

中部の

エネルギーを 築いた人々

明治期の炭素工業と電気化学工業の発展に尽くした

技術者達 **藤山常一・野口尊・
高松豊吉・石川等** の活躍

炭素(Carbon)の特性は、電気伝導性、耐熱性、自己潤滑性が良く、溶融することなく3,600℃で昇華することから電気化学、冶金、電気機械、化学工業での重要素材として活用されている。この炭素を主成分にして製品加工する工業を炭素工業(Carbon Industries)と呼んでいる。炭素材料が電極に使われたのは、ドイツの化学者ロベルト・ブンゼンが1842年、炭素粉末を糖蜜と粘結炭で固結・焼結して炭素負電極に使った**ブンゼン電池**が世界初になる。その後、炭素はトーマス・エジソンの白熱電球フィラメント、発電機やモーターの電刷子(カーボンブラシ)、アーク灯放電棒などに利用された。



日本のカーバイド工業の祖
藤山常一〔33歳〕

日本初の電池・電動機用炭素材料を造る

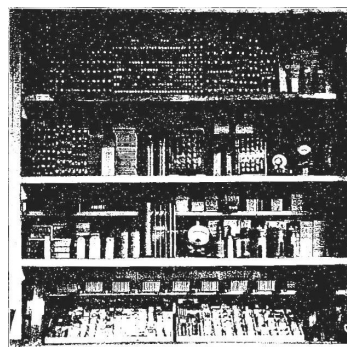
日本初の炭素電極製造会社は、小澤保、茂三父子が東京・浅草栄久町で小澤電炭製造所(1874年2月創立、1917年日本カーボン㈱に合併)を設立して、廃棄電極を断裁して再生処理を始めた。その後、小澤茂三が石炭ガス化中にできる微粉末炭素(ガスカーボン)から人造炭素の創製に成功した1884(明治17)年が炭素電極製造の開始になる。製品は、一次電池や乾電池の陽極として田中製作所(後の㈱芝浦製作所)と沖商会(現：沖電気工業)にルクランシェ電池用電極を、製煉社(東京・下谷竹町で理化教育器械製造、資本金1万円、創業1876年―廃業1881年12月)にブンゼン電池用電極を納品した。電極の製造は鉄鍋、石臼、手動圧搾機を使った手作業であったが、1915(大正4)年頃には使用人15名、8馬力瓦斯原動機1台、旋盤3台、ロール盤3台、水圧機1台、プレス5台の設備になった。

一方、東京・本所大平町に山根炭素製造所(1903年5月元東京人造肥料㈱支配人和田格太郎に譲渡、和田炭素製造所に改称、富山県高岡出身)が1898(明治31)年3月設立された。

和田炭素製造所の設備は、1915年になっても水圧機2台、プレス5台の手作業で製造していた。

日本の電気化学工業の始まりは、石灰石と炭素(木炭、コークス)を原材料にして大電力消費のアーク電気炉で溶融固化した灰白色のカーバイド(炭化カルシウム)製造であった。カーバイドは、水と反応させるとアセチレンガスを発生し、燃焼させることでアセチレンランプとして自転車用灯火、灯台・鉱山用安全灯の燃料

として使われた。用途は燃料に限られ、採算が取れないが、電力会社の副業として余剰電力の解消策に使われた。



小沢電炭製造所の商品陳列様子
(出典：東京模範商工品録、1907刊)

