

ネガワット調整金に関する海外事例について

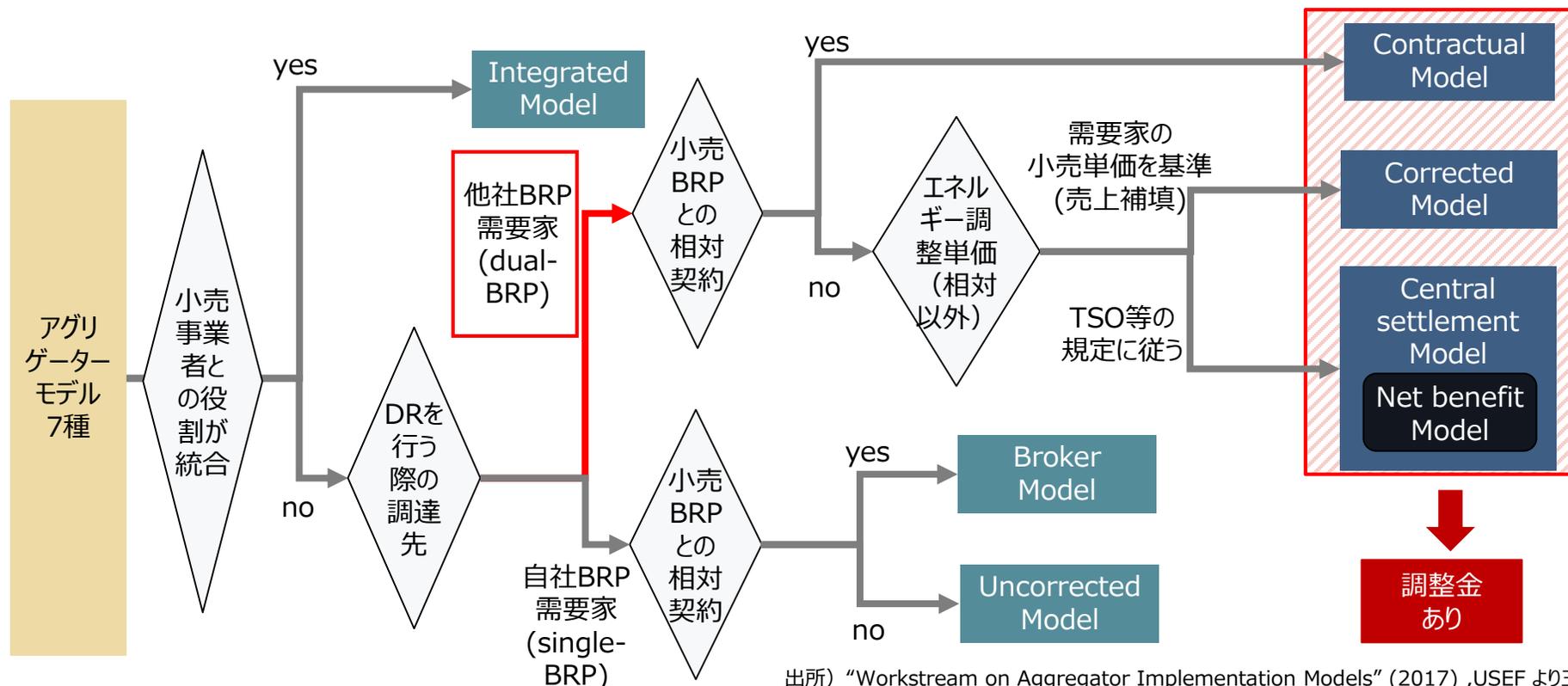
2019年6月25日

ネガワット調整金に関する海外調査方針

- フランス・スイス・ドイツ・ベルギー、そして検討が進んでいるイギリスにおいて、ネガワット調整金の下記4点を調査し、日本で検討されている計算方法との対応関係を整理。
 - 調整金単価
 - 調整対象量
 - 調整対象時間単位
 - 誰から誰への支払いか
- USEF^{*1}によると、アグリゲーターは、小売事業者とアグリゲーターを兼業しているか、自社/他社供給の需要家かどうか等から7種のモデルに分類される。その中で「他社BRP^{*2}の需要家から調整力を調達している」モデルではネガワット調整金の概念が存在。

