「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

3.3 業種、システム、設備機器別の脱炭素化対策

3.3.1 本節の利用方法

DVD に収められている、「3.3.2 業種別の診断ポイントと対策技術」「3.3.3 システム別の診断ポイントと対策技術」「3.3.4 設備・機器別の診断ポイントと対策技術」の使い方を説明する。

3.3.1.1 業種別編の利用方法

業種別に Step2 で現地踏査を行なう際の診断ポイントと対策提案をする際の留意事項等を記載している。図上の確認箇所⇒対策⇒対策効果算定シート、対策分析シートとリンクをたどることにより、対策提案に必要な対策効果の算定方法や対策に関する情報を容易に入手できるようになっている。

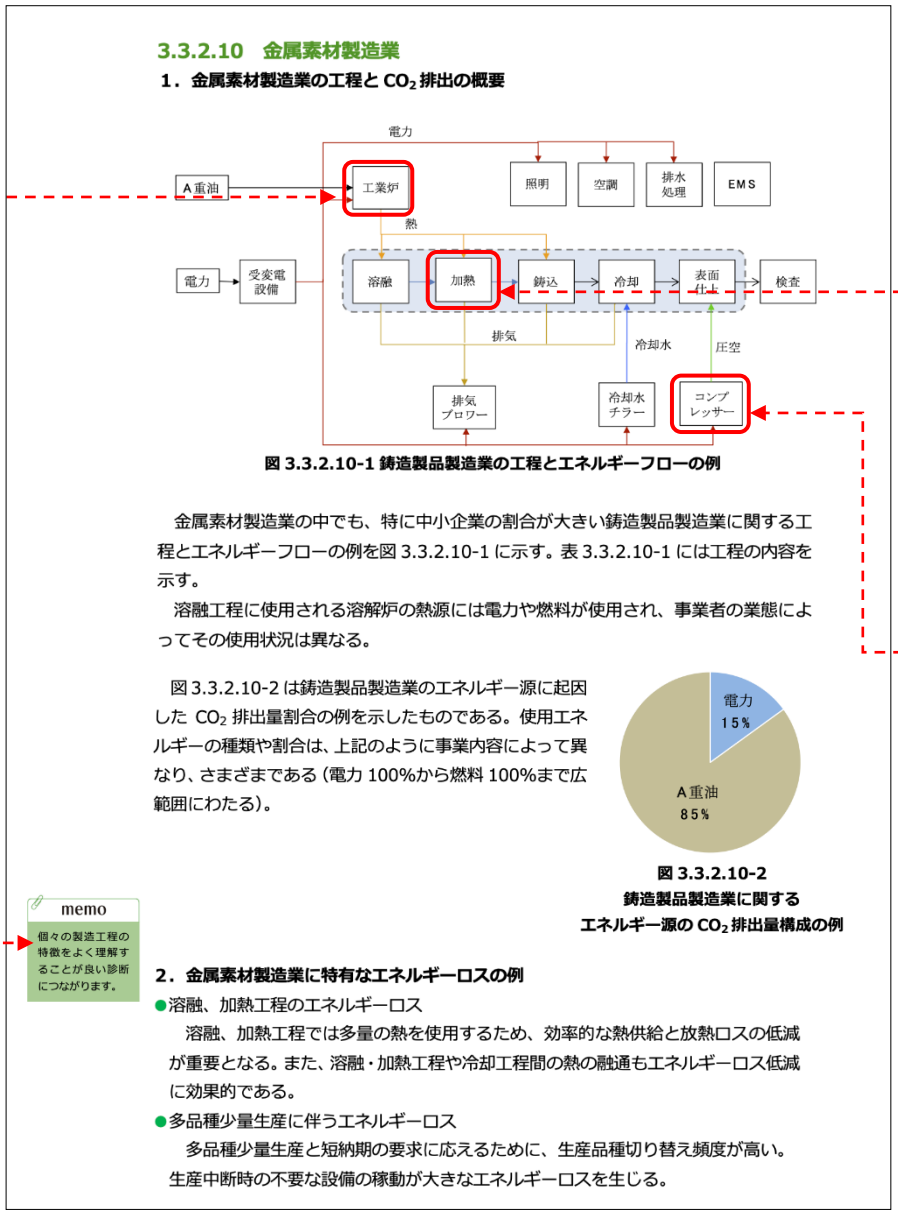
設備・機器の記号をクリックすると、3.3.4 節の設備・機器のページにジャンプする

