

海外事例調査結果および これを踏まえた日本における検討内容との比較について

2018年7月31日
需給調整市場検討小委員会 事務局

日本における需給調整市場に係る検討内容と海外事例の比較

- 需給調整市場検討小委員会において、委員から海外における需給調整市場の状況を参考にしてはどうかとの意見をいただいた。
- これを踏まえ、広域機関にて現地での関係者ヒアリングを実施（調査対象国等は次ページご参照）し、検討の方向性について、修正する必要があるのか、また、検討事項の漏れがないかについて確認した。
- 今回は上記ヒアリング結果および本小委員会における検討状況との比較について報告する。

【委員からのご意見】

- 16ページと17ページは ΔkW について分かりやすく書いてあり、17ページの図の点線枠などは共通の理解のために大切だと考える。19ページのドイツや23ページのPJMの話について、ドイツに容量市場はないが、需給調整市場はある。一方でPJMには容量市場はあるが、需給調整市場はなくPJMが強い権限を持って対応している。いずれも、日本にはぴったりに当てはまらないという状況であるものの、これらをベースにしながらか日本の市場の形を描くことを期待している。
(第1回小委 林委員ご発言)
- 19ページについては容量市場との連動性もあると思うので、当然ここでの議論だけではなくTFあるいは電力・ガス基本政策小委員会等で議論いただきたいと考えているが、調整力公募で取引されているkW価値については、これからどうするのかを議論いただいているところと認識している。是非その際は、海外の事例等もよく検証して、一定の方向性を示していただきたいと考えている。
(第1回小委 市村健委員ご発言)
- (中略) 似たようなスキームがイギリスのSTOR (Short Term Operating Reserve) である。これも、年に2回調達があったと記憶しているが、年初とその3~4か月後に補正をするというもの。こういった事例も検証いただきながら、 ΔkW 価値の調達時期を週間に拘泥するのではなく、柔軟に今後の制度設計に反映していただきたい。
(第1回小委 市村健委員ご発言)

(参考) 需給調整市場に係る欧州事例調査概要

- 需給調整市場の検討を進めるにあたり、これまで本小委員会で議論してきた内容について、海外の制度および市場設立までの経緯・考え方等を踏まえて、適切な内容となっているのかを確認するため、海外調査を実施

<調査概要>

- 調査期間 : 2018年5月7日～11日
- 調査項目 : 需給調整市場に関する制度設計等
- 調査訪問先 : [ドイツ] TransnetBW社 (TSO) 、50Herz社 (TSO)
[ベルギー] ENTSO-E社、CORESO社
[イギリス] National Grid社 (TSO)
[フランス] RTE社 (TSO)

※本資料の記載内容は、上記各社への聞き取りによるものであるが、その正確性、完全性を保証するものではない。

需給調整市場導入の目的

- 日本では、調整力の調達コスト削減及び透明性確保を主な目的として、需給調整市場の創設を検討している。欧州においても、調達コストの削減及び透明性確保による国民の利便性向上を目的として市場を導入しており、日本と目的が同じであると言える。
- 欧州においては、調整力確保に要したコストは市場調達の結果としてコストが決定するが、これは事業者の努力が及ばない費用であるため、全額託送料金として回収できる仕組みになっており、自らコスト削減するインセンティブが少ないことから、欧州委員会等の規制機関主導で広域化を進めている。
- 一方、日本では、託送原価が査定され、あらかじめ託送料金が決まっているため、一般送配電事業者にコスト削減のインセンティブが発生する。このため、一般送配電事業者がkWhおよびΔkWの双方について広域化のメリットを享受できる三次調整力から対応を自主的に進めた結果、三次調整力については、広域運用を2021年度の市場創設に一年先駆けて開始する予定。

キーワード	日本	海外（ヒアリング結果等）
需給調整市場創設の目的	<ul style="list-style-type: none"> ■ 市場化、広域化により、調整力提供事業者が増加することで、調整力に係るコストの透明化・削減が進むことを期待 ■ 調整力を細分化することで、一部の機能しか提供できない事業者が調整力を提供できるようになり、これによって新規参入の機会が増加し、その結果、コストの削減を実現 ■ 日本はコスト削減の観点から、一般送配電事業者が市場創設に一年先駆けて広域運用を自主的に開始 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 透明性確保および調達コストの削減による国民の利便性向上を目的として市場を導入（独・英） ■ 国際プロジェクトによる広域化によって、調整力の調達コストを削減（仏） ■ 欧州委員会等、規制機関の主導で広域運用・広域調達を開始（独） ■ 市場調達のように、自助努力で回収が不可能な費用は、託送料金で回収すべきという原則がある（独）

需給調整市場導入の進め方

- 日本では、広域化によって競争環境が整った商品から市場化を段階的に行う計画としている一方、欧州においても、全ての商品を一律に市場化するのではなく、環境が整ったものから市場化を進めている。また、欧州では、当初、市場への新規参入者は少なかったが、広域化によって大手垂直統合型事業者同士で競争が発生し、その後、新規参入者が市場に参入することで調整力のコストが削減された。
- 需給調整市場においても、応動のスピードが遅く比較的広域運用の実現が容易であり、かつ、広域化によりエリア間の競争が期待できる三次調整力②から需給調整市場における広域調達・運用を開始することは、欧州の実績を踏まえても、合理的な判断だったと言える。

キーワード	日本	海外（ヒアリング結果等）
調整力の市場化の進め方	<ul style="list-style-type: none"> ■ 広域調達が可能となった商品から順に、エリア間の競争を期待して段階的に市場化 ■ 複数の買い手・売り手が存在し、広域調達・運用が可能なものは市場により広域調達することとしており、まずはエリア間の競争が期待できる三次調整力②から市場調達を開始（エリア内については公募で調達） 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 三次調整力はバランシング・メカニズムが導入された時点ですでに国外から30%程度調達しており、流動性があることが判明していたため市場化した。一次調整力、二次調整力は、将来的に欧州の広域調達プロジェクトとして国際調達することを検討している（仏） ■ 調整力のスピードが遅いもの（RR）を対象として始めるのが良いかと考えている。RRは卸電力市場と速度的に同じイメージであり、技術的に広域化が容易（英） ■ 当初は新規参入が少なく、大手垂直統合型事業者同士での競争が発生し、その後新規参入者が市場に参入することで調整力コストが下がっていった（独）

