

論文

地球温暖化対策の不要が貿易立国日本の生き残りの途

平田賢太郎¹, 松田 智², 久保田 宏³

投稿受付：2015年2月25日 受理日：2015年4月20日 WEB公開日：2015年月日

要旨

人為起源のCO₂の大量排出による地球温暖化が今世紀末の地球に大きな恐怖を与えると、IPCC（気候変動に関する政府間パネル）は主張する。しかし、その前に、CO₂を排出する化石燃料が枯渇（ここで、化石燃料の枯渇とは、経済的に採掘可能な埋蔵量が少なくなることを指す）する。この化石燃料の枯渇こそが現代文明社会の恐怖となり、その時に真っ先に破綻をきたすのが日本経済である。いま、日本経済にとって、国民に経済的な負担をかけるとして、大きな社会問題になっている再生可能エネルギー（再エネ）の固定価格買取制度（FIT制度）を使って、CO₂の排出削減に無駄なお金を使う余裕はない。

3.11 福島過酷事故後の世論の多数を占める脱原発の要望を満たすためにも、現状で、CO₂は排出するが、最も安価で安定供給が保証される石炭火力が、当面、原発代替として利用されるべきである（久保田、2012）。いずれ、化石燃料が枯渇に近づき、その輸入価格が高くなり、化石燃料の代替として、再エネを利用する方が経済的に有利になった時に、はじめて、安価な再エネの種類を選んで、順次、使用して行くべきである。これが、いま、貿易赤字と財政赤字に苦しむ日本経済にとっての生き残る途でなければならない。

【キーワード】：地球温暖化、再生可能エネルギー、化石燃料の枯渇

1. 地球温暖化対策としての FIT 制度で認定を受けた再エネ発電設備が稼働していない

IPCC が、CO₂ 起源の温暖化の仮説を主張することでノーベル平和賞を受賞したのがきっかけになって、日本中が、特に、世論を先導して政策推進に大きな影響力を与えているメディアが IPCC の信奉者になってしまった。この世論の動向を巧みに利用したのが、年金問題での失政を突いて自民党から政権を奪いとった民主党である。政権奪取後の鳩山元首相は、2020 年までの CO₂ の 25% 排出削減を国連総会の場で国際公約にしてしまった。さらに、この公約を実現するために、民主党政権は、エネルギー基本計画の改定（2010 年）のなかに、地球温暖化防止対策を入れるとともに、原発の発電量を 2010 年の 25% から 50% にまで引き上げるとした。地球温暖化対策としての再エネ電力の利用のた

めの FIT 制度については、電力会社による高い買取価格での再エネ電力の買い上げが市販電力料金の値上げにつながり、産業の空洞化が起こるとして強く反対した経団連を、電力消費の多い電炉メーカーなどの電力料金は据え置くとし、FIT 制度の法案化を閣議決定したのが 3.11 大震災当日の午前であった。その日の午後、大震災に伴う原発事故が発生し、その後、脱原発に転じた菅元首相が、原発電力代替のためには、何としても再エネ電力が必要だとして、退陣直前に、FIT 制度を法案化した。FIT 制度の施行（2012 年 7 月）から 17 カ月後の再エネ電力の導入（運転開始）、認定の実績値（資源エネルギー庁（エネ庁）、2014 年 2 月 26 日）を表 1 に示した。この表 1 を見ると、再エネ電力の FIT 制度施行後導入（運転を開始した）設備容量は、認定設備容量の 1/4 程度（23%）に止まっている。再エネ電力の買取価格は認定を受けた時点で決まるので、現



¹ 平田賢太郎（ひらたけんたろう）

² 松田 智（まつださとし）

³ 久保田 宏（くぼたひろし）

日本技術士会中部本部副本部長、技術士（化学）

静岡大学工学部、工学博士

東京工業大学名誉教授、工学博士

状の高い買取価格で認定だけを受けた事業者 の再エネ導入状況を示す表 1 に併記した。

表 1 FIT 制度施行前後の再エネ電力の発電可能量：資源エネルギー庁発表データ (2014 年 2 月 26 日) を基に作成

エネ庁公表の発電設備容量	太陽光		風力	中小水力	地熱	バイオマス	合計
	(住宅)	(非住宅)					
FIT 施行前累積導入量 ^{*1} 万kW	約 470	90	260	960	50	230	2,060
FIT 施行後 17 ヶ月 ^{*2} 万kW	192.2	433.6	7.2	0.5	0.1	11.8	645.3
同上設備認定 ^{*3} 万kW	215.5	2,407.1	90.1	12.7	0.5	71.1	2,796.9
FIT 施行後 17 ヶ月 (導入/認定) 比率 ^{*4} %	89.2	18.0	8.0	3.9	20.0	16.6	23.1
発電設備容量からの発電可能量	太陽光		風力	中小水力	地熱	バイオマス	合計
	(住宅)	(非住宅)					
年間平均設備利用率 ^{*5} %	10.4	10.4	25	65	70	66.8	
FIT 施行前発電可能量 ^{*6} 百万kWh	約 4,282	820	5,694	54,662	3,066	13,459	81,983
FIT 施行後 17 ヶ月発電可能量 ^{*7} 百万kWh	1,751	3,950	157.7	28.5	6.1	691	6,584
同上対合比率 ^{*8} %	26.6	60.0	2.4	0.4	0.1	10.5	

注 *1 ; FIT 制度施行前(平成 24 年 6 月まで)の導入(運転を開始した)設備容量の値 *2 ;FIT 制度施行後 17 ヶ月後の導入設備容量(平成 24 年 7 月～25 年 3 月の値と、平成 25 年 4 月～11 月末の値の合計)で示した。
 *3 ;FIT 制度施行後 17 ヶ月の設備認定容量の値 *4 ; FIT 制度施行後 17 ヶ月の導入設備容量の同設備認定容量に対する比率 *5 ;データ(環境省、2011)を基に各発電の種類ごとに全国平均として筆者らが求めた値、
 *6 ;FIT 制度施行前の導入設備容量の値から計算した発電可能量の値 *7 ; FIT 制度施行後 17 ヶ月目の導入設備容量の値から計算した発電可能量の値 *8 ;各再エネ電力種類別の FIT 制度施行後 17 ヶ月の発電可能量合計値に対する比率

