

諸外国の電力取引の研究

— 欧米・東南アジア諸国の

電力取引の現状と課題 —

可 児 滋

はじめに

第1章 欧米の卸電力取引所の概要

1. 欧米の卸電力取引所の取引内容
2. 電力プールと電力取引所

- (1) 電力プール
- (2) 電力取引所

第2章 欧州の電力取引所

1. Nord Pool Spot

- (1) Nord Pool設立の経緯等
- (2) 市場参加者と取引量
- (3) 電力の価格変動
- (4) Nord Pool Spotの上場商品

2. NASDAQ OMX Commodities

- (1) Nord Poolのデリバティブ取引の変遷
- (2) NASDAQ OMX Commoditiesにおけるデリバティブ取引
- (3) NASDAQ OMX Commoditiesの会員構成

- (4) NASDAQ OMX Commoditiesの上場商品
- (5) Nord Pool Spotとデリバティブ市場の関係
- (6) マーケットメーカー制度
- (7) 清算

3. EPEX SPOT

- (1) EEXとEPEX SPOT
- (2) EPEX SPOTの上場商品

4. EEX Power Derivatives

- (1) 上場商品
- (2) グリーン電力とグリーン証書
- (3) マーケットメーカー制度
- (4) 清算、決済

5. APX

- (1) 市場参加者
- (2) 上場商品

6. ICE Index

- (1) 会員
- (2) 上場商品
- (3) 市場参加者
- (4) 決済

7. N2EX

- (1) 市場参加者
- (2) 上場商品
- (3) 注文方法
- (4) N2EXの指数

8. ECC

- (1) 取引所のCCP機能
- (2) 清算機関のリスク管理
- (3) OTC清算機関
- (4) ECCの機能

第3章 米国の電力取引所

1. PJM

- (1) 市場の種類
- (2) 市場参加者と入札
- (3) 価格付け
- (4) 設備容量市場

2. NYMEX

- (1) NYMEXの電力先物上場
- (2) 電力先物の特性
- (3) 上場商品
- (4) エンロン倒産と電力先物
- (5) NYMEXのPJM先物、オプション

第4章 東南アジア諸国の電力取引所

1. オーストラリア

- (1) スポット市場
- (2) 電力先物・オプション
- (3) 清算・決済

2. インド

- (1) 電力取引所の機能

- (2) IEX

- (3) PXIL

3. シンガポール

- (1) 電力先物上場の背景
- (2) 上場商品
- (3) 清算・決済

脚注

参考文献

はじめに

日本では、電力取引の自由化が進行中である。一方、欧米諸国では日本より先行して電力取引が自由化され、その進展を背景に、電力マーケットにおける取引が活発に行われている。

こうした電力取引には、競争売買で行われる取引所取引と当事者が相対で行うOTC (Over-The-Counter) 取引 (店頭取引) がある。

また、取引の対象となる電力が現物か先物等かによって、スポット取引とデリバティブ取引に分類される。

そして、取引所取引とOTC取引との間の緊密な関係やスポット取引とデリバティブ取引との間のシナジー効果から、欧米諸国の電力取引はそのscope&depthも進展を続けている状況にある。

本稿では、このような欧米の電力取引の現状と課題を、卸電力取引所で行われている取引を中心に分析、検討を行うとともに、このところ進展著しい東南アジア諸国の電力取引につきオーストラリア、インド、シンガポールを中心に概観した。

第1章 欧米の卸電力取引所の概要

1. 欧米の卸電力取引所の取引内容

欧米の卸電力取引所の取引内容は、図表1、2のとおりである。

卸電力取引所では、現物取引とデリバティブ取引が行われているが、国により現物取引所と同一のグループがデリバティブ取引所を開設しているケースと、現物取引所とは関係なく商品 (コモディティ) 取引所等がデリバティブマーケットを開設しているケースが存在する¹⁾。

現物取引とデリバティブ取引が同一の取引所で行われているか否かは、取引所の設立や再編等の変遷と法制度によるところが大きい。同一の市場参加者が現物、デリバティブ双方の取引をするケースが多い場合には、その両者が同一の取引所に上場されている方が効率的であると直感的に考えられる。しかし現在のようにITがマーケットに浸透し、各マーケットの情報が即座にアベイラブルな状況にあつては、両者が同一の取引所で行われるメリットはさして大きくないとみることができよう。

図表1 各国における卸電力取引所の取引内容等

	英	仏	独	北欧	米
取引所	APXUK, N2EX	EPEXSpot		Nord Pool Spot	PJM (RTO-ISO)
前日スポット市場	○	○	○	○	○
当日市場	○	○	○	○	○
先渡し取引	○	—	—	—	—
マーケットメーカー制度	—	—	—	○	—
デリバティブ取引 (含む、グループ会社)	○	○	○	—	—

(出所) 日本エネルギー経済研究所「平成24年度商取引適正化・製品安全に係る事業(諸外国における電力市場の実態等の調査) 報告書」2013.3 p.1をもとに筆者作成。

図表2 各国における電力デリバティブ取引所の取引内容等

取引所	NASDAQ OMX Commodities	EEX Power Derivative	ENDEX	ICE Futures Europe	NYMEX (CME Group)
対象地域	ノルウェー スウェーデン フィンランド デンマーク ドイツ オランダ イギリス	ドイツ オーストリア フランス	イギリス	イギリス	米国
上場商品	先物 先渡し オプション Cfd	先物 オプション	先物	先物	先物 オプション
現物の 参照価格	Nord Pool スポット価格	EPEXSpot スポット価格	APXUK スポット価格	OTC市場価格	RTO-ISOエネ ルギー市場価格、 OTC市場価格
マーケット メーカー制度	○	○	—	—	—
現物市場の 価格形成方式	ゾーン式シングル プライスオーク ション (ゾーン別限界価 格方式)	ゾーン式シングル プライスオーク ション、ザラバ	ゾーン式シングル プライスオーク ション、ザラバ	ゾーン式シングル プライスオーク ション、ザラバ	地点別シングル プライスオーク ション (地点別限界価格 方式)
現物取引所 との関係	Nord Poolから の事業買収	同グループ会社	同グループ会社	関係なし	関係なし

(出所) 日本エネルギー経済研究所「平成24年度商取引適正化・製品安全に係る事業(諸外国における電力市場の実態等の調査) 報告書」2013.3 p.2をもとに筆者作成。

2. 電力プールと電力取引所

電力取引を支えるインフラとしては、電力プールと電力取引所があるが、電力プールと電力取引所を合わせて、電力取引所と呼ぶことが少なくない。²⁾

(1) 電力プール

電力プールは、複数の電力会社がカバリーする電力供給区域全体の需給バランスを取る組織として1990年代前半に欧米で設立された。

電力プールは、品質の安定した電力の安定供給の機能を果たすほか、現在では、発電所が翌日の1時間ごとの取引量と価格を入札するためのインフラを提供している。そして、単一購入者である系統運用者が入札された価格の安値から積み上げていくこととされている。電力プールは、米国のPJMのような強制参加型とノルドプールのような自由参加型がある。

この電力プールには2つのタイプが考えられる。

i. 電力プールで入札を行うことができる市場参加者は電力供給者だけでなく、また、系統運用者は、翌日における各時間の想定需要を推計する責務を負う。

ii. 電力の売り手、買い手の双方が入札を行い、系統運用者は、供給曲線を構築する。このタイプには、ノルドプールやニューヨークパワープール等がある。

(2) 電力取引所

電力取引所は、競争売買により電力の卸取引を行うためのインフラを提供する。大半の電力取引所は、市場参加者の出資により設立された組織である。市場参加者は、発電会社、配電会社、大口需要家、トレーダーにより構成される。流動性が厚い取引所の取引価格は、先物等の電力デリバティブの指標価格となる。

金融・証券取引所や一般のコモディティ取引所は、取引所が市場参加者のカウンターパーティとなり、AとBとの間で成立した取引は、A取引当事者と取引所、B取引当事者と取引所と2つの取引となり取引所が市場参加者の信用リスクを肩代わりするCCP (Central Counter Party) の機能を果たす。一方、電力取引所での取引は、取引所により、取引所がCCP

機能を果たすこともあれば、取引所が取引の間に立つことなく市場参加者の相対取引となるケースもある。

第2章 欧州の電力取引所

欧州の電力市場には、英国のプール市場、ノルウェーのノルドプール、スペインの電力市場、オランダのアムステルダム電力取引所、ドイツの欧州エネルギー取引所、フランスのパワーネクスト等があるが、ここでは、その中で最も活発に取引されているノルドプールと欧州のエネルギー取引所を中心に検討することにする。

1. Nord Pool Spot

世界にはいくつかの電力取引所が存在するが、そのなかでもNord Pool (ノルドプール) は複数の国の市場参加者が取引する唯一の取引所 (multinational exchange) である。

また、北欧諸国で逸早く電力取引が活発化した基本的背景には、当該諸国の電力の自由化が他国に先行して実施されたとの事実がある。³⁾

(1) Nord Pool設立の経緯等

ノルウェーは、電源のほぼ100%を水力に依存している。一方、スウェーデンの電源は水力が50%で、あとの50%は原子力と火力がほぼ半々という割合である。また、フィンランドは電源の過半を火力に依存している。

このように3カ国の間には電源の水力、火力、原子力への依存度に大きな違いが存在する。

こうした状況下、ノルウェーでは、1991年に電力市場の改革と自由化を目的とする法律 (The Electricity Act of 1991) が施行され、Nord Poolが送電会社の取引部門として開設された。Nord Poolにはその後、1996年にスウェーデン、1998年にフィンランド、1999年 (デンマークの西部) から2000年 (同東部) にデンマークが参加している。ちなみに、デンマークは圧倒的に火力発電が多い状況にあるが、そうしたなかであってこのところ風力発電が重要度を増してきている。

このように、Nord Poolは、ノルウェー、スウェーデン、フィンランド、デンマークの北欧4ヶ国の電力需給を調整する取引所として機能することとなった。Nord Poolは、ノルウェーを本拠地としており、ノルウェーの法律の適用を受ける。

その後、2002年にNord Poolは、現物取引所としてのNord Pool Spotとデリバティブ取引所としてのNord Poolの2取引所に分割された。

そして、2008年にはデリバティブ取引所としてのNord PoolがNASDAQ OMXに買収されて名称はNASDAQ OMX Commoditiesとなった。⁽⁴⁾

Nord Pool Spotの出資者は、図表3のように、ノルウェー、スウェーデン、フィンランド、デンマーク、エストニア、リトアニア、ラトビアの系統運用者(transmission system operator、TSO)により構成されている。

(2) 市場参加者と取引量

Nord Pool Spotは、参加自由の組織である。現状、Nord Pool Spotでは20カ国、370会社のメンバーが活発に取引を行っており、電力取引ではOTC取引を大きく凌駕する形で取引所取引が大勢を占める状況にある。

このようにNord Pool Spotの市場参加者は極めて多く、したがって、限られた市場参加者がマーケットの大半を占めることはなく、その結果、価格操作のリスクも低いものとなっている。

Nord Pool Spotの市場参加者は、系統運用者、発電事業者、配電業者、トレーダー、ブローカー、大口の最終需要者等から構成される。

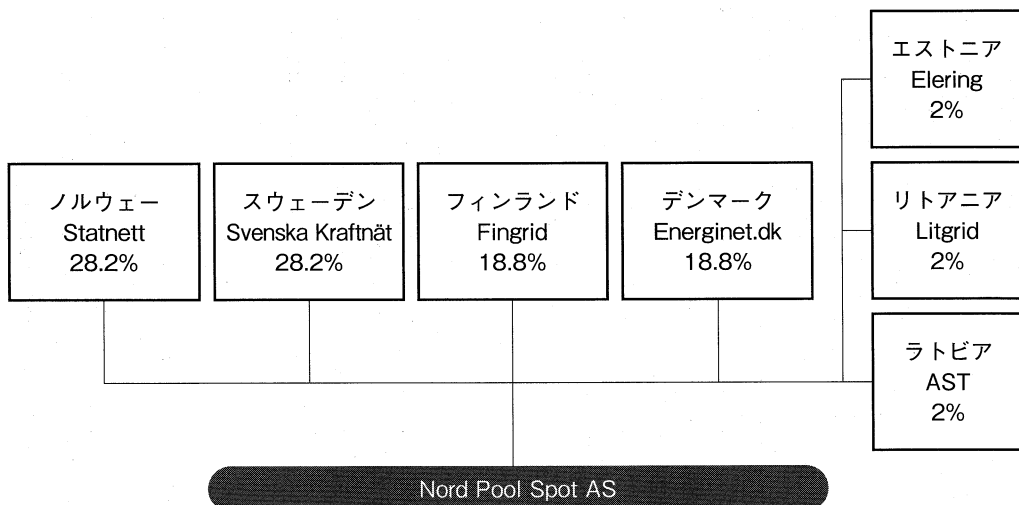
このうち、トレーダーは、例えば、発電事業者から電力を買い付けてこれを小売業者に売却したり、ある小売業者から電力を買い付けてそれを別の小売業者に売却したりする等の取引を行う。また、トレーダーは、先物市場でポジションをとり、その決済で引渡しを受けた電力をスポット市場で売却する等、自己でポジションを持って利益を獲得する取引も行っている。

一方、ブローカーは自己で取引の相手方とはならず、仲介業者として配電会社からの電力を最終需要者に引渡すことにより手数料を得るビジネスを行う。

2013年のNord Pool Spotにおける電力取引量は、オスロの電力消費量の61年分に相当する493TWh (terawatt hours) を記録している。⁽⁵⁾

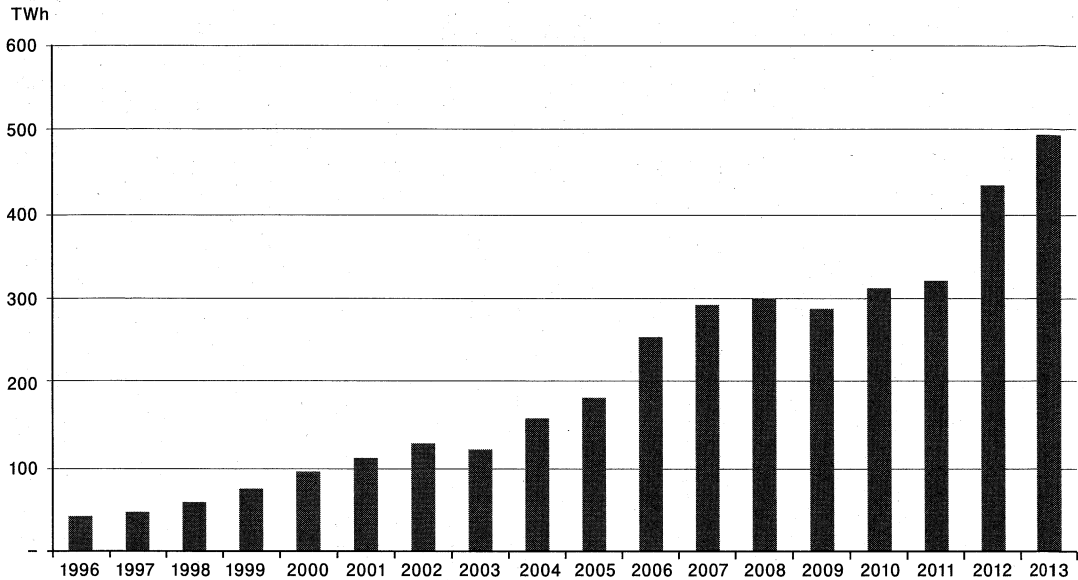
(図表4)

図表3 Nord Pool Spotの出資構成



(出所) Nord Pool Spotの資料をもとに筆者作成。

図表4 Nord Pool Spotの取引量の推移



(出所) Nord Pool Spot

(3) 電力の価格変動

前述のとおり、スカンジナビア諸国の電力源は、主として水力、火力、原子力であるが、そのなかでもNord Poolで取引される電力源は水力が多い。このため、ダムや湖の水量がいれば電力の貯蔵量ともいえるべきものとなる。こうしたことから、一般のコモディティと同じように電力の価格変動がある程度の確度を持つて推測できることとなり、ヘッジ取引、投機取引が活発に行われるなかで価格のボラティリティが押さえられる状況にある。⁶⁾

(4) Nord Pool Spotの市場商品

Nord Pool Spotの主要市場は、Elspot (一日前市場 (前日市場)) と Elbas (リアルタイム市場 (当日の需給調整バランス市場)) である。

Nord Pool Spotの取引はその大半がElspotで行われ、ElbasはElspotの補完的市場としての機能を果たしている。

① Elspot

Elspot (一日前市場) は、翌日に電力の現物受渡しが行われる市場である。Elspotは、欧州で最も流動性が厚いマーケットであり、北欧・バルト諸国の電力消費量の84%相当がElspotで取引されている。

取引は、翌日の1時間ごとの電力の現物と、連続する複数時間の現物を対象としたブロック取引が行われる。具体的には、発電事業者や需要家等から入札が行われ、入札締め切り後にすべての注文がまとめられる。そして、買い入札曲線と売り入札曲線の交差点が均衡価格となり、その取引量で市場参加者の供給・購入義務が生じる。このようにElspotの値決めは、市場参加者の入札を一時点で取りまとめて需給がバランスしたところで価格を決定する板寄せ方式を採用している。

Nord Poolは、算出したスポット価格および供給需要予定表を系統運用機関のStatnetに連絡する。

Elspotにおける価格は、ノルドプール・インデックスとして各種電力取引の参照価格に活用されている。

(取引のステップ)

Elspotでは、日々約2,000件に上る入札が行われているが、その取引を時系列的にみると、次のような手順を経て行われる。

- i. 当日9時30分までに、各系統運用機関により翌日の送電能力が各マーケットの入札地域に伝達される。これを受けてNord Pool Spotは、10時にウェブサイトでこの送電能力を公表する。
- ii. 12時までに、買い手（公益事業者等）はどれだけの電力を買うか、また時間ごとに支払う電力価格はどうかの計画を立てる。一方、発電事業者はどれだけ電力を供給するか、また時間ごとに要求する電力価格はどうかの計画を立てる。
- iii. 8～12時に、買い手と売り手は、各々買い注文と売り注文を入札する。
- iv. 12時に入札が締め切られる。
- v. 12～13時に、入札による電力需給状況と送電能力を勘案して、各時間別の価格が計算される。
- vi. 12時45分に、各時間別の価格が発表される。ここで、実質的に売買契約が成立したことになる。
- vii. 13～15時に、買い手と売り手との間で形式上の契約が交わされる。
- viii. 翌日の0時から電力の受渡しが行われる。

(標準品取引とブロック取引)

Elspotでは、標準品取引とブロック取引が行われている。このうち、標準品取引は、1時間ごとの現物であり、ブロック取引は、連続する複数時間の現物取引である。

ブロック取引は、複数時間の取引であるといった特徴と、ブロックで入札した場合には、それがすべて落札するかそうでなければ全部落札されないこと（all or nothing）となり、ブロック入札の一部だけが落札されることはないといった特徴を持つ。これは、ザラバ取引とは異なる大きな特徴である。（図表5）

(ゾーン別限界価格方式)

Elspotのプライシングは、ゾーン別限界価格方式（zonal pricing method）が採用されている。

ゾーン別限界価格方式は、送電線の混雑管理の解消手段としての混雑料

図表5 標準品取引とブロック取引

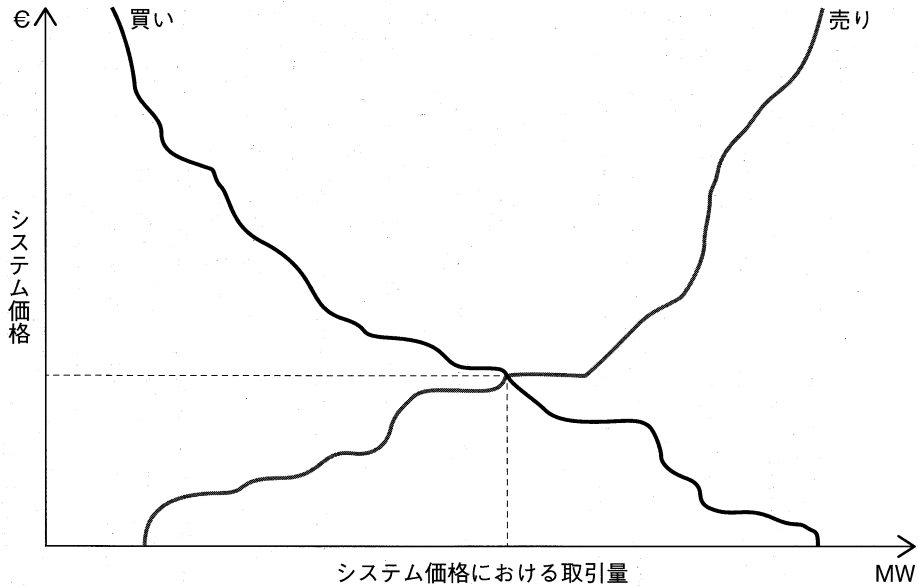
	標準品取引	ブロック取引
取引対象	1時間ごとの現物	連続する複数時間の現物 ブロック1～7に分かれており、ブロックごとに開始時間及び連続時間（4～23時間）が異なる ^(注1) 。
取引単位	0.1MWh/h	0.1MWh/h
入札	1時間ごとの各時間帯の量、価格を入札。	希望時間帯の希望購入価格の中央値と購入量、販売量を入札 ^(注2) 。
市場参加者	電力の供給・購入のために電力系統へ物理的連系をしている業者。具体的には、発電事業者、配電事業者、需要家及びその代行を行う小売業者。	

(注1) 市場参加者は各ブロック内の連続する4時間以上の任意の時間帯を選択することも可能。

(注2) 売り入札価格がスポット価格平均より安い場合、買い入札価格がスポット価格平均より高い場合に取引成立。

(出所) 日本エネルギー経済研究所「平成24年度商取引適正化・製品安全に係る事業（諸外国における電力市場の実態等の調査）報告書」2013.3 p.5をもとに筆者作成。

図表6 システム価格の決定



(出所) Nord Pool Spotの資料をもとに筆者作成。

金方式の1つである。

具体的には、あらかじめ送電混雑が発生する可能性の高い箇所で境界線を設定しておく。このように、Eisnotマーケットは、送電キャパシティ等によって、いくつかの地域(ゾーン)に分けて入札が行われる。すなわち、ノルウェーは5地域、東デンマークと西デンマークは2つの別々の地域、フィンランド、エストニア、リトアニアは各1地域、そして、スウェーデンは4つの地域に分けられている。

こうして地域を分割することにより、その地域の送電システムがどれだけ制約を受けているかが分かり、それが価格に反映されることとなる。そして、2つの地域の間に送電システムの制約差がある場合には、電力は低価格の地域から高価格の地域に流れることとなる。すなわち、電力にも一般のコモディティと同様、需要が最も強く、したがって価格が高いところに供給されることとなる。

また、このシステムにより、いかなる市場参加者も送電のボトルネックから利益の得るようなことはできない。そして、ノルドプールは、翌日の毎時間の各々の入札地域の価格を計算することとなる。

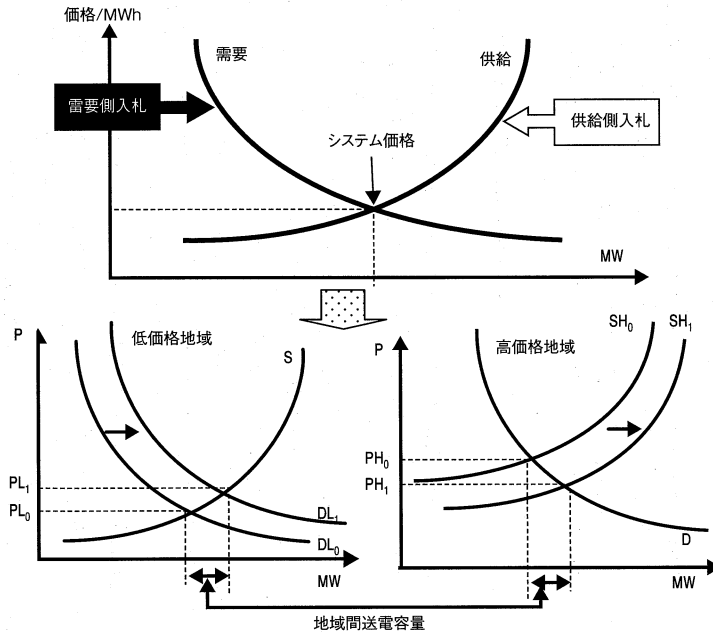
このように、この境界線によりゾーンが形成されて、実際にゾーン間で混雑の発生をみた場合には、ゾーン別に需給均衡価格が決定される。この結果、市場原理によって混雑が解消する方向で取引が行われる仕組みが導入されている。なお、混雑料金方式のもう1つに、PJMが採用している地点別限界価格方式 (Location Marginal Pricing, LMP) がある。

ゾーン別限界価格方式で混雑がない場合には、基本的に電力の添う需給曲線が交差したところでシステム価格が決定される。このように、システム価格は、混雑がない場合の決済価格 (unconstrained market clearing price) である(図表6)。したがって、混雑がない場合にはこのシステム価格が全体に適用されることになる。また、混雑発生の場合には、ゾーン間の混雑度に応じて各ゾーンの価格が決定され、このゾーン価格差が混雑料金となる。(図表7)

