九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

近代石炭産業における事故の発生と技術者 : 炭塵爆発の防止をめぐって

西尾, 典子
九州大学大学院 : 博士課程

https://doi.org/10.15017/1440771

出版情報：エネルギー史研究 : 石炭を中心として. 29, pp.61-75, 2014-03-17. 九州大学附属図書館付設記録資料館産業経済資料部門
バージョン：
権利関係：

【論説】近代石炭産業における事故の発生と技術者

――炭塵爆発の防止をめぐって――

西尾典子

はじめに

従来の産業史分析で着目されてきたのは、大量生産や品質向上によって企業や産業の発展を可能としたり、あるいは熟練労働を解体したりするような、生産過程や運搬過程における様々な技術であった。そして、そのような観点から重要だと思われる技術をピックアップし、企業や産業が発展していった様子が考察されてきた。そのような分析方法を飛躍的に精緻化させたのは、隅谷（一九六八）である。その後、石炭産業史においては荻野（一九九三）や長廣（二〇〇九）などもこのフレームワークを踏襲し、炭鉱における労資関係や企業経営などについての研究を深化させた。

その他の産業分野においても、産業史の発展において技術を位置付けた研究群は、大なり小なり隅谷三喜男によって作られたこのフレームワークに則っている。例えば、下谷（一九八二）、武田（一九八七）、長島（一九八七）、沢井（一九九八）、橘川（二〇〇四）、宮地（二〇〇八）などと枚挙に暇がない。それぞれの分野で火災や爆発、鉱毒をはじめとした事故や災害は不可避であるにもかかわらず、それを防止した技術について焦点を当てた研究は、産業史分析の中では軽視されてきた。例えば荻野（一九七九）は、戦前期の工場や鉱山において行われた安全運動に着目し、技術者が炭鉱労働者一人一人の精神教導を行った上で、競争を通じて鉱内の安全を確保していたことについて明らかにした。しかしこの論考もまた、生産過程の能率向上のための副次的な安全対策に注目したものであり、事故リスクに対応すること自体の重要性を看過している。

それでは当時にあって、技術者が事故リスクについて軽視していたかといえばそうではない。彼らは、それらを強く意識しつつ行動していた。技術者とは、「労働者（職人、職工）とは区別された存在」であり、中等教育や高等教育を受けた後に企業へと供給される存在だと定義されている。[1] つまり技術者は、中等教育あるいは高等教育が必須であり、その過程において教養や専門知識を有していた者であるといえる。彼ら当事

者たちの認識がそのようなものであったにもかかわらず、事故防止という生産体制に直接的にかかわりのない技術は、産業史研究においては軽視されてきた。企業や産業の発展において、事故や災害を防止することは何の意味も無かったかの如くにである。

筆者は西尾（二〇一三）において、技術者には、企業全体を見渡して経営判断を行うジェネラリストと、現場に直接に係るスペシャリストとがおり、企業内においてそれぞれ異なった位置付けがなされていることを明らかにした。このうち、ジェネラリストである技術者たちは企業や産業の発展のための技術導入に強くこだわったのに対して、スペシャリストである技術者たちは、現場の職場改善といった身近な技術導入についての重要さをも常に意識し続けたのである。そこで本稿では、石渡信太郎と、[2] 小林寛というスペシャリストの立場にあった二人の技術者を取り上げる。[3] それにより、当時の技術者たちが、どのような視点から採掘現場である炭坑内で起こる事故や災害を捉えていたのか、そしてそれにどのように対応すべきであると考えていたのかといった点について明らかにしていきたい。

まず第一章では、一九世紀から二〇世紀初頭にかけての欧米において、炭坑事故の原因追求とその予防方法の考案が、どのように推移してきたのかという点について概観する。続く第二章では、明治鉱業の技術者であった石渡信太郎が、発生した炭坑事故に対して、どのように原因を追究して対策を講じたのかについて実証する。第三章では、三井鉱山の田川伊田坑の技術者であった小林寛が、炭坑事故の原因に炭塵爆発があることを確信し、その原理や防止方法をどのように考案して普及させようとしたのかについて分析する。おわりにでは、以上を踏まえたうえで、

表一

年	出来事	備　考
1876	誕生	鳥取藩士小林繁の四男（８人兄姉の末っ子）
1894	鳥取尋常中学卒業	同年第三高等学校入学
1898	第三高等学校卒業	工学部機械科（就学期間４ヶ年）
	三井鉱山合名会社入社	三池炭礦勤務（七浦坑、宮原坑）
1899	工兵科一年志願兵	工兵少尉
1903	結婚	鳥取藩士富田春壁（陸軍少佐）次女若江
1904	日露戦争従軍（工兵として）	左眼負傷→金鵄勲章功四級、工兵中尉
1905	凱旋、工手長（田川）	
1908	主任補佐心得→主任心得	
1911	罷役、欧米留学	英・独・米に１年半の間自費留学。Dr.ガルフォースに師事。炭塵爆発について研究。
1913	復職、主任	
1916	筑豊炭礦組合月報誌上「炭塵爆発及其予防」を連載開始	1916.4～1918.10にかけて計20回の連載、『北海道石炭鉱業会月報』にも転載される
1918	主事兼主任	田川鉱業所主事兼鉱務主任又は鉱夫主任
1920	罷役、基隆炭礦株式会社取締役兼基隆鉱業所長	在台時には、基隆在郷軍人分会長も務める
1928	退職	
1938	死去	

