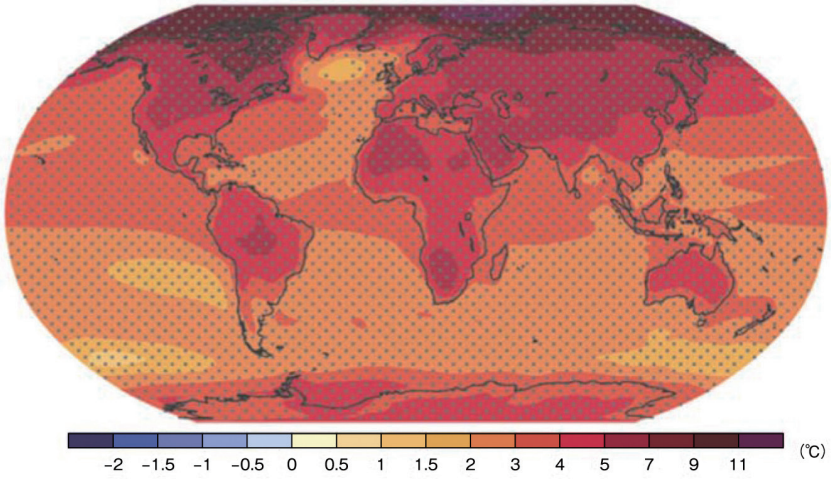
（6）地球温暖化による気候変動に伴う影響

○世界中で、気温上昇、降水量の変化及び降水パターンの変化等の気候変動は既に始まっており、渇水及び洪水リスクは高まっており、適応策が求められている。

1）気候変動（気温上昇、ゲリラ豪雨・スーパー台風等）

現在、世界中で気象状況の変化が注目されている。気温上昇、降水量の変化及び降水パターンの変化等の気候変動は既に始まっており、渇水及び洪水リスクは高まってきている。IPCC[14]第５次評価報告書によると、21 世紀末の地球の平均気温は 20 世紀末に比べて 2.6～4.8℃上昇するとされている（**図 2. 29**）。気温の上昇程度は地域によって異なり、陸上や北半球の高緯度では上昇程度が高い。

図 2.29　21 世紀末（2090-2099 年の平均）気温の変化の予測



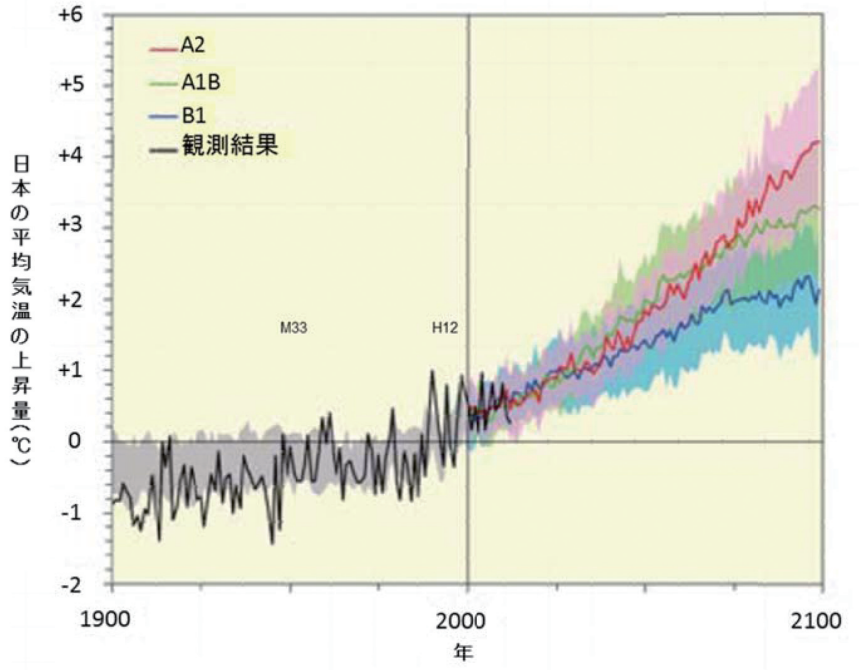
※RCP8. 5 シナリオでの地上平均気温の変化。1986～2005 年平均からの偏差を示す。

出典：文部科学省、経済産業省、気象庁、環境省「気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第５次評価報告書第１作業部会報告書政策決定者向け要約(SPM)の概要（速報値）」より転載

現在の傾向を踏まえると、我が国の平均気温も 100 年あたり 1.15℃の割合で上昇しており、2100 年には約 2.1～4.0 ℃上昇すると予測されている（**図 2. 30**）。