調整力の細分化

- 日本では調整力を細分化することで新規参入や広域化による調達コストの削減を期待する一方、必要量が増加することによって調達コストが増加することを懸念している。
- 欧州では市場化以前から調整力が細分化されていたため、複数の調整力を共用し、効率的に運用することで調達量を削減するといった我が国の説明に対しては、興味を示さなかった。
- 複合約定ロジックの検討など細分化に向けた検討を進めるとともに、細分化することで調達量が増える可能性があるという点も踏まえた上で、広域化によってコスト削減の効果が確認できる商品から細分化を開始することが重要である。

キーワード	日本	海外（ヒアリング結果等）
調整力の細分化	<ul style="list-style-type: none"> ■ ほぼ全ての発電機が全ての商品の機能を備えている。 ■ 調整力は電源 I -a、I -bという単位であり機能に応じた細分化はされていない ■ 市場化に伴い、調整コストの削減を目的に、一部商品でも広域化を期待したい、新規参入者を増やしたいという観点から商品の細分化を指向 ■ 商品の細分化を行い必要量を算定すると調達量が増加することを懸念 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 市場化する以前から、調整力は細分化されていた（独・英・仏） ■ 提供可能な商品が異なるなど、発電所毎にそれぞれ特徴を有していることから、どの商品を提供するのが効率的で、最も儲かるかを発電所側が考えて適切な行動を取る（独・英） ■ ほぼ全ての発電機が全ての商品の機能を備えている（英・仏）

調整力の広域化に伴う連系線の扱い①（連系線の枠取り）

- 調整力を広域調達した場合に連系線の枠取りをするという考え方は欧州と合致しており、需給調整市場及びエネルギー市場との間の連系線容量の割り当ては、欧州においても日本同様、重要な問題である。欧州においても、連系線の割り当てに関する目標は定まっているものの、具体的な議論はこれからの課題である。
- 調整力の広域的な調達・運用にはメリットがあり、連系線の活用にあたっては、あらかじめ一定の枠を設けることが不可欠であるものの、エネルギー市場に影響を及ぼす可能性があるため、どちらを優先するかについて、比較衡量する必要がある。

キーワード	日本	海外（ヒアリング結果等）
連系線の容量確保に係る考え方	<ul style="list-style-type: none"> ■ 一部の連系線においては頻繁に混雑が発生していることから、調整力の広域調達が卸電力取引に影響を及ぼすと考えられるため、割り当てについては今後の検討課題として認識 ■ 具体的な技術論、割り当て量等については、今後検討 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 欧州大陸内では、エネルギー市場の取引で連系線の制約が発生している。事前確保となる調整力のために連系線を先取りしておくことはエネルギー市場の取引にも影響が出る（独） ■ 割り当ての原則は基本的には「全体最適」であり、ガイドラインがENTSO-Eから示されているものの、割り当て量および具体的な技術論等は今後の検討課題（独） ■ 一次調整力は連系線のマージンを使っている（独）

調整力の広域化に伴う連系線の扱い②（調整力の偏在）

- 欧州大陸のように複数エリアが複数の送電線でつながっているメッシュ型の系統においても、事故時に調整力の偏在によるリスクは課題と認識されており、国外調達に上限を設ける等の措置がとられている。

キーワード	日本	海外（ヒアリング結果等）
確保した調整力の地域的な偏在	<ul style="list-style-type: none"> ■ 日本は欧州大陸と比較し系統容量が小さく、各エリアが縦につながった串型系統であり疎連系であるため、調整力が偏在し、連系線事故時に調整力が不足するリスクが高い 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 一次調整力の偏在については、「FCR Cooperation」（一次調整力の広域調達プロジェクト）において、枠取りをすることとされている一方、欧州大では国外からの輸入の上限を70%に制限されている。フランスにおいては、導入初期は、30%の輸入制限を設けている（仏） ■ 有事の際に調整力が偏在化しないようにしておきたいと考えており、EUのガイドラインにもその旨が記載されている。実験的に少しずつ域外調達を増やす対応をしている（独） ■ 三次調整力を欧州大陸から調達することができる場合でも、英国は自国内に調整力をある程度残すかどうかは、コストベースで判断（英）

調整力の広域化に伴う連系線の扱い③（直流設備の扱い）

- 欧州大陸系統は交流連系であるが、イギリス及び欧州大陸間など一部は直流連系となっており、全ての調整力に対応しているものではないため、応動スピードが遅い三次調整力について、検討が開始されつつあるところ。
- 欧州と同様、日本も三次調整力②から広域調達・運用の開始を進めているものの、スピードが速い商品ほど直流連系に向けた技術的な要件のハードルが高く、困難なため、商品毎に直流連系へどのように対応させるかについて、検討が必要。

キーワード	日本	海外（ヒアリング結果等）
直流連系線の取扱い	<ul style="list-style-type: none"> ■ 欧州のアプローチと同様に、RRと要件が同程度の三次調整力②から、9社で広域調達・広域運用の開始を考えている 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 三次①相当、三次②相当の国際調達プロジェクトに参加している。早い調整力について直流系統を活用することに関しては解決できていない。スピードの遅い三次調整力を検討しており、RR（三次②相当）はエネルギー市場と速度的に同じなので技術的に容易（英） ■ 英仏間に直流連系線があるが、調整力を流せるように設計。ただし全ての商品に対応できるわけではない（仏）

- 日本では、一般送配電事業者が調達コストの削減を目的に自主的に広域運用を進めていたことから、2020年度に広域運用のシステムを先行して開発し、その後、2021年度に市場調達のシステムを開発する予定。
- 欧州では、各国で需給調整市場をすでに運営されており、その後、欧州大での広域化を進めている。このため、各国間の調整が必要なこともあり、広域化の市場システム構築に5年程度を要している。一方、日本では、市場の創設も同時に進めている中、システム開発期間を3年としている点は、相当短期間での開発といえる。

