

令和4年度
経済産業省委託事業

令和4年度エネルギー需給構造高度化対策に
関する調査等事業
(工業炉及び産業用ボイラにおける二酸化炭素
排出等実態調査)

令和5年3月

JFEテクノロジー株式会社

目次

1. はじめに	1
1.1 目的.....	1
1.2 方法.....	1
1.3 アンケート実施期間.....	2
2. アンケート集計結果.....	3
2.1 調査対象.....	3
3. 工業炉における二酸化炭素排出等実態調査	5
3.1 工業炉の保有状況に関する調査.....	5
3.2 産業界別に設置されている工業炉の台数状況	6
3.3 工業炉の種類.....	8
3.4 工業炉の使用年数.....	19
3.5 工業炉の稼働状況.....	20
3.6 工業炉の省エネ技術の導入状況.....	21
3.7 今後の省エネ技術導入意向.....	28
3.8 今後の燃料転換意向	31
3.9 工業炉における二酸化炭素の排出実態.....	34
4. 産業用ボイラにおける実態調査.....	36
4.1 産業用ボイラの保有状況	36
4.2 産業界別の産業用ボイラの台数.....	40
4.3 産業用ボイラの使用年数	42
4.4 産業用ボイラの設備容量	45
4.5 産業用ボイラの蒸気温度	48
4.6 産業用ボイラの今後の省エネ技術導入意向.....	50

4.7 今後の燃料転換意向	54
4.8 産業用ボイラの二酸化炭素排出実態	56
5. カーボンニュートラル化に向けた活動実態調査（将来のGX・サプライチェーン見 通し）	60
6. まとめ	62
添付資料	64

第1章

1. はじめに

1.1 目的

2050年のカーボンニュートラル社会の実現に向け、令和3年6月に「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」、10月に「エネルギー基本計画及び地球温暖化対策計画」が閣議決定された。これらはそれぞれ、技術開発、エネルギー需給、省エネ支援といった政策を総動員して持続的な成長とイノベーションを実現し、2050年カーボンニュートラル社会を目指していく方向性を打ち出している。

製造分野の熱プロセスにおいては、燃料の燃焼及び電力消費により、国内CO₂の28%程度を占めると見積もられる。2050年に向けた需要側対策として、熱源の「ゼロエミッション（以下ゼロエミ）化」、つまり、ゼロエミ燃料の導入（燃料転換）、ゼロエミ電源の導入（電化）と省エネ技術を合わせた脱炭素化の取り組みが必要である。

工業炉は製品に熱を与える装置の総称であり、国内に3.7万台の工業炉が存在すると推定される。鉄鋼、非鉄金属、自動車、電気電子、窯業、化学工業等多くの産業分野で、溶解、精錬、加熱、熱処理、乾燥等の工程で用いる加熱装置として幅広く使用されている。産業用ボイラは、密閉した容器内に水等を入れ、これを加熱し、圧力のある蒸気又は温水を作り、これを他に供給する装置であり、食品加工、機械製造、電機電子、化学工業等多くの産業分野において、加熱、乾燥、熱供給等に用いられる装置として幅広く使用されている。

本調査では、工業炉及び産業用ボイラ（以下、「熱源設備」という。）のユーザー業界を中心に、これら由来のエネルギー消費／CO₂排出量や、カーボンニュートラル対応機器の導入状況／普及可能性等の情報を収集・データベース化し、今後のカーボンニュートラル施策立案等の参考情報とする。

1.2 方法

(1) アンケート調査発送等

経済産業省が保有するアンケート先候補団体リスト（省エネ法における第1種エネルギー管理指定工場等）に基づいて、約5,000件の第1種エネルギー管理指定工場等（実数4,993件）を対象にアンケート調査を実施した。アンケート用紙は郵送し、回答はWEBアンケート調査および郵送の方式で行った。

本調査は、アンケート送付及び調査実査代行、アンケート調査実施先、実施機関などを、マイボイスコム株式会社、郵便物発送代行は株式会社アーバンシステムに委託した。

以下の業務を実施した。

- ① 団体リストの形式を整理し、第1種エネルギー管理指定工場等の所在地と郵便番号を入力する。
- ② 封筒への宛名印刷（もしくは宛名ラベル作成と貼り付け）
- ③ アンケート調査用紙の印刷
- ④ 封入と発送
- ⑤ 1月20日頃までの未回答工場宛に催促葉書を発送

(2) アンケート結果の集計、グラフの作成等

回収したアンケート回答は、Excel集計ファイルにまとめ、集計、グラフの作成を行った。

1.3 アンケート実施期間

令和5年1月1日～2月10日

アンケートの実施期間は、当初1月末締切としたが、1月中旬までに返信がなかった事業所・工場には再度回答の依頼を行い、2月10日までに回答の得られたものを集計した。

第2章

2. アンケート集計結果

2.1 調査対象

調査対象は、第1種エネルギー管理指定工場等とした。具体的には、産業界・製造業のエネルギー管理指定工場等から以下のように事業所を選定した。本調査は経済産業省製造産業局 産業機械課・素形材産業室の所管調査であり、「電気業」は対象外とし、また「鉄鋼業」は大手製鉄企業を除く208社とした。具体的な送付先事業所（事業所数）は、以下の通りとなった。

表 2.1 産業分類（27種）別のアンケート調査対象事業所数（4993件）

	産業分類	事業所数 (母数)	アンケート 送付数	回答数 (WEB&郵送)	回収率 (%)
1	化学工業	763	763	297	12.7
2	食料品製造業	632	632	351	15.0
3	輸送用機械器具製造業	583	583	197	8.4
4	窯業・土石製品製造業	322	322	140	6.0
5	電子部品・デバイス・電子回路製造業	337	337	131	5.6
6	プラスチック製品製造業（別掲を除く）	313	313	65	2.8
7	パルプ・紙・紙加工品製造業	240	240	121	5.2
8	鉄鋼業（大手製鉄を除く）	208	208	98	4.2
9	非鉄金属製造業	203	203	132	5.6
10	金属製品製造業	202	202	132	5.6
11	飲料・たばこ・飼料製造業	193	193	129	5.5
12	電気機械器具製造業	170	170	75	3.2
13	繊維工業	137	137	47	2.0
14	はん用機械器具製造業	99	99	24	1.0
15	生産用機械器具製造業	94	94	16	0.7

16	熱供給業	90	90	56	2.4
17	ゴム製品製造業	80	80	36	1.5
18	印刷・同関連業	77	77	30	1.3
19	業務用機械器具製造業	49	49	10	0.4
20	石油製品・石炭製品製造業	43	43	37	1.6
21	木材・木製品製造業 (家具を除く)	39	39	6	0.3
22	その他の製造業	31	31	16	7.1
23	鉱業，採石業，砂利採取業	31	31	11	0.5
24	ガス業	28	28	23	1.0
25	情報通信機械器具製造業	21	21	4	0.2
26	家具・装備品製造業	7	7	-	-
27	なめし革・同製品・毛皮製造業	1	1	-	-
	合計	4,993	4,993	2,342	100.0%

アンケート実施件数は4,993工場・事業所であり、2,342件の回答を得た。回答率は47%となった。

第3章

3. 工業炉における二酸化炭素排出等実態調査

3.1 工業炉の保有状況に関する調査

アンケート調査における産業別の工業炉保有台数は、以下のようになった。

表 3.1 産業分類 (27 種) ごとに工業炉の保有台数 (6, 390 台)

	産業分類	工場数 (母数)	回答工場数	工業炉の台数	比率 (%)
1	化学工業	763	297	574	9.0
2	食料品製造業	632	351	74	1.2
3	輸送用機械器具製造業	583	197	1,082	16.9
4	窯業・土石製品製造業	322	140	649	10.2
5	電子部品・デバイス・電子回路製造業	337	131	424	6.6
6	プラスチック製品製造業 (別掲を除く)	313	65	340	5.3
7	パルプ・紙・紙加工品製造業	240	121	159	2.5
8	鉄鋼業 (大手製鉄を除く)	208	98	68	1.1
9	非鉄金属製造業	203	132	825	12.9
10	金属製品製造業	202	132	896	14.0
11	飲料・たばこ・飼料製造業	193	129	9	0.1
12	電気機械器具製造業	170	75	268	4.2
13	繊維工業	137	47	40	0.6
14	はん用機械器具製造業	99	24	161	2.5
15	生産用機械器具製造業	94	16	55	0.9
16	熱供給業	90	56	6	0.1
17	ゴム製品製造業	80	36	38	0.6
18	印刷・同関連業	77	30	32	0.5
19	業務用機械器具製造	49	10	21	0.3

	業				
20	石油製品・石炭製品製造業	43	37	219	3.4
21	木材・木製品製造業 (家具を除く)	39	6	4	0.1
22	その他の製造業	31	16	422	6.6
23	鉱業, 採石業, 砂利採取業	31	11	20	0.3
24	ガス業	28	23	-	-
25	情報通信機械器具製造業	21	4	-	-
26	家具・装備品製造業	7	-	-	-
27	なめし革・同製品・毛皮製造業	1	-	-	-
	合計	4,993 工場	2,342 工場	6,390 台	100.0%

3.2 産業界別に設置されている工業炉の台数状況

アンケート調査を通じてデータを入手できた工業炉の総数は、表 3.1 に示すとおりであり、計 6,390 台とであった。

今回のアンケート回答で、第 1 種エネルギー管理指定工場等の 47% の回答を得た。これを基に、工場毎に平均台数を想定し、全国の総台数を推定したところ、6 万 7 千台という過大な台数となった。業界別に、工場の保有工業炉の平均台数に全国の総工場数を乗じて総台数を推計したが、これまでの調査により全国の工業炉台数は 3.7 万台とされているため、工場の平均台数が多い業種を過大評価した可能性がある。

以降は、アンケート調査における有効回答の工業炉 6,930 台の内容を検討した。

表 3.2 産業分類 (27 種) ごとに工業炉の保有台数 (全国推計)

	産業分類	工場数 (母数)	回答工場数	工業炉の 台数	工場毎の 平均台数	全国の総台数 (推定)
1	化学工業	763	297	574	1.93	2,850
2	食料品製造業	632	351	74	0.21	28
3	輸送用機械器具製造業	583	197	1,082	5.49	17,587
4	窯業・土石製品製造業	322	140	649	4.64	6,920
5	電子部品・デバイス・ 電子回路製造業	337	131	424	3.24	3,530
6	プラスチック製品製造業 (別掲を除く)	313	65	340	5.23	8,564

7	パルプ・紙・紙加工 品製造業	240	121	159	1.31	414
8	鉄鋼業（大手製鉄を除 く）	208	98	68	0.69	100
9	非鉄金属製造業	203	132	825	6.25	7,930
10	金属製品製造業	202	132	896	6.79	9,307
11	飲料・たばこ・飼料製 造業	193	129	9	0.07	1
12	電気機械器具製造業	170	75	268	3.57	2,171
13	繊維工業	137	47	40	0.85	99
14	はん用機械器具製造 業	99	24	161	6.71	4,455
15	生産用機械器具製造 業	94	16	55	3.44	1,111
16	熱供給業	90	56	6	0.11	1
17	ゴム製品製造業	80	36	38	1.06	89
18	印刷・同関連業	77	30	32	1.07	88
19	業務用機械器具製造 業	49	10	21	2.10	216
20	石油製品・石炭製品製 造業	43	37	219	5.92	1,506
21	木材・木製品製造業 （家具を除く）	39	6	4	0.67	17
22	その他の製造業	31	16	42	2.54	200
23	鉱業，採石業，砂利採 取業	31	11	20	1.82	102
24	ガス業	28	23	-		
25	情報通信機械器具製 造業	21	4	-		
26	家具・装備品製造業	7	-	-		
27	なめし革・同製品・毛 皮製造業	1	-	-		
	合計	4993	6,390			67,288

3.3 工業炉の種類

3.3.1 工業炉（燃焼炉）の種類

表 3.3 (1) 工業炉の種類（選択肢 142 種）

燃焼炉 選択肢	熱源	加熱方式	用途	素材	日本標準商品分類における工業炉
1	燃料	直火式	溶解	鉄	キューボラ
2	燃料	直火式	溶解	非鉄	非鉄金属反射炉
3	燃料	直火式	溶解	非鉄	非鉄金属るつぼ炉
4	燃料	直火式	溶解	窯業他	ガラス溶解炉
5	燃料	直火式	加熱	鉄	金属均熱炉
6	燃料	直火式	加熱	鉄	鉄鋼圧延加熱炉
7	燃料	直火式	加熱	鉄	鉄鋼鍛造加熱炉
8	燃料	直火式	加熱	鉄	焼ばめ炉
9	燃料	直火式	加熱	非鉄	非鉄金属均熱炉
10	燃料	直火式	加熱	非鉄	非鉄金属圧延加熱炉
11	燃料	直火式	加熱	非鉄	非鉄金属鍛造加熱炉
12	燃料	直火式	加熱	非鉄	焼ばめ炉
13	燃料	直火式	加熱	窯業他	セメント焼成炉
14	燃料	直火式	加熱	窯業他	石灰焼成炉
15	燃料	直火式	加熱	窯業他	陶磁器焼成炉
16	燃料	直火式	加熱	窯業他	耐火物焼成炉
17	燃料	直火式	加熱	窯業他	その他焼成炉
18	燃料	直火式	加熱	窯業他	ガラス熱処理炉
19	燃料	直火式	加熱	窯業他	その他の窯業用炉
20	燃料	直火式	熱処理	鉄	焼ならし炉
21	燃料	直火式	熱処理	鉄	焼入炉
22	燃料	直火式	熱処理	鉄	焼戻炉
23	燃料	直火式	熱処理	鉄	焼なまし炉
24	燃料	直火式	熱処理	非鉄	焼入炉
25	燃料	直火式	熱処理	非鉄	焼戻炉
26	燃料	直火式	熱処理	非鉄	焼なまし炉
27	燃料	直火式	熱処理	窯業他	—
28	燃料	直火式	乾燥他	鉄	焼付乾燥炉
29	燃料	直火式	乾燥他	鉄	その他の乾燥炉
30	燃料	直火式	乾燥他	非鉄	その他の乾燥炉
31	燃料	直火式	乾燥他	窯業他	鋳型乾燥炉
32	燃料	直火式	乾燥他	窯業他	中子乾燥炉
33	燃料	直火式	乾燥他	窯業他	窯業用乾燥炉
34	燃料	直火式	乾燥他	窯業他	その他の乾燥炉

表 3.3 (2) 工業炉の種類 (選択肢 142 種)

燃焼炉 選択肢	熱源	加熱方式	用途	素材	日本標準商品分類における工業炉
35	燃料	間接加熱式	溶解	鉄	—
36	燃料	間接加熱式	溶解	非鉄	非鉄金属るつぼ炉
37	燃料	間接加熱式	溶解	窯業他	—
38	燃料	間接加熱式	加熱	鉄	ろう付炉
39	燃料	間接加熱式	加熱	非鉄	ろう付炉
40	燃料	間接加熱式	加熱	窯業他	—
41	燃料	間接加熱式	熱処理	鉄	焼ならし炉
42	燃料	間接加熱式	熱処理	鉄	焼入炉
43	燃料	間接加熱式	熱処理	鉄	焼戻炉
44	燃料	間接加熱式	熱処理	鉄	焼なまし炉
45	燃料	間接加熱式	熱処理	鉄	浸炭炉
46	燃料	間接加熱式	熱処理	鉄	窒化炉
47	燃料	間接加熱式	熱処理	鉄	浸炭窒化炉
48	燃料	間接加熱式	熱処理	鉄	軟窒化炉
49	燃料	間接加熱式	熱処理	鉄	その他の表面処理炉
50	燃料	間接加熱式	熱処理	鉄	黒化炉
51	燃料	間接加熱式	熱処理	非鉄	焼入炉
52	燃料	間接加熱式	熱処理	非鉄	焼戻炉
53	燃料	間接加熱式	熱処理	非鉄	焼なまし炉
54	燃料	間接加熱式	熱処理	窯業他	ガラス熱処理炉
55	燃料	間接加熱式	乾燥他	鉄	その他の乾燥炉
56	燃料	間接加熱式	乾燥他	非鉄	その他の乾燥炉
57	燃料	間接加熱式	乾燥他	窯業他	その他の乾燥炉
58	燃料	—	化学	化学品	改質炉
59	燃料	—	化学	化学品	分散炉
60	燃料	—	化学	化学品	乾留炉
61	燃料	—	化学	化学品	加熱炉
62	燃料	—	化学	化学品	焼却炉(脱臭装置を含む)
63	燃料	—	化学	化学品	コークス炉
64	燃料	—	化学	化学品	その他の化学工業用炉

表 3.3 (3) 工業炉の種類 (選択肢 142 種)

電気炉					
選択肢	熱源	加熱方式	用途	素材	日本標準商品分類における工業炉
65	電気	抵抗加熱式	溶解	鉄	鉄鋼真空抵抗溶解炉
66	電気	抵抗加熱式	溶解	非鉄	非鉄金属るつぼ炉
67	電気	抵抗加熱式	溶解	非鉄	非鉄金属真空抵抗溶解炉
68	電気	抵抗加熱式	溶解	窯業他	ガラス溶解炉
69	電気	抵抗加熱式	加熱	鉄	金属均熱炉
70	電気	抵抗加熱式	加熱	鉄	ろう付炉
71	電気	抵抗加熱式	加熱	鉄	その他の金属用加熱炉
72	電気	抵抗加熱式	加熱	非鉄	非鉄金属均熱炉
73	電気	抵抗加熱式	加熱	非鉄	ろう付炉
74	電気	抵抗加熱式	加熱	非鉄	その他の金属用加熱炉
75	電気	抵抗加熱式	加熱	窯業他	—
76	電気	抵抗加熱式	熱処理	鉄	焼ならし炉
77	電気	抵抗加熱式	熱処理	鉄	焼入炉
78	電気	抵抗加熱式	熱処理	鉄	焼戻炉
79	電気	抵抗加熱式	熱処理	鉄	焼なまし炉
80	電気	抵抗加熱式	熱処理	鉄	浸炭炉
81	電気	抵抗加熱式	熱処理	鉄	窒化炉
82	電気	抵抗加熱式	熱処理	鉄	浸炭窒化炉
83	電気	抵抗加熱式	熱処理	鉄	軟窒化炉
84	電気	抵抗加熱式	熱処理	鉄	バス炉
85	電気	抵抗加熱式	熱処理	鉄	その他の表面熱処理炉
86	電気	抵抗加熱式	熱処理	鉄	めっき炉
87	電気	抵抗加熱式	熱処理	鉄	黒化炉
88	電気	抵抗加熱式	熱処理	鉄	拡散炉
89	電気	抵抗加熱式	熱処理	鉄	その他の表面処理炉
90	電気	抵抗加熱式	熱処理	非鉄	焼きならし炉
91	電気	抵抗加熱式	熱処理	非鉄	焼入炉
92	電気	抵抗加熱式	熱処理	非鉄	焼戻炉
93	電気	抵抗加熱式	熱処理	非鉄	焼なまし炉
94	電気	抵抗加熱式	熱処理	非鉄	その他の表面熱処理炉
95	電気	抵抗加熱式	熱処理	非鉄	その他の表面処理炉
96	電気	抵抗加熱式	熱処理	窯業他	ガラス熱処理炉
97	電気	抵抗加熱式	熱処理	窯業他	その他の窯業用炉
98	電気	抵抗加熱式	乾燥他	鉄	その他の乾燥炉
99	電気	抵抗加熱式	乾燥他	非鉄	その他の乾燥炉
100	電気	抵抗加熱式	乾燥他	窯業他	その他の乾燥炉

表 3.3 (4) 工業炉の種類 (選択肢 142 種)

