

産業部門・業務部門におけるＬＰガスへの燃料転換の
可能性に関する調査

報 告 書

令和 7 年 2 月



住環境計画研究所
JYUKANKYO RESEARCH INSTITUTE INC.

— 目次 —

1. 調査概要	1
1.1 背景と目的	1
1.2 実施内容	1
1.3 換算係数	2
2. LP ガスへの燃料転換ポテンシャルの試算	3
2.1 総需要データを用いた試算	3
2.1.1 推計方法	3
2.1.2 利用データ	3
2.1.3 業種別エネルギー消費量	5
2.1.4 LP ガスへの燃料転換による CO ₂ 排出削減量	11
2.2 積み上げ方式による推計	14
2.2.1 推計方針	14
2.2.2 LP ガスへの燃料転換による CO ₂ 排出削減量	14
3. 施設園芸におけるエネルギー利用や燃料転換の実態把握	19
3.1 施設園芸市場の概況	19
3.2 大規模施設園芸・植物工場の実態	21
4. 施設園芸における対応方針及び CO ₂ 削減目標値の検討	28
4.1 LP ガス業界の対応方針に関わる考察	28
4.1.1 施設園芸市場の概況	28
4.1.2 効果的な普及方策	29
4.2 施設園芸部門の CO ₂ 排出削減に関する業界目標値	30
5. おわりに	35

1. 調査概要

1.1 背景と目的

LP ガス業界はカーボンニュートラル実現に向けた今後のロードマップとして、2035 年時点での LP ガス約 200 万トン、CO₂ 換算で約 600 万トンの非化石化を目指す方針を掲げている。省エネ・燃料転換の促進は目標達成のための一つの方策であり、高効率給湯器の普及促進、石炭/重油等からの燃料転換により、180 万トンの CO₂ 排出削減が見込まれている。

本調査では、産業部門及び業務部門における重油等から LP ガスへの燃料転換の可能性を検討することを目的に、主要業種におけるエネルギー利用や LP ガスへの燃料転換の実態、また統計データ等を用いた LP ガスへの燃料転換のポテンシャル試算を行う。

1.2 実施内容

(1) LP ガスへの燃料転換ポテンシャルの試算

LP ガスへの燃料転換ポテンシャルの試算方法は、業種別・エネルギー種別のエネルギー総消費量等の総需要データを用いた推計と、設備や面積等の単位当たりエネルギー消費原単位をベースにした積み上げ方式による推計が考えられる。

本調査では前者の総需要データを用いた推計により産業部門及び業務部門の主要業種における LP ガスへの燃料転換ポテンシャルを試算する。さらに、特定業種として農業の施設園芸を対象に積み上げ方式で燃料転換ポテンシャルを推計する。

なお、推計にあたっては、「(2)業種別のエネルギー利用や燃料転換の実態把握」で実施する事業者インタビュー等の結果を反映する。

(2) 施設園芸におけるエネルギー利用や燃料転換の実態把握

重油等から LP ガスへの燃料転換の可能性や対策を検討するためには、各業種におけるエネルギーや設備利用の実態を把握することが重要である。

本調査では産業部門におけるエネルギー多消費産業である農業の施設園芸を中心に、文献調査や事業者に対するインタビュー調査により、施設園芸におけるエネルギー利用及び燃料転換の実態を整理する。

1.3 換算係数

本調査では固有単位でのエネルギー消費量やCO₂排出削減量を算出する際、表 1.1 に示す熱量換算係数とCO₂排出係数を用いる。

表 1.1 熱量換算係数及びCO₂排出係数

(a)熱量換算係数

	値	単位
LPG	50.08	MJ/kg
灯油	36.49	MJ/L
A重油	38.90	MJ/L

(b)CO₂排出係数

	値	単位
LPG	2.99	tCO ₂ /t
灯油	2.50	tCO ₂ /kl
A重油	2.75	tCO ₂ /kl

(出所) 資源エネルギー庁：標準発熱量・炭素排出係数（総合エネルギー統計）
環境省：算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧

2. LP ガスへの燃料転換ポテンシャルの試算

本調査では産業部門及び業務部門の主要業種における LP ガスへの燃料転換ポテンシャルを総需要データから試算し、さらに特定業種として農業の施設園芸を対象に積み上げ方式で燃料転換ポテンシャルを推計する。

2.1 総需要データを用いた試算

2.1.1 推計方法

経済産業省が公表する「エネルギー消費統計」では、産業部門及び業務部門において無作為抽出した事業者の燃料消費等の回答結果から 1 事業所当たりの燃料種別の消費量を推計し、事業所母集団データベースの事業所数で拡大推計を行っている。本調査では総需要データとしてこの統計データを活用し、LP ガスへの燃料転換が起こりうる市場規模の割合等を想定した上で、各業種における LP ガスへの燃料転換ポテンシャルを試算する（図 2.1）。

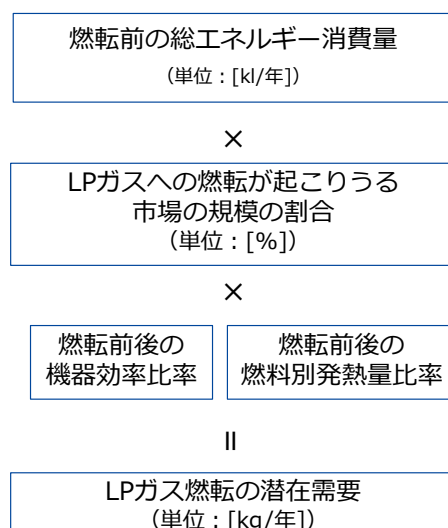


図 2.1 総需要データからの推計イメージ

2.1.2 利用データ

経済産業省資源エネルギー庁「エネルギー消費統計調査」は、総務省の事業所母集団データベースを母集団名簿として全国の産業部門及び業務部門の全事業所から無作為抽出した約 18 万事業所に対して燃料消費量等に関する調査を行い、その結果をとりまとめたものである。産業部門及び業務部門における業種別、エネルギー源別等の最終エネルギー消費量に関するデータが掲載されている。

同統計の調査範囲を図 2.2 に示す。産業部門は 石油等消費動態統計で把握している製造業 9 業種（パルプ・紙・板紙、化学工業製品、化学繊維、石油製品、窯業・土石製品、ガラス製品、鉄鋼、非鉄金属地金、機械器具）のうち、従業者数が一定規模以下の中小規模事業所が対象となっている。これに加え、石油等消費動態統計で把握している製造業 9 業種以外の製造業、非製造業

（農林水産業・鉱業・建設業）が調査対象である。業務部門は商業・サービス業等が調査対象となっている。

同統計では産業部門の大規模事業所を含む全業種のエネルギー消費実態を示すため、石油等消費動態統計を含む拡大推計結果も併せて公開されている（図 2.3）。なお、石油等消費動態統計を含む集計では、農林水産業におけるエネルギー消費量に関し、エネルギー消費統計で調査を行っていない耕種農業・畜産農業や個人経営のエネルギー消費量について、農林水産省において別途推計した値を足している。



図 2.2 令和 4 年度エネルギー消費統計調査の把握範囲

（出所）資源エネルギー庁：令和 4 年度エネルギー消費統計調査集計表, 2024 年 3 月

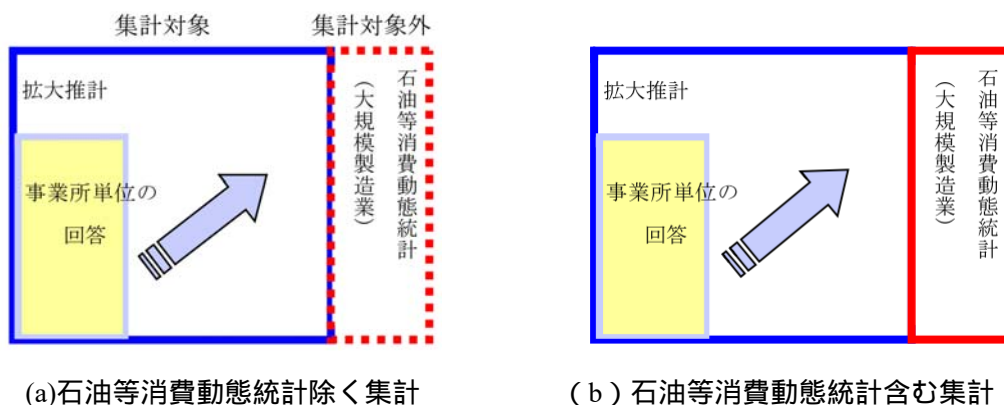


図 2.3 拡大推計の実施方針

（出所）資源エネルギー庁：令和 4 年度エネルギー消費統計調査集計表, 2024 年 3 月

2.1.3 業種別エネルギー消費量

(1) 産業部門

エネルギー消費統計調査で示される産業部門の年間 A 重油消費量を表 2.1 に示す。農業が 49,110TJ で A 重油消費量が最も多くなっている。次いで A 重油消費量の多い業種は石油製品・石炭製品生業業、食料品製造業である。

産業部門の業種別用途別年間エネルギー消費量を表 2.2 に示す。ボイラは LP ガスへの燃料転換を実施し得る設備の一つであるが、生産ボイラ・発電ボイラのエネルギー消費量が多い業種はパルプ・紙・紙加工品製造業、化学工業、鉄鋼業となっている。

食料品製造業は拡大推計実施前の大規模製造業を除く集計（石油等消費動態統計を含まない試算、表 2.3）において最もエネルギー消費量の大きい業種であるが、この業種における生産ボイラ・発電ボイラ用燃料消費量を図 2.4 に示す。石油系燃料では A 重油の年間消費量が 19,109TJ と最も大きくなっており、次いで液化石油ガスの消費量が 7,051TJ となっている。

表 2.1 産業部門の業種別年間 A 重油消費量

	TJ
農業	49,110
石油製品・石炭製品製造業	13,709
食料品製造業	12,093
漁業(水産養殖業を除く)	11,426
窯業・土石製品製造業	9,867
化学工業	6,701
非鉄金属製造業	6,139
鉄鋼業	6,134
飲料・たばこ・飼料製造業	4,589
輸送用機械器具製造業	2,578
水産養殖業	2,229
繊維業	2,190
プラスチック製品製造業(別掲を除く)	1,844
総合工事業	1,818
電子部品・デバイス・電子回路製造業	1,421
金属製品製造業	1,327
パルプ・紙・紙加工品製造業	1,211
生産用機械器具製造業	1,156
鉱業、採石業、砂利採取業	1,023
電気機械器具製造業	1,014
木材・木製品製造業(家具を除く)	725
ゴム製品製造業	500
はん用機械器具製造業	489
印刷・同関連業	419
その他の製造業	272
業務用機械器具製造業	204
情報通信機械器具製造業	152
職別工事業(設備工事業を除く)	92
家具・装備品製造業	82
なめし革・同製品・毛皮製造業	24
設備工事業	16
林業	6

