

原発の本当のコスト

—公表データから見えてくるもの—

立命館大学国際関係学部

大島 堅一

k-oshima@cj8.so-net.ne.jp

はじめに

1. 原子力発電拡大の理由付け
2. 発電費用について
 - － 発電のコストとは何か
 - － 電力別（火力、水力、原子力）
 - － 財政的支出（開発、立地）
 - － 総合的単価
3. 再処理・核燃料サイクルについて
 - － 再処理にいくらかかるのか。
 - － 再処理の費用負担のあり方
4. 事故費用を総体としてとらえる
5. 改革の方向性

原子力発電拡大の理由付け

1. エネルギー安全保障

- 石油代替エネルギー
- “準国産エネルギー”

2. 経済性

- 原発が最も安い。

3. 温暖化対策

→ 原発の維持拡大、核燃料再処理・核燃料サイクル

枯渇生資源としてのウラン資源

- 枯渇せず、永久に使えるエネルギー
 - 太陽光、風力、水力、地熱、潮力、波力、バイオマス
- これに対し、いずれ枯渇する資源を枯渇性資源という。
 - 石油、石炭、ウラン(原子力)、天然ガスはいずれも枯渇性資源
 - ウランも、他の枯渇性資源なみにつかわれれば、数十年で枯渇。

	石油	天然ガス	石炭	ウラン
確認埋蔵量	12,580億バレル	185兆m ³	8,260億トン	881万トン
年生産量	299.5億バレル	3.1兆m ³	67.8億トン	4.0万トン
可採年数	42.0年	60.4年	121.8年	132.4年
世界の1次エネルギーに占める割合(2008年)	33.1%	21.5%	27.0%	5.8%

政府発表の発電コスト

資源エネルギー庁/総合エネルギー調査会による発電コストの試算値

	99				2004			
	年	設備規模	設備利用率	運転年数	年	設備規模	設備利用率	運転年数
一般水力	13.6	1.5万kW	45%	40年	11.9	1~2万kW	45%	40年
石油火力	10.2	40万kW	80%	40年	10.7	35~50万kW	80%	40年
石炭火力	6.5	90万kW	80%	40年	6.2	60~105万kW	80%	40年
LNG火力	6.4	140万kW	80%	40年	5.7	144~152万kW	80%	40年
原子力	5.9	130万kW	80%	40年	5.3	118~136万kW	80%	40年

注1: 99年試算、2004年試算には、再処理、中間貯蔵、廃棄物処理処分(高レベル放射性廃棄物処分・貯蔵)、その他の廃棄物処分・貯蔵の費用を含んでいる。

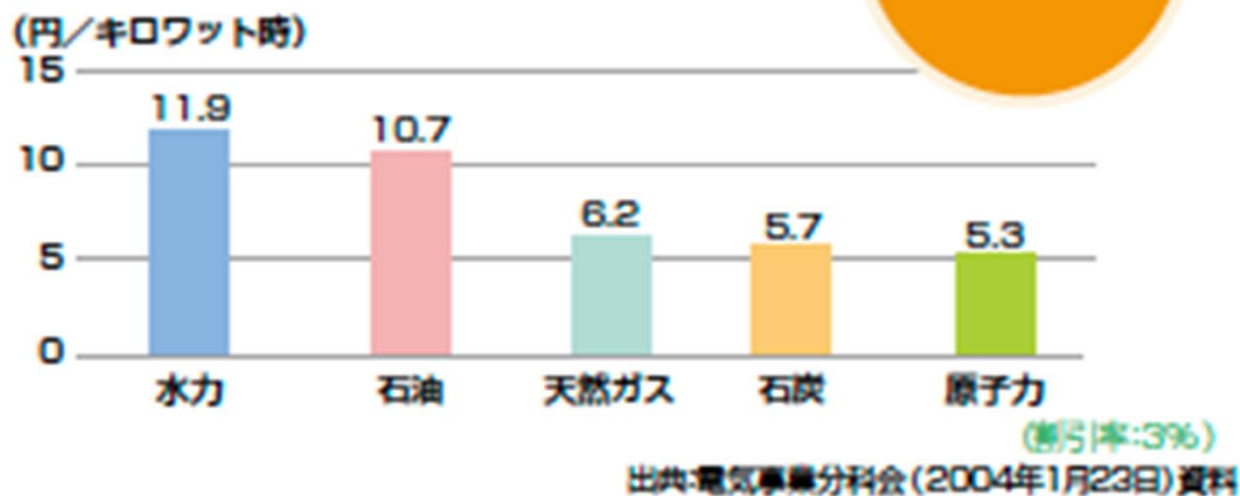
注2: 99年、2004年の試算は割引率3%の場合のみ表にした。

出所: 日本原子力産業会議『原子力ポケットブック2003年版』総合資源エネルギー調査会電気事業分科会コスト等検討小委員会報告書(2004年1月23日)より作成。

電事連による原子力発電のコスト

各種電源のコスト比較(40年運転の例)

原子力発電の
コストは高くない。



出所:電気事業連合会(2010)「原子力2010[コンセンサス]」

エネルギー政策と費用

1. 発電に関する一般的な費用(減価償却費、保守費、燃料費など)は、料金原価に算入され、電力料金を通じて消費者が負担している。
2. 政策上の方向付けを行う場合は、
 - a) 財政支出
 - b) 電力料金を通じた追加的負担(料金原価への算入)を通じて、費用が調達されている。
～原子力に対しては複雑な制度が次々に追加されてきた。
- 今日、上記1、2を総合的に評価し、見直す必要がある。