事業所と工程の全体的なイメージを掴み、例示された工程とエネルギーフローで確認箇所を把握する

生産工程の記号をクリックすると、その工程に関する診断ポイントと対策例にジャンプする

ユーティリティシステムの記号をクリックすると、3.3.3 節のシステムのページにジャンプする

理解の助けとなる事項、注意してほしい事項などを解説



3.3.2.10 金属素材製造業

1．金属素材製造業の工程と CO_2 排出の概要

図 3.3.2.10-1 鋳造製品製造業の工程とエネルギーフローの例

金属素材製造業の中でも、特に中小企業の割合が大きい鋳造製品製造業に関する工程とエネルギーフローの例を図 3.3.2.10-1 に示す。表 3.3.2.10-1 には工程の内容を示す。

溶融工程に使用される溶解炉の熱源には電力や燃料が使用され、事業者の業態によってその使用状況は異なる。

図 3.3.2.10-2 は鋳造製品製造業のエネルギー源に起因した CO_2 排出量割合の例を示したものである。使用エネルギーの種類や割合は、上記のように事業内容によって異なり、さまざまである（電力 100%から燃料 100%まで広範囲にわたる）。

図 3.3.2.10-2
鋳造製品製造業に関する
エネルギー源の CO_2 排出量構成の例

memo
個々の製造工程の特徴をよく理解することが良い診断につながります。

2．金属素材製造業に特有なエネルギーロスの例

●溶融、加熱工程のエネルギーロス

溶融、加熱工程では多量の熱を使用するため、効率的な熱供給と放熱ロスの低減が重要となる。また、溶融・加熱工程や冷却工程間の熱の融通もエネルギーロス低減に効果的である。

●多品種少量生産に伴うエネルギーロス

多品種少量生産と短納期の要求に応えるために、生産品種切り替え頻度が高い。生産中断時の不要な設備の稼動が大きなエネルギーロスを生じる。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

3．対策候補選定時に考慮すべき事項

- 材料の相変化をともなう溶融工程等でのエネルギー使用比率が高いため、これらの工程における省エネ提案が有効である。
- 溶解炉等は一度導入すると数十年は使用する設備である。その更新は、少量多品種ニーズへのシフト、品質管理の重要性の増加、従業員確保の困難性増加、温暖化対策の重要度増加（工場周辺や作業環境への対応など）、エネルギーコストの高騰など事業を取り巻く中長期的な状況に影響されるので、CO_2 削減の観点のみでは決定されにくいことに留意する必要がある。

対策提案をする際の留意事項を把握する

4．診断ポイントと対策技術

工程等	診断ポイント	対策種類	対策の例	シート番号
溶融	炉外壁の温度は高くないか（壁面温度分布をサーモグラフィで観察）	部分更新・機能付加	高温部の断熱補強（断熱材の耐熱温度、断熱補強による炉温度の上昇、補機類の寿命低下などに注意。事前試験を行ないながら進める）	C25022
	溶湯*1 からの放射熱は大きくないか（溶湯温度は千℃以上になることが多い）		断熱カバーの設置（原料投入に支障がないこと）	C25022
	るつぼ型溶解炉の炉上部からの排熱は回収されているか		排熱の回収（作業に支障のないこと）	A25021 C25021
	炉は旧式でないか（例えば 40 年以上経過）	設備導入	最新の自動制御型溶解炉への更新	
	溶解炉に関するその他の対策 ☞ 3.3.4.5 工業炉			
	排気ブロワーに関するその他の対策 ☞ 3.3.4.4-3 ファン・ブロワー			

