



NPO法人
地球環境市民会議
(CASA)

電力の自由化と
再生エネルギーの普及・拡大
学習会

2021年10月9日(土)

電力自由化の到達点



京都大学大学院 経済学研究科
再生可能エネルギー経済学講座特任教授

安田 陽

- 1. 電力自由化と発送電分離
- 2. そもそも、市場とは？
 - そもそも、規制とは？
 - なぜ市場が必要なのか？
 - なぜ電力市場が必要なのか？
- 3. 電力市場とは？
 - スポット市場
 - 時間前市場
 - 需給調整市場
- 4. 需給調整は誰が行うのか？
 - 需給調整責任会社(BRP)

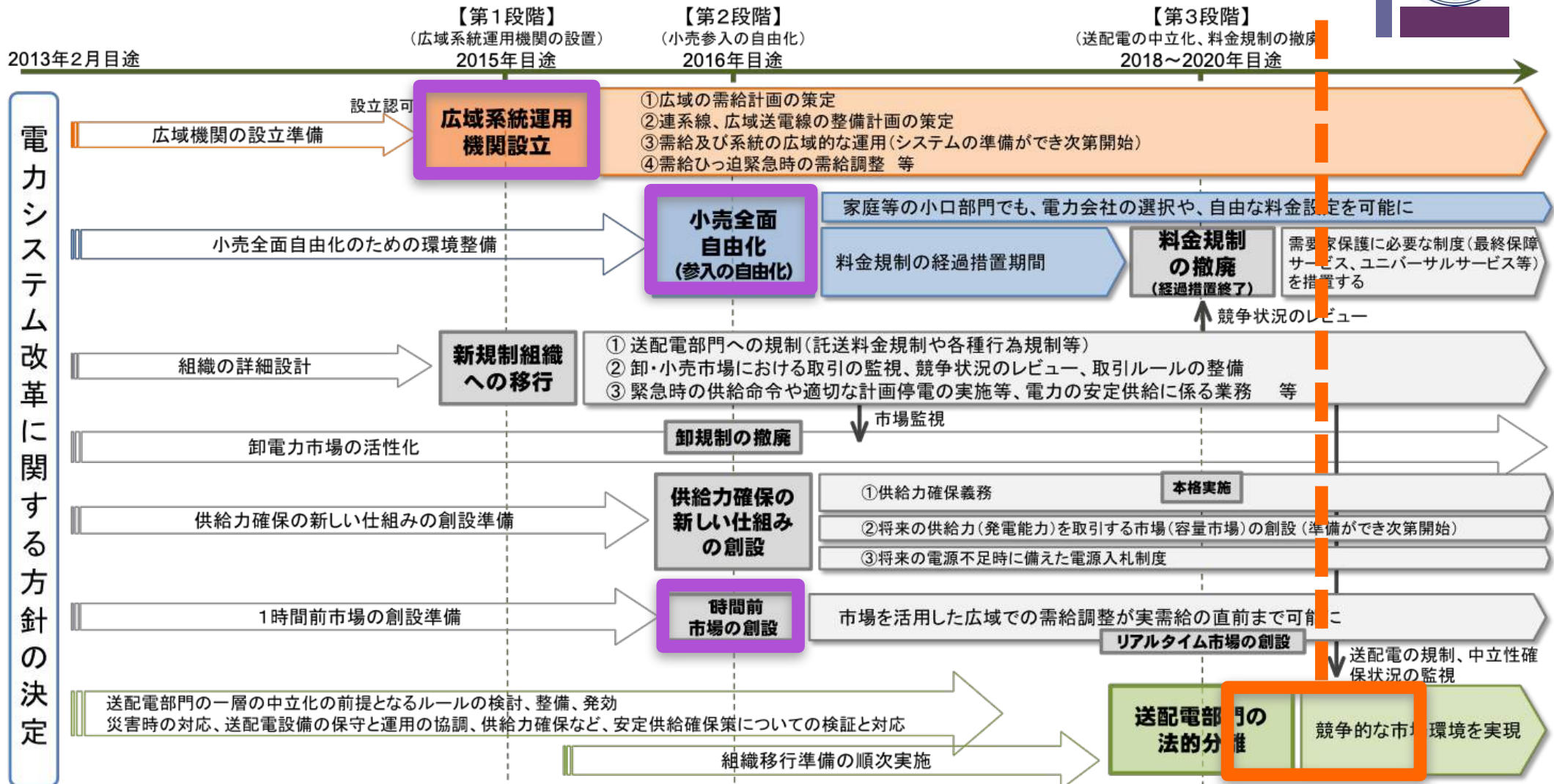


我々は歴史的転換点の只中にいる

3



2021年



(出典) 経済産業省 電力システム改革小委員会資料 http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/sougou/denryoku_system_kaikaku/pdf/report_002_02.pdf

+ 電力市場の歴史



■ 欧州

- 1989年: 英国 電力法改正、強制パワープール
- 1991年: ノルウェー電力自由化
- 1996年: 北欧 電力取引所 Nord Pool 開設
- 1996年: EU電力自由化指令

■ 北米

- 1978年: 公益事業規制政策法 (PURPA)
 - 電力セクターの規制緩和
- 1996年: 連邦エネルギー規制委員会 (FERC) オーダー888
 - 非差別的なオープンアクセス

■ 日本

- 1995年: 第1次電気事業制度改革

日本の電力自由化の行程



- 過去の電気事業制度改革
 - 1995年(第1次): 独立系発電事業者 (IPP) の参加
 - 1999年(第2次): 高圧受電需要家の自由化
 - 2003年(第3次): 日本卸電力市場 (JEPX) の設立
- 現在の電力システム改革(第5次)
 - 2013年4月: 「電力システムに関する改革指針」 閣議決定
 - 2013年11月13日: 改正電気事業法 (第1弾) 国会成立
 - ⇒ 2015年4月1日: 電力広域的運営推進機関設立
 - 2014年6月11日: 改正電気事業法 (第2弾) 国会成立
 - ⇒ 2016年4月1日: 電力全面自由化、時間前市場開設
 - 2015年6月17日: 改正電気事業法 (第3弾) 国会成立
 - ⇒ 2020年4月1日: 発送電分離(法的分離)



再エネ促進と電力自由化の歴史

6



欧州

法的分離
全面自由化

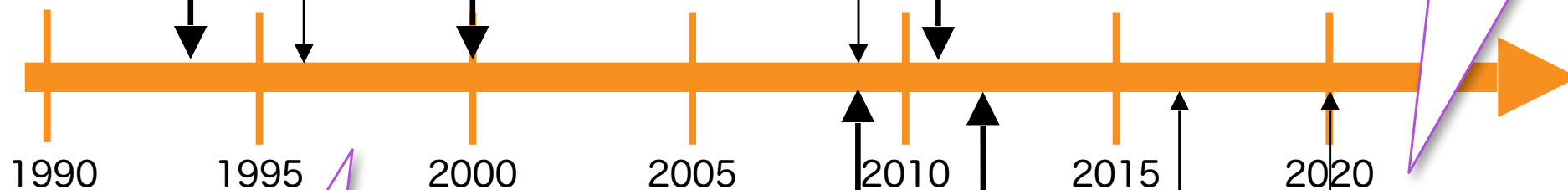
所有権分離

デンマーク
FIT施行

ドイツ
FIT施行

ドイツ
FIP移行

日本は電力市場
が成熟して
いない?!



1990

1995

2000

2005

2010

2015

2020

余剰買取
制度

FIT
施行

全面自由化

法的分離

欧州の電力市場
は25歳。
日本は5歳！

日本



- 何のための「自由化」なのか？
 - 電気料金が安くなる？
 - 過度な期待は禁物。短期的には高くなる可能性も。
 - 電力会社を自由に選べる？
 - 自由に選べるが、複雑になる可能性も。
- 自由化の本来の目的
 - 透明性・公平性・効率性の担保 ⇒ 電力市場による取引
 - ただ「自由化」「発送電分離」しても、電力市場の市場設計が不完全であれば、透明性や公平性は担保されない。
 - 市民の監視と参画が必要。

電力自由化と発送電分離



■ 発電・小売部門

- 従来は規模の経済があると考えられていた



- 分散型電源（再生可能エネルギーを含む）の登場により、規模の経済が成り立たなくなる
- 1980年代より世界各国で自由化が進む

■ 送配電部門

- 依然として規模の経済が働く
- 自由化せず、独占・規制部門として存続



- 発送電分離の必要性

+ 電力自由化と規制緩和



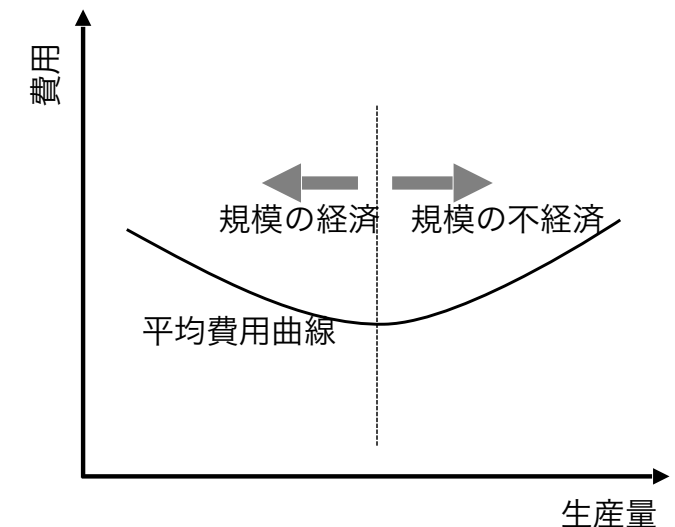
- 自由化 = 規制緩和
 - 経済学用語上は同一 (**deregulation**)
 - ただし、電力の自由化は発電部門と小売部門のみ
 - 送配電部門はむしろ規制強化となる
 - 競争的**電力市場**の出現
- 電力自由化 $\div$ 発送電分離
 - 垂直統合された電力会社の解体
 - 海外: 発電事業者 + 系統運用者 + 配電/小売事業者
 - 日本: 電力会社 electric power company = utility
 - // (**2020年以降**): 発電事業者 + 送配電事業者 + 小売事業者

- 自然独占 **natural monopoly**

- 規模の経済が存在すると…
- 新規参入者が巨大設備を建設しようとしても既存企業には価格(平均費用)の点で太刀打ちできない
- 新規参入がますます困難
- 既に設備を持っている企業がますます有利
- 市場占有率(シェア)が大きな企業がそのシェアを伸ばし、最終的には独占

- 政府の介入 (取り得る手段)

