

# 電源周波数統一までの北九州重工業地帯の電力事情と戸畑火力発電所の役割

加島 篤

## Power Scene in Kitakyushu Heavy Industrial Area until Frequency Unification and Role of Tobata Thermal Power Station

Atsushi KAJIMA

Keywords: coal fired power generation, utility power frequency, Yawata Steel Works

### 1. はじめに

建設省地理調査所が昭和27年8月に発行した2万5千分の1地形図「八幡市」<sup>1)</sup>には、響灘に面した戸畑市中原<sup>なつかばる</sup>の埋立地に4つの煙突記号を並べた巨大な建造物が描かれている。堺川の河口に広がるその一画は「日発戸畑発電所」と記名され、国鉄上戸畑信号場からの専用線(距離0.9km)<sup>2)</sup>も伸びている。

戸畑発電所は昭和12年末に運開した石炭火力で、北九州工業地帯の重要電源として四半世紀に亘り地域の産業と暮らしを支えた。地元では、“中原発電所”と呼ばれていたという。同発電所は、電力国家管理の開始前夜に電気事業者と製鉄会社の共同火力として誕生し、3期に及ぶ建設工事を経て日本屈指の高性能火力(設備容量160MW、認可出力133MW)となった。戦時中は、国策会社・日本発送電の下で炭質の低下と酷使による設備の荒廃に悩まされたが、戦後はボイラーを増設して産業復興の原動力となり、電力再編成後は九州電力に引き継がれた。また、終戦直後に開始された北九州・筑豊地区の周波数統一工事では、発電設備の一部を60Hz仕様で改造する一方で、残存する50Hz負荷への供給を継続した。昭和30年代に入ると、北九州地域に新鋭火力の建設が相次ぎ、役目を終えた戸畑発電所は昭和39年に廃止されている。

本報では、発展期における北九州工業地帯の電力事情と戸畑発電所建設の背景を解説した後、戦中戦後の激動期に常時火力として活躍した同発電所の歴史的役割を技術史的観点から考察する。

なお、戸畑の地名を冠した火力発電所は複数存在し、八幡製鐵(現・新日鐵住金)の自家用火力では「戸畑中央発電所(大正9年運開、昭和27年廃止)」や「戸畑発電所(昭和34年運開、昭和58年廃止)」<sup>3)</sup>、炉頂圧回収タービン(top pressure recovery turbine)で発電する「戸畑高炉発電所(昭和55年運開)」<sup>4)</sup>が知られている。昭和44年には、八幡製鐵と九州電力の共同出資により「戸畑共同火力発電所」が運開している<sup>5)</sup>。

国立国会図書館・近代デジタルライブラリーに収められた明治・大正・昭和前期の電気関係の文献や電力会社の社史、『戸畑発電所史』と『九州周波数統一史』からは多くの引用をさせて頂いた。文献から引用した図やデータについては、オリジナルを基本として新たな情報を書き加えた。

文中、電気工作物の固有名は、発電所を「○○PS」、変電所を「○○SS」、開閉所を「○○Sw.S」と略記した。発電所の動力源(水力、汽力、内燃力)と出力も可能な限り併記した。出力の単位は[kW]または[MW]、ボイラーの蒸気圧力(汽圧)は[kgf/cm<sup>2</sup>]で示した。石炭発熱量[kcal/kg]は燃焼時に発生する水蒸気の蒸発潜熱を含む高位発熱量(gross calorific value)を用いた。交流発電機の容量は[kVA]表記を基本とし、周波数の旧単位[c](サイクル)は[Hz]に改

めた。また、「運開(運転開始)」、「保修(修繕計画や実施時期の策定等も含めた補修業務)」、「補機(給水ポンプや送風機など発電所の補助機械)」、「周変(周波数変更)」など電力関係の用語はそのまま用いた。

### 2. 50サイクル電力圏の成立

#### 2.1 北九州工業地帯の発展

1901(明治34)年、響灘に開口する洞海湾を臨む遠賀郡八幡村(現・北九州市八幡東区)に、官営八幡製鐵所が開設された。中国大陸から輸入した鉄鉱石を原料に、後背地の筑豊炭田が供給する豊富な石炭を熱源や動力源に用いた巨大工場で、工業用水の多くは筑豊平野を潤す一級河川の遠賀川から得ていた<sup>6)</sup>。その後、同製鐵所を核として響灘沿岸に鉄鋼、セメント、化学、機械加工など重工

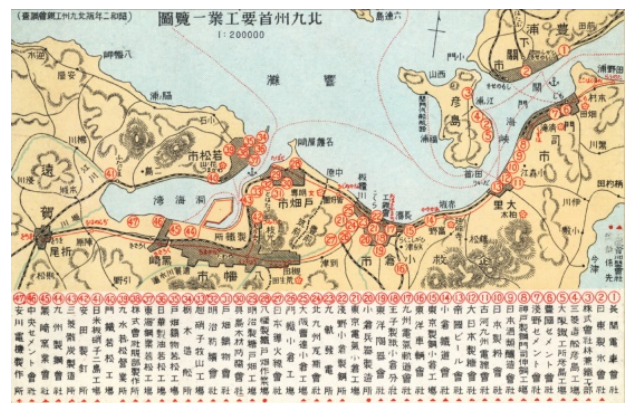


図1 北九州地域の主要工場配置図(昭和2年, 下関地区を含む)

表1 北九州地域の業種別主要工場一覽(昭和2年)

業種	事業所名
鉄鋼	八幡製鐵所, 八幡製鐵戸畑作業所*, 浅野小倉製鋼所*, 東京製鋼小倉*, 東海鋼業若松*, 九州製鋼*
非鉄金属	神戸製鋼門司伸鋼*, 古河電気工業九州電線*
窯業	豊国セメント門司, 浅野セメント門司*, 中央セメント八幡*, 旭硝子牧山*, 日米板ガラス二島, 黒崎窯業*, 東洋陶器*
製紙・化学	王子製紙小倉*, 大阪曹達小倉*, 三菱鉱業牧山焦炭製造所*
機械・造船	戸畑鑄物戸畑*, 戸畑鑄物若松, 東洋車輛*, 安田製釘所*, 服部製作所若松, 朽木造船所
電気機器	東京電気小倉*, 安川電機製作所*
食品	大日本酒類醸造大里*, 日本製粉門司*, 大日本製糖大里*, 帝国麦酒*, 明治製糖戸畑*, 日華製油若松
運輸	小倉鉄道*, 九州電気軌道, 門司鉄道局小倉*, 門司鉄道局若松
電力・ガス	九州電気軌道発電所, 北九州瓦斯*
その他	小倉兵器製造所*, 日本導火線*, 貝島木材防腐*, 明治紡績*

(\*九州電気軌道の大口需要家)

業の集積が進み、日露戦争に伴う軍需生産の増加や第一次世界大戦による好景気を経て一大工業地帯に発展した<sup>7)</sup>。

図1は、北九州地域の主要工場で組織する工親會(事業主間の親睦と情報交換、職工の待遇改善等を目的とする団体)<sup>8)</sup>が昭和2年に作成した会員企業と関係機関の配置図<sup>9)</sup>である。関門海峡を臨む門司市(明治32年市制施行)を振り出しに、響灘沿岸の小倉市(明治33年市制施行)、洞海湾を囲繞する戸畑市(大正13年市制施行)・八幡市(大正6年市制施行)・若松市(大正3年市制施行)と、現在の北九州市の前身5市が並んでいる。門司市の沿岸には、企救半島で産出する石灰岩を原料とするセメント工場や、製粉・製糖・醸造など鈴木商店系の食品工場が林立している。鉄道の要衝で軍都・商都である小倉市では、鉄道省車両工場、陸軍兵器製造所(後の小倉陸軍造兵廠)に加えて、鉄鋼、製紙、ソーダ工業、電球製造等の各種工場が稼働している。戸畑市は、八幡製鐵所の分工場を筆頭に機械(可鍛鑄鉄製品)、板ガラス、コークスの製造工場が集積している。八幡市は、洞海湾沿いの大半が八幡製鐵所の敷地で、西部の黒崎地区に耐火煉瓦やセメント、電気機器の製造拠点が点在する。石灰集積地の若松市では、洞海湾口に鉄鋼製品(鋼板、鉄塔、製鋼用ロール)の製造工場と造船所が集中している。

表1は、図1の主要工場を業種別に整理した結果である。製鉄所やそこで生産された銑鉄や鋼片を加工する工場、集積された石炭を熱源とする窯業など重工業の比重が高い。当地の製造業は、鋼材や機械部品、電気機器を筑豊炭田の炭鉱に供給する役割も担っている。また、外地とのアクセスの良さから輸入穀物等を原料とした食品工業も発達している。

地理的条件を生かし様々な製造業が蟄集する北九州工業地帯では、発展に合わせて各工場に動力を供給する電力網が整備されていった。表1で\*印を付けた工場は、小倉市近郊に大規模な石炭火力発電所を建設し、電気鉄道事業と電気供給事業を兼営した九州電気軌道株式会社(以下、九軌)の大口需要家である。

2.2 九州電気軌道

九軌は、門司-黒崎間の電車路線敷設を目的に1908(明治41)年12月に創立され、付帯事業として兼営電気事業を計画した<sup>10)</sup>。大阪電灯門司支店、小倉電灯、八幡電灯を買収し、3社の発電所であった門司PS(汽力、262kW)、馬借町PS(汽力、135kW)、八幡PS

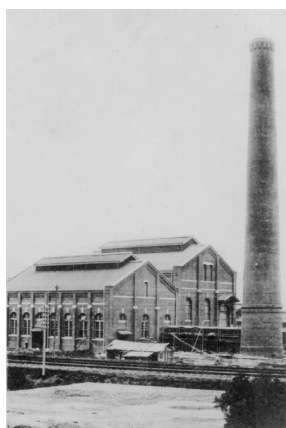


写真1 建設当初の大門発電所

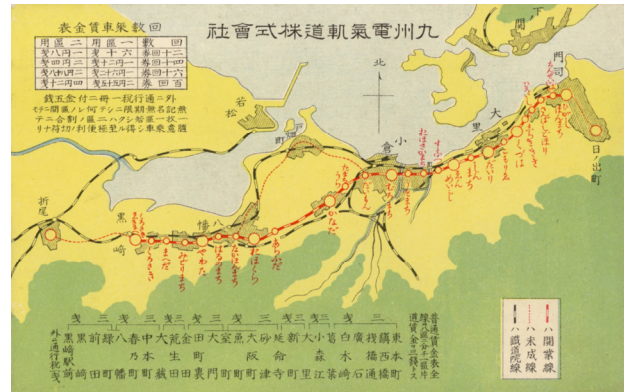


図2 九州電気軌道電車線路線図(明治44年頃)

表2 九州電気軌道の発電設備と電鉄用変電設備(大正元年末)

電気工作物	所在地	設備および電気方式
大門発電所	板櫃村板櫃	ボイラー:英B&W製 水管式 鎮床ストーカー 汽圧10.5kgf/cm <sup>2</sup> 6缶 タービン:BTH製 Curtis型 1,500HP 3基 発電機:BTH製 1,000kW 3φ 3,500V 50Hz 3基
小倉変電所	同上	誘導電動機:BTH製 225HP 3φ 3,500V 2台 複巻発電機:BTH製 150kW DC660V 2台
門司変電所	門司市門司	同上
八幡変電所	八幡町尾倉	同上

(B&W: Babcock & Wilcox, BTH: British Thomson-Houston)

(ガス機関による内燃力、60kW)から電灯・電力の供給を行った。電気方式は単相で、周波数は60Hzや125Hzなど発電所毎に異なっていた<sup>11,12)</sup>。

1911(明治44)年5月、九軌は電車線の一部開業と電灯需要の急増に対応するため、企救郡板櫃村大字板櫃に大門PS(汽力、2000kW)を竣工させ、旧電灯会社から継承した小規模発電所3ヶ所を廃止した<sup>10,13)</sup>。写真1<sup>14)</sup>は運開当時の大門PSで、手前の線路は鉄道院の豊州本線(現・JR九州日豊本線)である。大門PSは当初「小倉発電所」と呼ばれたが、昭和6年に新・小倉発電所が竣工した際に改称された。図2<sup>15)</sup>は、明治44年頃の九軌の電車線路線図で、開業区間は門司市の東本町から八幡町の黒崎駅前である<sup>注1)</sup>。

1912(大正元年)年末の九軌の発電設備を表2に示す<sup>17)</sup>。大門PSは、第一期拡張工事(明治44年8月竣工)で3号機が増設され、総出力3,000kWとなった。ボイラーは英B&W製、タービン発電機(turbo generator)はBTH製である。電車線沿線の3ヶ所に、BTH製電動発電機を備えた電鉄用変電所が設置されている。BTHは、米General Electric(以下、GE)系の重電メーカーで、1903年にCurtis型タービンの製造を開始した<sup>18)</sup>。同社は、博多電灯の住吉PS(汽力、4,000kW)に2号機(1,000kW、明治41年運開)と3号機(2,500kW、明治43年運開)用のタービン発電機(60Hz仕様)を納入しており<sup>19)</sup>、その実績を買った九軌が同社製の発電設備と電鉄用変電設備をセットで購入した可能性がある。大門PSの竣工により、九軌の商用電源周波数は50Hzに統一された。その後、50Hzは北九州地区の標準的な電源周波数となり、北九州・筑豊50サイクル電力圏の成立へと繋がって行く<sup>20)</sup>。

注1) 図2では、国有鉄道の大蔵線(明治44年10月廃止)が描かれ、九軌の戸畑支線(明治45年7月開業)は未成線となっている<sup>16)</sup>。

表3 九州電気軌道の汽力発電設備(昭和11年12月末)

発電所	水管式ボイラー							タービン発電機											
	型式	燃焼方式	汽圧 [kgf/cm <sup>2</sup> ]	汽温 [°C]	製造会社	常用	使用開始	型式	汽圧 [kgf/cm <sup>2</sup> ]	汽温 [°C]	出力 [kW]	回転数 [rpm]	容量 [kVA]	電気方式・電圧[V]	周波数 [Hz]	製造会社	常用	予備	使用開始
大門	WIF	鎖床 ストーカー	14.1	10,200	B&W		3 大3.5	Curtis	12.6	266	3,960	1,500	3,750 kW	3φ 3,500	50	BTH		1	大3.5
	"	"	17.6	12,470	"		7 大7.3	"	13.3	273	5,370	"	"	"	"	2		大4.8 大5.2	
	"	"	"	15,800	"		4 大11.5	"	16.8	311	11,200	"	12,500	"	GE	2		大7.3 大8.3	
	Garbe	移床 ストーカー	26.5	19,000	Sulzer		3 昭2.8	Curtis-Rateau	24.5	371	15,670	3,000	15,625	3φ 6,600	"	MV	1		昭2.8
小倉	CTM	微粉炭	37.8	89,813	B&W		3 1 昭6.11	Rateau	35.2	400	28,000	3,000	31,250 *2,500	3φ 11,000 3φ 3,500	50 50	MV	2		昭6.11

(Sulzer: Sulzer Brothers, MV:Metropolitan Vickers, \*所内電力用補助発電機)

2. 3 九州電気軌道の戦略

交流用電気機器は使用周波数に応じて設計され、電源周波数の変更は電動機の回転数変更や変圧器の効率低下の原因となる。よって、多数の電気機器を使用する大口需要家ほど電源周波数の変更は困難で、“周波数の使慣れ”が生じやすい。筑豊炭田の大手炭鉱は明治後期から電気動力の導入を本格化させたが、自家用火力発電所の周波数は、三井鉱山と貝島鉱業が40Hz、古河鉱業と明治鉱業、官営製鐵所二瀬鉱が50Hz、三菱鉱業と住友鉱山が60Hzであった<sup>20</sup>。大正中期以後、各鉱は増産に伴う電力不足を補うため電気事業者からの受電(50Hz)を開始したが、周波数の使慣れは根強く、三井鉱山、住友鉱山、三菱鉱業の3社は構内に周波数変換機(frequency changer:FC)を設置した。自家用火力を含む構内全域の周波数変更(以下、周変)を実施したのは、貝島鉱業のみであった。

九軌が商用電源周波数を50Hzを選定した理由は不明である。大門PSの運開以前、北九州地区では若松電灯が三相50Hz(100kW)の発電設備を有していた<sup>21</sup>。一方、大型工場は自家用発電設備を保有し、八幡製鐵所では直流(2,250kW)、浅野セメント門司工場では三相60Hz(850kW)の火力発電所が稼働中であった<sup>12</sup>。よって、当時の九軌沿線に50Hzの大口需要家が存在したとは考えにくい。一方、門司市の対岸・下関市では馬関電灯が、福岡市とその周辺では博多電灯が三相60Hzの電力供給を行っていた<sup>12</sup>。博多電灯は、福岡市内で電気鉄道を経営する福博電軌や、佐賀県の城原川、川上川流域に複数の水力発電所を有する九州電気と相次いで合併し、1912(明治45)年4月に九州電気鉄道となった<sup>22</sup>。同社は、福岡県西部から佐賀・長崎両県に及ぶ60サイクル電力圏を成立させ、1915(大正4)年に宗像電灯、津屋崎電灯を合併し宗像郡に進出した。翌大正5年には馬関電灯を吸収合併し、下関PSの発電設備を増強している。

九軌は、北九州での権益を守り他社の進出を防ぐため、“周波数の壁”を構築した可能性がある。つまり、商用電源周波数を50Hzに選定し、同一周波数で電力供給を行う若松電灯と協調して域内の諸工場に50Hz受電を促し、大口需要家の確保と周波数による囲い込みを目論んだのではないだろうか。実際、若松電灯の事業を継承した若松電気(明治45年創立)は、九軌からの受電(大正2年に200kW)により戸畑町への電灯・電力供給を実施している<sup>23</sup>。

その後、重工業の発展により北九州の電力需要は急増し、大門PSも設備の更新と増設を繰り返した。複数の変電所が新設され九軌の電力網は増強された。1931(昭和6)年11月、九軌は小倉市東

