

© 1986 ISIJ

# 粉体試料および銑鉄の全自動分析システムの開発

技術報告

杉原 孝志\*・齊藤 啓二\*<sup>2</sup>・合田 明弘\*<sup>2</sup>・畑 俊彦\*<sup>2</sup>

## Development of Full Automatic Sample Preparation and Analysis System for Powdered Sample and Pig Iron

Takashi SUGIHARA, Keizi SAITO, Akihiro GODA and Toshihiko HATA

### Synopsis:

A modern analytical computer system has been established as a part of totalized steelmaking information system at the Mizushima works, Kawasaki Steel Corporation. The modernization of the analytical system aimed at automating and refreshing of analytical equipments and real time data processing.

New computer and electronic technologies and hierarchical structure of computer have realized the system which has centralized the management of information and distributed the control for analytical equipments.

Furthermore, this system has contributed to improve the reliability through improvement in analytical precision, and also contributed to a decrease in operator's labor, because this system was automated from sample preparation to calculation of analytical contents for powdered samples and pig iron.

The process control and the quality assurance have been strengthened by the completion of this system.

## 1. 緒 言

鉄鋼業を取り巻く厳しい環境の中で、製造工程における効率化の推進はめざましく、特に最近の溶銑、溶鋼の成分調整の多段化や連鑄技術の進歩による鋼片の直送圧延化により、操業工程にそつた成分含有量の迅速な把握は鉄鋼製造に不可欠となつてきた。そのため分析部門においても操業管理、工程管理分析のみならず製品管理分析も含め積極的に効率化を進め<sup>1)2)</sup> コンピューター化、自動化を実施し迅速性や分析精度の向上が図られて<sup>3)4)</sup>。筆者らは、昭和 59 年に川崎製鉄(株)水島製鉄所の素材製造プロセスの合理化を目的に稼動した鋼片工場の新設を機会に<sup>5)</sup>、分析試料の調製から分析測定、分析値の伝達格納までも含めた分析システム全体の更新を行つた。分析プロセスコンピューター(以後分析 P/C と記す。)を中心に高炉、転炉あるいは連鑄などの操業管理、工程管理に必要な分析機器を有機的に接続し、さらに粉体試料と銑鉄試料については試料調製から分析あるいは各工場への分析値伝送まで一連のトータル処理の自動化を実施したので報告する。

## 2. 開発の経緯とシステムの考え方

### 2.1 開発の経緯

最近、溶銑予備処理、取鋼精錬処理の適用鋼種拡大や連鑄鋼片の直送圧延の実施に伴い、データ伝送の迅速化が強く要求されるとともに分析成分の追加、定量範囲の拡大など既存システム<sup>6)</sup>では対応ができなくなつた。また、焼結銑や高炉スラグ、転炉スラグおよび銑鉄の分析は、高炉転炉などの操業を管理する上で不可欠であるにもかかわらず、試料の前処理が複雑で時間を要するため自動化が難しい。そのため、今回新分析システムの構築に当たり単にコンピューターの更新に止まらず、試料の前処理から分析および分析値の伝送、格納までも含めた分析処理全体のシステム化を実施することとなつた。

### 2.2 開発の際の考慮すべき要因

コンピューターの特質である迅速性、正確性を最大限に活用し作業能率および分析精度の向上強化を図り、また分析情報の一元管理とそれに基づく操業管理の強化迅速化を目的とし、システムの開発に際しては次の点に特に留意した。

昭和 59 年 4 月・60 年 4 月本会講演大会にて発表 昭和 61 年 2 月 28 日受付 (Received Feb. 28, 1986)

\* 川鉄テクノリサーチ(株)総合検査・分析センター水島事業所 (Mizushima Branch, Chemical Analysis and Physical Testing Center, Kawasaki Steel Techno-research Corp. 1 Mizushimakawasakidori Kurashiki 712)

\*<sup>2</sup> 川崎製鉄(株)水島製鉄所 (Mizushima Works, Kawasaki Steel Corp.)

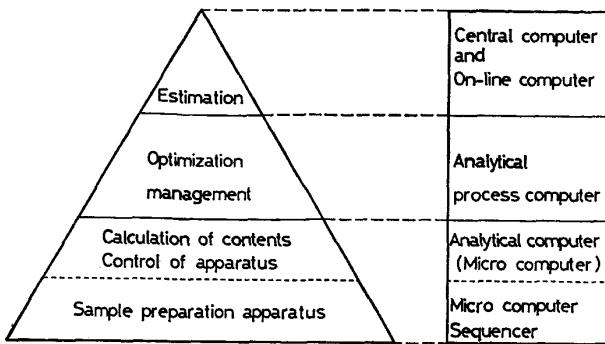


Fig. 1. Hierarchical structure of analytical computer system.

