HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	鉄鋼合弁企業における技術移転(15)
Author(s)	米山, 喜久治
Citation	經濟學研究, 38(3), 1-23
Issue Date	1988-12
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/31803
Type	departmental bulletin paper
File Information	38(3)_P1-23.pdf



Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

経済学研究 38-3
北海道大学 1988. 12

鉄鋼合弁企業における技術移転 (15)

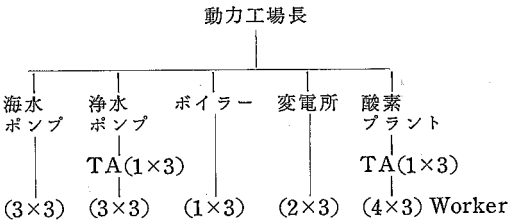
米 山 喜久治

第1章 研究の目的と方法
第2章 日本鉄鋼業の技術導入と技術協力 (第30巻第3号)
第3章 戦後日本鉄鋼業と国際環境 (第31巻第1号)
第4章 八幡製鉄とマラヤワタ・プロジェクト
4-1 マレーシアの経済開発 (第31巻第4号)
4-2 八幡製鉄と経営者稲山嘉寛 (第31巻第5号)
4-3 合弁企業マラヤワタ製鉄の設立 (第32巻第2号)
第5章 マラヤワタ・プロジェクトにおける適正技術の開発
5-1 10万トン製鉄所計画 (第32巻第3号)
5-2 ゴム材木炭高炉技術の開発
5-2-1「ゴム材木炭高炉」の着想と展開 (第33巻第2号)
5-2-2 マラヤワタ方式製炭技術の開発 (第33巻第4号)
第6章 マラヤワタにおける技術移転
6-1 技師, 技師補佐の採用と教育訓練
6-1-1 技師, 技師補佐の採用
6-1-2 技師, 技師補佐の教育訓練(第34巻第4号)
6-2 八幡製鉄派遣技術者の教育訓練 (第35巻第1号)
6-3-1 工場計画
6-3-2 工場建設 (第35巻第3号)
6-3-3 操業準備 (第37巻第1号)
6-3-4 操業と技術移転 (第37巻第3号)
(第38巻第2号)

≪動力工場≫

動力工場は受配電設備一式 (11/3.3 KV, 4,500 KV×2), 横置多管式煙管ボイラー (1.5/H), 酸素プラント (液酸型500Nm³/H), 液酸タンク1基 (130 T), 酸素ホルダー1基 (360m³) の設備を持っており, 「電力・水道・ボイラー」と「酸素プラント」の2部門により構成された。技師には Seah, T. A. には Loh (電気等), Tan (酸素) が, 八幡製鉄所でそれぞれ1年及び半年間の研修を受けた。八幡製鉄所からは現地に第1陣として電気等には有田, 森, 酸素には山下, 堀江の計4名が派遣された。動力工場の管理組織は第6－28図の通りであった。

第6—28図 動力工場組織図



TA を含む作業者の採用にあたっては, ボイラー担当には, ボイラーのライセンスのある者を, 変電所の配電盤担当には, 電気関係のライセンスのある者を, 海水ポンプのジーゼルエンジンの担当には, その経験のある者を優先的に採用した。日本国内では職場の責任者には最低1名の資格 (国家試験) の保有者がおれば問題がないが, マレーシアでは各交替番に配置が必要とされた。このためライセンス保有者が, 是非とも必要であった。

現地従業員が工場建設, 機器の据え付けから作業に従事したことは, 学習効果を高める結果を生んだ。制御室と機器の関係を実物で直接目で見ることが, 基礎的な理解を助けたのである。特に電気, エンジンのライセンスのある

TA で勉強熱心な者が，大きく能力を伸ばした。これによって短期間に機器の操作については一応やれるようになったのである。

技術指導は，英語の専門用語と不十分な英語，さらには TA の通訳で日本語も用いて何とか切り抜けたが，語学力が不十分であった。例えば圧力関係では，微妙なタイミングでのハンドル操作が必要であり，マニュアル通りやる場合でもそのノウハウがある。この説明には，普通の日常会話がこなせ，言葉が巧みでないと伝えることが出来ないのである。

立ち上がりからの1年間，研修生は実によく働いた。彼らの取り組みの姿勢は，八幡製鉄所で予測していた以上のものがあった。

2年目に入り多くの日本人技術者が帰国した後から，設備の初期故障が始まる時期に入った。現場の作業者は，故障を発見しても「故障しております」という報告だけで，じっと技師の指示を待っているだけであり，応急の処置ができないのである。

各交代番ごとに申し送り事項が，正確に伝わっていないこと，各番の作業班が，仕事を始める前の点検を充分やっていないこと，問題の発生を発見しても作業者は自分で動いて処置をすることはなく，TA の指示によって初めて動くということなどが影響して事故を大きくしてしまうのである。

しかし第1陣，第2陣の技術指導の成果が，徐々に現れ始めた。動力工場は規模が小さく，総ての部門が，同じ事務所で仕事をすることが出来たので連絡・伝達事項の徹底には意を用いたのである。

日本人技術者が現場で問題を発見しても作業者への直接指導は，出来るだけ行わないようにしマレーシア人技師と TA を通して指示を与えることに徹したこと。さらには作業者の招きに気軽に応じて自宅を訪問したり，海水浴など一緒に遊ぶ機会を持ったことが，相互理解を促進し，これらが総合的に効果を生み始めた。次のような事故処理に対する現場作業者の動きが技術力と意欲の向上が確かなものであることを示している。即ちマラッカ海峡では海水の干満の差が大きく海水サイクルの配管系列に問題を発生せしめた。1969年5月に最大の干潮があって，海水ポンプが，空回りする事故が発生した。海水には海ヘビやカブトガニがいて気持ち悪いのがであるが，この時ばかりは現場にいた3人の作業者が，水に飛び込んで，海水垂直ポンプに空気が入るのを自分のシャツを巻き付けて，大きな事故の発生を未然に防止したのである。

このような現場作業者の緊急の対応は，「現場の設備は自分達が守る」という意識が定着したことを示しており，これを目撃した日本人としては技術指導の成果がやっと出てきたことを確認し得たのであった。

さらに物資の消費に関しても，コスト意識を移植することに成果を上げることが出来た。滅菌用塩素の使用に関しては単にメーカーの仕様に従っているだけでは不充分であり，塩素濃度を均一にする水質管理をやれば，使用量を減らすことが出来，その分だけコストを下げることが可能なのである。

また転炉ダクトの沈澱槽への沈澱材の投入についても，一定時間が来ると沈澱材を投入するだけでは不十分である。吹錬のサイクルと出鋼量を見ながら投入量を調節すればそれだけコストを下げることが出来るのである。

立ち上がり当初は，仕様通り，作業標準通りやることの訓練で手が一杯であったが，第2陣ではよりキメの細かな作業管理の指導を行い，コスト意識の定着を計ったのである。

マレーシア人技師，TA にまずコストについての教育を行い，日本の自主管理（QC サークル）と同じく自分達は何を為すべきかについて討論する機会を持った。それを踏まえて彼らが現場作業者にコスト低減，最小の教育，指示を行う方式を採用した。

コスト低減との関連では，現場の能力開発，多能工化も兼ねて担当設備の自家修理を打ち出

したのである。日本人がまず手本を示すために修理に必要とされる治具を作る機材として熔接機を購入して，現場の材料でこれを作って見せたのである。「自分達でやれることは，自分達でやる」という考えを現場に定着させるため動力工場では Malayawata では最も早い時期に自家修理に取り組んだのである[1]。

≪整備工場≫

プラントの操業がまず基礎理論を学習して現場経験で修得する側面が強いとすれば，整備は現場の経験の比重が高く，一定の現場経験を持つ者が理論を習得して初めて熟練者と成りうる。習熟に長時間が必要とされる技術であり，それだけ応用面が広く汎用性を持っている。

八幡製鉄所でも整備担当者の養成には，現場の実習・経験に力点を置いた研修プログラムが組まれている。

高度経済成長期の重化学工業を代表する鉄鋼業，そのトップ企業であった八幡製鉄は，同世代の中でも優秀な人材を新入社員として採用することが可能であった。このような優秀な新入社員（工業高校卒）も１年間教習所で研修を受け，現場に配置されて後一通りのことが出来る技術水準に達するには，２年間では不十分であり，４～５年間が必要とされた。

こうした経験を基礎にしながら，Malayawata の技師，TA の研修には，研修期間がそれぞれ１年，６ヶ月と短いこと，研修生の基礎学力に加えて学習意欲も，日本人の新入社員と同程度であることが期待できない等が勘案されてそのプログラムが編成された。

中尾教育センターにおいて，新人社員用プログラム（１年課程）の重点だけをピックアップし，研修用モデルを有効に利用して実施する方針が決定されたのである。

八幡製鉄では，すでに整備機械（物）と手の動きを教える研修用モデルを完成し，実際に使用していた。これを外国人の教育訓練に使用したのである。

このモデルは研修生にも有効であり，目的とする教育効果を挙げることができた。しかしこれはあくまでも教室の実験モデルであり，現場の設備を実際に手を汚して整備することとの間には，質的なレベルの違いが存在したのである。研修期間が短すぎて現場の整備を体得させることが出来ないため，基礎研修に力点がおかれたのである。

たとえば機械整備の作業の基本として，
(1)旋盤の操作　(2)ガス熔接　(3)電気熔接　(4)円筒研磨　(6)1/2T エアハンマー操作
等が，２名の TA に対してマンツーマン方式により技術指導されたのである[2]。

しかしこれらは初歩的な基本であって熟練工に必要とされるもののごく一部に過ぎなかった。全くの未熟練工を作業班のメンバーとして抱えながら，期間内の建設，操業立ち上げは，必ず達成されなければならない課題であった。このためには日本人技術者が，自己の持てる力を全面的に発揮して，率先垂範で各種作業に従事しなければならなかった。