*1 Universal Smart Energy Framework

*2 BRP: TSOとバランス契約を結び、計画段階において発電/調達と消費/販売の計画をTSOに提出し、実需給段階で物理的に発生したインバランスを精算することで、金融的に需給バランスを達成を遂行する主体で、バランシンググループの大口代表者。



出所) "Workstream on Aggregator Implementation Models" (2017) ,USEF より三菱総研作成

3次調整力相当のネガワット調整金に関する海外調査まとめと日本の計算方法との対応関係

- 単価は市場価格・小売単価相当共に存在し、国によって様々。第三者スキーム（TSOを介するもの、需要家を介するもの）も存在。
- ネガワット調整金の支払い方法が**TSO経由の場合、市場価格を参照する**傾向があり、**需要家経由または直接相対契約の場合、小売価格を参照する**傾向がある。
- **欧州各国も制度変遷中**であり、検討が現在も行われている。

	ネガワット調整金単価	支払い方法	日本の計算方法の中で類似したもの
フランス (mFRR, RR)	【市場価格ベース】 RTE(TSO)が定めた規制単価 ARENH*1価格と、 卸電力市場価格の取引量加重平均 の2つを指標とする	アグリゲーターが TSOであるRTEを介して支払い	c)電力卸市場の平均価格 d)電力卸市場のDR実施時間のスポット市場価格
スイス	【市場価格ベース】 SwissIX*2前日市場価格	TSOであるSwissgridが支払い	d)電力卸市場のDR実施時間のスポット市場価格
ドイツ (制度移行中)	【小売単価ベース】 需要家の小売単価から固定費分(託送等)を控除	需要家が支払い	a)電力料金単価（実績値）－託送料金
イギリス (商品を検討中)	【小売単価ベース】 需要家の小売単価を推奨	需要家が支払い	a)電力料金単価（実績値）－託送料金
ベルギー (制度移行中)	【小売単価相当（市場価格ベース）】 規制機関CREG*3が決定した値を指標として提示 需要家の小売単価相当 = 過去の先物市場、スポット市場価格から試算した ものに小売マージンを加算	アグリゲーターが直接支払い	b)電力料金単価（参考値）－託送料金

*1 ARENH:フランス電力EDFによる原子力発電電力量の一部を規制料金で他社に売却する制度 *2 EPEXで用いられるスイスの前日市場の指標価格

*3 Commissie voor de Regulering van de Electriciteit en het Gas:連邦政府のエネルギー規制機関

海外のネガワット調整金（1/2） – フランス・スイス –

- フランス・スイスでは、**小売事業者にネガワット調整金を支払うのはTSO**という商品が存在。
- 調整金単価はTSOが定める規制単価が採用され、**市場価格**がベースとして決定されている。
 - フランス：上記に該当するのは応動時間が長い商品。応動時間の短い商品では、需要家が需要家の小売単価をベースとした調整力単価でネガワット調整金を支払うCorrected Modelが採用されている。
 - スイス：一次調整力相当ではkWhの対価が支払われておらず、ネガワット調整金も存在しないと推察される。

フランス・スイスのネガワット調整金

国	調整力区分	調整力商品	ネガワット調整金がある場合の アグリゲーターモデル	ネガワット調整金単価	調整 対象量	調整 対象時間	誰から誰への 支払いか
フランス	FCR	Primary Control	Corrected Model	【小売単価ベース】 需要家の小売単価から固定費分(託送等)を控除	ベースラインと実績の差分から割り当てられ制御されたkWh	30分単位	需要家から小売事業者へ
	aFRR	Secondary Control					
	mFRR	Fast Reserve	Central settlement Model (Regulated Model) もしくは Contractual Model	【市場価格ベース】 RTE(TSO)が定める規制単価 ※ARENH価格と、卸電力市場価格の取引量加重平均の2つを指標とする		30分単位	アグリゲーターからRTE(TSO)を仲介して小売事業者へ
	RR	Complementary Reserve					
スイス	FCR	Primary Control power	kWhの対価が支払われておらず、ネガワット調整金は存在しないと推察される				
	FRR	Secondary Control power	Central settlement Model	【市場価格ベース】 SwissIX*2前日市場価格	ベースラインと実績の差分kWh	15分単位	Swissgrid(TSO)から小売事業者へ ※アグリゲーターは調整力対価から調整金分減額した分が対価となる。
	RR	Tertiary Control power (negative, positive)					