- ① 操業管理分析に必要な設備や機器をコンピューターに接続する。
- ② 多様に変化する要求に対応するため拡張性を持たせるとともにシステムダウンやメンテナンス性を配慮し、各種機器にそれぞれの機能を分散させる方式のシステムとし、バックアップ体制も低コストで完備する。
- ③ 分析情報に関し帳票や作業カードなどを用いないペーパーレスシステムとし、能率および信頼性の向上を図る。
- ④ 分析機器の精度管理、各種統計処理や分析試料の受付登録あるいは日報月報処理など分析業務の遂行に必要な処理をコンピューター化する。

### 3. 分析システムの概要

分析コンピューターシステムは Fig. 1 に示したように、メンテナンス性や危険分散を考慮して各コンピューターの処理機能と処理機器を分離した階層構造を採用し

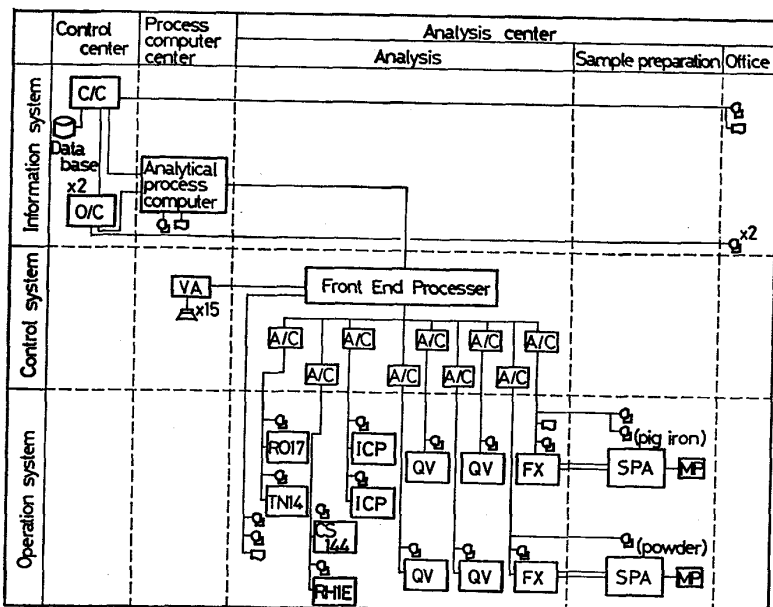
た。上位のビジネスコンピューターおよびオンラインコンピューターは分析 P/C を含む他システムからの情報収集や下位システムへの情報伝達を行い製鉄所全体の操業管理、工程管理の中枢を司る。中間に位置する分析 P/C は上位システム、下位システム、各種端末機からの情報収集や伝達といった情報の自動収集などを行っている。最下位のマイクロコンピューターは分析装置あるいは自動化分析設備などの制御と含有量算出や分析 P/C との送受信などを分担している。また自動化分析設備は試料の前処理装置および分析装置とその間を接続する試料搬送装置とで構成されており、前処理装置の制御は装置の耐久性を考慮し、かつ定数制御を容易にするためシーケンサーを用いた。

#### 3.1 コンピューターシステム

##### 3.1.1 機器構成

分析コンピューターシステムのハードウェア構成を Fig. 2 に示した。

分析 P/C はメンテナンス性バックアップ性を配慮して製鋼 P/C 群室に設置している。分析 P/C と入出力制御用コンピューター (Front End Processor) 間は約 2 km 離れているが、情報量や信頼性を考慮し光ファイバーで接続している。含有量計算機 (Analytical Computer: 以後 A/C と記す) は装置の制御も行う必要があり、得られる情報量も多い発光分光分析装置 (4 台)、蛍光 X 線分析装置 (2 台) とは 1:1 で接続し、情報量の少ない酸素分析装置、窒素分析装置、水素分析装置、炭素硫黄同時分析装置および高周波誘導結合プラズマ発光分光分析装置とは 1:2 で接続し同時分析処理も可能



- C/C : Central Computer
- O/C : On-line Computer
- A/C : Analytical Computer
- QV : Emission Spectrometer
- FX : X-ray Fluorescent Analyzer
- SPA : Automatic Sample Preparation Apparatus
- VA : Voice Annunciator
- MP : Monitoring Panel
- RO17 : Oxygen Analyzer
- TN14 : Nitrogen Analyzer
- RHIE : Hydrogen Analyzer
- CS144 : Carbon and Sulphur Analyzer

Fig. 2. Configuration of analytical information system.

