

## 有機合成化学工業成立の周辺(その二)

飯 島 孝

(その一) 造幣寮と舎密開宗—久世善弘のこと

(その二)

- 1, 揖斐川電力の創立と余剰電力の利用
- 2, 酢酸カルテル結成と日本合成化学工業の設立
  - 2-1 木材乾溜工業とカルテル=大日本酢酸製造組合
  - 2-2 合成酢酸の共同研究によるカルテル強化
  - 2-3 日本合成化学工業の酢酸合成技術
  - 2-4 日本合成化学工業の大垣立地

(その三)

- 3, 初期総合化学プロセスと有機合成化学工業の成立
  - 3-1 初期総合化学プロセス
  - 3-2 「新興」時代の化学工業
  - 3-3 日本窒素肥料の合成酢酸
- 4, カーバイド・アセチレン工業の多角化と酢酸カルテル
  - 4-1 「木酢」企業の整理と合成酢酸企業の新規参入
  - 4-2 カーバイド・アセチレン工業の多角化
- 5, 総合化学工業への展開
  - 5-1 総合化学工業と石油化学
  - 5-2 イビデンと日本合成化学工業の場合

### はしがき

大垣の地にゆかりのある、わが国の化学工業、化学技術の画期を二つ述べる。

前回、維新期に造幣、化学工業の近代過化に尽くした、大垣出身の久世喜弘と彼を通して、舎密=化学を育てた大垣の土地柄を述べた。

今回は、揖斐川電力(現、イビデン)と日本合成化学工業の大垣への立地、すなわち、余剰電力→カーバイド→アセチレン誘導品=酢酸の合成による有機合成化学工業の成立を述べる。

### 1 揖斐川電力の創立と余剰電力の利用

戸田鋭之助(大垣商業会議所会頭、大垣共立銀行頭取)ら大垣の有志によって、1906年(明治39)、広瀬川(揖斐川支流)による発電を目的に、揖斐川電力(株)設立が計画される。

しかし、当時、電力、電灯の需用は限られ、

紡績工業が盛んであったため、水力発電と紡績に成功した郡山絹糸紡績に範をとり、社名を大垣電力紡績と変え、創立を図るが、不況のため取りやめ、揖斐川電力と名を戻して設立は延期された。

1912年(明治45)になると、揖斐川電力からの電力の供給が後藤毛織、摂津紡績の二社の大垣に工場を立地する条件となった。このため、この年の12月に揖斐川電力が設立される。前述した広瀬川を西横山発電所(2000KW)の建設にとりかかるが、第一次大戦のため、水車や圧力鉄管が入荷しないので、縦軸水車は電業社に(初めて国産化)、圧力鉄管は石川島造船所に依頼し、1915年に落成した。これより摂津紡績に送電を始める(250KW)。ついて、岐阜電気(1000KW)、田中新七の田中カーバイド工場(1000KW)に電力を供給した。

揖斐川電力は、電気供給事業より、むしろ、

大部分を自家消費する電気化学カーバイド、フェロアロイの製造事業に目を向け、創立2年にして揖斐川電化株式会社と改組する。この年、田中カーバイド工場を譲り受ける<sup>9)</sup>。

カーバイドの製造は、石灰からの生石灰と木炭あるいは無煙炭の原料を、電気でアークを発生させた高温の電気炉にいれ、カーバイドにする。当時、電気は工場の動力（モータ）、電灯、家庭用電灯への需用も少なく、この余剰の電力がカーバイド炉に利用された。カーバイドは水を加えるとアセチレンガスが生ずるので、これを灯火に用いた。灯火用のカーバイドの需用は少ないが、これを肥料の石灰窒素に、さらに、硫酸にすると多量消費が可能である。

