



目次

1. EU の低炭素経済実現に向けた 2050 年までのエネルギー政策の検討

1. EU の低炭素経済実現に向けた 2050 年までのエネルギー政策の検討

1)EU の基本政策と経緯

EU は、CO₂などの温室効果ガス(GHG: Greenhouse Gas)の蓄積による地球環境への危険な影響を防ぐための気候変動対策として、2007 年に発表された IPCC (気候変動に関する政府間パネル、国連の下部組織)の第 4 次評価報告書第 3 作業部会報告書に示された、“気温の上昇を工業化前のレベルに比べて 2°C以下に抑えるために、先進国は 2050 年までに GHG 排出量を 1990 年レベルの 80%~95%減の範囲まで削減する”提案を支持していて、EU のエネルギー政策の 3 本柱である経済競争力、エネルギー供給保障及び経済発展の持続可能性を確保しつつ 2050 年までにこの脱炭素化の目標を達成し低炭素経済を実現することを長期目標に掲げている。

このような低炭素経済実現に向けた当面の達成目標としては、2007年にEU理事会によって決定された2020年を目指した目標で、以下の3つの目標である。¹⁾

- ・GHGの排出量を1990年レベル(5588.8MtCO₂eq(京都議定書対象分)の20%減まで削減する。(国際的に削減に向けた状況が整えば30%減に引き上げる。)
- ・最終エネルギー消費に占める再生可能エネルギーの割合を20%に引き上げる。
- ・エネルギー効率を20%改善する。(2020年で、エネルギー消費量を予想されるエネルギー消費量1842Mtoeより20%(368Mtoe)少なくする。)

これ等の目標達成のための推進政策としては、2005年から開始されたエネルギー関連施設へのGHG排出枠の設定及び余剰排出枠の取引が可能な排出権取引制度の改定(現在の無償割り当てが2013年からオークションによる有償売却となり、

排出枠は毎年 1.74%ずつ削減されるなど)、新車乗用車に対する CO₂ 排出規制等の環境政策と 2010 年 11 月に EU 委員会から提案されたエネルギー戦略“Energy 2020”²⁾(エネルギー効率の改善策、エネルギーネットワーク構築策、低炭素エネルギー技術の開発促進策など)などのエネルギー政策で対応しようとしている。

しかしながら、これ等の政策の延長では目標とする低炭素経済の実現には不十分であり、2020 年以降の政策枠組みの検討が必要と認識されていた。

EU 委員会は、2011 年 3 月 18 日、“ROADMAP FOR MOVING TO A COMPETITIVE LOW-CARBON ECONOMY IN 2050” (ロードマップ 2050: Roadmap 2050)^{3),4)}と題した競争力のある低炭素経済実現への 2050 年までの道筋を検討した報告書を発表した。この検討の目的は、輸入エネルギーへの依存度を減らしエネルギー供給保障の脆弱性を軽減するとともに持続可能な成長と雇用を達成しつつ 2050 年までに GHG 排出量を 1990 年レベルの 80%~95%減の範囲まで削減し経済全体の脱炭素化を図るにはどのような政策枠組みが必要かを見通すためのもので、化石燃料価格、低炭素発電技術の開発進展度、脱炭素化政策等をパラメーターにエネルギーシステムモデリングツール等を使用してエネルギー需給、GHG の排出量、投資コスト、雇用創出等を予測し、適切な脱炭素化シナリオを選択すれば技術のブレークスルーなしに 2050 年までに競争力のある低炭素経済を確立することが可能であることを示した。

2011 年 12 月 15 日には、エネルギー関連分野(発電、輸送、産業、家庭などのエネルギー生産、利用分野。これ等の分野で GHG 排出量の約 80%を排出する。)に特定したロードマップ 2050 と同様な検討を行ったエネルギーロードマップ 2050 (Energy Roadmap 2050)を EU 委員会が発表した。⁵⁾以下にその解析結果の概要を示す。

2)エネルギーロードマップ 2050 の概要^{6),7),8)}

(1)シナリオ解析の目的

検討されたシナリオは、現状の政策を進めた場合のシナリオとしては、2010 年 3 月以前に採択された政策を継続する場合の基準シナリオ(Reference scenario)と 2010 年 3 月以降に採択もしくは計画された政策と 2011 年 3 月の福島第一原子力発電所事故の影響を原子力関係の政策及びコストへ反映した CPI シナリオ(Current Policy Initiatives scenario)の二つで、脱炭素化を目指すシナリオとしては、エネルギー効率、再生可能エネルギー、原子力発電、CCS 技術(火力発電所等から発生した CO₂ を回収し深地層等へ貯蔵する技術:Carbon Capture and Storage)を適用した火力発電の四つの技術を組み合わせたシナリオで、エネルギー効率高シナリオ(High Energy Efficiency scenario)、再生可能エネルギー高シナリオ(High Renewable Energy Sources scenario)、供給技術分散化シナリオ(Diversified

Supply Technologies scenario)、CCS 遅延シナリオ(Delayed CCS scenario)、原子力低シナリオ(Low Nuclear scenario)の五つである。

検討の目的は、これ等のシナリオの中からより良いシナリオや非常に不確実性に富んだシナリオを選別するのではなく、エネルギー供給保障と経済競争力を改善しながらエネルギーの脱炭素化を図るための 2050 年までの道筋の典型例を示し、その中からシナリオ解析結果に共通した特徴を明らかにし、それらを EU 各国の共通認識として調和のとれた EU 各国の政策及び EU 全体政策の策定に反映することとしている。

(2)シナリオ解析モデル

EU 内の最終エネルギー消費、電力価格、CO₂ 排出量、ETS の排出権価格、エネルギー設備への投資額等の解析には、CO₂ 排出量を考慮したエネルギー市場に限定した需給の均衡を考える部分均衡モデルである PRIMES モデルが使用され、また、経済全体とエネルギーシステムとの相互作用の解析を補完するために全世界の経済解析を対象とする一般均衡モデルである GEM-M3 モデルが使用された。

さらに、世界の化石燃料価格の予測には確率論的世界エネルギーモデルの PROMETHEUS モデルが使用された。

(3)シナリオ解析の前提条件

ロードマップ 2050 の解析結果では、2050 年までに GHG 排出量を 1990 年レベルの 80%減まで削減するためのコスト効率の優れた道筋は 2030 年までに 40%減、2040 年までに 60%減までの GHG 排出量削減で、この道筋が達成できるように低炭素エネルギー技術を導入して、2050 年の目標は、GHG 排出量の 80%減に相当する CO₂ ガス排出量で 85%減としている。

その他、シナリオ解析の主な前提条件を以下に示す。

①GDP と人口⁹⁾

GDP は 2030 年までは年間 2.0%で増加し、2030 年以降は 1.5%で増加するとしていて、2050 年の GDP は 2010 年の約 2 倍の 22.56 兆ユーロ(2005 年のユーロ価値ベース)と予想している。人口については、2035 年まで年間 0.2%で増加(5.2 億人)し、その後は少しずつ減少し 40 年後に約 5 億人で安定するとしていて、2050 年では 5.15 億人と予想している。

②化石燃料価格(表 1 参照)

基準シナリオと CPI シナリオでは、地球規模での気候変動対策は現在の政策が継続され新たな削減策が行われないと想定で、そのため化石燃料の需要は上昇し石油と天然ガスの価格は上昇し続け、石炭価格は微増に止まるとしている。2050 年における化石燃料価格は、石油が 127ドル/バレル、天然ガスが 98ドル/石油バレル当

