

規制政策・規制の経済学 第10 講電力市場の特徴と規制改革

今日の講義の目的

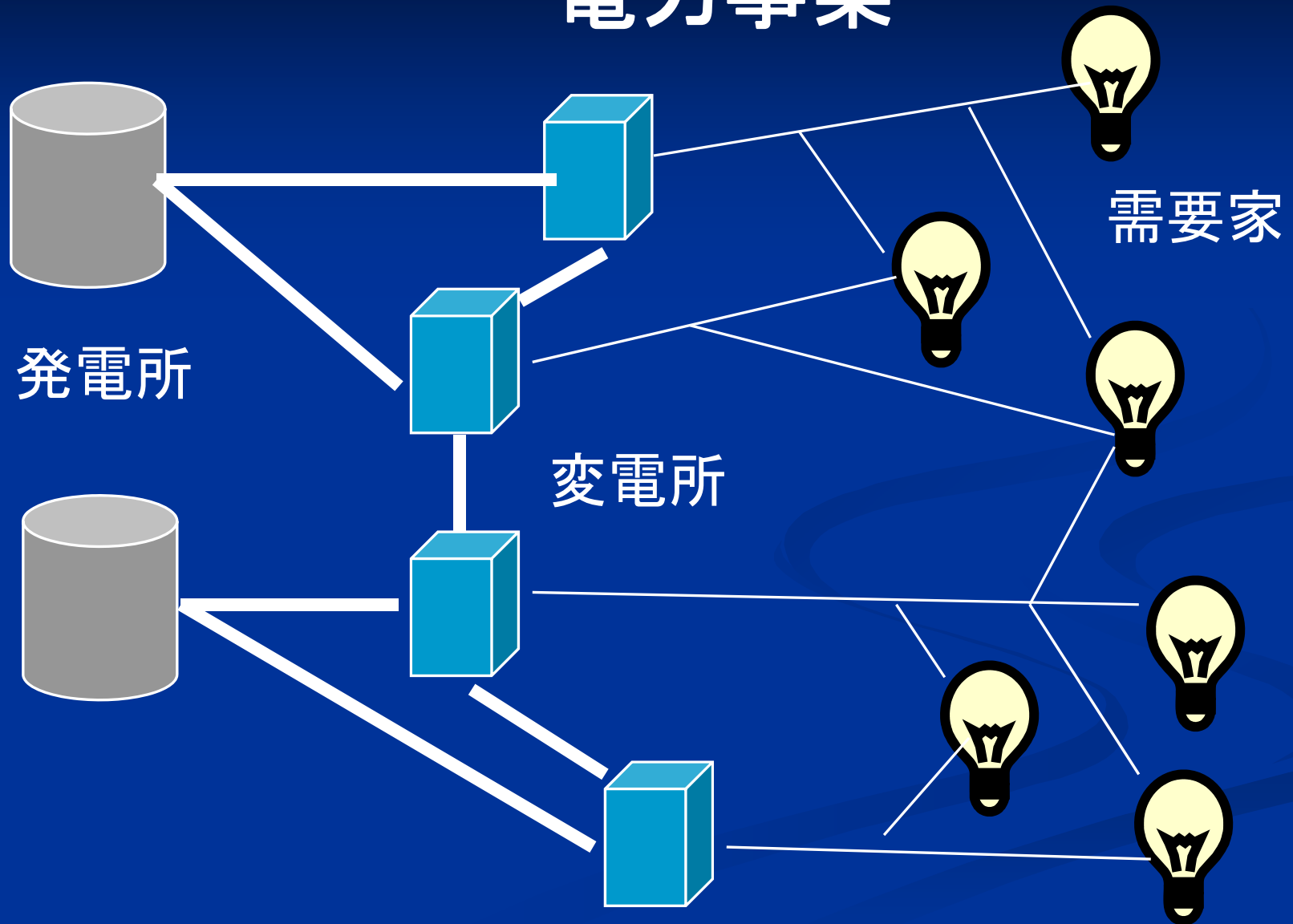
- (1) 電力市場の基本的な性質・問題を理解する
- (2) 電力市場を例にして今まで学んだ規制の基本的なメカニズム・効果を再確認する