港に第2発電所(小倉PS)を竣工させた<sup>10,13</sup>。敷地は、響灘に面した平松浦の埋立地(大門PSの灰捨場)で、新旧の発電所は鹿児島本線を夾み向かい合うことになった。

昭和11年末の大門PS(46,250kW)と小倉PS(54,000kW)の発電設備を表3に示す<sup>24,25</sup>。大門PSでは初期の発電設備は撤去され、高性能で大容量の設備が順次増設されている。初期の大門PSは、単胴横型水管式のWIF(wrought iron front)型ボイラーを多数設置したが、その後は管寄せ(header)のない二胴型水管式のGarbe型を導入している<sup>26</sup>。ボイラーは、移動する火格子上で粉炭を燃焼させるストーカー燃焼方式(stoker firing)である。一方、小倉PSのボイラーは単胴横型水管式で大型・高圧用のCTM(cross tube marine)型である。また、安価な低品位炭を混焼するため微粉炭燃焼方式(pulverized coal firing)を採用し、Fuller Lehigh社製回転球式微粉炭機(ball mill)を設置した<sup>10,26</sup>。更に、ボイラー炉底から溶融した石灰質を流出させるスラグタップ(slag tap)方式の導入(本邦初)やBailey式自動燃焼制御装置の採用、ボイラー周辺機器の制御を中央制御盤で行う遠隔操作など先進技術が導入されている<sup>10</sup>。

両発電所の蒸気タービンは全て復水衝動型で<sup>27</sup>、速度複式のCurtis型から、大容量タービンに適した圧力複式のRateau型へと移行し、回転数も1,500rpmから3,000rpmへと上昇している(大容量タービンの初段をCurtis車とする場合もある)。発電機も、新設機ほど大容量で端子電圧も上昇している。小倉PSでは、密閉冷却式の主発電機と所内電力用補助発電機(house generator, 以下、所内用発電機)を一軸直結で駆動した<sup>10</sup>。また、発電機と主変圧器のユニット構成により、発電機間の母線と油遮断器を省略している。

発電設備の拡充と平行して、九軌は送配電網の整備も推進した。昭和11年末には、容量3,000kVA以上の供給用変電所11ヶ所(門司第二、大里、砂津、大門、戸畑、八幡、皇后崎、上津役、香月、荻田)と電鉄用変電所5ヶ所(門司第一、大門、戸畑、八幡、皇后崎)を有し、特高送電線路(多くが2回線以上)の亘長は、66kVが42.2km、22kVが42.5kmであった<sup>24</sup>。電鉄事業を柱に、輸送コストの低い筑豊炭田産の石炭で高性能火力を運転し、水力発電と競合可能な料金で北九州と周辺地域に電力供給を行うことが、九軌のビジネスモデルであった。

2. 4 九州水力電気

1911(明治44)年4月、九軌に遅れること2年余で九州水力電気株式会社(以下、九水)が創立された<sup>28</sup>。同社は、筑豊炭田の炭鉱動

力と官営八幡製鐵所を含む北九州工業地帯の工場動力の供給を目的に、筑後川上流の日田・玖珠地方に大規模な水力発電所の建設を計画した。1913(大正2)年12月、大分県日田郡中川村に女子畑PS(12,000kW, 50Hz)が竣工し、女子畑開閉所―黒崎SS間の特高送電線(66kV 2回線)による長距離送電が開始された。九水は大正元年11月に、福岡市とその近郊で電気供給と電鉄事業を行う博多電気軌道を合併し、同社の第一PS(水力, 750kW, 60Hz、後の南畑PS)を取得した<sup>23,28)</sup>。更に、大正11年8月には筑後水力電気を合併し、新たに60Hz発電所の洗玉PS(水力, 200kW)と羽犬塚PS(汽力, 1,000kW)を取得している<sup>28,29)</sup>。九水は、北九州・筑豊地域は50Hz、福岡市周辺と筑後は60Hzと、2つの電源周波数を使い分けて供給事業を展開したことが分かる。九水が女子畑PSと女子畑―黒崎間の送電線を50Hzで設計した理由は、進出を計画する北九州地区では、先行する九軌により商用周波数50Hzが普及していたためである<sup>28)</sup>。また、漏水や設備故障等の緊急時に九軌からの電力融通を可能にし、水力主体の九水と火力主体の九軌が連繫した経済的な系統運用(水火併用)を実現するためにも、九軌と同一周波数での事業展開が不可欠であった。実際、大正3年に九水と九軌は電力融通契約(当初2,000kW<sup>23)</sup>、後に3,000kW<sup>30)</sup>を交わし、九水は黒崎SS、九軌は八幡SSで緊急時の電力受入を行っている。

女子畑PS運開直後の大正3年2月、九水は八幡製鐵所と電力供給契約(2,000kW)を交わした<sup>28)</sup>。黒崎SSから製鐵所構内の九水変電所へ三相6,600Vで送電し、電動発電機でDC250Vに変換して製鐵所構内に配電した<sup>30)</sup>。当時の八幡製鐵所では、電灯用の白熱電球もDC240V仕様であった<sup>6)</sup>。

更に、九水は大正3年7月に若松SS(若松市)、大正9年8月に戸畑SS(戸畑町)を竣工させ<sup>28)</sup>、東海製鋼、石川造船所若松分工場、日華製油、東洋製鉄(後の八幡製鐵所戸畑作業所)、戸畑鋳物、明治製糖、明治紡績等の大口需要家を獲得していった<sup>32,33)</sup>。大正4年には、若松電気、直方電気、後藤寺電灯の3社を吸収して筑豊の電灯事業に参入した。筑豊各地に変電所を建設し、電灯と炭鉱電力の供給を強化した<sup>28)</sup>。同時期、電灯事業を営む嘉穂電灯、幸袋製作所、大正鋳業の3社も、高コストの自家用発電所を廃止して九水からの買電に切り替えている<sup>32,33)</sup>。更に、大正5年には大分水力電気と豊後電気鉄道を合併し<sup>28)</sup>、2社が水利権を持つ大分川水系、大野川水系の水力開発を急いだ。筑後川水系でも発電所の増設を続け、大正11年当時九水が保有する水力発電所は15ヶ所、総出力46,400kWに達していた<sup>34)</sup>。図3<sup>35)</sup>は、大正末期における九水の発電所と送電線の位置を示している。供給区域は広範囲で、福岡県は筑豊炭田・筑紫・筑後・豊前の各地方、大分県は日田・玖珠地方と豊後水道沿岸まで広がっている。九軌の勢力が強い北九州地区でも、若松と戸畑の市街地が九水の飛地となっている。

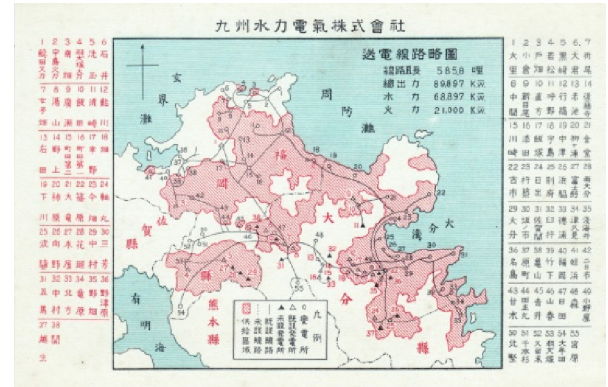


図3 九州水力電気 送電線路図(大正末期)

2.5 補給火力の建設と電力戦

福岡県北西部に50サイクル電力圏を構築した九軌と九水は、緊急時の電力融通など協調路線を継続し、工場群と炭鉱の動力源として北九州工業地帯と筑豊炭田の発展を支えた。九軌は自社電車線沿線に北九州工業地帯の中核である門司・小倉・八幡方面を、九水は筑豊全域から若松・戸畑方面を主な供給区域としていた。しかし、1919(大正8)年に2社間の電力供給契約が終了すると、融通電力の料金算定で両社の対立が表面化した。

1921(大正10)年6月の筑後川大洪水では、女子畑、湯山、石井の水力発電所が浸水し<sup>28)</sup>、補給火力(漏水による水力発電の減少分を補償する火力発電)の重要性を痛感した九水は、筑豊炭田の中心・嘉穂郡飯塚町に鯨田PS(汽力, 10,000kW 大正12年1月運開)を、周防灘に面した築上郡八屋町に宇島PS(汽力, 10,000kW 大正15年1月運開)を建設した<sup>28)</sup>。1936(昭和11)年末の両発電所の設備概要を表4に示す<sup>24,25)</sup>。蒸気タービンは圧力複式のZoelly型で、常時火力の小倉PSと比べタービンの汽温は低く、発電機容量も1/5である。

写真2<sup>37)</sup>の宇島PSは、筑豊炭田と鉄道(田川線と豊州本線)で接

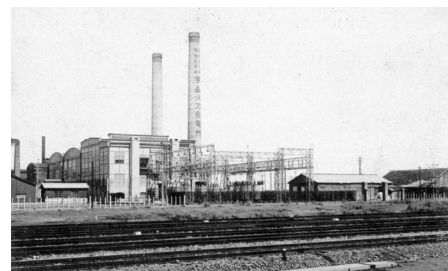


写真2 九州水力電気 宇島発電所

表4 九州水力電気の50Hz用汽力発電設備(昭和11年12月末)

発電所	水管式ボイラー						タービン					発電機							
	型式	燃焼方式	汽圧 [kgf/cm <sup>2</sup> ]	蒸発量 [kg/h]	製造会社	常用予備	使用開始	型式	汽圧 [kgf/cm <sup>2</sup> ]	汽温 [°C]	出力 [kW]	回転数 [rpm]	製造会社	容量 [kVA]	電気方式・電圧[V]	周波数 [Hz]	製造会社	常用予備	使用開始
鯨田	WIF	鎖床ストーカー	14.1	12,700	B&W	5	大12.3	Zoelly	13.4	275	5,595	3,000	EW	6,250	3φ 6,600	50	BBC	2	大12.3
宇島	WIF	微粉炭	37.8	9,100	B&W	3	大15.1	Zoelly	16.2	316	5,371	3,000	EW	6,250	3φ 6,600	50	SS	2	大15.1

(EW: Escher Wyss & Cie, BBC: Brown Boveri & Cie, SS: Siemens Schükart)

続された石炭積出港(宇島港)に立地し、九州初の事業用微粉炭火力であった<sup>38)</sup>。微粉炭燃焼式ボイラーは、1923(大正12)年5月に東邦電力の名島PSで試験的に導入されたが<sup>39)</sup>、微粉炭機のローラー保修費や補助動力等のコストが高み、火床各部の通気量を個別に調節する分室型移床ストーカー(compartment type traveling grate stoker)<sup>26)</sup>に変更された。産炭地に立地する鯉田PSに比べ、宇島PSは燃料輸送費が割高となる。燃焼効率が高く安価な低品位炭の利用も可能な微粉炭燃焼で、発電原価の抑制を図ったと考えられる。

補給火力の竣工を急ぐ九水は、九軌との協調路線を破棄して北九州・筑豊を舞台とする電力戦(需要家獲得競争)を開始した<sup>31,36)</sup>。1921(大正10)年、九水は八幡市の中央セメントを皮切りに、九軌の顧客であった北九州の諸工場を奪取した。九軌も戸畑市の戸畑鋳物や遠賀郡の三好炭鉱を手中に収め、66kVの筑豊特高線を建設して九水の地盤・筑豊炭田に進出した。電力戦は、送電線や変電所の新設費用と、顧客獲得のための料金値下げが経営を圧迫する一大消耗戦となった。疲弊した両社は1927(昭和2)年2月に、①九水から九軌へ最大5,000kWの不定時電力(豊水期の余剰電力で濁水期には供給停止が可能)の融通、②契約済み需要家への相互不可侵、③最低料金の設定などを含む協定を締結した<sup>31)</sup>。

## 2.6 水火併用の完成

1930(昭和5)年10月、九軌は経営トップによる不正手形濫発事件の影響で九水の傘下となった<sup>10)</sup>。その後、筑豊特別高圧線(66kV 2回線)で九軌の日明SS(小倉市)と九水の鯉田中央Sw.S(飯塚町)が接続され、最大20,000kWの電力融通が開始された。この結果、九水の余剰水力を北九州の負荷に送り、九水の不足電力を九軌の火力が補給する本格的な水火併用が実現した。また、両社の連繋により、重複設備となった送電線や変電所の廃止が進められた。

1937(昭和12)年の北九州と周辺地域の電力系統を図4に示す<sup>24)</sup>。

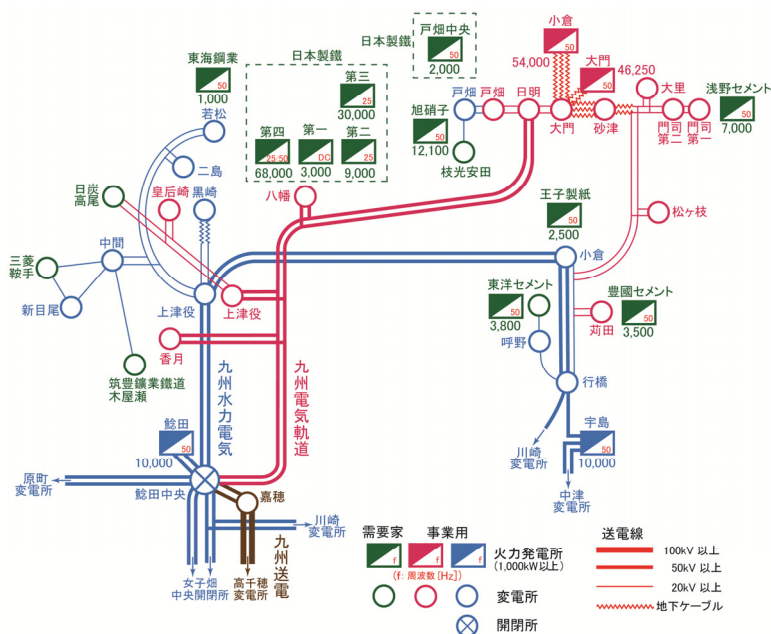


図4 北九州と周辺地域の50Hz電力系統と自家用電気工作物(昭和12年)

筑豊炭田に点在する供給用変電所や送電線、炭鉱自家用発電所等は、一部を除き省略している。図中、青色は九水、赤色は九軌の電気工作物を示す。大門、小倉の大容量火力を擁する九軌は、若松を除く北九州工業地帯を主な供給区域としている。一方、九水は筑後川・大分川・大野川の各水系で発電した電力を女子畑中央Sw.Sに集め、女子畑鯉田線(66kV 4回線)で鯉田中央Sw.Sへ送電し、鯉田上津役線(66kV 2回線)により筑豊炭田から若松市方面に電力を供給している。また、上津役小倉線(66kV 2回線)により宇島PSのある豊前方面と連繋している。

九州送電(以下、九送)は、宮崎県の五ヶ瀬川・耳川の水力開発と北部九州への送電を目的に、東邦電力、九水、電気化学工業、住友家の共同出資により1925(大正14)年5月に設立された<sup>40)</sup>。ここで、東邦電力は1921(大正10)年に九州電灯鉄道と関西電気(本社・名古屋市)の合併により誕生し、九州内の供給区域を福岡市・久留米市の周辺から佐賀・長崎両県にまで拡大していた。三井系の電気化学工業は大牟田市の硫酸工場、住友家は日米板ガラス二島工場(後の日本板硝子若松工場)への電力供給が目的であった<sup>31)</sup>。その後、九水は電気化学工業の持株を取得し、九送を支配下に置いた。九送は、昭和7年までに合計出力36,170kWの水力発電所を五ヶ瀬川水系(高千穂PS、三ヶ所PS、回瀬PS)と耳川水系(山須原PSと田代PS)に建設し<sup>24)</sup>、高千穂SS—嘉穂SS間の福岡幹線(110kV 2回線)で、九水鯉田中央Sw.Sに50Hz電力を送電した。

## 2.7 自家用火力発電所

発展を続ける北九州工業地帯では、大規模工場の旺盛な電力需要を自家用発電が支えていた。図4に、1937(昭和12)年当時の自家用火力(出力1,000kW以上)を示す。その多くが、廃熱の回収や作業用蒸気(process steam)の発生に伴う発電であった。なお、日本製鐵(以下、日鐵)は日本製鐵株式会社法(昭和8年9月1日施行)により、官営八幡製鐵所・九州製鐵・輪西製鐵・釜石鉱山・富士製鋼・三菱製鉄・東洋製鉄が合同した国策会社である。

浅野セメント門司工場(門司市)、東洋セメント小倉工場(企救郡東谷村)、豊國セメント門司工場(京都郡荏田町)では、セメント焼成用回転窯(rotary kiln)の排ガスを余熱利用ボイラー(waste heat boiler)<sup>41)</sup>に送る廃熱回収発電を行っていた。王子製紙小倉工場(小倉市)では、発電と平行して製紙工程の作業用蒸気を供給する抽汽タービン(extraction turbine)<sup>43)</sup>稼働していた<sup>25)</sup>。旭硝子の牧山工場・曹達工場(戸畑市)は、Ljungström型背圧タービン(back pressure turbine)<sup>24)</sup>で発電し、その排蒸気をガラス溶融用のガス発生炉や、Solvay法によるソーダ灰(Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)の生産に必要なアンモニア蒸留装置に供給していた<sup>44)</sup>。これらの工場は自家用火力(50Hz)を運転し、電力の不足分を九軌や九水から受電した。

日本製鐵八幡製鐵所では、緊急時の保安電力の確保と、コークス用石炭の選炭工程で発生する粉炭や製鉄・製鋼工程で排出される副生ガスの有効利用を目的に、大規模な自家用発電設備を有していた。総

