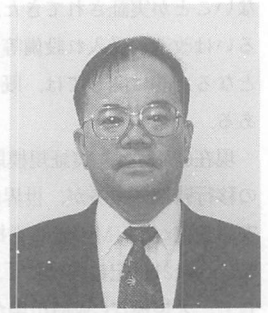


■ 展望・解説 ■

石油代替エネルギー・資源に関する技術開発と プロジェクトファインディング その1 中国・神木炭の開発・総合有効利用

Technology Research and Development and Project Finding of Alternative Energies

Part 1 Shemmu Coal Exploitation and Utilization Project in China



竹本 克己*

Katsumi Takemoto

第1次石油危機以来、推進されてきた石油代替エネルギー・資源に関する技術開発とプロジェクト発掘・推進の取りまとめに広く関わってきた。

石炭関連では、豪州モーエル炭田向けシフトブルコンベア等の露天掘りシステムの開発と拡張に始まり、ソルボリシス石炭液化法の開発、搬送、貯蔵、脱水、脱灰、乾燥、造粒、改質等の技術研究、COM、CWMの開発研究、ガス化ベースのプロジェクト発掘等、トータルチェーンを構成する大半の分野に何らかの形で携わってきた。このような活動の中で世界各国の石炭を企図的に入手、基礎物性等の石炭データベースの構築にも当たってきた。

超重質油では、ヴェネズエラ・オリノコタールの導入、天然ガスでは豪州、中国等の比較的小型のガス田開発のための各種ガス利用のF/S等、更にはEORオイルシェールの開発にも取り組んできた。

第1次石油危機から既に20年が経ち、エネルギー事情も大きく変わり、地球環境問題が前面に出てきた。しかし、供給問題の観点からは地球上に豊富に存在するエネルギー資源をいかに環境に優しい形で長期間、安定的、経済的に確保するかという課題は当時と変わりはない。そこで著者が取り組んできた代表例として・中国神木炭の開発と総合利用・超重質油オリノコタールの導入・中低品位炭の活用の3プロジェクトについて紹介し、今後の展望を試みてみたい。

中国・神木炭の開発総合有効利用

1. 中国石炭との長い付き合い

中国炭との付き合いは1978年9月に訪中した河本

通産大臣への肖寒中国石炭工業部長の山東省兗州炭田、山西省古交炭田の開発への協力要請に端を発する。三菱商事、三菱鉱業セメントが中心となり、1979年7月安徽省淮南、淮北炭田を技術交流調査団が訪中、数多くの炭鉱や関連施設を見学調査した。この調査団への参加が私にとって最初の訪中であった。この調査の結果、視察した炭鉱が全て立坑開鑿であったこともあり、技術合作のテーマが立坑設備に絞られ、三菱重工では製作を中止していた立坑設備製作の再開、それも超大型、超高速の世界トップレベルへのキャッチアップという非常に大きな課題を負わされることとなった。

こうして始まった中国との関係も、加熱した経済の鎮静化という中国の経済調整により、見直しが幾度もあり、合作の話も大きく進展することはなかった。

とはいえ、20世紀末までに工業・農業の総生産高を1981年の4倍にするという国家目標の下で、一次エネルギーの75%を担う石炭の生産高を1980年の6億tから2000年には13億tにするという計画が立てられており、中国の石炭から目を離すことはできなかった。

この経済調整と組織改革のため、中国側窓口も変わり、技術交流テーマも立坑設備から露天掘りと石炭のスラリーパイプライン輸送に焦点が当てられ、炭鉱では准格尔、霍林河、伊敏河、平朔、元宝山が5大露天掘り炭鉱として提示され、脚光を浴びた。そして、パイプラインでは准格尔=秦皇島（長城ライン）、長治=南通（長江ライン）の二つが検討の対象となった。

