

エネルギービジネス変革への カウントダウン

2021年4月

EYストラテジー・アンド・コンサルティング株式会社

- ▶ 菅総理大臣は2020年10月に行った所信表明演説において、「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年にカーボンニュートラルの実現を目指す」ことを表明しました。
- ▶ また、実現の手段として【次世代太陽電池、環境分野におけるデジタル化の促進等】を挙げており、日本の電力業界では今後大きな変革が求められることとなります。
- ▶ そこで、弊社ではカーボンニュートラルを達成するプロセスにおいて重要となる3つの転換点について、EY Global が開発したシミュレーションモデル「Countdown Clock」を用いて予測を行い、電力業界に求められる変革を想定しました。
- ▶ なお、当資料はエネルギー業界および、エネルギービジネスの変革を担う主要なステークホルダーを対象としています。
- ▶ 当資料にて提示しているシミュレーションの結果は、特定のシナリオに基づき算定したものであるため、前提条件に応じて結果が変化することにご留意ください。

EYストラテジー・アンド・コンサルティング株式会社

第1章 日本を取り巻く環境

- ▶ 日本のカーボンニュートラル実現に向け、エネルギー政策のドライビングフォースとなるグリーン成長戦略により、再生可能エネルギーの普及促進と電力業界のデジタル化の促進が予測されます
- ▶ その一方で、足元では新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の影響により、事業や社会システムに大きな変化がもたらされています

第2章 日本における電力需給の将来像

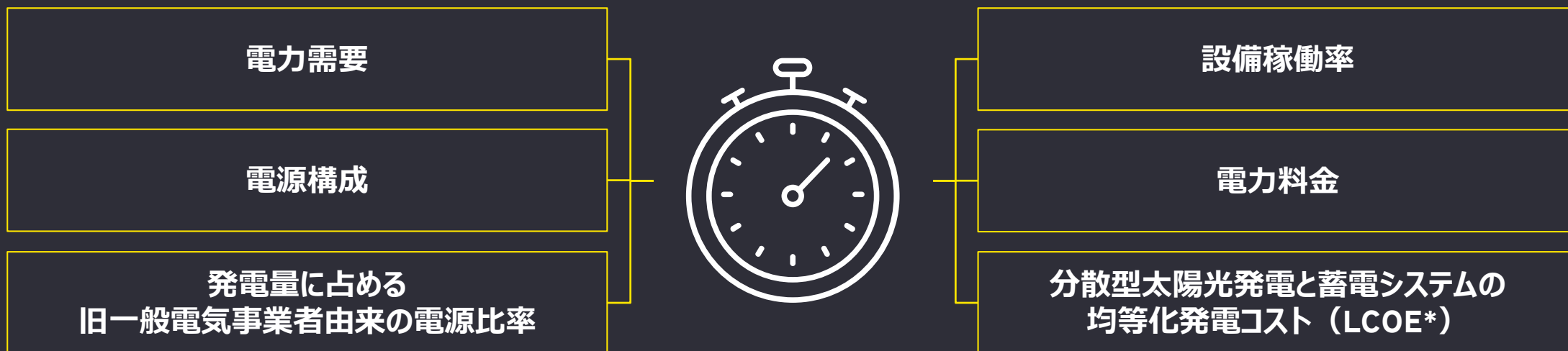
- ▶ 国際的に共通化されている定量データを基に、EY Global パワー&ユーティリティ（P&U）が開発したモデルを用い、電力ビジネスで重要となる、3つの転換期についてシミュレーションします
- ▶ 2050年のカーボンニュートラル実現に向けて今後10年が最大の変革期となります。分散型電源の普及と電気自動車（EV）台数の急増により電力システムの転換が必要となり、ステークホルダーには大きなビジネスチャンスとなります

第3章 電力業界に求められる変革

- ▶ 再生可能エネルギーの導入が先行している欧米でのインサイトを基に、発電・送電・小売という電力バリューチェーンで求められる短期的・中期的な投資戦略について、仮説を提示します

EY Globalが開発した電力業界の転換期をシミュレーションするモデルです

- ▶ Countdown Clockでは、6つの公開データをシミュレーションに用いています



*均等化発電コスト (LCOE) = (設備費 + 維持費 + 廃棄費) ÷ 生涯発電量

- ▶ 2つのシナリオについて検討しています

ベースシナリオ

アグレッシブシナリオ

- ▶ 第5次エネルギー基本計画に基づく日本の経済・産業・人口動態を反映したもの
- ▶ 低炭素化に向けたより積極的な政策・規制
- ▶ 化石燃料由来の発電比率が2050年で0%に達するようプログラムしたもの

Countdown Clockでは電力事業における重要な3つの転換点（Tipping Point）を定義し、到達する時期をシミュレーションできます

● 転換点 1 (T1) : 新たな電力システムの誕生

- ▶ 分散型太陽光発電蓄電システムのコストが、グリッド供給電力の小売料金と同等になるタイミング

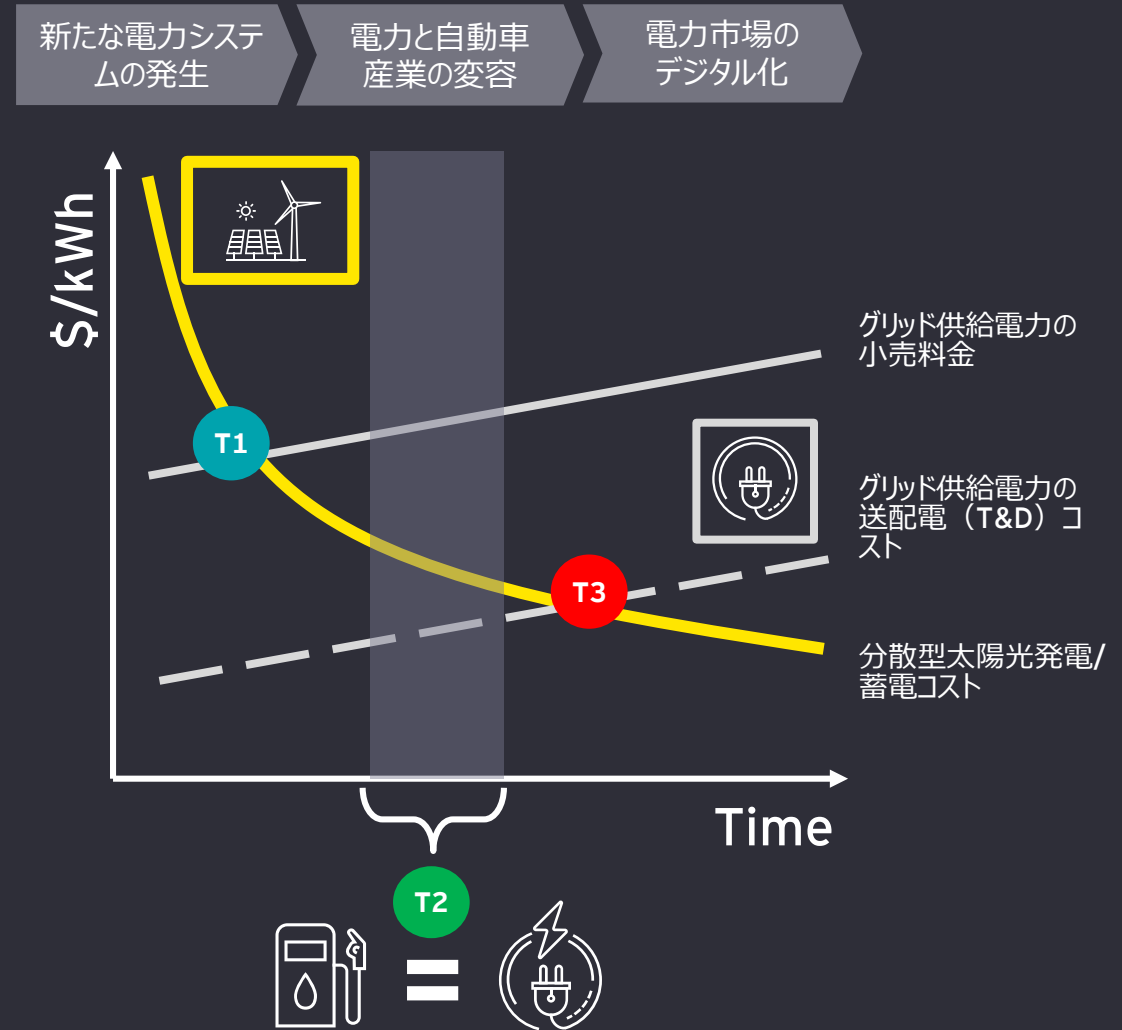
● 転換点 2 (T2) : 電力と自動車産業の変容

- ▶ 電気自動車（EV）のコストがガソリン車*と同等のコストと性能になるタイミング

*ディーゼル車を含む

● 転換点 3 (T3) : 電力市場のデジタル化

- ▶ 分散型太陽光発電蓄電システムのコストが、グリッド供給電力の送配電（T&D）コストを下回るタイミング



The graphic consists of four hexagonal boxes arranged horizontally, each with a yellow border and a grey fill. Above each box is a small yellow circle containing a white number (1, 2, 3, or 4). The text inside each box is white and centered.

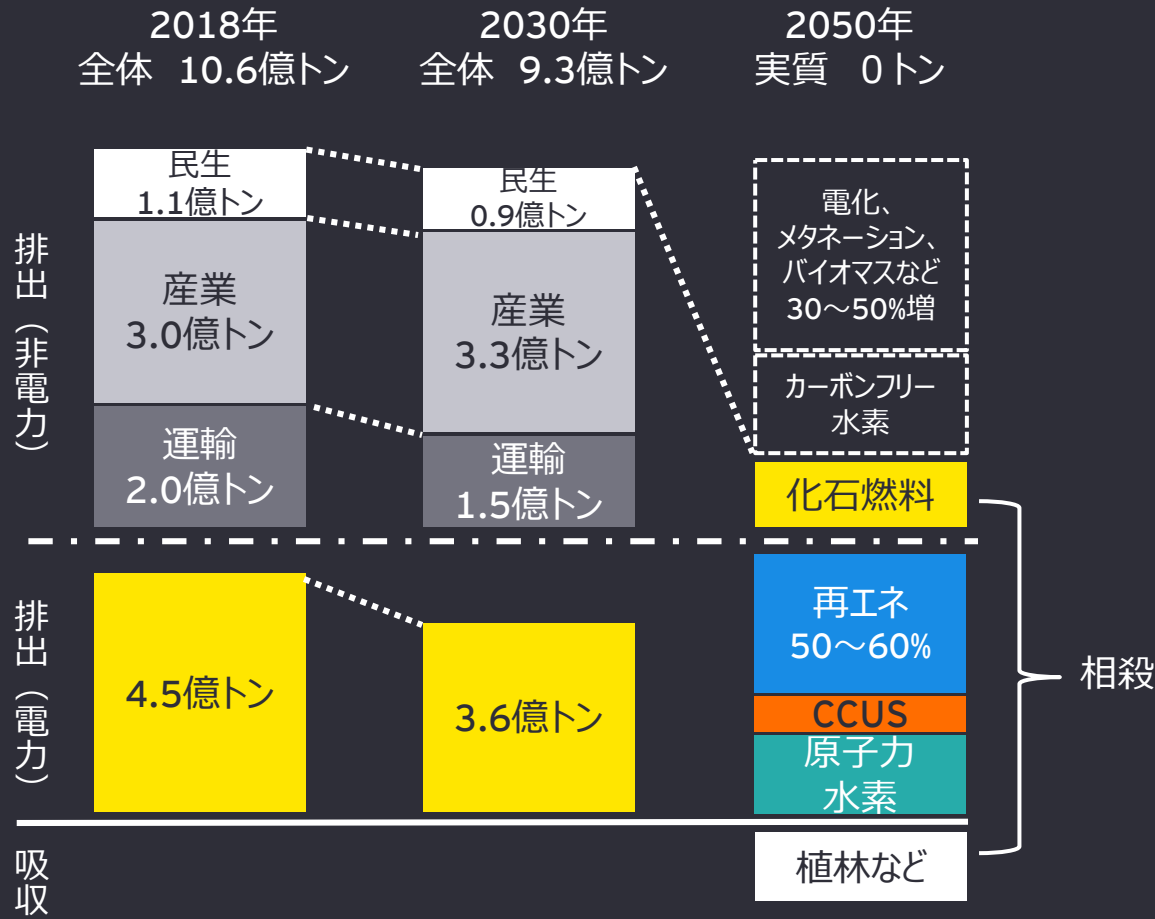
1 第1章 日本を取り巻く 環境 <u>- P. 7-</u>	2 第2章 日本における 電力需給の将来像 <u>- P. 11-</u>	3 第3章 電力業界に 求められる変革 <u>- P. 18-</u>	4 Appendix <u>- P. 41-</u>
---	---	---	----------------------------------

1.日本を取り巻く環境



政府は「グリーン成長戦略」(2020年12月)において、温室効果ガス排出量を2050年に実質ゼロにするため、電力需要における再生可能エネルギーの比率を50%まで引き上げることを明記し、マイルストーンを表明

グリーン成長戦略による排出量の長期的なスコープ



出典:資源エネルギー庁 033_004.pdf (meti.go.jp)

目標達成に向けたマイルストーン

	2030年	2040年	2050年
供給	洋上風力 発電量 1,000万kW	3,000万~ 4,500万kWに 増強	
	原子力発電所 小型炉の 実用化	量産体制確立	アジアや東欧な どに展開
	水素 利用量を 300万トンまで	>>>	2,000万トン程 度に拡大
需要	EV 30年代半ば までに新車を すべて電動化	>>>	全体で排出ゼロ
	住宅 新築全体で 排出ゼロ	次世代太陽電 池を搭載	今世紀後半で すべての建築物 で排出ゼロ

出典:日本経済新聞 (2020年12月25日)より、EYにて作成

2030年までに新車販売は全数電気自動車となると仮定すると、車両の燃料転換は電力消費量の1～2%分に相当する伸びが予想される

電気自動車の普及見通し

電気自動車・プラグインハイブリッド車
年間新車販売台数
(政府目標に基づく試算)

110万台/年

保有台数の
2%程度

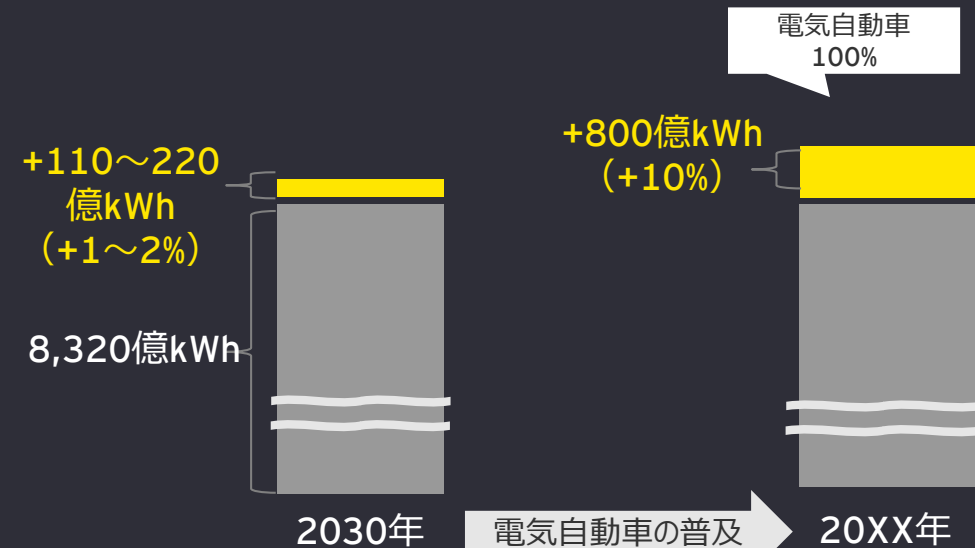
乗用車保有台数 (2019年)
※貨物用、特殊車両等は含まない

6,180
万台

〔乗用車新車販売台数〕

		【2017年実績】	【2030年政府目標】
従来車		63.6% (279.1万台)	30～50%
次世代自動車	ハイブリッド車	31.6% (138.5万台)	(30～40%)
	電気 プラグインハイブリッド車	0.41% (1.8万台) 0.82% (3.6万台)	(20～30%)
	水素自動車	0.02% (849台)	(～3%)
	クリーンディーゼル車	3.5% (15.5万台)	(5～10%)
合計		100% (438.6万台)	100%

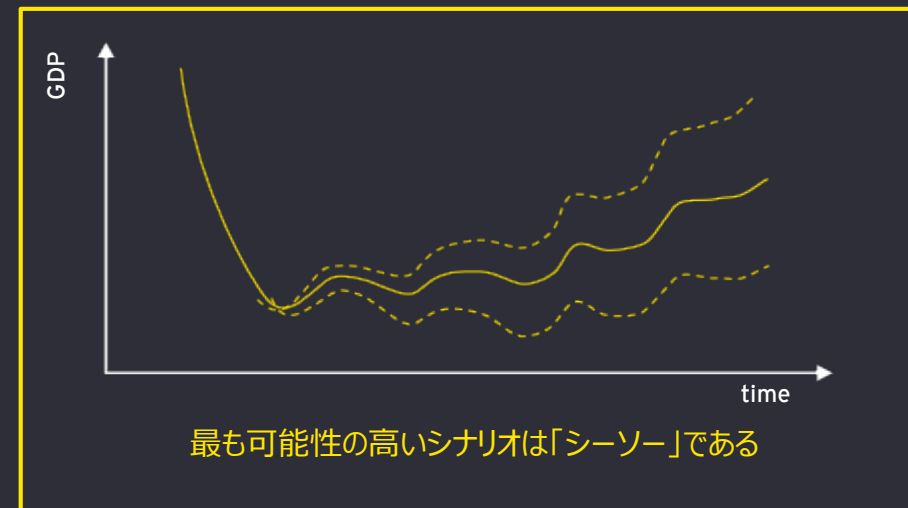
電気自動車による電力需要へのインパクト



出典：電力広域的運営推進機関「2020年度 全国及び供給区域ごとの需要想定について」
IEA “Global EV Outlook 2020” 他、公表情報に基づき作成

出典：一般財団法人 自動車検査登録情報協会 HP
未来投資戦略2018 (次世代自動車の内訳は「次世代自動車戦略2010」における目標)

COVID-19パンデミックが事業に与える影響は、長期にわたり不安定であると予想され、エネルギーの需要予測が難しいものとなっている



感染者数が急増した東京をはじめとする地域において、これまでに2度の緊急事態宣言が発表された（2021年2月現在）

- ▶ 緊急事態宣言により、多くの不要不急ではないサービスが停止し、国内のほとんど全業界の経済活動に深刻な影響を及ぼした
- ▶ 産業活動の減速に伴い、電力需要が一定期間縮小した
- ▶ LNG船の航路において要衝地であるパナマで要員手配が難航し、航行遅延などが生じた
- ▶ 海外からの調達の遅れ（例：中国からのPVパワコンの配送遅延）

