

DC open Intelligenceセミナー 第2回

DC立地・系統接続・供給制約

電力中央研究所 グリッドイノベーション研究本部

上席研究員 山田 智之

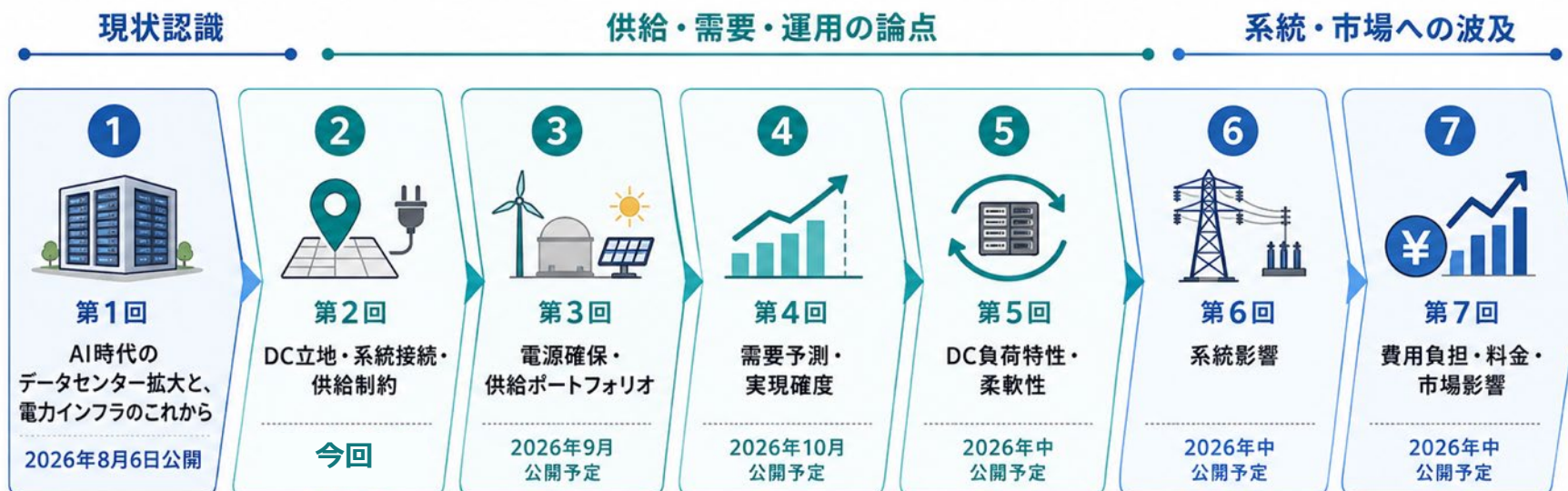
2026/08/31

 電力中央研究所

データセンター(DC)の急増は単なる「電力需要の増加」に留まらず、供給・需要・運用まで複合的に対策する必要がある

- 生成AIの急速な普及を背景に、世界各地で大規模DCの建設や計画が相次いでいる。特に米国では、**電力需要の急増、系統接続、電源確保、送配電設備の増強、地域社会との調和**など、これまで十分に想定されていなかったさまざまな課題が顕在化している。
- 日本でも本格化しつつあるこのテーマについて、DCの導入・拡大に伴う電力システムや社会への影響について、**幅広い関係者が共通認識を持ちながら議論することが必要**。

DC open Intelligence セミナーシリーズの予定





01. DCの電力需要 拡大の特徴



02. 電力系統が 直面する課題



03. 系統接続の論点

DCは全国一様には建設されず、特定都市・地域にクラスター化。 電力系統では「どこに増えるか」が重要

- 従来型DCは、通信回線容量、通信遅延、人材、既存事業者の集積などを理由に、**特定都市・地域にクラスター化しやすかった。**
- 周辺の変電所・送電線の容量が不足し、**系統を増強するまで接続できない地域が生じる。**
- 近年の**AI向け大型DCは、電力系統に接続可能な場所を選ぶ傾向あり。**

英国ロンドンと関西のDC立地分布図^[1]



日本各地にAI向けDCの計画^[2]



AI向けDCでは、一つの需要地点が「大型発電所1基」に匹敵する規模になり得る

- 従来の小規模DC：500 kW～2 MW程度
ハイパースケールDC：数十～**100MW級**が中心だった。
AI向けDC：数百MW～GW級の計画が登場（GPU等を高密度配置したキャンパス開発）
- 一つの建設計画だけでも、変電所・配電線だけでなく、上位系統まで影響が波及し得る。

秋田県秋田市^[1]

- ・最大500MW級のDC開発計画
- ・整備費2兆円規模、海外投資受入
- ・候補地：下新城地区工業団地（下画像）
または北部工業団地



富山県南砺市^[2]

- ・DC集積地 3.1GWの計画
- ・第1フェーズで、消費電力300MW相当の土地を事業者が取得



米国：オハイオ州^[3]

- ・PORTS-Pikeテクノロジー
ジーキャンパスに**最大8GW**のIT容量のAI計算DCキャンパス建設計画
- ・第1フェーズ 800 MW



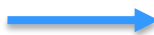
DCは1～3年で建設しうるが、電力インフラは時間がかかるため、世界各地で系統接続待ちが長くなっている

- DCは標準化・モジュール化が進んでおり、建設期間は**最短1～3年程度**とされる。
- 一方、接続集中エリアでは、電力系統制約により、新設DCの接続待機期間は長期化。
(日本：電力供給まで**10年待ち**の事例あり、欧州FLAP-D※：平均**7～10年**, 最大**13年**)
- 特にAI開発競争では「Time to Power」が事業競争力に直結。電力供給に時間がかかる場合、オンサイト電源や既存施設活用によって計算設備を稼働させる動きも見られる。

DCと送電線建設のリードタイム



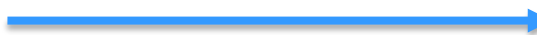
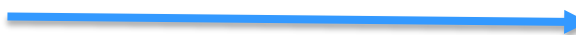
DC建設

1-3年^{[1][2][3]}

大型変圧器の調達

～4年^[4]

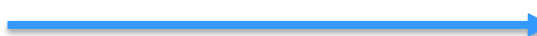
送電線の計画～建設

4-10年^{[2][5]}送電線建設の
環境アセスメント4-11年^[6]

新規発電所建設

3-5年^[3]

発電所までの送電設備建設

～10年^[3]

