

3.3 再生可能エネルギー熱等支援施策

再生可能エネルギー電気と比べて固定価格買取制度のような支援策がなく、導入が立ち後れている再生可能エネルギー熱に対する支援策について検討を行った。まず、欧州等の施策を調査し、再生可能エネルギー熱支援施策を整理した。種類別の検討として、太陽熱利用については CO₂ 削減効果や費用対効果の試算を行い施策オプションを提示し、また木質バイオマスの熱利用については課題を整理して解決の方向性を提示した。

3.3.1 熱需要

我が国のエネルギー起源 CO₂ の部門別の推移では家庭部門・業務部門の増加が顕著であり、両部門に対する削減が急務である。図 3-34 に示すように家庭部門のエネルギー消費用途は、再生可能エネルギーによる供給が可能な熱需要である暖房のシェアが約 1/4、給湯のシェアは約 3 割であり、業務部門でも、ホテル等の業種では給湯需要・温熱需要が多い。

暖房及び給湯は、熱需要の中でも低い温度帯に属しており、再生可能エネルギー熱、ヒートポンプや分散電源の排熱利用を含め、様々なエネルギー源によって供給することができる。主な熱の供給方法と需要の温度帯の比較を図 3-35 に示す。

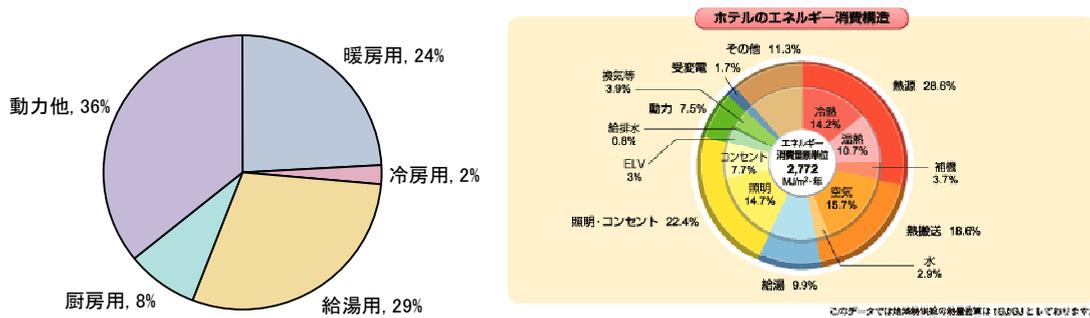


図 3-34 家庭（左）、ホテル（右）の用途別エネルギー消費構成

出典) EDMC (2008). 「エネルギー・経済統計要覧 (2008 年度)」.

省エネルギーセンター (2009). 「ホテルの省エネルギー」.

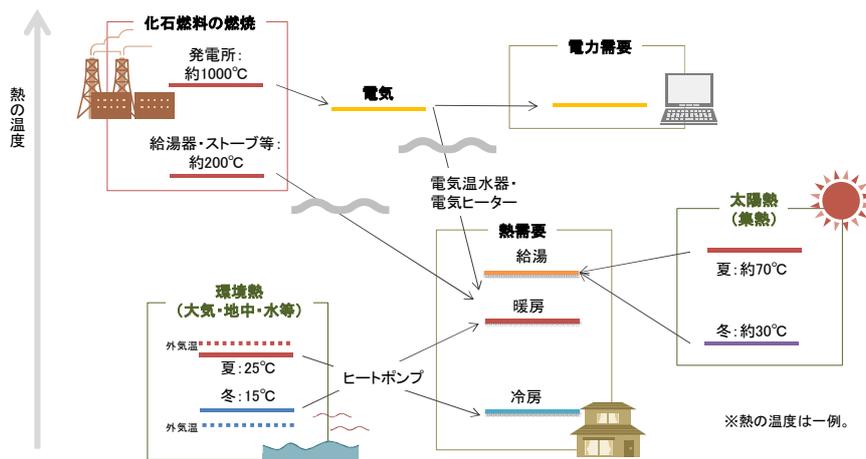


図 3-35 熱需要の温度帯

熱需要（給湯・暖房・冷房）の温度帯は、化石燃料の燃焼温度よりも、太陽熱や環境熱（大気・地中・水等）といった再生可能エネルギー熱の温度帯に近い。一方で、電気では動かかない機械などに対しては、電気の供給が必須である。このため、熱需要を満たすのに、化石燃料を燃焼させたり、電気を電熱変換したりするのは、エネルギーの有効利用とは言えない。

出典) [環境省, 2013]

3.3.2 海外の再生可能エネルギー熱施策

海外の再生可能エネルギー熱施策について調査を行った。ドイツ、英国については再生可能エネルギー熱施策の体系と、フランス、スペイン、中国の事例を対象とした。ドイツ、英国、フランスについては、詳細を参考資料3に示す。

(1) ドイツ

1) 再生可能エネルギー熱施策の概要

ドイツの再生可能エネルギー熱施策の概要を図3-36に示す。ドイツでは、「再生可能エネルギー熱法」に基づいて新築建物への再生可能熱設備もしくは熱供給を義務付けるとともに、既存建物向けには「市場促進プログラム」で設置費補助を実施している。なお、小規模バイオマスコジェネレーションは、「再生可能エネルギー法」や「CHP法」に基づく電気の固定価格買取制度の一環で支援している。

目標:「包括的気候変動・エネルギー政策」における目標「1990年水準比で、2020年までに温室効果ガス排出量40%削減」の関連措置の一つである再生可能エネルギー熱法において、「経済的実現可能性を保持しつつ、2020年までに、暖房、冷房、プロセス熱及び温水等の熱の最終エネルギー消費における再生可能エネルギー割合を14%にする」目標を掲げる。

	エネルギー源							
	主な促進施策	太陽熱	地熱	環境熱ヒートポンプ	バイオマス	バイオガス	バイオマスCHP	
義務化	再生可能エネルギー熱法による導入義務付け	○	○	○	○	○	○	
経済的支援	初期負担軽減	市場促進プログラム(BAFA)	○	○	○	○	○	△
		市場促進プログラム(KfW)	○	○	○	○	○	△
	投資回収年数短縮	再生可能エネルギー法による固定価格買取制度					併用不可	△
		CHP法による固定価格買取制度						△
非経済障壁除去	バイオガス優先接続義務					○		

図3-36 ドイツにおける再生可能エネルギー熱施策の概要

注) CHP(コジェネレーション)法の正式名称は、Gesetz für die Erhaltung, die odernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung(コジェネレーションのメンテナンス、改善、拡張のための法律)。
出典) ドイツ再生可能エネルギー熱法、再生可能エネルギー法、CHP法、[渡辺, 2011]より作成

2) 再生可能エネルギー熱法における導入義務

ドイツでは、2007年より新築建物（賃貸含む）、2011年より公的機関の改修建物に、再生可能エネルギー熱の導入を義務付けた（表 3-18）。導入する再生可能エネルギー源は建物の所有者にて選択可能である。義務履行の代替手段として、廃熱利用、コジェネレーションや地域熱供給からの熱利用、建物のエネルギー性能に関する法律「省エネルギー令」の基準を15%以上上回る省エネ効率による達成も認められており、実績では省エネルギーによる代替が全体の60%を占める。

今後の課題として、適格要件の見直し、遵守確認の強化、建築関係者に対する施工主への情報提供義務化が挙げられている。

表 3-19 ドイツの再生可能エネルギー熱法における導入義務の概要

エネルギー源	主な適格要件	達成基準		施行方法
		新築建物	公的建物の改修	
太陽エネルギー	熱媒体が液体の場合は、Solar Keymarkの認証済み	15%	15%	<ul style="list-style-type: none"> 義務対象者は、州政府による認可を受けた専門家により法律を順守しているという証明を受け、地方行政府に提出。 罰則規定として、証明書の不提出・提出期限への遅れ：50,000ユーロ以下、証明書類の保存違反：20,000ユーロ以下の罰金。
地熱	・ヒートポンプの季節性能係数 (SPF)が、3.5(大気熱)、4.0(それ以外)以上	50%	15%	
空気・水熱源ヒートポンプ	・SPFを計測できる機器を備えている ・所定の等のエコラベルの取得	50%	15%	<ul style="list-style-type: none"> 2009年～2011年には、全新築建物の半数が、再生可能エネルギーによる熱利用を実施。ヒートポンプ27%、太陽熱設備20%、固形バイオマス設備約5～7%。 ヒートポンプ及び集中バイオマス暖房の分野においては、全体の増加に対して新築における増加が著しい。 代替措置、とりわけ省エネ措置も大きくかつ安定的に成長。2010～11年には新築建物の約60%が省エネルギー措置で代替。
固形バイオマス	所定のポイラ効率を満たす	50%	15%	
バイオガス	コジェネレーションでの利用等	30%	25%	<ul style="list-style-type: none"> 2012年12月に連邦政府が連邦議会に提出した進捗報告書では以下のとおりの評価。 ヒートポンプ、代替措置（地域熱供給等）についての適格要件の定期的な検討が必要 州政府への遵守検査権限付与が必要 建築関係者に対する施工主への情報提供義務化が必要
液体バイオマス	最善技術(BAT)を適用したポイラ、かつ持続可能性基準の充足	50%	15%	

出典) [渡辺, 2011], [BMU, 2013a]より作成

3) 市場促進プログラム

再生可能エネルギー熱法では、2009年から2012年の間に、毎年5億ユーロを上限として、再生可能エネルギー熱等の利用に財政的支援を行うことを規定している（表 3-19）。これは、小規模設備を対象として、連邦経済・輸出管理庁（Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle: BAFA）が、既存建物への設置及び革新的技術に重点においた設置費補助を提供するものである。また、大規模設備を対象として、主に中小企業導入分についてドイツ復興金融公庫（Kreditanstalt fuer Wiederaufbau: KfW）が、低利融資・部分的債務免除を提供している。

予算額の上限に達した場合の支援中断が再生可能エネルギー熱設備市場を不安定にしているため、通年での支援の継続性を保証できるようにすることが課題である。

表 3-20 ドイツの市場促進プログラムの概要

小規模設備対象の補助金			大規模設備対象の金融支援		
技術		助成額 (ユーロ)	技術		助成額(ユーロ)
太陽熱	集熱面積40㎡以下	€1,500~3,600	太陽熱	集熱面積40㎡超	最大3年間までの支払猶予期間がついた固定金利型の長期低利融資払い戻し補助金 対象設備の純投資額の100%が支援対象となり融資の上限額は通常1,000万ユーロ 小企業には、より優遇された利子が適用される
	集熱面積20~100㎡ [集合住宅及び大規模型 非住居建物(新築含む)]	€3,600~18,000	バイオマス	100kW超固形バイオマス ボイラのための自動燃料 供給設備	
	表面積最大1,000㎡ [生産過程熱]	純投資額の最大50%		2MW以下バイオマスコ ージェネ	
バイオマス	ペレットストーブ	€1,400~3,600		バイオガスの調整設備	
	ペレットボイラー	€2,400~3,600		300m以上のバイオガス 輸送網	
	サイロ付チップボイ ラー	€1,400	ヒートポンプ	掘削深度400m地中熱源 利用設備	
	木質ガス化ボイラー	€1,400		年間500kWh/m ² 以上の 熱供給ネットワーク	
ヒートポンプ	海水熱源、水熱源	€2,800~12,300	その他	20m ³ 超の大規模蓄熱設 備	
	空気熱源	€1,300~2,100			

・申請数: 60,000件(2011年)、75,000件(2012年)
 ・助成額: 112百万ユーロ(2011年)、144百万ユーロ(2012年)
 出所)BAFA, "Jahresbericht 2012 / 2013"

出典) BAFA 資料より作成

(2) 英国

1) 再生可能エネルギー熱施策の概要

英国の再生可能エネルギー熱施策の概要を図 3-37 に示す。英国では、家庭部門以外の大規模熱生産事業者を対象とした再生可能エネルギー熱使用量比例制の支援制度(再生可能熱インセンティブ)、家庭部門を対象とした設置費補助(再生可能熱プレミアムペイメント)を併用している。両制度ともに、原則として熱量計の設置・測定を要件としていることが特徴である。再生可能熱プレミアムペイメントは経過措置としての扱いであり、今後は再生可能熱インセンティブ制度に統合して支援が行われる予定である。

目標: EUの「再生可能エネルギー利用促進指令(2009/28/EC)」において、英国の目標は、2020年までに最終エネルギー消費に占める再生可能エネルギーの導入比率 15%。
 2009年の「再生可能エネルギー戦略」で、電力分野で達成できない分を熱分野で補うため、熱需要の12%を再生可能エネルギーで賄うことを目指したシナリオを提示。

経済的支援	エネルギー源						
	主な促進施策	太陽熱	地熱	環境熱ヒートポンプ	バイオマス	バイオガス	バイオマス CHP
投資回収 年数短縮	再生可能熱インセンティブ (RHI)	○		○	○	○	○
初期負担 軽減	再生可能熱プレミアムペイメント (RHPP)	○		○	○	○	○
義務化	エネルギー企業義務 (ECO)			○	○		○
	Renewables Obligation (RO)						○

併用不可

図 3-37 英国における再生可能エネルギー熱施策の概要

出典) 電力・ガス市場規制局 (Ofgem) 資料より作成

2) 再生可能熱インセンティブ、再生可能熱プレミアムペイメント

英国の再生可能熱インセンティブ、再生可能熱プレミアムペイメントの概要を表 3-21 に示す。

再生可能熱インセンティブ(Renewable Heat Incentive: RHI)は、業務・産業・公共部門に対して、再生可能エネルギー熱設備に、20年間にわたるエネルギー源別買取価格を政府予算から支払う制度である。また、再生可能熱プレミアムペイメント(Renewable Heat Premium Payment: RHPP)は、再生可能熱インセンティブが家庭部門へ拡大するまでの暫定措置としての補助金である。いずれも2014年度まで予算措置済みである。この予算は、2020年の再生可能エネルギー熱導入量目標達成に向けた毎年の導入見込量に基づいて設定されている。

また、いずれも熱量計による熱量測定が義務付けられている。

実績として再生可能熱インセンティブでは小・中規模バイオマスボイラ以外の導入が進んでおらず、支払価格引き上げが提案されている。なお、支払価格設定には、英国において温室効果ガス削減対策を安価な順に導入した場合に、温室効果ガス削減目標達成のために最も高コストとなる(温室効果ガス削減の限界費用)と考えられている洋上風力発電の発電コストがベンチマークとなっている。

表 3-21 英国の再生可能熱インセンティブ、再生可能熱プレミアムペイメントの概要

RHIによる買取価格				RHPPによる助成額		
技術	規模	買取価格 (ペンス/kWh)		エネルギー源	助成額	
		2013/7~	14年度改定案		~2013/5/19	2013/5/20~
バイオマスボイラー	小規模 (200kW未満)	第1段階: 8.6 第2段階: 2.2	変更なし	太陽熱	£300	£600
	中規模 (200kW~1MW)	第1段階: 5.0 第2段階: 2.1	変更なし	バイオマスボイラー	£850	£1,300
	大規模 (1MW以上)	1.0	2.0	空気熱ヒートポンプ	£1,250	£2,300
地中熱ヒートポンプ	小規模 (100kW未満)	4.8	7.2~8.2	地熱・水熱ヒートポンプ	£950	£2,000
	大規模 (100kW以上)	3.5				
太陽熱	200kW未満	9.2	10.0~11.3			

予算[百万ポンド]					
年度	2011年	2012年	2013年	2014年	総額
RHI	56	118	226	424	864
RHP給湯P		15	25	未定	

- 2013年3月末までに1,238設備が認定済み。
- 設備数比率では、固定バイオマスボイラーが92%超。
- 制度の施行後、小・中規模のバイオマスボイラーは予測を上回る導入が進んでいる一方で、その他のエネルギー源では、予測を大きく下回る状況。
- 2013年5月のコンサルテーションペーパーで、大規模バイオマスボイラーやヒートポンプの買取価格の引き上げを提案。

出典) 電力・ガス市場規制局 (Ofgem) 資料より作成

(3) フランスのエネルギー投資額還付制度

フランスのエネルギー投資額還付制度は、家庭における再生可能エネルギー機器やヒートポンプ、熱グリッドへの接続等にかかる投資に対して、投資額の一定金額を所得税還付として払い戻す制度である（表 3-21）。2005 年に開始され、2013 年時点で 2015 年まで税額控除制度が継続されることが公表されている。

2005 年から 2008 年の間に、410 万世帯が、投資額還付の対象となる省エネルギー機器もしくは再生可能エネルギー機器を設置し、対象額は 231 億ユーロ（3 兆円）、還付額は 78 億ユーロ（1 兆円）相当であった。このうち、約 2/3 が省エネルギー、1/3 が再生可能エネルギー（太陽光、太陽熱、ヒートポンプ、バイオマス利用）であった。フランスにおける 2011 年の再生可能熱エネルギー導入状況は図 3-38 のとおりであり、ヒートポンプや固体バイオマスの導入が進展している。

表 3-22 フランスの家庭におけるエネルギー投資に対する税額控除率

エネルギー源	対象			2011年	2012年	
	新築住宅	改修住宅	業務		設置のみ	改修※1
再生可能発電・熱生産設備	○	×	○	45%	32%	40%
ヒートポンプ	×	×	△※2	36%	26%	34%
蓄熱式ボイラー	○	×	○	15%	15%	
断熱材	○	×	×	22%	15%	
暖房調節機	○	×	○	22%	15%	
地域熱供給連系設備	○	×	○	22%	15%	

※1: 窓断熱、再生可能源からの温水器、屋根裏・外壁・基礎断熱、屋根断熱、凝縮ボイラー・ヒートポンプ、木質ヒーター設置等の改修工事を併せて実施した場合。
 ※2: 2010年以降、地熱は対象外。
 ※3: 2009年以降、対象外。

出典) 環境・持続可能な開発・エネルギー省(Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie: MEDDE)資料より作成

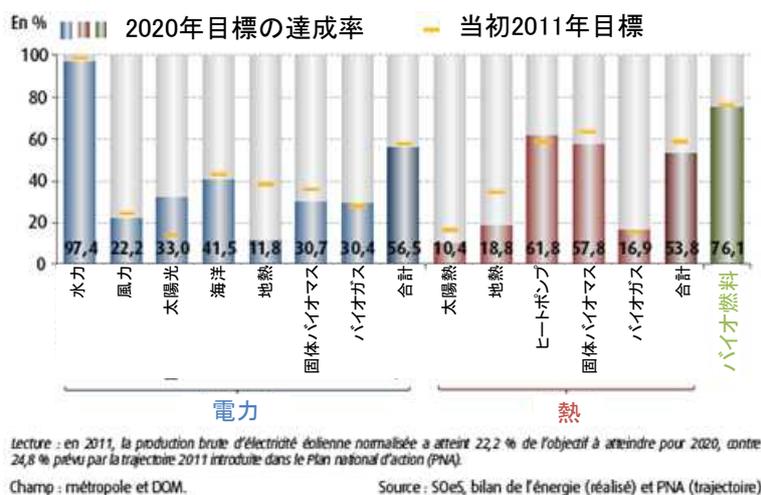


図 3-38 フランスの再生可能エネルギーの 2020 年導入目標に対する 2011 年実績の達成率
 出典) [MEDDE, 2013]

(4) スペインのソーラーオリゲーション

スペインでは、2006年、技術的建築基準（Technical Building Code: CTE）として、延床面積 1,000m² 以上の新築・改築建物に対して熱需要のシェアの一部を太陽熱を利用して賄うことを義務化した。制度の運用主体は地方自治体、モニタリング実施は省エネルギー多様化研究所（Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía: IDAE）である。

太陽熱設備導入面積の推移を図 3-39 に示す。2007年以降の新築・改築件数の大幅な落ち込みにより（図 3-40）太陽熱利用導入は鈍化し、2006年に設定された2010年目標は達成できていない。また、現行制度では、遵守確認と、非遵守の場合の罰則の規程が不十分であると指摘されている。



図 3-39 スペインにおける太陽熱設備導入面積 (ストック)