*1 溶湯
溶融した液状の高温金属

*2 誘導加熱炉
➡用語解説 1）

対策の 6 類型を記載

診断対象となる工程を記載

確認するべき診断ポイントを記載

診断結果に応じた対策の例を記載

工程、生産設備に関する診断ポイントと対策例を把握する

ボイラー等のユーティリティシステムやブロワー等共通的な設備の診断ポイント・対策例は、フロー図からジャンプするそれぞれの節に記載されている

シート番号をクリックすると、その対策の対策効果算定シート、対策分析シートにジャンプ

用語解説

1）誘導加熱炉

誘導加熱炉は高周波、中周波、低周波で区分されている。高周波誘導炉は組成が均一な金属を少ない電力使用量で短時間に溶解できるが、合金組成の調整には長時間を要する。低周波誘導炉は組成が異なる複数の金属を溶解して合金組成を調整することができるが、電力使用量は大きい。

2）ヒューム

ヒュームとは、固体物質の蒸気が凝固した粒子や気体が化学反応で固体化した粒子などが空気中に浮遊したもの。アルミニウム合金やマグネシウム合金は低融点で蒸発しやすいため、ヒュームの発生量が多い。

理解を助けるための用語の解説

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

3.3.1.2　ユーティリティシステム編の利用方法

ユーティリティシステムについて、Step2 で現地踏査を行なう際の診断ポイントと対策提案をする際の留意事項等を記載している。図上の確認箇所⇒対策⇒対策効果算定シート、対策分析シートとリンクをたどることにより、対策提案に必要な計測や、対策効果の算定方法や対策に関する情報を容易に入手できるようになっている。

