

# ヒートポンプに関する欧州調査報告書

2012年1月

財団法人 ヒートポンプ・蓄熱センター

## <目次>

調査の目的 .....	1
第1章 欧州 RES 指令及び SEPEMO プロジェクトの概要 .....	2
1. 欧州 RES 指令 .....	2
2. SEPEMO プロジェクト .....	4
第2章 詳細調査結果 .....	18
1. 欧州 RES 指令に記載のヒートポンプ空気熱利用量算定方法の詳細検討状況 .....	18
2. SEPEMO プロジェクトの最新状況 .....	28
3. 欧州におけるヒートポンプ関連政策やインセンティブ .....	32
1) イギリス .....	33
2) フランス .....	36
3) ドイツ .....	37
4) オーストラリア（参考） .....	39

## 調査の目的

欧州では2009年に施行された「再生可能エネルギーの推進に関する指令」を代表として、ヒートポンプが利用する空気熱、地中熱、水（河川水、海水等）熱が太陽エネルギーにより温められた再生可能エネルギーであることから、EU指令や各国国内法等において、太陽熱等と同等の再生可能エネルギーと定義している。本調査では、再生可能エネルギー推進指令などヒートポンプを取り巻く様々な制度の整備を進めている欧州を対象に、その現状把握を目的として、関連機関等へのヒアリング調査を実施した。

## 第1章 欧州 RES 指令及び SEPAMO プロジェクトの概要

### 1. 欧州 RES 指令

EU は 1990 年代後半より再生可能エネルギーの推進に力を入れており、2007 年 3 月の欧州理事会では、2020 年までに (1) EU 単独で温室効果ガス排出量を 1990 年比 20% 削減、(2) 最終エネルギー消費に占める再生可能エネルギー比率を 20% に引き上げ、(3) 総エネルギー消費を 20% 削減すべくエネルギー効率改善などからなる EU 環境目標に合意した。

これらの目標実現に向け欧州委員会は、2008 年 1 月に「気候変動・エネルギー政策パッケージ」を発表した。同パッケージの中でも特に重要と位置づけられる「再生可能エネルギーの推進に関する指令案」は、欧州議会 (2008 年 12 月)、閣僚理事会 (2009 年 4 月) での採択を経て 2009 年 6 月に施行された。本指令の中では、ヒートポンプ利用によりくみ上げられる熱エネルギー (空気熱、地中熱、水熱) を再生可能エネルギーとして扱うことが明文化されている。

本指令の構成概要を図 1-1 に示す。赤字は、ヒートポンプに関する記述がある箇所を示す。

図 1-1 「再生可能エネルギーの推進に関する指令」の構成概要

■ 前提事項 96 項目	■ ANNEX (付属文書) 7 項目
➤ 事項 (31) で対象とするヒートポンプについて記述	ANNEX I: 各国の最終エネルギー消費量における再生可能エネルギーのシェアの目標 (2020 年)
■ Article (条項) 29 項目	ANNEX II: 水力・風力の発電量の計算方法に関する正規ルール
ARTICLE 1: 主題と範囲	ANNEX III: 輸送燃料のエネルギー量
⋮	ANNEX IV: 設置者の認証
ARTICLE 5: 再生可能エネルギーのシェアの計算	ANNEX V: バイオ燃料、バイオ液体の温室効果と化石燃料の代替効果の計算方法に関するルール
⋮	ANNEX VI: 再生可能エネルギーに関する国のアクションプランの統一型書式における最低基準
ARTICLE 13: 行政手続、規制、基準	ANNEX VII: ヒートポンプのエネルギーの計算方法
ARTICLE 14: 情報と教育	
⋮	
ARTICLE 29: 公表	

本指令においては、「空気熱、地中熱、水熱を有効温度で利用できるようにヒートポンプを運転させるためには、電気等の補助エネルギーが必要であるため、有効熱量の合計量からヒートポンプの運転で消費されるエネルギーを差し引かなくてはならない」と明記している。よって、運転に必要な一次エネルギー量を超過する熱量が得られるヒートポンプのみを対象とし、再生可能エネルギーとして考慮する熱量の算定方法を Annex VII で定義している。

#### ○ANNEX VII: ヒートポンプのエネルギーの計算方法

ヒートポンプによって得られる空気熱、地中熱、水熱エネルギーは本指令において再生可能エネルギーに考慮されるものであり、そのエネルギー量 ERES は次式で計算される。2013 年 1 月 1 日までに、欧州委員会では加盟国がヒートポンプ技術・設備の  $Q_{usable}$ 、SPF の値を評価するためのガイドラインを策定するものとする。その際、気候条件による相

違（特に寒冷な気候）を考慮に入れる。

$$ERES = Q_{usable} * (1 - 1/SPF)$$

$Q_{usable}$ : 基準 ( $SPF > 1.15 * 1/\eta$ ) を満たすヒートポンプで得られる有効熱量の推定合計量

SPF: ヒートポンプの推定平均季節性能係数

$\eta$ : 欧州委員会統計局のデータに基づく EU の平均発電効率

## 2. SEPEMO プロジェクト

### 2.1 プロジェクトの概要

SEPEMO (Seasonal performance factor and monitoring for heat pump systems in the building sector) とは、欧州委員会の IEE (Intelligent Energy Europe) プログラムにおいて、2009 年に開始したプロジェクトである。本プロジェクトの概要を表 1-1 に示す。

本プロジェクトでは、オーストリア、スウェーデン、フランス、オランダ、ギリシャ、ドイツ、フランスの欧州 7 カ国における 46 のヒートポンプ設備の計測等を通じて、ヒートポンプシステムの季節性能係数の値（以下、SPF : Seasonal Performance Factor）を計測する方法を一般化することを目指している。これにより、ヒートポンプシステムの品質が保証され、広く受容されるようになることが本プロジェクトの目的である。

本プロジェクトは、住宅におけるヒートポンプの全てのタイプ（空気熱、水熱、地中熱）を対象としている。ヒートポンプシステムの実際の性能を把握する上では、SPF を計測する方法を一般化することが重要であり、一般化するには、ヒートポンプシステムの効率だけでなく、各地域における建築基準や気候についても考慮されている必要とされる。本プロジェクトでは、この方法論の開発を通じて、住宅におけるヒートポンプシステムの実現可能性や効率に影響を与える主要なパラメーターについての知見を得ることも目的としている。国単位、EU 単位の基準（EN14511, EN255, prEN15316, prEN14825 等）についても言及している。

表 1-1 プロジェクトの基礎情報

コーディネーター	SP Tehnical Research Institute of Sweden (代表 : Roger Nordman)
パートナー	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AgentshapNL (Netherlands)</li> <li>• Armines (France)</li> <li>• European Heat Pump Association (EHPA)</li> <li>• Austrian Institute of Technology (Austria)</li> <li>• Fraunhofer ISE (Germany)</li> <li>• Electricité de France R&amp;D (France)</li> <li>• Fachinformationszentrum Karlsruhe (Germany)</li> <li>• Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (France)</li> <li>• Centre for Renewable Energy Sources and Saving (Greece)</li> </ul>
キーワード	ヒートポンプ 季節性能係数の計算方法 現場計測
期間	2009.6-2012.6
予算	1,545,498Euro (EU75%出資)
契約番号	IEE/08/776/SI2.529222

出所) SEPEMO ホームページ (<http://www.sepemo.eu/about-sepemo/>)

## 2.2 プロジェクトで期待される成果

本プロジェクトで期待される主要な成果は下記の通りである。

- ① 後に欧州規格 (EN : European Norms) に反映可能な計測方法の確立に向けた提言。  
SPF の実測・計算に適用される欧州規格における基準にも影響を与えうるため、本プロジェクトでは信頼性の高い計測方法を確立する必要がある。
- ② 共通の方法論や品質基準に基づく SPF の実測・計算による、全てのタイプの熱源 (空気熱、水熱、地中熱) を網羅した SPF に関するデータベースの改良 (現時点における既存のデータの多くは地中熱利用ヒートポンプに関するものが大多数を占める)。
- ③ 「再生可能エネルギーの推進に関する指令」の ANNEX VII に使用される、ヒートポンプシステムの性能計測の標準的な方法の確立に向けた提言。
- ④ 信頼性が高く、エネルギー効率の高いヒートポンプシステム導入に向けた“理解しやすい”ガイドライン。建築基準や地域的制約の両方を考慮に入れ、「再生可能エネルギーの推進に関する指令」の ANNEX IV に組み込まれる認証手続きの根拠に用いられる。
- ⑤ SPF に基づくヒートポンプシステムの品質評価スキームを開発し、「再生可能エネ

ルギーの推進に関する指令」の ANNEX IVへの設置者認定に向けた誘導指針を策定。

- ⑥ 高性能に対する概念の一般化（ヒートポンプシステムの品質保証の基準）と、それに基づくユーザーが利用可能なシステムについて記述したレファレンスガイド。

### 2.3 プロジェクトの詳細

本プロジェクトは、次の側面に配慮した7つのワークパッケージから構成される（表1-2）。各パッケージ（2~6）の進捗状況及び今後期待される成果について、次頁以降にまとめる。