量、石炭が 34 ドル/石油バレル当量である。(年 2%のインフレを仮定すると 2050 年での貨幣価値では石油価格は約 300 ドル/バレルとなる。)

表 1 化石燃料価格の予測 (ユーロ/バレル)

		2010 年	2020 年	2030 年	2050 年
基準シナリオ	石油	85	88	106	127
	天然ガス	53	62	77	98
	石炭	23	29	33	34
脱炭素化シナリオ	石油	85	84	79	70
	天然ガス	53	62	61	49
	石炭	23	25	26	21

(2008 年ユーロ価値)

五つの脱炭素化シナリオでは、地球規模で EU が目指す気候変動対策が実行され化石燃料の需要上昇が抑制される結果、2020 年頃を境に化石燃料価格は減少に転ずると予測している。2050 年における化石燃料価格は、石油が 70 ドル/バレル、天然ガスが 49 ドル/石油バレル当量、石炭が 21 ドル/石油バレル当量である。

これ等の化石燃料価格を輸入価格として解析に使用している。

③発電設備資本コスト(表 2 参照)

表 2 発電設備資本コスト (ユーロ/kW)

	2010 年	2020 年	2030 年	2050 年
第三世代原子力発電	4382	3985	3859	3618
CCS 超臨界圧微粉炭火力発電(酸素燃焼法)	3481	3064	2315	1899
石炭ガス化複合火力発電	2232	2050	1741	1542
CCS 天然ガス複合火力発電(燃焼後回収法)	1637	1450	1115	929
超臨界圧石炭火力発電	2199	2035	1724	1577
先進型天然ガス複合発電	856	822	762	713
陸上風力発電	1106	1104	1085	1074
洋上風力発電	1796	1789	1710	1620
太陽光発電	4169	2678	1663	1366
太陽熱発電	5562	4450	2959	1739
地熱発電	4203	4171	3839	3805

(2010 年ユーロ価値)

表 2 の技術データはこれまでの多くの研究結果や専門家の意見をもとに決められ

たものである。

2010年に比べて2050年までに大幅な資本コストの減少を仮定しているものは約45%前後減少しているCCS化石燃料発電技術と約70%減少している太陽光発電と太陽熱発電で、2030年頃までに大幅に減少している。その他の発電技術については、EPRやAP1000などの第三世代原子力発電は約17%、化石燃料火力発電は約17%~31%、陸上風力発電が約3%と少なく、洋上風力と地熱発電は約10%である。

④解析シナリオと各シナリオのエネルギー政策

a)基準シナリオとCPIシナリオ

○基準シナリオ

2010年3月までに採択されたエネルギー政策が実施され、2020年までにGHGの排出量を1990年レベル(5588.8MtCO₂eq(京都議定書対象分))の20%減まで削減され、最終エネルギー消費に占める再生可能エネルギーの割合は20%に引き上げられるものとしている。

その他の主要なエネルギー政策は、ETS制度(2013年から排出枠をオークションによる有償(電力分野は最初から排出枠の100%が対象)にし、収入は低炭素技術開発に利用。2008年から2012年の排出枠の年間平均値の1.74%の割合で、排出枠を2013年から削減していく。)、新車の乗用車に対するCO₂排出規制(2015年に135gCO₂/km、2020年に115gCO₂/km、2025年に95gCO₂/km。(試験条件での値)違反車には罰金を科す。)、新車の軽商用車に対するCO₂排出規制(2012年に181gCO₂/km、2016年に175gCO₂/km、2025年に135gCO₂/km。)などである。

2020年以降のGHG排出削減目標は設けず、主にETS制度による誘導で排出削減が行われる。(2020年以降も1.74%の割合で排出枠が削減される。)

原子力発電については、他の発電技術に対して十分に競争力があり投資が行われる。ただしドイツとベルギーは脱原子力政策が行われるものとする。スウェーデンでは原子力発電の寿命が60年に延長されるものとする。原子力発電への投資が行われる国は、ブルガリア、チェコ、フランス、フィンランド、ルーマニア、スロバキア、スロベニア、スペイン、英国。既に解析に組み込まれている原子力発電建設計画は、ブルガリア2GW、フランス3.2GW、リトアニア1.6GW、ルーマニア2.258GW、スロバキア0.88GWである。

CCS技術については、EU委員会、EIB(欧州投資銀行)、EU加盟国で管理する低炭素技術開発基金からCCSの実証試験への投資が行われ、2020年に各国で実証プラントが稼働する(ドイツ0.95GW、イタリア0.66GW、オランダ1.46GW、スペイン0.5GW、英国3.4GW、ポーランド0.896GW)としている。それ以降のCCS技術の導入は炭素価格(ETSの排出権価格など)に依存し導入される。

○CPI シナリオ

基準シナリオの政策に、2010年3月以降に採択または計画されたエネルギー政策と福島第一原子力発電所事故の影響をシナリオ解析に反映している。主に、エネルギー効率の改善政策(2020年以後、省エネ住宅であるパッシブハウス基準の更なる普及、2020年までエネルギー供給事業者(電気、ガス、熱)に対してお客(家庭と第三次産業)のエネルギー使用量を年間1.5%節約することを義務付、建物の断熱改善のための工事への財政面の条件向上、公共の建物の改修計画の義務化など)、送電網の国境を越えた相互接続への投資、原子力発電設備の改修及び新設コストの上乗せ(寿命延長コストは20%増)、輸送分野のCO₂排出規制の強化(乗用車のCO₂排出規制の基準を実際の運転条件下での値に見直し。2020年に95gCO₂/kmと基準シナリオに比べて5年前倒し。軽商用車は2017年までに175gCO₂/km、2020年までに147gCO₂/km。)などである。

b)脱炭素化シナリオ

エネルギー効率高シナリオ、再生可能エネルギー高シナリオ、供給技術分散化シナリオ、CCS 遅延シナリオ、原子力低シナリオの五つ脱炭素化シナリオに共通の主なエネルギー政策としては、CPI シナリオのエネルギー政策に加えて、2050年までにエネルギー関連のCO₂排出量を1990年レベルの85%減まで削減できるような政策の導入を前提としていて、再生可能エネルギーの強力な推進政策(立地対象場所の拡大、設置審査の簡素化、地域経済発展の誘導政策など)、効率的な輸送手段への転換政策とクリーンエネルギー車の普及促進のための基盤整備政策、低炭素技術開発への支援策(全ての革新的なエネルギー分野の低炭素技術(原子力、再生可能エネルギー、CCS など)の初期の実証プラントと最初の商業プラントへの財政支援)等の導入と風力発電や太陽光発電の間欠発電に対応するための十分送電容量を持つEU内送電網と電力貯蔵設備(揚水式発電と電力の水素変換貯蔵設備)の開発を仮定している。

各シナリオの概要と、各シナリオに特別な政策を以下に示す。

○エネルギー効率高シナリオ

2020年までに20%のエネルギー節約を達成し、さらに強力な省エネルギー政策を実施し2050年までに大幅なエネルギー消費量の低減(エネルギー消費のピークであった2005年の一次エネルギー消費量の41%減まで低減)を実施して脱炭素化目標を達成する。

