

政府の発電コスト検証の意味と 問題点

2024年12月24日（火）

第7次エネルギー基本計画（案）リレートーク

木村 啓二

政府の発電コスト検証の位置づけ

- エネルギー基本計画を定めるうえで、電源の発電コスト検証は経済面における評価において非常に重要な位置づけとなる。
- 当該検証は「総合資源エネルギー調査会発電コスト検証ワーキンググループ」(WG)で行われる。
- 検証においては、モデルプラント方式を用いて、仮想的な発電所を建設した場合における、ライフサイクル全体における発電コストを発電量で割ることで単価を算出している。
- 仮想的な発電所を想定するため、その計算の「前提条件」が極めて重要になる。

日本で実際に建設された代表的な発電設備の資本費や運転維持費、燃料費といったデータの平均値等を用いて以下の計算式で総費用(分子)を算出し、これを総発電電力量(分母)で割ることで、1kWh当たりのコストを算出。(このコストは「LCOE」(均等化発電原価)と呼ばれる)

※ LCOEは発電所の建設・運営のみのコスト。系統への接続費用や、系統安定化費用などは含まれていない。

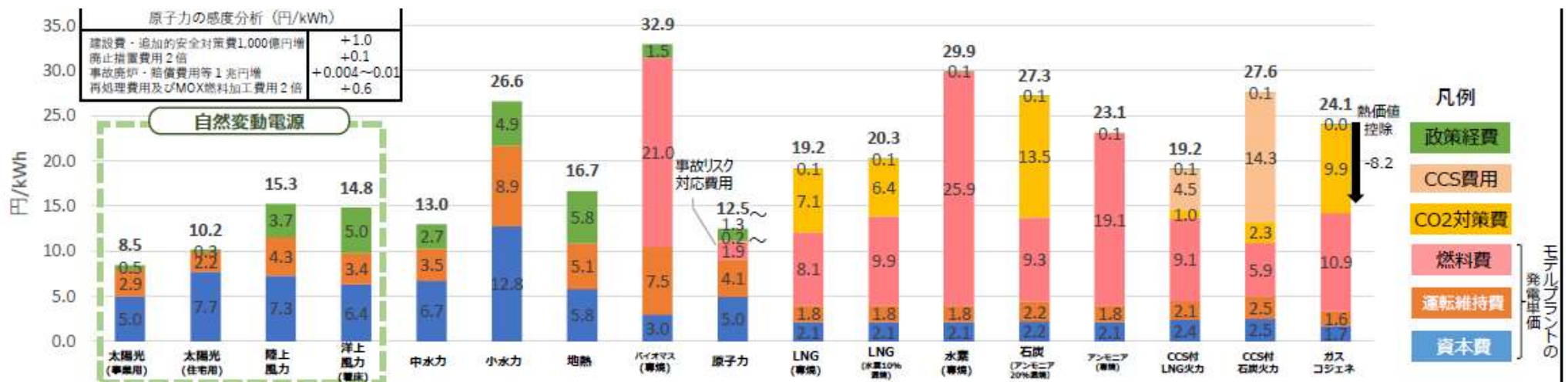
$$\text{円/kWh} = \frac{\text{総費用 (資本費 + 運転維持費 + 燃料費 + 社会的費用)}}{\text{総発電電力量 (kWh)}}$$

資本費：建設費、固定資産税、設備廃棄費用等
運転維持費：人件費、修繕費、諸費等
燃料費：化石燃料の価格、核燃料サイクルの費用

社会的費用：CO2 価格、福島事故の賠償費用、政策経費（技術開発の予算、立地交付金など）等
総発電電力量：出力×稼働年数×設備利用率で算出。

発電コスト検証の結果(2040年発電コスト推計)から見えること

- 太陽光がもっとも安い電源であるも統合コストが高いと報道。 → 「社会全体での**統合コストの最小化を図る**」と位置づけ
- 風力は政策経費が重荷となり、原子力より高いとの評価
- 原子力は前回と比較してさらに上昇も風力より安い。 → 「**他電源と遜色ないコスト水準**で変動も少なく、また、一定出力で安定的に発電可能等の特長を有する。」と位置づけ
- 炭素排出対策火力(CCS・水素・アンモニア)は競争力を持たない。 → もはや主力電源としての投資対象にはならない。

