

2022 年度
第 60 回 全日本ボイラー大会
資料



原爆の子の像

ボイラーデー2022
人と地球とボイラーと
持続可能なパートナー

2022 年 11 月 11 日
一般社団法人 日本ボイラー協会

第60回 全日本ボイラー大会 次第

■11月11日(金) 会場：ホテルグランヴィア広島
(4階「悠久」)

第1部 開会式(10時00分～10時40分)

開会の辞	一般社団法人 日本ボイラー協会 広島支部長
挨拶	一般社団法人 日本ボイラー協会 会長
祝辞	厚生労働副大臣
祝辞	環境副大臣
祝辞	中国経済産業局長
祝辞	広島県知事
歓迎の辞	広島労働局長

第2部 表彰式(10時40分～11時05分)

ボイラー管理優良事業場
優良ボイラー技士等
ボイラー、圧力容器安全取扱推進賞
技術高度化奨励賞
第51回全日本ボイラー溶接士コンクール入賞者
功労賞
感謝状

————— 休 憩 —————

第3部 特別講演(11時15分～11時40分)

1. 「当面の安全行政について」

厚生労働省労働基準局安全衛生部安全課長 釜石 英雄 氏

————— 昼 食 休 憩 —————

特別講演(12時40分～13時40分)

2. 「海軍と機関」

呉市役所海事歴史科学館(大和ミュージアム)

学芸課 学芸員 濱名 翔平 氏

第4部

1. 研究発表5題 (14時00分～16時30分)

会場：3階「飛鳥」

2. パネルディスカッション (14時00分～16時30分)

会場：3階「天平」

テーマ：「BCPの必要性と災害時のボイラーの早期復旧」

2022 年度 ボイラーデー実施要綱

一般社団法人 日本ボイラ協会

1. 趣 旨

我が国では、旧暦の 11 月 8 日を「ふいご祭」として鍛冶屋、鋳物師などが火に対する敬虔な気持ちを表してきた。一般社団法人日本ボイラ協会では昭和 24 年にこの日をボイラーデーと定め、以来、関係者がボイラーに対する感謝の念を深めるとともに、安全操業の誓いを新たにしてきた。

ボイラーに携わる者が忘れてならない重要な使命は、事故の防止、省エネルギー、地球温暖化防止や大気汚染の抑制であり、これは、設計、製造、据付、運転、整備などすべての分野のボイラー関係者の努力により達成されるものである。

ボイラーの高性能化や自動制御化の進展により、ボイラーの事故は長い期間に亘り低い水準で推移してきているが、ひとたび事故が発生すると大きな災害をもたらす危険性が高いことには変わりはない。そのため、重要なことはボイラー及びその周辺設備の製造、取扱い作業に伴うリスクを想定し、機能安全や制御による安全への高度化に引き続き取り組むことである。

省エネルギーについては、燃焼技術や制御技術の高度化による高性能ボイラーを含む設備や機器の普及拡大を図り、きめ細かな熱回収、熱利用等により、蒸気の生成段階から使用過程まで高効率化を図ることが重要である。

地球温暖化の防止については、我が国が 2016 年 11 月に批准した「パリ協定」を基に、引き続き太陽光、風力などの自然エネルギーやバイオマスなどの再生可能エネルギー、水素などのカーボンフリー燃料への転換を促進し、温室効果ガスの排出量抑制への更なる強化が求められている。特に、政府が 2020 年に宣言した「2050 年カーボンニュートラル」を踏まえ、化石燃料からの転換など脱炭素に向けた研究・取組が重要である。

これらの状況に鑑み、省エネルギー、地球温暖化防止や大気汚染の抑制など社会の要請に応えることを念頭にボイラーを運転するとともに、引き続き新型コロナウイルス感染防止対策を徹底しながら、ボイラーを取り扱う者はもとより近隣の住民の生命を守る安全管理、安全・安心を目指した事故防止対策を的確に推進する必要がある。

このような観点から 2022 年度のボイラーデーは、

「人と地球とボイラーと 持続可能なパートナー」

をスローガンとして展開することとする。

ボイラーデーを契機として、関係者がボイラーを取り巻く状況について認識を新たにするとともに、ボイラーの事故防止、省エネルギー、地球温暖化の防止、大気汚染の抑制の取組を強化し、我が国産業の発展、地球環境の保全に資することとする。

2. 期 日 2022年11月8日

3. 主唱者 一般社団法人 日本ボイラ協会

4. 後援者 厚生労働省 環境省 経済産業省

5. 協賛者

一般社団法人火力原子力発電技術協会 一般財団法人省エネルギーセンター

公益社団法人空気調和・衛生工学会 一般社団法人日本産業機械工業会

一般社団法人日本ボイラ整備据付協会 一般社団法人産業環境管理協会

6. 実施者 ボイラー関係事業場

7. 主唱者の実施事項

- 1) ボイラーデーのポスターを作成し、関係者に配布する。
- 2) 協会機関誌等によりボイラーデーについての広報を行う。
- 3) ボイラー大会を開催し、ボイラー等に関する研究発表、パネルディスカッションを行う。
- 4) 優良ボイラー技士等の表彰を行う。
- 5) 関係事業場の実施事項について、相談・援助を行う。
- 6) その他講演会等ボイラーデーにふさわしい行事を行い、災害防止・省エネルギー・地球温暖化防止などについて啓発を行う。

8. 協賛者への依頼

主唱者は上記7の事項を実施するため、協賛者に対し、支援・協力を依頼する。

9. ボイラー関係事業場の実施事項

次の事項について、ボイラー関係業務の総点検を行い、安全活動の定着とその水準の向上、ボイラーの適正な管理、省エネルギー、地球温暖化防止及び大気汚染の防止を図る。

1) ボイラーの製造者・据付け工事事業者

ア. ボイラーの開発・製造にあたっては、構造要件の具備、運転及び保守が容易な構造とすること等の安全性・機能性について事前評価を徹底するとともに、省エネルギーや地球温暖化防止、大気汚染の防止についても配慮する。

イ. 製造時の品質管理体制を確立する。

ウ. 適正な作業方法を確立する。

エ. ボイラー溶接士等作業者に対する安全衛生教育を実施する。

オ. ボイラーの据付け工事を行うときには、作業指揮者の選任を徹底する。

カ. ボイラー設置者へ残留リスク情報を提供する。

2) ボイラーの設置者

ア. ボイラーに係る安全管理体制を確立する。

イ. ボイラー取扱作業主任者の氏名・職務を掲示するとともに、作業主任者が職務を確実にこなせる体制を確立する。

ウ. ボイラーの定期自主検査の実施を徹底し、その結果を記録するとともに、日常的な点検・整備及びボイラー室の整理整頓を励行する。

エ. ボイラー取扱い作業について、適宜、リスクアセスメントを実施するなど、ボイラーの

運転作業の見直しを行い、安全運転を徹底する。

- オ. 低水位事故を防止するため、技術上の指針に基づき、水面測定装置、水位制御装置等給水系統の機器の機能を点検し、異常を認めた場合は、補修その他の必要な措置を講じる。
- カ. 爆発事故を防止するため、技術上の指針等に基づき、燃焼安全装置等燃焼系統の機器の機能を点検し、異常を認めた場合は、補修その他の必要な措置を講じるとともにプレパージ等の措置を的確に行う。
- キ. 省エネルギー対策、地球温暖化防止対策を推進するため、空気比や排ガス温度の適正化等燃焼管理の強化、蒸気アキュムレータの活用、廃熱回収、給水・ボイラー水の適切な管理によるスケール付着やキャリーオーバーの防止などにより燃料の有効利用、ボイラー効率の向上を図る。
- ク. 大気汚染を防止するため、日常的に燃焼状態を管理するとともに、燃料に応じて燃焼装置及び燃焼方法を改善するなど、さらなる低公害化を図る。
- ケ. 水質汚染を防止するため、ボイラー水等の成分を日常的に管理し、適切な排水処理を行う。
- コ. 水処理剤等の化学物質を使用するときは、MSDS等で有害性を把握し、適切な管理を行う。
- サ. 異常時の措置の訓練を実施する。
- シ. ボイラー技士等の再教育（能力向上教育、安全衛生教育）を実施するとともに、技能の継承をすすめる。
- ス. 中古品や輸入したボイラーを設置するときには、使用検査や個別検定に合格したものの使用を徹底する。
- セ. 小型ボイラーについても、上記に準じて、取扱者に対する教育、定期自主検査、安全かつ、大気汚染防止、省エネルギーのための運転作業の徹底をすすめる。

3) ボイラー整備者

- ア. 作業現場における安全衛生管理体制を確立する。
- イ. ボイラー整備士による作業を徹底する。
- ウ. 性能の回復、向上を心掛けた整備を徹底する。
- エ. ボイラー整備士に対する安全衛生教育を実施する。

2022年度(第60回)全日本ボイラー大会

受賞者名簿

(敬称略・支部順)

一般社団法人 日本ボイラ協会

ボイラー管理優良事業場

支 部 名	事 業 場 名
岐阜支部	王子マテリア株式会社 中津川工場
広島支部	三菱ケミカル株式会社 広島事業所
熊本支部	YKK AP 株式会社 九州製造所

優良ボイラー技士

支部名	氏名	事業場名
福島支部	たてうち ひろゆき 館内 浩之	大内新興化学工業株式会社 原町工場
福島支部	きくち としお 菊池 利男	住友ゴム工業株式会社 白河工場
茨城支部	やまぐち きよみち 山口 清道	三菱ケミカル株式会社 茨城事業所
茨城支部	きとう まさかず 佐藤 正和	日立金属株式会社 茨城工場豊浦分工場
栃木支部	たまだ かねお 玉田 金雄	日産自動車株式会社 栃木工場
栃木支部	みもり ともひろ 三森 智博	株式会社ブリヂストン 栃木工場
群馬支部	こいけ きよたか 小池 清隆	信越化学工業株式会社 群馬事業所 磯部工場
埼玉支部	やなぎぼり ともゆき 柳堀 智之	鹿島建物総合管理株式会社 関東支社
千葉支部	ふじわら まきゆき 藤原 昌之	広栄化学株式会社 千葉工場
東京支部	やぎはし のぶお 八木橋 信雄	東京オペラシティ熱供給株式会社
東京支部	もりた さかえ 森田 栄	株式会社小田急ビルサービス
東京支部	いがらし たくと 五十嵐 卓人	ディー・エイチ・シー・サービス株式会社
神奈川支部	そめの よしゆき 染野 良行	みなとみらい二十一熱供給株式会社
神奈川支部	はら こうじ 原 厚司	E N E O S 株式会社 根岸製油所
神奈川支部	はまな かずひこ 濱名 和彦	川崎市 環境局 施設部 堤根処理センター
新潟支部	かまた げん 鎌田 元	東北電力株式会社 東新潟火力発電所
新潟支部	たかはし ひでや 高橋 秀也	東北電力株式会社 東新潟火力発電所
新潟支部	さかい あきひと 坂井 章人	三菱瓦斯化学株式会社 新潟工場

優良ボイラー技士

新潟支部	ほんもう たくや 本望 卓也	三菱瓦斯化学株式会社 新潟工場
富山支部	しまだ たかひさ 島田 孝久	中越パルプ工業株式会社 高岡工場
富山支部	むらかみ ひろし 村上 寛	富山赤十字病院
岐阜支部	くらべ ひでお 倉部 秀夫	川崎重工業株式会社 岐阜工場
静岡支部	やまもと たつのり 山本 辰則	株式会社デンソー 湖西製作所
静岡支部	いしい まさとし 石井 正寿	東レ株式会社 三島工場
静岡支部	たかしま あつし 高島 淳	日本製紙株式会社 富士工場
愛知支部	のりたけ やすお 則竹 靖雄	株式会社艶金
愛知支部	にへい おまむ 仁平 修	トヨタ自動車株式会社
愛知支部	すぎもと やしろ 杉本 社	東亜合成株式会社 名古屋工場
愛知支部	よこみず のりなが 横水 敬長	出光興産株式会社 愛知製油所
京滋支部	ふじの とみお 藤野 富雄	株式会社カネカ 滋賀工場
京滋支部	いけだ しんいちろう 池田 真一郎	日本電気硝子株式会社 能登川事業場
和歌山支部	おかもと まさひろ 岡本 昌宏	ENEOS 和歌山石油精製株式会社
和歌山支部	どい けいじ 土井 啓示	株式会社日本化学工業所
岡山支部	やすはら まさお 安原 正雄	株式会社クラレ 岡山事業所
岡山支部	まつもと よしひろ 松本 吉弘	三菱ケミカル株式会社 岡山事業所
広島支部	おおた こうじ 大田 幸司	マツダ株式会社
広島支部	ひらた しんすけ 平田 慎介	日立金属株式会社 安来工場
山口支部	まがわ けんじ 佐川 謙治	株式会社トクヤマ 徳山製造所

優良ボイラー技士

山口支部	やまもと かずゆき 山本 和行	東ソー株式会社 南陽事業所
愛媛支部	うしお ともゆき 潮 智之	住友化学株式会社 愛媛工場
福岡支部	なかお のぼる 中尾 昇	三菱ケミカル株式会社 福岡事業所
福岡支部	ほやま ゆきふみ 穂山 幸文	トヨタ自動車九州株式会社
福岡支部	さいとう ゆうご 齊藤 祐悟	西日本プラント工業株式会社 小倉事業所
福岡支部	しまだ ともゆき 島田 友幸	西日本プラント工業株式会社 本店
福岡支部	せと かずゆき 瀬戸 和行	三井化学株式会社 大牟田工場
熊本支部	しらいし たけし 白石 岳至	株式会社共和 熊本工場
大分支部	ひめしま ひでのり 姫嶋 秀紀	JX 金属製錬株式会社 佐賀関製錬所
鹿児島支部	なりまつ まさあき 成松 正晃	ENEOS 喜入基地株式会社

優良ボイラー溶接士

支 部 名	氏 名	事 業 場 名
茨城支部	久保 弘 <small>くぼ ひろし</small>	A G C株式会社 鹿島工場
長野支部	西澤 健 <small>にしざわ たけし</small>	株式会社前田鉄工所
長野支部	吉池 正弘 <small>よしいけ まさひろ</small>	サクラ精機株式会社
京滋支部	東郷 浩之 <small>とうごう ひろゆき</small>	株式会社ヒラカワ 滋賀事業所
大阪支部	尾形 貢志 <small>おがた たかし</small>	株式会社北海鉄工所
大阪支部	吉國 公敏 <small>よしくに きみとし</small>	瀬尾高圧工業株式会社 三日市工場
愛媛支部	十亀 幸一 <small>そがめ こういち</small>	株式会社三浦マニファクチャリング 北条工場

優良ボイラー整備士

支 部 名	氏 名	事 業 場 名
広島支部	松本 和三 <small>まつもと かずみ</small>	JFE スチール株式会社 西日本製鉄所(福山地区)
広島支部	原田 敏行 <small>はらだ としゆき</small>	三菱ケミカル株式会社 広島事業所

優良ボイラー製缶士

支 部 名	氏 名	事 業 場 名
神奈川支部	浅見 正弘 <small>あさみ まさひろ</small>	三進工業株式会社
兵庫支部	藤原 一樹 <small>ふじわら かずき</small>	株式会社タクマ 播磨工場

ボイラー安全取扱推進賞

支部名	氏名	事業場名
広島支部	<small>ぬまた</small> 沼田 <small>のりみち</small> 登路	三菱ケミカル株式会社 広島事業所

化学一圧安全取扱推進賞

支部名	氏名	事業場名
広島支部	<small>ふくはら</small> 福原 <small>えいじ</small> 英二	三菱ケミカル株式会社 広島事業所

技術高度化奨励賞

支 部 名	氏 名	事 業 場 名
東京支部	<small>しんどう たかし</small> 新藤 貴志	(公財) 日本小型貫流ボイラー協会 (三浦工業(株))
<p>「小型貫流ボイラーの燃料転換とその対応」</p> <p>小型貫流ボイラーは国内の産業用および業務用ボイラーの主流であるが、化石燃料を燃焼させ蒸気を発生させているのが現状であり、その将来に向けた脱炭素化は重要な課題である。小型貫流ボイラにおいてカーボンニュートラルに向けて製品化が進んでいる水素を燃料としたボイラーについて、安全対策、NO_x 低減策、CO₂ 低減効果とコスト等その課題および対応案を具体的に示しつつ解説している。</p>		
福岡支部	<small>ひらた きよし</small> 平田 清	昭和鉄工株式会社
<p>「蒸気ボイラーの給水予熱に特化したヒートポンプ給水予熱機」</p> <p>産業用用途として蒸気ボイラーの給水予熱に特化した CO₂ 冷媒のヒートポンプ加熱機システムを開発した。</p> <p>蒸気ボイラーの稼働状態に合わせて、操業中の昼間と停止中の夜間で自動的に沸き上げ温度及び加熱能力を切り換え、それによって、貯湯タンクを有した加熱機システムではより高効率の給水予熱が可能となることを解説している。</p>		

第51回 全日本ボイラー溶接士コンクール入賞者

(被覆アーク溶接 厚板の部)

厚生労働大臣賞

支部名	氏名	事業場名
大阪支部	やまぐち しょうた 山口 勝太	株式会社北海鉄工所

日本ボイラ協会長賞 (成績順)

支部名	氏名	事業場名
長野支部	みやざき ふみや 宮崎 文也	株式会社前田鉄工所
広島支部	せの たくや 瀬野 拓也	株式会社アイメックス
長野支部	まりしま ともなり 桐嶋 知生	株式会社ヤマウラ

(被覆アーク溶接 中板の部)

厚生労働省労働基準局長賞

支部名	氏名	事業場名
兵庫支部	りとう けんた 利藤 健太	三菱重工業株式会社 原子力セグメント

日本ボイラ協会長賞

支部名	氏名	事業場名
京滋支部	おかもと ひろのり 岡元 裕徳	川重冷熱工業株式会社

(炭酸ガスアーク溶接の部)

日刊工業新聞社長賞

支 部 名	氏 名	事 業 場 名
兵庫支部	<small>あきはら</small> 穉原 <small>ゆうや</small> 祐也	三菱重工業株式会社 原子力セグメント

日本ボイラ協会会長賞 (成績順)

支 部 名	氏 名	事 業 場 名
京滋支部	<small>みよ</small> 三代 <small>りんぺい</small> 倫平	川重冷熱工業株式会社
兵庫支部	<small>あおの</small> 青野 <small>だいき</small> 大貴	三菱重工業株式会社 原子力セグメント
長野支部	<small>まつぎき</small> 松崎 <small>むねたか</small> 宗孝	株式会社ヤマウラ

功 勞 賞

支 部 名	氏 名	役 職 名
埼玉支部	まさき ひろゆき 正木 浩之	支部役員
東京支部	こいで しゅういち 小出 修一	支部役員
富山支部	にしむら こういち 西村 浩一	支部役員
本 部	ひらの ひでお 平野 秀朗	本部委員会委員長
本 部	わたなべ まなぶ 渡辺 学	本部委員会委員長

感 謝 状

支 部 名	氏 名	役 職 名
富山支部	いなみ ゆうじ 井浪 祐二	支部役員
静岡支部	うえの かつひで 植野 克秀	支部講師
岡山支部	たかの まきひろ 高野 雅弘	支部講師

特別講演

当面の安全行政について

厚生労働省労働基準局
安全衛生部安全課長

釜 石 英 雄

当面の安全行政について

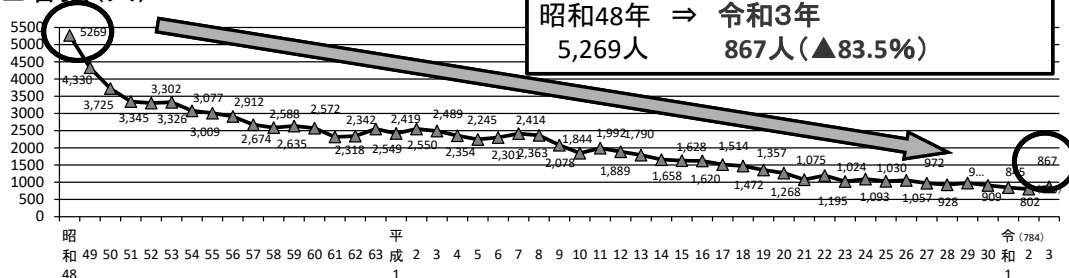


厚生労働省
安全衛生部 安全課長
釜石 英雄

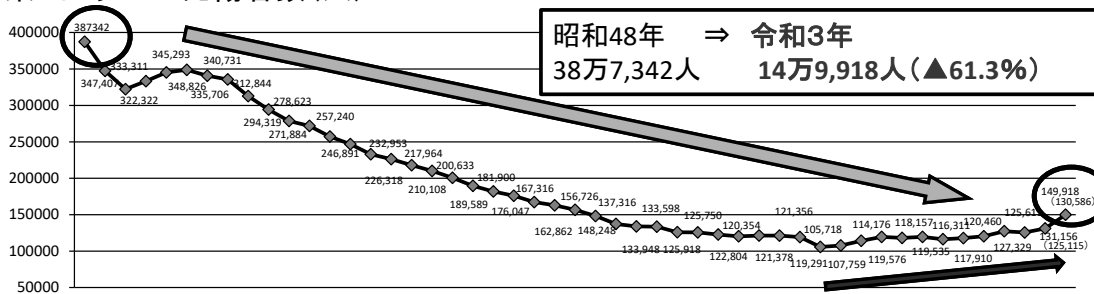
【課題】 労働災害の推移

- 本年10月で、労働安全衛生法の施行から50年。
- 死亡災害は引き続き減少傾向だが、死傷災害は近年は増加傾向。

死亡者数(人)



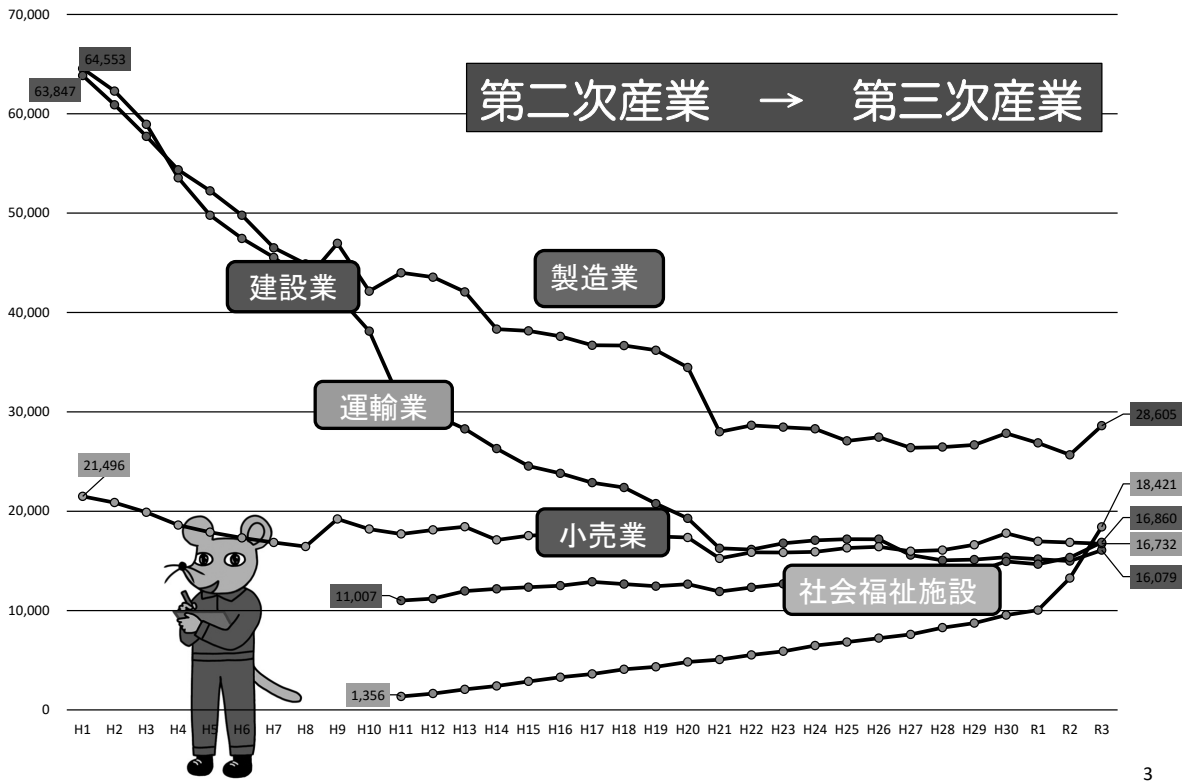
休業4日以上の死傷者数(人)



出典：平成23年までは、労災保険給付データ(労災非適用事業を含む)、労働者死傷病報告、死亡災害報告より作成
平成24年からは、労働者死傷病報告、死亡災害報告より作成

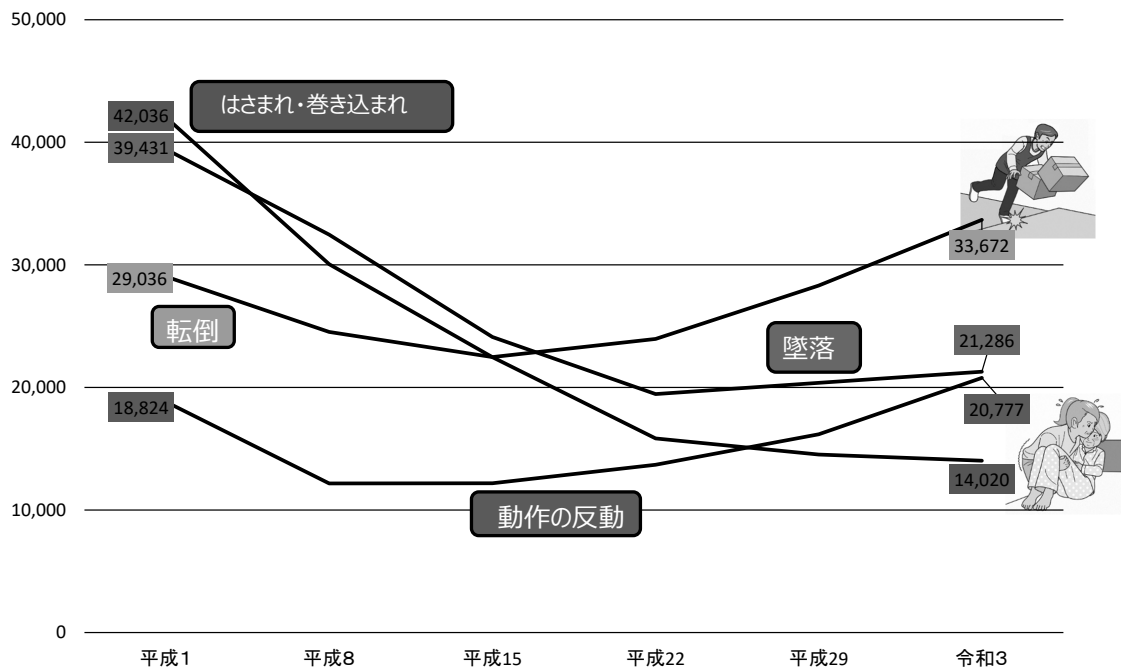
【課題】業種別死傷災害の推移

休業4日以上労働災害



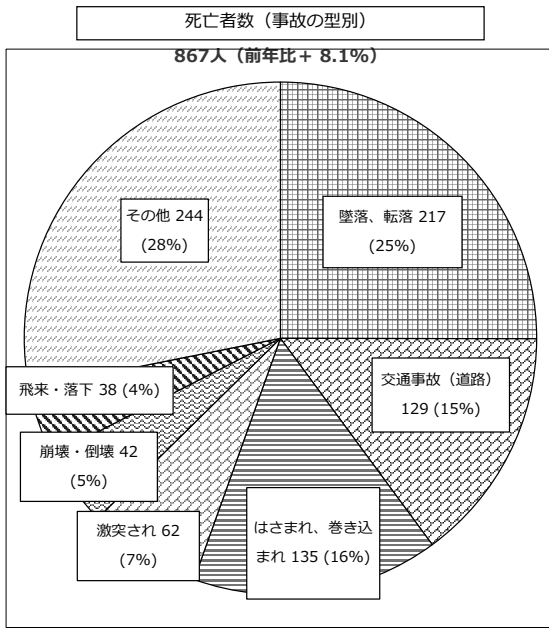
【課題】「事故の型」のトレンド

設備リスク → 行動リスク

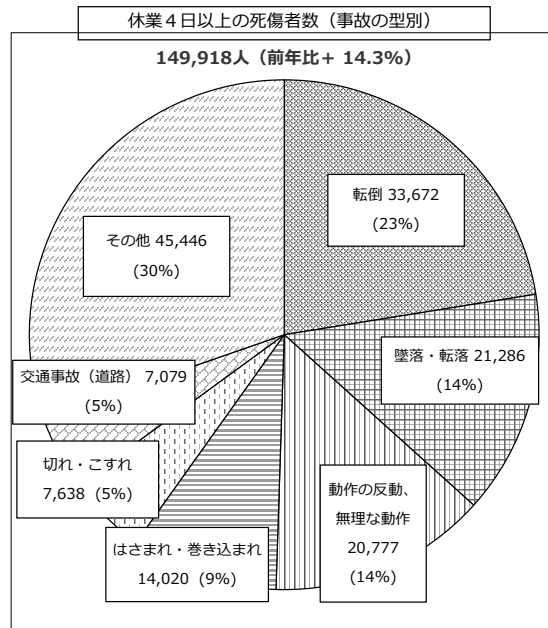


死傷災害の災害発生状況

- ・死亡者数は、「墜落・転落」(25%)、「はさまれ、巻き込まれ」(16%)、交通事故の順が多い。
- ・死傷者数は、「転倒」(23%)、「墜落・転落」(14%)、「動作の反動、無理な動作」(14%)が多い。



出典：死亡災害報告

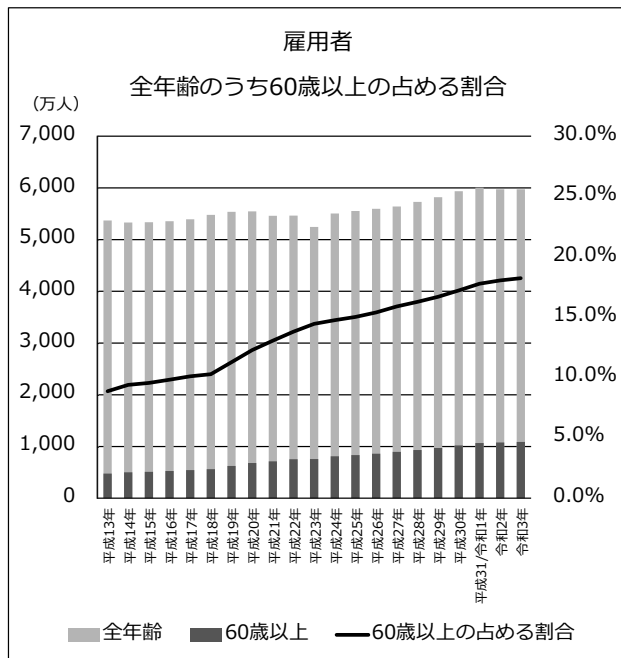


出典：労働者死傷病報告

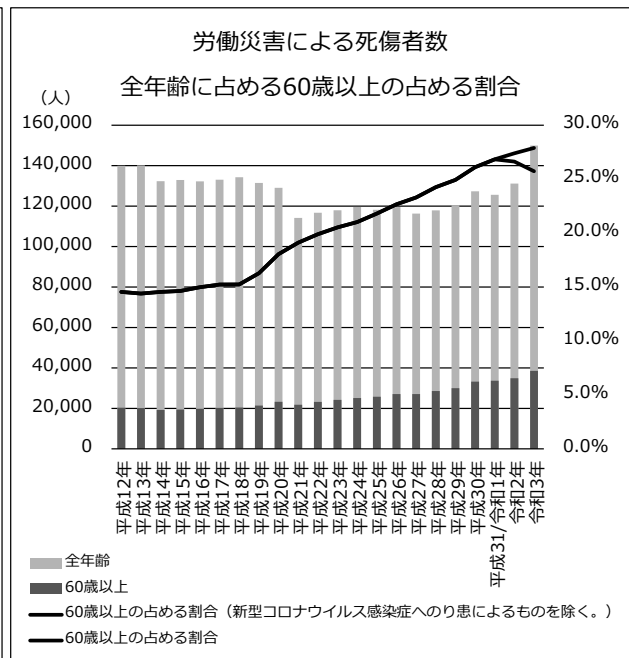
5

高齢者の就労と被災状況

- ◆ 雇用者全体に占める60歳以上の高齢者の占める割合は18.2%(令和3年)
- ◆ 労働災害による休業4日以上の死傷者数に占める60歳以上の高齢者の占める割合は25.7%(同)



資料出所：労働力調査(総務省)における年齢別雇用者数(役員を含む。)
 ※平成23年は東日本大震災の影響により被災3県を除く全国の結果となっている。



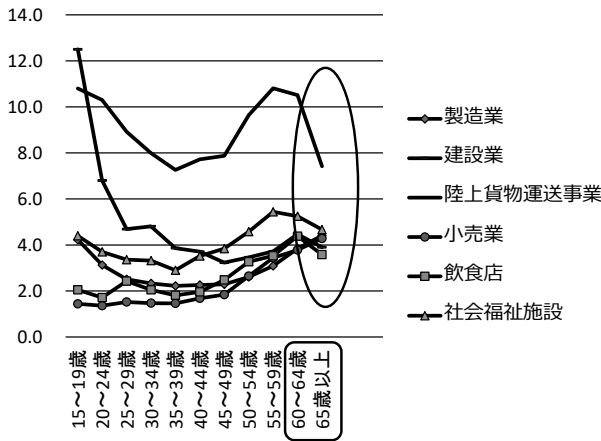
資料出所：労働者死傷病報告

6

高齢労働者の労働災害の特徴①(年齢別・業種別、男女別の傾向)

