

Title	LC全コスト指標による政策形成 : 各種発電技術を事例として
Author(s)	矢澤, 信雄; 平澤, 冷
Citation	年次学術大会講演要旨集, 13: 208-213
Issue Date	1998-10-24
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/5675
Rights	本著作物は研究・技術計画学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Science Policy and Research Management.
Description	一般論文

○矢澤信雄（東大総合）、平澤 冷（科技厅・科学技術政策研）

1. はじめに

本研究の目的は各種発電技術を事例とし、LC（life cycle）全コスト指標を客観的判断指標とした政策形成のあり方について検討をおこなうことにある。

LC全コストとは、ある製品の原材料の採掘から使用を経て、その製品が自然に還るまでにかかる全てのコストと定義する。具体的には、製品の物理的製造に必要な製造コスト（製造原価）、製品の開発や市場化に要する社内研究開発コストや市場コスト等（販売費、一般管理費）、リサイクルやリユースプロセスを含めた流通コスト、全ライフサイクルにおいて発生する二酸化炭素や環境汚染物質を処理するのに必要なコストのうち上記に算入されていない環境コスト、また、公的資金による研究開発投資を含む政策コスト、さらには資源の有限性に関わる世代間移転コスト等からなる。さらに、LC全コストの二次コストとして、物理的製造に必要な設備機器に関わるLC全コストも考慮する必要がある。

各種技術の研究開発への最適予算配分を実現するためには各技術の評価が不可欠である。ある技術を評価するにはそのコストの側面を評価する方法と価値の側面を評価する方法の二つがある。ここである技術の価値というものはそれが社会におよぼすインパクトまで含めて評価される必要があり、正の価値もあれば負の価値もあり得る。たとえば、クローン羊は全コストはさほど大きくないが価値・インパクトの大きさを考えると社会に複雑多様な正負の影響を及ぼすため、これに対する単純な評価には問題がある。このようにコストに比較し価値を同定することは非常に難しい。しかし、本研究の対象である発電技術のような場合には、発電により生産された電力は第一義的には発電方式によらず等価値である。このような場合には、コストを指標として評価することができる。つまり、等価値のものを比較するときLC全コストを最小にするという立場から社会全体にとっての適性の評価が行える。このような視点から本研究では検討・分析を進めた [1]。

また、当該技術に関わるリスクの評価も全コストの立場からは必要になる。

ここで対象としたエネルギー技術は水力、石油火力、LNG火力、石炭火力、原子力（ワンスルー方式）、原子力（燃料サイクル方式）、太陽光発電、風力発電の8つである。

前述したように本研究の目的は、LC全コスト指標を客観的判断指標とした政策形成の検討を行うことにある。ここで、様々な試算や推計により各技術の全コストおよびその内部構造を明らかにすることにより、政策形成の装置としてのインセンティブループの中で推進すべき研究開発ターゲットが明らかにされ、それを実現するための施策として政策形

成がおこなわれる可能性が示される [2,3]。その可能性の中の一つとして、パブリックイベントを展開する際の共通認識を得るためのツールとしてLC全コスト指標を使用することも可能である。例えば、原子力を他の発電技術と比較して評価するための枠組みとしてLC全コスト指標を利用することが出来る。まず、何をライフサイクルにおけるコスト要因とするかについて本研究で提示された枠組みを出発点として議論を行い共通認識を形成する。このレベルでの合意が形成された後に、各コスト要因の具体的データについて本研究で提示されたデータ等を更に具体的に検討し、共通認識の形成を目指す。この共通認識の形成に誘導され政策形成が推進されていく。3.2 においてはLC全コスト指標による開発ターゲットの設定をこのツールの使用例として示した。

2. LC全コスト指標の各部分値の計算

2. 1 第一次（建設・製造）コスト

(1) 建設費

建設・操業単価については平成6年6月電気事業審議会需給部会中間報告の耐用年発電単価等の推計を用いた。

(2) 操業費

操業費については基本的に、平成6年6月電気事業審議会需給部会中間報告の耐用年発電単価等にもとづき推計した建設・操業単価の中から(1)で計算した建設費を差し引いたものとした。

(3) 廃炉費用

発電設備を解体・廃棄する際にかかるコストの推計を用いた。

(4) 放射性廃棄物処理コスト

このコストはここで取り上げた8種の方式のうち、原子力(ワンスルー)と原子力(燃料サイクル、MOX)のみに存在し、他のエネルギー技術には存在しないコストである。これについては低レベル放射性廃棄物処理コストと高レベル放射性廃棄物処理コストの2つに分けて推計を行った。さらに、燃料サイクル方式とワンスルー方式について燃料(放射性廃棄物)の川上から川下への流れを考慮した推計を用いた。