註：小林（1939）、小林（1940a）、小林（1940b）、三井鉱山五十年史編纂委員会編（1944）をもとに作成。

表二　炭塵爆発事故と研究

年	研究者	炭塵爆発事故及び実験	研究結果
1803	ジョン・バッドル	ウォールスエンド炭坑（英国）	坑内の乾燥と塵埃が多いことを発見
1844	マイケル・ファラデー	ハスウェル炭坑（英国）	火焔蔓延区画について研究し、瓦斯以外の要因が存在していることを示唆
1870	ロバート・ギャロウェイ	ウェールス（英国）	大爆発がいずれも乾燥し且つ炭塵の多い炭坑で起こっている共通点を指摘
1875	ビーター	坑内実験室（仏国）	炭塵は乾燥坑内で発破を行う際に変災を生じ、瓦斯がある時には爆発を容易にすると発表
1876	ロバート・ギャロウェイ	スコットランド（英国）	事故が同地方における唯一の乾燥炭山で起こったことに着目し、炭塵爆発実験を開始。
	ヘンリー・ホール（鉱山監督官）	炭塵爆発実験	人為的に炭塵を撒布し火薬発破により爆発を起こすことに成功
1878	ペクハム、ペック	ミネアポリス麺粉製造工場（米国）	『サイエンティフィック・アメリカン』誌上に「爆薬としての炭塵」を発表
1880	ロバート・ギャロウェイ		瓦斯がなくても炭塵爆発が生じることを発表。炭塵爆発説を確立する
1881	フレデリック・エイベル	シーハム炭坑	炭塵爆発説を否定
1882	仏国瓦斯爆発調査会		炭塵爆発説を否定
1884	独乙国瓦斯爆発調査会		火薬による火焔と炭塵爆発による火焔を比較
		ポカポンタス炭坑（米国）	瓦斯の発生皆無且つ乾燥した炭坑における爆発事故
1886	独乙国瓦斯爆発調査会		炭塵爆発説を一部指示
	英国鉱山変災調査会		炭塵爆発説を一部指示
1887	英国鉱山変災調査会		炭礦条例の改正
1890	ヘンリー・ホール（鉱山監督官）	不用竪坑における炭塵爆発実験（英国）	瓦斯の混入なしでの炭塵のみによる爆発を証明
1891		カンプハウゼン炭坑（独国）	爆発の原因は炭塵とする結果を発表
	墺太利国爆発調査会	メーリッシュ･オストラウ試験坑道(墺国)	爆発する炭塵の形質に注目
1894	英国炭塵爆発調査会		火薬の空発や点火による炭塵爆発の危険性に言明
		ゲルゼンキルヘン試験坑道（独国）	炭塵のみによる爆発を引き起こすことに成功
		フラマリース試験坑道（白国）	
1904		クリエー炭坑（仏国）	
1905		リーバン試験坑道（仏国）	炭塵爆発実験成功
1908		アルトフツ試験坑道（英国）	炭塵爆発実験成功（複数回）
1909		ピッツバーク試験坑道（米国）	炭塵爆発実験成功（複数回）
		豊国炭坑	
1910	石渡信太郎（豊国炭坑坑長）	豊国炭坑選炭機下にて爆発	瓦斯爆発を引き金とする炭塵の誘爆について言及

出典：小林（1916a）２-６頁をもとに作成

企業や産業における事故や災害の防止について言及したい。

一．炭塵爆発の研究史

炭塵爆発が炭坑における事故の原因として認識されたのは、比較的歴史が浅い。小林寛（表一）はこの炭塵に注目し、炭坑爆発事故の原因究明とその防止法について研究した。表二は、小林寛が炭塵爆発事故とそれの防止策について研究を行う上で参考とした炭塵爆発説に関する研究を年表にしたものである。第一章では、炭坑爆事故とそれを分析した学説をまとめた小林寛の論考にもとづきながら、炭塵爆発の研究史を紹介していく。[4] これによると、炭坑において起った爆発事故に炭塵が関係している可能性が初めて匂わされたのは、一八〇七年であったことが分かる。一八〇七年、爆発事故を起こしたイギリスのウォールスエンド炭坑を視察したジョン・バッドルは「坑内は甚しく乾燥し、塵芥多し、火元より遠隔の場所に在りて生き残れる坑夫は、飛び来れる火粉により、火傷したり」との報告を残した。小林はバッドルの論考について、「炭坑史中炭塵爆発に関する最初の記事」と位置付けているが、バッドルは炭塵と爆発を直接関連付けることはできなかった。その後、一八四四年には『蝋燭の科学』で知られるマイケル・ファラデーが、炭坑爆発事故での火炎に着目し、「単に瓦斯のみが燃料とは思はれず、爆発により生ぜし圧風及火焔は、坑道の天井、側壁並に盤床より炭塵を吹き払ひ、此等が引続きて延焼して火炎を蔓延したる事は、災後の証跡に由りて明かなり」と指摘した。

ファラデーの指摘から二十六年後の一八七〇年、イギリスのウェールズ地方における複数の大規模な炭坑爆発事故とアイルランド地方における唯一の大爆発事故を検証したロバート・ギャロウェイは、爆発を起こした炭坑が乾燥炭坑であるという共通点を発見した。[5] このことに注目したギャロウェイは、炭坑爆発実験を開始した。この実験の結果を受けて、ギャロウェイは一八七六年に「微量の瓦斯を混入し、其れだけにては爆発し能はざるものも、之れに炭塵を加ふれば、爆発するに至る」と結論づけた。同年、イギリスの鉱山監督官であるヘンリー・ホールは、長さ四〇・九メートルの横坑盤床に炭塵を撒布し、堀詰の切羽に火薬を仕掛け爆発を生じさせることに成功した。

また一八七八年には、炭坑での事故とは事例が異なるが、アメリカのミネアポリスにある麺粉製造工場で大規模な爆発事故が起きた。この原因について、「麺粉、炭塵、其他の塵粉にして炭素に富みたるものは、何れも裸火によりて爆発を生じ得る事」が発見された。

しかし一八七〇年代時点では、爆発原因を炭塵のみと決定づけるには至らなかったようで、爆発には必ず瓦斯を伴うという見解が大勢であった。小林は、当時イギリスで行われたこれらの実験結果やアメリカでの爆発事故の分析に対する世間の反応について、「惜い哉当時世間一般には『瓦斯なくんば爆発なし』との考が流行しおりし為め、折角の好実験も、一種の懐疑者扱を受けたるに過ぎざりしは、頗る遺憾の事なりき」としている。

一八八〇年代に入ると、炭塵単独での爆発を原因とする説と、瓦斯と炭塵の複合要因を支持する説との対立が顕著となっていく。一八八〇年にギャロウェイは、「全然瓦斯なくとも炭塵さへあれば、爆発を伝播し能ふ事」を発表した。これに対しイギリスの学説で主流だったものは、「炭塵が瓦斯爆発を助長し、尚之を伝播して其範囲を太むる事は認むれ