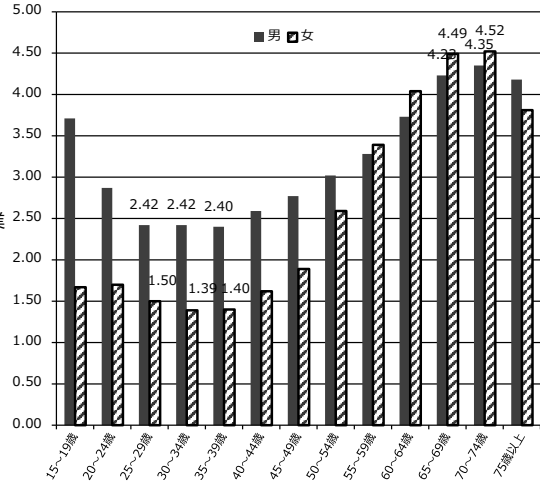
- 労働災害発生率(千人率)は、男女ともに、若年層と高齢労働者で高い。
- 65~74歳の労働災害発生率(千人率)を、30歳前後の最小値と比べると、男性で約2倍、女性で約3倍。

年齢別・業種別 千人率



データ出所：労働者死傷病報告(令和3年)
労働力調査(基本集計・年次・2021年)
※1年間の平均労働者数として、「役員を含んだ雇用者数」を用いている。

年齢別・男女別 千人率

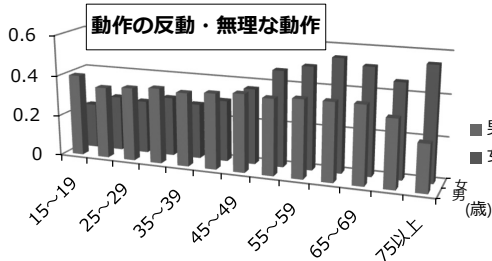
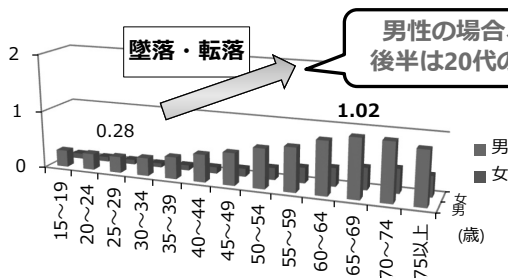


※千人率=労働災害による死傷者数/平均労働者数×1,000
※便宜上、15~19歳の死傷者数には14歳以下を含めた。
データ出所：労働者死傷病報告(令和3年)
労働力調査(基本集計・年次・2021年)

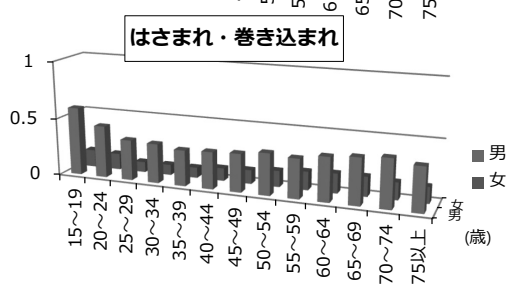
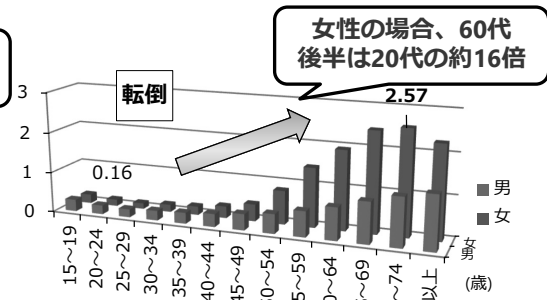
7

高齢労働者の労働災害の特徴②(年齢別・男女別、事故の型別の分析)

- 転倒は、高齢になるほど労働災害発生率が上昇。
 - 高齢女性の転倒災害発生率は特に高い。
- ⇒ 年齢の上昇に着目した対策は転倒、墜落・転落で特に重要な課題(とりわけ高齢女性の転倒防止)



※千人率=労働災害による死傷者数/その年の平均労働者数×1,000
※便宜上、15~19歳の死傷者数には14歳以下を含めた。

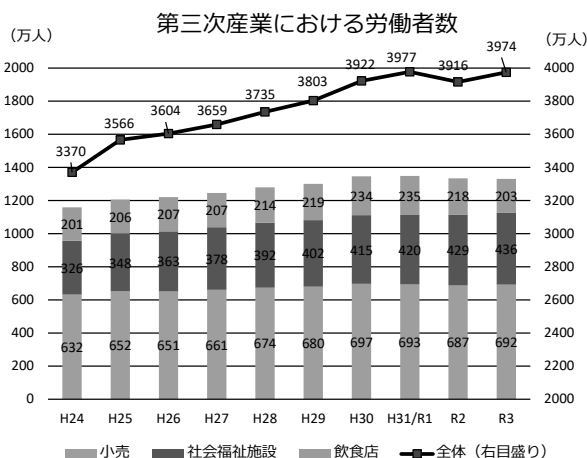


データ出所：労働者死傷病報告(令和3年)
労働力調査(基本集計・年次・2021年)

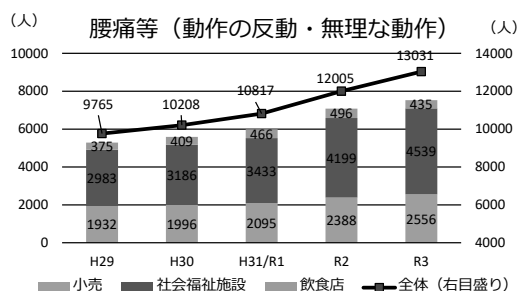
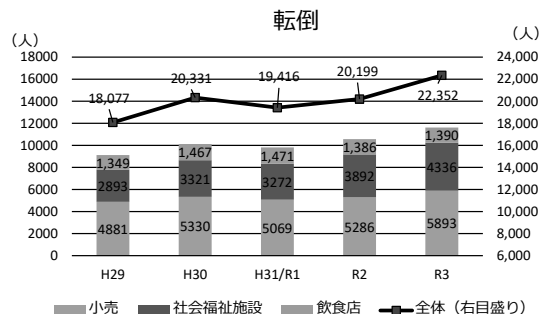
8

第三次産業化による影響

- ・第三次産業における労働者は増加（飲食店は新型コロナウイルスの感染拡大の影響で減少。）。
- ・転倒や腰痛等の労働者の作業行動に起因する災害が増加。



データ出所：労働力調査（基本集計・年次）
 ※1年間の平均労働者数として、「役員を除いた雇用者数」を用いている。
 ※「運輸業、郵便業」のうち運輸業及び運輸に付帯するサービス業を除く



9

第13次労働災害防止計画（概要）

計画の目標

計画期間：2018年4月1日～2023年3月31日

全体

死亡災害：15%以上減少

死傷災害：5%以上減少

業種別

建設業、製造業、林業：死亡災害を15%以上減少

陸上貨物運送事業、小売業、社会福祉施設、飲食店：死傷災害を死傷年千人率で5%以上減少

その他目標

- 仕事上の不安・悩み・ストレスについて、職場に事業場外資源を含めた相談先がある労働者の割合を90%以上
- メンタルヘルス対策に取り組んでいる事業場の割合を80%以上（56.6%：2016年）
- ストレスチェック結果を集団分析し、その結果を活用した事業場の割合を60%以上（37.1%：2016年）
- 化学物質について、ラベル表示と安全データシート（SDS）の交付を行っている化学物質譲渡・提供者の割合を80%以上
- 第三次産業及び陸上貨物運送事業の腰痛による死傷者数を死傷年千人率で5%以上減少、など

重点事項

（1）死亡災害の撲滅を目指した対策の推進

- 建設業における墜落・転落災害等の防止
- 製造業における施設、設備、機械等に起因する災害等の防止 等

10

第13次労働災害防止計画期間中における労働災害の増加要因

■労働災害は、様々な要因が絡み合って発生するものであるが、災害の内容や各種経済指標から推察される増加要因は、以下のようなものである。

高齢化による影響

60歳以上の労働者の割合が増加（平成29年：16.7% → 令和3年：18.2%）した影響により、**60歳以上の死傷者数は増加**（平成29年比28.5%増）。

第三次産業化による影響

第三次産業で働く労働者の増加（社会福祉施設では、介護需要の増加に対応できず「人材不足」にもなっている）により、

①安全衛生意識が必ずしも十分に醸成されていないと考えられる業種での災害の増加

（前年比小売業9.9%、社会福祉施設38.9%、飲食店2.9%増）、

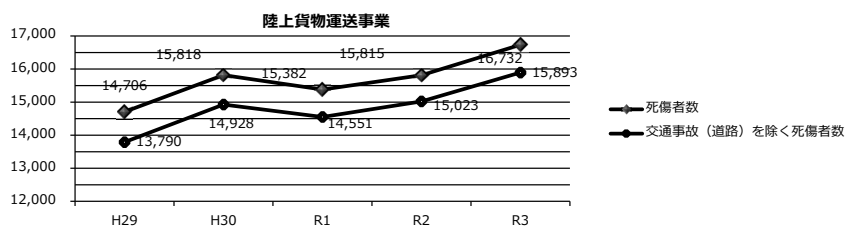
②転倒や腰痛などの労働者の作業行動に起因する災害の増加

（小売業、社会福祉施設、飲食店の合計で転倒**10.0%増**、腰痛等（動作の反動・無理な動作）**6.3%増**）

が見られた。

陸上貨物運送事業

物流量の増加に伴う荷役機会の増加等により、**陸上貨物運送事業における死傷者数は増加**（平成29年比13.8%増）。



関係各位のより一層の取組をお願いします。

11

高齢労働者の安全と健康確保のためのガイドライン (エイジフレンドリーガイドライン)

※ガイドライン全文（厚生労働省HP）
令和2年3月16日付け基安発0316第1号通知



■高齢労働者が安心して安全に働ける職場環境づくりや、労働災害予防の観点での健康づくりを推進するために、事業者と労働者に取組が求められる事項を具体的に示すもの。

求められる取組

- ①**事業者**：高齢労働者の就労状況や業務の内容等の実情に応じて、国や関係団体等による支援も活用して、**実施可能な労働災害防止対策に積極的に取り組むよう努める。**
- ②**労働者**：事業者が実施する労働災害防止対策の取組に協力するとともに、**自己の健康を守るための努力の重要性を理解し、自らの健康づくりに積極的に取り組むよう努める。**

①事業者の取組

- 1：安全衛生管理体制の確立等（経営トップ自ら安全衛生方針を表明し、担当組織・担当者を指定、リスクアセスメントの実施）
- 2：職場環境の改善（身体機能の低下を補う設備・装置の導入、高齢労働者の特性を考慮した作業管理、勤務形態等の工夫）
- 3：高齢労働者の健康や体力の状況の把握（健康診断等により、事業者、高齢労働者双方が健康や体力の状況を客観的に把握）
- 4：高齢労働者の健康や体力の状況に応じた対応（把握した状況に応じて適合する業務をマッチング、身体機能の維持向上への取組）
- 5：安全衛生教育（写真や映像等の情報を活用した安全衛生教育、経験のない業種や業務に従事する場合の丁寧な教育訓練）

②労働者の取組

- 1：自らの身体機能や健康状況を客観的に把握し、健康や体力の維持管理に努める。
- 2：日頃から運動を取り入れ、食習慣の改善等により体力の維持と生活習慣の改善に取り組む。

ガイドラインを踏まえた対策

- ガイドラインの周知・啓発（労働局、監督書等を通じた周知）
- 個別事業場へのコンサルティング（専門家が訪問し、改善のアドバイス）
- 中小企業への支援（エイジフレンドリー補助金※後述）
- 社会的評価を高める仕組みの推進（あんぜんプロジェクト「見える」安全活動コンクールを通じた優良事例の公表）



12

転倒防止・腰痛予防対策の在り方に関する検討会

1 趣旨・目的

- 13次防では第三次産業の労働災害防止を重点事項の1つに位置付け取り組んできたが、計画期間中を通して**労働災害は増加し、特に増加が顕著な小売業や介護施設等を中心に、その対策の見直しが喫緊の課題**となっている。
- 中でも大きく増加している「**転倒**」や「**動作の反動・無理な動作**」といった作業行動に起因する災害については、骨折や後遺症を伴う重大なものが散見される、対策が重要な災害である一方、労働者の個人要因の影響も大きいため、**従来型の災害と同様の対策では十分な成果を挙げることができていない状況**にある。
- このため、関係者や有識者の参画を得て、**転倒防止・腰痛予防対策の在り方及び具体的な対策の方針**について、規制の見直しも念頭に置いた検討を行う。

2 検討事項

- 具体的な転倒防止・腰痛予防対策の在り方について
- 転倒防止や腰痛予防のために必要な環境整備（規制の在り方も含む）について
- 転倒防止や腰痛予防に効果的な啓発の在り方について

3 構成員（敬称略）

新井貞男（医療法人社団緑生会あらい整形外科院長）

今村文典（（公社）日本介護福祉士会副会長）

河津雄一郎（（株）平和堂統括産業医）

小菅元生（日本労働組合総連合会労働法制局局長）

鈴木重也（（一社）日本経済団体連合会労働法制本部長）

【座長】高田礼子（聖マリアンナ医科大学主任教授）

信澤真由美（（公社）全国老人福祉施設協議会介護人材対策委員会委員）

井上智博（日本商工会議所産業政策第二部調査役）

小澤信夫（（一社）全国スーパーマーケット協会調査役）

桑原正廣（日本チェーンストア協会労働委員会委員）

島田行恭（（独）労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所
リスク管理研究グループ部長）

津下一代（女子栄養大学特任教授）

山崎茂治（UAゼンセン総合サービス部門執行委員）

4 開催状況

第1回：5月13日、第2回：6月13日、第3回：7月29日、第4回：8月30日（中間整理）

13

これまでの検討結果等（9月27日 中間整理）

1 これまでの検討結果

第14次労働災害防止計画に盛り込むべき方策（（3）ア及び（4）アについては引き続き検討）

（1）エビデンスに基づいた対策の推進

転倒・腰痛等の予防対策の基礎となる課題やニーズを的確に把握し、エビデンスに基づいた対策の推進のための方策

- ア 労働災害発生状況・要因のよりの確な把握のための労働者死傷病報告の項目の適正化、電子申請の原則化
- イ 労働安全衛生総合研究所との連携の下での転倒・腰痛等災害防止のための調査・研究の体制の確保・推進
- ウ 転倒・腰痛等災害防止のための労働安全衛生調査も活用した補完的な情報収集・分析

（2）安全衛生教育の在り方、関係者の意識改革

第三次産業の実態を踏まえた実効ある雇入時教育等実施環境の整備、日常生活でも発生しうる転倒・腰痛等災害に職場の問題として労使が取り組むための動機付けのための方策

- ア 動画等を活用した効率的・効果的な安全衛生教育ツールの開発・普及
- イ 企業・業界における転倒・腰痛等災害による経済的損失の「見える化」と訴求
- ウ 転倒・腰痛等災害対策が事業者の責務であることに加えて経営上のメリットにも繋がることの訴求
- エ 健康経営優良法人認定基準（評価項目）への転倒・腰痛等予防対策の取り入れと認定等に向けた支援を通じた対策の促進
- オ 取組促進のためのナッジ等行動経済学的アプローチに係る研究と手法の展開

（3）業種や業務の特性に応じた取組

転倒・腰痛等の防止のための具体的な手法等を定め、労使による取組を促進していくための方策

- ア 転倒災害防止のための事業者が講ずべき具体的措置（労働安全衛生法第24条）の手法の明示【継続検討】
- イ 第三次産業の業界の実態に対応した、基本的労働災害防止対策の啓発ツール（チェックリスト）等の作成・周知
- ウ ノーリフトケアや介護機器等の普及
- エ 実証的な取組によって効果が得られた腰痛予防対策の普及
- オ 転倒等災害防止に資する機器等の普及のための補助、開発促進

14

(4) 職場における対策の実施体制の強化

小売業や介護施設において、必ずしも店舗や施設といった事業場単位で安全衛生管理を行う環境が整っていないこと等を踏まえた実効ある安全衛生管理の確保のための方策

- ア 安全・衛生委員会の設置義務のない事業場の安全衛生管理の在り方の検討【継続検討】
- イ 「+Safe (SAFE) 協議会」による自治体の健康増進事業等と連携した取組の推進、好事例の展開

(5) 労働者の健康づくり等

加齢による筋力低下や認知機能の低下、焦りや注意力の欠如等個々の労働者の心身の状況による影響への対処方策

- ア 事業場における理学療法士等を活用した労働者身体機能の維持改善の取組の支援
- イ Sport in Life プロジェクト(スポーツ庁)を通じたスポーツの推進
- ウ 骨密度・「ロコモ度」・視力等の転倒災害の発生リスクの「見える化」と健康づくりの推進

(6) 中小企業等事業者への支援

中小企業等事業者による労働者の高齢化に伴う身体機能の低下を補う設備・装置の導入等の支援(エイジフレンドリー補助金)

2 継続検討事項(再掲)

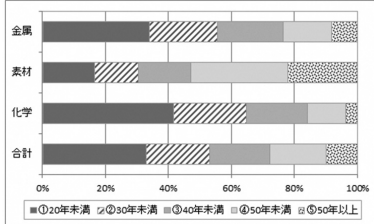
- ・ 転倒災害防止のための事業者が講ずべき具体的措置(労働安全衛生法第24条)の手法の明示
- ・ 安全・衛生委員会の設置義務のない事業場の安全衛生管理の在り方

ボイラー等を巡る最近の動向

スマート保安による規制の精緻化

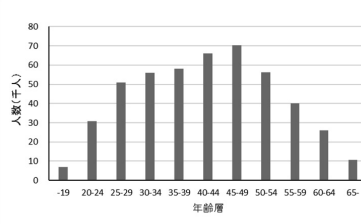
石油・化学プラント等において、設備の老朽化、ベテラン人材の退職等に伴う人材不足等が課題

<設備の老朽化>



30年以上経年の老朽化設備が約3分の2を占める。

<人材不足>



45歳以上が全体の半数近くを占め、2030年以降に定年退職を迎える。

これら課題に対応するためIoTやドローン等新技術による保安力の向上【スマート保安の推進】が必要

「平成30年度老朽化した生産設備における安全対策の調査分析事業」

雇用動向調査 就業形態、産業（中分類）、性、年齢階級別常用労働者数（平成30年6月末日現在）（化学工業、石油製品・石炭製品製造業）

令和3年度に、ボイラー等に係る性能検査※1へのCBM※2及び自主検査の導入等を検討
更なるスマート保安推進のため・・・

自主保安推進の観点から、ボイラー等に係る性能検査について以下を検討

- (1) FFS（供用適正評価）※3に基づく維持基準の検討
 - ① FFSに基づく維持管理の状況や構造規格に基づく管理の問題点、活用可能な技術等の調査
 - ② 性能検査の可否基準への反映を前提に、課題の整理、試行を含めた導入までの進め方等の検討
 - ※ 令和4年度以降2年程度を目途に、①性能検査への反映の仕方・FFSに基づく維持管理が適切さの確認方法、②FFSに基づく維持管理を実施することができる事業場の条件（認定基準等）を検討予定
- (2) 減肉補修時の検査方法等の検討

ボイラー等の容器に肉盛り補修を行う場合の取扱いについて、適用範囲、施工上の条件、必要な試験、検査等の方法を検討

※1 一定規模以上のボイラー等に義務付けられる定期検査（原則1年ごと）。大臣の登録を受けた登録性能検査機関が実施する性能検査を受検することが必要。
 ※2 定期的な検査ではなく、常時監視等により必要が生じた時点で検査を実施するような、状態に基づく管理（CBM：Condition based maintenance）。
 ※3 供用中に生じた損傷について設備の健全性への影響を評価するもの。一律の基準に基づくのではなく、設備や損傷の種類等に応じ詳細な評価が待われる。

ご静聴ありがとうございました

海軍と機関

呉市役所海事歴史科学館
(大和ミュージアム)
学芸課 学芸員

濱 名 翔 平

海軍と機関

■1 はじめに

●1-1 広島県呉市と日本海軍

(1) 呉鎮守府・呉海軍工廠のまち

呉軍港は天下の軍港である。呉市もまた日本の新興都市である。(中略) 呉市は軍港をおかれてからはじめて生れ出で軍港の発達と共にむくむくと驚異的な発展をたどってきた。その意味では日本で代表的な全く類例の稀な特異性のある新興都市である。(呉郷土史研究会, 28-29 頁)

明治 22 (1889) 年：呉鎮守府 (海軍の根拠地のひとつ) が開庁

明治 35 (1902) 年：呉市の誕生 (令和 4 年度に市制 120 周年)

明治 36 (1903) 年：呉海軍工廠 (艦船・兵器・機関・製鋼などを開発製造する工場) 設置

昭和 16 (1941) 年：呉海軍工廠で戦艦「大和」が建造

⇒鎮守府・海軍工廠の設置を機に日本海軍の軍港として発展した呉

(2) 大和ミュージアム

- ・呉の歴史と造船を中心とした科学技術を伝えることを目的として平成 17 (2005) 年に開館
- ・1/10 戦艦「大和」や零式艦上戦闘機, 呉の歴史を伝える各種実物資料を展示
- ・令和 4 (2022) 年, 累計来館者数 1,500 万人を達成

●1-2 今回のテーマ

(1) 日本海軍のボイラー開発

機関関係者が残した史料：金谷三松「海軍軍用機関進歩発達史の歴史」、増田仁平「船用機関進歩発達史の現状及機関整理操縦法」⇒戦艦「大和」搭載のボイラー開発に至るまでのあゆみを紹介

(2) 戦艦「大和」の機関

「大和」の基本計画：基本計画に携わった関係者の史料⇒機関採用をめぐる紆余曲折を紹介
太平洋戦争と「大和」：戦闘詳報, 乗組員の体験記⇒「大和」搭載ボイラーのはたらきをみる

■2 日本海軍のボイラー

●2-1 日本海軍の機関開発

(1) 機関の主要条件

軍用機関として主要条件は次の通りである

1. 単位発生力量に対して重量容積小なること
2. 機関諸装置単純にして記憶に便なること
3. 取扱簡単 (小人数にて操縦可能にして錯誤なきこと)
4. 堅牢にして敵弾による被害少きこと及寿命長きこと
5. 機関構成材料其の他使用燃料需品等戦時自給の道あるもの
6. 一部故障欠損に際し出来得る限り影響を他部に及ぼさざること
7. 運転中振動少なく大砲魚雷発射測距等に影響少きこと

8. 初度費及維持費小にして航続距離長きこと

以上の条件を着眼点として、我が海軍はあらゆる科学を取入し研究と使用実験を重ね今日の発達を見たのである。

国内に於ける船用機関の製造は、文久 3 (1863) 年、石川島造船所が幕府の命によりて「千代田」を建造したる時を初めとし、其の後英国を師として仏国に学び米国に習い、日清日露日独の実戦の経験を経て、今日は全部国産品を以て自給自足し、列国に優るとも劣らざるものを製造し得るに至れり。(増田, 1 頁)

⇒重量据付場所ニ比シテ力量ノ大ナルモノ即チ高熱焼度ノ使用ニ適シ且構造ノ簡易堅牢ナルモノ

⇒諸外国 (イギリス・フランス・アメリカ) からの輸入⇒実戦経験⇒国産品の開発へ

(2) ボイラーの発達

文久 3 (1863) 年、国内に於ける最初の建造艦「千代田」には 2 個の汽車缶を装備せられた。其の後円缶が採用せられ、水雷艇にはノルマン、ソーニクロフト又はヤーロー缶等が装備せられ、日清戦争当時軍艦の缶はベルビール缶にして、明治 34 (1901) 年に宮原缶を「橋立」に装備し、明治 35 (1902) 年、ニコロース式が採用せられたが、其の後採用したものはない。明治 35 年、イ号艦本式が採用せられ、段々進歩してロ号艦本式となって現代駆逐艦には本式のみを採用して居る。(増田, 8-9 頁)

⇒円缶から水管式への移行。諸外国からの輸入から国産化への過程 (図 1)

●2-2 ロ号艦本式ボイラーへのあゆみ

(1) 円缶から水管式へ

・円缶の採用と故障

円缶が (中略) 装備せられた頃から故障常に絶えず (中略) 竣工の時期にあった「橋立」が其の公試運転に際し、全缶炉筒の膨垂を生じ、就中第五号缶は炉内の圧潰のため遂に戦役中之が使用を差止められたと云う有様で、主力艦機関の斯の如き故障は実に一大事件であったのです。其の後十年間日露戦役に至る迄、円缶の故障は依然として止むことなく、(中略) 其の代を水管缶に譲りました。(金谷, 214 頁)

日本海軍の創設～日清戦争期：諸外国から輸入・組立、初期の国産化。汽車缶・円缶を搭載
円缶の故障：(例) 巡洋艦「橋立」・・・横須賀海軍工廠で建造。炉筒の膨垂、炉内の圧壊
→円缶の故障が頻発→急速汽醸性に優れ、高圧・大容量化に適した水管式缶へ移行

・水管式ボイラーの採用

英国海軍でも大艦にベルビール式水管缶を取付ける様になり、早晚我国でも之を使用しなくてはならない、と実験と取扱い習熟の目的から (中略) 千代田の缶換装を機会として之にベルビール缶を換装することに訓令が出たのです。(金谷, 216 頁)

ベルビール式ボイラー：環状水管群と汽水分離ドラムで構成。イギリス海軍などで採用
汽車缶からベルビール式ボイラーに換装した「千代田」→石炭費額 26%減、航続距離 35%向上
→日露戦争期の主力艦 (戦艦「三笠」など) に広く搭載

・宮原式ボイラーの開発

水管缶の実地使用に当たり、ベルビール缶は其の缶水循環の法に多次の無理があり（中略）、更に又徒に外国製品を採用して居る事が国益損失の大なるものを憂い、時の海軍造船大監宮原二郎は発奮して遂に自ら理想的の（中略）水管缶を考案し、いわゆる宮原式缶を發明されました。本缶は（中略）其の優秀なることを認められ（中略）戦艦「山城」に至る迄満 13 箇年の間（中略）国産軍艦用缶として殆ど独占時代を現出したのであります。（金谷、219-220 頁）

ベルビール式ボイラーの課題：使用過程で性能劣化，取扱の困難さ→イギリス海軍で不採用
宮原二郎（機関中将）：国産のボイラー（宮原式ボイラー）を開発（図 2）

宮原式ボイラー：太めの水管と 6 つのドラムから構成される大管式水管ボイラー

→効率・堅牢性に優れ，製造方法が簡易，コストは 6 割→艦船用ボイラーの主流となる

我国では日露戦役後は其の主力艦は全て本国で製造のこととなり、「筑波」「生駒」の両艦はいずれも艦政本部第四部計画の呉工廠製で，公試成績は馬力おのおの 23,260 及 22,600 で「筑波」は 21.2 ノット，「生駒」は 21.75 ノットの好成績を挙げることが出来ました。（金谷，231 頁）

艦船の国産化：明治 40（1907）年，呉海軍工廠で一等巡洋艦「筑波」「生駒」を建造

宮原式ボイラー 20 基を搭載，速力 21.2～21.75 ノット→主力艦の国産化に成功

(2) ロ号艦本式ボイラーの開発

・巡洋戦艦「金剛」の輸入とヤーロー式ボイラー

英海軍は明治 39（1906）年「インヴィンシブル」級の装甲巡洋艦 3 隻を起工するに当たり，一般装甲巡洋艦の型種を一変せしめました。（中略）我海軍では此の趨勢に鑑み，巡洋戦艦 4 隻を建造のこととなり，先以て最初建造の 2 隻中 1 隻を英国ビッカース社に他の一隻を我横須賀工廠に注文のこととなりました。「金剛」，「比叡」が是です。（金谷，241-242 頁）

艦船開発の進歩：イギリス海軍，戦艦「ドレッドノート」，巡洋戦艦「インヴィンシブル」建造
蒸気タービンの採用により高速化した新しい戦艦→世界各国でド級戦艦の建造が活発化
→日本海軍はイギリスから巡洋戦艦「金剛」を輸入，同型艦を国産化し技術習得を図る

ヤーロー式混焼缶 36 個と複式両用改良型パーソンズタービン 2 組 4 軸，64,000 軸馬力，毎分回転数 290 で速力 26.0 ノットを得んとするもので（中略）我海軍に於ける画期的の堅艦でありました。（中略）缶は漸次巨砲の装備に押され，其の重量，容積共に著しく制限を加えられ，遂に宮原式缶より更に進んで一躍大缶の小管式缶使用をみるに至りました。（金谷，243 頁）

ヤーロー式ボイラー：イギリス・ヤーロー社で開発。三胴水管式ボイラー

⇒限られた重量・容積を要求される主力艦のボイラー→大管式から小管式へ移行（図 2）

「金剛」の機関：ヤーロー式混焼ボイラー 36 基，パーソンズタービン 2 組 4 軸

→64,000 馬力，26.0 ノットを発揮。「金剛」型戦艦は太平洋戦争末期まで使用される。

※改装時にヤーロー式をロ号艦本式に換装。残存する 1 基を大和ミュージアムで展示（図 3）

・イ号艦本式ボイラー、ロ号艦本式ボイラー

巡洋戦艦中他の2隻は「霧島」及「榛名」で（中略）缶は両艦共「比叡」と同じくイ号艦本式缶を装備しましたが、後大正3（1918）年7月、水ドラムを円形に改装し、所謂ロ号艦本式と改装せられました。艦本式缶（中略）の水ドラムは、彼のヤーロー缶と同様、下方底板のみ円形に彎曲し、上方管板は平板より出来て居ましたが（中略）使用年月約6、7年となると、上下両板の接目に沿て、深き溝蝕を生ずる危険ある事を発見し、最後には「金剛」のヤーロー缶に於ても同様の欠点を見たので、大正4（1919）年、駆逐艦「樺」以後全て水ドラムを上下両板円形に湾曲し、管の取付方を改良し、所謂ロ号艦本式缶の案出を見ました。而して同時に従来のものをイ号艦本式缶と称する事となりました。（金谷、246頁）

イ号艦本式ボイラー：ヤーロー式を改良し国産化。明治35（1902）年、駆逐艦「春雨」に搭載水ドラムの亀裂、蒸気管レイアウトなど改造の必要→ロ号艦本式ボイラーの開発（図4、5）
⇒日本海軍の主力ボイラーとして終戦まで戦艦から駆逐艦に至るまで広く使用される

■ 3 戦艦「大和」の機関

● 3-1 新戦艦の建造と基本計画

(1) 基本計画の開始

現有主力艦と威力段階を異にする大戦艦を建造す（中略）右戦艦完成の暁は主力艦兵力比較の尺度は根本より変革せられ、対米現有勢力比六割は一躍我が方の絶対優勢に帰す（石川信吾「次期軍縮対策私見」伊藤編、483-484頁）

欧米に対し保有量で劣勢の日本海軍→「威力段階を異にする戦艦を建造」して戦力を補う
→軍縮条約の失効後、新戦艦（「大和」・「武蔵」）の建造計画が始まる

(2) 基本計画の開始

軍令部からの要求をうけた海軍省は、ただちに海軍艦政本部に命じて研究に着手した。（中略）海軍高等技術会議で、設計符号A140-F5なる艦型が採択され、これを建造することに決定された。この艦型に決定するまでに二〇種類以上の異なった艦の計画が行われ慎重に各案について利害得失の検討がなされたことはいうまでもない。（松本b、261頁）

「大和」の基本計画のプロセス：軍令部の新戦艦要求→艦政本部による基本計画の立案
→性能・砲装・一般配置の組み合わせを比較検討（表）→海軍高等技術会議の審議（表1）

自分の担当たる推進機関の設計について考えられたことは（中略）排水量を少なくする為に機関室の長さを短くすることと航続距離を出来るだけ大きくすることであった。この為に装備機関の形式が次の三つの場合について考えられた。

- (イ) オールスチームタービン
- (ロ) スチームタービンとディーゼルタービンの併用
- (ハ) オールディーゼル（生産技術協会、186頁）

機関の検討：渋谷隆太郎（機関大佐）、排水量を軽減しつつ航続距離を増大する方法を模索
→①オール蒸気タービン、②蒸気タービン・ディーゼルの併用、③オールディーゼル

航続距離増大の見地からすればオールディーゼルがよいのであるが、砲塔旋回用の動力をディーゼルエレクトリックにでもしなければどうしても別に蒸気缶の装備を必要とし、(中略) 操縦上の困難もあり、むしろ動力をスチームタービンとし、缶を多数に備えればこの問題を解決し得るのと、尚ディーゼル機関に対する若干の不安定もあってオールディーゼルは採用されるに至らなかった。(生産技術協会、186 頁)

ディーゼル機関：潜水母艦「大鯨」、「剣崎」、「高崎」などで採用

→ディーゼル機関(良) 燃料消費量が低く排水量を軽減、(難) 振動が生じる、信頼性が低い

→砲塔旋回用の蒸気も必要なため、②蒸気タービン・ディーゼルを採用

⇒昭和 10 (1935) 年、海軍高等技術会議で A140-F4 が審議決定⇒詳細設計 A140-F5 の採択

(3) ディーゼル機関への疑義と機関の再検討

それから 2 月ぐらい経過したとき、機関型式に再検討を要する重大問題が発生した。それは前記の大鯨等に主機械として搭載した高馬力のディーゼル・エンジンが、使用の経過とともに各部分に抜本的な問題で重大な欠陥を暴露しだしてきたことである。(松本 a, 148-149 頁)

