

Deloitte.

デロイト トーマツ



将来の電力需給シナリオに関する技術検討

デロイト トーマツ コンサルティング 合同会社

濱崎博、大屋昌士、大久保辰哉

2024年03月05日

1 本検討の目的と方法

1	本検討の目的と方法
2	前提条件
3	シミュレーション結果

【検討目的】 産業構造変化が将来の電力需要に与える影響を特定する

検討目的

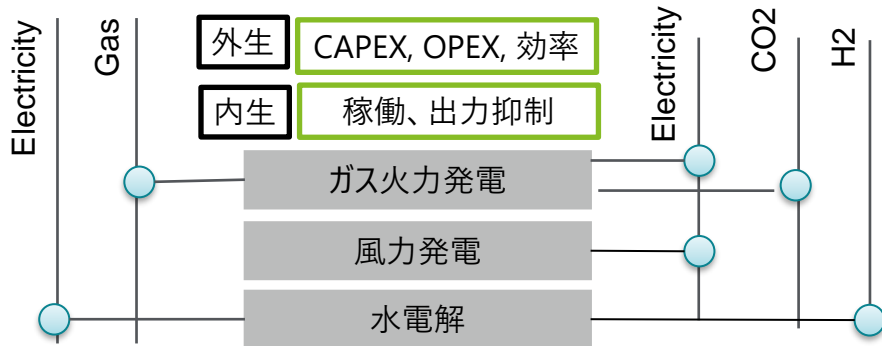
	第2回検討会 (R5/11/30)	第3回検討会 (R6/1/24)	第4回検討会 (R6/3/5)
目的	<ul style="list-style-type: none"> 電力需要の変動幅と変動要因を特定 	<ul style="list-style-type: none"> マクロ環境（人口等）の変化や省エネ、電化が電力需要に与える影響を特定 	<ul style="list-style-type: none"> IT産業や製造業における産業構造変化が電力需要に与える影響を特定
分析サマリ	<ul style="list-style-type: none"> 2050年カーボンニュートラル実現を前提に、エネルギー自給率に対する電力需要の変動幅および変動要因を分析した 既存非電力需要の電化のほか、国内における水素製造が新たに必要となり、これらが電力需要の大きな変動要因となりうる その他、既存電力需要に対する変動要素（GDPや人口、産業構造、自家発、省エネ）やデータセンター、半導体工場による産業構造の変化、需要の価格弾力性といった変動要素については今後詳細検討する必要がある 	<ul style="list-style-type: none"> 2050年カーボンニュートラルを前提で、特に自家消費や電化が進む このときの世界観としては <ul style="list-style-type: none"> 戸建住宅の半数に太陽光や燃料電池が導入され、自家消費が進む 民生部門では厨房、給湯や暖房の機器の電化が進む 運輸部門では自動車保有台数の約7-8割が電気自動車となる 	<ul style="list-style-type: none"> データセンターや基地局、半導体工場増設によって電力需要は約126TWh増加する可能性がある 製造業では国内需要減少に伴い各製品の生産量も減少傾向にあるが、2050年カーボンニュートラルに向けて新規技術への転換が進み、約49TWhの電力需要増加が見込まれる 以上の産業構造変化が主な要因となり、産業部門の系統電力需要は約192TWh増加すると見込まれる
ディスカッションポイント	<ul style="list-style-type: none"> 前提条件やシミュレーション結果の妥当性 今後深掘すべき項目 	<ul style="list-style-type: none"> マクロ環境や省エネ、電化、自家消費等の前提条件やシミュレーション結果の妥当性 	<ul style="list-style-type: none"> 各産業構造変化の見通しの妥当性