② Elbas

Elbas (時間前取引) は、電力の受渡しが行われる1時間前まで、ザラバで取引が行われるリアルタイム市場である。すなわち、Elbasは、毎日、翌日物のスポット市場の入札締め切り後に

図表7 Nord Poolのゾーン価格制度



実際には需要側の価格弾力性が低い場合が多い。

(出所) 経済産業省資源エネルギー庁「資料集2013.4～10」 p.12

開始され、現物供給の1時間前に締め切られる日中取引市場 (intraday market) である。

ElspotがCET (Central European Time、中央ヨーロッパ時間) の正午に引けた後、電力の受渡しの時間までに何らかの事故が発生してElbasで構築したバランスが崩れる恐れがある。たとえば、スウェーデンで原子力発電所が止まる可能性もあり、また、ドイツで予想されたよりもはるかに強い風が吹いて風力発電電量が想定していたよりも増加する可能性もある。こうしたケースにおいて、電力の買い手も売り手も受渡し直近の時点でElbasを活用して需給のバランスを回復することができる。

Elbasは、北欧・バルト諸国とドイツをカバーしている。

Nord Pool Spotでは、CETの14:00にElbasで取引がアベイラブルな電氣量を公表する。そして、Elbasでの取引は受渡しの1時間前まで連続して行われる。

このように、ElbasはElspot当日の需給調整バランス市場としてElspotの補完機能を担う。そして、すべての注文は価格・時間優先の原則にしたがってザラバで突合せが行われる。

こうしたElbasが果たす役割は、電力供給の中で風力電力のウェイトが増加してくるとますます重要になるとみられる。風力電力は、風の状態如何で予想が困難なことが多い。この結果、一日前市場のElspotにおける契約でインバランスが発生してこれを相殺する必要がある。このように、Elbasは欧州における日中取引市場として先行き一段と重要な役割を演じることになるとみられる。(図表8)

③ バランス市場 (balance power market)

図表8 Elbasの取引

取引対象	標準品：1時間ごとの現物
取引単位	1 MWh/h
入札	1時間ごとの各時間帯の量、価格を入札。
市場参加者	発電事業者、配電事業者、大口需要家、ブローカー等

(出所) 日本エネルギー経済研究所「平成24年度商取引適正化・製品安全に係る事業 (諸外国における電力市場の実態等の調査) 報告書」2013.3 p.6をもとに筆者作成。

は、系統運用者 (transmission system operator、TSO) が同時同量を達成するためのマーケットである⁽ⁱⁱ⁾。

電力の小売り業者は、最終消費者の電力消費量を推計して決済時間前に電力を購入する。そして、時間到来とともにすべて決済される。もし、最終消費者の電力消費量が推計よりも少ない場合には、小売り業者は余った電力をTSOに売却したことになり、TSOはその代金を小売り業者に支払う。逆に、最終消費者の電力消費量が推計よりも多い場合には、小売り業者は自動的に不足電力をTSOから購入することになる。そして、こうしたTSOとの取引で、小売り業者のネットの購入と消費はバランスすることとなる。このことから、小売り業者がTSOとの間で売買する電力を「balancing power」という。

仮に、小売り業者への供給元である発電事業者が発電設備を稼働しようとしたところ、ダウンしたとする。現物供給の1時間前に電力のリアルタイム市場は引けていることから発電事業者は他の電力供給者から電力を購入することはできない。こうした状況において、TSOはこの発電事業者に対してbalancing powerを売却し、発電事業者は小売り業者に対してこれを再販することになる。

以上のElspot、Elbas、バランス市場、そして2.に記述のNASDAQ OMX Commoditiesの各マーケットは、相互が密接に関連している(図表9)。

2. NASDAQ OMX Commodities

Nord Poolは、2002年、現物取引所としてのNord Pool Spotとデリバティブ取引所としてのNord Poolの2取引所に分割された。

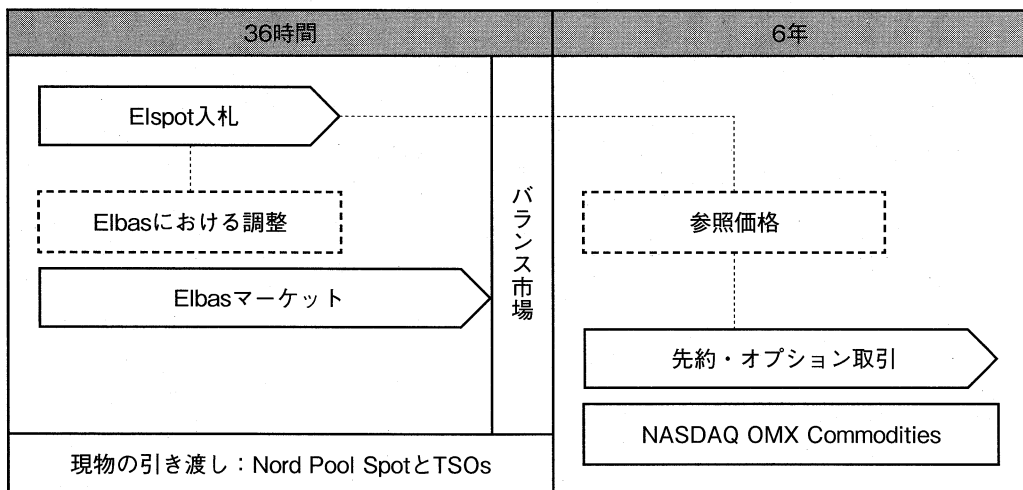
そして、2008年にデリバティブ取引所としてのNord PoolがOMXに吸収合併された。なお、OMXは、スウェーデンのOMがフィンランドのHEXを吸収合併してできた会社である。

その後、OMXはNASDAQと経営統合してNASDAQ OMX Commoditiesとなった。

(1) Nord Poolのデリバティブ取引の変遷

Nord Pool創設からのデリバティブ取引の変遷をみると⁽ⁱⁱ⁾ Nord Pool創設の2年後の1993年、先渡し市場 (forward market) が開設された。

図表9 Nord Pool SpotおよびNASDAQ OMX Commodities



(出所) Nord Pool Spotの資料をもとに筆者作成。

これは、現物引渡しを前提とするオークションマーケットである。具体的な取引対象は、ベースロード、ピークロード、オフピークロードの3商品で、いずれも最長6ヶ月の満期である。そして、カバーする期間(受渡し期間)は、1週間と4週間のブロック商品であり、このうちブロック商品は満期接近時に週間商品に移行するカスケード制度が導入された。

Nord Pool創設からしばらく経過して、取引の流動性を厚くして取引の活発化を図るために、先渡しの商品性の見直しが必要となった。その結果、次のような改正が行われた。

すなわち、1993～4年にかけて取引が少ないピークロードとオフピークロードの2商品を上場廃止とし、ベースロードに流動性を集中することにした。

また、流動性を厚くするために、それまでの満期時点の現物決済を廃止して現金決済に切り替えた。そして、参照価格は、Nord Poolのスポット市場のシステム価格を採用することにした。また、満期を3年まで拡張した。Nord Poolは、OTCで先渡しとともにオプション取引が活発に行われているのを眺めて、1993年、これを取引所取引に取り込むことを目的としてOTCにおけるオプション取引を標準化して、これを上場した。

2000年、Nord Poolは新先渡し商品としてCfD (Contracts for Difference)を上場した。これは、Espotの価格とエリア価格との間に差異が生じた場合に市場参加者がこれをヘッジすることを目的とする商品である。

2003年、Nord Poolは商品のスペックを国際的な潮流にマッチさせるために、ブロック商品を月商品に、季節商品を四半期商品に変更した。

さらに2004年、Nord Poolはスウェーデン・グリーン証書 (Swedish green certificates)を上場した。これは、再生エネルギーに関する最初の商品で「elcertificate」と呼ばれる。このグリーン証書の上場は、再生エネルギーの投資にインセンティブを与えることを目的としたものである。

その後、Nord Poolは、クロスボーダーの取引を活発化させること等を目的に、すべての商品をノルウェーのクラウン建てからユーロ建てに切り替えた。

以上のNord Poolのデリバティブ取引の変遷をみると、商品仕様の変更等に一貫して市場流動性をいかに厚くするか、といった市場運営の戦略が色濃く反映されていることが分かる。それは、市場参加者のニーズをいかにきめ細かく吸い上げるか、といった戦略と表裏一体のものである。

(2) NASDAQ OMX Commoditiesにおけるデリバティブ取引

NASDAQ OMX Commoditiesは、NASDAQ OMXグループの傘下にあるエネルギーを原資産とするデリバティブ取引所である。

なお、OMXは、スウェーデンを中心にフィンランド、バルト3国の証券取引所を傘下に置く取引所グループであったが、2007年にナスダックとの経営統合により、NASDAQ OMXグループとなった。

NASDAQ OMX Commoditiesの前身は、Nord Poolであるが、Nord Pool時代から電力デリバティブは潤沢な流動性のもとに活発な取引が行われていて、自由化が始まった他の諸国の電力デリバティブ取引のモデルケースとなった。

NASDAQ OMX Commoditiesの市場参加者は、電力の現物取引に付随するリスクを先物、先渡し、オプション、CfDといったデリバティブを活用することにより管理することが可能である。

2011年、NASDAQ OMX Commoditiesは、英国の電力を原資産とする先物を上場した。この参照価格には、N2EXの翌日物の価格が採用されている。

(3) NASDAQ OMX Commoditiesの会員構成

NASDAQ OMX Commoditiesは319会員から構成されている。

会員は、エネルギー生産業者、エネルギー関連業者、エネルギーの大手消費者、エネルギー分配業者、ファンド、投資会社、銀行、ブローカー、公益企業、その他金融機関である。

こうした会員は、自己勘定による取引の清算を行うことができるか、清算を他の清算会員に委託するか否か等により、6種類のカテゴリーに分類される¹²⁾ (図表10)

(4) NASDAQ OMX Commoditiesの上場商品

NASDAQ OMX Commoditiesの上場商品は、北欧、ドイツ、オランダ、イギリスの電力を原資産とするデリバティブ商品である。¹³⁾

最近の取引高をみると、2013・8～2014・7の1年間で北欧地域の電力が882・0TWh、ドイツの電力が37・0TWhと北欧の電力が全体の取引高の95%のシェアを占めている。¹⁴⁾

図表10 NASDAQ OMX Commoditiesの会員構成

取引所会員 (Exchange Member)	取引資格がある清算会員
一般清算会員 (General Clearing Member)	自己勘定、および顧客勘定の清算を行う取引所会員
清算会員 (Clearing Member)	自己勘定の清算を行う会員
非清算会員 (Non-Clearing Member)	清算を一般清算会員に委託する会員
顧客代理人 (Client Representative)	顧客に代わり清算業務を行う会員
清算顧客 (Clearing Client)	顧客代理人に清算を委託する会員
ブロックブローカー会員 (Block Broker Member)	ブロック取引やEFP、EFS取引を行うことができる会員

(出所) NASDAQ OMX Commoditiesの資料をもとに筆者作成。

図表11 NASDAQ OMX Commoditiesの電力先物

	ベースロード	ピークロード	参照価格
北 欧	3～9日、6週間	5週間	Nordicシステム価格
ド イ ツ	3～9日、4週間	4週間	EEX Phelix
オランダ	4週間	—	APX
英 国	5週間、4ヶ月、 4四半期、5季節	5週間、4ヶ月、 2四半期	N2EX

(出所) NASDAQ OMX Commoditiesの資料をもとに筆者作成。

各商品は、ベースロードとピークロードに区分される。このうち、ベースロードは月々日の00:00～24:00に、また、ピークロードは、月々金の08:00～20:00に決済される。決済は、いずれも電力の受渡しではなく、差金(現金)決済で行われる。こうした決済方法をとった背景には、これによって電力の受渡しを目的としない投機家がマーケットに参入して、この結果、流動性の厚い市場が形成されることを狙いとする事情が働いている。

NASDAQ OMX Commoditiesにおけるすべての取引は、清算機関が

CCP(集中決済機能)の役割を果たし、カウンターパーティリスクを担う。

NASDAQ OMX Commoditiesの上場商品は、先物取引、先渡取引、オプション取引、それにEPAD(Cfd)である。

①先物取引

NASDAQ OMX Commoditiesでは、北欧、ドイツ、オランダ、英国の電力先物を上場している。

建玉は、毎日値洗いされて値洗い差金の授受が行われる。また、期日の受渡しは現金決済で行われる。

ベースロードは、月曜日から日曜日までの1日の毎時間が1メガワットであり、1週間の電力は168メガワットとなる。

また、ベースロードの1日物が10日先まで、1週間物が6週間先まで、ピークロードは5週間先まで取引可能となっている。

ベースロードは季節物を上場しているが、季節物は冬季が10～3月、夏季が4～9月と2期に分かれる。(図表11)

②先渡取引(DS先物)

NASDAQ OMX Commoditiesでは、北欧、ドイツ、オランダの電力先渡しを上場している。

一般に先渡取引は、OTC取引を指して取引所が全く関与しない相対取引を意味するが、電力のデリバティブ取引では、厳密の意味の先物には該当しないものの、取引所に上場して取引する先物類似商品为先渡しと呼ぶことが多い。

しかし、NASDAQ OMX Commoditiesでは、先渡取引をDS先物の名称で上場している。DS先物は、現金決済商品であり現物決済は行われない。また、DS先物では、期日前に転売、買戻しによる決済はできない。DS先物の建玉は、日々値洗いは行われるものの値洗い差金の受払はその都度行うことはせず、累積した損益が期日に一括受払されることになる。したがって、期日到来時点の先物取引の決済額は、前日の建玉の価格と期日到来時の現物価格との差額となるが、先渡取引では取引契約時点の建玉の価格(すなわち、先渡価格)と期日到来時の現物価格との差額となる。DS先物は、このように決済が期日到来まで繰り延べられることから、

Deferred Settlement Futuresを略してDS先物の名称が付されたものである。

商品の仕様をみると、例えば北欧のDS先物では、ベースロードの1ヶ月物が6ヵ月先まで、四半期物は8四半期先まで、1年物は10年先まで、ピークロードは各2ヶ月先、3四半期先、1年先まで取引可能となっている。

四半期物と1年物は残存期間が各1ヶ月、3ヶ月となった時点で各1ヶ月物、四半期物へ引き継がれるカスケード方式(cascading)がとられている。(図表12、13)

③ オプション取引

NASDAQ OMX Commoditiesでは、北欧とドイツの電力オプションを上場している。

オプションは、電力先渡しを原資産とする先渡しオプションである。すなわち、例えば2014年のオプションは権利行使により2014年の先渡し取引に移行する。

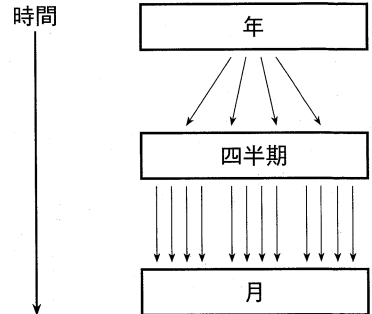
また、オプションは先物

図表13 NASDAQ OMX Commoditiesの電力先渡し

	ベースロード	ピークロード	参照価格
北 欧	6ヶ月、 8～11四半期、 10年	2ヶ月、 3四半期、 1年	Nordic システム価格
ド イ ツ	6ヶ月、 8～11四半期、 5年	6ヶ月、 8～11四半期、 5年	EEX Phelix
オランダ	3ヶ月、 3四半期、 2年	—	APX

(出所) NASDAQ OMX Commoditiesの資料をもとに筆者作成。

図表12 NASDAQ OMX Commoditiesのカスケード方式



(出所) NASDAQ OMXの資料をもとに筆者作成。

取引や先渡し取引(DS先物)と組み合わせることにより、電力取引に付随するリスクマネジメントに活用されている。

最小価格変動幅は、0・01ユーロ、権利行使は、満期日のみに権利行使が可能なヨーロッパアンスタイルである。(図表14)

年間オプションは、年3回決済されるオプションと年1回、12月に決済されるオプションの2種類がある。

なお、北欧では、OTCで電力スワップやスイングオプション、アメリカンオプションが活発に取引されている。

④ EPAD (C f D)

EPADは、システム価格とエリア価格の差異を原資産とする先渡し取引である。

Nord PoolはNASDAQ OMX Commoditiesに買収される前には、C f D (Contracts for Difference)との名称で上場、取引していたが、NASDAQ OMX Commoditiesではこの商品名をEPAD (Electricity Price Area Differentials)に変更している。

北欧の先物取引や先渡し取引(DS先物)の参照価格は、Nordicシステム価格である。一方、電力購入価格は実際の地域価格(エリア価格)により決まる。

したがって、先物取引や先渡し取引を使って完全ヘッジが達成できるのは、送電線に制約がなくエリア価格とシステム価格が一致した時に限定される。しかしながら、送電線に制約が生じたようなときには地域価格とシステム価格との間に差異が発生する。ちなみに、2003年に地域価格とシステム価格が一致したケースはわずか27・5%にすぎない。¹⁵⁾

EPADは、先物取引や先渡し取引を行う市場参加者がこうした地域価格リスクをヘッジする手段として活用される。すなわち、EPADは、先物取引や先渡し取引を行っても残存する実際の地域の価格とシステム価格との差であるベシスリスクをヘッジする手段である。

図表14 NASDAQ OMX Commoditiesの電力オプション

	ベースロード	参照価格
北 欧	2四半期、2年	Nordicシステム価格
ド イ ツ	3ヶ月、2四半期、2年	EEX Phelix

(出所) NASDAQ OMX Commoditiesの資料をもとに筆者作成。

地域価格とシステム価格との間に差異があるベ－シスリスクを持つ先渡取引を完全ヘッジにするためには、次のような取引がパッケージで行われる。¹⁶⁾

- ・先渡商品を使って必要な電力量分のヘッジ取引を行う。
- ・EPADを使って、先渡取引の期間と量が同一分のヘッジ取引を行う。
- ・スポット市場で、市場参加者のエリアにおける電力の現物手当てを行う。

EPADの市場価格は、決済時点で地域価格とシステム価格がどのくらい相違するか予想に基づき形成される。したがって、EPADの市場価格はプラスに出ることもマイナスに出ることもあり、また地域価格とシステム価格が同一であるとの予想が強ければゼロとなる。EPADの市場価格はプラス（マイナス）に出る場合には、市場が特定のエリア価格がシステム価格よりも高い（低い）ことを予想していることを意味する。

EPADの具体的な取引をNord Poolが示す図表でみると次のような内容となる。¹⁷⁾（図表15）

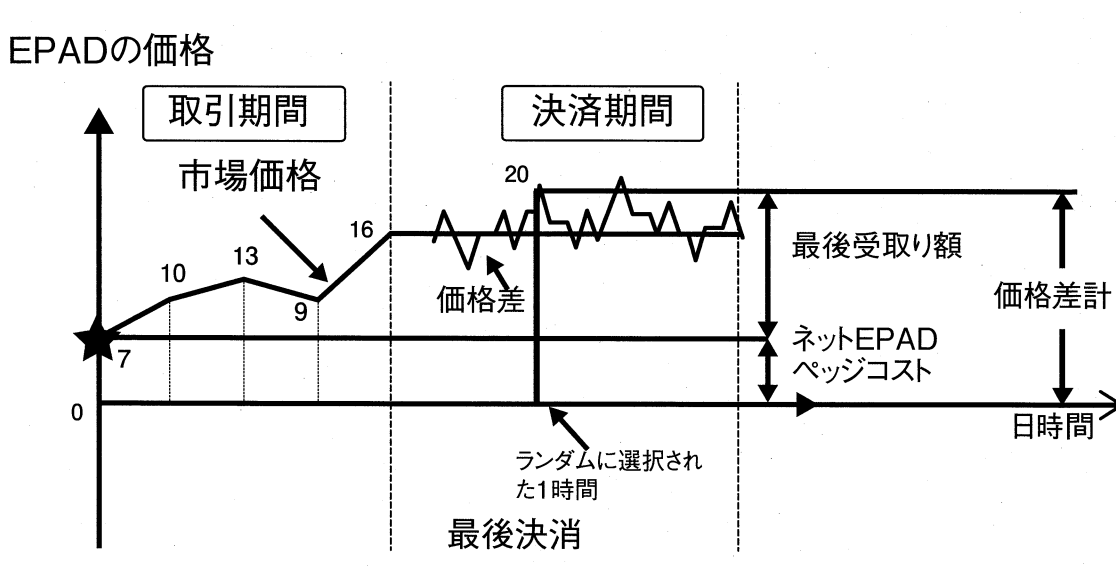
このNord Poolが示す例では、ある会員が7クロ－ネ／MWhでEPADを1単位を買った。この会員は、電力の先渡しへのヘッジは行っていない。EPADの取引期間中、EPADの市場価格は16クロ－ネ／MWhまで上昇した。最終決済期間中、ランダムに選択された1時間内に、この会員は、20－7＝13クロ－ネ／MWhを受け取る。この時間のシステム価格は20クロ－ネ／MWhであったが、会員のネットコストは、7クロ－ネ／MWhであり、これはヘッジコストと同額となる。

また、EPADと先渡し取引を組み合わせて完全ヘッジを行うこともできる。¹⁸⁾ そのために、ある会員は、スポット価格をヘッジするために先渡しを260クロ－ネ／MWhで買い建てる（図表16）とともに、エリアの価格差をヘッジするためにEPADを10クロ－ネ／MWhで買い建てる。この結果、ヘッジコストは合計270クロ－ネ／MWhとなる。

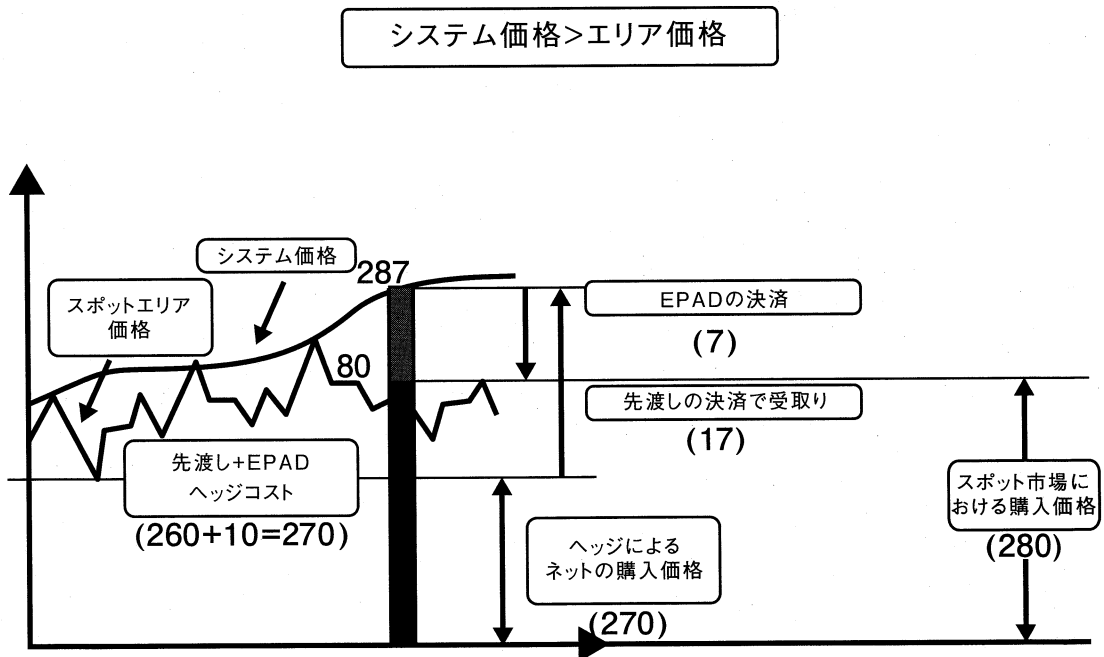
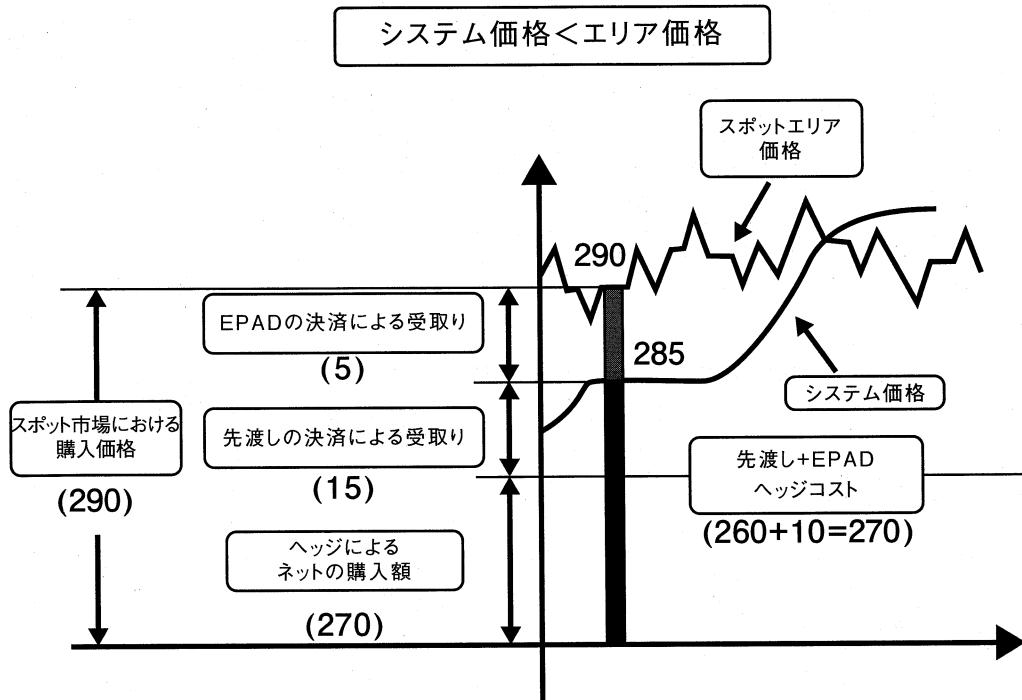
図表16上では、ある時間のエリア価格は290クロ－ネ／MWh、システム価格は285クロ－ネ／MWhとエリア価格がシステム価格を上回っている。この会員は、引渡期間における先渡し先の決済で15クロ－ネ／MWh、EPADの決済で5クロ－ネ／MWhを受け取る。