電力市場における規制

電力・都市ガス市場共通の特徴

- ・公益事業
- ・ネットワーク型産業・ボトルネック施設の存在
- ・エネルギー市場
- ・地域独占
- ・国内に限定された競争
- ・部分自由化、漸進的改革、対称規制
- ・垂直統合
- ・地域間の競争が限定的（インフラの未整備）

電力事業



電力事業の4要素

(1)発電～卸売

(2)送電：系統運用、送電線網の維持管理

(3)配電

(4)小売

発電事業者→卸売市場→販売事業者→消費者

系統管理：電圧の維持、電気を実際に送ることができるかの判断

発電面から見た電力事業の歴史

(1) 需要地に近接した小規模火力発電

- ・ 最初の電力供給

東京電燈(1883年設立、現在の東京電力の前身)による
南茅場町火力発電所の運転と一般向け電力供給開始(1887年)

cf 世界最初の一般電力供給は1882年ロンドン
(ニューヨークとの説も)

発電面から見た電力事業の歴史

(2) 大規模な(流れ込み式の)水力発電の発展 電源開発

期間	水力	火力	
1883—1903年	400kW	800kW	火力中心
1904—1914年	33,500kW	14,200kW	水力中心
1915—1918年	33,800kW	7,300kW	水力中心

発電面から見た電力事業の歴史

- (3) 水力主導路線と火力併用路線の対立
- (4) 大規模貯水式水力発電と石炭火力
- (5) 大規模石油火力
- (6) 原子力・ガス火力発電、石炭火力の見直し
- (7) 分散型電源(コジェネレーション、燃料電池)・再生可能な発電(太陽光、風力、バイオマス、地熱、波力)の普及？

福田ビジョン 2020年までにゼロエミッション電源(原子力、水力、バイオ、地熱、太陽光、風力、波力) 50%(kWh)、太陽光10倍、風力4.5倍(kW)、2030年までに太陽光40倍、風力10倍、民主党政権で加速

現在の電源構成

- (1) 調整の難しい電源～風力、波力、地熱、流込式水力、太陽光
- (2) 調整は可能だが現在していない電源
～原子力(ベース電源：限界費用低)
東京・関西電力→8電力すべてに
- (3) 貯水式水力発電(限界費用低に見えるが実際にはかなり複雑、瞬時調整能力有)
- (4) 石炭火力、ゴミ火力(ベース電源)
- (5) バイオガス、ガス火力(瞬時調整力は高いが長期契約のため調整は難しい：ミドル電源)
- (6) 石油火力 (7) 揚水～今後は蓄電池も

事業形態から見た電力事業の歴史

- 小規模で地域的に孤立した事業者、多様な経営形態の併存
- 発電所の大規模化、遠隔地からの高圧送電線の形成と規模の拡大
- 大規模電力事業者間の競争(電力戦)
- 規制による競争制限
- 戦時経済下での発送電分離と国営プール制
- 戦後の民間・地域独占モデルの形成
- 1995年から始まる自由化・規制改革→**漸進的・部分的改革** cf **通信市場** ビックバンか漸進的改革か

電力市場の特徴

- ・ 実同時同量(貯蔵が難しい)

アンシラリーサービスの必要性

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)
- ・ 送電部門の規模の経済と不経済の同居

ネットワークが大きいほど電圧や周波数のふれが小さくなるが、一方で事故の波及範囲が広がる恐れがあり、ネットワークの安全管理が難しくなる cf
マイクログリッド、簡易ガス

日本の電力市場の特徴

- 成熟産業→需要が大きく伸びない市場 cf 都市ガス、通信市場(今後は相対的に大きく成長する可能性も～全電化社会)
- 民間企業がインフラを整備 cf 欧州の電力市場
- 夏の昼間ピーク、非効率的な負荷パターン
- 朝と昼休み後の急激な需要の立ち上がり
- 高い安定性、安全性
- 良好な環境特性(高い原子力比率:30%、再生可能電源:10%)～ただし近年石炭の比重が増加し、原子力の稼働率が低下している

日本の電力市場の特徴

- ・一国内での周波数の違い

東日本 50Hz (ドイツより機器購入)

西日本 60Hz (米国より機器購入)

