

令和6年度第1回再エネ実装専門家ボード

太陽光発電の普及拡大に向けた課題と 産業ビジョン

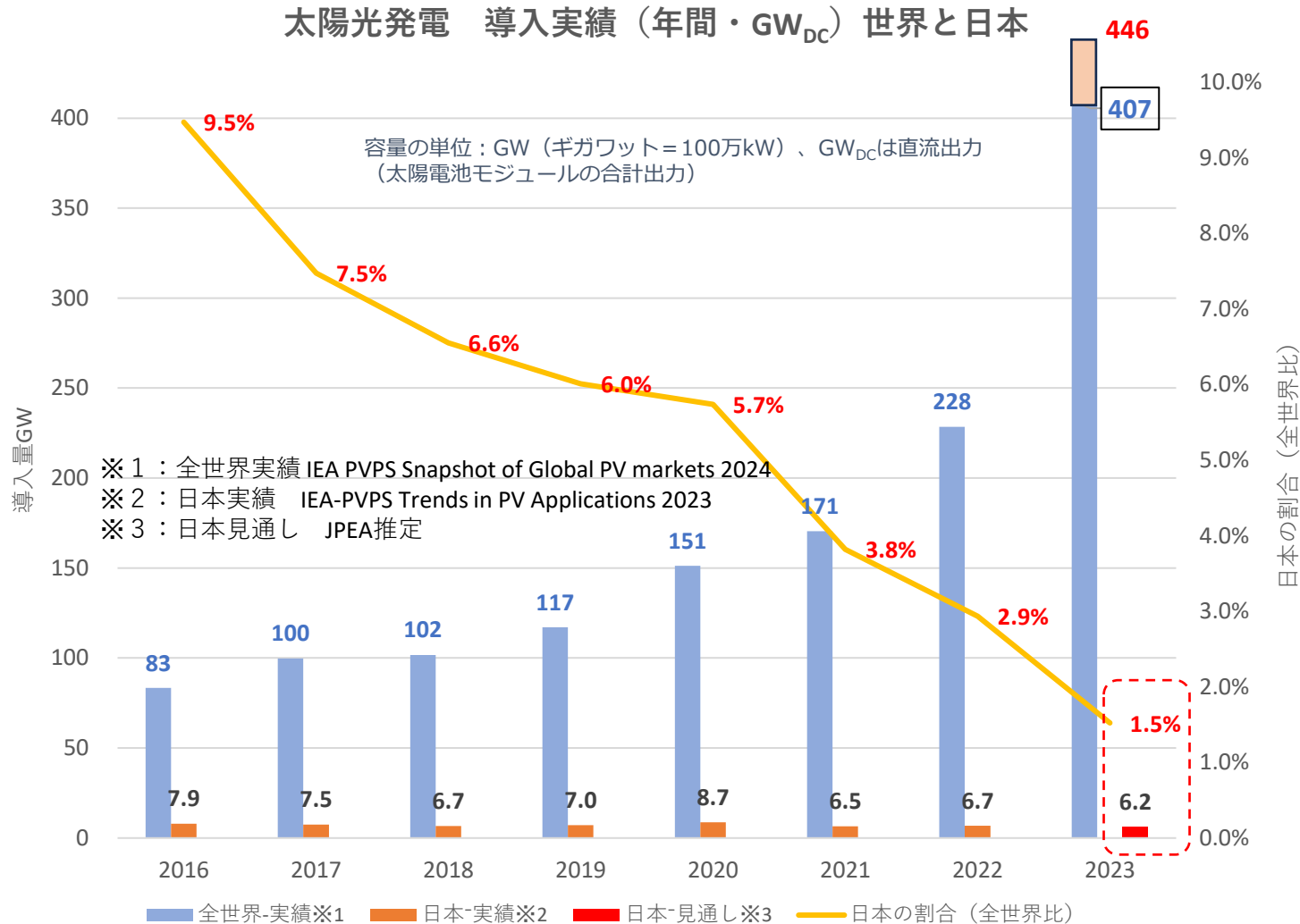
**“PV OUTLOOK 2050”
(2024年公開版の概要)**

2024年6月28日

一般社団法人 太陽光発電協会

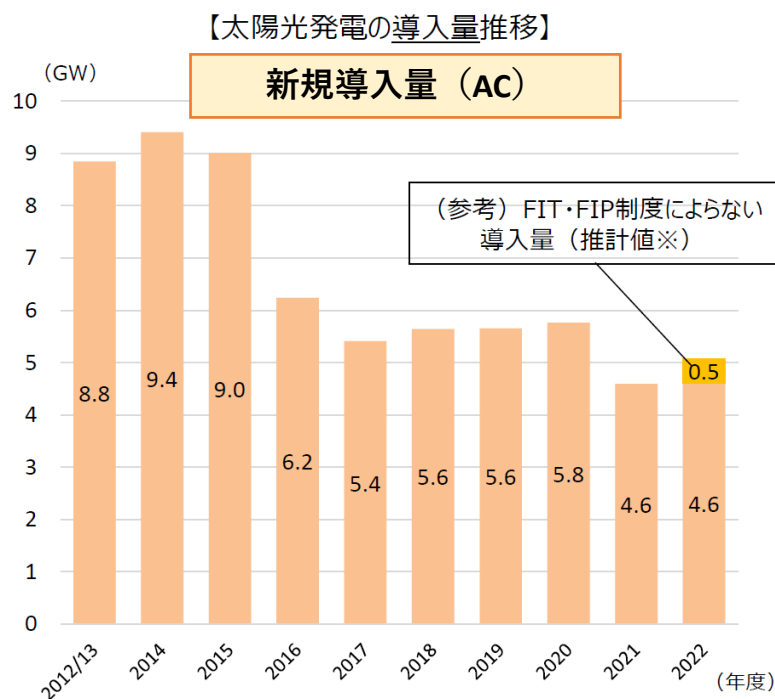
1. 世界で急拡大を続ける太陽光発電

- 2023年の新規導入量は約**407~446GW_{DC}**、前年比で79%~96%増と急拡大
- 日本の導入量は減少傾向にあり、世界の1.5%程度に低下

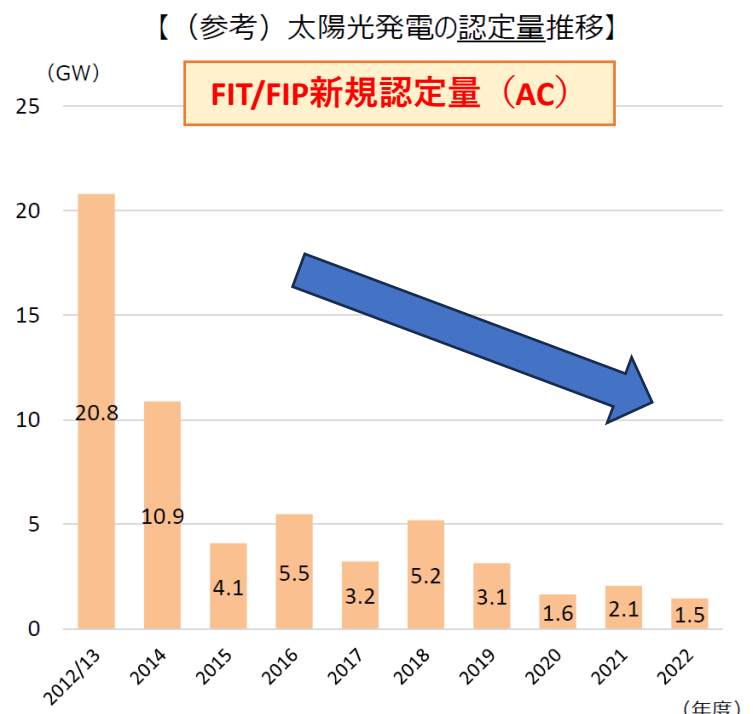


2. 国内の太陽光発電：新規導入は下降トレンドに

- **新規導入量**は2014年度の**9.4GW※**をピークに2017年度以降は**5GW程度**で推移。
- **FIT/FIPの新規認定量**は2015年度以降大幅に減少し、2022年度は**年間1.5GW**に。
- FIT /FIPの新規認定量が大きく減少したにもかかわらず、新規導入量が4.5～5 GW程度で維持できているのは、過去に認定された**未稼働案件**が運転開始してきたからである。これら未稼働案件は大きく減少。
- 国の目標達成には**FIT/FIPの新規認定量の回復**、並びに**FIT/FIPによらない非FIT/非FIPの普及拡大が不可欠**



