

# 米国における火力発電所排出規制の概要と今後の動向

## -クリーン・パワー・プランおよび炭素汚染基準の解説-

2015年8月 栗山昭久\*、吉野まどか\*、小嶋公史

+



\* 公益財団法人 地球環境戦略研究機関 (IGES) 気候変動とエネルギー領域 研究員

+ 公益財団法人 地球環境戦略研究機関 (IGES) プログラム・マネージメント・オフィス 上席研究員

### 目次

1. はじめに .....	1
2. 火力発電所への新たな規制の概要 .....	2
2.1 草案からの主な変更点 .....	2
2.2 既存の火力発電所に対する排出削減目標値の設定 (CPP) .....	3
2.3 新設および設備建て替える火力発電所に対する排出削減基準値 (CPS) .....	4
2.4 州政府による排出削減目標およびその達成方法の策定 .....	5
2.5 CPP 実施スケジュール .....	6
3. EPA による CPP の費用便益分析 .....	6
3.1 CO <sub>2</sub> 排出削減便益 .....	7
3.2 健康面でのコベネフィット .....	9
3.3 CPP 実施による純便益 .....	9
4. 火力発電所に対する CO <sub>2</sub> 排出規制を支持する動向 .....	10
参考文献 .....	12

## 1. はじめに

2015年8月3日にオバマ大統領は米国の気候変動対策の大きな柱として、大気浄化法(Clean Air Act: CAA)を改正し、既存の火力発電所からの二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)排出を規制するクリーン・パワー・プラン(Clean Power Plan: CPP)、および新設火力発電所に対するCO<sub>2</sub>排出基準である炭素汚染基準(Carbon Pollution Standards: CPS)を発表した。米国は、温室効果ガス(GHG)の総排出量を2025年までに2005年比26–28%削減するとの約束草案(INDC)を、2015年3月に国連気候変動枠組条約の事務局に提出している。米国では電力セクターがGHG排出量の32%を占める最大の排出源となっており(EPA 2015a)、CPPおよびCPSが、この電力セクターへのCO<sub>2</sub>排出規制の中心となる。

新設の火力発電所への初めてのCO<sub>2</sub>規制となるCPSの草案は2012年4月に米国環境保護庁(EPA)より発表され、約250万通のパブリックコメントが寄せられた(EPA 2015b)。その後、再検討が行われ、2012年案は取り下げられることになり(EPA 2015b)<sup>1</sup>、2013年9月に新設発電所への基準値、2014年6月には建て替えを行なう発電所への基準値が発表され、本年8月3日に最終版が公表された(EPA 2015b)。他方、既存火力発電所の規制であるCPPについては、2015年8月にCPSとともに最終版がオバマ大統領より公表されるに先立ち、2014年6月にEPAよりCPP草案が発表され、430万通以上のパブリックコメントが寄せられた。CPP最終版では、2030年までの火力発電所からのCO<sub>2</sub>排出削減目標をCPP草案の2005年比30%削減から32%削減に引き上げるとともに、再生可能エネルギー促進などのより柔軟なCO<sub>2</sub>排出対策の視点<sup>2</sup>を打ち出している。これらの変更については、パブリックコメントで得られた知見を反映するとともに、気候変動対策およびクリーン・エネルギー推進に対するオバマ大統領の強い決意を反映していると考えられる(White House 2015)。

既存の大気汚染の規制を行う法律であるCAAを用いてGHG排出規制を行うアプローチを採用した背景には、米国における気候変動対策のための新法整備が難しい点が挙げられる。米国では、排出量取引制度の導入計画などを含む包括的な気候変動法案が議会に提出されたものの、上院・下院における民主党・共和党のねじれのため、法案の通過が困難な状況が継続している。一方、オバマ大統領は、当選一期目(2009年～)から、気候変動対策に意欲を示し、法制化を求める方針は継続しつつも、上述の議会における困難な状況を鑑み、大統領権限と既存制度を用いて気候変動対策を促進している。二期目(2013年～)の2013年6月には、「米国気候行動計画」を発表し、新設に加え、既存の火力発電所への規制を含むCO<sub>2</sub>対策を進めることを発表した(White House 2013)。

<sup>1</sup> 主な相違点として、2012年案では火力発電所に統一の排出基準値が示されたが、2014年案には天然ガスと石炭火力に異なる排出基準値が示された他、改築された発電所は炭素回収・貯留(CCS)技術の導入が要件になっていない。また、2014年案には、2012年案では示されなかった操業許可証の費用の提示、達成までの期間の短縮などの変更が含まれる。2012年案は2014年6月に正式に取り下げられた。

<sup>2</sup> CPP草案では火力発電所の新築時にCCSの利用を想定するレベルの排出基準を設けたが、最終版では、州全体で達成すべきCO<sub>2</sub>排出総量目標あるいは原単位目標を設定した。加えて、各発電所における対策以外に再生可能エネルギーの導入や、州内あるいは州をまたぐ排出量取引による目標達成を可能とし、より柔軟な達成計画の作成が可能となった。