主な政策は以下のとおり。

- ・家電製品に対する強力な省エネ基準の追加
- ・既存建物の高い断熱改修率(年間2%以上)
- ・2020年後の新築住宅は、20~50kWh/m²/年(メンバー国によって異なる。使用エ

エネルギーの大部分は再生可能エネルギー)のパスシブハウス基準に従う

- ・ESCO(Energy Services Company)事業(お客から省エネルギーの事業を請け負い、達成した省エネルギー効果による利益の一部を報酬として請け負う事業)の利用推進と資金面での優遇
- ・2020 年まで、エネルギー供給事業者(電気、ガス、熱)に対してお客(家庭と第三次産業)のエネルギー使用量を年間 1.5%以上節約することを義務付
- ・低効率な発電設備の廃止による発電効率の高効率化の義務化を含む発電、送電、配電に対する厳しい最低エネルギー効率要件の設定
- ・スマートグリッドとスマートメーターの完全展開
- ・小型の風力発電、太陽光発電及び水力発電の大幅な普及拡大を含めた再生可能エネルギー分散化発電の大幅な普及拡大

○供給技術分散化シナリオ

全てのエネルギー源は市場ベースでの競争で導入されるが、脱炭素化は炭素価格によって誘導される。CCS 技術と原子力発電については技術の信頼性、安全性及び経済性への政府、投資家及び住民の理解が得られているものとしている。

ただし、原子力発電についてはドイツ、ベルギー、イタリアなど原子力利用廃止政策を掲げている国とポーランドを除く現在の非原子力国には適用しない。

○再生可能エネルギー高シナリオ

再生可能エネルギー推進のための強力な支援策を実施し、2050 年で、再生可能エネルギーの占める割合を全エネルギー消費の 75%、電力消費の 97%を達成する。

主な政策は以下のとおり。

- ・設備設置審査の期間短縮
- ・設備の最適地への設置とタイムリーに十分な電力を供給できる EU 送電網の相互接続容量の拡大(北海の洋上風力発電パークからヨーロッパ中央部への低送電ロス直流送電網の整備を含む)
- ・ヒートポンプ式空調設備、再生可能エネルギー利用のパスシブハウス、再生可能エネルギービルディングなどの普及促進
- ・十分な電力貯蔵容量の確保(揚水式発電、太陽熱発電、水素変換貯蔵設備)
- ・バックアップ電源として天然ガス発電とバイオマス発電を整備

○CCS 遅延シナリオ

供給技術分散化シナリオにおいて、CCS 技術の大規模展開が遅れるシナリオである。CO₂の貯蔵場所や CO₂の輸送設備の立地に関して住民の理解が得られず、CCS 技術の大規模な商業展開開始が 2030 年頃から 2040 年に遅れ、その代わりとして原子

力発電が占める割合が増加する。

○原子力低シナリオ

供給技術分散化シナリオにおいて、現在建設中の原子力発電所（フィンランド 1600MW、フランス 1600MW×2、スロバキア 505MW×2）以外は新規の原子力発電所は建設されず、原子力発電所の運転寿命の延長は 2030 年までとするシナリオで、その代わりに CCS 火力発電の割合が増加する。

(4)シナリオ解析結果

①CO₂ 削減量(表 3 参照)

表 3 CO₂ 排出量(2005 年を 100 とした場合の値)

	1990 年	2000 年	2010 年	2020 年	2030 年	2040 年	2050 年
GDP	8.1427	10.1072	11.3856	14.164	16.8247	19.5279	22.56
基準シナリオ	100	94.5	93.6	85.4	74.0	63.7	59.6
CPI シナリオ			91.5	79.7	72.1	62.9	58.7
エネルギー効率高シナリオ			91.5	76.0	60.0	35.5	15.6
供給技術分散化シナリオ			91.5	76.7	61.0	36.8	16.1
再生可能エネルギー高シナリオ			91.5	76.6	59.4	36.1	16.6
CCS 遅延シナリオ			91.5	76.9	60.3	34.1	16.6
原子力低シナリオ			91.5	77.7	61.6	37.1	15.7

GDP の単位は兆ユーロ(2005 年ユーロ価値)

基準シナリオ及び CPI シナリオでは 2050 年までに CO₂ 排出削減は 1990 年レベルの約 40%減までのレベルまでしか削減できない。脱炭素化シナリオでは五つ全てのシナリオで約 85%減のレベルまで削減できる。

GDP は、2050 年には 1990 年の約 3 倍に増加すると仮定している。

②一次エネルギー消費量(表 4 及び表 5 参照)

脱炭素化シナリオでは、基準シナリオに比べて大幅に一次消費エネルギーは低下する。エネルギー効率高シナリオが最も一次エネルギー消費の低減率が大きく、基準シナリオに比べて 2030 年で 16%、2050 年では 38%、2005 年(過去一次エネルギー消費が最大の年)との比較では 2050 年で約 41%減(GDP は約 2 倍になると予想される)で、GDP 当たりのエネルギー高度で比較すると 71%減である。その他の脱炭素化シナリオでも、2005 年に比べて約 32%~38%減で、エネルギー効率の改善は脱炭素化達成のための重要な要素である。

2050 年での一次エネルギー消費に占めるエネルギー源別割合では、再生可能エネルギーが最も多く、再生可能エネルギー高シナリオで約 60%、その他のシナリオでも約 41%~46%である。(最終エネルギー消費では再生可能エネルギー高シナリオで約 75%、その他の脱炭素化シナリオでも少なくとも約 55%~58%)

表 4 一次エネルギー消費量のシナリオ別変化 (Mtoe)

シナリオ名	2005 年	2020 年	2030 年	2040 年	2050 年
基準シナリオ	1826	1790	1729	1746	1763 (-3.5%)
CPI シナリオ		1700	1629	1618	1615 (-11.6%)
エネルギー効率高シナリオ		1644	1452	1269	1084 (-40.6%)
供給技術分散化シナリオ		1681	1534	1423	1217 (-33.3%)
再生可能エネルギー高シナリオ		1679	1510	1317	1134 (-37.9%)
CCS 遅延シナリオ		1682	1532	1365	1238 (-32.2%)
原子力低シナリオ		1687	1489	1347	1137 (-37.7%)

表5 2050年における一次エネルギー消費量のエネルギー源別割合 (%)

	固体	石油	天然ガス	原子力	再生可能エネルギー
2005年	17.5	37.1	24.4	14.1	6.8
基準シナリオ	11.4	31.8	20.4	16.7	19.9
CPIシナリオ	9.4	32.0	21.9	13.5	23.3
エネルギー効率高シナリオ	4.1	15.4	23.7	13.5	43.5
供給技術分散化シナリオ	6.3	14.4	23.2	15.3	41.0
再生可能エネルギー高シナリオ	2.1	15.5	18.6	3.8	59.6
CCS遅延シナリオ	4.6	14.1	23.2	17.5	40.8
原子力低シナリオ	10.2	15.3	25.9	2.6	46.2

石油については、2030年まで少ししか減少しないが2040年から2050年にかけて大幅に減少する。この理由は、輸送分野の燃料がバイオ燃料と電気自動車に置き換わるためである。2005年の割合が約37.1%であったのに、2050年では脱炭素化シナリオでは14.1%～15.5%と半分以下に減少する。

天然ガスについては、CCSの導入と再生可能エネルギーのバックアップ電源として2005年の24.4%から再生可能エネルギー高シナリオを除いて(18.6%)ほとんど変化しない。

