

当社における自動化・物流改善技術と今後の動向

Improvement of Transportation and Automation in SMI

橋爪藤彦/Fujihiko Hashizume・本社 設備部 部長

要 約

当社の自動化・物流改善の取り組みは従来より積極的に実施されていたが、生産性向上の主対策であった安価な省力テーマの減少を打破すべく、1990年に制定した「モデル工場制度」とそれをターゲットとした自動化技術開発を軸としたものに大きく変貌展開してきた。同制度の適用により1995年度までに83件の自動化技術開発・20件の大型省力を実現し、要員合理化に大きく貢献した。

Synopsis

SMI has always been actively involved in automation and transfer improvements, and faced with a dwindling number of the price-cutting and labor-saving projects that had been the main focus of productivity improvements, a "model plant" system was established in 1990, changing the focus onto automation technology targeting these plants. The model plant system has been very successful, with 83 different automation projects implemented by the end of 1995, including 20 cases with substantial labor reductions, greatly contributing to the pursuit of more efficient manning levels.

1. はじめに

鉄鋼業においては、厳しい経営環境が続く中、要員合理化・生産物流の効率化は最重要課題となっている。これを反映し鉄鋼各社のここ数年の自動化改善は、従来の品質の安定化・生産の高速化などを目的とした主要生産ラインの自動化から、省力・コスト削減を目的とした周辺付帯作業および物流ハンドリングの自動化へと移ってきている。

当社においても従来より積極的に取り組んできているが、特に1990年以降、自動化技術開発および大型省力実現のための制度・組織の整備を行い大きな成果を挙げている。本稿ではそのアプローチ方法と具体的開発・改善事例の概略について解説する。

2. 鉄鋼業における自動化・物流改善技術

鉄鋼業就中製鉄所における自動化・物流の問題点としては以下の点があげられる。

- (1) その対象が高温・重量物でありハンドリングの自動化が困難
- (2) 小ロット・多品種対応により物流が極めて複雑
- (3) 検査・手入れ・梱包などの精整工程において自動化の困難な作業が多い
- (4) 上工程を主体とした3K作業の自動化が遅れている

これに対し鉄鋼各社とも、技術開発・新技術の導入を積極的に進め改善を図ってきている。第1表に最近の自動化・物流改善事例と主な狙い・適用技術を示す。

第1表 鉄鋼業における最近の自動化・物流改善事例

Table 1 Recent automation and transfer improvements in the iron and steel industry

自動化・物流改善事例	主な狙い	適用技術
コークス炉移動機械の自動化	省力, 3K対策	高精度停止位置制御技術
スラブ自動搬送	熱量原単位低減	自動搬送台車
コイル自動搬送	省力, 物流コスト低減	自動台車, AGV, 自動クレーン
ロールショップの自動化	省力	自動倉庫, 自動クレーン
コイル梱包の自動化	省力, 能率向上	手作業の機械化技術
機械試験の自動化	省力, 試験工期短縮	AGV, ロボット

技術解説

3. 当社の取り組み

3-1 モデル工場制度による
大型自動化の推進¹⁾

3-1-1 モデル工場制度とコンセプト

1990年度にスタートした3ヶ年中期計画の重点課題の一つであった「全社20%以上の生産性向上」の達成のため、

- (1)プロセス改善・無人化プロセスの実現等戦略的自動化の推進
- (2)3K職場等悪環境の改善及び単純繰り返し作業の軽減廃止

が計画され、その促進策としてモデル工場制度が新たに設けられた。さらにモデル工場の条件として次のコンセプトを設定した。

- (1)当該工場の生産性向上200%以上または大規模工場では100人以上の大幅な省力の実現
- (2)高品質の製品製造体制の実現
- (3)環境改善を図り高齢者が楽に働ける職場作り
- (4)先進的な自動化の実現

3-1-2 モデル工場実現への促進策

モデル工場実現には、技術的経済的な難課題が予測され、

その解決促進策として次の施策を実施した。

- (1)技術課題解決開発予算の確保(3ヶ年で10億円)と開発体制の組織化
- (2)モデル工場設備投資特別予算枠の設定

この施策により、1991年7月に本社・和歌山製鉄所・鹿島製鉄所にFA技術室が新設され、自動化技術開発の促進が図られた。

3-1-3 モデル工場実現への手法

- (1)工場FAチームの結成とFA技術マップの作成

モデル工場検討においては工場FA化チームを結成し、プロセスごとのFA化案・技術課題・難度・効果などを明確にするためのFA技術マップ(第1図)を作成した。これにより他工場他所との技術的共通性も明確になり、重点開発を行うことにより開発効率が向上した。

