

電力自由化の方向性

東京大学・新領域創成科学研究科

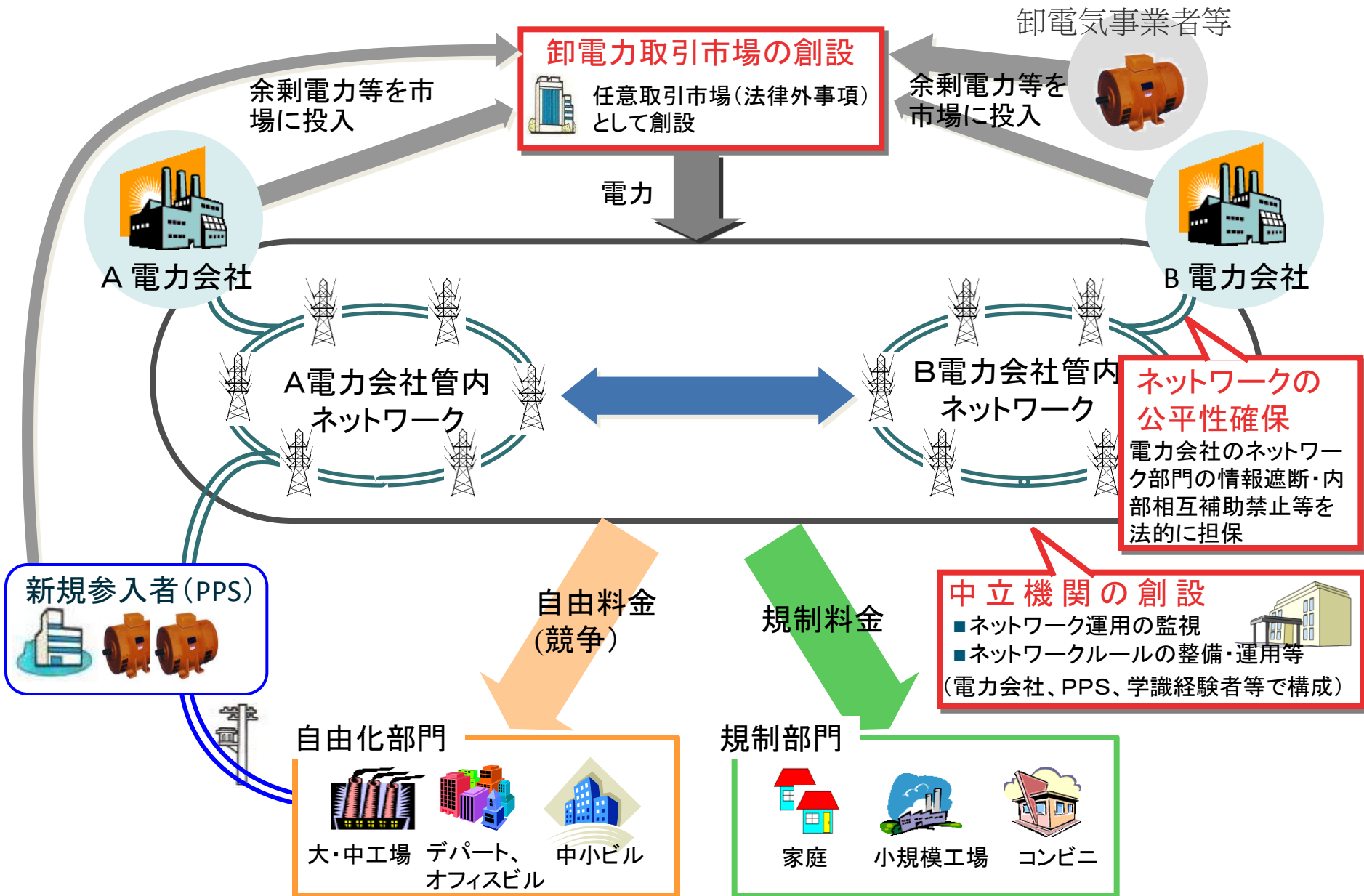
先端エネルギー工学専攻

横山明彦

内容

- 電力システム改革をめぐるこれまでの動き
- 広域機関の役割
- 広域需給運用技術
- 供給力確保策
- 送電網の計画・建設
- 安定化制御
- スマートメーター、デマンドレスポンス
- まとめ

2005年第4次電力自由化・制度改革



2005年第4次電力自由化・制度改革

卸電気事業者等

卸電力取引市場の創設
任意取引市場 (法律外事項) として創設

余剰電力等を市場に投入

余剰電力等を市場に投入

電力



A 電力会社

B 電力会社

A 電力会社管内ネットワーク

B 電力会社管内ネットワーク

ネットワークの公平性確保
電力会社のネットワーク部門の情報遮断・内部相互補助禁止等を法的に担保

新規参入者 (PPS)

自由料金 (競争)

規制料金

中立機関の創設
■ ネットワーク運用の監視
■ ネットワークルールの整備・運用等
(電力会社、PPS、学識経験者等で構成)

自由化部門
大・中工場 デパート、オフィスビル 中小ビル

規制部門
家庭 小規模工場 コンビニ

低炭素電力供給システムの構築

(次世代送配電システム)

- 電力は、我が国の産業、国民生活を支える最も重要な基盤の一つ。
- 我が国において電気事業からの温室効果ガスの直接排出量は約3割を占める。
- 近年では、地球温暖化対策の推進のため、90年度比でCO2排出原単位20%程度低減の実現に向け、最大限の取り組みを行っている。

「福田ビジョン(平成20年6月9日)」

2020年までに現状から14%の削減を実現するためには、太陽光、風力、水力、バイオマス、未利用エネルギーなどの再生可能エネルギーや原子力などの「ゼロ・エミッション電源」の比率を50%以上に引き上げる・・・(中略)・・・など、いくつかの野心的な目標を実現していかなければなりません。