この結果、ネットの購入価格は270クロ－ネ／MWhとなり、ヘッジコストの合計270クロ－ネ／MWhと等しくなる。

図表15 EPAD (cfd) の具体例



図表16 EPADと先渡し取引による完全ヘッジ



(出所) Nord Pool "Trade at Nord Pool's Financial market" p.13~14をもとに筆者作成。

図表16下では、ある時間のエリア価格は280クローネ/MWH、システム価格は287クローネ/MWHとエリア価格がシステム価格を下回っている。この会員は、引渡期間における先渡し決済で17クローネ/MWHを受取り、EPADの決済で7クローネ/MWHを支払う。この結果、ネットの購入価格はやはり270クローネ/MWHとなり、ヘッジコストの合計270クローネ/MWHと等しくなる。(図表17)

(5) Nord Pool Spotとナリバタイプ市場の関係

Nord Pool SpotとElspot、Elbas、バランス市場とNASDAQ OMX Commoditiesの現金決済のデリバティブ市場(Financial market)との関係は、図表9(前掲)のようになる。

電力の価格変動リスクのヘッジニーズを持つ市場参加者は、Nord Pool Spotでスポット取引を行い、NASDAQ OMX Commoditiesで先物取引等を行うことにより、現物ポジションをヘッジすることが可能となる。

(6) マーケットメーカー制度

NASDAQ OMX Commoditiesでは、市場流動性を厚くするために図表18のように、電力関係7商品についてマーケットメーカー制度を導入している¹⁹⁾。

① オークションマーケットとマーケットメーカーマーケット

マーケットメーカー制度は、NASDAQ等が株式取引で導入している制度で、マーケットメーカーに指定された会員は、マーケットにこの

図表17 NASDAQ OMX CommoditiesのEPAD

	ベースロード(注)	参照価格
オスロ、トロムソ、オーフス、コペンハーゲン、タリン	2ヶ月、3四半期、3年	エリア価格とシステム価格との差
ストックホルム、ルレア、マルメ、スツツヴァル、ヘルシンキ	4ヶ月、4四半期、4年	

(注) 四半期物と1年物は残存期間が各1ヶ月、3ヶ月となった時点で各1ヶ月物、四半期物へ引継がれるカスケード方式がとられる。

(出所) NASDAQ OMX Commoditiesの資料をもとに筆者作成。

図表18 NASDAQ OMX Commoditiesのマーケットメーカー制度の対象となっている上場商品

商 品 名	内 容
ベースロード・ノーディック	ノーディックシステム価格を参照するすべてのベースロード先物、先渡し商品(ただしデイ先物を除く)。
ピークロード・ノーディック	ノーディックシステム価格を参照するすべてのピーク先物、先渡し商品。
EPO(ノーディック電力オプション)	ノーディックシステム価格を原資産の参照価格とするすべての欧州電力先渡しオプション。
Cfd	オスロ、ストックホルム、ヘルシンキ、コペンハーゲン等9地域のうちの少なくとも1地域を参照するすべてのCfd(差金決済取引)。
ベースロード・インターナショナル	独PhelixベースとAPX Endexベースの一方または双方を参照するすべてのベースロード先物、先渡し商品。
ピークロード・独	独PhelixベースとAPX Endexベースの一方または双方を参照するすべてのピークロード先物、先渡し商品。
英国電力先物	—

(出所) NASDAQ OMX Commodities "Market Maker Categories" をもとに筆者作成。

価格なら売る、あるいは買うという形で一定の数量の注文を提示して、これをみてこの価格なら買おう、あるいは売ろうという投資家は売買注文を入れて取引を成立させる形を取る。この取引仕法で運営されるマーケットは、マーケットメーカーマーケットとか、クオート(quote、気配、マーケットに出ている注文)ドリブンマーケットと呼んでいる。

マーケットは、基本的に多くの売り手と買い手が集まり、そのなかから需給が調整されて均衡価格で取引が成立するという形をとる。その意味では、投資家の売りと買いの注文が直接マッチして売買が成立するオークションマーケット(競争売買、競り)の取引仕法がマーケット本来の姿で

あるということが出来る。しかし、この方法では大量の注文がマーケットに集中して取引が成立する流動性の厚さが、取引がスムーズに成立するための前提となる。

しかし、上場商品によっては投資家の注文だけではマーケットに十分な流動性が提供されない場合もある。こうした状況を補完するために生まれたのがマーケットメーカー制度である。この制度では、取引の活況を図るために、マーケットメーカーが流動性を常に市場に供給する。マーケットメーカーのネーミングは、投資家の売り買いの注文だけでは流動性が不足してマーケットの本来の機能を十分発揮できないことから、マーケットメーカーが自己勘定でマーケットに注文を出してマーケットのあるべき姿を形成 (make) するということから来ている。

マーケットメーカーは、取引所の指定した時間帯に売り気配と買い気配を一定量以上提示する必要がある、また、売り気配と買い気配の差であるアスク・ビッドスプレッド (ask-bid spread) が、取引所の指定した一定の範囲内であることが必要である。そして、一般的にアスク・ビッドスプレッドがマーケットメーカーが投資家に流動性を供給する代償となるが、それ以外に取引所が別途報酬を支払うこともある。

② NASDAQ OMX Commodities プレークットメーカー制度

NASDAQ OMX Commoditiesの会員がマーケットメーカーになることは任意であり、現在、5社がマーケットメーカーとして名前を連ねている。マーケットメーカーは、ファストマーケットの場合を除いて一定のスプレッド以内の価格であらかじめコミットした注文数量を常にマーケットに出す義務がある一方、その報酬を取引所から受け取ることができる。

なお、ここでファストマーケット (fast market) とは、寄付きの相場が、取引所とマーケットメーカーとの間であらかじめ合意していたマーケットメーカーの注文価格近辺から大幅に乖離した時 (Gap opening) か、日中の相場の動きがマーケットメーカーの注文価格のスプレッドの何倍というように大幅になった時 (High volatility) のマーケットの状態をいう。

(7) 清算

NASDAQ OMX Commoditiesでは、清算機関に集中決済機能 (central clearing counterparty, CCP) を具備したNASDAQ OMX Clearing AB

があり、NASDAQ OMX Commoditiesのすべての取引に加えて OTC取引を含む北欧マーケットの標準化された電力の取引、ドイツやオランダの差金決済の電力取引の清算業務を行っている。

① SPAN

NASDAQ OMX Clearing ABにおける清算は、シカゴマーカンタイル取引所 (CME) が開発したSPANを使って行われる。

SPAN (Standard Portfolio Analysis of Risk) は、シカゴマーカンタイル取引所が1988年に開発した証拠金制度 (同取引所が登録商標を保有) であり、ポートフォリオのリスクを全体として把握して、それに見合う証拠金を算出するシステムである。SPANは、世界の主要取引所に広く導入されている制度で、現在では証拠金算出のグローバルスタンダードとしての地位を確固たるものとしている。なお、日本では、東京金融先物取引所 (現、東京金融取引所) が他に先駆けて1996年に導入した。

SPANによる証拠金の計算方法にはいくつかの特徴があるが、そのなかのいくつかをピックアップしてみると、次のようなポイントをあげることができる。

まず、商品間や同一の商品の限月間のポジションをネットアウトしてリスクを計算する点である。たとえば、SPANを導入しない証拠金制度においては、会員がある商品の3月限買い1単位、6月限売り1単位のポジションを持つ場合、両者の相関関係は極めて高いにもかかわらず、限月間のネットアウトは認められず、2単位×所要証拠金額を取引所に差し入れる必要があった。

しかし、SPANを採用している取引所では、両限月の相関関係を勘案、ネットアウトして限月間に伴うベシスリスク分に見合うだけの証拠金を差し入れることで足りることとなる。

また、SPANはオプションが持つリスク特性を証拠金の計算上、勘案するという特徴を持っている。先物ポジションの場合には、リスクファクターは先物価格の変動の方向とその幅がリスクとなり証拠金の計算は簡単である。具体的には、価格変動の方向は、上昇、下落、不変、また、また、価格変動の幅は、想定される変動幅の3分の1、3分の2、3分の3、それに想定を超える極端な上昇または下落といった内容でシナリオを作る。その場合、価格変動の幅をどのようにみるかが重要な問題となるが、

SPANの計算のベースとなる価格変動リスクは、過去の一定期間の相場変動のデータを使って計算する。

そして、SPANを導入しない証拠金制度においては、単に先物にオプションのプレミアムを単純に合計したものをオプション証拠金として計算する。

しかし、オプションの場合には、リスクファクターは先物価格の変動のほかにはボラティリティ等が加わり、これらがオプションのプレミアムに影響を与える。したがって、SPANを採用している取引所では、これらのファクターを組み合わせた数多くのシミュレーションから起こりえるポジションの最大損失額を計算、これをベースにして所要証拠金額を計算することとなる。

② OTC取引の清算業務

NASDAQ OMXClearing AB^②は、OTC取引であるフォワード取引の決済インフラを提供している。

具体的には、OTCで当事者の間に取引が成立した後に、NASDAQ OMXClearing ABが信用リスクを引受けるCCP (central counter party) の機能を果たす。したがって、当事者はOTC取引であっても相手方の信用リスクを懸念することなく取引ができる。取引当事者は、NASDAQ OMXClearing ABに対して証拠金を預託することが必要であるが、証拠金には現金の代用として銀行保証を用いることが可能である。

また、取引所取引では、値洗いの結果発生する損益は即座に決済されることになるが、OTC取引であるフォワード取引の決済は値洗い差金の決済はフォワード取引の満期に一括行われることとなっている。

3. EPEX SPOT

(1) WUXY/EPEX SPOT

EPEX SPOTは、EEXの再編の結果、創設された電力の現物取引所である。

EEX (European Energy Exchange) は、2000年にフランクフルトに開設された。その後、EEXは、2002年にライブチヒ電力取引所(LPX)と合併して、ライブチヒに拠点を置く欧州の総合エネルギー取引所グループとなった。

引所グループとなった。

EEXの主要株主と出資割合をみると、EUR EX (フランクフルト証券取引所が50%出資) が23%、ノードプールが17%、ザクセン州立銀行が17%等となっている。

EEXの取引対象は、電力、天然ガス、CO₂、排出権、石炭、GoOであり、このうち電力についてはスポット、先物、オプション取引が行われている。EEXで行われたすべての取引は、ECC (European Commodity Clearing) で清算、決済される。ECCは、EEXからスピンオフしたEEXの子会社であるが、EEX以外の取引所の清算、決済業務も行っている。

2008年にEEXグループは、現物取引所のEPEX SPOTとデリバティブ取引所のEEX Power Derivativesに再編された。このうち、EPEX SPOTは、EEXとPowernextが共同で設立した電力取引所である。

EPEX SPOTがカバーする地域は、ドイツ、オーストリア、フランス、スイスのマーケットである。EPEX SPOTでは、2013年に346 TWhの電力が取引されている。(図表19)

(2) EPEX SPOTの上場商品

EPEX SPOTの上場商品は、取引翌日の受渡し電力を対象とした一日前取引と当日の受渡し電力を対象とした当日市場がある。

① 一日前取引

一日前取引では、取引が365日休みなく行われる。そして、電力供給者と需要者との間で匿名のオークションが行われ、これにより決定される均衡価格が電力市場価格となる。

図表19 EEXグループの主要商品の取引高

コモディティ	マーケット	単位	2012	2013
電力	デリバティブ	TWh	931	1,264
天然ガス	スポットとデリバティブ	TWh	75	110
排出権	スポットとデリバティブ	百万CO ₂	255	850
グリーン電力のGoO	デリバティブ	GWh	n.a.	466

(出所) EEX-the one-stop shop for energy trading and clearing p.5をもとに筆者作成。

EEXの一日前取引がカバーする地域は、ドイツ、オーストリア、フランス、スイスのマーケットである。

市場参加者は、売買注文のエリアごとに希望電力量と価格を入力する。具体的な入札は、翌日1時間ごとのベースロードとピークロードがブロック単位で行われる。

ベースロード…

1週間の毎日24時間すべてを対象とした契約。

ピークロード…

月々金曜日の午前8時～午後8時までを対象とした契約。

最小取引単位は、ドイツ、オーストリア、スイスは1時間ブロック0.1 MW、フランスは1時間ブロック1 MWである。

また、最小入札価格単位は、ドイツ、オーストリア、スイスは0.1 €/MWh、フランスは0.01 €/MWhである。

取引の決済は、すべて翌日における時間単位の現物の受渡しとなっている。EEX SPOTでは、ゾーン価格制度が採用されている。すなわち、全体の電力の需給バランスでシステム価格を決定する。そして、混雑がない場合にはこの価格が全体に適用されることになる。また、混雑発生の場合には、ゾーン間の混雑度に応じて各ゾーンの価格が決定されることになるが、実際には系統混雑が少なく、エリアごとの価格で決済されるケースは少ない状況にある。

(Phelix)

EEX SPOTで行われる一日前取引の価格は、Phelix (Physical Electricity Index) として欧州の卸電力の参照価格となっている。

すなわち、Phelixは、EEX SPOTで形成される電力価格の指数である。Phelixは、ベースロード価格指数であるPhelix Baseとピークロード価格指数であるPhelix Peakから構成され、ドイツ／オーストリアのマーケットに毎日公表されている。また、Phelixは、EEXの上場商品であるEEX Phelix先物の原資産として使われている。

②当日取引

EEX SPOTでは、一日前取引のほかに、当日取引 (intraday) も行われている。当日取引は、土日を含め24時間行われる。この当日取引によ

て、発電設備の事故とか天候急変等の場合に、市場参加者は超短期で電力ポートフォリオの最適化を図ることができる。

EEXの当日取引がカバーする地域は、一日前取引と同様、ドイツ、オーストリア、フランス、スイスのマーケットである。

当日取引は、ザラバ (continuous trading) で行われる。

取引時間は、ドイツ、フランスは電力の受渡しを開始される45分前まで、また、オーストリア、スイスは同75分前までである。

取引対象は、時間ごとと複数の時間をまとめて取引するブロック取引がある。また、これに加えて、ドイツとスイスのマーケットでは、電力ポートフォリオが柔軟にバランスできるように15分単位の商品が上場されている。

取引単位は、0.1 MW、価格の刻みは、€0.01 MWhである。

4. EEX Power Derivatives

2008年にEEX (European Energy Exchange) グループは、現物取引所のEEX SPOTとデリバティブ取引所のEEX Power Derivativesに再編された。²⁵⁾

EEX Power Derivativesは、ドイツ、フランス、オーストリア、スイスをカバーしている。

2013年中のEEX Power Derivativesの取引は1,264 TWhとなっている。

(1) 上場商品

EEX Power Derivativesの上場商品は、Phelixベース先物 (Phelix Base futures)、Phelixピーク先物 (Phelix Peak futures)、Phelixオフピーク先物 (Phelix Off-Peak futures) と、フランスのベース先物 (French Base futures)、フランスのピーク先物 (French Peak futures)、そしてPhelixのベース先物を原資産とするPhelixオプション (Phelix Base Options) 等である。

また、市場参加者は、ルーマニア、スカンディナヴィア、イタリア、スイスで行ったOTC取引をEEXに登録することにより、EEXの清算機能を活用することが可能である。

① Phelix先物

2013年、Phelix先物 (Phelix Futures) は1日当たり4・8 TWhに相当する取引量となっている。

Phelix先物の原資産は、ドイツ・オーストリア市場のEPEX (現物取引所) の平均現物 (スポット) 価格のPhelix指数である。^{②)}

Phelix先物の原資産となるPhelix指数にはPhelixベース、Phelixピーク、それにPhelixオフピークの3種類がある。

Phelixベース指数 (The daily Phelix Index) は、月々のデیلیーで0:00 AM～深夜までの24時間CET (Central European Time) の時間ごとの平均価格である。

Phelixピーク指数 (The daily Phelix Peak Index) は、月々の8:00 AM～8:00 PMのCETの価格である。

Phelixオフピーク指数 (The daily Phelix Off-Peak Index) は、ベースロードとピークロードの差となる時間帯をカバーする。すなわち、月々の0:00 AM～8:00 AMと土日の0:00 AM～12:00 PMである。

そして、このいずれも365日計算され、また月次の指数にも集約される。EEX Power Derivativesでは、この各々を原資産とする先物が取引されている。先物には、現金 (差金) 決済と現物決済の先物がある。(図表20) 先物の受渡期間は、当該週、その次の4週間、当月、その次の9ヶ月、その次の11四半期、その次の6年で、その他、オフピークでは月、四半期、年を対象としている。

取引単位は、1 MWhである。たとえば、9月限の1ヶ月間の先物を買うと、1 MWh×30日×24時間=720 MWhの電力を購入することになる。最小価格単位は、0・01 €/MWhである。例えば1ヶ月間の受渡期間を対象とする先物は€7・20、1四半期の対象先物は€21・84、1年間の対象先物は€87・60となる。

先物の取引時間は、CETで午前8時から午後6時までである。

決済は、現金決済である。また、年と四半期は、期日の3営業目に短い期間の先物に受け継がれるカスケード方式が採用されている。すなわち、年先物は1～3月の各月先物と第2四半期と第3四半期に、四半期先物は3つの月に、そして、月の先物は現物が現金決済される。この決済には当該月の日次の指数の算術平均値が使われる。

(Phelix先物の取引の具体例)

Phelixベース月間先物を使ったヘッジ取引を具体例でみよう。^{③)}

いま、ある発電業者が2013年9月中(30日、24時間)に発電する予定の電力をスポット市場で売却することを計画している。売電価格は、EUR 53・50 MWhと予想される。

しかし、実際の売電価格がどうなるか不確定であることから、この発電業者は、Phelixベース月間先物の2013年9月物をEUR 53・50 MWhで30単位売り建てた。

9月中の売電による予想収入は、次のように計算される。

30 MWh×24時間/日×30日間×EUR 53・50 MWh
= EUR 1,155,600

図表20 EEX Power Derivativesの上場先物商品

		1日のうちの 受渡時間	受渡期間
現金決済の先物	Phelix先物	ベースロード	日、週、週末、月、 四半期、年
		ピークロード	日、週、月、四半期、 年
		オフピークロード	週、月、四半期、年
	フランス先物	ベースロード	週、月、四半期、年
		ピークロード	週、月、四半期、年
	イタリア先物	ベースロード	週、月、四半期、年
ピークロード		週、月、四半期、年	
現物決済の先物	ベルギー先物	ベースロード	月、四半期、年
	オランダ先物	ベースロード	月、四半期、年
		ピークロード	月、四半期、年
	フランス先物	ベースロード	週、月、四半期、年
		ピークロード	週、月、四半期、年

(出所) EEX "Contract Specifications" p.45をもとに筆者作成。

この発電業者は、計画通りに9月中、スポット市場で30MWhを売却した。これにより実際の売電価格は、日々のスポット市場の指数であるPhelix Day Baseとなる。そして、実際の売電価格は、予想のEUR 53・50MWhを下回りEUR 47・53MWhとなった。この結果、収入は計画をEUR 128・952下振れした。

しかしながら、この発電業者の先物のショートポジションがEUR 128・952の利益を生み、収入の下振れ分を相殺することになる。これは、先物取引によってEUR 1,155,600の収入が固定されたことを意味する。

具体的には、下表のように、スポット取引による売電収入と先物取引による利益との合計となる。

この例とは逆にスポット市場における価格が上昇した場合には、発電業者はスポット市場での売電収入が計画を上回ることになり、先物のショートポジションで被った損失をカバーすることとなる。

スポット取引による売電収入	21,600 MWh × EUR 47.53MWh = EUR 1,026,648
先物取引による利益	21,600 MWh × (EUR 53.50MWh - EUR 47.53MWh) = EUR 128,952
合 計	EUR 1,155,600

② Phelix先物オプション

Phelix先物オプションは、Phelix先物を原資産とするオプションである。具体的には、Phelixベース先物(月、四半期、年)を原資産とするオプションが上場されている。

したがって、オプションが権利行使されると取引当事者は、Phelix先物のポジションを持つことになる。

オプションの期間は、翌5ヶ月、翌6四半期、翌3、4年で、いずれもPhelixのベースロードが対象となる。

最小価格単位は、0・01€/MWhである。

また、オプションのプレミアムの刻み幅は、0・001€である。そして常に、少なくとも3つの権利行使価格(インザマネー、アットザ

マネー、アウトオブザマネー)の先物オプションが上場されている。呼値の最小幅は、0・001ポイントである。例えば、受渡期間が31日の場合には€0・744となる。

オプションの権利行使は、満期日のみ権利行使が可能なヨーロッパンスタイルが採用されている。

(Phelixオプションの取引の具体例)

Phelixコールオプションを使ったヘッジ取引を具体例でみよう。²²⁾

いま、発電事業者が25MWhの発電能力を持つ設備を保有しているとす。この発電設備の発電コストはEUR 30MWhとかなり高い水準にある。

201X年2月8日のPhelixベース月間先物の相場は、2・5MWhと発電コストのEUR 30MWhを大幅に下回っている。この発電事業者は、先行きも先物相場が発電コストを上回るとは望めないと見て、201X年2月9日に5月限のPhelixベース月間先物のコールオプションを売ることにした(図表21)。コールの権利行使価格は、発電コストと等しいEUR 30MWhとした。

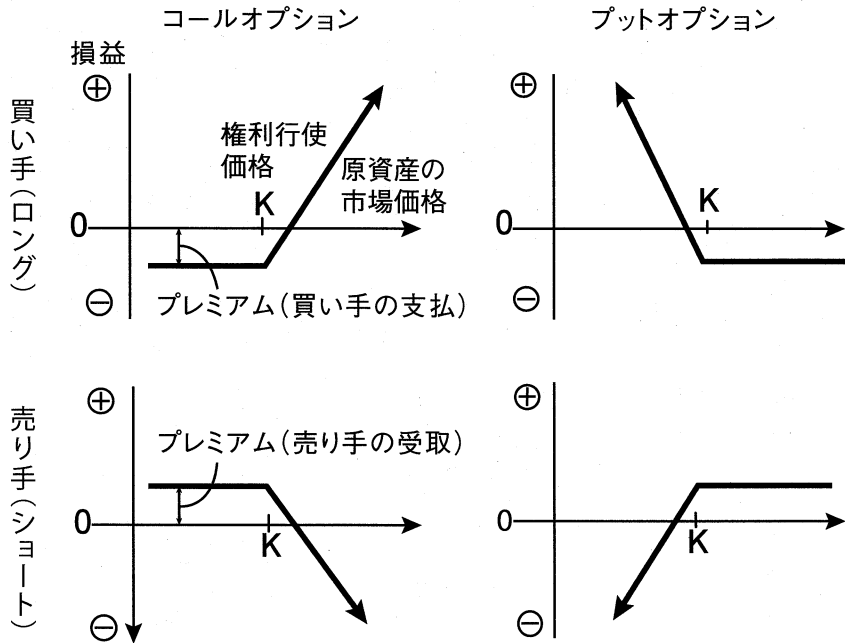
コールを売ることにより、この発電事業者は、EUR 0・900MWh、総額EUR 16,740のプレミアム収入を得た。プレミアムは次式により導出される。

$$25 \text{ MW} \times \text{EUR } 0 \cdot 900 \text{ MWh} \times 24 \text{ 時間} / \text{日} \times 31 \text{ 日} \\ = \text{EUR } 16,740$$

発電事業者は、Phelixベース月間先物の相場が、期日までEUR 30MWhを上回らない限り、プレミアムで得たEUR 16・740を利益として掌中にすることができ。すなわち、この場合には、オプションは権利行使を受けず、また、発電事業者は発電設備を稼働させて、スポット市場で売電することにより収入を得ることができる。

Phelixベース月間先物の相場が、EUR 30MWhを上回った場合には、オプションは権利行使を受けてこの発電事業者は、Phelixベース月間先物のショートポジションを持つこととなる。しかし、この発電事業者は、先物の価格がたとえEUR 30MWhを上回った場合でも、プレミアム収入の範囲内でこれをカバーすることができる。(図表22)

図表21 オプションのペイオフ・ダイアグラム



(出所) 筆者作成

図表22 コールがOTMのケースとITMのケースの比較表

	取引日	プレミアム (1単位)	プレミアム 収入	先物価格	損(+)益(-)
コールの権利行使日に OTM (out-of-the-money) の場合	201X. 2. 8	€0.950		€25.50	
	201X. 2. 9	€0.900	€16,740	€25.00	+€16,740
	201X. 2.10	€0.870		€24.50	
				
