

WORLD ENERGY INVESTMENT OUTLOOK

2003
INSIGHTS

要約

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY



要約

2001から2030年にかけての世界のエネルギー供給インフラストラクチャー整備に必要な総投資額は16兆ドルに達する。この投資は、供給能力の拡大と、予測期間中に減耗ないし老朽化する既存及び新規に導入される供給設備の代替に必要とされるものである。これらの推計は、エネルギー需要が毎年1.7%のペースで伸びていく結果、世界のエネルギー市場は向こう30年間に3分の2増大すると見込んでいる「World Energy Outlook 2002」のレファレンス・シナリオに基づいている。必要な投資は絶対額では巨額に上るが、世界経済の規模に比べればわずかで、世界のGDPの約1%に過ぎない。しかし課題の程度は地域によって異なる。ロシアのエネルギー投資額はGDPの5%、アフリカの投資額はGDPの4%であるが、OECD諸国ではこの比率ははるかに低い。

世界には見込まれている将来の需要を満たすに十分なエネルギー資源があるが、その資源を利用可能なエネルギーの供給へと転換するのに必要な投資が行われるかどうかは、エネルギー・セクターが他のセクターと競合して資金を調達できるかどうかにかかっている。向こう30年間の資金ニーズが実質ベースで過去30年間よりはるかに増大することによって、それは更に難しくなる。電力の場合、必要投資額は過去30年のほぼ3倍に増える。従って、必要な投資資金を呼び込めるようエネルギー・セクターにおける投資環境を整備することがなおさら重要となる。

投資の大宗を占めるのは電力であり、エネルギー総投資額の60%、約10兆ドルは発電及び送配電に向けられる。発電所への燃料供給のために必要となる各燃料チェーンの投資まで含めると、このシェアは70%を超える。石油とガスへの投資総額はそれぞれ3兆ドル以上（世界のエネルギー投資の約19%）に達する。石炭の必要投資額はわずか4,000億ドル（2%）である。石炭からエネルギー1単位を供給するための資本集約度は、ガスからエネルギー1単位を生産・輸送する場合の約6分の1に過ぎない。OECD諸国では、再生可能エネルギーを使用する発電所が、発電所新設投資のほぼ3分の1を占める。

エネルギー生産と需要が最も急速に伸びている開発途上国は、一般に供給能力追加に必要な単位投資コストがOECD諸国より低いものの、世界のエネルギー投資全体の半分近くを必要とするだろう。中国だけで必要投資額は2兆3,000億ドル（世界全体の14%）に上る。インドやインドネシア等他のアジア地域全体の必要投資額はほぼ同額に達する。アフリカの投資額は1兆2,000億ドル、中東の必要投資額は1兆ドルで、中東ではその半分以上は石油及びガスの上流部門向けである。ロシアその他の市場経済移行国が世界の総投資額の10%を占め、OECD諸国は残りの41%を占めると見込まれる。投資額が最も大きいのは依然として米国とカナダで、両国あわせて3兆2,000億ドルに達する。非OECD諸国における石油、ガス及び石炭の供給チェーンへの投資の40%以上は、これらの燃料をOECD諸国へ輸出するためのプロジェクト向けである。これは大半のエネルギー資源がOECD諸国外にあるからである。これらの投資は、収入が現地通貨建てとなる国内市場向けプロジェクトより資金調達をしやすいであろう。

こうしたエネルギー投資の相当部分は、単に現在の供給水準を維持するために必要とされるものである。油井やガス井は枯渇し、発電所は老朽化し、送電線や配電線は更新する必要がある。予測期間の初期に導入される新規設備の多くも2030年までには取り替える必要が出てくる。全体として、エネルギー生産向け投資の51%は、単に既存及び将来導入される生産設備の更新ないし維持に必要とされるものであり、残り49%が需要増に応えるための設備に充てられる。化石燃料の中で需要が最も急増するのは天然ガスで、一次需要の伸び率は年2.4%に達する。石油の需要は年1.6%、石炭の消費は年1.4%の伸びが見込まれる。電力需要も年2.4%の高い伸びとなり、発電用燃料としてのガスと石炭の需要拡大の大きな牽引力となろう。