低炭素電力供給システムの構築を目指す

3. 11 東日本震災後の電力システム改革の論点

<新たな需要抑制策>

論点1: スマートメーターの整備を進め、需給逼迫時に**市場メカニズムを通じた需給調整機能**を強化。

<需要家の選択>

論点2: **小口小売分野**についても、大口分野と同様、需要家が選択できる仕組みを導入。

<供給の多様化>

論点3: 小売分野の選択肢拡大のためには、卸電力市場の活性化などが必要。

論点4: 再生可能エネルギーやガスコジェネレーションの活用も含め、**分散型エネルギー**の活用。

論点5: **適切な予備力**を確保し、**安定的に供給力を確保するための仕組み**が必要。

<競争の促進と市場の広域化>

論点6: 電力会社同士での競争を行うため、供給区域を超えた電力供給に関する障壁の撤廃や、卸電力取引市場を通じた競争活性化が必要。

論点7: **既存の供給区域を超えた広域での**系統運用や需給調整を行うための仕組みが必要。

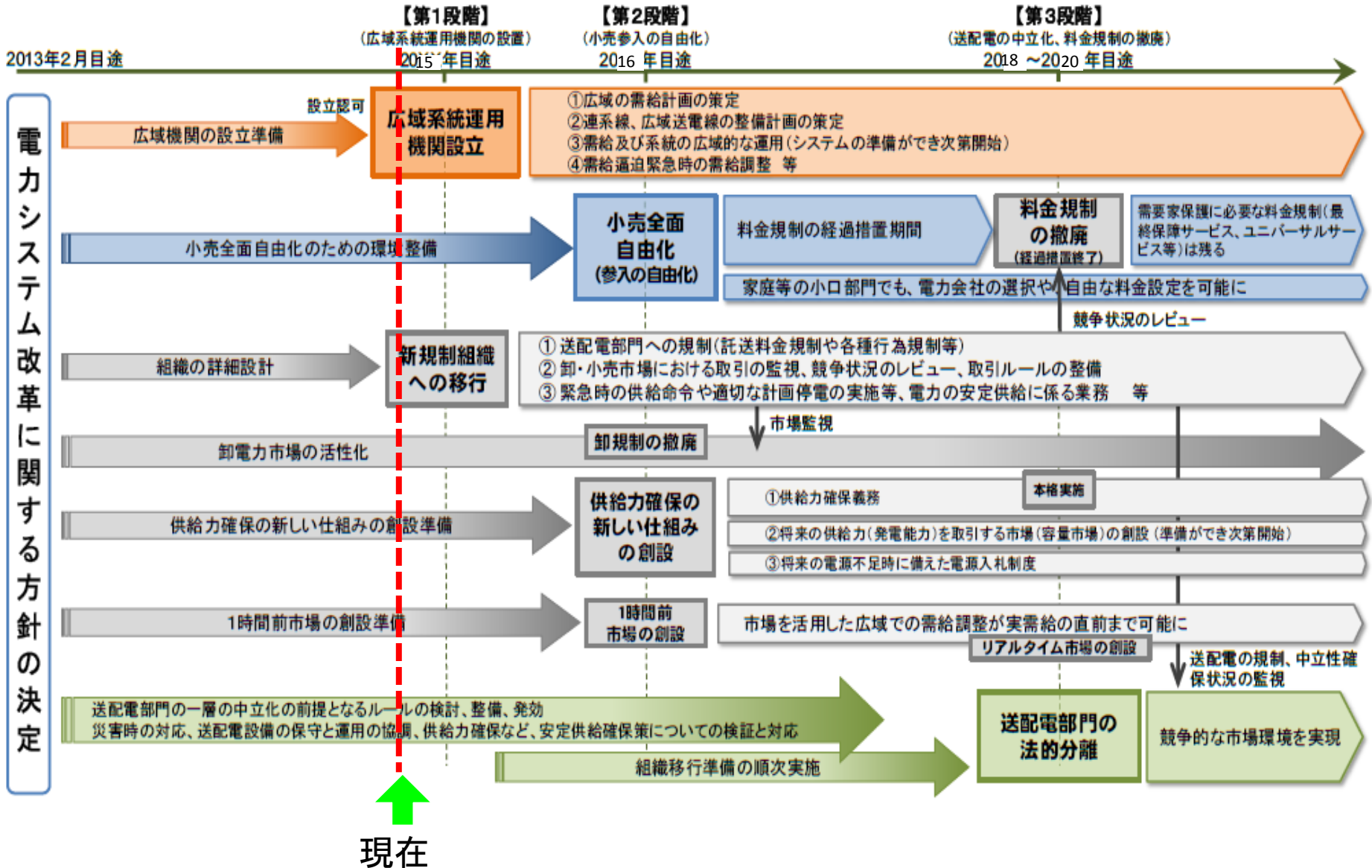
論点8: 送配電部門の中立性を確保し、電源間の公正競争のため、会計分離の徹底、法的分離、機能分離、所有分離など**さらなる送配電部門の中立化**を行う。

<安定性と効率性の両立>

論点9: 市場メカニズムの活用による競争の徹底に際しては、安全性の確保、適切な送配電投資の確保、ユニバーサルサービスの確保、供給責任の確保等に対応する仕組みの再構築が必要。

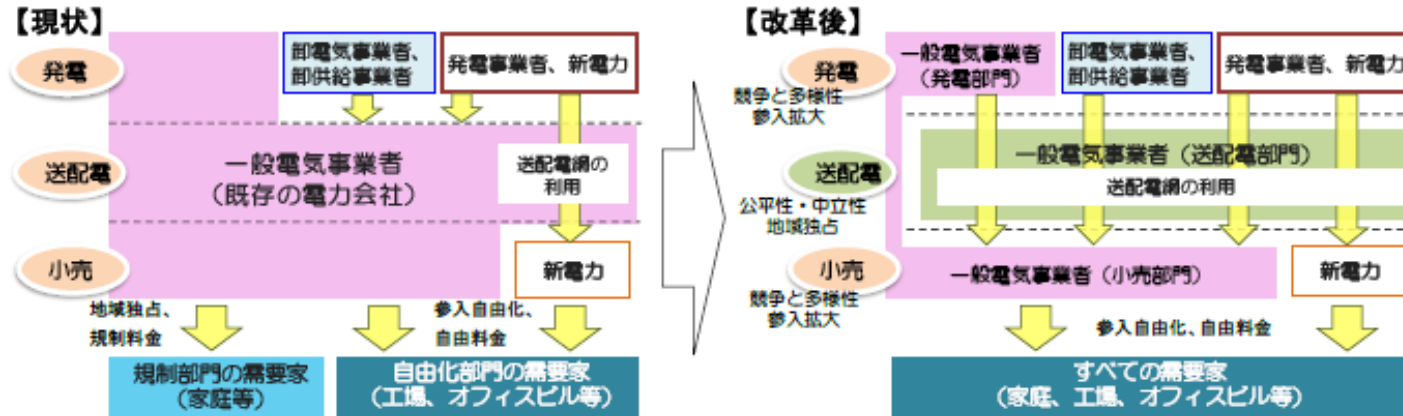
論点10: 多様な主体の参画により**複雑化する設備形成や系統運用上の技術的課題**を克服しつつ、**安定性と効率性を両立する新たなシステム**を構築が重要。

