

規制政策・規制の経済学 第14講

環境・安全規制と環境・エネルギー政策

今日の講義の目的

- (1) バラバラに出てきた環境規制・環境政策を俯瞰し、全体の構造を理解する。
- (2) スマートグリッド、スマートエネルギーネットワーク、スマートコミュニティという発想を理解する
- (3) 環境政策の基本的な性質を復習する。

環境政策と規制

環境政策の基本は本来は環境税、ないし排出権取引
これで統一しないのでいろいろな問題が発生

場当たりの政策が次々と導入され部分最適が追求
されると、統一性のない複雑な仕組ができてしまう。

温対法、自主行動計画、RPS法、各種補助金、環境
規制、グリーン電力証書

環境税・排出権取引の導入で変わる可能性も

一方で環境規制が重要な役割を果たしてきた。

～10-13講で取りあげた規制分野と関わりの深い環境
政策を取りあげる。

1. 超低炭素社会のイメージ

炭素排出量25%削減

2020年までに1990年比で25%

→2008年比で29.6%、2005年比で33.3%削減

全国民が週に2日全くエネルギーを使わないで、ようやく達成できる水準

2030年,50年を見据えるなら更に大きな削減(1990年比30%,80%削減～エネルギー基本計画)

⇒従来の発想の延長ではない抜本的な社会構造の変革が不可欠(2020年の目標に固執するのが生産的か?)

一方で原発の稼働率(2008年は約60%)を韓国・米国並みに(稼働率90%超)引き上げるだけで5%削減できるという試算も

炭素排出量30%削減(2030年)

エネルギー基本計画

2030年までに1990年比で30%(真水で達成)

- ・ ゼロエミッション電源70%、内原子力50%(新增設14、稼働率90%)
- ・ 高効率発電
- ・ 次世代自動車、高効率給湯器、ゼロエミッション住宅、ゼロエミッションビルの普及
- ・ 電化シフト、ガスシフト、廃熱利用
- ・ **スマートコミュニティの全国展開**

低炭素社会のイメージ

(1) バイオエネルギー社会

(1-a) 直接燃焼・植物油・バイオガスで発電・熱供給

(1-b) バイオエタノール・バイオディーゼル

(2) 水素社会

(2-a) 燃料電池で発電・熱供給、水素パイプライン

(2-b) 燃料電池車

(3) 電化社会

(3-a) ゼロエミッション電源(原子力・水力・太陽光・風力・地熱・波力等renewable電源)で発電

(3-b) 電気自動車

電化社会

現在のオール電化：ガスを電気に置き換え
冷房・給湯・暖房・厨房を全て電気に

超低炭素社会での電化：輸送（電気自動車、バス、船舶）
産業用需要（産業用ヒートポンプ）も含めた大規模な電力
の利用→大幅な省エネにも拘わらず、電力需要は大幅に
は減少しない（むしろ増える可能性が高い）。

電源の脱炭素化（原子力、再生可能エネルギー、CCS）+
電化⇒超低炭素社会

ベストミックス

電源のベストミックス: 原子力と再生可能電源を中心に、高効率石炭火力、天然ガス、燃料電池を適切に組合せる。

再生可能電源も太陽光・太陽熱・風力・水力・バイオ等の性質の違う電源を適切に組み合わせる

エネルギーのベストミックス: 電力を中心として、熱、ガス、水素(燃料電池)、バイオ、GTL等を適切に組合せて、エネルギー市場全体での効率的利用を目指す社会

・限界費用、出力調整能力、安定性、省CO₂、省エネ、エネルギー安全保障

ベストミックスと制度改革

この割合、全体システムを集権的に計画するのではなく、自然にベストミックスが実現されるような社会制度を構築するのが重要

～オープンアクセスと透明なルール及び合理的な料金体系が重要～電気を捨てるなどという愚かなことは減るはず

2. 再生可能エネルギー大量導入と 系統対策

電力市場の特徴

- ・ 実同時同量(貯蔵が難しい) → ダム式水力、揚水発電、蓄電池

アンシラリーサービス(周波数調整等)の必要性

安定性維持のための送電網建設の必要性

予備力の確保

- ・ 需要抑制の社会的要請(特にピーク時)

太陽光発電大量導入の社会的費用

太陽光発電:安定的な電源ではない～お日様任せ・必要なときに発電してくれる保証がない

従来と逆方向の電力の流れ→逆潮流対策

太陽光の不安定性:急に曇ると出力が急減→アンシラリーコストの増大

夜にも雨の日にも発電できない→必要な予備力の増大

水力、地熱、バイオ、風力、太陽熱～それぞれ異なる特性。太陽光と補完関係。全体として太陽光に過度に依存するのは非効率的。太陽熱利用も含め、それぞれの特性に応じてバランス導入すべき。

