

参考資料 3 : 温暖化技術開発・普及に関する海外動向

3-1 欧州再生可能暖房・冷房技術プラットフォームの概要

再生可能冷暖房技術プラットフォーム (RHC-ETP ; **E**uropean **T**echnology **P**latform on **R**enewable **H**eating & **C**ooling、以下「再生可能冷暖房 TP」と略す。) は、2005 年に発足した欧州技術プラットフォームの一つである ESTTP (欧州太陽熱技術プラットフォーム)⁷⁶を母体として、2009 年からバイオマス及び地熱の関係者が参加して再生可能熱利用全般を対象とする技術プラットフォームへと移行する形で設立された。

再生可能冷暖房 TP の活動目的は、再生可能冷暖房領域に共通する研究行動計画 (SRA)⁷⁷の策定を策定して ETP としての認定を受け、FP7 や FP8 における技術開発の実施や、低炭素技術投資の獲得、EU 建築指令の改定等へ戦略的な対応が挙げられる。技術開発に関する RHC-ETP の目的を示す。

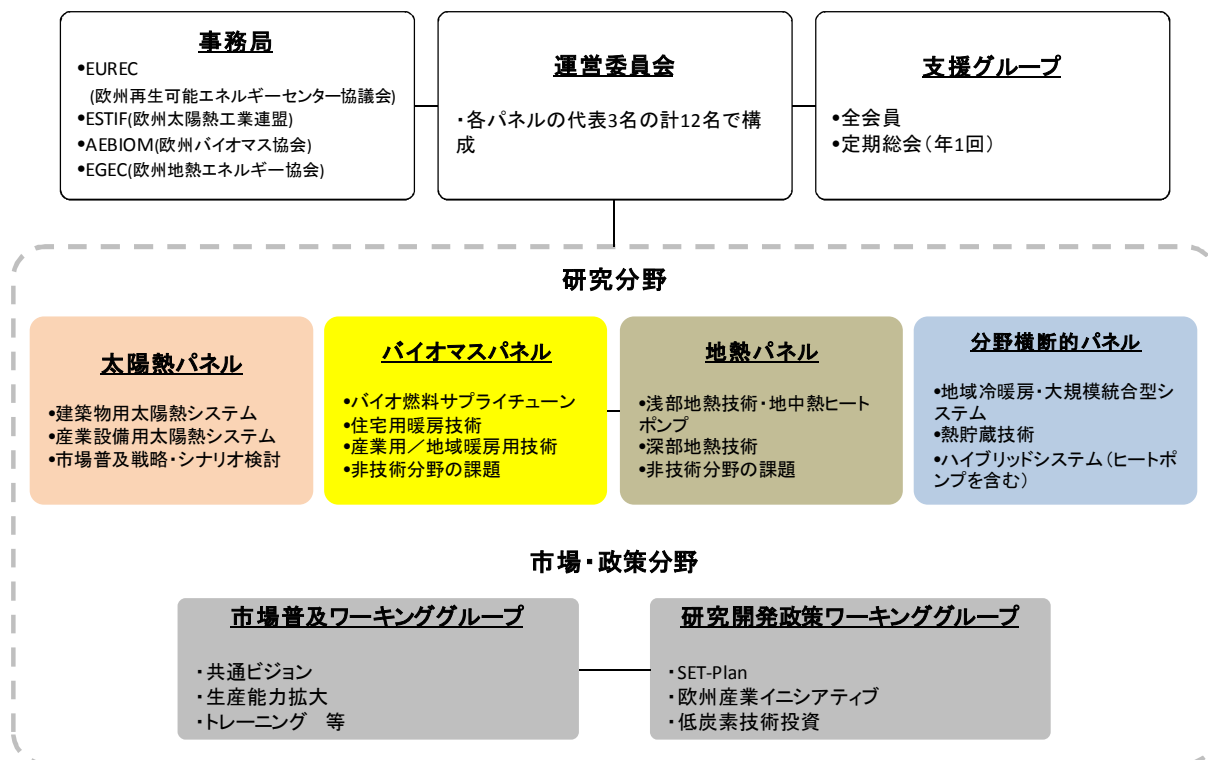
○再生可能冷暖房 TP の活動目的

- ・化石燃料システムの代替に向けた再生可能冷暖房技術・機器設備の改良及び高度化
- ・実現技術 (地域冷暖房ネットワーク、建物統合化、蓄熱等) の開発
- ・研究開発・実証プログラムの提案

再生可能冷暖房 TP の構成を付図 3-1 に示す。太陽熱、地熱、バイオマスの各技術分野に加えて、分野横断的な技術領域に関する検討グループが設置されている。

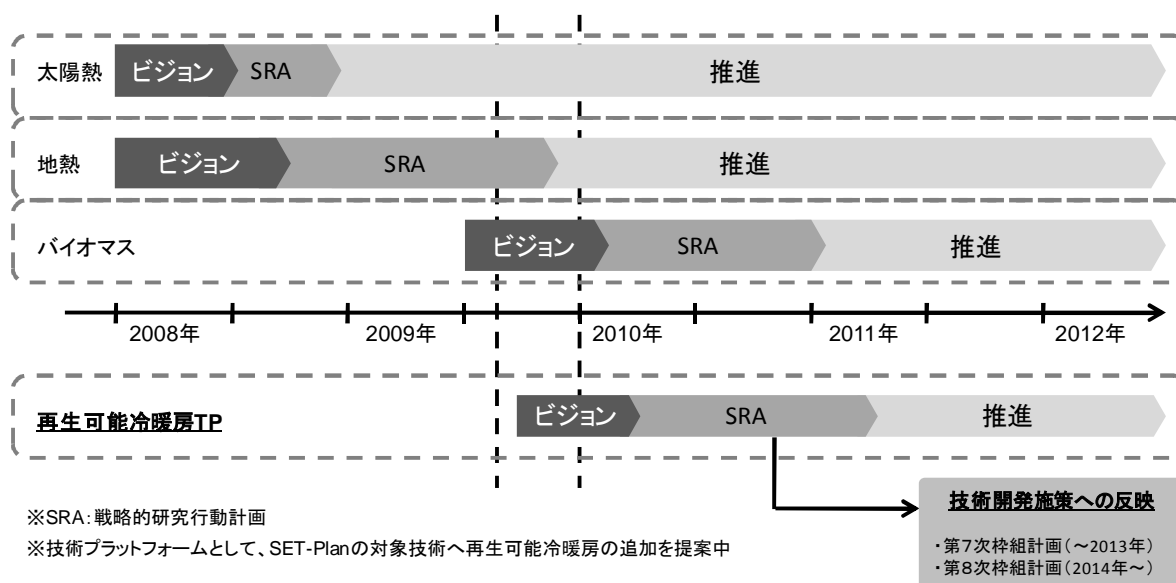
⁷⁶ ESTTP (欧州太陽熱技術プラットフォーム) については 2008 年度報告書参考資料 5 参照

⁷⁷ EU の研究開発支援制度である第 7 次研究枠組計画 (2007~2017 年) において、特定の技術分野における中長期的な研究開発の優先テーマと技術目標、スケジュールを示す行動計画と位置づけられており、SRA の策定は ETP の認定要件の一つとされている。



出所：再生可能冷暖房技術プラットフォーム（RHC-ETP）資料
付図 3-1 再生可能冷暖房技術プラットフォームの構成

RHC-ETP の活動計画の概要を付図 3-2 に示す。既に太陽熱及び地熱分野でとりまとめられたビジョン及び SRA を基に、バイオマス熱分野も加えたビジョンを策定しているところであり、2011 年前半に SRA をとりまとめる計画となっている。



出所：再生可能冷暖房技術プラットフォーム（RHC-ETP）資料
付図 3-2 再生可能冷暖房技術プラットフォームの活動計画

SRA 策定後の再生可能冷暖房 TP の活動については、以下の取組方針が挙げられている。

- ・ ビジョン及び SRA に関する情報発信・PR
- ・ EU 及び各国の研究開発プログラムと SRA の調整
- ・ 再生可能冷暖房に関する EU 及び各国の研究開発予算拡大のためのロビー活動
- ・ FP7 及び FP8 における再生可能冷暖房分野への重点化
- ・ 研究開発能力向上及び体制整備の促進
- ・ 研究開発機関と製造業界の連携強化
- ・ 他の業界及び技術プラットフォームとの連携

3-2 スマートグリッドに関する動向

(1) 米国における動向

① 米国のスマートグリッドへの取組の経緯

米国における近年のスマートグリッドへの取組の経緯を付図 3-3 に示す。米国では 2003 年に発生したエンロン問題や北東部大規模停電等を背景に、安定的な電力系統への移行に向けた戦略検討に着手しており、2005 年に成立したエネルギー政策法 (Energy Policy Act of 2005) において、先進的な電力システムを導入する事業者に対する支援を行う「次世代電力システム技術インセンティブプログラム (Advanced Power System Technology Incentive Program - Sec. 1226)」の導入や、需要反応 (Demand Response)⁷⁸やスマート AMI (Advanced Metering Infrastructure)⁷⁹の導入可能性の検討を開始している。

Energy Policy Act of 2005

(エネルギー政策法)

- ・電力系統設備の老朽化への対応
- ・増大する電力需要に対して設備利用効率を向上の必要性
- 先進的な送電技術の開発支援
- デマンドレスポンスの必要性

Energy Independence and Security Act of 2007

(エネルギー自給・安全保障法)

- ・デマンドレスポンス等の技術実証への予算措置
- ・技術実証に備えた標準化の推進(NISTが担当)

American Recovery and Reinvestment Act 2009

(米国復興再投資法)

- ・45億ドルの予算措置によるエネルギー構造改革
- (スマートグリッド、再生可能エネルギーと系統連系、需要対応)

出所：スマートグリッドワークショップ 2009 in JAPAN (NEDO、2009年9月)

付図 3-3 米国のスマートグリッド政策の流れ

2007 年のエネルギー自給・安全保障法 (EISA ; **E**nergy **I**ndependence and **S**ecurity **A**ct of 2007) では、スマートグリッドの需要反応等の技術実証への予算措置を講じるとともに、グリッドの相互接続のための標準化に向けた技術開発や実証事業を実施している。

