

Nord Poolの市場設計と運用



2017年6月29日

再エネ大量導入を前提とした分散型電力システムの設計と

地域的な経済波及効果に関する研究プロジェクト

平成29年度・部門A第2回研究会

京都大学 地球環境学舎 / 株式会社E-konzal

小川 祐貴

46ページ

- 日時：2017年4月3日
- 場所：Nord Pool オスロ・オフィス

- 京都大学再生可能エネルギー経済学講座
 - 山家公雄特任教授
 - 内藤克彦特任教授
 - 小川祐貴

- エネルギー戦略研究所
 - 竹内敬二氏

市場概要

Nord Poolの成り立ち

電力取引における立場

グロスビディング

前日市場から当日市場までの流れ

前日市場

基本ルール

入札エリアと送電線容量

市場カップリング

取扱商品

当日市場

基本ルール

取扱商品

XBID: Cross Border Intraday

その他・まとめ



Norway:

- Population 5,5 mill
- Peak load: 24 000MW
- Installed capacity: 30 000MW
- Annual Consumption: 119 TWh
- Normal production: 125 TWh
- Variation. 60 TWh
- Hydro production: 99%

Nordic:

- Population > 24 mill
- Peak load: 69 000MW
- Installed capacity: 89 000MW
- Annual consumption: 412 TWh
- Production: **うち85%が Nord Poolで**
 - Hydro: 52%
 - Nuclear: 14%
 - Thermal: 32%
 - Wind: 2%

※東京電力（50,000MW）・東北電力（12,000MW）・北海道電力（6,000MW）の合計と最大電力需要の規模はほぼ同じ

北欧・バルト諸国のTSOが出資

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%

- 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

■ 相対取引・逐次決済

- 毎回の取引毎に決済の必要あり、煩雑

■ 相対取引・一括決済

- 取引相手毎に一定期間（月・年）に一度の決済

■ Nord Poolによる仲介

- 全ての市場参加者はNord Poolとだけ決済

1991年：ノルウェーの電力市場自由化

1996年：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創設

1998年：フィンランドがNord Poolに参加

2000年：デンマークがNord Poolに参加

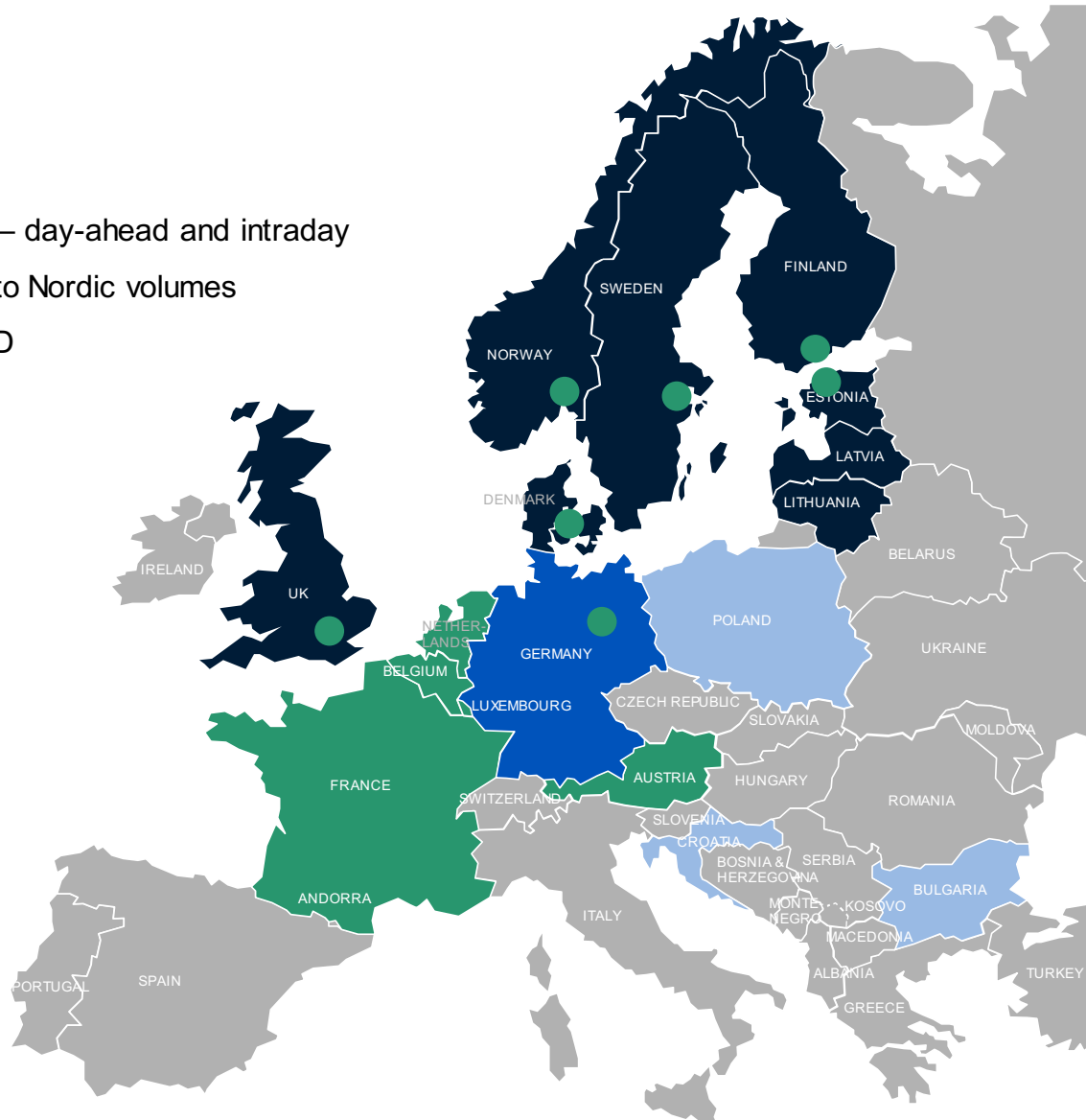
2010年：イギリス・エストニアがNord Poolに参加

2013年：ラトビア・リトアニアがNord Poolに参加

2016年：13カ国でNEMOに選出

Nord Poolの地理的広がり

- Nord Pool offices
- Nordic/Baltic and UK – day-ahead and intraday
- Intraday with access to Nordic volumes
- Serviced markets YTD



