

## 国際シンポジウム「中国における環境技術の普及に向けた国際協力」

中国山西省製鉄技術指導から

(2006.3.19)

川原 業三

### まえがき

筆者は1995年から2002年までの8年間に亘り、中国山西省の小型高炉による製鉄技術改善のため、毎年ほぼ1～2ヶ月間現地に滞在し指導を行った(写真1、2)。筆者は海外企業の技術指導の経験は少なく、中国山西省での製鉄技術指導も例数は少ないが、比較的長年同地を訪ね、ある場合は非常に良い結果を得たが、ある場合は全く改善できなかったなどの経験をした。以下は、この間に感じたことなどを纏めたものである。

### 1. 山西省の製鉄事業の特徴

#### ア. 山西省での製鉄企業の成り立ちと技術の導入

山西省に高炉製鉄法がどのようにして、導入されたかについては川端の著書(東アジア鉄鋼業の構造とダイナミズム、2005, 11)に詳しいが、近年の山西省各地での製鉄企業の成立と技術の伝播は、大躍進時代の鉄増産の流れを汲みながら洋式高炉の導入が進められ、改革開放の時代を迎えて次のような経緯で盛んに行われた(写真3、4、5、6)。

#### 企業の設立は

製鉄事業を計画した経営者が、知人、縁故者から資金を集め、共同で経営する自己資本による私企業として設立された。

経営者が軍の兵器工場や製鉄工場などを譲り受けて、企業を設立した。この場合は地方の政府との共同経営のような場合が多かったようであった。

地方政府が工場を設置し民間人に操業管理、営業など全般を請負わせていた。などのことが多かったようである。

#### また技術の導入は

どこかの製鉄工場に勤め、作業法などを身につけた作業者を経営者が引き抜き、技術の長(エンジニア)などとして迎え、素人の作業者に作業法を教えさせて、操業を行った。

経営者、エンジニアは他社の操業状況を横目で見ながら操業法を変更するなどしたが、時には経営者がエンジニアを他の者と入れ替えたりしていたようで、場合によっては、どこかの工場に経験を積んだ人が「経営者に自分を売り込んでエンジニアになった」例なども多かった。

などで、技術の移入や作業員の教育が行われ、高炉操業が行われた如くであった。

#### イ. 技術改善への影響

##### 企業形態との関係

私企業で経営者に改善意欲がある場合には改善は素早く実施され、効果も着実に現れて、経営状況も大幅に改善された。ただ、経営者の資質如何によって経営方針を誤った場合も見られた。

最も困難を感じた場合は、地方政府が民間人に経営を請け負わせている場合で、経営責任者は社長とされているが実権は地方政府が握っていて、こちらからの提言は殆んど無視され、実行されなかった。

#### 人的関係の影響

前記したように技術関係者のトップにエンジニアがあり、その下に炉長、主任などがおり、さらに一般作業者がいるが、まだ組織的な制度も弱く、職務権限の規定も無く、罰則だけは厳しく行われていた。したがって従業員間の連帯感が無いだけでなく、企業への愛社精神が希薄で、会社を踏み台にしている者も多く極端な場合には貴重な操業記録などを私物化し持出す者もいた。

さらにエンジニアなどの役職者の中には、言葉巧みに社長に自分を売り込み保身に躍起になっている者も多かった。

#### ウ．山西省小型高炉の特異性

以上の状況なので、殆んど企業の技術の基礎は経験と伝聞によるもので、いわゆるエンジニアの秘伝で操業が行われたが、近在他社の状況を見ては、次々とエンジニアを交代させていた企業もあった。従って技術的には多くの問題があり、製品である銑鉄の品質は極めて粗悪で先進諸国では製品価値の無いようなものであった。しかし中国の「お家の事情」からか、あるいは、いわゆる社会主義下の企業に見られた「造れば売れる」「なんとか規格に合格していれば、いい」の風潮からか、現場には技術の確立も無く殆んどの人が無気力で、「言われたことをやればいい」の雰囲気であった。結果として、山西省の高炉の製品、操業の状況は第1表に示す如くで、極めて異様なものであった。

