

海外における電力自由化動向 ～ PJM と Nord Pool を中心として ～

第一研究部 電力グループ 研究員 小笠原 潤一
" 研究員 森田 雅紀

1. はじめに

平成 13 年 2 月 26 日～3 月 9 日に渡って経済産業省からカリフォルニア電力危機に関する調査団が派遣された。我々は同調査団に同行する機会を得、様々な知見を得ることができた。その海外出張で得られた成果は、本年 4 月 19 日に開催された経済産業省・電気事業連合会共同の報告会での経済産業省報告、及び経済産業省資源エネルギー庁電力・ガス事業部発行の報告書¹に反映されているので、参照されたい。

実施された電力自由化に関する海外調査においては、大規模停電の発生や電力会社の事実上倒産など、一連の電力危機の舞台となったカリフォルニア州を初めとして、自由化の成功例として評価されている PJM、英国、及び Nord Pool の調査も合わせて行われた。このうちカリフォルニア州に関しては、既にその原因や今後の動向、更には自由化の是非などについての論議がメディアを賑わせているが、その対比として取り上げられる PJM その他については断片的な情報の紹介にとどまることが多く、その実態が未だ不明確である部分が多い。

そこで本稿では、今回調査対象とした PJM、英国、及び Nord Pool のうち、NETA と呼ばれる新システムを採用したばかりの英国を除く二者について、その概要について紹介を行うものである。このうち PJM に関してはそのシステムが極めて複雑であり、完全な理解にはなお時間を要するものと思われるが、これまでの調査によって明らかになった概要部分の紹介のみにおいてもその意義があるものと考え、ここに紹介するものとする。

¹ 経済産業省資源エネルギー庁電力・ガス事業部「海外諸国の電力改革の現状と制度的課題」、平成 13 年 4 月 19 日

2. PJM 電力市場の概要

2.1. PJM-ISO²

“PJM”とは、Pennsylvania、New Jersey、Maryland の 3 州の頭文字をとった略称である。本来は単純に地域名を指す用語だが、自由化の成功例として“PJM”と呼ばれる場合は、これに Delaware、Virginia、及び Washington D.C.を含めた 5 州 1 地域からなるエリアを管轄する“PJM-ISO”（正式名称：PJM Interconnection L.L.C.）を指している。この PJM-ISO は送電線の運用及び卸電力取引を司る機関であり、小売自由化に関しては各州の公益企業規制委員会に実施権限があることから、その自由化方針は各州によって異なるため、ひとくくりに PJM 全体をもって成功例とすることは厳密に言えば誤りである。更には、各州とも未だ自由化の移行期間の段階にあり、経過措置として小売料金の凍結などを実施していることから、自由化の成否判断はその移行期間が終了し、本格的な競争状況に入る時期を待つこととなる。

現在 PJM-ISO では、全体を 10 の送電ゾーン（かつて供給責任を負った電力会社の保有する送電線ゾーン）に分割し管理を行っている（図 2-1 参照）。域内の最大電力は 51,700MW にのぼり、それに対する発電設備容量は 58,256MW となっている（いずれも 1999 年現在）。また、この系統運用エリアは北米最大である。

なお、北中部及び南西部にある社名のない地域は Allegheny 社と Duquesne 社の供給エリアであり、現時点では PJM の管轄下にはないが、両社と PJM-ISO の協定により、2002 年 1 月から PJM-West として PJM と一体の系統運用を行うことが決まっている。

図 2-1 PJM における送電ゾーン区分



PJM における電力プール

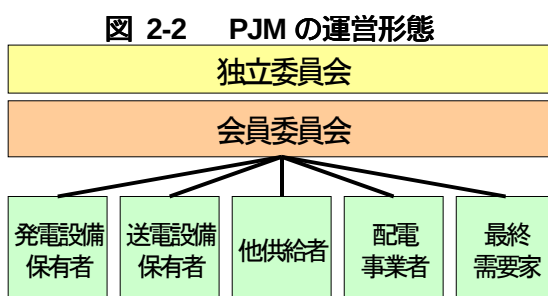
（出所）PJM ホームページ(<http://www.pjm.com/>)

² ISO：Independent System Operator（独立送電運用者）の略。送電系統の所有権を有せずに運用権のみを譲り受けて系統運用を行う非営利機関。1996 年の FERC（連邦エネルギー規制委員会）による“Order 888.889”によって送電系統の第三者に対する非差別的条件下での送電線開放が義務付けられ、卸電力市場の競争激化、送電線利用形態の変化、諸問題の発生などに伴い、それまでの送電線保有者ごとの系統管理を改め、周辺地域との協調的な送電線運用を行う目的からこの概念が誕生した。

の歴史は古く、既に 1927 年には当時供給を行っていた電力会社 3 社により世界初の電力プールが形成されている。その後参加者数を着実に増やし、1993 年に電力プールとしての PJM が独立主体として設立されると、1997 年には有限会社化し、エネルギー市場が設立された。更に翌 1998 年には ISO 化し、現在に至っている。

PJM-ISO に課されている機能については、他地域で ISO を営む事業体と同様、信頼度の高い電力システムの運用・制御などであるが、カリフォルニア州と異なり、PJM は ISO が電力取引その他の市場の管理・監視も行っている。また、責任所在の明確でなかったカリフォルニア州とは対照的に、PJM は包括的な地域送電拡張計画の提供責任を負っている。

次に、PJM の運営形態について概念的に示したものが図 2-2 である。PJM には大きく分けて独立委員会と会員委員会があり、独立委員会は PJM の会員とは完全に独立した意思決定機関である一方、会員委員会は発電設備保有者や送電設備保有者など、5 種類に分類



(出所) PJM ホームページ(<http://www.pjm.com/>)

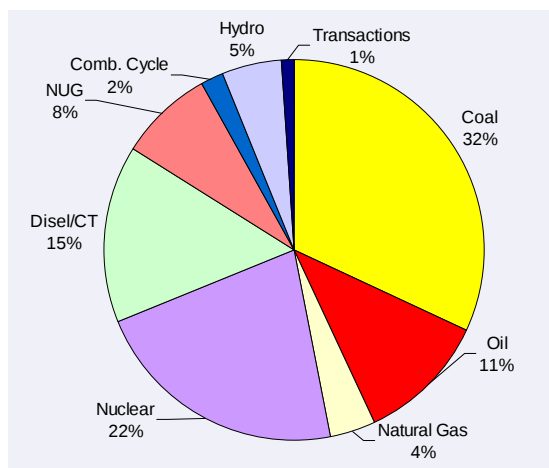
される会員企業・団体の代表者で構成される。会員委員会は PJM 内に発生する諸問題などについて独立委員会に諮問を行う立場にあるが、最終決定は独立委員会に委ねられる。なお、この独立委員会の委員は企業経営・送電運用・財務・マーケティングなど各部門の専門家 7 名で構成され、年に 1 度開催される年次総会で投票によって選出されるが、投票日からさかのぼって 5 年以内に会員企業に在籍してはならないことや、就任後は会員企業と一切のビジネス関係を持つてはならないなどの厳しい資格要件が課されている。³

PJM の運営は、FERC・各州・NERC（北米電力信頼度委員会）及び MAAC（大西洋岸中部委員会）による法・規制に従うことを前提として、その基準となる協定が存在する。そのうち主要なものが「運用協定」(Operating Agreement)、「信頼度保証協定」(Reliability Assurance Agreement)、及び「オープンアクセス送電料金表」(Open Access Transmission Tariff)の 3 つであり、この他送電保有者間での協定や市場運営方法について詳細を記したマニュアルが存在する。