海外のネガワット調整金 (2/2) – ドイツ・イギリス・ベルギー –

- ドイツ・ベルギーでは、アグリゲーターと小売事業者の相対契約で調整金が決定され、単価指標が存在していなかったが、規制機関による標準化へ進んでいる。
 - ドイツ：ネガワット調整金単価は**需要家の小売単価**、需要家が支払うCorrected Modelへ移行中。
 - ベルギー：アグリゲーターが支払うネガワット調整金単価の指標を、**需要家の小売単価相当**と決定。
- 一次調整力相当の商品にkWhの対価が支払われていない場合、ネガワット調整金は存在しないと推察される。
- フランスを除き、同国内では単一の調整金モデルが採用されている（kWhの対価が支払われていないものは除く）。

ドイツ・ベルギー・イギリスのネガワット調整金

国	調整力区分	調整力商品	ネガワット調整金がある場合の アグリゲーターモデル	ネガワット調整金単価	調整 対象量	調整 対象時間	誰から誰への 支払いか
ドイツ	FCR	Primary Control Reserve	kWhの対価が支払われておらず、ネガワット調整金は存在しないと推察される				
	aFRR	Secondary Control Reserve	2020年に Corrected Model ※Contractual Modelから移行	【小売単価ベース】 需要家の小売単価から固定費分 (託送等)を控除	ベースラインと 実績の修正分 kWh	15分単位	需要家から 小売事業者へ
	mFRR	Minute Reserve					
イギリス *検討中	–	Frequency Reserve等 Fast Reserve等 STOR、STOR Runway	Corrected Model を検討	【小売単価ベース】 需要家の小売単価を推奨	検討中		需要家から 小売事業者へ
ベルギー	FCR、 mFRR、RR	R-1 Load(up)、R3 DP、 SDR DSOLレベル	kWhの対価が支払われておらず、ネガワット調整金は存在しない				
	mFRR	Tertiary frequency control Interruptible clients (R3-ICH)	Contractual Model	【市場価格ベースに小売単価相当】 相対契約で決定されるが指標あり (CREG*2が提示) 需要家の小売単価相当 = 過去の先物市場、スポット市場価格から 試算したものに小売マージンを加算	ベースラインと実 績の差分kWh	15分単位	アグリゲーターから 小売事業者へ
	RR	Strategic Reserve demand- side (SDR) TSOLレベル					



《参考》フランスにおけるネガワット調整金の事例

- 契約電力が大きく、テレメータがある場合など特定の条件を満たす場合、「Corrected Model（売上補填）」が適用され、それ以外は原則として「Regulated Model（調達補填）」が適用される。「Contractual Model（相対契約）」による場合は、TSOであるRTEに対して申請を行う必要がある。
- DRが参入可能なものとして、アンシラリー市場で扱われる商品は応動時間が短いPrimary Control(FCR)とSecondary Control(aFRR)、一方balancingメカニズムで扱われる商品は前段の2商品よりも応動時間が長いFast Reserve(mFRR)とComplementary Reserve(RR)となっており、それぞれ適用されるスキームが異なる。

フランスにおけるネガワット調整金モデル

調整力商品	DR取引市場	ネガワット調整金モデル	ネガワット調整金単価	該当する 需要家・アグリゲーター	誰から誰への 支払い
Primary Control (FCR) Secondary Control (aFRR)	アンシラリー市場	Corrected Model (Modèle Corrigé)	需要家の小売単価	<ul style="list-style-type: none"> ・送電系統に接続されている ・配電系統に接続されており36kVA以上の契約を持ち、テレメーターを保持している 	需要家 から 小売事業者へ
Fast Reserve (mFRR) Complementary Reserve (RR)	balancingメカニズム	Regulated Model (Modèle Régulé)	RTE (TSO) が定める規制価格 ①ARENH価格 ②卸電力市場価格の取引量加重平均価格の2つを指標から決定される。	<ul style="list-style-type: none"> ・配電系統に接続されている36kVA未満の小規模（住宅等） 	アグリゲーター からRTE(TSO) を仲介して 小売事業者へ
		Contractual Model (Modèle Contractuel)	相対契約		アグリゲーターから 小売事業者へ