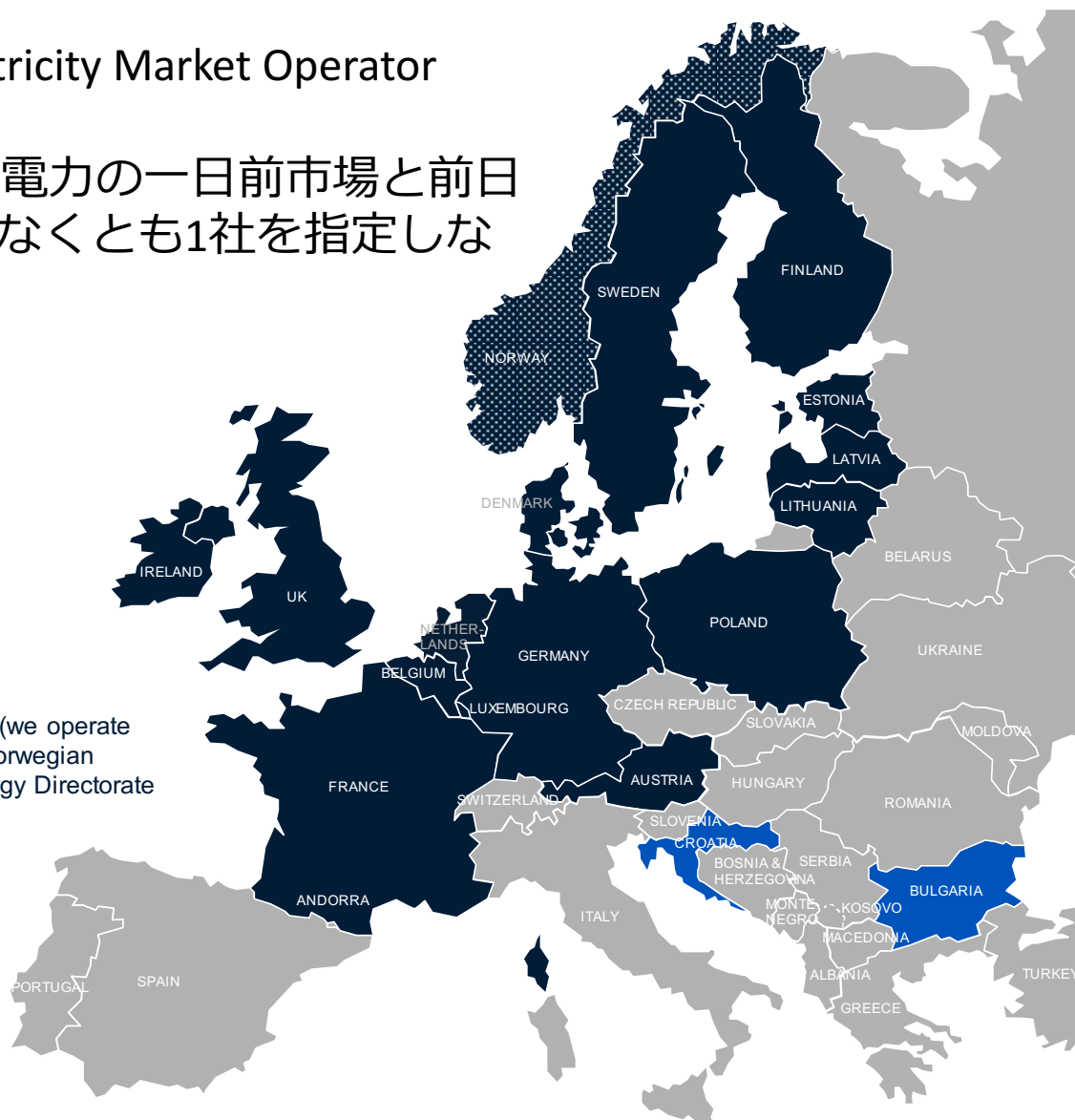
Nord PoolをNEMO指定している国々

9

NEMO = Nominated Electricity Market Operator

EUの規制により、各国は電力の一日前市場と前日市場の運用主体として少なくとも1社を指定しなければならない

- NEMO status approved
- Serviced markets
- Norway is not part of EU (we operate under a license from the Norwegian Water Resources and Energy Directorate (NVE))