運用協定は PJM-ISO の憲法とも言うべき協定であり、ISO 及び PJM 市場の運営方法についての事項が記載されている。PJM 市場にて取引を行う事業者は PJM 会員となる必要があるが、会員企業は全てこの運用協定の規定を遵守する義務を有する。

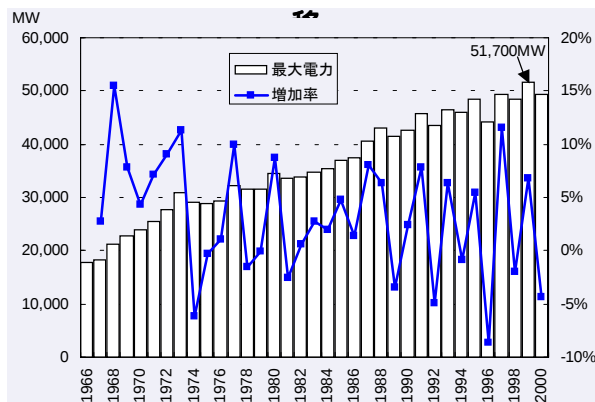
³ 因みにカリフォルニア ISO の意思決定機関は関係企業の代表者 5 名で構成されていたため、利害対立から意思統一が阻害されるケースが頻発した。一方で、電力危機発生後はこの反省を踏まえ、新たに選出された委員 5 名のうち 4 名が電力事業に関与した経験のない素人が就任するなど、依然混乱は続いている。

図 2-3 PJM 区域内の電源構成比



(出所) PJM ホームページ(<http://www.pjm.com/>)

図 2-4 PJM 区域内における最大電力の推



(出所) PJM ホームページ(<http://www.pjm.com/>)

信頼度保証協定はその名の通り PJM 区域内の供給信頼度維持を目的とした協定であり、緊急時対応や容量確保義務などについての記載がなされている。PJM 区域内で最終需要家に電力供給を行う事業者を LSE (Load Serving Entity) と呼んでいるが、全ての LSE はこの信頼度保証協定に参加する義務を有する。

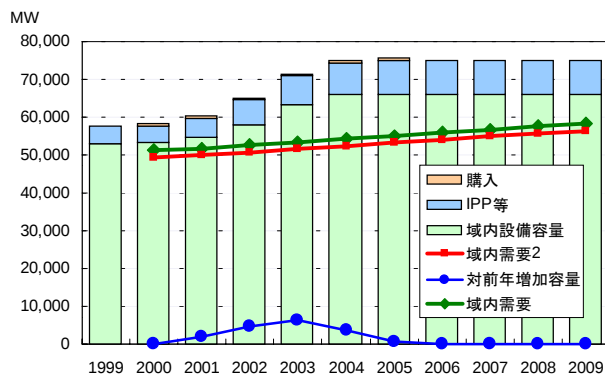
オープンアクセス送電料金表は、オーダー888・889 による送電線開放命令により、非差別的な送電線利用を認める観点から策定された標準料金表であり、PJM 以外の ISO でも送電線利用を規定するものとして設置されている。

次に、設備について見ると、電源構成については石炭の比率が大きくなっているが、総じてバランスのとれた構成比になっていることがわかる。カリフォルニアでは水力・天然ガスの比率が高かったことから、天然ガスの価格高騰及び少雨による水不足の影響が大きく、供給不足の一因となったことは周知のとおりだが、PJM 内では両者のシェアは低く、仮に同様の現象が発生しても受ける影響は少ないと考えられる。

最大電力は着実な伸びを見せていることが伺えるが、1990 年代に入ってから大幅な伸びを見せることは少なく、90 年代平均で 2%程度の伸びとなっている。

現在の発電設備容量及び今後の増加予定は、概ね域内の設備容量だけで最大電力が賄えるだけの容量を確保する見通しであり、着実な域内需要の増加にも対処できる予定である。

図 2-5 発電設備容量・最大電力見通し



(注) 域内需要2：域内需要から、緊急時に送電を停止できる契約の負荷分を除いたもの。

(出所) MAAC ホームページ (<http://www.maac-rc.org/>)

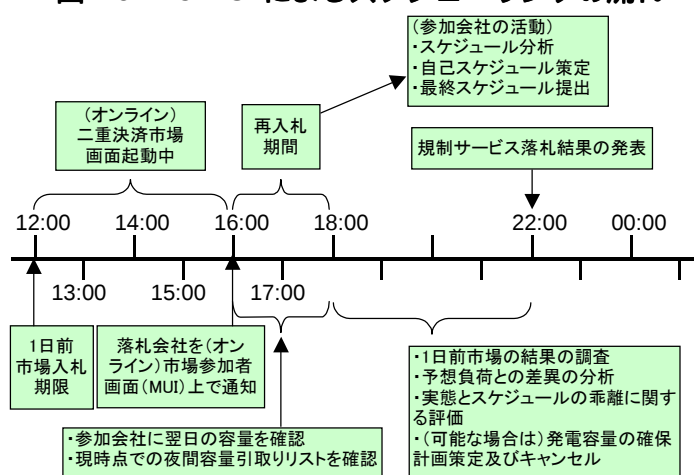
2.2. 送電運用スケジューリング

PJM-ISO において運用機能を担うのは OI（連系事務所：Office of Interconnection）であり、スケジューリングの他、電力取引、送電、発電のシステム運用を行っている。ここではそのうちスケジューリングシステムの運用について述べる。

OI では計画負荷及び要求予備力をカバーするために十分な容量が確保されていることを確認するためにシステムスケジュールを実施している。一日前市場⁴における電力取引の終了後、OI は発電所の稼働状況及び送電容量

の空き状況などのネットワーク要求や、負荷予想と一日前市場需要入札との相違状況、再入札期間からの変化に関する情報を収集する。また、参加各社に各社の最終スケジュールを提出させ、これらの情報に基づいて PJM 全体のスケジュールを策定する。再入札期間終了後には前日に策定されたスケジュールと実際の需要との乖離について評価・分析を行い、結果は以後の需要想定やスケジュールに反映されることとなる。具体的な流れを図 2-6 に示す。

図 2-6 PJM-OI によるスケジューリングの流れ



(出所) PJM ホームページ(<http://www.pjm.com/>)

2.3. LSE

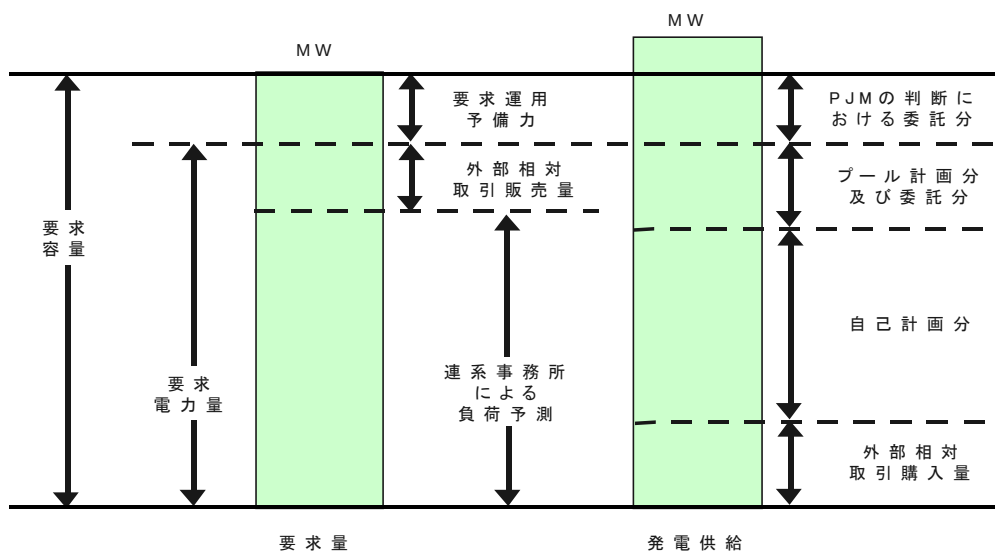
PJM 区域内において電力供給に重要な役割を果たすのが LSE(Load Serving Entity)である。定義によれば LSE とは「PJM 制御区域内で最終需要家に供給を行い、PJM 区域内の最終需要家に対する電力販売に関して、州及び地域法、規制・独占営業権に基づく権限及び義務を有する事業体(ロードアグリゲーター及びパワーメーカーを含む) またはそのような主体として当然に指定された事業体」とされており、自由化前まで供給責任を負っていた電力会社だけでなく、新規参入した事業者もこの指定を受ける。