わが国で、カーバイドを最初に工業的に製造したのは、前述した大垣電力紡績が範をとろうとした郡山絹糸紡績の余剰電力を利用であり、やはり、田中新七の出資した郡山カーバイド製造所（田中工場）であった<sup>9)</sup>。1902年、野口遼、藤山常一の手で行われた。野口、藤山の両名は、この後、1908年、水俣にて、曾木電気の余剰電力を利用、カーバイド製造を始め、日本窒素肥料株式会社を発足させた。翌年、カーバイドから石灰窒素を製造。1910年には、日本窒素肥料は石灰窒素製造法の連続方式発明、石灰窒素をさらに硫酸として売り出し、わが国の化学工業の第一人者になる基礎をつくる。

揖斐川電化<sup>9)</sup>が、カーバイドの生産を開始したものの、石灰窒素まで生産しなかったので用途が限られ、また、豊水期と渇水期によって余剰電力の増減があり、大正末期まで、年間最大生産量は1400 tにとどまった。電化製品のフェロアロイ、電気製鉄は不況による需用減退で製造を中止し、電気事業を主体に再建をはかることになり、社名を1921年、揖斐川電気株式会社とした<sup>9)</sup>。

揖斐川電気が、カーバイドの生産に力をいれるようになったのは、つぎに述べる日本合成化学工業にカーバイドを供給してからである。

## 2 酢酸カルテル結成と日本合成化学工業の設立

### 2-1 木材乾溜工業とカルテル＝大日本酢酸製造組合

わが国の近代的化学技術・工業の創始は、軍事上の要請がきっかけになる場合が多い。酢酸の製造もその一つである。

1907年（明治40）、海軍の艦政本部長は日本酢酸製造株式会社会長の馬越恭平に海軍が英国のアームストロング社の技術導入による紐状火薬製造に必要なアセトンの国産化を要望した<sup>9)</sup>。

アセトンは、酢酸と石灰からつくった酢酸石灰を乾溜（加熱）してつくる。酢酸は、木材の乾溜、ひらたく言えば、木材の蒸焼き、つまり、炭焼き釜の煙を冷却・凝縮した木酢液からえられる。

わが国で、木材乾溜によって、最初に酢酸、木精、アセトンを製造したのは加藤製薬所であり、1893年（明治26）、栃木で、鉄製の乾溜器でおこなった。また、各地の炭焼きに対し、煙からの酢酸石灰の製造を勧め、これを回収した。

1902年、加藤製薬所を吸収合併して日本酢酸製造株式会社が設立された。ここでは、火薬用の純良なアセトンは製造できず、それは米国から輸入した酢酸石灰からつくった。

海軍から要請をうけた日本酢酸製造は、ドイツから酢酸製造、アセトン製造の装置を購入し、1909年からアセトンを国産化して、平塚の海軍火薬廠に納入した。木材乾溜工業は、日本酢酸製造以外にも、伊藤酢酸製造（1905年）、近藤製薬（1910年）、広栄酢酸（1914年）が設立される。第一次大戦の勃発によりわが国への輸入も途絶、さらに、ヨーロッパからの輸入に依存していたマレーシアのゴム向け酢酸もわが国に振り替えられた。この機に木材乾溜工業の企業も工場も統廃し、1918年には31工場に達した<sup>9)</sup>。

しかし、第一次大戦中にドイツで、アセチレンからの有機合成化学が勃興し、この技術によって、ヨーロッパ各国、アメリカ、カナダなど世界の主要酢酸生産国8ヶ国を含む国際トラ

スト、ドイツ酢酸連合組合が結成される。こうした中で、ドイツからの酢酸輸出が増えると、1917年2000tもあったわが国の輸出は、1918年には170tに減退し、国内需用も落込み、工場閉鎖が相次ぎ、残存企業は数社になった。このため、1922年、日本酢酸製造は、伊藤酢酸、広米製菓、近藤製菓、南海酢酸に、生産と販売の協定を提案するが、各社のシェアで協定はまとまらない。1925年になると、三井物産が酢酸の輸出、酢酸石灰の輸入に関係していたことから、さきの五社間の協定の斡旋をし、酢酸カルテル—大日本酢酸製造組合がつくられた<sup>9)</sup>。