CAA を用いた GHG 排出規制という方針が具体化した転機は、2006 年のマサチューセッツ州などによる EPA への訴訟である。2007 年、連邦最高裁判所は、EPA には GHG が国民の健康と福祉に悪影響を与えるかどうかを調べ、悪影響がある場合は規制を行う義務があるとした。<sup>3</sup> 2009 年に EPA は、1) 現在および予測される大気中の GHG 濃度は、現在および将来の国民の健康と福祉に悪影響を与えること、および、2) 自動車とそのエンジンが排出源であることの 2 点により、移動排出源である新しい自動車あるいはエンジンの排出基準値を規定する CAA の 202 条 (a)<sup>4</sup> の下で GHG の「危険性を認定」した (EPA 2009)。<sup>5</sup> この結果、GHG は大気汚染物質として認定され、自動車などの移動排出源に加え、火力発電所などの固定排出源が規制対象となった。この間、共和党からは、EPA による規制の権限を弱める、あるいは延期するための法案が提出されるなどの民主党との攻防があったものの<sup>6</sup>、オバマ大統領のリーダーシップにより、火力発電所規制と再生可能エネルギー及び天然ガスなどの低炭素エネルギー源の利用推進を組み合わせた形で CPP 最終版 (EPA 2015c) がまとめられた。

## 2. 火力発電所への新たな規制の概要

2015 年 8 月 3 日に発表された米国の火力発電所への規制は、新設及び建て替えを行う火力発電所に対する規制である炭素汚染基準 (Carbon Pollution Standard : CPS) (EPA 2015d) と、既存の火力発電所の規制であるクリーン・パワー・プラン (CPP) の二つに分けられている。前者は大気浄化法 (CAA) の 111 条 (b) の新規の汚染物質発生源に対する規制、後者は 111 条 (d) の既存の汚染物質発生源に対する規制のもとで定められている。

### 2.1 草案からの主な変更点

今回の CPP の最終版と 2014 年 6 月に公開された草案を比較すると、2030 年までの火力発電所からの CO<sub>2</sub> 排出削減目標を草案の 2005 年比 30% 削減に対し最終版では 32% 削減と 2% 上積みされていることに加え、火力発電所に対する排出基準値、排出削減目標値、目標達成計画の策定方法の多様化など技術事項について大幅に更新されていることに注意が必要である<sup>7</sup>。後述するように、排出基準値は全国統一の値と州別の値が存在するが、州別の排出削減基準値設定の際に、電力網系統別に東部・西部・テキサスの 3 区分に分けて検討した。削減目標については、石炭火力発電への依存が高い州に対しては州毎の排出削減率が厳しくなった一方で、石炭火力発電への依存が低い州に対しては削減率が緩和された。

<sup>3</sup> Massachusetts *et al* vs. EPA, US Supreme Court, July 26, 2007.

<sup>4</sup> 202 条(a)項は、EPA 長官に、米国民の健康と福祉を脅かす新規移動排出源からの大気汚染物質の排出基準を規定する権限を与えている。

<sup>5</sup> この危険性の認定や、移動排出源に加え、発電所を含む固定排出源からの GHG 排出規制の実施に関して EPA に権限がないなどとする訴訟があったものの、2012 年に最高裁にて棄却された。(Coalition for Responsible Regulation v. EPA, 2012)

<sup>6</sup> 例えば、H.R. 3826, 2014 The Electricity Security and Affordability Act などの法案が共和党より提出されている。

<sup>7</sup> 2014 年 6 月に公開された CPP 草案については、栗山、吉野 (2014) が分析を行っている。

再生可能エネルギーの導入想定量については、草案と比較しておよそ 2 倍に引き上げられた (Deyette 2015)。これに対応する形で EPA は各州による再生可能エネルギーの導入を促進させるための支援制度 (Clean Energy Incentive Program) を設立し、草案よりも再生可能エネルギーの導入が進みやすい内容となった。また、天然ガス発電の導入量に上限<sup>8</sup>が設けられ、石炭火力発電所のガス火力発電所への極端な転換が回避された。

また、EPA は排出量取引制度の活用を以前に増して推奨しており、州をまたぐ排出量取引が可能となる前から各発電事業者が取引の準備を進められるように、排出量取引に必要なシステム構築支援を EPA が行うことを定めた (EPA 2015e)。

## 2.2 既存の火力発電所に対する排出削減目標値の設定 (CPP)

州政府は既存の火力発電所に対する排出削減目標値の設定には、大きく分けて排出原単位アプローチ、排出総量アプローチの 2 つのアプローチがある。本章では、これらの排出削減目標値の作成プロセスについて紹介し、関係性を整理する。