【モデル概要 (1/3)】

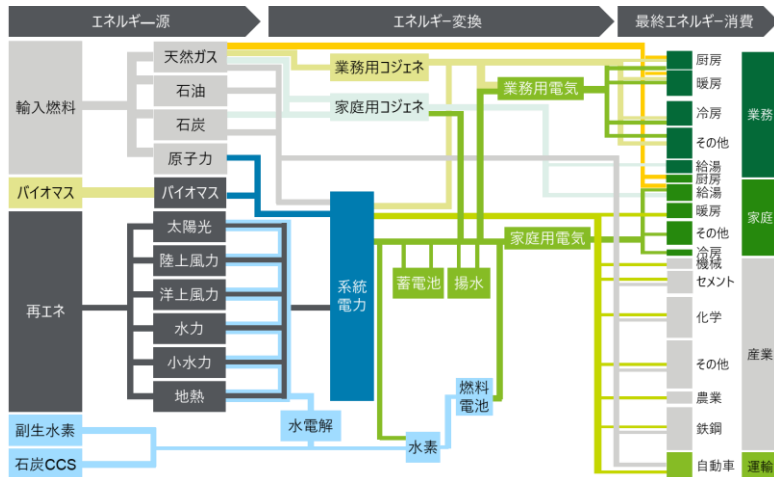
日本を高地域粒度で表現したモデルで将来のエネルギー需給の推計を行う

モデル概要

技術とコモディティーの組み合わせ



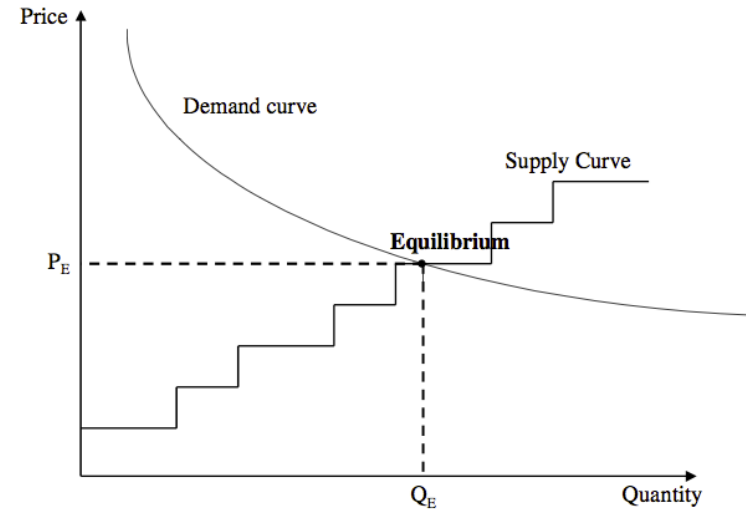
エネルギーを一つのシステムとして再現



シナリオを与え将来のエネルギーシステムを推計

- カーボンニュートラルが達成されるかどうか
- CCSがどの程度利用できるのか
- 再生可能エネルギーの価格はどこまで下がるのか

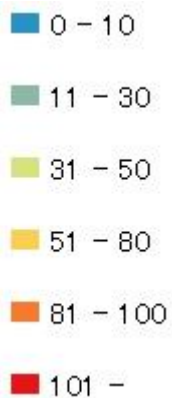
⋮



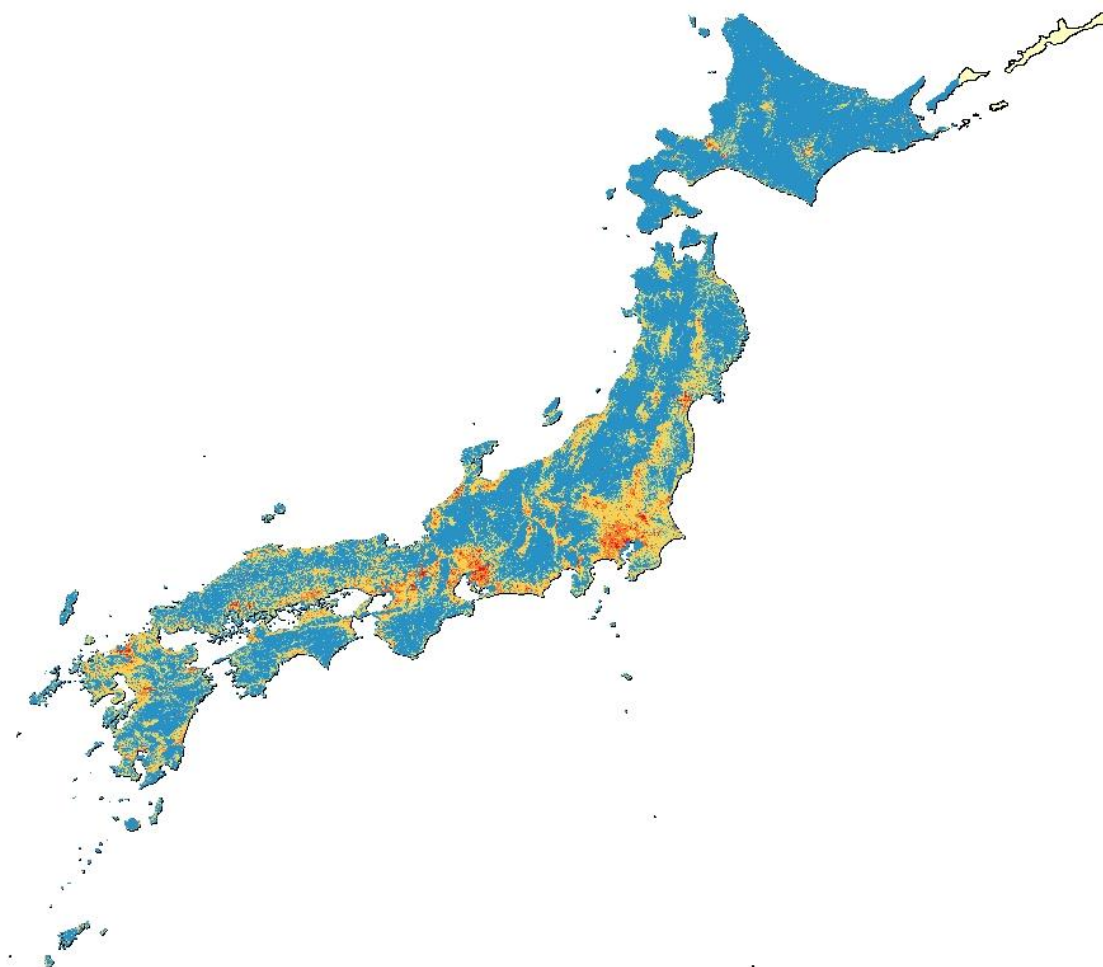
【モデル概要 (2/3)】

データセンターや半導体工場の電力需要増分は人口に応じて都道府県ごとに按分する

地域別人口



注：100 = 2010年実績

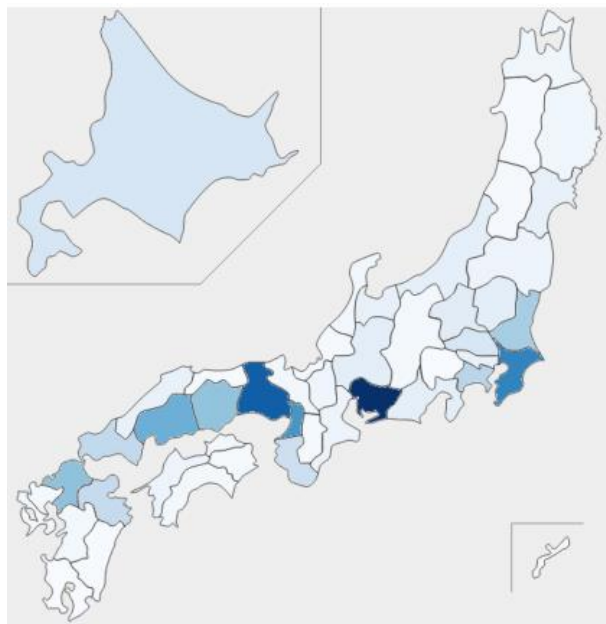


【モデル概要 (3/3)】

鉄鋼や化学、自動車の電力需要増分は製品出荷額に応じて都道府県ごとに按分する

地域別製品出荷額

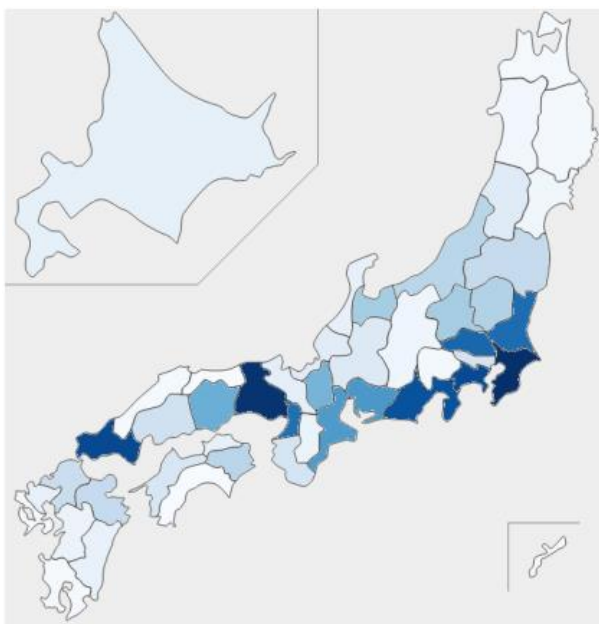
鉄鋼業



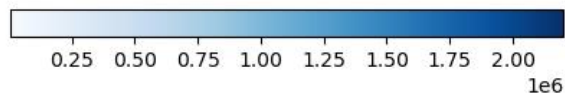
製品出荷額 (百万円)



化学工業



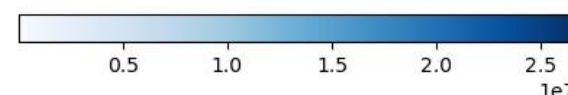
製品出荷額 (百万円)



輸送用器具製造業



製品出荷額 (百万円)



2 前提条件

1	本検討の目的と方法
2	前提条件
3	シミュレーション結果

【シナリオの考え方】

2050年カーボンニュートラルの実現を前提として、 エネルギー自給率を分岐要素としたシナリオを想定し、将来の電力需要を推計する

想定したシナリオ

■ 2050年カーボンニュートラルの実現を前提として以下の3ケースをシミュレーション

- Low（自給率低位ケース）
 - 経済効率性の観点から、エネルギーシステムの推計を行うケース
- Middle（自給率中位ケース）
 - 海外燃料を輸入しつつも、自給率向上のために国内再エネを一定程度導入するケース
- High（自給率高位ケース）
 - 国内再エネなど国産エネルギーを積極的に導入するケース

シナリオ名	シミュレーション条件	
	CO2削減目標*1	エネルギー自給率*2
Low（自給率低位ケース）	2030年：46%削減（2013年比） 2050年：カーボンニュートラル	コスト最小化計算（制約なし）
Middle（自給率中位ケース）		2050年：自給率30%以上
High（自給率高位ケース）		2050年：自給率40%以上

*1 CO2削減目標は鉄道や船舶、航空を除くエネルギー起源の排出源を対象とし、2030年から2050年にかけて線形的に設定（2040年では2013年比で73%削減）

*2 エネルギー自給率の算定にあたり、再エネ（バイオマスは除く）や原子力については効率率は100%とし、発電電力量を一次エネルギー供給量に換算

【前提条件（1/3）】

鉄鋼業や化学工業においては2050年にかけて生産規模が縮小すると想定した

基礎的需要の考え方

需要種別		概要	算定方法
基礎的需要	家庭用	<ul style="list-style-type: none"> ■ 人口：2040年113百万人、2050年105百万人（社人研出生中位・死亡中位） ■ 単位人口あたりkWh：2.00TWh/百万人（2019年度実績値） 	人口 × 単位人口あたりkWh