(出所) 資源エネルギー庁:「令和 4 年度エネルギー消費統計調査」統計表(石油等消費動態統計を含む試算表)を基に住環境計画研究所作成

表 2.2 産業部門の業種別用途別年間エネルギー消費量

	生産ボイラ・発電ボイラ用	コジェネ用	ディーゼル発電用等	直接消費
	[TJ]	[TJ]	[TJ]	[TJ]
パルプ・紙・紙加工品製造業	356,571	20,127	5,127	23,533
化学工業	293,982	65,941	66,067	1,966,374
鉄鋼業	203,015	10,703	99,110	2,548,817
プラスチック製品製造業(別掲を除く)	146,391	2,171	1,093	29,076
石油製品・石炭製品製造業	144,390	59,011	25,172	586,329
食料品製造業	69,513	3,740	1,675	69,095
繊維業	50,010	16,107	717	16,897
窯業・土石製品製造業	49,205	1,733	12,950	234,685
飲料・たばこ・飼料製造業	29,404	5,766	407	22,925
設備工事業	22,124	0	2,320	13,596
木材・木製品製造業(家具を除く)	18,622	1,498	715	11,203
輸送用機械器具製造業	9,958	19,506	1,946	57,872
ゴム製品製造業	9,529	9,045	276	2,505
電子部品・デバイス・電子回路製造業	8,965	13,054	762	17,491
金属製品製造業	6,459	183	2,357	31,777
非鉄金属製造業	4,239	783	20,977	54,193
印刷・同関連業	2,588	1,041	509	11,182
電気機械器具製造業	2,435	1,861	896	8,136
業務用機械器具製造業	1,947	225	232	2,933
その他の製造業	1,537	931	399	3,647
はん用機械器具製造業	1,420	398	690	10,655
生産用機械器具製造業	621	66	1,577	9,303
家具・装備品製造業	591	11	352	2,143
情報通信機械器具製造業	484	2	113	1,283
鉱業、採石業、砂利採取業	147	204	211	10,145
なめし革・同製品・毛皮製造業	51	0	18	352
農業	1	0	870	96,051
林業	0	0	31	2,800
漁業(水産養殖業を除く)	0	0	10	12,256
水産養殖業	0	0	15	2,495
総合工事業	0	45	5,694	51,717
職別工事業(設備工事業を除く)	0	0	2,325	22,786

(出所) 資源エネルギー庁:「令和4年度エネルギー消費統計調査」統計表(石油等消費動態統計を含む試算表)
を基に住環境計画研究所作成

表 2.3 産業部門の業種別用途別年間エネルギー消費量（拡大推計実施前）

	生産ボイラ 用	発電ボイラ 用	コジェネ用	ディーゼル 発電用等	直接消費
	[TJ]	[TJ]	[TJ]	[TJ]	[TJ]
食料品製造業	69,027	479	3,740	1,675	69,093
化学工業	36,748	4,200	10,583	2,900	28,821
飲料・たばこ・飼料製造業	25,893	3,461	5,766	407	22,924
繊維業	17,095	437	395	613	12,445
プラスチック製品製造業(別掲を除く)	14,774	887	1,551	1,090	14,201
窯業・土石製品製造業	12,384	0	356	691	64,133
木材・木製品製造業(家具を除く)	12,321	6,301	1,498	715	11,203
パルプ・紙・紙加工品製造業	11,350	6	522	504	7,426
ゴム製品製造業	9,516	0	9,045	276	2,505
金属製品製造業	6,355	0	183	2,357	31,199
輸送用機械器具製造業	4,411	0	2,904	1,640	31,934
電子部品・デバイス・電子回路製造業	3,813	0	3,162	732	13,504
非鉄金属製造業	3,057	0	759	689	33,335
印刷・同関連業	2,588	0	1,041	509	11,182
電気機械器具製造業	2,068	0	1,177	886	7,222
業務用機械器具製造業	1,938	1	225	232	2,863
鉄鋼業	1,674	3	92	594	23,543
その他の製造業	1,388	1	787	399	3,370
石油製品・石炭製品製造業	1,176	0	0	19	21,749
はん用機械器具製造業	668	0	381	681	5,702
家具・装備品製造業	591	0	11	352	2,143
生産用機械器具製造業	486	1	18	1,458	7,231
情報通信機械器具製造業	147	0	2	106	1,076
鉱業、採石業、砂利採取業	147	0	204	211	10,145
なめし革・同製品・毛皮製造業	51	0	0	18	352
農業	1	0	0	870	1,727
林業	0	0	0	31	2,800
漁業(水産養殖業を除く)	0	0	0	10	12,256
水産養殖業	0	0	0	15	2,495
総合工事業	0	0	45	5,694	51,717
職別工事業(設備工事業を除く)	0	0	0	2,325	22,786
設備工事業	0	0	0	2,320	10,532

（出所）資源エネルギー庁：「令和４年度エネルギー消費統計調査」統計表（石油等消費動態統計を含まない試算表）を基に住環境計画研究所作成

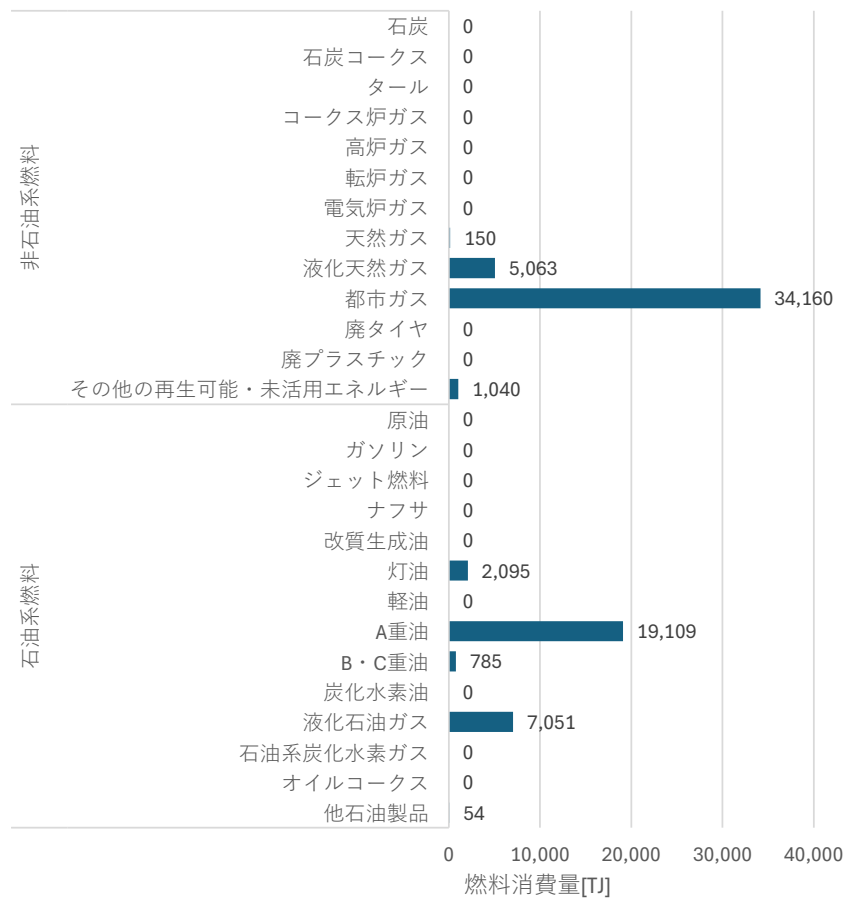


図 2.4 食料品製造業の生産ボイラ・発電ボイラ用年間燃料消費量

(出所) 資源エネルギー庁:「令和4年度エネルギー消費統計調査」統計表(石油等消費動態統計を含まない試算表)を基に住環境計画研究所作成

(2) 業務部門

業務部門の業種別用途別年間エネルギー消費量を表 2.4 に示す。A 重油の消費量が大きい業種は洗濯・利用・美容・浴場業、次いで宿泊業、医療業となっている。これらの業種は灯油の消費量も比較的大きい。

表 2.5 に業務部門の業種別用途別年間エネルギー消費量を示す。用途別に見ると、ボイラ、コジェネ、ディーゼル発電以外の直接消費が主である業種が多い。

表 2.4 業務部門の業種別灯油及び年間 A 重油消費量

	灯 油	A重油
	[TJ]	[TJ]
洗濯・理容・美容・浴場業	12,136	23,675
宿泊業	9,969	21,360
医療業	7,554	13,505
社会保険・社会福祉・介護事業	15,637	12,085
水運業	18	9,382
持ち帰り・配達飲食サービス業	3,590	8,877
学校教育	7,278	8,691
廃棄物処理業	10,753	8,095
娯楽業	5,133	7,593
国家公務	701	6,397
その他の教育、学習支援業	6,322	5,655
水道業	303	2,895
不動産賃貸業・管理業	1,113	1,835
地方公務	1,750	1,642
倉庫業	260	1,601
その他のサービス業	567	1,588
運輸に附帯するサービス業	373	1,535
その他の卸売業	608	1,516
学術・開発研究機関	956	1,405
飲食料品小売業	1,612	1,392
建築材料、鉱物・金属材料等卸売業	899	1,305
各種商品小売業	55	994
その他の事業サービス業	588	836
その他の小売業	3,190	745
飲食料品卸売業	834	617
飲食店	4,145	558
機械器具卸売業	1,186	398
保健衛生	233	271
物品賃貸業	391	241
技術サービス業（他に分類されないもの）	801	235

（注）A 重油の消費量が多い上位 30 業種

（出所）資源エネルギー庁：「令和 4 年度エネルギー消費統計調査」統計表（石油等消費動態統計を含む試算表）を基に住環境計画研究所作成

表 2.5 業務部門の業種別用途別年間エネルギー消費量

	生産ボイラ・発電ボイラ用	コジェネ用	ディーゼル発電用等	直接消費
	[TJ]	[TJ]	[TJ]	[TJ]
洗濯・理容・美容・浴場業	3,628	235	707	85,068
宿泊業	151	2,078	250	67,727
医療業	126	4,526	1,060	62,673
社会保険・社会福祉・介護事業	18	499	1,846	72,694
水運業	0	0	188	11,897
持ち帰り・配達飲食サービス業	469	24	245	33,797
学校教育	270	5,950	2,546	67,561
廃棄物処理業	61,201	419,470	3,847	86,293
娯楽業	0	253	1,085	45,191
国家公務	0	61	789	10,520
その他の教育、学習支援業	340	200	1,227	28,166
水道業	78	1,293	1,305	9,039
不動産賃貸業・管理業	0	6,006	6,349	16,539
地方公務	319	324	530	11,645
倉庫業	173	401	971	5,092
その他のサービス業	142	221	123	6,328
運輸に附帯するサービス業	11	346	487	13,564
その他の卸売業	248	45	3,349	5,329
学術・開発研究機関	170	810	852	8,331
飲食料品小売業	23	0	3,504	15,155
建築材料、鉱物・金属材料等卸売業	249	0	2,494	8,420
各種商品小売業	0	506	682	13,274
その他の事業サービス業	9,766	2,154	2,010	8,223
その他の小売業	0	20	2,574	15,165
飲食料品卸売業	135	49	1,441	7,477
飲食店	2,778	139	792	100,657
機械器具卸売業	318	68	1,082	7,708
保健衛生	0	24	37	1,560
物品賃貸業	168	0	446	5,160
技術サービス業(他に分類されないもの)	10	1	11,557	3,860

(注) A 重油の消費量が多い上位 30 業種

(出所) 資源エネルギー庁：「令和 4 年度エネルギー消費統計調査」統計表（石油等消費動態統計を含む試算表）を基に住環境計画研究所作成

2.1.4 LP ガスへの燃料転換による CO₂ 排出削減量

(1) 産業部門

産業部門における A 重油消費量の大きい 5 業種（農業、食料品製造業、窯業・土石製品製造業、化学工業、飲料・たばこ・飼料製造業）を対象に、LP ガスへの燃料転換による CO₂ 排出削減量を算出する。

農業における A 重油は主にビニールハウス等の施設の加温に用いられる。このため、農業はエネルギー消費統計で示される A 重油消費量全体を LP ガスへ転換した場合の CO₂ 排出削減量を算出する。農業以外の業種はボイラが燃料転換の主な対象となるため、同統計で示される生産ボイラ・発電ボイラの A 重油消費量を基に燃料転換による CO₂ 排出削減量を算出する。

試算条件は以下のとおりである。

a) LP ガスエリア率

農業は農園が都市部以外の地域にある場合が多いため、LP ガスエリア率を 90%とする。農業以外の業種の LP ガスエリアは任意に 40%と想定する。

b) 2035 年までの設備更新の割合

農業の加温設備は、メーカーインタビューによると設備の使用期間が概ね 20 年である。年間の設備更新率を $1/20 = 5.0\%$ 、2025 年～2035 年の 11 年間で $5.0\% \times 11 \text{ 年} = 55\%$ と想定する。

