

論説

19世紀中葉のイギリス海軍における煙害防止技術の軍事的意味転換

赤津 正彦*

Utilisation of Scientific Knowledge and Technology against the Nuisance of Smoke in the Mid-Nineteenth Century Royal Navy

By MASAHIKO AKATSU

Scientific knowledge and technology that has to do with preventing environmental problems tends to be transferred to developing countries from developed countries as international aid or for an exchange. However, it cannot be asserted that such knowledge or technology cannot be diverted for military use. This article examines two historical cases in which scientific knowledge and technology was used against nuisances caused mainly by industrial smoke in nineteenth-century British cities and towns. This knowledge and technology, which could generally be regarded as peaceful, was used for military purposes, including for the improvement of early naval steamers that had only just begun to be used by the Royal Navy in the mid-nineteenth century. The article also reveals how and why knowledge and technology used to combat environmental degradation could be diverted for military use.

1 はじめに

産業革命以降のイギリスにおける工場などでの石炭消費量の急増は、石炭燃焼に伴い発生する煤煙による大気汚染問題を深刻化させた。19世紀のイギリスにおいては、主に石炭の不十分な燃焼の結果として発生する燃え残りのスス（炭素）とされた煤煙は、健康上の被害というよりは主として経済上の被害（財物の汚損、地価の下落、燃料の浪費、など）から非難された。そうした煤煙による被害、煙害への法的対応は、1821年の「煙害除去法」制定を嚆矢に、その実効性はさておき、19世紀を通じて強化され続ける。そしてそうした法的対応の進展の背景にあったのが、一般工業炉や汽罐火室（蒸気機関用のボイラーを加熱するための炉）での石炭燃焼によって発生する煤煙を防止ないし削減するための知識の増加や技術の進歩であった¹⁾。

本稿は、煙害被害者を救済しようという、そうした平和な目的のために生み出され蓄積され利用されていた煤煙防除のための民生用の知識や技術が、19世紀中葉のイギリス海

* 明治大学政治経済学部准教授（Associate Professor, School of Political Science and Economics, Meiji University）

1) 19世紀イギリスの煙害問題とそれへの対策については、赤津 [2003]、赤津 [2005]、赤津 [2010] を参照。

軍において軍事技術に転化してゆく過程と背景を、二つの事例を用いて考察する。後に詳しく見るように、19世紀中葉のイギリス海軍は、まだその利用の緒に就いたばかりの蒸気船について、その効率的運用に関して様々な問題に直面していた。そのようななかで、民生用の煙害防止に関わる知識や技術が、軍用蒸気船の改良に応用されてゆくことになる。煙害防止のための知識や技術は、いかにして軍事技術となりえたのか。この転化・転用の過程と背景を明らかにすることが本稿の課題である。

科学的な知識や技術が、平和目的に利用されるだけでなく軍事的にも利用されうるという両義性の問題は古くからある問題である。しかし昨今、軍事転用可能な知識・技術の海外流出や移転はとくに大きな問題として浮上し、それへの適切な対応やその管理が喫緊の課題となっている²⁾。ここで取り上げるような大気汚染（煙害）防止のための知識や技術、環境に関する知識や技術は、軍事とは距離のありそうなものであり、ゆえにそうした知識・技術は国際援助・交流などのために積極的に発展途上国などに移転される傾向がある³⁾。しかし、そうした知識・技術も、科学的知識・技術である以上、軍事に転用される可能性が無いとは言い切れない。先進国から発展途上国への環境に関する知識・技術の移転は今後もますます積極的に推し進められてゆくと思われる。本稿がその在り方について考えるための一助になれば幸いである。

なお、先行する研究についてみると、科学技術の両義性や民生用技術の軍事転用（ないし軍事技術の民生転用）についての歴史研究は近年急速に進んでおり、その成果は豊かである⁴⁾。しかし、本稿が扱う19世紀中葉のイギリス海軍における煙害防止のための知識・

2) たとえば経済産業省は近年、大学や研究機関からの軍事転用可能な技術の流出対策（安全保障貿易に関わる機微技術管理）を強化しており、大学・研究機関へのアドバイザーの派遣やガイダンス・説明会の開催、またリーフレットや各種資料の配布など、様々な取り組みを行っている。詳細は経済産業省のサイト内にある「安全保障貿易管理」のページ（<https://www.meti.go.jp/policy/anpo/daigaku.html>：2019年8月17日閲覧）を参照されたい。

3) たとえば2013年12月、日本・中国・韓国の産官学の有識者が、河北省の香河で大気汚染などの環境問題への対策について話し合うフォーラムを開いている。同フォーラムでは、日本側出席者が1970年代からの日本の公害対策を紹介するとともに、日本側から中国側に対して環境技術分野における協力が提案されている（『日本経済新聞』2013年12月15日朝刊、5頁）。また2013年7月、日・中・韓の経済・政治・学術分野の協力関係を話し合う第8回「日中韓賢人会議」が北海道の洞爺湖町で開催されたが、その際、日本団長の福田康夫元首相は、中国の微小粒子状物質による大気汚染問題の深刻化を念頭に、「国境を越えた環境問題への協力は喫緊の課題だ」と述べるとともに、同会議において環境分野における技術連携の強化を求める声が多かったことを踏まえて、「環境技術の開発は産官学で協力できる分野が多い」とも述べている（『日本経済新聞』2013年7月8日夕刊、2頁）。そして2013年3月、国際協力銀行が三井住友銀行と協調して総額9000万ドルをインドの鉄鋼業界に融資することを決めたが、これはインドの製鉄所などへの日本の環境技術の移転を促進することを目的とした融資であった（『日本経済新聞』2013年3月27日夕刊、1頁）。

4) たとえば横井・小野塚 [2012]、横井 [2016]、池内 [2016]、河村 [2018] を参照。

技術の軍事転用についての先行研究は、筆者の管見の限りでは無いと思われる。近年深まりを見せつつある科学的知識・技術の軍・民転用の歴史研究に、本稿が新たな知見を加えることができれば、これもまた幸いである。

2 煙害防止のための知識・技術の海軍蒸気船用燃料（石炭）選定における利用

(1)「科学の政治家」プレイフェア

19世紀中葉のイギリスにおいて、環境に関する知識や技術が軍事にも利用された事例としてまず取り上げるのは、煙害防止のための煤煙防除に関わる知識・技術の、海軍蒸気船用燃料（石炭）選定への転用である。この転用の過程において重要な役割を演じたのが、化学者のライアン・プレイフェア（Lyon Playfair, 1818-1898）であった。

スコットランドの旧家の出身で、東インド会社の医務監、ジョージ・プレイフェア（George Playfair）の子としてインドで生まれた彼は、セント・アンドリュース大学、エディンバラ大学などで医学や化学を学んだ後、1830年代には、気体拡散の法則および透析膜の発明者として有名なグレイアム（Thomas Graham）およびドイツの有機化学者のリービヒ（Justus Freiherr von Liebig）のもとで働き薫陶を受けたとされる⁵⁾。その後の1843～45年頃には、マンチェスター王立研究所（Royal Manchester Institution）で名誉教授（Honorary Professor）を務め、後に銅精錬所や化学工場による有害気体問題への対策で有名となる化学者のスミス（Robert Angus Smith）と共に研究を行った⁶⁾。またこの頃（1844年）、ドイツの著名な化学者でバーナーの改良者として知られるブンゼン（Robert Wilhelm Eberhard Bunsen）と、溶鉱炉における石炭（コークス）の燃焼（およびその効率）について共同研究を行っている⁷⁾。プレイフェアの専門は有機化学とみられるが、このブンゼンとの共同研究から考えるに、もともと石炭などの燃焼についても専門的知識を有していたと考えられる。また、炭坑用安全ランプ開発者で科学技術界の重鎮の一人であったデイヴィ（Sir Humphry Davy）の協力を得つつ最初期の煤煙防除汽罐火室を開発した梳毛織製造業者のパークス（Josiah Parkes）とも、おそらくは首相のピール（Sir Robert Peel）の交友関係を通じて1845年頃には面識をもっていた⁸⁾。

以上のような経歴を持つプレイフェアであるが、後の伝記著者が彼をして19世紀を代

5) Crowther [1965] pp. 109-116; Reid [1899] pp. 28-52.