LSE 事業者は信頼度保証協定への加入を義務付けられ、PJM-ISO と共に区域内における電源確保や信頼度維持、緊急時対策や電源計画の調整などに責任を負うこととなるが、PJM の特徴の 1 つとしてこの LSE に対して容量確保義務を課していることが挙げられる。

⁴ 2.5「PJM における市場について」において詳述する。

図 2-7 に LSE が容量確保を行うイメージを示している。PJM-ISO は計画期間⁵の 2 年前までに各 LSE より提出された負荷予測に基づき、これに ISO が適正と判断した運用予備力を加えた容量を各 LSE への容量要求量として決定する。これに対して LSE は自己設備容量や相対取引のほか、容量クレジット市場と言われる容量権取引市場において要求量に見合うだけの容量を確保することとなる。

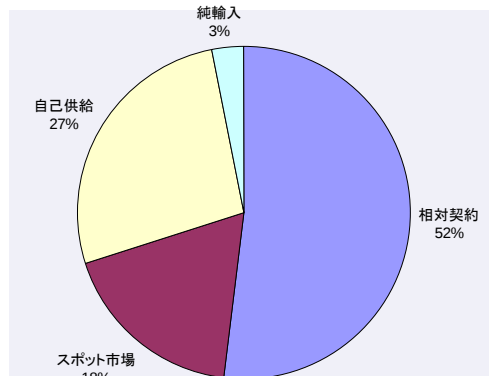
図 2-7 LSE の容量確保義務



(出所) PJM ホームページ(<http://www.pjm.com/>)

LSE は最終需要家に供給するための電力調達を行うが、電力調達手段がスポット市場に限定されていたカリフォルニア州と異なり、PJM では自らの有する発電設備からの供給や、特定事業者との相対契約による調達が認められている。こうして調達された電力を最終需要家に供給するが、5 州 1 地域にまたがる PJM では小売自由化に関する命令や規制がそれぞれに異なるため、LSE はそれぞれの州規制・命令に従って供給を行うこととなる。

図 2-8 電力取引形態別シェア



(出所) PJM ホームページ(<http://www.pjm.com/>)

図 2-8 に調達方法の内訳を示しているが、相対契約による調達が半分以上を占め、自己供給と合わせて 8 割近いシェアを占めている。スポット市場取引は僅か 2 割に過ぎず、価格変動の大きいスポット市場重視のカリフォルニア州よりは価格の安定性が高い。

⁵ 当該年度の 6 月 1 日から 5 月 31 日までを指す。例えば、「2001 年計画期間」といった場合は 2001 年 6 月 1 日～2002 年 5 月 31 日までとなる。

2.4. 送電サービス

PJM 区域内で送電線を利用する事業者は、PJM の会員となり、その上で PJM の運営する OASIS（送電線同時情報システム）上に送電サービスの申し込みを行った上で、それが PJM に承認されて始めて送電サービスの利用が可能となる。

PJM-ISO が提供するサービスには大きく「地点間送電サービス」と「ネットワーク送電サービス」の 2 種類がある。地点間送電サービスとは、PJM 区域の外部との取引を伴う送電（輸出入・域内通過）の際に受けるサービスであり、申込時に発電・受電地点を指定する必要がある。一方、ネットワーク送電サービスは PJM 区域内の送電を行う LSE が受けるサービスである。なお、両者とも常時・非常時サービスが存在するが、常時のネットワーク送電サービスを利用するには電源の指定が必要となる。

なお、送電線混雑時にはサービス利用が制限・却下されることがあるが、その際はネットワーク・常時地点間送電サービスが最優先される。非常時サービスについては申込時に混雑料金の支払意思の有無を確認し、意思があるものを優先する。

2.5. PJM の市場について

PJM-ISO にはエネルギー市場、補助的サービス市場、金融的送電権市場、容量クレジット市場の 4 つの市場がある。以下順を追って説明する。

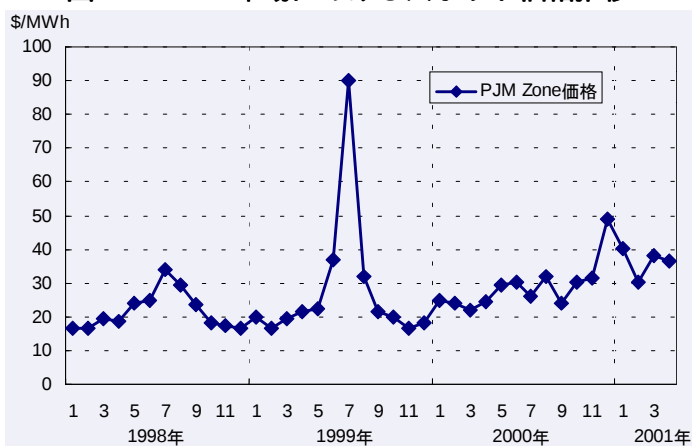
2.5.1. エネルギー市場及び金融的送電権市場

エネルギー市場は PJM 内で電力取引を行うためのスポット市場であり、大きく一日前市場とリアルタイム市場の 2 つに分かれる。供給日の一日前に、各 LSE は需要想定に基づき、必要電力量の入札を行う。こうして一日前に当日の電力量を確保するが、当然ながら実際の需要量は想定値どおりにならないことが多い。

そのため、当日に過不足分の売買を行って供給調整を行う場となるのがリアルタイム市場である。

図 2-9 にスポット価格の推移を示す。1998 年からのデータでは概ね一定した値を示しているが、1999 年の夏季は猛暑による予想外の需要増から一時的に価格が高騰している。しかしこれは一時的なもので、8 月には例年どおりの

図 2-9 PJM 市場におけるスポット価格推移

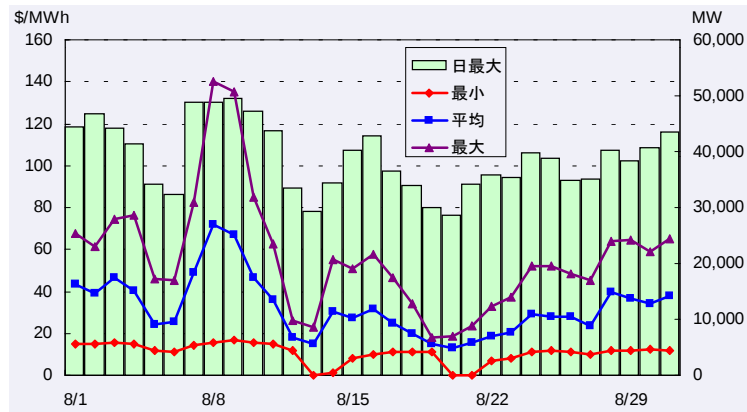


（出所）PJM ホームページ(<http://www.pjm.com/>)