- I. 施設毎の排出基準値 (Subcategory-Specific CO<sub>2</sub> Emission Performance Rates) : すべて排出削減目標値の基礎となる値であるとともに、排出原単位アプローチのひとつである。EPA が策定した排出削減のための最適システム (Best System of Emission Reduction : BSER) の概念に基づいて、東部・西部・テキサスの 3 区分別に対象となるすべての発電所の発電量及び CO<sub>2</sub> 排出量データを基に、排出係数が計算される。BSER は①石炭火力発電所の熱効率の改善、②天然ガス複合サイクル (Natural Gas Combined Cycle : NGCC) の設備利用率を夏季純設備容量 (Net summer capacity) の 75% に向上、③再生可能エネルギーの利用拡大、の 3 つの構成要素 (Building Block) を考慮される。計算の結果、3 つの中で最も値が高い (緩い) 東部の値が排出係数基準値 (Subcategory-Specific CO<sub>2</sub> Emission Performance Rates) として採用された。具体的には、個別の火力発電所に対して、熱源 (石炭火力、石油火力など) によらず 0.59 kg-CO<sub>2</sub>/kWh<sup>9</sup> の排出係数基準値が画一的に適用される。0.59 kgCO<sub>2</sub>/kWh という数字は非常に厳しいものである。現在の日本の最新技術である超々臨界圧 (Ultra Super Critical : USC) 石炭火力発電の排出係数は 0.83 kg-CO<sub>2</sub>/kWh 程度、将来技術である石炭ガス化複合 (Integrated coal Gasification Combined Cycle : IGCC) 発電でさえも 0.75 kg-CO<sub>2</sub>/kWh 程度である。石炭火力の継続運転は不可能となる。なお、ガス火力発電所に対しては、0.35 kg-CO<sub>2</sub>/kWh の排出係数基準値が適用され、1500°C 級コンバインドサイクル発電以上の技術が必要となる。したがって、州が施設毎の排出基準値を採用した場合、再生可能エネルギーへの投資や低炭素電源による発電量の取引制度などを活用して各発電所が排出係数を下げることができるような制度を構築することが必要となる。

<sup>8</sup> 2022 年における天然ガス発電による発電量は 2012 年比で最大 22% 増以内に留める必要がある。また、2022 年以降も発電量の増加が前年比 5% 以内に収まるように定められている。

<sup>9</sup> 原文では 1305 lb-CO<sub>2</sub>/MWh。本稿では、排出係数を kg-CO<sub>2</sub>/kWh 単位に換算した (1 lb-CO<sub>2</sub>/MWh = 0.0004536 kg-CO<sub>2</sub>/kWh)。



- II. 州ごとの排出原単位目標の設定：Iの排出係数基準値およびBSERにおいて計算される州内の対象となるすべての石炭火力およびガス火力発電所の発電量を基に、州全体としての排出原単位目標が定められる。この原単位目標の達成手段として、州の独自の基準に基づいて排出係数が発電所ごとに定められる。従って、発電所に対する排出原単位目標の設定は、Iのアプローチよりもより柔軟なものとなる一方で、州は削減目標達成の実現可能性を独自に検討する必要がある。<sup>10</sup>
- III. 州ごとの排出総量目標の設定：州政府はEPAが策定したBSERに基づいて州内の対象となるすべての発電所からの排出総量目標を定める。排出総量目標は、IIで設定した排出原単位目標、2012年の発電量、再生可能エネルギーの増加を考慮して、算定される。こちらにも、IIと同様に、EPAがガイドライン及び排出総量目標の計算結果を公開している。なお、総量目標とした場合、2030年までに電力需要に対応するために新規火力発電の建設計画も必要となる場合があるが、新規の計画については後述するCPSで対処するか、または、エネルギー情報局(EIA)が推定する2030年までの電力需要予測量を基に、新規火力発電所からのCO<sub>2</sub>排出量の増加を見込んだ排出量総量目標を設定するという2つの選択肢のいずれかを取り得る。

EPAの試算によれば、2030年には、総量アプローチの費用は51億ドル、原単位アプローチの費用は84億ドルとなり、総量アプローチの方が対策費用は安くなる(EPA 2015i)。また、総量アプローチでは、省エネ対策はEPAによる承認および評価・計測・検証が不要であるため、需要サイドの対策により発電セクターからの排出量を大幅、かつ高い費用対効果がある削減が可能である。一方で、排出原単位目標の場合、再生可能エネルギーなどのゼロ排出エネルギー源を活用する場合、ERC(Emission Rate Credits)を活用しなければならず、手続きが複雑になる点が指摘されている(EPA 2015a)。これらの理由から、EPAは総量アプローチの方がより簡素な仕組みで目標を達成できると推奨している。

### 2.3 新設および建て替える火力発電所に対する排出削減基準値(CPS)

新設の石炭火力発電所へのCO<sub>2</sub>排出規制は、2014年6月に発表された草案よりも排出係数に対する基準値が弱められたものの、0.64 kg-CO<sub>2</sub>/kWhとなっており、依然として、炭素回収・貯留(Carbon Capture and Storage: CCS)技術の利用が必要となる基準値となっている。ただし、建て替え<sup>11</sup>について、出力が586 MW (2,000 MBtu/h)以上の施設については、基準値を0.816 kg-CO<sub>2</sub>/kWhと設定し、出力が586 MW以下の施設については、基準値を0.907 kg-CO<sub>2</sub>/kWhと設定した。これは、CCSを利用しないUSCの設置を許容する基準値である。

<sup>10</sup> EPA (2015f) 参照。

<sup>11</sup> 施設の建て替えや変更により、法案では“modification”に該当する1時間当たりの最大排出量が増加する場合、あるいは、“reconstruction”に該当する固定資本費が新設相当の50%を超える場合、新規発生源排出基準(NSPS)の対象となる(EPA 2015d)。また、施設の建て替えを行う際、その工事により、GHG以外の大気汚染物質の排出量が著しく増加し、かつ、GHG排出量が75,000トンCO<sub>2</sub>換算/年以上になり、総排出量が質量ベースで増加する場合には、CAAの新規発生源レビュー(NSR)の対象となり、工事前の許可証取得が必要となる。ただし、CPPでは、需要側の対策などによりNSRの対象とならないような対応も可能である(EPA 2015c)。