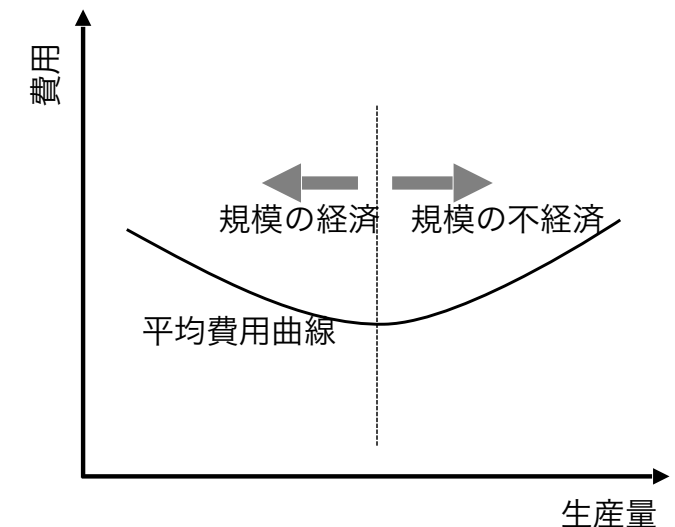
- 国有化
- 価格規制または料金規制
- 企業分割





なぜ自由化が必要なのか？

- 従来 (1980年代頃まで)
 - 電力は特殊財。規模の経済が働く。
- 現在 (多くの国では1990年代以降)
 - 発電と小売は規模の経済が働かない。
 - 分散型電源, 再エネ, DRの伸長
 - IoT技術の発展
 - 手 電力自由化
 - 送配電部門は規模の経済が働く。
 - 引き続き独占・規制部門
 - 手 発送電分離

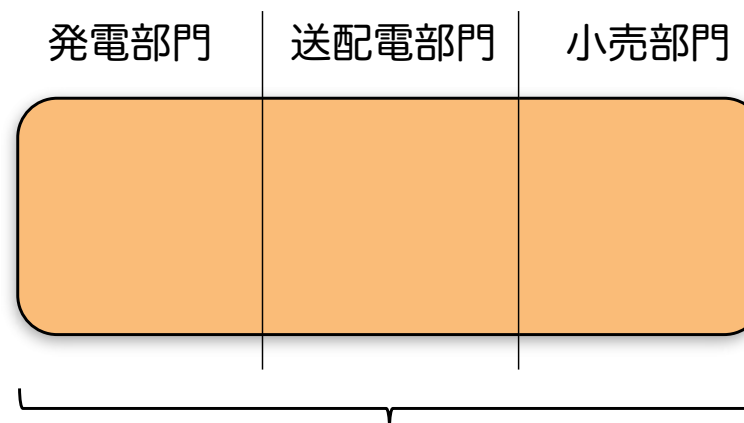




発送電分離

以前

一般電気事業者
(いわゆる電力会社)



垂直統合・地域独占

2020年
4月以降

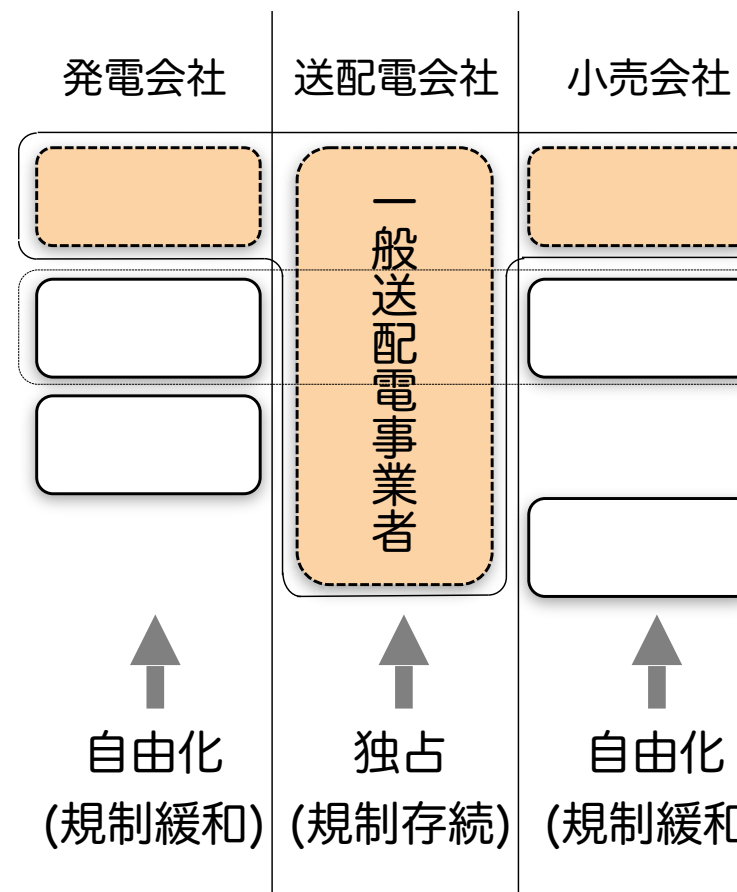
いわゆる新電力

旧・一般電気事業者
(いわゆる電力会社)

発電部門と小売部門
を両方もつ会社

発電のみの会社

小売のみの会社



発送電分離の類型

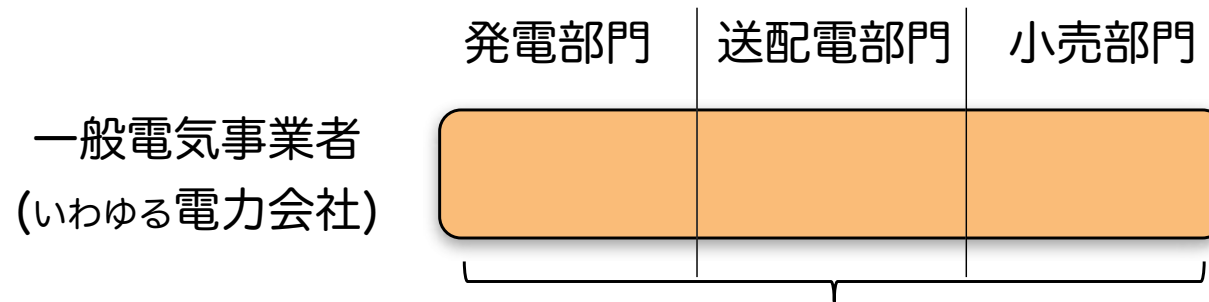


- 会計分離 (過去的方式)
 - 同じ会社の中で別会計にする。
 - 市場支配力が維持され、競争が進まない。
- 法的分離
 - 子会社として別組織にする。
 - 発電と送配電が連携しやすい。市場支配力が残る。
- 所有権分離
 - 送電網は資本関係のない別会社が所有・運用。競争が進む。
 - 欧州の系統運用者 **TSO** (Transmission System Operator)
- 機能分離
 - 送電網は中立な第三者機関が運用する。
 - 米国の独立系統機関 **ISO** (Independent System Operator)



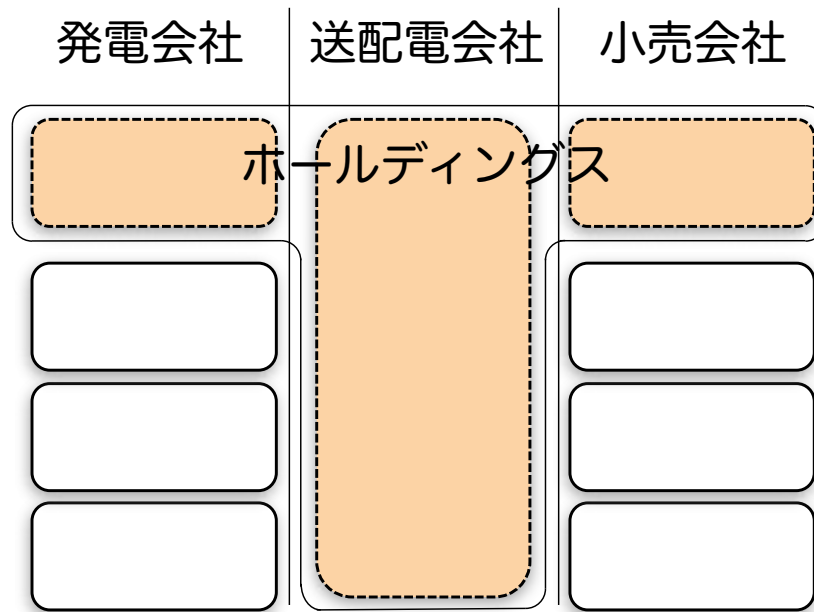
発送電分離の構造

14

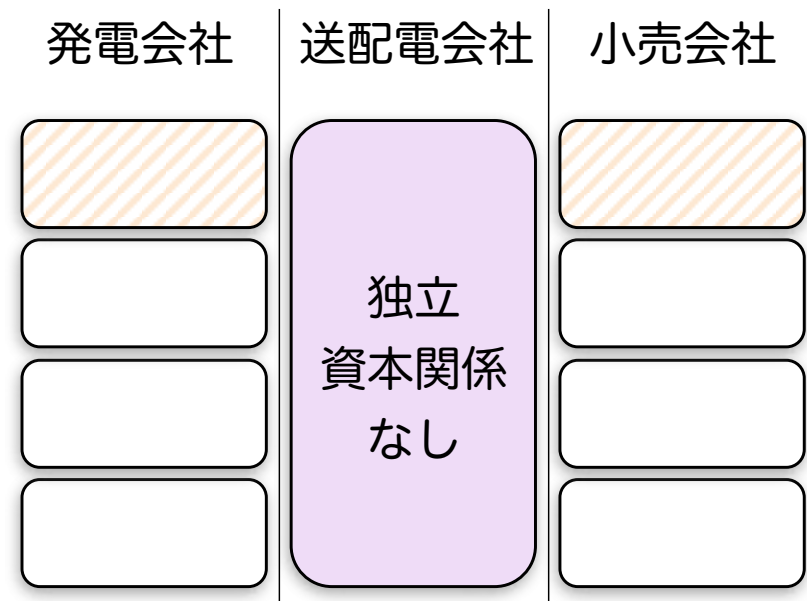


(a) 垂直統合

垂直統合・地域独占



(b) 法的分離



(c) 所有権分離



発送電 分離の しくみ

発送電分離後の送電のしくみ

発電 (発電会社)

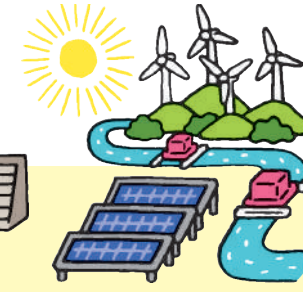
火力発電、原子力発電、大規模水力発電のほかに、再生可能エネルギーで電気をつくっている会社もある。



火力発電



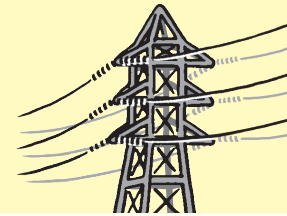
水力発電



再生可能エネルギー

送配電 (送配電会社)

つくった電気を、工場やビル、家庭などに送る。送配電会社は、特定の発電会社や小売会社を優遇したり差別したりしてはいけない。



そうはいっても、送配電網をだれもが公平に利用できるように、規制機関（政府）によって、送配電会社の行動が規制されているよ

小売 (小売会社)