出力112MWは九軌の火力発電を凌ぎ、電気方式も直流・三相25Hz・三相50Hzが混在していた。

八幡製鐵所初の発電設備は、1900(明治33)年5月に東田高炉の送風機室に設置した直流発電機(185kW)である。DC220Vで起重機や補助機械用の直流電動機と、照明用炭素電球(240V, 16燭)に電力を供給した<sup>6)</sup>。明治36年、八幡製鐵所は直流負荷の増加に対応して初期発電所の出力を925kWに引き上げ、明治42年には直流中央発電所(2,250kW)を竣工させた。表5,6は、昭和11年末における八幡製鐵所の自家用発電設備を示している<sup>6,24,42,47)</sup>。初期発電所と直流中央発電所は既に廃止され、第一PS(3,000kW)、第二PS(9,000kW)、第三PS(30,000kW)、第四PS(68,000kW)、戸畑中央PS(2,000kW)の5ヶ所が稼働中である。後に、各発電所は「東田」、「尾倉」、「西田」、「戸畑」に名称変更された(以下、変更後の名称で表記)。

1915(大正4)年運開の東田PS1号機は、Gutehoffnung社製ガス機関でSiemens Schükart社製直流発電機を駆動した<sup>24)</sup>。燃料は高炉ガス(blast furnace gas:BFG)であった<sup>6)</sup>。大正8年に2号機(ガス機関は三井三池製作所製)が増設され、出力3,000kWとなった。写真

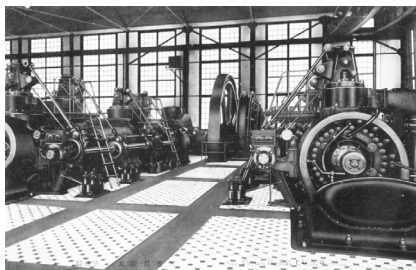


写真3 八幡製鐵所第一発電所

表5 八幡製鐵所の内燃力発電設備(昭和11年12月末)

発電所	ガス機関				発電機			
	型式	出力[kW]	回転数[rpm]	製造会社	容量[kW]	電気方式・電圧[V]	製造会社	使用開始
第一(東田)	復動	1,100	110	GH	1,000	DC 240	SS	1 大4.4
	串型	2,200	100	三池	2,000	〃	芝浦	1 大8.9

(GH:Gutehoffnung, 三池:三井三池製作所)

表6 八幡製鐵所の汽力発電設備(昭和11年12月末)

発電所	水管式ボイラー							タービン					発電機														
	型式	燃焼方式	汽圧[kgf/cm <sup>2</sup> ]	蒸発量[kg/h]	製造会社	常用	予備	使用開始	型式	汽圧[kgf/cm <sup>2</sup> ]	汽温[°C]	出力[kW]	回転数[rpm]	製造会社	容量[kVA]	電気方式・電圧[V]	周波数[Hz]	製造会社	常用	使用開始							
第二(尾倉)	水管式	鎖床ストーカー	9.5	12,500	B&W	7	〃	大8.9	Zoelly	7	170	3,300	1,500	EW	3,530	3φ 3,500	25	SS	2	大5.4							
									〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
第三(枝光)	水管式	〃	14.0	13,000	B&W	10	2	大9.11	Curtis	13	250	8,250	〃	GE	9,375	〃	25	GE	2	大7.5							
									Persons	〃	〃	〃	〃	WH	〃	〃	〃	WH	1	大10.10							
									Curtis-Rateau	〃	〃	〃	〃	AEG	9,380	〃	〃	AEG	1	大14.11							
第四(西田)	セクショナル	〃	27.0	40,000	B&W	2	〃	昭3.9	Zoelly	25	370	26,000	〃	三菱	25,000	〃	〃	三菱	1	昭3.9							
									〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃		
									〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
									〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
〃	Yallow	微粉炭COG	〃	75,000	日立	2	〃	昭7.9	Zoelly	〃	〃	27,400	〃	石川島	25,000	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃		
									Curtis-Rateau	〃	〃	36,000	3,000	日立	31,250	3φ 6,600	50	日立	1	昭11.11							
戸畑中央(戸畑)	水管式	BFG	11.3	5,000	B&W	5	〃	大8.7 大9.9	混成	10.5	250	1,540	3,000	BBC	1,750	3φ 3,500	50	BBC	1	大9.9							
									反動	〃	〃	550	〃	WH	625	〃	〃	〃	WH	2	大14.11						

(WH:Westinghouse, AEG:Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, COG:コークス炉ガス, BFG:高炉ガス, \*所内電力用補助発電機)

3は、2号機増設後の東田PS内部と推測される<sup>45)</sup>。

大正5年、庄延工場の排蒸気を利用する尾倉PSが運開し、排気タービン(exhaust turbine)<sup>43)</sup>を用いて三相3,500V 25Hzを供給した<sup>24)</sup>。25Hz電源は、大正7年に枝光PS、昭和3年に西田PSが運開している。西田PS1号機(20,000kW)は、三菱長崎造船所がスイスEscher Wyss社と技術提携により製造したZoelly式タービン発電機の初号機である<sup>46)</sup>。1936(昭和11)年、西田PSに微粉炭とコークス炉ガス(coke oven gas:COG)を混焼する7,8号ボイラー(日立製作所製, Yallow型)と3号タービン発電機(日立製作所製, 三相6,600V 50Hz)が完成し、25Hz系統との調整融通用に2基の周波数変換機(日立製作所製, 12,500kVA)も設置された<sup>42,47)</sup>。八幡製鐵所八幡地区は三種類の動力線(DC, 25Hz, 50Hz)が混在することになった。

八幡製鐵所戸畑地区の前身・東洋製鐵が1920(大正9)年に建設した戸畑PSは、燃料にBFGを用い三相3,500V 50Hzを供給した。そのため、戸畑地区は単一周波数(50Hz)で構内電化が進行した。

## 2.8 八幡製鐵所における電源周波数の選定

1916(大正5)年の尾倉PS建設に際し、八幡製鐵所は設備上の理由で三相25Hzを採用した。低い電源周波数が有利な設備として、①庄延工場の主ロール用原動機(低速の誘導電動機)、②電力変換用の回転変流機(rotary converter)、③特殊鋼製造用の低周波誘導炉(low frequency induction furnace)の3点を挙げている<sup>6,47)</sup>。

大正5年に操業を開始した条鋼工場(第2中形工場)では、連続庄延機用原動機に従来の蒸気エンジンに替えて1,400kWの誘導電動機(3,300V 25Hz)を初めて導入した<sup>6)</sup>。ロール回転数は133rpmと低く、庄延機に直結した巻線型三相誘導電動機を二次抵抗で制御したと推測される<sup>46)</sup>。誘導電動機は低い電源周波数ほど極数が少なく、小形・低価格であった。その後、50Hz用誘導機や減速歯車の性能が向上し<sup>47)</sup>、25Hzの優位性は失われた。

大正8年頃、八幡製鐵所は旧来の直流システムと三相25Hzの連系用に、構内の変電所(第一SS、第二SS、第三SS)に25Hz用回転変流機(1,000kW 六相177V/DC240V)を1基ずつ設置した<sup>48)</sup>。初期の回転変流機は、50Hz以上では整流状態が不安定で、乱調(hunting)や出力端子間の閃絡(flash over)を生じ易く、通常25Hz

以下で設計された<sup>49)</sup>。1911(明治44)年5月に鉄道院初の電化区間となった信越線の横川―軽井沢間(碓氷峠)でも、25Hz仕様の回転変流機が使用された。横川PS(汽力、2,000kW)が供給する三相6,600V 25Hzを、2ヶ所の直流変電所(丸山SSと矢ヶ崎SS)に設置した4基のFelton & Guillaume-Lahmeyer製回転変流機(450W, 六相240V/DC650V)で直流に変換した<sup>32,50)</sup>。東京―高島町間の京浜電車開業のため1914(大正3)年に運開した鉄道院・矢口PS(内燃力、4,365kW)も<sup>51)</sup>、六相回転変流機を設置した直流変電所(大井SSと原宿SS)に、三相11kV 25Hzを送電している<sup>32)</sup>。当時の日本では、電鉄用を中心に25Hz仕様の回転変流機が主流であった。

1915(大正4)年、British Westinghouse社は負荷変動時の整流状態を改善し、閃絡を防止する高レクタンス型補極(high reluctance interpole)付の50Hz用回転変流機を開発した<sup>49)</sup>。その後、日本国内でも50/60Hz用回転変流機が普及し、大正11年頃、九軌の電鉄用変電所・小倉第一SS(旧小倉SS)で、BTH製電動発電機3組を芝浦製50Hz用回転変流機(500kW, 六相445V/DC600V)3基に換装している<sup>34,52)</sup>。

第一次世界大戦の勃発で兵器用特殊鋼の需要が急増した八幡製鐵所は、1916(大正5)年10月に製鋼用電気炉の一種・低周波誘導炉(low-frequency induction furnace)を導入した<sup>6)</sup>。基本構造は巨大な内鉄形変圧器で、スクラップを含む導電性の装入物を二次回路として、誘導電流によるオーム損で溶鋼を生産する<sup>53)</sup>。八幡製鐵所は、2組の閉磁路(鉄心)を有する二相Röchling-Rodenhauer式低周波誘導炉(容量3t)を採用した<sup>54)</sup>。三相3,500V 25Hzを相変換用変圧器(Scott結線)で二相に変換し、2ヶ所の一次巻線に通電した。しかし、本形式の誘導炉は構造上漏れ磁束が大きき<sup>55)</sup>、漏洩インダクタンス(leakage inductance)による力率低下を防ぐため、25~30Hzでの運転が必要であった<sup>54)</sup>。大正9年、八幡製鐵所は経済性の悪い低周波誘導炉を停止し、大正11年に電源周波数の制約がないHéroult式電弧炉(electric arc furnace)を設置した。以後、電弧式が製鋼用電気炉の主流となった。

八幡製鐵所における直流や三相25Hzの採用は、電気機器や電力応用技術の発展段階を如実に反映している。大正末には、50Hzに対する技術的障壁が低下し、旧式の25Hzシステムは設備拡張の障害となっていた可能性が高い。しかし、既存設備の周変は巨額な工事費が必要で、八幡地区では戦後も25Hz用発電設備が稼働を続けた。

### 3. 戸畑火力発電所の誕生

#### 3.1 西部共同火力発電設立の経緯

1931(昭和6)年9月に満州事変が勃発すると、北九州の鉄鋼業や重化学工業は相次いで増産体制に入った。工場動力の自給方針を堅持し、直流と25Hzが混在する独自の電力システムを構築した八幡製鐵所も、電力消費の増加に対応するため受電の強化を迫られた。1936(昭和11)年、八幡製鐵所は所内周波数を50Hzに統一することを決定し<sup>56)</sup>、以後新設される設備は全て50Hz仕様とした。一方、急増する電力需要に対し九水ブロック(九水、九軌、九送)の発電電力に余力はなく、新たな電源の確保が急務となった。

1934(昭和9)年、九水は大分川水系の野畑PS(2,740kW)や筑後川水系の三芳PS(4,600kW)、九送は耳川水系の塚原PS(50,000

kW)の新設を計画した<sup>40)</sup>。九水は補給火力として小倉PSの隣接地に石炭火力(25MW)の新設を計画し、九軌に対しても大門PSの出力増加(6,250kW)<sup>注2)</sup>を指示した<sup>40)</sup>。昭和10年1月、九水は新火力の設置を通信省に申請した。通信省は各社独自の火力増強は事業投資の膨張と設備利用率の低下を招くとして、電力統制の観点から共同火力方式を慫慂した<sup>59)</sup>。1936(昭和11)年5月18日、九水、九軌、九送、九州共同火力発電(以下、九州共同火力)、日鐵の共同出資により西部共同火力発電株式会社(以下、西部共同火力)が創立された。60Hz圏に属する九州共同火力が50Hz圏の西部共同火力に出資した目的は、50/60Hz両周波数で事業を展開する九水を媒介として共同火力2社が緊密に連携し、発電の合理化を図ることにあった。

西部共同火力は、筑豊炭田に近く電力負荷の中心である北九州地区の沿岸部(戸畑市中原)に総出力150MWの発電所建設と、将来の増設(同一敷地内に最大300MW)を計画した。そして、第1期工事として1,2号機(各27MW, 所内電力用を含む)の建設に着手し、続いて第2期工事(3号機, 53MW)、第3期工事(4号機, 53MW)に着手した。3期に及ぶ建設工事は全て大倉土木(現・大成建設)が担当した。

戸畑PS着工後の昭和14年1月、九軌は小倉PSに3号機(27MW)を増設した。タービンは石川島造船所製(出力27,000kW)、主発電機(27,800kVA)と所内用発電機(2,500kVA)は芝浦製作所製であった<sup>60)</sup>。日本発送電に移管後の昭和18年3月、小倉PSに5号缶(日立製作所製、Yellow型)が増設され、認可出力は81MWとなった。

#### 3.2 共同火力の時代

表7は、戦前に創立された共同火力各社の発電設備である(認可出力は昭和26年5月の電力再編成時のもの)。全発電所が微粉炭燃焼式ボイラーを採用しており、戸畑PS以外は60Hz用である。

関西共同火力発電株式会社(以下、関西共同火力)は、1931(昭和6)年7月に日本電力、大同電力、宇治川電気、京都電灯の4社の共同出資により設立された<sup>62)</sup>。昭和5年、通信省は関西地区の複数の電気事業者が提出した合計300MWの火力発電所許可出願に対し、電力統制の観点から一会社ではなく一電力市場を単位とする共同火力発電会社の設立を指示した。共同火力のメリットとして、①各社個別の水力発電設備に対する補給火力を一ヶ所に集約できること、②高効率の大規模火力の建設により、設備の合理化と発電所敷地および貯炭場の不足解消できることの2点が強調されていた<sup>61)</sup>。昭和7年9月、関西共同火力の第1期計画として兵庫県武庫郡大庄村地先の尼崎築港埋立地で尼崎第一PSが着工され、昭和11年11月に完成した<sup>63)</sup>。同年12月には第2期計画の尼崎第二PSが着工さ

表7 戦前に創立された共同火力発電株式会社

社名	創立	所属発電所および認可最大出力*	
関西共同火力発電	昭6年7月	尼崎第一 318MW	尼崎第二 300MW
九州共同火力発電	昭10年1月	港第一 116MW	港第二 54MW
西部共同火力発電	昭11年5月	戸畑 133MW	
中部共同火力発電	昭11年7月	名港 138MW	

(\*昭和26年5月時点)

注2) 昭和10年頃、ボイラーに余力のある小倉PSから大門PSへ蒸気を送る送汽管が設置された<sup>57,58)</sup>。

れている。しかし、1939(昭和14)年4月に電力国家管理政策に基づく国策会社・日本発送電が設立されると、関西共同火力の両発電所は現物出資の対象となり、同社は解散した。

九州共同火力株式会社は、1935(昭和10)年1月に三井鉱山、熊本電気、九州電力[1](昭和5年に電気化学工業と熊本電気の出資で設立された送電会社)、九水、九送、東邦電力の6社の共同出資により創立された<sup>31)</sup>。当初、三井鉱山系の化学会社・東洋高压工業(現・三井化学)の窒素工場新設による需要増に対応するため、三井鉱山と熊本電気の共同火力として構想されたが、熊本通信局は電力統制の見地から電力各社の連絡協力を重視するよう指導を行った<sup>30)</sup>。創立に際し、九州共同火力は三井鉱山が大牟田市新港町に建設した港PS(21MW、後の港第一PS)を譲り受け、発電設備の拡充を進めた。その後、筑豊諸鉱の自家用火力と同様に、港第一PSは日本発送電への出資を免除された。昭和14年5月、九州共同火力は九州火力発電株式会社に商号変更し、戦時下も事業を継続した。九州火力発電は、終戦と同時に日本発送電に統合され、空襲で被災し工事が中断していた港第二PSの建設も再開された。

中部共同火力発電株式会社(以下、中部共同火力)は、1936(昭和11)年7月に中部地区の水火併用推進を目的に東邦電力、矢作水力、日本電力、大同電力、揖斐川電気、中部電力[2](昭和5年に設立された東邦電力の関連会社で、同社の豊橋地区と旧岡崎電灯の事業を継承)、合同電気の7社の共同出資で設立された<sup>64)</sup>。昭和14年1月に名古屋市一州町に名港PSが竣工したが、同年10月には日本発送電に出資された<sup>65)</sup>。

共同火力4社の中で、西部共同火力のみ当時の五大電力(東京電灯、東邦電力、大同電力、宇治川電気、日本電力)が資本参加していない。また、一般電気事業者以外の出資は、九州共同火力の三井鉱山と西部共同火力の日鐵の2例である。三井鉱山は九州共同火力の筆頭株主(出資率36%)で、最大の需要家(三井鉱山と関連会社の需要電力は、昭和11年末で全供給電力の61.5%)であった<sup>31)</sup>。よって、港PSは実質的に三井鉱山の自家用火力と見做されていた。一方、西部共同火力は5社の均等出資で、昭和13年末の需要電力は九水50%、九軌10%、日鐵40.0%であった<sup>59)</sup>。昭和30年代後半以降、日本各地の製鉄所(鹿島、君津、和歌山、水島、福山、戸畑、大分)に隣接して電力会社と製鉄会社の共同出資による共同火力が建設されたが、戸畑PSはその草分け的存在である。

昭和11年度の調査では、主要火力の炭価(1トン当りの価格)は九州共同火力港第一PSが8.7円、九軌小倉PSが9.9円、関西共同火力尼崎第一PSが15.8円、東邦電力名古屋PSが19.0円である<sup>66)</sup>。但し、阪神方面は主に九州炭が用いられ、中部地方は九州炭・北海道炭・満州炭・樺太炭の混戦地であったという。産炭地から隔離した尼崎第一PSに対し、山元発電である港第一PSの炭価は約半分で、筑豊炭田に近い小倉PSの単価も低く抑えられている。小倉PSに近い戸畑PSも、燃料調達面で有利であった。一方、尼崎第一・尼崎第二・名港の各発電所は、割高な炭価に対応するため高効率の発電設備の導入が不可欠であったと推察される。