出所) “Règles pour la valorisation des effacements de consommation sur les marchés de l’énergie NEBEF 3.1” (2018) , RTE
 “Explicit Demand Response in Europe – Mapping the Market 2017”, Smart Energy Demand Coalition (SEDC)
 Penta SGI III – Expert Group Demand Side Response – Final Report (May 2017) より三菱総研作成



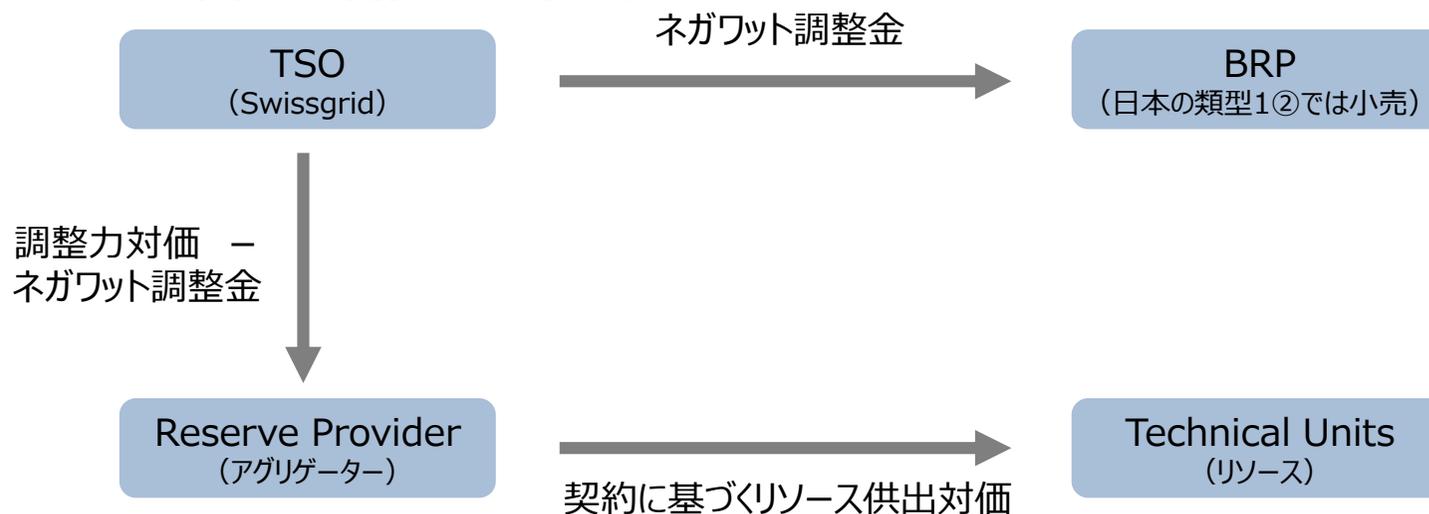
《参考》スイスにおけるネガワット調整金の事例

- スイスのアンシラリーサービス市場（FRR, RR）^{*1}では、Central settlement Modelに基づいて、TSOを介したネガワット調整金のやり取りがなされている。
- Swissgrid他が著した既存論文では、FRRにおけるネガワット調整金の考え方が示されており、そのプロセスは日本の三次調整力②と応動時間が類似するRRと同様とされている。
- ネガワット調整金対象量はDelivered Control Energyとされ、これは指令による制御量に相当し、リソースアグリゲーションの場合は、ベースラインと実績の差分である。

*1 スイスのアンシラリーサービス市場商品は、「FCR=Primary Control Power」、「FRR=Secondary Control Power」、「RR=Tertiary Control Power」とも呼称される。
なお、FCRではkWhの対価が支払われておらず、ネガワット調整金も存在しないと推察される。

スイスにおけるネガワット調整金の取引スキーム

- ネガワット調整金の単価は、Swiss Electricity Index(SwissIX)の15分単位の単価に基づく。
- SwissIXはEPEXで用いられる前日市場の指標価格。