ども、全然瓦斯なくては爆発を生じ得可からず」というものであった。加えて、同年起きたシーハム炭坑の爆発事故に関する研究を行った化学者のフレデリック・エイベルも、[6]「若し炭塵のみにて爆発を生じ得るならば、何れの炭坑も今日以前に於て爆発の災に罹りおりしなる可し」として炭塵単独での爆発説を批判した。一八八二年にはフランスの瓦斯爆発調査会より、「炭塵が甚だしく危険の者なりと認る能はず、（中略）大なる炭坑爆発が炭塵に関係ありといふ説に賛成する能はず」との見解が発表された。

イギリスやフランスで炭塵単独による爆発が可能とする説と、それに反対する説が飛び交う中、一八八四年、ドイツにおいて粘土と炭塵を使った実験が敢行された。この結果、二三〇グラムの火薬の空発を造り、その発破孔に粘土を込めた場合には約三から三・九メートルの、炭塵を込めた場合には約九から一五・六メートルの火焔を生じることが確認された。加えて同年に、アメリカのポカポンタス炭坑で死者一一四名を記録した大規模な爆発事故は、乾燥し瓦斯の発生も皆無の炭坑であったために炭塵爆発を原因とするのではないかと考えられた。これらを受けて、一八八六年、ドイツの瓦斯爆発調査委員会とイギリスの鉱山変災調査会は各々、炭塵の堆積している場所では瓦斯の発生が皆無でも火薬の空発によって爆発が引き起こされることを発表した。翌一八八七年にイギリスの炭礦条例は改正された。しかしこの時点においても、「単独に炭塵のみにて、爆発を生じ得る事は、一般の炭業社会に信ぜられざりし」という状況だったという。

一八九〇年代にはいると、実験坑道を使った大規模な炭塵爆発実験が盛んとなった。一八九〇年、イギリスの鉱山監督官であるホールは再び大規模な爆発実験を行った。その実験の様子と結果については以下のとおりである。

> 此度は不用に帰したる竪坑に於て、多量の炭塵を雨下しつゝ、深さ五四〇尺の位置に大砲を設置し、之に重量听（ポンド）半の火薬を装填して、坑口に向ひ発破を行ひたりしが、首尾よく大爆発を生じ、巨大なる爆音と共に火焔は坑口より六〇尺の高さに上り、その後瞑朦たる黒鉛噴出し、惨憺たる光景を呈したり。之は毫も瓦斯の混入なき所に於て純然たる炭塵のみにより爆発々生に成効したるものなり。

この後、一八九一年にはオーストリアのメーリッシュ・オストラウ試験坑道で、一八九四年にはドイツのゲルゼンキルヘン試験坑道とベルギーのフラマリース試験坑道で炭塵爆発実験が行われ、何れも爆発を生じさせることに成功した。

一九〇〇年代後半にはいると、一九〇四年のクリエー炭坑の大爆発を受けて、一九〇六年からフランスでも炭塵爆発実験が行われるようになり、炭塵爆発が確認された。[7] 一九〇八年、イギリスは完成したアルトフツ試験坑道を使用し、多くの公衆の面前にて数回の炭塵爆発実験を行った。[8] この結果、瓦斯の混入がない場所において炭塵のみを原因とする爆発が生じることが学識者だけではなく公衆にも周知されるようになり、炭塵爆発説が一般にも認識されるようになった。また、一九〇八年から一九〇九年にかけて、ピッツバークの試験坑道において炭塵爆発実験が行われ、アメリカにおいても瓦斯のない状態でも発破によって爆発を生じることが証明された。

以上述べてきたように、炭坑における爆発事故については、一八九〇年代に至るまでは瓦斯を原因とする考えが主流であり、炭塵のみを原因

とする考え方は主流ではなかった。また、一部の専門家の間で炭塵が爆発の原因の一つであると認められたのちも、一般的には瓦斯と炭塵がセットとなった考え方が主流であり、爆発事故の原因を炭塵単独によるものだとする見方は大勢ではなかった。炭坑における大規模災害の一つである爆発事故の原因として、炭塵のみの爆発もあり得ると考えられるようになったのは一九〇〇年代後半からであり、世界的に見ても比較的新しかったといえよう。

二．日本における炭坑爆発事故とその分析―豊国炭坑と石渡信太郎―

国際的には、炭塵が大規模な炭坑爆発事故の原因として認識されるようになった中で、日本の炭坑において炭塵爆発はどのように位置づけられていたのであろうか。

ここで石渡信太郎という技術者についての説明をしておく。石渡は、一八七五年に神奈川で生まれ、一八九三年に東京府尋常中学校を卒業後、第二高等中学校予科に入学、一八九七年に第二高等学校二部工科を卒業し、東京帝国大学工科大学採鉱冶金学科に進学した。[9] 一九〇〇年に帝国大学を卒業した後は、安川財閥の経営する明治炭坑株式会社（後の明治鉱業株式会社、以降明治鉱業と記述）に入社して技術者となった。帝大卒の技術者として、明治鉱業が初めて採用したのが石渡であった。[10] 石渡は、炭鉱への機械導入や採炭方法の改良などに尽力し、出炭量の増加を達成させるなど一九〇〇年代以降における明治鉱業の近代的炭鉱業の発展を支えた。[11]

採炭法を含む炭坑の近代化を推し進める一方で、石渡は炭坑事故の調査にも熱心に取り組んでいた。一九〇三年六月に赤池炭坑において坑内火災が発生した際には、当時「採鉱技術者として筑豊で第一人者」とされた三菱鯰田坑の技術者である松田武一郎の指示を仰ぎ、[12] 消火活動を行った。この際に石渡は、局所的に起こった炭塵爆発により負傷している。[13] 同年一一月、再び赤池炭坑で大火災が発生し、石渡はその消火と復旧作業の陣頭指揮を執った。石渡は、事故の起きた炭坑の復旧作業だけではなく、事故の再発防止への取り組みを精力的に行っていた。[14] 加えて、住友忠隈炭坑で一九〇七年四月に坑内火災が発生した際には、[15] その調査と復旧作業のために住友から委託を受けて顧問役に就任した。[16] 少なくともこの時期において石渡は、明治鉱業からもそれ以外の企業からも炭鉱事故調査のスペシャリストであると看做された技術者であった。[17] 石渡は炭坑における爆発事故と炭塵の関係性についても関心が高く、炭塵爆発説の立場をとっていなかった時期の松田武一郎の不興を買ってしまったエピソードも存在する。[18]