とした。マンマシンインターフェースはすべて CRT (Cathode Rays Tube) を用い、通常はプリンターなどを用いないペーパーレスシステムとした。また各操業現場には音声出力装置による分析値のアナウンスも実施している。

全面的な CRT オペレーションの採用に当たって第一に考慮したのは CRT の信頼性であつた。マンマシンインターフェースとなる CRT には情報が集中化されており、そのトラブルはシステムにとって致命的となる。CRT およびコントローラーを多重化すれば問題は解決できるが、単純な多重化はコストを上昇させシステム全体の経済的効果を低下させ良策とはいえず、そのため構成において種々の工夫を行い多重化を実施した。例えば A/C のすべての CRT とコントローラーのハード、ソフトを同一仕様とし互換性メンテナンス性を容易にしている。次に数多くの検討を加えたのが CRT 画面の構成である。操業管理分析においては、各工場の操業命令や吹錬情報あるいは分析しようとする試料の履歴や分析結果など多数の情報がある。しかし通常の分析作業においてすべての情報が一度に必要な場合はほとんどなく、実際には分析する試料に合致した情報をいくつか組み合わせる程度でよい。そのため作業種にマッチした画面を多数作り、必要に応じてメニュー方式で選択する方法を採用した。

3.1.2 処理機能

本システムの処理機能は、基本としてシステム全体を総括している分析 P/C の情報収集機能と、A/C の分析作業機能にわけられる。

(1) 情報収集機能

オペレーションガイド機能、分析精度管理機能、データメンテナンス機能、帳票作業票作成機能、技術解析機能などを持っており、工場の操業情報、システムの稼動状態や分析精度正確さ管理などをグラフィック表示することによりオペレーターの作業を支援するとともに、作業進捗状況の把握を容易にしている。また分析装置間のクロスチェックも実施し信頼性を向上させている。

(2) 分析作業機能

この機能は含有量算出機能、定数管理機能、自動化分析処理機能、装置管理機能であり、分析作業以外にも検量線作成、共存元素補正定数算出などもペーパーレスで行えるようにしている。また、分析条件、検量線や分析元素数の選択あるいは分析値の桁数なども各種操業命令によつて自動的に選択でき、作業の迅速化を図るとともに、オペレーターの負荷を軽減させている。

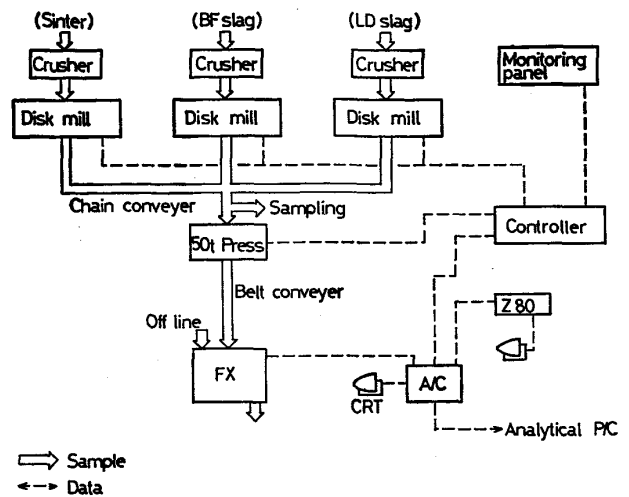


Fig. 3. Schematic diagram of the full automatic analysis system for powdered sample.

