

## サマリー

# 海外文献紹介 : Annual Energy Outlook 2010

(米国エネルギー情報局)

戦略・産業ユニット 研究員 小谷 洋平

米国エネルギー情報局 (Energy Information Administration、以下 EIA と略記) は、2010年5月11日に2035年までの国内エネルギー需給および価格見通しについてまとめた報告書「Annual Energy Outlook 2010」(以下「AEO2010」)を公表した。

AEO2010は、「序文」「概要」「法律と規制」「注目ポイント」「市況動向」「他の予測との比較」等で構成されており、国内のエネルギー需給について基準ケースとして分析するとともに経済高成長/低成長ケースやエネルギー価格高/低ケース、技術革新ケースも比較検討している。

本稿では先ず、AEO2010と前年に発表されたAEO2009を比較したが、両者では次のような特徴が見られる。

- ・ AEO2009では2030年までの需給見通しであったものが、AEO2010の対象期間は2035年まで延長。
- ・ 2018年から2030年にかけてのGDP年平均成長率を、2.6%から2.7%へ0.1%上方修正。
- ・ 原子力発電所の操業期間の見直し。  
AEO2009では、運転開始から40年間の運転許可に加えてライセンス更新による20年の延長で、合計60年間で運転終了としていた。このルールに則れば2029-35年の間に発電容量の3分の1が廃止となるが、「2035年までは廃止せずに運転を継続する」ものとして前提を変更。
- ・ 2030年時点での原油価格の見通しを\$133.29/bblから\$123.5/bblに下方修正。

次いで部門別(家庭・業務・産業・運輸)の需要見通し、エネルギー源別の見通し(電力・ガス・石油・石炭)を整理した。最後に、EIAが考える今年の注目ポイントの中から、特に世界の石油価格と生産動向ならびに原子力発電所の運転期間延長について概要を紹介した。

お問い合わせ先: [report@tky.ieej.or.jp](mailto:report@tky.ieej.or.jp)

## 海外文献紹介 : Annual Energy Outlook 2010

(米国エネルギー情報局)

戦略・産業ユニット 研究員 小谷 洋平

### 1. はじめに

米国エネルギー情報局 (Energy Information Administration、以下 EIA と略記) は、2010年5月11日に2035年までの国内エネルギー需給および価格見通しについてまとめた報告書「Annual Energy Outlook 2010」(以下「AEO2010」)を発表した。

AEO2010は、「序文」「概要」「法律と規制」「注目ポイント」「市況動向」「他の予測との比較」等で構成されており、国内のエネルギー需給について基準ケースとして分析するとともに経済高成長/低成長ケースやエネルギー価格高/低ケース、技術革新ケースも比較検討している。

以下、本稿では、先ず AEO2010 と AEO2009 の比較を行い、次いで部門別 (家庭・業務・産業・運輸) の需要見通し、エネルギー源別の見通し (電力・ガス・石油<sup>1</sup>・石炭) を紹介する。最後に、EIA が考える今年の注目ポイントの中から、特に世界の石油価格と生産動向ならびに原子力発電所の運転期間延長について概要を紹介する。

なお、AEO2010 の詳細については、EIA のホームページから全文の入手が可能であるため、そちらをご参照戴きたい<sup>2</sup>。

### 2. AEO2009 との比較

AEO2010 と前年に発表された AEO2009 を比較すると、以下のような特徴が見られる。

- ・ AEO2009 では 2030 年までの需給見通しであったものが、AEO2010 の対象期間は 2035 年まで延長。
- ・ 2018 年から 2030 年にかけての GDP 成長率を、2.6% から 2.7% へ 0.1% 上方修正。(表 1)
- ・ 原子力発電所の操業期間の見直し。

AEO2009 では、運転開始から 40 年間の運転許可に加えてライセンス更新による 20

<sup>1</sup> 原文は「Liquids」

<sup>2</sup> AEO2010 アクセス先 (<http://www.eia.doe.gov/oiaf/aeo/index.html>)

年の延長で、合計60年間で運転終了としていた。このルールに則れば2029-35年の間に発電容量の3分の1が廃止となるが、「2035年までは廃止せずに運転を継続する」ものとして前提を変更。

- ・ 原油価格の見通しを、AEO2010では下方修正。(表2)

表. 1 GDP年平均成長率の比較

	2008-2018年	2018-2030年	2030-2035年
AEO2009	2.2%	2.6%	—
AEO2010	2.2%	2.7%	2.4%

(出所) AEO2010 P. 86より筆者作成

表. 2 原油価格の比較(\$/bbl)

	2015年	2020年	2025年	2030年	2035年
AEO2009	112.91	117.99	124.62	133.29	—
AEO2010	94.52	108.28	115.09	123.5	133.22

(出所) AEO2010 P. 86より筆者作成

### 3. 部門別エネルギー需要見通し

AEO2010において、米国における一次エネルギー消費量(発電用燃料を含む)は、人口増加(年率0.9%)に伴い2008年から2035年にかけて年率0.5%で微増し続け、1.21億TJ(114,510兆Btu)に達すると予測されている。

図. 1 米国最終消費部門別の一次エネルギー消費量

Figure 40. Primary energy use by end-use sector, 2008-2035 (quadrillion Btu)



(出所) AEO2010 P. 56

### 3-1. 家庭部門

家庭部門の一人当たりエネルギー消費量は、2008年を基準とした場合、標準ケースでは2035年時点で16%減少すると見られている。減少要因の一つとして、米国の人口が寒冷地から温暖な地域にシフトすることにより、部分的には冷房用で相殺されるものの、暖房用燃料の需要が減少することが挙げられている。

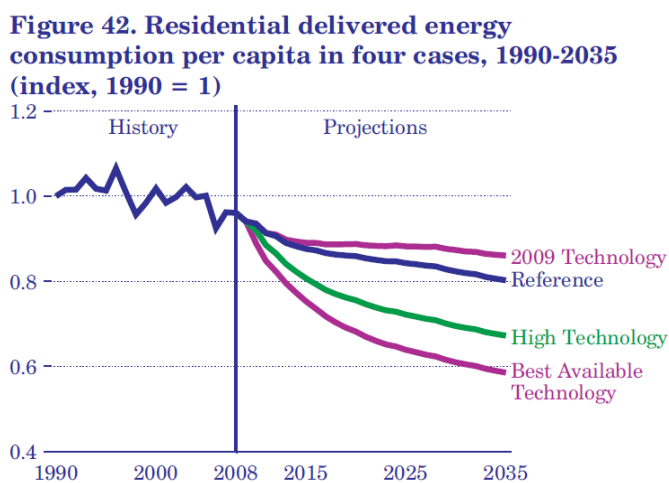
一方で、AEO2010の標準ケースにおける家庭部門のエネルギー消費量は、2008年の0.23億TJ（21.540兆Btu）から2035年には0.25億TJ（23,920兆Btu）と年率0.4%の微増が続くと想定している。これは、エネルギー効率の改善は進むものの、それを上回るペースで人口が増加（2008年：305百万人→2035年：391百万人）するためである。