農業以外の分野は設備寿命を 15 年とし、年間の設備更新率を $1/15 = 6.7\%$ 、2025 年～2035 年の 11 年間で $6.7\% \times 11 \text{ 年} = 73\%$ と想定する。

c) 燃料転換実施率

燃料転換の潜在ポテンシャルとして 100%の燃料転換実施率を想定する。

d) 設備効率比

農業はメーカーインタビューより年間の設備効率の低下を 0.2 ポイントと想定する。設備利用開始時の効率 81.0%に対し、20 年後の効率は $81.0\% - 0.2\% \times 20 = 77.0\%$ となり、設備効率改善率は両者の比から 1.05 と想定する。

農業以外の業種は日本 LP ガス協会ウェブサイト「燃料転換の事例紹介」¹における設備更新による効率改善率を参考に、設備効率比を 1.15 とする。

産業部門における燃料転換による CO₂ 排出削減量の試算結果は表 2.6 のとおりである。

¹ https://www.j-lpgas.gr.jp/nenten/jirei_01.html （アクセス日：2025 年 2 月 24 日）

表 2.6 産業部門における燃料転換による CO₂ 排出削減量

	A重油消費量	LPガスエリア率	2035年までの設備更新割合	燃転実施率	燃転前		燃転後				CO ₂ 削減効果
					燃転対象のA重油消費量	CO ₂ 排出量	設備効率比	燃転後のLPG消費量		CO ₂ 排出量	
	TJ	%	%	%	TJ	万トン	—	TJ	万トン	万トン	万トン
農業	49,110	90%	55%	100%	24,310	171.9	1.05	23,152	46.2	138	33.6
食品製造業	19,109	40%	73%	100%	5,605	39.6	1.15	4,874	9.7	29	10.5
窯業・土石製品製造業	3,849	40%	73%	100%	1,129	8.0	1.15	982	2.0	6	2.1
化学工業	8,137	40%	73%	100%	2,387	16.9	1.15	2,075	4.1	12	4.5
飲料・たばこ・飼料製造業	5,328	40%	73%	100%	1,563	11.0	1.15	1,359	2.7	8	2.9
計	85,533	—	—	—	34,994	247.4	—	32,443	64.8	194	53.7

(注) 農業は業種全体での A 重油消費量、農業以外の業種は生産ボイラ・発電ボイラの A 重油消費量

(2) 業務部門 (A 重油消費量の大きい 4 業種)

業務部門における A 重油消費量の大きい 4 業種 (洗濯・利用・美容・浴場業、宿泊業、医療業、社会保険・社会福祉・介護事業) を対象に、LP ガスへの燃料転換による CO₂ 排出削減量を算出する。

試算条件は以下のとおりである。

a) LP ガスエリア率

産業部門における農業以外の業種と同様に 40%と想定する。

b) 2035 年までの設備更新の割合

産業部門における農業以外の業種と同様に設備寿命を 15 年とし、年間の設備更新率 1/15 6.7%、2025 年～2035 年の 11 年間で $6.7\% \times 11 \text{ 年} = 73\%$ と想定する。

c) 燃料転換実施率

燃料転換の潜在ポテンシャルとして 100%の燃料転換実施率を想定する。

d) 設備効率比

産業部門を同様に設備更新前後の設備効率比を 1.15 と想定する。

業務部門における燃料転換による CO₂ 排出削減量の試算結果は表 2.7 (A 重油から LP ガス)、表 2.8 (灯油から LP ガス) のとおりである。

表 2.7 業務部門の A 重油の燃料転換による CO₂ 排出削減量

	A重油 消費量	LPガス エリア 率	2035年 までの 設備更 新割合	燃転 実施率	燃転前				設備効 率比	燃転後				CO2削 減効果	
					燃転対 象のA 重油	A重油 発熱量	A重油 CO2排出 係数	CO2排 出量		燃転後のLPG消費量			LPG CO2排 出係数		CO2排 出量
					TJ	%	%	%		TJ	MJ/L	tCO2/kl	万トン		-
洗濯・理容・美容・浴場業	23,675	40%	73%	100%	6,945	38.9	2.75	49.1	1.15	6,039	50.1	12.1	2.99	36.1	13.0
宿泊業	21,360	40%	73%	100%	6,266	38.9	2.75	44.3	1.15	5,448	50.1	10.9	2.99	32.5	11.8
医療業	13,505	40%	73%	100%	3,962	38.9	2.75	28.0	1.15	3,445	50.1	6.9	2.99	20.6	7.4
社会保険・社会福祉・介護事業	12,085	40%	73%	100%	3,545	38.9	2.75	25.1	1.15	3,083	50.1	6.2	2.99	18.4	6.7
計	70,625	-	-	-	20,717	-	-	146.5	-	18,014	-	36.0	-	107.6	38.9

表 2.8 業務部門の灯油の燃料転換による CO₂ 排出削減量

	灯油 消費量	LPガス エリア 率	2035年 までの 設備更 新割合	燃転 実施率	燃転前				設備効 率比	燃転後				CO2削 減効果	
					燃転対 象の灯 油	灯油発 熱量	灯油CO2 排出係 数	CO2排 出量		燃転後のLPG消費量			LPG CO2排 出係数		CO2排 出量
					TJ	MJ/L	tCO2/kl	万トン		TJ	MJ/kg	万トン	tCO2/t		万トン
洗濯・理容・美容・浴場業	12,136	40%	73%	100%	3,560	36.5	2.50	24.4	1.15	3,096	50.1	6.2	2.99	18	5.9
宿泊業	9,969	40%	73%	100%	2,924	36.5	2.50	20.0	1.15	2,543	50.1	5.1	2.99	15	4.9
医療業	7,554	40%	73%	100%	2,216	36.5	2.50	15.2	1.15	1,927	50.1	3.8	2.99	12	3.7
社会保険・社会福祉・介護事業	15,637	40%	73%	100%	4,587	36.5	2.50	31.4	1.15	3,989	50.1	8.0	2.99	24	7.6
計	45,295	-	-	-	13,287	-	-	91.0	-	11,554	-	23.1	-	69	22.0

2.2 積み上げ方式による推計

2.2.1 推計方針

積み上げ方式による推計では、産業部門において最も A 重油消費量の大きい農業の施設園芸を対象に燃料転換ポテンシャルを推計する。施設の面積当たりエネルギー消費原単位を基に、機器効率等を想定した上で燃料転換前後のエネルギー消費原単位を推計する。これに燃料転換が起こりうる市場規模（総面積等）を乗じて市場全体での燃料転換の潜在需要を推計する（図 2.5）。

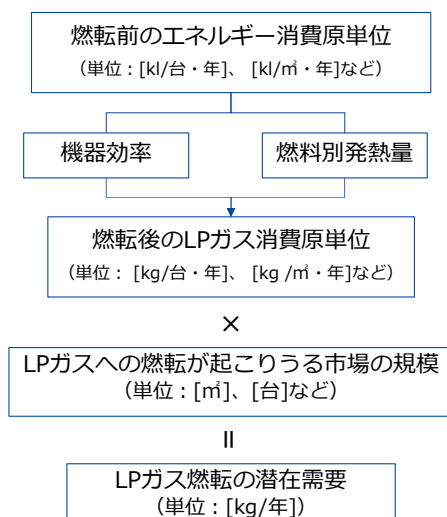


図 2.5 積み上げ方式による推計イメージ

2.2.2 LP ガスへの燃料転換による CO₂ 排出削減量

図 2.6 に推計フローと利用データを示す。

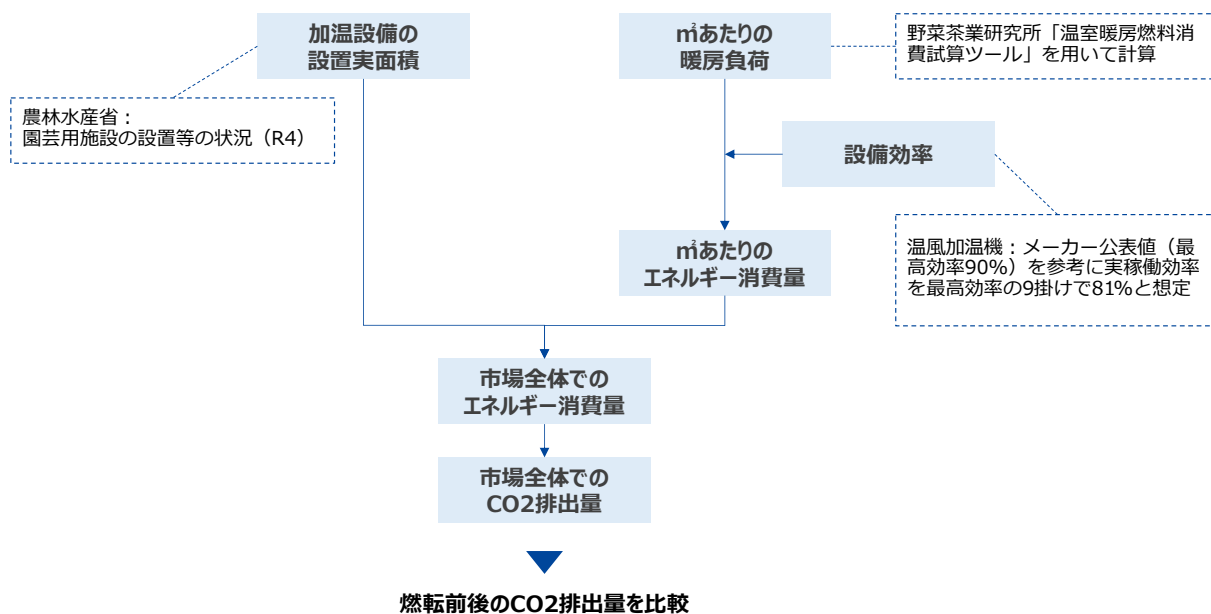


図 2.6 推計フロー

(1) 暖房負荷

野菜茶業研究所「温室暖房燃料消費試算ツール」を用いて暖房負荷を計算する。推計条件は以下のとおりである。

試算地点

農林水産省「園芸用施設及び農業用廃プラスチックに関する実態」より各地域でガラス室・ハウスの最も設置実面積の大きい都道府県を参照し、試算ツール内で各都道府県に対応する地点を選択する。

温室の概要

農林水産省「園芸用施設及び農業用廃プラスチックに関する実態」から農家一戸あたりのハウス・ガラス室平均設置実面積（2,200 m²）、一戸あたり平均棟数（4 棟）を参考に間口 10m、奥行 60m、軒高 3m の温室 4 棟を想定する。

加温期間

メーカーウェブサイト²を参考に加温期間は 11 月 1 日～4 月 30 日とする。

施設の形状・装備等

農林水産省「先進的省エネルギー加温設備等導入事業」の基準燃油使用量の算出条件を参考に施設の形状・装備等を以下のとおり想定する。

- ・ 被覆資材:塩ビ
- ・ 内張り:一層(ポリ)
- ・ 地中伝熱:暖地+10℃
- ・ 隙間換気:内張り一層
- ・ 風速補正:一般値・内張りあり

設定温度

農林水産省生産局「施設園芸省エネルギー生産管理マニュアル」(2013 年 12 月)における作物別生育適温及び標準管理温度を参考に 13℃と想定する。

上記の条件に基づく地域別の暖房負荷は図 2.7 のとおりである。

² ヤンマーエネルギーシステム株式会社ウェブサイト（https://www.yanmar.com/jp/energy/ghp/gardening_ghp/example.html、アクセス日：2025 年 2 月 24 日）