同法においては、送配電システムの近代化による信頼性と安全性を有するインフラへの移行を目的として、下記の特徴を有するスマートグリッドを支援するとしている。

⁷⁸ 需要の価格弾力性を活用することで需要を抑制する手法 (例：電力のリアルタイム価格をユーザーに提供して負荷抑制を促す料金システム等)

⁷⁹ 高度メータインフラストラクチャの略号で、電力 (ガスや水道を含む場合も有り) の自動遠隔検針に加えて、電力の使用状況に関するデータ収集・解析機能を有する。スマートメーターとも呼ばれる。

- エネルギー自給・安全保障法（ARRA）におけるスマートグリッド普及方針
 - 1) 電力システムの信頼性・安全性・効率性向上のためのデジタル情報・制御技術の利用拡大。
 - 2) 情報セキュリティを確保した上での系統運用及びリソースの動的最適制御。
 - 3) 再生可能資源を含む分散型資源及び発電システムの普及と統合化。
 - 4) 需要対応や需要側リソース、エネルギー効率化リソースの開発と系統への取り込み。
 - 5) 系統の運用や監視に関連する検針や通信、配電の自動制御のためのスマート技術(リアルタイム、自動制御、双方向技術)
 - 6) スマート機器／設備及び消費者向けデバイスの統合化。
 - 7) プラグインHVやEV、蓄熱式空調を含む次世代型電力貯蔵システムとピークカット技術の普及と統合化。
 - 8) 消費者への適切な情報な制御面での選択肢の提供。
 - 9) 系統接続機器や設備の双方向通信のための基準の策定。
 - 10) スマートグリッド技術や実証、サービスの導入上の不当な障害の特定と対応。

同法を受けて、DOE がとりまとめた報告書におけるスマートグリッドの構成要素の概念を付図3-4に示す。



出所：Smart Grid System Report（米国エネルギー省、2009年7月）

付図3-4 スマートグリッドを構成する技術要素の一覧

EISA における具体的な施策の概要を以下に整理する。

○ エネルギー自給・安全保障法 (EISA) におけるスマートグリッド関連施策⁸⁰

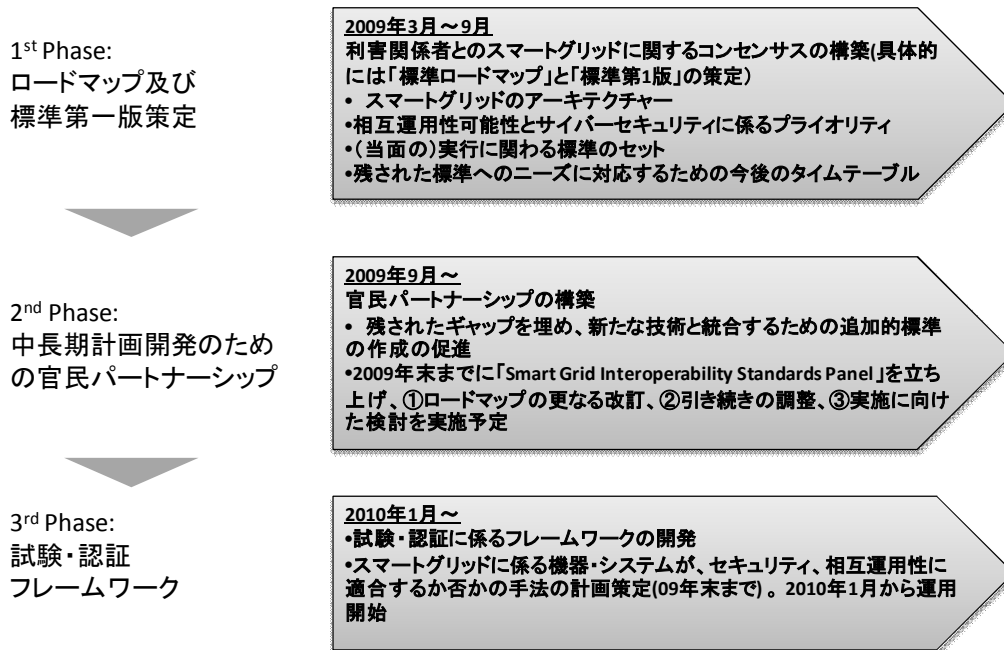
- ・ DOE/OE (エネルギー省配電・エネルギー信頼性局) は、タスクフォースを通じて、**Smart Grid System Report** を議会に提出すること (法制定後 1 年以内、その後 2 年に一度)。具体的には以下の内容を含む。
 - スマート・グリッドの導入状況と見込み、規制・政府上の障害
 - 技術開発の現状と見込み、技術上の進展、通信ネットワークの能力、コスト、障害
 - 州政府と連邦政府への提案
- ・ 諮問委員会 (Smart Grid Advisory Committee) 及びタスクフォース (Smart Grid Task Force) を設立。
- ・ Smart Grid に係る研究開発・実証・投資
 - デジタル・グリッド・デジタル情報技術プログラム (9 つの技術分野を提示)
 - 地域実証イニシアティブ (1/2 負担、年間 1 億ドル)
 - 相互接続可能性フレームワーク (NIST が中心になって開発。年間 5 億ドル)
 - 投資への連邦マッチングファンド (20% 負担)
- ・ 州政府の考慮事項
- ・ その他の調査研究
 - 個人所有の電力線に係る法規制が熱・電力供給に与える影響
 - スマート・グリッドに係るセキュリティ上の側面

2009 年の ARRA においては、同法の重点分野として総額 45 億ドル (約 4,050 億円) の予算が計上されており、NIST を中心としたスマートグリッドの標準化に向けた検討が進められている。また、DOE の事業としてスマートグリッドの地域実証事業への支援が実施されている。

② NIST によるスマートグリッドの標準化に向けた取組

スマートグリッドの標準化に向けた取組については、2007 年の EISA に基づき、NIST がスマートグリッドの機器及びシステム間の相互接続性に関するフレームワークの開発を統括することとされており、2009 年 6 月に標準化に向けたロードマップの中間とりまとめ案を公表している。NIST の標準化に向けたアプローチの概要を付図 3-5 に示す。

⁸⁰ ニューヨークだより 2009 年 2 月臨時増刊号 ((独)情報処理推進機構、2009 年 2 月)



出所：スマートグリッドワークショップ 2009 in JAPAN (NEDO、2009年9月)

付図 3-5 スマートグリッドの標準化に向けた NIST (米国標準技術研究所) のアプローチ

NIST のロードマップ案における今後の行動方針を付表 3-1 に示す。ロードマップではスマートグリッドの機能面における今後の行動方針と、横断的課題に関する行動方針を示しており、行動指針に基づき優先行動事項を定めて利害関係者の参画による合意形成を図ることとしている。

付表3-1 米国標準技術研究所(NIST)のロードマップ案における今後の行動方針の一覧

項目		今後の行動方針
機 能	需要対応と消費者の省エネ	<ul style="list-style-type: none"> ・需要対応の信号に係る標準の開発または採択 ・市場の信号に係る標準の開発 ・分散型電源の把握、概略を定める標準の開発
	広域状況把握	<ul style="list-style-type: none"> ・シンクロガイドラインに基づいたアプリケーションの開発 ・DNP3(配電 N/W プロトコル)に対する IEC61850(変電所内における通信 N/W 及びシステム)のマップの開発 ・IEC61850 と IEC61970(エネルギー管理システムのアプリケーションプログラム) 拡張
	蓄電	<ul style="list-style-type: none"> ・蓄電機器の接続に係るガイドラインの開発 ・蓄電機器用の共通情報モデルの開発
	電気自動車	<ul style="list-style-type: none"> ・共通オブジェクトモデルの開発と標準化
	先端的メータインフラ(AMI)	<ul style="list-style-type: none"> ・ANSI C12.19(メータ情報モデル)をセマンティックモデルの形式に翻訳 ・ANSI C12.19 と ANSI C12.22(データ通信 NW のプロトコルに対する共通サイバーセキュリティ要件 ・ANSI C12.22 への適合分類の定義 ・データ交換言語の活用による標準的メータプロフィール
	分散グリッドマネジメント	<ul style="list-style-type: none"> ・共通情報モデル(CIM)の開発 ・CIM プロファイルに基づいた相互運用可能性試験の実証 ・IEC61968(B2B 用の CIM), IEC61850 と IEEE1547(配電へ I/F)の改訂、拡張 ・電気自動車、その他分散資源(ローカルの蓄電、需要対応等を含む)が電力網に与えるインパクトのモデル化
横 断 的 課 題	共通価格モデル	<ul style="list-style-type: none"> ・価格モデルの開発と標準化
	共通シンクロ化とマネジメント	<ul style="list-style-type: none"> ・シンクロガイドラインに基づいたアプリケーション等の開発・採用
	共通意味(セマンティック)モデル	<ul style="list-style-type: none"> ・セマンティックモデルの開発
	共通気象・地理モデル	<ul style="list-style-type: none"> ・共通意味モデルを活用し、天候、価格、地理情報(GIS)、スケジュールに係る一般的なモデルを開発・採用
	共通スケジュールメカニズム	<ul style="list-style-type: none"> ・スケジューリングの標準に関し、スマートグリッド関係者と情報交換 ・標準化を実施(標準化機関の特定含む)
	インターネットベースの N/W 応用技術	<ul style="list-style-type: none"> ・スマートグリッド関係者にインターネットプロトコルに係る教育を実施 ・インターネットプロトコルに対し、共通スマートグリッド要件の厳密なマッピングを実施
	無免許の無線周波数での通信の干渉	<ul style="list-style-type: none"> ・利用される周波数の必要性の明確化

出所：スマートグリッドワークショップ 2009 in JAPAN (NEDO、2009年9月)

③ DOE によるスマートグリッド地域実証の支援

DOE は 2009 年 11 月にスマートグリッドの地域実証やグリッドに関連する機器設備の技術実証 32 案件に対して 6 億 2000 万ドル(約 558 億円)の資金提供を行うと発表した。うち 16 件が各地域におけるスマートグリッドの実証事業で、16 件が周波数調整や電力ピークシフトを目的とする機器設備の技術実証となっている。各事業の概要の一覧を付表 3-2 に示す。

付表3-2 米国エネルギー省(DOE)のスマートグリッド地域実証採択プロジェクトの一覧(1/3)