※FLAP-D：Frankfurt, London, Amsterdam, Paris, Dublinの従来のDC集積ハブ

[1] CBRE. North America Data Center Trends H2 2024. 2025年2月。 [2] EPRI. Powering Intelligence: Analyzing Artificial Intelligence and Data Center Energy Consumption. 2024年5月。 [3] GridLab. Practical Guidance and Considerations for Large Load Interconnection Process Improvements. 2025年3月。

[4] IEA. Building the Future Transmission Grid. 2025年2月。 [5] California Public Advocates Office. Transmission Project Development Timelines in California. 2023年6月。 [6] Clean Air Task Force. Contextualizing Electric Transmission Permitting: Data from 2010 to 2020. 2024年3月。

DC事業者は「いつ、どの電源から調達するか」も重視するようになりつつある

- 大手IT事業者では、DC需要の拡大と並行して、**非化石電源の大口調達**が進んでいる。
 - 2025年の世界のクリーン電力購入では、IT大手が上位を占める^[1]。
- 調達は「年間で非化石証書を合わせる」方式から「**時間・地域まで合わせる**」方向へ
 - Googleは、2030年までの24/7 Carbon-Free Energyを掲げる^[2]。
 - Microsoftは、2030年までに「100/100/0」を掲げる^[3]。
- ドイツのエネルギー効率法(Energieeffizienzgesetz)は、300 kW以上のDCへ、2027年1月以降100%、**非化石電力の利用要件**を設ける^[4]。

世界のクリーンエネルギー調達企業 ^[1]

投影のみ

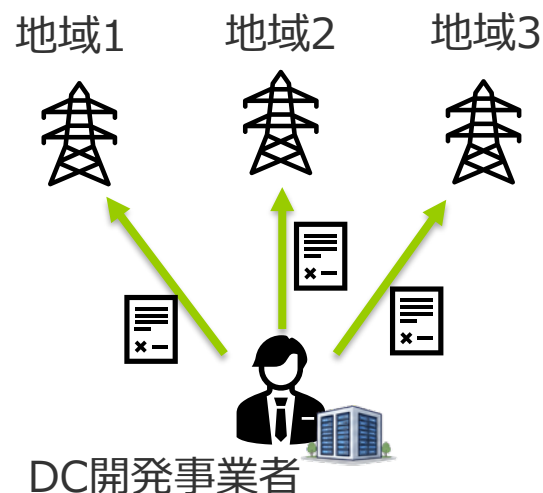
Googleの24/7 CFEの概念図 ^[2]

投影のみ

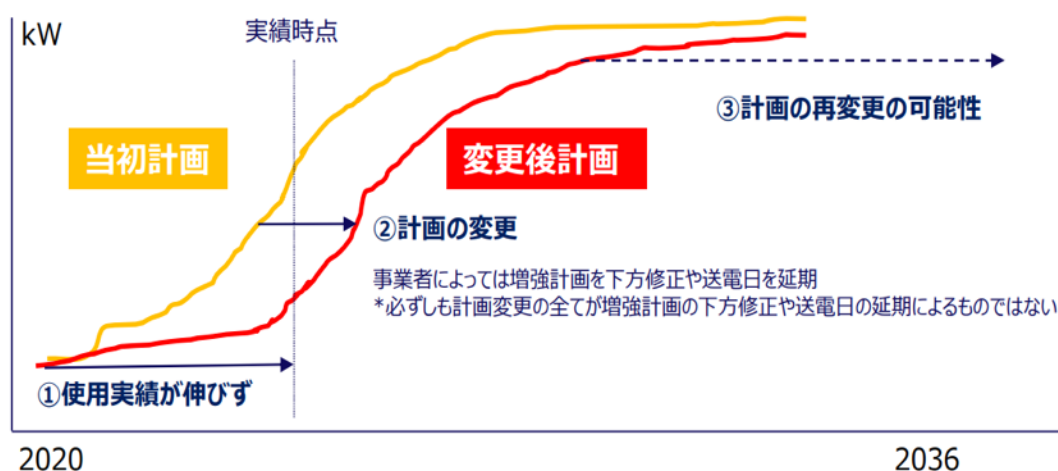
接続申請したDCが、申請通りに電力を消費するとは限らない

- 一部の事業者による最終立地決定前に複数地域へ申請する「ロケーション・ショッピング」等、**実需を伴わない系統接続申請**が生じている。^[1]
- また、DCは段階的に増設され、GPU調達、市場需要、資金調達等でも計画は変化する。そのため、**申請時の最終容量と実際の需要には大きな差**が生じ得る。
- 電力需要の「**時期・規模・実現確度**」が**不確実**な下で、電力系統投資の判断が必要。

系統接続前：投機的申請



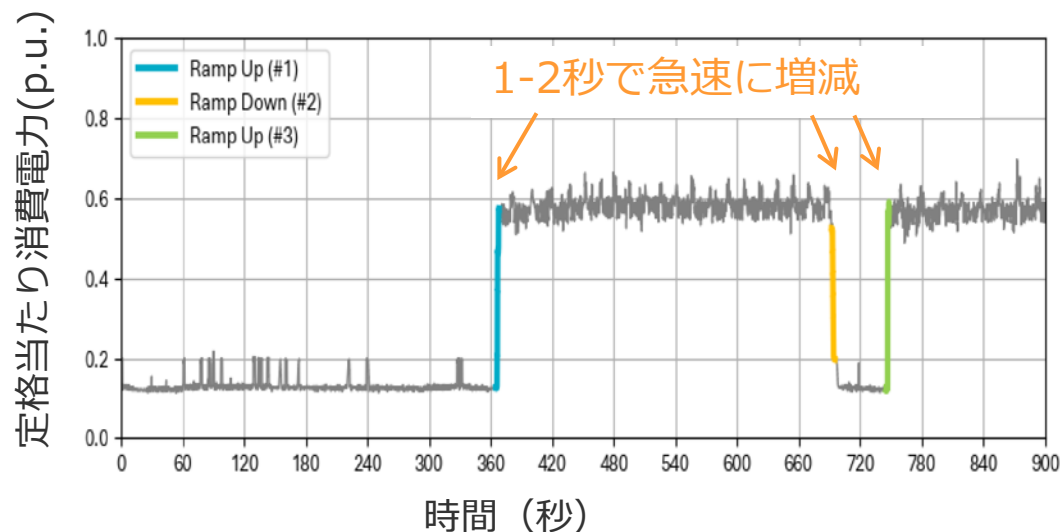
系統接続後：契約電力の下方修正^[2]



