

ロードカーブ想定に関する検討状況について

2024.12.3

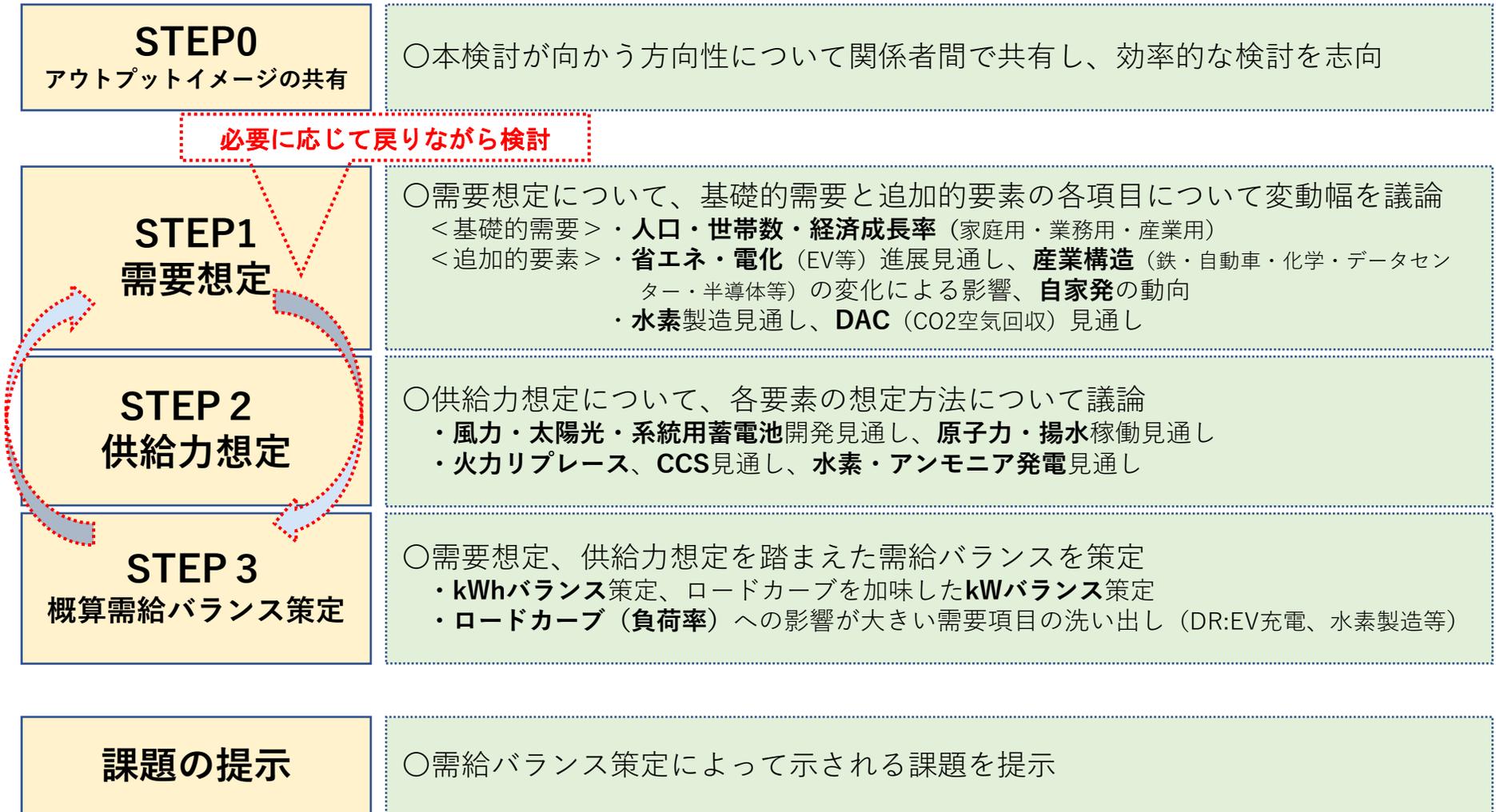
株式会社日本総合研究所
リサーチ・コンサルティング部門

将来のロードカーブの想定背景

ロードカーブの想定 배경①

将来の需要、供給力を想定した上で、電力需給バランスを策定することとしており、電力需給バランスについては、kWhバランスだけでなく、kWバランスも対象とする。

2040,2050年の電力需給シナリオの検討フロー

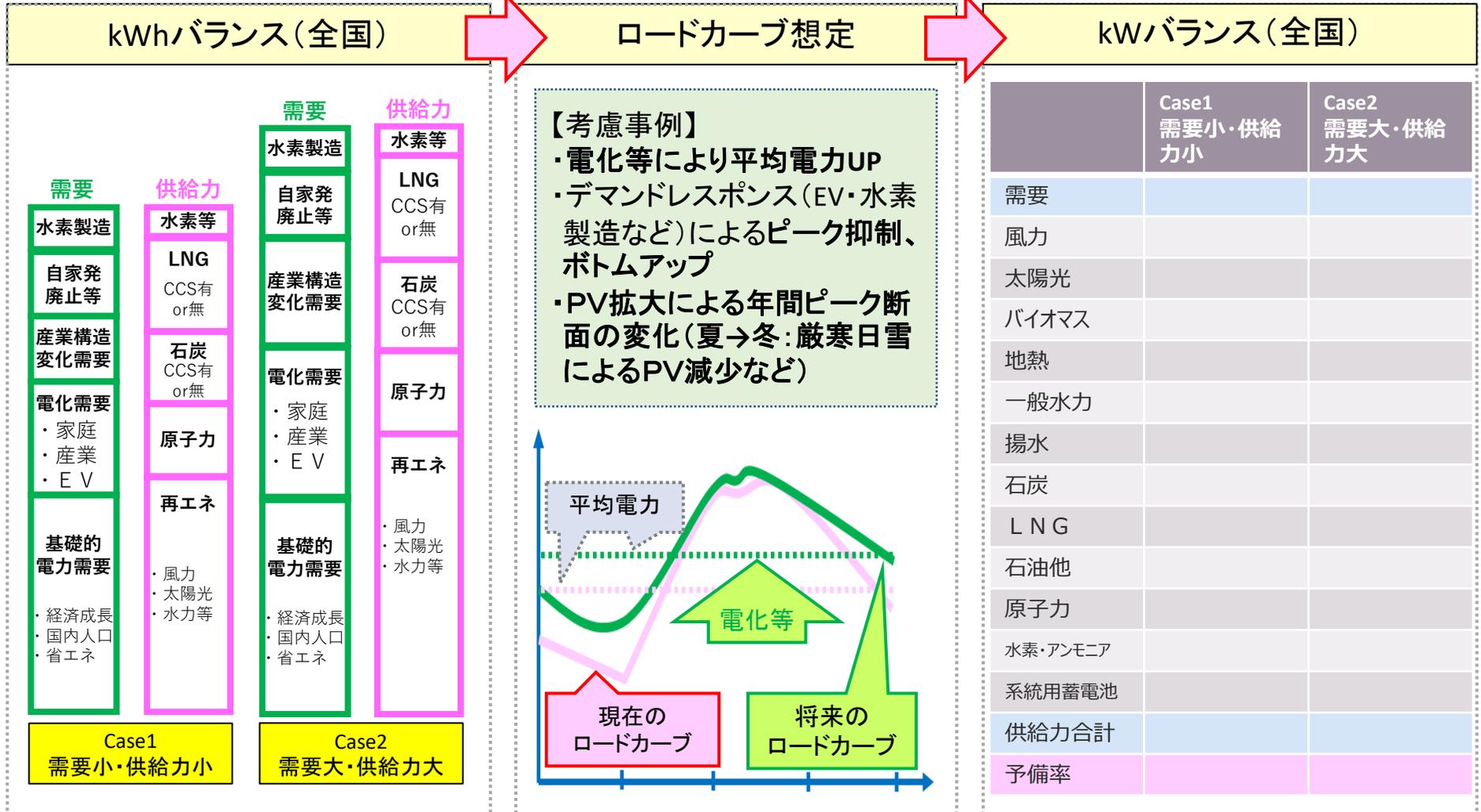


出所：第1回将来の電力需給シナリオに関する検討会 資料2

ロードカーブの想定背景②

kWhバランスの策定にあたっては、将来のkWh需要の変化に加え、電化、デマンドレスポンスといった要因に基づく将来のロードカーブの変化を想定する必要がある。

2040,2050年の電力需給バランスの検討フロー



出所：第1回将来の電力需給シナリオに関する検討会 資料2

ロードカーブの想定背景③

将来のロードカーブの想定にあたっては、これまで検討してきた要素毎に考え方を整理する必要がある。

需要種別		概要	2023年度	2024年度
需 基 要 礎 的	家庭用	過去のトレンドから将来の推定 ※「経済・社会指標あたりkWh」×「将来の経済・社会指標」	○	
	業務用			
	産業用			
追 加 的 要 素	省エネ（家庭）	過去のトレンドには含まれない 家庭・業務・産業における省エネ効果 ※自家消費用太陽光発電・蓄電池など含む	○（その他）	○（自家消費）
	省エネ（業務）			
	省エネ（産業）			
	電化（民生）	過去のトレンドには含まれない 民生（家庭・業務）・産業における電化需要 ※空調・給湯需要など	○	
	電化（産業）	※鉄鋼の電炉など以下の産業構造変化に該当するような大規模なものは除く		
	電化（運輸）	主に 電動自動車普及による需要増	○	
	産業構造変化	鉄 ：低排出炉、水素還元製鉄、自家発動向など 自動車 ：電動化に伴う国内工場の動向など （蓄電池製造など） 化学 ：石油化学工場における自家発動向等 DC ：データセンター増設見通しなど 半導体 ：半導体工場の国内増設見通しなど ※上記以外で電力需要に大きな影響を及ぼすものもあり得る	○	
	自家発動向	上記以外の自家発動向（ 製紙、セメント など）	○	
新技術	水素 製造、 DAC に伴う需要増など電力需要に大きな影響を及ぼすものがあれば、必要に応じて追加。		○	

出所：日本総研作成

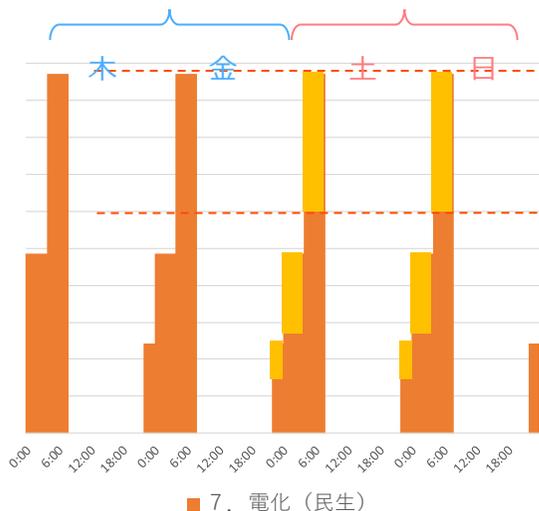
本日も意見いただきたい事項

本日は、これまで検討してきた需要の要素毎にロードカーブ、DRの考え方を整理し、想定した将来のロードカーブを提示する。

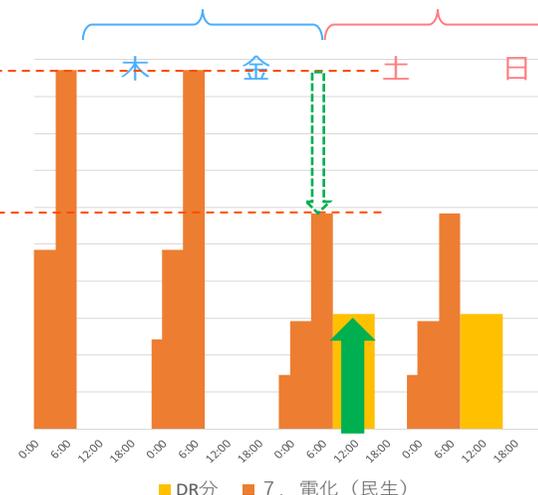
事務局にて設定した要素毎のロードカーブ、DRの想定方法の妥当性について、皆様よりご意見いただきたい。

例：電化（民生）（例は夏冬需要）

将来の電化（民生）のロードカーブ
（将来の変動分のみ：DR考慮前）



将来の電化（民生）のロードカーブ
（将来の変動分のみ：DR考慮後）



DR：休日昼間へ
非DR分

本設定の妥当性
について、ご意見
いただきたい

ロードカーブ の想定方法

- 22:00~8:00に電力需要が生じる。
- ただし、季節間での消費電力量の差を考慮する。

DR の想定方法

- DR率：夏冬40%、春秋80%
- 下げDR：
夏冬平日を除く夜間（22:00~8:00）
- 上げDR：
①夏冬の休日昼間（8:00~16:00）
②春秋の昼間（8:00~16:00）

出所：日本総研作成

(参考) 用語の定義

本資料で使用する用語の定義を以下に示す。

用語	定義
基礎的需要	経済的・社会的なトレンドに沿って変化する需要
電化（民生）	家庭・業務分野におけるヒートポンプ給湯機等の需要
電化（運輸）	電動車（BEV/PHEV）の充電用の需要
自動車	電動車（BEV/PHEV）の普及により変化する自動車製造に関する需要（車載用蓄電池製造等）
電化（産業）	産業分野におけるヒートポンプ機器等の需要（主に200℃以下の熱需要の電化）
ネットワーク	データ通信量の増大により増加する需要（基地局整備等）
上げDR	需要を増加させるデマンド・レスポンス
下げDR	需要を減少させるデマンド・レスポンス
DR率	<p>「下げDR量 (a) / 下げDR前の需要量 (b)」により算出される比率</p>

出所：日本総研作成

検討スケジュール・作業会の概要

検討会・作業会のスケジュール

- 24年10月に2回にわたり作業会を開催し、本日報告する「ロードカーブ・DAC」について検討を行った。
- 本日は作業会での意見を踏まえた将来の見通しについて報告する。

2024年度の検討スケジュール

検討項目	2024年度											
	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
作業会						▲	▲					
						第6回 (ロード カーブ・ DAC)	第7回 (ロード カーブ・ DAC)					
検討会			▲					▲				
			第5回 (需要論点 整理・供給力 キックオフ)					第6回 (ロード カーブ・DAC) 本日				

第6,7回作業会 開催概要

- 24年10月に作業会を開催し、ロードカーブ、DACについて、それぞれの知見を有する業界団体に意見を受けながら、詳細な検討を行った。

第6回作業会

- 日時：2024年10月1日（火）
- 開催方法：対面/オンラインのハイブリッド形式
- 主な議題：
 - ロードカーブに関する検討報告（事務局）
 - DACの2040・2050年の需要見通し（電中研）
 - 各見通しに関するコメント・質疑応答

第7回作業会

- 日時：2024年10月23日（火）
- 開催方法：対面/オンラインのハイブリッド形式
- 議題：
 - ロードカーブに関する検討報告（事務局）
 - DACの2040・2050年の需要見通し（RITE・デロイト）
 - 各見通しに関するコメント・質疑応答

作業会の出席者一覧（※○が出席）

出席者	第6回	第7回
電力中央研究所	○	○
地球環境産業技術研究機構	○	○
デロイト・トーマツコンサルティング	○	○
電気事業連合会	○	○
電子情報技術産業協会	○	○
日本鉄鋼連盟	○	○
日本自動車工業会	○	○
ヒートポンプ・蓄熱センター	○	○
住友商事	○	○
日本エネルギー経済研究所（検討会委員）	○	○
ENEOS Power（検討会オブザーバ）	○	○
エナジープールジャパン（検討会オブザーバ）	○	
JFEスチール（検討会オブザーバ）	○	○