発電の費用

発電の費用				
①発電に直接要する費用(燃料費、減価償却費、保守費用等)			料金原価に算入	原子力に固有の費用
②バックエンド費用	使用済燃料再処理費用			
	放射性廃棄物処分費用	低レベル放射性廃棄物処分費用		
		高レベル放射性廃棄物処分費用		
		TRU廃棄物処分費用		
	廃炉費用	解体費用		
解体廃棄物処分費用				
③国家からの資金投入(財政支出:開発費用、立地費用)			一般会計、エネルギー特会から	
④事故に伴う被害と被害補償費用			原子力発電は莫大。料金原価にはきわめて不十分にしか反映されていない。福島第一原発の被害費用は数兆円規模といわれる。	

今回は、①～③について計算。

①の発電単価の計算方法

•有価証券報告書総覧に記載されているデータを基礎に、原価として算入されている金額(=消費者が支払っている額)を総発電量(送電端)で除して計算。(室田武・同志社大学教授の方法)

•原価算入の方法は、供給約款料金算定要領として経済産業省が定めている。

•規制部門と自由化部門にわかれているが、収支が事後的にチェックされていることから、規制部門の算入方法で計算。

$$P_h = \frac{B_h + (C_h + D_h + G_h) \times r}{A_h}$$

$$P_t = \frac{B_t + (C_t + D_t + F_t + G_t + H_t + I_t) \times r}{A_t}$$

$$P_n = \frac{B_n + (C_n + D_n + E_n + F_n + G_n + I_n) \times r}{A_n}$$

P : 発電単価 (円/kWh)

A : 総電端発電量

B : 営業費用

C : 電気事業固定資産

D : 建設中の資産 = 建設仮勘定 \times 1/2

E : 核燃料資産

F : 特定投資

G : 営業資本 = (営業費用 - 控除項目) \times 1.5/12

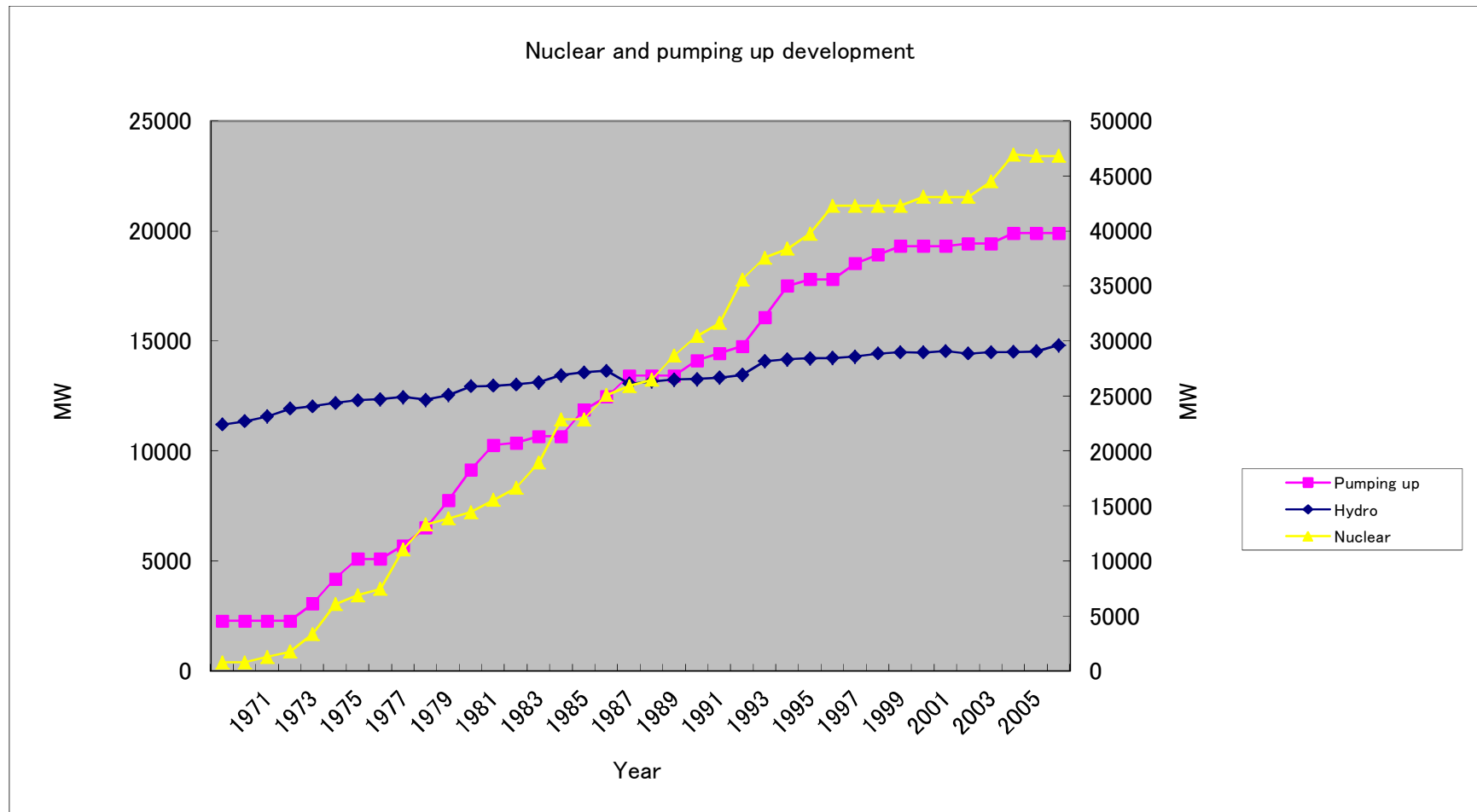
H : 貯蔵品 = 貯蔵品 \times 1.5/12

I : 長期投資

r : 報酬率

(添字の h は水力, t は火力, n は原子力を表す)