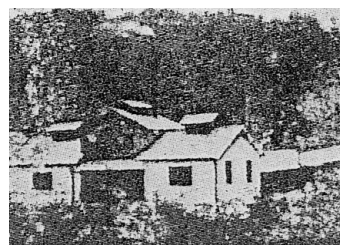
電気化学工業を興した 野口遵 と 藤山常一

(1) 日本初のカーバイド製造に成功

横浜の生糸貿易商田中新七は、当時シーメンス商会東京支社で水力発電事業のコンサルタント野口遵(のぐちしたかう、後に日本窒素肥料㈱、朝鮮窒素肥料㈱設立、1873生－1944没)の勧めで、安積用水の落差を利用した郡山絹糸紡績㈱の沼上発電所(出力300kW、運用開始1899年6月)の余剰電力を利用したカーバイド事業を計画した。野口は、簡単な150kW箱型アーク電気炉を設計して、1902(明治35)年1月31日郡山絹糸紡績(主任技師の上田寛に日本初のカーバイド製造試験をさせたが失敗した。田中新七は、翌1903(明治36)年2月に田中カーバイド製造所(1903年5月郡山カーバイド製造所に改称)を設立して本格的なカーバイド製造に入るが、製品はガス発生量の少ない粗悪品が大半であった。なお、野口と郡山絹糸紡績の関係は、東京帝国大学電気工学科在学中の卒業論文作成のために同級生吉野傳次(後に東武鉄道㈱社長)と派遣され、二人は在学中の1896(明治29)年4月(1896年7月卒業)に電気技師として就職し、沼上発電所から郡山市街の特別高圧送電路24kmの設計・建設に携わった。しかし、野口は父野口之布の死去により1898(明治31)年退社して、シーメンス商会東京支社に入社している。

一方、藤山常一(東京帝国大学電気工学科1898年7月卒業、1871生－1936没)は、野口の紹介により日本で水力発電を最初に始めた宮城紡績電灯㈱(第1発電所：出力直流5kW、運用開始1888年7月)の主任技師として1901(明治34)年4月に入社した。藤山は、出力600kW三居沢第2発電所(運用開始1900年12月)の稼働に伴う余剰電力を利用するカーバイド製造の研究に着手した。藤山は、50kVA変圧器とアーク電気炉を自作し、発電所構内でアメリカ製炭素電極を使って日本で始めてカーバイド試作実験を成功させた。そこで、野口は同級生市川誠次(北海道炭鉱汽船(勤務)、伊藤清次郎(宮城紡績電灯社長)の出資で三居沢カーバイド製造所(資本金3,000円)を1902(明治35)年7月に設立してカーバイド生産を開始した。藤山は、カー

バイドの製造研究と同時に高額な輸入電極から自家生産電極に変更を試みたが、損耗の激しい電極しかできなかった。



仙台市三居沢に建設した日本初のカーバイド製造所
(出典：デンカ60年史、1977刊)

藤山は、北越水力電気㈱社長山口達太郎から日本で2番目の出力1,240kW塩殿発電所(運用開始1904年1月)の余剰電力解消にカーバイド工場の誘致要請を受けた。三居沢カーバイド製造所は、長岡市四郎丸の変電所(旧：古志郡四郎丸村大字四郎丸)の隣地に長岡工場(旧：古志郡四郎丸村大字土合)を建設し、200kW電気炉でカーバイド製造を開始した。

その後、三居沢カーバイド製造所および郡山カーバイド製造所は、1906(明治39)年5月に合併統合して、日本カーバイド㈱(資本金60万円)を設立した。役員には、専務取締役に藤山常一、取締役役に田中新七、野口遵が就任し、仙台、長岡、郡山の3工場でカーバイド製造を行った。ところが、日本カーバイドの単独経営では電力料金、炭素電極の消耗激しく、少ない灯火燃料需要でコストが見合わず経営困難に陥っていた。このため1908(明治41)年に日本カーバイドは、仙台工場を伊藤清次郎の山三カーバイド製造所に、郡山工場を橋本萬右衛門と根元祐太郎の郡山カーバイド㈱に、長岡工場を山口達太郎の北越水力電気カーバイド土合工場に譲渡した。

(2) 空気から石灰窒素肥料の製造に挑む

一方、野口遵は、東京の料理屋で出会った鹿児島県の鉱山家永里勇八(大良鉱山主)、代議士日野辰治らで大口、牛尾、新牛尾金鉱山と金山町、大口町内に電力・電灯を供給する目的で、曾木電気㈱(資本金20万円、野口遵取締役社長、取締役永里勇八、笹尾清憲、監査役堀口勝兵衛)を1906(明治39)年1月に設立した。曾木第一発電所は、鹿児島県伊佐郡羽月村宮人の川内川・曾木の滝付近の取水