この製造組合のメンバーは、さきにあげた5社であり、南海酢酸は他の4社から生産休止料（年、2万7千円）を受けとり、生産をとりやめた。4社の生産割合は、日酢が30.31%、広米、近藤、伊藤が、それぞれ23.31%であった。このカルテルは、強力で、広範な分野にわたってとりきめがあり、三井物産が主導するのが特徴である。三井物産は原料の酢酸石灰や硫酸に供給、製品の酢酸の一手販売をし、しかも、メンバー各社は三井に積立金をだし、三井の同意なしに脱退もできなかった。しかし、メンバー各社はその製法も、販路も違うため「少しでも多額の稼働…、少しでも利潤を得んとするものであった」ので、必ずしも協定通りに実施できなかった。そのため、つぎの方策がとられた<sup>7)</sup>。

#### 2-2 合成酢酸の共同研究によるカルテル強化

製造組合の4社は、業界の安定を図るのを目的に、つまりカルテルの強化のため、合成酢酸の「共同研究と共同製造」を行おうとした。このため、三井物産を通じてワッカー社(ドイツ)から技術導入を試みる。しかし、ワッカー社の条件は、パテント料20万円、装置代200万円、ロイヤリティー料5銭/t(5年間)、販路に東南アジアを含まない案が提示された。三井物産や日本酢酸の首脳は財界の大物であったので、金額よりは手っ取り早く技術導入によった方がよいとの声もあった。しかし、技術・装置代の高価なことはさることながら、東南アジアの販路を失うことに、とくに、伊藤酢酸の伊藤晴一は反対し、4社「業界に堪えられない程の無法の

もの」とみた。ドイツに技術者を送り、技術を取得することも討議されるが、結局は4社が共同で独自に技術を開発する方針を決めた。しかし、三井物産は商業資本的立場から、技術開発に消極的であった点に注目したい。三井物産と4社の間に、研究の見通しがつくようになって、改めて、製造・販売のみか研究にも共同に参加する契約の補足がなされた<sup>8)</sup>。

4社は、1925年、共同研究のため20万円を出資、その研究を東北帝国大学の真島利行と大阪市立工業試験所の高岡齊に相談、合成酢酸研究の第一人者である日本染料製造(株)の渡辺卓郎を工業試験所に移籍し、これに当てることになった。当時、わが国の有機化学の指導者であった真島が、門下生をこの工業化におくったこと、また、市立の大阪工業試験所が工業化に指導的な役割を果たしていたこと、日本染料製造がわが国の化学工業の人材供給源であったことなどに目をひく<sup>9)</sup>。

1925年11月、大阪工業試験所で、実験室におけるビーカテストを開始、早くも、翌年6月には工業化のための中間テストを、堺市の近藤製菓の工場内で開始した。1927年には、国から工業研究奨励金、年額3万円が交付される(2年にわたって交付)。工業化の目途がつくと、南海酢酸を含めた製造会社5社と三井物産との間に契約が結ばれ、共同製造機関の設立を決め、翌1927年、これが株式会社日本合成化学研究所の創立になった。翌年、これを日本合成化学工業と改称する<sup>10)</sup>。

#### 2-3 日本合成化学工業の酢酸合成技術

酢酸の合成は、まず、アセチレンの水和反応によってアセトアルデヒドをつくり、つぎに、これを酸化して酢酸にする。

アセチレンの水和反応、すなわち、アセチレンが水銀塩を触媒として水を付加しアセトアルデヒドになることは、ロシアのクチエロフが1980年年に発見している。それを基礎に、ドイツでアセトアルデヒド製造の工業化がなされ、その進展は第一次大戦以後、著しかった。わが国でも、1920年代になるとアセチレンの水和反応によるアセトアルデヒドの研究発表がさ

れた<sup>11)</sup>。

しかし、わが国には、まだ、アセチレンからアセトアルデヒドを経て酢酸を合成する工業化の試みも、基盤もなく、技術的にはつぎの難点があった。①水和反応は水銀塩を含んだ硫酸溶液中で行われるため、水銀にも、硫酸にも侵されない耐酸性の反応器を要する。が、まだこれが製作できなかつた。②生成したアセトアルデヒドを溶液から分離が難しい。③触媒水銀の回収。④酢酸をつくるのに、アセトアルデヒドの酸化は爆発の危険がある。