6) Reid [1899] p. 56.

7) Reid [1899] pp. 62-63.

8) House of Commons Parliamentary Papers (hereafter cited as HCPP), Report from the Select Committee on Smoke Prevention, 1843, p. 158, p. 165; Crowther [1965] p. 132.

表する「科学の政治家（Statesmen of Science）」の一人としたことからわかるように⁹⁾、かなり政治との関わりの深い科学者でもあった。

まず彼は、いかなる経緯でそのようになったかは不明だが、ピールとかなり密接な関係を持っていた。彼はスタッフォードシャーにあるピールの邸宅であるドレイトン・マナーでの会合にしばしば招かれており、前のパークスとの面識もこの会合の際にできたものであった。また、政府委員会の委員も務めている。後に改めて触れるが、1843～45年にかけて、「大都市および人口密集地域の状態調査のための政府委員会（Commissioners for Inquiring into the State of Large Towns and Populous Districts）」（以下、「大都市委員会」）のメンバーとなっている¹⁰⁾。さらに、アイルランドのジャガイモ飢饉に際しては、ピールから化学者としての助言を求められ、政策決定に一定の影響を持ったとされる¹¹⁾。そして1851年のロンドン万国博覧会に際しては、その実行委員会に加わり、同委員会と政府との間を取り持つ重要な役割を演じたという¹²⁾。さらに1853～56年のクリミア戦争に際しては、枢密院科学技術部門事務局長の立場で、毒（シアン化物）およびリン焼夷弾の使用を政府に提唱するなどしている¹³⁾。

1868年にはエディンバラおよびセント・アンドリュースの大学選挙区選出の庶民院議員となった。1873年にはグラッドストン内閣で郵政長官に就任し、また枢密顧問官となる。1880年には庶民院副議長となり、1892年には叙爵され初代プレイフェア男爵（1st Baron Playfair of St Andrews）となった¹⁴⁾。

（2）プレイフェアとデ・ラ・ビーチによる煙害問題調査

政治とも密接な関係があり、また石炭の燃焼についてもかなり造詣の深い化学者であったプレイフェアが、煙害問題およびその対策技術に関わるようになった経緯は以下である。

既述のように、プレイフェアはピール内閣が1843年に設置した「大都市委員会」のメンバーとなった。同委員会のメンバーは、委員長で玉璽尚書のバクルー公爵（Walter

9) Crowther [1965] .

10) Crowther [1965] pp. 128-130.

11) Reid [1899] p. 87; Crowther [1965] pp. 132-133.

12) Crowther [1965] pp. 134-135.

13) Crowther [1965] pp. 140-142. このようにプレイフェアは、科学（化学）の軍事利用に積極的な人物であった。なお、同じように化学の軍事利用をナポレオン戦争に際して主張し、しかし株取引に関わる詐欺をめぐる冤罪で名誉を失ったスコットランド貴族で発明家・海軍提督のダンドナルド伯爵（Thomas Cochrane, 10th Earl of Dundonald）の名誉回復にもプレイフェアは関わっている。プレイフェアはダンドナルド伯による軍事兵器改良のために科学を利用するという考えを原則において支持していたといわれる（Crowther [1965] p. 149）。

14) Crowther [1965] pp. 144-154; Reid [1899] p. 218.

Francis Montagu Douglas Scott, 5th Duke of Buccleuch)、木材・森林長官のリンカーン伯爵 (Henry Pelham Fiennes Pelham-Clinton, Earl of Lincoln)、地質学者のデ・ラ・ビーチ (Sir Henry Thomas De la Beche, 1796-1855)、生物・比較解剖学者のオーウェン (Richard Owen)、技師で「鉄道の父」と呼ばれるスティーブソン (George Stephenson)、そしてプレイフェアであった。マンチェスター王立研究所の名誉教授であったプレイフェアは、既述のスマスを助手として、ランカシャーの大都市の住環境や衛生状態などについての調査と報告を担当した¹⁵⁾。

ところで、「大都市委員会」が設置されたそのちょうど同じ年に、庶民院議員のマッキノン (William Alexander Mackinnon) によって、「煤煙防止に関する特別委員会 (Select Committee on Smoke Prevention)」が設立された。同委員会は、イギリスの各都市における石炭煤煙による大気汚染 (煙害) の状況とそれへの技術的・法的対応についてかなり徹底した調査を行い、その結果を踏まえ、マッキノンは1844年および1845年に「煙害禁止法案 (Bill to prohibit the nuisance of smoke from furnaces or manufactories)」を議会庶民院に上程した。しかし同法案は、煙害対策を求められる各産業間の利害の相違や対立などにより廃案となった¹⁶⁾。しかし他方で、この問題の重要性を認めていたピールは、マッキノンと彼の委員会とは別に、政府の手でこの問題の調査を進めることにしたのである¹⁷⁾。

イギリスの大都市における煙害問題についての調査実施を決めたピール内閣では、1845年8月に内務大臣のグレイサム (Sir James Robert George Graham) が木材・森林長官のリンカーン伯にこの問題に関する調査を実施するよう指示を出した。同指示を踏まえて、リンカーン伯が実際の調査実施者として指名し調査依頼をしたのが、デ・ラ・ビーチ、そしてプレイフェアであった¹⁸⁾。調査依頼がなされた当時、デ・ラ・ビーチは英国地質調査所 (The Geological Survey) の所長および経済 (のちに実用) 地質学博物館 (The Museum of Economic [Practical] Geology) の館長であり、またプレイフェアは、ピールの斡旋によってデ・ラ・ビーチの下で任命化学者 (appointed chemist) として働くために、マンチェスターからロンドンに上京したばかりであった¹⁹⁾。そのような彼らが調査者として選ばれたのは、

15) Crowther [1965] pp. 128-130.

16) 詳しくは、赤津 [2005] を参照。

17) マッキノンの法案の審議に際して、ピールは「工業地域と関係を持つ全ての者、関係を持つ都市の住民の健康を切望する全ての者がこの問題 (煙害問題) に注意を向けるよう」要請するとともに、マッキノンが差し当たり彼の法案を撤回するならば、自分 (政府) が来会期により良い形で法案を提出すると述べている (Parliamentary Debates, 3 July 1844, c. 285)。

18) HCPP, Report by Sir Henry Thomas De La Beche and Dr. Lyon Playfair on means of obviating evils arising from smoke by factories and works in large towns, pp. 1-2.

19) Crowther [1965] p. 130.

彼らがそれぞれ、大気汚染の発生源である石炭とその燃焼の専門家であったためであるとともに、「大都市委員会」でともに仕事をした間柄であったためとも思われる。なお、リンカーン伯の調査依頼文書によると、プレイフェアは煙害問題に「その関心をすでに寄せていた」([His] attention is known to have been already directed to these subjects)とされる。プレイフェアとデ・ラ・ビーチの調査報告書は、1846年3月に、ピール内閣末期にリンカーン伯から代わった木材・森林長官であるカニング子爵（Charles John Canning, Viscount Canning）に提出された²⁰⁾。

プレイフェアとデ・ラ・ビーチは調査報告書のなかで、まず煤煙発生メカニズムを理論的に次のように説明している。すなわち、煤煙とは、基本的には炭素であり、炉や汽罐火室の不適切な管理などによって炉・汽罐火室内に十分な空気（酸素）が供給されず、石炭が部分的にしか燃焼されえなかった場合に煙突から放出される、と。続いて一連の石炭の燃焼実験を行った彼らは、煤煙防除は石炭の完全燃焼によって可能となるとし、それを実現するための方策として、炉や汽罐火室内への十分な通風ないし空気供給の確保が可能となるよう工夫された炉・汽罐火室や煙管や煙突の設置と、炉・汽罐火室管理者への適切な指導・教育を提示した。そして、これらの方策が適切に実行され、炉・汽罐火室内に十分な空気が送られて石炭が完全燃焼されたならば、それは理論的にも実践的にも、煤煙防除のみならず、燃焼効率の向上をも、燃料の節約をも生み出すと述べ、産業の発展を阻害せずに煙害規制は可能であると主張した。そして、ダービー、リーズ、ハダースフィールド、マンチェスターなど、すでに煤煙規制条項（smoke clause）を含んだ地域的個別法（local act）を施行している地方自治体の法執行状況を調査した彼らは、大都市での煙害が十分に防げていないのは、技術的理由からではなく、主に法の不備や法執行上の問題のためであると指摘した²¹⁾。

（3）プレイフェアとデ・ラ・ビーチによる海軍蒸気船用燃料（石炭）調査

ところで、プレイフェアとデ・ラ・ビーチが都市の煙害問題とその対策についての調査をリンカーン伯（内閣）から依頼される少し前の1845年6月に、庶民院議員のヒューム（Joseph Hume）が、イギリスで産出される各種石炭の蒸気発生力や燃焼効率についての調査実施を海軍本部（The Admiralty）に提案した。ヒュームは、以前に海軍本部が、ある業

20) HCPP, Report by Sir Henry Thomas De La Beche and Dr. Lyon Playfair on means of obviating evils arising from smoke by factories and works in large towns, pp. 1-2.