	業務用	<ul style="list-style-type: none"> ■ 業務床面積：2040年2155百万m²、2050年2279百万m² （2012~2019年の年平均変化率+0.56%/年が2050年まで継続すると想定） ■ 単位業務床面積あたりkWh：0.17TWh/百万m²（2019年度実績値） 	業務床面積 × 単位業務床面積あたりkWh
	産業用（鉄鋼）	<ul style="list-style-type: none"> ■ 粗鋼生産量：2040年89mt、2050年84mt （社会における鉄利用が飽和し、粗鋼生産量は減少すると想定） ■ 粗鋼生産量あたりkWh：0.77TWh/mt（2019年度実績値） 	粗鋼生産量 × 単位粗鋼生産量あたりkWh
	産業用（化学）	<ul style="list-style-type: none"> ■ オレフィン生産量：2040年9.6mt、2050年8.0mt （国内の化学製品需要が減少し、原料となるオレフィン生産量も減少すると想定） ■ 単位オレフィン生産量あたりkWh：2.5TWh/mt（2019年度実績値） 	オレフィン生産量 × 単位オレフィン生産量あたりkWh
	産業用（その他）	<ul style="list-style-type: none"> ■ 鉱工業指数：2040年103、2050年104（2019年の鉱工業指数を100とする） （2012~2019年の年間平均変化率+0.14%/年が2050年まで継続すると想定） ■ 単位鉱工業指数あたりkWh：3.4TWh/IIP（2019年度実績値） 	鉱工業指数 × 単位鉱工業指数あたりkWh
	運輸用（自動車）	<ul style="list-style-type: none"> ■ 電気自動車の2019年度電力需要はほぼ0であり、基礎的需要としては計上せず （電気自動車による電力需要増分は電化分として計上） 	-
	運輸用（自動車以外）	<ul style="list-style-type: none"> ■ 電車の2019年度電力需要17TWhを基礎的需要として計上 	-

【前提条件（2/3）】

産業部門では省エネのほか、化石燃料ボイラが一部ヒートポンプに転換すると想定した

追加的要素（省エネ、自家消費、電化）の考え方

需要種別		概要	算定方法
追加的要素	省エネ（家庭）	<ul style="list-style-type: none"> ■ 単位人口あたりエネルギー消費量： 1990~2019年の年間平均変化率-0.72%/年が2050年まで継続すると想定 	-
	省エネ（業務）	<ul style="list-style-type: none"> ■ 単位業務床面積あたりエネルギー消費量： 1990~2019年の年間平均変化率-0.69%/年が2050年まで継続すると想定 	-
	省エネ（産業）	<ul style="list-style-type: none"> ■ 単位鉱工業指数あたりエネルギー消費量： 1990~2019年の年間平均変化率-0.24%/年が2050年まで継続すると想定 	-
	自家消費（民生）	<ul style="list-style-type: none"> ■ 太陽光発電と燃料電池の自家消費を想定 	自家消費量はコスト最小化のもと内生的に計算
	自家消費（産業）	<ul style="list-style-type: none"> ■ 「自家発動向」を参照 	-
	電化（民生）	<ul style="list-style-type: none"> ■ 給湯や空調、調理における電化を想定 (給湯用および空調用ヒートポンプのCOPを3.0に設定) 	電化による需要増分はコスト最小化のもと内生的に計算
	電化（産業）	<ul style="list-style-type: none"> ■ 化石燃料ボイラの電化を想定 (産業用ヒートポンプのCOPを3.0に設定) 	
	電化（運輸）	<ul style="list-style-type: none"> ■ 電気自動車を想定 	