電力システム改革の工程表

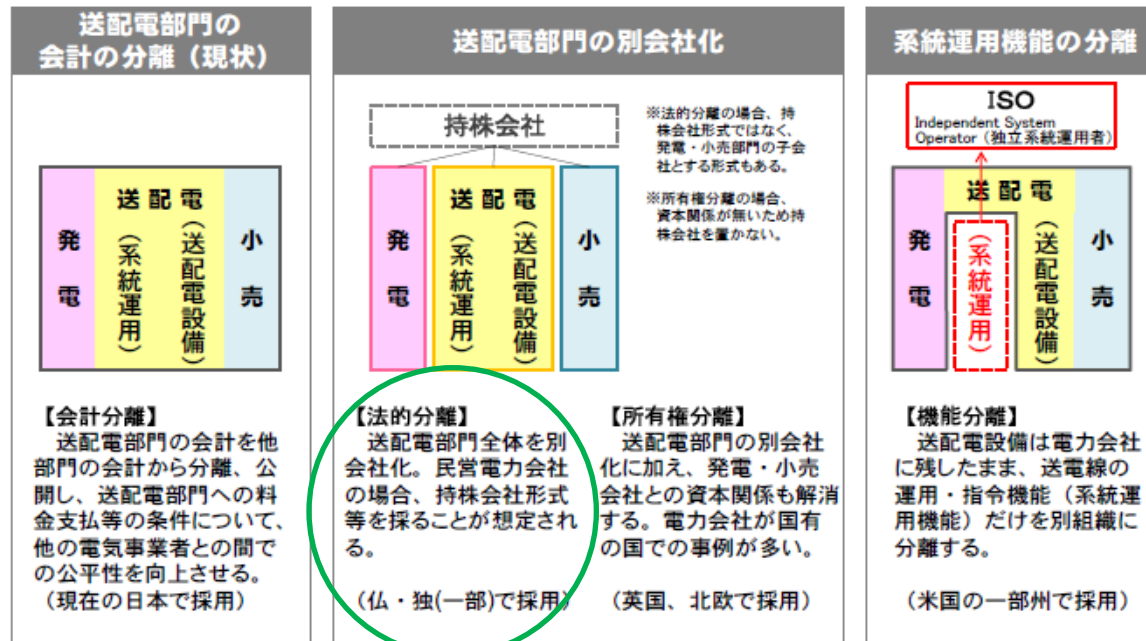


発送分離

: 送配電の中立化



送配電部門の中立化のための「発送電分離」の種類

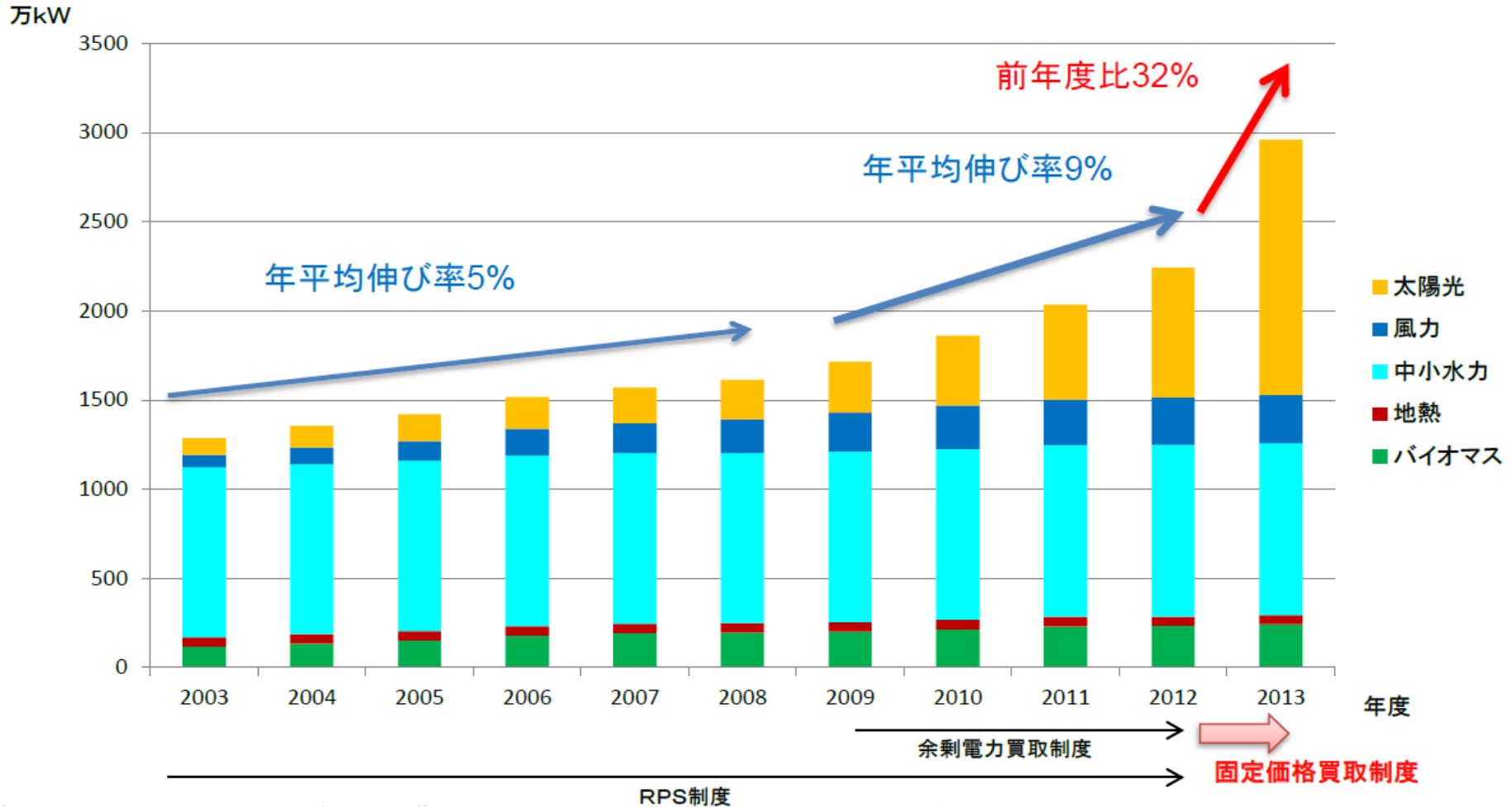


(※)米国は州により電力政策が異なる。全体の2/3の州は電力の小売自由化を実施しておらず、垂直統合型の電力会社が残存。

エネルギー基本計画(平成26年4月)の主なポイント

- エネルギー政策の要諦は『3E+S』
(安全性 : Safety、安定供給 : Energy Security、経済効率性の向上 : Economic Efficiency、環境への適合 : Environment)
- 原子力は、安全性の確保を大前提に**重要なベースロード電源**
- 再生可能エネルギーの導入を加速
- 需給バランスを確保するための方法のひとつとして**デマンドレスポンス**を活用。このために、2020年代早期にスマートメーターを導入
- **電力システム改革**の断行
 - 広域的運営推進機関の設立
 - 小売および発電の全面自由化
 - 送配電部門の法的分離
- スマートコミュニティの実現
- エネルギーマネジメントを通じた新たなサービスの創出や需給バランスの管理 etc...

再生可能エネルギー(大規模水力除く)の 設備容量の推移



電力広域的運営推進機関と 送配電事業者・発電事業者等との関係

広域系統運用機関(全国で1箇所)

- 日本全体の需給計画・系統計画のとりまとめ
(将来の需要想定に対する供給予備力の管理、必要な送電インフラの増強を指導・勧告)
- 需給及び系統の広域的な運用
(再エネ導入拡大等にも対応した連系線・基幹系統の潮流管理等)
- 需給ひっ迫緊急時の措置
- 系統アクセス業務
(配電系統を除く接続検討の受付、検討結果の事業者への通知等)
- 系統情報の公開
- 系統計画、系統アクセス、系統運用等に係るルール策定
- (小売全面自由化後において)長期的供給力不足が見込まれる場合の供給力確保措置(容量市場の運営、電源入札等)

連系線・基幹系統の補修等に伴う電源の停止計画の調整

連系線の管理値の指示 等

送電線の補修等に伴う電源の停止計画の調整、

需給ひっ迫緊急時の電源焚き増し指示 等

エリアの計画の提出 等

送配電事業者(各エリア)

- エリアの系統計画の立案
- エリアの需給運用
 - 需給バランス調整、周波数調整
 - 電力、新電力、再エネ等電源への給電指令
- エリアの送配電システムの運用
 - 送配電システムの指令、系統の監視
 - 設備の建設、運転操作、保守、事故時等の復旧対応
 - 託送料金の算定