出所：日本総研作成

第6,7回作業会 参加者からのコメント

- 下記出席者より、ロードカーブについて様々なコメントを頂戴した。

出席者 (技術検討会社除く)	作業会での主なコメント	
電気事業連合会	民生部門でのDR見通し	<ul style="list-style-type: none"> • 2050年には設置されるすべてのヒートポンプ給湯機がDR対応が可能となり、より大規模なDRが実現する可能性もある
	産業部門でのDR見通し	<ul style="list-style-type: none"> • 工場への蓄電のシステムの導入や工場の自動化といった技術進展を踏まえると、DRを一定程度見込むことについては妥当である。 • 一方、従業員の生活等の影響を踏まえると季節間でのDRの実現には高いハードルがある。特に、365日稼働している鉄鋼、半導体の分野についてはそのハードルはより一層高いと考える。
ヒートポンプ・蓄熱センター	民生部門でのDR見通し	<ul style="list-style-type: none"> • ヒートポンプは大体10年～15年で既存設備も入れ替えになるため、2050年時点では市場の大半がDR対応機器になっていると想定されることから、ヒートポンプ給湯機を利用したDRは大幅に進展すると考えられる。
	産業部門でのDR見通し	<ul style="list-style-type: none"> • 産業用ヒートポンプは、乾燥工程や洗浄工程など、製造プロセスの一部に埋め込まれて利用されるため、他工程でのDRの可能性も踏まえて判断する必要がある。
ENEOS Power	民生・運輸部門でのDR見通し	<ul style="list-style-type: none"> • 機器の特性上、ヒートポンプ給湯機は、必ず常に家に固定されている一方、EVはある程度ユーザー側が充電するタイミングを変えてくるような設備・仕様になる。このような機器の特性の違いを踏まえ将来のDRのインパクトを考える必要がある。

出所：日本総研作成

第6,7回作業会 参加者からのコメント

- 下記出席者より、ロードカーブについて様々なコメントを頂戴した。

出席者 (技術検討会社除く)	作業会での主なコメント	
日本鉄鋼連盟	鉄鋼分野でのDR見通し	<ul style="list-style-type: none"> • 現在、高炉一貫製鉄所は、自家発の出力を変化させることによって、操業時間は昼夜間一定としつつ、系統電力に関して夜間シフトを実施している。 • 将来、脱炭素の実現に向けて、水素還元製鉄、電炉への切り替えが進むと、副生ガスが生成されなくなり自家発も廃止されていくため、DRの実施は難しいと考える。 • 電炉によるDRも現在実施しているが、昼間の操業シフトは年10日程度に留まる。土日へのシフト、季節を跨ぐようなDRについては、従業員の労働環境、経済性等の観点から難しい。
JFEスチール	鉄鋼分野でのDR見通し	<ul style="list-style-type: none"> • DRを実施するかはどのような経済インセンティブがあるかにもよって変わる。 • 仮にDRを実施する場合においても、送電線の制約がある点に留意が必要である。
電子情報技術産業協会	半導体工場のロードカーブ	<ul style="list-style-type: none"> • 半導体工場も、鉄鋼などの素材系の工場と同様、長期休暇による停止は見込まない。
住友商事	水素製造によるDRの見通し	<ul style="list-style-type: none"> • 水素製造販売事業を成立するには、安定安価に水素を製造することが求められるため、DRを活用して余剰電力を使うという想定は、経済性の観点から考えにくい。
エナジープール ジャパン	半導体分野でのDR見通し	<ul style="list-style-type: none"> • 産業分野において季節間でのDRは望ましいと思うが、半導体の工程上では、プロセスDRが可能な工程は無いため、DRを実施するためには、蓄電池や自家発電設備が必要となる。 • 一方、蓄電池は設備効率の観点から毎日の稼働が必要であり、自家発は環境適合性の観点から受容性が低い。これらを踏まえると、半導体分野での季節間のDRは難しい。
	その他産業分野でのDR見通し	<ul style="list-style-type: none"> • その他の産業分野においても、昼間から夜間へのシフト、夏冬から春秋への季節間のシフト、いずれのDRについても、現場の実態を踏まえると、実現するか懐疑的である。

出所：日本総研作成

第6,7回作業会 参加者からのコメント

- 下記出席者より、ロードカーブについて様々なコメントを頂戴した。

出席者 (技術検討会社除く)	作業会での主なコメント	
日本エネルギー 経済研究所	DRの見通しの考え方	<ul style="list-style-type: none"> • 電力の市場制度や政策等、様々なパラメーターがどう変化するかによって需要家のインセンティブは全く違ってくる。様々な意味での不確実性が大きい中で見通しを描いているということ、意識して示していく必要がある。
	運輸部門でのDR見通し	<ul style="list-style-type: none"> • 運輸部門のDRの想定においては、給電設備のキャパシティの観点も考慮すべきである。
日本自動車工業会	運輸部門のロードカーブ	<ul style="list-style-type: none"> • 暖房によるエネルギー消費について、ガソリン車は排熱を使うのでエネルギーを消費しないが、電気自動車はヒートポンプを利用するため、冬のエネルギー消費が多くなる。季節によって電力消費が変わる点には留意が必要である。
	運輸部門でのDR見通し	<ul style="list-style-type: none"> • BEVが普及している世界においては、基礎充電のインフラが十分に備えられていると考えられる。 • また、現在でもプラグを差し込み、スマートフォンで充電指示が可能。将来は自動的に安価な時間帯で充電を行うことも可能と考えられる。 • これらの状況を踏まえると、1週間分の充電を週末にまとめて行う想定は妥当である。 • V2Hによる影響についても考慮するとよい。現状VtoH機器は高額であり、一般ユーザーは、導入しにくい。一方で、家庭用蓄電池も高額であるため、家庭用蓄電池が多く導入されるような蓄電池が安価になる世界観であればVtoHも多く導入される可能性がある。

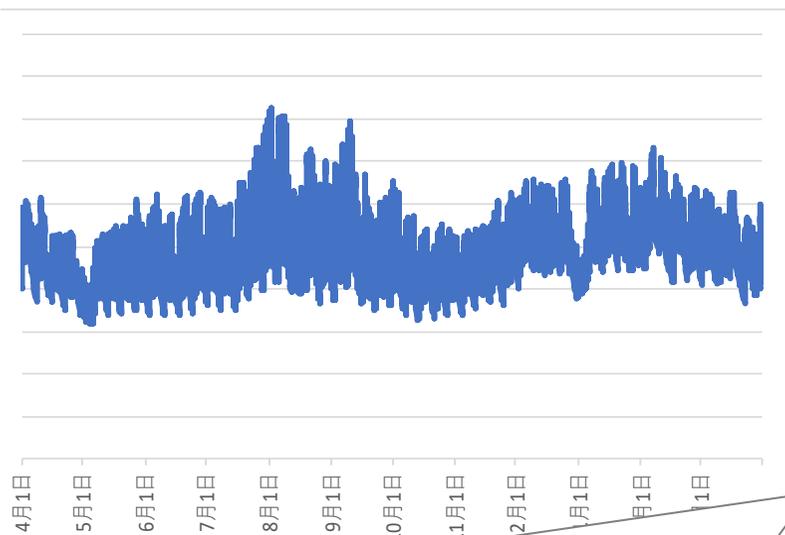
出所：日本総研作成

1. 将来のロードカーブの想定方法

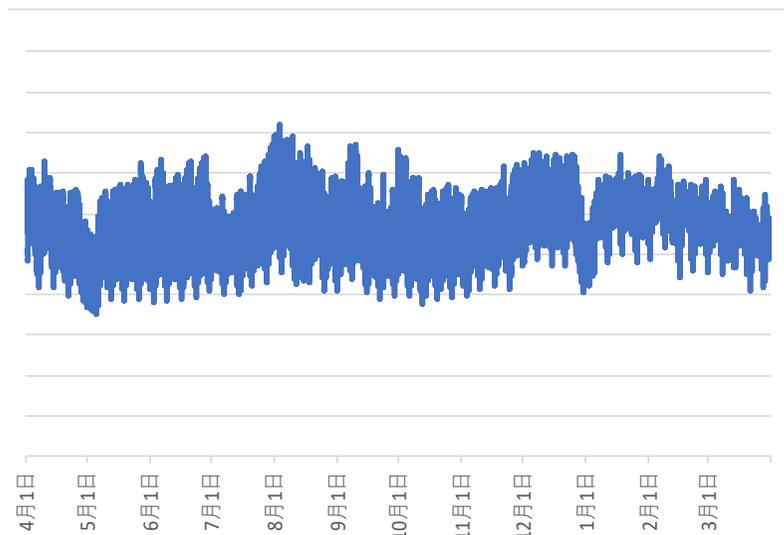
ロードカーブの想定方法

需要特性を踏まえ、要素ごとのロードカーブを想定し、直近のロードカーブ実績に加除することで、将来のロードカーブを想定する。

2019年のロードカーブ（自家消費控除前）



2050年のロードカーブ（自家消費控除後）



- 需要特性を踏まえ、要素ごとのロードカーブを想定
- 赤字で示す基礎的需要（産業）、電化（民生）、電化（運輸）、電化（産業）、省エネ（産業）、データセンター、化学、自動車については上げDRを考慮したケースも追加的に想定

要素	ロードカーブの想定方法
① 基礎的需要（民生）、 基礎的需要（産業）、省エネ	現在の総需要のロードカーブに連動して増減
② 電化（民生）、電化（運輸）	貯湯時間、EV充電時間（夕方～深夜）に合わせて需要が増加
③ 電化（産業）、化学、自動車	工場の稼働時間（平日昼間）に合わせて需要が増加
④ 半導体、鉄鋼、水素製造・DAC、ネットワーク	24時間稼働する想定で需要が一定に増加
⑤ データセンター	空調分とサーバー利用分に応じて、電力需要が増減すると仮定

2. 要素毎のロードカーブ想定方法

要素ごとのロードカーブの想定方法 ①. 基礎的需要・省エネ【総需要の大きさと連動】

概ね社会全体の活動状況と連動すると考えられる基礎的需要、省エネについては、直近の総需要のロードカーブに連動して電力需要が増減すると仮定し、将来のロードカーブを想定する。

産業用需要は土日操業によるDRの活用について考慮する。（後述の4. 参照）

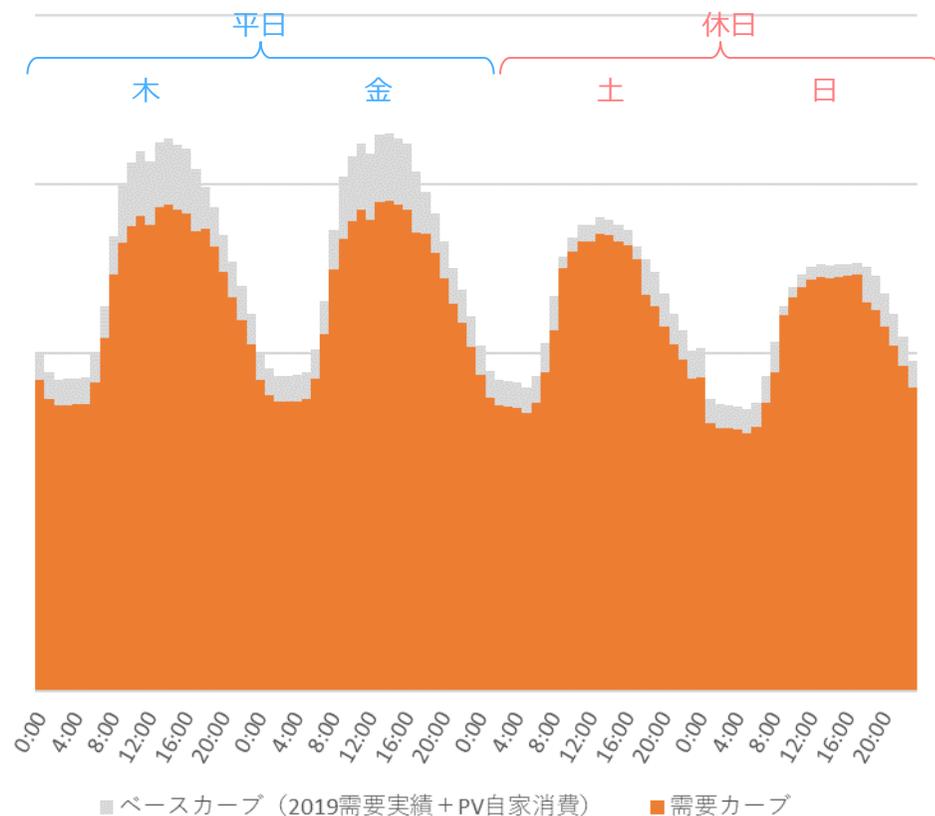
対象要素

- 基礎的需要（家庭・業務・産業）
- 省エネ（家庭・業務・産業）

ロードカーブの想定方法

- 直近の総需要のロードカーブ実績に連動すると想定

基礎的需要・省エネを反映したロードカーブ



出所：日本総研作成

要素ごとのロードカーブの想定方法 ②.電化需要（民生）【夜間を中心に発生】

電化（民生）はヒートポンプ給湯機需要が増加することを想定し、現在同様、夜間を中心に電力需要が生じると想定する。

ヒートポンプ給湯機は貯湯槽を活用した給湯タイミングのスライドが可能であるため、DRの活用について考慮する。
（後述の4.参照）

対象要素

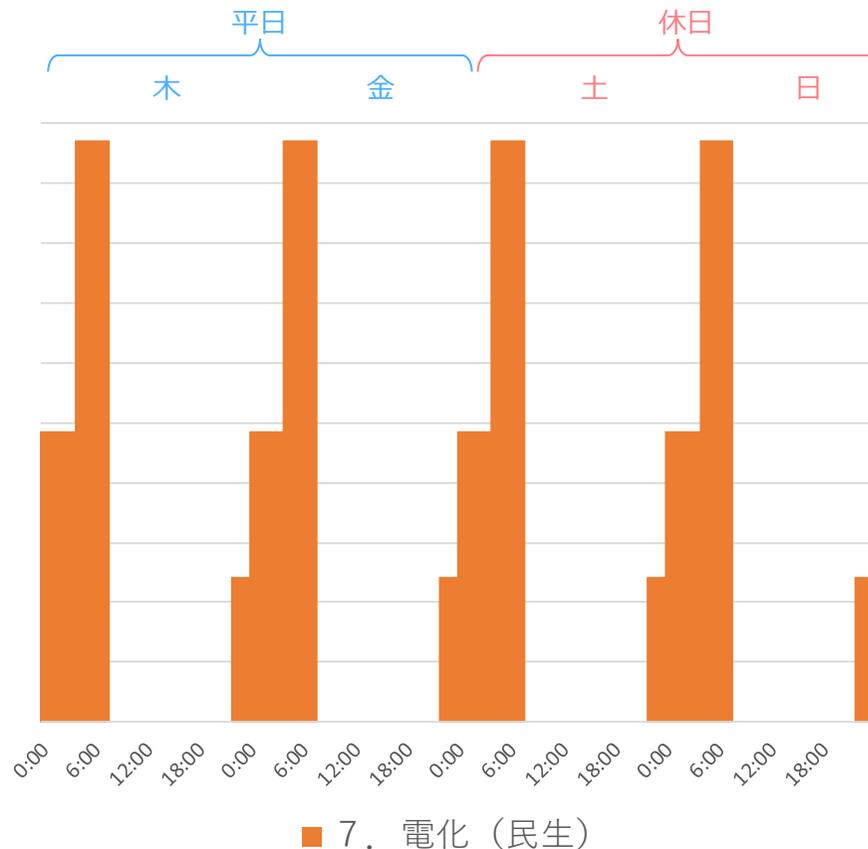
- 電化（民生）

ロードカーブの想定方法

- 22:00~8:00に電力需要が生じる。
※1
- ただし、季節間での消費電力量の差を考慮する。※2

※1：22時～24時：24時～4時：4時～8時＝1：2：4の割合で需要が生じると想定。
※2：季節間の消費電力は、春：夏：秋：冬＝15：12：15：20とする。
（COP値（給湯機の加熱効率）に基づく）