	201X. 4.27	€0.001		€28.00	
				
コールの権利行使日に ITM (in-the-money) の 場合	201X. 4.30	発電事業者はスポット市場で電力を売却。			
	201X. 2. 8	€0.950		€25.50	
	201X. 2. 9	€0.900	€16,740	€25.00	+€16,740
	201X. 2.10	€0.870		€24.50	
				
	201X. 4.27	€3.001		€33.00	-€55,800
	コールの権利行使により€30で先物のショートポジションに移行。				
				
	201X. 4.30	€30.90の価格で25MWを売却実行。			

(出所) EEX "EEX Product Brochure : Power" p.17をもとに筆者作成。

③フランス電力先物

フランス電力先物の原資産の価格は、フランス市場のEPEXの平均スポット価格である。

先物の期日は、当該週、その次の4週間、当月、その次の6ヶ月、その次の7四半期、その次の6年である。

最小価格単位は、 $0.01\text{€}/\text{MWh}$ である。

決済は、現金決済か現物決済で、年と四半期は、短い期間の先物に受け継がれるカスケード方式が採用されている。月、週については現金決済される。

④イタリア電力先物

EEXでは、2014年4月からOTCで行われたイタリア電力先渡しを標準化して先物として上場している。

先物の期日は、当該週、その次の4週間、当月、その次の6ヶ月、その次の7四半期、その次の6年である。

取引単位は、 1MW である。

最小価格単位は、 $0.01\text{€}/\text{MWh}$ である。

決済は、すべて現金決済で、年と四半期は、短い期間の先物に受け継がれるカスケード方式が採用されている。

⑤オランダ電力先物、ベルギー電力先物

EEXでは、イタリア電力先渡しと同様、2014年4月からOTCで行われたイタリア電力先渡しを標準化して上場している。オランダ電力先物、ベルギー電力先物の双方とも、仕様は同一となっている。

すなわち、先物の期日は、当該月、その次の6ヶ月、その次の7四半期、その次の6年である。

取引単位は、 1MW である。

最小価格単位は、 $0.01\text{€}/\text{MWh}$ である。

決済は、現物決済が採用されている。

(2) グリーン電力とグリーン証書

①GGO

EEX Power Derivatives^{††} GGO (Guarantees of Origin) を上場、

取引している。GGOは、当該電力が再生エネルギーとしての電力であることを示す証書である。したがって、GGOに電力の現物が随伴しているわけではない。²⁶⁾ EEX Power Derivativesで取引可能なGGOは、EUガイドライン(2009/28/EC)により、関係国または公認の機関により発行されたものに限定される。

2013年中のGGOの取引は、466,000となっている。

GGOで、次の内容が証明される。

1. 発電に使われたエネルギーの種類とテクノロジ
 2. 発電設備の場所とその規模、発電設備の稼働開始時期
 3. 発電設備が何らかの助成を得ているか、得ていればその内容
- GGOが、正当なものであれば、清算機関であるECCにより担保適格として扱われる。

②GGOの取引目的

GGOは、デイスクリージャーと透明性を目的とするもので、電力が使用されれば消滅する。また、発電後12ヶ月で自動的に失効する。

EUガイドライン(2009/28/EC)によると、EU加盟国はGGOに関するレジストリを創ることが必要とされている。欧州のGGOは、取引可能な証書であり、いかなるEU加盟国とノルウェー、スウェーデンもGGOでEUガイドラインの内容を実行することが可能である。欧州全体でのGGOの取引高は、年間約250百万証書にのぼっている。北欧地域、特にノルウェーとフィンランドがGGOの主要な売り手で、中央ヨーロッパ、特にドイツが最大の買い手となっている。²⁶⁾

EEX Power Derivativesは、GGOを上場、取引することにより、グリーン電力の透明性を高めることに資するとしている。

③取引対象

取引対象となるGGOは次の3種類である。

ノーディック水力発電GGO²⁷⁾

デンマーク、フィンランド、ノルウェー、スウェーデンのスカンジナビ

ア諸国からの水力発電を対象とするGGO

アルプス水力発電GGO²⁸⁾

ドイツ、オーストリア、スイスのアルプス地方からの水力発電を対象と

するGoo

北西欧州風力発電Goo

ベルギー、デンマーク、ドイツ、オランダの北西欧州からの風力発電を対象とするGoo

④ Gooの仕様と決済

最小取引単位は、1,000 MWh、1,000 Gooである。

最小価格単位は、0・001 €/MWhである。したがって、1取引単位は、1・00 €となる。

限月は、3月限と12月限で3年先まで取引可能である。

取引時間は、毎週木曜日の1・00～4・00で、取引手法は、ザラバで行われる。

決済は、現物決済となる。引渡しとなるGooは、発電の11ヶ月以内の電力を対象とするものでなければならない。

(3) マーケットメーカー制度

EEEX Power Derivativesでは、市場流動性を厚くするためにマーケットメーカー制度を導入している。マーケットメーカーは、主要な電気事業者のディーラー部門を担う会社が担当している。マーケットメーカーは、その義務の履行状況により取引所から適宜、報酬を受け取ることができる。

現在、EEEX先物で4社、フランス先物で2社、イタリア先物で2社（重複あり）がマーケットメーカーとなっている。

(4) 清算、決済

① CCPと証拠金、値洗い

EEEXのデリバティブ取引は、すべて後述のECCがカウンターパーティとなり取引当事者の信用リスクを担うCCP (Central Counter-Party) の機能を果たす。そして、ECCにより清算・決済が行われる。また、ECCはOTCで行われたデリバティブ取引に対しても清算・決済サービスを提供している。

取引当事者が持つ建玉はECCにより毎日値洗いされる。したがって、最終決済の受払は前日の先物の価格と最終決済日当日の価格との差となる。市場参加者は、ECCに証拠金の預託をしなければならない。また、日々

の値洗いによる差損益は、市場参加者の証拠金勘定に預入、または証拠金勘定から引出しされる。そして、市場参加者の証拠金が一定水準を下回った場合には、ECCに追加証拠金を預入することになる。

また、電力相場が大きな変動を被った時には、ECCは場が引けることを待つことなく、日中に市場参加者から証拠金を徴求する緊急証拠金制度が導入されている。

② 決済

EEEXの電力先物の決済は、基本的に差金決済で行われる。

(月単位の決済)

月単位での取引は現金決済となる。これに用いられる決済価格は、最終決済価格と呼ばれ、PhelixベースまたはPhelixピークの限月（月次）の日々の加重平均価格（算術平均）が使われる。

また、市場参加者はスポット取引のポジションと月単位の先物ポジションを組み合わせて一括決済することが可能である。

(長期の先物の決済)

長期の先物についてはカスケードと呼ばれる決済方法が取られている。カスケードは、四半期物や1年物の先物は、取引の最終日にそれよりも短期間の先物ポジションに置換される決済方法である。たとえば、1年物の先物は受渡し期間初日の2ヶ前に月、2月、3月、及び第2四半期第3四半期第4四半期の先物に分割されることとなる。こうした決済方法はノルドプールでも採用されている。

そして、最終的な決済は取引期間最終日となる。

また、先物の現金決済に合わせてスポットで現物を取引する形で、先物と現物を組み合わせて取引することにより、実質的に先物を現物決済にすることができると言える。

5. APX

APXは、欧州の電力のスポット取引所グループである。APXグループ傘下の取引所とTSOは、オランダを拠点とするAPX Power NL、イ

ギリスを拠点とするAPX Power UK、それにベルギーを拠点とするBellexがある。このうち、BellexはAPXの100%子会社である。

APXグループ傘下の取引所の市場参加者は、15カ国、150会員にのぼっている。

APXの出資者は、オランダのTSOのオーナーであるTenneT Holding BVが70・84%で、あとは、ベルギーのTSOのオーナーであるElia NVが29・16%により構成される。

APXの本拠地は、アムステルダムであり、その他ブラッセル、ロンドン、ノッティングハムにオフィスを持つ。

(1) APX Power NL

APX Power NLの会員は、発電業者、配電業者、大口の消費者、最終需要者となる企業、ブローカー、トレーダーから構成される。

APX Power NLでは、1日前市場と当日市場が開設されている。

① 1日前市場 (Day-Ahead Market)

1日前市場は、翌日の電力受渡しの取引で24時間の時間刻みの取引 (Spot Limit Orders) と何時間を連続させた取引 (Spot Block Orders) が可能である。このうち、ブロックオーダーは、すべての時間について取引が成立しなければすべてキャンセルされ、ブロックオーダーのうちの一部の時間だけ取引が成立することはない (All-or-Noneの注文となる)。また、ブロックオーダーは、連続した時間ごとの取引量が一律ではなく時間ごと異なる取引量にする Profiled Block Ordersも可能である。

1日前市場では、板寄せで取引が行われる。

② 当日市場 (Intraday Market)

当日市場は、電力受渡しの5分前まで取引ができる市場である。当日市場も1日前市場同様、時間刻みの取引とブロック取引が可能である。

当日市場は、2011年にベルギーのBellexの当日市場と、また2013年にNord Pool Spot Elbasとのリンクが構築され、クロスボーダーで当日取引を行うことができる。

当日市場では、ザラバで取引が行われる。

③ 商品仕様と清算・決済

最小取引単位は、0・1 MW (100 kW)、最小呼び値の単位は、0・01ユーロ/MWhである。

決済は、現物の受渡しでオランダのハブにおける現物の受渡しで行われる。また、清算・決済は、CCPの機能を持つAPXが行い、会員はAPXに対して現金または信用状を担保として差し入れることが義務付けられている。

④ APX指数

APXは、市場参加者の取引の参考資料として、APX指数を公表している。APX指数は、ベースロード (全時間帯)、ピークロード (8:00~20:00)、オフピークロード (20:00~8:00) の3種類である。

1日前市場では、12:00に入札の締め切りが行われ、12:42に暫定的な結果が、また12:55に最終結果が出る。そして、APX指数は12:42~13:05の間に公表される。(図表23)

(2) APX Power UK

APX-UKは、2001年に設立されたイギリスの電力現物取引所である。APX-UKの前身は、2000年設立のUKPXであるが、これがオランダのAPXグループに買収された。

英国の電力取引制度は、幾度もの変遷を経て今日に至っている。これを概観すると、まず1990年、英国に電力プールが創設された。これは、イングランドとウェールズをカバーするマーケットである。

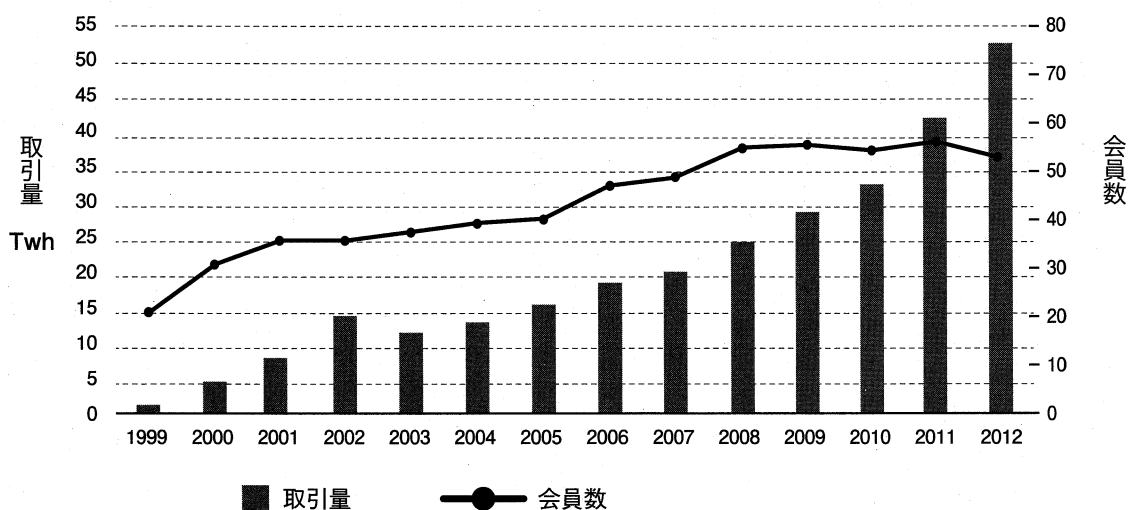
取引は、電力の売り手が翌日の30分ごとの電力における数量と価格を入札する前日マーケットであり、参加は強制とされた。

そして、単一の購入者である系統運用者が入札を受け付けることとなる。一方、電力の買い手はビッドすることなく、電力プールが購入した価格 (Pool Purchase Price, PPP) に予備の供給電力に対する支払を加算した価格を支払うことになる。

英国の電力マーケットでは、電力プール取引のほかにCFD (Contracts For Differences) 取引が行われていた。

CFDは、株価指数等を対象に行われる差金決済取引で、証拠金取引とも呼ばれる。具体的には、先物は限月での決済となるが、CFDは、毎取

図表23 APX Power NLの取引量と会員数の推移 (1999～2012)



(出所) APX Power NLの資料をもとに筆者作成。

引日を最終取引日とする限日取引であり、毎取引日に反対売買されなかった取引は、自動的によく取引日にロールオーバーされることになる。

英国の電力マーケットのCFDは、電力販売業者が電力プール取引マーケットにおける価格のボラティリティをヘッジするために、実質的に電力の変動価格支払い・固定価格受取りのスワップ取引である。

その後、英国の電力プールには、電力供給の不確実性という大きな問題があることが鮮明化となった。²⁸⁾

それは、発電事業者は電力プールに入札してそれが落札した場合には、翌日の所定の時間に電力供給を行う必要があるが、これが執行されるかどうかの不確実であるという点である。こうした不確実性が増加した場合に、電力プールマーケットの価格が上昇することとなり、それが一部の市場参加者に不当な利益を与えといった事態も発生した。

こうしたことから、イングランド・ウェールズ電力プールマーケットは2001年に廃止となり、それに代わるものとして新電力取引制度(NETA)が導入され、また、英国電力取引所(UKPX)が開設された。そして、前述のとおり、UKPXはAPXグループによって買収された。APXグループは、2009年にENDEX (European Energy Derivatives Exchange) を買収、APX-ENDEXとなったが、その後、2013年になってAPX-ENDEXは電力現物部門をAPX、デリバティブ部門をENDEXに分離した。

①市場参加者

APX Power UKの会員は、発電業者、配電業者、大口の消費者、最終需要者となる企業、トレーダーから構成される。

APX Power UKの市場参加者は66社である。

②市場

APX Power UKが開設している市場は、1日前市場、スポット市場、プロンプト取引の3種類である。

i. 1日前市場 (Auction)

APX Power UKでは1日前市場をAuctionと呼んでいるが、内容は基本的に前述のAPX Power NLの1日前市場と同じである。

最小取引単位は1MWh/hで、市場参加者は1時間ごとの価格と数

量を入札する。

そして、板寄せで落札価格を決定するシングルブライズオークション方式が採用されている。

ii. スポット市場 (Spot Market)

APX Power UKは、Eurolightの名称で、期近の先渡し取引市場を提供している。この市場は、現物提供時間帯が次のように4時間、2時間、1時間、30分のブロックに分類されている。

上場商品	受渡し対象時間帯	時間	取引時間
4時間ブロック	1日6ブロック、第1ブロックは23:00に開始、第6ブロックは23:00に終了。	4	連続7日。
2時間ブロック	1日12ブロック、第1Aブロックは23:00に開始、第6Bブロックは23:00に終了。	2	現物受け渡しの49.5時間前まで。
1時間ブロック	1日24ブロック、第23ブロックは23:00に開始、第22ブロックは23:00に終了。	1	現物受け渡しの48時間前まで。
30分ブロック	1日48ブロック、第1半時間ブロックは00:00に開始、第48半時間ブロックは00:00に終了。	0.5	現物受け渡しの49.5時間前まで。

iii. ブロンプト取引

ブロンプト取引は、現物提供期間が各種設定されている先渡し取引である。

すなわち、ベース週(日～日)、ピーク週(月～金)、週末ベース(金～日)、ベース(23時～23時)、ピーク(7時～19時)、夜間(23時～7時)等、9種類の商品が提供されている。

入札開始は、商品に応じて7日間から4週間に定められている。

③ 清算・決済

基本的に上述のAPX Power NLと同様、APXがCCPの機能を担って、清算・決済を行う。(図表24)

(c) Belpex

Belpexは、ベルギーのハブを受渡し場所とする電力現物取引所である。

Belpexの会員は、発電業者、配電業者、最終需要者となる企業、トレーダー、ブローカーから構成される。

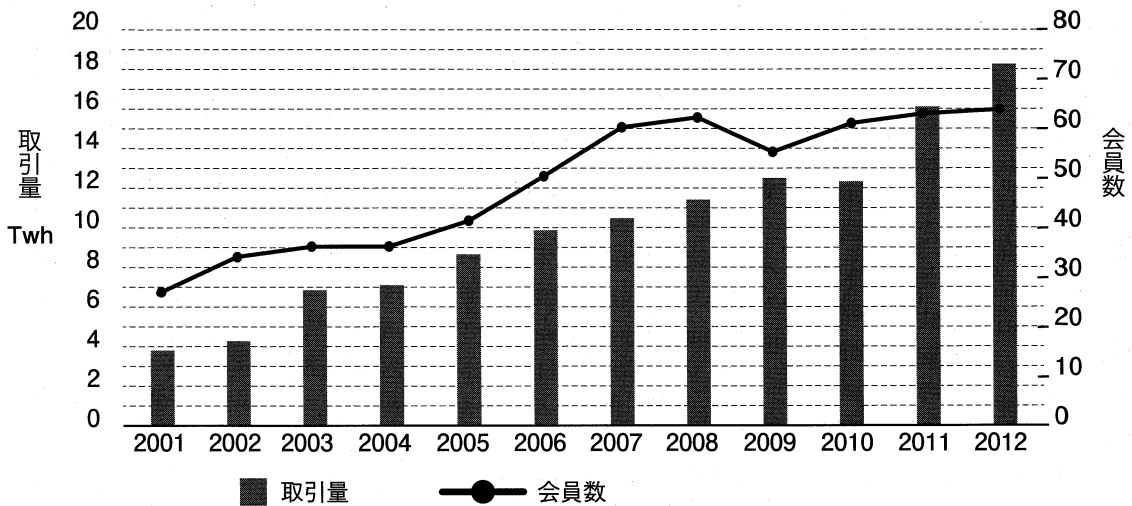
Belpexは、1日前市場と当日市場の2つの市場を開設している。

① 1日前市場

Belpexは、1日前市場をDAM (Day-Ahead Market)と呼んでいるが、内容は基本的に前述のAPX Power NLの1日前市場と同一である。

上場商品	受渡し対象時間帯	時間	取引時間
週末ベース	金23:00～日23:00	48	連続2週末
ベース	23:00～23:00	24	連続7日
ピーク	7:00～19:00	12	同上
延長ピーク	7:00～23:00	16	同上
オフピーク	23:00～7:00 +19:00～23:00	12	同上
ブロック3+4	7:00～15:00	8	同上
オーバーナイト	23:00～7:00	8	同上

図表24 APX Power UKの取引量と会員数の推移 (2001~2012)



(出所) APX Power UKの資料をもとに筆者作成。

② 当日市場

Belpexは、当日市場をC I M (Continuous intraday Market)と呼んでいるが、内容は基本的に上述のAPX Power NLの当日市場と同一である。1日前市場、当日市場の上場商品の仕様は、次のとおりである。

市場	1日前市場 (DAM)	当日市場 (CIM)
商品	1 時間ブロック	1 時間ブロック
取引時間	電力の受渡しの14営業日前から受渡し当日の12:00まで。	電力の受渡しの当日の14:00から受渡し5分前まで。
取引日	365日	365日
最小呼び値の単位	0.01€/MWh (1€セント/MWh)	0.10€/MWh (10€セント/MWh)
最小取引単位	0.1MWh	0.1MWh
取引手法	板寄せ	ザラバ

③ マーケットメーカー制度

i. マーケットメーカー制度の枠組み

Belpexでは、市場流動性を拡充するためにマーケットメーカー制度を導入している。会員がマーケットメーカーになるのは任意であり、マーケットメーカーを希望する会員はBelpexとの間で流動性供給協定 (Liquidity Provider Agreement) を締結する必要がある。

これを当日市場のマーケットメーカーの例で見ると、マーケットメーカーはあらかじめBelpexとの協定で決めた数量の売り注文か買い注文

の一方をマーケットに出す。

そして、マージンメーカーが出した注文が成約された場合には、マージンメーカーは成約分に相当する新規注文を出してあらかじめ決めた注文量を充たす必要はない。

マーケットメーカーが出す注文の値段は、可能な限り妥当な水準とする必要がある。具体的には、売り注文の場合には1日前市場の類似商品の相場の5%高か発電の限界コストの10%高の大きい方を上限とし、買い注文の場合には1日前市場の類似商品の相場の5%安か発電の限界コストの10%安の小さい方を下限とする。

なお、発電の限界コストはマーケットメーカーとBelpexとの間で合意された算式によるもので、公表されている指数をもとに算出されたものでなければならぬ。そして、マーケットメーカーが使用した算式はBelpexのウェブサイトで公表される。

マーケットメーカーの期間は、流動性供給協定締結の年末までであるが、特に問題がなければさらに1年間延長される。

Belpexは、マーケットメーカーになった会員名や、その会員との間の流動性供給協定の内容をウェブサイトで公表する。

ii. マーケットメーカーに対する報酬

Belpacは、マーケットメーカーの全体の取引量の実績にしたがって取引手数料を減額する。この具体的な詳細は、Belpacとマーケットメーカーとの間で協議のうえ決定される。(図表25)

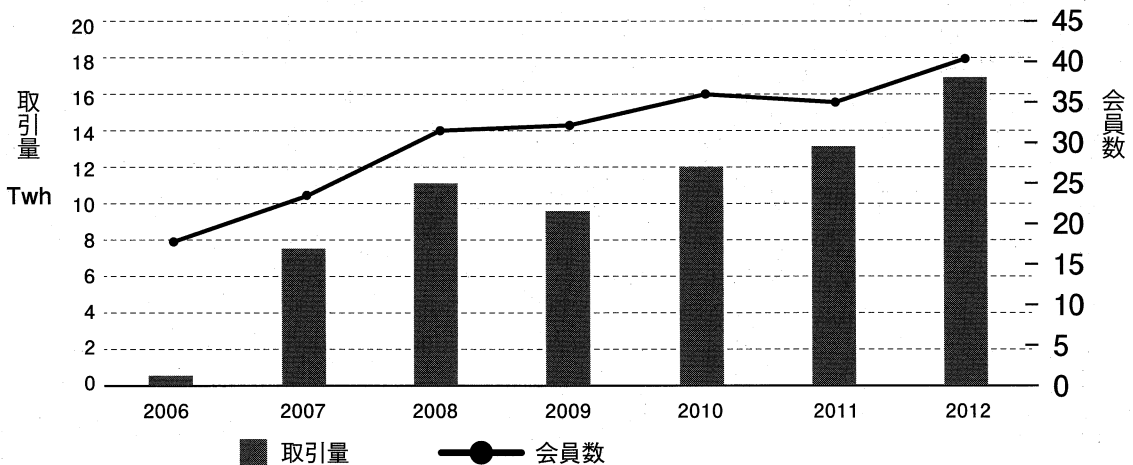
9. ICE Index

2009年、APXグループはENDEX (European Energy Derivatives Exchange) と経営統合し、APX-ENDEXとなった。

その後、2013年3月1日にAPX ENDEXは、電力スポット取引所のAPXと、天然ガスのスポットとデリバティブ、それに電力デリバティブを上場、取引するENDEXに分割された。そして、その1ヶ月後の3月27日、ENDEXは、ICEに買収され、ICE Index Derivatives B.V.に名称を変更した。

ICE Indexの資本構成は、ICE (IntercontinentalExchange) が79.12%で、後は、欧州のガス大手会社のN.V.Nederlandse Gasunieが20.88%を占める。

図表25 Belpexの取引量と会員数の推移（2006～2012）



(出所) Belpexの資料をもとに筆者作成。

88%となっている。

ICE Indexは、オランダ、ベルギー、ドイツの電力を原資産とするデリバティブを提供している。

(1) 会員

ICE Indexでデリバティブ取引を行う会員は、取引の種類や清算業務の可否等によって、2つのカテゴリーに分類される。

① 一般参加者 (General Participant)

一般参加者は、自己勘定でも顧客勘定でも取引可能である。一般参加者が清算会員である時には、自己勘定、顧客勘定、それに非清算会員の清算を行うことができる。

なお、ここで自己勘定取引は、100%子会社、関連会社、親会社の勘定の取引を含む概念である。

② 取引参加者 (Trade Participant)

取引参加者は、自己勘定で取引できるが、顧客勘定で取引はできない。取引参加者が清算会員である時には、自己勘定の清算のみを行うことができる。

また、一般参加者、取引参加者が非清算会員である時には、清算会員である一般参加者との間で清算委託契約を締結する必要がある。

(2) 上場商品

ICE Indexでは、先物は、オランダ電力先物、ベルギー電力先物、ドイツ電力先物、また、オプションは、ドイツ電力オプションが上場されている。

① オランダ電力先物

オランダ電力先物は、ベースロード先物、同先物（週間）、ピークロード先物の3商品が上場されている。

ベースロード先物 (Dutch Power Baseload Futures):

