

早川 光俊 (CASA専務理事)

パリ協定は、工業化前（1850年頃）からの地球の平均気温の上昇を2℃を十分に下回る水準にすることを目的とし、そのために21世紀後半に温室効果ガスの人為的な排出量と人為的な吸収量をバランスさせることに合意しました。温室効果ガス排出量の約76%は二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）で、そのうち85.5%が化石燃料起源（温室効果ガス総排出量の65%）だとされています。そして、その大部分がエネルギー関連です。さらに日本の場合は、CO<sub>2</sub>排出量の約93%がエネルギー起源です。

このことは、地球温暖化問題は、すなわちエネルギー問題であることを示しています。

今回の特集では、パリ協定とエネルギー問題について考えてみたいと思います。

第1回は、パリ協定の内容と世界及び日本の温室効果ガスの排出状況について、とりわけエネルギー関連からの排出を中心に見てみたいと思います。

### パリ協定の目的と脱炭素社会の構築

パリ協定で合意された、「21世紀後半に温室効果ガスの人為的な排出量と人為的な吸収量をバランスさせる」の「人為的な吸収量」というのは、CO<sub>2</sub>を回収・貯留して石炭や石油の廃坑に圧入・貯留するCCS（Carbon dioxide Capture and Storage）や森林の拡大などが考えられますが、その吸収量はほとんど期待できません。排出量と吸収量をバランス（均衡）させるためには、温室効果ガスの人為的な排出を減らすしかなく、その中でも主な人為的排出源である化石燃料からのCO<sub>2</sub>排出量を限りなくゼロにするしかありません。つまり私たち人間の活動で排出した温室効果ガスは、自然界の吸収を当てにするのではなく、自らの

技術や活動で減らしていくことが求められています。そのためには脱炭素社会を創るしかありません。

### パリ協定とIPCC第5次評価報告書

この合意の根拠になっているのが、2014年に公表された、気候変動に関する政府間パネル第5次評価報告書（IPCC/AR5）です。

AR5は、工業化以前からの平均気温の上昇が2℃を超えると様々なリスクが高まり、人類の生存にとって深刻な状況になることを明らかにしました。そのことを示したグラフが図1です。

図1の左のグラフは、2100年までの平均気温の予想です。右肩上がりになっている「高排出シナリオ」

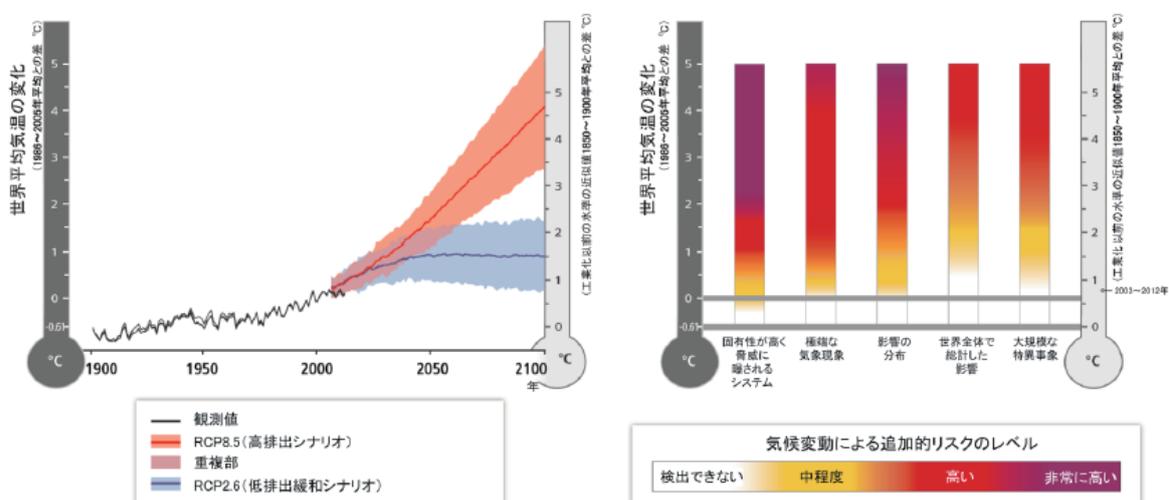


図1 世界全体でみた気候関連のリスク

出典 IPCC第5次評価報告書第2作業部会報告

では、2100年に約4℃(2.6～4.8℃)の平均気温の上昇が予想されています。温室効果ガス排出を厳しく抑えた「低排出シナリオ」では、平均気温の上昇を2℃未満(0.3～1.7℃)には抑えられますが、1.5℃には届きません。