ガス火力発電所については、新設、建て替えともに、0.454 kg-CO<sub>2</sub>/kWh の基準値が求められており、1300℃級コンバインドサイクル発電などの現時点での最新技術の適用が必要となる。

一見すると、2.2 で紹介した排出基準アプローチにおける既存の個別火力発電所に対する基準値に比べ、新設および建て替えの個別火力発電所に対する基準値が緩やかであるように見受けられる。しかし、既存の火力発電所は再生可能エネルギーなどのゼロ排出電源の発電量を取引によって活用し排出係数に反映することが可能であるが、新設および建て替えの火力発電所はゼロ排出電源からの発電量を取引により活用することは基本的にはできないため、実質的には後者の方が厳しい規制であると考えられる。<sup>12</sup>

なお、上に紹介したとおり、EPA では州政府が排出総量目標を選択した際の新設の発電設備の扱いについても、技術的補足文書（Technical Support Documents: TSD）の作成・公開を行っている。

## 2.4 州政府による排出削減目標およびその達成方法の策定

州政府は排出目標の設定方法を選択するとともに、その目標達成計画（State Plan）を策定する。目標達成計画を他の州と共同策定し、排出量取引の対象範囲を広げることも可能である。排出削減目標の達成手段について、EPA は複数の達成方法を紹介している。排出総量目標に対しては以下の M1 から M3 の選択肢を示し、原単位目標については R1 から R3 の選択肢が示されている（EPA 2015h）。

M1: 既存の発電所に対して、個別に排出枠が割り当てられる方法

M2: 既存および新規建設の発電所に対して、個別に排出枠が割り当てられる方法

M3: 州内における全ての既存及び新規建設の発電所を対象とした州全体での排出枠が設定される方法。具体的な達成手段は州が策定する。

R1: 各発電所が EPA が策定した全米一律の排出係数基準値を遵守する方法

R2: 各発電所が EPA が策定した州ごとの一律の排出原単位目標を遵守する方法

R3: 州政府が各発電所に個別の排出係数基準値を設定することで、EPA が策定した州ごとの排出原単位目標を達成する方法

EPA は M1 および R1 の選択肢をモデルルールとして推奨している。これに対し、例えば M3 では、電力需要サイドの省エネ、送電線の効率化、原子力発電所や水力発電に関する建て替え計画も州政府の目標達成計画の一部とする提案を可能とする柔軟な措置の導入が行いやすい半面、排出目標達成に向けた制度管理がより複雑となる。

州政府は目標達成計画を EPA に提出し、EPA の承認を受ける必要がある。目標達成計画が提出されなかった場合、あるいは提出された目標達成計画が不承認となった場合は、EPA が

<sup>12</sup> 州政府による削減計画の対象に新設の発電所も含まれる場合は、ゼロ排出エネルギー源による発電量の活用は可能となる。

策定するモデルプラン（Federal Plan）が強制的に適用されることになる<sup>13</sup>。モデルプランは排出原単位目標及び排出総量目標に対して1案ずつ策定される。2016年夏にはモデルプランが公表され、公表後90日間のパブリックコメントを受けて制定される予定である。

## 2.5 CPP 実施スケジュール

CPPの今後のスケジュールを表1に示す。2021年までにすべての州<sup>14</sup>において目標達成計画が策定され2022年から2029年の8年間はCPPの暫定履行期間となり、2030年7月1日に達成計画の暫定成果が明らかになる見込みである。2030年の実績を含めたCPPの最終成果は、2032年7月1日に明らかになる見通しである。

表1 CPPの実施スケジュール

提出物の期限	期日
目標達成計画の提出 または 提出遅延の申請	2016年9月6日
提出遅延が申請された目標達成計画策定の進捗報告	2017年9月6日
目標達成計画の最終期限	2018年9月6日
マイルストーンレポート	2021年7月1日

削減目標の遵守	報告日
暫定目標遵守期間（2022-2029）	
第1報告期間	2025年7月1日
第2報告期間	2028年7月1日
第3報告期間	2030年7月1日
暫定目標達成報告（2022-2029）	2030年7月1日
最終目標達成報告（2030）	2032年7月1日

## 3. EPAによるCPPの費用便益分析

米国では、主要な規制・ルールを策定する際に、それによる費用と便益を定量的に示した規制影響分析（Regulatory Impact Analysis : RIA）を行うことが義務付けられている。EPAは、CPPに関するRIAを公表しており、その中でCPPによるCO<sub>2</sub>排出削減の便益および健康面でのコベネフィットの定量評価を行っている（EPA 2015i）。

<sup>13</sup> モデルプランが適用された際にも、その運用は州政府が全部または一部を担うことが可能である。モデルプラン適用後も、州政府が独自の目標達成計画（State Plan）が提出・承認されれば、モデルプランの適用は取り下げられる。

<sup>14</sup> なお、該当施設のないワシントンD.C.およびバーモント州は計画提出対象外であり、ハワイおよびアラスカの両州は、連邦政府が情報などを持っていないため、他の48州に遅れて州計画を提出することが許可されている。