出所)

“Integration of demand-side response in the Swiss ancillary service markets through the ENTSO-E central settlement model”, Swissgrid 他
“Framework agreement for the delivery of tertiary control power”, Swissgrid より 三菱総研作成

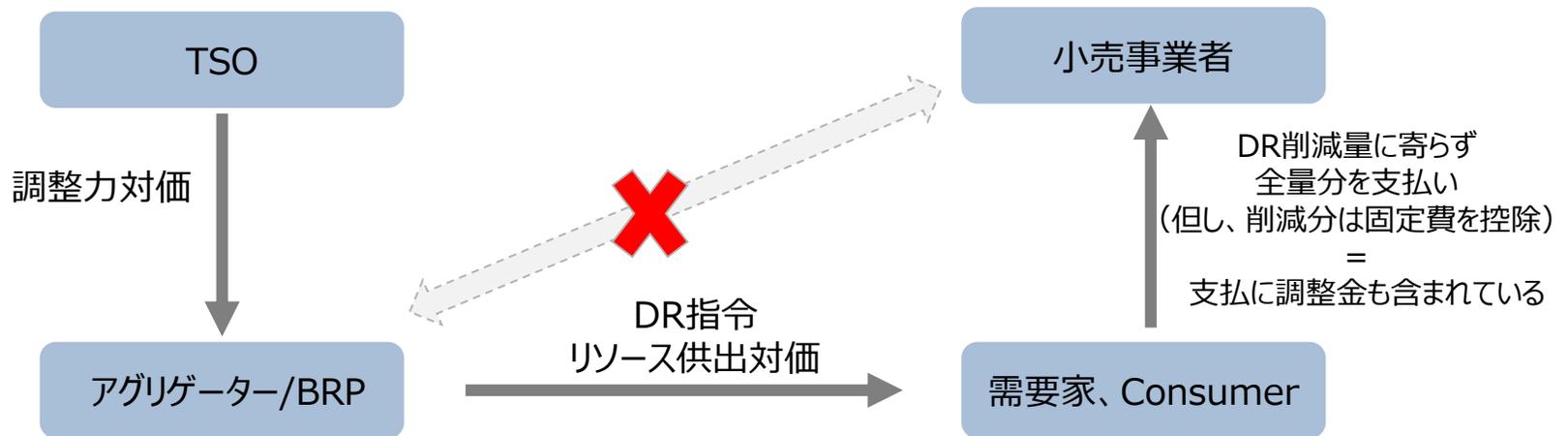


「参考」ドイツにおけるネガワット調整金の事例

- ネガワット調整金の計算方法はアグリゲーターと小売電気事業者間の相対契約（Contractual Model）により決定されていたが、協議負担を軽減するため、2016年頃より、需給調整市場におけるアグリゲーターと小売電気事業者等間の契約の標準化が検討されている。具体的には、ネガワット調整金の決定方法、情報・スケジュール共有等を検討している。
- 規制機関である連邦ネットワーク庁（BNetzA）は、需要家による二次調整力相当（SCR）及び三次調整力相当（TCR）のDR提供に関する事項を策定。当該契約の標準化に関する検討は、2フェーズに渡り実施され、第2フェーズ完了目途は2019年中に設定されている*1。
- ネガワット調整金の単価は「Corrected Model（売上補填）」（小売電気事業者の販売電力量単価から託送等の固定費分を控除したもの）に相当する方法が採用される見込み。アグリゲーターと小売事業者間の（直接的な）ネガワット調整金のやりとりは発生せず、支払いは需要家が行う。

*1 なお、一次調整力相当（FCR）ではkWhの対価が支払われておらず、ネガワット調整金も存在しないと推察される。

ドイツにおけるネガワット調整金の取引スキーム



出所)
 “BRANCHENLEITFADEN Regelleistungserbringung durch Drittpartei-Aggregatoren gem. § 26a StromNZV”, bitkom等
 “Explicit Demand Response in Europe – Mapping the Market 2017”, Smart Energy Demand Coalition (SEDC) より 三菱総研作成