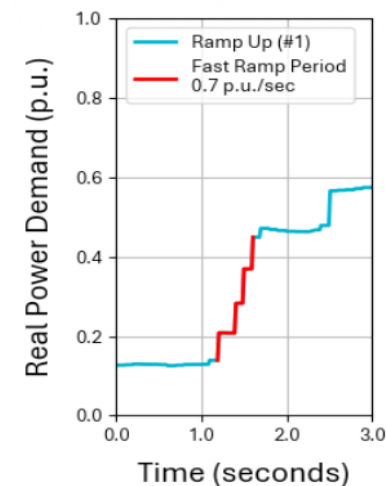
AI向けDCは「一定の電力負荷」ではない

- AIモデルの**学習（training）**と**推論（inference）**では、電力需要の特性が異なる。
 - AI計算では大規模なGPUクラスターで計算処理するため、学習処理の実行中学習途中の状態を保存するチェックポイントの保存時に、**電力需要が急激に変動する**。
- また、DC内部にはUPS、蓄電池、冷却設備、電力変換装置、保護制御等が存在し、系統事故時の応答は複雑

AI DC(50MW)の学習時の電力消費例[1]を元に著者が訳注



Ramp up 1の拡大図



DCの電力需要拡大の特徴のまとめ

従来型DCとAI向け大型DCの比較

従来型DC



一案件は数MW～数十MW級が中心



通信インフラ、顧客近接性、人材・産業クラスター等により特定地域へ集中しやすい



従来は2～3年が目安
系統制約により接続が5年以上に長期化傾向



脱炭素電源の年間マッチングから、
1時間ごとへ



予測可能性が(AI向けDCより)
相対的に高い



比較的安定した負荷として
扱われることが多かった



電力需要の規模



地理的分布



開発タイムライン



脱炭素電源



予見性



負荷特性

AI向け大型DC

一案件で数百MW～GW級に到達し得る



数百MW級の負荷を受け入れられる系統余力を求め、
既存DC集積地の外へ分散する動きあり



100MW超では系統接続と電源確保が長期化し、
5～10年と長期化しうる



原子力など脱炭素電源を求めるが、
目先は迅速な電源確保を優先



資金調達、設備調達、AIサービス市場動向、
運用設計等に左右される



短時間の負荷変動、電圧低下時の負荷脱落など、
従来 of 負荷とは異なる挙動をすることがある





01. DCの電力需要 拡大の特徴



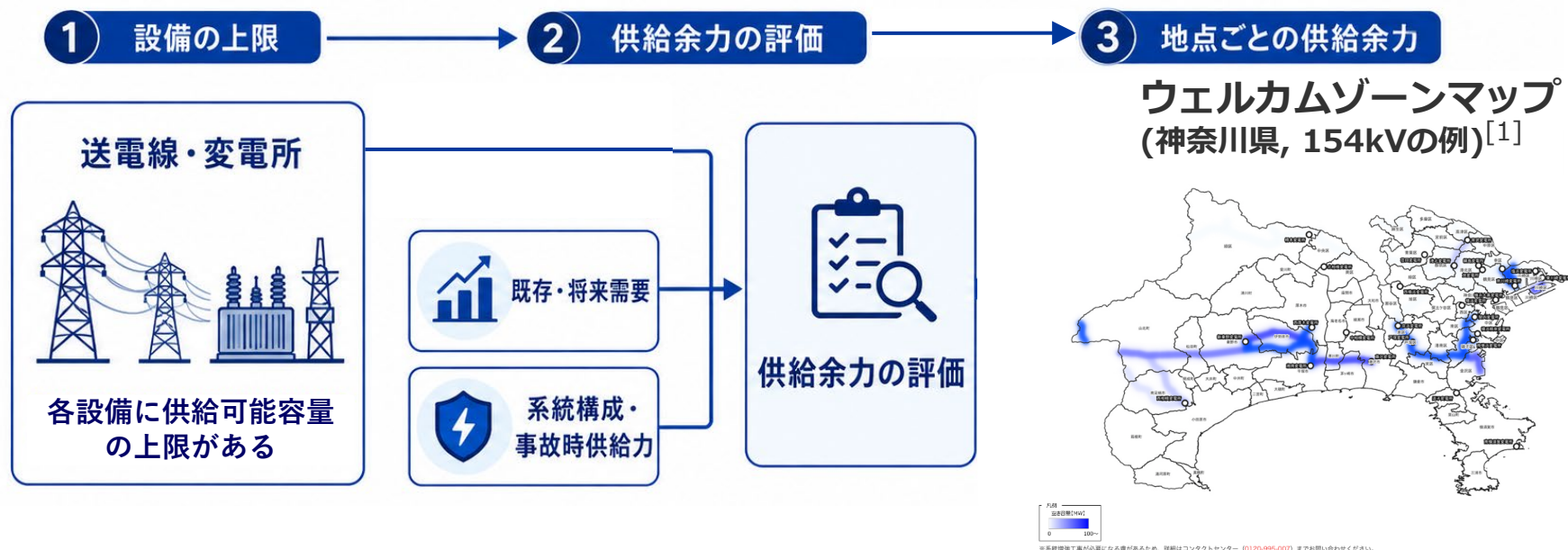
02. 電力系統が 直面する課題



03. 系統接続の論点

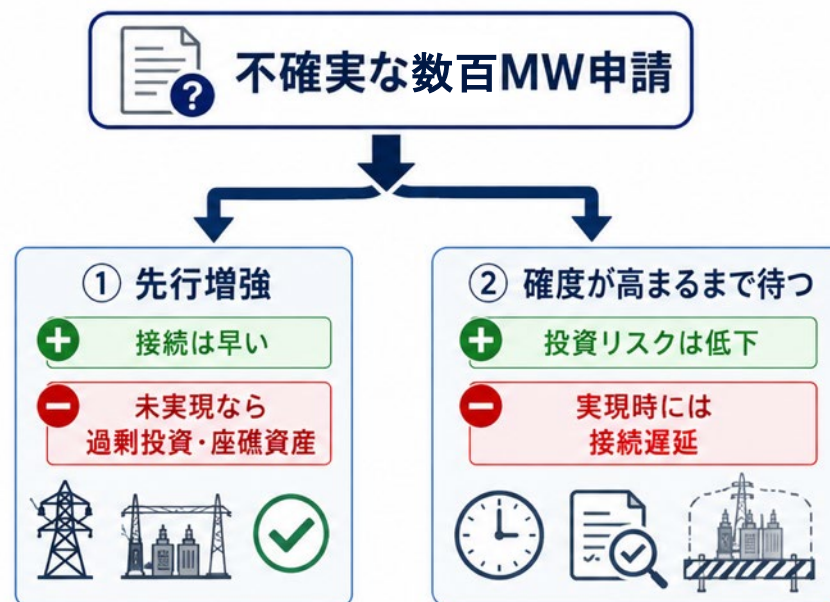
前提：電力系統には供給可能な容量に制約がある

- 送電線・変電所などの電力設備には、供給できる電力に上限がある。
- 実際の供給可能容量は、設備容量だけでなく、既存・将来需要、系統構成、事故時の供給能力等を考慮して決まる。
- このため、新たな大口需要を受け入れられる余力は地域・地点によって異なる。