図1の右の棒グラフは、「5つの懸念材料」の、平均気温の上昇に伴うリスクの予測です。5つの懸念材料とは以下の5つです。

- ① 固有性が高く脅威にさらされるシステム：北極の海氷やサンゴ礁の減少。
- ② 極端な気象現象：熱波、極端な降水及び沿岸洪水のリスク。
- ③ 影響の分布：リスクは偏在。恵まれない境遇にある人々や地域社会により大きいリスク。
- ④ 世界全体で総計した影響：生物多様性及び世界経済など世界全体への影響。
- ⑤ 大規模な特異事象：大規模な氷床融解などによる海面上昇といった不可逆的な変化のリスク。

グラフ右側の目盛りが工業化以前からの平均気温の上昇幅を示しています。いずれの棒グラフも平均気温

の上昇に伴い、リスクが色が濃い「高い」方へとシフトして行くことがわかります。例えば平均気温の上昇が2℃を超えると、懸念の①～③は高いレベルのリスクに晒され、④と⑤も「中程度」のリスクレベル\*1に晒されると予想されています。さらに平均気温の上昇が4℃を超えると、①と③は「非常に高いリスク」\*2に晒され、②、④、⑤も高いリスクに晒されると予想されています。

## 2℃を超えるまで30年たらず

AR5は、世界のCO<sub>2</sub>の累積総排出量と平均気温の上昇が、比例関係にあることを明らかにしました。図2のグラフは、CO<sub>2</sub>の累積総排出量と平均気温の上昇との関係を示したグラフです。縦軸は平均気温の上昇幅で、横軸はCO<sub>2</sub>の累積総排出量です。CO<sub>2</sub>の累積総排出量の増加と平均気温の上昇がほぼ比例関係にあることがわかります。

さらにAR5では、2℃未満に抑えるための累積総排出量は約2兆9000億トンで、すでに約1兆9000億トンを排出してしまっているの、残された排出枠は

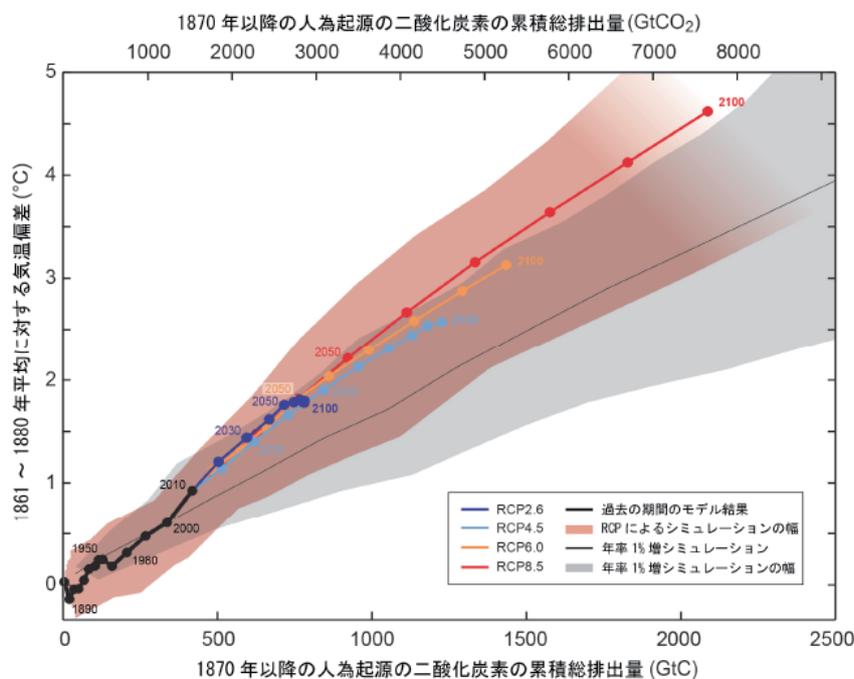


図2 1870年以降の人為起源のCO<sub>2</sub>の累積総排出量(10億トン)  
出典 AR5 第1作業部会政策決定者向け要約

\*1 「中程度のリスク」とは、気候変動の影響が少なくとも確信度が中程度で、検出可能でかつ気候変動が原因と特定できるものとされています。

\*2 「高いリスク」とは、深刻で広範囲にわたる影響を示すとされています。

約1兆トンだとしています。現在の世界の排出量は年間約350億トンなので、1兆トンを350億トンで割ると28.6年になります。すなわち、このままでは30年たらずで平均気温の上昇が2℃を超えてしまうことになります。

