

電力市場の仕組み ～北欧の電力市場Nord Poolを例に～

2020年12月15日

第1回 再エネ講座シンポジウム2020

小川 祐貴

yuki.ogawa@e-konzal.co.jp



E KONZAL

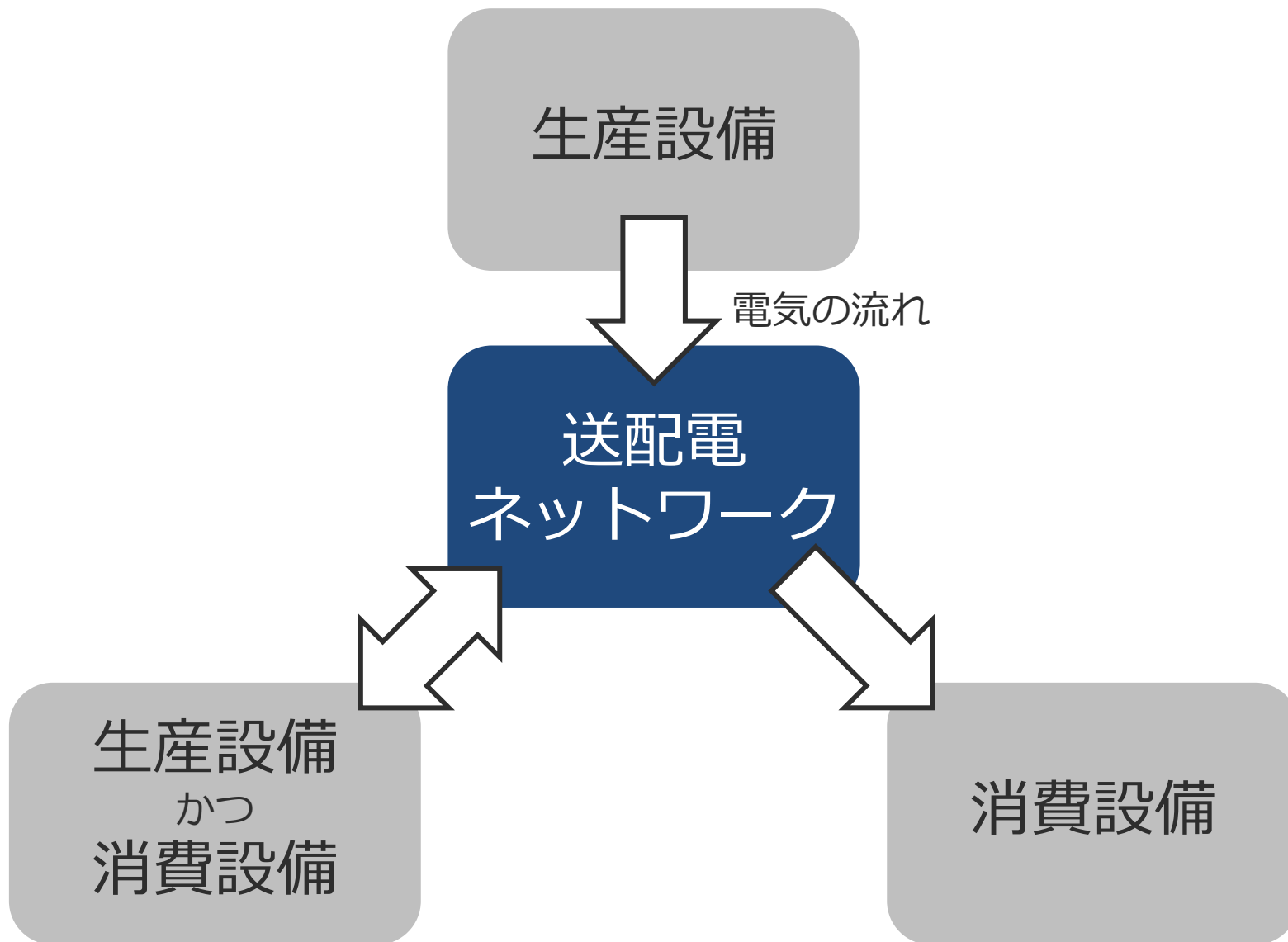
1. 電力系統と電力市場

2. Nord Poolの市場設計

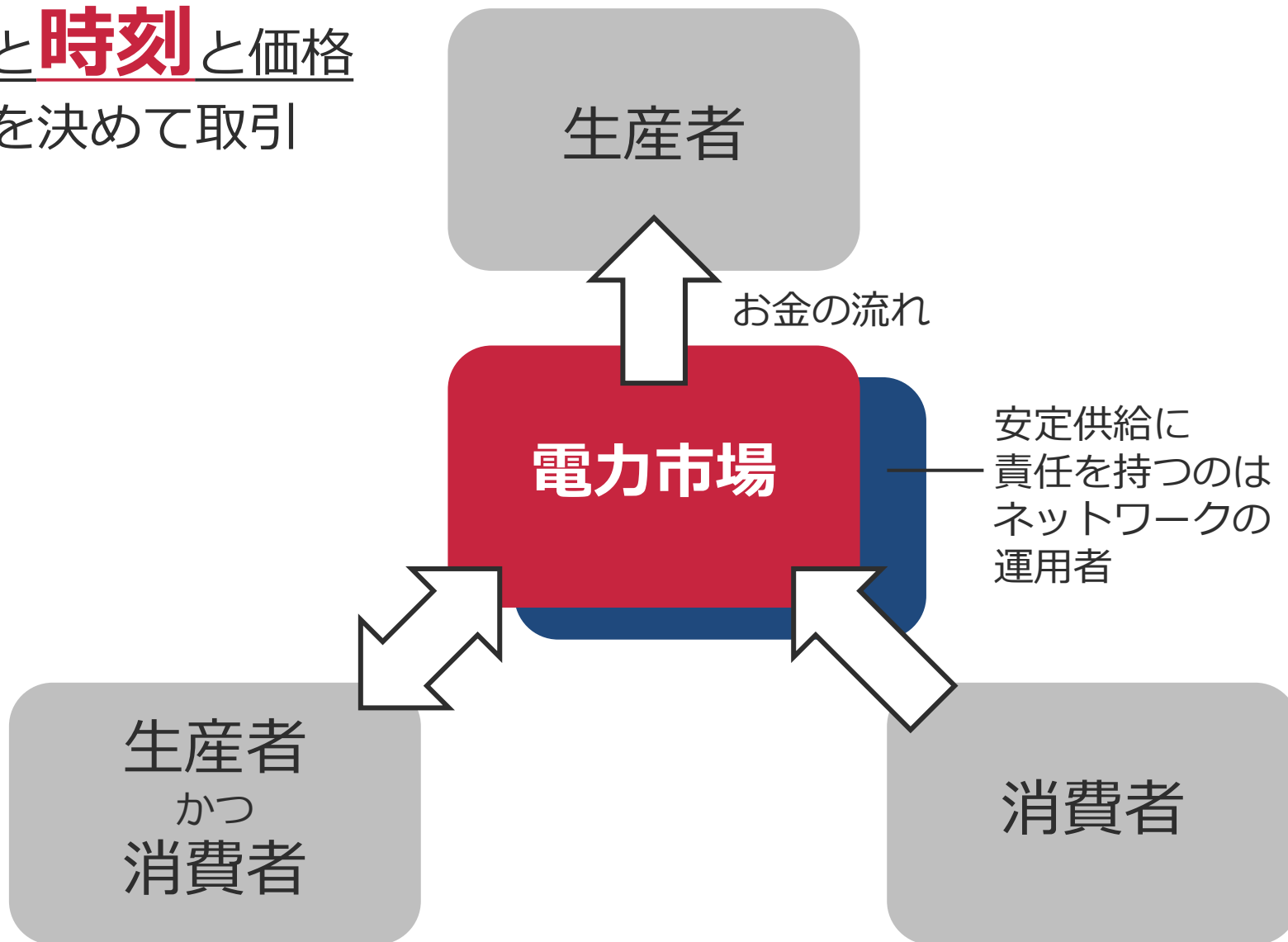
- i. 規模感と地理
- ii. 北欧諸国における電力市場の全体像
- iii. Nord Poolが管理する市場：前日市場と当日市場
- iv. 電力市場に関する国際協調：XBID