が実際の発電設備の建設の様子を見しているために再エネ発電量が増えないことが問題になった。エネ庁は、この事態を解消するために、認定を受けた事業者には速やかな稼働開始を義務付けるなどの FIT 制度の見直しを急いでいる。

2. 温暖化対策のために FIT 制度の認定を受けた再エネ電力は、化石燃料火力発電の代替にはならない

ところで、再エネ電力の効用の評価は、エネ庁が使い、メディアもこれに追随している設備容量(kW)の値によってではなく、次式で表される発電可能量(kWh)の値で、国内消費電力量(kWh)と比較されなければならない。

$$\begin{aligned}
 & (\text{発電可能量 kWh}) \\
 & = (\text{設備容量 kW}) \times (\text{年間平均設備利用率}) \\
 & \quad \times (\text{年間時間 } 8,760 \text{ h/年}) \\
 & \quad \quad \quad (1)
 \end{aligned}$$

それは、(1)式における再エネ設備の(年間平均設備利用率)の値は再エネ電力の種類ごとに大きく異なるからである。

環境省の再エネ電力導入ポテンシャルの調査報告書(環境省、2011)(以下、環境省調査報告書)から筆者らが求めた再エネ電力種類別の全国の(年間平均設備利用率)の推定値と、この値を用いて(1)式で計算した FIT 制度施行後 17 ヶ月の発電可能量の値を、エネ庁

この表 1 に示された FIT 制度施行後の再エネ電力の合計発電量の 1 年分の伸び 4,648 百万 kWh/年(表 1 の 17 ヶ月間の伸びの値 6,584 百万 kWh に(12 月/17 月)を乗じて求めた)から、再エネ電力で原発事故以前(2010 年度)の国内原発電力量 280,230 百万 kWh(エネルギー経済研究所のデータ(日本エネルギー経済研究所、2015)(以下、エネ研データ)を賄おうとすると、FIT 制度施行前の発電量の値を考慮して、約 42.7 (= (280,230 - 81,983) / (4,647)) 年もの歳月が必要になると計算される。一方、2010 年度の原発の発電設備容量 4,896 万 kW(エネ研データから)と、FIT 制度施行後の認定設備容量の伸び 1,974 (= 2,796.9 × (12/17)) 万 kW/年から計算される原発電力を賄うに必要な年数は、僅か 2.48 (= 4,896 / 1,974) 年で済むと計算され、FIT 制度による再エネ電力で、比較的速やかに原発電力を賄うことができるとの大きな錯覚を与えてしまうことになる。

3. 非住宅用太陽光発電(メガソーラ)の事業利益のみに貢献し、国民に経済的な負担をかける FIT 制度は速やかに廃止されるべきである

さらに問題になるのは、現在(施工後 17 ヶ月)の FIT 制度による再エネ電力の導入(運転開始)設備の発電可能量の 86.6% もが買取価格が最も高い太陽光発電(住宅用 26.6% と非住宅用 60% の合計)で占められていること

である(表1から)。しかし、調査報告書のデータ(環境省、2011)をもとに筆者ら(久保田、2012)が推算した再エネ電力の種類別国

4. いずれは枯渇する化石燃料の代替として用いられる再エネ電力種類別の有効利用率の計算法

表2 再エネ電力種類別の導入ポテンシャルの推定値(環境省、2011)を基に作成した値(久保田、2012)に、バイオマス発電データを追加(注*1))

再エネ種類	太陽光		風力		中小水力	地熱	バイオマス*1
	(住宅)	(非住宅)	(陸上)	(洋上)			
導入ポテンシャル 百万kWh	31,536	117,700	713,826	4,876,758	82,221	87,074	(9280)
同対国内発電量比率*2 %	2.7	10.2	61.7	421.5	7.1	7.5	(0.8)

注 *1 ; 国内人工林が 100 % 利用されたと仮定し、用材使用残廃棄物を全量発電用に利用した場合の推算値(久保田ら、2014)、*2 ; 各再エネ電力種類別導入ポテンシャルの値の国内合計発電量(2010年)1,156,888 百万 kWh (エネ研データより) に対する比率

内の導入ポテンシャルの値を示した表2に見られるように、狭い国土で、単位数地面積当たりの発電量の小さい太陽光発電の導入ポテンシャルは、国内発電量の 12.9 (= 2.7 + 10.2) % で、原発電量(2010年度)280,230 百万 kWh (エネ研データ³⁾ から) に対する比率では 53.3 (= (31,536 + 117,700) / (280,230)) % にしかならないことに注意する必要がある。すなわち、この FIT 制度は太陽光発電関連事業者の利益に貢献するだけで、その適用のために必要なお金は、電力料金の値上げで広く国民から徴収されており、市民感覚からは余りにも遠く離れた不条理な制度であると言わざるを得ない。先に述べたように、いま、この FIT 制度の見直しが言われているが、筆者らは、この制度の法案化以前から、見直しでなく、その廃止を訴えてきた(久保田、2012)。

再エネ電力の設備には 10~20 年の寿命(それぞれの再エネ設備に対して、FIT 制度の施行時に決められた、電力の買取期間)があるから、この寿命の後には、設備の更新が必要になる。再エネ電力の生産量(産出エネルギー)から、再エネ電力の生産設備の製造・使用にかかる(投入エネルギー)を差し引いた次式で定義される再エネの有効利用率 i の値によって、再エネ電力の種類別の「質」が評価されなければならない(久保田、2012)。

$$(有効利用率 i) = 1 - 1/\mu \quad (2)$$

(産出/投入エネルギー比 μ)