COVID-19による影響は長期化することが想定され、電力事業においても財務基盤、経営基盤の見直しが必要となる

（財務基盤）

- ▶ 運用コストの増加と資本プロジェクトの遅延
- ▶ 貸倒引当金繰入額と流動性の懸念

（経営基盤）

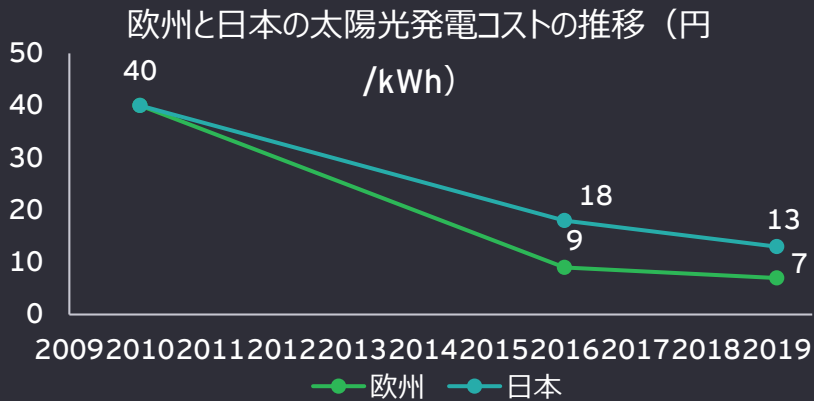
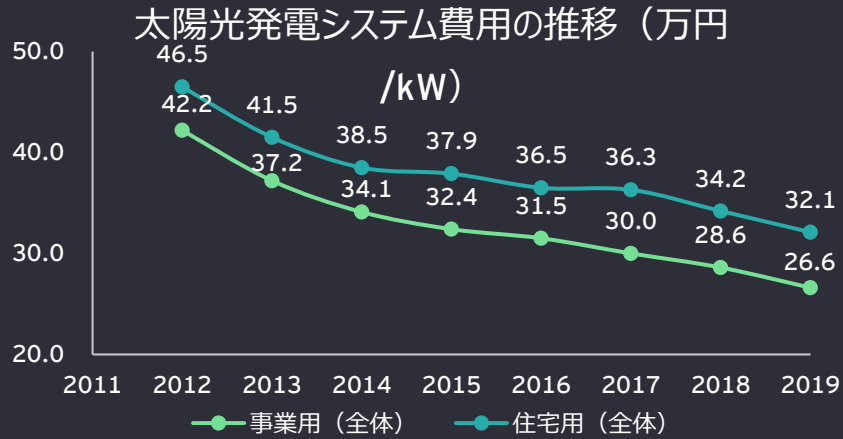
- ▶ 職場復帰への課題
- ▶ 非接触化の体制構築
- ▶ セキュリティの脆弱性とデータプライバシーの懸念

* 出典: BBC News <https://www.bbc.com/japanese/53802810>

2.日本における電力需給の 将来像



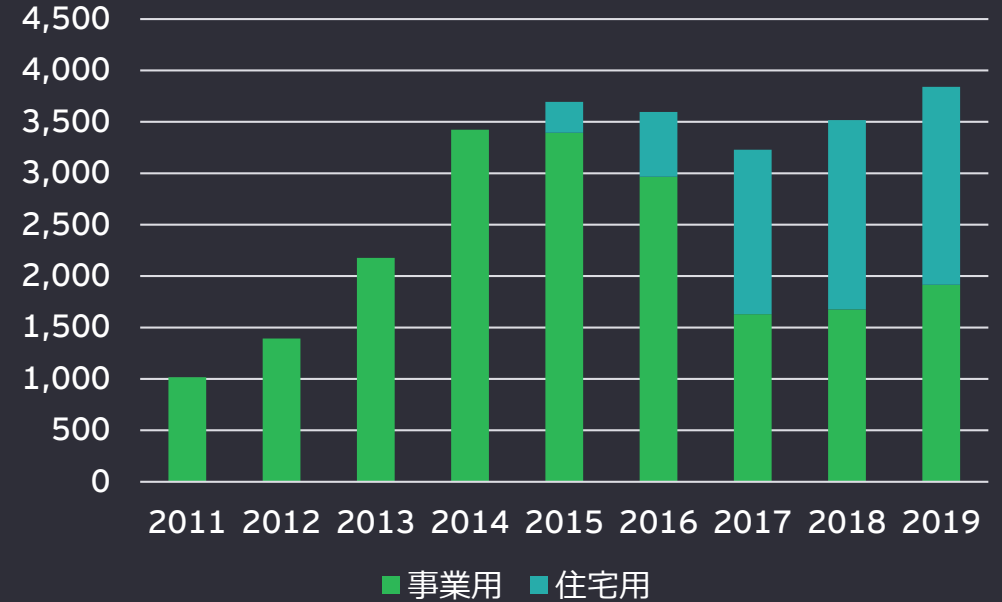
FIT制度施行と太陽光発電設備のコストダウンにより、過去10年間で分散型太陽光発電設備の設置台数は2019年度実績では約4GWに達した。その一方で太陽光発電コストは欧米に比べて高いという課題もある



技術コストは低下しているが、日本は依然として太陽光発電のコストが最も高い国の1つである

- ▶ これは主に地理的な制約により、設置コストが高くなっていることに起因している

年間分散型太陽光発電設備数 (MW)

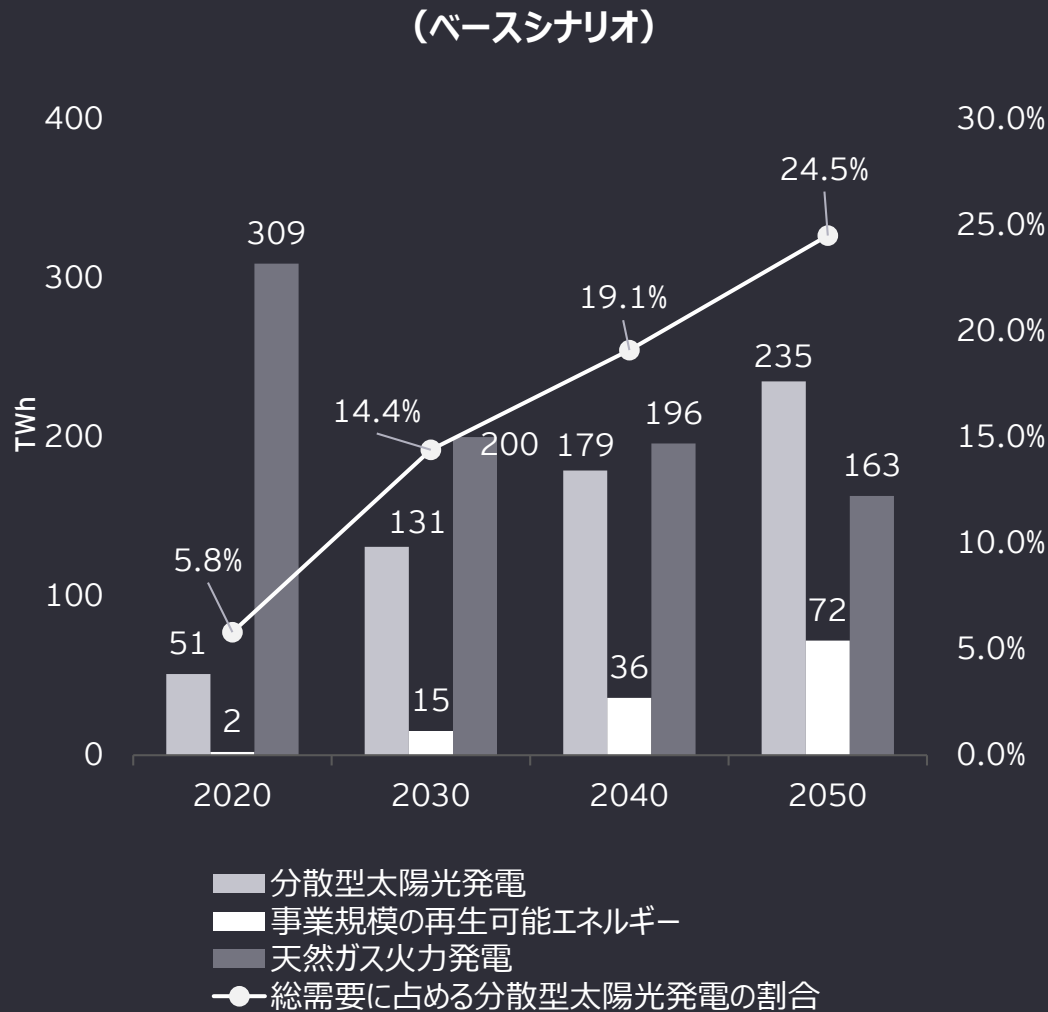


2019年、日本では5,816MWもの太陽光発電が稼働しているが、そのうちの3分の2が分散型太陽光発電システムとなっている

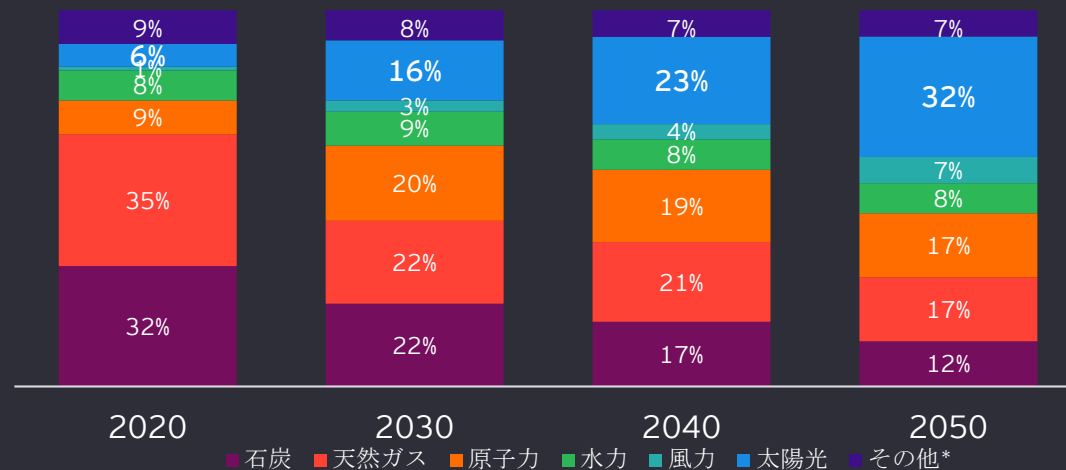
- ▶ 今後、固定価格買取制度 (FIT) のインセンティブが緩和される中、自己消費のニーズとエネルギー貯蔵が将来の分散型太陽電池設置の原動力となると予想され、特に住宅分野での設置が期待されている

日本では、2020年代から「分散型」太陽光発電設備がより急速に普及し、2050年代には電力供給源の主力に成長する

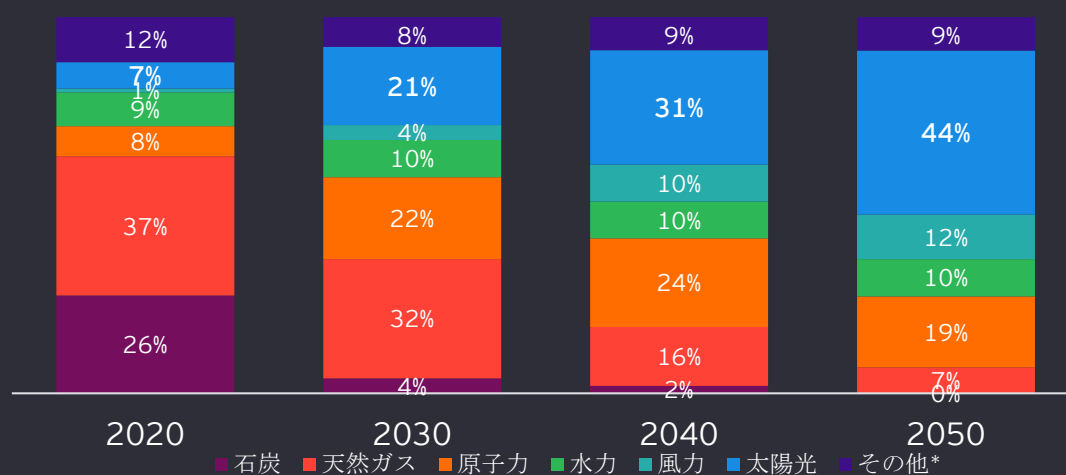
電力の総需要と分散型太陽光発電の普及予測



日本の電源構成（総発電量に占める割合） — ベースシナリオ



日本の電源構成（総発電量に占める割合） — アグレッシブシナリオ

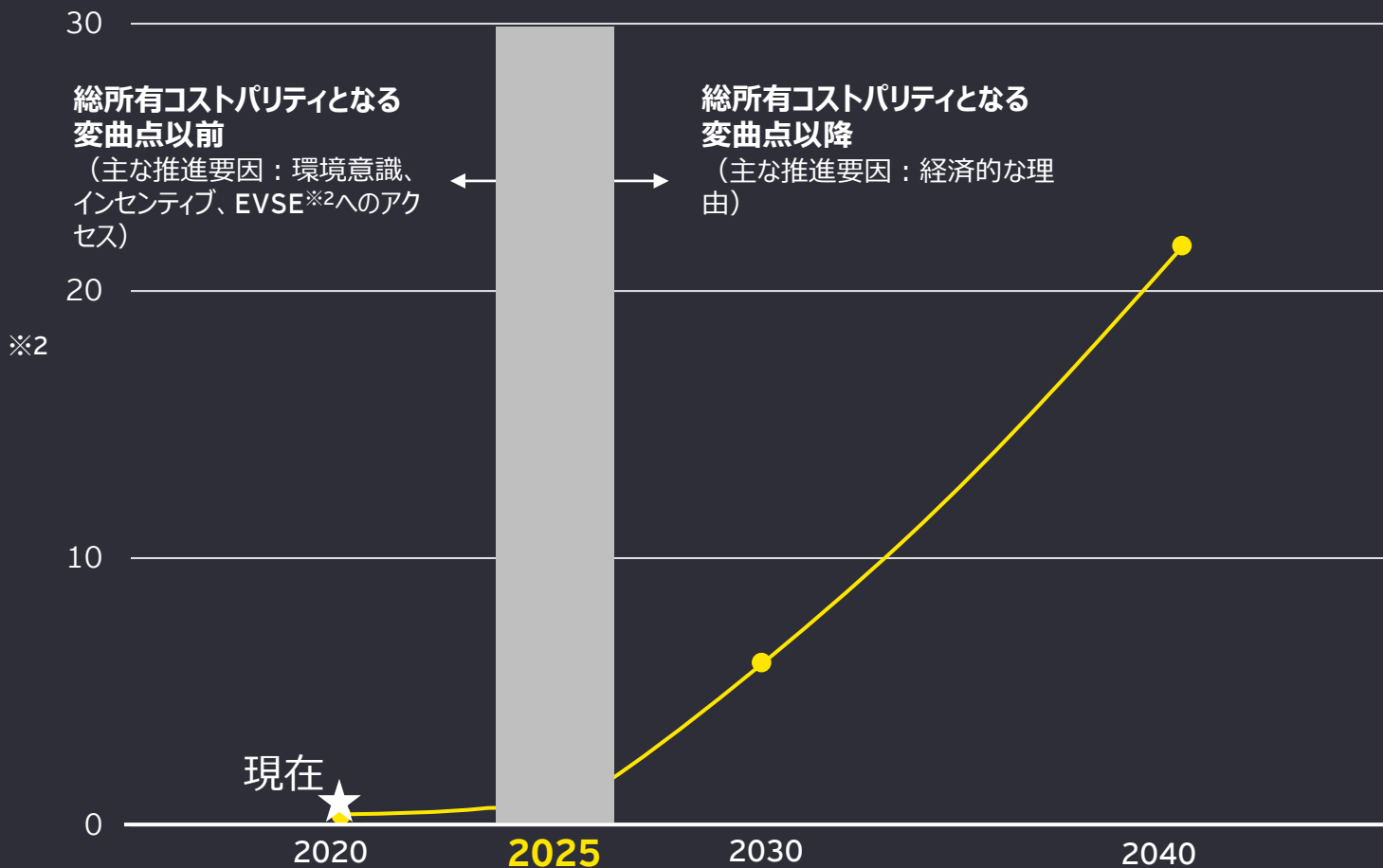


* Includes Geothermal and Bioenergy

日本では2025年を境にEVとガソリン車*との諸コストが等価になり、経済合理性を背景に普及が爆発的に伸長し始める

*ディーゼル車を含む

日本のEV※1普及予測 (単位: 百万台)



総所有コストパリティとなる
変曲点以前

(主な推進要因: 環境意識、
インセンティブ、EVSE※2へのア
クセス)

総所有コストパリティとなる
変曲点以降

(主な推進要因: 経済的な理
由)

※2

※1 プラグインハイブリッド自動車を含む

※2 EVSE: 電気自動車 (EV) の充電に用いる家屋側の端子とEV側の端子の間を接続するコントロール機能付きケーブル

主な実現要因と推進要因

排出基準と目標

(ゼロ・低排出目標を含む)

税金の還付や補助金などの
金銭的インセンティブ

所有コスト

(車両、充電スタンド、電気)

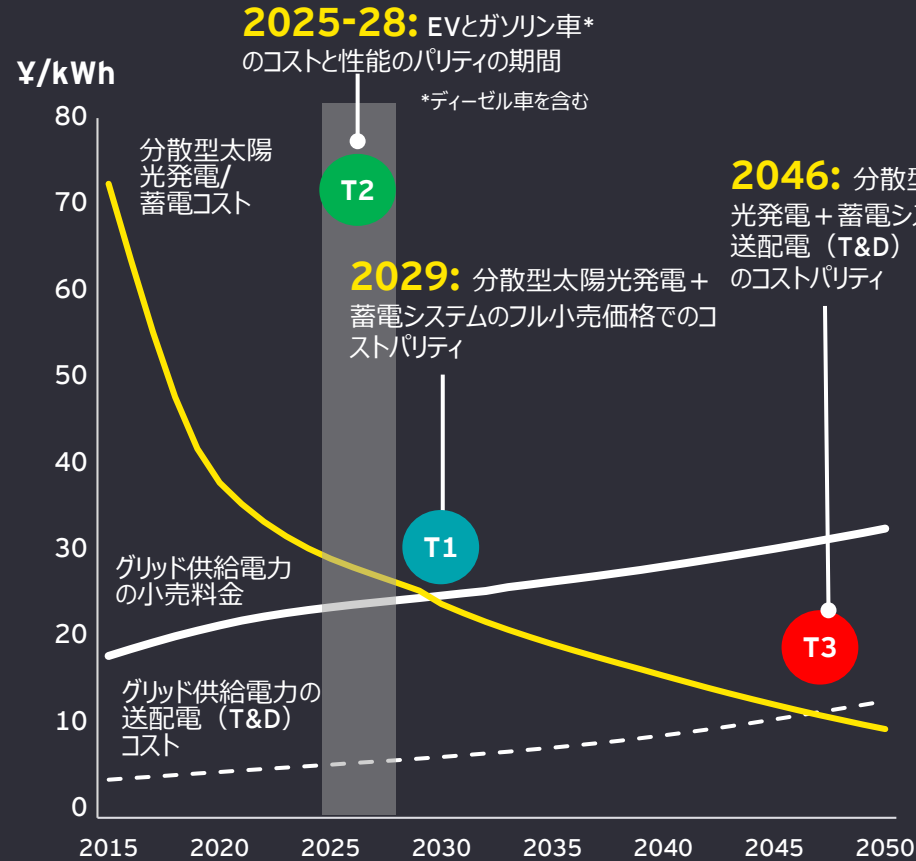
充電ネットワークの
密度と分布

充電時間と利便性

電池のエネルギー密度、
効率、サイクルライフ

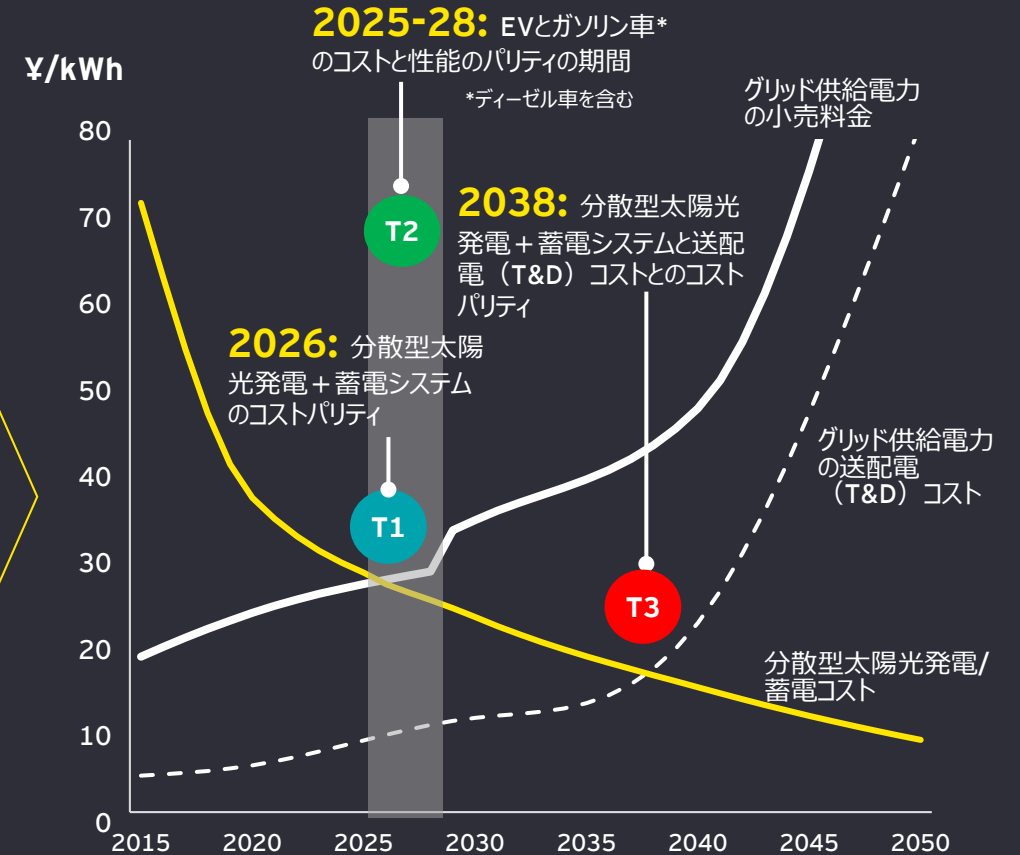
日本の再生エネルギーコストは、2030年までの間でダイナミックに低減して経済合理性を実現する。一方、同時期にEVもガソリン車*並みのコストとなる見込みである *ディーゼル車を含む