電気炉 選択肢	熱源	加熱方式	用途	素材	日本標準商品分類における工業炉
101	電気	アーク加熱式	溶解	鉄	アーク炉
102	電気	アーク加熱式	溶解	鉄	鉄鋼真空アーク溶解炉
103	電気	アーク加熱式	溶解	非鉄	非鉄金属アーク炉
104	電気	アーク加熱式	溶解	非鉄	非鉄金属真空アーク溶解炉
105	電気	アーク加熱式	溶解	窯業他	—
106	電気	アーク加熱式	加熱	鉄	—
107	電気	アーク加熱式	加熱	非鉄	—
108	電気	アーク加熱式	加熱	窯業他	—
109	電気	アーク加熱式	熱処理	鉄	—
110	電気	アーク加熱式	熱処理	非鉄	—
111	電気	アーク加熱式	熱処理	窯業他	—
112	電気	アーク加熱式	乾燥他	鉄	—
113	電気	アーク加熱式	乾燥他	非鉄	—
114	電気	アーク加熱式	乾燥他	窯業他	—
115	電気	誘導加熱式	溶解	鉄	鉄鋼誘導炉
116	電気	誘導加熱式	溶解	鉄	鉄鋼真空誘導溶解炉
117	電気	誘導加熱式	溶解	非鉄	非鉄金属誘導炉
118	電気	誘導加熱式	溶解	非鉄	非鉄金属真空誘導溶解炉
119	電気	誘導加熱式	溶解	窯業他	—
120	電気	誘導加熱式	加熱	鉄	鉄鋼圧延加熱炉
121	電気	誘導加熱式	加熱	鉄	焼ばめ炉
122	電気	誘導加熱式	加熱	鉄	ろう付炉
123	電気	誘導加熱式	加熱	非鉄	非鉄金属圧延加熱炉
124	電気	誘導加熱式	加熱	非鉄	非鉄金属鍛造加熱炉
125	電気	誘導加熱式	加熱	非鉄	ろう付炉
126	電気	誘導加熱式	加熱	窯業他	—
127	電気	誘導加熱式	熱処理	鉄	焼ならし炉
128	電気	誘導加熱式	熱処理	鉄	焼入炉
129	電気	誘導加熱式	熱処理	鉄	焼戻炉
130	電気	誘導加熱式	熱処理	鉄	焼なまし炉
131	電気	誘導加熱式	熱処理	非鉄	—
132	電気	誘導加熱式	熱処理	窯業他	—
133	電気	誘導加熱式	乾燥他	鉄	—
134	電気	誘導加熱式	乾燥他	非鉄	—
135	電気	誘導加熱式	乾燥他	窯業他	—
136	電気	—	化学	化学品	改質炉
137	電気	—	化学	化学品	分散炉
138	電気	—	化学	化学品	乾留炉
139	電気	—	化学	化学品	加熱炉
140	電気	—	化学	化学品	焼却炉(脱臭装置を含む)
141	電気	—	化学	化学品	コークス炉
142	電気	—	化学	化学品	その他の化学工業用炉

3.3.1 工業炉（燃焼炉）の種類

アンケート回答での燃焼炉の種類と台数を図 3.1 に示す。

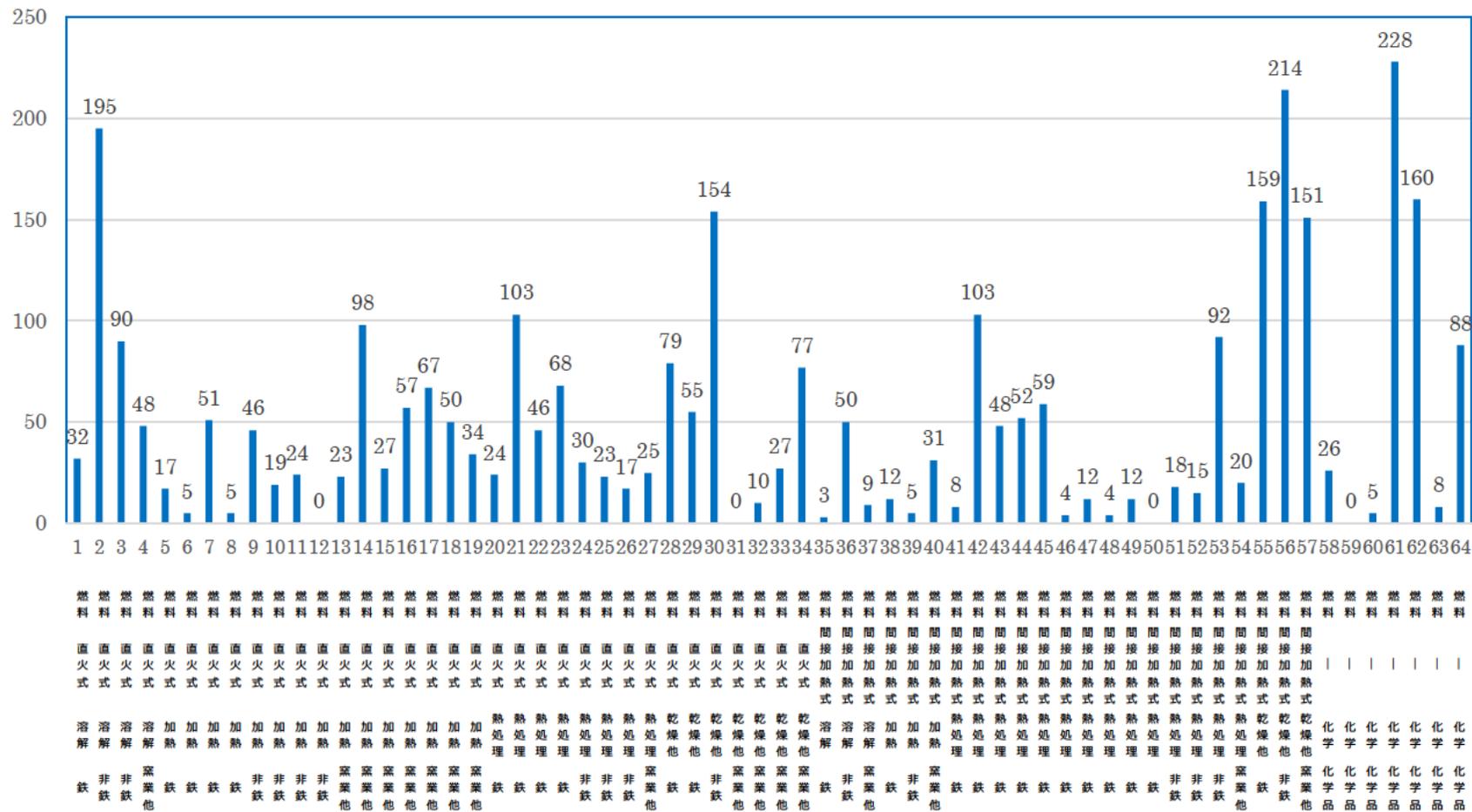


図 3.1 燃焼炉の台数

3.3.3 工業炉の加熱方式の台数

加熱方式別の台数を表 3.4 と図 3.3 に示す。

表 3.4 工業炉の加熱方式

熱源	加熱方式	回答数	熱源別比率
燃料	直火式	1,626	50.5%
燃料	間接加熱式	1,081	33.6%
燃料	— (化学用)	515	16.0%
電気	抵抗加熱式	2,157	76.7%
電気	アーク加熱式	23	0.8%
電気	誘導加熱式	470	16.7%
電気	— (化学用)	162	5.8%

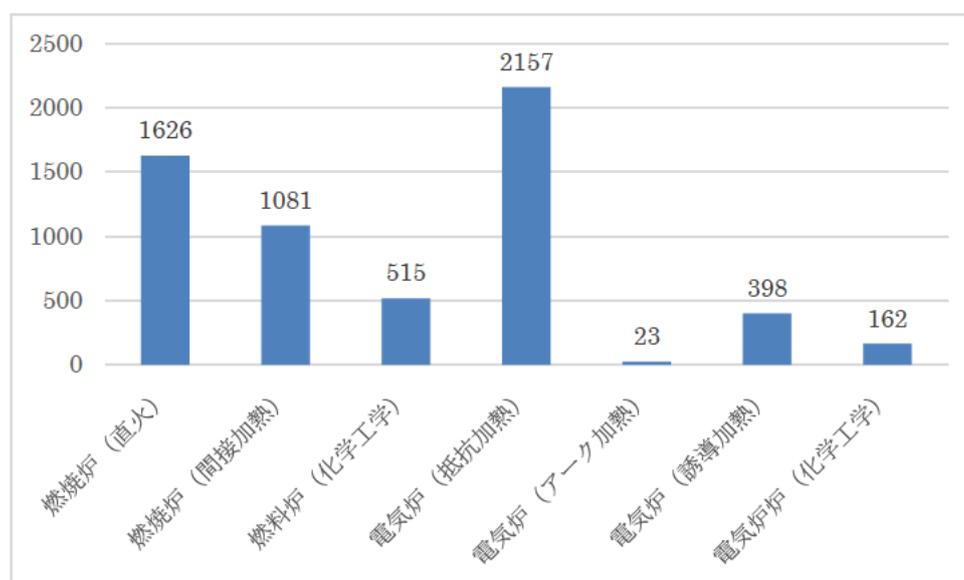


図 3.3. 該当種類の台数

加熱方式別に電気加熱・燃焼加熱の設備種を見ると、燃焼炉では直火式が最も多く、次いで間接加熱炉となった。電気炉では抵抗加熱炉が最も多く、誘導加熱炉が続き、アーク加熱炉は少ない。

3.3.4 業界別の工業炉の加熱方式の台数

「4. 窯業・土石製品製造業」「9. 非鉄金属製造業」「10. 金属製品製造業」において詳細を確認した結果を表 3.5 に示す。

表 3.5 業種別の工業炉（電気加熱・燃焼加熱）の設備数（台数）

	4. 窯業・土石製品製造業	9. 非鉄金属製造業	10. 金属製品製造業
燃焼炉（直火）	322	227	270
燃焼炉（間接加熱）	120	172	216
燃料炉（化学工学）	3	7	5
電気炉（抵抗加熱）	185	314	286
電気炉（アーク加熱）	5	2	2
電気炉（誘導加熱）	4	84	106
電気炉（化学工学）	0	12	0

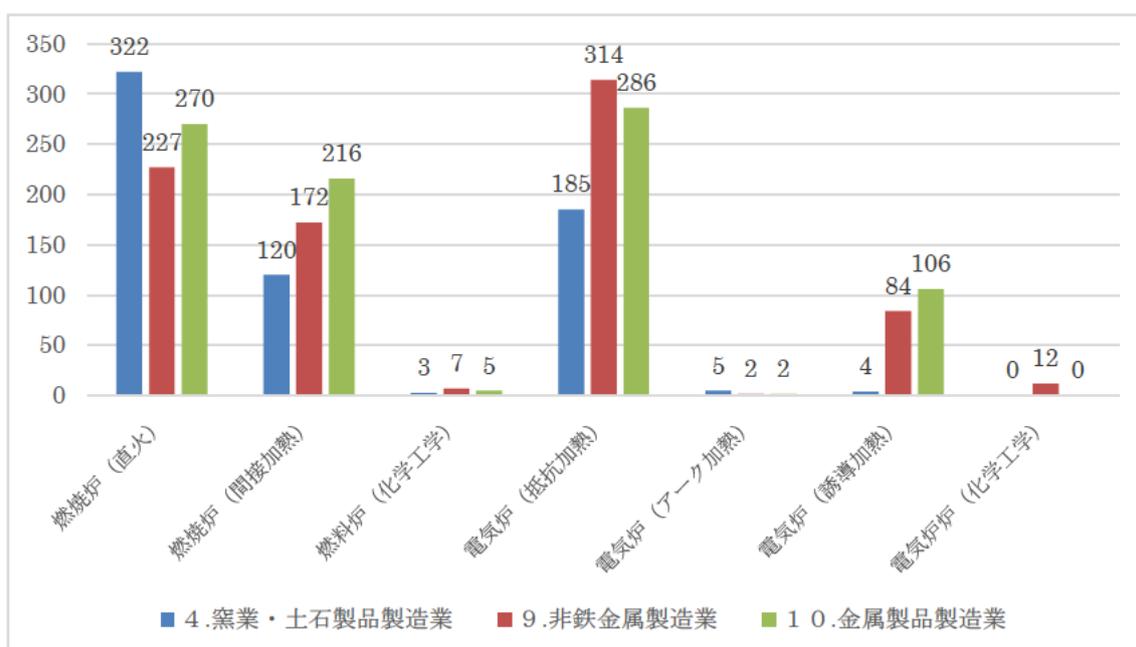


図 3.4 業種別の炉の種類

窯業では、燃焼炉（直火、間接加熱）が多数使用されており、電気炉（抵抗加熱炉）も使われている。一方、アーク加熱炉、誘導加熱炉といった電気炉はほとんど使われていない。

非鉄金属製造業では、燃焼炉（直火、間接加熱）が多数使用されており、電気炉（抵抗加熱炉、誘導加熱炉）も使われている。一方、アーク加熱炉はほとんど使われていない。

金属製品製造業では、燃焼炉（直火、間接加熱）が多数使用されており、電気炉（抵抗加熱炉、誘導加熱炉）も使われている。一方、アーク加熱炉はほとんど使われていない。

3.3.5 工業炉の用途別の台数

表 3.6 (1) 用途別の工業炉割合 (台数)

素材	回答数	燃料	電気	電気比率
鉄	2,183	961	1222	56.0%
非鉄	1,897	992	905	47.7%
化学品	677	515	162	23.9%
窯業他	1,277	754	523	41.0%

表 3.6 (2) 用途別の工業炉割合 (台数)

熱源	加熱方式	鉄	非鉄	化学品	窯業他
燃料	直火式	485	598	0	543
燃料	間接加熱式	476	394	0	211
燃料	—	0	0	515	0
電気	抵抗加熱式	854	792	0	511
電気	アーク加熱式	16	6	0	1
電気	誘導加熱式	352	107	0	11
電気	—	0	0	162	0

表 3.6 (3) 用途別の工業炉割合 (台数)

素材	溶解	加熱	熱処理	化学	乾燥他
鉄	303	305	1241	0	334
非鉄	492	293	590	0	522
化学品	0	0	0	677	0
窯業他	107	442	377	0	351

・素材「鉄」と「非鉄」では、半数前後が電気加熱となっている。一方で、「化学品」では燃料加熱の比率が高い。

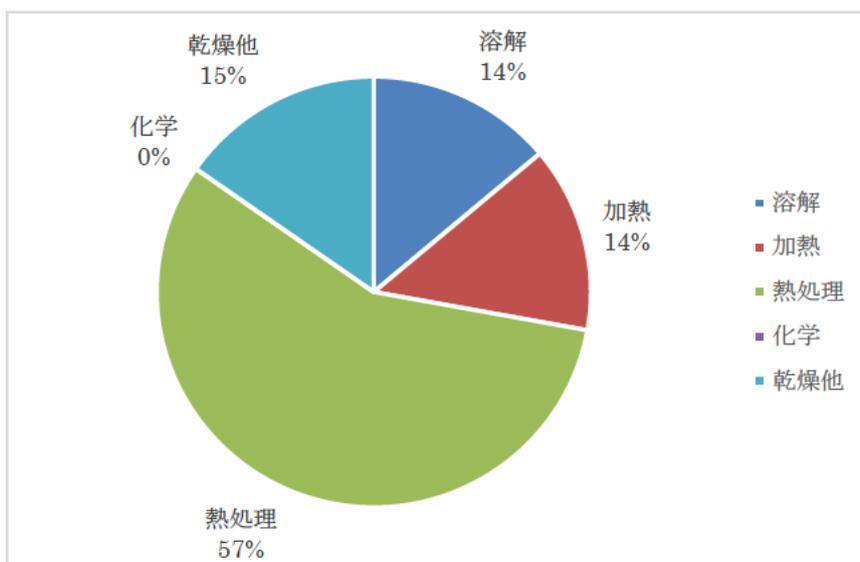


図 3.5 (1) 素材「鉄」の工業炉用途割合

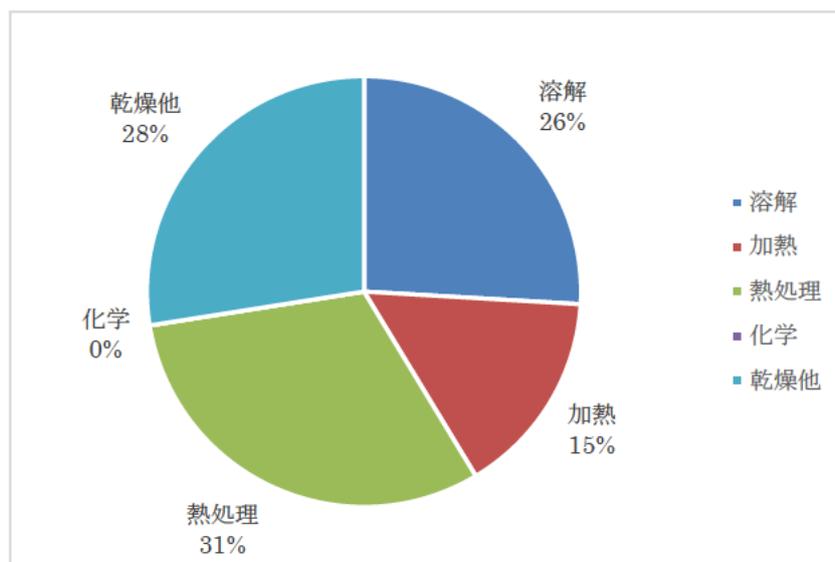


図 3.5 (2) 素材「非鉄」の工業炉用途割合

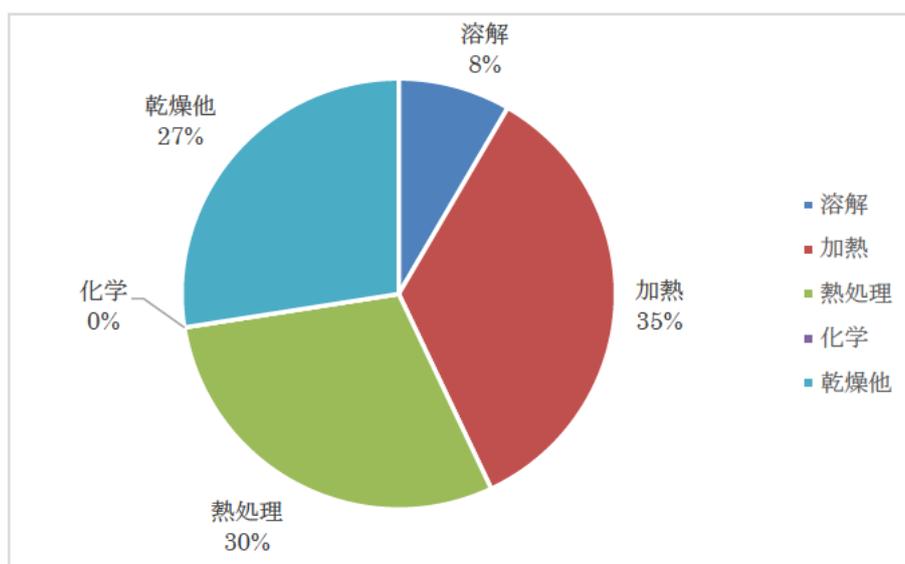


図 3.5 (3) 素材「窯業他」の工業炉用途割合

3.3.6 工業炉の燃料別の割合

表 3.7 工業炉（電気炉・燃焼炉）の燃料別の割合

熱源	回答数	比率	燃料	有効回答数	比率
燃料	3,222	53.4%	A 重油	173	5.7%
			灯油/軽油	128	4.2%
			LPG	705	23.1%
			都市ガス	1345	44.1%
			LNG	325	10.7%
			石炭	53	1.7%
			コークス炉ガス	37	1.2%
電気	2,812	46.6%	—	—	—