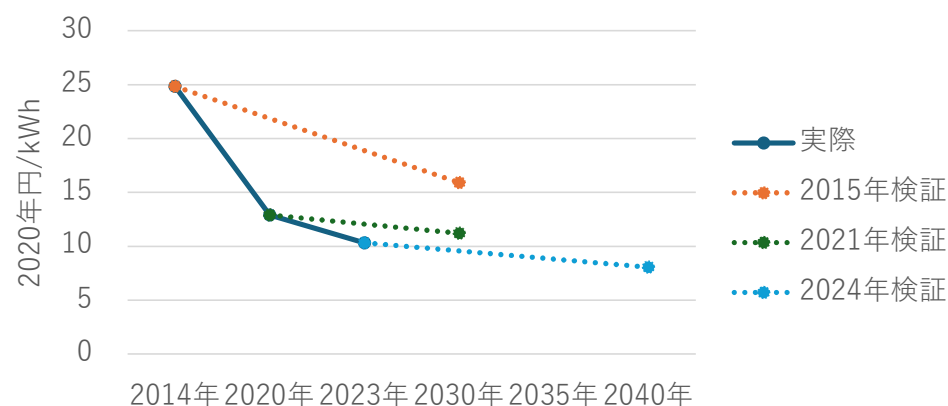


再エネのコスト検証に関して

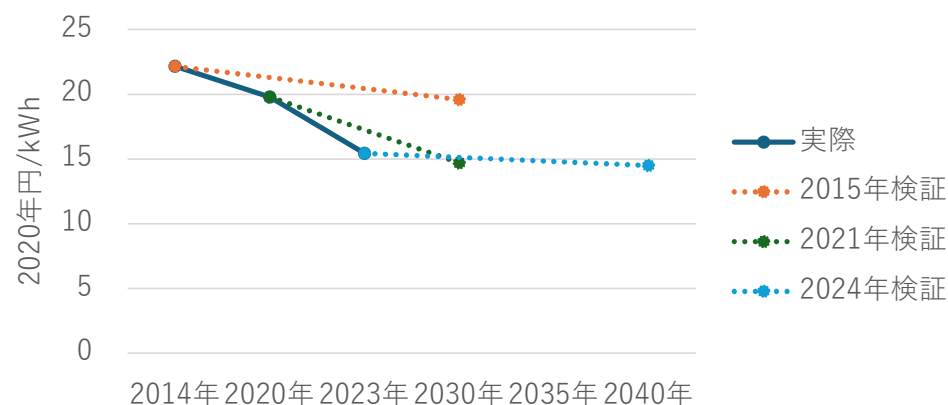
- 全般：毎回将来について保守的な想定をしており、結果として将来の発電コストを過大に見積もる傾向がある。
- 今回の検証における主要な問題点
 1. 太陽光（事業用）・陸上風力・洋上風力についてはIRR相当政策経費の計上
 2. 太陽光の習熟率の値を過小評価している。
 3. 陸上風力発電の大規模化傾向を反映せず、結果として高めのコストを参照している。

過去3回の発電コスト検証ワーキングの推計結果

太陽光(事業用)