一九〇七年七月二〇日、福岡県の筑豊地方にある豊国炭坑で大規模な爆発が起こった。この爆発は火焔と熱風を伴うもので、死者数は合計で三六〇名以上に及んだ。[19] 当時豊国炭坑の坑長で、爆発後の復旧工事の責任者を務めたのは石渡である。[20] 石渡は豊国炭坑における事故の様子を「午前五時二十分（中略）、俄然坑内に変災起り入気坑排気坑（中略）より殆んど同時に非常なる音響と共に黒煙を吐出せり。（中略）坑道は各所に崩落をなし、煉瓦積風橋及び隔壁の如きも無惨に吹き破られ、悪気濃密にして進行困難」であったと描写している。[21] 石渡はこの爆発の原因について次のように分析した。

爆発の原因は灯火より可燃瓦斯に点火せしものと認定す。而して其

爆発の影響坑内全部に普及し、尚坑外まで余勢を発するに至りたるは、可燃瓦斯の爆発に誘導せられて引続き炭塵の爆発を起こしたるに因る[22]（傍点は原文ママ）

豊国炭坑での大規模な爆発事故は、可燃性瓦斯に点火して引き起こされた爆発が炭塵爆発を誘発したと考えられたのである。つまり石渡の分析は、爆発事故の原因を瓦斯と炭塵の双方に求めるものであった。しかし同時に石渡は、「当時坑内の広き区画に可燃瓦斯の存在せざりし事は瓦斯観測係の報告によりて明かなり（傍点は原文ママ）」とも記している。[23]

ここから、事故現場の検証と復旧工事を行った石渡も事故の原因は純粋に炭塵のみの爆発ではなく、瓦斯爆発が関与していたと考えていたことが分かる。豊国炭坑の爆発事故に関しても、爆発の原因に瓦斯の発生があることが前提条件のように扱われている。何故、石渡は瓦斯の発生が報告されていないにもかかわらず、爆発事故の原因を炭塵に求めず、まず瓦斯爆発が起き、それが炭塵爆発を誘発したと分析したのであろうか。炭塵爆発に関する石渡の認識は、「炭塵の燃焼又は爆発をなすこと（可燃瓦斯との混在なりとも）は今日に於て既に明瞭なる事実なり（傍点は原文ママ）」というものであった。[24] ここから石渡が、豊国炭坑で起きた爆発事故について、炭塵単独とは断定出来ず、瓦斯の混入も存在していたと認識していたことが分かる。

しかし、少なくとも石渡は「豊国炭坑々内通気の一部に浮遊する炭塵が燃焼又は爆発をなすべき状態にあるや否やの問題は（中略）時に燃焼又は爆発し得る状態にあるものと断定す」との結論を下していた。爆発事故の前提条件として、瓦斯の存在を省くことはできないまでも、炭塵によって事故が激甚化することが指摘されたのである。この見解について小林は、「之を本邦に於ける炭塵爆発に関する最初の記録なりとす」と位置付けた。[25] つまり、石渡が炭塵に言及するまで、日本においては炭坑爆発事故と炭塵の存在は因果関係がつけられていなかったのである。

第一章で指摘したとおり、一九〇〇年代の前半期までは、国際的にも炭坑における爆発事故は、瓦斯の関与が必須条件かのように考えられていた。つまり、炭坑に於て爆発事故が起こると瓦斯が存在していたと倒錯されて考えられていたのである。しかし、これは一般においてのことであり、専門家や有識者の間では、一八九〇年代には既に瓦斯の混入がなくても炭塵単体で爆発事故の発生原因になるとの見解が存在していた。日本においては、およそ一〇年ほど遅れて炭塵が爆発原因になることが、技術者である石渡によって指摘されるかたちとなった。

加えて石渡は、一九〇九年に「一億万円の鉱山額を有する我国に於て、鉱山変災予防調査会の存在無きは誠に不可思議なり」として、欧米各国には存在する鉱山変災予防調査会が日本に存在しないことを非難した。[26] 日本の鉱山資源獲得の背景には、「毎年一万余回の鉱山変災と五百に達する変死者と一万余人の負傷者」の犠牲があるにもかかわらず、それらを無視し続け利益だけを追求する姿勢を批判したのである。[27] この訴えは聞き入れられることはなかった。そのため一九一五年に、石渡は「変災の予防を講ずるには、一に其原因調査に待たざるべからざる（中略）左れど今日の吾鉱業界の実情に於て、又今日の監督官庁の命ずる法の運用に於て（中略）よく変災の原因を確知するを」得ないとして、再び鉱山変災予防調査会の設立を訴えている。[28] 石渡が設立を切望したものは、第一章で紹介した欧州的な事故調査及び予防を行う組織である。日本にはそれが存在しないという現状であり、かつ、技術者の訴えを無視するほ

どには事故に対して無頓着であったといえよう。

三．炭坑爆発事故防止技術の移転―ドクター・ガルフォースと小林寛―

豊国炭坑で起きた爆発事故は、三井伊田坑の開鑿を担当した技術者である小林寛に炭塵爆発とそれを予防する方法について研究を始めさせる契機となった。この爆発事故の第一報に触れた小林は、兄に宛てた手紙の中で「豊国炭坑が大爆発約三百五十名の人を殺し申候。誠に是技術者の一大責任問題なりと存居申候」と述べている。[29] 小林が技術者としての立場から、炭坑での事故防止の必要性を強く認識していたことが分かる。豊国炭坑の爆発事故直後の時期には、小林は三井伊田竪坑の開鑿主任であったため、[30] この事業が終わった後に三井鉱山を辞職し欧米への自費留学を行うことを希望していた。[31] 三井鉱山五十年史編纂委員会編（一九四四、四九－五六頁）によると、三井鉱山は「欧米出張」というかたちで、多くの技術者や職員を欧米に留学させていた。この留学は社費によってなされ、採鉱製錬、電気機械、化学などに関する技術収得や欧米の会社経営方法の調査など、三井鉱山の発展に直接つながるものが主眼とされた。加えて、出張費として留学した技術者の大半は、帝大などの卒業者であり、将来的にジェネラリストとなることが期待された人物たちであった。小林が辞職をした上で自費留学を行おうとした背景には、このような事情も関係していたと推察できる。