→ディーゼル機関を採用した潜水母艦「大鯨」に問題が発生

大鯨に装備せられた 11 号機械は(中略) 発生力量も計画全力の 6/10 程度にも達せざる状態であった。(中略) 発煙多くかつ又主機械の機械的故障も続出し、昭和 10 年高速航続力試験を実施したところ失敗に帰し、燃焼の改善と共に主要部の故障対策のため大改造を行わざるを得なかった。(近藤、15 頁)

→発生力量の不足、発煙、主機械の故障→実用性に疑義、「大和」へのディーゼル採用を再検討

大和は重防御艦であって主機械装備区画の上部には厚さ 200 耗の甲鉄板を張りつめるから、艦の竣工後にこのような故障がおこってもこの甲鉄を取りはずして主機械を換装することは不可能である。したがって搭載しようとする内燃機に信頼性がなくなったとすれば、すみやかにタービンに変更しなければならない。(松本 a, 149 頁)

・主要防御区画(バイタルパート)内の機械室・缶室→搭載後の修理・交換が困難

→ディーゼル機関の搭載を中止、①オール蒸気タービンの計画へと変更

(4) 変更にもなう反応

・機関関係者(渋谷隆太郎機関大佐 艦政本部第五部)

上田旧艦本長が私を呼び寄せ、ディーゼル機関を戦艦に採用することは必ずしも悪いとは思わぬけれども、現段階に於ては時期尚早論が強いから艦本長としてはこれをオールタービンに改むる決心であるが、これが為にディーゼル機関の進歩を阻害する如き空気が醸成されてはならぬ。其の点に深く思いを致しディーゼル屋が落胆し、不満の起こらぬ様にリードしてもらいたいと、誠に思慮深き数々の御注意があった。(生産技術協会、188 頁)

→上層部で急遽変更された基本計画に対する機関関係者の不満

- 造船関係者（梶原正夫造船中佐 呉海軍工廠造船部船殻主任）

工事着手から起工を経ての大和建造の初期，私は呉海軍工廠造船部の船殻主任であった。主機械がディーゼルとタービンの混用から，タービンのみに改正されたため，相当進んでいた線図を塗りつぶして書き直しをした。（造船会，467頁）

→機関の変更に伴う詳細設計の修正。呉海軍工廠では線図の書き直し対応に追われる

- 軍令部関係者（中沢佑中佐 軍令部第一部第一課主席部員）

設計の途中（中略）速力は大幅に低下して二七ノットに決定したことを知らされ，主席部員であった私は，これでは新戦艦は一万トン級巡洋艦や空母と共に，洋上機動戦を行うことは至難であり，国防の重責を果たすことはできないと第一部長中村亀三郎中将对し（中略）現職辞任を申し出た。部長は「その責任は私にある。今後の方策を立てることに努力せよ」と諭され，引き下がった。（中沢，9頁）

作戦を立案する軍令部→速力の低下を危惧，作戦の再検討も視野

⇒突然の方針転換に対応する関係者⇒ディーゼル機関の不採用に伴う速力の低下などの課題

●3-2 戦艦「大和」の機関

(1) 「大和」の機関配置

二，主機械 主機械は，高压及低压タービンより成るもの2組を歯車減速装置により1本の軸に連結する型式にして，独立せる4個の機械室に1軸ずつを整備す
四，缶 缶は過熱器及空気予熱装置を有するロ号艦本式重油専焼缶にして，総数12個とし1缶1室に装備す（「第一号艦型機関計画要領書」，1-4頁）

艦本式タービン×4基，ロ号艦本式ボイラー（過熱器・空気予熱器付，重油専焼）×12

→防衛上1缶1室，1軸1室の配置。1軸を主機械1基と缶3基で運用，計4軸。（図6）

(2) 「大和」のボイラー

大和は発生軸馬力15万に対し缶数は12基であるから1缶あたり12,500の大馬力を発生することになる。しかし航空母艦や巡洋艦では1缶の発生する軸馬力は当時2万が普通になっており，その後試験的に高温高压缶が採用され，駆逐艦「島風」では1缶で2万5千馬力を発生しているから軍艦用としてはとくに大きい缶というほどのものではなかった。（中略）これは本艦に対してとくに堅実主義がとられたからである。（松本 a，164頁）

- ロ号艦本式ボイラー：12基を搭載。合計15万馬力を発生（1缶あたり12,500馬力）

→堅実主義・被害極限のため発生馬力を抑える（表2）⇒なぜ堅実主義がとられてたのか？

- 中村良三大将（艦政本部長）設計時の訓示：着意すべき設計上の心構え

武人の蛮用に適し，みだりに巧緻に流れざること。

科学の粹を集めることは，もとよりこれ努むべく，これがため，みだりに巧緻に流れ一部の故障，もしくは弾片による一小部の破損によりその効力發揮に支障をきたし，または使用不能に陥らしめ，あるいは取り扱い複雑にして戦闘場裡における全能發揮疑わしきものなからしめるよう深甚の戒慎を要す。（防衛研修所，483-484頁）

故障や破損で戦闘に支障が生じないように、信頼性の高い仕様とする→堅実主義の設計
→ディーゼル機関の中止，蒸気タービンの採用→確実性の高いロ号艦本式ボイラーの搭載
⇒確実な運用を行うため，堅実な機関・ボイラーを搭載していた

■ 4 太平洋戦争と戦艦「大和」

● 4-1 太平洋戦争と戦艦「大和」

- ・レイテ沖海戦時の「大和」：昭和 19 年 10 月，レイテ島（フィリピン）をめぐる戦闘に参加
戦闘時の記録「軍艦大和戦闘詳報」に記載された機関科の戦訓

二，機関員待機所は根本的改造並に新設を要す

（理由）戦艦を主体とする旧艦隊編制より空母主体或は巡洋艦基準の艦隊編制に移行し戦闘を実施する現状に於て，「あ」号作戦及捷号作戦の実績より見るに，低速力なる戦艦は，最大戦速即時或は二〇分間待機の俛長期戦闘航海を継続せざるべからず。従つて，機関員の労苦就中缶部員の労苦は言語に絶するものあり。捷号作戦に於て，缶部 9 名機械部 1 名の熱射病患者を出せる実例より，戦闘即応と機関員の体力保持の見地より，是非適當なる機関員待機所を必要とす。（「軍艦大和戦闘詳報」）

低速力の戦艦は最大戦速での長時間運用が求められる→高温の缶室，機関員が熱中症になる
⇒懸念された機関の故障などはないものの，低速力による問題が発生していた

● 4-2 天一号作戦と戦艦「大和」の沈没

- ・天一号作戦：昭和 20（1945）年 4 月，沖縄への特攻作戦の途上で米軍機の攻撃を受ける
左舷側への集中攻撃により傾斜が増大，注水による傾斜復元が限界に達する

右舷中央部下甲板の注排水指揮所で，注水を督励していた防禦指揮官林紫郎中佐から電話で「タンクの注水上限に達したので，これ以上，傾斜をおさえるには，右舷の機械室，缶室に注水するほかにない」との進言。傾斜を直すことはもちろん大切であるが，健在の機械室，缶室に注水することは，推進力の半ばを，即座に喪失する非常手段である（中略）私は意を決して注排水指揮所へ「右舷機械室注水！」ついで「右舷缶室注水！」を発令す。各室に非常緊急退避のブザーが，連続的に鳴り響いた（中略）海水が怒涛のごとく機械室，缶室に奔入した。（能村，95-96 頁）

→傾斜復元のため，機械室と缶室への注水→その後も度重なる攻撃を受け転覆・沈没

艦がほとんど真逆様になった時，空に向つてスクリューが四本見えた。その中の一本，第一機関室のスクリューが，ぐるぐる回っているように見えた。ああ，第一機械室はまだ動いているのかなあ。瞬間，火柱が上がつて水に潜つた。一面に真っ黄色。空からコルクが一杯降つてきたが，爆風がおさまったら，なんにもなかった。重油がじわじわと海面を覆いはじめた。（吉田・原，295 頁）

転覆時に動いていたスクリュー⇒機関が最後まで運転し続けていたことを示唆する証言

■おわりに

旧海軍艦艇用の缶は、大部分 3 ドラム型ロ号艦本缶に相当なる改善を加えたものが使用され、大東亜戦争に突入し長期に亘って酷使され、正規の手入も十分に施すことの出来ない状態であったが、此の間特に指摘される様な障害も起らず立派にその任務が遂行されたのである（生産技術協会，159 頁）

(1) 日本海軍のボイラー開発

諸外国（イギリス・フランス・アメリカ）からの輸入⇒実戦経験⇒国産品の開発へ
円缶から水管式への移行。諸外国からの輸入から国産化への過程⇒ロ号艦本式缶へ

(2) 戦艦「大和」の機関

「大和」の基本計画：機関採用をめぐる紆余曲折⇒確実な運用のため堅実な機関・ボイラー
太平洋戦争と「大和」：低速力の課題を抱えつつも、最後まで運転し続けた機関（図 7，8）

■参考文献

- 伊藤隆編『続現代史資料 5 海軍 加藤寛治日記』みすず書房，1994 年
海軍機関学校「海軍機関学校高等科教程 機関術教科書 全」所蔵：呉市海事歴史科学館，291
「軍艦大和戦闘詳報 第 3 号（5）」JACAR（アジア歴史資料センター）Ref. C08030564900，昭和
19 年 10 月 17 日～昭和 19 年 10 月 28 日 軍艦大和戦闘詳報（防衛省防衛研究所）
金谷三松「海軍軍用機関進歩発達の歴史」（海軍機関学会『会誌 200 号』1939 年，海軍機関学会）
呉郷土史研究会「呉軍港案内」呉郷土史研究会，1933 年
近藤市郎「旧海軍における大複動デイズル機械の研究（上）」（『生産技術』5(5)(40)，生産技術協
会，1950 年）
坂上茂樹「艦本式ボイラについて」（『経済学雑誌』115(4)，大阪市立大学経済学会，2015 年）
坂上茂樹「日本海軍における初期水管ボイラについて」（『経済学雑誌』116(4)，大阪市立大学経
済学会，2016 年）
生産技術協会編『旧海軍技術資料 第 1 編』生産技術協会，1970 年
戦艦武蔵建造記録刊行委員会編『戦艦武蔵建造記録』株式会社アテネ書房，1994 年
造船会編『造船官の記録』船舶技術協会，1966 年
「第一号艦型機関計画要領書」所蔵：呉市海事歴史科学館，KK-047
追想海軍中将中沢佑刊行会編『追想海軍中将中沢佑』追想海軍中将中沢佑刊行会，1978 年
日本船用機関史編集委員会編『帝国海軍機関史』原書房，1975 年
能村次郎『慟哭の海』読売新聞社，1967 年
防衛庁防衛研修所戦史室編『戦史叢書 海軍軍戦備<1>』朝雲新聞社，1969 年，483-484 頁
増田仁平「船用機関進歩発達の現状及機関整理操縦法」所蔵：呉市海事歴史科学館，KS-062-2
松本喜太郎 a『戦艦大和，武蔵 設計と建造』芳賀書店，1961 年
松本喜太郎 b「戦艦大和の艦型をめぐる秘密」（原勝洋編『伝承・戦艦大和 上』光人社，1993 年）
横須賀海軍工廠工員養成所「造機学教科書附図」1941 年，所蔵：呉市海事歴史科学館，307
吉田満・原勝洋『ドキュメント戦艦大和』文藝春秋，1986 年

第三表

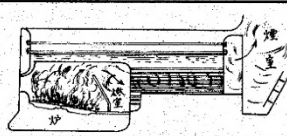
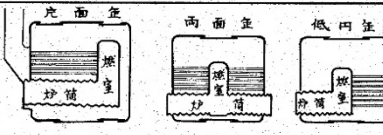
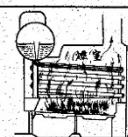
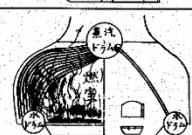


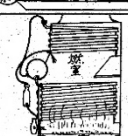
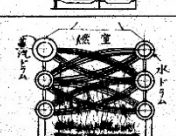
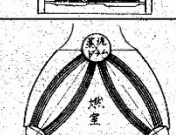
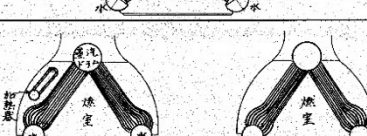
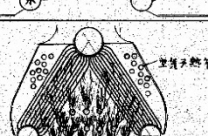
汽 罐 ノ 發 達		
缶 型 式	艦 名	缶 ノ 形 状
汽 車 缶	千 代 田	
圓 缶	富士, 常盤, 日進 吉野, 高砂, 笠置 千歳, 明石, 龍田	
ニクローズ	八重山, 新高, 香取, 香島	
ノルマン	千早, 鶴	
ソーニクロフト	陽炎, 朝夕	
ヤーロー	雷, 金剛	
ベルビール	朝日, 三笠, 敷島 磐手, 吾妻, 初瀬	
宮 原 式	橋立, 円缶ヲ始メテ換 裝ス。 扶桑, 山城	
(イ) 號 艦 本 式	春雨, 音羽, 龍田	
(ロ) 號 艦 本 式	驅逐艦 樺級 以後 = 採用セラル。	
(ロ) 號 艦 本 式	驅逐艦 暁級 以後 = 採用セラル。	

図 1 汽罐ノ發達 (増田, 第三表)

※紙面掲載のため色調を加工しています。

「ヤーロー」罐前面圖

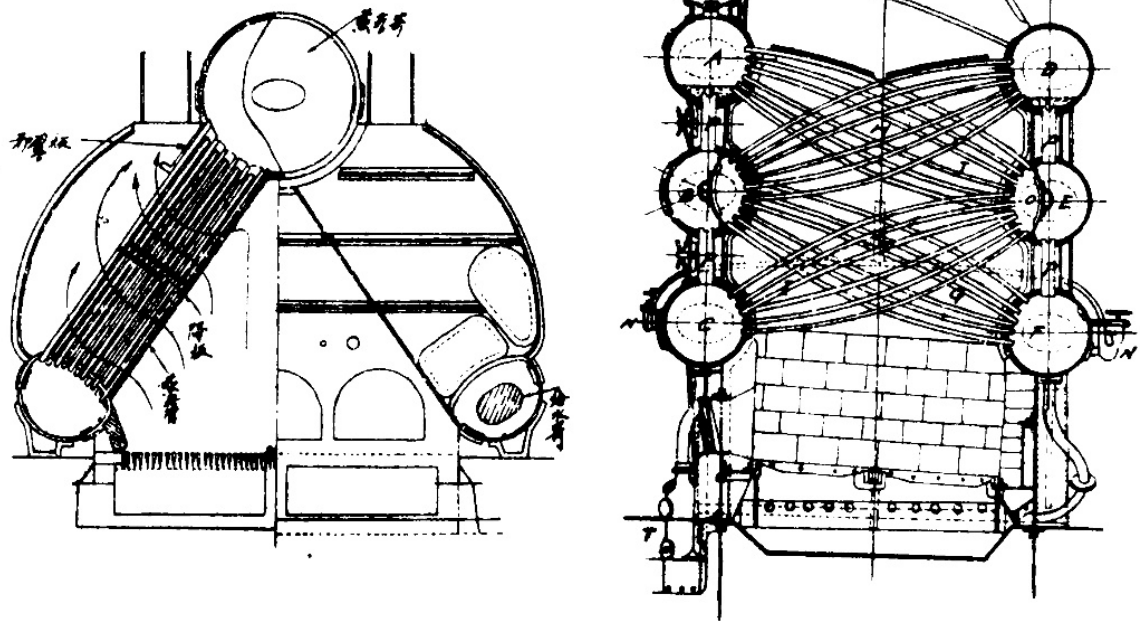


図2 ヤーロー式（左）と宮原式（右）（横須賀海軍工廠工員養成所，附図第17図，第18図）



図3 大和ミュージアムで展示中のヤーロー式ボイラー

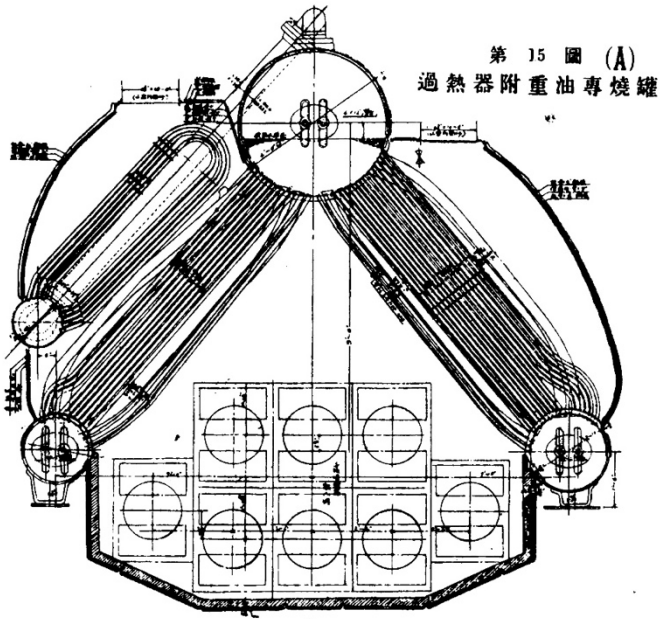


図 4 過熱器付口号艦本式ボイラー
(横須賀海軍工廠工員養成所, 附図第 15 図)

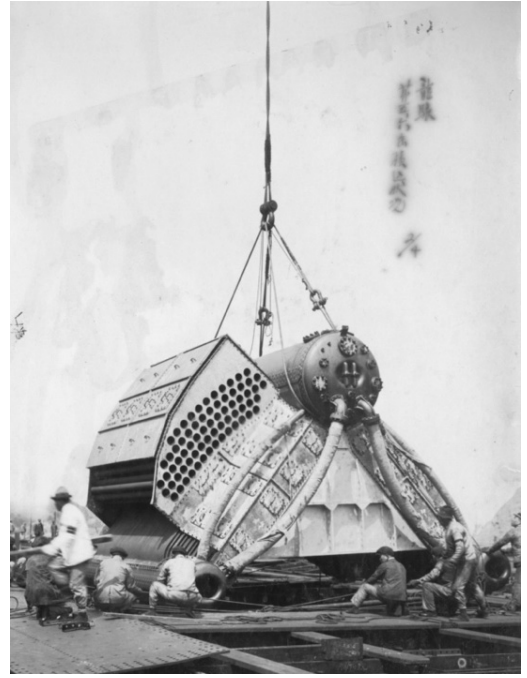


図 5 航空母艦「龍驤」に搭載中の
口号艦本式ボイラー (昭和 7 年)

	水線長 (m)	最大幅 (m)	吃水 (m)	公試排水量 (t)	主砲	速力 (kt)	軸馬力 (馬力)	ディーゼル (馬力)	タービン (馬力)	航続力 (海哩)	計画年月日
A-140	294	41.2	10.4	69,500	94式40cm×9門	31.0	200,000	-	200,000	18kt×8,000	10-3-10
A-140-A	277	40.4	10.3	68,000	94式40cm×9門	30.0	200,000	68,000	132,000	18kt×9,200	10-4-1
A-140-B2	247	40.4	10.3	62,000	94式40cm×8門	27.5	140,000	140,000	-	18kt×9,200	10-4-1
A-140-G	273	37.7	10.4	65,883	94式40cm×9門	28.0	140,000	70,000	70,000	18kt×9,000	10-5-25
A-140-G1-A	245.5	38.9	10.4	61,600	94式40cm×8門	26.0	115,000	55,000	60,000	16kt×6,600	10-7-30
-	244	38.9	10.4	59,500	94式40cm×8門	26.0	110,000	55,000	55,000	16kt×6,600	10-8-10
-	245	38.9	10.4	60,000	94式40cm×8門	26.0	110,000	55,000	55,000	16kt×7,200	10-8-12
-	249	38.9	10.4	60,950	94式40cm×8門	27.0	130,000	65,000	65,000	16kt×7,200	10-8-14
A-140-F	247	38.9	10.4	60,350	94式40cm×8門	27.0	130,000	65,000	65,000	16kt×7,200	10-8-14
A-140-G0-A	268	38.9	10.4	65,450	94式40cm×9門	28.0	145,000	70,000	75,000	16kt×7,200	10-8-14
A-140-K	221	36.0	10.1	50,059	94式40cm×8門	24.0	80,000	40,000	40,000	16kt×6,600	10-8-1
-	235	37.0	10.3	51,900	94式40cm×8門	26.0	95,000	45,000	50,000	16kt×6,600	10-8-5
-	246	37.0	10.3	53,600	94式40cm×8門	28.0	130,000	65,000	65,000	16kt×6,600	10-8-5
-	237	37.0	10.3	53,600	94式40cm×8門	26.0	100,000	50,000	50,000	16kt×7,200	10-8-5
A140-G2-A	262	38.9	10.4	63,450	94式40cm×9門	28.0	143,000	70,000	73,000	16kt×7,200	10-8-30
A140-I	268	38.9	10.4	64,050	94式40cm×10門	28.0	143,000	70,000	73,000	16kt×7,200	10-7-30
A140-J0	242	36.2	10.1	52,000	94式40cm×9門	27.5	120,000	60,000	60,000	16kt×7,200	10-7-30
-	244	36.6	10.2	53,000	94式40cm×9門	28.0	130,000	65,000	65,000	16kt×7,200	10-8-10
A140-J2	255	38.5	10.2	54,030	94式40cm×9門	29.0	135,000	70,000	65,000	18kt×6,000	10-7-30
A140-J3	252	38.9	10.4	58,400	94式40cm×12門	28.0	135,000	70,000	65,000	16kt×7,200	10-8-30
A140-F3	246	38.9	10.4	61,000	94式40cm×9門	27.0	135,000	60,000	75,000	16kt×4,900	10-10-5
A140-F4	248	38.9	10.4	62,545	94式40cm×9門	27.0	135,000	60,000	75,000	16kt×7,200	10-10-5
A140-F5	253	38.9	10.4	65,200	94式40cm×9門	27.0	135,000	60,000	75,000	16kt×7,200	11-7-20
A140-F6	256	38.9	10.4	68,200	94式40cm×9門	27.0	150,000	-	150,000	16kt×7,200	12-3-未

表 1 「大和」の基本計画 (松本 a, 第 2 表をもとに作成)

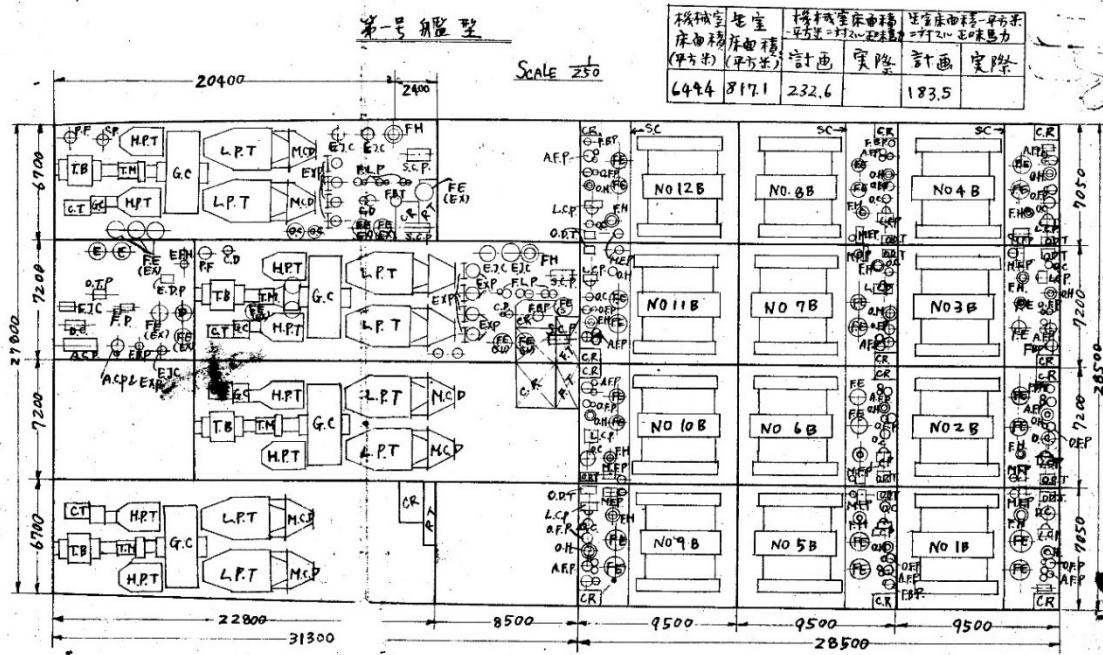


図6 「大和」の機関配置（第一号艦型機関計画要領書）※紙面掲載のため色調を加工しています。

艦名	艦種	発生馬力(馬力)	蒸気圧力(kg/m ²)	蒸気温度(°C)
大和	戦艦	12500	25	325
翔鶴	航空母艦	20000	30	350
蒼龍	航空母艦	19000	22	300
陽炎	駆逐艦	17340	30	350
島風	駆逐艦	25000	40	400

表2 缶と蒸気性質（松本 a, 165頁をもとに作成）

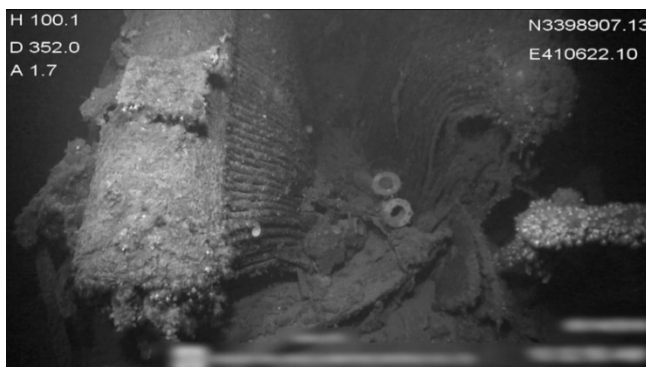


図7 呉市の潜水調査で発見された「大和」の
口号艦本式ボイラー

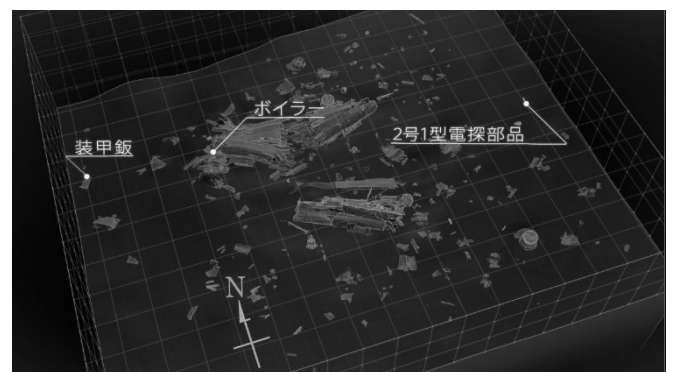


図8 海底の「大和」推定図

研究発表要約

2022年度(第60回)全日本ボイラー大会・研究発表者テーマ一覧

	事業場	発表者	テーマ(演題)	ページ
① 東京	(株)IHI	野村 弘	カーボンニュートラルを目指した 火力発電へのアンモニア燃料利用 への取組	43
② 神奈川	三菱重工パワー インダストリー(株)	上妻 富明	産業ボイラ向け 高性能水素バーナの開発	49
③ 山口	日本製紙(株) 岩国工場	池田 宜将	8号回収ボイラーの燃焼改善	55
④ 愛媛	三浦工業(株)	佐々木 務	CN水素ボイラのご紹介	63
⑤ 岡山	(株)クラレ 岡山事業所	長瀬 達弥	運転管理業務への スマートグラス活用事例	69

カーボンニュートラルを目指した
火力発電へのアンモニア燃料利用への取組

(株) I H I
野村 弘

カーボンニュートラルを目指した 火力発電へのアンモニア燃料利用への取り組み

2022年11月11日（金）

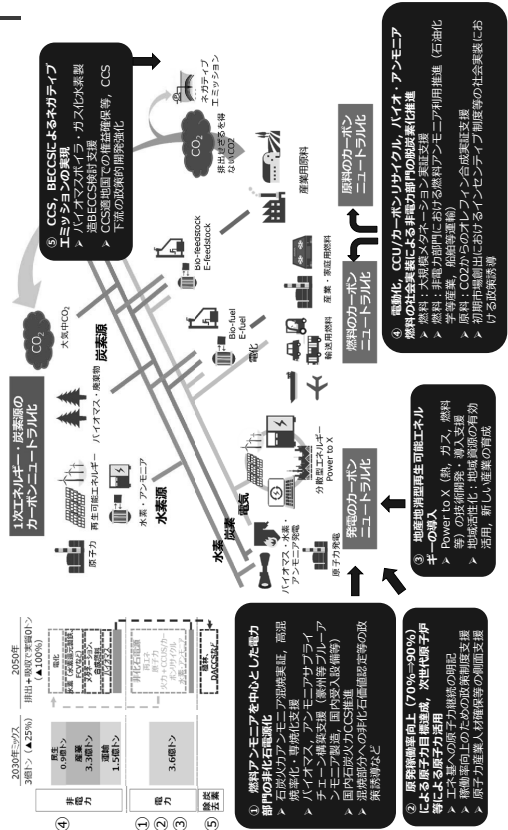
IHI

株式会社 IHI

資源・エネルギー・環境事業領域
カーボンニュートラシティSBU
基本設計部 基本計画グループ

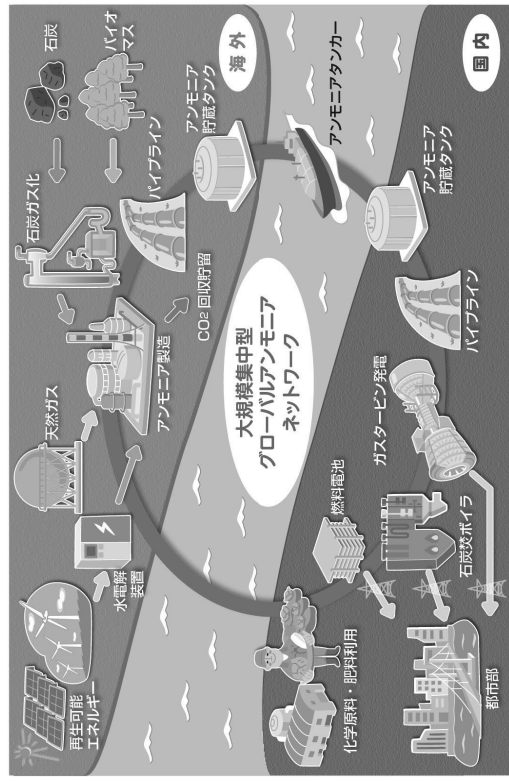
Copyright © 2022 IHI Corporation. All Rights Reserved.

1. カーボンニュートラルに向けたビジョン カーボンニュートラル実現に向けたIHIの貢献



2

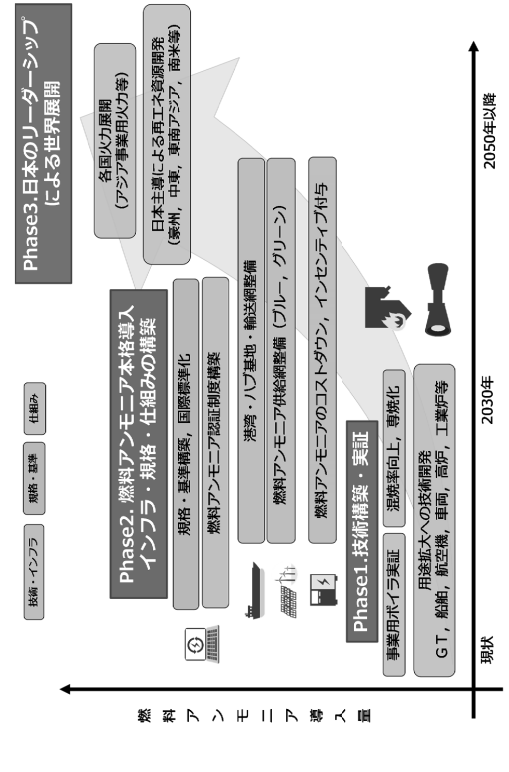
1. カーボンニュートラルに向けたビジョン IHIが目指すカーボンフリーエネルギーサプライチェーン



Copyright © 2022 IHI Corporation. All Rights Reserved.

3

1. カーボンニュートラルに向けたビジョン 燃料アンモニア社会実装ロードマップ（IHI作成）

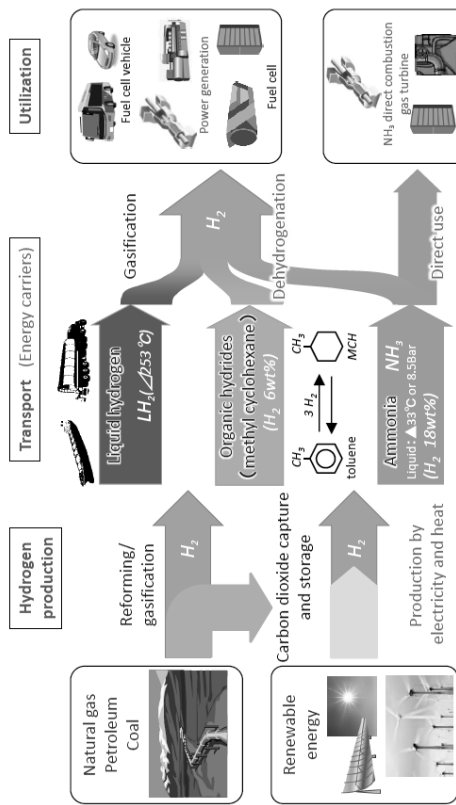


Copyright © 2022 IHI Corporation. All Rights Reserved.

