

京都議定書後の日本の温室効果ガス排出・吸収量について

九州大学グローバルイノベーションセンター 准教授 早瀬 百合子

1. はじめに

1. 1 京都議定書

地球温暖化問題の解決にむけて、1997年、京都で開催された国連気候変動枠組条約第3回締約国会議（COP3）において、先進国の温室効果ガス排出量の削減を定めた「京都議定書」（Kyoto Protocol）が採択された。

京都議定書の第一約束期間（2008年から2012年の5年間）において、日本を含む先進国、いわゆる附属書I国は、第一約束期間の温室効果ガス排出量を基準年である1990年の排出量より削減するという国際的合意を行った。各附属書I国によって目標とされる削減の割合は異なり、日本の場合、基準年の排出量からマイナス6%の削減が求められていた。

その後、京都議定書の第一約束期間が終わり、2013年以降のいわゆる京都議定書第二約束期間（2013年～2020年）が始まった。しかし、日本はすべての国が参加しない京都議定書は公平性や実効性に問題があるとして、カナダやロシアとともに不参加の立場を表明した。つまり、2013年以降の日本は、法的拘束力のある約束や合意の下での排出削減義務を負わないこととなった。

1. 2 パリ協定

2013年以降、日本は京都議定書の下での排出量削減や報告の義務はないが、気候変動枠組条約の下での排出量報告の義務はあるため、排出量の算定及び国連への報告は毎年行われている。

さらに、2015年、パリで開催された国連気候変動枠組条約第21回締約国会議（COP21）において、2020年以降の地球温暖化防止の国際枠組みである「パリ協定」（Paris Agreement）が採択された。パリ協定は日本を含

む先進国だけではなく、途上国も含めたすべての国が参加する新しい枠組みである。

2020年以降の削減目標については、各国自らが目標を定める「自国が決定する貢献」（Nationally Determined Contribution: NDC）として目標を国連に提出することとし、また、5年ごとに実施状況を確認する仕組み「グローバル・ストックテイク」（Global Stocktake）パリ協定第14条）等が決まった。日本は、2030年における削減目標を、2013年度比-26%（2005年度比-25.4%）をNDCとして国連に提出した。

日本は京都議定書の第二約束期間は不参加であるが、2020年からの新しい枠組みにおいて上述の目標を達成すべく国内での取り組みが必要となる。また、削減目標をどれだけ達成したか、あるいはその取り組みの進捗状況を評価するプロセスにおいて、正確な排出量の算定と把握を行うことが重要となってくる。

本稿では、京都議定書第一約束期間後の排出量算定における方法及び変更点について概説し、最新の日本の温室効果ガス排出・吸収量について紹介する。

2. 京都議定書第一約束期間後の算定方法及び報告内容の変更点

2. 1 ガイドラインの変更

各国が温室効果ガスを算定して、国連気候変動枠組条約事務局に提出するにあたり、正確性や比較可能性を確保するため、各国が共通した方法で算定を行う必要があり、ガイドラインに則り算定を行う。

温室効果ガスを算定する方法等について、気候変動に関する政府間パネル（Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC）は、1995年にガイドラインを策定し、これを1996年に一部改訂し、「1996年改訂温室効果ガスの

排出・吸収に関する国家インベントリ作成のための IPCC ガイドライン」(Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories)以下、「1996年改訂 IPCC ガイドライン」とした。京都議定書第一約束期間において、附属書 I 国はこの 1996 年改訂 IPCC ガイドラインに則り算定することとされた。

さらに、1996 年改訂 IPCC ガイドラインを補完するガイダンスとして、2000 年に「グッドプラクティスガイダンス」(Good Practice Guidance)以下、「GPG」、2003 年に「土地利用、土地利用変化及び林業のためのグッドプラクティスガイダンス」(Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry)以下、「GPG-LULUCF」が加わり、これらに準じて、第一約束期間の排出・吸収量の算定、報告が行われてきた。