ベースシナリオ



積極的な脱炭素化政策の投入
DER技術の導入
⇒ p.18以降で解説

アグレッシブシナリオ**

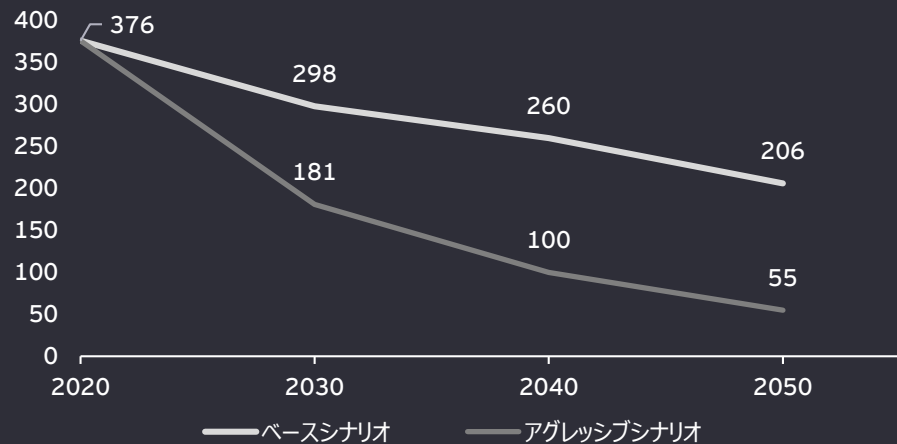


出典: EY Countdown Clock analysis

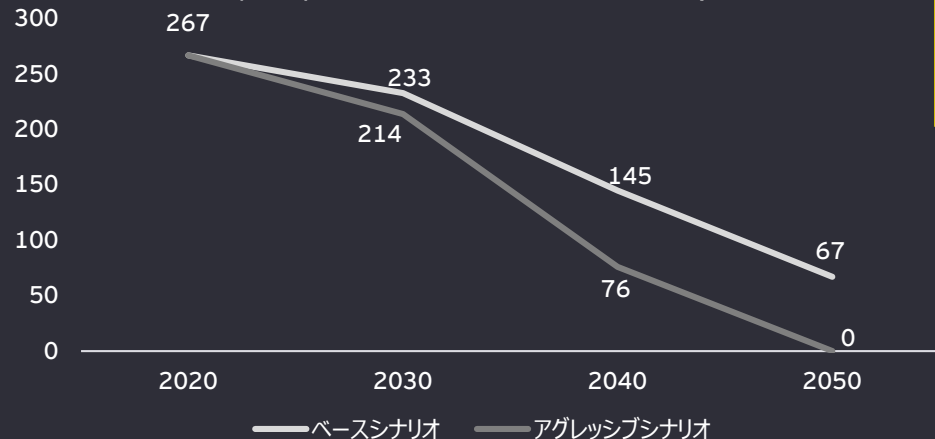
** Assumes accelerated solar and storage adoption (50% increase in annualized growth rates)

排出量の多い発電部門・運輸部門の排出量削減目標を強化することにより、2050年までに約6億トンのCO2排出量削減が期待される

発電によるCO2排出量（百万トン）



乗用車からのCO2排出量（百万トン）

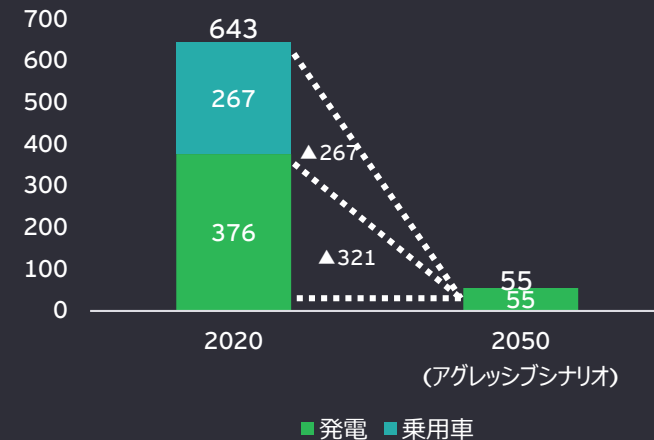


アグレッシブシナリオへの移行により、2050年のCO2が排出量は2020年比で、

- ▶ 電力/発電部門：3億2,100万トン削減され、85%減少する
- ▶ 運輸部門：2億6,700万トン*削減される（5,800万台のガソリン車**削減）

** ディーゼル車を含む

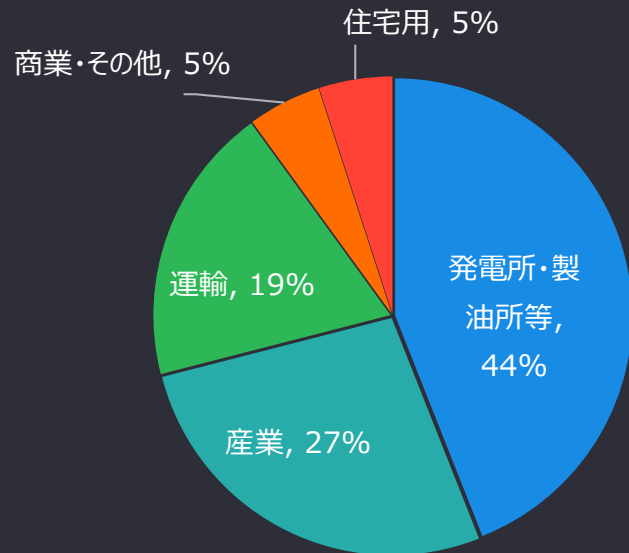
電力/発電・運輸部門（乗用車）のCO2排出量（百万トン）



アグレッシブシナリオでは、2050年までに、発電部門・運輸部門合計で、年間5億8,800万トンのCO2排出量が削減可能となる。

日本では、発電・運輸部門のみならず、産業・商業・住宅等の電化を進めることで、さらなる低炭素化を実現することが可能である

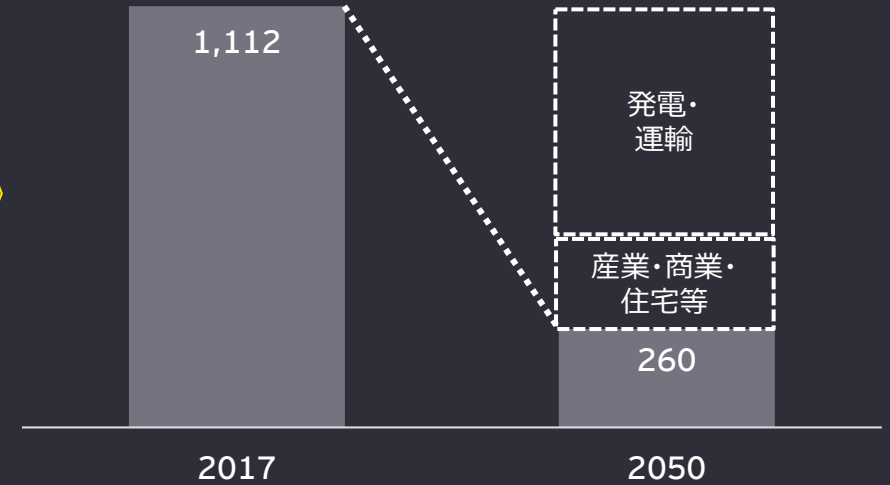
部門別日本のCO2排出量 (2017)



電力・運輸部門の削減に加えて、産業部門などでも**56%**の削減が可能

日本のCO2排出量は2017年比で約**77%**削減が可能

低炭素シナリオにおける日本のCO2排出量 (百万トン)



出典: EY analysis on Renewable Energy Institute, Estimated CO2 reduction from industry as a result of shift to circular economy per Material Economics, 2018

2050年までに日本でカーボンニュートラルを達成するためには、さらに多くの取り組みが必要となる。

- ▶ 炭素回収・隔離技術の普及
- ▶ 積極的な炭素税とカーボンオフセットの導入
- ▶ エネルギーミックスから天然ガスへの転換により、2030年以降水素経済の台頭

3. 電力業界に求められる 変革



COVID-19の影響から回復しながら、同時にビジネスモデルの変革やサービスの拡大に向けた準備を進める必要がある

Phase 1

電力業界で生じている足元の課題は、COVID-19による影響から、従来のビジネスモデルを守ることを前提に、事業を安定・回復させることである。

しかし、回復後は再生可能エネルギーの普及や自動車を始めとする需要側のエネルギー転換が進行することを視野に入れ、ビジネスモデルの転換が必要である。

3. 提供サービスの拡大

2. ビジネスモデルの変革

1. 安定化・回復

Phase 3

将来、エネルギーポートフォリオは事業用規模の再生可能エネルギー、分散型発電、グリーン水素と、先進的なエネルギー貯蔵システムで構成されるようになる。

送配電分野ではインテリジェント・グリッド・システム・オペレーター（IGSO※）の基盤が整備され、電力業界は流通サービスを拡大させ、第三者の参加を可能にし、オープンなプラットフォームで新しいビジネスモデルを可能にする。

※IGSO : Intelligent grid system operator, Intelligent-Grid-Control-System.pdf (rijise.com)

Phase 2

カーボンニュートラル実現に向けた社会的な雰囲気はエネルギー転換を加速させる好機である。事業規模の再生可能エネルギー発電やエネルギー貯蔵など、中核的な上流活動への継続的な投資を想定する必要がある。

将来拡大する複雑なDERエコシステムに対する信頼性とセキュリティを担保する上で、アクティブなデジタルグリッドおよび配電網の構築、設計、運用、保守を行うインテリジェント・グリッド・システム・オペレーター（IGSO※）への投資の重要度が高いものと考えられる。

3. 提供サービスの拡大

2. ビジネスモデルの変革

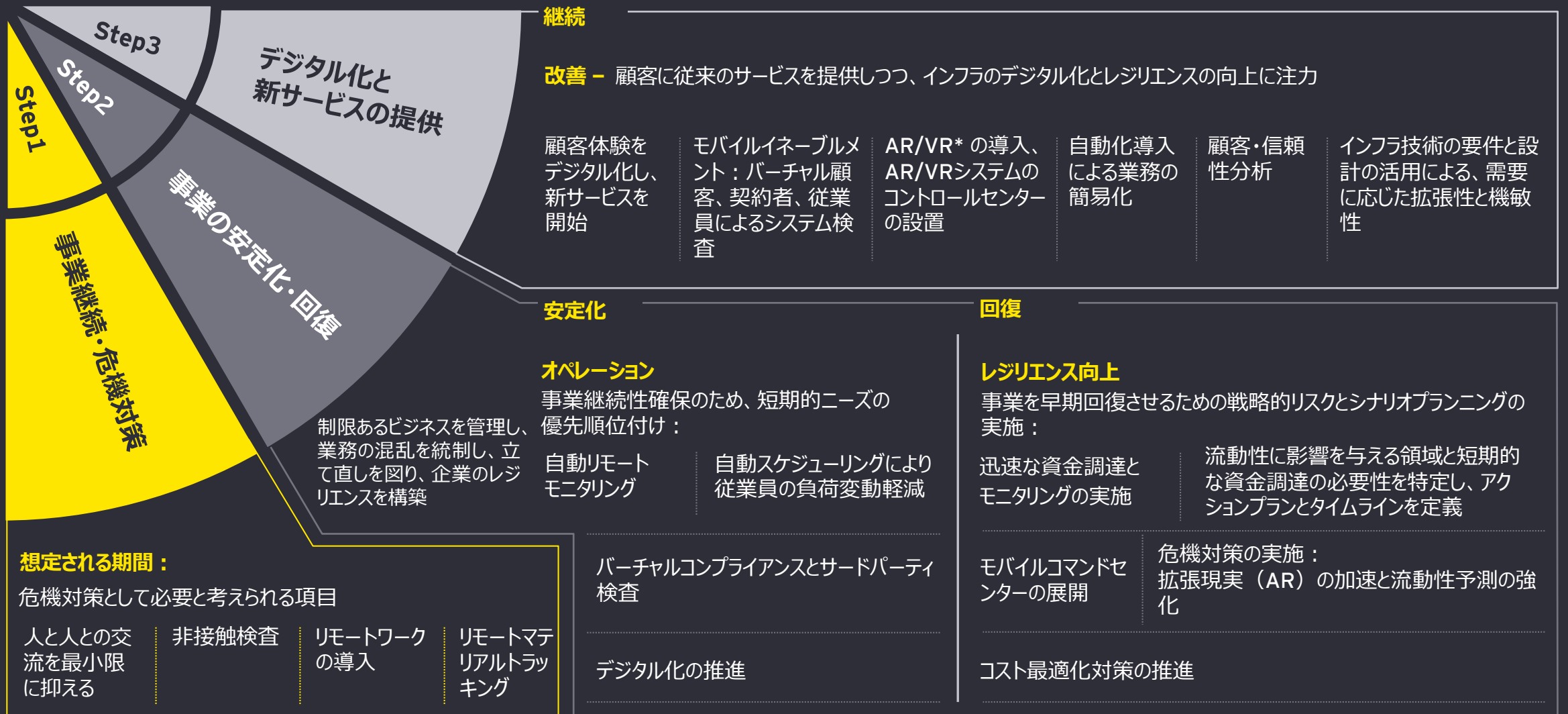
1. 安定化・回復

Phase1. 安定化・回復

電力業界で生じている足元の課題は、COVID-19による影響から、従来のビジネスモデルを守ることを前提に、事業を安定・回復させることである。

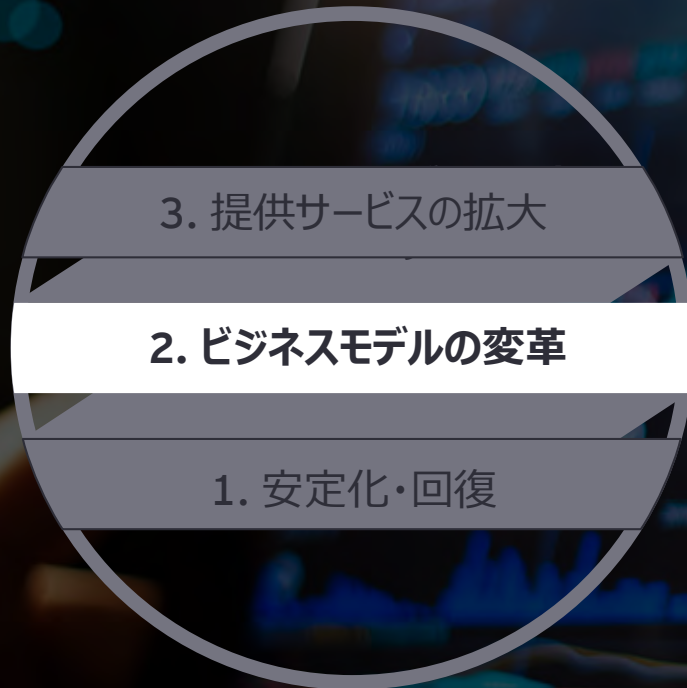
しかし、回復後は再生可能エネルギーの普及や自動車を始めとする需要側のエネルギー転換が進行することを視野に入れ、ビジネスモデルの転換が必要である。

電力業界は、COVID-19による長期的な不確実性に備え、3つのステップで基盤を整える必要がある



* AR（Augmented Reality, 拡張現実）、VR（Virtual Reality, 仮想現実；バーチャルリアリティ）

カーボンニュートラル実現に向けた雰囲気好機をとらえ、ビジネスモデル変革に向けた投資を行う



a. 長期的な持続可能性のためのエネルギー供給の転換

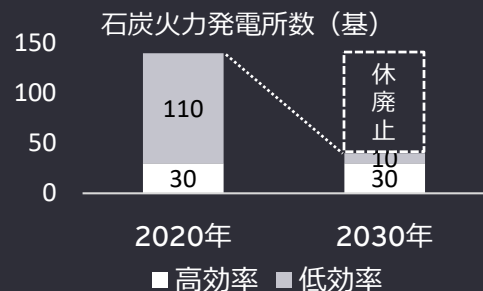
カーボンニュートラル実現に向けた社会的な雰囲気好機はエネルギー転換を加速させる好機である。事業規模の再生可能エネルギー発電やエネルギー貯蔵など、中核的な上流活動への継続的な投資を想定する必要がある。

b. インテリジェント・グリッド・システム・オペレーター（IGSO）への転換

将来拡大する複雑なDERエコシステムに対する信頼性とセキュリティを担保する上で、アクティブなデジタルグリッドおよび配電網の構築、設計、運用、保守を行うインテリジェント・グリッド・システム・オペレーター（IGSO）への投資の重要度が高いものと考えられる。

ベースロード電源では、原子力発電所・火力発電所の規模縮小が想定される。その一方で、低炭素化に向け、新たな電源として再生可能エネルギーと蓄電池の市場では10兆円規模の投資が期待される

脱石炭火力発電の潮流



出典:日本経済新聞記事 (2020年7月) よりEY作成



低炭素化を促進するため、低効率^{※1}な石炭火力発電所を段階的に休廃止し、LNG火力、再生可能エネルギーにシフトする方針である。

※1 超臨界圧 (SC) 以下の発電方式



再生可能エネルギー分野においては太陽光発電と風力発電がリードし、世界的に技術革新が進んでいる。



第5次エネルギー基本計画において、2030年度の原子力発電は、電源構成比率20~22%と想定されている。



蓄電池は再生可能エネルギーの不安定な特性を補い、損失量を縮小し、変動する需要に対して安定化を図ることができる。

10兆円

2030年までに日本の風力・太陽光発電への民間投資が期待されている

再生可能エネルギーの市場の成長

CAGR^{※2} 4.9%



出典: 富士経済調査レポートよりEY作成

原子力発電所の現状と今後の推移想定

原子力発電所の現状 (基)