表. 3 家庭部門のエネルギー別消費量の推移（単位：千兆Btu）

	2008年	2015年	2020年	2025年	2030年	2035年	年率(%)
石油	1.18	1.04	0.97	0.92	0.88	0.85	-1.2
天然ガス	5.01	4.85	4.97	5.04	5.03	5.01	0.0
石炭	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	-1.3
再生可能エネルギー	0.45	0.40	0.42	0.42	0.42	0.43	-0.1
電力	4.71	4.78	5.02	5.30	5.58	5.83	0.8
小計	11.34	11.07	11.38	11.69	11.93	12.12	0.2
電力関連ロス	10.20	10.24	10.65	11.08	11.45	11.79	0.5
合計	21.54	21.31	22.03	22.76	23.38	23.92	0.4

（出所）AEO2010 P. 109より 筆者作成

図. 2 一人当たりの家庭用エネルギー消費の推移



（出所）AEO2010 P. 57

参考) 需給見通しのシナリオ設定

- **2009 Technology**  
利用可能な技術や製品の効率等が 2009 年以降進展しない、との前提に基づき試算したシナリオ。
- **Reference (標準ケース)**  
2008 年から 35 年にかけての経済成長率を年率 2.4%として、技術的な進展や人口統計データを基に試算した基準線となるシナリオ。政策や規制は現時点での状況を踏襲。
- **High Technology**  
標準ケースと比較して、新技術導入の早期実現、低コスト化、高効率化等が進展するものとして試算したシナリオ。
- **Best Available Technology**  
政府による規制が強化され、最高効率の製品や技術に限り導入されることを前提に算定されたシナリオ。

### 3-2. 業務部門

期間内で最大の伸びを示すのが業務部門（年率 1.0%）で、2008 年実績の一次エネルギー消費シェアは最小であるが、2035 年には住宅部門を上回る見通しである。これは、エネルギー効率の改善を、業務用延床面積の拡大（同 1.3%）が上回ることに起因し、一次エネルギー消費量は 2008 年の 0.20 億 TJ (18,580 兆 Btu) から 0.26 億 TJ (24,300 兆 Btu) に増加すると見ている。

最も大きい伸び率（年率 1.3%）を達成すると見られるのが電力で、電力関連ロスを除いたエネルギー消費量では、2008 年の 54%から、2035 年には 59%を占める。これは、インターネットの普及やデータ伝送量が増加するにつれて、データ処理に必要なサーバコンピュータ等が増加することに起因する。

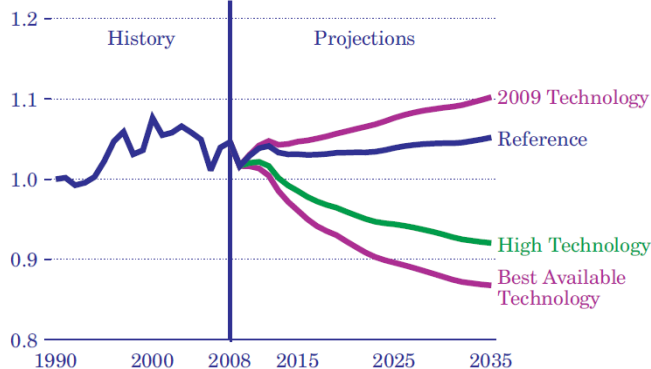
表. 4 業務部門のエネルギー別消費量の推移（単位：千兆 Btu）

	2008年	2015年	2020年	2025年	2030年	2035年	年率(%)
石油	0.58	0.55	0.53	0.53	0.52	0.52	-0.4
天然ガス	3.21	3.32	3.43	3.55	3.66	3.79	0.6
石炭	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.0
再生可能エネルギー	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.0
電力	4.61	5.00	5.37	5.76	6.16	6.55	1.3
小計	8.58	9.04	9.50	10.00	10.51	11.04	0.9
電力関連ロス	10.00	10.72	11.39	12.03	12.63	13.27	1.1
合計	18.58	19.77	20.89	22.03	23.14	24.30	1.0

(出所) AE02010 P. 109 より 筆者作成

図. 3 一人当たりの業務用エネルギー消費の推移

Figure 46. Commercial delivered energy consumption per capita in four cases, 1990-2035 (index, 1990 = 1)



(出所) AE02010 P. 59

### 3-3. 産業部門

電力関連ロスを除いた産業部門のエネルギー消費量は、2008年の0.34億TJ(32,070兆Btu)から0.36億TJ(33,720兆Btu)に達する見込みであり、電子機器などの製品出荷量が2008年から2035年にかけて44%増加するにもかかわらず消費量は8%の伸びにとどまると見ている。これは、国際競争の激化や国内需要の減少などにより、鉄鋼や紙・パルプ、化学といったエネルギー集約型産業が、低成長または減退していくのに対し、コンピュータや電子機器といった高付加価値産業へのシフトが進むためである。

表. 5 産業部門のエネルギー別消費量の推移 (単位: 千兆Btu)

	2008年	2015年	2020年	2025年	2030年	2035年	年率(%)
石油	8.99	9.04	9.01	8.87	8.82	8.70	-0.1
天然ガス	8.16	8.19	8.35	8.37	8.20	8.20	0.0
石炭	1.79	1.76	1.88	1.92	1.96	1.95	0.3
バイオ燃料	1.03	0.77	1.02	1.49	1.9	2.56	3.4
再生可能エネルギー	1.50	1.59	1.69	1.74	1.79	1.83	0.7
電力	3.35	3.40	3.51	3.49	3.47	3.47	0.1
小計	24.81	24.76	25.45	25.88	26.14	26.70	0.3
電力関連ロス	7.26	7.29	7.45	7.29	7.12	7.01	-0.1
合計	32.07	32.05	32.90	33.18	33.26	33.72	0.2

(出所) AE02010 P. 109より 筆者作成

### 3-4. 運輸部門

運輸部門については、全体では年率0.6%のペースで増加し、2008年の0.29億TJ(27,900

兆 Btu) から 2035 年には 0.34 億 TJ (32,580 兆 Btu) まで増加すると見ている。1980 年から 2008 年までは年率 1.3% で消費量が増加してきたことと比べると、運輸部門のエネルギー消費増加率は半分以下に鈍化する。これは、乗用車の燃費改善などに起因するものである。