キーワード	日本	海外（ヒアリング結果等）
広域運用・調達に向けた開発スケジュール	<ul style="list-style-type: none"> ■ 市場化＋広域化で2021年度から三次調整力②の広域調達・運用を開始することとされており、2～3年程度を要する見込み 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 欧州域内の各国間において、制度面で異なる点があること等により、段階的な広域化を実施（ENTSO-E） ■ 欧州大の広域化に向けて、システム仕様の決定に2～3年程度、仕様確定後のプラットフォーム構築に1～2年程度かかっており、システム開発に合計で5年程度かかっている（ENTSO-E）
広域運用に向けた技術的な課題	<ul style="list-style-type: none"> ■ 我が国では、各エリアによって中給システムの仕組みが少しずつ異なっている等、統一化されていない点があるため、システム開発等のスケジュールに合わせて段階的に広域化を実施 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 中央給電指令所からの指令の仕組みを統一した上で需給調整市場を創設したわけではなく、市場創設後に技術的な仕様について、段階的に統一を実施（独）

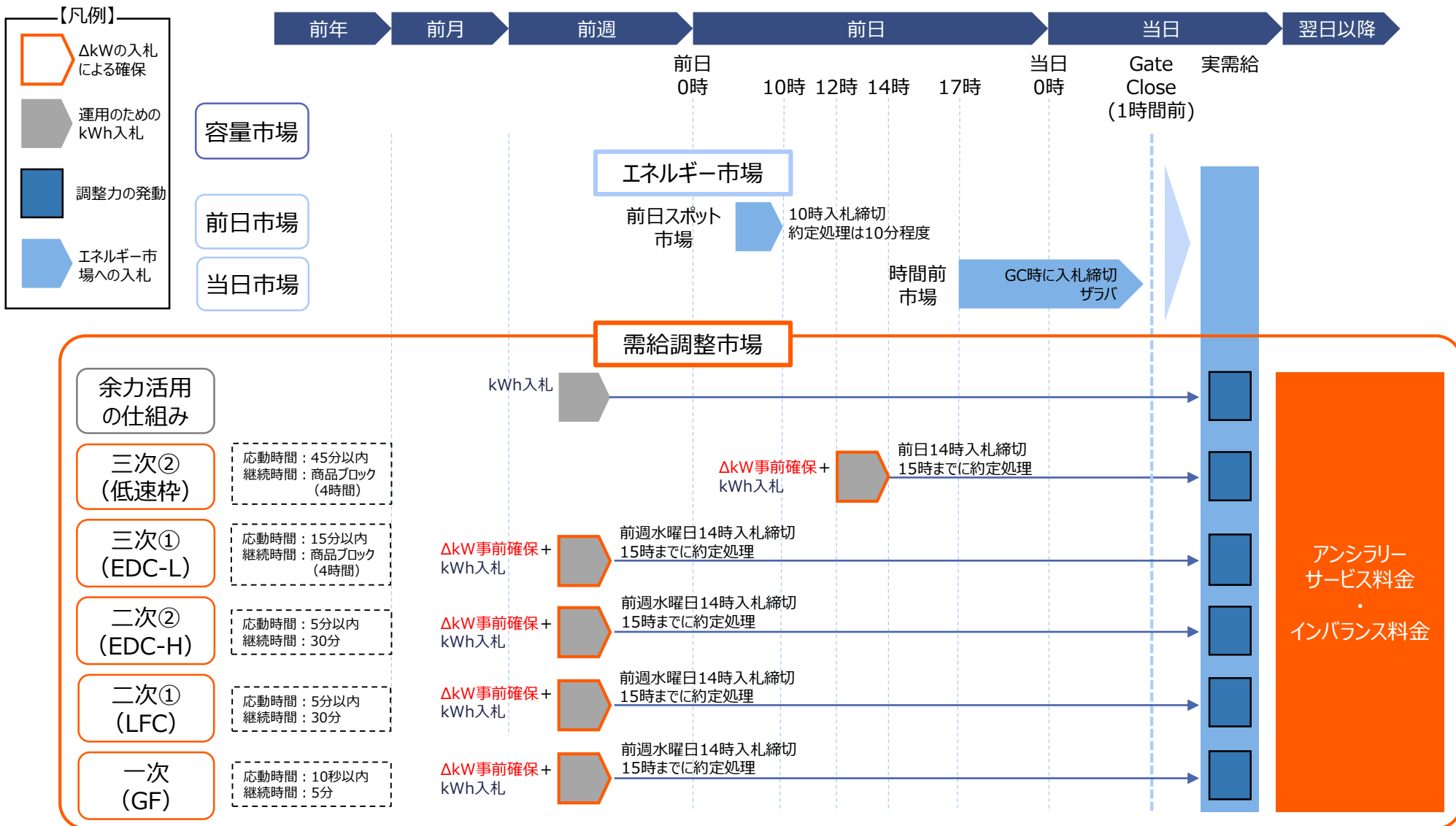
市場間の関係および裁定取引

- 需給調整市場における競争環境の先行きに不透明な部分はあるが、少なくとも広域調達によりエリア間で競争が活性化すれば、ドイツ同様に事業者間の競争により市場価格の低下が期待される。一方、広域調達してもkWh価格の競争が活性化しない場合はイギリスにおいて需給調整市場とbalancing・メカニズム（余力活用の仕組み）、エネルギー市場との裁定取引が行われているように、市場間の裁定取引を導入することも選択肢となる可能性がある。
- Balancing・メカニズムがないドイツでは、事業者間の競争はあるものの、 ΔkW として調達された調整力しか使えないためkWhが高値となっているが、日本では余力活用の仕組みを設けることで運用段階における調整力の選択肢を増やす方向で検討が進んでおり、kWh価格の低減に資する仕組みとなっている。