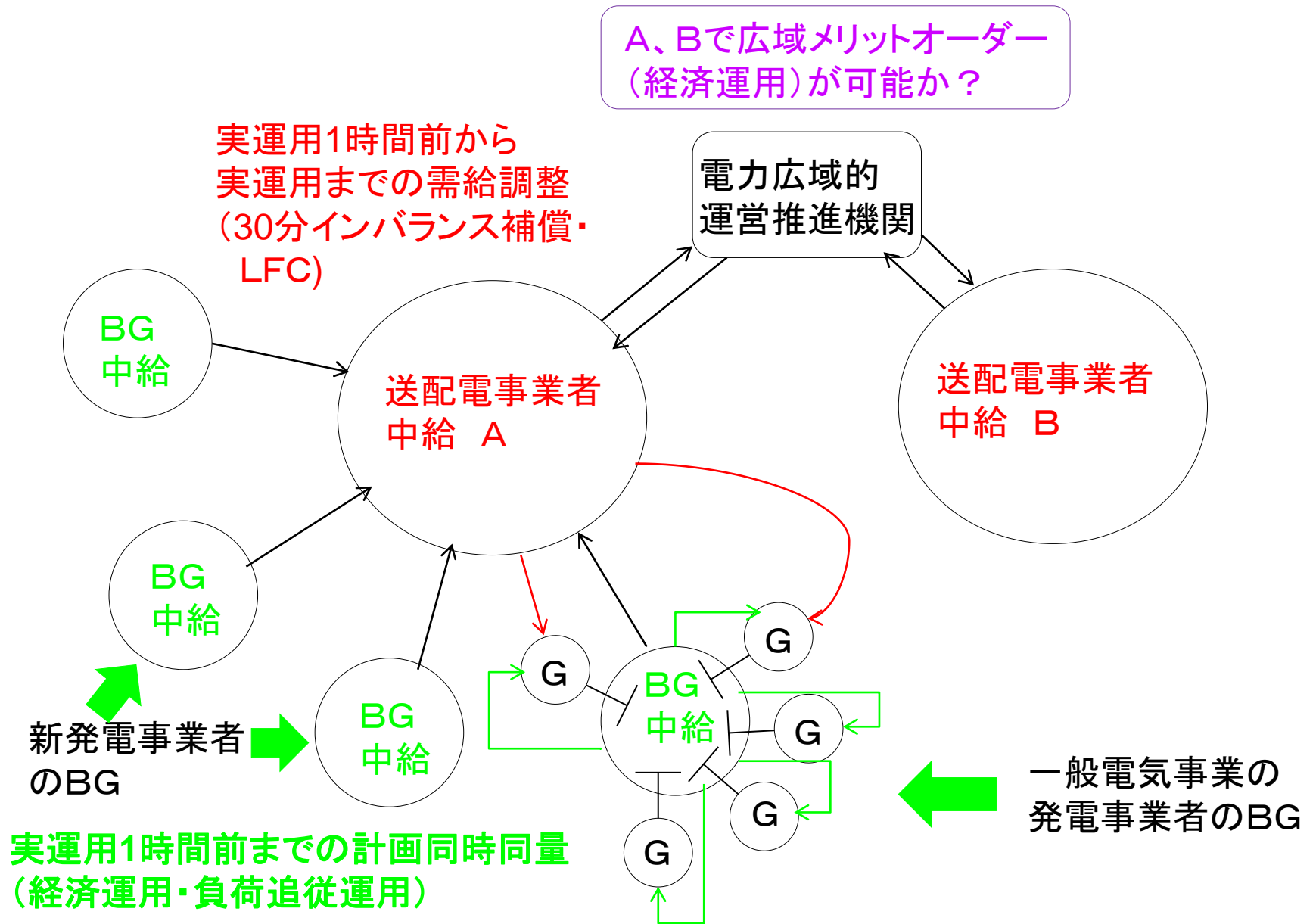
電源計画の提出、
自社需給の計画提出、
供給力確保状況の提出 等

各地の発電事業者・小売事業者

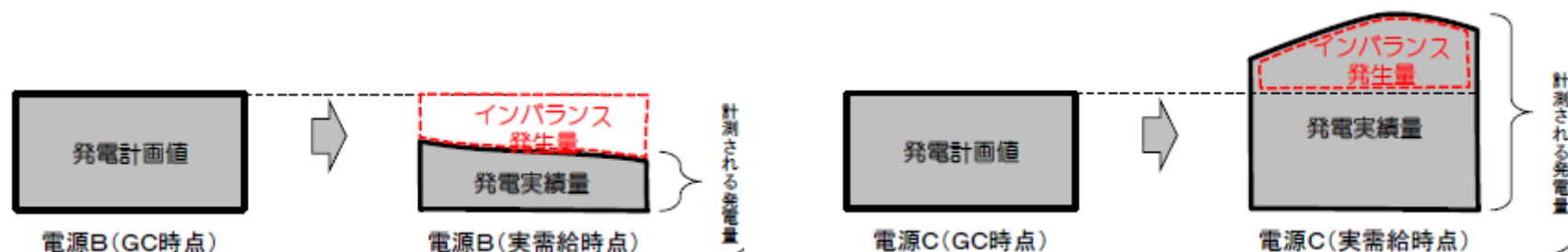
- 供給力確保義務に対応した供給力の確保(小売事業者)
- 電源の建設、運転、保守
- 顧客への電力供給