$$= (\text{産出エネルギー}) / (\text{投入エネルギー}) \quad (3)$$

ここで、(産出/投入エネルギー比 μ) は EPR (エネルギー・プロフィット・レーシオ) とよばれる(田村ら、2013)。

再エネ発電設備での(産出エネルギー)の

表3 再エネ電力の種類別有効利用率 i の試算値

再エネ種類	太陽光		風力		中小水力	地熱
	(住宅)	(非住宅)	(陸上)	(洋上)		
年間平均設備利用率 y *1 %	9	9	28.8	35.4	65	70
設備使用年数(寿命) Y *2 年	10	20	20	20	20	15
設備建設コスト T *3 万円/kW	51.3	52.5	36 ~ 125	36 ~ 125	104~250	129~195
産出/投入エネルギー比 μ *4	3.22	6.30	29.4~8.47	36.1~10.4	22.9~9.56	15.0~9.89
産出/投入エネルギー比 μ_o *5	2.27	4.45	20.6~5.98	25.5~7.35	16.3~6.75	10.4~6.78
(産出/投入エネルギー比 μ)*6	(1.61)	(3.15)	(14.7~4.23)	(18.1~5.2)		
(産出/投入エネルギー比 μ_o)*7	(1.14)	(2.23)	(10.3~2.99)	(12.8~3.68)		
有効利用率 i *8 %	68.9	84.1	96.6~88.2	97.2~90.4	95.6~89.5	93.3~89.9
有効利用率 i_o *9 %	55.9	77.5	95.1~83.3	96.1~86.4	93.8~85.3	90.4~85.7
(有効利用率 i)*10	(37.9)	(68.3)	(93.2~76.4)	(94.3~80.4)		
(有効利用率 i_o)*11	(12.3)	(55.1)	(90.3~66.6)	(92.2~72.8)		

注 *1 ; 再エネ発電の年間平均設備利用率 y の値から(環境省、2011)から *2 ; 政府の決めた FIT 制度の買取契約年数 *3 ; 政府の決めた FIT 制度での設備建設コスト T 、設備建設費に設備維持費{(年間設備維持費) \times (使用年数 Y)} を加算して求めた最大と最小の値 *4 ; 本文中の(3)~(7)式を用いて計算した μ の値、 *5 ; 再エネ生産を再エネ電力のみに依存した場合の値、 $\mu_o = \mu / 1.416$ として概算(本文参照) *6 ; 出力変動の大きい太陽光、風力発電について、その変動を平滑化するための蓄電設備の製造、使用での投入エネルギーとして、設備製造・使用のエネルギーと同じ値が必要であると仮定した場合の産出/投入エネルギー比の値。(μ) = $\mu / 2$ として概算 *7 ; 再エネのみに依存する場合の産出/投入エネルギー比 μ_o (注 *5) の値に、太陽光、風力発電の出力変動を平滑化するための蓄電設備の製造・使用での投入エネルギーを考慮した時の値、(μ_o) = $\mu / 2$ として概算 *8 ; 本文中の(2)式に μ (注 *4) の値を代入して計算した i の値 *9 ; 同上(注 *8)、 μ_o (注 *5) の値に対応した i の値 *10 ; 太陽光、風力で蓄電設備を考慮した場合の(μ) の値に対応した i の値 *11 ; 同上(注 *10)、再エネの生産を再エネ電力のみに依存した場合の μ_o に対応した i_o の値

値は、一次エネルギー（エネルギーを資源量として表した場合の値）を用いて、次式で計算される。

$$\begin{aligned}
 & \text{(産出エネルギー)} \\
 & = (\text{単位発電設備容量当たりの発電量} \\
 & \quad P \text{ kWh/kW}) \times \{ (860 \text{ kcal/kWh}) / \\
 & \quad (\text{電力の一次エネルギー換算係数 } f = \\
 & \quad 0.4088) \} \\
 & \times (\text{設備使用年数 } Y \text{ 年}) \\
 & \text{(4)}
 \end{aligned}$$

ただし、

$$\begin{aligned}
 & \text{(単位発電設備容量当たりの発電量 } P \text{ kWh/} \\
 & \quad \text{kW)} \\
 & = (\text{設備容量 } 1 \text{ kW/kW}) \times (\text{理論稼働時間} \\
 & \quad 8,760 \text{ h/年}) \times (\text{年間平均設備利用率 } y) \text{ (5)}
 \end{aligned}$$

なお、(電力の一次エネルギー換算係数 $f (= 0.4088)$) の値は、エネ研データの国内一次エネルギーと最終エネルギー（直接計量できるエネルギーの値）の関係から計算して求めた値である。

一方、再エネ電力生産設備の製造に必要な（投入エネルギー）については、通常、これを簡便に計算する方法がないとして、これを考慮しないままに、それが（産出エネルギー）に対して無視できるとされてしまっている。すなわち、全ての再エネに対して（有効利用率 i) = 1 としている。

これに対し、筆者ら（久保田、2012）は、再エネ発電設備の製造・使用での投入エネルギーを概算するための次のような簡便法を提案している。

$$\begin{aligned}
 & \text{(投入エネルギー)} \\
 & = (\text{単位発電設備容量当たりの設備コスト} \\
 & \quad \text{(設備維持費を含む)}) \\
 & \quad T \text{ 円/kW)} \\
 & \times (\text{単位生産設備価格当たりの設備の製} \\
 & \quad \text{造・使用に必要な一次エネルギー消費} \\
 & \quad C \text{ kcal /円}) \text{ (6)}
 \end{aligned}$$

ここで、(単位生産設備価格当たりの設備の製造・使用に必要な一次エネルギー消費 C) の値は、次式で求める。

$$C = (\text{国内一次エネルギー消費}) / \text{(国内総精算 GDP)} \text{ (7)}$$

ただし、エネ研データから、2010年度の(国内一次エネルギー消費) = $514,136 \times 10^{10}$ kcal、(国内総生産 GDP) = $512,524 \times 10^9$ 円を用いて、 $C = 10.03 (= 514,136 \times 10^{10} / (512,524 \times 10^9))$ kcal/円とした。

これは、お金の形で表される国内総生産 GDP を稼ぐのに、化石燃料の資源量で表わされる一次エネルギー消費量が必要になるとして、

エネ研データに示されている GDP の値と一次エネルギー国内供給の値から（単位生産設備価格当たりの設備の製造・使用に必要な一次エネルギー消費 C) の値を概算できる現状で（投入エネルギー）を推算するための唯一の方法であると言ってよい。

5. 再エネ電力の有効利用率の試算値を基にした再エネ電力の選択について

この筆者ら（久保田、2012）の提案する（投入エネルギー）の概算方法を含んだ(2)～(7)式を用いて、現在、FIT 制度の適用の対象になって、その利用・普及が進められている太陽光、風力、中小水力、地熱発電、それぞれの（有効利用率 i) の試算結果を表3に示した。ここで、バイオマス発電を除いたのは、表2に示すように、その導入ポテンシャルの国内発電量の比率が 1% にも満たない上に、この限られた資源のエネルギー利用では、火力発電用の（安価な）石炭の代替でなく、（より高価な）暖房用の灯油の代替としての熱利用の方が経済的に有利だからである（久保田ら、2014）。

