

IPCC 第 5 次報告書第 3 作業部会の政策的含意

—各国削減目標の差異化および原子力発電の役割を中心に—

2014 年 4 月 21 日 東北大学 明日香壽川 (revised version: May 8, 2014)

asuka@cneas.tohoku.ac.jp

<要約>

「気候変動に関する政府間パネル第 5 次報告書第 3 作業部会 (IPCC AR5 WG3)」では、様々な公平性原則に基づいた温室効果ガス (GHG) 排出削減の負担分担方法による各国の数値目標のレンジに関する記述がある。その IPCC AR5 WG3 の記述および依拠している論文によると、産業革命以降における世界平均気温の上昇を 2 度以内に抑制するという 2 度目標達成のためには、たとえば日本、オーストラリア、ニュージーランドは、中間値を取れば、2030 年に 2010 年比で 60%前後が必要な排出削減量となる。また、原子力発電に関しては温暖化対策に貢献する可能性は認めているものの、その課題として、事故リスク、運用リスク、ウラン採掘リスク、金融・規制リスク、未解決の廃棄物管理方法、核兵器拡散の懸念、反対世論などを明記している。また、地球全体で見た場合、原子力発電をフェーズ・アウトしても 2 度目標達成は技術的に可能であり、経済的に大きな追加的負担をもたらさないことも示している。

1. はじめに

現在、国連気候変動枠組条約 (UNFCCC) の下で、2020 年以降の新たな国際枠組みに関する交渉が続いている。そこにおいて最も困難な議論が各国の温室効果ガス (GHG) 排出削減数値目標の差異化である。また、産業革命以降における世界平均気温の上昇を 2 度以内に抑制するという 2 度目標の達成における原子力発電の役割も、2011 年の福島第一原発事故後、世界と日本の両方の文脈で重要である。

本稿では、以上の 2 点に関して、2014 年 4 月 15 日に公表された「気候変動に関する政府間パネル第 5 次報告書第 3 作業部会 (IPCC AR5 WG3)」(IPCC, 2014) の政策決定者用要約 (Summary for Policy Maker: SPM)、本文、技術要約 (Technical Summary: TS) の記述を速報的に紹介し、その政策的含意を考える。

2. 各国削減数値目標の差異化

2007 年に発表された IPCC の第 4 次報告書 (AR4) の WG3 では、本文第 13 章 Box.13.7 において「2 度目標達成に先進国は 2020 年に 1990 年比で GHG 排出の 25-40%削減が必要」と記述された。その結果、民主党政権時の日本や EU などの中期数値目標は、この「25-40%削減」を参照したものになった。また、その後の関連研究である Elzen and Hohne (2008) は「2 度目標達成に途上国は BAU 比で 2020 年に GHG 排出の 15-30%削減が必要」を示した。この数値も、中国などの途上国の数値目標の妥当性を検討する際に参照された (例えば、EU Commission, 2009)。

今回の IPCC AR5 WG3 では、各国の削減目標差異化に関する記述は主に本文第 6 章にある。そこでは様々な目標差異化に関する既存研究の結果を整理し、「能力」「平等」「責任、能力、必要性（発展の権利）」「均等な一人あたり累計排出量」「段階的方法」の 5 つの排出削減の負担分担方法による各地域の許容排出量を、既存研究シナリオ（論文）数と共に定量的に示している（図 1）。