整備工場の現地従業員の採用に関しては，現地の建設下請け（サブ・コントラクター）作業に従事している若い人が有力な供給源となった。

機械整備については，マレーシア国内に重工業がなく，辛うじて自動車整備，貨物船の修理を経験した者がいたに過ぎなかった。また電気関係でも街の電気屋の経験者がいたに過ぎなかった。計装については，類似職種の経験者が皆無であり，新規高卒者を求めるしか方法がなかった。

整備の採用試験は，実技にハンマー振りとヤスリかけが課された。ハンマーはその打ち方を見れば，技能のレベルが解り，ヤスリかけは機械工具の使い方で，その人の基本的な技能を判断することができるのである。

もう一つの重要な問題はそれまでのマレーシアの歴史的背景のもとに工業部門における技術

1）八幡製鉄所平田和信氏面接記録（1978年８月）。

2）八幡製鉄所石川藤蔵氏面接記録（1978年８月）。

者，労働者は華人に限られ，土着マレー人にはその能力を持つ者が殆どいなかった点である。

マレーシア政府のマレーシア化政策に従い，マレー人を採用しようとしてもその適格者がおらず，インド系もダメというわけで，工作機械班でやっと旋盤担当に1人のマレー人を採用できたに過ぎなかった。華人は日本人と同じく手先が器用であるが，マレー人にはその能力があまりなく整備にはむかないのである。

結局整備班は華人だけで編成されることになった[3]。

工場建設，操業立ち上げと現場における実地指導による技術移転が，短期間にしかも着実に行われなければならなかった。

このため技師および T. A. の OJT は，現地採用の作業者も含めて，工場建設の一部を担当するかたちで行われた。ぶっつけ本番で工場建設をやることを通して直接教育する方法がとられたのである。

機械メーカーの派遣技術者のリーダーシップの下に機械，機器の組立・据え付けが行われたが，試運転にいたるまでの各種調整は，運転と整備を担当する八幡製鉄技術者の指導のもとにマレーシア人整備担当者が協力して行った。

「第1陣で現地に派遣されたが，到着してみると，工作機械の据え付け作業が待っていた。セメントの調達の仕事もやったが，作業に必要な車がなかった。建屋から120 mほど離れたところまでセメントを担いで運ぶことにしたが，自分が率先して運び始めて，現地作業者にもこの作業に動員をかけた。しかし自分よりも1回りも若い人であったが，腰の力と体力の無さに驚かされた。

機械整備班は，大型機械設備の据え付けには，関与しなかったが，旋盤，グラインダー等の職務に直接関係する機械については，担当することになった。現場の整理整頓と工具類の盗難防止のため，機械の梱包の板を材料に使って道具箱を作った。これは実用のみならず，現地作業者の機械屋としての心構えの訓練も目的としたものであり，一定の成果を上げた。」のである[4]。

「1967年2月 Malayawata の工場建屋が立った頃，現地に赴任した。横河電気の社員2名が，機械設備据え付け後の試運転立ち会いのため来たが，それまで現地の計器の取り付け，配管，配線等総て我々が責任を持たねばならなかった。赴任前にそこまで責任を持つことを知らされていなかったが，誰かがやらなければこの製鉄所は，建設出来ないと思い懸命に取り組むことになった。設備の設計に一部変更があり，それに伴って据え付け位置の変更があったが，図面の書き換えに時間がかかり，計装への連絡が遅れるという問題が発生した。これに対処するため整備担当者が，配管，配線工事さらには圧延工場などでは温度計の付け方，取り付け位置，発信計の取り付け位置など1つ1つ確認しながら作業を進めて行った。こうした作業によって，系統を現物で理解することができ，これが後に事故の時の敏速な対応力となって大きなプラスの効果を生み出したのである。また日本人がこのように自分の守備範囲を越えて自ら手を汚して率先垂範したことが，マレーシア人のやる気を生み出し，相互の協力関係を強化したのである。

高炉の冷え込み事故の場合も通常電気，機械の整備班は，操業に関しては直接責任を持たないのであるが，工場側の人間と一緒になって復旧作業に従事したのである。」このような緊密な協力関係は，工場建設を通して培われたのである[5]。

イギリスの植民地的伝統を持つマレーシアでは，機械設備の故障箇所を発見するのが，技師 (Engineer) であり，それを修理するのが作業者 (Worker) であるとされてきたが，ゴム園やスズ鉱山と違い，総合装置型工場である Malayawata では，こうした分業によっては効率

3）八幡製鉄所松下隆治氏面接記録（1978年8月）。

4）同　　石川藤蔵氏面接記録。

5）八幡製鉄所石丸武浩氏面接記録（1978年8月）。

的な工場管理が不可能である。熟練工が，発見から修理，保全作業までやれる能力を持たなければ，稼動率の高い製鉄所の操業は実現出来ず，経済合理性を持った製鉄所の経営は不可能である。

八幡製鉄は，君津製鉄所を建設中であり，優秀な技術者を1日でも早く帰国させることを望んでいた。円滑な立ちあげと操業安定を目標とする Malayawata の現場で技術指導を担当する技術者は，整備作業が必要とする事柄は，総て秘密にすることなく積極的に教える方針で取り組んだのである[6]。

経験の蓄積が技能向上の中心軸となる整備作業にあっては，何よりも OJT が最優先に実施された。操業開始，立ち上がり期においては，次のように個人の習熟，現場管理システムの問題等多様で錯綜する問題を1つ1つ我慢強く解決しながら技術移転が進められたのである。

マレーシア人は，具体的作業を日本人といっしょになって遂行し，ひとまとまりの仕事が終わった段階で基礎理論を教えるという手順で進められた。シーケンス図の読み方，配電盤の取り付けかた，結線のしかた等初歩的かつ基礎的な技術に関して建設を進めながら実地で指導が行われた。

日本人技術指導員は来日研修を受けた TA を中心にシーケンス図面を見せて説明し，試験機器（テスター等）を持って行って，実地で検査し，メーターの針の振れを見せて故障箇所を教えた。そして具体的に処理方法を指導した。

整備の技術指導は，鉄鋼設備に関する技術だけでなく電気，機械，化学に関する一般的技術の指導にも力点が置かれ基礎技術力の向上が目標とされた。

マレーシア人の技術習得態度は，「製鉄所の設備に関してならどんなことでも，他の人に教えるのでなくこの自分一人に教えてほしい」という要望を持つものであった[7]。

製鉄所のプラントの整備技術が，マレーシアに移転される以前には，自動車の整備技術，エアコンの修理技術が，存在していた。自動車やエヤコンの修理は単体レベルで済んでしまうが，工程が相互に関連している製鉄プラントの整備には総合的な知識が必要とされるためはるかに高度の技術が要求された。

立ち上げ期の初期故障に対処するためには製鉄所の全機械を理解しなければならなかったが，これを短期間に教えるのは，困難であった。電気，機械の整備は共に機械設備そのものの構造，機能等の内容をキチンと理解していないと出来ないのである。計装は設備の制御に関係しており，シーケンスを理解して系統だった工場の機構を把握しなければならない。例えば1つのモーターを止めると他のモーターが止まる構造を理解させなければならなかった。

八幡製鉄所では新入社員にわずか数分で説明していることに，1時間もかかった。英語が出来なかったのに，機械設備を前にして手ぶり，身振りで具体的にやるしか方法がなかったのである。

日本で研修を受けた Engineer の Yeoh（電気通信大学通信工学科卒）も配置されていたが，彼は自分の仕事に忙しく他の事に手が回らなかった。日本人指導員は自分が教えたことが，相手にどれだけ理解されているかを確認するため，1単位の事を教えては，英語によるペーパー・テストを実施した。TA はこれをいやがったが，6名の計装班の内街のラジオ屋の経験を持つ者が1人いただけで，計測はゼロからのスタートをしなければならなかった為この方法はそれなりに効果を生み出した。

1967年当時マレーシアでは計装という技術が社会的に認知されておらず，Malayawata の製鉄所建設，操業によって初めて移転されたのである[8]。

6）八幡製鉄所河野清一氏面接記録（1978年8月）。

7）同　　河野清一氏面接記録。

8）同　　石丸武浩氏面接記録。

整備の習熟については，最初クレアランスがおかしいとか，熔接が弱いとかの問題が発生した。故障復旧に際しても，品質精度，仕上げ精度などの問題があったが，まだ形だけやるのが，精一杯であり，これには目をつぶることにした。整備技術は，実地経験が極めて重要であり，ある程度自分で故障を経験してみないと腕を上げることはできないのである[9]。

また圧延工場の圧延機のモーターの同じ箇所の修繕が多発したので，西田はすぐにコイル巻き線機を作って迅速な復旧が行われるように段取りをした。モーターの起動装置のコイルが焼けるという事故が発生したが，Engineer に指示しても動かないので，その修理過程を見守ることにした。注意して見ると，マレーシア人 Engineer のやり方は，絶縁コイルが巻いてある部分の処置の仕方に，初歩的誤りを犯していたのである。導線の被覆を外して，切れた所を熔接し，その後に木綿テープを巻く処置をしたのである。絶縁不良の修理を平気で行っていたのである。

Engineer は八幡製鉄所での研修と工場建設を経験し，技術指導員の下で初期故障の修理を学んだことにより自信を持っていたのであるが，方法の表面だけを見て覚え，修繕の原理的側面を十分理解していなかったのである。これには理由があった。西田は，1度3,300V の高圧電力使用のモーターの修繕に際して，予備モーターとビニール・シートを持って来させて修繕を行ったことがあった。結線部分の絶縁のためにビニール・シートをテープ状に切って使用したのである。これを現場のマレーシア人が見ており，修繕はこのようにしてやればよく，絶縁材は，どんなものでもよいと誤解してしまったのである。