アンシラリーコスト・予備力

現時点でガバナフリー運転(自動的に周波数を調整する運転)をしていないが潜在的には可能な資源が大量に存在

卸・自家発、大・中規模のコジェネ、原発、PPSの電源

小規模なコジェネレーション、蓄電池の利用

⇒再生可能エネルギーを入れると巨額のアンシラリー費用がかかるという主張は精査する必要がある。

一般電気事業者が全てを担う発想を変える必要がある

同様に予備力に関してもコジェネ・自家発等未利用資源をうまく使うことが重要

3. モノのインターネット社会 (Internet of Things)

モノのインターネット社会

第1段階：人と人がネットワークを介してつながる社会(従来のインターネット社会)

第2段階：人と物とがネットワークを介してつながる世界(接続された物を人間がインターネットを介してコントロール)～既にも実現している世界

第3段階：物と物とが直接ネットワークでつながり連帯して作業を行う世界(モノのインターネット社会)～実現しつつある世界

モノのインターネット社会

天候用センサーと農業機器が通信→水やり・肥料管理

血圧測定→病院のデータベース→危険時に医師へ伝達

ホームパーティ→掃除ロボット

→冷蔵庫・ワインセラー→欠品を自動発注

道路にセンサー網→カーナビ→より渋滞の少ない進路を指示

商店街にセンサー網→携帯電話に情報を自動送信

エネルギーの効率利用に絶大な威力

→スマートグリッド、スマートコミュニティ

Key Technology

- (1) センサー技術
- (2) 小電力消費だがローカルに安定的な通信
- (3) 情報処理技術用・行動パターンの解析
- (4) 情報管理・セキュリティ

スマートグリッド・スマートエネルギーネットワーク
におけるDSMの潜在能力・課題ともに共通

電力網の観点からのみスマートグリッドを見るのではなく、発想を逆転させてインターネットの観点から電力網を見る発想が重要。社会システムに大革新をもたらす可能性も。

4. スマートグリッド スマートエネルギーネットワーク、 スマートコミュニティ

スマートエネルギーネットワーク

スマートグリッド：効率的な電力系統

スマートエネルギーネットワーク：効率的なエネルギーネットワーク～熱供給等も含めたエネルギー全体の効率的利用網

熱の面的な効率的利用～高いコストパフォーマンス

なぜスマートグリッドとスマート熱供給網ではいけないのか？→熱供給の大きな部分はコジェネ(含む燃料電池)が担う～電力供給と熱供給は不可分

スマートコミュニティ・スマートシティ：エネルギーシステムだけでなく、水・交通などのインフラを含めて全体を効率化

スマートグリッド

スマートグリッド、スマートエネルギーネットワーク、スマートコミュニティ、スマートシティ

どれも定義がはっきりしない。人によってバラバラ～様々な側面があるから。社会ごとに要請が異なる。それでも共通の要素があるはず。

私のスマートグリッドのイメージ

- ・ 電力系統網＋情報通信網(インターネット)
- ・ 大量の再生可能エネルギー導入＋高信頼性＋効率性
- ・ 分散電源、大規模電源、需要コントロール(DSM)の最適な組み合わせ

スマートグリッド

スマートグリッド＝電力系統網＋情報通信網(インターネット)

電力網に接続する機器は全てスマートグリッドに接続
スマートグリッドは情報通信網でもある→全ての電気機器が情報通信網(インターネット)に接続することになる～情報通信の観点からも一大革新となる可能性・巨大な需要

インターネットの発展を支えたオープン接続が最重要

DSM (Demand-side Management)

同時同量→ピークにあわせた設備が必要→ピークの(社会的)費用はとてつもなく高い

⇒負荷平準化の社会的利益は非常に大きい

夏昼間の需要を夜にシフトさせられれば大きな利益

～深夜割引料金、需要開拓(エコキュート、エコアイス、電気自動車)

低炭素社会ではこんな単純な仕組みだけでは持たない

・太陽光発電が普及すると夏の昼間むしろ電気が余ってしまう。同じ昼間でも雨が降ると電力が不足する。

⇒従来より遙かにきめ細かなコントロールが必要

5. DSMとスマートメーター

太陽光大量導入の系統対策費用

前述の対策を取らず、従来型の対応＋蓄電池で対応すると費用はいくらぐらいかかるか

シナリオ1 出力調整なし(蓄電池費用15.1兆～56.7兆)

シナリオ2 特異日(年間14日)全量出力抑制(同2.80兆)

シナリオ3 特異日半量抑制(同7.56兆)

シナリオ4 年間30日出力抑制(同0.55兆)

それ以外の費用もそれぞれのシナリオで1兆円程度

国民負担 一般家庭月58円-901円(300kwh)、産業界全体の負担58.2億-901.3億円(300億kWh)