出典) スペイン太陽熱産業協会ニュースレター(2012年3月)より作成

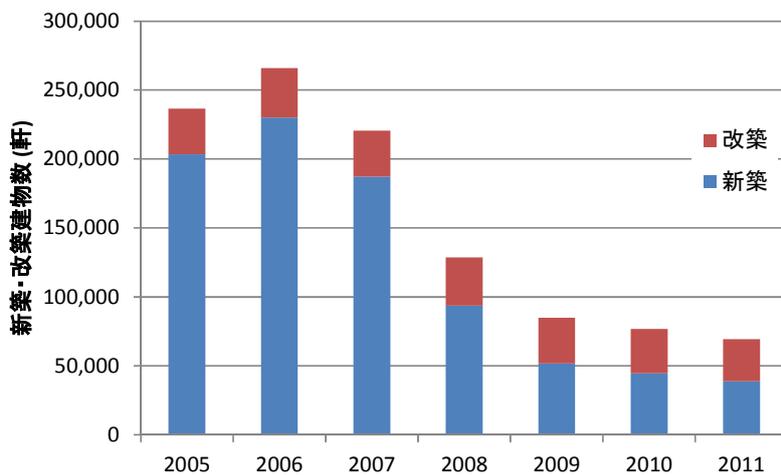


図 3-40 スペインにおける新築・改築建物数

出典) スペイン国立統計局統計より作成

(5) 中国における太陽熱温水器の普及状況

中国の第12次5カ年計画(2011年～2015年)では、2015年の太陽熱利用目標を280GWth(4億m³)と設定している。2012年現在で、中国は太陽熱利用設備のストック量も新規導入量も世界一位である。特にストック量は世界の3分の2を占める(図3-41)。中国の国内市場は住宅向けの真空ガラス管型自然循環式集熱器が中心である。中国の家庭のエネルギー用途のうち厨房・給湯はおよそ3分の1で(図3-42)、太陽熱利用は電気やガス利用よりもライフサイクル費用がはるかに小さいことが、導入拡大の主要要因とされている。

また、地方政府の導入義務制度によって大規模マンションへの設置も増加した(図3-43)。ただ、建築需要の減少と農村部での市場飽和により2009年以降成長は鈍化しており、建物の外壁やバルコニーに組み込まれた太陽熱システムが今後の成長の可能性である。

近年、一貫製造を行う大企業が台頭し、輸出向けの平板型の生産も行われている。従来は中小企業による生産が中心であった。ただ中国産の安価な集熱管は故障率が高く、品質基準や認証への注目が高まっている。

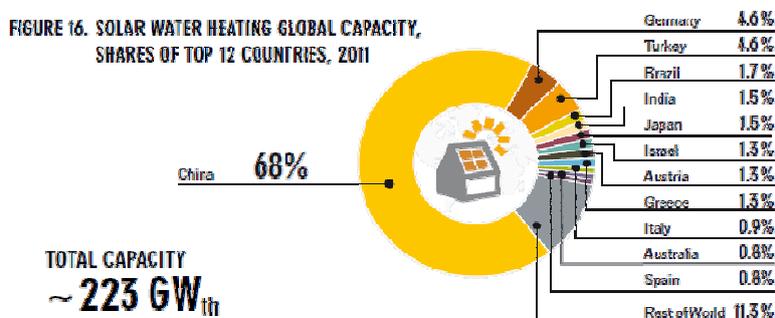


図 3-41 世界の太陽熱利用設備量シェア

出典) [REN21, 2013]

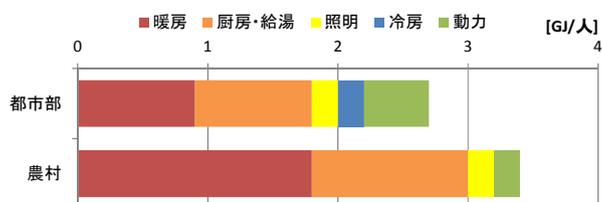


図 3-42 中国の家庭のエネルギー用途

出典) 日本建築学会, 「中国の住宅におけるエネルギー消費と居住環境問題特別研究委員会報告書」, 2005より作成

- 山東省による太陽熱温水器企業への研究開発補助や金融支援の結果、設備コストの大幅削減に成功。
- 日照市は、全ての新築建物に対して太陽熱温水器導入を義務化。行政建物や市幹部私邸にも率先導入。
- この結果、中心市街地の99%の家庭が太陽熱温水器を導入。



図 3-43 太陽熱導入義務化の例

出典) http://c40.org/media/case_studies/an-extensive-solar-program-in-china、

<http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=sunrise-on-chinas-first-carbo-neutral-city> (画像)

3.3.3 我が国の太陽熱利用

(1) 太陽熱利用の動向

1) 太陽熱利用の導入の現状

太陽熱温水器・ソーラーシステム設置実績と原油価格を図 3-44 に示す。太陽熱利用機器の導入は、1990 年代後半から低調が続いている。1980 年前後の導入最盛期と同程度の原油価格となった近年も、導入は回復していない。

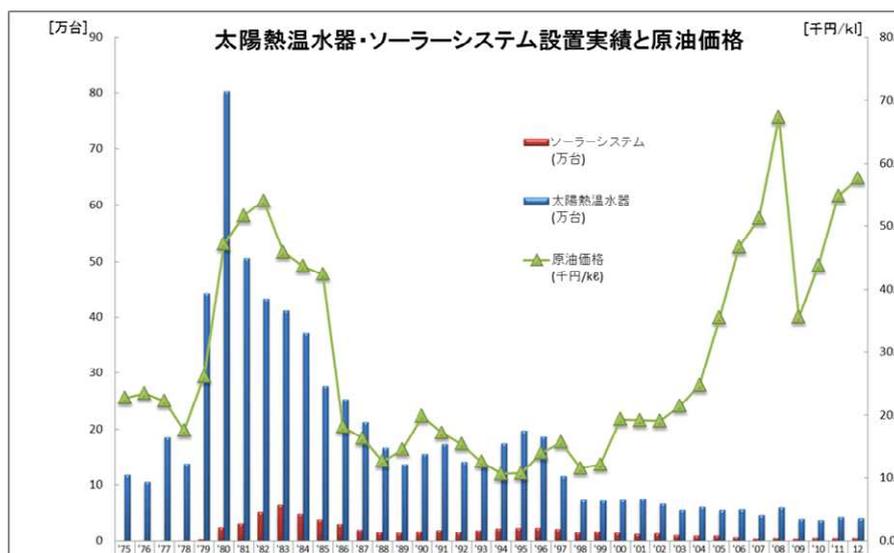


図 3-44 太陽熱温水器・ソーラーシステム設置実績と原油価格

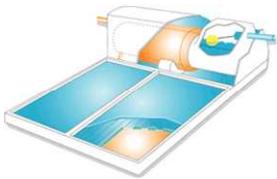
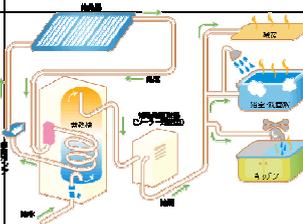
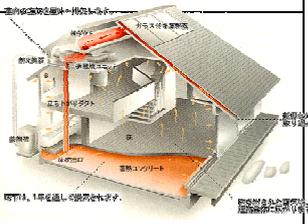
出典) [ソーラーシステム振興協議会, 2013]

2) 太陽熱利用技術の概要

① 熱の収集方法

太陽熱利用システムには、自然循環型、強制循環型、空気式集熱型がある (表 3-23)。自然循環型は、一体化した集熱器と貯湯槽を屋根に設置するもので、温水を風呂に利用する。強制循環型は一般に、集熱器を屋根に、蓄熱槽を地上に設置し、熱媒 (不凍液) をポンプで循環させるもので、熱交換により熱を給湯のみでなく床暖房等にも利用可能である。空気式集熱型は、屋根材と一体化したガラス付き集熱面等で屋根裏空気を高温に熱し、送風器による暖房や、熱交換器による温水製造に利用するものである。

表 3-23 太陽熱利用技術の概要

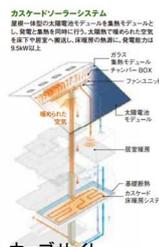
	太陽熱温水器 (自然循環型)	ソーラーシステム (強制循環型)	空気式集熱型
技術の概要	一体化した集熱器と貯湯槽を屋根に設置。熱媒は利用する水そのもの。温水を風呂に利用。	一般に集熱器を屋根に、蓄熱槽を地上に設置し、熱媒（不凍液）をポンプで循環。熱交換により給湯、床暖房等に利用可能。	屋根材と一体化したガラス付き集熱面等で屋根裏空気を高温に熱し、送風器による暖房や、熱交換器による温水製造に利用。
メリット	初期コストが安い。	屋根への荷重が小さく外観を損なわない。集合住宅にも設置可。給湯器と連携し使い勝手が変わらない。	空調への利用が可能。デザイン性に優れる。
デメリット	屋根への荷重が大きい。外観を損なう。	自然循環型に比べると初期コストが高い。	大きなダクトスペースが必要。既築住宅での導入は現状困難。
導入状況	現状の太陽熱利用の8割以上を占める。	現状の太陽熱利用の1~2割を占める。業界では今後この方式を推進。	導入事例は少ない。
用途	給湯(風呂)	給湯、暖房	給湯(厨房を含む)、暖房
集熱面積	3~4m ²	4~6m ²	—
システム価格 (施工費込)	約30万円	約60~90万円	—
			

図出典) [ソーラーシステム振興協議会, 2013]

② 太陽光発電との組み合わせ

太陽熱利用と太陽光発電と組み合わせた商品も開発されている(表 3-24)。住宅向け商品として太陽熱集熱パネルと太陽光発電パネルを並べて設置するもの、主に業務建物のボイラ給水予熱用として太陽光発電パネルの裏面に太陽熱伝熱管を配し集熱を行うもの、太陽光発電設置住宅において空気式集熱を行い暖房に活用するシステム等がある。

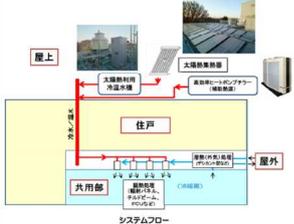
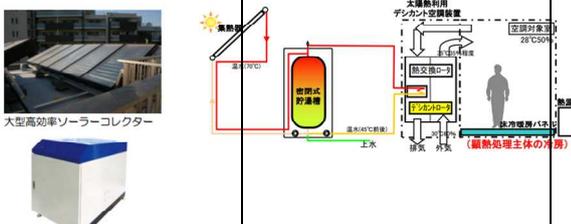
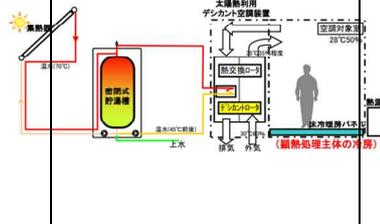
表 3-24 太陽熱・太陽光の組み合わせ技術の概要

	併設型※	ハイブリッドパネル型※	空気式集熱併用型※
技術の概要	太陽熱集熱パネルと太陽光発電パネルを並べて設置。主に住宅向け。	太陽光発電パネルの裏面に太陽熱伝熱管を配し、集熱を行う。主に業務建物のボイラ給水予熱用。	太陽光発電設置住宅において、空気式集熱を行い暖房に活用。
メリット	既に商品化されている。太陽熱利用(強制循環型)・太陽光発電のそれぞれの特徴どおり。	太陽光発電と太陽熱利用が設置面積として競合しない。熱取得により太陽光発電温度上昇による効率低下を防止できる。	既に商品化されている。太陽熱利用(空気集熱型)・太陽光発電のそれぞれの特徴どおり。
デメリット	太陽光発電と太陽熱利用が設置面積として競合する。	高温までは集熱できない(熱媒が高温になると太陽光発電効率が低下)。総合効率はまだ十分に高くはなく(40%程度)、実証試験段階。	太陽熱利用(空気集熱型)・太陽光発電のそれぞれの特徴どおり。
主要メーカーと商品名	ノーリツ(ダブルソーラー) 矢崎総業(矢崎ハイブリッドソーラーシステム)	NTTファシリティーズ・日比谷総合設備 スマートソーラーインターナショナル	ミサワホーム(カスケードソーラーシステム)
	 出所)ノーリツウェブサイト	 出所)NTTファシリティーズウェブサイト	 出所)ミサワホームウェブサイト

③ 太陽熱の冷房利用

太陽熱温水を利用して冷房・除湿を行う技術も実証されている（表 3-25）。これらは大規模な設備であるため、主に業務建物向けである。

表 3-25 太陽熱の冷房利用の技術概要

	吸収式冷凍機	吸着式冷凍機	デシカント空調
冷房の仕組み	冷媒蒸気が吸収液に吸収されることで発生する低圧により、蒸発器中の冷媒を気化、その潜熱により冷房。吸収液からの冷媒の分離に太陽熱温水を用いる。	冷媒蒸気が吸着剤（多孔質材料）に吸着されることで発生する低圧により、蒸発器中の冷媒を気化、その潜熱により冷房。吸着剤からの冷媒の分離に太陽熱温水を用いる。	空気中の水蒸気を乾燥剤で吸収させて除湿。乾燥剤の再生に太陽熱温水を用いる。除湿による快適性向上や、冷房時の負荷（潜熱分）削減に寄与。
事例	<ul style="list-style-type: none"> 「集合住宅等太陽熱導入促進事業」H23～H27東京都集合住宅等太陽熱導入促進事業における対象システム（日比谷総合設備） 	<ul style="list-style-type: none"> 「太陽熱で冷暖房する吸着冷凍装置の実証事業」H22～H23環境省委託事業（前川製作所） 「集合住宅等太陽熱導入促進事業」H23～H27東京都集合住宅等太陽熱導入促進事業における対象システム（前川製作所） 	<ul style="list-style-type: none"> 「太陽熱利用と冷房効率向上を同時に実現する居住系施設向け空調システムの開発研究」H20～H24環境省委託事業（東北大学、前田建設工業）
	 <p>出所)東京都資料</p>	 <p>出所)東京都資料</p>	 <p>出所)環境省資料</p>

3) 太陽熱利用の障壁

業界団体へのヒアリングや文献調査により、太陽熱利用導入の課題を整理した。ヒアリング先とヒアリングのポイントを表 3-26 に示す。

表 3-26 太陽熱利用導入の課題のヒアリング

		概要	ヒアリングのポイント
業界団体	ソーラーシステム振興協会	太陽熱メーカーの業界団体	<ul style="list-style-type: none"> ・ 業界としての 2030 年導入見込量 ・ 導入拡大の障壁 ・ 普及を推進すべき太陽熱利用形態 ・ 行政への要望
	ソーラーエネルギー利用推進フォーラム	ガス・住宅業界・太陽熱メーカーによる業界団体	<ul style="list-style-type: none"> ・ 同上に加えて、 ・ フォーラムが検討している「太陽熱利用量のみなし評価による証書制度」について
事業者 (メーカー)	株式会社ノーリツ	太陽熱利用機器メーカー、ダブルソーラー商品も販売 環境省「家庭用太陽熱利用システム普及加速化事業」(H21)に採択	<ul style="list-style-type: none"> ・ リース事業の効果・手ごたえ ・ リース制度、グリーンディールに対する所見 ・ ダブルソーラー商品の開発背景、販売動向 ・ 熱利用実態の把握について
事業者 (リース)	T&D リース株式会社	リース事業者 環境省「家庭用太陽熱利用システム普及加速化事業」(H21)に採択	<ul style="list-style-type: none"> ・ リース事業の効果・手ごたえ ・ リース制度、グリーンディールに対する所見

太陽熱利用の課題やその解決状況を、サプライチェーン(メーカー→販売店等→ユーザー)別、人・モノ・金・情報の視点別に整理したものを表 3-27 に示す。従来指摘されていた、技術・商品に関する課題は、事業者や業界の努力により改善しつつあるが、経済性の課題、認知度の課題が残されている。

表 3-27 太陽熱利用の課題の整理

	メーカー	販売店等	ユーザー
資源 (人的)		(×) 住宅メーカーや住設機器の販売店の営業リソースが太陽光発電やエコキュートにシフトしている	
モノ (技術・商品)	(○) 商品の使い勝手・デザイン性は業界・事業者努力により改善中 (○) メンテナンス・施工体制も、業界・事業者努力により改善中 (○) 熱証書化を目的に、熱量のみなし評価について検討中		
カネ (経済性)	(×) 現状の少ない出荷台数ではコストダウンのための新規投資が困難	(×) リース事業者にとって、リース期間の長期化はビジネス上困難 (×) 業界慣例の流通マージンの上乗せ	(×) 投資回収年数は6~8年でないとユーザーへの訴求力が弱い (×) リース方式でも現状のコストでは月々支払いが高く感じられる
情報 (認知)		(×) 太陽熱利用機器を認知していない販売店の存在	(×) 販売においては消費者への説明のしやすさが第一であり、固定価格買取制度により関心の高い太陽光発電が有利
その他	(×) エネルギー事業者やホームビルダーとの連携不足	(×) 都市ガス会社は、太陽熱利用機器よりも、ガス販売量が増加するエネファーム等の販売を優先	

(○)解決が進んでいる課題、(×)残っている課題

出典) ヒアリング結果、[木村, 2008]より作成

また、ヒアリングにおいて、業界団体からは、以下のような太陽熱利用の認識と行政への要望が提示された。

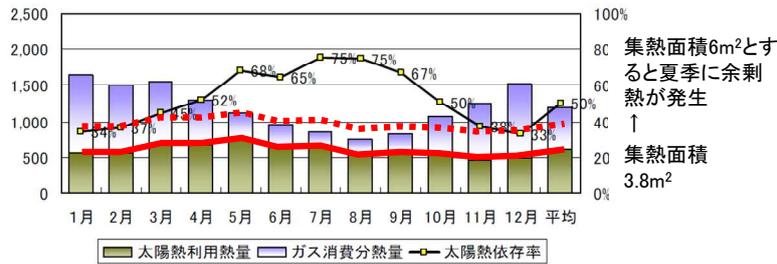
- ・ 電力に対する固定価格買取制度のような再生可能エネルギーの使用量に基づいた支援制度を導入するには、使用した太陽熱の量を計量することが必要だが、熱の計量は従来難しいとされていた。しかし、業界では、熱の使用量を「みなし」で評価する制度の確立に向けて検討を進めている。また、みなし評価を利用した熱証書化についても検討している。
- ・ 業界・事業者の努力だけでは認知度の向上とコストの低減は難しい。
- ・ 普及初期(4~6年程度)の支援策として、イニシャルコストを削減する導入補助金(15年での投資回収を可能とする程度)を要望。投資拡大に伴う量産効果、研究開発進展により、出荷量が10倍になれば3割程度のコスト低下が見込める。
- ・ 導入拡大後は、みなし評価制度による熱証書を活用し、温室効果ガス削減効果に対する金銭的評価による支援(10~15年での投資回収を可能とする程度)を要望。

(2) 太陽熱利用の CO₂ 削減効果の試算

1) 試算の考え方

太陽熱利用の CO₂ 削減効果を試算し、設置場所が競合する可能性のある太陽光発電や、利用目的が競合する可能性のあるその他の省エネ給湯方法と比較した。家庭向けの一般的サイズである太陽熱集熱パネル 4m² を設置した場合、約 0.6kW の太陽光発電設置量が減少する。太陽熱利用は太陽光発電よりエネルギー転換効率は高いが、利用されない熱が多い場合や、ヒートポンプ式給湯を行っている場合は、CO₂ 削減効果が小さくなる可能性がある。

また、設備投資に対する投資回収可能性についても試算を行った。



— 集熱面積3.8m²のときの集熱量
 - - - 集熱面積6m²のときの集熱量

家庭用給湯需要と太陽熱利用熱量の推移(実測)
 戸建住宅(ファミリータイプ)に、集熱面積3.8m²を導入した場合。
 世帯当たりの年間太陽熱有効利用量は7,148MJ、給湯に対する太陽熱依存率は約50%となる。

図 3-45 太陽熱有効利用のイメージ

出典) 東彩ガス資料に加筆

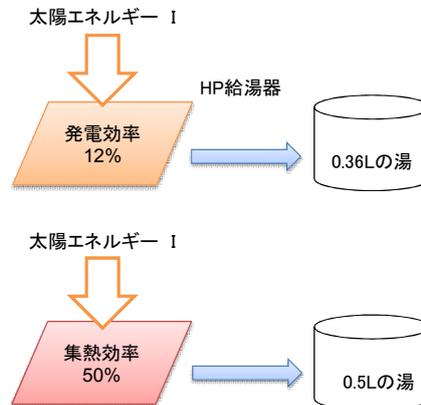


図 3-46 ヒートポンプ式給湯器 (HP 給湯器) 利用と太陽熱利用の比較のイメージ

2) 短中期的な太陽熱利用（住宅向け）のCO₂削減効果の試算

表 3-28 に示す前提で、家庭における太陽熱利用による CO₂ 削減効果、家計にとってのコスト回収可能性の試算を行い、太陽光発電設置の場合や併設の場合と比較した。