【前提条件（3/3）】

産業構造変化によって各産業で消費電力が一定程度増加すると想定した

追加的要素（産業構造変化、自家発動向）の考え方

需要種別		概要	算定方法
産業構造変化	データセンター	<ul style="list-style-type: none"> データセンターの増設によって消費電力が増加すると想定 	P12参照
	ネットワーク	<ul style="list-style-type: none"> 5G基地局の整備が進み、ネットワークの消費電力が増加すると想定 	P13参照
	半導体工場	<ul style="list-style-type: none"> 半導体産業の規模拡大によって消費電力が増加すると想定 	P14参照
	鉄鋼業	<ul style="list-style-type: none"> 鉄鋼業では粗鋼生産量は減少するものの、スクラップ鉄電炉や水素直接還元製鉄の導入が進み、消費電力が増加すると想定 	P15参照
	化学工業	<ul style="list-style-type: none"> 化学工業ではオレフィン生産規模は縮小するものの、メタノールからのオレフィン製造が進み、消費電力が増加すると想定 	P16参照
	自動車産業	<ul style="list-style-type: none"> 電気自動車製造が進み、自動車産業の消費電力が増加すると想定 	P17, 18参照
	工業炉	<ul style="list-style-type: none"> 600-1000度の燃焼加熱の一部が電気加熱に転換し、消費電力が増加すると想定 	P19参照
自家発動向	<ul style="list-style-type: none"> セメントや製紙、繊維工業は自家発電設備は現状維持されるものの、鉄鋼や化学を除くその他産業はカーボンニュートラルに向けて化石燃料由来の自家発電設備が廃止され、全て系統電力に置き換わると想定 	P20参照	

【データセンター】

データセンターの消費電力は現状から2050年にかけて約96TWh増加すると想定した

データセンター

概要

- JSTではサーバー、ストレージ、スイッチ、その他動力ごとに消費電力を推計し、データセンターの消費電力を推計
- 2018年には14TWh、2050年には12000TWh (“As-is”)、500TWh (“Modest”)、110TWh (“Optimistic”)
- 本検討では “Optimistic” のケースを採用し、データセンター消費電力は現状から約96TWh増加すると想定

データセンター消費電力の内訳

表 7 国内データセンター消費電力推定 (TWh)

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

データセンター消費電力の推移

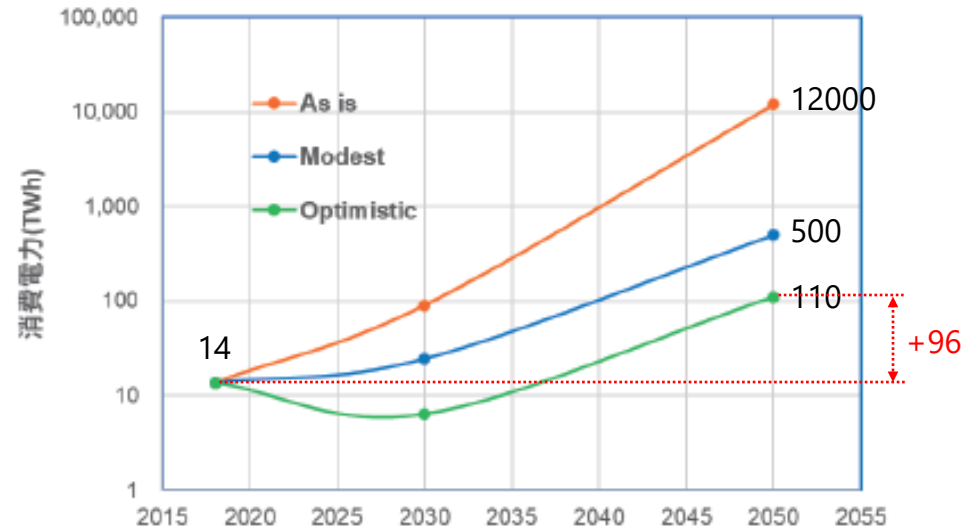


図 12 国内データセンター消費電力推定 (TWh)

【ネットワーク】 5G基地局の整備等が進み、 ネットワークの消費電力は現状から2050年にかけて約13TWh増加すると想定した

ネットワーク

概要

- 総務省では2030年に5G基地局を約60万局整備することを目標としている
- 本検討では3Gや4G等の基地局が2050年には撤退し、5G基地局のみとなることを想定し、現状から約13TWh増加すると想定

基地局数の見通し

消費電力の推計

(2) ワイヤレス・IoTインフラ（5G等）

整備方針 注：数値目標は4者重ね合わせにより達成する数値。

第1フェーズ 基盤展開

- ① 全ての居住地で4Gを利用可能な状態を実現
(4Gエリア外人口 2021年度末0.6万人→2023年度末0人)
- ② ニーズのあるほぼ全てのエリアに、5G展開の基盤となる親局の全国展開を実現（ニーズに即応が可能）（5G基盤展開率 2021年度末43.7%→2023年度末98%）
- ③ 5G人口カバー率
【2023年度末】
全国**95%**（2021年度末実績:93.2%）
全市区町村に5G基地局を整備（合計28万局）

第2フェーズ 地方展開

- ④ 道路カバー率（高速道路・国道）
※国民の利便性向上及び安全・安心の確保の観点から追加
【2030年度末】**99%**（2021年度末実績:95%程度）
高速道路については**100%**

- 国内外におけるOpen RANの普及促進
- 自然災害や通信障害等の非常時における事業者間ローミングの実現
- ローカル5G等の地域のデジタル基盤の整備・活用の一体的推進