市場概要

Nord Poolの成り立ち

電力取引における立場

グロスビディング

前日市場から当日市場までの流れ

前日市場

基本ルール

入札エリアと送電線容量

市場カップリング

取扱商品

当日市場

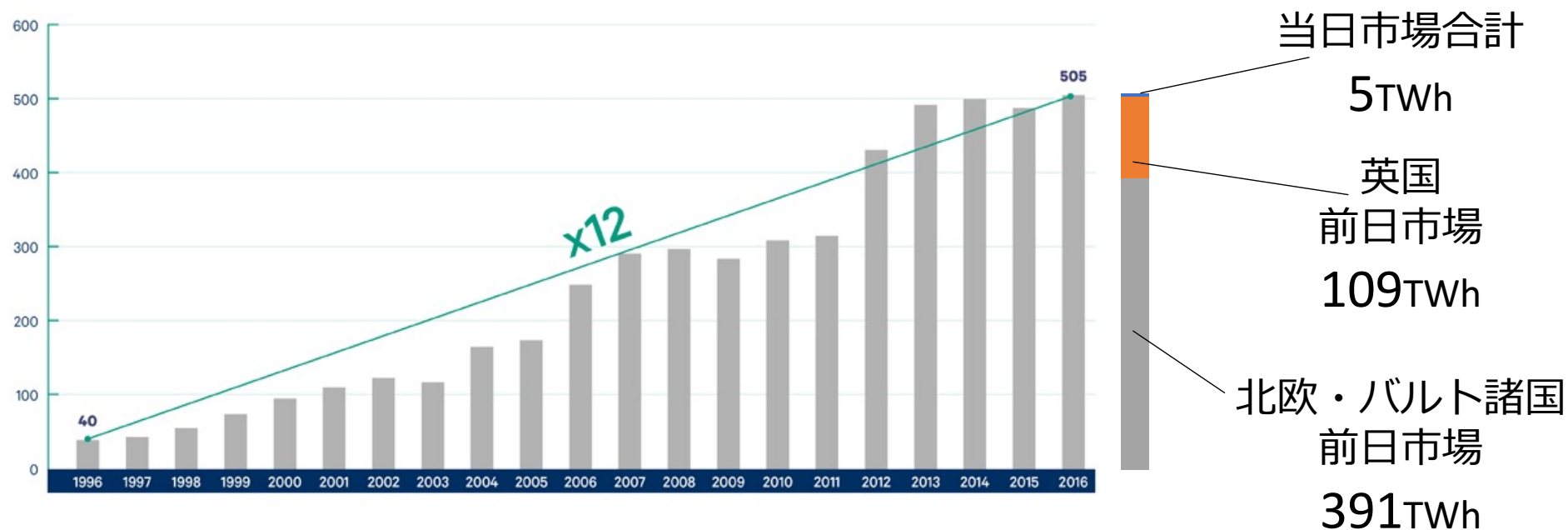
基本ルール

取扱商品

XBID: Cross Border Intraday

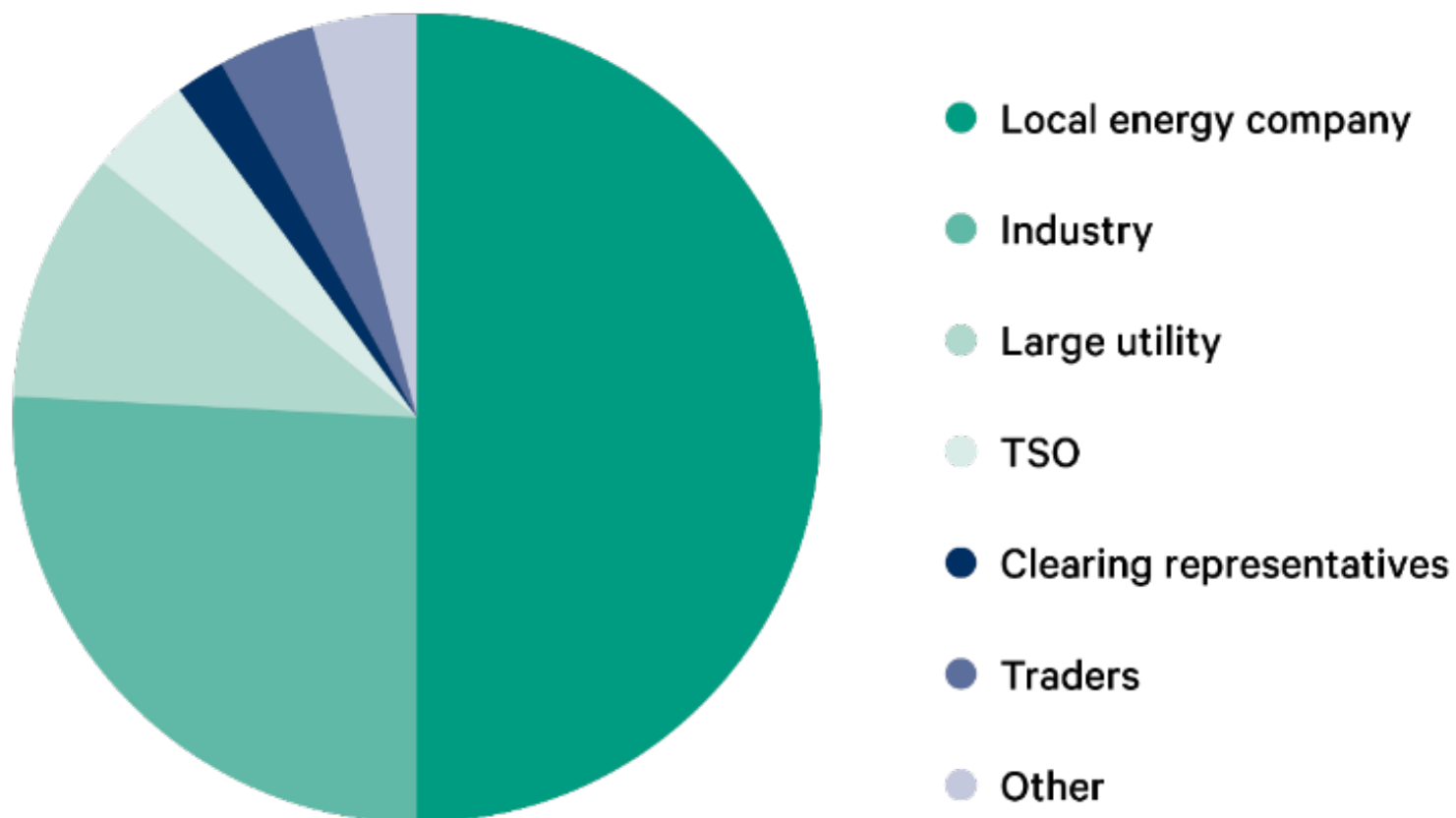
その他・まとめ

年間500TWh以上の取引量



取引量の99%は前日市場

会員数 : 380団体



- Participant member
 - 年会費：€18,000
 - 前日市場における入札
 - 当日市場における入札、応札
 - Nord Poolからのレポート

- Client member
 - 年会費：€3,000
 - 前日市場における入札
 - 当日市場における応札

- 実需給の10年前～ – NASDAQ等
 - 金融市場：価格ヘッジ
- 実需給の一日前 – Nord Pool
 - **前日市場**：翌日の供給価格・供給量を決定
- 実需給の0～1時間前 – Nord Pool
 - **当日市場**：前日市場で残った送電線容量で取引
- 実需給直前 – TSO
 - バランシング市場：需給一致を維持するための取引
- 実需給発生後 – TSO
 - インバランス精算：実需給の不一致を精算