3. Nord Pool市場設計の背景

- i. Nord Poolのミッションと組織体制
- ii. Nord Poolの歩み



量と時刻と価格
を決めて取引



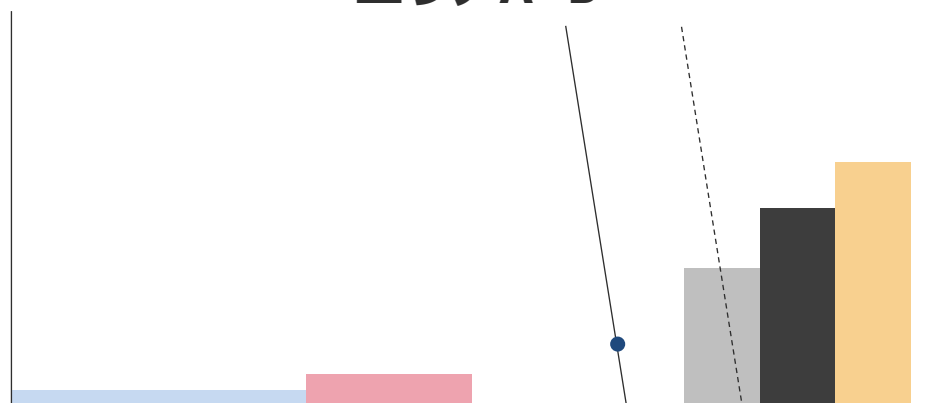
メリットオーダーと市場の広域化

4

限界費用



エリアA+B



より経済効率的な電源調達へ

1. 電力系統と電力市場

2. Nord Poolの市場設計

- i. 規模感と地理
- ii. 北欧諸国における電力市場の全体像
- iii. Nord Poolが管理する市場：前日市場と当日市場
- iv. 電力市場に関する国際協調：XBID

3. Nord Pool市場設計の背景

- i. Nord Poolのミッションと組織体制
- ii. Nord Poolの歩み



ノルウェー

- 人口：550万人
- ピーク需要：24GW
- 設備容量：30GW
- 年間電力消費量：119TWh
- 標準発電電力量：125TWh
- 水力発電のシェア：99%

北欧諸国

- 人口：2400万人
- ピーク需要：69GW
- 設備容量：89GW
- 年間電力消費量：412TWh
- 電源別シェア
 - 水力：52%
 - 原子力：14%
 - 火力：32%
 - 風力：2%

