

|                                                                                   |                                                                                                             |                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;"><b>ベトナムとの30年</b></p> <p style="text-align: center;"><b>SCE・Net 加藤 恒一</b></p> | <p style="text-align: center;"><b>E-152</b></p> <p style="text-align: center;"><b>発行日</b><br/><b>2021-11-16</b></p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

本稿は長年にわたるベトナムに於ける技術的活動の回想録である。  
石油精製、電力、ガス利用、バイオマス等多岐の領域に渡るが、時系列的に記述する。

◆ 南部 ヴンタオ製油所プロジェクト、1990-1992

手元に 1991 年 6 月 13 日発行の Newsweek 日本版定価 380 円が残っている。ベトナムの特集記事が載っており、その中に添付の写真がある。ホーチミン市のレックスホテル屋上のレストランにて、同僚との歓談中に、同社の記者に撮られたスナップである。ベトナム戦争は 1975 年 4 月に終結し、ベトナム政府は 1987 年からドイモイ政策の下に経済改革と外国資本誘致に乗り出していた。言わば第 1 次ベトナムブームであり、“早ければあと 15 年で韓国に追いつける？”とまで言われていた。(実際には全くそうになっていないが)。当時のベトナムの人口は、6600 万人、ヴンタオ沖のバックホー (Bach Ho) 油田から良質な原油の生産が始まってはいたが、製油所は未だ無かった。



ホーチミン市のレックスホテルにて 1991 年 6 月

1990 年 4 月から、日本鉱業、住友商事、JGC の 3 社は consortium を組んで、ベトナム南部 ヴンタオ地区に 10 万バレル/日 (以下 B/D と略す) 規模の製油所を建設する FS を実施した。国営石油公社ペトロヴェトナム (以下 PV と略す) が公募した製油所建設入札準備に参加したわけである。このプロジェクトが筆者の長きにわたるベトナムとの関係の始まりである。当時ベトナムと米国間には国交は無く、競争相手はヨーロッパ勢と日本の数グループであった。建設予定地は南部であったが、交渉相手の政府、PV の HQ は北部ハノイにあり、両都市を往復する必要があった。当時日本から、ベトナムへの直行便は未だ飛んで

おらず、ハノイ市またはホーチミン市へ行くには、全てシンガポールまたはバンコク経由であり、中継地での 1 泊が必要であった。

ホーチミン市からやや北に位置するビンホア市から、南東に伸びる国道 51 号線に沿ってヴンタオを目指すと、感潮河川の突端に達する。その河川の沿岸にある 3 か所ほどを建設候補地として現地調査を行い、結果的に **Cang Thi Vai** を選定した。約 2 年の時間を掛けて、国産原油の性状と国内市場の両者に適応する製油所建設計画を作成し PV 内の製油所検討チームに説明・具申を行った。計画の中心はガソリンと灯油・軽油を主に生産する、**Catalytic Reformer** を中心とする低分解型製油所であった。

当時ハノイに外国人が宿泊できるホテルは皆無に近く、ハノイ市の北部西湖の湖上にある、**Thang Loi Hotel**（勝利を意味する；1973 年にキューバ国の寄付によると言われる伝説的ホテル）を定宿とした。夜半は蛙の鳴き声がかましく、またロシアからの団体避寒客が多くこちらでも酒を飲んで大層賑やかであった。



西湖と Thang Loi Hotel

一方ホーチミン市においては、前述のレックスホテルの他に、市の中心部に近くサイゴン河に浮かぶ **Floating Hotel** があり、手狭ではあるが清潔なためこちらを利用した。シンガポールで建造された 5 階建て船体ホテルである。クルーズ船と違って、浮遊式ではあるが河底に固定されており揺動はしない。レストランやバー、プールもあり食事もまずまずであった。付設のテニスコートは休日には外国人で賑わっていた。このホテルは 1997 年に韓国に売却され移動して行った。米国のウェブサイト NKNews によれば、現在は北朝鮮の金剛山リゾートの **Changion** 港に係留されていると云う。



Floating Hotel 係留地跡

しかしながら PV と政府（政治家）間の対立や財政問題もあり、入札に勝者は居らずプロジェクトは立ち消えとなった。ベトナム最初の製油所が、様々な紆余曲折を経て、油田から遠く離れた中部 **Dung Quat** 地区に完工したのは、約 20 年を経て 2009 年 (PV に依る検収) の事である。更に 10 年を経て、2018 年 12 月に **出光興産** 等による北部 **Nghi Son** 製油所が稼働を開始した。南部には未だ大型製油所は存在しない。