市場統一の最大の弊害に

→事実上(中)西日本と東日本で市場が分断

- ・たこ揚げ方式～配電地域外に発電所が多く立地

(例) 新潟・福島は東北電力の管内だが東京電力が発電所を保有、黒部発電所の多くは北陸電力管内だが関西電力所有

- ・細い連系線～かなり独立した9市場(西日本では統一市場の可能性)

自由化の背景

- 国際的に見て高い電力料金
- 非効率的な経営への懸念
- 過剰品質に対する懸念
- 料金格差による資源配分の歪み(産業用の料金が低く業務用の料金が高い、ピーク時の料金が相対的に低い(オフピークの料金が相対的に高い))
- 電力市場の拡大に伴い発電での自然独占性の消滅
- 依然として残る送配電部門の自然独占性

電力市場規制改革の流れ

- (1) 発電市場における入札制
- (2) 販売市場の部分自由化(特別高圧)と託送制度の導入、
会計分離
- (3) 規制料金メニューの柔軟化
- (4) 兼業規制の緩和
- (5) 自由化範囲の拡大(高圧)
- (6) パンケーキの廃止、アンシラリー料金ルールの改善
- (7) 卸取引所の整備と送電に関する中立機関の設立
- (8) 全面自由化の見送りと卸取引所の機能強化

電力市場規制改革の特徴

- ・ 既存の独占企業に対する非対称規制の見送り
- ・ 料金設定に関する規制が緩い

⇒ 通信に比べて既存の独占企業に有利な規制体系

(a) 競争環境の早急な整備よりも非効率的な参入の防止を重視

(b) 行政の裁量よりもルールに基づく透明性を重視

(c) 事業法による事前規制重視から競争政策に基づく事後規制を重視する流れ

⇒ 結果的に参入は遅々として進まない(新規参入者のマーケットシェア5%未満) ～依然として独占状態

電力市場規制改革の成果

- ・ 一般電気事業者の高いマーケットシェアにもかかわらず料金は確実に低下
 - (a)業務用の料金が下がるのは競争の結果から自然
 - (b)規制が続いている小口料金も低下
 - (c)新規参入者との競争がない事業者も値下げ
- (b)-(c) なぜ価格が下がったのか？
 - ・ 小口は規制があったからこそ下がった～均霑化
 - ・ エネルギー間競争・自家発との競争が機能した
 - ・ 事業者間の横並び意識

電力市場規制改革の成果

電気料金は下がった～客観的な事実

でもこれは本当に自由化の影響なのか？

この間の環境の変化

(1) 金利の低下

(2) 石油価格の大きな変動

(3) 需要の伸びの鈍化(予想ほど需要が伸びなかった)→
投資の減少→減価償却費の低下

自由化・規制改革とは無関係な要因でも電気料金は変化する(地域独占が続いていても料金は下がった可能性が高い)

電力市場規制改革の成果

要素価格の変動や需要の伸びの鈍化などで説明できる価格低下を推定

→説明できない部分は「自由化の効果」と推定

全要素生産性の推定とよく似た発想。

過去15年間のkWh当約2.6円、15%相当の電気料金引下げのうち約40(54)%が政策制度変更の影響
(経済産業研究所 戒能一成氏の推計)

電力市場規制改革の成果

自由化の効果：たった6-8%？

家庭用の電灯料金(標準家庭)で月約6300円の仮定で
400-500円(ラーメン1杯分？)

電気はあらゆるところで使われている。直接自分が
使う量から効果を類推してはいけない。

日本の1年間の電力消費量 約9200億kWh(2007年)
約8600億kWh(2009年)

kWh1.2円の費用削減→年間約1.1(1)兆円の経済利益
cf. 日本が過去5年間にCDMの購入に費やした金額が
約1兆円

原子力問題

考えるべき要素

- (1)エネルギー安全保障
- (2)地球温暖化問題
- (3)先進技術の維持
- (4)廃棄物処理・安全問題
- (5)自由化との関連

原子力問題

(1)エネルギー安全保障

(2)地球温暖化問題

→技術中立的な政策をとるべき(例えば環境税)