実証地域	事業者	プロジェクト概要	補助額※ [億円]	総事業費※ [億円]
カリフォルニア州 ロサンゼルス市	ロサンゼルス市水道・電力局	ロサンゼルス市水道・電力局スマートグリッド地域実証 …データ収集、先進セキュリティ、プラグイン HV 等の接続検証等	54.3	108.5
カリフォルニア州 アーバイン市	Southern California Edison 社	アーバインスマートグリッド実証 …システムと技術の相互運用性や相互作用の検証	36.1	72.2
マサチューセッツ州 ニュートン市 ホプキントン市	NSTAR Electric & Gas 社	NSTAR 自動計測器を基にしたダイナミック価格 …スマートグリッドパイロットプランの開発及び実証	2.1	4.3
マサチューセッツ州 ボストン市	NSTAR Electric & Gas 社	NSTAR 都市グリッド及びモニタリングと再生可能エネルギーの統合 …先進センサやモニタリング機器の低電圧ネットワーク利用の実証	4.7	9.5
ミズーリ州 カンザス市	Kansas City Power & Light 社	KCP&L グリーンインパクトゾーン スマートグリッド実証 …徹底したスマートグリッドの提供	21.5	43.3
ミズーリ州 セントルイス市 カリフォルニア州 サニーベール市、 ハンチントンビーチ市	Boeing 社	地域伝達システムオペレーションの最適化のためのサイバー安全性、拡張可能性、 相互運用可能性、かつ低価格なスマート選択の実証 …軍事技術レベルのサイバー安全性を利用したスマートグリッドソフトウェア技術の 実証	7.7	15.5
ニュージャージー州 ランジー市 ニューヨーク州 スプリングバリー&ナイ ヤック市、ニューヨーク市	Consolidated Edison of New York 社	ニューヨーク・ニュージャージーにおける相互運用可能なスマートグリッド実証 …拡張可能な低価格スマートグリッドのプロトタイプの実証	40.8	83.1
ニューヨーク州ロングアイランド	ロングアイランド電力庁	ロングアイランド スマートエナジールート …流通・消費システムのスマートグリッド技術統合の実証	11.2	22.8
ニューヨーク州シャトーゲー市、マッセ ナ市	ニューヨーク州電力庁	架空送電線のダイナミック熱計算及び機器の評価 …Dynamic Thermal Circuit Rating (DTCR)技術の影響の実証	0.6	1.3
オハイオ州 約半分の都市	Columbus Southern Power Company	AEP オハイオ gridSMART 実証事業 安全、相互運用可能、かつ統合されたスマートグリッドインフラの実証	67.6	135.3
テキサス州 ヒューストン市	Center of the Commercialization of Electric Technologies	ERCOT における風力の統合を行うための技術的解決策 …ERCOT の大型送電システムでの風力変動管理	12.2	24.7
テキサス州 オースティン市	Pecan Street Project 社	ピーカンストリート事業エネルギーインターネット実証 …エネルギーインターネット マイクログリッドの開発、実施	9.4	22.2

※ 1 ドル=約 90 円として換算

付表3-2 米国エネルギー省(DOE)のスマートグリッド地域実証採択プロジェクトの一覧(2/3)

実証地域	事業者	プロジェクト概要	補助額※ [億円]	総事業費※ [億円]
テキサス州 ダラス市	Oncor Electric Delivery 社	動的送電線定格 …動的送電線定格モニタリング技術利用の実証	3.1	6.6
イリノイ州 ウィスコンシン州 アイオア州 ハワイ州 ニューハンブシャー州 ニューヨーク州 ジョージア州 ニュー ハンブシャー州 ケンタッキー州 イン ディアナ州 ルイジアナ州 の一部	全米農業電力協同組合 (NRECA)	需給管理強化の地域実証 …多種多様なスマートグリッド技術の導入及び稼働。	30.5	61.1
ワシントン州 オレゴン州 モンタナ州 アイダホ州 ワイオミング州 の一部	Batelle Memorial Institute, Pacific Northwest Division	パシフィックノースウェスト スマートグリッド実証事業 …新しいスマートグリッド技術の確立及び実証	79.9	159.9
カリフォルニア州 アーバイン市	Waukesha Electric Systems	超電導限流器 …公共施設サブステーションのためのスマートグリッドに対応した超電導限流器	9.7	19.4
カリフォルニア州 アラメダ市、サンラ モン市、モデスト市	Primus Power 社	EnergyFarm …予定されている石油燃料プラントとの差し替え	12.6	42
カリフォルニア州 バークレー市、バン ナイズ市	Seeo 社	グリッドスケール・エネルギー貯蓄のための固体電池 …プロトタイプ 蓄電システムの開発・展開	5.6	11.2
カリフォルニア州 フリーモント市	Amber Kinetics 社	Amber Kinetics フライホイール エネルギー貯蓄実証 …革新的フライホイール技術の開発及び実証	3.6	9
カリフォルニア州 テハチャピ市	Southern California Edison 社	テハチャピ風力貯蔵事業 …8MW 実用規模リチウムイオン電池技術の開発及び実証	22.5	48.2
カリフォルニア州 ケルン郡	Pacific Gas & Electric 社	塩性多孔質岩石層を貯蔵所として利用する先進的地下圧縮空気エネルギー貯蔵 (CAES)実証事業 …塩性多孔質岩石層を貯蔵所として利用するためのプラントを建設、確立	22.5	320.3
マサチューセッツ州 ニューヨーク州 カリフォルニア州 の一部	Premium Power 社	Premium Power 社はナショナル・グリッド及びサクラメント都市工学適用地域に対して エネルギー貯蔵システムの分配事業 …ユティリティ・グリッド利用にむけた先進的フロー電池の実証	6.6	14.5
マサチューセッツ州 チングズバロ市 イリノイ州 シカゴ市	Beacon Power 社	Bacon Power 20MW フライホイール周波数調整プラント …実用規模のフライホイール周波数調整施設の設計、建設、試験、稼働	21.7	43.3

※ 1 ドル=約 90 円として換算

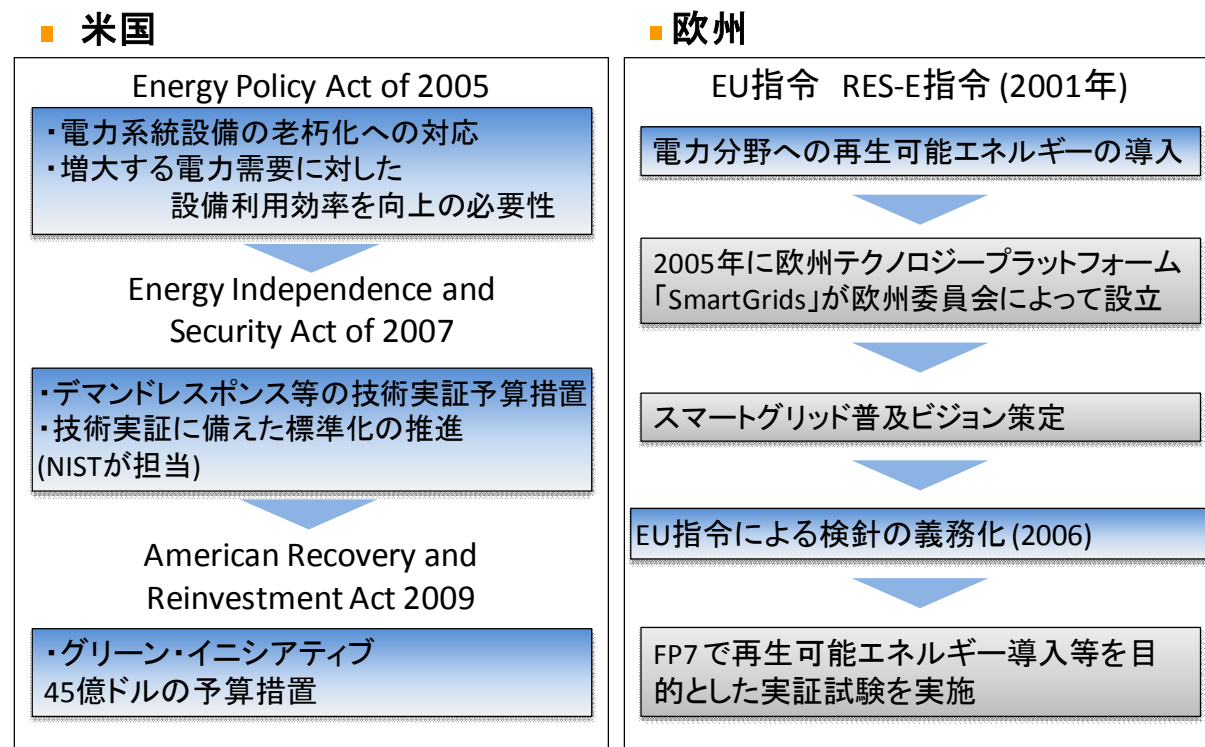
付表3-2 米国エネルギー省(DOE)のスマートグリッド地域実証採択プロジェクトの一覧(3/3)

実証地域	事業者	プロジェクト概要	補助額※ [億円]	総事業費※ [億円]
ミシガン州 バージニア州 マサチューセッツ州 の一部	Detroit Edison 社	Detroit Edison 社のグリッド支援に向けた A123 コミュニティーエネルギー貯蔵システムの先導的实施 …コミュニティエネルギー貯蔵の利用及びベネフィットの実証	4.5	9.8
テキサス州 ゴールドスミス市	Duke Energy Business Services	Notrees 風力貯蔵 …風力貯蔵実証事業の展開	19.6	39.3
ニューハンプシャー州 ハンオーバー市、ウェストレバノン市 マサチューセッツ州 サクソンビル市	SustainX 社	再生可能エネルギー生産支援のための CAES の実証 …電力系統に再生可能エネルギーを統合させるための圧縮空気エネルギー貯蔵の設置	4.9	9.7
ニューメキシコ州 アルバカーキー市 カリフォルニア州 サニーベール市、スネリング市	Ktech 社	再生可能エネルギーへのスマートグリッド利用のためのフロー電池ソリューション …電力系統に接続、充電、放電可能なプロトタイプフロー電池システムの実証	4.3	8.6
ニューメキシコ州 アルバカーキー市	ニューメキシコ公共サービス公社	電圧調整及びピークシフトのための PV Plus 貯蔵 …亜鉛・臭素二次電池を用いた制御システムによる PV 電力貯蔵実証	1.6	5.3
ニューヨーク州 ワトキンスグレン市	New York State Electric & Gas 社	既存の貯蔵空洞を利用した Energy East の先進的な CAES 実証プラント …既存の貯蔵空洞を利用した先進的技術の実証	26.6	112.5
オハイオ州 ペンシルバニア州 バージニア州 インディアナ州 マサチューセッツ州 の一部	City of Painesville	Painesville Municipal Power バナジウム レドックス電池実証事業 …市営石炭火力発電所にてバナジウムレドックス電池貯蔵システムを実証	3.4	6.7
ペンシルバニア州 ライオンズステーション市	East Penn Manufacturing 社	ウルトラバッテリー技術を利用した付帯的サービスのためのグリッドスケールのエネルギー貯蔵実証 …ウルトラバッテリー技術を利用した技術的、経済的実行可能性の実証	2	4
ペンシルバニア州 ピッツバーグ市	44 Tech 社	グリッドレベル適応のためのナトリウムイオン電池の実証 …新しい電池科学を利用した固定型エネルギー貯蔵電池の実証	4.5	9