南部ヴンタオ製油所プロジェクトのPV側の技術者リーダー Mr. By Van Tu は、チャウシエスク時代のルーマニア留学組であり、英、仏、露語など5か国語に堪能だった。同氏はその後ヴンタオに出来たPV肥料会社の建設責任者、更に社長になられた。1990年当時に調査をした製油所の候補地には、今や工場、発電所が立ち並んでいる。

#### ◆ Uong-Bi 発電所のリハビリテーション（効率化と環境改善）2000-2001

ベトナムの発電設備は、同国のエネルギー資源の偏在により、北部地域では水力発電が60%および石炭火力発電が40%、中部地域では95%が水力発電、南部地域では豊富なガス資源を利用した新型のコンバインドサイクル発電およびガス焚き火力発電が55%以上を占めている。北部の熱効率の低い石炭火力発電が、地球環境的に問題となっていた。

ハノイ市から東に約100km、世界遺産で有名なハロン湾を目指して車で2時間、ハイフォン市の北に位置するウォンビ市に達する。この付近はホンゲイ炭、ウォンビ炭等を産する炭層地帯でもある。ここにソ連の技術により建設されたウォンビ石炭焚き発電所がある。街に入ると、街の象徴である発電所の煙突から排出される燃焼灰による埃に包まれる。EP設備が設置されていないため、操業中は煙突から粉塵が始終飛散していた。

ウォンビ石炭発電所は1978年に建設された古い設備であり、設計設備能力は110MW、発電効率が非常に低く、当方の測定では24%以下であった。

2001年度のNEDOのCDM(Clean Development Mechanism)事業として、ウォンビ石炭発電所の効率化と環境改善を検討した。実作業はJ-Power社の協力を得て、燃焼設備、ボイラー、タービン発電機の補修・交換に依り発電効率34%を目標とした。加えて燃焼灰対策として、EP設置を検討した。

2006-2009年にウォンビ石炭発電所は欧州技術により改造され、600MWとなった。環境問題は改善したと聞いている。

#### ◆ 石油プロセス研究開発センター（RDCPP）1994～

RDCPP（Research & Development Center for Petroleum Processing）は現在PVの傘下にある石油研究所（VPI）の一部であるが、当時は独立した石油部門の研究所であった。



RDCPPでの講義風景



同左

ベトナム産原油 Bach Ho の性状を分析確認して、効率的な精製法・利用法を検討する目的から、RDCPP の所長、所員メンバーと協力し合うようになった。石油精製技術や触媒反応の講義を依頼され同研究所を定期的に訪問した。

1997 年 RDCPP と日本の RAROP(重質油研究組合)との合同研究会を計画し取り進めた。ホーチミン市の研究所に日本の石油会社 5 社が参加した。



RAROP との交流会



RDCPP Entrance にて

RDCPP は当時触媒反応に関する知見が少なく、触媒研究所構想を提案した。後に流動接触分解プロセス (FCC) の触媒評価に必要な MAT (Micro Activity Test) 装置を日本から持込み (寄贈し) 研究員を派遣して技術指導を行った。本件に関しては、後に PV からの表彰を受けた。

1998 年当時の所長は Dr. Pham Quang Du であり、研究成果の一部を共著の論文にまとめて石油学会誌に投稿した<sup>1)</sup>。同氏は後に PV の総裁に就任された。その後も RDCPP は名称 (略号) が PVPPro に変わったが、長い付き合いが続いている。



Dr. Pham Quang Du

#### ◆ Saigon Petro Condensate Refinery 1998~

##### 1) Bach Ho Condensate の活用

1998 年当時、製油所の建設は遠い先の事ではあったが、ヴンタオ沖東方 125km の Bach Ho 油田から陸地まで、1500Million Nm<sup>3</sup>/年規模の随伴ガスを移送する海底パイプラインは既に引かれていた。随伴ガスに含まれるコンデンセート等を有効活用することはベトナムにとって喫緊の課題となっていた。同コンデンセートは C5, C6, C7 等のパラフィン系炭化水素が主体であり、有効利用には異性化によるガソリン基材としての利用と、環化により芳香族化合物を得て石化原料とする方法とが考えられた。