14 IPCC（Intergovernmental Panel on Climate Change）

図 2.30　日本の平均気温の予測

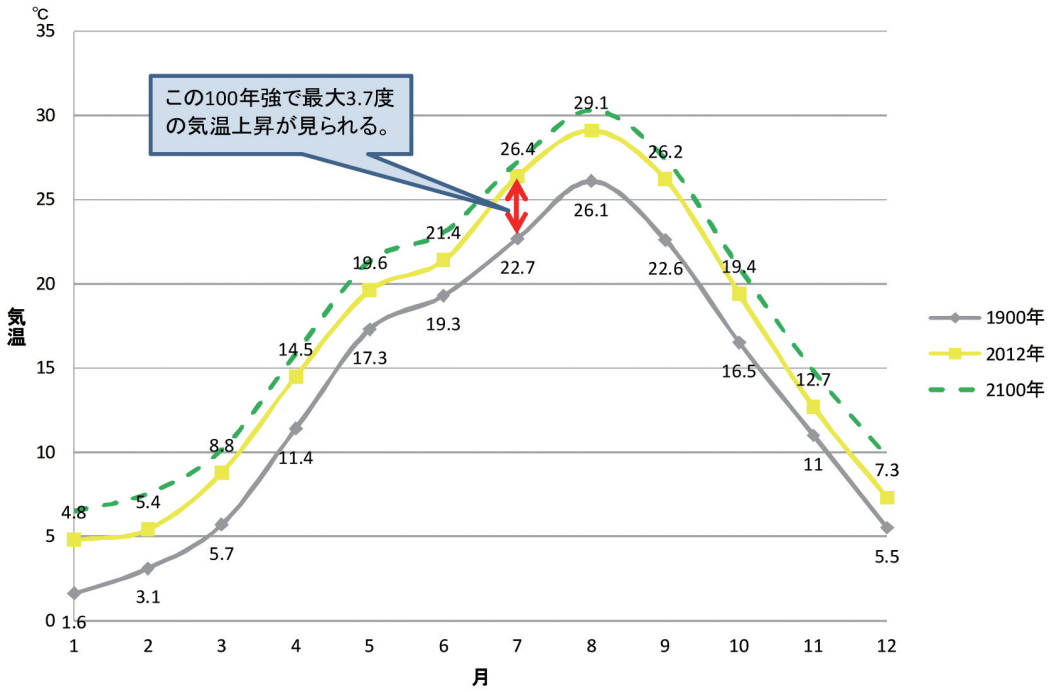


※複数の気候モデルによる。温室効果ガス排出シナリオは A2（赤）、A1B（緑）、B1（青）。
陰影部はばらつきの幅（±標準偏差の範囲）。

出典：文部科学省、気象庁、環境省「日本の気候変動とその影響（2012 年度版）」より転載

また、東京の平均気温は、1900 年に比した場合、2012 年は約 3.7℃上昇して明確な温暖化を示している（**図 2.31**）。

図 2.31　東京の年平均気温の変化と予測（1990 年 /2012 年 /2100 年）

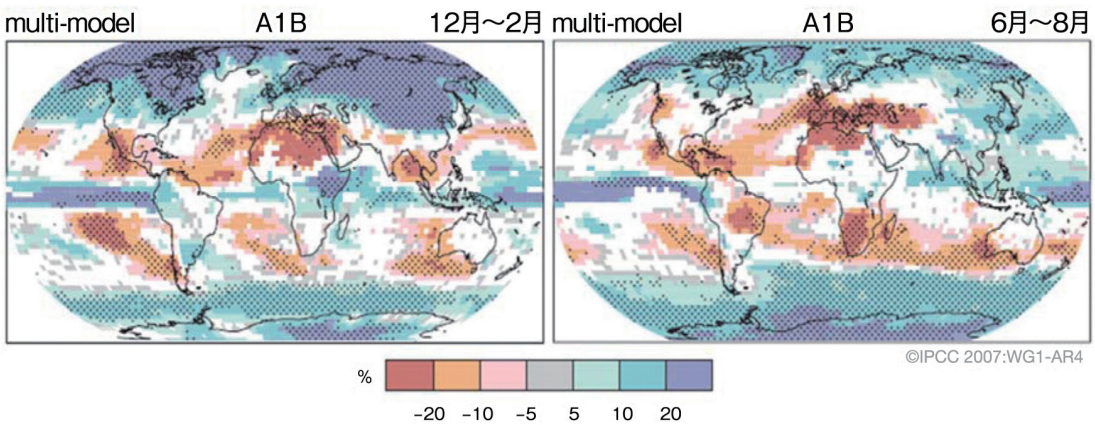


※1900年及び2100年の年平均気温データは気象庁「気象統計情報」、2100年将来変動想定ラインは気象庁（2013）「地球温暖化予測情報第8巻」を利用。

出典：気象庁「気象統計情報」及び同庁「地球温暖化予測情報第8巻」（2013）より作成

降雨状況についても変化が予測されている。IPCC の分析によると、2100 年の降水量は高緯度地域では増加する可能性がかなり高く、一方で多くの亜熱帯陸域においては減少する可能性が高い（**図 2. 32**）。

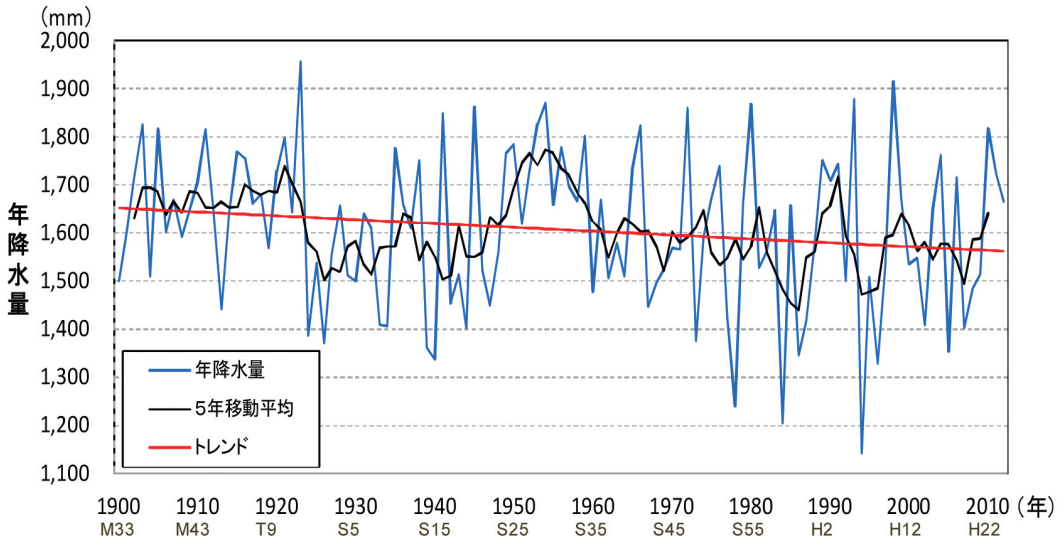
図 2.32　降水分布の変化予測



出典：環境省「IPCC 第 4 次評価報告書総合報告書政策決定者向け要約」より転載

日本の年間降水量の総量の推移について、過去の状況から現在までの変動を見ると、年降水量は変動幅が大きくなっており、平均的な経年変化を見ると微減傾向にある（**図 2. 33**）。