固体燃料については、石炭火力の減少により2005年の17.5%から大きく減少しCCS技術発電が多い原子力低シナリオ(10.2%)を除いて2.1%～6.3%である。

原子力については、2005年の14.1%に比べて再生可能エネルギー高シナリオと原子力低シナリオで3.8%と2.6%と大きく減少するが、その他の脱炭素化シナリオでは13.5%～17.5%とほとんど変化しない。

③最終エネルギー消費量(表6、表7及び表8参照)

脱炭素化シナリオでは、2050年における最終エネルギー消費は2005年に比べて約32%～37%低減する。

特徴は、エネルギー源別で見た場合電力の割合が増加することで、2005年に

20.2%であったものが 2050 年には基準シナリオで 29.1%、CPI シナリオで 29.4%、脱炭素化シナリオでは 36.1~38.7%と約 2 倍に増加する。増加の原因は暖房、そして特に輸送分野での化石燃料から電気への転換によるものである。

再生可能エネルギーの直接利用(バイオマス、太陽熱などで、発電や地域暖房の RES(地熱、バイオマスなど)は含まない。)も大きく増加し、2005 年では 4.9%であったものが 2050 年には、基準シナリオで 9.0%、CPI シナリオで 9.4%、脱炭素化シナリオでは 23.8%~30.0%と大幅に増加する。

石油については、2005 年では 42.2%で、2030 年までは基準シナリオ及び CPI シナリオ、そして脱炭素化シナリオでも約 3 分の 1 を占める主要エネルギーを維持するが、2030 年以降は基準シナリオと CPI シナリオは 2050 年でも約 3 分の 1 を維持するのに対して、脱炭素化シナリオでは 14.9%~15.6%に減少する。原因は輸送分野の化石燃料から電気への転換によるものである。

天然ガスは 2005 年では 24.2%であるが、全てのシナリオで減少を続け、2050 年には基準シナリオで 16.1%、CPI シナリオで 16.6%、脱炭素化シナリオでは 11.9%~12.7%と減少する。

熱(コジェネ、地域暖房など)は 2005 年では 3.8%、2050 年では全てのシナリオで増加し、6.7%~10.0%である。

固体燃料は大幅に減少し、2005 年の 4.6%に対して 2050 年では脱炭素化シナリオでは 0.3%~0.4%に減少する。

表 6 最終エネルギー消費量のシナリオ別変化 (Mtoe)

シナリオ名	2005 年	2020 年	2030 年	2040 年	2050 年
基準シナリオ	1174	1227	1187	1202	1221
CPI シナリオ		1158	1136	1142	1157
エネルギー効率高シナリオ		1121	1025	877	738
供給技術分散化シナリオ		1146	1075	954	804
再生可能エネルギー高シナリオ		1145	1093	965	804
CCS 遅延シナリオ		1146	1073	907	797
原子力低シナリオ		1147	1065	946	793

表 7 最終エネルギー消費量のエネルギー源別割合 (%)

	2005 年	基準シナリオ		脱炭素化シナリオ	
		2030 年	2050 年	2030 年	2050 年
電力	20.2	24.5	29.1	25.2~26.0	36.1~38.7
再生可能エネルギー(直接利用)	4.9	9.1	9.0	8.5~10.5	23.8~30.0
石油	42.2	36.1	35.0	33.2~34.6	14.9~15.6
ガス	24.2	18.7	16.1	19.4~20.0	11.9~12.7
熱	3.8	7.3	8.2	7.1~8.0	6.7~10.0
固体燃料	4.6	3.2	2.9	2.5~3.0	0.3~0.4

分野別で見ると、脱炭素シナリオでは 2005 年に比べて、産業分野では約 15%~20%の低減、家庭では約 38%~46%の低減、第三次産業では約 40%~53%の低減、輸送分野については約 34%~37%の低減を達成する。

表 8 最終エネルギー消費の分野別消費量 (Mtoe)

	2005 年	2050 年						
		基準シナリオ	CPI シナリオ	エネルギー効率高シナリオ	供給技術分散化シナリオ	再生可能エネルギー高シナリオ	CCS 遅延シナリオ	原子力低シナリオ
最終エネルギー消費量	1174	1221 +4.0%	1157 -1.4%	738 -37.1%	804 -31.5%	804 -31.5%	797 -32.1%	793 -32.5%
産業	326	369 +13.2%	350 +7.4%	260 -20.2%	275 -15.6%	276 -15.3%	273 -16.3%	272 -16.6%
家庭	308	288 -6.5%	277 -10.1%	165 -46.4%	188 -39.0%	190 -38.3	187 -39.3%	185 -39.9%
第三次産業	177	181 +2.3%	168 -5.1%	84 -52.5%	106 -40.1%	101 -42.9%	104 -41.2%	103 -41.8
輸送	362	383 +5.8%	361 -0.3%	229 -36.7%	236 -34.8%	238 -34.3%	233 -35.6%	234 -35.4%

④発電分野

a)最終電力消費量(表 9 参照)

全てのシナリオで最終電力消費量は増加する。家電製品、ヒートポンプ式冷暖房、電気自動車などの利用増加によるもので、家電製品の効率向上などで一部は緩和されるが、冷暖房と輸送分野の大規模な電化で増加する。

輸送分野、特に自家用車は2050年までに約80%がプラグインハイブリッドか電気自動車になり、2005年に比べて輸送分野の最終電力消費は脱炭素化シナリオで約9倍と大きく増加する。家庭においてもヒートポンプ式冷暖房の増加により、脱炭素化シナリオで約15%~29%増加する。他の分野は減少か現状維持である。

表 9 2050 年における最終電力消費量 (TWh)

	2005年	2050年						
		基準シナリオ	CPIシナリオ	エネルギー効率高シナリオ	供給技術分散化シナリオ	再生可能エネルギー高シナリオ	CCS 遅延シナリオ	原子力低シナリオ
最終電力消費量	2762	4130	3951	3203	3618	3377	3585	3552
産業	1134	1504	1426	1109	1211	1169	1201	1191
家庭	795	1343	1230	913	1026	938	1019	1013
第三次産業	759	1184	1041	518	707	605	696	677
輸送	74	100	255	663	675	664	669	671

b)全発電量(表 10 参照)

全発電量では再生可能エネルギー発電が大幅に増加する。2005年における再生可能エネルギー発電は、全発電量 3274TWh の 14.3%で水力発電が 9.4%、風力発電が 2.2%、バイオマス・廃棄物発電が 2.6%、地熱発電が 0.2%であるが、2050年では、基準シナリオと CPI シナリオでも再生可能エネルギー発電の割合は各々40%と49%に増加し、脱炭素化シナリオでは、再生可能エネルギー高シナリオで83.1%(5.8倍)と最も高く、他の脱炭素化シナリオでも 60%~65%と大幅に増加する。特に風力発電の割合が高く、再生可能エネルギー高シナリオでは 48.7%、その他の脱炭素化シナリオでも全発電量の約 3 分の 1 を占める。

化石燃料発電については、2005年の 55.2%から、2050年では全てのシナリオで減少し、基準シナリオと CPI シナリオで約 30%、脱炭素化シナリオでは原子力低シナリオを除いて 25%以下(再生可能エネルギー高シナリオが 9.6%で最低)に減少し、