化石燃料では、埋蔵資源の探鉱費用を含めた採掘部門が投資の大半を占める。ただし、その比率は燃料によって異なる。石炭の場合、港湾設備と船舶への投資を必要とする石炭の国際取引の伸びが世界需要の伸びを上回るにもかかわらず、総投資額の88%が採掘向けとなる。同様に、石油でも探鉱及び開発投資が総投資の4分の3を占める。ガスは輸送用インフラストラクチャー整備が高くつくため、探鉱及び開発投資が総投資に占める割合は55%と低い。電力では、発電部門が投資総額に占める割合はさらに低く、46%である。実際、世界全体の送配電向け投資は、開発途上国における電力を利用する世帯数の増加や、OECD諸国と市場経済移行国における更新投資によって押し上げられる格好で、石油部門とガス部門の必要投資額の合計とほぼ同額に達しよう。

エネルギー投資をファイナンスできるかどうかは不透明である

世界のエネルギー資源は絶対量で見れば制約要因にはならないと考えられるのと同様に、ここで予測するエネルギー投資を賄えるだけの資金が世界には十分に存在するが、投資環境を整える必要がある。インフラストラクチャー投資の最も重要な資金源でもある国内貯蓄は、必要なエネルギー投資額を大幅に上回っている。しかし、一部の地域では、エネルギー投資の資金需要が総貯蓄に比べ非常に大きい。アフリカではエネルギー投資は国内貯蓄の半分にも達する。また、エネルギー・セクターは、他のセクターに向かうかもしれない投資資金を競合して調達しなければならない。全世界であるいは国内で調達可能な資金の絶対額よりはるかに重要なのは、エネルギー・セクターが必要な資金を呼び込めるだけの環境を整えているかどうかという点である。大半の投資家は、リスクに見合った収益率を要求する。彼らは、エネルギー・セクターではそれが得られないと看做せば、他のセクターに投資するだろう。

エネルギー・プロジェクトで投資家が直面するリスクは大きく、しかも常に変化している。こうしたリスク（地質学、技術、地政学、市場、財政制度、規制等に起因するリスク）は燃料によっても、燃料チェーンのどの段階かによっても、また地域によっても異なる。しかし、これまではエネルギー・セクターは大半の場合、必要資金を調達できてきた。資金調達の仕組みが整備され、投資リターンが十分に高く、投資条件が魅力的であれば、今後も資金調達は可能であろう。

エネルギー投資に必要な資金は、これまで以上に民間セクターや海外から調達される必要がある。既にエネルギー投資資金を公的資金以外から調達する傾向が顕著になってきている。多くの政府は、資金を調達するためにも、また将来の公的資金への負担に歯止めをかけるためにも、エネルギー事業の民営化を進めるとともに、外国資本に市場を開放してきている。非OECD諸国では、特に石油及びガス・プロジェクトにおいて、今後も海外直接投資が民間資金の重要な源泉になると見込まれる。民間資金フローはマクロ経済情勢や政府の政策とその安定性に非常に敏感である。

開発途上国が投資に必要な資金をいかに調達するかが最大の課題である。経済規模に対するエネルギー投資の資金需要は、市場経済移行国と開発途上国の方がOECD諸国よりはるかに高い。一般に、投資リスクも、特に国内市場向けの電力及びガスの下流部門のプロジェクトにおいては、OECD諸国より高い。ほとんどの市場経済移行国と開発途上国の政府は、必要なエネルギー投資を自ら賄おうとしても十分に賄うことができない。金融市場が整備されていないため、しばしば国内の民間資金を調達する機会は限られている。また、為替リスク、不安定な政治経済情勢、不確実な法規制度等によって海外から国内への資金フローも妨げられている。エネルギー投資を国家予算に大きく依存している政府は、国内天然資源の開発に重税を課すという誘惑にかられ、それが投資を妨げてしまう可能性もある。特に非OECD諸国にとっては、必要な資金を調達できるようにする枠組み・環境を整備することが急務である。

電力部門がエネルギー投資の大部分を占める

エネルギー産業の必要投資総額16兆ドルのうち約10兆ドルは電力部門によるものである。これは、電力需要が比較的急速に伸びているためと1単位のエネルギーを供給するために必要な投資コストが化石燃料に比べてはるかに高いためである。発電部門には約4兆5,000億ドルが必要と見込まれる。4,700GWに相当する発電所の新設（うち2,000GWはガス火力発電所）には約4兆ドル以上かかるであろう。開発途上国は新規に必要な発電能力とその投資額でも大きな割合を占めている。4,000億ドル以上が既存の発電所（大半はOECD諸国と市場経済移行国の石炭火力発電所）の改修に必要と見込まれる。送電と配電を合わせた投資額は5兆3,000億ドルであり、その55%は開発途上国で必要とされる。