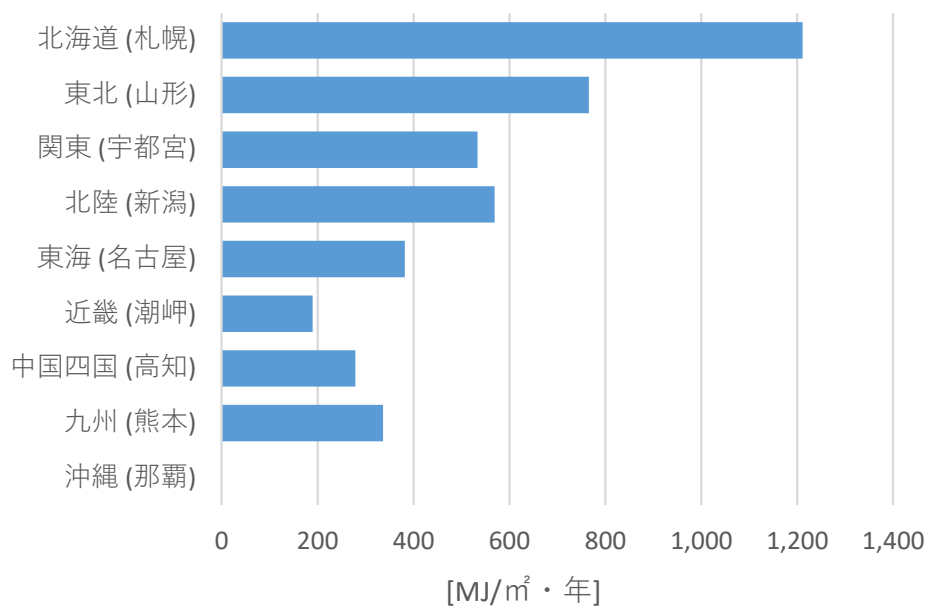


図 2.7 暖房負荷の想定
(注) カッコ内は各地域の参照地点

(2) 加温設備の設置実面積

農林水産省「園芸用施設の設置等の状況」に基づく加温設備の設置実面積は図 2.8 に示すとおりである。図中の「石油等」を熱源とする加温設備の設置実面積が燃料転換の対象となる。

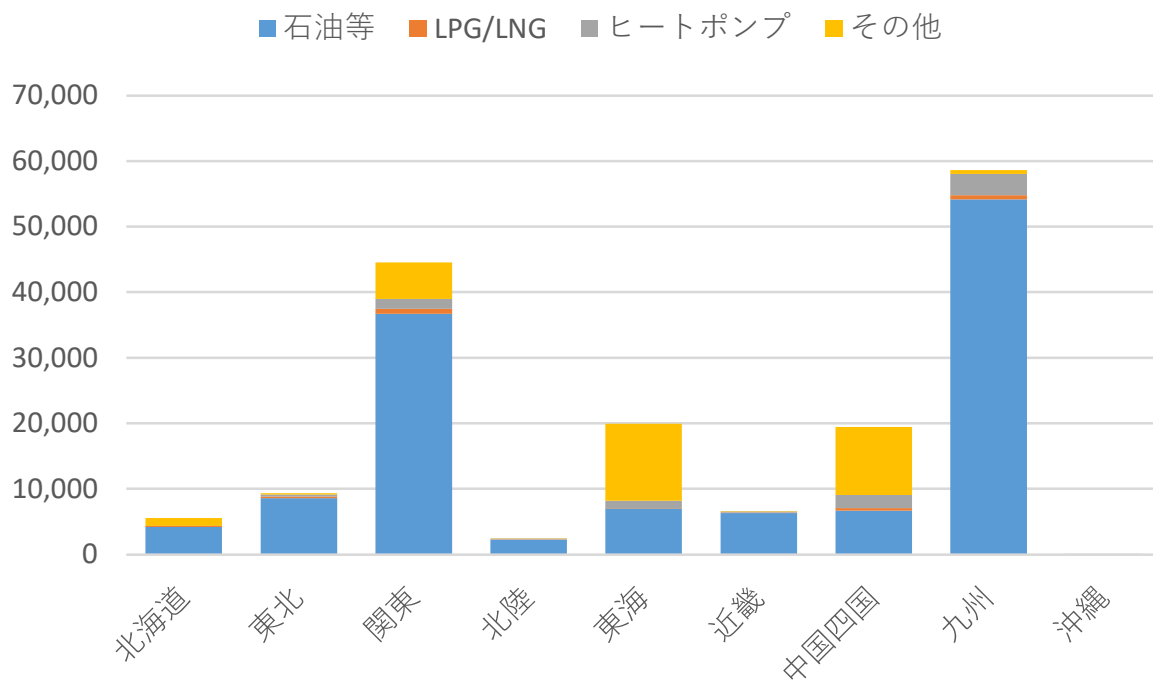


図 2.8 加温設備の設置実面積
(出所) 農林水産省：園芸用施設の設置等の状況を基に住環境計画研究所作成

(3) 石油加温設備のエネルギー総消費量

石油加温設備設置実面積及び暖房負荷から求めた石油加温設備のエネルギー総消費量を表 2.9 に示す。設備効率は燃焼式加温設備のメーカー公表値である LP ガス燃焼式加温設備の最大熱効率 90%に対し、実稼働時に 1 割の効率低下を想定し暖房時の熱効率を 81%と想定している。

この結果、石油加温設備のエネルギー総消費量は全国で 69,683TJ/年となる。資源エネルギー庁「エネルギー消費統計」における農業の A 重油及び灯油の年間消費量合計値は 62,159TJ/年と概ね同程度の水準である。

石油加温設備は A 重油熱源の設備と灯油熱源の設備に区分できるため、資源エネルギー庁「エネルギー消費統計」における農業の A 重油及び灯油の年間消費量を基に A 重油加温設備のシェアを 79%、灯油加温設備のシェアを 21%と想定する。この結果、全国における A 重油加温設備のエネルギー総消費量は 55,055TJ/年、灯油加温設備は 14,628TJ/年となる。

表 2.9 石油加温設備のエネルギー総消費量（熱量単位）

	石油加温設備 設置実面積	暖房負荷	効率	石油加温設備 エネルギー消費量	A重油割合	灯油割合	加温設備 A重油消費量	加温設備 灯油消費量
	[千㎡]	[MJ/㎡・年]	—	[TJ/年]	[TJ/年]	[TJ/年]	[TJ/年]	[TJ/年]
北海道	4,189	1,211	81%	6,263	79%	21%	4,948	1,315
東北	8,547	766	81%	8,084	79%	21%	6,387	1,697
関東	36,720	533	81%	24,179	79%	21%	19,103	5,076
北陸	2,231	569	81%	1,567	79%	21%	1,238	329
東海	7,013	382	81%	3,308	79%	21%	2,614	694
近畿	6,335	189	81%	1,481	79%	21%	1,170	311
中国四国	6,717	278	81%	2,309	79%	21%	1,824	485
九州	54,130	337	81%	22,493	79%	21%	17,771	4,722
沖縄	83	0	81%	0	79%	21%	0	0
全国	146,297	—	—	69,683	79%	21%	55,055	14,628

(4) LP ガスへの燃料転換による CO₂ 排出削減量

A 重油及び灯油加温設備を LP ガス加温設備に燃料転換した場合の CO₂ 排出削減量を試算する。燃料転換前の各設備のエネルギー総消費量は表 2.10 に示したとおりである。

試算における各種想定は以下のとおりである。

2035 年までの設備リプレイス発生率

メーカーインタビューより設備寿命を 20 年と想定する。単年の設備リプレイス発生率は 1/20 で 5.0%となり、2025 年から 2035 年までの 11 年間の設備リプレイス発生率は 55.0%となる。

LP ガス及び都市ガスのシェア

メーカーインタビューに基づくと、ガス加温設備の大半は LP ガス仕様である。都市ガス仕様の設備は都心部におけるバルクタンクでの大型物件に限られる。このため、本調査では LP ガスのシェアを 90%、都市ガスのシェアを 10%と想定する。

リブレース前後の設備効率比

メーカーインタビューより年間の設備効率の低下を 0.2 ポイントと想定する。設備利用開始時の効率 81.0%に対し、20 年後の効率は $81.0\% - 0.2\% \times 20 = 77.0\%$ となり、設備効率改善率は両者の比である 1.05 と想定する。

上記想定の下で A 重油から LP ガスへの燃料転換による CO₂ 排出削減量を試算した結果を表 2.10、灯油から LP ガスへの燃料転換による CO₂ 排出削減量の試算結果を表 2.11 に示す。A 重油からの燃料転換のポテンシャルが 38.0 万 tCO₂/年、灯油からの燃料転換のポテンシャルが 8.5 万 tCO₂/年となっている。なお A 重油からの燃料転換のポテンシャルについては総需要データを用いた試算結果（表 2.6, p.12）と概ね同水準の値である。

表 2.10 燃料転換による CO₂ 排出削減量（A 重油 LP ガス）

	加温設備 A重油消費量	リブレース 発生率	LPGシェア	燃転前				燃転後						CO2排出 削減量
				A重油 消費量	熱量 換算係数	CO2 排出係数	CO2 排出量	設備 効率比	LPG 消費量	熱量 換算係数	LPG 消費量	CO2 排出係数	CO2 排出量	
	[TJ/年]	[-]	[-]	[TJ/年]	[MJ/L]	[tCO2/kL]	[万t/年]	[-]	[TJ/年]	[MJ/kg]	[万t/年]	[tCO2/t]	[万t/年]	[万t/年]
北海道	4,948	55%	90%	2,449	38.9	2.75	17.3	1.05	2,328	50.1	4.6	2.99	13.9	3.4
東北	6,387	55%	90%	3,162	38.9	2.75	22.4	1.05	3,005	50.1	6.0	2.99	17.9	4.4
関東	19,103	55%	90%	9,456	38.9	2.75	66.8	1.05	8,989	50.1	17.9	2.99	53.7	13.2
北陸	1,238	55%	90%	613	38.9	2.75	4.3	1.05	583	50.1	1.2	2.99	3.5	0.9
東海	2,614	55%	90%	1,294	38.9	2.75	9.1	1.05	1,230	50.1	2.5	2.99	7.3	1.8
近畿	1,170	55%	90%	579	38.9	2.75	4.1	1.05	551	50.1	1.1	2.99	3.3	0.8
中国四国	1,824	55%	90%	903	38.9	2.75	6.4	1.05	858	50.1	1.7	2.99	5.1	1.3
九州	17,771	55%	90%	8,797	38.9	2.75	62.2	1.05	8,362	50.1	16.7	2.99	49.9	12.3
沖縄	0	55%	90%	0	38.9	2.75	0	1.05	0	50.1	0	2.99	0	0
全国	55,055	55%	90%	27,252	38.9	2.75	192.7	1.05	25,907	50.1	51.7	2.99	154.7	38.0

表 2.11 燃料転換による CO₂ 排出削減量（灯油 LP ガス）

	加温設備 灯油消費量	リブレース 発生率	LPGシェア	燃転前				燃転後						CO2排出 削減量
				灯油 消費量	熱量 換算係数	CO2 排出係数	CO2 排出量	設備 効率比	LPG 消費量	熱量 換算係数	LPG 消費量	CO2 排出係数	CO2 排出量	
	[TJ/年]	[-]	[-]	[TJ/年]	[MJ/L]	[tCO2/kL]	[万t/年]	[-]	[TJ/年]	[MJ/kg]	[万t/年]	[tCO2/t]	[万t/年]	[万t/年]
北海道	1,315	55%	90%	651	36.5	2.50	4.5	1.05	619	50.1	1.2	2.99	3.7	0.8
東北	1,697	55%	90%	840	36.5	2.50	5.8	1.05	799	50.1	1.6	2.99	4.8	1.0
関東	5,076	55%	90%	2,512	36.5	2.50	17.2	1.05	2,388	50.1	4.8	2.99	14.3	3.0
北陸	329	55%	90%	163	36.5	2.50	1.1	1.05	155	50.1	0.3	2.99	0.9	0.2
東海	694	55%	90%	344	36.5	2.50	2.4	1.05	327	50.1	0.7	2.99	2.0	0.4
近畿	311	55%	90%	154	36.5	2.50	1.1	1.05	146	50.1	0.3	2.99	0.9	0.2
中国四国	485	55%	90%	240	36.5	2.50	1.6	1.05	228	50.1	0.5	2.99	1.4	0.3
九州	4,722	55%	90%	2,337	36.5	2.50	16.0	1.05	2,222	50.1	4.4	2.99	13.3	2.7
沖縄	0	55%	90%	0	36.5	2.50	0	1.05	0	50.1	0	2.99	0	0
全国	14,628	55%	90%	7,241	36.5	2.50	49.6	1.05	6,883	50.1	13.7	2.99	41.1	8.5