整備班も日本からの予備品については慎重に検討して，持って行ったのであるが，それでも十分ではない場合もあり，代用品を使用しなければならなかった[10]。

このように失敗を恐れず「やらせてみること」，問題が発生すればその場で徹底的に解決方法を教え，やって見せるなどの現場指導の努力が行われた。その甲斐があって，1年たたない内にマレーシア人作業者が，リード線（コンダクター）が，切断しているのを自分で発見しうる技術水準に達したのである[11]。

既にみたようにマレーシアでは電気については BS を使ってやることにそれなりの経験を積んでいたが，機械部門の遅れは相当のものであった。予備品としてボルトがなかったので整備に際しては丁寧に外して取っておくようにするなどの苦労が多かった。ギヤの破損を修理するため，補充部品としてギヤを鋳物で鋳込んでもらったが，使い物にならなかった事もあった。

また製缶は，ある程度こなせるレベルの技術があったが，仕上げの水準が低かった。このため点検システムを作ってレベル・アップを図ったが，仕上げの弱さは，なかなか克服出来なかった。

次に窯炉については，現場サイドで何とかやれる水準にまで能力を向上させることが，出来た。

整備の現場では1陣以来の指導で，日本語の『足場』が，Ashiba として現地の言葉となって残っており，作業を進める上で効率的であった[12]。

次に操業開始時期の過渡期の問題として，設備の操業（運転）と整備の分業関係が問題になった。操業側と整備側の間の『整備協定』が，未確立でこれがトラブルの原因となった。接点作業モレがないように，機械設備の設計段階から，設備を小形でシンプルなものにするように意を用いたことと集団でその装置を運転するにあたっては，分業体制を出来るだけ厳密に規定するようにしたのである。

しかしシステムとしてうまく機能させうる段

9）同　　石川藤蔵氏面接記録。

10）八幡製鉄所西田生雄氏面接記録（1978年8月）。
11）同　　河野清一氏面接記録。
12）八幡製鉄所尾道伸一氏面接記録（1978年8月）。

階にまで達していなかったのである。

八幡製鉄との合弁企業である Malayawata もマレーシア社会の一般的慣行からは，自由でなかった。イギリス方式の現場管理が行われ，タイプで打たれたオフィス・メモで総ての作業指示が行われた。修理計画もタイプされ部長と Engineer のサインが行われた。現場では計画通りゆくことは珍しいのが普通であるが，作業の分担と進め方について，意見が分かれ，けんかになったことがあった。水が漏って故障している LD 転炉の前で，タイプ打ちの書類を持ってけんかをするのである。各セクション間はもちろん，担当部門内でも権限と責任を巡って，利害が対立して，問題が発生すると組織として有効に動かないのである。まず整備，事故の復旧を最優先して，あまり自己の職務権限を振り回すことのない日本人の仕事のやり方とは，大きく違っていたのである[13]。

整備作業におけるメタルのクレアランスの設定は，イギリス流に担当の Engineer から指示がないと作業者は動かない。何事も上位の責任者の指示に従って動くだけであり，自分の判断で動くことはない。「Mr. A がこう言うから自分はこうした」といつも言い訳が出来るようになっている。良くても悪くても上位者から言われた通りにやることが，マレーシアの現場の慣習であった[14]。

現場で作業者に仕事の指示を与えると，自分に直接言われた事だけをやり，同じ作業班の他のメンバーの仕事には全く注意を払わない。「私の担当部分は終わったから，休んでいたのだ」という返事が帰ってくるのである。同じ作業でも場所によって進む速度が違うことが，多々ある。作業班，グループとしての職務遂行の考えを身につけさせるために日本人技術者が「おまえが，手伝わないのなら，日本人の俺が行ってやる」と言い，実行した。何度もこれを繰り返している内にやっと整備の仕事は，グループでやるものだということが解り，指示しなくてもやるようになったのである。

指示された事だけをやるのが仕事であるという観念を克服して，自分の手が空けば，仲間の分も手伝うのも，仕事の内だという考えを身に付けさせるのには長い時間を要した[15]。

またマレーシアにおいては運転員，整備員にとって作業現場の整理整頓は，伝統的には本来業務と考えられておらず，それらはより下位の独立した職務として位置付けられてきた。このようなマレーシアの伝統思考に対して自分の持ち場を整理整頓するのは，その職場の人間の責任とする日本的な職場慣行の導入には，摩擦の克服と多くの時間が必要とされた。

「建設時には物が散らかっていて，現場は雑然としていた。気が付き次第ものを綺麗に並べること，整理することを日本人が指導したが，マレーシアはこうした考えがなかった。建設の終了に従って3S(整理，整頓，清掃)の考えを強く打ち出し，それぞれの分担責任を決めることにした。責任者を決めてやるのでなければ，現場の自主性に任せていてはいつまでたってもダメなのである。真鍮製のバルブなどキラキラ光る部品がよく盗まれたのである。中には白金の高価な部品もあり，盗難には全く閉口した。この物品管理については「管理責任のある物品がなくなれば，その人の責任であり，紛失物の購入費用は，50%支払わせる」というぐらい強く言ってやっと少し改善されたのである。」[16]

以上のようにゼロからスタートした第1陣の技術指導においては，日本人が円滑な立ち上げと操業を目標として奮闘しているものの，整備班のマレーシア人がまだ工場の機械設備をマスターしていないこと，工場の操業状態を把握していないことなどが問題となった。整備班の作業者は，全員が，現地採用であったが，操業(運転班)には日本で長期に研修した者も多く，帰国後は工場建設，機械の据え付けを経験してお

13) 同　松下隆治氏面接記録。
14) 同　尾道伸一氏面接記録。
15) 同　石丸武浩氏面接記録。
16) 同　石丸武浩氏面接記録。

り，相対的に技術力が高かったのである。

整備班からは，自らの技術力不足を弁解するために「設備を壊したのは，その操作がまずい運転の責任である」という意見が出る状態であった。

どの部門の誰が担当するのであれ，順調な操業のためには設備は保全修理されなければならない。

責任のなすり合いではなく，能力のある部門が責任を持つことが，必要である。

日本国内でも工場の操業班がライン整備に責任を持つことは，よくあるケースだが，Malayawata では操業班が，ガス熔接機，切断機を購入して配備して，「自己保全，自己修繕」の方針で，立ち上げ期を乗り切ることになったのである[17]。

≪分析≫

分析は製鉄所では直接生産設備を操業する部門に対する支援部門である。しかし操業の技術標準，作業標準の設定，製品の品質管理に関して重要な役割を持っているのが，「分析」である。

製鉄所の現場においては最も研究室的色彩の強い職場であるが，職務は集団作業よりも個人作業の比重が高く，それだけ担当者個人に高い技術力が要求される職場である。

一般試験は材料強度と機械的諸性質（衝撃，引っ張り等）に関するものであるが，顕微鏡を使う場合は特別試験となり，鉄鋼製品その他の組織，介在物の検定を行う。

試験用器材の操作は，1ヶ月あれば，覚えることができるが，材料の研磨には3年の習熟が必要である。

まず試験の目的は何んであるかを明確に認識し，試験片の測定によって原因と結果の判定を，どのように行うかが，技術の中心である。

試験にはある程度規格が決まっているため，ルーチンで処理できることも多いが，キズの判定は，範囲ではなくその真の値を探すのが目的である。

17) 同　　松下隆治氏面接記録。

キズは鉄鋼の成分，圧延温度，熱処理により多様な発現形態があり，これを正確に把握しなければならない。組織を見れば，C，Mn の比率が解かり，強度がどの位出るのかを予測出来なければならない。規格や技術書はあくまで基本であって自分の体で覚えるのでなければ，1人前の分析技術者とはなれないのである[18]。

Malayawata の技師には Chau，TA には Soh，と Loo の計3名が来日して他部門の研修生と同様それぞれ1年及び6ヶ月の研修を受けた。彼らの入社の動機は，他の研修生と等しく「Malayawata がマレーシアで最初の一貫製鉄所であることに加えて日本で長期に技術研修を受けられることが魅力であった」のである[19]。

技術指導を行うに当たりやはり問題となったのは，研修生の基礎能力と意欲であった。日本国内では優秀な高卒を採用することができ，配置された職場の先輩の指導もあって能力の伸びが速い。しかしマレーシアの教育制度と教育水準が，不明であった。それ故相手を信頼して取り組むしか道はなかったのである。

こうして個人の能力を開発するために採られたのは，徹底したマンツーマンの方法であり，基礎を教えることであった[20]。

研修生（技師）が「北村氏がボスで，善明氏から OJT で指導を受けた。1年間の八幡製鉄所での研修によって必要最小限の技術を習得していたため，Malayawata の現場でそんなに困ることはなかった。研修のプログラムがよかったのだと思う。」[21] また TA が「矢野氏から半年間 OJT の教育訓練で，機械試験の方法などについてマン・ツー・マンの指導を受けた。人々は皆とても親切で鉄鋼について何も知らない者に初歩から教えてくれたので大変勉強にな

18) 同　　羽山豊氏面接記録（1978年8月）。
19) Malayawata, Mr. Loo Choong Mow 面接記録（マレーシア1985年11月）。
20) 八幡製鉄所善明久孝氏面接記録（1978年8月）。
21) Malayawata, Mr. Chau Yoke Tai 面接記録（マレーシア1985年11月）。

った。実技が中心であったが，理論についても教えてもらえてよかった。」と語っているように，研修の成果を上げることができたのである[22]。

研修生用に「一般化学分析」，「分析方法及び理論」，「分析各編」の英文テキストが準備されたが，これだけでは不十分であり技術指導員は，独自に工夫を行って，対処したのである。例えば「八幡製鉄所には『金属組織』に関する英語で書かれた本がなく，丸善の洋書コーナーを探しても見付けることが出来ず，職場で使っている資料に自分で英語の説明文を付けて，これを研修テキストとし，現地では作業標準として使用したのである。」