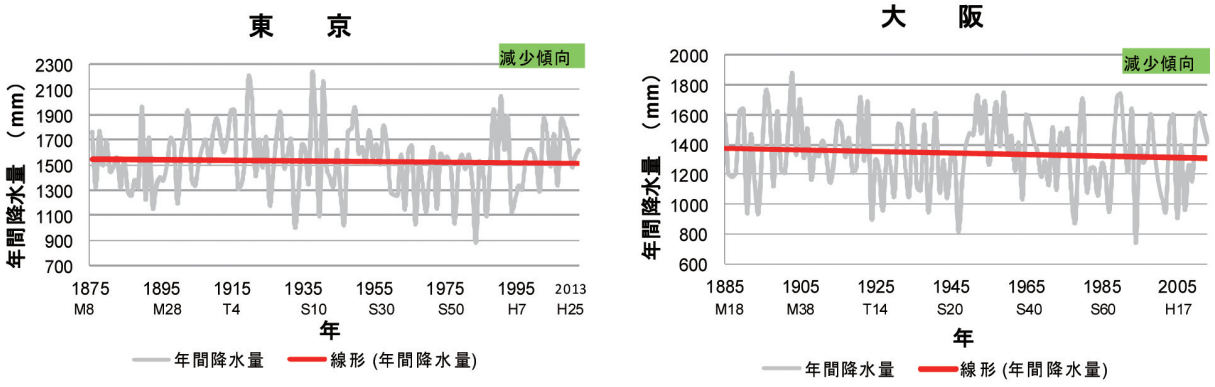
図 2.33　日本の年降水量の変化



出典：気象庁データより作成

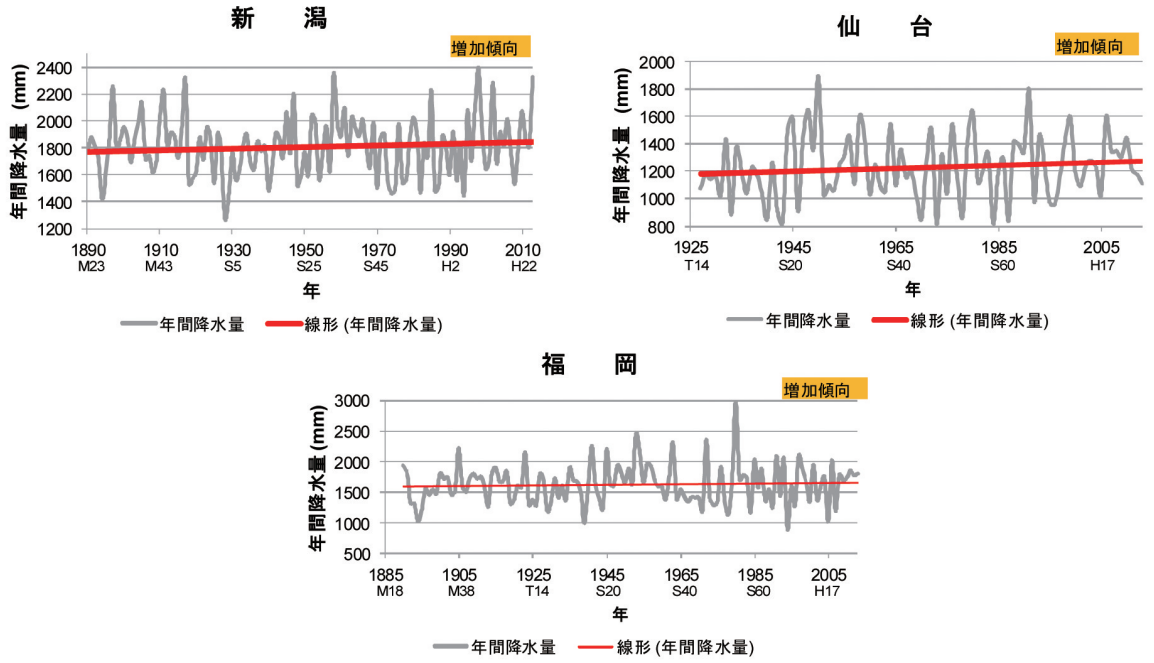
地域別の気候変動も確認できる。例えば、東京及び大阪は減少傾向にあり（**図 2. 34**）、日本海側の新潟、太平洋側の仙台、九州の福岡では増加傾向を示している（**図 2. 35**）。