陸上風力



注：円価値を2020年値に実質化している。

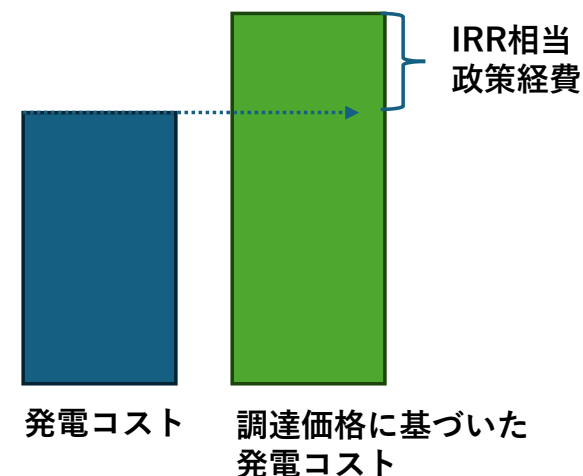
1) IRR相当政策経費

• 考え方

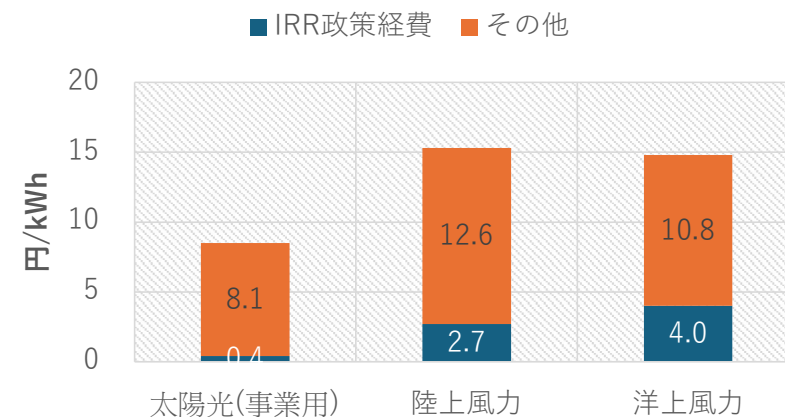
- 原則として『「導入支援」に係る予算額については、ダブルカウントを避けるため、発電コストに上乗せする対象から除く*。』
- ただし、これまで固定価格買取制度の調達価格が優遇IRRという形で**発電コストを上回る導入支援**を行っているとして、その差分を「IRR相当政策経費」として計上している。

• 現状

- 事業用太陽光・陸上風力・洋上風力については原則競争入札制度に移行しており、もはや一定のIRRを保証するものではない。
- したがって、これらの電源についてはIRR相当政策経費が発生している蓋然性は低い。



IRR政策経費の考え方



IRR政策経費の発電コスト(2040年)へのインパクト

※発電コストワーキンググループ(2015)『長期エネルギー需給見通し小委員会に対する発電コスト等の検証に関する報告(案)』

2) 太陽光の習熟率の検証

- 事務局案：「将来の設備費については、累積生産量が倍増するごとに20%低下する」との2021年検証を踏襲した想定を変更するほどの状況変化があるとは考えにくく、今回の検証にあたっては「習熟率20%」の想定を維持してはどうか。
- 国内の実績データが利用可能であることから、実績データを用いて国内太陽光の習熟率を検証し、当該値を参照することが適切ではないか。その際、物価変動を考慮し、貨幣価値をそろえる必要がある。
- 推計：設備費に関して資料から参照可能なデータが2つ(2018年・2023年)である。当該データおよびIEAの世界設備容量データから日本の設備費の習熟率を計算すると、24.7%である。(本来は各年の値から回帰式を算出する。)

事業用設備費

	万円/kW (名目)	万円/kW (2020年価値)
2018年	16.5	16.6
2023年	10.8	10.2

出所：設備費については、資源エネルギー庁（2024）[総合資源エネルギー調査会 発電コスト検証ワーキンググループ 第2回会合資料2]
2020年価値は消費者物価指数（CPI）を用いて計算した。

2040年の事業用設備費推計値(万円/kW-2020年価値)

	IEA 2024 STEPS	IEA 2024 APS	IEA 2024 NZE
習熟率 20.0%	5.3	5.0	4.8
習熟率 24.7%	4.4	4.1	3.9

IEA (2024) World Energy Outlook 2024の3つのシナリオから推計

3) 風力発電の設備容量と参照データ

- 事務局案：モデルプラント30MW(参照データは定期報告データの7.5MW以上の案件の中央値)
- 直近の陸上風力発電の入札からは平均設備容量の増大傾向にある。2023年度には平均容量は50MWに達している(表A参照)。このことから2040年のモデルプラントの設備容量を30MWとするのは過小評価と考えられる。さらに参照するコストデータも7.5MW以上としており、これも直近の落札案件の平均規模と比較して相当小さい発電所も含めている。
- 以上より、2040年のモデルプラントについては50MW程度とするのが妥当ではないか。またコスト参照データは「37.5MW以上」を採用するのが妥当ではないか(表B)。