水準に戻っている。一方図 2-10 はこのうち更に 2000 年 8 月のスポット価格推移を拡大しているものであるが、これも最大が\$100/MWh を超えた日があったものの、その他は概ね\$60/MWh を下回る水準であり、最低価格の中には夏季にも関わらず\$0/MWh を記録した日もある。

このようなスポット市場の

図 2-10 PJM 市場における 2000 年 8 月のスポット市場価格推移



(出所) PJM ホームページ(<http://www.pjm.com/>)

価格形成に大きな役割を果たしているのが LMP (Locational Marginal Price) と呼ばれる、地点ごとの発電に要する限界費用を現した指標である。LMP は下記のように分解され、エネルギー市場における価格決定と同時に、PJM 区域内の送電を行う際に発生する送電混雑料金を決定するために用いられる。

$$\text{LMP} = (\text{発電限界費用}) + (\text{送電混雑費用}) + (\text{限界損失費用})^6$$

LMP は送電線に制約条件がない場合は各地点間で等しくなるが、送電制約条件がある場合には地点間で差異が生じ、その差異が混雑料金として送電線利用者から徴収される。なお、徴収された混雑料金は送電線所有者に還元される。

送電線混雑の際には混雑料金が発生するが、地点間送電サービス利用者は送電サービスを申し込む際、それと同量・同方向の送電に関する送電権を申請することができる。この送電権は金融的なものであり、物理的な送電サービスの確保を保証するものではないが、混雑送電線利用の際には送電権を有していることで混雑料金の支払を免除されるため、混雑料金に対するヘッジ手段として活用されている。因みにネットワーク送電サービス利用者については、年間ピーク負荷に応じて配分されることとなっている。また、この送電権は相対によって売買可能であるほか、残余の送電権を売買する送電権市場も存在する。

2.5.2. 補助的サービス市場

PJM-ISO は通常の電力取引市場管理の他に、システム制御のスケジューリングやディスパッチング、無効電力供給や電圧制御、エネルギーインバランス調整、周波数制御、運用予備力確保といった補助的サービスの提供にも責任を有している。このうち PJM では周波数制御サービスのみが市場化されており、競争入札によって提供者を決定しているが、残りは市場化されておらず、

⁶ 実際には地点ごとに LMP が決定し、需要地点と供給地点との差額が混雑料金として計算されるので、事後的に分解される形式になる。

ISO がサービス利用者との契約によって提供し、料金を徴収する形式を取っている。

2.5.3. 容量クレジット市場

前述の通り、LSE には容量確保義務が存在するため、各 LSE は ISO の指令した要求容量を確保しなければならないが、この確保方法として自己設備、外部相対取引の他、容量を取引する容量クレジット市場が存在し、余剰を持つ事業者と不足している LSE が売買入札を行うことで取引を行っている。なお、この市場に容量を販売しようとする事業者は、それが LSE である場合には ISO により余剰のあることを認められなければ販売することを認められない。また、容量の不足が著しい際には、ISO が余剰を持つ事業者に対し、強制的に販売入札を行うよう命令を出すこともある。

2.6. PJM 区域における小売自由化について

冒頭に述べたように、小売自由化に関しては PJM-ISO の管轄下ではなく、各州の規制当局の責任に基づいて実施されている。そのため PJM 区域内にある 6 州・地域における自由化の程度はそれぞれに異なるが、その概要をまとめたものが表 2-1 である。各州とも自由化実施傾向にあるが、カリフォルニアと異なり電源売却命令を出している州はない。しかし数社は自主的に売却し、送配電事業に特化するものも存在する。

表 2-1 PJM 区域における各州の小売自由化の概要

	自由化開始	自由化対象	デフォルト・サービス料金の凍結	電源売却命令	回収不能費用回収の可否
ペンシルバニア	2000 年 1 月	全需要家	実施	なし	可
ニュージャージー	1999 年 8 月	全需要家	実施	なし	可
メリーランド	2002 年 7 月予定	全需要家	実施	なし	可
デラウェア	2001 年 4 月	全需要家	実施	なし	規制当局の判断
バージニア	2004 年 1 月予定	全需要家	上限規制のみ	なし	可
ワシントン DC	2001 年 1 月	大口需要家	実施	なし	可

(出所) E I A 及び各州ホームページを元にエネ研作成

このうち、特に需要家口数で最大となるペンシルバニア州における自由化の概要について触れる。同州では競争的な小売市場の確立に力点を置いた自由化を実施しており、かつて独占営業権により特定地域の最終需要家に供給を行っていた 11 の EDC (配電事業者: Electricity Distribution Company) が個別に構造改革計画を州 PUC (公益事業規制委員会: Public Utility Commission) に提出し、それぞれの実態に合わせた構造改革を実施している。このため、自由化後の事業戦略は、発電設備を売却して送配電事業に特化するもの (GPU) から、別会社化して長期契約を締結すると同時に、携帯電話などの他事業に参入を図るもの (PECO) 更には他地域に供給会社として参入を図るものまで様々である。

EDC はデフォルト・サービス供給責任を負うが、そのうち発電部分の価格を「比較価格」として他の新規参入者との比較を容易にすると同時に、PUC との協議で比較価格を調整することで発電事業者の新規参入や需要家の供給者変更を促している。また、このデフォルト・サービスについては、その全部（Duquesne）または一部（PECO）を競争入札により他事業者に移管する動きも出ている。

回収不能費用は各社の事情に応じて回収額が決められたが、カリフォルニア州の残余回収方式ではなく、毎月一定額を回収する定額回収方式を採用し、回収期間も各社の事業計画に応じて 5 ～ 12 年と違いがある。一般に発電設備を売却した会社は回収期間が短い。

2.7. まとめ

PJM-ISO は信頼度維持にその最大目標をおき、参加する事業者に容量確保義務などの厳しい義務を課している。電源の多様性もあいまって、カリフォルニア州のような危機的な状況には陥りにくい構造であり、供給の安定に大きく寄与している一方で、新規参入という意味では参入障壁が極めて高いという難点も存在する。

市場の管理では LMP 方式を採用し、市場価格に大きな影響を与えるものとなっているが、そもそも相対取引や自己供給による電力調達が主流であるため、LMP そのものには価格指標的な機能は低い。また、市場による電力取引が ISO を介して実施されていることから、ISO が系統運用者として必要となる情報の収集は容易であり、経済的な運用が可能となる一方で、事前のスケジュールやディスパッチには非常に複雑なルールが適用されており、完全な理解にはなお時間を要するものと思われる。

今後は進行していく各州における小売自由化と合わせて産業再編の動向を注視していく必要があり、各州での自由化の状況や自由化の最大目的である料金低減などの目標が達成されるかどうか、PJM 区域における自由化の成否判断には不可欠であろう。

3. 北欧電力市場の概要 (Nord Pool)

3.1. 北欧電力市場の特徴

北欧 4 ヶ国（ノルウェー、スウェーデン、フィンランド、デンマーク）では、国際卸電力市場（Nord Pool）を開設し、相互に活発な電力取引を行っている。欧州での成功例として注目されている市場である。