## 2℃未満のためには、温室効果ガス排出量を2100年にはほぼゼロかそれ以下に

AR5の第3作業部会報告は、工業化以前からの平均気温の上昇を2℃未満に抑える可能性が高いシナリオは、2100年の温室効果ガス濃度を450ppm(430～480ppm)(CO<sub>2</sub>換算)に抑制するシナリオであるとしています。そして、そのためには2050年の温室効果ガス排出量を2010年比40～70%削減し、2100年にはほぼゼロかそれ以下にする必要があるとしています。

AR5の第3作業部会のこの報告が、パリ協定の「今世紀後半に温室効果ガス排出を実質ゼロとする」との合意につながりました。

しかし、この「今世紀後半に温室効果ガス排出を実質ゼロとする」ことは、決して容易なことではありません。

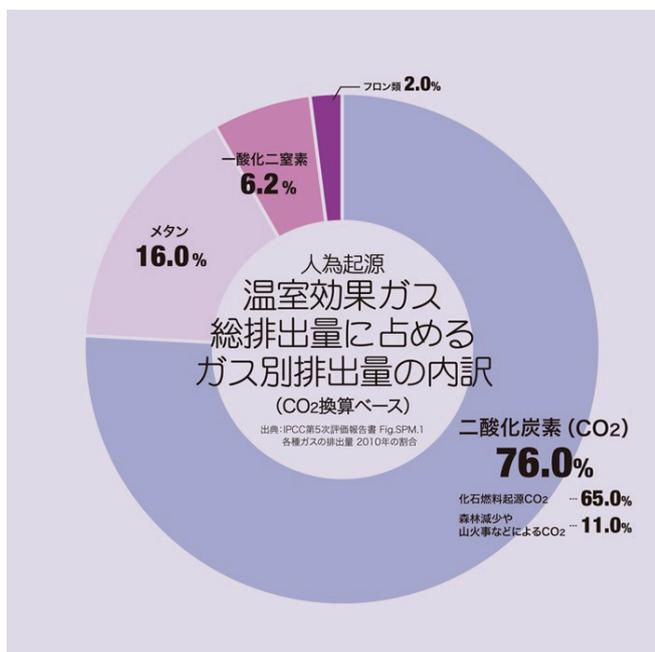


図3 温室効果ガス総排出量に占めるガス別排出量の内訳 (2010年) 出典 全国地球温暖化防止活動推進センターホームページより

せん。このことは22世紀には、化石燃料を使わない脱化石燃料社会を構築しなければならないことを意味しています。

そして、エネルギーのほとんどが化石燃料から得られていることを考えると、エネルギー問題が「脱化石燃料社会の構築」にとって、極めて重要であることがわかります。

## 世界の温室効果ガス別の排出状況

図3は、温室効果ガス総排出量に占めるガス別排出量の内訳です。

現在、気候変動枠組条約で規制対象とされている温室効果ガスは、二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)、メタン(CH<sub>4</sub>)、一酸化二窒素(N<sub>2</sub>O)、フロン類等の7つのガスです。

その中でもCO<sub>2</sub>が温室効果ガス全体の76%ともっとも多く、CO<sub>2</sub>のうち化石燃料起源が85.5%(温室効果ガス全体の65%)とされています。残りは、森林減少\*<sup>3</sup>や森林火災などからの排出です。

## 最大の温室効果ガスの排出原はエネルギー関連

図4は、世界の温室効果ガス排出量の部門別排出量です。

直接排出量というのは「電力・熱」(エネルギー転換部門)に起因する排出を、「作った側」のエネルギー転換部門に計上したもので、間接排出量とは「電力・熱」に起因する排出を、消費先の需要部門(産業や建設)に配分した排出量です。

直接排出量では「電力・熱」が25%、産業が21%、輸送が14%、農林業・土地利用が24%、「その他エネルギー」が9.6%となっています。さらに「電力・熱」の25%のうち、産業が11%、輸送が0.3%、建築が12%、農林業・土地利用などで0.87%になっています。これは産業部門などで「電力・熱」の11%を使用していることを意味しています。