※：容量の単位：GW（ギガワット＝100万kW）
交流出力（パワーコンディショナーの合計出）



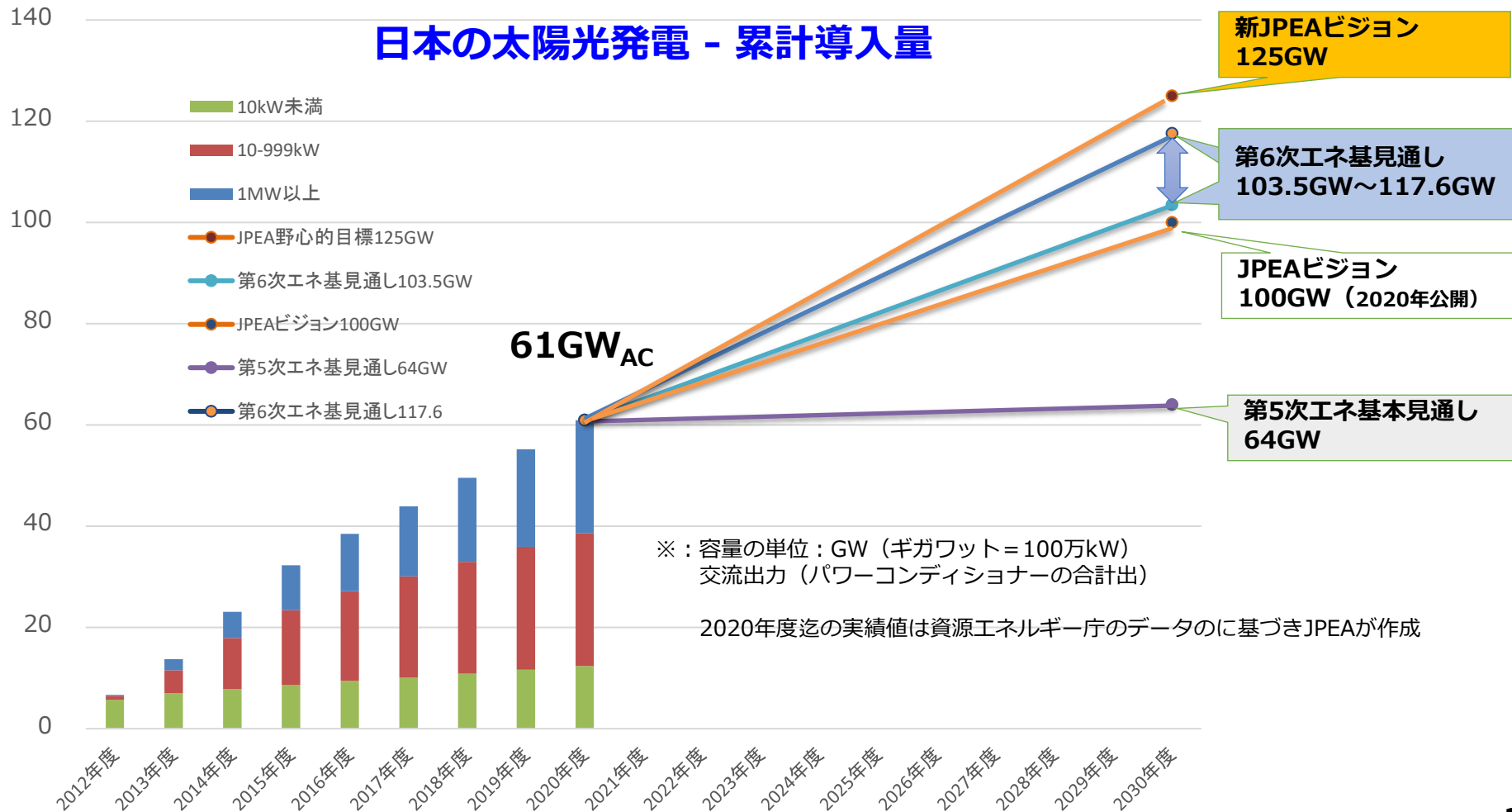
出所：資源エネルギー庁

2. 国内の太陽光発電 導入目標：2030年46%削減に向けて

- 第6次エネルギー基本計画における2030年度の見通しは**103.5～117.6GW_{AC}**（電源構成の14～16%）
- 2020年度末の累計導入量は約**61GW_{AC}**（電源構成の7～8%）
- JPEAとしてはも新たな**目標125GW_{AC}**を設定