3.2 自動分析システム

分析の自動化は新分析システム構築の一環として実施した。試料とその分析処理の特質に合った自動化を基本方針とし、試料調製装置と分析装置のそれぞれの自動化を行い、その間に試料搬送装置を設け接続する方式を採用した。また各装置は単独で運転制御が可能なシステムにした。

対象試料は調製工程が煩雑で長時間を要し自動化が難しいとされていた焼結鉱、スラグなどの粉体試料と、高炉および転炉原料などの操業管理用の銑鉄試料について全自動分析を実施した。

3.2.1 粉体試料分析システム

(1) 構成

この自動分析の設備は Fig. 3 に示したように、粗粉碎機、本粉碎機、試料捕集機、試料カップ供給機、プレス成型機、試料搬送コンベアー、蛍光 X 線分析装置および A/C で構成している。

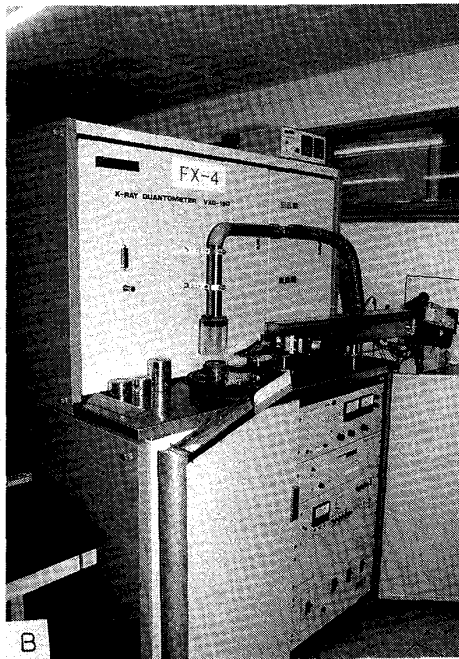
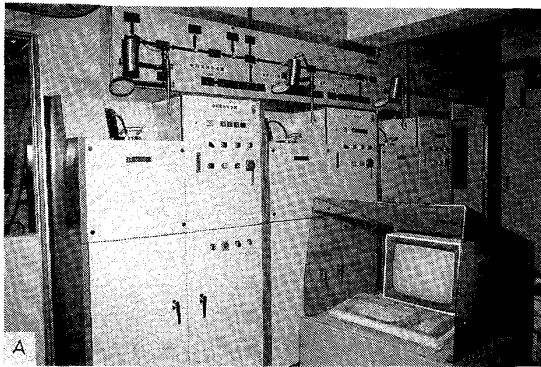
本システムの場合、試料を粗粉碎機に投入し試料の履歴番号を CRT に登録することにより、粉砕から含有量の算出および伝送までの一連の作業工程を自動で処理する。設備の外観を Photo. 1 に示した。

(2) 特徴

ハード面における特徴として次に示すことが挙げられる。

①工場から気送管で送られてきた試料を直接調製できるように粗粉碎機を設け、また微粉砕にはメンテナンス性を重視し汎用のディスクミルをほとんど改造なしに用いている。

②分析装置への試料のセッティングを容易にするため、試料の厚みを検出する機構を設け、設定厚さ以下の



A : Sample preparation apparatus  
B : X-ray Fluorescent Analyzer

Photo. 1. View of the developed full automatic analysis system for powdered sample.

試料は排除する方式とした。

③同一粉砕系統で異種試料も処理できるように空気洗浄のみでなく、必要に応じて Fig. 4 に示したスクリーコンベアーによつて微粉砕機に洗浄試料が供給され洗浄できる機構を設けている。

④粉体試料は成型された試料自体から微粉ダストを発生しやすく分析装置の駆動部や真空系の不具合の発生原因となるため、ダストの除去に特に留意しサンプルホルダー部の吸引クリーナーや真空系路途中にダストトラップを設けた。

(3) 処理能力

処理工程を Fig. 4 に示した。1 系統の処理能力として約 7 min で 1 本の試料を処理できるが、分析装置と試料調製装置は同時に処理が可能であり、また粉砕機は 3 系統設けているため約 3 min で 1 試料の頻度で分析