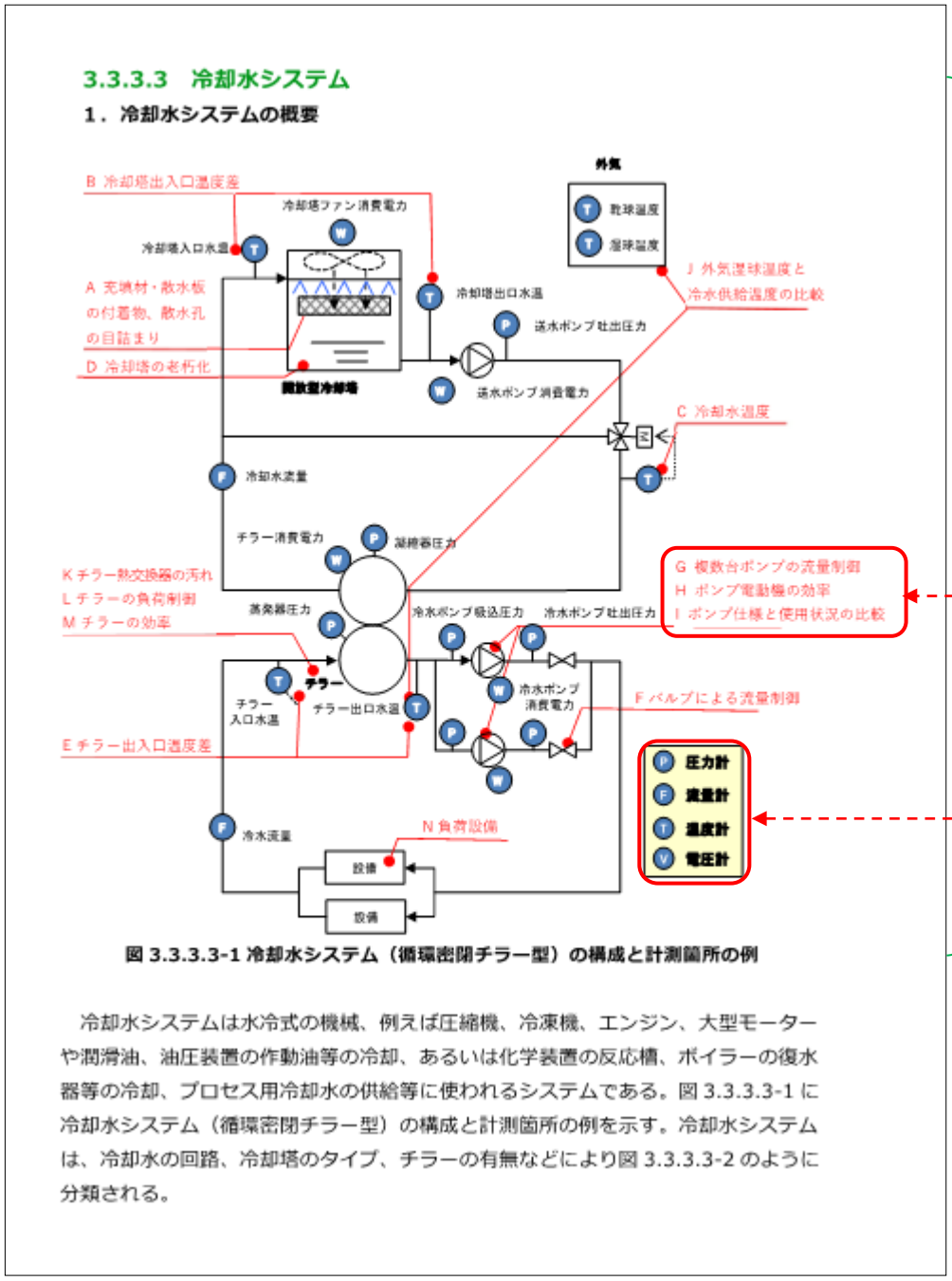


図 3.3.3.3-1 冷却水システム（循環密閉チラー型）の構成と計測箇所の例

冷却水システムは水冷式の機械、例えば圧縮機、冷凍機、エンジン、大型モーターや潤滑油、油圧装置の作動油等の冷却、あるいは化学装置の反応槽、ボイラーの復水器等の冷却、プロセス用冷却水の供給等に使われるシステムである。図 3.3.3.3-1 に冷却水システム（循環密閉チラー型）の構成と計測箇所の例を示す。冷却水システムは、冷却水の回路、冷却塔のタイプ、チラーの有無などにより図 3.3.3.3-2 のように分類される。

システムの全体的なイメージを掴み、診断において確認するべきポイントを把握する

診断の着目点と確認するべき事項を記載

確認事項をクリックすると「(5) 診断ポイントと対策技術」の該当場所にジャンプする

これらの記号を用いて計測が必要な場所と計測の種類を図示

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

2．冷却水システムのエネルギーロスの例

・冷却水出入口の温度差が小さいときは、流量過大であり、ポンプ過剰動力がロスとなる。

・負荷が小さい場合、冷却塔のファンを固定速度で運転するとファンの過剰動力が損失となる。

・チラーを使用して冷水（冷却水）の温度を下げている場合で、その温度が冬期の外気と同程度のときは、フリークーリング※1 を行なわないと、チラー動力の損失となる。

システムに特有なエネルギーロスの特徴を把握する

※1 **フリークーリング**
冷凍機を使って冷水（冷却水）を作っている場合、冬期に冷凍機を運転せずに冷却塔のみで冷水を作ること。ただし、フリークーリングで達成できる温度は外気湿球温度プラス数度である。また、寒冷地では負荷が減少すると凍結の可能性があるため、夜間の負荷が小さい場合は注意が必要である。

3．エネルギーロス把握のための計測方法

1）発生段階のロス把握

●冷却塔のロス把握のための計測

冷却水温度は外気の湿球温度に依存し、最大負荷時にアプローチ※2（冷却塔出口（冷却塔タンク内）の冷却水温度－外気湿球温度）が 5℃以下に保たれているかの確認が必要である（通常、アプローチが 5℃になるよう冷却塔は選定される）。外気の温度・湿度の計測にはアスマン温湿計が使用される。