ところで、この表3に示す（有効利用率 i) の値は、実は、その計算に用いられる（投入エネルギー）として、(6)～(7)式に見られるように、発電設備の製造・使用に関して現状での化石燃料主体の値が用いられている。しかし、化石燃料が枯渇して、再エネ電力設備の製造に、再エネ電力のみに依存しなければならなくなった時の（投入エネルギー）の値は、

$$\begin{aligned}
 & \text{(再エネ電力のみに依存するときの} \\
 & \quad \text{投入エネルギー)} \\
 & = (\text{現在の投入エネルギー}) \\
 & \quad \times (\text{再エネ電力のみに依存する場合の} \\
 & \quad \text{補正係数}) \text{ (8)}
 \end{aligned}$$

として、この（補正係数）を下記の方法で算出した。

すなわち、再エネのみに依存する社会では、一次エネルギーの全てが電力で賄われなければならないから、現状の一次エネルギー（電力）への依存比率を 43% として、(8)式より（再エネ電力のみに依存するときの

$$\begin{aligned}
 & \text{補正係数)} \\
 & = (\text{再エネ電力のみに依存するときの} \\
 & \quad \text{投入エネルギー}) / (\text{現在の投入エネルギー}) \\
 & = \{ 1 / (\text{電力の一次エネルギー換算係数 } f = \\
 & \quad 0.4088) \} \\
 & \quad / \{ (1 - 0.43) \times (\text{電力以外の一次エネルギー} \\
 & \quad \text{の換算係数 } g = 1.185) + (0.43) \times (1 / \\
 & \quad 0.4088) \} \\
 & = 1.416
 \end{aligned}$$

と求められる。ただし、電力以外の一次エネルギー換算係数 $g = 1.185$ の値もエネ研データから、電力の一次エネルギー換算係数 f の値

を求める方法と同様の方法で求めた。

したがって、

(再エネのみに依存する社会での
産出/投入エネルギー比 μ_0)
=(化石燃料主体の現状の

産出/投入エネルギー比 μ) \times 1.416

として、この μ_0 を現状の (産出/投入エネルギー比 μ) の代わりに (2) 式に代入して、(再エネ電力のみに依存する社会での有効利用率 i_0) の値を計算した。この i_0 の値も表 3 に併記した。

なお、この表 3 で、太陽光と風力では発電量の変動が大きいことから、その平滑化に蓄電設備を用いた場合、この蓄電設備の製造・使用での (投入エネルギー) が、それぞれの発電設備の製造・使用での (投入エネルギー) に等しいと仮定して、発電設備に蓄電設備を加えた合計発電システムの製造・使用での (投入エネルギー) として発電設備の製造・使用のエネルギーの 2 倍を仮定することで、(産出/投入エネルギー比 μ_0) および (有効再エネ利用率 i_0) の概算値を示した。

化石燃料が主なエネルギー源として使われている現代文明社会においては、この (2) 式と同様、化石燃料に対して定義することのできる (有効利用率 i) の値は、石炭で 0.993、LNG で 0.984 と計算される (計算経過省略)。これを言いかえると、私どもは、これらの化石燃料の保有するエネルギーの大部分を社会エネルギー (産出エネルギーから投入エネルギーを差し引いた値) として有効に利用できていることになる。これに対して、再エネ電

力を社会エネルギーとして利用する場合には、

(2) で定義される (有効利用率 i) の値、さらには、この再エネを再エネ電力のみでつくらなければならない場合の i_0 の値は、いま、日本で盛んにその利用開発が進められている太陽光発電についての表 3 の計算値に見られるように、その値が 1 よりかなり小さくなる。すなわち、太陽光発電の場合は、折角つくられる再エネ電力のなかの大きな割合が、この再エネ電力の生産設備の製造・使用のために使われなければならない。

したがって、再エネ電力を化石燃料の代替として使用する場合には、その時のエネルギー・経済関連のデータを用いて、各再エネ電力の種類ごとの (有効利用率 i) の値を試算し、それぞれの設備の効用を定量的に比較・評価した上で、できるだけ i の値が 1 に近いものを選択・利用しなければならない。

現在の日本における再エネ電力の利用・普及のためのエネルギー政策では、そのような配慮が一切なされないままに、電気料金の値上げの形で国民に経済的な負担をかける FIT 制度を適用して、やみくもに再エネの利用・拡大を図る方策が採られている。太陽光発電はその典型例とみてよい。

6. FIT 制度によらないで化石燃料代替の再エネ電力導入の可能性を評価する限界設備価格の概念を提言する

上記したように、電力の生産でも、いずれは枯渇に近づき、その輸入価格が高騰する化石燃料 (この場合の発電用の化石燃料は最も

表 4 再エネ電力の利用でのエネルギー源種類別 (限界設備価格) の試算結果 (データ (久保田、2012) 等を基に再計算)

再エネ種類	太陽光		風力		中小水力	地熱	
	(住宅)	(非住宅)	(陸上)	(洋上)			
年間平均設備利用率 y^{*1}	%	9	9	28.8	35.4	65	70
設備使用年数 (寿命) Y^{*2}	年	10	20	20	20	20	15
買取価格 H^{*3}	円/kWh	12	3.75	3.75	3.75	7.5	7.5
有効利用率 i^{*4}	%	68.9	84.1	96.6~88.2	97.2~90.4	95.6~89.5	93.3~89.9
限界設備価格 B^{*5}	万円/kW	9.5	5.9	18.9	23.3	85.4	69.0
補助金 D^{*6}	万円/kW	3.6	8.7	31.8~29.1	39.4~36.6	71.0~66.5	56.0~53.9
限界設備価格 L^{*7}	万円/kW	13.0	14.6	50.7~48.0	62.7~59.9	156~152	125~123
設備建設コスト T^{*8}	万円/kW	51.3	52.5	36~125	36~125	104~250	129~195