図 2.34　年間総降水量の推移（首都圏）



出典：気象庁「気象統計情報」より作成

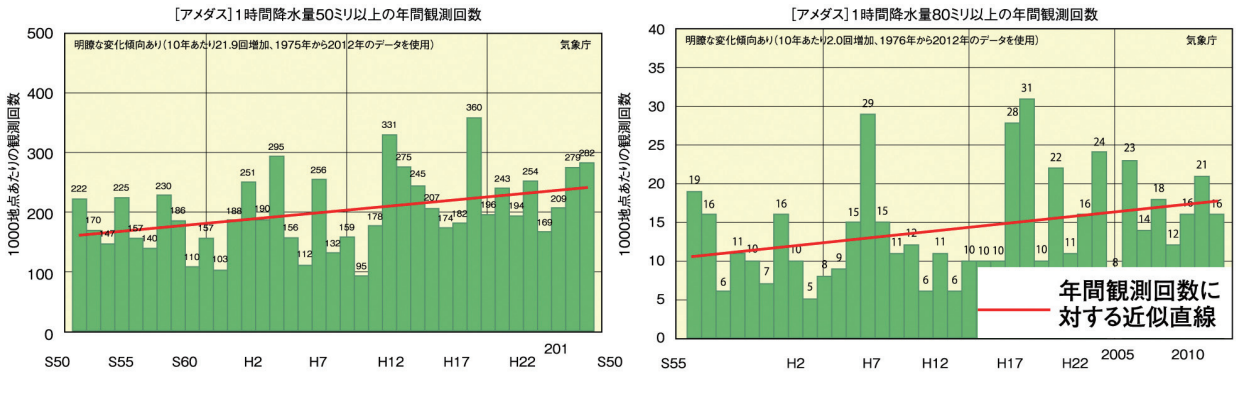
図 2.35　年間総降水量の推移（地方都市）



出典：気象庁「気象統計情報」より作成

降雨傾向についても変動が確認できる。１時間降水量 50mm、80mm 以上の年間観測回数が増加傾向にあることが確認できる（図 2.36）。

図 2.36　１時間降水量 50 ミリ以上及び 80 ミリ以上の年間観測回数

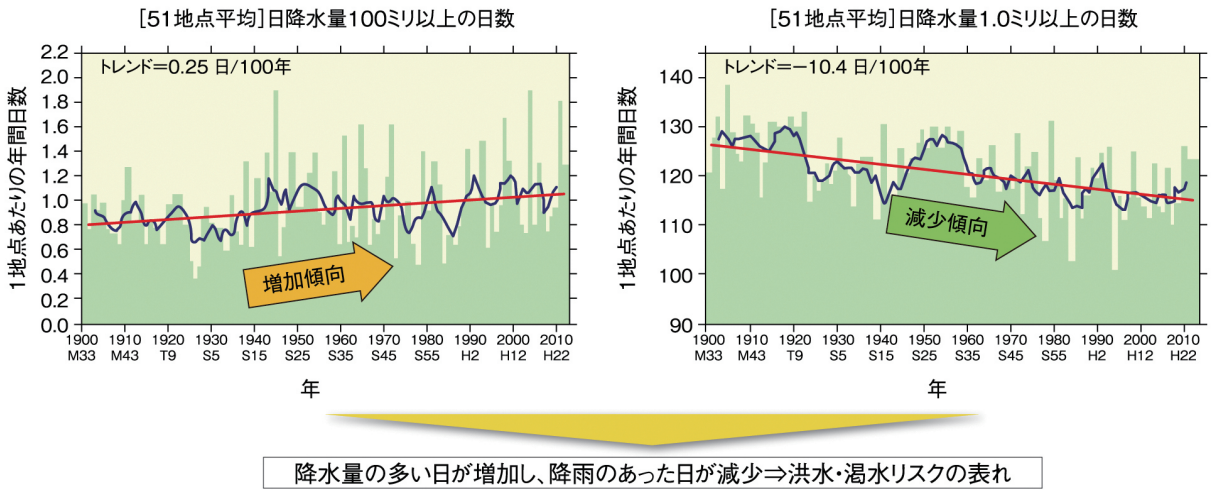


アメダス地点で1時間降水量が50mm、80mm以上となった年間の回数（1,000地点あたりの回数に換算）。
赤い直線は期間にわたる変化傾向を示す。

出典：気象庁「アメダスで見た短時間強雨発生回数の長期変化について」より転載

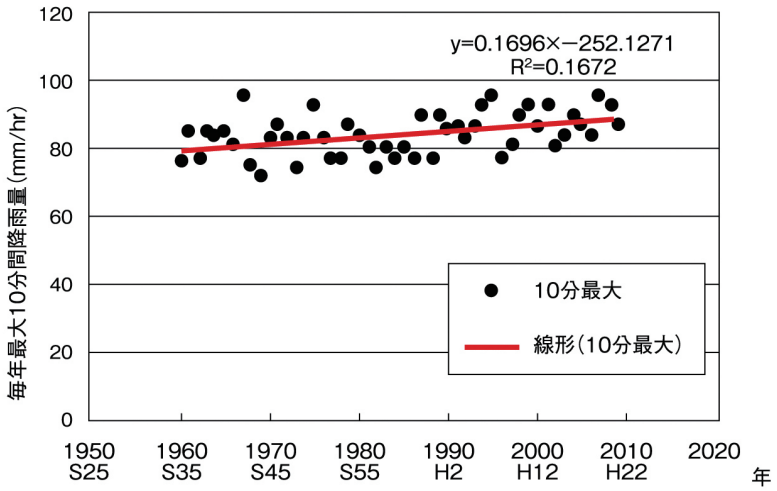
降水量については、１mm 以上の降水の年間日数は減少する一方、大雨の年間日数は増加傾向にある（図 2.37）。象徴的なのは、図 2.38 に見られるように、10 分間の最大降雨量が 1960 年から 2010 年にかけて増加傾向にあることが確認できる。

図 2.37　大雨の回数増加及び降水日数の減少状況



出典：気象庁「気候変動監視レポート2012」より転載

図 2.38　最大 10 分間降雨量の経年変化

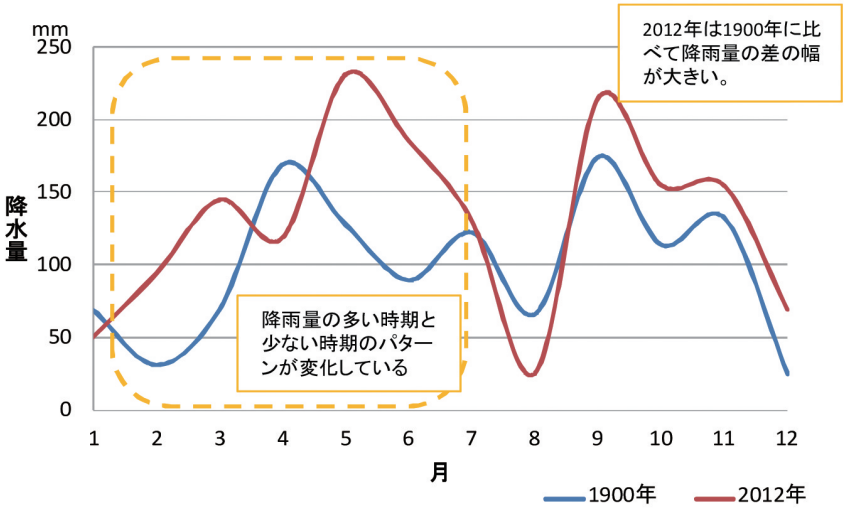


※全国 57 箇所の気象台の毎年最大 10 分間降雨量（mm/hr）の中央値

出典：豪雨の増加が都市雨水対策に与える影響等に関する調査業務（国土交通省国土技術政策総合研究所 H23.2）

農業等の産業に大きく影響を及ぼす降雨パターンは、1900 年（明治 33 年）に比して 2012 年（平成 24 年）は振れ幅が大きく、また降雨量が多い時期と少ない時期のパターンに変化が見られる（**図 2. 39**）。

図 2.39　降雨パターンの変化　（1900 年 /2012 年）



出典：気象庁「気象統計情報」より作成

これらの予想不可能な豪雨の被害は、人命や社会生活に大きな影響を及ぼす。気候変動に伴い、台風が大型化しており、特に 2011 年 7 月～ 9 月にかけては、台風の影響等による被害が特に甚大であった（**表 2. 2**）。インフラが整備された現在においても、台風の影響で死者が出るほどの被害が発生している。

表 2.2　過去 5 年の激甚災害に指定された主な豪雨被害

時　期	場　所	主な被害概要
2009年7月	中国・九州北部	梅雨前線の活動が活性化。中国地方や九州北部で記録的な大雨を観測。住宅被害は全壊45棟以上、床上浸水2,180棟以上、また、崖くずれ1,600ヶ所以上の被害が発生。死者30名以上、負傷者50名以上の被害者を出す。
2011年7月	新潟県・福島県	新潟県中越・下越地方、福島県会津地方で発生した集中豪雨。新潟県では信濃川水系の複数の河川の堤防が決壊。住宅被害は、全壊73棟、床上浸水1,221棟、また、崖くずれ43ヶ所以上の被害が発生。死者4名、行方不明者2名の被害者を出す。水力発電所等の被害により電力不足に陥った。
2011年8月～9月	四国・中国・近畿地方	台風12号の影響により、特に紀伊半島における被害が甚大。死者82名、行方不明者16名の被害。大規模河川の氾濫や土砂崩れなどで、住宅被害は、全壊349棟、床上浸水約5,500棟、また、崖くずれ638ヶ所以上の被害が発生。
2011年9月	四国・東海地区	台風15号の影響により、特に東海地区の被害が甚大。また、東日本大震災の被災地にも被害が発生。死者18名、行方不明者1名の被害。住宅被害は、全壊33棟、床上浸水約2,145棟、また、崖くずれ448ヶ所の被害が発生。
2012年7月	九州北部	活発な梅雨前線による想定以上の降雨量により、各地で河川の氾濫、土砂崩れが頻発。死者30名、行方不明者2名、住宅被害は全壊363棟、床上浸水3,298棟、崖くずれ843ヶ所発生。
2013年6月～8月	東北（秋田県・岩手県）及び中国地方（山口県・島根県）	梅雨前線及び台風の影響などで一部約140mm/時間以上の降雨を記録。住宅倒壊、河川増水、土砂災害などにより死者8名・行方不明者3名。

