んでいるかどうかを監視チェックする役目となった。Cランクシステムの下には、プロセスコンピュータ (Dランク) が各工場に設置されている¹⁰⁾。プロセスコンピュータは工場の機械設備、電気設備に対する自動制御、人に対する作業指示、プロセスのモニタリングを行い、作業日報を作成する。特に工程で重点管理しなければならない圧力、温度、速度などのきめ細かい技術データは、時間経過分を集めて自動的に保存され品質改善や作業特性値の解析につなげ大きな効果が出るようになった。Aランクシステムは管理範囲の広さ、一度に処理するデータ量の大きさからバッチ処理が選択されているが、BランクとCランク間はM2M (Machine to Machine) で人が監視するオンラインリアルタイムシステム、Cランクとプロセスコンピュータの間は完全なM2Mになっていて、当時の鉄鋼業システムとしては世界初の画期的な一貫生産管理システムであった。

4. 今後のビッグデータ利用研究への示唆

君津製鉄所の一貫管理システム (AOL) が開発される以前と以後とは、扱うデータの量 (Volume)、データのコミュニケーション速度 (Velocity)、データの複雑な多様性 (Variety) という点で、ほとんど不連続な飛躍、つまり全く新しいイノベーションがあると言えるだろう。

なぜそのようなことができたのか、どのようなプロジェクトのやり方をしたのか、成功の鍵は何だったのかを検討することの中に、現在のビッグデータ対応プロジェクトの成功のヒントがあるであろう¹¹⁾。詳細な論考は今後の課題とするとして、当時の記録の中から、いくつか書かれていることを拾ってみる¹²⁾。

第1点は、2項で触れた製鉄所建設企画の中心に据えられた3本柱を徹底的に追及する過程から、「最先端コンピュータ技術 (当時はオ

ンライン技術、プロセスコントロール技術) の全面的採用を前提として、すべての設備、作業方法、レイアウトを計画した製鉄所の建設」という発想が生まれたことである。

第2点目は、徹底的に追及するにあたっては、専任の君津推進班 (のちに本部) が設置され、「従来とは質的に異なった画期的な工場建設の基本計画を推進した。特に推進班は当時の担当副社長の『従来の製鉄所建設とは異なり、ソフトウェアを重視した総合的な新鋭製鉄所を目指す。そのためにも若手プランナーによる新しい発想を極力取り入れる』」との方針を汲んで若手を投入して発足したことには気概が現れている。

第3点目に、推進班が最初に検討した厚板設備計画の考え方は、「いわば販売主導型、ソフト重視型の発想であった。そして、その発想の展開を図るべく、当時の担当常務名で『君津製鉄所を世界に誇りうる製鉄所として高収益の最新製鉄所とするためには、長期的・総合的見地に立ち、かつ販売、技術、要員、購買、管理などの各方面にわたって、全社の英知を結集してこれにあたる必要がある』」という依命が全社に出されたことである。「従来は既設設備のコンピュータ適用や保守に追われていた情報システム部門が、コンピュータの使用を前提とした製鉄所づくりというかたちで、計画当初から積極的に参画したことも画期的であった¹³⁾」。

終わりにあたって、以上ここであげた4点については、それまでと断絶した全く新しいものごとを検討・計画するにあたっての、成功のポイントであると考えられる。今でも通じる当時として斬新な考え方をしている。我々は今後の研究において、現在の「ビッグデータ」を対象としたプロジェクト運営について詳しい調査をしながら、君津製鉄所建設に見るような過去の成功事例から抽出される温故知新を現在へ接続する作業をしなければならないのではないかと考えている。