3. 施設園芸におけるエネルギー利用や燃料転換の実態把握

文献調査及びヒアリング調査に基づき、施設園芸の市場動向やエネルギー利用及び燃料転換の実態等を整理する。

3.1 施設園芸市場の概況

図 3.1 に施設園芸における加温設備を示す。施設園芸では A 重油、LP ガスなどを熱源とする温風暖房機が主に利用されている。大規模施設においてはボイラによる温水暖房が行われることもある。また、バラなど冷房が必要な作物用にヒートポンプが利用されることもある。ヒートポンプは省エネルギーを目的として、加温設備とのハイブリッド利用も推奨されている（図 3.2）。



図 3.1 施設園芸における加温設備

（出所）加温設備（ネポン社カタログ） ガスヒートポンプ（ヤンマー社カタログ）

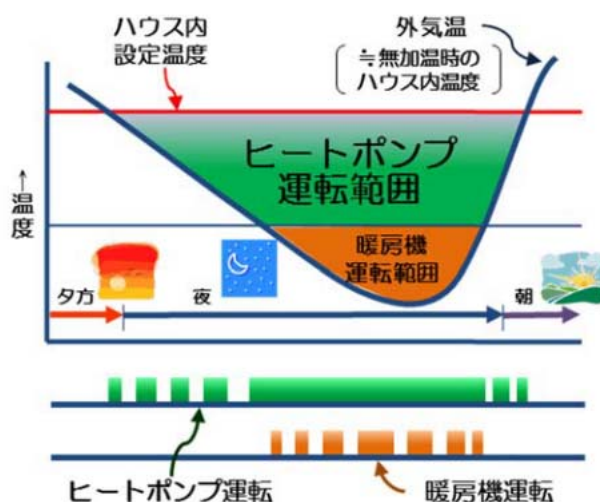


図 3.2 ハイブリッド方式のイメージ

（出所）農林水産省：施設園芸省エネルギー生産管理マニュアル 改定2版，2018年10月

図 3.3 に園芸用施設の設置実面積を示す。園芸用施設の設置実面積は 1999 年をピークに減少傾向であり、加温設備を有する園芸用施設の設置実面積も併せて減少している。全体に占める加温設備を有する園芸用施設の割合は 2022 年時点で約 44%である。

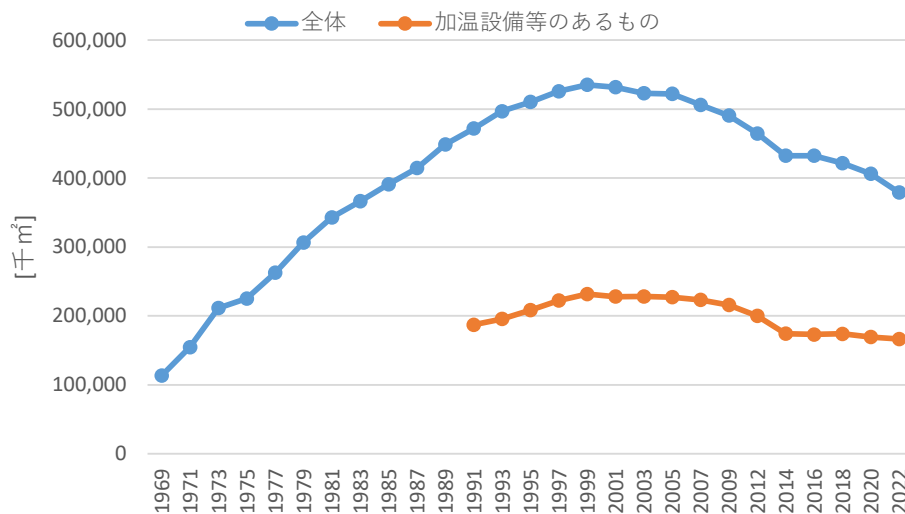


図 3.3 園芸用施設の設置実面積
(出所) 農林水産省：園芸用施設の設置等の状況 (R4)

図 3.4 に加温設備の熱源・種類別設置実面積を、図 3.5 に加温設備の設置実面積に占める熱源・種類別シェアを示す。石油等 (A 重油/灯油) を熱源とする加温設備のシェアが大半となっているが、市場の縮小に伴い近年設置実面積は減少傾向である。石油等 (A 重油/灯油) の 2022 年の割合は 87.9%となっている。

LPG・LNG の加温設備の 2022 年におけるシェアは 1.5%である。ヒートポンプのシェアは近年拡大傾向であり、2022 年におけるシェアは 6.1%となっている。

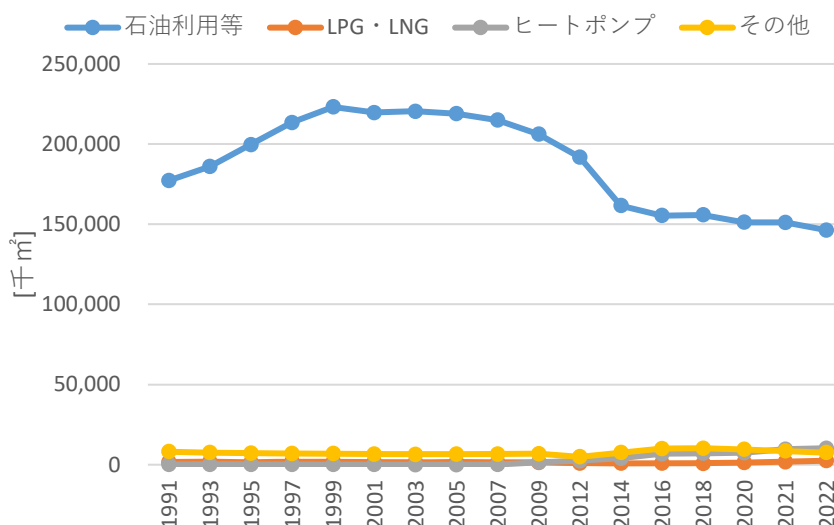


図 3.4 加温設備の熱源・種類別設置実面積
(出所) 農林水産省：園芸用施設の設置等の状況 (R4)

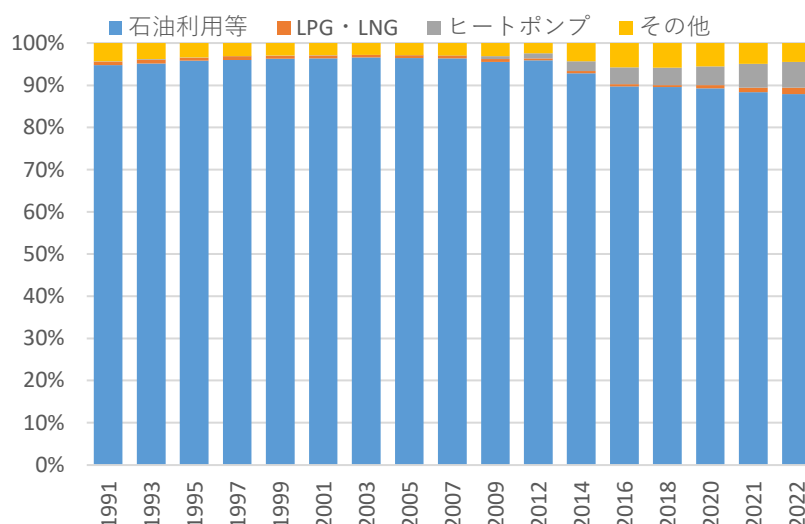


図 3.5 加温設備の設置実面積に占める熱源・種類別シェア
(出所) 農林水産省：園芸用施設の設置等の状況 (R4)

3.2 大規模施設園芸・植物工場の実態

表 3.1 に施設設置面積の規模別推移を示す。施設園芸の面積は縮小傾向である中、1ha 以上の大規模農園は施設設置面積が拡大傾向である。近年は先端的な技術が導入された次世代園芸施設が増加しており、農業の高効率化・集積化が図られている。

表 3.1 施設設置面積の規模別推移

規模	施設設置面積 (ha)			
	2000年	2005年	2010年	2015年
10a未満	3,488	2,707	2,249	2,207
10～30a	15,375	13,853	11,977	9,754
30～50a	11,578	11,822	10,692	8,564
50a～1ha	9,762	10,807	10,479	8,743
1ha以上	4,880	5,413	5,915	5,917
合計	45,083	44,602	41,312	35,185

(出所) 農林水産省：施設園芸をめぐる情勢

(注1) 農林業センサスのデータを一部組替集計したもの

(注2) 加温設備が設置されていない施設を含む可能性がある

日本施設園芸協会「大規模施設園芸・植物工場実態調査・事例調査」は、先端的な技術が導入された大規模施設園芸の実態を整理した調査である。

この調査では、環境制御技術が導入された概ね 1ha 以上の施設園芸や人工光型植物工場の事業者の数や施設および生産の概要、収益、課題などが整理されている。

同調査では各種新聞やニュースリリースで得た情報のほか、一般社団法人日本施設園芸協会、農林水産省地方農政局及び内閣府沖縄総合事務局農林水産部、都道府県の協力を得て収集した情報をもとに、調査対象とする事業者を抽出している。

各事業者における設備やエネルギー等の利用実態を把握するため、表 3.2 に示す 489 件の事業者に対しアンケートを実施している。回収数は 143 票、回収率は 29.2%である。

以下にこの調査における主要な結果を引用する。

表 3.2 「大規模施設園芸・植物工場実態調査・事例調査」におけるアンケートの回収結果

対象	全国の植物工場及び大規模施設園芸事業者
調査期間	令和 5 年 11 月から令和 6 年 2 月
実施方法	調査票の郵送・メール・FAX・電話およびオンラインアンケート
発送数	489 票 その他、オンラインアンケートのリンク配信など
回収数	143 票（うち集計対象外 18 票、太陽光概ね 1 ha 未満 6 票）
回収率	29.2% ※
有効回答数	131 票
有効回答率	26.8% ※

※調査票の発送数に対するオンライン回答も含めた回収率および回答率

（出所）日本施設園芸協会：令和 5 年度大規模施設園芸・植物工場実態調査・事例調査

(1) 施設の分類

同調査では栽培施設を太陽光型、太陽光・人工光併用型、人工光型と分類して実態を整理している。

図 3.6 に植物工場の類型を示す。人工光型植物工場は閉鎖環境で太陽光を用いずに植物を栽培する。一方、太陽光利用型植物工場は温室等において、太陽光の利用を基本とし、補光や恒温抑制技術等を用いて栽培する。

人工光型植物工場で栽培される植物は葉物野菜等が中心であり、寒冷期における加温の必要性は低い。一方、太陽光利用型植物工場は温室における室温維持のため、寒冷期における施設の加温が必要と考えられる。