表 3-28 短中期的な太陽熱利用の CO₂ 削減効果の試算の条件

		2012年	2020年 (網掛けは変更箇所)	試算への影響※	
				CO ₂	経済性
太陽光発電	容量・稼働率	単独設置：4kW・併設：3.4kW、12%		○	○
	システム価格（工事費込）	40万円/kW	20万円/kW		○
	逆潮流率	4kW（単独設置）：53%、3.4kW（併設）：51%			○
	余剰電力価値	系統電力価格と同じ			○
太陽熱利用	容量・集熱量	面積4m ² 、8,100MJ/m ² ・年（日射1000kWh/m ² ・年、集熱効率56%の場合） 太陽熱による給湯分担率 63%		○	○
	システム価格（工事費込、補助熱源費別）	62万円	44万円（-30%）		○
	ポンプ動力	230kWh/年		○	○
ガス給湯器	効率	90%		○	○
	価格（工事費込）	28万円			
電気温水器	効率	90%		○	○
	価格（工事費込）	28万円			
HP給湯器	COP	4.9 (他に損失・補機等は給湯需要の5%と想定)	5.5 (中長期ロードマップ技術WG想定、他に損失・補機等は給湯需要の5%と想定)	○	○
	価格（工事費込）	50万円			
燃料電池 (熱主運転)	容量・稼働率	熱が過不足なく給湯需要を満たす容量（0.7kWとする）・稼働率			
	効率	発電33%、熱47%（コスト等検証委員会より）		○	○
	システム価格（工事費込、補助熱源費込）	210万円	70万円（低下率はコスト等検証委員会より）		○
燃料電池 (電主運転)	容量・稼働率	0.7kW、稼働率60%			
	効率	発電40%、熱40%（補助熱源としてガス給湯（効率0.9））		○	○
	システム価格（工事費込、補助熱源費込）	210万円	70万円（低下率はコスト等検証委員会より）		○
系統電力	排出係数	0.57kgCO ₂ /kWh (電気事業連合会資料より)	0.37kgCO ₂ /kWh (エネルギーと環境に関する選択肢15シナリオ相当)	○	
	価格	23円/kWh	26円/kWh（+13%） (化石燃料価格上昇による 回避可能原価上昇分を想定)		○
ガス	排出係数	0.0506kgCO ₂ /MJ（都市ガス）	0.0598kgCO ₂ /MJ（LPG）	○	
	ガス価格	3.67円/MJ（都市ガス） 5.56円/MJ（LPG）	4.0円/MJ（都市ガス、+10%） 6.7円/MJ（LPG、+20%） (化石燃料価格上昇を想定)		○
給湯需要		14,580MJ/年(全国平均の16.2GJ/年を給湯器効率（90%と想定）で補正)			

なお、試算に用いたパラメータのうち、地域差が大きいものがあることには留意が必要である。例えば、都市ガス価格・LPG 価格には地域差が大きく、また年次変化も大きい。小売物価統計調査から得られる都市ガス・LPG・電力価格の地域別比較を図 3-47、年次変化を図 3-48 に示す。

また、ヒートポンプ式給湯器の COP は外気温の影響を受けるため、地域差が大きい。

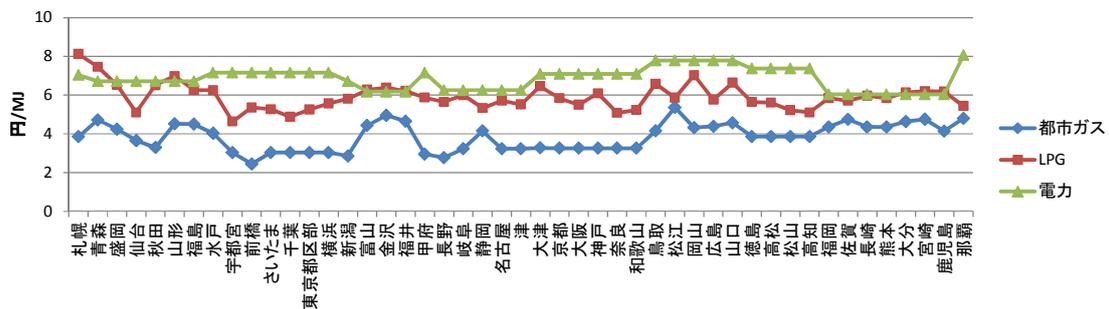
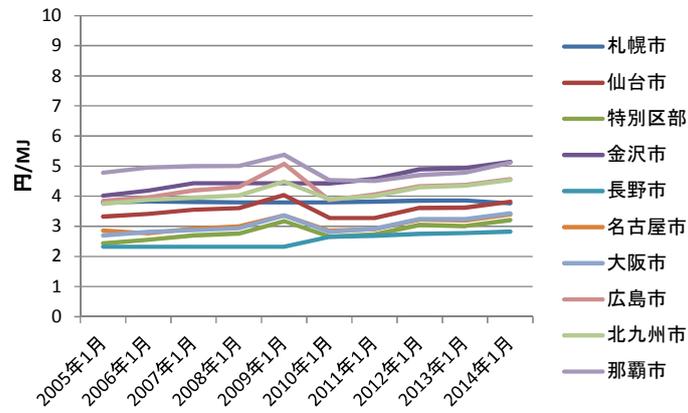


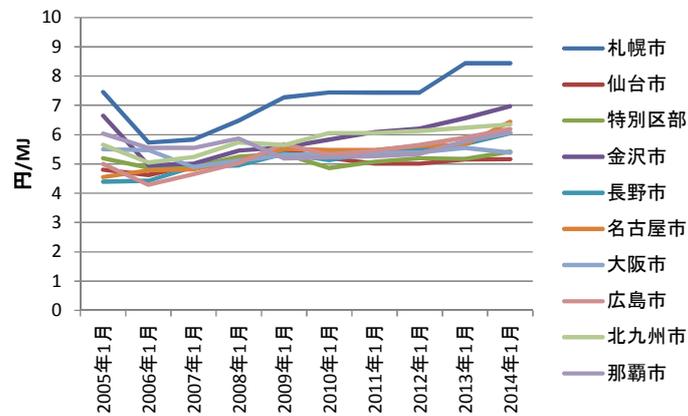
図 3-47 県庁所在地の都市ガス・プロパン・電力価格

出典) 小売物価統計調査 (2012 年平均)。都市ガスは「ガス代 (従量料金)」を「ガス代 (標準熱量)」で換算、LPG は「プロパンガス従量料金」を発熱量 GJ/t, 密度 0.528m³/kg で換算、電力は「電気代 (電力量料金 3) (301kWh〜)」の項目を使用。

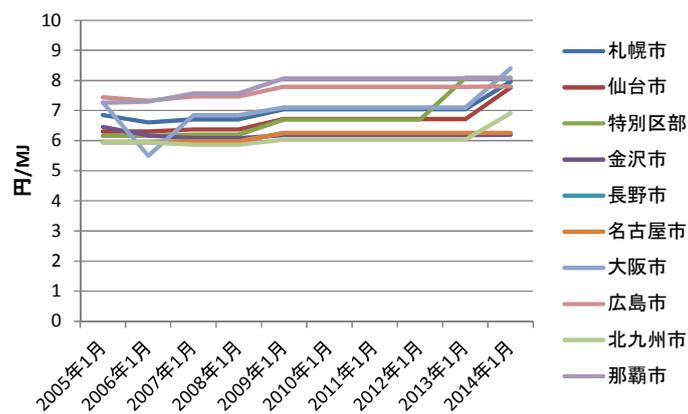
注) 電力価格は、3.6MJ/kWh で円/MJ 単位に換算。



都市ガス



プロパン



電力

図 3-48 主な都市の都市ガス・プロパン・電力価格推移

出典) 小売物価統計調査。算出の前提は図 3-47 に同じ。

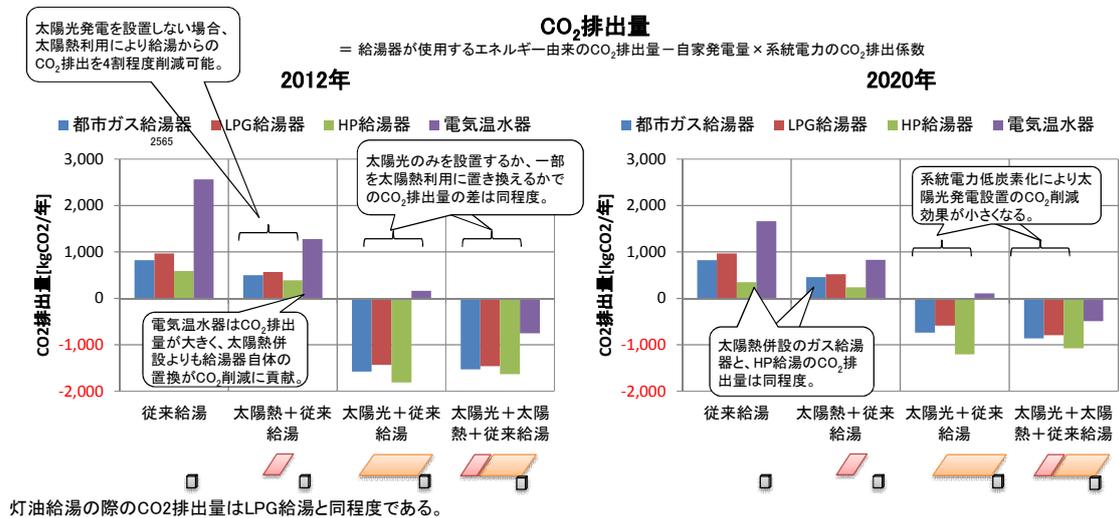
① 従来給湯器に対して太陽熱利用や太陽光発電を組み合わせたときの CO₂ 排出量の比較 (試算①)

従来給湯器に、太陽熱利用や太陽光発電を組み合わせたときの CO₂ 排出量を比較した結果を図 3-49 に示す。

太陽光発電を設置しない場合、太陽熱利用により給湯からの CO₂ 排出を 4 割程度削減可能である。また、系統電力の排出係数が高いとき 2012 年は、太陽光のみを設置する場合と、一部を太陽熱利用に置き換える場合とで CO₂ 排出量の差は同程度 (電気温水器給湯を除く)。

系統電力の排出係数が低くなれば 2020 年、太陽熱併設のガス給湯器と、ヒートポンプ式給湯器の CO₂ 排出量とが同程度でになる。また、太陽光発電設置の CO₂ 削減効果が小さくなる。

なお、電気温水器は CO₂ 排出量が大きく、太陽熱併設よりも給湯器自体の置換が CO₂ 削減に貢献する。



② 屋根に何も設置していない家庭に対して太陽熱利用や太陽光発電を新規設置した効果 (試算②)

屋根に何も設置していない家庭が、太陽熱利用や太陽光発電の新規設置を行う場合の効果の試算結果を図 3-50 に示す。CO₂削減効果は、太陽熱単独設置よりも太陽光発電設置または併設のほうが大きい。太陽熱利用の範囲は家庭内需要に限られるが、太陽光発電電力は逆潮流可能であるためである。

投資回収年数は、現状 2012 年では電気温水器・LPG 給湯器利用時の太陽熱利用 (単独・太陽光発電併設とも) であれば、太陽光発電単独を上回る。都市ガス給湯器利用時の太陽熱利用は、将来的 2020 年には寿命内での回収は可能となる。

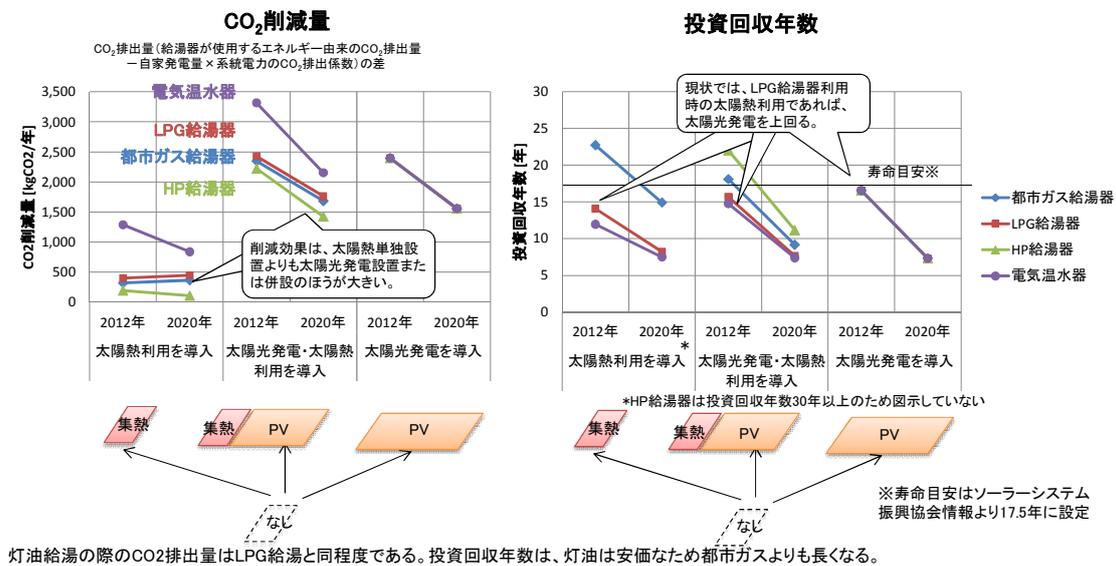
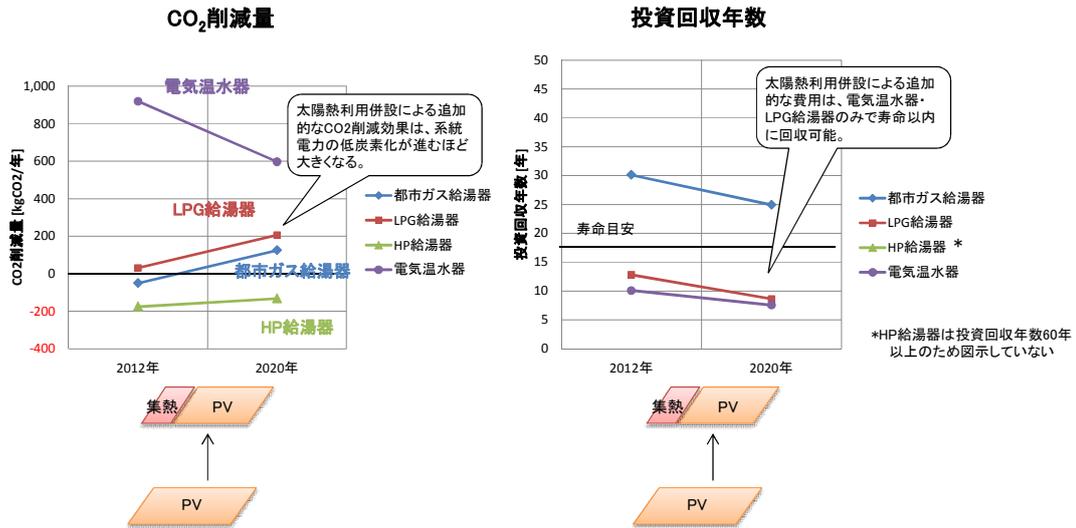


図 3-50 屋根に何も設置していない家庭に対して太陽熱利用や太陽光発電を新規に設置した効果

③ 太陽光発電を一部太陽熱に置き換えた効果（試算③）

太陽光発電の一部を太陽熱に置換する際の効果の試算結果を図 3-51 に示す。太陽光発電の設置からの差分を見ると、太陽熱利用併設による追加的な CO₂ 削減効果は、系統電力の低炭素化が進むほど大きくなる。

太陽熱利用併設による追加的な費用は、電気温水器・LPG 給湯器のみで寿命以内に回収可能であるが、ヒートポンプ式給湯器・太陽光発電を利用しているときの太陽熱併設による投資回収年数は長い。



灯油給湯の際のCO₂排出量はLPG給湯と同程度である。投資回収年数は、灯油は安価なため都市ガスよりも長くなる。

図 3-51 太陽光発電を一部太陽熱に置き換えた効果

④ 従来ガス給湯器とさまざまな省エネ給湯システムの CO₂ 排出量の比較 (試算④)

従来ガス給湯器と燃料電池を含めたさまざまな省エネ給湯システムを比較した結果を図 3-52 に示す。

系統電力の CO₂ 排出係数低減に伴って、都市ガス・LPG 由来の水素を用いる燃料電池の CO₂ 排出量が増加する (自家発電量による CO₂ 排出回避量が増加するため)。ヒートポンプ式給湯器の CO₂ 排出量はやや減少する。

ただし、系統電力の CO₂ 排出係数が低減しても、都市ガス由来の水素を用いる燃料電池の CO₂ 排出量は、ヒートポンプ式給湯器、太陽熱併設ガス給湯器、太陽熱併設のヒートポンプ式給湯器と同程度である。なお、太陽熱併設のガス給湯器導入の CO₂ 排出量は、ヒートポンプ式給湯器導入と同程度である。

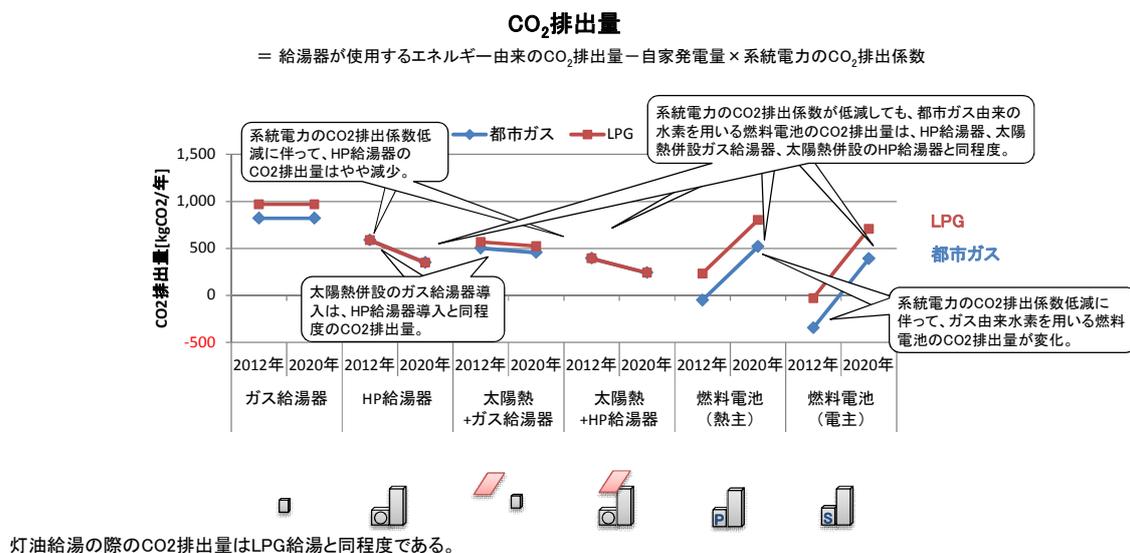


図 3-52 従来ガス給湯器とさまざまな省エネ給湯システムの CO₂ 排出量の比較

⑤ CO₂削減効果の大きい太陽熱利用

以上を踏まえ、短中期的に CO₂ 削減効果や投資回収可能性が高いと試算された住宅向け太陽熱利用と、その推進の際の課題・施策の方向性は表 3-29 のとおりである。

一般に、一定の熱需要があり集熱した太陽熱が有効利用でき、かつ代替するのがヒートポンプ式給湯器でなければ、太陽熱利用には太陽光発電に劣らない CO₂ 削減効果がある。また、代替する燃料が燃料価格の高い LPG であれば、投資回収年数の点からも有利となる。

しかし、現実には太陽熱利用は拡大していない。太陽熱利用への認知度・関心の向上、太陽熱利用併設による追加的 CO₂ 削減の太陽光発電の CO₂ 削減と同等の評価、普及の市場拡大に向けた施策が有効であると考えられる。