電源への
給電指令等

送配電事業者とBGの中給の役割



インバランス料金制度



系統全体で不足か余剰かの判断は、全国大での合計インバランス発生量が不足か余剰かで判断。

全体でインバランスが不足の場合

全体でインバランスが余剰の場合

円/kWh

基準となる市場価格

インバランス料金

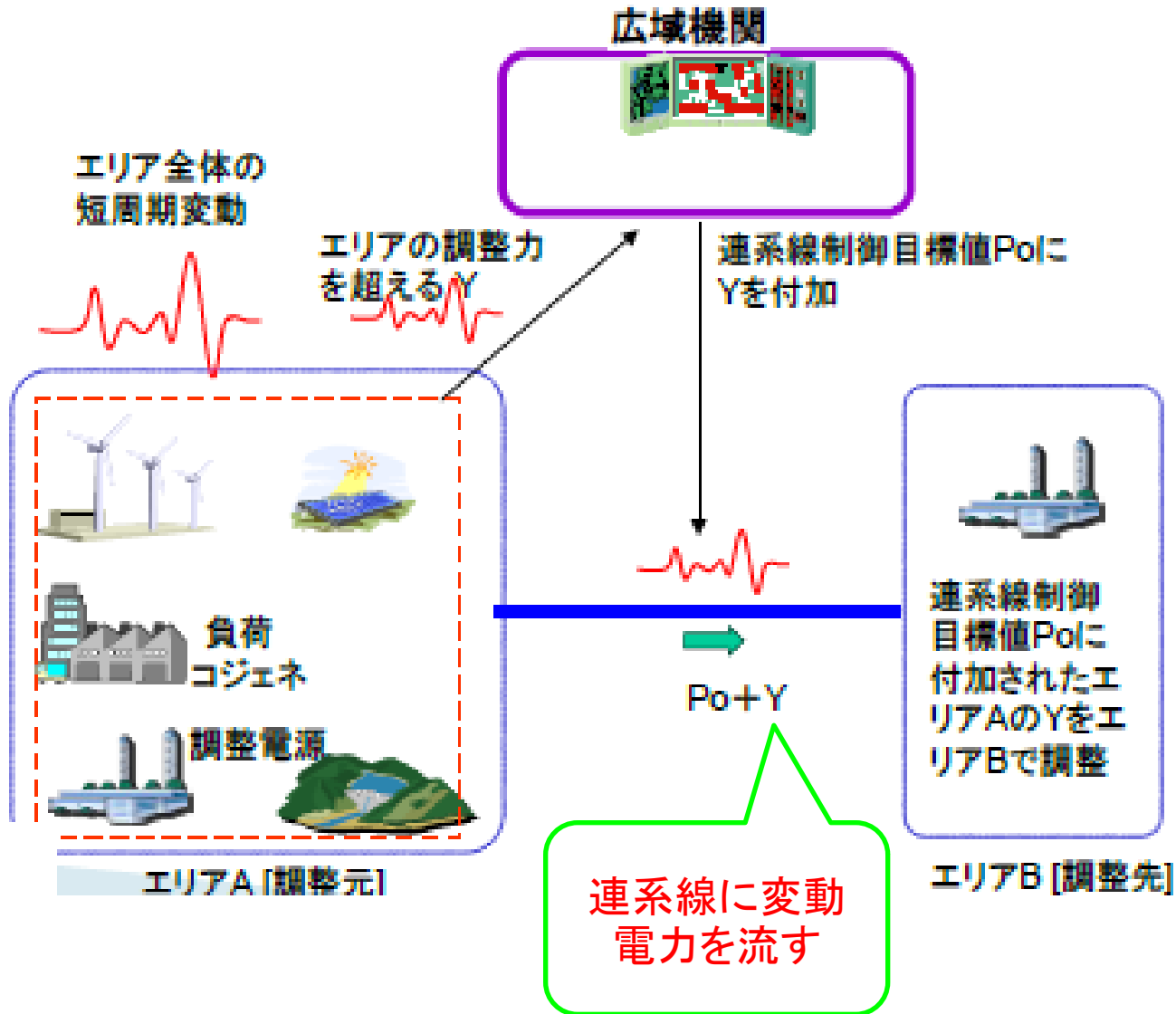
インバランス料金

いずれの場合も、個々の系統利用者のインバランスが不足なのか余剰なのかに関わらず、同一の価格を適用(不足と余剰で値差無し)。

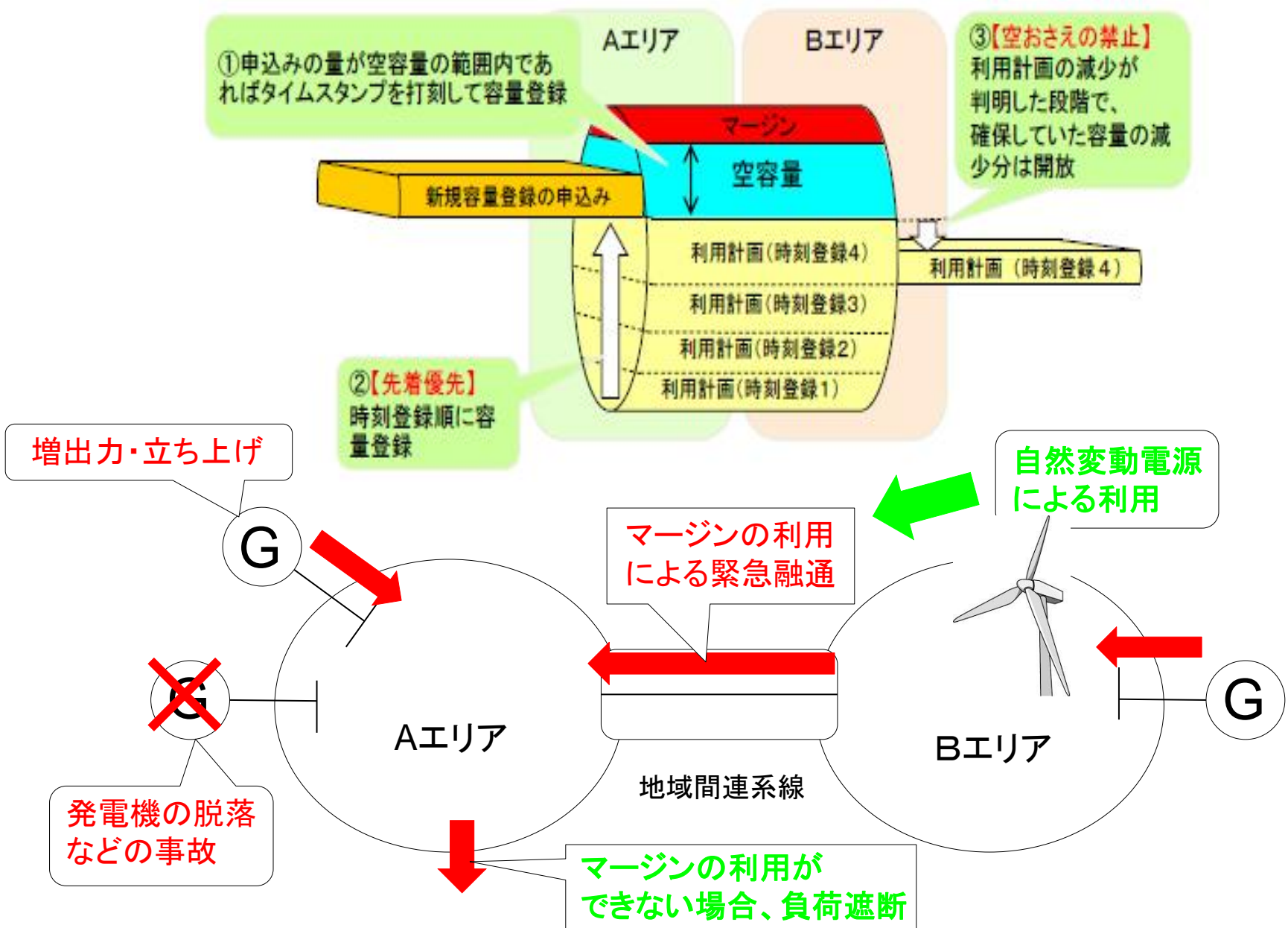
予見可能性低下の実効性について

- ◆ 仮に系統全体での需給状況が「不足」の発生に著しく偏った場合には、高い確度でインバランス料金を予見できることが懸念される。このような場合、インバランス料金が恒常的に高くなるため、系統利用者は計画遵守に努めることとなり、結果的に系統全体でのインバランスが改善し、系統全体での「不足」の発生頻度は減少する。インバランス料金が変動制となると、このような安定化作用が働くため、常に「不足」となりインバランス料金が容易に見通せてしまうということにはならないと考えられる。(余剰についても同様)
- ◆ また、全国大で不足か余剰かを判定する仕組みであれば、エリア内で寡占的な事業者であっても、インバランス料金を予見することは困難。