その後、技術の進歩や研究科学の蓄積により、算定方法や報告内容等にも更新や改訂が必要となり、上述の 1996 年改訂 IPCC ガイドライン、GPG、GPG-LULUCF を統合した「2006 年版温室効果ガスの排出・吸収に関する国家インベントリ作成のための IPCC ガイドライン」(2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories)以下、「2006 年 IPCC ガイドライン」が策定された。2013 年以降の算定については、この 2006 年 IPCC ガイドラインに準拠して算定が行われるようになった。

1996 年改訂 IPCC ガイドラインから 2006 年 IPCC ガイドラインへの主な変更点は、報告分野の統合や新規排出源、新規ガス及び算定方法の追加等である。つまり、京都議定書第一約束期間には報告されていなかった新しい排出源の排出や、新規ガスの排出が、2013 年以降の排出量に加えて、報告されている。

2. 2 削減対象ガス及び新規排出源の追加

京都議定書第一約束期間の削減対象ガスは、二酸化炭素 (CO₂)、メタン (CH₄)、一酸化二窒素窒素 (N₂O)、ハイドロフルオロカーボン類 (HFCs)、パーフルオロカーボン類 (PFCs)、六フッ化硫黄 (SF₆) の 6 種類の温室効果ガスが削減対象であった。2013 年以降は、上述のガスに三フッ化窒素 (NF₃) が削減対象ガスとして追加された。三フッ化窒素は、主に半導体や液晶の製造時に排出されるガスであり、工業プロセス分野において排出量の報告が追加されている。さらに、ハイドロフルオロカーボン類の HFC-245fa、HFC-365mfc といったガス等も、工業プロセス分野において報告が追加されている。

また、新規で追加された排出源として、例えば、工業プロセス分野の水素製造における CO₂ 排出量の計上等がある。算定方法が変更された排出としては、農業分野の水田からのメタン排出を推計する DNDC-Rice モデル (DeNitrification-DeComposition-Rice モデル) を適用するといった算定方法の変更がある。

さらに、総排出量に間接 CO₂ も計上されるようになった。間接 CO₂ とは、一酸化炭素 (CO)、メタン (CH₄)、非メタン揮発性有機化合物 (NMVOC) といったガスが、大気中で長期的に酸化されて CO₂ になるため、これらを CO₂ 排出として計上するものである。例えば、溶剤を使用する施設等で、NMVOC を焼却処理した際に出る CO₂ を間接 CO₂ として排出量に計上するものである。ただし、バイオマス起源の CO、CH₄、NMVOC はカーボンニュートラルの観点から間接 CO₂ としては計上されていない。同様に、燃料の燃焼起源についても二重計上となるため、計上されていない。

表 1 京都議定書第一約束期間算定時までの GWP と 2013 年以降の GWP

温室効果ガス	京都議定書第一約束期間終了まで使用	2013年以降使用
	IPCC第二次評価報告書 (1995)	IPCC第四次評価報告書 (2007)
CO ₂ (二酸化炭素)	1	1
CH ₄ (メタン)	21	25
N ₂ O (一酸化二窒素)	310	298
HFCs (ハイドロフルオロカーボン類)	1,300 など	1,430 など
PFCs (パーフルオロカーボン類)	6,500 など	7,390 など
SF ₆ (六フッ化硫黄)	23,900	22,800
NF ₃ (三フッ化窒素)	削減対象ガスではない	17,200

2. 3 温暖化係数（GWP）の変更

各国の温室効果ガス総排出・吸収量は、二酸化炭素換算で表し、報告される。各温室効果ガスを二酸化炭素換算して合算するために、各ガスの排出量に対して、各ガスの温暖化係数（GWP: Global Warming Potential）を乗じて合算する。

GWP とは、温室効果ガスの温室効果の程度を、CO₂の温室効果に比べてその程度を表した係数であり、各ガスによって係数も異なる。第一約束期間は IPCC 第 2 次評価報告書（IPCC Second Assessment Report）の GWP を使い算定することとされていた。

しかし、2013 年以降は、IPCC 第 4 次評価報告書（IPCC Fourth Assessment Report）の GWP を用いて算定することが決まったため、第一約束期間の各ガスの GWP と値が異なっている。例えば、第一約束期間の算定で使われている CH₄ の GWP は 21、N₂O の GWP は 310 であったが、2013 年以降は CH₄ メタンの GWP が 25、N₂O の GWP は 298 である（表 1 参照）。排出量と同じ場合でも、乗じる GWP がどの報告書の値を引用しているかによって、二酸化炭素換算した際の排出量が異なってくる。