出力調整？電気を捨てる？

太陽光発電に関して言えば出力調整とは要するに電気を捨てる行為←膨大な補助金を投入して作る貴重なゼロエミッション電気を捨てるなんて…

シナリオ1～捨てないと15.1兆も費用がかかる、と国民を脅して出力抑制が当然という気にさせる

なぜ電気を蓄電池でためるという発想しかないのか？

この期間化石燃料から水素を作るプラントを止めて、代わりに水の電気分解で水素を蓄えればいいではないか？

水素で蓄える発想を追求すればこの無駄を防ぐだけでなく水素社会との補完関係も

出力調整？電気を捨てる？

水の電気分解が最適な方策と言っているわけではない。

もっともっと色々な知恵があるはず。色々な知恵のある人が参入できる基盤を整えれば、15兆円もの費用をかけなくてももっと効率的な社会基盤を作れるのではないか？

15兆円もの費用を蓄電池に投資しても(0.55兆円しか投資しなくても)同様に火力調整運転の費用が1500億円もかかる、と安易に考える人たちに制度設計を任せておいて費用負担だけ押しつけられてもいいのか？

膨大な費用～知恵のない人に任せるとこれだけ費用がかかるという推計

電力の価値

年間14日も電気を捨てる→電気の価値はこの期間マイナスかゼロになっているはず

～電気代は当然にゼロ(あるいはアンシラリーのための限界費用だけを含む極めて低い価格)になって当然

→当然に需要の開拓が起こるのではないか？日本国民はこの状態になっても需要開拓できないほど知恵のない国民なのか？

需要開拓はむしろコスト高、という結論は知恵のない自分を基準にして、現在も未来も国民みんなが今の自分同様に知恵がない、ということ为前提にした結論。

DSM、電力価値とスマートメータ

スマートメータ

- ・ 30分、1時間単位の計量・データ保存可能
- ・ 双方向通信機能～自動検針(需要家→事業者)

昼間でも晴天時と雨天時では電気の価値が全く異なる。
スマートメータはこの区別を可能にする。

スマートメータがなければ、電気を捨てるほどに電気が余っている状態の時のみ価格をゼロにすることは難しい

→家庭で電力消費をシフトさせる誘因がなくなる～民間企業にもそのための機器開発をする誘因を与えない

スマートメータは、国民の知恵を集めてエネルギー消費を効率化するための重要な社会基盤

6. 規制料金体系と規制電力市場におけるDSM競争の制度設計

制度設計の成功例・失敗例

(成功例) 深夜電力割引～誰がどう電力消費をシフトしても同様の利益。社会的限界費に対応した料金設定→導入当初は画期的な制度。現在ではoutdatedになりつつある

(失敗例) 太陽光自家発電余剰固定価格買取制度

余剰買取 VS 全量買取

電力使用サーチャージ VS エネルギー使用サーチャージ

余剰買取 VS 全量買取

太陽光発電固定価格買取制度

高価格で買い取るのは自家消費で余った余剰分だけ(余剰買取)か、発電量全部か(全量買取)。

(例) 昼太陽が照ると10発電、同時間帯5消費

余剰買取なら $5 \times$ 買取価格を家庭に支払

全量買取なら $10 \times$ 買取価格 $-5 \times$ 小売価格を家庭支払

どちらが効率的か？→余剰買取だと大きな歪みが発生

余剰買取：電力を系統に売ることを評価する発想

全量買取：再生可能電源での発電を評価する発想

余剰買取制度の問題点

- ・ 昼間消費電力の少ない人の方が導入の誘因が大きくなる
- ・ 太陽光発電が稼働しているときのみ省エネの誘因を大きくする
- ・ 太陽光発電が稼働しているときから稼働していないときに需要を移す誘因を生み出す