注 *1 ; 再エネ発電の年間平均設備利用率 y の値(環境省、2011) *2 ; 政府の決めた FIT 制度の買取契約年数の値。 *3 ; 電力会社による生産電力の買取価格の略。火力発電での平均的な発電コストの値 7.5 円/kWh を、電力を需要端で販売できる太陽光 (家庭) では、家庭用市販電力料金 24 円/kWh をそれぞれ基準として、さらに、蓄電設備を電力会社が負担しなければならない太陽光や風力では、この基準値の半額を買取価格とした。 *4 ; 表 3 に記載された値を用いた *5 ; 本文(9)式を用いて算出した *6 ; 本文(12)式を用いて、有効利用率 i の最小値と最大値に対して計算した。ただし、単位発電量あたりの市販電力生産化石燃料輸入金額 $U = 6.53$ 円/kWh とした (久保田、2012) 。 *7 ; 国の補助金 D を考慮した限界設備価格、本文(11)式を用いて算出した。 *8 ; 政府の決めた FIT 制度での設備コスト、設備建設費に設備維持費 $\{(\text{年間設備維持費}) \times (\text{使用年数 } Y)\}$ を加算して求めた値、設備規模の最大と最小に対する値を示した。

安価で供給の安定が保証できる石炭である)に代わって、国産の再エネ電力に依存しなければならない時がやってくる。この場合の石炭火力発電から、再エネ電力への変換は、市販電力料金の値上げによる国民に経済的な負担を強いる FIT 制度の適用による再エネ電力の利用・普及ではない。あくまでも、再エネ電力のコストが石炭火力発電コストより安価になることがこの変換の前提となる。

ところで、この再エネ電力では、火力発電とは違って、燃料費はかからないから、その発電コストは、使用する設備の価格とその使用年数(寿命)によって決まる。したがって、再エネ電力が、現状の火力発電に代わって用いられるようになるためには、次式で計算される再エネ発電設備の価格として定義した投資判断に不可欠な限界設備価格の値を知る必要がある。

再エネ電力生産設備の使用年数 Y の期間中に生産される電力の市販電力網への売上金額に等しい再エネ発電設備の販売価格を(限界設備価格 B)として、次式で計算する。

$$\begin{aligned} & \text{(限界設備価格 } B) \\ & = (\text{単位発電設備容量 (kW) 当たりの年間} \\ & \text{発電量 } P) \times (\text{設備使用年数 } Y) \times (\text{電力買取} \\ & \text{価 格 } H) \end{aligned} \quad (9)$$

ここで、

$$\begin{aligned} & (\text{単位設備容量当たりの年間発電量 } P) \\ & = (\text{設備容量 } 1 \text{ kW}) \\ & \times (\text{理論稼働時間 } 8,760 \text{ h/年}) \\ & \times (\text{年間平均設備利用率 } y) \end{aligned} \quad (10)$$

化石燃料の全量を輸入に依存しなければならない日本では、再エネ電力の利用が化石燃料の輸入金額の節減につながるの、その金額に相当する(国の補助金額 D)を加えることができるとして、

$$\begin{aligned} (\text{限界設備価格 } L) & = (\text{限界設備価格 } B) \\ & + (\text{国の補助金額 } D) \end{aligned} \quad (11)$$

を、再エネ電力生産設備の評価基準とすることも考えられる。ただし、補助金額 D は次式で概算する。

$$\begin{aligned} & \text{(国の補助金額 } D) \\ & = (\text{単位発電設備容量 (kW) 当たりの生産} \\ & \text{電力による輸入化石燃料の節減金額}) \\ & = (\text{単位発電設備容量 (kW) 当たりの} \\ & \text{年間発電量 } P) \\ & \times (\text{有効利用率 } i) \times (\text{単位発電量当たり} \\ & \text{の市販電力生産用化石燃料輸入金額 } U) \\ & \times (\text{設備の使用年数 } Y) \end{aligned} \quad (12)$$

ここで、(有効利用率 i)としては、上記の(2)～(8)式で計算される値(表3参照)が用いられる。

すなわち、いま、利用の対象になっている太陽光や風力、中小水力、地熱などの各発電方式について計算される限界設備価格を比較して、より安価な再エネ発電方式が、順次、実用化、導入されるべきである。

この(9)～(12)式を用いて求めた各種再エネ電力の限界設備価格の値を、この計算に用いた定数値とともに表4に示した。ただし、ここでの定数値は、現状での値である。したがって、化石燃料(石炭)が枯渇に近づいた時、その代替としての再エネ電力の選択に際しては、その時点での定数値を用いて各再エネの種類別に限界設備価格を計算した上で、再エネ電力の選択が行われるべきである。しかし、化石燃料(石炭)火力発電のコストが高くなれば、同時に、再エネ発電設備の製造・使用のコストも上昇すると考えられるから、この現状の定数値に基づいた再エネ電力種類別の限界設備価格の計算値から、将来の化石燃料(石炭)火力の代替の再エネ電力種類の選択の指針も与えられると考えてよい。

すなわち、この表4に見られるように、太陽光発電では、国の補助金 D を考慮した(限界設備価格 L)の値でも、(現状の設備コスト T)の値を大きく上回っている。これが、この太陽光発電に対して、現在、不条理な FIT 制度を適用する場合、特に高い電力買取価格を設定しなければならない理由になっている。したがって、現状で、再エネ電力の主体となっている太陽光発電が、将来的にも FIT 制度によらないで、石炭火力発電の代替となることは考えられないとしてよい。

これに対して、他の発電方式では、同じエネルギー種類別で、限界設備価格 B や L の値との比較の対象となる発電設備コスト T の値には大きな幅(値の違い)がある。これは、単位発電容量(kW)あたりの設備コスト T の値が、主として設備の地理的立地条件により変化するからである。したがって、(B あるいは L) $>$ T を再エネ電力の実用化の条件とする場合、発電設備コスト T の値の小さな立地条件で設置される設備から、順次、実用化・利用が進められることになる。このようにして、表4を見ると、まず、中小水力発電では、(補助金付きでの限界設備価格 L) $>$ T となっているものがあり、今すぐにも、その実用化利用が進められるべきと考えられる。次いで、風力発電でも、その立地と送電線との問題があるが、表2に示した導入ポテンシャルの大きさから考えて、かなりの立地での実用化・利用が進められると考えてよい。さらに、地熱発電でも、買取価格がもう少し高くなれば(現用の火力発電のコストとの比較で)、実