そうこうするうちに、1983年夏になり、中国側から一時的、散発的な交流から、技術交流覚書を交わして確固とした関係での交流としたいとの提案がだされ、1984年10月中国石炭工業部加工利用局指導の下で中国石炭開発総会社との間で技術交流覚書を交換、互いにそれぞれのニーズと技術を開示、テーマを定めての本

*ハイウェイ・ツール・システム(株)監査役
元中国石炭総合有効利用調査委員会幹事長
〒103 東京都中央区日本橋大伝馬町14-1

格的な交流となっていた。交流のテーマもCWM, 流動床燃焼ボイラー, ガス化(メタノール), 液化, 脱水・乾燥・造粒といった低品位炭のアップグレードさらにはオイルシェールの乾留など多岐に及んだ。

そして、この中国炭との付き合いの中で、本論のテーマである「神木炭の開発・総合有効利用」への取組が始まった。

2. 神木炭の概要

1985年時点における中国側の説明および調査結果は以下の通りであった。

2.1 賦存状況

陝西省北部から内蒙古南部のオールドス台地に跨がる中生代ジュラ紀に属する炭田で、全域の推定埋蔵量は2116億t、開発対象地域は2000km²、確認埋蔵量は211億tである。

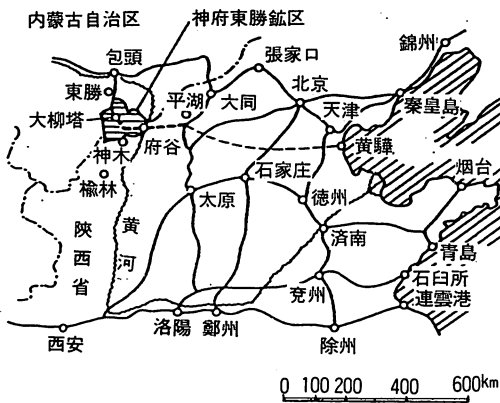


図-1 神木炭田位置図

炭層を含む地層厚: 210m

炭層数: 27

可採炭層 [>0.8m] : 平均5~6層, 最多8層

可採炭層厚さ合計: 14.1~21.5m

層厚: 一般2~3m, 最大10.95m

表土層: 0~200m (一部露天掘り可能)

2.2 基礎物性

入手したサンプルの代表的な分析値を表1に示す。燃焼, 液化, ガス化, CWM化等の基礎試験結果に基づく総合適用性評価は次のようなものであった。

- ・低硫黄, 低灰分でスラッキング傾向はあるが一般炭としての利用は可能
- ・実用CWM濃度は約63%wtでCWM化性は低い
- ・ガス化特性に優れるものの液化性は低い

表1 神木炭分析結果

		単位	神木炭	大同炭
表面水分		%	1.8	4.5
工業分析	固有水分	%	6.5	5.2
	固定炭素	%	53.5	61.2
	揮発分	%	35.5	27.2
	灰分	%	4.5	6.4
	高位発熱量	kcal/kg	7050	6990
全硫黄		%	0.34	0.76
元素分析	C	%	77.2	79.5
	H	%	4.9	4.4
	S (燃焼性)	%	0.23	0.68
	S (不燃性)	%	0.13	0.12
	O	%	11.7	7.9
無水ベール	N	%	1.15	0.79
	Cl	mg/kg	349	182
	F	mg/kg	152	68
	Na	mg/kg	184	107
	K	mg/kg	104	71
Free Silica		%	0.6	NA
灰軟化点		°C	1110	1226
灰溶融点		°C	1125	1325
灰流動点		°C	1135	1360

2.3 開発計画

当時の計画では、開発を加速するために神木炭田内で稼働中の小規模炭鉱を活用し全体で200万t/年に増産し、トラックで呼和浩特(フフホト)に搬出しながら新規炭鉱を開発するというものであった。

神木炭田開発のキーポイントは採掘された石炭の輸送にあって、鉄道建設の進展の歩調に併せて炭鉱開発を進めていく計画となっていた。開発・運営体制は、縦割り行政の弊害と各地方の政府の地域主義の弊害を打破するために、國務院直属の以煤代油弁公室を母体に華能精煤公司を設立、これが炭鉱開発から輸送、販売までを一貫して行うこととなっていた。