OECD諸国の電力投資には今後4兆ドルが必要であり、その半分は送配電網向けである。OECD諸国では、老朽化する発電所の建て替えが発電所投資の大部分を占めることとなる。OECD諸国の既存の発電所の3分の1以上は今後30年以内に寿命を迎えると見込まれている。OECD諸国全体の電力投資の40%以上を、今後も世界最大の電力市場となる米国とカナダが占める。米国とカナダでは電力システムが比較的成熟しているにもかかわらず、その必要投資額は中国を除くと世界最大である。

これまでOECD諸国における電力投資の資金調達は特設問題がなかったが、完全な競争市場への移行に伴い新たな疑義が生まれている。自由化によって、発電所、特にピーク時電力に対応した発電所への投資リスクが高まっ

ている。送電網向け投資の見通しも不透明である。OECD諸国の一部、例えば米国や一部の欧州諸国では、送電網向け投資は発電所投資に比べると立ち遅れている。先に北米と欧州で起きた停電では、信頼性の高い送電と配電が重要であることが浮き彫りになった。自由化された電力市場では、電力取引の拡大に対処できるよう、送電網投資を増やす必要がある。出力が安定しない再生可能エネルギーの利用が増えていることから、送電網向け投資を増やす必要がある。送電網の所有者、運営事業者と発電事業者の分離が進んでいるため、責任分担やネットワーク計画が複雑化している。多くの地域では古くからの用地選定問題が今なお解決されていない一方、将来の環境規制をめぐる不透明感も電力投資への制約要因として大きくなってきている。

OECD域外の5大国である中国、ロシア、インド、インドネシア、ブラジルが世界の電力投資額の約3分の1を占める。市場経済移行国と開発途上国を合わせるとその割合は60%に達する。開発途上国が、見込まれる需要の伸びを満たすのに必要とされる5兆ドル（その3分の2はアジアの開発途上国で必要である）の投資資金を確保できるという保証はない。アフリカが直面する状況は特に厳しく、インドも極めて困難な状況にある。インドは2030年までの30年間に6,650億ドル（平均で毎年のGDPの2%に相当）を調達する必要があるが、これは抜本的な改革をしなければ達成できない。インドの国営電力会社は現在、資本利益率がマイナス35%となっており、電力販売収入は費用の70%に過ぎない。インドやその他の多くの国の改革プロセスで極めて重要なのは、料金構造によりコストを反映させることであろう。

開発途上国のエネルギー投資への民間セクターの関与を高めることが必要である。開発途上国が民間資金をどれほど呼び込めるかは、将来の電力投資をめぐる最大の不確定要素の1つである。実際、民間投資は1997年以降減少している。民間投資がいつ、どの程度まで再び増加するか、新たな投資家はどこからやって来るかについては極めて不透明である。民間セクターの参加が再び拡大するには時間がかかるとともに、適切な政策も必要となる。

ここで予測されている投資と供給の伸び率のもとでは、電力を利用できない人々は2030年になってもまだ14億人おり、現在より2億人減少するに過ぎない。世界の電力投資を7%弱増やすだけで、こうした取り残された人々にも最低限の電力を供給できるようになると見込まれる。しかし、それは即ち、既に資金調達に苦勞している地域がさらに6,650億ドルを調達しなければならないということである。極めて貧しい人々に最低限の電力サービスを提供するための資金調達において、国際社会が一定の役割を果たすことを求められている。

石油投資はOECD域外にシフトする

予測期間における世界の石油産業への総投資額はほぼ3兆1,000億ドルに上り、うち72%に当たる2兆2,000億ドルは在来型石油の探鉱及び開発向けである。非在来型石油（GTLを含む）への投資は2,050億ドル、石油投資総額の7%に上るであろう。2030年までに石油の国際取引が80%増加することが見込まれていることから、2,600億ドル（石油投資総額の8%）の投資がタンカー

建造及びパイプライン整備に必要である。精製部門への投資は約4,100億ドル（石油投資総額の13%）になると見込まれる。この投資は、精製能力の増強に加え、より軽質でクリーンな製品への需要増に生産を対応させるための精製設備のアップグレードに必要とされるものである。これらの推計は、世界の石油需要が2030年には45mb/d増加し120mb/dに達するという予測に基づいている。世界の石油投資の3分の1はOECD地域で必要となろう。しかし、OECD域外における投資額の45%は、OECD諸国に石油を供給するプロジェクト向けである。