中間テストの結果はそのまま工業化されたのは、結果が優れていたと言うより、この時使用した陶器製の反応器は、スケールアップが出来なかつたためであろう。

製造工程は、1図に示される。

水和反応器は、卵型の陶製、300 ㍓の容量、亀裂の補強に針金を巻く。まず、水和反応の操作。水和反応器に、硫酸 20%、硫酸第二水銀 1%（水銀として）硫酸第二鉄 14%の溶液（加水液）150 キログラム（容量の半量にあたる）を仕込む。水和反応器の下部に取り付けたパイプ（珪素鉄製）からポンプ（珪素鉄製）で、この液を水和反応器の上部に送る。液は水和反応器内にある目皿から雨状に降下して、底部から送られたアセチレンと接触させる。かようにして、温度 30-50℃で約 2 時間、生成したアセトアルデヒド濃度が 7%になるまで液を循環させる。つぎは蒸留操作。水和反応器の上部につながっている真空ポンプを稼働、器内を減圧にして温度を 50℃に上昇させ、アセトアルデヒドを蒸発させ、これを 15℃と 5℃（氷）二つの冷却器で凝

縮して受槽に溜める。この時、同伴する廃ガスは、最初は大気に放散し、アセチレン濃度が高くなった後、水和反応器に送る。

アセトアルデヒド酸化の操作。酢酸にアセトアルデヒドを溶解させた液に硝酸マンガンを加え、この液を水和反応器と同型の反応器を用いて、25-30℃で循環させ、反応器の底部に酸素ポンプからの酸素によって酸化し、酢酸とした。この酢酸は蒸留器で精製する。

廃触媒の回収操作。水和反応器に溜る水銀触媒の泥状物は石灰と 400℃に加熱、金属水銀として回収した。

原料のアセチレンガスの精製操作。珪藻土に塩化第一鉄と塩化第二水銀を加え、これにガスを通し精製する。

以上のみるように、この製造工程の操作は回分式であり、装置が陶器製、珪素鉄製であるから、運転操作、大規模化の点でも、実験室的で工業的でなかつたが、この装置を幾つも並べ、月産 60 トンの生産が 1932 年まで行われていた<sup>12)</sup>。

1929 年、酢酸の生産能力月産 60 トンを 600 トンに増強する計画を立てたとき、装置がステンレスで製作され、これによってプロセスも変わった。

その製造工程図は、2 図に示される。

プロセスの水和反応操作は、回分式（実際は連続式に近い）であり、触媒も変わりはない。変わった点は水和反応器がステンレス（クルップ製 V 2）で製作されたため、陶器製の 300 ㍓に比べ 100 倍の容量、30 キロリットルにすることが出来た。

図 1 アセトアルデヒド製造プロセス (3001)

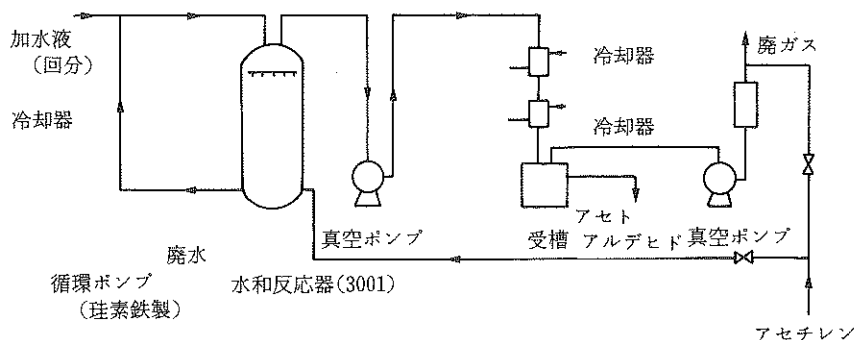
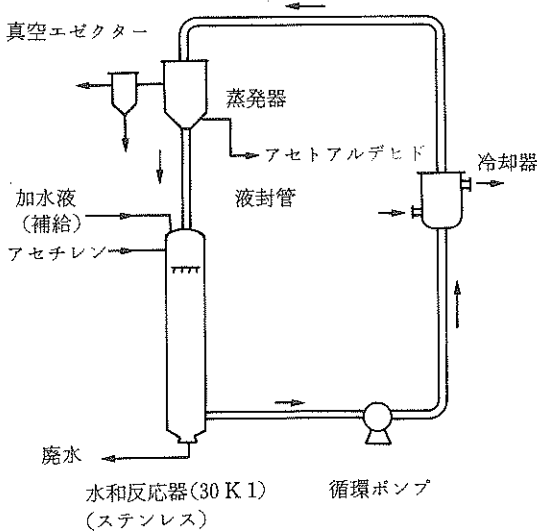