原子力発電と揚水発電



電源毎の発電単価（実績）

	原子力	火力	水力	一般水力	揚水	原子力＋ 揚水
1970年代	8.85	7.11	3.56	2.72	40.83	11.55
1980年代	10.98	13.67	7.80	4.42	81.57	12.90
1990年代	8.61	9.39	9.32	4.77	50.02	10.07
2000年代	7.29	8.90	7.31	3.47	41.81	8.44
1970- 2007 単位：円/kWh	8.64	9.80	7.08	3.88	51.87	10.13

注：電力各社の『有価証券報告書総覧』を基礎に算定。

原子力政策の財政的裏付け

(スライド8の③の費用について)

- 一般会計エネルギー対策費
 - 特別会計
 - 電源開発促進対策特別会計
 - 立地対策(電源立地勘定)～日本に固有の交付金システム
 - 技術開発対策(電源利用勘定)
- エネルギー対策特別会計(2007年度より)
内容は、電源開発促進対策特別会計を引き継いでいる。

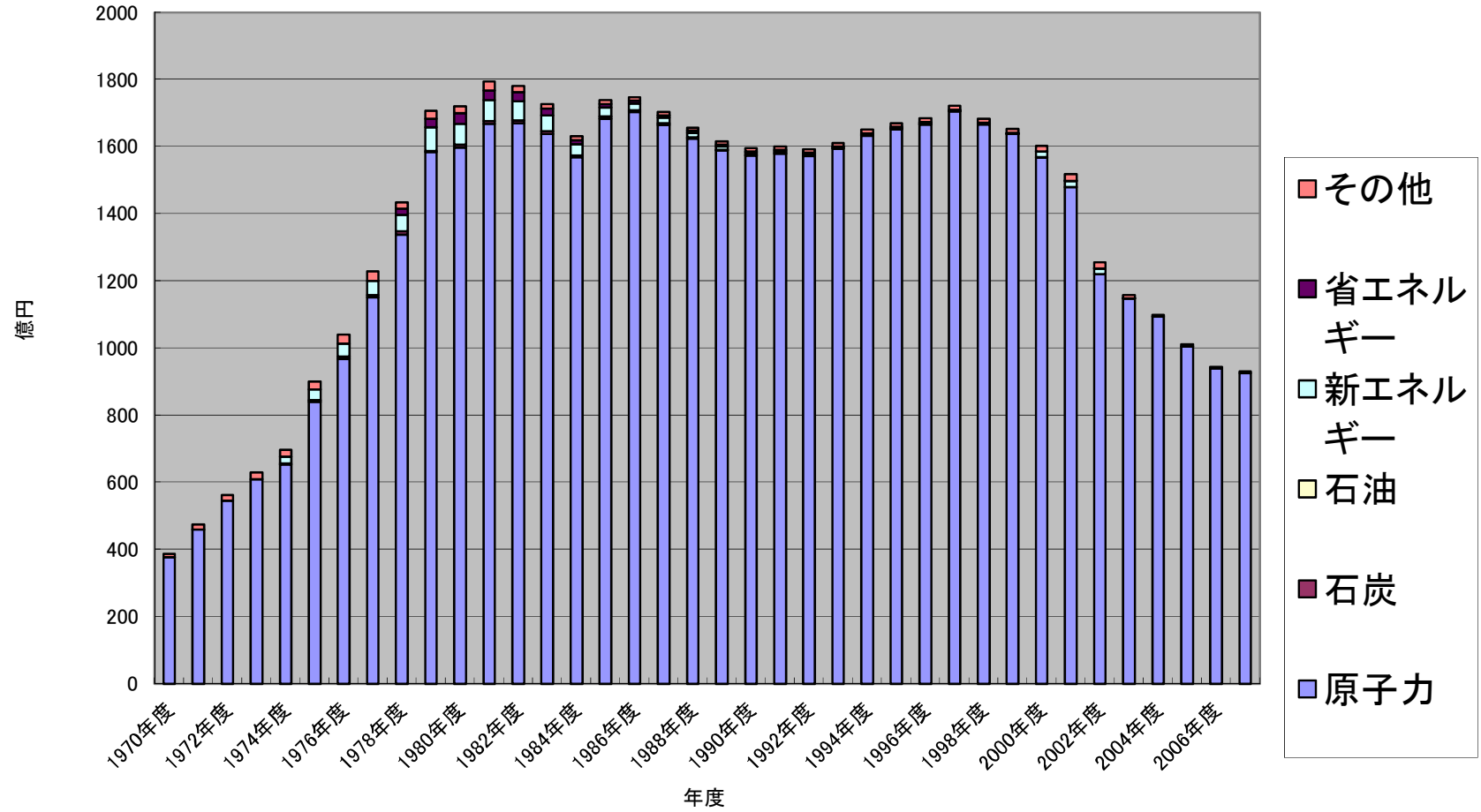
電源別の財政支出額の計算

- 電源別に計上されている財政資料は存在しない。
- そこで、『國の予算』(各年版)を基礎に一般会計エネルギー対策費、特別会計の費用項目を可能な限り電源別に再集計して積み上げて、これを当該年度の送電端発電量の電力九社合計で割る。
- 交付金実績については、特別会計決算参照書、『電源開発の概要』に基づき、計算。
- 開発単価: 国家予算のうち技術開発費、関連団体の運営費を「開発費用」とする。これを、送電端発電量で除した値を「開発単価」とする。
- 立地費用: 国家予算のうち立地対策のための支出される費用を「立地費用」とする。これを送電端発電量で除した値を「立地単価」とする。