電化（民生）のロードカーブ



出所：日本総研作成

要素ごとのロードカーブの想定方法 ②.電化需要（運輸）【夜間を中心に発生】

電化（運輸）はEV充電需要が増加することを想定し、現在同様、夜間を中心に一定の電力需要が生じると想定する。

EVは充電時間のスライドが可能であるため、DRの活用について考慮する。（後述の4.参照）

対象要素

- 電化（運輸）

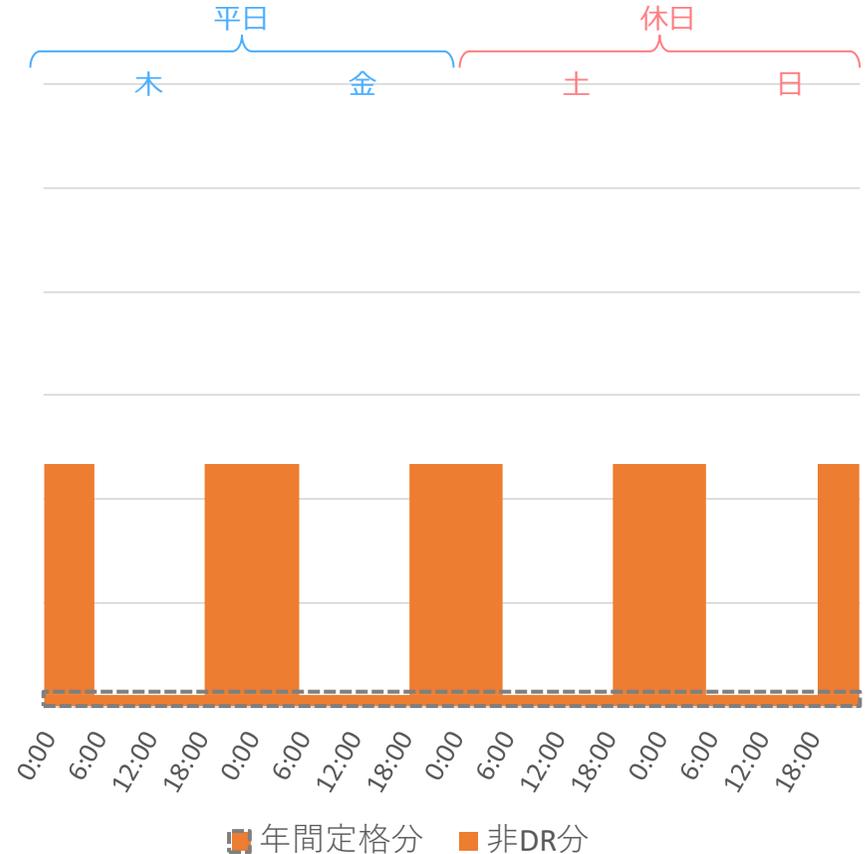
ロードカーブの想定方法

- 19:00~6:00に一定の電力需要が生じる。
- また、一部は年間一定での需要があると想定した。（毎日充電するヘビーユーザーが一定数存在すると考えられるため。）
- ただし、季節間での消費電力量の差を考慮する。

※季節間の消費電力は、春：夏：秋：冬=9：10：9：12とする。
（季節ごとの気温差や冷暖房の使用による電費の差を考慮）

※月別で自動車走行量に差異はあるものの、差が小さい（高々2%程である）ため考慮しなかった。

電化（運輸）のロードカーブ

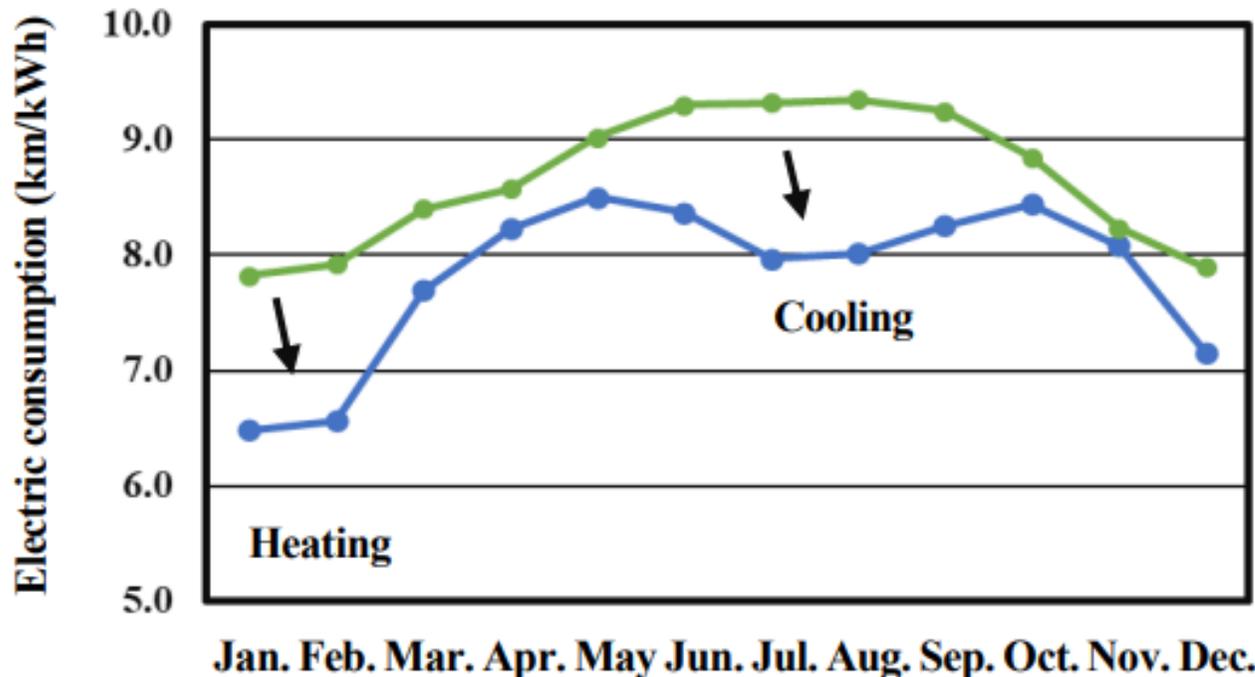


出所：日本総研作成

参考. 電化需要（運輸）の想定根拠

- 電気自動車は季節ごとの気温差や、冷暖房の使用によって電費が異なるため、一定の走行量であっても季節ごとに消費電力量が異なる。
- 本検討では走行実績に基づく論文を参照し、消費電力を春：夏：秋：冬 = 9：10：9：12と設定した。

季節間の電費の差と、本検討における設定



- : Driving with air conditioning in summer and winter for 7 years from 2011 to 2017
- : Driving without air conditioning in summer and winter for 4 years from 2019 to 2022

冷暖房を考慮した電費（青色線）に基づくと、

春・秋 …約8.5km/kWh
夏 …約8.0km/kWh
冬 …約6.5km/kWh

となるため、季節ごとに一定の走行量を仮定し、消費電力を

春：夏：秋：冬 = 9：10：9：12
と設定した。

要素ごとのロードカーブの想定方法 ③. 産業用需要【平日に発生】

電化（産業）・化学・自動車による増加分については、月～金の8:00～22:00を工場稼働時間として想定し、稼働中は一定量の電力需要が生じるとする（ただし、19:00～22:00は半分の稼働を想定）。

産業用需要は、土日操業によるDRの活用について考慮する。（後述の4. 参照）

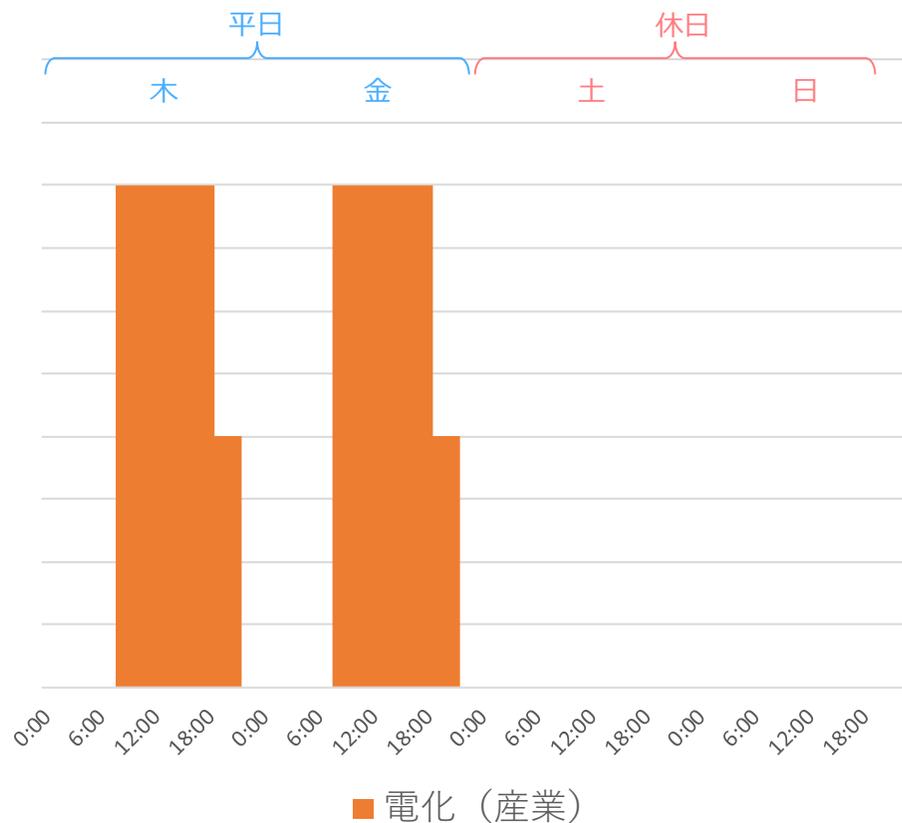
対象要素

- 自動車
- 化学
- 電化（産業）

ロードカーブの想定方法

- 平日：8～22時の間一定（ただし、19:00～22:00は半分の稼働を想定）
- 土・日・祝・長期休暇※：稼働無し
- 電化（産業）は季節間での消費電力量の差を考慮する。

電化（産業）のロードカーブ



※GW（2019/4/27～2019/5/5）、夏季休暇（2019/8/10～2019/8/18）、年末年始（2019/12/27～2020/1/5）自動車業界と設定を揃えている。

出所：日本総研作成

要素ごとのロードカーブの想定方法 ④.産業用需要【年間一定で発生】

半導体・鉄鋼・水素製造・DAC・ネットワークの増加分は、年間通じて一定量の電力需要が生じると仮定する。

対象要素

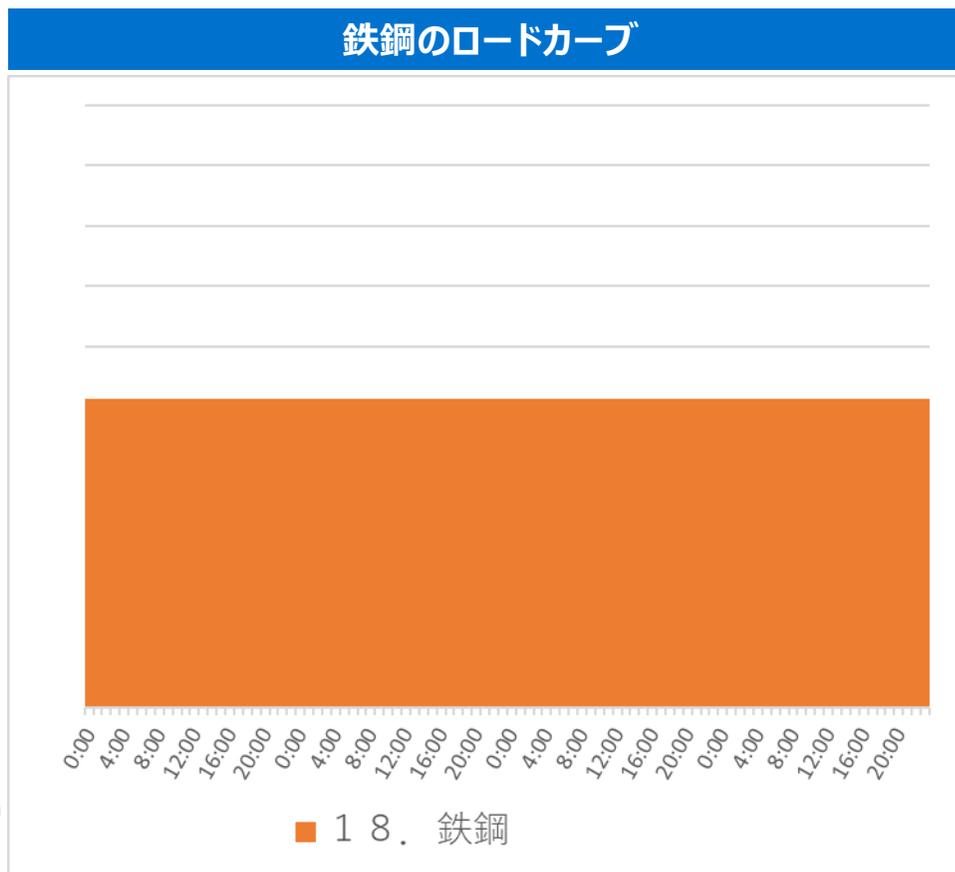
- 半導体
- 鉄鋼
- 水素製造・DAC
- ネットワーク

ロードカーブの想定方法

- 年間一定量の電力需要が生じる。

※鉄鋼は長期休みなど再エネ余剰の予見性が高い時間帯に計画的なDRを実施できる可能性がある。一方で、今後電炉切り替えによる自家発の廃止などによりDRの余地が小さくなっていくことも想定されるため、本検討ではDRを考慮しないこととした。

鉄鋼のロードカーブ



出所：日本総研作成

要素ごとのロードカーブの想定方法 ⑤.産業用需要【季節毎に一定】

データセンターは、空調分とサーバー利用分に分け、空調分は季節ごとに一定の電力需要が生じ、サーバー利用分は年間通じて一定の電力需要が生じると仮定し、将来のロードカーブを想定する。