表 3-29 短中期的に CO₂ 削減効果や投資回収可能性が高い住宅向け太陽熱利用とその推進の際の課題・施策の方向性

CO ₂ 削減効果の大きい太陽熱利用	評価	課題と施策の方向性
従来給湯：LPG給湯 屋根面積：狭小で太陽光発電設置不向き 利用方式：太陽熱利用単独	<ul style="list-style-type: none"> 太陽光発電を設置しない場合、太陽熱利用により給湯からのCO₂排出を4割程度削減可能。(試算①) 投資回収年数は、LPG給湯器利用時の太陽熱利用であれば、太陽光発電単独を上回る。(試算②) 	<ul style="list-style-type: none"> 現状でも投資回収可能であるにも関わらず、太陽光発電に比較して導入が進んでいない →太陽熱利用への認知度・関心の向上
従来給湯：LPG給湯 屋根面積：太陽光発電も設置可能 利用方式：太陽光発電・太陽熱併設	<ul style="list-style-type: none"> 投資回収年数は、LPG給湯器利用時の太陽熱利用・太陽光発電併設であれば、太陽光発電単独を上回る。(試算②) 太陽熱利用併設による追加的なCO₂削減効果は、系統電力の低炭素化が進むほど大きくなる。(試算③) 	<ul style="list-style-type: none"> 現状でも投資回収可能、かつ投資回収性は太陽光発電単独を上回るにも関わらず、太陽光単独設置が多い →太陽熱利用併設による追加的CO₂削減の、太陽光発電のCO₂削減と同等の評価
従来給湯：都市ガス給湯 屋根面積：狭小で太陽光発電設置不向き 利用方式：太陽熱利用単独	<ul style="list-style-type: none"> 太陽光発電を設置しない場合、太陽熱利用により給湯からのCO₂排出を4割程度削減可能。(試算①) 現状では都市ガス給湯利用時の太陽熱利用（単独・太陽光発電併設とも）は、投資回収性が太陽光発電単独に劣る。(試算③) 	<ul style="list-style-type: none"> 市場拡大によりコスト低減は見込める →普及初期の市場拡大

いずれのケースでも日照条件がよいことが前提

⑥ ターゲットとなり得る世帯数

また、短中期的に CO₂ 削減効果や投資回収可能性が高いと試算された太陽熱利用の対象となる世帯数を推計した。推計結果を図 3-53 に示す。この結果、

- ・ LPG 給湯器を保有しており、日照条件がよい：現状 268 万世帯
- ・ 都市ガス給湯器を保有しており、日照条件がよいが屋根狭小につき太陽光発電設置に不向き：現状 117 万世帯

と推計された。

なお、ここでは戸建住宅のみを推計の対象としているが、このほか集合住宅のベランダへの設置も考えられる。

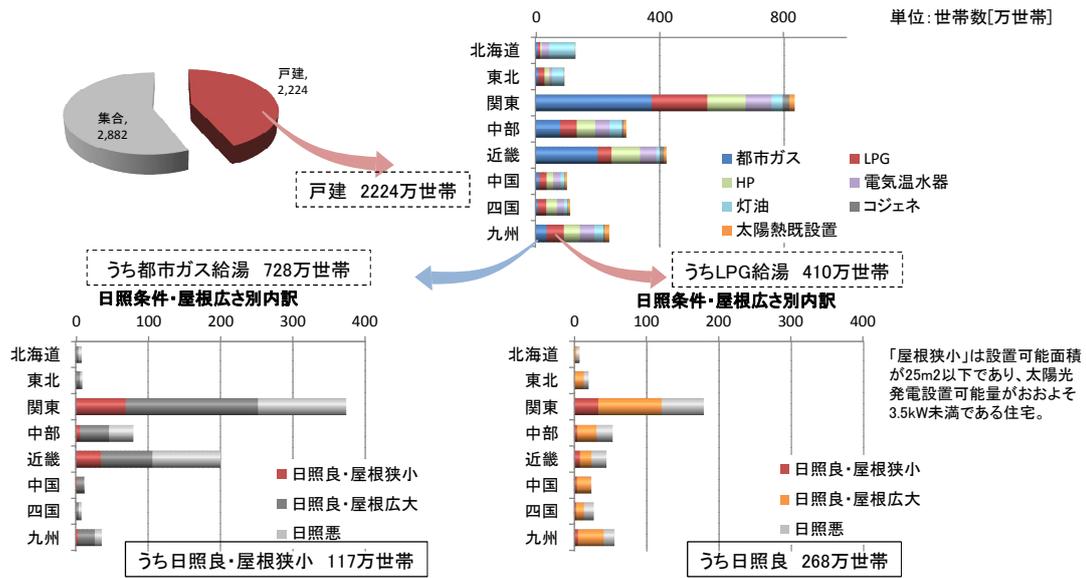


図 3-53 短中期的に CO₂ 削減効果や投資回収可能性が高い住宅向け太陽熱利用が可能な世帯数の推計

出典)

(左上図) H22 国勢調査より作成

(右上図) H23 環境省「平成 23 年度温室効果ガスの日常生活における排出抑制への寄与に係る措置に関する調査」、H24 資源エネルギー庁「民生部門エネルギー消費実態調査」、H24 家計調査より推計

(下図) H22 「平成 22 年度 低炭素社会づくりのための低炭素エネルギー普及方策検討業務」より推計

なお、この試算においては、給湯器シェアを一部推計によって行っているが、環境省「家庭からの二酸化炭素排出量の推計に係る実態調査試験調査」(「家庭統計」と記載)における、関東・北海道に対する給湯器保有調査結果と、前頁の推計を比較すると概ね一致している(図 3-54)。家庭統計では都道府県別のシェアも把握することができ、これによると埼玉県、神奈川県、茨城県に LPG 給湯器保有者が多い。

また、家庭統計の結果によると、ヒートポンプ給湯器は、都市ガス普及率が低い県ほどシェアが高い傾向にある(図 3-55)。それらの県では、LPG 給湯器を置き換える際にヒートポンプ給湯器が選択される場合が多いと考えられる。なお、都道府県別の都市ガス普及率を表 3-30 に示す。

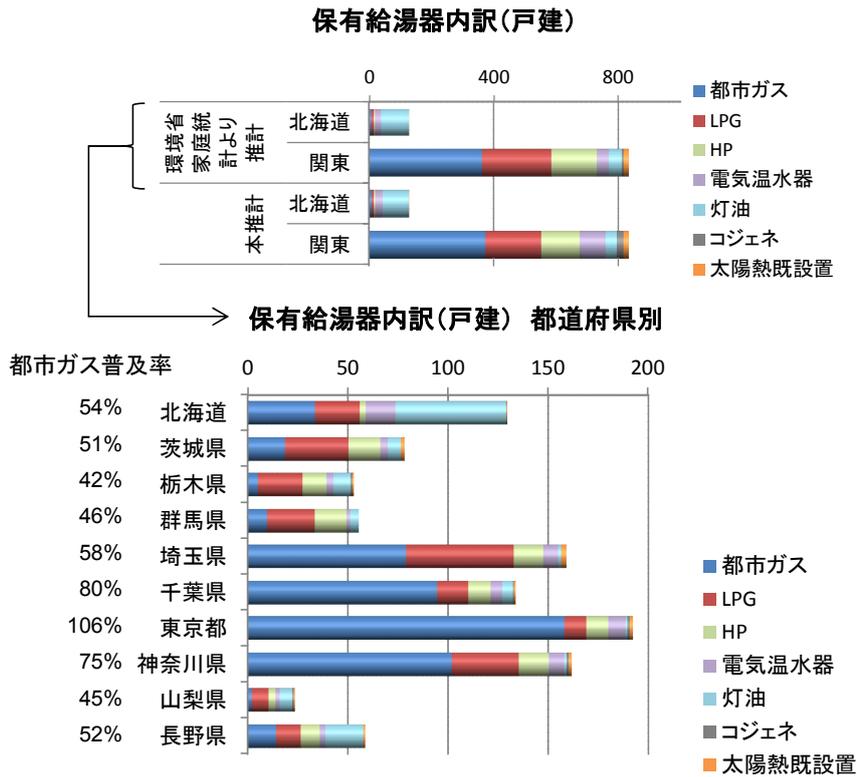


図 3-54 都道府県別保有給湯器の内訳

出典) 環境省「家庭からの二酸化炭素排出量の推計に係る実態調査試験調査」より作成。「本推計」の出典は図 3-53 参照。都市ガス普及率は総務省「日本統計年鑑 平成 24 年」。

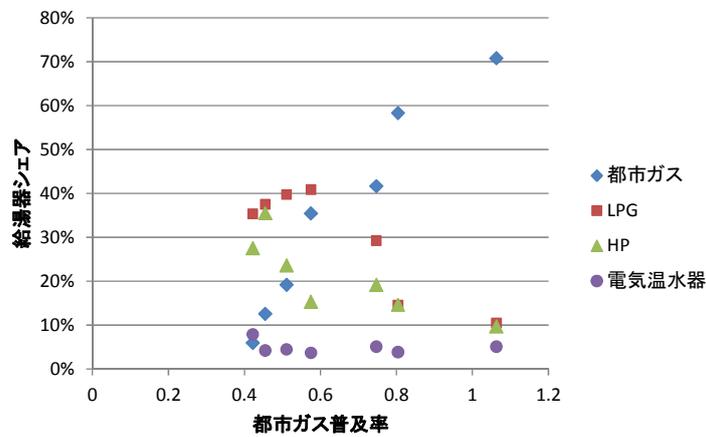


図 3-55 都道府県別都市ガス普及率と給湯器シェア

出典) 都市ガス普及率は総務省「日本統計年鑑 平成 24 年」。給湯器シェアは環境省「家庭からの二酸化炭素排出量の推計に係る実態調査試験調査」

表 3-30 都道府県別都市ガス普及率[%]

全国	79.2	24 三重	56.7
01 北海道	54.0	25 滋賀	62.7
02 青森	37.3	26 京都	100.9
03 岩手	55.9	27 大阪	104.9
04 宮城	65.1	28 兵庫	93.4
05 秋田	77.8	29 奈良	68.5
06 山形	59.1	30 和歌山	45.8
07 福島	55.5	31 鳥取	48.2
08 茨城	51.1	32 島根	43.3
09 栃木	42.2	33 岡山	46.4
10 群馬	45.5	34 広島	68.3
11 埼玉	57.5	35 山口	56.4
12 千葉	80.4	36 徳島	63.5
13 東京	106.3	37 香川	64.4
14 神奈川	74.7	38 愛媛	46.2
15 新潟	96.5	39 高知	50.8
16 富山	62.3	40 福岡	74.1
17 石川	47.8	41 佐賀	46.5
18 福井	51.9	42 長崎	71.9
19 山梨	44.8	43 熊本	54.2
20 長野	52.2	44 大分	42.8
21 岐阜	44.7	45 宮崎	60.3
22 静岡	57.8	46 鹿児島	59.3
23 愛知	80.0	47 沖縄	36.0

出典) 総務省「日本統計年鑑 平成 24 年」(需要家メーター取付数÷供給区域内世帯数)

3) 長期的な太陽熱利用の CO₂ 削減効果の試算

2012年6月の「2013年以降の対策・施策に関する小委員会」中間とりまとめにおいては、2050年80%排出削減を実現するためには、再生可能エネルギーを最大限導入し、化石燃料由来のCO₂を2億トン程度回収・貯留することが前提とされている。

このとき、家庭部門においては、太陽光発電設備の設置に適した屋根には太陽光発電設備が導入されており、また、低炭素化された電力を主要なエネルギー源としていることが想定されている。

このような状況下において、太陽光発電・太陽熱利用の設置ポテンシャルが競合する部分における太陽熱利用のCO₂削減効果を以下のシナリオを置いて試算した。

- ・ シナリオ1：二酸化炭素回収貯留（CCS）のポテンシャルがまだ存在することを前提とし、CCS付きガス火力によってゼロエミッション電力が供給される。
- ・ シナリオ2：CCSのポテンシャルが既に存在せず、ガス火力によって電力が供給される。

設置される機器の組み合わせとして、「ヒートポンプ式給湯器のみ」「太陽熱利用と補助熱源としてのヒートポンプ式給湯器利用」「太陽光発電とヒートポンプ式給湯器利用」の3パターンを想定した。

また、試算の前提を表3-31に示す。

表 3-31 長期的な太陽熱利用の CO₂ 削減効果の試算の条件

		2050年(シナリオ1)	2050年(シナリオ2)
太陽光発電	容量	0.6kW（発電効率は現状と同程度とする）	
	システム価格	20万円/unit（14,857円/unit.年*）	
	逆潮流率	0	
太陽熱利用	容量・集熱量	面積4m ² 、8,100MJ/m ² .年（日射1000kWh/m ² .年、集熱効率56%の場合） 太陽熱による給湯分担率 63%	
	システム価格	20万円/unit（14,857円/unit.年*）	
	ポンプ動力	230kWh/年	
HP給湯器	COP	6.5 （中長期ロードマップ技術WG想定、他に損失・補機等は給湯需要の5%と想定）	
系統電力	マージナル電源の想定	CCS付きガス火力	ガス火力
	排出係数	0	0.274 kgCO ₂ /kWh（効率65%）
	電力価格（マージナル）	10円/kWh(燃料)+8.1円/kWh(CCS分、IPCCのCCSに関する特別報告書)	10円/kWh
給湯需要		14,580MJ/年(全国平均の16.2GJ/年を給湯器効率（90%と想定）で補正)	

*評価期間17.5年、割引率3%として、年経費率=3%/(1-(1+3%)^{-17.5})=7.42%とした。

試算結果を図 3-56 に示す。ゼロエミッション電力が供給可能な場合、「ヒートポンプ式給湯器のみ」「太陽熱利用と補助熱源としてのヒートポンプ式給湯器利用」「太陽光発電とヒートポンプ式給湯器利用」のいずれの方法でも、CO₂排出量は変わらない。

太陽光発電以外のゼロエミッション電力が供給不可の場合も、太陽熱利用の代わりに同じ面積で太陽光発電を設置すると、より CO₂ 排出を削減することが可能であるという試算結果となった。機器の単価がほぼ同程度という条件では、太陽光発電と太陽熱利用では費用も大きく変わらない。

なお、本試算においては、太陽光発電の効率向上や太陽熱利用の集熱効率向上・ポンプ動力削減等については考慮していない。

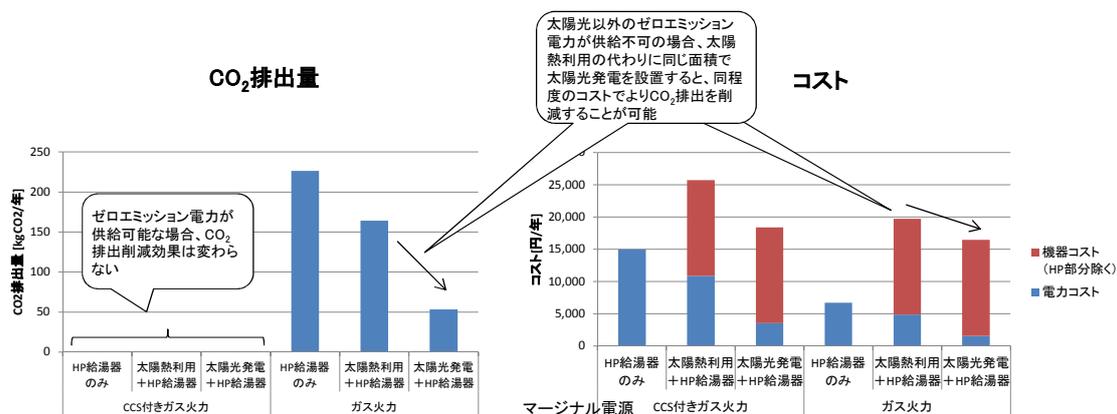


図 3-56 長期的な太陽熱利用の CO₂ 削減効果の試算

(3) 短中期的な太陽熱利用推進のための施策オプション

再生可能エネルギー熱への施策オプションとして、経済的支援、導入義務化・検討義務化、情報提供普及啓発、技術開発等支援などの方法がある。これらのオプションと、今回示した住宅向け太陽熱利用の普及拡大に必要な施策の方向性は、図 3-57 のように対応すると考えられる。

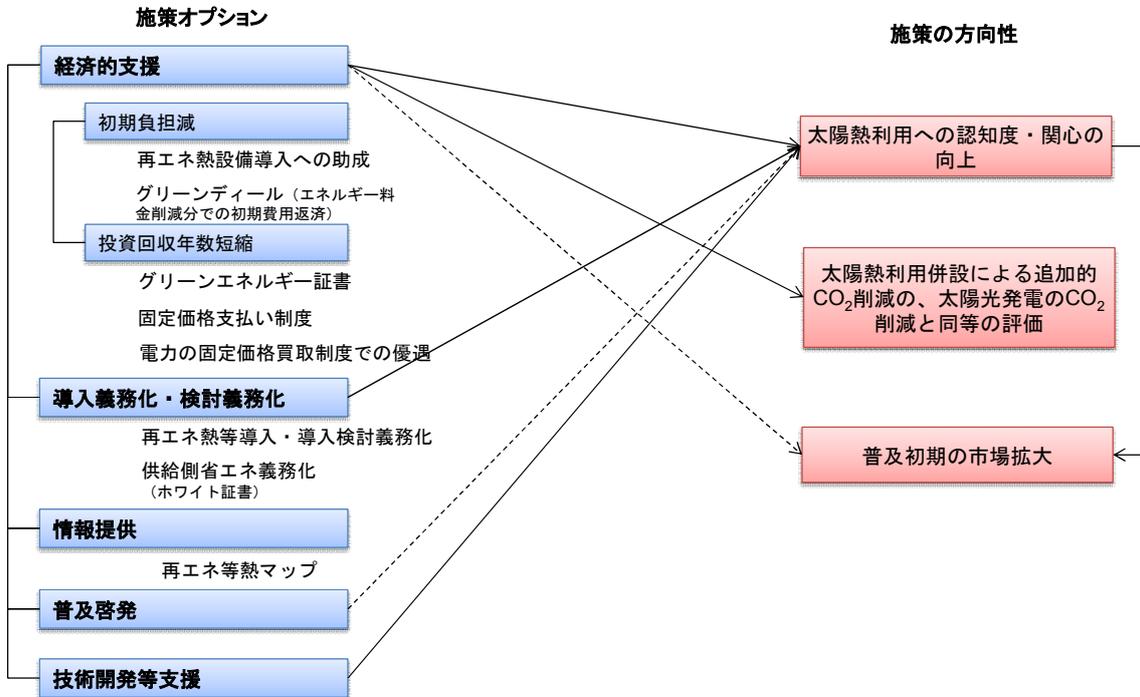


図 3-57 再生可能エネルギー熱普及の施策オプションと太陽熱利用に適した施策
注)図中の「再エネ熱」は、再生可能エネルギー熱のことを表す。

今回示した方向性に相当する施策オプションの具体的な施策イメージや、想定される効果・実現可能性等の特徴について、表 3-32 のように整理した。

表 3-32 太陽熱利用拡大の施策の方向性と施策イメージ

施策の方向性	施策オプション	施策イメージ (括弧内は事例)	効果・実現可能性の評価
太陽熱利用への認知度・関心の向上	普及啓発	政府公告、キャンペーン等による普及啓発	既に一定程度の普及啓発が行われており、普及啓発のみでこれ以上の効果が得られるか疑問。
		ガイドライン等の作成	ガイドライン等により望ましい再生可能エネルギー種類・技術・用途に誘導する。
	技術開発等支援	モデル事業	既にNEDOで太陽熱フィールドテスト事業を実施中。より効果的なモデルはあるか。
	経済的支援	補助金制度 (国(過去)、多数自治体)	従来実施したような補助金の新設は困難か。
		固定価格支払い (英国)	費用回収スキームを作ることが必要(ガス会社にグリーン熱利用を義務付ける、他のクレジット制度と連携する等)。
	電力の固定価格買取制度における優遇	制度の認知度は高く、認知度向上の効果はあるか。ただし電力料金で回収することへの妥当性はあるか。	
	導入義務化・検討義務化	地方自治体による建築物・住宅への再エネ導入義務、もしくは建築事業者への説明義務(京都市、長野県)	ガイドライン等により望ましい再生可能エネルギー種類・技術・用途に誘導する必要がある。
太陽熱利用併設による追加的CO ₂ 削減の、太陽光発電のCO ₂ 削減と同等の評価	経済的支援	CO ₂ 削減価値に応じた固定価格支払い(東京都)	費用回収スキームを作ることが必要(ガス会社にグリーン熱利用を義務付ける、他のクレジット制度と連携する等)
普及初期の市場拡大	経済的支援	補助金制度 (国(過去)、多数自治体)	補助金を設けている地方自治体でも適用件数が限られており、認知度向上が先。逆に、認知度が上がれば一定の市場拡大が期待できるのではないか。