市場概要

Nord Poolの成り立ち

電力取引における立場

グロスビディング

前日市場から当日市場までの流れ

前日市場

基本ルール

入札エリアと送電線容量

市場カップリング

取扱商品

当日市場

基本ルール

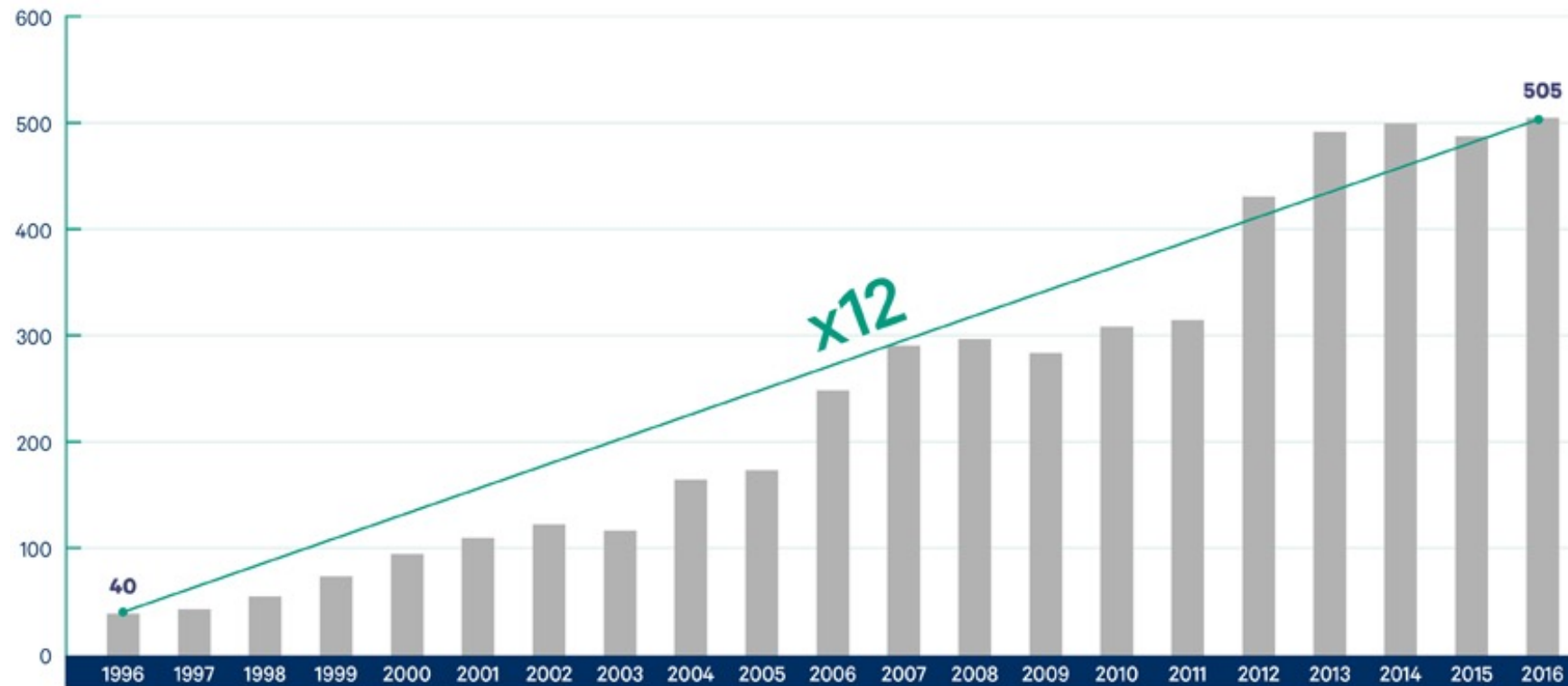
取扱商品

XBID: Cross Border Intraday

その他・まとめ

- 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

グロスビディングによる取引規模拡大 17



Introduction of
Gross Bidding

Statkraft sign
Gross Bidding

リーマン・ショックによる相対契約のリスク顕在化
取引量減だが電力消費に占めるシェア増

市場概要

Nord Poolの成り立ち

電力取引における立場

グロスビディング

前日市場から当日市場までの流れ

前日市場

基本ルール

入札エリアと送電線容量

市場カップリング

取扱商品

当日市場

基本ルール

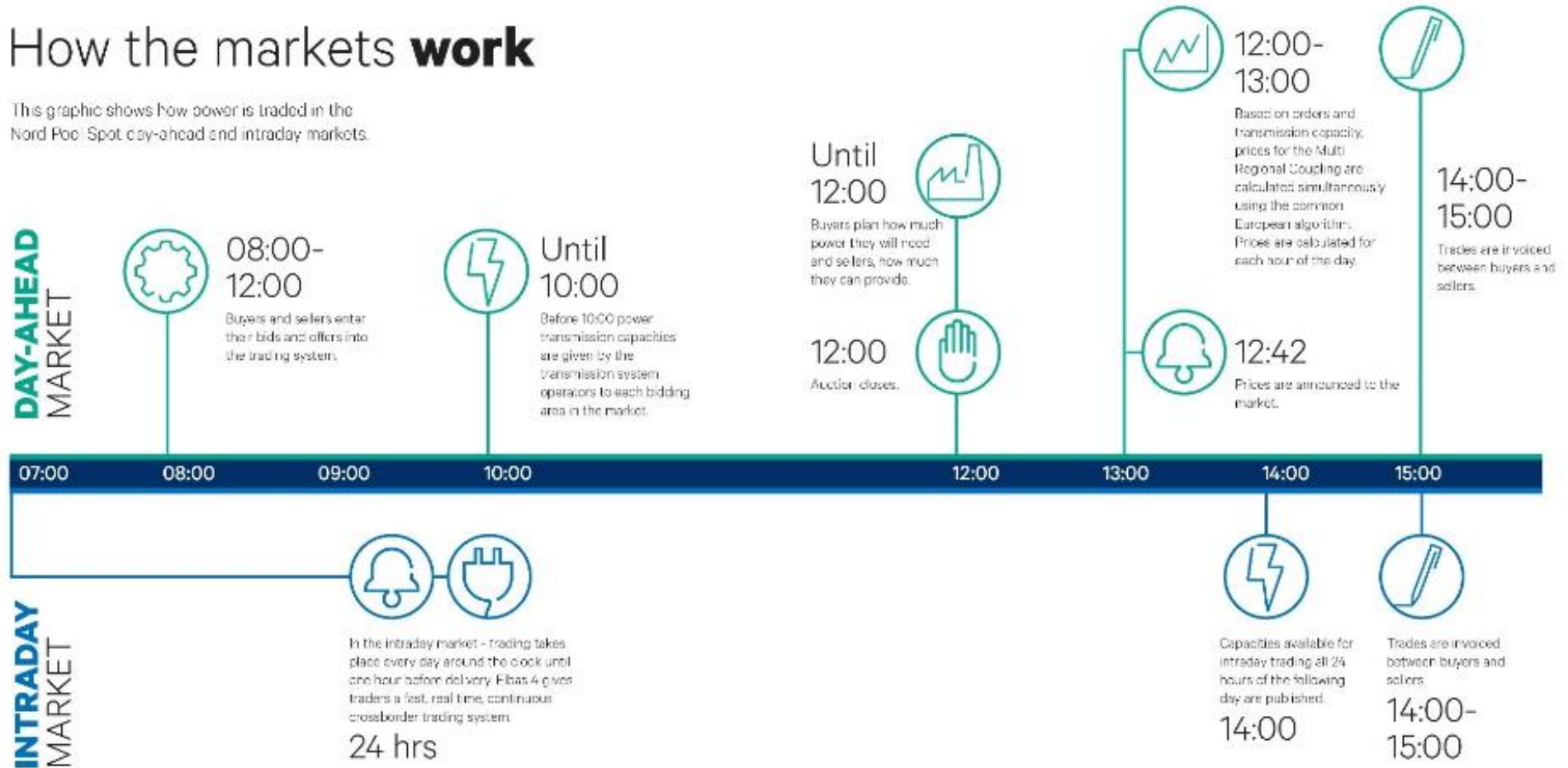
取扱商品

XBID: Cross Border Intraday

その他・まとめ

How the markets **work**

This graphic shows how power is traded in the Nord Pool Spot day-ahead and intraday markets.