A. 陸上風力入札の落札案件の平均容量の推移

	落札件数	落札容量 (MW)	平均容量 (MW)
2021年度	32	936	29
2022年度	30	1,290	43
2023年度	20	1,000	50
2024年度	17	885	52

B. 陸上風力の容量規模別資本費・運転維持費(中央値)

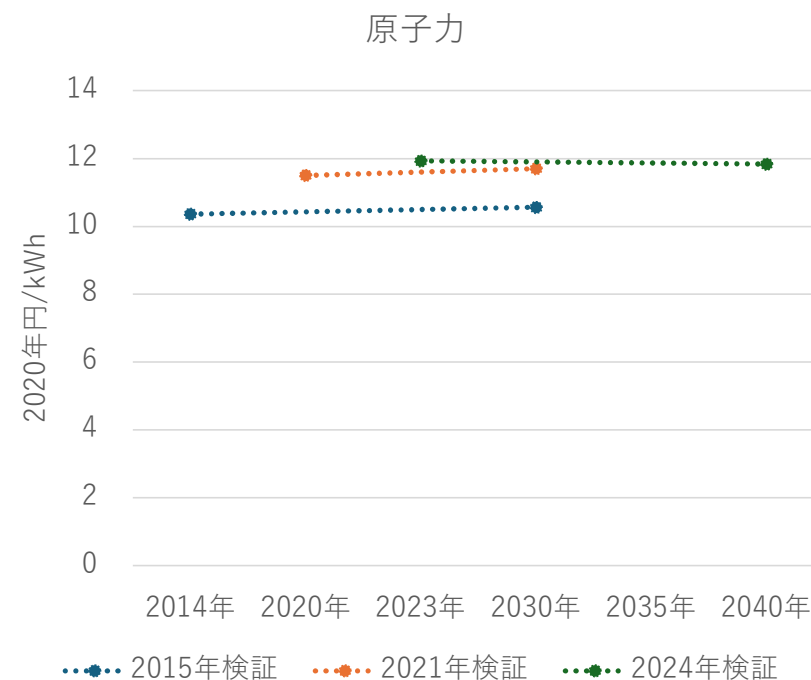
	7.5MW以上	30MW以上	37.5MW以上
資本費 (万円/kW)	31.6	28.4	27.5
運転維持費 (万円/kW)	1.07	0.90	0.81

上記数値は物価変動を考慮しない複数年のデータの中央値と考えられる。本来は物価変動の影響を除いた実質値で計算されるべきである。

原子力のコスト検証に関して

- **全般**：実際の建設実績がないものの、検証のたびに発電コストが上昇している。近年はさらに上昇要因・リスクが増しているが、それらは考慮されていない。
- **今回の検証における主要な問題点**
 1. **建設費**：近年の価格高騰・不確実性を考慮し、不測費用(コンティンジェンシーコスト)を計上すべきである。
 2. **追加安全対策費**：見積もりの仕方が過小評価となっている。
 3. **燃料費**：ウラン燃料の上昇を反映すべきである。
 4. **社会的費用**：原発事故廃炉費用に、福島第一原発構内の放射性廃棄物処分費用が含まれていない。また、コスト計算にあたって、事故発生頻度を十分な根拠無く引き下げることは不適切である。

過去3回の発電コスト検証ワーキングの推計結果



注：円価値を2020年値に実質化している。

建設費

- 事務局案：サンプルプラント4基のデータを元に物価等により修正

直近、運転開始した発電所(サンプルプラント、4基)のデータ、関連事業者へのインタビュー

※サンプルプラント(名称,定格出力,運開年)