・燃料別では、都市ガスが最も多く 4 割以上を占める。次いで LPG (約 23%)、LNG (約 10%) の順となった。

3.4 工業炉の使用年数

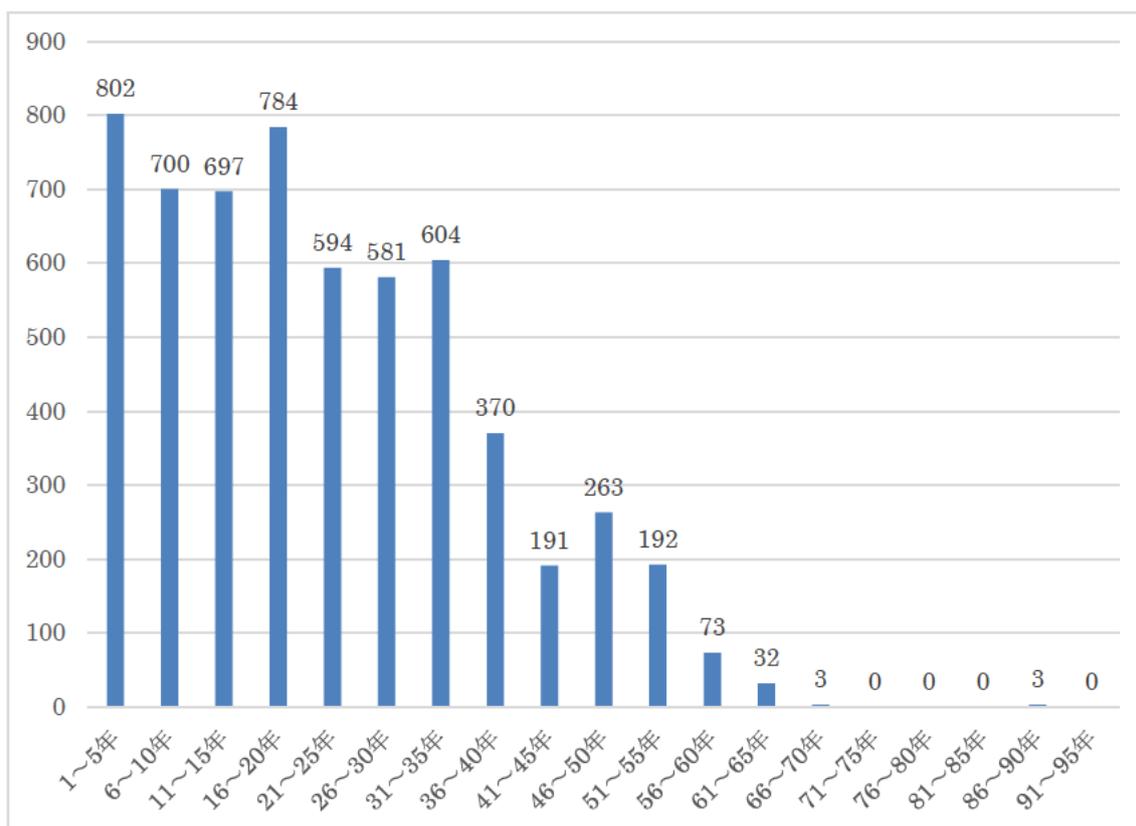


図 3.6 工業炉の使用年数（台数）

工業炉の使用年数ヒストグラムを見ると、15-20年目で1つ目のピーク、30-35年で2つ目のピーク、45-50で3つ目のピークがあるように見える。15年サイクルで改修更新されているものと推察される。

「炉の耐用年数」としては、法定耐用年数として10-15年と定義されているので、それら2世代目・3世代目の工業炉が、耐火煉瓦の補修工事などで長寿命化していると理解できる。

3.5 工業炉の稼働状況

1) 稼働時間

表 3.7 年間稼働時間 (1 年間 : 8,760 時間)

年間稼働時間	回答数	割合
0 時間以上 1,000 時間未満	583	10.1%
1,000 時間以上 2,000 時間未満	567	9.8%
2,000 時間以上 3,000 時間未満	527	9.1%
3,000 時間以上 4,000 時間未満	494	8.6%
4,000 時間以上 5,000 時間未満	479	8.3%
5,000 時間以上 6,000 時間未満	722	12.5%
6,000 時間以上 7,000 時間未満	463	8.0%
7,000 時間以上 8,000 時間未満	693	12.0%
8,000 時間以上 8,760 時間以下	1,235	21.4%

年間 8,000 時間以上 (年間 90%以上) 稼働しているとの回答が 21%となり、2 割程度の炉が通年で連続稼働していると思われる。年間 5,000 時間以上 (年間 57%以上) 稼働しているとの回答が累計 54%と半数以上であった。

2) 炉の使用温度帯

表 3.8 炉の使用温度帯

炉の使用温度帯	回答数	燃料	電気
>=100 <150	221	126	6
>=150 <200	363	241	8
>=200 <300	495	337	46
>=300 <500	558	349	20
>=500 <750	853	518	34
>=750 <1000	1,272	718	58
>=1000 <1250	653	272	69
>=1250 <1500	463	188	143
>=1500 <2000	592	94	182
>=2000 <3000	76	3	17

燃料加熱に比べ、電気加熱の方が高温度帯で使う傾向が高いと見てとれる。

3.6 工業炉の省エネ技術の導入状況

現状の省エネ技術導入状況を集計した。

(1) 断熱強化：高断熱性耐火物（セラミックファイバー等）

表 3.9 (1) 断熱強化の導入状況（全体および熱源別）

	回答数	燃料	電気
あり	2,880	1,584	1,168
なし	3,015	1,447	1,481
導入率	48.9%	52.3%	44.1%

表 3.9 (2) 断熱強化の導入状況（加熱方式別）

	燃料	燃料	燃料	電気	電気	電気	電気
加熱方式	直火式	間接加熱式	—	抵抗加熱	アーク加熱	誘導加熱	—
あり	830	521	233	1,017	6	99	46
なし	682	538	227	1,031	17	320	113
導入率	54.9%	49.2%	50.7%	49.7%	26.1%	23.6%	28.9%

燃料加熱に比べ、電気加熱では明らかに断熱強化の導入率が低い特徴が見てとれる（ただし抵抗加熱式は半数程度が実施している）。

表 3.9 (3) 断熱強化の導入状況（素材別）

素材	鉄	非鉄	化学品	窯業他
あり	1,007	842	279	624
なし	1,056	947	340	584
導入率	48.8%	47.1%	45.1%	51.7%

用途別・素材別では大きな差は見られず、それぞれ概ね 40～50%の導入率であった。

表 3.9 (4) 断熱強化の導入状況（使用温度帯別、燃料加熱）

燃料		断熱強化	断熱強化	
炉の使用温度帯		あり	なし	導入率
>=100	<150	54	68	44.3%
>=150	<200	88	146	37.6%
>=200	<300	140	192	42.2%
>=300	<500	140	195	41.8%
>=500	<750	265	211	55.7%
>=750	<1000	440	249	63.9%
>=1000	<1250	139	119	53.9%
>=1250	<1500	104	74	58.4%
>=1500	<2000	48	44	52.2%
>=2000	<3000	0	3	0.0%

表 3.9 (5) 断熱強化の導入状況（使用温度帯別、電気加熱）

電気		断熱強化	断熱強化	
炉の使用温度帯		あり	なし	導入率
>=100	<150	10	83	10.8%
>=150	<200	41	75	35.3%
>=200	<300	64	87	42.4%
>=300	<500	150	51	74.6%
>=500	<750	165	128	56.3%
>=750	<1000	219	269	44.9%
>=1000	<1250	131	156	45.6%
>=1250	<1500	89	162	35.5%
>=1500	<2000	170	297	36.4%
>=2000	<3000	17	41	29.3%

・燃料加熱では全温度帯で 40～50%程度の導入率だが、電気は温度帯によって導入率に差があり、高温度帯でも実施率が低い状況も見られた。

・燃料加熱・電気加熱とも、2000℃以上帯での断熱実施率が低い傾向となっている。

上述したように、断熱強化は半数が利用しているが、それ以外の省エネ技術（廃熱回収、原材料予熱、高効率誘導加熱）は 1 割程度で、導入例は少ないとの回答であった。以下に詳しく分析した。

(2) 廃熱回収

排熱回収を行うリジェネバーナや熱交換器（レキュペレータ）の導入状況について、アンケートを実施した。

表 3.10 (1) 廃熱回収の導入状況（全体および熱源別）

	回答数	燃料	電気
リジェネバーナ	177	157	-
レキュペレータ	1,102	842	249
なし	4,539	1,983	2,382
リジェネバーナ実施率	3.0%	5.3%	-
レキュペレータ実施率	18.9%	28.2%	9.5%

表 3.10 (2) 廃熱回収の導入状況（加熱方式別）

	燃料	燃料	燃料	電気	電気	電気	電気
加熱方式	直火式	間接加熱	—	抵抗加熱	アーク加熱	誘導加熱	—
リジェネバーナ	83	59	15	-	-	-	-
レキュペレータ	326	307	209	212	1	31	5
なし	1,093	649	241	1,813	22	390	157
リジェネ実施率	5.5%	5.8%	3.2%	-	-	-	-
レキュ実施率	21.7%	30.2%	44.9%	10.5%	4.3%	7.4%	3.1%

燃焼炉でのレキュペレータは、化学用途や間接加熱方式で導入率が高い。

表 3.10 (3) 廃熱回収の導入状況（用途別）

用途	溶解	加熱	熱処理	化学	乾燥他
リジェネバーナ	42	27	60	15	26
レキュペレータ	106	188	426	214	157
なし	632	762	1624	398	945
リジェネ実施率	5.4%	2.8%	2.8%	2.4%	2.3%
レキュ実施率	13.6%	19.2%	20.2%	34.1%	13.9%

用途別に見ると、熱処理・化学用途でレキュペレータの導入率が高い。

表 3.10 (4) 廃熱回収の導入状況 (素材別)

素材	鉄	非鉄	化学品	窯業他
リジェネバーナ	80	64	15	11
レキュペレータ	366	221	214	290
なし	1,566	1,489	398	911
リジェネ実施率	4.0%	3.6%	2.4%	0.9%
レキュ実施率	18.2%	12.5%	34.1%	23.9%

対象素材別に見ると、化学・鉄・窯業他の用途でレキュペレータの導入率が高い。

表 3.10 (5) 廃熱回収の導入状況 (使用温度帯別)

		廃熱回収	廃熱回収	廃熱回収		
炉の使用温度帯		リジェネバーナ	レキュペレータ	なし	リジェネ実施率	レキュ実施率
>=100	<150	0	11	200	0.0%	5.2%
>=150	<200	4	41	297	1.2%	12.0%
>=200	<300	6	38	443	1.2%	7.8%
>=300	<500	12	103	424	2.2%	19.1%
>=500	<750	17	117	650	2.2%	14.9%
>=750	<1000	69	339	821	5.6%	27.6%
>=1000	<1250	22	88	525	3.5%	13.9%
>=1250	<1500	24	80	325	5.6%	18.6%
>=1500	<2000	5	168	392	0.9%	29.7%
>=2000	<3000	0	7	59	0.0%	10.6%

リジェネバーナは炉内空気温度が 500℃～1,000℃の範囲で効率的に熱を回収して燃焼空気温度を予熱することで効率的な省エネができると、工業炉協会の有識者から聞いた。実際に、リジェネバーナは 1,000℃前後の温度帯での導入が多いが、より高温帯では導入率が低下している。一方、レキュペレータは 1,000℃以下でも導入がある。

(3) 原材料予熱

表 3.11 (1) 原材料予熱の導入状況 (全体および熱源別)

	回答数	燃料	電気
あり	556	494	60
なし	5,057	2,355	2,515
導入率	9.9%	17.3%	2.3%

表 3.11 (2) 原材料予熱の導入状況 (加熱方式別)

	燃料	燃料	燃料	電気	電気	電気	電気
加熱方式	直火式	間接加熱	—	抵抗加熱	アーク加熱	誘導加熱	—
あり	224	103	167	48	1	5	6
なし	1,180	867	308	1,929	22	415	149
導入率	16.0%	10.6%	35.2%	2.4%	4.3%	1.2%	3.9%

・炉への導入前に原材料を予熱して炉でのエネルギー消費を抑制する方法は、燃料加熱の方が電気加熱より実施率が高い。

表 3.11 (3) 原材料予熱の導入状況 (用途別)

用途	溶解	加熱	熱処理	化学	乾燥他
あり	131	117	91	173	42
なし	612	829	1955	457	1013
導入率	17.6%	12.4%	4.4%	27.5%	4.0%

表 3.11 (4) 原材料予熱の導入状況 (素材別)

素材	鉄	非鉄	化学品	窯業他
あり	107	152	173	122
なし	1,808	1,580	457	1,024
導入率	5.6%	8.8%	27.5%	10.6%

原材料予熱は、装置からの廃熱を回収・有効利用して被加熱物の予熱を行うことで、炉のエネルギー効率を高めるものである。溶解・化学・加熱用途で導入率が高い。素材別に見ると、化学用途が多い。

表 3.11 (5) 原材料予熱の導入状況 (温度帯別)

炉の使用温度帯	原材料予熱	原材料予熱	導入率	
>=100	<150	2	106	1.9%
>=150	<200	3	196	1.5%
>=200	<300	14	282	4.7%
>=300	<500	43	291	12.9%
>=500	<750	140	338	29.3%
>=750	<1000	124	539	18.7%
>=1000	<1250	51	202	20.2%
>=1250	<1500	41	132	23.7%
>=1500	<2000	15	76	16.5%
>=2000	<3000	0	3	0.0%

燃焼炉では、低温度帯での実施率が低い。この理由としては、廃ガス等の温度が低いため、予熱に十分な熱量を得られないといったものが考えられる。

電気炉はデータ数が少なく、傾向は見えない。

(4) 高効率誘導加熱

高効率誘導加熱は、最新型のインバータ (IGBT または MOSFET) を具備したものを想定している。

表 3.12 (1) 高効率誘導加熱の導入状況 (全体および熱源別)

	回答数	燃焼炉	電気炉
あり	225	41	184
なし	5,176	2,654	2,334
導入率	4.2%	1.5%	7.3%

高効率誘導加熱は、最新型のインバータ (IGBT または MOSFET) を具備したものを想定している。

表 3.12 (2) 高効率誘導加熱の導入状況 (用途別)

用途	溶解	加熱	熱処理	化学	乾燥他
あり	55	68	76	12	14
なし	687	813	1882	618	984
導入率	7.4%	7.7%	3.9%	1.9%	1.4%

表 3.12 (3) 高効率誘導加熱の導入状況 (素材別)

素材	鉄	非鉄	化学品	窯業他
あり	136	48	12	29
なし	1,691	1,602	618	1,076
導入率	7.4%	2.9%	1.9%	2.6%

高効率誘導加熱は、溶解・加熱用途での導入率が高い。素材別に見ると、鉄業界では9%の導入率である。他の省エネ技術に比べて、導入率は低い。

3.7 今後の省エネ技術導入意向

今後の省エネ技術導入意向は以下の通りとなった。

(1) 断熱強化

表 3.13 断熱強化の導入意向

	回答数	燃料	電気
取り入れる	1,162	692	453
取り入れない	3,108	1,474	1,544
実施意向割合	27.2%	31.9%	22.7%

・燃料加熱に比べ、電気加熱では断熱強化の導入率が低いが、今後の実施意向も燃料加熱と比べると低い傾向となった。

現状の高断熱性耐火物（セラミックファイバー等）は約半数が導入しているが、今後、新素材（カーボンコンポジット）などを利用する際には、数割程度のコストアップになるとの有識者の意見があるので、省エネ効果とコスト増の比較検討になる。

(2) 廃熱回収

表 3.14 (1) 廃熱回収の導入意向

	回答数	燃料	電気
取り入れる	645	500	127
取り入れない	4,457	1,958	2,326
実施意向割合	12.6%	20.3%	5.2%

表 3.14 (2) 廃熱回収の導入意向

用途別	溶解	加熱	熱処理	化学	乾燥他
取り入れる	102	117	177	72	158
取り入れない	566	734	1641	418	922
実施意向割合	15.3%	13.7%	9.7%	14.7%	14.6%

表 3.14 (3) 廃熱回収の導入意向

素材	鉄	非鉄	化学品	窯業他
取り入れる	244	167	72	143
取り入れない	1524	1426	418	916
実施意向割合	13.8%	10.5%	14.7%	13.5%

・燃料加熱に比べ、電気加熱では断熱強化の実施率が低いが、今後の実施意向も低い傾向となった。

- ・用途別には、実施意向に差が見られない。
- ・素材別では、非鉄・化学でやや実施意向が低い傾向となった。

(3) 原材料予熱

表 3.15 (1) 原材料予熱の導入意向

	回答数	燃料	電気
取り入れる	331	257	64
取り入れない	4,951	2,353	2,391
実施意向割合	6.3%	9.8%	2.6%

・燃料加熱に比べ、電気加熱では断熱強化の実施率が低いが、今後の実施意向も低い傾向となっている。

表 3.15 (2) 原材料予熱の導入意向

燃料				
炉の使用温度帯		取り入れる	取り入れない	実施意向割合
>=100	<150	11	107	9.3%
>=150	<200	12	218	5.2%
>=200	<300	21	293	6.7%
>=300	<500	17	261	6.1%
>=500	<750	58	325	15.1%
>=750	<1000	62	523	10.6%
>=1000	<1250	31	195	13.7%
>=1250	<1500	8	137	5.5%
>=1500	<2000	4	68	5.6%
>=2000	<3000	0	3	0.0%

表 3.15 (3) 原材料予熱の導入意向

電気				
炉の使用温度帯		取り入れる	取り入れない	実施意向割合
>=100	<150	0	93	0.0%
>=150	<200	7	97	6.7%
>=200	<300	1	145	0.7%
>=300	<500	0	174	0.0%
>=500	<750	5	268	1.8%
>=750	<1000	9	439	2.0%
>=1000	<1250	7	250	2.7%
>=1250	<1500	11	217	4.8%
>=1500	<2000	7	449	1.5%
>=2000	<3000	4	57	6.6%

- ・燃料加熱では 500～1250℃の温度帯で今後の実施意向が比較的高いが、それ以上の温度帯では実施意向が低下する。
- ・電気加熱では温度帯別の傾向は特になく、全体的に燃料加熱より低い。

(4) 高効率誘導加熱

表 3.16 高効率誘導加熱の導入意向

	回答数	%	燃料	電気
取り入れる	232	4.4	100	132
取り入れない	5,073	95.6	2,665	2,211
実施意向割合	4.4%	%	3.6%	5.6%

省エネ技術導入可能性は、断熱強化は27%、廃熱回収13%の炉で実施されている。また、原材料予熱や高効率誘導などの導入可能性は5%前後と低いが取り入れていると回答があった。

3.8 今後の燃料転換意向

今後の燃料転換意向（導入時期）を集計した。

（1）都市ガス/LNG燃料へ切り替え

表 3.16 都市ガス/LNG 燃料へ切り替え時期

	度数	%
5年以内	100	2.5
5～10年後	144	3.6
10年以後	152	3.8
なし	2,092	51.7
既に切り替え済み	1,534	37.9
合計	4,047	100.0

（2）バイオマス燃料へ切り替え

表 3.17 バイオマス燃料へ切り替え時期

	度数	%
5年以内	4	0.1
5～10年後	26	0.7
10年以後	196	5.1
なし	3,616	93.3
既に切り替え済み	35	0.9
合計	3,877	100.0

（3）水素燃料へ切り替え

表 3.18 水素燃料へ切り替え時期

	度数	%
5年以内	15	0.4
5～10年後	55	1.4
10年以後	498	12.4
なし	3,354	83.3
既に切り替え済み	33	0.8
合計	4,025	100.0

(4) アンモニア燃料へ切り替え

表 3.19 アンモニア燃料へ切り替え時期

	度数	%
5年以内	-	-
5～10年後	14	0.4
10年以後	328	8.4
なし	3,546	90.8
既に切り替え済み	18	0.5
合計	3,906	100.0

(5) 合成燃料・合成メタンへの切り替え

表 3.20 合成燃料・合成メタンへ切り替え時期

	度数	%
5年以内	-	-
5～10年後	41	1.0
10年以後	280	7.2
なし	3,543	90.7
既に切り替え済み	42	1.1
合計	3,906	100.0

(6) 今後の電気加熱導入意向

表 3.21 電気加熱導入へ切り替え時期

	度数	%
5年以内	19	0.5
5～10年後	90	2.3
10年以後	342	8.7
なし	2,702	68.5
既に切り替え済み	789	20.0
合計	3,942	100.0

工業炉の燃料炉から電気炉への切り替えは20%が実施済みとなっており、5年以内が1%未満、5～10年後も2%、10年以後が9%とで、切り替予定なしとの回答は約7割であった。

工業炉（燃焼炉）の燃料転換を質問したが、都市ガスへの切り替えは38%が実施済みとなっており、LNGやバイオマス燃料、水素燃料、アンモニア燃料、合成燃料への切り替えはほとんどなかった。

