

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（2050年カーボンニュー
トラルの実現に向けた需要側の非化石エ
ネルギーへの転換等の促進に関する調
査）

報告書

2023年2月

一般財団法人 日本エネルギー経済研究所

はじめに

2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、徹底した省エネルギーを進めるとともに、非化石エネルギーの導入拡大に向けた対策を強化していくことが求められている。このためには、省エネ法に基づく規制の見直し・強化や支援措置等を通じた省エネ対策の強化とともに、供給サイドの非化石拡大を踏まえ、需要側における電化・水素化等のエネルギー転換の促進などの対策を強化していくことが重要である。

令和4年5月には改正省エネ法が成立し、令和5年度4月からの施行に向けて、具体的には需要側において、非化石エネルギーを含むエネルギー全体の使用の合理化を進めていくと同時に、化石エネルギーから非化石エネルギーへの転換を促進していくこととしている。また、電気の需要の最適化を促す仕組みの検討が進められた。

こうしたエネルギー政策の方向性を踏まえ、本事業では、具体的な制度設計のために、需要側の①非化石エネルギーの利用状況等の実態に関する調査、②エネルギー換算係数の見直しに関する検討、③供給側の状況を踏まえた需要シフトを促すための制度設計に関する検討を行った。

具体的検討内容

① 非化石エネルギーの利用状況の調査

- 省エネ法の特定事業者等の大手需要家における非化石エネルギーの使用状況（非化石エネルギー使用量・使用割合・種類）、足下で実施されている主な取組（太陽光発電設備の設置やバイオマス発電等の実施といった自家発自家消費型の非化石エネルギーの使用、非化石証書の購入といった調達エネルギーの非化石化）及び今後の導入見込み等に関する調査を行った。
- 上記の調査で判明した各業種・各事業者の非化石エネルギーの利用状況の実態を踏まえ、実施すべき取組事項（設備等の具体例を含む）等の検討を行った。

② エネルギー換算係数の見直しに関する検討

- 省エネ法における適正なエネルギー評価のため、省エネ法施行規則（別表第1～第3）で定めるエネルギーの熱量換算係数の見直しを検討した。なお、電気の熱量換算係数については、現行の火力平均係数の最新値への見直しに加えて、全電源平均係数の設定の検討も行った。
- 現行省エネ法の施行規則では定められていない非化石燃料（水素やアンモニア、バイオマス等）の熱量換算係数の設定の検討を行った。また、これらの非化石燃料の熱量換算時の補正係数（非化石燃料が化石燃料と比べて燃焼効率が劣ることへの配慮）の設定を検討した。

③ 供給側の状況を踏まえた、需要シフトを促すための制度設計に関する検討

- 再エネの出力制御時や需給ひっ迫時のデマンドレスポンス（上げDR、下げDR）を促すための制度設計を検討した。具体的には、現行省エネ法に基づく「電気の需要の平準化」に関する制度を見直し、電気の需給状況を踏まえた電気需要最適化係数の設定及び当該係数を用いた評価指標の設定について、過去の出力制御や需給ひっ迫の実績を十分踏まえて検討を行った。

目次

第1章 高炉による製鉄業における非化石エネルギー利用状況の調査	1
1.1. 業種の概要及び非化石エネルギー利用検討の背景.....	1
1.2. 調査票による非化石エネルギー利用実態調査の実施状況.....	1
1.2.1. 調査票の様式.....	1
1.2.2. 配布・回収状況.....	6
1.2.3. 計算方法.....	6
1.2.4. 結果.....	10
1.3. 省エネ法の工場等判断基準および中長期計画作成指針の見直し案.....	13
1.4. 今後の非化石エネルギー導入見通し.....	13
第2章 電炉による普通鋼製造業における非化石エネルギー利用状況の調査	15
2.1. 業種の概要及び非化石エネルギー利用検討の背景.....	15
2.2. 調査票による非化石エネルギー利用実態調査の実施状況.....	15
2.2.1. 調査票の様式.....	15
2.2.2. 配布・回収状況.....	15
2.2.3. 計算方法.....	15
2.2.4. 結果.....	15
2.3. 省エネ法の工場等判断基準および中長期計画作成指針の見直し案.....	19
2.4. 今後の非化石エネルギー導入見通し.....	19
第3章 電炉による特殊鋼製造業における非化石エネルギー利用状況の調査	21
3.1. 業種の概要及び非化石エネルギー利用検討の背景.....	21
3.2. 調査票による非化石エネルギー利用実態調査の実施状況.....	21
3.2.1. 調査票の様式.....	21
3.2.2. 配布・回収状況.....	21
3.2.3. 計算方法.....	21
3.2.4. 結果.....	21
3.3. 省エネ法の工場等判断基準および中長期計画作成指針の見直し案.....	25
3.4. 今後の非化石エネルギー導入見通し.....	25
第4章 セメント製造業における非化石エネルギー利用状況の調査	26
4.1. 業種の概要及び非化石エネルギー利用検討の背景.....	26
4.2. 調査票による非化石エネルギー利用実態調査の実施状況.....	27
4.2.1. 調査票の様式.....	27

4.2.2. 配布・回収状況.....	27
4.2.3. 計算方法.....	27
4.2.4. 結果.....	28
4.3. 省エネ法の工場等判断基準および中長期計画作成指針の見直し案	31
4.4. 今後の非化石エネルギー導入見通し	31
第5章 洋紙製造業における非化石エネルギーの利用状況の調査.....	33
5.1. 業種の概要及び非化石エネルギー利用検討の背景.....	33
5.2. 調査票による非化石エネルギー利用実態調査の実施状況.....	34
5.2.1. 調査票の様式	34
5.2.2. 配布・回収状況.....	34
5.2.3. 計算方法.....	34
5.2.4. 結果.....	34
5.3. 省エネ法の工場等判断基準および中長期計画作成指針の見直し案	37
5.4. 今後の非化石エネルギー導入見通し	38
第6章 板紙製造業の非化石エネルギーの利用状況の調査	39
6.1. 業種の概要及び非化石エネルギー利用検討の背景.....	39
6.2. 調査票による非化石エネルギー利用実態調査の実施状況.....	39
6.2.1. 調査票の様式	39
6.2.2. 配布・回収状況.....	39
6.2.3. 計算方法.....	39
6.2.4. 結果.....	39
6.3. 省エネ法の工場等判断基準および中長期計画作成指針の見直し案	42
6.4. 今後の非化石エネルギー導入見通し	43
第7章 石油化学系基礎製品製造業の非化石エネルギーの利用状況の調査	44
7.1. 業種の概要及び非化石エネルギー利用検討の背景.....	44
7.2. 調査票による非化石エネルギー利用実態調査の実施状況.....	44
7.2.1. 調査票の様式	44
7.2.2. 配布・回収状況.....	44
7.2.3. 計算方法.....	45
7.2.4. 結果.....	45
7.3. 省エネ法の工場等判断基準および中長期計画作成指針の見直し案	48
7.4. 今後の非化石エネルギー導入見通し	48
第8章 ソーダ工業の非化石エネルギーの利用状況の調査	50

8.1. 業種の概要及び非化石エネルギー利用検討の背景.....	50
8.2. 調査票による非化石エネルギー利用実態調査の実施状況.....	50
8.2.1. 調査票の様式.....	50
8.2.2. 配布・回収状況.....	50
8.2.3. 計算方法.....	50
8.2.4. 結果.....	51
8.3. 省エネ法の工場等判断基準および中長期計画作成指針の見直し案.....	54
8.4. 今後の非化石エネルギー導入見通し.....	54
第9章 自動車製造業の非化石エネルギーの利用状況の調査.....	56
9.1. 業種の概要及び非化石エネルギー利用検討の背景.....	56
9.2. 調査票による非化石エネルギー利用実態調査の実施状況.....	56
9.2.1. 調査票の様式.....	56
9.2.2. 配布・回収状況.....	59
9.2.3. 計算方法.....	59
9.2.4. 結果.....	59
9.3. 省エネ法の工場等判断基準および中長期計画作成指針の見直し案.....	65
9.4. 今後の非化石エネルギー導入見通し.....	66
第10章 エネルギー換算係数の見直しに関する検討.....	67
10.1. エネルギー熱量換算係数の見直し.....	67
10.1.1. 検討の概要および目的.....	67
10.1.2. 現行の熱量換算係数の設定方法.....	67
10.1.3. 熱量換算係数見直しにおける課題と新たな熱量換算係数の設定.....	70
10.2. 電気の換算係数の検討.....	75
10.2.1. 検討の概要.....	75
10.2.2. 全電源平均のエネルギー換算係数.....	75
10.2.3. 火力平均のエネルギー換算係数.....	78
10.3. 非化石エネルギーの熱量換算係数の設定.....	80
10.3.1. 非化石燃料の分類.....	80
10.3.2. 非化石燃料の熱量換算係数.....	81
10.3.3. 非化石燃料使用に伴う補正係数の設定.....	84
第11章 供給側の状況を踏まえた需要シフトを促すための制度設計に関する検討.....	85
11.1. デマンドレスポンスを促す制度の検討.....	85
11.1.1. 出力制御の状況.....	85
11.1.2. 需給ひっ迫の状況.....	86

11.1.3. 月別電気需要最適化係数の試算.....	86
-----------------------------	----

第1章 高炉による製鉄業における非化石エネルギー利用状況の調査

1.1. 業種の概要及び非化石エネルギー利用検討の背景

高炉による製鉄業は、高炉転炉一貫プロセスを用いて鉄鋼を生産する事業を指し、国内粗鋼生産の約 3/4 を占める。天然資源である鉄鉱石が主原料であり、汎用～高品位製品の製造が可能であるが、鉄鉱石の還元工程が必要となるため、エネルギー原単位、CO₂ 排出ともに高位となる。業界では、①プロセス効率改善、②効率的副生ガス利用、③排熱回収、④廃棄物・バイオマス利用により、原料炭以外の化石燃料、購入電力の削減を図っている。さらに将来サプライチェーン等の整備が行われた場合には、⑤水素/アンモニアの還元材や燃料の代替による省 CO₂ も検討されている。¹

鉄鋼業における非化石エネルギー利用の特徴を下表に示す。

表 1.1-1 鉄鋼業における非化石エネルギー利用の特徴

種別	特徴
副生ガス 排エネルギー	主要設備における導入は国内では標準的であり、鉄鋼業のエネルギー原単位は世界最高水準。
廃プラ 廃タイヤ	コークス代替（還元材）としての利用。コークス炉化学原料化法では回収した炭化水素油はプラスチック原料となる（ケミカルリサイクル）。
バイオマス	自家発や共同火力を多数保有。IPP での木質バイオマス混焼発電の事例あり（釜石製鉄所、大分製鉄所）。
再エネ電力	高炉の電炉転換によるカーボンフリー電力の需要増が想定される。電炉の日中操業による DR 事例あり（東京製鉄・九州電力）。
水素	コークスの代替（還元材）としての利用。

1.2. 調査票による非化石エネルギー利用実態調査の実施状況

1.2.1. 調査票の様式

業界団体へのヒアリングを踏まえ、表 1.2-1～表 1.2-3 に示す調査票様式を作成し、ベンチマーク制度対象事業者における事業所別に記入を求めた。表 1.2-1 は化石エネルギーの報告様式、表 1.2-2 及び表 1.2-3 は非化石エネルギーの報告様式である。エネルギーのバウンダリは、ベンチマーク指標の算出時に対象としているバウンダリと同様とし、2017～2021 年度のデータ入力を求めた。また、非化石転換に向けた取組みに関するアンケート調査を合わせて実施した。

非化石エネルギーは、販売した副生エネルギーを控除した正味エネルギー使用量を把握

¹ 日本鉄鋼連盟（2022）：鉄鋼業の特徴とエネルギー使用実態について
https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene-shinene/sho_energy/kojo_handan/pdf/2022_002_04_01.pdf

した。非化石燃料は、総合エネルギー統計などにに基づき熱量換算係数（単位発熱量）を設定した燃料種を対象としたが、これら以外の燃料種や熱量換算係数が異なる場合を想定し、その他欄も設けた。非化石電気は、買電に占める非化石電気（契約メニューにおける非化石比率を把握）、証書・クレジット及び再エネ自家発・PPA・自己託送を対象とした。非化石熱は、証書・クレジット及び再生可能エネルギーを対象とした。電気・熱の熱量換算係数の設定方法については後述する。

また、副生エネルギーを非化石としてカウントする可能性を検討するため、エネルギーとしてはいずれも燃料の内数となるものの、副生ガス発生量（外販分含む）及び未活用エネルギー（電力回収、蒸気回収）についても報告欄を設けて把握することとした（ただし、以降の計算では副生エネルギーは非化石には含めないこととした（燃料の内数として取り扱うこととしたため））。

同様に、購入した未利用熱についても、非化石熱の対象としてカウントする可能性を検討するため報告欄を設けたが、該当はなかった。

表 1.2-1 化石エネルギー使用量の記入様式

エネルギーの種類		単位	西暦 2017 年度						
			使用量		販売した副生エネルギーの量		購入した未利用熱の量		
		数値	熱量G J	数値	熱量G J	数値	熱量G J		
燃 料 及 び 熱	原油(コンデンセートを除く。)	k l		0		0			
	原油のうちコンデンセート (NGL)	k l		0		0			
	揮発油	k l		0		0			
	ナフサ	k l		0		0			
	灯油	k l		0		0			
	軽油	k l		0		0			
	A重油	k l		0		0			
	B・C重油	k l		0		0			
	石油アスファルト	t		0		0			
	石油コークス	t		0		0			
	石油ガス	液化石油ガス (LPG)	t		0		0		
		石油系炭化水素 ガス	千m ³		0		0		
	可 燃 性 天然ガス	液化天然ガス (LNG)	t		0		0		
		その他可燃性天然 ガス	千m ³		0		0		
	石 炭	原料炭	t		0		0		
		一般炭	t		0		0		
		無煙炭	t		0		0		
	石炭コークス	t		0		0			
	コールタール	t		0		0			
	コークス炉ガス	千m ³		0		0			
	高炉ガス	千m ³		0		0			
	転炉ガス	千m ³		0		0			
	その他の 燃 料	都市ガス	千m ³		0		0		
		()			0		0		
	産業用蒸気	G J		0		0		0	
	産業用以外の蒸気	G J		0		0		0	
	温水	G J		0		0		0	
	冷水	G J		0		0		0	
	小計	G J		0		0		0	
電 気	電気 事業者	昼間買電	千kWh		0				
		夜間買電	千kWh		0				
	その他	上記以外の買電	千kWh		0				
		自家発電	千kWh			0			
	小計	千kWh	0	0	0	0			
合計GJ			0		0		0		

表 1.2-2 非化石エネルギー使用量の記入様式（１）

エネルギーの種類 ^{※1}			正味エネルギー使用量 ^{※2}					単位	単位発熱量 ^{※3}					単位 (GJ/計量単位)
			2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度		2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	
燃料	省エネ法報告対象	化石燃料（コークス炉ガス、高炉ガス、転炉ガス除く）	0	0	0	0	0	GJ	1	1	1	1	1	GJ/GJ
		コークス炉ガス	0	0	0	0	0	GJ	1	1	1	1	1	GJ/GJ
		高炉ガス	0	0	0	0	0	GJ	1	1	1	1	1	GJ/GJ
		転炉ガス	0	0	0	0	0	GJ	1	1	1	1	1	GJ/GJ
	副生ガス発生量(外販分含む) (エネルギーとしては化石燃料の内数)	コークス炉ガス						GJ	1	1	1	1	1	GJ/GJ
		高炉ガス						GJ	1	1	1	1	1	GJ/GJ
		転炉ガス						GJ	1	1	1	1	1	GJ/GJ
	再生可能エネルギー	廃材						絶乾重量t	17.06	17.06	17.06	17.06	17.06	GJ/絶乾重量t
		黒液						絶乾重量t	13.61	13.61	13.61	13.61	13.61	GJ/絶乾重量t
		木材						絶乾重量t	13.21	13.21	13.21	13.21	13.21	GJ/絶乾重量t
		バイオ燃料（エタノール、ディーゼル）						kl	23.42	23.42	23.42	23.42	23.42	GJ/kl
		バイオガス						1000m3	21.16	21.16	21.16	21.16	21.16	GJ/1000m3
		その他（ ）												GJ/
		その他（ ）												GJ/
		その他（ ）												GJ/
		その他（ ）												GJ/
		その他（ ）												GJ/
	廃棄物エネルギー (有価物含む)	RDF: Refuse Derived Fuel						t	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	GJ/t
		RPF: Refuse paper and plastic fuel						t	26.88	26.88	26.88	26.88	26.88	GJ/t
		廃プラスチック						t	29.30	29.30	29.30	29.30	29.30	GJ/t
		廃タイヤ						t	33.20	33.20	33.20	33.20	33.20	GJ/t
		再生油						kl	40.20	40.20	40.20	40.20	40.20	GJ/kl
		廃棄物ガス						1000m3	21.16	21.16	21.16	21.16	21.16	GJ/1000m3
		その他（ ）												GJ/
		その他（ ）												GJ/
		その他（ ）												GJ/
		その他（ ）												GJ/
	その他エネルギー	水素						t	142	142	142	142	142	GJ/t
		アンモニア						t	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	GJ/t
		その他（ ）												GJ/
		その他（ ）												GJ/
		その他（ ）												GJ/
		その他（ ）												GJ/

注：「省エネ法報告対象」欄は「化石エネルギー使用量の記入様式」より集計

表 1.2-3 非化石エネルギー使用量の記入様式（２）

エネルギーの種類※1			正味エネルギー使用量※2					単位	単位発熱量※3					単位 (GJ/計量単位)
			2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度		2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	
電気	省エネ法報告対象	小売電気事業者からの買電（昼間買電、夜間買電、その他）	0	0	0	0	0	MWh	8.64	8.64	8.64	8.64	8.64	GJ/MWh
		-うち、契約している小売電気事業者の非化石証書活用状況（個別メニュー契約をしている場合は、当該メニューの非化石比率）【%】※4						-	-	-	-	-	-	-
		その他買電	0	0	0	0	0	MWh	8.64	8.64	8.64	8.64	8.64	GJ/MWh
		-うち、非化石比率【%】						-	-	-	-	-	-	-
	証書・クレジット （年度内の償却分）	再エネ（非化石）証書						MWh	8.64	8.64	8.64	8.64	8.64	GJ/MWh
		J-クレジット：再エネ（電力）由来クレジット						MWh	8.64	8.64	8.64	8.64	8.64	GJ/MWh
		グリーン電力証書						MWh	8.64	8.64	8.64	8.64	8.64	GJ/MWh
	再エネ自家発・PPA・自己託送	太陽光						MWh	10.37	10.37	10.37	10.37	10.37	GJ/MWh
		風力						MWh	10.37	10.37	10.37	10.37	10.37	GJ/MWh
		水力						MWh	10.37	10.37	10.37	10.37	10.37	GJ/MWh
		地熱						MWh	10.37	10.37	10.37	10.37	10.37	GJ/MWh
		その他（ ）						MWh	10.37	10.37	10.37	10.37	10.37	GJ/MWh
		その他（ ）						MWh	10.37	10.37	10.37	10.37	10.37	GJ/MWh
		その他（ ）						MWh	10.37	10.37	10.37	10.37	10.37	GJ/MWh
		その他（ ）						MWh	10.37	10.37	10.37	10.37	10.37	GJ/MWh
		その他（ ）						MWh	10.37	10.37	10.37	10.37	10.37	GJ/MWh
	未活用エネルギー	電力回収（エネルギーとしては化石燃料の内数）						MWh	10.37	10.37	10.37	10.37	10.37	GJ/MWh
熱	省エネ法報告対象	購入熱（産業用蒸気、産業用以外の蒸気、温水、冷水）	0	0	0	0	0	GJ	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	GJ/GJ
	購入した未利用熱・非化石熱	購入した未利用熱	0	0	0	0	0	GJ	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	GJ/GJ
		購入した非化石熱（バイオマス、地熱等）						GJ	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	GJ/GJ
	証書・クレジット （年度内の償却分）	J-クレジット：再エネ（熱）由来クレジット						GJ	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	GJ/GJ
		グリーン熱証書						GJ	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	GJ/GJ
	再生可能エネルギー	太陽熱						GJ	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	GJ/GJ
		地熱						GJ	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	GJ/GJ
		その他（ ）						GJ	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	GJ/GJ
		その他（ ）						GJ	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	GJ/GJ
		その他（ ）						GJ	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	GJ/GJ
		その他（ ）						GJ	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	GJ/GJ
		その他（ ）						GJ	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	GJ/GJ
	未活用エネルギー	蒸気回収（エネルギーとしては化石燃料の内数）						GJ	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	GJ/GJ

注：「省エネ法報告対象」欄は「化石エネルギー使用量の記入様式」より集計

1.2.2. 配布・回収状況

調査票はベンチマーク制度対象事業者全 3 社に対して実施し、すべての事業者から調査票を回収した（回収率 100%）。

1.2.3. 計算方法

基本的には、固有単位で報告されたエネルギー使用量にデフォルトの熱量換算係数を乗じることで、熱量単位でのエネルギー使用量を計算し集計した。電気の熱量換算係数は、全電源平均一次エネルギー換算係数（8.64MJ/kWh）を用いた。その他の熱量換算係数については第 10 章を参照されたい。また、非化石燃料のうち、その他（事業者追加分）を含め、事業者から固有の熱量換算係数が報告された場合は、事業者報告の熱量換算係数を使用して同種類の項目に計上した（例：名称から木材と同等と判断できる場合、木材の項目に計上）。なお、副生エネルギーは集計対象外とした。ここで、バイオエタノール、バイオディーゼルに関しては、2022 年 11 月の熱量換算係数一部改訂を反映しておらず、発熱量はまとめて 23.42 GJ/kl としている。なお、改正省エネ法では、RDF・RPF など一部の非化石燃料の熱量換算係数はデフォルト値の適用のみを認めることが検討されているが、本章の分析では反映していない。また、熱量換算係数は有効数字 3 桁で取り扱う見込みであるが、本章の分析では熱量換算係数の有効数字を 4 桁以上で扱った燃料もあり、統一していない。

非化石電気のうち、非燃料由来の自家発非化石電気（太陽光等の自家発電・PPA・自己託送）については、自家発非化石電気と再エネ証書等の発電コストの差や、送配電ロスの差、自家発非化石電気への投資を促進する政策的な観点等を総合的に踏まえて、エネルギー使用量に 1.2 の重み付け係数を乗じることとした。

また、小売電気事業者から調達する電気については、下式を用いて非化石電気分を計算し、残りを化石電気とした。ここで、非化石証書比率は各事業所における実際の契約メニューの比率を適用するが、調査実施時点では小売電気事業者ごとの系統電気の非化石証書比率は 2020 年度分しか公表されていなかったため、2020 年度の値をその他の年度すべてに適用した²。また、契約メニューの非化石証書比率が公表されていない、回答なしなど、不明の場合は 0%とみなした。FIT 非化石証書売れ残り分の割合（12%）は、令和 3 年度の販売電力量（全国総量）に占める余剰非化石電気相当量の割合を一律に適用した。すなわち、FIT 非化石証書売れ残り分については、賦課金を負担している全ての需要家に、広く非化石電気が提供されているものとみなし、非化石比率算定時のベースラインとした。

さらに、非化石電気・熱のうち、証書・クレジット（年度内の償却分）については、非化石電気・熱に算入する一方、化石電気・熱からは控除した。以上の計算方法を表 1.2-4 及び表 1.2-5 にまとめた。

○小売電気事業者から調達する電気のうち非化石電気分の計算方法

(小売電気事業者からの買電のうち非化石電気) = (非化石証書分) + (FIT 売れ残り分)

² よって 2020 年度以外の計算結果はあくまで参考値である。

(非化石証書分)=(小売電気事業者からの買電)×(非化石証書比率)

(FIT 売れ残り分)=(小売電気事業者からの買電)×(1・非化石証書比率)

×(FIT 非化石証書売れ残り分：12%)

表 1.2-4 非化石エネルギー使用量の計算方法（1）

エネルギーの種類			単位	単位発熱量 (GJ)	集計ルール
燃料	省エネ法報告対象	化石燃料	GJ	1	デフォルトの熱量換算係数を使用
	再生可能エネルギー	廃材	絶乾重量t	17.06	デフォルトの熱量換算係数を使用して同種類の項目に計上
		黒液	絶乾重量t	13.61	
		木材	絶乾重量t	13.21	
		バイオ燃料（エタノール、ディーゼル）	kl	23.42	
		バイオガス	1000m3	21.16	
		その他（ ）			事業者報告の熱量換算係数を使用して同種類の項目に計上 (例：名称から木材と同等と判断できる場合、木材の項目に計上)
		その他（ ）			
		その他（ ）			
		その他（ ）			
		その他（ ）			
	廃棄物エネルギー (有価物含む)	RDF: Refuse Derived Fuel	t	18.00	デフォルトの熱量換算係数を使用して同種類の項目に計上
		RPF: Refuse paper and plastic fuel	t	26.88	
		廃プラスチック	t	29.30	
		廃タイヤ	t	33.20	
		再生油	kl	40.20	
		廃棄物ガス	1000m3	21.16	事業者報告の熱量換算係数を使用して同種類の項目に計上 (例：名称から廃プラと同等と判断できる場合、廃プラの項目に計上)
		その他（ ）			
		その他（ ）			
		その他（ ）			
		その他（ ）			
	その他エネルギー	水素	t	142	デフォルトの熱量換算係数を使用して同種類の項目に計上
		アンモニア	t	22.5	
		その他（ ）			事業者報告の熱量換算係数を使用して同種類の項目に計上
		その他（ ）			
		その他（ ）			
		その他（ ）			