出典：消防庁及び内閣府データより作成

これらの気象状況の変化は数十年単位で推移しており、将来の気象状況の予見は非常に困難である。アジア開発銀行の研究によると、日本では全人口の 1 割近くが台風被害に直面する恐れがあり、気候変動に対応したインフラの備えがなければ、被害額

はGDPの約１%に上ると試算している[15]。気候変動に伴い大型化する台風等に対応したインフラ整備なしでは、多大な経済損失を被ることになると予測されている。

[15]「東アジアにおける気候変動の経済分析（Economics of Climate Change in East Asia）」、アジア開発銀行（2013）。

(7)水、資源、食料、エネルギー需給の逼迫

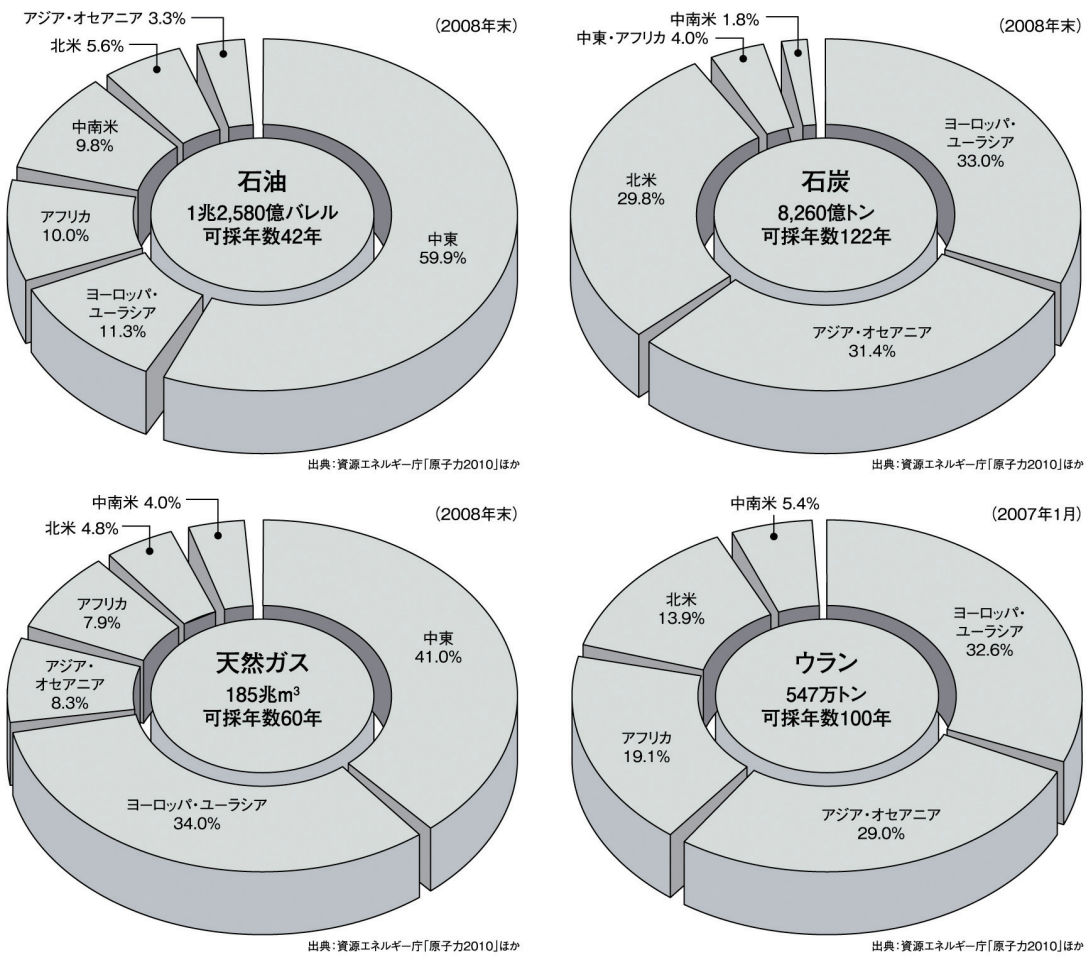
○日本はエネルギー自給率、食料自給率ともに低く、リン鉱石等の資源も全量輸入しており、水、資源、エネルギー等の逼迫は深刻な課題となっている。
○東日本大震災以降、電力需給が逼迫しており、非在来型資源、再生可能エネルギーや資源リサイクル等の活用、普及拡大が期待されている。

1)資源の需給逼迫

アジア・アフリカ等の途上国においては、水・エネルギー等の「資源」需要が爆発的に増え、数十年単位では供給が追い付かなくなる可能性がある。

水については、途上国を中心に「水ストレス」の顕在化・深刻化が予想されている。さらに、石油・ガス等のエネルギー資源（化石燃料）も、在来の供給源については供給可能な年数（可採年数）が限られている（図 2.40）。