表 10 2050 年における発電量のエネルギー源別割合 (%)

	2005 年	2050 年						
		基準シナリオ	CPI シナリオ	エネルギー効率高シナリオ	供給技術分散化シナリオ	再生可能エネルギー高シナリオ	CCS 遅延シナリオ	原子力低シナリオ
発電量 (TWh)	3274	4931	4620	4281	4912	5141	4872	4853
原子力	30.5	26.4	20.6	14.2	16.1	3.5	19.2	2.3
再生可能エネルギー	14.2	40.3	48.8	64.2	59.1	83.1	60.7	64.8
・水力	9.4	7.6	8.5	9.2	8.0	7.7	8.1	8.1
・風力	2.2	20.1	24.7	33.2	31.6	48.7	32.4	35.6
・太陽光、潮力、その他	0.0	5.1	7.0	10.6	9.9	16.4	9.9	10.8
・バイオマスと廃棄物	2.6	7.3	8.4	10.9	9.3	9.6	9.9	9.8
・地熱	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.6	0.4	0.4
化石燃料	55.2	33.3	30.6	21.6	24.8	9.6	20.1	32.7
・石炭	30.0	15.2	11.1	4.8	8.1	2.1	5.1	13.1
・石油	4.1	2.2	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
・天然ガス	20.3	15.1	16.7	16.7	16.6	7.5	14.9	19.5
・コークス、溶鉱炉発生ガス	0.9	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
その他の燃料 (水素、メタノール)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.9	0.0	0.0

CCS 火力発電の割合が多い原子力低シナリオだけが 32.7%で 30%を越えている。

原子力発電では、2005 年の 30.5%(2010 年では 27.2%)から全てのシナリオで減少し、脱炭素化シナリオでは、最も高いケースが CCS 遅延シナリオで 19.2%、最も低いケースが原子力低シナリオで 2.5%である。

その他の燃料では、再生可能エネルギー高シナリオで、再生可能エネルギー発電において余剰電力が発生した場合に余剰電力で水を電気分解し発生した水素を貯蔵しておき電力不足の時に水素火力発電を行うことによる発電量の割合が 3.9%を占める。

c) 発電設備容量(表 11 参照)

全てのシナリオで大幅に増加する。発電量については 2005 年に比べて 2050 年では 1.3 倍から 1.6 倍に増加するが、発電設備容量については稼働率の低い(陸上風力で約 20%、洋上風力で約 40%)再生可能エネルギー発電の割合が増加するため脱炭素化シナリオで 2.1 倍から 3.1 倍に増加している。(発電設備の稼働率は 2005 年の 49%から 2050 年では脱炭素化シナリオで 25%~33%)なお、間欠発電である再生可能エネルギー発電のバックアップ発電設備として化石燃料発電設備がある程度維持されている影響もある。

2050 年における再生可能エネルギー発電設備容量は、再生可能エネルギー高シナリオが 1916GW(風力発電だけで 985GW)で最も多く、2010 年の全発電設備容量 820GW の 2 倍以上で、他の脱炭素化シナリオでも 1131GW~1307GW と 2010 年の全発電設備容量を越える値になっている。再生可能エネルギーのこのような大幅な展開における課題として、設備建設のための原材料の確保(資材の価格を押し上げる可能性がある)、EU 内の送電網の整備(過剰電力の長距離送電のための DC 送電網の建設を含む)、スマートグリッド及びスマートメーターの整備、技術者の養成、送電網建設と陸上風力発電設備建設に関する国民の理解を挙げている。

d) CCS 火力発電設備(表 12 及び表 13 参照)

発電量のエネルギー源別割合で、化石燃料発電のほとんどは CCS 火力発電設備によるもので、原子力発電の代わりに CCS 火力発電を導入する原子力低シナリオでは CCS 火力発電による発電量は全発電量の 31.9%(発電設備容量は 248GW)でシナリオの中で最大で、最低は再生可能エネルギー高シナリオの 6.9%(発電設備容量は 53GW)、その他の脱炭素化シナリオでは 19.0%~24.2%(148GW~193GW)で電力の脱炭素化では必要な技術である。

CCS 技術の導入には、CO₂ の輸送設備と CO₂ の貯蔵設備の立地に対する国民の理解が必要であり、今後の大きな課題である。また、CO₂ の貯蔵容量は莫大な量になり貯蔵場所の確保が長期的には課題になる。

表 11 2050 年における発電設備容量

(GW)

	2005 年	2050 年						
		基準シ ナリオ	CPI シ ナリオ	エネルギ ー効率高 シナリオ	供給技術 分散化シ ナリオ	再生可能 エネルギ ー高シナ リオ	CCS 遅 延シナリ オ	原子力低 シナリオ
発電容 量	715	1454	1502	1473	1621	2219	1639	1721
原子力	134	161	117	79	102	41	127	16
再生可 能エネ ルギー	147	681	784	1021	1081	1749	1093	1193
・水力 (揚水 式は除 く)	105	121	122	125	126	131	126	127
・陸上 風力	40	262	291	370	398	612	408	452
・洋上 風力	1	120	140	177	197	373	200	222
・太陽 光	2	171	224	330	351	603	348	381
・その 他(潮 力等)	0	6	7	9	10	30	10	11
火力	434	613	601	382	439	429	419	513
・石炭 火力	187	131	104	70	94	62	73	125
・石油 火力	62	168	38	15	19	19	18	18
・ガス 火力	167	226	366	187	218	182	210	255
・バイ オマス と廃棄 物火力	18	87	92	108	106	163	115	112
・水素 火力	0	0	0	0	0	0	0	0
・地熱	1	1	1	2	2	4	2	2

表 12 2050 年における CCS 技術導入発電設備容量 (GW)

	基準シナリオ	CPIシナリオ	エネルギー効率高シナリオ	供給技術分散化シナリオ	再生可能エネルギー高シナリオ	CCS 遅延シナリオ	原子力低シナリオ
CCS 火力発電設備容量	101	39	149	193	53	148	248
・固体	64	33	28	50	18	30	79
・ガス	37	6	121	142	34	118	169

表 13 CCS 技術導入による 2050 年までの CO₂ 貯蔵必要量 (億 tCO₂)

	発電	工業プロセス	合計
基準シナリオ	79.5	0.0	79.5
CPIシナリオ	30.0	0.0	30.0
エネルギー効率高シナリオ	40.8	15.2	55.9
供給技術分散化シナリオ	68.0	21.8	89.8
再生可能エネルギー高シナリオ	17.7	17.2	35.0
CCS 遅延シナリオ	40.6	6.2	46.8
原子力低シナリオ	104.5	23.5	128.0

e) 発電設備への投資(表 14 参照)

発電設備への投資(改修、寿命延長、新設等全てを含む)について、対象となる発電設備容量で比較すると、全てのシナリオで再生可能エネルギー関係が最も多い。そして、2031 年から 2050 年にかけて大幅に増加している。

2011 年から 2050 年までの累積投資額で見ると、再生可能エネルギー発電の割合が最も多い再生可能エネルギー高シナリオが約 3.2 兆ユーロで最大で、発電設備容量が一番少ないエネルギー効率高シナリオが約 2.1 兆ユーロで脱炭素化シナリオの中では一番少ない。これ等の投資は電力料金の評価に反映されている。(投資額は 2008 年ユーロ価値での評価)