発生段階、移送段階、消費段階のエネルギーロスを分析するための計測方法を把握する

理解を助けるための脇注を随所に挿入

―― 中略 ――

4．対策候補選定時に考慮すべき事項

・負荷が小さい時はポンプ、冷却塔ファンの回転数を制御する。

・開放型冷却塔でフリークーリングを行なう場合は、機械ジャケットや凝縮器が汚れるので、熱交換器を入れて清浄な水を循環させるか、冷却塔の水質管理を厳しくすること。

・循環式開放型システムでポンプをインバータ制御する場合は、回転数の 2 乗に比例して全揚程が小さくなるので、実揚程や管路抵抗に対して十分か検討すること

・高効率型冷却塔は、内部の充填材量を大きくして接触面積を増やしているので、寸法的に大きくなることがある。

・トップランナーモーターに更新した場合、回転数が若干上昇するので、過負荷にならないか検討すること。プーリー比の変更、あるいはインバータで回転数を調整する。

対策提案をする際の留意事項を把握する

対策の 6 類型を記載

5．診断ポイントと対策技術

機器設備	診断ポイント	対策種類	対策の例	シート番号
冷却塔	内部の充填材や散水板等にスケールやスライムが付着していないか 散水孔が目詰まりしていないか A	運用改善	薬品による洗浄	
	チラーを使用している場合に、冷却塔の出口温度制御の設定値は適正か C		冷却水温度の適正化	C11113
	冷却塔の出入口温度差が過大ではないか B	部分更新・機能付加	ファンのインバータ制御	
	冷却塔が劣化していないか D	設備導入	高効率型冷却塔に更新	

診断対象となる設備を記載

シート番号をクリックすると、その対策の対策効果算定シート、対策分析シートにジャンプ

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

3.3.1.3　設備・機器編の利用方法

どの業種においても、ある程度共通して使用される設備・機器について、Step2 で現地踏査を行なう際の診断ポイントと対策提案をする際の留意事項等を記載している。

3.3.4.4　電動機（モーター）・ポンプ・ファン

3.3.4.4-1　電動機（モーター）

1．電動機の概要

電動機（モーター）とは、電気エネルギーを効率的に回転のエネルギーに変換する原動機であり、圧縮機、ポンプ、ファン等、回転機械やエレベーター、エスカレーター等の動力源として使われている。その消費電力は日本の産業部門の消費電力の 75%、日本の消費電力量全体の 55%を占めている。

電動機にはさまざまなタイプがあるが、一般に産業界で広く使われているのは、三相かご型誘導電動機である。

2．電動機で発生するエネルギーロスの例

- 電動機の効率はかなり高いが、出力、極数（ポール数）、周波数等によって変わり、大出力の方が効率は良く、極数が増えるにつれて効率はやや低くなる。また、低負荷になると効率は下がる。
- 電動機のロスとしては、電気的損失（鉄損、銅損）および機械的損失（軸受損失、空気との摩擦損失、冷却用ファンによる損失等）があるが、使用者が改善できるものではなく、電動機固有のものである。電動機は一般的に稼働時間が長いので、できるだけ効率の高い電動機を使用すべきである。高効率電動機としては、現在 IE2[※1]（高効率モーター）、IE3（プレミアム効率モーター）、IE4（スーパープレミアム効率モーター）がある。省エネ法で規定されているトップランナーモーターは IE3（プレミアム効率モーター）に相当する。

  現在最も効率の高いモーターは、誘導電動機ではないが、IPM モーター（永久磁石埋込式同期電動機）で、その効率は IE4 に相当する。

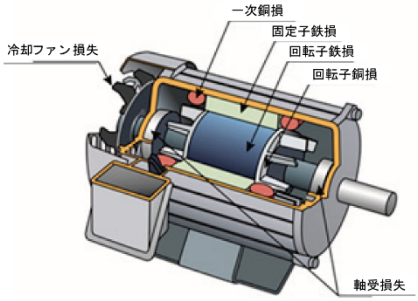


図 3.3.4.4-1 三相かご形誘導電動機の損失箇所（出典：［3］）

※1 **IE1～IE4** 国際規格 IEC の効率レベルを示す記号

設備・機器が果たす役割や使われ方を把握する

設備・機器に特有なエネルギーロスの特徴を把握する

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

3. 対策候補選定時に考慮すべき事項

- 高効率電動機に更新すると、運転回転数が 1.5～2.5%上昇するので、ポンプ、ファン等の動力が増加する。過負荷に注意し、必要ならバルブ、ダンパー、回転数等の調整により負荷を抑える。始動電流、トルクも増加するのでブレーカー等の適合チェックを行なう。
- 標準効率モーターをプレミアム効率モーターに交換する場合は、特に開放型で寸法が大きくなることがある。
- IPM モーターは 1 台ごとに専用インバータが必要で、商用電源での直入れやスターデルタ起動は出来ない。また、同期電動機なのでスリップがなく、誘導電動機より回転数が上昇するので、上記の負荷抑制対策が必要である。
- IPM モーターは、発電作用があるので、電源遮断後過回転となる恐れのある装置では、インバータが損傷する。
- インバータを使用している場合は、進相コンデンサ（力率改善コンデンサ）を入れない。