表1-2 ワークパッケージの概要

ワークパッケージ	リーダー	期間
WP1 マネジメント	SP Technical Research Institute of Sweden (SP)	36 ヶ月
WP2 空気/水、地中熱/水 ヒートポンプの現場計測	SP Technical Research Institute of Sweden (SP)	33 ヶ月
WP3 空気/空気ヒートポンプの現場計測	Association pour la Recherche et le Développement des Méthodes et Processus Industriels (ARMINES), France	33 ヶ月
WP4 季節性能の定義と モニタリング方法の確立	AIT Austrian Institute of Technology - Österreichisches Forschungs- und Prüfzentrum Arsenal Ges.m.b.H. (Arsenal), Austria	28 ヶ月
WP5 ヒートポンプシステムの 基本品質の確立	Agentschap NL - Agency NL, Energy and Climate Division, Netherland	28 ヶ月
WP6 コミュニケーションと普及	Fachinformationszentrum Karlsruhe Gesellschaft für wissenschaftlich-technische Information mbH (FIZ), Germany	35 ヶ月
WP7 IEE の普及活動	SP Technical Research Institute of Sweden (SP)	5 ヶ月

出所) SEPEMO ホームページ (<http://www.sepemo.eu/about-sepemo/>)

#### (1) WP2・WP3（ヒートポンプの現場計測）の活動内容

オーストリア、スウェーデン、フランス、オランダ、ギリシャ、ドイツ、フランスの欧州7カ国における46の計測現場より、下記の情報が提供されている。

- ・写真と概要
- ・ベストプラクティスとの関連
- ・計測現場の詳細
- ・モニタリング結果
- ・モニタリング結果を含む2枚の概況報告書

下記に、計測現場の一部である戸建住宅とホテル、集合住宅の3つの事例について、その概要を紹介する。



## ■ 戸建住宅（スウェーデン、Brämhult）

1946年に建てられた住宅を改修し、2005年に4.5kWの地中熱源ヒートポンプを床暖房、放射暖房に導入した。このヒートポンプは2008年に導入された6.6m<sup>2</sup>の太陽熱収集器と併せて、給湯にも用いられている。給湯タンクの大きさは270リットルである。ヒートポンプは8.8kWの補助ヒーターを有している。

1946年には1½階建として建設されたが、改修後の現在は2階建て分の住宅となっている。断熱性は低い、屋根は断熱補強が施されている。窓は3枚ガラスである。

2005年にヒートポンプを導入する前は、石油ボイラが使用されていた。



出所) INTELLIGENT ENERGY EUROPE  
「SEPEMO リーフレット」

## ■ ホテル Amalia（ギリシャ、Tirintha）

8,980m<sup>2</sup>のホテルで、2007年から2008年にかけて全て改修され、ヒートポンプシステムによる暖冷房を導入した。この暖冷房システムは、据置型のファンコイルユニットから構成される。建物の暖房負荷と冷房負荷はそれぞれ、704kW、566kWである。

地中熱ヒートポンプシステムは、地下水を供給する井戸（深さ60m）とリターン用の井戸（深さ60m）と、チタン製熱交換器と電気式水熱源ヒートポンプ、それぞれ2つで構成される。2つのヒートポンプユニットHP1、HP2は、容量が352kW、水/水タイプで暖房と冷房の2つのモードで運用される。2つのヒートポンプは冷媒としてR407Cを用いており、この冷媒はオゾン層破壊の恐れがなく、不燃性で無害である。

ヒートポンプの地中熱源側における冷房の供給温度/戻り温度は、HP1の場合で22°C/26°C、HP2の場合で25°C/29°Cである。暖房の供給温度/戻り温度は、HP1の場合で12°C/8°C、HP2の場合で8°C/4°Cである。運転時は暖房40°C、冷房は7°Cとなる。

ホテル改修後は、省エネルギーとコスト削減につながり、運用コスト、メンテナンス等、あらゆる面で効果が出ている。このヒートポンプシステムの投資額は合計492,000€であり、コスト削減額は合計105,081€である。システムの予想耐用年数は30年であるのに対し、単純投資回収年数は4.68年（492,000€÷105,081€）である。



出所) INTELLIGENT ENERGY EUROPE  
「SEPEMO リーフレット」



出所) INTELLIGENT ENERGY EUROPE  
「SEPEMO リーフレット」

## ■集合住宅（オランダ、Zoetermeer）

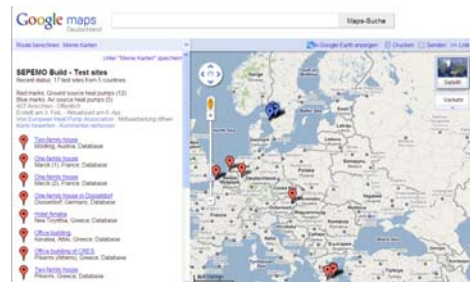
新規住宅プロジェクトの一環であり、プロジェクト全体では8,800世帯と学校、企業から構成される。このうち、57の戸建住宅と158の集合住宅が計測対象となっている。冷温水蓄熱システムとヒートポンプにより暖冷房が供給される。158の集合住宅には共同システムが、57の戸建住宅用の個別のヒートポンプが使用されている。このシステム導入後、エネルギー効率が予想外に低かったため、継続的なモニタリングの必要性が高まっている。



出所) INTELLIGENT ENERGY EUROPE  
「SEPEMO リーフレット」

ヒートポンプは全て、冷温水蓄熱用に設計された再循環型システムを有する地中熱利用ヒートポンプである。設計容量は、暖房用熱源 2,037MWh (7.5°C、流量 500 千 m<sup>3</sup>)、冷房用熱源 2,037MWh (20°C、流量 200 千 m<sup>3</sup>) である。

これらのデータを基に、ベストプラクティスのデータベースも構築しており、試験的なウェブサイトが公開されている。2008年12月に終了したIEEのGROUND-REACHというプロジェクトの中でも、地中熱ヒートポンプに関するデータベースを構



出所) INTELLIGENT ENERGY EUROPE  
「SEPEMO リーフレット」

築してきており、SEPEMOプロジェクトを通じて水熱、空気熱ヒートポンプに関するデータを補完していく。

こうした活動を通じて、以下の成果が期待される。

- ① 地中熱、空気熱を利用したヒートポンプシステムの現場計測方法の確立
- ② EU加盟国の住宅におけるヒートポンプの普及の実態調査
- ③ 信頼性が高く、効率的な空気熱利用ヒートポンプシステムを実現する上で、満たすべき重要なパラメーターやファクターの基準値の設定

## (2) WP4（季節性能係数の定義とモニタリング方法の確立）の活動内容

WP4では、建物のヒートポンプシステムのモニタリングにおける季節性能係数の定義やその計測方法を開発しており、その他の熱源と比較する方法も開発している。a) 計測方法、b) 新規の実証プロジェクト、c) システムのパフォーマンス向上、という3つの基礎を築くための情報が提供される。これらの定義や方法論をWP2・WP3にフィードバックを実施する中で、WP4で得られた成果を検証・評価し、WP6におけるコミュニケーション活動を通じた意識向上や、WP5におけるシステム品質の向上に活かされている。

WP4の成果レポートとして「D4.2 Concept for evaluation of SPF Version 1.0」が、ホームページ上で公開されている。以下にその内容を概説する。

### 1. はじめに

空気熱ヒートポンプシステムのSPF計算における、外部ユニット・内部ユニットについてのシステム境界を定義すること。システム境界を定義することは、SPFの計算に必要なパラメータを計測するためにどのような機器が必要かという問題に直接的に影響を与える。このため定義したシステム境界で実際に計測できるか、適合するかについて、測定期間終了後に確認し、修正するべきである。

### 2. 文中で使用する記号の定義

SH	space heating	暖房	[-]
HP	heat pump	ヒートポンプ	[-]
CU	cooling unit	冷却ユニット	[-]
SPF <sub>i</sub>	seasonal performance factor	季節性能係数	[-]
COP	coefficient of performance	性能係数	[-]
EER	energy efficiency ratio	エネルギー効率比	[-]
SEER	seasonal energy efficiency ratio	季節エネルギー効率比	[-]
SCOP	seasonal coefficient of performance	季節性能係数	[-]
<u>暖房モード</u>			
Q <sub>H_hp</sub>	quantity of heat of the HP in SH operation	暖房時のヒートポンプの熱量	[kWh]
Q <sub>H_bu</sub>	quantity of heat of the back-up heater for SH	予備ヒーターの熱量	[kWh]
E <sub>S_fan</sub>	electrical energy use of the HP source fans	ヒートポンプファンの 電気エネルギー使用量	[kWh]
E <sub>B_fan</sub>	electrical energy use of the heat sink (buildings) fans	ヒートシンク（建物）ファンの 電気エネルギー使用量	[kWh]
E <sub>H_hp</sub>	electrical energy use of the HP for SH	ヒートポンプの 電気エネルギー使用量	[kWh]
E <sub>H_bu</sub>	energy use of the back-up heater for SH	予備ヒーターの エネルギー使用量	[kWh]
<u>冷房モード</u>			
Q <sub>c</sub>	produced cooling energy of the CU for cooling	冷却ユニットの 冷却エネルギー	[kWh]
E <sub>S_fan</sub>	electrical energy use of the CU heat sink fans	冷却ユニットのヒートシンク ファンの電気エネルギー使用量	[kWh]
E <sub>B_fan</sub>	electrical energy use of the building fans	建物ファンの 電気エネルギー使用量	[kWh]
E <sub>CU</sub>	electrical energy use of the CU	冷却ユニットの 電気エネルギー使用量	[kWh]

### 3. SPF の評価について

本報告書ではヒートポンプのシステムや技術の品質に関するデータを得るために、モニタリング結果の一般的な評価方法について述べる。この SPF の計算方法では、ヒートポンプシステムの性能においてファンの影響を含める可能性についても言及しており、システム境界の定義によっては考慮されるようになるかもしれない。

この SPF の計算方法によって、石油やガスなどの一般的な暖房システムとヒートポンプシステムを比較することが可能となる。比較することで、他の暖房システムに対するヒートポンプシステムの CO<sub>2</sub> 削減ポテンシャル（一次エネルギー削減ポテンシャル）を計算することも可能となる。