### 3.3 戸畑発電所の建設

戸畑PSの年表を表8に示す<sup>59,60,67)</sup>。会社設立から送電開始まで1年7ヶ月(起工から1年2ヶ月)と短期間で完成している。会社設立時

表8 戸畑発電所年表

年	月日	事項および関連事項
1936(昭11)	3.9	西部共同火力発電、電気事業許可申請
	5.6	西部共同火力発電の電気事業許可
	5.18	西部共同火力発電株式会社設立
	10.13	第1期工事起工
1937(昭12)	12.9	1号ボイラー、1号タービン発電機使用許可(認可出力27MW)。九水中原変電所、西谷開閉所、関連送電線の使用認可
	12.16	発電事業開始、九水(西谷)1,2号線送電開始
	12.21	日鐵(八幡製鐵)1,2号線送電開始
	12.30	2号ボイラー、2号タービン発電機使用許可
1938(昭13)	8.1	通信省、日本発送電への現物出資を通知
	10.10	3号ボイラー使用許可
	12.22	3号タービン発電機使用許可、認可出力53MW
1939(昭14)	3.24	九軌(日明)1号線送電開始
	3.29	4号ボイラー使用許可
	4.1	日本発送電設立、西部共同火力発電解散
1940(昭15)	6.25	5号ボイラー使用許可
	10.15	西谷3号線送電開始
	11.7	4号タービン発電機使用許可、認可出力106MW
1942(昭16)	1.20	日鐵3,4号線送電開始
1942(昭17)	11.8	6号ボイラー使用許可、認可出力133MW
1946(昭21)	5.8	[事故]3号タービン付近で火災、配電盤等焼失
	8.24	賠償施設に指定
1947(昭22)	1.14	[事故]3号タービン、高圧段ノズル折損
1948(昭23)	1.14	[事故]3号タービン、高圧段動翼折損
	3.15	(事故)4号タービン、高圧段動翼折損
1949(昭24)	3.8	[事故]1号ボイラー主汽管破断、2号ボイラー主汽管も損傷
1950(昭25)	1.25	7号ボイラー使用許可
	4.7	8号ボイラー使用許可
	4.24	2号タービン発電機周変工事完了、60Hz運転開始
	11.30	1号タービン発電機周変工事完了、60Hz運転開始
1951(昭26)	1.31	日明2号線送電開始
	5.1	日本発送電解散、九州電力株式会社に編入
	11.10	7号ボイラー、ダブルサイクロン式集塵装置据付
1952(昭27)	3.31	8号ボイラーダブルサイクロン式集塵装置据付
	4.26	賠償施設指定解除
1954(昭29)	2.6	八幡製鐵第2ストリップ工場へ送電開始(66kV、60Hz)
	4.1	ブライアッシュ(コトレル集塵装置採取)の販売開始
1957(昭32)	1.29	八幡化学工場へ送電開始(66kV、60Hz)
1959(昭34)	4.1	7,8号ボイラー休止届提出
	12.12	4号タービン発電機運転休止
1960(昭35)	5.8	3号タービン発電機運転休止、50Hz発電停止
	6.14	八幡製鐵線(11kV、50Hz)送電停止
	6.30	1,2号機補機周波数変更完了、戸畑鯉田線(66kV、50Hz)送電停止
	7.13	4~6号ボイラー、3号タービン発電機休止届提出
	12.8	3,4号タービン発電機廃止認可、認可出力54MW
1961(昭36)	12.8	4~8号ボイラー廃止認可
1962(昭37)	11.12	1,2号タービン発電機(60Hz)運転休止
1964(昭39)	4.1	戸畑発電所休止
	8.31	戸畑発電所廃止認可
	10.1	戸畑発電所廃止

に稼働中であった港第一PSは例外として、尼崎第一PS(5年4ヶ月)、名港PS(2年4ヶ月)と比べても驚異的な早さである。戦時色が強まる中で増産体制に入った北九州の重工業にとって、戸畑PSの運開は喫緊の課題であったことが分かる。早期の竣工を可能にした要因として、以下の4点が挙げられる。

①人材と技術の蓄積



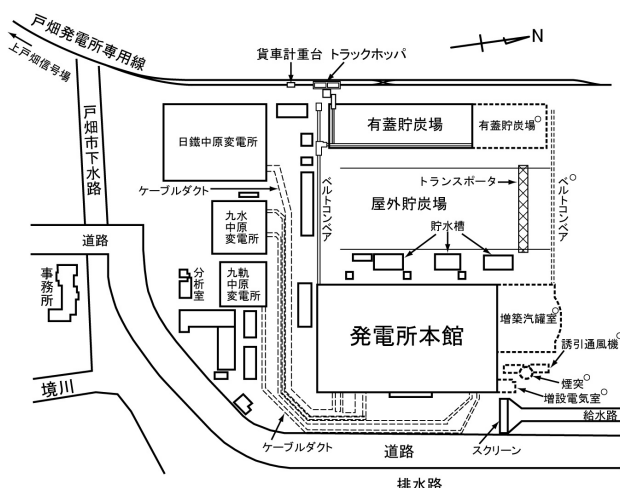


図5 戸畑発電所構内配置図(昭和15年) (○戦後増設部分)

戸畑PSの設計は、九軌の技術陣(火力発電研究所と臨時建設部)が担当した<sup>67)</sup>。火力発電研究所は、補給火力の新設を計画する九水の依頼により1935(昭和10)年2月に九軌社内に発足した。所長は取締役専務の浜口榮枝、主席研究員は高柳與四郎、顧問は九州大学工学部機械科教授の山口修一であった。同研究所は、発電コストの低減を目標に、低品位炭を混炭した微粉炭燃焼試験を小倉PSで実施している。西部共同火力創立後、浜口は同社技術顧問、高柳は機械課長に就任し<sup>59)</sup>、その後高柳は日本発送電の石炭部部長や理事を歴任している<sup>68,69)</sup>。大門・小倉両発電所の建設と運用の経験から、九軌内部に火力発電に精通した人材が育っていたことが分かる。

②建設用地の円滑な取得

当初、戸畑PSの建設候補地は小倉市平松海岸の九軌埋立地(大門・小倉両発電所の灰捨て地)であった<sup>59)</sup>。最終的に大口需要家の八幡製鐵所戸畑地区に隣接した戸畑市中原海岸の日鐵埋立地(鉄滓処分場、0.16km<sup>2</sup>)が選定され、日鐵側の配慮により安価で提供された。

③建設資材の確保

需要の逼迫で建設資材が高騰する中、日鐵の指示による鋼材の優先的配給や、ポルトランドセメントに替わる安価な高炉セメントの採用により工事の遅延を免れた<sup>59)</sup>。

④発電設備の事前発注

時節柄軍需品の生産が優先され、当時は発電設備や機器の納期



写真4 戸畑発電所全景(昭和29年頃)  
(戸畑市勢要覧 昭和29年度版より)

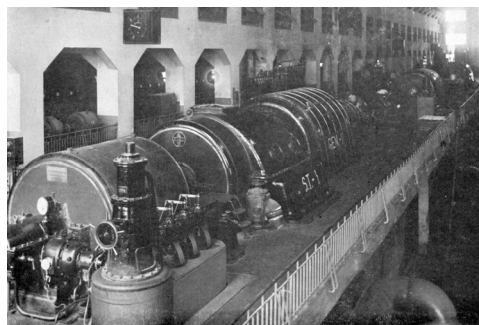


写真5 戸畑発電所汽機室(昭和26年頃)  
(日本発送電九州支部発行 解散記念写真帖より)

遅延が常態化していた。九水は、西部共同火力創立前の昭和10年12月に新設火力用ボイラー2缶を事前に発注している<sup>70)</sup>。また、1号機の発電機は会社創立後半年で完成しており、これも事業許可以前に発注された可能性が高い。

戸畑PSの誕生は、関係者の協力と事前準備の賜であり、幾重もの幸運に恵まれていたことが分かる。

3.4 構内設備

戸畑PSの構内配置を図5に示す<sup>67,71)</sup>。発電所敷地は戸畑市大字中原字先の浜で、石炭の貨車輸送用に鹿児島本線上戸畑信号所から専用線が伸びている。屋外貯炭場(面積8,000m<sup>2</sup>)では、クラブバケットを装着した橋形クレーン(トランポーター)により積替や混炭を行った。一方、上家付きの有蓋貯炭場(面積3,000m<sup>2</sup>)は、雨露を避けて湿炭を乾燥させる設備で、低品位炭の消化に不可欠であっ

表9 戸畑発電所の発電設備

ボイラー					タービン					発電機											
番号	型式	汽圧 [kgf/cm <sup>2</sup> ]	蒸発量 [kg/h]	製造会社	製造年月	番号	型式	汽圧 [kgf/cm <sup>2</sup> ]	汽温 [°C]	出力 [MW]	回転数 [rpm]	製造会社	製造年月	番号	容量 [kVA]	力率	電気方式・電圧[V]	周波数 [Hz]	製造会社	製造年月	
1	三胴型	43	144	三菱長崎	昭12.1	1	Zoelley	40	435	27	3,000	石川島	昭12.4	1	31,250	0.8	3φ 11,000	50	芝浦	昭11.11	
2	"	"	"	"	昭12.2										*2500	"	"	3,500	"	"	
3	"	"	"	"	昭12.3										31,250	"	"	11,000	"	"	
4	"	"	"	"	昭13.7	2	"	"	"	"	"	"	昭12.8	2	*2500	"	"	3,500	"	"	
5	"	"	"	"	昭14.9										62,500	"	"	11,000	"	三菱電機	昭13.5
6	"	"	"	"	昭17.1	3	"	"	"	53	"	三菱長崎	昭13.5	3	*3750	"	"	3,500	"	"	
7	"	45	135	西日本	昭25.3										62,500	"	"	11,000	"	"	
8	"	"	"	"	昭25.6	4	"	"	"	"	"	石川島	昭15.3	4	*3750	"	"	3,500	"	芝浦	昭15.4

(西日本:西日本重工長崎造船所, \*所内用発電機) ※1,2号タービン発電機は周波数変更工事前の仕様

た<sup>72</sup>)。また、5基の運炭用ベルトコンベアは200t/hの輸送力を有している。発電所本館は、貯炭場側から汽罐室、中間室、汽機室、電気室に分かれている。各ボイラーは専用の電気集塵機(2室2群)と誘引通風機、煙突を有し、本館屋上には6本の煙突が整列している<sup>71</sup>)。復水器用冷却水は沖合で取水し、戸畑市下水路の下流に放水した。焼却灰は海水と混和され、灰流管により小倉市日明地先の埋立地に流送された。写真4<sup>73</sup>)は、昭和29年頃に撮影された戸畑PSの全景で、戦後増設された汽罐室(7,8号ボイラー用)と大煙突、揚炭用ベルトコンベア、拡張された有蓋貯炭場が確認できる。

1942(昭和17)年11月の第3期工事竣工により、戸畑PSは設備容量160MW、認可出力133MWと九州最大の火力発電所になった。その地位は、昭和29年10月に築上PS(築上郡八屋町)の3号機が完成するまで続いた<sup>31</sup>) (実際は、ボイラー6缶のうち4~5缶が連続運転可能で、最大出力は100MW程度であった<sup>67</sup>)。戸畑PSの発電設備の概要を表9に示す<sup>25,67</sup>)。ボイラーは三胴型水管式で、各缶3台の回転胴式微粉炭機(tube mill)を備えている。ミルの容量は1~6号缶用が10t/h、7,8号缶用が15t/hである。タービンはZoelly式衝動2気筒復水型で、三菱重工長崎造船所製の3号機(53MW, 3,000rpm)は当時の記録品であった<sup>74</sup>)。主発電機(端子電圧11kV)と所内用発電機(端子電圧3.5kV)は一軸直結で駆動され、冷却方式は密閉冷却空気循環式で、炭酸ガス消火装置を備えていた。写真5<sup>58</sup>)は戸畑発電所の汽機室で、左手前から1号機の高圧タービンと調速機、低圧タービン、主発電機、補助発電機の順で一列に並び、低圧タービンの下段が復水器である。右手側には2号機、3号機が確認できる。

電気室内の主母線(11kV)は銅帯を用いた二重母線で、本館出口の断路器を責任分界点として各社の屋外変電所に供給した<sup>71</sup>)。建設当初、日鐵中原SSは11kVを33kVに昇昇し2回線(日鐵1,2号線)で八幡地区の枝光PSに送電した<sup>47,67</sup>)。戸畑地区には11kV 7回線で送電していた。一方、九水中原SSでは66kVに昇昇後、2回線(九水1,2号線)で九水西谷Sw.Sに送電した。九軌中原SSでも66kVに昇昇後、地中ケーブル2回線(九軌1号線)で九軌日明SSに送電した。敷設された電力ケーブル(単芯66kV)の亘長は15,744mで、当時日本最長の油入ケーブル(oil-filled cable)であった<sup>75</sup>)。

### 3.5 ボイラー設計発熱量

当初、戸畑PSでは筑豊炭(筑豊粉炭、筑豊沈殿炭)に日鐵硬炭を約30%混炭した発熱量4,700kcal/kg程度の燃料を使用する計画であった<sup>67</sup>)。粉炭は選炭用の水選機で分離される直径0.3~20mm以下の石炭で<sup>76</sup>)、灰分や発熱量は塊炭と同等であるが、湿分の除去が困難で風化しやすいため低価格である<sup>77</sup>)。沈殿炭は水選機の排水を処理する沈殿槽から回収した微粉炭で<sup>78</sup>)、廃石粉を含むため低品位である。日鐵硬炭は、八幡製鐵所においてコークス用原料

表10 九州主要火力ボイラーの設計石炭発熱量

発電所	運開年月	設計石炭発熱量[kcal/kg]×缶数	燃焼方式
大門	明44.5	6,700×18	ストーカー
名島	大9.4	6,200×12 5,400×1	〃
港第一	昭6.7	7,000×3 7,200×8	微粉炭
小倉	昭6.11	5,300×4 5,244×1 5,300×1*	〃
戸畑	昭12.12	5,500×6 5,000×2*	〃
港第二	昭22.8	5,069×2 5,069×2*	〃

(\*戦後の増設分)

炭(強粘結炭)の選炭工程で排出される沈殿炭で、粘結性があり灰分が多い(灰分40%、発熱量4,000~4,500kcal/kg)<sup>67</sup>)。

昭和11年当時、発電用石炭の平均発熱量は6,500kcal/kgで、5,400kcal/kg以下は商品価値のない粗悪炭と呼ばれ、主に山元発電用の燃料であった<sup>79</sup>)。昭和9年頃、明治鉱業は自家火力の赤池PSで沈殿炭(灰分30%、発熱量5,100kcal/kg)を使用している<sup>80</sup>)。

表10は、福岡県内で戸畑PSと同時期に稼働した事業用火力発電所のボイラー設計石炭発熱量の一覧である<sup>25</sup>)。ストーカー燃焼式の大門PSと名島PSのボイラーは6,000kcal/kgを越えている。また、三井三池鉱の山元発電所である港第一PSは、高カロリーの三池炭を想定して7,000kcal/kgで設計されている。

小倉PSのボイラーは約5,300kcal/kgで、低品位炭の混炭が可能で設計である。初期の小倉PSは、北九州地区の辺縁部に位置する日本炭礦遠賀礦業所(旧・三好鉱業、遠賀郡水巻町)の高尾炭を大量に使用した<sup>81</sup>)。高尾炭(別名・高尾臭石)は、同鉱の高尾坑と梅の木坑で炭層上層の臭石五尺層から採掘された低品位炭で<sup>82,83</sup>)、昭和9年の資料<sup>84</sup>)では灰分31%、硫黄分3.4%、発熱量4,995kcal/kgとなっている。小倉PSにとって、遠賀礦業所の石炭は筑豊炭の中でも輸送コストが低く<sup>83</sup>)、高尾炭も廉価で取引されたと推測される。しかし、硫黄分が多く排煙中の亜硫酸ガス濃度が高いため、小倉PSは煙突の建替(新たに地上高90mの大煙突を築造)など煙害対策を実施している<sup>81</sup>)。

戸畑PSは、1~6号缶の設計発熱量を5,500kcal/kgに設定した。小倉PSで磨かれた微粉炭燃焼技術を武器に、安価な低品位炭による低廉な電力の供給を目指したことが分かる。一方、昭和25年に増設された戸畑PSの7,8号缶は更に低い5,000kcal/kgで設計された。昭和22年運開の港第二PS(着工は昭和15年1月<sup>60</sup>)も5,069kcal/kgのボイラーを採用している。これは、戦中戦後の極端な石炭不足と炭質の低下に対応した措置と考えられる。

## 4. 戦後混乱期の戸畑発電所

### 4.1 戦時中の苦闘

1939(昭和14)年4月に日本発送電が設立され、北九州地区では九軌と西部共同火力の全火力(大門・小倉・戸畑)と関連する送变电設備が移管された。当時の戸畑PSは第3期工事の途中で、4号機は昭和15年11月に使用認可となった<sup>67</sup>)。しかし、物資不足から6号缶の建設が遅れ、計画から2年半後の昭和17年11月に竣工した。

石炭火力の経済的な運用では、火力の比重が低い豊水期に可能

表11 低品位炭消化責任率(昭和18年上期)

発電所	低発熱量炭[%]	特殊炭[%]	合計[%]
名港	25	10	35
尼崎第一	25	10	35
尼崎第二	25	10	35
小倉	22	3	25
大門	15	0	15
戸畑	45	10	55
名島	15	0	15
相浦	30	0	30

注3) 日本炭礦専用線(頃末一折間、昭和2年開通<sup>85</sup>)と鹿児島本線の合計20km弱を貨車積みで輸送したと推測される。

限り低品位炭を消化し、比重が高まる渇水期に貯炭場に温存した優良炭を使用する。1940(昭和15)年秋、日本発送電は発電所毎に低品位炭の混焼割合を査定し、これを超えて低品位炭の消化に努めた発電所に奨励金を交付する「四等炭消化奨励制度」を始めた<sup>60)</sup>。昭和18年上期における主要火力の低品位炭消化責任率を表11に示す。相浦PS(64.5MW)は、昭和14年に運開した旧東邦電力の微粉炭火力である。ここで、低発熱量炭は炭鉱が生産する低品位炭で、特殊炭は洗浄炭(需要家の選炭作業で発生した低品位炭)や水没炭(選炭作業や荷役中の荷こぼれで水中に堆積した石炭)等である<sup>86)</sup>。戸畑PSでは日鐵硬炭が特殊炭に該当する。大門・名島などストーカー燃焼式火力の消化責任率は合計15%と低く、旧式微粉炭火力の小倉PSは25%、名港・尼崎第一・尼崎第二など新鋭微粉炭火力は35%に設定されている。戸畑PSの消化責任率は55%で、大門PSの3.7倍、小倉PSの2.2倍である。低品位炭の利用で実績のある戸畑PSに、大きな期待が掛けられていたと分かる。