多少煩雑になるが、この表の数値について説明すると先進国状況の欄の数値が概ね正常な数値で製品が鋳物用銑の場合、先進国基準では硫黄含有量は0.050%以下(実際には0.030%以下)で珪素含有量は1.2~2.4%であるが、中国の規格では硫黄含有量が0.050%以上あると不合格銑になるので、高炉の温度を高くし珪素含有量を3%以上にして硫黄含有量を0.050%以下に保ち「合格銑が出来た」と自慢している状況であった。しかし、珪素含有量が3%以上の銑鉄は先進諸国では、特別な場合以外には使用されず国際的な規格から見れば不合格に近い。さらに山西省の場合は珪素含有量を2.0%程度にすると硫黄含有量は0.10%以上になり、鋳物製造用に使用出来ない代物に

第1表 山西省小型高炉の特異性（写真7、8、9）

区分	項目	山西省状況	先進国状況
製品など	鋳物用銑中珪素%	2～6%	1.2～2.4%
	製鋼用銑中珪素%		<0.5%
	鋳物用銑中硫黄%	0.04～0.2%	<0.050%
	製鋼用銑中硫黄%		<0.050%
操業など	鋳滓色調	黒	白
	ガスダスト色調	白	黒
	コークス使用量 (鋳物用銑吹製中)	1.2～1.5T/T	<0.6T/T

になってしまうのである。そして、多くの小型高炉では、珪素含有量を下げると硫黄含有量が0.050%以上となり、生産量の殆んど全部が不合格銑であった。また、需要の最も多い製鋼用の銑鉄を造れば、硫黄含有量は0.2%以上となり不合格銑となるので生産出来ない状況にあった。

さらに鋳物用銑鉄1トンを作るためのコークス使用量は、国際的には0.6トン程度であるが、山西省では1.2～1.5トン使用しており、鋳滓の色が黒色であるというのは、高炉に装入された鋳石が完全に還元されていないことを示すもので、先進諸国では見られないものであった。

この様な状態では、製造コストは高く生産量は低く、製品販売価格も低い結果となり、経営は赤字経営に近かった。

## 2. 山積していた技術上の問題と改善

技術指導を本務として現地訪問したが、訪問した各工場の実情を見て愕然とし、正直言って「手が付けられない」状況であった。高炉は中が見えない「ブラックボックス」で、従来から高炉内の化学反応などの諸挙動について科学的な解明は困難で現在でも、なお研究が行われている状況なのに、山西省の製鉄工場の殆んどでは、例えば鉄鋳石の成分分析は商取引に必要な「鉄含有量」と「水分量」以外に測定されておらず、プロセス解明に必要な鋳滓中の酸化アルミニウムは分析されず、製品である銑鉄についても「珪素」と「硫黄」しか分析されていなかった。鋳物製造用銑鉄でも鋼製造用銑鉄でも製品の性質に影響する「リン」「チタン」「マンガン」などの元素の含有量が問題であるが無視されて、分析担当者に「鋳滓中の酸化アルミニウムは分析していないの？」と聞くと「分析しません」と胸を張って答える始末であった。

このことは製鉄担当の技術者が原料、製品の化学分析値などを必要としないほど技術的に無知であって分析担当者側に「何を分析して貰うべきか」考えつかず、各工場とも「他社がそうしているから、わが社もそうしている」のだった。この様な中で8年に亘る技術協力をして、いろいろなケースに遭遇したので、ケース別に状況を述べると次のようあっ