この計算方法は、統一されたモニタリング方法に基づいている。本文書の評価方法を適用する際に必要となる計測データについて、全て収集可能な SEPOMO プロジェクトを通じて更に改良していく。

#### 3.1 システム境界について

システム境界の定義は、補助デバイスの影響に応じて SPF の結果を左右する。それゆえに、SPF は異なるシステム境界によって計算されるべきである。異なるデバイスの影響をシステムの性能に反映するだろう。

ユニットで暖房モード、冷房モードの運転ができるために、システム境界や SPF の計算方法も暖房モード、冷房モードに応じて分けられる。記載したシステム境界によって、冷房、暖房の SPF を計算することができる。空気/空気ヒートポンプにおいて、給湯用の製品はない。

予備電気ヒーター以外の追加的な暖房システムを持ったシステム（例えば、石油、ガス、バイオマス）については、熱量や燃料需要のエネルギー含量を  $SPF_{H3}$  や  $SPF_{H4}$  で計算する必要がある。エネルギー含量は、燃料需要を計測することで求められ、これに燃料の発熱量を掛け合わせることで計算される。付加的な太陽熱システムについては、システムを運転するための補助の電気エネルギーを計測する必要がある。追加熱によって暖房システムに供給される暖房エネルギーで、ヒートポンプシステムのエネルギー供給割合が計算される。

空気/空気システムは水熱システムとは対象となる建物が異なるため、特定の記号を使用した。

### 3.2 システム境界と SPF の計算方法: 暖房モード

図 1-2 暖房システムの概略図 (例)

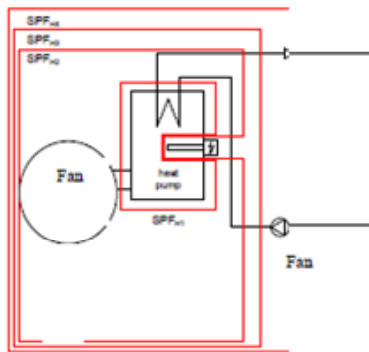
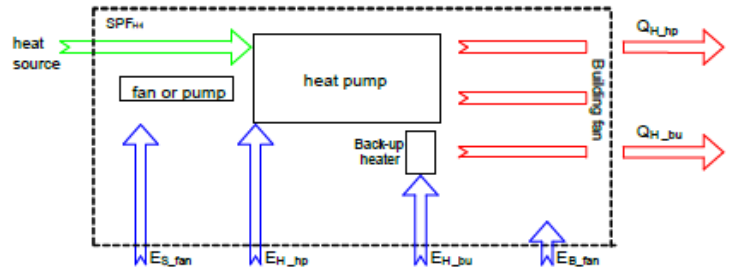


図 1-3 暖房モードのエネルギーフロー図



出所) INTELLIGENT ENERGY EUROPE 「D4.2 Concept for evaluation of SPF Version 1.0」

表 1-3 暖房モードにおけるシステム境界と SPF の計算方法

計算方法	システム境界
$SPF_{H1} = \frac{Q_{H, hp}}{E_{H, hp}}$	
$SPF_{H2} = \frac{Q_{H, hp}}{E_{S, fan/pump} + E_{H, hp}}$	
$SPF_{H3} = \frac{Q_{H, hp} + Q_{H, bu}}{E_{S, fan/pump} + E_{H, hp} + E_{H, bu}}$	
$SPF_{H4} = \frac{Q_{H, hp} + Q_{H, bu}}{E_{S, fan} + E_{H, hp} + E_{H, bu} + E_{B, fan}}$	

出所) INTELLIGENT ENERGY EUROPE 「D4.2 Concept for evaluation of SPF Version 1.0」

### 3.3 システム境界と SPF の計算方法：冷房モード

図 1-4 冷房システムの概略図 (例)

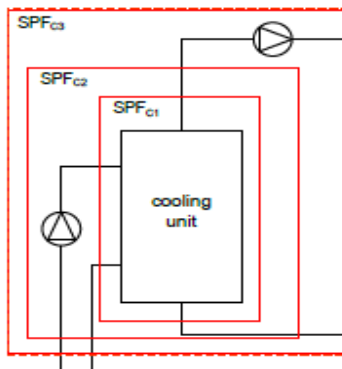
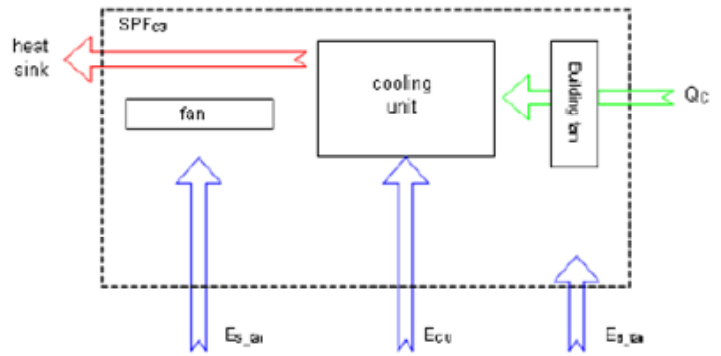


図 1-5 冷房モードのエネルギーフロー図



出所) INTELLIGENT ENERGY EUROPE 「D4.2 Concept for evaluation of SPF Version 1.0」

表 1-4 冷房モードにおけるシステム境界と SPF の計算方法

計算方法	システム境界
$SPF_{C1} = \frac{Q_C}{E_{CU}}$	
$SPF_{C2} = \frac{Q_C}{E_{S\_fan} + E_{CU}}$	
$SPF_{C3} = \frac{Q_C}{E_{S\_fan} + E_{CU} + E_{B\_fan}}$	

出所) INTELLIGENT ENERGY EUROPE 「D4.2 Concept for evaluation of SPF Version 1.0」

#### 4. 一般的なシステム境界と SPF 評価法のシステム境界の比較

SPF の計算については、異なる基準や規則が存在する。これらの計算方法は主に EN14511 の情報に基づいている。しかしながらこのシステム境界は、試験における基準であり、個別の暖房ユニット、冷房ユニットのみを対象としたものである。他のユニットを有するユニットの試験結果は、システム統合について考慮されていない。そのため、これらの基準はヒートシンクや熱源側の補助デバイスにおけるエネルギー消費量が全て含まれていない。

本報告書では、実測におけるシステム境界と試験における基準におけるシステム境界は異なることが示された。現場実測と試験装置による計測には違いはあるものの、差を完全になくすべきであるということを経験的に意味しない。重要なのは、試験における基準ではユニットを対象としているのに対し、実測ではシステムを対象としたものであるという点である。実測で、ヒートシンクや熱源側のエネルギー消費量を計測するには実測機器に高い性能が求められるため、一般的な実測方法では計測することができない。

今後も試験と実測のシステム境界にはわずかな差異は生じるであろうことから、両者の SPF の値を比較するときにはこの点を考慮に入れなければならない。

##### ■EN\*14511（冷暖房用のエアコン、水冷パッケージ、電動圧縮式ヒートポンプ）：

COP と EER を計算するための試験手順について記述。下記の電力を基に、一定の時間間隔内にユニットに流入する平均電気量を算出する。

- ・圧縮器の運転電力と解凍電力
- ・ユニットの制御安全装置の電力
- ・ユニット内にある伝熱媒体の輸送を確実なものとする搬送デバイス（例：ファン）の電力

SPF<sub>HI</sub>/SPF<sub>CI</sub> のシステム境界と同じである。（但し、SPF<sub>HI</sub>/SPF<sub>CI</sub> には補助デバイスのエネルギーが含まれていない。）

##### ■EN\*15316 4-2（暖房設備、給湯設備のエネルギー消費量及びシステム効率の計算方法）：

Bin メソッドにおけるエネルギー消費量の計算方法（特に初期条件：暖房負荷、ヒートポンプの加熱曲線、気候条件、標準的なヒートポンプの試験点）について記述している。ヒートポンプユニット、エネルギー源利用設備、内部・外部のボイラと補助ヒーターを含めたシステム境界を標準としている。SPF<sub>H4</sub> のシステム境界と同じである。SPF<sub>H4</sub> と EN 15316 4-2 の違いは、暖房システムの熱損失を計算している点にある。（EN 15316 4-2 は温水循環式暖房システムがより適している。）

---

\*1 European Norm: 欧州規格団体 CEN と CENELEC が作成した統一規格であり、国家規格として採用。EU 指令の製品安全に関する要求事項を具体的に実現化した規格。

■prEN<sup>\*2</sup>14825（冷暖房用のエアコン、水冷パッケージ、電気式圧縮器のヒートポンプ  
一部分負荷条件での検査・評価方法）：

この基準における計算方法や測定手続は、EN14511 基準に基づいている。このため SCOP  
の計算では、補助デバイスについて部分的にしか言及されていない。SCOP は  $SPF_{H2}$  に、  
SCOP/SEER は  $SPF_{H3}/SPF_{C2}$  とおおよそ類似している。

EN15316 4-2 とは大きく異なり、気候（寒冷、標準、温暖）や暖房消費に応じて異なる  
運転条件を設定している。6 つの試験条件において、ヒートポンプの SCOP/SEER を求  
めている。

■European Directive 2009/125/EC<sup>\*3</sup> Lot 10（エアコン）：

Lot 10 におけるエネルギー消費量の計算方法であり、prEN14825 に類似している。

表 1-5 システム境界の比較

構成要素	$SPF_{H1/C1}$	$SPF_{H2/C2}$	$SPF_{H3}$	$SPF_{H4}$	EN14511	EN15316 4-2	prEN14825*	Lot 10
コンプレッサー	○	○	○	○	○	○	○	○
熱源ファン	---	○	○	○	○	○	○	○
予備ヒーター	---	---	○	○	---	○	○	○
シンクファン	---	○**	○**	○	損失水 頭	○	損失水 頭	損失水 頭