東北電力(株)東通1号 110万kW 2005年、中部電力(株)浜岡5号 138万kW 2005年、北陸

電力(株)志賀2号 135.8万kW 2006年、北海道電力(株)泊3号 91.2万kW 2009年

- 背景

- 国内では新設実績が2009年以降なく、最近の国内データがないなかで、先進国の原発の新設コストが高騰し、1基あたり数兆円に達している。(例：フラマンビル原発(165万kW)、ヒンクリーポイントC原発(160万kW×2基)) アメリカにおいては、スリーマイル島原発事故後、2.8倍になり、その後高止まりした(Lovering, 2016)。原子力の新規建設費の不確実性が高まっている。
- 原子力では、建設遅延、規制・政策変更、廃炉・放射性廃棄物処分、自然災害等による影響が大きく、建設費を含む固定費の上振れリスクが存在する。実際、第40回原子力小委員会(2024年8月20日, 資料3)で、電気事業連合会は長期脱炭素電源オークションが「落札後の固定費の上振れ等については投資回収予見性が十分でない」と報告。同オークションは建設費増加リスクへの対応として**建設費の10%**を予備費として織り込むことを認めている。IEA/NEA(2020)では、原子力に対して不測支払(Contingency payments)を**建設費の15%**として他の技術よりも**10ポイント**高く設定している。
- 提案：昔のサンプルプラントデータを参照する場合であっても、先進国の建設費高騰・上振れリスクの懸念が電気事業者からもでており、建設費について**一定割合の不測費用を見込む**のが適当ではないか。

追加安全対策費

- 再稼働した原発の時期がずれており、物価変動の影響を考慮する必要がある。。
- 新規制基準適合性審査「申請」時点と「認可」時点では、追加安全対策費が大きく異なる。

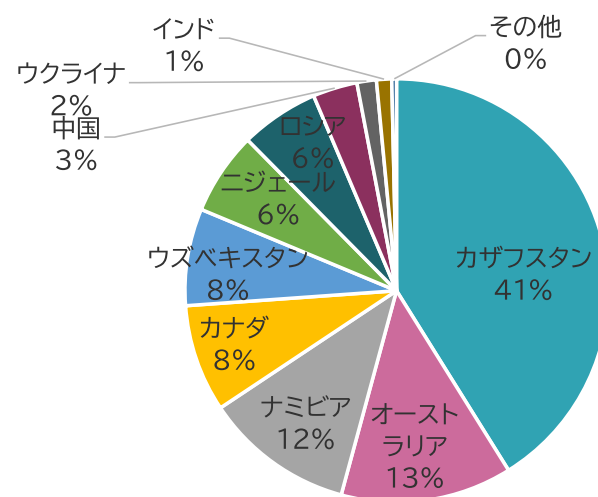
	対象発電所について	物価変動の影響
事務局案	2024年6月時点で原子力規制委員会に新規制基準適合性審査を申請している原発全体（16原発27基）	考慮していない。
問題点	設置変更許可を受けた時点での追加安全対策投資額は、申請時点を大きく上回っている。例えば女川2号機(83万kW)は申請時に140億円であったところ、許可時には7100億円へと50.7倍に増加した。	設置変更許可を受けた時期は各原発で異なる。古いものは2015年であり、同じ工事内容でも当時と現在では物価水準が異なっている。
提案	追加安全対策費の計上の対象とするのは、 設置変更許可を受けた原発17基 を対象とすべきである。	設置変更許可時からの物価変動の影響を取り除いて、各原発の追加安全対策費を計上する必要がある。

燃料費

- 事務局案には言及はないものの、ウラン燃料の供給リスクが上昇・ウラン価格も上昇している。
- ウラン供給リスクの増大
 - 現在のウラン供給はカザフスタンが41%を占める。同国の国営ウラン鉱山会社Kazatompromは、ロシア・ウクライナ戦争により、ウラン輸出が難しくなっていると指摘。他にニジェールの軍事政権がフランスが保有する同国ウラン鉱山の採掘権を撤回。中国・ロシア分も含めれば、56%のウランが西側にとって供給不安定化。
- ウラン価格の上昇
 - ウランのスポット価格は2020年頃30ドル/lb前後まで低迷したが、2024年は80ドル/lb前後まで上昇。
- ウラン燃料転換・濃縮コストも上昇
 - 製錬・転換・濃縮・再転換・成型加工といった工程を経る必要があるが、転換・濃縮コストが近年大幅に上昇。