LNG やバイオマス燃料、水素燃料、アンモニア燃料、合成燃料への5年以内の切り替えは1%未満、5～10年後も同じく1%未満で、ほとんどの回答は切り替え予定なしであった。10年以後の将来では、水素燃料、アンモニア燃料、合成燃料への切り替えが10%前後との可能性を回答があり、カーボンニュートラル燃料への期待が読み取れる。

以上から、既存の熱源設備から燃料転換の導入可能性は、全体的に導入可能性は低いものの、LNGやバイオマス燃料、水素燃料、アンモニア燃料、合成燃料への切り替えの可能性・期待度はあるといえる。

3.9 工業炉における二酸化炭素の排出実態

表 3.22 工業炉の種類と性能の比較

大分類	小分類	技術概要	主な用途・利用分野	燃料種・温度帯・熱媒体
燃焼加熱	溶解炉	<ul style="list-style-type: none"> ・燃焼加熱を用いて金属を溶解する炉 ・金属の熔融温度まで加熱するため熱処理炉よりも高温となる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・産業用 ・金属の溶解 	<ul style="list-style-type: none"> ・固体：石炭、コークス等 ・液体：重油、灯油等 ・気体：天然ガス、LPG 等 キューボラ：約 1500℃、アルミニウム溶解炉：約 700～750℃、銅：青銅系 1250℃、黄銅系1150℃ など
	熱処理炉	<ul style="list-style-type: none"> ・燃焼加熱と冷却の組み合わせによって金属製品の形を変えず性質を向上させる加工を行う炉。 ・製品全体を熱処理加工する一般熱処理と表面だけを熱処理加工する表面熱処理に分けられる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・産業用 ・金属材料の性質を向上 ・各種金属材料を用いた工業製品・金属部品の製造に利用 	<ul style="list-style-type: none"> ・固体・液体・気体燃料 ・鉄鋼用焼入れ炉：800～1,000℃以上、 ・鉄鋼用焼戻し炉：120～600℃ ・鉄鋼用焼なまし炉：350～1,150℃、 ・浸炭：730～940℃、窒化：530～600℃
	その他の燃焼炉	(1) 精錬炉、(2) 圧延加熱炉、(3) 鍛造用加熱炉、(4) 焼結炉、(5) 焼成炉、(6) 化学工業炉、(7) 廃棄物焼却炉、(8) 乾燥炉など	<ul style="list-style-type: none"> ・産業用 ・金属加工分野 	<ul style="list-style-type: none"> ・固体・液体・気体燃料
電気加熱	抵抗加熱炉	物質に電流を流した際に発生するジュール熱を利用して加熱を行う炉。	<ul style="list-style-type: none"> ・産業用、民生用（ストーブ、シーズヒーター、ドライヤーなど） ・産業用としては、溶解、熱処理、熱加工、溶接、乾燥、焼成、殺菌 等 	<ul style="list-style-type: none"> ・電気 溶解用途（アルミ溶解炉：約 700～750℃、熱処理用途（浸炭焼入：約 800～950℃など）
	アーク加熱炉	<ul style="list-style-type: none"> ・アーク放電を制御して持続的に発生させ、その際に生じる高温を金属材料の溶解、製錬に用いる炉 	<ul style="list-style-type: none"> ・産業用 ・鉄スクラップ溶解、溶湯保持、非鉄金属溶解、PCB分解、フロン分解等 	<ul style="list-style-type: none"> ・電気 ・従来型のアーク炉では、アーク柱の温度は 3,000～6,000℃、プラズマアーク炉では 10,000℃程度まで加熱可能
	誘導加熱炉	電磁誘導を利用して被加熱物内部に渦電流を発生させ、電気抵抗によって被加熱物内部で熱が発生することを利用した電気加熱方式。被加熱物は導電体であることが条件。	<ul style="list-style-type: none"> ・産業用、民生用（IH調理器） ・産業用としては、溶解、予熱、熱処理（焼入、焼戻し、焼鈍 等） 	<ul style="list-style-type: none"> ・電気 溶解用途（铸铁 約 1500℃など） 熱処理用途（鉄鋼焼入れ：800～1,000℃以上、鉄鋼焼戻し：120～600℃など）

出典：経済産業省資源エネルギー庁「平成29年度新エネルギー等の導入促進のための基礎調査（熱の需給及び熱供給機器の特性等に関する調査）」より引用

電気炉（抵抗加熱式）での非鉄素材の熱処理工程について、年間処理量と電力量を調べたが、ノイズが多いため、近似直線の算出も難しい。当然ながら処理量と電力量には正の相関があるので、仮に近似直線を図中に記入した。炉の種類・設備規模などで電力量および燃料消費量との相関が見出され、電力量および燃料消費量から二酸化炭素排出量を推定することができる。アンケート調査では、各工場が把握している、二酸化炭素排出量の情報も得たが、燃料消費量との関係にノイズが多く、データはばらついた結果となった。

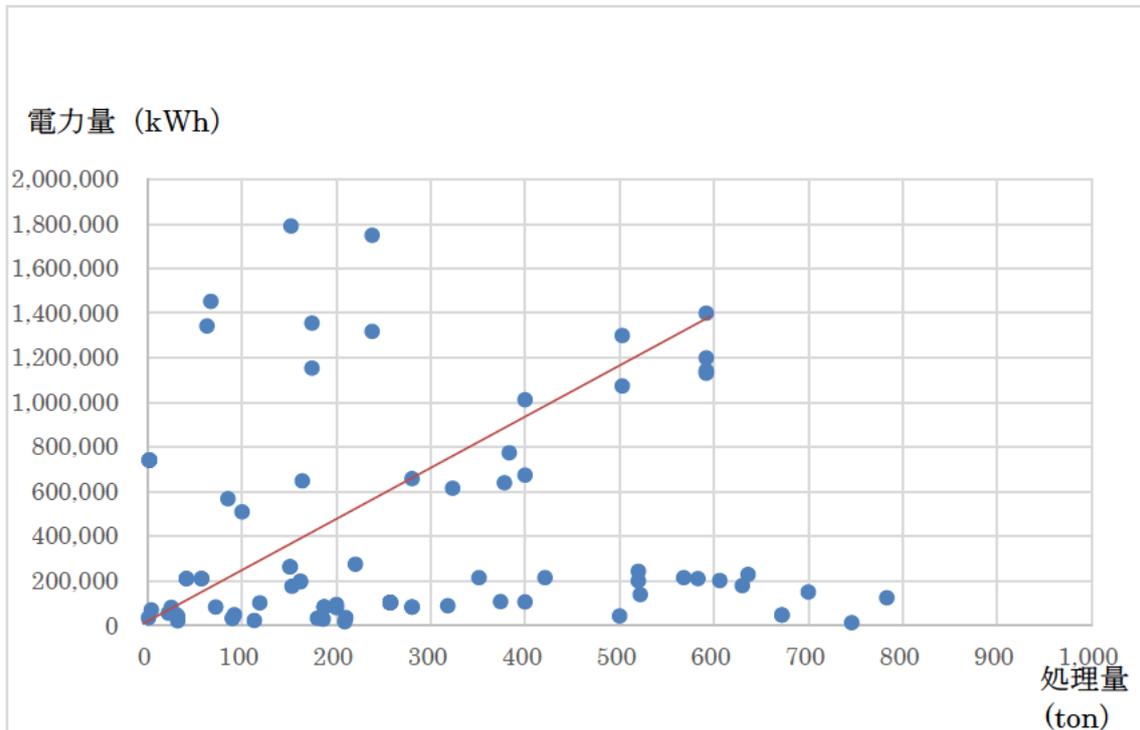


図 3.6 年間処理量と電力量 (kWh) の相関
電気炉（抵抗加熱式）非鉄の熱処理工程

第4章

4. 産業用ボイラにおける実態調査

4.1 産業用ボイラの保有状況

表 4.1 産業分類（27種）ごとに産業用ボイラの保有台数（8,531台）

	産業分類	工場数 (母数)	回答工場数	産業用ボイラ の台数	比率 (%)
1	化学工業	763	297	1,179	13.8
2	食料品製造業	632	351	1,955	22.9
3	輸送用機械器具製造業	583	197	462	5.4
4	窯業・土石製品製造業	322	140	210	2.5
5	電子部品・デバイス・電子回路製造業	337	131	483	5.7
6	プラスチック製品製造業（別掲を除く）	313	65	48	0.6
7	パルプ・紙・紙加工品製造業	240	121	389	4.6
8	鉄鋼業（大手製鉄を除く）	208	98	458	5.4
9	非鉄金属製造業	203	132	241	2.8
10	金属製品製造業	202	132	202	2.4
11	飲料・たばこ・飼料製造業	193	129	901	10.6
12	電気機械器具製造業	170	75	197	2.3
13	繊維工業	137	47	251	2.9
14	はん用機械器具製造業	99	24	30	0.4
15	生産用機械器具製造業	94	16	38	0.4
16	熱供給業	90	56	268	3.1
17	ゴム製品製造業	80	36	129	1.5
18	印刷・同関連業	77	30	131	1.5
19	業務用機械器具製造業	49	10	43	0.5
20	石油製品・石炭製品製造業	43	37	146	1.7

21	木材・木製品製造業 (家具を除く)	39	6	26	0.3
22	その他の製造業	31	166	644	7.5
23	鉱業, 採石業, 砂利採取業	31	11	11	0.1
24	ガス業	28	23	56	0.7
25	情報通信機械器具製造業	21	4	23	0.3
26	家具・装備品製造業	7	-	-	-
27	なめし革・同製品・毛皮製造業	1	-	-	-
	合計	4,993工場	2,342工場	8,531台	100.0%

データ収集できた産業用ボイラの総台数は表 4.1 に示すとおりであり、計 8,531 台となった。今回のアンケートでは、第 1 種エネルギー管理指定工場等のうち 47%の回答を得た。これに基づき工場毎に平均台数を想定し、全国の総台数を推定したところ、7万1千台という台数となった。毎年のボイラ出荷数を約 1 万台¹、寿命を 10 年とすると、全国のボイラ台数は約 10 万台と算定できるので、産業別の保有割合などの傾向は把握できたと考える。以降は、有効回答の工業炉 8,531 台の内容を検討した。

表 4.2 産業分類 (27 種) ごとに産業用ボイラの保有台数 (全国推計)

	産業分類	工場数 (母数)	回答工場 数	ボイラ の台数	工場毎 の平均 台数	全国の総台 数 (推定)
1	化学工業	763	297	1,179	3.97	12,024
2	食料品製造業	632	351	1,955	5.57	19,606
3	輸送用機械器具製造業	583	197	462	2.35	3,206
4	窯業・土石製品製造業	322	140	210	1.50	725
5	電子部品・デバイス・電子回路製造業	337	131	483	3.69	4,581
6	プラスチック製品製造業 (別掲を除く)	313	65	48	0.74	171
7	パルプ・紙・紙加工品製造業	240	121	389	3.21	2,481
8	鉄鋼業 (大手製鉄を除く)	208	98	458	4.67	4,543
9	非鉄金属製造業	203	132	241	1.83	677
10	金属製品製造業	202	132	202	1.53	473
11	飲料・たばこ・飼料製造	193	129	901	6.98	9,415

¹ 日本産業機械工業会ボイラ・原動機部会「2020年に向けての産業用ボイラ需要動向と今後の展望」(2018年3月)より引用

	業					
12	電気機械器具製造業	170	75	197	2.63	1,173
13	繊維工業	137	47	251	5.34	3,907
14	はん用機械器具製造業	99	24	30	1.25	155
15	生産用機械器具製造業	94	16	38	2.38	530
16	熱供給業	90	56	268	4.79	2,061
17	ゴム製品製造業	80	36	129	3.58	1,027
18	印刷・同関連業	77	30	131	4.37	1,468
19	業務用機械器具製造業	49	10	43	4.30	906
20	石油製品・石炭製品製造業	43	37	146	3.95	670
21	木材・木製品製造業（家具を除く）	39	6	26	4.33	732
22	その他の製造業	31	16	64	3.88	467
23	鉱業，採石業，砂利採取業	31	11	11	1.00	31
24	ガス業	28	23	56		
25	情報通信機械器具製造業	21	4	23		
26	家具・装備品製造業	7	-	-		
27	なめし革・同製品・毛皮製造業	1	-	-		
	合計	4,993	6,390			71,028

「2 食料品」「11 飲料・たばこ・飼料製造業」「1 化学」「13 繊維」などの業種で産業用ボイラが使用されている。「9 非鉄金属製造業」「10 金属製品製造業」でのボイラ保有台数は少ない。

産業用ボイラの燃料別の割合－燃焼方式（燃料と電気）の比較について、産業用ボイラの加熱方式として、蒸気および温水の製造は燃料の燃焼による発生が中心であり、電気ボイラは限定的となっている。

表 4.3 産業用ボイラの電力・燃料別の割合

熱源	回答数	比率	燃料	有効回答数	比率
燃料	8,220	99.1%	A重油	1,128	15.1%
			灯油/軽油	198	2.6%
			LPG	500	6.7%
			都市ガス	4,346	58.2%
			LNG	962	12.9%
			石炭	30	0.4%
			その他	308	4.1%
電気	73	0.9%	—		

表 4.4 (1) 産業用ボイラの種類

分類	回答数	燃料	電気
蒸気ボイラ	7,772	7,673	58
温水ボイラ	475	451	10

燃料を熱源とするボイラが99%を占め、更にそのうち、蒸気ボイラがほとんどである。燃料種別としては都市ガスが最も多く58.2%、次いでA重油が15.1%、LNGが12.9%となった。

表 4.4 (2) 産業用ボイラの種類

用途	燃料	電気	「燃料」比率
給湯用	151	8	95.0%
産業用（加熱・滅菌・蒸留）	6,077	25	99.6%
産業用（その他）	1,953	31	98.4%

表 4.4 (3) 産業用ボイラの種類

用途	蒸気ボイラ	温水ボイラ
給湯用	91	79
産業用（加熱・滅菌・蒸留）	5,770	289
産業用（その他）	1,874	107

- ・給湯用ボイラは産業用途と比べて少ない。
- ・給湯用の場合は、電気ボイラの比率が他用途より高かった。

4.2 産業界別の産業用ボイラの台数

産業用ボイラの総数（台数）は表 4.5 および図 4.1 に示すとおりであり、大半が貫流ボイラとなっている。

表 4.5 産業用ボイラの種類と台数

産業用ボイラ種類	回答数	蒸気ボイラ	温水ボイラ
水管ボイラ	382	347	29
炉筒煙管ボイラ	307	277	26
貫流ボイラ	6,907	6,682	194
廃熱ボイラ（コ・ジェネレーション用）	270	262	4
特殊ボイラ（電気ボイラ・熱媒ボイラ）	217	54	92
その他のボイラ	214	88	118

産業用ボイラの種類を図 4.1 に示す。

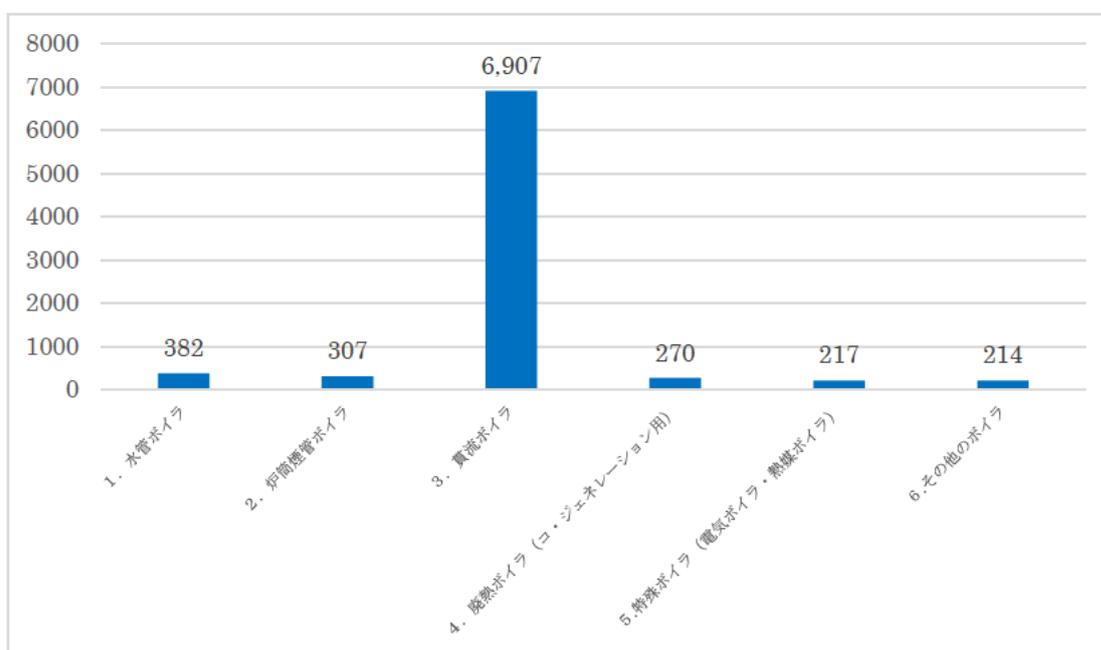


図 4.1 ボイラの種類（台数）

8,531 件の回答のうち、80%にあたる 6,907 台は「貫流ボイラ」であった。そこで、貫流ボイラを対象とした分析を行った。貫流ボイラの業種別の台数を図 4.2 に示す。

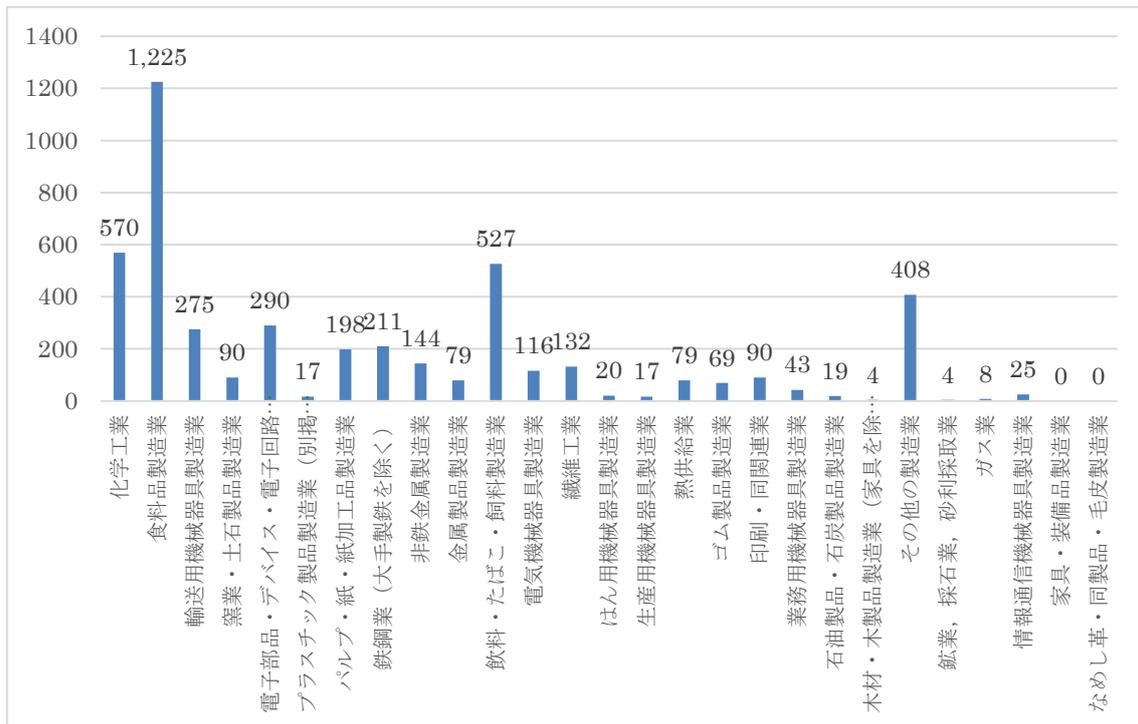


図 4.2. 貫流ボイラの業種別台数

貫流ボイラの業種別台数を比較すると、「2 食料品」「11 飲料・たばこ・飼料製造業」「1 化学」などの業種で産業用ボイラが使用されている。「9 非鉄金属製造業」「10 金属製品製造業」でのボイラ保有台数は少ない。