3.1.1. 北欧諸国電力自由化の歴史

北欧諸国における電力自由化は、ノルウェーで 1991 年エネルギー法が制定され、電気事業の再編と電力市場の自由化を行ったことに始まる。1993 年 Statnett 市場と呼ばれる電力取引所を開設、次いで、1996 年 1 月にスウェーデンは新電気法により、国内の電力市場は自由化を行い、同時にノルウェーと電力市場を統合し、ノルウェーとスウェーデンで共同の電力スポット市場（Nord Pool、Statnett 市場を改名）が開設された。1998 年 6 月にフィンランド、1997 年 7 月にデンマーク西部地域（ユトランド半島及びヒュン島）、2000 年 10 月にデンマーク東部地域（ジールランド島等）が Nord Pool に加入し、北欧 4 ヶ国をまたがる国際電力取引市場が実現した。

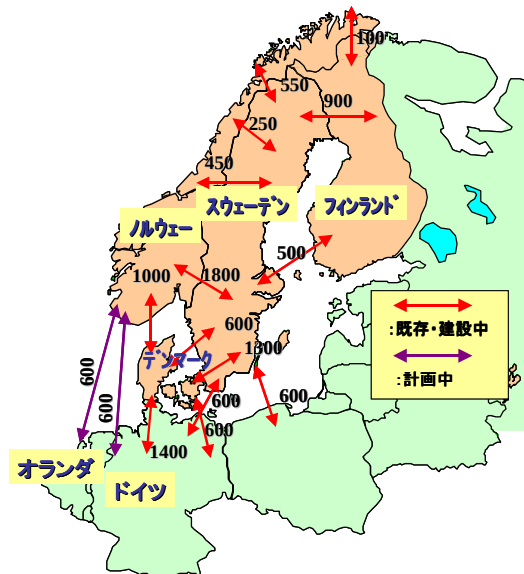
3.1.2. 特徴

北欧諸国は、各国の電源構成の違いもあり、長い国際融通の歴史がある。ノルウェーは水力、デンマークは火力が中心であり、スウェーデンは原子力及び水力、フィンランドは火力、原子力、

水力と異なった供給構造を抱えている。全体としては水力が全体の発電設備容量の半分以上を占めており、水力の季節変動性に基づき、国際的な融通の必要性は高かった。

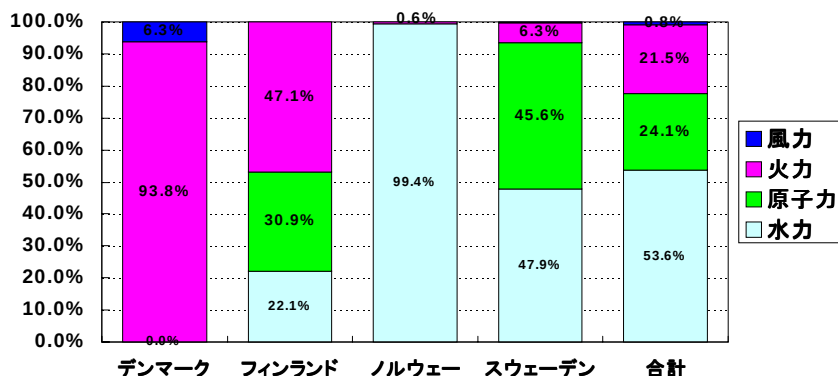
北欧諸国の供給構造の特徴は、多数の発電事業者、送電会社

図 3-1 北欧地域の国際連系線容量



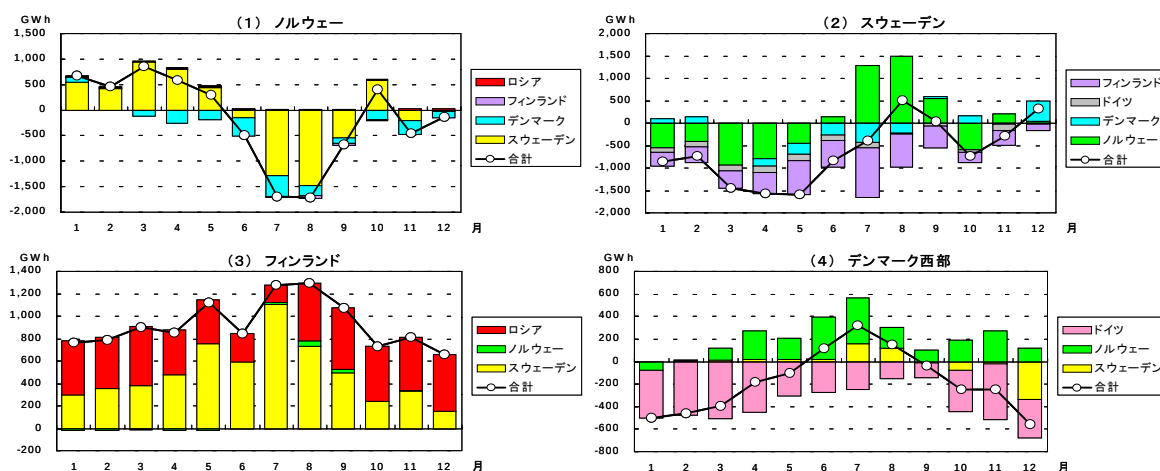
（出所）Statkraftプレゼンテーション資料より作成

図 3-2 北欧各国の発電設備容量構成比
（1999 年 12 月 31 日時点）



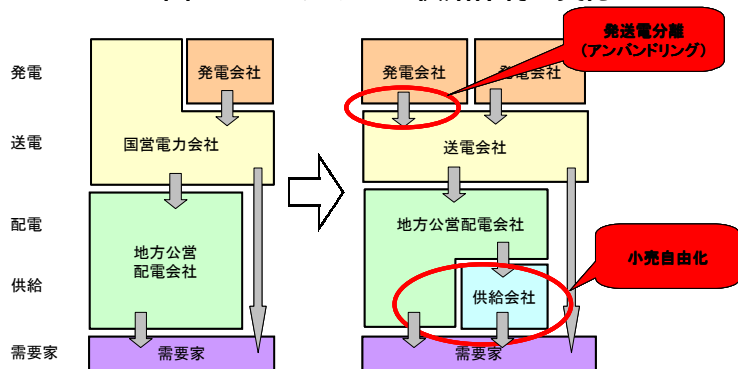
（出所）Swedish National Energy Administration, "Electricity market 2000"

図 3-3 各国の輸出入関係（1999 年）



(出所) Nord Pool ホームページより作成. <http://www.nordpool.com/products/index.html>

図 3-4 ノルウェー供給体制の変化



の設立、多数の地方公営配電事業者、という点にある。

まず発電事業者では、例えばノルウェーの Statkraft 社は、約 30% のシェアを有しているものの、北欧諸国全体でのシェアは小さく、市場を共通化したことで、発電事業者の市場支配力を抑える結果にな

っている。次に送電会社であるが、ノルウェーでは Statnett 社は、1991 年エネルギー法に従い発電部門と切り離されて設立されたもので、ノルウェー全体の送電設備の約 8 割を所有し、系統運用全体の責任を有している。各国形態は異なるが、各々単一の送電会社（系統運用者）が設立されている（スウェーデンのみ国の機関である系統運用局 Svenska Kraftnät が系統運用を行っている。送電線の保有は電力会社）。最後に配電会社であるが、例えばノルウェーでは約 200 の供給事業者が存在しているが、そのほとんどが地方公営配電事業者という。自由化に伴いノルウェーの有力公営配電事業者であった Oslo Energie も持株会社化や、スウェーデンの発電会社 Vattenfall が Oslo Energie の小売部門に資本参加する等、事業再編を行っており、どのような形に小売部門が収束していくか注目される。