\*: SCOP と SEER を参照

\*\*：内部ユニットシステム（ダクトなし）のみ

今後、WP2・WP3 の計測現場でこの方法の検証を実施する。また、欧州の他のプロジェ  
クトでもこのシステム境界を用い始めている。本プロジェクトのメンバーであり、ドイ  
ツにおけるヒートポンプの現場計測を行っている Fraunhofer ISE でも、計測現場からの  
収集結果に、この方法論による評価結果も含めることを予定している。

<sup>\*2</sup> Preliminary European Norm: EN 規格に成る前段階の草案規格。

<sup>\*3</sup> European Directive 2009/125/EC: 欧州議会および理事会指令 2009/125/EC でエネルギー消費関連  
製品に関する、エコデザイン要件を規定したもの。エコデザイン指令と呼ばれる。



### (3) WP5 (ヒートポンプシステムの基本品質の確立) の活動内容

WP5 では、WP2・WP3 や WP4 での成果を更に分析し、高性能システムの基礎品質に関するガイドラインを策定している。ガイドラインは設置者や設計者の教育に用いられるものであり、その経験を新規の実証プロジェクトに活かすことや、その効果を検証することができるようになる。そのために、本プロジェクトで得られた情報を、リーダーと参加者が一緒になって評価、構造化し、利用できるようにしている。a) 「再生可能エネルギーの推進に関する指令」の ANNEX VII に沿った、システム性能に関する品質ガイドライン、b) 同指令の ANNEX IV に沿った、設置者認証におけるガイドラインの基礎を確立するための情報を提供することを目的とする。

期待される成果の具体例は下記の通りである。

- ① ヨーロッパで最も一般的な構成のヒートポンプシステムの季節性能を計測するためのガイドラインの策定。必要なセンサーや収集されるパラメーターの定義についても記述し、システム運転時の境界条件を明確にするためのパラメーターも追加。
- ② SPF を計算するための方法論の規定と、その計算に含まれるべきシステムデバイスの定義。
- ③ 従来の暖房システムとヒートポンプシステムを比較する評価方法。
- ④ システム運転時の境界条件を考慮した、季節性能のベンチマークの方法。

但し、現時点では WP5 としての成果は公開されていない。

#### (4) WP6 (コミュニケーションと普及) の活動内容

WP6 ではコミュニケーションと活動内容の普及のために、各種イベントを開催している。主な開催イベントを表1-6に示す。この他にも、各国でワークショップ等を実施しており、これらのイベント内容についてレポート等を作成している。ホームページ上で公開されていたレポートのうち、イベント④、⑤に関するレポートを作成している。

表1-6 主な開催イベント

No	日程	会議名	開催場所
①	2009.6.23-24	キックオフ会議	Boras
②	2010.1.13-14	第2回 SEPEMO 会議	Brussels
③	2010.3.11	ワーキング会議-WP2 と WP3 における現場計測	Brussels
④	2010.3.23	EUSEW(EU 持続可能なエネルギー週間) EHPA セッション「未来の都市=ヒートポンプシティ？」	Brussels
⑤	2010.4.13	EU エネルギー統計における再生可能エネルギー源の 計算方法に関する討論	Brussels
⑥	2010.6.17-18	第3回 SEPEMO 会議	Athens
⑦	2010.12.2-3	第4回 SEPEMO 会議	Vienna
⑧	2011.6.7-9	第5回 SEPEMO 会議	Utrecht
⑨	2012.2 (予定)	第6回 SEPEMO 会議	Karlsruhe

## 2.4 関連プロジェクト一覧

ASTECH	Advanced Sustainable Technologies for Heating and Cooling Applications
GEOCOOL Project (完了)	Ground Source Heat Pump System for Cooling and Heating in the South European Region
GEOTRAINET	Geo-Education for a sustainable geothermal heating and cooling market
GROUNDHIT Project (完了)	Ground coupled heat pumps of high technology
GROUND-REACH (完了)	Reaching the Kyoto targets by ground source heat pumps
TR-H Project	Geo Thermal Regulation – Heat
Verbundvorhaben LowEx	Heizen und Kühlen mit Niedrig-Exergie (Heating and cooling with Low Exergy)
MED-ENEC	Energy Efficiency in the Construction Sector in the Mediterranean
Minewater Project	Geothermal energy stored by mine water can be used to heat and cool buildings
ProHeatPump Project (完了)	Promotion of information and success stories about Ground Source Heat Pumps
QualiCert	Quality Certification & accreditation for installers of small-scale renewable energy systems
REPAP2020	Renewable Energy Policy Action Paving the Way for 2020
SmartHeat	an intelligent modular domestic heating and hot water platform that enables effective integration and use of renewable energy systems
Wärmepumpen-Effizienz (完了)	More than 100 electrically driven heat pumps were measured by Fraunhofer ISE under real conditions
Wärmepumpen im Gebäudebestand (完了)	Field tests of electrically driven heat pumps in existing buildings carried out by Fraunhofer ISE
Wärmepumpen Monitor	Field tests of up-to-date heat pump systems carried out by Fraunhofer ISE

## 第2章 詳細調査結果

### 1. 欧州 RES 指令に記載のヒートポンプ空気熱利用量算定方法の詳細検討状況

欧州 RES 指令では、再生可能エネルギーの普及拡大のため、EU 各国に対して国内最終エネルギー消費量に占める再生可能エネルギー利用割合について 2020 年の目標値を定め、その進捗状況について 2 年ごとに EU Commission に対して報告を行うことが義務付けられている。

表 2-1 欧州各国における再生可能エネルギー導入目標  
(最終消費エネルギー消費に占める割合)

	2005年	2020年		2005年	2020年
Belgium	2.2%	13%	Luxembourg	0.9%	11%
Bulgaria	9.4%	16%	Hungary	4.3%	13%
Czech Republic	6.1%	13%	Malta	0.0%	10%
Denmark	17.0%	30%	Netherlands	2.4%	14%
Germany	5.8%	18%	Austria	23.3%	34%
Estonia	18.0%	25%	Poland	7.2%	15%
Ireland	3.1%	16%	Portugal	20.5%	31%
Greece	6.9%	18%	Romania	17.8%	24%
Spain	8.7%	20%	Slovenia	16.0%	25%
France	10.3%	23%	Slovak Republic	6.7%	14%
Italy	5.2%	17%	Finland	28.5%	38%
Cyprus	2.9%	13%	Sweden	39.8%	49%
Latvia	32.6%	40%	United Kingdom	1.3%	15%
Lithuania	15.0%	23%			

出所) DIRECTIVE 2009/28/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources

幾つかの加盟国では、ヒートポンプが利用する再生可能エネルギー量（空気熱、地中熱、水[河川水、海水等]熱）を次のとおり算定している。また、EU 全体では 2020 年に導入する再生可能エネルギー比率において、2.9%の太陽光発電利用量に比べて、ヒートポンプによる再生可能エネルギー利用量は 5 割以上大きい 4.9%の利用量を期待している。なお、欧州ヒートポンプ協会（EHPA）では EU-20 ヶ国において、2010 年に出荷されたヒートポンプによる再生可能エネルギー利用量を 5.47TWh（熱量）と算定している。

表 2-2 欧州各国におけるヒートポンプの導入目標

	Aerothermal heat pumps				Geothermal heat pumps			
	2005 [ktoe]	2010 [ktoe]	2015 [ktoe]	2020 [ktoe]	2005 [ktoe]	2010 [ktoe]	2015 [ktoe]	2020 [ktoe]
Belgium	4	26	78	168	3	21	68	147
Bulgaria	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Czech Republic	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Denmark	48	91	135	170	52	119	166	199
Germany	39	165	338	547	130	258	400	521
Estonia	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Ireland	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Greece	3	14	104	229	1	3	23	50
Spain	4	5	7	10	4	12	23	41
France	27	664	1,080	1,280	49	222	425	570
Italy	16	1,127	1,566	2,175	4	40	145	522
Cyprus	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Latvia	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Lithuania	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Luxembourg	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Hungary	n.a.	0	2	7	n.a.	5	28	107
Netherlands	n.a.	35	81	117	n.a.	90	161	242
Austria	0	38	55	105	0	10	14	26
Poland	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Portugal	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Romania	0	0	1	4	0	0	2	8
Slovenia	0	1	7	14	0	4	26	38
Slovakia	0	0	1	3	0	0	2	4
Finland	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Sweden	0	50	100	150	0	272	544	815
United Kingdom	n.a.	66	194	1,301	n.a.	120	354	953
All Member States (total)	141	2,282	3,749	6,280	243	1,176	2,381	4,243