《参考》イギリスにおけるネガワット調整金の検討

- バランシングサービスには、アグリゲーターの参加が認められている。アグリゲーターとBRP・小売電気事業者間の契約は不要である。STORに関しては、調整金の支払いはなされていないとのことであるが、詳細は未判明。
- バランシングメカニズム（ゲートクローズ後の需給調整）には、アグリゲーターの参加が現状認められていない。
- ガス・電力市場局（Ofgem）が、ネガワット取引に関する様々なアセスメントレポートを発表しており、バランシングメカニズムへのアグリゲーターの参加、及びフレームワークの確立を論点として挙げており、今後、変更の可能性がある。
 - アセスメントレポートでは、バランシングメカニズムへのDR参加の便益を評価した上で、課題及び対策を分析・整理している。
 - Ofgemの見解によれば、Independent aggregators（アグリゲーター）がDRを実施した場合に小売事業者へ本来支払われるべき報酬は、需要家と小売事業者間の小売契約にて合意されることが合理的とされている。そのためネガワット調整金は需要家が支払う仕組みが検討されていると考えられる。
 - ネガワット調整金の単価としては、「Corrected Model（小売価格による売上補填）」に相当する方法を推奨している。

出所)

“Ofgem’s views on the design of arrangements to accommodate independent aggregators in energy markets”, Ofgem
“An assessment of the economic value of demand-side participation in the Balancing Mechanism and an evaluation of options to improve access” (2017) ,
Charles River Associates より三菱総研作成



《参考》ベルギーにおけるネガワット調整金の事例

- 2017年までアグリゲーター・小売事業者/BRP間での相対契約が義務化されていたが、義務化条項が削除され制度過渡期にある。相対契約ではあるがアグリゲーターがFSP^{*1}（Flexibility Service Provider）という名称となり、価格指標に基づく相対契約へ変更。ネガワット調整金の支払いはFSPが小売事業者へ行う。
- FSPと小売事業者の交渉によるネガワット調整金単価決定が優先されるが、交渉が妥結しなかった場合の指標として、規制機関であるCREGは需要家の小売単価相当（過去の先物市場・スポット市場価格から試算し、小売マージンを加算された値）を取り決めた。
- DRが取引市場に参加可能な調整力商品の中で、ネガワット調整金の有無が分かれている。
 - R3 ICH(mFRR)、SDR（TSOLレベル）（RR）の場合、上記の通りのネガワット調整金スキーム有り。
 - R1-Load(FCR)、R3-DP(mFRR)、SDR（DSOLレベル）（RR）の場合、ネガワット調整金無し^{*2}。

*1 Aggregatorは複数のConsumerを束ねることが条件であるが、FSPはConsumer単体でも問題ない。

*2 FCRのネガワット調整金が無いのは、kWhの対価が支払われていないためであると推察される。

ベルギーにおけるネガワット調整金単価指標

- ネガワット調整金の単価は、アグリゲーター（FSP）と小売事業者の相対契約内の交渉での決定が優先。
- 交渉が妥結しなかった場合の単価指標として需要家の小売単価相当として、過去の先物市場とスポット市場価格を元にCREGが定めたものが下記であり、これが目安となっている。

$$\{ [73\% * 1/3 * ((\text{Cal Y}+2) + (\text{Cal Y}+1) + (\text{M}+1)) + 27\% * \text{EPEX spot BE DAM}] * 1.05 \} +/- 5\%$$