＝原発よりも低コストでこれらの目的を達成できる技術を排除すべきでない

～現実には新エネで原発をリプレースするのは難しい

(3)廃棄物処理・安全問題

→原発の社会的費用としてきちんと考慮したうえで、原発の優位性の有無を検証すべき

原子力問題と自由化問題

(a)費用の太宗は設備費と廃棄物処理費

→限界費用は圧倒的に低い

=ベース電源としての優位性・(建設後の)高い競争力

(b)出力調整が難しい(技術的には可能)

→自由化で買いたたかれるリスク

(c)高い初期費用

→**環境の激変**に脆弱。大きなリスクを抱え込む。

原発のリスク

- ・ 廃棄物処理費→第2再処理工場がどうなるのか未定
- ・ 新技術→高速増殖炉はまだ開発途中
- ・ 稼働率：限界費用が小さいので、停まると経済性が悪化

出力調整しないベース電源として使用すれば90%程度の稼働率は可能であると言われているが、実際には60%程度に低迷

自治体の権限で原発がとめられるとコストが急増する
代替電源では炭素排出量も増える

原発停止の社会的費用

(例) 100万kWの原発1基が1年間停まる。(柏崎刈羽は7基の合計出力821.2万kW、世界最大の原発)

これを石油火力で代替

元の稼働率90%、代替した石油火力の限界費用9.5円とすると約750億円の負担増。

432万トンの二酸化炭素排出増(石油の排出係数0.548)～無視できない影響。

日本全体で排出量二酸化炭素換算で約12億トン、ガソリンの1/3をバイオエタノールに変えて節約できる排出量750万トン～環境面でも深刻な影響

電力市場と環境問題

かつての問題

～大気汚染 SO_x、NO_x、煤煙

石炭→重油→高品質の原油使用

脱硫装置～世界でも最高水準の環境性能

LNGの導入

これらの対策によって問題はかなり解消された
むしろ自治体の環境アセスなどが厳しすぎるこ
との弊害が議論される段階に

環境アセスメントと参入障壁

- ・ 東京都・神奈川県でアセス厳しい(近畿各県も)
→この地域で立地進まない
- 潮流からすると、この地域に発電所を設けるのが効率的
- ・ 新規参入者がLNG発電の導入を計画
→環境アセスに2年以上の期間
- ・ 既存事業者が低効率のLNG発電所を高効率にreplace→すぐに認可
- ～結果的に新規参入の障壁に

再生可能エネルギー導入促進

再生可能電源 水力、太陽光、バイオ、風力、地熱

RPS法→FIT

数量政策→価格政策へ

第14講で詳しく議論

安定性(周波数)

同時同量：発電量と消費量が常に一致する必要性

発電量 < 消費量

→ 周波数低下 → 発電機の脱落 → 大規模な停電

消費量にあわせて発電する必要～予備力を持つ必要

予備力の確保

- ・ 需要想定を超える発電能力の保持
- ・ 需要遮断(需給調整契約)←この利用が遅れている

需要を超える発電設備：通常は低稼働(不稼働)資産～
何らかの補償メカニズムがないと誰も持たない

30分同時同量

- ・新規参入者の発電量と新規参入者の顧客の消費量(小売量)を30分単位でそろえる

なぜこんな規制が？

(1) 同時同量がないと小売ではなく実質的に卸売になってしまう

(2) 負荷変動(消費量の変動)に新規参入者にも追従させることによってアンシラリーサービスの供給者(一般電気事業者)の負担を軽減し、停電のリスクを減らす。

安定性(送電線、熱容量)

十分な送電能力の必要性

能力を超えた送電→送電線が膨張→大規模な切断事故の可能性を高める

事故への対応: 回線の2重化～同じルートを走る線を2本引く

→一本が切れても大規模な事故を起こさないように設計
2本とも切れる事故～ルート事故(N-2の事故)

⇒この場合にも影響を最小にする工夫

このような不可欠施設への投資の誘因を維持するのは難しい

安定性(電圧)