口から約200m下流に建設し、880kW×1基で1907(明治40)年10月運用開始した。

野口は、鉱山および近郊町村の電力供給のみでは200kW程しか電力消化できないとして、余剰電力でカーバイドを製造することにした。1907年3月藤山常一、市川誠次郎らと熊本県葦北郡水俣村に**日本カーバイド商会**(資本金20万円)を設立した。野口の会社経営は、水俣工場(現：水俣市)に余剰電気を無料で送電し、カーバイド販売利益を曾木電気に納金する手段を採った。その後、曾木第一発電所は第2期工事で1908(明治41)年に800kW×1基が稼働して総発電力1,680kWになったが、1909(明治42)年9月の洪水により大破損されて同年11月に廃止された。

その後、野口と藤山の二人は、川内川の流量から6,000kWの発電が可能になるとして1908年2月に渡欧し、イタリアのチャナミーデー総合商会から80万円でフランク・カロー式石灰窒素肥料の製造販売特許実施権を4月27日に購入契約した。この製造法は、鉄製密閉容器中のカーバイド粉末を通電した炭素電極で加熱し、窒素ガスで接触させて反応終了するまで約1日間ほど容器内に留める**断続式石灰窒素製造法**(ドイツのAdolf Frank、Nikoden Carolにより1901年に石灰窒素の生産開始)で、生産効率が悪い製造法であった。

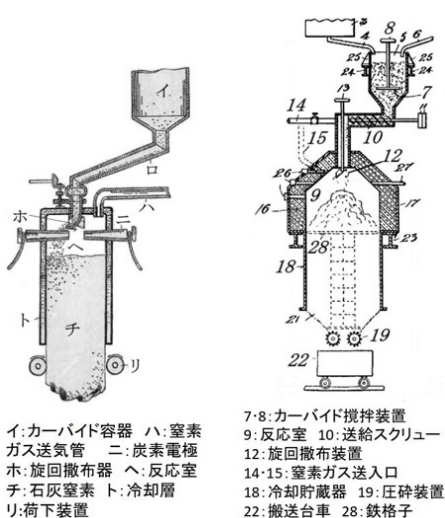
日本カーバイド商会は、一般電気供給、石灰窒素・炭化石灰、窒素肥料製造を事業目的にして曾木電気(株)と1908年8月20日合併して、**日本窒素肥料(株)**(資本金100万円に増資、現：チッソ(株)と旭化成(株)に商号変更し



総発電力6,360kWの曾木第二発電所
右上：4本水圧鉄管水槽、有効落差約33m
(出典：日本窒素事業概要、昭和15刊)

た。同年8月に水俣工場を完成させてカーバイド製造を開始した。さらに日本窒素肥料は、石灰窒素肥料製造のための供給電力増大を目的に曾木第二発電所(曾木の滝約1.5km下流)の新設工事を1908年11月に着手し、1909(明治42)年10月出力1,590kW発電機1基で送電を開始した。その後、曾木第二発電所は、1910(明治43)年10月に全建設工事を完了させて当時最大級の総発電力6,360kW(ドイツ・フォイト社製2,250馬力双車フロンタル形タービン4台、ドイツ・シーメンス社製最大電圧2,000V、容量1,590kW発電機4台)の自家用発電所を完成した。なお、曾木第二発電所は、長さ450m、高さ117.5mの重力式コンクリートダム湖(最大出力12万kW川内川第1発電所の大鶴湖)の建設にともない1965(昭和40)年湖底に水没した。

水俣工場長の藤山は、1909年5月に日産15トンの石灰窒素肥料工場の建設着工し、同年11月竣工させて、断続式石灰窒素製造法による試験生産に着手した。しかし、反応熱が下がるまで容器中に保持することは経済的に不効率との考えて独自製法を模索した。藤山は、鉄製直立円筒釜上部からカーバイド粉末を装入し、釜内の炭素電極の電熱と窒素ガス送気で石灰窒素を造りだし、円筒釜底に下落させて回収する**連続式石灰窒素製造法**(特許第20730号「炭化物より窒素化合物を製造する方法」1911年9月29日、通称：**日窒式石灰窒素製造法**)を1909年に考案し、1911(明治44)年1月に製造試験を開始した。ところが、窒素ガスを空気中から採取する加熱銅式窒素ガス分離炉では銅管の酸化反応が短時間で止まり、窒素ガスが10~18%発生するのみでいつまで経っても品質が悪い石灰窒素しか造れず同年10月に製造試験の中止を余儀なくされた。藤山は、14万円の試験研究費を使って野口との関係が気間付くなり、1911年11月30日水俣工場から去った。藤山は、この間に炭素電極の研究を継続して、1910年11月長時間使用できる電極原料の調合法を考案して、日本窒素肥料から褒状金300円を得ている。