市場概要

Nord Poolの成り立ち

電力取引における立場

グロスビディング

前日市場から当日市場までの流れ

前日市場

基本ルール

入札エリアと送電線容量

市場カップリング

取扱商品

当日市場

基本ルール

取扱商品

XBID: Cross Border Intraday

その他・まとめ

- 10:00 CET頃：送電線容量の公表
- 12:00 CET：入札締切
- 12:00-12:42 CET：価格と潮流の計算
- 12:42 CET：一次結果の公表
- 12:51 CET頃：計算結果確定
- 14:00 CET：Nord Poolの当日市場開場（翌日分）
- 14:30 CET頃：決済情報確定

■ 供給側の要因

- 電源の固定費・変動費
- 電源の起動・停止にかかる費用
- CO2排出権価格
- 天候・流水の状況

■ 需要側の要因

- 小売の販売量と供給義務
- 産業分野の顧客（大規模な工場等）

■ 送電線容量

- 利用可能な送電線容量
- 既存の連系線
- 故障・点検等により利用できない箇所

市場概要

Nord Poolの成り立ち

電力取引における立場

グロスビディング

前日市場から当日市場までの流れ

前日市場

基本ルール

入札エリアと送電線容量

市場カップリング

取扱商品

当日市場

基本ルール

取扱商品

XBID: Cross Border Intraday

その他・まとめ

■ TSOがビディングエリアを規定

- ノルウェー：5エリア
- スウェーデン：4エリア
- フィンランド：1エリア
- デンマーク：2エリア
- エストニア：1エリア
- ラトビア：1エリア
- リトアニア：1エリア

■ 前日市場での入札はエリア毎

- 「買い」はどのエリアでも可
- 「売り」は電源のあるエリアでのみ可



Source: Nord Pool website 26th January 2016. Click map for today's prices

- ▶ Each morning the TSOs determine the trading capacity between each bidding area:
 - Trading capacities for the next day are published on Nord Pool's website at 10:00 CET
 - All trading capacity between the Nordic and Baltic bidding areas is dedicated to Nord Pool for implicit auction
- ▶ **Implicit auction, performed through market coupling, simultaneously determines prices, sell and purchase volumes and flows between bidding areas:**
 - All trading capacity is available to all market participants on equal terms
 - There are no explicit capacity auctions on these connections



Source: Statnett website 5th March 2016. Click map for updated ATC.