また、電力の安価な時間帯での上げDRを想定する。（後述の4. 参照）

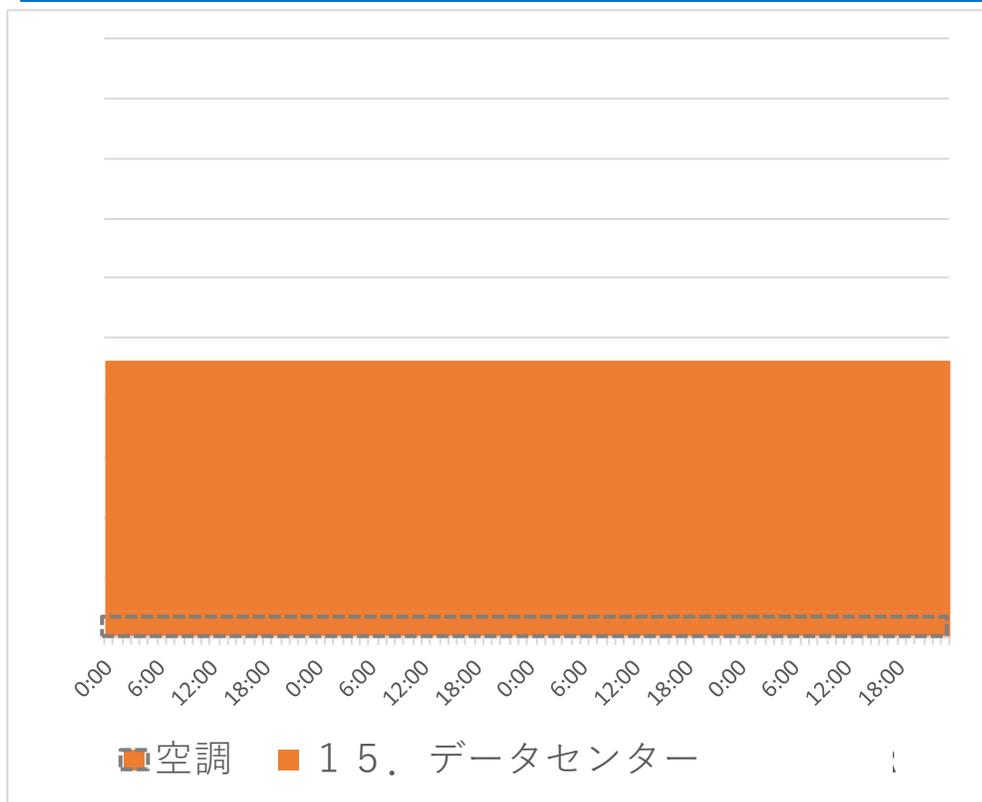
対象要素

- データセンター

ロードカーブ の想定方法

- 空調分：季節ごとに一定の電力需要が発生
- サーバー利用分：年間一定量の電力需要が発生

データセンターのロードカーブ



出所：日本総研作成

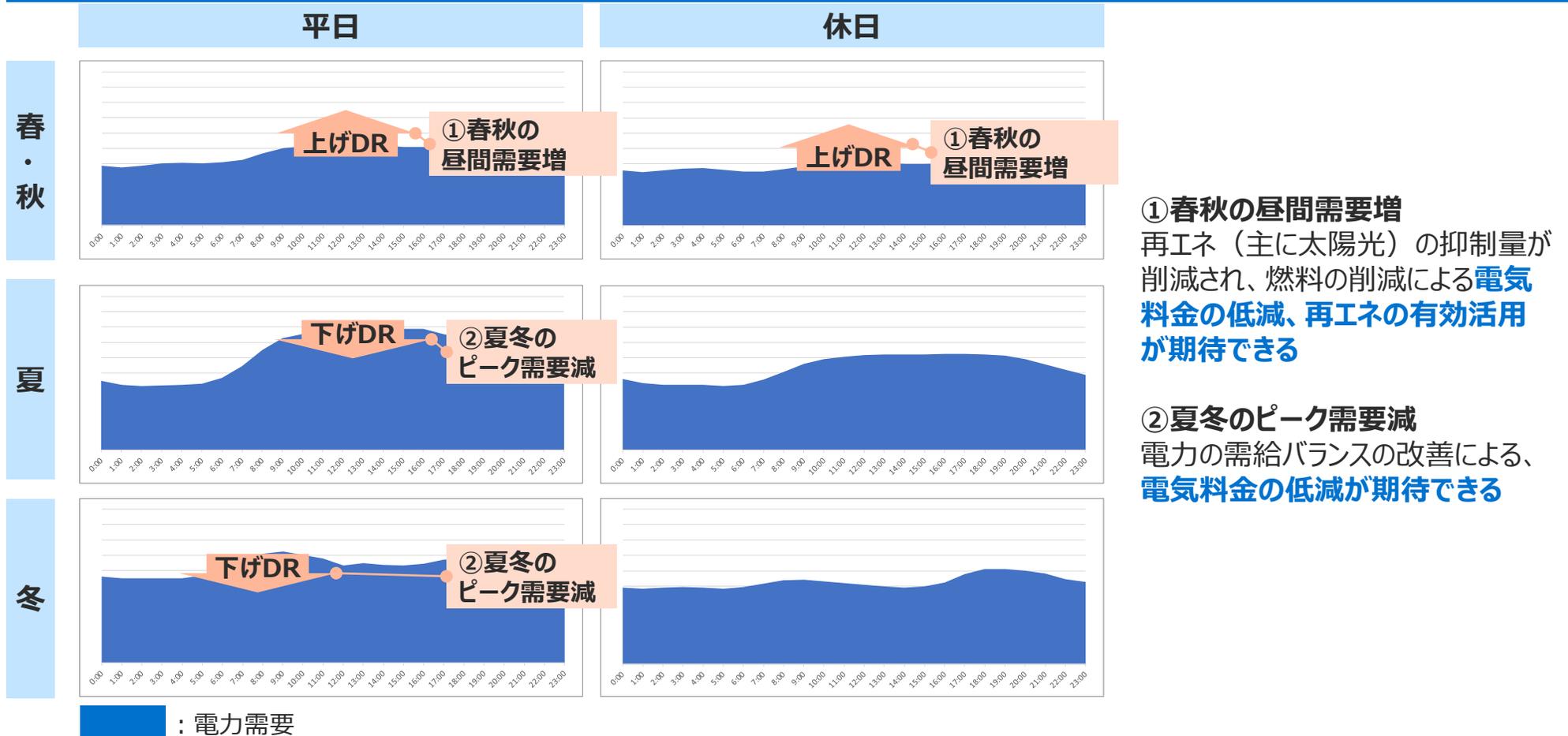
3.DRの期待効果と検討事例

DRの期待効果

- DRを通じて需要が多い時期のピーク需要を削減、需要が少ない時期の需要を増加させることで、電気料金の低減や、再エネの有効活用が期待できる。

※なお、本検討では、DRを促進するための外部環境（制度、インフラ等）が十分に整備されているとの前提に基づき想定を行う。

DRの目的



① 春秋の昼間需要増
再エネ（主に太陽光）の抑制量が削減され、燃料の削減による電気料金の低減、再エネの有効活用が期待できる

② 夏冬のピーク需要減
電力の需給バランスの改善による、電気料金の低減が期待できる

電化（民生）DR検討事例

2016年の環境省調査報告書では、2030年における家庭用ヒートポンプのDR参加率は30%が想定される。2050年段階では、電力価格の時間帯ごとの差が拡大するなど、DRに対するインセンティブが大きくなることが見込まれる。

2030年における家庭用ヒートポンプ式給湯機、電気自動車のDR想定（環境省調査報告書）

(4) モデルの挙動の確認

以下の主要前提のもと、モデルの挙動を確認した。

表 2-46 モデル挙動の確認における想定

再生可能エネルギー導入見込量	「長期エネルギー需給見通し」より、太陽光 64GW、風力 10GW 2015年10月現在の設備認定量で地域へ配分
CO2 単価	\$40/tCO ₂ （発電コスト等検証委員会では、WEO2014における2030年見通しの約\$38/tCO ₂ を利用）
デマンドレスポンス	家庭用ヒートポンプ式給湯機、電気自動車の30%が参加
需要側エネルギー貯蔵	なし

出所：三菱総合研究所「平成27年度低炭素社会の実現に向けた中長期的再生可能エネルギー導入拡大方策検討調査委託業務」を基に日本総研作成

電化（民生）DR促進事例

- 資源エネルギー庁は、DRready要件を満たすヒートポンプ給湯器の出荷割合に関して検討中であり、今後DR ready要件を満たすヒートポンプが普及することによって、更なるDRの拡大が見込まれる。

DR ready制度の方向性

ヒートポンプ給湯機におけるDRready制度の方向性 (1/3)

- ヒートポンプ給湯機におけるDRready制度の対象となる事業者や判断基準は以下を想定。
次回以降の省エネルギー小委員会に報告を予定。

制度の対象

ヒートポンプ給湯機の製造又は輸入の事業を行う者

勧告及び命令の対象となる要件

製造又は輸入の事業を行う者に係る、年間の生産量又は輸入量（国内向け出荷に係るものに限る。）が500台以上

判断基準

DRready要件

本勉強会で取りまとめるDRready要件（案）

資源エネルギー庁は、DRready要件を満たすヒートポンプ給湯器の出荷割合に関して検討中

このようなDR促進制度のもと、今後さらにDRが拡大することが期待できる

出所：資源エネルギー庁「ヒートポンプ給湯機のDRready要件（案） 2024年9月19日」を基に日本総研作成

電化（運輸）DR検討事例

2016年の環境省調査報告書では、2030年における電気自動車のDR参加率は30%であった。2050年段階では、電力価格の時間帯ごとの差が拡大するなど、DRに対するインセンティブが大きくなることが見込まれる。

2030年における家庭用ヒートポンプ式給湯機、電気自動車のDR想定（環境省調査報告書）

(4) モデルの挙動の確認

以下の主要前提のもと、モデルの挙動を確認した。

表 2-46 モデル挙動の確認における想定

再生可能エネルギー導入見込量	「長期エネルギー需給見通し」より、太陽光 64GW、風力 10GW 2015年10月現在の設備認定量で地域へ配分
CO2単価	\$40/tCO ₂ （発電コスト等検証委員会では、WEO2014における2030年見通しの約\$38/tCO ₂ を利用）
デマンドレスポンス	家庭用ヒートポンプ式給湯機、 電気自動車の30%が参加
需要側エネルギー貯蔵	なし

出所：三菱総合研究所「平成27年度低炭素社会の実現に向けた中長期的再生可能エネルギー導入拡大方策検討調査委託業務」を基に日本総研作成

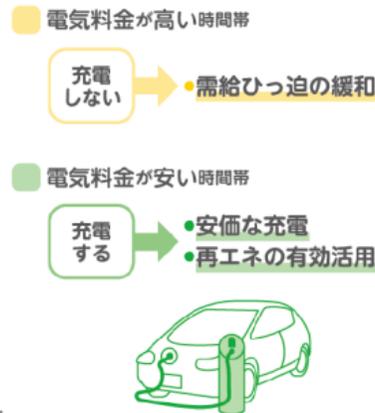
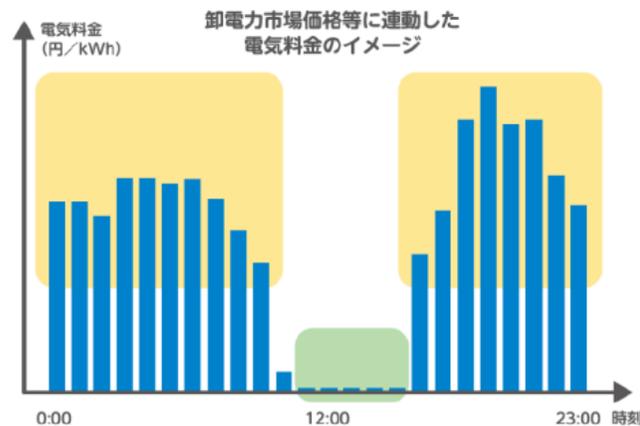
電化（運輸）DR促進事例

- 電気自動車の充電については、ダイナミックプライシングを通じて電力料金が安価な昼間時間帯への需要シフトが進められており、航続距離を踏まえた充電頻度、将来的にEVが普及する世界における充電インフラの充足の可能性を踏まえると、EVを活用したDRの拡大が見込まれる。

EVにおけるDR促進事例

【参考】ダイナミックプライシングによる電動車の充電シフト実証事業の概要

- 昨今、九州等の再エネ導入が進む地域を中心に、**再エネ電気の余剰等に伴い、卸市場価格が最低価格（0.01円/kWh）となる時間帯が増加**しつつある。
- こういった中、資源エネルギー庁では、令和2～4年度にかけ、「**ダイナミックプライシングによる電動車の充電シフト実証事業**」を実施。
- 本実証では、再エネ電気を最大限活用するため、**卸市場価格等に連動した電気料金（ダイナミックプライシング：DP）**を小売電気事業者が設定することで、**EV等ユーザーの充電タイミングのシフトを誘導**するとともに、充電データ等の分析を通じて効果検証を行っている。



(出所) 環境協創イニシアチブ (SII) ウェブサイト 事業概要パンフレット
https://sii.or.jp/dp03/uploads/R3DP_PR.pdf

(出所) 令和3年度DP実証成果報告 (アークエレクトロニクス株式会社)
https://sii.or.jp/dp03/uploads/2_aakel.pdf

- **充電シフトの取組推進**
 - ダイナミックプライシング、アプリでの最適充電タイミングの指示など、DRを促進するような実証が進められている。
- **航続距離を踏まえた充電頻度**
 - EVの航続距離を400km程度と考えると、週一回程度の充電で満足すると考えられる。
- **充電インフラの充足**
 - EVが普及している世界では、基礎充電設備も十分に普及しており、インフラ不足の懸念は解消されていると想定



資源エネルギー庁「EV等の電力システムにおける活用に関して」を基に日本総研作成

産業DR検討事例

2011年に行われたDRに対するアンケート調査では、工場における電力の負荷削減率（DR率）は約5~6%程度であった。一方で、産業においては生産プロセスの中でDR可能な範囲が小さいことから、これ以上の負荷軽減は見込みづらと考えられる。

業務・産業分野の負荷削減率

表9 省エネへの取り組みに対する負荷削減率

省エネへの取り組み	オフィス・事務所	工場	小売店舗	病院・診療所	その他	総計
各需要家の負荷削減率の平均値	4.71%	5.86%	0.76%	2.24%	4.64%	5.02%
省エネ推進体制(環境グループ)を組織し、活動している	4.73%	6.76%	2.01%	6.61%	4.99%	5.89%
省エネ法に基づく管理指定事業所・事業者としての対応を実施できている	4.11%	7.80%	1.69%	6.98%	5.42%	6.94%
エネルギー使用量を計測し、記録している	4.77%	6.45%	0.23%	3.71%	4.66%	5.47%
外部専門家による無償の省エネ診断を受けたことがある(予定がある)	5.81%	6.78%	0.62%	1.96%	9.19%	6.47%
外部専門家による有償の省エネ診断を受けたことがある(予定がある)	2.09%	7.65%	1.54%	0.00%	0.00%	5.48%
その他	1.56%	5.07%	0.00%	0.00%	3.28%	3.11%
何もしていない	3.89%	3.72%	-	0.00%	2.39%	3.22%
(何らかの取り組みを行っている)	4.90%	6.06%	0.76%	2.99%	5.30%	5.32%
回答数	341	526	37	40	172	1116
省エネ推進体制(環境グループ)を組織し、活動している	137	290	13	9	58	507
省エネ法に基づく管理指定事業所・事業者としての対応を実施できている	28	184	9	5	21	247
エネルギー使用量を計測し、記録している	170	349	22	21	84	646
外部専門家による無償の省エネ診断を受けたことがある(予定がある)	34	138	5	12	23	212
外部専門家による有償の省エネ診断を受けたことがある(予定がある)	4	20	2	1	3	30
その他	36	32	2	1	12	83
何もしていない	61	46	0	10	39	156
(何らかの取り組みを行っている)	279	480	37	30	133	959

