

昨今の電力需給ひっ迫の含意と今後に向けて

東京電力ホールディングス（株）
経営技術戦略研究所
戸田 直樹

1 この冬に向けての節電ポイントの理論と実践

2 昨今の電力需給ひっ迫の含意

3 今後に向けて 送配電開放モデルを問い直す

- 秋以降に向け「夏の節電チャレンジ2022」を拡充
- 目的は、kW削減とkWh削減（＝燃料消費削減）の二つ

■ 「節電チャレンジ 2022」の概要

※下線箇所が前回からの変更点

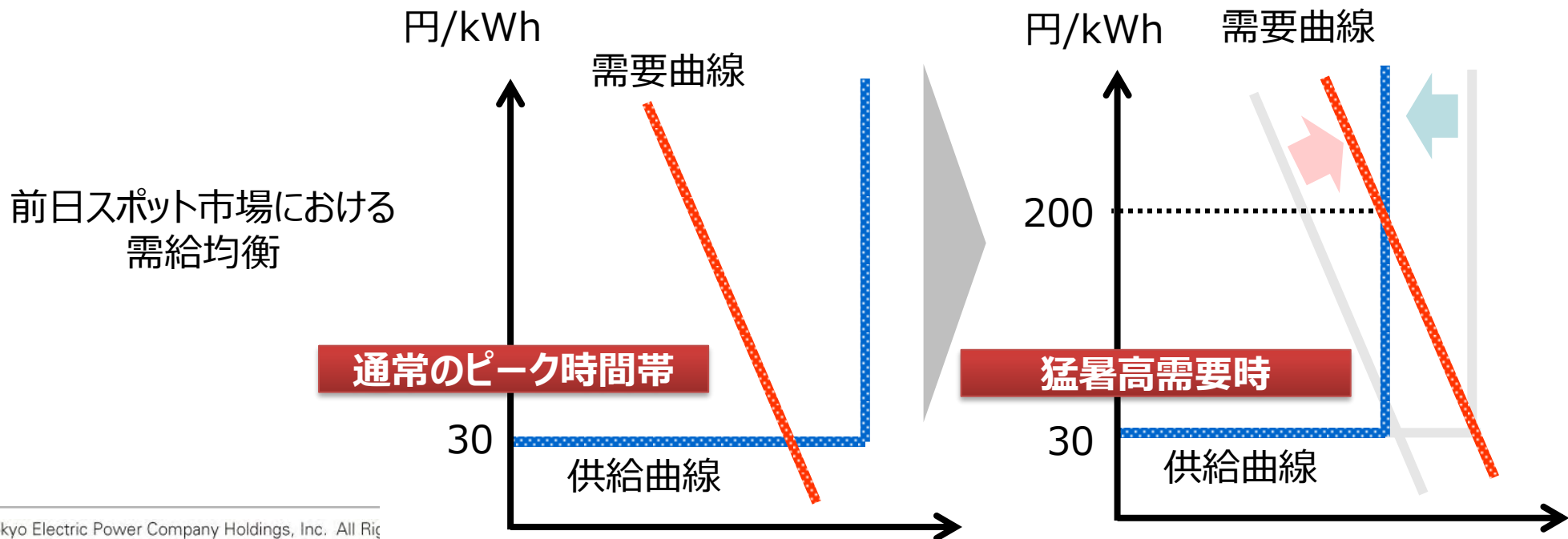
プログラム名	前回（2022年6月8日お知らせ済み） 夏の節電チャレンジ 2022	今回（本案内） <u>節電チャレンジ 2022</u>
対象者	当社指定の電気料金プラン ^{*1} にご契約 いただいているお客さま	前回対象の電力プランに加え、 <u>電力小売 全面自由化前の電気料金プラン^{*2}</u> にご契 約いただいているお客さま
内容	当社からご連絡した時間帯に節電にご 協力いただいた場合、節電した電力量等 に応じてポイントを進呈いたします ・節電量1kWhあたり5ポイント付与 ・節電量0.01kWh以上を達成した場合、 初回成功特典として100ポイント付与	当社からご連絡した時間帯に節電にご協 力いただいた場合、節電した電力量等 に応じてポイントを進呈いたします ・ <u>節電量1kWhあたり5ポイント以上^{*3}</u> 付与 ・節電量0.01kWh以上を達成した場合、 初回成功特典として100ポイント付与
期間	2022年7月1日～9月30日	2022年7月1日～ <u>2023年3月31日</u>
参加申込	毎月20日までのお申込みで、翌月1日 から参加が可能	<u>毎週日曜日</u> までのお申込みで、 <u>翌週金曜 日</u> から参加が可能 ^{*4}

【インセンティブ型DRプログラム（主として家庭用需要対象）の種類】

- クリティカルピークプライシング (CPP) : 需給ひっ迫が予想される日のピーク時間帯に、電気料金を通常の数倍に引き上げる
- ピークタイムリベート (PTR) : 需給ひっ迫が予想される日のピーク時間帯に、節電量に応じた割引 (リベート) を適用する
- kW削減目的の節電ポイント = PTR
- PTRはCPPに比して、需要家の受容性は高い一方、ピーク削減効果は劣ると言われている
- もっとも、2013～4年度に北陸地域で行われた実証試験では、次のことが確認された
 - 節電による経済メリットが同等になるように設計されたCPPとPTRの需要抑制効果はほぼ同程度であった
 - PTRはCPPよりも受容度が高い
 - モニターは、PTRの割引水準やCPPの料金水準の比較はあまり意識していない (= 水準が変わっても節電の取り組みは変わらないとの回答多数)

出所：服部ほか (2015)

- 前提：需要が完全に予測できる
- 平時は、電源の限界費用 = 小売単価 = 30円/kWhで、スポット市場は約定
- 猛暑高需要時は、前日スポット市場は売り切れとなり、約定価格は買い入札価格 (= 200円/kWh) で決まる。(価格スパイク)
- 機会費用200円/kWh未満の需要が自発的に抑制されるなら需給は均衡。しかし期待薄 ⇒ 供給支障の懸念
- このとき、小売電気事業者から見た需要家による節電の価値は170円/kWh (= 200-30)であり、小売電気事業者は最大170円/kWhのリベートを支払い節電を促すことが合理的



- 小売電気事業者によるリベート原資の回収（供給力がロングポジションの場合）
 - 需要が完全に予想できるなら、節電分をスポット市場等で転売。しかし、これは困難
 - 節電分を余剰インバラとしてTSOに転売。ただし、インバラ価格は節電の結果なので、200円/kWhを見込むことは難しい。一定の歩留まりを考慮することが必要
- 同（供給力がショートポジションの場合）
 - 本来は、ポイントの原資を小売料金に加算する（=価格スパイクの可能性を考慮して料金を設定する）必要がある。そうでなければ、逆ザヤは不可避
 - ただし、ポイントの水準により逆ザヤが圧縮できる可能性はある
- **「1kWhあたり5ポイント以上」の意味**
 - 目的（kW削減か、kWh削減か）、発動時の需給状況（kW削減目的の場合）によりポイント額は変化
 - kWh削減目的のポイント額は小さめ

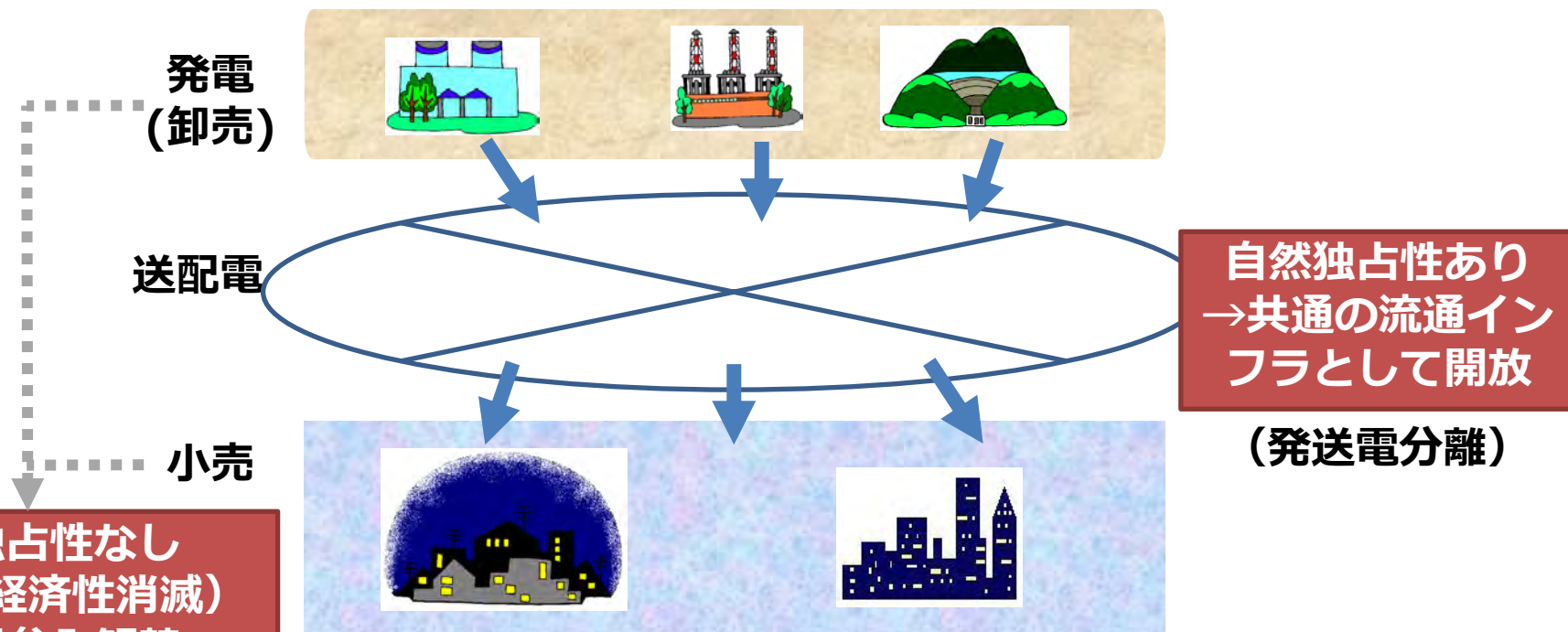
- 広域予備率（計画値）8%以下 インバラ料金 約45円/kWh
- 広域予備率（実績）3%以下 インバラ料金 200円/kWh
- 2022年6月最終週、16時から19時の実績
 - インバラ料金 40.86～127.16円/kWh 単純平均で73.34円/kWh
 - 実績予備率 7.5%～10.7% 単純平均で9.5%