概略の開発計画は次の通りであった。

第I期: 出炭規模1000万t/年

神木=包頭間の鉄道を自力建設する。

1986年に着工し, 工期3年。

第II期: 出炭規模3000万t/年

神木=朔州間の鉄道250kmを黄河を渡って建設し, 朔州=大同間の既設鉄道を複線電化し, 大秦線にて秦皇島に搬出。

第III期: 出炭規模5000万t/年

朔州から直接沿岸に出す新線と専用の積出港を建設する。

なおII期, III期では鉄道輸送に6000t(将来は10000

t) のユニットレインを使用する。

現在は、神木＝包頭間の鉄道が完成し 220 万 t/年の石炭が搬出されており、神木＝朔県間の鉄道を建設中、また、第Ⅲ期の新線の計画が固まり、専用の積出し港も天津近郊の黄驄に決定している。

3. 開発・総合有効利用についての要請と対応

3.1 協力要請の概要

神木炭田開発の話が具体的に始まったのは83年夏であった。石炭工業部露天掘弁公室より陝西省北部に世界最良質の石炭“神木炭”あり、発熱量 8000 kcal、灰分 6%以下、硫黄 0.01%、これが開発と輸出に協力願いたいと。以降、技術交流の場で幾度となく話題になり、85年には前述の技術交流覚書に基いて、神木炭の利用に関する総合評価、特に、CWMとガス化に基づくメタノール合成がテーマとして選定された。

また84年暮れには、中国政府トップおよび国家計画委員会から神木炭輸送専用の鉄道建設（神木＝朔県）への協力要請があり、この面での対応も開始されることとなり、次第に神木炭開発とその活用が技術交流、合作の大きなテーマとなっていた。

鉄道建設については三菱商事(株)が中心となって対応し、85年9月には海外鉄道協力協会の協力を得て調査団を派遣、報告書を提出、翌年1月には中国鉄道部による神木＝朔県間の鉄道のF/Sが完成、我が国への協力要請が出され、第3次円借款に建設予算が組み込まれることとなった。しかしながら、鉄道建設は中国が独自に行うこととなり、協力要請のテーマは

- ・神木炭の輸出
- ・石油代替ならびに輸送、輸出のためのCWM化
- ・ガス化ベースの神木炭総合有効利用

に大きく纏められるものとなった。

当時は開放政策が採られ始めていたとはいえ、国内の移動が困難な中、神木炭田現地調査とサンプルの入手、分析、評価にいち早く取り掛かったのであった。

3.2 中国側の体制と政策決定のプロセス

テーマが上記のように絞られていくことは、国家計画委員会と先に紹介した国務院直属の華能精煤公司とが中心的な存在となっていくことでもあった。

こうして、85年時点での中国側の当事者は

- ・国家計画委員会と華能精煤公司
- ・石炭工業部と石炭開発総公司

の二つのルートとなり、主導権は当然のことながら国家計画委員会がとり、石炭工業部は技術的なサポート

に限定されるようになっていった。

現在では若干の変化が見られるが、当時の中国では大プロジェクトは例外なく国営企業あるいは地方政府から中央政府に伺いが上げられ、担当官庁の承認と優先順位をもって国家計画委員会に回され、そこで計画の内容が徹底的にチェックされ、五カ年計画に組み込まれ最終的には国務院の承認を得て実行に移されるという手順を踏んでいた。この間、中国共産党の決定、承認ならびに各関係官庁の了承を取る必要があるが、要は国家計画委員会が決定的な役割を担っていた。

このプロセスからも判るように、中国が神木炭田開発を重要視していたことが窺えるし、国家計画委員会が前面に出ていたことは、縦割り組織の強い中国にあっては何かにつけて好都合であった。