※東京電力（50GW）・東北電力（12GW）・北海道電力（6GW）の合計と最大電力需要の規模はほぼ同じ

Nord Poolの地理的広がり

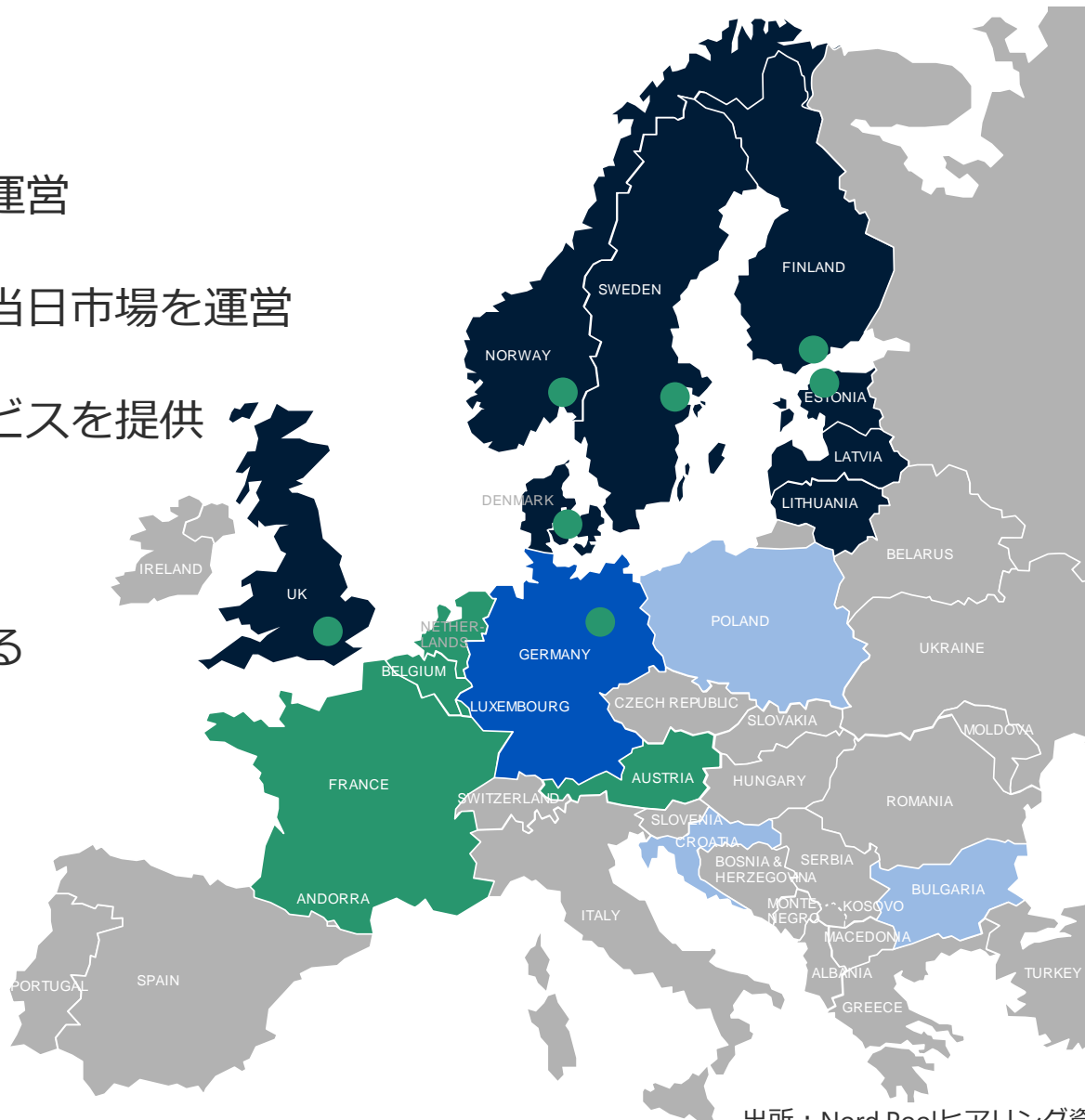
● Nord Poolオフィス

■ 前日市場・当日市場を運営
※英国市場はN2EXブランド

■ 北欧市場とリンクした当日市場を運営

■ システム運用等のサービスを提供

■ Nominated Electricity
Market Operator
として認定を受けている



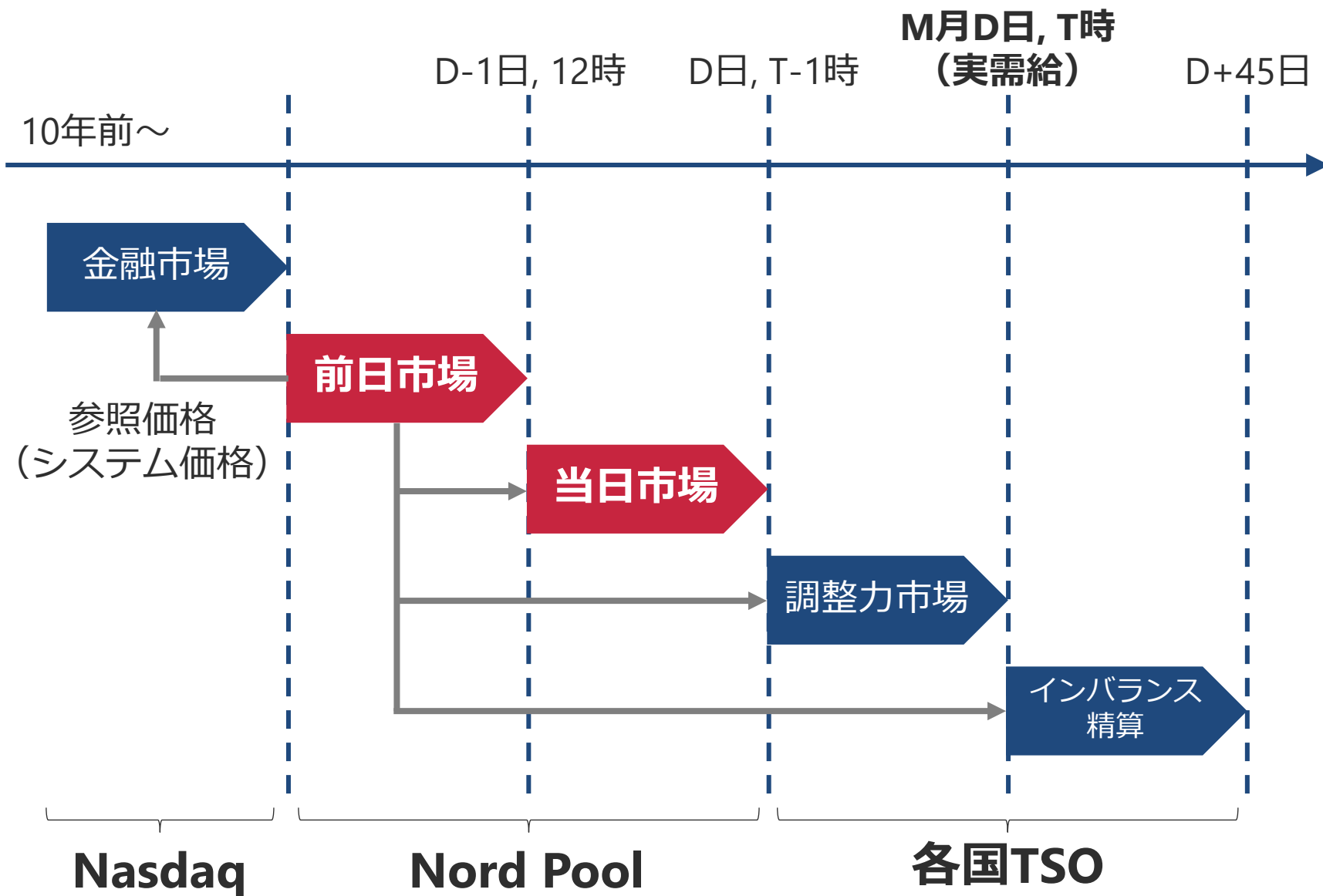
1. 電力系統と電力市場

2. Nord Poolの市場設計

- i. 規模感と地理
- ii. 北欧諸国における電力市場の全体像
- iii. Nord Poolが管理する市場：前日市場と当日市場
- iv. 電力市場に関する国際協調：XBID

3. Nord Pool市場設計の背景

- i. Nord Poolのミッションと組織体制
- ii. Nord Poolの歩み



- 金融市場 (Financial market)
 - 価格リスクのヘッジ
- 前日市場 (Day Ahead market, Elspot)
 - 前日12時締切→システム価格とエリア価格の決定 (金融市場に参照価格を提供)
 - 用いられなかった送電線容量は当日市場に割り当て
- 当日市場 (Intraday market, Elbas)
 - 実需給の (原則) 1時間前まで、常時取引が可能
- 調整力市場 (Balancing market)
 - TSOが主催し、同時同量を維持するための調整力を調達
- インバランス精算 (Imbalance settlement)
 - 実需給の後、TSOが各主体の実需要や実供給を元に精算

1. 電力系統と電力市場

2. Nord Poolの市場設計

- i. 規模感と地理
- ii. 北欧諸国における電力市場の全体像
- iii. Nord Poolが管理する市場：前日市場と当日市場
- iv. 電力市場に関する国際協調：XBID