図 2.40　石油、石炭、天然ガス、ウランの地域別確認可採埋蔵量・可採年数

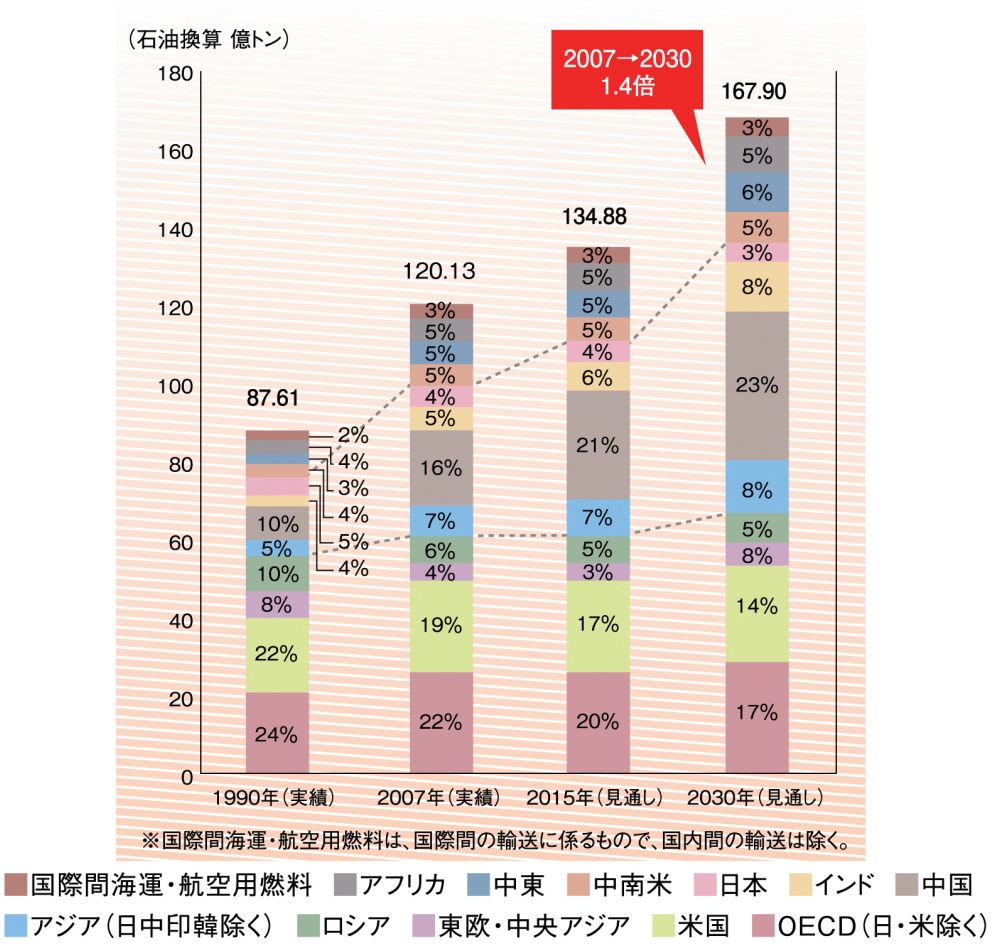


（注）確認可採埋蔵量は、存在が確認され経済的にも生産され得ると推定されるもの
%の合計が100に合わないのは四捨五入の関係

出典：電気事業連合会「図表で語るエネルギーの基礎2010-2011」

2030 年には世界のエネルギー消費量は現在の 1.4 倍に達する見込みであり、総需要の 42%をアジア地域が占めると国際エネルギー機関（IEA）は予測している（**図 2.41**）。需要増にあわせて生産を増加させると可採年数は減少することから[16]、新規資源の開発が急がれている状況である。

図 2.41　世界の地域別エネルギー需要の見通し

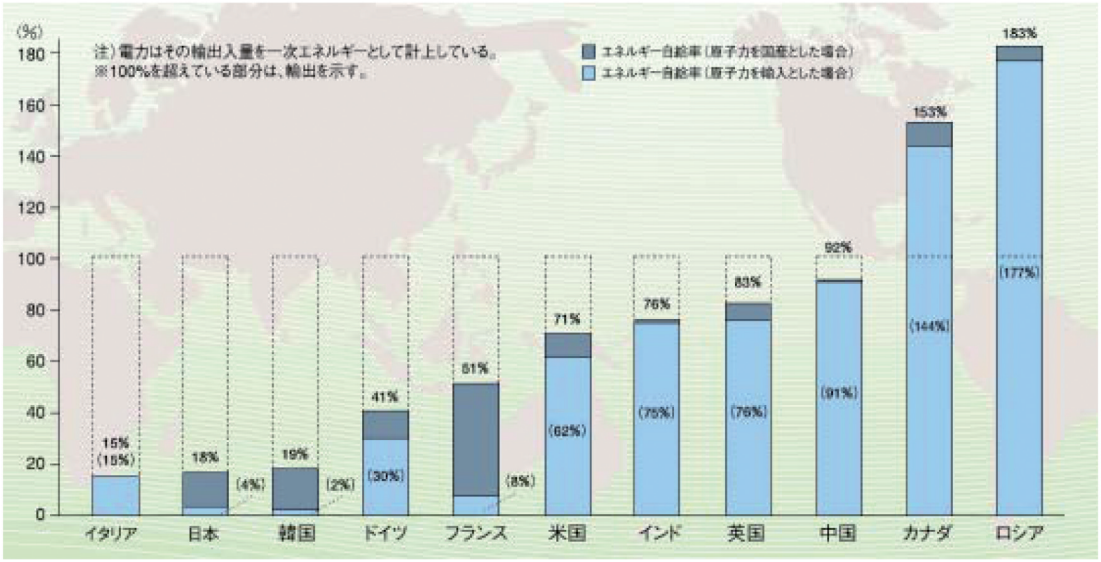


出典：国際エネルギー機関「World Energy Outlook2009」

日本のエネルギー自給率は、原子力を除くと４%、原子力を入れても 18%に過ぎず、エネルギー自給率がほかの先進国と比較しても極めて低い（2007 年）。従って、エネルギー需給の逼迫は、他国に比べ日本に、より深刻な影響をもたらすと考えられるため、エネルギー自給率の向上を図る必要がある。

16 可採年数は現状の確認埋蔵量から年間生産量を除した数値であり、今後追加の埋蔵の発見や代替エネルギーの活用が進まない場合は、生産量の増分にあわせて可採年数が短くなる。