市場概要

Nord Poolの成り立ち

電力取引における立場

グロスビディング

前日市場から当日市場までの流れ

前日市場

基本ルール

入札エリアと送電線容量

市場カップリング

取扱商品

当日市場

基本ルール

取扱商品

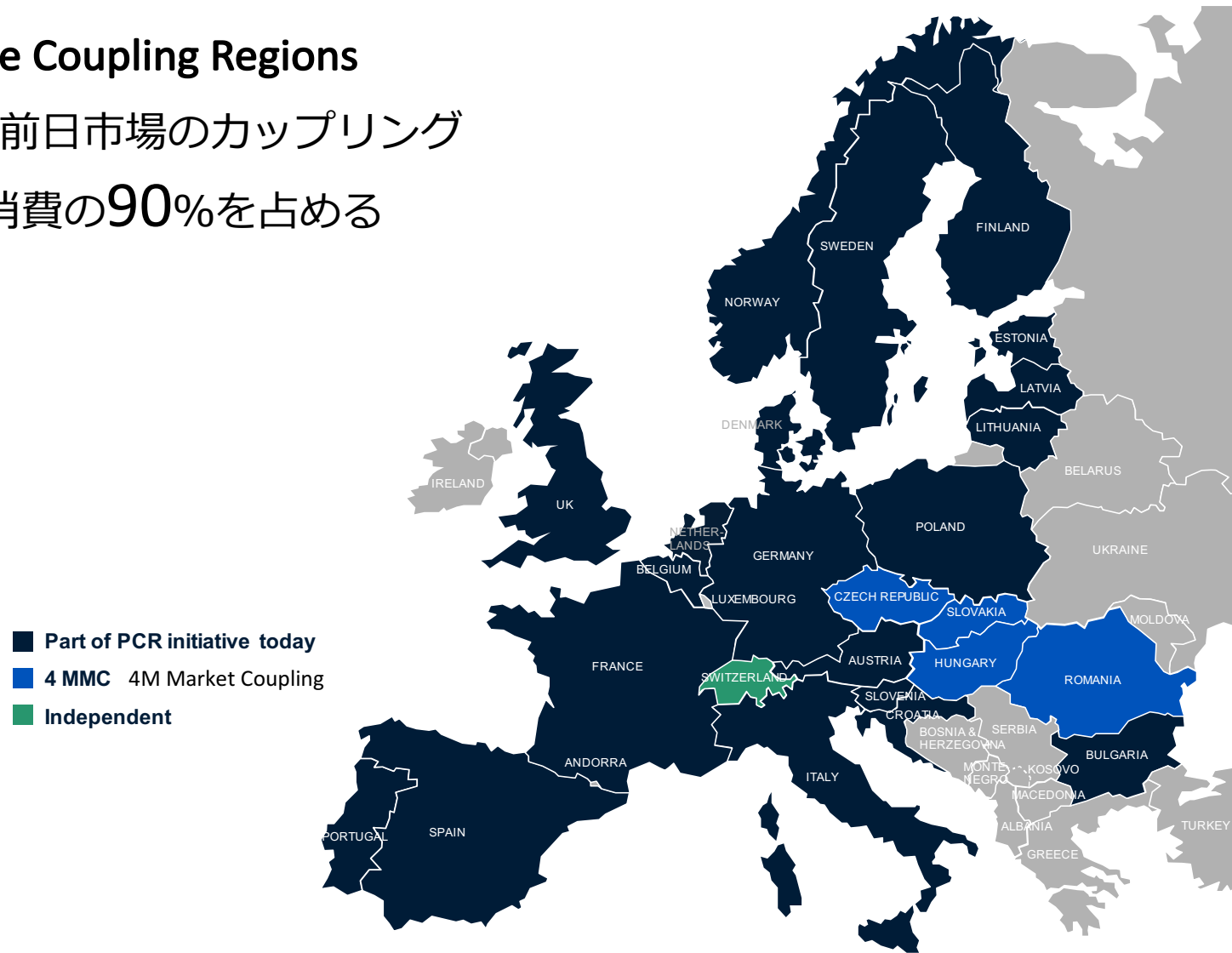
XBID: Cross Border Intraday

その他・まとめ

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



■ 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

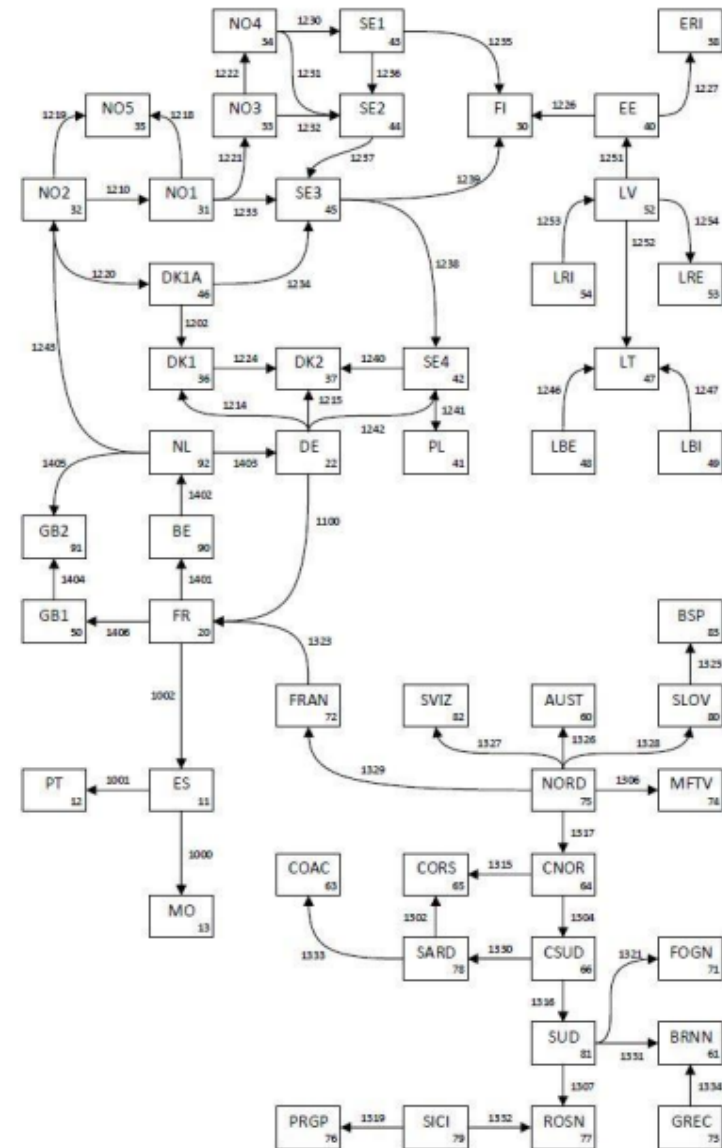
- Nord Poolなど、PCRに参加している市場からの情報を集約
- Euphemiaへの入力データ作成、出力データ読み取りと各市場へのフィードバック

■ Euphemia

- 需給が一致する価格と最適な潮流の計算

- ▶ EUPHEMIA: EU + Pan-European Hybrid Electricity Market Integration Algorithm
- ▶ It maximizes the welfare of the solution:
 - Most competitive price will arise
 - Overall welfare increases
 - Efficient capacity allocation
- ▶ Utilized by six power exchanges (PX) each operating several bidding areas:
 - All bidding areas are matched at the same time
 - Each bidding area can obtain a different price. Price must respect maximum and minimum market price boundaries

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



市場概要	Nord Poolの成り立ち	電力取引における立場
	グロスビディング	前日市場から当日市場までの流れ
前日市場	基本ルール	入札エリアと送電線容量
	市場カップリング	取扱商品
当日市場	基本ルール	取扱商品
	XBID: Cross Border Intraday	

■ 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/>

市場概要	Nord Poolの成り立ち	電力取引における立場
	グロスビディング	前日市場から当日市場までの流れ
前日市場	基本ルール	入札エリアと送電線容量
	市場カップリング	取扱商品
当日市場	基本ルール	取扱商品
	XBID: Cross Border Intraday	

- Nord Poolの当日市場はEU初の国際当日市場
- 実需給に近い時間帯での取引
- 間接オークションによる送電線容量の割当
 - 取引情報に基づきリアルタイムでアップデート
- Nord Poolが全ての取引を仲介

■ ザラ場取引

- What you see is what you get / First come, first served
- Best priced orders first

■ 前日市場の取引結果に基づき送電線容量を決定

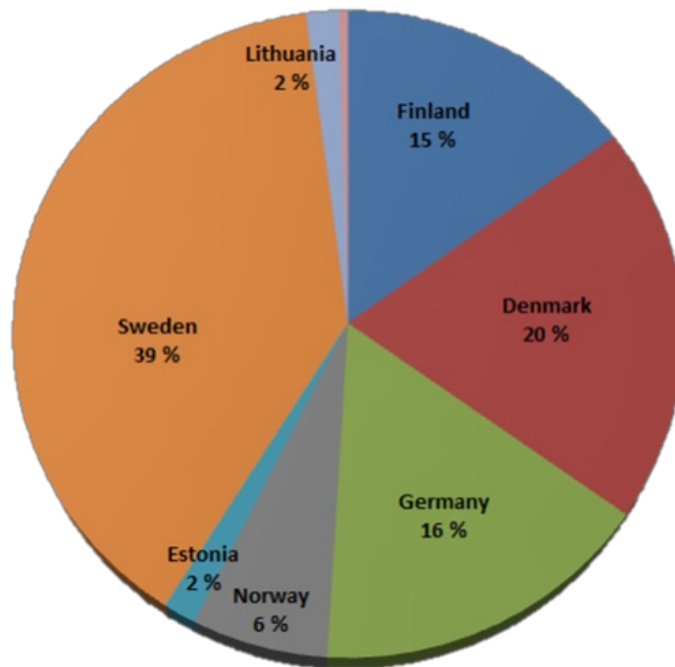
■ TSOに対する混雑レントはナシ

- 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**)