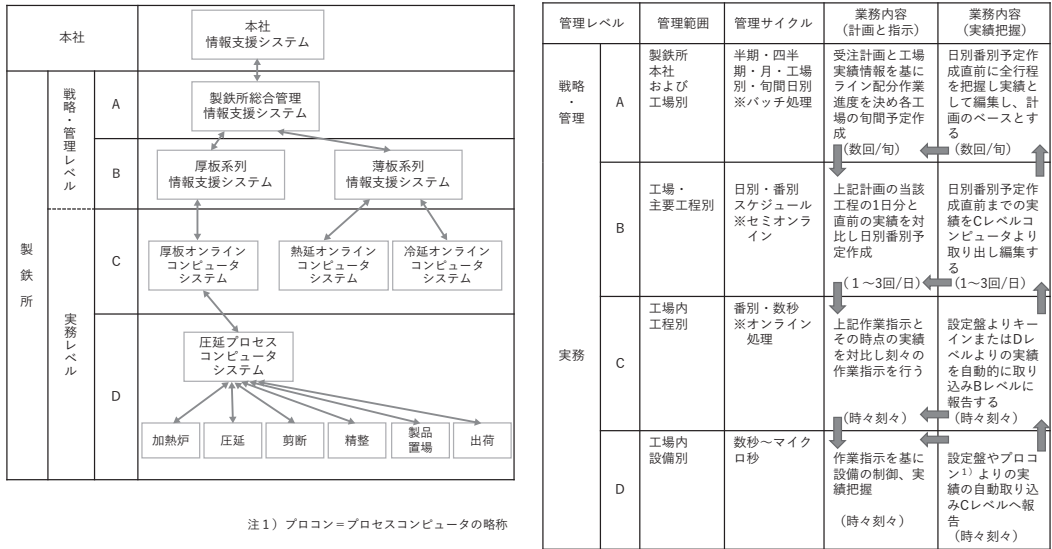
10) プロセスコンピュータを「プロコン」と略称することがある。

11) デジタル庁のプロジェクト等。

12) [新日本製鐵株式会社君津製鐵所, 1985-2]p64-66、「」内は引用である。

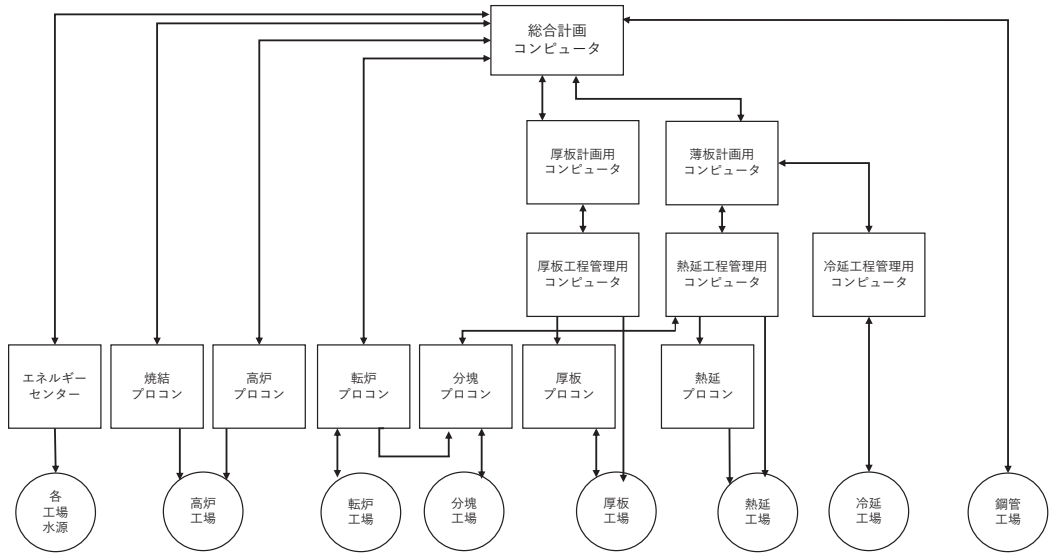
13) [新日本製鐵株式会社, 1981]p570

図1 君津製鉄所生産管理システム概念図



出所：[井上, 生産管理と情報システム, 1998] 図4.8を引用して筆者修正

図2 君津製鉄所コンピュータシステム構成図 (1970年当時)



出所：[野坂, 1970] 図10.10を引用して筆者修正

引用文献

McAfee Andrew, Brynjolfsson Eric. (2012). Big Data: The Management Revolution. Harvard Business Review.
井上義祐. (1998). 生産管理と情報システム. 同文館.

井上義祐. (2010-1). 八幡製鉄・新日本製鉄の1956年から1980年代にいたるシステム思考の適用とコンピュータ活用に関する一実践側面(1). 桃山学院大学経済経営論集, 52(1).
井上義祐. (2010-2). 八幡製鉄・新日本製鉄の

- 1956年から1980年代にいたるシステム思考の適用とコンピュータ活用に関する一実践側面(2). 桃山学院大学経済経営論集, 51(3・4合併).
- 新日本製鐵株式会社. (1981). 炎とともに一八幡製鐵株式会社社史 非売品.
- 新日本製鐵株式会社君津製鐵所. (1985-1). 日々新たに一君津製鐵所20年史一部門史.
- 新日本製鐵株式会社君津製鐵所. (1985-2). 日々新たに一君津製鐵所20年史一総合史.
- 水田正弘. (2014). ビッグデータブームを考える. 現代思想, 42(9).
- 西内啓. (2013). 統計学が最強の学問である. ダイヤモンド社.
- 総務省. (2017). 平成29年版情報通信白書.
- 大黒岳彦. (2014). ビッグデータの社会哲学的位相. 現代思想, 42(9).
- 竹内啓. (2014). ビッグデータと統計学. 現代思想, 42(9).
- 八幡製鐵株式会社八幡製鐵所. (1980). 八幡製鐵所八十年史(非売品).
- 野坂康雄. (1970). 鉄鋼業のコンピュータコントロール. 産業図書.