### 3.1 CO<sub>2</sub> 排出削減便益

CO<sub>2</sub> 排出削減便益については、米国政府・連邦省庁間作業部会（Interagency Working Group: IWG）により 2010 年 2 月に公表され、2013 年 5 月と 2015 年 7 月に改訂された「炭素の社会的費用（Social Cost of Carbon : SCC）」を用いて推計している（IWG 2010、IWG 2013、IWG 2015）。SCC は、ある年における CO<sub>2</sub> 排出量が 1 トン増加することにより引き起こされる損害を金銭評価したものと定義される。したがって、CPP の実施による CO<sub>2</sub> 排出削減量に SCC を掛け合わせることで、CO<sub>2</sub> 排出削減による便益を推計することができる。なお、IWG による SCC 推計値は、CO<sub>2</sub> 排出量増加により米国内で生じる損害だけではなく、全世界で生じる損害と定義されている。IWG はこの理由として、気候変動が地球規模での外部性であること、および効果的な気候対策には全世界での取り組みが必要となることを挙げている（IWG 2010）。

IWG による SCC 推計は、3 つの統合評価モデル（DICE モデル、PAGE モデル、FUND モデル）のそれぞれに対し、マクロ経済および GHG 排出量予測（GDP、人口、CO<sub>2</sub> 排出量、CO<sub>2</sub> 以外の GHG 排出量）と、推計結果に大きな影響を与えるパラメータである気候感度（CO<sub>2</sub> 濃度を 2 倍にした状態で気候システムが平衡状態に達する際の全球平均気温変化量）および割引率について統一した入力条件を与え、現状のまま推移した場合の損害と、ある年度に CO<sub>2</sub> 排出量を 1 単位追加した場合の損害を比較して行っている。気候感度など不確実性の高いパラメータは分布として与えられており、SCC の推計結果も分布として得られるため、推計結果分布の平均値で SCC を代表させている。なお、統合評価モデルによる損害推計は 2300 年までを対象としており、割引率により推計結果が大きく変わるため、IWG は 3 通りの割引率（2.5%、3%および 5%）に対して推計を行っている。さらに、IWG による SCC の推計値は定量化の難しい影響が反映おらず過小評価であるとの批判があることから、割引率 3% の場合については分布の 95% をカバーする数値（95% 値）も併せて公表している。<sup>15</sup>

RIA で採用されている SCC 推計値を表 2 に示す。

<sup>15</sup> 例えば、2015 年 7 月改訂版における 2030 年の SCC の場合、割引率 3% に対応する平均値が 48 ドルであるのに対し、95% 値は 150 ドルとなる。



**表 2 炭素の社会的費用(2015年7月改訂版)**

[ドル (2011年価値) /米トン-CO<sub>2</sub>]<sup>16</sup>

割引率	5% (平均 値)	3% (平均 値)	2.5% (平均 値)	3% (95% 値)
2015年	11	35	54	100
2020年	12	40	60	120
2025年	13	44	65	130
2030年	15	48	70	150
2035年	17	53	75	160
2040年	20	58	81	180
2045年	22	62	86	190
2050年	25	66	91	200

出典：EPA (2015i) .

EPA (2015i) は、CPPによるCO<sub>2</sub>排出削減効果を表3のように推計している。

**表 3 CPPによるCO<sub>2</sub>排出削減効果**

[100万米トン-CO<sub>2</sub>]

	排出原単位 アプローチ	排出総量 アプローチ
2020年	69	81
2025年	232	265
2030年	415	413

出典：EPA (2015i)

これらの削減量とSCCを掛け合わせ、RIAではCO<sub>2</sub>排出削減による便益を表4のように推計している。<sup>17</sup>

<sup>16</sup> SCCの単位として、EPA (2015i) では「ドル (2011年価値) /米トン-CO<sub>2</sub>」、IWG (2015) では「ドル (2007年価値) /メトリックトン-CO<sub>2</sub>」で表記されている。例えばIWG (2015) では、2050年における割引率3%の95%値は212ドル (2007年価値) /メトリックトン-CO<sub>2</sub>である。

<sup>17</sup> 原文では2桁の数字に丸めてあり合計値などが合わない場合がある。本稿でも表4~表7について原文の数字をそのまま使っている (ただし単位は原文の10億ドルを億ドルに変更)。

**表 4 CPP による CO<sub>2</sub> 排出削減の便益**

[億ドル (2011 年価値)]

割引率	排出原単位アプローチ				排出総量アプローチ			
	5% (平均 値)	3% (平均 値)	2.5% (平均 値)	3% (95% 値)	5% (平均 値)	3% (平均 値)	2.5% (平均 値)	3% (95% 値)
2020 年	8	28	41	82	9.4	33	49	97
2025 年	31	100	150	310	36	120	170	350
2030 年	64	200	290	610	64	200	290	600

出典：EPA (2015i)