表 3-1 各国供給体制

	デンマーク	フィンランド	ノルウェー	スウェーデン
発電部門	Elsam、SK Power、Københavns Energi 等	TVO、IVO、Helsingin Energia 等 (産業部門では自家発が多い)	Statkraft 社が 3 割程度、 その他約 140 事業者	Vattenfall、Sydkraft、Brika Energie の 3 大電力会社 が全発電電力量の約 80%
送電部門	西部：送電会社 Eltra 東部：送電会社 Elkraft System により所有、運営(国内 配電会社により設立)	送電会社 Fingrid 社により 所有、運営(国、Fortum、 PVO 等が所有)	送電会社 Statnett 社が大 部分所有し、独占的に運 営(国営)	国 家 機 関 Svenska Kraftnät (スウェーデン 系統運用局) が系統運 営、所有は 8 大電力会社
配電部門	約 90 の地方自治体、共同 組合、合資会社所有の配 電会社	Helsingin Energia 等、地 方公営配電会社が多数	地方公営配電会社が約 200	Vattenfall、Sydkraft、地方 公営配電会社等、約 200

3.2. Nord Pool の概要

3.2.1. 概要

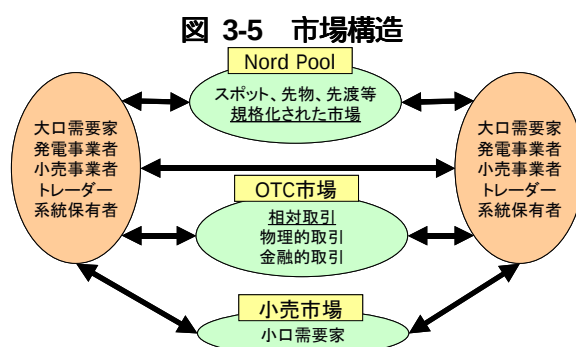
Nord Pool は、世界初の多国間共通電力市場であり、1993 年に設立され、ノルウェーの Statnett SF が 50%、スウェーデンの Svenska Kraftnät が 50%所有している。Nord Pool はオスロ、ストックホルム、オーデンセに 60 人を越える従業員がいる。フィンランドではヘルシンキの EL-EX 取引所によって代表されている。

Nord Pool では、電力取引の地域区分としてゾーンを設定しているが、その区分は各送電会社のエリアが基準になっている(ノルウェーのみ 2 地域に分割されている)。Nord Pool の機能は、これらゾーン間の混雑管理と価格形成にある。ゾーン内の混雑管理は、各送電会社に委ねられている。その意味で Nord Pool は、カリフォルニア PX と非常に類似した機能を持っていると言える。

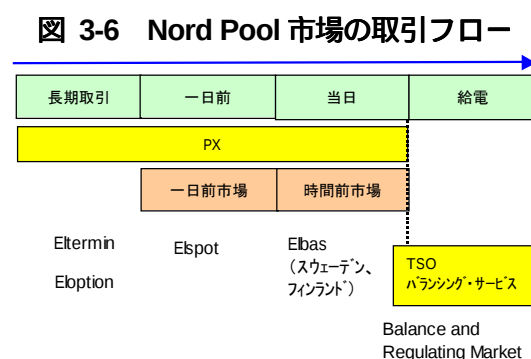
価格形成機能については、Nord Pool は任意プールであり、相対契約も可能である(Nord Pool を通じたスポット取引は約 2 割)。しかし、相対契約においても Nord Pool で形成される価格は参照される場合が多く、地域の指標価格としての役割を果たしている。

3.2.2. 開設されている市場

さて Nord Pool では、Physical Market (Elspot Market、Elbas Market、Balance and

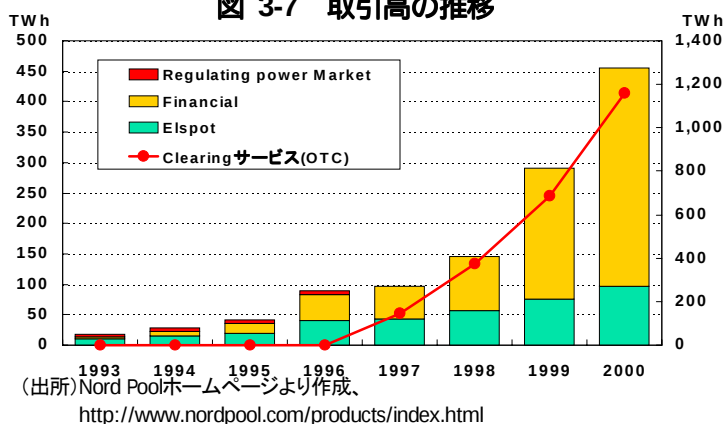


(出所) Nord Pool Consulting プレゼンテーション資料より作成



(出所) Nord Pool Consulting プレゼンテーション資料より作成

図 3-7 取引高の推移



Regulating Market)、
Financial Market (Eltermin、
Eloption)、Clearing Service
(Elclear)を提供している。
Elspot 市場は一日前市場、
Elbas 市場はスウェーデン・フ
ィンランドのみを対象とした時
間前調整市場、Balance and
Regulating Market は需給バラ
ンス市場である。次に金融市場

では Eltermin 市場が先物、先渡市場、Eloption はオプション市場である。Clearing Service とは、相対契約に伴うリスクを減ずるためのサービスで、Nord Pool は反対契約を結ぶことでリスクを減殺することができる。

これら開設されている市場のうち、Elspot 市場は全体の 2 割程度を占めるのみであるが対象地域の拡大とともに取扱量は順調に拡大している。一方、金融市場(Financial)及び Clearing Service の取引量が Elspot 市場と比較しても劇的に増加している。

Elspot 市場

翌日渡し of 1 時間ごとの電力取引に関する量と価格を決定する市場である。地域区分は、ノルウェー 2 地域、スウェーデン、フィンランド、デンマーク 2 地域(西部、東部)に分かれている。

Nord Pool は毎週需要予測に基づき、翌週の入札可能エリアの需要及び、予想価格を公表する。参加希望者は、取引前日の正午までに、翌日の取引に関する量と価格の希望値を Nord Pool に提出する。全ての参加者の提出データに基づいて、翌日毎時間の取引価格と各参加者の取引量を決定する。容量制約が生じる場合には、電力市場参加者は通告エリアを指定しエリア価格を算出す

図 3-6 システム価格の推移

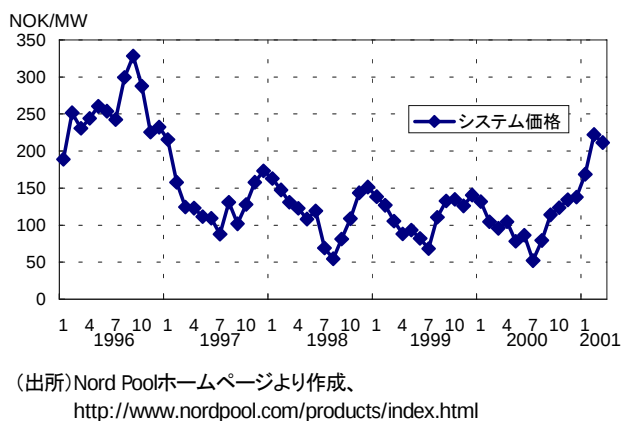
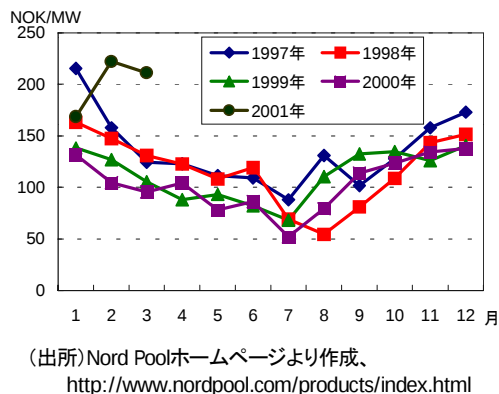