石油の上流部門の投資の約4分の1は需要増に対応するために必要とされるものであり、残りは既に稼働中の油井と今後生産が始まる油井からの生産の自然減に対処するためのものである。実際、世界レベルで見ると、上流部門の必要投資額は石油需要の伸び率よりも自然減少率（生産維持のための追加投資を行わない場合の石油生産量の減少率）の変化にはるかに大きく左右される。推計された自然減少率は、一部の中東諸国の年4%から欧州の北海の11%まで、地域によって異なる。オフショア油田は2030年までの生産増のほぼ3分の1を占めるが、開発コストが高つくため、その石油投資総額に占めるシェアはより高くなる。

上流部門の投資総額に占める中東諸国のシェアは20%以下と、世界の生産増への寄与度に比べて小さいが、これはこの地域の探鉱及び開発コストが極めて低いためである。中東諸国は世界の在来型石油残存埋蔵量の半分を有しており、2030年までの世界の石油需要増加分のほぼ3分の2を満たすことが見込まれる。主にカナダとベネズエラで産出される非在来型石油（GTLを除く）は予測期間中に市場シェアを大きく伸ばし、その開発投資は世界の石油投資額の約5%を占める。非在来型石油のプロジェクトの場合、初期投資及び運営コストは大半の在来型石油のプロジェクトより高つくが、探鉱コストはほとんどかからない。

中東諸国が見込まれた投資を実現できず、この結果、生産が予測されていたほど伸びない場合には、コストの高い他の地域への投資を増やす必要が出てくる。中東投資制限シナリオ（中東諸国が自らの石油生産の伸びと投資を制限する政策を採用するというシナリオ）では、世界の石油投資額はレファレンス・シナリオより8%多くなり、世界の石油需要は、それに伴う石油価格の上昇により、8%減少する。石油価格の上昇にもかかわらず、中東のOPEC諸国とそれ以外のOPEC諸国の石油収入は、世界の経済成長とともに、減少する。これは、中東諸国の石油セクターの上流部門への資金流入を促進することは消費国と産油国双方の利益になることを示唆している。

ガス投資は今後も増加するが、ボトルネックが生じる可能性もある

2030年までの天然ガスの供給チェーンへの投資累計額は3兆1,000億ドルに上り、その半分以上は探鉱及び開発に充てられる。この投資は、生産の自然減を埋め合わせるほか、予測期間にほぼ倍増するガス需要を満たすために必要となるものである。平均して、毎年300bcmの新たな生産能力の追加が必要となるが、これは欧州のOECD諸国が現有するガス生

産能力合計に匹敵する。年間投資額は、1990年代の平均800億ドル弱から2000年代には950億ドルへ、予測期間最後の10年間には1,200億ドル近くへと増加する。OECD諸国は天然ガス部門の総投資額の半分を占め、北米だけで4分の1以上を占める。OECD域外で最も多くの投資を呼び込む必要があるのは市場経済移行国で、その多くは欧州とアジア向けのガス生産及び輸出プロジェクトに充てられる。

ガスの輸送及び供給網、地下貯蔵施設、LNG（液化天然ガス）液化施設、LNG輸送船及び再ガス化ターミナルへの投資額は全世界で1兆4,000億ドルに達すると見られる。地域間のLNG取引が6倍に増えて単位投資コストの一段の低下が相殺されてしまうので、LNG投資額はこれまでより増加する。2030年までに、地域間取引の半分はLNGの形をとるようになると予測される。

エネルギー市場の改革、供給チェーンの複雑化、世界のガス供給における国際取引のシェア拡大は、ガス投資に伴うリスク、要求される収益率、資金調達コストの大幅なシフトをもたらす。新規に立ち上げる大規模プロジェクト向けの資金確保は、特に開発途上国では難しく、時間もかかるため、先行きは不透明である。国営会社は十分な公的資金を調達できないため、必要投資額に占める民間資金のシェアを高める必要があるだろう。多くの場合、数十億ドルに達する巨額の投資資金を賄うことができるのは、財務状況が良好な最大手の国際的な石油・ガス会社だけである。大半の大規模プロジェクトにおいては、何らかの形の長期的な引取り保証契約が今後も必要となろう。特に世界のガス生産及び輸出増加の多くを占めることが見込まれる中東、アフリカ、ロシアでは、外国からの投資制限の撤廃と財政制度の立案が資金流入と将来の生産見通しにとって極めて重要となろう。