1 この冬に向けての節電ポイントの理論と実践

2 昨今の電力需給ひっ迫の含意

3 今後に向けて 送配電開放モデルを問い直す

- かつて電気事業は、規模の経済性等を根拠に地域独占による供給体制が世界的に主流
- 1990年代以降、**発電分野の規模の経済性の消滅を前提**に、市場原理を導入する改革（電力システム改革）が進展
- 送配電網を共通のインフラとして開放、発電・卸売と小売の分野に新規参入を解禁、両分野に競争を導入する「**送電線開放モデル**」を、日本を含む多くの国・地域が採用



「送電線開放モデル」の呼称は、経済産業省でエネルギー・環境政策の立案に長らくかかわり、退官後はこれら政策の研究者として活躍した、元21世紀政策研究所研究主幹の故澤昭裕氏が2012年の論考（澤、2012）で用いたものである。一般的な用語ではないが、本稿ではこの呼称を用いる。

【産業としての特徴】

- 設備産業（他に鉄鋼業、石油化学工業など）
- ネットワーク産業（他に通信、水道、ガス、鉄道など）
- 公益事業：公衆の日常生活に欠くことのできない事業（Utility）
 - 国や地方公共団体が直接に行えば、公共事業
- 費用逓減産業（自然独占性／規模の経済性）
 - 他の公益事業と同様に、これを根拠に長らく地域独占体制が採用されていた

【システムとしての特徴】

- ① 貯蔵が難しい。需要と同量の供給が常に行われる必要がある（同時同量の制約）
 - ② 需給バランスが崩れた時の影響が甚大 最悪、広域停電 = 市場そのものが崩壊
- ①に該当する財は他にもある（ホテルの部屋、飛行機の座席・・・）が、②にも該当する財はおそらくない
 - 加えて、電気が足りなくても、③急な買い控えは難しい ④供給設備は急に増やせない
 - これらゆえに、安定的に供給されることが他の財にもまして重要であり、想定電力需要に対して、**不測の事態に対応する予備力も含め、一定の冗長性をもって発電・送電能力を確保すること（アデカシーの確保）が非常に重要**


【社会的背景：経済成長の鈍化、円高進行に伴う内外価格差問題】

- 地域独占体制は、旺盛な電力需要の伸びに応えるための大量の投資資金を低コスト調達する意味で有効に機能していたが、先進国経済が低成長化する中で、余剰設備など無駄が顕在化した ⇒ 各国政府は競争原理を通じたスリム化を志向
- 日本では、1980年代以降円高が進展し、内外価格差の問題がクローズアップされた ドル円相場 1ドル 239円（1985年）→108円（2000年）

【理論的背景：発電分野における規模の経済性の消滅】

- 「現在では個々の発電所の発電能力に比べて需要規模が十分に大きいため、**発電に関しては規模の経済がなくなっている**。その1つの原因は、ガスタービン発電などによって小規模でも安く発電ができる技術進歩が起きたことであり、もう1つの原因は、多くの国で単に電力需要が増加し続けたため、個々の発電所の生産規模に比べて電力市場が大きくなったことによる。このため多くの発電事業者が競争的に電力供給に参加できる環境が整った」 出所：八田（2004）
- かつては、電気事業のバリューチェーン全体が規模の経済性を有し、複数事業者による競争よりも、地域独占体制の方が効率的な供給が可能とされていた

- 東日本大震災前は、電気事業固有の安定供給の重要性に配慮しながら漸進的な改革
 - 自由化範囲の段階的拡大
 - 発送電一貫体制の既存電力会社を維持し、安定供給の確保に中心的な役割を期待（法的根拠があるものではなく、西村ほか（2021）ではこれを「善意の安定供給」と呼んだ）
- 東日本大震災後、**漸進的改革から新規参入・競争促進優先の改革に変化**

- 
- 自由化の範囲：2016年 一般家庭を含む小売全面自由化を敢行
 - 小売分野の新規参入促進のため、大手電力が余剰供給力全量を限界費用によりJEPXのスポット市場に投入することを事実上強制（限界費用玉出し）
 - 新規参入者の供給力確保が容易になり、シェアが大きく拡大（2021年12月で22%）
 - 送配電部門の中立性の確保について、震災前の行為規制では「なお不十分であるとする指摘が絶えない」とされ、中立性を高めるための法的分離を実施
 - 安定供給の確保は、市場の需給調整機能に期待し、関係する各事業者がそれぞれの責任を果たすとされた（= 発送電一貫体制の意義を否定）

- 震災後の電力システム改革の本質は、『理論経済学者がリードし、「発電分野の規模の経済性の消滅」を前提に「多くの発電事業者が参加する競争的な電力供給」の実現を志向した改革』であり、その象徴が「限界費用玉出し」である

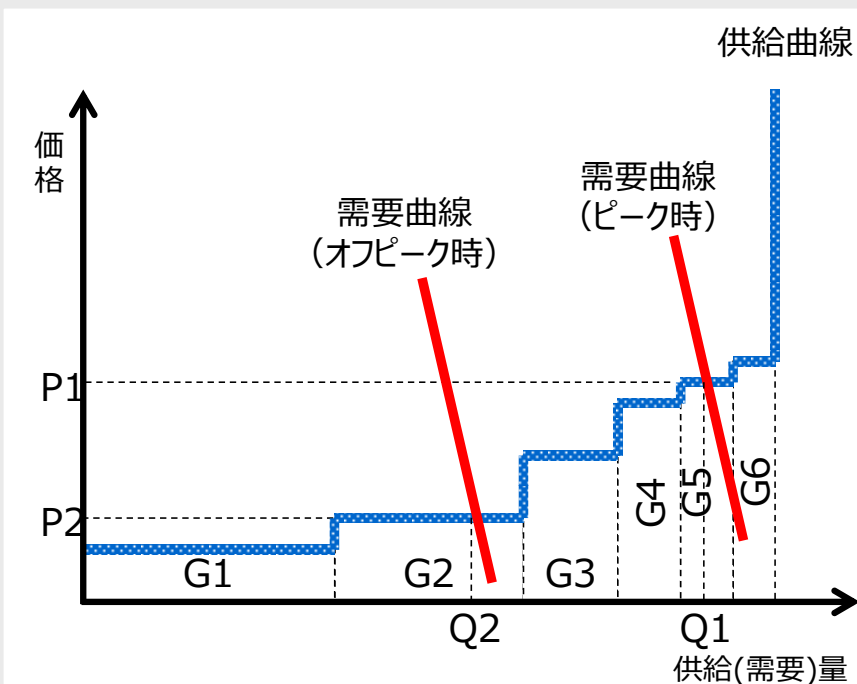
- 大手電力が余剰供給力全量を限界費用によりJEPXのスポット市場に投入することを事実上強制する
 - 大手電力にプライステイカーのようにふるまわせて、完全競争市場を模擬しようとした試みと理解される
 - ※プライステイカー：市場に多数の競争相手がいるため、自らの行動で市場に影響を与えることができず、市場で決まった価格を受け入れるしかない経済主体
- 経済学の教科書によると、完全競争市場が成立する条件は、(1) 無数の消費者・生産者の存在 (2) 財の同質性 (3) 情報の完全性 (4) 市場への参入・退出の自由
 - 電気は同質性が高い財であり、(2)は成立する。震災後の改革では、規模の経済性が消滅したことを前提に(1)を目指そうとした
- 完全競争市場では市場の需給調整機能により安定供給は完璧に維持される。しかし、現実の電気の市場では(1)(2)が成立しても、(3)(4)は成立しないので、教科書通りにはいかない