いずれも、経済効率性の観点からも系統安定性・配電対策の観点からも(公平性の観点からも)余剰買取制度はひどい制度

部分最適が全体最適につながる制度

- ・ 環境価値など非経済的価値を適切に価格に反映
- ・ 系統費用も含めた費用を適切に反映した価格

→社会的費用を反映した価格体系

これを前提に各経済主体が部分最適を行えば、自然に全体最適につながる。歪みを場当たりの的に埋めていくと乖離がますます大きくなる。

スマートグリッドの時代こそ合理的な料金体系が不可欠。多様なアイデアの参入の制度的基盤。規制料金を続けるならこれを適正化するのには政府の責務

その他の環境政策

電力市場と環境政策

本来は環境税、ないし排出権取引で対応すべき
これで統一しないのでいろいろな問題が発生

対処療法的に場当たりの政策が次々と導入され部
分最適が追求される結果として全体が統一性のない
複雑なだけの仕組みができてしまう。

温対法、自主行動計画、RPS法、各種補助金、環境
規制、グリーン電力証書

環境税・排出権取引の導入で変わる可能性も

自主行動計画

- ・一般電気事業者は全体として排出係数に関する目標を設定し(20%削減)、自主的にこれを達成すると宣言

→かなり厳しい目標で、(国際市場において排出権購入する、発電効率を高めるなど)かなり努力している←どういう誘因で？

(1) 企業の社会的責任

(2) 強制的な規制の回避

～達成できなかったり、そもそも目標・計画が甘すぎると強制的な規制が課されると予想。

温対法と排出係数

炭素排出量／販売電力量を各事業者に公表させる。

→需用者はこの値を自らの排出量の計算に使う。

(1)電気事業者は競争上これを下げる誘因

(2)ユーザーはより低い排出業者を選ぶ誘因

温対法の問題

A事業者は原子力中心で石炭を組み合わせる。原子力の排出係数0。石炭0.9。平均排出係数0.3。

B事業者はガス火力中心。平均排出係数0.4。

ユーザーが事業者をAに切り替える

→A事業者は石炭を炊き増して、その結果むしろ排出量は増えてしまう(原発は既にフル稼働しているから)

⇒歪んだ誘因～限界ではなく平均を使うのがまずい？

～でも長期にはこの誘因でいいのかもしれない

OM・BM

OM 炊き増し・炊き減らしを評価する限界排出係数

BM 発電所建設まで考えた長期の限界排出係数

いろいろな文脈で重要な考え方

- ・コジェネ導入の環境評価
- ・新エネ導入の環境評価
- ・省エネの環境評価
- ・需要シフト(昼→夜、ピーク→オフピーク)の環境評価
- ・オール電化導入の環境評価

RPS法

RPS (Renewables Portfolio Standard)

RPS法→電力事業者に一定の利用義務を課す

2010年度時点で122億kWh、約1.35%

それまでに段階的に義務量を増加させていく

義務量は2010年以降拡大、太陽光の優遇→太陽光を2倍でカウント

RPS法の対象電源

対象となるエネルギー：再生可能エネルギーのうち特に普及のために支援を必要とするもの

風力、太陽光、地熱(のごく一部)、小水力(水路式で1000kW以下のもの、対象は順次変更)、バイオマス
ダム式の大規模水力は入っていない

→これらを入れると2004年時点で10%強。ドイツを上回る。

RPS法の狙い・目的

- 地球温暖化対策
- 分散型電源の普及促進
- エネルギー安全保障
- 新エネルギーの研究開発促進

このために恣意的な対象の選択になっている

効率性に配慮したRPS法の工夫

(1) 5種類の電源の内訳を指定しない

→最も費用の低い電源を選択できる

(2) 電力供給と切り離れたRPS価値という概念を導入

→Tradable Permitと同じ効果。費用の低い地域で電源が普及。～RPSの利益(費用)を明示する副次効果

(3) 義務を超過達成した分は次年度以降に繰り越せる
(バンキング)

→動学的に最も効率的なタイミングで導入できる～
実際にはうまくいかなかった

RPS法の費用

RPS相当量の価格：2003－2005年概ね5円(1kWh当たり)で推移。現在は6円程度と言われている。

これが続くとすると2010年時点で750億円の負担
(実際には6円は限界費用なのでこれより低い可能性もあるが、一方で6円以上の負担で電源を開発している事例もあるので過小評価の可能性もある。)

RPS法の便益

二酸化炭素の排出量減。

原子力を代替→二酸化炭素排出量ほとんど減らず
(短期的にはどちらも排出量ゼロ、ライフサイクルで見ても
風力と同程度、太陽光の半分弱)

全電源平均→排出係数0.38(LNGでほぼ同程度)

石油(石炭)火力を代替→排出係数0.55(0.82)

排出係数:1kWh当たりの二酸化炭素排出量(kg)

RPS法の便益

RPS法での限界費用～RPS価値6円として1トン当たり
〇〇円(石炭代替ケース)～△△円(全電源平均のケース)
の費用をかけて炭素排出を削減していることになる。

問題〇〇、△△を埋めよ。

想定 排出係数0.82(石炭)、0.38(全電源平均)、RPS対
応電源に換えると炭素排出ゼロ

2重課税？2重負担？

入札はしていないが使用料を徴収している
電波、発着枠、空港設備。。。

使用料を維持したまま入札を導入するのは2重負担？

これは経済学的にはおかしい。

2重課税？2重負担？

均衡における入札価格：その権利を持つことによって得られる収益の割引現在価値を反映。→使用料があればその分収益が低下し、均衡入札価格が下がる。～最終的な負担は使用料の有無とは無関係。

非合理的な使用料体系だと入札が歪む→2重負担の問題ではない。入札の有無と無関係に改善すべき事。

同様に排出権取引と環境税をともに入れるのは2重課税、という発想はおかしい。