	Hydrothermal heat pumps				Total renewable energy from heat pumps			
	2005 [ktoe]	2010 [ktoe]	2015 [ktoe]	2020 [ktoe]	2005 [ktoe]	2010 [ktoe]	2015 [ktoe]	2020 [ktoe]
Belgium	1	5	16	35	7	52	161	350
Bulgaria	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0	0	0	0
Czech Republic	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	29	45	82	118
Denmark	0	0	0	0	100	210	301	370
Germany	27	42	62	77	196	465	800	1,144
Estonia	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Ireland	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	10	18	51	84
Greece	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	4	17	127	279
Spain	0	0	0	0	8	17	31	51
France	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	76	886	1,505	1,850
Italy	2	105	146	203	21	1,273	1,857	2,900
Cyprus	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0	0	2	3
Latvia	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0	0	2	4
Lithuania	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0	0	6	14
Luxembourg	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0	1	4	17
Hungary	n.a.	1	7	29	n.a.	6	37	143
Netherlands	n.a.	0	3	11	54	132	252	377
Austria	0	48	68	131	69	96	137	263
Poland	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	25	72	148
Portugal	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0	0	n.a.	n.a.
Romania	0	0	0	0	0	0	3	12
Slovenia	0	2	5	5	2	8	37	58
Slovakia	0	0	1	3	0	0	4	10
Finland	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	40	230	530	660
Sweden	0	27	54	80	0	349	697	1,046
United Kingdom	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0	186	548	2,254
All Member States (total)	30	230	362	574	616	4,017	7,246	12,155

注) アイルランド、リトアニア、ルクセンブルグ、フィンランド(および2005年のオランダ、オーストリア)については、熱源別の値は提出されておらず総計値のみである。このため、熱源別の総計値を合計したものとトータル欄の総計値は一致していない。

出所) European Environment Agency "Renewable Energy Projections as Published in the National Renewable Energy Action Plans of the European Member States", 2011. 11

RES 指令ではヒートポンプで利用する熱エネルギー（空気熱、地中熱、水熱）を再生可能エネルギーとして扱うことが定められており、利用熱量の考え方についても次の式に基づいて算定することが明記されている。

## 図 2-1 欧州 RES 指令で定めるヒートポンプで利用する熱エネルギー算定方法

ANNEX VII  
Accounting of energy from heat pumps

The amount of aérothermal, geothermal or hydrothermal energy captured by heat pumps to be considered energy from renewable sources for the purposes of this Directive, ERES, shall be calculated in accordance with the following formula:

$$\text{ERES} = Q_{\text{usable}} * (1 - 1/\text{SPF})$$

where

- $Q_{\text{usable}}$  = the estimated total usable heat delivered by heat pumps fulfilling the criteria referred to in Article 5(4), implemented as follows: Only heat pumps for which  $\text{SPF} > 1,15 * 1/\eta$  shall be taken into account,
- $\text{SPF}$  = the estimated average seasonal performance factor for those heat pumps,
- $\eta$  is the ratio between total gross production of electricity and the primary energy consumption for electricity production and shall be calculated as an EU average based on Eurostat data.

By 1 January 2013, the Commission shall establish guidelines on how Member States are to estimate the values of  $Q_{\text{usable}}$  and  $\text{SPF}$  for the different heat pump technologies and applications, taking into consideration differences in climatic conditions, especially very cold climates.

出所) DIRECTIVE 2009/28/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources

ただし、上記の式はあくまで算定の基本的考え方を示したものに過ぎず、熱利用量 ERES を算定するためには  $Q_{\text{usable}}$  及び SPF についての具体的な算定方法詳細を明確にすることが不可欠である。この点、RES 指令において上記の通り「2013 年 1 月までに Commission は異なるヒートポンプ技術ごとにどのように  $Q_{\text{usable}}$  及び SPF を算定するかについてガイドラインを作成する」としている。

特に、以下の点がガイドライン作成上のポイントになると考えられる。

<ERES 算定方法確立に向けた主な論点>

- ・各種ヒートポンプの SPF について、いかに現実の効率に近い値を設置するか。
- ・ $Q_{\text{usable}}$  算定には各種ヒートポンプの出力規模別普及台数等のデータが必要となるが、これらをいかに把握するか。
- ・同様に、 $Q_{\text{usable}}$  算定に必要な各種ヒートポンプの年間の稼働時間・全負荷相当時間

をいかに想定するか。

- ・ヒートポンプの使用は地域によって異なるが、地域区分等をいかに設定するか。

本訪問調査では、上記のポイントに関する検討の最新状況について把握を行うことを大きな目的の一つとして実施した。以下にその概要をまとめる。

## 1) EU Commission における検討状況

ヒートポンプの熱量算定方法に関するガイドラインを整備するのは最終的に EU Commission となる。しかし、今回のヒアリングでは関連機関から以下のようなコメントが得られており、このレベルで議論が行われるまでの検討は進んでいないのが現状である。

- ・EU Directive において規定している SPF の算定は EU コミッションである。ただし、彼ら自身で算定方法を検討することは難しいため、他の組織からのインプットを期待している状況にある。SEPEMO プロジェクトに対しても提案を期待されている。
- ・「EHPA」、「EPEE (European Partnership for Energy and the Environment)」等の団体が計算方法の提案を行っており、EUROSTAT も計算方法を提案している。

つまり、ガイドラインを整備するのは EU Commission であるものの、基本的に他の団体等からのインプットに基づいて整備されることになる。この点、EHPA をはじめヒートポンプに関連する団体がヒートポンプでの熱利用量算定方法や SPF 算定方法について議論を進めており、これらの結果が EU Commission での算定方法に活用されていく可能性が高いと考えられる。

## 2) これまでに概ね決定している事項

最終的な決定ではないものの、ERES を算定する上での「ヒートポンプシステム種類区分」及び「気候区分」、「平均発電効率  $\eta$ 」については概ね決定しているというのが関係者の認識となっている。具体的には以下の通りである。

<ヒートポンプシステム種類区分>

- ①空気熱源ヒートポンプ
- ②地表水熱源ヒートポンプ
- ③地中熱源ヒートポンプ

<気候区分>

EU エコラベルでは EU 全体を「Warm」「Average」「Cold」の3区分に分けている。今回の区分をこれと異なるものとするのは難しいことから、この3区分での実施となる。

Warm climate: ギリシャ, ポルトガル, キプロス, マルタ, スペイン, イタリア中南部

Average climate: ベルギー, ドイツ, アイルランド, イタリア北部, オランダ, スペイン, イギリス, フランス, オーストリア, デンマーク, ルクセンブルグ, チェコ共和国, ハンガリー, ポーランド, スロベニア, スロバキア, リトアニア, ブルガリア, ルーマニア

Cold climate: フィンランド, スウェーデン, エストニア, ラトヴィア

なお、Directive の中では「特に寒冷地域に留意して作成」という旨の記述があるが、これは寒冷地域であるフィンランドが Directive 作成に際して記述すべしと主張したためである。

#### <平均発電効率 $\eta$ >

「すべての発電電力量」を「各発電システムの一次エネルギー投入量合計」で除した係数であり、一次エネルギー投入量は化石燃料、バイオマス、廃熱、地熱、太陽熱、原子炉熱などとなる。なお、風力発電、水力発電、太陽光発電は発電効率を 100% として一次エネルギー投入量を算定し加算し、コージェネレーションは熱出力ぶんの投入燃料を比例按分し控除する。欧州平均 (EU-27) 発電効率  $\eta$  の 2007 年実績は 43.8% であり、対象となるヒートポンプの SPF 効率基準は 2.63 以上となる。

### 3) 現在検討・議論の進められている事項

2) に挙げた以外の事項、例えば各種ヒートポンプの SPF の決定、各種ヒートポンプの普及台数、ヒートポンプの年間の稼働時間・全負荷相当時間の想定等については、未だ方向性は未定である。

現在 EU では「再生可能エネルギーに関する統計整備」を目的とした検討が進められている。EU では EU Commission 内に設置されている「EUROSTAT」という組織が欧州全体での統計整備を担っており、欧州のエネルギー統計も整備している。EU Commissioning には、今後欧州でのエネルギー・環境問題対応のための政策を検討していく上で、エネルギー統計における再生可能エネルギー統計部分をより充実化させていくべきであるとの認識がある。この充実化のため、EUROSTAT の中に Working Party を設置し検討を進めているものである。現状、欧州エネルギー統計の中でヒートポンプの利用熱量を把握することはできないため、これを把握するための議論が進められている。

Working Party における資料によれば、「ヒートポンプで利用する再生可能エネルギーの計算方法は、欧州 RES 指令の Annex において定められている計算方法 ( $ERES = Q_{usable} * (1 - 1/SPF)$ ) と整合の取れたものでなければならない」とされていること、欧州の公式な



統計であることなどから、ここでの検討結果が EU Commission が整備する予定のガイドラインにおける計算方法検討に対しても一定の影響を与える可能性が極めて高いと考えられる。

そこで、ここでは EUROSTAT におけるヒートポンプの利用熱量算定方法に関する議論の最新状況についてとりまとめる。

## ①EUROSTAT における検討概要

EUROSTAT では、欧州 RES 指令施行以前から再生可能エネルギーの統計充実化のための検討を進めており、2007 年～2009 年にかけて「RES-Working Party」を設置して、各国の再生可能エネルギー利用量算定方法のレビューと改善の方向性について検討を進めていた。例えば、ヒートポンプについては「ヒートポンプで利用する空気熱についても把握することが必要であり、各国からのデータ集約のあり方を検討すべき」といった形でとりまとめが行われた。

この後、2009 年より「Working Party on RES Statistics」として新たに再生可能エネルギー統計充実化のための検討を開始した。これまで、2009 年 10 月・2010 年 12 月にルクセンブルグで全体会合が行われており（その間、タスクフォースでの検討なども行われている）、この会合における Working Party の主な議題は以下の通りとなっている。主要議題の一つがヒートポンプでの熱利用量算定方法となっている。