※ 1 ドル=約 90 円として換算

(2) EUにおける動向

EUでは、2001年に発効した「再生可能エネルギー源電力の利用促進に関する欧州委員会・閣僚理事会指令（以下、RES-E指令と略す。）⁸¹⁾」において、再生可能エネルギー電源を電力系統へ優先的に接続するよう定めている。EUにおけるスマートグリッドへの取組の経緯を米国と比較したものを付図3-6に示す。



出所：スマートグリッドワークショップ 2009 in JAPAN (NEDO、2009年9月)

付図3-6 スマートグリッド導入に関する欧米の取組経緯の比較

2005年には、欧州技術プラットフォーム (ETP) として「SmartGrids」が設立され、翌2006年に戦略的研究行動計画 (SRA) を策定、公表している。

2006年1月に発効した「電力供給の安全並びにインフラへの投資の保証を目的とする措置に関する欧州理事会・欧州議会指令 (電力供給安全性指令)⁸²⁾」の5条において、電力の需給調整手法の一つとして、アドバンスドメーター (スマートメーター) 等のリアルタイム需要マネージメントシステムの導入を推進することとしている。

同年4月に発効した「エネルギーの最終利用効率及びエネルギーサービスに関する欧州理事会・欧州議会指令 (以下、エネルギー効率化・エネルギーサービス指令)⁸³⁾」では、同指令の制定から9年間で、2001年から2005年の平均消費量との比較で最終エネルギー

⁸¹⁾ Directive 2001/77/EC of the European Parliament and of the Council of 27 September 2001 on the Promotion of Electricity Produced from Renewable Energy Sources in the Internal Electricity Market
⁸²⁾ DIRECTIVE 2005/89/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 18 January 2006 concerning measures to safeguard security of electricity supply and infrastructure investment
⁸³⁾ DIRECTIVE 2006/32/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 5 April 2006 on energy end-use efficiency and energy services and repealing Council Directive 93/76/EEC

消費量を9%削減することを求めている。エネルギー効率化・エネルギーサービス指令13条では、具体的な方策のひとつとして個々の最終消費者の実際のエネルギー消費量と消費時間帯を反映することのできる電力計を導入することを求めている⁸⁴。

更に、2009年7月に発効した「域内電力市場のための共通規則、並びに指令2003/54/ECの廃止に関する欧州議会・理事会指令2009/72/EC（電力指令）⁸⁵」において、加盟国は2012年9月までに長期的な費用便益分析や経済的合理性等を評価した上で、2020年までにスマートメーターの普及率を80%とすることとしている。

EUでは温暖化対策やエネルギー供給安定化を背景とする電力系統への再生可能エネルギー電源や分散型電源の導入拡大への適応や最終需要の省エネルギー化を重視しているのに対し、米国では老朽化した電力系統の信頼性や安定性の向上に重点が置かれている。米国及びEUのスマートグリッドの要求事項を以下に示す⁸⁶。

○米国の目指すスマートグリッド

- ・ 信頼性が高く、高品質な電力供給
→ 停電回数・時間の最小化、“よりクリーンな”電力供給、自己回復可能な電力システム
- ・ 安全な電力供給
→ システム/設備の常時監視による安全性の確保、サイバーセキュリティの確保、需要家プライバシー保護
- ・ エネルギー効率の向上
→ 総エネルギー量とピーク需要の削減、エネルギーロスの削減、需要家における省エネの推進
- ・ 環境保全
→ 温暖化効果ガスやその他の汚染物質の排出削減、再生可能エネルギー活用促進、電気自動車の利用促進
- ・ 金銭的な利益メリット
→ システム運用コストの大幅な削減、需要家による電力購入価格の選択、ベンダーによる電力システムの新規技術導入

○EUの目指すスマートグリッド

- ・ 弾力性(Flexible)
→ 変化や前進への挑戦に応えるため需要家のニーズを満たすこと。
- ・ 接続性(Accessible)
→ 全てのネットワーク利用者、特にCO₂排出量がゼロ又は低い再生可能エネルギー発電及び高効率分散型発電に連系を認めること。

⁸⁴ NEDO 海外レポート 1024 号 (2008 年 6 月)

⁸⁵ DIRECTIVE 2009/72/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 13 July 2009 concerning common rules for the internal market in electricity and repealing Directive 2003/54/EC

⁸⁶ スマートグリッドワークショップ 2009 in JAPAN (NEDO、2009 年 9 月)

- 信頼性(Reliable)
 - 事故及び不確実性への復元力を有するデジタル世代の需要に一致させるようにセキュリティ及び供給品質を保証・改善すること。
- 経済性 (Economic)
 - 技術革新、効率的なエネルギー管理及び「公正な競争の場」としての競争・規制を通じた最適価値の提供。

3-3 戦略的エネルギー技術計画情報システム（SETIS）の詳細

(1) 戦略的エネルギー技術計画情報システム（SETIS）の概要

欧州委員会では、2007年11月に公表した「欧州エネルギー技術開発戦略（SET-Plan）⁸⁷」の提案内容に基づき、「戦略的エネルギー技術計画情報システム（SETIS ; **S**trategic **E**nergy **T**echnology plan **I**nformation **S**ystem）⁸⁸」の運用が行われている（付図3-7）。



出所：SETIS ホームページ (<http://setis.ec.europa.eu/>)

付図3-7 SETIS（戦略的エネルギー技術計画情報システム）のトップページ

SETIS は SET-Plan において、各エネルギー技術分野の目標設定及び SET-Plan に関する各種の合意形成の支援のためのオープンアクセス（フリーアクセス）な情報で構成されるナレッジマネジメントシステムと位置づけられている⁸⁹。

SETIS は欧州委員会産業共同研究センター（JRC ; **J**oint **R**esearch **C**entre）によって運営されており、JRC は関連技術分野の欧州技術プラットフォーム（ETP ; **E**uropean **T**echnology **P**latform⁹⁰）をはじめとする利害関係者や各種団体との協力のもとで、定期的にワークショップやヒアリングを実施してデータの収集整備を行っている。SETIS の関連

⁸⁷ 欧州エネルギー技術開発戦略（SET-Plan）については、2008年度報告書参考資料5(3)参照

⁸⁸ 欧州委員会戦略的エネルギー技術計画情報システムホームページ (<http://setis.ec.europa.eu/>)

⁸⁹ SETIS に関する Q&A (Questions and answers on SETIS (SET-Plan Information System) : <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=MEMO/09/436&format=HTML&aged=0&language=EN&guiLanguage=en>)

⁹⁰ ETP については、2008年度報告書参考資料5(2)参照

団体・組織との連携上の特徴を以下に示す。

- SET-Plan の実施を統括する戦略的エネルギー技術運営グループと密接に連携。
- ETP や貿易協会、業界利害関係者の参加するワークショップやヒアリングを実施。
- SET-Plan に基づき設置された欧州エネルギー研究組合（European Energy Research Alliance）及び欧州産業イニシアティブ（European Industrial Initiatives）と連携。
- 第7次研究開発枠組計画（FP7）等の主要プロジェクトとの連携。

SETIS のホームページにおいて公開されている情報の概要を付表3-3に示す。

付表3-3 SETIS(戦略的エネルギー技術計画情報システム)の提供情報の概要

項目	概要
対象技術分野	風力発電、太陽光発電(PV)、太陽熱発電(CSP)、水力発電、地熱発電、波力発電、ゼロエミッション型化石燃料発電、核分裂、核融合、太陽熱利用、コージェネレーション、バイオ燃料、スマートグリッド、水素・燃料電池(計14分野)
各技術情報	技術マップ:各技術の現状と将来の開発見通し 市場及び産業動向、ポテンシャル 2020年及び2030年時点での効果(CO ₂ 削減、エネルギー安定供給) 障壁、ニーズ、他分野との相乗効果 能力マップ:技術分野別(9分野)及び加盟国別(27カ国)の研究開発への投資額 投資分類(FP6資金、加盟国単独の公的資金、民間資金)
エネルギーコストシミュレーション	現状(2007年)及び将来(2020年及び2030年)の各時点における各技術の電力/熱のコスト(kWh当たり価格)のシミュレーションシステム
協議状況	各技術分野のETP等業界関係者へのヒアリングやワークショップの報告
イニシアティブ	各技術分野の欧州産業イニシアティブが策定した技術ロードマップ