小売自由化によって新たに電気の小売事業に参入した会社を「新電力」という。情報通信会社やガス会社など、異業種が自社サービスと組み合わせたプランも提供できるようになった。また、地元でつくった電気を地元で売る会社（地域新電力）も登場した。

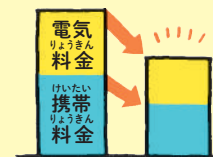
小売会社①



OFF

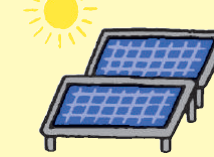
セットで節電に協力してもらえたら、節電に協力した分、割引します

小売会社②



携帯電話とのセット割引を適用します

小売会社③



地元でつくった再生可能エネルギーを利用しています

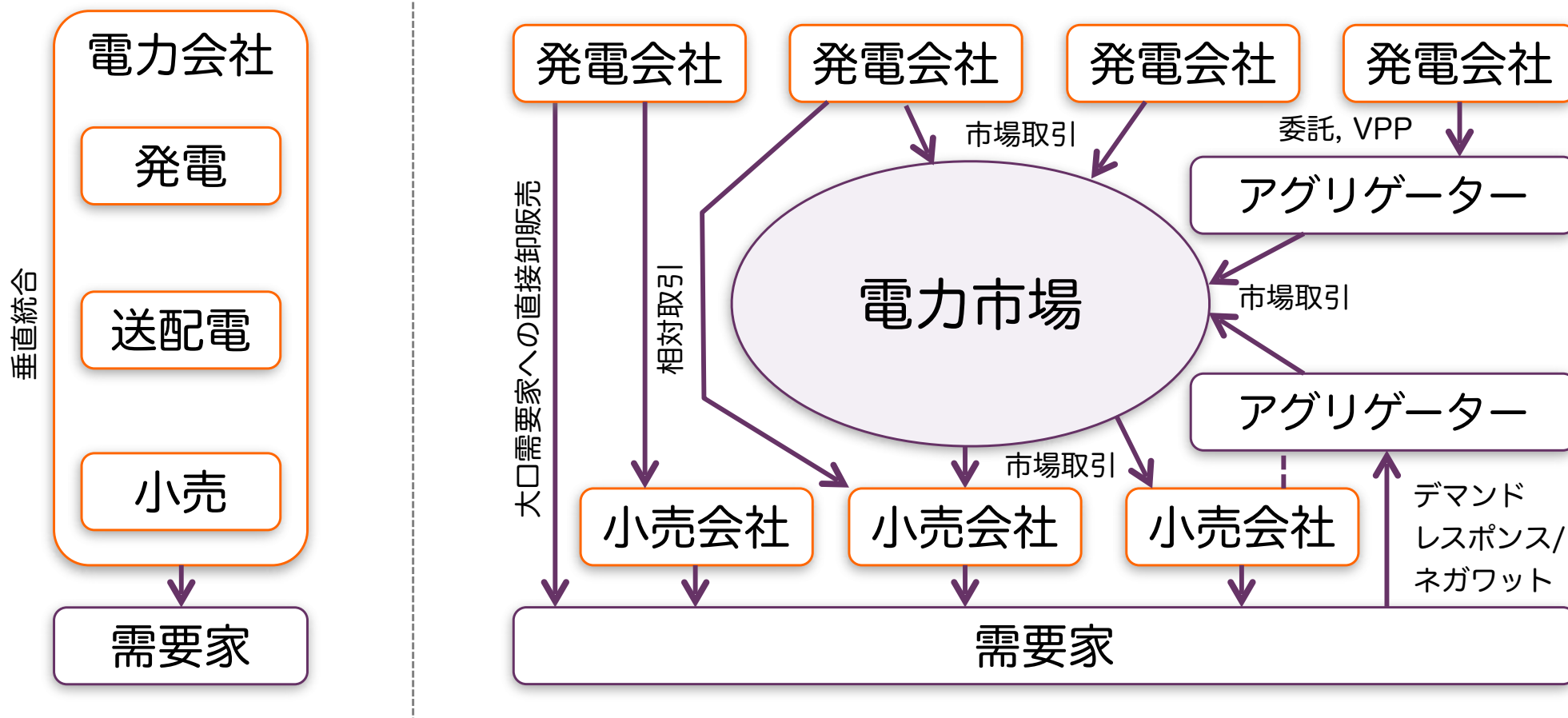


+ 電力市場を中心とした電力システム

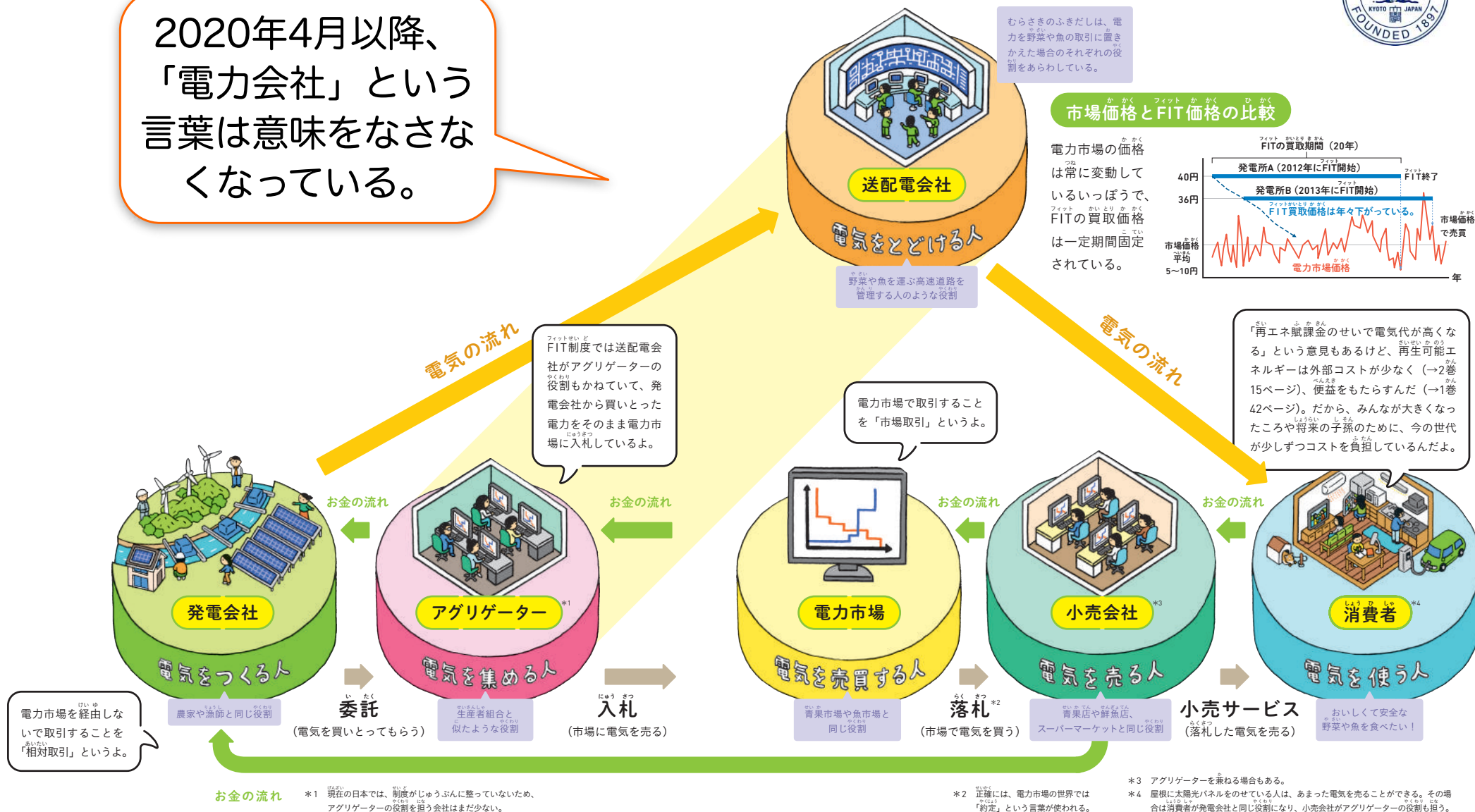
16



発送電分離以前 発送電分離以降



2020年4月以降、
「電力会社」という
言葉は意味をなさな
くなっている。



発送電分離後の 送電会社の収益スキーム



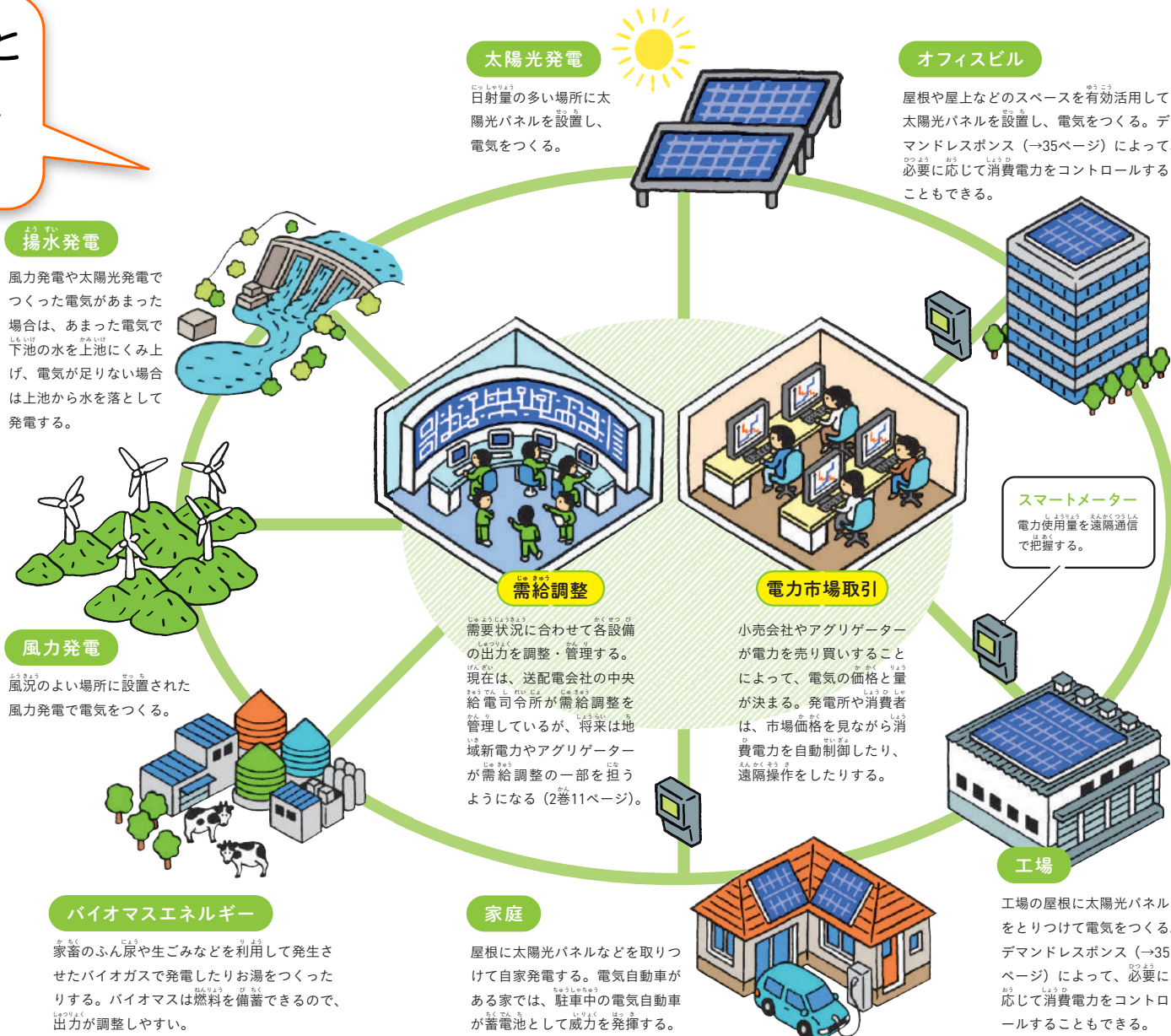
- 従来：総括原価方式（公正報酬率規制）
 - 技術革新や経営効率化のインセンティブ低い
 - 発送電分離後の送電会社は儲からないと思っている人は多い