電力系統投資は、先に造れば座礁リスク、待てば接続遅延リスクというジレンマを抱える

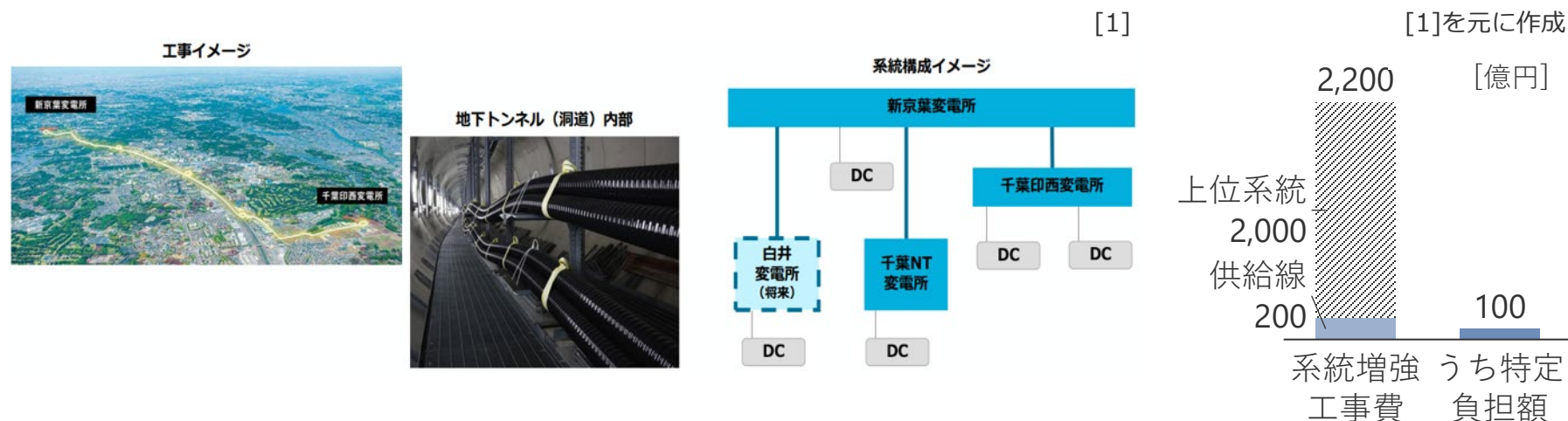
- 前述のように、DC建設は早ければ1～3年である一方、新規送配電線は4年以上、ケースによっては**7～10年を要する**。
 - 案件の実現確度が低いうちに設備投資してしまうと、案件中止時に過剰設備・座礁資産となる。
 - 実現確度が高まるまで待てば、DC側の希望時期に電力を供給できず、**産業立地そのものを失う可能性がある**。



全国の供給力が足りるとしても、DCが特定地域に集中すると、変電所以下の配電レベルで容量制約が発生し得る

- 印西・白井エリアは千葉県印西・白井エリアでは強固な地盤や都心へのアクセスの良さ等を背景に、DC等の立地が進み、**電力需要が増加**。
 - 2025年3月時点で、連系待ち大規模負荷が約40件・計約2,500MWに達していた。
- 系統増強は供給線だけで約200億円、全体では約2,200億円の工事が見込まれる。
 - **上位系統に係る工事の費用負担**は、エリアの広範囲に裨益することが想定されるところとして、一般負担（エリアの託送料金負担）とされている。

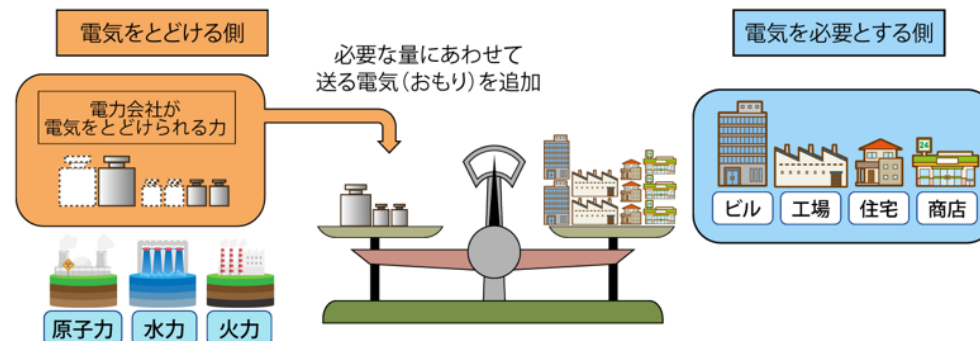
東電PG(印西・白井エリア)における系統整備事例



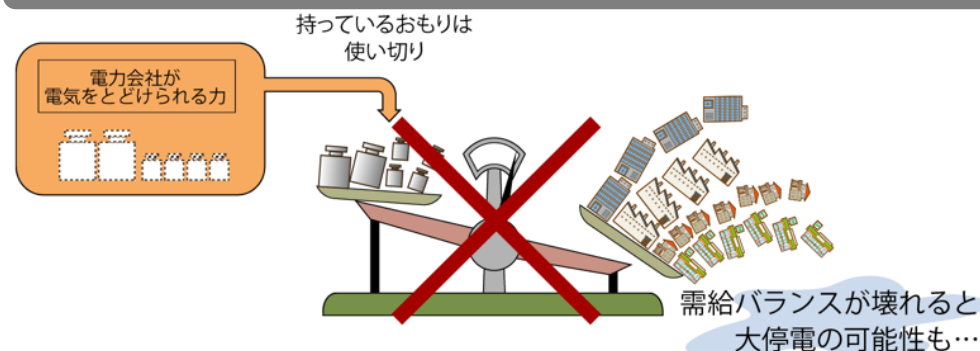
前提：電力系統は需給バランスを一定に保つことが必要

- 電気を安定して供給するためには、**発電量（供給）と消費量（需要）**が同じ時に同じ量になっている必要がある。これらの量が常に一致していないと、電気の品質（周波数）が乱れてしまい、電気の供給を正常に行うことができなくなってしまう。
 - 電力会社は、この電力の需給バランスを一定にするために、あらかじめ作成した発電計画をベースにしつつ、刻々と変動する電力需給に合わせて発電量を変え、供給する電力量を需要と一致させ続ける努力をしている。
- ⇒ 系統とDCとの関係がバランスすることが重要