図2 アセトアルデヒド製造プロセス (30 K1)



つぎに、水和反応操作のための水和反応器とアセトアルデヒド蒸留操作の蒸発器の組合せを上下一体化したことで、蒸留操作を連続式に出た。

すなわち、真空（減圧）操作の蒸発器を上置くことは、液封管（蒸発器を減圧にすると、蒸発器に取り付けた管の下部より液が大気圧で押し上げられ約10m上昇し、この液封によって減圧が維持される）ために必要である。下に置かれた常圧操作の水和反応器の塔頂に、この液封管をつなぐと、管は液封の役割に併せて、水和反応のため循環液を水和反応器に供給する役割を果たす。水和反応器に仕込まれた加水液（前記）塔頂から、塔内に三重に設けた分散板で雨状に降下、アセチレンと並流に接触してアセトアルデヒドを生成する。並流にした理由は、つぎに述べる循環ポンプで、アセチレンガスは加水液にまきこまれ、循環パイプ中でも反応するからである。アセトアルデヒドを含んだ加水液は、水和反応器の塔底から循環ポンプで抜き取り、循環パイプ、冷却器を経て蒸発器に送られ、ここで連続的にアセトアルデヒドを蒸発させた後、加水液は液封管を降下し、再び水和反応器の塔頂に循環する。蒸発器、液封管、水和反応器、を合わせると高さは、約30メートルとなり、これは33メートルの建屋に納められていた。

（建屋は現在でも存在し、他の装置が納められている）

水和反応器には、1バッチ当り加水液12キロリットルが仕込まれ、21キロリットルになるまで、加水液を補給し濃度を調整した。月に3、4回新しく加水液を建てなおした。塔から抜きだした、古い加水液は蒸発させた後、水銀触媒を再生した。最初12キロリットルと液量を少なくするのは触媒の水銀が有機水銀になり難いためだという<sup>13)</sup>。

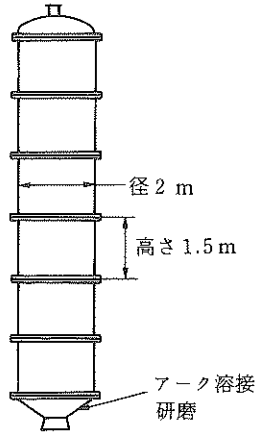
触媒の消費量の点からみて、水和反応操作と蒸留操作は装置的には一体化していても、それぞれの操作が別個に進められるので、水銀触媒の活性時間が長く消費量も少なく、アセトアルデヒド1キログラムに対し0.8gであった<sup>14)</sup>。

このプロセスは蒸留操作は連続式であり、水和反応操作は回分式であったが、実際の水和反応操作は連続方式に近かった。

「世界無比の着想であり、天外の妙案」という、このプロセスは近藤製薬の村崎茂三郎郎が陶製の装置では規模の拡大が望めず、反応器内の沈澱物除去に運転休止を必要とすることから堺工場で考案した。月産600トンの装置を一挙につくることは、操業の面、安全の面からも危険であると、渡辺卓郎らが反対した。しかし、会社幹部は村崎案を「会社の命運をかけ」採用。研究畑育ちの渡辺と実務畑出身の村崎の装置・工業化の考えの違い、対立は、試運転が「一種の決戦場であった」と記されてことから窺える<sup>15)</sup>。