オランダの送電高圧線における現物の電力受渡しを内容とする先物である。受渡しは月初日から月末日まで、CET（中央ヨーロッパ時間）で00:00～24:00の24時間の毎時間、同量の電力を対象とする。

限月は、原則として、最大59連続月、または最大9連続四半期、または最大4連続年とする。四半期は、1～3、4～6、7～9、10～12月とし、年は、1～12月とする。この月、四半期、年の限月は同時並行して上場される。

取引の清算、決済はCCP (Central Counterparty) の機能を有するICE Clear Europeanにより行われる。

取引時間は、月一金のCET 8:00～18:00とされている。

取引は、ザラバで行われる。

取引手法として、先物のほかにETF (Exchange for Physical) やETF (Exchange for Swap)、ブロック取引が可能である。

最小取引単位は1MWであり、したがって、1単位は、1MW×対象期間（月、四半期、年）の日数×24時間となる。

価格の刻み幅は、1ユーロセント（€0.01/MWh）である。決済は、電力の現物の受渡しにより行う。

ベースロード先物（週間）(Dutch Power Baseload Futures (Week)):

上述のベースロード先物と比べて異なる点は、限月が、直近の4週間となっていることである。1週間は、月7日の7連続日である。これにより、1単位は、1MW×対象日数×24時間となる。

ピークロード先物 (Dutch Power Peakload Futures):

ベースロード先物と比べて異なる点は、受渡しは月初日から月末日まで、CET（中央ヨーロッパ時間）で8:00～20:00の毎時間、同量の電力を対象とする点である。

これにより、1単位は、1MW×対象期間（月、四半期、年）の平日（月、四半期、年）×12時間となる。

② ベルギー電力先物

ベルギー電力先物は、ベースロード先物 (Belgian Power Baseload Futures) が上場されている。この先物は、ベルギーの送電高圧線における現物の電力受渡しを内容とする。受渡しは月初日から月末日まで、CET（中央ヨーロッパ時間）で00:00～24:00の24時間の毎時間、同量の電力を対象とする。

限月は、原則として、最大47連続月、または最大5連続四半期、または最大3連続年とする。四半期は、1～3、4～6、7～9、10～12月とし、年は、1～12月とする。この月、四半期、年の限月は同時並行して上場される。取引の清算、決済はCCP (Central Counterparty) の機能を有する ICE Clear Europeanにより行われる。

取引時間は、月～金の CET 8:00～18:00とされている。

取引は、ザラバで行われる。

取引手法として、先物のほかにETF (Exchange for Physical) やETF (Exchange for Swap)、ブロック取引が可能である。

最小取引単位は1MWであり、したがって、1単位は、1MW×対象期間(月、四半期、年)の日数×24時間となる。

価格の刻み幅は、1ユーロセント(€0.01/MWh)である。

決済は、電力の現物の受渡しにより行う。

また、マーケットメーカー制度があり、一定のスプレッドの範囲内で売り注文と買い注文の双方をマーケットに出して流動性を供給している。

③ドイツ電力デリバティブ

ドイツ電力デリバティブは、ドイツ電力先物とドイツ電力オプションが上場されている。

ベースロード先物 (German Power Base Load Futures):

ICE Clear EuropeがBRP (Balance Responsibility Party) となっている地域の系統運用機関(TSO)で取引当事者が指定したTSOの送電高圧線における現物の電力受渡しを内容とする先物である。受渡しは月初日から月末日まで、CET (中央ヨーロッパ時間) で00:00～24:00の24時間の毎時間、同量の電力を対象とする。

限月は、原則として、最大59連続月、または最大9連続四半期、または最大4連続年とする。四半期は、1～3、4～6、7～9、10～12月とし、年は、1～12月とする。この月、四半期、年の限月は同時並行して上場される。

取引の清算、決済はCCP (Central Counterparty) の機能を有する ICE Clear Europeanにより行われる。

取引時間は、月～金の CET 8:00～18:00とされている。取引は、ザラバで行われる。

取引手法として、先物のほかにETF (Exchange for Physical) やETF (Exchange for Swap)、ブロック取引が可能である。

最小取引単位は1MWであり、したがって、1単位は、1MW×対象期間(月、四半期、年)の日数×24時間となる。

価格の刻み幅は、1ユーロセント(€0.01/MWh)である。

決済は、電力の現物の受渡しにより行う。

ピークロード先物 (German Power Peak Load Futures):

前述のベースロード先物との相違点のみを、ICE Clear EuropeがBRP (Balance Responsibility Party) となっている地域のTSO (系統運用機関) で取引当事者が指定したTSOの送電高圧線における現物の電力受渡しを内容とする先物である。受渡しは月初日から月末日まで、CET (中央ヨーロッパ時間) で8:00～20:00の毎時間、同量の電力を対象とする。

限月、取引の清算、取引時間、取引手法は、ベースロード先物と同じである。

最小取引単位は1MWであり、したがって、1単位は、1MW×対象期間(月、四半期、年)の日数×12時間となる。

また、価格の刻み幅、決済は、ベースロード先物と同じである。

ドイツベースロードオプション (German Power Base Load Options):

ドイツベースロード先物を原資産とする先物オプションである。したがって、オプションが権利行使されると先物ポジションに移行する。

オプションは、ヨーロッパアンスタイルである。

限月は、原則として、最大36連続月とする。したがって、例えば1月、2月、3月をストリップさせて第1四半期のオプションとすることもできる。

取引の清算、決済はCCP (Central Counterparty) の機能を有する ICE Clear Europeanにより行われる。

取引時間は、月～金の CET 8:00～18:00とされている。取引は、ザラバで行われる。

取引手法として、先物のほかにETF (Exchange for Physical) やETF (Exchange for Swap)、ブロック取引が可能である。

最小取引単位は1MWであり、したがって、1単位は、1MW×対象期間（月、四半期、年）の日数×24時間となる。

価格の刻み幅は、1ユーロセント（€0.01/MWh）である。
プレミアムは、オプション取引時に支払われる。

(3) 市場参加者

ICE Enderxの市場参加者は、実需筋のヘッジャー、トレーダー、ブローカー、FCM、リスクマネジャー、ポートフォリオマネジャー等である。

① 実需筋のヘッジャー

大口の電力消費者である商業施設、交通関連等の公共機関、商工業品のメーカーが、電力価格のヘッジを目的に取引を行っている。

② トレーダー

トレーダーは、取引所の価格発見機能を活用して、電力のスポット取引と共にデリバティブ取引を活発に行っている。

③ ブローカー、FCM

ブローカーやFCM (Futures Commission Merchant) は、発電事業者や最終需要者との間に立って、顧客のニーズにマッチする形で電力デリバティブ取引を行っている。

④ リスクマネジャー、ポートフォリオマネジャー

リスクマネジャーやポートフォリオマネジャーは、ICE ENDEXによるリアルタイムでのマーケット情報をもとに自己のポジションをモニターしながら、電力デリバティブ取引することにより、リスク管理の向上を通じて最適ポートフォリオの構築を指向している。

(4) 決済

決済は現物決済で行われ、ECC (European Commodity Clearing、欧州商品決済機構) により清算が行われる。なお、ECCは、パリのPower nextやライプチヒのEEE (European Energy Exchange) の清算業務も行っている。

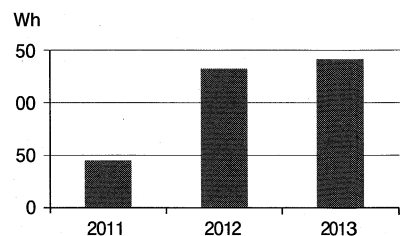
7. N2EX

N2EXは、2010年、Nord Pool SpotとNord Poolのデリバティブ取引を引き継いだNASDAQ OMX Commoditiesが共同でイギリスに設立した電力現物取引所である。なお、「N2」の名称には、Nord PoolのNとNASDAQのNの2つの合体という意味合いが込められている。

2011年、N2EXはスポット市場等を開設して取引を開始した。N2EXは、現物の参照価格を形成するマーケットとして先物取引等に活用されている。²⁹⁾

(図表26)

図表26 N2EXの取引量推移



(出所) Nord Pool Spot “Nord Pool Spot Europe’s Leading Power Markets” p.13

(1) 市場参加者

N2EXの市場参加者は、約40社である。³⁰⁾
市場参加者は、次の3種類に分かれる。

① 直接参加者 (direct participant) :

自己勘定で取引、清算を行う。

② 取引・清算代理人 (trading and clearing representative) :

自己勘定で取引、清算を行うほか、顧客のために取引、清算を行う。

③ 清算顧客 (clearing customer) :

取引・清算代理人との間で契約を締結して取引、清算を委託する。

(2) 上場商品

N2EXの現物決済の上場商品は、スポット取引、プロンプト取引、翌日物取引の3種類である。

① スポット取引

スポット取引 (spot (or intraday) market) は、現物提供時間帯が各種設定されている現物取引である。

すなわち、30分、1時間、2時間ブロック、4時間ブロック、オーバーナイト、ブロック3+4、ピーク、オフピーク、延長ピーク・ベースの商品が提供されている。

取引は、毎日00:05~23:50の時間帯においてザラバ (continuous market) で行われる。

最小取引単位 (volume tick) は1 MW、最小価格変動幅 (price tick) は0・01英ポンド/MWhである。

② プロンプト取引

プロンプト取引 (prompt market) は、現物提供期間が各種設定されている先渡し取引である。

すなわち、4時間ブロック、オーバーナイト、ブロック3+4、ピーク、オフピーク、延長ピーク・ベース、週末と週間ピーク・ベースの商品が提供されている。

取引は、月々金の7:00~19:00の時間帯においてザラバで行われる。先渡し期間は、48時間から7日までの間である。

スポット取引とプロンプト取引のオーバーラップを避けるために、現物引渡しの2日前の金曜日の19時にプロンプト取引はスポット取引に移行される。

最小取引単位は1 MW、最小価格変動幅は0・01英ポンド/MWhである。

③ 翌日物取引

翌日物取引 (一日前取引、day-ahead auction) は、市場参加者が翌日の電力の受渡しニーズに応じるために行う取引である。翌日物取引では、翌日の24時間の時間ごとの取引として行われる。

最小取引単位は0・1 MW、最小価格変動幅は0・001ポンド/MWhである。

市場参加者は1時間ごとの価格と数量を入力する。そして、板寄せで落札価格を決定するシングルプライスオークション方式が採用されている。

式が採用されている。

N2EXの最近の取引量をみると、2013・8~2014・7の1年間で、翌日物取引が142,952 GWh、プロンプト取引が648 GWhと、翌日物の取引量が全体の99・9%を占めている。^{③)}

(3) 注文方法

スポット取引とプロンプト取引では、市場参加者は、多くの注文方法が選択することが可能である。

・ Good until expiry

注文が一部でも出合えば執行されるが、残った注文は、期日まで有効である。

・ Rest of Day

注文が一部でも出合えば執行されるが、残った注文は、注文されたセッションが終わるまで有効である。

・ Timed Order

注文が一部でも出合えば執行されるが、残った注文は、注文されたセッションの一定のタイミングまで有効である。

・ Fill and Kill

注文が一部でも出合えば執行されるが、残った注文は即座にキャンセルされる。

・ Fill or Kill

注文が全部執行されなければ、すべての注文がキャンセルされる。

・ Iceberg

トレイダーは、自分が出した注文の全量を他の市場参加者に明らかにせずその一部だけを示すことが許容される。これにより、マーケットインパクトを抑えることができる。

(4) N2EXの指数

N2EXは、現物マーケットでの取引を指数化してこれをマーケットに提供している。このN2EX指数は、先物マーケットの参照価格として活用される。

こうした指数には、プロンプトマーケットからのVWAP (Volume Weighted Average Price) 指数、翌日物マーケットからの算術平均指数、

スパークスブレード等がある。

このうち、スパークスブレードは、翌日物取引のベースロード価格とト
リーダーが提供するガス価格をもとに計算される。

8. ECC

(1) 取引所のCCP機能

先物取引所で行われるすべての取引は、2取引当事者の間に取引所の中
にある清算機関、または取引所から清算業務を委託された清算機関が介入
する。そして、この清算機関がすべての取引の相手方となり、一手に信用
リスクを担う機能を果たす。このように取引所の清算機関は、双方の取引
当事者の間の中心に立つて各々の取引当事者のカウンターパーティとなる
ことから、この機能をセントラル・カウンターパーティ (Central Count
er party: CCP) と呼んでいる。

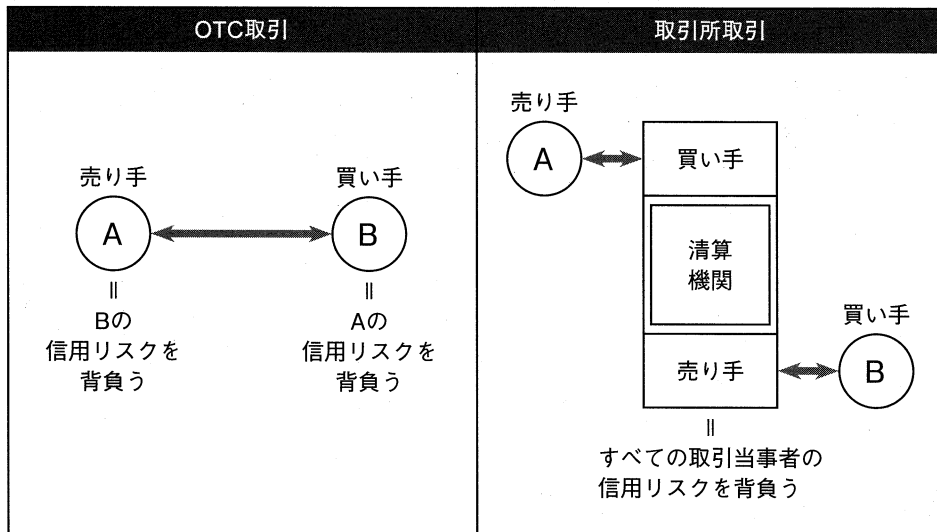
なお、取引所の清算業務は、取引所の中に清算部門を設けてインハウス
で行われる場合と、取引所が清算業務専門の別会社を設置してそこにアウ
トソーシングされるケースがある。

これに対して、OTCで行われる相対取引では取引所が間に介在するこ
とはなく取引当事者は取引の相手方が持つ信用リスクを直接に背負うこと
になる。したがって、取引にあたって相手方が確かに売買の実行をしてく
れるかどうか、相手方の信用状態が良好であるかどうかを慎重に検討、確
認する必要がある。

清算機関が持つセントラル・カウンターパーティの機能が具体的にどの
ような形で発揮されるかをみると、いま、取引所取引で市場参加者Aの売
り注文と市場参加者Bの買い注文との間に出合いがついたとする。しかし、
それはAとBとの間の先物取引となるのではなく、出合いがついた瞬間に
この取引は「Aの売り」と清算機関の買い」と、「Bの買い」と清算機関の売り」と
いう2つの先物取引に置換される (図表27)。

このように、取引所取引においては、AとBの間に清算機関がセントラ
ル・カウンターパーティとして入る形で、清算機関が各々の取引の相手方
の信用リスクを肩代わりすることになる。この結果、取引所取引の市場参
加者は、OTC取引のように相手方の信用状態を気にする必要はなく、安
心して取引をすることができる。

図表27 OTC取引と取引所取引の相違点



(出所) 筆者作成

清算機関がすべての取引のカウンターパーティとなる集中決済システムでは、清算機関が最後の砦としてのセーフティネットの機能を果たすことから、信用リスクのドミノ現象が発生してシステムックリスクにつながる事態を回避することが可能となる。

この取引所の集中決済システムは、1848年にシカゴ商品取引所（Chicago Board of Trade, C.B.O.T.）が創設された直後に導入されたもので、その後、この枠組みは、取引の清算システムのグローバルスタンダードとなった。

なお、卸電力取引所の先渡市場取引では、預託金制度を導入することにより取引当事者のカウンターパーティリスクを事実上回避する施策を取っている。しかしながら、今後、電力市場のさまざまな改革の中で市場参加者が増加して取引が活発化する状況下では、前述のような取引所が持つCCP機能を卸電力取引所にも導入して、セーフティネットを拡充することが必要となると考えられる。³²⁾

（2）清算機関のリスク管理

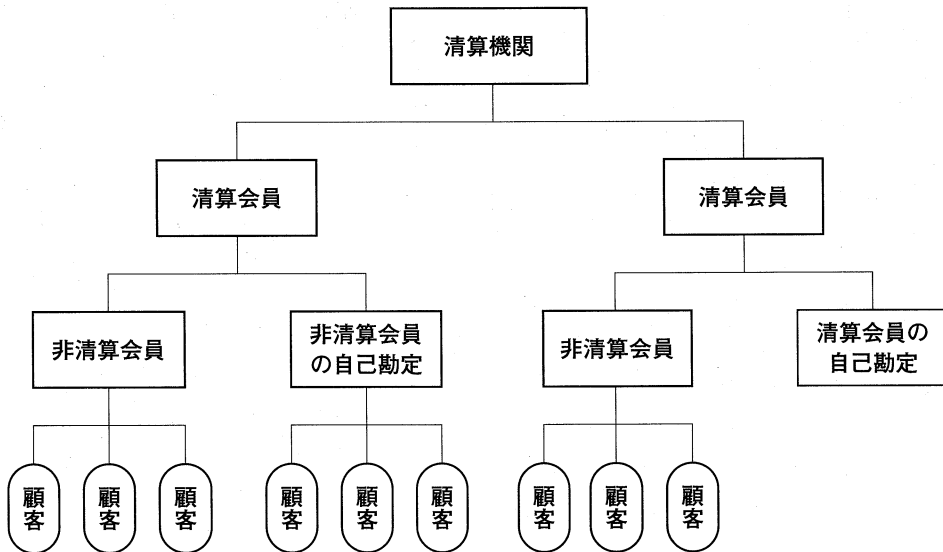
取引所取引では、いざ取引当事者が破綻したような場合には、CCPの機能を担う清算機関が直接、損失を被るリスクを抱えることになる。それだけに、このCCP機能が円滑に働くためには、信用リスクを引き受けることとなる清算機関自体のリスク管理が強固なものであることが重要となる。

先物取引所においては、市場参加する会員は清算会員と非清算会員に区分され、清算機関の取引の相手方となる取引当事者は清算会員に限定される。すなわち、取引所で売買注文を出すことは清算会員も非清算会員も可能であるが、非清算会員の注文が成約した瞬間、その取引は当該非清算会員が事前に清算業務委託をしている清算会員の取引に置換されることになり、清算機関とその清算会員との間で取引が成立する。

一方、清算会員が自己勘定で出した注文は、清算機関と清算会員との間で取引が成立することになる。このように、清算会員は執行した取引と建玉のすべてについて契約履行の責任を負うことになる（図表28）。

この結果、清算機関の取引相手は必ず清算会員となり、清算機関が担う信用リスクは、あくまでも清算会員の信用リスクとなる。したがって、清算会員になるためには非清算会員よりも厳しい財務基盤を有していると

図表28 清算機関と清算会員



（出所）筆者作成

いった条件が必要とされていて、これにより清算機関が担う信用リスクが過大なものとなることが回避されている。

(3) OTC清算機関

サブプライム危機の際、CDS (Credit Default Swap) 取引が大きな問題となり、これを契機として、以上のような機能を持つ取引所の清算部門をOTC取引の清算にも活用して、OTC取引の信用リスク管理を強化するとともに、OTC取引の透明性を高める目的で、主要取引所はOTC取引の清算サービスを開始している。

このように、取引所の清算機能をOTC取引にも適用する方策は、シカゴ商業取引所が逸早く取り上げて、これをさまざまなOTC取引に適用している。

2002年、シカゴ商業取引所はクリアポート (ClearPort) の名称でOTC取引の清算業務の窓口を創設した。これにより、OTC取引当事者は、クリアポートを通してシカゴ商業取引所の清算機関のサービスの提供を受けることができるようになった。

具体的には、クリアポートを通して清算機関に入ってきたOTC取引について、清算機関がOTC取引のセントラルカウンターパーティになることによって、OTC取引の当事者の信用リスクを肩代わりするほか、OTCで行われた取引にも取引所で行われた取引と同様に、値洗いや証拠金制度等といった決済履行を確実にする諸制度が適用される。

また、このほかにもNYSEユーロネクストの傘下にあるライフや、ICE (インターコンチネンタル取引所) 等で、取引所が持つ清算機関がCDSにCCP機能を提供するか、取引所が別途、CDSの清算業務を行う清算会社を設立して取引当事者の信用リスクを引き受けて、証拠金の支払い、値洗いも取引所と同様に行うケースが出現している。

一方、日本では、2010年の金融商品取引法の一部改正により、2012年11月までに一定の条件を満たすOTCデリバティブ取引について国内清算機関に利用が義務付けられた。そして、2011年7月から日本証券クリアリング機構がCDS取引の清算業務を開始している。日本証券クリアリング機構は、今後、CDS取引以外のOTCデリバティブの清算業務にも拡大していく方針である。

(4) ECCCの機能

① ECCCの清算業務

ECC (European Commodity Clearing AG) は、EEX (欧州エネルギー取引所) の100%子会社として2006年に創設された欧州のエネルギー等のコモディティの清算会社である。現在では、ECCCは、EEXが98.5%、Powernextが1.5%の出資をしている形となっている。

ECCCは、EEX、EPEX SPOT、Powernext等で執行された取引の清算業務を行っている。

取引の種類は、電力、G00 (Guarantees of Origin)、天然ガス、排出権、石炭、パルプ等である。このうち、電力については、一日前取引、当日取引、現物決済の先物、G00 (Guarantees of Option) の清算業務を行う。(図表29)

② 取引の安全性の確保

ECCCは、取引のカウンターパーティとなって市場参加者の信用リスクを肩代わりするCCPの機能を果たす。

具体的には、市場参加者間で取引が執行されると、即座にECCCが売り手、買い手双方の取引のカウンターパーティに代替する (novation)。

ECCCが清算業務を行う主体は、清算会員に限定される。現在、清算会員は、一般会員 (非清算会員) とECCCとの間の仲介役を果たすことになる。したがって、ECCCの清算会員となるためには厳格な財務要件等をクリアする必要がある。(図表30)

ECCCは、清算会員の建玉を毎日値洗いし、毎日値洗い差金をネットベースで決済する。これにより、ポジションに含み損が累増することを回避することができる。

また、日中にマーケットのボラティリティが以上に高まった場合には、日中に値洗いを実行する。そして、必要な場合には清算会員から追加証拠金を徴収したり、取引を一時中断する措置をとる。

ECCCは、CCP機能を果たすために、市場参加者に証拠金の預託を義務付ける。市場参加者のデフォルトで証拠金での清算が完全にできないときには、清算会員がECCCに預託している清算基金により補填することになる。

図表30 ECCの清算会員、一般会員数

清算会員	21 (ABN-AMRO, BOA) メリルリンチ、 パークレーズ、 BNPパリバ、 シテイ、 ドイツ銀行、 モルガンスタンレー JPモルガン等
一般会員	361

(出所) ECC資料をもとに筆者作成。

図表29 ECCが清算業務を行っている取引所、清算対象となる
スポット、先物、オプション

ECCのパートナーの7取引所	コモディティ
EEX	電力先物 電力オプション GoO (Guarantees of Origin) 天然ガススポット 天然ガス先物 排気権スポット 排気権先物 石炭先物
Powernext	天然ガススポット 天然ガス先物
NOREXECO	パルプ先物 再生紙先物
CEGH	天然ガススポット 天然ガス先物
EPEXSPOT	電力スポット
Power Exchange Central Europe	電力先物 天然ガス先物
Hungarian Power Exchange	電力スポット 電力先物

(出所) ECC資料をもとに筆者作成。

図表31 スポット市場における決済

	2011年	2012年
電力 (GWh)	312,805	345,287
天然ガス (GWh)	56,517	81,714
排気権 (tCO2)	25,639,728	111,243,500

(出所) ECC資料をもとに筆者作成。

図表32 デリバティブ市場における決済

	2011年	2012年
電力 (GWh)	1,115,100	996,485
天然ガス (GWh)	470,015	447,246
排気権 (tCO2)	81,048,000	143,391,000
石炭 (t)	420,000	0

(出所) ECC資料をもとに筆者作成。

・ECCは、クロスコモディティ・マージンシステムを採用している。これにより、いくつかの取引所でまたがって取引している会員は、証拠金の預託額の削減等、清算業務の効率化を図ることができる。

③ECCの実績
ECCの清算業務の実績をみると、図表31、32のようになっている。

第3章 米国の電力取引所
米国の卸電力のスポット市場は、相対取引によるマーケットと、ISO-RTOと呼ばれる系統運用機関により運営されるマーケットに二分される。

このうち、相対取引によるマーケットは、電力供給事業者間での直接交渉で取引が行われ、個々の送電線所有者主体を通じて配電が計画されるマーケットである。

これに対するマーケットは、ISO-RTOが運営するマーケットである。ISO (Independent System Operator) は、電力会社から送電網の運用・管理を分離（所有権は電力会社が引き続き保有）して、その業務を担う独立系統運用機関である。ISOは、系統運用の効率化向上と中立性