表 14 10年毎の投資発電容量

(GW)

		2011～2020年	2021～2030年	2031～2040年	2041～2050年
基準シナリオ	原子力	15	64	46	62
	再生可能エネルギー	192	169	192	259
	化石燃料火力(CCS)	100(5)	78(6)	184(48)	183(41)
	再生可能エネルギー火力	37	17	14	24
エネルギー効率高シナリオ	原子力	11	24	34	22
	再生可能エネルギー	204	222	318	436
	化石燃料火力	86(3)	23(0)	92(56)	92(90)
	再生可能エネルギー火力	38	19	27	29
供給技術分散化シナリオ	原子力	12	46	36	35
	再生可能エネルギー	214	250	348	463
	化石燃料火力	90(3)	37(1)	130(91)	101(98)
	再生可能エネルギー火力	40	20	27	25
再生可能エネルギー高シナリオ	原子力	12	30	12	0
	再生可能エネルギー	215	396	588	817
	化石燃料火力	88(3)	35(0)	66(19)	91(30)
	再生可能エネルギー火力	38	22	55	53
CCS遅延シナリオ	原子力	12	47	56	39
	再生可能エネルギー	214	256	354	464
	化石燃料火力	89(3)	36(0)	79(35)	115(110)
	再生可能エネルギー火力	39	20	37	23
原子力低シナリオ	原子力	11	4	0	0
	再生可能エネルギー	213	281	385	515
	化石燃料火力	90(3)	50(5)	163(121)	121(118)
	再生可能エネルギー火力	39	25	25	27

f)送電設備への投資(表 15 及び表 16 参照)

基準シナリオ及び CPI シナリオより脱炭素化シナリオの方が技術的に高度な基盤設備(主に送電線、スマートグリッド、電力貯蔵設備)がより多く必要であり設備投資額は多くなる。

表 15 送電設備投資額 (億ユーロ)

	2011~2020 年	2021~2030 年	2031~2050 年	2011~2050 年
基準シナリオ	2920	3160	6620	12690
CPI シナリオ	2930	2910	7740	13570
エネルギー効率高シナリオ	3050	3520	8610	15180
供給技術分散化シナリオ	3370	4160	9590	17120
再生可能エネルギー高シナリオ	3360	5360	13230	21950
CCS 遅延シナリオ	3360	4200	9610	17170
原子力低シナリオ	3390	4250	10290	17930

(2005 年ユーロ価値)

表 16 送電設備投資額の中の配電設備投資額 (億ユーロ)

	2011~2020 年	2021~2030 年	2031~2040 年	2041~2050 年	2011~2050 年
基準シナリオ	2437	2635	2805	2760	10637
CPI シナリオ	2450	2393	3176	3259	11278
エネルギー効率高シナリオ	2563	2891	4084	2918	12455
供給技術分散化シナリオ	2842	3459	4543	3298	14141
再生可能エネルギー高シナリオ	2835	4400	6198	4315	17748
CCS 遅延シナリオ	2834	3494	4451	3396	14175
原子力低シナリオ	2864	3508	4725	3665	14763

(2005 年ユーロ価値)

2011 年から 2050 年までの累積投資額が最も多いのは再生可能エネルギー高シナリオで 2.195 兆ユーロ、最も少ないのはエネルギー効率高シナリオで 1.518 兆ユーロ

口である。

送電設備への投資を高圧送電設備(メンバー国間の相互接続を含む)と配電設備(スマートグリッドを含む配電設備の性能向上)とに分けると配電設備への投資が約8割を占めている。

脱炭素化シナリオでは、40年間の平均投資額は年間約310億ユーロ～440億ユーロである。

g)電力料金(表17参照)

全てのシナリオで電力料金は増加するが、脱炭素化シナリオでは2030年から2050年にかけては再生可能エネルギー高シナリオを除いて若干減少する。

最も増加するのは、電力設備投資額と送電設備投資額が全てのシナリオの中で最も多い再生可能エネルギー高シナリオで、2005年の平均電力料金109.3ユーロ/MWh(1ユーロ110円換算で12.0円/kWh)に比べて2050年では1.82倍の198.9ユーロ/MWh(21.9円/kWh)になる。

2050年において電力料金が安いのは、エネルギー効率高シナリオと供給技術分散化シナリオで、平均電力料金は各々146.7ユーロ/MWh(16.1円/kWh)と146.2ユーロ/MWh(16.1円/kWh)で2005年の約1.34倍である。

表17 電力料金 (ユーロ/MWh)

	2005年	基準シナリオ		CPIシナリオ		エネルギー効率高シナリオ	
		2030年	2050年	2030年	2050年	2030年	2050年
産業	74.7	107.0	104.2	105.4	102.4	106.8	110.5
家庭	140.7	207.2	201.3	211.7	212.3	206.4	195.3
サービス	131.3	173.1	166.3	173.9	172.7	168.9	161.5
平均	109.3	154.8	151.1	156.0	156.9	154.4	146.7

	供給技術分散化シナリオ		再生可能エネルギー高シナリオ		CCS遅延シナリオ		原子力低シナリオ	
	2030年	2050年	2030年	2050年	2030年	2050年	2030年	2050年
産業	111.2	108.8	112.6	134.9	111.7	114.1	118.8	119.2
家庭	208.0	194.5	215.6	285.6	209.1	200.9	218.4	208.3
サービス	171.8	159.8	176.9	223.8	172.8	165.4	180.9	171.6
平均	159.6	146.2	164.4	198.9	160.4	151.9	168.2	157.2

(2008年ユーロ価値)

⑤輸送分野

輸送分野のエネルギー消費量は 2005 年の 362Mtoe に比べて 2030 年頃から大きく減少し始め 2050 年では 35%~37%減少している。乗用車のプラグインハイブリッド車と電気自動車の大幅な導入によるものである

乗用車と軽自動車のエネルギー消費に占める電力の割合は脱炭素化シナリオで約 65%、バイオ燃料の利用は航空機では 40%より少し少なく長距離貨物トラックでは 41%と利用率が拡大し、その結果、エネルギー消費に占める再生可能エネルギーの割合は、2005 年が 1.4%であったのに対して 2050 年では脱炭素化シナリオで 62%~73%と大幅に増加している。

⑥エネルギーの輸入依存率(表 18 及び表 19 参照)

基準シナリオ及び CPI シナリオでは 2005 年に比べてエネルギーの輸入依存率は若干増加するが、脱炭素化シナリオでは再生可能エネルギーの大幅な利用増加により 2005 年の 53.9%から 2050 年では 35.1%~45.1%と大幅に減少し、エネルギー供給保障リスクが低減する。

表 18 エネルギーの輸入依存率 (%)

	2009 年	2030 年	2050 年
基準シナリオ	53.9	56.4	57.6
CPI シナリオ		57.5	58.0
エネルギー効率高シナリオ		56.1	39.7
供給技術分散化シナリオ		55.2	39.7
再生可能エネルギー高シナリオ		55.3	35.1
CCS 遅延シナリオ		54.9	38.8
原子力低シナリオ		57.5	45.1

化石燃料の輸入額については、脱炭素化シナリオで、2005 年の 2691 億ユーロから 2030 年では約 35%~42%増加するが、2050 では 1542 億ユーロ~1864 億ユーロと 31%~43%低減し、基準シナリオと CPI シナリオより 5180 億ユーロから 5500 億ユーロ節約しており、この節約は脱炭素化シナリオの大きなメリットであり、エネルギーシステム全体コストに大きな影響を与える。