### 3.2 健康面でのコベネフィット

CPP の実施により、CO<sub>2</sub> 排出削減だけではなく、二酸化硫黄 (SO<sub>2</sub>)、窒素酸化物 (NO<sub>x</sub>)、揮発性有機化合物 (VOC) などの大気汚染物質の排出削減が期待される。EPA による RIA では、これらの大気汚染物質の排出削減により健康被害が緩和されるコベネフィットについて金銭価値評価を行っている。推計手法としては、SO<sub>2</sub> や NO<sub>x</sub> により PM<sub>2.5</sub> が生成され、また NO<sub>x</sub> や VOC が大気中で反応しオゾン (O<sub>3</sub>) が生成されるため、CPP 実施により PM<sub>2.5</sub> およびオゾンの生成量が減少することによる死亡率および疾病率の減少を推計し、それに伴う金銭的便益を求めている (EPA 2015i)。SCC 推計と同様に複数の割引率 (3% および 7%) に対して推計を行っているが、CO<sub>2</sub> に比べ影響を及ぼす期間が短いため割引率の影響は大きくない。EPA (2015i) における推計結果を表 5 に示す。

**表 5 CPP による大気汚染物質排出削減に伴う健康面でのコベネフィット**

[億ドル (2011 年価値)]

汚染物質	割引率 3%			割引率 7%		
	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub> (PM <sub>2.5</sub> 生成)	NO <sub>x</sub> (O <sub>3</sub> 生成)	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub> (PM <sub>2.5</sub> 生成)	NO <sub>x</sub> (O <sub>3</sub> 生成)
2020 年	4.4-9.9	1.4-3.3	1.2-5.2	3.9-8.9	1.3-3	1.2-5.2
2025 年	64-140	5.6-13	4.9-21	57-130	5-11	4.9-21
2030 年	120-280	10-23	8.6-37	110-250	9.3-21	8.6-37

出典：EPA (2015i)

なお、地球温暖化によるオゾン生成量の増加や火力発電所から直接排出される PM<sub>2.5</sub> に関する評価などは含んでいないため、表 5 に示す健康面でのコベネフィット推計値は控えめな数値と考えられる (EPA 2015i)。また、CO<sub>2</sub> 排出削減の便益が地球全体の便益の推計であったのに対し、健康面でのコベネフィット推計は米国本土のみの便益に対応している点に留意が必要である。

### 3.3 CPP 実施による純便益

EPA (2015i) では、CO<sub>2</sub> 排出削減便益および健康コベネフィットそれぞれについて複数の割引率の組み合わせ (例えば CO<sub>2</sub> 排出削減便益については 3%、健康コベネフィットについては 7%、など) に対応した純便益 (CO<sub>2</sub> 排出削減便益と健康コベネフィットの合計から CPP

実施に必要な費用を引いたもの)を推計しているが、推計手法の整合性の観点からはそれぞれについて同じ割引率を適用して推計すべきであろう。双方に同じ割引率の設定が可能であり、かつEPA(2015i)が中心的な値と位置付けている割引率3%の場合について、SCCについて分布平均値を採用した場合の純便益を表6に、95%値を採用した場合の純便益を表7に示す。

**表6 CPP実施による純便益(割引率3%、SCC平均値の場合)**

[億ドル(2011年価値)]

		CO <sub>2</sub> 削減便益	健康コベネフィット	実施費用	純便益
排出原単位 アプローチ	2020年	28	7-18	25	10-21
	2025年	100	74-180	10	170-270
	2030年	200	140-340	84	260-450
排出総量 アプローチ	2020年	33	20-48	14	39-67
	2025年	120	70-170	30	160-260
	2030年	200	120-280	51	260-430

出典：EPA(2015i)

**表7 CPP実施による純便益(割引率3%、SCC95%値の場合)**

[億ドル(2011年価値)]

		CO <sub>2</sub> 削減便益	健康コベネフィット	実施費用	純便益
排出原単位 アプローチ	2020年	82	7-18	25	64-75
	2025年	310	74-180	10	370-480
	2030年	610	140-340	84	670-870
排出総量 アプローチ	2020年	96	20-48	14	100-130
	2025年	350	70-170	30	390-490
	2030年	600	120-280	51	670-830

出典：EPA(2015i)、純便益はEPA(2015i)より筆者試算

このように、EPA(2015i)が中心的と位置付けている割引率3%を想定した場合、CPP実施による純便益は非常に大きいと見込まれる。2020年時点においても、SCCについて控えめな数字(分布平均値)を使用した場合で10億ドル~67億ドル、分布の95%をカバーする値(SCC95%値)を使用した場合には64億ドル~130億ドルの純便益が見込まれ、短期的にも大きな正の影響があることが示されている。また、CPPの目標年である2030年時点においては、SCC平均値の場合で260億ドル~450億ドル、SCC95%値では670億ドル~830億ドルにのぼる巨額の純便益が発生する見込みとなっている。

#### 4. 火力発電所に対するCO<sub>2</sub>排出規制を支持する動向

今後の火力発電所への規制、特にCPPの実行を後押しする3つの動向、すなわち、CPPへの訴訟に対してEPAが勝訴する可能性、産業界の支持、および国民の支持について紹介する。

第一に、CPP に関する訴訟について、石炭火力発電所は、水銀や酸性ガスなどの有害大気汚染物質（Hazardous Air Pollutants : HAPs）の排出を規制する 112 条<sup>18</sup>によって既に規制されているため、CPP が規定される CAA111 条（d）による規制により、新たに規制されるべきではないとして、石炭産業への支持団体が訴訟を起こす可能性がある（Gallucci 2015）。しかし、石炭産業への支持団体の主張は CAA の文脈、構造、立法経緯の観点から正当化できず、EPA 有利であると環境保護基金（EDF: Environmental Defense Fund）の顧問弁護士が評価している（Carbonell 2015）。