電力の需要と供給（電力需給バランスが均等な時）



（需要＞供給となった時）



大規模DCの接続では送電線だけではなく、追加の供給力も必要

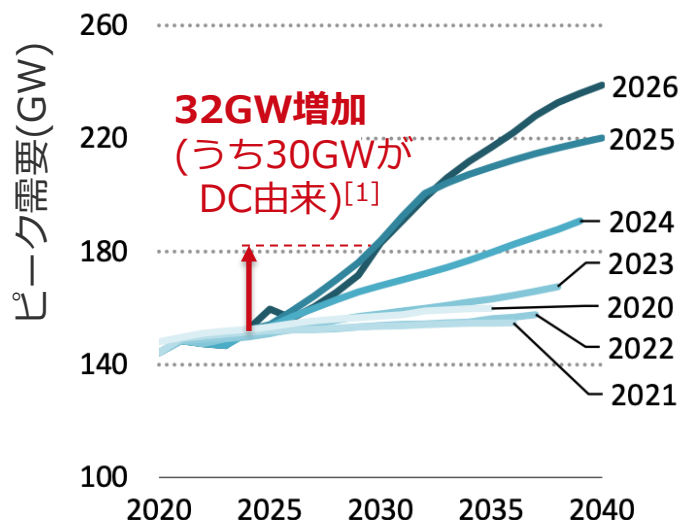
- 数百MW～GW級の電力需要には、
 - 送配電容量に加え、
 - 供給力・予備力・調整力の確保が必要になる。
- DCが発電所近傍で直接電力を調達したとしても、バックアップ供給、周波数・電圧維持などで系統に依存する場合がある。



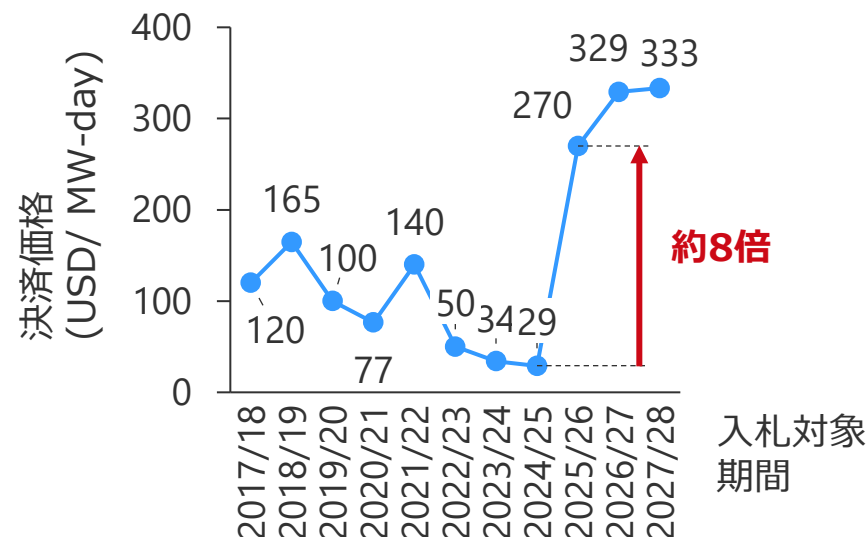
短期間の大規模な需要増は、送電設備だけでなく「将来の供給力確保」に波及する

- 米国PJMは2025年8月時点で、2030年までにピーク需要が**32GW**増加し、そのうち約**30GW**が**DC由来**と想定していた。^[1]
- 容量市場の決済価格は、2024/25年度の**28.92ドル/MW-day**から2025/26年度**269.92ドル/MW-day**へ**約8倍**となった。^[3]
- DCだけが価格上昇の唯一の原因ではないが、大規模需要増は追加供給力を必要とするため、容量市場の価格を高めうる。

PJMのピーク需要の見通し^[2]を元に訳注



PJMの容量市場各年度第1回目の決済価格^[3]



データセンターの電力需要予測は難しく、大きな負荷変動を起こすことがある

- 電力系統の運用では、需要を満たしつつ同時に十分な予備力が必要。このバランスを維持できない場合、**負荷遮断や大規模停電に繋がる恐れ**がある。
 - 特に、予備力が負荷変動に十分対応できない場合にも、そのリスクが高まる。
- 実際に、**DCが一斉に電力系統から切断し、しばらく再接続しなかった事例**がある^{[1][2]}

北米のあるDCにおいて、約450MWの負荷 36秒間で急減した例^[1]