4.3 産業用ボイラの使用年数

産業用ボイラ（全体）の使用年数を表 4.6 と図 4.3 に示す。

表 4.6 産業用ボイラの使用年数

使用年数	回答数	比率
5年未満	1,677	21.2%
5年～10年未満	2,096	26.4%
10年～15年未満	1,763	22.2%
15年～20年未満	1,317	16.6%
20年～25年未満	457	5.8%
25年～30年未満	244	3.1%
30年～35年未満	166	2.1%
35年～40年未満	57	0.7%
40年以上	152	1.9%

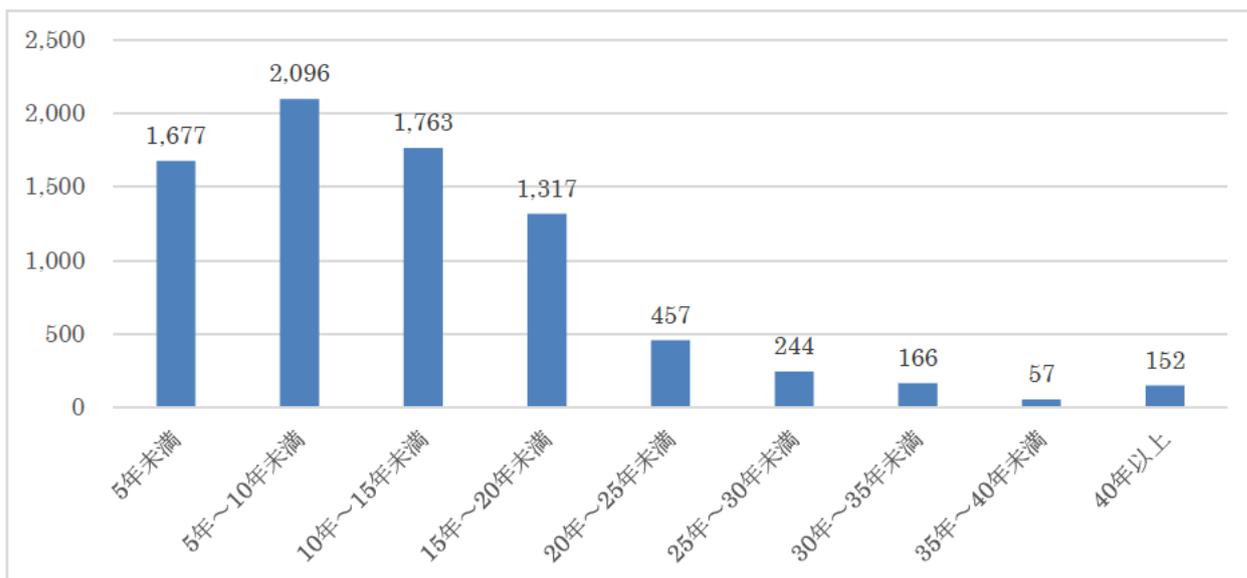


図 4.3 産業用ボイラ（全体）の使用年数

産業用ボイラは種類によりその使用年数は、装置寿命は異なるので、貫流ボイラと、他のボイラのデータと区別して、集計した。

1) 貫流ボイラ (6557 台) について解析した。

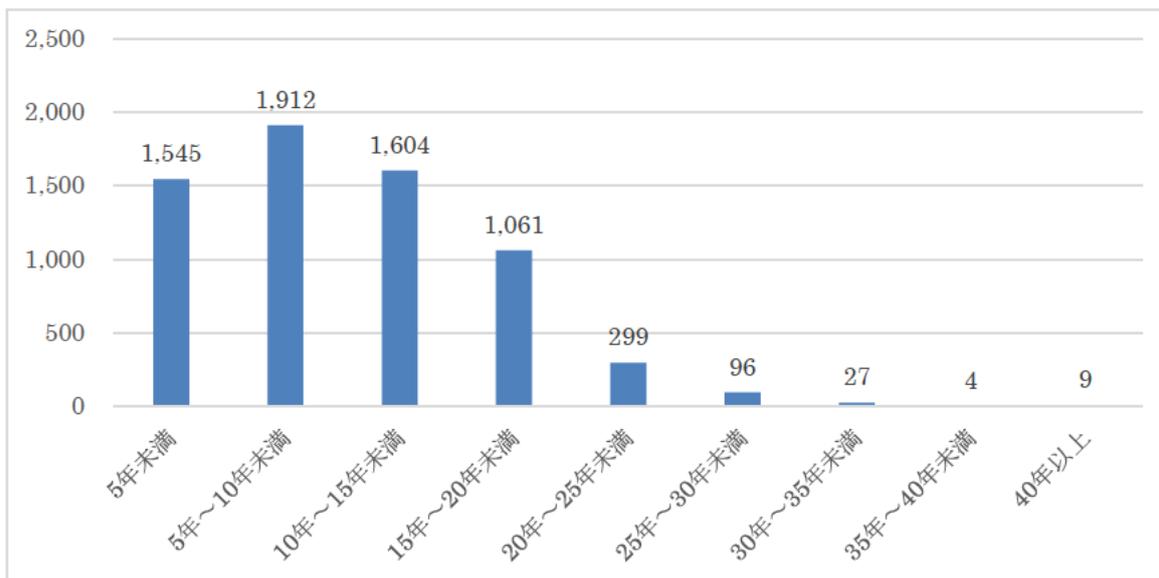


図 4.4 貫流ボイラの使用年数 (台数)

2) 炉筒煙管ボイラー (287 台) の使用年数について解析した。

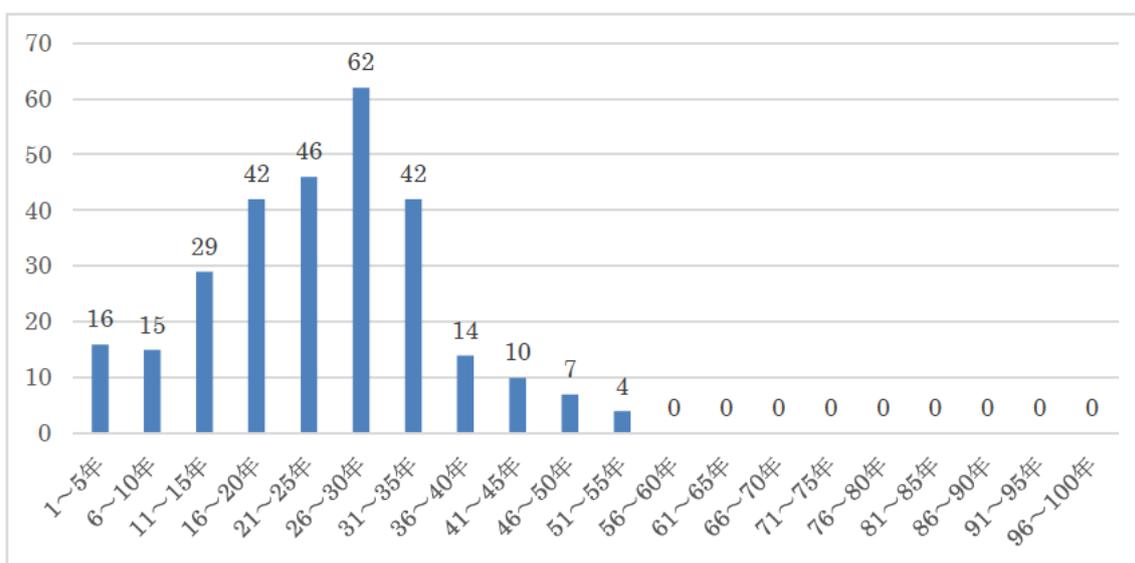


図 4.5 炉筒煙管ボイラの使用年数 (台数)

3) 水管ボイラ (382 台) について解析した。

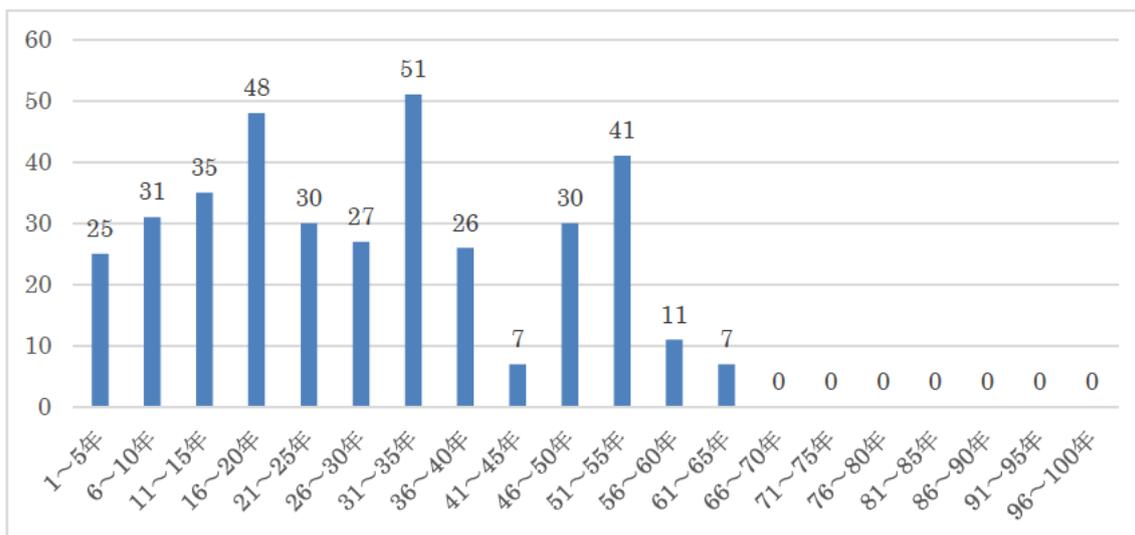


図 4.6 水管ボイラ の使用年数 (台数)

ボイラ製造会社の説明サイトには、「定期的に整備、メンテナンスを行っている」と、炉筒煙管ボイラの場合は30年、貫流ボイラだと10～15年が一般的」とあるので、

- ・貫流ボイラは、10～15年の寿命で、以後は台数減少している。
- ・炉筒煙管ボイラは30年の寿命を持っている。
- ・水管ボイラは台数が少ないので傾向が読みにくいだが、20年、30年、50年とピークがあるため、改修などで寿命延長を行っているように見える。

4.4 産業用ボイラの設備容量

産業用ボイラ（全体）の設備容量（蒸発量）を表 4.7 および図 4.5 に示す。

表 4.7 産業用ボイラ（全体）の設備容量（蒸発量）

設備容量（蒸発量）	回答数	比率
3t/h 未満	4810	64.6%
3～5t/h 未満	1357	18.2%
5～10t/h 未満	486	6.5%
10～20t/h 未満	211	2.8%
20～30t/h 未満	115	1.5%
30～50t/h 未満	81	1.1%
50～100t/h 未満	68	0.9%
100～200t/h 未満	64	0.9%
200～500t/h 未満	38	0.5%
500～1000t/h 未満	25	0.3%
1000t/h 以上	191	2.6%

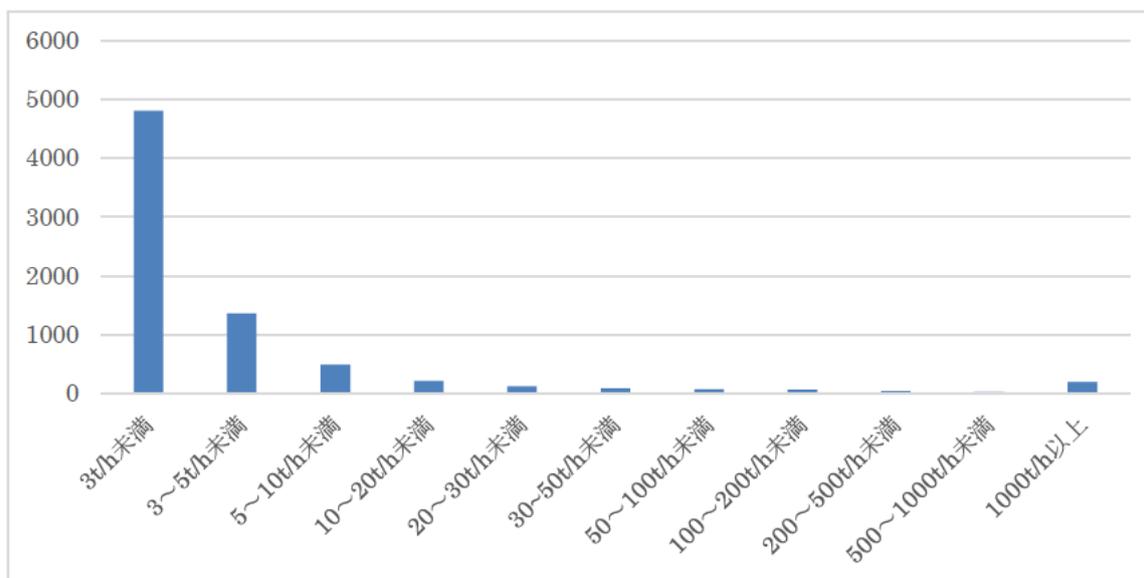


図 4.5 産業用ボイラ（全体）の設備容量（蒸発量）

前述のとおり、貫流ボイラの台数が多いので、他のボイラと区別して集計・分析を行った。

表 4.8 貫流ボイラの設備容量（蒸発量）

設備容量（蒸発量）	回答数	比率
3t/h 未満	4482	70.6%
3～5t/h 未満	1243	19.6%
5～10t/h 未満	337	5.3%
10～20t/h 未満	31	0.5%
20～30t/h 未満	20	0.3%
30～50t/h 未満	10	0.2%
50～100t/h 未満	11	0.2%
100～200t/h 未満	8	0.1%
200～500t/h 未満	8	0.1%
500～1000t/h 未満	18	0.3%
1000t/h 以上	182	2.9%

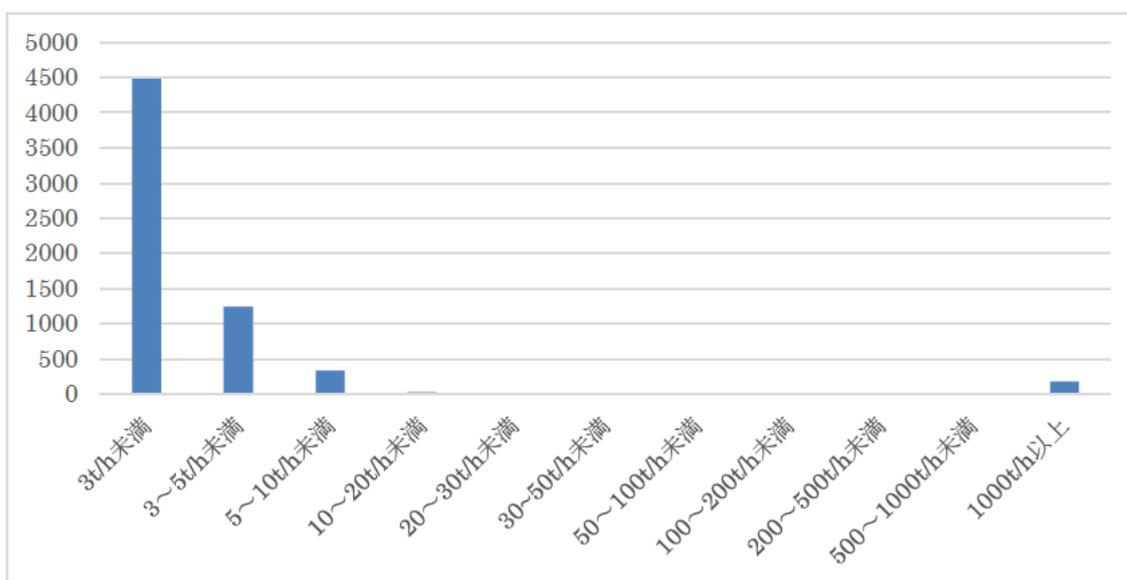


図 4.6 貫流ボイラの設備容量（蒸発量）

表 4.9 貫流ボイラ以外のボイラの設備容量（蒸発量）

設備容量（蒸発量）	回答数	比率
3t/h 未満	273	26.8%
3～5t/h 未満	101	9.9%
5～10t/h 未満	147	14.5%
10～20t/h 未満	180	17.7%
20～30t/h 未満	95	9.3%
30～50t/h 未満	71	7.0%
50～100t/h 未満	54	5.3%
100～200t/h 未満	55	5.4%
200～500t/h 未満	29	2.9%
500～1000t/h 未満	7	0.7%
1000t/h 以上	273	26.8%

- ・産業用ボイラ全体で見ると、小型ボイラの設置が大半（5t/h 未満が 82.8%）である。
- ・貫流ボイラでは 5t/h 未満の設置が 90.2%と小型（小型貫流ボイラ）の割合が高い。
- ・貫流ボイラ以外では 5～50t/h が 48.5%、50. t/h 以上も 14.7%と、貫流ボイラより大型のものが多い。

ボイラの負荷変動が大きい場合には、大型のボイラを 1 台設置するより、小型の貫流ボイラを複数台設置して、需要の変動などに応じて台数制御運転を行った方が、エネルギー効率が良い。このことから負荷変動の大きい工場における複数台の貫流ボイラの設置は合理的と言える。

また、ボイラは大型（伝熱面積が大）になるほどボイラ取扱作業主任者を選任する要件が厳しくなる（ボイラ技士²⁾）。特に小型貫流ボイラは扱いが容易で、主任者の選任要件も緩くなるため、設置のハードルが低いと考えられる。

²⁾ <https://www.jbanet.or.jp/license/division/boiler-chief/>

4.5 産業用ボイラの蒸気温度

産業用ボイラ（全体）の温度帯を表 4.10 に示す。

表 4.10 産業用ボイラの温度帯

設備容量（蒸発量）	回答数	比率
100℃未満	701	10.7%
100～120℃未満	416	6.3%
120～140℃未満	387	5.9%
140～160℃未満	795	12.1%
160～180℃未満	2902	44.2%
180～200℃未満	518	7.9%
200～400℃未満	619	9.4%
400～600℃未満	84	1.3%
400～500℃未満	62	0.9%
500℃以上	81	1.2%

前述のとおり、貫流ボイラの台数が多いので、貫流ボイラ以外のデータと区別して、集計・分析を行った。

表 4.11 貫流ボイラの温度帯

設備容量（蒸発量）	回答数	比率
100℃未満	537	10.0%
100～120℃未満	398	7.4%
120～140℃未満	350	6.5%
140～160℃未満	709	13.2%
160～180℃未満	2561	47.6%
180～200℃未満	413	7.7%
200～400℃未満	388	7.2%
400～600℃未満	19	0.4%
400～500℃未満	2	0.0%
500℃以上	7	0.1%

表 4.12 貫流ボイラ以外のボイラの温度帯

設備容量（蒸発量）	回答数	比率
100℃未満	125	11.1%
100～120℃未満	18	1.6%
120～140℃未満	35	3.1%
140～160℃未満	81	7.2%
160～180℃未満	334	29.7%
180～200℃未満	104	9.2%
200～400℃未満	230	20.4%
400～600℃未満	65	5.8%
400～500℃未満	60	5.3%
500℃以上	74	6.6%

- ・産業用ボイラ（全体）で見ると160～180℃帯での使用が多く、全体の44.2%である。
- ・貫流ボイラでは160～180℃帯での使用が多く、全体の47.6%である。
- ・貫流ボイラ以外では、160～180℃帯での使用が29.7%と多いが、次は200～400℃帯での使用が20.4%であり、貫流ボイラに比べて高温帯での使用が多い実態が判る。

4.6 産業用ボイラの今後の省エネ技術導入意向

(1) 配管の断熱・保温強化

表 4.13 (1) 配管の断熱・保温強化の導入意向

	回答数	比率
取り入れている	7,022	86.2%
今後検討	497	6.1%
予定なし	629	7.7%
合計	8299	100.0

表 4.13 (2) 配管の断熱・保温強化の導入意向

分類別	取り入れている	今後検討	予定なし	実施率
蒸気ボイラ	6,587	406	538	87.5%
温水ボイラ	347	45	60	76.8%

表 4.13 (3) 配管の断熱・保温強化の導入意向

用途別	取り入れている	今後検討	予定なし	実施率
給湯用	113	25	27	68.5%
産業用（加熱・滅菌・蒸留）	5,222	368	373	87.6%
産業用（その他）	1,639	97	211	84.2%