た。

このケースは、経営者が旧軍需工場を購入して製鉄を開始した私企業で、経営者は積極的な人で、筆者の意見もよく取り入れた。

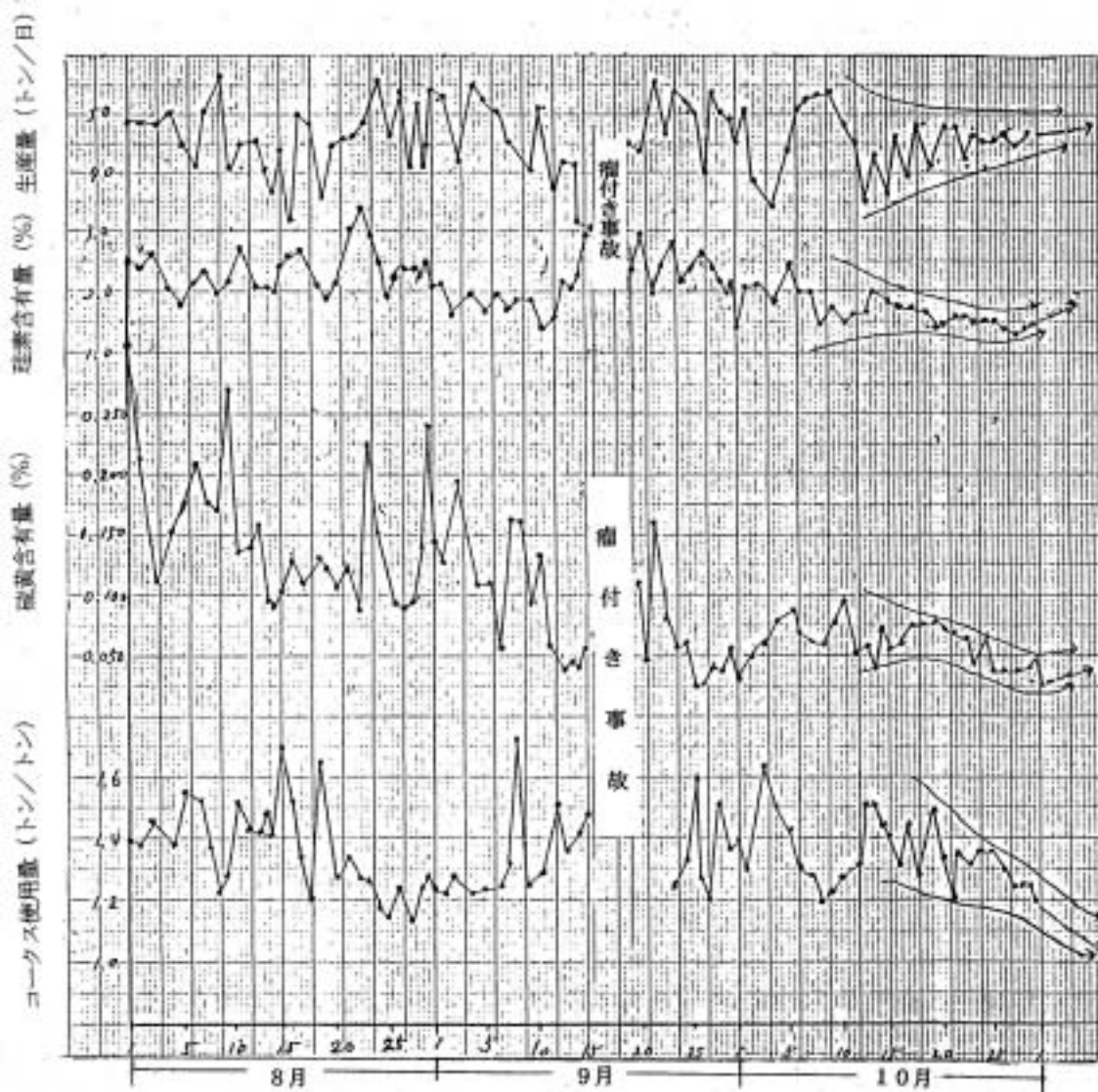
技術協力では、昼間は現場を見て歩いて対策を考え、夜は関係技術者を集めて講義を続けたが「暖簾に腕押し」で改善提言に対しても反応は無く、困惑した。工場には大学を卒業した者はおらず、中学卒と高校卒が殆んどなので、話相手もおらず、責任者に問題点や対策について説明すると盛んにノートしていても、彼等は部下には説明せず、そのまま退社する者もいた。また、人事移動が激しく、翌年、再訪問すると担当者が替わっていたりしたが、前年話したことは全く引継ぎされておらず、また前年と同じことを繰り返し説明せねばならない状態で、当然技術の蓄積も継承も無かった。