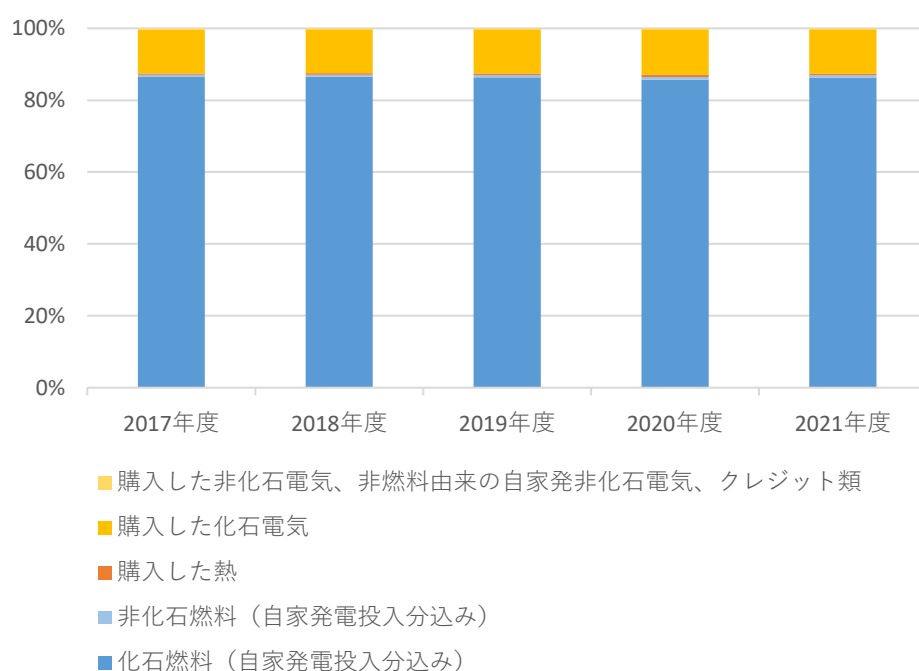
注：バイオエタノール、バイオディーゼルに関しては、2022 年 11 月の熱量換算係数一部改訂を反映しておらず、発熱量はまとめて 23.42 GJ/kl としている。

表 1.2-5 非化石エネルギー使用量の計算方法（２）

エネルギーの種類			単位	単位発熱量 (GJ)	集計ルール
電気	省エネ法報告対象	小売電気事業者からの買電（昼間買電、夜間買電、その他）	MWh	8.64	全電源平均の熱量換算係数を使用
		-うち、契約している小売電気事業者の非化石証書活用状況（個別メニュー契約をしている場合は、当該メニューの非化石比率）【%】※4	-	-	下式により小売電気事業者からの買電の内訳を算出 (非化石のうち非化石証書分)=(小売電気事業者からの買電)×(非化石証書比率) (非化石のうちFIT売れ残り分)=(小売電気事業者からの買電)×(1-非化石証書比率)×12% (化石)=(小売電気事業者からの買電)-(非化石のうち非化石証書分)-(非化石のうちFIT売れ残り分)
		その他買電	MWh	8.64	全電源平均の熱量換算係数を使用
		-うち、非化石比率【%】	-	-	下式によりその他買電の内訳を算出 (非化石)=(その他買電)×(非化石比率) (化石)=(その他買電)-(非化石)
	証書・クレジット (年度内の償却分)	再エネ（非化石）証書	MWh	8.64	非化石電気に算入する一方、上記で計算した化石電気量からは控除
		J-クレジット：再エネ（電力）由来クレジット	MWh	8.64	
		グリーン電力証書	MWh	8.64	
	再エネ自家発・PPA・自己託送	太陽光	MWh	10.37	全電源平均の熱量換算係数に重みづけ係数1.2を乗じて熱量換算（非燃料由来のみ。バイオマスなど燃料由来の場合は重みづけなし）
		風力	MWh	10.37	
		水力	MWh	10.37	
		地熱	MWh	10.37	
		その他（ ）	MWh	10.37	
		その他（ ）	MWh	10.37	
		その他（ ）	MWh	10.37	
		その他（ ）	MWh	10.37	
		その他（ ）	MWh	10.37	
	未活用エネルギー	電力回収（エネルギーとしては化石燃料の内数）	MWh	-	集計対象外
熱	省エネ法報告対象	購入熱（産業用蒸気、産業用以外の蒸気、温水、冷水）	GJ	1	デフォルトの熱量換算係数を使用
	購入した未利用熱・非化石熱	購入した未利用熱	GJ	1	非化石熱に算入、デフォルトの熱量換算係数を使用
		購入した非化石熱（バイオマス、地熱等）	GJ	1	非化石熱に算入
	証書・クレジット (年度内の償却分)	J-クレジット：再エネ（熱）由来クレジット	GJ	1	非化石熱に算入する一方、化石熱からは控除
		グリーン熱証書	GJ	1	
	再生可能エネルギー	太陽熱	GJ	1	非化石熱に算入(重みづけなし)
		地熱	GJ	1	
		その他（ ）	GJ	1	
		その他（ ）	GJ	1	
		その他（ ）	GJ	1	
		その他（ ）	GJ	1	
		その他（ ）	GJ	1	
	未活用エネルギー	蒸気回収（エネルギーとしては化石燃料の内数）	GJ	-	集計対象外

1.2.4. 結果

エネルギー使用量の計算結果を以降の図表にまとめた。2020 年度についてみると、一次エネルギー換算で燃料が 86%、熱が 1%、電気が 13%を占める。非化石エネルギー使用割合は 0.9%であり、うち非化石燃料が 0.7%、非化石電気が 0.3%である。事業者別にみても、非化石エネルギー使用割合が 10%を超える事業者は存在しない。非化石燃料としては主に廃プラが活用されている（熱量換算係数はすべてデフォルト値を適用）。電気は共同火力由来分が多いため、非化石電気の割合も少ない。非燃料由来の自家発非化石電気としては太陽光が活用されている。



注：系統電気の非化石証書比率は 2020 年度の値をその他の年度すべてに適用した。

図 1.2-1 業界全体のエネルギー種別シェア（高炉）

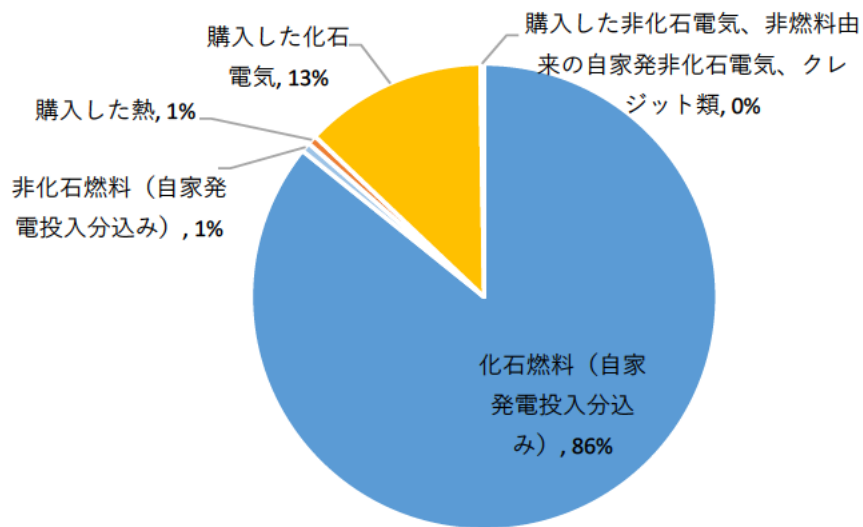


図 1.2-2 業界全体のエネルギー種別シェア（高炉、2020 年度）

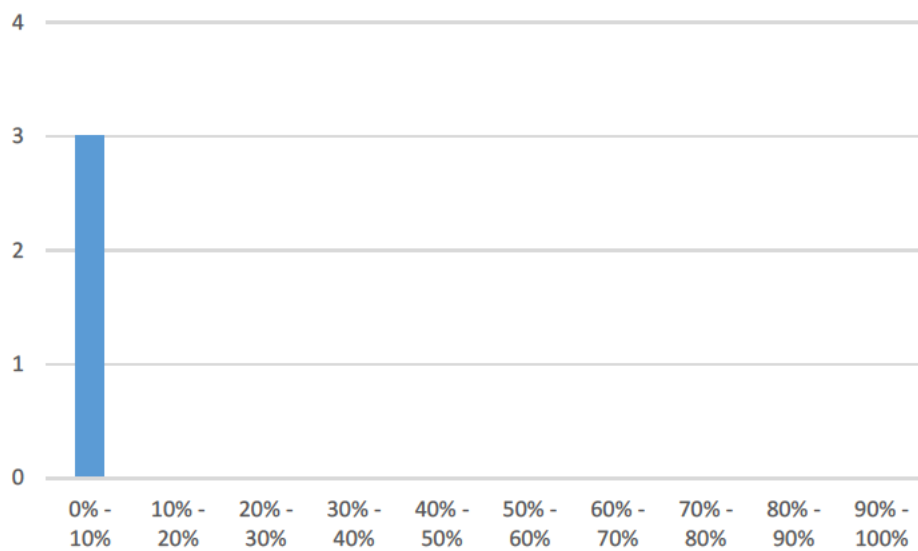


図 1.2-3 非化石エネルギー使用割合の事業者数分布（高炉、2020 年度）

表 1.2-6 業界全体のエネルギー使用状況まとめ（高炉）

種別		PJ					%				
		2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度
燃料	化石燃料（自家発電投入分込み）	1,399	1,370	1,349	1,170	1,315	86%	87%	86%	86%	86%
	非化石燃料（自家発電投入分込み）	10	9	10	9	10	1%	1%	1%	0.7%	1%
	合計	1,409	1,379	1,358	1,179	1,326	87%	87%	87%	86%	87%
熱	購入した熱	7	7	6	9	7	0%	0%	0%	1%	0%
	合計	7	7	6	9	7	0%	0%	0%	1%	0%
電気	購入した化石電気	197	192	191	173	188	12%	12%	12%	13%	12%
	購入した非化石電気、非燃料由来の自家発非化石電気、クレジット類	6	5	5	4	4	0%	0%	0%	0.3%	0%
	合計	203	197	196	176	192	13%	12%	13%	13%	13%
合計	化石	1,603	1,569	1,547	1,351	1,510	99%	99%	99%	99%	99%
	非化石	15	14	14	13	14	1%	1%	1%	0.9%	1%
	合計	1,618	1,583	1,561	1,364	1,524	100%	100%	100%	100%	100%

注：系統電気の非化石証書比率は 2020 年度の値をその他の年度すべてに適用した。

1.3. 省エネ法の工場等判断基準および中長期計画作成指針の見直し案³

前節で燃料、熱、電気を全て一次エネルギー換算したエネルギー使用量全体に占める非化石率の目標の目安を検討したが、非化石率 0%の業種や、0～90%とばらつきが大きい業種も存在することから、一律の目標ではなく、各業種の実態に即した目標を検討することとなった。業界との協議も踏まえ設定された非化石転換目標の目安を下表に示す。

工場等における非化石エネルギーへの転換に関する事業者の判断の基準は、「Ⅰ 非化石エネルギーへの転換の基準」、「Ⅱ 非化石エネルギーへの転換の目標及び計画的に取り組むべき事項」及び「Ⅲ 工場等におけるエネルギーの使用の合理化に関する事業者の判断の基準（平成21年経済産業省告示第66号）との関係」から構成される。Ⅱにおいて、特定事業者等は、非化石エネルギーへの転換の目標に関する中長期的な計画に、非化石エネルギーの使用割合を向上させる目標を記載し、その達成のための措置に努めることを求める。その際、主要5業種にあっては、当該事業ごとに定める目安となる水準（下表）を参照し、それぞれの事業に係る非化石エネルギーへの転換の目標を定める。

表 1.3-1 非化石転換目標の目安（高炉）

定量目標 の目安	● 水素、廃プラスチック、バイオマスの導入等の非化石エネルギーへの転換に向けた取組により、粗鋼トンあたり石炭使用量原単位を、2030年度において2013年度比2.0%削減する。
定性目標 の目安	（1）燃料に関する事項 ● 高炉を用いた水素還元製鉄設備や水素による直接還元製鉄設備の導入を目指し、研究開発及び実証実験を進めること。 ● 製造工程において発生する二酸化炭素を活用した合成燃料その他非化石燃料の使用割合を向上すること。 （2）電気に関する事項 ● 高級鋼材の製造に対応した大型電炉の実用化を進めるとともに、非化石電気の使用割合を向上すること。 等

1.4. 今後の非化石エネルギー導入見通し

高炉においてはエネルギー使用量全体の約8割を石炭が占める。高炉において石炭以外の還元材が本格的に活用できるのは2040年代以降とされる。2030年に向けては、水素や廃プラ、バイオマス等に手段が限られるが、既に技術が確立しているのは廃プラのみであり、廃プラも調達可能量に限界がある。よって、水素還元製鉄や高級鋼材の製造に対応した大型電炉などの革新的技術の実用化を進めることが期待される。なお、各事業者における非化石エネルギー導入に係る取組みを調査したところ、下表に示すような回答があった。

³ 2022年度第4回 総合資源エネルギー調査会 省エネルギー・新エネルギー分科会 省エネルギー小委員会 工場等判断基準ワーキンググループ の議論の内容を紹介。

表 1.4-1 事業者における非化石エネルギー導入に係る取組み例（高炉）

足元で実施されている 主な取組み	廃プラのコークス炉投入、太陽光発電の導入
中期的な導入見込み （～2030 年）	高炉水素還元（COURSE50）の試験導入、自家発向け燃料としてのバイオマス・アンモニア・水素等の利用、カーボンニュートラル炭材等の活用
長期的な導入見込み （2030 年～）	更なる水素還元技術（Super COURSE50、水素直接還元鉄など）の導入、CCUS 等での非化石エネルギー利用

第2章 電炉による普通鋼製造業における非化石エネルギー利用状況の調査

2.1. 業種の概要及び非化石エネルギー利用検討の背景

電炉による製鉄業は、電炉プロセスを用いて鉄鋼を生産する事業を指し、国内粗鋼生産の約 1/4 を占める。循環資源であるスクラップが主原料であり、スクラップに含まれる不純物の制約等から、建設用等汎用品製造が多くを占める。鉄鉱石の還元工程が不要なため、エネルギー原単位、CO₂ 排出ともに低位となる。業界では近年、スクラップ予熱、省エネ型電気炉、廃棄物利用等の取組みがなされているほか、省 CO₂ を目的とした、非化石電源調達、DR 等の取組みも一部顕在化している。⁴

2.2. 調査票による非化石エネルギー利用実態調査の実施状況

2.2.1. 調査票の様式

調査項目、調査期間、書式は高炉による製鉄業と同じものであり、表 1.2-1～表 1.2-3 を参照。ただし、副生ガス発生量の入力欄は設けていない。エネルギーのバウンダリは、電炉による普通鋼製造業ベンチマーク指標の算出時に対象としているバウンダリと同様。

2.2.2. 配布・回収状況

調査票はベンチマーク制度対象事業者全 32 社に対して実施し、うち 31 事業者から調査票を回収した（回収率 97%）。

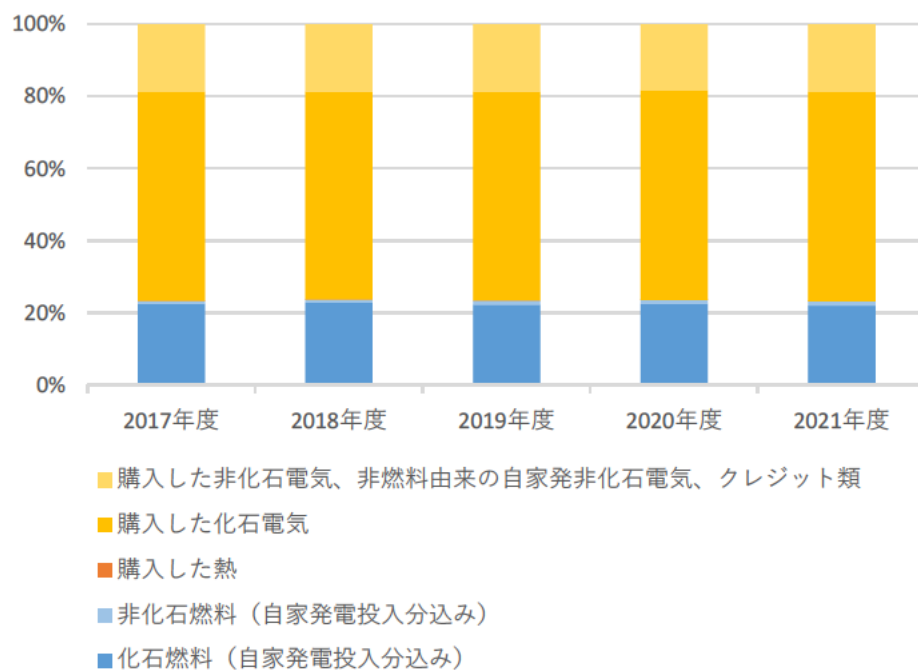
2.2.3. 計算方法

高炉による製鉄業と同様に、基本的には、固有単位で報告されたエネルギー使用量にデフォルトの熱量換算係数を乗じることで、熱量単位でのエネルギー使用量を計算し集計した。なお、詳細については、高炉による製鉄業の計算方法を参照。

2.2.4. 結果

エネルギー使用量の計算結果を以降の図表にまとめた。2020 年度についてみると、一次エネルギー換算で燃料が 24%、電気が 76% を占める。非化石エネルギー使用割合は 19.6% であり、うち非化石燃料が 1.2%、非化石電気が 18.4% である。事業者別にみると、非化石エネルギー使用割合が 20～30% の事業者が最も多い。非化石燃料としては RDF、RPF、廃プラ、廃タイヤなどが活用されている（その他廃棄物を除き、熱量換算係数はデフォルト値を適用）。非燃料由来の自家発非化石電気としては太陽光が活用されている。

⁴ 日本鉄鋼連盟（2022）：鉄鋼業の特徴とエネルギー使用実態について
https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene-shinene/sho_energy/kojo_handan/pdf/2022_002_04_01.pdf



注：系統電気の非化石証書比率は 2020 年度の値をその他の年度すべてに適用した。

図 2.2-1 業界全体のエネルギー種別シェア（電炉普通鋼）

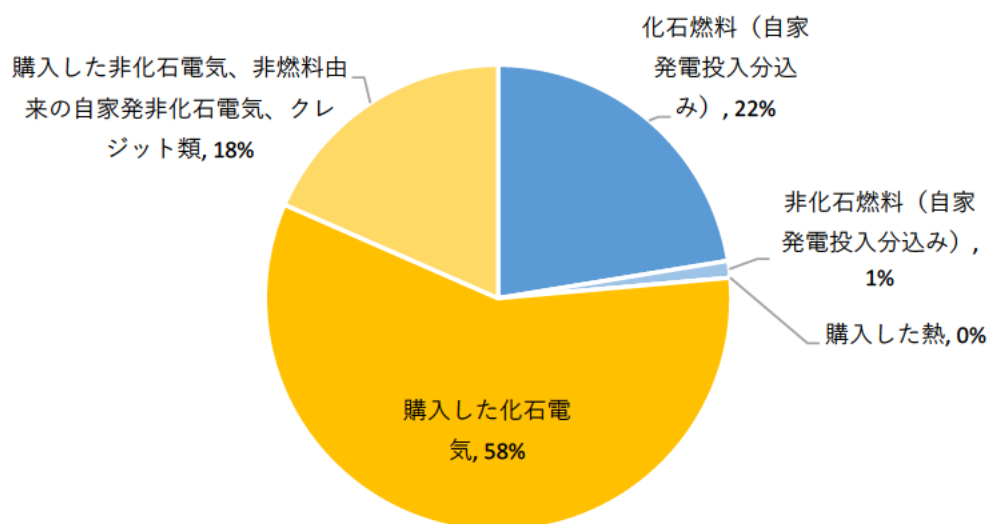


図 2.2-2 業界全体のエネルギー種別シェア（電炉普通鋼、2020 年度）

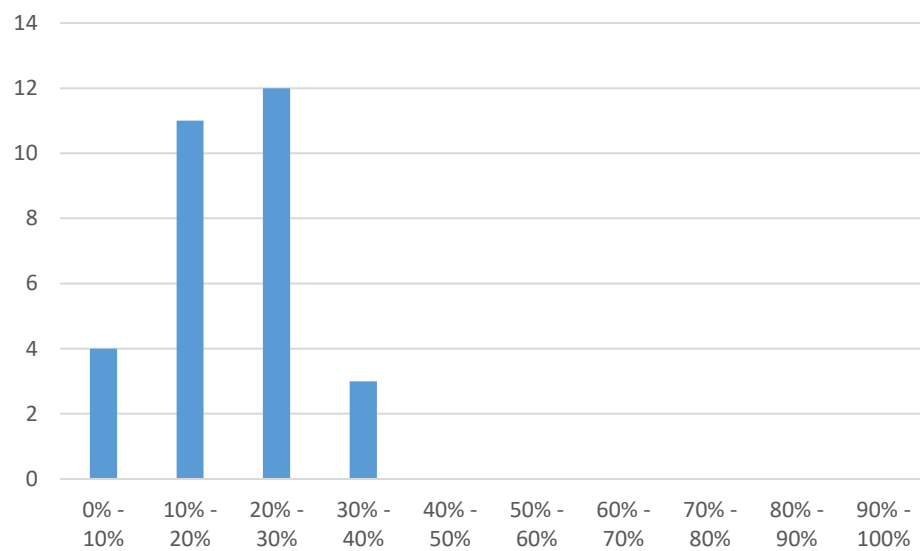


図 2.2-3 非化石エネルギー使用割合の事業者数分布（電炉普通鋼、2020 年度）

表 2.2-1 業界全体のエネルギー使用状況まとめ（電炉普通鋼）

種別		PJ					%				
		2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度
燃料	化石燃料（自家発電投入分込み）	25	26	24	23	24	22%	23%	22%	22%	22%
	非化石燃料（自家発電投入分込み）	1	1	1	1	1	1%	1%	1%	1%	1%
	合計	26	27	25	24	26	23%	24%	23%	24%	23%
熱	購入した熱	0	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%	0%
	合計	0	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%	0%
電気	購入した化石電気	65	66	62	59	65	58%	58%	58%	58%	58%
	購入した非化石電気、非燃料由来の自家発非化石電気、クレジット類	21	22	20	19	21	19%	19%	19%	18.4%	19%
	合計	86	88	81	77	86	77%	76%	77%	76%	77%
合計	化石	90	92	85	81	89	80%	80%	80%	80%	80%
	非化石	22	23	21	20	22	20%	20%	20%	19.6%	20%
	合計	112	115	106	101	111	100%	100%	100%	100%	100%

注：系統電気の非化石証書比率は 2020 年度の値をその他の年度すべてに適用した。

2.3. 省エネ法の工場等判断基準および中長期計画作成指針の見直し案⁵

前節で燃料、熱、電気を全て一次エネルギー換算したエネルギー使用量全体に占める非化石率の目標の目安を検討したが、非化石率 0%の業種や、0～90%とばらつきが大きい業種も存在することから、一律の目標ではなく、各業種の実態に即した目標を検討することとなった。業界との協議も踏まえ設定された非化石転換目標の目安を下表に示す。

工場等における非化石エネルギーへの転換に関する事業者の判断の基準は、「Ⅰ 非化石エネルギーへの転換の基準」、「Ⅱ 非化石エネルギーへの転換の目標及び計画的に取り組むべき事項」及び「Ⅲ 工場等におけるエネルギーの使用の合理化に関する事業者の判断の基準（平成21年経済産業省告示第66号）との関係」から構成される。Ⅱにおいて、特定事業者等は、非化石エネルギーへの転換の目標に関する中長期的な計画に、非化石エネルギーの使用割合を向上させる目標を記載し、その達成のための措置に努めることを求める。その際、主要5業種にあっては、当該事業ごとに定める目安となる水準（下表）を参照し、それぞれの事業に係る非化石エネルギーへの転換の目標を定める。

表 2.3-1 非化石転換目標の目安（電炉）

定量目標 の目安	● 2030 年度における、使用電気全体に占める非化石電気の割合を 59%とする。（外部調達分と自家発電分を合わせた数字）
定性目標 の目安	（1）燃料に関する事項 ● 電気炉において、バイオコークス及び通常利用が困難である廃タイヤ等の非化石燃料の使用割合を向上すること。 ● 加熱炉等において、水素・アンモニアバーナー等の非化石燃料バーナーを導入すること。 （2）電気に関する事項 ● 加熱炉等において、電気により加熱を行う設備の導入を進めるとともに、非化石電気の使用割合を向上すること。 等

2.4. 今後の非化石エネルギー導入見通し

電炉普通鋼においてはエネルギー使用量全体の約 8 割を電気が占めるため、非化石転換にあたっては、使用電気の非化石化が重要である。加えて、電気炉におけるバイオコークスや廃タイヤ等の利用、加熱炉における水素・アンモニアなどの非化石燃料バーナーの導入、加熱炉等において、電気により加熱を行う設備の導入を進めることが期待される。なお、各事業者における非化石エネルギー導入に係る取組みを調査したところ、下表に示すような回答があった。

⁵ 2022 年度第 4 回 総合資源エネルギー調査会 省エネルギー・新エネルギー分科会 省エネルギー小委員会 工場等判断基準ワーキンググループ の議論の内容を紹介。

表 2.4-1 事業者における非化石エネルギー導入に係る取組み例（電炉普通鋼）

足元で実施されている 主な取組み	非化石証書の購入、太陽光発電の導入、J-クレジット付き天然 ガスの購入、非化石燃料の導入
中期的な導入見込み （～2030 年）	太陽光発電＋蓄電池の導入
長期的な導入見込み （2030 年～）	加熱炉電化（LNG→電力）、カーボンニュートラルガスの購入、 カーボンオフセット