出所：電力中央研究所「業務・産業需要家におけるデマンドレスポンスのポテンシャルと省エネ意識の関係に関する一検討」（2011.5）を基に日本総研作成

データセンターDR検討事例

データセンターの電力需要のうち、AI学習分はDRの可能性が示唆されている。

科学技術振興低炭素社会戦略センターの想定に基づくと、2050年のAI学習による電力需要は、データセンター全体需要の20%程度と見込まれている。

AI学習の需給調整への可能性

C-5 電力×生成AI

生成AI時代には、計算資源（GPU等）の確保と同時に、電力をどう確保するかは重要な課題。究極的には国際的な話であるが、国内に限定して言うと、次のような確保の方法がある。
例えば、データセンターにおけるLLMの学習は、必要なときには止めて良い計算である。（それによって何か事故が生じたり、データが失われたり、大きく計算が無駄になったりすることがない。）再生可能エネルギーが増えている昨今では、電力需給のブレから生まれる余剰電力を、生成AIの学習に当てて、効率的に活用することができるのではないか。電源の近くにデータセンターをおくことで、地産地消、地域の活性化にもなる。

- 発電は、需要の最大ピークに合わせて供給力を確保するので、ピーク時以外は余る
- また、昨今の再生可能エネルギーの普及により、電力の供給側の予測も困難

- 生成AIの学習は、大量に電力を使うが、いつでも止められる
 - 途中経過（チェックポイント）を保存しておけば再開できる
 - 余力のあるときに回せばよい。需要調整に用いることができる
 - つまり、エネルギーをエントロピーで保存する

- データセンター自体を電源の近くにおいて地産地消も
 - 国内でもデータセンターが各地に新設・増設されている

生成AI時代の計算の特性を踏まえた電力確保の計画が必要ではないか

- AIの学習は大量の電力を使うが、いつでも止められることから、需給調整の役割に用いる可能性が示唆されている。

データセンターの消費電力推計

表7 国内データセンター消費電力推定 (TWh)

		Japan								
		Year	2018	2030	2030	2030	2050	2050	2050	
				As is	Modest	Optimistic	As is	Modest	Optimistic	
IP traffic	ZB		0.7	11	11	11	1,400	1,400	1,400	
power consumptions of data centers		TWh	14	90	24	6	12,000	500	110	
power consumptions of servers										
	basic task	TWh	6	30	13	3	3,500	229	39	
	AI task	TWh	0.7	16	4	1	3,000	97	14	
	total	TWh	7	46	17	5	6,500	330	50	
	CPUs									
	basic task	TWh	4	20	7	2	2,200	75	24	
	AI task	TWh	0.5	12	3	1	2,300	37	8	
	total	TWh	4	32	10	2	4,500	110	30	
	memories									
	basic task	TWh	1	7	4	1	890	116	9	
	AI task	TWh	0.1	2	1	0	340	44	3	
	total	TWh	1	9	4	2	1,200	160	12	
	power supply etc									
	basic task	TWh	1	3	2	1	410	38	7	
	AI task	TWh	0.1	2	1	0	400	16	2	
	total	TWh	1	5	3	1	810	54	9	
power consumptions of storages		TWh	2	29	3	1	3,700	110	40	
power consumptions of switches		TWh	0.1	1	1	0	70	9	1	
power supply, cooling, etc		TWh	5	11	4	1	1,500	90	20	
Assumed power consumption efficiency										
	CPU		1	1	0.5	0.1	1	0.13	0.05	
	accelarators(GPU etc)		1	1	0.2	0.05	1	0.01	0.001	
	memories		1	1	0.5	0.2	1	0.13	0.01	
	storages		1	1	0.1	0.03	1	0.03	0.01	
	switches		1	1	0.5	0.2	1	0.13	0.008	

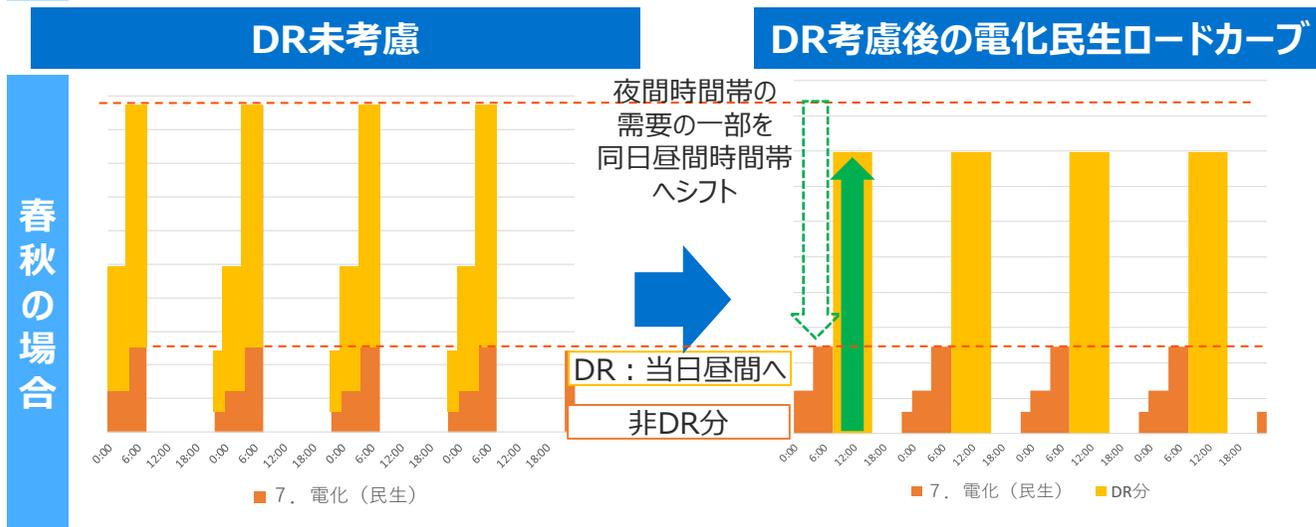
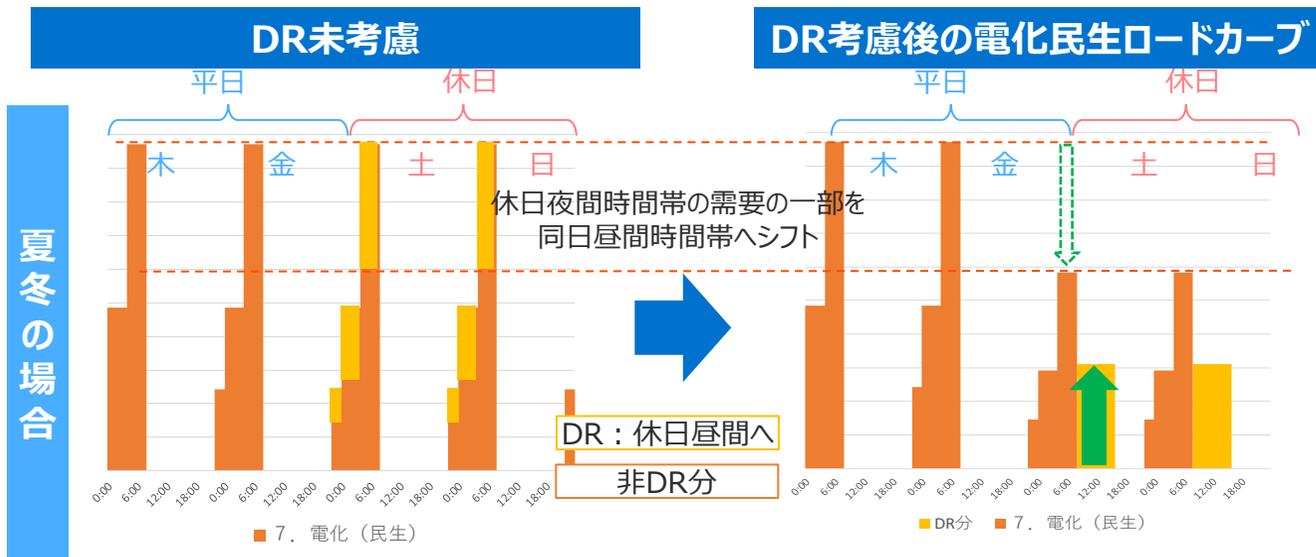
- 国内データセンターの消費電力推計に基づくと、データセンターの電力消費のうち、AI学習分は13~25%程度である。
- AI学習分でDRを行うことを想定し、**DR率を20%とした。**

出所：松尾研究所「生成AIの産業における可能性」、国立研究開発法人科学技術振興機構低炭素社会戦略センター「低炭素社会実現に向けた政策立案のための提案書 情報化社会の進展がエネルギー消費に与える影響 (Vol.4)」を基に日本総研作成

4. 要素毎のDR想定方法

DRの想定方法①電化（民生）需要の移行（夜間→昼間）

昼間の安価な時間帯の電力消費を目的として、ヒートポンプ給湯機の稼働時間が、一部の時期（夏冬平日）を除き、夜間時間帯から昼間時間帯へシフトすると想定する。（夜間時間帯は下げDR、昼間時間帯は上げDR）



DRの想定方法

- DR率：夏冬40%、春秋80%
- 下げDR：
夏冬平日を除く夜間
(22:00~8:00)
- 上げDR：
①夏冬の休日昼間（8:00~16:00）
②春秋の昼間（8:00~16:00）

出所：日本総研作成

DRの想定方法②電化（運輸）需要の移行（夜間→昼間）

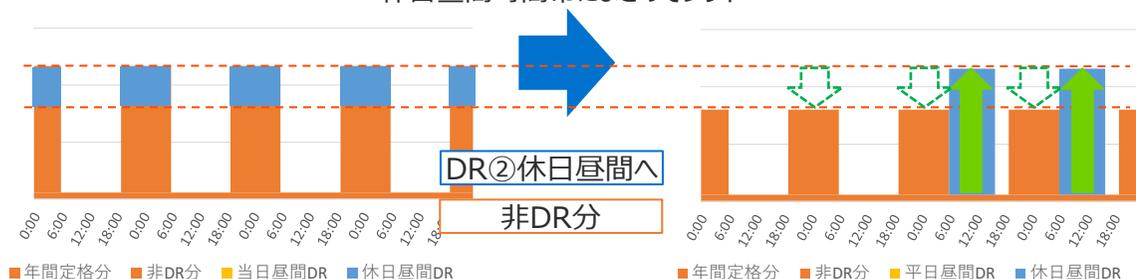
昼間の安価な時間帯の電力消費を目的として、EVの給電時間が、一部の時期（夏冬平日）を除き、夜間時間帯から昼間時間帯へシフトすると想定する。（夜間時間帯は下げDR、昼間時間帯は上げDR）

夏冬の場合

DR未考慮



夜間時間帯の需要の一部を
休日昼間時間帯にまとめてシフト



DR考慮後の電化運輸ロードカーブ



DRの想定方法

- DR率：夏冬30%、春秋70%
- 下げDR：夜間（19:00～6:00）
- 上げDR：
 - ①平日昼間（春秋6:00～16:00）
 - ②休日昼間（春秋6:00～16:00、夏6:00～16:00、冬6:00～16:00）

春秋の場合

DR未考慮



夜間時間帯の需要の一部を
同日及び休日の昼間時間帯へシフト



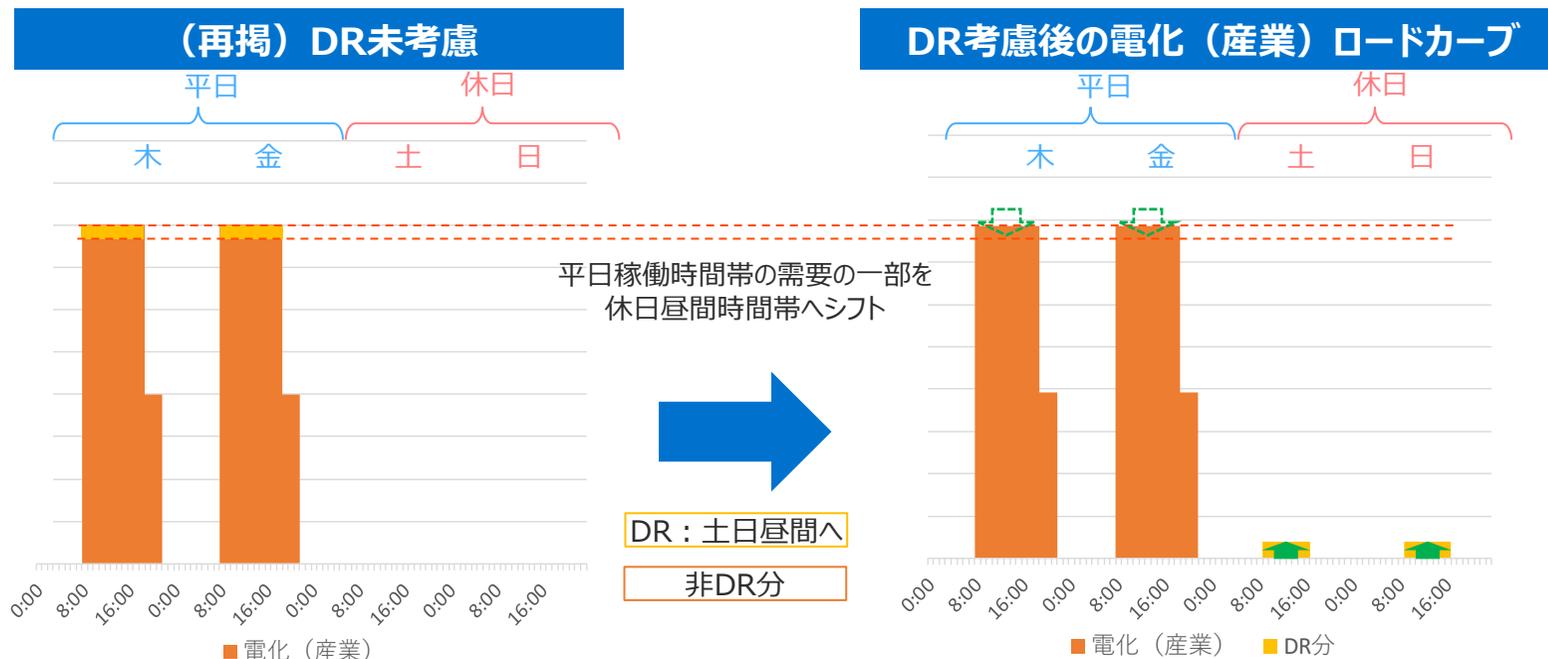
DR考慮後の電化運輸ロードカーブ



出所：日本総研作成

DRの想定方法③産業用需要の移行（平日→休日）

- 電気料金の低減・GXの実現を目的として、産業の稼働時間が、平日昼間時間帯から休日昼間時間帯へシフトすると想定する。（平日昼間時間帯は下げDR、休日昼間時間帯は上げDR）