3.3 日本側の対応

一方で、中国側の要請に応えるべく具体的にどう取り進めるかについて、技術交流、サンプル分析の結果等を基に検討を重ね、中国側当事者との打合せを繰り返した結果、以下の方針を提案、以後はこれに従い神木炭の開発・有効利用への協力が展開されてきた。

(1) 神木炭の輸出

輸出事業そのものの検討は三菱商事(株)に委ね、三菱重工は当時の中国石炭の輸出につきまわっていた品質および納期の不安定さを解消すべく、山元での近代的な積出し基地（コールセンター）を設ける必要があると提案。日本政府の理解も得て、本件をJICA開発調査として検討することとなった。

あいにくと、天安門事件の煽りを受け、中国側計画とのずれが生じ、中国側が独自に山元の出炭設備を整備し始め、当初計画とは若干の変更を余儀無くされることとなったが、この提案は現在の神木炭田大柳塔炭、活鶏兎炭の出炭設備に反映されている。

(2) 神木炭CWM

石油代替という観点から、CWMの導入可能性の検討は当時の中国にとって非常に重要なテーマであった。中国側のCWM輸出に対する意向が強く、これに対しては、CWM化性の評価に基づく市場調査を踏まえたF/Sを実施、一方で、中国国内需要に対するパイプライン輸送については、総合有効利用のテーマに包含させることとした。

(3) 神木炭総合有効利用

サンプル分析の結果、神木炭のガス化特性が非常に優れていることが判明。ガス化ベースの総合有効利用を主体とする、総合的な一大エネルギー基地を

山元に創出するという中長期的なテーマとして検討することとした。これは21世紀に入っても一次エネルギーの70%以上を石炭に依存せねばならない中国にとっても非常に意味のあるテーマで、まさに国家計画委員会の指導性が発揮できるものであった。

4. 神木炭の総合有効利用

= 石炭化学コンプレックスの建設に向かって =

4.1 エンジニアリング振興協会による

「石炭総合有効利用調査」

ガス化ベースの総合有効利用、即ち、石炭化学と総合エネルギーセンターの実現に当たって、まずは神木炭の基礎物性、ガス化特性の確認を実施した。

ガス化特性に関しては、物質収支、熱効率、連続運転ならびに操業の安定性から噴流床ガス化炉が主流になるとの見通しから、神木炭チャーのガス化反応特性試験を行い、噴流床ガス化炉への適用性を検討した。また、実用化の最も進んでいたテキサコ炉への適用性評価と代表的なマスバランスを求めるために神木炭なる名は伏してテキサコにサンプル試験を依頼した。

こうした準備に基づき、中国側と石炭コンプレックスについての構想のイメージ合わせを行った結果、石炭ガス化をベースとしたアンモニア/尿素合成、メタノール合成、ガソリン合成といった石炭化学とガス化複合発電、都市ガス製造、CWM製造というエネルギーセンターを含む大コンプレックス構想となった。

これはまた、当時の中国の中央政府においては、石炭工業部、水利電力部、化学工業部、機械工業部等と更には地方政府が関与する、まさに国家計画委員会の指導すべきテーマそのものであった。

こうして構想が固まってくると、中国側の体制面、運用面からも、また、日本側における将来のコンプレックス建設への協力はもとより、F/S一つとってみても、技術面、資金面ならびに体制作りを一企業でこなせるものではなく、公的な援助の下で業種を超えた異業種間の協力を糾合できる、いわゆる国家プロジェクトとして推進すべきことが明らかになってきた。

そこで本件をエンジニアリング振興協会（以降エン振協）に提案した。85年当時、エン振協は通産省の環太平洋コールフロー構想、プラント輸出振興等に関連する「総合開発計画調査」事業を受託しており、本件を86年の恰好のテーマとして採択、「中国の石炭総合有効利用調査」事業が発足することとなった。

ここに両国肝入りの検討が始まり、しかも、政府そ

のものともいえる国家計画委員会が前面に出るの舞台が整ったこともあり、両国政府間の計画に齟齬をきたさないような体制作りを協力すべく、具体的な段階取りと舞台裏での根回しに奔走したものであった。