原子力発電は2010年には286TWhであったが、東日本大震災による福島第一原子力発電事故後は減少し、2019年には21TWhとなった。

出典:資源エネルギー庁 (2020.2.8時点)

出典: GlobalData, Wood Mackenzie

蓄電池システムの市場の成長

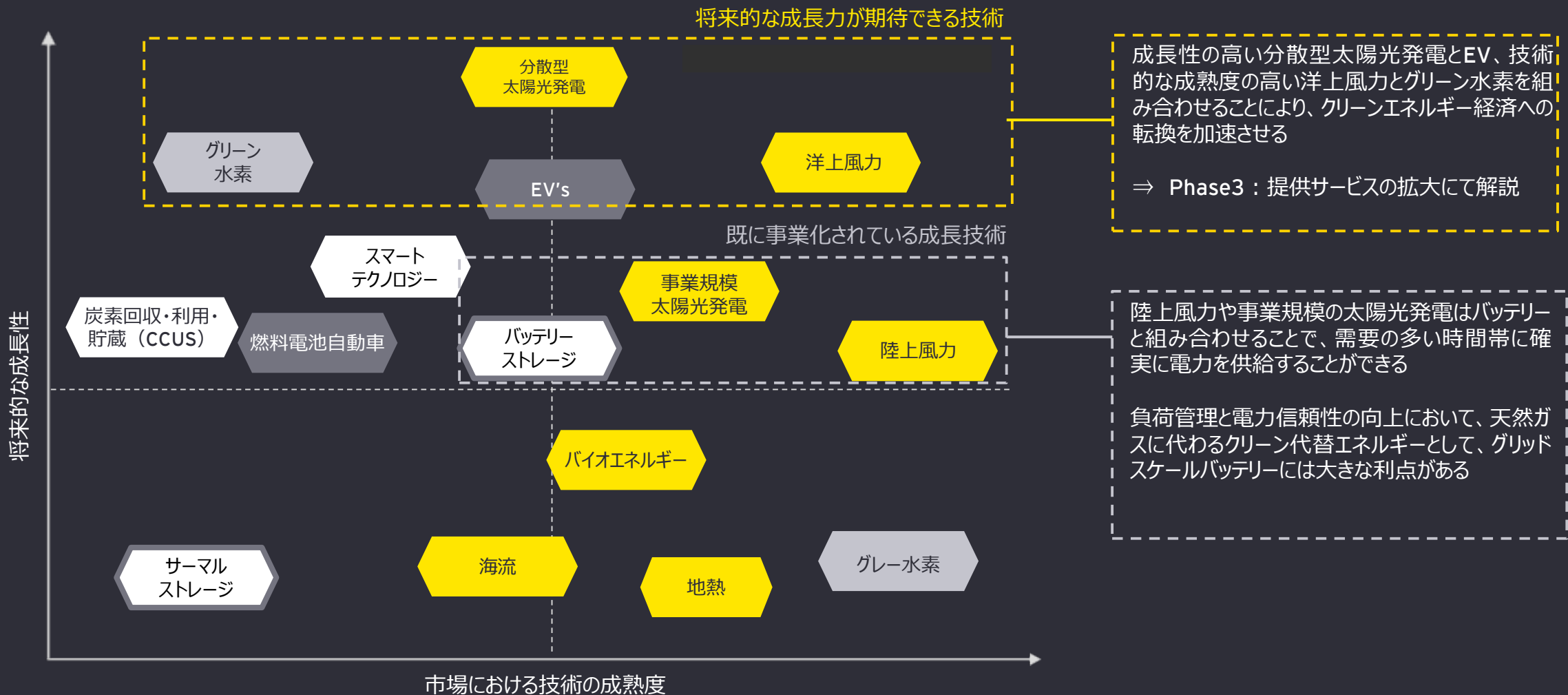
CAGR^{※2} 28.7%



出典: EY Analysis

※2 CAGR (年平均成長率)

コアとなる成長分野に加えて、潜在成長力の高い技術が出現し、成熟した技術と新技術を組み合わせることでグリーンエネルギー経済への転換が進む



成長性の高い分散型太陽光発電とEV、技術的な成熟度の高い洋上風力とグリーン水素を組み合わせることにより、グリーンエネルギー経済への転換を加速させる

⇒ Phase3 : 提供サービスの拡大にて解説

陸上風力や事業規模の太陽光発電はバッテリーと組み合わせることで、需要の多い時間帯に確実に電力を供給することができる

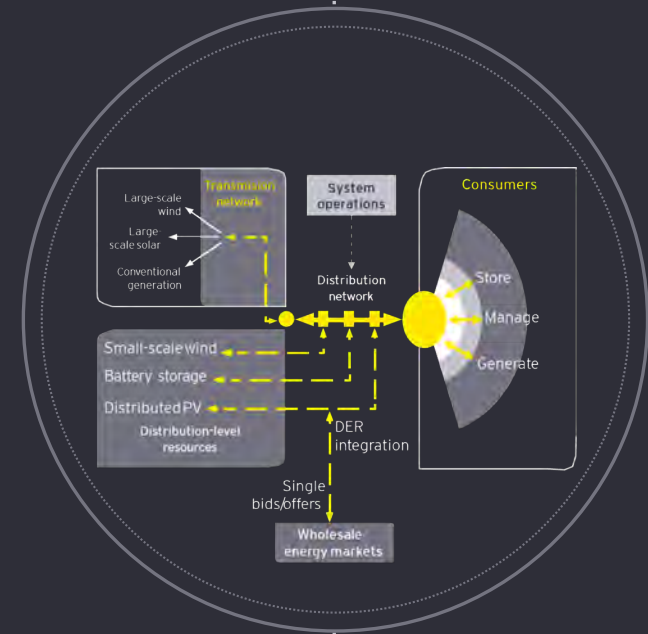
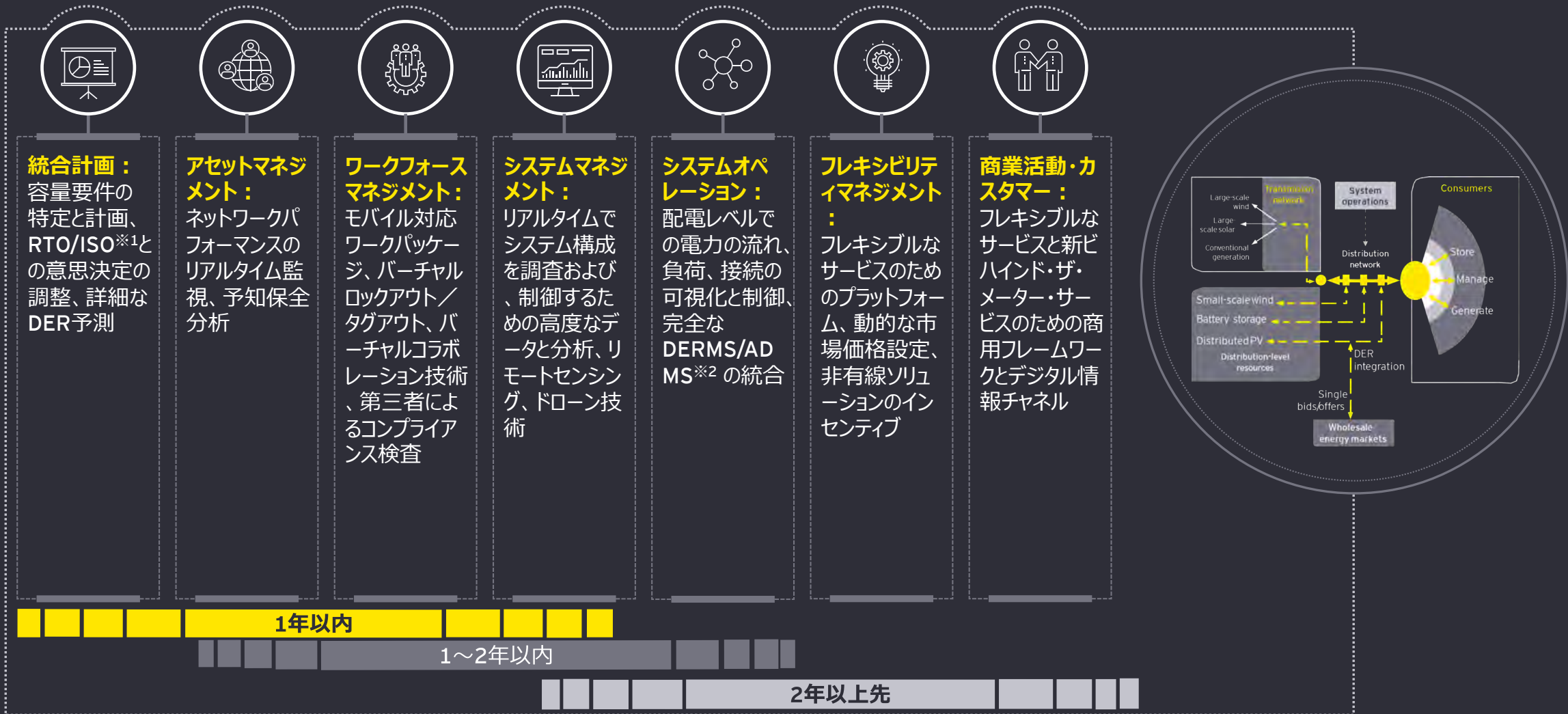
負荷管理と電力信頼性の向上において、天然ガスに代わるクリーン代替エネルギーとして、グリッドスケールバッテリーには大きな利点がある

出典: EY analysis



インテリジェント・グリッド・システム・オペレーター (IGSO) への転換に向けた7つの領域で、継続的な投資が必要となる

IGSO : Intelligent grid system operator, [Intelligent-Grid-Control-System.pdf](#) (rijse.com)



※1 RTO (Regional Transmission Organization 地域送電機関)、ISO (Independent System Operator, 独立系統運用機関)

※2 DERMS : DERMS (DER management systems, DER管理システム)、ADMS (advanced distribution management systems, 先進型配電管理システム)

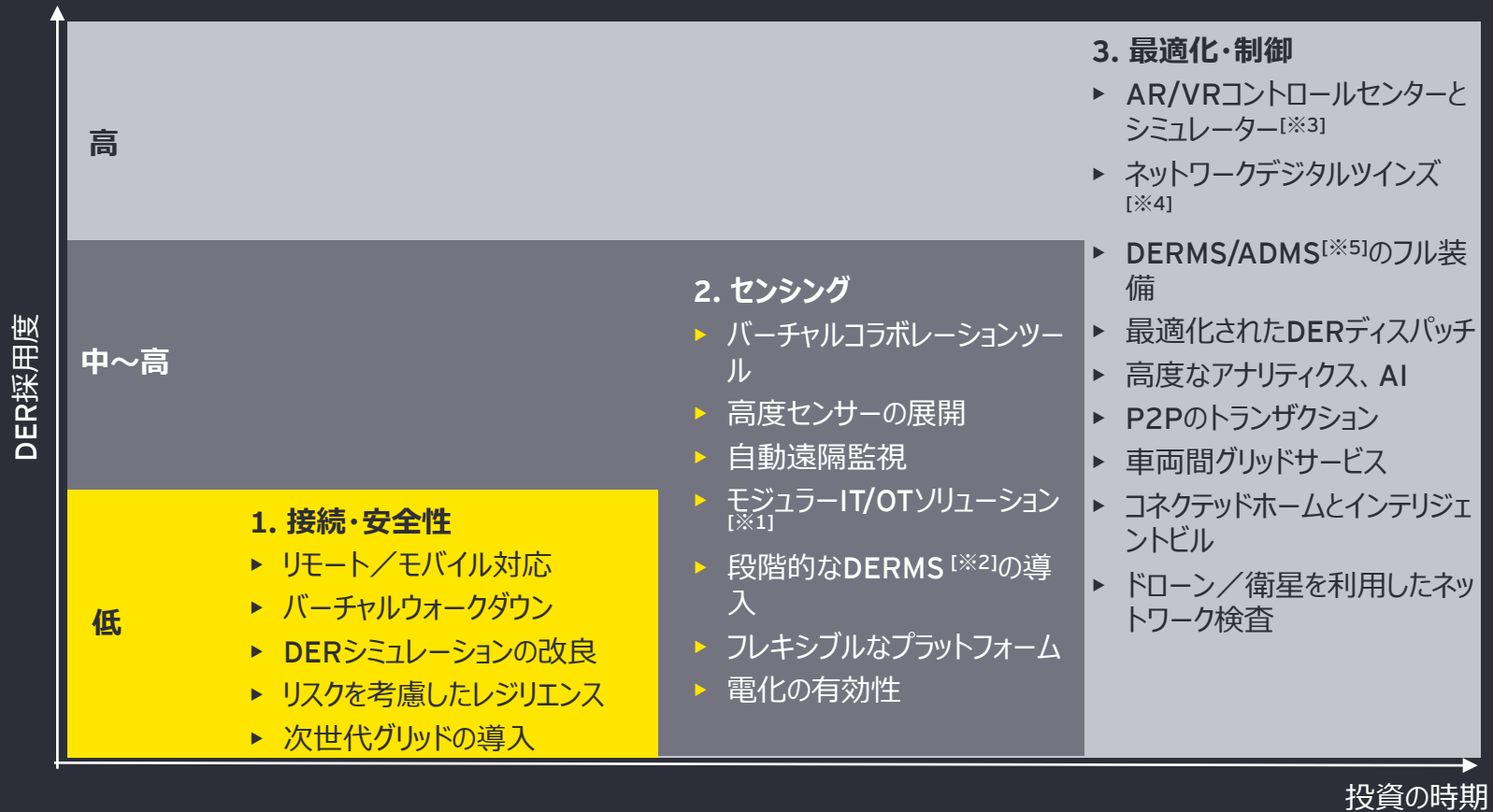
(参考) 新しい電力需給の統合的な管理システム

インテリジェント・グリッド・システム・オペレーター (IGSO) とは、大規模商用発電・分散型電源・蓄電池・卸売市場における電力需給量を、規模の大小にかかわらず統合的に管理するシステムのことです



分散型電源の普及に伴い複雑化する需給関連データを管理するためには、段階的な投資が必要となる

参考：米国の電力会社における分散型電源と投資対象技術



戦略的優先事項

- ▶ 非接触型ユーティリティー
- ▶ デジタル／バーチャルインフラ
- ▶ 全電圧レベルにわたるDERモニタリング
- ▶ 物理的および、サイバーセキュリティのリスクを考慮した管理
- ▶ ネットワーク全体で統合されたDERソリューション
- ▶ フレキシブルな資源調達のためのプラットフォーム開発
- ▶ 卸売市場へのDER参加の合理化

※1：OTソリューション：OT（Operational Technology, 制御技術）

※2：DERMS（DER management systems, DER管理システム）

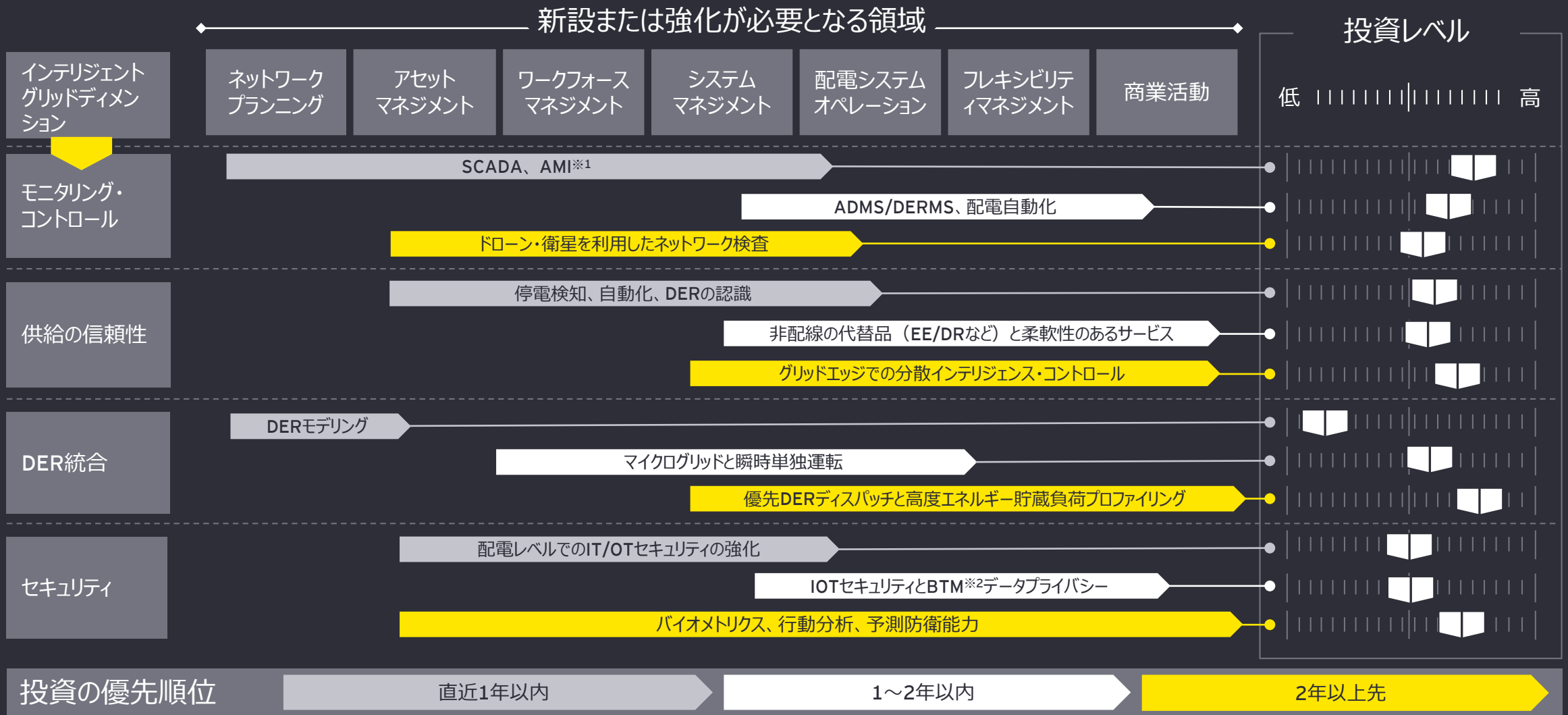
※3：AR（Augmented Reality, 拡張現実）、VR（Virtual Reality, 仮想現実）