戦況の悪化と共に電力設備の防衛対策が実施され、戸畑PSでもボイラー、タービン、変圧器用の防護隔壁や屋外変電所用耐弾壁が設置され、発電所本館と煙突には迷彩塗装が施された<sup>67)</sup>。八幡製鐵所と小倉陸軍造兵廠を擁する北九州5市は昭和19年6月から計3回の空襲を受けたが、戸畑PSに被害はなかった。しかし、長年の酷使と不完全な保修によって設備の荒廃が進み、戦争末期にはボイラー上部から火災が上がって構内は灰だらけになり、腐食した水管の漏洩事故も頻発したという。微粉炭機や通風機、ポンプ類も摩耗の激しい機械部品の交換が必要であった。しかし、資材と人員の不足から保修工事は進捗しなかった。

終戦直後の約3ヶ月、戸畑PSは負荷減少のため殆ど休止し、連続運転に復帰したのは昭和20年11月下旬であった。しかし、設備の劣化と炭質の低下により、昭和22年2月の戸畑PSの可能平均最大出力は55MWまで低下していた<sup>60)</sup>。

## 4. 2 賠償指定

終戦後、連合軍最高司令官総司令部(GHQ/SCAP)は、日本経済の非軍事化を名目に兵器製造や重化学工業など1,002ヶ所の生産設備を賠償工場に指定した<sup>87)</sup>。撤去した設備は日本の侵略を受けたアジア諸国(中国・フィリピン・蘭印・英領マラヤ等)への戦争賠償に充てる計画で、総計2,100MW(自家用を含む)を超える火力発電設備も賠償対象となった<sup>38)</sup>。昭和21年8月、日本発送電が保有する全国20ヶ所の火力発電所が賠償施設に指定されたが、旧共同火力系の尼崎第一、港第一、名港、戸畑など建設年度が新しく熱効率の高い発電所ばかりであった<sup>60)</sup>。昭和21年9月、日本発送電は賠償指定外の火力のみでは今後の電力需給調整に支障を生じること、石炭輸送上の観点から産炭地に近い高性能火力の残置が有効であることを主張し、九州の港第一、戸畑、相浦を含む7発電所の賠償指定解除をGHQ/SCAPに申請した。

1947(昭和22)年1月と8月の2回、C.Strikeを委員長とする日本賠償特別委員会(Special Committee on Japanese Reparations)の調査団が来日し、日本の工業潜在力の調査を行った<sup>87)</sup>。第2次ストライク調査団には、米国の電力会社コンサルタント等も参加していた。彼らは、日本の電力網に連系する78ヶ所の火力発電所が送電幹線に供給する電力を1,923MWと算定し、賠償基準の2,100MWに達してい

ないと結論している<sup>38)</sup>。調査団の一員で米電力会社顧問のJ.E.Moore氏らは「日本人が人間らしい生活をするには、これくらいの発電量は必要だ」と、日本の電力関係者を励ましたという<sup>70)</sup>。ストライク調査団は「有効利用できる生産設備の撤去は、日本の経済的自立を低下させる」として、賠償規模の縮小を提言した。これは、米ソの冷戦など国際情勢の変化を背景に、対日占領政策の転換を促すものであった。ストライク報告書を契機に賠償方針は見直され、賠償指定工場の多くが撤去を免れた。サンフランシスコ講和条約が発効した1952(昭和27)年4月、戸畑PSを含む全火力の賠償指定が解除された<sup>38)</sup>。

## 4. 3 保修工事とボイラー増設

終戦後、九州の電力需要は一時激減したが、1946(昭和20)年12月の渇水期には火力の需要が増加した。続く昭和21年夏、渇水に見舞われた九州は深刻な電力不足に陥り、北九州工業地帯では停電による工場の操業停止が続発し、緊急対策として筑豊農田の炭鉱自家用発電所を活用する自家用動員が実施された<sup>88)</sup>。更に昭和22年3月の異常渇水では、北九州工業地帯で20日間におよぶ電力緊急制限が行われ、停電による操業停止が頻発した。全国有数の産炭地で鉄鋼生産の一大拠点である北部九州の電力不足は、日本の戦後復興の大きな足枷となり、戦時中の酷使で荒廃した火力の保修が急務となった。同時期、戸畑PSでもタービン動翼の折損やボイラー主汽管の破断など重大事故が続発している(表8参照)。

昭和22年6月、商工次官を委員長とする九州及山口地区火力発電所緊急整備補修促進協議会が発足し<sup>31)</sup>、同年7月には日本発送電社内に九州及山口地区火力緊急整備補修委員会が設置された。日本発送電九州支店にも九州地区火力緊急整備補修委員会が置かれ、戸畑PSでもボイラーや微粉炭機の保修が開始された。保修費用の主たる財源は、昭和22年1月に設立された復興金融金庫の融資であった<sup>31)</sup>。加えて保修用資材の割当増加や燃料炭の品位向上、労働者への配給米の加配など様々な優遇措置がとられた。これは、昭和21年12月に開始された傾斜生産方式による経済政策の一環であった<sup>31)</sup>。資金と資材を集中投与される石炭産業と鉄鋼業に整備された火力から電力を供給し、増産された石炭の一部を火力に回す、正の循環を意図した政策と考えられる。

昭和23年5月、日本発送電は小倉PSと戸畑PSに各1缶のボイラー増設を計画した<sup>60)</sup>。両発電所はタービン出力に余力はあるが蒸気発生量が不足しており、ボイラー増設による出力増加が可能であった。日本発送電九州支店長を務めた武田益祐の証言によると<sup>38)</sup>、九州視察中のGHQ/SCAP経済科学局(Economic and Scientific Section:ESS)のH.Ayers大佐に「戸畑発電所に更に1缶の余裕がなければ九州の火力は守れない。戸畑は主力戦艦であり、これが弱体では艦隊行動ができない」と直訴し、戸畑PSにボイラー2缶の増設を認めさせたという。

小倉PSの6号缶は、終戦で建設中止となった築上PS用ボイラーが流用され、昭和24年12月に竣工した。一方、戸畑PSでは昭和24年11月に発電所本館、電気室、煙突等の増設工事が竣工し、西日本重工業長崎造船所で新製された7,8号缶の据付が昭和25年1月と4月に完了した。7,8号缶の増設により、戸畑PSの最大出力は50MW増の160MWとなった<sup>60)</sup>。

戸畑PSのボイラー増設に係る総工費10.5億円<sup>67)</sup>には、米国対日援助見返資金からの借入金<sup>68)</sup>が充てられた。見返資金は、日本に輸入された米国の対日援助物資(食糧、肥料、薬品など)を日本国内で処理換金して積み立てた財政資金で、昭和23年12月の財政金融引締政策(Dodge Line)で廃止が決定された復興金融庫融資に替わり、九州の火力整備の財源となった。

4.4 周波数変更工事

終戦直後の昭和20年11月、電力不足が深刻な北九州・筑豊地区を救援するため、中部地方の余剰水力による60Hz電力が近畿・中国地方を經由して注入された<sup>56)</sup>。日本発送電は、関門鉄道トンネル内に敷設した22kVの関門連絡線(SL型ケーブル1回線)を用いて、三菱鉱業上山田鉱に送電した。翌昭和21年3月には、前年12月に完成した関門幹線(関門海峡を跨ぐ架空送電線、110kV 1回線)を經由して、三菱鉱業の筑豊中央PSに送電している。三菱系の諸鉱は戦前から60Hzで構内電化しており<sup>20)</sup>、即時の受電が可能であった。昭和22年3月の異常渇水による電力危機でも中国地方から電力融通が行われ、電力緊急制限の除外を見返りに60Hz受電に積極的な需要家の周変が促進された。昭和22年度における中国地方から九州への融通電力量は、171GWhに達している<sup>60)</sup>。

この事態に、日本発送電は北九州地区の火力設備の60Hz化を検討し、小型で改造が容易な小倉・戸畑両発電所の27MWタービン発電機(所内用発電機を含む)5基の周変を計画した<sup>60)</sup>。昭和23~26年度に小倉3号機、戸畑2号機、戸畑1号機、小倉2号機の順で改造が行われた。残る小倉1号機の周変は九州電力創立後(昭和29年度)に実施された。また、戸畑1,2号機の補機は50Hz電源に余裕があるため周変を延期された。周変工事では、タービンのノズル・翼車・動翼の改造や新製、発電機回転子巻線の銅からアルミへの変更が行われた。周変後の戸畑PS1,2号機の仕様を表12に示す<sup>67)</sup>。タービンの回転数は3,000rpmから3,600rpmに上昇し、主発電機の容量は31,250kVA(力率0.8)から27,800kVA(力率0.9)に低下している。所内用発電機の容量と力率に変化はない。

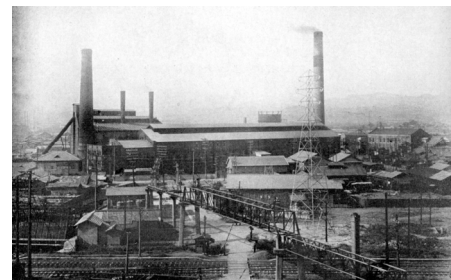
1949(昭和24)年7月、北九州における電力需給の安定と周波数統一の促進を目的に、福岡通産局と日本発送電、九州配電、需要家による北九州地区周波数統一協議会が結成された<sup>56)</sup>。同年12月13日には九州方面の電源周波数を60Hzに統一する閣議決定が行われ、第1期九州周波数統一工事(昭和24年12月~昭和26年6月)が開始された。当時は、電力不足を背景に需要家毎に使用電力量を割当てる九州地区緊急使用制限(昭和21年9月開始<sup>56)</sup>)が発動されており、超過使用分には高額な電気料金が課せられていた。そこで、周変工事の促進を目的に、需要家の周変工事費を電気料金の

割引と増産による利益で補償する周波数変更用電力追加割当(cycle allocation)が実施された。本制度は、ESSのAyers大佐の考案と伝えられている。工事費の不足分は日銀の斡旋による民間銀行からの融資を充てることになった。一方、電気事業者の工事資金は社債や自己調達によるとされた。サイクルアロケーションは周波数統一の強力な推進力となり、筑豊炭田の小規模炭鉱は全工事費をこれで賄ったという。サイクルアロケーションは、電力割当制度が廃止される昭和29年9月30日まで継続された<sup>56)</sup>。

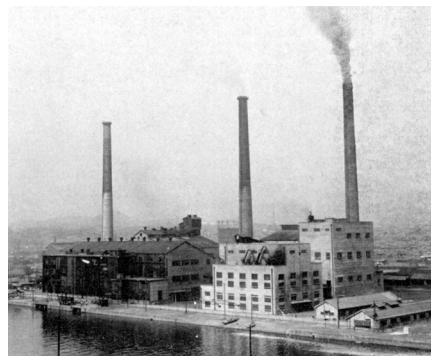
4.5 九州電力創立時の電力系統

1951(昭和26)年5月1日、電気事業再編成により9電力会社が創立され、戸畑PSを含む北九州地区の事業用火力発電所3ヶ所は日本発送電から九州電力へ移管された。戦後撮影された大門・小倉両発電所の全景を写真6に示す<sup>58)</sup>。写真6(a)の大門PSは、増設を繰り返した結果、初期の姿(写真1参照)から大きく変容している。写真下部を走る線路は国鉄鹿児島本線で、踏切付近には小倉PSからの送汽管を通したトラス式跨線橋が確認できる。大門PSは、設備の老朽化により戦時中から小倉PSの予備的な存在となり、昭和18年7月にBTH製の2,3号発電機(6,250kVA)が同期調相機(5,000kVA)に改造された<sup>60)</sup>。昭和19年10月には建設計画中の築上PSの蒸気配管に流用するため小倉PSと連絡する送汽管が撤去され、認可出力は25MWに減少した<sup>60)</sup>。写真6(b)の小倉PSは、左側の建屋群と中央・左の2本の煙突が初期の発電所で、右側の建屋群と煙突は日本発送電時代の増設部分(昭和18年の3号機と5号機、昭和24年の6号機)と推測される。

図6は、九州電力創立時の北九州地区の電力系統と自家用電気工作物である<sup>25,47,56,89,90)</sup>。第1期九州周波数統一工事(昭和24年12



(a)



(b)

写真6 小倉市内の事業用石炭火力発電所(昭和26年頃)  
(a)大門発電所、(b)小倉発電所  
(日本発送電九州支部発行 解散記念写真帖より)

表12 戸畑発電所1,2号機の周波数変更後の仕様

タービン			発電機				
番号	出力 [MW]	回転数 [rpm]	番号	容量 [kVA]	力率	電気方式・電圧[V]	周波数 [Hz]
1	27	3,600	1	27,800	0.9	3φ 11,000	60
				*2500	0.8	" 3,500	
2	"	"	2	27,800	0.9	" 11,000	"
				*2500	0.8	" 3,500	

(\*所内電力用補助発電機)

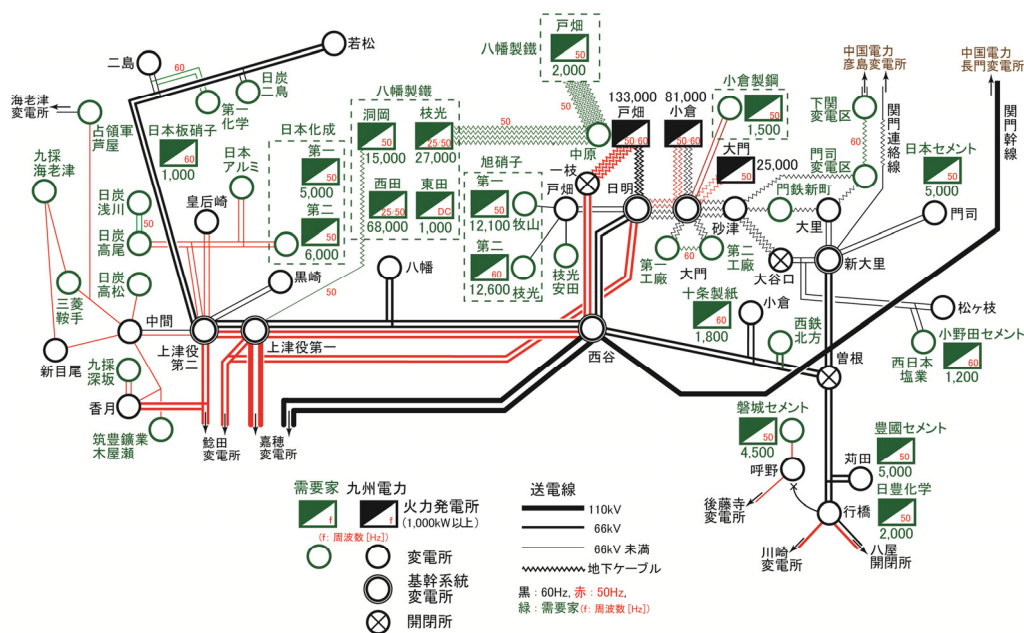


図6 北九州地区の電力系統と自家用電気工作物(昭和26年5月)

月～昭和26年6月)が完了し、戸畑PSの1,2号機と小倉PSの2,3号機が60Hzに改造され、門司・小倉・戸畑・若松の各市と京都郡方面の送電線や変電所も周変を終えている。一方、八幡製鐵所等の工場負荷や筑豊炭田に点在する炭鉱負荷の多くは、50Hzのまま残されている。50/60Hzの両系統が錯綜し、予備回線の無い送電線や二重設備を抱えた変電所も多く、脆弱で不経済な電力網となっている。戸畑PSの3,4号機は、日鐵中原SSから八幡製鐵所の戸畑・八幡両地区に50Hz電力を供給し、一枝Sw.Sと西谷SSを経由して八幡市や筑豊炭田に送電している。八幡製鐵所への供給は架空送電線ではなく地下ケーブルが使用されている。艦砲射撃、航空攻撃等の戦災や自然災害による送電停止の防止が、敷設の理由と推察される。

八幡製鐵所という重負荷に低インピーダンスで直結した戸畑PSは、製鐵所構内で発生する急激な負荷変動を吸収し、系統擾乱の抑制に寄与していた。日本発送電時代、50Hz電力系統の給電指令は上津役給電所が担当し<sup>60)</sup>、耳川水系の塚原PS(60,000kW)と若屋戸PS(25,000kW)がA級周波数調整発電所(刻々の微細な周波数調整を担当)に、筑後川水系の女子畑PS(26,750kW)と戸畑PSがB級周波数調整発電所(給電指令に従って一定限の発電力を増減して補助的な周波数調整を担当)に指定されていた<sup>60)</sup>。

一方、北九州地区の自家用火力は、昭和12年当時(図4参照)と比較して個数・出力ともに増加している。これは、日中戦争勃発後の軍需拡大により、北九州の鉄鋼・重化学工業が更なる発展を遂げたことを示している。十條製紙(旧・王子製紙)など一部の自家用火力は60Hz化を完了しているが、八幡製鐵と日本化成(後の三菱化成)等の自家用火力やセメント各社の余熱発電設備の多くは周変に着手していない。八幡製鐵所では、電動圧延機の普及により蒸気源を失った尾倉PS(25Hz)が昭和16年7月に廃止されている<sup>38,47)</sup>。一方、昭和15年12月に洞岡PS(15MW, 50Hz)が運開し、昭和16年4月には枝光PSが日本初のトップタービンプラントに改造された。高

温高圧の蒸気で50Hz用背圧タービン発電機(12MW)を回し、その排気で既設の25Hz用タービン発電機を運転する方式であった<sup>4)</sup>。昭和18年4月には西田PSの4号機(25MW, 50Hz)が運開している<sup>47)</sup>。所内周波数の50Hz統一方針の決定後、八幡製鐵所では工場設備と電力システムの周変が進み、50Hz用発電設備の拡充が続いた。終戦直後には、全設備の73%が50Hz化されていた<sup>50)</sup>。