用化が可能となる。

7. 地球温暖化対策のために新增設が認められなかった石炭火力発電があれば、原発は不要であったし、いまも不要である

いま、3.11 事故で、その稼働が中断されている原発のエネルギー供給源としての役割に大きな注目が集まっている。国内で原発建設が推進されはじめた 1970 年代から現在まで、原発の発電コストには、核燃料廃棄物と廃炉の処理・処分費、さらには事故の賠償費用等が含まれていない。これらの発電コストに含まれていない金額について、現在、種々の試算が行われているが、筆者らは、これらの試算値は、余り意味のないも

計算値の年次変化を図 1 に示した。この計算では、化石燃料の輸入 CIF 価格（産地の出荷価格と運賃に保険料を上乗せした価格）には大きな年次変化があるので、計算の精度上に問題があるが、最近の 2009 年以前の化石燃料の輸入 CIF 価格は便宜的に、5 年ごとの値の平均値を用いた。ただし、2011 年および 2012 年の電力会社による各燃料種類別の発電量の値が発表されていない。

この図 1 に見られるように、石炭の発電コスト（燃料費）は、2010 年度で石油の約 1/3、LNG の 1/2 程度である。さらに、注目すべきことは、石炭の輸入 CIF 価格は、原油価格に連動するとは言え、その変化が余り大きくな

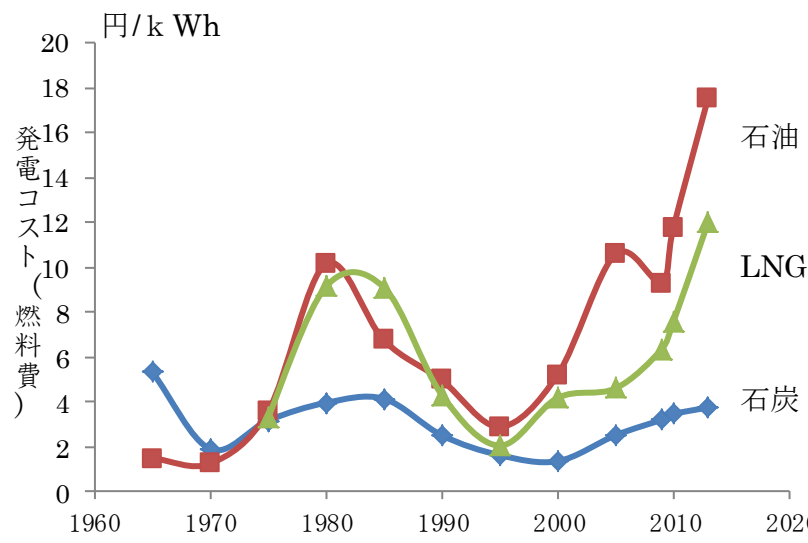


図 1 電力会社による化石燃料の種類別の発電コスト(燃料費)の計算値の年次変化 (エネ研データを基に計算、作成した。ただし、火力発電用の石油の発電コスト(燃料費)としては、重油と原油のそれぞれについての消費量について按分した輸入 CIF 価格を用いて概算した値を石油の値とした。)

のと考えている。それは、現在、原発電力とともに、国内総発電量の主体を占めている化石燃料を使う火力発電での発電コストが、上記の算出不能のコストを含む原発電力の発電コストと同程度であれば、少なくとも現状では、原発電力に依存する必要はないはずだからである。

現状で、電力供給の主体を担っている火力発電について、化石燃料種類別の火力発電コスト(燃料費)を次式により計算した。

$$\begin{aligned}
 & \text{(燃料種類別発電コスト(燃料費) 円/kWh)} \\
 & = \text{(燃料種類別消費量 t/年)} \\
 & \quad \times \text{(輸入 CIF 価格 円/t)} \\
 & \quad / \text{(燃料種類別発電量 kWh/年)} \quad (13)
 \end{aligned}$$

エネ研データに与えられている一般電気事業者(電力会社)の発表データを用いて、化石燃料種類別の火力発電コスト(燃料費)の

く、比較的安定していることである。実際の石炭火力の発電コストのなかには、排ガス処理などの環境対策のコスト、および発電施設の設備償却のコストも入ってくるので、石油や LNG 火力に較べて、これらの燃料費以外のコストの比率が割高になるが、それらを考慮しても、石炭の火力発電のコストは、図 1 に示した値のせいぜい 2 割増し程度と見てよい。これが、筆者ら(久保田、2012)が、“石炭火力が利用できれば、もともと原発は要らなかったし(久保田、1987) これからも不要である”と訴えている理由である。

また、図 2 に示すように、世界平均でも電力生産での石炭火力の比率(発電量基準)は約 40% で、多くの国が自国産の石炭を発電用に使っている。貴重で高価な石油を発電用に使っている国は、日本とイタリアぐらいであろう。