4

2. 火力発電へのアンモニアの燃料利用 エネルギーキャリアの種類

IHI



出典：S I P「エネルギーキャリア」プロジェクト資料

Copyright © 2022 IHI Corporation. All Rights Reserved.

5

2. 火力発電へのアンモニアの燃料利用 エネルギーキャリアとしてのアンモニアのメリット

IHI

他の水素キャリアよりも社会実装を進めやすい

工業プロセスや肥料として既に広く使われており、インフラが整っている。サプライチェーン中で、貯蔵、輸送プロセスは既にある。製造、利用は、既存プロセスを活用しつつ、徐々に再生エネルギー由来の燃料に変換していくことで、社会実装の負担を軽減できる。⇒ 早期にCO₂低減への貢献が可能。

製造コストが安い

ハーバーボッシュ法など製造工程やインフラが確立している。

運搬しやすい

体積当たりの水素含有量が他のキャリアよりも多い
 NH_3 (アンモニア) : H_2 (水素) = 3 : 2
 液化しやすい (20℃で8.46気圧) ※ H_2 の液化は-253℃の低温が必要

直接利用が可能 (再度、水素に変換する必要が無い)

アンモニアは燃えるので、ガスタービンや工業炉等で燃料として直接利用できる。

肥料と燃料の併用可能 (食糧生産)

Copyright © 2022 IHI Corporation. All Rights Reserved.

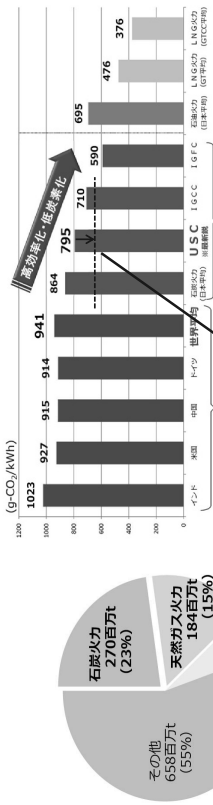
6

2. 火力発電へのアンモニアの燃料利用 アンモニア混焼によるCO₂削減効果 (石炭火力)

IHI

- ▶ 石炭火力からのCO₂排出量は、国内全CO₂排出量の約23%を占める。
- ▶ 石炭火力にアンモニア混焼を適用すると、直接的※にCO₂削減が可能。
- ▶ USC (超々臨界圧ボイラ) に20%アンモニア混焼を適用すると、USC: 79.5g-CO₂/kWh ⇒ アンモニア20%混焼USC: 63.6g-CO₂/kWh

※混焼時、アンモニアが単独でCO₂を排出せず、またアンモニアが燃料として燃焼する際に発生するCO₂は、燃焼時に全CO₂を削減しないアンモニアから得た、20%削減することでCO₂の排出量を36%削減する。(燃焼効率改善によるCO₂削減効果)



アンモニア混焼により直接的なCO₂削減が可能
 USCに20%混焼適用すると・・・79.5×80%=63.6g-CO₂/kWh

出典：環境エネルギーパートナーズ
<https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johotekyo/sekainosokotankanyoku.html>

Copyright © 2022 IHI Corporation. All Rights Reserved.

7

2. 火力発電へのアンモニアの燃料利用 アンモニア燃焼の課題

IHI

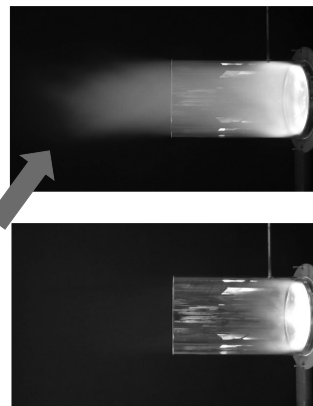
- ▶ アンモニアは燃えるが…
- ▶ 燃焼速度が遅い
- ▶ 火炎温度が低い
- ▶ 燃料中窒素分によるNOx (Fuel-NOx) が発生するおそれ



研究目標

- ▶ 安定燃焼の確保
- ▶ 低NOx燃焼手法の確立
- ▶ 未燃分の抑制
- ▶ 安定供給など制御方法の確立

火炎が都市ガスよりも長くなる

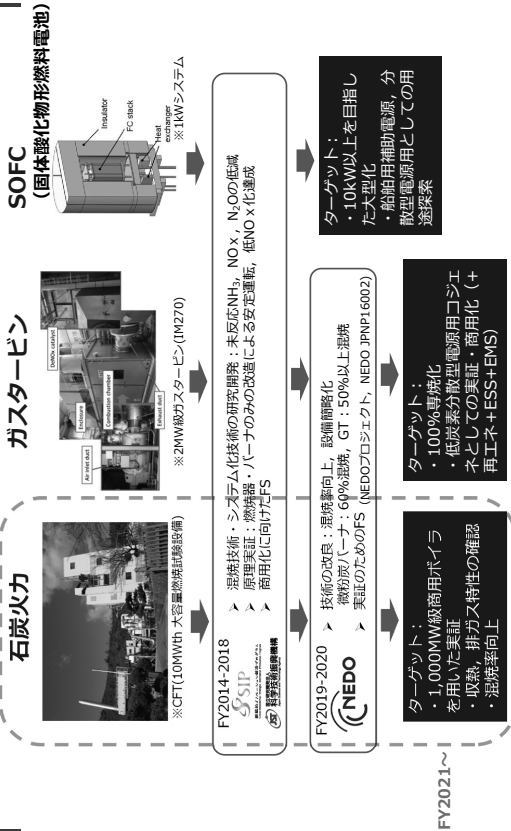


都市ガスのみ
 都市ガス+アンモニア
 火炎の比較 (ガスタービン燃焼器)

Copyright © 2022 IHI Corporation. All Rights Reserved.

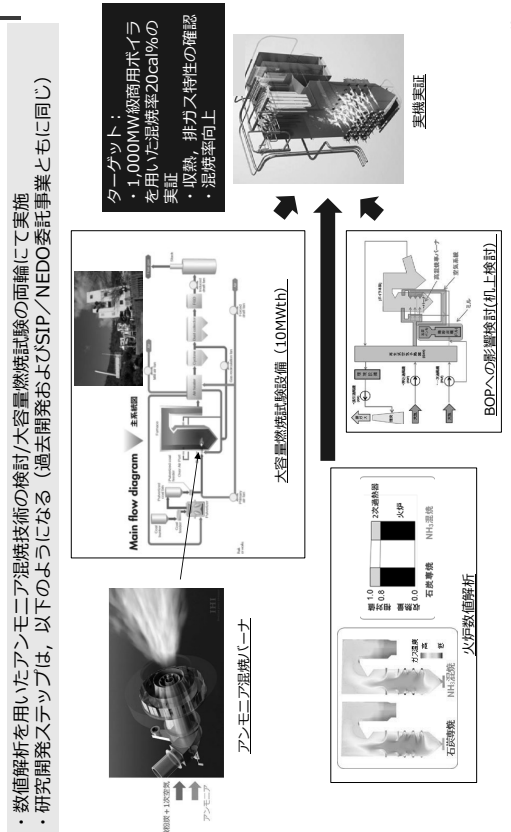
8

2. 火力発電へのアンモニアの燃料利用 アンモニア利用発電技術 (石炭火力)



Copyright © 2022 IHI Corporation All Rights Reserved.

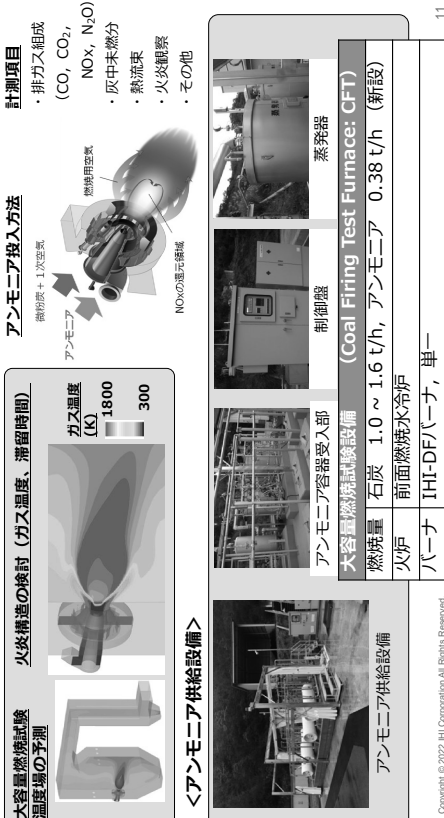
2. 火力発電へのアンモニアの燃料利用 新燃焼システム開発のプロセス



Copyright © 2022 IHI Corporation All Rights Reserved.

2. 火力発電へのアンモニアの燃料利用 数値解析を用いた検討/アンモニア20%混焼大容量燃焼試験

数値解析を用いてNO抑制方法を検討した。還元雰囲気が高く且つガス温度の高い雰囲気(NH₃を投入することがNO抑制に効果的であることを確認した。燃焼試験の仕様に反映した。



Copyright © 2022 IHI Corporation All Rights Reserved.

NO_xと灰中未燃分への影響

2. 火力発電へのアンモニアの燃料利用

ボイラを対象としたフュージビリティスタディ

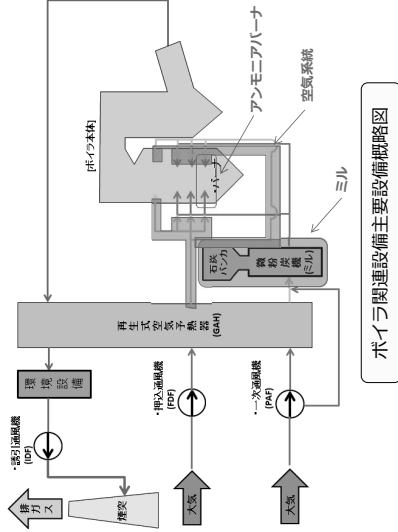
目的

既設1,000MWボイラ1基について、アンモニア混焼率20%を実施する際に必要なボイラ関連設備の基本仕様（既設設備の改造要否、追設設備等）を検討し、課題を抽出する。

既設主要設備への影響評価：

- ・ボイラ本体耐圧部
- ・大型ファン（FDF, IDF, PAF）
- ・再生式空気予熱器（GAH）
- ・環境設備（脱硝、集じん、脱硫）

検討対象プラントでの20%混焼では、ボイラ耐圧部、通風系統、環境設備の改造は不要。ただし、既設適用設備の状態によつては必要となる可能性あり。
⇒改造箇所はバーナ廻りのみ



Copyright © 2022 IHI Corporation. All Rights Reserved.

13

IHI

2. 火力発電へのアンモニアの燃料利用

課題1 マルチバーナに対応したボイラ運用方法、ボイラ・プラント性能検討

研究開発内容

- ① 微粉炭機（ミル）の給炭量下限など、ボイラの運用面からのマルチバーナ対応方法を検討し、試験により燃焼安定性など微粉炭バーナとして対応可能かを評価する。
- ② 高混焼率バーナや灰付着の影響も含めたボイラ取熱・プラント特性を把握するため、アンモニア混焼時の灰性状態への影響検討、高混焼率バーナを含めた数値解析によるボイラ取熱の検討を行なう。

開発目標

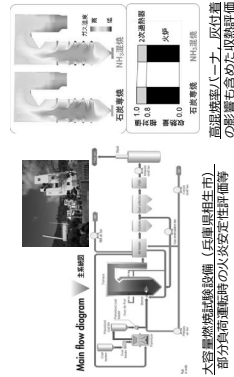
本研究開発で目標とする高混焼率バーナ + マルチバーナにおける運用方法（最大混焼率、負荷変動対応など）を明らかにする。

運用方法上の課題

- ・微粉炭機（ミル）の運転上の下限給炭制約
- ・A/C (Air by Coal ratio) 増大による火災不安定化による下限給炭制約
- ・微粉炭機内堆積防止のための最低流速制限

灰付着の影響

- ・アンモニア混焼時の灰付着挙動への影響
- ・ダスト濃度低下によるボイラ内灰付着抑制効果、灰処理費用低減によるプラントのメリット明確化



Copyright © 2022 IHI Corporation. All Rights Reserved.

14

2. 火力発電へのアンモニアの燃料利用

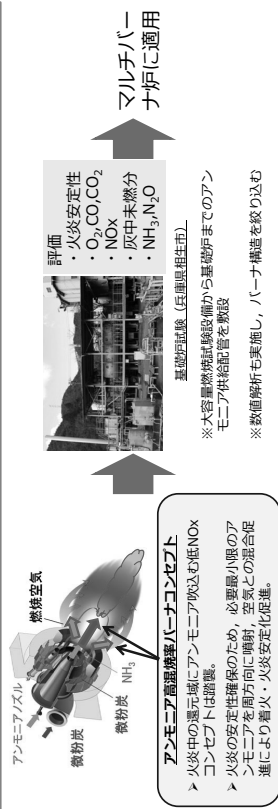
課題2 高混焼率低NOxバーナの開発

研究開発内容

- ① SIPで開発に成功したアンモニア混焼低NOxバーナコンセプトをベースに、高混焼率（最大60%、低位発熱量ベース）の低NOxバーナを開発する。
- ② IHI保有の基礎炉（燃焼量約100kg/h）で微粉炭バーナ試験を実施し、火災安定性・排気ガス特性等の評価を行なう。

開発目標

アンモニア最大混焼率60%において安定燃焼・低NOx化が可能な微粉炭バーナを開発し、マルチバーナへ適用する。



Copyright © 2022 IHI Corporation. All Rights Reserved.

15

2. 火力発電へのアンモニアの燃料利用

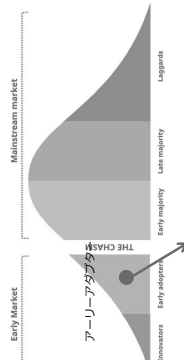
課題3 実証（20cal%混焼）を目指したフュージビリティスタディ

研究開発内容

- ① 実機微粉炭ボイラにおける実証を目指し、実証先として想定される事業者の調査を行ない、その事業者の環境に合わせた設備の検討を行なう。
- ② 設備費・運転費も含めた経済性の検討を行ない、実証化可能性の有無を検討する。

開発目標

実証候補場所の決定、設備設計、経済性の評価



- ＜構想事業者＞
- ① 事業用・産業用石灰石を運用している（もしくは新設予定の）事業者
- ② CO₂削減意欲の高い事業者
- ③ 燃料としてのNH₃変入に有利な事業者
- ※ 自社・近隣にNH₃変入・貯蔵・供給設備を保有しているなど

- ・候補場所は決定済み
- ・改造内容・仕様・所轄区分を決め試設計を行ない、スケジュール・コストの評価も実施

ボイラ：バーナ設置、アンモニア配管、制御装置等
NH₃供給設備：貯蔵設備、気化設備、配管等

20%混焼ではボイラ耐圧部、通風系統、環境設備の改造は不要
ただし、既設設備の状態・他社実績により見直しあり

Copyright © 2022 IHI Corporation. All Rights Reserved.

16

2. 火力発電へのアンモニアの燃料利用

社会実装に向けた取り組み：アンモニア20%混焼の実証実験

（NEDOプロジェクト、NEDO JPNP16002）

具体目標

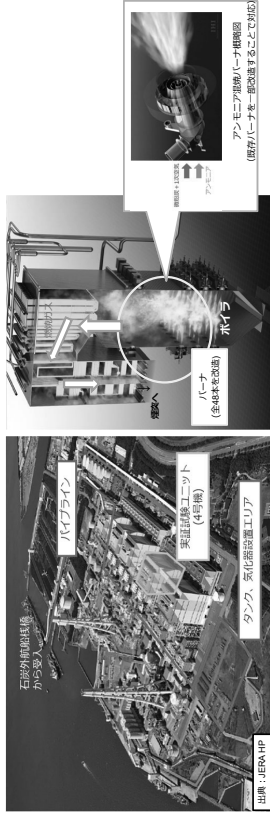
100万kW級商用石炭火力において、アンモニア20%混焼の実証運転を行ない、ボイラの収熱特性や排ガス等の環境負荷特性を評価し、アンモニア混焼技術を確認する。

期題

2023年度 実証試験開始

実証試験対象プラント

（株）JERA殿 碧南火力発電所4号機（併せて碧南火力5号機でのバーナ材質確認試験も実施）



プレスリリースURL: https://www.ihl.co.jp/ihl/all_news/2021/resources_energy_environment/1197405_3345.html

17

Copyright © 2022 IHI Corporation All Rights Reserved.

2. 火力発電へのアンモニアの燃料利用

社会実装に向けた取り組み：アンモニア混焼率向上技術の実証(GI基金)

（NEDOプロジェクト、NEDO JPNP21020）

テーマ（幹事：（株）JERA殿、（株）IHI）

燃料アンモニアサブプライチエーン構築
アンモニアの発電利用における高混焼化・専焼化
石炭ボイラにおけるアンモニア高混焼技術（専焼技術含む）の開発・実証
事業用火力発電所におけるアンモニア高混焼化技術確立のための実証実験研究
目標

アンモニアと微粉炭を同時に燃焼するアンモニア高混焼微粉炭バーナを新規開発し、事業用火力発電所においてアンモニア利用の社会実装に向けた技術実証を行ない、燃料アンモニアの利用拡大・普及に向けた技術的課題の解決を目指す。

期題

FY2021-2028

取り組み

- （～FY2024）
- ・50%以上のアンモニア混焼が可能なバーナを新規開発する。
- ・ボイラを始めとした設備の仕様等を検討し、実機への実装可否を判断する。
- （～FY2028）
- ・（株）JERA殿 碧南火力発電所4号機または5号機にアンモニア高混焼バーナを実装し、実機で混焼率50%以上のアンモニア混焼を開始する。

プレスリリースURL: https://www.ihl.co.jp/ihl/all_news/2021/resources_energy_environment/1197627_3345.html

19

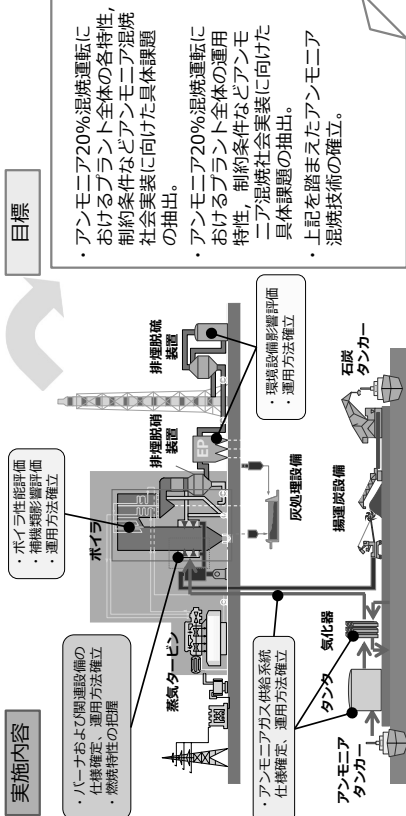
Copyright © 2022 IHI Corporation All Rights Reserved.

2. 火力発電へのアンモニアの燃料利用

社会実装に向けた取り組み：アンモニア20%混焼の実証実験

IHI

碧南4号機での実証試験において、アンモニア20%混焼における運転・運用特性の把握、評価から社会実装に向けての課題を抽出し、アンモニア混焼時技術の確立を目指す。



18

Copyright © 2022 IHI Corporation All Rights Reserved.

2. 火力発電へのアンモニアの燃料利用

まとめ

- アンモニアは、エネルギーキャリアとして長距離輸送・長期間の貯蔵などの場面において、その利点が発揮される。
- アンモニアは可燃性ガスであり直接利用できるのが大きな利点だが、燃焼性の改善・Fuel-NOxの抑制が必要である。現状では技術的な目途が立っている（実機での実証段階）。
- 今後は、火力発電におけるアンモニア高混焼化技術確立のため、バーナ開発ならびに実機への実装に向けた検討を進めていく。
- アンモニアは、従来の化石燃料に比較すればまだまだ高価である。サブプライチエーンの大規模化や、国からの支援等、社会実装にはコスト低減やインセンティブ付けなどの施策が必要と考える。

20

Copyright © 2022 IHI Corporation All Rights Reserved.

産業ボイラ向け
高性能水素バーナの開発

三菱重工パワーインダストリー(株)
上妻 富明



目次

1. 水素利用の社会情勢と開発背景

2. 開発目標

3. 水素焚きガスバーナの開発

4. まとめ

1.1 水素利用の社会情勢と開発背景

社会情勢

日本政府は2050年までに温室効果ガスを全体としてゼロにすると言明（2020年10月）さらに、2030年度の温室効果ガス排出削減目標を2013年度の排出実績の46%にする（2021年4月）各社や各産業も引き続いており、CO2削減が加速

水素価格：（現状）100円/Nm³ →（2030年）30円/Nm³ →（将来）20円/Nm³

開発背景

脱炭素社会において水素利用の拡大が急務
世界で幅広く通用されているボイラが利用先として有望視され、既存のボイラ設備を有効利用し、経済的かつ迅速に水素導入が可能

1.2 背景・目的と意義

開発目的

本開発は、安全、低NOx、低コストで水素を混焼または専焼する技術を確認し、新規並びに既設ボイラ排ガス中のCO₂排出量の低減またはゼロエミッション化を図ることを目的とする。
これにより、持続可能な循環社会の構築に向けて、低炭素化さらには脱炭素化に寄与できる。

開発意義

- 水素は、体積当たりの発熱量がLNG、LPGと比べて低いため、低圧にて使用する場合、設備が大型化し、コスト高となる。
- 一方で、単位発熱量当たりの体積量が大きい水素を高圧条件で供給可能となれば、水素を小径配管・小径機器で搬送可能となり、バーナ近傍もコンパクト化が可能となるため、システムコスト面及びメンテナンス面で低コストとなり意義は大きい。

水素はLPGと同一入熱、同一圧力で供給する場合、約8倍の容積が必要

1.3 NEDO事業への参画（スケジュールおよび体制）

NEDO助成事業「大規模水素エネルギー利用技術開発」に2020年7月採択
タイトル：高濃度水素混焼/水素専焼焚きボイラ発電設備の技術開発

No	課題	2020年度	2021年度	2022年度
1	水素ガス供給圧の適正化	○	○	○
2	燃焼制御システムの構築	○	○	○
3	燃焼振動抑制	○	○	○
4	NOx低減	○	○	○
5	石炭・水素混焼技術確立		○	○
6	水素焚きガスバーナの開発		○	○
7	小型燃焼炉設備および試作用バーナ製作	○	○	○
8	燃焼解析	○	○	○

【助成先】 三菱重工パワーインダストリー㈱ (燃焼試験及び全体まとめ)

【委託先】 学校法人 帝京大学 (植田利久教授) (燃焼解析)

共同研究 三菱重工パワーインダストリー㈱ 国立大学法人 横浜国立大学 (石井一洋教授) (基礎燃焼試験)

産学官連携での開発体制

目次

1. 水素利用の社会情勢と開発背景

2. 開発目標

3. 水素焚きガスバーナの開発

4. まとめ

2.1 水素の物理・化学的性質と考慮事項 三菱重工

No	項目	物理・化学的性質		水素ガスの特性・考慮事項
		水素(H ₂)	プロパン(C ₃ H ₈)	
①	臭い	無臭	無臭 (着臭実施)	
②	人体への毒性	無し	有り	
③	分子量	2.0159	44.096	分子量が小さいためリークしやすい →配管・設備接合部のリーク対策
④	比重 (相対密度)	0.0695 (空気=1)	1.523 (空気=1)	燃料ガス中最も軽い
⑤	低位発熱量	10.8MJ/m ³	91.3MJ/m ³	単位体積当たりの発熱量が低い →燃料配管径、関連設備増大
⑥	燃焼速度 (層流)	約3m/s	約0.4m/s	燃焼速度が速い →燃焼振動、逆火、焼損対策
⑦	可燃範囲	4.0%~75.0%	2.1%~9.5%	
⑧	火炎色	不輝炎	輝炎	火炎が不輝炎で見えづらい →最適な検出方法・機材の選定
⑨	自然発火温度	571.2℃	450℃	
⑩	火炎温度	高い	ベース	発生NOxが高い →プロパンに比べ水素は2~3倍
⑪	燃焼生成物	水蒸気、NOx	CO ₂ 、水蒸気、NOx、CO	CO ₂ の発生が無クリーン

2.2 低振動高圧ガスノズルコンセプト (@天然ガス焼きボイラ) 三菱重工

水素バーナの開発に先立ち天然ガス焼きボイラで、低振動高圧ガスバーナを開発
→本燃焼技術を水素バーナに適用・高度化

(a) 従来型ガスノズル

(b) 低振動高圧ガスノズル

従来型ノズル
・同径の6個の主孔を同心円状に均等に配層。
・噴射角度は全て45°設定。

(燃焼振動の兆候有)

低振動高圧ガスノズル
・直径の大きい主孔と直径の小さい副孔を4個ずつ交互に配層。
・副孔は孔の断面積を小さくすることで、孔出口部での燃料と空気の混合促進により、バーナ基部の火炎の揺らぎ抑制を目的とする。
・主孔は長炭化によるガス燃焼の細粒化を目的とする。
・主孔と副孔の噴射角度を燃焼試験で最適化する。

(燃焼振動の兆候無)
・低振動ガスノズルは“バーナ火炎基部全体の”が火炎基部全体で達成されている。

2.3 開発目標 三菱重工

No	課題	開発目標	試験内容
1	水素ガス供給圧の高圧化 (設備コンパクト化)	広範囲のガス圧 (80~900kPaG) での水素の安定燃焼 * : 高圧ガス保安法の適用範囲外	天然ガス吹き替えバーナの試験で500kPaG (実機では300kPaG)まで検証。 →水素吹きで900kPaGまでの高圧化を目標として燃焼試験で確認
2	逆火現象・ノズル焼損	広範囲でのガス圧の水素燃焼時の逆火・ノズル焼損回避条件の把握	①基礎燃焼試験での確認 ②試験時及び試験後のノズル先端部状況確認
3	燃焼振動抑制	11±50Pa (11:共振周波数成分の振幅)	低振動高圧ガスノズルを適用し、10年のボイラで天然ガス他のガス燃料で燃焼振動のない安定燃焼を検証。 →水素吹きバーナで燃焼振動解析装置にて確認
4	NOx低減	NOx低減技術の効果把握 目標NOx60ppm以下 * : 5%O ₂ 換算ベース。 実燃焼条件に対する車検部条件より、大防法では100ppm以下	低NOxバーナ採用 (1次/2次空気の分割) ①二段燃焼 ②排ガス混合 ③水噴霧* * : 試験設備に蒸気源無くS/T不可 ④水管による火炎冷却
5	火炎監視方法	水素専焼時の火炎監視方法の確立	火炎検出: 紫外線火炎検出器での確認 火炎監視: ビデオカメラ、紫外線及び近赤外カメラでの火炎監視可否の確認

検証結果から、高圧水素バーナの設計手法を確立する

目次 三菱重工

1. 水素利用の社会情勢と開発背景
2. 開発目標
3. 水素吹き替えバーナの開発
4. まとめ

3.1 燃焼試験概要 三菱重工

【燃焼試験設備概要】

バーナ型式	センターファイアリング型 (HT-LH)	二段燃焼設備	アフターエアポート(AAP)有り
バーナ容量	水素: 95m ³ /h, LPG: 10.9m ³ /h (水素とLPGは同一入熱)	水噴霧設備	有り (4本)
燃料噴射圧力	水素: 80, 300, 500, 900kPaG (4種) LPG: 80kPa	排ガス混合設備	GMF有り
火炎検出器	紫外線火炎検出器	火炎冷却水管	4本設置

水素バーナ構造
センターファイアリング型バーナ

燃焼試験設備構成
(三菱重工工場内設備)

分析計: NOx, CO, O₂, CO₂, H₂
参考: LPG 10.9m³/hは熱容量約400kJ/h相当

3.2 水素専焼時の燃焼特性 三菱重工

燃焼性 : 燃焼振動の兆候なく安定燃焼
ガスノズル焼損 : 火炎のガスノズル近接によるノズル赤熱・焼損なし
火炎検出 : 紫外線火炎検出器にて安定検出

水素80kPaG燃焼試験時

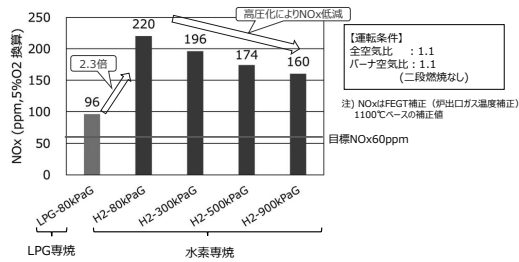
水素900kPaG燃焼試験時

LPGノズル
インバー
水素ノズル
低振動高圧ノズル

水素ノズル先端 (燃焼試験後)

3.3 水素ガス高圧化時のNOx特性

三菱重工



- (1)同一ガス圧 (80kPaG) の場合、水素専焼時のNOxはLPG専焼と比べて2.3倍高い。
 - (2)水素ガス圧を高圧化するとNOxは低減 (80kPaG→900kPaGの高圧化でNOx約30%低減)。
- 目標NOx60ppm達成には、水素ガス高圧化に加えてNOx低減技術の適用が必要

© Mitsubishi Heavy Industries Power CO. Ltd. All Rights Reserved.

13

3.4 水素供給圧の高圧化による低NOx化メカニズム (解析結果) 三菱重工

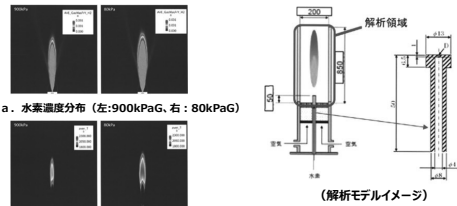


図 a. 水素濃度分布 (左:900kPaG, 右: 80kPaG)

図 b. 温度分布 (左:900kPaG, 右: 80kPaG)

図 c. NOx分布 (左:900kPaG, 右: 80kPaG)

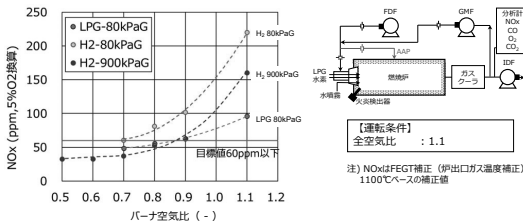
- (1)図 a に水素濃度分布の解析結果を示す。水素ガス圧力 900kPaG 条件下の方が 80kPaG 条件に比べて水素濃度の高い領域が狭くなり水素の拡散が強いことを確認した。
- (2)図 b に温度分布解析結果を示す。900kPaG の方が 80kPaG に比較して水素の拡散が強いことにより、燃焼場の高温度領域が縮小することを確認した。
- (3)図 c に NOx 分布の解析結果を示す。上記のように高圧化し、水素の拡散により、火炎温度が低下することで、サーマル NOx が減少することが確認された。

© Mitsubishi Heavy Industries Power CO. Ltd. All Rights Reserved.

14

3.5 二段燃焼によるNOx低減効果

三菱重工



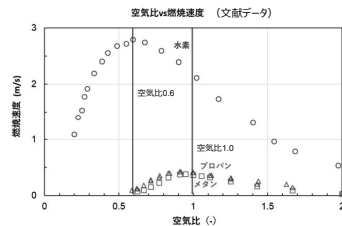
- (1)LPG(80kPaG) はバーナ空気比0.7でNOx45ppmまで低減したが、0.7より絞るとCOが増加し、燃焼性の低下傾向を示した。
- (2)水素(900kPaG) はバーナ空気比を0.5まで低減しても燃焼は安定しており、NOxは32ppmまで低減することを確認した。

© Mitsubishi Heavy Industries Power CO. Ltd. All Rights Reserved.

15

3.6 【考察】二段燃焼における水素の特徴

三菱重工



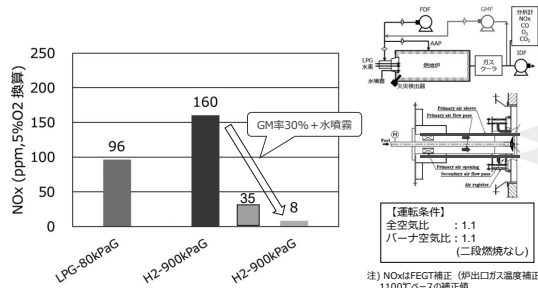
- (1)メタン及びプロパンの燃焼速度は空気比 1 前後で最大となるが、1 以下では燃焼速度が低下する燃焼特性を示す。プロパンがバーナ空気比0.7以下レベルでCOが増加したのは本特性に起因すると考えられる。一方、水素はバーナ空気比0.6程度で燃焼速度が最大となり、0.2レベルでも高いレベルを保持している。
- (2)火炎温度はメタン、プロパン及び水素共に空気比 1 前後が最大となり、空気比低下と共に火炎温度は低下し、NOxも低減する。以上の燃焼特性により、水素は二段燃焼 (低空気比燃焼) に適した燃料と評価できる。

© Mitsubishi Heavy Industries Power CO. Ltd. All Rights Reserved.

16

3.7 低NOx化組合せ試験

三菱重工



- ・排ガス混合率 (GM率)30%と水噴霧を組合せることで、NOx8ppmを確認した。

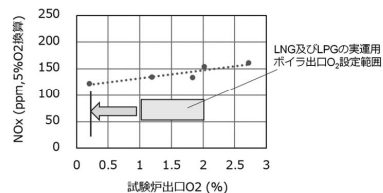
© Mitsubishi Heavy Industries Power CO. Ltd. All Rights Reserved.