一九一一年、三井伊田坑の開鑿が終わった小林は大牟田を訪れ、三井鉱山の九州炭礦事務所長である牧田環と面会した。小林は、日本において炭塵爆発についての研究が進まず、学説的な定義が存在しない中で、現場レベルでの安全確保を図る必要性を認識していた。[32] この時小林は、牧田に対して炭塵爆発とその防止方法について研究するために留学することを説明したと考えられる。牧田は小林の自費による海外留学に賛成し、小林の辞職の意思を撤回させた上で、三井家使用人のまま休職してイギリスとドイツに留学することを勧めた。[33] 加えて、牧田は小林の自費留学期間中に三井鉱山より炭塵爆発の研究とは別件の調査を依頼し、その分の手当を払う旨を伝えている。この後、小林は一ヶ年半の間、イギリス、ドイツ、アメリカの順に留学することとなった。渡欧後小林は英語とドイツ語の習得に励み、各地に赴いて複数の炭坑や工場を見学した。

この留学中に起った出来事で、一番注目すべきは小林がウィリアム・エドワード・ガルフォース博士と意見交換を行ったことである。[34] ガルフォースは、アルトフツ炭坑を抱えるイギリスの石炭会社の専務取締役を務めていた技術者で、採炭面では英国で初めて炭坑へ電動コールカッターを導入し生産の増強を図り、また安全面では救命器具を開発した人物であった。加えて、ガルフォースは、炭塵爆発についても造詣の深い人物であった。一八八六年、アルトフツ炭坑で爆発が起きた際、ガルフォースは同坑の坑長を務めており、事故原因の調査を行ったのも彼であった。[35] その後も炭塵爆発の予防について精力的に研究を行い、[36] アルトフツ試験坑道を造成して大規模な炭塵爆発実験を行うなどの功績を認められ「Sir」の称号が送られた。

小林は、ガルフォースが外国人に容易に面会しないことを事前に知っており、一九一三年二月、ウェッキフィールドの名望家で針金製作者のジョージ・クラドックに仲介を依頼した。ガルフォースは、この会談の申入れに承諾し、小林に対して炭塵爆発事故の予防法について伝えるこ

ととなった。ガルフォースは小林に次のように述べ、岩粉撒布法による炭塵爆発の予防を日本で広めるように伝えた。

小林よ、乞ふ此の一言を記せ、岩粉法有効の原理は化学的にあらずして物理的なり、予は君に托し日本の同業者に寄語す、予の説に随ひ坑内到る所岩粉を以て処置せらるれば慥に日本炭坑に大爆発は発生せざるべし（傍点は原文ママ）

アルトフツ炭坑の爆発事故検証時、ガルフォースは「坑道中炭塵堆積せし部分には火焔伝播し崩落破壊等爆発の猛威を認めしが炭塵の堆積なく岩粉の更代せる岩石坑道には火焔の伝播止み損害皆無なり」ということを発見した。[37] この事実を鑑みて考案されたのが、灰分を多く含む岩粉を坑道に撒布することで炭塵の爆発を防ぐという、いわゆる岩粉撒布法であった。ガルフォースは小林に自身の行った炭塵爆発に関する研究と、考案したいくつかの予防法を手渡した。

一九一三年四月に帰国後、三井鉱山伊田坑の主任に復職した小林は、早急に坑内への岩粉撒布に取り組み始めた。[38] 小林は炭塵爆発を生じ得る条件について整理を行い、それまでの日本において学問的提議が設けられていなかった危険性を有する炭塵の区分を行った。[39] 小林は、「揮発分一八％以上を有し、一吋三〇目の網を通過し、灰分五〇％以下又は水分三〇％以下を有する石炭粉末」が空気一立方メートル当たり一一二トン以上存在するときには、通常の坑内作業の際に爆発の危険があると定義し、これを危険炭塵と名付けた。[40]

小林は危険炭塵が含有する灰分と水分に着目し、炭塵爆発の予防法について自身も模索を行った。その結果、炭塵の水分の含有量を増加させる撒水法を考案したが、[41] ポンプや噴霧器などの機械にコストがかかること、[42] また厳冬期が存在する地方に於いては水の利用が困難であることなどの理由からこの案は一部を除き放棄された。[43] そのため散水による爆発事故防止の試みは、布バケツと竹柄杓を用いて人力で行う局地的かつ限定的なものになった。[44]

これらを踏まえて小林は、岩粉撒布法こそが炭坑における炭塵爆発事故の予防に有効な方法であると結論づけた。そして伊田坑では、坑内の箒や水による清掃を奨励するとともに、[45] 坑外に設置した砕粉器三台を用いて頁岩を砕き、一吋三〇目の篩を通過する岩粉を製造した。[46] 頁岩は、①可燃性の含有物が少なく、②廉価で大量に確保でき、③破砕が容易で細かい粉となり、④粉末は軽くて飛揚し易くて硬くないという特徴を持っていたため岩分の原料に最適とされた。[47] 製造された岩粉は炭函に積載されて坑内に送致され、撒粉夫によって天井や側壁に擲たせ、盤床にも堆積させるよう使用された。

一九一六年二月二六日、小林が主任を務める伊田八尺坑内において爆発事故が発生した。[48] この爆発によって生じた火焔は、坑内全体には広がらず、坑内の一部を焼き焦がした。この日小林は、福岡県技師の火薬に関する講演会に出席していたが、伊田八尺坑爆発の報に触れ田川へ帰還し、坑内の復旧作業に従事した。復旧の陣頭指揮に立ったのは、坑長の佐伯芳馬、主任の小林寛、主任補佐員の石丸政太郎、採炭担当工手長の原田久、通気係工手の厚見利作であった。検証の結果、この事故は爆破により瓦斯に点火した後に、炭塵爆発を引き起こしたが小規模に終わったものであるということになった。事故現場を検証した小林は「変災は局部に止まり他に異常な気を目撃確認」し、[49] 坑内から脱出した一〇三名の坑夫に事故について聞き取りを行った。その結果、聞き取りの半数以