立ち上がり準備は，派遣技術者の手でその基盤整備から始められたのである。すなわち，測定結果には，測定誤差，計算誤差，試験器の誤差が結合して影響を与える。このため機器の精度が，極めて重要である。日本国内では，これに対処するため厳しい基準があって機器は官庁検査を受けなければならない。しかしマレーシアでは未だ国のレベルで検査規定がなく，日本の基準をそのまま持っていって使用することになった。まず試験器の誤差の検査からスタートして検査業務の基礎づくりを行ったのであった[23]。

八幡製鉄所での研修は立ち上げに際して技師が「原材料，木炭の分析に始まり，銑鉄，鉄鋼，合金鉄，高炉ガス，酸素などの分析を担当した。現場では研修したことを，実際に仕事として実施するので立ち上げの日々は，大変忙しかったがおもしろかった。」と語っている[24]。またTAが「帰国後分析の仕事に配置されたが，八幡で習った矢野氏も工場現場に来て，指導してくれたので心配はなかった。すでに日本で技術指導員とよい人間関係が出来ていたので，帰国後の現場で困ることは無かった。私は新たに採用された作業者の訓練の通訳と初歩的なことを教える役割を持った。」と語るように研修生に関しては，順調な滑り出しを見せたのである[25]。

しかし実際の現場の指導に際しては，まずマレーシア人の資質や気質を把握しそれを尊重することから始めなければならなかった。「マレーシアでは，物理，化学，数学などの学校教育のレベルが，日本に比べて低かった。しかし彼らは高いプライドを持っていた。そこで出来るだけ彼らのプライドを尊重して，やる気を引き出すように心がけたのであった。だが日本人とマレーシア人の仕事と技術に関する認識のギャップが大きく，これがトラブルの原因となった。つまり日本人は10の内8の事が実地で出来るようになって初めて「自分はやれます」と言うが，マレーシア人は10の内0.5を知っているだけでも「自分は知っている」と言うのである。「知っている」と言い張るので，それだけ言うのなら出来るのだなと思い，ある課題を任せると何も出来ないことが度々起った」のである。

知識の量は単にその大小の差だけでなく，そこには質的な違いが生じることと「知っていること」と「実際にやれること」の間には大きな飛躍が存在することが，理解されていなかったのである。

職場の指導体制が未確立であり，日本人が現場で指導している間は，工場が操業出来ても，帰国してしまうと，どうなるのだろうかと指導員自身不安に思うこともあった。最初は現場でトラブルが発生しても，それが昼の休憩中であれば，誰も動こうとはしなかった。しかし懸命の努力の結果，半年後には，日本人のやり方が徐々に解ってきて，マレーシア人が現場に走って行くようになったのである[26]

第2陣として1969年に赴任した羽山の任務は，第1陣が，教えられなかったより高度な技

22) 同　　Mr. Loo 面接記録。
23) 八幡製鉄所善明久孝氏明記録。
24) Malayawata, Mr. Chau 面接記録。
25) 同　　Mr. Loo 面接記録。
26) 同　　善明久孝氏面接記録。

第6—36表 仕 様 書 の 比 較

SPECIFICATION	DIAMETER OR DESIGNATION NO	TENSION TEST						BEND TEST		
		YIELD POINT		TENSILE STRENGTH		ELONGATION		BENDING ANGLE	BENDING DIAMETER	
		kg/mm²	lb/in²	kg/mm²	lb/in²	%	GAUGE LENGTH			
MYCON 60	≤D1	min 42.2	min 60,000	min 58.4	min 83,000	min 16	8 d	180°	3 d	
	>D1					min 20	4 d			
BS 785 (67) High Yield 60	≤7/8"	min 43.2	min 60,000	15% greater than measured yield stress		min 12	$5.65\sqrt{So}$	180°	3 d	
	>7/8"					min 14				
BS 1144 (1943) Cold twisted	≥3/8"	min 42.2	min 60,000	min 49.2	min 70,000	min 14	8 d	180°	≤1"	T
						min 16	4 d		>1	1.5T

〔注〕 T : maximum dimension of cross section of bar
d : Nominal diameter of bar
So : Original cross-sectional area of test piece
MYCON : Mayawata 製棒鋼
〔出所〕 Malayawata Prai Works

術を指導することにあった。指導に当たってまず問題になったのは，第1陣のように現場と親密な人間関係をあらかじめ持たなかったことである。それ故指導員の人間性と技術力が，直接問われることになった。

「技術指導はまず自分でやって示すことが必要である。質問された場合には，処理の方法のレベルがどうであれ答えなければならない。それでないとバカにされて指導することが出来ない。

現場で1時間は，かかると考えられる仕事を10分でやってしまい，実力を示すと，指導に対してまじめに対応するようになった。

またキャンティーンやレストランで同じ食卓について同じものを食べたり中国式の将棋をしたりして人間関係が出来上がるとダンスパーティー，結婚式の招待状が多く来るようになった。この信頼関係が基礎になって職場では指導ができるようになった。」のである。

「Malayawata の場合，棒鋼という一般的な製品であったため，規格は厳しいものではなかった（第6－36表参照）また需要家からの要求も出てこず，従ってクレームも無かった。もしクレームが出てくれば，色々と複雑な手順で分析を行わなければならない。製品が使用されている環境，技術的条件等の背景について正確な知識，情報がなければならないのである。

製鉄所内では，製鋼トラブル，圧延トラブルがあるが，1度圧延のカリバーが通らないので材料的におかしいのではないかと分析を依頼されたことがあった。また成品のキズの原因についても分析する事があったが，これもそんなに難しいものではなかった。

分析はどのレベルまでやるかによって仕事の深さが決まるのである。

自分の後にはもう誰も来ないことが，解って

いたので，関連技術についてのかなり広く，徹底して教えた。」[27]

こうして分析部門の技術移転は，進展したのである。

1966年から1968年まで工場設計，建設，操業立ち上げを実施した第1陣に続いて69年からは第2陣，71年からは第3陣の技術者が継続して派遣され同じ整備工場の技術指導を行ったのである。

第1陣は，松井工場長，工場長補佐3（電気，機械，分析），一般技術者12（電気2，機械2，炉2，分析4，計装2）の合計16名であった。これに対して第2陣は，一般技術者のみ合計15名（電気3，機械3，炉5分，析2，計装1）の編成であり，第3陣はわずかに工場長1，一般技術者2名（電気1，機械1）の合計3名のみであった。これは順調に技術移転が進展したことを示している。すでに68年には製品の販売問題を抱えながらも操業それ自体は，好調な立ち上がりを終えて，安定期を迎えている。第1陣に続く第2陣，第3陣が，技術指導において直面した問題を検討しておこう。

まず，第1陣が作った設備を何とか動かすことに主眼がおかれ，派遣された日本人技術者には第1陣に比べておとなしく，地道に積み上げて行くタイプの人が選ばれた[28]。

そして継続して技術指導を受ける Malaya-wata の現場サイドも，第1陣の指導によって技術水準を向上させており，「初歩の定形的な作業方法を含む，標準的な整備の作業標準を持って行ったが，すでに現場はこれをそのまま受け入れるレベルになかった」のである[29]。

「第1陣は，恵まれていたと思う。良かれ悪かれ自分流のやり方を貫くことが出来たからである。第2陣以降は第1陣の残したものの上に積み上げて行く仕事であり，独自の主張は出来なかったのである。現地作業者は第1陣から総て学んだという自負をおっており，1回やったことのある仕事はある程度こなす水準に達していた。指導するサイドの失敗は，現場の不信を買い，それ以降の指導が出来なくなるため，何としてでも避けなければならなかった。また現場作業者の誤りを正す事も必要であったが，誤りを指摘すると『前任者の Mr. A がこうしろと教えてくれた』と言い訳をする始末であり，不完全な理解の覚えたての理窟を言うようになり，軌道の修正は極めて困難であった。

もっと細かな点に付いて指導をやりたかったが，言葉（英語）が十分に使えず，歯がゆい思いをしながらも，伝えることが出来なかった。

技術指導は相手の習熟に応じてより高度なものを教えなければならないが，その為には固有専門技術は勿論のことそれを現場で具体的に易しく説明できる語学力が，不可欠である。」と。

「焼結炉のブロアーの据え付けの後，スタートから金属性の音を発していたが，対策としてボルトの締め直しをやったところベアリングの不調が起こり，油ぎれでメタルが焼けた。メタルの予備がなく，これを現地で作成して，補修した。この間徹夜が4日間も続いた。

こちらから積極的に指導をするというより，問題が起こった時に現場で徹底的に指導する方針をとった。すでに現場ではそれなりの技術の習得が進んでおり，相手が求めないのに入って行くと逆効果を生みかねないからである。」と語っている[30]。

また「第1陣は機械整備をまがりなりにも立ち上がらせる事を第一として，小さな事は指導に手が回らず，形が出来ておれば黙認して走ったという経緯があったのだと思う。

現場の人間は，日本人技術者が目をつぶって，何も指摘しなかったことは，自分達のやり方が正しいことを認めたと受け止めていたのである。

立ち上げに忙殺されながらの指導の下で，現

27）同　　羽山豊氏面接記録。
28）同　　松下隆治氏面接記録。
29）同　　羽山豊氏面接記録。
30）八幡製鉄所住吉保氏面接記録（1978年8月）。

場の人間は，日本人技術者のやることを見て，自分達なりに解釈し，そのまま実施したのである。

明らかに誤解に基づく方法であると気がついて，こんな方法は間違いだと言っても受け入れられなかった。自分達がやっていることの理論的背景を理解していない為，一度習熟するとその方法を唯一の方法だと思い込んでいるのである。繰り返し指摘すると『これは Mr. B に習ったのだ』と言い訳が出てきた。何としても修正する必要があるため，正しい方法でやってみせ，成功するのを見ると『マスター，ベリー・グッド』と言ってくれた。その後徐々に正しい方向に進み始めたのである。」