図 3-7 システム価格の季節変動性



ことで調整される。なお、Nord Pool による情報交換は、インターネットもしくは EDIEL と呼ばれるイントラネットを通じて行われる。

1999 年には、75.4TWh、89 億 NOK の取引が行われた。1999 年の電力取引対象地域の電力消費は合計で 350TWh であり、スポット市場はこのうち約 22%をカバーしていることになる（1998 年は 16.5%）。1999 年におけるシステム価格の平均は 112.11NOK/MWh、1998 年は 116.35 NOK/MWh であった。

Elbas 市場

スウェーデン、フィンランドを対象とした需給バランス市場であり、1999 年 3 月 1 日より開始した。Elspot 市場とバランス・サービスの間の時間帯における調整市場の役割を果たしている。

Elbas 市場は、実際の送電の 2 時間前まで、個々の時間の連続的な電力取引をカバーする機能を有する（カリフォルニアでの一時間前市場のような役割を果たしてい

る）。フィンランドとスウェーデンの間の取引は、送電容量に制約を受ける。Elbas 市場の Nordic 諸国全体への適用は検討中である⁷。

各日において、1 時間毎に契約が割り当てられる。参加者は二つの通貨（スウェーデンの SEK とフィンランドの FIM）を用いることができる。

Nordic 送電会社と電力取引所は、Nordic 諸国間により効率的な調整市場を構築できないかの検討を 1997 年秋に開始した。フィンランドとスウェーデンの市場参加者は、実際の送電時間に可能な限り近い時間契約の取引可能な事業者が特に市場の創設に興味を持っている。

Balance and Regulating Market

ノルウェー国内を対象とした需給バランス市場。系統運用者である Statnett 社が運営している。相対取引及び Elspot 市場での電力取引をバランスさせるために行われる電力取引である。

図 3-8 Elbas 取引の状況（4 月）

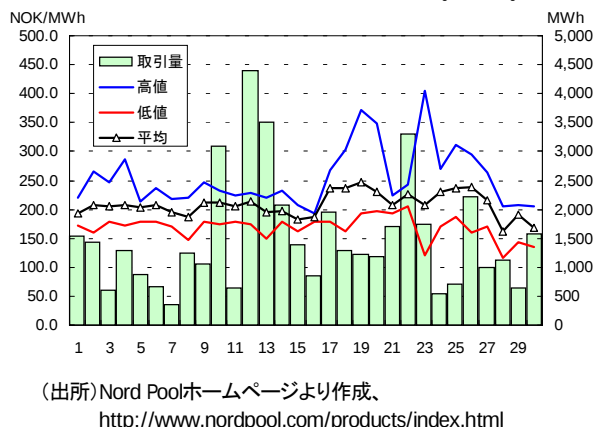
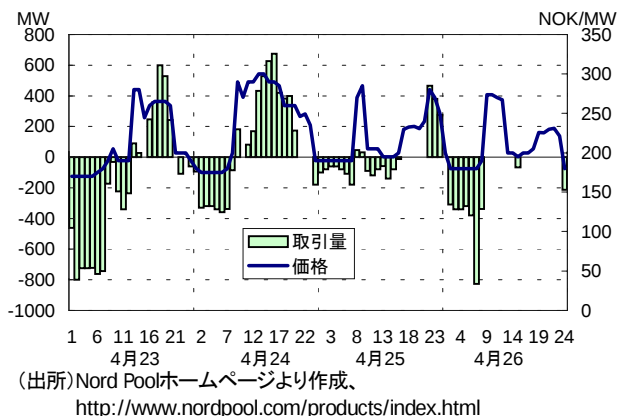


図 3-9 調整市場の状況



⁷ 但し、ノルウェーでは水力中心であるため Elbas 市場の必要性は低い、という意見が出されていた。

指令を受けてから 15 分以内に自らの発電量・消費量を増減できる発電事業者・需要家により構成され、需給の不一致が生じた場合に Statnett 社の指令により調整が実施される。

市場参加者間の契約上の電力取引量と実際の売買量との差分は、Balance and Regulating Market で決定された価格（1 時間毎）に基づいて、Statnett 社により決済される。

ノルウェーでは需給の間の予測不能なインバランスを調整するために、Regulating Power Market は設置されている。Regulating Power Market は、系統システム管理者である Statnett 社により用いられる。

スウェーデンでは、このインバランスは Svenska Kraftnät が提供するバランス・サービスにより調整される。Regulating Power Market とバランス・サービスへの参加者は、短時間で対応可能な発電設備を有していなければならない。その他の市場参加者は、契約との差分を調整するという受動的な位置付けに止まる。同様にフィンランドでは Fingrid、デンマーク西部では Eltra によりインバランスは調整される。更に、スウェーデンとフィンランドの参加者は、実際の送電の 2 時間まで EL-EX を通じたバランス調整市場（Elbas）に参加することができる。

3.2.3. 他の欧州各国との関係

Nord Pool は順次対象地域を拡大することによって、市場規模ではフランス、ドイツ、イギリス等と比肩し得るまでに発展した。

表 3-1 各市場の比較

	Nord Pool	EDF	National Grid	ドイツ	PJM	California
最大電力	53,500MW	6,900MW	49,700MW	74,201MW	51,700MW	45,570MW
発電電力量	374.6TWh	456.6TWh	318.5TWh	493.0TWh	225.7TWh	212.0TWh
消費電力量	377.3TWh	393.3TWh	305.3TWh	447.3TWh	303.5TWh	184.6TWh

（出所）海外電力調査会「海外電気事業統計」等より作成

Nord Pool では、将来の欧州電力市場について、次のような見方をしている。

- 電力スポット市場は、国の枠組みより離れ、より国際的な広がりを見せるであろう。
- 取引の標準化により、金融的取引が拡大・進化するであろう。また地域間の裁定取引も活発化するであろう。

Nord Pool では、現在、国際送電容量の制約により、地域間の裁定取引が制限されているが、認識が広がり改善される方向に向かうものと考えている。一方金融的取引市場は、物理的な制約を受けない。また、流動性の高い市場が発展していくので、より取引費用は低減していくことになり、デリバティブ取引等は拡大するという見方をしている。加えて、今後は他のエネルギー市場での規制緩和により、特にガスにおいて市場が形成されていくであろうが、市場の形成には、指標価格の役割が大きく、市場の拡大とともにエネルギー間の連関も生まれる。Nord Pool は常に市場動向に応じて商品開発を行っているので、この様な動きにおいて主導的な役割を担うと考

えており、欧州での各取引所の動向を睨みながら拡大の方向を探っている状態である。実際にもオランダ＝ノルウェー間の送電線が建設中であり、今後国際電力取引所として欧州の中での重要度は増してゆくであろう。

3.3. Nord Pool の評価

3.3.1. カリフォルニア電力取引システムとの類似性

Nord Pool の評価を行う際には、まずカリフォルニア電力取引システムとの類似性を指摘する必要がある。図 3-10 の通り、北欧の電力取引システムとカリフォルニアのそれは、極めて類似している。また混雑管理においても、ゾーン別混雑料金を採用している点も同じである。違いは、カリフォルニアでは、PX もスケジューリング・コーディネーターの一つという位置付けから、一日前市場及び一時間前市場での全体の需給は PX のみでは分からず、かつゾーン間の混雑管理は ISO の役割となっている点である。この類似性は、カリフォルニア PX の設計の際に、Nord Pool を参考にして行われたことに由来する。