※4：ネットワークデジタルツインズ：モニタリング用のバーチャル空間のシステム。

デジタルツイン = IoTやAI、ARなどの技術を用いて仮想空間に物理空間の環境を再現し、あらゆるシミュレートを行い、将来を予測することに役立つ新しい技術

※5：ADMS（advanced distribution management systems, 先進型配電管理システム）

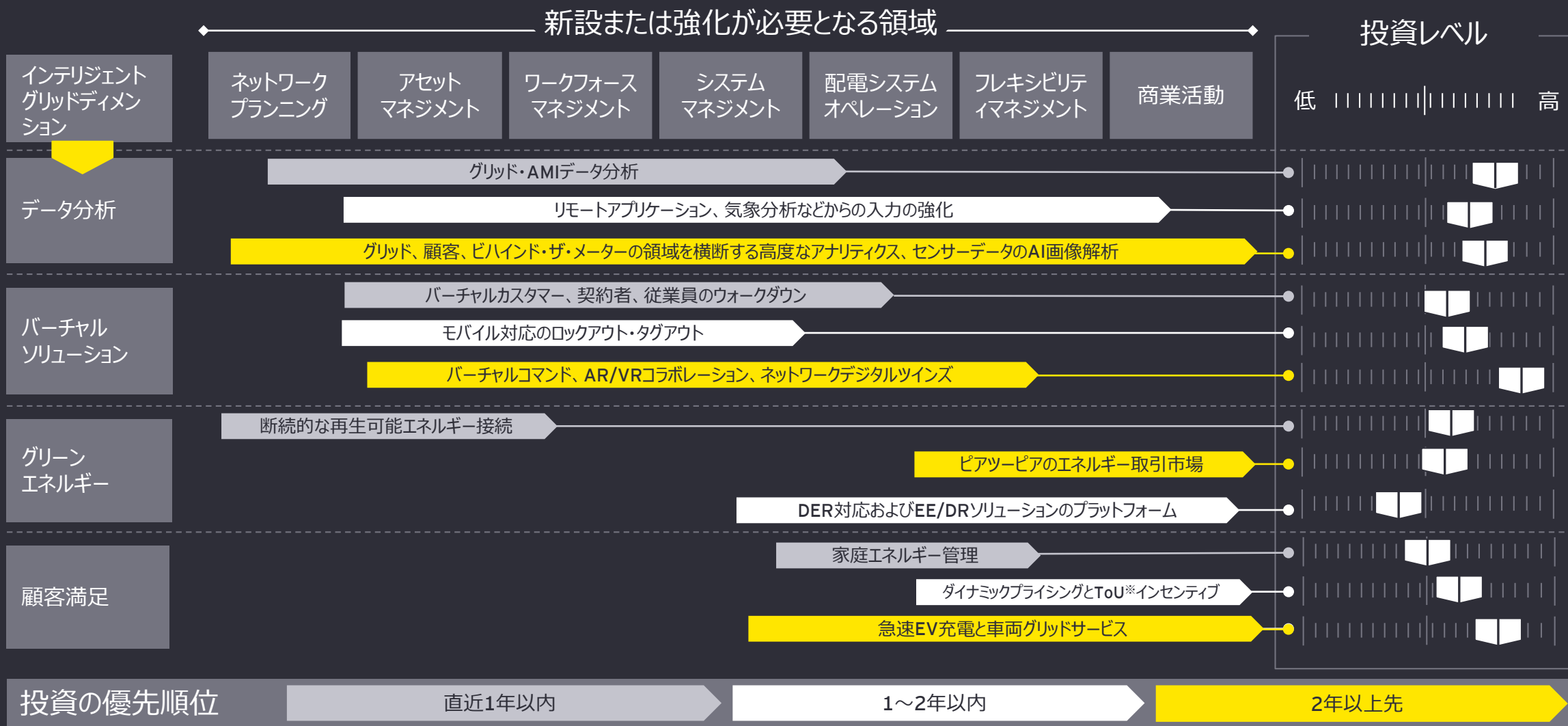
万能なIGSOモデルというものはなく、IGSOモデルは地域の状況、DERの成熟度、市場のダイナミクスによって決定される



※1：アドバンスド・メーター・インフラストラクチャー：高度計測インフラ：AMI（Advanced Metering Infrastructure）

※2：ビハインド・ザ・メーター：BTM（Behind-the-meter）

急速に進化するデジタルグリッドにおいて、IGSOモデルは送配電網全域にさらなる付加価値をもたらす



※時間帯別料金

3. 提供サービスの拡大

2. ビジネスモデルの変革

1. 安定化・回復

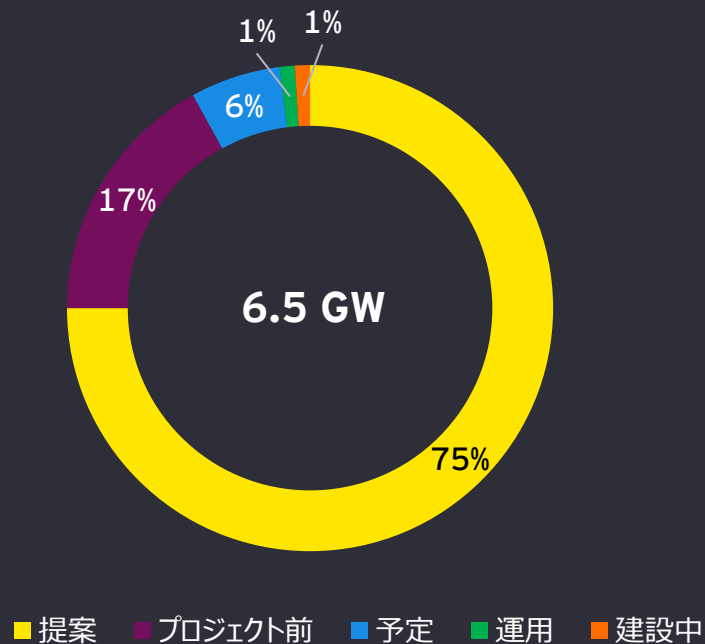
3. エネルギー供給、制御機能の最適化

将来、エネルギーポートフォリオは事業用規模の再生可能エネルギー、分散型発電、グリーン水素と、先進的なエネルギー貯蔵システムで構成されるようになる。

送配電分野ではインテリジェント・グリッド・システム・オペレーター（IGSO）の基盤が整備され、電力業界は流通サービスを拡大させ、第三者の参加を可能にし、オープンなプラットフォームで新しいビジネスモデルを可能にする。

国内洋上風力市場の年平均成長率は2030年までに44%となり、約4GW相当のポテンシャルがある

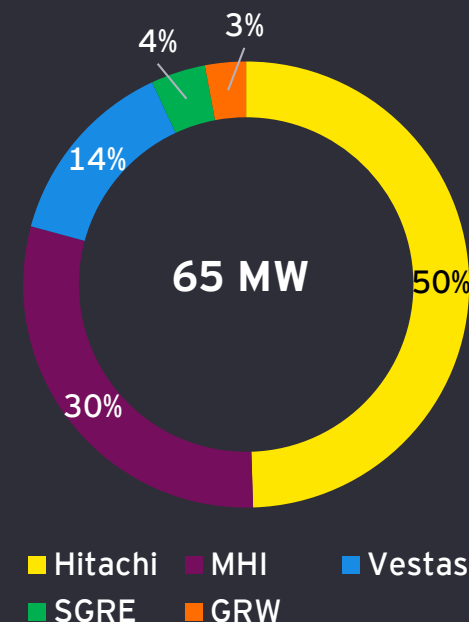
洋上風力のステータス別状況（2018年）



洋上風力は、大規模（平均300MWのプロジェクト）での導入が可能であることから、他のエネルギー源と比較して明確な利点がある。クリーンエネルギー供給のギャップに対処しようとしている日本の電力会社にとって重要な検討事項である。

- ▶ 日本の洋上風力発電容量は、2010年は25MWであったが2018年には65MWに増加し、CAGRは12.4%であった
- ▶ 大規模プロジェクトであっても、漁業権の問題から、オフショア開発者は、プロジェクトがすぐに遅延したり、中断したりするのが課題となっている
- ▶ 将来のオフショアゾーンに接続するための送電線のコストを誰が負担するかについて規制を最終化する必要があるため、送電の不確実性も新規設置のペースを遅らせる可能性がある
- ▶ 2019年、日立製作所は風力タービンの生産を中止したが、これにより海外のタービンOEMやオフショア部品サプライヤーが参入する可能性がある

洋上タービンOEM市場の総設置容量
マーケットシェア（2018年）



今後の日本の洋上風力は、2019年から2030年の間にCAGR（年平均成長率）44%で約4GWの容量が増設されるものと試算されており、2028年には年間容量が1GW以上に達するものと予測されている

住宅分野ではデベロッパーやハウスメーカー、賃貸事業者などをターゲットとした、太陽光発電パネルおよびバッテリーのレンタルやリースなどの分散型電源における新たなビジネスチャンスがある

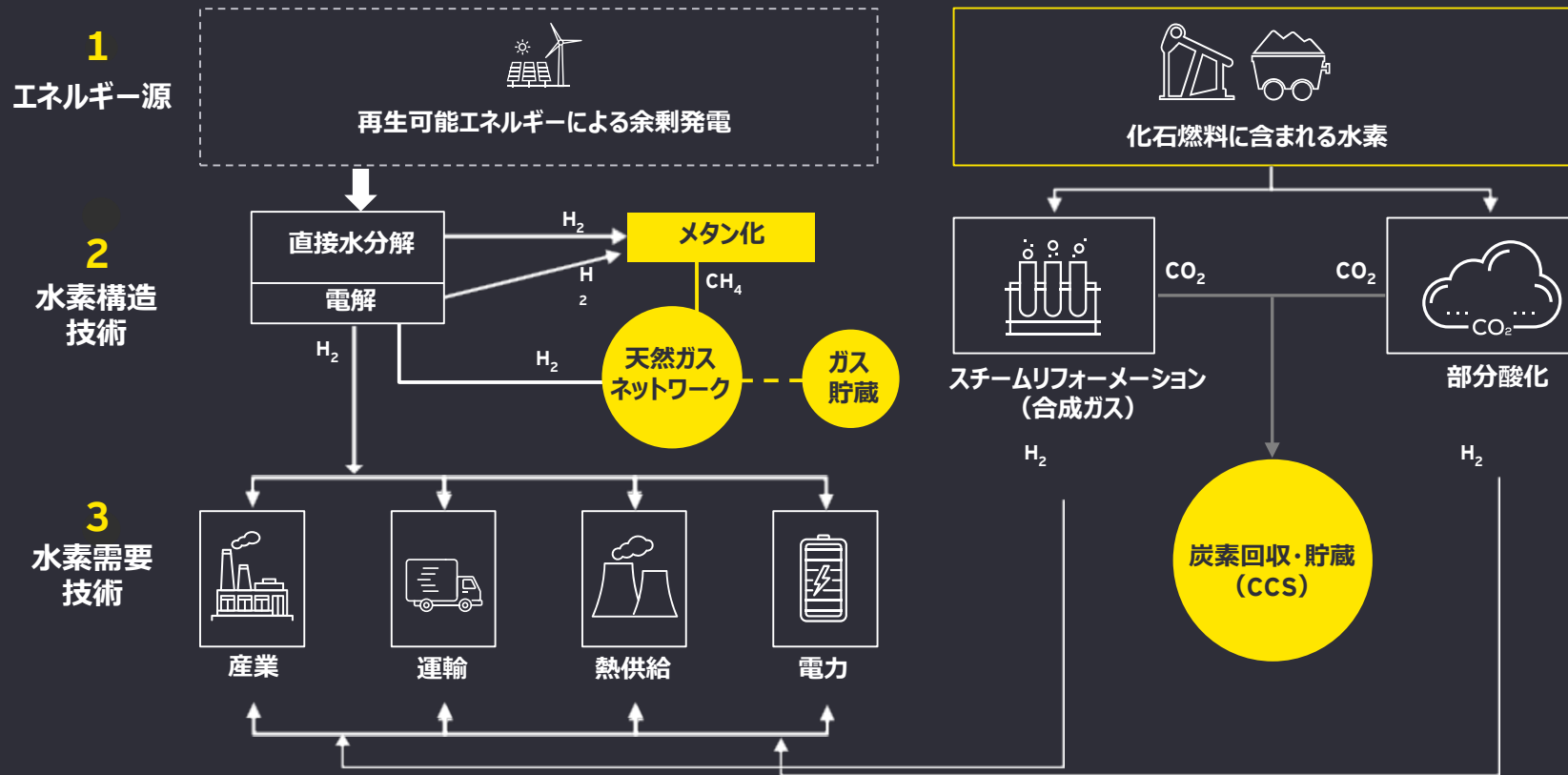


	A 自家発電とネットメーター	B 太陽光パネルレンタル	C 屋上リース
企業視点	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 屋上に太陽光発電所を設置 ▶ O&Mサービスの提供 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 太陽光発電所への融資 ▶ 太陽光発電所を設置 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 顧客への固定賃料の支払い ▶ 太陽光発電所の資金調達と設置 ▶ O&Mサービスの提供 ▶ バンドルタリフソリューションによる顧客への販売
顧客視点	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 太陽光発電所プラントの資金調達と所有 ▶ FITの受領 ▶ 自己消費によるエネルギーの使用 ▶ グリッドの余剰売買および、グリッド不足分の購入 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 会社への固定賃料の支払い ▶ ローン終了時に所有権を保持 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ グリッドに計測された自己消費と余剰/不足 ▶ ローン終了時に所有権を保持

エネルギーセキュリティへの懸念、太陽光発電とバッテリーシステムのコスト低下、魅力的ではないFITインセンティブにより、今後数年間、特に住宅での自家消費ニーズが増加し、日本での屋上太陽光発電の導入が促進されると予想される

グリーン水素は、運輸および産業の単なる燃料のみならず、再生可能エネルギーのストレージ機能が期待される

日本政府は2017年12月に「水素基本戦略」を策定し、2050年までに「水素経済」を構築することを目指している



日本はEUや米国と協力して燃料電池技術を進化させ、製造コストを90%削減

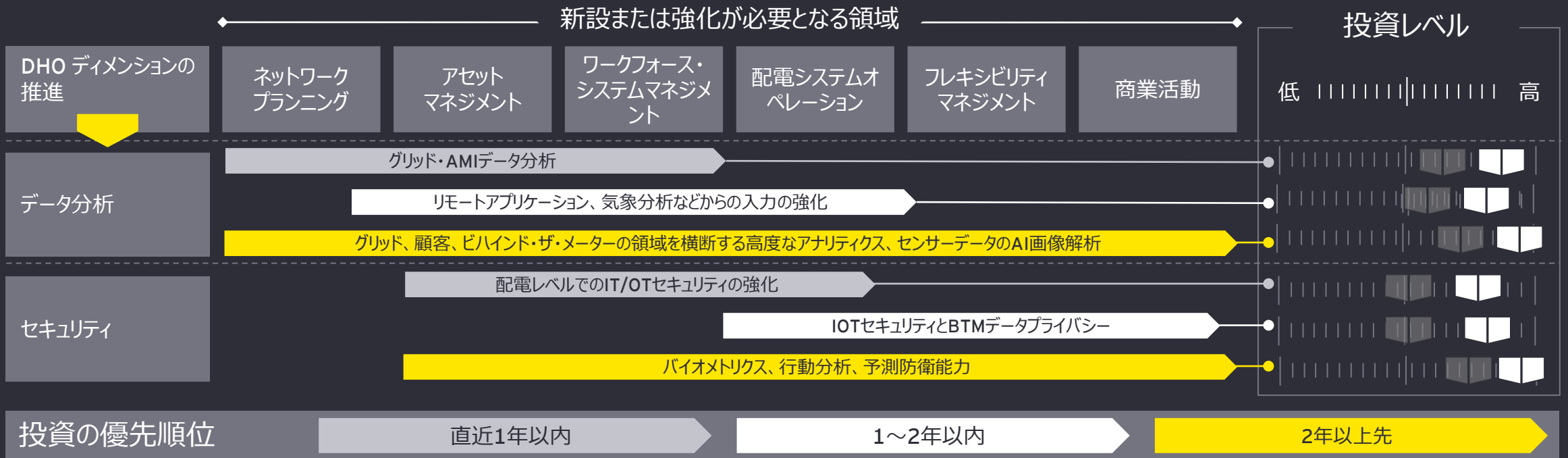
- ▶ 日本政府は、2030年までに燃料電池車販売数を現在の約3,400台から80万台に増加する意向
- ▶ 2018年にはトヨタ、日産、ホンダなど日本企業11社が、2022年までに80カ所の水素燃料ステーションを建設する「Japan H2 Mobility」というベンチャー企業を設立—すでに12カ所は完成間近
- ▶ 川崎重工業なども、オーストラリアの褐炭から水素を抽出して液化し、日本に大量に出荷するプロジェクトを発表

※現在、水素の約95%は化石燃料から生成されているが、再生可能エネルギーで生成される「グリーン水素」は、急速に成長することが期待されている

太陽光発電や風力発電で生成されたグリーン水素は、運輸、産業、その他の分野での燃料として貯蔵することができる
水素製造は、電力システムの柔軟性を高め、経済全体の脱炭素化に貢献する「スマート」な負荷として利用することができる

グリッド情報や気象データを活用し、エネルギーセキュリティ強化などの情報を提供するビジネス（DHO）が期待される

DHO : Data hub operator エネルギー市場を促進するために必要なネットワーク性能データと情報への平等なアクセスを提供する事業者



可能性のあるサービス

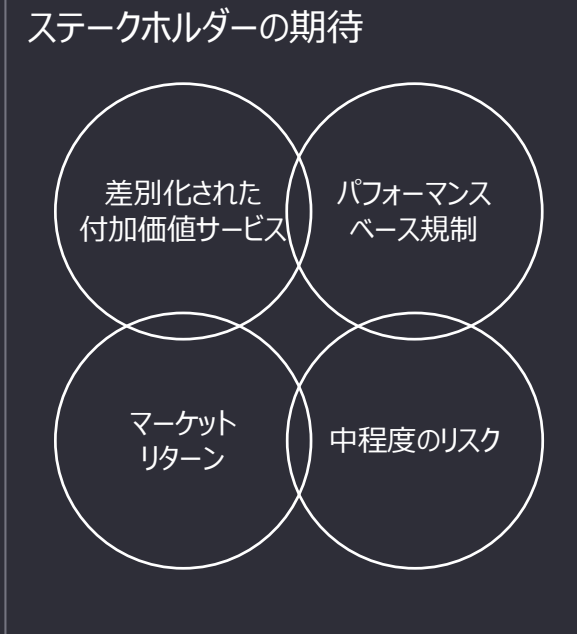
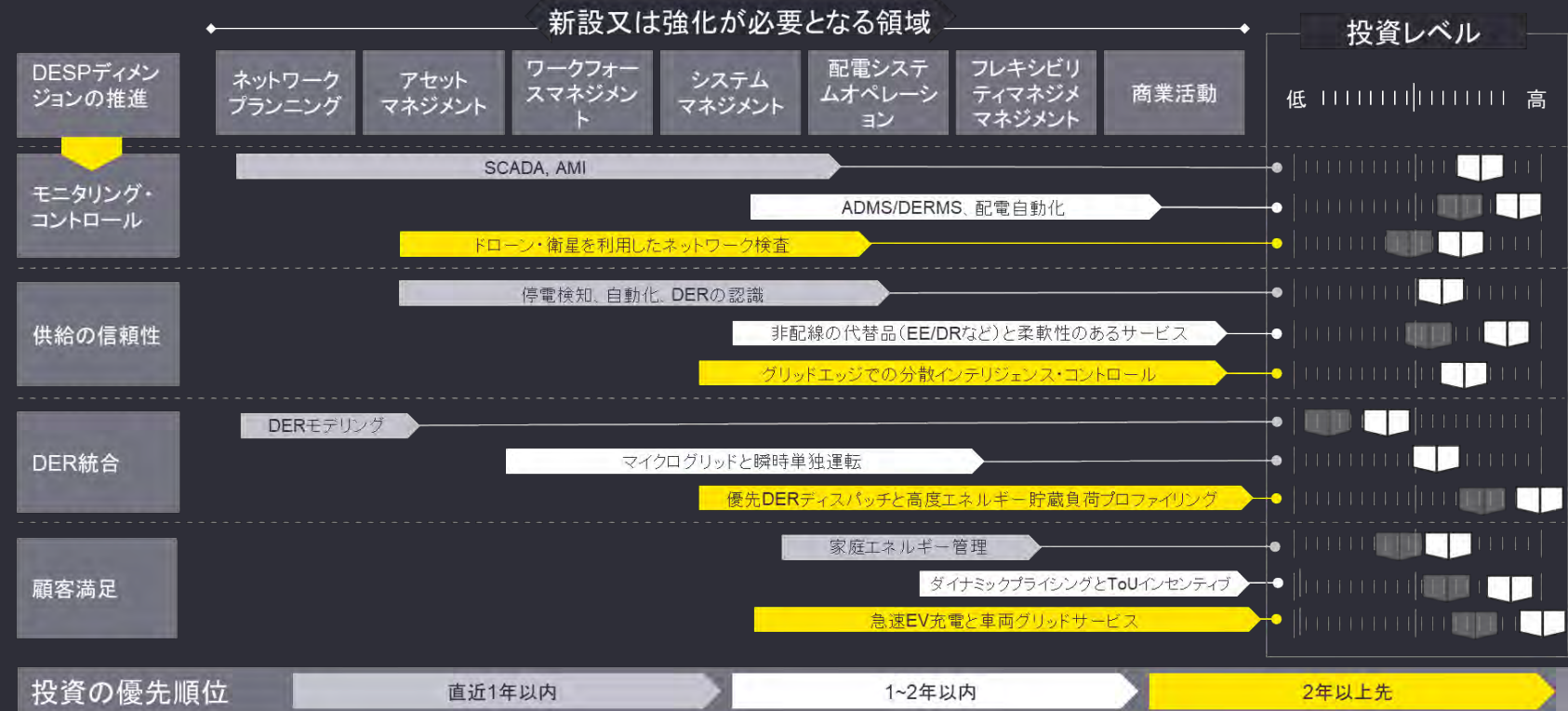
- ▶ **地理空間インサイトプロバイダー :** 人口統計情報から自然災害に至るまでのインサイトは、市場のさまざまなステークホルダーにとって大きな潜在的価値を提供
- ▶ **ネットワーク分析 :** ネットワークパフォーマンスデータやスマートメーターデータを提供することにより、エネルギー市場のさまざまな参加者にとって価値を提供
- ▶ **顧客・e-モビリティデータ :** 家電製品やEVにワイヤレス接続が備えられることで、顧客やe-モビリティ・ソリューション・プロバイダーに価値あるインサイトを提供
- ▶ **フレキシビリティ分析プロバイダー :** フレキシブルなリソース、エネルギーフロー、グリッドへの影響を分析するためにデータを使用することによる利点を提供