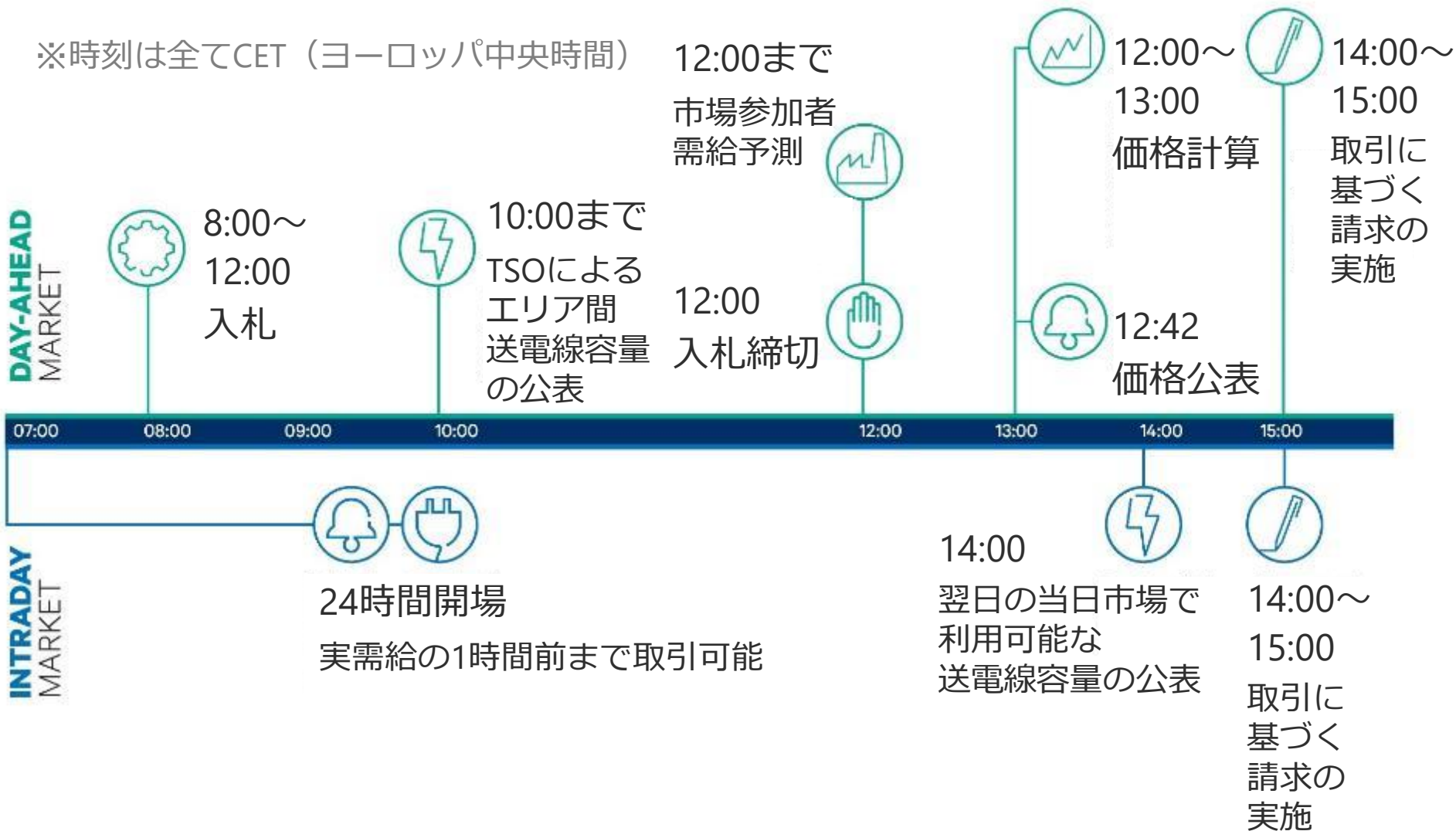
3. Nord Pool市場設計の背景

- i. Nord Poolのミッションと組織体制
- ii. Nord Poolの歩み

前日市場と当日市場

12

※時刻は全てCET（ヨーロッパ中央時間）



■ Single Hourly Orders

<http://www.nordpoolspot.com/TAS/Day-ahead-market-Elspot/Order-types/Hourly-bid/>

■ Block Orders

- Regular Block Orders
- Profile Block Orders
- Curtailable Block Orders; Minimum Acceptance Ratio
- Linking of Block Orders

<http://www.nordpoolspot.com/TAS/Day-ahead-market-Elspot/Order-types/Block-bid/>

■ Exclusive Groups

<http://www.nordpoolspot.com/TAS/Day-ahead-market-Elspot/Order-types/exclusive-group/>

■ Flexible Hourly Orders

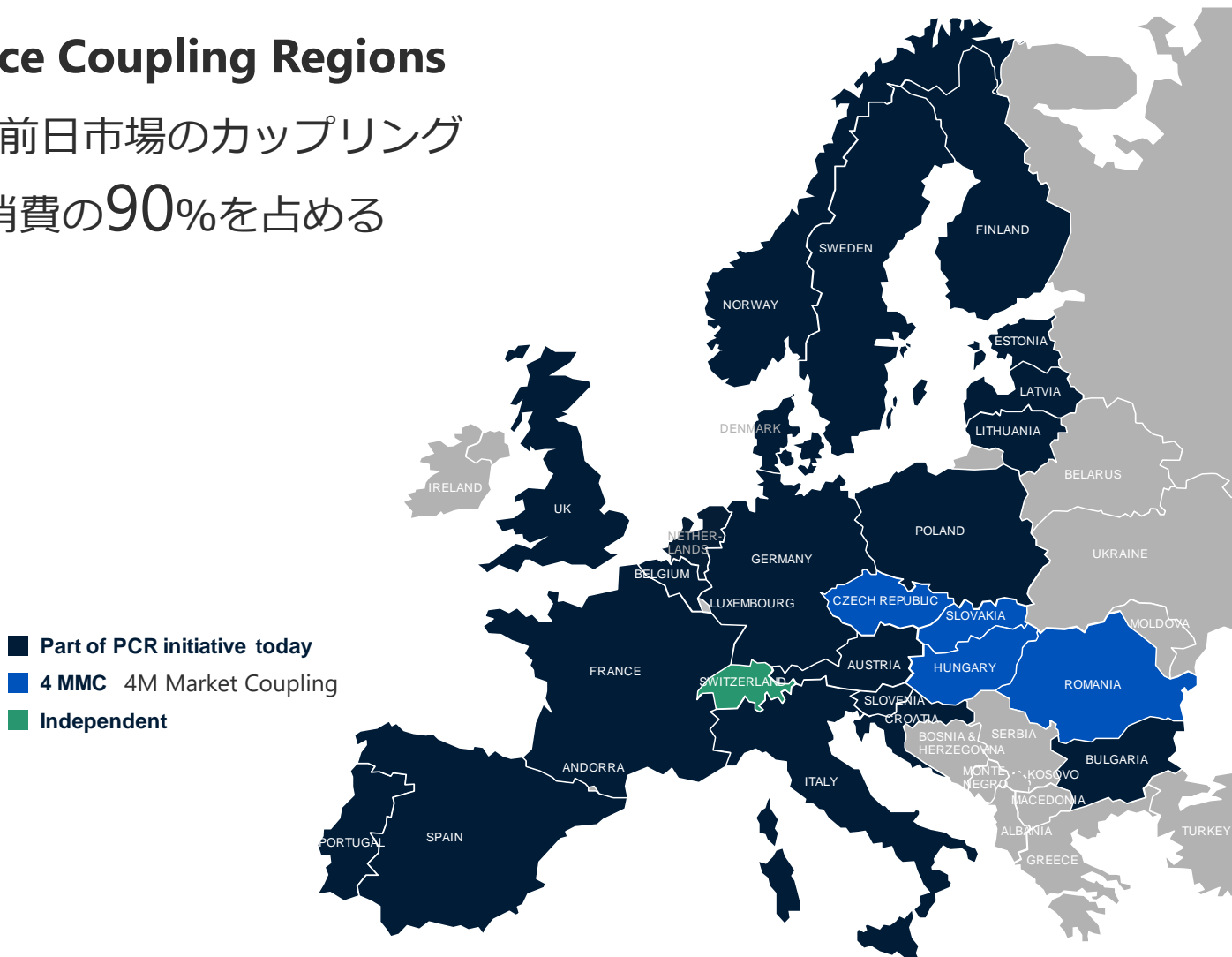
■ Flexible Orders

<http://www.nordpoolspot.com/TAS/Day-ahead-market-Elspot/Order-types/Flexi-order/>