電源別の財政支出額の計算

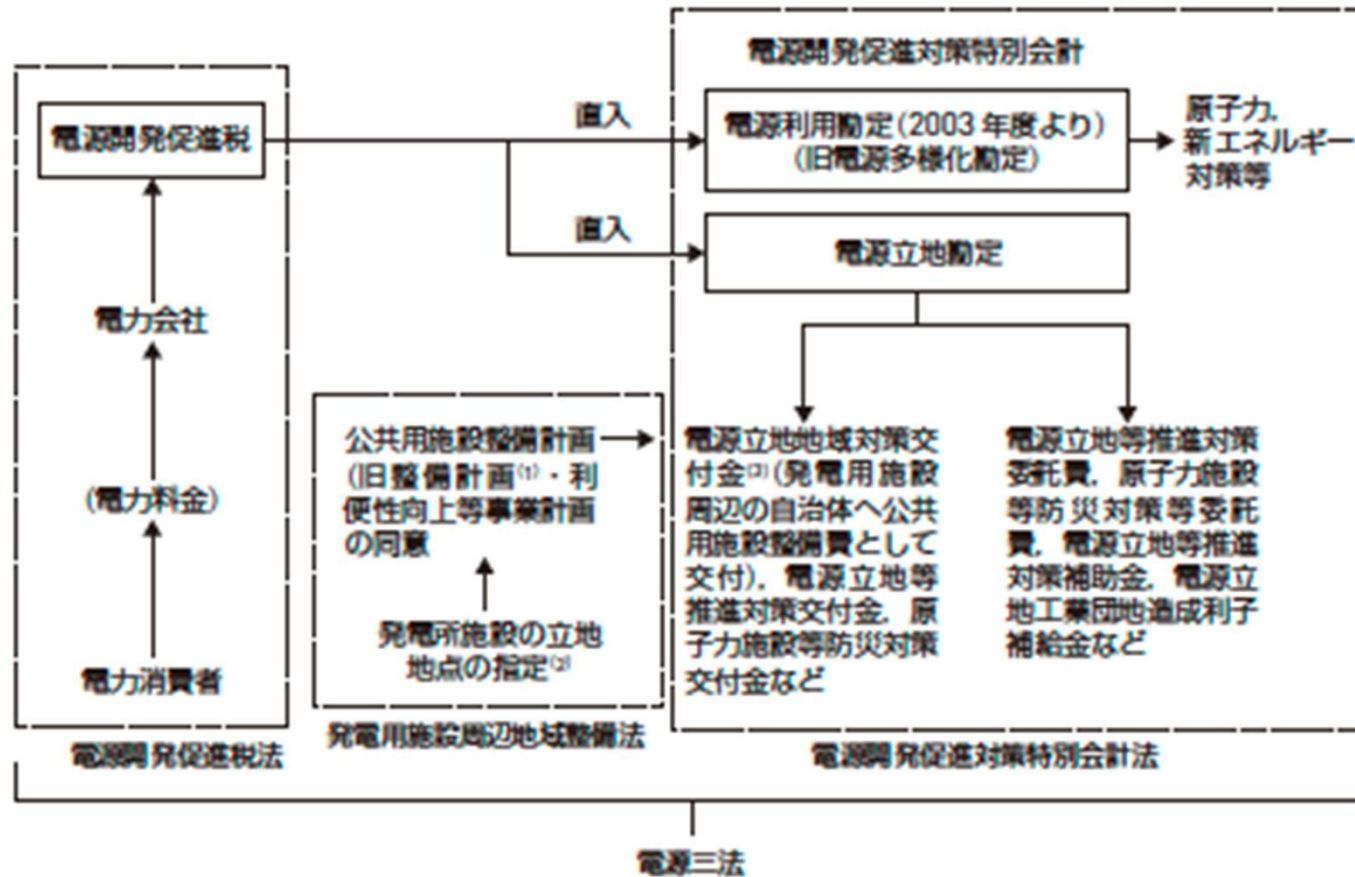
- 石炭、石油、天然ガスについて：発電と直接関係のない費目を除外。
- 立地対策費については余剰金が多く無視できないので、余剰金を除いて考慮。
- 立地対策費を、電源三法交付金の電源別交付割合で按分し、電源別に計算する。