表 19 化石燃料輸入額

(億ユーロ)

	2005 年	2030 年	2050 年
基準シナリオ	2691	5492(104%)	7522(180%)
CPI シナリオ		5319(98%)	7042(162%)
エネルギー効率高シナリオ		3645(35%)	1657(-38%)
供給技術分散化シナリオ		3790(41%)	1801(-33%)
再生可能エネルギー高シナリオ		3748(39%)	1542(-43%)
CCS 遅延シナリオ		3770(40%)	1804(-33%)
原子力低シナリオ		3820(42%)	1864(-31%)

(2008 年ユーロ価値)

⑦ ETS 排出権価格(表 20 参照)

ETS 排出権価格は、脱炭素化シナリオでは、2030 年までは現状レベルから穏やかに上昇し、最後の 20 年間では大幅に上昇し、低炭素技術やエネルギー効率改善の促進を支援している。(2012 年 4 月では約 7 ユーロ/tCO₂)

表 20 ETS 排出権価格

(ユーロ/tCO₂)

	2020 年	2030 年	2040 年	2050 年
基準シナリオ	18	40	52	50
CPI シナリオ	15	32	49	51
エネルギー効率高シナリオ	15	25	87	234
供給技術分散化シナリオ	25	52	95	265
再生可能エネルギー高シナリオ	25	35	92	285
CCS 遅延シナリオ	25	55	190	270
原子力低シナリオ	20	63	100	310

(2008 年ユーロ価値)

⑧エネルギーシステム全体コスト(表 21 参照)

エネルギーシステム全体コストの 2011 年から 2050 年までの累積コストの年間平均額については、CCS 遅延シナリオと供給技術分散化シナリオが最も少なく 2.525 兆ユーロと 2.535 兆ユーロ(原子力発電の割合が多いシナリオ)で、最もコストが高いのが、エネルギー効率高シナリオで 2.619 兆ユーロである。エネルギー効率高シナリオが高い理由は、エネルギー効率改善のための設備投資(プラグインハイブリッド車、電気自動車、住居及びビルの断熱のための改修など)が影響している。

2050 年における CO2 排出量が 1990 年レベルで約 40%減の排出量までしか削減できない基準シナリオ及び CPI シナリオに対して、脱炭素化シナリオでは同程度のコストで 85%減の排出量まで低減できることになる。

エネルギーシステム全体コストの 2011 年～2050 年までの累積額は約 100 兆ユーロで同期間の GDP 累積額に対して約 14%を占める。

表 21 2011 年から 2050 年までの年間平均エネルギーシステムコスト(億ユーロ)

	基準シナリオ	CPI シナリオ	エネルギー効率高シナリオ	供給技術分散化シナリオ	再生可能エネルギー高シナリオ	CCS 遅延シナリオ	原子力低シナリオ
資本コスト	9550	9950	11150	11000	10890	10940	11040
燃料費	16220	16110	12200	12950	13550	12970	13110
直接的な効率改善費	280	360	2950	1600	1640	1610	1610
合計	25820	26190	26150	25350	25900	25250	25520

(2008 年ユーロ価値)

⑨家庭におけるエネルギー関連支出(表 22 参照)

家庭におけるエネルギー関連支出と支出総額に占めるその割合は共に増加する。冷暖房、照明、家電などのエネルギー関連の支出(設備・機器の購入費、電気料金、燃料費、断熱改善のための改修費などを含む)は、現在の 2000 ユーロ/年から 2050 年には基準シナリオで 3800 ユーロ/年、CPI シナリオで 3900 ユーロ/年と約 2 倍になり、さらに脱炭素化シナリオでは、エネルギー効率高シナリオで 4800 ユーロ/年、再生可能エネルギー高シナリオで 4900 ユーロ/年、その他のシナリオでも約 4500 ユーロに達する。この増加の原因は燃料費と電気料金の上昇、エネルギー効率改善のための直接投資などによる。

2050年における一人当たりの収入は現在の2倍になるが、高齢化と生活スタイルの変化で一家庭当たりの人数は少なくなり、この支出の増加は平均的な家庭では許容できるが、弱者の消費者に対しては公的な特別支援が必要かもしれないとしている。

バス、電車などの運賃、自家用車の購入とその運転維持費(燃料費、電気代、点検費など)などの輸送関係の家庭の支出は、2050年で基準シナリオとCPIシナリオでは各々3900ユーロ/年と4100ユーロ/年で現在の約3倍である。脱炭素化シナリオでは、基準シナリオ及びCPIシナリオより少ないが、最も少ない供給技術分散化シナリオとCCS遅延シナリオで約10%程度少ないだけで、基準シナリオ及びCPIシナリオ同様に大幅に増加する。この増加の理由は、燃料費及び電気代の上昇と購入価格が高いプラグインハイブリッド車や電気自動車の購入による。

上記の二種類のエネルギー関連支出を合わせた支出は、2005年では家庭の支出の9.9%を占めていたが、2050年では基準シナリオで14.6%、CPIシナリオで15.1%、脱炭素化シナリオでは15.1%~16.4%と1.5倍から1.7倍に増加する。

表 22 家庭支出に占めるエネルギー関係費の割合 (%)

	2005年	2030年	2050年
基準シナリオ	9.9	15.9	14.6
CPIシナリオ		16.1	15.1
エネルギー効率高シナリオ		16.5	16.1
供給技術分散化シナリオ		15.9	15.4
再生可能エネルギー高シナリオ		15.8	16.4
CCS遅延シナリオ		15.9	15.1
原子力低シナリオ		16.1	15.5

(5)シナリオ解析結果の共通要素

報告書において、脱炭素化シナリオ解析結果の中から共通要素として挙げたものの概要を以下に示す。

・総合的な取り組みが必要。例えば、暖房と輸送の脱炭素化は脱炭素化電力の利用に大きく依存するが、脱炭素化電力は、大幅な送電設備の拡大とスマート化はもちろん発電設備への投資に依存する。

- ・電力は脱炭素化シナリオにおいて主要な役割を担い、2050年における最終エネルギー消費に占める割合は現在の約2倍の36%~39%を占める。2050年に脱炭素化を達成するためには、完全炭素フリーの電力部門と2030年までに60%のCO₂削減が必要である。
- ・全ての脱炭素化シナリオでエネルギー効率の改善が起こる。2050年におけるエネルギー強度(GDP当たりのエネルギー)は2005年に比べて約70%減を必要とする。年間当たりのエネルギー強度の改善率は2.5%/年である。
- ・再生可能エネルギーの割合は全ての脱炭素化シナリオで大幅に増加し、2050年において少なくとも最終エネルギー消費の55%を達成し、現在のレベルから45%増加する。(再生可能エネルギー高シナリオでは75%)
- ・エネルギー効率の改善だけではなく再生可能エネルギーの利用の拡大には電力貯蔵を含み近代的で信頼性がありかつ高度な基盤設備を必要とする。
- ・原子力は、受け入れられるメンバー国では脱炭素化において重要な役割を持つ。特にCCS技術の展開が遅れた場合は。
- ・CCS技術は、ほとんどのシナリオで脱炭素化に向けて著しい貢献をする。特に、原子力への投資と展開に問題がある場合は。CCS技術を開発することは、エネルギー効率の改善、再生可能エネルギー導入及び原子力発電の展開がより少ない場合や迅速でない場合の保険になりえる。
- ・全てのシナリオは高い燃料支出や運転費支出から高い資本費支出への移行を示している。
- ・脱炭素化社会へのコスト効率が高く長期間にわたる移行には2030年までの実質的な変化が重要である。行動を早期に開始し、投資サイクルと並行してエネルギーシステムの再構築を行い中程度の炭素排出技術を封じるだけでなく行き詰る投資を避ければ、経済的なコストで対処できる。
- ・脱炭素化シナリオで示されたコスト節約をとまなうより低い燃料購入コストを仮定すれば、脱炭素化のコストは低くなる。
- ・コストは分野ごとで異なる。家庭は、家電製品、自動車、断熱性能に関する直接的なエネルギー効率改善の支出がより多く、最も大きなコスト増を被る。
- ・EUの石油、天然ガス、石炭の輸入代金は脱炭素化において大幅に低下する。原因は輸入量の低下と地球規模の気候変動政策による需要の大幅な減少による価格の低下である。