1970 年代以降、新車販売市場でピックアップトラックや SUV といった小型トラックのシェアの上昇が技術的な燃費改善を相殺し、米国の乗用車の平均燃費は、原油価格が高騰した 2007 年ごろまで好転しなかった。2007 年に発効されたエネルギー独立・安全保障法<sup>3</sup>により、メーカー別に義務付けられた自動車の平均燃費が 2011 年以降徐々に強化され、2020 年時点で 35 マイル/ガロン (≒14.9 km/l) まで引き上げられることになり、2008 年実績との比較で約 40% の燃費改善となる。

表. 6 運輸部門のエネルギー別消費量の推移 (単位: 千兆 Btu)

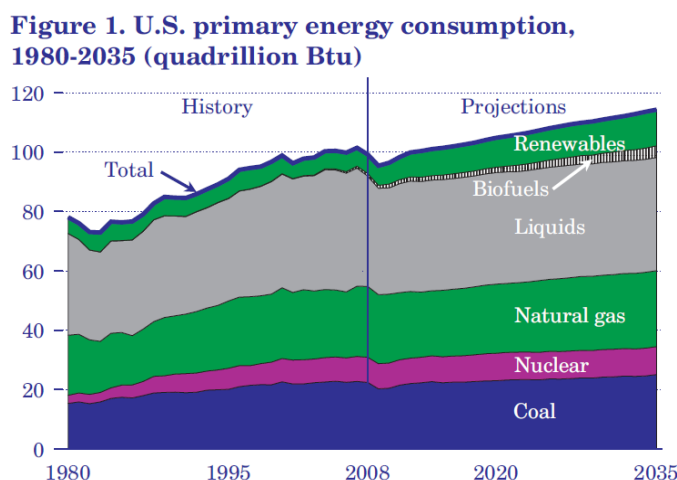
	2008 年	2015 年	2020 年	2025 年	2030 年	2035 年	年率
石油	27.14	27.73	28.38	29.34	30.37	31.47	0.5
天然ガス	0.68	0.66	0.71	0.83	0.89	0.93	1.2
電力	0.02	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	4.2
小計	27.85	28.42	29.12	30.21	31.30	32.46	0.6
電力関連ロス	0.05	0.05	0.06	0.08	0.09	0.11	3.2
合計	27.90	28.48	29.18	30.29	31.40	32.58	0.6

(出所) AE02010 P.110 より 筆者作成

#### 4. エネルギー源別需要見通し

2035 年のエネルギー消費量は、2008 年の 14% 増となる。特徴としては、再生可能エネルギーの増加、石油供給の輸入依存度の低下、シェールガス生産の増加などを挙げられる。また、2035 年においても化石燃料は最大の一次エネルギー消費シェアを占めるが、比率は 2008 年時点の 84% から 78% に低下すると予想されている。

図. 4 米国一次エネルギー消費



(出所) AE02010 P. 2

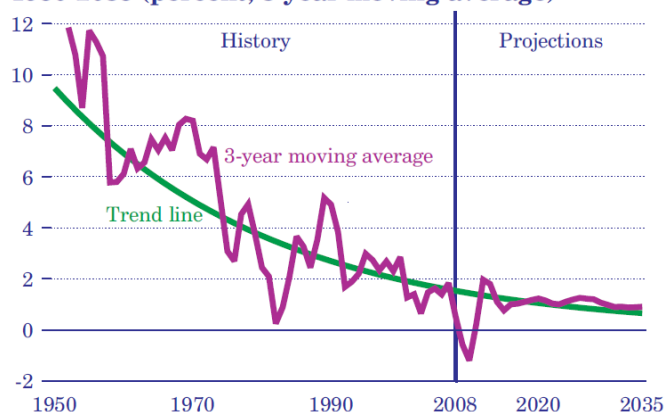
<sup>3</sup> Energy Independence and Security Act of 2007 (EISA 2007)

#### 4-1. 電力

電力需要は、人口増加および経済成長を反映して増加を続け、2008年から2035年にかけて、3.9兆kWhから30%増の5.0兆kWh（年率1.0%）となる。とりわけ、サービス業が牽引する業務部門の成長率は最大となり、42%の増加となる見通しである。また、家庭部門については、人口の増加・可処分所得の増加・寒冷地から温暖な地域への人口移動に伴う冷房需要の増加などにより、24%の増加となる。産業部門の電力需要は、エネルギー効率の向上やエネルギー集約型産業の低成長により、3%の伸びとなる。運輸部門では、PHEV<sup>4</sup>の普及が2035年時点では不十分であり、仮に導入されたとしても、電力需要の伸び率への貢献割合は、百万台につき0.1%増にとどまると見ている。

図. 5 米国電力需要の伸び率の推移（1950—2035年：3ヵ年移動平均）

Figure 59. U.S. electricity demand growth, 1950-2035 (percent, 3-year moving average)



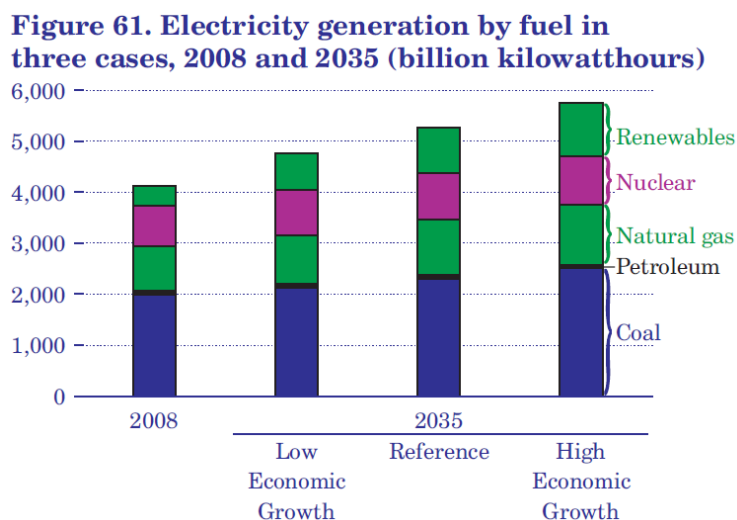
(出所) AEO2010 P. 65

AEO2010の標準ケースに基づくエネルギー源別の発電電力量は、2008年に48%を占めている石炭火力が、新規の発電所建設が鈍化するものの、2035年時点でも44%と最大シェアを維持する。天然ガス火力については、2009年のガス価格下落により、一時的にシェアが増加したものの、中長期的には石炭よりも相対的に高コストとなることから、2035年では21%を維持するにとどまる。再生可能エネルギーのシェアは、2008年の9%から2035年には17%まで急拡大する。原子力による発電電力量は、2035年にかけて11%まで上昇するものの、シェア自体は2008年の20%から17%まで低下する見通しである。