- 前日の14:00に当日市場開場
 - ドイツのみ前日の8:00に開場
- 当日市場の入札に含まれる情報
 - 価格・量・買い/売り
- 当日市場の取引に含まれる情報
 - 取引成立時刻・買い/売りのエリア・キャンセル
- 入札・応札者の情報は非公開



- ▶ 2015: 5 TWh another record year
- ▶ 3/4 of trades are cross border
- ▶ 1/3 of trades done the last hour
- ▶ 150 members in 14 countries

11:04:30 CEST Espen Døvlø

Capacities				Order Depth					
50HZ		SE2		Bid		Ask			
NOS	NOS	NOS	NOS	Where	Qty	Price	Price	Qty	Where
0.0	0.0	0.0	0.0	AMP	20.0	23.10	24.00	50.0	AMP
35.0	565.0	3 352.4	764.6	DK1	26.2	23.00	24.10	15.2	DK1
0.0	635.0	3 359.3	748.2	AMP	15.0	22.70	25.00	35.0	SE3
117.2	482.8	3 487.0	718.4	SE2	30.0	21.10	25.40	23.0	NO2
545.8	54.2	3 756.4	700.6	NO5	50.0	20.00	25.40	60.0	SE2
0.0	600.0	3 732.7	787.1	SE3	55.0	18.00	25.50	15.0	SE3
0.0	600.0	3 866.5	780.4	SE3	10.0	17.40	25.60	50.0	SE3
0.0	600.0	3 867.1	768.6	SE1	50.0	17.20	25.90	50.0	DK2
0.0	600.0	3 631.0	770.9	SE3	54.0	17.00	26.80	5.0	NO2
0.0	600.0	3 323.6	707.1	SE2	36.0	16.00	31.00	70.0	AMP
0.0	363.0	3 729.7	363.0				37.90	40.0	FI
0.0	0.0	2 979.0	413.0				38.00	10.0	FI
							38.70	3.0	LV
							39.00	30.0	FI
							40.00	5.0	NO2
							46.00	10.0	FI
							55.00	151.1	LT
							65.00	7.0	LT
							80.00	8.0	FI
							85.00	50.0	TTG

市場概要

Nord Poolの成り立ち

電力取引における立場

グロスビディング

前日市場から当日市場までの流れ

前日市場

基本ルール

入札エリアと送電線容量

市場カップリング

取扱商品

当日市場

基本ルール

取扱商品

XBID: Cross Border Intraday

その他・まとめ

- ▶ Limit Order (LO)
 - Can be matched either in part or its entirety
- ▶ Fill or Kill (FOK)
 - Order is either filled entirely or cancelled
- ▶ Immediate or Cancel (IOC)
 - Order is filled to the extent of the quantity that can be immediately filled at the requested price
 - The remainder of the order is cancelled
- ▶ Iceberg Order (IBO)
 - Iceberg order is a type of order for which a total volume and a displayed volume (slice) are specified
 - When the entire slice is executed, automatically another slice is entered in the order book