第3章 電炉による特殊鋼製造業における非化石エネルギー利用状況の調査

3.1. 業種の概要及び非化石エネルギー利用検討の背景

電炉による普通鋼製造業を参照。電炉特殊鋼では多様な品種を製造するため、特に下工程において二次溶解、自由鍛造、冷間加工など様々なプロセスを通過する場合があります、電炉普通鋼と比較して相対的に下工程のエネルギー消費比率が高い。

3.2. 調査票による非化石エネルギー利用実態調査の実施状況

3.2.1. 調査票の様式

調査項目、調査期間、書式は高炉による製鉄業と同じものであり、表 1.2-1～表 1.2-3 を参照。ただし、副生ガス発生量の入力欄は設けていない。エネルギーのバウンダリは、電炉による特殊鋼製造業ベンチマーク指標の算出時に対象としているバウンダリと同様。

3.2.2. 配布・回収状況

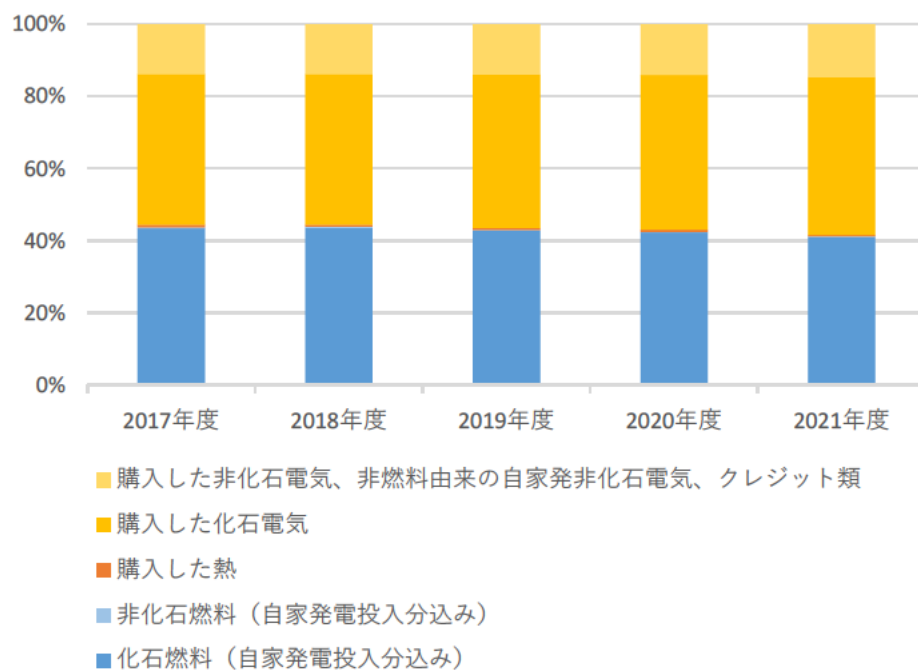
調査票はベンチマーク制度対象事業者全 16 社に対して実施し、うち 14 事業者から調査票を回収した（回収率 88%）。

3.2.3. 計算方法

高炉による製鉄業と同様に、基本的には、固有単位で報告されたエネルギー使用量にデフォルトの熱量換算係数を乗じることで、熱量単位でのエネルギー使用量を計算し集計した。なお、詳細については、高炉による製鉄業の計算方法を参照。

3.2.4. 結果

エネルギー使用量の計算結果を以降の図表にまとめた。2020 年度についてみると、一次エネルギー換算で燃料が 42%、熱が 1%、電気が 57%を占める。非化石エネルギー使用割合は 14.2%であり、うち非化石燃料が 0.1%、非化石電気が 14.0%である。事業者別にみると、非化石エネルギー使用割合が 0～10%の事業者が最も多い。非化石燃料としては廃プラ、廃タイヤ、再生油などが活用されている（その他廃棄物を除き、熱量換算係数はデフォルト値を適用）。



注：系統電気の非化石証書比率は 2020 年度の値をその他の年度すべてに適用した。

図 3.2-1 業界全体のエネルギー種別シェア（電炉特殊鋼）

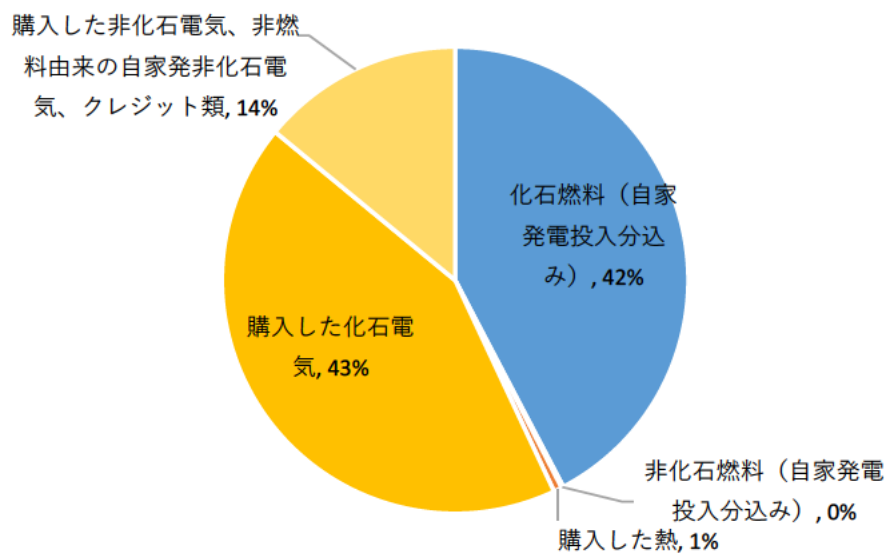


図 3.2-2 業界全体のエネルギー種別シェア（電炉特殊鋼、2020 年度）

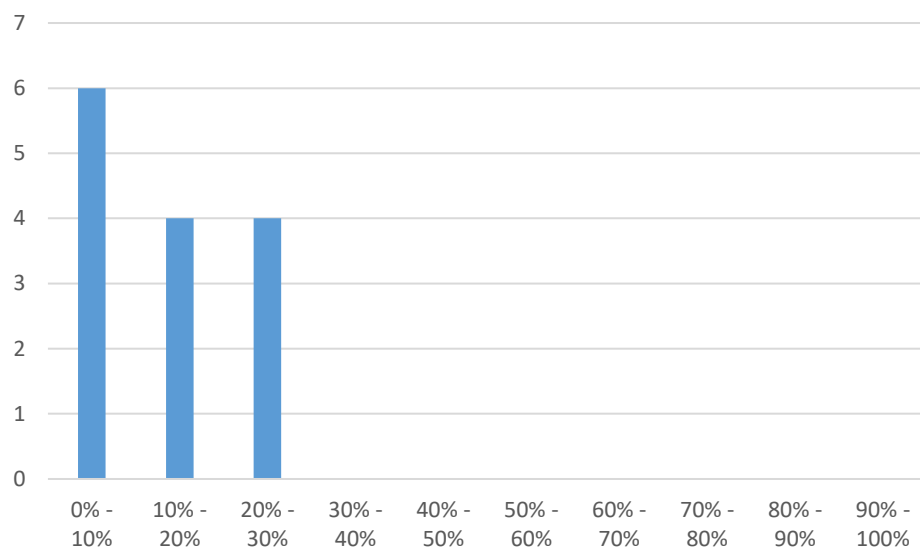


図 3.2-3 非化石エネルギー使用割合の事業者数分布（電炉特殊鋼、2020 年度）

表 3.2-1 業界全体のエネルギー使用状況まとめ（電炉特殊鋼）

種別		PJ					%				
		2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度
燃料	化石燃料（自家発電投入分込み）	38	38	38	32	37	44%	44%	43%	42%	41%
	非化石燃料（自家発電投入分込み）	0	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%	0%
	合計	38	38	38	32	37	44%	44%	43%	42%	41%
熱	購入した熱	1	1	0	0	0	1%	1%	1%	1%	0%
	合計	1	1	0	0	0	1%	1%	1%	1%	0%
電気	購入した化石電気	36	36	38	32	39	42%	42%	43%	43%	44%
	購入した非化石電気、非燃料由来の自家発非化石電気、クレジット類	12	12	12	11	13	14%	14%	14%	14%	15%
	合計	48	48	50	43	52	56%	56%	57%	57%	58%
合計	化石	74	75	76	65	76	86%	86%	86%	86%	85%
	非化石	12	12	13	11	13	14%	14%	14%	14%	15%
	合計	86	87	88	75	90	100%	100%	100%	100%	100%

注：系統電気の非化石証書比率は 2020 年度の値をその他の年度すべてに適用した。

3.3. 省エネ法の工場等判断基準および中長期計画作成指針の見直し案

電炉による普通鋼製造業を参照。

3.4. 今後の非化石エネルギー導入見通し

電炉特殊鋼においてはエネルギー使用量全体の約 6 割を電気が占めるため、非化石転換にあたっては、使用電気の非化石化が重要である。加えて、電気炉におけるバイオコークスや廃タイヤ等の利用、加熱炉における水素・アンモニアなどの非化石燃料バーナーの導入、加熱炉等において、電気により加熱を行う設備の導入を進めることが期待される。なお、各事業者における非化石エネルギー導入に係る取組みを調査したところ、下表に示すような回答があった。

表 3.4-1 事業者における非化石エネルギー導入に係る取組み例（電炉特殊鋼）

足元で実施されている 主な取組み	EV 車・EV フォークリフトの導入検討、J クレジットの購入、 CO ₂ フリー電力購入、非化石燃料の導入
中期的な導入見込み (～2030 年)	カーボンニュートラル LNG の購入、太陽光発電の導入、非化石 燃料の導入拡大、CO ₂ フリー電力拡大
長期的な導入見込み (2030 年～)	非化石燃料の導入拡大

第4章 セメント製造業における非化石エネルギー利用状況の調査

4.1. 業種の概要及び非化石エネルギー利用検討の背景

セメント製造業は、主としてポルトランドセメント、高炉セメント、シリカセメント、フライアッシュセメントなどを製造する事業を指す。セメント工場では、図 4.1-1 に示す通り、セメント製造工程において、多種多様な廃棄物を非化石エネルギーとして活用している。主要廃棄物の種類と総量は図 4.1-2 に示すが、これは日本の廃棄物総量の 5%（循環利用の 11%）にあたる量をセメント工場で処理しており、我が国の循環型社会形成に大きく貢献していることが特徴である。

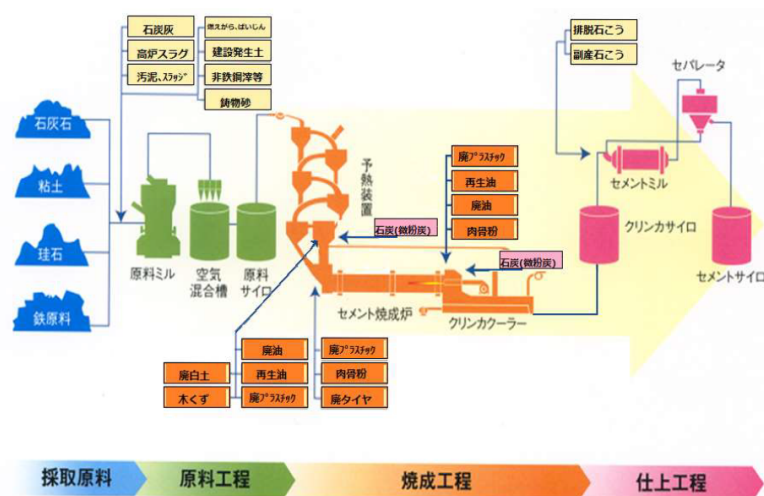


図 4.1-1 セメント製造工程における非化石エネルギー利用

（出所）2022年度第2回 総合資源エネルギー調査会 省エネルギー・新エネルギー分科会
省エネルギー小委員会 工場等判断基準ワーキンググループ

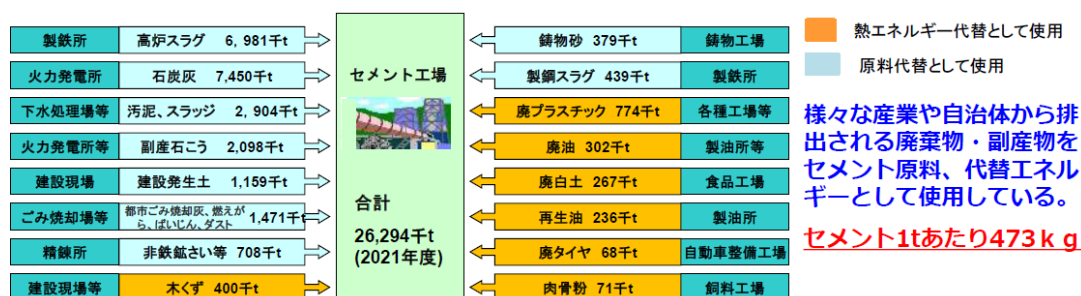


図 4.1-2 セメント工場における非化石エネルギー量

（出所）2022年度第2回 総合資源エネルギー調査会 省エネルギー・新エネルギー分科会
省エネルギー小委員会 工場等判断基準ワーキンググループ

4.2. 調査票による非化石エネルギー利用実態調査の実施状況

4.2.1. 調査票の様式

調査項目、調査期間、書式は高炉による製鉄業と同じものであり、表 1.2-1～表 1.2-3 を参照。ただし、副生ガス発生量の入力欄は設けていない。エネルギーのバウンダリは、セメント製造業ベンチマーク指標の算出時に対象としているバウンダリと同様。

なお、セメント製造業では、2019 年から 2021 年の 3 か年のデータ入手が可能であった。また、再生可能エネルギーおよび廃棄物エネルギーについては第 1 章に掲載している表 1.2-2 非化石エネルギー使用量の記入様式（1）における「その他（）」の欄において、下表に例示する多種多様な廃棄物利用の報告がなされた。

表 4.2-1 セメント製造における廃棄物の利用状況

廃棄物・副産物使用量		(単位:千t)						
種 類	主な用途	1990年度	2000年度	2010年度	2015年度	2019年度	2020年度	2021年度
石炭灰	原料、混合材	2,031	5,145	6,631	7,600	7,593	7,286	7,450
高炉スラグ	原料、混合材	12,213	12,162	7,408	7,301	7,430	6,981	6,939
汚泥、スラッジ	原料	341	1,906	2,627	2,933	3,091	2,950	2,904
副産石こう	原料(添加材)	2,300	2,643	2,037	2,225	2,091	2,032	2,098
覚えがら(石炭灰は除く)、ばいじん、ダスト	原料	468	734	1,307	1,442	1,554	1,482	1,471
建設発生土	原料	—	—	1,934	2,278	1,214	1,241	1,159
廃プラスチック	熱エネルギー	0	102	445	576	746	746	774
非鉄鉱滓等	原料	1,559	1,500	682	722	740	725	708
製鋼スラグ	原料	779	795	400	395	441	364	439
木くず	熱エネルギー	7	2	574	705	450	437	400
鋳物砂	原料	169	477	517	429	407	336	379
廃油	熱エネルギー	90	120	275	293	322	245	302
廃白土	原料、熱エネルギー	40	106	238	311	260	260	267
再生油	熱エネルギー	51	239	195	179	236	282	236
ガラスくず等	原料	0	151	111	129	165	154	151
肉骨粉	原料、熱エネルギー	0	0	68	57	63	71	71
廃タイヤ	原料、熱エネルギー	101	323	89	57	65	69	68
RDF、RPF	熱エネルギー	0	27	48	37	46	46	34
ボタ	原料、熱エネルギー	1,600	675	0	0	0	0	0
その他	—	14	253	408	382	506	447	445
合計		21,763	27,359	25,995	28,053	27,422	26,155	26,294
セメント生産高		86,849	82,373	55,903	59,074	57,978	55,894	55,588
セメント 1 t 当たりの使用量 (kg/t)		251	332	465	475	473	468	473

(注) 1.「建設発生土」は2002年度以降調査を開始。 2.「汚泥・スラッジ」は下水汚泥を含む。
3.「石炭灰」は電力業界以外の石炭灰を含む。 4.「その他のセメント」用は含まれていない。

(出所) セメント協会、「環境にやさしいセメント産業」2022 年

4.2.2. 配布・回収状況

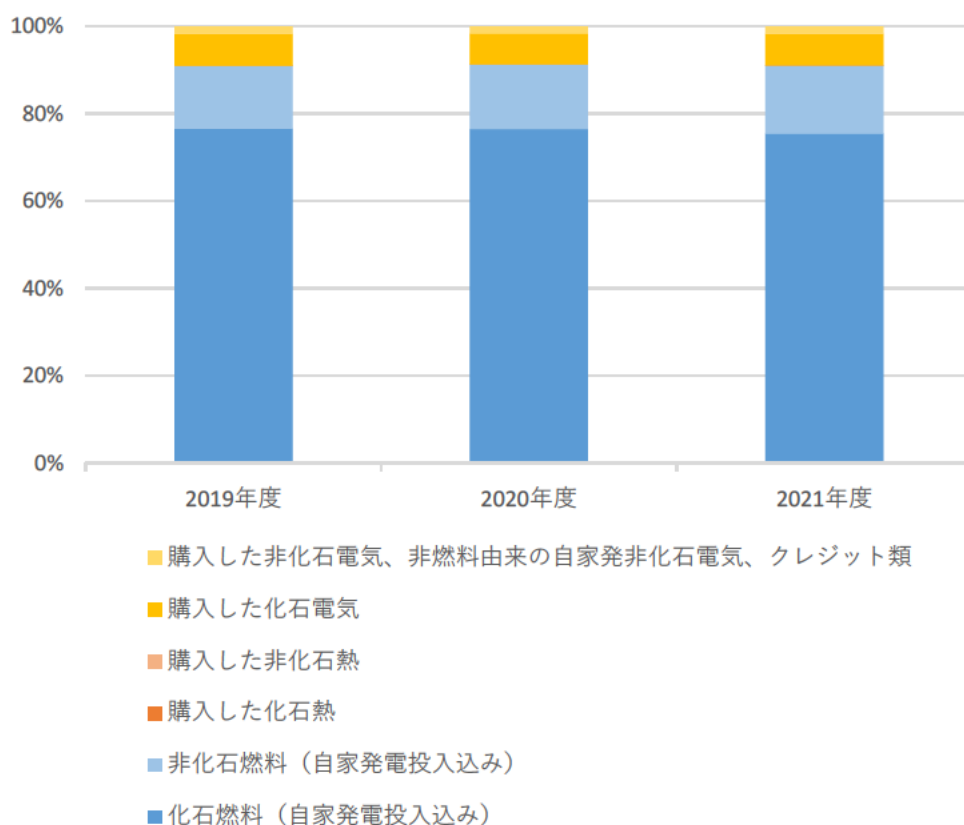
調査票はベンチマーク制度対象事業者全 15 社に対して実施し、うち 15 事業者から調査票を回収した（回収率 100%）。

4.2.3. 計算方法

高炉による製鉄業と同様に、基本的には、固有単位で報告されたエネルギー使用量にデフォルトの熱量換算係数を乗じることで、熱量単位でのエネルギー使用量を計算し集計した。なお、詳細については、高炉による製鉄業の計算方法を参照。

4.2.4. 結果

エネルギー使用量の計算結果を以降の図表にまとめた。2020 年度についてみると、一次エネルギー換算で燃料が 91.3%、電気が 8.7%を占める。非化石エネルギー使用割合は 16.4%であり、うち非化石燃料が 14.8%、非化石電気が 1.6%である（その他再エネ廃棄物を除き、熱量換算係数はデフォルト値を適用）。事業者別にみると、非化石エネルギー使用割合が 10～20%の事業者が最も多い。非化石燃料としては廃プラ、再生油、廃油、廃タイヤ、木くず、廃白土、肉骨粉、燃えがら、汚泥、RDF、RPF 等が活用されている。



注：系統電気の非化石証書比率は 2020 年度の値をその他の年度すべてに適用した。

図 4.2-1 業界全体のエネルギー種別シェア（セメント製造業）

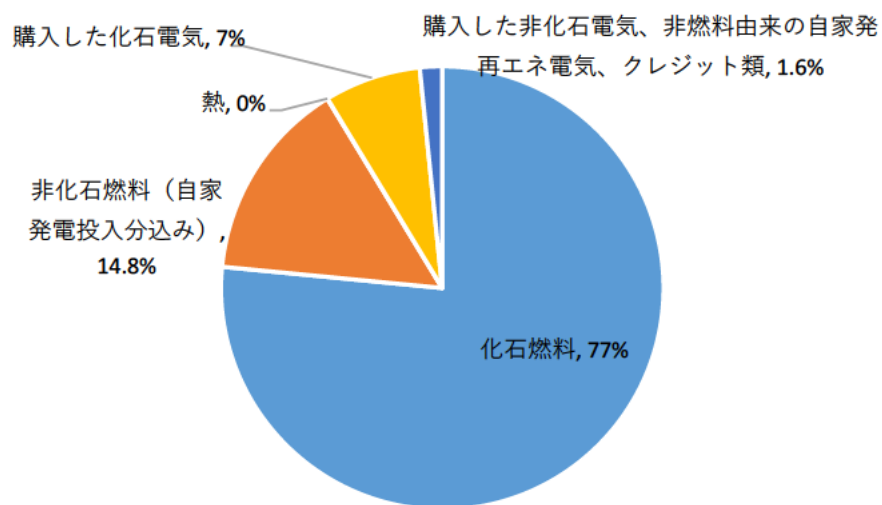


図 4.2-2 業界全体のエネルギー種別シェア（セメント製造業、2020 年度）

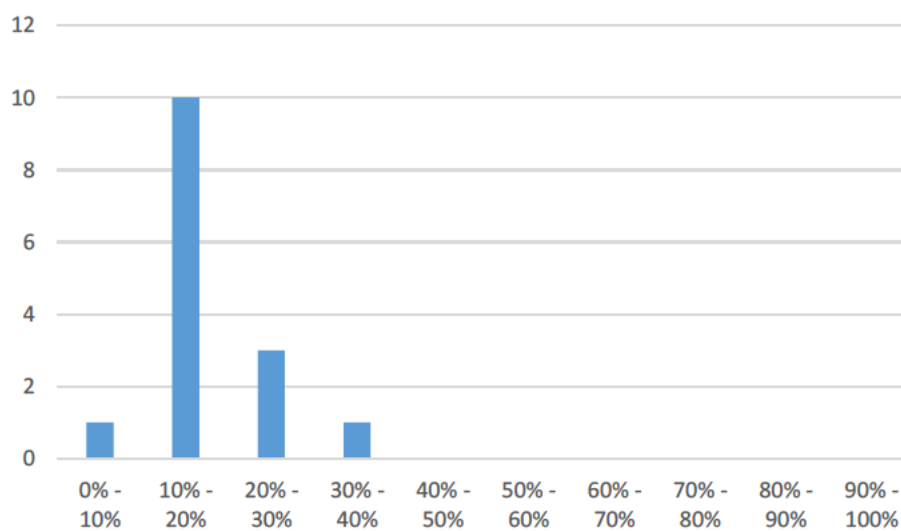


図 4.2-3 非化石エネルギー使用割合の事業者数分布（セメント製造業、2020 年度）

表 4.2-2 業界全体のエネルギー使用状況まとめ（セメント製造業）

種別		TJ			%		
		2019年度	2020年度	2021年度	2019年度	2020年度	2021年度
燃料	化石燃料（自家発電投入込み）	184,328	178,996	177,625	77%	77%	75%
	非化石燃料（自家発電投入込み）	34,552	34,561	36,710	14%	15%	16%
	合計	218,879	213,557	214,335	91%	91%	91%
熱	購入した化石熱	45	45	29	0%	0%	0%
	購入した非化石熱	-	-	-	0%	0%	0%
	合計	45	45	29	0%	0%	0%
電気	購入した化石電気	17,480	16,490	17,112	7%	7%	7%
	購入した非化石電気、非燃料由来の自家発非化石電気、クレジット類	4,103	3,816	3,909	2%	2%	2%
	合計	21,584	20,305	21,021	9%	9%	9%
合計	化石	201,853	195,531	194,766	84%	84%	83%
	非化石	38,655	38,376	40,619	16%	16%	17%
	合計	240,508	233,907	235,386	100%	100%	100%

注：系統電気の非化石証書比率は 2020 年度の値をその他の年度すべてに適用した。

4.3. 省エネ法の工場等判断基準および中長期計画作成指針の見直し案⁶

前節で燃料、熱、電気を全て一次エネルギー換算したエネルギー使用量全体に占める非化石率の目標の目安を検討したが、非化石率 0%の業種や、0～90%とばらつきが大きい業種も存在することから、一律の目標ではなく、各業種の実態に即した目標を検討することとなった。業界との協議も踏まえ設定された非化石転換目標の目安を下表に示す。

工場等における非化石エネルギーへの転換に関する事業者の判断の基準は、「Ⅰ 非化石エネルギーへの転換の基準」、「Ⅱ 非化石エネルギーへの転換の目標及び計画的に取り組むべき事項」及び「Ⅲ 工場等におけるエネルギーの使用の合理化に関する事業者の判断の基準（平成21年経済産業省告示第66号）との関係」から構成される。Ⅱにおいて、特定事業者等は、非化石エネルギーへの転換の目標に関する中長期的な計画に、非化石エネルギーの使用割合を向上させる目標を記載し、その達成のための措置に努めることを求める。その際、主要5業種にあっては、当該事業ごとに定める目安となる水準（下表）を参照し、それぞれの事業に係る非化石エネルギーへの転換の目標を定める。