2020年6月エネルギー供給強靱化法可決

- 今後：プライスカップ/レベニューキャップ規制
 - 規制部門でも効率化のインセンティブが働く
 - 努力すれば収入増・努力を怠れば収入源
 - 省エネに対するインセンティブを阻害しない
 - 欧州では、火力系発電会社が軒なみ苦戦しているのを尻目に、送電会社は安定かつ積極的な経営。

将来の電力取引の概念図

送配電会社と
電力市場は
車の両輪



- 1. 電力自由化と発送電分離
- 2. そもそも、市場とは？
 - そもそも、規制とは？
 - なぜ市場が必要なのか？
 - なぜ電力市場が必要なのか？
- 3. 電力市場とは？
 - スポット市場
 - 時間前市場
 - 需給調整市場
- 4. 需給調整は誰が行うのか？
 - 需給調整責任会社(BRP)



そもそも、市場とは？

- 経済学では、交換が起こる状況はすべて**市場**とみなされる。
- 市場には交換が行われるような状況がすべて含まれ、その交換は必ずしも、伝統的な村の**市場(いちば)**や現代の証券**取引所**のような場所で行われなくてもよい。
- ほとんどの財は、生産者から消費者に直接販売されるのではなく、まず生産者から卸売業者へ、卸売業者から小売業者へ、そして小売業者から消費者へ、と販売される。
- こうした取引はすべて、市場および**市場経済 market economy**という概念で包括的に捉えることができる。



- しかし、市場が社会にとって望ましくない結果をもたらす場合もある。
- たとえば、公害がひどすぎたり、富の不平等が大きくなりすぎたりして、市場がうまく機能しないことがある。そのようなときは人々は政府に頼ろうとする。
- **混合経済**では、何をどのように、誰のために生産するかという決定は、基本的には消費者と生産者の自由な相互関係の結果として決定されるが、場合によっては政府がそうした意思決定を行うこともある。
- 政府は法律の枠組みを定め、民間企業や個人はそのもとで活動することになる。政府は企業活動を**規制**したり、消費者や従業員を保護したりする。

市場と政府、規制緩和と規制強化



- 「厳密な意味で純粹の**市場經濟**というものは存在しない」

小嶋隆夫編: 經濟用語辞典, 第4版, 東洋經濟新報社 (2007)

- 規制緩和と規制強化のせめぎ合い

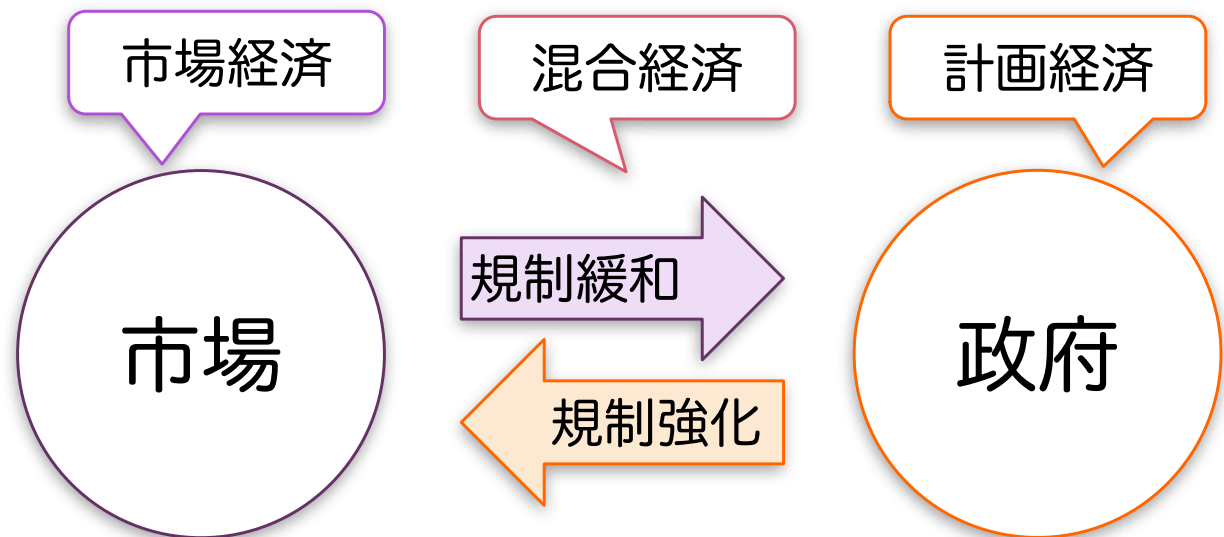
- 規制緩和

- 電力自由化

- 新規技術(再エネ)の参入障壁の緩和

- 規制強化

- 公衆安全・事故防止・環境影響評価





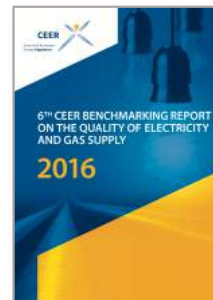
そもそも規制とは？

- 経済政策の基本目的には、経済そのものに内在する構成的基本目的と経済を外から規制する規制的基本目的とが内在する。
- 経済はあくまで人間生活の一領域にすぎず、経済生活においても、人間生活において守られるべき社会倫理的諸価値に配慮することが求められる。
- それゆえ、自由や正義といった社会倫理的諸価値に反する経済政策を策定することは許されず、この意味において、それらの諸価値は経済を外から規制する基本目的となるのである。



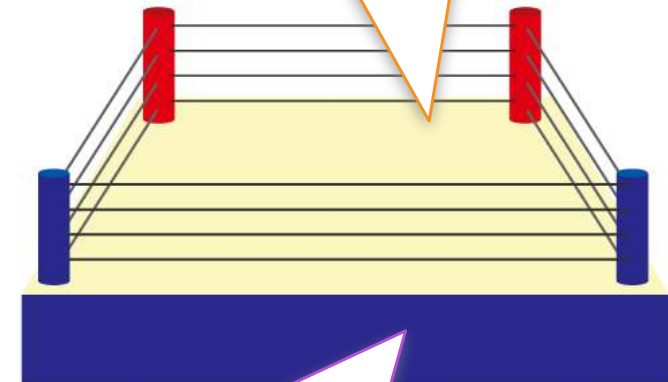
自由化市場における規制

- 政府(規制機関)の役割
 - 公平なルールメイキング
 - 透明な情報開示
 - 外部不経済の是正
 - 定量的・客観的な
基準 benchmark と
監視 monitoring
 - CEER: Bench-
marking Report
 - BnetzA:
Monitoring Report



× NO!

- ✓ えこ最良
- ✓ 反則技
- ✓ 場外乱闘



○ YES!

- ✓ 公平性・非差別性
- ✓ 客観基準と定量評価
- ✓ 透明性



なぜ市場が必要なのか？

26



- 取引所の意義
 - 透明性 transparency
 - 匿名性, 公平性
 - ≡ 非差別性 non-discriminatory
 - 一物一価
(シングルプライスオークションの場合)
 - 指標化
(相対取引 OTC にも間接的に影響)



日本の電力市場

27



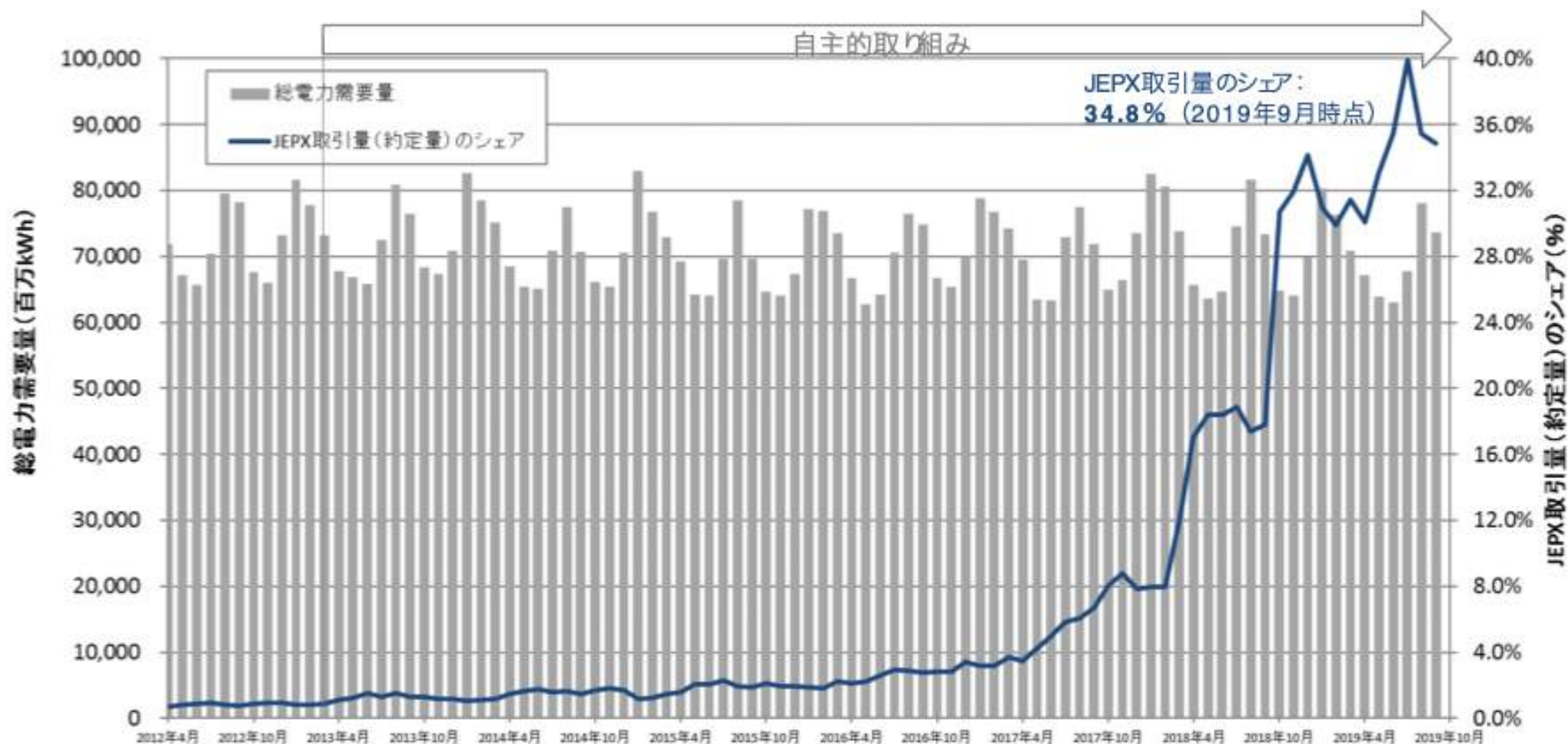
- 日本卸電力取引所 (JEPX)
 - 電気事業分科会中間報告(2003年2月)に沿って、2005年4月に開設。
 - 取引量は日本の消費電力量の約40% (2020年度第2四半期)
 - ただし、グロスビディングが約20%