注釈）GW（ギガワット=100万kW）、GW_{AC}は交流出力（パワーコンディショナー（PCS）の合計出力）

2030年の野心的目標達成には、2020年度実績から2倍程度に増やす必要がある



太陽光発電産業の新ビジョン

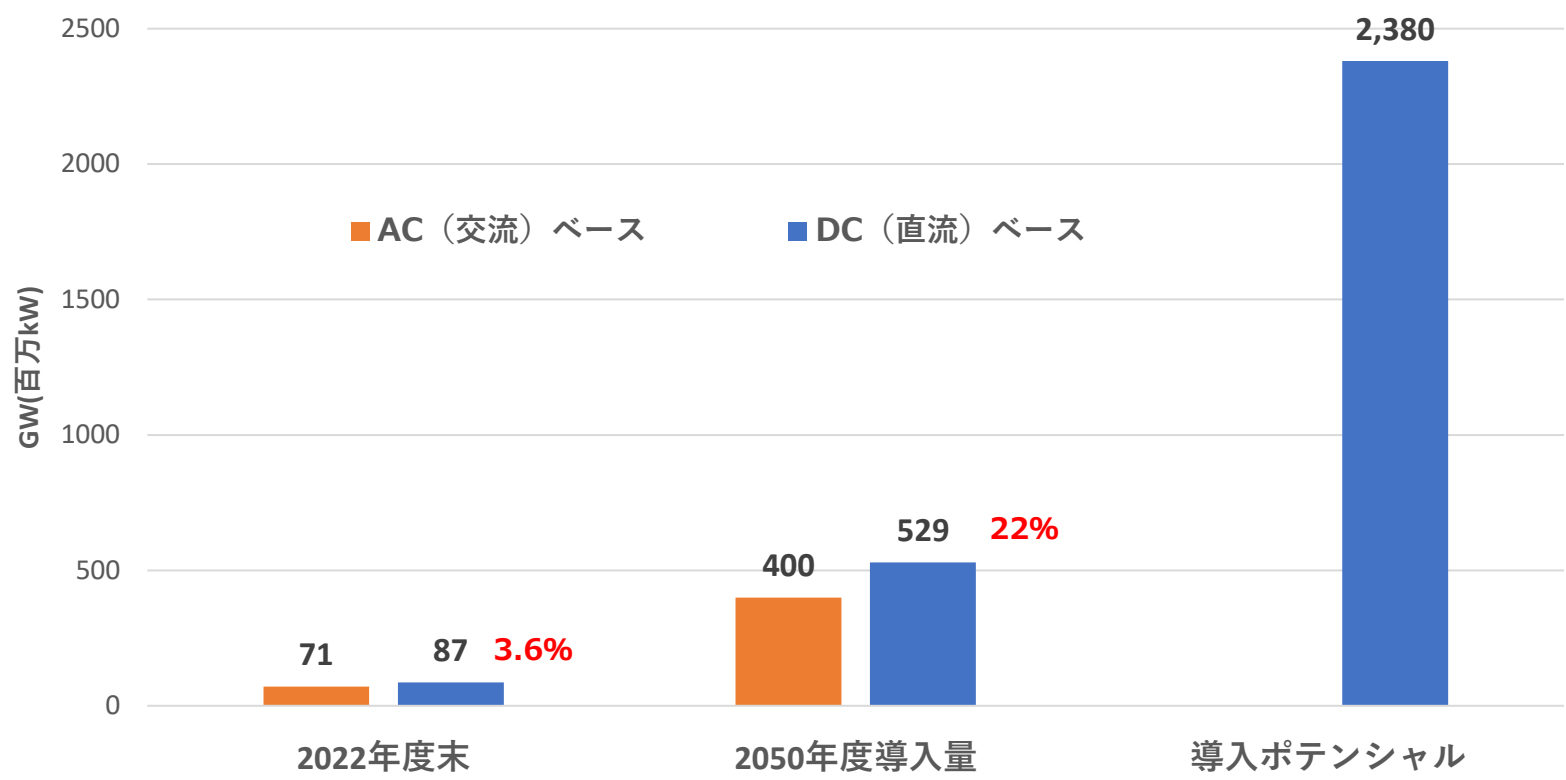
“PV OUTLOOK 2050”

(2024年公開版の概要)

2. 導入ポテンシャル:日本には導入余地が沢山残されている

- 国内の太陽光導入ポテンシャルの推計結果は**2,380GW_{DC}**（国内の電力需要の2.5 倍程度）
- **2022年度末の導入実績（累計）87GW_{DC}^{※1}**は導入ポテンシャルの**3.6%**でしかない

導入ポテンシャルと導入量見通しの比較(GW)