- 電気は貯蔵が利かず、発電されたものが即消費されるので、電気の市場価格はその時々
の需給状況により変動する
- 電気の市場価格は、多くの場合シングルプライスオークション方式で決まる。すなわ
ち、売り入札を価格の安い順に並べたものが供給曲線となり、需要曲線との交点で、約
定量、約定価格が決まる（図参照）
- 電気は在庫を後で売ることにはできない。発電事業者は需要がある時間帯に、市場で約定
しないと稼働できず、収入もない

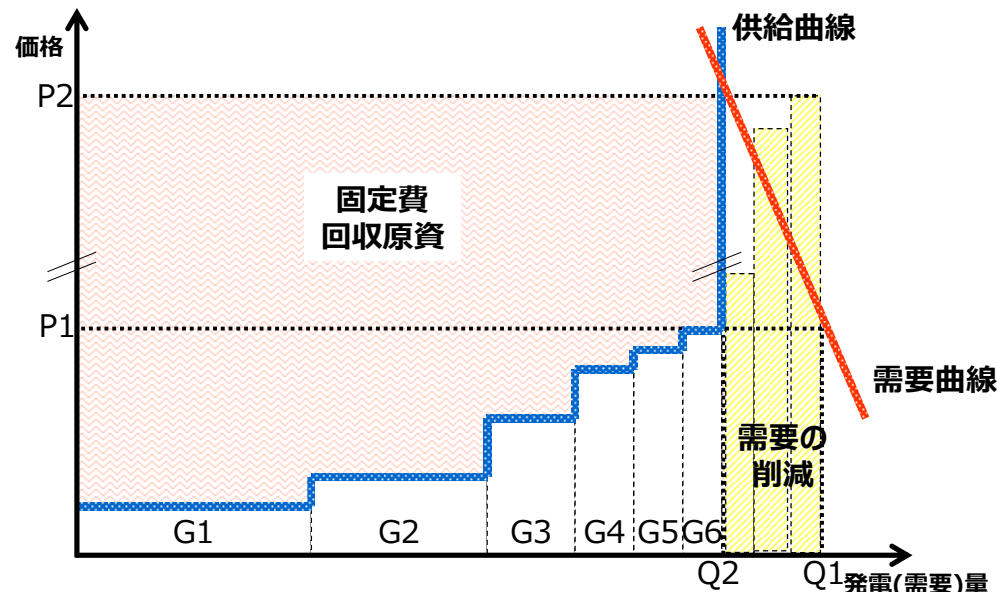
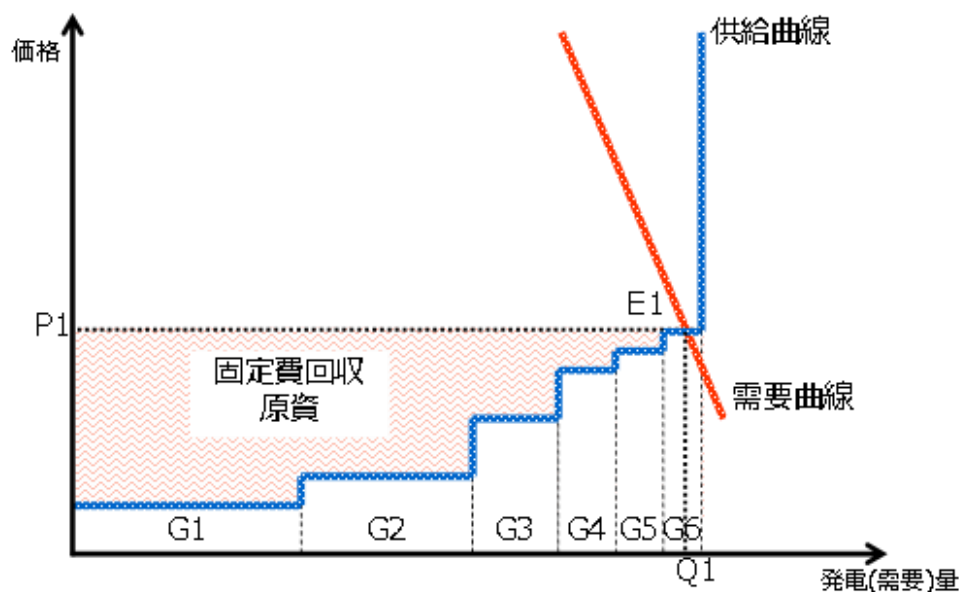
- 「収入なし」を回避するため、プライステイカー
である発電事業者は限界利益がマイナスに
ならない最も安い価格（＝短期限界費用）
で入札する。

すなわち、固定費回収をまずは度外視する。
固定費回収原資を上乗せすると、約定できず
収入がなくなるリスクがあるため

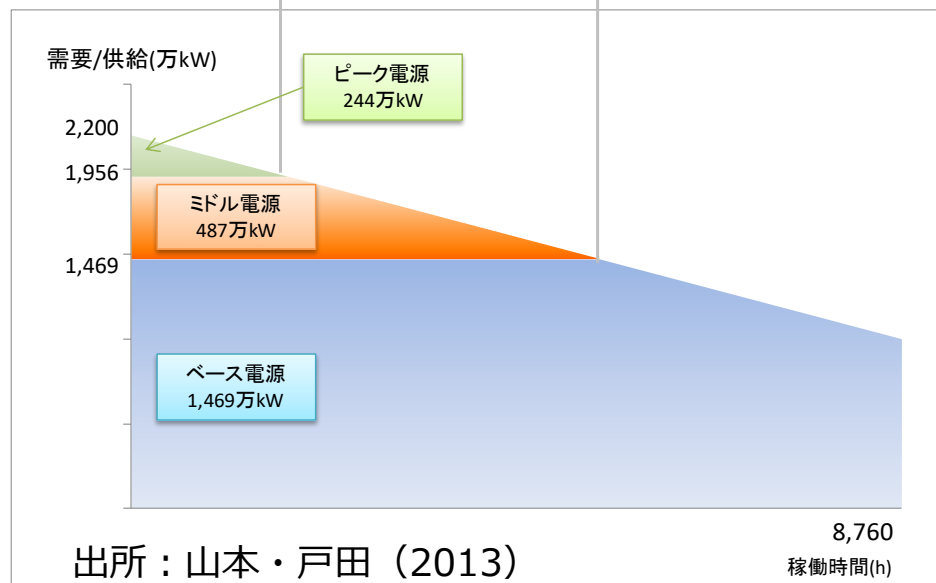
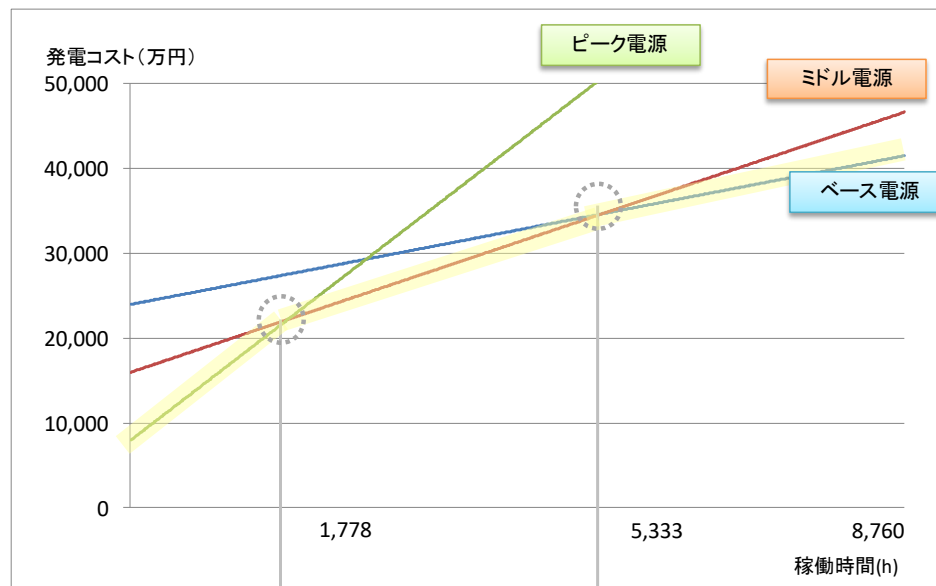
- その結果、供給曲線は各電源の
限界費用を安い順番に並べたものになる