の拡充を目的として設立されたものである。

そして、ISOをさらに広域化したものがRTO (Regional Transmission Organization) であり、地域送電機関と呼ばれる。

RTOの形成は、いわゆるパンケーキ問題 (pancaking problem) の解消を図る目的を持っている。電力会社が供給区域をまたがってネットワーク間で電力供給を行う場合には、振替供給料金と呼ばれる手数料がかかる。したがって、発電所から遠隔地の需要地に送電する場合には、複数の区域をまたがっての電力供給となり、振替供給料金が重ねて徴収される。これを枚数を重ねたパンケーキになぞらえてパンケーキ問題と呼んでいる。

日本では、全国規模の電力流通の促進等を目的として2005年に振替供給料金は廃止され、すでにパンケーキ問題は、解消されている。この結果、電力の供給区域内外の取引如何にかかわらず、各供給区域における系統利用料金が一本化されている。

ISO・RTOが採用されている州は、カリフォルニア、テキサス、マサチューセッツ、ニューヨーク等であり、ISO・RTOがカバーするこうした州において米国の電力の3分の2が消費されている。

以下では、ISO・RTOを代表するPJMを中心に検討することとしたい。

1. PJM

(1) PJMの発展経緯

PJMは、1927年にペンシルバニア、ニュージャージー、メリーランドの3電力会社により相互の電力源の利用による効率性向上を目的に設立された。PJMはこの3州の名前の頭文字から取ったものである。その後、さらにデラウェア州、イリノイ州、インディアナ州、ケンタッキー州、バージニア州、ワシントンDC等の電力会社がこれに加わり、1968年にコンピュータにより送電管理を総合的に行うシステムを構築した。そして、1993年、PJMは、電力プールの管理するために独立・中立の機関として稼働することとなった。

1997年、PJMは、入札による電力売買市場を開設、同年に連邦エネルギー規制機関 (the Federal Energy Regulatory Commission、FERC) より、米国で最初のISOの認可を取得した。その後、FERC

は、卸電力市場の競争を拡充させるために州をまたがる送電管理システムの設立を推進、この結果、2001年、PJMは、米国で最初のRTOとなった。さらにPJMは、今日に至るまで数多くの送電システム会社を統合している。

このように、PJMは、13州等の61百万人に上る顧客に対して電力供給を行う送電システムの管理ビジネスを行う世界最大のISO/RTOであり、また、世界最大でかつ最も流動性の厚い電力市場を開設・運営している組織である。

(2) 電力市場の種類

PJMでは、電力そのものを売買する市場のほかに後述の通り電力の供給に関連した様々な市場を提供している。こうしたことから、PJMでは、電力市場をエネルギー市場 (Energy Market) と呼んで、他の市場と区別している。

PJMが開設しているエネルギー市場は、取引の翌日に電力の受渡しが行われる一日前市場 (Day-Ahead Market) と、取引の当日に電力の受渡しが行われるリアルタイム市場 (Real-Time Market) である。

リアルタイム市場は、一日前市場で調達した電力量が実際の需要量と食い違う場合に当日に売買を行い過不足を調整する市場である。リアルタイム市場では、PJMが実際の送電運営状況に基づき5分毎に計算した地点別限界価格を市場参加者にウェブサイトで公表する。

標準品は、両市場とも1時間ごとの電力現物である。

取引単位は1MWh/hである。

したがって市場参加者は、1時間ごとの購入・販売価格と量を入札することになる。

また、PJMは、一日前予定準備市場 (Day-Ahead Scheduling Reserve Market) も開設している。これは、予期せぬシステムトラブルに対応するために必要になる可能性のある電力を30分間予備として確保するための市場である。

(3) 電力市場参加者と入札

PJM参加企業は、800社近くに上り、その構成は、発電事業者 (約20%)、送電設備所有者 (約8%)、配電事業者 (約6%)、最終需要家 (約

5%)、その他供給事業者(約60%)である。

PJM市場では、入札で安い価格の入札をした供給事業者から順次配分されることになる。そして、落札した事業者のうち限界的な事業者の価格が市場均衡価格となる。

(4) 価格付け

PJMは、地点別限界価格方式 (Locational Marginal Pricing, LMP) によって卸電力のプライシングを行っている。

LMPは、送電線の混雑管理の解消手段としての混雑料金方式の1つである。また、混雑料金は具体的には送電の混雑を軽減するために発電業者が送電をやり直すことから生じる2地点の価格差である。

すなわち、送電混雑が発生した場合に、混雑箇所を基準として市場が分割され、その各々の市場で需給均衡価格が決定される。その結果、価格差が発生して、市場原理により混雑の解消に資する取引が行われる仕組みである³³⁾。なお、混雑料金方式のもう1つに、Nord Poolが採用しているゾーン別限界価格方式がある。すなわち、Nord Poolではノード全体を5つのゾーンに分割して各々のゾーン内の電気料金は同一としているが、PJMでは、ノードごとに電気料金が異なる可能性がある。

PJMがこのように地点別のプライシングとしているのは、系統混雑等により地点ごとに価格が異なることに対応するためである。そして、このLMPに基づいて、前日市場とリアルタイム市場で電力のスポット取引が行われる。

また、NYMEXやICEでは、PJMエリアのLMPを原資産とする先物を上場している。

LMPは次の算式で計算される。³⁴⁾

LMP (地点別限界価格方式)

＝発電限界費用＋送電混雑費用＋限界損失費用

この式から明らかなように、LMPは、送電制約を勘案のうえでPJM市場の卸価格を決定する方式である。したがって、送電システムに制約条件がない限りは地点間の卸価格は等しくなり、制約条件が存在した時に地点間で価格の差異が生じることとなる。そして、混雑料金は地点ごとの価格差となる。また、徴収された混雑料金は、送電線の所有者に支払われるこ

ととなる。(図表33)

LMPは、発電事業者の投入価格やLSE (Load Serving Entity) の引出価格の基準として使用される。

すなわち、発電事業者は発電所の接続地点におけるLMPに発電量を乗じた金額をPJMから受け取ることとなり、一方、LSEは供給対象となる需要家の接続地点のLMPに消費量を乗じた金額の合計をPJMに支払うこととなる。

送電線に混雑が発生した場合には、一般的に送電地点のLMPよりも受電地点のLMPが高くなる。

PJMでは、5分毎にLMPを計算してこれをインターネットで公表している。これにより市場参加者は送電制約を知ることができ、送電システムの使用に関してより効率的な意思決定が可能となる。また、LMPの高い地点に新電源による電力供給を促進する効果も期待できる。さらに、大口の電力需要者はLMPの低い地点からの電力購入を選択することが可能となる。そして、混雑が常態化しているような地域に、発電所を新増設するインセンティブを与えることにつながる効果も予想される。(図表34)

(5) 容量市場

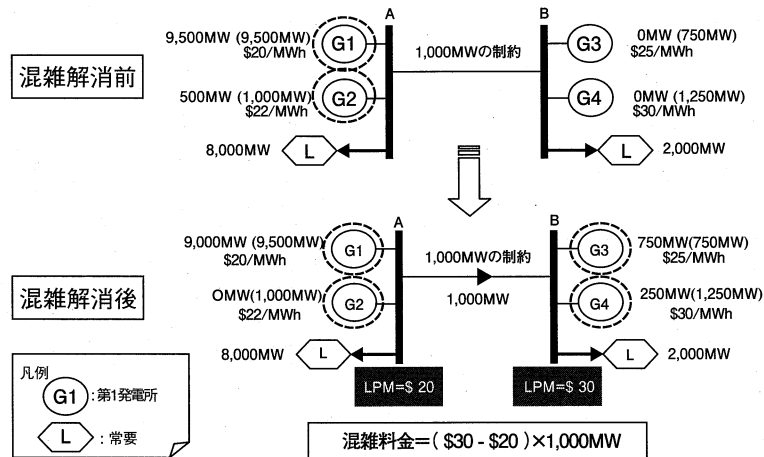
① 容量市場開設の目的

電力は、その特性である貯蔵不可能性から、天候や経済状況等を反映した需要の変動に対して在庫で対応することは困難であり、その結果、電力スポットの供給力が重要な要素となる。こうしたことから、電力の自由化が進捗している米国においては、電力市場の参加者であるLSE (Load Serving Entity) に対して予備の電力供給力を含めた容量確保義務を課している。ここで、LSEとは、PJMの区域内で最終需要家に電力を供給する事業体を指し、電力会社のほかに自由化後に新規参入した事業者も含まれる。

しかし、LSEのなかにはこの義務を充足できないケースが考えられる一方、発電設備を持つ事業者等のなかには容量義務を超える供給キャパシティを持つケースも考えられる。

LSEがこうした義務を充足するためには、自己が保有する発電能力を高めるか、他の市場参加者との間の相対契約で供給キャパシティを購入するか、または、PJMが開設する容量市場 (capacity market) に入札し

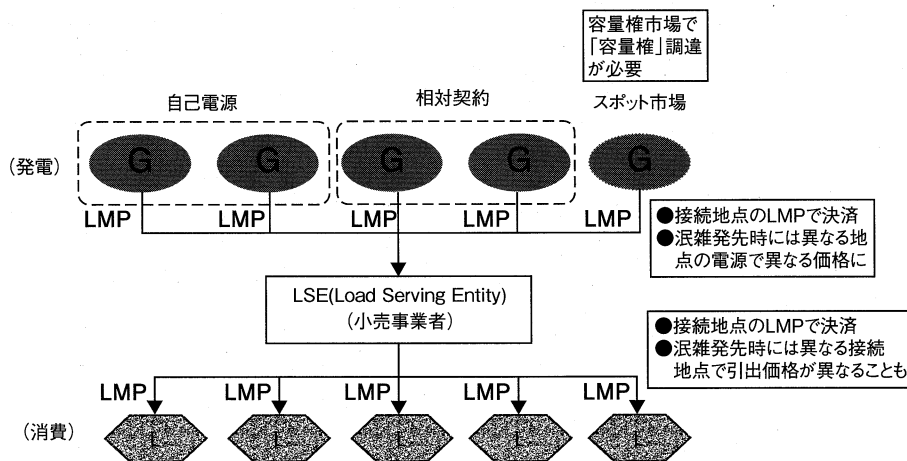
図表33 地点別限界価格方式



- システム全体で10,000MWの負荷に対して、送電制約が無ければB地点より安価なA地点の発電所のみ(G1,G2)で経済給電可能。この場合の価格は限界的な発電所であるG2の22ドル/MWhに。
- しかし、1,000MWの送電制約により、B地点のG3及びG4を稼働させることになる。A地点で限界的な価格の発電所はG1、B地点で限界的な価格の発電所はG4であるため、A地点の価格は20ドル/MWhに、B地点の価格は30ドル/MWhになる。
- この両地点の価格差10ドル/MWh(=30-20)が混雑料金で、1,000MWであるから合計1万ドルが混雑料金収入となる。

(出所) 経済産業省資源エネルギー庁「資料集2013.4～10」 p.20

図表34 PJM市場



- LSEは、供給する需要家の接続地点における引出価格(=LMP)に消費量を掛けた金額の合計をPJMに支払う。
- 発電事業者は、発電所の接続地点における投入価格(=LMP)に発電量を掛けた金額をPJMから受取る。

(出所) 経済産業省資源エネルギー庁「資料集2013.4～10」 p.19

て購入することができる。

②信頼度価格モデルの導入

PJMが開設する容量市場は、従来、ICAP (Installed capacity) 市場と呼ばれていたように、利用可能な発電設備の容量を売買する市場であった。

しかし、PJMでは2007年に容量の算出について、信頼度価格モデル (Reliability Pricing Model, RPPM) を開発、導入した。このRPPMは、現在の発電能力維持のための設備投資等のほかに、新電源開発への投資を促進するコンセプトが織り込まれている。ここでの電源開発は、発電所の建設だけではなく、デマンドレスポンスやエネルギー効率化プログラムを含むものである。なお、PJMでは、デマンドレスポンス資源を負荷管理資源 (Load management Resource, LMR) と呼んでいる。

このように、PJMの容量市場は、デマンドレスポンス資源を含む発電容量を売買して供給キャパシティの不足・過剰を調整する場として活用されている。

③容量市場における取引

容量市場は、入札によって3年先に必要となるキャパシティを確保することができる容量の先渡し市場である。すなわち、まず容量が利用される3年前に最初の入札が行われて、その後、最初の入札を補完するために3回に亘って入札が行われる。

この入札は、市場参加者がPJMにコミットしている供給量をオーバーした余剰キャパシティを対象として行われる。

また、電力消費者がデマンドレスポンス資源を容量市場に供給するためには、PJMの市場参加者でPJMが適格と認定した代理人 (Curtaiment Service provider, CSP、節電提供者) を通じて入札することになる。このCSPはアグリゲーターとして電力消費者 (企業、個人) の何人かのデマンドレスポンス資源を集めて、入札に参加する。この結果得られた収入はCSPと電力消費者との間の取決めににより配分されることになる。

ちなみに、2014年5月に実施された2017/2018年の容量受渡しを対象としたRPPM容量市場では、新発電所の発電容量が5,927 MW、既存の発電所の容量増強が340 MW、エネルギーの効率化で1,

339 MW、デマンドレスポンスで10,975 MWの容量が落札されている。また、2007年のRPPM容量市場開設来の総容量は約62,000 MWに達している。^{⑧)}

(6) 金融的送電権

①送電混雑費用のヘッジ

PJMでは、地点別限界価格方式によってプライシングが行われていることから、市場参加者が使用しようとする送電線が混雑している場合には、送電混雑費用 (transmission congestion charges) を払う必要が生じる。

そこで、市場参加者が送電に際してこうした送電線混雑に関連する価格リスクをヘッジするための金融的送電権 (Financial transmission rights, FTR) が取引されている。FTRは、送電という物理的な権利ではなく、実際の送電サービスとは切り離されて取引される金融商品である。すなわち、FTRの所有者は混雑費用を受け取るために電力の現物を引き渡す必要はない。したがって、FTRはヘッジ目的だけではなく、投機の対象としても売買されている。

②FTRの内容

FTRは、送電線のある2つの地域をカバーするポイント間として特定される。具体的には、各FTRは、電力の受取り地点 (電力がPJMの送電線に入力される地点) から引渡し地点 (電力がPJMの送電線から出力される地点) 間として特定される。

また、時間帯は、オンピーク (24:00~7:00)、オフピーク (8:00~23:00)、24時間の3つのブロックに分かれる。そして、この特定された地点間で各時間において混雑が発生した場合に、そのFTRの所有者は送電混雑費用を受け取ることができる。^{⑨)}

送電混雑費用は、次の算式で表すことができる。

$$CC_{so, st} = P_{st} - P_{so}$$

CC_{so, st}: 地点SOと地点STとの間の送電混雑費用

SO: 電力の受取り地点 (source node)

ST: 電力の引渡し地点 (sink node)

P_{st}: 電力の引渡し地点の限界価格

2. 電力の受取り地点の限界価格

FTRの所有者は、前日市場における特定された発電源から特定された目的地までの送電経路における前日市場における地点別限界価格の時間ごとの差に基づいて、一連のキャッシュフローを受け取るか支払うことになる。

市場参加者は、次の4つの方法によりFTRを取得することができる。このうち前3者はプライマリーマーケットでの取得であり、最後の1つはセカンダリーマーケットでの取得である。

・ PJMが実施する長期オークションへの入札。これにより、1～3年間の有効なFTRの取得が可能。

・ PJMが実施する年次オークションへの入札。これにより、すべての送電容量のFTRの取得が可能。

・ PJMが実施する月次オークションへの入札。これは年次オークションで残った送電キャパシティを対象とする。これにより、先行き3ヶ月のうちいずれかの月、または年末までのいずれかの四半期のFTRを取得するか売却することが可能。

・ FTRの流通市場で、他の市場参加者から購入。

前日市場においてFTRで特定された地点間の送電線で混雑が発生した場合に、FTRの所有者は、発電源と特定された目的地との間のLMPの差にFTRのメガワット数を乗じた金額を受け取ることができる。このように、FTRの所有者が送電する方向が混雑している方向と同一の場合には受取りとなるが、FTRの所有者が送電する方向が混雑している方向とは逆となる場合には、支払いとなる。

また、FTRの流通市場ではFTRオプションも取引されている。FTRオプションは、FTRの権利行使をするかどうかの権利を買い手が持つオプションである。すなわち、FTRが送電混雑料を受け取るのではなく、支払いとなった場合には、権利の放棄をして支払いを回避することができる。

(7) アンシラリーサービス

電力事業のコアビジネスは、電力の供給であるが、それに関連して電力の品質を維持しながら安定供給するという補助的な (ancillary) サービス

が必要となる。

アンシラリーサービス (ancillary service) は、電力が発電所から最終需要家まで届くまで、周波数、電圧、電力の需給調整等、電力の質を維持するためのサービスをいう。

PJMでは、周波数制御サービス (Regulation service) と、緊急予備力サービス (Synchronized reserve service)、運用予備力サービス (Day-ahead Scheduling reserve service) の3つのアンシラリーサービス市場を運営している。

このうち、周波数制御サービスは、短期的な電力使用の変動により電力システムの安定性を害されることを修正する機能を果たす。このサービスにより電力供給を増加させるかデマンドレスポンス等により電力需要を削減させて電力需給量を調整して、発電と負荷を合致させ、その結果、望ましい周波数を維持することができる。

一方、緊急予備力サービスは、直近で予期せぬ送電量の増加が必要になった時に電力を調達するサービスである。この場合、即座に電力供給を増加させるか電力需要を削減させて、需給をバランスさせる必要がある。また、運用予備力サービスは、電力需要の予想と実績に差異が発生した時に電力を調達するサービスである。この場合、30分以内に電力供給を増加させるか電力需要を削減させて、需給をバランスさせる必要がある。

PJM区域内で電力を最終需要家に供給する事業者 (Load Serving Entity, LSE) は、PJMとの間で電力の供給信頼度の維持を目的とした信頼度保証協定 (Reliability Assurance Agreement) を締結する義務があるが、そのなかには、緊急時に対応する義務が含まれている。

LSEは、自己の発電機を使用するか、他の主体との間での相対契約により、またはPJMが開設する2つのアンシラリーサービス市場から、周波数制御能力や発電予備力を購入することにより、緊急時に周波数制御能力や発電予備力を供給する義務を履行することができる。

2. NYMEX

ニューヨークマーカンタイル取引所 (New York Mercantile Exchange, NYMEX) は、1996年に電力先物を上場し、これが米国の電力先物取引の第1号となった。なお、2008年にCMEグループがNYMEX

を買収、現在ではNYMEXはCMEグループの一員となっている。

(1) NYMEXの電力先物市場

NYMEXは、原油や天然ガス等のエネルギー物を上場、いずれも取引が活況となり成功を収めていた。しかし、電力先物はNYMEXにとって未知への挑戦でありさまざまな難関があったが、なんとかこれを商品化して上場に漕ぎ着けた。³⁸⁾

具体的には、1996年3～4月に西部地域の電力先物2商品を上場、受渡し場所は、California-Oregon Border (COB、中西部)とPalo Verde (アリゾナ)である。この時期は、ちょうど米国において電力取引の自由化が始まった頃である。そして、この2商品が上場されるや、取引高は飛躍的に増加を示した。

また、1998年には東部地域の電力先物の2商品を上場、決済は現物の受渡しとした。この1つは、オハイオリバーレーを、またもう1つはルイジアナを受渡し場所とする商品である。

そして、1999年に現金決済の電力先物を上場した。これは、最終決済価格をPJM (Pennsylvania-Jersey-Maryland) real-time Western Hub価格とするもので、ISO価格を最終決済価格とするNYMEXの最初の先物商品である。

NYMEX上場の東部の商品は、受払いが1日16時間で月々金の引渡しである一方、西部の商品は受払いが1日16時間で月々土の引渡しとされた。また、NYMEXはその後も各地域のISOを対象とする先物を上場している。

(2) 電力先物の特性

電力の先物取引は、一般の先物取引と同様、OTC取引である先物取引に比較していくつかのメリットを持っている。すなわち、電力先物は、価格の透明性、市場流動性、クレジットリスクがない等の特徴を具備している。また、電力の先物取引は、店頭(OTC)で行われる先渡し取引と異なり、商品のスペックが標準化されている。この標準化について電力の先物取引がとりわけ先渡し取引と異なる点は、取引対象となる電力の量である。すなわち、一般的に電力の先物取引では、先渡し取引に較べると格段に小ロットの電力が1単位として設定されている。

(3) 上場商品

NYMEXの電力を原資産とする先物商品のスペックは、次のとおりである。

① 取引単位

NYMEXの電力先物は、1単位432MWh (メガワット/時間)で、オンピークの16時間、1MWhである。

② 受渡し場所

上場当初の受渡し場所はカリフォルニア・オレゴンボーダーとパロ・ベルデの2か所であったが、その後、漸次受渡し場所を増加してきた。

しかし、当初の2か所の受渡し場所での電力取引は、現在でも米国における各種電力取引のベンチマークとなっている。

③ 決済

NYMEXにおける電力先物の決済方法には、電力を実際に受渡しする「現物決済」と、先物価格と決済価格との差額を受払いする「差金決済」があるが、実際の決済をみると、現物決済よりも差金決済の方法を取るケースが多い状況となっている。

なお、金融先物等で差金決済は、特に現物での決済が困難な場合に活用されている。たとえば、指数を取引対象(原資産)とする株価指数先物では、株価指数の受払いで決済することは不可能であり、差金決済が行われる。金融デリバティブにこの差金決済が導入されたのは、シカゴ商業取引所にユーロ円3ヶ月物金利先物が上場されたときが最初で、その後、先物の原資産は各種指数を対象とするものを中心にして劇的に多様化した。

(4) エンロン倒産と電力先物

米国の電力先物は、その後、NYMEX以外にシカゴ商品取引所(CBOT)やミネアポリス穀物取引所(MGEX)にも上場されたが、エンロンの倒産の影響から、NYMEX、CBOT、MGEXの3取引所とも電力先物の上場廃止に踏み切った。

エンロンは、かつてはヒューストン天然ガス会社の社名でテキサス州

ヒューストンに拠点を置く天然ガスを専門に販売する会社であった。米国では、1980年代半において、レーガン政権のもとで天然ガス業界に対する規制の撤廃が進展、1985年には、米国連邦エネルギー規制委員会の決定により、州をまたがりパイプラインを敷設し、天然ガスを輸送するビジネスを行うことが可能となった。これを受けてヒューストン天然ガス会社は、1985年にネブラスカの天然ガスのパイプライン会社を吸収合併して、州をまたがる天然ガスパイプライン保有会社となるとともに、新社名をエンロンとした。そして、その後15年余にわたりエンロンは飛躍的な成長を遂げ、電力、天然ガス等のエネルギー物をはじめ、紙・パルプ、鉄鋼、石油化学、合成樹脂等の様々なコモディティ、通信回線容量、排気権等のスポット、デリバティブ双方を取引するマーケットシェア20%を持つ全米最大のエネルギー総合会社となった。また、エンロンは天候デリバティブマーケットを創設するなど、革新的な企業としても名を馳せた。

エネルギー産業の自由化のもとで、従来は連邦エネルギー規制委員会の認可の下に決められていた天然ガスの価格規制は撤廃された。この結果、天然ガスの価格は固定価格ではなく自由に変動することになったが、米国の電力需要が、天候リスクの影響を受けて変動する一方、電力供給は原子力発電所の増設難等から、ますます天然ガスへの依存を高めていたことから、電力価格のボラティリティが高い状況にあった。

こうした天然ガスの需給環境を背景にして、天然ガスの製造・販売業者と消費者の双方から、天然ガスの価格変動リスクのヘッジニーズが急速に高まった。そして、エンロンは、これにすばやく対応して天然ガスを原資産とする先渡しや、オプション、スワップ、スワップション等のデリバティブ商品を開発した。

エンロンは、天然ガスの製造・販売業者と消費者の間に立って、ブローカーとして先渡し取引などを行ってきたが、その後、エンロン自身がマーケットメーカーになり、マーケットに流動性を供給するために自己ポジションを持つてデリバリングを行うようになった。この結果、エンロンは市場リスクや信用リスクに晒されることになったが、エンロンは、その後も、取扱うデリバティブ商品を電力、さらにはエネルギー商品以外のコモディティまで広げて行った。

また、エンロンは、子会社に私設の電子取引所「エンロンオンライン」を開設して、主としてエネルギー商品を対象に、現物取引やデリバティブ

取引を行った。

本体のエンロンは、発電所から電力を仕入れて、これを小売業者に販売して鞘を抜く取引を主たる収入源としていた。エンロンオンラインは、こうしたエンロンの電力売買のインフラとして活用されていたが、その後、エネルギー物の現物取引やスワップ取引等のデリバティブ取引に加えて、紙・パルプ、鉄鋼、石油化学、合成樹脂等のコモディティ、さらには、天候デリバティブ、ブロードバンドサービス、二酸化硫黄の排出権も取引するようになった。このように、エンロンオンラインは、エンロンが手がけた数多くのビジネスの中にあつて、B2B eコマースのビジネスモデルを最も成功させたケースとして注目を集めた。

私設の電子取引所であるエンロンオンラインは、すべての取引の売り手または買い手となり、取引の相手方の信用リスクを肩代わりしたほか、マーケットメーカーとして実質的にポジションを持つディーラーの機能を果たしていたが、これにより、エンロンオンラインは、大きな市場・信用リスクを抱えることになった。そして、これがエンロンを破綻に導いた大きな原因のひとつになった。