Saigon Petro Condensate Refinery はホーチミン市郊外 Cat Lai にある、10,000B/D 規模の小型製油所であり、近隣諸国から輸入したコンデンセートを蒸留して、粗製ガソリンや灯油・軽油を製造販売しており、ベトナム唯一の製油施設であった。

Saigon Petro 社に、異性化法によるガソリン生産の提案を行い、技術検討を実施した。(そのままでは RON は 70 以下である)。異性化ガソリンは環境調和型でありガソリン無鉛化にも貢献する。経済検討の結果、5000B/D の異性化プラントの建設費は約 20 億円、投資効率 (ROI) は 24.1%であったが見送りとなった。

前出の PV の Mr. By Van Tu とは随伴ガスの有効活用法に関して共著論文を石油学会誌に発表した<sup>2)</sup>。同氏の夫人も海外留学組であり process engineer として Saigon Petro 社に勤務されていた。引退後の同氏とは親交が続いている。



Mr. By Van Tu 1999

## 2) エタノール添加ガソリン (E20) の検討

2002 年プラント協会 (Japan Consulting Institute) と協力してエタノール添加ガソリン E20 (20%のエタノールを混合) の検討を実施した。当時ベトナムは加鉛ガソリンを輸入し使用していた。Saigon Petro 社は政府のガソリン無鉛化の方針を受けて、自社が生産するナフサにエタノールを混合して、ガソール(RON83)を製造販売しようと計画した。同社の販売規模に合わせて、ガソール 500kl/day 規模での装置を設計し、FS を実施したが、エタノール調達価格が高く実現しなかった。同社の社長 Mr. Hoa はその後大手企業である Saigon Agriculture Incorporation 社の社長に転出された。

## ◆ Bach Ho FPSO (浮体式石油・ガス生産貯蔵積出設備)の設備保全診断 2002~

Bach Ho 油田はモービル社により 1975 年に発見され、1986 年にベトナムとソ連の合弁企業ベトソブペトロのもとで生産が開始された。良質な原油であり 1990 年代には生産量の多くが対日輸出されていた。

PV 石油安全環境研究所 (PVRDCSE) の紹介のもとに、当時生産性の低かった FPSO の設備診断を RBI (Risk Based Inspection) 手法を利用して実施した。FPSO (Floating Production Storage and Offloading System) は、洋上で原油・ガスを生産し、生産した原油をタンクに貯蔵し、直接タンカーへの積み出しを行う。生産したガスを燃料として FPSO 使用の発電を行い、余剰のガスをパイプラインにて陸上へ輸送する設備である。大水深での石油・ガス生産の主要インフラとして重要である。Bach Ho 油田の水深は 50m である。

RBI は設備損傷などのリスクの大きさを基準として検査計画を立案し、設備の連続運転を拡大することや検査費用の削減を目的とする評価手法である。

2002年9月、ヴンタオのベトソブペトロ事務所にて、安全講習を受けた後、125km 東の Bach Ho 油田にヘリコプターで飛び立った。RDCSE 1 名、専門調査会社 3 名、当社側 2 名の陣容だった。1 週間をリグ上で過ごし、調査、情報収集を終えたところで大型台風がやって来た。迎いのヘリコプターは毎日来るが、船体は大きく揺れていて、風も強くヘリポートに降りることが出来ない。そのまま帰ってしまう。夜もベッドが揺れて眠れない。三日後にヘリコプターが降りた時は嬉しかった。



FPSO 手前はヘリポート



リグからフレアーを望む



RDCSE 所員と Dr. Huynh (中央)

石油安全環境研究所 (RDCSE) とは石油プロセス研究開発センター (RDCPP) と同様に技術交流が続いた。所長の Dr. Huynh とは海洋汚染防止対策の共同研究を実施した。同氏は北欧の研究者と交流が広く何度か紹介された。同氏は何度も日本を訪問された。2003 年には RDCSE 所員 5 名を招いて保全技術に関する講習会を当社 (Japan Energy Research Center) にて開催した。

#### ◆ カントー火力発電所 高効率化改善設備増強計画 2003~2004

カントー火力発電所は、ベトナム国南部の最大都市ホーチミン市から南西約 180km のカントー市北部のチャノック地区に位置している。同市は、メコンデルタ地区の中心都市で交通の要衝であるとともに、メコンデルタ地区の経済の中心的役割を果たす都市である。2003 年度 JETRO 地球環境・プラント活性化事業等調査として、住商、東電設計、Japan Energy Research Center 3 社共同にて検討を実施した。