ステークホルダーの期待

透明性、可用性、データへアクセス	独立性、効率性
リターンセキュリティ	低リスク

グリッドと需要家に対するサービスの提供者として、分散型電源のプラットフォームビジネス（DESP）が期待される

DESP : Distributed energy solutions provider 分散型エネルギーソリューションプロバイダー、デジタルグリッド関連のサービスを直接市場に提供する事業者

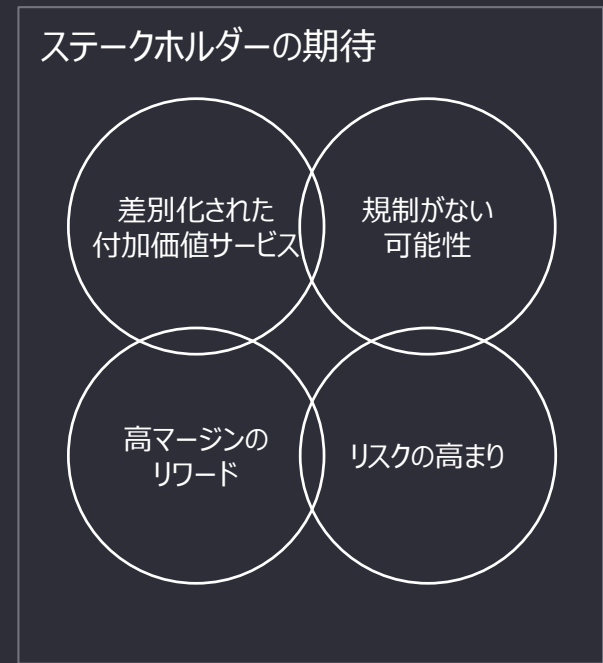
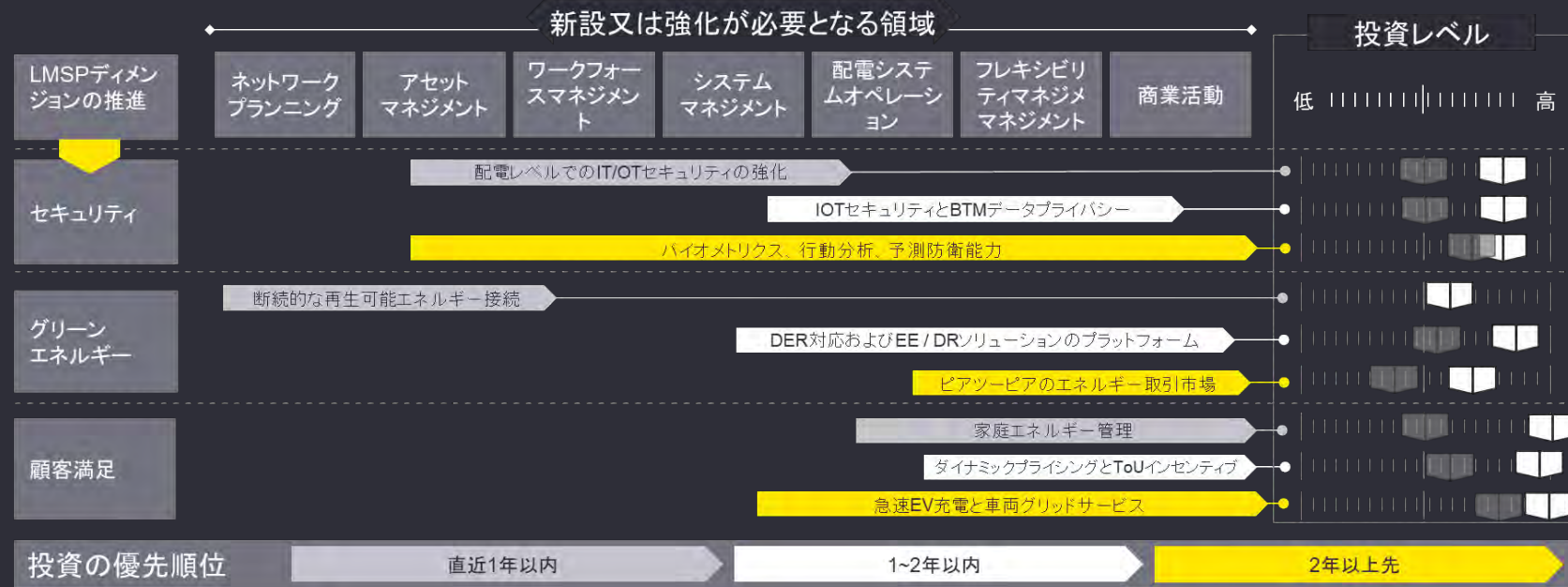


可能性があるサービス

- ▶ **ローカル取引プラットフォーム：** 単一のプラットフォームからEE/DRとDERの管理を合理化し、供給の信頼性と運用効率を向上
- ▶ **アセットマネジメントとネットワークの自動化：** ビジネスニーズに合わせたエンドツーエンドの統合アセットマネジメントソリューション、ネットワークの自動化と制御
- ▶ **VPP・マイクログリッドサービス：** DERS、マイクログリッドと民間力ネットワークを統合する仮想発電所（VPP）システム
- ▶ **エネルギーインフラストラクチャー：** エネルギーインフラ戦略、コンサルティング、エンド・ツー・エンド・ネットワーク計画など
- ▶ **モビリティサービス：** EV車両管理、V2G（Vehicle to Grid）統合、バッテリー交換、EV充電インフラとソリューション

ビハインド・ザ・メーターの流通段階の製品とサービスに付加価値を与え、IGSOモデルを拡張するビジネス (LMSP) が期待される

LMSP : Last mile service provider 企業や個人の消費者またはプロシューマに新エネルギーサービスを提供する事業者



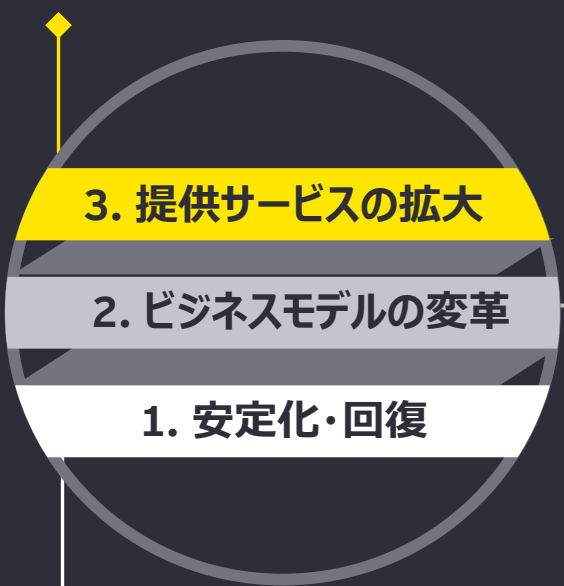
可能性があるサービス

- ▶ **エネルギー効率化ソリューション:** スマートメーターや家電製品から得られるインサイトやデータを活用したエネルギー効率化ソリューションを提供
- ▶ **需要応答管理:** グリッドが逼迫している時に需要を減らすために、エネルギーユーザーに支払いを提供
- ▶ **ビル・スマートホームマネジメント:** 配電ネットワーク業者が提供するスマートホームエネルギー管理ソリューションに関するサービス
- ▶ **スマートサービス:** 請求、エネルギー管理、スマート設備管理、ホームセキュリティ、スマート暖房ソリューションのスマートアプリ
- ▶ **E-モビリティサービス:** ネットワークオペレーターにV2G統合と差別化されたEVプランを活用する機会を提供

電力業界は、以下3つの重要なフェーズにおいて変革が求められている

3. 再生可能エネルギー、水素、ビッグデータ、拡大するDERやビハインド・ザ・メーターの製品やサービスのエコシステムを活用し、より多くの機会をつくる

- ▶ 高い成長率のビジネスモデルを通じて、将来の株主価値を高める



1. COVID-19により障害が発生した業務を改善するための対策を講じる

- ▶ フレキシブルな人員配置の導入、企業のレジリエンスの構築、デジタル・バーチャルソリューションの拡大、顧客体験の向上に重点を置く

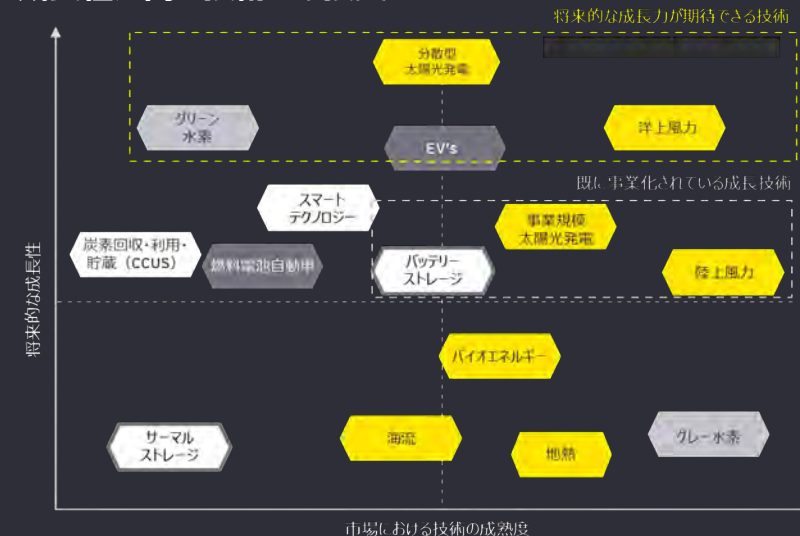
発電

2a. 太陽光発電、風力発電、グリッドスケールバッテリー、水素発電、分散型発電など成長性の高いエネルギーを活用する

ネットワーク

2b. ネットワークをデジタル化し、相互接続されたグリッドを経由して、インテリジェント・グリッド・システム・オペレーター (IGSO) としての運用能力を拡大する

成長性が高い技術への投資



IGSO : インテリジェンス・グリッド・システム・オペレーションの導入

Integrated planning	Asset management	Workforce management	Systems management	Systems operations	Flexibility management	Commercial operations/ customers
Identification and planning of capacity requirement, coordinating decisions with RTOs/ISOs, granular DER forecasting	Real-time monitoring of network performance, predictive maintenance analytics	Mobile-enabled work packages, virtual lockout/tagout, virtual collaboration technology, third-party compliance inspections	Advanced data and analytics to study and control system configuration in real time, remote sensing and drone technologies	Visibility and control of power flows, loads and connections at the distribution level, integration of full DERMS/ADMS	Platforms for procuring flexibility services, dynamic market pricing, incentives for non-wires solutions	Commercial frameworks and digital information channels for flexibility services and new behind-the-meter services

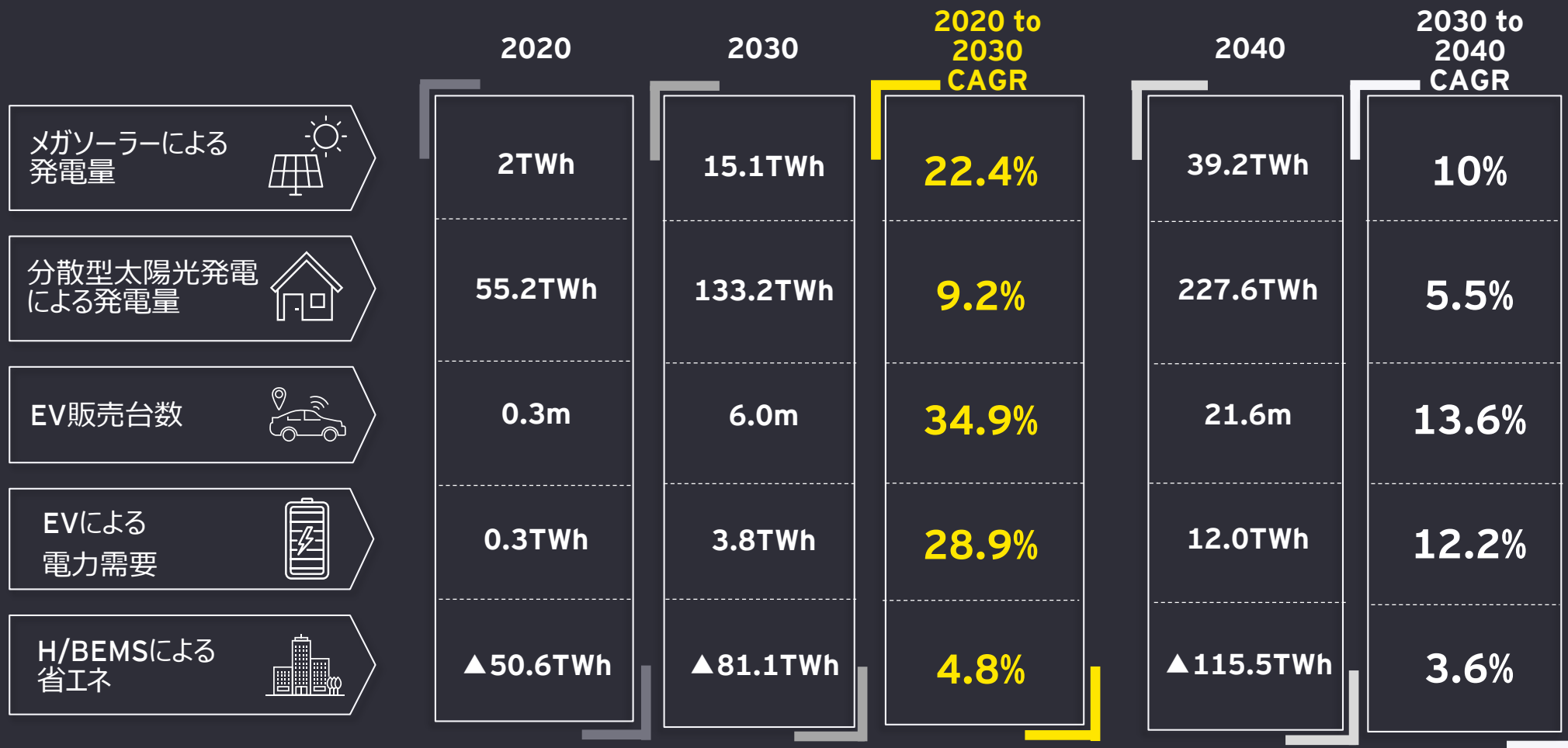
出典: EY analysis

まとめ



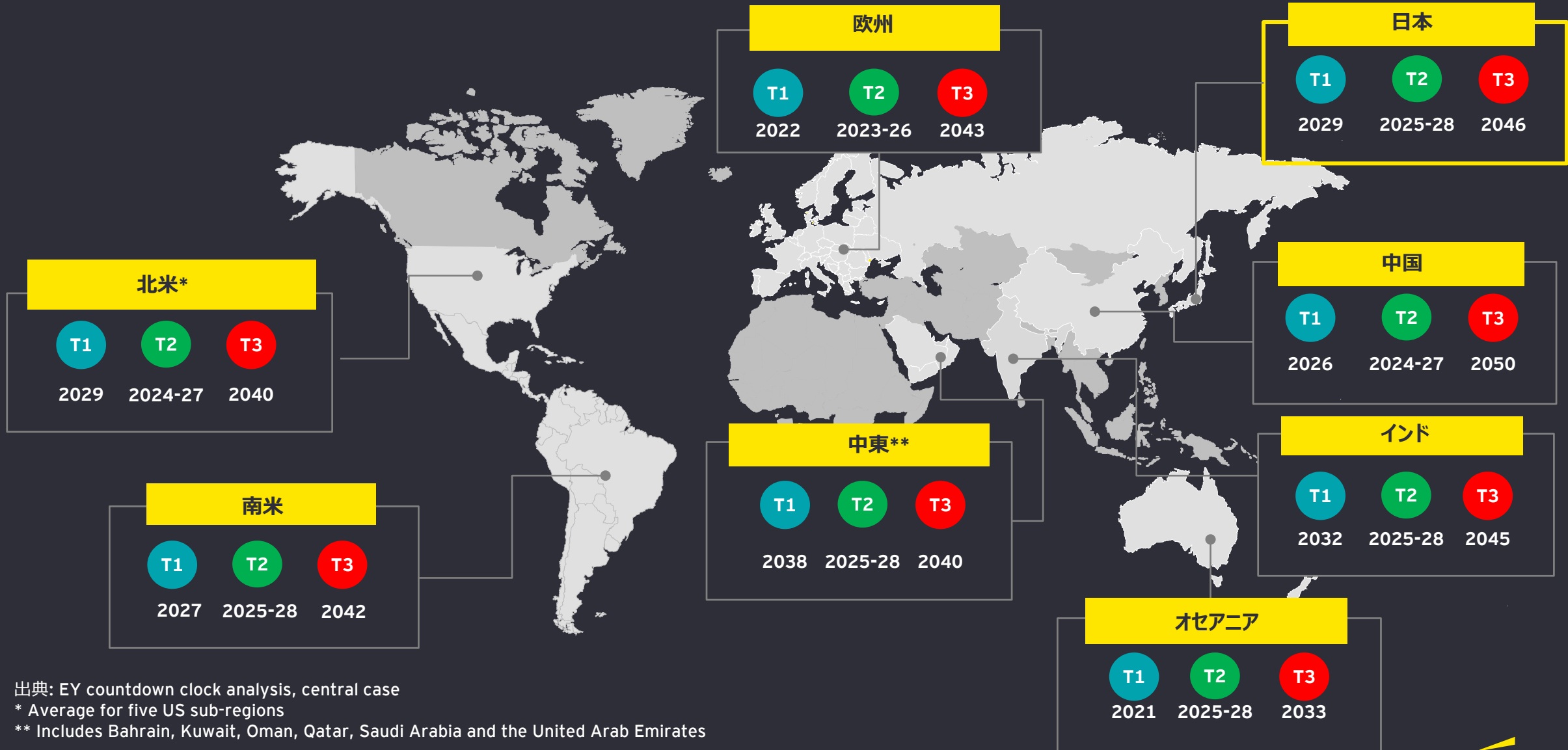
2050年のカーボンニュートラル実現に向けて今後10年が最大の変革期となる。分散型電源の普及とEV台数の急増により電力システムの転換が必要となり、ステークホルダーには大きなビジネスチャンスとなる