再生可能エネルギー電源の送電による周波数調整



地域間連系線の利用



供給計画のスキームにより各主体に求める内容と 国・広域機関の対応

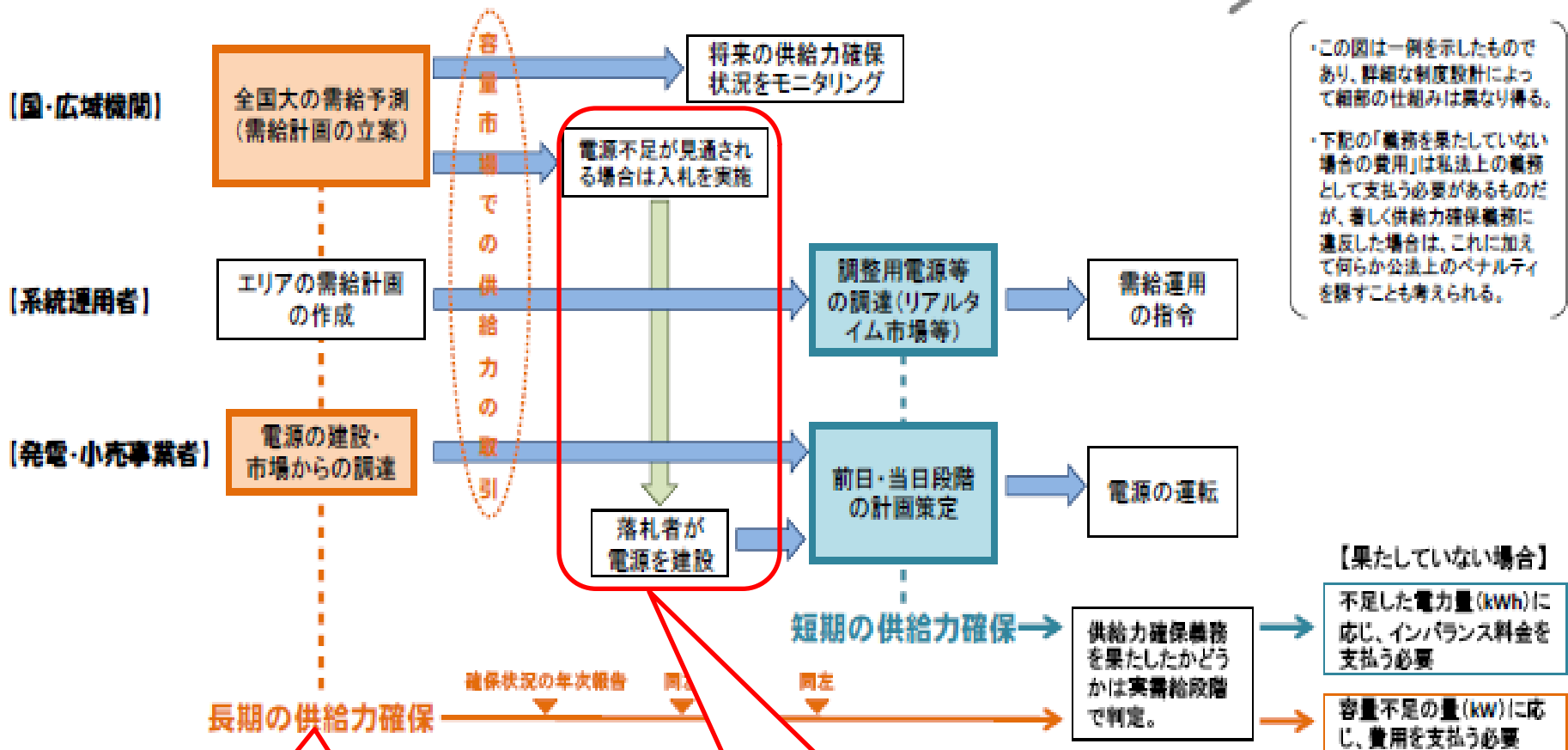
時間軸	小売事業者に求める内容、行動	送配電事業者に求める内容、行動	発電事業者に求める内容、行動	
全体	<ul style="list-style-type: none"> ■ 自らの顧客の需要(販売量)に応じた供給力を確保する。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ エリア内の周波数制御及び需給バランス調整等に必要な調整力を確保する。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 供給力の確保のため、発電所の建設・維持を図る。 	
国・広域機関の対応	<ul style="list-style-type: none"> ■ 小売事業者の供給力の確保状況を見つつ、必要に応じ業務の指導・勧告等を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 送配電事業者の調整力の確保状況及び送配電設備整備計画を見つつ、必要に応じ業務の指導・勧告等を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 発電事業者の建設・維持状況を見つつ、必要に応じ安定供給の確保に必要な指導・勧告等を行う。 	
各段階 ↓	①実需給の2～10年前	<ul style="list-style-type: none"> ■ 自らの年度毎の需要(販売計画)、供給力確保の状況(相対契約やスポット市場等の調達計画)を作成(10年、年次)。 ■ 想定需要は、将来の顧客の販売目標・維持や広域機関が事前に作成する経済フレーム等を基に作成。(②でも同様) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ エリア全体の年度毎の需要、供給力の状況、調整力の確保状況(相対契約やリアルタイム市場等の調達計画)、送配電設備の整備計画を作成(10年、年次)。 ■ エリアの供給計画の作成に当たっては、小売事業者、発電事業者から必要な情報(*)の提供を受け、広域機関作成の経済フレーム等を基に作成。(②でも同様) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 設備の建設・維持状況及び販売計画を作成(10年、年次)。
	国・広域機関の対応	<ul style="list-style-type: none"> ■ 適切な計画でない場合(電源調達先が未定の場合等)には、指導・勧告等を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 適切な計画でない場合(電源調達先が未定の場合や調整力の確保量が過小又は過大の場合、送配電等業務指針等に照らして適切な送配電設備整備計画が立てられていない場合等)には、指導・勧告等を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 適切な計画でない場合(特定の発電事業者による計画に起因して、安定供給に支障を来すおそれがある場合(**))には、指導・勧告等を行う。 ■ 将来の供給力が不足と判断の場合 →長期の供給力確保策
	②実需給の前年度	<ul style="list-style-type: none"> ■ 月次の需要、供給力確保の状況及びスポット市場等の調達計画を作成(1年、月次)。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ エリア全体の月次の需要、供給力の確保状況及びリアルタイム市場等の調達計画、送配電設備の整備計画を作成(1年、月次)。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 月次の供給力及び補修計画、販売計画(自社消費含む)を把握(1年、月次)。
	国・広域機関の対応	<ul style="list-style-type: none"> ■ 計画が適切でない場合: →短期の供給力確保策 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 適切な計画でない場合(エリア内の発電送電設備の補修計画が、需要に照らして適切でない場合等)には、指導・勧告等を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 適切な計画でない場合(発電設備の補修計画が適切でない場合等)には、指導・勧告等を行う。

(*)連系線の利用計画や新規電源の開発・廃止の計画等を想定

(**)エリア内の供給力を著しく減少させるような大量の老朽火力の廃止計画が提出される場合等を想定

供給力確保についての考え方

中長期（十年単位～数ヶ月） 短期（数日～1時間前） 実需給



・この図は一例を示したものであり、詳細な制度設計によって細部の仕組みは異なり得る。
 ・下記の「義務を果たしていない場合の費用」は私法上の義務として支払う必要があるものだが、著しく供給力確保義務に違反した場合は、これに加えて何らかの公法上のペナルティを課すことも考えられる。

不確実性の増加！

発電事業者は、この制度を利用したいと思うはず

競争的電源ができるか？

小売事業者による供給力確保イメージ

リアルタイム市場等

調整力として利用可能な電源は系統運用者も確保可能

【系統運用者】

必要な調整力(※)確保

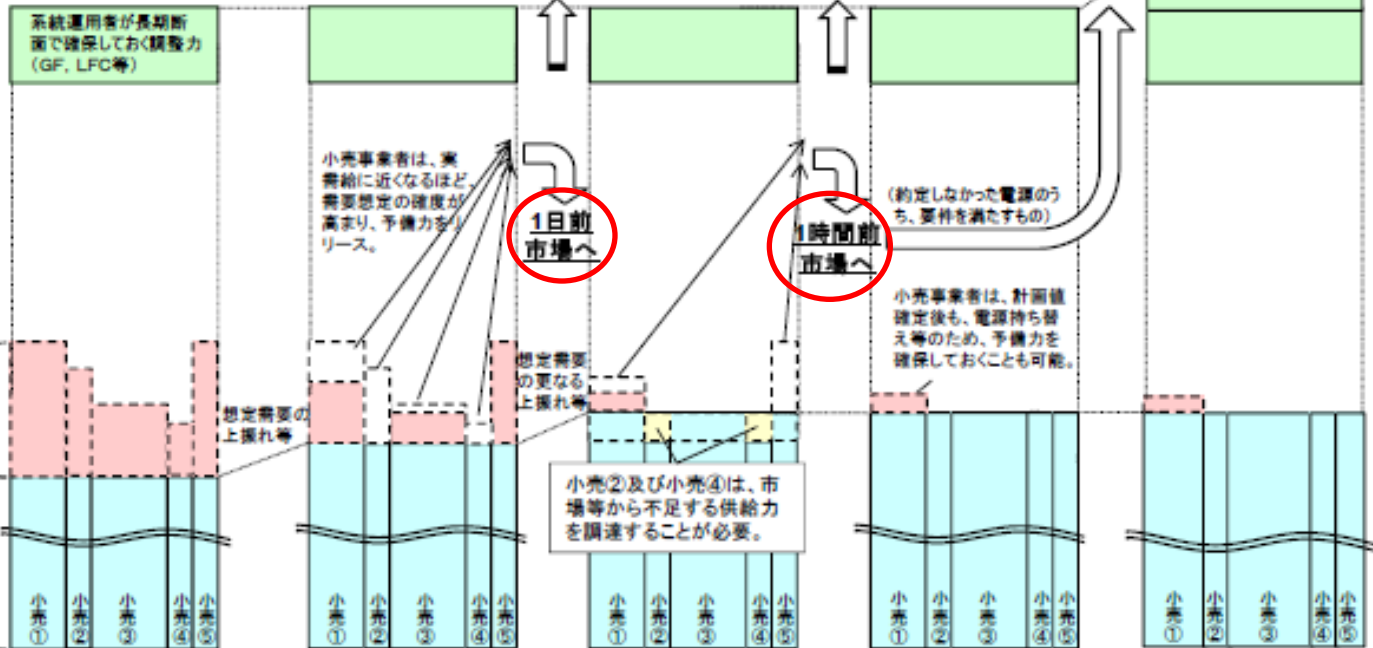
小売事業者は、顧客の需要に応じた供給力を確保する義務を負う。このため、長期の断面では、需要の上振れや新たな顧客獲得の可能性を踏まえ、一定の予備力を確保しておくことが期待される。