上にあたる五三名の坑夫が、爆音を聞いた者も聞かなかった者も、岩粉を巻き込んだ温い圧風を感じたことが判明した。小林は岩粉撒布の効果を確信し、「若し岩粉の代りに黒色の炭塵飛散したりとせば多分被害増大し犠牲者を多くした」であろうと述懐している。この事故の死者は一〇名、負傷者は重症二名・軽傷六名の合計八人に留まった。第二章で述べた豊国炭坑の爆発事故と比較すると、爆発を最小限に食い止めたと評価できるであろう。

小林は、伊田八尺坑爆発事故の犠牲者数を最小限に抑えられた経験と、ガルフォースと約束した炭塵爆発事故防止方法の普及のため、一九一六年四月から一九一八年一〇月にかけて筑豊石炭鉱業組合の『月報』誌上に二〇回に及ぶ論説を展開した。この連載のなかで、とくに小林が紙面を割いたのは、炭塵爆発事故の発生についてと岩粉撒布による炭塵爆発事故防止についてであった。[50]先述の撒水による爆発防止方法についても、岩粉撒布と比較して研究されていた。[51]加えて小林は、坑夫への啓蒙活動も行っていた。その一環として装置を自作した上で、伊田坑の坑道において炭塵爆発の実験を行った。[52]この実験は瓦斯の発生のない坑道で行われ、炭塵のみの場合は爆発を生じ、炭塵に岩粉を混合した際には爆発が起こらないことが示された。小林は、坑夫へ炭塵爆発の実態を提示することと並行して、爆発事故が起こった際の避難行動や規則についても解説を加えた。[53]小林の一連の成果について、石渡も、炭坑爆発事故が発生した際の避難昇降の模範として小林寛の著作を参考にするよう支持していたのである。[54]

おわりに

本稿では、炭坑における重大な事故の一つである炭塵爆発を対象として、原因究明や事故を防止しようとする技術者や学者たちの試みについて分析を行った。第一章では、炭塵が炭坑爆発事故の原因として特定されたのは、比較的歴史が浅いことを指摘した。具体的には、爆発事故を起こした炭坑が乾燥して塵芥が多いことを、一九世紀初頭にバッドルが発見して以来、ファラデー、ギャロウェイ、エイベルらによって、炭塵が単体で爆発の原因となることが徐々に明らかにされていった。この解明に最も熱心であった国はイギリスであり、鉱山監督官、現場の技術者、学者らが総出で取り組んでいた。炭塵爆発説を実証するため、他国よりも早くから坑道を使った人為的な炭塵爆発実験が行われた。一方で、瓦斯爆発説が強く炭塵単独での爆発に懐疑的であったフランスにおいても、一九〇四年のクリエー炭坑の大爆発を受けて、炭塵爆発実験が行われるようになった。同時期にアメリカでも大規模な炭塵爆発実験が行われるようになり、世界的にも二〇世紀初頭には欧米において炭塵爆発の存在が一般にも広く知られることとなったのである。

続く第二章では、福岡県の筑豊地方に立地する明治鉱業豊国炭坑で発生した、一九〇七年の大規模な爆発事故を受けて、それに対応した技術者である石渡に焦点を当てた。石渡は、豊国炭坑爆発事故以前から火災などの炭坑災害に対応してきた人物であった。この事故に際して、石渡は調査と復旧作業の責任者となり、日本で初めて炭坑爆発事故に炭塵が深く関わっていることを指摘した。しかしその石渡であっても、瓦斯の発生が確認できないという報告を得ていたにもかかわらず、瓦斯が炭塵

爆発を誘発したという結論を導き出した。ただし石渡について特筆すべきことは、日本という国家が石炭産業によって発展しているにもかかわらず、事故調査や事故予防などに対して積極的でないことを再三指摘していた点である。

第三章では、三井鉱山の伊田坑の技術者であった小林が、事故防止は技術者の責任であると捉えて、炭塵爆発の予防のために奔走した様子を検証した。小林は、炭塵爆発のメカニズムの研究とそれの予防法を学ぶために、日本ではそれが学べないと自費でイギリス・ドイツ・アメリカへと留学し、特にイギリスでガルフォースから詳しく教えを受けた。帰国後、ガルフォースから伝授された炭塵爆発の予防法である岩粉撒布を伊田坑で行った。このため、一九一六年に伊田坑で炭塵爆発が起こったにもかかわらず、被害を最小限に抑えることに成功した。これを受けて小林は、三井鉱山内のみならず、炭鉱業界で広くその予防法が行われることを希望し、筑豊石炭鉱業組合の『月報』にその詳細を連載して啓蒙活動に務めたのである。

さて以上検証してきたように、技術者というのは、企業や産業の発展を促進するような技術をも当然担当している。しかしそれだけではなく、従来の産業史研究が捨象してきたような事故やリスクといった、発展を支える上での負の側面もまた、同時に担当していたのである。産業史分析においては、隅谷三喜男によって構築されたフレームワークを乗り越え、技術者たちのこのような側面をも組み込んだ上で再構築することが求められているといえよう。

加えて当時の欧米では、現在の視点からみれば不十分ではあるものの、企業や学者や国家が、企業や産業の発展に適うような技術とともに、それに付随する負の面である事故や危機に対しても対応しようとしていたことが着目される。一方で日本では、スペシャリストの技術者の一事例である小林が、炭塵事故の解明に尽力しようとも、企業である三井鉱山は積極的にそれに協力しようとはせず、自費で欧米に留学し、独力で炭塵爆発の予防法を研究・広報せざるをえなかった。三井鉱山内にはジェネラリストである技術者出身の経営者たちが沢山いたものの、彼らもまた危機管理には強い関心を抱かなかったようである。スペシャリストの技術者のもう一事例である石渡に関しても、彼がどれほど切望しても叶わなかったように、日本の国家や経営者や有識者たちの多くは、中短期的な企業経営の改善・発展に資する技術に対して向けたような関心を、事故予防や危機管理に必要な技術には向けなかったのである。当時の企業、学者、国家、そしてジェネラリストの技術者たちは、現在と同じように、企業や産業や国家の発展へ直接的につながる技術にばかり興味を抱いていた。つまり、現在の日本における事故予防や危機管理への無関心という状況は、すでに二〇世紀初頭の近代日本に内包されていたといえよう。