(2) 技術マップの構成と内容例

① 技術マップの構成

SETISにおける技術マップの構成及び記述内容の概要を付表3-4に示す。技術マップの記述内容の例として、スマートグリッド及び太陽熱利用システムの内容を示す。

付表3-4 SETIS(戦略的エネルギー技術計画情報システム)における技術マップの記述概要

項目	記述内容の概要
① 技術の現状と将来の開発見通し	EU における当該技術分野に関連する最近の技術開発・実証動向やコスト水準、近い将来における技術開発の見通しとその成果がもたらす可能性等について記述。
② 市場及び産業の現状とポテンシャル	現時点での EU における当該技術の導入量やエネルギー市場に対する占有率、投資状況、2020 年及び 2030 年時点における潜在的導入可能量やエネルギー市場占有率等を記述。
③ 影響	<p>当該技術の普及に伴う EU のエネルギー需給構造への影響等を記述するとともに、2020 年及び 2030 年時点での温室効果ガス削減ポテンシャルや化石燃料消費削減ポテンシャルを定量的に評価。</p> <p>(温室効果ガス)</p> <p>当該技術による温室効果ガス削減量又は回収量を CO₂ 回避量と定義し、2020 年及び 2030 年時点での当該技術による CO₂ 回避量の最大ポテンシャル、並びに 2010 年から 2030 年までの CO₂ 回避量の最大ポテンシャルの累積値を算出。</p> <p>(エネルギー供給安定性)</p> <p>エネルギー供給安定性への貢献度として当該技術による化石燃料消費削減量を指標都市、2020 年及び 2030 年時点での当該技術による化石燃料消費削減量の最大ポテンシャル、並びに 2010 年から 2030 年までの化石燃料消費削減量の最大ポテンシャルの累積値を算出。</p>
④ 障壁	当該技術の普及上の障壁について、技術開発上の課題や関連産業の供給体制面での課題、経済性に関する課題、EU や加盟国の法規制上の障壁、社会的受容性に関する問題点等を記述。
⑤ ニーズ	当該技術の導入可能性の具現化につながる社会的・経済的ニーズを記述。
⑥ 他分野との相乗効果	当該技術と他のエネルギー技術の連携によるシステムの統合化や効率化、コストダウン等の相乗効果や、他の産業分野との連携による社会経済的な相乗効果等を記述。

② スマートグリッドの技術マップ

1) 技術の現状と将来の開発見通し

- ・ 送配電系統の高効率化及び安定化に向けて、開発及び運用において関係者の更なる協力が必要である。
- ・ 送電及び配電は共に設備能力だけでなく、情報通信技術インフラやコミュニケーション、管理のためのプラットフォームの開発が必要である。
- ・ 送電容量増強のための従来型の送電線の新設又は強化は困難になってきていることから、代替技術の導入や開発が進められている。
 - 高圧直流システム (HVDC) は長距離伝送や海底伝送が可能な段階にあり、洋上ウインドファームにも適しており、ネットワークの電流の調整に貢献しうる。
 - 徐々に導入が進みつつあるフレキシブル交流送電システム (FACTS) は、パワーエレクトロニクス技術により電圧調整と電流制御を行う装置である。
 - 管路気中送電線 (GIL) や高温超伝導ケーブル等の新たな導線は電力損失の削減と送電容量の拡大に向けた実証導入が実施されている。これら新技術の欠点

は従来技術に比べて多額の投資を必要とする点にある。

- ▶ ソフトウェア及び情報通信技術は、システムの最適化と堅牢性の向上に貢献し、新たなインフラ整備の必要性を減らすとともに、監視や管理の改善にもつながる。
- コンピュータによるネットワーク上の特定エリアの管理は、分散型電源や再生可能エネルギー電源、コージェネレーションのシェアの増加に際して安全性や信頼性の向上に貢献しうる。
- 断続的な運転を行う再生可能エネルギー電源を大量に系統へ接続するためには、関係者間の通信を管理するための専用の情報通信技術プラットフォームを用いた高度なデータ交換が必要となる。これはリアルタイム取引機能の強化や障害防止、資産管理、発電制御及び需要サイドの参加にもつながる。
- 需要マネジメント手法と一体となったスマートメーターの導入は、エネルギー消費を合理化すると共に、負荷の応答性や柔軟性の向上にもつながる。
- 異なる技術に基づく経済的で協調性に優れたエネルギー貯蔵システムの開発と改良は、分散型電源やコージェネレーションの導入に際して様々な役割を果たす可能性がある。

2) 市場及び産業の現状とポテンシャル

- 電力需要の増加に対応するために新たな大規模発電所と送電容量の増加を必要とする大規模な電力システムの拡大は、経済性や環境影響、社会影響によって制約を受けている。
- 1996年から2004年までのEUにおける送電インフラへの年間平均投資額は31億ユーロ（約4,185億円）である。
- 内訳としては配電所が40%、次いで国内送電線33%、その他資産（通信装置、保護装置、特殊装置等）25%となっている。
- 国際連系インフラへの投資は明らかに少なく、年間平均2,000万ユーロ（約27億円）に止まっている。
- 一方、配電分野においては、着実な技術の進展を背景にコージェネや再生可能エネルギー等の数十kW規模以下の発電システムの導入が増加している。
- 小規模発電システムは分散型電源アーキテクチャーの主な構成要素である。
- 2020年における分散型電源のEU全体での普及率は、先行する一部の加盟国で既に達成されている20~25%の範囲を超えないものとみられる。2030年にはEU全体で平均30~35%に達する可能性があるが、加盟国間での格差が大きくなるものとみられる。

3) 影響

- 送配電系統の共同開発の利点の一つとして、ネットワークのボトルネックによって制約されていた高効率発電や再生可能エネルギー電源のネットワークへの統合化が挙げられる。
- ネットワークの強化は新たな高効率発電や再生可能エネルギー電源からの電力供給を制約しない利点にもつながる

- ・ 小規模分散電源の開発による送配電設備増強のための投資の先送りや停電の削減、電力品質の向上の利益が得られる可能性がある。
- ・ 電力損失の削減は CO₂ 排出の削減（持続可能性）と化石燃料消費（供給安定性）の双方につながる。
- ・ 試算によると、送電ネットワークの効率化によって 2020 年には 1%分の電力損失が回避される。
- ・ この試算は特別高圧送電システムの強化と低圧ネットワークへの分散型電源の連系の増加を前提としている。分散型電源の更なる導入により、2030 年には 2~2.5%分の電力損失の削減が期待されている。

○ CO₂回避

- ・ 電力システムの CO₂回避量の最大ポテンシャルは、2020 年で 3,000 万 t-CO₂/年、2030 年で 6,000 万 t-CO₂/年である。
- ・ 2010 年から 2030 年までの累積ポテンシャルは 6 億 t-CO₂である。
- ・ 送電線の新設及び革新的な装置の導入は、より安価な資源を用いる高効率発電設備によって、アンシラリーサービスに必要な効率の低い設備を置き換える可能性があり、更なる CO₂排出回避にもつながり得る。

○ 供給安定性

- ・ 系統運用における配電損失の削減による効率向上が可能となり、その結果 2020 年で 1,000 万 TOE/年、2030 年で 2,500 万 TOE/年の削減が可能であり、2010 年から 2030 年の期間を通じて最大 2 億 5,000 万 TOE の化石燃料の削減が可能となる。
- ・ 一次エネルギー資源の開発と多様化、ネットワーク運用の信頼性及び品質、送電能力の面からみても、電力系統は供給安定化への更なる貢献も可能である。

4) 障壁

- ・ 既存の電力系統及び将来的な電力ネットワークの開発を遅らせている主な障害は、現行の規制枠組の不備、協調的な技術開発・研究への取組の不足、新規導入に対する社会的な抵抗の増加に見いだされる。
- ・ 投資は産業の不十分な分離によって歪められている。送配電ネットワーク運用者は電力系統の開発に対するインセンティブに乏しく、垂直統合型企業の投資判断は出資者のニーズによってバイアスがかかっている。
- ・ 電力系統に関する規制及び標準化については、加盟国レベルの法規制が欠落しているか整合がとれていない状況にある。
- ・ EU の研究活動は断片化されている上に短期的な利益追求に基づく傾向が見られる。
- ・ 再生可能エネルギー電源発電事業者や送電系統運用者（TSOs）、配電系統運用者（DSOs）、研究機関の間の合理的かつ簡素化された協力手続きや共通ツールが存在しない。
- ・ 電力インフラに対する社会的受容性は明らかに減少しており、EU における有資格者労働人口の不足は明白である。

5) ニーズ

- EU加盟国は今後30年間で少なくとも4,000～4,500億ユーロのネットワークインフラへの支出が必要であり、25%が送電、75%が配電となる。うち30%は公的資金によって賄われることになる。
- 送配電分野への年間研究開発費用は130億ユーロになる見通しで、2013年までは最低60億ユーロが欧州横断輸送ネットワーク（TENs）ガイドラインの優先順位に沿って投資される。
- 洋上ウィンドファームや太陽熱発電プラントの新たな発電設備は、位置と電力システムまでの距離によっては通常の系統接続コストに対して10～25%の追加支出が必要となる。
- 更なる再生可能エネルギー電源の系統接続及び予備電源のため調整費用は年間10億ユーロと試算されている。
- 現在の多種多様な国レベルのネットワークからEU共通電力システムへの移行を進めるためには、標準ルール及びガイドラインの整備が必要であると共に、協議や認証スキームに関する行政障壁を取り除く必要がある。
- 市場の構造やメカニズムはスマートメーターやフレキシブル交流送電システム等の革新的技術の普及の支援を実現するべきである。
- 電力インフラに対する社会受容性は改善されるべきである。
- 新たな専門的知識や技術の確立のために多くの電力エンジニアが必要とされている。

6) 他分野との相乗効果

- 電力ネットワークの利害関係者及び全てのエネルギー供給部門は、全てのユーザーのニーズへの対応できるような将来システムを想定して協働する必要がある。
- 電力システムへの再生可能エネルギー、特に風力発電の接続比率の増加に伴い、システム運用及び開発の原則もそれに適応させる必要がある。系統連系及び運用ルールの変更や送電／配電運用者のためのリアルタイム監視、EUの電力システムに係る共通規制の適用によって、電力ネットワークへの更なる再生可能エネルギー導入拡大が可能である。
- 蓄電や情報通信技術、検針技術等の再生可能エネルギーの統合化に関するEU全体での研究協力は、技術面及び経済性の観点から見てもこれらの技術の実用化に不可欠である。
- 電力システム分野での情報通信技術の普及は、従来型システムが築いてきた前提を大きく変える可能性がある。
- スマート設備の導入と負荷の協調制御を通じたシステム運用の最適化により、電力制御機能は電力ネットワーク全体へと分散される。