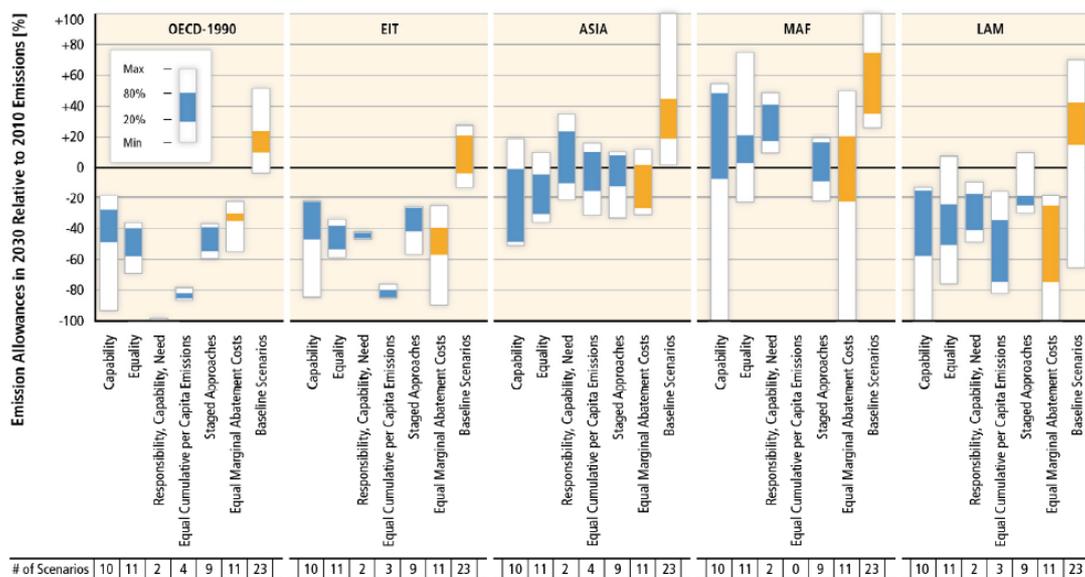


図 1. IPCC AR5 WG3 による 2 度目標達成に必要な各地域の数値目標のレンジ（5 地域）

出所：IPCC AR5 WG3, Chap.6, Fig.6.28, p.59

説明 1：2010 年比での 2030 年の GHG 排出許容量（CO_{2eq}）を示している。GHG 排出削減の負担分担方法の名称および負担分担方法の概要は以下の通り。詳細については IPCC 報告書本文を参照されたい。

- *Capability*（能力）：一人あたりの GDP の大きさに比例して必要削減量を大きくする。
- *Equality*（平等）：一人あたりの排出量を均等にする。
- *Responsibility, Capability, Need*（責任と能力と必要性（発展の権利））：一人あたりの GDP と一人あたりの排出量均等を組み合わせ、さらに一人あたりでの低排出者の削減を免除する。
- *Equal Cumulative per Capita Emissions*（均等な一人あたり累計排出量）：一人あたりの排出量を均等にする際に歴史的な排出量も考慮する。
- *Staged*（段階的方法）：一人あたりの排出量などでコミットメントの強さを段階分けする。厳しい段階では、セクター原単位均等などの負担分担を行う。

各地域は以下の通り。EIT：東欧およびロシア、OECD-1990：米、カナダ、西欧、日本、オーストラリア、ニュージーランド、ASIA：インド、バングラディシュ、パキスタン、中国、韓国、モンゴル、東南アジア、太平洋諸国、MAF：アフリカ、LAM：南米およびカリブ海諸国。

説明 2：OECD-1990 の「責任、能力、必要性（発展の権利）」での排出許容量は-106%～-128%となり、図 1 における下限の-100 を超えてしまっているために図 1 では示されていない。また、*Equal Marginal Abatement Costs*（限界削減コスト均等）は、各国が限界削減コストが均等になるまで削減する。ただし、ここでは負担分担方法の一つとしてではなく、参考数値としての位置づけになっている。

これによると、例えば OECD-1990（いわゆる先進国）では、2度目標達成に必要な2010年比での2030年のCO_{2eq}排出量は、上位20%と下位20%の数値を除いた場合、「能力」では-23%～-50%、「平等」では-40%～-60%、「責任、能力、必要性（発展の権利）」では、-106%～-128%、「均等な一人あたり累計排出量」では、-80%～-84%、「段階的方法」では、-40%～-55%となる。

このIPCC AR5 WG3の本文第6章は5地域であるが、依拠しているHöhne et al. (2013)では、より細かい10地域での「2010年比での2030年排出許容量」を明らかにしている（図2）。