17

3.8 水素/LPG混合特性(O₂濃度)

三菱重工

- ・O₂濃度0.2%でも安定した火炎検出
- ・排ガス中のCO及び水素濃度は0ppm



試験炉出口O₂濃度低減特性(1輪混焼、LPG20Ca%混焼時)

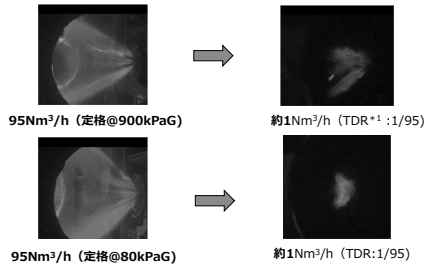
水素混焼時は低O₂濃度の条件でも安定した燃焼性を確認

© Mitsubishi Heavy Industries Power CO. Ltd. All Rights Reserved.

18

3.9 最低負荷試験結果

三菱重工



- バーナの運用限界を確認する目的で最低負荷試験を実施。燃焼負荷の可変範囲を示す最小負荷と最大負荷の比率 (TDR) が、約1:100と極めて広い範囲の特性を示した。
- これは、水素の燃焼速度の速さとノズルの保炎性の相乗効果と評価できる。

* 1 : TDR (ターンダウンレシオ: 燃焼負荷の可変範囲で最小負荷と最大負荷の比率)

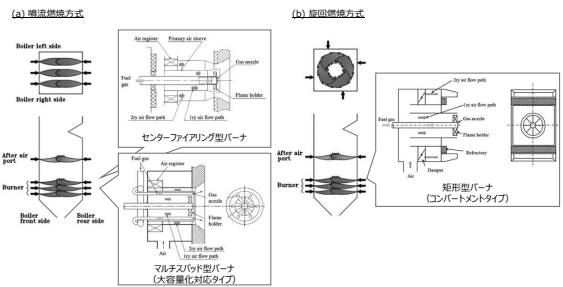
© Mitsubishi Heavy Industries Power OSS Co., Ltd. All Rights Reserved.

19

3.10 ボイラ燃焼方式とノズル型式

三菱重工

ボイラには大別して噴流燃焼方式と旋回燃焼方式がある



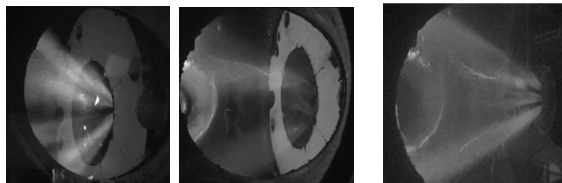
各燃焼方式に適したバーナタイプでの技術開発が必要

© Mitsubishi Heavy Industries Power OSS Co., Ltd. All Rights Reserved.

20

3.11 ノズル型式による燃焼状態

三菱重工



水素専焼、900kPaG時燃焼状態

各バーナ型式で安定した燃焼状態を確認

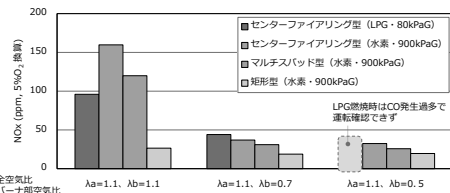
© Mitsubishi Heavy Industries Power OSS Co., Ltd. All Rights Reserved.

21

3.12 ノズル型式によるNOx特性

三菱重工

- 噴流燃焼用バーナとして、センターファイアリング型およびマルチスバッド型バーナでの特性を確認し、マルチスバッド型の方がNOx低減可能 ⇒ 【燃料投入位置分散による火炎温度低減】
- 矩形型バーナは二段燃焼せずとも大幅なNOx低減を確認 ⇒ 【自己二段燃焼・自己排ガス再循環が強い】
- 水素燃焼時はバーナ部空気を0.5へ低減しても安定燃焼可能 ⇒ 【水素燃焼の特性を活用】



Aa: 全空気比
Ab: バーナ部空気比

© Mitsubishi Heavy Industries Power OSS Co., Ltd. All Rights Reserved.

22

4. まとめ

三菱重工

(1) 技術面、経済面での成果

- 一連の燃焼試験及び燃焼解析により以下の開発課題は目標を達成した。
 - 供給圧力の高圧化、
 - 低NOx化、
 - 燃焼振動防止、
 - 逆火現象防止
 - 火災監視方法の確立
- 水素は単位体積当たりの発熱量が低いため (LPGの約1/8)、従来の供給圧力 (≦100kPa(G)) で使用する場合は配管設備等が大型化しコスト高となるが、高圧化 (900kPa(G)) することで、コスト面及びメンテナンス面での改善が見込める。
- 各種低NOx化対策単独でNOx60ppm以下を達成すると共に、組合せにより10ppm以下も達成可能である。
- バーナのターンダウンレシオ 約100:1を達成し、広い運用範囲で適用できる。
- 火炉出口O₂濃度0.1%においても安定燃焼可能であり、ボイラ効率の向上に寄与できる。
- 噴流燃焼用のセンターファイアリング型、マルチスバッド型バーナ及び旋回燃焼用の角型バーナに適用できる燃焼技術を確認し、全ての型式の小型・中型・大型ボイラに適用できる。

(2) 社会的波及効果

持続可能な循環社会の構築の一環として、ボイラ排ガス中CO₂量の低減・ゼロエミッションに伴う低炭素化、さらには脱炭素化に貢献する所存である。

謝辞

本成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の助成事業「高濃度水素混焼/水素専焼対応ボイラ・発電設備の技術開発」において得られたものである。ここに謝意を表す。

© Mitsubishi Heavy Industries Power OSS Co., Ltd. All Rights Reserved.

23

三菱重工

三菱重工パワーインダストリー株式会社

8号回収ボイラーの燃焼改善

日本製紙(株)岩国工場

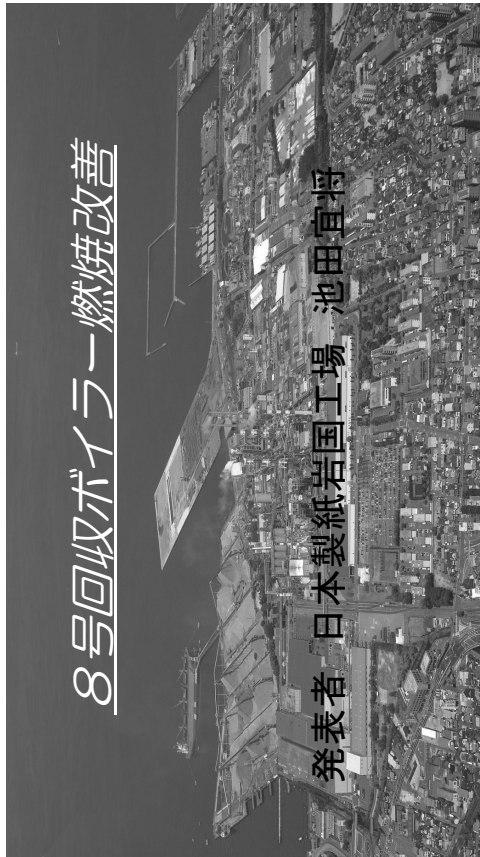
池田 宜将

8号回収ボイラー燃焼改善

発表者 日本製紙岩国工場 池田宜将



日本製紙株式会社

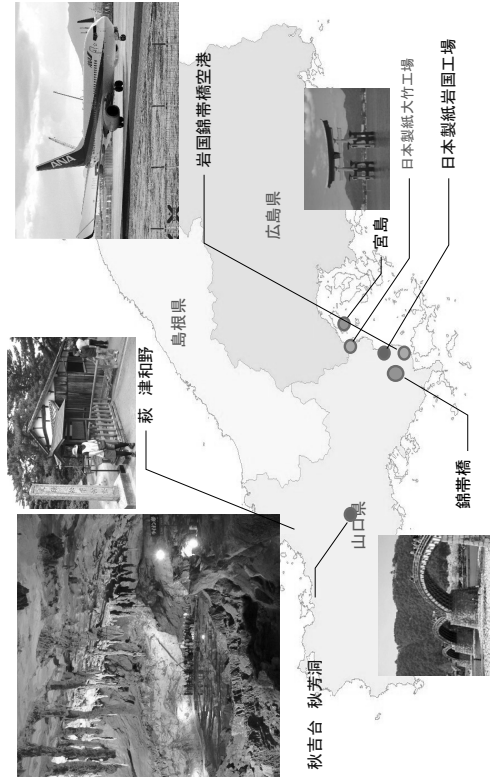
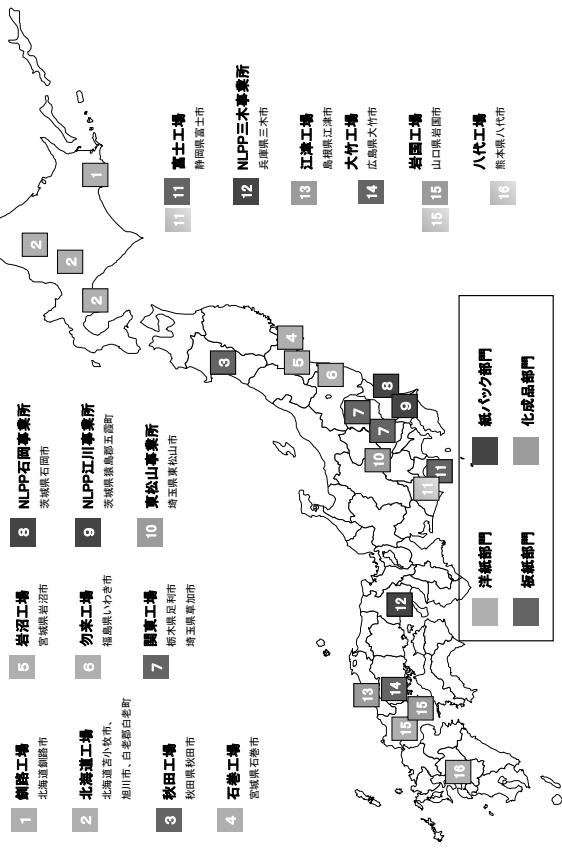


日本製紙株式会社岩国工場 工場紹介



日本製紙株式会社

・国内洋紙生産拠点 (Domestic Production base)



岩国工場について ～ 工場沿革 ～

- 1937年 (昭和12年) 山陽パルプ工業設立
- 1939年 (昭和14年) 人絹パルプの生産開始
- 1946年 (昭和21年) 山陽パルプ株式会社岩国工場として発足
- 1947年 (昭和22年) パルプの生産開始
- 1949年 (昭和24年) 上質紙の生産開始
- 1962年 (昭和37年) コート紙の生産開始
- 1972年 (昭和47年) 山陽国策パルプ株式会社岩国工場
- 1980年 (昭和55年) キャストコート紙の生産開始
- 1977年 (昭和52年) 7号マシン1号コア完成 (コート紙生産設備)
- 1978年 (昭和53年) 8号マシン完成 (情報用紙生産設備)
- 1993年 (平成5年) 日本製紙株式会社岩国工場となる
- 1994年 (平成6年) 5KP製造設備完成 (パルプ製造設備)
- 1997年 (平成9年) 8号回収ボイラー完成 (動力設備)
- 9号マシン完成 (コート紙生産設備)
- 2001年 (平成13年) 株式会社日本製紙グループ本社設立
- 2002年 (平成14年) 3号キャストコア完成 (キャストコート紙生産設備)
- 2008年 (平成20年) 9号バイオマスボイラー完成 (動力設備)
- 2019年8月 創立80周年

岩国工場

岩国工場について ～ 工場概要 ～

【敷地面積】 107.3万㎡

【建築面積】 34.3万㎡

【従業員数】 約450名 (正規従業員)

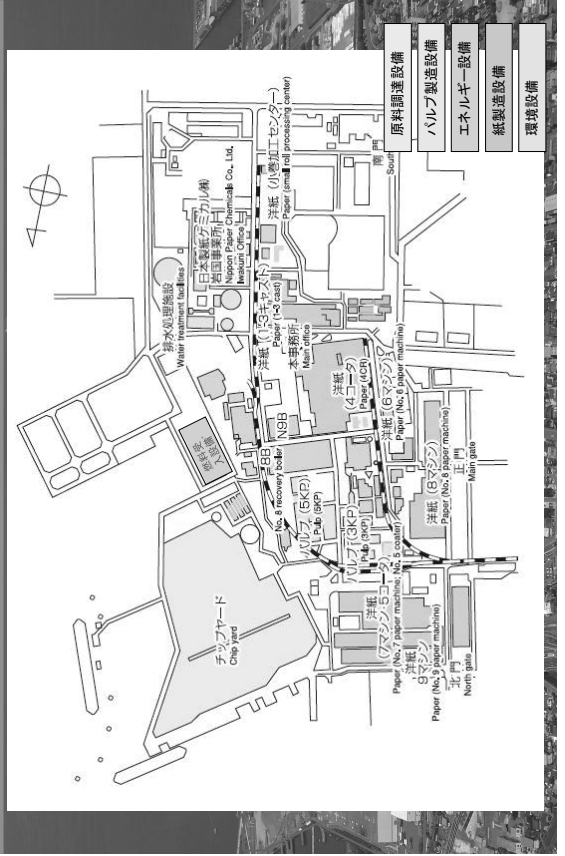
【紙生産量】 約54万トン/年

【主要製品】 塗工紙、情報用紙、キャストコート紙、製紙用パルプ、
機能性コーティング樹脂、リグニン製品

東京ト-ム22個分
MAZDA スポーツカー21個分
(東京タワーがすっぽり入る)



岩国工場について ～ 工場設備配置 ～



岩国工場について ～ パルプ製造設備 ～

国内最大級のパルプ製造設備

- ・品質と当社一のコスト競争力を誇る。
- ・2005年にECF (無塩素漂白) を導入。



生産量 (ト/日)	樹種
250	針葉樹
400	広葉樹

稼動年：2002年
洗浄・晒工程は1973年



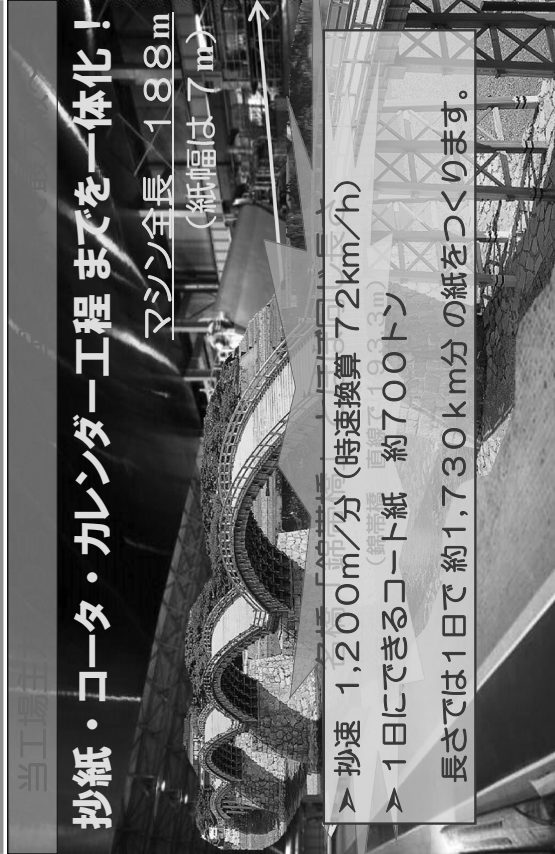
生産量 (ト/日)	樹種
1,550	広葉樹

稼動年：1994年

パルプの使用内訳

- > 自工場消費用(紙生産) 1,550ト/日
- > 販売用 250ト/日

岩国工場について ～9号マシン～



岩国工場について ～動力(エネルギー)設備～

エネルギー設備能力

- ボイラー (最大蒸気量)
 - 8号回収ボイラー (425ト/時)
 - N9号ボイラー (190ト/時)
 - 5号ボイラー (210ト/時)
- タービン (最大出力量)
 - 8T (70,000KW)
 - N9T (35,000KW)
 - 4T (30,000KW)

大級の規模 (年) 3月稼働

機

する。

用。 備に削減。

(年) 2月稼働

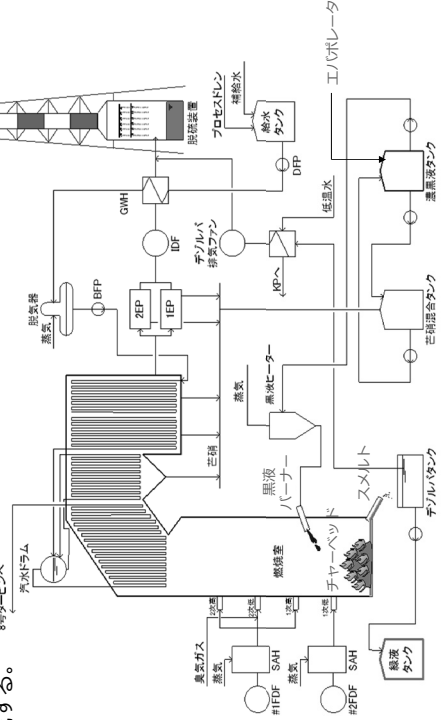
・木屑、RPF、タイヤチップ等の廃棄物を主燃料とする

8号回収ボイラーについて



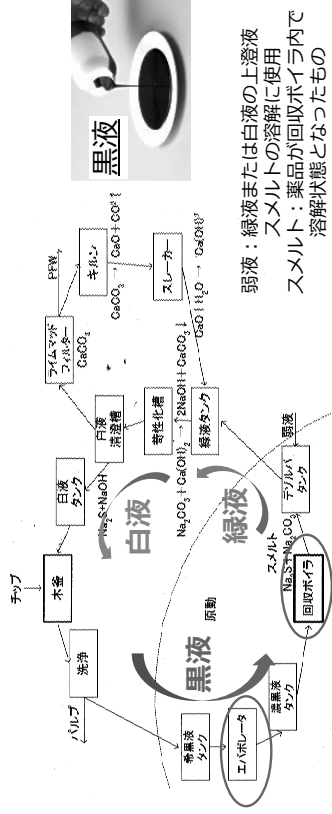
8号回収ボイラーについて

炉内に噴射された黒液は、落下する間に水分が蒸発し、炉底にチャヤーベット(灰が山になって燃えている状態)を形成する。



回収ボイラーの利点

黒液：木材チップを薬品と蒸気で蒸解する工程から排出される黒色の高アルカリ性廃液（ Na_2SO_4 と Na_2CO_3 が主成分）
 チップから溶出したリグニン等の有機物も含まれる
 緑液：回収ボイラーからのスメルトを（無機溶解物質）を弱液に溶解したもの（ Na_2S と Na_2CO_3 が主成分）
 白液：緑液を苛性化したもので、蒸解に使用される（ Na_2S と NaOH が主成分）



弱液：緑液または白液の上澄液
 スメルトの溶解に使用
 スメルト：薬品が回収ボイラー内で溶解状態となったもの

黒液バーナー



14

スメルト



8号回収ボイラーの操業

- 黒液中には、 Na_2SO_4 、 Na_2CO_3 、 Na_2S などのナトリウム硫黄化合物が固形分中に約50%含まれる

これにより

- ・ボイラーチューブの腐食
- ・ダストトラブル
- ・臭気発生
- ・スメルト（炉内で溶解状態の薬品）と水の接触による爆発

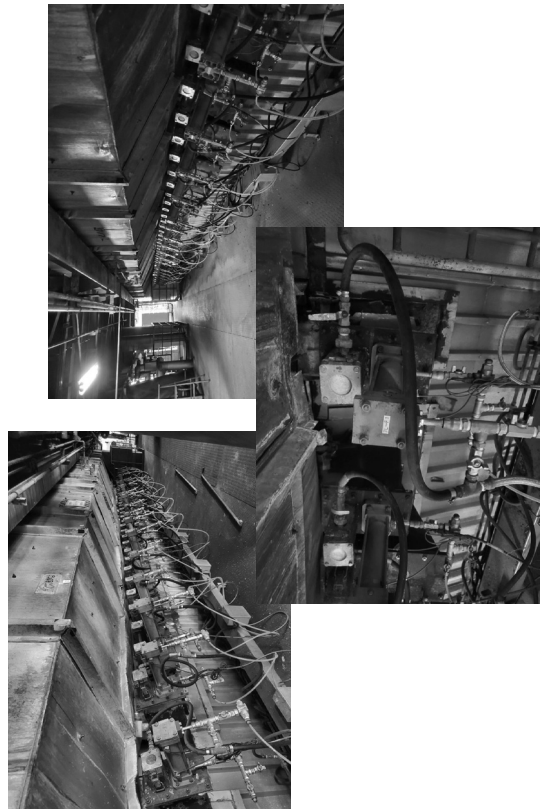
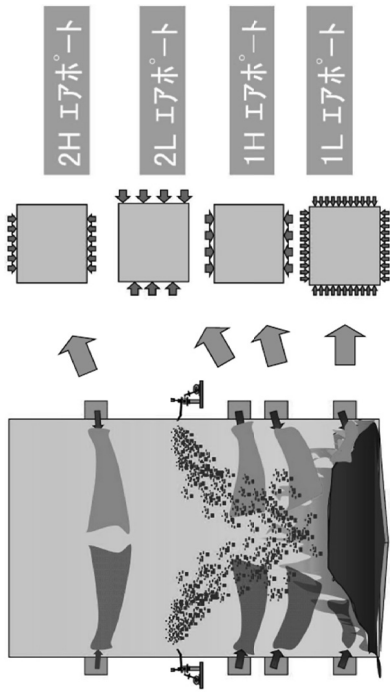
他の型式のボイラーにはない
 問題・危険を抱えている。

8号回収ボイラー運転の問題点

- 運転開始より25年以上経過し、徐々に運転方法に変化がでている。

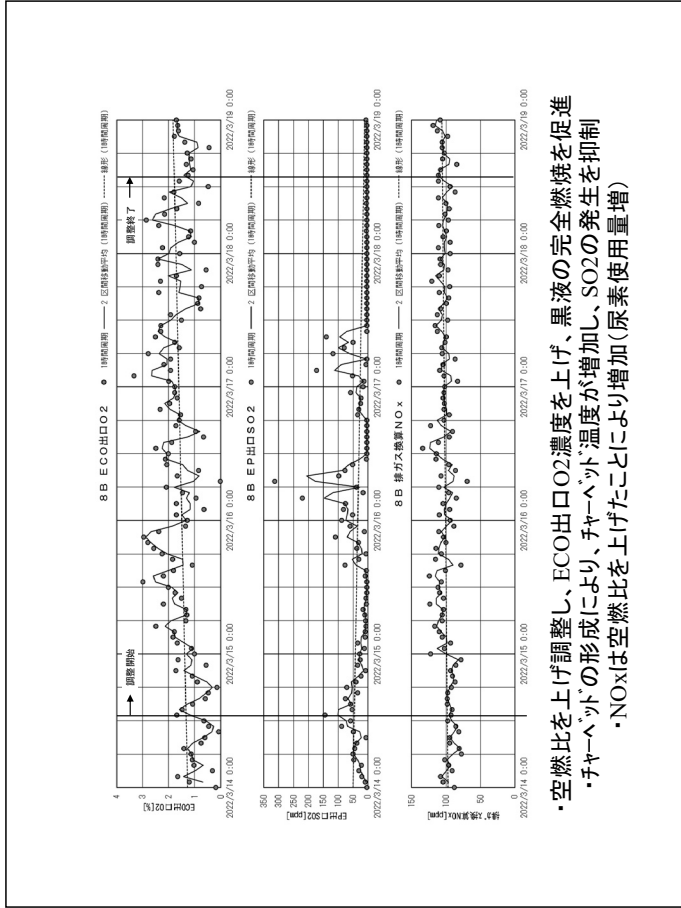
何故か

試運転より担当していたベテランが退職され又技能伝承不足と若年者(経験不足)者も多くなり徐々に操作方法に変化が生まれました。

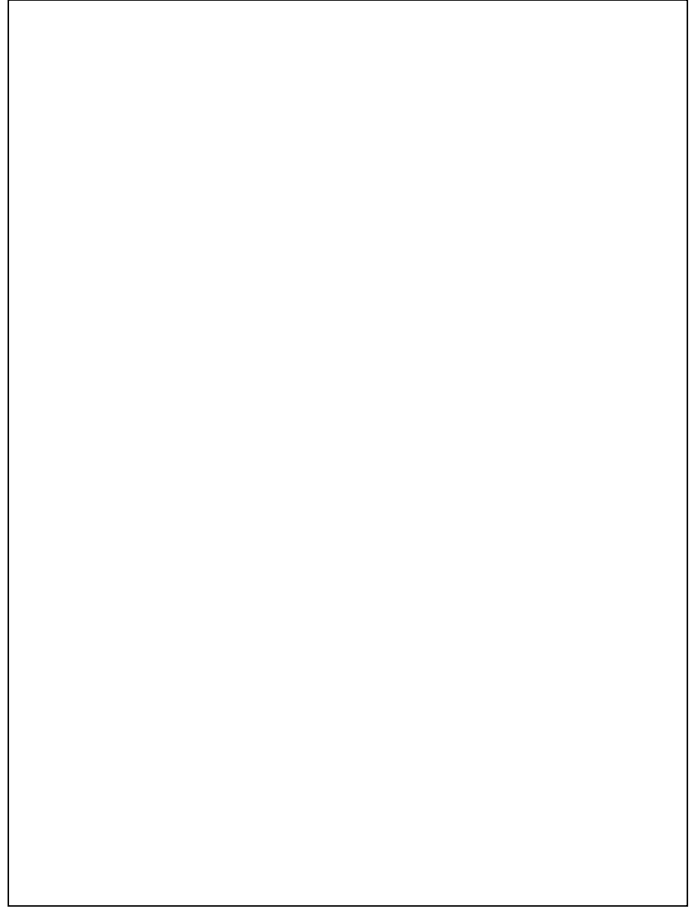
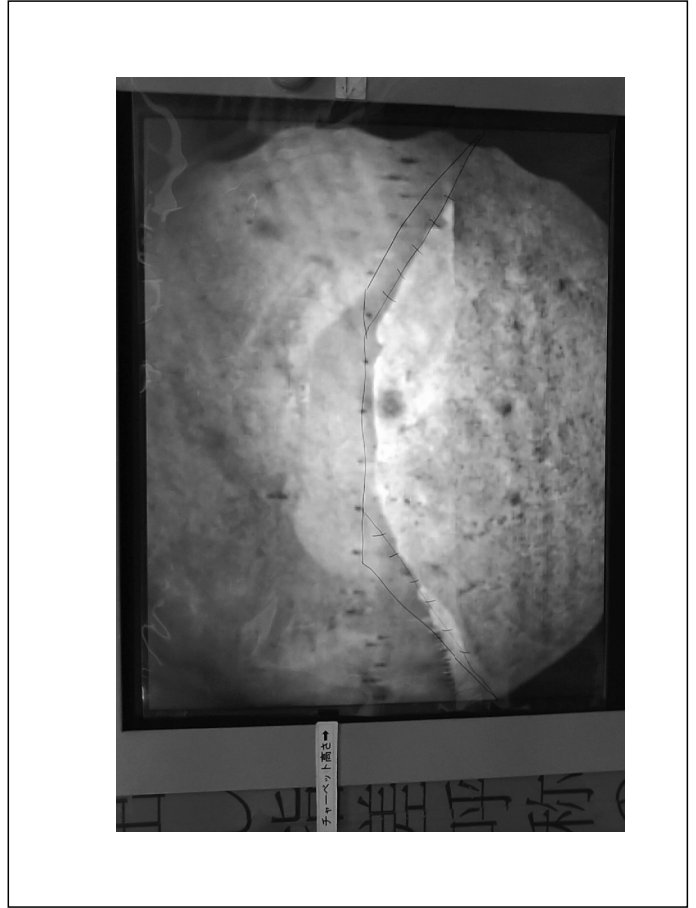
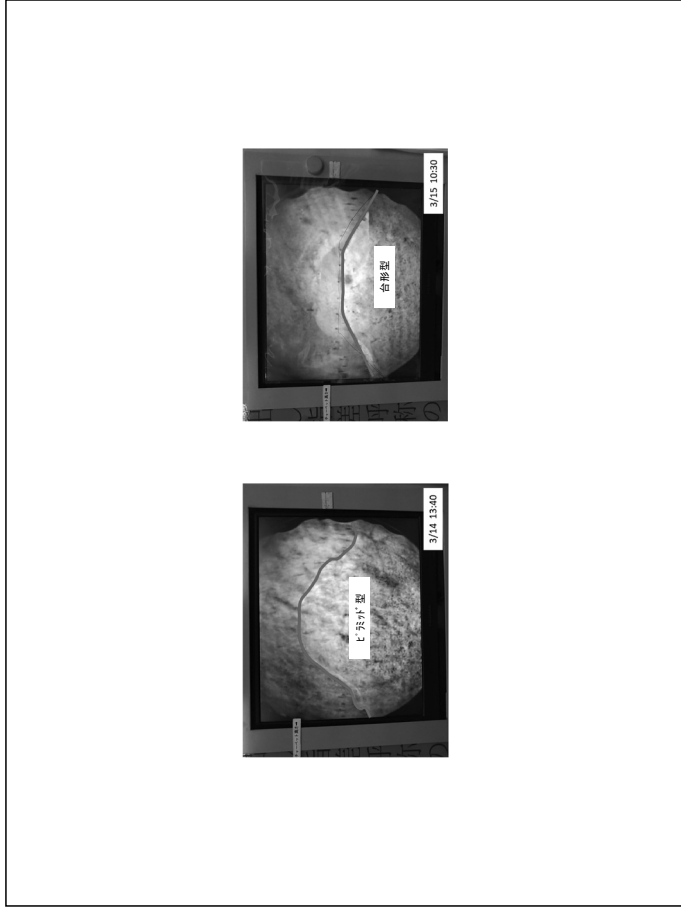


メーカーと共同で燃焼改善テスト実施

当初予定 前回(1回目)	2/21(月) 現状確認	2/22(火) ダクト閉塞調整	2/23(水) BL温度低下調整(炉内7ヶ所調整)、ホバ調整、ホバ調整	2/24(木) BL入口位置変更	2/25(金) 燃焼調整
今回 (2回目)	3/14(月) 現状確認 空気比率調整	3/15(火) 空気比率調整 BL温度低減	3/16(水) 空気比率調整 BL温度低減 BLホバー角度調整 原薬投入量増	3/17(木) 空気比率調整 BL温度低減 BLホバー角度調整 原薬投入量増	3/18(金) BL温度低減 仮報告会



- ・空燃比を上げ調整し、ECO出口O₂濃度を上げ、黒液の完全燃焼を促進
- ・「チャーヘッド」の形成により、チャーヘッド温度が増加し、SO₂の発生を抑制
- ・NO_xは空燃比を上げたことにより増加(尿素使用量増)



CN水素ボイラのご紹介

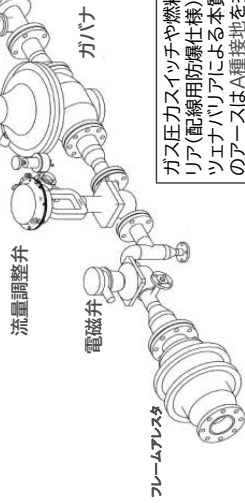
三浦工業(株)

佐々木 務

8 安全設計(1)

水素ラインには水素防爆品を採用

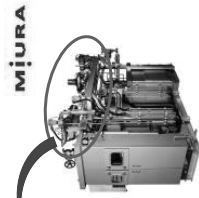
電磁弁類は水素防爆品(d3aG4相当以上)を選定。点火トランスや制御BOXは計装エア(フレッシユエア)にて内圧をかける保護を実施。



特開2018-179400

ガス圧カススイッチや燃料温度測定用熱電対はツエナバリヤ(配線用防爆仕様)による本質安全保護を実施。ツエナバリヤによる本質安全保護を行うため、ボイラのアースはA種接地を指定。

MiURA

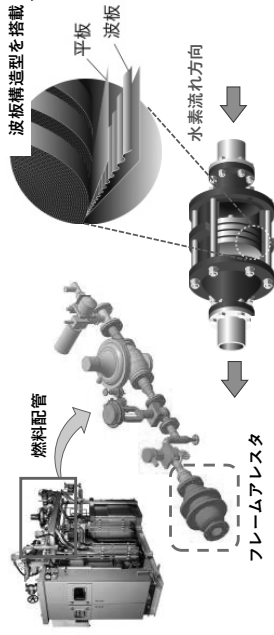


9 安全設計(2)

水素は燃焼速度が速く、燃料配管での逆火を防止する装置を搭載している

項目	水素	メタン	プロパン
最大燃焼速度 [cm/s]	346	43	47

燃料配管ラインへの逆火防止装置(フレームアレスタ)の搭載

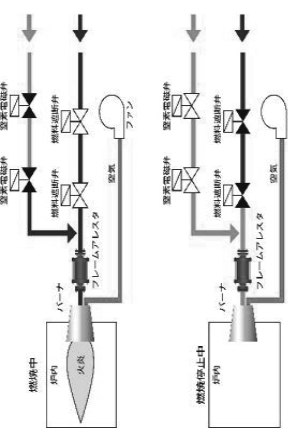


10 安全設計(3)

水素は燃焼範囲が広く、運転停止時に滞留水素が燃焼しないようパージをする

項目	水素	メタン	プロパン
燃焼範囲(下限-上限) [%-Vol]	4.0-75.6	5.0-15.0	2.1-9.5

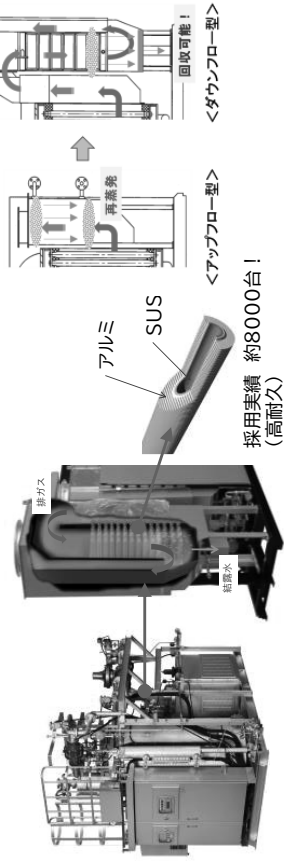
運転停止時に燃料配管に残留する水素を窒素パージで除去



特開2018-200166

11 高効率エコノマイザ

<高効率エコノマイザ搭載>
伝熱管表面の結露を速やかに排出するダウンフロー型エコノマイザ搭載!