その後、エンロンが手掛けてきた多くのビジネスが実際には公表されているような高収益を上げていないという不正会計処理が表面化し、エンロンの信用が大きく失墜、この結果、エンロンは、連邦破産法第11章 (Chapter 11) による破産申請をする事態となった。

そしてエンロンの倒産により、米国の電力先物市場の流動性が枯渇し、NYMEX、CBOT、MGEの3取引所とも電力先物の上場廃止に踏み切った結果となった。

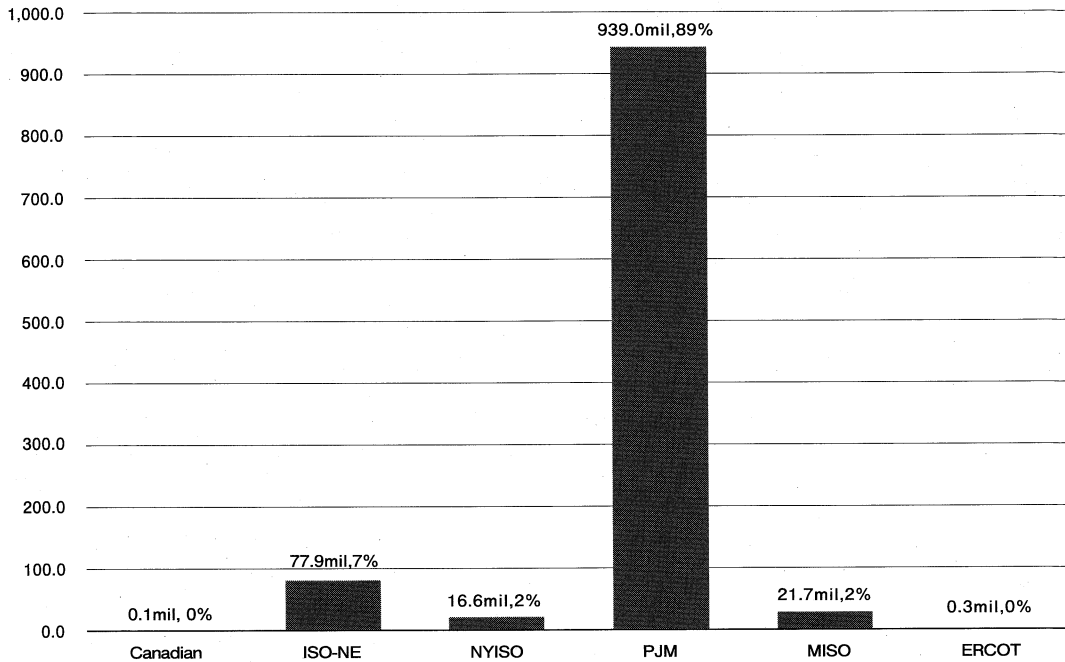
(5) NYMEX・PJM先物、オプション

前述のとおり、エンロン倒産の影響から、NYMEX、CBOT、MGEの3取引所とも電力先物の上場廃止に踏み切ったが、NYMEXはその後、1999年にPJMプールを受渡し場所とする先物を上場、その後も各地域のISOを対象とする先物、オプションを上場している。

しかし、地域別の建玉の状況を見ると、PJMが全体の9割近くを占めており、第2位のISO-NEの1割弱を大きく引き離している状況にある。(図表35、36)

NYMEXが数多くの銘柄数の中で主要な先物、オプションという10

図表35 NYMEX電力先物の建玉状況 (2011.12.22)



(出所) Bradford G. Leach "The Evolution of the CME Group Electricity Complex" CME Group 2012.3

図表36 NYMEXの地域別、タイプ別の上場商品

地域	先物	オプション	合計
Canadian	14	—	14
ERCOT	80	—	80
ISO-NE	19	2	21
MISO	23	2	25
NYISO	23	3	26
PJM	60	14	74
Western Power	21	1	22
合計	240	22	262

(出所) Bradford G. Leach "The Evolution of the CME Group Electricity Complex" CME Group, Harvard Electricity Policy Group Sixty-Sixth Plenary Session 2012.3 p.7

商品をみるべし、次のとおりである。

- ・ PJM 50MW Calendar-Month LMP Option
- ・ PJM Electricity Option on Calendar FutureStripOptions
- ・ PJM Western Hub Real-Time Peak Calendar-Month 2.5 MW Futures
- ・ PJM AEP Dayton Hub Real-Time Peak Calendar-Month 2.5 MW Futures
- ・ PJM Northern Illinois Hub Real-Time Peak Calendar-Month 2.5 MW Futures
- ・ MISO Indiana Hub (formerly Cinergy Hub) Real-Time Peak Calendar-Month 2.5 MW Futures
- ・ ISO New England Mass Hub Day-Ahead Peak Calendar-Month 2.5 MW Futures
- ・ NYISO Zone A Day-Ahead Peak Calendar-Month 5 MW Futures

・ NYISO Zone G Day-Ahead Peak Calendar-Month 5 MW Futures
・ NYISO Zone J Day-Ahead Peak Calendar-Month 5 MW Futures

① LMP

NYMEXでは、数多くの銘柄数の電力先物商品を上場している。これは、原資産である電力現物の価格決定が ISO-RTO で地域別に決定される地点別限界価格方式 (Locational Marginal Pricing, LMP) を採用していることによる。地点別限界価格は、特定地域における電力需要に対応するために電力を供給するための限界費用を指し、市場取引の価格はこの地点別限界価格が採用されている。

したがって、地域数だけの電力先物を上場することになったが、これにより流動性は分散して一部の銘柄を除いて各銘柄の出来高は決して活発とは言えない状況である。(図表 37、38)

② PJM 先物

NYMEX が上場している数多くの銘柄の中で建玉が多い PJM Western Hub Real-Time Off-Peak Calendar-Month 5MW 先物のスプレッドをみると、次のようになっている。

オフピーク…月から金の 0～7 時、土、日の 24 時間 (オンピークは月

金の 8～23 時)

取引単位…5 MWh (オンピークは 80 MWh)

最小価格変動幅…0.05 ドル

受渡地点…PJM Western Hub

決済価格…限月毎に PJM Interconnection の PJM Western Hub として算出される LMP のオフピーク時間帯の算術平均価格

取引最終日…限月の最終営業日

限月…72 連続月

決済方法…現金決済。なお、NYMEX はオフピーク時に行われた相対取引について、決済サービスを提供している。

取引手法…NYMEX の PJM 先物は、場立ち取引ではなく NYMEX の電子取引プラットフォームであるクリア・ポートを使ってコンピュータ取引で行われている。

③ PJM オプション

オプションの代表例として PJM West Hub RT Real-Time 50MW Off-Peak オプションの仕様をみると、原資産は上述の PJM Western Hub Real-Time Off-Peak Calendar-Month 5MW 先物である。すなわち、このオプションは先物オプションである。

取引単位…50 MWh

最小価格変動幅…0.01 ドル

呼び値…MWh 当たりのドル、セントで表示

権利行使時期…アメリカンスタイル

取引最終日…限月の 2 営業日前

権利行使価格…ATM (アットザマネー) の上下 0.5 MWh 刻み。原資産の先物価格の変動により調整。

決 済…先物に移行。

第 4 章 東南アジア諸国の電力取引所

東南アジア諸国では、オーストラリア、インド、シンガポールの電力取引所を取り上げて検討することとしたい。

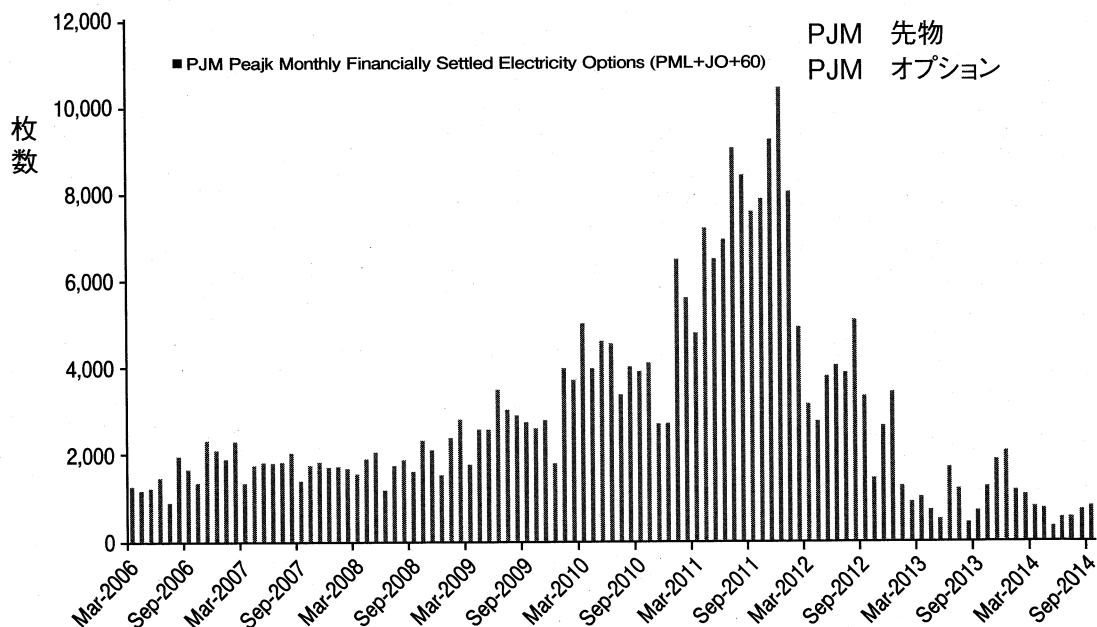
1. オーストラリア

2003 年、エネルギー省審議会は、エネルギー市場の改革に関する報告書を公表、このなかで、それまで各州に分断されていたオーストラリアの電力市場を統合して全国市場にすることを謳っている。そして、これに基づいてオーストラリアエネルギー市場委員会 (Australian Energy Market Commission, AEMC) とオーストラリアエネルギー規制機関 (Australian Energy Regulator, AER) が設立された。

(1) スポット市場

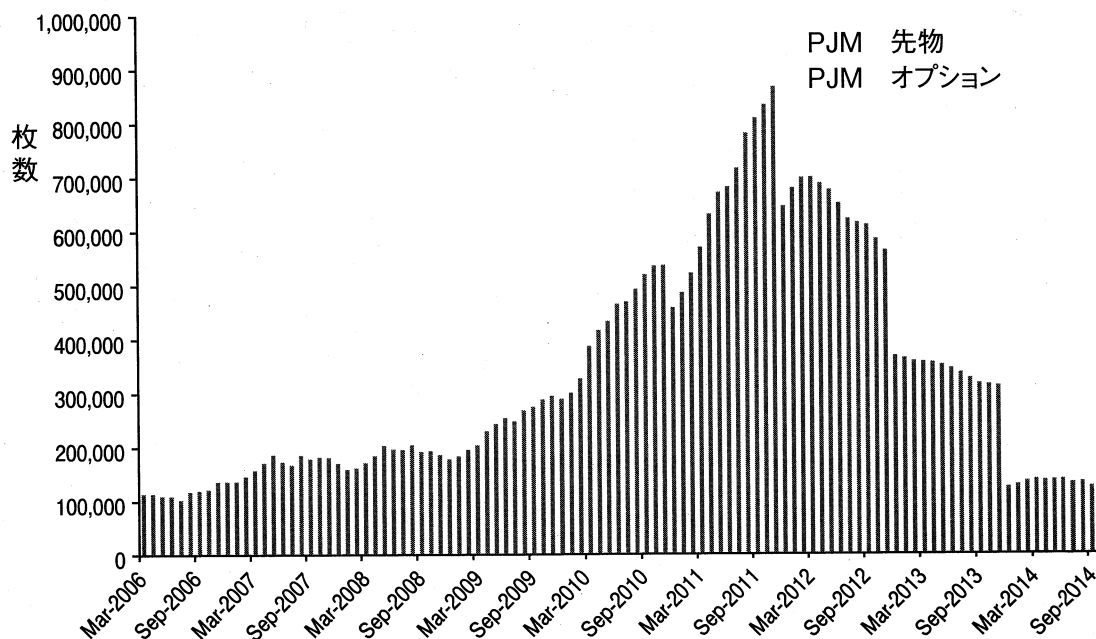
NEM (National Electricity Market) は、クイーンズランド、ニューサウスウェールズ、ビクトリア、南オーストラリア、タスマニアの 5 地域の送電システムを結ぶ系統運用機関であり、AEMO (the Australian Energy Market Operator) がその電力プール (スポット市場) を運営し

図表37 CME Group Monthly Energy Review出来高
Electricity - Average Daily Volume



(出所) CME "Monthly Energy Review" 2014.9

図表38 CME Group Monthly Energy Review建玉



L1 is adjusted to JM contract size ; PML and 60 are adjusted to JO size.

(出所) CME "Monthly Energy Review" 2014.9

ている。

NEMには、発電事業者、送電ネットワークサービス提供者、配電ネットワークサービス提供者、最終需要者等、100を超える市場参加者が存在する。

発電事業者は、市場に提供する電力をAEMOに入札する。AEMOは、そのなかで最も安い入札を行った発電事業者から順に落札する (merit order dispatch system)。電力の価格は、地域別に5分毎に決定され6回・30分の配電の平均価格が、NEMの各地域のスポット価格となる。

スポット価格は、全国電力規則 (the National Electricity Rule) により上限 (Market Price Cap) と下限 (Market Floor Price) が設定されている。この上下限価格は、オーストラリアエネルギー市場委員会が4年ごとにその妥当性を検討することになっている。

AEMOは、落札した発電事業者への支払いのために顧客からコストを回収する必要がある。大多数の顧客は、NEMへの直接市場参加者ではなく、電力の小売り業者から購入していることから、小売業者に電力料金を支払う。そして、小売り業者はAEMOにスポット価格を支払う。このように、小売業者はAEROからAEROが算出するスポット価格 (common pool clearing price) で電力を購入、発電事業者はAEROにスポット価格で電力を販売することになる。

NEMへの市場参加者は、先物、オプションスワップ等のデリバティブ取引を行って、スポット価格のボラティリティをヘッジすることができる。

(2) 電力先物・オプション

オーストラリアの電力先物・オプションは、ASXに上場、取引されている。ASXの前身は各州にある6つの証券取引所を統合して1987年に設立されたオーストラリア株式取引所 (Australian Stock Exchange) である。オーストラリア株式取引所は、2006年にシドニー先物取引所と合併してオーストラリア証券取引所 (Australian Securities Exchange) に改称した。そして、その後もオーストラリア証券取引所は組織改革を推進、2010年からASXグループと呼ばれている。

ASXには、株式、債券等の現物、デリバティブ商品のほか、電力、天然ガス等エネルギーのデリバティブ商品が上場、取引されている。

ASXのエネルギー市場は、すべて現金決済で行われる市場である。し

たがって、電力の現物取引に直接関係のない銀行等も参加することが可能であり、これにより市場流動性が厚くなる効果が期待されている。決済価格は、AEMOが算出する各地域の30分ごとのスポット価格の平均値を採用している。

ASXにおける取引量の推移をみると、取引所取引の電力先物・オプションがOTC電力デリバティブを上回っており、活発な取引が行われていることが窺われる。

(図表39)

① 上場商品

ASXの主要上場商品は、次のとおりである。なお、建値はすべて豪ドルである。また、ベースロードは月00:00～日24:00の時間を指し、ピークロードは月7:00～22:00の時間を指す。

オーストラリア電力商品

(先物)

- ・ 月次先物…ベースロード
- ・ 四半期先物…ベースロード、ピークロード
- ・ 四半期\$300キャップ先物…ベースロード
- ・ 暦年、年度ストリップ先物…ベースロード、ピークロード、\$300キャップ

(オプション)

- ・ 暦年ストリップオプション…ベースロード
- ・ 年度ストリップオプション…ベースロード
- ・ 四半期平均価格オプション…ベースロード
- ・ オーストラリア再生エネルギー証書先物
- ・ ニュージーランド電力先物・オプション

② 電力先物

電力先物は、月次、四半期単位で上場されていて、4年先まで取引可能である。また、暦年、または年度で1年間のストリップ商品も上場さ

図表39 電力マーケットの推移 (単位 百万MWh)

	2008～09	2009～10	2010～11	2011～12	2012～13
電力先物・オプション	301	399	549	437	342
OTC電力デリバティブ	208	221	315	227	291
合 計	509	620	863	664	633

(出所) AFMA “2013 Australian Financial Markets Report” circa

れている。

ベースロード先物は、当該四半期の30分ごとの平均価格で決済される。
ピークロード先物は、当該四半期の7:00～22:00の30分ごとの平均価格で決済される。

(電力先物商品の仕様)⁴⁰⁾

原 資 産…AEMOが運営する卸電力プール市場の電力の売買価格
期 間…四半期、また個別月。四半期先物は、4年先までの取引
が可能。月次先物は、4～6ヶ月先の取引が可能。

最小価格変動幅…\$0.01/MWh

決 済 価 格…四半期のベースロードの最後の30分のスポット価格。

取 引 時 間…シドニー時間の9:00～16:00

ベースロードの取引単位…月00:00～日24:00のベースロード時間について1MWh。

ピークロードの取引単位…休日を除く月～金の7:00～22:00のピーク
ロード時間について1MWh。

(ベースロード四半期\$300キャップ先物)

ASXでは、ベースロード四半期\$300キャップ先物というユニークな商品を上場している。この\$300キャップ先物の決済価格は、次のような算式で導出される。(図表40、41)

決済価格 $=(C-(300 \times D) \div E$

C…四半期のベースロードの30分刻みのスポット価格が\$300を超えているケースの合計価格。

D…四半期のベースロードの30分刻みのスポット価格が\$300を超えているケースの合計件数。

E…四半期のベースロードの30分刻みのスポット価格の合計件数。

先物の裁定取引を具体例でみよう。⁴¹⁾

ASXは、四半期先物のほかに、四半期を連続させて1年物にしたストリップオプションも上場している。したがって、この間で裁定機会が発生する可能性がある。

たとえば、NSW(ニューサウスウェールズ)の2013暦年ストリップを\$58.35/MWhで売り建てた場合には、2013暦年の各四半期先物を時間加重の平均価格\$58.35/MWhでショートポジションを持つこととなる。

そして、2012年6月15～59の先物の買い気配が次のようであったとする。

	四半期の 買い気配	単位当たり のMWh
2013第1四半期 買い気配	64.75	2,160
2013第2四半期 買い気配	54.80	2,184
2013第3四半期 買い気配	57.29	2,208
2013第4四半期 買い気配	57.15	2,208
合 計		8,760

四半期先物取引による買い気配

\$58.47 Σ (四半期買い気配 \times MWh) $\div \Sigma$ MWh
ストリップによる売り気配

\$58.35 8,760

裁定取引 四半期先物取引の売り、ストリップの買い

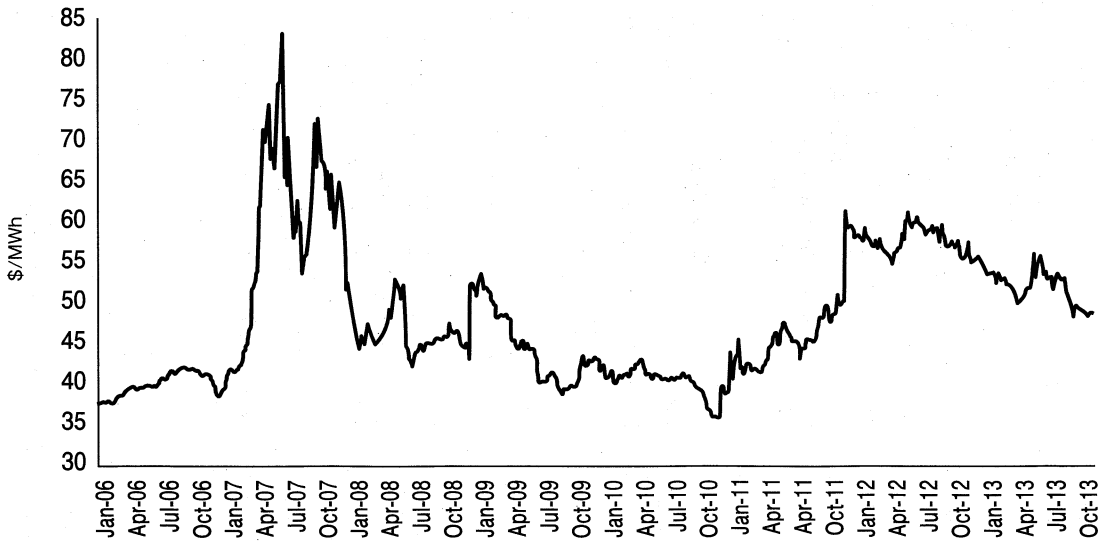
裁定益 \$58.47 $-\$58.35=\0.12

8,760MWh $\times \$0.12$ /MWh $\times 10$ 単位
=\$10,512

③電力オプション

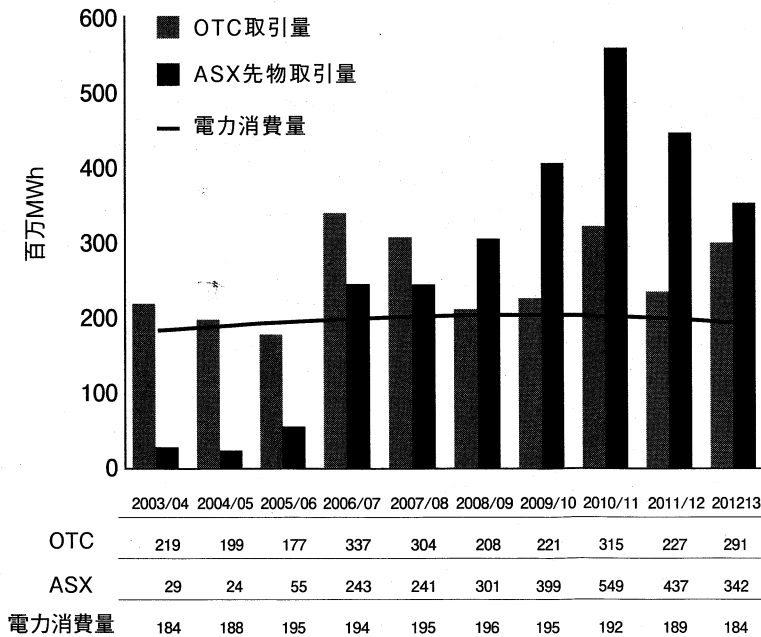
ASXのオプションマーケットは、年間の電力消費量の65～82%と、極めて活発な取引となっている。市場参加者は、発電事業者や電力小売業者

図表40 先物の決済価格の推移
(ベースロード、ニューサウスウェールズ州)



(出所) ASX "Introduction to the Australian Electricity Market" 2014.4 p.13

図表41 ASXの先物取引量とOTC取引量の比較



(出所) ASX "Introduction to the Australian Electricity Market" 2014.4 p.14
(原典) AFMA, ASX

が電力プールの価格変動リスクのヘッジに活用しているほか、多くの市場参加者がリターンを狙ってアウトライイトでオプションポジションを取るボラティリティ・トレーディングを行っている。

④ 2013年上場の商品

ASXでは、市場流動性を厚くすることを指向して、次々と新規商品を上場している。このいずれも、主として裁定取引の活発化を狙った商品仕様となっている。

・月次先物

これにより、月次先物を3ヶ月つなぎ合わせたストリップと四半期先物のブレット (bullet) との間で裁定取引の活発化が期待できる。

・年度先物オプション

暦年先物オプションや、エイジアンオプション、先物ストリップ等との間のスプレッド取引の活発化が期待できる。

・現金決済のエイジアンオプション

期間中のポジションにストップロス効果を發揮できるほか、月次先物等とのスプレッド取引の活発化が期待できる。

⑤ 再生エネルギー証書先物

オーストラリアでは、2020年までに再生エネルギーのシェアを20%にする再生エネルギーターゲット (the enhanced Renewable Energy Target, RET) を推進している。そしてこれを受けて、さまざまな再生エネルギー源からの発電を一段と促進させるため、2011年から再生エネルギーを大規模再生エネルギーターゲット (Large-scale Renewable Energy Target, LRET) と小規模再生エネルギー (Small-scale Renewable Energy Scheme, SRES) に2分した。このうち、LRETは、風力、太陽光、水力等による大規模発電を指し、SRETは、太陽光による温水機、ヒートポンプ、太陽光パネル、小規模風力・水力による小規模発電を指す。

ASXでは、LRETによる再生エネルギー証書 (Renewable Energy Certificates, RECs) である大規模発電証書を原資産とする先物を上場取引している。

大規模発電証書 (Large-scale Generation Certificates) の商品仕様は次のように設定されている。

- ・1単位は、1,000再生エネルギー証書 (RECs)。
- ・5年先までの取引が可能。
- ・最小価格変動刻みは\$0.05、したがって、1単位では\$50.00
- ・限月は1月。

・決済は、RECsの受渡しにより行う。

ASXにおけるRECsの取引量は、築年、増加して年間78百万RECsまでとなっている。(図表42)

(3) 清算・決済

ASXでの先物・オプション取引は、すべてASX Clear (Futures) で清算・決済される。ASX Clear (Futures) は、CCP機能を持っており、清算会員のカウンターパーティとなって市場参加者の信用リスクを肩代わりする。