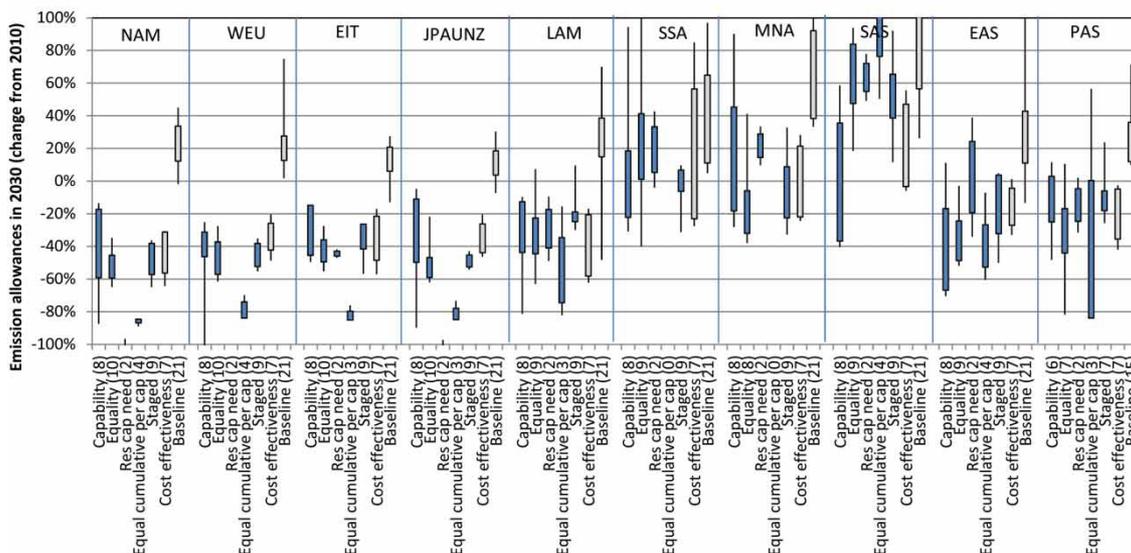


図2. Höhne et al. (2013) による2度目標達成に必要な各地域の数値目標のレンジ（10地域）

出所：Höhne et al. (2013)

説明：排出削減の負担分担方法などは図1と同じ。各負担分担方法の括弧の中の数字は、既存研究シナリオ（論文）の数を示す。図1と図2の地域分類の対応は以下の通り。

| 地域 | 10地域 | 5地域 | 2地域 |
|--------------------------|--------|-----------|-----|
| 北米（米、カナダ） | NAM | OECD-1990 | 先進国 |
| 西ヨーロッパ | WEU | OECD-1990 | 先進国 |
| 日本、オーストラリア、ニュージーランド | JPAUNZ | OECD-1990 | 先進国 |
| 経済移行国（東ヨーロッパとロシア） | EIT | EIT | 先進国 |
| 南米およびカリブ海諸国 | LAM | LAM | 途上国 |
| アフリカ（サブサハラ） | SSA | MAF | 途上国 |
| 中東および北アフリカ | MNA | MAF | 途上国 |
| 南アジア（インド、バングラディシュ、パキスタン） | SAS | ASIA | 途上国 |
| 東アジア（中国、韓国、モンゴル） | EAS | ASIA | 途上国 |
| 東南アジアおよび太平洋諸国 | PAS | ASIA | 途上国 |

出所：Höhne et al. (2013)

図2によると、例えば JPAUNZ（日本、オーストラリア、ニュージーランド）では、2 度目標達成に必要な 2010 年比での 2030 年の GHG 排出量は、上位 20%と下位 20%の数値を除いた場合、「能力」では-10%～-50%、「平等」では-48%～-60%、「責任、能力、必要性（発展の権利）」¹では、-106%～-132%、「均等な一人あたり累計排出量」では、-78%～-84%、「段階的方法」では、-45%～-53%となる。もし中間値を取るとすれば、2030 年に 2010 年比で 60%前後が、日本などにとって必要な排出削減量となる。