③ 太陽熱利用システムの技術マップ

1) 技術の現状と将来の開発見通し

- ・ 欧州において現在導入されている太陽熱利用システム（アクティブ型・パッシブ型）は真空管型集熱器及び平板ガラス型集熱器が大半を占めている。
- ・ 欧州の設備容量の殆ど（90%）は給湯用戸建住宅向けユニットが占めている。
- ・ 残りの設備容量については、共同住宅用給湯ユニットと戸建住宅用給湯＋空気加熱システムが半々を占めている。
- ・ 加えて、デンマークやスウェーデン、ドイツ、オーストリアには地域暖房用の大規模システムが導入されている。一部は季節間蓄熱が可能なシステムである。
- ・ 低温プロセス加熱用の工業用システムがわずかに存在する。
- ・ 中央ヨーロッパや北部ヨーロッパで普及している強制循環システムは、設備能力 1kW 当たり 500～650kWh/年の熱量が得られ、家庭の給湯需要の 50～70%を賄うことが可能である。
- ・ 南ヨーロッパで普及している熱サイフォン型システムは、設備能力 1kW 当たり 700～1,000kWh/年の熱量が得られ、家庭の給湯需要の 70～90%を賄うことが可能である。
- ・ 断熱仕様の建物の冷暖房需要を全てを賄える太陽熱利用技術が実証済みである。
- ・ 太陽熱市場の拡大の促進に繋がる価格競争力のある技術開発が短期的に予測されている。
- ・ 新システムを含む技術改良は 次世代ポリマー素材を使用した集熱器や真空断熱技術、高機能型蓄熱媒体、インテリジェント型熱管理システムの組み合わせによってもたらされる。
- ・ これらのシステムは給湯や冷暖房のための新たな建物用断熱技術（新築、既築改修用）と統合化される。
- ・ 加えて、産業施設の中低温プロセス向けの集光型集熱技術の開発が進むものとみられる。
- ・ 太陽熱利用システムの拡大が今後も続けば、中央ヨーロッパ向けの強制循環型システムの導入コストは 2030 年には 400€（約 50,000 円）/kW まで削減可能である。

2) 市場及び産業の現状とポテンシャル

- ・ 2006 年時点での欧州における総設備容量は 13GW_{th} で、有効熱量は 70 万 TOE と推測される。
- ・ 僅かではあるが、産業部門で 30MW_{th} が導入されており、1,500TOE の低温熱を供給している。
- ・ EU の年間導入量は 2004 年の 1.1GW_{th}、2005 年 1.5GW_{th} に対して、2006 年では 2.1GW_{th} となっている。
- ・ 2000～2005 年の設備容量の平均増加率は 13% で、同時期の世界平均 15% を下回っている。
- ・ 長期的な財政支援スキームを有する 3 つの国で EU の 72% のシェアを占めている（ドイツ 49%、オーストリア 12%、ギリシャ 11%）。これらの国に比べて市場規模は小さいが、フランス、スペイン、イタリアが続いている。

- ・ 太陽熱冷暖房技術の市場拡大の可能性、特に建物分野における可能性は大きい。
- ・ 高断熱等の省エネルギー技術により暖房需要が削減された建物であれば、太陽熱利用システムは冷暖房需要に対応できる。
- ・ EU27 カ国におけるベースラインとしての太陽熱利用システムの導入量は、2020 年で 52GW_{th}、2030 年で 135GW_{th} である。
- ・ EU27 カ国における最大導入ポテンシャルは、2020 年で 320GW_{th}、2030 年で 700GW_{th} と試算されている。
- ・ これは 2020 年及び 2030 年の熱需要予測量のそれぞれ 3%と 7%に相当する。

3) 影響

○ CO₂回避

- ・ 太陽熱冷暖房システムの最大導入ポテンシャルが達成された場合の CO₂ 回避量は、2020 年で 3000 万 t-CO₂/年、2030 年で 6,500 万 t-CO₂/年である。
- ・ 2010 年から 2030 年の累積 CO₂回避量は 6 億 t-CO₂に達する。

○ 供給安定性

- ・ 太陽熱冷暖房システムの普及拡大は石油や天然ガス、冷暖房給湯に使用される電力の削減に繋がる。
- ・ 更に、太陽熱冷房技術は電力のピークカットにも貢献する。
- ・ 太陽熱冷暖房システムの最大導入ポテンシャルが達成された場合の化石燃料削減量は、2020 年で 2,500 万 TOE/年、2030 年で 5,000 万 TOE/年である。
- ・ 2010 年から 2030 年の累積化石燃料削減量は 5 億 TOE と試算される。

4) 障壁

- ・ 太陽熱冷暖房技術の主な普及阻害要因は、初期費用の大きさと建物所有者に対する経済的インセンティブの欠如である。
- ・ 更に、価格競争力を有する太陽熱冷暖房システムの普及は技術的な障壁によって妨げられている。
- ・ 熱貯蔵は太陽熱市場の更なる拡大の上で最大の技術的障壁と認識されている。他の主な障壁は太陽熱冷房設備の商業化の遅れ、並びに建物への集熱器の一体化に必要な次世代ポリマーの実用化である、
- ・ 専門技術者や有資格設備業者、科学技術者の不足がシステムの信頼性に影響を及ぼしている。

5) ニーズ

- ・ 建物の長期的な熱需要変動に対応できる、熱化学素材や潜熱蓄熱体などの高密度蓄熱媒体の研究開発が必要である。
- ・ これらの開発は、熱貯蔵が重要な役割を担う他の分野や技術にとっても有用である。
- ・ 更に、新たなポリマー素材や集熱器用に光学特性を改良されたガラス、250℃で使用可能な熱媒等の高機能素材の開発や、太陽熱システムだけでなく建物にも利用可能な

断熱技術の開発が必要である。

- 加えて、太陽熱冷暖房システムの建物への統合化技術の開発や建築基準の改正への取組も必要である。
- 太陽熱利用技術の普及の制約や妨げとなる規制や行政手続きの除去や、大規模投資を可能とする経済的インセンティブが必要である。

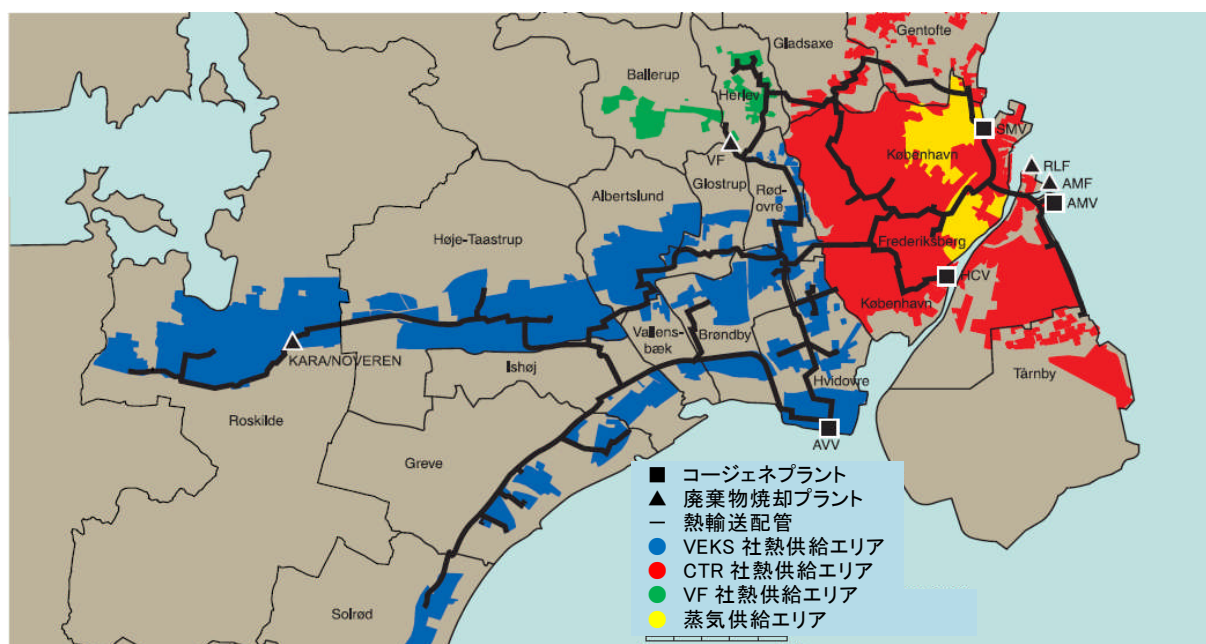
6) 他分野との相乗効果

- 太陽熱冷暖房システムは他の再生可能エネルギー技術や省エネルギー技術の補完が可能である。
- 低温熱・冷熱供給におけるヒートポンプや、給湯やプロセス熱供給におけるコージェネやバイオマス、電力供給における太陽光発電やコージェネ等との相乗効果が期待される。
- 太陽熱システムの建築一体化や、建設業界における太陽熱の普及啓発に関する建設業界との連携や、蓄熱体や熱媒、断熱材、次世代集熱器、ガラスの開発に関する化学業界との連携が可能である。

3-4 海外における地域冷暖房システム事例（コペンハーゲン）

(1) 地域暖房システム全体の概要

- ・1920年代より建設を開始、1984年にコペンハーゲン熱供給計画の策定を開始し、地域暖房への需要家の接続を義務化、同年に中心市街地を対象とする熱供給会社 CTR と西側エリアを対象とする VEKS を周辺自治体が共同で設立。
- ・コペンハーゲンの熱需要規模は年間約 33,000TJ。
- ・コペンハーゲンにおける地域熱供給用の二重配管の延長距離は 1,500km で、約 3 万の需要家（50 万人の住民）が地域暖房ネットワークに接続。
- ・コペンハーゲンの熱需要の 98%が地域暖房を利用。
- ・病院や工場等の高温熱需要が集中する地域には蒸気を供給。



出所：VEKS 社資料より作成

付図3-8 コペンハーゲン市の地域暖房対象区域及び施設配置状況

(2) 地域暖房のシステム構成概要

① 熱源プラント

- ・熱源プラントは CHP（熱電併給=コージェネ）が 4 カ所、廃棄物焼却プラントが 3 カ所、ピーク負荷対応用ボイラが 50 カ所以上、他に蓄熱ステーション有り。
- ・廃棄物焼却プラントではコペンハーゲン市内で発生する廃棄物の 4 割をエネルギー源として利用し、電力と熱を供給。
- ・ピーク負荷用ボイラ（石油・天然ガス）の熱供給能力は 1,300MWt。
- ・負荷平準化用の蓄熱システムの供給能力は 330MWt。
- ・2005 年より地熱利用実証プラントが稼働中。
- ・海水を利用した冷熱供給プラントを建設中（2009 年時点）。
- ・CO₂削減対策の一環として、2015 年までに AMV 第一ユニットの燃料の 100%木質ペレ