【註】

1　沢井（二〇一二）一頁。

2　石渡信太郎は後にジェネラリストとなる技術者ではあるが、本稿で取り上げる期間においては、まだ坑長の役職にあったため、スペシャリストとして現場で活躍していた。石渡信太郎の経歴については第二章で詳述する。

3　小林寛は一八七六年鳥取県鳥取市に生まれ、一八九四年に鳥取尋常中学を卒業し、同年第三高等学校工学部機械科（後の京都大学教養部）に進学した。その後、一八九八年七月に第三高等学校工学部機械科を卒業した小林は帝大へは進学せず、三井鉱山合名会社に入社して炭鉱機械を担当する技術者となった。詳しくは西尾（二〇一三）一七九-一八〇頁。

4　第一章で述べる欧米における炭塵爆発の研究については、特に断り書きのない場合小林（一九一六a）二-六頁を参照し、引用している。なお炭塵爆発を含む各種の爆発事故は、抗内にて起こる場合が大半であり、同時代の技術者が防止しようとしていたのも、炭坑内にて起きたものである。一般的に、ヤマ全体や会社のことを表す際には「炭鉱」を、採掘する坑内部を表す際には「炭坑」を用いる。そこで、本稿では「炭鉱」事故ではなく「炭坑」事故と表記する。

5　ギャロウェイの研究成果はGalloway（1882）が代表的である。

6　エイベルの研究成果にはAbel（1889）がある。

7　一九〇七年に造られたリーバン試験坑道における炭塵爆発実験により、長年にわたり炭塵爆発説を否定する立場にあったフランスにおいても、爆発事故の原因に炭塵を挙げるようになった。

8　この時の爆発は、周囲七マイルの地域に地震を生じさせるほど大規模なものであったという。

9　石渡の経歴については、石渡信太郎先生記念事業委員会（一九八六）七九五-七九六頁を参照した。

10　市原（一九九三）六五-六八頁。

11　荻野（一九九三）四九頁。石渡については、市原や荻野と同様のことを森本（二〇一三）も紹介している。

12　松田（一九九七）一〇六頁。ここでは簡単に紹介するにとどめるが、松田（一九九七）によると松田武一郎は一八六二年に誕生し、一八七八年東京大学予備門に入り、一八八〇年に大学理学部採鉱冶金学科に入学し、一八八四年に卒業した。その後は三菱に入社し、高島炭鉱などへ赴任した。なお、一八九九年には博士号を取得している。

13　石渡（一九三五）。後に石渡信太郎先生記念事業委員会（一九八六）へ載録された。これによると、石渡はこの時の負傷について、「私は不幸にして鉱夫十二名と共に火気に煽られて（今から考うれば局部の炭塵爆発）入院二ヶ月の軽からぬ火傷をした」と回想している。

14　石渡（一九三五）。

15　石渡（一九〇八）五頁。

16　石渡（一九三五）。

17　石渡（一九〇九）五一頁、石渡（一九一五）五三頁によると、鉱山事故の調査委員会を立ち上げるように、政府に働きかけている。

18　石渡（一九三五）。

19　石渡（一九一〇）五頁。

20　小林（一九一六a）六頁。

21　石渡（一九一〇）五頁。

22 石渡（一九一〇）七頁。
23 石渡（一九一〇）八頁。
24 石渡（一九一〇）八頁。
25 小林（一九一六a）六頁。
26 石渡（一九〇九）五一頁。
27 石渡（一九〇九）五一頁。
28 石渡（一九一五）五三頁。
29 小林（一九四〇b）四二頁。
30 小林（一九四〇a）九四-九五頁によると、小林は三井伊田の二つの竪坑の設計者でもあった。
31 小林（一九四〇b）四二頁によると、「小生は（中略）不遠に海外に漫遊し、見聞を弘め自ら修養するの方法を取り可申候。之は小生目下従事の事業一片付きしたる後三四年後の事に有之候」と留学の意志と時期について言及している。
32 小林（一九一六b）一八頁。
33 小林（一九四〇b）五二-五三頁。
34 ガルフォース博士については、小林（一九一七a）二九-三〇頁を参照した。
35 小林（一九一七a）三一-三二頁。
36 小林（一九一七d）一五-一九頁。
37 小林（一九一七a）三二頁。
38 小林（一九一七a）三二-三三頁。
39 小林（一九一六b）一八頁。
40 小林は、欧米で行われた実験結果と伊田坑内の環境を比較した上でこの数字を提示した。
41 小林（一九一六c）三五頁、小林（一九一六d）一四-一七頁。
42 小林（一九一六e）三三-三五頁。
43 小林（一九一六e）三七頁によると、撒水によって衛生環境が悪化した場合には、細菌による感染症にかかるリスクが増大することについても言及されている。
44 小林（一九一六d）一八-一九頁。
45 小林（一九一六a）七-一〇頁。
46 小林（一九一七a）三二頁。
47 小林（一九一七b）一二頁。小林（一九一七c）四-五頁によると、岩粉撒布費は原料費・製造費・人件費込みで、二年間で一立坪あたり四円八八銭と比較的安価であった様子がうかがえる。小林（一九一七e）四〇-四五頁では、頁岩以外の岩粉として使用するのに適した物質について考察を加えた。
48 特に注記がない場合、伊田八尺坑で起きた爆発事故については小林（一九一八h）七-二〇頁による。これは後に、小林（一九四〇b）五-一一頁に再録された。
49 小林（一九一八h）九頁。
50 炭塵爆発事故については小林（一九一六a）、小林（一九一六b）、小林（一九一七g）、小林（一九一八b）、小林（一九一八f）、小林（一九一八g）、小林（一九一八h）、炭塵爆発が起こりやすい自然的な要因については小林（一九一六c）で特に入念に述べられている。小林（一九一八a）では、欧州各国にて行われている炭塵爆発事故を防止する技術と、伊田坑で行われている防止方法を比較検証した。また、岩粉撒布による炭塵爆発