表 4.3-1 非化石転換目標の目安（セメント製造業）

定量目標 の目安	● 2030 年度における、焼成工程（キルン等）における燃料※の非化石比率を 28%とする。 （※焼成工程で利用される石炭や廃プラ等は、燃焼させ発生させた熱をセメントの製造に利用するため省エネ法上「燃料」と整理されるが、原料としての利用と不可分である。）
定性目標 の目安	（1）燃料に関する事項 ● 焼成工程において、バイオマス、廃棄物、水素及びアンモニア等の非化石燃料の使用割合を向上すること。 ● 利用が困難である廃棄物等の非化石燃料の利用技術の開発・導入を進めること。 ● 製造工程において発生する二酸化炭素を活用した合成メタンの使用を目指し、研究開発及び実証実験を進めること。 等

4.4. 今後の非化石エネルギー導入見通し

セメント製造業においては燃料エネルギー使用量が全体エネルギー消費の 9 割を占めることから、燃料用の化石燃料の非化石化が重要となる。他方で、ヒアリングによれば、地域ごとに入手できる廃棄物の量や種類に差があることが指摘されている。加えて、質の低い廃棄物（液体が多い、重金属が混ざっている等）の受け入れを拡大する場合は、燃焼用化石エネルギーを追加で消費することになりエネルギー原単位が悪化する場合もあることに留意

⁶ 2022 年度第 4 回 総合資源エネルギー調査会 省エネルギー・新エネルギー分科会 省エネルギー小委員会 工場等判断基準ワーキンググループ の議論の内容を紹介。

が必要となる。

セメント製造業における非化石エネルギー利用の向上においては、徹底した省エネに加え、バイオマス、水素、アンモニア等の混焼によるエネルギー転換等が期待される。各事業者における非化石エネルギー導入比率向上の取組みに関連し、省エネルギー取組事例について下表に示す。

表 4.4-1 事業者における非化石エネルギー比率向上に係る取組み例（セメント製造業）

足元で実施されている 主な取組み	各所リーク修理、夜間帯率アップ
中期的な導入見込み （～2030 年）	運転支援ソフト導入、高効率ファン導入、廃熱発電ボイラー水管取替、エアリーク対策

第5章 洋紙製造業における非化石エネルギーの利用状況の調査

5.1. 業種の概要及び非化石エネルギー利用検討の背景

製紙産業は、新聞用紙、印刷用紙等の情報用、段ボール原紙・クラフト紙等の包装用、トイレットペーパー、ティッシュ等の衛生用、電気絶縁紙等の工業用の紙・板紙を生産、供給することで各種の産業活動や家庭生活の下支えをしている産業である。製紙産業では、古紙と木材（パルプ）を原料に、それぞれを単独で用いたり、または配合したりしながら、各種の紙・板紙製品を生産している。原料の内訳は、約 6 割が古紙、約 4 割が木材である⁷。業界では、2050 年のカーボンニュートラルに向けて、①最新の省エネルギー設備の導入、②自家発電設備における非化石エネルギーの利用比率拡大、③製紙に関連した革新的技術の実用化、④エネルギー関連革新的技術の積極採用に取り組んでいくことで、生産活動での CO₂ 排出ゼロを目指している⁸。中でもセルロースナノファイバーに関して業界各社で開発に取り組んでおり、高強度、軽量、環境負荷が小さいという特徴から、自動車部品や増粘剤、ガスパリア材としての用途が期待されている⁹。

洋紙・板紙製造業における非化石エネルギー利用の特徴を下表に示す。

表 5.1-1 製紙業における非化石エネルギー利用の特徴

種別	特徴
黒液	木材チップを薬品で溶かし出し、木材パルプを抽出する際に発生する廃液のこと。木材に含まれるリグニンや樹脂成分、薬品などが主成分。木材を原料とされ、製紙産業では黒液を燃料として有効利用している。
RPF	再生困難な古紙と廃プラスチックから作られ、石炭同様の火力エネルギーをもつ。
ペーパースラッジ	紙の製造工程で生じる微細な繊維分などを含む有機性汚泥。

日本製紙連合会ホームページより引用

⁷ 日本製紙連合会ホームページ <https://www.jpa.gr.jp/states/brief/index.html#topic01>

⁸ 日本製紙連合会 2022 年度カーボンニュートラル行動計画フォローアップ調査結果（2021 年度実績）
https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/sangyo_gijutsu/chikyu_kankyo/seishi_wg/pdf/2022_001_04_01.pdf

⁹ 日本製紙連合会（2022）：製紙業における非化石エネルギーへの転換に向けた取組
https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene_shinene/sho_energy/kojo_handan/pdf/2022_004_04_02.pdf

5.2. 調査票による非化石エネルギー利用実態調査の実施状況

5.2.1. 調査票の様式

調査項目、調査期間、書式は高炉による製鉄業と同じものであり、表 1.2-1～表 1.2-3 を参照。ただし、副生ガス発生量の入力欄は設けていない。エネルギーのバウンダリは、洋紙製造業ベンチマーク指標の算出時に対象としているバウンダリと同様。

5.2.2. 配布・回収状況

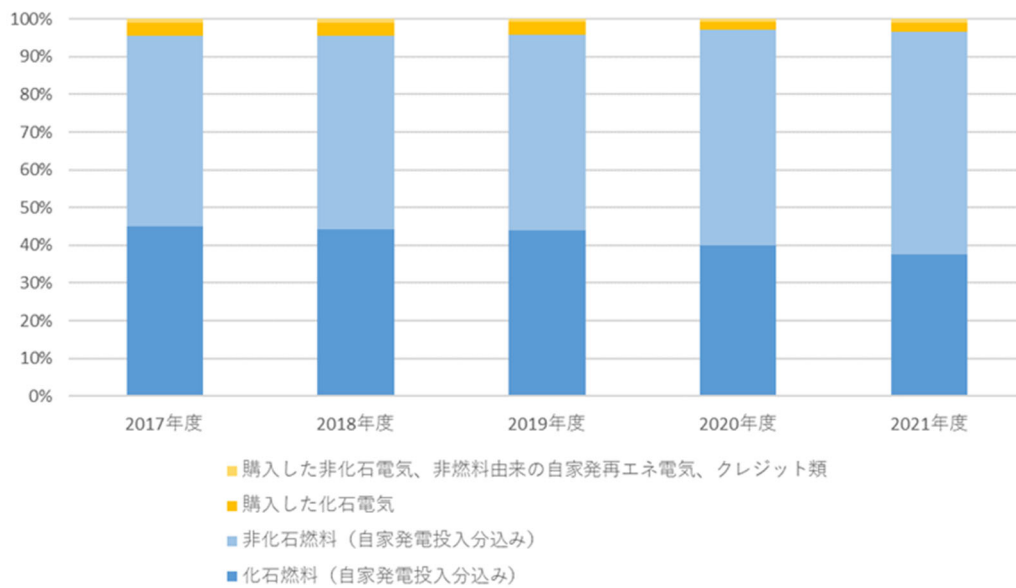
調査票はベンチマーク制度対象事業者全 15 社に対して実施し、うち 11 事業者から調査票を回収した（回収率 73%）。ただし、1 事業者は 2020 年・2021 年度のみ回答。

5.2.3. 計算方法

高炉による製鉄業と同様に、基本的には、固有単位で報告されたエネルギー使用量にデフォルトの熱量換算係数を乗じることで、熱量単位でのエネルギー使用量を計算し集計した。なお、詳細については、高炉による製鉄業の計算方法を参照。

5.2.4. 結果

エネルギー使用量の計算結果を以降の図表にまとめた。2020 年度についてみると、一次エネルギー換算で燃料が 97%、電気が 3%を占める。非化石エネルギー使用割合は 58%であり、うち非化石燃料が 57%、非化石電気が 1%である（RPF の熱量換算係数はデフォルト値と事業者報告値が混在している）。事業者別にみると、非化石エネルギー使用割合が 20～30%の事業者が最も多い。非化石燃料としては黒液が大半を占め、RPF、ペーパースラッジ、廃タイヤなどが活用されている。



注：系統電気の非化石証書比率は 2020 年度の値をその他の年度すべてに適用した。

図 5.2-1 業界全体のエネルギー種別シェア（洋紙製造業）

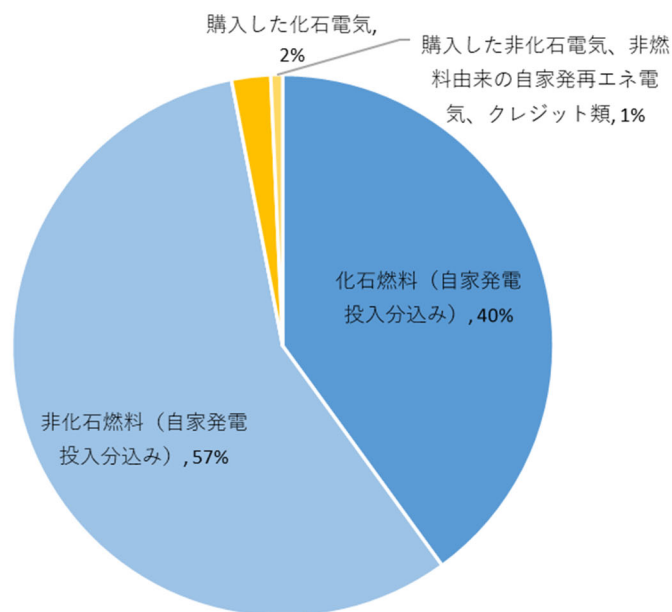


図 5.2-2 業界全体のエネルギー種別シェア（洋紙製造業 2020 年度）

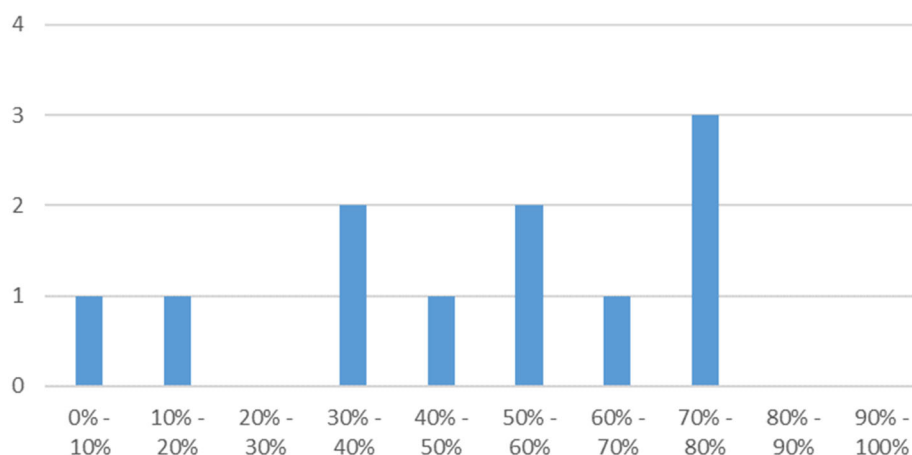


図 5.2-3 非化石エネルギー使用割合の事業者数分布（洋紙製造業 2020 年度）

表 5.2-1 業界全体のエネルギー使用量まとめ（洋紙製造業）

種別	PJ					%				
	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度
燃料	化石燃料（自家発電投入分込み）	124	119	115	113	113	45%	44%	44%	38%
	非化石燃料（自家発電投入分込み）	138	138	136	161	178	50%	51%	52%	59%
	合計	262	257	251	273	291	95%	95%	96%	96%
熱	化石	0	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%
	非化石	-	-	-	-	-	0%	0%	0%	0%
	合計	0	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%
電気	購入した化石電気	10	10	8	7	8	4%	4%	3%	3%
	購入した非化石電気、非燃料由来の自家発電再生電気、クレジット類	3	3	2	2	3	1%	1%	1%	1%
	合計	13	12	11	9	11	5%	5%	4%	4%
合計	化石	134	129	124	119	121	49%	48%	47%	40%
	非化石	141	140	138	163	180	51%	52%	53%	60%
	合計	275	269	262	282	302	100%	100%	100%	100%

注：系統電気の非化石証書比率は 2020 年度の値をその他の年度すべてに適用した。

非化石燃料種別を下図に示す。黒液が全体の 70%以上を占め、続いて RPF、廃タイヤ、廃材となっている。中でも黒液は、化学パルプの製造工程でリグニンを主成分として発生する廃液のことで、回収ボイラーが存在し、エネルギーを回収することができる。回収したエネルギーは、蒸解や紙の乾燥などで使われる他、発電にも用いられ、工場全体で利用されるため、非常に高い割合を占めている。

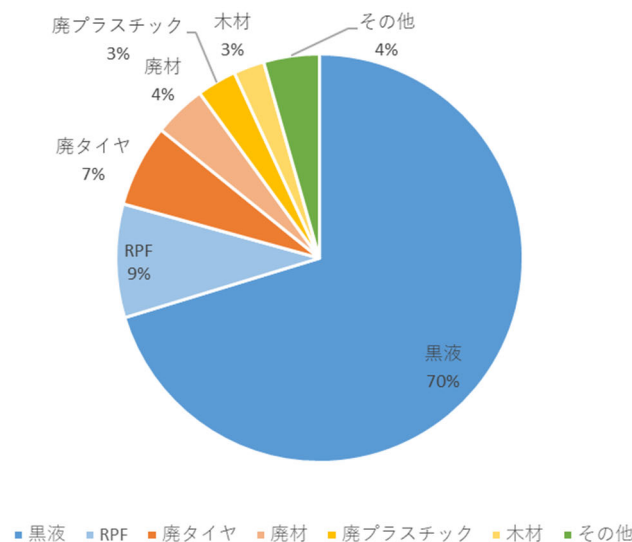


図 5.2-4 洋紙製造業の非化石燃料種の内訳（洋紙製造業 2020 年度）

5.3. 省エネ法の工場等判断基準および中長期計画作成指針の見直し案¹⁰

前節で燃料、熱、電気を全て一次エネルギー換算したエネルギー使用量全体に占める非化石率の目標の目安を検討したが、非化石率 0%の業種や、0～90%とばらつきが大きい業種も存在することから、一律の目標ではなく、各業種の実態に即した目標を検討することとなった。業界との協議も踏まえ設定された非化石転換目標の目安を下表に示す。

工場等における非化石エネルギーへの転換に関する事業者の判断の基準は、「Ⅰ 非化石エネルギーへの転換の基準」、「Ⅱ 非化石エネルギーへの転換の目標及び計画的に取り組むべき事項」及び「Ⅲ 工場等におけるエネルギーの使用の合理化に関する事業者の判断の基準（平成21年経済産業省告示第66号）との関係」から構成される。Ⅱにおいて、特定事業者等は、非化石エネルギーへの転換の目標に関する中長期的な計画に、非化石エネルギーの使用割合を向上させる目標を記載し、その達成のための措置に努めることを求める。その際、主要5業種にあっては、当該事業ごとに定める目安となる水準（下表）を参照し、それぞれの事業に係る非化石エネルギーへの転換の目標を定める。

¹⁰ 2022 年度第 4 回 総合資源エネルギー調査会 省エネルギー・新エネルギー分科会 省エネルギー小委員会 工場等判断基準ワーキンググループの議論の内容を紹介。

表 5.3-1 非化石転換目標の目安（洋紙・板紙製造業）

定量目標 の目安	● 主燃料を石炭とするボイラーを有する者については、2030 年度における石炭使用量を、2013 年度比で 30%削減する。 ● そうでない者については、外部調達電気の非化石比率を 59%とする。
定性目標 の目安	● 所有森林の活用等による供給網の確保により、バイオマス燃料の調達を増やすこと。 ● ホワイトペレット及びブラックペレット等の製造や混焼に関する技術開発及び実証実験を進めること。 ● 黒液回収ボイラーで発生する蒸気を高温高压化することで、製造工程で発生する黒液を最大限に利用すること。 等

5.4. 今後の非化石エネルギー導入見通し

製紙業においては、すでに黒液・廃棄物等非化石燃料の利用が進んでいるのが現状である。今後は所有森林の活用しバイオマス燃料の調達増、ホワイトペレットやブラックペレットの研究開発、黒液回収ボイラーの利用最大化などが期待される。加えて化石エネルギーのうち最も利用が最も多い石炭の使用量削減、調達電気の非化石化が重要である。

なお、各事業者における非化石エネルギー導入に係る取組みを調査したところ、下表に示すような回答があった。

表 5.4-1 事業者における非化石エネルギー導入に係る取組み例（洋紙製造業）

足元で実施されている 主な取組み	化石燃料（重油、石炭）の削減、燃料転換、廃材の集荷の増加、非化石燃料の導入
中期的な導入見込み （～2030 年）	廃棄物原料ボイラーの導入、石炭燃料の中止、重油→ガスへの燃料転換、非化石燃料の導入
長期的な導入見込み （2030 年～）	カーボンニュートラル燃料の導入、再生可能エネルギーの普及、非化石燃料の導入拡大

第6章 板紙製造業の非化石エネルギーの利用状況の調査

6.1. 業種の概要及び非化石エネルギー利用検討の背景

洋紙製造業に製紙業界全体の概要を記述。

6.2. 調査票による非化石エネルギー利用実態調査の実施状況

6.2.1. 調査票の様式

調査項目、調査期間、書式は高炉による製鉄業と同じものであり、表 1.2-1～表 1.2-3 を参照。エネルギーのバウンダリは、板紙製造業ベンチマーク指標の算出時に対象としているバウンダリと同様。

6.2.2. 配布・回収状況

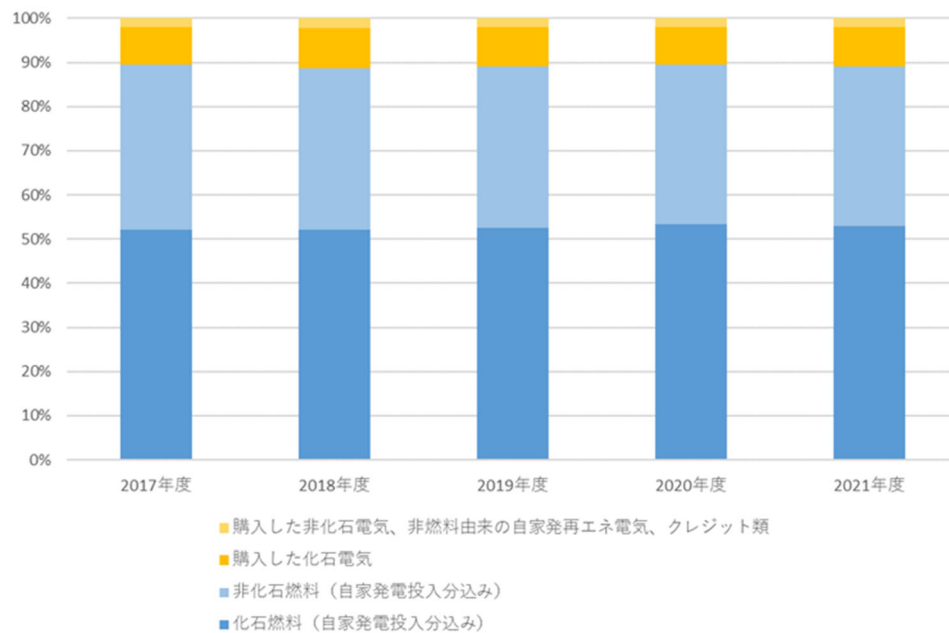
調査票はベンチマーク制度対象事業者全 32 社に対して実施し、うち 24 事業者から調査票を回収した（回収率 75%）。

6.2.3. 計算方法

高炉による製鉄業と同様に、基本的には、固有単位で報告されたエネルギー使用量にデフォルトの熱量換算係数を乗じることで、熱量単位でのエネルギー使用量を計算し集計した。なお、詳細については、高炉による製鉄業の計算方法を参照。

6.2.4. 結果

エネルギー使用量の計算結果を以降の図表にまとめた。2020 年度についてみると、一次エネルギー換算で燃料が 89%、電気が 11%を占める。非化石エネルギー使用割合は 38%であり、うち非化石燃料が 36%、非化石電気が 2%である（RPF の熱量換算係数はデフォルト値と事業者報告値が混在している）。事業者別にみると、非化石エネルギー使用割合が 0～10%の事業者が最も多い。非化石燃料としては廃材、黒液、RPF、ペーパースラッジなどが活用されている。非燃料由来の自家発非化石電気としては太陽光が活用されている。



注：系統電気の非化石証書比率は 2020 年度の値をその他の年度すべてに適用した。

図 6.2-1 業界全体のエネルギー種別シェア（板紙製造業）

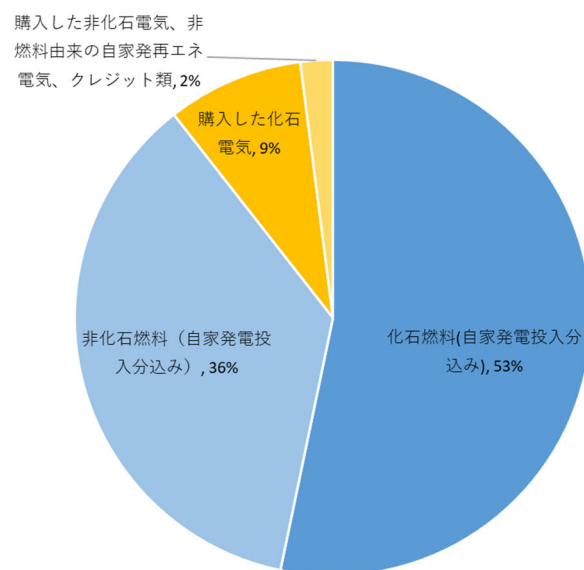


図 6.2-2 業界全体のエネルギー種別シェア（板紙製造業 2020 年度）

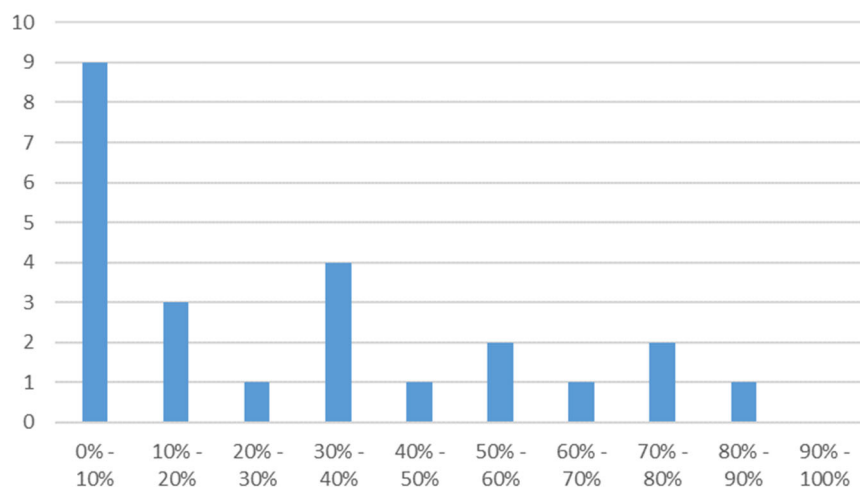


図 6.2-3 非化石エネルギー使用割合の事業者数分布（板紙製造業 2020 年度）

表 6.2-1 業界全体のエネルギー使用量まとめ（板紙製造業）

種別	PJ					%				
	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度
燃料										
化石燃料（自家発電投入分込み）	49	49	48	47	48	52%	52%	53%	53%	53%
非化石燃料（自家発電投入分込み）	35	35	33	32	33	37%	37%	37%	36%	36%
合計	83	84	81	80	81	89%	89%	89%	89%	89%
熱										
化石	0	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%	0%
非化石	-	-	-	-	-	0%	0%	0%	0%	0%
合計	0	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%	0%
電気										
購入した化石電気	8	9	8	8	8	9%	9%	9%	9%	9%
購入した非化石電気、非燃料由来の自家発電再エネ電気、クレジット類	2	2	2	2	2	2%	2%	2%	2%	2%
合計	10	11	10	9	10	11%	11%	11%	11%	11%
合計										
化石	56	58	56	55	56	61%	61%	61%	62%	62%
非化石	36	37	35	34	35	39%	39%	39%	38%	38%
合計	93	95	90	89	91	100%	100%	100%	100%	100%

注：系統電気の非化石証書比率は 2020 年度の値をその他の年度すべてに適用した。

非化石燃料種別を下図に示す。廃材が全体の 33%を占め、続いて RPF、黒液、ペーパースラッジ、廃タイヤとなっている。中でも RPF は、古紙原料に含まれる廃プラスチックなどを再利用した固形燃料であり、熱量が非常に高いことから石炭の代替燃料としても利用可能である¹¹。また、RPF を原料に稼働するボイラーが存在し、蒸気や温水を発生させることができるほか、発電利用も可能であるため、洋紙製造業同様非化石燃料として利用されている。

¹¹ 日本 RPF 工業会ホームページ <https://www.jrpf.gr.jp/rpf-1>

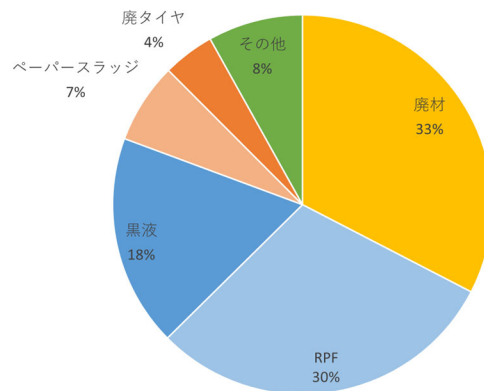


図 6.2-4 板紙製造業の非化石燃料種の内訳（板紙製造業 2020 年度）

6.3. 省エネ法の工場等判断基準および中長期計画作成指針の見直し案¹²

前節で燃料、熱、電気を全て一次エネルギー換算したエネルギー使用量全体に占める非化石率の目標の目安を検討したが、非化石率 0%の業種や、0～90%とばらつきが大きい業種も存在することから、一律の目標ではなく、各業種の実態に即した目標を検討することとなった。業界との協議も踏まえ設定された非化石転換目標の目安を下表に示す。