PCR : Price Coupling Regions

23カ国で前日市場のカップリング

EUの電力消費の90%を占める



北欧諸国における前日市場の価格計算 15

■ 市場参加者

- 取引や送電線容量の情報をNord Poolに提供

■ Nord Pool

- 市場参加者からの情報を集約
- 価格・潮流計算の結果を市場参加者にフィードバック

■ PCR Matcher Broker

- Nord Poolなど、PCRに参加している市場からの情報を集約
- Euphemiaへの入力データ作成、出力データ読み取りと各市場へのフィードバック

■ Euphemia

- 需給が一致する価格と最適な潮流の計算

カップリングされたエリアについて 一斉に価格計算を行う

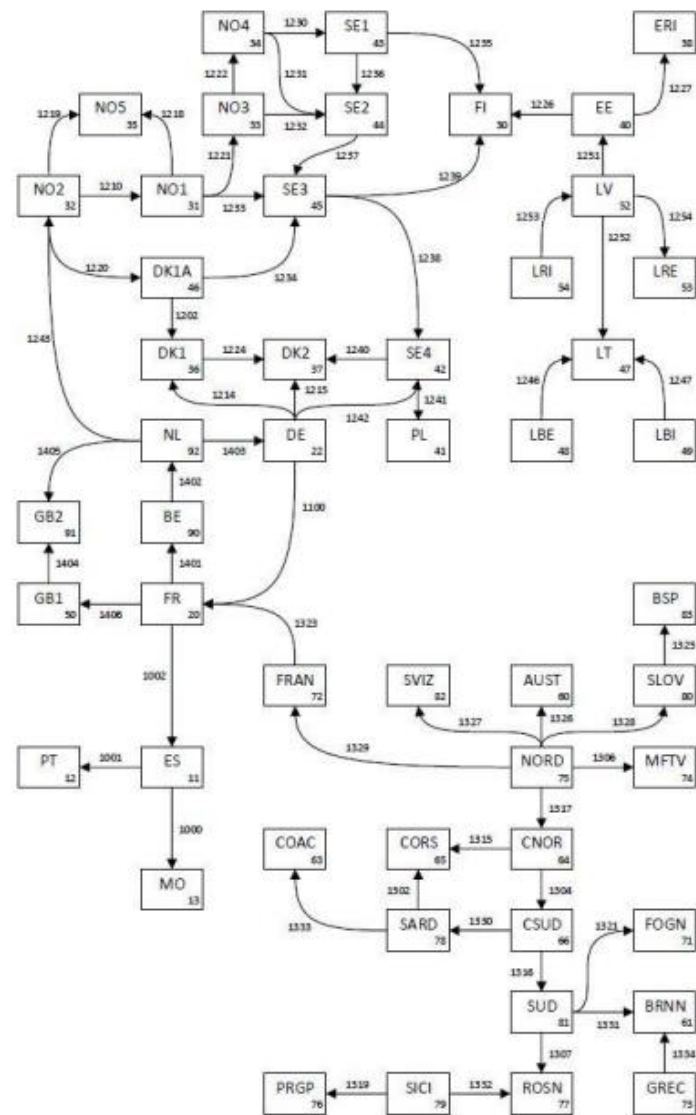
EUPHEMIA
EU + Pan-European Hybrid
Electricity Market Integration Algorithm