一方で、日本側には、なぜ神木炭なのか、なぜ石炭化学コンプレックスなのか、大きく中国を捉えて進めるべしとの声が強く、1986年度のテーマが前述の通り「中国の石炭」ということになった。

4.2 1986年度の「中国石炭総合有効利用調査」

1986年7月末、日本側からエン振協の理事長および協会幹部、また、本事業推進のために組織した委員会の委員長、各委員が訪中し、共同調査に関する協議書に調印。8月末から9月初めにかけ第1回合同委員会を開催、引き続き神木、撫順、太原、唐山等の現地調査を行い、12月には化学工業部関係者が訪日、プラント視察と技術交流を、また、日本側からは中国南方の貴州省六盤水炭鉱を調査、翌年2月には日本で合同委員会を開催し、合わせ関連施設を視察した。

これらの結果をもとに、中国石炭関連産業発展のための解決すべき課題とそのための対策、適用技術を明らかにして中国石炭総合有効利用に関する提言を纏めた。これらの提言は主として石炭利用効率向上に関するもので、

- ・炭鉱のエネルギーバランスと省エネルギー
- ・褐炭、亜瀝青炭の脱水乾燥・輸送利用の経済性
- ・コークス炉ガス、タールからの都市ガス・BTX製造の可能性
- ・低品位炭のガス化技術とアンモニア、メタノール等合成技術の経済性
- ・褐炭、亜瀝青炭の山元発電・送電と山元脱水・乾燥・輸送との比較評価
- ・石炭焚火力発電所の効率向上対策と近代化

に関する複合的なF/Sの実施を提案した。

更には、「20世紀には黄河を渡る」を旗印に、開発に着手されたばかりの黄河西方の大炭田（神木）の山元に、第8次五ヵ年計画（1991～1995）以降に、日中協力の長い歴史に残る一大モニュメントとして、石炭化学とエネルギーの大コンプレックスを建設する可能性を追求することを提案している。

これらの調査・提言の取りまとめに当たっては、次の委員会を組織して対応した。

〔中国側〕中国煤炭総合利用領導小組を設置。

小組長 蔣 兆祖 国家計画委員会燃料動力局長

（メンバー）国家計画委員会、石炭工業部

化学工業部、水利電力部、華能精煤公司
〔日本側〕中国石炭総合有効利用委員会を設置。

委員長 高瀬郁弥 NEDO理事

エン振協の構成メンバーを中心に、幹事会ならびに中国側各工業部対応の分科会を組織した。

4.3 1987年度の神木炭総合有効利用調査

= 石炭総合利用コンプレックスのPre-F/S =

86年度の提言に基づく日中間の事前打合せの結果、5月に北京で第3回合同委員会を開催し、6テーマのF/Sについては短期的な4テーマに絞り込み、日本側は各テーマ毎に参加企業が対応し、神木炭総合有効利用については中長期的なテーマとしてPre-F/Sを行うべく日本側に新たな分科会を設けることとなった。

このPre-F/Sにおける石炭コンプレックスの構成を図-2に示すが、当時既に確立されていた技術から開発途上の技術までを含む壮大なものであった。

7月には日中合同でアメリカの石炭ガス化ベースのプラント（イーストマンコダック、クールウォータ、グレートプレーン等）を調査、10月には再度神木炭田および当時コンプレックスの建設サイトと考えられていた達拉特旗を初め、パイプラインの径路と考えられる包頭から西安までを踏査した。これらの調査結果と中国の国家計画、製品の需給状況を勘案し、生産規模を設定、概念設計を実施した。