工場等における非化石エネルギーへの転換に関する事業者の判断の基準は、「Ⅰ 非化石エネルギーへの転換の基準」、「Ⅱ 非化石エネルギーへの転換の目標及び計画的に取り組むべき事項」及び「Ⅲ 工場等におけるエネルギーの使用の合理化に関する事業者の判断の基準（平成21年経済産業省告示第66号）との関係」から構成される。Ⅱにおいて、特定事業者等は、非化石エネルギーへの転換の目標に関する中長期的な計画に、非化石エネルギーの使用割合を向上させる目標を記載し、その達成のための措置に努めることを求める。その際、主要5業種にあつては、当該事業ごとに定める目安となる水準（下表）を参照し、それぞれの事業に係る非化石エネルギーへの転換の目標を定める。

¹² 2022 年度第 4 回 総合資源エネルギー調査会 省エネルギー・新エネルギー分科会 省エネルギー小委員会 工場等判断基準ワーキンググループの議論の内容を紹介。

表 6.3-1 非化石転換目標の目安（洋紙・板紙製造業）

定量目標 の目安	● 主燃料を石炭とするボイラーを有する者については、2030 年度における石炭使用量を、2013 年度比で 30%削減する。 ● そうでない者については、外部調達電気の非化石比率を 59%とする。
定性目標 の目安	● 所有森林の活用等による供給網の確保により、バイオマス燃料の調達を増やすこと。 ● ホワイトペレット及びブラックペレット等の製造や混焼に関する技術開発及び実証実験を進めること。 ● 黒液回収ボイラーで発生する蒸気を高温高压化することで、製造工程で発生する黒液を最大限に利用すること。 等

6.4. 今後の非化石エネルギー導入見通し

洋紙製造業を参照。

なお、各事業者における非化石エネルギー導入に係る取組みを調査したところ、下表に示すような回答があった。

表 6.4-1 事業者における非化石エネルギー導入に係る取組み例（板紙製造業）

足元で実施されている 主な取組み	太陽光発電の導入、バイオマスボイラーの導入、燃烧炉の更新、高効率モーターの導入・変電室内トランスの更新
中期的な導入見込み (～2030 年)	C 重油から都市ガスへの燃料転換、高効率小型還流ボイラーへの更新、PPA による発電設備の設置、石炭の中止
長期的な導入見込み (2030 年～)	カーボンニュートラル燃料の導入、水素・メタネーション燃料のコージェネレーションシステム導入、

第7章 石油化学系基礎製品製造業の非化石エネルギーの利用状況の調査

7.1. 業種の概要及び非化石エネルギー利用検討の背景

石油化学系基礎製品製造業は、主として石油又は石油副生ガス中に含まれる炭化水素の分離又はその他の科学的処理により石油化学基礎製品(エチレン、プロピレンおよびその連産品)を製造する事業を指し、2020年のエチレン生産量は27年ぶりに600万トンを下回り、594.3万トンとなっている。¹³石油化学系基礎製品製造業で製造されている炭素含有製品は、自動車、家電機器、情報通信、農・水産業、建築資材、医療機器、日用品など幅広い産業に利用され、生活に欠かせないものとなっている。

石油化学系基礎製品製造業では、生産活動における化石資源の原料使用および自家発電設備の化石燃料使用によるGHG直接排出に加え、購入電力や購入蒸気の使用に伴う間接的GHG排出への対策が急務となっている。

化学産業全体としてのカーボンニュートラルへの取組みは、「化学産業自らの排出差削減」および「製品・サービスを通じた排出削減貢献」を柱とし、化学産業自らの排出削減策として、①収率改善、②製造時に使用するエネルギーを、グリーン化した購入電力と燃料転換した自家発電に切り替え、③原料を化石燃料(石油)からバイオマス・ケミカルリサイクルへ変換する、という方針を掲げている。¹⁴また、新たな石油化学のコンセプトとして、炭素資源の有効活用、高機能は石油化学製品、CO₂の排出削減、およびCO₂の原料利用という炭素循環化学を目指すとしている。¹⁵

7.2. 調査票による非化石エネルギー利用実態調査の実施状況

7.2.1. 調査票の様式

調査項目、調査期間、書式は高炉による製鉄業と同じものであり、表 1.2-1～表 1.2-3 を参照。ただし、副生ガス発生量の入力欄は設けていない。エネルギーのバウンダリは、石油化学系基礎製品製造業ベンチマーク指標の算出時に対象としているバウンダリと同様。

7.2.2. 配布・回収状況

調査票はベンチマーク制度対象事業者全 8 社に対して実施し、すべての事業者から調査票を回収した(回収率 100%)。

¹³ 石油化学工業協会

<https://www.jpca.or.jp/trends/history.html>

¹⁴ 化学工業における非化石エネルギーへの転換に向けた取組

https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene-shinene/sho_energy/kojo_handan/pdf/2022_002_04_02.pdf

¹⁵ 石油化学工業協会

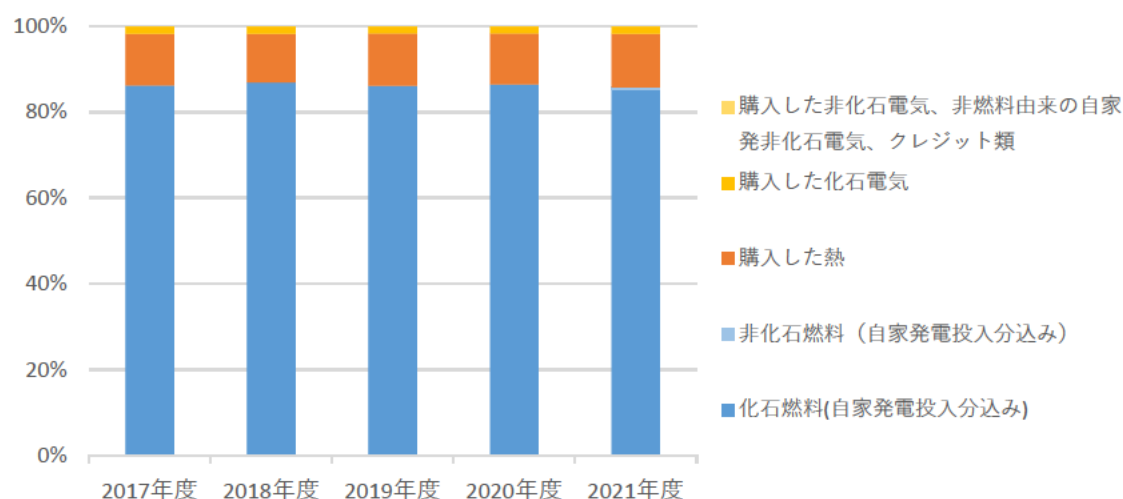
https://www.jpca.or.jp/files/activities/leaflet_carbonchemistry.pdf

7.2.3. 計算方法

高炉による製鉄業と同様に、基本的には、固有単位で報告されたエネルギー使用量にデフォルトの熱量換算係数を乗じることで、熱量単位でのエネルギー使用量を計算し集計した。なお、詳細については、高炉による製鉄業の計算方法を参照。

7.2.4. 結果

エネルギー使用量の計算結果を以降の図表にまとめた。なお、以下の結果は調査票を回収した 8 者のうち、一部のデータが提出されなかった 1 者を除く 7 者で集計している。2020 年度についてみると、一次エネルギー換算で燃料が 86%、熱が 12%、電気が 2%を占める。非化石エネルギー使用割合は 0.03%であり、すべて非化石電気である。事業者別にみても、非化石エネルギー使用割合が 10%を超える事業者は存在しない。



注：系統電気の非化石証書比率は 2020 年度の値をその他の年度すべてに適用した。

図 7.2-1 業界全体のエネルギー種別シェア(石油化学系基礎製品製造業)

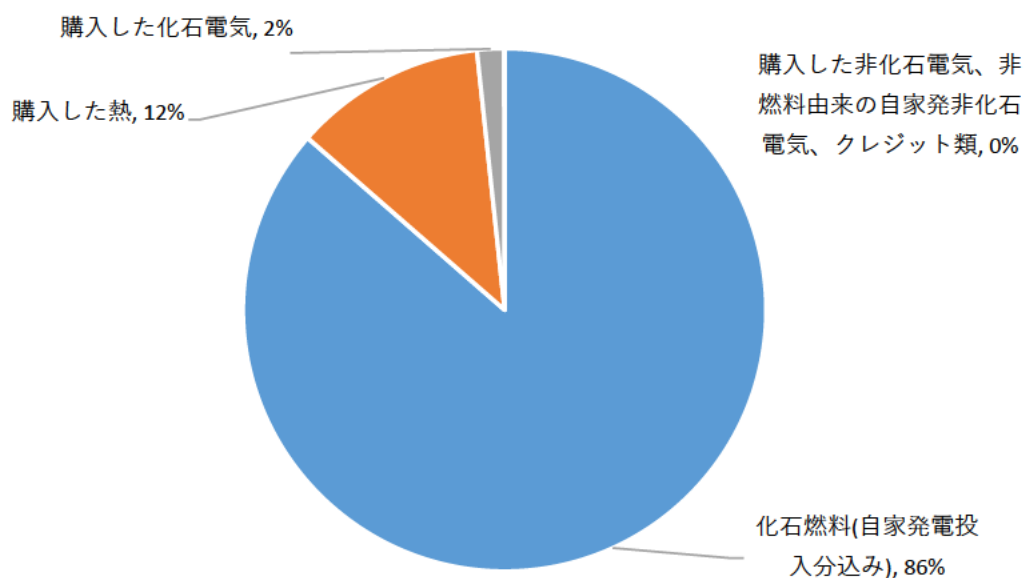


図 7.2-2 業界全体のエネルギー種別シェア（石油化学系基礎製品製造業 2020 年度）

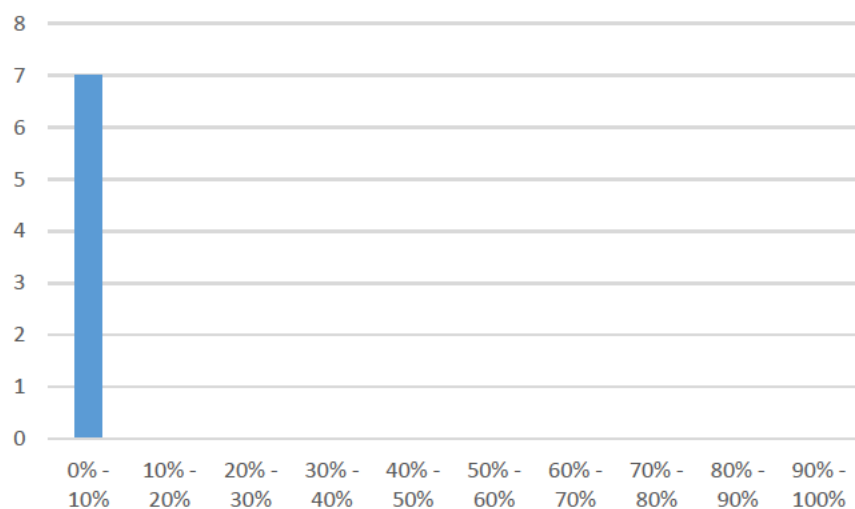


図 7.2-3 非化石エネルギー使用割合の事業者数分布
（石油化学系基礎製品製造業、2020 年度）

表 7.2-1 業界全体のエネルギー使用状況まとめ(石油化学系基礎製品製造業)

種別		PJ					%				
		2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度
燃料	化石燃料(自家発電投入分込み)	129	125	127	125	119	86.19%	86.89%	86.13%	86.42%	85.10%
	非化石燃料(自家発電投入分込み)	-	-	-	-	1	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.62%
	合計	129	125	127	125	120	86.19%	86.89%	86.13%	86.42%	85.72%
熱	購入した熱	18	16	18	17	18	12.06%	11.35%	12.18%	11.88%	12.55%
	合計	18	16	18	17	18	12.06%	11.35%	12.18%	11.88%	12.55%
電気	購入した化石電気	3	2	2	2	2	1.71%	1.72%	1.66%	1.66%	1.70%
	購入した非化石電気、非燃料由来の自家発非化石電気、クレジット類	0	0	0	0	0	0.04%	0.04%	0.03%	0.03%	0.02%
	合計	3	3	2	2	2	1.75%	1.76%	1.69%	1.70%	1.72%
合計	化石	150	144	147	145	139	99.96%	99.96%	99.97%	99.97%	99.35%
	非化石	0	0	0	0	1	0.04%	0.04%	0.03%	0.03%	0.65%
	合計	150	144	147	145	140	100%	100%	100%	100%	100%

注：系統電気の非化石証書比率は 2020 年度の値をその他の年度すべてに適用した。

7.3. 省エネ法の工場等判断基準および中長期計画作成指針の見直し案¹⁶

前節で燃料、熱、電気を全て一次エネルギー換算したエネルギー使用量全体に占める非化石率の目標の目安を検討したが、非化石率 0%の業種や、0～90%とばらつきが大きい業種も存在することから、一律の目標ではなく、各業種の実態に即した目標を検討することとなった。業界との協議も踏まえ設定された非化石転換目標の目安を下表に示す。

化学工業においては製造工程において大量の電力及び熱が必要であり、化石燃料を用いた自家発ボイラーを所有し、電気と熱の両方に使用するケースが多く、化石燃料で使用量が最大であるのは石炭であることから、石油化学系基礎製品製造業の定量目標としては石炭使用量を目安とすることとし、主燃料を石炭とするボイラーを有しない事業者については、外部調達電気の非化石比率を第6次エネルギー基本計画で掲げられた非化石電源比率と同等の 59%とすることとなった。

表 7.3-1 非化石転換目標の目安(石油化学系基礎製品製造業)

定量目標 の目安	● 主燃料を石炭とするボイラーを有する事業者については、2030 年度における、2013 年度比の石炭使用量を、30%削減する。 ● 主燃料を石炭とするボイラーを有しない事業者については、外部調達電気の非化石比率を 59%とする。
定性目標 の目安	(1) 燃料に関する事項 ● ナフサ分解によるエチレン等の製造設備において、アンモニア等の非化石燃料の使用割合を向上すること。 ● 燃料により加熱を行うエチレン等の製造設備（ナフサ分解によるエチレン等の製造設備を除く）の導入を進めるとともに、非化石燃料の使用割合を向上すること。 (2) 電気に関する事項 ● 電気により加熱を行うエチレン等の製造設備の導入を進めるとともに、非化石電気の使用割合を向上すること。 等

7.4. 今後の非化石エネルギー導入見通し

石油化学系基礎製品製造業においては、エネルギー使用量全体の約 9 割を燃料が占めるため、非化石転換にあたっては、燃料の非化石化が重要である。具体的には、石炭から LNG へと変換する低炭素化やアンモニア混焼による脱炭素化を進めること、外部調達電気の非化石割合を増やすといった取り組みが期待される。なお、各事業者における非化石エネルギー導入に係る取組みを調査したところ、表 7.4-1 に示す回答があった。

¹⁶ 2022 年度第 4 回 総合資源エネルギー調査会 省エネルギー・新エネルギー分科会 省エネルギー小委員会 工場等判断基準ワーキンググループ の議論の内容を紹介。

表 7.4-1 事業者における非化石エネルギー導入に係る取組み例(石油化学系基礎製品製造業)

足元で実施されている 主な取組み	分解炉、ボイラーでのアンモニア混焼検討、太陽光発電設備の 導入検討、非化石証書の購入検討、排ガス回収
中期的な導入見込み (～2030 年)	分解炉、ボイラーでのアンモニア混焼導入、ガスタービン設置 による燃料転換、低温度レベルの排熱回収、バイオ原料導入
長期的な導入見込み (2030 年～)	H2 等のグリーン燃料の導入、CCS(CCU)による排ガスからの CO2 回収、バイオ原料導入

第8章 ソーダ工業の非化石エネルギーの利用状況の調査

8.1. 業種の概要及び非化石エネルギー利用検討の背景

ソーダ工業は、塩水を電気分解して、カセイソーダ、塩素、水素を製造する電解ソーダ工業事業者を指し、2021 年のカセイソーダ生産量は前年比約 6%増の 4,158,815 トン(97%換算)となっている。ソーダ工業で製造されているカセイソーダは、金属の溶解、精製、不純物の除去、漂白、中和、軟化等のための基礎素材であり、アルミニウムや化学繊維、石けん・洗剤の原料、およびさまざまな工業製品の製造に利用されている。

ソーダ工業では、塩と電力を主原料にしており、塩がすべて海外から輸入され、電力が製造コストの約 5～6 割を占める電力多消費産業¹⁷であることから、使用する電力の GHG 排出量削減が急務となっている。

化学産業全体としてのカーボンニュートラルへの取組みは、「化学産業自らの排出差削減」および「製品・サービスを通じた排出削減貢献」を柱とする。ソーダ工業は、塩の電気分解により製品を製造しており、自家発電による電力消費が使用電力全体の 7 割を超える。自家発の多くは化石燃料を使用していることから、業界では燃料の非化石化、低・循環・脱炭素化を進める方針を掲げている。¹⁸

8.2. 調査票による非化石エネルギー利用実態調査の実施状況

8.2.1. 調査票の様式

調査項目、調査期間、書式は高炉による製鉄業と同じものであり、表 1.2-1～表 1.2-3 を参照。ただし、副生ガス発生量の入力欄は設けていない。エネルギーのバウンダリは、ソーダ工業ベンチマーク指標の算出時に対象としているバウンダリと同様。

8.2.2. 配布・回収状況

調査票はベンチマーク制度対象事業者全 20 社に対して実施し、うち 20 事業者から調査票を回収した（回収率 100%）。

8.2.3. 計算方法

高炉による製鉄業と同様に、基本的には、固有単位で報告されたエネルギー使用量にデフォルトの熱量換算係数を乗じることで、熱量単位でのエネルギー使用量を計算し集計した。なお、詳細については、高炉による製鉄業の計算方法を参照。

¹⁷ 日本ソーダ工業会 ホームページおよび第 4 回工場等判断基準 WG 業界プレゼン資料

https://www.jsia.gr.jp/statistics/statistics_01.html

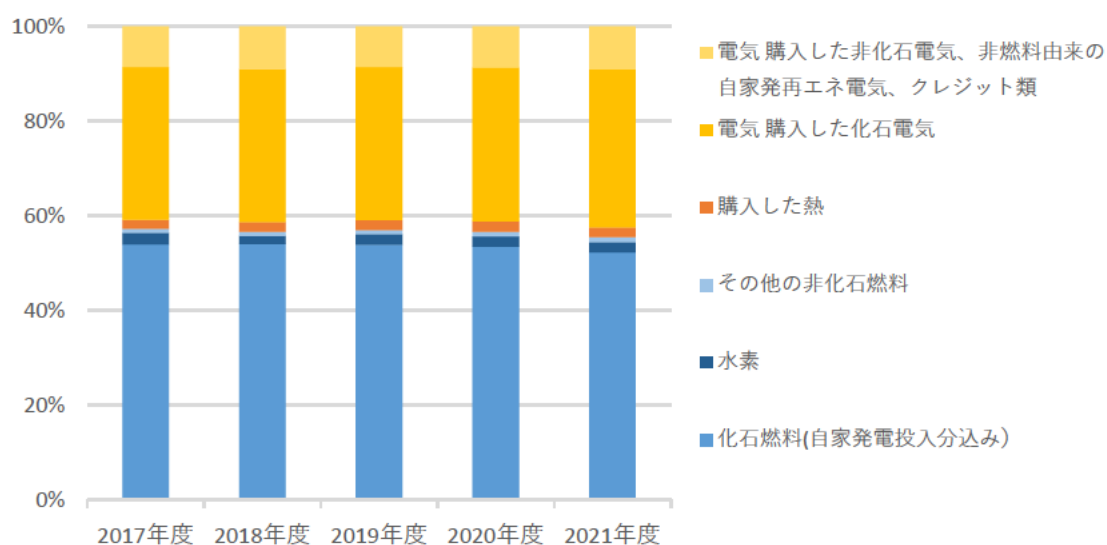
https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene-shinene/sho_energy/kojo_handan/pdf/2022_004_04_04.pdf

¹⁸ 化学工業における非化石エネルギーへの転換に向けた取組

https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene-shinene/sho_energy/kojo_handan/pdf/2022_002_04_02.pdf

8.2.4. 結果

エネルギー使用量の計算結果を以降の図表にまとめた。なお、以下の結果は調査票を回収した 20 者のうち、一部のデータが提出されなかった 1 者を除く 19 者で集計している。一次エネルギー換算で燃料が 56%、熱が 2%、電気が 42%を占める。非化石エネルギー使用割合は 12%であり、うち非化石燃料が 3%、非化石電気が 9%である。事業者別にみると、非化石エネルギー使用割合が 0～10%の事業者が最も多い。非化石燃料としては副生水素、RPF、木質バイオマス、廃タイヤなどが活用されている。



注：系統電気の非化石証書比率は 2020 年度の値をその他の年度すべてに適用した。

図 8.2-1 業界全体のエネルギー種別シェア(ソーダ工業)

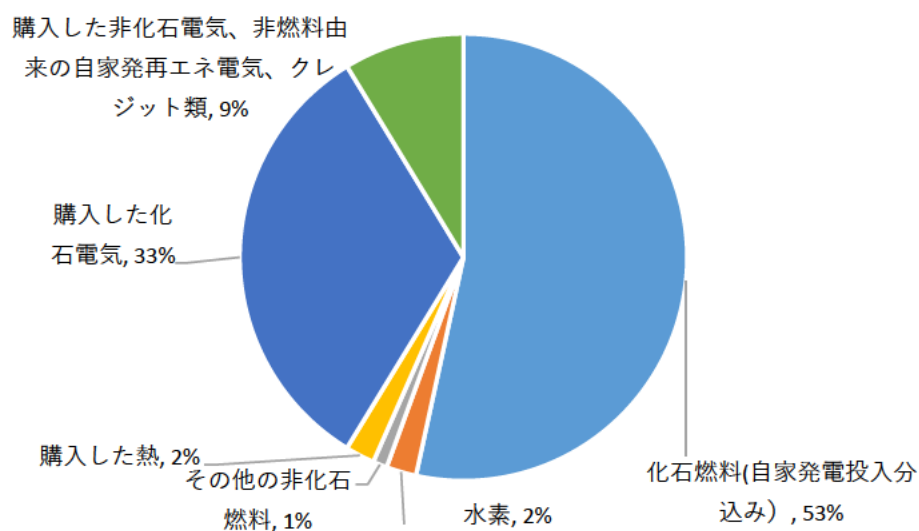


図 8.2-2 業界全体のエネルギー種別シェア (ソーダ工業、2020 年度)

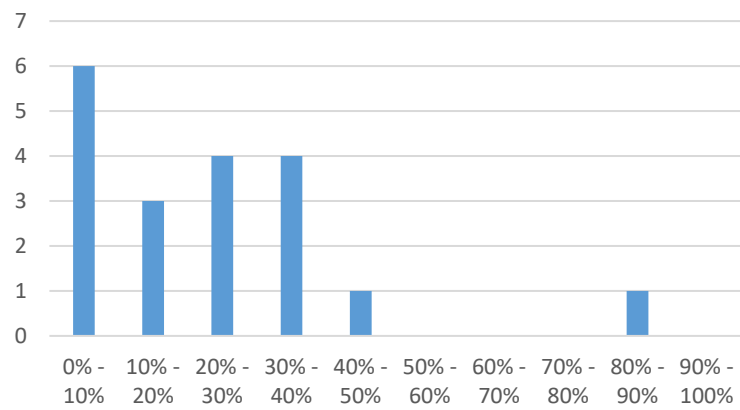


図 8.2-3 非化石エネルギー使用割合の事業者数分布（ソーダ工業、2020 年）

表 8.2-1 業界全体のエネルギー使用状況まとめ(ソーダ工業)

種別		PJ					%				
		2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度
燃料	化石燃料(自家発電投入分込み)	49	48	49	47	49	54%	54%	54%	53%	52%
	水素	2	2	2	2	2	2%	2%	2%	2%	2%
	その他の非化石燃料	1	1	1	1	1	1%	1%	1%	1%	1%
	合計	52	51	52	50	52	57%	57%	57%	57%	55%
熱	購入した熱	2	2	2	2	2	2%	2%	2%	2%	2%
	合計	2	2	2	2	2	2%	2%	2%	2%	2%
電気	購入した化石電気	29	29	30	29	31	32%	32%	32%	33%	33%
	購入した非化石電気、非燃料由来の自家発再エネ電気、クレジット類	8	8	8	8	9	9%	9%	9%	9%	9%
	合計	37	37	37	36	40	41%	41%	41%	41%	42%
合計	化石	80	79	81	77	82	88%	88%	88%	88%	88%
	非化石	11	10	11	10	12	12%	12%	12%	12%	12%
	合計	91	89	91	88	94	100%	100%	100%	100%	100%

注：系統電気の非化石証書比率は 2020 年度の値をその他の年度すべてに適用した

8.3. 省エネ法の工場等判断基準および中長期計画作成指針の見直し案¹⁹

前節で燃料、熱、電気を全て一次エネルギー換算したエネルギー使用量全体に占める非化石率の目標の目安を検討したが、非化石率 0%の業種や、0～90%とばらつきが大きい業種も存在することから、一律の目標ではなく、各業種の実態に即した目標を検討することとなった。業界との協議も踏まえ設定された非化石転換目標の目安を下表に示す。