この IPCC AR5 WG3 および Höhne et al. (2013) の分析の特徴は、これまでのほぼすべての既存研究をレビューし、各研究論文の負担分担方法および具体的な数値目標を整理していることである。すなわち、独自の負担分担のフォーミュラによる計算ではなく、既存研究において様々な公平性指標に基づいて計算され、公平な負担分担として各研究論文の中で提案された実際の数値目標を可能な限り集計して、そのレンジ（幅）を示している。したがって、より客観性および説得力があり、各国がプレッジすべき数値目標のおおよその目安として活用されうる。同時に、「公平な負担分担に関する客観的な議論や具体的な数値の確定は不可能」という主張を無効化する可能性がある。

また、IPCC AR5 WG3 では、「限界削減コスト均等」という負担分担方法を公平性の指標の一つとみなしていないことにも留意する必要がある。なぜなら、これまで日本では、主に「限界削減コスト均等」が適切な負担分担方法として認識されてきたからである。例えば、2008 年に当時の自民党麻生政権が設置した「中期目標検討委員会」では、「限界削減コスト均等」および「GDP あたりの対策コスト均等」の二つのみを用いて日本が負担すべき排出削減量が試算されている²。

さらに、先進国だけではなく途上国も国によっては大きな削減を要請されているという認識も重要である。例えば、中国、韓国、モンゴルは、最も削減量が少ない「責任と能力と必要性（発展の権利）」という負担分配方法でも 2030 年に 2010 年比で 0%程度の削減が必要である。これは、例えば中国の場合、2020 年前後で GHG 排出量がピークを迎える必要があることを意味する。

¹ Greenhouse Development Rights (GDR) と呼ばれる考え方。途上国にはエネルギー・アクセスが困難な人々がいることなどから、発展する権利 (need) として、ある一定の収入以下の人々の排出削減を免除する。

² 2008 年 11 月、「地球温暖化問題に関する懇談会 中期目標検討委員会」として、日本の 2020 年の GHG 排出削減数値目標を議論するために内閣府に設置された。複数の研究機関が関わり、日本の GHG 排出削減ポテンシャルなどがエネルギー経済モデルを用いて検討された。国家間における排出削減の負担分担方法としては、「限界削減コスト均等」および「GDP あたりの対策コスト均等」の二つのみが採用されている（福井, 2009）。また、経産省などは、2009 年頃にセクター・アプローチとして各セクターの原単位を一定の値に収束させるまでの排出削減量を積み上げて国全体の排出削減量を決めるような方法を提案しており、その具体的な排出削減量や負担分担方法としての評価がドイツの研究機関である Ecofys によってなされている（Hagemann et al., 2010）。日本での議論を含めた国家間の排出削減の負担分担方法の具体的な内容や議論の経緯などについては明日香（2012）などを参照のこと。

3. 原子力発電の役割

原子力発電に関して IPCC AR5 WG3 では、SPM、本文第 6 章、本文第 7 章、TS などにおいて、様々な発電技術の一つのオプションとして議論されている。

まず、SPM (p.23) には、原子力発電の評価に関する次のような記述がある。

“Nuclear energy could make an increasing contribution to low-carbon energy supply, but a variety of barriers and risks exist (robust evidence, high agreement). Those include: operational risks, and the associated concerns, uranium mining risks, financial and regulatory risks, unresolved waste management issues, nuclear weapon proliferation concerns, and adverse public opinion”

(訳)「原子力エネルギーは低炭素エネルギー供給への貢献を増やしていく可能性はあるものの、様々な障壁とリスクが存在する(確実な証拠と高い合意に基づく)。それらは、運用リスクおよび関連する懸念、ウラン採掘リスク、金融・規制リスク、未解決の廃棄物管理問題、核兵器拡散の懸念、および反対世論などである」

また、本文第 6 章 (Table 6.7, p.73) および TS (Table TS.3, p.50) では、温室効果ガス削減に寄与するというベネフィットとは別に、他のポジティブなベネフィット(石炭火力発電を代替した場合は大気汚染軽減)とネガティブな効果(事故、廃棄物処理、ウラン採掘、核拡散)の両方が記述されている。