イ:カーバイド容器 ハ:窒素ガス送気管 ニ:炭素電極
ホ:旋回撒布器 ヘ:反応室
チ:石灰窒素 ト:冷却層
リ:荷下装置

a) 日室式
b) 電化式
藤山常一発明の連続式石灰窒素製造炉
(出典: 日本特許第20730号、米国特許第1481088A号)

ところが野口は、藤山の突然の退職後のわずか1ヶ月間に、窒素ガス分離炉内に碎レンガを詰め、銅線裁断屑を混入させて99%高純度窒素ガスを採取する手段を考え出して石灰窒素製造を成功させた。さらに、酸化した銅線は、揮発油で還元させて再生銅線に戻す循環サイクルをつくった。ついに野口は石灰窒素製造の工業化を1912(明治45)年2月達成した。

(3) 北海道に電気化学会社を創立

日本窒素肥料㈱を退職した藤山常一は、1912(明治45)年2月三井鉱山㈱の牧田環

(常務取締役、1871生－1943没)を訪ねてカーバイド製造の支援を要請したが、牧田に新技術の窒素肥料製造の継続を勧められた。三井合名会社の団琢磨(参事、1858生－1932没)と王子製紙の藤原銀治郎(専務取締役、1869生－1960没)の支持を得て、1万kW王子製紙千歳第一発電所の余剰電力を使う**北海カーバイド工場**(出資金40万円、藤山工場主と三井合名㈱で折半)を1912(明治45)年5月開設した。工場は、直ちにカーバイド製造を開始し、1913(大正2)年4月から石灰窒素製造、1914(大正3)年10月には変性硫酸肥料の製造を始めた。

この間に藤山は、3年間に56万円を使って石灰窒素製造の試験研究を繰り返した結果、窒化炉内でカーバイドと窒素ガスとの接触発熱反応(発熱温度約1,000℃)で化合物(石灰窒素)に変化することを発見した。この発見によって外熱を使わず簡単に石灰窒素が造れるようになった(日本特許第25557号、1914年3月6日、通称: **電化式石灰窒素製造法**)。藤山は、カーバイド、石灰窒素および変性硫酸の生産規模を拡大するために新会社の**電気化学工業㈱**(資本金500万円、現: デンカ㈱)を1915(大正4)年4月設立した。役員には、三井財閥系の馬越恭平会長、大田黒重五郎専務取締役らと、常務取締役に藤山常一が就任した。日本国内では日本窒素肥料㈱に次ぐ電気化学メーカーに発展した。

本格的な機械式製造会社の胎動

(1) 最新鋭の輸入機械で炭素製造を

貿易商の伊澤雄司(後に㊄伊澤螺旋管製造所代表社員、1915年12月創立、高松豊吉の親戚)は、高松豊吉(東京瓦斯㈱常務取締役、元東京帝国大学工科大学教授、1852生－1937没)から資金と技術指導を受けて**匿名組合東京カーボン工所**を東京府豊多摩郡千駄ヶ谷町に1906(明治39)年設立して、小物のアーク灯用炭素棒、一次電池用炭素電極、電動機用電刷子の試験的製造を開始した。炭素電極は、石炭ガスの乾留時に発生する残留ピッチを原料にして、加熱・固化させることで製造した。工場設備は、ドイツから輸入し

た最新鋭のボールミル粉碎機、ミキサーの混合機、400トン横押式水圧機を設備したが、アーク灯用や電池用の小物の炭素製品でわずかな生産量のみであった。このため炭素電極の販売量増加を目的に鉄道、軍艦で使う探照灯用カーボンの製造実験を繰り返し、1909(明治42)年に探照灯用カーボンの国産化を実現して横須賀海軍工廠から品質優良と認証された。しかし、炭素製品の需要増が見込めず資金難に陥っていた。