### 5. 戸畑発電所の発電実績

#### 5.1 発電電力量と燃料事情

図7は、戸畑PSの認可出力と、『戸畑発電所史』に記載された各年度の発電電力量(以下、発電量)、石炭消費量、石炭発熱量、熱効

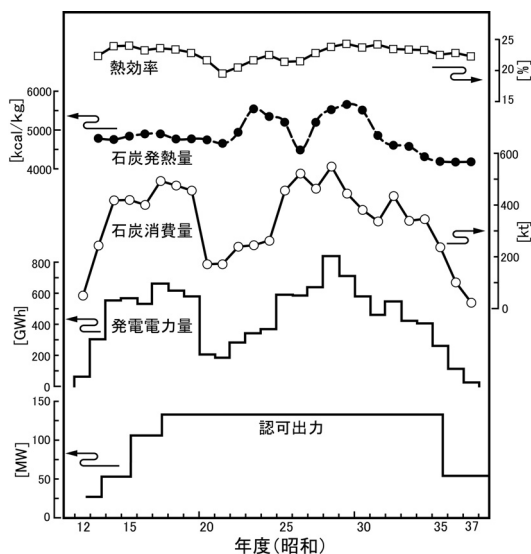


図7 戸畑発電所の運転実績と認可出力の推移

率の推移を示している。発電量には補機運転用の所内電力量が含まれており、戸畑PSの所内比率は約10%であった。初年度(昭和12年)は運転期間が3ヶ月半と短く僅かな発電量に留まっているが、3号機が運開し認可出力53kWとなった昭和14~19年度は500GWh以上を維持している。終戦直後は電力需要の低下から200GWhを割り込み、その後は次第に回復し昭和25年度は6月に勃発した朝鮮戦争の特需を背景に急増している。昭和28年度に最大(838GWh)に達した後は減少傾向となり、昭和33年度以降は急減している。これは、第2期九州周波数統一工事による50Hz負荷の減少(3,4号機の運転休止)と、苅田PS(昭和31年3月運開)など高効率の新鋭火力の登場によって、戸畑PSの利用率が低下した結果と考えられる。戸畑PSの25年間の総発電量は11.4TWhで、現在の新小倉PS(汽力、1,800MW)が連日フル稼働した場合の8.8ヶ月分に相当する。なお、石炭消費量は発電量と強い相関を示し、発電量が最大となった昭和28年度は584.5ktに達している。

石炭発熱量は、運開から昭和21年度まで発電所の当初計画に近い4,800kcal/kg前後で推移している。その後は炭質の改善が見られるが、昭和26年度は4,500kcal/kg以下まで低下している。これは、石炭の自由販売の再開と朝鮮戦争による需要拡大が原因である。昭和24年9月に石炭の買取と配給を行う配炭公団が廃止され、戦前から続いた価格統制も解除された<sup>91)</sup>。しかし、朝鮮戦争特需の影響で石炭の需給は逼迫し、昭和26年春から炭価の上昇と品位の低下が深刻化した<sup>92,93)</sup>。火力発電所の貯炭量が急減し、戸畑PSでも発電停止が懸念されたという。その後の増産により同年末には石炭危機は解消され<sup>94)</sup>、戸畑PSの石炭発熱量もV字回復を示している。しかし、昭和31年度以降は漸次低下し、運転停止前は4,200kcal/kg以下となっている。昭和31年、戸畑PSは合理化の一環として日本炭礦高松礦業所(旧・遠賀礦業所)で生産される低品位炭(3,500~4,000kcal/kg)の試験焚を行い、その後受入量を増加させた<sup>67)</sup>。日本炭礦高松鉱は、昭和27年7月の重油統制解除により八幡製鐵所向けガス発生炉用炭の需要が激減し、電力用炭の増産に活路を求めていた<sup>82)</sup>。昭和32年、芦屋基地駐留の米空軍は、航空機の離着陸に支障をきたすとして、滑走路の延長線上にある高松二坑ボタ山の頂部除去を要請した<sup>82)</sup>。日本炭礦は、ボタ山の切り崩しと再選炭を請け負う子会社・千代田鉱業を設立し、選炭技術が未熟な時代の廃石からFull-back分離機による重液選炭法(重液剤は黄鉄鉱焼滓)<sup>76,95)</sup>で低品位炭を回収し、戸畑PSに納入した。

図7の熱効率は、ジュール換算した発電量と燃料発熱量(石炭発熱量と石炭消費量の積)から算出した発電端熱効率である。昭和14年度は23.9%で、日本発送電の火力全体の熱効率18.2%を大きく上回っている<sup>60)</sup>。石炭発熱量が最大(5,660kcal/kg)となった昭和29年度は24.3%に達している。戸畑PSは、設備の劣化が顕著であった終戦直後を除き、常に21%以上の熱効率を維持した。

## 5.2 発電比率

昭和8~37年度における九州全域の事業用火力発電量を図8に示す<sup>96,97)</sup>。灰色部分は図7で示した戸畑PSの発電量である。日中戦争の開始前後から九州の火力発電量は年々増加し、昭和15年度は昭和8年度の6.7倍となっている。第二次世界大戦中は大きな増減は見られず、終戦と同時に激減している。昭和22年度以降は再び

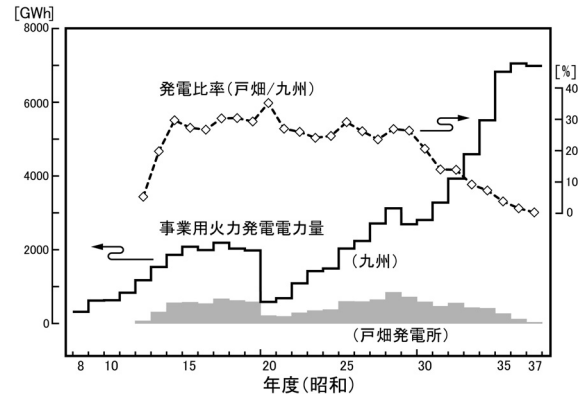


図8 九州の事業用火力発電電力量の推移と戸畑発電所の発電比率

増加傾向を示し、苅田・新港・新小倉など新鋭石炭火力が相次いで運開した昭和31~36年度は発電量が急増している。

発電比率は戸畑PSの発電量を九州全域の事業用火力発電量で割った値で、戸畑PSの貢献度を表す。昭和14~19年度の発電比率は平均29%で、九州の火力発電の3割を戸畑1ヶ所で負担したことになる。昭和20年度の発電比率は35.2%に達し、荒廃した設備に鞭打って孤軍奮闘する様子が伝わってくる。昭和20年代は平均26%と高い値を維持しているが、昭和30年代に入ると発電比率は次第に低下し、廃止を控えた昭和36年度は1.6%となっている。

## 6. 大気汚染とその対策

### 6.1 初期の大気汚染

冒頭で紹介した昭和27年8月発行の地形図「八幡市」<sup>1)</sup>では、戸畑PSの敷地から100m程南に下った九軌戸畑支線の沿線に、「皆好園」という私設の園地が広がっている。明治末期の開園で面積は約1万5千坪、桜の名所として知られ花見時には1万人以上の人出で賑わったという。しかし、昭和12年末に戸畑PSが運開すると、煙や降灰の影響が桜の木に現れた<sup>98)</sup>。樹勢の衰えた皆好園の桜は、戦時中の食糧増産の声に押され伐採されたという。

高性能の電気集塵機や排煙脱硫装置、排煙脱硝装置を装備した現代の石炭火力とは異なり、戦前のストーカー燃焼式火力では、未処理に近い状態でボイラー排ガスを煙突から排出していた。初期の微粉炭火力においても排ガス処理技術は未熟で、昭和6年に運開した小倉PSでは排ガスを渦巻形の煙道に通し、遠心力と内壁との摩擦で粗粒を除いた後、タンク内で高圧噴水に曝して洗浄し、煙突から排出している<sup>10,99)</sup>。一方、戸畑PSは建設当初から1~6号ボイラーにCottrell式電気集塵機(集塵効率70%以上)を備えていた<sup>67)</sup>。

日本の微粉炭火力における電気集塵機の導入は、昭和7年7月に運開した三井鉱山三池染料工業所の大浦PS(汽力、9,000kW)が最初であった<sup>100)</sup>。その後、事業用火力でも電気集塵機の導入が進み、昭和15年には戸畑、尼崎第一、尼崎第二、宇部、港第一の各発電所が採用している<sup>101)</sup>。当時の微粉炭火力は、電気集塵機を迂回するバイパス煙道を有しており、集塵機を停止した際はボイラー排ガスを直接誘引通風機に送り、煙突から排出した<sup>102)</sup>。戸畑PSも同様の機構を採用している<sup>71)</sup>。

発電所の出力上昇によりボイラーの蒸発量が増加すると、電気集

塵機の処理ガス量も増加し、集塵効率は低下する<sup>102)</sup>。また、戸畑PSのように灰分の多い低品位炭を微粉炭燃焼する場合は、ボイラー排気ガスの含塵量が非常に高くなる。また、焼却灰の主成分・シリカ(SiO<sub>2</sub>)は電気抵抗率が高いため、集塵電極に堆積したダスト層内の電圧降下により放電電流が減少し、更に集塵電極からコロナ放電が発生する逆放電現象(back corona)も生じやすく、集塵効率が低下しやすい<sup>103)</sup>。加えて、燃料炭の硫黄分が高い場合は排煙中の亜硫酸ガス濃度が上昇し、周辺の樹木や農作物に深刻な被害を与える可能性がある。

昭和18年、通信省電気局は戸畑PSの降灰問題を憂慮し、電気集塵機の能率試験の実施を命じている<sup>67)</sup>。試験結果を受けて、電気集塵機に別種の集塵装置を付加する案や、煙突を高くして降灰の密度を下げる案が検討されたが、実現には至らなかった。当時、戸畑PSが電気集塵機的能力不足に苦慮していたことが分かる。

## 6.2 戦後の降灰問題

昭和25年、戸畑PSのお膝元・戸畑市中原の中原婦人会(会員数220名<sup>104)</sup>)は、地区内の数ヶ所で降灰(白色の焼却灰)と煤塵(黒色の炭素粒子)の調査を開始した<sup>105,106)</sup>。女性たちは、発電所からの距離に近いほど、また夜間にシャーという騒音が聞こえた時ほど敷布やワイシャツの汚れが酷いことを突き止めた。そして、戸畑PSの降灰問題を戸畑市議会で取り上げるよう、地元選出の市会議員に働きかけた。戸畑市長と戸畑市議会は、日本発送電に対し公衆衛生上の見地から早急な降灰対策を要請した。戸畑PS側の資料<sup>107)</sup>にも、「昭和25年以降、北九州5都市関係者より頻繁に降灰問題の早期解決方を要望された」と記されている。

戸畑市の要請を受けて、日本発送電火力部は戸畑PSに対し集塵設備の無い7,8号缶への集塵機設置を指示した<sup>107)</sup>。集塵機は、設置場所や床面積など構造上の制約と、電気集塵機に比べ建設費・維持費が低廉なことからサイクロン式が採用された。また、早期稼働のため築上PS向けに設計製作された日立造船製ダブルサイクロン式集塵機を一部改造して戸畑PSに転用した。工事期間は昭和26年8月～昭和27年3月で、1缶に2基ずつ計4基が設置された。7,8号缶の集塵機設置と平行して、1～6号缶の集塵効率改善のため、煙道の改造とCottrell式電気集塵機の改修が実施された<sup>107)</sup>。

北九州市における公害克服運動を記録した『八幡の公害』<sup>105)</sup>は、日本発送電が戸畑・小倉両発電所の集塵機設置に約1億円を投じたこと記している。これが事実とすれば、戦中戦後に増設された小倉PSの5,6号缶も集塵装置が無く、昭和25年以降の電力需要の急増により小倉PS周辺でも降灰被害が顕在化していた可能性がある。また、戸畑PSは小倉市との境界に位置しており、その降灰被害は小倉市側にも及んでいたと推測される。よって、戸畑市と小倉市は連名で、日本発送電に対して戸畑・小倉両発電所の降灰対策を求めた可能性が高い。

中原婦人会は、降灰被害の実態を主婦の目線と科学的な手法で調査し、その結果に基づいて行政や関係者に働きかけを行った。その活動は地域の人々の共感を得て、北九州市における公害克服運動の魁となった。

## 6.3 電気集塵機とサイクロン集塵機

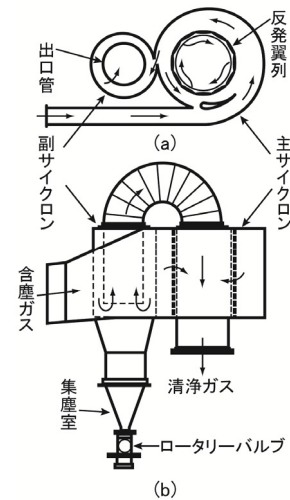


図9 ダブルサイクロン集塵機 (a)平面図 (b)正面図

電気集塵機(electrostatic precipitator)は、コロナ放電で帯電させたダストをCoulomb力で捕集する。集塵効率がよく、限界捕集粒径は約0.01 $\mu$ である<sup>108)</sup>。一方、サイクロン式集塵機(cyclone dust collector)は、ガスに回転流を与えて遠心力でダストを分離する。圧力損失が大きく、限界捕集粒径は約10 $\mu$ で微細な焼却灰の捕集には適していない<sup>108)</sup>。ボイラー排気から粗粒を分離するpredusterとして、電気集塵機の前段に配置する場合もある。

図9は、戸畑PSの7,8号缶に設置されたダブルサイクロン式集塵機である<sup>103,107)</sup>。煙道からの含塵ガスは、主・副2段のサイクロンで除塵され、集塵効率は75%以上であった。主サイクロンの反発翼列と副サイクロンの出口管を通過した清浄ガスは、主サイクロン中心部で合流し、誘引通風機を経由して煙突から排出される。

戸畑PSが集塵機を流用した新鋭60Hz火力の築上PS1号機(昭和27年3月運開、28MW)は、1,2号缶(気圧65kg/cm<sup>2</sup>、設計発熱量4,800kcal/kg)に各2基のダブルサイクロン集塵機を設置している<sup>109)</sup>。川崎重工業も同タイプの複式サイクロンを製造し、戦災復旧工事を終えた尼崎第一PS(昭和24年)<sup>110)</sup>や八幡製鐵所・西田PS(昭和27年に新設した10～12号缶用)<sup>42)</sup>に納入している。当時、ダブルサイクロン式集塵機は微粉炭焚ボイラーの煤塵防止用に有効と考えられていた。しかし、燃焼効率を上げるため微粉炭の粉碎度を高めると、微粒子状の焼却灰・フライアッシュ(fly ash)の割合が増加し、集塵効率の低下を招くことが知られていた<sup>110)</sup>。

## 6.4 集塵機をめぐる謎

戸畑PSの1～6号缶は建設当初から電気集塵機を装備していた。では、戦後増設された7,8号缶に集塵装置の設置が見送られた理由は何であろうか。先述のように、7,8号缶の建設は戸畑PSが戦時賠償の対象であった期間に行われており、GHQ/SCAPの管理下で増設計画が立案されたと考えられる。撤去が予定された賠償施設での増設工事であり、予算的な制約も強いいため、集塵装置を省いた状態で設計された可能性がある。1～6号缶用の鋼板製煙突(口径3.5m、地上高75m)は発電所本館の屋上に誘引通風機は8階床に設置さ

れたが、7,8号缶用の集合煙突(鉄筋コンクリート製、当時の写真から高さ約100mと推定)と誘引通風機は地上に据付られた。戦時中の検討案に従い、高い煙突からボイラー排気ガスを広範囲に拡散し周辺地域の降灰被害を緩和する計画であったと考えられる。しかし、集塵装置の無い7,8号缶から排出される焼却灰の量が予想を超えて、戦時中を上回る被害が発生したと推測される。

### 6.5 降灰被害と戸畑発電所の稼働状況

図7に示すように、7,8号缶が竣工した昭和25年度は、朝鮮戦争特需を背景に戸畑PSの発電量が急伸しており、煙突から排出される焼却灰の量も急増した可能性が高い。同時期に、中原婦人会は降灰と煤塵の調査を開始しており、7,8号缶の稼働開始と発電量の増加が降灰被害を拡大したことは明らかである。

中原婦人会の調査では、夜間に発電所から響く騒音と、降灰や煤塵の量との関係も指摘されている。住民の安眠を脅かすシャーという高音は、ボイラーに付属する圧力逃し弁 (pressure relief valve: PRV) の蒸気噴出音と考えられる。当時は家庭の電化が未発達で、深夜の電力負荷は夜間操業の工場が中心であった。八幡製鐵所への供給量が多い戸畑PSは、帯鋼を連続的に生産するストリップ工場の熱間圧延機 (hot strip mill) や製鋼用電気炉など変動の大きい負荷を多数抱えていた。負荷が急減した場合は、タービン回転数(周波数)の上昇を抑えるため、制御弁を絞って蒸気流入量を減じる。この時、ボイラーの圧力が上昇しPRVが作動する。当時の火力用PRVは、消音器 (silencer) を備えていなかったと推測される。また、低負荷運転ではボイラーの燃焼が不安定になりやすく<sup>111)</sup>、煤塵の原因となる未燃炭素の排出量が増加する。よって、低負荷運転が頻発する深夜に洗濯物を汚す煤塵の降下量が増加したと考えられる。

7,8号缶が設置された昭和25年以降の戸畑PSのボイラー稼働率を表13に示す<sup>67)</sup>。稼働率は、運転時間を暦日時間数から定期点検時間を除いた時間で割った値である。7,8号缶の使用開始に伴って、劣化の激しい既存のボイラーは順次停止され修保が行われた。発電所出力を維持するため、新設の7,8号缶はフル稼働の状態であったと推測されたが、昭和25年度の稼働率は40%未満で、1~6号缶の平均に比べ10%以上も低い。ダブルサイクロン集塵機の据付が完了した昭和27年度以降も、7,8号缶の稼働率は旧式缶を下回っている。昭和30年度以降は30%以下となり、戸畑PSの発電量が急減した昭和31年度は殆ど稼働していない。昭和32年度は約20%まで回復したものの、翌33年度には他のボイラーに先行して休止となった(4~6号缶は昭和35年7月、1~3号缶は昭和37年11月に休止)。