(6) 将来政策策定への含み

今回の解析等から将来の政策策定に当たって以下のような考慮すべき項目が示されている。

- ・EU経済の競争力を維持しながら脱炭素化を成功させることは可能である。地球規

模での気候変動対策への行動がなければ炭素の排出は問題となり、エネルギー多消費産業の競争力を維持するためには適切な手段が必要となる。

- ・脱炭素化のための投資には予見性のある安定した政策と規制の枠組みが必要である。2020年までの政策枠組み(Energy 2020 など)があるとしても、長期間にわたる脱炭素化のための投資に確実性を与える確かな決定を導くよう2020年から2030年までの政策についての議論を始めるべきである。

- ・脱炭素化のための基盤設備の建設には適切な規制と公的基金(ETS のオークションによる収入など)による支援が必要である。

- ・エネルギー効率の改善を実現するためには目標を定めた支援政策とより多くの消費者の選択を支援する公的基金が非常に必要である。

- ・低炭素技術のコスト低減のために研究開発に強力な支援を行うべきである。

- ・国民が、低炭素技術とその基盤設備を受入れ、さらに進んで暗黙の変化を受入れるとともに高コストに耐えることについて相応の配慮をするべきである。これには初期段階での国民と民間企業への関与が必要である。

- ・家庭がコストの大部分を負担するような場合は、導入初期に社会政策を検討する必要があるかもしれない。弱者には支出の増加に対処するための等別な支援が必要かもしれない。加えて、脱炭素経済への移行には、ことによると困難な適応期間でより高度な熟練した労働へ転換することをともなうかもしれない。

- ・将来は誰も予言できない。そこで、コスト効率良く取り組むためには柔軟性を確保しておくことが重要である。しかし、技術革新と投資を必要とする工程を始めるためにはこの段階で既に確かな決断が必要である。投資家はまとめられた政策と規則のリスクから合理的な範囲での確実性を要求する。

- ・率先して域外との関係強化に取り組むべきであり、特にエネルギー供給者に関しては、そして、脱炭素化の移行期間内で、化石燃料の輸出収入並びに必要な生産及びエネルギー輸送の投資に関して地球規模での脱炭素化と関連がある場合は初期段階で。それに協力の新しい分野には再生可能エネルギーの供給と技術開発が含まれる。

3)あとなぎ

エネルギーロードマップ 2050 のシナリオ解析結果は、あくまでもモデル計算で、全ての政策が機能し、EU 内の企業も住民もエネルギーシステムの転換を受入れとの想定のもとに導きだされたエネルギー関連分野の 2050 年までの脱炭素化への道のりであり、仮想的なものである。

しかし、“シナリオ解析結果の共通要素”と“将来政策策定へ含み”で書かれていることは、先進国が脱炭素化のためのエネルギーシステムの転換を図るための政策検討を行う上でその進路を指示していると思われる。

まず、2050年までに脱炭素化を図るためには、再生可能エネルギー、原子力発電、CCS火力発電などの低炭素エネルギー技術を導入しただけでは不十分で、現在のエネルギー消費量を大幅に削減する必要があること。エネルギー消費量削減の方策としては、EUの場合は、住居やビルの断熱性能の改善、ヒートポンプ式空調設備の導入、省エネ家電の利用、プラグインハイブリッド車や電気自動車の導入、石炭火力発電や原子力発電から天然ガスコンバインドサイクル発電、熱電併給発電（コージェネレーション）及び再生可能エネルギー発電への転換などで、産業分野、家庭、3次産業、輸送分野の全分野で約15%～50%の削減をしており、これ等は我が国を含めた先進国はもちろん、発展途上国でも適用できる方策である。

エネルギー供給保障の観点からは、EUよりも輸入エネルギー依存度が高い我が国にとっては風力や太陽光などの再生可能エネルギーの割合を高めることはエネルギー供給保障の脆弱性を低減する方策として取り組むべき政策である。ただし、このためには、再生可能エネルギー発電設備（風力発電設備、太陽光発電設備など）の建設はもちろん、間欠発電に備えた事前の送電設備（高圧送電網、スマートグリッドを含む配電網、電力貯蔵設備）の整備と投資資金が必要となる。

その他、参考にすべき項目はありますが、この解析結果が示唆する最も重要なことは、どのようなエネルギーミックスを目指すにしろ脱炭素化のためのエネルギーシステムへの移行には40年の期間と莫大な投資が必要であるとの結果です。当然電気料金は値上がりし、その他エネルギー関連の支出が増えることに国民と企業が理解を示し、そのような政策を受入れることが必要になる。

EU同様、長期にわたるエネルギー政策を策定し、国民の同意を得て、エネルギー基盤設備の整備に早急に取り掛かかる準備を始める時期に来ていると思われる。

参考資料

- 1) “EU action against climate change”, European Commission
http://ec.europa.eu/climateaction/eu_action/index_en.htm
- 2) “Energy 2020 -A strategy for competitive, sustainable and secure energy-”, European Commission, October 11, 2010
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:0639:FIN:EN:PDF>
- 3) “A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050 ”,

European Commission, August 3, 2011

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0112:FIN:EN:PDF>

- 4) “ Impact Assessment - A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050- ”, European Commission, August 3, 2011
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=SEC:2011:0288:FIN:EN:PDF>
- 5) “Energy Roadmap 2050: a secure, competitive and low-carbon energy sector is possible ”, European Commission, December 15, 2011
<http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/11/1543&format=HTML&aged=0&language=en&guiLanguage=en>
- 6) “Energy Roadmap 2050 ”, European Commission, 2011
http://ec.europa.eu/energy/energy2020/roadmap/doc/com_2011_8852_en.pdf
- 7) “Impact Assessment part 1 –Energy Roadmap 2050- ”, European Commission, 2011
http://ec.europa.eu/energy/energy2020/roadmap/doc/sec_2011_1565_part1.pdf
- 8) “Impact Assessment part 2 –Energy Roadmap 2050- ”, European Commission, 2011
http://ec.europa.eu/energy/energy2020/roadmap/doc/sec_2011_1565_part2.pdf
- 9) “2009 Ageing Report: Economic and budgetary projections for the EU-27 Member States (2008-2060) ”, European Commission, 2009
http://ec.europa.eu/economy_finance/publications/publication14992_en.pdf