キーワード	日本	海外（ヒアリング結果等）
市場間の裁定取引	<ul style="list-style-type: none"> ■ 一般送配電事業者はFIT特例制度③の前日スポット市場への売電を除き、エネルギー市場にアクセスできない ■ GC後の余力活用の仕組みを設けることとしており、ΔkWとして調達された調整力と余力活用される調整力でkWhの裁定取引が可能 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 送電事業者は再エネに伴うインバランス調整および再給電に限定してエネルギー市場から調達できる（裁定取引は不可）（独） ■ ΔkW調達時にkWh価格が決定される（balancing・メカニズム等、余力活用の仕組み無し）ため、エネルギー価格を高くすることで稼ぐ事業者が存在しており、kWhが高くなる傾向（独） ■ 発電事業者はGC後の余力をbalancing・メカニズムへ供出することを義務付けられている。TSOによるエネルギー市場との裁定取引は不可（仏） ■ ΔkW市場で調達された調整力、balancing・メカニズムおよびエネルギー市場との間で裁定取引が可能（英）

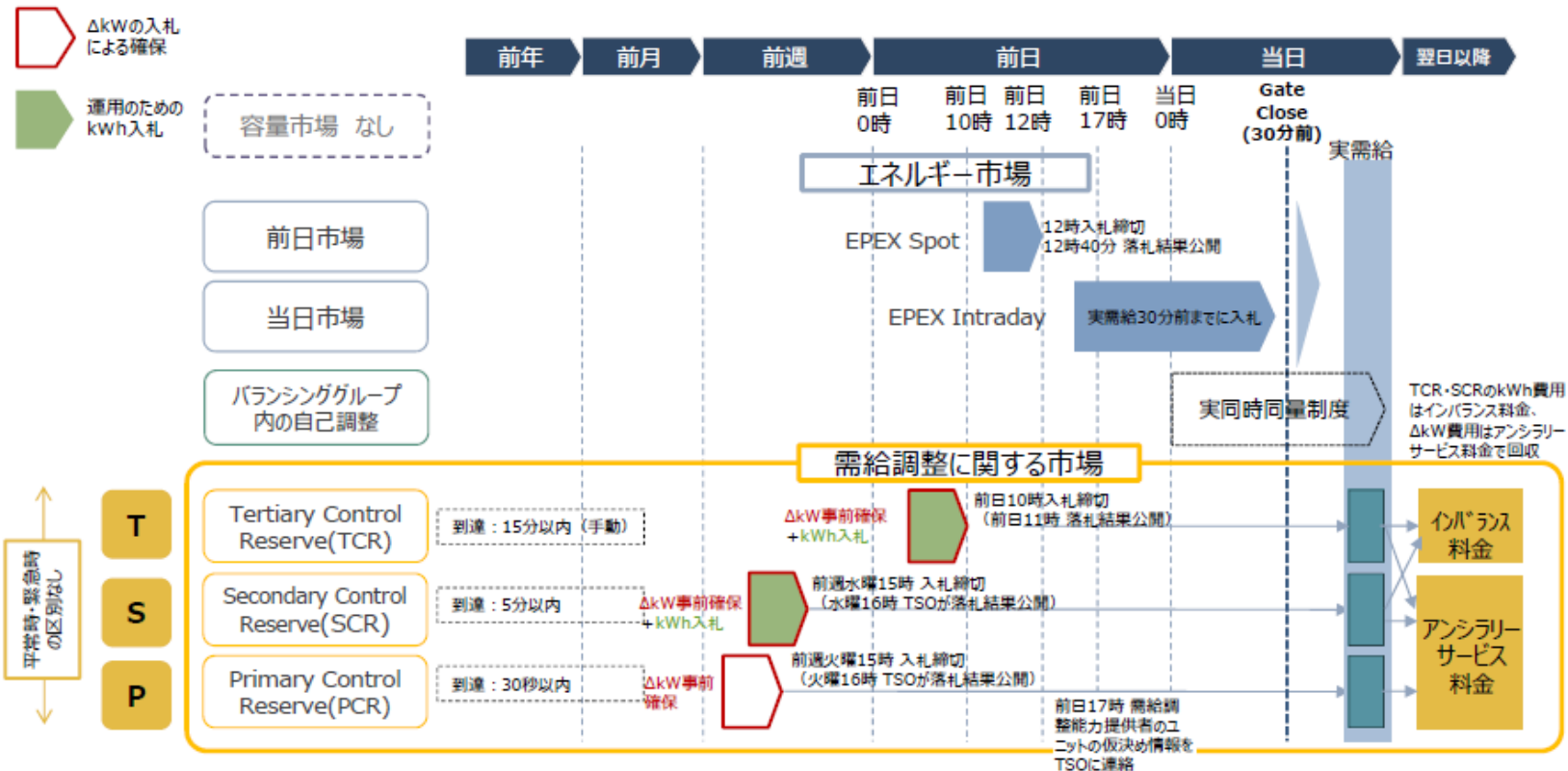
- イギリス同様、市場経済の原理に基づく取引については、余力活用の仕組みも含めて、これらを総称して需給調整市場と捉えることもできる。

キーワード	日本	海外（ヒアリング結果等）
需給調整市場の範囲	<ul style="list-style-type: none"> ■ 需給調整市場の検討は、「調整力の調達(ΔkW)」および「調整力の運用(kWh)」の二つの側面から検討している 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 卸電力市場、需給調整市場、バランス・メカニズム等、市場経済の原理に基づき取引しているものについては、総じて市場と呼んでおり、公募も同様に市場の一部と考えている（英）