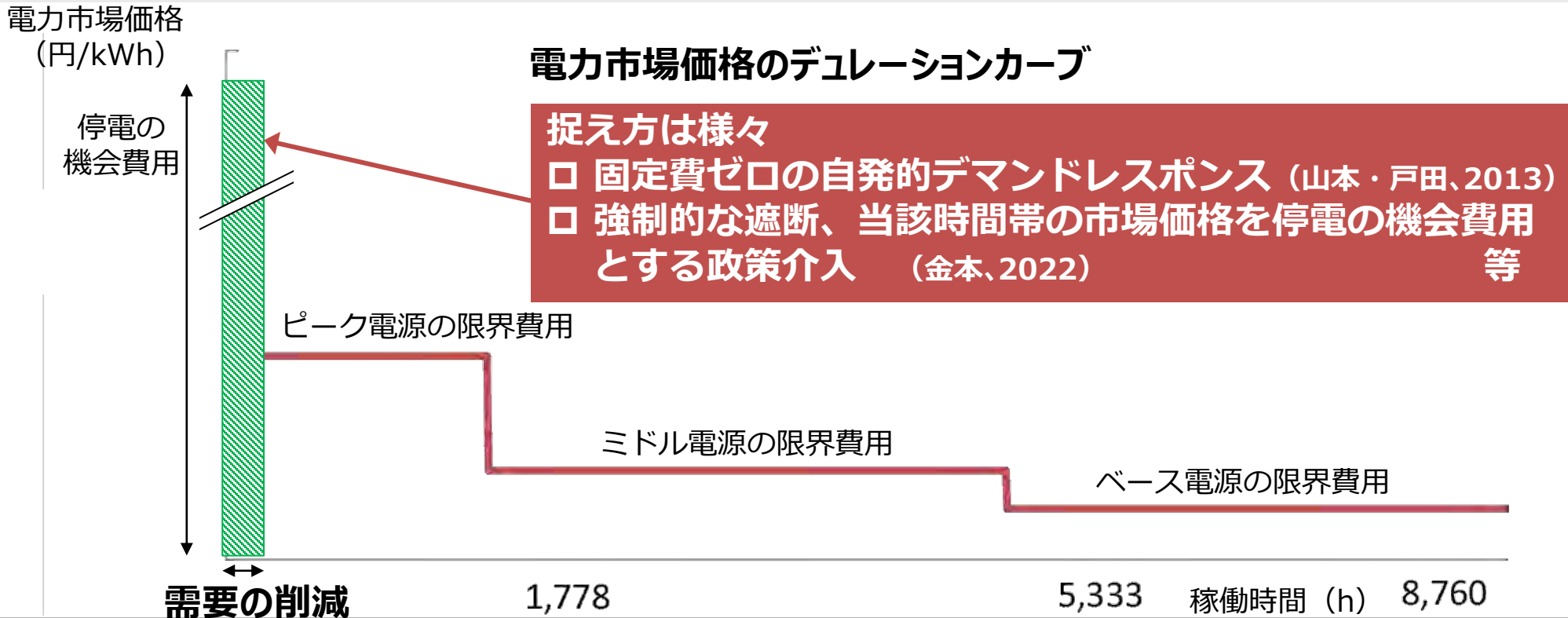
- 電力市場の価格は、時間帯ごとに、約定した最高値の売値（=ここでは限界費用）が単一の価格となる。左図でいえば、オレンジ色の部分が発電事業者が固定費を回収する原資となるが、十分ではない ⇒ **ミッシングマネー問題**
- ミッシングマネー問題の解消・緩和を目的に容量市場が2024年度から本格導入
- 他方、「前日スポット市場での価格スパイク（右図）を許容することで、発電設備の固定費の回収は可能（再エネTF、2020）」とする考え方（Energy Only Market）もある
 - 価格スパイク=一部需要を削減し、それによる機会損失を価格に反映



- 「電力需要が完全に予見可能」であり、「すべての利用可能な発電技術（DRを含む）が無制限かつ瞬時に調達可能」である理想的な環境を前提とすると、固定費・可変費を含めた総コストが最小となる最適な電源ミックスが一義的に存在する
- 当該電源ミックスの下で、市場価格（kWh 価格）がメリットオーダーに基づく限界費用により決まる場合、**全ての電源に「限界費用が最も高い発電技術の固定費相当額」がミッシングマネーとして発生し、電力システムは持続可能ではない**
- 当該額をkW価値の対価として支払えば、ミッシングマネーは解消し、電力システムは持続可能となる



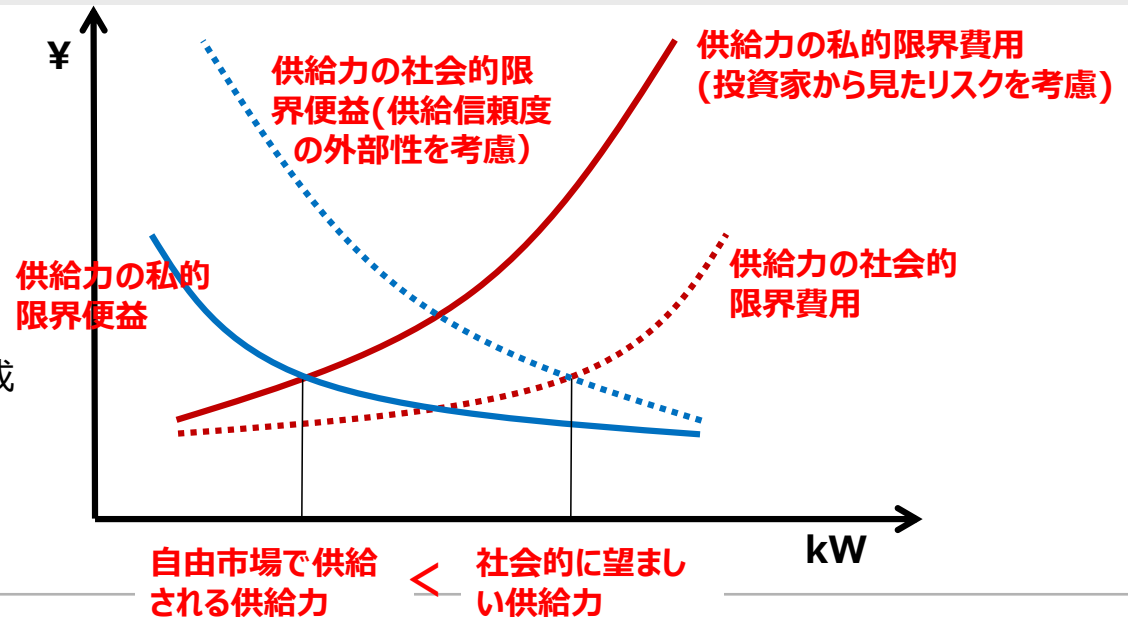
- 電源の限界費用のみで価格が決まる市場では、ピーク電源の固定費相当額のミッシングマネーが発生する ミッシングマネーは次の場合に解消される
 - 容量市場の約定価格がピーク電源の固定費に等しいとき
 - 需給ひっ迫時に一部の需要を削減、市場価格は停電の機会費用。
 $(\text{停電の機会費用} - \text{ピーク電源の限界費用}) \times \text{需要削減時間} = \text{ピーク電源の固定費}$ となるとき (Energy Only Market)



- 東日本大震災以降に推進された電力システム改革は、発電分野の規模の経済性の消滅を前提に「多くの発電事業者が参加する競争的な電力供給」を目指したもの
- 特に、大手電力による限界費用タマ出しは、大手電力にプライステイカーのようにふるまわせて、完全競争市場を模擬しようとした試みと理解される
- このような市場においては、
 - a) 供給遮断を伴う価格スパイクが一定頻度で発生する程度に需給がタイト化するか、
 - b) 容量市場のようなサブシステムで補わないと、電源は固定費回収ができない
- 昨今の需給ひっ迫はa) が顕在化した事象と理解される

- 供給信頼度目標を必達目標とするなら、容量市場の導入は必須である。上記a) で確保される供給力は社会的に望ましいものに比して過小になる
- では、容量市場の導入は遅かったか？
 - kW価値の概念を関係者が共有するには一定の時間は必要であり、やむを得なかったのではないか
 - 他方、広域機関入札などセーフティネットの制度はもっと早期から運用するべきであったかもしれない

- 理由1 電気の価格スパイクは政治的に許容されにくい（逆方向の政策介入）
 - 機会損失よりも低い水準で市場価格に上限が課されることがたびたび起こる
- 理由2 供給信頼度の外部性
 - 電力の供給支障による社会的影響は甚大で、それが回避される社会的便益は大きい
が、市場参加者はその便益を十分に認識できない（次ページ参照）
- 理由3 発電設備への投資に伴うリスクの非対称
 - 電気は貯蔵が難しく、需要の価格弾力性が小さい。余っているときに価格を下げても需要が劇的に増えるわけではない。∴余剰発電設備の設備利用率は極端に低くなる。投資家から見ると、過小投資よりも過大投資のリスクの方が大きい