「立ち上げが終わり，操業が安定した段階に達した第3陣以降では，派遣技術者は，アドバイザーの立場で指導をすることに場面が転換していた。アウトラインは既に1陣，2陣で教えていたので，これに付け加えるものとして，小さなノウハウを伝える必要があった。日本国内の工場現場でも極めて専門的な技術用語を使って説明する事柄を英語で説明しなければならなかった。相手が英語で話している内容は理解出来たが，説明する段になると言葉が出てこないのである。歯がゆくて仕方がなかったが，語学力の不足は如何ともしがたいのである。

長年の経験により自分は巻取られたピアノ線の長さは，目測できる。現場で言っても信用されないので，自分で走って行って巻戻して規定の長さと比較し実地でこれを解らせた。このように言葉で説明したことを実地で確認，検証して初めて現場の納得を得ることが出来た。」

「1971年段階ではまだ現場では工程的に全体を見る力は，なかった。

工程管理の技法である PERT 法も知らなかったので，教えることになった。高炉のフード替えの修理作業で，危険作業を避ける事，作業に長時間かかった場合高炉の休止が不可避である事，この為には合理的な作業計画が必要であると，言葉の障害を克服する為に1枚1枚絵を画いて説明した。しかし最初なかなか信用してくれなかった。2ヶ月かかって教育し，修理作業に取り掛かったが，16時間程度でやり上げることが出来た。水もれをゼロにするために修理したのであるが，これを終わって皆が喜んでくれた。また計画技法としての PERT の意義も理解してくれたようだ。」と述べている[31]。

「第1陣では，派遣者全員が，建設，立ち上げに懸命になっており，文字通り真剣勝負で取り組んでいた。この気迫が通じて，現地のマレーシア人も指示に対して期待するスピードで処理する水準に向かっていった。

第2陣での派遣に当たり，第1陣で教えられなかったことを指導してほしいとの要望があった。行ってみると現地従業員は，既に日本人技術者の表情を見るのが，うまくなっていて，絶えずどの程度本気で指示や指導を与えているかを読むようになっていたのである。

分析技術については，第1陣で刀根，善明らの指導を受けた後を引き継ぐことになった。八幡製鉄所では一応作業標準があるものの，仕事の進め方には，個人の好みや癖があって，人によって違っていたのである。

前任指導員の方式が，習得されていて，自分の方式とは違った面があった。せっかく教えてもらっていても，自分では不十分と感じる所があり，修正せざるを得ない面がでてきたのである。

指導を受ける方にとっては，指導する技術者が変わる度に違った指導を受けることになり混乱の原因となる。

1人の技術者が初歩から上級まで指導するのが，理想であるが，長期の海外派遣には，無理があり，順次交替で指導することになる。この場合指導の基本方針を決めて，一貫したやり方で技術指導をする必要がある。1つの同一目標を達成する為には，Aの方法があり，他にBも可能であるが，これを伝えるに当たり，注意が

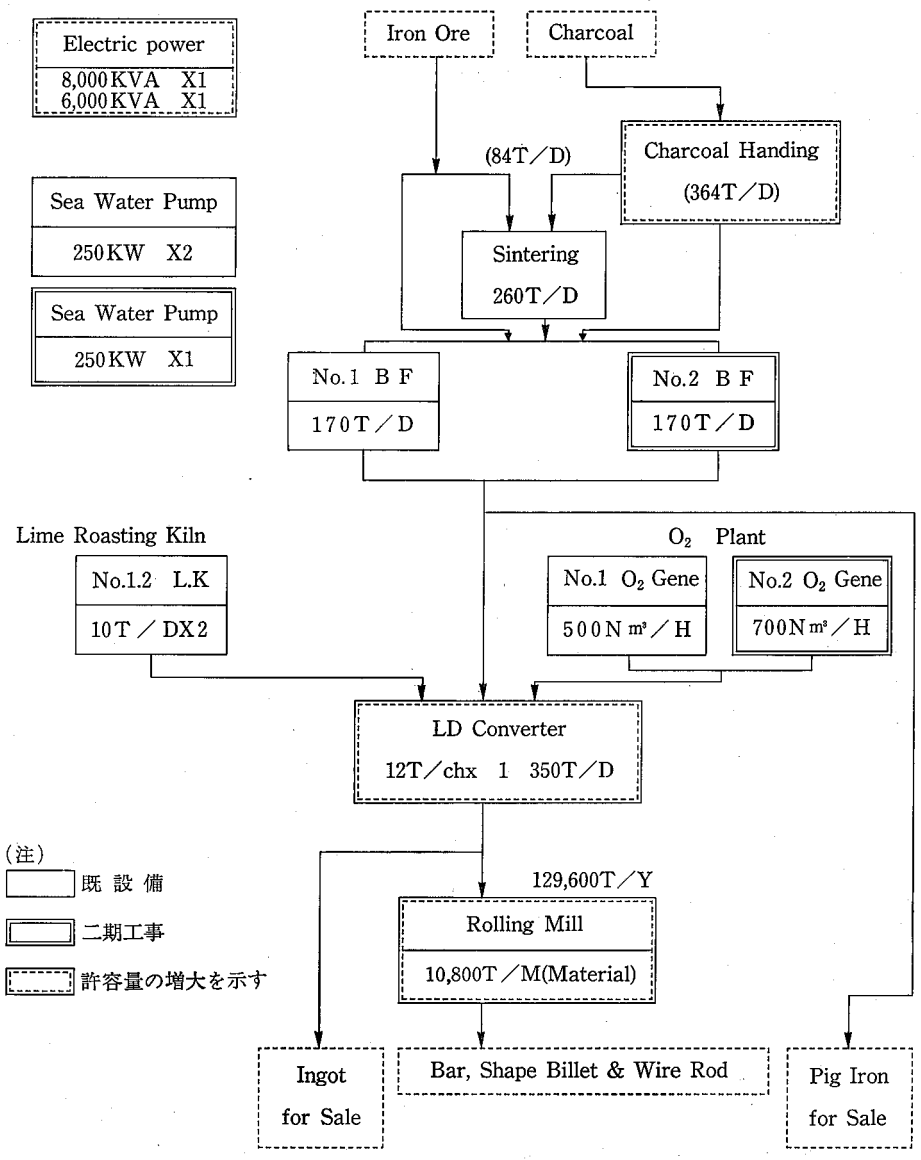
31) 同　　尾道伸一氏面接記録。

必要である。」と指摘している[32]。

≪第2期工事≫

1967年8月1日の第1高炉の火入れとそれに続く操業の円滑な立ち上がりの実績を踏まえて，生産体制の一層の拡充のため第2期工事(第2高炉，内容積143m³，170t/D，電気炉，連続鋳造機，ホット・コイル・スリッターを新増設)が，1968年8月から開始された。1970年12月24日には，第2高炉の火入れを達成し，1972年には電気炉，連続鋳造機，ホット・コイル・スリッターの完成をみた。第2期工事による生産設備の拡充は，第6－29図に示すとおりであり，

第6—29図　生産フローシート



〔出所〕八幡製作所

32) 同　　羽山豊氏面接記録。

これによって Malayawata は，高炉1基の変則操業を早期に脱して，文字通り本格的な一貫製鉄所としての生産体制を確立したのである。

この建設工事は，八幡製鉄派遣の建設要員と各機器納入メーカー技師(41名)，八幡製鉄関連企業46名及び現地建設企業の手によって遂行された。

第2期工事の管理形態は，1期と異なりゼネラル・コンストラクター・システム（General Contructor System）をとらず，Malayawata の既設組織の中に臨時に建設本部を設け，各メーカーからの派遣技師もその組織の中に編入するという方法がとられた。土木建設，水道に関しては新日本製鉄からの3名が工事管理ならびに現地作業員による工事の監督指導する形態をとった。機械電気関係は，その個々の仕事の管理と監督指導は日本からのメーカー技師並びに工事指導技師が担当した。(第6－30図参照)

建設専従としての新日本製鉄からは6名（うち土木建設水道3名）が派遣されたのに対して他社からは87名が派遣されたのであり，彼らの工程を守る責任意識が2期工事を計画通り達成しうるか否かの鍵となった。

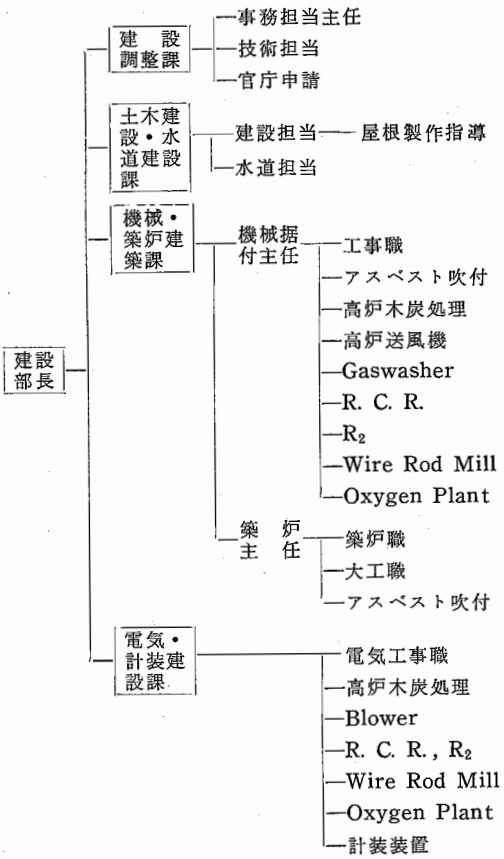
各社からの技術者たちは，派遣協定の内容に全くこだわらず，完成までの仕事を総て自分の仕事として，また日本国内であれば各派遣元企業は競争する立場にありながらも，マレーシアの建設現場にあっては，各自の企業元を二義的なものとし，日本人の仕事として団結して，お互いに協力しあって仕事の進捗に努めたのである。