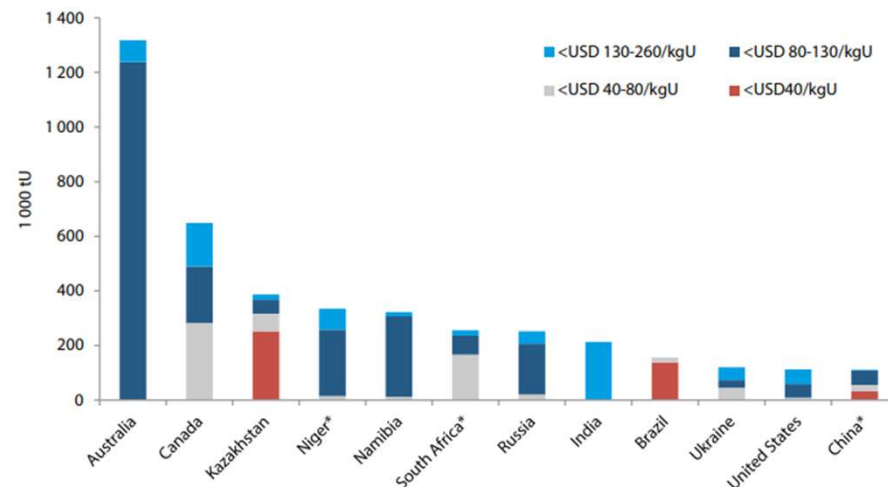
ウラン価格データ (<https://www.cameco.com/invest/markets/uranium-price>)

2020年ウラン産出量シェア



NEA (2023), Uranium 2022: Resources, Production and Demand,

在来型ウラン資源の国別・コスト別分布



* Secretariat estimate or partial estimate.

社会的費用： 原発事故費用

- 事故廃炉費用に、福島第一原発構内の放射性廃棄物処分費用が含まれおらず、過小評価になっている。
 - コスト検証WGの「事故廃炉費用」8兆円はデブリ取り出しまでの費用である。
 - 放射性廃棄物のうち、低レベル放射性廃棄物の処分費用だけで22.3兆円が必要である。（以下、計算方法を参照）
 - 低レベル放射性廃棄物以外に、デブリやTRU廃棄物など、放射線量の高い廃棄物の処分費用がかかる。放射性廃棄物処分で数十兆円の費用と長期にわたる取り組みが必要となる。
- < 計算方法 >
 - ①日本原子力学会福島第一原子力発電所廃炉検討委員会によれば、福島第一原発廃炉で発生する低レベル放射性廃棄物量を783万トン。
 - ②1999年の原子力部会中間報告によれば、110万トンのBWR型原子炉廃炉で発生する低レベル放射性廃棄物8790トンの処分費用は178億円、2023年価格にすると250億円、1トン当たり処分費用は285万円である。
 - ③低レベル放射性廃棄物処分費総額 = 285万円/トン × 783万トン = 22.3兆円。
- PRA（確率論的リスク評価）を発電コスト計算に安易に用いることは不適切である。
 - PRAは、個々の機器の重要度、事故の進展などを予見し、安全性向上のために活用するものである。
 - 実際、原子力損害賠償補償契約の補償料率は変更されていない。（熱出力1万kW以上の原子炉：500分の1）

まとめ

- 発電コスト検証ワーキンググループの検証結果をどうみるか
 - 再エネ
 - 保守的な想定を置き続けており、その経済性を過小評価する傾向がみられる。結果として政策的位置づけを低下させている。
 - 基本計画内において、経済性については「統合コストを最小化する」との表現で積極的には位置づけられていない。
 - 原子力
 - 関連するコストが増大し毎回発電コストが上昇する結果になっているものの、見積もるべき費用を適切に評価せず、楽観的な想定をする傾向がある。
 - 基本計画内において、安いとは表現されないものの、「他電源と遜色ないコスト水準」と評価されている。
- 政策判断への懸念
 - 国民が適切な政策的な判断をできなくなり、政策が曲げられる懸念がある。カーボンニュートラルな社会を構築するのに、国民が膨大なコストを支払う結果になることが懸念される。