3. 最新の温室効果ガス排出・吸収量

3. 1 温室効果ガス排出量

2017 年 4 月 13 日に発表された日本の最新の 2015 年度温室効果ガス排出・吸収量について概説する。

2015 年度の日本の温室効果ガス総排出量は 13 億 2,500 万トン（CO₂ 換算）であった。この総排出量には、間接 CO₂ の値は含まれており、土地利用・土地利用変化及び林業分野（Land Use, Land-Use Change and Forestry : LULUCF）の値は含まれていない。

2015 年度の総排出量は、1990 年度の総排出量と比べて 4.0% の増加、2005 年度の総排出量と比べて 5.3% の減少、2013 年度の総排出量と比べて 6.0% の減少であった（表 2 参照）。第二約束期間での基準年は、原則として 1990 年であるが、日本が削減目標の基準としている 2005 年と 2013 年をここでは比較対象とする。

ガス別で排出量をみると、CO₂ 排出量は 12 億 2700 万トン（CO₂ 換算）であり、2013 年度と比べて 6.7% 減少、2005 年度と比べて 6.4% の減少であった。CO₂ は日本の温室効果ガス総排出量の 92.5% を占めるガスである。CH₄ の排出量は 3,130 万トン（CO₂ 換算）であり、2013 年度と比べて 4.2% 減少、2005 年度と比べて 11.3% の減少であった。N₂O の排出量は 2,080 万トン（CO₂ 換算）であり、2013 年度と比べて 2.7% 減少、2005 年度と比べて 16.1% の減少であった。

HFCs の排出量は 3,920 万トン（CO₂ 換算）であり、2013 年と比べて 22.1% 増加、2005 年と比べて 207% の増加であった。PFCs の排出量は 330 万トン（CO₂ 換算）であり、

表 2 日本の温室効果ガス総排出量の推移

（国立環境研究所温室効果ガスインベントリオフィス公表データより筆者作成）

温室効果ガスの種類	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
二酸化炭素（CO ₂ ）	1,162.5	1,248.4	1,279.8	1,310.8	1,239.9	1,167.1	1,217.4	1,266.1	1,300.3	1,315.9	1,268.7	1,227.4
メタン（CH ₄ ）	44.2	41.6	37.7	35.3	34.7	33.8	34.9	33.8	33.0	32.7	32.1	31.3
一酸化二窒素（N ₂ O）	31.5	32.9	29.6	24.8	23.3	22.7	22.3	21.8	21.4	21.4	20.9	20.8
ハイドロフルオロカーボン類（HFCs）	15.9	25.2	22.9	12.8	19.3	20.9	23.3	26.1	29.3	32.1	35.8	39.2
パーフルオロカーボン類（PFCs）	6.5	17.6	11.9	8.6	5.7	4.0	4.2	3.8	3.4	3.3	3.4	3.3
六フッ化硫黄（SF ₆ ）	12.9	16.4	7.0	5.1	4.2	2.4	2.4	2.2	2.2	2.1	2.1	2.1
三フッ化窒素（NF ₃ ）	0.03	0.2	0.3	1.5	1.5	1.4	1.5	1.8	1.5	1.6	1.1	0.6
Total	1,273.6	1,382.3	1,389.1	1,398.8	1,328.6	1,252.4	1,306.0	1,355.6	1,391.2	1,409.0	1,364.0	1,324.7

[百万トンCO₂換算]

2013年と比べて0.9%増加、2005年と比べて61.6%の減少であった。SF₆の排出量は210万トン(CO₂換算)であり、2013年と比べて1.0%増加、2005年と比べて58.0%の減少であった。NF₃の排出量は60万トン(CO₂換算)であり、2013年と比べて64.7%減少、2005年と比べて61.2%の減少であった。

3. 2 京都議定書に基づく吸収源活動

日本の吸収源活動による排出・吸収量は、5,880万トン(CO₂換算)の吸収であった。2005年度の総排出量で見ると4.2%相当の吸収となり、2013年度の総排出量でも同様に4.2%相当の吸収となる。