21) HCPP, Report by Sir Henry Thomas De La Beche and Dr. Lyon Playfair on means of obviating evils arising from smoke by factories and works in large towns, pp. 2-6.

者（Mr. Grant）の人工燃料（artificial fuel）（練炭のようなものか）に、おそらく海軍蒸気船に適した燃料として賞を与えたことに疑問を感じていた。安定的な供給や費用の面で問題のあるそうした人工燃料を、蒸気艦艇の燃料とすることに危惧を抱いたためと思われる。そして、燃料の質こそが蒸気軍艦の効率的運用にとって決定的に重要であると信じるヒュームは、以前にアメリカにおいて同様の調査が行われたことを引き合いに出しつつ、また、同調査の結果は「有事の際（at a moment when the greatest interests of the country may be at stake）」には「大きな国家的重要性（great national importance）」を持つであろうと訴えつつ、上の提案をしたのであった²²⁾。

提案に際してヒュームは、その調査の実施者としてプレイフェアとデ・ラ・ビーチを指名した。なぜヒュームが彼らを指名したかは不明である。しかしヒュームは、庶民院議員である前にスコットランドの医師・化学者であり、既述のようにスコットランドにゆかりのある化学者で、ヒュームが「高名な化学者（one chemist of eminence）」と表現したプレイフェアと、何らかのつながりを持っていた可能性も考えられる。

海軍本部はこのヒュームの要請を受諾し、リンカーン伯にデ・ラ・ビーチへの仲介を依頼した。デ・ラ・ビーチは、1846年3月末までの調査に対して海軍本部が600ポンドの援助金を支払うことを条件に、この調査依頼を受諾している²³⁾。デ・ラ・ビーチとプレイフェアは、石炭の燃焼にまつわる政府関連の仕事を二つ、ほぼ同時期に引き受けていたのである。

彼らのこの海軍蒸気船用石炭に関する調査は結局かなり長引き、1851年の3月頃まで続いた。報告書は三次にわたり、提出先もリンカーン伯後の歴代の木材・森林長官であるモーペス子爵（George William Frederick Howard, Viscount Morpeth）、カーライル伯爵（7th Earl of Carlisle）（前記のモーペス子爵と同一人）、およびセイモア卿（Edward Adolphus Seymour, Lord Seymour）と変わった²⁴⁾。かなりのページ数を持つ同報告書から読み取れる彼らの調査内容の要旨は以下である。

彼らはまず、王立農業学校（Royal Agricultural College of Cirencester）校長（Principal）のウィルソン（John Willson）がパトニー（Putney）の土木技師学校（The College for Civil Engineers）に設置した汽罐と火室を実験用に借り受けた。そして、ウィルソンや、パリ鉱山学校（École des Mines of Paris）の学生、フィリップス（John Arthur Phillips）などを助手

22) HCPP, First report on the coals suited to the steam navy by Sir Henry de la Beche & Dr. Lyon Playfair, p. 3.

23) HCPP, First report on the coals suited to the steam navy by Sir Henry de la Beche & Dr. Lyon Playfair, p. 4.

24) HCPP, First report on the coals suited to the steam navy by Sir Henry de la Beche & Dr. Lyon Playfair; HCPP, Second report on the coals suited to the steam navy by Sir Henry De La Beche and Dr. Lyon Playfair; HCPP, Third report on the coals suited to the steam navy by Sir Henry De La Beche and Dr. Lyon Playfair.

も動力とする、いわゆる汽帆船であった。まさに最初期の蒸気軍艦であり、当然に運用上で帆船とは異なる様々な問題を抱えることとなった。

まずそれは、重い蒸気機関や汽罐を据え、さらに石炭という、嵩張るまたコストのかかる燃料を必要とした。これは船舶運用上、帆船にはない大きなデメリットであり、これを効果的に運用するにはそうしたデメリットを打ち消すだけの軍事上のメリットを必要とした。無風時の長距離航行や、戦闘時の高速航行などである。これらを反映した調査項目が、「蒸気発生速さ」や「蒸気発生力ないし量」であることは間違いない。民間では経済性の問題（燃料コストの問題）である燃焼効率の問題は、海軍においては軍事行動の自由度の問題ともなった。燃焼効率の改善（燃焼効率の良い石炭の採用）は、帆船にはない軍事的メリット（風に制約されないより自由な軍事行動）を蒸気船にもたらし、蒸気船の抱える問題を解消する可能性があったのである。

つぎの帆船にはない蒸気船特有の大きな問題が、石炭煤煙の排出であった。「無煙燃焼」が蒸気発生速度や蒸気発生量・力の大きさに続いて第三番目に調査項目として挙げられていることから、それが海軍での蒸気船運用にとって重要な問題と認識されていたことは明らかである。ではなぜ海軍蒸気船にとっては排煙が問題であり、無煙燃焼が必要だったのか。その理由は、「敵に発見されないように（as to betray the position of ships of war when it is desirable that this should be concealed）」とされている。帆船とは異なり煤煙を排出する蒸気船は、その煤煙によって敵に発見されやすくなる。民間では煤煙は他者に害を与えるものであり、よってその防除が求められたが、海軍において煤煙防除は、汽走時の秘匿性の確保のために求められた。もし煤煙発生量の少ない燃料（石炭）を見出すことができればそれは、蒸気船の軍事的運用に際しての大きな問題の解消につながりえたのである。

実験・調査の結果をまとめるに際して彼らは、はっきりと明示的には述べてはいないが、各種の数字（表）や備考を使いながら、多くの石炭のなかでも総じてとくに南ウェールズの石炭を高く評価した²⁷⁾。なお、南ウェールズの石炭には、瀝青炭（bituminous coal）ほどではないが瀝青を少なからず含むものから、瀝青がほとんどなく炭化がかなり進んで炭素分が多い無煙炭（anthracite）まで、様々な性質を持つものがあったが、後者の無煙炭はあまり評価されなかった。なぜなら無煙炭は、蒸気発生力はあるが着火しにくく、蒸気発生速さという点で大きな問題を持っていたためである²⁸⁾。南ウェールズの石炭のなかでもとくに高い評価を得た Aberaman Merthyr と呼ばれるグラモーガンシャーのアベルアマン・

27) HCPP, Third report on the coals suited to the steam navy by Sir Henry De La Beche and Dr. Lyon Playfair, pp. 3-10.