ドイツ：需給調整に関わる市場プロセス

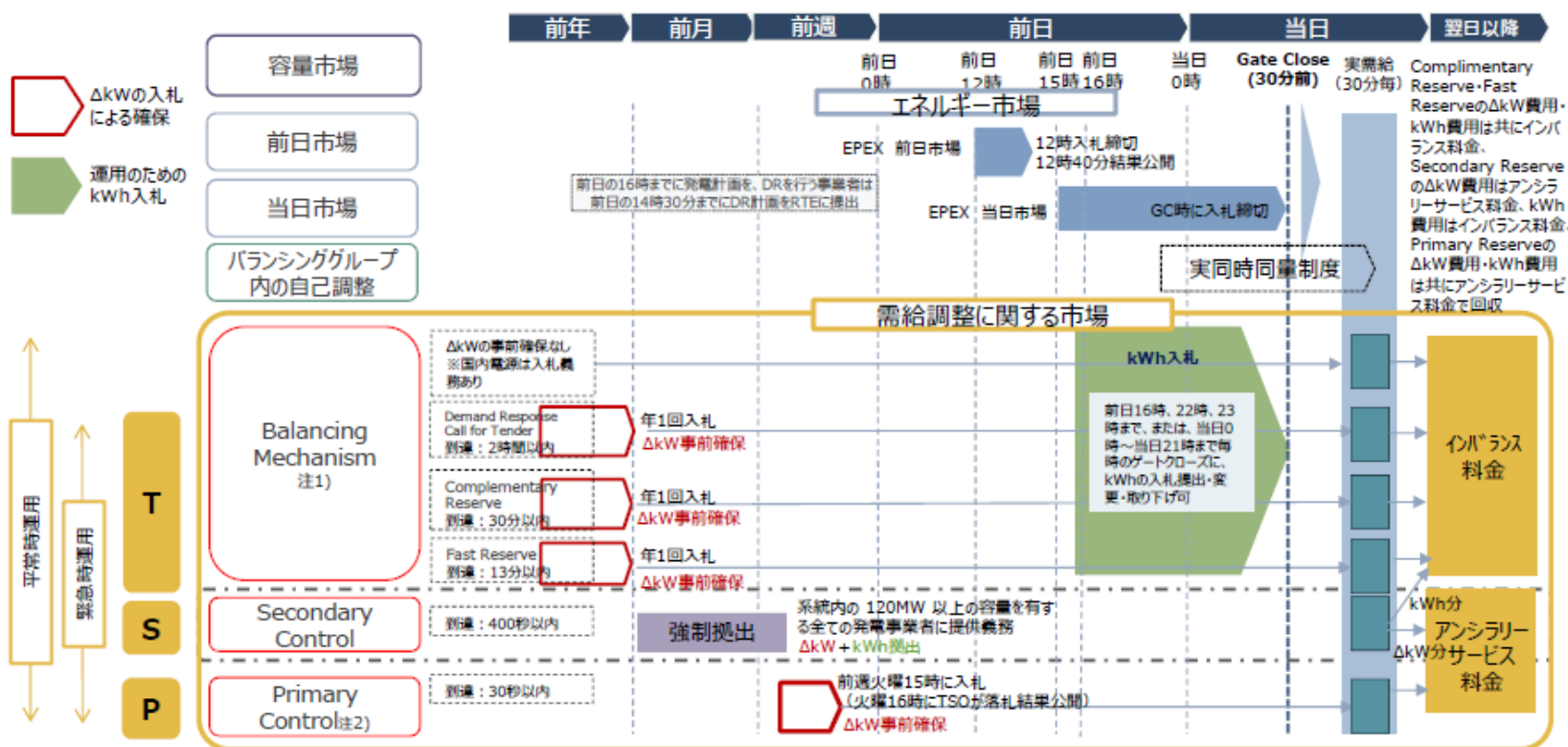
- 需給バランス調整について、実同時同量制の下、BGの自己調整分を除く量の必要調整力を前日スポット市場開場前に全量事前調達。



注) 1回目のオークションで必要量が不足する場合は、2回目のオークションが実施される。PCR、SCRに関しては次の日に、TCRに関しては同日午後2回目のオークションが実施される。また、2回目のオークションでも不足する場合は、各TSOが各調整力提供者との相対契約や義務的調達を通じ、必要量を確保することが認められている。

フランス：需給調整に関わる市場プロセス

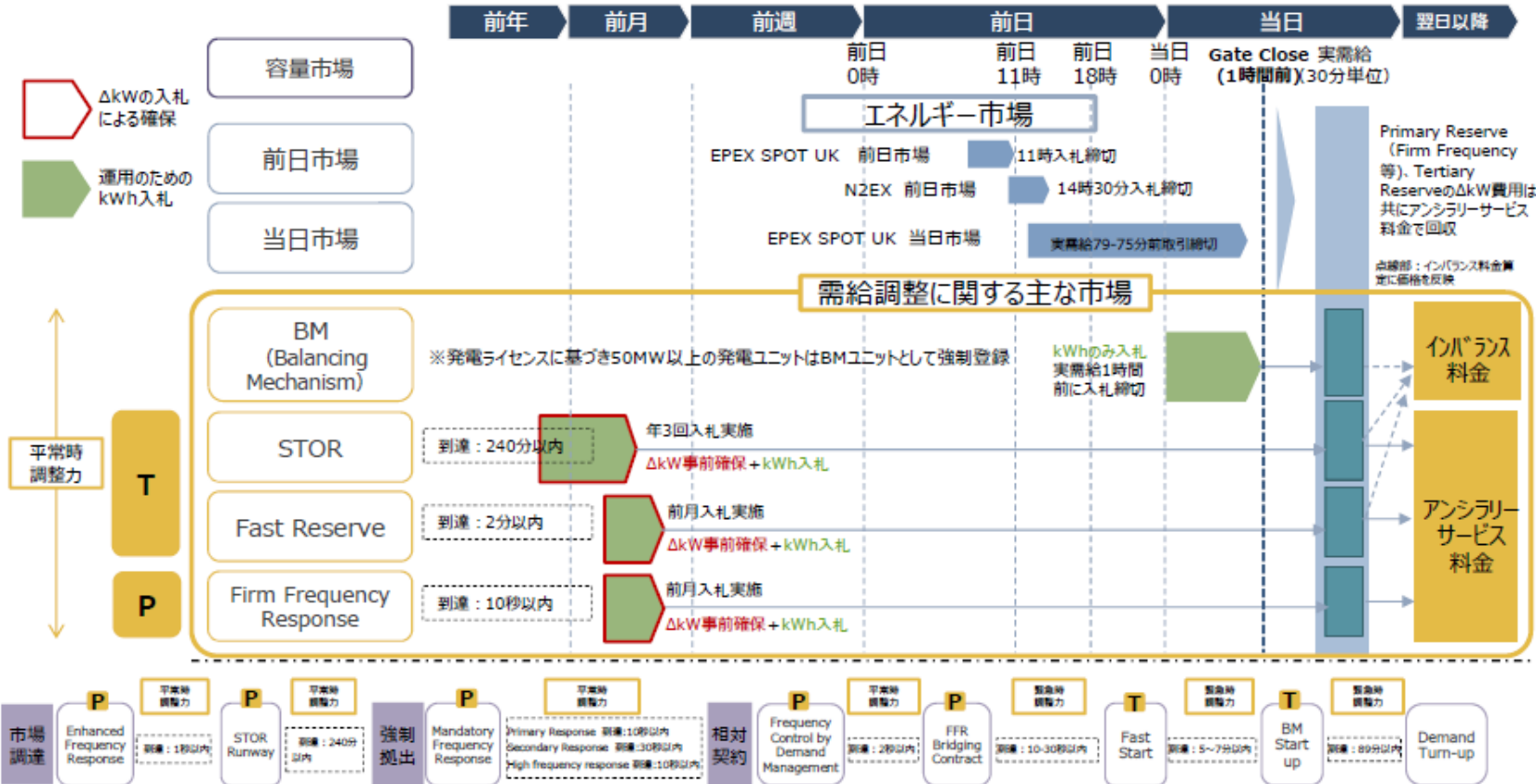
- 需給バランス調整について、実同時同量制の下、BGの自己調整分を除く量の必要調整力の一部を年間入札によって事前調達。その上で事前調達されていない電源も含めて、kWhに関する価格入札はGate Closeまでに実施。
- ただし、事前調達されていない電源もGate Close前に調整力を提供可能な国内電源は、法律上、Balancing Mechanismに入札義務がかかっており、入札量を担保。