電圧の維持→十分な無効電力の供給が必要

このための設備にも投資が必要

⇒このような不可欠施設への投資の誘因を維持するのは難しい

アンシラリー・インバランス供給

同時同量を維持して電力供給の安定性を維持

消費電力量と発電量の乖離⇒周波数の増減

→この変動を速やかに調整するサービス

日本では一般電気事業者が基本的にこの役割を果たしている

- ・ 発電機のガバナフリー(周波数の増減に応じて自動的に発電機が発電量を微調整する)
- ・ LFC(負荷周波数制御)・EDC(経済負荷配分制御)
- ・ 発電機の並列・解列

アンシラリー・インバランス供給

- ・ 給電司令所の設備・運営費用
- ・ 自動制御のための設備費用
- ・ 急な消費量の変動に備えて動かす発電所の可変費用
- ・ 予備力確保のための費用

アンシラリー・インバランス供給の 料金・費用

接続料金(託送料金)と一括して基本的に総括原価方式
～一般電気事業者がコストベースで設計

30分同時同量～3%以内の不足に対しては発電原価に
基づいて料金を払う。

3%を超える～ペナルティ料金(待機設備の設備費の一
部をここで回収)

30分同時同量の影響

3%を超える不足～高いペナルティ料金

→常に顧客の消費量を把握する必要性

⇒real timeで消費状況を測り、それを把握するための計量器・通信設備の投資が必要

一般電気事業者はこんな事は不要

～全体としての需給を周波数等で管理すれば、一軒一軒の消費動向を把握する必要がない(規模の経済)

⇒実質的な非対称規制～参入制限効果

(人為的に作られた規模の経済)

30分同時同量の弊害

新規参入者 1 の顧客Aの消費量が急減、一般電気事業者の顧客Bの消費量が急増

本来全体としての負荷変動はないから発電側での調整は不要

30分同値同量では新規参入者 1 が発電量を急減させ、一般電気事業者が急増させる仕組み

⇒安定性・経済効率性の両観点からも無駄な調整

新規参入者の規模がある程度大きければ相対的にこの弊害は小さい。

安定供給上の問題

30分同時同量以外の面では安定供給の責任を一般電気事業者が全て負う。

なぜこれで安定性が維持できるのか？

～一般電気事業者のシェアが圧倒的に大きいから
新規参入者のシェアが上がると持たない

ガバナフリー等の自動制御装置はPPSの発電機にもつける方が効率的。給電指令下におかれる方が効率的。

→PPSがアンシラリー機能の一部を負担する仕組み

⇒井勘定のアンシラリーサービス・接続料金をアンバンドルして、機能ごとに役割の配分を考えるべき

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

DSMとスマートメーター

現在の家庭用計量器：累積の電気使用量を測るのみ。2値・4値のメーターは存在～昼夜の料金を分ける

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)

～需要・家庭用自家発(太陽光など)のコントロール

同じ昼間でも太陽が照っている時と雨では電気の価値が全く異なる。スマートメーターはこの区別を可能にする。
←しかし競争基盤を提供することにもなるので、既得権益を持つ電気事業者は**系統安定性を口実に抵抗する誘因**。

競争制度上の問題

(1) 垂直統合問題

(2) 卸売市場

(3) 電力間競争

(2)と(3)に共通の背景

電力需要の伸びが小さい～現状では十分な発電能力

新規参入者が発電所を新設して新規参入する余地が小さい

cf 通信、都市ガス市場

垂直統合

一般電気事業者～発電、送電、小売（配電）の全てを
垂直統合した企業

←戦後意図的に作り上げた体制～安定供給などの面で
一定の役割を果たしたと評価されている

垂直統合のメリット・安定性・効率性

垂直分離のデメリット・競争中立性

EU：垂直分離の基本方針

会計分離→経営分離→資本分離

日本：垂直統合

中立機関

垂直統合下で如何に送電部門の中立性を維持するか
電力系統利用協議会(中立機関)の設立(2004年)

～送電線の使用ルールの整備、運用を行う機関

→ルールの策定機能を一般電気事業者から分離(日本
型垂直分離)