(4) (参考) 再生可能エネルギー熱支援施策

図 3-57 及び表 3-32 で示した再生可能エネルギー熱支援施策について、事例等を以下に示す。

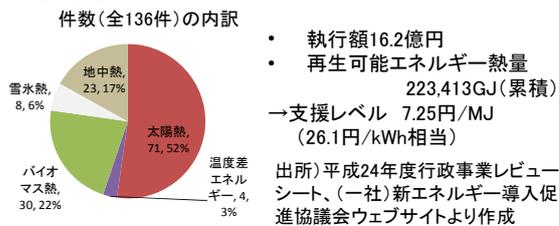
1) 補助金：国の補助金制度

我が国の再生可能エネルギー熱の補助金制度を図 3-58 に示す。太陽熱等の再生可能エネルギー熱利用設備の導入に対し、資源エネルギー庁や環境省は補助金制度を実施してきた。現在は、河川熱・下水熱等利用、蓄熱槽利用、複数建物での利用等の高度な熱利用について実証事業として補助が行われている。補助金制度の実績の例を図 3-58 に示す。

表 3-33 我が国の再生可能エネルギー熱の補助金制度

		施策種類	期間、予算	対象エネルギー	支援レベル
資源エネルギー庁	再生可能エネルギー熱利用加速化支援対策事業	導入者への補助金	H23 35億円 H24 40億円 H25 40億円	太陽熱、温度差、バイオマス熱、雪氷熱、地中熱	地方公共団体等1/2、民間事業者等1/3
資源エネルギー庁	再生可能エネルギー熱利用高度複合システム案件形成調査事業	案件形成調査事業への補助金	H25 27.5億円	河川水熱利用、下水熱利用、複数の熱源システム、蓄熱槽利用システム、複数建物一体システム、熱供給者と需要者の連携	環境影響調査を実施する調査事業 上限3000万円、他 上限1000万円
資源エネルギー庁	再生可能エネルギー熱利用高度複合システム実証事業	実証事業への補助金		公共施設管理者との連携、蓄熱槽利用システム、複数建物一体システム、熱供給者と需要者の連携	補助対象経費の1/2以内
環境省	家庭用太陽熱利用システム普及加速化事業	リース事業者への補助金	H22 15億円(終了)	太陽熱機器リース	機器・工事費の1/2

「再生可能エネルギー熱利用加速化支援対策事業」による導入実績(H23)



「家庭用太陽熱利用システム普及加速化事業」による導入実績(H22)

- 執行額13.92億円、3029件
- CO2削減 2271t-CO2(単年)
- 支援レベル 30,634円/t-CO2 (約12円/kWh相当)

出所)平成23年度行政事業レビューシート

図 3-58 我が国の再生可能エネルギー熱の補助金制度の実績

出典)平成23年度行政事業レビューシート、平成24年度行政事業レビューシート、一般社団法人新エネルギー導入促進協議会ウェブサイトより作成

2) 補助金：自治体の補助金制度

自治体で家庭向けに補助金制度を設けているところも多い(表 3-34)。しかし、図 3-59 に示すとおり、太陽光発電に比較すると太陽熱利用への交付実績は大きく下回っており、太陽熱利用自体の認知度・関心が低いことが理由と考えられる。

表 3-34 自治体の再生可能エネルギー熱の補助金制度の例

		施策種類	期間、予算	対象エネルギー	支援レベル
東京都	集合住宅等太陽熱導入促進事業	事業者への導入補助金	H23~H27 総額20億円	集合住宅や戸建ての集合体への太陽熱利用	1/2 (最大50万円/戸)
東京都	住宅用創エネルギー機器等導入促進事業	導入補助金	H23~H24 総額140億円 (終了)	太陽熱利用 (電気温水器からの置き換え) 他に、太陽光発電、ガスコジェネ、蓄電	70,000円/m2 (最大50万円/戸)

「東京都住宅用創エネルギー機器等導入促進事業」による交付実績(H23)

	太陽光	ガスコジェネ	太陽熱
件数	9,595	1,005	17
容量	38,433kW	769kW	70m2

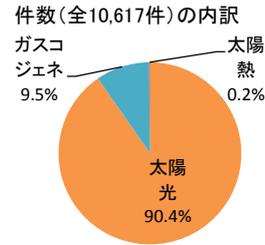


図 3-59 自治体の再生可能エネルギー熱の補助金制度の実績の例

出典) 東京都 住宅用創エネルギー機器等導入促進事業ウェブサイト

3) 導入義務化・検討義務化：自治体の制度

建物に対する再生可能エネルギーの導入検討や導入義務付けといった規制的措置を行っている自治体もある (表 3-35)。

表 3-35 自治体の再生可能エネルギー導入義務化・検討義務化の例

制度	施策の種類	対象	概要
東京都「建築物環境計画書制度」	再生可能エネルギー熱導入検討義務付け	延床面積1万m ² 以上の新築・既築	<ul style="list-style-type: none"> 太陽エネルギー、地中熱、バイオマス等が対象 建築主は建築物環境計画書の一部として導入検討内容を提出。特に太陽エネルギーについては提出が義務
横浜市「再生可能エネルギー導入検討報告制度」	再生可能エネルギー熱導入検討義務付け	延床面積2,000m ² 以上の建築	<ul style="list-style-type: none"> 太陽熱利用、太陽光発電等が対象 建築主は再生可能エネルギーの導入について検討し、報告
長野県「建築物における環境エネルギー性能検討制度・自然エネルギー導入検討制度」	再生可能エネルギー熱導入検討義務付け	延床面積10m ² 以上の新築・改築	<ul style="list-style-type: none"> 建築事業者にも再エネ導入可能性の説明を義務付け、検討を促す制度 300m²以上は再エネ設備情報の掲示、2000m²以上は検討結果の届出が必要 環境エネルギー性能についての説明・掲示・届出も同様に義務付けられている
京都府、京都市「地球温暖化対策条例に規定する特定建築物の義務規定」	再生可能エネルギー熱導入義務付け	延床面積2,000m ² 以上の新增築	<ul style="list-style-type: none"> 太陽光発電、太陽熱利用型、バイオマス利用、風力発電、水力発電、地熱発電等が対象 一次エネルギー換算30GJ/年以上削減以上の再生可能エネルギーの導入を義務付け 一部建築物については直接利用 (自然光の利用等) でも可

このうち、条例で再生可能エネルギーの導入を義務化している京都市に対してはヒアリング調査を行った。その概要を表 3-36 に示す。

表 3-36 京都市の再生可能エネルギー導入義務化の事例

項目	概要
制度概要	<ul style="list-style-type: none"> 「京都市地球温暖化対策条例」(京都府との共同条例)により、平成17年10月から、2,000㎡以上の新築・増築の建築物(特定建築物)の建築主を対象に、建築物排出量削減計画書の提出が義務付け。 「再生可能エネルギー利用設備の設置規定」(導入義務)は、平成23年4月に条例を改正し、1年間の調整を経て、平成24年4月から施行。
制度導入の背景	<ul style="list-style-type: none"> 市の地球温暖化対策推進委員会における議論を経て制定された。京都は国内の地球温暖化対策をリードすべきという意識があった。 建築物排出量削減計画書の導入により、<u>事業者の建築物の環境配慮に対する理解</u>は既にあった。
導入義務の内容	<ul style="list-style-type: none"> 特定建築物に対し、建築物の規模によらず一律で30,000MJ以上の再生可能エネルギー導入設備を義務付け。(太陽光発電では3.1kW、太陽熱利用であれば15.4㎡に相当。) 義務制度の第一歩として、<u>導入に無理のない量</u>を設定。(特定建築物の平均エネルギー消費量の概ね1%に相当する。) 景観規制バッティングしないよう、再生可能エネルギーの直接利用(採光、通風等)も認めた。
事業者等との調整・反応	<ul style="list-style-type: none"> 手続き煩雑化への懸念に対しては、窓口の一本化で対応。 事業者が義務遵守を自ら確認可能なように、計算ツールを提供。 事業者から施工事業者等の紹介を求める声もあったが、東京都施策のようなビジネスマッチングに近い事業者支援は、京都市では困難と考える。 義務化に対するポジティブな反応は特に聞いていない。メーカー・施工業者等は特定建築物を主要市場と捉えていない。
制度の運用方法	<ul style="list-style-type: none"> 建築物工事完了届への設備写真添付により遵守確認。立ち入り検査は規定されていない。 不遵守の際の罰則は、勧告・公表である。
実績	<ul style="list-style-type: none"> 平成27年度までの4ヵ年で30000MJ×4年×80件/年=960万MJの見込みに対し、2年弱で既に1000万MJ強が導入。1件あたりの導入量が見込みよりも大きい。 平成24年度の対象は74件であり、太陽光発電が69件、直接利用が3件、<u>バイオマスが2件、太陽熱が1件</u>(バイオマスとの併用)。 勧告・公表の対象となるような不遵守は今のところ発生していない。
課題と展開	<ul style="list-style-type: none"> 規定を見直すにあたって実態調査が重要。これを踏まえ、<u>義務量の引き上げ、建物用途・延床面積別の検討</u>等を行う予定。 事業者の再生可能エネルギー導入判断のための手引きは作成していない。

4) グリーンディール：英国の事例

グリーンディールは、省エネルギー機器や再生可能エネルギー機器による光熱費削減や売電利益を初期投資額の返済に用いることで、先行投資なし、かつ追加支出なしで導入できるというスキームである。効果の高い機器の選定は、専門的なアドバイザーが行う。英国が2012年から導入を行っている。制度の概要を図3-60に示す。

・英国が2012年に開始する予定の施策であり、住宅や企業が有する不動産の省エネを後押しするスキーム。
 ・生活者は先行投資なしで省エネ機器を導入でき、機器の導入コストは光熱費の削減分で埋め合わせされる。
 ・省エネ機器はGreen Deal Providerと呼ばれる民間企業が提供。
 ・設備導入後はGreen Deal費用が光熱費に加算されたものが生活者に請求され、エネルギー会社が料金を徴収。
 ・住宅やオフィスの省エネを全体のパッケージとして評価できること、民間の資金と知恵を活用できることが強み。

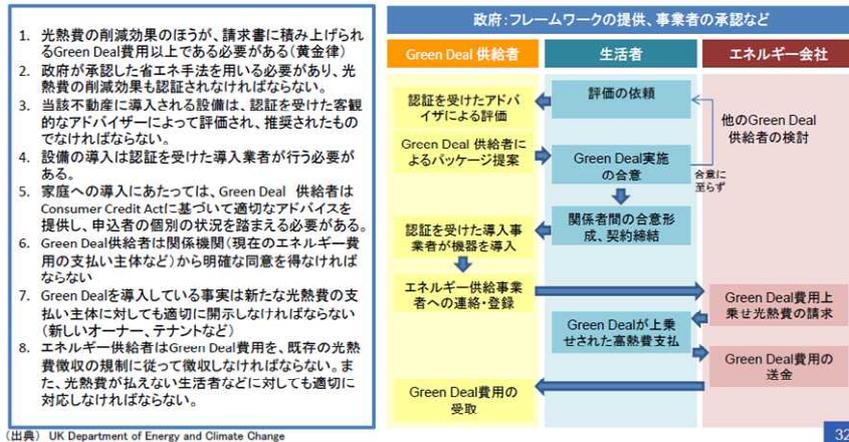


図 3-60 英国グリーンディール制度の概要

出典) [環境省, 2012a] 低炭素ビジネス WG

5) 固定価格買取制度¹¹

日本における再生可能エネルギーの固定価格買取制度は、2012年7月から開始された。再生可能エネルギーによる発電電力を電力会社が定められた価格で購入するというスキームである。制度の概要を図 3-61 に示す。

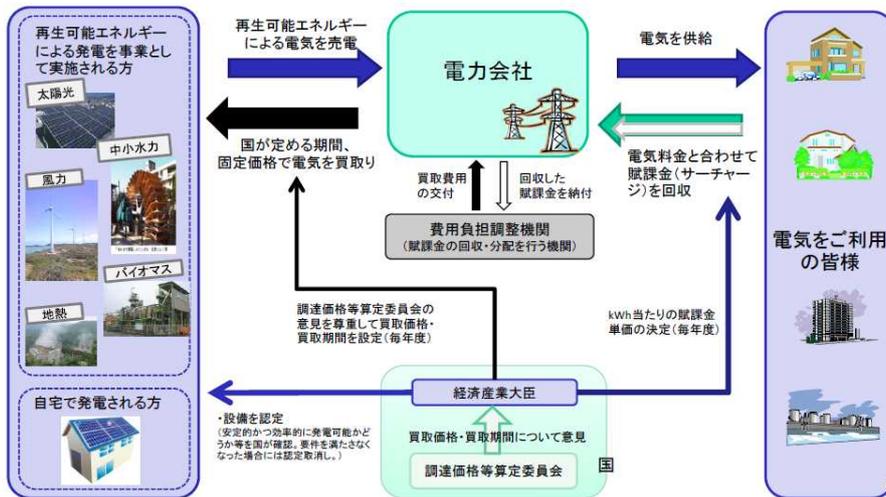


図 3-61 固定価格買取制度の概要

出典) 資源エネルギー庁資料

¹¹ 固定価格買取制度の最近の動向については、「3.1.1 (2) 我が国の固定価格買取制度に関する動向」を参照のこと。

6) 義務化：エネルギー供給事業者に対する義務化事例

エネルギー供給事業者に、需要家の省エネを義務付ける制度（ホワイト証書制度）が EU で導入されている。省エネルギーに加え再生可能エネルギーの導入も対象となる。ホワイト証書制度の概要を図 3-62 に示す。

1. エネルギー供給事業者に対し、一定量の省エネ目標を課す制度
2. 英国等のホワイト証書制度では、省エネ達成量に応じて事業者に対し証書を発行。供給事業者は自らの削減によって省エネ目標を達成する場合と、証書を市場で調達して達成する場合を選択可能
3. 省エネの手段としては、エンドユーザーを対象とする省エネ改修、高効率機器導入等の事業が該当
4. エネルギー供給事業者が導入費用を負担するが、電気料金等に乗せすることで回収も可能。エンドユーザーは光熱費削減により利益が得られる場合もある
5. 一定量の省エネが保証されること、少ないコストで目標が達成可能なことが特徴

EU各国のホワイト証書政策比較

国	省エネ目標	期間	年間需要に占める割合
デンマーク	7.5PJ/年	2006～13	1.7%
フランス	194PJ	2006～08	1%
イギリス	468PJ	2005～08	1%
イタリア	230PJ	2005～09	0.5%

(出典) White Certificates: concept and market experiences, EuroWhiteCert Project, ITALY

144

図 3-62 ホワイト証書政策の概要

出典) [環境省, 2012a] 住宅・建築物 WG

7) 義務化と証書取引：国内における制度案

環境省 [環境省, 2012c]では、現行制度として存在しているグリーン熱証書の市場創出に向けた制度案の検討を行っている (図 3-63)。自主的な調達に加え、エネルギー供給事業者に対するグリーン熱供給義務や建築主に対するグリーン熱利用義務を設けた上で、熱証書の調達による代用を認める方法が検討された。

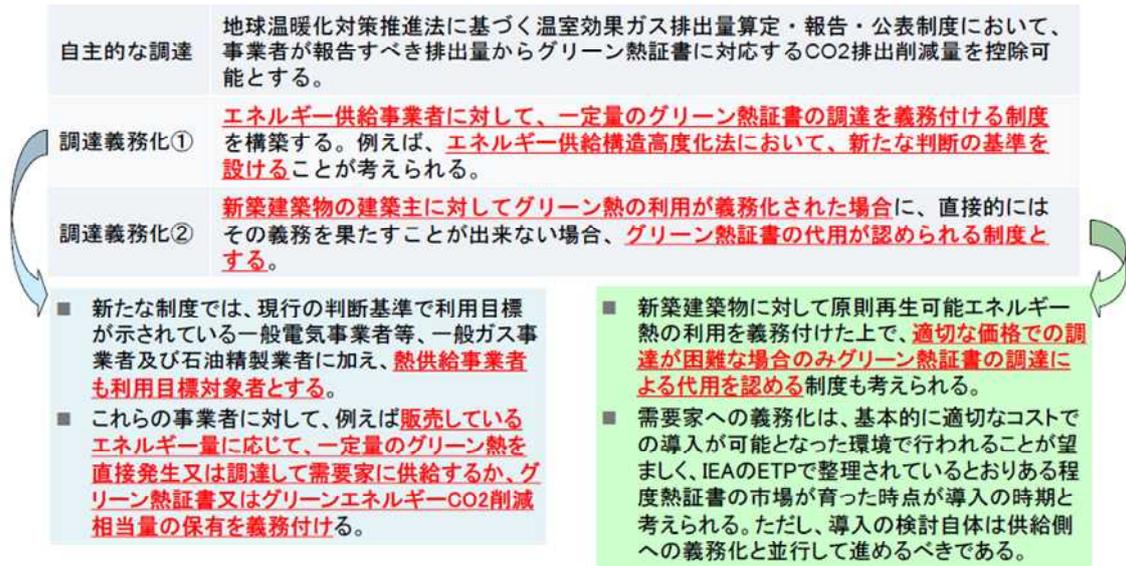


図 3-63 グリーン熱証書の市場創出に向けた制度案

出典) [環境省, 2012c]

8) 普及啓発：太陽光発電・太陽熱利用に対する認知度と関心

太陽光発電の認知度は以前から高かった(図 3-64)が、認知度の高さのみが実際の興味や導入に繋がるわけではない。近年は実際に興味を持ち採用を検討する人が増え始めており()、2009年度の余剰電力買取制度の導入(2011年度に固定価格買取制度に移行)と、住宅メーカー等の販売促進活動の効果と考えられる。太陽熱利用も認知度は太陽光発電と同程度ほど高い(表 3-37)が、「最も関心のある再生可能エネルギー」としては認識されていない(図 3-66)。

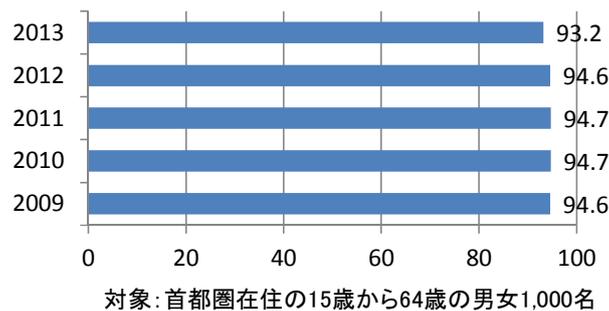


図 3-64 太陽光発電の認知度

出典) 電通 グリーンコンシューマー調査 2013

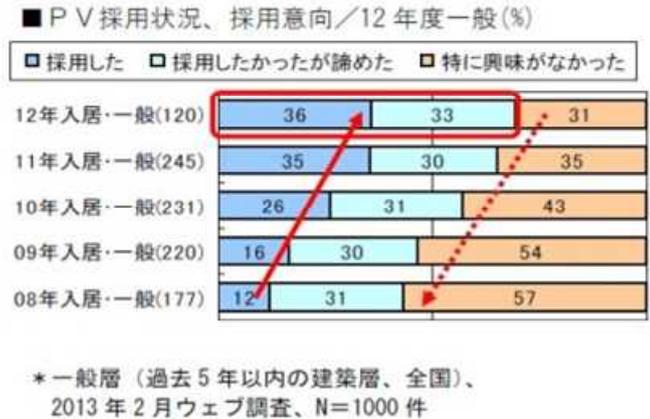


図 3-65 太陽光発電への興味と採用

出典) <http://www.sekisuiheim.com/info/press/20130327.html>

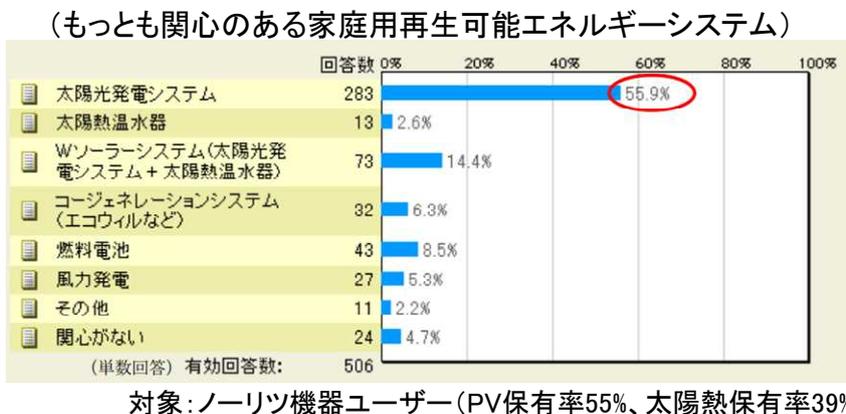


図 3-66 太陽熱利用への関心

出典) http://www.noritz.co.jp/library/news/2013files/201300426_1awr.pdf

表 3-37 太陽熱利用の認知度

	太陽熱利用		(参考) 太陽光発電	
鹿児島県調査(H22)	よく知っている	27.9%	よく知っている	32.9%
	知っている	53.8%	知っている	27.9%
日光市調査(H21)	知っている	64.3%	知っている	77.8%
	ある程度	28.0%	ある程度	21.2%
大町市調査(H16)	よく知っている	72%	よく知っている	56%
	聞いたことがある	34%	聞いたことがある	41%
塩尻市調査(H16)	認知度	88%	認知度	72%