日本は2013年以降も、京都議定書に基づく吸収源活動の排出・吸収量について算定を行っている。京都議定書で規定されるすべての吸収源活動、つまり「新規植林」「再植林」「森林減少」「森林経営」「植生回復」「農地管理」「牧草地管理」について報告している。「新規植林」「再植林」「森林減少」「森林経営」における吸収源活動を「森林吸収源対策」として、「植生回復」における吸収源活動を「都市緑化活動」としている。第二約束期間(2013年

～2020年)においては、「森林吸収源対策」と「都市緑化活動」に加えて、「農地管理活動」と「牧草地管理活動」も計上している。

3. 3 電気・熱配分後の部門別排出量

上述のとおり、日本の総排出量のほとんど(92.5%)はCO₂の排出であるが、そのCO₂の排出の大半(93.6%)が、エネルギー起源の燃焼に伴うCO₂排出である。エネルギー起源の燃焼とは、化石燃料である石炭、石油、天然ガスを燃焼した際に排出されるもので、経済大国である日本は化石燃料の燃焼に伴うCO₂排出が大半を占めている。

エネルギー起源の燃焼に伴うCO₂は、工場等での排出として「産業部門」、自動車や船舶、飛行機、鉄道等からの排出として「運輸部門」、会社やオフィスでの排出として「業務その他部門」、家庭からの排出として「家庭部門」、発電所や石油精製等での発電及び石油精製に伴う排出を「エネルギー転換部門」からの排出として、部門別に計上されている(図1参照)。