日本卸電力取引所 (JEPX) のシェア

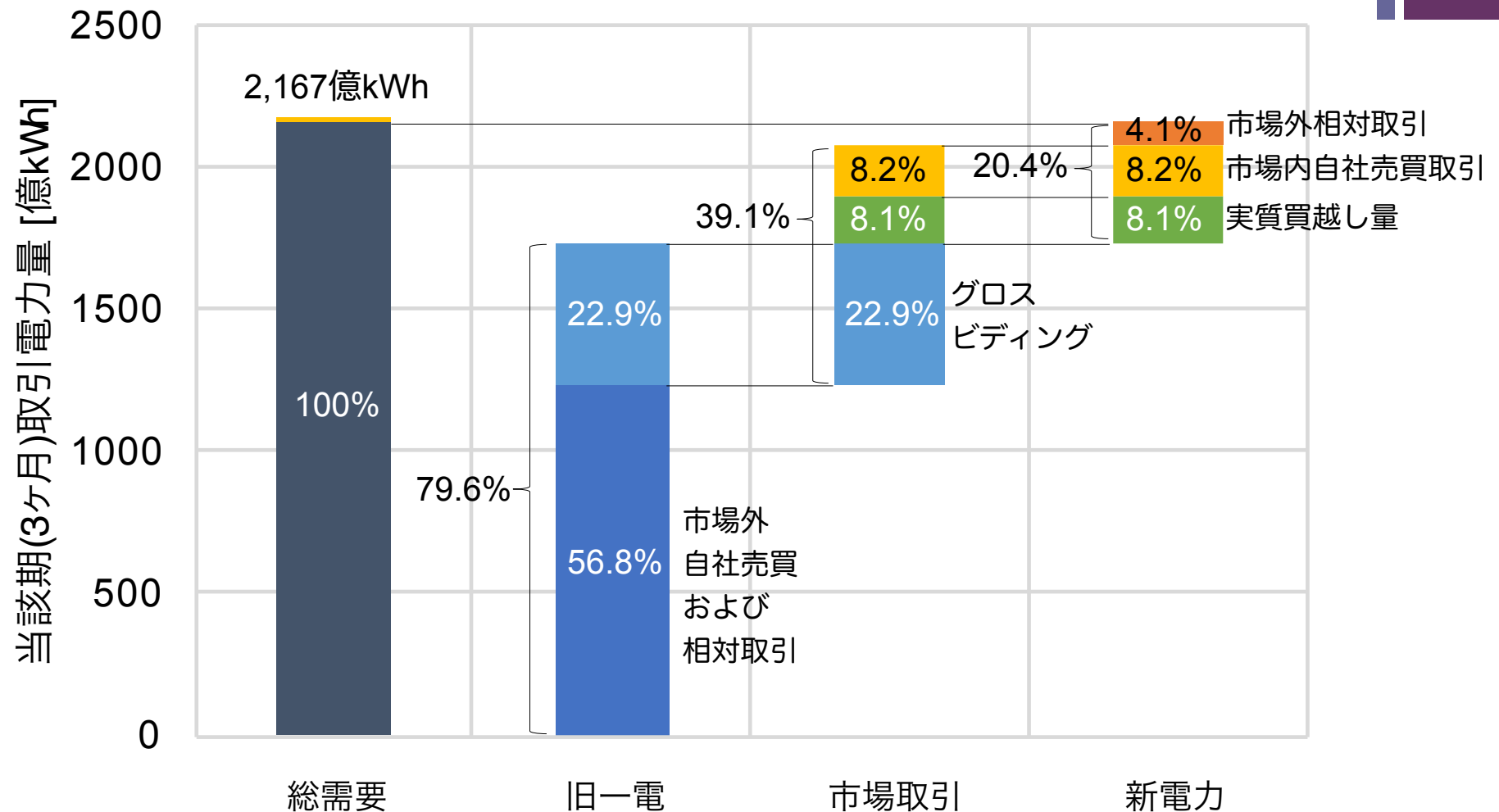
28



(出典) 電力・ガス取引等監視委員会：事務局提出資料 ～自主的取組・競争状態のモニタリング報告～
(令和元年7月～令和元年9月期), 第44回制度設計専門会合, 資料8, 2019年12月17日

+ 電力取引状況 (2020年7～9月期)

29



旧一般電気事業者
十旧卸電気事業者

83%の発電量を所有

旧大手電力の寡占が続く

100MW以上の発電事業者計103社

(出典) 電力・ガス取引等監視委員会：指定等基準に関する検討1（競争の持続的確保），電気の経過措置料金に関する専門会合（第3回），資料3-2，2018年11月19日

+ 電力自由化のメリット



- 自由化しないことのデメリット
 - 独占なので，市場支配力が行使されやすい
 - 市場支配力 market power
ある市場において，通常の企業間競争によって決定する市場価格と異なり，特定の企業が自己に有利な価格を人為的にコントロールできる力を有していること。
 - 独占なので，低コスト化への意欲が低い
 - 総括原価方式／関連会社への随意契約
 - 独占なので，技術革新へのインセンティブが低い
 - 再生可能エネルギー導入の遅れ
 - デマンドサイドマネジメント (需要家側管理) 導入の遅れ

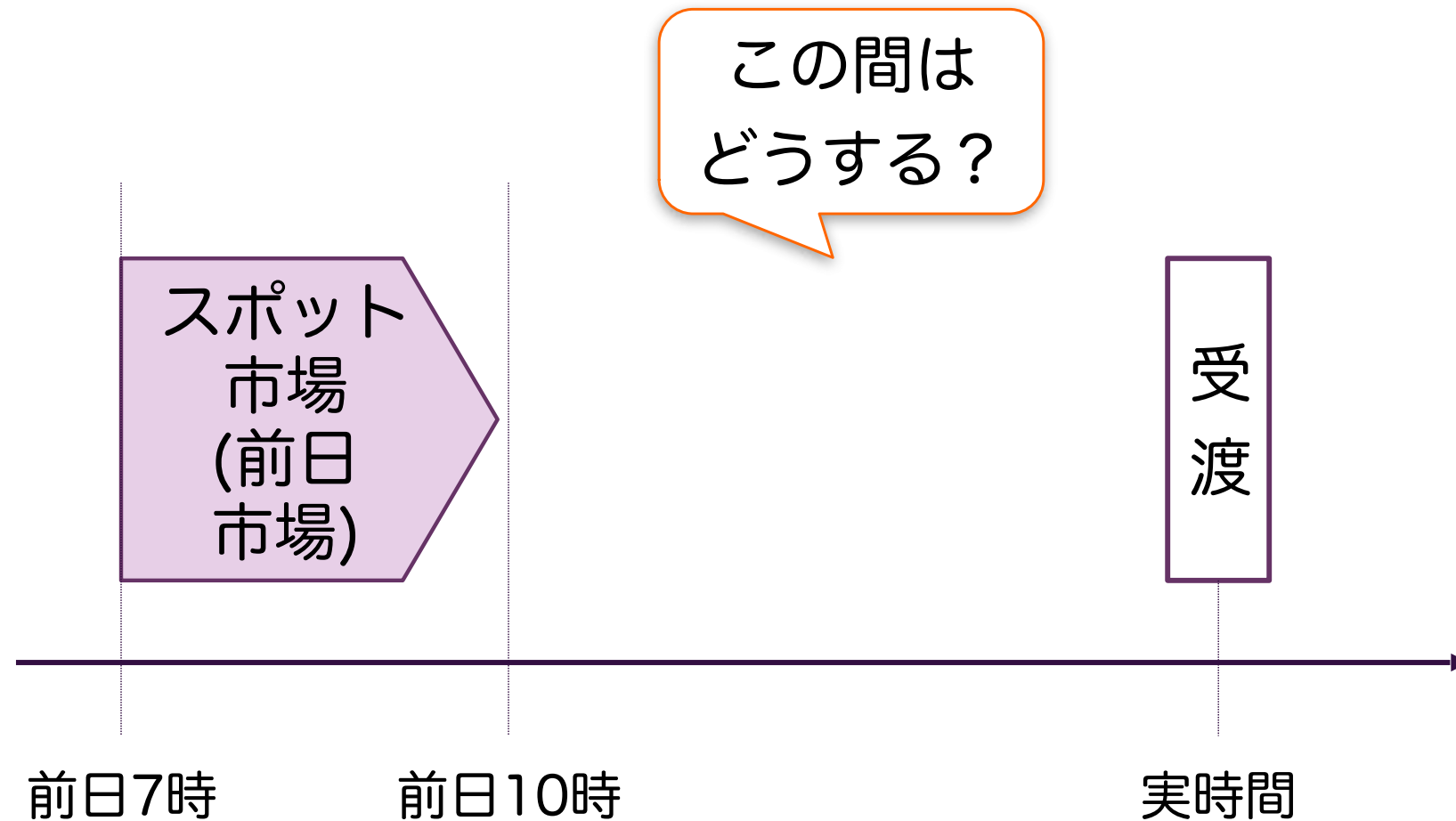


- ある産業部門において、売り手企業がきわめて少数で、かつ大企業からなり、これら少数大企業が市場シェアの大部分を占めている状態のこと。
- こうした寡占市場では、(中略)相手企業の行動を予測して自社にどのような影響があるかを鑑みながら意思決定を行うという相互依存関係も生じやすく(協調的寡占)、その結果、生産制限や価格の引き上げが同時に行われる場合も考えられる。

- 1. 電力自由化と発送電分離
- 2. そもそも、市場とは？
 - そもそも、規制とは？
 - なぜ市場が必要なのか？
 - なぜ電力市場が必要なのか？
- 3. 電力市場とは？
 - スポット市場
 - 時間前市場
 - 需給調整市場
- 4. 需給調整は誰が行うのか？
 - 需給調整責任会社(BRP)