採用実績 約8000台!
(高耐久)

運転管理業務へのスマートグラス活用事例

(株)クラレ岡山事業所

長瀬 達弥

運転管理業務へのスマートグラス 活用検討

日付 2022/11/11
株式会社クラレ
岡山事業所 動力部
長瀬 運 彦



目次

1. (株)クラレの紹介
2. 動力部の紹介
3. 活動の背景・目的
4. スマートグラスについて
5. スマートグラス活用方法
6. 基本性能の評価
7. 運転管理業務へのスマートグラス活用
8. まとめ

kuraray

1. (株)クラレの紹介

会社概要
 設立：1,926年6月24日
 資本金：88,955百万円
 売上高(2021年度)：629,370百万円
 営業利益(2021年度)：72,256百万円
 従業員数(2021年度)：11,370名(連結)
 主要事業：樹脂、化学品、活性炭、繊維、その他

企業ステートメント

【私たちの使命】

私たちは、独創性の高い技術で
産業の再編成を促し、
自然環境と生活環境の向上に寄与します。

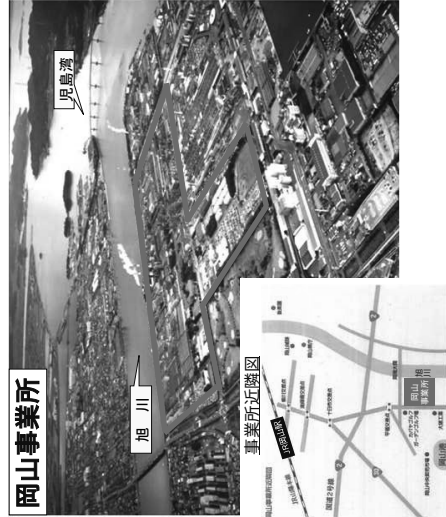
世のため人のため、
他人（ひと）のやれないことをやる

グループ 主要拠点	<ul style="list-style-type: none"> ● 本社、岡山県千代田区 ● 本拠事業所 (大塚市) ● クラレトレイダーディング株式会社 (大塚市) ● クラレエレクトロニクス株式会社 (大塚市) ● クラレプラスチック株式会社 (大塚市) ● クラレテクノ株式会社 (大塚市) ● クラレテクノ株式会社 (大塚市)
取引先	<ul style="list-style-type: none"> ● 豊成事業所 (岡山県倉敷市) ● 岡崎事業所 (愛知県岡崎市) ● 岡山事業所 (岡山県岡山市) ● 高松事業所 (高松市) ● 徳島事業所 (徳島県徳島市) ● 松山事業所 (松山県松山市)
研究開発 拠点を	<ul style="list-style-type: none"> ● ぐくしは研究センター (岡山県倉敷市) ● たくは研究センター (岡山県倉敷市)

拠点を (国内)

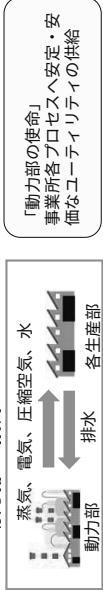


1. (株)クラレの紹介



kuraray

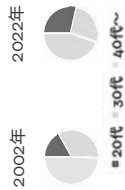
2. 動力部の紹介



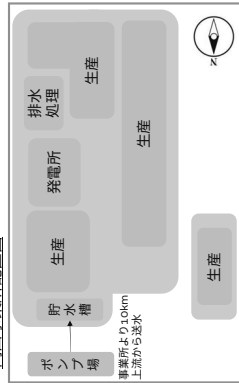
動力部構成人数

管理職	4人
運転(専任)	20人
運転(交替)	22人(4組3交替)
保安	10人
設計	14人
合計	70人

動力部員年齢構成の変化
全動力部員の内20代 17%⇒28%



岡山事業所配置図

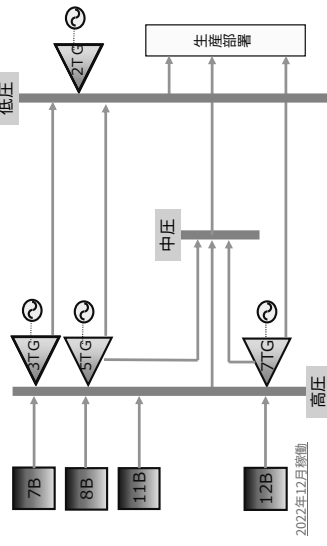


動力部のエリアは事業所各所にあり、操作室と現場作業員との連絡の共有が重要となる。
また、若年者の割合が高くなってきている。

kuraray

2. 動力部の紹介

動力部 発電所系統図



現状
2022年12月より新発電設備の稼働が始まる
⇒新設備への安定運転が求められる

kuraray

3. 活動の背景・目的

現状の課題

- 少人数で効率的に設備を管理
- ・交替一組5人~6人で発電所全体を管理
- 課題：効率的な作業、操作ミス防止

ベテラン社員の退職、若年者の増加

- ・20年間で20代社員が17%から28%に増加
- 課題：ベテラン社員から若年者への技術継承、教育の促進

新設備の習熟対応

- ・新設のボイラー・タービンの稼働に合わせて運用が大きく変化
- 上記2つの課題がある中、新設備を安定的に稼働させる必要あり

kuraray

3. 活動の背景・目的

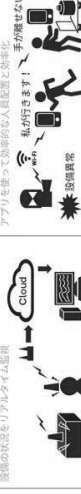
2022年12月より新発電設備の稼働が始まる。
クラレは、全社的にDXに力を入れて取り組んでいる。
プロセスのデジタル化による「業務プロセスの改革」に注力している。

拡張現実 (AR機能) による作業支援

画面上で書き込みしながら作業指示や状況確認



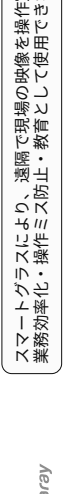
振動解析



スマート技術活用



IoTプラットフォーム機材



スマートグラスにより、遠隔で現場の映像を操作室で共有し
業務効率化・操作ミス防止・教育として使用できないか検討した。

kuraray

4. スマートグラスについて

スマートグラスとは？

- ・ヘッドマウント型のウェアラブルデバイスで、装着者のいる現場の状況をリアルタイムで共有できる。
※ウェアラブルデバイス：手首・腕・頭などに装着する電子機器。
- ・頭部に「装着」して音声で操作可能
⇒スマホ・タブレットと違い、現場作業で手が塞がっている状態でも使用可能
- ・モニターは、PC側に映るスマートグラスのカメラ映像が表示されるため視線とカメラ視点の位置調整などを使用
- ・Web会議ツールや録画等の様々なことが可能
現場検査
生産ライン
✓作業手順書データを担当者が閲覧しながら作業を実施

カメラ



バッテリー

モニター・マイク



モニターの映像

Confidential

4. スマートグラスについて

kuraray

メーカー (製品名)	A	B	C
resolvewear社 (HMT-1 様式)	resolvewear社 (HMT-1 様式)	resolvewear社 (HMT-1 様式)	resolvewear社 (HMT-1 様式)
タイプ	片目	両目	両目
ディスプレイ解像度	640x360	1280x720	640x360
防水防塵	IP67	IP26	-
バッテリー	2~3時間	約6時間	8時間
入出力インターフェース	音声入力・物理ボタン・タッチパッド	有線コントローラ	タッチバー 音声入力
動作温度	-	5℃~35℃	-20℃~50℃
重量	190	119	380
特徴/機能	190	有線コントローラ	ノイズキャンセリング A1搭載 (騒音区域可)

※: E.HMT-1は「resolvewear」社の商標登録です。

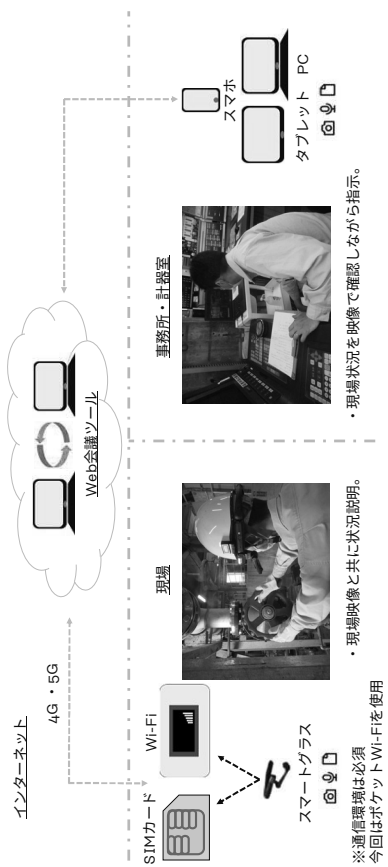
防水・防塵機能でも優位、保護メガネが着用できる片目タイプかつバッテリー駆動時間も長いHMT-1を作業に活用できるか検証した。

kuraray

10

Confidential

5. スマートグラス活用方法



・現場映像を映像で確認しながら指示。

・現場映像と共に状況説明。

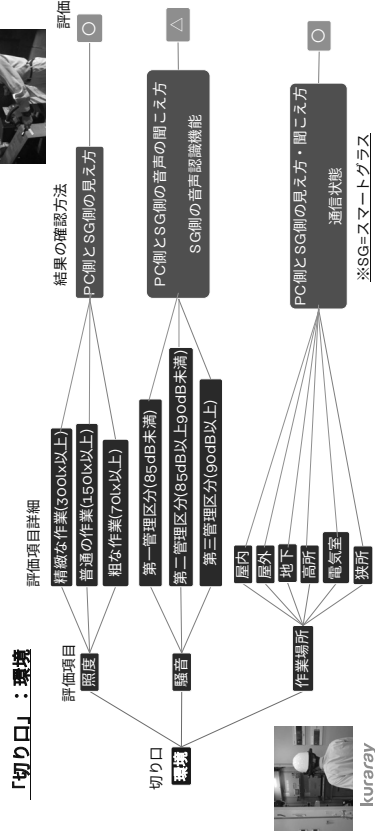
※通信環境は必須
今回はポケットWi-Fiを使用

kuraray

11

6. 基本性能の評価

「切り口」：環境
トラブルなくスマートグラスを使用できるか
「環境(作業場所)」と「操作性(作業方法)」という切り口で評価




※SG=スマートグラス

kuraray

Confidential

6. 基本性能の評価

「切り口」：環境

<p><照度></p> <ul style="list-style-type: none"> ・70lx以上の環境でPC側に現場の圧力計の指示を確認可能。夜間の作業でも、ライトを使用すれば映像をPC側に映せる。(注:意点) ・60lx~65lxだと対象物(圧力計の指示など)がPC側・スマートグラス側(モニター)で見えない。 <p><騒音></p> <ul style="list-style-type: none"> ・第一管理区分(85dB未満)であれば、聞こえ方はPC側・スマートグラス側(イヤホン装着)共に良好。(注:意点) ・80dB程度の騒音があると、イヤホンを装着しないと周囲の音でPC側の音が聞こえづらくなる。 ・スマートグラスの仕様は95dBだが騒音環境が90dB付近になるとPC側と現場側の音が聞こえづらくなり、音声操作もできなくなる。 <p><作業場所></p> <ul style="list-style-type: none"> ・高所、地下、屋外、屋内、電気室、狭所のPC側の見え方及び通話良好。 	 <p>スマートグラスライト点検環境(60~75lx)</p>
--	--

kuraray

13

6. 基本性能の評価

「切り口」：操作性

評価項目	評価項目詳細	結果の確認方法	評価
機能	音声操作	周囲の雑音を拾って動作しないか	○
	SG装着者の視線とPC側映像の差異	PC画面と現場にて差異の確認	○
	PCとSGの接続方法	PC側とSG側の接続までの時間	△
	SG画面の見え方	作業指導書・図面はみえるか	△
	バッテリーの持ち時間	作業終了まで充電が持つか	○
	ズームの見え方	圧力計の見え方(レベル1~5)	○
	動画の録画	PC側：録画データの保存はしやすいか、画質・音声は劣化しないか	○
	保護具着用時の操作	保護メガネ・防塵マスクを装着	○
	バルブ・スイッチ	操作しながら対象物を写せるか	○
	作業性		


kuraray

14

※SG=スマートグラス

6. 基本性能の評価

「切り口」：操作性

<p><機能></p> <ul style="list-style-type: none"> ・アクションボタンを押せば、音声操作を無効にできる(周囲の雑音を拾わない)。(注:意点) ・フル充電であれば、約2時間連続稼働可能。 ・モニターの画面が小さい為、画面共有でPC側の資料を表示した際、現場側では拡大表示できないため資料を確認しなから作業は困難。 ・使用するソフトウェアにもよるが、約3~5分ほどで接続可能。(緊急対応でも使用するためには慣れが必要) <p><作業性></p> <ul style="list-style-type: none"> ・保護メガネ、防塵マスクを着用しての作業は実用上問題ない。(注:意点) ・バルブが重たいまたは高い場所にある場合対象物を写しながらの作業は困難。 ・スマートグラスのカメラをヘルメットの左右どちらかに取り付けるため、壁に近い対象物を写す場合カメラの取り付け位置を変える必要がある。 	 <p>ズームレベル1~5 (距離1m)</p> <p>ズーム機能で現場の指示値をPCにて確認可能</p>
---	--

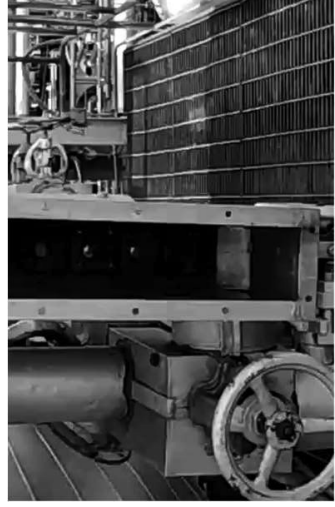
kuraray

15

「環境(作業場所)」と「操作性(作業方法)」の評価を元に、実際の運転業務でスマートグラスを活用した。

7. 運転管理業務へのスマートグラス活用

動画：ボイラー缶胴水位の確認(PCモニター映像)



kuraray

16

7. 運転管理業務へのスマートグラス活用

作業内容：ポンプ切替

目的：操作ミスの防止



結果
現場作業と操作室で同じ映像を共有することで、遠隔で操作対象のダブルチェックができて、操作ミスのリスクを低減

(気づき事項)
スマートグラス操作に慣れていないとモニターに気を配れない
・顔の動きに合わせてカメラを調整しないといけない
(見せたい対象物に焦点を合わせる時間が必要)

kuraray

17

Confidential

7. 運転管理業務へのスマートグラス活用

内容：保安作業

目的：業務の効率化



結果
・ベテラン社員から遠隔で指示をもらうことで、ベテラン社員が現地に赴く必要がなく、移動工数を削減できた

(気づき事項)

- ・スマートフォンでも確認できるため、何処にいても確認することができる
- ・作業中モニターが気になる
- ・現場のOJTにも活用できる
- ・休日、夜間の呼び出しを不要化できる

kuraray

18

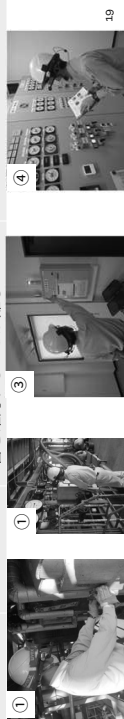
Confidential

7. 運転管理業務へのスマートグラス活用

その他活用事例

目的	使用事例	評価	注意点
① 作業進捗状況の見える化 ・若年者の即働力化	ポイラー立上 停止作業	・操作室にて現場の状況を共有することで、より間違いない作業が可能 ・上司がPCからフォローすることで安心感が生まれ、1人立ちまでの期間が短くなった	・バルブの位置によって写しながらの作業は難しいため、バッテリーを長持ちさせるため、作業しない時はスリープ状態にする
② 緊急時の現場状況の共有	トラブル対応 原因調査	・操作室全員に現場の状況が共有でき、原因調査などが迅速化	・Web会議ツールによる接続に時間がかかる
③ 作業のばらつき抑制 (班長の視点)	日常点検	・班長が装着することで、点検の対象物を明確化でき、教育資料として活用可	・PC画面を長時間見ていると作業者が動いているので画面酔いする
④ 作業手順の確認	定期作業	・モニターが小さい為、作業手順書を確認することが難しい	

(SG装着時の作業状況)



kuraray

19

Confidential

8. まとめ

使用しての感想

- ・スマートグラスを装着したヘルメットを被っても重さは気にならなかった。モニターが視野に入ってくるため、最初は気になって現場の設備が見えにくくなったが、慣れれば気にならなくなった。
- ・PC側の画面が狭角に見える。設備の全体像が見えにくいこともあった。(Web会議ツールで遠い有)
- ・接続作業が手間で準備に時間がかかった。(Web会議ツールで遠い有)
- ・上司が見てくれている安心感があり、一人で作業する時も操作に自信を持って行うことができた。

今後の運転管理業務への活用

- ・タブレット上に表示されたマーカーをタップ
- ・現場作業工数の削減
- ・PC画面の視認性向上
- ・現場での作業手順確認に向けた環境整備
- ・タブレット端末の導入
- ・AR機能の導入

～今後の課題～
○Web会議ツールの選定
・接続作業の短縮
・PC画面の視認性向上
○現場での作業手順確認に向けた環境整備
・タブレット端末の導入
・AR機能の導入



ARによる作業支援

20

Confidential



パネルディスカッション資料

パネルディスカッション

テーマ：BCPの必要性と災害時のボイラーの早期復旧

各企業において、近年激甚化する自然災害に対するBCP（事業継続計画）策定の重要性が高まっている。BCP策定の必要性や導入に向けた課題等について、事例を交えながらディスカッションを行う。

第1部 基調講演等

①マツダにおける防災とBCPの取り組み

～平成30年西日本豪雨の反省と学びから～

荒 和重（マツダ株式会社）

②中小企業の事業継続計画について

～事業継続力強化計画認定制度のご紹介～

中国経済産業局 産業部 中小企業課

第2部 パネルディスカッション

コーディネータ 芳 司 俊 郎（一般社団法人日本ボイラ協会
取扱い・制御委員会委員長、
労働安全衛生総合研究所
新技術安全研究グループ部長）

パネリスト 志 賀 浩 一（東京ガスエンジニアリング
ソリューションズ(株)）

後 藤 邦 彦（丸善石油化学(株)）

布 田 傳 二（富士石油(株)）

清 水 仁（(株)ヒラカワ）

〔基調講演〕

マツダにおける防災と BCP の取り組み
～平成 30 年西日本豪雨の反省と学びから～

マツダ(株)
荒 和重

大会資料内容

1. 会社概要
2. BCP (Business Continuity Plan) 事業継続計画
3. 社内体制
4. マツダでの取り組み
 - 1) 平成30年西日本豪雨の反省と学び
 - 2) 防災活動
 - 3) 事業継続マネジメント (BCM)
5. まとめ
6. 今後の課題



マツダにおける防災とBCPの取り組み

～平成30年西日本豪雨の反省と学びから～

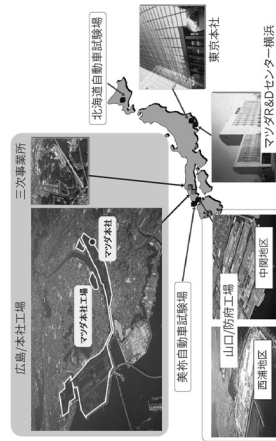
2022/11/11
マツダ株式会社
安全健康防災推進部
荒 和重

1. 会社概要_国内拠点

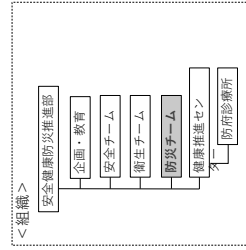


設立 1920年(大正9年) 1月30日
本社 広島県安芸郡府中町新地3番1号
事業内容 乗用車・トラックの製造販売な

従業員数(2021年3月31日現在)
49,786名(連結) 22,504名(単
体)



1. 会社概要_安全健康防災推進部



【業務分掌】

安全かつ衛生的な労働環境の確立および、労働災害等諸災害の予防・対策により従業員の安全を守り、円滑な業務運営を支援し、労働衛生を確保するとともに、従業員の健康を維持・増進することを目的とする。

- 1) 安全および労働衛生の推進
- 2) 危険・有害な業務や環境への対策
- 3) 労働災害の対策・補償
- 4) 交通安全・防災・消防関連の対策立案・推進
- 5) 消防設備、危険施設等の関係官公庁への許認可申請事務
- 6) 健康管理および健康増進の推進

2. BCP (Business Continuity Plan) 事業継続計画

防災活動と事業継続マネジメント (BCM) の並行を

事業継続ガイドライン link (内閣府：令和3年4月)
 - あらゆる危機的事象を乗り越えるための戦略と対応 - より引用

▶ 事業継続計画 (BCP)

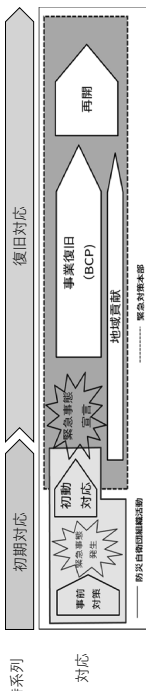
大地震等の自然災害、感染症のまん延、テロ等の事件、大事故、サブライフェーション (供給網) の途絶、突発的な経営環境の変化など不測の事態が発生しても、重要な事業を中断させない、または中断しても可能な限り短い期間で復旧させるための方針、体制、手順等を示した計画のことを **事業継続計画 (Business Continuity Plan, BCP)** と呼ぶ。

▶ 事業継続マネジメント (BCM)

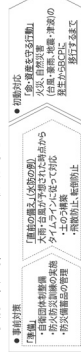
BCP 策定や維持・更新、事業継続を実現するための予算・資源の確保、事前対策の実施、組織的改善などを行うための教育・訓練の実施、点検、継続的改善などを行う。平常時からマネジメント活動は、**事業継続マネジメント (Business Continuity Management, BCM)** と呼ばれ、経営レベルの戦略的活動として位置付けられ、**取り組み** となる。また、その後の継続的改善により徐々に事業継続能力を向上させていくことを強く推奨する。



3. 社内体制



<事前 (平時) ~ 初動対応>



・事前 (平時) の対応を、防災活動として、

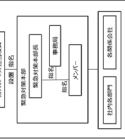
新卒学生等研修施設提議は、部門の一部門である健康推進センターがリーダー

<緊急時：リスクマネジメント規程に基づく会社対応>

・緊急事態の発生が差し迫り、または発生し初動対応に定める防災自衛団等の既設組織では対応困難な場合、緊急対策本部を設置

・緊急対策本部は
 - 対策内容と実施主管部門を決定
 - 当該部門に対策の実施を指示

・本部の決定は、会社の決定として直ちに

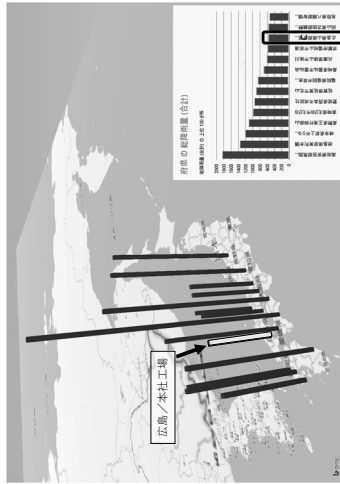


4. マツダでの取り組み

1) 平成30年西日本豪雨の反省と学び

2018/6/28~7/8にかけて西日本で降り続いた記録的大雨

- ・人的被害 (2018/9/6現在)
 死者:227名
 行方不明者:10名
 負傷者:421人
- ・住宅の損害: 約4万棟
- ・マツダの損失: 280億円 (2018/9/21公表)



4. マツダでの取り組み

1) 平成30年西日本豪雨の反省と学び

2018年7月6日 (金) 豪雨発生時の対応

- ▶ 広島・防府ともに昼夜での操業を継続
 - ・工場従業員：あらかじめ定めている乗合での出勤
 - ・その他従業員 (間接)：公共交通機関の通勤者に
 早い退社を促進
 - ・お取引先様：当社の操業をお伝えし、個社ごとに状況を鑑み対応 (操業、在庫で対応等) を通達

▶ 翌7月7日の全工場での休日出勤の中止を決定

- ・工場従業員の乗合出出勤
 - ✓ 公共交通機関の運行に支障があった場合、安全が確保された通勤手段として、あらかじめ設定しているもの。

「**当時は、継続降水管の施さを知らず結果として後手の対応になっていた**」

- 大雨だけ
- ✓ 台風の様な暴風雨でもないし、雨だけで『水防会議』を開催する程程になってないし……
- ✓ IRが運行中止しそうなので、予め乗合出出勤をきめてない間接社員には、早めの退社を促さない……

「**7月7日の全工場での休日出勤の中止を決定**」

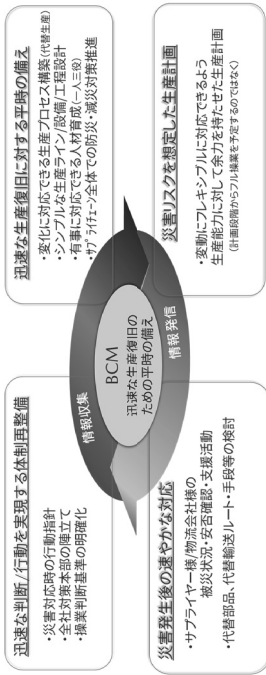
- ・まさか、こんなに大きな災害になるとは……



4. マツダでの取り組み

3) 事業継続マネジメント (BCM) 考え方

- ▶ 人命・安全最優先、地域・お取引先様配慮の対応は不変
- ▶ 「災害発生直後の初動」を迅速にする「平時の備え」の徹底
- ▶ 災害発生にも柔軟に対応できる生産体制・生産技術の構築



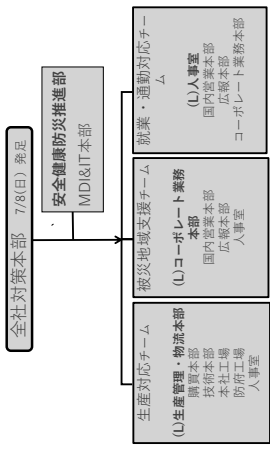
4. マツダでの取り組み

3) 事業継続マネジメント (BCM) 迅速な判断/行動を実現する体制再整備

豪雨災害における行動指針

- 被災された方・被災地域の皆さまの復興支援を最優先します
- 生産復旧などは、復興支援に支障を及ぼすことがないように進めていきます
- 被災された方・被災地域の皆さまからの要請を待つのではなく、いま私たちが何ができるか考えて考え、言葉にして、当社から積極的に提案していきます

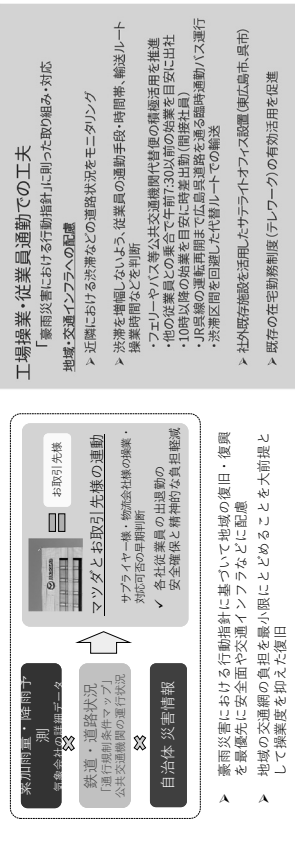
本社対策本部 陣立



4. マツダでの取り組み

3) 事業継続マネジメント (BCM) 迅速な判断/行動を実現する体制再整備

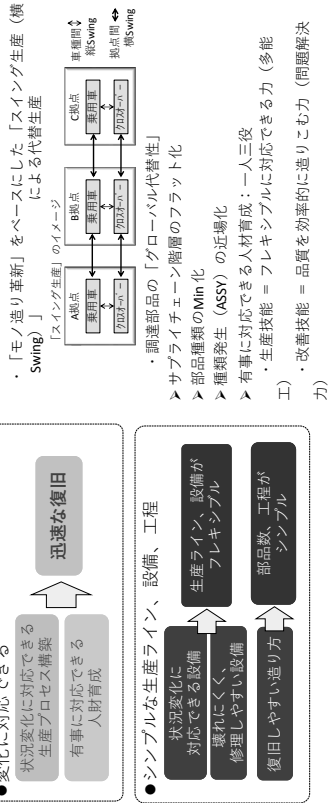
●操業判断基準の明確化



4. マツダでの取り組み

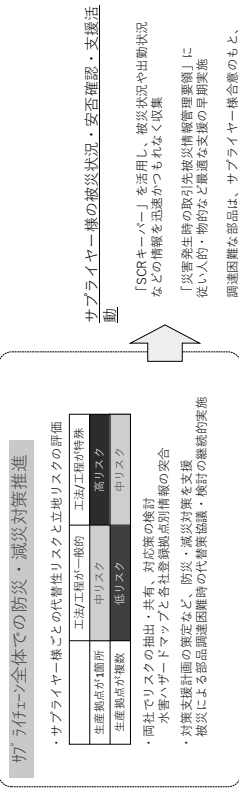
3) 事業継続マネジメント (BCM) 迅速な生産復旧に対する平時の備え

●変化に対応できる



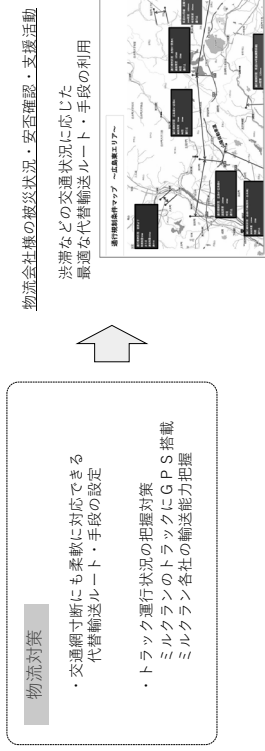
4. マツダでの取り組み

- 3) 事業継続マネジメント (BCM) ▶ 迅速な生産復旧に対する平時の備え
▶ 災害発生後の速やかな対応



4. マツダでの取り組み

- 3) 事業継続マネジメント (BCM) ▶ 迅速な生産復旧に対する平時の備え
▶ 災害発生後の速やかな対応



5. まとめ

- ▶ 災害発生後の『速やかな対応』『迅速な生産復旧』には、平時の備えが重要
- ▶ 体制があるだけでは、イザというとき動けない
 - ・ 経験、気づき等を積み上げ標準化。次に繋げることが重要
- ▶ KEYとなる活動は『情報収集』と『情報伝達』
 - ・ 操業判断に必要な情報は何か？操業可とする判断基準は？
 - ・ 集まった『点の情報』を、いかに『面の情報』に繋げていくか
 - ・ 集まった情報の共有には、知りたい人が確認できる状況をつくること
 - ・ 決定事項のコミュニケーション方法/手段の確保
- ▶ 一人ひとりが判断し、行動できる。個人の力が求められる

6. 今後の課題

- ▶ BCPは、一企業で考えられるものではなく、地域、サプライヤー、JR等の交通機関など、あらゆる関係先の状況を見極め活動すること
 - 平時からのネットワーク構築と、共創活動の推進
- ▶ 個人の対応力（判断して行動する力）の向上
 - 継続的な教育・訓練の実施
- ▶ 過去取り組んできたことは、その時点では最善策
 - 一方で、環境変化や時代の変化で、その対策がそぐわなくなる場合もある
 - 変化を読み・リスクを再直し、継続的な計画修正が必要
 - 計画に基づく実践と評価・改善のPDCAを廻す
 - そのための仕組みづくり