さらに、SPM、TS、本文第 6 章では、原子力発電などの特定技術の有無による 2 度目標達成のコストの変化を定量的に示している。表 1 は、SPM に記載された表 (Table SPM.2, p.18) の一部であり、原子力発電をフェーズ・アウトした場合などの対策コストの変化を示している。

表 1. 個別発電技術の有無および制限が存在した場合の対策コストの上昇率

| 技術制限の種類 | CCS なし | 原子力発電 フェーズ・アウト | 太陽光発電・ 風力発電の制限 | バイオ・エネ ルギーの制限 |
|--------------|--------------|-------------------|-------------------|------------------|
| 対策コスト上昇率 (%) | 138 (29-297) | 7 (4-18) | 6 (2-29) | 64 (44-78) |

出所：IPCC AR5 WG3 SPM Table SPM.2 から筆者が抜粋

説明 1：すべての利用できる技術を用いた政策シナリオと特定技術を除外した場合の政策シナリオの対策コスト(マクロ経済モデルにおける“消費”の BAU シナリオとの差)の差の大きさ (%)を示す。数値は、2015 年-2100 年間の対策コスト差の総計の現在価値(割引率 5%)である。括弧の中は上限値と下限値。なお、気候変動問題における「コスト」の考え方に関しては、Paltsev (2013) が参考になる。

説明 2：各シナリオの内容は次の通り。CCS なし (No CCS)：炭素回収貯留技術を除外、原子力発電フェーズ・アウト (Nuclear Phase Out)：建設中のものを除いて原子力発電所の新規建設なしで、既存の原子力発電所は想定操業年数を過ぎたら廃炉、太陽光発電・風力発電の制限 (Limited Solar/Wind)：両発電エネルギーの最大量をそれぞれ総発電量の 20%に制限、バイオエネルギーの制限 (Limited Bioenergy)：最大供給量を 100EJ/年に制限。

図3は、前出のSPMにあるTable SPM.2の出所元となったものでTS (p.33)にある図である。

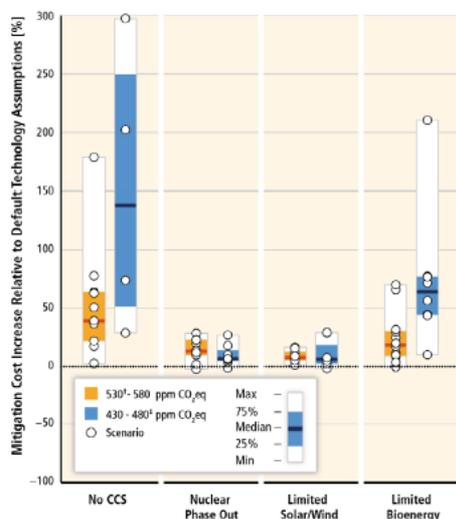


図3. 個別発電技術の有無および制限が存在した場合の対策コストの上昇率 (%)

出所：IPCC AR5 WG3, TS, Fig.TS13

説明：数値やシナリオに関して本稿表1の説明を参照のこと。

表1および図3は、原子力発電をフェーズ・アウトした場合でも、2度目標達成のコストが大きく増大することはないことを示唆しており、これに関してIPCC AR5 WG3のTS (p.47)では以下のように記述している。

“Investigation of mitigation scenarios not exceeding 580 ppm CO_{2eq} has shown that excluding nuclear power from the available portfolio of technologies would result in only a slight increase in mitigation costs compared to the full technology portfolio.”