このPre-F/Sに当たって、中国側からは、事有る

ごとに、コンプレックスの建設資金はどうするのか、資金返済は神木炭で行いたいだがこれにどう協力してくれるか、という問題を提起された。

これに対し、日本側は資金問題と神木炭輸出問題に分けて整理し、次の論点に従い中国側と話し合った。

(1) 建設資金問題

建設については、円借款、輸銀ローン等の公的資金の援助を得る必要がある。このためには、中国側からの要請がベースとなる。そのためはしっかりしたF/S、マスタープランが必要であり、これをJICAの開発調査で実施した方が日本の公的資金援助につながりやすい。87年度のPre-F/SはJICA開発調査申請のための準備となる。

(2) 神木炭輸出問題

神木炭を輸出するには、炭田の開発に並行して、中国炭輸出全体の問題でもある安定供給、品質、納期の確保を図る必要がある。このためには山元における輸出基地（コールセンター）が必要である。この実現のためには神木炭の引取りという企業ベースでの具体的な協力が不可欠であり、個別の短期的なテーマとして協議する。

こうして、87年度のPre-F/SはJICA案件として申請するためのマスタープラン作りとして位置づけるとの日中双方の了解の下に取り進むこととなった。

88年3月第4回の合同委員会を開き、Pre-F/Sの

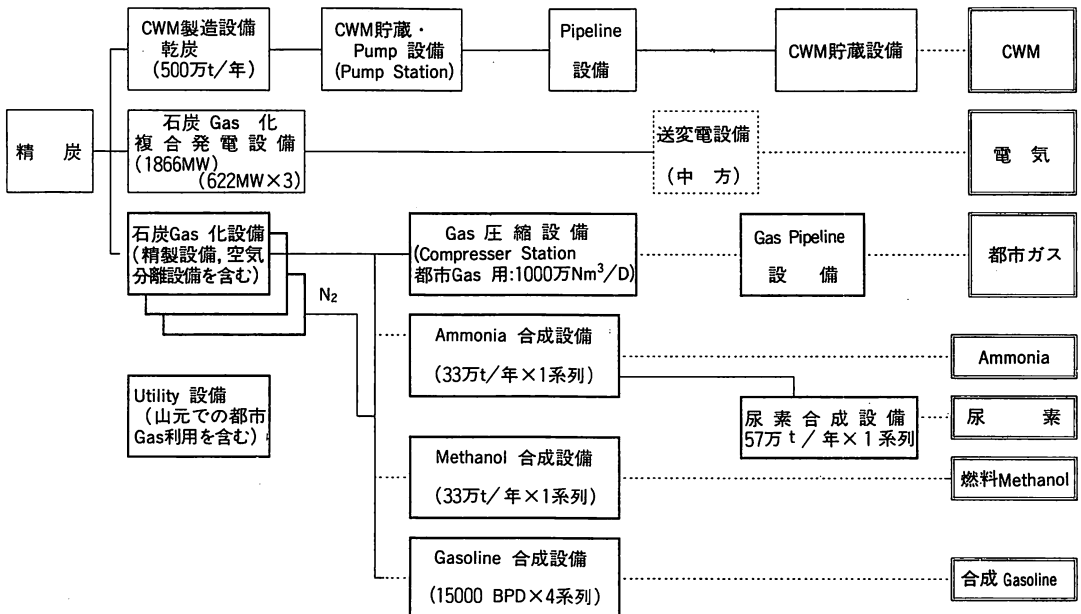


図-2 神木炭総合有効利用コンプレックスの構成

結果を報告、中国側より、1988年はより具体的な検討に入りたいとの提案を受け、コンプレックスの構成もCWM、都市ガス、アンモニア/尿素、メタノールおよび酢酸と、より現実的なものとし、建設地点選定のための参考とするために、山元（内蒙古自治区達拉特旗）、石炭積出港（河北省秦皇島）、消費地（浙江省寧波）の3地点の比較検討を行うことで合意した。

4.4 1988年以降の取り組み

＝ JICA開発調査に向けて ＝

88年は製品の需要関係の調査を含めた3地点の現地調査から開始した。一方、中国では政府組織・体制の大きな改革があり、国家計画委員会が簡素化され、計画作業自体は計画委員会の外郭団体である国際工程諮詢会社が受け持つこととなり、Pre-F/S作業そのものは寧ろ同会社の本来の業務ということで、実質的な協力、作業が進むこととなった。