一般会計エネルギー対策費の推移

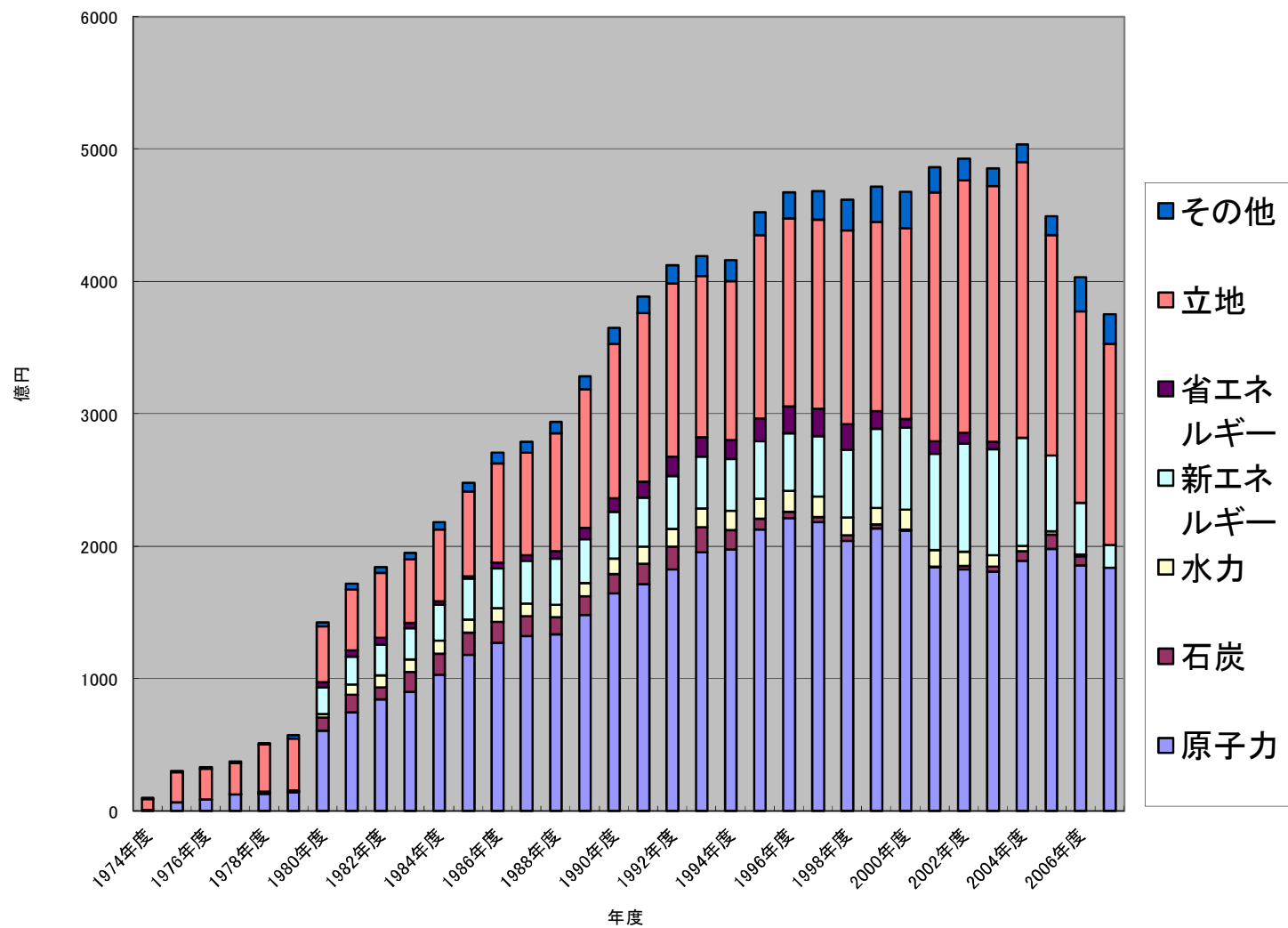


電源三法システム

図1-2 電源三法システムの構造 (2006年度まで)



電源開発促進対策特別会計(エネルギー源、用途別)



交付金交付額(電源別)

•交付金交付額実績からすれば、電源三法交付金の約7割が原子力向けになっている。

表1-2 交付金交付額(電源別, 1975~2007年)

電源	交付額(億円)	比率
原子力	6,251.17	68.4%
火力	2,498.99	27.3%
水力	352.65	3.9%
うち純揚水	131.16	1.4%
地熱	13.63	0.1%
その他	21.15	0.2%
合計	9,137.59	

(注) 水力には揚水関連施設も含まれている。

(出所) 経済産業省資源エネルギー庁電力・ガス事業部編「電源開発の概要」(各年度版)より作成。

財政支出単価（開発、立地）

		原子力	火力	水力	一般水力	揚水	原子力 +揚水
1970年代	開発	4.19	0.00	0.00	0.00	0.00	4.31
	立地	0.53	0.03	0.02	0.01	0.36	0.54
1980年代	開発	2.26	0.02	0.14	0.08	1.52	2.31
	立地	0.37	0.06	0.04	0.03	0.35	0.38
1990年代	開発	1.49	0.02	0.22	0.11	1.16	1.54
	立地	0.38	0.10	0.08	0.06	0.29	0.39
2000年代	開発	1.18	0.01	0.10	0.05	0.60	1.21
	立地	0.46	0.11	0.10	0.07	0.38	0.47
1970- 2007年	開発	1.64	0.02	0.12	0.06	0.94	1.68
	立地	0.41	0.08	0.06	0.04	0.34	0.42

単位：円/kWh

電源別の単価（総合）

	原子力	火力	水力	一般水力	揚水	原子力＋ 揚水
1970年代	13.57	7.14	3.58	2.74	41.20	16.40
1980年代	13.61	13.76	7.99	4.53	83.44	15.60
1990年代	10.48	9.51	9.61	4.93	51.47	12.01
2000年代	8.93	9.02	7.52	3.59	42.79	10.11
1970- 2007 単位：円/kWh	10.68	9.90	7.26	3.98	53.14	12.23

※事故の場合の被害額、被害補償額は上記の表には含まれない。

電源別のコスト

- 原子力単体でみた発電単価でみた場合であっても、原子力は安価な電源とは言えない。
- 「原子力＋揚水」で見れば、最も高い電源である。
- 電力料金を通じて支払われている電源開発促進税を主財源とする財政コストを考慮すると、原子力は最もコストが高く、消費者の負担が大きい。
- つまり、原子力政策は、政策的に優遇措置を受け続けてきたと言える。
- 今後も優遇策を続けるべきかどうかは議論の余地がある。少なくとも、発生する費用も含めて議論すべきである。