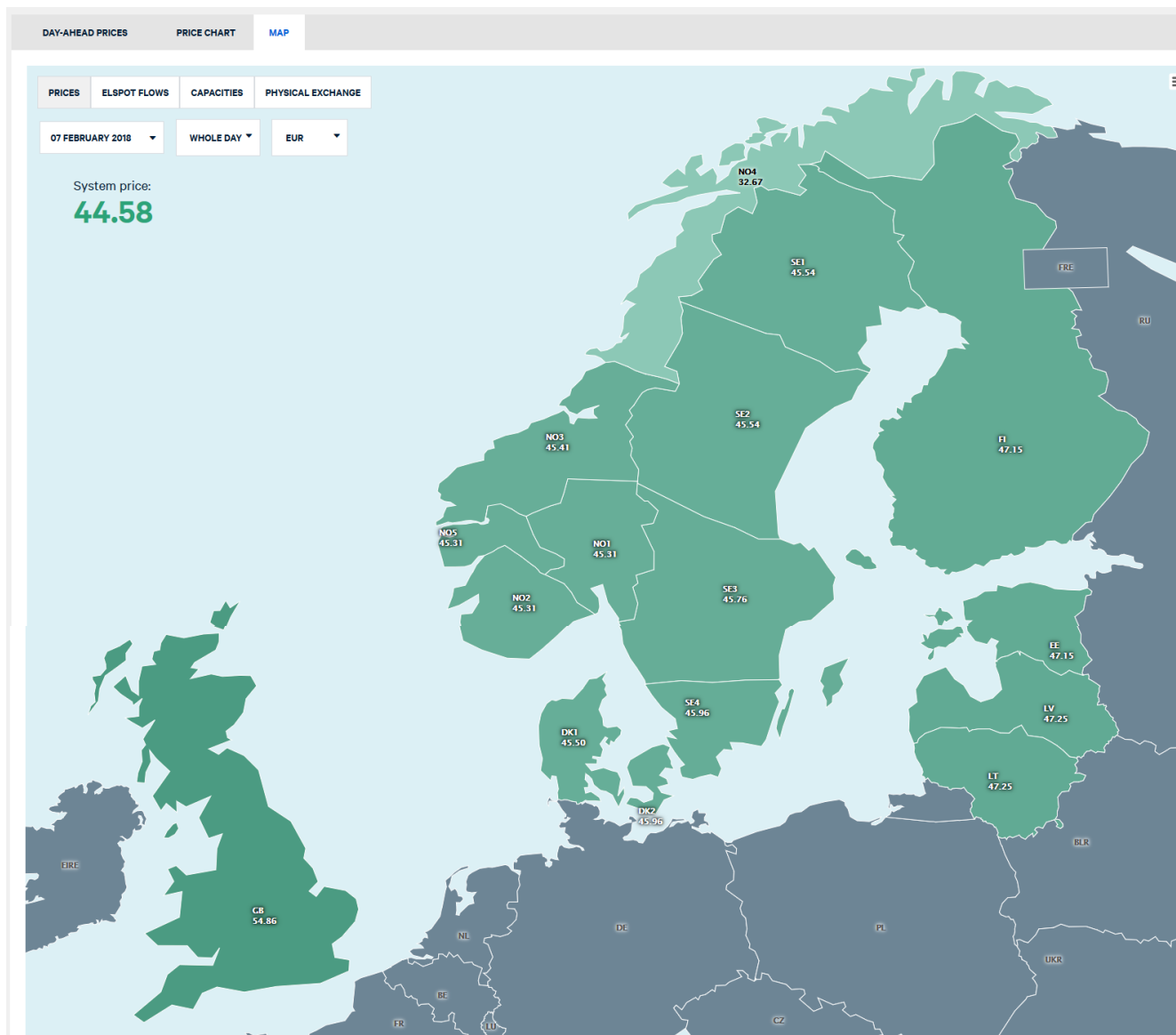
社会厚生が最大となるよう解を算出

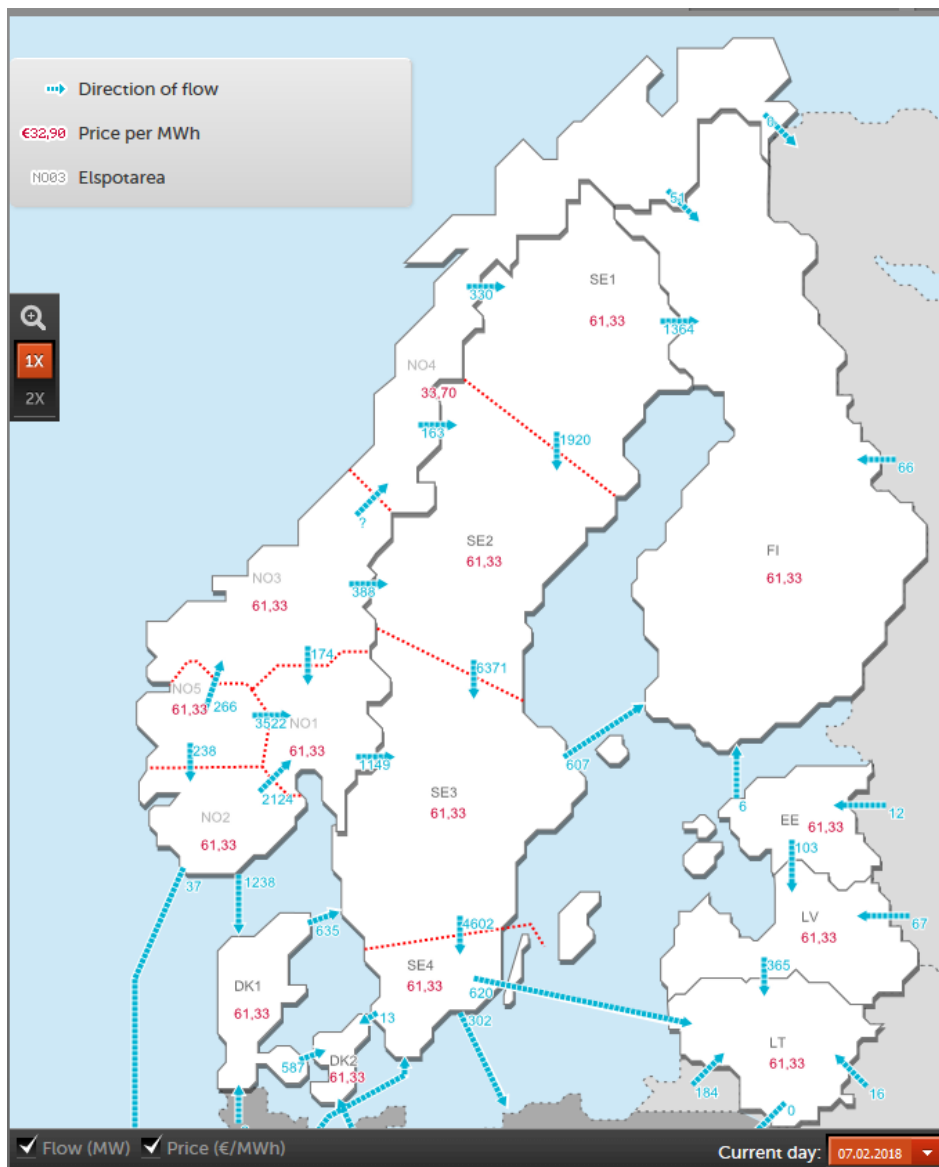
- 最も競争的な価格
- 全体の厚生を増す
- 送電線容量の効率的な割り当て

EUの6つの取引所により運用
各取引所は複数のエリアを管理

- 全てのエリアで同時に価格計算
- エリア毎に異なる価格になりうる
- 価格は各エリアで設定された
上限価格、下限価格により制約







- **ザラ場取引**
- **前日市場の取引結果に基づき**送電線容量を決定
- TSOに対する混雑レントはナシ
 - 当日市場での取引は送電費用の増減どちらにも作用
- 当日市場の締め時間は各TSOが決定
 - DNK, LVA, LTU, NOR, SWE, GBR : **1時間前**
 - FIN, EST : **30分前**
 - **DEU : 20分前** (同一TSOエリア内に限り**0秒前**)

※当日市場でもオークション方式 (2018年4月～)

■インバランスリスクの低減

- 前日市場締切後の需給不一致を修正

■供給の最適化による収益増

- より安価な電源への差し替えなど
- 現在は当日市場のシェア小のため、ノルウェー国内の発電事業者（水力中心）にとっては動機薄い
- 今後の送電線増強やXBIDの実現により活発化する可能性も

1. 電力系統と電力市場

2. Nord Poolの市場設計

- i. 規模感と地理
- ii. 北欧諸国における電力市場の全体像
- iii. Nord Poolが管理する市場：前日市場と当日市場
- iv. 電力市場に関する国際協調：XBID