村崎方式の水和反応器の製作は、ドイツのクルップ社に依頼した。当時、わが国ではステンレス製造が工業化されていないばかりか、これの製作・溶接もできなかった。蒸発器、ポンプ（ステンレス鋳物）、パイプもドイツ製であった。この反応器の大きさは直径約2メートル、1節の高さが約1.5メートルで、7節で構成されていたから、約10.5mの塔である。この反応器による運転開始は、1930年であり、操業停止が1964年であるから、約34年操業していた。現在、写真に示すように、その4節が日本合成化学工業50周年を記念し「有機合成化学工業

図3 水和反応器



V2A製。径2 m，1節高さ1.5 m  
全高約10.5 m



写真  
水和反応器(グループV2A製)，大垣工場に  
7節の内4節展示。武藤氏撮影。

明期の金字塔」として大垣工場に展示してある。装置のコニカル部分の溶接を見ても、溶接のビードが綺麗に仕上がりに、多分アルゴン電気溶接によったのではないと思われる<sup>16)</sup>。

#### 2-4 日本合成化学工業の大垣立地

合成酢酸の工業化の目途がつく頃、酢酸製造組合の幹部は工場用地の選定のため、まず、北陸に、ついて中部地方と捜し求めているところ、車中、偶然に揖斐川電気社員と同席、大垣立地のきっかけになった。

大垣立地の理由はつぎの点にある。①冷却用水が豊富。②工場用地は、揖斐川電気の電気製鉄計画事業休止の遊休地の利用。③揖斐川電気から、原料のカーバイド(ト)当り77円16銭)、電気(1KWH当り1銭7厘5毛)を供給し、これはイビデン社史によると「協力的な価格」つまり、廉価であった。④アセチレンをえた後のカーバイド残渣の捨て場の沼沢地がある。残渣の捨て場を立地の理由にした点に興味をひく<sup>17)</sup>。

工場用地の選定と平行して、新会社-<sup>(株)</sup>日本合成化学研究所を、1927年に設立、直ちに揖斐川電気と用地、原料供給の契約をむすぶ。

<sup>(株)</sup>日本合成化学研究所は、大垣にこの年から工場建設を開始、翌年4月には月産60トの合成酢酸の生産をはじめ、日本合成化学工業と名をかえた。

有機合成化学工業の工場の労働配置、職務はどのようなものであったか。経営者は母体の4社から選出されているが、工場の幹部すなわち職員は理事(管理人、技師長)と化学技師、機械技師(高等工業卒業程度)電気技手、分析技手で構成される。職員の係名、作業名をみると、製造工程の各操作にしたがっているのがわかる。すなわち、係名がアセチレン部、水化部、蒸留部、酸化部、機械部、瓶詰部、汽缶部、酸液部、残渣部であり、人数は昼夜37名、それぞれ2-4名で、最も多いのは機械部の9名であり、全体の四分の一を占めていた。機械技師もいることからみて、当時の化学工場では装置が、つねに、壊れ、その保守が大事であったかをしる。

職工の採用は秘密工場だから「移動性なきもの」と注意がある。(イ)(ロ)(ハ)のランクがつけられ、(イ)は作業の中心をなすもので、母体の4社から抜擢し、不足の時は理事の縁故採用で甲種工業学校卒業程度。(ロ)(ハ)は大垣地方から人選とある。工場の立地による大垣からの工場勤めは決して多くはなかった<sup>18)</sup>。

㈱日本合成化学研究所は、資本金20万円を工場建設費に消費し、資金不足から酢酸組合の積立金も借用して、日本合成化学工業に改称された。その翌1929年、先に記した政府の奨励金の交付、工業化のひとまずの成功もあって、資本金は100万円に増資された。この年、前述したように、月産600トンの増強を決める。この生産量は全国の需用(木酢を含む)を賄い、輸出余力を残す量であった。これに伴い、揖斐川電気カーバイド、年1万2000トンと電気、800KWの供給を求めた。