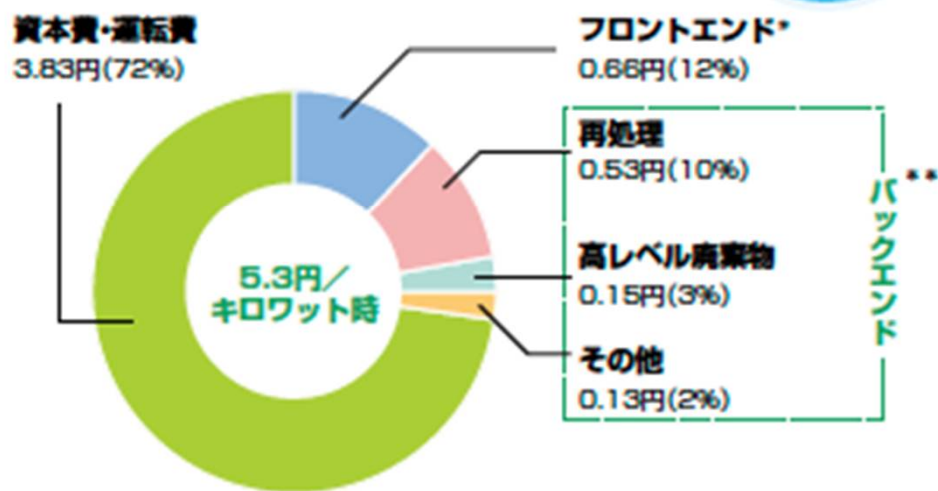
再処理をめぐる課題

- 放射性廃棄物処理処分問題
 - 2つの選択肢
 - 使用済燃料をそのまま処分する。→使用済燃料の処理処分問題
 - 使用済燃料を再処理する。→高レベル放射性廃棄物、TRU廃棄物が発生。
- 使用済燃料の再処理問題
 - 日本は全量再処理方針をもっている。
- 課題
 - 安全性確保
 - いったいいくらかかるのか。
 - どのように費用負担するのか。
 - 財源
 - 持続可能性

電事連による再処理コストの説明

発電コストに占める廃棄物処分コスト

再処理コストは
発電コストの
10%にすぎない。



* 原子炉で利用するまでの工程 (ウラン採掘・精錬～ウラン濃縮～燃料加工)

** 原子炉での利用から後の工程 (再処理、放射性廃棄物の処理処分)

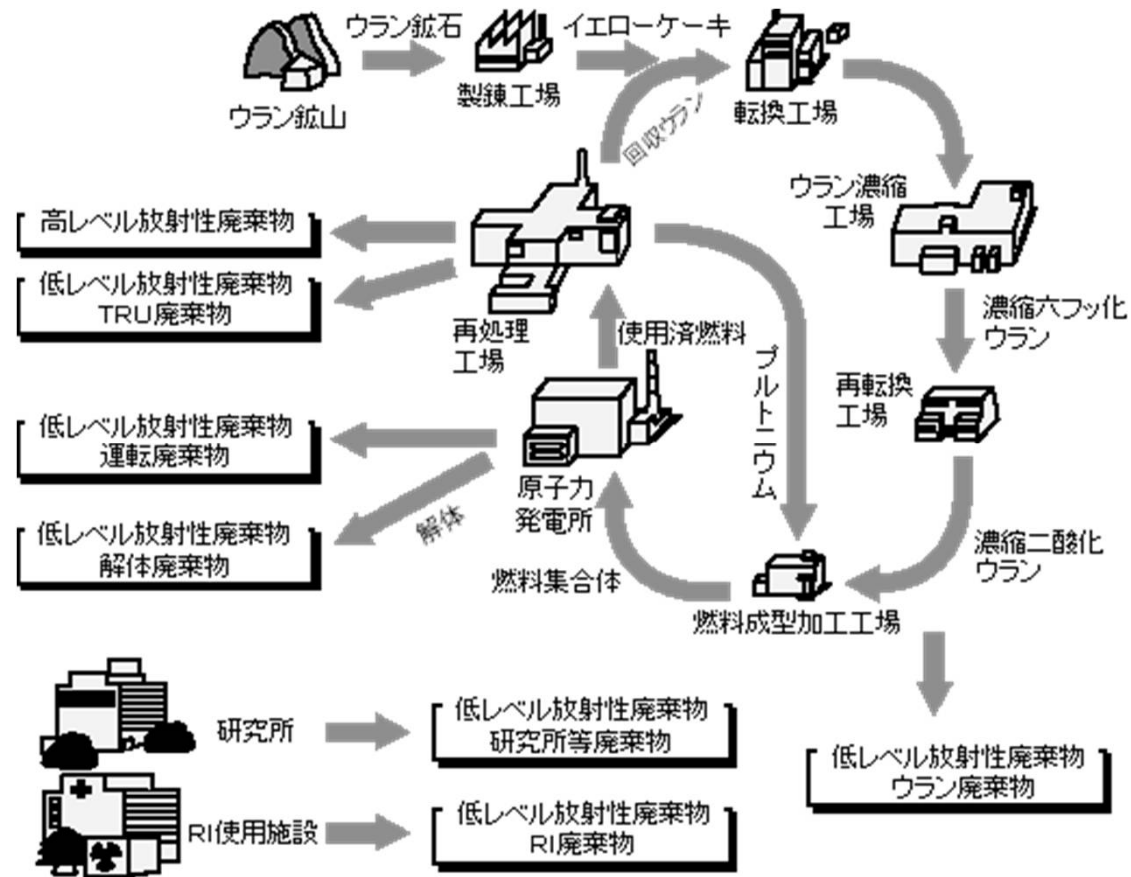
(注) 40年運転の場合 (利用率80%、割引率3%)

電気事業分科会 (2004年1月23日) 資料より作成

出所: 電気事業連合会(2010)「原子力2010[コンセンサス]」

放射性廃棄物の種類

(再処理する場合)



出所: 財団法人原子力環境整備促進・資金管理センターHP
http://www.rwmc.or.jp/library/pocket/radioactive_waste/1-1.html