28) HCPP, First report on the coals suited to the steam navy by Sir Henry de la Beche & Dr. Lyon Playfair, p. 17

ヴァレー（Aberaman Valley）産の石炭（燃焼効率は非常に高く、煤煙もほとんど発生しない²⁹⁾）、Thomas's Merthyr と呼ばれる同じくグラモーガンシャー、アバーデアのレッティー・シェンキン（Letty Shenkin）産の石炭（燃焼効率は高く、またとくに言及はなかったが、煙道に煤がほとんど残っていなかった点から煤煙もほとんど発生しなかったと思われる³⁰⁾）、Nixon's Merthyr と呼ばれる同じくグラモーガンシャー、マーサー・ティドヴィル近郊、ウェラ（Werra）産の石炭（燃焼効率は高く、ほとんど無煙³¹⁾）の何れも、無煙炭ではなかった。

燃焼効率が良く、また煤煙を発生しにくく、よって海軍蒸気船の燃料として最適であるとされたこの南ウェールズの石炭はその後、実際にイギリス海軍において重要な燃料とされた。だいたい時代が下った1905年に作成されたバルフォア内閣の閣議配布用資料「海軍用ウェールズ蒸気炭の供給」によれば、蒸気発生効率の良さ（general efficiency of steam raising）と無煙（smokelessness）であることは、海軍が石炭を購入する際の重要な要件であり続けており、そしてその要件を十分に満たす石炭は、南ウェールズ（グラモーガンシャーおよびモンマスシャー）産石炭において他には無いとされている。そしてその南ウェールズ炭の安定供給に、枯渇や外国（ドイツやアメリカなど）のシンジケートによる炭鉱買収の試みによって不安が生じたために、この資料が閣議のために用意されたのである³²⁾。南ウェールズ炭は、その安定供給が閣議で議論されるほどの、まさに「国家的重要性」をもった戦略物資となっていたのである。

なお、この南ウェールズ炭（カーディフ炭とも呼ばれる）が、我が国にとっても重要な戦略物資となったことはよく知られている。日露戦争時、すでに世界中の海軍が蒸気船用燃料として欲するようになっていたカーディフ炭を、イギリスは同盟国である日本には供与したが、ロシアに対してはその供給を制限した。十分なカーディフ炭を入手できなかったバルチック艦隊が、カムラン湾からウラジオストクに向かうにあたり、安全な太平洋航路よりも不足する石炭を慮って最短距離の日本海航路を選んだがゆえに、日本海海戦での大敗北につながったとも指摘されている³³⁾。

プレイフェアとデ・ラ・ビーチの石炭とその燃焼に関する知識・技術は、以上のように、

29) HCPP, Third report on the coals suited to the steam navy by Sir Henry De La Beche and Dr. Lyon Playfair, p. 26.

30) HCPP, Second report on the coals suited to the steam navy by Sir Henry De La Beche and Dr. Lyon Playfair, p. 37.

31) HCPP, Second report on the coals suited to the steam navy by Sir Henry De La Beche and Dr. Lyon Playfair, p. 41.

32) National Archives (CAB 1/6/1), The Supply of Welsh Steam Coal for the Navy, pp. 1-7.

33) 山崎 [2008] 51 ~ 75 頁。

石炭煤煙による煙害問題への対策という平和な目的に利用されるとともに、海軍蒸気船の性能向上という軍事的な目的にも利用された。彼らの知識・技術は、民間においては煙害防止のために、また産業にあまり負担をかけない煙害規制を実現するため、煤煙防除に付随する燃焼効率の向上（燃料節約）の存在を実証するために利用された。他方それは、海軍においては、無風時の長距離航行や戦闘時の高速航行を可能にするため、軍事行動の自由度を高めるため、また汽走時の秘匿性を確保するために利用された。彼らの持つ同一の知識・技術は、その目的や意味を変えることによって、軍事的意味転換を遂げることによって、民生と軍事に両用されることとなったのである³⁴⁾。

3 煙害防止のための煤煙防除汽罐火室の海軍蒸気船での利用

(1) 海軍と煤煙防除汽罐火室

煙害防止に関わる知識や技術が軍事・海軍に転用された二つ目の事例は、海軍蒸気船用汽罐を加熱するための火室に関わるものである。19世紀中葉、イギリス海軍は、後に見るようにおそらくは汽走時の秘匿性確保のための煤煙防止を主たる目的として、つまりは軍事目的のために、本来的には煙害対策を目的として同時期に民間で民生用に開発が進んでいた各種の煤煙防除炉や煤煙防除汽罐火室（smoke consuming furnace, smoke consuming apparatus, smoke preventing furnace などと呼ばれた）の内のとくに煤煙防除汽罐火室を海軍工廠において試用し、一部では実際に採用もしていたのである。

海軍が煙害防止を目的として開発された煤煙防除汽罐火室と関わっていたことがわかる最初の史料は、おそらく1843年の、すでに前節でも登場したあのマッキノンの「煤煙防止に関する特別委員会」の報告書中の証言録である。同委員会の公聴会では、海軍大佐で海軍用蒸気機械の検査官（Comptroller of Steam Machinery）であるパリー（Captain Sir William Edward Parry）とウーリッジ海軍工廠の主席技官兼検査官（Chief Engineer and Inspector）であるロイド（Thomas Lloyd）が、海軍艦艇や海軍工廠で試用・導入されている煤煙防除汽罐火室について多くの証言を残している。

なお、この委員会の公聴会に召喚された煤煙防除炉・汽罐火室を使用中の多くの証人（主に繊維産業に従事する製造業者）は、同炉・汽罐火室の持つ煤煙防除効果だけでなく

34) なお、ブレイフェアとデ・ラ・ビーチによる海軍蒸気船用石炭調査の報告書は、議会資料（HCPP）としてだけでなく、政府公文書として国立公文書館（National Archives）にも保存されている。保存場所は鉄道省のアーカイブ（RAIL1059/2）で、もともとの所蔵場所はグレート・ウェスタン鉄道（Great Western Railway）の資料センターであった。このことから、ブレイフェアらの海軍蒸気船用燃料（石炭）調査の結果は、蒸気機関車用燃料の検討に利用された可能性が見えてくる。軍事技術が今度は民生に転用された可能性も考えられるのである。

燃料節約効果について多くの証言を残し、煤煙防除炉・汽罐火室は煤煙防除よりもむしろ燃料節約のために使用されていた感すらあった³⁵⁾。しかし、海軍技官のここでの証言は、あくまでも煤煙防除汽罐火室の持つ煤煙防除効果についての証言が主であり、彼らがそれらを試用・導入していた目的は、ここでは燃料節約ではなく主に煤煙防除であったことが推察される。

海軍艦艇に導入された煤煙防除汽罐火室としてまず取り挙げられたのは、チャンター（John Chanter）の煤煙防除汽罐火室であった。チャンターの汽罐火室は、煤煙発生は炉・火室に十分な空気（酸素）供給が行われず石炭が部分的燃焼に止まるために起こるとの当時の理論に基づき、火室への本来の空気流入箇所である火格子（fire bars, grate）とは別に、より多くの空気を送り込むための空気流入箇所を追加で設けた火室であった（なお同様の原理に基づく類似の煤煙防除汽罐火室は数多くあり、ここではこれ以降、そうした火室を新設計汽罐火室と呼ぶ）。彼の新設計汽罐火室は、海軍のプルートー（HMS Pluto, paddle gun vessel）に設置された。煤煙防止は成功したが、扱いと設置スペースに難があるとされた³⁶⁾。なお、チャンター自身によると、民間船舶では、エンタープライズ（the Enterprise）、エイボン（the Avon）、セヴァーン（the Severn）で利用されて高評価を得ているという³⁷⁾。

つぎにウィリアムズ（Joseph Williams）の新設計汽罐火室（ただ一般的でない特徴として流入する空気を予熱するためのチューブが設けられている）についての言及があった。同汽罐火室は海軍のアージェント（HMS Urgent, 2-gun paddle packet）、マーリン（HMS Merlin, 2-gun paddle packet）、ドライヴァー、シアウォーター（HMS Shearwater, 2-gun paddle packet）に導入された。チャンターの新設計汽罐火室と同様、煤煙防止には成功していたようだが、空気予熱のためのチューブが溶けるなど、色々と難があるとの報告を受けていると述べる³⁸⁾。続いてホール（Samuel Hall）の新設計汽罐火室（この火室も流入空気予熱用のパイプが設けられている）が紹介された。同汽罐火室はシアウォーター、メガエラ（HMS Megaera, paddle sloop）に設置され、煤煙防除におおむね成功しているという³⁹⁾。

上記が海軍艦艇に実際に導入された煤煙防除汽罐火室であるが、他にも、「煤煙防止に関する特別委員会」において、陸上用としても船舶用としても全般的に極めて高い評価を

35) 詳しくは、赤津〔2005〕を参照。

36) HCPP, Report from the Select Committee on Smoke Prevention (1843), p. 108.