市場概要

Nord Poolの成り立ち

電力取引における立場

グロスビディング

前日市場から当日市場までの流れ

前日市場

基本ルール

入札エリアと送電線容量

市場カップリング

取扱商品

当日市場

基本ルール

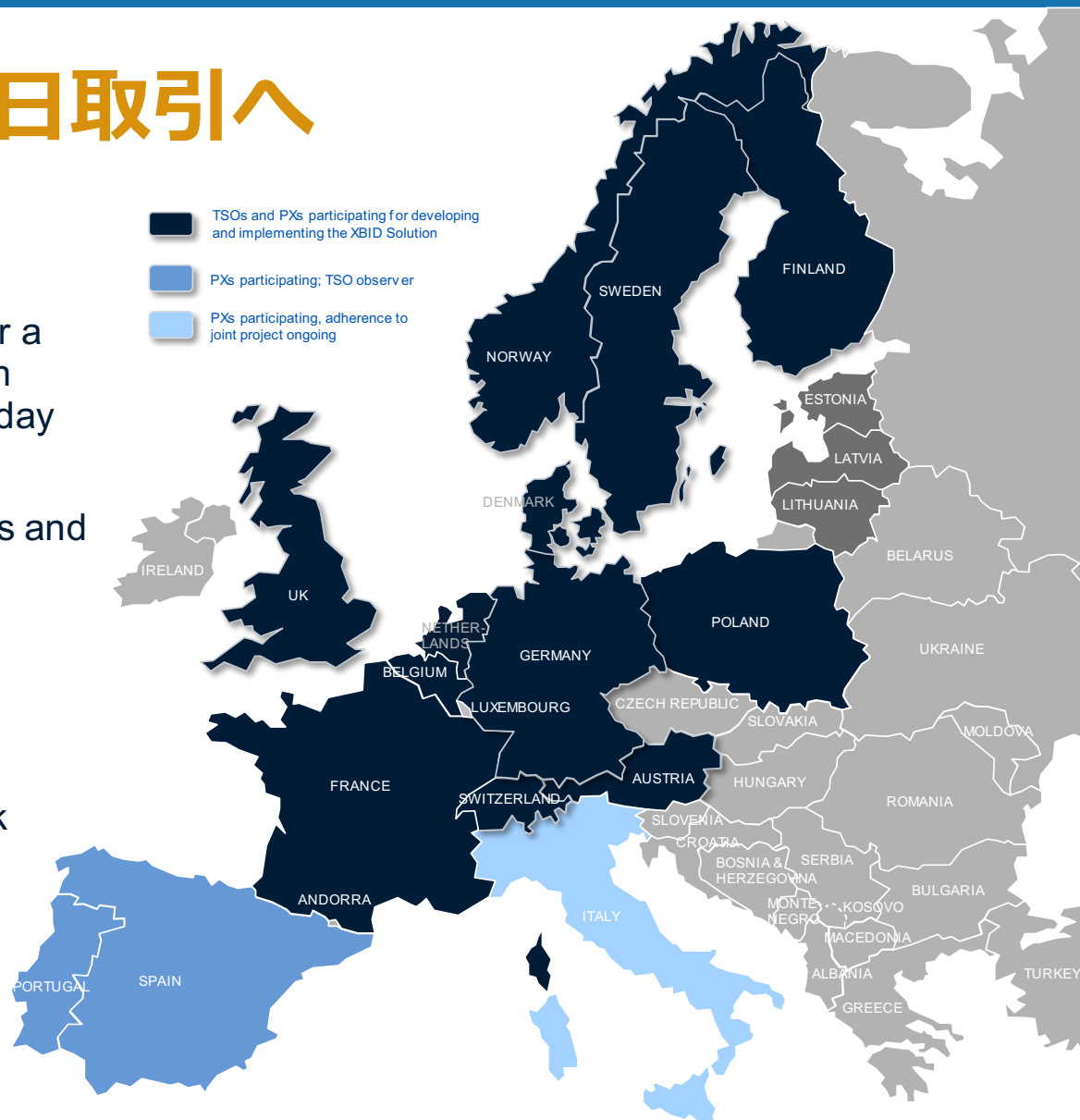
取扱商品

XBID: Cross Border Intraday

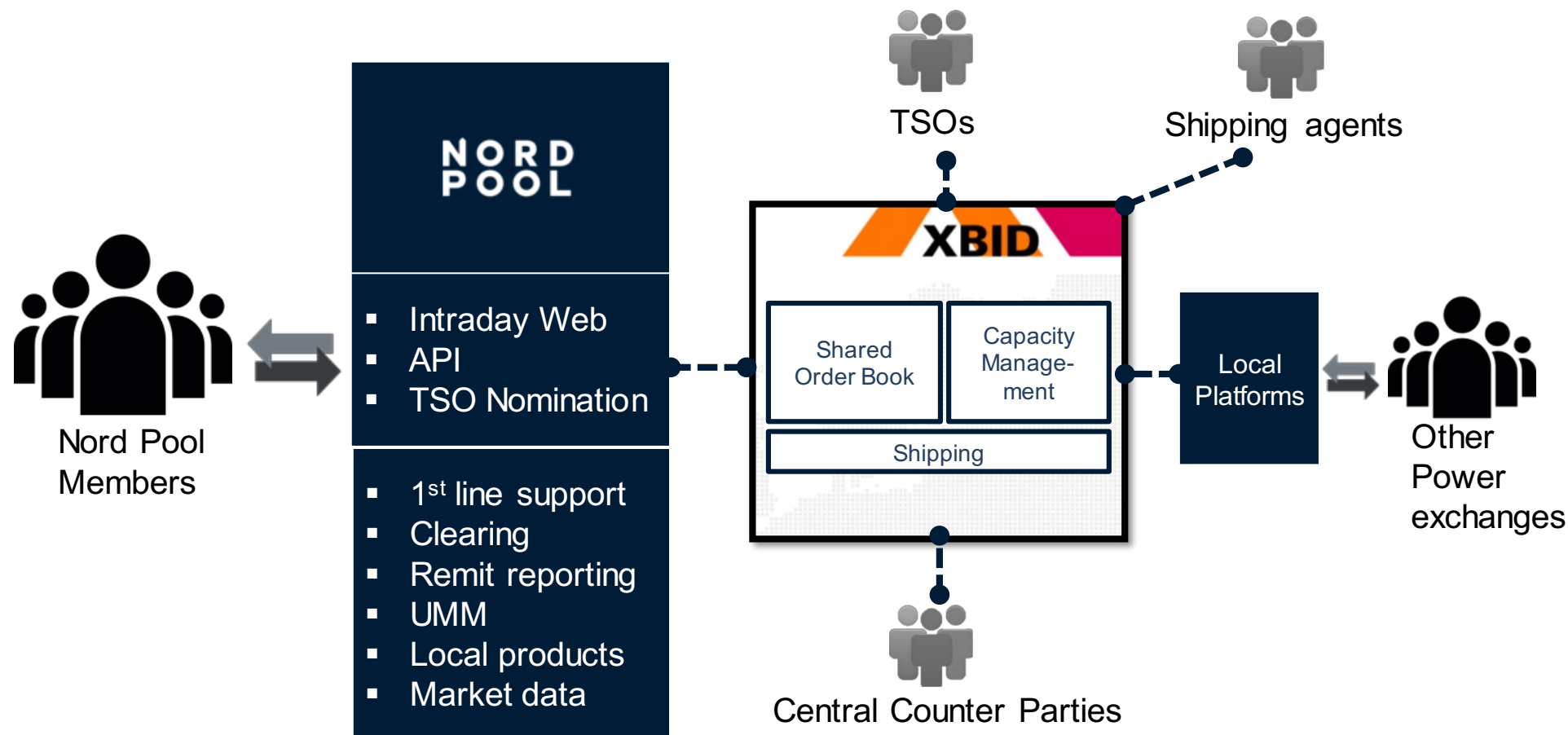
その他・まとめ

市場をまたいだ当日取引へ

- ▶ EU target model for a Common European Cross-Border Intraday Market
- ▶ 4 Power exchanges and 17 TSOs
- ▶ Go live target date: Q3 2017
- ▶ Equal treatment
- ▶ Shared Order Book



出所：Nord Poolヒアリング資料



市場概要

Nord Poolの成り立ち

電力取引における立場

グロスビディング

前日市場から当日市場までの流れ

前日市場

基本ルール

入札エリアと送電線容量

市場カップリング

取扱商品

当日市場

基本ルール

取扱商品

XBID: Cross Border Intraday

その他・まとめ

■ 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

European Commission

ENERGY

Projects of common interest – Interactive map

Legend

Network

Project Status:

Completed Ongoing All

- Substation
- Phase-shift transformer
- High-voltage line
 - before 2017
 - between 2017 and 2020
 - after 2020
- Electricity Baltic synchronisation
- Electricity offshore hubs
- Existing power grid
- Natural Gas

European Commission - DG MOVE - PLATTS - 2017 | Earthstar Geographi...

- Nord Pool : **透明性・平等なアクセス**
をミッションとする電力市場
 - 間接オークションによる送電線容量の割当
 - グロスビディング

- EU大で、**電力市場間の協調と競争**
 - 前日市場における市場カップリング
 - XBIDの実現に向けた動き
 - イギリス、ドイツにおける市場間の競争

市場概要

Nord Poolの成り立ち

電力取引における立場

グロスビディング

前日市場から当日市場までの流れ

前日市場

基本ルール

入札エリアと送電線容量

市場カップリング

取扱商品

当日市場

基本ルール

取扱商品

XBID: Cross Border Intraday

その他・まとめ