表 4.13 (4) 配管の断熱・保温強化の導入意向

産業用ボイラ種類別	取り入れている	今後検討	予定なし	実施率
水管ボイラ	309	28	40	82.0%
炉筒煙管ボイラ	245	19	27	84.2%
貫流ボイラ	5,865	366	490	87.3%
廃熱ボイラ（コ・ジェネレーション用）	218	17	23	84.5%
特殊ボイラ（電気ボイラ・熱媒ボイラ）	173	27	10	82.4%
その他のボイラ	158	26	18	78.2%

- ・断熱・保温の強化は、ボイラの種類や用途、種類にかかわらず概ね80%程度が実施済み。
- ・給湯用は7割弱の実施率に留まっている。
- ・設備容量別・温度帯別でも特に傾向なし。

(2) 廃熱回収・蒸気ドレン回収・熱再利用

表 4.14 (1) 廃熱回収・蒸気ドレン回収・熱再利用の導入意向

	回答数	比率
取り入れている	5,950	73.7%
今後検討	975	12.1%
予定なし	1,143	14.2%
合計	8089	100.0

表 4.14 (2) 廃熱回収・蒸気ドレン回収・熱再利用の導入意向

用途別	取り入れている	今後検討	予定なし	実施率
給湯用	69	35	49	45.1%
産業用（加熱・滅菌・蒸留）	4,401	764	761	74.3%
産業用（その他）	1,437	170	320	74.6%

表 4.14 (3) 廃熱回収・蒸気ドレン回収・熱再利用の導入意向

産業用ボイラ種類別	取り入れている	今後検討	予定なし	実施率
水管ボイラ	295	21	57	79.1%
炉筒煙管ボイラ	205	29	51	71.9%
貫流ボイラ	5,021	849	829	75.0%
廃熱ボイラ（コ・ジェネレーション用）	228	17	15	87.7%
特殊ボイラ（電気ボイラ・熱媒ボイラ）	58	41	93	30.2%
その他のボイラ	94	17	88	47.2%

- ・廃熱回収・蒸気ドレン回収・熱再利用は7割強が実施済みであった。
- ・給湯用の実施率が低いが、温度が低く回収できるエネルギーが小さいために効果が低いことが要因と推察される。
- ・温度帯別では、高温になるほど実施率が高くなるとは必ずしも言えなかった。

(3) 蒸気漏れ対策

表 4.15 (1) 蒸気漏れ対策の導入意向

	回答数	比率
取り入れている	5,660	71.3%
今後検討	1,024	12.9%
予定なし	1,258	15.8%
合計	8020	100.0

表 4.15 (2) 蒸気漏れ対策の導入意向

用途別	取り入れている	今後検討	予定なし	実施率
給湯用	57	38	49	39.6%
産業用 (加熱・滅菌・蒸留)	4,385	719	718	75.3%
産業用 (その他)	1,178	264	472	61.5%

表 4.15 (3) 蒸気漏れ対策の導入意向

産業用ボイラ種類別	取り入れている	今後検討	予定なし	実施率
水管ボイラ	271	31	64	74.0%
炉筒煙管ボイラ	175	29	77	62.3%
貫流ボイラ	4,890	888	869	73.6%
廃熱ボイラ (コ・ジェネレーション用)	185	22	54	70.9%
特殊ボイラ (電気ボイラ・熱媒ボイラ)	42	25	64	32.1%
その他のボイラ	62	22	112	31.6%

- ・蒸気漏れ対策は概ね7割が実施済みであった。
- ・設備容量別では、小型の方がやや実施率が高い傾向となった。
- ・温度帯別では、低温度帯 (～120℃) では7割を切り、120～180℃帯で7割を超えているが、逆に高温度帯でも7割を切っている。

(4) 設備診断

表 4.16 設備診断の導入意向

	回答数	比率
取り入れている	4,442	55.2%
今後検討	1,470	18.3%
予定なし	2,129	26.5%
合計	8122	100.0

- ・設備診断の実施率は全体で 55.2%。半数は省エネ対策の設備診断を実施済みであった。
- ・ボイラ種類別、設備容量別、温度帯別でも特に傾向は見られなかった。

4.7 今後の燃料転換意向

既存の熱源設備から燃料転換の導入可能性を集計した。

(1) 都市ガス燃料への切り替え

表 4.17 都市ガス燃料への切り替え時期

	度数	%
5年以内	159	2.1
5～10年後	97	1.3
10年以後	183	2.4
なし	2836	36.6
既に切り替え済み	4414	57.0
合計	7748	100.0

(2) LNG燃料への切り替え

表4.18 LNG燃料への切り替え時期

	度数	%
5年以内	217	3.0
5～10年後	213	2.9
10年以後	212	2.9
なし	5519	76.0
既に切り替え済み	1037	14.3
合計	7263	100.0

(3) バイオマス燃料への切り替え

表4.19 バイオマス燃料への切り替え時期

	度数	%
5年以内	64	0.9
5～10年後	49	0.7
10年以後	248	3.5
なし	6562	93.3
既に切り替え済み	97	1.4
合計	7034	100.0

(4) 水素燃料への切り替え

表4.20 水素燃料への切り替え時期

	度数	%
5年以内	46	0.6
5～10年後	71	1.0
10年以後	833	11.8
なし	6106	86.2
既に切り替え済み	20	0.3
合計	7087	100.0

(5) アンモニア燃料への切り替え

表4.21 アンモニア燃料への切り替え時期

	度数	%
5年以内	34	0.5
5～10年後	37	0.5
10年以後	363	5.1
なし	6584	93.4
既に切り替え済み	13	0.2
合計	7050	100.0

産業用ボイラの燃料転換を質問したが、都市ガスへの切り替えは57%が実施済みであり、LNGやバイオマス燃料、水素燃料、アンモニア燃料への切り替えはほとんどなかった。

LNGやバイオマス燃料、水素燃料、アンモニア燃料への5年以内が数%未満、5～10年後も同じく数%未満で、切り替え予定なしとの回答が9割以上であった。10年以後の将来では、水素燃料への切り替えが12%との可能性の回答があり、他のカーボンニュートラル燃料（バイオマス燃料、アンモニア燃料、合成燃料）よりも水素燃料への期待が読み取れる。

4.8 産業用ボイラの二酸化炭素排出実態

表4.22 ボイラの種類と性能

大分類	小分類	技術概要	主な用途・利用分野	燃料種・温度帯・熱媒体
蒸気ボイラ	小型貫流ボイラ	一管の長い管系で構成されている貫流ボイラのうち、蒸気圧力 1.0MPa、伝熱面積 10m ² 以下のものは小型貫流ボイラと呼ばれ、10kg/h～7t/h 程度の暖房用、業務用および工業プロセス用の小型ボイラとして用いられている	<ul style="list-style-type: none"> ・業務用、産業用 ・暖房用、プロセス蒸気生成用などに広く用いられている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・都市ガス、重油 等 ・排煙からの廃熱回収により高効率化を図るため、排煙温度を低温化しても酸の発生が少ないクリーンなガス燃料の方が高効率化が可能。 ・生成蒸気は約 184℃（1.0MPa での飽和温度）以下が多い。
	水管ボイラ	多数の水管とドラムで構成され、水管内で蒸発を行うボイラ	<ul style="list-style-type: none"> ・業務用、産業用 ・暖房、プロセス蒸気、発電等 	<ul style="list-style-type: none"> ・都市ガス、重油、石炭等 ・需要に応じて様々な温度帯の蒸気を供給 ・発電用では、600℃級のボイラーも使用
	炉筒煙管ボイラ	ボイラー胴中に炉筒と煙管群の両方を設けたボイラーであり、水管ボイラーと比較して小容量のボイラーが多く、圧力1MPa、伝熱面積 20～150m ² 、蒸発量 10t/H 程度までのものが主流	<ul style="list-style-type: none"> ・業務用、産業用 ・暖房用、プロセス蒸気 	<ul style="list-style-type: none"> ・都市ガス、重油、石炭等 ・需要に応じて様々な温度帯の蒸気を供給 ・生成蒸気は約 204℃（1.6MPa での飽和温度）以下が多い。
温水ボイラ		暖房や給湯、産業プロセス用の温水を発生させるボイラ	<ul style="list-style-type: none"> ・家庭用、業務用、産業用 ・暖房、給湯、温水等 	<ul style="list-style-type: none"> ・都市ガス、重油、電気等 ・主に 100℃以下

出典：経済産業省資源エネルギー庁「平成29年度新エネルギー等の導入促進のための基礎調査（熱の需給及び熱供給機器の特性等に関する調査）」より引用

○ボイラ効率の設定

ボイラの種類		ボイラより取り出す熱媒の種類	蒸気圧力または温水温度	蒸発量または熱出力	ボイラ効率 [%]	主な用途
鋳鉄製ボイラ		蒸気	0.1MPa以下	0.3~4t/h	80~86	給湯・暖房用
		低温水	120℃以下	29~2300kW		
丸ボイラ	立てボイラ	蒸気	0.7MPa以下	0.1~0.5t/h	70~75	暖房・プロセス用
	炉筒煙管ボイラ	蒸気	1.6MPa以下	0.5~20t/h	85~90	給湯・暖房・プロセス用
		中・高温水	170℃以下	350~9300kW		地域暖房用
貫流ボイラ	単管式小型貫流ボイラ	蒸気	3MPa以下	0.1~15t/h	80~90	暖房・プロセス用
	多管式小型貫流ボイラ	蒸気	1MPa以下	0.1~2t/h	75~90	暖房・プロセス用
	大型貫流ボイラ	蒸気	5MPa以下	100t/h以上	90	発電用
	高温水	130℃以下	5.8MW以上	地域暖房用		
水管ボイラ	立て水管ボイラ	蒸気	1MPa以下	0.5~2t/h	85	給湯・暖房・プロセス用
	二胴水管ボイラ	蒸気	0.7MPa以下	5t/h以上	85~90	暖房・プロセス・発電用
電気ボイラ		温水	120℃以下	120~930kW	98	全電気式空調補助熱源用
熱媒ボイラ		気相	200~350℃	1.2~2300kW	80~85	プロセス用
		液相				
真温水空器	鋳鉄製	低温水	80℃以下	120~3000kW	85~90	給湯・暖房用
	炉筒煙管式	低温水	80℃以下	46~1860kW	85~88	
住宅用小型温水ボイラ		温水	0.1MPa以下	12~41kW	60~80	給湯・暖房用

(出典：(社)空気調和・衛生工学会「第13版空気調和・衛生工学便覧 2 汎用機器・空調機器篇」(2001), p.220)

出典：https://ghg-santeikohyo.env.go.jp/files/calcul/kento_j06/mat03-2-2.pdf

表 4.23 産業用ボイラの燃料別の台数

	回答数	比率
A 重油	1128	15.1%
灯油/軽油	198	2.6%
LPG	500	6.7%
都市ガス	4346	58.2%
LNG	962	12.9%
石炭	30	0.4%
その他	308	4.1%

特に多い都市ガスの使用事例に注目して、各ボイラでのデータを解析した。

炉筒煙管ボイラの蒸気発生量と都市ガス年間使用量の関係を図 4.7 に示す。データはばらついているが、近似直線から都市ガス使用量は $66.6\text{m}^3/\text{トン}$ 蒸気量と推定される。炉筒煙管ボイラのボイラ効率は $85\sim 90\%$ であり、他のボイラよりも効率が低い。

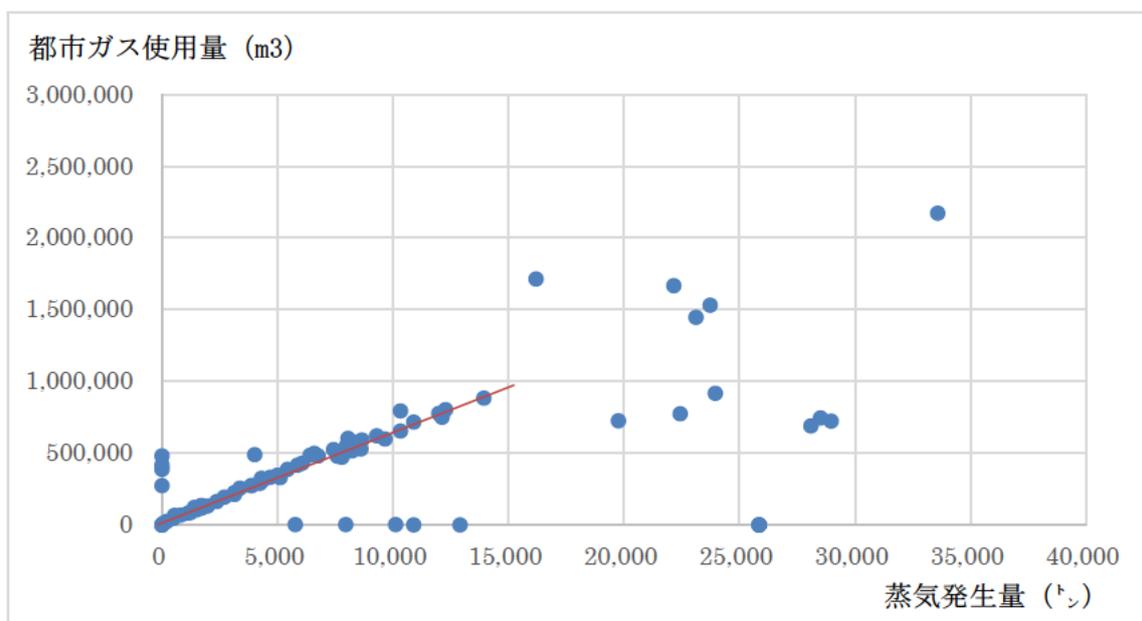


図 4.7 炉筒煙管ボイラ蒸気発生量と都市ガス使用量 (年間)

貫流ボイラの蒸気発生量と都市ガスの年間使用量を図 4.8 に示す。こちらのデータも、ばらついているが、近似直線から都市ガス使用量は $66.6\text{m}^3/\text{トン}$ 蒸気量と推定される。貫流ボイラ (小型) が主体であるので、年間蒸気発生量は少ない。また、貫流ボイラ (小型) はボイラ効率 $75\sim 90\%$ であり、炉筒煙管ボイラと同程度の効率であり、結果的には炉筒煙管ボイラと同等の燃料消費率であった。

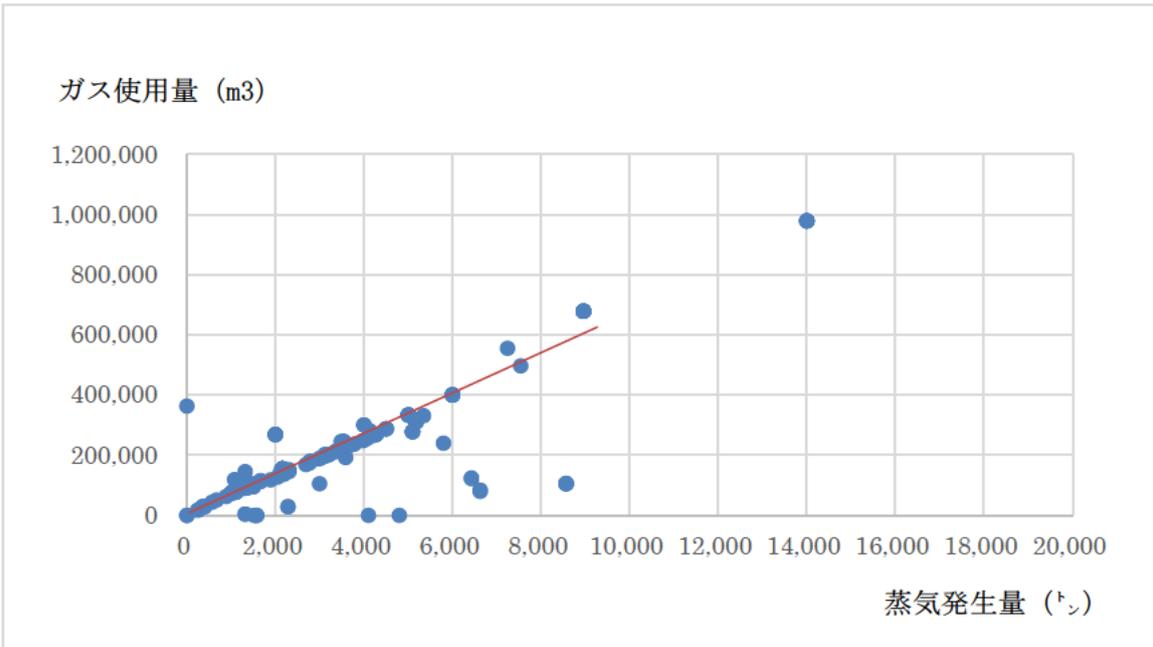


図 4.8 貫流ボイラの蒸気発生量と都市ガス使用量 (年間)

第5章

5. カーボンニュートラル化に向けた活動実態調査（将来のGX・サプライチェーン見通し）

我が国の支援のあり方に関するアンケート調査から得られた、省エネルギー投資促進に向けた支援補助金の累計別（1 先進事業、2 オーダーメイド型事業、3 指定設備導入事業、4 エネマネ事業³⁾）の希望数を表 5.1 に示す。

「3 指定設備導入事業」が最も多く、次いで「1 先進事業」の施策制度の利用を希望している。

表 5.1 施策の希望数

	度数	%
1. 先進事業	207	12.2
2. オーダーメイド型事業	120	7.1
3. 指定設備導入事業	351	20.7
4. エネマネ事業	149	8.8
合計	1694	

施策に関する自由記述結果を表 5.2 に示す。

表 5.2 施策への要望（主な自由記述）

1	・メタネーションをもっと強力に推進させて、近々に実現することを熱望します。
2	・補助金、補助割合の増加を希望します。 ・補助金申請における費用対効果のハードルについて、下げる事はできないでしょうか。また、大企業でも様々な規模や業種がある為、個別に設ける事はできないでしょうか。
3	・支援補助金をもっと取りやすくしてもらいたい。
4	・ASSET事業を利用し蒸気コンプレッサー導入しました。省エネ対策について名省がまとまると使いやすい
5	・重油→LNGへの転換には環境省の「SHIFT事業」で検討している。
6	・CN 実現に向けて、更なる補助金等の導入をお願いいたします（申請作業で手間のか

³⁾ 支援策（省エネルギー投資促進に向けた支援補助金）

https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saving/enterprise/support/

	からない)。
7	・オーダーメイド型事業において、申請支援が欲しい。
8	・ガス事業会社と近隣の会社とスマエネ事業を計画中
9	・今後の事業計画、設備導入・更新に合わせての省エネ設備導入時に利用検討したい。
10	・今後も補助金の情報をキャッチしながら省エネとCO2削減を進めます。
11	・事業所の将来的な合理化推進に合わせ、適切なボイラ更新を行う。
12	・事業所規模にあわせた設備導入支援があると助かります。
13	・自社の水力発電を利用した電気ボイラの導入を検討中（補助金活用希望）
14	・助成金や補助金は、手続きが複雑で工数のかかる一方で、申請期限や採択後の実施期間が限られているために申請を見送る場合があると思います。申請手続きを簡素化或いはワンストップサービスを充実し、実施しやすい期間設定のものを増やして頂けると助かります。
15	・将来的に燃料起因のCO2削減が課題であり、インフラやコスト低下に期待しています
16	・先進事業などの補助金について、支援を受ける条件が厳しいため、CO2削減を目指す企業が補助金を受け易い条件にしてもらいたい。例えば、クラス分け評価がA以上でないと補助金対象外とするのはおかしいと思います。本来、評価がB, C, Dの企業も対象としてAやSを目指せる様に支援することが必要だと思います。
17	・都市ガス配管インフラの無い地方において、LNGサテライト設備設置への直接的な補助金制度を希望
18	・燃焼機関については、エネルギー変換効率面で問題があるため、ヒートポンプへの転換を設備更新に併わせて検討していく。
19	・補助金の決定→完成までの時間が短く、熱媒ボイラの更新（納期1年以上）では使えなかった。
20	・補助金を活用して省エネ設備を導入したいが起案(発注)⇒検収(成果報告)まで短納期(1年以内)のため実行できないでいます。発注⇒検収までの期間をもう少し長く(2~3年)していただけると、補助金を使用するチャンスができますので御検討の程よろしく申し上げます。
21	・補助金対象設備の省エネ支援策の提案を希望します。エネルギー原単位削減に有効な対策を実施したいです