表13 戸畑発電所ボイラー稼働率

年度	1-6号缶 平均[%]	7号缶 [%]	8号缶 [%]
昭25	50.8	37.3	38.3
昭26	59.9	40.3	28.5
昭27	54.9	33.0	55.6
昭28	70.0	63.0	61.7
昭29	56.1	41.6	37.9
昭30	48.1	26.3	18.3
昭31	44.6	1.6	1.5
昭32	54.8	23.5	18.6
昭33	44.5	0	0

7,8号缶の稼働率が低調で早期に予備缶となった要因として、以下の3点が考えられる。

- ①集塵装置の後付で圧力損失等が増加し、汽罐効率が低かった。
- ②終戦直後の資材不足の中で急造したため配管等の材質等問題があり、劣化の進行も早く故障も多かった。
- ③ダブルサイクロン式集塵機の能力不足のため、他缶に比べ排煙中のフライアッシュや煤塵の濃度が高かった。

5.1節で述べたように、戸畑PSは昭和31年以降に低品位炭の受入量を増加させており、ボイラー排気ガスの含塵量は更に増加したと推測される。要因③が正解であったとすれば、戸畑PSは降灰問題の再燃を防ぐため7,8号缶の稼働を抑制し、早期の休止を決定した可能性がある。

### 6.6 中原婦人会

戦後、戸畑市の婦人会組織はGHQ/SCAP管轄下の九州地方軍政部 (Kyushu Military Government Team) の指導により、民主的な団体として再生した。九州地方軍政部・女性問題担当官 (Women's Affair Officer) のCharlotte Crist<sup>112)</sup>は度々戸畑市を訪問し、米国の婦人活動を紹介しつつ民主的な婦人団体のあり方を説いたという<sup>2)</sup>。Crist氏と戸畑の婦人たちの意思疎通を助けたのは、婦人会の指導者の一人で英会話に堪能な立花富であった<sup>105)</sup>。立花は米国ジョージ・ピーボディ師範大学 (George Peabody College for Teachers) の卒業で、戦前は大阪のランバス女学院保母専修科で主任保母を務めていた<sup>113,114)</sup>。戦後は、昭和25年4月に創立された西南女学院短期大学(小倉市中井入口)の教員となり、後に同大教授となった。

立花は、昭和23年に結成された中原婦人会の初代会長である<sup>2)</sup>。昭和26年には戸畑市婦人会協議会の会長を務めており<sup>115)</sup>、中原婦人会は立花会長の下で、戸畑PSの降灰と煤塵の調査や対策を求める活動を行った可能性が高い。Crist氏の薫陶を受け、強力なリーダーに率いられた中原婦人会は、地域が抱える問題に真摯に取り組む進歩的な組織に育っていたと考えられる。

中原地区には、戸畑PSの社宅(所長社宅、課長社宅、本村社宅、下の浜社宅など)が数多く点在し、多数の従業員とその家族が生活していた。中原婦人会の会員には発電所幹部の夫人も多かったが、「家族の健康には変えられない」と婦人会の活動に積極的に協力したという<sup>105)</sup>。中原地区に居住する戸畑PSの幹部や技術者たちは、中原婦人会の活動をどのように見ていたのであろうか。彼らは、集塵装置の無い7,8号缶の運転により、発電所周辺で降灰や煤塵の被害が発生するおそれを予想していたと推察される。電力不足で麻痺状態となった北九州工業地帯を救う切り札として、厳しい予算的制約の中で完成したボイラーが、自らの家族を含む地域の人々の生活と健康を脅かす光景に、電気屋として忸怩たる思いであったと考えられる。彼らは、妻たちが中原婦人会として降灰問題に取り組むことを黙認、あるいは陰ながら応援していたのではないだろうか。中原婦人会にとっても、発電所に勤務する人々とその家族は地域の仲間であり、彼らの複雑な心情に配慮して戸畑PSとの直接交渉を避けたと推察される。また、集塵装置の設置には多額の資金が必要で、降灰問題の解決には行政から日本発送電本店(東京都)への働きかけが不可欠であることを、冷静に判断していたと考えられる。



## 7. 戸畑発電所 最後の奮闘

### 7.1 第2期周波数統一工事

4.4節で述べたように、第1期九州周波数統一工事後、戸畑PSは50/60Hzの両周波数で発電を行った。昭和29年2月に八幡製鐵所戸畑地区に新設された第2ストリップ工場(主要設備は冷間圧延機、連続亜鉛メッキ機、電気メッキ機)<sup>116)</sup>、昭和32年1月に小倉市板櫃中井埋立地の八幡化学工業に66kV 60Hzで送電を開始している<sup>67)</sup>。

一方、第1期九州周波数統一工事後も北九州地区の大規模工場(八幡製鐵、三菱化成、日本セメント等)や筑豊炭田と粕屋炭田の多くの炭鉱が50Hz負荷として残存し、小倉PS1号機の周変による小倉PSの全面60Hz化によって、50Hz系の需給バランスが不安定化する懸念が広がっていた。1953(昭和28)年9月、九州電力と炭鉱需要家、一般需要家による九州周波数統一協議会が結成され、政府に対し工事費補助金の交付、税の免減、需要家工事費の調達、九州電力所要資金の確保について陳情をおこなった<sup>56)</sup>。昭和29年12月23日、今後7年間で九州の残存50Hz地帯の解消を図るとする通商産業省次官通達<sup>57)</sup>がなされ、第2期九州周波数統一工事が本格的に始動した。需要家の工事費や機器部品の取替費、機器改造費など直接周変に要する費用は、政府の助成金と九州電力の負担で補償することになった(家用発電設備の周変は補償対象外)。九州電力の所要資金は、政府の助成金と電気料金への織り込みで賄われた。

### 7.2 周変工事の進展

第2期九州周波数統一工事の進展により、筑豊炭田と粕屋炭田では大手炭鉱から中小炭鉱までが構内設備の60Hz化を進め、北九州地区でも八幡製鐵所戸畑地区や三菱化成黒崎工場が50Hz受電の停止に向けて周変を進めた。一方、DC、25Hz、50Hzの電力系統が混在する八幡製鐵所八幡地区は周波数統一工事の対象外となり、構内設備の更新に合わせて独自に60Hz化を図ることになった<sup>56)</sup>。その後、筑後川・大分川・耳川各水系の水力発電所が順次60Hz化され、昭和33年末の50Hz系水力は、筑後川の女子畑PS(26,750kW)、五ヶ瀬川の高千穂PS(12,800kW)、耳川の塚原PS(60,000kW)のみとなった。50Hz系老朽火力の廃止も続き、昭和30年5月に宇島PS、昭和31年10月に鯉田PS、昭和33年11月に大門PSが廃止された。

図10は、第2期周波数変更工事末期の50Hz系主要送電系統である<sup>56)</sup>。供給力は、戸畑PSの3,4号機と女子畑・高千穂・塚原の各水力で構成されている。名島FCは、名島PSに設置された周波数変換機(芝浦製作所製、15,000kVA)<sup>註4)</sup>で、50Hz系統の需給バランス確保のため福岡方面の60Hz系統と電力融通を行っている。系統の周波数調整は、女子畑PSまたは塚原PSで行われた。昭和30年6月に第一発電所と第二発電所が統合した上津役SS<sup>89)</sup>、三菱化成黒崎工場や日本炭礦高松鉱等に供給している。香月SSは大辻炭礦、鯉田第二SS(旧鯉田PS)は貝島炭礦大之浦鉱と古河鉱業目尾鉱、二瀬SSは日鐵鉱業二瀬鉱、糸田SSは明治鉱業赤池鉱、吉隈SSは明治鉱業平山鉱と日鐵鉱業嘉徳鉱、川崎SSは三井鉱山山田川鉱と共

註4) 名島FCは、昭和18年9月に木曾川の桃山水力発電所から移設された<sup>60)</sup>。九州周波数統一後の昭和36年6月、東海道新幹線の試験運転用電源として鴨宮実験線大磯仮変電所に移設されている<sup>117,118)</sup>。

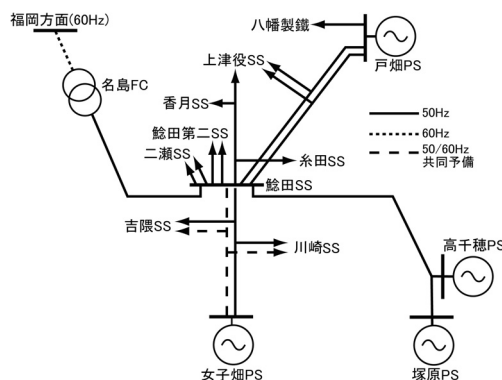


図10 九州電力50Hz系主要送電系統(昭和33年12月頃)

同石炭炭業島廻<sup>しまぐり</sup>に供給を行っている。

50Hz系電力系統が縮小する中で、八幡製鐵所戸畑地区の第1ストリップ工場の負荷変動が大きな問題となった<sup>56)</sup>。同工場では、鋼材が熱間圧延機を通過する際に、直流電動機の消費電力が0~20MWと急変する<sup>67)</sup>。戸畑PS単独では負荷変動を吸収できず、系統の周波数調整は困難を極めたという。

### 7.3 戸畑発電所の廃止

戸畑PSの廃止に至る過程は、北九州工業地帯と筑豊炭田における周変工事の進捗状況や、代替電源となる新発電所の建設と密接に関係している。表14は、北九州地区最大の需要家である八幡製鐵所の周変工事と電力設備の変遷を示している<sup>3,4,38,67)</sup>。

北九州地区では、昭和33年3月に三菱化成黒崎工場の周変が完了した<sup>56)</sup>。黒崎工場では、昭和31年に第二発電所(6,000kW)を廃

表14 八幡製鐵所の周波数変更工事(昭和26~38年)

年	月	地区	事項および関連事項
1951(昭26)	12	八幡	洞岡SS 九電上津役SSからの受電を60Hz化
1952(昭27)	3	〃	枝光PS 九電中原SSからの受電1回線60Hz化
	10	〃	東田PS(DC)廃止 戸畑 戸畑PS(50Hz)廃止
1953(昭28)	10	八幡	枝光PS 1~4号(25Hz)機廃止
1954(昭29)	6	〃	枝光PS 新1号機(12.5MW, 60Hz)運開
	2	戸畑	第2ストリップ工場完成、 九電中原SSより66kV, 60Hzで受電開始
1958(昭33)	2	八幡	九電上津役SSからの受電(33kV, 60Hz)廃止 九電大谷Sw.Sより66kV, 60Hzで受電開始
	5	〃	枝光PS 新2号機(12.5MW, 60Hz)運開
	10	〃	洞岡PS 1号機(15MW, 50Hz)廃止
1959(昭34)	3	戸畑	戸畑地区周変工事完了
	5	八幡	洞岡PS 新1号機(15MW, 60Hz)運開
	7	戸畑	戸畑地区50Hz受電廃止
1960(昭35)	10	〃	戸畑PS 1号機(25MW, 60Hz)運開
	6	八幡	枝光PS 周波数変換機運開、50Hz受電廃止
1961(昭36)	9	戸畑	戸畑PS 2号機(25MW, 60Hz)運開
	2	八幡	直流電源 シリコン整流器化開始
1962(昭37)	5	戸畑	戸畑PS 3号機(25MW, 60Hz)運開
	6	八幡	新洞岡PS 1号機(35MW, 60Hz)運開
1963(昭38)	8	戸畑	戸畑PS 4号機(50MW, 60Hz)運開
	4	八幡	新洞岡PS 2号機(50MW, 60Hz)運開

(表中の戸畑PSは八幡製鐵所戸畑地区の家用発電所)

止し、第一発電所(5,000kW)のみ60Hzに周変した。一方、八幡製鐵所は昭和34年3月に第1ストリップ工場を含む戸畑地区が周変を完了し、7月に同地区の50Hz受電を廃止した。これを受けて、12月に戸畑PSの4号機が休止している。

八幡製鐵所は、周変工事の進展と生産設備の拡張に合わせ、旧式の自家用火力の淘汰と60Hz用自家用火力の新設を推進した。昭和27年10月に東田PS(DC)と戸畑(旧戸畑中央)PS(50Hz)、昭和28年10月に枝光PSの1～4号機(25Hz)、昭和33年10月には洞岡PSの1号機(50Hz)が廃止された。一方、60Hz用では昭和29年6月に枝光PS新1号機、昭和34年5月に洞岡PS新1号機、同年10月に戸畑PS1号機、昭和37年9月に新洞岡PS1号機が運開し、その後も発電設備の増設が続いた。直流電源として長年使用された回転変流機や水銀整流器を、シリコン整流器に換装する工事も進められた。

昭和35年5月、九電大谷Sw.Sから八幡製鐵所八幡地区への60Hz受電が開始された。6月には枝光PSに設置した60Hz/50Hz変換用の周波数変換機(15,000KVA)が運開し、八幡地区の50Hz受電が廃止された。これに対応して、昭和35年5月に戸畑PS3号機が休止した。6月には第1期九州周波数統一工事で延期されていた戸畑PS1,2号機の補機が周変され、所内電力が全て60Hz化された。同年12月に3,4号機の廃止が認可され、戸畑PSは認可出力54MWとなった<sup>67)</sup>。

筑豊炭田の周変工事も順調に進み、昭和35年初めには大手数鉦を残すのみとなった。日本炭礦高松鉦の担当者は、九州電力から「日炭だけの50サイクル負荷では戸畑発電所が運転不能になる。その場合、50サイクル電源は女子畑から持ってくるが、名島のサイクルチェンジャーは非常に安定度が悪いから、停電があるかもしれない」と工事を急かされたと証言している<sup>56)</sup>。昭和35年3月に日鐵鉦業二瀬鉦と日本炭礦高松鉦が周変を終えた。同年6月、貝島炭礦大之浦鉦の周変が完了し、50Hz電源の「しんがり」を務めた女子畑PS6号機(6,000kW)が60Hzに切替られ、6年間に及んだ第2期九州周波数統一工事が竣工した。終戦直後に開始された九州地方の電源周波数統一事業も、足掛け15年の歳月を経て漸く完了した。

昭和36年10月、大門・小倉・戸畑の3発電所の灰滓捨場であった小倉市日明地先の埋立地に、60Hzの新鋭石炭火力・新小倉PS1号機(156MW)が運開した<sup>31)</sup>。11月には、事業用火力では日本初となる貫流ボイラー(横山工業製Vkw Benson型)を採用した2号機(156MW)も運開した<sup>96)</sup>。新小倉PS1,2号機のボイラーは、標準設計発熱量4,500kcal/kgで、最低3,000kcal/kgの低品位炭まで混炭可能であった。八幡製鐵所と八幡化学向けの電力も新小倉PSからの供給に変更され、役目を終えた戸畑PS1,2号機は昭和37年11月に運転休止となった。2年後の昭和39年10月、戸畑PSは廃止された<sup>56)</sup>。小倉PSも、前年の昭和38年11月に廃止されている。八幡製鐵所八幡地区で25Hzや50Hzの老朽設備が全て休止し、周変が完了したのは昭和49年であった<sup>4)</sup>。

## 8. 戸畑発電所の痕跡を訪ねて

現在、戸畑PSの跡地は九州電力の資材置場や建設機械の営業所、物流会社の支社や倉庫等になり、石炭火力発電所の面影は全くない。「九州電力戸畑発電所跡」と記された記念碑だけが、かつての敷地の一角に静かに佇んでいる。



写真7 戸畑発電所主蒸気止弁(岡野バルブ製造株式会社所蔵)

一方、戸畑PSで使用された蒸気弁が、製造元の岡野バルブ製造(株)に保管されている。写真7は、同社門司工場(北九州市門司区中町)の中庭に展示された主蒸気止弁(main stop valve)である。戸畑PS解体時に譲り受けたという。高圧弁の要となる弁座部分には、耐焼付き性と耐摩耗性、耐腐食性に優れたCo-Cr-W合金のステライト(Stellite)が盛金されている。

同社の前身・岡野商会は、昭和7年にステライトの溶着技術を確立し<sup>119)</sup>、昭和12年に国産第1号の高温高圧弁を戸畑PSに納入した。当初、西部共同火力は実績のある英Hopkinson社製蒸気弁を使用する予定であったが、ボイラーを受注した三菱重工業長崎造船所の仲介により岡野バルブ製造の蒸気弁(主蒸気止弁や逆止弁など)を採用したという<sup>38)</sup>。同年、関西共同火力の尼崎第二PSにも採用されている<sup>119)</sup>。その後、同社の蒸気弁は化学工場や石油工場、炭鉦等に販路を広げ、昭和32年からは原子力発電用バルブの研究開発にも取り組み、汽力発電用バルブのトップメーカーとなった。里帰りした蒸気弁は同社飛躍の象徴であり、戦中戦後の激動期に北九州工業地帯を支え続けた戸畑PSのもう一つの記念碑である。

## 9. おわりに

平成13年10月、私は電気工学科の5年生を引率し九州電力新小倉発電所を見学した。電力工学の授業を担当される非常勤講師のY先生も同行された。当時は1,2号機の廃止前で、発電所の敷地には巨大な煙突が3本聳えていた。轟音と熱気に満ちたタービン建屋を抜け、エレベーターで5号機ボイラーの屋上に出た。Y先生は中原方面を指差しながら、「新小倉発電所が運転を始めた頃、あの辺りには戸畑発電所がありました。私の父が所長を務めていました」と懐かしそうに語った。「戸畑発電所」という石炭火力の存在を私が知ったのは、それが初めてであった。