Cal Y+x：過去x年分の先物市場（ICE）での平均価格

M+1：過去1ヶ月分の先物市場での平均価格

EPEX spot BE DAM：DR発動日のスポット価格

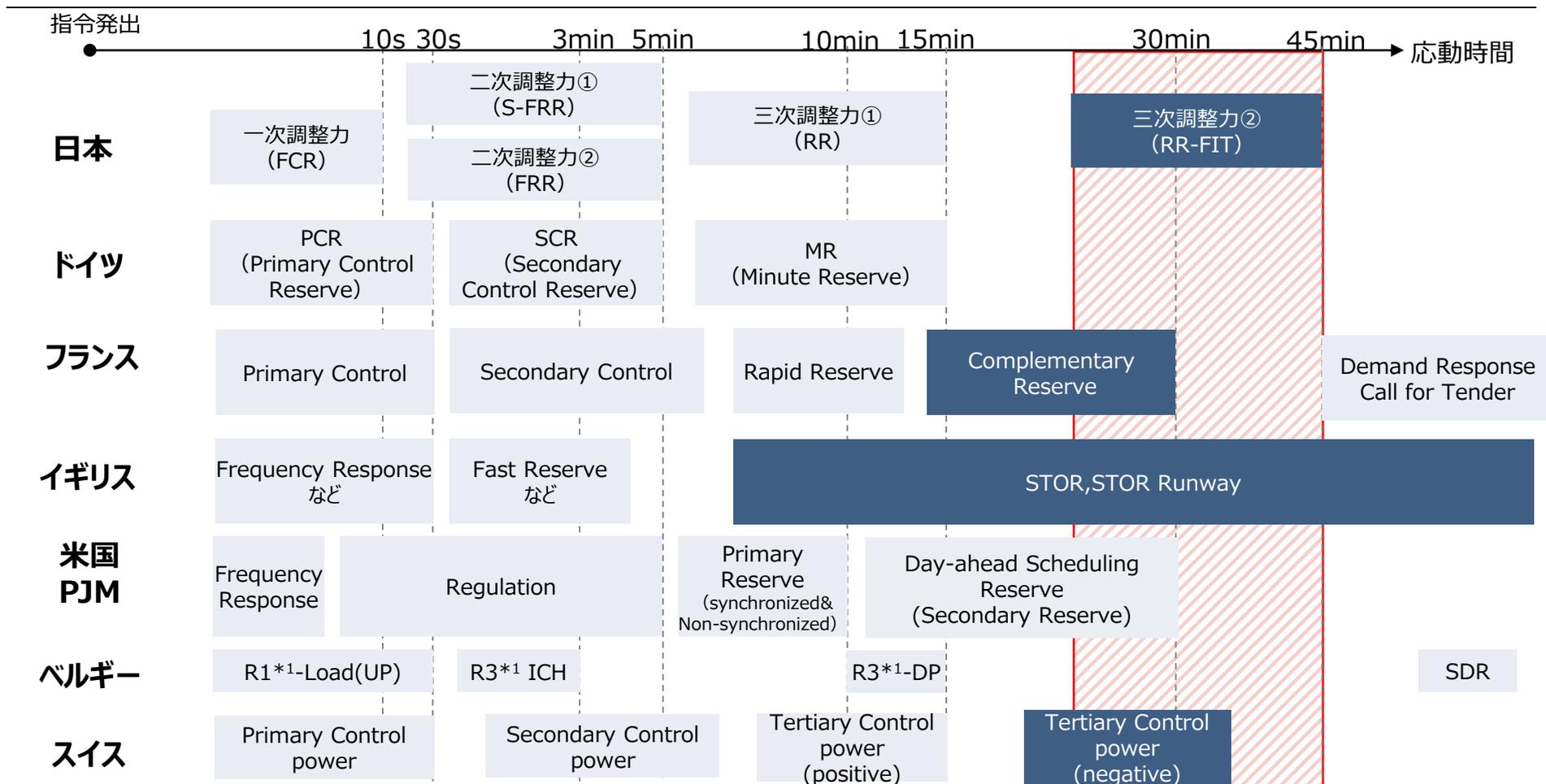
↑
小売マージン

出所)
 “Explicit Demand Response in Europe – Mapping the Market 2017”, Smart Energy Demand Coalition (SEDC),
 Penta SGIII - Expert Group Demand Side Response – Final Report (May 2017)
 Document de consultation publique (Feb. 2018) , CREG より三菱総研作成

「参考」日本と海外の調整力商品（応動時間別）

- 日本と海外の調整力商品を応動時間別に記載すると下図の通りである。フランスやスイスの三次調整力に相当するものが、日本の三次調整力②の応動時間と近い。

日本と海外の調整力商品（応動時間別）



*1 R1:Primary Reserve R3:Tertiary Reserve ICH:Interruptible clients DP:Dynamic Profile (ベルギーはDRが取引市場に参加可能である調整力商品のみ記載)



株式会社三菱総合研究所