### <Working Party on RES Statistics における 2010 年会合の議題>

1. Adoption of the Agenda
2. Developments in RE statistics since the last RES-WP
3. Latest developments in the implementation of the RE Directive
4. Heat Pumps
  - 4.1. The proposal of the industry for a methodology on heat pumps
  - 4.2. The simplified proposal for a methodology for heat pump statistics
  - 4.3. Next steps – Discussion
5. The accounting of pump storage capacity
6. Improving the SHARES application
7. The Concerted Action on renewable energy –conclusions of the WG2 RE - target calculation methodology
8. The revision of the Eurostat/IEA joint questionnaire on renewables
9. Conclusions and the way forward

この中で、ヒートポンプでの熱利用量の算定は、統計のとりまとめ担当である EUROSTAT 側と産業界側（EHPA、EPEE：European Partnership for Energy and the Environment、EGEC：European Geothermal Energy Council）がそれぞれの考えのもとで提案を行い、

双方の視点から最適な方法を作成する形で検討が進んでいる。産業界サイドは SPF や  $Q_{usable}$  について、現実に即した推計を行うことが重要との認識のもとでフィールドサーベイ実施などある程度の手間をかけながら算定を行う方法を主張してきた。一方、EUROSTAT サイドはいかに簡便に推計を行うかを重視してきた。2009 年 10 月の会合でまず業界団体サイドが推定方法の案について提案を行った後、2010 年 6 月に業界団体提案が改訂され、この内容に基づきながら EUROSTAT が算定法法案を作成し 2010 年 12 月の会合で提案が行われた。

SPF や  $Q_{usable}$  についてのそれぞれの提案概要は以下のとおりまとめられる。

#### A) SPF の算定方法

##### <産業界側（EHPA, EPEE, EGEC）の提案>

- ・実際に設置されているヒートポンプの効率を計測することによって各種ヒートポンプの SPF を設定する。  
(ただし空気熱源ヒートポンプについては EuP 指令 [Directive on Eco-Design of Energy-using Products] 等で各国が EU Commission への報告を義務付けられているデータを用いることも可能としている)
- ・この SPF については、各種補機・バックアップヒーターの消費電力など全て含むものとし、技術進展も加味して年別の数値を設定する。
- ・現在の提案内容においては、次の SPF が基準となる数値として提案されている。

表 2-3 産業界側 (EHPA, EPEE, EGEC) からの SPF 提案値

source	air*	water**	ground**
1997	2,45	2,91	3,17
1998	2,50	2,96	3,22
1999	2,55	3,01	3,27
2000	2,60	3,06	3,32
2001	2,65	3,11	3,37
2002	2,70	3,16	3,42
2003	2,75	3,21	3,47
2004	2,80	3,26	3,52
2005	2,85	3,31	3,57
2006	2,90	3,36	3,62
2007	2,95	3,41	3,67
2008	3,00	3,46	3,72
2009	3,05	3,51	3,77
2010 <sup>1</sup>	3,10	3,56	3,82
2011	3,15	3,61	3,87
2012 <sup>2</sup>	3,30	3,76	4,02
2013 <sup>3</sup>	3,40	3,86	4,12
2014	3,46	3,92	4,18
2015 <sup>4</sup>	3,56	4,02	4,28
2016	3,62	4,08	4,34
2017	3,68	4,14	4,40
2018	3,74	4,20	4,46
2019	3,80	4,26	4,52

\* proposal for minimum requirements on ecodesign requirements for energy using products for room airconditioning appliances.

\*\* refer <http://www.wp-effizienz.ise.fraunhofer.de/german/index/>

1 EPBD & RES Directive into force

2 revision Ecolabel

3 phase out of cat F/G EuP

4 phase out of cat E/D EuP

出所) Working Party on RES Statistics 資料

<EUROSTAT の提案>

- 産業界側の提案をベースに、より簡単な手法として、SPF については以下の値を提案。

表 2-4 EUROSTAT 側からの SPF 提案値

Heat Source / Climate bin	Warm	Average	Cold
Air	3,5	3,3	3
Water	3,6	3,5	3
Ground	3,7	3,6	3

出所) Working Party on RES Statistics 資料

- ・ また、効率算定に含むのは冷媒サイクル及び冷媒ポンプのみであり、バックアップヒーターやシステムロスは含まないものとしている。

## B) $Q_{usable}$ の算定方法

### < 産業界側 (EHPA, EPEE, EGEC) の提案 >

産業界側の当初案としては、各国がまず自国内の建物ストック（建築年、建物種別、空室率等）とエネルギー使用状況のサーベイを行い、ヒートポンプの設置されている建物の暖房負荷を計算する方法を提案していた。しかしこれは手間の問題から困難であるとの指摘を受け、最終案としては以下の方法の提案を行った。

- ・ ヒートポンプタイプ×容量別のヒートポンプ販売統計により設置量を把握。
- ・ これにヒートポンプタイプごとの年間稼働時間を乗じて  $Q_{usable}$  を算定する。年間稼働時間の基準値についてはシミュレーション値などをもとに以下の値が提案されている。（ただし、今後実測調査の結果などをふまえて改定していくべきとされている。）

**表 2 - 5 産業界側 (EHPA, EPEE, EGEC) からの  $Q_{usable}$  の提案値**

Heat Source / Climate bin	Warm	Average	Cold
Air	1,202	1,826	2,747
Water	1,336	2,332	3,948
Ground	1,336	2,332	3,948

出所) Working Party on RES Statistics 資料

### < EUROSTAT の提案 >

- ・ EUROSTAT の  $Q_{usable}$  に関する提案は、基本的に産業界側からの提案を受け入れて「ヒートポンプの設置総容量に稼働時間を乗じる」ことにより算定する方法となっている。（ヒートポンプの設置総容量については、各国が統計情報を整備していくことが必要との指摘）
- ・ ヒートポンプ種類別の稼働時間については、産業界側の提案をベースに WP においてデフォルト値が提案された。さらにその後、2011年6月に EHPA (European Heat Pump Association) 主催で開催された「第4回ヒートポンプフォーラム」においては、EUROSTAT より次の値が提案された。WP での値と一部が異なるものとなっており、WP での提案値に修正が加えられた最新の案がこの値であると考えられる。

表 2-6 EUROSTAT からの  $Q_{usable}$  の提案値

Heat Source / Climate bin	Warm	Average	Cold
Air	1,000	1,500	2,500
Water	1,150	2,100 (1,600)*	2,500 (3,500)*
Ground	1,150	2,100 (1,600)*	3,500

\*カッコ内は、2010年12月のWPにおける提案値

出所) EHPA 「第4回ヒートポンプフォーラム」 EUROSTAT プレゼン資料より作成

2010年12月の会合における結論では、EUROSTATの提案はSPFの算定方法が楽観的でありさらなる改良が必要とされている。メンバー国側から各国で把握しているヒートポンプのSPFに関する情報を提供すると共に、EU CommissionがEU内で実施されているヒートポンプ効率把握関連プロジェクトの内容を精査し、事務局側に提供することとなっている。つまり、産業界からの指摘を受けて作成された今回のEUROSTAT修正案をさらに改良したWPとしてのとりまとめ報告書が今後作成される。おそらく、作成された報告書がEU Commissionとして整備するRES指令のガイドラインのベースとなるものと推測される。

## 2. SEPEMO プロジェクトの最新状況

SEPEMO プロジェクトは、欧州域内諸国の 10 研究機関の協力のもとで進められているプロジェクトである。今回の訪問調査においては、プロジェクトの最新状況や文献情報だけでは真意の読み取りづらい情報について把握することを目的にインタビューを実施した。主な項目は以下の通りである。

- 1) 期待されるプロジェクトの成果と活用方法
- 2) プロジェクト進捗の最新状況
- 3) SPF 算定に関する検討状況

以下に、上記の各項目に関する現地でのインタビュー結果についてとりまとめる。

### 1) 期待されるプロジェクトの成果と活用方法

SEPEMO プロジェクトの概要は第 1 章にもまとめたように「欧州 7 カ国における 46 のヒートポンプ設備の計測等を通じて、ヒートポンプシステムの季節性能係数の値 (SPF) を計測する方法を一般化すること」である。プロジェクトとして期待される成果は、以下の通り記載されている (第 1 章からの再掲)。

- ・後に欧州規格 (EN : European Norms) に反映可能な計測方法の確立に向けた提言。
- ・共通の方法論や品質基準に基づく SPF の実測・計算による、全てのタイプの熱源 (空気熱、水熱、地中熱) を網羅した SPF に関するデータベースの改良。
- ・「再生可能エネルギーの推進に関する指令」の ANNEX VII に使用される、ヒートポンプシステムの性能計測の標準的な方法の確立に向けた提言。
- ・信頼性が高く、エネルギー効率の高いヒートポンプシステム導入に向けた“理解しやすい”ガイドライン。
- ・SPF に基づくヒートポンプシステムの品質評価スキームを開発し、「再生可能エネルギーの推進に関する指令」の ANNEX IV への設置者認定に向けた誘導指針を策定。
- ・高性能に対する概念の一般化 (ヒートポンプシステムの品質保証の基準) と、それに基づくユーザーが利用可能なシステムについて記述したレファレンスガイド。

そもそもこのプロジェクト実施に到った背景には「ヒートポンプの効率指標について、COP ではなく SPF を広く認識させていきたい」という関係者の思いがあったとのことである。SEPEMO プロジェクトのコーディネーターである IEA HP センターからは以下のコメントが得られている。

- ・2008 年の SEPEMO プロジェクト開始当時、SPF という言葉は存在していたものの COP と混同され誤解を生むことが多かった。COP をベースに設置者が設置をした結果、ユーザー側から当初の計画が違ふと不満が来ることが多かった。
- ・SEPEMO プロジェクトの最も大きな目標は、COP の概念をマイナーなものとし、SPF