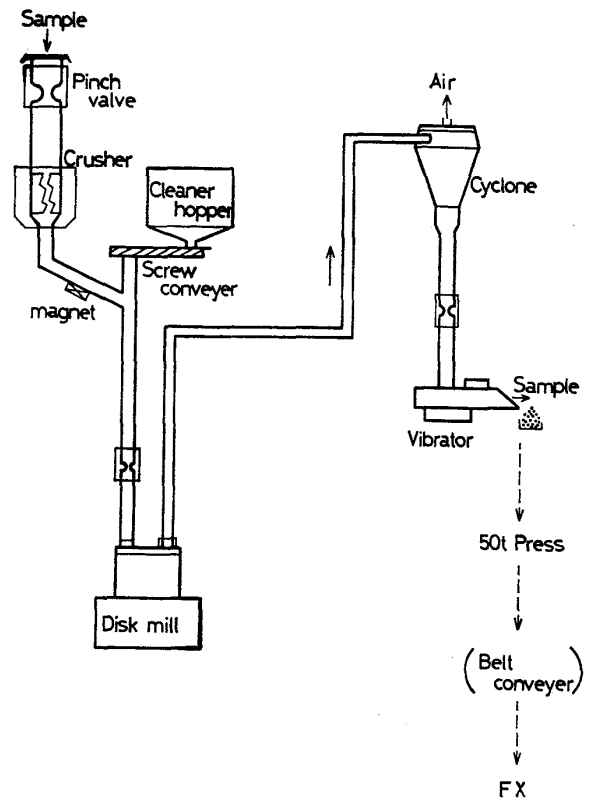


Fig. 4. Schematic diagram of sample flow (powdered sample).

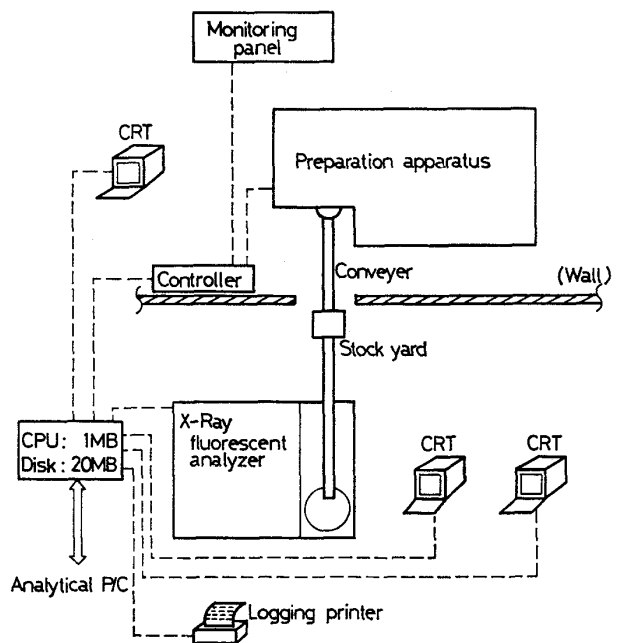


Fig. 5. Schematic diagram of the full automatic analysis system for pig iron.

できる。

3.2.2 銑鉄試料分析システム

(1) 構成

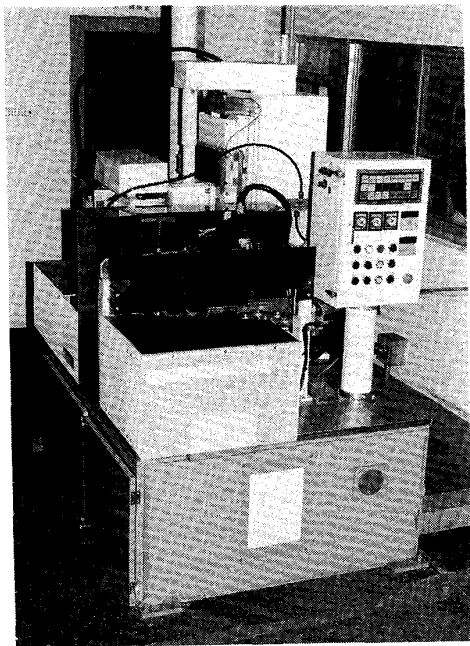


Photo. 2. General view of the developed sample preparation apparatus for pig iron.

この自動分析の設備は Fig. 5 に示したように試料研磨装置、試料搬送装置、蛍光X線分析装置およびシステム全体の制御、含有率の算出を行う A/C で構成している。このシステムも前述の粉体試料分析システムと同様に、試料を研磨装置にセットし CRT に履歴番号を登録することにより分析値の伝送までの全工程を自動で処理できる。設備の外観を Photo. 2 に示した。

(2) 特徴

ハード面における特徴として次に示すことが挙げられる。

①試料の研磨はベルトコンベアーによる搬送の容易性や分析装置とのセッティングを考慮し、試料 (34 mmφ × 9 mm のディスク状) の分析面のみの研磨でなく、裏面の湯ばりなども除去する両面研磨方式とした。