人工光型植物工場



- ・葉菜類がほとんど。
- ・光源は従来は蛍光灯であったが、最近ではLEDが利用される。
- ・施設の大型化も進んでいる。

太陽光利用型植物工場



- ・大規模生産。
- ・トマト、パプリカが多い。
- ・近年イチゴでも増加。

図 3.6 植物工場の類型

(出所) 日本施設園芸協会：これからの施設園芸の展望と日本型大型(1ha)モデルハウス仕様

(2) 施設数推移と規模

図 3.7 に植物工場・大規模施設園芸の施設数推移を示す。加温設備の導入が必要な太陽光型施設は、データの確認を開始した2016年以降件数が一貫して増加傾向である。単年の増加件数は10件弱となっている。

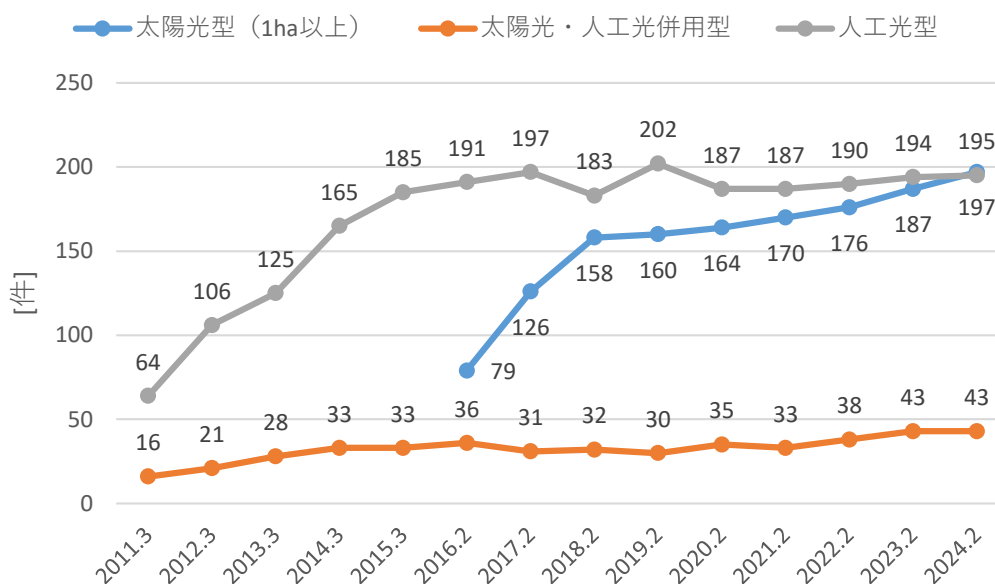


図 3.7 植物工場・大規模施設園芸の施設数推移

1 2015年度以降の「太陽光型」は、施設面積が概ね1ha以上で養液栽培装置を有する施設(大規模施設園芸)に限る。

2 2019年度の「人工光型」は、研究開発や展示目的等のものも含まれていた可能性がある。

(出所) 日本施設園芸協会：令和5年度大規模施設園芸・植物工場実態調査・事例調査

図 3.8 に植物工場・大規模施設園芸の平均栽培用施設面積の推移を示す。太陽光型施設の直近の平均栽培用施設面積は 2.4ha である。

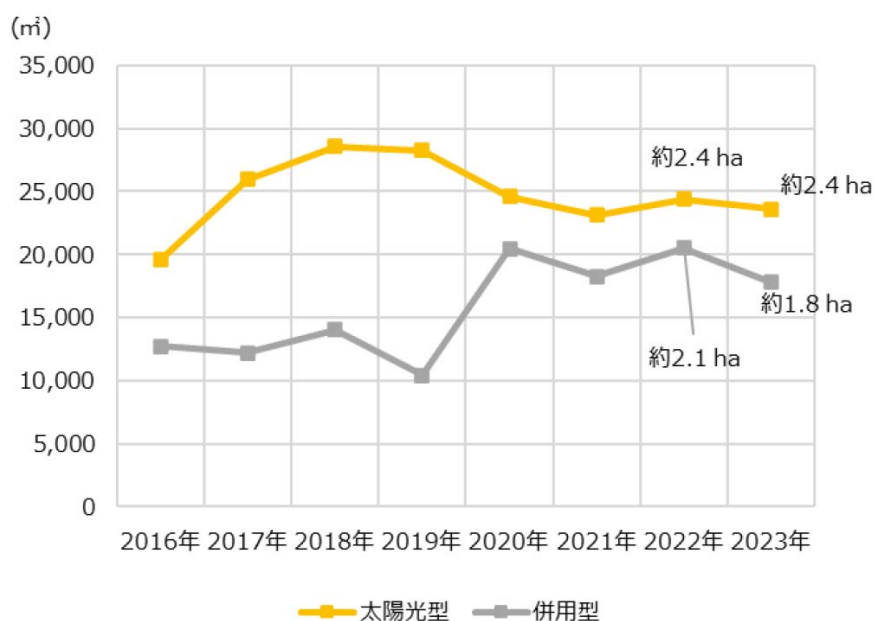


図 3.8 植物工場・大規模施設園芸の平均栽培用施設面積の推移（太陽光型・併用型）

（出所）日本施設園芸協会：令和 5 年度大規模施設園芸・植物工場実態調査・事例調査

(3) 施設の暖冷房

図 3.9 に植物工場・大規模施設園芸における暖房の熱源を示す。

複数回答のため熱源の異なる複数機器を所有しているケースはあり得るが、A 重油、ガス・LPG は主に加温設備用であり、両者の割合を足すと概ね 100%になることから、大規模施設園芸において両熱源は棲み分けされている可能性がある。



（出所）日本施設園芸協会：令和5年度大規模施設園芸・植物工場実態調査・事例調査

図 3.9 暖房の熱源（太陽光型・併用型）

（出所）日本施設園芸協会：令和 5 年度大規模施設園芸・植物工場実態調査・事例調査

図 3.10 に植物工場・大規模施設園芸における冷房・冷却装置の有無、図 3.11 に 冷房・冷却装置の種類を示す。

太陽光型施設において冷房装置ありの割合は約 5 割となっている。冷房・冷却装置の種類は太陽光型施設では細霧冷却の割合が 71%と最も多く、次いでヒートポンプが 42%となっている。

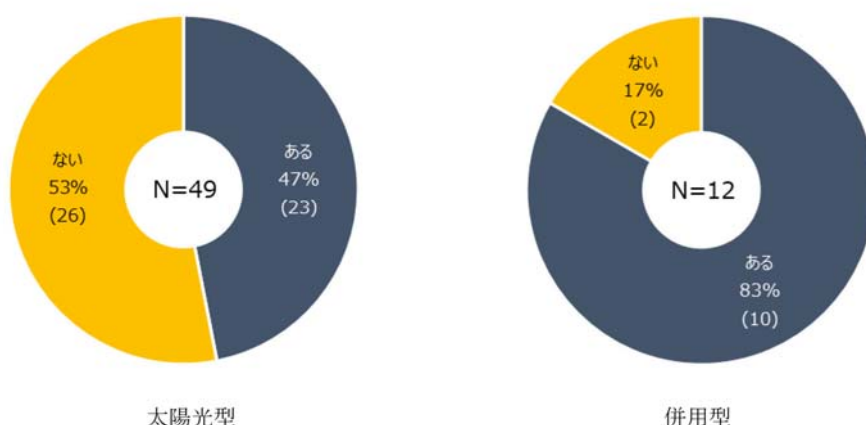


図 3.10 冷房・冷却装置の有無（太陽光型・併用型）

（出所）日本施設園芸協会：令和 5 年度大規模施設園芸・植物工場実態調査・事例調査

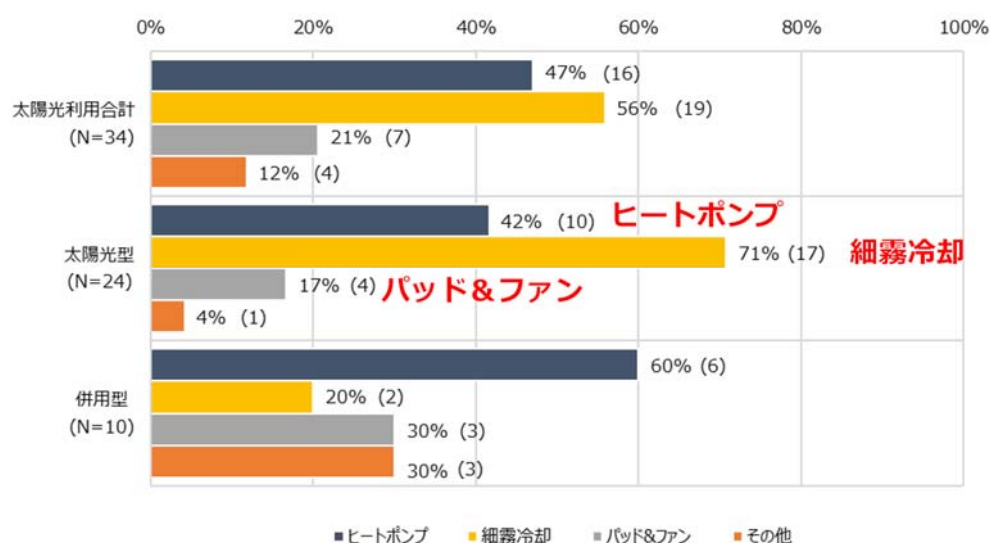


図 3.11 冷房・冷却装置の種類（太陽光型・併用型）

（出所）日本施設園芸協会：令和 5 年度大規模施設園芸・植物工場実態調査・事例調査

(4) CO₂ 施用

図 3.12 に大規模施設園芸・植物工場における CO₂ 施用の有無、図 3.13 に施用する CO₂ の種類を示す。太陽光型施設において CO₂ の施用を行う施設は約 8 割であり、液化 CO₂、白灯油が同程度の割合で使用されている。

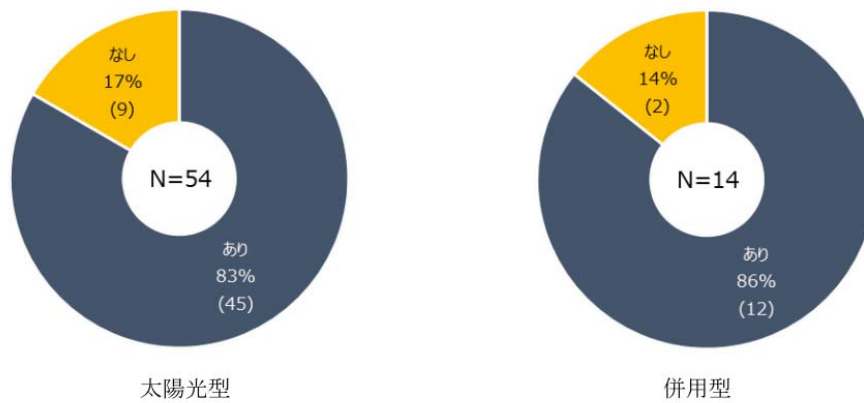


図 3.12 CO₂ 施用の有無

(出所) 日本施設園芸協会：令和 5 年度大規模施設園芸・植物工場実態調査・事例調査

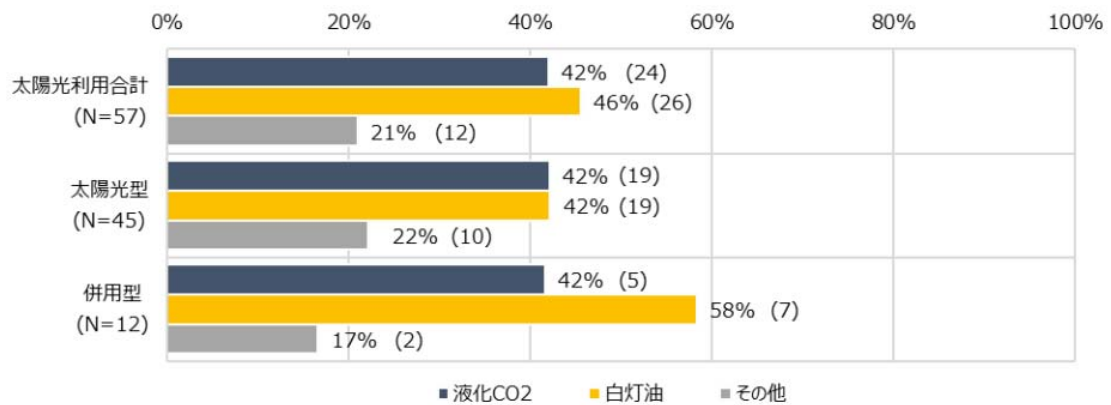


図 3.13 施用する CO₂ の種類 (太陽光型・併用型)