中心としていくことにある。特に、各国の政策決定者にヒートポンプ効率の実態を知らせて、なぜヒートポンプ技術が特別なものであるかの理解を深めることを目標としている。

その上で、SEPEMO プロジェクトにおける成果の活用方法は主に以下の2点としてまとめられる。

#### ①ヒートポンプの広範な普及に役立つ情報の整理

フィールド計測を実施しヒートポンプの効率について確固たる情報を集めることで、地域や設置状況などが効率に与える影響等について検討を行う。あるヒートポンプの効率を把握した中で、その効率レベルがどういった条件（外気温、システムの設置状況、使用時設定温度など）により決まったのか等について分析を行う。これにより設置者がヒートポンプのクオリティを検討する際に役立つデータを得ていくことが可能となる。

また、そもそも効率が明確でないことが「言われている効率よりも実際の効率が低い」といった形でヒートポンプの信頼性を傷つけてきた面もあるとのことである。効率について確固たる情報を集めることで、ヒートポンプに関して一般からの信頼を高めることにつながると考えられる。

#### ②ヒートポンプの効率評価方法の確立

ヒートポンプの効率に関して欧州統一の評価方法を確立することによって「RES に関する EU Directive における SPF 算定」「EUROSTAT 統計への情報インプット」「EuP 指令におけるヒートポンプの一次エネルギー効率向上と効率性の分類のベンチマーク作成へのサポート」等に成果の活用が可能である。

#### 2) プロジェクト進捗の最新状況

SEPEMO プロジェクトでは、検討の状況を適宜中間レポート等の形で公表しているが、これらは総じて一定期間を得た後の情報である。インタビューによって得られた最新の検討状況は以下の通りとなっている。

<プロジェクトの作業ステップと進捗状況>

○過去または現在進行中のヒートポンプシステム計測事例の収集と評価

→最終取りまとめ段階にある。

○フィールド計測及び SPF 計算の共通方法論の検討

→報告書ドラフトを関係者で回覧中

○共通方法論を用いたヒートポンプシステムのフィールド計測の開始

→2010年9月より開始し現在進行中

○ヒートポンプシステム設置に関する既存ガイドラインを改善した上で、全てのヒ

ートポンプタイプを含むべく対象を拡大する。地域制約や建物の建築基準等も踏まえた検討とする。

→今後進める予定

○ 検討結果を広く周知していく。

→今後進める予定

プロジェクトの主要テーマである「ヒートポンプのフィールド計測」については、上述の通り 2010 年 9 月より開始されている。プロジェクト全体としては 46 サイトの計測が予定されているが、必ずしも全てのサイトでの計測が開始されているわけではなく、例えば EDF 担当のサイトの状況は以下の通りとなっている。

① 2 Single House (Paris) : 1 件は 2011 年 4 月より計測開始、もう 1 件は 6 月以降に開始予定。

② 1 Single House (Near Renaudieres) : 2011 年 4 月より計測開始

③ Single House (Center of France) : 2011 年 6 月以降に開始予定

④ Single House (Brittany-France) : 2011 年 6 月以降に開始予定

なお、家庭用エアコンのように冷熱・温熱を空気で供給するタイプのヒートポンプについては一般に供給熱量の把握が非常に難しい。この点、今回の訪問先の一つである EDF では以下の形で実施している。

- ・室内ユニットごとに「入口側空気温度・湿度」「出口側空気温度・湿度」「空気の流量」を測定することにより実施。
- ・空気の流量については、ワイヤ式の風圧計により実施。
- ・風圧計を室内ユニットの複数個所に設置した上で、最も適切なポイントに設置。

### 3) SPF 算定に関する検討状況

SEPEMO プロジェクトで対象とする SPF 境界条件の定義については、以下の 4 パターンが想定されており、プロジェクトの中で最終的にどの境界条件を標準的な SPF として定義するかが決められていくことになる。(詳細は第 1 章を参照)

SPF1: ヒートポンプユニットのみ

SPF2: ヒートポンプユニット+ユニット側ファン or ポンプ

SPF3: ヒートポンプユニット+ユニット側ファン or ポンプ+バックアップヒーター

SPF4: ヒートポンプユニット+ユニット側ファン or ポンプ+バックアップヒーター+ユニットからの熱供給用ファン or ポンプ

インタビューにおいて最新の検討状況をヒアリングした中でも、現段階でいずれの境界条件を用いていくかは未定であった。ただし、担当者の私見としては「以下の理由か



ら SPF2 が適切と考えている」とのことであった。

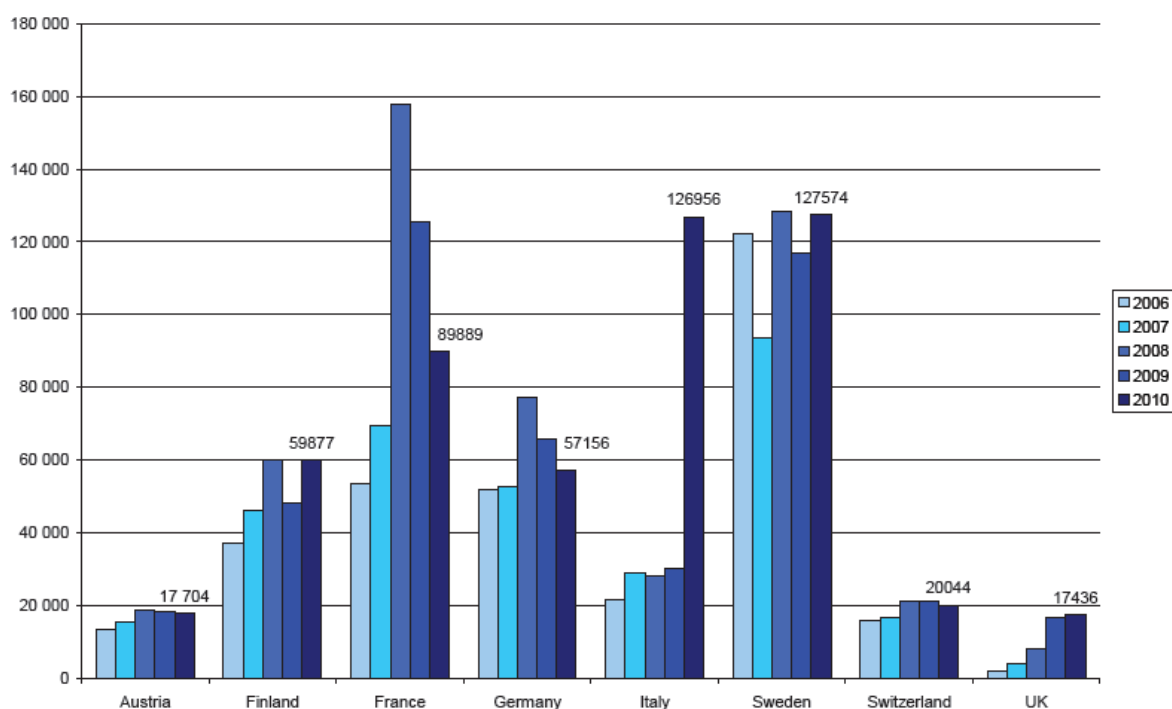
- まず、最近のヒートポンプシステムではバックアップヒーターのない場合が多くなっている。ヒーターのある製品でも、通常は使わずにヒートポンプ側が故障した場合にのみ使われる場合が多い。
- バックアップヒーターが設置されるシステムでは、貯湯槽内に設置される場合やヒートポンプユニットと貯湯槽の間に設置される場合など様々であり、横並びでの効率比較が難しい。
- バックアップヒーターを含むシステム境界では、貯湯槽からの供給熱量をベースとすることになるが、貯湯槽にはスタンバイロスがある。ボイラシステムで効率性を測る場合には貯湯槽まで含まれておらず、横並びの比較という意味では望ましくない。

### 3. 欧州におけるヒートポンプ関連政策やインセンティブ

省エネ推進・再生可能エネルギー導入促進に積極的な EU では、ヒートポンプの普及促進に資する関連政策やインセンティブ付与スキームを実施している場合が見られる。ここでは、今回の訪問調査において情報の得られた「イギリス」「フランス」等について関連政策等についてとりまとめる。

それぞれの国の情報をつとまとめる前に、まず欧州各国におけるヒートポンプ市場について以下にまとめる。フランスは欧州の中でも最もヒートポンプ市場の大きい国の一つである。一方、イギリスは EU で最も市場の小さな国の一つであり、ヒートポンプ普及という意味では発展途上にある国と位置づけることができる。

図 2 - 2 欧州各国におけるヒートポンプ市場



出所) [http://www.ehpa.org/fileadmin/red/EHPA\\_Activities/4th\\_Heat\\_Pump\\_Forum\\_2011](http://www.ehpa.org/fileadmin/red/EHPA_Activities/4th_Heat_Pump_Forum_2011)

## 1) イギリス

### ①建築物の省エネに関する基準

イギリスでは、国内 CO<sub>2</sub> 排出量について「2020 年：34%削減、2025 年：50%削減、2050 年：80%削減（いずれも 1990 年比）」の目標を立てている。目標実現のための方策の一つとして、新築建物の建築基準を段階的に改定し、新築住宅については 2016 年にゼロカーボン化、非住宅の新築建物については 2019 年にゼロカーボン化（空調、給湯、ファン、ポンプ、照明の消費部分のみ）することを発表している。具体的な改定スケジュールは以下の通りである。

表 2-7 新築住宅・非住宅建物の建築基準改定スケジュール

新築住宅		非住宅建物	
	2006 年基準比 CO <sub>2</sub> 削減量		2006 年基準比 CO <sub>2</sub> 削減量
2010	25%削減	2010	25%削減
2013	44%削減	2013	44%削減
2016	Zero carbon	2019	Zero carbon