- (2)技術者の育成

①シミュレーション技術

シミュレーション技術は、ライン計画において課題抽出・計画精度向上・設備コストの低減を図る上で極めて有効な手段であることから、「生産・物流シミュレーション研修会」を行いIE部門以外の技術者の育成も図ると同時にシミュレーションツール

技術難易度：A=既存技術 B=技術難易度小 C=技術難易度大

プロセスフロー	自動化 レベル 現状 改善	工程 NO	FA化案	目 的			要 員			実施時 概算 予算 MY	技術 難易度	技 術 開 発			起業起案 スケジュール	社トップ技術
				総合 効率率	省 力	品 証	3 K	現状	FA後	省力		開発課題案件	開発 時期	開発 予算 MY		
パイプ選別2 管端切断 試験片採取 試験室へ 面 削 機 No.1 No.2 自動寸法測定機 管端NDI検査 表面手入れ検査 寸法関係検査 立ち会い検査 測 長 ステンシル 全長マダナ	△ ◎	22	パイプ選別システムレベル UPパイプ自動振り分け	○				1*2	—	▲2	A					H5モデル申請予定
	△ △	23	1.パイプ測長自動化 2.ガス切断自動化 3.内外面ビード切削自動化	○				1*2	—	▲2	B	成品長測定技術				
	×	24	1.刻印打ち自動化 2.試験片切断の自動化 3.平板プレス加工自動化 4.ビード部切削自動化	○	○			1*2	—	▲2	A					
	△ △	25	1.パイプ搬送自動化 2.面削自動化 3.切粉除去、搬出自動化 4.ベベル面測定自動化 5.長さ測定自動化	○	○			2*2	1*2	▲2	A					
	◎ ◎	26	1.自動寸法測定レベルアップ 2.管端MT, UT探傷自動化 3.管端修正の自動化 4.UT, MTセッティング、判定の自動化 5.内外面VDEの自動化 6.内外面手入れの自動化	○	○			5*2	4*2	▲2	B	自動寸法測定レベルアップ				H5モデル申請予定
	×	27	1.短尺ライン統一、自動化 2.ビード合わせ自動化 3.ステンシル搬送スプレー自動化 4.測長搬入通過確認装置	○	○			1*2	—	▲2	A					H5モデル申請予定
	×	28		○							A					"
	×			○							A					"
	×			○							A					"
	×			○							A					"
	×			○							A					"
	×			○							A					"

第1図 FA技術マップ

Fig.1 Factory automation technology map

(SLAM-II, WITNESS)の拡充を行った。

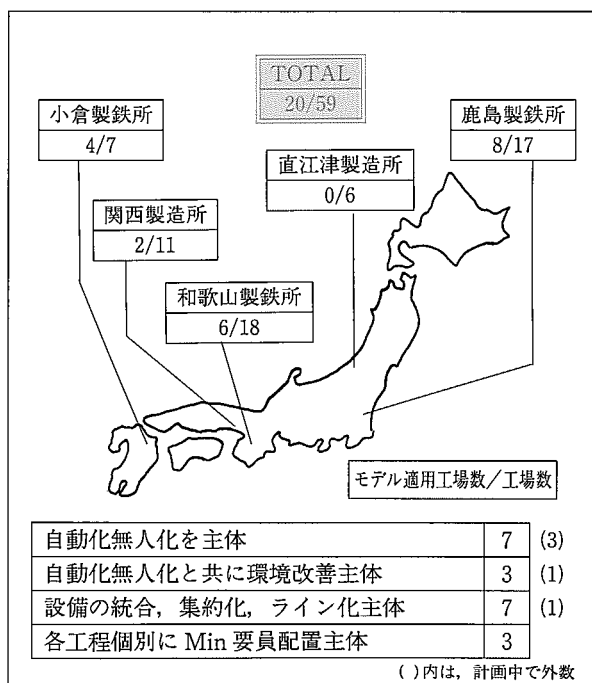
鹿島製鉄所の機械試験センターのFA化の最適物流の検討においては重要な役割を果たした。個別報文「現場に密着した生産・物流シミュレーション技術の確立」を参照願いたい。