注1) Mécanisme d'ajustement。系統に接続する全ての発電事業者に入札義務あり
 注2) 2017年1月17日より、ドイツ、オーストリア、ベルギー、オランダ、スイスの各TSOとの共同調達を開始

英国：需給調整に関わる市場プロセス

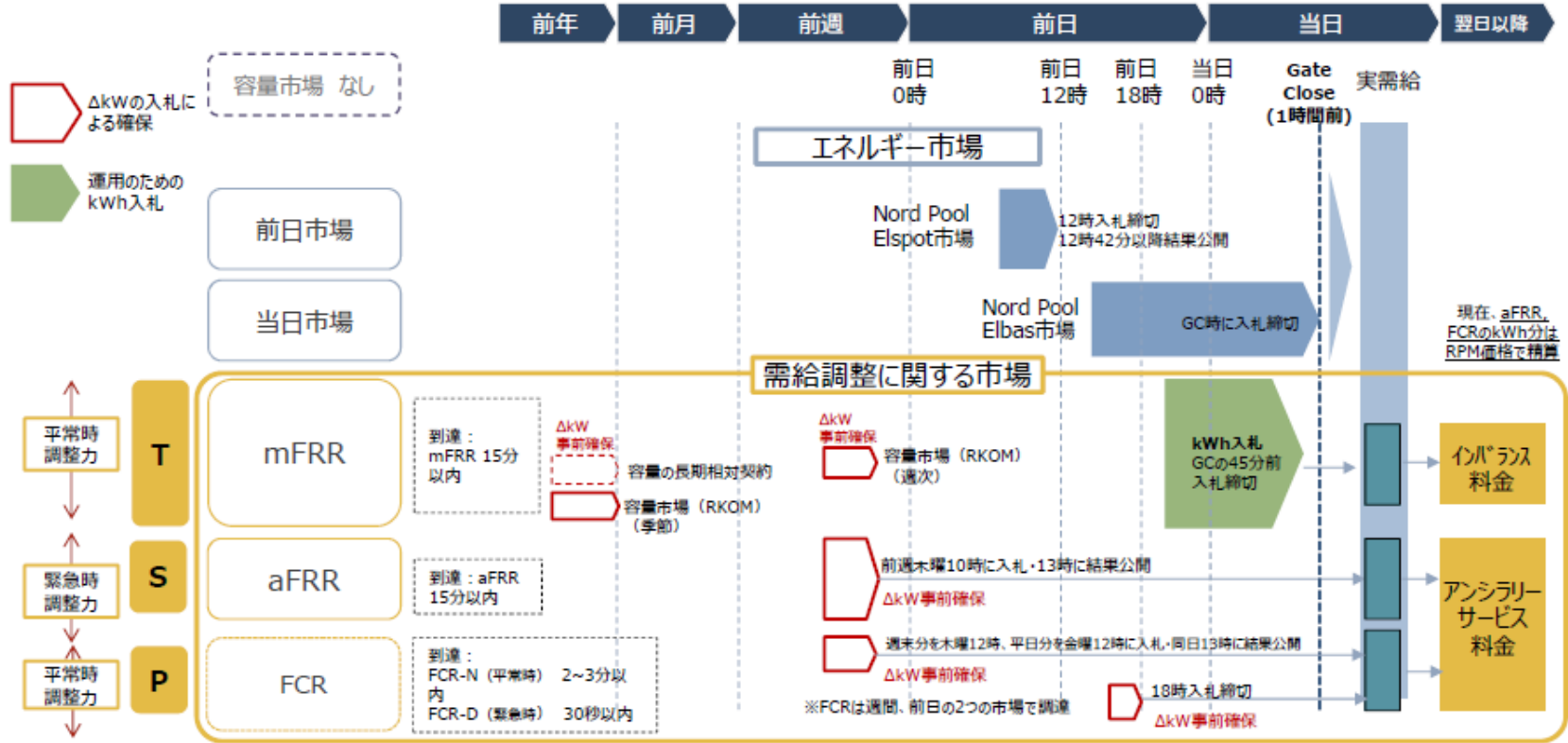
- 需給バランス調整について、原則的に全量をBalancing Mechanism (BM) によって対応。
- BMは事前の ΔkW 確保はなし、かつ入札義務は存在しないものの、別途年3回入札によって調達されるSTORによってBMの入札量不足に備える仕組みとなっている。(BMを介して調達するよりも経済的である場合に入札によって対応)