会員：一般電気事業者、PPS、卸売・自家発電事業者、
学識経験者(中立委員)で構成

議決権の配分を(会員数に依らず)グループごとに配分
理事会の構成において中立委員を各グループの理事より
多くする

発電市場での競争

需要の伸びが小さい～新規参入の余地が小さい

この不利な条件の下で競争メカニズムを働かせるためには発電市場での競争が不可欠

(1) 水平分離

(2) 卸売市場の発展

(3) 電力間競争

卸市場

(1) 相対取引 (2) 常時バックアップ (3) 卸取引所

卸取引所が設立され2005年から取引開始(但し私設任意の市場) cf 強制プール市場(北欧、オーストラリア、かつての英国)

欧米に比べて見劣りする取引量・監視システム

取引量は増加してはいるが極めて少ない(平成17年度 9億kWh→21年度35億kWh、原子力発電所1機分にも満たない。総発電量の0.5%にも満たない。)

市場支配力が行使しやすい市場構造←これを監視する仕組みも貧弱

競争基盤として信頼に足るレベルには到達していない。

電力間競争

各一般電気事業者～かつては各地域で独占事業者
現在でも各地域で圧倒的な地位

しかし日本全国を1市場と見なせば競争が起こるのに
十分な分散構造→電力間競争への期待

問題

(1) 競争を嫌う風土(?)

- ・ 事業者間で助け合ってきたし今後も助けあう必要
- ・ 電力戦の教訓←競争を始めると収拾がつかない恐れ

(2) 連系線の制約

卸取引所と電力間競争

(1) 現実に現時点で1件しか実例がない(九州電力が中国地域で供給)

一方でニーズは大きい

→全国展開する企業が一括の電力供給を希望

⇒需要主導での電力間競争への期待

(2) 卸取引所での取引⇒PPSを営業部隊として利用する
実質的な電力間競争⇒直接の電力間競争が無くても卸取引所の取引が十分活発であれば問題は小さい

最後まで残る問題: 連系線の容量

連系線

9電力事業者の間を結ぶ線。なぜ連系線があるのか？

⇒供給安定性

- ・急な周波数の低下

→自動的に電力不足地区に電気が流れる～安定性

但し道連れで大停電を起こすになるリスクも～緊急時には連系線遮断

- ・予備力の節約: 特定地域の電力不足に各電力会社が応援する→必要な予備力が減る

本来は供給安定性のための設備

自由化で競争を機能させる鍵となる設備に→第11講

連系線の容量

- ・西日本では関門(九州と四国を結ぶ連系線)を除いて概ね十分な空き容量

→中部以西は一体市場として機能する可能性

- ・相馬双葉(東北と東京を結ぶ連系線)は現在のところ混雑していないが将来的には容量不足になる可能性も

- ・北本(北海道と東北を結ぶ連系線)は容量が小さく、特に北海道向けの空き容量はゼロ

～北海道電力は直接の競争にはさらされていない

- ・FC(東京と中部を結ぶ連系線)は容量が極めて小さい

東西は事実上分断された市場

連系線の容量の計算

空容量＝運用容量－マージン－計画潮流

使える量～運用容量－マージン

運用容量は以下の4要因の内最も厳しい条件で定まる

(1)熱容量(2)系統安定(3)電圧維持(4)周波数維持

- ・地域内で大きな事故が起きても安定性が維持できる

- ・連系線が切れても電圧・周波数が維持できる

マージン

系統容量の3%、域内最大電源の大きい方

～本来の予備力確保目的のために空けておく部分

今後の電力市場改革の課題

- (1) 垂直統合モデル VS 発送電分離
- (2) 接続料金体系・系統運用の仕組みの再設計
- (3) 電力市場の整備・合理的な価格体系
- (4) 送電線（とりわけ連系線）への投資の誘因の確保
- (5) 自由化の範囲の設定
- (6) エネルギー間競争
- (7) 環境対策・エネルギー安全保障との両立

送電線投資の誘因

- 接続規制の下では道管投資の誘因は小さくなるかもしれない←光ファイバーと同じ構造(通信市場の回へ)

誘因を維持するための施策

(a)公正報酬率の工夫←リスクへの配慮

(b)一定期間のオープンアクセス免除

地域送配電網を接続するための連 系線投資の誘因

- 技術的なメリット
 - (a)安定性の向上⇔同時にデメリットも
 - (b)予備電力保有費用の節約
 - 競争を促す側面
- 結果的に使われなくても社会的な利益が生じる
- この点は都市ガスの回で詳しく議論