出典) 鹿児島県調査: 「鹿児島県新エネルギー導入ビジョン」平成23年3月、日光市調査: 「日光市地域新エネルギービジョン」平成21年2月、大町市調査: 「大町市地域新エネルギービジョン」平成17年2月、塩尻市調査: 「塩尻市地域新エネルギービジョン」平成16年2月
注) 表中に記した年は調査年であり、出典の発行年とは必ずしも一致しない。

3.3.4 バイオマス熱利用

<バイオマスの単位の換算>

以降、バイオマスの資源量・利用量等を示すのに、物量単位や熱量単位が混在する。本報告書では再生可能エネルギーとしての熱量もしくは発電量に着目しているが、出典資料の記載に従っている部分や、理解のしやすさのために物量表記のままとしている部分もある。表 3-38 にこれら単位の関係の目安について示した。

表 3-38 バイオマスの単位の換算（目安）

	木質バイオマス（林地残材、製材工場等残材、建設発生木材） 含水率 40wt%	家畜排泄物 含水率 83wt%
物量	1 kt	1kt
保有熱量	11.4 TJ	1.09 TJ（メタン）
原油換算エネルギー量	290 kL	28 kL
炭素量	0.44～0.5 kt	0.06kt
発電方法	バイオマス専焼ボイラによる発電	メタン発酵による発電
送電端電力量	70 万 kWh （発電効率 22%の場合）	4.2 万 kWh （発電効率 14%の場合）
発電所規模	84 kW （稼働率 95%の場合）	5 kW （稼働率 95%の場合）

注) 含水率「40wt%」とは、ウェットベースの含水率が 40%、すなわち総重量のうち 40%が水分である状態を示す。

出典) [バイオマス活用推進会議, 2012]、[NEDO, 2010]より作成

(1) バイオマス利用の動向

1) バイオマス利用の現状

① 全体の動向

国内バイオマスのエネルギー利用は、熱と電力を合わせると、一般廃棄物・黒液（パルプ製造過程の廃液）等を中心に行われており、利用量は近年熱は 150～200 万 kL、電気は 150～180 万 kL 程度で横ばいが続いていた（図 3-67）。

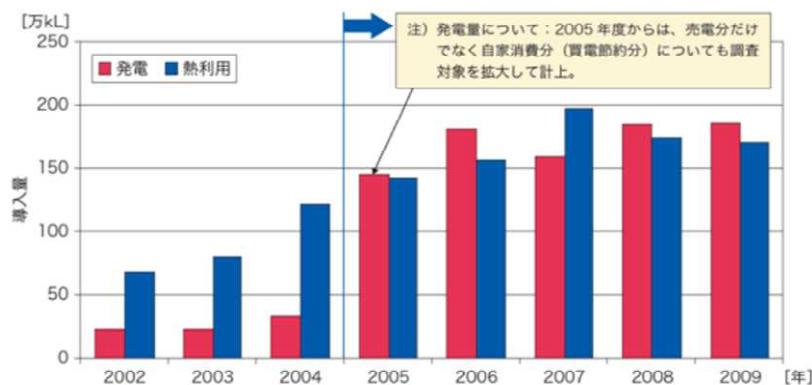


図 3-67 バイオマス発電・熱利用の状況

出典) [NEDO, 2013]

② バイオマス発電（専燃）

固定価格買取制度の設備認定においては、「メタン発酵」「一般木質・農業残渣」「一般廃棄物・木質以外」の件数が多い（表 3-39）。

表 3-39 固定価格買取制度の設備認定状況
（括弧内は運転開始）

	買取価格 (税抜円/kWh)	kW	件数	平均 kW/件
メタン発酵	39	7,293 (1,713)	37 (13)	197
未利用木質	32	150,380 (5,700)	12 (1)	12,532
一般木質・農作物残渣	24	343,915 (29,765)	12 (2)	28,660
建築廃材	13	43,870 (0)	3 (0)	14,623
一般廃棄物・木質以外	17	165,050 (74,950)	25 (14)	6,602
合計		710,518 (112,128)	89 (30)	

出典) 資源エネルギー庁「都道府県別再生可能エネルギー設備認定状況（10月末時点）」, 2014.1 公表

注) このほか、107 万 kW が RPS 制度から FIT 制度へ移行したと推計される。(ISEP, 自然エネルギー政策・固定価格買取制度(FIT)への提言、2013 より)

なお、固定価格買取制度におけるバイオマス発電の分類と、「バイオマス活用推進基本計画」（詳細後述）における資源分類は、表 3-40 のように対応する。

表 3-40 バイオマス発電と資源の対応

		固定価格買取制度上の分類				
		メタン発酵	未利用木質	一般木質・農作物残渣	建築廃材	一般廃棄物・木質以外
画 に お け る バ イ オ マ ス 活 用 推 進 基 本 計 画 に お け る 資 源 分 類	家畜排泄物	○				○（鶏糞直接燃焼の場合）
	下水汚泥	○				
	黒液					○
	紙					○
	食品廃棄物	○				
	製材工場等残材			○		
	建設発生木材				○	
	農作物非食用部			○		
	林地残材		○			

出典) [NEDO, 2010]より作成

③ バイオマス発電（混焼）

また、石炭火力発電所においてはバイオマスの混焼利用が進められている。2～3%混焼利用を行う場合、一箇所でのバイオマス必要量は年間数万～数十万トン程度であり、ほとんどは北米や東南アジアからチップ・ペレットの形で輸入されている（表 3-41、図 3-68）。なお、北米には木質バイオマス、東南アジアではパーム椰子殻等バイオマスを利用した、年産十萬～百万トン規模のペレット工場も立地している。

表 3-41 石炭火力への混焼によるバイオマス利用の例

	発電所	概要	出典
関西電力	舞鶴発電所	北米からの輸入ペレットを約6万トン使用。混焼率3%。	関西電力株式会社「電気事業の概要と当社の取組みについて」、平成24年1月12日
相馬共同火力発電	新地発電所	ペレットを年間14万トン程度使用。混焼率3%。	相馬共同火力発電株式会社「新地発電所バイオマス燃料設備工事の再開について」平成25年2月27日
中部電力	碧南発電所	カナダ産木質チップを約10万トン混焼。	中部電力ウェブサイト http://dna.chuden.jp/admin.html

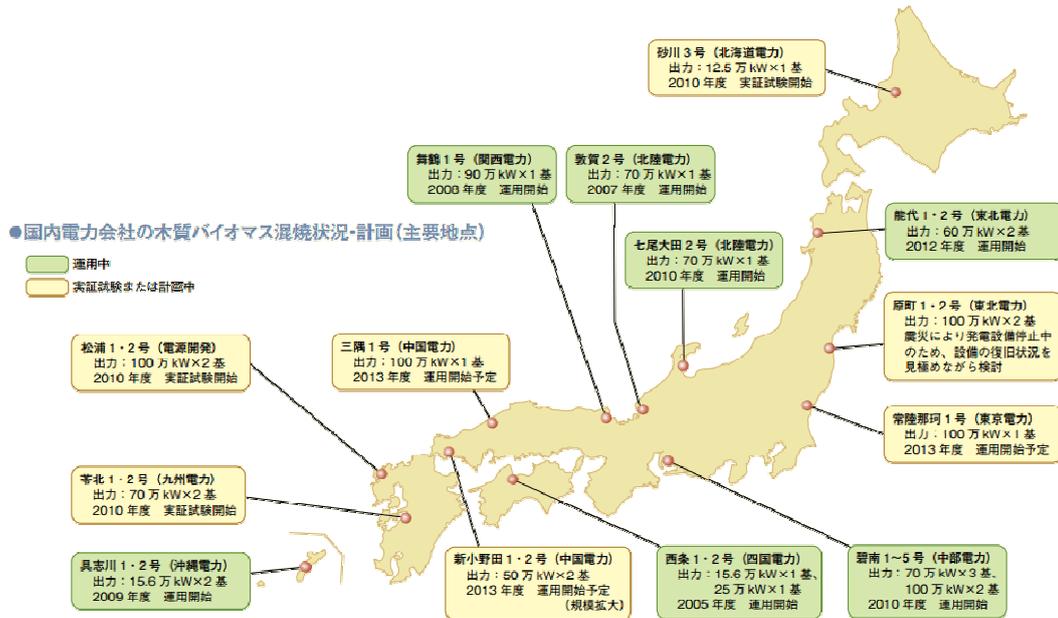


図 3-68 国内の木質バイオマス混焼状況・計画

出典) 電気事業連合会「電気事業の現状」、2013

④ バイオマス熱（ペレット）

バイオマス熱利用で今後拡大の余地のある形態のひとつは、民生部門における熱利用（薪、チップ、ペレット）の利用である。特に家庭での薪やペレット利用には、エネルギー以上の付加価値が生じる。

国内のペレット生産の動向を図 3-69 に示す。2010年の国内ペレットの製造量は10万ト

ンであった。現状、岡山、宮崎では製材工場等残渣、沖縄では建設発生木材を原料として、少数の工場で年産 5000 トン以上規模のペレットの大量の生産が為されている。一方で、新潟、北海道では年産 1000 トン以下の小規模の工場が多数立地し、丸太・林地残材を利用したペレットを生産している。

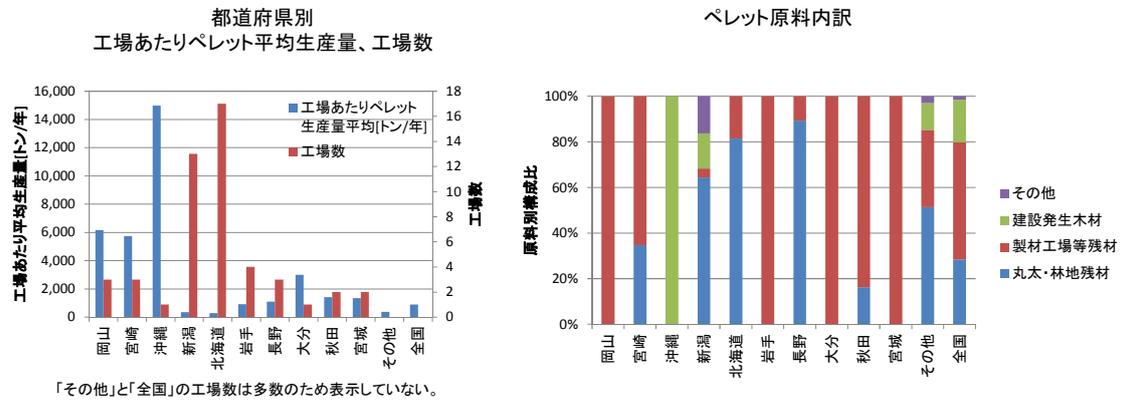


図 3-69 ペレット生産の動向

出典) 林野庁 特用林産基礎資料 より作成

2) 近年のバイオマス関係の主な政策

バイオマス関係の主な政策を図 3-70 に整理した。まず、2002 年に「バイオマス・ニッポン総合戦略」が策定された。2008 年ごろまでは京都議定書目標達成計画にも掲げられたバイオ燃料（液体燃料）の製造に着目されており、「バイオ燃料技術革新計画」や「農林漁村バイオ燃料法」などが策定された。

その後 2009 年に「バイオマス活用推進基本法」が策定され、最近では固定価格買取制度の導入や、東日本大震災を受けたエネルギー自給への関心の高まりから、「地域のバイオマスを活用した事業化推進による地域産業の創出と自立・分散型エネルギー供給体制の強化」（「バイオマス事業化戦略」より）に力点が置かれている。

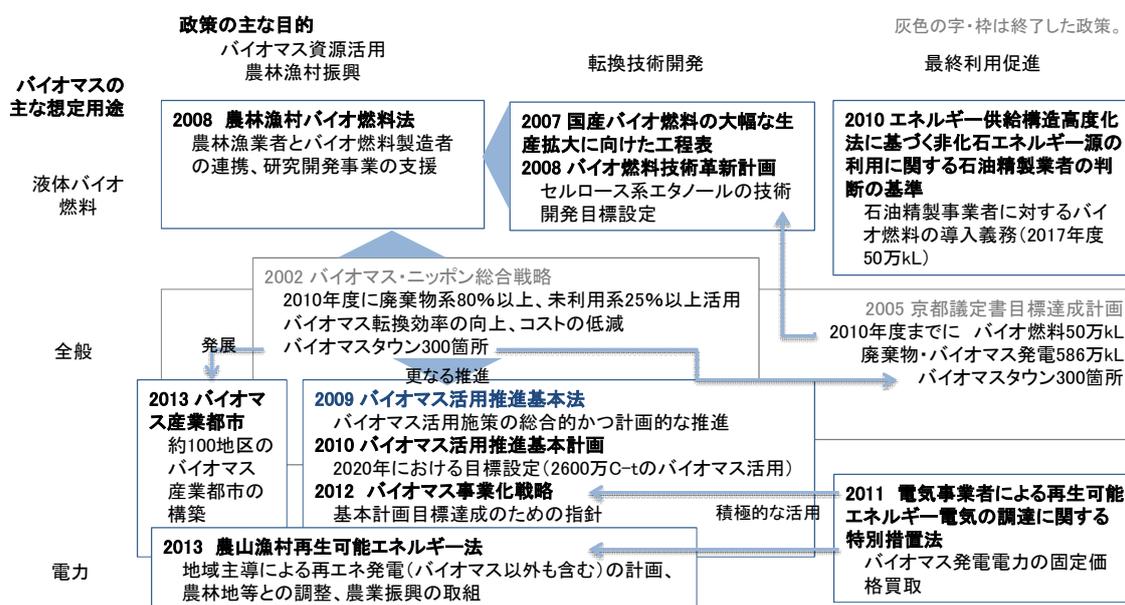


図 3-70 近年のバイオマス関係の主な政策

出典) 農林水産省資料、資源エネルギー庁資料、内閣府資料より作成

① バイオマス活用推進基本法

平成 21 年の農林水産省所管「バイオマス活用推進基本法」では、バイオマス活用の基本理念を定め、国・地方公共団体・事業者の責務を明らかにするとともに、施策の基本となる事項を定めている。また、「バイオマス活用推進基本計画」では、本法に基づき、バイオマスの活用の促進に関する施策についての基本的な方針、国が達成すべき 2020 年目標、技術の研究開発に関する事項について定めている。これらの概要を図 3-71 に示す。

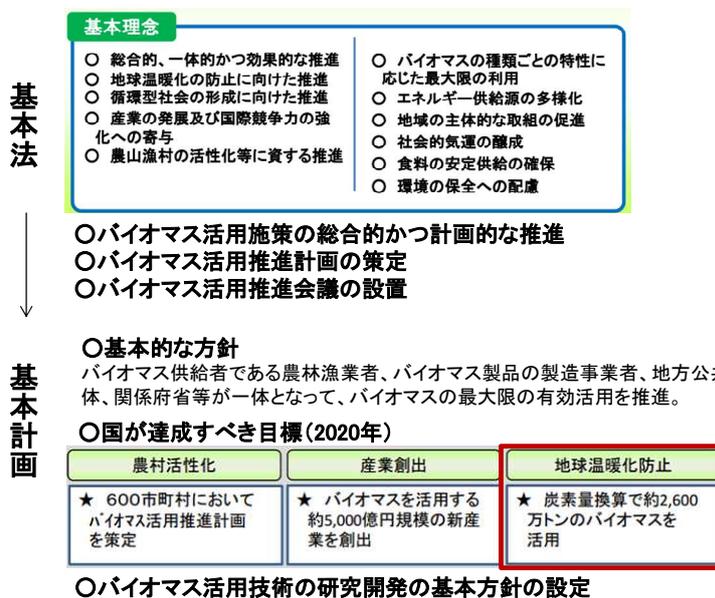


図 3-71 バイオマス活用推進基本法と基本計画

出典) 農林水産省資料より作成

② バイオマス資源活用目標

バイオマス活用推進基本計画における、2020 年までのバイオマス利用拡大目標は図 3-72 のとおりである。

絶対量としては、林地残材、農作物非食用部の利用拡大に高い目標が掲げられている。ただし、農作物非食用部（主に稲わら）はコスト低減と安定供給等の点から、「バイオマス事業化戦略」における重点原料とされていない。

なお、本目標による利用率向上でエネルギー利用拡大が行われれば、既にエネルギー利用されているものを加え、日本全体の温室効果ガスの 3.2%の削減に貢献（拡大分のみでは約 1%）するとされている。



表中重量は物量、棒グラフは炭素トン換算

図 3-72 バイオマス利用拡大目標と資源量

出典) [バイオマス活用推進会議, 2012]より作成

③ (参考) バイオマス資源活用実績と目標

バイオマス・ニッポン総合戦略とバイオマス活用推進基本計画のバイオマス資源活用実績と目標を表 3-42 に示す。

なお、黒液と製材工場廃材の一部を除き、実績の「利用率」は非エネルギー利用である。

表 3-42 バイオマス資源活用実績と目標

	上段：発生量 下段：利用率	2002実績 (バイオマス・ニッポン 総合戦略策定時)	2005実績	2010目標 (バイオマス・ニッ ポン総合戦略)	2010実績 (バイオマス活用推進基 本計画策定時)	2020目標 (バイオマス活用 推進基本計画)
廃棄物系	家畜排せつ物	9100万トン 80%	8900万トン 90%	—	8800万トン 90%	90%
	食品廃棄物	1900万トン 10%未満	2200万トン 10%未満	—	1900万トン 27%	40%
	製材工場等残材	610万トン 90%	500万トン 90%	—	340万トン 95%	95%
	建設発生木材	480万トン 40%	460万トン 60%	—	410万トン 90%	95%
	下水汚泥	7600万トン 60%	7500万トン 64%	—	7800万トン 77%	85%
	黒液	—	—	—	1400万トン 100%	100%
	紙	—	—	—	2700万トン 80%	85%
	合計	70%	76%	80%	86% (黒液・紙を除くと 85%)	—
未利用系	林地残材	390万トン ほとんど未利用	370万トン ほとんど未利用	—	800万トン ほとんど未利用	30%
	農作物非食用部 (すきこみ利用除く)	1300万トン 30%	1300万トン 30%	—	1400万トン 30%	45%
	合計	21%	21%	25%	17%※	—

出典) 2002年・2005年実績：[農林水産省, 2005], 2010年実績：[バイオマス活用推進会議, 2012]

注) 各「合計」は炭素トン換算の上、加重平均で算出。

林地残材の発生量は、バイオマス活用推進基本計画策定時に、バイオマス・ニッポン総合戦略時から見直された。このため、未利用系の利用率が低下している。

3) バイオマス利用の技術

バイオマス資源は、電力・熱・燃料といったエネルギー利用のほか、建築・農業資材等にも利用されるという、他の再生可能エネルギーとは異なる特徴がある。

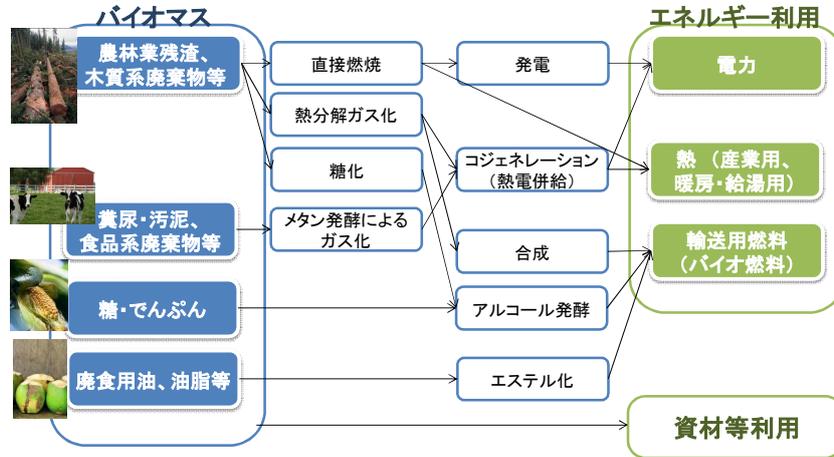


図 3-73 バイオマス資源の利用のイメージ

出典) [NEDO, 2010]より作成

バイオマス発電の一般的な方式は、「大型石炭火力への混焼」「バイオマス専焼ボイラによる発電」「熱分解ガス化による発電」「メタン発酵による発電」に分類される。概要を図 3-74 に示す。