注) 市場取引に加えて、ガバナ等調整分としてMandatory Frequency Responseは義務的拠出、緊急時等に停止ユニットを起動する予備力としてFast Start、BM Start-upなどを相対契約で調達するなど、多様な調達手段を組み合わせて対応している。

ノルウェー：需給調整に関わる市場プロセス

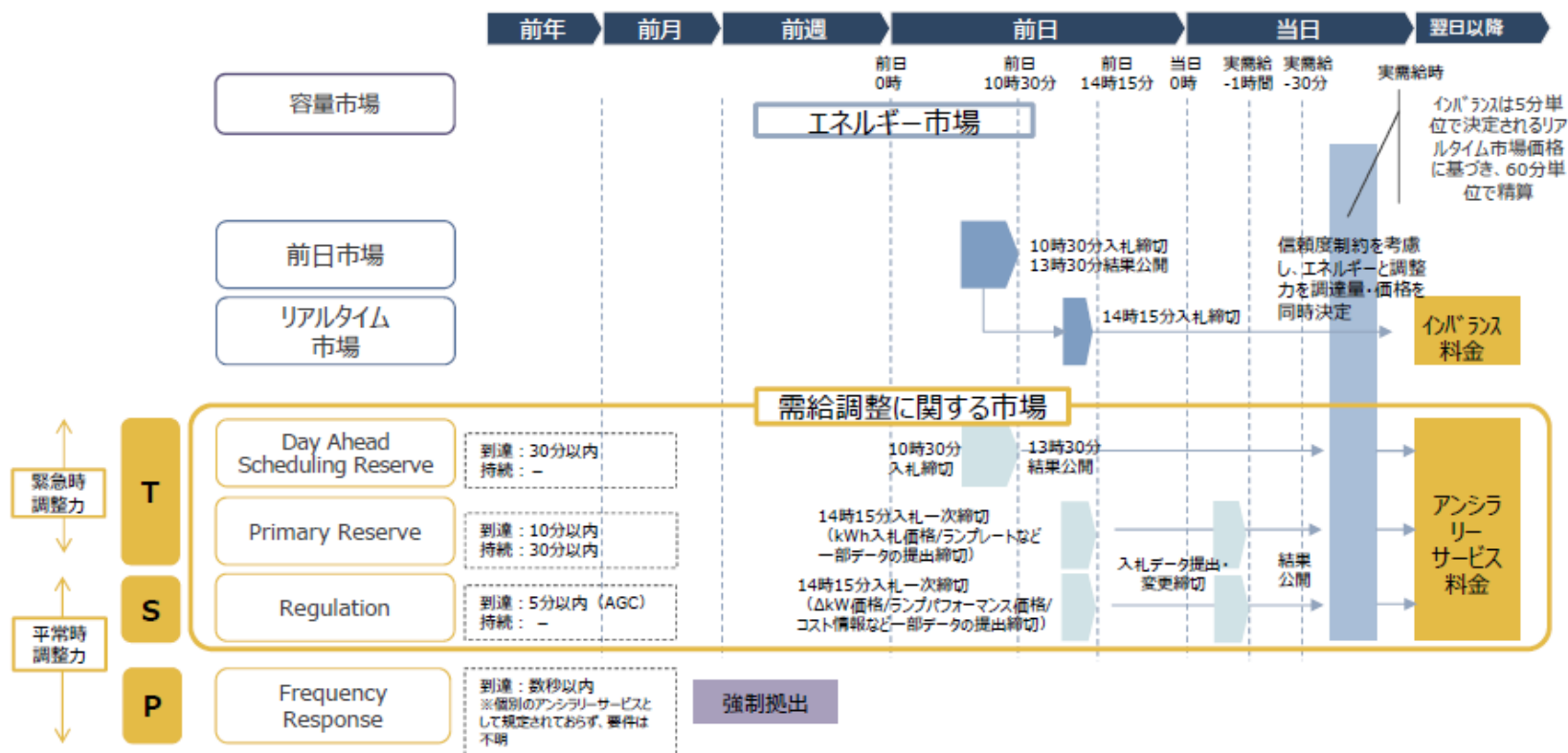
- 需給バランス調整については、必要調整力の一部を季節・週間、長期相対契約によって事前調達。その上で、事前調達されていない電源も含めて、kWhに関する価格入札はGate Closeの45分前までに実施。
- なお、事前調達分以外の入札は任意であり、入札量確保のための特段の手当はなされていない。



注1) aFRRは北欧共通市場に向けた取組が進行中。2017年中に北欧共通の入札市場が開設され容量(ΔkW)ベースで調達した上でkWh分については比例配分する方式を導入し、さらに2018~2019年にはkWh分について実需給45分前に入札締切とするマルチオーダー方式に変更する計画
 注2) mFRRは、ノルウェーでは季節・週の容量市場(RKOM)および相対契約を通じて、事前に一部の容量(ΔkW)を確保。
 注3) FCRの週間市場の落札後、調整量の不足が判明した場合、Statnettは落札済みリソースの提供事業者に対し、追加分の入札を通知することができる。


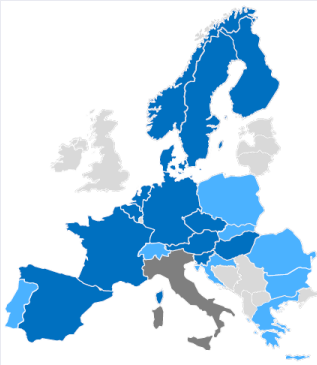
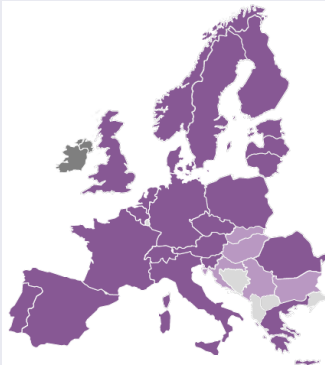
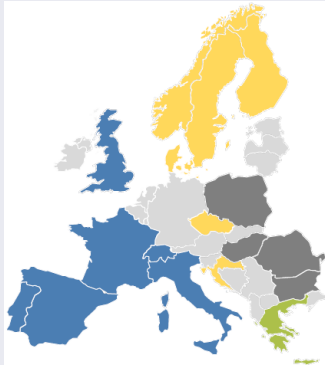
PJM : 需給調整に関わる市場プロセス