DR の想定方法

- DR率：5%
- 下げDR：平日昼間（8:00～19:00）
- 上げDR：土日祝昼間（9:00～17:00）

出所：日本総研作成

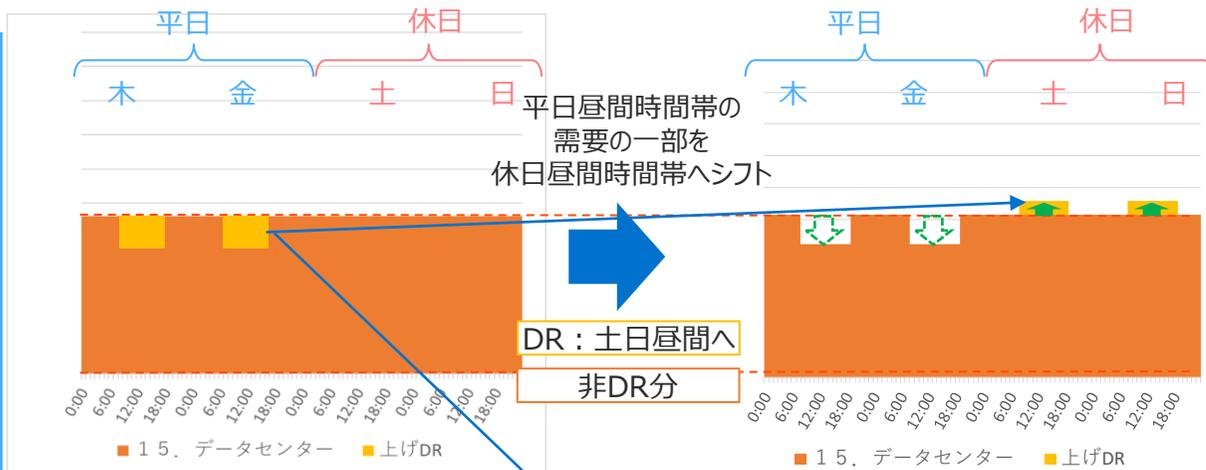
DRの想定方法④データセンター需要の移行（夏冬の平日昼間→夏冬の休日昼間・春秋の昼間）

電気料金の低減・GXの実現を目的として、データセンターの稼働時間が、夏冬平日の昼間夜間時間帯からその他の昼間時間帯（休日、春秋平日）へシフトすると想定する。（夏冬平日の昼間時間帯は下げDR、その他の昼間時間帯は上げDR）

夏冬の場合

DR未考慮

DR考慮後のDCロードカーブ



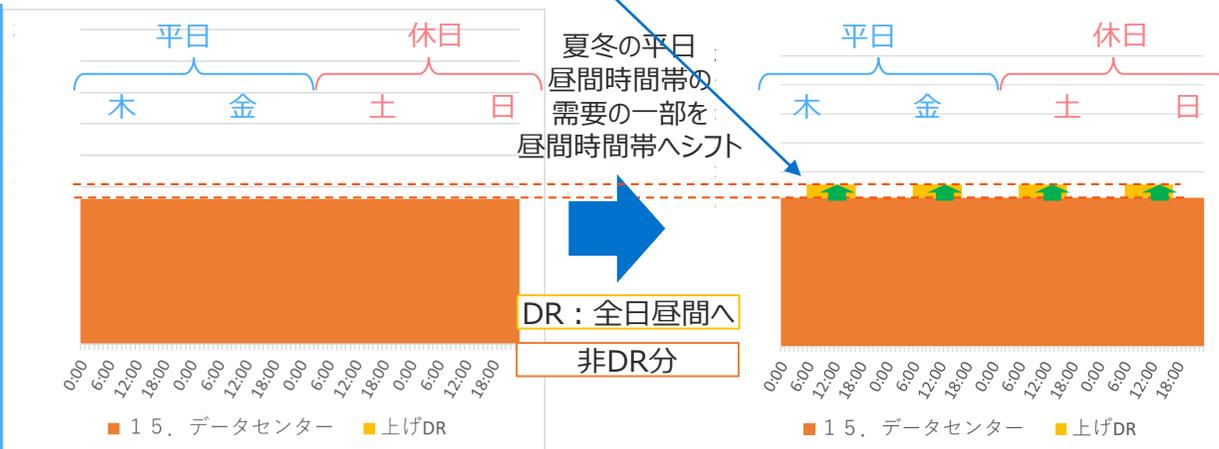
DRの想定方法

- DR率20%
- 下げDR：平日昼間（夏冬8:00~19:00）
- 上げDR：
 - ① 平日昼間（春秋6:00~16:00）
 - ② 休日昼間（春秋6:00~16:00、夏冬6:00~16:00）