第二に、産業界からの CPP への支持について、石炭業界からは反対が想定されるが、天然ガス業界はその利用の拡大が見込まれることから支持が想定される。また、太陽光発電、風力発電、送電、電池などの再生可能エネルギー及び送電関連企業は、CPP によって新たな市場が生まれることから、CPP を支持することが予想される。実際に、ミッドアメリカン・エナジー社、サザンカンパニー社、エクセロン社などの大手電力関連企業は再生可能エネルギーや原子力などの低炭素エネルギー源への投資を進めている（Freeman and Konschnik 2015）。またパシフィックガス&エレクトリック社は、古い電化製品の買い替えによる需要側の省エネルギー対策を検討している（Freeman and Konschnik 2015）。加えてこれらの動向を受けて、既存の電力会社も来たる規制に対して入念な準備を進めている（Freeman and Konschnik 2015）。このように、エネルギー産業界においても州政府と協力して、CPP の達成計画について真摯に議論を進める方が得策と考える企業は数多く存在する。エネルギー産業以外では、ネスレ、ユニリーバ、GAP、eBay などの大企業を含む 365 社による企業団体（Ceres）は、CPP 公表に先立つ 7 月 31 日に、石炭州であるウィスコンシン州、ケンタッキー州、テキサス州を含む 29 州の州知事に対して、「CPP はアメリカをクリーン・エネルギー経済へ移行するために重要」とし、また雇用創出効果もあることから、CPP への支持を訴える書簡を送付した（Ceres 2015）。以上のように、産業界において、CPP に対する支持が広がり始めている。

第三に、世論の支持について、ワシントンポスト紙が 2014 年 5 月末から 6 月初めにかけて行った調査によると、火力発電所への CO<sub>2</sub> 規制強化に対して、民主党有権者で 79%、共和党有権者で 56% が支持し、全体としてみても、「月々の電気代が 20 ドル上がっても CO<sub>2</sub> 削減は果たすべき」との問いかけに 63% もの賛同が得られている（The Washington Post 2014）。また、2014 年 6 月に公開された CPP 草案に対する 430 万通にのぼるパブリックコメントのうち、370 万通は CPP 導入に肯定的な意見であった（White 2015）。これらの結果より、火力発電所への規制導入について国民の支持はおおむね得られていることがうかがえる。

一方、火力発電所への規制導入の遅延・阻害の動きもみられる。例えば、2014 年の中間選挙で勝利した共和党が CPP の執行を進めるために必要な EPA の予算を削るような法案を提案するといった動きがみられた（矢沢 2014）。しかし、これまで紹介したように、米国内の

<sup>18</sup> 水銀などの重金属、揮発性有機化合物（VOC）、酸性ガスなど 189 の人体に有毒・有害な物質が対象。SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、CO、オゾン、PM、鉛を対象とする。これらの有害汚染物質は、経済性に関わらず、Most Achievable Control Technology により削減が求められている。



国民、産業界に気候変動へのリスクの認識が広がってきている状況を勘案し、火力発電所へのCO<sub>2</sub>排出規制が着実に実施されることが期待される。

## 謝辞

本稿のレビューを頂きました IGES 浜中裕徳理事長、IGES 塚本直也事務局長に心より感謝申し上げます。

## 参考文献

- Carbonell, Tomas. 2015. “Misguided Legal Attacks on Clean Power Plan Seek to Undermine Clean Air Act, Public Participation.” *Environmental Defence Fund*, February 13. Retrieved (<http://blogs.edf.org/climate411/2015/02/13/misguided-legal-attacks-on-clean-power-plan-seek-to-undermine-clean-air-act-public-participation/>).
- Ceres. 2015. “*Business Support for EPA Clean Power Plan Grows.*” Retrieved August 20, 2015 (<http://www.ceres.org/issues/climate-change/clean-power-plan/>).
- EPA. 2009. *Endangerment and Cause or Contribute Findings for Greenhouse Gases Under Section 202(a) of the Clean Air Act. (final rule)*. 40 CFR Chapter 1. Docket ID No. EPA-HQ-OAR-2009-0171.
- EPA. 2012. *U.S. Court of Appeals- D.C. Circuit Upholds EPA's Actions to Reduce Greenhouse Gases under the Clean Air Act*. Retrieved August 20, 2015. (<http://www.epa.gov/climatechange/endangerment/ghgcourtdecision.html>)
- EPA. 2015a. *Learn About Carbon Pollution From Power Plants*. Retrieved August 20, 2015. (<http://www2.epa.gov/cleanpowerplan/learn-about-carbon-pollution-power-plants>)
- EPA. 2015b. *EPA Fact Sheet: Carbon Pollution Standards. Final Limits On Carbon Pollution From New, Modified and Reconstructed Power Plants*. Retrieved August 21, 2015. (<http://www.epa.gov/airquality/cpp/fs-cps-overview.pdf>)
- EPA. 2015c. *Carbon Pollution Emission Guidelines for Existing Stationary Sources : Electric Utility Generating Units: Final Rule*. 40 CFR Part 60. EPA-HQ-OAR-2013-0602. Retrieved August 21, 2015. (<http://www2.epa.gov/sites/production/files/2015-08/documents/cpp-final-rule.pdf>)
- EPA. 2015d. *Standards of Performance for Greenhouse Gas Emissions from New, Modified, and Reconstructed Stationary Sources: Electric Utility Generating Units. Final Rule*. EPA-HQ-OAR-2013-0495. Retrieved August 21, 2015 (<http://www.epa.gov/airquality/cpp/cps-final-rule.pdf>).
- EPA. 2015e. *Key Changes and Improvements -from Proposal to Final*. Retrieved August 23, 2015. (<http://www.epa.gov/airquality/cpp/fs-cpp-key-changes.pdf>)