(訳) 「580 ppmCO_{2eq} を超えないシナリオの場合、利用可能な発電技術の組み合わせから原子力発電を除いたとしても、除かなかった場合に比較してわずかの対策コスト上昇のみをもたらす」

さらに、コスト上昇が小さい理由として、本文第6章 (p.51)では、以下のような記述がある。

“options that are largely confined to the electricity sector (e.g., wind, solar, and nuclear energy) and heat generation tend to show a lower value, both because they cannot be used to generate negative emissions and because there are a number of low-carbon electricity supply options available that can generally substitute each other”

(訳)「発電技術（例えば、風力、太陽光と原子力）および熱供給技術は、その有無がコスト増加割合に与える影響において低い値を示す傾向がある。それは、ネガティブな排出をもたらすことが不可能であることと、利用できる低炭素の発電技術は複数あって互いに代替可能だからである」

すなわち、たとえ原子力発電をフェーズ・アウトしても、代替可能な低炭素発電技術が存在してコスト増加も大きくないとしている。

なお、本文第 6 章などの原子力発電に関する記述において依拠しているのが Edenhofer et al. (2010)、Bauer et al. (2012)、Krey et al. (2014) などである。たとえば、Edenhofer et al. (2010) は、5 つの異なるエネルギー・経済モデル研究による低炭素シナリオを比較して、2000 年に原子力発電に対する投資が停止した場合の追加的コストは、2100 年における GDP の 0.7 %であることを明らかにしている。また、Bauer et al. (2012) は、2 度目標達成に必要な温室効果ガス排出削減を実施しても、追加的コストは 2020 年で GDP の 0.1%以下、2050 年で 0.2%以下としている。なお、これらの研究は、いずれも気候変動対策による被害減少のベネフィットを考慮しておらず、これを考慮すれば、気候変動対策はより経済合理的になることにも留意が必要である。

したがって、「地球全体で見た場合、原子力発電なしでの 2 度目標達成は技術的には可能であり、経済的に大きな追加的負担をもたらすものではない」というのが IPCC AR5 WG3 の政策的含意だと考えられる。なお、IPCC では、地震などの地域固有のリスクに関しては記述されていない。その点も、日本での文脈で議論する際には留意すべきである。

4. 今後の展望

現在の GHG 排出削減数値目標に関する交渉においては、各国が自主的に検討した数値目標 (spectrum of mitigation commitments) を申告するプレッジ・アンド・レビュー方式への支持が広がっている³。ただし、EU などは、各国が数値目標をプレッジする際には、その数値目標がどのような公平性の指標を用いて作成されたものであることを事前に明らかにするよう提案している (EU, 2014)。また、各国がプレッジした数値目標をシンクタンクなどの第三者機関が何らかの指標を用いて事後に評価するようなプロセスの創設も提案されている (Tamura et al., 2013)。これらの場合、参照すべき情報として本稿で紹介した IPCC AR5 WG3 第 6 章の Fig.6.28 および Höhne et al. (2013) で示された数値は大きな役割を果たすと予想される。

一方、原子力発電に関しては、IPCC AR5 WG3 では様々なリスクが明示され、技術的にも経済的にも原子力発電をフェーズ・アウトしても 2 度目標が達成できることが示された。また、風力、太陽光、省エネなどが持つポテンシャルが大きいことも IPCC AR5 WG3 は示している (例えば、SPM p.23 および TS p.46)。したがって、各国が温暖化対策のためという名目で原発を強く推進することは、そのリスク、コスト、代替発電技術の有無などを考慮すると、論理的には

³ プレッジ・アンド・レビュー方式が支持を得るようになった経緯や実施における課題などについては、Kallbekken et al. (2014) が詳しい。

容易ではなくなると予想される。

なお、IPCC AR5 WG3 では、本稿で取り上げた数値目標差異化と原子力発電の役割以外にも、重要な情報あるいは論点が提示されている。それらは、1) 野心的な目標を達成するために必要な対策コストは、GDP 成長率に対する影響として考えると 0.06%/年である、2) 今世紀末の地球全体の GDP が現在の数倍以上になっていることを考慮すれば対策コストは相対的には小さいと考えられる、3) ただし、対策コストやベネフィットは国家間で大きく異なり、概して途上国の方が先進国に比較して GDP 比でより大きな対策コストを負担する、4) 温暖化対策の実施や国際協調が遅れば遅れるほど野心的な目標を達成するための対策コストは大きくなる、5) 野心的な目標達成には炭素回収貯留（CCS）が必要不可欠な技術である、6) 途上国の GHG 排出パスは先進国と同じであり、現実的には Leap-frogging は起きていない、7) 途上国の GHG 排出の一定量は、先進国への製品輸出にともなって発生している、などだと思われる。このような論点についても、今後、世界と日本の両方で議論が深まることを期待したい。