高松豊吉は、これまでに培った技術が無駄にすべきではないとして、新たに出资者を募って**東京カーボン株式会社**(資本金35,000

円、1916年日本電気黒鉛(株)と改称)を1910(明治43)年5月設立した。東京カーボン(株)は、乾電池・携帯電灯の電気用カーボン製造を営業目的に、社長進藤久哲、取締役岩崎清七、太田利兵衛、監査役渡部朔が就任した。さらに高松は、炭素製造技術を向上させるために1910年7月東京高等工業学校卒業の窯業科永井定次郎、電気化学分科石川等(1886生－1953没)を技師に採用した。工場内には炭素製造に関する研究室を置いて試行実験を繰り返し、日本で初めてのカーバイド用8インチ炭素電極製造に1911(明治44)年成功させて、鉄道院土崎鉄工場(鉄道院初の出力400kW三内川発電所の1911年運用開始で工場に送電)に納品した。

(2) 炭素製造会社が二つに分裂

高松豊吉は、工業化学会会長や東京工業試験所長など公私多忙になり、東京カーボン(株)の経営を棚橋寅五郎(棚橋製薬所創立、日本化学工業(社長、1866生－1955没)に1915(大正4)年譲渡した。棚橋は、友人の三浦良幹(東京瓦斯・芝製造所所長、市会議員、1882生－不詳)を技術担当取締役に招聘した。ところが、技師長石川等は、三浦取締役と技術上の方針で意見が合わず対立して退社を決断した。

この時、石川の東京高等工業学校の恩師・鈴木達治の支援で、横浜財界の中村房次郎、大谷金蔵ら22名の賛同を得て日本カーボン株式会社(資本金10万円)を1915年12月設立した。石川常務取締役は、これまで研究していた天然黒鉛製造の新技术を使って横浜市神奈川町の第1工場に800トソ水圧機2台、石炭だき倒焰式焼成炉4基などを新設し、電気炉



工業化学の元老高松豊吉
(出典：高松豊吉伝、1932刊)



炭素電極製造開発の第一人者 石川等
(出典：日本カーボン50年史、1967刊)

用天然黒鉛電極の製造を1916(大正5)年2月に始めた。天然黒鉛電極は、八幡製鉄、南満州鉄道などに出荷し、好成績を収めた。

さらに藤田組鉱業(株)広田工場(福島県会津若松市、1914年10月運用開始した猪苗代水力電気(株)の出力37,500kW第1発電所の余剰電力で合金鉄・電気製鋳製造)で使う専用工場を1917(大正6)年6月に設置した。この会津電化工場には、アメリカから最新のアチソン式黒鉛化電気加熱炉を導入し、8、12インチ人造黒鉛電極の試作をしたが未熟な黒鉛化技術のため翌1918(大正7)年末に工場を閉鎖した。石川は、1917年末までに第2・第3工場を設置し、大型焼成炉10基、1,800トソ水圧機1台を設備して12インチ天然黒鉛電極の生産を成し遂げた。さらに1917年3月経営に行き詰まった小澤炭素製造所を買収して日本カーボン・小澤工場(東京・日暮里町谷本)と命名し、引き続き電刷子、アーク灯電極棒、電池用炭素電極の事業を進めた。日本カーボンは、第一次世界大戦の戦時好景気により電気炉用、電解用カーボンの受注激増と、繊維産業をはじめ重工業が盛んになって会社経営が順調に進んだ。

(3) 電気黒鉛会社を揖斐川電力に譲渡

石川が退職した東京カーボン(株)は、事業の拡大を目論んで1916(大正5)年4月に日本電気黒鉛(株)(資本金100万円に増資)と改称し、日本で始めて天然黒鉛で電解用電極板や12インチ、14インチ電気製鋼用電極の製造技術を完成させた。

その頃、日本電気黒鉛の棚橋寅五郎は、友人立川勇次郎(揖斐川電力(株)社長、養老鉄道、現京浜急行電鉄(株)の創業者、1862生－1925没)から揖斐川支流広瀬川の出力3,000kW西横山発電所(運用開始1916年6月)の余剰電力活用について、電気化学事業の提案依頼を引き受けていた。立川は、揖斐川電化工業(株)(資本金300万円、1917年1月設立)の大垣電化工場でカーバイドの生産販売を始めていた。棚橋は、この頃に加藤与五郎(フェライト磁石発明者、1872生－1969没)が推奨する空中窒素固定法(電弧法：空気中の窒素から高温アークによって硝酸、硝酸石灰の製造)