具体的施策

- ① 新たな5G周波数の割当て
- ② 制度整備（5G中継局等）、支援措置（補助金、税制）、Japan OTICの機能強化
- ③ インフラシェアリングの推進（補助金要件優遇、基地局設置可能な施設のDB化）
- ④ 地域協議会の開催によるデジタル実装とインフラ整備のマッチングの推進
- ⑤ 早期の社会実装が期待される自動運転やドローンを活用したプロジェクトとの連動

項目	現状（2019年）		2050年		単位
	3G・4G等	5G	3G・4G等	5G	
基地局数	107	2	0	60	万局
基地局あたり消費電力*1	0.9	3.8	-	3.8	kW/局
電力消費量*2（基地局）	8.7	0.7	-	19.7	TWh
電力消費量*3（その他）	1.9	0.2	-	4.4	TWh
合計	10.6	0.9	-	24.1	TWh

+12.6TWh

*1 中国通信「広州市・深セン市 5G基地局消費エネルギーの実証実験データ」を参考に設定

*2 稼働率100%として算出

*3 JST（2024）「情報化社会の進展がエネルギー消費に与える影響（Vol.5）」にて報告されている基地局（アクセスネットワーク）とその他（コア・メトロネットワーク）の比率を基に電力消費量を推計

【半導体工場】

半導体産業の規模拡大によって、 半導体工場の消費電力は現状から2050年にかけて約17TWh増加すると想定した

半導体工場

概要

- 近年の半導体産業の拡大によってシリコンウエハの生産量は増加傾向にある
- 生産効率向上のため、特に長直径シリコンウエハの生産量が大きく増加している
- 本検討ではシリコンウエハの直径ごとに過去トレンドに基づき生産量を推計し、省エネによって電力原単位も減少することを踏まえ、半導体産業の消費電力は現状から約16.6TWh増加すると想定

項目	現状（2019年）				2050年				単位	
	直径 125mm以下	直径 150mm	直径 200mm	直径 300mm以上	直径 125mm以下	直径 150mm	直径 200mm	直径 300mm以上		
シリコンウエハ 生産量*	298	961	2092	4200	0	904	4069	12306	万枚	
電力原単位**	0.0027				0.0021				TWh/万枚	
電力消費量	0.8	2.6	5.6	11.2	→	0	1.9	8.7	26.2	TWh

+16.6TWh

* 経済産業省「生産動態統計年報」の2012~2018年のトレンドを基に各直径のシリコンウエハ生産量が2050年まで推移すると想定。ただし、直径125mm以下のシリコンウエハは縮小傾向にあり、2050年は生産されないと想定。

** 2012~2018年のトレンド（-0.9%/年）で省エネが進み、足元の電力原単位が2050年まで減少すると想定。

【鉄鋼業】

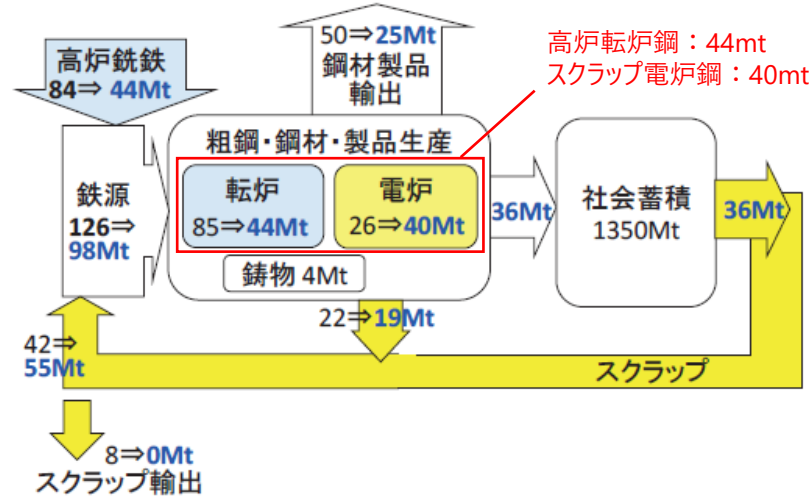
鉄鋼業では粗鋼生産量は減少するものの、スクラップ鉄電炉のほか水素直接還元製鉄の導入が進み、鉄鋼業の消費電力は現状から2050年にかけて約7TWh増加すると想定した

鉄鋼業

概要

- JSTでは社会における鉄利用が飽和に達するとし、粗鋼生産量（高炉転炉鋼 + スクラップ電炉鋼）は約84mtになると想定
- 本検討では粗鋼生産規模は2019年から2050年にかけて縮小する（98mt → 84mt）と想定した
- 他方、2050年には電炉と水素直接還元製鉄の導入が進み、鉄鋼業の消費電力は現状から約7TWh増加すると想定

粗鋼生産量の見通し



- ・鉄の社会での年間新規利用量（流入量、36Mt）は2014年度数値と同じとした。
- ・社会蓄積からの回収量 36Mt は流入量と同じと仮定し、社会における鉄利用が飽和に達した状態とした。
- ・スクラップを輸出せず、国内で全て利用するとした。
- ・鋼材と鉄鋼利用製品の輸出量が半減するとした。

消費電力の推計

項目	現状（2019年）			2050年			単位
	高炉転炉	スクラップ電炉	水素直接還元製鉄	高炉転炉	スクラップ電炉	水素直接還元製鉄	
粗鋼生産量	75	23	0	0	40	44	mt
電力原単位*	1.6	2.1	-	-	2.1	2.5	PJ/mt
電力消費量	120	48	-	-	84	110	PJ

+26PJ (7.2TWh)

【化学工業】

化学工業ではオレフィン生産規模は縮小するものの、メタノールからのオレフィン製造が進み、化学工業の消費電力は現状から2050年にかけて約0.6TWh増加すると想定した

化学工業

概要

- 石油化学工業においてはグリーンメタノールを用いたオレフィン製造が今後進むと見込まれる
- 本検討ではオレフィン生産量が2019年から2050年にかけて縮小（-1.51%/年）すると想定
- 現状のナフサ分解によるオレフィン製造プロセスの一部が、グリーンメタノールからのオレフィン製造（Methanol to Olefin: MTO）に置き換わったときの消費電力の増加分を簡易的に推計し、現状から約0.6TWh増加すると想定