揖斐川電気のカーバイド生産能力は8000トンであったが、余剰電力の関係から2000トン前後しか生産をしていなかった。日本合成化学に供給するため、カーバイドを増産するが、不況のため、1930年はカーバイドの生産高7013トン、販売高は5439トンというありさまであった。日本合成化学工業の申し入れに、揖斐川電気は「不況のさなかカーバイド工場を増設するのは簡単なことではなかった」「熟考を重ね」「発展性を認め」カーバイド炉を2基増設、2万2000トンの能力増強をした。そして、電力は1KWH1銭6厘、カーバイドはトン当たり75円と初回より安価にした<sup>19)</sup>。

イビデン社史は、続けて、不況のため日本合成化学工業へのカーバイド供給量は1931年に6000トンと減少し、そのうちの960トンをトン当たり44円の値下げの懇請を揖斐川電気は受け入れ「同社はこれにより最大の経営危機を切り抜けえた」と述べる。これ以後、揖斐川電気のカーバイドの生産も、翌年は9000トンと徐々に増え、その生産高の6-7割は隣接する日本合成化学に供給する<sup>20)</sup>。

日本合成化学工業の大垣立地に伴い、製品の酢酸を運ぶための容器一瓶の製作は、木村桂商

店によって、1930年大垣製瓶所(現、日本耐酸壘工業)が設立されたことをつけわえる。20キログラム入れの大型ガラス瓶つくるのに、ガラスを膨らますのが結構むずかしかった<sup>21)</sup>。

大垣に立地した日本合成化学工業、揖斐川電気はその後どのように企業展開したか。他化学企業と関連させて次回に述べる。

〈引用文献及び注〉

- 1) 「イビデン70年史」1982年、3、6、23頁。
- 2) 鎌田正二「日本窒素史への証言第二十五集」1985年、79頁。
- 3) 前掲「イビデン70年史」40、43頁。
- 4) 日本新興溶剤史編纂委員会「日本新興溶剤史」1954年、53、54頁。
- 5) 「日本合成化学工業株式会社三十年史」1958年、15-25頁。ここには、協定の全文が掲載されている。酢酸工業会「日本酢酸業界史」1978年、34頁。
- 6) 前掲「日本合成化学工業株式会社三十年史」29-48頁。「日本合成化学工業株式会社五十年史」5-6頁。
- 7) 前掲「日本合成化学工業株式会社三十年史」48頁。「日本酢酸業界史」45頁。業者間の話合いの内容がもれるのを防ぐため、電話のない山中の宿屋で会議をしたと言う。
- 8) 前掲「日本合成化学工業株式会社三十年史」49頁。「酢酸業界史」46-47頁。
- 9) 前掲「日本合成化学工業株式会社五十年史」7頁。
- 10) 前掲「日本合成化学工業株式会社三十年史」53-54頁。
- 11) 竹林松二「化学史研究」1988年、No1、8頁。前掲「日本合成化学工業株式会社五十年史」6頁
- 12) 前掲「日本合成化学工業株式会社三十年史」56-62頁。
- 13) 前掲「日本合成化学工業株式会社五十年史」20-22頁。この装置の操業に従事したA氏からの聞き書きに基づく。
- 14) 前掲「日本新興溶剤史」84頁。
- 15) 前掲「日本合成化学工業株式会社三十年史」69頁。
- 16) 前掲「日本合成化学工業株式会社五十年史」9頁。「日本酢酸業界史」51頁
- 17) 前掲「日本合成化学工業株式会社五十年史」22頁。
- 18) 前掲「日本合成化学工業株式会社三十年史」76頁。
- 19) 前掲「イビデン70年史」73、74頁。
- 20) 同上、75頁。
- 21) 前掲「日本合成化学工業株式会社三十年史」、155頁。