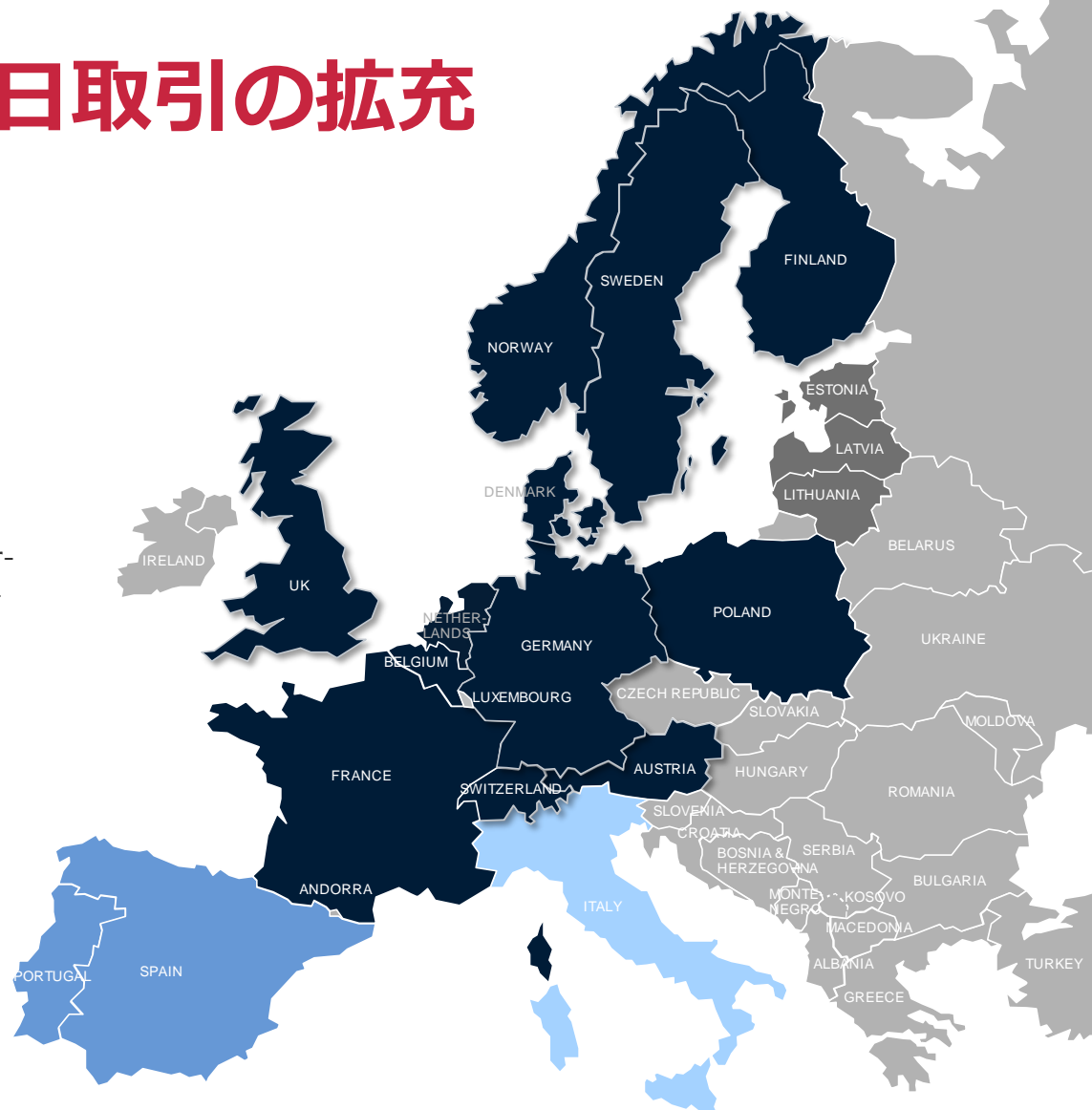
3. Nord Pool市場設計の背景

- i. Nord Poolのミッションと組織体制
- ii. Nord Poolの歩み

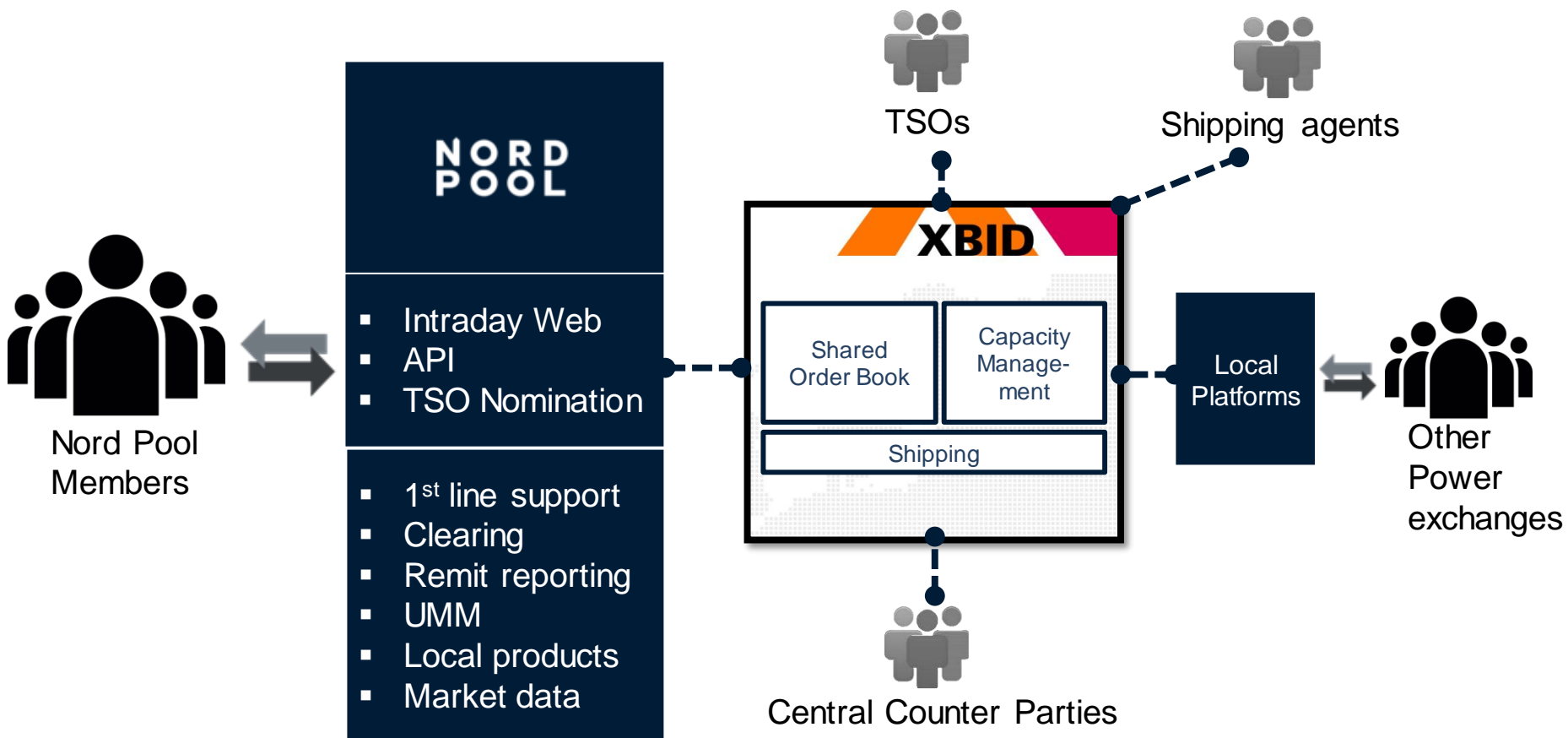
市場をまたいだ当日取引の拡充

- ・ 国際当日市場
- ・ 4つの取引所と
17のTSOが参画
- ・ 2018年6月18日開始

<https://www.nordpoolgroup.com/message-center-container/newsroom/feature/2018/06/successful-xbid-launch/>



- 市場・TSOとも参画
- 市場が参画
TSOはオブザーバー参加
- 市場が参画
TSOの参加に向けて調整中



1. 電力系統と電力市場

2. Nord Poolの市場設計

- i. 規模感と地理
- ii. 北欧諸国における電力市場の全体像
- iii. Nord Poolが管理する市場：前日市場と当日市場
- iv. 電力市場に関する国際協調：XBID

3. Nord Pool市場設計の背景

- i. Nord Poolのミッションと組織体制
- ii. Nord Poolの歩み

- 電力について、**流動性が高く**
安全な卸売市場を提供すること
- 電力卸売市場について、正確でタイムリーな情報
発信を行い、**透明性を確保**する
- 市場に対する**平等なアクセス**を提供する
- 全ての取引を仲介し、**決済と供給を保証**する