(出所) 日本施設園芸協会：令和 5 年度大規模施設園芸・植物工場実態調査・事例調査

(5) 生産・経営上の課題

図 3.14 に大規模施設園芸・植物工場における生産・経営上の課題と対策・工夫を示す。生産・経営上の課題として最も割合の大きい項目は「収量の向上・安定」、次いで「コスト削減」となっている。「CO₂ 排出削減」の割合は 10%と大きくない。

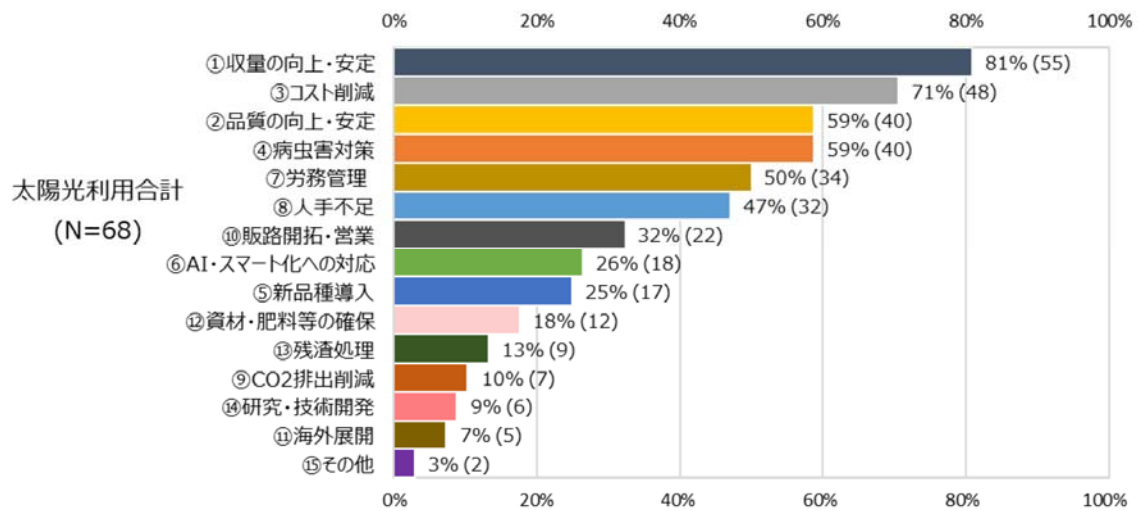


図 3.14 生産・経営上の課題と対策・工夫（太陽光型・併用型）
（出所）日本施設園芸協会：令和5年度大規模施設園芸・植物工場実態調査・事例調査

4. 施設園芸における対応方針及び CO₂ 削減目標値の検討

本章では 3 章までの調査結果を踏まえ、施設園芸における LP ガス業界の対応方針をとりまとめる。併せて、LP ガス設備導入による CO₂ 削減目標値を試算する。

4.1 LP ガス業界の対応方針に関わる考察

4.1.1 施設園芸市場の概況

加温設備のメーカーインタビュー等に基づく施設園芸市場の概況は以下のとおりである。

加温設備の出荷状況

- ・ 資材費の値上がりにより、設備投資やハウスの新設が進んでいない。
- ・ 燃料別の割合は油焚きが 9 割、残りガス焚きである。ガスの内訳は LP ガスの方が多い。
- ・ ガスによる加温に関し、1ha クラスの大型ハウスはボイラを使った暖房が主になる。バルクによる LPG 供給でボイラ焚きである。

LP ガス燃料転換の概況

- ・ 一般農家におけるガスへの燃料転換意識は依然として低い状況である。
- ・ 一部の自治体は A 重油から LP ガスへの転換に対し補助金を出している。ただし、この取り組みは全国的に広がっているわけではなく、主に西日本、山陰地方、四国地方の一部に限られる。

LP ガス燃料転換のターゲット市場

- ・ LP ガス加温設備については、作物の品種は問わない。
- ・ 個人農家を狙うよりも、法人農家をターゲットにすることが望ましい。暖房設備は作物の安定供給に不可欠なため、設備投資は行いつつ、カーボンニュートラルに対応しなければならないという課題を認識している。
- ・ A 重油及び灯油は消防法で数量の制限がある。具体的には、面積 1ha(10,000 m²)の規模に対応する数量は危険物という扱いになり、スプリンクラー等の設備投資が必要になる。こうした規模の施設にはガスを推奨している。

LP ガス設備の経済性

- ・ ガス焚きは油焚きと比較し、販売価格が若干高めである。生産台数が少ないためである。
- ・ 油焚きは燃えかすが多く生じるので、ガスと比べてメンテの頻度が高くなり、毎年のメンテナンスが必要である。また、ノズル等の消耗品の交換も必要である。このため、メンテナンス費用はガスの方が安い。
- ・ 既存の A 重油焚きの機器は 20 年くらい使ったものは交換を進めるが、使用開始後数年しかたっていない機器に対しても燃料転換セットとしてバーナーなど部品交換で燃料転換を行うメニューも用意している
- ・ 施設園芸における燃料転換での J-クレジット取得事業は、具体的な話を顧客とガス会社で進めてもらい、設備導入の際にメーカーが関与することはできると思う。農協との付き合いがあるため、既存

の商流を無視した関与は難しい。

4.1.2 効果的な普及方策

LP ガス設備の販売促進を効果的に進めるために、対応を優先的に進めるべきセグメントと具体的な普及方策は次のとおりと考えられる。

(1) LP ガス設備の販売促進を優先的に進めるべきセグメント

法人農家

法人農家の中には作物の安定供給のために暖冷房設備への投資を行いつつ、カーボンニュートラルへの対応意識を有する農家も存在しているため、CO₂ 排出削減に寄与する LP ガス設備が訴求力を持つ可能性がある。

大規模施設

A 重油及び灯油は消防法で数量の制限があり、A 重油は貯蔵量 2,000L 以上の場合は危険物扱いとなる。面積 1ha (10,000 m²) の規模の施設は貯蔵量が制限値を超える場合もあり、危険物取り扱いに関する申請やスプリンクラー等の設備の追加投資が必要になるため、LP ガス設備の導入が適している。

(2) 普及方策

コスト低減策

燃料転換促進のためにはコスト低減が肝要である。行政等に対し LP ガス設備導入支援に関わる働きかけに加え、LP ガス設備の経済性向上につながる取り組みが必要と考えられる。例えば、LP ガスへの燃料転換に関する J - クレジット事業を推進し、クレジット売却益を農家に還元する手法などが考えられる。

情報提供

日本 LP ガス協会「施設園芸における LP ガス需要の実態把握と拡大に向けた調査」(2017 年度) では、農家において LP ガス熱源設備に関する認知度が低いという実態が確認できている。設備を認知している場合も、他設備との比較検討に必要なイニシャルコスト、ランニングコスト等の情報を把握していない場合もあり、農家に対し情報提供を行い設備の認知度を高めることが有効と考えられる。併せて国や自治体に対しても設備の認知度を高める取り組みが重要である。

国や自治体への周知が有効と考えられる LP ガス及び関連設備の社会的な有用性は、本調査結果を踏まえると以下のとおり整理できる。

- ・ 脱炭素に寄与する燃料
 - A 重油と比較し低 CO₂ 排出
 - カーボンオフセットされたカーボンニュートラル LPG が利用可能
 - 将来的に脱炭素に寄与するグリーン LP ガスを導入

- ・ GHP
 - キュービクルの導入が不要
 - ピークカットによる電力需給平準化への寄与
- ・ 排 CO₂ の活用
 - 油焚きと比較し排ガスがクリーンであるため、CO₂ 施用に活用可能

4.2 施設園芸部門の CO₂ 排出削減に関する業界目標値

ここでは、施設園芸部門の CO₂ 排出削減に関する業界目標値を試算する。LP ガス業界全体でのカーボンニュートラルの目標が「2035 年時点での想定需要比（省エネ対応前）16%（約 200 万トン）の CN 対応（非化石化）を目指す」となっていることから、本試算においても目標年度は 2035 年とし、当該年におけるベースラインに対する CO₂ 排出削減量を算定する。

4.1.2 項(p.29)で示したとおり、1ha 以上の施設園芸を運営する法人農家は、消防法対応の観点、及びカーボンニュートラルへの対応の観点から、LP ガス設備の導入が最も適している。植物工場等の次世代施設がこうした農園に該当するが、大規模施設園芸・植物工場の実態に基づくと暖房の熱源として A 重油や LP ガスが用いられており、温水ボイラや温風加温設備が利用されている（図 3.9, p. 24）。本調査では、大規模施設園芸・植物工場の新設に合わせた LP ガス加温設備の導入を想定する。

また、こうした先端施設以外にも A 重油加温設備から LP ガス加温設備への燃料転換の進展を見込む。この際、農林水産省が掲げる脱炭素対策の方針に基づき、加温設備に併せた GHP 導入による暖房のハイブリッド化を想定する³。

なお、GHP は EHP（電気ヒートポンプ）と比較し設備単体のイニシャルコストが高額になるが、EHP は一定規模以上の施設の場合キュービクルが必要となり、この費用を含めると GHP の方がイニシャルコストに関し優位性を持つ場合がある。本調査では以下の考え方にに基づき、GHP の方がコスト優位性を持つ施設園芸の面積の閾値を 3,000 m²とし、これ以上の規模の農園には LP ガス加温設備と GHP のハイブリッド利用、3,000 m²未満の農園は LP ガス加温設備と EHP のハイブリッド利用を想定する。

< GHP の導入が進む領域 >

- ・ メーカー試算結果によると、全国の平均的な規模（2,400 m²）の施設において、最大暖房負荷は 194kW
- ・ 最大暖房負荷の約半分の出力を持つヒートポンプ導入を想定（設備容量は 97kW）
- ・ 最大暖房負荷の約半分の出力を持つヒートポンプ導入した場合、総暖房負荷の 70%～80%がヒートポンプで対応可能であり、残りの負荷は燃焼式加温設備で補う。
- ・ 冷房は設備の最大出力が最大冷房負荷に満たないが、年間を通した総冷房負荷は概ね賄えることを確認している。
- ・ 電気ヒートポンプの効率を 3～3.5 とした場合、最大消費電力は約 30kW
- ・ 高圧受電設備は契約電力 50kW 以上で設置が必要である。契約電力比で農園規模を求めると、

³ 農水省「みどりの食料システム戦略」では、2050 年までに化石燃料を使用しない施設への移行を目指す途中段階の目標として、加温設備とヒートポンプのハイブリッド利用を 2030 年までに 50%の農園で実現する目標を示している。

$2,400 \text{ m}^2 \times 50\text{kW} \div 30\text{kW} = 4,000 \text{ m}^2$ となるが、空調以外の設備（大型換気扇、カーテン・天窓モーター、灌水機、ポンプ）の消費電力も考慮し、高圧受電設備増設を要する農園規模をやや小規模な $3,000 \text{ m}^2$ 以上と想定

上記の考え方に基づく施設園芸部門における LP ガス加温設備導入目標の対象領域を図 4.1 に示す。またベースライン及びカーボンニュートラルの取組推進の想定をまとめると表 4.1 のとおりとなる。