上記のうち、2010 年・2013 年の基準値はオンサイトで達成すべきことが決まっている。一方、2016 年・2019 年についてはオンサイトのみで達成すべきものかオフサイトも含めた達成となるのかは決まっていない。オンサイトで取りうる方策としては太陽光、バイオガス利用の CHP・ボイラ等が有望とされているが、後述するようにヒートポンプについて新規に導入インセンティブが設けられる予定であることから、導入拡大の方向となる可能性が高い。

### ②ヒートポンプ設置インセンティブ

これまでイギリスでは、ヒートポンプの設置等に関して目立ったインセンティブ制度は実施されてこなかったが、再生可能エネルギーの普及促進を図る中で以下に挙げるインセンティブ付与制度が実施される予定である。

#### I) Renewable Heat Incentive (RHI)

本制度は、再生可能エネルギーを用いて供給される「熱」に対する買い取り補償制度であり、いわば熱版のフィードインタリフである。バイオマス利用設備、太陽熱利用設備、ヒートポンプなどにより供給される熱に対し、1kWh あたりの買い取り価格が定められている。ヒートポンプについては、地中熱利用ヒートポンプ及び水熱源ヒートポンプのみが対象で、空気熱源ヒートポンプは Phase2 での追加予定となっている。

導入は「Phase1」「Phase2」の2段階で行われ、Phase1では大規模消費者である産業、商業、公的部門が、Phase2で家庭部門が対象となる。

<対象設備>

ヒートポンプ（ただし地中熱利用及び水熱源のみ）、バイオマス利用設備、太陽熱利用設備、バイオメタン利用設備

<スケジュール>

Phase1: 産業、商業、公的部門

2011年7月より開始（2009年7月導入以降の設備は対象となる）

Phase2: 家庭部門

2012年10月より開始

<買取価格>

Phase1における買取価格は以下の通り。（Phase2については未定）

**表2-8 RHIにおける熱の買い取り価格**

Tariff name	Eligible technology	Eligible sizes	Tariff rate (p/kWh)
Small biomass	Solid biomass; Municipal Solid Waste (incl. CHP)	Less than 200 kWth	Tier 1: 7.9
			Tier 2: 2.0
Medium biomass		200 kWth and above; less than 1000 kWth	Tier 1: 4.9
			Tier 2: 2.0
Large biomass		1000 kWth and above	2.7
Small ground source		Ground-source heat pumps; Water-source heat pumps;	Less than 100 kWth
Large ground source	100 kWth and above		3.2
Solar thermal	Solar thermal	Less than 200 kWth	8.5
Biomethane	Biomethane injection & biogas combustion, except landfill gas	Biomethane all scales; biogas < 200 kWth	6.8

\*The Tier 1 tariff is paid until the system has operated up to 15% of the annual rated output. (i.e. the equivalent of 1,314 hours at the rated capacity of the installation)  
For the rest of the output in the year, the Tier 2 tariff will apply.

II) RHI Premium Incentive

この制度は、発生した熱を買い取るRHIとは異なり、再生可能エネルギー利用設備導入の際の「設置補助金」である。家庭分野を対象とし、ヒートポンプ、バイオマスボイラ、太陽熱利用設備の設置に対する補助制度である。ヒートポンプは空気熱源、地中熱源及び水熱源の給湯・温水暖房システムなどが対象であり、日本の家庭用エアコンのようなAir/Airタイプのヒートポンプは対象外である。

<補助対象>

既築住宅を対象とした制度。太陽熱利用設備については申請の条件は特にないが、他の設備については「ガスヒーティングをメインとして用いていない住宅（オイル、LPG、電気等をヒーティングの主要熱源として用いている住宅）」とされている。

<スケジュール>

2011年8月～2012年3月まで設置の設備への補助を行う。

<補助金額>

空気熱源ヒートポンプ	: 850 ポンド／家庭 (Air/Water のみ)
地中熱および水熱源ヒートポンプ	: 1,250 ポンド／家庭
バイオマスボイラ	: 950 ポンド／家庭
太陽熱利用機器	: 300 ポンド／家庭

## 2) フランス

### ①建築物の省エネに関する基準

フランスにおいても建築物のエネルギー消費基準値が改定され、2012年より大幅に厳しくなる予定である。

<フランスにおけるエネルギー消費基準改定（予定）>

2005年 97kWh/m<sup>2</sup>年 → 2012年 50kWh/m<sup>2</sup>年（いずれも一次エネルギーベース）

フランスでは暖房・給湯に電気ヒーターを使用している建物や家庭が多く、上記の改定の結果としてヒートポンプ等の技術の重要性が増すであろうとされている。

### ②ヒートポンプ設置インセンティブ

既述の通り、フランスにおけるヒートポンプ市場はAir/Waterヒートポンプの2009年販売台数が約13万ユニット/年と、EUでも最も市場の大きな国の一つである。ヒアリングの結果によれば、これに加えてAir/Airヒートポンプ市場が約30万ユニット/年、地中熱ヒートポンプ市場が1万ユニット/年となっており、ヒートポンプ全体での市場はさらに大きい。

フランスではヒートポンプ設置に対して補助制度を実施しており、これがヒートポンプ市場拡大の背景の一つとなってきたと考えられる。具体的な補助率は以下の通りである。

表2-9 フランスにおけるヒートポンプの設置インセンティブ

HP 種類	2009	2010	2011
Air/Air	2008年をもってインセンティブ終了		
Air/Water	40%	25%	22%
Ground Source	回答なし	40%	36%

### 3) ドイツ

#### ①建築物への導入規制

ドイツでは 2009 年に施行された再生可能エネルギー熱法 (EEWärmeG) により、新築建築物にヒートポンプ (一定効率以上) を含む再生可能エネルギー熱を一定割合以上導入することが義務付けられており、2011 年には既存の公共建築物などへの率先導入も義務化されている。なお、民間既設建物のリニューアル時における導入基準は自治体レベルで規定しており、バーデンビュッテンプルグ市の例では「建物の更新時に再生可能エネルギーを必ず 10%以上導入すること」と義務付けている。

<対象とする再生可能エネルギー熱>

- 1) 大地から得られる熱 (地中熱)
- 2) 廃熱を例外とし、空気または水から得られる熱 (空気熱、水熱)
- 3) 熱エネルギー需要をまかなうために太陽光を利用して得る熱 (太陽熱)
- 4) 固体、液体、気体のバイオマスから生産される熱
- 5) 土壌または水から得られる冷熱等

<ヒートポンプ機器の適用条件>

地中熱および周辺環境熱を利用するヒートポンプ機器では以下の通年エネルギー消費効率などが挙げられている。なお、既存建築物のヒートポンプについては以下より 0.2 低減される。

- ・ 空気/水および空気/空気ヒートポンプの場合は 3.5 (給湯用途の場合は 3.3)
- ・ 他のすべてのヒートポンプの場合は 4.0 (給湯用途の場合は 3.8)

#### ②ヒートポンプ設置インセンティブ

連邦政府は再生可能エネルギー市場促進プログラム (MAP) により、既設の住宅および建築物に導入する高効率ヒートポンプに助成金を交付している。

<適用となる通年エネルギー効率基準>

- ・ 水 (ブライン) /水ヒートポンプ  
住宅用建物は 3.8、非住宅建築物は 4.0
- ・ 空気/水ヒートポンプは 3.5

<補助金額>

- ・ 空気/水 ヒートポンプ  
20kW 以下 : 900 ユーロ/台  
100kW 以下 (>20kW) : 1200 ユーロ/台

・水（ブライン）/水 ヒートポンプ

10kW 以下 : 2400 ユーロ/台

20kW 以下 (>10kW) : 2400 ユーロ/台 + 10 kW 超過分に対して 120 ユーロ/kW

100 kW 以下 (>10kW) : 2400 ユーロ/台 + 10 kW 超過分に対して 100 ユーロ/kW  
(20~22kW は 3600 ユーロ/台)



#### 4) オーストラリア (参考)

##### ①再生可能エネルギー目標制度 (RET) と再生可能エネルギー証書 (REC)

オーストラリアでは小売電気事業者等に対し、販売電力量の一定割合について「再生可能エネルギー証書 (REC)」を買い取ることを再生可能エネルギー目標制度 (RET : Renewable Energy Target) により義務付けている。

<一般家庭に設置される小規模設備の REC 証書>

小規模設備スキーム (SRES : Small-scale Renewable Energy Scheme) は太陽熱温水器、空気熱源ヒートポンプ給湯機 (電熱式給湯器の取替えが条件)、小規模発電設備 (小規模太陽光パネル、風力、水力) の設置者への報奨金を創出するもので、小規模技術証書 (STC : Small-scale Technology certificate) を発行する。一般家庭が小規模技術証書 (STC) より得られる便益には、以下の 2 通りがある。

- ・ STC 代理店に STC の発行権利を譲渡することで、装置の割引または、支払いの先延ばしを受ける。
- ・ STC 市場 (価格は市場による) または、STC 手形交換所 (STC Clearing House ・ 価格は 1 証書あたり 40 ドル固定) を通じて、所有者自身で証書を販売。

##### ②ヒートポンプ設置インセンティブ

導入補助金として「再生可能エネルギーボーナス制度」が運用されており、既築の個人所有建物の電熱式給湯器を「太陽熱温水器」または、「ヒートポンプ給湯機」に置換えた場合に適用される補助制度である。なお、本制度は REC 制度と併用可能である。

<補助金額>

太陽熱温水器 : 1,000 豪ドル

ヒートポンプ給湯機 : 600 豪ドル