※：IEA（国際エネルギー機関）公表のデータに基づきJPEAが試算。GW（ギガワット=100万kW）、GW_{DC}は直流出力（太陽電池モジュールの合計出力）

2. 導入ポテンシャルの太宗は建物や農地等の人々の活動圏

■技術ポテンシャル

単位：GW_{DC}

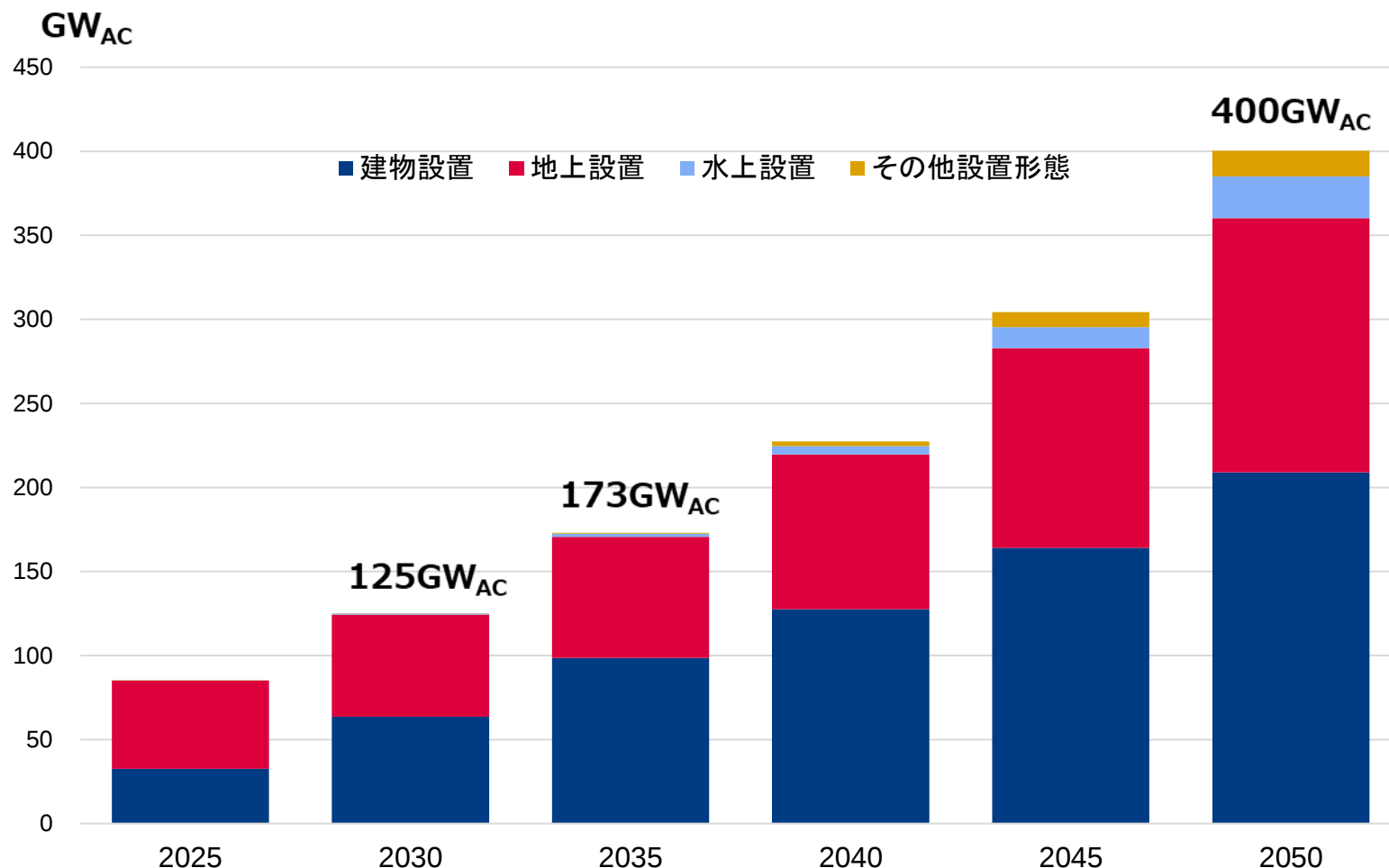
大分類	中分類	今回分析	NEDO	環境省R01 (レベル1)	環境省R01 (レベル2)	環境省R01 (レベル3)	環境省R03
住宅	戸建住宅	201	49	44	121	159	167
	集合住宅	22	42	15	38	47	8
	BIPV（住宅）	17	0	0	0	0	0
非住宅建物	商業系建築物	3	24	1	3	3	0
	公共系建築物	27	9	7	14	15	19
	産業系建築物	37	17	16	23	33	25
	その他建築物	259	0	0	0	0	235
	BIPV（非住宅）	66	0	0	0	0	0
地上設置 （農地除く）	施設用地	17	24	2	17	19	4
	駐車場	12	24	0	0	0	0
	道路関連施設	4	2	0	4	11	0
	空港関連施設	3	2	0	0	0	0
	鉄道関連施設	2	1	0	0	4	0
	公園・山林等	5	0	1	1	2	0
農業関連	耕作地	1,276	381	591	1,183	2,365	771
	荒廃農地	286	34	20	41	82	230
	その他農地	30	22	0	0	0	0
水上関連	水上空間	87	73	1	2	5	4
その他設置形態	EV車両	27	2	0	0	0	0
合計		2,380	706	699	1,447	2,746	1,465