第6章

6. まとめ

2021年以降、エネルギー価格が世界的に高騰している。エネルギーはさまざまなモノの製造や輸出入に使用されることから、多くの国で輸入物価や消費者物価に影響が出ており、資源の多くを輸入にたよる日本でもその影響は避けられない。⁴

2018年時点での製造業種別のエネルギーの割合⁵を見ると、鉄鋼業、化学分野、紙・パルプ分野、窯業・土石業の「素材系」4業種が特に高くなっている。1973年と2018年と比較して全体的な省エネは進んでいるが、素材系産業である前述の4つの業種が製造業全体のエネルギー消費の8割以上を占めた。

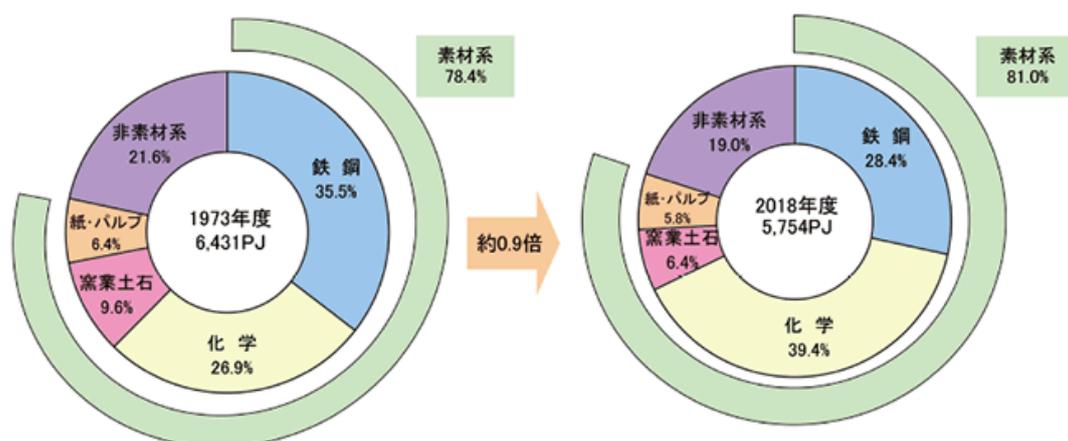


図 6.1 製造業業種別エネルギー消費の推移

工業炉・産業用ボイラの保有工場での省エネ対策は今後の省エネ・CO₂削減策として重要である。そのための現状把握を、国内の工業炉ユーザー企業及び産業用ボイラのユーザー企業を対象としたアンケート調査にて行った。

工業炉の直接加熱においては、現状では電気炉の電気代に比べて、燃焼炉の燃料代の方が、エネルギーのコストが安いと、電気炉と燃焼炉のどちらも使用可能なプロセスでは主に燃焼炉が用いられている。電気炉が選択されるプロセスとしては、セラミックスや鉄における新素材の製造、多用途対応が求められるプロセス、作業雰囲気への制約があるプロセス等が想像される。

⁴ <https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/price.html>

⁵ <https://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2020html/2-1-2.html>

アンケート調査結果からの今後の燃料転換の可能性を見出せた。

工業炉の燃料炉から電気炉への切り替えは 20%が実施済みで、5 年以内が 1%未満、5～10 年後も 2%、10 年以後が 9%ということで、7 割の回答は切り替なしであった。

工業炉（燃焼炉）の燃料転換について質問したが、都市ガスへの切り替えは 38%が実施済みで、LNG やバイオマス燃料、水素燃料、アンモニア燃料、合成燃料への切り替えはほとんどなかった。

LNG やバイオマス燃料、水素燃料、アンモニア燃料、合成燃料への切り替えは、10 年以内では切り替えの意向はほとんどないが、10 年以後の将来では、10%前後の切り替え意向の回答があり、カーボンニュートラル燃料への期待が読み取れる。

産業用ボイラの燃料転換について質問したが、都市ガスへの切り替えは 57%が実施済みで、LNG やバイオマス燃料、水素燃料、アンモニア燃料への切り替えはほとんどなかった。

10 年以後の将来では、水素燃料への切り替え意向が 12%との回答があった、一方、他のカーボンニュートラル燃料（バイオマス燃料、アンモニア燃料、合成燃料）は数%前後であった。産業用ボイラの燃料としては、水素燃料への期待が読み取れる。

水素・アンモニア燃料は 2030 年頃からインフラ整備されて普及が進むとの有識者の意見もあるので、カーボンニュートラル燃料への燃料転換時期が 10 年以後という結果は理解できる。

エネルギーコスト高の現状を踏まえれば、今後も状況は流動的である。燃料の経済性や転換による省エネ効果の点については、今後も随時検討が必要である。また、電化による CO₂ 削減は、使用する電力が低炭素化されていることが前提であり、安価かつ安定的な低炭素電力の供給が大きな課題となる。

添付資料

アンケート調査票

- ・アンケート依頼状（鑑）
- ・アンケート調査票1（工業炉）
- ・アンケート調査票2（産業用ボイラ）
- ・アンケート票回答用紙

・アンケート依頼状（鑑）

第1種エネルギー管理指定工場
エネルギー管理士 各位

「令和4年度エネルギー需給構造高度化対策に関する調査等事業
（工業炉及び産業用ボイラにおける二酸化炭素排出等実態調査）」
へのご協力をお願い

経済産業省 製造産業局
産業機械課 素形材産業室

平素より、経済産業行政への推進に格別のご理解とご協力を賜り、厚く御礼申し上げます。

我が国で現在使用されている産業用機器のうち、工業炉、産業用ボイラに関するエネルギー消費は、産業部門において大きな比率を占めており、環境問題への対応のためにも、省エネルギーの推進がきわめて重要となっています。技術開発、エネルギー需給、省エネ支援といった政策を総動員して持続的な成長とイノベーションを実現し、2050年カーボンニュートラル社会を目指してまいります。

本アンケート調査は、工業炉、産業用ボイラの使用実態を把握することにより、工業炉、産業用ボイラのユーザー業界を中心に、これら由来のエネルギー消費/CO2排出量や、カーボンニュートラル対応機器の導入状況/普及可能性等の情報を収集し、今後のカーボンニュートラル施策立案等に役立てることを目的に実施するものです。

個別のご回答内容は、情報管理を徹底した上で、使用実態の分析や更なる詳細調査の原データとしての利用などにとどめ、調査研究の目的以外には一切利用いたしません。個別調査票の形で公表されるようなことは一切ございませんので、忌憚のないご意見をいただけますと幸いです。

なお、標記調査は経済産業省よりJFEテクノリサーチ株式会社に委託しております。アンケートの内容や回答方法に関して、ご不明な点等ございましたら、同社の担当者（下記をご参照ください）までお問い合わせください。

アンケート調査票につきましては、お手数ではございますが、WEBアンケート調査にてご回答いただくか（QRコード参照）、回答用紙①～④にご回答の上、1月31日（火曜日）までに同封の返信用封筒にてご送いただけますようお願いいたします。

アンケート実施の趣旨をご理解いただき、ご協力いただけますよう、よろしくお願いいたします。

調査委託先（問い合わせ先）

JFEテクノリサーチ株式会社 〒210-0855 川崎市川崎区南渡田町1番1号

ビジネスコンサルティング本部調査研究部 担当：稲田、亀崎、石塚

E-mail : jfe-tec-survey@jfe-tec.co.jp

QRコード



郵送物ならびに調査実査代行、アンケート調査実施先、実施機関など：

マイボイスコム株式会社東京都千代田区神田錦町3-17-11 栄業ビル5F

郵便物発送代行：株式会社アーバンシステム東京都千代田区神田神保町3-2-4 田村ビル6F

【このアンケート調査票を受領された方へのお願い】

- もし、エネルギー管理部門以外に郵送された際には、このアンケート調査票を、貴社・貴工場のエネルギー管理士（エネルギー管理ご担当者）のかたにご転送いただけますでしょうか。

・アンケート督促状（鑑）

エネルギー管理指定工場等 ご担当者様

「令和4年度エネルギー需給構造高度化対策に関する調査等事業
（工業炉及び産業用ボイラにおける二酸化炭素排出等実態調査）」
について（ご協力のお礼とお願い）

経済産業省 製造産業局
産業機械課 素形材産業室

平素より、経済産業行政への推進に格別のご理解とご協力を賜り、厚く御礼申し上げます。

先般、表記調査へのご協力をお願い致しましたが、調査票はお手元に届いておりませうでしょうか。

既にご返送頂きました貴社におかれましては、ご協力大変ありがとうございました。

まだご回答頂いていない貴社におかれましても、当調査の趣旨をご理解いただき、2月10日(金)までにご回答頂ければ幸いです。

なお、標記調査は経済産業省より JFE テクノリサーチ株式会社に委託しております。調査票がお手元に届いていない場合や、不明点等がございましたら、同社の下記担当者までお問い合わせください。以上、何卒よろしくお願い申し上げます。

敬具

記

1. 回答方法

事前に郵送しておりますアンケート調査票をもとに、回答用紙にご回答の上、同封の返信用封筒にてご返送頂けますようお願い致します。

もしくは下記 URL から WEB アンケート調査にアクセスの上、ご回答をお願い致します。

WEB アンケート URL: <https://voice.myvoice.co.jp/front/3012249481/vt/1785/>

2. お問い合わせ先

JFE テクノリサーチ株式会社 ビジネスコンサルティング本部調査研究部

担当 稲田、亀崎、石塚

TEL: 044-322-6265 E-mail: jfe-tec-survey@jfe-tec.co.jp

*ご回答頂いた内容は、すべて統計的に処理を行い、本調査の目的以外には使用致しません。

・アンケート調査票 1 (工業炉)

質問用紙①

工場の工業炉についての調査

※回答は回答用紙に記入してください

AQ1. (1) 工場全体のCO₂排出量および工業炉から発生するCO₂排出量 (CO₂換算原単位: t-CO₂) を回答してください。
 (2) 工業炉の使用台数を記入してください。
 ※溶鉱炉は除く

AQ2～AQ7の質問は、使用している工業炉1台ごとに回答してください。
 お手数ですが、使用している工業炉が10台を超える場合は、あらかじめ未記入の回答用紙をコピーの上でご回答よろしくお願いたします。

AQ2. 工業炉の種類・仕様について、1台ごとに回答してください。
 (1-1) 工業炉の種類 ※別紙資料「工業炉の種類一覧」から、あてはまる数字をひとつ回答してください。
 (1-2) 真空処理 1. 真空炉 2. 真空炉ではない
 (2) 同じ種類の使用台数 (台)
 (3) 使用年数 (年)
 (4) 年間稼働時間 (h)
 (5-1) 設備容量 (kW)
 または、(5-2) 設備容量 (MJ/h)
 (6) 操業上の最高温度 (℃)
 (7) 年間処理量 (t-処理量/年)

AQ3. エネルギーの年間使用量について、1台ごとに回答してください。

◆電気炉の場合
 (1-1) 電力量 (kW)
 (1-2) CO₂換算原単位 (t-CO₂)
 (もし貴社で算出・把握していないようでしたら、当方で算定します)

◆燃焼炉の場合
 (2) A重油 (L)
 (3) 灯油/軽油 (L)
 (4) LPG (液化石油ガス) (kg)
 (5) 都市ガス (m³)
 (6) LNG (液化天然ガス) (kg)
 (7) 石炭 (kg)
 (8) コークス炉ガス (m³)
 (9) 高炉ガス (m³)
 (10) 転炉ガス (m³)
 (11-1) その他 (自由記述)
 (11-2) その他 (数量)
 (11-3) その他 (単位)
 (12-1) 燃料原単位 (MJ)
 (12-2) CO₂換算原単位 (t-CO₂)
 (もし貴社で算出・把握していないようでしたら、当方で算定します)

AQ4. 工業炉の原単位について、1台ごとに回答してください。
 (1) 電力原単位 (kWh/t-処理量)
 (2-1) 燃料原単位 (MJ/t-処理量)
 (2-2) 燃料原単位 (kcal/t-処理量)
 ※処理物のみを対象とし、バスケッ卜重量を除く

裏面にも質問がございますので、ご回答をお願いします。

※回答は回答用紙に記入してください

質問用紙②

AQ 5. 現状の工業炉が次の省エネ技術を取り入れているか、あてはまる数字を、1台ごとに回答してください。
その他がございましたら、自由に記述してください。

- (1) 断熱強化 1. あり 2. なし
※断熱強化：耐火断熱材が高断熱性耐火物（セラミックファイバー等）で構成されている
- (2) 廃熱回収 1. リジェネレータ 2. レキュレータ（熱交換器） 3. なし
（（2）でレキュレータ（熱交換器）ありと回答した炉についてご質問）
- (3) 具備されているが使用していないか 1. 使用している 2. 使用していない
- (4) 原材料予熱 1. あり 2. なし
※原材料予熱：当該装置からの廃熱を回収して、被加熱物の予熱を行う
- (5) 高効率誘導加熱 1. 具備している 2. なし
※高効率誘導加熱：最新型のインバータ（IGBT または MOSFET）を具備
- (6) その他 自由記述

（AQ 5.（1）（2）（4）（5）にて「なし」後回答した炉に対してご質問）

AQ 6. 今後省エネ技術を取り入れていきますか、1台ごとにあてはまる数字を回答してください。
その他がございましたら、自由に記述してください。

- (1) 断熱強化 1. 取り入れる 2. 取り入れない
- (2) 廃熱回収 1. 取り入れる 2. 取り入れない
- (3) 原材料予熱 1. 取り入れる 2. 取り入れない
- (4) 高効率誘導加熱 1. 取り入れる 2. 取り入れない
- (5) その他 自由記述

（AQ 2.（1-1）にて「燃焼直火式」「燃焼間接加熱式」にあてはまる炉に対してご質問）

AQ 7. 今後燃料転換を行っていきますか、1台ごとにあてはまる数字を回答してください。

- (1) 都市ガス/LNG燃料へ切り替え
1. 5年以内 2. 5～10年後 3. 10年以後 4. なし 5. 既に切り替え済み
- (2) バイオマス燃料へ切り替え
1. 5年以内 2. 5～10年後 3. 10年以後 4. なし 5. 既に切り替え済み
- (3) 水素燃料へ切り替え
1. 5年以内 2. 5～10年後 3. 10年以後 4. なし 5. 既に切り替え済み
- (4) アンモニア燃料へ切り替え
1. 5年以内 2. 5～10年後 3. 10年以後 4. なし 5. 既に切り替え済み
- (5) 合成燃料・合成メタンへの切り替え
1. 5年以内 2. 5～10年後 3. 10年以後 4. なし 5. 既に切り替え済み
- (6) 電気加熱への切り替え
1. 5年以内 2. 5～10年後 3. 10年以後 4. なし 5. 既に切り替え済み

（AQ 7.「電気加熱への切り替え」にて「既に切り替え済み」以外に回答した方にご質問）

AQ 8. 電気加熱に切り替えるにあたって、どのような課題がありますか。自由に記述してください。

AQ 9. GXリーグ参加企業・参加予定・今後の意向について回答してください。

経済産業省では「GXリーグ基本構想」への賛同企業の追加募集を開始しました。

<https://www.meti.go.jp/press/2022/09/20220901001/20220901001.html>

- (1-1) 自らのCO₂排出削減 1. 活動あり 2. 参加なし
（（1-1）で活動ありと回答した炉についてご質問）
- (1-2) CO₂換算原単位 (t-CO₂)
- (2-1) サプライチェーンでの排出削減 1. 活動あり 2. 参加なし
（（2-1）で活動ありと回答した炉についてご質問）
- (2-2) CO₂換算原単位 (t-CO₂)
- (3) グリーン市場の創出に役立つ企業活動 1. 活動中 2. 参加予定 3. 今後の参加予定（時期）

工業炉についての質問は以上です。

・アンケート調査票1（工業炉の種類）

別紙資料

AQ2.（1-1）工業炉の種類一覧

※溶鉱炉は除く

燃料炉

調査コード	燃料	加熱方式	用途	素材	日本標準商品分類における工業炉
1	燃料	直火式	溶解	鉄	キョウロ
2	燃料	直火式	溶解	非鉄	非鉄金属反射炉
3	燃料	直火式	溶解	非鉄	非鉄金属るつぼ炉
4	燃料	直火式	溶解	炭素他	ガラス溶解炉
5	燃料	直火式	加熱	鉄	金属加熱炉
6	燃料	直火式	加熱	鉄	炭素付加熱炉
7	燃料	直火式	加熱	鉄	炭素付加熱炉
8	燃料	直火式	加熱	鉄	炭素付加熱炉
9	燃料	直火式	加熱	非鉄	非鉄金属加熱炉
10	燃料	直火式	加熱	非鉄	非鉄金属圧延加熱炉
11	燃料	直火式	加熱	非鉄	非鉄金属鋸削加熱炉
12	燃料	直火式	加熱	非鉄	焼却炉
13	燃料	直火式	加熱	炭素他	セメント焼成炉
14	燃料	直火式	加熱	炭素他	石灰焼成炉
15	燃料	直火式	加熱	炭素他	陶磁器焼成炉
16	燃料	直火式	加熱	炭素他	耐火物焼成炉
17	燃料	直火式	加熱	炭素他	その他の乾燥炉
18	燃料	直火式	加熱	炭素他	ガラス熱処理炉
19	燃料	直火式	加熱	炭素他	その他の炭素用炉
20	燃料	直火式	熱処理	鉄	焼入れ炉
21	燃料	直火式	熱処理	鉄	焼入れ炉
22	燃料	直火式	熱処理	鉄	焼入れ炉
23	燃料	直火式	熱処理	鉄	焼入れ炉
24	燃料	直火式	熱処理	非鉄	焼入れ炉
25	燃料	直火式	熱処理	非鉄	焼入れ炉
26	燃料	直火式	熱処理	非鉄	焼入れ炉
27	燃料	直火式	熱処理	炭素他	—
28	燃料	直火式	乾燥他	鉄	焼入れ乾燥炉
29	燃料	直火式	乾燥他	鉄	その他の乾燥炉
30	燃料	直火式	乾燥他	非鉄	その他の乾燥炉
31	燃料	直火式	乾燥他	炭素他	鉄造乾燥炉
32	燃料	直火式	乾燥他	炭素他	中子乾燥炉
33	燃料	直火式	乾燥他	炭素他	炭素用乾燥炉
34	燃料	直火式	乾燥他	炭素他	その他の乾燥炉
35	燃料	間接加熱式	溶解	鉄	—
36	燃料	間接加熱式	溶解	非鉄	非鉄金属るつぼ炉
37	燃料	間接加熱式	溶解	炭素他	—
38	燃料	間接加熱式	加熱	鉄	ろく付炉
39	燃料	間接加熱式	加熱	非鉄	ろく付炉
40	燃料	間接加熱式	加熱	炭素他	—
41	燃料	間接加熱式	熱処理	鉄	焼入れ炉
42	燃料	間接加熱式	熱処理	鉄	焼入れ炉
43	燃料	間接加熱式	熱処理	鉄	焼入れ炉
44	燃料	間接加熱式	熱処理	鉄	焼入れ炉
45	燃料	間接加熱式	熱処理	鉄	焼入れ炉
46	燃料	間接加熱式	熱処理	鉄	焼入れ炉
47	燃料	間接加熱式	熱処理	鉄	焼入れ炉
48	燃料	間接加熱式	熱処理	鉄	焼入れ炉
49	燃料	間接加熱式	熱処理	鉄	その他の炭素熱処理炉
50	燃料	間接加熱式	熱処理	鉄	焼入れ炉
51	燃料	間接加熱式	熱処理	非鉄	焼入れ炉
52	燃料	間接加熱式	熱処理	非鉄	焼入れ炉
53	燃料	間接加熱式	熱処理	非鉄	焼入れ炉
54	燃料	間接加熱式	熱処理	炭素他	ガラス熱処理炉
55	燃料	間接加熱式	乾燥他	鉄	その他の乾燥炉
56	燃料	間接加熱式	乾燥他	非鉄	その他の乾燥炉
57	燃料	間接加熱式	乾燥他	炭素他	その他の乾燥炉
58	燃料	—	化学	化学品	改質炉
59	燃料	—	化学	化学品	分取炉
60	燃料	—	化学	化学品	乾燥炉
61	燃料	—	化学	化学品	加熱炉
62	燃料	—	化学	化学品	焼却炉（脱炭装置を含む）
63	燃料	—	化学	化学品	コークス炉
64	燃料	—	化学	化学品	その他の化学工業用炉