こうした中で中国側はF/SをJICA開発調査として進めるべく申請準備を進めていたが、これに先行する神木炭の輸出振興のための山元コールセンターに関するJICA開発調査が終了した後で実施すべきとの助言があり、暫し様子を見ることとなった。

ここに不幸にも89年の天安門事件が起り、90年春の日中関係者による打合せを経て再開するまで中断せざるを得なかった。この間、日本側有識者の助言をもとに、3地点での並行的なF/Sから、1地点を選定し、より具体的なF/Sへと方向転換が図られた。

このため、中国側の協力を得て、コンプレックスの概念設計を進めるとともに、各地点毎の

- ・社会的、経済的特性
- ・コンプレックス最終産品需要の調査
- ・コンプレックス建設に際しての技術的検討事項

等の調査を実施し、概略の経済性比較ならびにインパクト分析を行い、中国側での地点選定のための参考資料として91年3月に神木炭総合有効利用コンプレックス建設に係わる計画調査報告書を中国側に提出した。

その後、中国側では、国家計画委員会、化学工業部等の間で調整、最終的には國務院の裁可を経て包頭を建設地点として選定、JICA開発調査案件としての申請がなされ、93年1月から念願のF/Sが1年半の予定で開始された。

5. 「黄河を越えて」

＝ 大石炭コンプレックスへの協力 ＝

文化大革命の余燼冷めやらぬ1979年に初めて訪中し

て以来、10年以上エネルギーと中国をテーマに幾度となく中国を訪ね、行く先々で石炭の開発と利用への協力を求められた。

中国はいずれ石油の輸入国になる、ならなくとも中国のエネルギー事情から判断して、中西部オールドス台地の石炭こそが中国の経済発展を支えるエネルギー源になる、また中国の石炭利用拡大に協力することが延いては日本のエネルギーセキュリティに寄与する、との思いを中国に行く毎に深くした。

荒涼としてオールドス台地、あるいは露頭の見える河底に立つ度に、神木炭の開発と利用に男のロマンを駆り立てられた。いや、情熱をかき立てられる者のみが入り込める世界であった。

神木炭の開発・総合有効利用への協力要請が出された1983年の夏から、本格的なF/Sの開始までに10年の歳月がかかった。エネルギー・資源のプロジェクトに係わる毎にその感を深くするのは、長い年月と、膨大な労力、費用を必要とするということである。長い年月がかかる以上、その間には予測不可能な種々の政治的、経済的な変化が起こる。それらの変化を耐え忍んで持ち堪えることが何よりも必要で、それがまた互いの信頼関係を一層深くすることにつながる。

この神木炭プロジェクトは中国を相手としている。どの国であれ、その国特有の事情が有る。それを十分に認識して対応しないと、出来ることも出来ないし、出来ても上手くいかないことが多い。特に中国はその時の政治、社会、経済の状況に左右される度合いの大きな国であり、計画自体が政策決定のどの段階にあるのか、誰がキーマンでどの意見が状況を一番良く反映しているのか、大きな時流を見通せる複眼をもって対処しなくてはならない。

神木炭総合有効利用プロジェクトも実際に生産が始まるまでには今後も種々の問題に直面するであろう。それらを乗り越え「20世紀に黄河を渡る」大石炭コンプレックスが日中の協力で建設され、長い日中友好協力の一大モニュメントとなって燦然と輝くことを祈って終わりたい。

最後に、この神木炭総合有効利用プロジェクトのほんの初期の段階ではあったが、ご一緒させていただいた方々、日本側では高瀬委員長を始め、エン振協、三菱重工業および委員会に参加された各企業の方々、中国側では蔣兆祖委員長を始め関係工業部、公司の関係された方々に深く感謝申し上げます。謝謝。