グリーンメタノールを用いたオレフィン製造

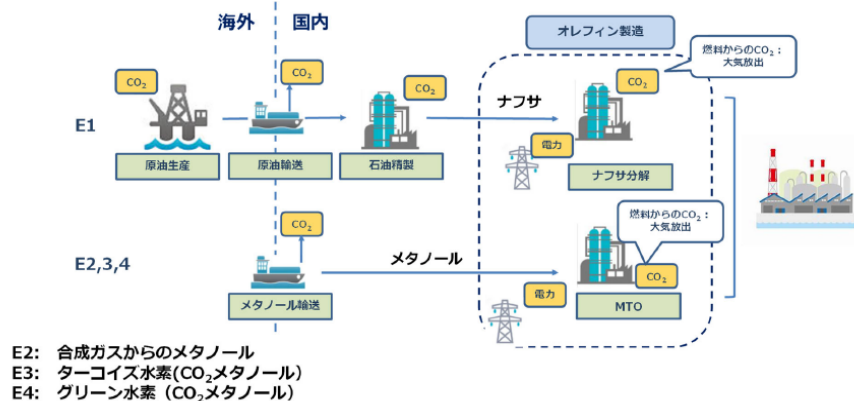


図 5.2-10 Plan E:

(日本でオレフィンを製造するシステム、メタノールは海外製造)

消費電力の推計

項目	現状（2019年）		2050年		単位
	石油精製 + ナフサ分解	メタノール製造 + MTO	石油精製 + ナフサ分解	メタノール製造 + MTO	
オレフィン 生産量*	12.8	0	5.8	2.2	mt
電力原単位**	0.020	-	0.020	0.084	PJ-elec/PJ
電力消費量	12.6	-	5.7	9.1	PJ-elec

+2.2PJ (0.6TWh)

* 経産省「新・素材産業ビジョン 中間整理」ではエチレン生産量が現状から400万トンまで減少すると見込まれており、オレフィン生産量も同等の減少率（-1.5%/年）で将来推移すると想定。また、グリーンイノベーション基金「CO₂を用いたプラスチック原料製造技術開発」におけるメタノールからの基礎化学品製造量の2050年想定値を参照し、MTOによるオレフィン生産量を2050年に220万トン/年と想定。

** ナフサ分解: Tao Ren et al., *Energy*, 2006, 31, 425-451
メタノール製造: Bruno Lacerda de Oliveria Campos et al., *Process*, 2022, 10, 1535
MTO: Yih-Hang Chen et al., *Journal of Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 2022, 130, 103893

【自動車産業（1/2）】

従来自動車と電気自動車を1台製造するために必要な消費電力をそれぞれ推計した

自動車産業

概要

- 米国調査研究では従来自動車と電気自動車を1台製造するために必要なエネルギーをそれぞれ約33400, 50700 MJ/台と試算
- 同調査研究では自動車製造における電力消費量はエネルギー消費量の約50%を占めるとも報告
- 以上から、本検討では従来自動車と電気自動車の製造時の電力消費量をそれぞれ約16700, 25400 MJ/台と想定

自動車製造時のエネルギー消費量

TABLE 8 E_{vm} and C_{vm} Results for a Series of Vehicles

Vehicle	ICV	ICV ^a	HEV ^a	PHEV-20 ^b	PHEV-40 ^b	EV ^b
Data source	USAMP	Argonne	Argonne	Argonne	Argonne	Argonne
% by wt. covered by model	92.8	95.2	95.2	93.4	92.2	89.3
% by wt. from advanced battery	0	0	0.6	2.3	4.18	6.6
Vehicle mass (kg)	1,532	1,578	1,683	1,746	1,959	2,104
E_{vm} (MJ)						
From model	33,920	33,358	32,886	33,712	36,766	38,094
From advanced battery ^c	0	0	1,060	3,654	7,452	12,637
Total	33,920	33,358	33,946	37,366	44,218	50,731
C_{vm} (kg)						
From model	2,011	1,969	1,949	1,995	2,165	2,244
From advanced battery	0	0	84	289	590	1,000
Total	2,011	1,969	2,033	2,284	2,755	3,244

^a Vehicles from Burnham et al., 2006

^b Based on Burnham et al., 2006 and simulations from Argonne's Powertrain System Analysis Toolkit

^c Based on Rydh and Sanden, 2005

自動車製造時の電力消費量

TABLE 6 Purchased Fuel and Electricity Use and Energy and CO₂ Summaries for the VMA Stage for a Generic 1532-kg Vehicle

Resource	Coal (kg)	NG (m ³)	Propane (L)	Gas Oil ^a (L)	Fuel Oil (L)	LPG (L)	Diesel (L)	Gasoline (L)	Process Oil (L)	Electricity (kWh)
Material transformation	43.0	209	0.302	0.005	1.83	0.129	0.094	1.536	1.908	763
Machining										85.1
Subtotal	43.0	209	0.302	0.005	1.83	0.129	0.094	1.536	1.908	848
Assembly plant operations										
Vehicle painting			66.3							134
HVAC & lighting										290
Heating		85.9								0
Material handling										60
Welding										80
Compressed air										120
Subtotal		152								684
Total purchased energy	43.0	361	0.302	0.005	1.83	0.129	0.094	1.536	1.908	1,532
Total in MJ	1,122	13,060	7	0	71	3	3	49	73	5,515
Purchased electricity										5,515 MJ
Purchased fuel										14,389 MJ
LCE electricity ^b										16,111 MJ
LCE fuels										15,577 MJ
Electricity CO ₂										1,188 kg
Purchased fuels										2,227 kg
CO ₂										2,227 kg

^a Gas oil is distillate oil.

^b Note that this energy value also includes contributions from nuclear and renewables, which are not explicitly listed in the table.