春秋の場合

（再掲）DR未考慮

DR考慮後のDCロードカーブ



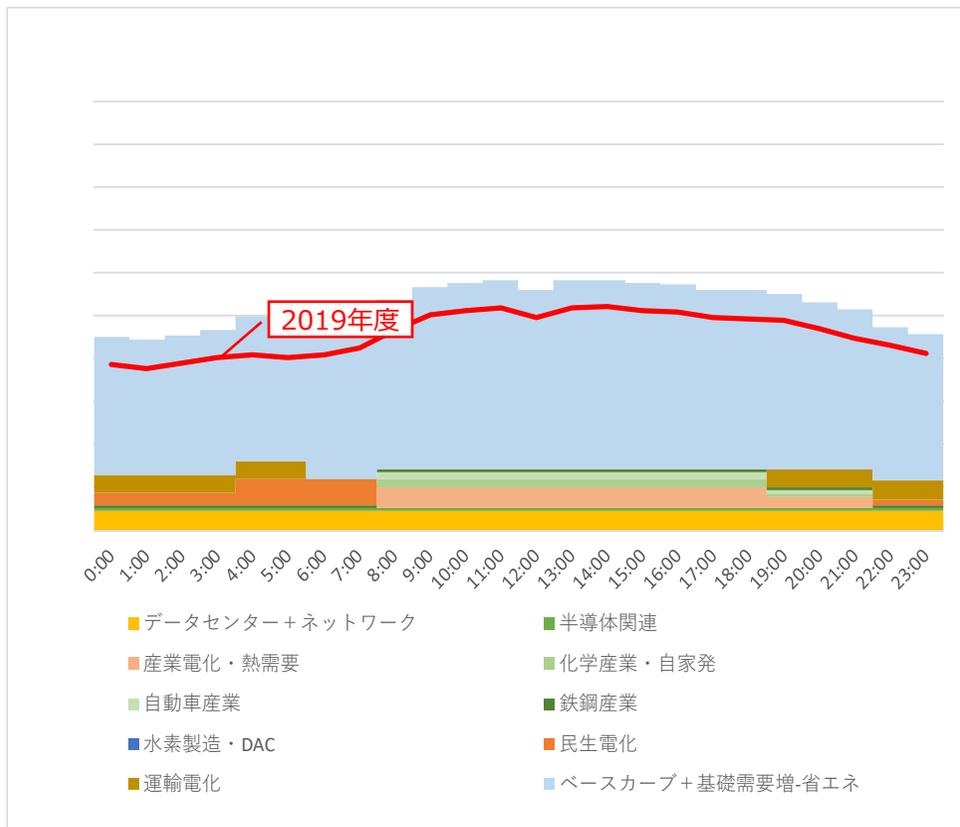
出所：日本総研作成

5. 将来のロードカーブイメージ

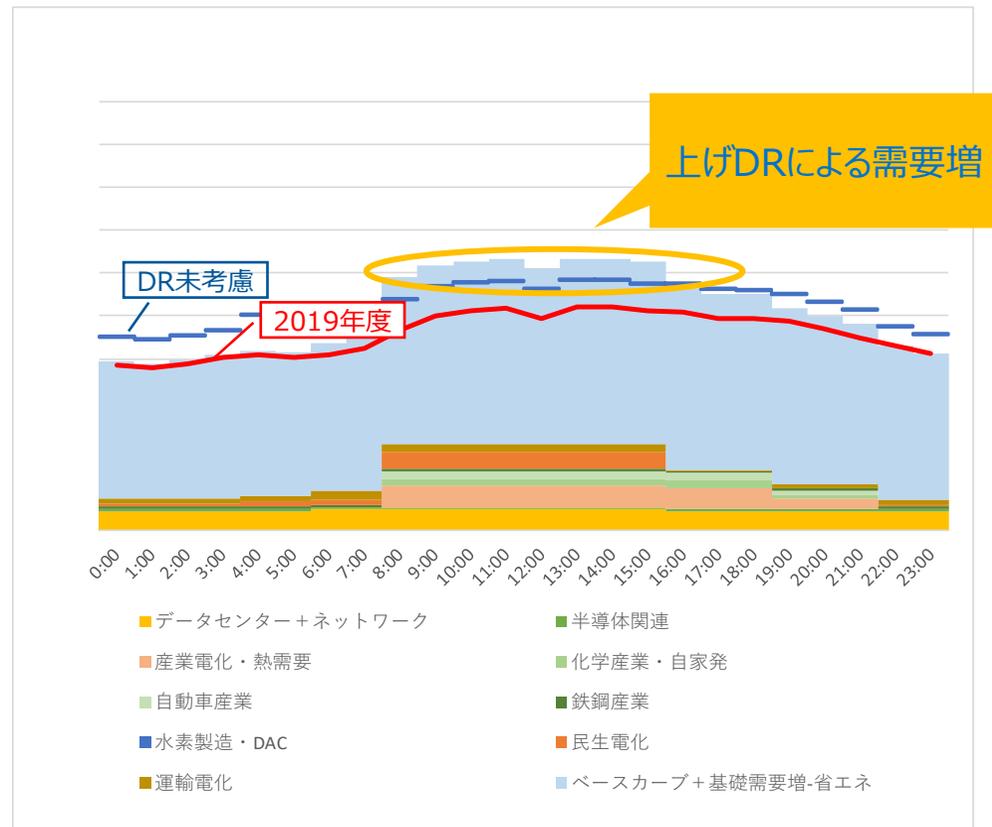
将来のロードカーブイメージ（5月平日）

5月平日においては、昼間に上げDRによる需要増を想定する。

5月平日（DR未考慮）



5月平日（DR考慮）

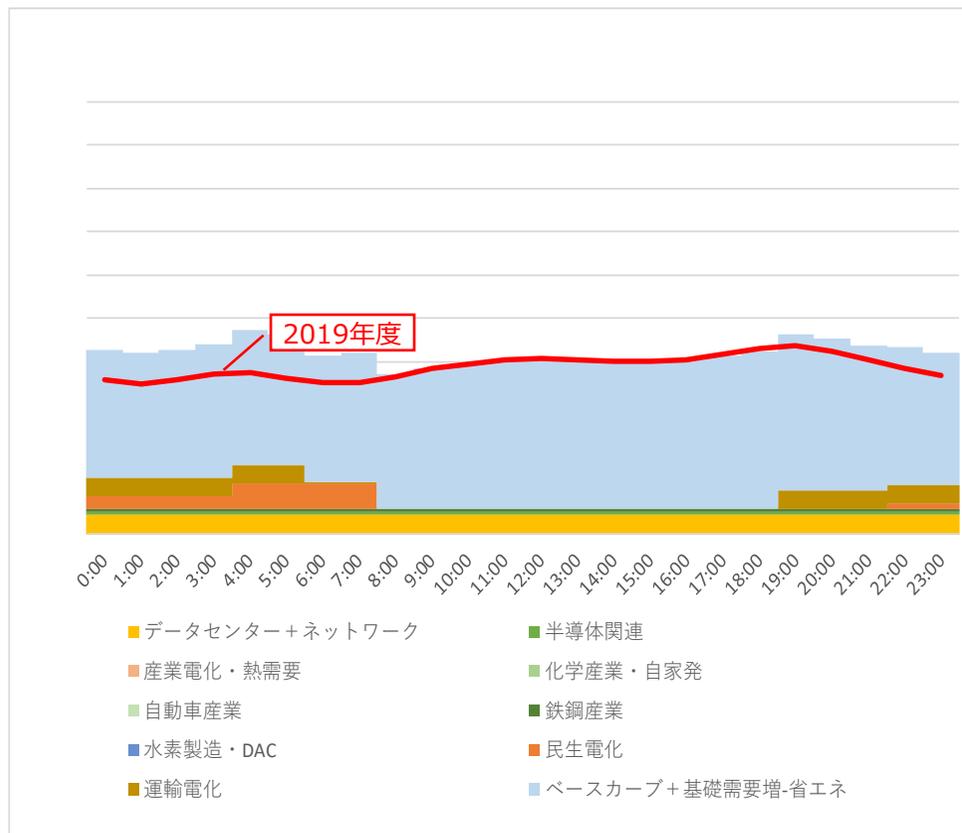


出所：日本総研作成

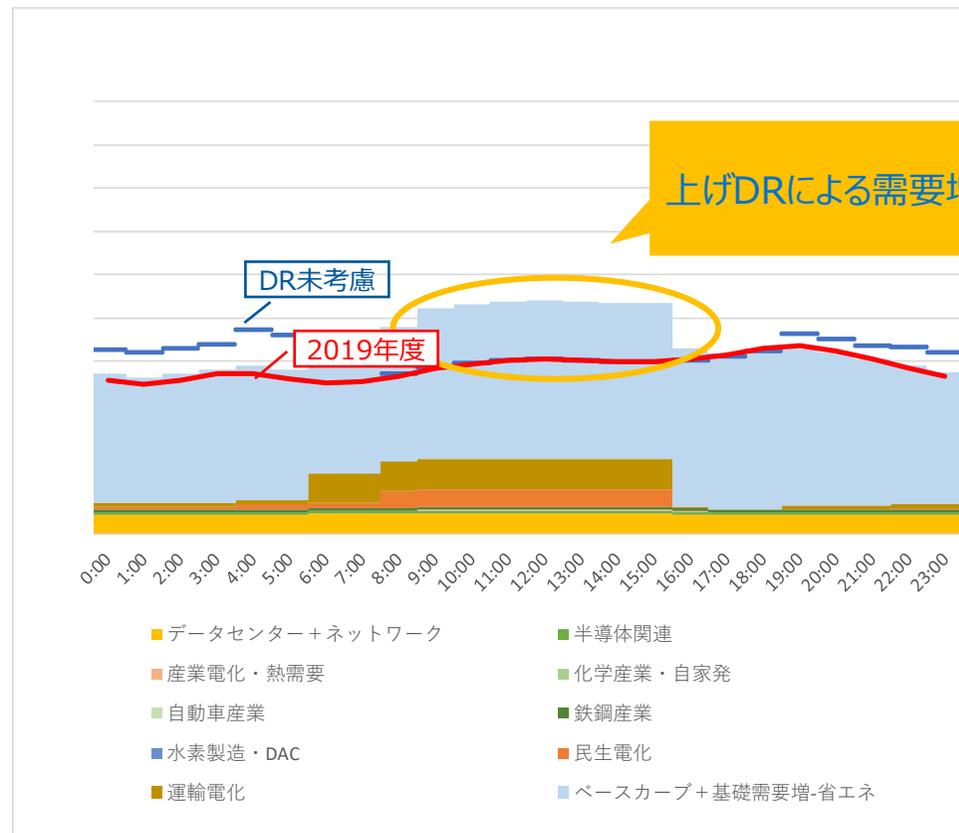
将来のロードカーブイメージ（5月休日）

5月休日においては、昼間に上げDRによる需要増を想定する。

5月休日（DR未考慮）



5月休日（DR考慮）

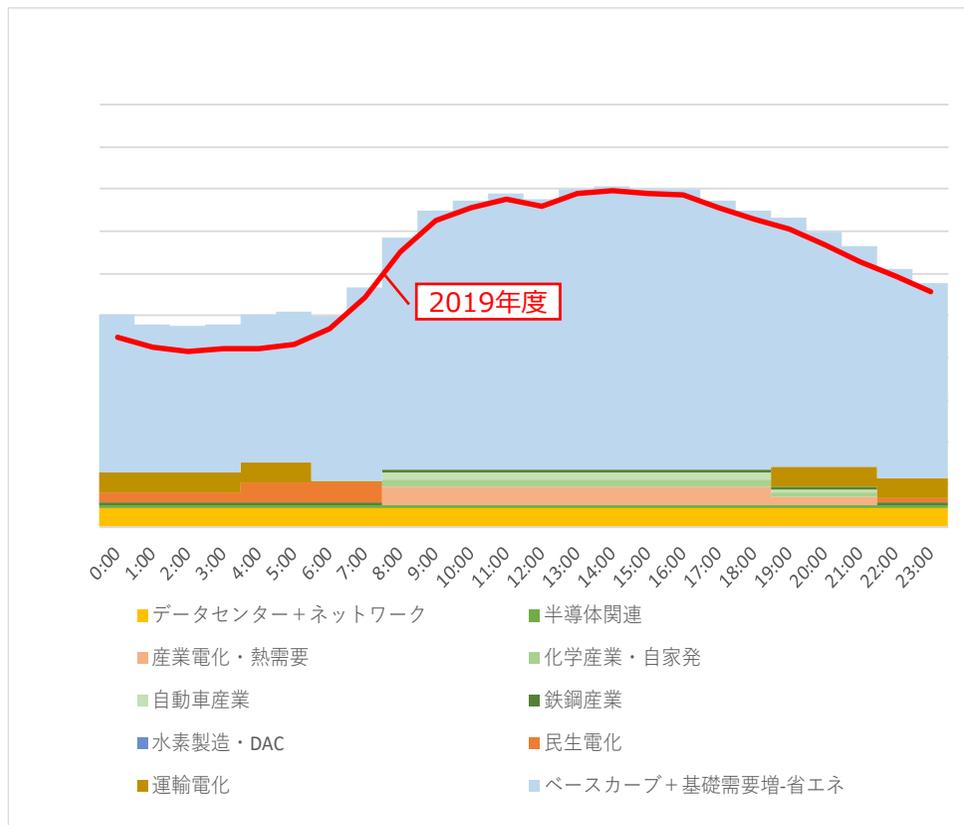


出所：日本総研作成

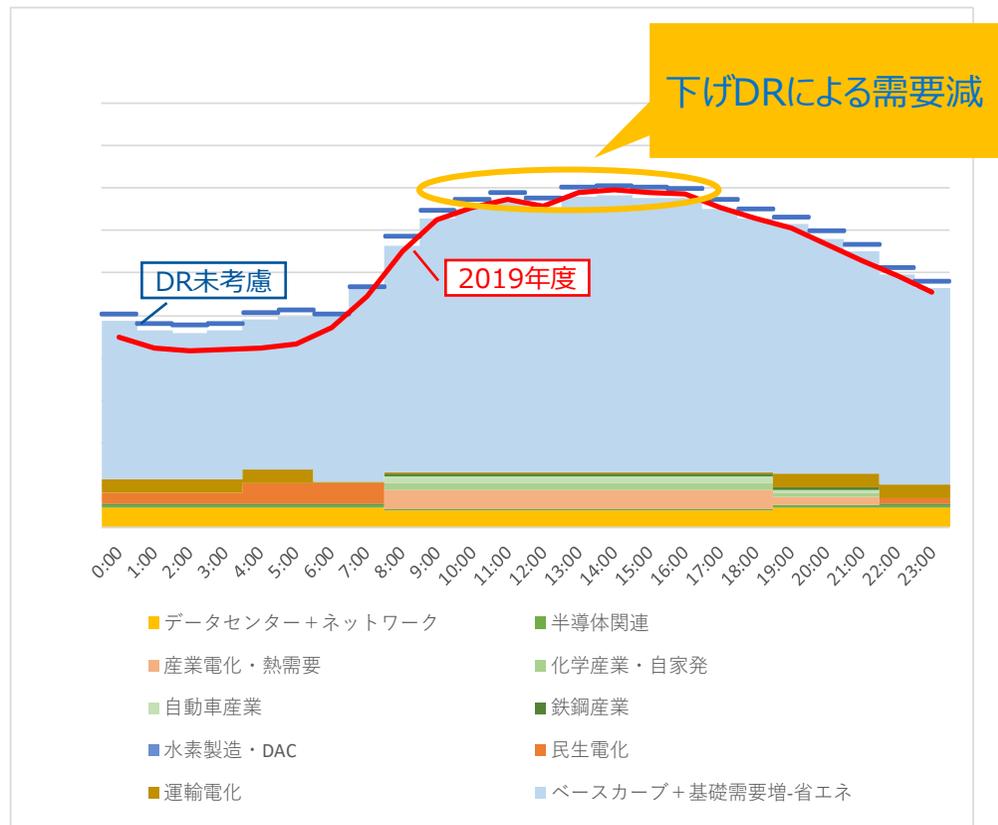
将来のロードカーブイメージ（8月平日）

8月平日においては、昼間に下げDRによる需要減を想定する。

8月平日（DR未考慮）



8月平日（DR考慮）

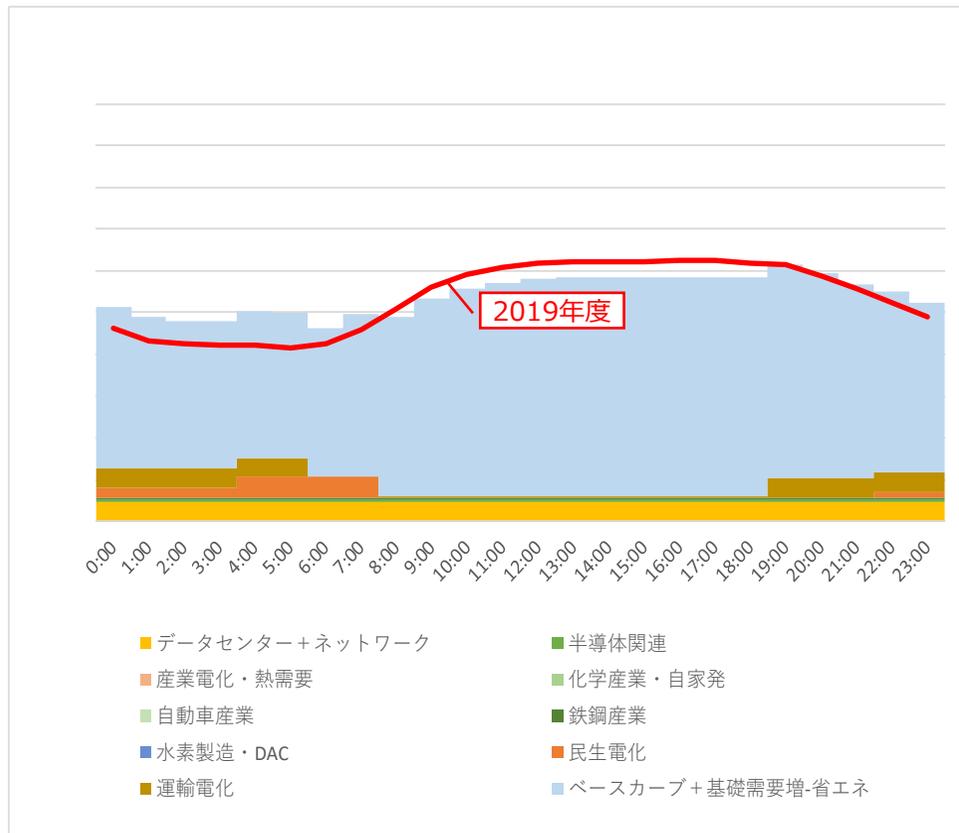


出所：日本総研作成

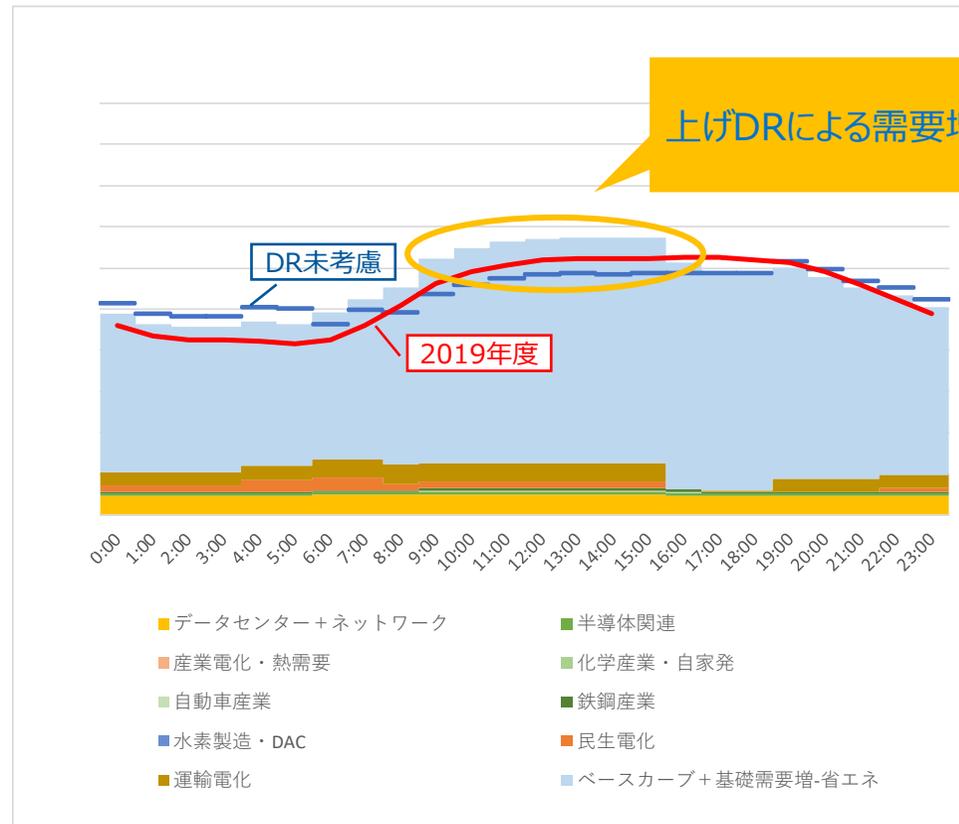
将来のロードカーブイメージ（8月休日）

8月休日においては、昼間に上げDRによる需要増を想定する。

8月休日（DR未考慮）



8月休日（DR考慮）

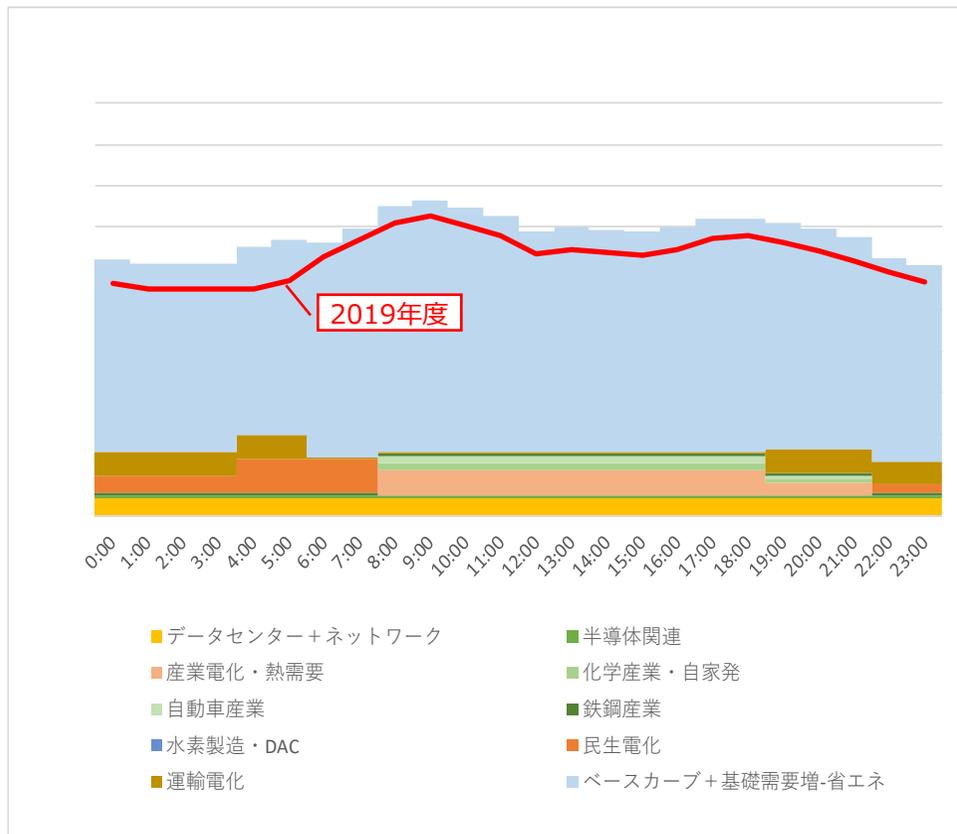


出所：日本総研作成

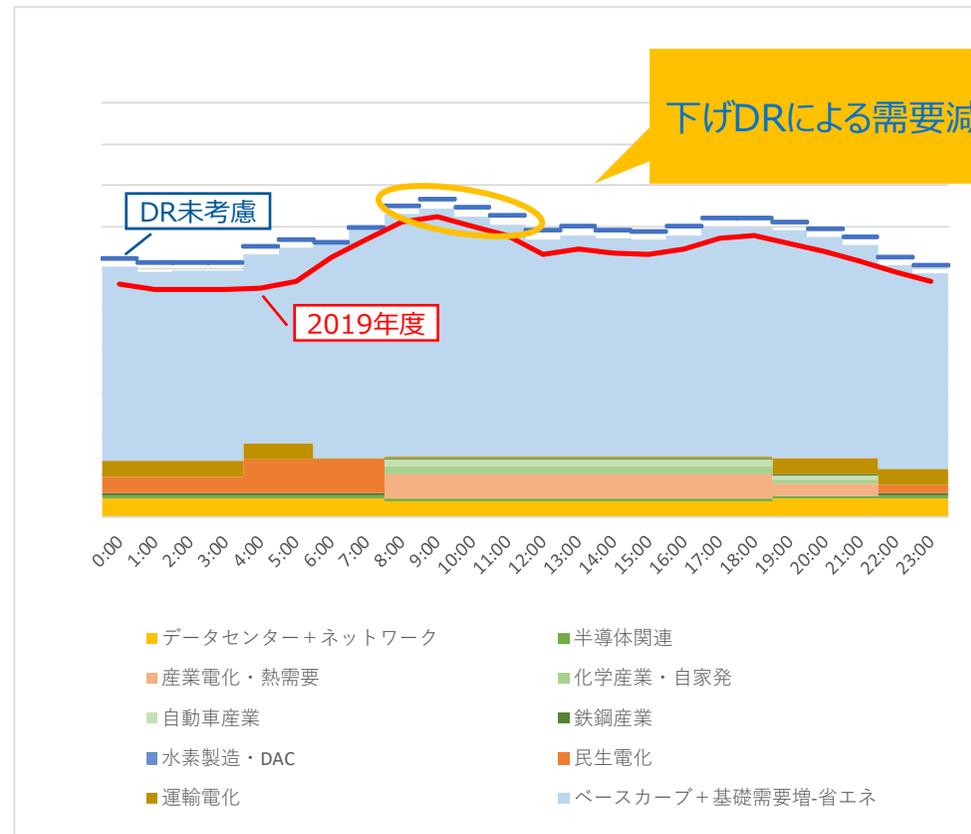
将来のロードカーブイメージ（2月平日）

2月平日においては、昼間に下げDRによる需要減を想定する。

2月平日（DR未考慮）



2月平日（DR考慮）

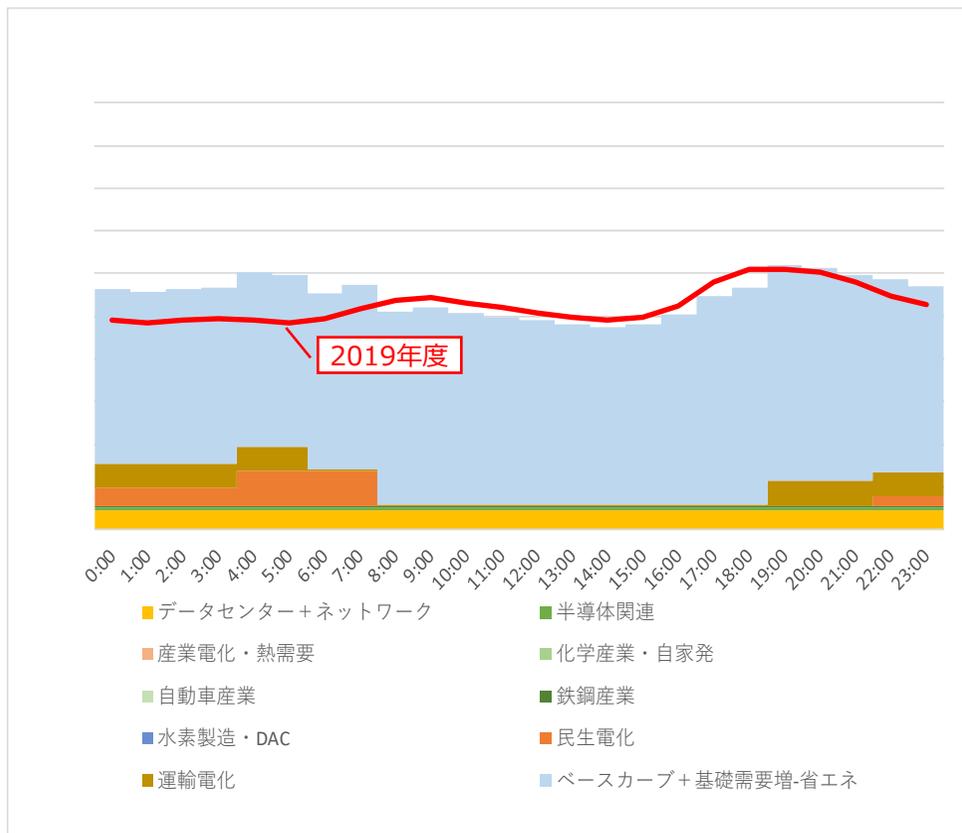


出所：日本総研作成

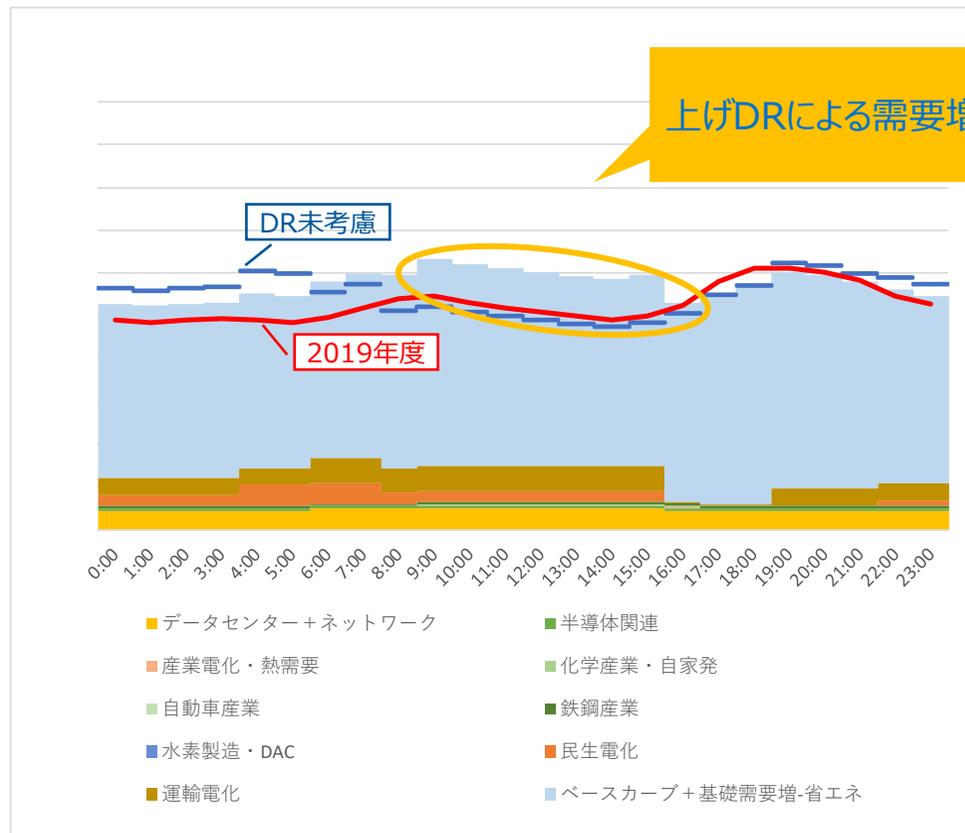
将来のロードカーブイメージ（2月休日）

2月休日においては、昼間に上げDRによる需要増を想定する。

2月休日（DR未考慮）



2月休日（DR考慮）



出所：日本総研作成

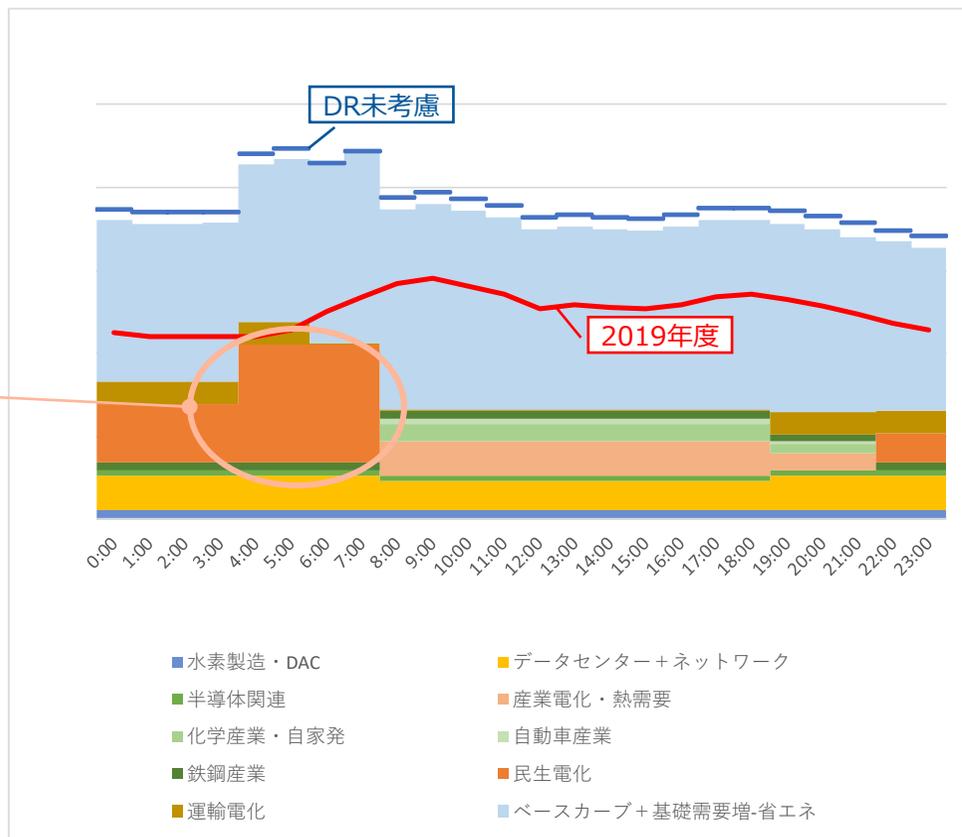
6. 追加的DR想定～ヒートポンプ・EV普及拡大ケース～

将来のロードカーブイメージ

ヒートポンプの導入が拡大し、電化（民生）需要が大きくなる場合、特に冬期に深夜の需要が昼間の需要より大きくなるのが課題となりうる。

ヒートポンプ普及拡大ケース・2月平日（DR考慮）

深夜に稼働する電化（民生）需要が非常に大きいため、特に冬期に深夜の電力需要が昼間の電力需要より大きくなる。

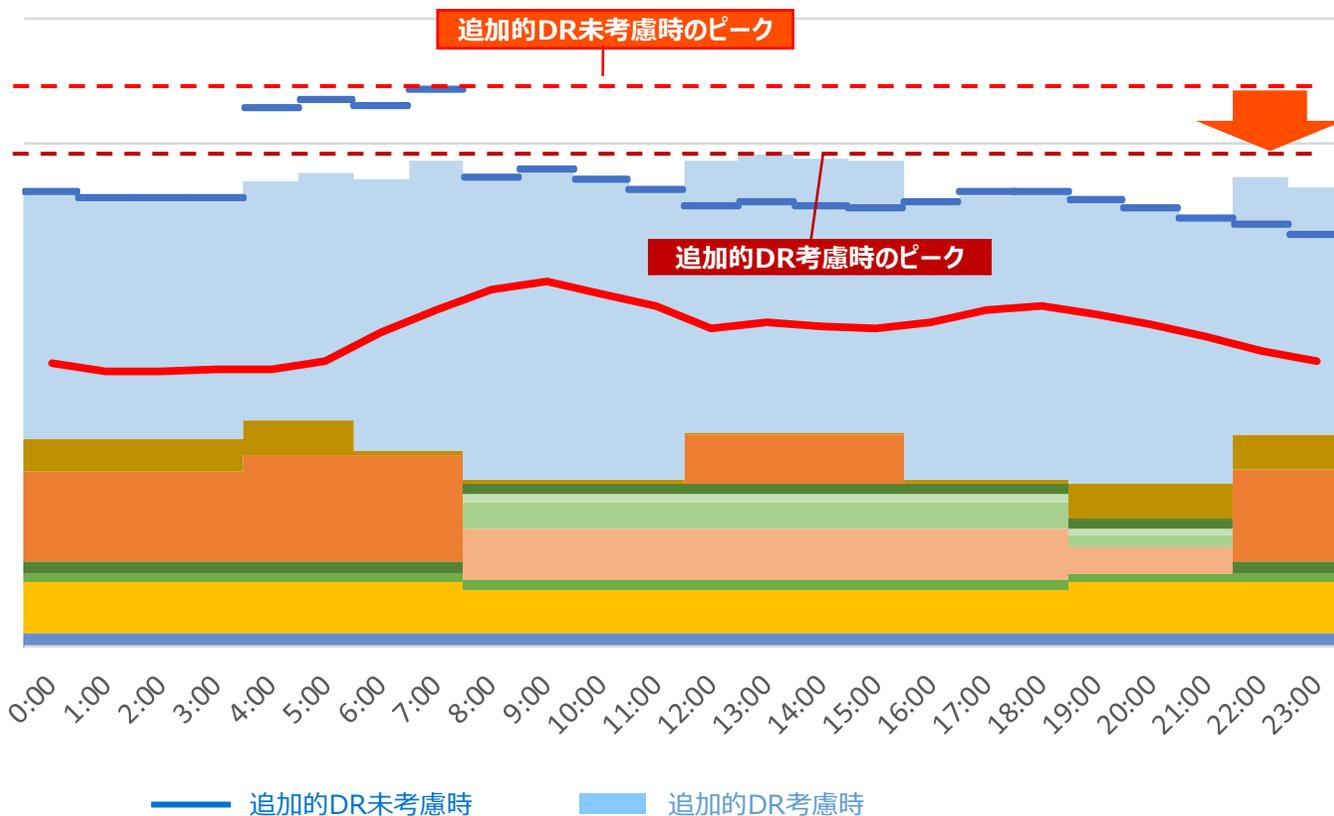


出所：日本総研作成

将来のロードカーブイメージ【夜間の追加的DR実施】（2月平日）