こうした要素を考慮すると、一部の地域や供給チェーンのある部分への投資が必ずしも十分に早く行われるとは限らないという大きなリスクがある。その場合、ガス供給インフラストラクチャーの物理的な硬直性とガス開発プロジェクトに要する長い先行期間によって、供給のボトルネックが生じ、それがなかなか解消しない恐れがある。こうした投資不足が生じると、価格が上昇し、短期的な価格変動の幅は大きくなり、それが投資を増やす必要性のシグナルとなる。

石炭投資は石炭の他の燃料に対する相対価格と環境政策に大きく依存する

予測期間に必要な石炭投資額はわずか4,000億ドルで、他の化石燃料よりはるかに少ないが、やはりOECD域外の国々がその中心を占めることになる。石炭火力発電所まで含めた場合の石炭投資は1兆9,000億ドルへと増加する。中国は輸送部門を除く世界の石炭投資の34%を占め、その額は1,230億ドルに上る。北米の石炭市場とオーストラリアの石炭生産の重要性にもかかわらず、OECD諸国の石炭投資は総額でもこれをわずかに上回るだけである。全体では、開発途上国が石炭投資の半分以上を占め、OECD諸国と市場経済移行国が残り占める。石炭の供給チェーンは資本集約度がガスの6分の1と相対的に低いので、発電所建設コストではガスの方が石炭より優位にあるに

もかわらず、発電におけるガスの石炭に対する優位性はガス価格が高くなるにつれ薄れ、場合によっては消滅する可能性すらある。

政府による環境対策が厳しくなれば、石炭の価格優位性は打撃を受け、石炭需要と必要投資額は減少する可能性がある。今後の環境政策をめぐる不透明感は、新規プロジェクトにおいて要求される収益率を既に引き上げており、石炭投資への障害となっている。しかし、クリーンな石炭技術と炭素隔離の継続的な研究によって、石炭火力発電所の環境パフォーマンスは更に改善していく可能性がある。

OECD諸国で導入を検討中の環境政策は投資パターンを劇的に変化させる可能性がある

OECD諸国が温室効果ガスの排出削減と省エネルギーへの取り組みを一段と強化すれば、エネルギー投資の水準とパターンは大幅に変わるであろう。OECD諸国が現在検討中の政策が実施されたことを仮定したOECD代替政策シナリオで見込まれている展開は、エネルギー投資パターンの大幅な変化と必要投資額の減少につながる。OECD諸国における発電投資は、再生可能エネルギーの増加に伴う資本コスト上昇が必要な発電能力の減少を相殺するので、ほとんど変わらないが、送配電向け投資は約40%減少する。再生可能エネルギーを利用する発電設備向け投資は、レファレンス・シナリオでは4,800億ドルに過ぎないのに対し、代替政策シナリオでは7,200億ドルと発電投資の2分の1を占めるようになる。石炭採掘及び輸送投資は250億ドル減少するが、この減少の半分はOECD域外の国々で生じる。OECD域外の主要石炭産出国からの輸出への需要が減退するからである。天然ガス発電所ガスの多くが建設される必要がなくなるので、炭素集約度の低い燃料である天然ガスへの需要も減少する。この分析では取り上げられていないが、需要家サイドの投資も高まるだろう。

技術は長期的な投資見通しを劇的に変える可能性がある

環境への配慮は新たなエネルギー技術を牽引する大きな力となっている。今日開発が進められている先進技術は、長期的なエネルギー投資のパターンと必要投資額を劇的に変える可能性がある。炭素隔離技術は、OECD諸国の発電投資額を最大25%程度増加させる可能性があるが、同時に未解決の環境面、安全性、法律及びパブリック・アクセプトانسに係わる課題が残されている。これらの投資は、レファレンス・シナリオの必要投資総額16兆ドルに上積みされるものである。同シナリオでは、予測期間の終盤に水素燃料電池が発電に100GWとわずかながら寄与するが、燃料電池自動車の幅広い普及は実現しないものと見込んでいる。水素経済が確立されれば、燃料コストは競争力のあるものとなると予想できるが、まず第一に燃料電池自動車の大幅なコスト削減を実現する必要があるだろう。先進的な原子力発電システムと送配電の改善も長期的には技術進歩が期待できる分野である。

エネルギー投資が直面する潜在的な障害を削減するためには政府の対策が不可欠である

エネルギー投資を確保するうえでの政府の役割は今後も変化していくが、投資を可能にする的確な環境作りがこれまで以上に重視されるようになる。大半の政府は引続きエネルギー・セクターへの民間セクターの参入促進を模索するだろう。一部の政府は今後も直接的にあるいは国営企業を通じて石油及びガス投資をファイナンスしていくであろうが、その資金調達コストは国際的な大手企業よりも高くなるが多いただろう。全ての政府は、政策、法律及び規制枠組みが投資リスクに与える影響やどのようにしたら投資にあたっての障害が削減できるかという点に留意する必要がある。