2. インド

インドは、伝統的に電力供給の不足、不安定性に悩まされてきた。特に、南北の地域間の電力需給の不均衡が目立ち、そうした場合にも、余力のある地域から不足地域への円滑な電力供給ができない状況にあった。

こうしたことから、2003年、インドの電力市場のパラダイムシフトによる競争促進を指向し電気法 (the Electricity Act 2003) が施行された。

(1) 電力取引所の機能

インドの電力取引所は、2008年、電気法の方針に沿って設立された。インドの卸電力市場の取引内容を見ると、総発電量の89%が相対で行われる25年までの長期取引で、6%がトレーダー等を介してOTCで行われる当日取引から3年までの短中期取引、そして、取引所取引は3%、その他バランス市場等が2%となっている⁽⁴⁾。

このように、取引所の取引シェアはいまだ少ないものの、電力取引所に

図表42 ASXにおけるRECsの取引量の推移 (単位 百万RECs)

	2008~09	2009~10	2010~11	2011~12	2012~13
RECs	8	21	47	62	78

(出所) AFMA "2013 Australian Financial Markets Report" sirca

期待される機能が漸次発揮されている状況にある。

たとえば、電力取引所における取引により、インドの電力余剰地域から不足地域へ電力供給が行われるケースは日常的となってきた。⁴³⁾ 具体的には、夏季には北部にある水力発電所は豊富な水量により電力余剰状態となるが、電力取引所を通じて競争価格によりこの余剰電力を売却することが可能となり、この結果、発電設備の効率的な運用が実現した。

また、電力取引所発足当初は、取引量が少なく価格のボラティリティが大きくなる状況にあったが、その後、市場参加者が増加して流動性が厚くなるにしたがって、電力価格が急騰するスパイクの回数減少、全体のボラティリティの低下、さらには市場価格の下落が明確にみられている。⁴⁴⁾ また、現状の電力価格の推移をみると、一部の市場参加者による価格操作が行われるような状態にはない。⁴⁵⁾

そして、こうした電力取引価格の動向を眺めて、IPPや自家発電設備の所有企業、小口発電所等が市場参加者として加わるようになった。特に、IPPは、2009年6月にIEXの取引価格が上昇した際に極めて活発な取引を行っている。

(2) IEX

① 取引量と市場参加者

IEX (Indian Energy Exchange) は、2008年に設立された電力取引所である。取引量は、2013年までの年間平均増加率で、49%と急速な成長を遂げており、流動性の厚いマーケットを形成している(図表43)。

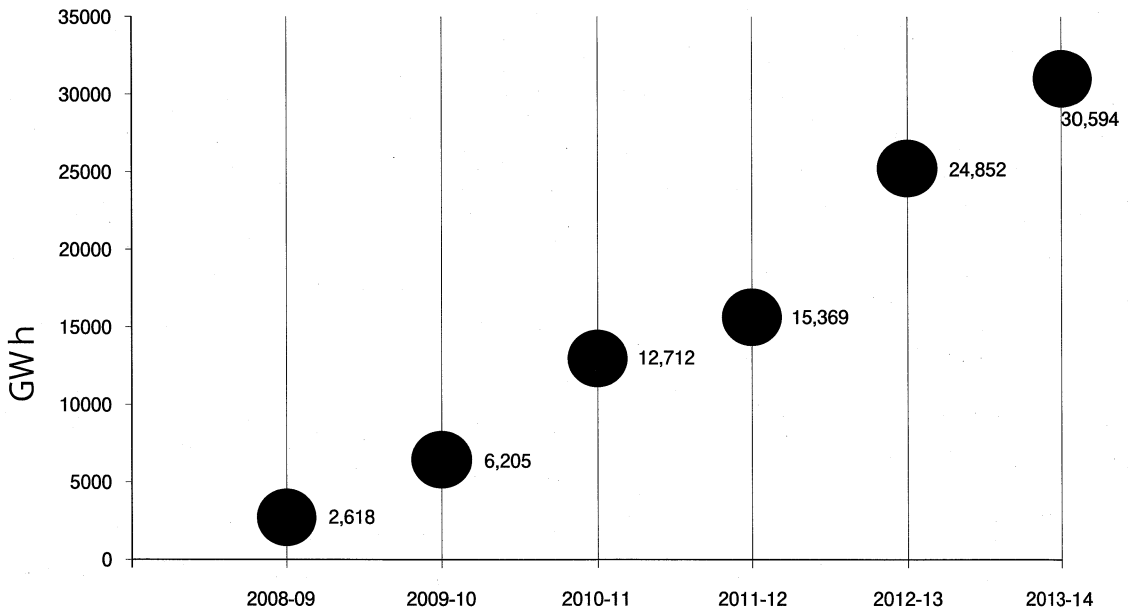
IEXの設立当時の市場参加者は、10社にも満たない数であったが、その後5年間で大幅な増加をみており、現在では3千社を超す規模にまで拡大している。その内訳は、公益企業15社、発電事業者273社、民間企業2,839社で、このうち民間企業は、繊維産業が29%、製造業が15%、金属業が24%、化学産業が9%等の構成となっている。⁴⁶⁾

② 上場商品

IEXでは、2008年から前日市場を、2009年から前日調整市場、当日市場、1日市場、週間市場を、また、2011年から再生エネルギー証書市場を開設、取引している。

このうち、前日市場、週間市場、再生エネルギー証書市場が板寄せ取引

図表43 IEXの取引量の推移



(出所) IEX資料

で、また前日調整市場、当日市場、1日市場がザラバ取引で行われている。また、全体の取引量に占めるシェアをみると、前日市場が96%、週間市場が3%、その他が1%となっている。

・前日市場 (Day-Ahead Market) :

翌日の15分刻みの電力受渡し取引であり、10~12時に入札が行われる。入札は、ポर्टフォリオオオーダーと呼ばれる異なる時間帯の15分単位でオオーダーごとに価格と量を変えることができるポर्टフォリオオオーダーと、15分をいくつか連続するブロックオオーダーがある。このうち、ポर्टフォリオオオーダーはその一部でも成約することができるが、ブロックオオーダーはすべてが成約するかしないかのall or noneとなる。

板寄せて決定された単一の取引価格は、市場清算価格 (Market Clearing Price、MCP) と呼ばれる。また、送電に混雑が発生した場合には、当該地域に地域清算価格 (Area Clearing Price、ACP) が適用される。

なお、MCPの推移をみると、IEXが設立された2008年から逐年、下落してきており、2013年の2008年比は4割弱となっている (図表44)。

・前日調整市場 (Day-Ahead Contingency Market) :

前日市場の入札締め切り後に電力需給の調整が必要になったニーズに対応する市場であり、15~17時に取引が行われる。電力の受渡しは翌日、時間単位で行われる。

・当日市場 (Intra-Day Market) :

当日の直近10時間を対象とする時間単位の電力受渡し取引であり、10~17時に取引が行われる。

・1日市場 (Daily Market) :

1日分の電力取引市場であり、12~15時に取引が行われ、取引日の4日後に受渡しが行われる。

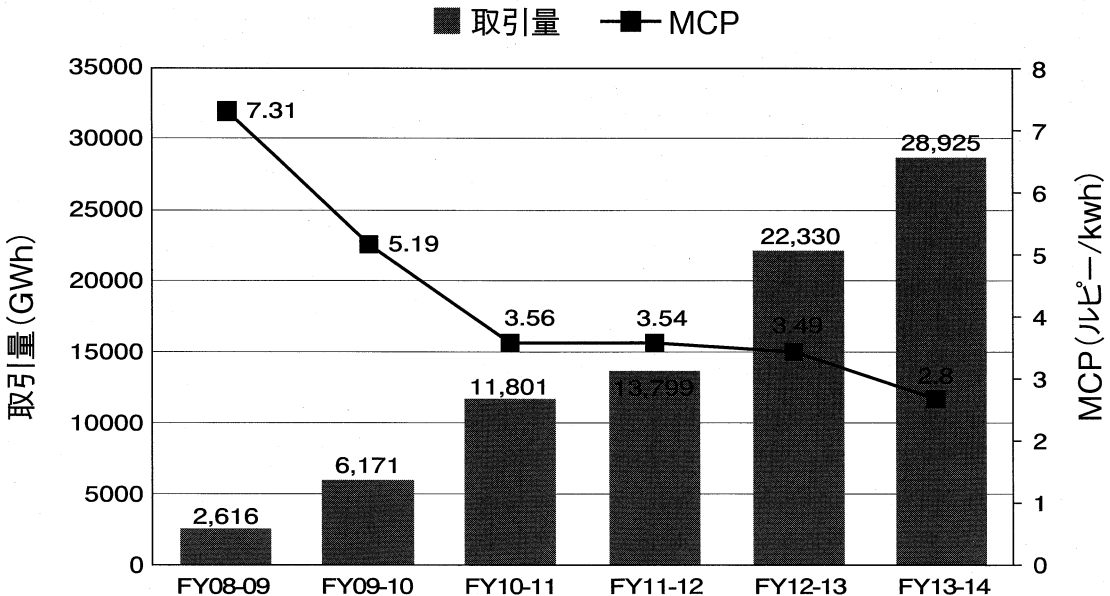
・週間市場 (Weekly Market) :

翌週の月~日の1週間の電力受渡し取引であり、毎水曜日と木曜日の10~17時に取引が行われる。

・再生エネルギー証書 (Renewable Energy Certificates、REC) :

IEXでは、2010年にRECを上場、取引している。取引は、毎月最終水曜日の13~15時に行われる。RECは入札により行われるが、取引価格は中央電力規制機関 (the Central Electricity Regulatory

図表44 前日市場の取引量とMCPの推移



(出所) IEX資料

Commission、CERC)が上下限の枠を定めている。再生エネルギー証書は1度だけの売買に限られ、これを転々売買することはできない。

IRECは1MWhを表し、証書の有効期間は730日である。RECの売り手は再生エネルギー発電会社、買い手は再生エネルギー購入義務(Renewable Energy Purchase Obligation、RPO)のある公益企業等になり、全体で1,969の市場参加者となっている。IREXのREC上場来の総取引量は、約4百万RECとなっている。特に、2013年には前年比2倍の2百万REC近くの取引量を記録している。

再生エネルギー購入義務の買い手は、不安定性のある再生エネルギーの現物を購入するよりも、RECを選択することが少なくない。

③課題

IREXでは、海外の先進事例を参考にしながら、先行き、周波数の安定をサポートするアンシラリーサービス市場(Frequency Support Ancillary Services Market)、容量市場(Capacity Market)、金融的送電権市場(Financial Transmission Rights、FTRs)を創設することが必要とされている^④。なお、2013年4月、IREXは、EPEX SPOTと覚書を交わして相互の経験等をもとにして知識を深め、取引所の機能拡大に向けて注力する方針である^⑤。

さらに、現在の上場商品はすべて現物決済となっているが、マーケットが拡大するにつれて市場参加者の間に、電力ポートフォリオを弾力的に調整するニーズが高まることが予想され、そのためにNASDAQ OMX Commodities(前Nord Pool)で取引されているような先物商品を上場することが必要になると見込まれている^⑥。

(3) PXIL

①取引量と市場参加者

インドには、前述のIREXに比べるとはるかに規模は小さいが、PXIL(Power Exchange India)が設立されている。PXILは、IREXが設立されたと同じ年の2008年に設立された電力取引所で、市場参加者は、公益企業、卸売業者、発電事業者、卸売業者、トレーダー、再生エネルギー発電事業者等である。

PXILには、前日市場と前日緊急市場、週間市場、リアルタイム市場、

任意日市場がある。また、2011年には、再生エネルギー証書の取引を開始している。

①上場商品

・前日市場(Day Ahead Spot(DAS) Market) :

翌日の電力の受渡し取引であり、板寄せ手法で単一価格が決定される。前日調整市場(Day Ahead Contingency(DAC) Market) :

前日市場が取引された後に生じた電力の需給調整ニーズに対応する市場で、市場参加者の相対取引により価格が決定される。

・週間市場(Weekly Product) :

週間ベースの電力先渡し市場であり、市場参加者の相対取引により価格が決定される。

・リアルタイム市場(Intra day product)

・任意日市場(Any day product)

・再生エネルギー証書市場(Renewable Energy Certificates、REC) :

1ヶ月に1回取引がされる。なお、RECはOTTCで取引することはできない。

②商品仕様の特徴

PXILは、小規模発電のために、取引の最小単位を1MWとして、小口取引のニーズに対応できることとしている。

3. シンガポール

シンガポール取引所(Singapore Exchange、SGX)は、証券取引を中心し、その他、ゴム、金といったコモディティも上場、取引しているが、2014年3月に電力先物の上場計画を発表した。そして、市場参加者と上場商品の仕様等について検討のうえ、将来、電力先物を上場する予定である^⑦。これが実現すると、アジアで最初の電力先物となる。

(1) 電力先物上場の背景

①スポット取引

シンガポールにおける卸電力のスポット取引は、国立シンガポール電力

マーケット (the National Electricity Market of Singapore, NEMS) で行われている。このNEMSの運営は、エネルギーマーケット会社 (Energy Market Company, EMC) に委託されている。そして、電力会社は、卸電力市場のNEMSに対して30分刻みで電力販売の入札をする。NEMSにおけるすべての売買取引は、EMCにより決済される。

シンガポールにおける電力消費者は、月間の平均電力消費量によって、競争市場で電力を購入できる消費者 (contestable consumer, 競争消費者) と、固定価格で電力を購入する消費者 (non-contestable consumer, 非競争消費者) に分類される。

このうち、競争消費者は、電力の小売り業者から購入することも、NEMSに参加している仲介者 (the Market Support Services Licensee, MSSL) を介して間接的にマーケットから購入することも、さらには自己が市場参加者となって直接マーケットから購入することもできる。

一方、非競争消費者は、主として家計や中小企業から構成されるが、MSSLから規制価格で電力を購入することになる。

電力の卸価格は、小売業者のネット購入価格であり、これには卸市場のすべての運営費が含まれている。この購入価格はさまざまなコストから構成されるが、その主体は統一シンガポールエネルギー価格 (Uniform Singapore Energy Price, USEP) である。USEPは30分ごとの送電価格の加重平均値で、NEMSを運営するEMCにより算出される。

②電力先物

SGXは、USEPを原資産とする四半期ベースロード先物を上場する予定である。この電力先物取引により、これまで電力のスポット市場に参加、取引してきた電力会社や競争消費者は電力価格変動リスクをヘッジすることができるようになる。また、新規市場参加者も、電力先物を活用して消費者に固定価格で電力を提供することが可能となる。

(2) 上場商品

SGXが上場を予定する商品は、USEP四半期先物 (the SGX USEP Quarterly Base Load Electricity Futures) である。

限月は、9限月が上場される。
ベースロードの期間は、月曜日の00:00から日曜日の24:00で、四半期

間をカバーする。

取引単位は、0.5 MWhで、各四半期の日数により次のようになる。

四半期が90日の場合: 1,080 MWh
四半期が91日の場合: 1,092 MWh
四半期が92日の場合: 1,104 MWh

最小価格変動幅は、0.01シンガポールドルである。

決済は、現金決済となっている。

(3) 清算・決済

SGXで取引される電力先物は、SGXの子会社であるシンガポール取引所デリバティブ清算会社 (SGX-DC) で清算・決済される予定である。SGX-DCは、CCPの機能を備えた清算会社で、市場参加者に証拠金の預託義務を課し、清算・決済を行う。

脚注:

- (1) 日本エネルギー経済研究所「平成24年度商取引適正化・製品安全に係る事業(諸外国における電力市場の実態等の調査)報告書」2013.3 p.1
- (2) Helvette Geman "Commodities and Commodity Derivatives, Modeling and Pricing for Agriculturals" John Wiley & Sons, Inc. (「コモディティ・フィナンシヤル」野村證券・野村総合研究所事業リスク研究会 2007.7 p.54-55)
- (3) HNEBystrom "The Hedging performance of electricity futures on the Nordic power exchange" Applied Economics 2003 p.1
- (4) 日本エネルギー経済研究所「平成24年度商取引適正化・製品安全に係る事業(諸外国における電力市場の実態等の調査)報告書」2013.3 p.3
- (5) Nord Pool Spot "Nord Pool Spot Europe's Leading Power Markets"
- (6) Helvette Geman *op. cit.*, p.359
- (7) Nord Pool Spot "Nord Pool Spot Europe's Leading Power Markets"
- (8) Nord Pool Spot *Ibid.*
- (9) 資源エネルギー庁「資料集」2013.4-10 p.23
- (10) Nord Pool Spot "Balancing Power"
- (11) Nord Pool "Trade at Nord Pool's Financial Market" Nord Pool ASA 2004.4 p.4
- (12) 日本エネルギー経済研究所 前掲 p.15

- (13) そのほか、CO₂排出権も取引対象となっている。
 - (14) NASDAQ OMX Commodities Market Report 2014/8
 - (15) Nord Pool "Trade at Nord Pool's Financial Market" Nord Pool/ASA 2004/4 p.12
 - (16) Nord Pool *Ibid.*
 - (17) Nord Pool *Ibid.*, p.13
 - (18) Nord Pool *Ibid.*, p.13-14
 - (19) NASDAQ OMX Commodities "Market Maker Categories"
 - (20) Helvette Geman *op. cit.*, p.375
 - (21) 日本エネルギー経済研究所 前掲 p.27
 - (22) 同右 p.29
 - (23) EEX "EEX Brochure Power" p.8
 - (24) EEX *Ibid.*, p.16
 - (25) グリーン証書については、次稿「電力デリバティブの検討の予定」。
 - (26) GreenStreamの資料
 - (27) Helvette Geman *op. cit.*, p.357
 - (28) Helvette Geman *Ibid.*, p.358
 - (29) N2EX "Product overview N2EX-UK Market 2011/8
 - (30) 日本エネルギー経済研究所 前掲 p.52
 - (31) N2EX Market Report 2014/8
 - (32) 第9回電力システム改革専門委員会参考資料集 2012.11 p.30
 - (33) 資源エネルギー庁資料集 p.23
 - (34) 同右 p.19
 - (35) 服部徹「電力取引と供給力の確保—米国北東部における容量市場導入の経緯と最新動向—」電力中央研究所オペレーティング・リサーチナ 2008.7 p.398 (34)
 - (36) PJM "Reliability Pricing Model"
 - (37) Loe Wayne Byers "Monthly FTRs Take Off in the PJM Interconnection" Natural Gas & Electricity 2006/4
 - (38) Bradford CME Electricity p.6
 - (39) CMEの資料
 - (40) ASX "Australian Electricity Futures and Options Contract Specifications"
 - (41) ASX "Introduction to the Australian Electricity Market" 2014/4 p.19
 - (42) IEX "Electricity Market" 2014/6
 - (43) IEX "Promoting Competition" Power Line 2013/10 p.44
 - (44) Mercados energy market India "Indian Power Market" 2014/6 p.5
 - (45) IEX "Promoting Competition" *op. cit.*
 - (46) IEX "Electricity Market" *op. cit.*
 - (47) IEX "Promoting Competition" *op. cit.*, p.45
 - (48) Mercados energy market India *op. cit.*, p.3
 - (49) NEW DELHI IEX enters into international tie-up with the EPEX SPOT
 - (50) Mercados energy market India *op. cit.*, p.44
 - (51) SGX "Proposed Launch of Electricity Futures" 2014/3
- 参考文献：
- ・ Alexander Eydeland, Krzysztof Wolyniec "Energy and Power Risk Management" John Wiley & Sons, Inc. (「電力取引の金融工学」山本要一訳、エネルギー・フォーラム 2004.11)
 - ・ ASX "Introduction to the Australian Electricity Market" 2014/4
 - ・ Bessembinder H and Lemon "Equilibrium pricing and optimal hedging in equilibrium electricity forward markets" *Journal of Finance* 2002
 - ・ Bradford G. Leach "The Evolution of the CME Group Electricity Complex"
 - ・ CME Group, Harvard Electricity Policy Group Sixty-Sixth Plenary Session 2012/3
 - ・ Energy Information Administration "Derivatives and Risk Management in the Petroleum, Natural Gas, and Electricity Industries" U.S.Department of Energy 2002/10
 - ・ Hany A. Shawky, Achla Marathe and Christopher L. Barrett "A first look at the empirical relation between spot and futures electricity prices in the united states" *The Journal of futures markets*. Vol.23, No.10 p.931-955, Wiley Periodicals 2003
 - ・ Helvette Geman "Commodities and Commodity Derivatives, Modeling and Pricing for Agriculturals" John Wiley & Sons, Inc. (「リサーチ・イン・ナチュラ」野村證券・野村総合研究所事業システム研究 2007.7)
 - ・ H.N.E.Bystrom "The Hedging performance of electricity futures on the Nordic power exchange" *Applied Economics*
 - ・ IEX "Electricity Market" 2014/6
 - ・ IEX "Promoting Competition" Power Line 2013/10

- Iivo Vehviläinen "Basics of electricity derivative pricing in competitive markets" *Applied Mathematical Finance* 9,2002
- Jesús F. Rodriguez "Hedging Swing Options" *International Journal of Theoretical and Applied Finance* 2011 Vol.14, No.2 2011
- Julio J. Lucia, Eduardo S. Schwarz "Electricity prices and power derivatives. Evidence from the Nordic Power Exchange" 2000
- Jussi Keppo "Pricing of Electricity Swing options" *University of Michigan* 2002
- Les Clewlow and Chris Strickland "Energy Derivatives Pricing and Risk Management" *Lacina Group* (「ハネキータン」) 日本経済新聞 2004.2)
- Matilda Guo, Maria Lapenkova "Numerical Methods for Pricing Swing Options in the Electricity Market" *Halmstad University* 2010
- Mercados energy market India "Indian Power Market" 2014.6
- Michael Hsu "Spark Spread Options Are Hot!" *The Electricity Journal* 1998
- N2EX "Product overview N2EX-UK Market" 2011.8
- N.K.Nomikos, O.Soldatos "Using Affine Jump Diffusion Models for Modeling and Pricing Electricity Derivatives" *Applied Mathematical Finance* 2008.2
- Nord Pool "Trade at Nord Pool's Financial Market" *Nord Pool ASA* 2004.4
- Nord Pool Spot "The market setup in the Baltics" *Nord Pool AS*
- Peter Hepperger "Numerical hedging of electricity contracts using dimension reduction" *International Journal of Theoretical and Applied Finance* 2011 Vol.15, No.6 2012
- Phebe Vayanos, Wolfram Wieseemann, and Daniel Kuhn "Hedging Electricity Swing Options in Incomplete Markets" *International Federation of Automatic Control* 2011
- R. Kenneth Skinner "Heat Rates, Spark Spreads, and the Economics of Tolling Agreements" *Natural Gas & Electricity* 2010.12
- Sascha Wilkens, Jens Wimschulte "The Pricing of Electricity Futures: Evidence from The European Energy Exchange" *The Journal of Futures Markets Wiley InterScience* 2007
- S. J. Deng, S. S. Oren "Electricity derivatives and risk management" *ELSEVIER* 2005
- Shi-jie Deng, Blake Johnson, and Aram Sogomonianz "Spark Spread Options and the Valuation of Electricity Generation Assets" *IEEE, Proceedings of the 32nd Hawaii International Conference on System Sciences*, 1999
- Shi-jie Deng, Zhendong Xia "A Real options approach for pricing electricity tolling agreements" *International Journal of Information Technology & Decision Making* 2006
- Shi-jie Deng, Zhendong Xia "Pricing and Hedging Electricity Supply Contracts: a Case with Tolling Agreements" 2005
- S.Stoft, T.Belden, C. Goldman, and S. Pickle "Primer on Electricity Futures and Other Derivatives" *University of California* 1998
- Svetlana Borovkova, Helyette Geman "Analysis and Modeling of Electricity Futures Prices" *The Berkeley Electric Press* 2006
- Wengler, J. "managing Energy Risk" *PennWell Publishing Company* (「電力取引とリスク管理」 鯨島隆太郎訳 エネルギーフォーラム 2003.6)
- Woo, C.K., I. Horowitz, A. Olson, A. DeBenedictis, D. Miller and J. Moore "Cross-Hedging and Forward-Contract Pricing of Electricity in the Pacific Northwest" *Managerial and Decision Economics*, Wiley Online Library 2011
- 遠藤操「電力取引における先物市場の活用—米国 PJM の事例—」*電力中央研究所報告* 2014.4
- 資源エネルギー庁電力・ガス事業部「電力市場における競争環境整備についての検討状況」2007.11
- 資源エネルギー庁電力・ガス事業部「電力市場における競争環境整備に係る検討結果について(案)」2007.11
- 総合資源エネルギー調査会基本政策分科会電力システム改革小委員会「資料集」2014.4
- 総合資源エネルギー調査会電気事業分科会「今後の望ましい電気事業制度の在り方について」2008.3
- 電力システム改革専門委員会「電力システム改革専門委員会報告書」2013.2
- 南部鶴彦、西村陽「エナジー・エコノミクス」*日本評論社* 2002.10
- 八田 達夫「電力競争市場の基本構造」*独立行政法人経済産業研究所RIETI Discussion Paper Series* 04-J-029 2004.1
- 服部徹「電力取引と供給力の確保—米国北東部における容量市場導入の経緯と最新動向—」*電力中央研究所オペレーティング・リサーチ* 2008.7
- 山家公雄「電力自由化のリスクとチャンス」*エネルギーフォーラム* 2001.9