バックエンド費用の費用推計

再処理	11兆円
返還高レベル放射性廃棄物管理	3000億円
返還低レベル放射性廃棄物管理	5700億円
高レベル放射性廃棄物輸送	1900億円
高レベル放射性廃棄物処分	2兆5500億円
TRU廃棄物地層処分	8100億円
使用済燃料輸送	9200億円
使用済燃料中間貯蔵	1兆100億円
MOX燃料加工	1兆1900億円
ウラン濃縮工場バックエンド	2400億円
合計	18兆8800億円

出所:総合資源エネルギー調査会電気事業分科会コスト等検討小委員会(2004)「バックエンド事業全般にわたるコスト構造、原子力発電全体の収益性の分析・評価」

バックエンド費用推計の問題点(1)

バックエンド事業の範囲

- 劣化ウラン・減損ウランの処理は対象外
- MOX使用済燃料の再処理ないし処分費用は対象外
- 六ヶ所再処理工場のみ評価(全量再処理する方針を堅持するのであれば、さらに必要。)
- 高速増殖炉サイクルに関する事業は対象外

費用推計の不確実性

- 大規模実施事例が世界的にない。
- 高レベル放射性廃棄物、TRU廃棄物地層処分廃棄物の具体的計画が無い。
- 人類が生存する期間中、人類に影響がでないようにするという高度な要求を満たす必要がある。

バックエンド費用の問題点(2)

費用推計にあたっての仮定

- 再処理工場の稼働率を100%と想定している。(AREVA社の実績は2007年:56%)
- 放射性廃棄物処理費用の妥当性(高レベル放射性廃棄物ガラス固化体1本あたり3530万6000円と見積もる→実績(返還高レベル放射性廃棄物の管理費用単価は1億2300万円/本)

資源経済性

- 得られるMOX燃料:4800tHM(重金属トン)=9000億円程度。
- 再処理費用11兆円+MOX燃料加工1兆9000億円
- 「リサイクル」費用をリサイクル資源利用者に課さない構造。

バックエンド事業費用の負担制度

- 廃炉・廃止措置
 - 1989年より電気料金の原価に「原子力発電施設解体費」として算入されている。(解体費用のみ)
 - 2000年から解体放射性廃棄物処理処分費用が組み込まれている。
 - 2007年に対象費用項目拡大。
- 高レベル放射性廃棄物・TRU廃棄物処理
 - 2000年の「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」により、高レベル放射性廃棄物費用を「特定放射性廃棄物処分費」として原価に算入。
 - 2007年に、上記の法律が改正され、第二種特定放射性廃棄物とされて、料金原価に算入。

バックエンド費用の負担制度(2)

- 再処理
 - 1981年:使用済燃料再処理引当金
 - 1986年:使用済核燃料再処理費として料金原価に算入。
 - 2005年:「原子力発電における使用済燃料の再処理等のための積立金の積立て及び管理に関する法律」(再処理等積立金法)(=再処理費用を電力会社の外部に積立て・管理するもの)
 - 2006年より使用済燃料再処理等引当金として原価に算入。
 - 六ヶ所再処理工場による再処理を含め、いったいいくらになるのかが確定される必要があった。
 - まだ未決定の第二再処理工場の費用についても、内部留保として引当金を積み上げ。料金原価には算入されていない(将来、算入される可能性)

再処理にいくら払っているのか

—電力料金からすでに徴収されているもの—

	2006年度	2007年度
使用済燃料再処理費	0.51円/kWh	0.43円/kWh
特定放射性廃棄物処分費 (高レベル放射性廃棄物、 TRU廃棄物)	0.09円/kWh	0.09円/kWh
合計(注)	0.60円/kWh	0.51円/kWh
※1:1世帯・1月当たりの 負担額	274円	240円
※2:原子力の発電量で 割ったときの単価	1.65円/kWh	1.69円/kWh

注:『有価証券報告書総覧』に掲載された各費用を総電力量(需要端)で除して計算。世帯1月当たりの平均電力消費量は、日本エネルギー経済研究所計量分析ユニット編『エネルギー・経済統計要覧』より、2006年度455kWh、2007年度467kWhとした。

再処理費用に関する小括

- 推計にあたっての疑問をさしあたって度外視したとしても、バックエンド費用は莫大な額になのぼるとされている。
- これに基づいて電気料金に含めて費用を徴収する制度が構築されてきた。
- 再処理費用をいくら支払っているかについては、電力料金に明示されていない。これは再生可能エネルギーとは著しい違いである。
- 消費者が現在負担している費用は、あくまで六ヶ所再処理工場での再処理に関するもののみである。全量再処理するのであれば、さらに必要になる。
- こうした高コスト事業に、国民的合意がとれるかどうかは甚だ疑問である。

事故の費用について

事故後発生する費用は莫大。本来の事業の継続すら困難になる。

1. 直接的事故対応

- 事態収束費用
- 廃炉費用

2. 電力事業者の経済的損失

- 資金調達、信用

3. 被害対応

- 被害補償費用
 - 財産被害など事後的に補償可能な場合...被害補償費用
 - 生命被害など事後的に補償不可能な場合...被害代償費用
- 被害修復費用(完全修復、部分修復、大体修復)
- 被害緩和費用
- 取引費用
- 行政費用