2. 2 環境コスト

(1) 二酸化炭素処理コスト

発電技術のライフサイクル中に発生する二酸化炭素の処理コストの推計を行った。処理最終段階においては海底投棄を前提とする処理方式のコスト推計を用いた [4,5]。

(2) 大気汚染物質処理コスト

発電技術のライフサイクル中に発生する大気汚染物質（NO_x、SO_x）の処理コストの推計を用い、発電の操業コストに含まれていない部分の試算を行った[4,5]。

2. 3 政策コスト

ここでは政策コストを政府支出の研究開発費とする。各種エネルギー技術のなかで政策コストの対象としては、研究開発投資の特に大きい原子力発電、太陽光発電、風力発電のみについて推計した。研究開発データについては総務庁統計局の「エネルギー研究調査報告」を利用した。これら各種発電技術について実績発電量 kWh 当たりの政策コストを算出した。

3. 試算結果：LC全コスト指標の検討

3. 1 LC全コスト指標の比較

以上で計算された各種エネルギー技術の試算コストをもちいて、各種エネルギー技術のLC全コストを算出し、その比較をおこなった。表 3.1 に各種エネルギー技術のLC全コストの試算値を示した[6]。

ここで、本研究で推計されたLC全コストは数字に幅があるものであり不確かさを含んだものである。しかし、その不確かさをふまえた上で以下の比較が確実に成り立つ。

(1) 合計値の比較

現時点においてLC全コストが最も高いのは太陽光発電の990～1076円/kWhである。次に高いのは風力発電の180～207円/kWhである。

原子力発電（ワンスルー）と原子力発電（燃料サイクル，MOX）については高レベル放射性廃棄物の2次貯蔵期間に30年から1000年までの幅を持たせたことが原因でLC全コストに大きな幅がでた。原子力発電（ワンスルー）は10.9～32.1円/kWhであり、原子力発電（燃料サイクル，MOX）については11.8～24.2円/kWhである。これは、原子力発電のLC全コストの下限は一般水力や在来火力（石油火力、LNG火力、石炭火力）の下限より安いということを意味する。

原子力発電のLC全コストの上限については原子力発電（燃料サイクル，MOX）は一般水力よりは高いが在来火力（石油火力、LNG火力、石炭火力）の上限よりは低い値になっている。原子力発電（ワンスルー）のLC全コストの上限については一般水力や石油火力、LNG火力の上限よりは高いが、石炭火力の上限よりは低くなっている。

在来火力（石油火力、LNG火力、石炭火力）については、大気温暖化・汚染物質処理コストが大きな部分を占めている。特に石炭火力は在来火力の中では最もコストの高いエネルギー技術となっている。

表3.1 各種エネルギー技術のLC全コスト

単位：円/kWh

	一次（建設・製造）コスト			環境コスト		政策コスト	全コスト
	建設	操業	廃炉その他	建設・操業	廃炉その他		
一般水力	10.8	2.2	-	0.17-0.33	-	-	13.2-13.3
石油火力	2	8	0.00062-0.00092	8.16-16.36	-	-	18.2-26.4
LNG火力	2.7	6.3	0.00062-0.00092	8.05-15.26	-	-	17.1-24.3
石炭火力	5	5	0.00062-0.00092	11.47-21.24	-	-	21.5-31.2
原子力							
ワンスルー	4.5-6.27	2.95-3.85	1.54-19.85	0.21-0.39	-	1.7	10.9-32.1
燃料サイクル、MOX	4.95-6.9	3.6-4.5	1.34-10.70	0.23-0.43	-	1.7	11.8-24.2
太陽光発電	100-185	-	0.01-0.0185	0.91-1.74	-	889 (13.3)	990-1076 (114.2-200.1)
風力	11.2-33.9	1.7-5.1	0.0011-0.0034	1.21-2.33	-	166 (13.6)	180-207 (27.7-54.9)