容量の単位：GW（ギガワット＝100万kW）、GW_{DC}は直流出力（太陽電池モジュールの合計出力）

3. 国内導入量見通し 2050年までに400GW（累計）

- 導入ポテンシャルの内数として、経済合理性、並びに年間導入量の上限を加味し、将来の導入量見通しを推計した。累計導入量としては、2030年度末**125GW_{AC}**、2035年度末**173GW_{AC}**、2050年度末には**400GW_{AC}**と推計された。

太陽光発電の累計導入見通し



《参考》導入見通しの内訳 - 太宗は人々の生活圏 -



■ ACベースでの導入見通し（IRR分析、普及曲線、年間導入量を加味） （単位：GW_{AC}）

大分類	中分類	導入場所	2025	2030	2035	2040	2045	2050
建物設置	住宅	戸建住宅	18.4	27.5	40.7	56.5	73.9	90.9
		集合住宅	3.4	8.7	12.9	14.2	14.5	14.6
		BIPV（住宅）	0.0	0.1	0.3	1.3	4.2	8.2
	非住宅建物	商業系建築物	0.4	1.0	1.5	1.6	1.7	1.7
		公共系建築物	1.9	7.5	14.7	17.3	17.8	17.9
		産業系建築物	5.7	14.6	21.7	24.0	24.5	24.6
		その他建物	2.8	4.1	6.3	9.5	14.1	20.2
		BIPV（非住宅）	0.0	0.1	0.6	3.2	13.4	31.0
地上設置	地上設置 （農地除く）	施設用地	10.5	10.9	11.2	11.4	11.6	11.7
		駐車場	3.6	5.8	7.0	7.4	7.5	7.5
		道路関連施設	1.0	1.5	2.0	2.3	2.4	2.5
		空港関連施設	0.7	1.1	1.5	1.7	1.8	1.8
		鉄道関連施設	0.6	0.9	1.1	1.1	1.2	1.2
		公園・山林等	3.2	3.4	3.4	3.5	3.6	3.6
		その他地上	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3
	農業関連	耕作地	0.6	1.4	3.5	8.2	18.9	41.3
		荒廃農地	15.8	19.3	24.0	29.6	36.4	44.3
		その他農地	0.0	0.2	2.0	10.5	19.1	20.9
水上関連	水上関連	水上空間等	0.2	0.6	1.9	5.1	12.5	24.9
その他設置形態	その他設置形態	EV車両	0.0	0.1	0.6	2.7	9.0	15.3
合計			85.3	125.1	173.0	227.4	304.3	400.3

《参考》導入量見通し分析の前提条件：住宅用

- コスト・設備利用率：発電コスト検証WGの想定を踏襲。（設備費は習熟率20%でコスト低減想定）
- **カーボンプライス**：IEA/World Energy Outlook 2023/APSシナリオの想定値を採用。
- 売電単価：**非FITを前提に**、余剰分は卸電力単価で売電する想定で、小売り電力単価との加重平均値を採用

	(2020)	2025	2030	2035	2040	2045	2050	備考
資本費 [万円/kW]	30.1	24.9	21.8	19.5	18.1	17.5	17.1	
設備費 [万円/kW]	24.0	18.8	15.7	13.4	12.0	11.4	11.0	発電コスト検証WGの想定値 (習熟率20%でコスト低減)
工事費 [万円/kW]	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	発電コスト検証WGの想定値 (横ばい)
運転維持費 [万円/kW/年]	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	発電コスト検証WGの想定値(横ばい)
設備利用率 [%]	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	発電コスト検証WGの想定値(横ばい)
耐用年数 [年]	25	25	25	25	25	25	25	直近における標準的な耐用年数
LCOE [円/kWh]	16.8	14.8	13.8	12.6	11.9	11.6	11.4	上記諸元より試算 (利潤含まず、出力抑制考慮)
発電側課金 [円/kWh]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10kW未満は対象外
カーボンプライス [円/kWh]	0.0	3.3	5.6	6.4	7.2	7.7	8.2	IEA/WEO2023/APSの想定値を換算
売電単価 [円/kWh]	17.9	15.7	13.6	13.2	12.8	12.5	12.1	自家消費率を30%と想定して、契約電力単価と卸電力単価を加重平均して試算
想定IRR [%]	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	発電コスト検証WGの想定値