化学工業においては製造工程において大量の電力及び熱が必要であり、化石燃料を用いた自家発ボイラーを所有し、電気と熱の両方に使用するケースが多く、化石燃料で使用量が最大であるのは石炭であることから、ソーダ工業の定量目標として石炭使用量を目安とし、主燃料を石炭とするボイラーを有しない事業者については、外部調達電気の非化石比率を第6次エネルギー基本計画で掲げられた非化石電源比率と同等の 59%とすることとした。

表 8.3-1 非化石転換目標の目安(ソーダ工業)

定量目標 の目安	● 主燃料を石炭とするボイラーを有する事業者については、2030 年度における、2013 年度比の石炭使用量を、30%削減する。 ● 主燃料を石炭とするボイラーを有しない事業者については、外部調達電気の非化石比率を 59%とする。
定性目標 の目安	(1) 燃料に関する事項 ● 苛性ソーダ製造過程で生じる水素の活用を進め、非化石燃料の使用割合を向上すること。 ● 自家発電設備におけるバイオマスの混焼率を向上させる研究開発・実証実験を進めること。 等

8.4. 今後の非化石エネルギー導入見通し

ソーダ工業においては、エネルギー使用量全体の約 5 割を燃料が占めるため、非化石転換にあたっては、燃料の非化石化が重要である。具体的には、石炭から LNG へと変換する低炭素化やバイオマス、アンモニア混焼、水素利用による脱炭素化を進めるといった取り組みが期待される。また、太陽光発電の導入等再生可能エネルギーの利用拡大、ごみ焼却場からのカーボンニュートラル蒸気の利用も検討されている。なお、各事業者における非化石エネルギー導入に係る取組みを調査したところ、表 8.4-1 に示すような回答があった。

¹⁹ 2022 年度第 4 回 総合資源エネルギー調査会 省エネルギー・新エネルギー分科会 省エネルギー小委員会 工場等判断基準ワーキンググループ の議論の内容を紹介。

表 8.4-1 事業者における非化石エネルギー導入に係る取組み例(ソーダ工業)

足元で実施されている 主な取組み	石炭ボイラーのバイオマス混焼および混焼率増加へ向けた検討、太陽光発電の導入、副生水素利用率の向上、地熱・地下水熱の利用検討
中期的な導入見込み (～2030 年)	ボイラー燃料の転換(都市ガス、副生水素、アンモニア混焼など)、水素ボイラーの増設、太陽光発電の導入および拡大、水力発電設備の改修、
長期的な導入見込み (2030 年～)	石炭ボイラーの廃止、自家発燃料の転換(LNG、CO2 フリー水素、アンモニアなど)

第9章 自動車製造業の非化石エネルギーの利用状況の調査

9.1. 業種の概要及び非化石エネルギー利用検討の背景

自動車製造業は日本の基幹産業の一つであり、業態として完成品の組立や、自動車シャシーの製造に加え、一部ではエンジン・その他部品製造を行う。2019 年において全製造業の出荷額のうち 18.6%を占め、就業人口は 552 万人に達する²⁰。また、エネルギー使用量の規模では、2019 年度において約 241 万 kl であり、電炉による普通鋼製造業の約 307 万 kl と近い規模である²¹。エネルギー使用量の特徴として、電気の使用割合が大きいことが挙げられる。自家発電への燃料投入を含めると電気のエネルギー使用量は、全体のエネルギー使用量の約 70%を占める²²。そのため、電気の非化石化が重要となることから、太陽光発電や風力発電などの導入や、水素の利用に取り組んでいる²³。

なお、高炉による製鉄業など、本事業の他の業種とは異なり、導入の検討は行われているものの²⁴、現時点ではベンチマーク制度の対象業種ではない。

9.2. 調査票による非化石エネルギー利用実態調査の実施状況

9.2.1. 調査票の様式

バウンダリは業界ヒアリングを踏まえ、調査対象を四輪の完成車を製造している事業者(乗用車・トラック・バス等を含む)とした上で、以下の範囲とした。

[調査範囲から除くもの]

- ・ 二輪車製造に係る事業領域、他業種に係る事業領域(例：航空部品の製造など)

[調査範囲の対象：上記以外の全ての事業領域における事業所]

- ・ 業務部門に係る事業領域：本社、支社、研究棟、福利厚生施設など
- ・ 製造部門（四輪自動車生産）に係る事業領域：車両工場、パワートレイン工場、トランスミッション工場、その他部品工場など

²⁰ 日本自動車工業会 HP「基幹産業としての自動車製造業」

<https://www.jama.or.jp/statistics/facts/industry/>

²¹ 経済産業省(2022)「令和3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（エネルギー多消費産業におけるエネルギー消費実態に関する調査）報告書(委託先 日本エネルギー経済研究所)」

https://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2021FY/000742.pdf

²² 経済産業省(2022)「令和4年度第4回総合資源エネルギー調査会省エネルギー・新エネルギー分科会省エネルギー小委員会工場等判断基準ワーキンググループ 資料3 改正省エネ法に基づく措置について」
https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene-shinene/sho_energy/kojo_handan/pdf/2022_004_03_00.pdf

²³ 同上

²⁴ 経済産業省(2022)「総合資源エネルギー調査会省エネルギー・新エネルギー分科会省エネルギー小委員会工場等判断基準ワーキンググループ中間取りまとめ」

https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene-shinene/sho_energy/kojo_handan/pdf/20220324_1.pdf

高炉による製鉄業など、自動車製造業以外の業種では、特定の工程を対象としているベンチマーク制度と同様のバウンダリを採用しているが、自動車製造業においては異なるバウンダリを設定した。

他業種と異なるバウンダリを設定した理由としては、自動車製造業がベンチマーク制度の対象ではないことに加え、同制度のように特定の工程のみを対象とすることが適切ではない可能性が高いためである。

他業種において、ベンチマーク制度と同様のバウンダリを用いた背景としては、①特定の工程が事業者全体のエネルギー使用量の多くを占めていることから代表性を有すること、②業種内で比較可能性が担保されることによる。

他方で、自動車製造業では特定の工程による代表性に課題があることが指摘されている。自動車製造業の最も代表的な工程である車体製造・組立工程においても、そのエネルギー使用量は、事業者全体のエネルギー使用量の 34%に留まる²⁵。そのため、事業者全体の非化石転換を促進する観点から、製造部門に加え、オフィスなどの業務部門も含めた全事業所を対象とした。

代表性の問題から全事業所をバウンダリとしたが、業種内での比較可能性にも配慮する必要がある。著しく事業領域が異なる場合は、非化石転換の取組内容に差異が生じることが想定され、業種内での比較が困難になる。業種内での比較可能性を担保するために、業界との議論を踏まえ、本調査では調査対象を四輪の完成車を製造している事業者に限定した。その上で、二輪車製造に係る事業領域や、航空部品の製造など他業種に係る事業領域もバウンダリの対象外とした。

調査票の様式のうち、表 1.2-1 から表 1.2-3 は高炉による製鉄業などと同様であるが、自動車製造業では報告単位を変更したため、表 9.2-1 を追加した。他業種では調査票の報告単位は事業所単位だが、自動車製造業では全事業所を対象としていることから、回答負荷軽減のために事業者単位とした。他方で、小売電気事業者ごとの系統電気の非化石証書比率は事業所ごとに異なるため、事業所ごとの非化石証書比率を調査する様式を設けた。

なお、自動車製造業の調査対象期間は、入手可能であった 2016 年度から 2020 年度である。

²⁵ 経済産業省(2022)「総合資源エネルギー調査会省エネルギー・新エネルギー分科会省エネルギー小委員会工場等判断基準ワーキンググループ中間取りまとめ」
https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene_shinene/sho_energy/kojo_handan/pdf/20220324_1.pdf

表 9.2-1 買電電力量および非化石証書比率の記入様式

番号	事業所名	エネルギー(電気) の種類※1	契約している小売電気事業 者名※2	買電電力量※3 (省エネ法の定期報告における「昼間買電」、「夜間買電」、「上 記以外の買電」が対象)					単位	契約している小売電気事業者の非化石証書活用状況※ 4 (個別メニュー契約をしている場合は、当該メニュー の非化石比率)				
				2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度		2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度
1									千kWh					
2									千kWh					
3									千kWh					
4									千kWh					
5									千kWh					
6									千kWh					
7									千kWh					
8									千kWh					
9									千kWh					
10									千kWh					
11									千kWh					
12									千kWh					
13									千kWh					
14									千kWh					
15									千kWh					
16									千kWh					
17									千kWh					
18									千kWh					
19									千kWh					
20									千kWh					

9.2.2. 配布・回収状況

調査票の配布は、省エネ法の定期報告書より抽出した四輪の完成車を製造している事業者である 24 社に実施した。24 社のうち 20 社より調査票を回収した(回収率 83%)。

9.2.3. 計算方法

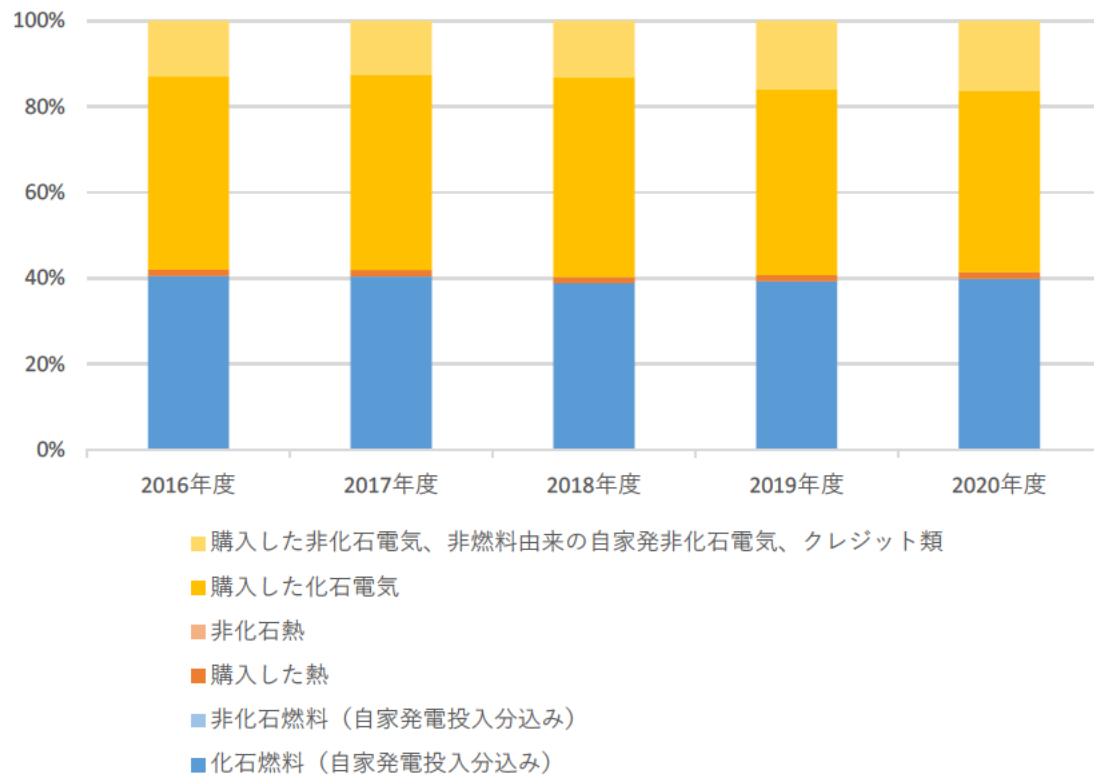
高炉による製鉄業と同様に、基本的には、固有単位で報告されたエネルギー使用量にデフォルトの熱量換算係数を乗じることで、熱量単位でのエネルギー使用量を計算し集計した。なお、詳細については、高炉による製鉄業の計算方法を参照。

また、他業種と共通の上記の計算方法に加え、燃料による自家発電を考慮したエネルギー使用量も集計した。燃料による自家発電を考慮したエネルギー使用量は、一次エネルギー使用量として計上されていた自家発電に用いた燃料投入量を、二次エネルギーである電気として計上した。即ち、燃料による自家発電量は、報告された発電電気量(kWh)に全電源平均一次エネルギー換算係数(8.64MJ/kWh)を乗じた値を、電気使用量に計上すると同時に、燃料のエネルギー使用量から差し引いた。燃料による自家発電のうち、購入した水素による自家発電のみ非化石電気として計上し、化石燃料による自家発電は化石電気として計上した。

9.2.4. 結果

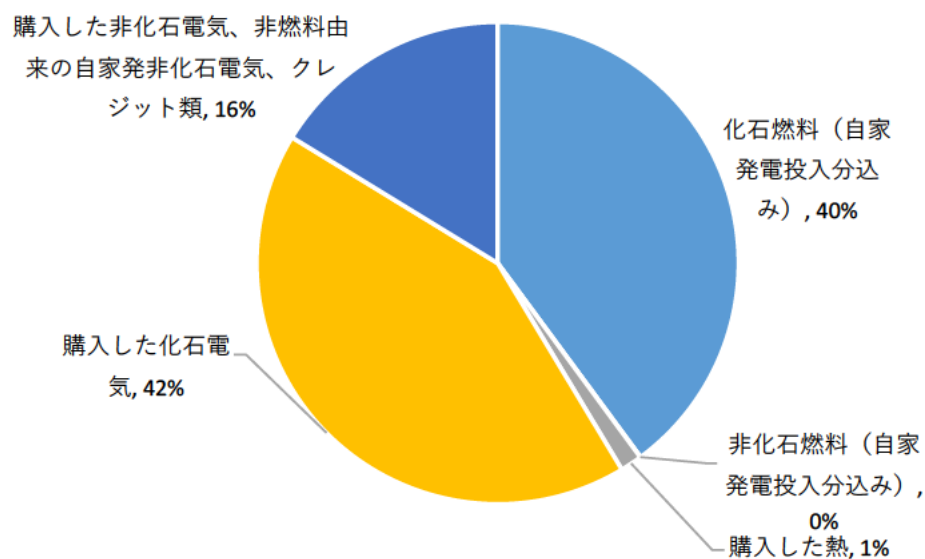
エネルギー使用量の計算結果を以降の図表にまとめた。2020 年度についてみると、一次エネルギー換算で燃料が 40%、熱が 1%、電気が 59%を占める。非化石エネルギー使用割合は 16%であり、うち非化石電気がほぼ全量を占める。事業者別にみると、非化石エネルギー使用割合が 10～20%の事業者が最も多い。非化石燃料としては水素などの活用実績があった。

燃料による自家発電を考慮したエネルギー使用量を確認すると、燃料が 28%、熱が 1%、電気が 71%を占め、燃料による自家発電を考慮した場合、自家発電を考慮しなかったケースと比較して、電気の割合が 12%ほど増加することがわかる。なお、燃料による自家発電は、ほぼ全量が化石電気であった。



注：系統電気の非化石証書比率は 2020 年度の値をその他の年度すべてに適用した。

図 9.2-1 業界全体のエネルギー種別シェア（自動車製造業）



注：系統電気の非化石証書比率は 2020 年度の値をその他の年度すべてに適用した。

図 9.2-2 業界全体のエネルギー種別シェア（自動車製造業、2020 年度）

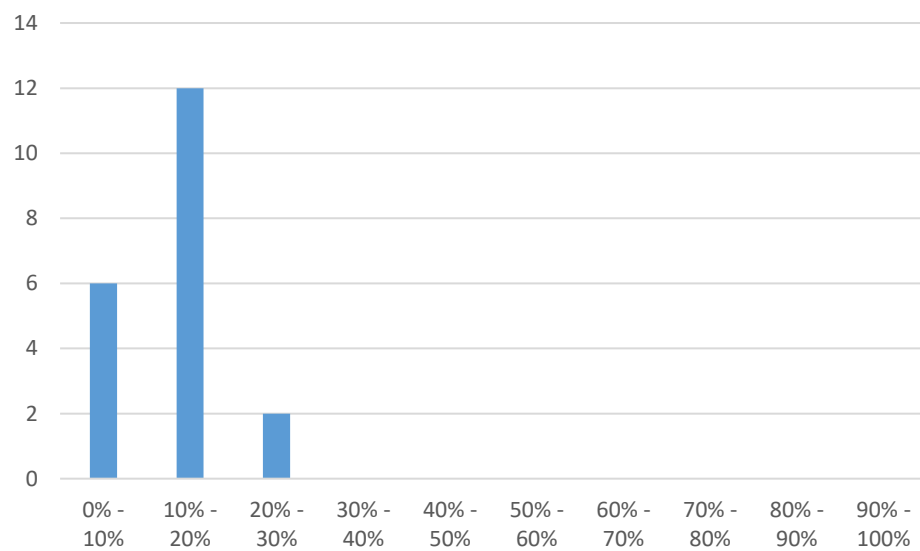
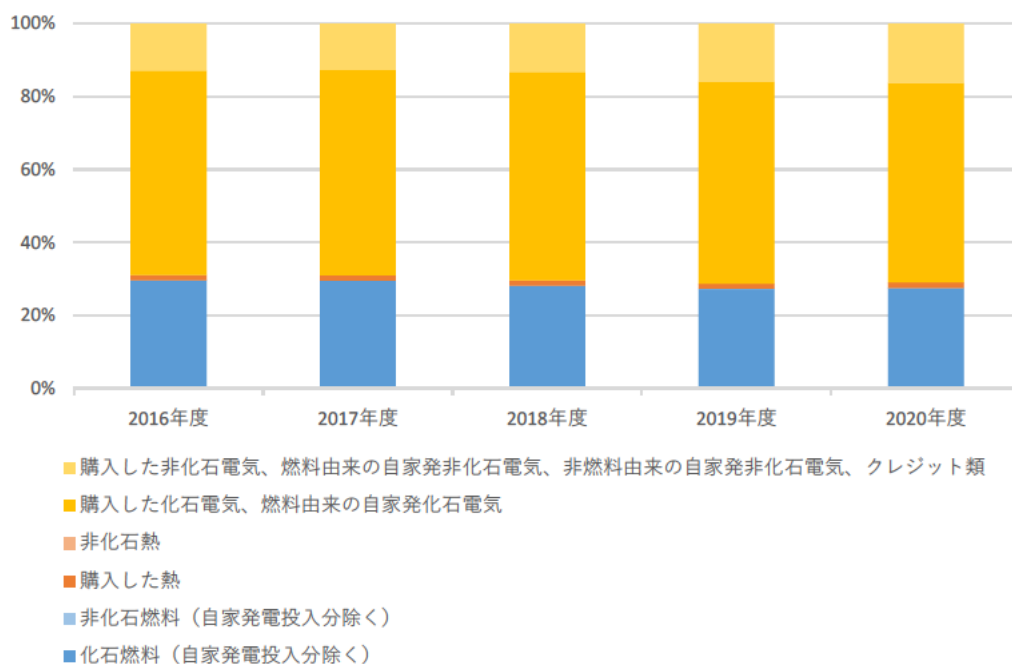


図 9.2-3 非化石エネルギー使用割合の事業者数分布（自動車製造業、2020 年度）

表 9.2-2 業界全体のエネルギー使用状況まとめ（自動車製造業）

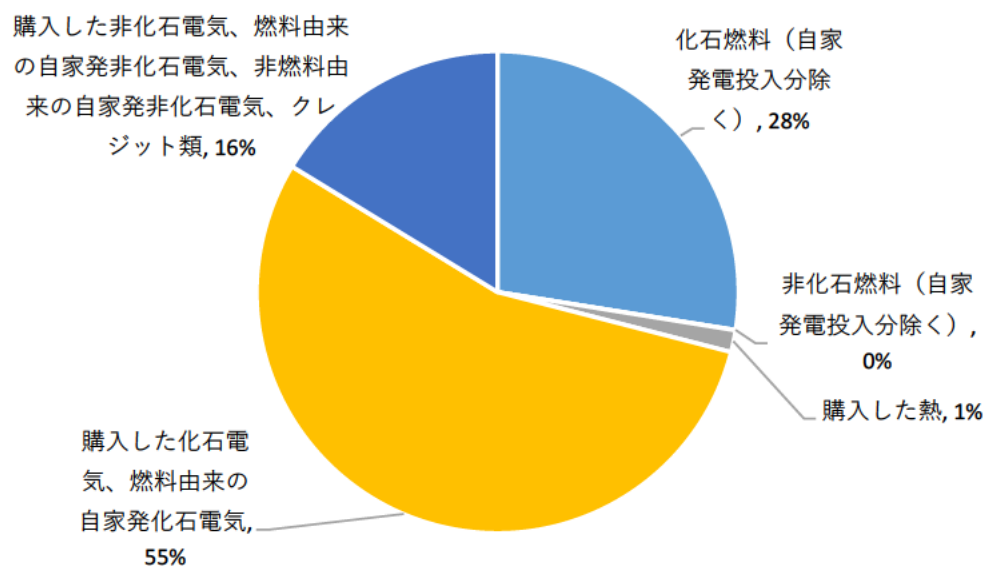
種別		PJ					%				
		2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度
燃料	化石燃料（自家発電投入分込み）	44	45	42	41	38	40%	40%	39%	39%	40%
	非化石燃料（自家発電投入分込み）	0	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%	0%
	合計	44	45	42	41	38	41%	40%	39%	39%	40%
熱	購入した熱	2	2	2	2	1	1%	1%	1%	1%	1%
	合計	2	2	2	2	1	1%	1%	1%	1%	1%
電気	購入した化石電気	49	50	51	46	41	45%	45%	47%	43%	43%
	購入した非化石電気、非燃料由来の自家発非化石電気、クレジット類	14	14	14	17	16	13%	13%	13%	16%	16%
	合計	63	64	65	63	56	58%	58%	60%	59%	59%
合計	化石	95	97	95	89	80	87%	87%	87%	84%	84%
	非化石	14	14	14	17	16	13%	13%	13%	16%	16%
	合計	109	111	109	106	95	100%	100%	100%	100%	100%

注：系統電気の非化石証書比率は 2020 年度の値をその他の年度すべてに適用した。



注：系統電気の非化石証書比率は 2020 年度の値をその他の年度すべてに適用した。

図 9.2-4 業界全体のエネルギー種別シェア（自動車製造業：燃料による自家発電を考慮）



注：系統電気の非化石証書比率は 2020 年度の値をその他の年度すべてに適用した。

図 9.2-5 業界全体のエネルギー種別シェア（自動車製造業、2020 年度：燃料による自家発電を考慮）

表 9.2-3 業界全体のエネルギー使用状況まとめ（自動車製造業：燃料による自家発電を考慮）

種別		PJ					%				
		2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度
燃料	化石燃料（自家発電投入分除く）	32	33	31	29	26	30%	29%	28%	27%	28%
	非化石燃料（自家発電投入分除く）	0	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%	0%
	合計	32	33	31	29	26	30%	29%	28%	27%	28%
熱	購入した熱	2	2	2	2	1	1%	1%	1%	1%	1%
	合計	2	2	2	2	1	1%	1%	1%	1%	1%
電気	購入した化石電気、燃料由来の自家発化石電気	61	62	62	58	52	56%	56%	57%	55%	55%
	購入した非化石電気、燃料由来の自家発非化石電気、非燃料由来の自家発非化石電気、クレジット類	14	14	14	17	16	13%	13%	13%	16%	16%
	合計	75	76	77	75	68	69%	69%	70%	71%	71%
合計	化石	95	97	95	89	80	87%	87%	87%	84%	84%
	非化石	14	14	14	17	16	13%	13%	13%	16%	16%
	合計	109	111	109	106	95	100%	100%	100%	100%	100%

注：系統電気の非化石証書比率は 2020 年度の値をその他の年度すべてに適用した。

9.3. 省エネ法の工場等判断基準および中長期計画作成指針の見直し案²⁶

前節で燃料、熱、電気を全て一次エネルギー換算したエネルギー使用量全体に占める非化石率の目標の目安を検討したが、非化石率 0%の業種や、0～90%とばらつきが大きい業種も存在することから、一律の目標ではなく、各業種の実態に即した目標を検討することとなった。業界との協議も踏まえ設定された非化石転換目標の目安を下表に示す。

工場等における非化石エネルギーへの転換に関する事業者の判断の基準は、「Ⅰ 非化石エネルギーへの転換の基準」、「Ⅱ 非化石エネルギーへの転換の目標及び計画的に取り組むべき事項」及び「Ⅲ 工場等におけるエネルギーの使用の合理化に関する事業者の判断の基準（平成21年経済産業省告示第66号）との関係」から構成される。Ⅱにおいて、特定事業者等は、非化石エネルギーへの転換の目標に関する中長期的な計画に、非化石エネルギーの使用割合を向上させる目標を記載し、その達成のための措置に努めることを求める。その際、主要5業種にあっては、当該事業ごとに定める目安となる水準（下表）を参照し、それぞれの事業に係る非化石エネルギーへの転換の目標を定める。

表 9.3-1 非化石転換目標の目安(自動車製造業)

定量目標 の目安	● 2030 年度における、使用電気全体に占める非化石電気の割合を 59%とする。(外部調達分と自家発電分を合わせた数字)
定性目標 の目安	(1) 燃料に関する事項 ● 製造工程において、水素バーナーの活用を目指し、他の事業者と連携して実証実験を進めること。 ● 固体酸化物形燃料電池及びバイオマス発電設備等の自家発電設備の導入により、非化石燃料の使用割合を向上すること。 (2) 電気に関する事項 ● 太陽光発電設備及び風力発電設備等の発電設備の導入にあわせて、自動車に搭載されていた蓄電池等を導入することで、発電する非化石電気を最大限に使用すること。等