4. 診断ポイントと対策技術

機器設備	診断ポイント	対策種類	対策の例	シート番号
電動機	過負荷でないか	運用改善	負荷の軽減	
	軸受け温度が異常に高くないか		軸受け部の給油点検（給油脂の実施を保守点検記録等で確認）	
	被駆動機（ポンプ、ファン等）の管路が、弁、ダンパー等で絞られていないか	部分更新・機能付加	回転数制御機能の追加（ポンプ、ファン等の流量制御方式を、インバータによる回転数制御に変更）	A24022 C24022-1
	電流が大きくかつ電路が長くないか		力率改善制御の追加（電動機回路に進相コンデンサを入れて力率を改善）	A22022 C22022
	低負荷ではないか	設備導入	負荷に見合った出力の電動機に更新（電流値を計測し、定格の 80～90%が望ましい。電動機の寿命による交換時に検討）	
	電動機効率が低くないか（特性表、銘板等で確認する）		プレミアム効率電動機（IE3）等高効率形に更新	A24032 C24032

memo
インバータを使用している電動機に進相コンデンサを取り付けると、コンデンサ焼損やインバータトリップの原因となります。

理解の助けとなる事項、注意してほしい事項などを解説

対策提案をする際の留意事項を把握する

対策の 6 類型を記載

シート番号をクリックすると、その対策の対策効果算定シート、対策分析シートにジャンプ

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

参考　日本標準産業分類と本ガイドラインにおける業種との対応

赤字は本ガイドラインの対象外

日本標準産業分類　第 12 改訂（中分類 01-99）		1	2	3	4	5	6	7	
大分類	中分類	食品製造業	繊維工業	木製品・家具製造業	紙加工品製造業	化学工業	石油・石炭製品製造業	プラスチック製品製造業	
A 農業、林業	01 農業								
	02 林業								
B 漁業	03 漁業(水産養殖業を除く)								
	04 水産養殖業								
C 鉱業、採石業、砂利採取業	05 鉱業，採石業，砂利採取業								
D 建設業	06 総合工事業（本社）								
	07 職別工事業（本社）（設備工事業を除く）								
	08 設備工事業　（本社）								
E 製造業	09 食料品製造業	●							
	10 飲料・たばこ・飼料製造業	●							
	11 繊維工業		●						
	12 木材・木製品製造業（家具を除く）			●					
	13 家具・装備品製造業			●					
	14 パルプ・紙・紙加工品製造業				●				
	15 印刷・同関連業								
	16 化学工業（大規模コンビナートを除く）					●			
	17 石油製品・石炭製品製造業						●		
	18 プラスチック製品製造業（別掲を除く）							●	
	19 ゴム製品製造業								
	20 なめし革・同製品・毛皮製造業		●						
	21 窯業・土石製品製造業								
	22 鉄鋼業（粗鋼生産を除く）								
	23 非鉄金属製造業								
	24 金属製品製造業								
	25 はん用機械器具製造業								
	26 生産用機械器具製造業								
	27 業務用機械器具製造業								
	28 電子部品・デバイス・電子回路製造業								
	29 電気機械器具製造業								
	30 情報通信機械器具製造業								
	31 輸送用機械器具製造業								
	32 その他の製造業	←			最も近い製造業を選択				
F 電気・ガス・熱供給・水道業	33 電気業（本社）								
	34 ガス業（本社）								
	35 熱供給業								
	36 水道業								
G 情報通信業	37 通信業								
	38 放送業								
	39 情報サービス業（データセンター）								
	40 インターネット附随サービス業								
	41 映像・音声・文字情報制作業								
H 運輸業、郵便業	42 鉄道業（移動体除く）								
	43 道路旅客運送業（移動体除く）								
	44 道路貨物運送業（移動体除く）								
	45 水運業（移動体除く）								
	46 航空運輸業（移動体除く）								
	47 倉庫業								
	48 運輸に附帯するサービス業								
	49 郵便業（信書便事業を含む）								