②自動化技術

ロボット・画像処理などの自動化要素技術については、設備・システム技術者だけでなく操業部門にも枠を拡げた「自動化開発技術研修会」を開催し、メーカーシーズ技術に加え他社他業種事例などの研修も行った。これにより各部門での自動化開発の核となる技術者の育成を行うと同時に開発マインドのアップも図った。

3-1-4 モデル工場の実績

1991年以降20件のモデル工場が完成あるいは推進中であり(第2図),総投資額は287億円にのぼっており1100人以上の要員合理化を達成した。第2表にその代表事例とキーテクノロジーについて概略を示す。詳細については各個別報文を参照願いたい。



第2図 事業所別モデル工場件数

Fig.2 Numbers of model plants at SMI steel works

第2表 モデル工場事例とキーテクノロジー

Table 2 Model plants and the key technologies employed

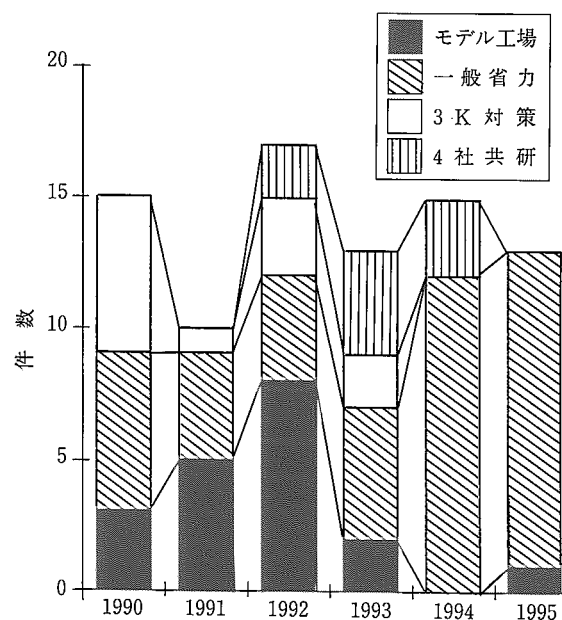
モデル工場事例	キーテクノロジー
和歌山 冷延・表面処理工場物流改善	自動コイル搬送台車
鹿島 薄板梱包合理化	AGV, 自動クレーン
小倉 分塊工場 FA 化	自動鋼片マグナ検査
関西 台車枠製造・溶接工程 FA 化	自動溶接ロボット, AGV
鹿島 機械試験センター FA 化	ロボット, AGV

3-2 自動化開発の取り組み

3-2-1 自動化開発促進施策

前項でも述べたように、当社では1990年度から省力・自動化及び3K対策を目的とした「自動化」という新たな開発予算分野を設定するとともに、1991年度には自動化案件発掘・開発実施に特化した組織体制をつくり自動化開発を促進してきた。さらに前述のモデル工場に紐付けされた案件を優先し、開発完了後の事業化の可能性を事前に充分検討することにより開発の実用化率を上げた。

第3図に1990～1995年度の自動化開発件数の推移を、また第3表に要素技術別の主な開発事例を示すが、合計83件の開発を行いその実用化率は件数比70%以上と省力合理化に大きく寄与した。



第3図 自動化開発件数推移

Fig.3 Trends in number of completed automation projects

第3表 要素技術別開発事例

Table 3 Development employing specific technologies

要素技術	主な開発事例
ロボット関連技術	・溶接ロボットのオフラインティーチング技術 ・溶接ビード整形技術 ・溶接ロボットの自動トーチ交換
クレーン関連技術	・既設ワイヤークレーン自動化 ・棒鋼用自動吊具, 自動ラック ・長尺鋼管自動玉掛け保管装置
画像処理技術	・ブルームホットスカーフ自動化 ・鋼片磁粉探傷自動化
計測技術	・棒鋼異材弁別装置
メカトロ技術	・鋼管キャップ自動装着装置 ・大径管端ポリコーティング自動剝離 ・中径ERW内外面ビード処理自動化

技術解説

3-2-2 自動化開発事例

(1)溶接ロボットのオフライン自動ティーチング

当社関西製造所の台車工場には多数のロボットが導入されているが、導入拡大に伴いティーチング作業の熟練者の確保が困難になってきた。そこで汎用ティーチングシステムをベースに当社独自開発の機能を織り込んだシステムを開発した。主な機能を以下に、システム構成を第4図に示す²⁾。