- 全ての電源は系統運用者であるPJMが運営するエネルギー市場への入札が義務付けられており、系統運用と電力市場運営が一体化されている点が特徴。この構造の下、エネルギーインバランスは前日市場と連続的に運営されるリアルタイム市場で調整される。



注) Primary Reserveは、Spinning Reserve (瞬動予備力) およびNon-Spinning Reserve (非瞬動予備力) を含む総称。

余白

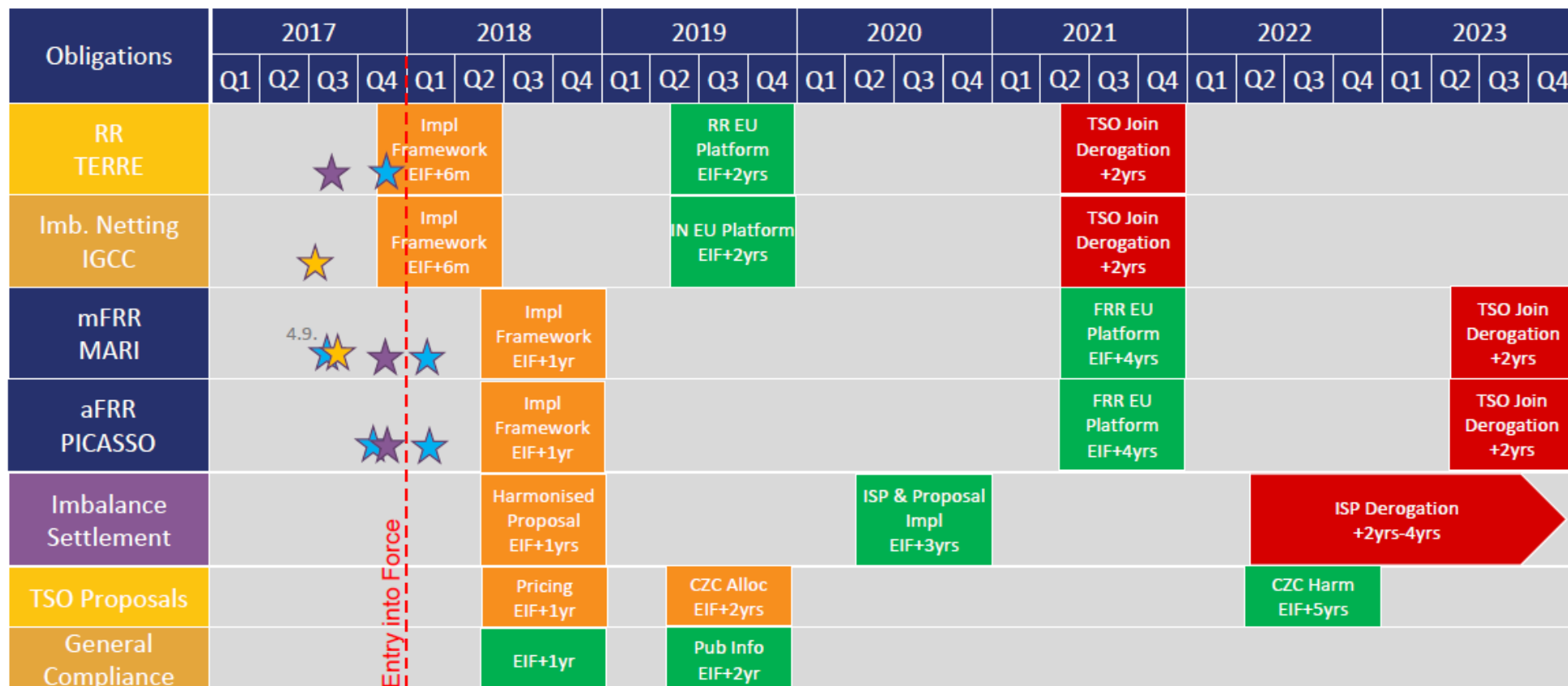
対象調整力	一次調整力 (FCR : Frequency Containment Reserve)	二次調整力 (aFRR : Automatic Frequency Restoration Reserve)	三次調整力① (mFRR: Manual Frequency Restoration Reserve)	三次調整力② (RR : Replacement Reserve)
プロジェクト名	FCR Cooperation	PICASSO※1	MARI※2	TERRE※3
地理的範囲				
スケジュール	<ul style="list-style-type: none"> 2011年：ドイツ国内開始 2012年：スイス・オーストリア参加 2014年：オランダ参加 2016年：ベルギー参加 2017年：フランス参加 今後拡大予定 	<ul style="list-style-type: none"> 2018年Q4：制度公表 2021年Q4：導入開始 2023年Q4：移行期間終了 	<ul style="list-style-type: none"> 2018年Q4：制度公表 2021年Q4：導入開始 2023年Q4：移行期間終了 	<ul style="list-style-type: none"> 2017年Q4：制度公表 2019年Q4：導入開始 2021年Q4：移行期間終了
備考	<ul style="list-style-type: none"> 国外からの最大輸入量は70%に限定 			

※1 PICASSO : Platform for the International Coordination of the Automatic frequency restoration process and Stable System Operation

※2 MARI : Manually Activated Reserves Initiative

※3 TERRE : Trans European Replacement Reserves Exchange

Timelines including implementation projects



★ Consultation ★ IG Meeting ★ Stakeholder Meeting

Key Proposal Deadline Derogation

<凡例>

国名
(最大需要)

- AC-lines
- over 400 kV
- 380-400 kV
- 300-330 kV
- 220-285 kV
- 110-150 kV
- DC-lines