【自動車産業（2/2）】

電気自動車製造が進み、

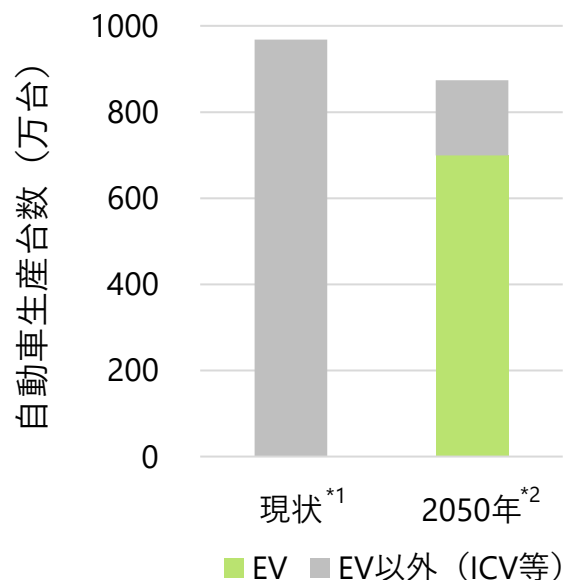
自動車産業の消費電力は現状から2050年にかけて約13TWh増加すると想定した

自動車産業

概要

- 本検討では国内における自動車生産台数が2019年から2050年にかけて縮小（-0.33%/年）すると想定
- 本検討では、2050年の自動車生産台数のうち約8割を電気自動車が占めると仮定し、各自動車の製造時の電力消費原単位を用いて、現状から増加する消費電力（約13TWh）を簡易的に推計

国内における自動車生産台数の見通し



消費電力の推計

項目	現状（2019年）		2050年		単位
	EV	EV以外	EV	EV以外	
自動車生産台数	-	968	699	175	万台
電力原単位	25400	16700	25400	16700	MJ/台
電力消費量	-	162	177	29	PJ

+45PJ (12.5TWh)

^{*1} JAMA HPより実績値を引用 (https://www.jama.or.jp/statistics/facts/four_wheeled/index.html)

^{*2} 将来の自動車生産台数とその構成比は不明瞭であるため、以下を仮定した
自動車生産台数：2012年~2019年の自動車生産台数の過去トレンド（-0.33%/年）に沿って減少すると想定
構成比：生産台数のうち電気自動車は約8割を占めると想定

【工業炉】

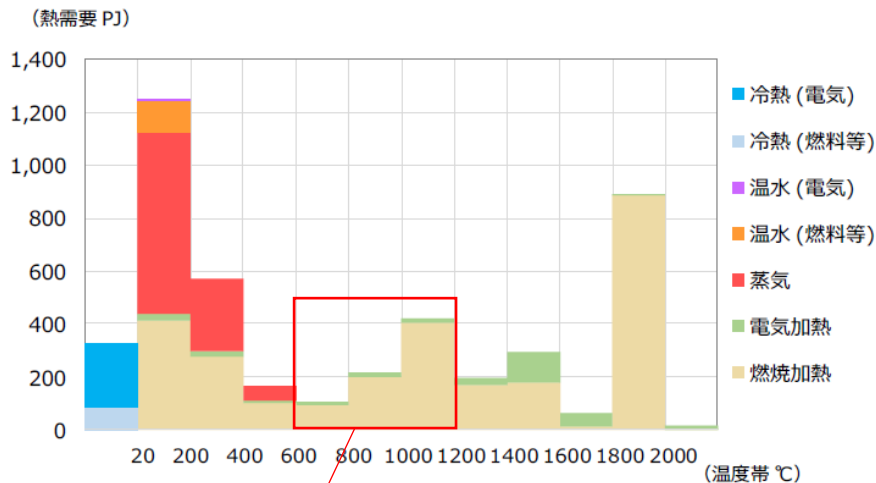
600-1000度の燃焼加熱分の一部が電気加熱に転換し、工業炉における消費電力は現状から2050年にかけて約16TWh増加すると想定した

工業炉

概要

- 三菱総合研究所では産業部門における熱需要を温度帯ごとに整理している
- 現状工業炉で燃焼加熱により満たされている600-1000度の熱需要の一部は電気加熱に置き換わる可能性がある
- 本検討では基礎的需要の変化や電化による効率向上を考慮し、現状から約15.9TWh増加すると想定

温度帯ごとの熱需要



燃焼加熱の内訳

表 2-14 温度帯別・用途別の燃焼加熱需要 (PJ)

	分解・反応	精錬	溶解	圧延・鍛造	熱処理	焼結	焼成	乾燥	徐冷	熱媒油加熱	その他	合計
0~50℃	179	0	1	1	0	0	0	5	0	0	1	187
50~100℃	2	0	0	5	1	0	2	18	0	0	3	32
100~150℃	50	0	0	0	1	0	9	20	0	49	1	131
150~200℃	0	0	0	3	5	0	5	40	0	5	5	63
200~300℃	27	0	1	3	2	0	9	16	0	46	35	139
300~400℃	19	0	0	4	1	0	0	36	0	54	27	141
400~500℃	10	0	2	2	2	0	0	2	0	12	28	58
500~600℃	27	0	0	2	3	0	2	6	0	2	0	43
600~700℃	26	0	8	0	2	0	4	5	0	0	1	46
700~800℃	8	1	10	5	19	0	2	2	0	0	1	47
800~1000℃	58	0	3	17	40	1	27	2	0	17	37	202
1000~1200℃	259	1	8	34	9	0	25	1	0	1	68	407
1200~1400℃	22	5	10	67	8	0	47	14	0	0	0	173
1400~1600℃	25	1	35	0	0	1	112	0	5	0	0	180
1600~1800℃	0	0	12	0	0	0	1	0	0	0	0	13
1800~2000℃	887	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	887
2000℃以上	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
合計	1,601	8	90	144	93	2	245	166	6	187	207	2,748

- 溶解炉や熱処理炉による燃焼加熱 (82PJ) が電気炉に転換する可能性がある
- 基礎的需要の変化 (+0.14%/年) と電気炉への転換による効率向上 (1.5倍) を考慮し、現状から2050年にかけて約15.9TWh増加すると想定