- EPA. 2015f. *Clean Power Plan-Technical Summary for States*. Retrieved August 16, 2015 (<http://www.epa.gov/airquality/cpptoolbox/technical-summary-for-states.pdf>).
- EPA. 2015g. *CO2 Emission Performance Rate and Goal Computation Technical Support Document for CPP Final Rule*.
- EPA. 2015h. *State Plans: More State Options, Lower Costs*. Retrieved August 20, 2015. ([http://www2.epa.gov/sites/production/files/2015-08/documents/flow\\_chart\\_v6\\_aug5.pdf](http://www2.epa.gov/sites/production/files/2015-08/documents/flow_chart_v6_aug5.pdf)),
- EPA. 2015i. *Regulatory Impact Analysis for the Clean Power Plan Final Rule*. Retrieved August 20, 2015. (<http://www.epa.gov/airquality/cpp/cpp-final-rule-ria.pdf>)
- Freeman, Jody, and Kate Konschnik. 2015. "A Climate Plan Businesses Can Like." *The New York Times*, August 3. Retrieved ([http://www.nytimes.com/2015/08/04/opinion/a-climate-plan-businesses-can-like.html?\\_r=0](http://www.nytimes.com/2015/08/04/opinion/a-climate-plan-businesses-can-like.html?_r=0)).
- Gallucci, Maria. 2015. "Climate Change 2015: Can 'Big Coal' Win Its Legal Attack On Obama's Clean Power Plan?" *International Business Times*, August 8. Retrieved (<http://www.ibtimes.com/climate-change-2015-can-big-coal-win-its-legal-attack-obamas-clean-power-plan-2038434>).
- IWG. 2010. Technical Support Document: Social Cost of Carbon for Regulatory Impact Analysis Under Executive Order 12866. Retrieved August 20, 2015. (<https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/omb/inforeg/for-agencies/Social-Cost-of-Carbon-for-RIA.pdf>)
- IWG. 2013. Technical Support Document: Technical Update of the Social Cost of Carbon for Regulatory Impact Analysis Under Executive Order 12866. Retrieved August 20, 2015. ([https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/omb/inforeg/social\\_cost\\_of\\_carbon\\_for\\_ria\\_2013\\_update.pdf](https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/omb/inforeg/social_cost_of_carbon_for_ria_2013_update.pdf))
- IWG. 2015. Technical Support Document: Technical Update of the Social Cost of Carbon for Regulatory Impact Analysis Under Executive Order 12866. Retrieved August 20, 2015. (<https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/omb/inforeg/scc-tsd-final-july-2015.pdf>)
- Deyette, Jeff. 2015. "EPA Expands the Role of Renewable Energy in the Final Clean Power Plan." *Unions of Concerned Scientist*. Retrieved August 20, 2015. (<http://blog.ucsusa.org/role-of-renewable-energy-final-clean-power-plan-838>).
- The Washington Post. 2014. "Post-ABC Poll: EPA Rules on Greenhouse Gases." *The Washington Post*. Retrieved August 19, 2015 ([http://www.washingtonpost.com/page/2010-2019/WashingtonPost/2014/06/02/National-Politics/Polling/release\\_346.xml?uuid=WnylMup3EeOxDICQzztZWA](http://www.washingtonpost.com/page/2010-2019/WashingtonPost/2014/06/02/National-Politics/Polling/release_346.xml?uuid=WnylMup3EeOxDICQzztZWA)).
- White, Ronald. 2015. "The Clean Power Plan: A Victory for Public Health, the Environment, and Democracy." *Center for Effective Government*. Retrieved August 20, 2015. (<http://www.foreffectivegov.org/blog/clean-power-plan-victory-public-health-environment-and-democracy>).
- White House. 2013. *The President's Climate Action Plan*. Retrieved August 20, 2015. (<https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/image/president27sclimateactionplan.pdf>)

White House. 2015. *Climate Change and President Obama's Action Plan*. Retrieved August 20, 2015. <https://www.whitehouse.gov/climate-change>

栗山昭久、吉野まどか. 2014. 米国における火力発電設備に対する GHG 排出規制導入の最新動向と国際社会の役割. IGES Working Paper No. 2014-06. 葉山: IGES.

矢沢俊樹. 2014. “米共和党、環境規制に対抗策当局予算縛る法案検討.” 日本経済新聞. 11 月 28 日.

公益財団法人地球環境戦略研究機関（IGES）では、アジア太平洋地域における持続可能な開発の実現を目指し、実践的かつ革新的な政策研究を行っています。この出版物の内容は執筆者の見解であり、IGES の見解を述べたものではありません。

© 2015 Institute for Global Environmental Strategies. All rights reserved.