出所：Keppler（2014）をもとに筆者作成

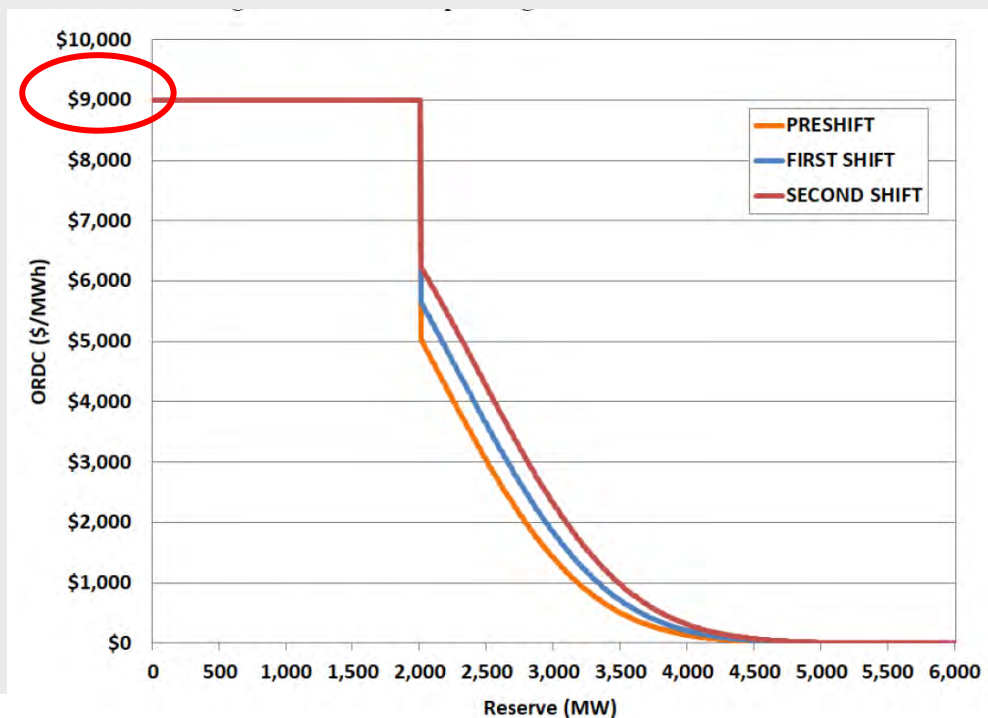
- それは広域停電の被害が甚大なこと、技術的に難しいことから、実際に需給がひっ迫した際に市場による需給調整に最後まで委ね続けることをしないからである。通常は、広域停電になる前に、UFRとか輪番停電とか電圧低下（ブラウンアウト）など、市場によらない方法により系統運用者が需給調整に介入する。この介入が入ることにより需要家は、停電の機会費用をフルに認識する機会がない
出所：戸田（2021）
- 理想的な電力市場の実現を阻む要因には、電気の経済価値が状況により大きく変化することもある。たとえば、kWh当たり数十から数百円の電力単価と、kWh当たり数千から数万円と推計される停電単価との間に大きな乖離がある。
- 停電単価は、卸電力市場価格などを観察しても知ることはできず、現状では需要家への特別なアンケートを通して初めて知ることができる。電力市場にはkWh価値を取引する通常の電力市場に加えて、kW価値を取引する容量市場やΔkW価値を取引する調整力市場もあるが、いずれの市場を観察しても停電単価はわからない。停電単価は逆に容量市場の設計などに重要なパラメーターとして利用されている。
- 現状の物理系統と市場制度では、安定した電力システムとして完結していないように思われる。停電単価が需給均衡価格として現れるような何等かの価値の取引を行える新市場を創設するか、あるいは、個々の需要家がそれぞれ電力貯蔵を導入するなどして、系統電力が停電しても大きな損害が生じないようにして、停電単価を電力単価に近づける必要があると考えられる。前者の新市場を追加するケースでは、社会は何回も停電を経験し、失敗を積み重ねなくては、均衡価格が得られないであろう。これでは実害が大きすぎて社会実装はできない
出所：藤井（2021）

● ドイツ

- 需給が特にタイトな時に限って稼働させる戦略的予備力を確保し、稼働した時のインバランス料金を極端に高く設定。最低20ユーロ/kWh（約2,400円/kWh）とされている 出所：独経済エネルギー省（2015）
- Energy Only Marketの価格水準の高め誘導を企図

● テキサス州（ERCOT）

- 予備力が一定水準を下回った時に、自動的にEnergy Only Marketの価格を高騰させる
（人為的な価格スパイク）
 - 予備力200万kW以下で\$9/kWh
 - 2011年の需給ひっ迫を契機に検討を開始し、2014年から導入
- 出所：Potomac Economics（2020）



□ 需要削減はせず供給力は確保するが、価格は停電の機会損失相当に人為的に高騰させる

- 1 この冬に向けての節電ポイントの理論と実践
- 2 昨今の電力需給ひっ迫の含意
- 3 今後に向けて **送配電開放モデルを問い直す**

- サプライチェーン全体として自然独占であると考えられていた電気事業において、発電分野に競争が導入された理由は、同分野において規模の経済性が消失したからと言われている
- 発電設備を建設することだけを考えれば、単独の発電設備の容量は、大きくても100万kW強であり、例えば日本全体の電力需要の規模（約2億kW）に比べても十分に小さい、故に規模の経済性はもはやない、と経済学者は説明する
- しかし、発電事業を長期安定的に行うために、燃料購買力を確保する、リスク分散のため電源種を多様化するというところまで含めて考えれば、発電所の発電規模だけで経済性を測定すべきなのだろうか
- また、環境問題その他のさまざまな外部性を考慮する必要がある、かつ、上流の国際エネルギー市場がピュアな市場原理が機能しているとは到底言えないのに、下流の発電事業だけを市場化することが最も合理的な政策だと言えるのだろうか
- 日本の電力システムは、①安定供給に必要十分な一定の冗長性を持った設備の確保、②国際エネルギー市場で伍していける購買力の形成、③電源の多様化によるリスク分散、の3つの条件を満たす必要がある。
- あいにくだが、この3条件は、送電線を開放して発電分野における新規参入を促し、既存事業者と激しく競争するという送電線開放モデルが期待している姿と両立しにくい

昨今、日本の電力システムでは、次のような安定供給を脅かす事象が起こっており、澤が10年前に指摘した懸念が顕在化している

- 関東地方を中心に、2022年1月・3月の電力需給ひっ迫、また、2022年度夏および冬の電力需給ひっ迫の見通し
 - ・前頁①（冗長性を持った設備の確保）の懸念が顕在化
- 2021年年初における全国的な電力需給のひっ迫
 - ・大量の在庫が困難なLNGへの過度な依存が進展し、電源ミックスが脆弱化する
すなわち、前頁③（電源の多様化によるリスク分散）の懸念が顕在化
- 脱ロシアを進める欧州も参戦する化石燃料、特にLNGの争奪戦
 - ・前頁②（国際エネルギー市場で伍していける購買力）の懸念が顕在化

発電分野の規模の経済性の消滅を前提とした改革は正しかったか？ 再考の視点

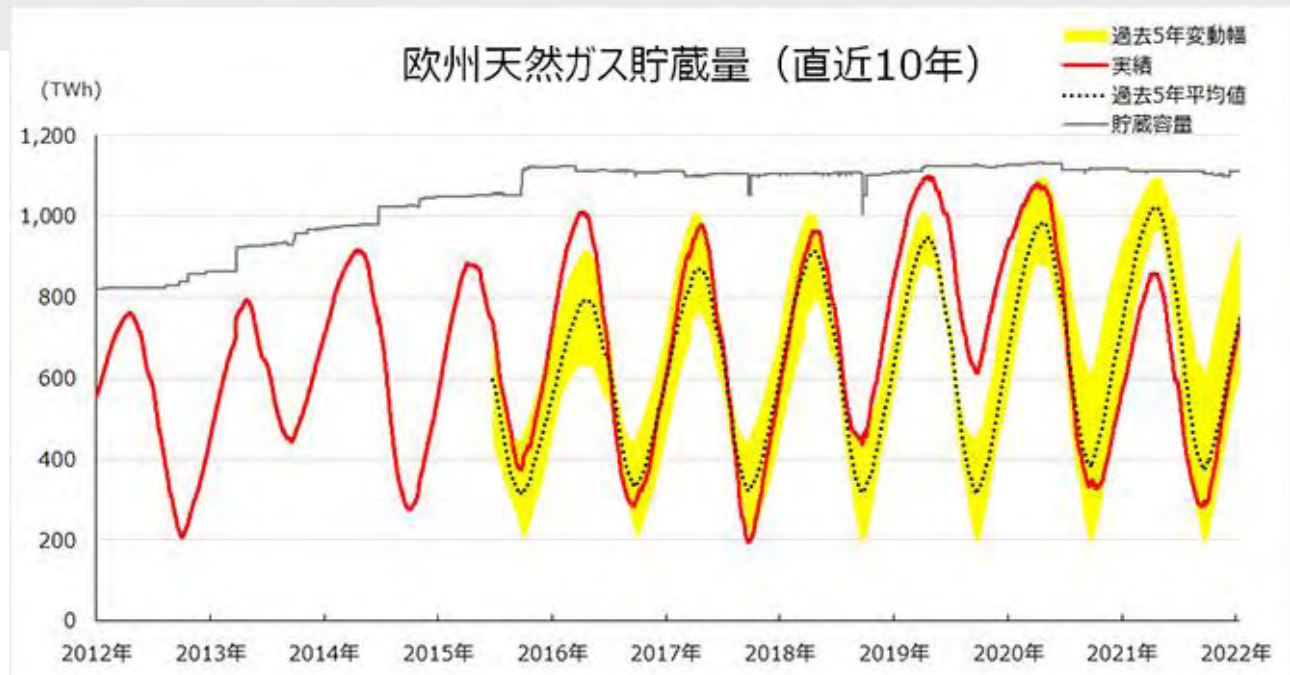
- **市場の不完全性**（市場の需給調整能力は余剰設備のスリム化には効果的だが、新たな投資を呼び込むインセンティブは過小になる）
- **日本のエネルギー事情**（欧米に比べ供給のバッファに乏しい）
- **2050年カーボンニュートラルの政府目標**（「市場原理を超える投資」が必要とされる一方で投資環境は悪化）