カントー火力発電所は、1996 年~1999 年に建設された比較的新しいガスタービン (約

38MW) 4 台によるガスタービン(シンプルサイクル)発電設備と、1975 年に建設されたボイラーおよび蒸気タービン(約 33MW) 1 台によるスチーム発電設備との計約 185MW の発電設備容量を備えていた。ガスタービン発電設備は軽油、汽力発電設備は重油を燃料として使用していた。

改良の主体は、既設ガスタービン発電設備(140MW)を対象に排熱回収ボイラーおよび蒸気タービン・発電機を追設(add-on)し、エネルギー変換効率の向上および出力増強を図る事。また、将来の天然ガス導入計画に配慮し、ガスタービンの燃焼器部分をガス・油の両燃料焚きに改造し、ガス燃焼を可能にすることで発電所周辺大気への排出物の低減を主体とした環境負荷の低減を図る事であった。総プロジェクトコストは 118 億円、ベトナム政府が掲げる電力マスタープランに合致した計画であった。

ベトナム電力総公社(EVN)の発表によると、2019 年の電源構成は石炭火力が 48.5%、水力発電が 29%、ガス・石油火力が 18.6%、再生可能エネルギーが 2.1%、輸入電力が 1%を占めている。地球温暖化問題から脱石炭の必要性は高まるが、石炭への依存は当分続くであろう。

#### ◆ キャッサバ原料 10 万トンエタノール工場建設 2007~2009

ベトナムにおけるエタノール生産に関しては、2000 年に環境省の CDM/JI 事業調査として、サトウキビから得られる砂糖の未利用糖分であるモラセス(廃糖蜜)及び搾りかすであるバガスを原料として、バイオ技術によりエタノールを製造し、ガソリンと混合したエタノール混合ガソリン(ガソホール)を生産するプロジェクトの可能性、温室効果ガス削減効果についての検討が発端であった。

ベトナム中部南部はキャッサバの生産地であり、多くは中国に輸出され、エタノール発酵の原料となっていた。キャッサバの中国輸出にて財を成した元軍人の Thai 氏は、2007 年に中部カンナム省に 10 万トン/年規模のエタノール発酵工場を建設することを計画した。この立地はベトナム最初の Dung Quat 製油所の北方 60km に位置する。知人の紹介により、同年に当方も専門家として協力することになった。当時ベトナムには本格的な規模のエタノール工場は未だ無かった。ベトナムの排水規制は非常に厳しく、対応する排水処理設備の設計選定が一つのポイントであった。それに加えてエタノールの脱水設備の選定が当方の主務であったが、全体の機器調達、建設工事の管理などにも関係する事になった。機器・設備の一切は、Thai 氏と彼のグループとともに中国各地に出向いて所謂バラ買いにて調達した。組立・据え付け工事も中国系企業に任せた。Thai 氏の会社は GFC 社と言う。

日本には、糖質あるいは澱粉を原料とする大型のエタノール工場は存在しないが、仮に 10 万トン/年規模のエタノールプラントを同条件にて、エンジニアリング会社に一括(EPC)発注すると、当時の相場で、総建設費は 150 億円、工期は 18 か月と推定された。



筆者と Mr.Thai, 左奥手は脱水 PSA



建設工事風景

実際には、建設費は 100 億円程度で収まったものの、工期は大幅に伸びた。さらに試運転において、排水性状が規制値に達せず、UASB (嫌気性排水処理設備)の手直しを余儀なくされ、通常操業まで約 3 年を要した。

前項においても触れたが、ベトナム政府は化石燃料への依存の軽減、温室効果ガスの排出量削減による環境の改善、農産物由来のエネルギー利用による持続可能な農業の実現などを志向しており、それらを目的するバイオ燃料推進政策を 2007 年に発表した。レギュラーガソリンからバイオ燃料 (E5: 5%のエタノールを混合) への移行を目指したが、消費者の関心が低く、バイオ燃料の供給体制構築の努力も乏しく、実現するのは未だ先の事であった。