ット化、AMV 第三ユニットの燃料の 4 割以上の木質ペレット化を計画。

付表3-5 コペンハーゲン市の地域暖房熱源プラントの設備概要の一覧

プラント名称			燃料種類	設備能力	
				発電 [MWe]	熱供給 [MJ/s (MWt)]
コージェネ プラント	Amagerværket (AMV)	第1ユニット	バイオマス、石炭、石油燃料	80	250
		第2ユニット	バイオマス、石油燃料	95	166
		第3ユニット	石炭、石油燃料	263	331
	Avedøreværket (AVV)	第1ユニット	石炭、石油燃料	250	330
		第2ユニット	天然ガス、バイオマス、石油燃料	570	570
	H.C. Ørsted Værket (HCV)		天然ガス	185	815
	Svanemølleværket (SMV)		天然ガス、石油燃料	81	355
廃棄物 焼却 プラント	Amagerforbrændingen (AMF)		廃棄物	25	120
	Vestforbrændingen (VF)		廃棄物	31	204
	KARA/NOVEREN		廃棄物	12	69

出所：District Heating in Copenhagen: An Energy Efficient

② 熱供給ネットワーク（CTR 供給エリア分）の概要

- ・ 供給温度は最高 120°C で、通常は 90~115°C、還水温度は 50~60°C。
- ・ 環状に設置された主要熱導管の延長距離は 54km で、うち 32km はプラスチック製ケーシング二重管、3km が鋳鉄製ケーシング二重管による直埋方式、17km がコンクリート製の洞道内へ導管を設置。
- ・ 26 カ所に熱交換ステーションを設置、ポンプ設備能力は合計 6,000kW。

③ 熱供給ネットワーク（VEKS 供給エリア分）の概要

- ・ 配管総延長は 104km。

付表3-6 コペンハーゲン地域暖房システム(VEKS 分)システム諸元

項 目	数値 [単位]	
ネットワーク諸元	二重配管距離延長	104 [km]
	使用水量	44,000 [m ³]
	供給圧力	2.5 [MPa]
	最大配管径	800 [mm]
	最小配管径	100 [mm]
	熱量計	100 [箇所]
熱供給能力	最小能力	1 [MWt]
	最大能力	35 [MWt]
熱源能力	コージェネ分	495 [MWt]
	廃棄物分	55 [MWt]
	蓄熱分	330 [MWt]
	ピーク負荷対応分	993 [MWt]

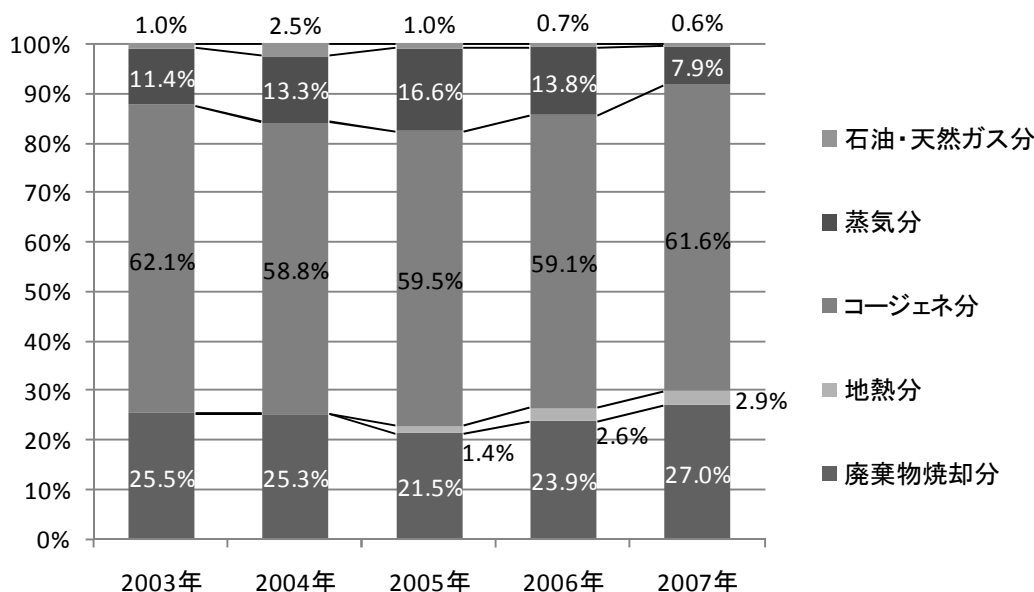
(3) 地域暖房システムの運転状況 (CTR 分)

- ・ CTR はコペンハーゲンの熱需要(約 33,000TJ/年)のおおよそ半分の 17,000~18,000TJ/年を供給。
- ・ 熱源別の熱供給量(購入量)をみるとコージェネ由来熱が最も大きく、次いで廃棄物焼却熱、蒸気プラントからの購入熱、石油・天然ガスボイラ由来熱、地中熱の順。
- ・ 熱損失率(購入熱量と販売熱量の差分の比率)は1%以下。

付表3-7 コペンハーゲン地域暖房システム(CTR 分)の稼働状況

項 目	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年
熱販売量[TJ/年]	18,404	18,065	17,498	18,046	16,955
提携自治体への販売量	17,732	17,695	17,349	17,586	16,698
VEKS への販売量	672	370	149	460	257
熱購入量[TJ/年]	18,566	18,170	17,631	18,090	17,126
廃棄物焼却分	4,727	4,603	3,790	4,322	4,629
地熱分	0	0	246	470	489
コージェネ分	11,533	10,691	10,494	10,683	10,558
蒸気分	2,120	2,416	2,928	2,497	1,352
石油・天然ガス分	186	459	173	118	98
熱損失[TJ/年]	162	105	133	44	171
水損失[m ³ /年]	64	88	89	77	40
冷却温度[°C]	55	55.9	55.5	55	53
電力消費量[GWh/年] (2007 年は地中熱プラント分を含む)	39.22	41.47	40.1	48.31	52.56
蓄熱システム熱供給量[TJ/年]	573	401	503	346	324
蓄熱システム熱受入量[TJ/年]	570	313	399	294	297
年間利用量[TJ/年](提携自治体による報告)	18,152	18,678	18,882	18,261	18,326
設備能力[MW _e]	1,972	1,958	1,972	1,958	1,958
ベース負荷	1,139	1,139	963	943	943
ミドル負荷	175	174	365	365	365
ピーク負荷	658	644	644	650	650
最大負荷[MW _e]	1,449	1,441	1,301	1,443	1,337
熱輸送システム距離[km]	54	54	54	54	54
稼働ステーション数[箇所]	36	35	34	34	34

出所：CTR Annual Report and Financial Statements 2007



出所：CTR Annual Report and Financial Statements 2007

付図3-9 CTRの熱源種類別熱購入比率の推移

(4) 経済性

- ・ CTR 所有分の地域暖房システムの総建設費用は現在価値に換算して約 4,800 億円（300 億デンマーククローネ、1 クローネ=16 円として換算）。

付表3-8 コペンハーゲン地域暖房システム

(CTR 分)システム諸元及び建設費用

項目	数値 [単位]
年間熱需要量推計値	19,000 [TJ/年]
ベース負荷	1,236 [MWt]
ピーク負荷	725 [MWt]
二重配管距離延長	54 [km]
熱交換器容量	1,900 [MWt]
ポンプ中継所能力	6,000 [kW]
最高供給温度	120 [°C]
最高供給圧力	2.5 [Mpa]
建設費	4,800 [億円]

出所：The Main District Heating Network in Copenhagen(1DKK=16 円換算)

- ・ CTR 及び VRKS は供給ネットワークに接続された熱発生プラントから熱を購入し、熱交換ステーションを介して提携自治体へプール価格にて熱を販売。
- ・ プール価格は独立採算を前提として年次予算に基づき設定され、熱購入費用の他に運転費用、保守費用、支払利息、システム拡張・更新費用等を加えて算出。
- ・ CTR の収入は熱販売と CO₂ 排出権で、CO₂ 排出権販売収入が全収入の占める比率は 2006 年で約 4%、2007 年で約 0.2%。

付表3-9 コペンハーゲン地域暖房システム(CTR 分)の事業収支の推移

項 目	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年	備考
①熱販売額[億円/年] (CO ₂ 排出権の販売を含む)	235.3	237.7	231.3	239.2	234.3	—
②熱購入額[億円/年] (ポンプ用電力料を含む)	176.2	207.4	207.2	206.8	212.0	—
③収支[億円/年]	59.1	30.3	24.1	32.4	22.3	③=①-②
④寄与率	25.1%	12.7%	10.4%	13.5%	9.5%	④=③/①
⑤その他運転費用[億円/年]	13.1	12.1	13.7	13.9	14.8	—
⑥建設費用[億円/年]	7.9	12.7	14.6	9.0	4.2	—
⑦支払利息[億円/年]	3.5	1.9	1.6	1.5	0.5	—
⑧年間収支(減価償却費等控除前)[億円/年]	42.8	16.6	9.2	17.4	7.4	—
⑨減価償却、配分、地熱プラント 配当、利益配当等[億円/年]	4.5	10.8	8.0	12.0	12.9	—
⑩年間収支[億円/年]	38.3	6	1.2	5.4	-5.5	⑩=⑧-⑨
⑫平均プール価格[円/MJ]	1.28	1.28	1.28	1.28	1.34	—
⑬累積赤字[億円/年]	1.7	-4.1	-5.4	-10.8	-5.3	—
⑭貸借対照表[億円/年]	118.5	115.6	103.6	94.2	83.6	—
⑮長期借入金[億円/年]	53.2	40.7	27.8	37.0	28.0	—

出所：CTR Annual Report and Financial Statements 2007(1DKK=16 円換算)

- ・ VERK の収入は熱販売と熱供給ステーションを収容する建物の賃貸料。

付表3-10 コペンハーゲン地域暖房システム(VEKS 分)の
事業収支の推移

(単位：億/年)