²⁶ 2022 年度第 4 回 総合資源エネルギー調査会 省エネルギー・新エネルギー分科会 省エネルギー小委員会 工場等判断基準ワーキンググループ の議論の内容を紹介。

9.4. 今後の非化石エネルギー導入見通し

自動車製造業においては、エネルギー使用量全体の約 6 割を占めることから、電力の非化石化が求められる。また、燃料では、製造工程における水素バーナーの導入による燃料の非化石化などが期待される。なお、各事業者における非化石エネルギー導入に係る取組みを調査したところ、下表に示すような回答があった。

表 9.4-1 事業者における非化石エネルギー導入に係る取組み例（自動車製造業）

足元で実施されている 主な取組み	省エネの推進(機器のトップランナー化や LED 化を含む高効率機器・設備の導入、運用改善)、電化の推進、太陽光発電の導入、非化石電力メニューの購入、燃料電池による発電
中期的な導入見込み (～2030 年)	省エネの推進(高効率機器・設備の導入、運用改善)、電化の推進、太陽光発電・風力発電などの導入(PPA を含む)、非化石電力メニューの購入、クレジットや証書等の活用を検討、次世代バイオ燃料の導入、バーナーや燃料電池での水素利用、生産集約によるエネルギー使用量の削減
長期的な導入見込み (2030 年～)	省エネの推進(高効率機器・設備の導入、運用改善)、電化の推進、太陽光発電・風力発電などの導入(PPA を含む)、非化石電力メニューの購入、クレジットや証書等の活用を検討、太陽光発電・風力発電などの導入(PPA を含む)、サプライチェーンを含む省エネ・電化・輸送用次世代バイオ燃料の普及促進、藻類による CO2 回収、回収 CO2 由来の水素利用

第10章 エネルギー換算係数の見直しに関する検討

10.1. エネルギー熱量換算係数の見直し

10.1.1. 検討の概要および目的

エネルギーの使用の合理化等に関する法律（以下「省エネ法」という。）施行細則別表第一に示されている、化石燃料の熱量換算係数は 2005 年度エネルギー源別標準発熱量に基づき設定されたものである。

また、省エネ法施行細則別表第二に示されている、他人から供給された熱を一次エネルギーに換算する係数は 2005 年度の工場判断基準小委員会において、2003 年度版総合エネルギー統計に基づき設定されたものである。

2005 年度以降のエネルギー源別標準発熱量、総合エネルギー統計の改訂状況およびエネルギー利用の変化を踏まえ、一次エネルギー換算係数見直しにおける課題を整理し、具体的な改訂案を提示した。

10.1.2. 現行の熱量換算係数の設定方法

(1) 化石燃料

現行の化石燃料の換算係数は 2005 年度エネルギー源別標準発熱量に基づき設定されている。下表に現行値を根拠となる 2005 年度エネルギー源別標準発熱量の項目と併せて示す。

表 10.1-1 化石燃料の熱量換算係数(現行値)

省エネ法の現行値		2005年度 エネルギー源別標準発熱量	
	項目	数値(GJ/計量単位)	項目
石油	原油[kl]	38.2	原油
	原油のうちコンデンセート[kl]	35.3	NGL・コンデンセート
	揮発油[kl]	34.6	ガソリン
	ナフサ[kl]	33.6	ナフサ
	ジェット燃料油[kl]	36.7	ジェット燃料油
	灯油[kl]	36.7	灯油
	軽油[kl]	37.7	軽油
	A重油[kl]	39.1	A重油
	B・C重油[kl]	41.9	C重油
	石油アスファルト[t]	40.9	アスファルト
石油コークス[t]	29.9	オイルコークス	
ガス	液化石油ガス(LPG)[t]	50.8	LPG
	石油系炭化水素ガス[千m³]	44.9	製油所ガス
	液化天然ガス(LNG)[t]	54.6	輸入天然ガス(LNG)
	その他可燃性天然ガス[千m³]	43.5	国産天然ガス
石炭	原料炭[t]	29.0	輸入原料炭
	一般炭[t]	25.7	輸入一般炭
	無煙炭[t]	26.9	輸入無煙炭
	石炭コークス[t]	29.4	コークス
	コールタール[t]	37.3	コールタール
	コークス炉ガス[千m³]	21.1	コークス炉ガス
	高炉ガス[千m³]	3.41	高炉ガス
	転炉ガス[千m³]	8.41	転炉ガス

出所：標準発熱量・炭素排出係数(総合エネルギー統計)

(2) 産業用蒸気

現行の「産業用蒸気」の熱量換算係数(1.02)は、2003 年度総合エネルギー統計における「産業用蒸気」のデータを使用し、蒸気を発生させるために投入したエネルギー量(入力値)で蒸気発生量(出力値)を除することにより算出されている。

年度	1999	2000	2001	2002	2003
蒸気発生量 (PJ)	871.60	882.03	855.40	852.65	851.84
蒸気を発生させるために投入したエネルギー量 (PJ)	889.66	908.48	868.91	869.99	865.83(※)
換算係数	1.02	1.03	1.02	1.02	1.02

換算係数→ 1.02 GJ/GJ

(※) 換算係数を設定した 2003 年度の蒸気を発生させるために投入したエネルギーの内訳
 石炭 (197,704TJ)、石炭製品 (26,405TJ)、原油 (117TJ)、石油製品 (341,236TJ)
 天然ガス(7,564TJ)、都市ガス(36,640TJ)、再生可能・未活用エネルギー (256,160TJ)

図 10.1-1 現行の産業用蒸気の熱量換算係数の算定方法

出所：2005 年度総合資源エネルギー調査会省エネルギー基準部会
 工場判断基準小委員会（第 4 回）参考資料 2

入力値および出力値として参照されている具体的な項目を下图に示す。

産業用蒸気現行の熱量換算係数＝ 入力値 ÷ 出力値 ＝ 1.02

入力値：第 2300 行「産業用蒸気」における第 100 列「石炭」、第 150 列「石炭製品」、第 200 列「原油」、第 250 列「石油製品」、第 400 列「天然ガス」、第 450 列「都市ガス」および第 500 列「再生可能・未活用エネルギー」の合計値

出力値：第 2300 行「産業用蒸気」における第 810 列「産業用蒸気」

2003FY	Code	100	150	200	250	400	450	500	810
<< EBS本表 Energy Balance Statistics Ortho Table >>									
		石炭	石炭製品	原油	石油製品	天然ガス	都市ガス	再生可能・未活用エネルギー	産業用蒸気
		Coal	Coal Prod	Oil	Oil Product	Natural Gas	Town Gas	New & Renewable Energy	Industry Steam
<< Energy Unit >>									
エネルギー単位表									
2003FY	Display Unit	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ
2300	Industrial Steam Generation 産業用蒸気	-197704	-26405	-117	-341236	-7564	-36604	-256160	851838

入力値

出力値

図 10.1-2 産業用蒸気 現行の熱量換算係数の算定元データ項目

出所：平成 16 年度版総合エネルギー統計より作成

(3) 産業用以外の蒸気、温水、冷水

現行の「産業用以外の蒸気、温水、冷水」の熱量換算係数(1.36)は、2003 年度総合エネルギー統計における「地域熱供給」のデータを使用し、温熱・冷熱を発生させるために投入したエネルギー量(入力値)で温熱・冷熱発生量(出力値)を除することにより算出されている。

年度	1999	2000	2001	2002	2003
温熱・冷熱の発生量 (PJ)	21.33	22.65	22.60	23.16	22.96
温熱・冷熱を発生させるために投入したエネルギー量 (PJ) (※1)	31.06	32.15	31.69	32.19	31.26 (※2)
換算係数	1.46	1.42	1.40	1.39	1.36

換算係数→ 1.36 GJ/GJ

(※1) 電気の発熱量は、現行の省エネ法の換算係数 (9,830kJ/kWh) を使用

(※2) 換算係数を設定した 2003 年度の温熱・冷熱を発生させるために投入したエネルギー量の内訳

石炭 (727TJ)、石油製品 (1,378TJ)、都市ガス (14,067TJ)、再生可能・未利用エネルギー (4,394TJ)、電力 (10,690TJ)

図 10.1-3 現行の産業用蒸気の熱量換算係数の算定方法

出所：2005 年度総合資源エネルギー調査会省エネルギー基準部会

工場判断基準小委員会 (第 4 回) 参考資料 2

入力値および出力値として参照されている具体的な項目を下図に示す。

産業用以外の蒸気、温水、冷水現行の熱量換算係数=入力値÷出力値 = 1.36

入力値：第 2350 行「地域熱供給」における第 100 列「石炭」、第 250 列「石油製品」、第 450 列「都市ガス」、第 500 列「再生可能・未活用エネルギー」および第 700 列「電力」の一次エネルギー換算値の合計値

出力値：第 5000 行「最終エネルギー消費」における第 820 列「熱供給」

2003FY	100	150	200	250	400	450	500	700	800	820
<< EBS本表 Energy Balance Statistics Ortho Table >>	石炭	石炭製品	原油	石油製品	天然ガス	都市ガス	再生可能・未活用エネルギー	電力	熱	熱供給
<< Energy Unit >>	Coal	Coal Prod	Oil	Oil Product	Natural Gas	Town Gas	New & Renewabl	Electricity	Heat	Heat Utilities
2003FY	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ
2350	地域熱供給	-727	0	0	-1378	0	-14067	-4394	-3915	23647
5000	最終エネルギー消費	408135	1174096	0	9083018	60369	1052676	44259	3372476	716858
										22958

図 10.1-4 産業用蒸気 現行の熱量換算係数の算定元データ項目

出所：平成 16 年度版総合エネルギー統計より作成

総合エネルギー統計においては、電力は二次エネルギー消費量(3915TJ)で記載されている。図 10.1-3 に示す内訳のうち電力(10,690)は、同図中に明記されているとおり、省エネ法の換算係数を使用して、一次エネルギーへと換算されている。電力の一次エネルギーへの換算式を下記に示す。

電力の一次エネルギー換算式：

(電力エネルギー消費量)/(電力消費発熱量) × 省エネ法換算係数

3915[TJ]/3.6[kWh/MJ] × 9.830[MJ/kWh] = 10,690[TJ]

10.1.3. 熱量換算係数見直しにおける課題と新たな熱量換算係数の設定

(1) 化石燃料

化石燃料の換算係数のうち、これまで原料炭、一般炭および高炉ガスはそれぞれ単一の換算係数が規定されており、詳細種別に応じた発熱量が反映されていなかった。そこで、見直し案では原料炭を 3 種類、一般炭と高炉ガスはそれぞれ 2 種類の種別に応じた換算係数を設定することとした。

化石燃料の換算係数は最新の 2018 年度エネルギー源別標準発熱量に基づき設定する。下表に現行値と改定値を併せて示す。

表 10.1-2 化石燃料の熱量換算係数(現行値と改定値)

省エネ法の現行値		見直し案 (2018年度 標準発熱量)			変化割合	変更点	
項目	数値(GJ/計量単位)	項目	数値(GJ/計量単位)	表			
石油	原油[kl]	38.2	原油[kl]	38.3	本表	0.26%	
	原油のうちコンデンセート[kl]	35.3	原油のうちコンデンセート[kl]	34.8	本表	-1.42%	
	揮発油[kl]	34.6	揮発油[kl]	33.4	本表	-3.47%	
	ナフサ[kl]	33.6	ナフサ[kl]	33.3	本表	-0.89%	
	ジェット燃料油[kl]	36.7	ジェット燃料油[kl]	36.3	本表	-1.09%	
	灯油[kl]	36.7	灯油[kl]	36.5	本表	-0.54%	
	軽油[kl]	37.7	軽油[kl]	38.0	本表	0.80%	
	A重油[kl]	39.1	A重油[kl]	38.9	本表	-0.51%	
	B・C重油[kl]	41.9	B・C重油[kl]	41.8	本表	-0.24%	
	石油アスファルト[t]	40.9	石油アスファルト[t]	40.0	参考値表	-2.20%	
ガス	石油コークス[t]	29.9	石油コークス[t]	34.1	本表	14.05%	
	液化石油ガス(LPG)[t]	50.8	液化石油ガス(LPG)[t]	50.1	本表	-1.38%	
	石油系炭化水素ガス[千m ³]	44.9	石油系炭化水素ガス[千m ³]	46.1	本表	2.67%	
	液化天然ガス(LNG)[t]	54.6	液化天然ガス(LNG)[t]	54.7	本表	0.18%	
	その他可燃性天然ガス[千m ³]	43.5	その他可燃性天然ガス[千m ³]	38.4	本表	-11.72%	
石炭	原料炭[t]	29.0	輸入原料炭[t]	28.7	本表	-1.03%	名称変更
			コークス用原料炭[t]	28.9	本表	—	追加
			吹込用原料炭[t]	28.3	本表	—	追加
	一般炭[t]	25.7	輸入一般炭[t]	26.1	本表	1.56%	名称変更
			国産一般炭[t]	24.2	参考値表	—	追加
	無煙炭[t]	26.9	輸入無煙炭[t]	27.8	本表	3.35%	名称変更
	石炭コークス[t]	29.4	石炭コークス[t]	29.0	本表	-1.36%	
	コールタール[t]	37.3	コールタール[t]	37.3	参考値表	0.00%	
	コークスガス[千m ³]	21.1	コークスガス[千m ³]	18.4	本表	-12.80%	
	高炉ガス[千m ³]	3.41	高炉ガス[千m ³]	3.23	本表	-5.28%	
		発電用高炉ガス[千m ³]	3.45	参考値表	—	追加	
	転炉ガス[千m ³]	8.41	転炉ガス[千m ³]	7.53	本表	-10.46%	

(2) 産業用蒸気

現行の換算係数は総合エネルギー統計の「産業用蒸気」のデータを使用して算出されているが、総合エネルギー統計は2015年(平成27年)4月14日改訂において、5年毎の産業連関表及び毎年の経済活動別国内総生産を活用した推計から、エネルギー消費統計調査を活用した推計方法に変更され、「産業用蒸気」は「自家用蒸気発生」として記載されている。また、総合エネルギー統計の業種分類は、非製造業4業種、製造業10業種、業務他部門13業種(他業種・中小製造業、他・分類不明・誤差を除く)であったが、標準産業分類に準拠した98業種(農林水産鉱建設業8業種、製造業25業種、業務他65業種)に細分化された。²⁷換算係数の見直しにあたっては、上記の総合エネルギー統計の変更を考慮し、算定するデータ項目を選定する必要がある。

省エネ法定期報告書において産業用蒸気の熱換算係数の適用対象となるのは、外部から供給された蒸気であることから、算定対象部門は「自家用蒸気発生」のうち「製造業蒸気発生」とした。下図に新旧の総合エネルギー統計における対象部門の比較を示す。

²⁷ 経済産業省資源エネルギー庁 ホームページ 総合エネルギー統計の改訂について
https://www.enecho.meti.go.jp/statistics/total_energy/review.html

旧総合エネルギー統計 エネルギー単位表	現行の総合エネルギー統計 エネルギー単位表	
産業用蒸気	自家用蒸気発生	
パルプ紙板紙	製造業 蒸気発生	} 算定対象
化学繊維	製造業 (除 機械製造業)	
石油製品	食料品製造業	
化学	飲料たばこ飼料製造業	
ガラス製品	繊維工業	
窯業土石	木材・木製品製造業	
鉄鋼	家具・装備品製造業	
非鉄地金	パルプ・紙・紙加工品製造業	
機械他	印刷・同関連業	
重複補正	化学工業	
製造業部門間移転	石油製品・石炭製品製造業	
	プラスチック製品製造業	
	ゴム製品製造業	
	なめし革・同製品・毛皮製造業	
	窯業・土石製品製造業	
	鉄鋼業	
	非鉄金属製造業	
	金属製品製造業	
	機械製造業	
	農林水産鉱建設 蒸気発生	
	情報通信・運輸郵便・電気ガス熱水道業 蒸気発生	
	卸小売・金融保険・不動産業 蒸気発生	
	宿泊飲食・専門技術・生活関連サービス業 蒸気発生	
	教育・学習支援・医療・保険衛生・社会福祉他 蒸気発生	
	公務 蒸気発生	
	分類不明 自家用蒸気	
	自家用蒸気部門間移転	

図 10.1-5 新旧の総合エネルギー統計における対象部門の比較

換算係数は、現行と同様に、「投入したエネルギー量」を「蒸気発生量」で除することにより算定する。

蒸気発生量(分母)は自家用蒸気発生とする。

投入したエネルギー量(分子)は、現行の換算係数と同様に石炭、石炭製品、原油、石油製品、天然ガス、都市ガス、再生可能エネルギー(水力を除く)、未活用エネルギーの合計値とする。

未活用エネルギーのうち産業蒸気回収については、消費側で算定する。具体的な算定方法として、総合エネルギー統計のエネルギー単位表において、未活用エネルギーは一次側の熱量換算係数により算出されているが、未活用エネルギーのうち産業蒸気回収は固有単位表から消費側の熱量換算係数で算出した値を使用する。

入力値：第 26200 行「製造業蒸気発生」における第 0100 列「石炭」、第 0200 列「石炭製品」、第 0300 列「原油」、第 0400 列「石油製品」、0500 列「天然ガス」、第 060 列「都市ガス」、第 0700 列「再生可能エネルギー」および第 1000 列「未活用エネルギー」の合計値

出力値：第 26200 行「製造業蒸気発生」における第 1310 列「自家用蒸気」

$$\text{産業用蒸気の熱量換算係数} = \text{入力値} \div \text{出力値} = 1.17$$

下図に入力値(エネルギー投入量)および出力値(蒸気発生量)として参照される具体的な項目を示す。

2020FY		\$	Row	\$0100	\$0200	\$0300	\$0400	\$0500	\$0600	\$0700	\$1000	\$1310	
<< 総合エネルギー統計 本表 General Energy Statistics >>													エネルギー投入量 (分子)
				石炭	石炭製品	原油	石油製品	天然ガス	都市ガス	再生可能エネルギー(水力を除く)	未活用エネルギー	自家用蒸気	
<< Energy Unit >>													蒸気発生量 (分母)
			Display Unit 表示単位	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	
#260000	Auto St		自家用蒸気発生	-212003	-58276	-55	-273008	-21720	-188714	-165388	-172630	813545	
#262000	E	Manufact	製造業 蒸気発生	-212003	-58276	-55	-271489	-21720	-168751	-107245	-129557	810113	

2020FY		\$	Row	\$N200	\$N250	\$N252	
				未活用エネルギー			
			固有単位表				Wasted Energy Use
Line #	詳細表						産業蒸気回収 Industrial Wasted
			Measuring Unit	MJ	MJ	kg	3.12 Primary
			HCV: High Calor MJ/Measuring Unit	1.00	1.00	2.57	消費側 Secondary
#260000	Auto St		自家用蒸気発生	-177630.3	-128017.3	-40980.5	
#262000	E	Manufact	製造業 蒸気発生	-129597.3	-113569.0	-36355.4	

未活用エネルギーは固有単位表から消費側の熱量換算係数で算出した値を使用する。

総合エネルギー統計では一次側の熱量換算係数により算出されている
算出式：-36355.4 * 3.12 = -113569(MJ)

消費側の熱量換算係数を使用して算出する
算出式：-36355.4 * 2.57 = -93545.8(MJ)

図 10.1-6 エネルギー投入量および蒸気発生量の算出方法

出所：総合エネルギー統計 2020 年度より作成

(3) 産業用以外の蒸気、温水、冷水

現行の換算係数は総合エネルギー統計の「地域熱供給」のデータを使用して算出されている。総合エネルギー統計の業種分類は、平成 16 年当時の非製造業 4 業種、製造業 10 業種、業務他部門 13 業種（他業種・中小製造業、他・分類不明・誤差を除く）から、標準産業分類に準拠した 98 業種（農林水産鉱建設業 8 業種、製造業 25 業種、業務他 65 業種）に細分化されており、製造業以外の自家用蒸気発生についても統計データが存在することから、「地域熱供給」に加え、「製造業を除く自家用蒸気発生」を対象とする。下図に新旧の総合エネルギー統計における対象部門の比較を示す。

旧総合エネルギー統計 エネルギー単位表	現行の総合エネルギー統計 エネルギー単位表	
地域熱供給	地域熱供給	— 現行値の 算定対象
	自家用蒸気発生	
	製造業 蒸気発生	} 追加となる 算定対象
	農林水産鉱建設 蒸気発生	
	情報通信・運輸郵便・電気ガス熱水道業 蒸気発生	
	卸小売・金融保険・不動産業 蒸気発生	
	宿泊飲食・専門技術・生活関連サービス業 蒸気発生	
	教育・学習支援・医療・保険衛生・社会福祉他 蒸気発生	
	公務 蒸気発生	
	分類不明 自家用蒸気	
	自家用蒸気部門間移転	

図 10.1-7 新旧の総合エネルギー統計における対象部門の比較

換算係数は、「投入したエネルギー量」を「熱供給量および蒸気発生量」で除することにより算定する。

熱供給量および蒸気発生量(分母)は、地域熱供給および製造業以外による自家用蒸気発生合計値とする。

投入したエネルギー量(分子)は、石炭、石炭製品、原油、石油製品、天然ガス、都市ガス、再生可能エネルギー(水力を除く)、未活用エネルギー、電力の合計値とする。

未活用エネルギーのうち廃熱利用熱および蒸気回収については、消費側で算定する。具体的な算定方法として、総合エネルギー統計のエネルギー単位表において、未活用エネルギーは一次側の熱量換算係数により算出されているが、未活用エネルギーのうち廃熱利用熱および蒸気回収は固有単位表から消費側の熱量換算係数で算出した値を使用する。

入力値 1：第 261000 行「農林水産鉱建設 蒸気発生」、第 265000 行「情報通信・運輸郵便・電気ガス熱水道業 蒸気発生」、第 266000 行「卸小売・金融保険・不動産業 蒸気発生」、第 267000 行「宿泊飲食・専門技術・生活関連サービス業 蒸気発生」、第 268000 行「教育・学習支援・医療・保険衛生・社会福祉他 蒸気発生」、第 269000 行「公務 蒸気発生」、第 269991 行「分類不明 自家用蒸気」および第 269995 行「自家用蒸気部門間移転」それぞれにおける第 0100 列「石炭」、第 0200 列「石炭製品」、第 0300 列「原油」、第 0400 列「石油製品」、第 0500 列「天然ガス」、第 0600 列「都市ガス」、第 0700 列「再生可能エネルギー」および第 1000 列「未活用エネルギー」の合計値

入力値 2：第 270000 行「地域熱供給」における第 0400 列「石油製品」、第 0600 列「都市ガス」、第 0700 列「再生可能エネルギー」、第 1000 列「未活用エネルギー」および第 1200 列「電力」の合計値

出力値 1：第 261000 行、第 265000 行、第 266000 行、第 267000 行、第 268000 行、第 269000 行および第 269991 行「蒸気発生」における第 1310 列「自家用蒸気」

出力値 2：第 500000 行「地域熱供給」における第 1350 列「熱供給」

産業用以外の蒸気、温水、冷水の熱量換算係数

$$= (\text{入力値 1} + \text{入力値 2}) / (\text{出力値 1} + \text{出力値 2}) = 1.19$$

下図に入力値(エネルギー投入量)および出力値(蒸気発生量および熱供給量)として参照される具体的な項目を示す。



図 10.1-8 エネルギー投入量、蒸気発生量および熱供給量の算出方法

出所：総合エネルギー統計 2020 年度より作成

10.2. 電気の換算係数の検討

10.2.1. 検討の概要

需要側での電力消費に関わる換算係数を計算するにあたり、総合エネルギー統計における 2016・2020 年度の各年の受電端での火力発電の効率を試算し、1kWh あたりの発熱量を試算する。換算係数は火力や水力など各発電要素をすべて考慮した全電源平均値と火力のみを考慮した火力平均値を算出する。

10.2.2. 全電源平均のエネルギー換算係数

係数の算出手順は以下の通りである。

1. 総合エネルギー統計の時系列表から電源構成(発電量)と電源構成(投入量)を用いて、各電源要素の発電効率を求める。

表 10.2-1 各電源要素の発電効率

	2016	2017	2018	2019	2020
原子力	42%	42%	42%	43%	43%
石炭	40%	40%	40%	40%	39%
天然ガス	45%	46%	46%	47%	46%
石油等	38%	39%	37%	40%	41%
水力	42%	42%	42%	42%	42%
太陽光	42%	42%	42%	43%	43%
風力	42%	42%	42%	43%	43%
地熱	42%	42%	42%	43%	43%
バイオマス	25%	27%	28%	27%	29%

2. 総合エネルギー統計（エネルギーバランス表）から所内消費および送配電ロスと事業用発電を用いて、所内ロス率および送配電ロス率を求める。

表 10.2-2 所内ロス率および送配電ロス率

	2016	2017	2018	2019	2020
所内ロス率	5.4%	5.5%	5.3%	5.3%	5.1%
送配電ロス率	5.3%	4.7%	5.3%	5.4%	5.8%

3. いくつかの電源要素を一般的に妥当と考えられている値に修正する。具体的には原子力：33%、再エネ：100%、地熱：100%とし、バイオマスは混焼などにより他の火力と切り分けが難しいため、石炭・天然ガス・石油等の平均値とする。また、石炭・天然ガス・石油・バイオマスの発電効率に（1－所内ロス率）を乗じて送電端ベースの各電源要素の発電効率を算定する。

表 10.2-3 各電源要素の送電端ベースの発電効率

	2016	2017	2018	2019	2020
原子力	33%	33%	33%	33%	33%
石炭	38%	38%	38%	38%	37%
天然ガス	43%	44%	44%	44%	44%
石油等	36%	37%	35%	38%	39%
水力	100%	100%	100%	100%	100%
太陽光	100%	100%	100%	100%	100%
風力	100%	100%	100%	100%	100%
地熱	100%	100%	100%	100%	100%
バイオマス	40%	40%	40%	41%	41%