①ワークの3次元CADデータからロボットティーチングプログラムデータの自動作成

②プログラムデータの一括管理と自動転送

(2)鋼管鼻曲がり自動矯正装置

プレス矯正機による鋼管曲がり取り作業は、オペレーターの勘と経験により矯正位置と量を決定していたが、レーザー変位計による曲がり計測とP- δ 矯正法を用いた安価な鋼管曲がり矯正装置を開発した。装置概要を第5図

に示す。

(3)角鋼片磁粉探傷自動化技術

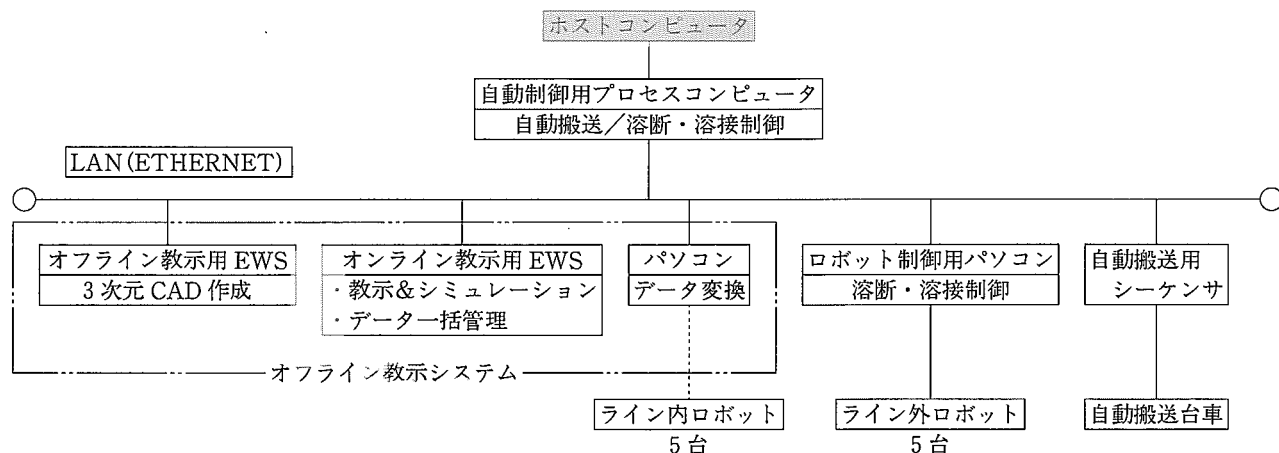
従来鋼片表面傷検査として目視による磁粉探傷を適用していたが、検査技術の習得・伝承および暗室での長時間作業という作業環境などの問題があった。そこで以下の開発と導入を行い、画像処理による自動探傷装置を小倉製鉄所分塊モデル工場で実用化した。詳細は個別報文「小倉製鉄所分塊モデル工場」を参照願いたい。