また日本人技術者はマレーシア人作業者の中に入り込み，共に汚れ，自らの手で仕事を進め，身を張って，指導し，監督したのである。こうした努力によって現場には親近感のみならず，相互の善意が生まれ，信頼感をもたれながら，彼らをリードすることが出来たのである。

今回の工事の推進には整備課が直接役立ち，その能力を発揮した。

整備課からはメーカー技師等を指導要員の助

第6—30図　Malayawata 建設部組織図（1970）



手として必要に応じてその工事に張り付けてもらったり，計装工事の総てや木炭破砕設備の増強工事を全く直営工事として消化した。また部品の緊急製作加工など直接的な工事ばかりでなく，潤滑剤的な仕事において積極的な応援を行った。特に技師補佐は，手薄な配置しかなかったメーカー技師の仕事の為に共に徹夜作業をするなどして強力に支援したのである。彼らは整備班，建設班の枠を取り除いて建設作業を自分の仕事として位置付け，建設班の1員と同じ気持ちで，Malayawata に自分の足跡を残そうとして努力し，協力したのである。

動力課は電力供給等の機能上，直接あるいは間接的に応援協力を行い，各生産工場も自らの操業を維持しながら建設工事に対して協調協力

を行ったのである。しかし日本人が派遣されていない事務部門については，建設というものの認識，経験が足りない故か，建設への積極的参加姿勢が見られず，計画通り建設を進めようとしている建設班にとってはブレーキに感じられることもあった[33]。

この時期に現場で技術指導した尾道伸一は，

「第2高炉の火入れがすでに終わっていたが，電気炉，混銑炉，スリッター・ライン，ホーミング・マシン・ライン，平鋼ライン，連続鋳造銑設備の据え付けを行った。

この段階ではすでに工場に道具，工具類が揃っていた。据え付けには Malayawata の所有する機械で行なうことが出来た。整備班の技術の習得が，進んでおり，外注（下請け関連）の手を借りずにやることが出来た。

技師と作業者がいっしょになって仕事をするやり方が既に定着していたのである。しかし，ある程度技術が確立される過程にあり，それを修正し新しい考え方を教えるのには大変苦労した。なぜなら第1陣では，建設，据え付け，操業開始，立ち上げと技術のハードの側面を中心に進めて行けば良かったが，それを受け継いだ段階では，もっと高度の技術すなわちソフト面を教えなければならなかったからである。この為には高度の技術の専門用語を英語で表現し，現場の情況に合わせて説明しなければならない。英語力の足りないために苦労し，十分伝えることが出来ず，残念に思うことも多かった。

技術的問題では特に圧延機のメタルの擦り合わせに意を用いた。低速回転ではメタルの焼き付きが起こるため，これを改善したのである。

このように問題が具体的で，その解決策も目で見て解るという改善の指導には，自分の持っている力を十分に発揮することが出来た。」と述べている[33]。

このように1971年初頭の段階ですでに現場の技術習得は，かなり進んでおり，技術移転の水準は，作業レベルから生産管理レベルへと移行しつつあったのである。

続いて1973年には，第1高炉の改修（内容積148m³→204m³）と圧延設備能力の増強工事が着手され，1975年には，完成した。(第6－37表参照)

第9—37表　設備投資と生産能力

	投資項目と生産能力	
FY1967-68 (Phase I)	No. 1-7木炭キルンセンター5,350T/M	
	焼結プラント（LD，260T/D）	
	第1高炉（145m³，170T/D）	
	LD 転炉（12T/Ch×1/2）	
	圧延機（60,000T/Y）	
	第1酸素プラント	
	補助設備（電力，工業用水，保全，分析，検査，運輸）	
FY1969-70 (Phase II)	No. 2 高炉（148m³，170T/D）	
	インゴット工程の拡張	
	圧延能力の拡張	
	線材圧延機（2,000T/M）	
	第2酸素プラント	
	追加補助サービス設備	
FY1971-72 (Phase IIB)	電気炉（10T/Ch×1，22,400T/Y）	
	連続鋳造設備（2ストランド×1，67,000T/Y）	
	熱延コイル処理ライン（スリッター，冷間整精，冷間断機）	
FY1973-75 (MOD. I)	第1高炉巻き替えと炉容拡張（204m³，260T/D）	
	圧延機能力拡張と改修	
Total	生産能力	
	ホット・メタル	157,000T/Y
	粗鋼	186,600T/Y
	インゴット・ビレット	165,000T/Y
	圧延機	157,000T/Y
	設備投資総額　120	(M$ 100万)
	延べ払い　43	
	長期借り入れ　14	
	中期借り入れ　15	
	自己資金　48	

〔出所〕 Malyawata Steel Annual Report 1976, Outline of Malayawata Steel Berhad (July 1978)

33) 八幡製鉄所松井大三郎氏（面接記録1978年8月）。
34) 同　　尾道伸一氏面接記録。

これによって Malayawata は，年間粗鋼生産能力18万tの規模を有する世界で最も小規模の一貫製鉄所としての経営基盤を確立したのであり，マレーシアにおける基幹産業としての不動の地位を獲得したのである。

さらにはマレーシアの工業化政策遂行の輝かしい成果として，マレーシア人に新しい誇りを与えたのであった。

6－4　銑鋼一貫生産体制の確立

6－4－1　生産

Malayawata における1967年8月1日の第1高炉火入れに始まり1982年に至る生産実績は，第6－38表と第6－30図に示す通りである。第1高炉の生産規模は当初溶銑年産6万2,000Tと計画された。早くも火入れの翌年の

第6—38表　Malayawata Steel の生産実績　(1,000 Metric Tons)

製品品種	FY 67	68	69	70	71	72	73	74
ホットメタル	24.5	65.2	69.9	87.4	127.5	127.6	125.3	103.0
鋳造鋼	0	0	0	0	0	142.1	143.5	126.1
インゴット・ビレット	23.9	59.8	66.9	84.4	129.5	136.6	137.8	121.6
圧延製品	14.7	50.2	69.3	81.9	107.7	114.6	117.2	113.1
うち棒鋼	14.7	48.8	62.6	78.0	94.8	100.5	114.1	112.2
形鋼	0	1.2	4.8	3.7	6.9	3.7	0	0
板鋼	0	0.2	1.9	0	2.8	0	0	0
線材	0	0	0	0.3	3.2	2.4	3.1	0.9
スリットコイル	0	0	0	0	0	11.8	23.8	12.4
冷間成形製品	－	－	－	－	0	0	3.7	2.8
スリット棒鋼	－	－	－	－	－	－	6.3	3.3
鋳物銑	－	－	－	－	－	－	5.3	0.5

75	76	77	78	79	80	81	82
136.9	144.8	141.6	137.3	131.5	108.1	123.5	124.4
155.8	155.4	144.9	161.7	160.0	131.6	152.6	153.4
150.8	150.5	140.1	156.5	157.3	126.6	146.6	146.5
114.2	134.6	138.1	168.9	157.1	146.5	164.7	164.5
107.8	131.3	136.2	168.7	157.1	146.5	164.7	164.5
4.3	2.3	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
2.1	1.1	1.9	0.2	0	0	0	0
9.2	9.5	4.0	2.7	2.9	0.2	0.3	0
2.4	2.7	1.8	1.0	0.4	0.1	0.6	0.1
2.4	3.4	1.0	0.9	1.0	0.5	0.9	0.1
2.3	4.0	8.2	1.5	0.8	2.5	0.4	1.8

〔注〕　(1)　FY：4月～3月会計年度
(2)　営業生産は1967. 10. 1から
(3)　圧延製品には短尺は含まれず
(4)　'67年～'72年の冷間成形製品，スリット棒鋼，鋳物銑の生産量は，未詳。
〔出所〕　新日鉄，MYS

68年には6万5,200Tの生産が達成された。さらに69年には6万9,900Tとなり生産能力の限界に達したのである。生産量の増大は達成されたが高炉1基という片肺操業の不安定性を克服するために第2高炉の建設が計画され，その操業が1970年11月に開始された。各工場は，この年24時間の連続操業体制に入り生産向上に努めたのである。その結果普通棒鋼，高張力棒鋼が8,000/M 生産された。

第1高炉の溶銑（6,000T）を原料とするインゴットとビレットを圧延工場に供給しているが，このラインバランスは圧延工場の生産能力（8,450T/M）に対応するものであり，1970年後半に拡張された10,000/M の生産能力には供給不足となったのである。また圧延材になるビレット，インゴットを，短期的に適切な価格で輸入するのは困難であった。しかしこうした上工程と下工程の生産能力上のアンバランスも第2高炉の操業開始によって解決され，圧延工場はフル稼働に入るだけでなく，余剰の銑鉄をマレーシア国内の鋳物工業に対して供給しうるまでになったのである。

この年14,500Tのビレット，インゴット及び13,000Tの完成品が累積在庫となっていたが，丸棒鋼は，年度の後半に在庫がゼロとなった。

1971年には圧延工場の設備拡充のため数週間の工場休止を実施したが，年度の前半に多くの需要を得ることができ，前年度まであったインゴット及びビレットの在庫は，消滅した。各工場とも生産は順調に進み，市場の旺盛な需要に答えることが出来たのである。

続いて1972年には，マレーシア政府の第2次マレーシア計画の遂行に伴う鉄鋼需要の増大を予測して，各工場ともフル稼働に近い状態で操業を実施した。製品在庫は，年度末には20,300Tに達したが，他のマレーシア企業との競争にもかかわらず販売量を23%も増大させることが出来たのである。

1973年には電気炉の増設により生産能力は粗鋼ベース18万T（年産）に向上しインゴット及びビレットの生産量は137,800Tに達し，圧延工場は，114,100Tの鋼材を生産した。

経営の目標は最適の製品サイズの組み合わせにより年産12万Tを，24時間操業体制で達成することにおかれた。オイルショックに伴う世界的な鉄鋼製品の価格上昇により経営業績が大幅に向上した。