電気の現物(スポット)市場は なぜ前日に閉場するのか？





現物(スポット)市場は なぜ前日に閉場するのか？



35



- 1日という期間が設定されているのは現実的な理由によるものだ。
- 休止中の従来型火力（石炭、天然ガス、石油）発電所を稼働させるには数時間を要する場合が多く、したがって、翌日の発電分に関して、資産の有効活用を行う発電事業者に影響を与えるような重要な判断（どのような需要に応えるために、どのような生産手段を稼働させるか）は、前の日のうちに行われるのである。



現物(スポット)市場は なぜ前日に閉場するのか？



36



- 一方、市場の仕組みに関して翌日物（安田注：前日取引）の設定については疑問視する見方もある。例えば風力発電所による発電量の予測は、DA市場（安田注：スポット市場）の時点から実際の発電の時点までにかかなり調整される可能性がある。
- 同じように小売事業者も、顧客による消費の変化を予測したり、その期間について新たな取引機会をみつけたりすることができる。
- したがって、市場の参加者としては、DA市場（安田注：スポット市場）の時点と電気のデリバリー（安田注：受渡）の時点との間で、取引ができるようにしたいという要求がある。



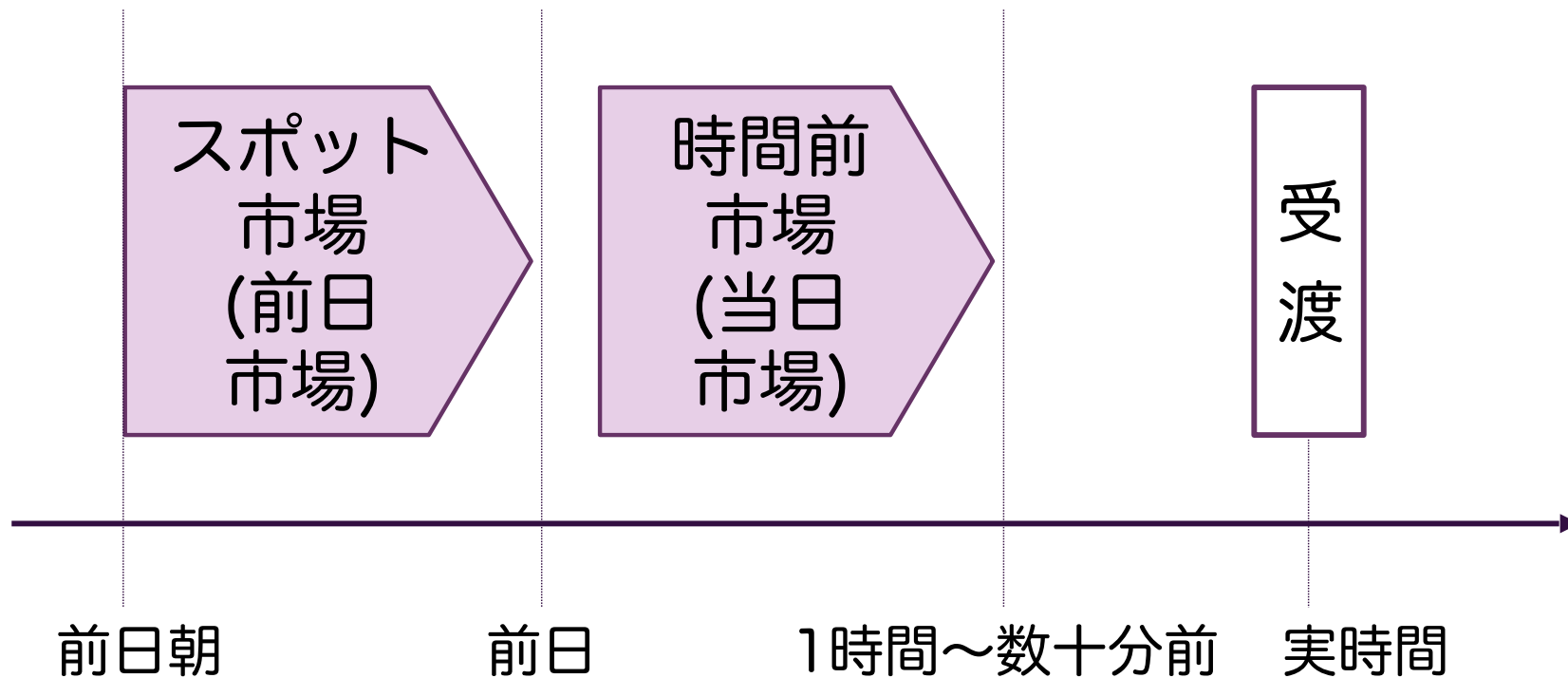
時間前市場は何のため？

37



複数の市場参加者同士の取引による調整のため

凡例:  民間市場



前日段階ではまだ予測誤差が大きい

電力市場での取引

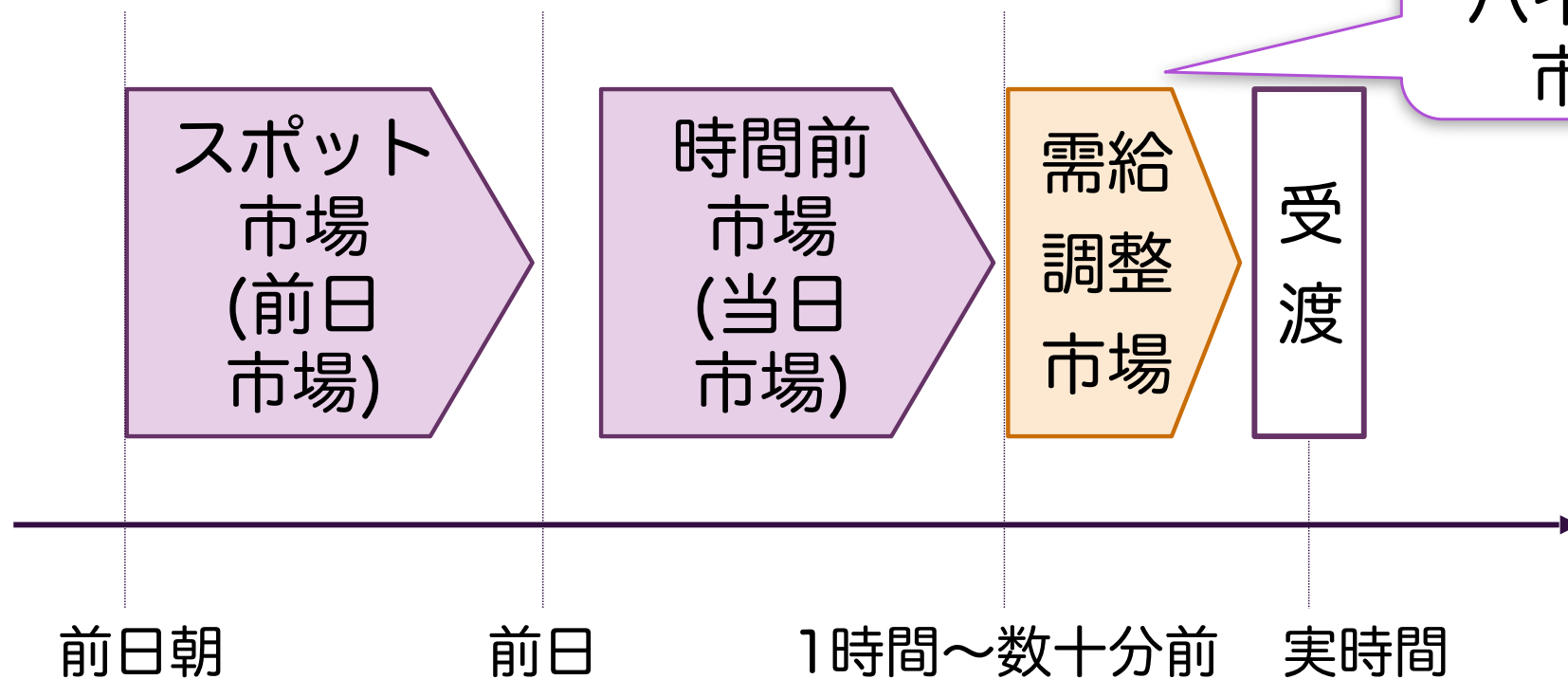
- スポット市場 spot market
(前日市場 day-ahead market)
- シングルプライスオークション
single price auction
 - 入札者の入札価格は様々だが、単一の約定価格で取引。
(一物一価)
 - 他の入札者の入札価格はわからない。
(ブラインドオークション)
- 時間前市場 hourly market
(当日市場 intraday market)
- ザラ場取引 continuous session
 - 値段優先・時間優先で、条件が同じであれば発注が早いものから売買を成立させるオークション方式

需給調整市場は何のため？

市場参加者同士の取引による調整後、なおも
残るインバランス・送電混雑の解消のため

凡例:  民間市場  系統運用者による市場

シングル
バイヤー
市場



市場参加者は送電混雑の情報を入手できない



- 1. 電力自由化と発送電分離
- 2. そもそも、市場とは？
 - そもそも、規制とは？
 - なぜ市場が必要なのか？
 - なぜ電力市場が必要なのか？
- 3. 電力市場とは？
 - スポット市場
 - 時間前市場
 - 需給調整市場
- 4. 需給調整は誰が行うのか？
 - 需給調整責任会社(BRP)



需給調整責任は誰が担うか？

- 古典的考え方（日本では現在も）
 - 垂直統合された電力会社の中央給電指令所
 - 系統内のすべての発電所を集中監視・制御

エネルギーの民主化！
…だけでなく、
需給調整も民主化！

- 欧州
 - BRP: Balance Responsible Party がインバランスコストを最小化するように行動
 - 市場メカニズムで複数のプレイヤーが需給調整に参画・責任
 - 送電会社は主に監視。いざという時だけ介入。