注1) 一般水力は建設費：操業費≒5:1とした

注2) 石油火力は建設費：操業費≒2:8とした

注3) LNG火力は建設費：操業費≒3:7とした

注4) 石炭火力は建設費：操業費≒5:5とした

注5) 太陽光発電、風力発電の廃炉その他費用は火力発電の例を参考に建設費の0.01%とした

注6) 原子力（燃料サイクル）の大气汚染物質と処理コストは原子力（ワンスルー）と同程度とした

注7) 括弧内の値は2010年時点の普及予測値に基づく2010時点での推計値

3. 2 LC全コスト指標に基づく政策形成の検討

(1) LC全コスト指標による政策選択

資源制約の少ない発電技術についていえば、太陽光・風力のLC全コストは他の発電技術のLC全コストより一ケタ以上大きい。これにくらべて原子力は火力発電技術とほぼ同等のコストである。よってこの意味で、利用推進の対象として原子力について一層検討する必要があると考えられる。

(2) LC全コスト指標部分値による政策選択

a. 太陽光

太陽光のLC全コスト指標の大部分は政策コストによって占められている。これは、従来の研究開発投資額に比し、発電量が極めて小さいことによる。つまり、太陽光発電の問題は研究開発を前倒しで行っているが、それが実際の発電実績につながっていない事である。従って、他の発電技術との競争に耐えるためには発電設備を大量に普及させることが必要になる。

現在、仮に全ての設備が3kW 家庭用ユニットであるとすると、約 3500 軒に1軒の割合で太陽光発電が普及していることに相当する。電気事業審議会の新規施策追加ケースで

は2010年に太陽光発電の設備容量は460万kWである。この設備容量を実現するには2010年までに約30軒に1軒のレベルまで太陽光発電ユニットを普及させる必要がある。この間の政府研究費が横這いであると仮定すると、LC全コストは114.2～200.1円/kWhになる。しかし、この値はまだ火力発電よりはるかに高い値である。

b. 風力

風力の場合、LC全コスト指標の大部分は太陽光発電同様、政策コストによって占められている。今後、他の発電技術に対抗するためには政策コストを大幅に低減させるために、発電実績を大きく増大させる必要がある。電気事業審議会の新規施策追加ケースによれば、2010年に風力発電の設備容量は15万kWである。また、この場合、政府研究費は横這いであると仮定すると、LC全コストは27.7～54.9円/kWhになる。これは石油火力、LNG火力より依然として高い値である。

そしてまた、太陽光発電に比べて故障修理等のメンテナンスの操業コストがかなり高いという問題点もある。

c. 原子力発電

原子力発電においてはLC全コスト指標内の廃炉その他の費用が占める部分が多い。特に高レベル放射性廃棄物の処理・処分コストを安全性を低下させずに削減することがこれからの研究開発政策課題として非常に重要である。

d. 火力発電

火力発電においてはLC全コスト指標内の環境コスト（現在、未処理のまま排出している大気温暖化・汚染物質の処理コスト）が占める部分が多い。これを低減させることがこれからの研究開発課題として重要である。二酸化炭素処理コストが7.63～20.29円/kWhに対してSO_x、NO_x処理コストは0.2～0.95円/kWhと1桁低いので、特に、二酸化炭素の単位発電量あたり二酸化炭素発生量および二酸化炭素単位重量あたり処理コストを低減させるための技術開発政策を推進する事が重要である。

4. 今後の課題

LC全コストの二次コストは一次コストに比し1桁程度以上小さく、その試算・評価はより詳細な検討を行うための将来的課題としたい。

また、当該技術のリスクや代替技術の開発可能性等についても考慮すべきであるが、ここでは第一次近似としての試算を行った。

また、世代間移転コストは将来のエネルギー供給構造と関係する。そしてこれは、その将来時点まで、いかなる資源構造に依存した電力供給を行うかにより変化する。この評価

についても将来的課題としたい。

参考文献

- [1] 平澤冷「環境知のダイナミックスとインセンティブ連鎖の設計」吉川弘之監修『新工学知 3 技術知の射程』東京大学出版会、1997年

- [2] Ryo Hirasawa, "Discussion Framework and Autopoietic Paradigm for Policy Creation", Handout Paper for NISTEP International Workshop, 1997

- [3] 林隆之、平澤冷「技術の社会的形成概念に基づく公共技術支援政策形成に関する研究」研究・技術計画学会第12回年次学術大会講演要旨集、1997年9月

- [4] 本藤祐樹、内山洋司「火力発電プラントの環境コスト対策」電力中央研究所報告、1993年8月

- [5] 内山洋司「発電技術の環境コスト分析」電力経済研究、1995年7月

- [6] 矢澤信雄「各種エネルギー技術のLC全コスト比較」東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻修士論文、1998年3月