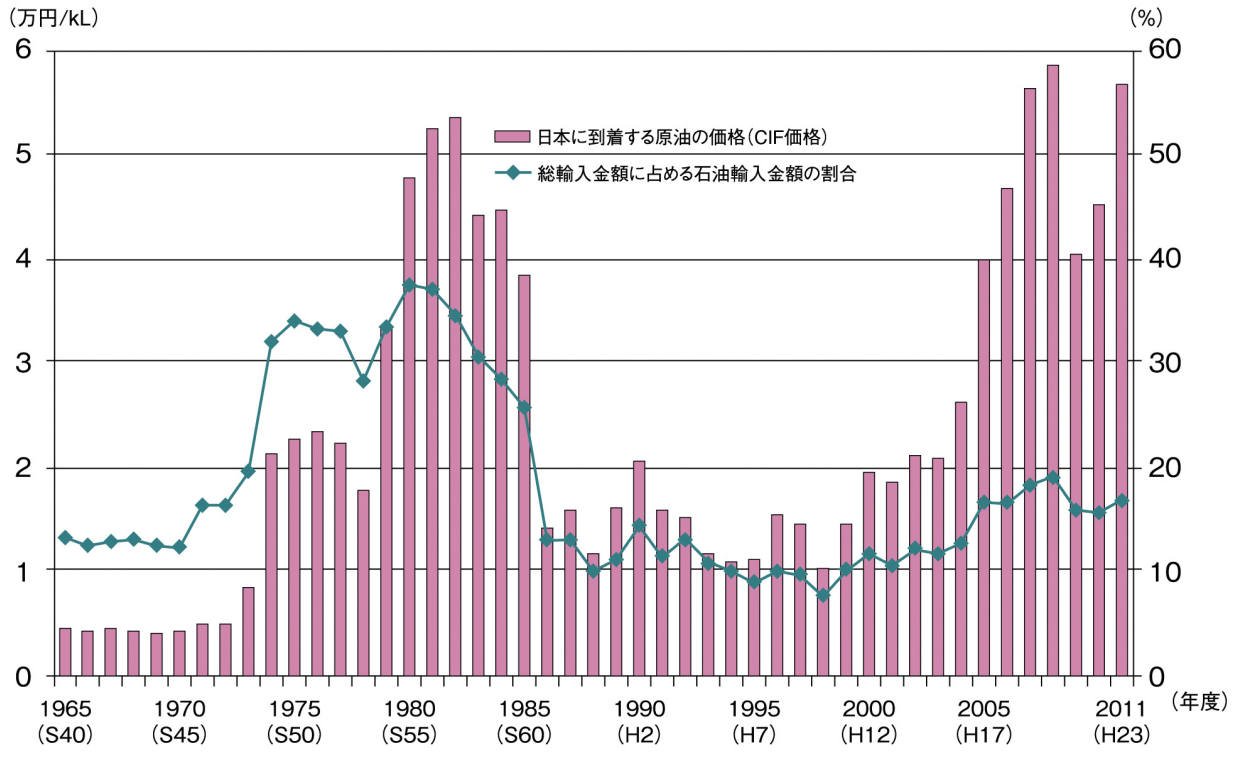
図 2.42　日本のエネルギー自給率（2007 年）



出典：資源エネルギー庁「日本のエネルギー2010」

日本の過去の石油輸入の状況を見ても、原油価格の高騰期に輸入金額が大きく上振れする構造となっており（**図 2.43**）、エネルギーの安定供給は、我が国の安全保障に係る問題と考えられる。

図 2.43　原油の輸入価格と輸入全体に占める割合

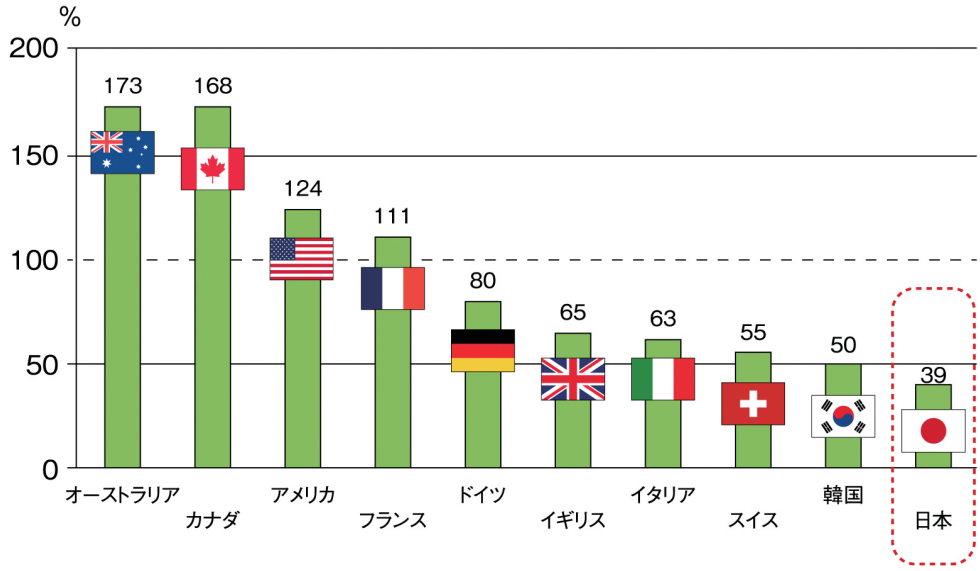


出典：資源エネルギー庁「エネルギー白書 2013」

エネルギー資源は、水資源とも密接に結びついている。水循環や仮想水[17]貿易のインフラ（施設、物流等）は、化石燃料が支えている。例えば、浄水や海水淡水化、食料の生産・輸送には、大量の化石燃料が必要とされる。すなわち、水・エネルギー・食料は、一体となって現代の生活水準を支えている[18]。

そのため、将来エネルギーや水資源の需給が逼迫すると、食料の安定供給にも波及していくことが予想される。現在の日本の食料自給率は、エネルギー同様極めて低く、主要国比でも最低の 39%となっていることから（**図 2.44**）、その影響は特に深刻になる可能性がある。

図 2.44　世界の食料自給率



※データは 2007 年現在のものである。ただし、スイスは 2008 年、韓国は 2009 年、日本は 2010 年度のデータである。

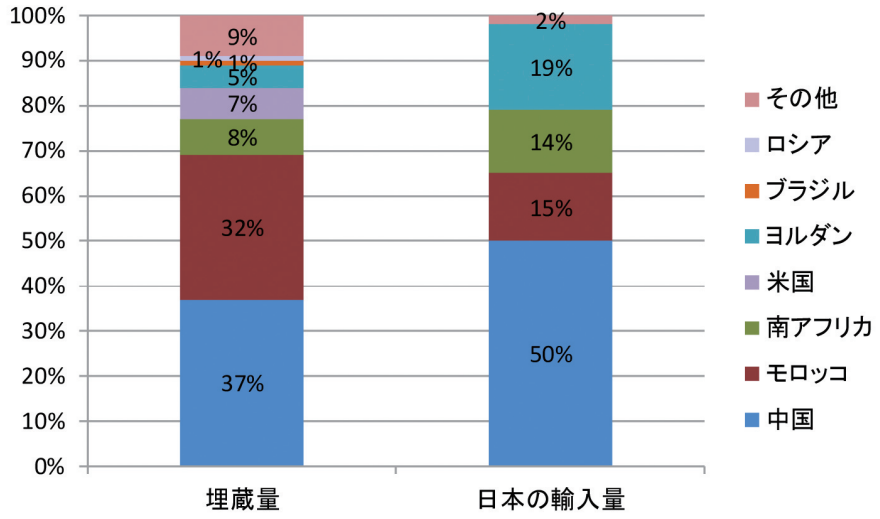
出典：農林水産省「海外農業投資をめぐる状況」（2013）

化石燃料以外の鉱物資源も、希少資源として重要である。鉄、銅、アルミニウムのように、あらゆる産業に不可欠である金属や、ニッケル、リチウム、レアアースといった生産量の少ない「レアメタル」といった金属資源が、日本の産業競争力を支えている。また、リン鉱石は、液晶パネルや半導体の製造プロセスに不可欠なだけでなく、肥料を生産するためにも用いられるため、近年の食糧の急激な増産によって需給悪化が懸念されている。日本はリン鉱石の全量を輸入しており（自給率０％）、輸入相手国も偏っている（**図 2.45**）。

17 仮想水（バーチャルウォーター）：食料を輸入している国(消費国)において、もしその輸入食料を生産するとしたら、どの程度の水が必要かを推定したもの

18 「水・エネルギー・食糧連環(Water-Energy-Food Nexus)」の考え方。これに気候を加えて「水・エネルギー・食糧・気候連環」と呼ぶこともある。