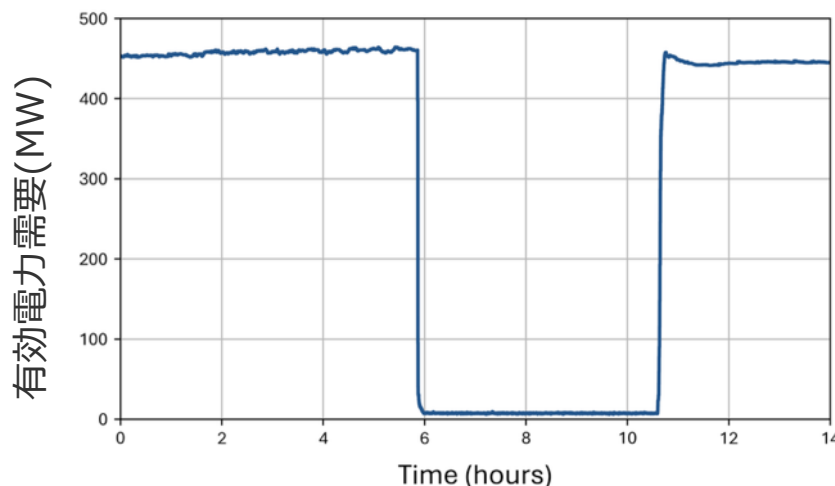
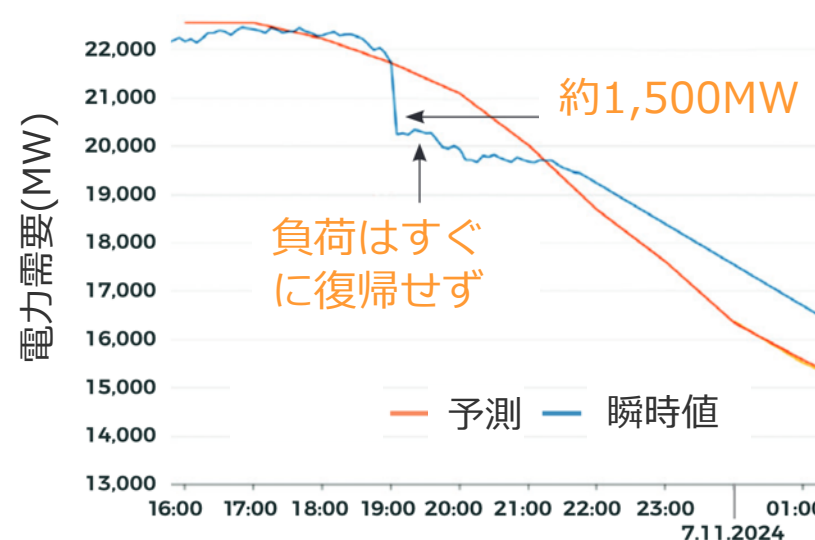
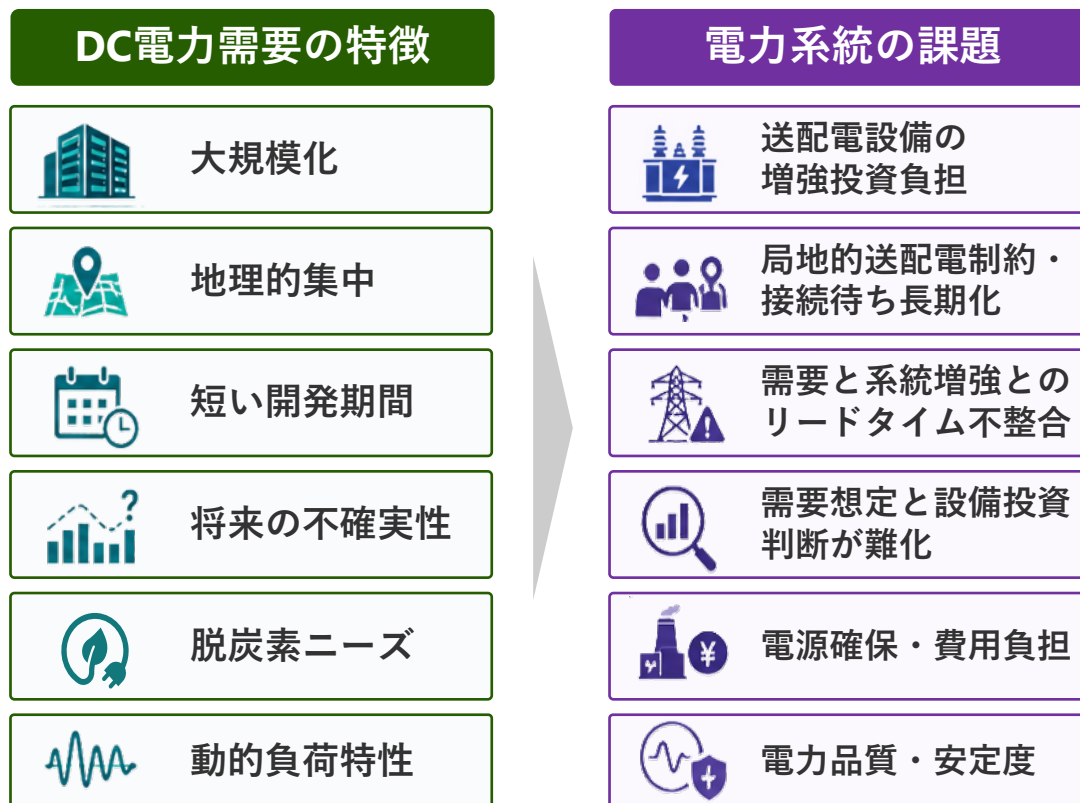