電気炉

調査コード	燃料	加熱方式	用途	素材	日本標準商品分類における工業炉
65	電気	抵抗加熱式	溶解	鉄	鉄鋼真空抵抗溶解炉
66	電気	抵抗加熱式	溶解	非鉄	非鉄金属るつぼ炉
67	電気	抵抗加熱式	溶解	非鉄	非鉄金属真空抵抗溶解炉
68	電気	抵抗加熱式	溶解	炭素他	ガラス溶解炉
69	電気	抵抗加熱式	加熱	鉄	金属加熱炉
70	電気	抵抗加熱式	加熱	鉄	ろく付炉
71	電気	抵抗加熱式	加熱	鉄	その他の金属用加熱炉
72	電気	抵抗加熱式	加熱	非鉄	非鉄金属加熱炉
73	電気	抵抗加熱式	加熱	非鉄	ろく付炉
74	電気	抵抗加熱式	加熱	非鉄	その他の金属用加熱炉
75	電気	抵抗加熱式	加熱	炭素他	—
76	電気	抵抗加熱式	熱処理	鉄	焼入れ炉
77	電気	抵抗加熱式	熱処理	鉄	焼入れ炉
78	電気	抵抗加熱式	熱処理	鉄	焼入れ炉
79	電気	抵抗加熱式	熱処理	鉄	焼入れ炉
80	電気	抵抗加熱式	熱処理	鉄	焼入れ炉
81	電気	抵抗加熱式	熱処理	鉄	焼入れ炉
82	電気	抵抗加熱式	熱処理	鉄	焼入れ炉
83	電気	抵抗加熱式	熱処理	鉄	焼入れ炉
84	電気	抵抗加熱式	熱処理	鉄	焼入れ炉
85	電気	抵抗加熱式	熱処理	鉄	その他の炭素熱処理炉
86	電気	抵抗加熱式	熱処理	鉄	焼入れ炉
87	電気	抵抗加熱式	熱処理	鉄	焼入れ炉
88	電気	抵抗加熱式	熱処理	鉄	焼入れ炉
89	電気	抵抗加熱式	熱処理	鉄	その他の炭素熱処理炉
90	電気	抵抗加熱式	熱処理	非鉄	焼入れ炉
91	電気	抵抗加熱式	熱処理	非鉄	焼入れ炉
92	電気	抵抗加熱式	熱処理	非鉄	焼入れ炉
93	電気	抵抗加熱式	熱処理	非鉄	焼入れ炉
94	電気	抵抗加熱式	熱処理	非鉄	その他の炭素熱処理炉
95	電気	抵抗加熱式	熱処理	非鉄	その他の炭素熱処理炉
96	電気	抵抗加熱式	熱処理	炭素他	ガラス熱処理炉
97	電気	抵抗加熱式	熱処理	炭素他	その他の炭素用炉
98	電気	抵抗加熱式	乾燥他	鉄	その他の乾燥炉
99	電気	抵抗加熱式	乾燥他	非鉄	その他の乾燥炉
100	電気	抵抗加熱式	乾燥他	炭素他	その他の乾燥炉
101	電気	アーク加熱式	溶解	鉄	アーク炉
102	電気	アーク加熱式	溶解	鉄	鉄鋼真空アーク溶解炉
103	電気	アーク加熱式	溶解	非鉄	非鉄金属アーク炉
104	電気	アーク加熱式	溶解	非鉄	非鉄金属真空アーク溶解炉
105	電気	アーク加熱式	加熱	炭素他	—
106	電気	アーク加熱式	加熱	鉄	—
107	電気	アーク加熱式	加熱	非鉄	—
108	電気	アーク加熱式	加熱	炭素他	—
109	電気	アーク加熱式	熱処理	鉄	—
110	電気	アーク加熱式	熱処理	非鉄	—
111	電気	アーク加熱式	熱処理	炭素他	—
112	電気	アーク加熱式	乾燥他	鉄	—
113	電気	アーク加熱式	乾燥他	非鉄	—
114	電気	アーク加熱式	乾燥他	炭素他	—
115	電気	誘導加熱式	溶解	鉄	鉄鋼誘導炉
116	電気	誘導加熱式	溶解	鉄	鉄鋼真空誘導溶解炉
117	電気	誘導加熱式	溶解	非鉄	非鉄金属誘導炉
118	電気	誘導加熱式	溶解	非鉄	非鉄金属真空誘導溶解炉
119	電気	誘導加熱式	溶解	炭素他	—
120	電気	誘導加熱式	加熱	鉄	鉄鋼圧延加熱炉
121	電気	誘導加熱式	加熱	鉄	焼入れ炉
122	電気	誘導加熱式	加熱	鉄	ろく付炉
123	電気	誘導加熱式	加熱	非鉄	非鉄金属圧延加熱炉
124	電気	誘導加熱式	加熱	非鉄	非鉄金属鋸削加熱炉
125	電気	誘導加熱式	加熱	非鉄	ろく付炉
126	電気	誘導加熱式	加熱	炭素他	—
127	電気	誘導加熱式	熱処理	鉄	焼入れ炉
128	電気	誘導加熱式	熱処理	鉄	焼入れ炉
129	電気	誘導加熱式	熱処理	鉄	焼入れ炉
130	電気	誘導加熱式	熱処理	鉄	焼入れ炉
131	電気	誘導加熱式	熱処理	非鉄	—
132	電気	誘導加熱式	熱処理	炭素他	—
133	電気	誘導加熱式	乾燥他	鉄	—
134	電気	誘導加熱式	乾燥他	非鉄	—
135	電気	誘導加熱式	乾燥他	炭素他	—
136	電気	—	化学	化学品	改質炉
137	電気	—	化学	化学品	分取炉
138	電気	—	化学	化学品	乾燥炉
139	電気	—	化学	化学品	加熱炉
140	電気	—	化学	化学品	焼却炉（脱炭装置を含む）
141	電気	—	化学	化学品	コークス炉
142	電気	—	化学	化学品	その他の化学工業用炉

・アンケート調査票 2 (産業用ボイラ)

質問用紙③

工場の産業用ボイラについての調査

※回答は回答用紙に記入してください

BQ1.	(1) 工場全体のCO2排出量およびボイラから発生するCO2排出量 (CO2換算原単位: t-CO2) を回答してください。 (2) 産業用ボイラの使用台数を回答してください。
BQ2~BQ7の間は、使用しているボイラ1台ごとに回答してください。 お手数ですが、使用しているボイラが10台を超える場合は、あらかじめ未記入の回答用紙をコピーの上でご回答よろしくお願いたします。	
BQ2.	産業用ボイラの種類について1台ごとに、あてはまる数字を回答してください。(それぞれひとつずつ) (1) 熱源 1. 燃料 2. 電気 (2) 分類 1. 蒸気ボイラ 2. 温水ボイラ (3) 用途 1. 給湯用 2. 産業用 (加熱・滅菌・蒸留) 3. 産業用 (その他)
BQ3.	産業用ボイラの仕様について、ボイラ1台ごとに回答してください。 (1) 産業用ボイラの種類 (ひとつだけ) 1. 水管ボイラ 2. 炉筒煙管ボイラ 3. 貫流ボイラ 4. 廃熱ボイラ (コージェネレーション用) 5. 特殊ボイラ (電気ボイラ・熱媒ボイラ) 6. その他のボイラ (2) 使用年数 (年) (3) 年間稼働時間 (h) (4) 設備容量・最大蒸気量・蒸気出力 (t/h) (5) 操業上の温度帯・出口温度 (°C) (6) 年間蒸気発生量 (t)
BQ4.	エネルギーの年間使用量について、ボイラ1台ごとに回答してください。 ◆産業用ボイラ (電気加熱式ボイラ) の場合 (1-1) 電力量 (1-2) CO2換算原単位 (t-CO2) (もし貴社で算出・把握していないようでしたら、当方で算定します) ◆産業用ボイラ (燃焼ボイラ) の場合 (2) A重油 (L) (3) 灯油/軽油 (L) (4) LPG (液化石油ガス) (kg) (5) 都市ガス (m³) (6) LNG (液化天然ガス) (kg) (7) 石炭 (kg) (8-1) その他 (自由記述) (8-2) その他 (数量) (8-3) その他 (単位) (9-1) 燃料原単位 (MJ) (9-2) CO2換算原単位 (t-CO2) (もし貴社で算出・把握していないようでしたら、当方で算定します)
BQ5.	産業用ボイラの前単位について、1台ごとに回答してください。 (1) 電力原単位 (kWh/t-蒸気量) (2-1) 燃料原単位 (MJ/t-蒸気量) (2-2) 燃料原単位 (kcal/t-蒸気量) ※ ※処理物のみを対象とし、バケット量を除く

裏面にも質問がございますので、ご回答をお願いいたします。

※回答は回答用紙に記入してください

質問用紙④

<p>BQ6. 今後どのような省エネ技術を取り入れていきますか、予定を含め1台ごとにあてはまる数字を回答してください。</p> <p>(1) 配管の断熱・保温強化</p> <p>1. 取り入れている 2. 取り入れているが今後検討 3. 予定なし</p> <p>(2) 廃熱回収・蒸気ドレン回収・熱再利用</p> <p>1. 取り入れている 2. 取り入れているが今後検討 3. 予定なし</p> <p>(3) 蒸気漏れ対策</p> <p>1. 取り入れている 2. 取り入れているが今後検討 3. 予定なし</p> <p>(4) 設備診断</p> <p>1. 取り入れている 2. 取り入れているが今後検討 3. 予定なし</p>
<p>(BQ2. (1)にて熱源を「燃料」を回答したボイラに対してご質問)</p> <p>BQ7. 燃焼ボイラを回答した方に伺います。今後燃料転換を行っていきますか、1台ごとにあてはまる数字を回答してください。</p> <p>(1) 都市ガス燃料へ切り替え</p> <p>1. 5年以内 2. 5～10年後 3. 10年以後 4. なし 5. 既に切り替え済み</p> <p>(2) LNG燃料へ切り替え</p> <p>1. 5年以内 2. 5～10年後 3. 10年以後 4. なし 5. 既に切り替え済み</p> <p>(3) バイオマス燃料へ切り替え</p> <p>1. 5年以内 2. 5～10年後 3. 10年以後 4. なし 5. 既に切り替え済み</p> <p>(4) 水素燃料へ切り替え</p> <p>1. 5年以内 2. 5～10年後 3. 10年以後 4. なし 5. 既に切り替え済み</p> <p>(5) アンモニア燃料へ切り替え</p> <p>1. 5年以内 2. 5～10年後 3. 10年以後 4. なし 5. 既に切り替え済み</p>
<p>BQ8. GXリーグ参加企業・参加予定・今後の意向について回答してください。</p> <p>経済産業省では「GXリーグ基本構想」への賛同企業の追加募集を開始しました。</p> <p>https://www.meti.go.jp/press/2022/09/20220901001/20220901001.html</p> <p>(1-1) 自らのCO₂排出削減量 1. 活動あり 2. 参加なし</p> <p>((1-1)で活動ありと回答したボイラについてご質問)</p> <p>(1-2) CO₂換算原単位 (t-CO₂)</p> <p>(2-1) サプライチェーンでの排出削減量 1. 活動あり 2. 参加なし</p> <p>((2-1)で活動ありと回答したボイラについてご質問)</p> <p>(2-2) CO₂換算原単位 (t-CO₂)</p> <p>(3) グリーン市場の創造に役立つ企業活動 1. 活動中 2. 参加予定 3. 今後の参加予定(時期)</p>
<p>BQ9. 経済産業省では以下のような支援策(省エネルギー投資促進に向けた支援補助金)を実施しています。</p> <p>https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saving/enterprise/support/</p> <p>利用の希望がある数字を記入してください。(いくつでも)</p> <p>その他の希望は自由に記述してください。</p> <p>1. 先進事業 2. オーダーメイド型事業 3. 指定設備導入事業 4. エネマネ事業</p> <p>その他の希望(自由記述)</p>

産業用ボイラについての質問は以上です。

※回答は回答用紙に記入してください

質問用紙④

<p>BQ6. 今後どのような省エネ技術を取り入れていきますか、予定を含め1台ごとにあてはまる数字を回答してください。</p> <p>(1) 配管の断熱・保温強化 1. 取り入れている 2. 取り入れているが今後検討 3. 予定なし</p> <p>(2) 廃熱回収・蒸気ドレン回収・熱再利用 1. 取り入れている 2. 取り入れているが今後検討 3. 予定なし</p> <p>(3) 蒸気漏れ対策 1. 取り入れている 2. 取り入れているが今後検討 3. 予定なし</p> <p>(4) 設備診断 1. 取り入れている 2. 取り入れているが今後検討 3. 予定なし</p>
<p>(BQ2. (1)にて熱源を「燃料」を回答したボイラに対してご質問)</p> <p>BQ7. 燃焼ボイラを回答した方に伺います。今後燃料転換を行っていきますか、1台ごとにあてはまる数字を回答してください。</p> <p>(1) 都市ガス燃料へ切り替え 1. 5年以内 2. 5～10年後 3. 10年以後 4. なし 5. 既に切り替え済み</p> <p>(2) LNG燃料へ切り替え 1. 5年以内 2. 5～10年後 3. 10年以後 4. なし 5. 既に切り替え済み</p> <p>(3) バイオマス燃料へ切り替え 1. 5年以内 2. 5～10年後 3. 10年以後 4. なし 5. 既に切り替え済み</p> <p>(4) 水素燃料へ切り替え 1. 5年以内 2. 5～10年後 3. 10年以後 4. なし 5. 既に切り替え済み</p> <p>(5) アンモニア燃料へ切り替え 1. 5年以内 2. 5～10年後 3. 10年以後 4. なし 5. 既に切り替え済み</p>
<p>BQ8. GXリーグ参加企業・参加予定・今後の意向について回答してください。 経済産業省では「GXリーグ基本構想」への賛同企業の追加募集を開始しました。 https://www.meti.go.jp/press/2022/09/20220901001/20220901001.html</p> <p>(1-1) 自らのCO₂排出削減量 1. 活動あり 2. 参加なし ((1-1) で活動ありと回答したボイラについてご質問)</p> <p>(1-2) CO₂換算原単位 (t-CO₂)</p> <p>(2-1) サプライチェーンでの排出削減量 1. 活動あり 2. 参加なし ((2-1) で活動ありと回答したボイラについてご質問)</p> <p>(2-2) CO₂換算原単位 (t-CO₂)</p> <p>(3) グリーン市場の創造に役立つ企業活動 1. 活動中 2. 参加予定 3. 今後の参加予定 (時期)</p>
<p>BQ9. 経済産業省では以下のような支援策 (省エネルギー投資促進に向けた支援補助金) を実施しています。 https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saving/enterprise/support/ 利用の希望がある数字を記入してください。(いくつでも) その他の希望は自由に記述してください。</p> <p>1. 先進事業 2. オーダーメイド型事業 3. 指定設備導入事業 4. エネマネ事業 その他の希望 (自由記述)</p>

産業用ボイラについての質問は以上です。

		工機等(1台ごとの記入)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
AQ3	工機等1台の年間使用量 (電気等)	(1-1) 電力量 (kW)									
		(1-2) CO2換算量単位 (t-CO2)									
	工機等1台の年間使用量 (燃焼等)	(2) A重油 (L)									
		(3) 灯油/軽油 (L)									
		(4) LPG (液化石油ガス) (kg)									
	(5) 都市ガス (m)										
	(6) LNG (液化天然ガス) (kg)										
(7) 石炭 (kg)											
(8) コークスガス (m)											
(9) 重油ガス (m)											
(10) 軽油ガス (m)											
(11) その他 (自由回答)											
(12-1) 燃料消費量 (MJ)											
(12-2) CO2換算量単位 (t-CO2)											

		工機等(1台ごとの記入)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
AQ4	工機等の原単位	(1) 電力原単位 (kWh/t-処理量)									
		(2-1) 燃料原単位 (MJ/t-処理量)									
		(2-2) 燃料原単位 (kcal/t-処理量)									

		工機等(1台ごとの記入)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
AQ5	省エネ技術の導入状況	(1) 断熱強化									
		(2) 断熱回収									
		(3) 具備されているが活用していない									
		(4) 材料予熱									
		(5) 高効率省エネ									
		(6) その他 (自由回答)									

		工機等(1台ごとの記入)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
AQ6	今後の省エネ技術導入意向	(1) 断熱強化									
		(2) 断熱回収									
		(3) 材料予熱									
		(4) 高効率省エネ									
		(5) その他 (自由回答)									

		工機等(1台ごとの記入)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
AQ7	今後の燃料転換意向	(1) 都市ガス/LNG燃料への切替									
		(2) バイオマス燃料への切替									
		(3) 水素燃料への切替									
		(4) アンモニア燃料への切替									
		(5) 合成燃料・合成メタンへの切替									
		(6) 電気加熱への切替									

AQ8	電気加熱への切替の課題 (自由回答)										
-----	--------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

BQ1	(1) 工場全体のCO2排出量およびボイラから発生するCO2排出量 (CO2換算単位: t-CO2) (2) 産業用ボイラの運用台数 (台)	t-CO2 台
-----	---	------------

BQ2～BQ7の質問は、使用している産業用ボイラ1台ごとに回答してください。
使用している産業用ボイラが10台を超える場合は、
お手数ですが、あらかじめ米記入の回答用紙をコピーの上で
ご回答よろしくお願いたします。

		産業用ボイラ [※] (1台ごとに記入)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
BQ2	産業用ボイラの種類	(1) 熱源									
		(2) 分類									
		(3) 用途									

		産業用ボイラ [※] (1台ごとに記入)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
BQ3	産業用ボイラの仕様	(1) 種類・構造									
		(2) 使用年数 (年)									
		(3) 年間稼働時間 (h)									
		(4) 設備容量・最大稼働量・蒸気出力 (t/h)									
		(5) 稼働上の最高等・出口温度 (℃)									
		(6) 年間蒸気発生量 (t)									

		産業用ボイラ [※] (1台ごとに記入)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
BQ4	エネルギーの年間使用量 (電気加熱式ボイラ)	(1-1) 電力量 (kW)										
		(1-2) CO2換算単位 (t-CO2)										
	エネルギーの年間使用量 (燃焼ボイラ)	(2) A重油 (L)										
		(3) 灯油/軽油 (L)										
		(4) LPG (液化石油ガス) (kg)										
		(5) 都市ガス (m)										
		(6) LNG (液化天然ガス) (kg)										
		(7) 石炭 (kg)										
		(8) その他	(自由記述) (数量) (単位)									
		(9-1) 燃料原単位 (MJ)										
(9-2) CO2換算単位 (t-CO2)												

		産業用ボイラ [※] (1台ごとに記入)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
BQ5	産業用ボイラ [※] の原単位	(1) 電力原単位 (kWh/t-蒸気量) (2-1) 燃料原単位 (MJ/t-蒸気量) (2-2) 燃料原単位 (kcal/t-蒸気量) ※									

※燃料原単位は、ボイラ出力1t-蒸気量あたり

回答用紙④

		産業用ボイラ (1台ごとに記入)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
BQ6	今後の省エネ技術導入意向	(1) 配管の断熱・保温強化									
		(2) 廃熱回収・蒸気トルン回収・制御利用									
		(3) 蒸気漏れ対策									
		(4) 設備更新									

		産業用ボイラ (1台ごとに記入)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
BQ7	今後の燃料転換意向	(1) 都市ガスへの切り替え									
		(2) LNG燃料への切り替え									
		(3) バイオガス燃料への切り替え									
		(4) 水素燃料への切り替え									
		(5) アンモニア燃料への切り替え									

BQ8	GXリーダ企業・参加予定・今後の意向	(1-1) 自らのCO2排出削減	
		(1-2) CO2削減原単位 (t-CO2)	
		(2-1) サプライチェーンでの排出削減	
		(2-2) CO2削減原単位 (t-CO2)	
		(3) グリーン市場の成長に役立つ企業活動	

BQ9	省エネ支援策についての利用希望：利用の希望がある数字を記入	
-----	-------------------------------	--

BQ9	省エネ支援策についての利用希望：その他の希望 (自由記述)	
-----	-------------------------------	--