<sup>4</sup> Plug-in Hybrid Electric Vehicle (プラグインハイブリッド車) の略で、家庭用コンセント等からバッテリーに充電し、モーターによる走行が可能である一方、長距離走行やバッテリー不足時には、ガソリンエンジンで稼動する。



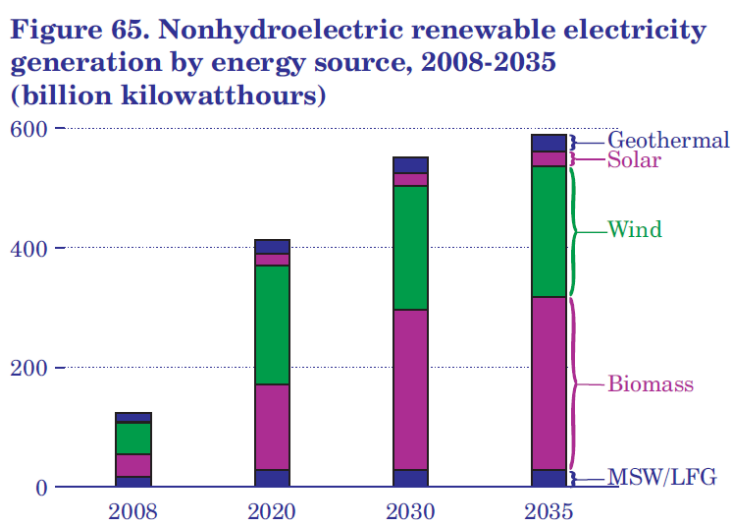
図. 6 発電電力量のエネルギー源別内訳



(出所) AEO2010 P. 66

AEO2010 では、発電分野における水力を除いた再生可能エネルギーの使用は急速に増加し、2008年から2035年までの発電電力量の増分のうち41%を占めると見ており、その大半が風力およびバイオマスによるものである。風力の総発電電力量に占める割合は、2008年の1.3%から2035年には4.1%まで拡大する。既設石炭火力での混焼発電の増加などにより、バイオマスも同様に0.9%から5.5%に大きく増加する見通しである。

図. 7 水力を除いた再生可能エネルギー発電電力量の増分内訳

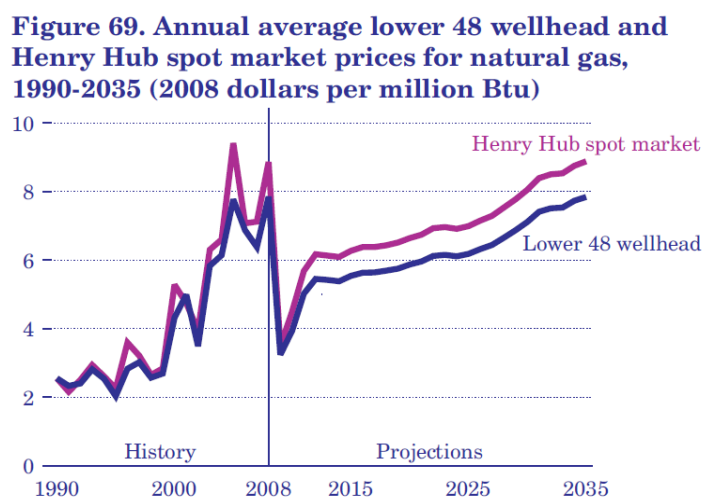


(出所) AEO2010 P. 68

## 4-2. 天然ガス

米国における天然ガス需要は、2008年から2035年にかけて年率0.2%のペースで増加すると見られている。AEO2010では、シェールガス開発の進展度合など不確定要素はあるものの、需要の増加に合わせて、より高コストのソースから供給が増加することにより、天然ガス価格は上昇が続くと想定している。

図. 8 米国天然ガス価格の推移

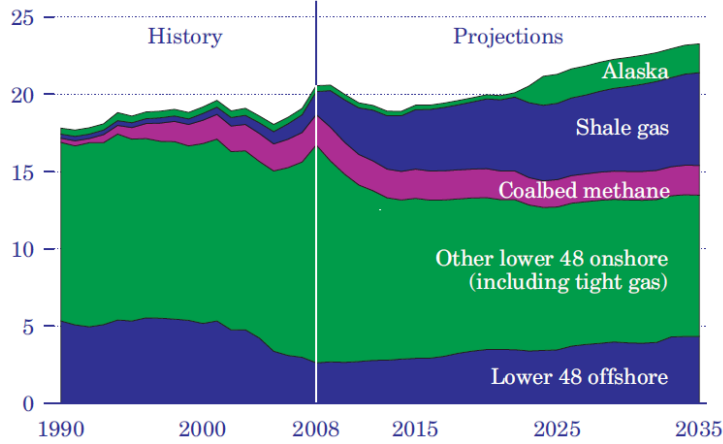


(出所) AEO2010 P. 70

天然ガス生産は、主としてシェールガスやメキシコ湾岸などの深海ガス田、また2023年に完工予定のアラスカからのパイプライン供給などにより増加する。シェールガスとコールベッドメタンガスを合わせた生産量は2008年から2035年にかけて倍増し、天然ガスの総生産量の34%にのぼると見ている。コールベッドメタンガスの生産量に大きな変動が見られないのに対し、シェールガスは、水平掘削技術や水圧破碎技術などの進展により、回収率の向上や生産コストの低下が進み、天然ガス生産量の増加に大きく貢献すると見ている。

図. 9 ソース別天然ガス生産量の推移

Figure 73. Natural gas production by source, 1990-2035 (trillion cubic feet)