37) HCPP, Report from the Select Committee on Smoke Prevention (1843), pp. 121-122.

38) HCPP, Report from the Select Committee on Smoke Prevention (1843), p. 110.

39) HCPP, Report from the Select Committee on Smoke Prevention (1843), p. 111.

受けたウィリアムズ（Charles Wye Williams, c.1780-1866）の新設計汽罐火室についての言及もあった。パリーはウィリアムズを、船舶用蒸気機関の煤煙防除について理論的にも実践的にもイギリスで最も精通している人物と評価し、その汽罐火室についても優れたものと推察すると述べた。しかしこの時点では、海軍はウィリアムズの汽罐火室を試用していなかった⁴⁰⁾。ただし次項で詳しく見るように、後に彼の設計汽罐火室は海軍によって試用されることになる。

また、ウーリッジ海軍工廠の陸上汽罐で試用・使用された火室についても証言がされている。ロッド（Richard Rodda）の新設計汽罐火室、ゴドスン（George Godson）の煤煙防除汽罐火室などである。このゴドスンの煤煙防除汽罐火室は、新設計汽罐火室とはかなり原理を異にしていた。火室内に十分な空気を送り込もうとするところは同様だが、その空気流入箇所は本来の空気流入箇所である火格子であった。その上に石炭がくべられその上で石炭が燃やされる火格子は、しばしば大量にくべられた石炭のために目が詰まり、その結果として十分な空気の火室への流入が阻害され、部分的燃焼と煤煙発生を引き起こす原因となっていた。そこでゴドスンの火室では、火格子への安定的給炭、および給炭される石炭の予備処理（コークス化）をするための装置を火室内に設けることで、火格子の目を詰まらないように、また石炭が燃焼しやすいようにしたのである⁴¹⁾。こうした、本来の空気流入箇所である火格子からの空気流入をスムーズにするための工夫がなされた火室、いわば安定給炭汽罐火室も、たとえば緩やかに回転するキャタピラ状の火格子の上に、ホッパー（給炭機）から一定の量の石炭を落とす回転火格子（revolving grate）と呼ばれるもの（下のジャックスの汽罐火室がそれ）も含め、多くの類似品が存在した。また、ウーリッジでは試用・試用されていないが、見学等をして調査された火室として、アイヴィソン（Iverson）の新設計汽罐火室（ただし一般的でない特徴として汽罐からの高压の蒸気を火室に流入させる）やジャックス（John Jukes）の安定給炭汽罐火室があった。どの火室も煤煙防止については成功していたが、設置に広いスペースが必要であり、また複雑な設計で耐久性にも問題があり、蒸気船に適用するには不相当とされた⁴²⁾。

ところで、陸上で用いられていたおそらくかなりの設置スペースを必要とする安定給炭汽罐火室や一部の複雑な機構を持つ新設計汽罐火室は、蒸気船への適用は困難であったが、それ以外の多くのもとは陸上用であったと考えられる新設計汽罐火室は、とくに大きな改修についての言及もなく、容易に蒸気船に転用されているように見える。おそら

40) HCPP, Report from the Select Committee on Smoke Prevention (1843), p. 110.

41) Mudie [1841] p. 109; HCPP, Report from the Select Committee on Smoke Prevention (1843), p. 95, p. 112.

42) HCPP, Report from the Select Committee on Smoke Prevention (1843), p. 109, pp. 111-112.

くこれは、この当時の船舶用汽罐が、保水量が多く気圧はあまり高くない炉筒汽罐、ないし炉筒煙管汽罐（tubular boiler）であり、後代の高温高気圧の水管汽罐（water tube boiler）と違って、設置スペースや機構に関しては、工場などで使用される陸上用汽罐と大きな差がないことが背景にあったと思われる。蒸気船のいまだ黎明期であったこの時代だからこそ、また船用蒸気機関も汽罐も初期的であったであろうこの時代だからこそ、当座の対応として、煙害防止のための陸上用の煤煙防除汽罐火室がそのまま蒸気艦艇に転用されたとも考えられる。このことも、この時期の民生用煤煙防除汽罐火室の軍事転用の重要な背景となっていたとは否定できない。

以上のように、海軍はここでは主に煤煙防除を目的として、実に多くの煙害防止のために開発された煤煙防除汽罐火室を試用し、一部では蒸気船に導入をもしていた。ではそもそもなぜ、それらを試用・導入していたのであろうか。実はこのことは、証言からはわからない。

可能性として考えられるのは、まずは海軍が煙害で訴えられていた可能性である。実際に1859年には、マージ川を航行する海軍（沿岸警備隊）の蒸気船（HMS Sea Mew）の煙についてリヴァプール市が海軍本部に苦情を出している⁴³⁾。しかしこれは、上のような煤煙防除汽罐火室の海軍での試用・使用が行われ始めるよりもずっと後のことであり、1859年以前にはそうした苦情や訴訟は主な史料上では確認できず、おそらくは無かったと考えられる。

もう一つの可能性として考えられるのは、「女王のヨット（the Queen's yacht）」の煤煙を防止するための実験である。「女王のヨット」とは、1843年進水のロイヤル・ヨット、ヴィクトリア・アルバート（HMY Victoria and Albert）のことである。海軍が管理を担当する同船は、ロイヤル・ヨット初の蒸気船（paddle royal yacht）であった。しかしその巨大なファンネル（煙突）から排出される煤煙の防止が、海軍内での大きな課題となっていたのである。おそらくはその煙が着飾った王侯に降りかかることが、問題となっていたものと考えられる⁴⁴⁾。しかしこの問題については、煙の出にくい南ウェールズのラネリー炭（the Llanelly coal）を使用することで対応することになっていた。前節のプレイフェアとデ・ラ・ビーチによる調査だけでなく、実はウーリッジの海軍工廠も、1843年時点で50種近くの石炭の燃焼試験を行っていたのである⁴⁵⁾。

43) National Archives (TS18/80), As to Smoke from Her Majesty's Steamers on the Mersey.

44) HCPP, Report from the Select Committee on Smoke Prevention (1843), pp. 112-113.

45) HCPP, Report from the Select Committee on Smoke Prevention (1843), p. 126. なお、このことを証言したウーリッジ海軍工廠の主席技官兼検査官ロイドも、ラネリー炭は南ウェールズ炭であるが無煙炭ではないことを強調し、無煙炭は燃えにくいことを指摘している。そしてラネリー炭は、一般の石炭よりも炭素分が多

考えられうる最も蓋然性が高い説明は、やはり煤煙発生を防いで汽走時の秘匿性を確保するという軍事的な目的で、煤煙防除汽罐火室が試用・導入されたとする説明であろう。煤煙防除汽罐火室の試用・導入が行われたのは、プレイフェアとデ・ラ・ビーチによる石炭調査とほぼ同時期であり、彼らの石炭調査では、汽走時の秘匿性確保につながる煤煙防除が、海軍用蒸気船に適した石炭の選択に際して重要視されていたことは、すでに述べたとおりである。おそらく海軍工廠の技官による煤煙防除汽罐火室の調査・試用も、この軍事的な目的のために行われたと考えるのが妥当であろう。煙害防止のために利用されていた煤煙防止技術は、ここでもやはり軍事的意味転換を遂げ、転用されることとなったのである。なお、海軍蒸気船でのとある煤煙防除汽罐火室（Steven's patent smokeless furnaces）の使用を推奨した同時代のある技術者は、煤煙の発生を抑えることによってファンネルを小さくする（目立たなくする）ことが可能となり、それが防弾（ball-proof）につながるとし、そのために煤煙防除汽罐火室の導入が必要であると説いていた⁴⁶⁾。この時代、煤煙防除には明らかに軍事上の効用も見出されており、そのために民間で煙害防止のために利用されていた煤煙防除汽罐火室が、海軍において試用・導入されていたのである。

（2）チャールズ・W・ウィリアムズの煤煙防除汽罐火室

19世紀中葉のイギリス海軍が民生用の、煙害防止用の煤煙防除汽罐火室に関わった事例はもう一つある。前項でも登場したウィリアムズの煤煙防除汽罐火室が、1858年に海軍工廠によって試用された事例である。