分析諸元 まとめ②:事業用(自家消費型)

- コスト・設備利用率：JPEA想定。(設備費は習熟率20%でコスト低減想定)
- **カーボンプライス**：IEA/World Energy Outlook 2023/**APSシナリオ**の想定値を採用。
- 売電単価：余剰分は卸電力単価で売電する想定で、契約電力単価との加重平均値を採用。

■ 分析諸元：事業用(自家消費型)

※コスト等の基準である2020年値も参考として掲載

	(2020)	2025	2030	2035	2040	2045	2050	備考
資本費 [万円/kW]	17.9	13.9	11.8	10.9	10.4	10.2	10.0	
設備費 [万円/kW]	9.8	7.1	5.9	5.0	4.5	4.3	4.1	JPEA報告書の想定値 (習熟率20%でコスト低減)
開発費 [万円/kW]	3.9	3.6	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	JPEA報告書の想定値(2030以降横ばい)
工事費 [万円/kW]	4.2	3.2	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	JPEA報告書の想定値(2030以降横ばい)
運転維持費 [万円/kW/年]	0.48	0.42	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	JPEA報告書の想定値 (2030以降横ばい)
設備利用率 [%]	17.2%	17.5%	17.9%	17.9%	17.9%	17.9%	17.9%	JPEA報告書の想定値 (2030以降横ばい)
耐用年数 [年]	25	25	25	25	25	25	25	直近における標準的な耐用年数
LCOE [円/kWh]	10.0	8.1	6.9	6.6	6.4	6.3	6.2	上記諸元より試算 (利潤含まず、出力抑制考慮)
発電側課金 [円/kWh]	0.00	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26円/kWhより試算 (kWh課金のみ想定)
カーボンプライス [円/kWh]	0.0	3.3	5.6	6.4	7.2	7.7	8.2	IEA/WEO2023/APSの想定値を換算
売電単価 [円/kWh]	20.9	19.9	19.1	18.9	18.7	18.6	18.4	自家消費率を70%と想定して、契約電力単価と卸電力単価を加重平均して試算
想定IRR [%]	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	発電コスト検証WGの想定値

分析諸元 まとめ③:事業用(オフサイト型)