区 分	2007 年	2008 年
収入	159.8	159.1
熱販売収入	159.0	157.6
うち固定料金	60.8	55.3
うち重量料金	98.2	102.6
その他収入	0.8	1.5
運転収入	0.4	0.6
財務収入	0.4	0.9
支出	168.0	169.8
生産費用	122.3	120.3
熱購入費用	103.1	100
コージェネ分	70.3	63.1
高温水分	2.9	3.5
廃棄物分	27.8	30.8
ピーク負荷分	2.1	2.6
リース費他	11	11.2
人件費	0	0
減価償却費	8.1	9.2
搬送費用	40.0	44.2
ポンプ電力費	3.7	2.9
運転費用	1.8	3.2
結合部	0.6	0.8
配管	0.5	1.3
ポンプ・熱交換器	0.7	1.1
人件費	2.1	2.3
減価償却費	32.5	35.9
管理費用	2.6	3.1
管理費	0.9	1.2
人件費	1.4	1.4
減価償却費	0.4	0.5
その他支出	3.1	2.2
運転支出	0.1	0.1
財務支出	3	2.1
単年度収支	-8.2	-10.7

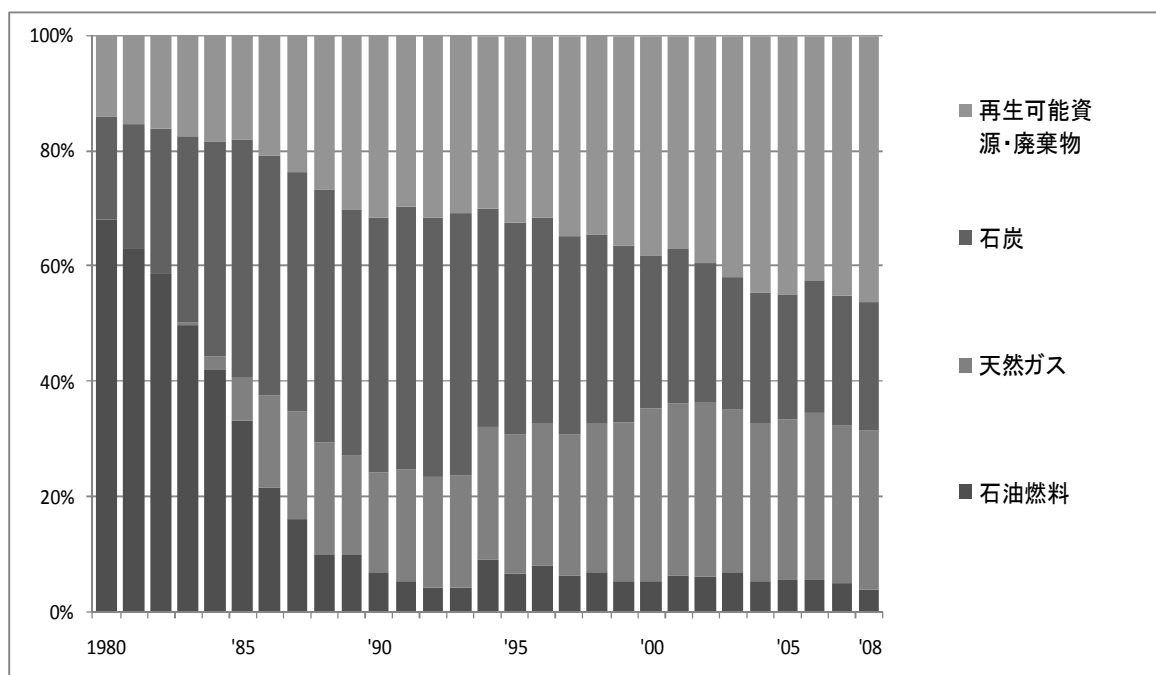
出所：VEKS Annual Report 2008(1DKK=16 円換算)

(※ 地域暖房に関するデンマークの法規制について)

- ・デンマークでは電力供給法に基づき、1976年以降に新設された火力発電所については熱電併給が義務化。
- ・1979年に施行された熱供給法により、各自治体は熱供給計画を策定し、必要に応じて需要家に対して地域暖房への接続義務を課すことが可能。
- ・1994年にはヒートポンプを除く電気式暖房を原則として禁止。
- ・天然ガスコージェネ及びバイオマス熱・バイオマスコージェネの導入支援（デンマークの住宅の25%はバイオマス熱による地域暖房へ接続済）。

付表3-11 地域暖房に関するデンマークの法制度概要

施行年	概要
1976年	○ 電力供給法 ・新規火力発電所の全面熱電併給(コージェネ化)の義務化
1979年	○ 熱供給法 ・新規天然ガス供給インフラの開発及び地域暖房の大幅な拡大による都市熱供給計画 ・デンマーク全体の経済性評価に基づく地域暖房ゾーニング及び天然ガスネットワークの最適化 ・自治体による需要家の地域暖房システムへの接続義務化
1994年	○ ヒートポンプを除く電気式暖房の原則禁止 ○ バイオマス熱による地域暖房及び天然ガスによるコージェネへの補助支援

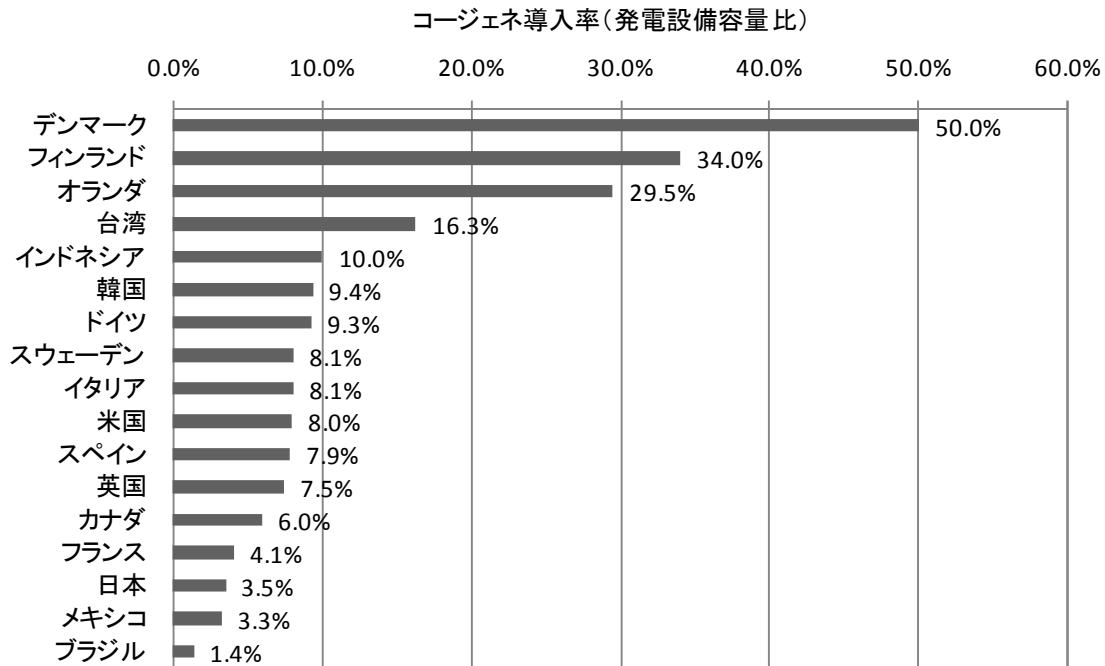


出所：デンマークエネルギー庁資料

付図3-10 地域暖房における種類別燃料消費比率の推移

(※ 地域暖房に接続されたコージェネレーション発電電力の利用方法について)

- ・デンマークでは分散型コージェネを含めて発電電力の余剰電力（所内消費分を除いた電力）は電力系統へ逆潮流されており、逆潮流分については電力会社による全量買取が義務化⁹¹。
- ・参考として、デンマークにおけるコージェネのシェアは発電設備容量比で50%、世界最高水準。



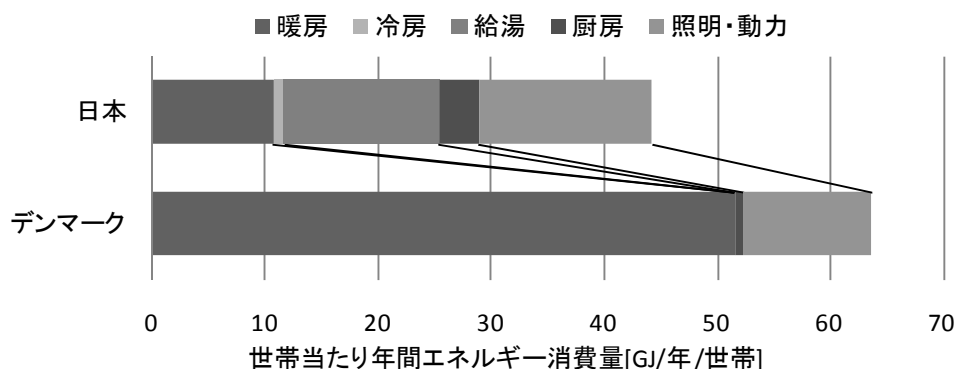
出所：海外におけるコージェネレーションの利用状況（(財)高度情報科学技術研究機構、2005年）

付図3-11 主要国のコージェネ導入率の比較(発電設備容量比)

⁹¹ 海外におけるコージェネレーションの利用状況（(財)高度情報科学技術研究機構（RISC）ホームページ；
http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat_detail.php?Title_No=01-05-02-17）

(※ 日本とデンマークの熱需要特性の違いについて)

- ・我が国とデンマークを含む北部欧州各国の違いとして、空調・給湯熱需要の規模及び構成の差異を考慮する必要あり。
- ・冬季の気温差に由来する暖房エネルギー必要量の差に加え、全館空調が一般的なデンマークは日本に比べて温熱需要が大きく、熱需要密度が大。
- ・夏期に冷熱需要が発生する我が国では冷水導管の追加敷設が必要。
- ・更に、冷水供給時は往還水の温度差が温水供給に比べて小さくなるため、その分流量が増加し、動力が必要となる点に留意（温水の場合は温度差 20℃以上の確保が可能、冷水は 10℃未満、多くは 5℃程度）。



出所：日本 エネルギー・経済統計要覧 2009 年版 ((財)日本エネルギー経済研究所)

デンマーク ODYSSEE-MURE データ (デンマークエネルギー庁、2007 年) (※給湯データ無し)

付図3-12 日本とデンマークの家庭部門世帯当たり年間エネルギー消費量の比較(2006 年)