電化（民生）需要について、より電化が進展するケースでは、冬期平日についても、夜間から昼間を中心に需要をシフトするDRを追加的に考慮することで、夜間に発生しているピーク需要を抑制する。

追加的DR実施・2月平日（DR考慮）



昼間を中心に需要をシフトするDRを追加的に考慮し、**ピーク需要を抑制する**

出所：日本総研作成

注意事項

士業法

弁護士法、公認会計士法、税理士法等の法令に基づき、資格を有するもののみが行える業務に関しては、当社は当該業務を行うことができません。これら士業に関わる事項については、貴社において、それぞれの有資格者である専門家にご相談下さい。なお、当社がコンサルティングを通じて、又はその成果として提供する情報について、法務、税務、会計その他に関連する事項が含まれていたとしても、専門家としての助言ではないことをご理解ください。

金融商品取引法等

当社は、法令の定めにより、有価証券の価値に関する助言その他の投資顧問業務、M&A案件における所謂フィナンシャルアドバイザー業務等は行うことができません。

SMBCグループとの関係

日本総合研究所はSMBCグループに所属しており、当社内のみならず同グループ内各社の業務との関係において、利益相反のおそれがある業務は実施することができません。

「利益相反管理方針」(<http://www.smfgroup.co.jp/riekisouhan/>)に従って対応しますので、ご了承ください。当社によるコンサルティングの実施は、SMBCグループ傘下の金融機関等とは独立に行われるものであって、これら金融機関からの資金調達の可能性を保証するものではありません。

正確性等の非保証

当社は、コンサルティングを通じて、又はその成果として提供する情報については必要に応じ信頼できる情報源に確認するなど最善の努力を致しますが、その内容の正確性・最新性等について保証するものではなく、情報の誤り、情報の欠落、及び情報の使用により生じる結果に対して一切の責任を負いません。また、それが明示されているか否かを問わず、商品性、特定目的適合性等その他あらゆる種類の保証を行いません。

貴社による成果の利用

当社がコンサルティングを通じて、又はその成果として貴社に提供する情報は助言に留まることをご理解ください。貴社の経営に関する計画及びその実現方法は、貴社が自らの裁量により決定し選択ください。当社は、コンサルティングを通じて、又はその成果として貴社に提供する情報によって、貴社が決定した作為不作為により、貴社又は第三者が結果的に損害を受け、特別事情による損害を被った場合（損害発生を予見していた場合を含みます。）においても一切の責任を負いません。

反社会的勢力の排除

当社は、反社会的勢力とは一切の関係を遮断し、反社会的行為による当社業務への不当な介入を排除しいかなる利益も供与しません。当社は、当社業務に対する反社会的な強要や脅迫等に対しては、犯罪対策閣僚会議幹事会申合せ「企業が反社会的勢力による被害を防止するための指針」（平成19年6月19日）の趣旨に従い、外部専門機関に相談するなど毅然とした対応をとります。当社は、お取引先が反社会的行為により当社業務に不当な介入等を行った場合、お取引に係る契約を解除することができるものとします。