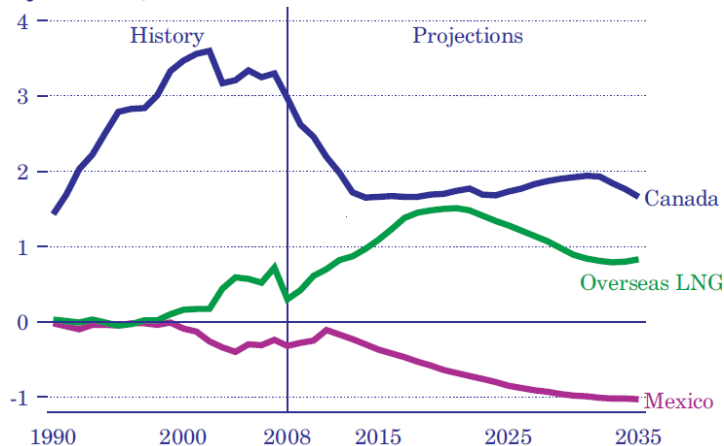


(出所) AE02010 P. 72

天然ガス供給のうち純輸入が占める比率は、2008年の13%から2035年には6%まで低下する。純輸入量の減少は、カナダからの輸入減および国内生産量の増加などに因る。カナダからの輸入は、シェールガスの生産増などにより、2014年にかけて急速に減少すると見られているが、以降は476億～532億 $m^3$  (1.7～1.9兆 $ft^3$ )で安定的に推移する。LNG輸入量は、輸出国で新規液化設備が建設される中、米国が余剰LNGの吸収役を担うことから、2021年には420億 $m^3$  (1.5兆 $ft^3$ )まで増加する。その後、他の輸入国でのLNG需要が増加するにつれて、米国のLNG輸入量は減少していくと想定している。これは米国が国内に豊富な天然ガス資源を有するのに対して、米国以外のLNG輸入国は、LNGに代わる経済的な資源をほとんど持たないためである。

図. 10 天然ガス純輸入量の推移

Figure 77. U.S. net imports of natural gas by source, 1990-2035 (trillion cubic feet)

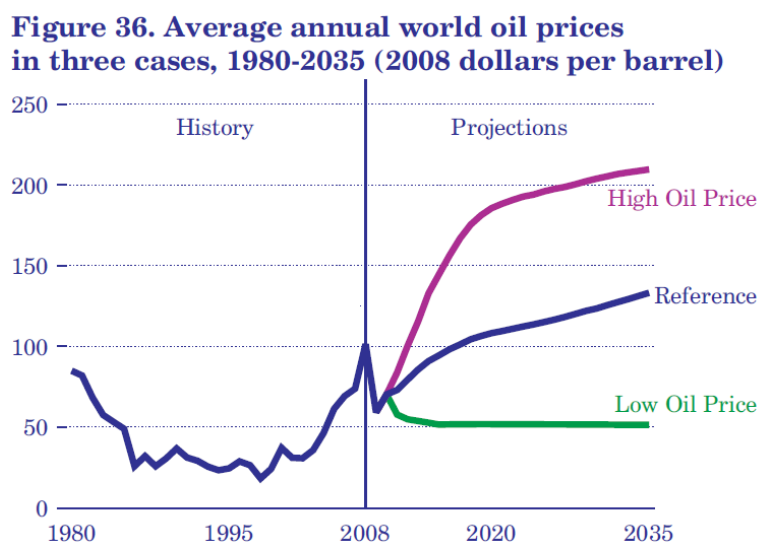


(出所) AE02010 P. 74

### 4-3. 石油

AEO2010の標準ケースでは、原油価格は2010年以降、年々上昇を続け、2035年時点では133.22 \$/bblを想定している。

図. 11 原油価格の推移



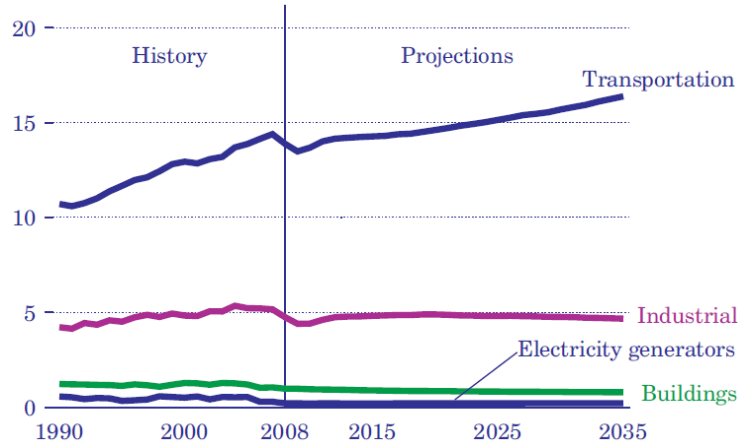
(出所) AEO2010 P. 54

AEO2010の標準ケースでは、バイオ燃料や石炭・天然ガス由来の液化燃料を含めた米国内における石油消費量は、2008年から2035年にかけて250万b/d増加し、2,210万b/dに達すると想定している。運輸部門以外では石油消費量がほぼ一定のレベルを維持するのに対し、運輸部門の消費量は堅調に拡大し、そのシェアは2008年の71%から2035年には74%まで上昇する。

米国では2020年以降、企業平均燃費基準が強化（35マイル/ガロン⇔14.9km/l）されるものの、燃費の改善を人口増とGDPの増加が上回るため、運輸部門の消費量は増加が続きと想定している。

図. 12 部門別石油消費量の推移

Figure 79. Liquid fuels consumption by sector, 1990-2035 (million barrels per day)

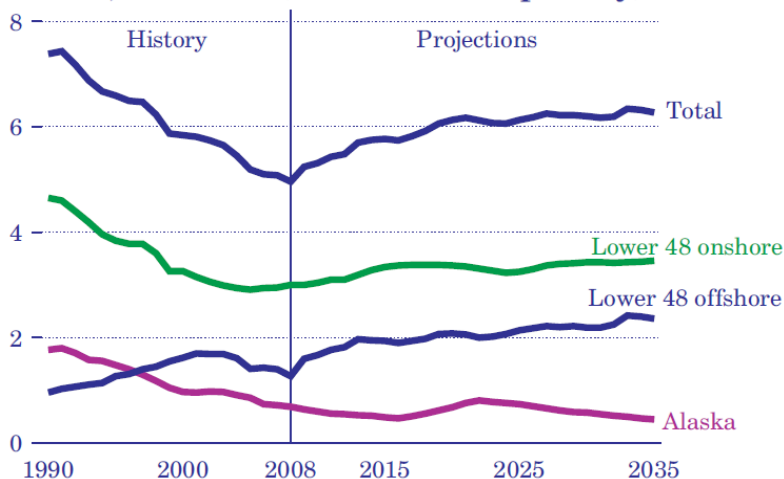


(出所) AE02010 P. 75

米国における石油生産量は、2035年にかけて石油価格の上昇とともに陸上および海洋掘削に拍車がかかり増加する。短期的には、増分の大半がメキシコ湾岸の深海油田からの生産によるものであるが、沖合大陸棚開発禁止令の解除により今後も増産は続くと想定している。陸上生産についても、二酸化炭素注入による原油回収増進技術の拡大により、生産量の増加が見込まれている。