競争的なエネルギー市場の促進に取り組んでいる政府は、消費者利益とともに、新たな投資リスクももたらしている。競争的な市場を、如何にしてエネルギー・セキュリティを費用効果的に確保できるように機能させるかについては依然として先行き不透明であるので、政府は市場動向を注意深く監視し、市場ルールや規制を変更する必要があるかどうかを見極める必要がある。政府はまた、競争的な市場への参加者がこうしたリスクを評価できるようにするとともに、経済的に実現可能な投資が市場構造によって妨げられることのないよう、より安定的で透明かつ予測可能な規制環境を整える必要がある。例えば天然ガスの長期引取り保証契約等では、ある程度の妥協が必要となろう。

非OECD諸国の政府の多くはより直接的にエネルギー市場への介入を続けているが、これが投資に悪影響を及ぼす可能性がある。例えば、石油の生産割当てや資源へのアクセス条件に関するエネルギー生産国の決定は、外国人投資家にとって投資機会が魅力的かどうか大きな影響を与える。非OECD諸国の多くにおいて、エネルギー・セクターにおける健全なガバナンス、更にはより一般的なガバナンスの基本原則が適切に適用及び尊重されるまでの道のりは遠い。

図1:世界のエネルギー供給及び需要の増加

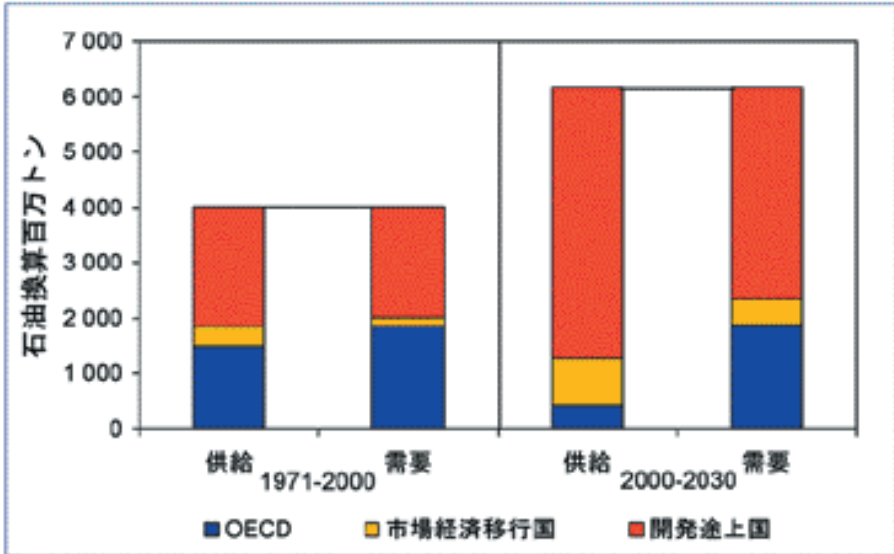


図2:世界の用途別エネルギー投資, 2001-2030

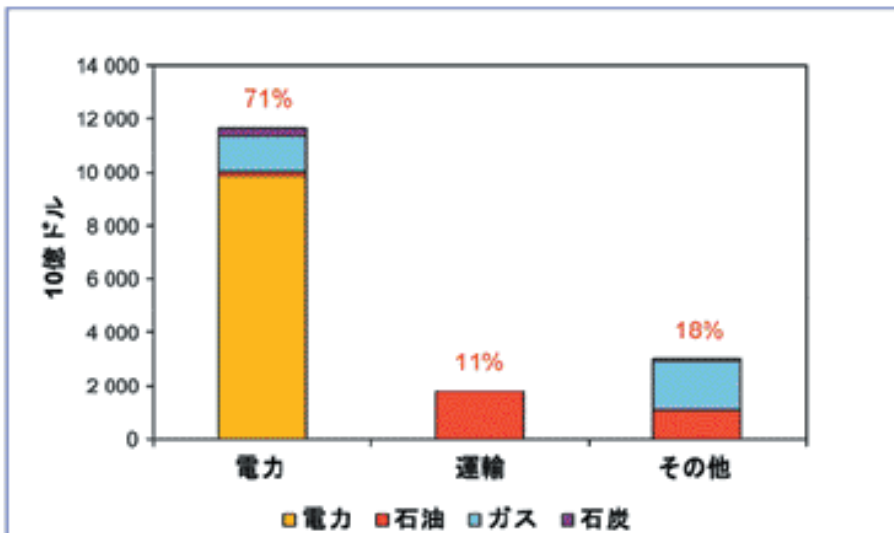


図3: 地域別エネルギー投資, 2001-2030