各小売事業者が、義務を履行するために確保する予備力

【小売事業者】

必要な供給力確保

各小売事業者が計画する顧客需要



小売事業者は、顧客需要に応じた供給力を確保する義務を負うため、短期断面で、需要の上振れ等があれば、自らの予備力を充てるか、又は、市場から調達することが必要。

小売事業者は、供給力確保義務のため、想定される実需給に合わせた計画値を確定させることが必要。

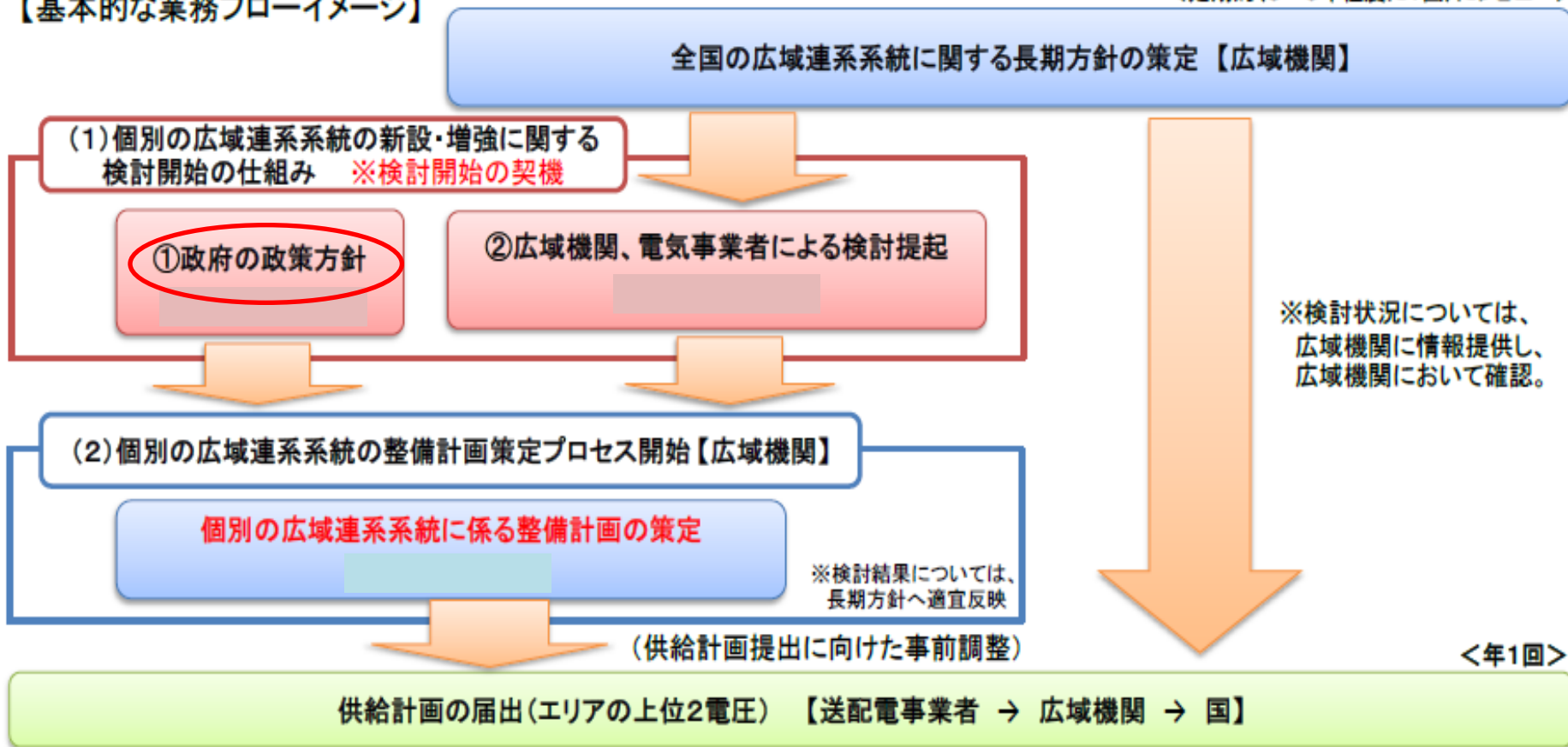
数日+X日前 数日前 1日前段階 1時間前段階 (計画値確定) 実需給

(※) 系統運用者による調整力は、周波数制御(GF,LFC)及び需給バランス調整(瞬動予備力、運転予備力)等に必要供給力

送電網の設備形成に向けた基本的な業務フローイメージ

【基本的な業務フローイメージ】

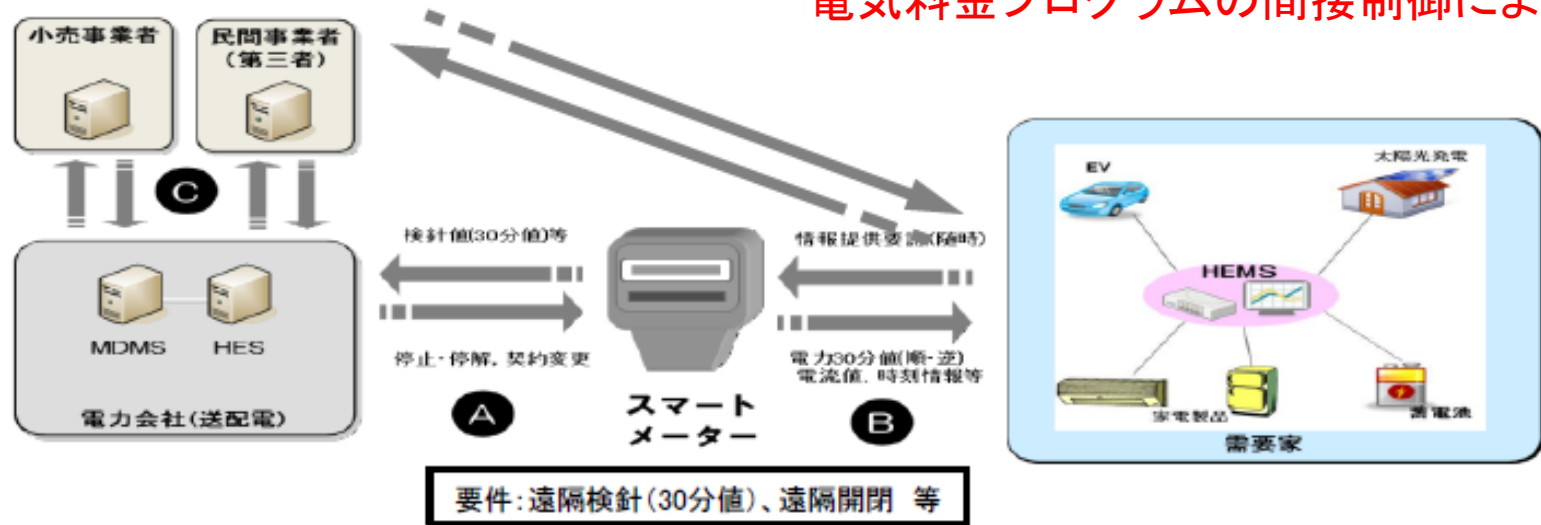
<定期的(3~5年程度に1回)にレビュー>



○当該検討に当たって必要となる電力システムの安定度に関するシミュレーションその他の分析ツールを具備すること。

スマートメーターの導入

電気料金プログラムの間接制御によるDR



(年度)