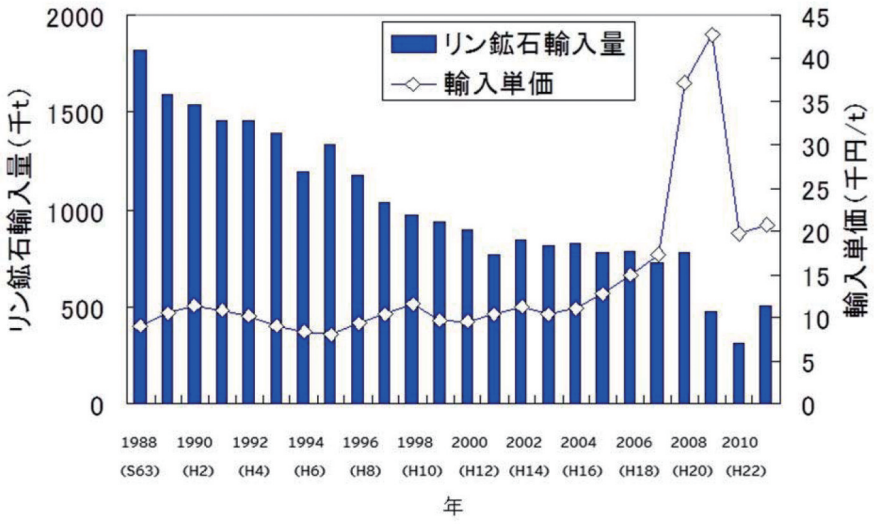
図 2.45　リン鉱石の国別埋蔵量・輸入量



出典：独立行政法人放射線医学総合研究所データベースより作成。埋蔵量は 2007 年、輸入量は 2005 年現在

輸入量自体は減少傾向にあるものの、輸入単価は近年急騰しており、我が国産業への波及は大きくなっている（**図 2.46**）。

図 2.46　リン鉱石の輸入量と価格の推移

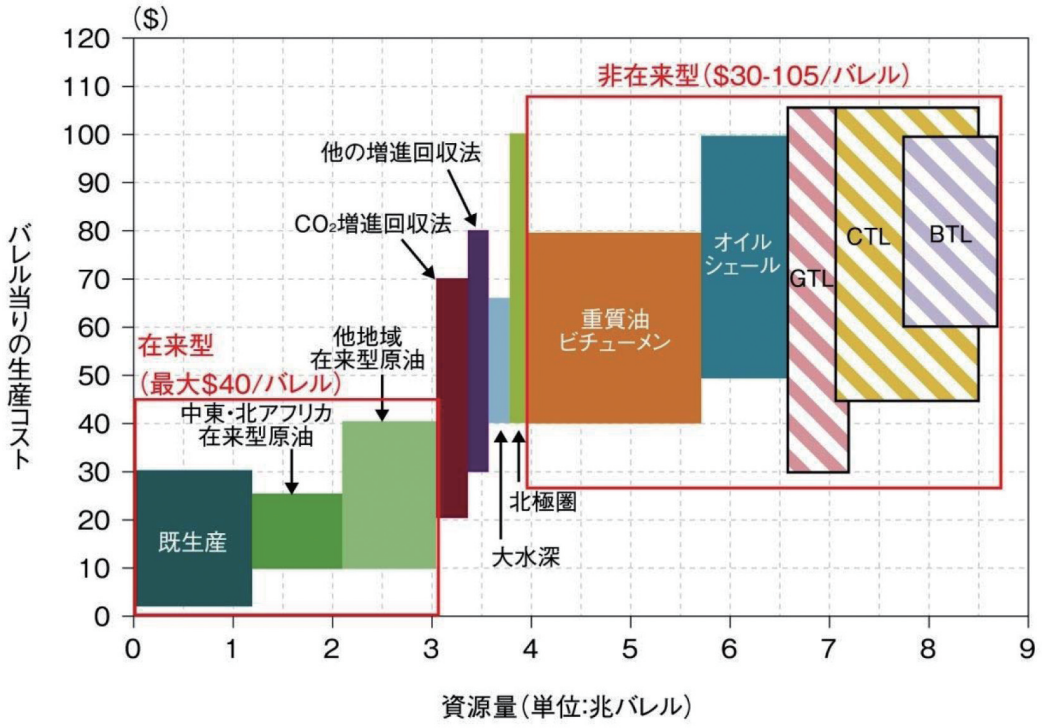


出典：財務省「貿易統計」より作成

2）需給ボトルネックの解消策

エネルギーの需給ボトルネックを解消するためには、非在来型資源、再生可能エネルギー等の活用、及び資源リサイクルの活用が注目されている。非在来型資源とは、従来の方法で生産できない化石燃料（通常の油田・ガス田以外から生産される石油・天然ガス）の総称であり、在来型と異なる採取方法を用いるもの（重質油・オイルシェール等）と、化学的手法を用いて生産するもの（BTL（Biomass to Liquid）、GTL（Gas to Liquid）、CTL（Coal to Liquid）等）に大別される。非在来型の資源は、埋蔵量が圧倒的に大きいものの現状では生産コストが高い。在来型資源の生産コストが 1 バレルあたり当たり最大$40 であるのに対し、多くの非在来型資源は、$30～105 程度の生産コストがかかる（**図 2.47**）。

図 2.47　非在来型資源の生産コスト



出典：本村眞澄「非在来型化石燃料の現状と展望」（「石油・天然ガスレビュー」　独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構 Vol.31 No.10）

再生可能エネルギーには、太陽光、風力、潮力、地熱、バイオマス等が代表的なものとして挙げられる。このうちバイオマスは、下水汚泥、食品廃材、生ごみ等の廃棄物をエネルギー源として活用することができる。そのため、資源に乏しい日本においても有望と考えられる。しかし、世界各地域と比較して、日本では、まだバイオマスのエネルギー活用の普及が進んでおらず、一次エネルギー供給量の 1.2%を占めるにとどまっている（**表 2.3**）。

表 2.3　世界各地域のバイオマス利用状況（2010 年）

	バイオマス（Mtoe）	一次エネルギー供給（Mtoe）	シェア
OECD	241.4	5,405.9	4.5%
欧州	118.7	1,816.0	6.5%
米州	109.2	2,677.2	4.1%
アジア・オセアニア	13.6	912.7	1.5%
非OECD	1,006.0	6,956.9	14.5%
世界計	1,247.4	12,717.2	9.8%
日本	6.0	496.8	1.2%

出典：資源エネルギー庁「エネルギー白書 2013」