図. 13 ソース別石油生産量の推移

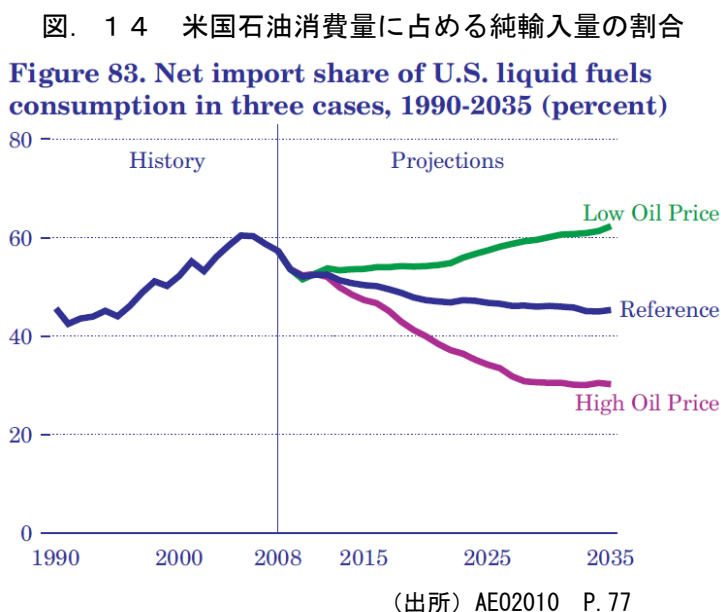
Figure 80. Domestic crude oil production by source, 1990-2035 (million barrels per day)



(出所) AE02010 P. 75

米国における石油輸入量は、1980年代から2005年にかけて堅調に増加してきたが、AEO2010では標準ケースおよび高価格ケースともに著しく減少すると想定している。輸入が石油供給の主要な役割を果たすことには変わりはないが、原油価格の上昇が見込まれる中、国内石油生産の増加や再生可能燃料基準の強化を背景に、輸入依存度の低下が進むと見ている。これらの結果、石油消費量に占める純輸入量の割合は、2008年の57%から2035年には標準ケースで45%、高価格ケースでは30%程度まで低下する見通しとなっている。

一方で、低価格ケースでは、需要が増加する反面、国内生産が減少するため輸入依存度が上昇する。



#### 4-4. 石炭

AEO2010の標準ケースでは、公益事業者やエネルギー関連企業に対する温室効果ガス排出規制が強化され、資本コストの3%程度を二酸化炭素回収貯留技術など追加的な投資に充てることを前提にしている。石炭消費量は2008年の1,122百万ショートトンから2035年には1,319百万ショートトンに増加する(年率0.6%)と想定されている。これは、2035年までに31GWの石炭火力発電所が新規に建設されることや、CTL(Coal to Liquids: 石炭液化)プラントの運用開始を反映している。

一方、石炭生産量は西部を中心に同期間内に1,172百万ショートトンから1,285百万ショートトン(年率0.3%)に増加する見通しである。

## 5. 注目されるポイント

### 5-1. AEO2010における世界の石油価格と生産動向について

AEO2010では、世界の原油価格の値動きを代表する銘柄として、オクラホマ州クシンで受け渡しされる軽質・低硫黄原油（いわゆる、WTI）の価格を追っている。短期的には為替相場・金融市場の動きや天候などにより、長期的には将来の需要予測やOPECの生産見通しなどにより、原油価格は変動する。AEOの原油価格長期見通しでは、非OPEC加盟国の供給力、OPEC加盟国の投資ならびに生産見通し、非在来型液体燃料の供給量、世界の石油需要、以上4つの要因を元に価格設定を行っている。

#### ● 足元の市況

2009年の原油価格は、景気回復期待の高まりとそれに伴う需要の回復見込みに対して敏感に反応し、1月平均値の41.68\$/bblから12月には74.47\$/bblまで回復した。

供給側では、OPECが減産決定を行い、実際の削減遵守率が従来よりも高めで推移したことから、原油価格の下支えをすることとなった。

尚、OPECの生産枠割り当てから除外されているイラクについては、2009年の6月以来、二度にわたる国際入札を行っているが、当該鉱区からの生産量を加えた目標値は、現在の生産量の4倍にあたる950万b/dを見込んでいる。実現性はともかくとして、将来的なOPECの生産枠割り当てや長期投資決定に対して変更をもたらす要因になると言えよう。

また、2009年は、非OPEC産油国の供給面でも長期的に影響を及ぼしうる重要な動きがあった。原油価格が上昇したにもかかわらず、2008年夏以降の原油価格低迷の影響により多くの開発プロジェクトが遅延したままである。投資決定から実際の生産に至るまではタイムラグが生じるため、遅延したプロジェクトが早期に再開されない限り、中期的には供給力が不足することが懸念される。これと関連して、2008年から続く景気後退の煽りを受け、資機材や人件費といった建設コストが低下していることから、今後の開発プロジェクトの進捗にプラスの影響を与えることも考えられる。

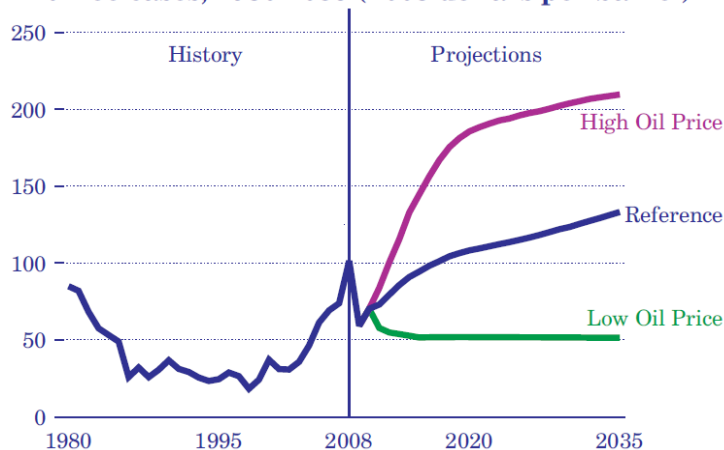
一方で、2008年以降の金融危機により、探鉱・開発プロジェクトの資金調達が困難になっており、資金不足による開発の停滞が続けば、数年にわたり供給力が不足する可能性もありうる。

#### ● 長期予測

上記のように、世界の経済や石油需要がどの程度回復するのか、産油国の動向や非在来型燃料の導入時期など不確定要素が多いため、価格見通しにおいても2035年の高価格ケースと低価格ケースで160\$/bblの差が生じることとなった。