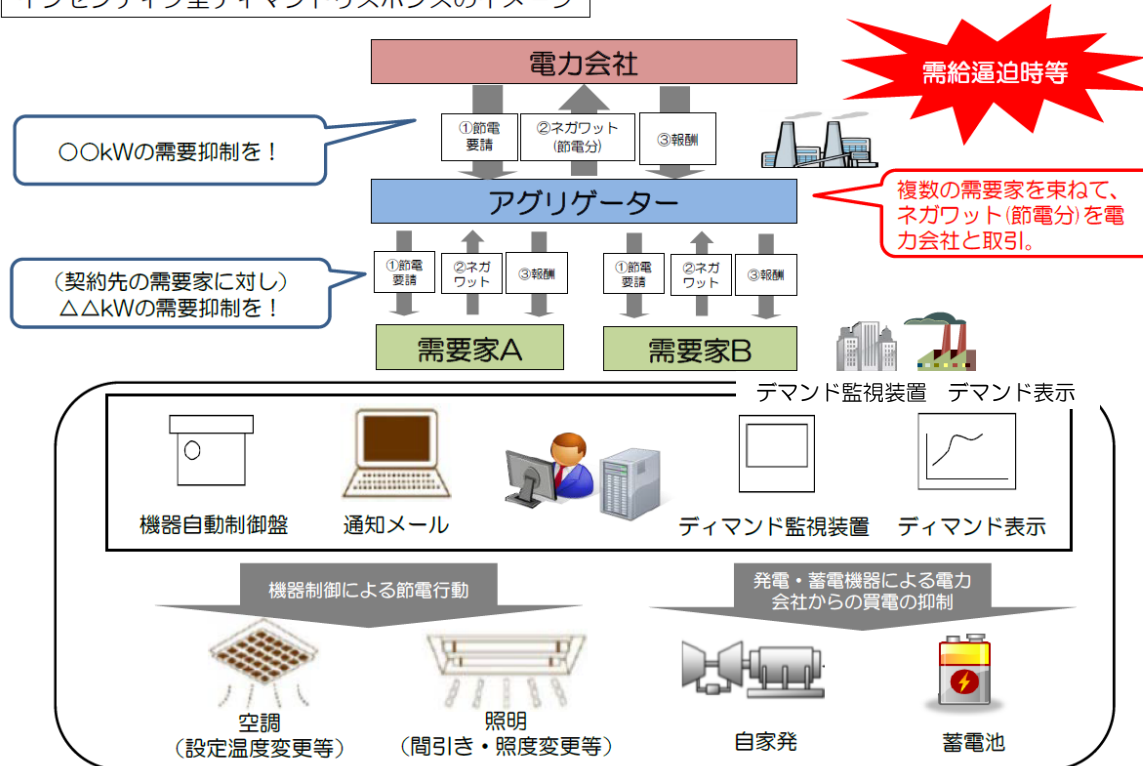
		北海道	東北	東京	中部	北陸	関西	中国	四国	九州	沖縄
高圧	導入完了	2016	完了	完了	2016	完了	2016	2016	2016	完了	2016
低圧	本格導入開始	2015	2014下期	2014上期	2015年7月	2015	開始済	2016	2014下期	2016	2016
	導入完了	2023末	2023末	2020末	2022末	2023末	2022末	2023末	2023末	2023末	2024末

インセンティブ型DR実証事業

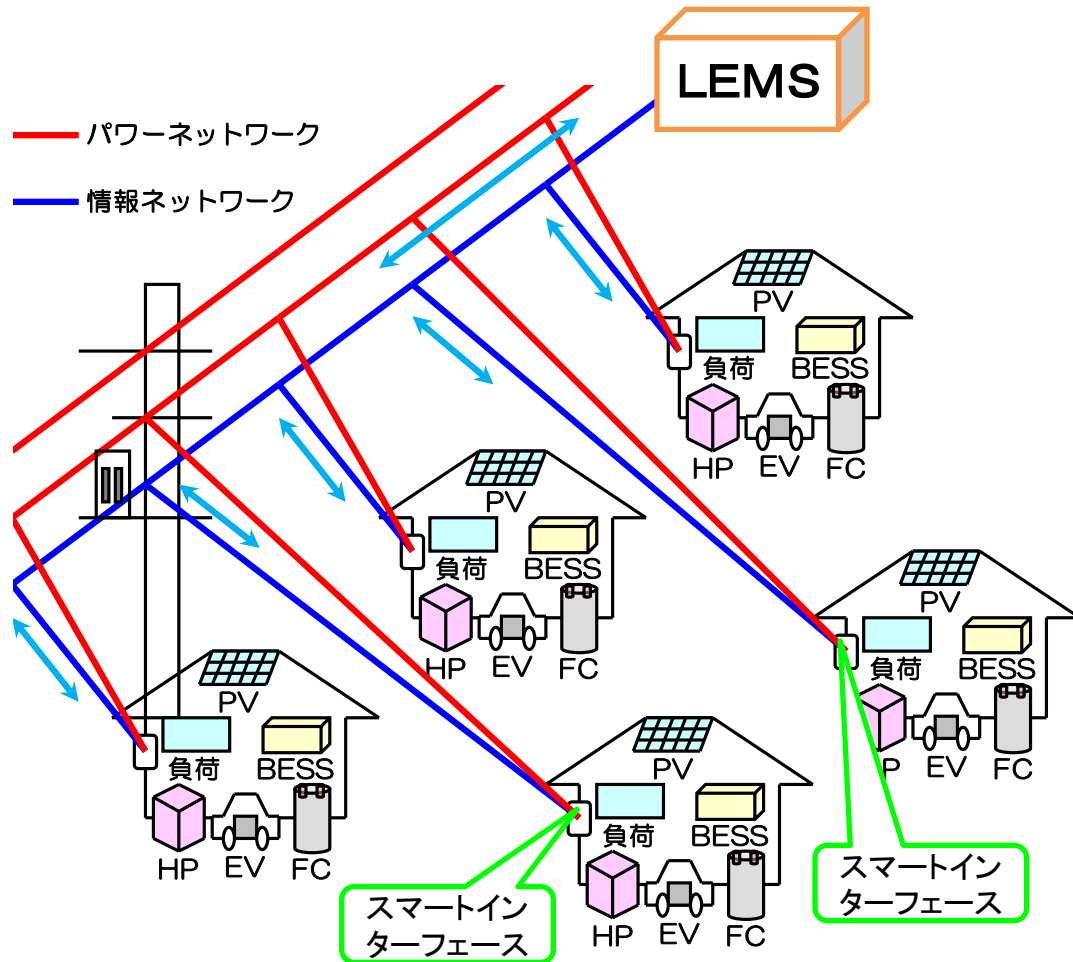
- 海外では、ピークカットやピークシフトを目的とした料金連動型のDRだけでなく、予備力調達や周波数調整といった系統運用に欠かせないアンシラリーサービスの分野にも適用。
- この事業では、次のような項目について調査・評価を実施。
 - ・ ピーク時供給力調達のためのDR
 - ・ 周波数調整のためのDR
 - ・ 運転予備力調達のためのDR
 - ・ 経済的な電力調達のためのDR 他

インセンティブ型デマンドレスポンスのイメージ

インセンティブ型デマンドレスポンスのイメージ



小規模エリアでのアグリゲータ的事業



LEMS: Local Energy Management System

さまざまな料金メニューによる需要削減、需要シフト

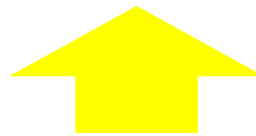
PV、HP、PV、EV、蓄電池のローカル制御とその系統貢献

EV、PHEVのV2G、スマート充電ビジネス

電力小売り市場(需要家参加)
(前日市場、1時間前市場、リアルタイム市場)

おわりに

- ・供給力確保策の制度設計
(リアルタイム市場、容量市場、電源入札制度など)
- ・広域系統安定化技術の開発
(ビッグデータ、アダプティブな広域安定化装置など)
- ・大規模自然災害に対する系統増強も含めた
合理的な電力系統形成の考え方の整理
- ・電源計画・系統計画の協調の取り方の検討
- ・スマート化の地に足のついた推進
(技術開発、実証、サイバーセキュリティ、費用負担等)



供給信頼性

安定性

経済性