- 欧州：天然ガスパイプライン供給網が発達。巨大な地下貯蔵施設が多数存在し、数か月分の消費量に相当するガス在庫が可能。北欧地域に豊富な水力発電所は数か月分の発電に相当する巨大な貯水池を持つ
- 日本：水力発電所の貯水量は数日分レベルに過ぎず、天然ガスはほとんどを輸入LNGに依存している。低温で液化しているため、大量在庫は難しく、発電用LNGの在庫は通常14日程度である

□ 日本はエネルギー供給のバッファが欧米に比して貧弱であることを再認識する必要がある

□ その環境の中でデリケートな制約を持つ電力を安定供給しなければならない

□ 単純に欧米を模倣した改革であってはならない



(注) 欧州の天然ガス貯蔵容量約1,100TWhはLNG換算で約8,500万トンであり、日本の年間LNG輸入量にほぼ匹敵する

2020年10月26日 臨時国会における菅義偉首相所信表明演説 抜粋

- 菅政権では、成長戦略の柱に経済と環境の好循環を掲げて、グリーン社会の実現に最大限注力してまいります。わが国は、2050年までに、温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする、すなわち2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指すことを、ここに宣言いたします

「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」（2021年6月） 抜粋

- 2050年カーボンニュートラルを目指す上では、電力部門以外では革新的な製造プロセスや炭素除去技術などのイノベーションが不可欠となる。電力部門は再生可能エネルギーの最大限の導入及び原子力の活用、さらには水素・アンモニア、CCUS などにより脱炭素化を進め、**脱炭素化された電力により、電力部門以外の脱炭素化を進める**
- 専門機関による、シナリオ分析では、2050年にカーボンニュートラルを実現する上では、**電化の進展により約3～4割電力需要が増加することが見込まれる**中、膨大な電力需要を賄うには、政策の選択肢を狭めることなく、最大限導入する再エネの他、原子力、水素・アンモニア、CCUS／カーボンリサイクルなど脱炭素化のあらゆる選択肢を追求する重要性が示唆された 出所：内閣官房ほか（2021）

- 2050年カーボンニュートラル達成には、**今後30年で電力設備投資ラッシュが必要**
 - 総合資源エネルギー調査会基本政策分科会で公表された地球環境産業技術研究機構によるシナリオ分析（RITE、2021）（※）によると、2050年の電力需要は1.35～1.5兆kWhと、現状（約1兆kWh）から相当程度増加する
（※）再エネ100%ケースでは、電力コストが高いことから電化がほとんど進まず、発電電力量は現状から横ばいとなっている。このケースは除外した。
 - 2050年1.4兆kWhとすると、今後30年間で電力需要は毎年平均約130億kWh増加
 - 日本の電力需要の経年推移；
電力小売自由化が始まった2000年以降は、横ばいまたは減少傾向
1970～2000年の30年間は、毎年平均で約200億kWhの増加
- 「30年間で毎年平均約130億kWh」の増分需要は、過去に経験がない水準ではないが；
 - 今後の30年間は増分需要への対応だけでなく、脱炭素化に向けて、既存の発電設備のストックにもリプレースや追加の投資が必要である
 - 1970～2000年の30年間は、日本の電力システム改革は本格化しておらず、法的独占＋供給義務＋総括原価制度の時代であり、投資回収のリスクを懸念する必要は基本的になく、増大する需要にいかに対応するかを専ら考えていた時代である

他方で、2050年カーボンニュートラルは民間による電源投資判断を困難にする要素がある

① 電化の進展で電力需要の増加が見込まれるものの、本当に増加するか不透明

- 電化は需要側機器のストックの入れ替えを伴うので、過去のトレンドを見ても急に進展するものではない
- 2050年までにカーボンニュートラルを達成するには、過去のトレンドを変える必要がある。それには強い政策が必要であり、それが採られなければ、人口の減少に伴って電力需要がむしろ減ってしまう可能性もある

② 電源ミックスを構成する技術の多くがまだ実装に至っていない、あるいは実装はされていても自立に至っていない技術である

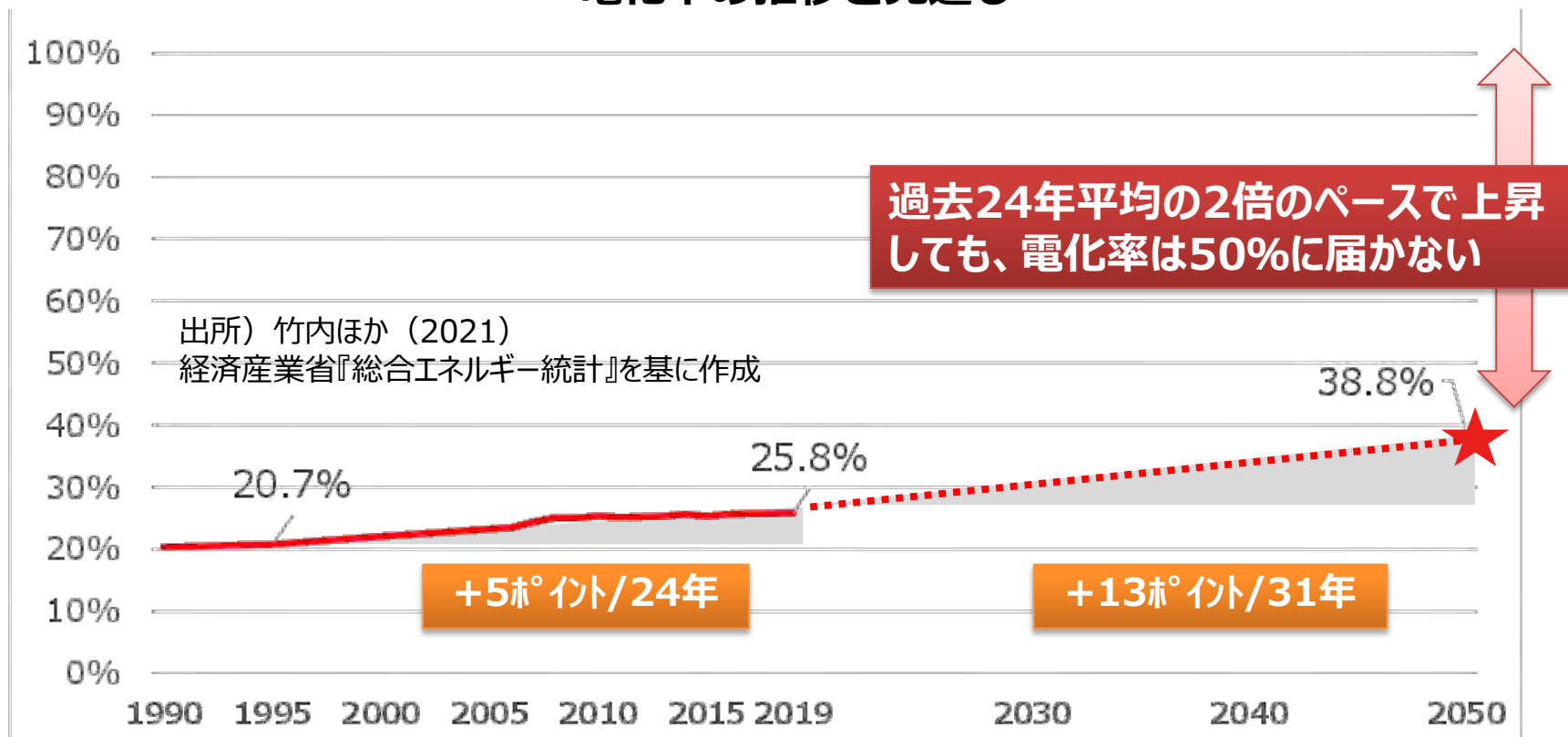
- 多くの技術が政策補助が必要とする段階にあり、当該技術がどの程度実装されるかは、政策補助の強度に多分に影響され、これが電源投資の判断を難しくする
- 加えて、「最終的には置換されるが、過渡期においては必要な在来技術」への投資判断も難しくする