図. 15 原油価格の推移

Figure 36. Average annual world oil prices in three cases, 1980-2035 (2008 dollars per barrel)



(出所) AE02010 P. 54

### ① 標準ケース

AE02010 の標準ケースでは、長期的には主に経済成長率に基づいて試算する一方、短期・中期的には現在の規制や政策が引き継がれることを前提として試算しており、世界の経済状況ならびに石油需要については、2010年には金融危機が発生した2008年のレベルまで回復するものと見ている。

石油需要の増加を満たすためには、今後10年間で — 特に非OPEC産油国において — より高コストの供給源にアクセスすることが求められる。高コストの非OPEC産油国からの供給が原油価格を、2008年から20年にかけては年率0.7%程度、20年から35年にかけて年率1.4%程度押し上げるものと想定している。その結果、2015年には95\$/bbl、35年には133\$/bblまで上昇するとしている。

非OPECの生産増は、財政的にも政治的にも不安定な地域から、また相対的に高コストとなる非在来型資源の開発により賄われることになる。高コスト化の要因としては、有望な鉱区が外資に対して開放されないことや、探鉱・生産活動における費用そのものが上昇することなどが挙げられる。

一方、OPEC加盟国については、同様に石油生産量の増加が続くものの、シェアはほぼ現状維持の40%程度になるものと見ている。

### ② 低価格ケース

低価格ケースでは、競争の拡大と国際協調が産消両側の政治的・財政的枠組みの発展につながることを前提としている。非OPEC産油国は、国内資源開発への参入を促進する財政方針や投資枠組を発展させ、OPEC加盟国は2035年までに生産量を50%増加させることを想定している。低コスト資源へのアクセスをOPEC/非OPEC双方が許可すること



で、2035年時点の石油価格は51\$/bblとなり、他のケースと比較して、相対的に低いレベルで安定すると見ている。一方で、消費国では石油の経済性が向上することで、バイオ燃料などの非在来型燃料への投資インセンティブが低下すると想定している。

### ③ 高価格ケース

高価格ケースでは、世界の経済成長に伴う需要増加だけでなく、OPEC/非 OPEC 双方の政府が、更なる歳入増を確保すべく、資源の国有化や財政の枠組みなど政策を変更するなど、在来型石油生産での規制強化により、石油価格が上昇することを想定している。また、消費国でも需要を満たすべく、高コストの非在来型石油の国内生産に取り組むようになり、結果として、石油価格は2035年には210\$/bblに上昇する見通しである。

#### ● 供給の内訳について

AEO2010の標準ケースでは、2035年の世界の石油消費量は、2008年の8,600万b/dから2,600万b/d増加の1億1,200万b/dに達すると見ている。

増分のうち1,550万b/dがOPECならびに非 OPECからの在来型石油となる。在来型石油が世界の石油供給量に占める割合は、2008年の95%から35年には87%まで低下する見込みである。

ベネズエラのオリノコタールやカナダのオイルサンドといった非在来型石油は、2008年から35年にかけて400万b/d増加となり、5.6%のシェアを握るものと見られる。

原油価格の上昇により、CTLやGTL (Gas To Liquid)、バイオ燃料の生産にも拍車がかかり、2035年には660万b/d増の1,800万b/dとなる。

低価格ケースでは、2035年の石油生産量は1億2,700万b/dとなるが、うち90%強にあたる1億1,480万b/dが在来型石油によってまかなわれる。一方、資源開発のアクセスが緩和されることにより非在来型石油の生産も増加すると見ており、ベネズエラのオリノコタールは、2035年の生産量が340万b/d (標準ケースでは130万b/d) に達する見通しである。尚、CTLやGTL、バイオ燃料といった非在来型燃料については、経済性の低下により、標準ケースから320万b/d少ない1,480万b/dに止まると見られている。

高価格ケースは、ロシアやカザフスタン、ブラジルといった非 OPEC 加盟国で経済的なアクセスが制限され、また OPEC 加盟国においても生産量が減少することにより、価格の高騰が発生するという前提になっており、2035年の在来型石油の生産量は、2008年から980万b/d減少の7,180万b/dとなる。また、石油生産量の合計は9,100万b/dにとどまると見ている。ベネズエラのオリノコタールについても、アクセス規制により生産量が80万b/dに減少する一方、原油価格の高騰に伴う経済性の向上により、カナダオイルサンドの生産量は550万b/d (標準ケースでは450万b/d) に達すると見込んでいる。

## 5-2. 米国原子力発電所：延命カリプレースか？

原子力発電は米国の発電電力量の約20%をまかなっているが、先行き不透明な化石燃料価格や建設費の上昇、地球温暖化ガスの排出規制強化の可能性により、電源としての魅力が高まっている。しかしながら、既存の原子力発電所については、いつまで運転し続けられるかという点が不確定要素である。従来のAEOにおいては、既存の原子力発電所は60年を経過した後、廃止されることを前提としていた。AEO2010では、予測期間を従来の2030年から5年間拡大したことにより、従来の前提に基づくと2029年から2035年の間に3分の1強の既存原子力発電所が廃止となってしまうため、標準ケースでは2035年までは全ての既設発電所が運転を継続するものとして前提を置き換えている。このように、AEO2010では、60年を超えて継続運転することを前提にした標準ケースに加え、運転開始から60年後には全ての発電所が廃止されるケースも試算している。以下、二つのケースの背景と試算結果の影響について紹介する。

1954年発効の原子力エネルギー法により、米国原子力規制委員会（以下NRCと略記）が原子力発電所の商業運転について40年間の運転免許を与えている。またNRCは、原子炉を有する事業者が安全な運転を継続し得ることを証明できれば、更に20年間の継続運転許可を与える権限を持っている。2009年の7月までに、NRCは既設原子力発電所104基のうち50基に対して、継続運転のための更新許可を与えており、15基については申請内容を検証中、21基分は事業者が継続運転の申請を検討している状況である。尚、今のところ、NRCが20年の継続運転について認可を拒否した事例はない。

2009年の12月に、オイスタークリーク発電所が、米国では初めて運転開始から40年目を数える原子力発電所となった。オイスタークリークや他の同年代の原子力発電所が40年を超えた継続運転を開始するとともに、少なくとも5~10年以内に、更なる発電所の延命について、何らかの方針が示されるものと、AEOでは推察されている。