このウィリアムズは、「煤煙防止に関する特別委員会」の公聴会に証人として召喚された1843年の時点では、ダブリン汽船会社（City of Dublin Steam Company）の専務取締役（Managing Director）およびイベリア・東洋汽船会社（Peninsular and Oriental Company, P&O）の取締役（Director）を務めていた人物であり、彼の新設計汽罐火室は同委員会において、前にも述べたとおり、煤煙防除効果および燃料節約効果について極めて高い評価を受けていた。彼の汽罐火室は、船舶用汽罐の火室としては、民間ではヒンドスタン（the Hindostan）やプリンス（the Prince）への導入実績があったが、1843年時点では海軍艦艇でも海軍工廠でも試用などはされていなかった。

そのウィリアムズの新設計汽罐火室が、1858年に、ウーリッジ海軍工廠の蒸気機器検査官補（Assistant Inspector of Steam Machinery）であるタブラン（R. Taplin）およびポーツマス海軍工廠の技師長補（Assistant Chief Engineer）ミラー（T. W. Miller）によって、また

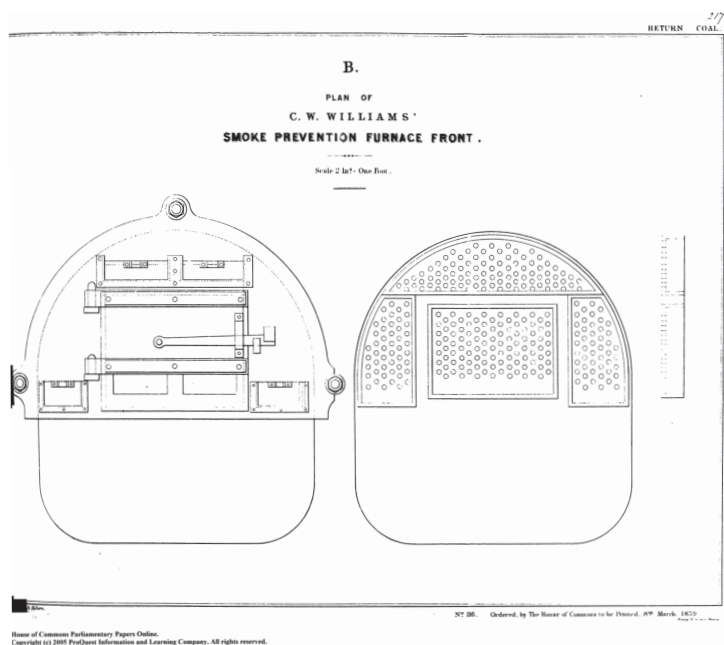
く瀝青分が少ないと述べている。

46) Dunbar [1854] pp. 53-54.

「北部イングランド蒸気炭鉱協会（Steam Collieries Association of the North of England）」および「煙管ないし船舶用汽罐での使用時に瀝青炭から発生する煙を除去する協会（the Association for consuming the Smoke of bituminous Coal when used in Tubular or other Marine Boilers）」の協力によって、北東部イングランド炭田地域にあって石炭の交易で栄えるニューカッスル・アポン・タインのエルスウィック（Elswick）において試用されることになったのである。

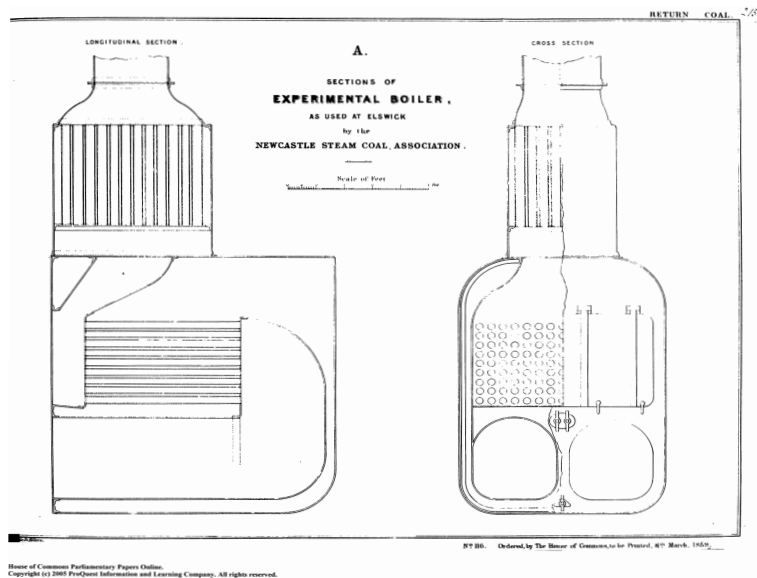
試用された煤煙防除汽罐火室は、図2に見られるウィリアムズの汽罐火室で、一部は上記の協会によって改修が施されている。図からわかるように、ウィリアムズの汽罐火室は、火室に無数の空気流入孔（air passages）を設けた新設計汽罐火室であった。実験に使用された船舶用汽罐は図3に示されている。この当時の船舶用汽罐は、前にも述べたように保水量は多いが気圧は低い炉筒汽罐、ないし上の協会の名称にあるような、また図で見ることができそうな炉筒煙管汽罐であり、高温高気圧の水管汽罐はまだ登場していなかった。なお、この試用実験においては、当時としてはおそらく先進的な技術であったと思われる給水予熱器（the water heater, the feed water passing through the heater）も同汽罐に取り付けられて使用された。また蒸気ジェット（steam jet）を使った強制通風（forced draught）も

図2 チャールズ・W・ウィリアムズの煤煙防除汽罐火室



出典：HCPP, Copy of the report of Messrs. Miller and Taplin on the Evaporative Power and Economic Value of Hartley coal, tracing B [ProQuest社のオンライン版より].

図3 海軍工廠による1858年の汽罐火室・石炭試験で使用された実験用汽罐



出典：HCPP, Copy of the report of Messrs. Miller and Taplin on the Evaporative Power and Economic Value of Hartley coal, tracing A [ProQuest社のオンライン版より].

試みられている。

試用に際しての調査項目は、表1に見られるように、蒸気発生量や蒸気発生速度といった燃焼効率に関するものが主であったが、「備考（REMARKS）」欄には煤煙の発生状況が、試用に際して焚かれたほぼすべての石炭について記された。すでに述べたように、この燃焼効率が単なる燃費の問題だけではなく、軍事行動上の自由度に関わる問題、すなわち無風時の長距離航行や戦闘時の高速航行に関わっていたことは明らかである。また煤煙の発生状況調査も、煙害防止のためではなく、軍事的目的、すなわち汽走時における秘匿性の確保のためであったことは言うまでもないであろう。マッキノンの「煤煙防止に関する特別委員会」では煙害防止のための技術として高く評価されたウィリアムズの煤煙防除汽罐火室が、ここ海軍では軍事的意味転換を遂げ、軍事的目的のために試用されたのである。

ニューカッスルでの試用実験の結果、ウィリアムズの新設計汽罐火室は煤煙防除および燃料効率について非常に高い評価を受けた。同汽罐火室の試用に際しては、Powell's DufferynやBlaengwam Merthyrと呼ばれる南ウェールズ産の石炭、West Hartley CoalやBuddle's West Hartley CoalそしてLambton's Wallsend Coalといった北部イングランド産の石炭が焚かれたが、ウィリアムズの新設計汽罐火室を使用すれば北部諸州産の瀝青炭でも煤煙が防除でき、また一部では南ウェールズ炭を超える燃焼効率を生み出せることも判明

表1 海軍工廠による1858年の汽罐火室・石炭試験結果の一部

116.

TABLES referred to in Report of the 10th August 1858, from Messrs. Miller and Taplin.

No. 1.—Williams' Apparatus for Consuming Smoke.

TABLE of Repetitional and Comparative Experiments with North Country Coal, and the Feed Water passing through the Heater.