AR5は、2000～2010年における年間の人為的温室効果ガス排出量の部門別の直接排出量増加への寄与は、エネルギー供給47%、産業30%、輸送11%、建

\*3 森林が伐採されると、その時点で、伐採された森林が固定していた分CO<sub>2</sub>が排出されたとされます。

築3%だとしています。つまり温室効果ガス排出量増加の約半分はエネルギー供給（転換）部門からの排出になっています。

AR5は、2℃未満のためには、エネルギー需要を減らすためのエネルギー効率の向上や低炭素エネルギー源への転換は重要な対策だとし、とりわけ早期にエネルギー需要を減らすことは費用効果的な対策であり、石炭火力などの高炭素排出源の建設を回避することが重要だとしています。

また、行動パターンの変化（交通需要・交通手段、家庭のエネルギー消費、寿命の長い製品の選択）、食生活の変化や食品廃棄物削減により、大幅な温室効果ガスの削減が可能だとしています。

さらに、エネルギー供給部門の直接CO<sub>2</sub>排出量は、エネルギー強度（エネルギー/GDP）の改善が大幅に加速されない限り、2010年から2050年には2～3倍まで増加するとしています。そして、2℃未満の450ppmシナリオを実現するには、低炭素電力の割合

が、2050年までに80%以上に増加し、CCSなしの火力発電は2100年までにほぼ廃止する必要があるとしています。ここでAR5が低炭素電力としているのは、再生可能エネルギー、原子力、CCSです。これらについては、特集の第2回以降で考えていきたいと思っています。

## 日本の温室効果ガス排出状況

日本は京都議定書では2008～2012年に1990年比6%削減を約束していましたが、日本の温室効果ガス排出量は、2016年には、京都議定書が基準年としている1990年比で7%も増加してしまっています。それでも京都議定書の削減目標を達成できたのは、海外から排出枠を購入して埋め合わせをしたからです。

2014年度の日本の温室効果ガス排出量のうち、エネルギー分野が占める割合は89.1%、工業プロセス\*<sup>4</sup>及び製品の使用分野が6.6%、農業分野が2.8%、

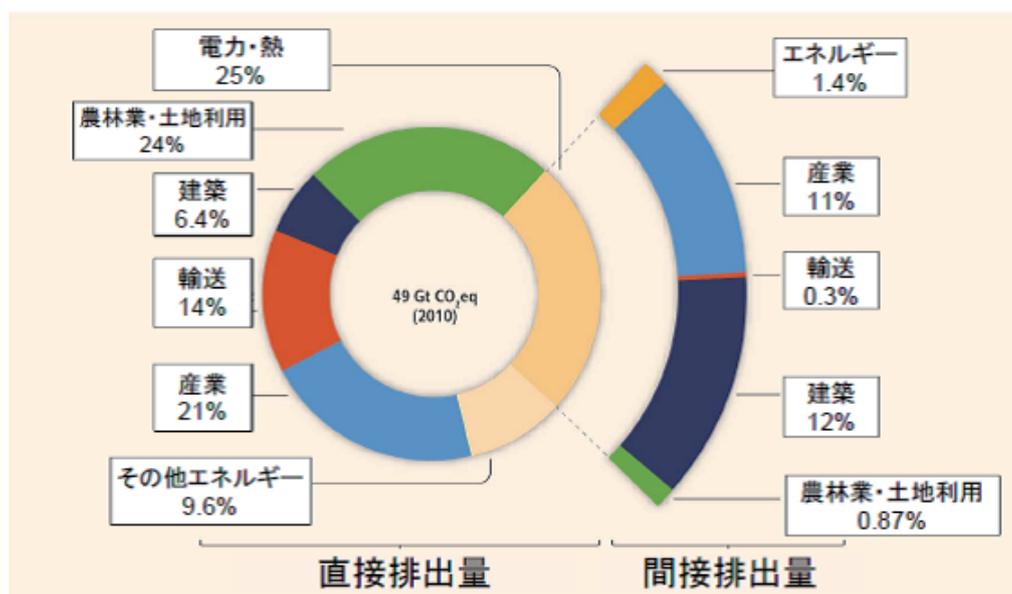


図4 2010年の世界の部門別温室効果ガス排出量  
出典 AR5第3作業部会報告書

\* 4 セメントの製造で石灰石を加熱することにより二酸化炭素を排出する生産工程のこと。

廃棄物分野が1.6%となっています。すなわち、日本においては温室効果ガス排出量の約9割がエネルギー関連からの排出になっています。

図5は部門別のCO<sub>2</sub>直接排出量の推移ですが、エネルギー転換部門がもっとも排出量を増やしていることがわかります。なかでも石炭火力発電からの排出量が増加しています。石炭火力からのCO<sub>2</sub>直接排出量は2015年度には1990年度から2.7倍(2015年度速報値)に増えてしまっています。石炭火力は同じ発電量で、石炭は0.710~0.867\*<sup>5</sup>、LNGは0.320~0.415なので、石炭火力はLNG火力に比べて2倍以上のCO<sub>2</sub>を排出します。現在、42基、2,032.3万kWの石炭火力発電所計画があり、これがすべて建設・稼働すると年間で推計1億1933.6万トンのCO<sub>2</sub>が排出されることになります(気候ネットワーク調べ)。2014年の温室