防止方法については、小林（一九一七a）、小林（一九一七b）、小林（一九一七c）、小林（一九一七d）、小林（一九一七e）に詳述されている。

51 撒水による炭塵爆発の予防については、小林（一九一六d）、小林（一九一六e）、小林（一九一七a）が詳しい。

52 小林（一九一七f）二三-二五頁。ここから先に述べる小林の炭塵爆発実験については、特に注記のない場合この論考による。

53 小林（一九一八c）、小林（一九一八d）、小林（一九一八e）。

54 石渡信太郎先生記念事業委員会（一九八六）三三-三四頁。

【参考文献】

石渡信太郎（一九〇八）「忠隈炭坑火災に依りて得たる二経験」筑豊石炭鉱業組合『月報』第四巻第四十六号

石渡信太郎（一九〇九）「鉱山変災予防調査会の設立を望む」筑豊石炭鉱業組合『月報』第五巻第六十六号

石渡信太郎（一九一〇）「明治四十年に起りたる豊国炭坑大爆発の原因」筑豊石炭鉱業組合『月報』第六巻第六十七号

石渡信太郎（一九一五）「鉱山変災予防調査会の設立を促す」筑豊石炭鉱業組合『月報』

石渡信太郎（一九一七）『炭坑爆発の時に於ける通気復旧に就て』豊国新聞社印刷部

石渡信太郎（一九三五）「筑豊石炭鉱業会創立五十周年を迎えて」筑豊石炭鉱業組合『月報』第三一巻第三七八号

石渡信太郎先生記念事業委員会（一九八六）『石渡信太郎先生を偲ぶ』精興社

市原博（一九九三）「書評・荻野嘉弘『筑豊炭鉱労資関係史』」大原社会問題研究所『大原社会問題研究所雑誌』四一八

荻野喜弘（一九九三）『筑豊炭鉱労資関係史』九州大学出版会

橘川武郎（二〇〇四）『日本電力業発展のダイナミズム』名古屋大学出版会

小林孚俊（一九四〇a）『小林寛遺稿集・地』

小林孚俊（一九四〇b）『小林寛遺稿集・人』

小林寛（一九一六a）「炭塵爆発及其予防法に就て」筑豊石炭鉱業組合『月報』第一二巻第一四二号

小林寛（一九一六b）「炭塵爆発及其予防法に就て（二）」筑豊石炭鉱業組合『月報』第一三巻第一四三号

小林寛（一九一六c）「炭塵爆発及其予防法に就て（三）」筑豊石炭鉱業組合『月報』第一三巻第一四五号

小林寛（一九一六d）「炭塵爆発及其予防法に就て（四）」筑豊石炭鉱業組合『月報』第一三巻第一四九号

小林寛（一九一六e）「炭塵爆発及其予防法に就て（五）」筑豊石炭鉱業組合『月報』第一三巻第一五〇号

小林寛（一九一七a）「炭塵爆発と其予防法に就て（六）」筑豊石炭鉱業組合『月報』第一三巻第一五三号

小林寛（一九一七b）「炭塵爆発及其予防法に就て（七）」筑豊石炭鉱業組合『月報』第一三巻第一五四号

小林寛（一九一七c）「炭塵爆発及其予防法に就て（八）」筑豊石炭鉱業組合『月報』第一三巻第一五六号

小林寛（一九一七d）「炭塵爆発及其予防法に就て（九）」筑豊石炭鉱業組合『月報』第一三巻第一五七号

小林寛（一九一七e）「炭塵爆発及其予防法に就て（一〇）」筑豊石炭鉱業組合『月報』第一三巻第一五八号
小林寛（一九一七f）「炭塵爆発及其予防法に就て（一一）」筑豊石炭鉱業組合『月報』第一三巻第一五九号
小林寛（一九一七g）「炭塵爆発及其予防法に就て（一二）」筑豊石炭鉱業組合『月報』第一三巻第一六二号
小林寛（一九一八a）「炭塵爆発及其予防法に就て（一三）」筑豊石炭鉱業組合『月報』第一四巻第一六三号
小林寛（一九一八b）「炭塵爆発及其予防法に就て（一四）」筑豊石炭鉱業組合『月報』第一四巻第一六四号
小林寛（一九一八c）「炭塵爆発及其予防法に就て（一五）」筑豊石炭鉱業組合『月報』第一四巻第一六五号
小林寛（一九一八d）「炭塵爆発及其予防法に就て（一六）」筑豊石炭鉱業組合『月報』第一四巻第一六六号
小林寛（一九一八e）「炭塵爆発及其予防法に就て（一七）」筑豊石炭鉱業組合『月報』第一四巻第一六七号
小林寛（一九一八f）「炭塵爆発及其予防法に就て（一八）」筑豊石炭鉱業組合『月報』第一四巻第一六八号
小林寛（一九一八g）「炭塵爆発及其予防法に就て（一九）」筑豊石炭鉱業組合『月報』第一四巻第一七一号
小林寛（一九一八h）「炭塵爆発及其予防法に就て（二〇）」筑豊石炭鉱業組合『月報』第一四巻第一七二号
沢井実（一九九八）『日本鉄道車輌工業史』日本経済評論社
沢井実（二〇一二）『近代大阪の工業教育』大阪大学出版会
下谷政浩（一九八二）『日本化学工業史論』御茶の水書房
隅谷三喜男（一九六八）『日本石炭産業分析』岩波書店
武田晴人（一九八七）『日本産銅業史』東京大学出版会
長島修（一九八七）『戦前日本鉄鋼業の構造分析』ミネルヴァ書房
長廣利崇（二〇〇九）『戦間期日本石炭鉱業の再編と産業組織』日本経済評論社
西尾典子（二〇一三）「戦前期日本炭鉱業における技術者の待遇」『九州経済学会年報』第五一輯
松田順吉（一九九七）「松田武一郎小伝（稿本）」九州大学石炭研究資料センター『石炭研究資料叢書』一八
三井鉱山五十年史編纂委員会編（一九四四）「三井鉱山五十年史稿」巻十七第十三編職員、三井鉱山五十年史編纂委員会（大牟田市立図書館所蔵）
宮地英敏（二〇〇八）『近代日本の陶磁器業』名古屋大学出版会
森本真世（二〇一三）「内部労働市場の形成」中林真幸編『日本経済の長い近代化』名古屋大学出版会
Frederick Augustus Abel (1889) 'Mining Accidents And Their Prevention'
Robert L.Galloway (1882) 'A History Of Coal Mining In Great Britain'