②研磨グラインダーの目詰りを除去するドレッシング処理を空気吹付け方式にすることにより自動化でき、研磨グラインダーのメンテナンスを不要とした。

③試料搬送装置には試料の割れを検知する光反射型のセンサーを設け、不良試料は排除できる方式とした。

④試料搬送装置と分析装置の接続個所には試料を数本までストックできる待機装置を設け、分析装置の標準化や割り込み分析を容易にした。

(3) 処理能力

このシステムの処理工程を Fig. 6 に示したが、処理能力として試料 1 本当たり約 3 min であるが、研磨装置と分析装置は並列に処理が可能であるため約 2 min

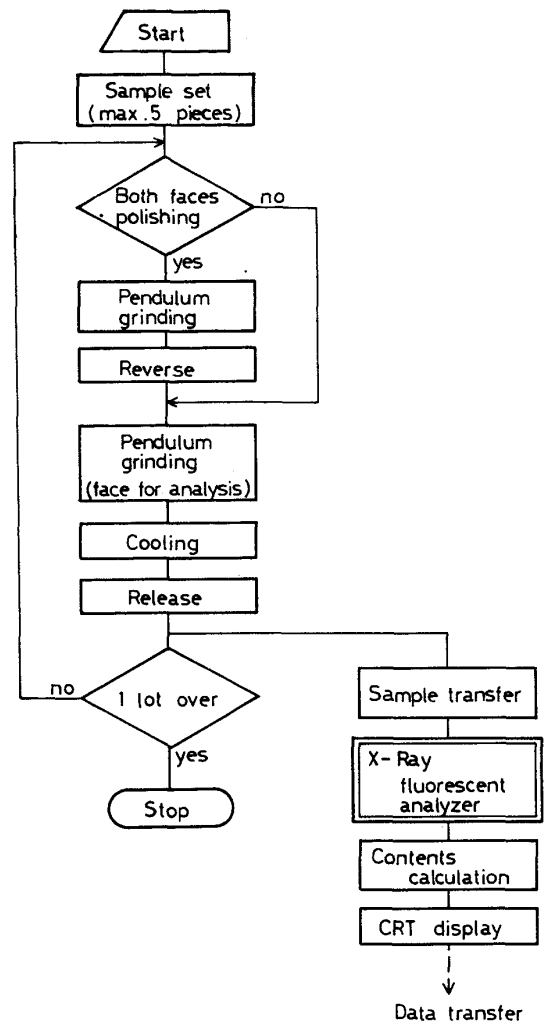


Fig. 6. Flow chart of full automatic analysis system for pig iron.

で 1 試料の頻度で分析できる。

3.2.3 自動化の効果

試料調製装置と蛍光X線分析装置を組み合わせた全自動分析システムの確立により、次のような効果があった。

①試料調製から分析値の算出のみならず伝送まで無人分析が可能となり省力化が実施でき、また個人差による分析精度の変動が解消した。

②手作業による試料粉碎や研磨がなくなり安全性と作業環境が向上した。

③分析所要時間が短縮されるとともに処理時間のばらつきも減少し、高炉および転炉などの操業管理にタイマーに精度よく分析値を反映させることができるようになった。

4. 結 言

分析コンピューターシステム更新と自動分析を実施し

た。ホストのビジネスコンピューターから最下位のマイクログンピューターまでを階層的に配置することと、各階層ごとの CRT オペレーションにより、帳票類を伝達媒体としないペーパーレスシステムとなり分析情報の迅速性と信頼性が向上した。分析処理設備の自動化により従来の機器単位の要員配置から、一人で複数の機器を扱う業務体制に変更できた。この結果、水島製鉄所の分析部門の近代化が進められ省力化、分析所要時間の短縮、作業環境の向上さらに分析精度の向上などにより、鉄鋼製造の操業管理、品質管理体制の強化に貢献できたと考えられる。

## 文 献

- 1) 田村耕治, 近藤喜代太: 川鉄技報, 10 (1978), p.240
- 2) 日本鉄鋼業における分析技術 (日本鉄鋼協会編) (1982), p.21
- 3) 田口 勇, 小野昭紘, 松本龍太郎: 鉄と鋼, 60 (1974), p.2035
- 4) 小野準一, 福井 勲, 今村直樹: 島津評論, 35 (1978), p.15
- 5) 中西輝行, 大杉賢三, 板倉仁志, 中川康弘, 谷利修己, 上田徹雄: 鉄と鋼, 70 (1984), S1078
- 6) 遠藤芳秀: 第 16 回西山記念技術講座 (日本鉄鋼協会編) (1972), p.71