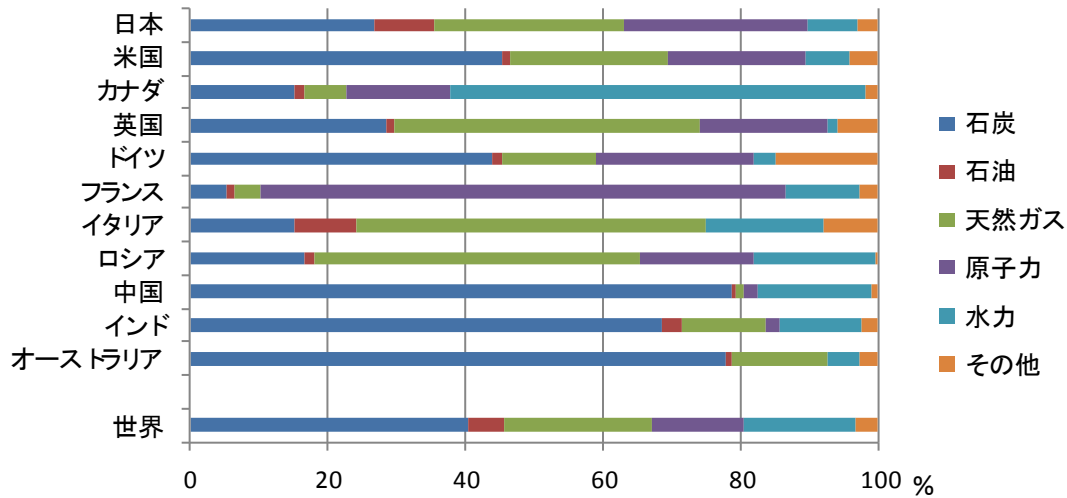
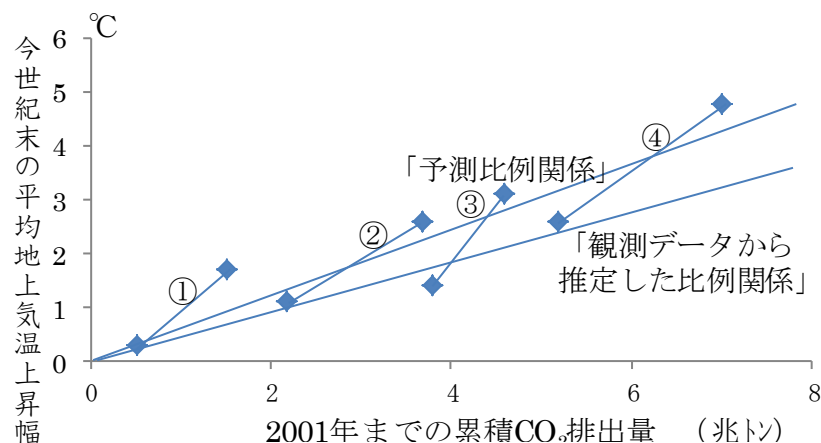


図2 各国の発電量基準の電源構成 (2010年)
(IEA データ(日本エネルギー経済研究所、2015)を基に作成)

もともと、何としても原発を持ちたいとの政治主導の安全神話の下で開発された原発電力よりも安価な石炭火力発電を用いれば、原発は要らないはずである。それができなかったのは、IPCC が主張する地球温暖化の恐怖が、エネルギー政策を支配するようになり、化石燃料のなかで最も CO₂ 排出量の多い石炭火力発電設備の新增設が、環境省による厳しいアセスメントの要求で、

2005 年度以降行われてこなかったからである。現在、原発代替の電力が高価な石油と LNG で賄われなければならない、石炭の利用に比べ 3 兆円を越す化石燃料輸入代金が支出されている。

8. IPCC が主張する人為起源の CO₂ に起因する温暖化の仮説には、その科学的な根拠が存在しない



注 ; IPCC による ① RCP 2.6、シナリオ② PCP 4.5、シナリオ③ RCP 6.0、シナリオ④ RCP 8.5、ただし、RCP: Representative Concentration Pathways (代表濃度経路)

図3 IPCC の評価予測による CO₂ 排出 RCP シナリオ別の 2012~2100 年の累積 CO₂ 排出量と今世紀末 (2081~2100 年) の平均地上気温上昇幅予測値との関係

IPCC が主張する CO₂ 起源の地球温暖化は、大気中の CO₂ の温室効果を考慮してつくられた気候シミュレーションモデルを用いた予測計算の結果から導かれた科学の仮説である。昨秋発表された IPCC の第 5 次評価報告書 (IPCC の報告書) を詳細に検討した限りでは、その予測計算結果に科学的根拠が与えられたとは言えない。IPCC による予測計算データから、2100 年までの累積 CO₂ 排出量と、今世紀末の平均地上気温の上昇幅との関係をプロットしてみた図 3 の「予測比例関係」の直線は、筆者らが、同じ IPCC の報告書に記載された観測データを基に推測した「観測データから推定した比例関係」を示す直線とはかなり大きくかけ離れている。しかし、いずれの予測結果が正しいかは、今世紀末に実際の観測結果が出るまで、誰にも判断できないはずである。

IPCC の報告書によると、1998 年から 15 年以上も気温上昇が見られないので、IPCC は、それを、熱が、大気中から海水中に移ったためとし、いずれは、急激な気温上昇が起こるとし、さらに、この海水温の上昇を、最近の異常気象の頻発の原因としている。しかしながら、メディアの多くが主張するように、CO₂ の排出削減を行ったとしても、この異常気象を防ぐことができるとの科学的な根拠は示されていない。

9. 地球温暖化防止のための「いまずぐ行動が求められている」の怪

今回 (2013 年から 2014 年にかけて) 発表された一連の IPCC の報告書を総括して、IPCC のパチャリ元議長 (不祥事件を起こして辞職した) は「気候変動対策、いまずぐ行動を」と訴えている。IPCC 第 1 作業部会報告書では、世界が現在の化石燃料の大量消費を継続すると、今世紀末の累積 CO₂ 排出量は最大 7 兆トンに達し、地球気温上昇は 4.8 °C となり、海水面が 60 cm 以上上昇するなど、地球上の生態系に不可逆的な変化をもたらす、とりかえしのつかない脅威が起こるとしている。しかし、今まで、誰も指摘して来なかったことであるが、表 5 に示すように、地球上の化石燃料の確認可採埋蔵量の値から試算される CO₂ の累積排出量は 3.23 兆トンにしかない。これに対して、地球上の化石燃料の賦存量は、それよりはるかに大きいから、CO₂ 排出量は、将来的には大幅に増加する可能性が大きいとの反論があった (国内委員からの執筆者の一人への

メール)。しかし、資源の保有国がその経済力にまかせて化石燃料を大量に採掘すれば、その採掘コストが、したがってその国際貿易価格が高騰して、いま、経済成長を必要としている発展途上国での消費量の伸びが抑制される。結果として現状の確認可採埋蔵量から計算される CO₂ の排出総量 3.23 兆トンを多少超えた 4 兆トン程度に止めることは可能なはずであるし、そうしなければならぬと筆者らは考えている。この値であれば、図 3 に示したように、地球地上気温は、IPCC が国際的な合意が得られているとしている「何とかつきあいながら生きていける」気温上昇幅の限界値 2 °C 程度に止まることになる。