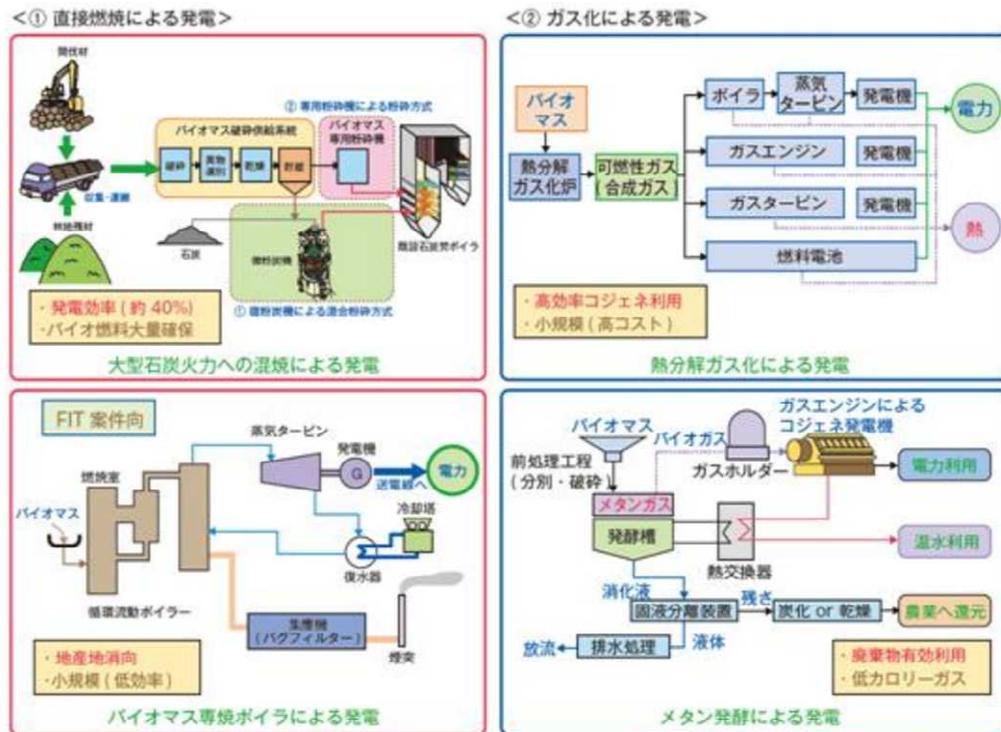


図 3-74 バイオマス発電の方式

出典) [NEDO, 2013]

バイオマス熱利用では、バイオマス資源を物理的に変換したチップ・ペレット・ブリケットや化学的に変換したバイオガス・熱分解ガスといった燃料を燃焼して得た熱を、建物暖房、工業用蒸気、農業用加温等に用いる。概要を図 3-75 に示す。

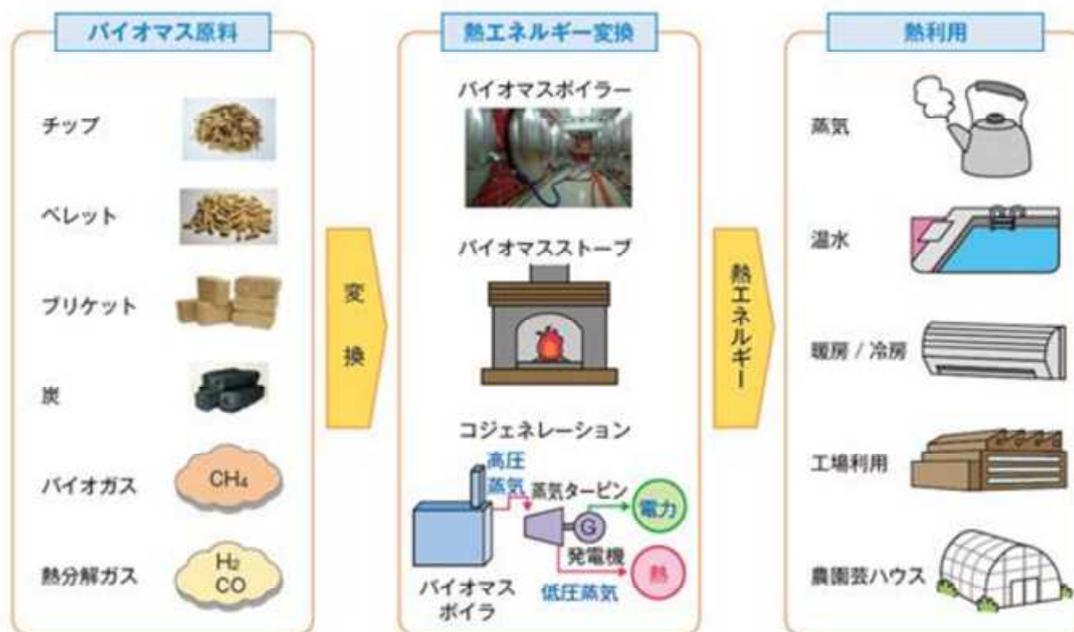


図 3-75 バイオマス熱利用の種類

出典) [NEDO, 2013]

4) 海外におけるバイオマス利用の状況

① 海外におけるコージェネレーション利用の状況

我が国の近年のバイオマスのエネルギー利用は、固定価格買取制度を背景とした発電のみの利用が増加しようとしている。海外では、バイオマスのコージェネレーション利用が進んでいる国もある。

図 3-76 に、諸外国のバイオマス発電の内訳（発電量ベース）を示す。米国や欧州では、発電利用の固体バイオマスの半分以上がコージェネレーションで利用されている。一方でカナダでは、豊富な森林資源を生かした大規模発電利用が行われている。

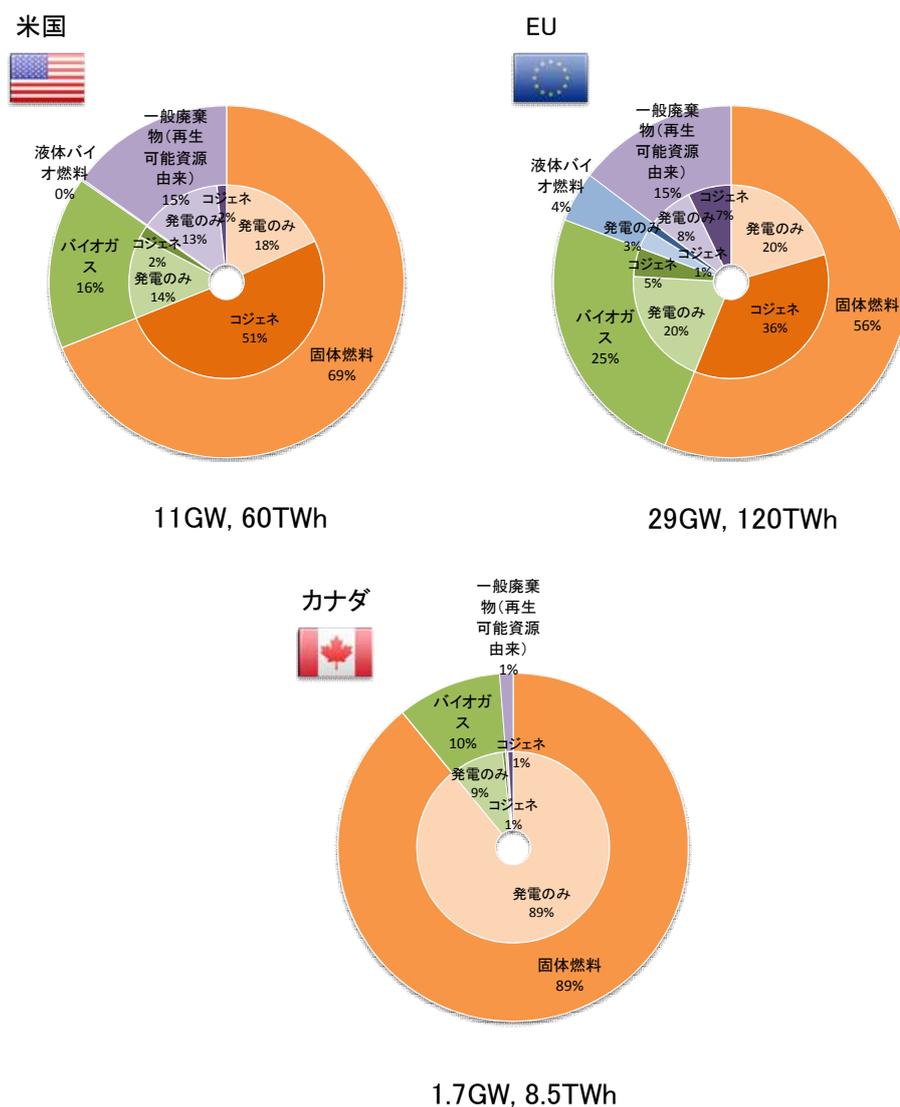


図 3-76 諸外国のバイオマス発電の方法

出典) [IEA, 2012]より、2010年の実績を用いて作成

② ドイツにおけるコジェネレーション優遇の事例

ドイツの固定価格買取制度では、革新的技術や次世代原料利用（熱電併給、ガス化発電、林地残材・工場残材の利用など）に対してボーナスを与えたり、買取対象の容量に上限を設けたりすることで、大型発電建設を抑制し、小規模発電・熱電併給を促進している。

具体的には、2004年のEEG改正では、コジェネレーション、林地残材等の燃料利用、革新的技術に対するボーナス制度を導入した。また、2009年の改正では、7.79～11.67ユーロセント/kWh（規模により異なる）のバイオマス発電買取価格に対して、コジェネボーナスを従来の2ユーロセント/kWhから3ユーロセント/kWhへの上乗せを行った。さらに、2012年の改正では、バイオマス発電におけるコジェネレーションを義務化し、コジェネレーションに対するボーナス制度は廃止したがその分買取価格を上乗せした。

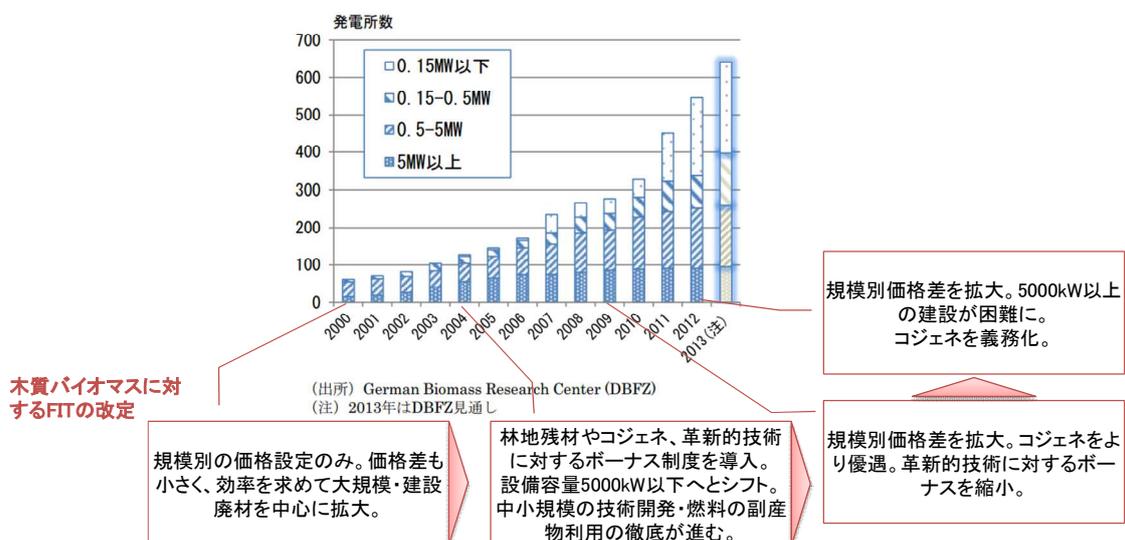


図 3-77 ドイツにおけるバイオマス発電所数推移と関連する固定価格買取制度の動向
出典) [梶山, 2013]

(2) 現状のバイオマス利用の課題

我が国におけるバイオマス利用の課題は以下のとおりである。

1) 課題① 高くないバイオマス発電効率

固定価格買取制度下で設備認定されているバイオマス発電（未利用木質）の発電容量は平均 12,000kW 程度である。

図 3-78 に示すように、一般に火力発電は、同じ発電方式では小規模ほど発電効率が低い。また、バイオマス発電は原料となるバイオマスの含水率が高いために所内率が高く、数千～数万 kW 規模の蒸気タービンであれば送電端効率は 15～20%程度となる。バイオマスガス化による発電は発電効率が高いが、高コストかつ技術が複雑である。

コージェネレーションを行うことにより総合効率を高めることが可能である。また熱利用を行えば、同じバイオマス量でもより多くの CO₂ 削減が可能である（図 3-79）。

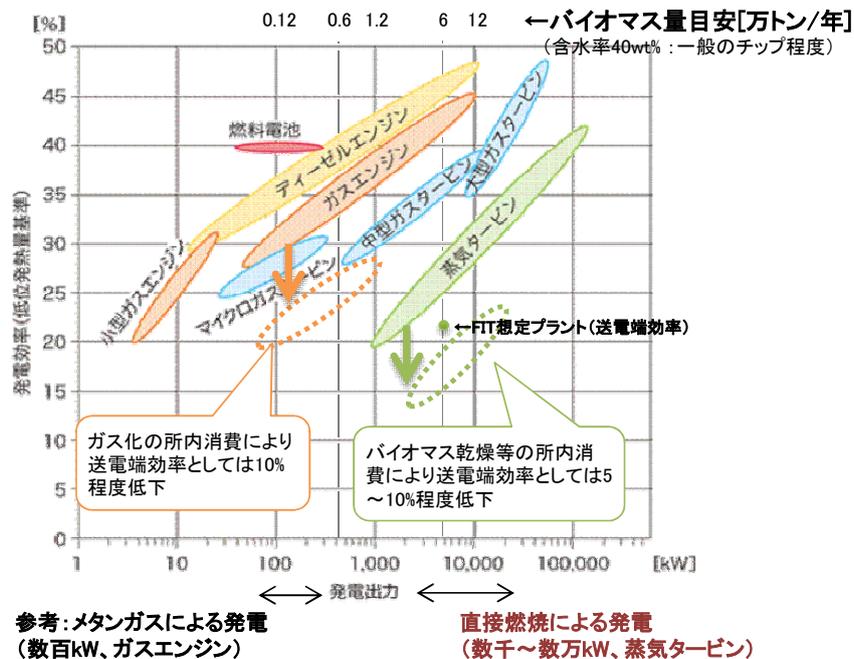


図 3-78 ガスエンジン、ガスタービン、ディーゼルエンジン、蒸気タービンの発電効率
出典) [NEDO, 2013]の図に追記

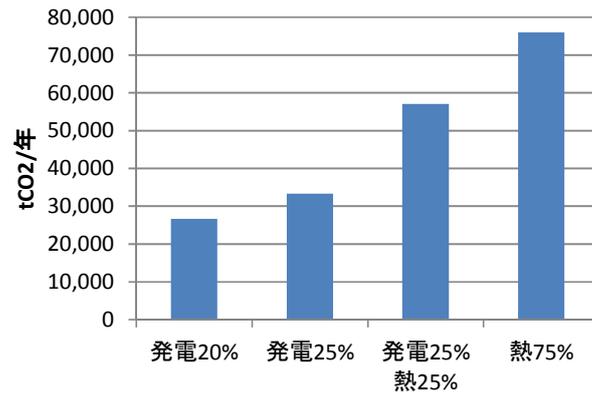


図 3-79 バイオマス量 12 万トン/年の利用により削減できる CO₂ 量の比較

注) バイオマス発熱量は 11.4MJ/40wt%-kg、電気供給による CO₂ 削減可能量は 0.35kgCO₂/kWh、熱供給による削減可能量は 0.0693kgCO₂/MJ (重油代替) とする。

2) 課題② バイオマス資源収集のリスク

総務省「バイオマスの利活用に関する政策評価」（平成23年2月）において、「バイオマス・ニッポン総合戦略」に基づくバイオマス政策について評価が行われている。

これによれば、国の補助を受けたバイオマスエネルギー利用施設について、原料調達が計画を下回っている設備がある。また、施設稼働が計画を下回っている設備ではその一因として原料の不足が指摘されている場合もある。原料調達においては、原料排出元との協力・調整などの工夫が重要とされている。

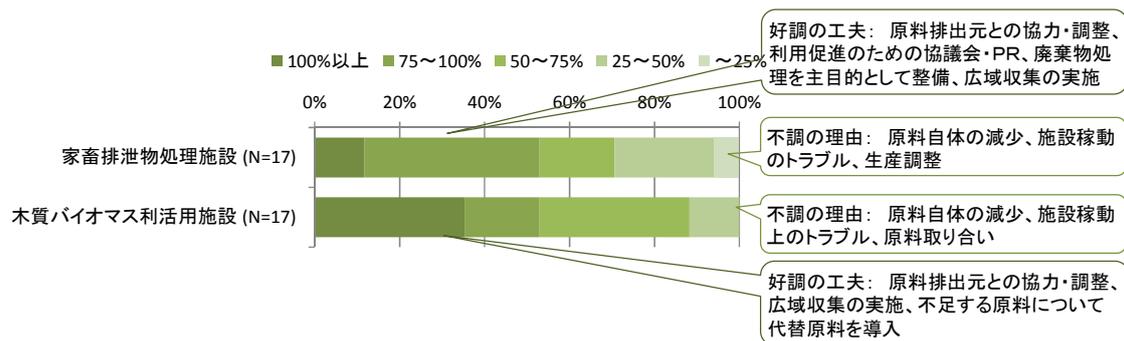


図 3-80 原料調達率の年間計画に対する実績の分布

出典) [総務省, 2011]より作成

注) 「木質バイオマス利活用施設」にはペレット・チップ製造と、発電・熱利用の双方が含まれる。

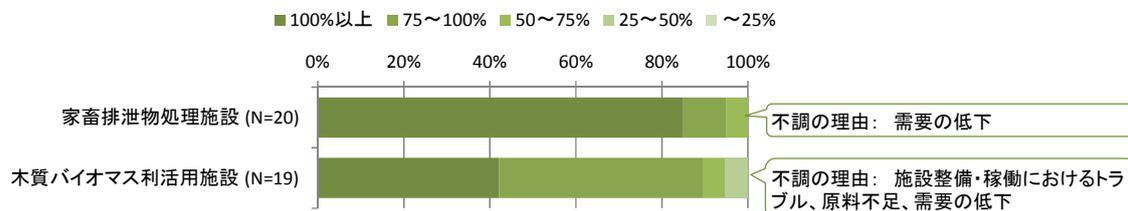


図 3-81 稼働率の年間計画に対する実績の分布

出典) [総務省, 2011]より作成

注) 「木質バイオマス利活用施設」にはペレット・チップ製造と、発電・熱利用の双方が含まれる。

このように既存設備でも原料調達が課題として挙げられているが、大規模バイオマス発電には多量のバイオマス資源収集が必要となる。全国で林地残材・切捨間伐材の賦存量は1,603百万トン(40wt%)と推計されており、その都道府県別分布は図 3-82 に示すように、多くの県では1万kWレベルの発電所1~2箇所程度に相当する程度の量である。また、地域によっては、林地残材・切捨間伐材の年間賦存量に匹敵するくらいのバイオマス資源量が毎年必要となる規模の発電が計画されている(図 3-83)。

固定価格買取制度の下で高価格での買取を受けるには未利用材を使用する必要があるが、林業や製材業の活性化が同時に起こらなければ、資源の取り合いになる可能性がある。



図 3-82 林地残材・切捨間伐材の賦存量

出典) [NEDO, 2011]における林地残材・切捨間伐材の賦存量(乾燥重量)を、含水率40wt%相当重量に換算(5/3倍)したもの。林地残材・切捨間伐材12万t/年は概ね1万kW規模の発電所の必要バイオマス量に相当する。



図 3-83 九州内の木質火力発電所計画(2013年10月現在)

出典) NPO 法人九州バイオマスフォーラム作成資料

注) [NEDO]によると、九州での林地残材・切捨間伐材賦存量は150万トン(40wt%)である。

3) 課題③ 高コストな運営方法

前出の総務省「バイオマスの利活用に関する政策評価」（平成 23 年 2 月）では、国の補助を受けたバイオマスエネルギー利用施設について、単年度黒字を達成しているのは 2 割未満と評価されている。木質バイオマス利活用については、原料費に加え人件費が高いことが課題として挙げられている。