日本のDERエコシステムの成長 - ベースシナリオ



出典: EY Countdown Clock analysis, central case

オーストラリア・欧州での分散型電源 + 蓄電池システムのコストパリティのタイミング（T1）と比較して日本は10年ほど遅れる可能性があり、発電コストの低減が課題である



出典: EY countdown clock analysis, central case

* Average for five US sub-regions

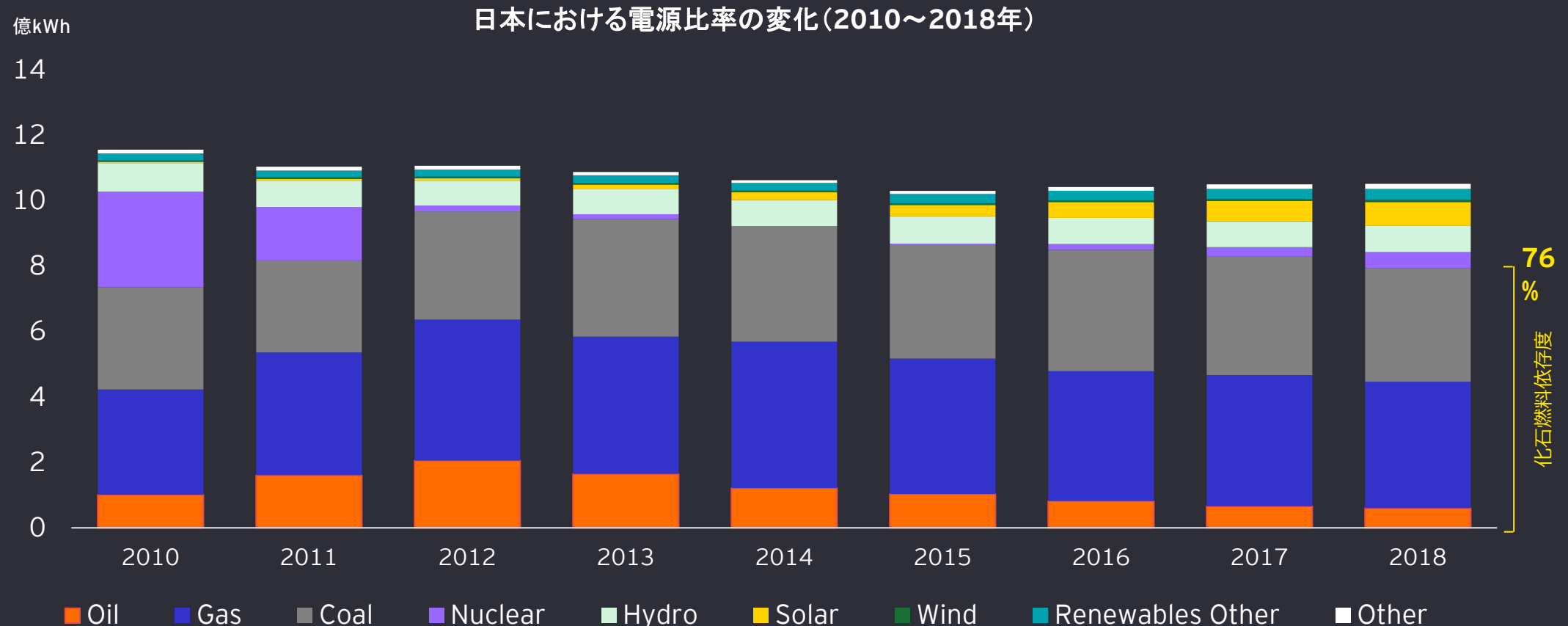
** Includes Bahrain, Kuwait, Oman, Qatar, Saudi Arabia and the United Arab Emirates

Appendix

日本におけるエネルギー情勢



東日本大震災後、日本の原子力発電量が大幅に減少し、代替電源として火力発電がその縮小を補った。

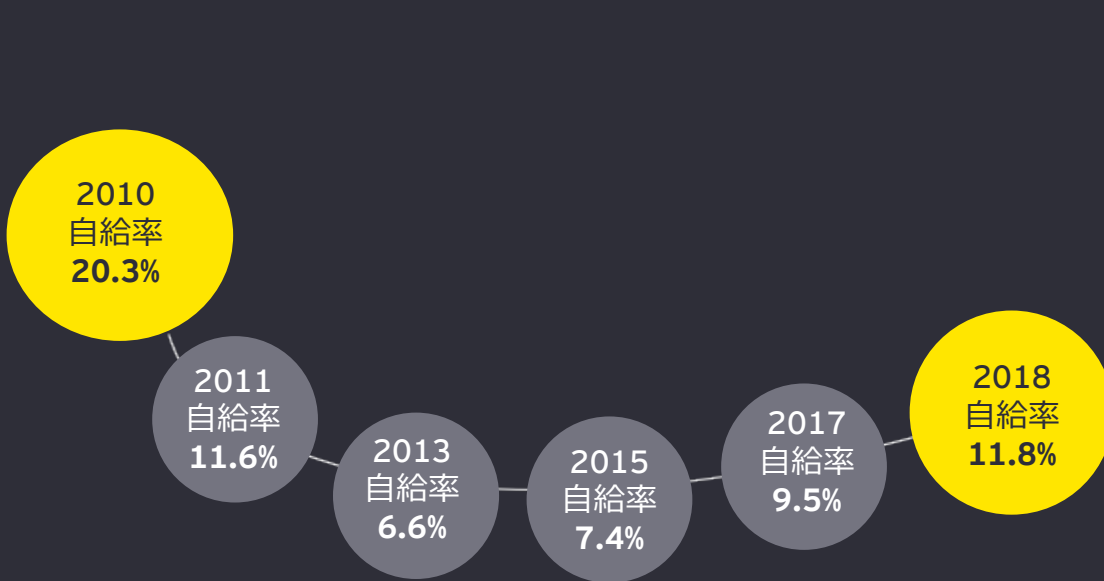


出典: 電気事業連合会

<https://www.fepec.or.jp/english/library/statistics/index.html>

エネルギー自給率を高め低炭素化を促進するという観点から、再生可能エネルギーに寄せられる期待は大きい

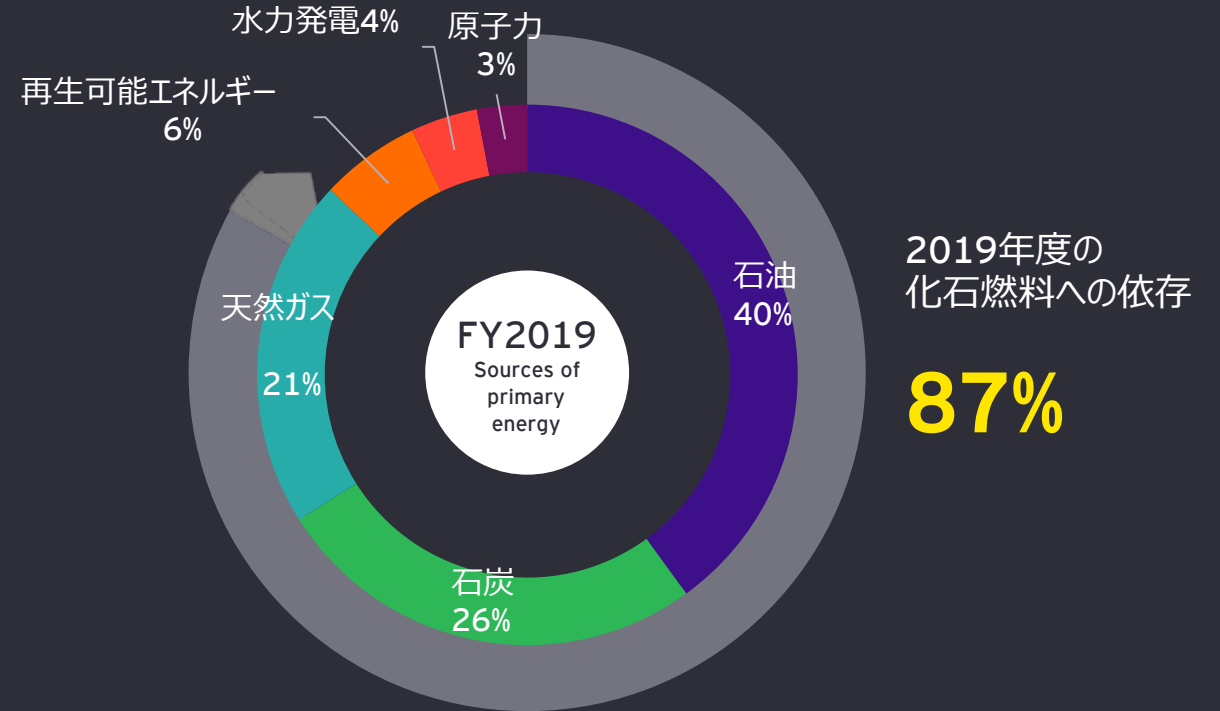
日本のエネルギー自給率の推移



日本のエネルギー自給率は2018年度は11.8%と2010年度に比べ低下しており、他のOECD諸国と比較して非常に低い（米国97.7%、英国70.4%、ドイツ37.4%）

出典: 資源エネルギー庁
https://www.enecho.meti.go.jp/about/pamphlet/pdf/energy_in_japan2020.pdf

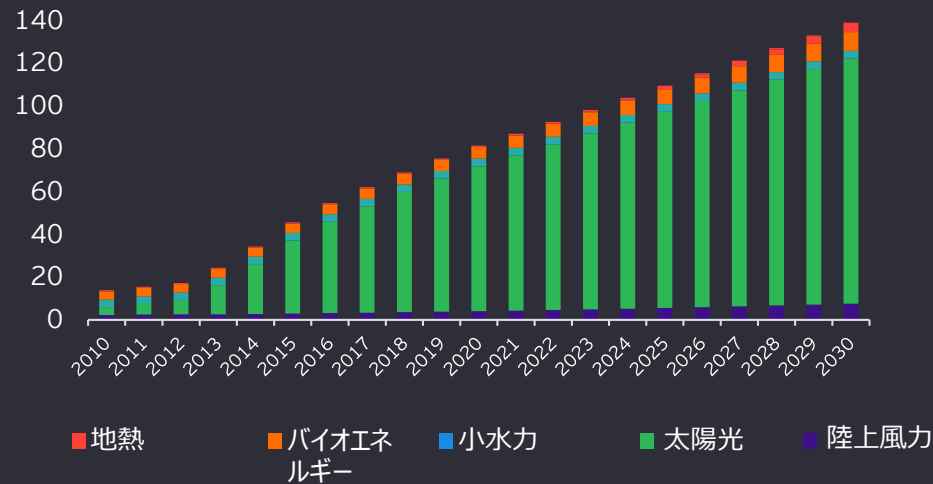
日本の一次エネルギーにおける化石燃料依存度



日本は化石燃料の輸入に大きく依存している。東日本大震災以前、日本の輸入依存度は81%だったが2019年度には87%に上昇した

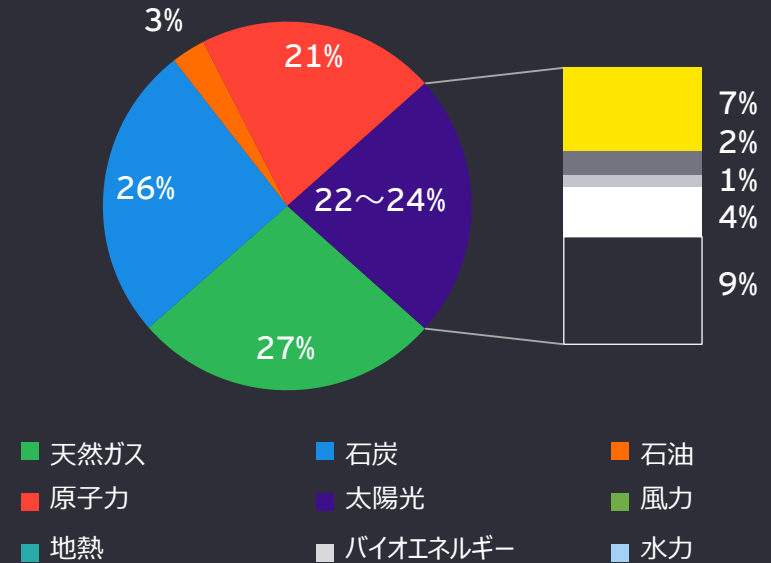
2050年までに温室効果ガス排出量をゼロにするためには、石炭火力発電所の廃止措置を開始する必要がある、国際的にも石炭発電所の新設や融資を抑制するといった措置が導入されつつある

国内の再生可能エネルギー市場の電源構成 (GW)



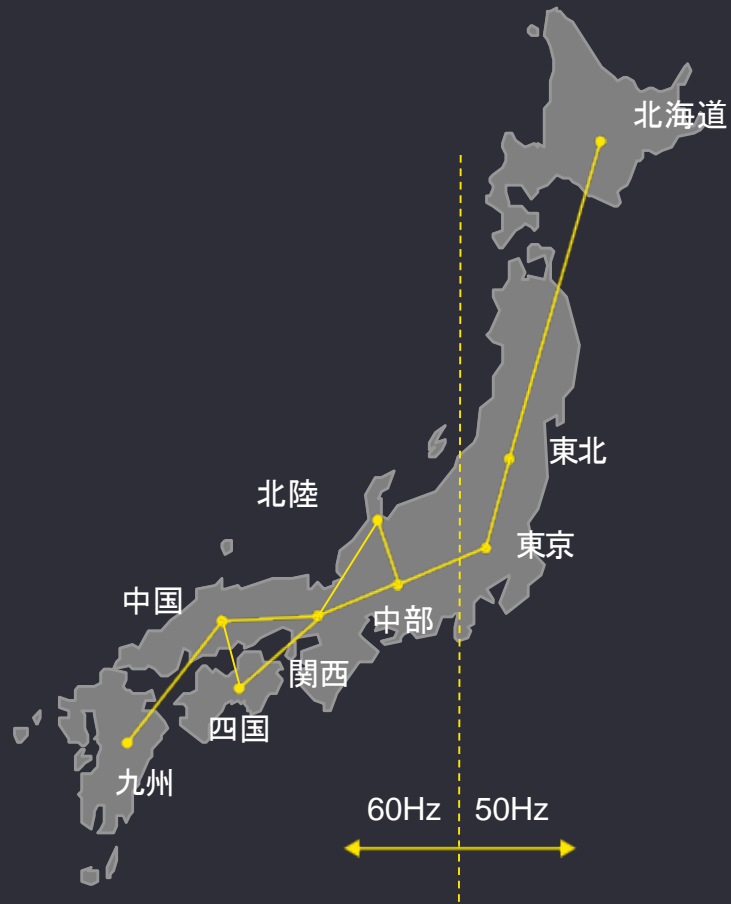
日本は2030年までに発電量に占める自然エネルギーの割合を22~24%に引き上げることを計画している。

日本の電源別予測電力消費量 2030年



- ▶ 2020年7月、経済産業省は2030年までに100基以上の非効率的な石炭火力発電所を廃止する計画を発表した
- ▶ 電源開発 (J-Power) は、2030年までに老朽化した低効率の石炭火力発電所を閉鎖する方針である。これは、同社の持つ8.4 GW石炭火力発電容量の約40%を占めている
- ▶ 2020年10月、日本の電力会社JERAは、2050年までにCO2排出量ゼロを目指すロードマップを策定し、2030年までに国内の非効率な石炭火力発電所 (超臨界以下) をすべて閉鎖する方針としている。同社は国内で9.5GWの石炭火力を保有・運営しており、そのうち2.2GWの超臨界圧設備を保有・運営している。

安定供給と再生可能エネルギーの利用促進を実現するため送電網の強化が図られている



2015年、送電事業者の地域横断的な調整組織が設立された（電力広域的運営推進機関、通称OCCTO）。グリッドゾーンの境界を越えた需給管理の改善により、多様な再生可能エネルギーの利用促進など、より統一された全国的な電力供給システムが構築された。

送電線を相互に連係するための調整力が不足しており、日本の送電網にとって依然として大きな問題となっている。

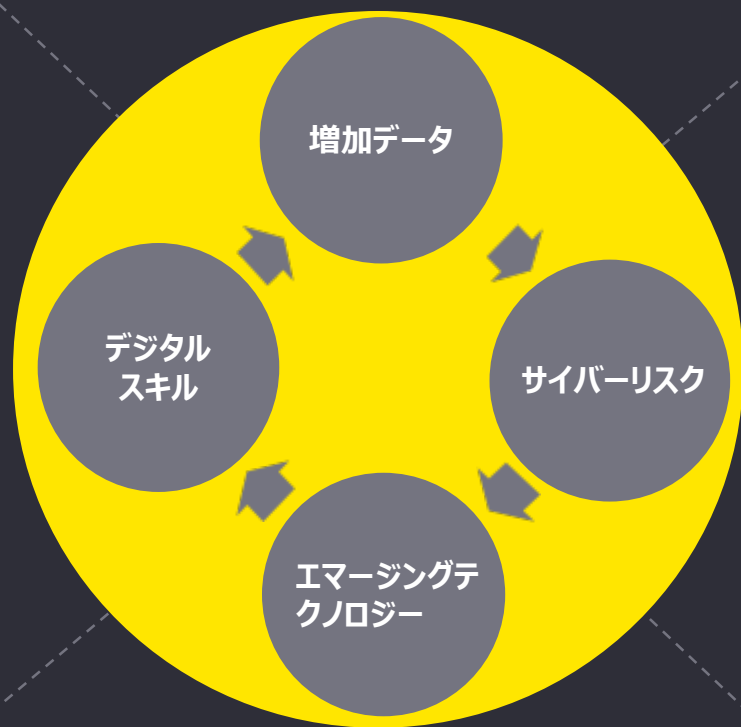
- ▶ 東部と西部の電力網間で電力を転送させるためには、3つの周波数変換施設が必要
- ▶ 周波数変換施設の総送電容量はわずか1,200MWであり、2つの相互接続エリア間で望ましいレベルの電力を送電するには不十分
- ▶ 2020年度までに東西送電網の接続容量を2.1GW、2027年度までに3GWに拡大する計画

9つの旧一般発電事業者供給エリア間の相互接続も改善が必要であり、特に北海道では風力が利用できる可能性がある。

- ▶ 本州北部から北海道までの系統も、2019年には高圧力直流（HVDC）ケーブルで0.6GWから0.9GWに増強された
- ▶ 東京－本州北部間では、現在の5.7GWから2027年には10.3GWに増強される予定

デジタル技術、分散型電源（DER）などの新たなデバイスの普及により、管理を必要とするデータが膨大に生成されている

- ▶ センサー展開とIT/OTコンバージェンスの拡大
- ▶ グリッドオートメーション、AMI、デマンドレスポンス、DER、コネクテッドホームによるデータの急激な増加