エネルギー起源の燃焼に伴うCO₂は、発電や熱生産に

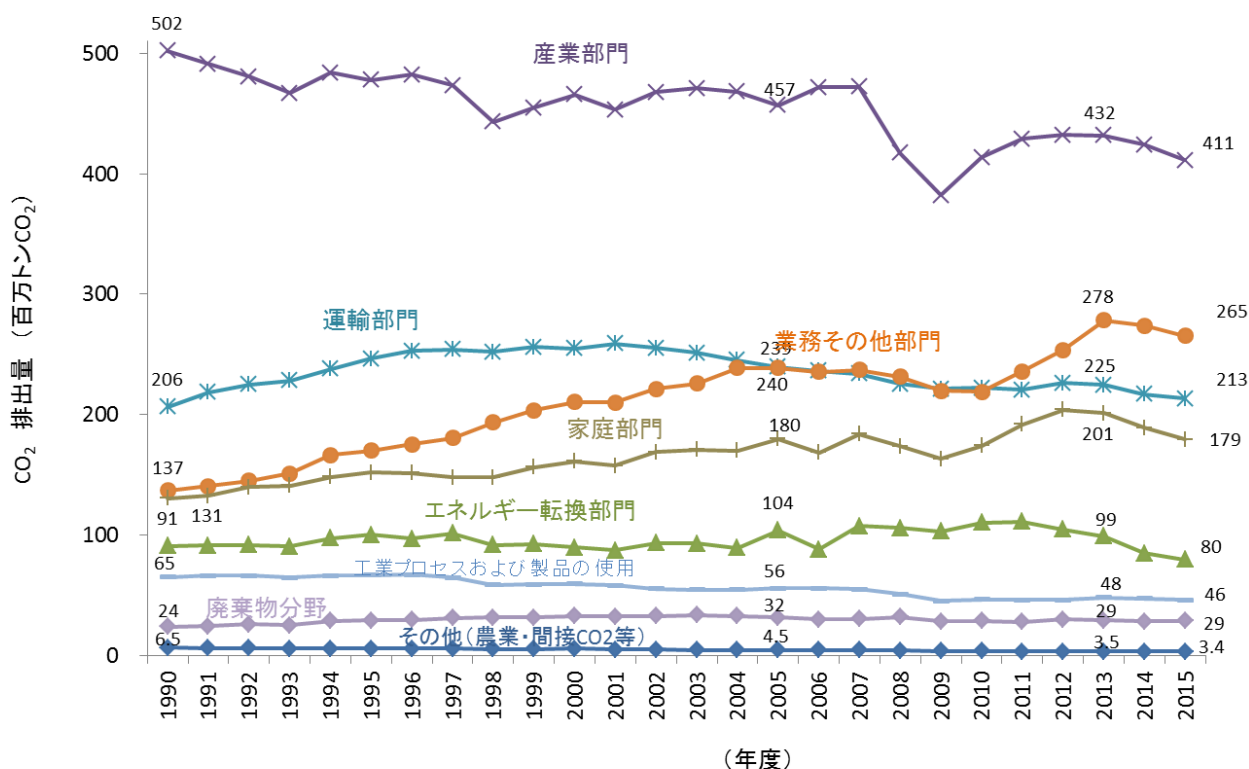


図1 日本の部門別CO₂排出量の推移(電気・熱配分後のエネルギー起源からのCO₂排出量)

国立環境研究所温室効果ガスインベントリオフィス公表資料を引用

使われた化石燃料の燃焼による排出量をすべて「エネルギー転換」部門に計上するのではなく、各部門の電気及び熱の消費量に応じて、最終需要部門の排出量に再配分して計上を行っている。電気・熱配分後排出量について、以前は「間接排出量」という言葉が使われていたが、本稿 2.2 削減対象ガス及び新規排出源の追加において概説した「間接 CO₂」と間接排出量は異なるものである。

3. 4 再計算 (Recalculation)

最新の温室効果ガス排出・吸収量が毎年 4 月 15 日の国連気候変動枠組条約事務局への提出のタイミングで国内発表されているが、再計算 (Recalculation) のルールがあるため、算定には常に新しいデータや方法が適用され、それらのデータと方法が 1990 年まで遡って再計算され、公表される。つまり、今年公表された 2015 年度の排出量は、来年発表される 2015 年度の排出量と値が異なる可能性がある。

同様に、現在公表されている 2008 年～2012 年の排出量は、ガイドラインの変更等により、第一約束期間時に算定した排出量とは異なっているため、京都議定書第一約束期間の達成可否を議論する排出量の数字とは全く異なる。なお、第一約束期間における目標達成の審査は 2014 年に報告、提出された排出・吸収量をもって行われるものであり、その後には再計算されて提出される排出量で第一約束期間の目標達成の再審査や再評価はされない。

4. おわりに

京都議定書第二約束期間に参加していない日本や、京都議定書第一約束期間に削減の義務を負わなかった途上国も、2020 年以降のパリ協定の新しい国際枠組みにおいて、排出削減の努力と報告が必要となってくる。排出量の算定において、方法論やルールの追加・変更は数字に与える影響も大きく、方法論変更への適応作業も膨大となる。

また、京都議定書第二約束期間の算定に使われている方法論は、今後、パリ協定での取り組みや評価方法に応じて、さらに精緻化、統合化が行われる可能性もある。

しかし、精緻な方法論を用いての算定も重要であるが、各国の削減目標に対しての進捗状況や削減努力を正確に評価するためには、排出量の算定に用いる消費量等の基礎データや統計データがより正確に国内で収集され、整備されている体制作りも今後重要となってくるであろう。

参考文献

- 1) UNFCCC, Paris Agreement (2016)
http://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/english_paris_agreement.pdf
- 2) IPCC, Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (1997)
- 3) IPCC, Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories (2000)
- 4) IPCC, Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry (2003)
- 5) IPCC, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (2006)
- 6) IPCC, IPCC Second Assessment Report (1995)
- 7) IPCC, IPCC Fourth Assessment Report (2007)
- 8) Ministry of the Environment, Japan and Greenhouse Gas Inventory Office of Japan (GIO), CGER, NIES., National Greenhouse Gas Inventory of Japan (2017)
- 9) 環境省、国立環境研究所、2015 年度(平成 27 年度)の温室効果ガス排出量(確報値)について(2017)
- 10) 国立環境研究所地球環境研究センター温室効果ガスインベントリオフィス、日本の温室効果ガス排出量データ(1990～2015 年度)確報値(2017)
<http://www-gio.nies.go.jp/aboutghg/nir/nir-j.html#e>
- 11) UNFCCC, Revision of the UNFCCC reporting guidelines on annual inventories for Parties included in Annex I to the Convention (Decision 24/CP.19 Annex D) (2013)