10. 化石燃料の大量消費による恐怖は、地球温暖化ではなく、化石燃料の枯渇である

IPCC が訴える地球温暖化が現実となるのは、もし、本当に起こるとしても、今世紀半ば過ぎであろう。上記したように、それより先に問題となるのは、経済性を無視した化石燃料の採掘に伴って、エネルギー資源の奪い合いによる国際紛争が誘発されることである。すなわち、地球にとって、本当に起こるかどうかわからない温暖化よりはるかに怖いのは、今世紀中に確実にやってくるエネルギー資源の枯渇である。ここで、枯渇とは、はじめにも述べたように、その国際貿易価格が高くなって使いたくとも使えない国が出てくることである。さらにまた、IPCC が、温暖化の脅威を訴えて、「いまずぐ行動を」と、各国に CO₂ の排出抑制を訴えても、各国の排出量を定めるポスト京都の国際協議が難航する状況下では、有効な CO₂ 排出削減策は見当たらない。これに対して、世界が地球上の化石燃料消費の総量の削減に協力すれば、結果として、地球上の CO₂ 排出総量を IPCC が主張する温暖化の脅威を免れる値以下に保つことも可能となる。したがって、もし、IPCC の主張する温暖化の CO₂ 原因説が正しかったとしても、それを防止することができるはずである。

IPCC は、今回 (2014 年) の第 5 次評価報告書のなかで、温暖化の脅威を防止する CO₂ 排出量の削減のためには、石炭火力発電所の燃焼排ガスに CCS (CO₂ の抽出・分離・埋立) 技術の適用が必要だとして、その適用を義務付けるべきと提言している。この CCS 技術は、現状の経済成長を前提にした化石燃料の大量消費を容認した

表 5 化石燃料の確認可採埋蔵量 (2011 年末、BP 社による) の値から計算した世界の二酸化炭素 (CO₂) 排出総量の試算値 (データ (日本エネルギー経済研究所、2015) 等を基に作成)

化石燃料	確認可採埋蔵量	可採年数 ^{*1} (R/P率)年	CO ₂ 排出原単位 ^{*2} (トン-CO ₂) / (トン-石油換算)	CO ₂ 排出量 ^{*3}	
				兆トン-CO ₂	(比率%) ^{*4}
石炭	860,918 百万トン	112	3.96	2.06	(62)
天然ガス	187.7 石油換算十億トン	63.6	2.35	0.441	(13)
石油	262.8 十億kl	54.2	3.07	0.726	(24)
			合計	3.227	

注 ; *1 ; 確認可採埋蔵量 R を同年の生産量 P で割った値、 *2 ; IEA (国際エネルギー機関) による値、エネ研データから *3 ; (CO₂ 排出量) = (確認可採埋蔵量) × (CO₂ 排出原単位) として計算した。ただし、(石油換算トン)/(石炭トン) = 0.605、(石油換算トン)/(石油 kl) = 0.9 とした。 *4 ; 石炭、天然ガス、石油それぞれの CO₂ 排出量の値、カッコ内数値は、合計量に対する比率 %

上での CO₂ の排出量削減の方策である。

しかし、エネルギーが無くては経済成長できない。したがって、経済力のある国での成長を前提とした CCS 技術を使用しての CO₂ の排出削減は、化石燃料消費の増加継続を容認することであり、資源の枯渇を早めるだけである。さらには、資源を持つ国と持たない国との間に、エネルギー消費量の配分での格差が拡大し、それが、エネルギー資源の奪い合いの国際紛争に発展しかねないのである。エネルギー資源をもたない日本にとっては、高騰する化石燃料を輸入した上に、さらに CCS にお金を使って貿易赤字を増加させる経済的な余裕はどこにも見当たらない。

いま、世界が現在（2011 年）の CO₂ 排出量 31,811 百万ト/年（IEA（国際エネルギー機関）のデータ（日本エネルギー経済研究所、2015））を継続したとして、累積 CO₂ 排出量が、確認可採埋蔵量から計算される値 3.23 兆トに等しくなるまでには $(3.23 \text{ 兆ト}) / (31,811 \text{ 百万ト/年}) = 102 \text{ 年}$ かかると計算される。したがって、今世紀末まで、世界が、CO₂ の排出量を、年間平均で現在の値以下に抑えることができれば、地球生態系に脅威を与える上限の地球地上温度上昇幅を確実に 2℃以下に抑えることができる。と同時に、今世紀いっぱい、世界中で、現状（2011 年）程度の化石燃料を、何とか使い続けることができる。この実行のためには、世界中が協力して、特に、先進諸国が中心になって、経済成長を抑制することが必須となる。

11. おわりに； 世界の経済成長の抑制を訴えることが、日本と人類社会の生き残る途でなければならない

地球温暖化の問題で IPCC がノーベル平和賞を授与されたのは、その主張する CO₂ の排出削減が、地球上の化石燃料消費を節減することで、化石燃料の奪い合いによって起こるかもしれない国際紛争の防止に貢献すると認められたからと考えることもできる。その IPCC が、いま、世界経済の不況のなかで、各国が主張している経済成長維持の政策を支持し、結果として消費される化石燃料からの CO₂ の排出削減のための CCS 技術の適用を訴えることは、地球上のエネルギー資源の奪い合いを助長する行為以外の何ものでもない。

先進諸国が率先して経済成長を抑制することで、地球上に残された化石燃料資源を、できるだけ公平に大事に使う「脱化石燃料社会」を創る（久保田、2011）ための平和的な共存の途を世界に訴えることこそが、化石燃料の輸入金額の増加による貿易赤字と財政赤字の二重苦のなかにある日本経済を救う途でなければならない。

引用文献；

- 環境省(2011)平成 22 年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査報告書、平成 23 年 3 月
久保田 宏、中村 元、松田 智(2014)林業の創生と震災からの復興、日本林業調査会
久保田宏(2012)科学技術の視点から原発に依存しないエネルギー政策を創る、日刊工業新聞社
久保田宏(2011)脱化石燃料社会、「低炭素社会へ」からの変換が地球を救い日本を救う、化学工業日報社
久保田宏(1987)選択のエネルギー、日刊工業新聞社
田村八洲夫、石井吉徳(2013)石油文明はなぜおわるか、低エネルギー社会への構造転換、東洋出版
日本エネルギー経済研究所(2015)EDMC /エネルギー・経済統計要覧、省エネセンター

(付記) 本稿は、2014 年 12 月 13 日(東京大学、山上会館)、第 1 回もったいない学会セッション A で、発表させていただいたものの詳細である。