	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09
Transparency	○	○	○	○	○	○	○	○
Innovation			○	○	○	○	○	
	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	
Transparency	○	○	○	○	○	○	○	
Innovation		○		○	○	○	○	

○：Annual Reportで
言及あり

透明性の確保が最重要課題

市場自らが イノベーションをリードしていく姿勢

※スタートアップ企業（創業2年未満・従業員15名未満・年間売上10万ユーロ未満）に対し
無料で市場に関するデータベースを提供する取り組みも

北欧・バルト諸国の**TSOのみ**が出資している**株式会社**

**NORD
POOL**

Statnett – Norway – 28.2%

Elering – Estonia – 2%

Svenska Kraftnät – Sweden –
28.2%

Litgrid – Lithuania – 2%

Energinet – Denmark – 18.8%

AST – Latvia – 2%

Fingrid – Finland – 18.8%

出所：Nord Poolヒアリング資料

市場＝公共インフラ
利益追求のため顧客サービス充実

1. 電力系統と電力市場

2. Nord Poolの市場設計

- i. 規模感と地理
- ii. 北欧諸国における電力市場の全体像
- iii. Nord Poolが管理する市場：前日市場と当日市場
- iv. 電力市場に関する国際協調：XBID

3. Nord Pool市場設計の背景

- i. Nord Poolのミッションと組織体制
- ii. Nord Poolの歩み

- '60~'80年代に水力発電に対する過剰な投資
→ **電力産業の非効率性**に対する懸念
- 発電事業者によるカルテル行為の疑い



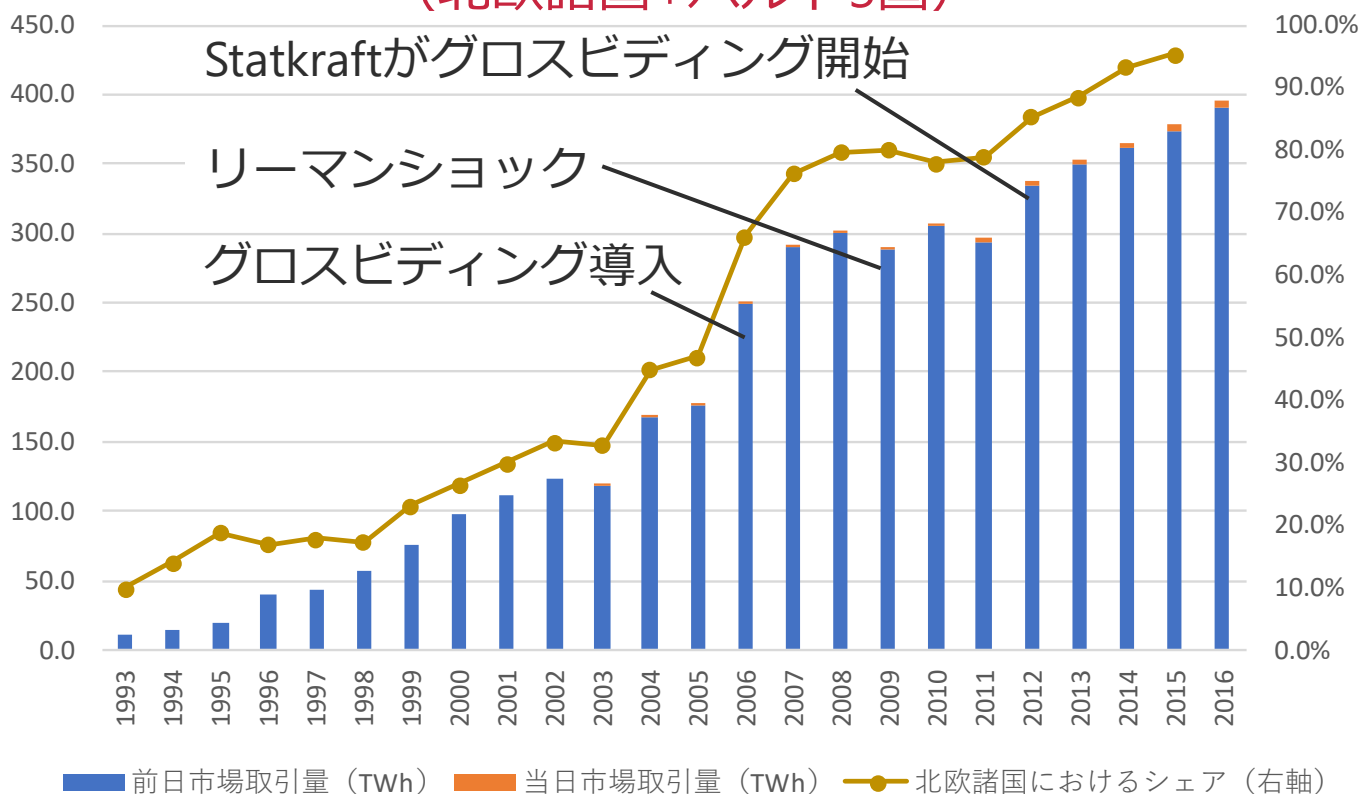
発送電分離
発電事業者間での競争実現
安定供給と低廉な価格

1992	ノルウェーで発送電分離
1993	Statnett Marked（Nord Poolの前身）創設
1996	ノルウェーとスウェーデンによる 世界初の国際電力市場 = Nord Pool創設
1998	フィンランドがNord Poolに参加
2000	デンマークがNord Poolに参加
2006	グロスビディングの導入
2010	エストニアがNord Poolに参加 Nord Poolが運営する英国市場（N2EX）創設
2012	Statkraftがグロスビディング開始 ※スウェーデンの国営電力会社
2013	ラトビア・リトアニアがNord Poolに参加

- 当初：ノルウェー国内の過剰な供給力の販売
→市場の広域化・効率化
- 新規参加国：
広域メリットオーダーへの参加
供給の安定性の向上
- EUのエネルギー市場統合への方向性
→市場統合が進展、他の電力市場とサービス面で競争
- 情報通信技術の発達

年間約400TWhの取引量

(北欧諸国+バルト3国)



取引量の99%は前日市場

- 発電・小売の両部門を持つ事業者について
 - 発電部門は全量を市場へ売電
 - 小売部門は全量を市場から購入
 - 発電・小売それぞれが個別にNord Poolと取引
- 事業者から見たメリット
 - 発電・小売両部門がそれぞれ利益最大化していることを投資家に対して説明しやすい
 - 取引口座の無償追加と取引手数料の割引
- 市場のメリット
 - 入札の誤入力を判別しやすくなる
 - 取引量が増加することでシステム価格がより安定する

**事業者に市場参加のインセンティブを与える
市場・事業者ともwin-winになる市場設計**

1. 電力系統と電力市場

2. Nord Poolの市場設計

- i. 規模感と地理
- ii. 北欧諸国における電力市場の全体像
- iii. Nord Poolが管理する市場：前日市場と当日市場
- iv. 電力市場に関する国際協調：XBID

3. Nord Pool市場設計の背景

- i. Nord Poolのミッションと組織体制
- ii. Nord Poolの歩み