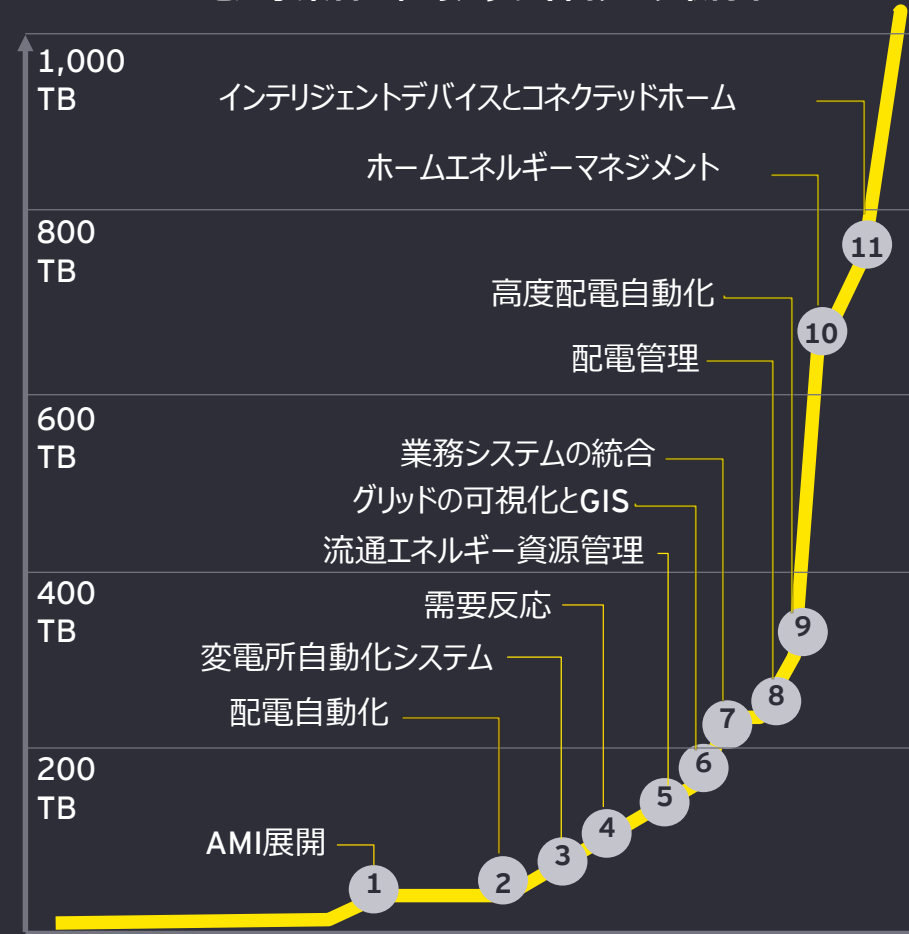
- ▶ デジタルシフトは能力不足を露呈している
- ▶ アジャイルワークフォースと新しい働き方の必要性

- ▶ 流通レベルでのリスクの増大が上流への影響をもたらす
- ▶ セキュリティ管理に必要なリスクを考慮したアプローチ

- ▶ ADMS、DERMS、RPA、AIは劇的に運用コストを削減する
- ▶ リアルタイムセンシングによる業務の変革

ADMS : 先進型配電管理システム
 DERMS : DER管理システム
 RPA : ロボティックプロセスオートメーション

電力事業者一社あたりの年間データ取得率¹



出典: 1. EPRI

1000kW以上の大規模な発電設備については、2022年度からフィード・イン・プレミアム（FIP）制度が導入され、50 kW以上1,000 kW未満ではFIT・FIP制度が選択制となる

【2022年4月施行改正再エネ特措法】

FIP制度では、再生可能エネルギー発電事業者が卸電力取引市場や相対取引で市場に売電した場合、基準価格（FIP価格）と市場価格の差額をプレミアムとして交付される

▶ 1MW以上の太陽光発電

2022年度から連系出力が1MW以上の太陽光発電は全面的にFIPに移行するとの方針が示された。2022年度から1MW以上は入札でFIP価格を決定することになる。

▶ 50kW以上1MW未満

FITとFIPを選択できる。FITを選択する場合、250kW以上1MW未満については入札制度を、それ以外は10円/kWhの買取価格が適用されることになる。一方、FIPを選択した場合は10円/kWhが適用される。

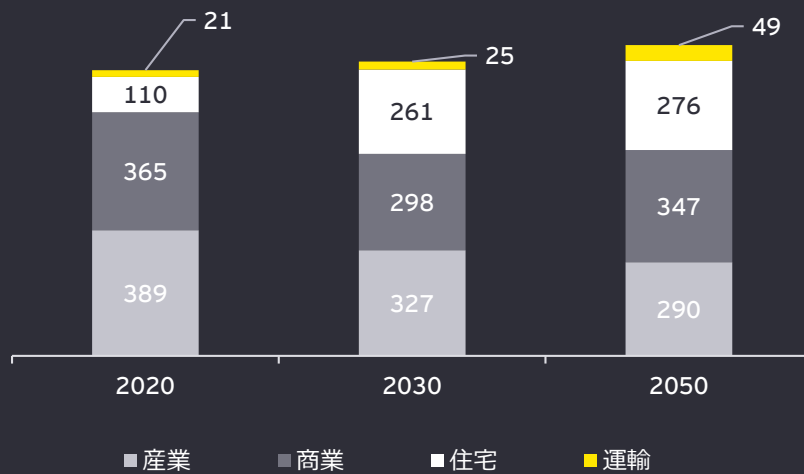
2022年度
太陽光発電のFIT・FIP制度
入札制の対象範囲



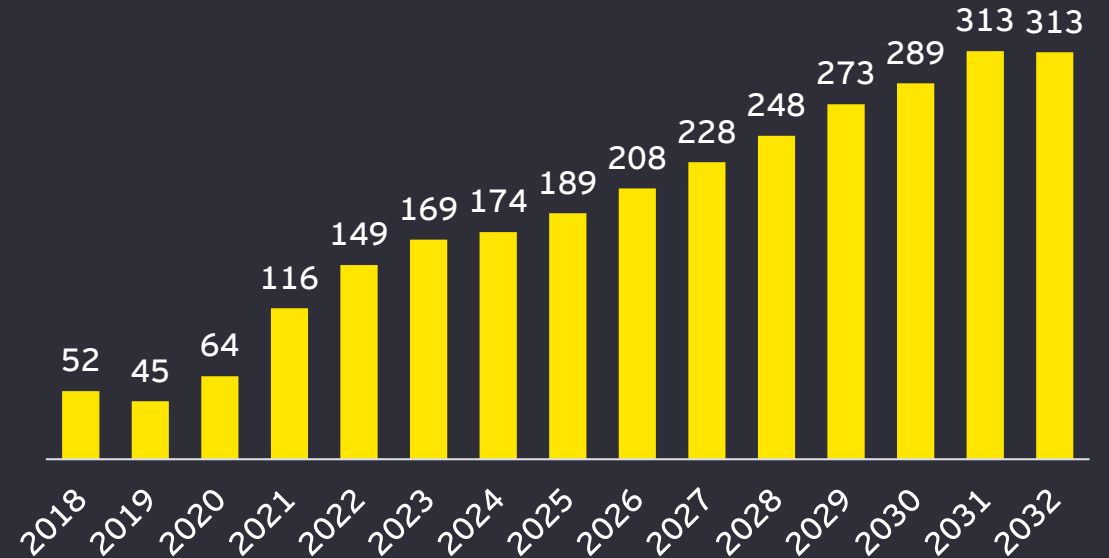
備考：FIT入札の対象閾値は2021年度の閾値を仮説（2021年2月現在）

電力需要は、住宅および運輸部門に牽引される形で、今後10年間は緩やかに伸びると予想される

日本の電力需要の動向 (TWh)



日本の電気自動車の新規販売数 (千台)



- ▶ 2020年、COVID-19のパンデミックの影響を受け、一部のセクターの経済活動が鈍化
- ▶ 2020年以降の需要は、今後10年間、前年比0.5%の成長率で回復すると予想

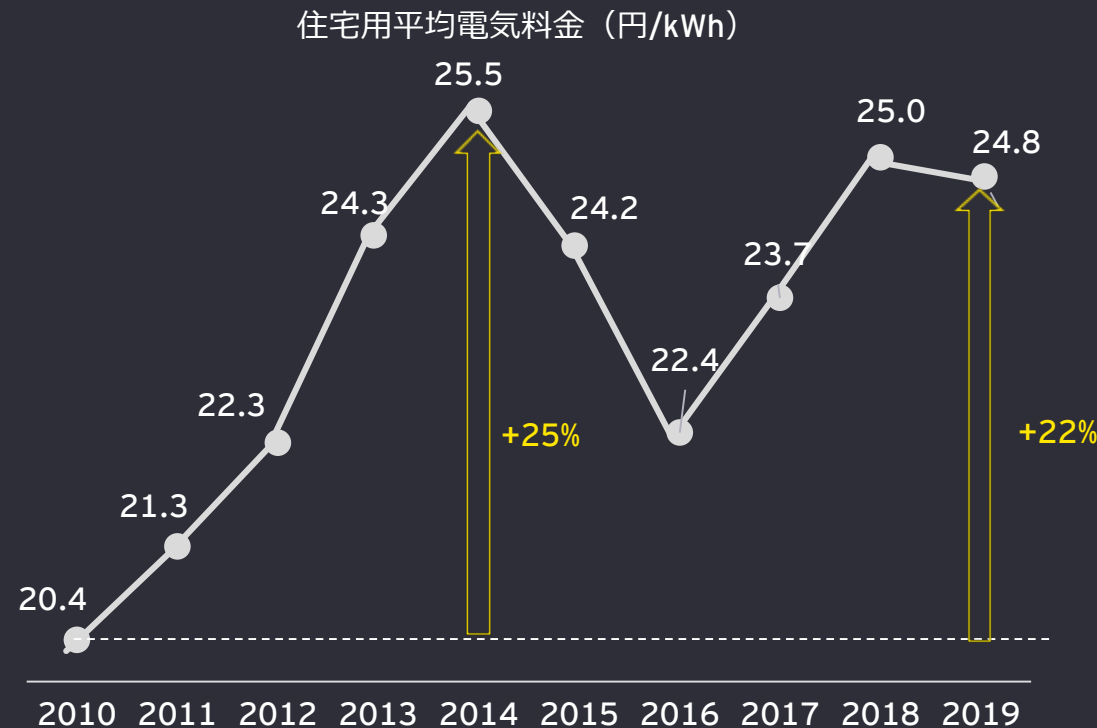
- ▶ 現在、運輸部門が総電力消費量に占める割合は1%未満だが、国内のCO2排出量の19%を占めている
- ▶ 2040年に電気自動車の普及率が27%に上昇すると、2018年から40年の間に16.3%のCAGRで電力需要が増加

出典: EY countdown clock analysis on Japan government demand data by segment, LMC

* Includes battery electric vehicles and plug-in hybrid vehicles

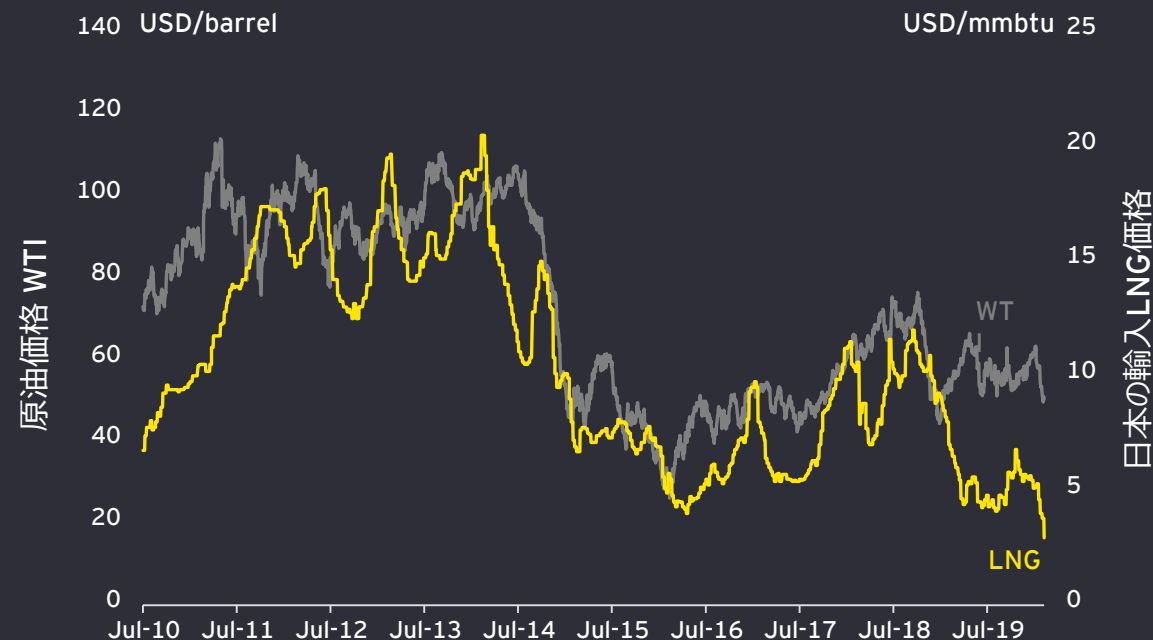
日本は燃料輸入依存度が高く、電気料金は世界でも高水準にあり、電化の機会を制約する可能性がある

エネルギー自給率を高め、不安定な石油価格への変化に強い多様な電力供給構成を実現するために、電力小売全面自由化により競争を促進させ、電力料金の安定化に取り組んでいる



2011年の東日本大震災後、原子力発電所稼働低下に伴い石油発電量の増加による影響で、その後日本の電気料金は上昇を繰り返した

出典：資源エネルギー庁
https://www.enecho.meti.go.jp/en/category/brochures/pdf/japan_energy_2020.pdf



原油価格とそれに連動したガス価格は、日本のエネルギー輸入コストに大きな変動をもたらしている

出典：Thomson Reuters Datastream

需要家の省エネリテラシーの高まりと規制により、エネルギー業界の変化が加速している

顧客の嗜好の変化

経済産業省は、発電した電力を個人消費に利用できるようにすることを意図して、FITスキームを変更した。^{*}

JAEROの世論調査によると、個人では太陽光発電を好む人が77.1%、次いで風力発電を好む人が64.8%となっている。¹

日本では原子力発電所の運転停止を受けてCO2排出量が増加している。高効率省エネ機器の導入と革新的技術の開発が進む。

電気・ガス小売業はサプライヤーからカスタマーエージェントへと変貌する。UXコーディネーターとして電力化・分散型の新たな顧客体験を提供や、モビリティや農業などの他業種との融合が生じる。

規制強化

非化石エネルギー利用促進法では、電力小売事業者に対して、の非化石エネルギー源の比率を2030年までに44%に増やすことを義務付けた。^{**}

日本の電力自由化は、2020年4月の送電部門の分離により完了した。

改正された再生可能エネルギー法では、固定価格買取制度（フィードインプレミアム）、新系統整備課徴金制度、FIT/FIPの自動解約などが導入されている。²

2050年のカーボンニュートラル目標を支援するため、2017年から石炭火力発電所の新たに増設予定であった50基13ユニットの開発が廃止された。³



出典: METI, ^{*} FIT Scheme, ^{**} Non-fossil Energy Sources

1. Atoms in Japan 2. Electricity regulation in Japan: overview

3. Japanese utilities turn away from coal plans amid green energy boom

クリーンエネルギーに注目する投資家の存在が事業分野をさらに多様化している

プレイフィールドを多様化させる ローカルプレイヤー

グリッド管理：電気自動車のバッテリーであるV2G（Vehicle to Grid）テクノロジーは、エネルギーシステムを運用するための新しいスマート管理ツールとして重要性が増し、特定の領域のグリッドを強化している。

事業拡大：Enel X Japanは、国内シェア約16%にあたる200MW超のDRサービスを日本全国に提供するために事業を拡大している。¹

仮想発電所：東京に拠点を置くENERESは、米国カリフォルニア州のAutogrid社と提携し、2021年から1万件の分散型エネルギー資産を集約した仮想発電所（VPP）を日本で開発する。²

セクター横断的な競争：日本の主要な化石燃料メーカーのほとんどが、再生可能エネルギーへの戦略転換を発表している。三井物産は持続可能性への取り組みを強化し、東芝は石炭から再生可能エネルギーへの転換を計画している。



クリーンエネルギーに注目する投資家

クリーン投資：ドイツのE.ON社が日本の九電みらいエナジーと洋上風力発電プロジェクトを行う契約を締結した。³

グリーンサプライチェーン：ユニリーバは、バイオマス、風力、水力、太陽光発電を原料としたグリーンエネルギー証書を購入し、日本国内の生産工程で消費されるすべての電力をカバーしている。⁴

地理的分散：投資家は、大規模な電力会社が将来的に新たな収益源を開拓するために、国内市場以外にもポートフォリオを多様化することを期待している。東京ガスは、米国やメキシコのエネルギー企業の株式を多数保有している。⁵

分野横断的な投資：NTTグループは、2030年までに93億米ドル以上を投資し、再生可能エネルギー市場に参入する見込み。⁶

出典:

1. Enel expands footprint in Japan's demand response market 2. Japan's ENERES developing virtual power plant 3. New laws and new targets: renewable power in Japan

4. Case study: Unilever 5. Japanese utilities expand presence in US renewables sector 6. NTT to join Japan's renewable-energy sector

詳細については、以下の連絡先にお問い合わせください

EY Globalエネルギーナレッジチーム
連絡先

Andre Winarto
EY Global Energy Knowledge Leader
andre.winarto@au.ey.com

EY Strategy and consulting
連絡先

Yasutoki Ishiguro
Partner/Principal
yasutoki.ishiguro@jp.ey.com

Andrew Horstead
EY Global Power & Utilities Lead Analyst
ahorstead@uk.ey.com

Yumiko Inoue
Manager, Technology Consulting
yumiko.inoue2@jp.ey.com

Brad K Hartnett
EY Global Power & Utilities Senior Analyst
bradley.hartnett@ey.com

EY | Building a better working world

EYは、「Building a better working world（より良い社会の構築を目指して）」をパーパスとしています。クライアント、人々、そして社会のために長期的価値を創出し、資本市場における信頼の構築に貢献します。

150カ国以上に展開するEYのチームは、データとテクノロジーの実現により信頼を提供し、クライアントの成長、変革および事業を支援します。

アシュアランス、コンサルティング、法務、ストラテジー、税務およびトランザクションの全サービスを通して、世界が直面する複雑な問題に対し優れた課題提起（better question）をすることで、新たな解決策を導きます。

EYとは、アーnst・アンド・ヤング・グローバル・リミテッドのグローバルネットワークであり、単体、もしくは複数のメンバーファームを指し、各メンバーファームは法的に独立した組織です。アーnst・アンド・ヤング・グローバル・リミテッドは、英国の保証有限責任会社であり、顧客サービスは提供していません。EYによる個人情報の取得・利用の方法や、データ保護に関する法令により個人情報の主体が有する権利については、[ey.com/privacy](https://www.ey.com/privacy)をご確認ください。EYのメンバーファームは、現地の法令により禁止されている場合、法務サービスを提供することはありません。EYについて詳しくは、[ey.com](https://www.ey.com)をご覧ください。

EYのコンサルティングサービスについて

EYのコンサルティングサービスは、人、テクノロジー、イノベーションの力でビジネスを変革し、より良い社会を構築していきます。私たちは、変革、すなわちトランスフォーメーションの領域で世界トップクラスのコンサルタントになることを目指しています。7万人を超えるEYのコンサルタントは、その多様性とスキルを生かして、人を中心に据え（humans@center）、迅速にテクノロジーを実用化し（technology@speed）、大規模にイノベーションを推進し（innovation@scale）、クライアントのトランスフォーメーションを支援します。これらの変革を推進することにより、人、クライアント、社会にとっての長期的価値を創造していきます。詳しくは[ey.com/ja_jp/consulting](https://www.ey.com/ja_jp/consulting)をご覧ください。

© 2021 EY Strategy and Consulting Co., Ltd.
All Rights Reserved.

ED None

本書は一般的な参考情報の提供のみを目的に作成されており、会計、税務およびその他の専門的なアドバイスを行うものではありません。EYストラテジー・アンド・コンサルティング株式会社および他のEYメンバーファームは、皆様が本書を利用したことにより被ったいかなる損害についても、一切の責任を負いません。具体的なアドバイスが必要な場合は、個別に専門家にご相談ください。

[ey.com/ja_jp](https://www.ey.com/ja_jp)