その後ベトナムでは、2018 年 1 月 1 日からレギュラーガソリン (RON92) からバイオ燃料 (E5) への移行が始まった。

#### ◆ その他の活動

##### 1) Pan-Pacific Environmental Corporation 2003~2015

同社の創設者は、日本に留学され、住友商事の関連会社ベルク通商勤務にて、南部製油所プロジェクトにも貢献された Mr. Do Van Dung である。同社の顧問として、バイオディーゼル工場 FS、日系企業の工場立地調査、タムロン河の汚染改善、バリアゴム工場の排水処理・悪臭対策、生分解性プラスチックの普及、Saigon Agriculture Incorporation 社の発酵事業計画などの業務に従事した。



SAI 社にて 2015

## 2) MTR 社 Technical agent in Vietnam 2012~

MTR (Membrane Technology & Research) 社はサンフランシスコ郊外に本拠地があるガス分離膜技術を販売するエンジニアリング会社である。第1(中部 Dung Quat)、第2(北部 Nghi Son) 製油所共に水素分離装置には同社の膜設備が導入されている。筆者は同社の Technical agent を 2012 年から務めている。地球温暖化対策の高まりなどから炭酸ガス除去膜の需要が増えると予測される。

### ◆ ベトナムでのゴルフ

ベトナムでゴルフを始めたのは 1997 年頃である。ハノイ市内から北西 30km の Son Tay にある King's Island golf course は文字通り湖上に浮かぶ島に作られた広大なコースで敷地に行くには専用の船を利用した。当時は 18 ホールでありハノイ付近での唯一の golf course であった。2003 年に Chi Linh Star golf and country club がオープンした。ハノイから東へ 70km、ハノイとハロン湾の中間、Uong-Bi 発電所への途中にある、風光明媚なチャンピオンコースである。船の利用も要らず、やや遠いがこちらを多く利用した。



Chi Linh Star golf 建設工事 2003



Chi Linh Star, Mr. Do Van Dung (中央)

ホーチミン市には 1997 年当時 Vietnam golf and country (通称 Thu Duc) と Song Be golf resort があつた。Thu Duc golf course は市内の北西 15km と近く便利である。南コース、西コースの計 36 ホールありベトナムの名門コースである。政府高官の利用も多い。ゴルフ場での出会いが仕事に繋がった事もある。当時のホーチミン市長 Mr. Vo Van Thanh と知り合い何度かプレーをした。その縁から市内を流れるタムロン河の汚染改善・環境対策を依頼された。

Song Be golf はやや郊外にある果樹園とヤシの木に囲まれたリゾートコースであつた。Mr. Do Van Dung のホームコースであり、良く利用させて頂いた。



ホーチミン市長 Mr. Vo Van Thanh (中央)

◆ 終わりに

期せずしてベトナムの発展期に付き合う事となった。前半は海外プロジェクト開発（オーナーサイド）を目的として、後半は技術販売もしくはコンサルタントの立場の活動であった。関係した技術テーマは CDM 以外、主体的に選んだものは少なく、周囲から与えられたものが多い。

回想すると、経済発展の流れの中で、協力者と共に小船を操り、時には乗り換えて何とか転覆せずに進んできたわけである。多くの友人に恵まれて楽しく仕事が出来た。筆者の寄与は大河の一滴であろう。とまれ、停電が多く、夜になると灯火も乏しかったホーチミン市はこの 30 年で近代都市に変貌を遂げた。2021 年のベトナムの人口は 9710 万人、30 年間に 1.5 倍となった。

他方、日本ではこの期間は失われた 30 年といわれる。いずれ遠からずベトナムの人口が日本のそれを上回る日が来るであろう。ベトナムは東南アジアにおいて、今のところは、最も日本に友好的な国である。顔立ちも似ており考え方も近い。しかし昨今のベトナム人実習生就労問題は残念なことである。受け入れ側の制度が不十分と思う。また今後は中国の覇権主義がますます脅威となろう。両国のさらなる協力関係が重要であると思っている。

---

-References

- 1) 石油学会誌 Sekiyu Gakkaishi, 42, (6), 403-410 (1999)  
A Fundamental Study on Vietnamese Crude Oil Refining  
-Normal Paraffin Separation and Utilization-
- 2) 石油学会誌 Sekiyu Gakkaishi, 43, (5), 371-377 (2000)  
Utilization of Bach Ho Associated Gas Condensate in Vietnam for Isomerase Gasoline