①鮮明画像を得るための磁化方法および前処理方法

②独自画像処理アルゴリズム

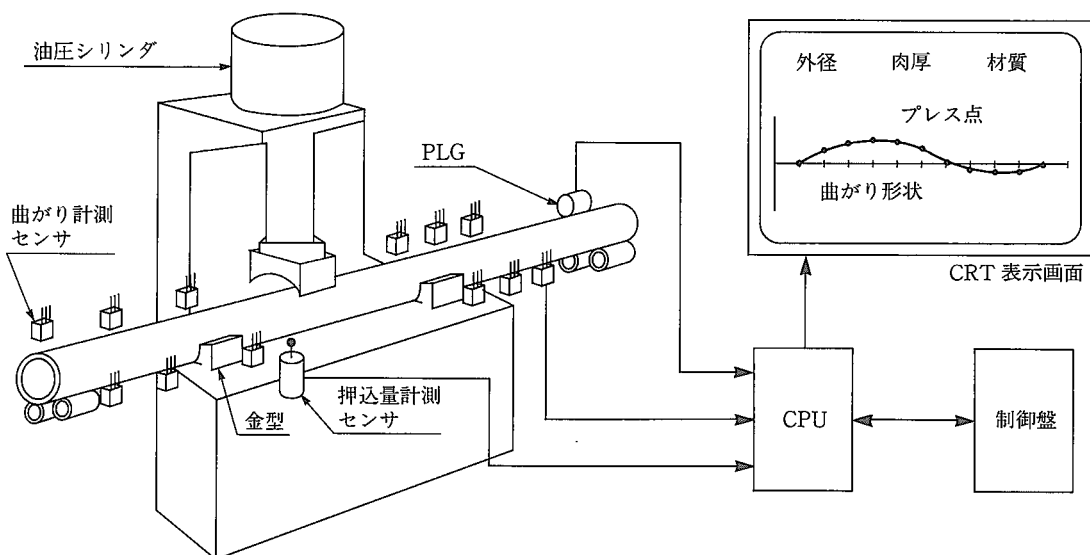
(4)棒鋼異材弁別装置

従来の異材弁別は、製品に火花を発生させ目視により弁別するというもので時間と経験が要求されていた。そこで材料成分による透磁率・導電率の変化をとらえるロジックを開発し、高速・高精度の異材弁別装置を実用化した。装置構成を第6図に示す。



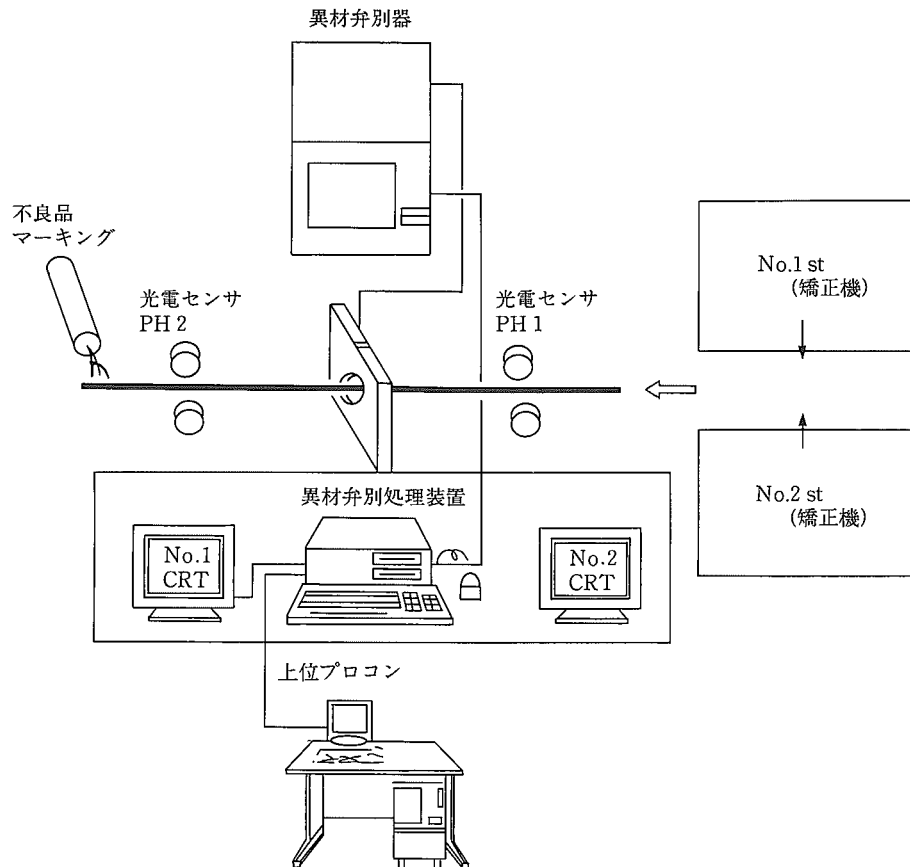
第4図 台車溶接ロボット オフラインティーチングシステム

Fig.4 Trolley welding robot off-line teaching system



第5図 鋼管曲がり自動矯正装置

Fig.5 Automatic steel pipe straightening unit



第6図 棒鋼異材弁別装置構成

Fig. 6 Configuration of non-standard material discriminator for steel rods

(5)コイル梱包内周紙装着自動化技術

コイル梱包における外周紙の巻き付け・紙折りについては従来から自動化済みであったが、残る内周紙の自動装着装置を開発し鹿島製鉄所薄板梱包合理化モデル工場にて実用化した。

3-2-3 物流関連開発事例

(1)既設ワイヤークレーン自動化技術

既設ワイヤークレーン自動化のための位置決め制御・振れ止め制御・最短運行制御などを開発し、従来から実機化における課題の一つであった安価化を可能にした。これにより前述のモデル工場をはじめ現在までに十数台の既設クレーン自動化を実現した。詳細は個別報文「コイル搬送クレーン自動化改造」を参照されたい。