このように極めて類似する取引システムを持ちながら、結果的に評価が大きく異なっ

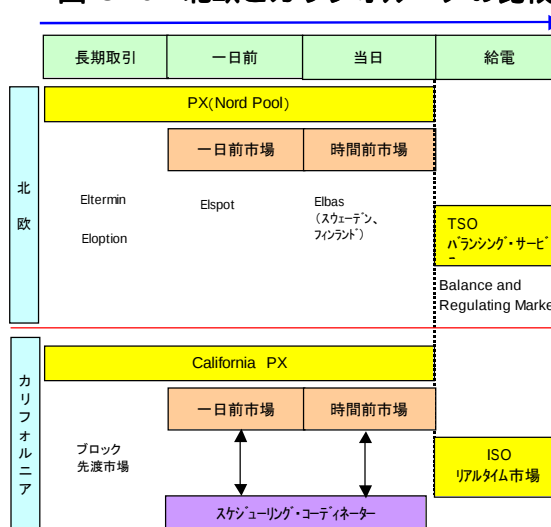
てしまったのは、非常に興味深い。ここでは大きく 2 点ほど違いを指摘したい。一つには、カリフォルニアでは 3 大電力会社に PX での取引を義務付けたのに伴い、PX での取引が主流であったが、Nord Pool 地域では相対取引が主流であり、スポット取引は物量ベースで 2 割程度を占めるに過ぎない点が挙げられる。そのため、Nord Pool 地域ではスポット市場での価格変動に対し、全体の取引の被る影響が比較的軽微である。次に、Nord Pool 地域では化古くからの国際融通の歴史があり、各国間の国際系統連系線の容量（カリフォルニアではゾーン間）も十分確保されていることも注意する必要がある。

以上のように、制度的には類似していても、運用方法、設備の状況によって異なった結果を生み出すことが、カリフォルニアと対比をすることで分かる。

3.3.2. 日本への適用可能性

あくまでも 2003 年度の部分自由化見直しにおいて、卸電力市場を構築しようとする場合、という前提になるが、Nord Pool システムの日本への適用可能性はあるだろうか。現在、わが国では小売部分自由化が行われ、9 電力会社を中心に系統運用を行っていることから、最終的な系統運用を各国の送電会社が行っている Nord Pool システムとの適合性は一見高いように思える。や

図 3-10 北欧とカリフォルニアの比較



はり全国統一的な系統運用システムを構築するのは、多大な費用を必要とし、過去電力会社が培ってきた経験を十分反映させることが難しいというデメリットがある。Nord Pool システムはその点で最終的な系統運用における電力会社の機能は維持しつつ、卸電力市場の構築を行うことのできるメリットがある。

しかし、注意しなければならないのは、カリフォルニア電力危機で明らかになったように、条件の異なるところにシステムを移植しても、必ずしもうまく機能するとは限らない点である。わが国は、火力・原子力を中心とした電源構成であり、水力が約半分を占める Nord Pool 地域とは異なる。また、ロシア、ドイツとも電力取引を行っており、完全に一国内で閉鎖系になっているわが国の送電網とは大きく異なる。そのため、Nord Pool システムの移植のみではうまく機能するかは判定し難く、慎重な検討が必要である。但し、Nord Pool の「指標価格」としての機能や、金融技術の発展は、わが国も大いに参考にすべき点多いと考えられ、昨今の IT 技術の発展との関連で、無視し得る枠組みではなからう。

4. まとめ

以上、PJM と Nord Pool という全くタイプの異なった二つのシステムを検討してきた。いずれも卸電力取引の効率的な運営という名目は同じであるものの、PJM では供給信頼性を重視しつつ、地点別混雑管理を行うという系統運用上の機能の重要な一部となった設計を行い、Nord Pool では指標価格としての機能と各国送電会社間の混雑管理の調整を重視することで、システムそのものは全く異なったタイプとなった。そのため、同様にスポット市場の利用は物量ベースで 2 割程度であり、ほとんどが相対取引・自己供給という結果は同じであるものの、各々のスポット市場の果たす系統運用上の機能は全く異なっている。

また、PJM システムは、全体として非常に複雑であり、小売事業参入にあたっては発電設備容量確保義務等、厳しい条件が付されている。そのため、小売事業への新規参入は既存電力会社の子会社による他供給地域への参入とグリーン電力が中心となっている。一方、Nord Pool システムは供給信頼度維持のための制度的担保が存在するとは言い難いが、比較的参入条件が緩く、自由度が高い。そのため金融技術が大きく発達し、様々な商品が生み出されて来ているのであろう。わが国の場合も、制度設計の際に目的を明確化し、各々の抱えるメリット、デメリットを比較した上で制度を議論することが望ましい。

最後に電力取引システムとしてのカリフォルニアと Nord Pool の類似性の箇所でも指摘したが、同様なシステムであっても、導入する地域の条件や運用方法により大きく結果が異なる可能性がある。特にわが国の場合、欧米各国と比較して、エネルギー輸入依存度の高さ、系統的に一国内で閉鎖系である点など、供給の安定性及び信頼性を重視せざるを得ない状況にある。従って、各システムの導入可能性の議論においては、より慎重にならざるを得ない。また今回検討した地域では、小売自由化は各州もしくは国ベースの権限事項であることから別の枠組みになっており、これら PJM システムや Nord Pool システムは卸電力市場及び送電線の運用に関わる部門のみを対象としている。従って、これらシステムをあくまでも「部品」として捉えわが国への適合可能性を議論すべきではないだろう。

表 4-1 PJM 及び Nord Pool のわが国への適用可能性

	PJM	Nord Pool
長所	● 高い供給信頼度(供給力確保義務) ● 卸電力市場利用の公平性(地点別限界費用方式) ● 既存電力会社の自由化体制移行の容易さ	● 現行電力体制に適合的(ゾーン制) ● 指標価格の役割 ● 参入の容易さ ● 制度の分かりやすさ
留意すべき点	● 長期的な投資確保 ● 小売への参入の困難さ ● 制度の複雑さ	● 長期的な投資の確保 ● カリフォルニアの事例

<参考文献>

[PJM]

- PJM Interconnection ホームページ、<http://www.pjm.com/>
- PJM ISO, “Annual Report on Operations 1999”
- ペンシルバニア公益事業委員会ホームページ、<http://puc.paonline.com/>
- Pennsylvania Office of Consumer Advocate ホームページ、<http://www.oaca.state.pa.us/>
- MAAC ホームページ、<http://www.maac-rc.org/>

[Nord Pool]

- Nord Pool ホームページ、<http://www.nordpool.com/>
- Statnett ホームページ、<http://www.statnett.no/engelsk/index.html>
- Svenska Kraftnät ホームページ、<http://www.svk.se/english/index.html>
- Fingrid ホームページ、http://www.fingrid.fi/index_eng.html
- Elkraft System ホームページ、<http://www.elkraft-system.dk/elkraft/elkraftweb.nsf>
- Eltra ホームページ、http://www.eltra.dk/english_version
- Nord Pool, “Annual report 1999”
- The Norwegian Water Resources and Energy Directorate (NVE) ホームページ、
<http://www.nve.no/english/index.html>
- NVE, “Regulation and Electricity Markets”、2000 年 8 月
- NVE, “ Pricing and Organization of Transmission in an Liberalized Electricity Market”、
2000 年 8 月

お問い合わせ info@tky.ieej.or.jp