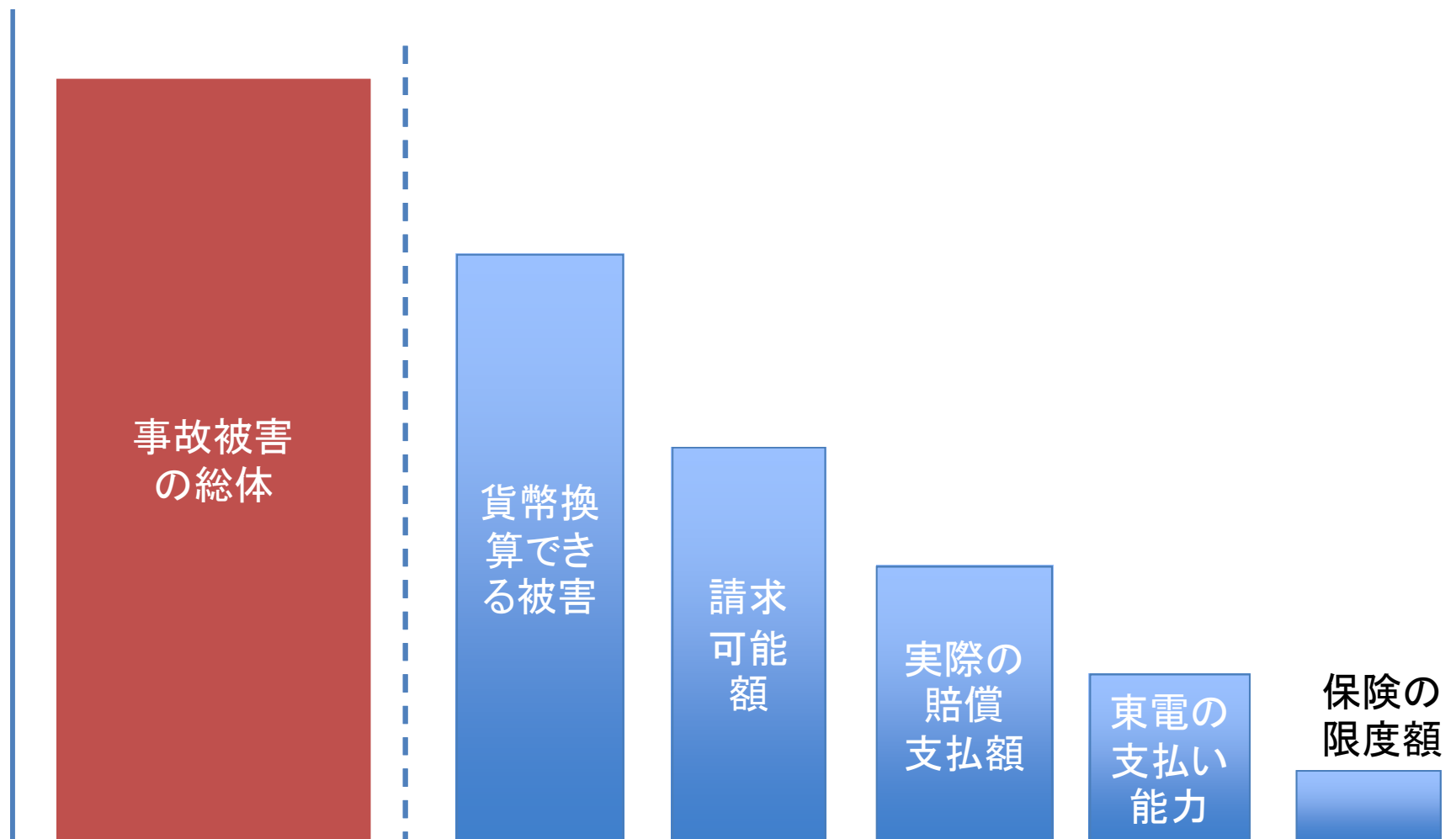
東京電力にとっての事故費用

- 原子力からの収益
 - 1970～2007年度までの原子力発電からの事業報酬
 - 東京電力は3兆9953億円（有価証券報告書総覧からの推計）
- 事故費用は、これまでの原発からの事業報酬を超える可能性がある。
- 原発は、事故を起こした東京電力にとっては割に合わない電源であったと言えそうである。

被害を総体としてとらえる

- 被害の総体
 - 貨幣換算できない/しにくい被害
 - 環境への直接的被害
 - 健康被害、精神的被害
 - 貨幣換算できる被害
 - 経済活動、資産への直接的影響
 - 他地域への影響、日本経済全体(産業を含む)へのマイナス影響

原発事故を総体としてとらえる



被害の総体から補償を考える

- 加害者の支払い能力から被害補償を考えてはならない。
 - スソ切りの論理ではすべての被害を把握できない。
 - 審査会による被害のカテゴリーの設定
- 被害の総体をとらえた上で、被害補償を考える。

結論

- 事故費用を考慮しなくても、原子力発電の国民にとっての費用は他の電源に比べて高い。
- 使用済燃料再処理によって多額の費用がかかり、今後増大する可能性が高い。
- バックエンド費用の負担システムがすでにできあがっている。
- 事故費用は、これまでの原発からの事業報酬を上回る可能性がでてきた。
- 補償は、被害の総体から考える必要がある。
- 原子力一辺倒の政策を改め、再生可能エネルギー中心のエネルギー政策への転換することが必要であろう。

改革の方向性

1. 国家財政のあり方を改革する
 - － 一般会計、エネルギー特別会計の用途を徹底的に精査し、原子力偏重を改める。
2. 電力料金を通じた費用負担のあり方を改革する
 - － 電源開発促進税の用途を精査する(=1の課題)
 - － 再処理費用に関する無制限の費用徴収を可能とする制度を改める。
 - － 再生可能エネルギー普及のために電力料金を再設計する。

ご静聴、ありがとうございました。

詳しくは、大島堅一『再生可能エネルギーの政治経済学』東洋経済新報社をご覧ください。