の工業所有権戦時法・使用免許（1917年9月施行）を得て、揖斐川電化工業に事業化させた。すぐに中村化学研究所（中村精一郎出資で東京・蒲田に1917年3月設立、1年後に解散）の加藤所長の指示で、工業研究部の佐野隆一（後に鐵興社社長、佐野美術館設立、1889生－1977没）が実験準備を進めていたグラバー塔など設備を日本電気黒鉛の小名木川工場内に移設して実験を開始した。佐野は、数ヶ月間の実験研究で硝酸の創製に成功させたことから、大垣電化工場に設備を移設して工業化に着手する準備を整えた。

揖斐川電力^株は、本格的な電気化学工業に進出するために揖斐川電化工業、東海電化工業と日本電気製鉄所の3社と合併して、

1918（大正7）年12月揖斐川電化^株に商号変更した。ところが揖斐川電化では、電力需要が急増しだしたことから過剰に電力消費する電弧法の工業化試験を中止した。

揖斐川電化は、1919（大正8）年6月に日本電気黒鉛を吸収合併し、東京・小名木川工場でカーボン製品の生産・販売を続けた。この合併で、揖斐川電化役員に三浦良幹常務取締役、永井定次郎小名木川工場技師長、棚橋寅五郎取締役、渡部朔監査役が移籍就任した。永井は、小名木川工場が1922（大正11）年8月に閉鎖されると、新設大垣工場の低廉な電力を使って電気抵抗熱式焼成炉で炭素を1,200～3,000℃で黒鉛化させる研究を始め、高純度99.8%の人造黒鉛電極製造を成功させた。

大三位製作所による電機製造会社に電刷子の供給

竹内時次（1876生－1931没）は、個人経営の大三位製作所（おおさんみ、竹内の出身地富山県下新川郡入善地域旧38ヶ村を大三位組と呼ぶ）を東京府荏原郡大井町元芝に1910（明治43）年創立した。竹内は、農商務省の海外練習生として米国に派遣され（1913年12月発行の「海外実業練習生一覧」終了者名簿では確認できず）、各種工業の視察中に電刷子がなければ電動機が動かないことに興味を持ち、帰国後に一念発起して電気用カーボン製造の研究を始めた。

1911（明治44）年6月竹内は、弟の敬次、

純平の三兄弟で開業届を出して、石油ピッチを焼いたススと油で固める簡単な方法で造った電動機用電刷子、炭素パッキン、小物炭素製品を芝浦製作所、川崎造船所電気部、三菱長崎造船所電気部から好評を得ていた。天然黒鉛電刷子の製造に1913（大正2）年成功している。1915（大正4）年には芝浦製10馬力電動機で水圧装置1台、カーボン製造機10数台、従業員数18名で作業していた。東海電極製造^株は、^株大三位製作所を1919（大正8）年11月合併して、資本金100万円に増資して竹内時次、小早川常雄の二人を取締役に増員した。

大正期に設立された炭素製造会社

大正期に入って製鉄・製鋼、電気化学や軍需産業の重化学工業が盛んになるとその重要性から多くの炭素製造会社が誕生した。

大正期に設立された炭素会社は、1912年（個人）市川電炭製造所（東京・日暮里）、1915年 日本カーボン^株（横浜市）、1916年

日本電気黒鉛^株（東京・千駄ヶ谷）、東海窯業カーボン^株（大阪市堂島）、東京電化工業^株（東京・京橋）、1918年 東海電極製造^株（名古屋市）、東洋カーボン^株（東京・蒲田村）、（個人）大和田カーボン工業所（大阪市大和田町）、

郡山カーボン^株（福島・郡山市）、関西カーボン^株（大垣市室町）、1920年（個人）日本黒鉛工業商会（東京・巢鴨）、1923年（個人）宇山カーボン、1924年（合名）植木製作所、（個人）垣内製作所がある。

次回の令和2年11月号では電力利用の電気製鋼、ソーダ工業において不可欠な黒鉛電極の国産化を成功させた東海電極製造^株の技術発展の歩みを振り返る。

（青山 正治）