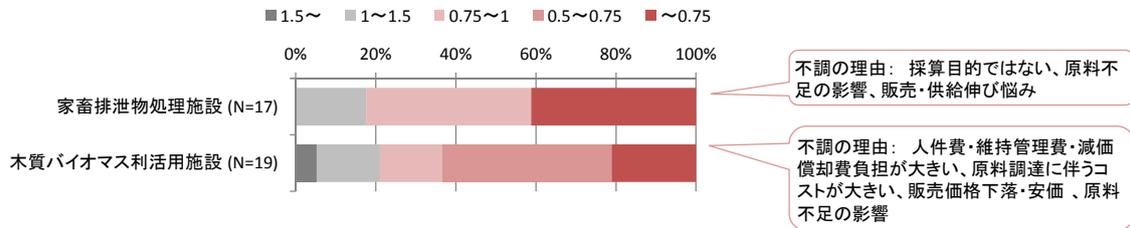


図 3-84 運営支出に対する運営収入の割合

出典) [総務省, 2011]より作成

表 3-43 運営支出に対する運営収入の割合が低い理由の例

家畜排泄物利用施設	ある家畜排泄物・食品加工残渣のメタン発酵・ガス化発電・液肥利用施設では、 <u>残渣として発生する廃液のうち、液肥として利用されるのは 20 分の 1 に満たない量であり、残りの処理費用が事業支出の 4 分の 1 を占めている。</u>
木質バイオマス利活用施設	ある木質チップ製造施設は、 <u>原料である間伐材や林地残材の集材のためのコストが非常に大きく、製造されたチップは全量販売されているものの、製品売上のみでは製造原価の回収も困難。</u> 環境省の補助を受けて整備したある木質バイオマス熱分解施設について、 <u>人件費がかかりすぎるとして使用していない。</u>

出典) [総務省, 2011]より作成

国内のバイオマス熱利用・発電・コジェネレーション設備のイニシャルコストを比較すると、熱利用が圧倒的に安価である。発電・コジェネレーションは規模が大きいほど単価は下がる傾向にある、5000kW 以下規模では設備単価が 50～200 万円/kW に上る事例もある一方、10000kW 以上規模では 30 万円/kW 前後のものもある。

なお、バイオマス発電コストを海外の評価例（表 3-44）と国内の評価例（表 3-45）で比較してみると、イニシャルコストは概ね同程度であるが、発電原価は原料費を反映して国内のものが高い。

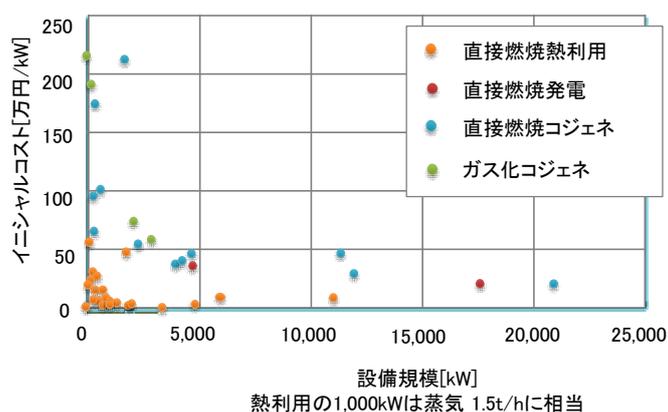


図 3-85 木質バイオマスの利用方法とコスト

出典) [NEDO, 2010]記載の事例より作成

表 3-44 木質バイオマスの利用方法とコスト評価例（海外）

技術方式		イニシャルコスト [万円/kW]	発電原価（原料費含む） [円/kWh]
直接燃焼発電	ストーカ燃焼	18.8-42.6	6-21
	バブリング流動床	21.7-45.0	7-21
ガス化発電	固定床・流動床	21.4-57.0	7-24
直接燃焼コジェネ	ストーカ燃焼コジェネ	35.5-68.2	7-29
ガス化コジェネ	ガス化コジェネ	55.7-65.4	11-28
混焼		1.4-8.5（追加費用）	4-13

出典) [IRENA, 2012]

注) 1\$=100 円で換算。原料として各種木質バイオマスの利用を想定している。

表 3-45 木質バイオマスの利用方法とコスト評価例（国内）

	イニシャルコスト [万円/kW]	発電原価（原料費含む） [円/kWh]
木質専焼	30-40	17.4-32.2
石炭混焼	0.04-0.1（追加費用）	9.5-9.8

出典) [コスト等検証委員会, 2011]

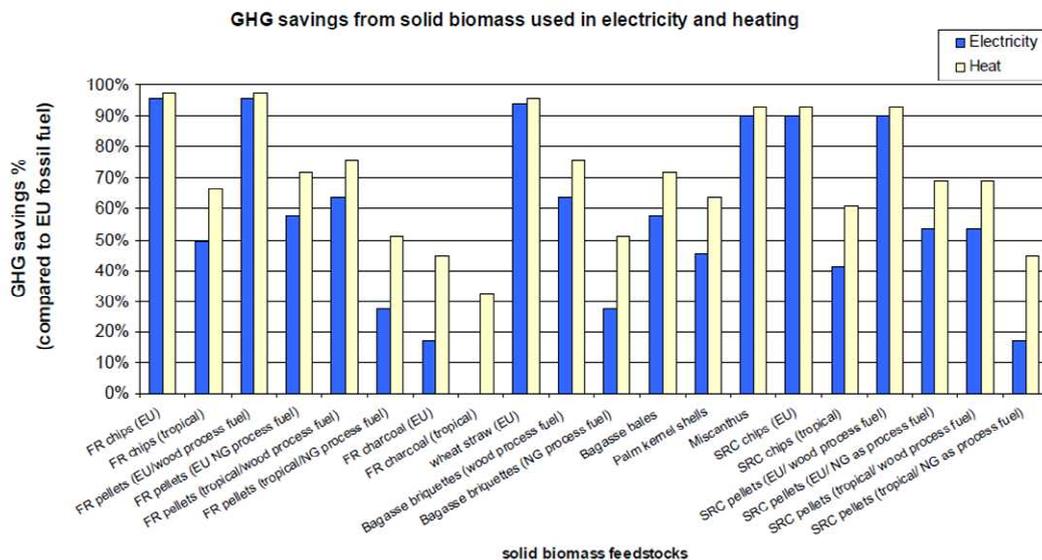
注) 原料として未利用間伐材チップ利用を想定している。

4) 課題④ バイオマス利用による副作用

特に輸入バイオマス資源について、そのバイオマス資源の生産・輸送・転換段階において、多量の温室効果ガスの排出、生物多様性の損失、現地民の権利侵害といった問題が発生する可能性があるため、バイオマスの利用にあたっては、環境面・社会面への影響に適切に配慮した資源を利用する必要がある。

EU では、輸送用バイオ燃料について、環境面・社会面への影響に配慮した「持続可能性基準」を策定しているが、固体バイオマスについても検討中であり、に示すようなライフサイクル評価が行われている。

国内では、木材資源については林野庁「木材・木材製品の合法性、持続可能性の証明のためのガイドライン」で定めた証明方法に基づき、各森林組合等が取り組んでいる（表 3-46 表 3-47）。輸送用バイオ燃料については「持続可能性基準」を既に策定している。



FR: Forest Residues (林業残渣), SRC: Short Rotation Coppicing (短周期栽培木材)

図 3-86 EUにおけるバイオマス固体燃料のライフサイクルでの温室効果ガス削減の評価
出典) [European Commission, 2010]

表 3-46 木材・木材製品の合法性、持続可能性

項目	定義
合法性	伐採に当たって原木の生産される国又は地域における森林に関する法令に照らし手続きが適切になされたものであること。
持続可能性	<u>持続可能な森林経営</u> が営まれている森林から産出されたものであること。

出典) [林野庁, 2006]より作成

表 3-47 持続可能な森林経営

<p>1992年地球サミットにおける「森林原則声明」の具体化に向け、国際作業グループについて以下の構成要素について合意。</p> <p>構成要素</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 生物多様性の保全 ・ 森林生態系の生産力の維持 ・ 森林生態系の健全性と活力の維持 ・ 土壌および水資源の保全と維持 ・ 地球的炭素循環への森林の寄与の維持 ・ 社会の要望を満たす長期的・多面的な経済的便益の維持および増進 ・ 森林の保全と持続可能な経営のための法的および経済的枠組み
--

出典) 林野庁「持続可能な森林経営」

http://www.rinya.maff.go.jp/j/kokuyu_rinya/kokumin_mori/toriatukai/jizoku_kano.html

(3) バイオマス利用の課題解決の方向性

現状のバイオマス利用の拡大を踏まえると、エネルギーとして利用するに当たっては、「小規模熱利用・コジェネレーション」「多様な原料からの大規模・高効率発電」「従来火力発電での混焼利用」の3つの形態が有効と考えられる（図 3-87）。ただし、これらの利用方法には、地域的な適・不適があり得る。以降、特に小規模熱利用の可能性についての事例調査を含めて、地域的な適否を分析する。

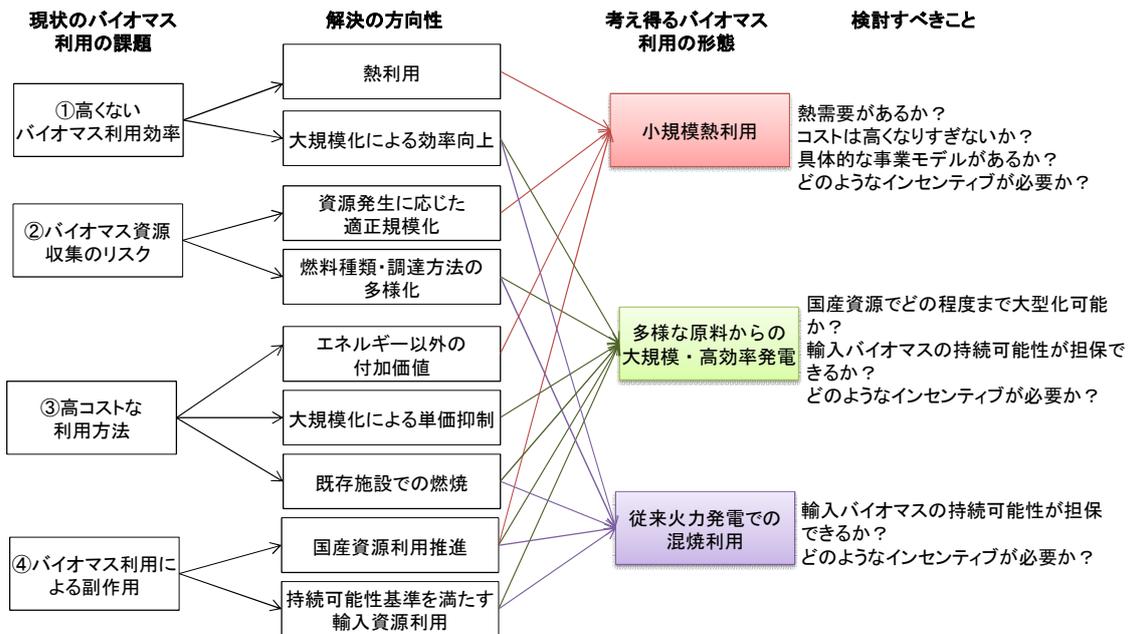


図 3-87 バイオマス利用の課題解決の方向性

(4) 地域の特徴を活かしたバイオマス利用

1) バイオマス熱利用の事例

地域の特徴を活かしたバイオマス利用の事例として、タイプの異なる3箇所の例を調査した。

① 岡山県真庭市

岡山県真庭市のバイオマス利用の概要を表 3-48 に示す。真庭市は、集成材製造の最大手である銘建工業株式会社が立地するなど、全産業に占める木材・木製品製造業生産額が8%（全国平均は1%程度）の木材加工産業の盛んな地域である。十数年前から市を挙げてバイオマス利活用を推進しており、現在では製材廃材・未利用材の利用によりエネルギー自給率が11.6%である。これを2020年までに20%に引き上げようと計画している。

表 3-48 岡山県真庭市のバイオマス利用の概要

真庭市概要		人口 47,000人、面積 83,000ha 林業生産額 3,552百万円(H16) 木材・木製品製造業生産額 20,172百万円(H16)				
木質バイオマスポテンシャル(NEDO推計)			賦存量[dry-t]	利用可能量[dry-t]	賦存量[GJ]	利用可能量[GJ]
		林地残材	4,891	150	88,522	2,710
		切捨間伐材	13,693	419	291,585	8,928
		国産材製材廃材	27,273	1,382	493,633	25,013
		外材製材廃材	1,633	75	29,554	1,353
木質バイオマス利用量		年間596,000GJ(43,000トン)				
利用状況	収集・加工・流通	<ul style="list-style-type: none"> ・ 「真庭バイオマス集積基地」を活用した資源の安定収集 ・ 多種類のバイオマス利用を目的とした燃料性状の規格化、技術確立 ・ 関係者による燃料価格設定の合意 				
	利用	<ul style="list-style-type: none"> ・ 製材所等、公共施設、農業施設等でのチップ・ペレットボイラ ・ 10,000kWバイオマス発電所（今後）、近隣地域を含めて調達 				
	その他波及効果	<ul style="list-style-type: none"> ・ バイオマスツアー年間2000人以上 ・ 環境価値の活用（国内クレジット制度等） 				

出典) 真庭市「木質バイオマスエネルギー利活用指針」平成25年、真庭市資料 より作成

② 岐阜県高山市

岐阜県高山市のバイオマス利用の概要を表 3-49 に示す。高山市は面積の92.5%が森林であり、林業生産額は県内一である。2007年ごろから民間主導により森林資源活用について検討しており、木質ペレットの製造・販売を通じた地域活性化に取り組んでいる。

表 3-49 岐阜県高山市のバイオマス利用の概要

高山市概要	人口 91,000人、面積 218,000ha 林業、木材・木製品製造業生産額 1,825百万円				
木質バイオマスポテンシャル(NEDO推計)		賦存量[dry-t]	利用可能量[dry-t]	賦存量[GJ]	利用可能量[GJ]
	林地残材	4,028	104	72,910	1,876
	切捨間伐材	36,900	949	785,755	20,218
	国産材製材廃材	2,395	126	43,355	2,282
	外材製材廃材	442	18	8,005	325
木質バイオマス利用量	年間34,000GJ(ペレット2,000トンの場合)				
利用状況	収集・加工・流通	・ 民間企業による、自社の割り箸製造残材、森林組合からの間伐材供給等を活用したペレット製造			
	利用	・ 業務施設でのペレットボイラ利用、家庭におけるペレットストーブ利用 ・ 高山市によるペレットストーブ・薪ストーブ購入、ペレット燃料利用に対する助成			
	その他波及効果	・ グリーン熱証書の活用			

出典) 岐阜県 市町村民経済計算、岐阜県 地域における再生可能エネルギー活用事例集 平成 23 年 より作成

③ 新潟県

新潟県のバイオマス利用の概要を表 3-50 に示す。新潟県の都道府県別木材生産量は全国 34 位に留まるが、製材所数は全国 3 位である。地元のペレットストーブメーカーを中心とした普及の取り組みにより、需要側からバイオマスの利用拡大が進んでいる。また、ペレット工場数は平成 22 年の 2 工場から平成 24 年には 13 工場に急増し、都道府県別ペレット生産量もこの 3 年で 4 位まで浮上した。

表 3-50 新潟県のバイオマス利用の概要

新潟県概要	人口 2,328,000人、面積 1,258,000ha 林業生産額 1,430百万円 (栽培きのご類生産除く)				
木質バイオマスポテンシャル(NEDO推計)		賦存量[dry-t]	利用可能量[dry-t]	賦存量[GJ]	利用可能量[GJ]
	林地残材	10,944	312	198,083	5,649
	切捨間伐材	71,582	2,135	1,524,265	45,465
	国産材製材廃材	27,508	1,474	497,896	26,672
	外材製材廃材	69,843	2,486	1,264,155	44,989
木質バイオマス利用量	年間80,000GJ (H23ペレット生産量4,705トン)				
利用状況	収集・加工・流通	・ 間伐材・製材廃材・建築廃材を活用したペレット生産			
	利用	・ 家庭用ペレットストーブ ・ 県内の9市町でペレットストーブへ補助金			
	その他波及効果				

出典) 林野庁 特用林産基礎資料、NHK ウェブサイト

<http://www.nhk.or.jp/sakidori/backnumber/140202.html> より作成

2) 地域の特性とバイオマス熱利用

このような事例を他地域に展開していくには、地域間の類似性に基づいて判断していく必要がある。ここでは、バイオマスの「需要」と「供給」に着目した。

民生用の暖房需要に関係の深い暖房度日と、林業残渣・国産材製材廃材といった国産森林に由来するバイオマス資源賦存量を指標にとり、各都道府県と、事例として取り上げた真庭市・高山市・新潟県の位置を図 3-88 に示した。

熱需要が大きい地域では、高山市のような小規模ペレット生産でも事業が成り立つ可能性がある。また、林業・製材業が盛んで木質バイオマス賦存量が大きい地域では、真庭市のような発電利用も含めた大規模利用が可能である。それ以外の地域でも、特徴のあるビジネスモデル（新潟：ペレットストーブメーカーが牽引）、民生以外の需要（沖縄：石炭火力発電への混焼）により、熱利用事業が成り立っている例がある。

また、今後林業と国産材利用が拡大することを想定して、バイオマスの供給として現状の賦存量ではなく、国有林・公有林面積を指標にとった結果を図 3-89 に示す。暖房需要の多い地域で国有林・公有林面積も大きく、国産材利用が拡大すればこれらの地域でもバイオマス利用が進む可能性がある。

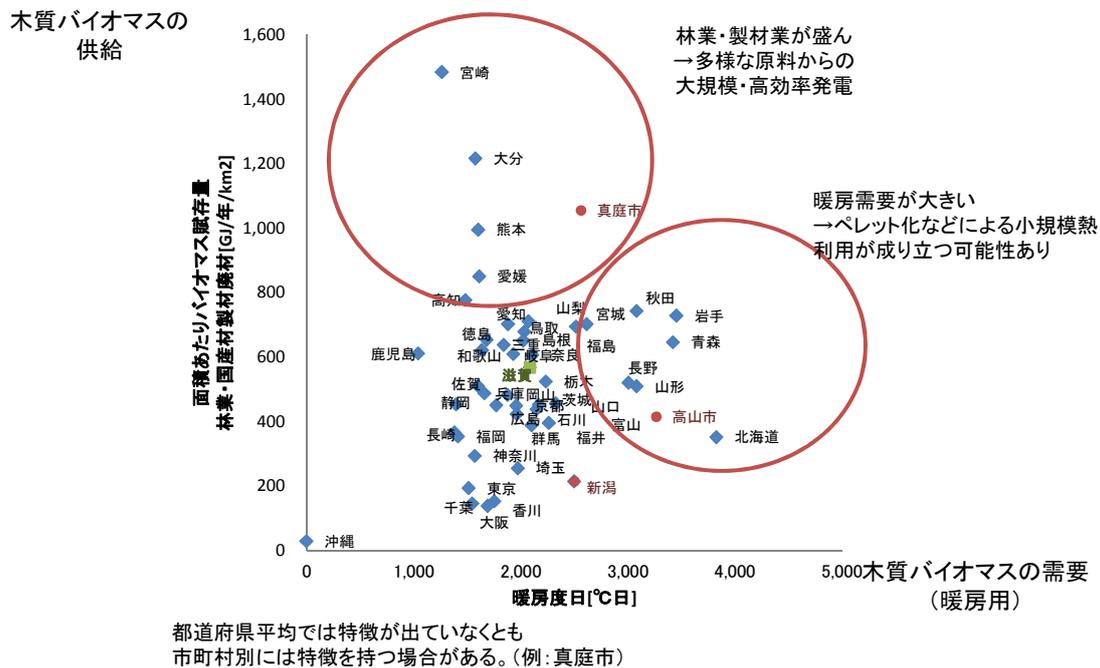


図 3-88 バイオマスの需要・供給力に着目したバイオマス利用
(暖房度日と林業残渣・国産材製材廃材バイオマス資源量)

出典) 面積あたりバイオマス賦存量は [NEDO, 2011]より。面積は国土地理院「平成 25 年全国都道府県市区町村別面積調」より。暖房度日は気象庁ウェブサイトにおける各都道府県庁所在地の平成 25 年の平均気温より算出。