③ 電力システムが今以上に固定費比率の大きなコスト構造になる

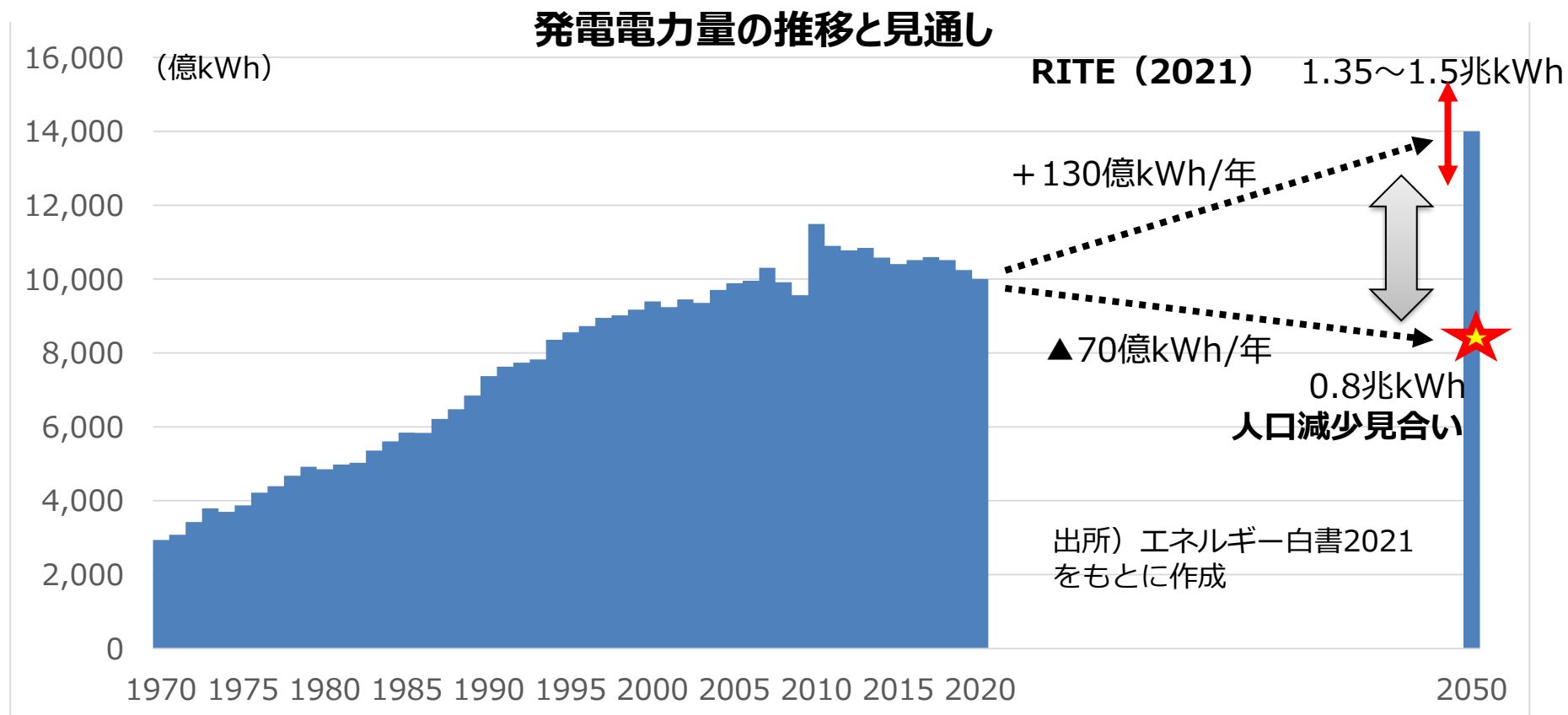
- 再エネの限界費用はゼロであり、原子力も限界費用が小さい技術である
- 電気事業はもともと固定費の比率が大きな産業だが、今後は固定費回収がさらに重荷になる

- 電化率（最終エネルギー消費に占める電力の割合）は従来より上昇傾向だが、現状でも最終エネルギー消費の7割超は電気ではなく、化石燃料の直接燃焼である
- 電化率は今後も上昇が見込まれるが、**電化は需要サイドのエネルギー利用設備のストックの置き換えが必要なため、自然体では2050年になっても50%に届かない**

電化率の推移と見通し



- RITE (2021) では、2050年の電力需要は電化の進展により、1.35～1.5兆kWhへの増加を見込むが、電化が進展しなかった場合は、人口の減少に伴って電力需要がむしろ減ってしまう可能性もある

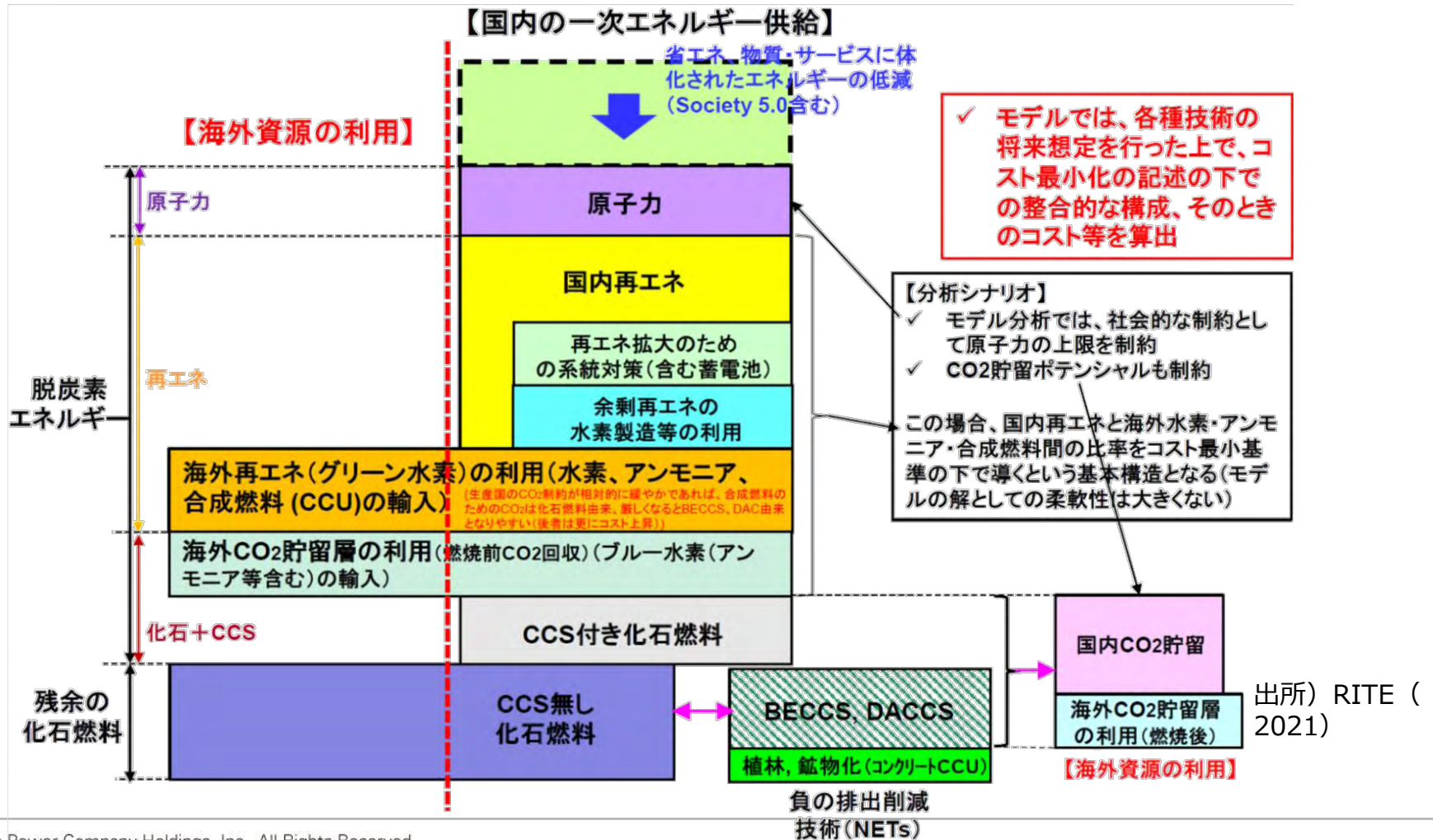


- 電化率は今後も世界的に着実な上昇が見込まれるが、2050年カーボンニュートラルに間に合わせるためにはトレンドを変える強い政策（時間を買う政策）が必要
- これから建設する建物は、2050年まで残る可能性が大きいいため、今から規制をする必要がある