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

本ガイドラインにおける業種分類																	
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	ゴム製品製造業	窯業・土石製品製造業	金属素材製造業	金属製品製造業	機械器具製造・印刷関連業	電子部品・機器製造業	熱供給業	水道業	データセンター	倉庫業	スーパーマーケット	ホテル・旅館	飲食店	クリーニング業	病院	廃棄物処理業	事務所・ビル
																	●
																	●
																	●
					●												
	●																
		●															
			●														
			●														
				●													
					●												
					●												
					●												
						●											
					●	(●)											
						●											
					●												
																	●
																	●
							●										
								●									
																	●
																	●
									●								(●)
																	●
																	●
																	●
																	●
																	●
																	●
										●							
																	●
																	●

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

日本標準産業分類　第 12 改訂（中分類 01-99）		1	2	3	4	5	6	7	
大分類	中分類	食品製造業	繊維工業	木製品・家具製造業	紙加工品製造業	化学工業	石油・石炭製品製造業	プラスチック製品製造業	
I 卸売業、小売業	50 各種商品卸売業								
	51 繊維・衣服等卸売業								
	52 飲食料品卸売業								
	53 建築材料，鉱物・金属材料等卸売業								
	54 機械器具卸売業								
	55 その他の卸売業								
	56 各種商品小売業								
	57 織物・衣服・身の回り品小売業								
	58 飲食料品小売業								
	59 機械器具小売業								
	60 その他の小売業								
	61 無店舗小売業								
J 金融業、保険業	62 銀行業								
	63 協同組織金融業								
	64 貸金業，クレジットカード業等非預金信用機関								
	65 金融商品取引業，商品先物取引業								
	66 補助的金融業等								
	67 保険業（保険媒介代理業，保険サービス業を含む）								
K 不動産業、物品賃貸業	68 不動産取引業								
	69 不動産賃貸業・管理業								
	70 物品賃貸業								
L 学術研究、専門・技術サービス業	71 学術・開発研究機関								
	72 専門サービス業（他に分類されないもの）								
	73 広告業								
	74 技術サービス業（他に分類されないもの）								
M 宿泊業、飲食サービス業	75 宿泊業								
	76 飲食店								
	77 持ち帰り・配達飲食サービス業								
N 生活関連サービス業、娯楽業	78 洗濯・理容・美容・浴場業								
	79 その他の生活関連サービス業								
	80 娯楽業								
O 教育、学習支援業	81 学校教育								
	82 その他の教育，学習支援業								
P 医療、福祉	83 医療業								
	84 保健衛生								
	85 社会保険・社会福祉・介護事業								
Q 複合サービス事業	86 郵便局								
	87 協同組合（他に分類されないもの）								
R サービス業（他に分類されないもの）	88 廃棄物処理業								
	89 自動車整備業								
	90 機械等修理業（別掲を除く）								
	91 職業紹介・労働者派遣業								
	92 その他の事業サービス業								
	93 政治・経済・文化団体								
	94 宗教								
	95 その他のサービス業								
	96 外国公務								
S 公務（他に分類されるものを除く）	97 国家公務								
	98 地方公務								
T 分類不能の産業	99 分類不能の産業								

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

ガイドラインにおける業種分類																
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	ゴム製品製造業	窯業・土石製品製造業	金属素材製造業	金属製品製造業	機械器具製造・印刷関連業	電子部品・機器製造業	熱供給業	水道業	データセンター	倉庫業	スーパーマーケット	ホテル・旅館	飲食店	クリーニング業	病院	廃棄物処理業	事務所・ビル
										(●)							●
										(●)							●
											●						
										(●)							●
										(●)							●
										(●)							●
																	●
																	●
											●						
																	●
																	●
																	(●)
																	●
																	●
																	●