その後、地域の電気技術史に関心を持った私は、北部九州の電気事業の変遷や、筑豊炭田における自家用発電の歴史的役割について調べ始めた。水力資源が乏しい反面、豊富な石炭資源に恵まれた北部九州は、日本有数の石炭火力地帯であった。戦中から戦後にかけて、北九州工業地帯と筑豊炭田では事業用・自家用を合わせ20以上の火力発電所が稼働していた。中でも、工業地帯を支える重要電源として戸畑発電所が果たした役割は大きいと感じた。私は、戸畑発電所が建設された時代背景や当時の電力事情、戦後

の周波数変更工事や廃止に至る過程など、発電所の誕生から終焉までを俯瞰した記録を纏めてみたいと考えるようになった。

平成26年12月、意外な方面から戸畑発電所に関する情報が寄せられた。アジア女性交流・研究フォーラムで地域社会における女性団体の活動について研究する神崎智子氏から、戸畑発電所の降灰問題と中原婦人会が展開した公害克服運動について教示を受けたのである。初めは、石炭火力の環境対策技術が未発達な時代に起こった公害問題だと簡単に考えていた。しかし、調べを進める中で、戦後の賠償指定や資金不足の中でのボイラー増設、朝鮮戦争勃発による電力需要の急増など複雑な社会情勢と、低品位炭の混炭率の高さなど戸畑発電所独自の事情が複合して降灰問題が顕在化したことが分かった。電力危機に喘ぐ工業地帯を救うための設備が、周辺住民や自分たちの家族を苦しめたことに、戸畑発電所の技術者たちは胸を痛めていたに違いない。中原婦人会も、行政を通じた日本発送電本店への要望によって早期の問題解決を図った。公害克服運動に伴う地域社会の分断を回避した点は、中原婦人会と戸畑発電所双方の功績と言えよう。「環境先進都市」を標榜する北九州市の歴史において、旧戸畑市を舞台とする中原婦人会の活動は市民による公害克服運動の原点であり、その成果は企業による環境対策の先行事例と考えられる。

戸畑発電所には、昭和28年発行の『十五年史』と、廃止された昭和39年発行の『戸畑発電所』の2冊の記念誌が残されている。単一の発電所の記念誌が複数回刊行された例は、極めて稀であろう。後者巻末の回想記に綴られた惜別の言葉から、多くの職員に愛された発電所であったことが分かる。

西部共同火力発電から日本発送電、九州電力と引き継がれ、優秀火力として熱効率日本一を競い、工業地帯の重要電源として重負荷運転を継続し、周波数統一の難事業では2周波数での発電と50Hz残存負荷への供給を終盤まで担った戸畑発電所は、北部九州の電気事業史の中で特筆すべき存在だと思う。戦中戦後の最も困難な時代に北九州工業地帯の復興と発展を支えたその功績は、末永く語り継がれるべきであろう。

## 10. まとめ

北九州工業地帯の発展を支えた50サイクル電力圏の形成過程とその後の変遷を、火力発電を中心とする電気技術史の視点から解説した。特に、昭和12年に運開した戸畑発電所に焦点を当て、劇変する地域の電力事情の中で、戸畑発電所が果たした歴史的役割の検証を試みた。

まず、九州電気軌道が建設した常用火力(大門・小倉)と九州水力電気が建設した補給火力(鯉田・宇島)について、発電設備に投影された両社の経営戦略の違いについて解説した。また、北九州工業地帯の中で最大規模を誇る八幡製鐵所について、構内の電源周波数の選択が製鋼用電気機器や電力応用技術の発達と密接に関係することを、技術史の観点で再確認した。

戦前の戸畑発電所については、建設の経緯や共同火力方式を生んだ時代背景を解説し、発電所の設計や運用に九州電気軌道の技術陣が深く関わっていたことを示した。また、発電所の構内配置や機械設備、発電機器、送電設備等を調べ、八幡製鐵所向け電力の安定供給と、低品位炭の活用による経済的な運転が、戸畑発

電所の使命であったことを示した。

戦後の戸畑発電所に関しては、GHQ/SCAPによる賠償指定から指定解除に至る過程、発電設備の保守・増設と資金の関係、九州周波数統一工事の影響を調べた。また、同発電所の発電実績を電力需要の推移と当時の燃料事情を元に分析した。

戸畑発電所の降灰問題では、降灰被害が終戦前から存在したことを示し、昭和20年代半ばに被害が顕在化した要因を分析した。また、中原婦人会の公害克服運動が地域社会の共感を得た理由や、同婦人会が進歩的な婦人団体となった背景について考察した。

最後に、戸畑発電所の廃止に至る過程が、九州周波数統一工事や八幡製鐵所構内の周波数変更の進展と密接に関わっていることを解説した。

## 謝辞

戸畑発電所の降灰問題と中原婦人会の活動について御教授頂いた公益財団法人アジア女性交流・研究フォーラム(北九州市男女共同参画センター内) 主席研究員の神崎智子氏に感謝致します。戸畑発電所で使用された主蒸気止弁の見学と関係資料の閲覧を許可頂いた岡野バルブ製造株式会社と本社総務部総務経理課課長の石田仁氏、課長補佐の長尾博之氏に感謝致します。電力システムの運用全般について御教示頂いた元北九州工業高等専門学校非常勤講師の徳永博文氏(現・キューケンエンジニアリング ソリューション営業開発室)に感謝致します。

## 参考資料

- 1:25,000 地形図 八幡市, 地理調査所発行(1952)
- 2) 戸畑市史 第二集, 戸畑市役所発行(1961)
- 3) 八幡製鐵所八十年史 部門史 下巻, 新日本製鐵株式会社八幡製鐵所発行(1980)
- 4) エネルギー部 六十年の歩み, 新日本製鐵株式会社エネルギー部(1982)
- 5) 戸畑共同火力20年のあゆみ, 戸畑共同火力株式会社(1987)
- 6) 八幡製鐵所五十年誌, 八幡製鐵株式会社八幡製鐵所発行(1950)
- 7) 竹内淳彦:北九州工業地域の形成—明治、大正期を中心として—, 歴史地理学紀要 8(1966)
- 8) 工親會加盟會社職員録(附録準會員及關係名簿), 工親會発行(1929)
- 9) 絵葉書:北九州首要工業一覽圖(昭和二年版北九州工親會調査)(1927)
- 10) 躍進九軌の回顧, 九州電気軌道株式会社発行(1935)
- 11) 電気事業要覽 明治42年, 逓信省電気局発行(1910)
- 12) 電気事業要覽 明治43年, 逓信省電気局発行(1911)
- 13) 小倉市誌 補遺, 福岡県小倉市役所発行(1955)
- 14) 絵葉書 小倉發電所 開業一周年記念(明治四十五年六月)九州電気軌道株式会社発行(発行年不明)
- 15) 絵葉書 九州電気軌道株式会社 普通運賃表、回数乗車賃金表 九州電気軌道株式会社発行(発行年不明)
- 16) 日本鉄道旅行地図帳 12号 九州沖繩(新潮社, 2009)
- 17) 電気事業要覽 大正元年, 逓信省電気局編纂, 逓信協會発行(1914)
- 18) H.W.Dickinson: "A Short History of the Steam Engine"(邦題「蒸気動力の歴史」磯田 浩 訳)(平凡社, 1994)
- 19) 第十八回管内電気事業要覽 II 電気工作物, 熊本逓信局編纂, 逓信協會九州支部発行(1935)
- 20) 加島 篤:筑豊炭田の電力史—炭鉱中央発電所の歴史的役割—, 北九州工業高等専門学校研究報告, 45(2012)
- 21) 電気事業要覽 明治41年, 逓信省電気局発行(1909)
- 22) 九電鐵二十六年史, 東邦電力株式会社発行(1923)
- 23) 第七回電気事業要覽, 逓信省電気局編纂, 逓信協會発行(1915)
- 24) 第二十回管内電気事業要覽 II 電気工作物, 熊本逓信局編纂, 逓信協會九州支部発行(1937)
- 25) 第36回電気事業要覽, 通商産業省公益事業局編纂, 日本電気協會発行(1954)
- 26) 石川政吉:蒸気罐, 岩波全書89(岩波書店, 1938)
- 27) 菅原晋雄:蒸気タービン, (義賢堂, 1952)
- 28) 九州水力電気株式会社二十年沿革史, 九州水力電気株式会社発行(1933)

- 29) 第十四回電気事業要覽, 逓信省電気局編纂, 電気協會発行(1922)
- 30) 第八回電気事業要覽, 逓信省電気局編纂, 逓信協會発行(1916)
- 31) 九州地方電気事業史, 九州電力株式会社発行(2007)
- 32) 第九回電気事業要覽, 逓信省電気局編纂, 逓信協會発行(1917)
- 33) 第十回電気事業要覽, 逓信省電気局編纂, 逓信協會発行(1918)
- 34) 第十四回電気事業要覽, 逓信省電気局編纂, 電気協會発行(1922)
- 35) 絵葉書 九州水力電気株式会社 送電線路略圖(発行年不明)
- 36) 中野節朗:九州電気事業側面史, 東洋経済新報発行(1942)
- 37) 絵葉書 九州水力電気株式会社 宇島火力発電所(発行年不明)
- 38) 火力発電所の回顧と展望, 電気学会・火力発電技術協会発行(1962)
- 39) 東邦電力技術史, 東邦電力株式会社発行(1942)
- 40) 九州送電株式会社沿革史, 東洋経済新報社発行(1942)
- 41) 中原万次郎, 村上恵一:セメント・石膏・石灰, 工業化学全書7(日刊工業新聞社, 1959)
- 42) 西田発電所, 八幡製鐵所動力部発行(1958)
- 43) 大賀恵二:工場用特殊タービン, アルス工學全書1(アルス, 1937)
- 44) 社史 旭硝子株式会社, 旭硝子株式会社発行(1967)
- 45) 絵葉書 製鐵所瓦斯発電所, 製鐵所共済組合購買部発行(発行年不明)
- 46) 三菱長崎造船所史(續篇), 西日本重工業株式会社社長崎造船所発行(1951)
- 47) 動力五十年誌, 八幡製鐵所動力部発行(1950)
- 48) 磯野達一郎:誘導電動機解説 第4巻(丸善, 1926)
- 49) 第十一回電気事業要覽, 逓信省電気局編纂, 逓信協會発行(1919)
- 50) 前田七之進:回轉變流機(修教社書院, 1937)
- 51) 川上幸義:新日本鉄道史[下](鉄道図書刊行会, 1968)
- 52) 国鉄電気局五十年のあゆみ, 鉄道界評論社発行(1971)
- 53) 第十二回電気事業要覽, 逓信省電気局編纂, 電気協會発行(1920)
- 54) 武井 武, 小島 武, 友成忠雄:電熱化学工業 工業化学全書16(日刊工業新聞社, 1960)
- 55) 金子恭輔, 荒木彬:電気製鉄及製鋼法(丸善, 1921)
- 56) 通試受験テキスト 第3種用 電灯照明及電熱篇(電気書院, 1934)
- 57) 九州周波数統一史, 九州周波数統一協議会発行(1961)
- 58) 第十九回管内電気事業要覽 II 電気工作物, 熊本逓信局編纂, 逓信協會九州支部発行(1936)
- 59) 記念寫眞帖, 日発解散記念事業委員会九州支部発行(1951)
- 60) 西部共同火力発電株式会社社史, 九州水力電気株式会社東京出張所発行(1941)
- 61) 日本發送電社史一技術編一, 日本發送電株式会社解散記念事業委員会発行(1954)
- 62) “火力発電の統制を京阪神で計画 五千万円の共同発電会社逓信省の根本方針”(神戸又新日報, 1930/8/3)
- 63) 関西共同火力発電株式会社事業史、関西共同火力発電株式会社事業史編纂事務所発行(1941)
- 64) 関西地方電気事業百年史, 関西地方電気事業百年史編纂委員会発行(1987)
- 65) 中部地方電気事業史 上巻, 中部電力株式会社発行(1995)
- 66) 中部電力火力発電史, 中部電力株式会社火力部発行(1988)
- 67) 発電用石炭調査資料, 電気廳発行(1939)
- 68) 戸畑発電所史, 九州電力株式会社戸畑発電所(1964)
- 69) “国管目標の達成へ 日発機構再編成”(大阪毎日新聞 1940/7/24)
- 70) 日本發送電社史一綜合編一, 日本發送電株式会社解散記念事業委員会発行(1954)
- 71) 座談会・九州の火力発電の発達について(1), 火力発電, 13, No.3(1962)
- 72) 高柳與四郎:西部共同火力発電株式会社戸畑発電所概, 電気學會雑誌, 58, No.599(1938)
- 73) 電気事業資料第八十四号 非適性炭の有効使用対策, 電気協會発行(1942)
- 74) 戸畑市勢要覽 昭和29年度版, 戸畑市発行(1954)
- 75) 三菱重工業長崎造船所:日本發送電株式会社戸畑発電所納53,000kW 3,000回転タービン及補機装置, 電気工學, 28, No.8(1939)
- 76) 古河電気工業株式会社:九州電気軌道株式会社へ納入せる66,000V油入ケーブル, 電気工學, 28, No.8(1939)
- 77) 白川義雄:選炭実技 増訂版, (白亜書房, 1958)
- 78) 岩崎重三:日本鉱石学 第1巻 石炭篇(内田老鶴圃, 1910)
- 79) 太田定治:わが国における低品位炭の発電利用, 日本機械學會誌, 62, No.483(1959)
- 80) 発電用石炭調査資料, 電気廳発行(1939)
- 81) 田中健次:粗悪炭の燃焼に就て, 燃料協會誌, 13, No.11(1934)
- 82) 高柳與四郎:随想, 洛友会会報 第55号, 京都大学工学部電気工学科教室内洛友会発行(1967)
- 83) 増補 水巻町誌, 水巻町発行(2001)
- 84) 興和友兼:第二高松炭坑開發に就いて, 日本鑛業會誌, 58, No.688(1942)
- 85) 福井正治:スラッグタップファーンに就て, 燃料協會誌, 13, No.11(1934)
- 86) 谷口良忠:北九州の専用鉄道1950-1960見聞記, レイル No.16(プレスアイゼンバーン, 1985)
- 87) 波多野義熊:石炭と産業, 商工協會発行(1949)
- 88) 岩波講座 日本歴史22 現代1(岩波書店, 1977)
- 89) 日本發送電社史一業務編一, 日本發送電株式会社解散記念事業委員会発行(1954)
- 90) 八幡電力所史, 九州電力八幡電力所発行(2000)
- 91) 関門トンネル電気関係25年史, 門司鐵道管理局電気部発行(1967)
- 92) 配炭公団の廃止及び石炭の統制撤廃に関する件 昭和24年8月30日閣議決定, 第3次吉田内閣閣議書類綴(その11)昭和24年8月の2
- 93) 燃料事情 石炭危機の様相顕著, 燃料協會誌, 30, No. 5-6(1951)
- 94) 燃料事情 石炭の需給逼迫す, 燃料協會誌, 30, No. 7-8(1951)
- 95) 燃料事情 電力用炭の不安深刻, 燃料協會誌, 30, No. 11-12(1951)
- 96) 坂本陸泰, 白水晴雄, 阿部良之助:夾炭層の構成鉱物について一日炭高松産業所におけるボタの構成鉱物一, 日本鉱業會誌, 74, No.846(1958)
- 97) 九州電力10年史, 九州電力株式会社発行(1961)
- 98) 九州電力二十年のあゆみ, 九州電力株式会社(1971)
- 99) 橋本利春:皆好園について, 郷土戸畑, No.10(1967)
- 100) 後藤青太郎:汽力発電達の現状, 機械學會誌, 36, No.196(1933)
- 101) 志賀 潔:本邦に於けるコットレル式電気収塵法概近の發展, 燃料協會誌, 10, No.111(1931)
- 102) 志賀 潔:コットレル式電気収塵法に就いて, 化學機械協會年報, 4(1940)
- 103) 和田正脩:汽罐用電気収塵装置の實績, 動力, 13, No.6, 日本動力協會発行(1930)
- 104) 井伊谷 鋼一:集塵装置(新版)(日刊工業新聞社, 1963)
- 105) 戸畑市勢要覽 昭和二十六年年度版, 戸畑市役所発行(1952)
- 106) 林 栄代:八幡の公害(朝日新聞社, 1971)
- 107) 井村秀文, 小林周平, 松本 亨, 金子慎治, 中山裕文, 外川健一, 野上健治, 藤倉 良, 勝原 健:東アジアの都市化と環境問題 北九州モデルの有効性と適用可能性, (財)国際東アジア研究センター ペンシルベニア大学協同研究施設 Working Paper Series, 99-7(1999)
- 108) 十五年史, 九州電力株式会社戸畑発電所発行(1953)
- 109) 松本俊次:電気集塵装置(日刊工業新聞社, 1975)
- 110) 堀川仁七郎:築上発電所第1号汽罐の調整と運転, 計測, 4, No.1, 日本計測學會発行(1954)
- 111) 川崎重工業株式会社社史(本史), 川崎重工業株式会社発行(1959)
- 112) 火力発電, 電気学会大学講座(電気学会, 1966)
- 113) J.M.Gleich-Anthony:“Democratizing Women:American Women and the U.S. Occupation of Japan, 1945-1951”, The College of Arts and Sciences of Ohio University 博士論文(2007)
- 114) 西南女学院三十年史, 西南女學院発行(1957)
- 115) 橋 川 喜美代:広島女学校における子ども本位の活動に根ざした保育の確立ーアメリカ人教育宣教師M・M・クックと進歩的な保育の導入ー, 兵庫教育大学研究紀要, 47(2015)
- 116) 20年のあゆみ 結成20周年記念, 北九州市戸畑区婦人会協議会発行(1970)
- 117) 八幡製鐵所八十年史 部門史 上巻, 新日本製鐵株式会社八幡製鐵所発行(1980)
- 118) 兎東哲夫:鉄道総研の技術遺産 周波数変換機(1), RRR, 72, No.1(1915)
- 119) 大森大観:鉄道総研の技術遺産 周波数変換機(2), RRR, 72, No.2(1915)
- 120) 岡野バルブ八十五年史, 岡野バルブ製造株式会社発行(2011)

(2015年11月9日 受理)