海外における「時間を買う政策」の例

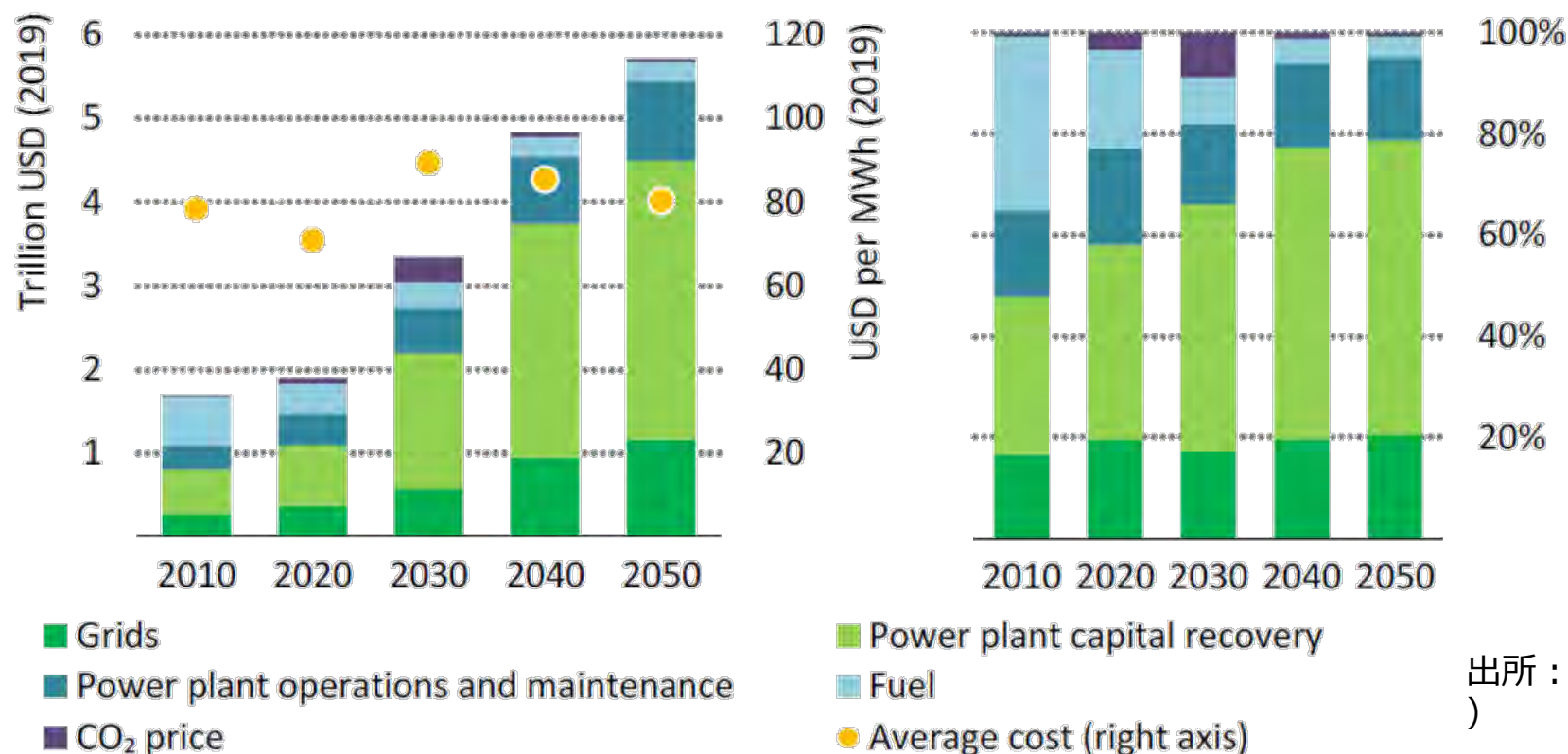
ドイツ	建築物エネルギー法により、新築建物には再エネ冷暖房（ヒートポンプ冷暖房による空気熱利用等）の設置が義務化。2026年からは石油・石炭ボイラの設置が禁止
英国	2021年に公表した、「熱・建物戦略」において、2035年以降にガスボイラの新規・更新設置を段階的に廃止する方針を示した
フランス	「建築物における暖房または温水製造設備の設置に関する環境性能の最低基準（2022.1.5）」により、住宅への石油・石炭ボイラの新規・更新設置が実質禁止 建築物環境規制RE2020により、新築戸建住宅への石油ボイラ・ガスボイラの設置が実質禁止。新築集合住宅には猶予期間を設定
米国 ニューヨーク市	2021年12月の建築規制改正により、2023年12月以降の新築建築物で天然ガス使用を禁止。7階建て以上の新築建築物については、2027年から禁止
米国 カリフォルニア州	2023年の新築建築物から適用される「Energy Code 2022」では、住宅および集合住宅に「電化レディ要件（将来の電化システム更新に備えて、新築時に分電盤や電気配線を準備）」を義務化
米国 シアトル市	4階建て以上の新築建築物（商業建物、集合住宅）はガス暖房禁止

- 下図は、RITE (2021) がモデル計算で考慮した技術群であるが、まだ実装に至っていない、あるいは実装はされていても自立に至っていない、**政策補助が必要な段階の技術が多い**



- もともと電気事業は設備産業で固定費の比率が高いが、今後さらにその傾向が顕著に
- IEA“Net Zero by 2050 A Roadmap for the Global Energy Sector”によると、ネットゼロを達成した2050年の世界の電力システムのコスト構造は、資本費が80%、燃料費+炭素価格で5%

Figure 4.9 ▶ Global electricity supply costs by component in the NZE



出所：IEA (2021)

- 送電線開放モデルは、「発電分野の規模の経済性の消滅」を前提に「多くの発電事業者が参加する競争的な電力供給」を実現し、究極的には発電分野の完全競争市場を目指すものと理解される
- 完全競争市場の成立の要件は、(1) 無数の消費者・生産者の存在 (2) 財の同質性 (3) 情報の完全性 (4) 市場への参入・退出の自由
- 電気は同質性が高い財であり、(2)は成立する。震災後の改革では、規模経済性消滅を前提に理論経済学者がリードして(1)を目指し、市場の需給調整機能により安定供給は確保されたとしたが、現実の電力市場は(3)(4)が成立しないので市場は完全でなく、市場により確保される供給力は過小になる
- また、日本の電力システムに求められる「国際エネルギー市場で伍していける購買力の形成」「電源の多様化によるリスク分散」も考慮すると、発電分野の規模の経済性が消滅したという前提自体が間違っていた可能性もある
- 今後も「(4) 市場への参入・退出の自由」は当てはまらない。加えて、2050年カーボンニュートラルの政府目標に起因して、電力需要と必要な技術実装の見通しは不透明感を増し、「(3) 情報の完全性」からさらに遠いものになる

□ **「送電線開放モデルの継続」と「電力の安定供給とカーボンニュートラルの推進に必要な投資の確保」の両立は困難ではないか**

- 発電・卸売を送配電網と同様に、すべての小売電気事業者ひいてはすべての需要家が支える共通インフラ（あるいは協調領域）と位置付ける
 - ⇒ 日本のエネルギーセキュリティに資する規模の経済を確保
- 将来に向けて必要な供給力は系統運用者等が量を一元的に定め、一元的に電源入札などにより長期契約による調達（シングルバイヤー）。落札電源はコスト回収を保証
 - ⇒ 発電会社は将来需要の不確実性のリスクを回避
- すべての小売電気事業者は、シングルバイヤーから同一の条件（例：単一のシステム限界費用）で卸電力を調達
 - ⇒ 小売分野の競争は価格競争ではなく、サービス競争になる
 （「小売りサービス多様化モデル」の名称の由来はここ）

	送電線開放モデル	小売りサービス多様化モデル
送配電 (系統運用)	共通インフラ	共通インフラ シングルバイヤーとして、需要を満たす供給力を入札・長期契約により確保 確保した供給力を一元的に運用
発電・卸売	競争領域	共通インフラ（協調領域）
小売	競争領域	競争領域 ただし、価格競争でなくサービス競争

ご清聴ありがとうございました

- 服部徹、高橋雅仁、坂東茂、加部哲史（2015）『[ピークタイム・リベートによる家庭用需要家のデマンドレスポンスの効果－北陸地域の実証データに基づく分析－](#)』電力経済研究第62号
- 八田達夫（2004）『電力競争市場の基本構造』八田達夫・田中誠編著「電力自由化の経済学」第1章、東洋経済新報社
- 西村陽、戸田直樹、穴山悌三（2021）『未来のための電力自由化史』日本電気協会新聞部
- 澤昭裕（2012）『電力システム改革 小売りサービス多様化モデル』特集 リアルに考える原発のたたみ方特集論文-5 一ツ橋ビジネスレビュー2012年春号
- 再生可能エネルギー等に関する規制等の総点検タスクフォース（再エネTF）（2020）『[容量市場に対する意見](#)』
- 山本 隆三、戸田 直樹（2013）『[電力市場が電力不足を招く、missing money 問題（固定費回収不足問題）にどう取り組むか](#)』 IEEI Discussion Paper 2013-001
- 金本良嗣（2022）『[電力システムの経済学II：上限価格と容量市場](#)』RIETI Discussion Paper Series 22-J-026
- Keppler(2014) “[First Principles, Market Failures and Endogenous Obsolescence: The Dynamic Approach to Capacity Mechanisms](#)” , CEEM Working Paper 2014-816
- 独経済エネルギー省（2015）“[An electricity market for Germany’s energy transition White Paper by the Federal Ministry for Economic Affairs and Energy](#)”
- Potomac Economics（2020）“[2019 State of the Market Report for the ERCOT Electricity Markets](#)”
- IEA（2016）『[電力市場のリパワリング：低炭素電力システムへの移行期における市場設計と規制](#)』荻本和彦、岡本浩、戸田直樹ほか訳、原題は“Re-powering Markets : Market design and regulation during the transition to low-carbon power systems”
- 石油天然ガス・金属鉱物資源機構（JOGMEC）『[天然ガス・LNG在庫動向（2022年7月）](#)』
- 内閣官房、経済産業省、内閣府ほか（2021）『[2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略](#)』
- 地球環境産業技術研究機構（RITE）（2021）『[2050年カーボンニュートラルのシナリオ分析（中間報告）](#)』第43回総合資源エネルギー調査会基本政策分科会 資料2
- 竹内純子、伊藤剛、岡本浩、戸田直樹（2017）『エネルギー産業の2050年 Utility3.0へのゲームチェンジ』日本経済新聞出版
- 戸田直樹、矢田部隆志、塩沢文朗（2021）『カーボンニュートラル実行戦略:電化と水素、アンモニア』エネルギーフォーラム社
- 竹内純子、伊藤剛、戸田直樹（2021）『エネルギー産業2030への戦略 Utility3.0を実装する』日本経済新聞出版
- IEA（2021）“[Net Zero by 2050 A Roadmap for the Global Energy Sector](#)”
- Elaほか（2021）“Electricity Market of the Future Potential North American Designs Without Fuel Costs” IEEE power & energy