工場では原料分析は不十分であり、操業状況を判断するためのデータは無く関係者の製鉄の科学についての知識も殆んど無い状況下で「何をするか・・・！」赤字の中小企業で孤軍奮闘した過去の経験から、「先ず、出来ることから！」と金を掛けなくても出来ること「滅茶苦茶な原料装入法の変更」をした。この変更も多くの抵抗に遭ったがエンジニアの面子を立てながら、「原料の鉱石とコークスは混合しないように」と説得し実行に入った。そして数日すると高炉の様子が変わって来た。それまで多かった銑鉄中の硫黄が下がり始め、珪素が低くても「合格銑」が出来始めたのである。

「川原のいう事は嘘ではないようだ」そんな雰囲気生まれた頃、予定の滞在期間が終わり、原料などを荷物に纏めて帰国し、分析した結果、「コークスが異常に硬い」ことが分かった。早速ファクスで「コークスを細かくせよ。破碎機を注文せよ」などと連絡した（写真10、11）。社長は直ぐに実施し、コークスの使用量は銑鉄1トン造るのに1.5トン消費していたのが、やがて1.1トンに下がり、その後0.90トンになった。社長はここで満足し、他所にも製鉄工場を建設するなどしたが資金繰りには大変な苦勞をしたようであった。

このケースは、筆者の技術協力が最も良い結果を生んだ場合である。この企業は社長が知人と資金を出し合い、1984年、小さなコークス工場の建設から出発した、まさに「徒手空拳」で起業した企業で、11年後には34立方M高炉2基と125立方M高炉1基を有する製鉄部門（年産12万トン）、3工場を有するコークス工場（年産65万トン）セメント工場（年産15万トン）などを主力とする企業にまで急成長した介休市所在の「安泰国際企業集団」である。

この企業では製鉄部門の長に、大学の化学科を卒業した社長の甥を起用していた。彼は勉強会では筆者の説明を充分理解したばかりでなく、筆者が日本語で説明し、通訳が北京語に通訳したことを更に土地の方言で説明するほどの力の入れ様で、毎回出席をとり、欠席者がいると「なぜ、来ないんだ」と関係者に問いただすほど真剣だった（写真12）。また、同社では人事移動は少なく、同じ幹部や作業者が同じ職場に長期間勤務していたので、技術の蓄積、継承もよく行われていた。同社では、前述のように高炉3基を有して合計約300トン/日の銑鉄を生産していたが、製鉄技術のレベルは他社と大差なく、34M3の高炉2基からは合格銑は1トンも出来ず125M3の高炉の生産品の50%以上が不合格銑だった。結果として企業成績は赤字黒字を繰り返す状況だった（写真13）。



第1図 高炉状況推移図

同社には、1996年9月12日～同年11月8日の2ヶ月間滞在し、先ず炉内でのコークス層の確保と装入物粒度の改善を提案し9月24日からコークス層改善が始まり、次いで10月24日から装入物粒度の改善が始められた。その結果、生産量の安定、珪素含有量の低下、硫黄含有量の低下、コークス使用量の低下などで劇的な効果が現れた。その間の状況推移を第1図に示すが、同様な効果は各高炉に現れ、不合格銑発生は0となり、コークス使用量は0.7トン/トンに下がって、生産量も増加し、コスト低下し、販売価格も改善されて、1998年には企業の税引前利益は年間10億円(日円換算)以上となり、2000年以降は他部門の成績向上と相俟って、年間税引前利益が40億円(日円換算)を越えるに至った。更に上海市場での株式上場にも成功し、同社はまさに山西省での最優良企業になった。

2001年同企業を訪問し、現場を廻っていたところ通訳が「あの作業員が「先生に有難うと云ってくれ、と言っていますよ」というので「なぜか」と聞くと「高炉の成績が良

くなったので給料が上がった」とのことだった。お互いにニコッと笑って握手をしたが、「ほんとに、よかった」と感無量だった。

現在、同社は機械式コークス工場の増設、従来、野焼法でやってきた粉鉱石の焼結を機械式で焼結設備、450立方M高炉3基、製鋼設備、圧延設備を新たに建設するという大改革を行いつつあり、将来の発展が期待される（写真14、15、16、17、18、19）。