ご清聴有難う御座いまし
た



〔行政施策紹介〕

中小企業の事業継続計画について
～事業継続力強化計画認定制度のご紹介～

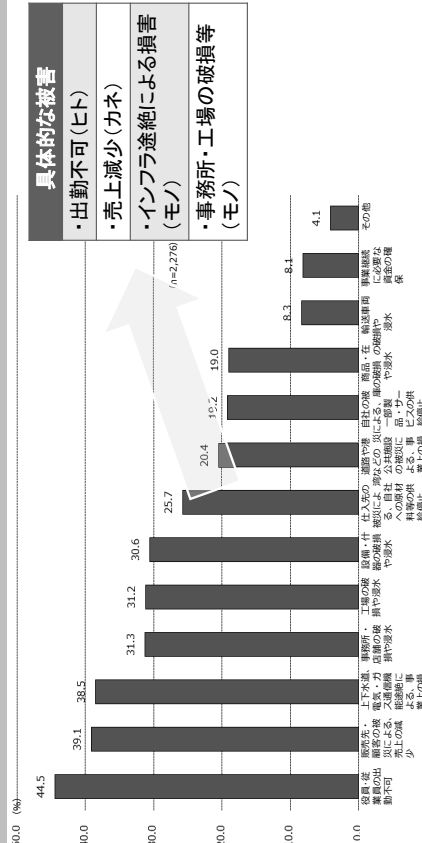
中国経済産業局
産業部 中小企業課

中小企業の事業継続計画について ～事業継続力強化計画認定制度のご紹介～

令和4年11月1日
中国経済産業局 産業部 中小企業課

自然災害がもたらす中小企業の被害

- 自然災害で被災企業が受けた具体的な被害は、出勤停止・売れ減少・インフラ途絶による損害・建物の破損や浸水が主にあげられる。

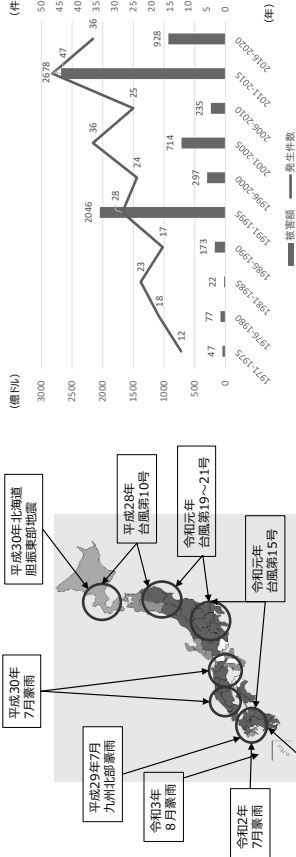


出典：中小企業庁「2019年版 中小企業白書」より一部加工
 調査：中国経済産業局「中小企業被害調査」(2021年10月)
 (注) 1. 被害を受けた企業は、被害を受けた企業に限定して調査している。
 2. 被害を受けた企業は、被害を受けた企業に限定して調査している。
 3. 被害を受けた企業は、被害を受けた企業に限定して調査している。

災害の発生状況について (全国で発生する自然災害等)

- 自然災害は全国どこでも起こりうるものであり、近年は災害が頻発・激甚化する傾向が顕著。
- このようなか、事前の防災・減災対策は、業種・規模等を問わず、全事業者が取り組むべき重要な課題。

【我が国の自然災害発生件数及び被害額の推移】

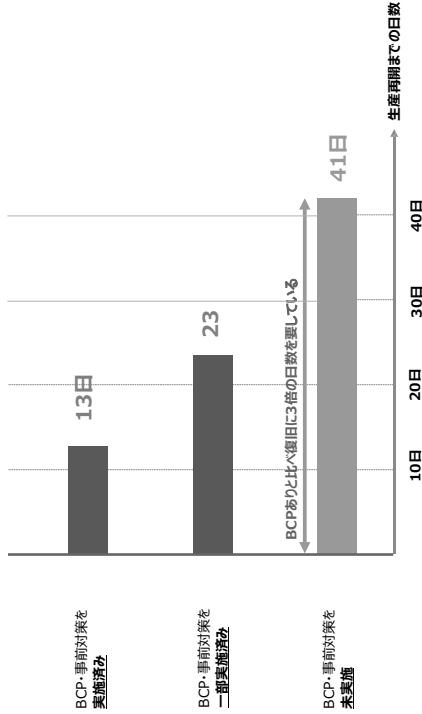


※ 赤の地域は本震災害が発生した地域
 ※ 緑の地域は高震災害が発生した地域
 ※ 青の地域は高震災害が発生した地域
 ※ 黄の地域は高震災害が発生した地域
 (本震・高震災害発生地域を除く)

資料：ルーパン・カドワリ大学疫学研究所災害データベース (EM-DAT) より中小企業庁作成
 (注) 1. 1971年～2020年の自然災害による被害額を集計している
 2. EM-DATでは死者が10人以上、被災者が100人以上、緊急事態宣言の発令、1000人以上の避難者を出発する事象を1件として集計している。

事前対策と復旧時間

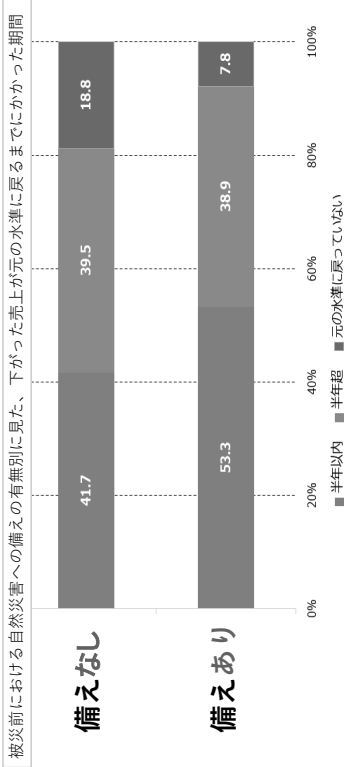
- 事前にBCP (事業継続力強化) 対策を行っていた企業が早期に復旧する傾向。



出典：中小企業庁「2019年版 中小企業白書」(平成31年1月)

事前対策の効果と重要性

- 被災前に自然災害への備えをしていた場合、備えをしていなかった場合に比べて、下がった売り上げが元の水準に戻るの早い。



被災前における自然災害への備えの有無別に見た、下がった売上が元の水準に戻るまでにかかった期間

資料：三菱UFJリサーチ＆コンサルティング（株）「中小企業の災害対応に関する調査」(2018年12月)

(注) 1. 調査3か月後において、被災前と比較して売上が減少した者を集計している。
 2. 売上が元の水準に戻るまでの期間について、1. 3か月以内、2. 3か月以内、1. 1か月以内、1. 半年以内、1. 半年以内の項目を「半年以内」とし、「1年以内」、
 「3年以内」、「5年以上」として集計している。
 4. 被災以前に、自然災害への備えが行っていた場合には、被災前と被災後の間に取組の差と、被災後においても取組が継続している者を集計する。

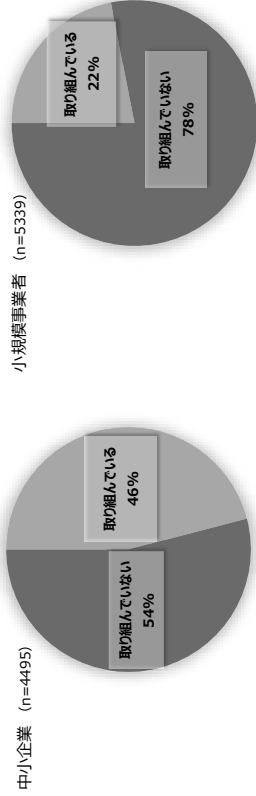
出典：中小企業庁「2019年版「中小企業白書」より一部加工

4

事前対策の必要性について (1)

- 私有財産の保護、復旧は自助が原則。
- 防災・減災対策は、物理的な対策や手順の設定、リスクファイナンスの準備等の事前の備えをいかに行うかが極めて重要。
- しかし、**具体的な対策に取り組んでいる中小企業はまだ少ないのが現状。**

自然災害に対し具体的な対策に取り組んでいる中小企業の割合

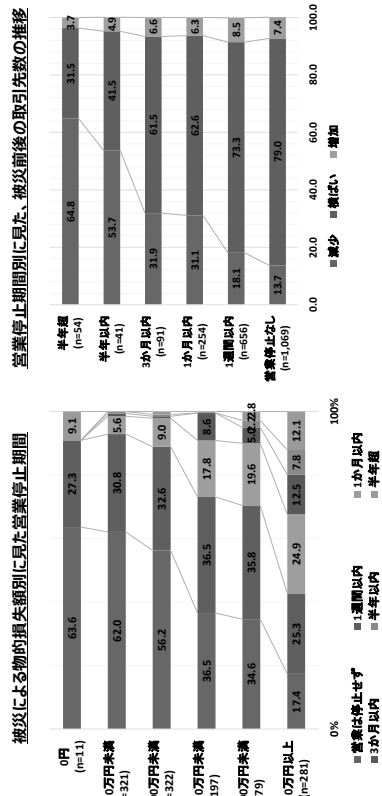


(出所) 三菱UFJリサーチ＆コンサルティング（株） 中小企業の災害対応に関する調査 (2018年12月)

5

事前対策の必要性について (2)

- 被災の規模が大きいが営業停止期間が長期化する傾向にあり、**営業停止期間が長期化すれば、中小企業は取引先が減少する傾向がある。**
- 地域やサプライチェーンの重要な役割を担う中小企業が、事前の防災・減災対策の取組を請うことは、**地域やサプライチェーンの機能の維持に繋がる。**



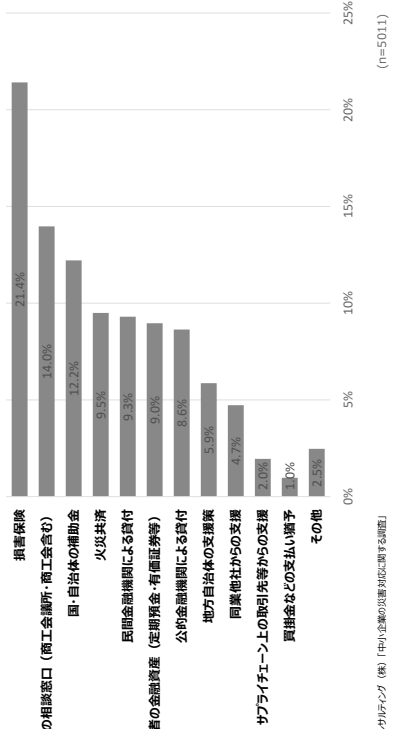
出典：中小企業の災害対応に関する調査 (2018年)

6

事前対策の必要性について (3)

- 被災した企業が、復旧・復興に際して最も役に立ったものは**損害保険**。
- そのほかに、公的機関の相談窓口など自治体による支援や、金融機関による貸付、取引のある企業や同業他社による支援など、中小企業を取り巻く関係者による支援が、被災企業の復旧・復興に貢献している。

被災した企業が、復旧・復興する際に最も役に立ったもの



(出所) 三菱UFJリサーチ＆コンサルティング（株）「中小企業の災害対応に関する調査」

7

事業継続計画（BCP）について

- BCP（事業継続計画）とは、企業が自然災害、大規模火災、テロ攻撃などの緊急事態に遭遇した場合において、事業資産の損害を最小限にとどめつつ、中核となる事業の継続あるいは早期復旧を可能とするために、特定された重要業務が中断しないこと、また万一事業活動が中断した場合に目標復旧時間内に重要な機能を再開させ、業務中断に伴う顧客取引の混乱・他社への流出、マーケティングの低下、企業評価の低下などから企業を守るための平常時に「行わべき活動」や緊急時における事業継続のための方法、手段などを取り決めておく計画のことです。

【全業種向けガイドライン】

内閣府：「事業継続ガイドライン - あらゆる危機的事象を乗り越えるための戦略と対応 -」（令和3年4月）
https://www.bousai.go.jp/_kyoiku/kiqyou/keizoku/pdf/guideline202104.pdf

【業種別ガイドライン】

https://www.bousai.go.jp/_kyoiku/kiqyou/keizoku/sk.html（参照）

【中小企業向けガイドライン】

中小企業庁：「中小企業BCP策定運用指針～緊急事態を生き抜くために～」
<https://www.chusho.meti.go.jp/bcp/index.html>

8

事業継続計画（BCP）について（中小企業BCP策定運用指針）

中小企業BCP策定運用指針

～緊急事態を生き抜くために～

この指針は、中小企業へのBCP（緊急時企業存続計画）の普及を促進することを目的として、中小企業関係者や有識者の意見を踏まえて策定された。中小企業の特徴や業種に基づいたBCPの策定及び継続的な運用の具体的な方法が、わかりやすく説明されています。

中小企業BCP策定運用指針

この指針は、中小企業へのBCP（緊急時企業存続計画）の普及を促進することを目的として、中小企業関係者や有識者の意見を踏まえて策定された。中小企業の特徴や業種に基づいたBCPの策定及び継続的な運用の具体的な方法が、わかりやすく説明されています。

指針の公開趣意

詳しくは こちら

利用方法

- 初めて利用される方は、ご自身の利用方法をご覧ください。
- 2回目以降の方は、直接コースを選択して作業してください。

入門コース

基本コース

中級コース

上級コース

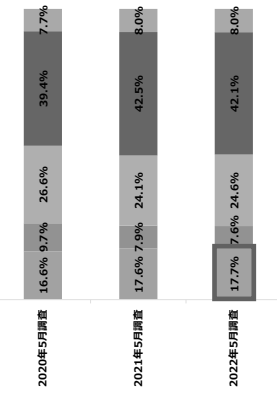


9

事業継続計画（BCP）について（策定状況、策定率）

- BCPの策定率は17.7%。「策定中」、「策定検討中」まで含めれば、半数程度であるが、策定率は横ばい。
- 中小企業の策定率は14.7%にとどまる。

事業継続計画（BCP）の策定状況



■策定済 ■策定中 ■策定を検討している ■策定していない ■分からない

（出典）（株）国策データバンク TEIKOKU NEWS (2022/06/20)

10

事業継続計画（BCP）について（策定の効果、策定していない理由）

- BCPを策定した企業では「従業員のリスクに対する意識向上」、「業務の定型化、マニュアル化が進んだ」、「事業の優先順位が明確になった」との回答が多い。
- 一方、BCPを策定しない理由としては「スキル、ノウハウがない」、「策定する人材の不足」、「書類作りで終わってしまい、実践的に使える計画にすることが難しい」といった回答が多い。

BCPを策定したことによる効果（複数回答）

	2022年5月	2021年5月
1 従業員のリスクに対する意識が向上した	51.7	51.6
2 業務の定型化・マニュアル化が進んだ	31.8	30.0
3 事業の優先順位が明確になった	30.9	31.4
4 業務の改善・効率化につながった	25.3	24.8
5 取引先からの信頼が高まった	21.0	16.6
6 業務の標準化による運用の統一が図られた	9.3	10.4
7 迅速な対応が可能になった	6.2	6.1
8 在庫の適正化につながった	4.4	3.8
9 迅速なコスト削減につながった	2.4	1.4
10 顧客が拡大した	2.0	1.1
その他	7.2	5.7

BCPを策定していない理由（複数回答）

	2022年5月	2021年5月
1 策定に必要なスキル・ノウハウがない	31.1	31.4
2 策定する人材を確保できない	31.1	37.6
3 準備が完了して終わってしまい、実際に使えない	26.1	31.3
4 策定する時間を確保できない	25.8	31.8
5 自社のみ策定しても効果的だと思えない	24.1	18.6
6 必要性を認めていない	21.2	16.8
7 具体的な業務内容が不明確	17.0	19.9
8 策定する費用が大きい	12.7	9.8
9 方針・手順等に決まらずに現場で対応している	5.2	3.8
10 策定に際しては公的機関の相談窓口が分からない	2.8	2.0
11 策定に際しては公的機関の相談窓口が分からない	2.3	1.6
その他	3.7	4.3

（出典）（株）国策データバンク TEIKOKU NEWS (2022/06/20)

11

事業継続力強化計画について

- 中小企業のBCP策定を促進するため、中小企業が行う**防災・減災・事前対策に関する計画**を**経済産業大臣が認定する制度**。
- 認定を受けた事業者は、**税制措置**や**金融支援**等の支援策の活用が可能。

計画認定スキーム

**中小企業
小規模事業者**
※協力者として、大企業や
経済団体等も参加可能

- ①計画策定・申請
- ②認定

**経済産業大臣
(地方経済産業局)**

【計画の種類】

- **事業継続力強化計画**
中小企業、小規模事業者が単独、または、協力者の協力の下で実施する計画
- **連携事業継続力強化計画**
2 業以上の中、小企業、小規模事業者が他の中小企業等や大企業や経済団体等と連携の下で実施する計画

【**事業継続力強化計画（中小企業庁HP）**】
<https://www.chusho.meti.go.jp/keei/antei/bousai/keizokuryoku.htm>

事業継続力強化計画の記載項目

- 防災時の初動対応手順（安否確認、被害の確認・発信手順等）
 - ヒト、モノ、カネ、情報を災害から守るための具体的な対策
 - 計画の推進体制（経営層のコミットメント）
 - 訓練実施、計画の見直し等、取組の実効性を確保する取組
- 認定を受けた事業者に対する支援**
- **防災・減災設備導入に対する税制措置**
 - 低利融資、信用枠拡大等の金融支援
 - 補助金（ものづくり補助金）採択時の加算措置
 - 認定事業者によるロゴマーク使用



12

事業継続力強化計画（BCP）との比較

事業継続力の獲得と向上（目指す姿）

- ①自然災害等の脅威発生時の甚大被害発生確率減少
- ②被害発生時の迅速な対応行動の実現
- ③甚大被害発生時にも復旧可能な財務体質や支援体制の確保
- ④現実的な継続的改善のプロセスの定着

事業継続計画（BCP）

- ①重要業務と目標復旧時間の決定（ただし必要に応じて）
- ②事業継続戦略（復旧・代替・お互い様など）
- ③業務復旧・再開対応体制と再開プロセスの明確化
- ④継続的改善プロセスの明確化と訓練計画策定

事業継続力強化計画（認定対象）

- ①事業継続力強化の必要性の認識
- ②脅威と発生時の被害発生時の認識
- ③必要な事前対策（防災＋事業継続、訓練の実施を含む）の抽出と実施計画策定
- ④初動対応体制と行動プロセスの明確化（人命安全確保～被害状況把握～顧客報告）

（出典）中小企業庁

13

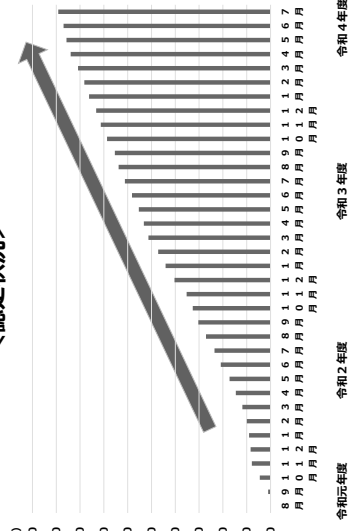
事業継続力強化計画について（認定状況）

- 令和元年7月に中小企業強靱化法を施行。これまで**4万件**を超える**事業継続力強化計画**を認定。このうち、**複数の事業者が連携して取り組む連携事業継続力強化計画の認定数は536件**。
- 今後計画のさらなる普及啓発を行い、**防災・減災意識の底上げ**を図る。

<地域別認定状況>

・北海道：1,567件
 ・東北：1,811件
 ・関東：16,760件
 ・中部：6,483件
 ・近畿：8,926件
 ・中国：2,952件
 ・四国：1,682件
 ・九州：4,113件
 ・沖縄県：320件
合計：44,614件
 （令和4年7月末時点）

<認定状況>



14

事業継続力強化計画について（申請書様式（表紙を除いて4頁））

(表紙)

事業継続力強化計画
 1. 名称
 事業者の氏名、又は名称
 代表者の役職及び氏名
 認定申請は出願の種別
 法人番号
 認定年月日

2. 事業継続力強化の目的
 社内の事業活動の概要
 事業継続力強化の目的
 事業活動に支障を及ぼす
 自然災害等の想定
 リスク想定
 (人員に関する影響)
 (建物・設備に関する影響)
 (顧客・取引先に関する影響)
 (債権に関する影響)
 (その他に関する影響)

3. 事業継続力強化の内容
 (1) 自然災害等の発生した際に発生する被害の軽減
 項目
 防災計画の内容
 事業計画の内容
 1 人命の安全確保
 2 重要業務の緊急時対応の確保
 3 事業継続の円滑な実施
 4 その他
 発災時の対応

(2) 事業継続力強化による被害の軽減
 A 自然災害発生時の被害軽減
 B 事業継続力強化による被害の軽減
 C 事業継続力強化による被害の軽減
 D 事業継続力強化による被害の軽減
 対策・取組

15

【参考】金融支援②（信用保証枠の拡大）

- 事業継続力強化計画の認定を受けた事業者は、事業継続力強化計画の実行にあたり、民間金融機関から融資を受ける際、**信用保証協会による信用保証のうち、普通保険等とは別枠での追加保証や保証枠の拡大が受け取ることが可能。**

保証限度額

保証限度額	通常枠	別枠
普通保険	2億円（組合4億円）	2億円（組合4億円）
無担保保険	8,000万円	8,000万円
特別小口保険	2,000万円	2,000万円
新事業開拓保険	2億円⇒3億円（組合4億円⇒6億円）（保証枠の拡大）	
海外投資関係保険	2億円⇒4億円（組合4億円⇒6億円）（保証枠の拡大）	

※事業継続力強化計画の認定を受けた事業者が必ずしも保証枠の拡大を受けられるというものではありません。別途、信用保証協会内での審査を受けることが必要となります。
信用保証協会の金融支援を受けするためには、事業継続力強化計画の申請様式の「3（2）事業継続力強化に関する対策及び取組 B事業継続力強化に資する設備、機器及び装置の導入に、金融支援を受けける予定の設備について、その設備の必要性、金融機関から融資を受ける旨を記載する必要があります。
また、「5 事業継続力強化を実施するために必要な資金の額及びその調達方法」について、必要事項を記載する必要があります。

20

【参考】税制措置（中小企業防災・減災投資促進税制）

- 「中小企業・小規模事業者強靱化（レジリエンス）の一環として、**防災・減災関連の設備投資を加速化**するため、平成31年度に**中小企業防災・減災投資促進税制**を創設。
- 中小企業による自然災害等に対する事前対策の強化に向けた設備投資を後押しするため、**令和3年度税制改正において対象設備を追加した上で、適用期限を延長。**

【税制の概要】

- 対象者**：令和5年3月31までの2年間に自然災害等に対する防災・減災対策としてとりまとめた「事業継続力強化計画」等の認定を受けた中小企業者
- 支援措置**：特別償却20%（令和5年4月1日以降に取得等をする資産は18%）
- 対象設備**：「事業継続力強化計画」等の認定を受けた日から1年以内に取得等をする以下の設備
 - ー機械装置（100万円以上）；
 - 自家発電設備、排水ポンプ、制震・免震装置、浄水装置、揚水ポンプ等（これらと同等に、自然災害の発生が事業活動に与える影響の軽減に資するものを含む。）
 - ー器具備品（30万円以上）；
 - 自然災害等の発生が事業活動に与える影響の軽減に資する全ての設備、感染予防等のために取得等をするカーモグラフィー
 - ー建物附属設備（60万円以上）；
 - 自家発電設備、キュービクル式高圧変電設備、変圧器、配電設備、電力供給自動制御システム、照明設備、貯水タンク、浄水装置、排水ポンプ、揚水ポンプ、格納式避難設備、止水板、制震・免震装置、防水シッター、無停電電源装置（UPS）（これらと同等に、自然災害の発生が事業活動に与える影響の軽減に資するものを含む。）

※1 器具備品とは、本税制の特典対象とはしませんが、取得等をするものも含む。
※2 ここでは機器類等の火災保険額、ソフトウェア、電気設備、非常用照明及びUPS等は対象外となる。

21

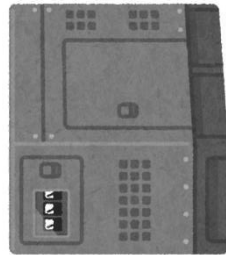


【参考】税制措置の活用イメージ

- 認定を受けた**事業継続力強化計画**に基づき、一定の設備を**新規取得した場合**、以下のイメージで税制優遇を活用できます。**止水板や、排水ポンプ等幅広い設備**に利用ができる税制。

＜例＞1,200万円の機械装置（自家発電設備）を購入した場合＞

- 業種：製造業
- 資本金：3,000万円
- 従業員数：150人



取得価額1,200万円の自家発電設備（機械装置）を購入した場合

事業継続力強化計画の認定を取得し、特別償却20%を利用する場合（導入初年度）

- ・特別償却（20%）を使用すると、
1,200万円 × 20%（特別償却）× 23.2%（法人税率）= 55.7万円
- ・導入した年度に、**約56万円の課税の繰り延べ効果**が得られる。

22

事業継続力の強化に取り組む中小企業の事例

- 事業継続力強化に向けた取組のベースは、**ハザードマップの確認とそれを踏まえた計画の策定。**
- 被災時の早期復旧を目指し、想定される災害リスクをカバーする保険に加入。

＜ハザードマップ確認の重要性＞

- ・所在地：福岡県久留米市
- ・業種：製造業
- ・資本金：1,000万円
- ・従業員数：24名
- 鎮物の建物が専門工場所在地は、ハザードマップ上3～5mの洪水が予測されていたため、2012年3月にBCPを作成。
- BCの作成に当たり、火災降時の水災の特約加入するとともに、止水板や排水ポンプを導入。
- 2020年7月豪雨において、工場前の道路が0.6m浸水するも、排水ポンプを活用し、被害を最小限に抑えることができた。



＜保険加入の重要性①＞

- ・所在地：福岡県柳川市
- ・業種：製造業
- ・資本金：3,850万円
- ・従業員数：54名
- 銅板切斷や精密板金加工メーカー。2012年1月に取引先からの要請を受け、BCPを策定。この過程で、工場や機械に水災特約を付保。
- 同年7月に発生した九州北部豪雨において最大の被害が発生したが、1.7億円の保険金支払により、早期の復旧を実現。



＜保険加入の重要性②＞

- ・所在地：静岡県浜松市
- ・業種：製造業
- ・資本金：7,000万円
- ・従業員数：7名
- 電気分解技術を活用した製品開発が専門。
- 南海トラフ地震を想定し、地震に対するBCPを作成し、停電に備える発電機を導入。
- BCP策定をきっかけに、建物以外の財物など、備前国後員を導入するとともに、前年度を期した耐震等設備に投資。
- インプットの停止等で従業員が仕立てできない場合を想定し、在宅勤務の環境を整備する。

出典：中小企業庁「中小企業政策推進会議制度設計ワーキンググループ」（2020年）

23

連携事業継続力の強化に取り組む中小企業の事例

- 自然災害等においては、点（自社単独）ではなく面（地域）で被災するため、大企業を含む複数の事業者において連携し、事業継続力の強化に取り組む事業者が存在。該様はサプライチェーン上の垂直的な連携や、組合等による水平的な連携などがある。
- 連携の取組内容として、有事の際の代替生産が有効。連携事業者のいずれかにおいて被災した場合に、復旧せずとも事業の継続を図るために人員・設備の融通などの連携を実施する。

<人員融通等を通じた連携>

・所 在：静岡県豊田市
 ・業 種：製造業
 ・資本金：7,000万円
 ・従業員数：330名
 ・連携企業数：5名
 ・サプライチェーン型の垂直連携

① 代替生産による生産継続
 被災事業者の代替生産
 被災事業者が所属している組合へ
 代替生産を依頼

② 人員融通による復旧支援
 被災事業者が所属している組合へ
 企業間の復旧支援（貸借対当表）

自動車部品製造のサプライチェーンのTier1企業が、Tier2企業2社、Tier3企業2社と連携して地震、水害に対応する計画を作成。災害時における人手不足の対応策として、連携事業者間において人員の融通を図るために、平時において従業員のスキルマップを作成し、共有。

更に、建物・設備が利用できない状況を想定し、代替生産による生産継続のスキームを構築。そのため、共通化し、代替可能な設備・原材料の強み出しを行った上で設備・原材料リストを作成し、連携事業者間での共有を実施する。

<地域を跨いだ連携（相互対応）>

・所 在：東海北陸地域、業 種：事業協同組合
 ・連携組合数：7者（参画企業数：145社）
 ・組合型の水平連携

トヨタ自動車部品製造の被災現場

相互対応

東海・北陸地域（富山県、石川県、福井県、岐阜県、静岡県、愛知県、三重県）のオート工業組合が、南海トラフ地震などの災害発生時に相互に連携し、事業継続や早期復旧に取り組むため、計画を作成（同時に、連携協定を締結）。

災害発生時に緊急支援物資となるコンテナの業界団体が相互に連携することで、事業継続や早期復旧を目指す。

① 被災地域の災害復旧支援
 ② 応援人員の派遣
 ③ 非常用電源、非常用電源、燃料等の相互提供
 施設や設備の融通、援助物資の搬送
 ④ 災害発生時のアット生産等の代替

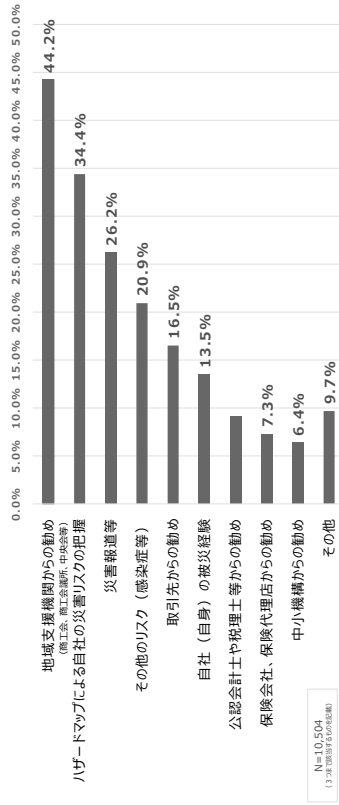
① 南海トラフ地震、北陸地域での災害 <応援内容の例>
 ② 応援人員の派遣
 ③ 非常用電源、非常用電源、燃料等の相互提供
 施設や設備の融通、援助物資の搬送
 ④ 災害発生時のアット生産等の代替

24

アンケート調査事業①（計画策定のきっかけ）

- 「地域支援機関からの勧め」がトップであり、これら支援機関による働き掛けが大きく寄与。
- 「ハザードマップによる自社の災害リスクの把握」、「災害報道等」も回答した者も多く、災害リスク情報を接することをきっかけに計画を策定している者も存在。

Q：計画策定のきっかけとなったことはなんですか？



【出典】「事業継続力強化計画認定事業者に対するフォローアップ調査に係る業務報告書」

26

アンケート調査事業（概要）

- 認定事業者の実態やニーズ、認定後の取組等を把握するべく、アンケート調査を約1万5千者に実施。

<アンケート概要>

令和3年3月末までの認定事業者（計15,716者）
 ※「事業継続力強化計画」、「連携事業継続力強化計画」の認定事業者

- ① 郵送でのアンケート票提出による回答
- ② アンケート票の電子データの提出による回答
- ③ Webによる回答

令和3年9月10日～11月10日

5,528者 / 15,716者（回答率：35.2%）

中小機構（委託先：株式会社富士通総研）

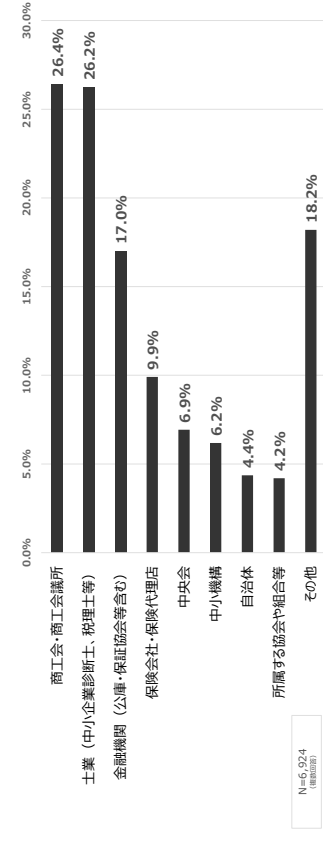
※事業継続力強化計画認定事業者に対するフォローアップ調査に係る業務

25

アンケート調査事業②（活用した支援機関）

- 計画策定にあたって、「保険会社・保険代理店」を活用したと回答した者は約10%存在。
- 「商工会・商工会議所」、「土業」、「金融機関」等、多くの事業者が各地に存在する身近な支援機関を活用している。

Q：計画を策定する上での支援機関を活用しましたか？



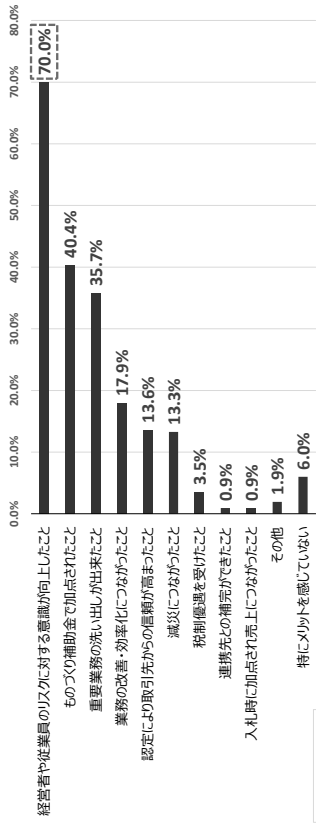
【出典】「事業継続力強化計画認定事業者に対するフォローアップ調査に係る業務報告書」

27

アンケート調査事業③（計画策定のメリット）

- 「経営者や従業員のリスクに対する意識が向上したこと」がトップ。その他、「重要業務の洗い出しが出来たこと」、「業務の改善・効率化につながったこと」、「認定により取引先からの信頼が高まったこと」のように、経営上のメリットを評価する声も存在。

Q：計画の策定や認定取得を通じて感じたメリットはなんですか？



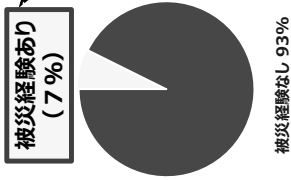
N=1,764
(3,270事業者のうち1,764名回答)

【出典】事業継続力強化計画認定事業者に対するフォローアップ調査に係る業務報告書

アンケート調査事業④（被災時における実効性）

- 被災経験がある認定事業者は「社内外への連絡がスムーズにできた」、「安全確認がスムーズにできた」と評価。計画策定が、有事の際における円滑な行動に結びついている実態が認められる。（ソフト面・スキル面で事業継続力強化につながっている）
- 「設備やデータのバックアップ等を予め整備すること」で被害を軽減することができたとの評価も一定数存在し、事業継続力強化設備による減災効果が認められる。