参考文献

- 明日香壽川 (2012) 「ダーバン後の「公平」な枠組みの構築へ向けて」 *Climate Edge*, Vol.12, Jan. 2012, IGES.
<http://climate-edge.net/?p=1309>
- Baer, P. (2013) “The greenhouse development rights framework for global burden sharing: reflection on principles and prospects”, *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*. 4, 61–71 pp. (DOI: 10.1002/wcc.201), (ISSN: 1757-7799).
- Bauer, N., Brecha, R. J., Luderer, G. (2012) “Economics of nuclear power and climate change mitigation policies”, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109, 16805–16810. doi:10.1073.pnas.1201264109.
- Den Elzen, M.G.J. and Niklas Höhne (2008) “Reductions of greenhouse gas emissions in Annex I and non-Annex I countries for meeting concentration stabilization targets”, *Climate Change*, No.91, pp249-274.
- Edenhofer, O., Knopf, B., Barker, T., Baumstark, L., Bellevrat, E., Chateau, B., van Vuuren, D. P. (2010) “The economics of low stabilization: Model comparison of mitigation strategies and costs”, *The Energy Journal*, 31(Special Issue 1), 11–48.
- EU Commission (2009) “COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT Towards a comprehensive climate change agreement in Copenhagen- Extensive background information and analysis-PART 1- {COM(2009) 39 final} {SEC(2009) 102}”
http://ec.europa.eu/environment/climat/future_action.htm
- European Union (2014) “THE 2015 AGREEMENT – PRIORITIES FOR 2014”, SUBMISSION BY GREECE AND THE EUROPEAN COMMISSION ON BEHALF OF THE EUROPEAN UNION AND ITS MEMBER STATES” Athens, 28 February 2014.
http://unfccc.int/files/bodies/application/pdf/el-02-28-eu_adp_ws1_submission.pdf
- 福井俊彦 (2009) 『地球温暖化対策中期目標の解説』ぎょうせい.
- Hagemann, M., Moltmann, S., Höhne N. (2010) “Sharing emission reductions among developed countries with a focus on European and Japanese proposals”.
<http://www.ecofys.com/files/files/aifufaeffortsharingeu-japan2010-09-20inclDisclaimer.pdf>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2014) “Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change”
<http://www.mitigation2014.org/>

- Höhne, Nicklas, Michel Den Elzen, Donovan Escalan (2013) “Regional GHG reduction targets based on effort sharing: a comparison of studies”, *Climate Policy*, Vol. 14, No. 1, 122 –147.
<http://dx.doi.org/10.1080/14693062.2014.849452>
- Kallbekken, S., Sælen H., Underdal A. (2014) “Equity and spectrum of mitigation commitments in the 2015 agreement”.
<http://www.norden.org/en/publications/publikationer/2014-519>
- Krey, V., G. Luderer, L. Clarke, and E. Kriegler (2014) “Getting from here to there – energy technology transformation pathways in the EMF27 scenarios”, Accepted for publication in *Climatic Change*.
(DOI: DOI 10.1007/s10584-013-0947-5).
- Paltsev, S. (2013) “Cost Concepts for Climate Change Mitigation” , *Climate Change Economics*, Vol. 4, Suppl. 1 .
<http://www.worldscientific.com/doi/pdf/10.1142/S2010007813400034>
- Tamura Kentaro, Kuramochi Takeshi, Asuka Jusen (2013) “A Process for Making Nationally-determined Mitigation Contributions More Ambitious”, *Carbon and Climate Law Review*, 4/2013: pp. 231-241.