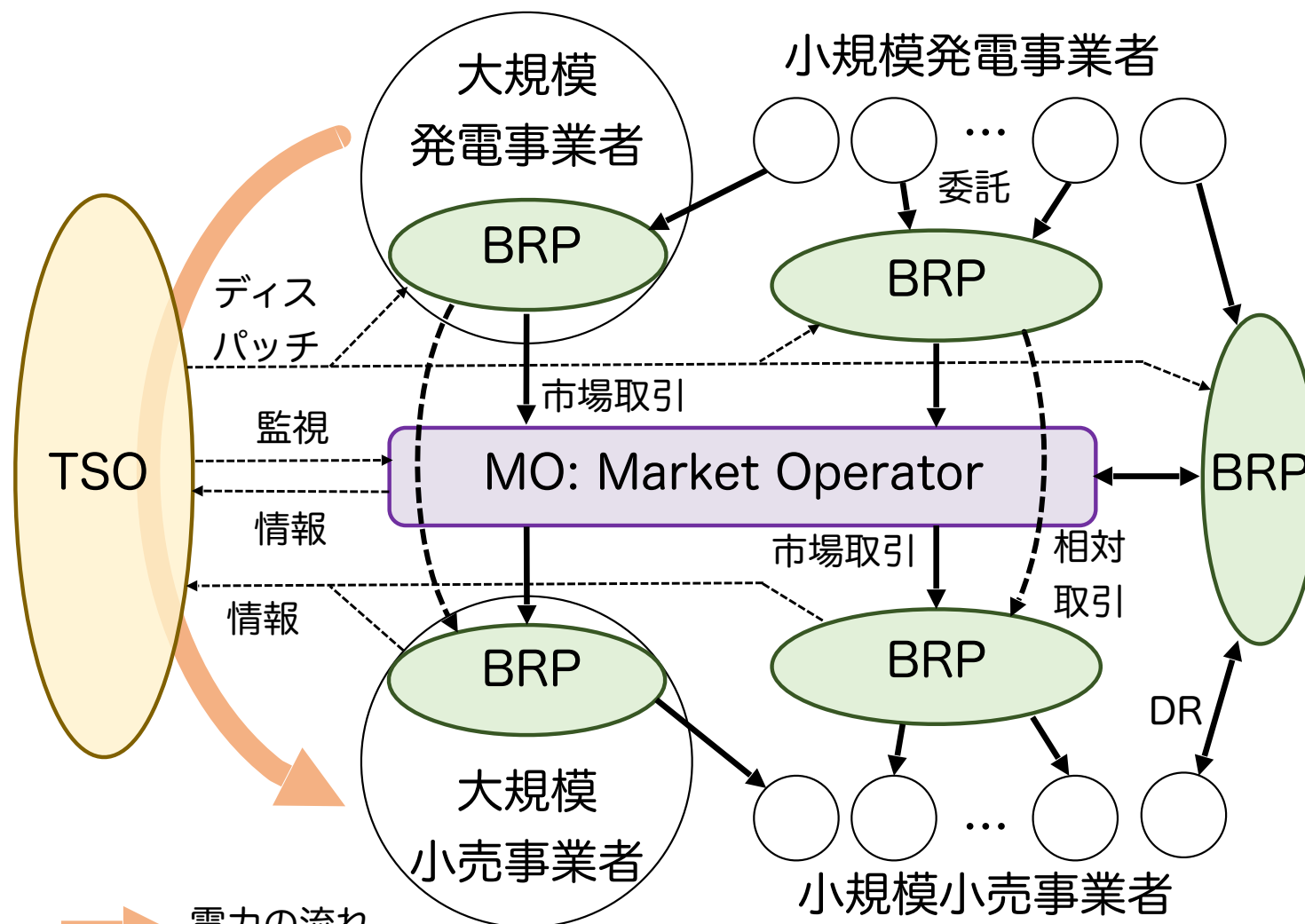
需給責任会社 (BRP) とは何か？

- BRP: Balance Responsible Party
 - 電力市場および送電事業者 (中央給電指令所) と通信し給電指令等の要求を受ける
 - 電力市場における電力商品の取引
 - 前日市場 (スポット市場) における取引
 - 当日市場における需給調整 (変更)
 - 送電事業者とのサービスのやり取り
 - 需給調整管理・計画
 - アンシラリーサービスの提供



- BRPは大口ユーザーや発電所等の各社と契約を結び、それらのインバランスを一旦束ねる。それによって、各社のインバランスは相殺され、小さくまとめられる。
- TSOは、BRP各社とそのようにまとめられたインバランスの精算を直接に行う。
- このようにインバランス精算に当たっては、TSOとの間を卸業者のような形で仲介するのである。

欧州におけるBRPの役割



アグリゲータやVPPの概念を包含

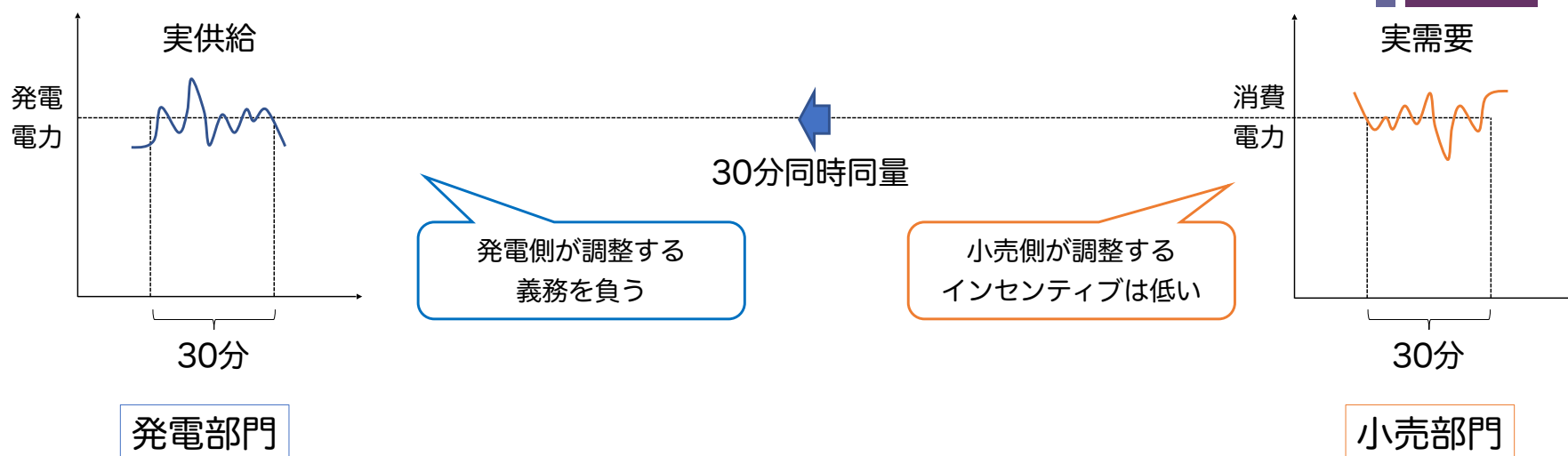
電力の流れ
 取引の流れ
 情報の流れ

BRP: Balance Responsible Party (需給調整責任者)
TSO: Transmission System Operator (送電系統運用事業者)
DR: Demand Response (需要応答)

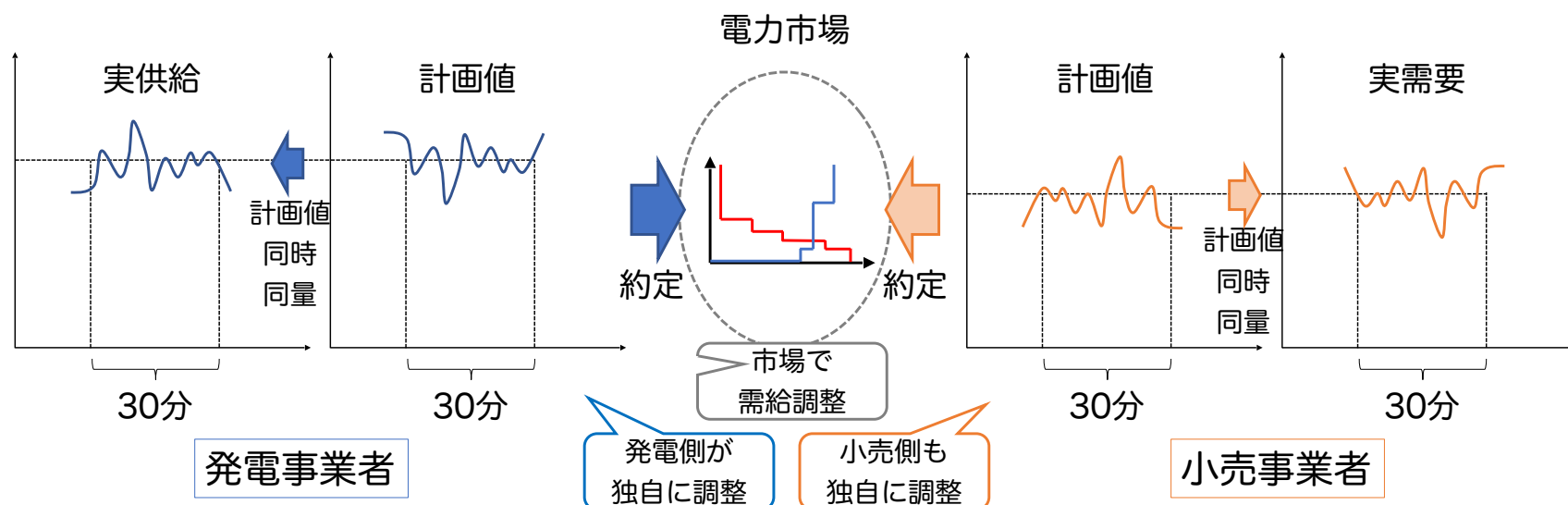
30分同時同量制度と 計画値同時同量制度

(a)
30分
同時同量
制度

(使用権
契約)



(b)
計画値
同時同量
制度
(確定数量
契約)





使用権契約と確定数量契約

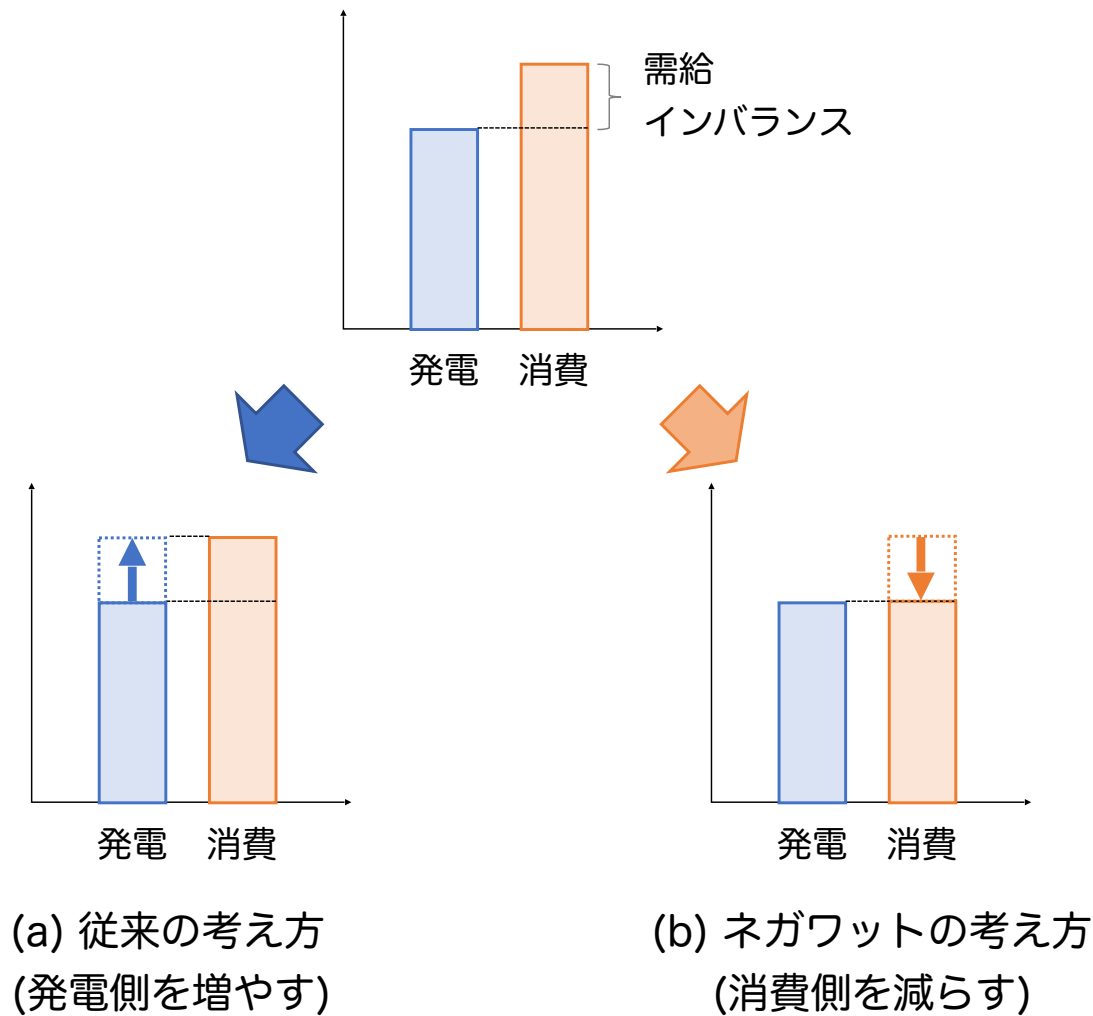
■ 使用権契約

- 需要家は決まった価格で好きなだけ買え、発電側は追従する
 - 電力会社は膨大な発電余力と送電余力とを準備しておかなくてはならない
 - 発電余力を使い切った後では停電を起こしやすい