このケースは、技術協力に全く失敗した例である。この場合は某地方に数社の製鉄企業があり、いずれも成績不良であった。会議で原料粒度改善について説明し、ある工場を選んで改善に取り組んだ。そして、粒度改善の方法を社長に提言した。内容的には「ポータブル・コンベアー」を3基ほど設置するもので社長は「すぐ、やります」と答え、他の企業の社長も大きく頷いていた。しかし、翌年訪問すると、改善は一つも行われず、高炉は成績不良のままだった。

早速、会議を開き「改善を早急に実施すべき」と話をした。ところが同席していた、その地方の政府の工業担当者が「そんなにやりたかったら、あんたが金を出してやりなさい」と言い出した。「えらいことを云うなあ」と驚いてしまったが、いろいろ調べてみると、その地方の政府が「経済発展のために、製鉄工場を造り、土地の有力者に運営を請け負わせていた」のだった。「全部の工場の設備改善をするには金がかかる」と、政府の工業担当者は政府の経済事情を考えたからだろうが、強硬に反対したのだった。社長連は「雇われ社長」だから意欲は低い。筆者の提案を理解していた技術員は「黙って下を向いていた……」。

2～3年後、同地方を再訪問したが、相変わらず「不合格鉄しか造れず」高炉は真っ黒い鉱滓を排出し、煙突からは真っ白いダストを噴出していた（写真20）。

### 3. まとめ

以上、中国山西省での技術指導について述べたが、企業については

企業組織、人事方針などを改善し、従業員に勤労意欲を持たせること。

従業員の教育：科学技術の教育、企業経営についての教育を進めること。

社内民主主義（社員の意見を取り入れる雰囲気）の確立を進めること。

技術の継承、蓄積に努めること。

ことを是非推進して欲しいと感じた。また、技術協力に当たっては

訪問企業の企業形態について調べて、対策実施を考えること。

技術面の指導者とよく話をし、先方の面子を立てること。

技術改善については、「よく説明し、分って貰うこと」

などについての配慮も必要であることを痛感した。

以上



写真1 山西省の黄土高原  
(黄土の不毛に近い農地)



写真2 黄土高原の秃山  
(木々はまばら)



写真3 山西省の小型高炉(1)  
(内容積25M<sup>3</sup>:我が国の200分の1)  
ボロボロ高炉



写真4 山西省の小型高炉(2)  
(内容積50M<sup>3</sup>:我が国の100分の1)  
いくらもしっかりしている





写真5 山西省の小型高炉  
(内容積125M<sup>3</sup>:我が国の40分の1)  
なかなかのもの



写真6 山西省の小製鉄所  
庭先製鉄:これでも鉄が出来ている



写真7 真っ黒な鉋滓



写真8 真っ黒な鉋滓



写真9 真っ白なダスト



写真10 大きな装入物（コークス）  
（白いダストの元凶）



写真 11 大きな装入物（鉱石）  
（これでは高炉は下痢をする：黒い鉱滓の原因の一つ）



写真 12 勉強会に集まった面々（安泰）



写真 13 1999年頃の安泰高炉  
(34M<sup>3</sup>、第1、第2高炉)



写真 14 2004年安泰高炉  
(450M<sup>3</sup>第1高炉)



写真 15 2004年安泰高炉  
(450M<sup>3</sup>第1第2高炉远景)



写真 16 34M<sup>3</sup>高炉羽口  
(1999年安泰1高炉)



写真 17 2004 年安泰 4 5 0 M 3 高炉羽口  
( 第 2 高炉 )



写真 18 野焼き焼結法  
( 焼結：粉鉱石を粉コークスで焼いて塊にする )



写真 19 2004年安泰焼結機



写真 20 改善されず白いダストを噴出す高炉



注：本稿に掲載した図表は川原が作成したものであり、写真は川原が撮影したものである。