1974年にはオイルショックの影響で需要が停滞し，生産もそれに対応して減少した。

1975年には第1高炉の巻き替え工事（内容積144m³→203m³，生産能力185T/D→265T/D）のため，第1高炉は生産を休止した。また圧延工場も6月～7月の1ヶ月間にわたり休止し，全面的オーバーホールにより生産能力は33%向上した。こうした設備休止にもかかわらず，能力向上とフル生産により前年よりも多くの生産量が確保された。

1976年には市場における棒鋼の需要の減退のため，販売力のある鋼種への生産の転換および棒鋼の在庫量の急増のため電気炉の操業が完全に休止された。

1977年はほぼ前年と変わらぬ生産が行われた。

1978年には圧延製品の生産がこれまでの最高の水準168,900Tに達し，熱間圧延材（Hot rolled）と冷間圧延材の生産と生産性が改善された。

1979年には熱間圧延材は22%増大し，操業の改善とより高い効率が達成された。

1980年には圧延製品は，対前年比6.6%の減少となったが，その理由は高炉の改修による製鋼能力の低減にあった。

1981年には第2高炉の改修の完成にともない，製鋼能力が増大した。圧延製品は，対前年比12.2%の増産となり，インゴット・ビレットは同じく15.7%の増加となった。

1982年には市場の需要量の低迷に応じた生産体制を組み，圧延製品，インゴット・ビレットともに少々減産となった。

1983年には，第2圧延工場が完成して生産を

開始し，圧延製品は164,4612T生産された。

さらに1984年には輸入半製品を原料として総生産量は，227,066 T，1985年には記録的な需要の増大に応えて総生産量233,440 Tを達成した。

以上のように Malayawata は，国内鉄鋼市場の需要に対応して逐次生産能力を拡充しながら順調に生産を続けている[35]。

マレーシア国内の道路，港湾，ビルなどの建設用資材として使用される棒鋼を，主要製品としてスタートした Malayawata も第2高炉の操業以来，日本を始めとする先進国からの輸入鋼材を代替すべくより付加価値の高い線材，スリット・コイルなどを生産し，製品の多様化を推進している。

特記すべきはこのような操業がその開始以来大規模な物的及び人的事故を起こすことなく遂行されていることである。この事実は作業方法，生産管理レベルの技術移転が完全に終了したことの何よりの証左となっている。

6－4－2　原料

Malayawata の鉄鋼生産に必要とされる原料の供給について検討する。鉄鉱石は，マレー半島の鉄鉱山から供給されており，これは国内の天然資源を活用し，近代的産業を創出する基本理念に沿ったものである。第6－39表によって明らかなように1970年には製鉄所の立地するプライの近くの鉱山であるケダー（Kedah）からは12万4千T(71%)，ペラク（Perak）からは約5万T（29%）が供給された。鉄鋼業にとって重量物である鉄鋼製品（比重7.8）の生産コストに輸送コストが重要な位置を占めている。このため原料は，出来るだけ近い所から供給されることと製品市場が，近接しておれば，それだけコストダウンを実現することが出来る。こうした経済原則に従い第6－32図に見るようにまず地理的に最も近いケダーが1980年に至る10年間中心的な鉄鉱石の供給源となったのである。

第6－40表に示すようにケダー鉄鉱石の品位

第6—39表　鉄　鉱　石　(DLT '000 & %)

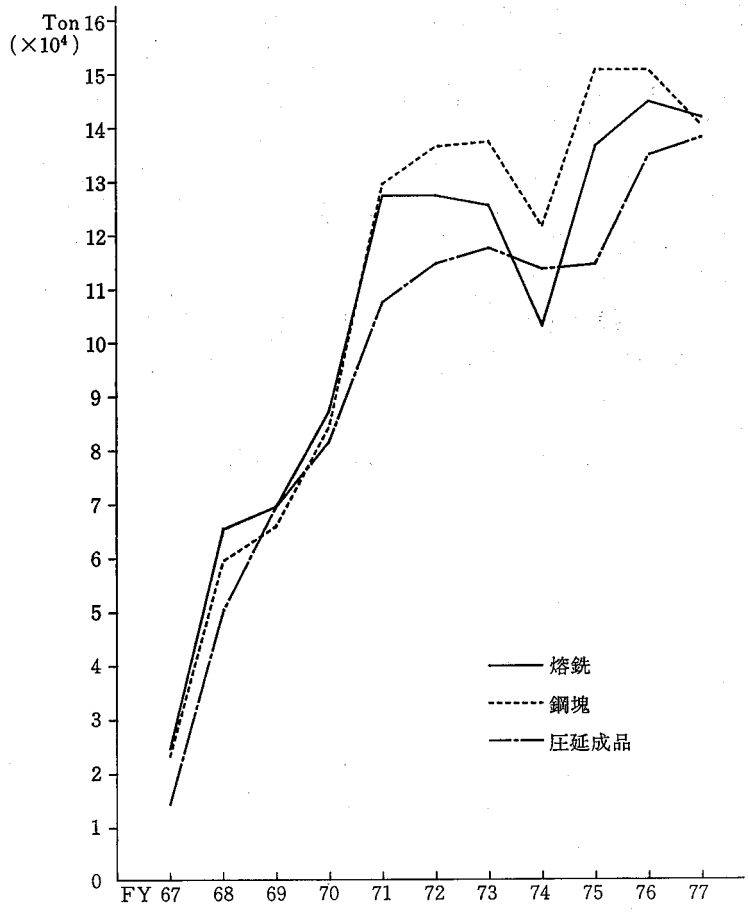
鉄鉱山	FY 70	71	72	73	74	75
Kedah	124.7 (71)	126.9 (49)	128.1 (60)	78.4 (29)	85.8 (41)	104.1 (42)
Perak	49.7 (29)	92.0 (35)	80.9 (38)	76.6 (28)	63.5 (31)	63.2 (28)
Pahang	–	40.8 (16)	5.1 (2)	69.9 (26)	22.6 (11)	49.9 (20)
Johore	–	–	1.1 (0)	32.4 (12)	34.4 (17)	20.7 (8)
Trengganu	–	–	–	–	–	4.9 (2)
Others	–	–	–	12.2 (5)	–	–
全購入鉄鉱石量	174.1 (100)	259.7 (100)	215.2 (100)	269.6 (100)	206.3 (100)	247.8 (100)

76	77	78	79	80	81	82
1448. (56)	149.1 (59)	143.0 (63)	136.6 (56)	129.0 (35)	52.4 (24)	20.1 (12)
57.2 (22)	40.0 (16)	29.5 (13)	47.8 (19)	27.0 (7)	15.8 (7)	2.2 (1)
39.2 (15)	47.5 (19)	24.6 (11)	35.0 (14)	43.0 (12)	55.2 (25)	63.8 (37)
16.6 (7)	18.1 (7)	28.8 (13)	26.0 (11)	132.0 (35)	83.2 (38)	53.3 (31)
0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
–	–	0	0 (0)	43.0 (11)	14.7 (6)	31.9 (19)
257.9 (100)	254.7 (100)	225.9 (100)	245.3 (100)	374.0 (100)	221.3 (100)	171.3 (100)

〔出所〕 Malayawata

35) Malayawata Steel : Annual Report 1970～1985 各年度版。

第6—31図 Malayawata の生産実績



〔注〕 (1) FY：4月～3月会計年度
(2) 営業生産は1967. 10. 1に開始
(3) 圧延成品には短尺は含まれず

〔出所〕 新日鉄

第6—40表 Malayawata 鉄鉱石の品位　　品位 〔%〕

鉱石名柄	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
Kedah	56	56.5	57	57	56	57	52
Perak	64.5	64	—	—	—	—	—
Pahang	62	61.5	62	63.5	61.5	62	63
Johore	55	56	58	58	56.5	56.5	—

〔出所〕 Malayawata Steel Prai Works 1985.

(%) は1985年においても52%を維持しているが，鉄鉱山それ自体の資源の枯渇に直面せざるを得なかった。

第2高炉の操業による生産規模の拡大はより大量の原料を必要とするため，ケダーの不足を補う形でまずペラクの鉄鉱石が使用された。この鉄鉱石は64%と最も高品位であったが，1982年には全供給鉄鉱石の僅か1%を占めるに過ぎず，ここも資源の枯渇が近付きつつある。

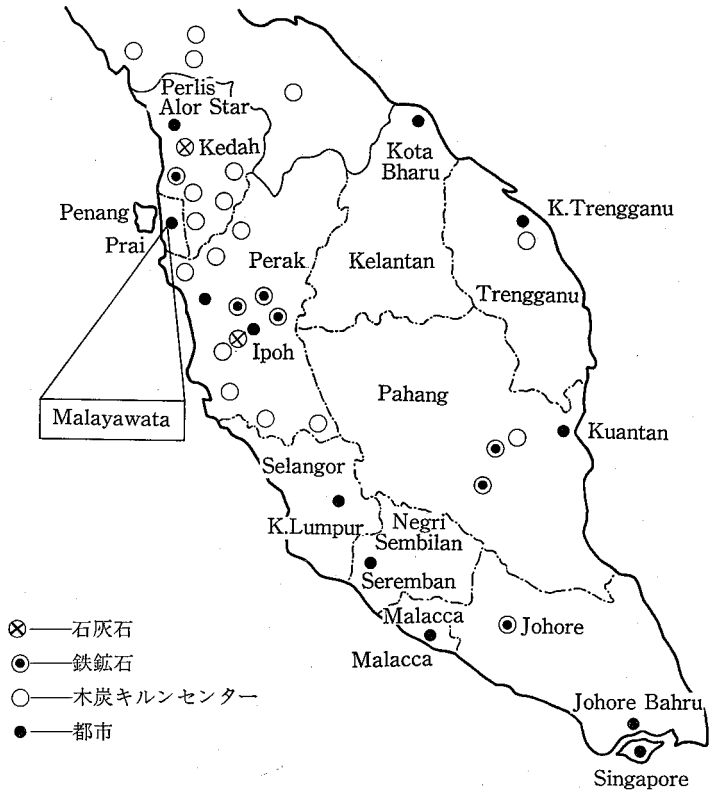
次いで61%～63%の品位を持つパハン (Pahang) が，遠距離にもかかわらず1982年には6万3,600T (37%) 供給され最大の比率を占めるに至った。