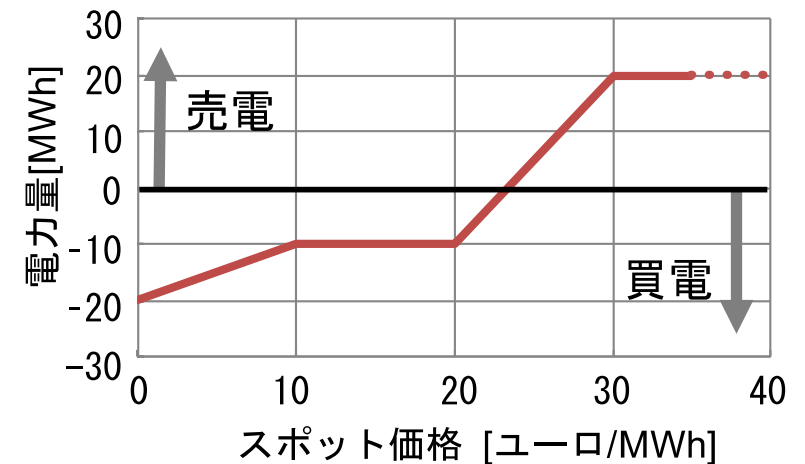
■ 確定数量契約

- 前日に計画値を届け出、計画値からの差分に対して精算する
 - 電力不足時に需要家に節電動機
 - 発電所は余剰発電能力を減らせる

デマンドレスポンスとネガワット



ネガワットの考え方



エネルギー貯蔵をもつ
需要家の価格応答の例
(デンマーク
熱貯蔵+コジェネ)

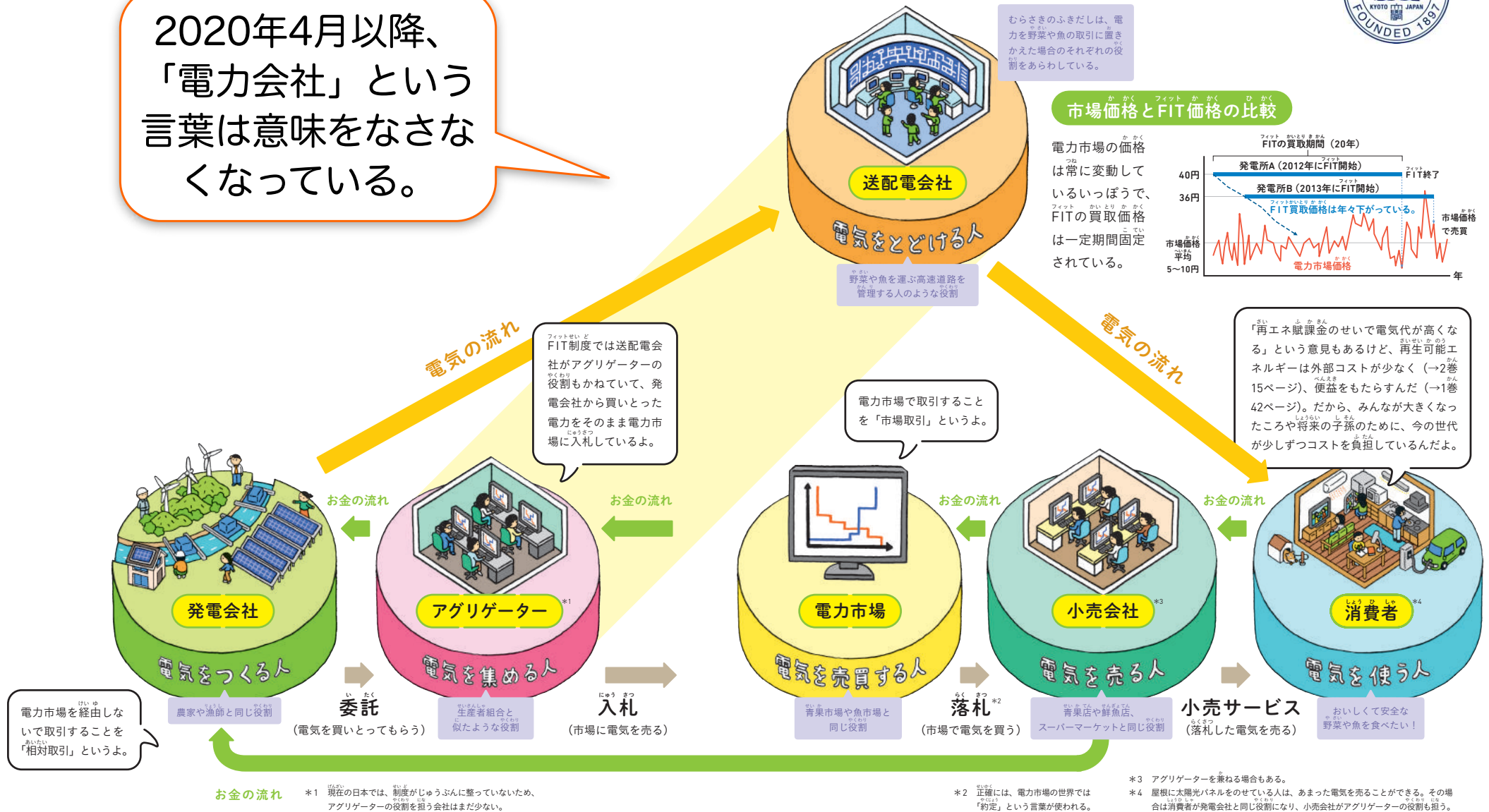
まとめ:

日本の市場設計に関する懸念

- 市場設計の根本理念の議論の不在
 - 重箱の隅、パッチワーク(つぎはぎ)、ガラパゴス化…。
 - 本来、市場は不特定多数の「意思決定」の場
- 本来、主戦場であるはずの時間前市場の議論は？
 - 短時間商品、市場閉場短時間化の議論は？
 - 需給調整責任の議論は？
 - 柔軟性の調達はどこで？
- 新規市場プレーヤー(再エネ・新電力)側の意識
 - 市場取引を重視しているか？
 - 需給調整責任の意識はあるか？
 - パワートレーダーを誰がどうやって育てるか？

電力市場を中心とした電力取引

2020年4月以降、
「電力会社」という
言葉は意味をなさな
くなっている。





将来の電力取引の概念図

再掲

送配電会社と
電力市場は
車の両輪

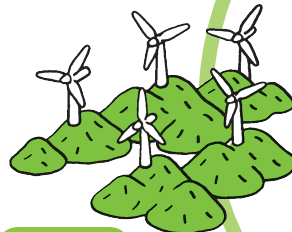
揚水発電

風力発電や太陽光発電で
つくった電気があまった
場合は、あまった電気で
下池の水を上池にくみ上
げ、電気が足りない場合
は上池から水を落として
発電する。



風力発電

風況のよい場所に設置された
風力発電で電気をつくる。



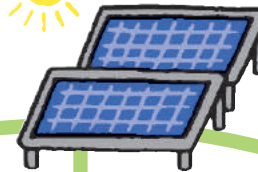
バイオマスエネルギー

家畜のふん尿や生ごみなどを利用して発生さ
せたバイオガスで発電したりお湯をつくら
る。バイオマスは燃料を備蓄できるので、
出力が調整しやすい。



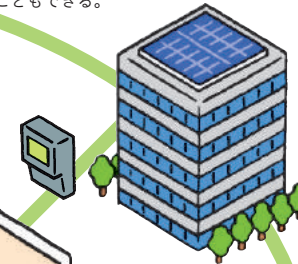
太陽光発電

日射量の多い場所に太
陽光パネルを設置し、
電気をつくる。



オフィスビル

屋根や屋上などのスペースを有効活用して
太陽光パネルを設置し、電気をつくる。デ
マンドレスポンス（→35ページ）によって、
必要に応じて消費電力をコントロールする
こともできる。



スマートメーター

電力使用量を遠隔通信
で把握する。



需給調整

需要状況に合わせて各設備
の出力を調整・管理する。
現在は、送配電会社の中央
給電司令所が需給調整を
管理しているが、将来は地
域新電力やアグリゲーター
が需給調整の一部を担う
ようになる（2巻11ページ）。



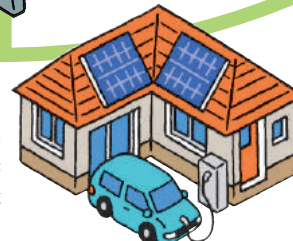
電力市場取引

小売会社やアグリゲーター
が電力を売り買いすること
によって、電気の価格と量
が決まる。発電所や消費者
は、市場価格を見ながら消
費電力を自動制御したり、
遠隔操作をしたりする。



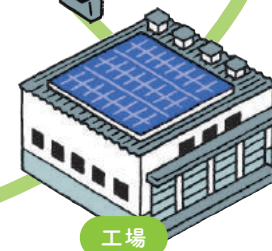
家庭

屋根に太陽光パネルなどを取りつ
けて自家発電する。電気自動車
がある家では、駐車中の電気自動車
が蓄電池として威力を発揮する。



工場

工場の屋根に太陽光パネル
をとりつけて電気をつくる。
デマンドレスポンス（→35
ページ）によって、必要に
応じて消費電力をコントロ
ールすることもできる。



50



NPO法人
地球環境市民会議
(CASA)

電力の自由化と
再エネの普及・拡大
学習会

電力自由化の到達点

ご清聴有り難うございました。

yasuda@mem.iee.or.jp