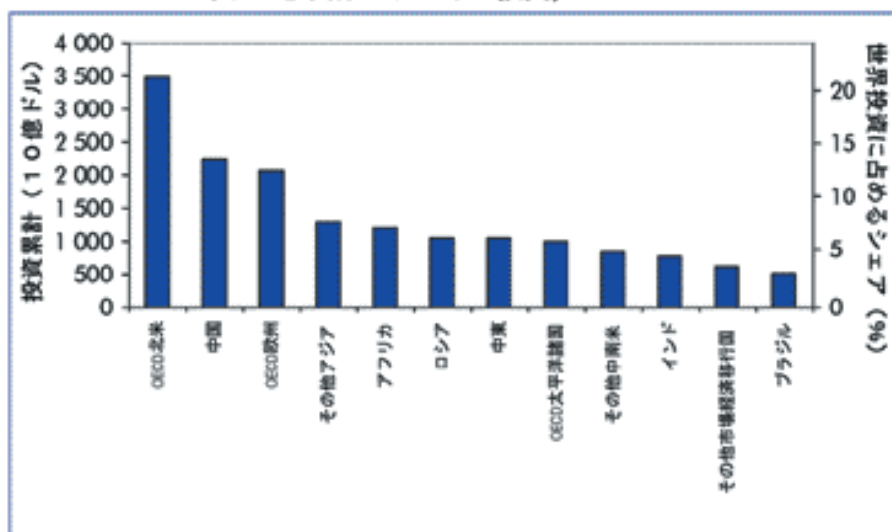


図4: 地域別石油投資, 2001-2030

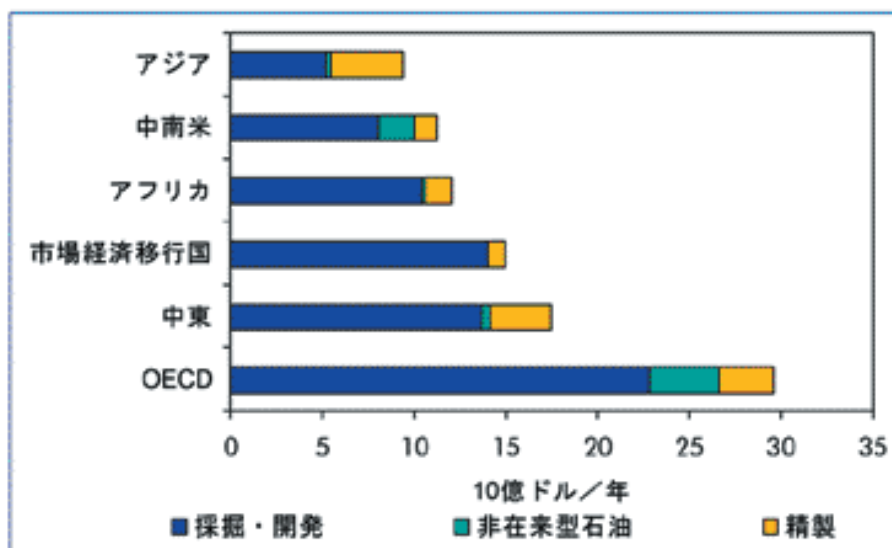


図5: 石油資源へのアクセス

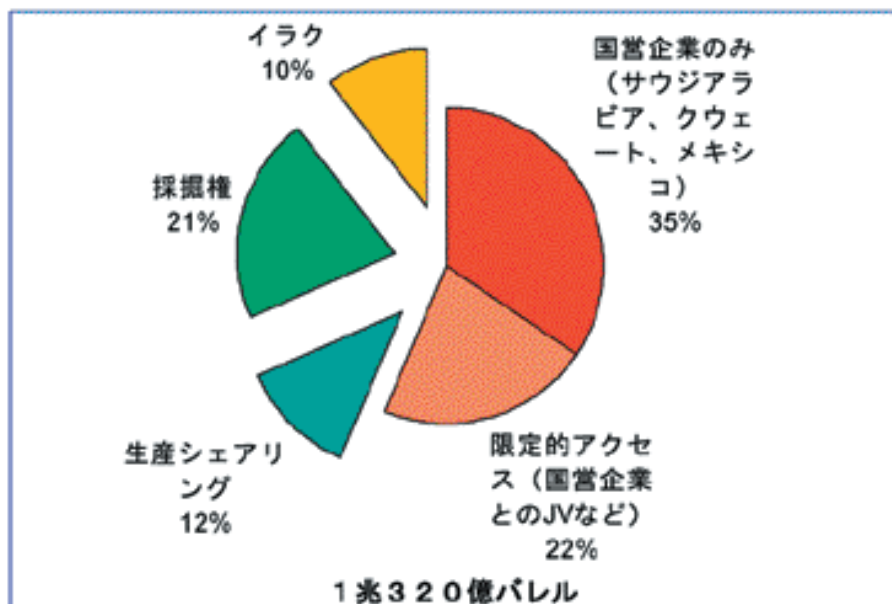


図6: イラクの経済復興に伴う石油投資シナリオ

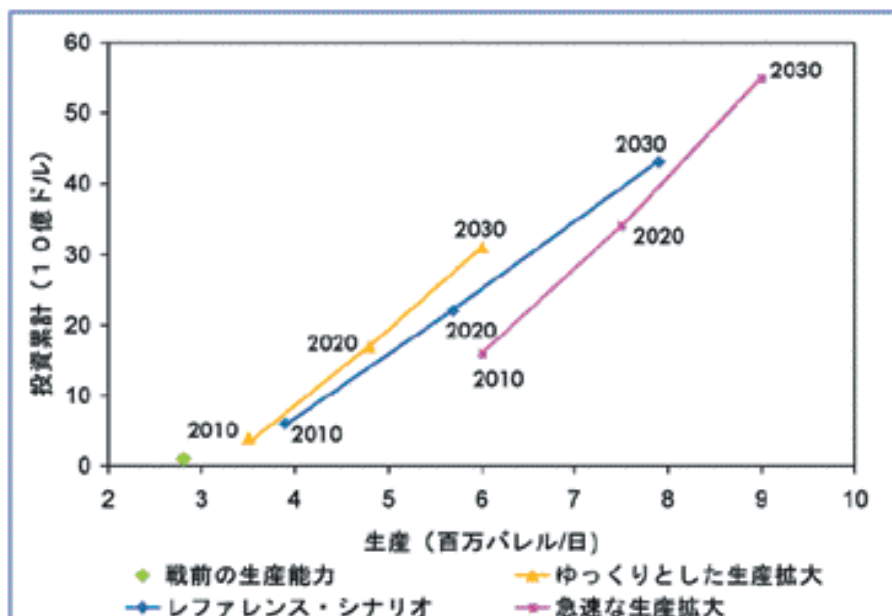


図7: OECD諸国において稼働中の
発電所の平均稼働年数

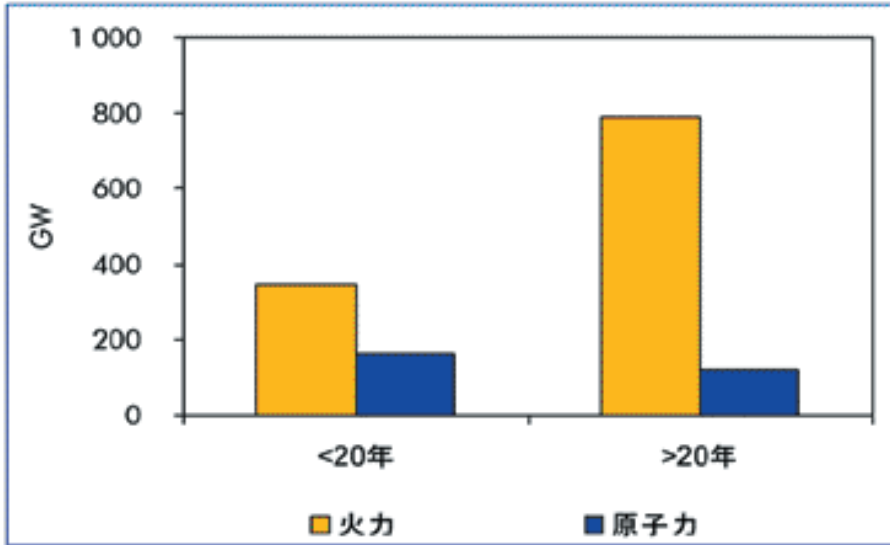


図8: 電力へのユニバーサル・アクセスに
必要な投資額, 2001-2030