Date of Experiment.	Description of Coal Experimented upon.	Area of Fire-grate.	Results calculated from the latent Heat of Steam, being 966°, as taken by Messrs. Armstrong, Longridge and Richardson, in their Reports to the Steam Collieries Association of the North of England.				Results calculated from the latent Heat of Steam, being 968°, as adopted by the Admiralty, in their Reports of Trials of Coal.		REMARKS.
			Economic Value on the Evaporation from 212°, by 1 lb. of Coal, in lbs. of Water.	Rate of Combustion, or Number of lbs. of Coal burnt per Square Foot of Fire-grate per Hour.	Rate of Evaporation from 60° per Square Foot of Fire-grate, in Cubic Feet, per Hour.	Total Evaporation from 60°, in Cubic Feet, per Hour.	Lbs. of Water evaporated by 1 lb. of Coal, calculated from constant Temperature of 100°.	Cubic Feet of Water evaporated per Hour, calculated from constant Temperature of 100°.	
1858 : 26 June 3 July	{ West Hartley coal, sent from the colliery - - - }	22 22	10-97 11-47	29-31 29-97	4-18 4-02	92-08 88-43	9-22 10-25	92-38 91-64	{ During these experiments the air passages were open, and the smoke appeared to be wholly prevented. These are repetitional experiments.
19 July 20 July 24 July	{ Buddie's West Hartley coal, sent from Waulish Dockyard }	22 22 22	10-78 11-09 11-04	24-00 23-42 23-42	3-35 3-27 3-52	73-73 71-93 77-40	9-55 9-97 9-29	78-41 74-85 80-21	{ During these experiments the air passages were open, and the smoke appeared to be wholly prevented. These are comparative experiments.
26 July	{ Buddie's Hartley, direct from the colliery }	22	10-29	27-49	3-79	83-33	9-51	80-96	{ This experiment was made to determine the evaporative value when this coal was obtained direct from the colliery. During this experiment the air passages were open, and no smoke visible from the chimney.
28 July	{ Hartley, small, direct from the colliery }	22	10-78	17-31	2-51	65-20	9-65	67-21	{ This experiment was made to ascertain the evaporative value of the smaller particles into which North Country coal may be broken, from shipment or other cause. During this experiment, air passages were open and no smoke observable from the chimney.
28 July 30 July	{ West Hartley coal, direct from two collieries, and of the same description as in the two first experiments }	22 22	11-42 11-08	23-04 20-05	3-39 3-73	74-74 81-98	10-21 9-92	77-46 84-96	{ These experiments were made to discover whether there were difference in the evaporative values of coal from the collieries of this district. During these experiments the air passages were open, and no smoke observable from the chimney.
2 August	{ West Hartley coal, direct from the colliery, and of the same description as in the two first experiments }	18	11-66	24-99	3-78	69-09	10-44	70-57	{ During this experiment the air passages were open and the smoke completely prevented. This is a repetitional experiment.

OF HARTLEY AND WELSH STEAM COAL.

7

223

House of Commons Parliamentary Papers Online.
Copyright (c) 2005 ProQuest Information and Learning Company. All rights reserved.

出典：HCPP, Copy of the report of Messrs. Miller and Taplin on the Evaporative Power and Economic Value of Hartley coal, table No. 1, p. 7 [ProQuest社のオンライン版より].

する。また、南ウェールズ産の石炭が比較的にろいのにに対し、北部諸州産の石炭は粘結力が強く、長距離輸送などを考えると、燃焼効率や煤煙についての問題がなくなった以上、北部諸州炭の方が蒸気船には向いているとさえ述べられている⁴⁷⁾。また、石炭を火室に投入する火夫（stoker）の労力や能力についても、南ウェールズ炭を使用する場合よりも要求されることはないことも明らかになった⁴⁸⁾。

海軍技官たちはさらに、協会の技術者たちに案内され、彼らが改修したウィリアムズの新設計汽罐火室が実際に導入され利用されている炭鉱（Cramlington West Hartley Collieries および Bedlington Collieries）、そしてスチームタグのエキスパート（the Expert）を視察している。いずれの視察においても、ウィリアムズの汽罐火室はほぼ完璧な煤煙防除効果を示した⁴⁹⁾。

47) HCPP, Copy of the report of Messrs. Miller and Taplin on the Evaporative Power and Economic Value of Hartley coal, p. 6.

48) HCPP, Copy of the report of Messrs. Miller and Taplin on the Evaporative Power and Economic Value of Hartley coal, p. 4.

49) HCPP, Copy of the report of Messrs. Miller and Taplin on the Evaporative Power and Economic Value of Hartley coal, p. 5.

かくして、このウィリアムズの新設計汽罐火室の試用実験と視察により、蒸気艦艇における燃焼効率の向上や煤煙防止は、南ウェールズ炭に頼るだけでなく煤煙防除汽罐火室を利用することによっても可能であり、また煤煙防除汽罐火室を利用すれば、北部諸州産の瀝青炭でも十分に海軍の要求（高い燃焼効率と煤煙防止）に応えられることが明らかになったのである。

しかし後に、事態は急転し、この実験結果はほとんどその効力を失うのである。

これまで見てきたように、実験は北部イングランド産石炭の利害関係者（「北部イングランド蒸気炭鉱協会」および「煙管・船舶用汽罐での使用時に瀝青炭から発生する煙を除去する協会」）を中心に進められていた。すでに述べたように、海軍の蒸気船用の燃料としては、それまでの各種の実験結果によって南ウェールズ炭が高い評価を受けるようになっており⁵⁰⁾、海軍への燃料供給においてももはやカーディフが独占的地位を占めつつあったと考えられる。そうした状況に対して、ニューカッスルの北部石炭業者が抵抗し、北部諸州産瀝青炭の海軍への売り込みを図るためにこの試用実験の場が設けられたと推しはかることは、邪推ではないであろう。

しかし暫くして、この実験の結果を知った南ウェールズ側が、当然にこれに対抗し、既述のタブランおよびポーツマス海軍工廠の蒸気機器検査官補であるリン（W. Lynn）をカーディフに招き、「南ウェールズ炭鉱協会（South Wales Collieries Association）」の主導のもと、南ウェールズ炭と北部イングランド炭の比較実験を行ったのである。南ウェールズ炭は一般の汽罐火室で、北部イングランド炭はウィリアムズの新設計汽罐火室で燃焼されたが、結果はニューカッスルでの実験結果のおおむね真逆であり、ウィリアムズの汽罐火室を使っても、燃焼効率の点でも煤煙防除の点でも、北部イングランド炭は南ウェールズ炭よりも劣ることが示された⁵¹⁾。

北部イングランド（ニューカッスル）と南ウェールズ（カーディフ）が、タブランによる実験結果の最終報告書のなかでも指摘されているように、それぞれ相手に対して強いライバル心（the spirit of rivalry actuating the parties concerned）を持っていたことは明らかであった。対立関係がさらに先鋭化することを危惧した海軍工廠は、どちらかというとな

50) プレイフェアとデ・ラ・ビーチによる海軍蒸気船用石炭調査が行われて以降このニューカッスルにおけるウィリアムズの汽罐火室の実験が行われる直前まで、ウーリッジおよびポーツマスの海軍工廠は南ウェールズ炭と主に北部諸州産石炭との燃焼効率および煤煙発生量についての比較実験を行い続けていた。そしてそれらの結果もおおむね南ウェールズ炭の評価を高めるものであった（HCPP, Return of all coals tried at Woolwich and Portsmouth dockyards）。

51) HCPP, Copy of the report of Messrs. Miller and Taplin on the Evaporative Power and Economic Value of Hartley coal, pp. 12-15.