さらにはマレー半島の突端に近いジョホール (Johore) からも供給されているが，1980年の13万2,000Tをピークに供給量が減少しつつある。

こうした国内既存鉄鉱山からの鉄鉱石の供給量の減少は他の鉱山からの供給を増大させ，その量は1980年には4万3,000T (11%)，1982年には3万1,900T (19%) に達している。

こうして Malayawata は操業開始以来20年

第6—32図　Malayawata の原料供給地域



を経て，国内原料鉄鉱石の供給不足に直面することになり，安定した操業を続けるためには近い将来オーストラリア等からの輸入鉄鉱石に依存せざるを得ない段階に踏み込みつつあるといえよう。

次に高炉操業に不可欠の副原料である木炭について検討してみよう。

Malayawata が，世界一小規模の一貫製鉄所として存立しえた基盤は，それまで無価値なものとして焼き捨てられていたゴム園の廃棄ゴム材を原料にした木炭を高炉の副原料として使用したことにある。

プライの Malayawata 製鉄所から半径30マイル以内に建設された Malayawata Charcoal (MYC) の直営の7つのキルンセンター (Bukt Mertajam, Selama, Sungei Pantai, Padan Serai, Sungei Bakup, Kual ketil, Sungei Kob) は，第1高炉の操業に対して5,400T/M

第6—41表　原料：木炭及びコークス　　(Metric Tons '000)

	FY 70	71	72	73	74	75
国内	91.7 (86)	115.4 (82)	113.4 (99)	80.7 (69)	74.5 (66)	101.1 (81)
MYC(1)	67.4 (63)	64.2 (46)	51.3 (40)	36.6 (31)	35.6 (31)	45.7 (37)
Contractor(2)	24.3 (23)	51.2 (36)	62.1 (49)	44.1 (38)	38.9 (35)	55.4 (44)
輸入(3)	0 (0)	3.7 (3)	13.4 (11)	11.7 (10)	15.7 (14)	18.1 (15)
木炭	91.7 (86)	119.1 (85)	126.8 (100)	92.4 (79)	90.2 (80)	119.2 (96)
コークス(輸入)(4)	15.2 (14)	21.7 (15)	0 (0)	25.4 (21)	23.4 (20)	5.3 (4)
合計	106.9 (100)	140.8 (100)	126.8 (100)	117.8 (100)	113.6 (100)	124.5 (100)

76	77	78	79	80	81	82
90.3 (74)	97.7 (74)	90.8 (72)	83.7 (71)	74.7 (61)	83.7 (63)	98.0 (67)
36.8 (30)	38.0 (29)	35.2 (28)	38.9 (33)	37.5 (31)	38.7 (29)	42.8 (29)
53.5 (44)	59.7 (45)	55.6 (44)	44.8 (38)	37.2 (30)	45.0 (34)	55.2 (38)
20.5 (17)	24.6 (19)	24.9 (20)	21.9 (19)	21.0 (17)	30.4 (23)	40.4 (28)
110.8 (91)	122.3 (93)	115.7 (92)	105.6 (90)	95.7 (78)	114.1 (86)	138.4 (95)
10.5 (9)	10.5 (7)	10.4 (8)	11.6 (10)	26.9 (22)	18.8 (14)	6.9 (5)
121.3 (100)	132.8 (100)	126.1 (100)	117.2 (100)	122.5 (100)	132.9 (100)	145.3 (100)

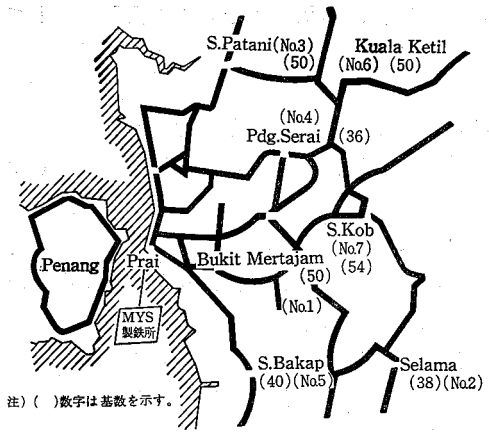
〔注〕 (1) Malayawata Charcoal SDN. BHD. 1tの木炭生産に必要とされるゴム材は，約7t.
(2) 国内外部木炭製造会社からの契約購入
(3) マレーシア国境南部タイからの輸入木炭
(4) 日本（若松コークス）からの輸入
〔出所〕 Malayawata

第6—42表　Malayawata 木炭とコークスの価格変動

	1971	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
木炭	79	100	104.5	107.9	108.2	117.3	136.5	156.7	166.5	165.7	161.1
コークス	62	100	104.1	102.7	102.3	115.5	145.9	179.1	189.4	146.7	154.1

〔注〕 1975年を100とした指数
〔出所〕 Malayawata Steel (Prai, 1985年11月15日)

第6—33図　木炭キルンセンター配置



〔出所〕『鉄鋼界』1967年11月号

のゴム材木炭の生産能力を持つものであった。（第6－32図参照）

しかし第2高炉の操業開始によって木炭の必要量が増大し，これに対応して製鉄所から半径150マイル以内距離約300マイルのパハン州内に立地する下請け木炭製造会社（contractor）のキルンセンターに技術指導が行われた。この間直営の1つのキルンセンターの閉鎖と2つのキルンセンターの生産規模縮小によって MYC の木炭生産能力は，4,000T/M となったが，下請けの生産能力は8,000T/M に拡大し，マレーシア国内の供給体制が確立された[36]。

一方1969年にはタイからゴム材木炭製造技術の導入の申し入れがあり，これに応じ(1)木炭製造の一般理論(2)具体的ノウハウの技術指導のため MYC から技術者が直接派遣され，これに当たったのである[37]。

製鉄所からの距離が約180マイルのマレーシア国境に近い南部タイの木炭製造会社は，この導入技術に基づき木炭の生産を開始し，1971年からその製品の供給を始めたのである。

36) Lim Seng Chai & H. Iso (1975) "Rubber Wood Charcoal for Iron-Making" *SEAISI Quarterly* April 1975, P. 36-56.

37) Malayawata, Mr. Lim Seng Chai 面接記録（マレーシア1985年11月）。

こうして日本から移転された適正技術たるゴム材木炭製造技術はマレーシアと気候風土が同じであるタイ国へも移転されたのである。これによって Malayawata は高炉の操業に必要な原料を確保したのみならず，マレーシアよりも工業化が遅れているタイ国は，地域の資源を生かして貴重な外貨の獲得が可能になったのである。

1968年の6,200Tから1982年の138,100Tと木炭の供給量は，22.3倍にも拡大しているが，製鉄所の近隣地帯からの供給は，限界に達した。マレー半島の南側へは300マイル，国境を越えてタイ国内に至る300マイルの距離に立地するキルンセンターからも供給されている。これは世界の天然ゴム価格の低迷に対してマレーシア国内で，ゴムの再植樹に際してパーム・オイルの植樹への転換が行われ，ゴム園の面積が減少する傾向にあるためである。さらには世界市場における木材価格の上昇によりゴム材を木炭（燃料）に使用するよりもこれを素材にして木工製品を生産した方が，付加価値が高くなるため，ゴムの廃材の入手が，困難になりつつあるためである。（第6－41表参照）

1985年11月現在高炉操業用のゴム材木炭（固定炭素80%以上）は，MYC の直営7，下請け22，タイ国内下請け18のキルンセンターから供給されている。

第6－42表に示すように価格変動は1975年を100とした場合1984年には木炭が161.1（対1971年約2倍），コークスが154.1（対1971年約2.5倍）であり，その価格は着実に上昇している。

しかしながら輸入コークスに比較してゴム材木炭の価格は低く，その安定的供給さえ確保されれば安価な原料となっており，Malayawata の工場計画と技術開発の正しさを証明するものとなっている。

木炭の原価構成は，労務費50%，原木費30%，運搬費5～6%，一般管理費6～7%，その他7～9%となっており，労働集約型製品の1つの典型を示している。

輸送用トラックや1部の機械類を除くと木炭生産に必要とされる資源は，総てその地域で確保され，地域経済における雇用創出効果の極めて大きな産業となっている。1975年現在月産11,000Tの木炭生産に直接従事する労働者数は2,150人である。マレーシアにおける賃金上昇に伴うコストアップやタイからの輸入に対する関税を加算したとしてもゴム材木炭は，輸入コークスに対して価格競争力を持っている[38]。

1968年の生産開始以来木炭の供給量は逓増しているが，ゴム園の再植樹のサイクルと面積及び製鉄所からの距離の制約によりそろそろ限界に近付いているといえよう。このためMalayawataには新しい経営戦略が，必要とされている。

不純物の少ない木炭銑を原料とするMalayawataの各種棒鋼は，極めて高品質の製品である。木炭銑を原料に棒鋼を生産するのは，過剰品質であり，スウェーデンでは木炭銑を使い高級鋼を生産している。今後Malayawataがマレーシア国内の機械工業の発展に伴う高級鋼の需要の増大に対応した生産を行うことが予測される。

2基の高炉による銑鉄生産量は，年産15万Tに満たず，先進国の大型高炉1基の日産1万Tに比較してあまりにも小規模である。装置型産業の基本となる規模の生産性の追及は不可能であるが，高付加価値製品の生産による質的高度化こそ新しいMalayawataの生きる道であろう。

38) Mr. Lim Seng Chai 面接記録。