		暖房のみ	暖冷房あり	暖冷房なし
1ha以上	次世代施設園芸	LPG加温設備の新設	主に人工光型施設園芸	－
	従来型	A重油加温設備からLPG加温設備へのリプレイス ＋ GHP導入によるハイブリッド化		－
30a～1ha未満				－
30a未満		A重油加温設備→LPG加温設備へのリプレイス ＋ EHP導入によるハイブリッド化		－

図 4.1 施設園芸部門における LP ガス加温設備導入目標の対象領域

表 4.1 ベースライン及びカーボンニュートラルの取組推進の想定

	ベースライン	CN取組進展
園芸施設新設	A重油設備を導入	LPガス設備を導入
設備更新	同じ熱源（A重油・灯油）の加温機に更新	LPガス加温機へ燃転 + GHP導入によるハイブリッド化

(1) 次世代園芸施設

次世代園芸施設の新設件数

太陽光型植物工場の施設数の推移（図 3.7, p.23）に基づくと、直近 5 か年の平均新設件数を求めると 7 件である。この件数の新設が 2035 年まで継続すると想定する。

新設された施設における主たる加温設備の内訳は、ベースラインケースは日本施設園芸協会「大規模施設園芸・植物工場実態調査・事例調査」における冷房設備の有無、A 重油及び LP ガス・都市ガス利用率を参考に、暖房のみ・冷房なし施設の割合を 50%、このうち、LP ガスの割合を 40%、A 重油の割合を 60%として、暖冷房設備導入 3 件、LP ガス加温設備 2 件、A 重油加温設備 2 件と想定する。

取組進展ケースでは、ベースラインで想定した A 重油加温設備 2 件を LP ガス加温設備で 100% 代替する想定する（図 4.2）。

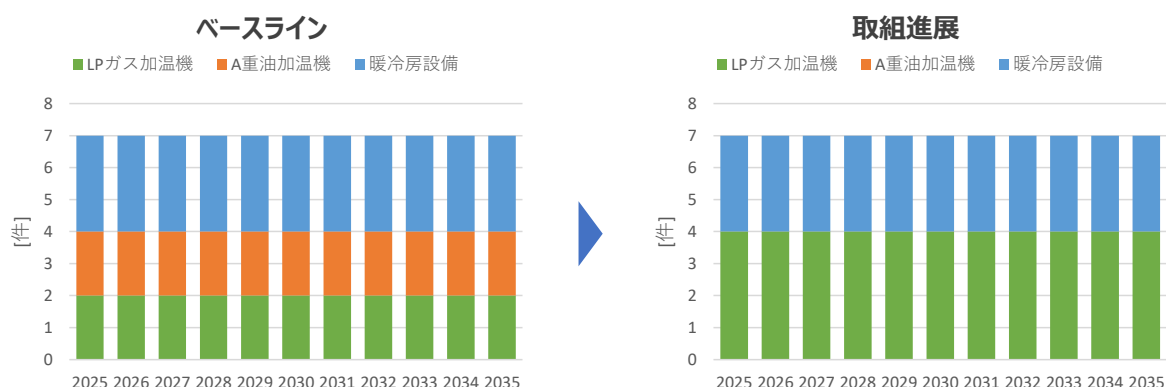


図 4.2 次世代園芸施設の新設件数の想定

1 件当たり面積

日本施設園芸協会「大規模施設園芸・植物工場実態調査・事例調査」の太陽光型植物工場の平均施設面積を参照し（図 3.8、p.24）1 件当たり面積を 2.4ha と想定する。

燃料別単位面積あたり燃料消費量・CO₂ 排出量

図 2.7（p.16）に示す地域別暖房負荷と、図 2.8（p.16）に示す加温設備の地域別設置実面積より全国の平均暖房負荷を求めると 386MJ/m²となる。この暖房負荷をベースに、A 重油、LP ガスそれぞれの CO₂ 排出量を算出し、A 重油に代わり LP ガスの加温設備を導入した場合の面積当たりの CO₂ 排出削減量を求めると、52.3tCO₂/ha となる。

表 4.2 燃料別単位面積あたり燃料消費量・CO₂ 排出量

	A重油	LPガス
暖房負荷（全国平均）	386 MJ/m ²	386 MJ/m ²
効率	81 %	81 %
燃料消費量（熱量単位）	476 MJ/m ²	476 MJ/m ²
熱量換算係数	38.9 MJ/L	50.1 MJ/kg
燃料消費量（固有単位）	12.2 L/m ²	9.5 kg/m ²
CO ₂ 排出係数	2.75 kgCO ₂ /L	2.99 kgCO ₂ /kg
CO ₂ 排出量	33.7 kgCO ₂ /m ²	28.4 kgCO ₂ /m ²
CO ₂ 削減量	5.2 kgCO ₂ /m ²	
	52.3 tCO ₂ /ha	

CO₂ 排出削減量

2025 年～2035 年におけるベースラインに対する LP ガス加温設備新設の増分は 2 件/年 × 11 年 = 22 件（53ha）となり、燃料別単位面積あたり燃料消費量を乗じると LP ガス需要の増分は 0.5 万 t となる。新設面積に面積当たりの CO₂ 排出削減量を乗じると、CO₂ 排出削減量の目標値は 0.3 万 tCO₂ となる。

(2) 次世代園芸施設以外（3000 m²以上）

3,000 m²（30a）以上の次世代園芸施設では、A 重油加温設備から LP ガス加温設備と GHP の八

イブリッド利用への転換を想定する。

農林水産省「園芸用施設の設置等の状況」及び「農林業センサス」を基に、2024 年時点での 3,000 m² (30a) 以上の施設の総面積を推計すると約 11,000 m²となる。このうち A 重油加温設備を有する施設の割合は 88%である。

設備更新発生率を 5% (設備寿命 20 年の想定) 設備更新における A 重油から LP ガスへの燃料転換率を 10% (任意の値) と想定すると、燃料転換の対象面積が 44ha となり、毎年この面積分の施設において燃料転換を行うことが目標となる。

燃料転換後は LP ガス設備と GHP で暖房負荷を処理することになるが、設備ごとの暖房負荷の分担はヒートポンプの導入事例⁴を参考に、LP ガス加温設備が 3 割、GHP が 7 割とする。

各設備の処理負荷に基づく単位面積あたりの CO₂ 排出量を表 4.3 に示す。この CO₂ 排出量の想定の下、毎年 44ha の燃料転換を進めた場合、LP ガス消費量の増分は 3.2 万 t、CO₂ 排出削減量は 7.3 万 tCO₂ となる。

表 4.3 各設備の処理負荷に基づく単位面積あたりの CO₂ 排出量 (3,000 m²以上の農園)

	A重油	LPガス加温機	GHP
暖房負荷 (全国平均)	386 MJ/m ²	116 MJ/m ²	270 MJ/m ²
効率	77 %	81 %	1.4
燃料消費量 (熱量単位)	501 MJ/m ²	143 MJ/m ²	193 MJ/m ²
熱量換算係数	39 MJ/L	50 MJ/kg	50 MJ/kg
燃料消費量 (固有単位)	12.9 L/m ²	2.9 kg/m ²	3.9 kg/m ²
CO ₂ 排出係数	2.75 kgCO ₂ /L	2.99 kgCO ₂ /kg	2.99 kgCO ₂ /kg
CO ₂ 排出量	35.4 kgCO ₂ /m ²	8.5 kgCO ₂ /m ²	11.5 kgCO ₂ /m ²

(3) 次世代園芸施設以外 (3000 m²未満)

3,000 m² (30a) 以上の次世代園芸施設では、A 重油加温設備から LP ガス加温設備と EHP のハイブリッド利用への転換を想定する。

LP ガス設備と EHP で処理する暖房負荷の分担を GHP 併用時と同様に LP ガス加温設備が 3 割、EHP が 7 割とすると、暖房負荷の 3 割 (116MJ/m²) が A 重油から LP ガスへの燃料転換の対象となる。

農林水産省「園芸用施設の設置等の状況」及び「農林業センサス」を基に、現時点での 3,000 m² (30a) 未満の施設の総面積を推計すると約 5,660 m²となる。このうち A 重油加温設備を有する施設の割合は 88%である。

3,000 m²以上の農園と同様に設備更新発生率を 5% (設備寿命 20 年の想定) 設備更新における A 重油から LP ガスへの燃料転換率を 10%と想定すると、燃料転換の対象面積が 25ha となり、毎年この面積分の施設において燃料転換が行われると想定する。

各設備の処理負荷に基づく単位面積あたりの CO₂ 排出量を表 4.4 に示す。毎年 25ha の燃料転換を進めた結果、LP ガス消費量の増分は 0.8 万 t、CO₂ 排出削減量は 0.6 万 tCO₂ となる。

⁴ 農林水産省：省エネ設備で施設園芸の収益力向上を (ヒートポンプの導入による営農改善事例), 2017 年 8 月

表 4.4 各設備の処理負荷に基づく単位面積あたりの CO₂ 排出量（3,000 m²未満の農園）

	A重油	LPガス加温機
暖房負荷（全国平均）	116 MJ/m ²	116 MJ/m ²
効率	77 %	81 %
燃料消費量（熱量単位）	150 MJ/m ²	143 MJ/m ²
熱量換算係数	39 MJ/L	50 MJ/kg
燃料消費量（固有単位）	3.9 L/m ²	2.9 kg/m ²
CO ₂ 排出係数	2.75 kgCO ₂ /L	2.99 kgCO ₂ /kg
CO ₂ 排出量	10.6 kgCO ₂ /m ²	8.5 kgCO ₂ /m ²

(4) 全体の削減目標

施設園芸部門における LP ガス設備の普及目標を達成した場合の 2035 年の CO₂ 排出削減量を表 4.5 に示す。LP ガス設備の導入拡大により LP ガス消費量は 4.5 万 t の増加となり、A 重油設備からの代替で CO₂ 排出削減量がベースラインから 8.2 万 tCO₂ 削減する。

表 4.5 2035 年の CO₂ 排出削減目標

		LPG消費量増分 [万t]	CO ₂ 排出削減量 [万tCO ₂]
次世代施設園芸	LPG加温設備新設	0.5	0.3
30a以上	LPG加温設備への燃転 + GHP導入	3.2	7.4
30a未満	LPG加温設備への燃転	0.8	0.6
合計		4.5	8.2

5. おわりに

本調査では産業部門及び業務部門における A 重油等から LP ガスへの燃料転換の可能性を検討することを目的に、主要業種におけるエネルギー利用の実態、また統計データ等を用いた LP ガスへの燃料転換のポテンシャル試算を行った。

産業部門におけるエネルギー多消費産業である農業の施設園芸については、文献調査及び事業者インタビューを基に LP ガス設備の利用状況や燃料転換の実態を整理し、さらに施設園芸における LP ガス業界の CO₂ 削減に関わる目標値を算定した。

施設園芸は産業・業務部門の中でも LP ガスへの燃料転換による大きな CO₂ 削減ポテンシャルを有する業種であるが、現時点では燃料転換がほとんど進んでいない実態がある。こうした中、法人経営の大規模農園など、消防法やカーボンニュートラル対応の観点などから、LP ガス設備が優位性を持つセグメントを把握することができた。

近年は農業の効率化・集約化により、このような大規模次世代農園が注目されている実態もある。こうした領域において LP ガス設備の先端的な導入事例を徐々に積み上げることは、LP ガス設備の有用性や CO₂ 削減効果を広くアピールできる点で有効であり、LP ガス業界における迅速な対応が必要と考えられる。

LP ガスは園芸施設の加温のみならず、GHP による冷房、排気ガスを用いた CO₂ 施用など、多様な活用方法がある。上記の先端園芸施設での導入を起点に、中小規模の農家における LP ガス設備の認知度を高めると共に、例えば農家や機器メーカーとの J-クレジット事業を推進する等、様々なステークホルダーと連携して脱炭素対策を進めることが重要である。