(2)棒鋼自動吊具、自動ラック

天井クレーン運転室より遠隔操作で、任意の長さ・バンドル数の吊り荷の玉掛け・玉外しを可能とした吊具ならびに短尺用自動ラックを開発し、玉掛け要員を不要とした。

(3)長尺鋼管自動玉掛け保管装置

市販ラックを用いた長尺無結束パイプ用のガイドポール併用式を開発し、さらに吊具にモニタを設置して視認性・操作性を向上させたシステムとした。

3-2-4 「快適職場の創造委員会」

「快適職場の創造委員会」は1992年の4月にNKK・川崎製鉄・住友金属工業・神戸製鋼所の高炉4社によって結成され、資金・技術・人材を提供し合い3K作業環境改善を早期に実現するための技術開発活動を行ってきた。現在まで5分科会において25件のテーマに取り組み、内19件についてはすでに完了している。当社においても積極的に参画をし完了分の内5件について導入使用中であるが、今後投資環境の好転によりさらに導入件数の増加を見込んでいる。

以下にその代表事例を紹介する。

(1)高効率ベルトクリーナ

製鉄地区における落鉱防止技術の一つとして、ベルト表面に付着した粉鉱をチップで掻き取るタイプのベルトクリーナを開発した。押し付け力一定化機構により掻き取り率95%以上を実現している⁵⁾。

(2)滓種滓解体機

高炉滓種中の高温スラグを効率的に細粒解体処理するための回転ドラムビット方式の小型専用機を開発した。本装置は和歌山製鉄所に導入済みである⁶⁾。

(3)コークス炉窯口溶射補修装置

溶射ランス先端にカメラ・炉壁距離計・炉壁温度計を装備した自走式の溶射装置である。TVモニタによるマ

技術解説

ニユアル操作・自動パターン溶射およびティーチングブレイバック機能を持つ。本装置は和歌山、鹿島製鉄所で導入済みである⁷⁾。

4. 今後の取り組みと課題

モデル工場制度による展開がほぼ一段落した現在、これまでの工場単位の改善に加え自動化要素技術単位あるいは作業要素単位といった工場横断的な切り口と、自動化だけでなく総コスト合理化の視点でのさらなる取り組みを開始している。具体的には、

- (1) クレーン自動化の拡大
- (2) 一貫物流合理化
- (3) 梱包作業など精整工程の合理化

などで、今後技術開発など積極的に展開していく予定である。

また、現在までの活動の中で課題として残っているもの、あるいは今後発展を期待したい領域としては、

- (1) 高度な画像認識、3次元形状認識技術による検査・手入れの自動化
- (2) 大型 AGV、GPS などの高精度位置認識技術による構内無人搬送
- (3) 新梱包技術による梱包の完全自動化

(4) 人間の五感に代わるセンサーフュージョン技術による設備診断、保全点検作業の自動化

などがあげられる。さらに今後の自動化実現のためには安価化が大きな課題の一つであり、安い技術・安く作る技術の開発も重要なポイントである。

5. まとめ

以上述べてきたように、当社では自動化・物流改善に対し各種の推進施策を講じつつ積極的な取り組みを行い多大な成果を挙げてきた。しかしながら、近い将来必ず訪れる作業要員の不足と高齢化への対応ならびに生き残りをかけたコスト競争力の確保のためには、無人化といった極めて高いレベルを指向しなければならず、技術開発など業界一体となって取り組む必要がある。



橋爪 藤彦 / Fujihiko Hashizume

本社
設備部 部長

(問合せ先：06(220)5353)

参考文献

- 1) 浅井武二：住友金属 Vol.47-1(1995), p.53
- 2) 萩原俊一ら：住友金属 Vol.46-4(1994), p.101
- 3) 太田隆司ら：CAMP-ISIJ Vol.9(1996), p.272
- 4) 森谷隆三ら：住友金属 Vol.47-1(1995), p.69

- 5) 遠藤正樹ら：CAMP-ISIJ Vol.9(1996), p.149
- 6) 中谷 寛ら：CAMP-ISIJ Vol.9(1996), p.151
- 7) 高橋 保ら：CAMP-ISIJ Vol.9(1996), p.152