Figure 3.1: Data Center Load Ramp Down and Up

北バージニアのDC一斉脱落事例 (2024年7月)^[2]を元に訳注



今後のDCの系統接続は単なる電力量増加ではなく、従来とは異なる複合的な課題を電力系統にもたらしている





01. DCの電力需要 拡大の特徴



02. 電力系統が 直面する課題



03. 系統接続の論点

地点・時期・条件が組み合わさった大規模な需要の系統接続を考える必要がある

❓ どの案件を、いつ、何MW、どんな条件で系統接続すればいいのか？

▶ 接続制度の見直しや、データセンターの柔軟性の活用が求められる

DC電力需要の特徴



大規模化



地理的集中



短い開発期間



将来の不確実性



脱炭素ニーズ



動的負荷特性

電力系統の課題



送配電設備の
増強投資負担



局地的送配電制約・
接続待ち長期化



需要と系統増強との
リードタイム不整合



需要想定と設備投資
判断が難化



電源確保・費用負担



電力品質・安定度

❓ 接続面での論点

日本：接続可能性の情報公開と接続手続の規律化

■ [立地・申込前] 接続可能性を見える化：

- ウェルカムゾーンマップを拡充し需要家が接続申込前に確認できる情報を増やす。
- データセンター集積型GX戦略地域を選定し、自治体がDC誘致計画を策定

■ [契約申込時] 技術検討に必要な情報を確定： 契約申込時点で、技術検討に必要な情報が一定程度確定していることを求める方向で制度を見直す。

■ [供給承諾後] 容量確保のまま長期間止めない：供給承諾後は、原則3か月以内に工事費負担金を入金。接続意思を具体的なコミットメントで確認する。

DC集積型 産業立地の例

「GX産業立地」の類型

データセンターの集積

電力・通信インフラを踏まえてDC集積地を形成。DC需要に対応。



ブラジル：世界最大級のDC集積地を構想（約3GW）

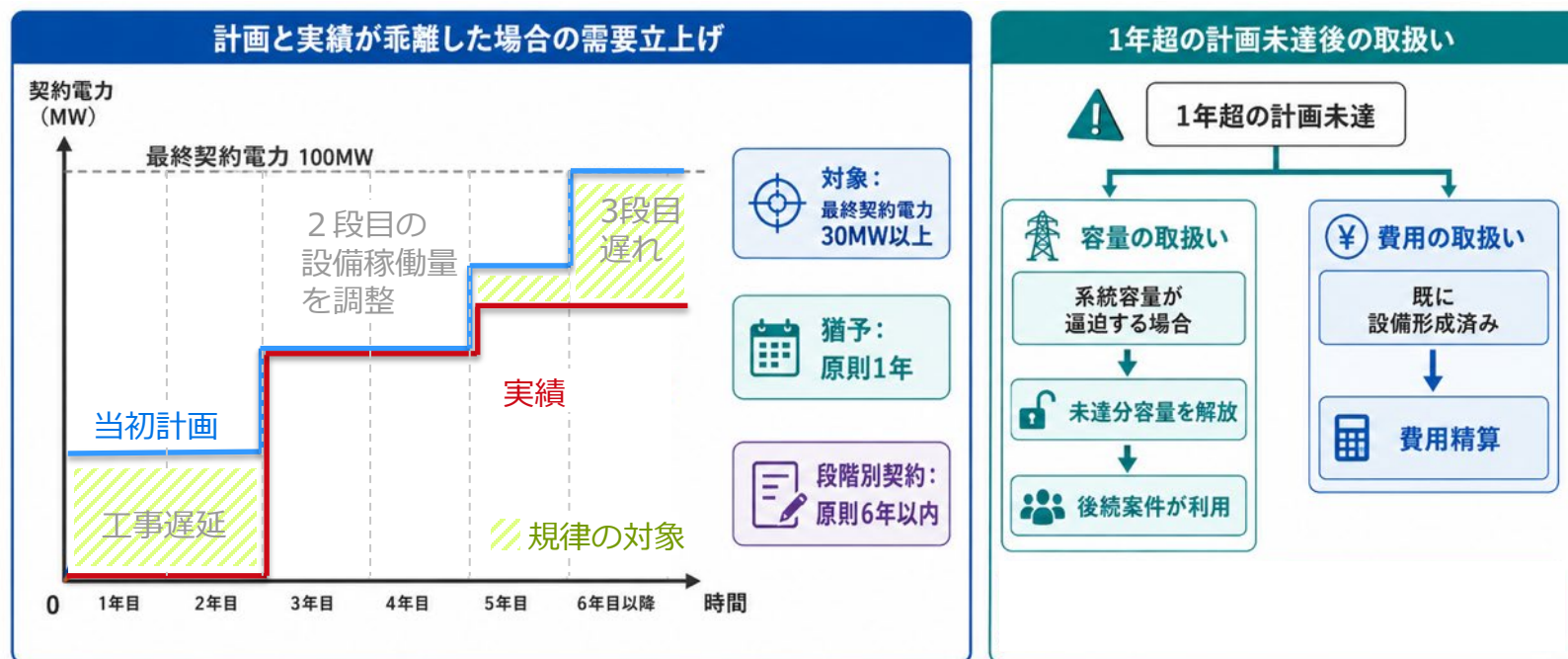
DCの接続手続きの変更の方向性



日本：「空押さえ」防止のため需要立上げ未達時の容量解放・費用精算の方向性

■ 2027年4月より、30MW以上の大規模需要には需要立上げの期限を設ける方向^[1]

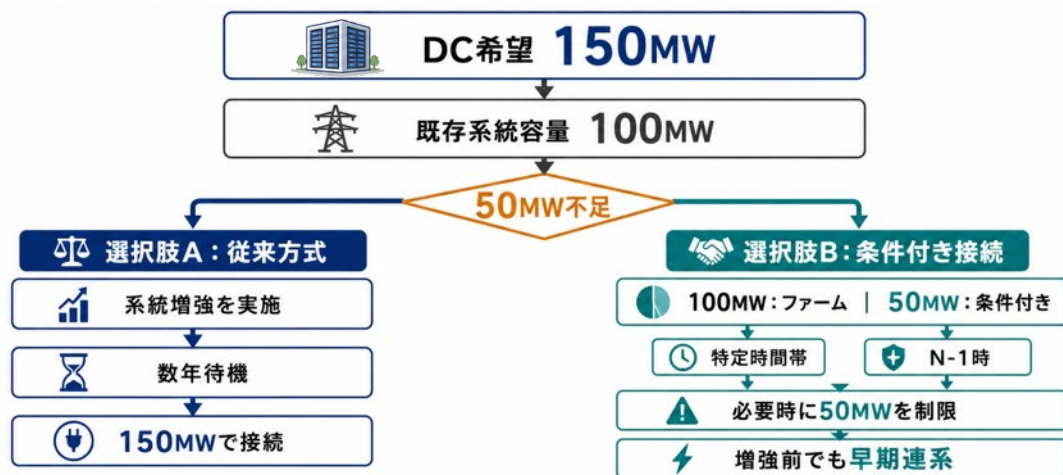
- 検討案では、段階別契約期間は**原則6年以内**とする。
- 電力需要が計画より下回る場合でも**原則1年間の猶予期間**を設け、猶予期間を超えて計画未達が続く場合、系統容量が逼迫する地域では、**計画未達分の確保容量を解放し、後続案件が利用できるようにする**。
- 一方、需要家の当初計画を前提として形成した設備の費用は、**需要家に一定の費用精算を求める**。



日本：条件付き接続による早期連系が議論されている

- 系統増強完了まで待つのではなく、**DCの柔軟性を活かすことを条件に早期連系する選択肢**を設けることが議論されている^[1]。ただし、技術や制度の詳細化は今後の課題。
 - 従来は、需要家は契約容量を平常時から系統逼迫時まで利用できることを前提に、必要な系統増強が完了してから接続する考え方が基本だった。
 - 条件付き接続の案として「**特定時間帯に受電上限を設ける方式**」（空き容量②）と「**N-1時に受電を制限する方式**」（空き容量③）※が示されている。

条件付き接続による早期連系のイメージ



変電所の空き容量の模式図^[2]