【自家発動向】

セメントや製紙、繊維工業等を除く各産業で自家用電力が系統電力に切り替わり、系統電力需要は現状から2050年にかけて約33TWh増加すると想定した

自家発動向

項目	自家発電量 (TWh)			考え方	
	2019年	2019年 ※基礎的需要の変化 と省エネ化を考慮	2050年		
鉄鋼	15.1	12.1	0	2050年には電炉と水素還元製鉄が進み、これまで高炉で用いられていた自家発電設備は全て系統電力に置き換わると想定	
化学	石油化学工業	6.4	5.4	3.9	化学製品の製造において、2050年にはオレフィン生産量のうち約73%がナフサ由来となり、これまでナフサ分解炉で用いられていた自家発電設備も同じく73%残存すると想定
	アンモニア・ソーダ工業	12.7	12.3	12.3	アンモニア・ソーダ工業における自家発電設備は現状維持 (基礎的需要の変化と省エネによる自家発電量の変化は考慮)
セメント	5.1	4.9	4.9		
製紙	8.2	8.0	8.0	セメント業や製紙産業、繊維工業では製造プロセスと自家発電設備は密接にリンクしているため、将来にわたって維持されると想定 (基礎的需要の変化と省エネによる自家発電量の変化は考慮)	
繊維工業	2.8	2.7	2.7		
その他	19.7	18.3	0	その他産業では2050年カーボンニュートラルに向けて化石燃料由来の自家発電設備が廃止し、全て系統電力に置き換わると想定	
合計	70	64.5	31.8	-	

-32.7TWh (系統電力需要は+32.7TWh)

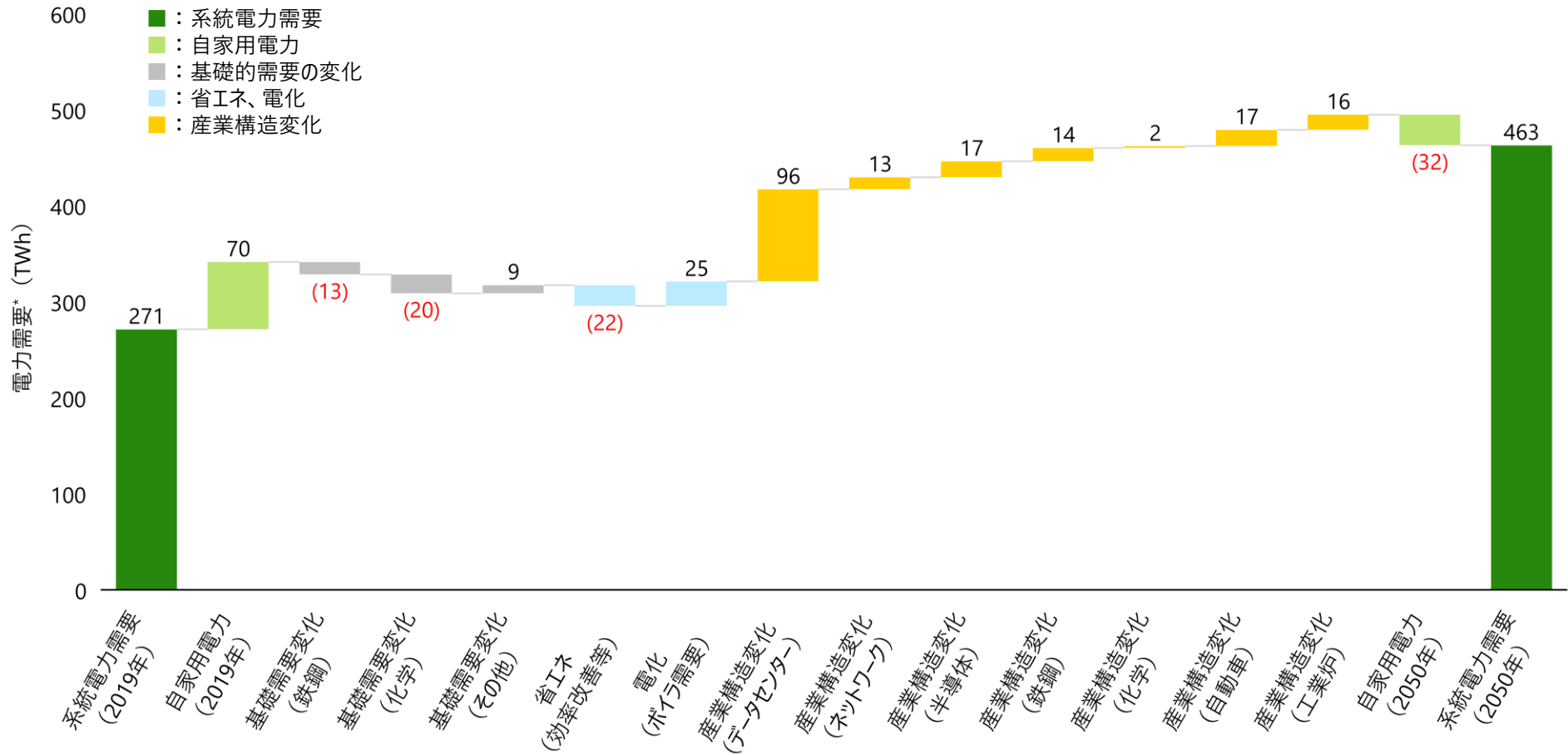
2 シミュレーション結果

1	本検討の目的と方法
2	前提条件
3	シミュレーション結果

【産業部門】

産業構造変化が主要因となり、 産業部門の系統電力需要は現状から2050年にかけて約192TWh増加する

産業部門の系統電力需要（2050年、Middle）



* 電力需要は使用端の数値を記載

まとめ

- 産業構造変化や自家発動向が産業部門の電力需要に与える影響を分析した
- 将来的にIT産業拡大が予想され、データセンターや基地局、半導体工場の増設によって、現状から2050年にかけて約126TWhの電力需要の増加が見込まれる
- 製造業においては各業種で国内需要減少によって製品生産量は減少することが予想される
- 一方、2050年カーボンニュートラル実現に向けて、鉄鋼業においては高炉からスクラップ鉄電炉や水素直接還元製鉄への転換、化学工業ではナフサ分解炉からMTO等への転換、自動車産業では電気自動車製造の拡大、その他各産業において工業炉からより高効率な電気炉への転換等が進み、約49TWhの電力需要の増加が見込まれる
- 自家発電も現状の多くは化石燃料由来であり、2050年カーボンニュートラルに向けて一部系統電力に切り替わると見込まれる
- 以上のIT産業や製造業における産業構造の変化、自家発電廃止が主な要因となり、産業部門の系統電力需要は現状から2050年にかけて約192TWh増加すると見込まれる
- 特にデータセンターや基地局、半導体工場はどこに立地されるかは不透明であり、それぞれの立地場所と地域的な電源配置の計画を合わせて検討していくことが重要と考えられる