効果ガスの総排出量が13億6400万トンなので、これは8.7%にあたります。現在の日本のエネルギー計画では、現在22%程度の石炭火力の総発電量に対する割合を2030年には26%程度にするとしており、こうした石炭火力重視のエネルギー政策は、「石炭火力などの高炭素排出源の建設を回避することが重要」だとするAR5の警告にも、21世紀後半に脱化石燃料社会の構築に合意したパリ協定に逆行するものです。

温室効果ガスの排出状況から、世界において、とりわけ日本においては、エネルギー関連のCO<sub>2</sub>をいかに削減するかが、地球温暖化防止の最大の課題だということがわかります。

次回からは、エネルギー関連のCO<sub>2</sub>の排出状況とその削減可能性について考えたいと思います。

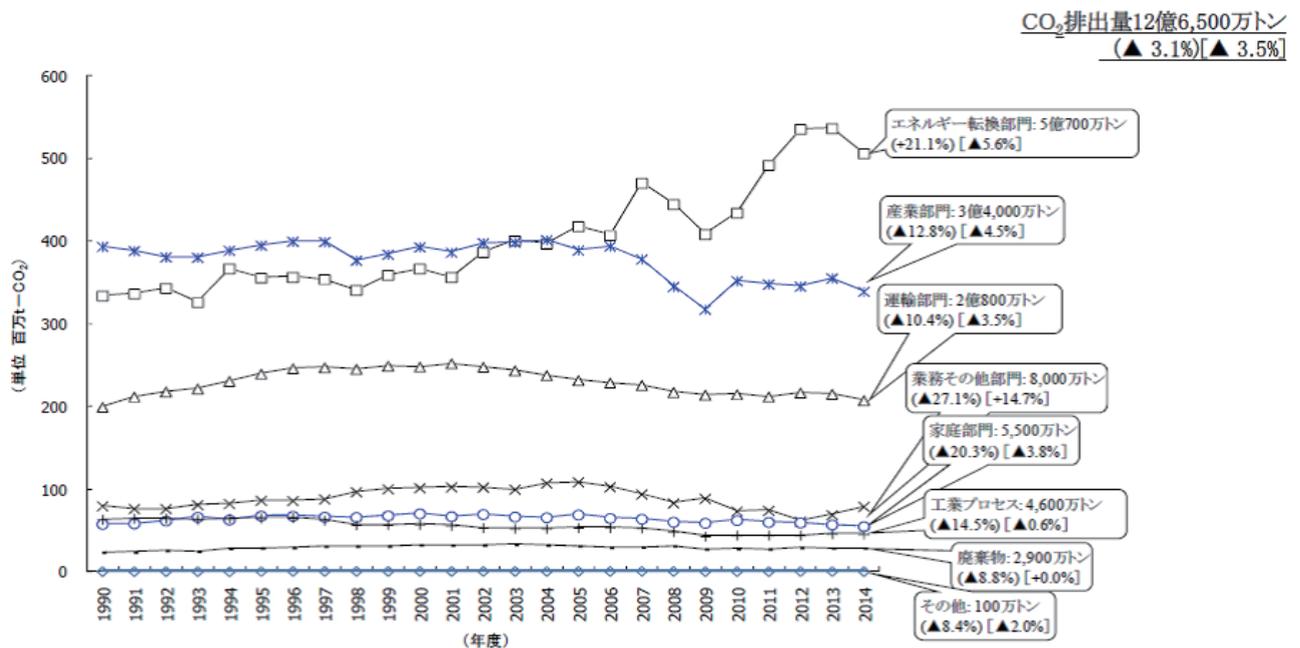


図5 部門別CO<sub>2</sub>直接排出量の推移  
出典 日本国温室効果ガスインベントリ報告書2016年

\* 5 CO<sub>2</sub>排出原単位 (kg-CO<sub>2</sub>/kWh)