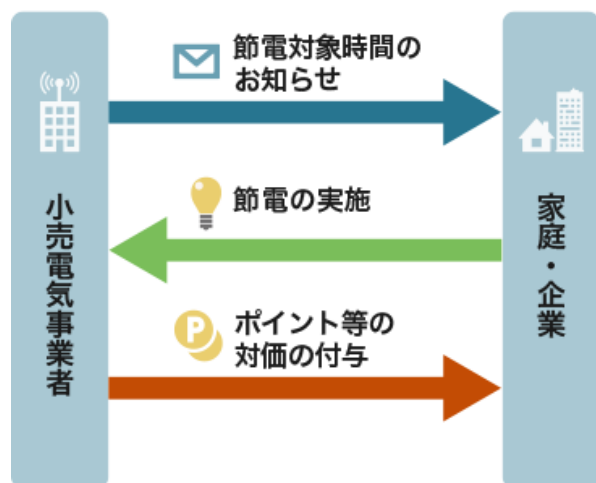
※N-1時に受電を制限する方式：通常、電力系統は系統信頼性を考慮して、単一設備故障（変圧器事故、送電線1回線事故等、N-1故障という）が継続した場合でも、安定的に電力供給継続できるように潮流の上限値設定しており、これを運用容量という。このため、仮に設備容量と運用容量との差を「空き容量③」と定義し、系統余力として活用を検討する場合、送電設備保護の観点から、系統事故発生時は速やかにお客さまの受電を制限する必要がある。

条件付き接続とデマンドレスポンスの違い

- 「負荷を上下させる」という物理動作は同じでも、条件付き接続とDRは異なる制度。
 - **条件付き接続**は、系統制約時の受電制限をあらかじめ受け入れることを条件として、系統増強完了前でも接続を可能にする考え方。
 - **デマンドレスポンス（DR）**は、すでに接続された需要家から、価格・市場・契約を通じて運用段階の柔軟性を調達する仕組み。

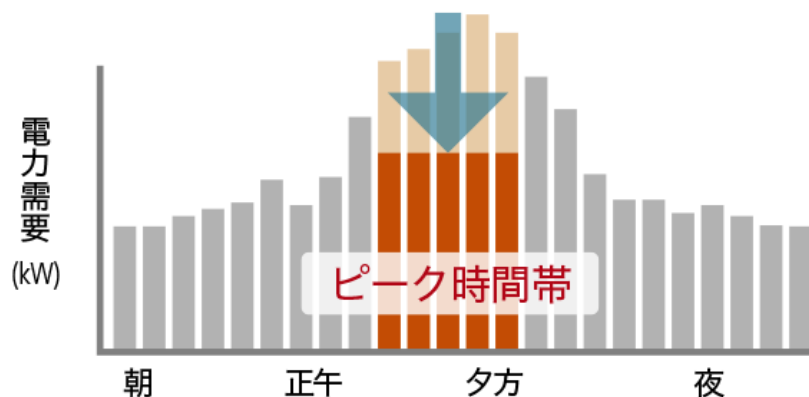
デマンドレスポンスの模式図

インセンティブ型DRの手順例



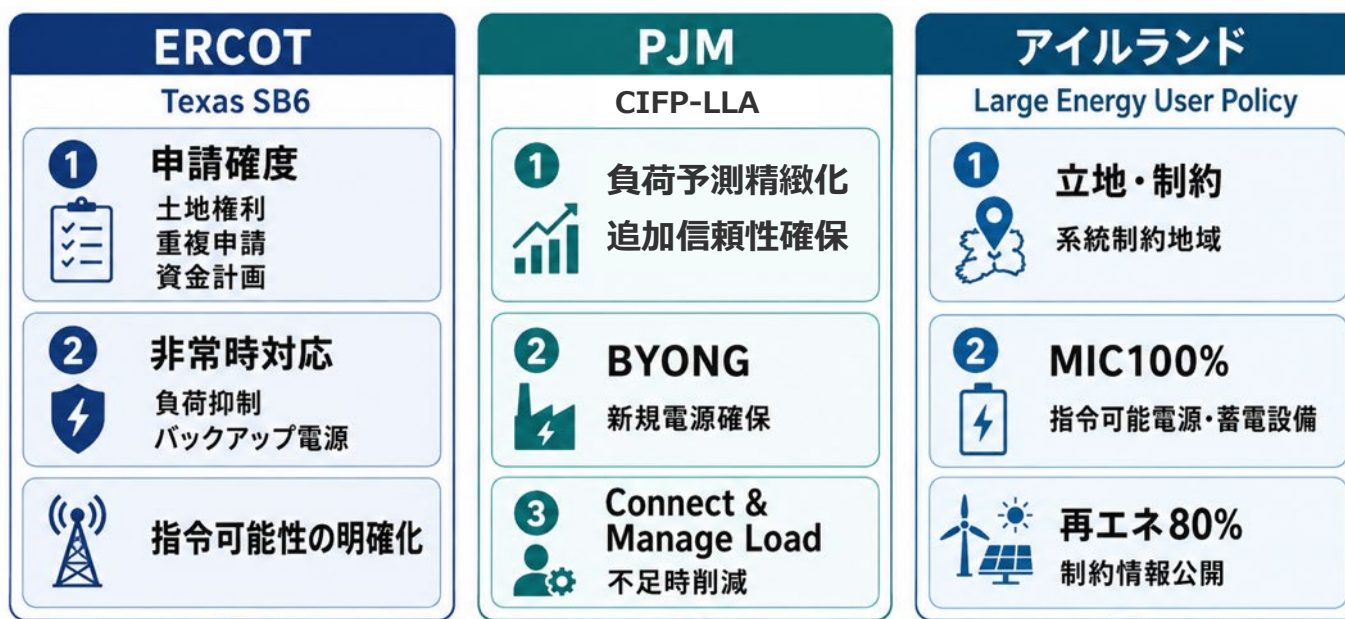
DRによって需要を削減する図

デマンド・レスポンスにより
電力需要をスマートにコントロール



海外における大規模負荷への条件付き接続制度

- 海外では、**大規模負荷の柔軟性を活用することを前提とした条件付き接続**という中間領域を設計する方向性が見られる。
 - テキサス州Senate Bill 6 (ERCOT管区)(2025年)：大規模負荷の申請確認＋非常時負荷制御^[1]
 - PJM CIFP-LLA (2026年1月)：BYONG (自前発電設備) 等による追加供給力の確保＋逼迫時の負荷制御^[2]
 - アイルランドLEUP (2025年12月)：立地制約＋需要家側電源設置＋再エネ近接を接続条件化^[3]



BYONG：Bring Your Own New Generation、CIFP-LLA：Critical Issue Fast Path—Large Load Additions、LEUP：Large Energy User Policy、MIC：Maximum Import Capacity (大受電容量)

DC電力需要を迅速に系統接続するため、系統増強だけでなく、 需要側柔軟性を最大限に引き出すことが求められる

❓ どの案件を、いつ、何MW、どんな条件で系統接続すればいいのか？

▶ 接続制度の見直しや、データセンターの柔軟性の活用が求められる