4. 3.で得られた効率で電源構成(発電量)を割り戻し、全電源平均発電効率(送電端)を求める

表 10.2-4 電源構成(発電量)

発電量 (kL)

	2016	2017	2018	2019	2020
原子力	168	306	604	593	360
石炭	3205	3229	3091	3036	2884
天然ガス	4045	3915	3745	3560	3625
石油等	929	827	685	596	591
水力	739	779	753	740	729
太陽光	425	512	583	645	735
風力	57	60	70	71	83
地熱	23	23	23	26	28
バイオマス	183	203	220	243	268

表 10.2-5 全電源平均発電効率(送電端)

	2016	2017	2018	2019	2020
全電源平均発電効率(送電端)	43.0%	43.5%	43.5%	44.1%	44.7%

5. 全電源平均発電効率(送電端) × (1 - 送配電ロス率) から全電源平均発電効率(受電端)を求める。

表 10.2-6 全電源平均発電効率（受電端）

	2016	2017	2018	2019	2020
全電源平均発電効率（受電端）	40.7%	41.5%	41.2%	41.7%	42.1%

6. 3.6[MJ/kWh]/全電源平均発電効率（受電端）から全電源平均のエネルギー換算係数を求める。

表 10.2-7 全電源平均のエネルギー換算係数

	2016	2017	2018	2019	2020
全電源平均のエネルギー換算係数	8.84	8.68	8.75	8.62	8.54

7. 直近 3 年間の平均値を係数とする。

表 10.2-8 全電源平均のエネルギー換算係数（直近 3 年間の平均値）

2018～2020 の平均
8.64

10.2.3. 火力平均のエネルギー換算係数

係数の算出手順は以下の通りである。

1. 総合エネルギー統計の時系列表から電源構成(発電量)と電源構成(投入量)を用いて、各電源要素の発電効率を求める。

表 10.2-9 各電源要素の発電効率

	2016	2017	2018	2019	2020
原子力	42%	42%	42%	43%	43%
石炭	40%	40%	40%	40%	39%
天然ガス	45%	46%	46%	47%	46%
石油等	38%	39%	37%	40%	41%
水力	42%	42%	42%	42%	42%
太陽光	42%	42%	42%	43%	43%
風力	42%	42%	42%	43%	43%
地熱	42%	42%	42%	43%	43%
バイオマス	25%	27%	28%	27%	29%

2. 石炭、天然ガス、石油等の効率で電源構成(発電量)を割り戻し、火力平均発電効率（発電端）を求める。

表 10.2-10 電源構成(発電量)

発電量 (kL)

	2016	2017	2018	2019	2020
原子力	168	306	604	593	360
石炭	3205	3229	3091	3036	2884
天然ガス	4045	3915	3745	3560	3625
石油等	929	827	685	596	591
水力	739	779	753	740	729
太陽光	425	512	583	645	735
風力	57	60	70	71	83
地熱	23	23	23	26	28
バイオマス	183	203	220	243	268

表 10.2-11 火力平均発電効率 (発電端)

	2016	2017	2018	2019	2020
火力平均発電効率 (発電端)	42.2%	42.5%	42.5%	42.9%	42.8%

3. 総合エネルギー統計 (エネルギーバランス表) から所内消費および送配電ロスと事業用発電を用いて、所内消費率および送配電ロス率を求める。

表 10.2-12 所内ロス率および送配電ロス率

	2016	2017	2018	2019	2020
所内ロス率	5.4%	5.5%	5.3%	5.3%	5.1%
送配電ロス率	5.3%	4.7%	5.3%	5.4%	5.8%

4. 火力平均発電効率 (発電端) $\times$ (1 - 所内消費率) $\times$ (1 - 送配電ロス率) から火力平均発電効率 (受電端) を求める。

表 10.2-13 火力平均発電効率 (受電端)

	2016	2017	2018	2019	2020
火力平均発電効率 (受電端)	37.8%	38.3%	38.1%	38.5%	38.3%

5. $3.6[\text{MJ/kWh}] / \text{火力平均発電効率 (受電端)}$ から火力平均のエネルギー換算係数を求める。

表 10.2-14 火力平均のエネルギー換算係数

	2016	2017	2018	2019	2020
火力平均のエネルギー換算係数	9.53	9.40	9.44	9.35	9.41

6. 直近 3 年間の平均値を係数とする

表 10.2-15 火力平均のエネルギー換算係数直近 3 年間の平均値)

2018～2020 の平均
9.40

10.3. 非化石エネルギーの熱換算係数の設定

10.3.1. 非化石燃料の分類

生産過程において副次的に生成される可燃物、可燃ガス等の副生物は原料に再利用することが困難であったり、近辺に適切な熱需要が無い等の理由から、発電に用いない限り廃棄されてきた。一方、副生物を発電燃料に利用する場合でも、石炭や天然ガスと比較して単位当たりの熱量が低いため、発電全体としての効率は低下する。しかし、副生物を有効活用し、化石燃料使用量を削減することは促進するべきで、現行省エネ法でも副生物のエネルギー量は投入エネルギーから除外されている。このような副産物の事例として、現行省エネ法は、高炉ガス、転炉ガス、コークス炉ガス、黒液、汚泥、廃油（使用済み潤滑油）、副生タール・ピッチ類、廃溶剤、RDF（廃棄物固形燃料）を対象としている。

現行省エネ法は、生産過程の副生物の有効活用による化石燃料使用の合理化を主な目的としているが、改正省エネルギー法は非化石エネルギーを含むエネルギー全体の使用合理化、化石燃料から非化石燃料への転換促進を求める考えから、副生物以外の非化石燃料を広く対象とすることを検討した。

（生産過程の）副生物以外の非化石燃料項目として、総合エネルギー統計で「再生可能エネルギー」、「未活用エネルギー」として分類されている項目を参考にした（表 7.2.1）。

また、炭化水素を中心とする化石燃料使用に伴う温室効果ガス排出の削減の観点から、炭素を含まない水素やアンモニアの燃料利用、バイオ燃料や炭素の吸収固定化等の中立化を前提とする合成燃料を加える検討も行った。

表 10.3-1 現行省エネ法で投入エネルギーから除外する副生物や非化石エネルギーと総合エネルギー統計の再生可能エネルギー、未活用エネルギー

分野	分類	現行省エネ法（除外項目）	総合エネルギー統計	総発熱量
非化石燃料	水素 アンモニア バイオマスエネルギー			
		不純アルコール	バイオエタノール	23.42 MJ/L
		動植物油		
		バイオマス由来燃料	バイオディーゼル	35.60 MJ/L
			バイオガス	21.16 MJ/m3 SATP
		油脂ヒッチ、脂肪酸ヒッチ、バイオマス由来燃料	バイオマスその他	
	廃棄物燃料	RDF	RDF	18.00 MJ/kg
			RPF	26.88 MJ/kg
		木屑	木材	13.21 MJ/kg
		廃材	廃材	17.06 MJ/kg
		黒液	黒液	13.61 MJ/kg
		副生ガス	廃棄物ガス	21.16 MJ/m3 SATP
		副生油、廃油、廃アルコール	再生油	
		廃タイヤ	廃タイヤ	33.20 MJ/kg
		廃プラスチック	廃プラスチック	29.30 MJ/kg
		タールピッチ		
		コーヒー粕	廃棄物その他	

10.3.2. 非化石燃料の熱量換算係数

(1) 総合エネルギー統計の熱量換算係数を準拠

非化石燃料の熱量換算係数は、総合エネルギー統計を準拠することを基本と考えた。総合エネルギー統計に熱量換算係数が設定されていない場合は、理科年表を準拠した。なお、熱量換算係数の単位は重量当たりの熱量（MJ/ton）を基本とするが、気体燃料の場合は総合エネルギー統計の標準環境状態（SATP：25℃、1bar）を標準状態（STP：0℃、1気圧）に換算する。）

表 10.3-2 非化石燃料の熱量換算係数案

	項目	標準発熱量 (MJ/kg)	実測での 報告	燃料の定義、事例
バイオマス	黒液	13.61	○	黒液
	木材	13.21	○	木材チップ、木質バイオマス、ヤシ殻、木炭、木材を起源とする廃棄物（原木を裁断しチップを製造する際の表皮、分枝やパルプ製造時の残滓等）
	バイオエタノール	23.42 (MJ/L)		植物や動物などバイオマス由来の資源から作られ、ガソリンを代替する液体燃料。
	バイオディーゼル	35.60 (MJ/L)		植物や動物などバイオマス由来の資源から作られ、軽油を代替する液体燃料。
	バイオガス	21.16 (MJ/m ³ SATP)		家畜排泄物、生ごみ、食品残渣、下水処理場等から発生するバイオマス由来の資源から作られたガスを回収し、燃料製品としたもの
	その他バイオマス	13.21	○	黒液、木材、バイオエタノール、バイオディーゼル、バイオガスを除く動物や植物などバイオマス由来の資源を燃料として使用する主に固体のもの。例えば、ペーパースラッジ、汚泥、肉骨粉、油脂ヒッチ、脂肪酸ヒッチ、コーヒー粕。
未活用	RDF	18.00		一般廃棄物、産業廃棄物のうち金属等の不燃分や水分を除去、分離し、可燃物を精製固化し添加物を加え、発熱量を調整して燃料製品としたもの
	RPF	26.88		廃プラスチックや再生利用困難な古紙等を混合、成型し、発熱量を調整して燃料製品としたもの
	廃タイヤ	33.20	○	再生利用が不可能な使用済タイヤ
	廃プラスチック	29.30	○	再生利用が不可能な使用済プラスチック、家庭部門から「ごみ」として収集されたプラスチック
	廃油	40.20 (MJ/L)	○	バイオマス由来以外の廃油、および廃油等を分離処理等を施し、燃料として利用するもの
	廃棄物ガス	21.16 (MJ/m ³ SATP)		一般廃棄物又は産業廃棄物の埋立処分場において副生するメタン等の可燃性ガスのうち、バイオマスのみを由来としたガスが否かが明らかでないものを回収し、燃料製品としたもの
	混合廃材	17.06	○	タールピッチまたはプラスチック、木材、布などが混合した固体状の廃材
	水素	141.80 (MJ/t)		水素
	アンモニア	22.50 (MJ/t)		アンモニア組成は同じだが、発熱量は別途定める必要がある。

(2)非化石燃料の熱量換算係数のばらつきを考慮した事業者の個別設定

非化石燃料の熱量換算については、総合エネルギー統計で定めている熱量換算係数を基本とする一方、総合エネルギー統計の標準発熱量は日本全体のエネルギー需給等を示す観点で設定されており、燃料種や使用場面においては様々な燃料が使用されていることから、個別事業者のエネルギー使用を適切に評価できない場合があることが推測される。そのため、事業者や業界団体の協力で、非化石燃料の使用実態、どのような非化石燃料を使用しているか、それらの非化石燃料のエネルギー量（熱量換算係数）をどのように把握しているかの調査を行った。

図 10.3-1 は非化石燃料使用を比較的多く使用しているセメント各社、製紙各社で使用されている「廃プラスチック」の熱量換算係数のばらつきを示している。RPF（廃棄物プラスチック燃料）のように熱量計測手法が日本工業基準で標準化されており燃料製品として販売されている非化石燃料に比べると、廃棄製品や廃棄物を直接燃料として使用する場合は組成や状態がばらつき、熱量換算係数もばらつくことが分かった。

そのため、非化石燃料の分類において、その組成や状態のばらつきを考慮し、総合エネルギー統計上の標準発熱量を代表値として定めたいうえで、燃料種によっては事業者または第3者による測定値の使用による報告を容認することを提案した。

なお、非化石燃料の実態調査において、文献からの引用や化石燃料使用削減量からの推計を行っている例もあったが、化石燃料の熱量測定基準の準用等で熱量測定を行っている事業者があり、熱量測定が技術的に困難とは認められないため、個別の熱量換算係数の使用に

あたっては測定値を基本とすることが適切と考えられる。

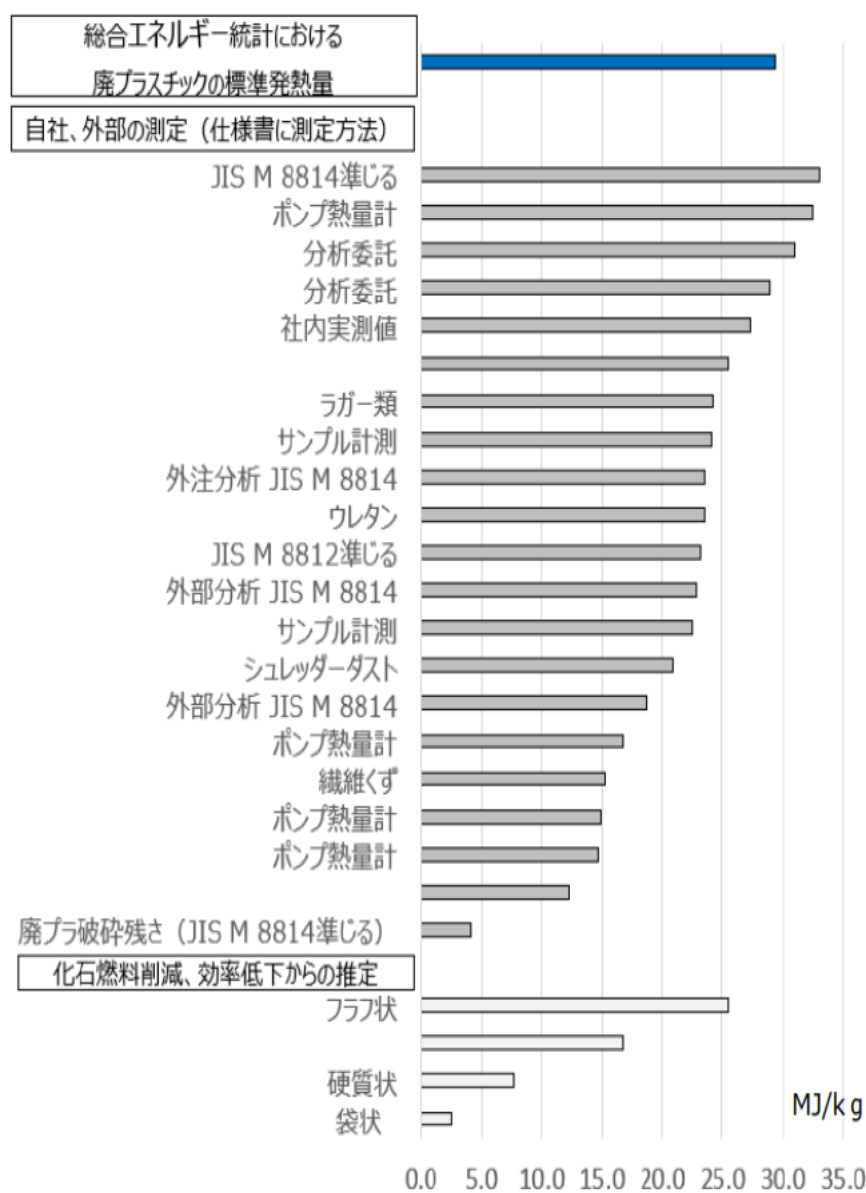


図 10.3-1 事業者が使用している非化石燃料（廃プラスチック）の発熱量調査の結果

10.3.3. 非化石燃料使用に伴う補正係数の設定

非化石燃料を化石燃料と混焼した場合、発電効率やボイラー効率が低下することが知られている。非化石燃料への変換によるエネルギー使用の合理化を促進する観点から、エネルギー消費原単位やベンチマークの算定において非化石燃料の投入量に補正係数 ($\alpha < 1$) を乗じることを検討した。

補正係数について、非化石燃料の性質や混焼割合により効率低下の度合いは異なるが、石炭発電へのバイオマス混焼、石炭発電へのアンモニア混焼による知見があった。低炭素電力供給システムに関する研究会（資源エネルギー庁）の資料によるとバイオマス混焼率1%につき発電効率が0.08%低下すると推定されている。内閣府の戦略的イノベーション創造プログラムにおけるアンモニアの発電利用に関する事業性評価（中部電力）において、アンモニアの混焼比率の増加に伴い発電効率が低下、およそアンモニア比率20%につき2.8%程度低下する関係が確認されている（図10.3-2）。

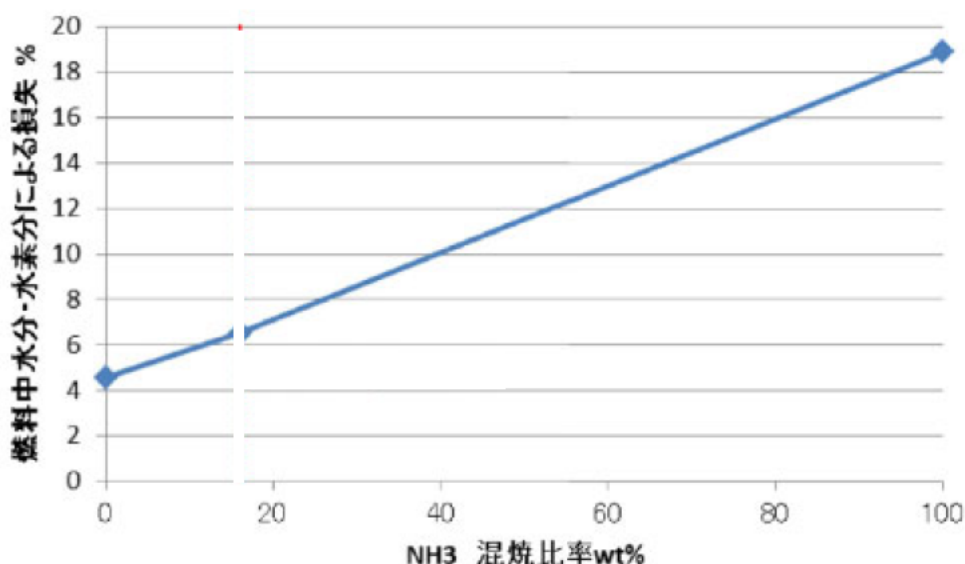


図 10.3-2 石炭発電のアンモニア混焼による効率低下（中国電力、SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）研究題目「アンモニアの発電利用に関する事業性評価」

<https://www.jst.go.jp/sip/dl/k04/end/team6-10.pdf> を一部加工)

燃料混焼に伴う効率低下の主な原因は、主に燃料に含まれる水分及び燃焼により発生した水分の蒸発潜熱による損失で、特に、アンモニア (NH₃) には水素が含まれるため、燃焼により水分が発生する。水分の含有量・発生量が比較的多いバイオマスやアンモニアを念頭に、エネルギーの使用の合理化において非化石燃料に乗じる補正係数は当面の間 0.8 と設定することが適切と考える。なお、非化石燃料が燃焼の用途の他、燃料電池による発電や運輸の用途で供される場合も含め、技術動向や導入状況を踏まえて、今後必要に応じて見直しを行うことも必要と考えられる。

第11章 供給側の状況を踏まえた需要シフトを促すための制度設計に関する検討

11.1. デマンドレスポンスを促す制度の検討

再エネ余剰電気が発生している時間への需要シフトを促すため、経済産業省は、再エネ出力制御や需給ひっ迫等の供給側の状況を踏まえ、時間帯別又は月別に使用する電気需要最適化係数を公表することを検討している。時間帯別の場合の例を挙げると図 11.1-1 に示す通り、再エネの出力制御時には、1 kWh の電気を 3.60 MJ で評価し、一方で需給ひっ迫が生じているときに使ったエネルギーは、非効率な発電所も動いていることを考慮し、火力重み付け係数で評価し、その他の時間帯には 火力平均の 1 次エネルギー換算係数で評価するというものである。この方針を踏まえ、「出力制御」や「需給ひっ迫」の状況並びに、これらを踏まえた電気需要最適化係数の試算を行う。

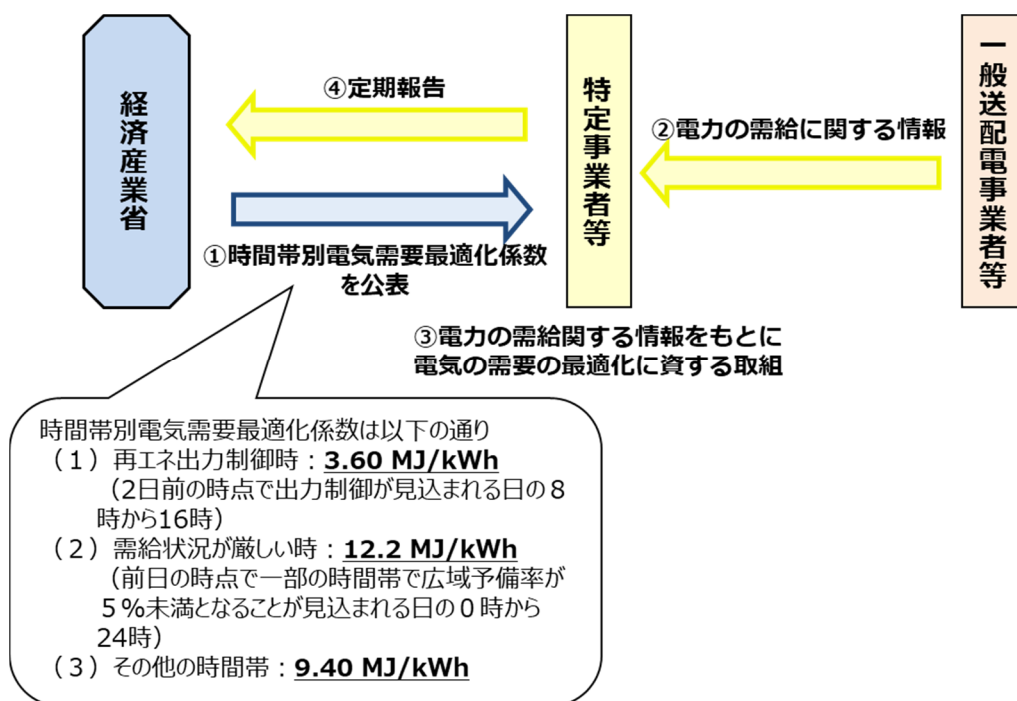


図 11.1-1 電気需要最適化係数の考え方（時間帯別）

11.1.1. 出力制御の状況

2021 年度に『再生可能エネルギーの固定価格買取制度』に基づく再エネ出力制御指示が行われたのは、九州電力のみで、月別の発生日数・時間を表 11.1-1 に示す。

表 11.1-1 再エネ出力制御指示の月別発生日数・時間（2021 年度、九州電力）

月	時間(h)	日数(d)
4 月	155.5	21
5 月	113	15
6 月	19.5	3
7 月	3	1
8 月	0	0
9 月	22.5	4
10 月	65.5	11
11 月	22.5	7
12 月	3	1
1 月	26	4
2 月	9.5	2
3 月	68.5	13

11.1.2. 需給ひっ迫の状況

2021 年度の需給ひっ迫状況については、電力広域的運営推進機関（広域機関）の需給関連情報で発表されている翌日の各地域の予想予備率がある。²⁸これは 30 分毎に予想されているので、1 日のうちに 1 度でも 5%未満となった日が月ごとに何日あるかを集計した。各エリアの月別の需給ひっ迫発生状況を表 11.1-2 に示す。

表 11.1-2 2021 年度の需給ひっ迫状況

	北海道	東北	東京	北陸	中部	関西	中国	四国	九州	沖縄
4月	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5月	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6月	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7月	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8月	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9月	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10月	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11月	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12月	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1月	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0
2月	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
3月	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0
合計	1	4	4	0	2	0	0	0	0	0

11.1.3. 月別電気需要最適化係数の試算

2022 年 2 月から 2023 年 1 月の電力の需給実績をもとに、月別電気需要最適化係数を試算した。具体的には下記の通り計算した。

²⁸ https://occtonet3.occto.or.jp/public/dfw/RP11/OCCTO/SD/LOGIN_login#

- ① 再エネ出力制御時には、再エネ係数【3.60 MJ/kWh】を、
- ② 需給状況が厳しい時には、火力重み付け係数【12.2 MJ/kWh】を、
- ③ その他の時間帯では、火力平均係数【9.40 MJ/kWh】を使用する。

月ごとに計算した電気需要最適化係数表 11.1-3 に示す。

なお、月別電気需要最適化係数の算出において、再エネ出力制御時とは一般送配電事業者が事業者の工場等が存するエリアにおいて出力制御を実施した時間帯、需給状況が厳しい時とは広域機関が事業者の工場等が存するエリアにおける広域エリアの予備率が5%未満の時間帯を含む日の0時から24時である。

表 11.1-3 月別電気需要最適化係数(2022年2月～2023年1月)

[MJ/kWh]

	北海道	東北	東京	北陸	中部	関西	中国	四国	九州	沖縄
2月	9.40	9.50	9.50	9.40	9.50	9.40	9.40	9.40	9.26	9.40
3月	9.40	9.58	9.58	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	8.59	9.40
4月	9.40	9.08	9.40	9.40	9.40	9.40	9.27	9.14	8.30	9.40
5月	9.35	8.87	9.40	9.40	9.40	9.40	9.09	9.03	8.97	9.40
6月	9.40	9.40	9.68	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40
7月	9.40	9.40	9.49	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40
8月	9.38	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.34	9.40
9月	9.31	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.34	9.40
10月	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.28	9.40	8.96	9.40
11月	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.14	9.40
12月	9.49	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.34	9.40
1月	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.03	9.34

この試算では、九州エリアの4月が最小で8.30 MJ/kWh、東京エリアの6月が最大で9.68 MJ/kWhとなり、その差が1.38 MJ/kWhとなった。