ウェールズの側に立って事態の鎮静化を進めることとした。様々な理由を挙げてニューカッスルでの実験を否定したのである。ニューカッスルの実験で使用された南ウェールズの石炭は、ウーリッジ海軍工廠の貯炭場から船で輸送されてきたものであったが、古くなって質の落ちたものも混ざっていた、ニューカッスルで試用された実験用汽罐は、通常の蒸気艦船用の汽罐よりも広い加熱スペースを持ち、瀝青炭の燃焼に有利なようにできていた、などである⁵²⁾。

南ウェールズの石炭業者と北部イングランドの石炭業者との利害対立が激化した結果、また海軍工廠によるその沈静化の結果、ウィリアムズの新設計汽罐火室の海軍における存在感は大きく減じることになったと考えられる。ニューカッスルとカーディフでの試用実験の後、ウィリアムズの煤煙防除汽罐火室を海軍の主な史料に見出すことは、管見の限りではあるができなかった。煤煙防除策として、ウィリアムズの新設計汽罐火室と北部瀝青炭の組み合わせがイギリス海軍の艦艇で採用され、日の目を見ることはなかったと考えられる。

しかしともあれ、いまだ黎明期にあった19世紀中葉のイギリス蒸気海軍においては、煤煙防除が重要な軍事的課題として認識され続けていたことは明らかであった。また、当時は煤煙防除汽罐火室の陸上用と船舶用の差もそれほど大きくはなかった。そうした状況のなかで、個々の汽罐火室の採否はともかくとして、煙害防止を目的とした煤煙防除汽罐火室は、その意味や目的を変えることによって、比較的容易に重要な軍事技術に転化されたのであった。

4 結びにかえて—煤煙防除技術の日本への移転—

前節で見たように、軍事技術ともなりうる煙害防止用の煤煙防除技術（煤煙防除汽罐火室）は、イギリスのものとは限らないが（ただ、20世紀初頭の日本で主に使用されていた汽罐は、コーニッシュ汽罐、ランカシャー汽罐、スコッチ汽罐などイギリス型式のものも多かった）、それに対応する形でイギリスの汽罐火室が多く導入された可能性はある）、我が国にももちろん特別な規制を受けることなく紹介（またおそらく輸入も）されていた。

明治29年（1896年）には木村巖人が『消烟減炭汽罐炉』を出版し、主にアメリカのものではあるが民生用の煙害防止を目的とした煤煙防除汽罐火室（新設計汽罐火室や安定給炭汽罐火室）を設計図付きで紹介している（ただし紹介されたそれらアメリカの煤煙防除

52) HCPP, Copy of the report of Messrs. Miller and Taplin on the Evaporative Power and Economic Value of Hartley coal, pp. 16-22.

汽罐火室の設計の多くは、イギリスで19世紀前半・中葉に開発されたものと酷似している⁵³⁾。また、明治44年（1911年）に大阪で設立された「煤煙防止研究会」は「西洋」における煤煙防止状況について調査・報告するとともに展覧会を開催し、煙害防止に関する発明品や「外国品」を一般に紹介している⁵⁴⁾。

以上のような日本にもたらされた煙害防止を目的とした煤煙防除技術と日本の海軍との関係は不明である。イギリスから南ウェールズ炭を入手できた日本海軍は、おそらく煤煙防除汽罐火室には興味はなかったと思われる。しかしもし、南ウェールズ炭が入手できない状況に、石炭から石油への燃料転換が進む戦間期頃よりも前に陥っていたならば、この煤煙防除汽罐火室が重要な軍事技術として転用・利用されていた可能性はゼロとは言い切れないであろう。1905年のイギリスにおいても、バルフォア内閣の閣議で配布された件の資料のなかで、南ウェールズ炭が仮に入手できなくなった場合の代替策として、石油利用の可能性および、（それが煙害防止を目的とした民生用の煤煙防除汽罐火室であるとはもちろんこの時期に至っては、またイギリスについては断言できないが）「改良された汽罐火室」や艀装品などを使いながら（with improved furnaces, &c., fittings）」（傍点筆者）より瀝青質な石炭を使用する可能性が、示唆されているのである⁵⁵⁾。

見てきたように、煙害防止を目的とした煤煙防除に関わる知識や技術といった、一見すると軍事との関係が乏しそうないわば平和な知識や技術とされるものでも、軍事に転用される可能性は十分にあるといえる。煤煙防除技術の持つ煤煙防除効果は、民間においては煙害防止のために求められ、また同技術が生み出す別の効果である燃焼効率の向上（燃料節約）は、産業にあまり負担をかけない煙害規制を実現するため求められた。他方それは、海軍においては、無風時の長距離航行や戦闘時の高速航行を可能にするため、軍事行動の自由度を高めるために求められ、また煤煙防除効果は、汽走時の秘匿性を確保するために必要とされた。煙害防止のために民間において発展していた煤煙防除に関わる知識・技術は、その目的や意味を変えることによって、軍事的意味転換を遂げることによって、海軍で利用されることとなったのである。

この転用が行われた時期は、イギリス蒸気海軍の黎明期にあたり、それまでの帆船にはない最初期の蒸気軍艦に特有の様々な問題に海軍が初めて直面していた時期であった。また、いまだ陸上用の蒸気機関や汽罐と船舶用のそれらにある程度の共通性が見られた時期でもあった。むろん、そうした海軍用蒸気船の黎明期であったからこそ、民間の煙害防

53) 木村 [1896]

54) 安達 [1933] 1468 頁。

55) National Archives (CAB 1/6/1), The Supply of Welsh Steam Coal for the Navy, p. 4.

止を目的とした煤煙防除に関わる知識や技術が軍事目的にとくに利用されたこと、また陸上用の煙害防止用汽罐火室がほとんどそのまま海軍蒸気船に適用されたこと、つまりここで取り上げた事例が、ある軍事技術の発展の黎明期ないし最初期に特有の特別な事例であったことは否めない。しかし技術進歩の速度が19世紀中葉とは比べられないほど著しく増した今日、新しい軍事技術や兵器が登場するサイクルも一段と早まっているなかで、黎明期にある多くのそうした新しい軍事技術・兵器の開発に民間・民生用の技術が転用される機会もまた増えることが予想される。本稿で取り上げたような大気汚染（煙害）防止のための技術、環境に関する知識や技術は、国際援助や交流のために比較的容易に移転されうる。平和を構築するための重要な手段として移転された技術が、その平和を脅かす存在になることは本末転倒であり、決して望ましいことではないであろう。移転される技術の両義性や軍事転用の可能性は、これまでも増して慎重に検討される必要があるように思われる。

文献リスト

（邦文文献）

- 赤津正彦 [2003] 「産業革命期イギリスにおける大気汚染問題—1821年『蒸気炉煙害除去法』を中心に—」『社会経済史学』第69巻4号。
- 赤津正彦 [2005] 「19世紀中葉のイギリスにおける大気汚染問題—1844年『煙害禁止法案』をめぐって—」『歴史と経済』第188号。
- 赤津正彦 [2010] 「環境問題と経済的格差—19世紀末ロンドンの家庭煤煙規制を一事例として—」『社会環境論究』第2号。
- 安達將總 [1933] 「煤煙防止運動の沿革（大阪講演會講演録）」『燃料協會誌』第135号。
- 池内了 [2016] 『科学者と戦争』岩波書店。
- 河村豊 [2018] 「戦時下日本で、科学者はどのように軍事研究にかかわったか」『天文月報』第111巻第3号。
- 木村巖人編訳 [1896] 『消烟減炭汽罐炉』六石書房。
- 坂上茂樹 [2016] 「舶用石炭焚きボイラとその焚火法」『経済学雑誌』第116巻第4号。
- 奈倉文二 [2013] 『日本軍事関連産業史—海軍と英国兵器会社』日本経済評論社。
- 山崎勇治 [2008] 『石炭で栄え滅んだ大英帝国—産業革命からサッチャー改革まで—』ミネルヴァ書房。
- 横井勝彦・小野塚知二編 [2012] 『軍拡と武器移転の世界史—兵器はなぜ容易に広まったのか』日本経済評論社。
- 横井勝彦編 [2016] 『航空機産業と航空戦力の世界的転回』日本経済評論社。

（欧文文献）

- Crowther, J. G. [1965] *Statesmen of Science*, Cresset Press.
- Reid, T. W. [1899] *Memoirs and Correspondence of Lyon Playfair*, P. M. Pollak.
- Dunbar, James [1854] A New System of Naval Warfare, *Mechanics' Magazine*, No. 1589.
- Mudie, Robert, con. [1841] *The Surveyor, Engineer, and Architect for the Year 1841*, Wm. S. Orr and Co.
- Lyon, David & Winfield, Rif [2004] *The Sail & Steam Navy List: All the Ship of the Royal Navy 1815-1889*, Chatham Publishing.
- Winfield, Rif [2014] *British Warship in the Age of Sail 1817-1863: Design, Construction, Careers and Fates*, Seaforth Publishing.