AEO2010では、前述のとおり、NRCが延長運転を許可し続け、事業者が経済的な運転を行い、少なくとも2035年までは原子力発電所が廃止されないことを前提としているが、経年化したプラントは、収益性の低下につながる運転および維持管理のコスト増に直面することになる。また収益性は、化石燃料価格や地域の経済成長ならびに環境規制等に左右される電力料金に依存しており、運転・維持管理コストが変わらなくても、電力料金の動向が、収益性に影響を与えることになる。

1974年から1998年にかけて、米国では14基の商用原子炉が廃止されている。これは、NRCにより特定のタイプのプラントに対して新たな規制が適用されたことにより、必要な改造費用が収益見通しよりも上回ったことや、'90年代に天然ガス価格が相対的に安価

で推移したことにより、経済的競争力が増したガスコンバインドサイクル発電へのリプレースが進んだことによる。

今日では、天然ガス価格は低迷が続いた'90年代に比べて上昇し、原子力発電所の運転は好調である上、化石燃料の燃焼に伴う温室効果ガスの排出に関する規制やコスト上昇の可能性が高まっていることなど、原子力発電を取巻く環境はより好ましいものとなっており、これまでのところ、既設104基の発電所からは1件も廃止予定が出されていない。一方で、NRCと原子力業界は、60年を超える運転を許可するライセンス更新について準備しており、2013年に第一段階の提案が予定されている。既に2008年の2月には、米国エネルギー省とNRC共催により「Life Beyond 60」と題したワークショップが開かれており、原子力業界と議論を行った実績がある。本ワークショップでは、経年化した設備を効率的に監視し、適切な更新を如何に行うか、またそれに伴うコスト増を如何に評価するかななどの懸念が示された。AEO2010の標準ケースでは、運転開始から30年以上経過したプラントの運転・維持管理に必要な追加的なコストは、キロワットあたり30ドルと見積もっており、例え既設原子力に追加費用を上乗せしても、2035年までに廃止になる原子炉はないとの結果に至っている。

一方、全ての原子力発電所が運転開始から60年を経た時点で廃止されるとした場合、電力市場や、化石燃料消費量、温室効果ガスの排出量に関して、重大な影響を与える。この60年寿命ケースに基づけば、2035年までに運転開始から60年を超過することで、米国の原子力発電容量の3分の1にあたる約30.8GWが失われる。新規建設や建替えなどにより追加される原子力発電容量を標準ケースと60年寿命ケースで比較すると、60年寿命ケースでわずか2GWの増加に止まる。温室効果ガスの排出規制が欠如した前提であるため、不足する電源の大半は、経済性に優れる石炭や天然ガス火力によりまかなわれる。その結果、2035年時点の発電電力量に占める原子力のシェアは、標準ケースが17%であるのに対して、60年寿命ケースでは13%となる。また、石炭や天然ガスへのシフトが進むことで、CO<sub>2</sub>排出量も増加する見通しとなっている。また、2035年の電力料金については、60年寿命ケースが標準ケースを4%上回る見込みである。原子力の代替として需要が高まる天然ガス価格についても、60年寿命ケースの方が5.4%上回る見通しである。

表. 7 標準ケースおよび 60 年寿命ケースによる主要見通しの比較

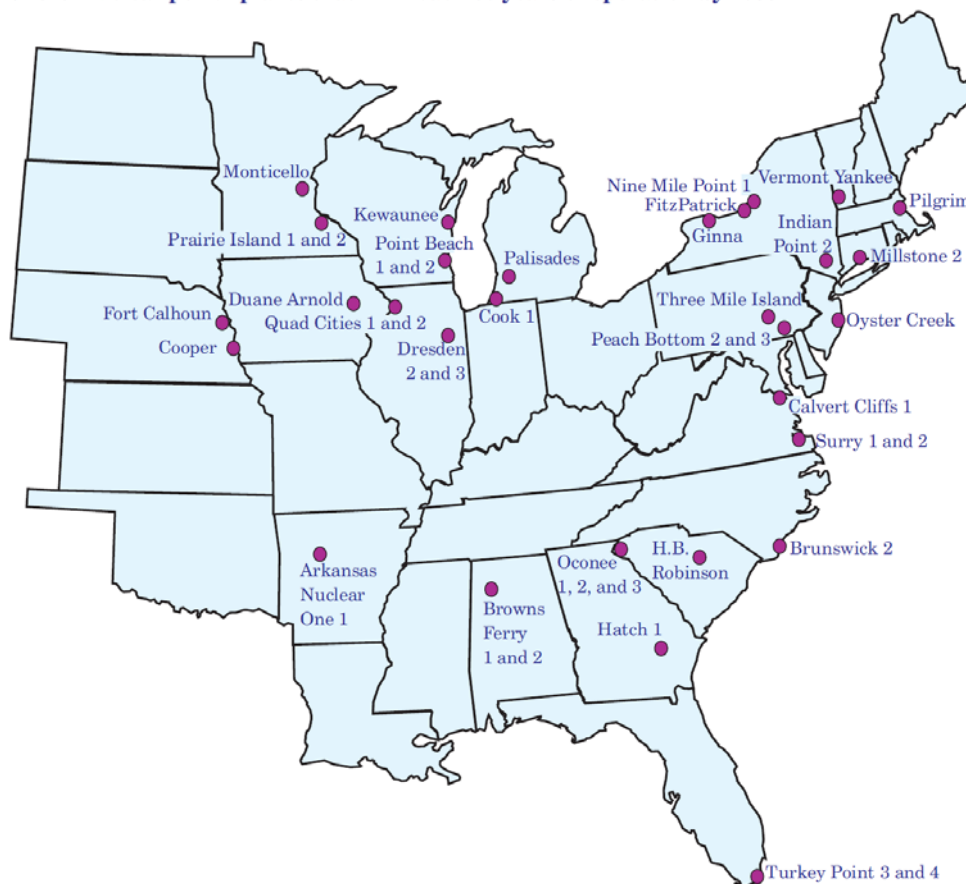
**Table 8. Comparison of key projections in the Reference and Nuclear 60-Year Life cases**

Projection	Reference	Nuclear 60-Year Life
Generating capacity additions by fuel type, 2008-2035 (gigawatts)		
Coal	11	17
Natural gas	89	102
Nuclear	7	9
Renewable	57	57
Electricity price in 2035 (2008 cents per kilowatthour)	10.2	10.6
Natural gas price in 2035 (2008 dollars per thousand cubic feet)	8.69	9.16

(出所) AE02010 P. 46

図. 16 2035 年に運転開始から 60 年が経過する米国原子力発電所

**Figure 29. U.S. nuclear power plants that will reach 60 years of operation by 2035**



(出所) AE02010 P. 45

お問い合わせ先: [report@tky.ieej.or.jp](mailto:report@tky.ieej.or.jp)