Q：策定後、被災経験はありますか？



N=5,528

Q：事業活動への被害軽減につながりましたか？

- ◆ 地震の際、従業員及びその家族等の安全確認がスムーズに行えた。更に、被害状況について速やかにホームページ上で発表することで、サブライチエーションの関係で、生産活動の混乱を避けられた。
- ◆ 豪雨と落雷により停電が発生し、電気機器が停止。計画策定時に自家発電機の使用について速やかにホームページ上で発表するため、計画通り対応。最大限の機能を発揮させることができた。
- ◆ データのバックアップや雷雨時の浸水に備えた事務所レイアウト変更、入口浸水対策等により、その後の数回の豪雨時に大きな被害を防ぐことができた。
- ◆ 従業員が感染症の濃厚接触者と特定され、急遽自宅待機となったが、事業継続に向け速やかな情報共有化やメンバー間の取組を行ったことで、在宅状態での業務が可能となり、事業を安定して継続させた。

【出典】事業継続力強化計画認定事業者に対するフォローアップ調査に係る業務報告書

令和4年度中小企業強靱化対策事業について

- 令和4年度は、「知る」、「作る」、「改善する」の観点から中小企業の自然災害等への事前対策の取組を強力に後押し。
- 専門家による計画策定支援や、シンポジウム・ポータルサイトを通じた普及啓発を実施。

知る

中小企業強靱化シンポジウム
普及啓発セミナー
普及啓発コンテンツ制作
メディア広報

■ 中小企業強靱化シンポジウム
令和4年度は、普及啓発のためのランボジウムを激震災害被災地域からオンライン併用により開催。計画を策定した事例を参加事業者・支援機関に対して発信することで普及啓発を図る。

■ 普及啓発セミナー
認定制度の普及啓発のためのセミナーを月2回程度実施。事業者向けのほか、支援者向けのセミナーも併せて実施し、支援人材の育成を図る。

■ コンテンツ制作・配信
「強靱化支援ポータルサイト」の充実を図るべく、好事例や事前対策のメリット等計画策定を一層訴求するコンテンツを整備し、普及啓発を強化。

作る

計画策定ハンズオン支援

■ 計画策定ハンズオン支援
事前対策の専門家を無料で派遣し、事業継続力強化計画等の策定に向けたハンズオン支援を実施。計画の実施期間が満了する場合には再度の申請に係るフォローアップを行う。

改善する

フォローアップ調査

■ 認定事業者に対する支援策等に関する調査
認定事業者への調査を実施。規制における取組や利用実態を分析すると共に、防災設備投資を行ったことによる好事例を収集する。

【参考】パンフレット・ポータルサイト

- 令和4年度は、広報パンフレットの作成や、ポータルサイトの作成等を通じて、一層の普及啓発を実施。ポータルサイトにおいて、事業継続力強化計画を積極的に活用している代理店の取組を取材、紹介している。

＜広報パンフレット＞



＜中小企業強靱化支援ポータルサイト＞

<https://www.smb.go.jp/smbz/ehhancemenu/kyouinutsu/index.html>



- 自然災害は全国どこでも起こりうるものであり、近年は災害が頻発・激甚化する傾向が顕著であり、BCP策定など、事前の防災・減災対策は、業種・規模等を問わず重要です。
- 事業継続力強化計画は、BCP策定のはじめの一歩です。

ご清聴いただきありがとうございます。

〔事例発表Ⅰ〕

地域冷暖房センターのBCP対応について

東京ガスエンジニアリングソリューションズ(株)

志賀 浩一

地域冷暖房センターのBCP対応について

第60回全日本ボイラー大会

2022年11月11日

志賀 浩一

東京ガスエンジニアリングソリューションズ株式会社

2018.04.01

誰もしない、に挑む。



発表内容

誰もしない、に挑む。 TGES

1. はじめに
2. 会社概要
3. 地域冷暖房と蒸気ボイラについて
4. 事業継続計画(BCP対応)について
 - (1) BCP概要説明
 - (2) 前提条件
 - (3) BCP対応の事例紹介
5. おわりに

©Tokyo Gas Engineering Solutions Corporation 2

1. はじめに

当社では、ボイラで発生した蒸気を利用し、お客様へ冷暖房などの熱を供給しております。拠点により用途は異なるが、重要なエネルギーとして24時間365日安定操業を指して供給しています。

事業継続計画の概要を含め、当社の代表的な拠点である、操業開始から50年を経過した「新宿地域冷暖房センター」の設備更新時にBCPを強化した内容を発表します。

誰もしない、に挑む。 TGES

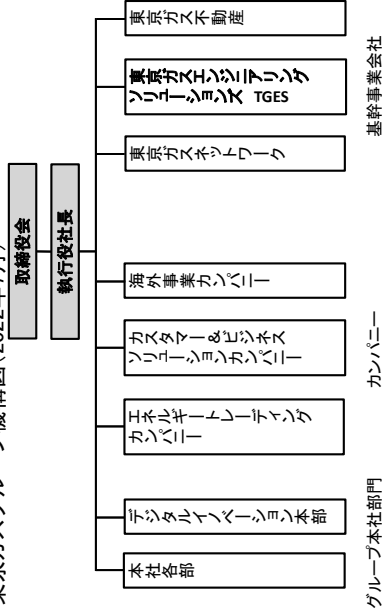
誰もしない、に挑む。 TGES

©Tokyo Gas Engineering Solutions Corporation 3

発表内容

誰もしない、に挑む。 TGES

東京ガスグループ機構図(2022年7月)



グループ本社部門

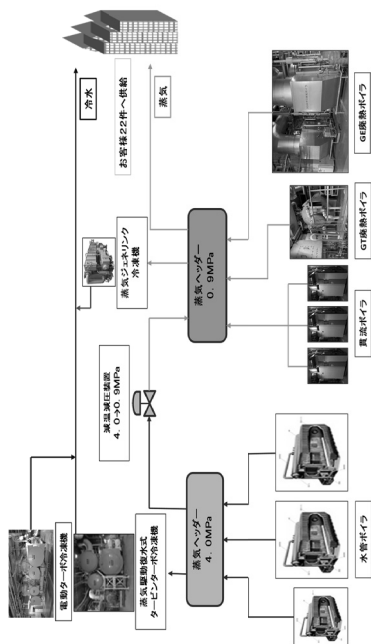
カンバンII

基幹事業会社

©Tokyo Gas Engineering Solutions Corporation 4

3. 地域冷暖房センターとボイラについて

新館地域冷暖房センター 概略図



© The Gas Engineering Solutions Corporation 9

3. 地域冷暖房センターとボイラについて

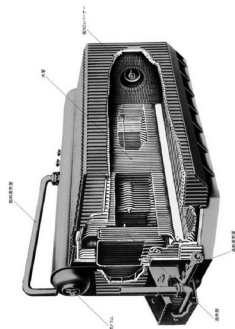
誰もできない、に挑む。



水管ボイラ(1~3B)



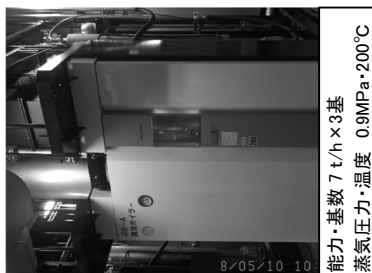
能力・基数 60 t/h×2基+30 t/h×1基
蒸気圧力・温度 4MPa・400°C



© The Gas Engineering Solutions Corporation 10

3. 地域冷暖房センターとボイラについて

貫流ボイラ(4B-ABC)



能力・基数 7 t/h×3基
蒸気圧力・温度 0.9MPa・200°C

8/05/10 10

3. 地域冷暖房センターとボイラについて

GT廃熱ボイラ



能力・基数 8.2 t/h×1基
蒸気圧力・温度 1.0MPa・200°C

© The Gas Engineering Solutions Corporation 11

3. 地域冷暖房センターとボイラについて

誰もできない、に挑む。



GE廃熱ボイラ



能力・基数 3.45 t/h×2基
蒸気圧力・温度 1.0MPa・200°C

© The Gas Engineering Solutions Corporation 12

4. 事業継続計画(BCP対応)について
(1)BCP概要説明

社会のニーズ

有事の際、エネルギー等の安定供給への期待
→高いレジリエンス性能の要求



4. 事業継続計画(BCP対応)について
(1)BCP概要説明

東京ガスグループ

→自立分散型エネルギーシステムを中心とした
地域エネルギーネットワークの実現に取り組み



4. 事業継続計画(BCP対応)について
(1)BCP概要説明

TGES地域エネルギー事業部

**事業継続計画
地震・津波(水害)**

1. 基本方針
2. 対象・前提
3. 被害想定
4. 初動行動
5. 復旧計画



事態対処マニュアル

- 地震編
- 津波(水害)

見直し・改訂

4. 事業継続計画(BCP対応)について
(2)前提条件

【想定リスク】

大規模自然災害

→大規模地震・水害(豪雨、洪水)などを想定

【経緯】

- 2011.3.11 東日本大震災
★大規模停電・計画停電
- 2022.3.16 福島県沖地震
★停電発生(東京都、千葉県、栃木県)
→→電力需給ひっ迫・停電リスクの高まり

【想定】地震による停電

4. 事業継続計画(BCP対応)について
(2)前提条件

誰もできない、に挨ひ、



© Fuyo Gas Engineering System Corporation 17

4. 事業継続計画(BCP対応)について
(2)前提条件

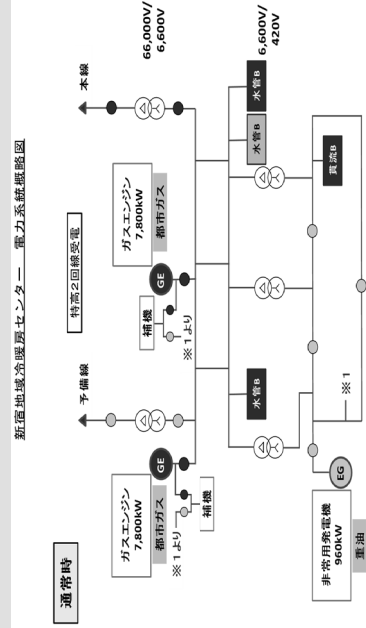
誰もできない、に挨ひ、



© Fuyo Gas Engineering System Corporation 18

4. 事業継続計画(BCP対応)について
(3)BCP対応の事例紹介

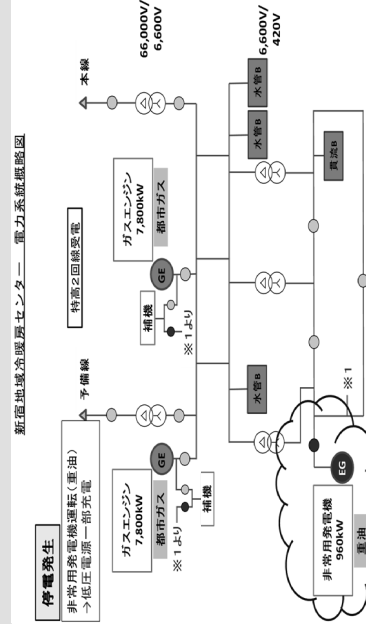
誰もできない、に挨ひ、



© Fuyo Gas Engineering System Corporation 19

4. 事業継続計画(BCP対応)について
(3)BCP対応の事例紹介

誰もできない、に挨ひ、



© Fuyo Gas Engineering System Corporation 20

4. 事業継続計画(BCP対応)について
(3)BCP対応の事例紹介

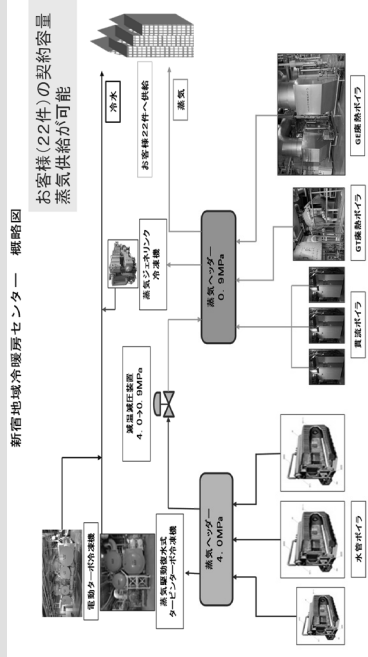
誰もできない、に挑む。 TGES



25

4. 事業継続計画(BCP対応)について
(3)BCP対応の事例紹介

誰もできない、に挑む。 TGES



©Toshiba Engineering Solutions Corporation 26

5. おわりに

誰もできない、に挑む。 TGES

- ・設備老朽によるトラブル、自然災害を経験
- ・お客様や社会のニーズの変化(BCP対応)
 - 設備更新計画に反映
 - BCP対応が可能なシステムを確立
 - 冷熱・温熱(蒸気)の供給が可能となった。

今後、日々の訓練と実体験を繰り返すことにより、より良いBCP対応手順としていきたい。

©Toshiba Engineering Solutions Corporation 27

誰もできない、に挑む。



©Toshiba Engineering Solutions Corporation

〔事例発表Ⅱ〕

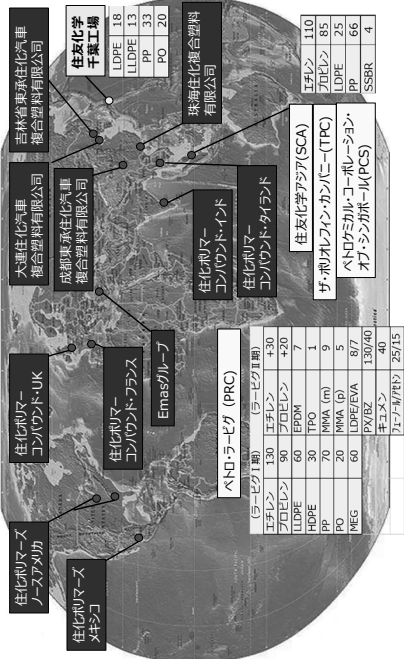
災害発生時における事業継続のための
ボイラー設備の早期復旧
ーボイラー燃料、副原料、用役の調達についてー

丸善石油化学(株)

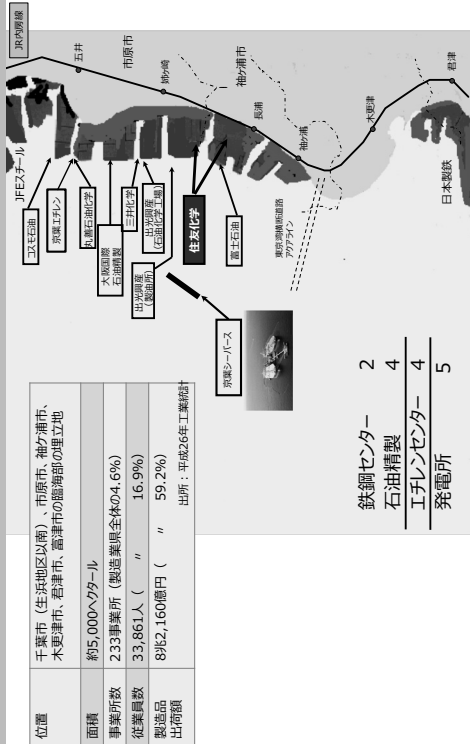
後藤 邦彦

住友化学(株) エッセンシャルケミカルズ事業の海外展開

※数字は主要拠点の生産能力(単位:千トン/年)

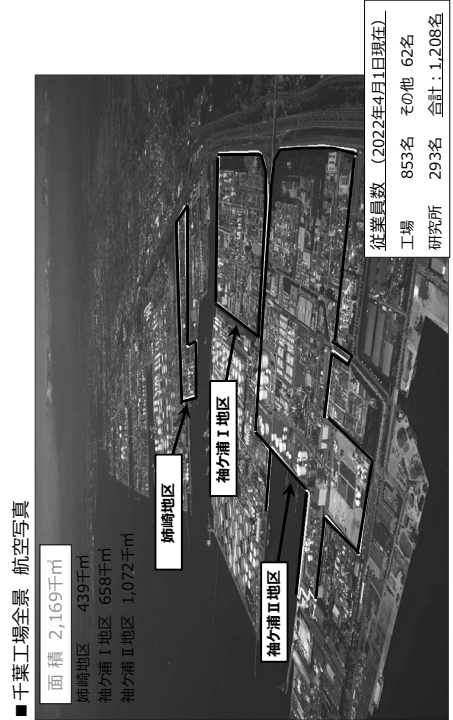


千葉工場の立地：京葉臨海コンビナートの概要



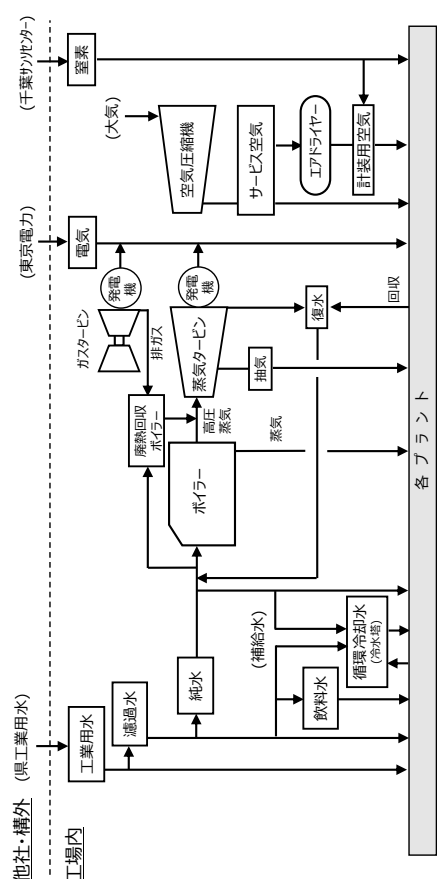
- 鉄鋼センター 2
- 石油精製 4
- エチレンセンター 4
- 発電所 5

千葉工場 姉崎地区/袖ヶ浦地区の概要



従業員数 (2022年4月1日現在)
工場 853名 その他 62名
研究所 293名 会社 1,208名

千葉工場 動力用役設備の概要



〔事例発表Ⅲ〕

BCP の取組について

富士石油(株)

布田 傳二

BCPの取り組みについて

2022年11月11日

富士石油株式会社

製造部 製造二課 布田 博二

発表内容

- ◆ 会社概要
- ◆ BCP策定
- ◆ BCP対応
- ◆ BCP訓練
- ◆ まとめ

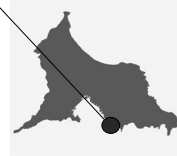
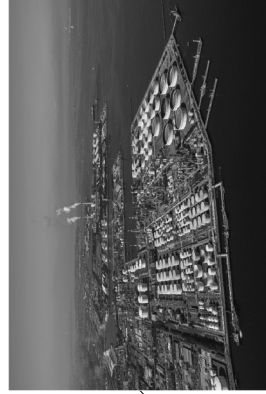
2

会社概要

会社概要

- 会社名 : 富士石油株式会社
- 創立 : 1964年4月
- 所在地 : (本社) 東京都品川区
(袖ヶ浦製油所) 千葉県袖ヶ浦市
- 資本金 : 245億円
- 売上高 (連結) : 4,853億円 (2022年3月期)
- 従業員数 (連結) : 701人 (2022年3月期)

袖ヶ浦製油所



3

BCP策定

> 石油連盟 危機管理専門委員会

- ・ 巨大地震等に対する石油会社のBCPガイドライン作成 (2013年12月末)



石油連盟加盟各社はBCPガイドラインに基づき、
2014年3月末までにBCPを作成する必要



富士石油は事業継続計画(BCP)を作成

4

BCP策定

BCPの目的

大規模地震等の危機に対する事前対策と対応手順を定めることにより、人命の安全確保を図り、より早期に事業を復旧し、事業継続することを目的に定めている。

6

BCP策定

富士石油BCP基本方針

※石油連盟が作成した「巨大地震等に対する石油会社のBCPガイドライン」に基づき作成

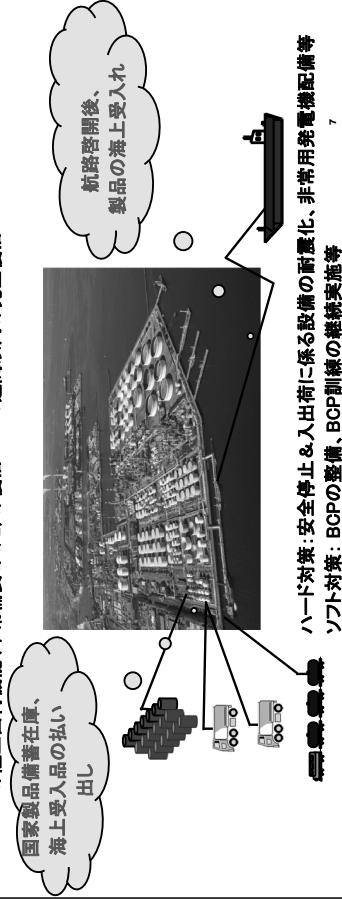
1. 従業員とその家族の安全確保(人命尊重)の最優先
 - ・従業員の安全に最大限の配慮を行い、生活に支障がないようにする
2. 事業の継続
 - ・石油備蓄法で定める「災害時石油供給連携計画」(以下、連携計画)、ならびに、石油備蓄法や石油需給適正化法に基づく政府の勧告・指示等にも対応することを念頭に、政府の災害対策との整合を最大限図る
 - ・当社神ヶ浦製油所(以下、製油所)において生産機能が停止しても最低限の石油供給機能を維持するために必要な設備強化や早期復旧策の事前準備を進める
 - ・出光興産グループ全体での協力的体制のもと、製油所から最終消費者への供給に至るまでの系列サプライチェーン全体の業務継続・早期復旧に備える
3. 社会的責任の遂行
 - ・コンプライアンスと法令順守にもとづいて行動する
 - ・最低限の地域社会への貢献を行う

6

BCP対応

石油製品供給回復目標

- ・地震発生より24時間以内にタンクローリーによる4油種(ガソリン、灯油、軽油、A重油)の陸上出荷機能(平常需要の1/2)の復旧 → 1週間以内の完全復旧



7

BCP対応

製油所機能の継続、早期復旧

目標復旧期間	目標復旧レベル
1 カ月	・排水処理設備の復旧
3 カ月	・ユーティリティ設備の復旧 ・オフサイト設備(移送配管、ブレンド設備)の復旧
6 カ月	・製造設備の復旧(第2常圧蒸留装置 1/2 稼働)
1 年	・オンサイト設備(製造プラント)の復旧、通常操業の開始 ・オフサイト設備(受入・出荷設備)の復旧

8

BCP訓練

BCP訓練の実施

当社は、大規模災害の発生時においても、被災地域での早期の供給再開を実現し、エネルギーの安定供給を確保できるようBCPを策定し、訓練等を通じた継続的な改善に取り組んでいる。
昨年度は新型コロナウイルス感染症拡大防止の観点から、WEB会議システム（ZOOM）を活用した初動対応訓練を実施した。

9

BCP訓練

Web会議システム（ZOOM）によるBCP訓練（初動対応訓練）の様子



コロナ禍により東京本社社員の80%が在宅勤務を行っている中で首都直下地震が発生したとの想定のもと、対策本部の立ち上げや社員の安否確認、被害状況の確認などの初動対応をリモート環境下で実施。被害状況等の情報は参加者には非開示とし、参加者は**WEB会議システム（ZOOM）**を使用して情報の収集や報告を行うことで、リモート環境下におけるBCPの実効性の確認や課題の共有を行った。

10

まとめ

- 首都直下地震や南海トラフ巨大地震等の巨大地震等の際し、社会機能を支える「最後の砦」となる石油製品の供給を継続するために、官民ならびに石油連盟各社間で整合的な対策や対応がなされている。
- コンビナートが機能を停止しても、必要なエネルギー供給を維持するためにBCPを策定し、施策の具体的検討を進め、必要なハード対応、ソフト対応を実施している。
- 災害に備え、毎年、BCP訓練を行い、PDCAサイクルを回し継続的な業務改善を図っている。

11

ご清聴ありがとうございました！

12

〔事例発表Ⅳ〕

BCP 対応に係わるボイラ納入実績

(株)ヒラカワ
清水 仁

2022年度 第60回 全日本ボイラー大会 パネル・ディスカッション

BCP対応に係わるボイラ納入実績

2022年11月11日



株式会社ヒラカワ 滋賀事業所
技術総括 清水 仁

あらゆるニーズに応える、ヒラカワのボイラ。



発表内容

FP HIRAKAWA

1. 会社概要
2. BCP対応商品ラインナップ
 - 1) ガス焚きから油焚きへの燃料切替対応ボイラ
 - 2) 都市ガスからプロパンガスへの燃料切替対応ボイラ
3. 納入事例
 - 1) 地域冷暖ボイラのBCP対応
 - 2) 災害時から復旧への新たなBCP対応
4. まとめ

1. 会社概要

FP HIRAKAWA

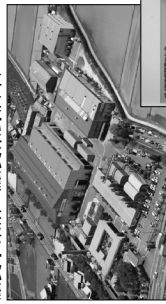
事業内容 : ボイラ及び圧力容器の製造販売、メンテナンス

本社所在地 : 大阪府大阪市北区大淀北1丁目9番5号

創業 : 1912年4月(明治45年)

創業の志 : 「ボイラ」を通じて資源の無い我が国の発展に貢献したい

滋賀事業所 (滋賀県野洲市)



滋賀事業所内
ボイラ技術開発センター

本社 2019年5月竣工 (大阪府大阪市)



Thai Hirakawa CO.,Ltd.
(タイ サムットプラカーン)



2. BCP対応商品ラインナップ

FP HIRAKAWA

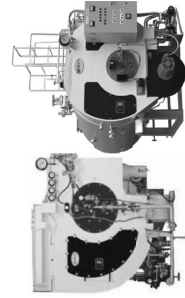
1) ガス焚きから油焚きへの燃料切替対応ボイラ

* 炉筒煙管式ボイラ MP-800/AD/ADWシリーズ

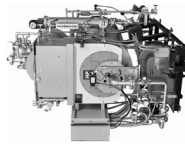
* 小規模炉筒煙管式ボイラ MP-MINNYシリーズ

* 貫流ボイラ HKMシリーズ (換算蒸発量750~2,000kg/h)

JSNシリーズ (換算蒸発量500~2,000kg/h)



炉筒煙管式ボイラ



小規模炉筒煙管式ボイラ



貫流ボイラ

2. BCP対応商品ラインアップ

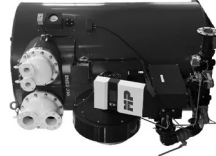
FP HIRAKAWA

2) 都市ガスからプロパンガスへの燃料切替対応ボイラ

- * 潜熱回収温水器 UltraGas(ウルトラガス)シリーズ
- * 真空温水ヒータ VEC-ESN II、HE IIシリーズ
- * 貫流ボイラ JSNシリーズ (換算蒸発量 500~2,000kg/h)



潜熱回収温水器



真空温水ヒータ



貫流ボイラ

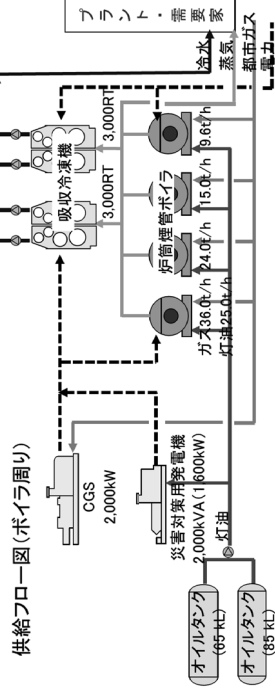
4

3. 納入事例

FP HIRAKAWA

1) 地域冷暖房ボイラのBCP対応

- 納入先 株式会社 みとみらい21熱供給株式会社
- 納入機器 炉筒煙管式ボイラ ADF-300 等
- 機器仕様 日本最大能力36t/h 等 ガス・油切替専焼



5

3. 納入事例

FP HIRAKAWA

2) 災害時から復旧への新たなBCP対応

- 納入先 某温泉施設
- 納入機器 潜熱回収温水器 UltraGas(ウルトラガス)
- 機器仕様 都市ガス専焼

*約一週間にわたり都市ガスの供給が滞った状況において、地震発生翌々日からいち早く再開。温かく快適なお風呂を求めておられる地域の皆様へ寄与



潜熱回収温水器



貫流ボイラ 工室内試験

6

4. まとめ

FP HIRAKAWA

燃料切替専焼仕様のモデルにおいては、災害時などに燃料の供給が停止した場合に、もう一方の燃料をご利用いただけることから不測の事態にもお役立ていただけます。
ボイラの新規導入をご予定の方はもちろん、BCP対策をお考えの方も、是非ご検討ください。

7

ボイラー及び圧力容器 安全規則の解説

(2022年改訂版)

附 労働安全衛生法及び関係政省令・告示

ボイラー及び圧力容器安全規則の各条文について、解釈例規を付して丁寧に解説しています。労働安全衛生法及び関係政省令・告示・通達等も豊富に収録しており、法令の理解に最適な一冊です。

ボイラー及び圧力容器
安全規則の解説

(2022年改訂版)

附 労働安全衛生法及び
関係政省令・告示

一般社団法人 日本ボイラ協会

主な改正点、新規収録

- バイオマス温水ボイラーの規制区分に係る、労働安全衛生法施行令の一部を改正する政令（令和4年政令第43号）及び簡易ボイラー等構造規格の一部を改正する件（令和4年厚生労働省告示第41号）を収録
- 改正通達「ボイラー等の遠隔制御基準等について」（令和4年4月21日基発0421第3号）を収録
- 開放検査周期認定要領に関する改正通達「ボイラー等の開放検査周期に係る認定制度（令和3年3月29日基発0329第8号）」を収録

2022年11月発行

A5判 547頁 定価6,270円（税込）

◇ご注文は最寄りの当協会都道府県支部、または当協会図書オンラインショップをご利用ください。

ボイラー取扱いトレーニング・シミュレータのご案内

本シミュレータは、2級ボイラー技士の免許を取得する際に受講する「ボイラー実技講習」の缶前講習で使用されるシミュレータで、日本ボイラ協会が製作し補完的に使用することができるシミュレータです。講習に合わせ最も汎用的なA重油焚き炉筒煙管ボイラーをベースとしています。

各部のリアルな操作・応答時間を考慮した動作、アニメーションと音声を使った臨場感あふれるボイラーシミュレータとなっています。

燃焼制御は3位置制御(ハイ・ロー・オフ制御)で、手動点火操作と手動消火操作が可能であり、給水制御はオンオフ制御(給水ポンプの起動停止)のボイラーシミュレータです。

1. ボイラー取扱いトレーニング・シミュレータ画面例(抜粋)

～空燃比調整画面～

2. 期待できる効果

実際のボイラーを運転操作する前に、本シミュレータによる反復学習を通して2級ボイラー技士に必要とされるボイラー運転操作の基本に習熟することができます。

シミュレータによる学習で、運転操作を「カラダ」に覚え込ませた後、実際のボイラーの構造・各種機器の仕様・運転操作の詳細を知ることによって、より早く実缶の運転操作が可能となります。

ボイラ協会発行の「最短合格!! 2級ボイラー技士試験」と併用すると理解が早まります。

3. 販売価格	一般向け	¥150,000 円 (税・送料込)
	会員向け	¥130,000 円 (税・送料込)

お申込みは 一般社団法人 日本ボイラ協会 技術普及部へ 電話 03-5473-4510

安全管理審査は 日本ボイラ協会へ

■ご満足いただける審査を提供

公正・中立かつ的確で爽やかな審査を行います。

■オンライン審査に対応

電気事業法の改正により可能となりました。

■まずはお問い合わせを

オンライン審査も含め様々な疑問にお答えします。

お問合せ、見積依頼先

- 一般社団法人日本ボイラ協会 安全管理審査室
- 〒105-0004 東京都港区新橋5丁目3番1号
- TEL:03-6459-0685 FAX:03-5473-4567
- メールアドレス:jba-aks@jbanet.or.jp
- ホームページ:<https://www.jbanet.or.jp/>
- お問合せフォーム:https://www.jbanet.or.jp/inquiry_faq/inquiry/form-ppa/
- 見積依頼書:https://www.jbanet.or.jp/ppa_qsc/ppa/application/



ホームページ



一般社団法人日本ボイラ協会

あらゆるニーズに応える、 ヒラカワのボイラ。



百社百様のカラーがあるように、同じご要望はありません。
お客様に寄り添い、ニーズを満たすことに注力して100年。それが私たちの歴史です。
長年培った確かな技術力と製品力で未来の街づくりも支えたい。
私たちのボイラ・イノベーションは、これからも続きます。

最先端のボイラテクノロジーを搭載、ワンランク上の省エネを実現するボイラ



ボイラ効率
102% 
**ConboGas
Series**
潜熱回収貫流ボイラ



熱効率
105% 
**UltraGas
Series**
潜熱回収温水器

MP 株式会社 ヒラカワ

Boiler company since 1912

本社: 〒531-0077 大阪市北区大淀北1丁目9番5号
TEL: 06-6458-8687

札幌・帯広・青森・仙台・郡山・さいたま・千葉・東京・横浜・長野・
名古屋・金沢・滋賀・大阪・堺・姫路・丸亀・広島・福岡・宮崎・タイ

<https://www.hirakawag.co.jp>



ボイラ



リサイクル適性(A)
この印刷物は、印刷用の紙へ
リサイクルできます。

R70
古紙パルプ配合率70%再生紙を使用