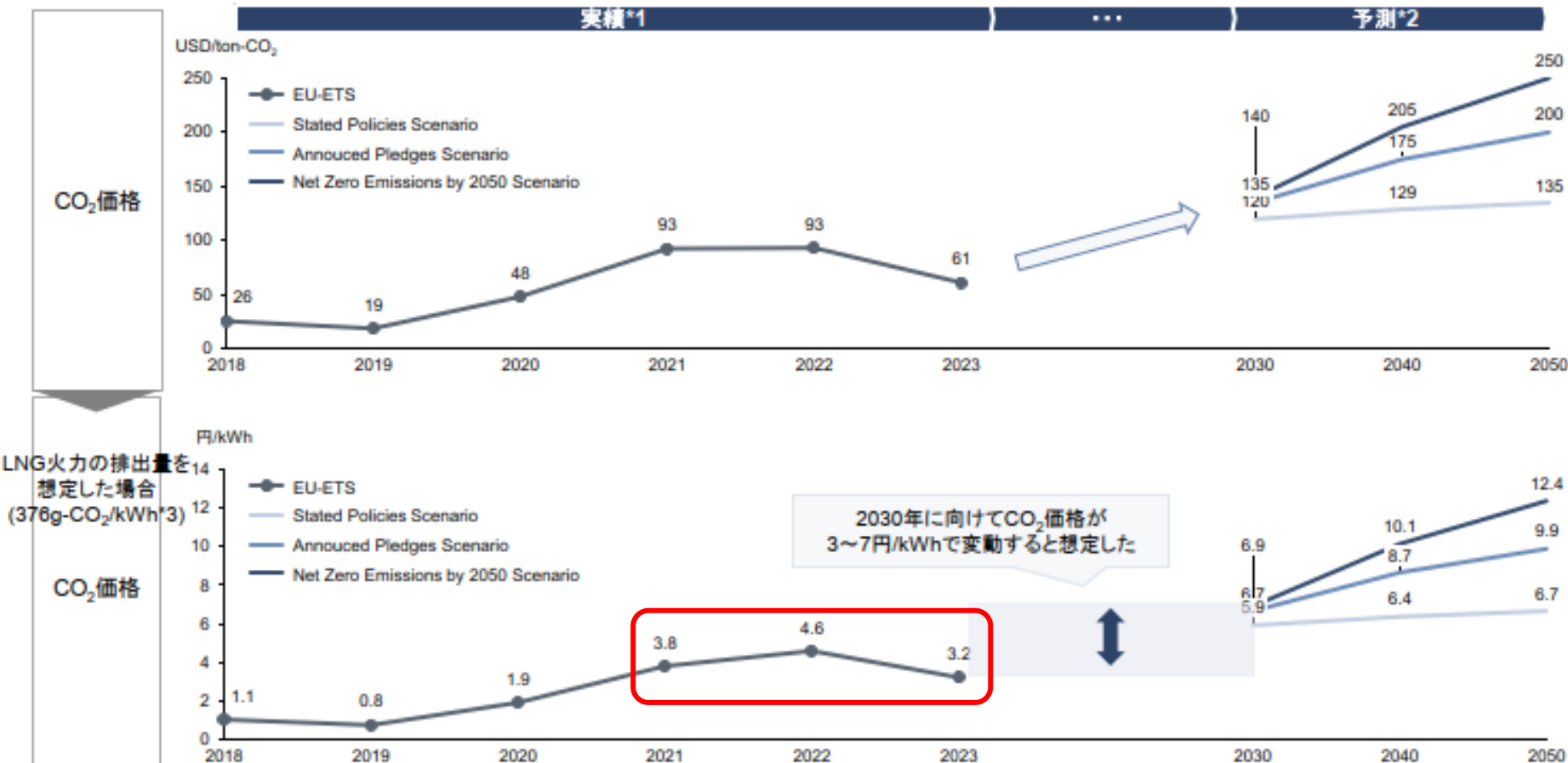
- コスト・設備利用率：JPEA想定。(設備費は習熟率20%でコスト低減想定)
- **カーボンプライス：IEA/World Energy Outlook 2023/APSシナリオの想定値を採用。**
- 売電単価：卸電力単価の想定値を採用。
- **導入拡大の決め手はカーボンプライス**

■ 分析諸元：事業用（オフサイト型）								※コスト等の基準である2020年値も参考として掲載
	(2020)	2025	2030	2035	2040	2045	2050	備考
資本費 [万円/kW]	17.9	13.9	11.8	10.9	10.4	10.2	10.0	
設備費 [万円/kW]	9.8	7.1	5.9	5.0	4.5	4.3	4.1	JPEA報告書の想定値 (習熟率20%でコスト低減)
開発費 [万円/kW]	3.9	3.6	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	JPEA報告書の想定値(2030以降横ばい)
工事費 [万円/kW]	4.2	3.2	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	JPEA報告書の想定値(2030以降横ばい)
運転維持費 [万円/kW/年]	0.48	0.42	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	JPEA報告書の想定値 (2030以降横ばい)
設備利用率 [%]	17.2%	17.5%	17.9%	17.9%	17.9%	17.9%	17.9%	JPEA報告書の想定値 (2030以降横ばい)
耐用年数 [年]	25	25	25	25	25	25	25	直近における標準的な耐用年数
LCOE [円/kWh]	10.0	8.4	7.4	7.1	6.9	6.8	6.7	上記諸元より試算 (利潤含まず、出力抑制考慮)
発電側課金 [円/kWh]	0.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	75.13円/kW、0.26円/kWhより試算
カーボンプライス [円/kWh]	0.0	3.3	5.6	6.4	7.2	7.7	8.2	IEA/WEO2023/APSの想定値を換算
売電単価 [円/kWh]	12.0	8.9	5.9	5.4	4.8	4.3	3.9	卸電力単価の想定値を採用
想定IRR [%]	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	発電コスト検証WGの想定値

《参考》欧州の排出量取引におけるカーボンプライス

- 欧州の排出量取引（EU-ETS）におけるCO₂価格と、LNG火力が排出する炭素量から、LNG火力の1 kWh当たりのカーボンプライスを計算すると、2021年～2023年の平均は3.2円～4.6円/kWhであった。

○ CO₂価格（EU-ETSをベースとした実績・予測）

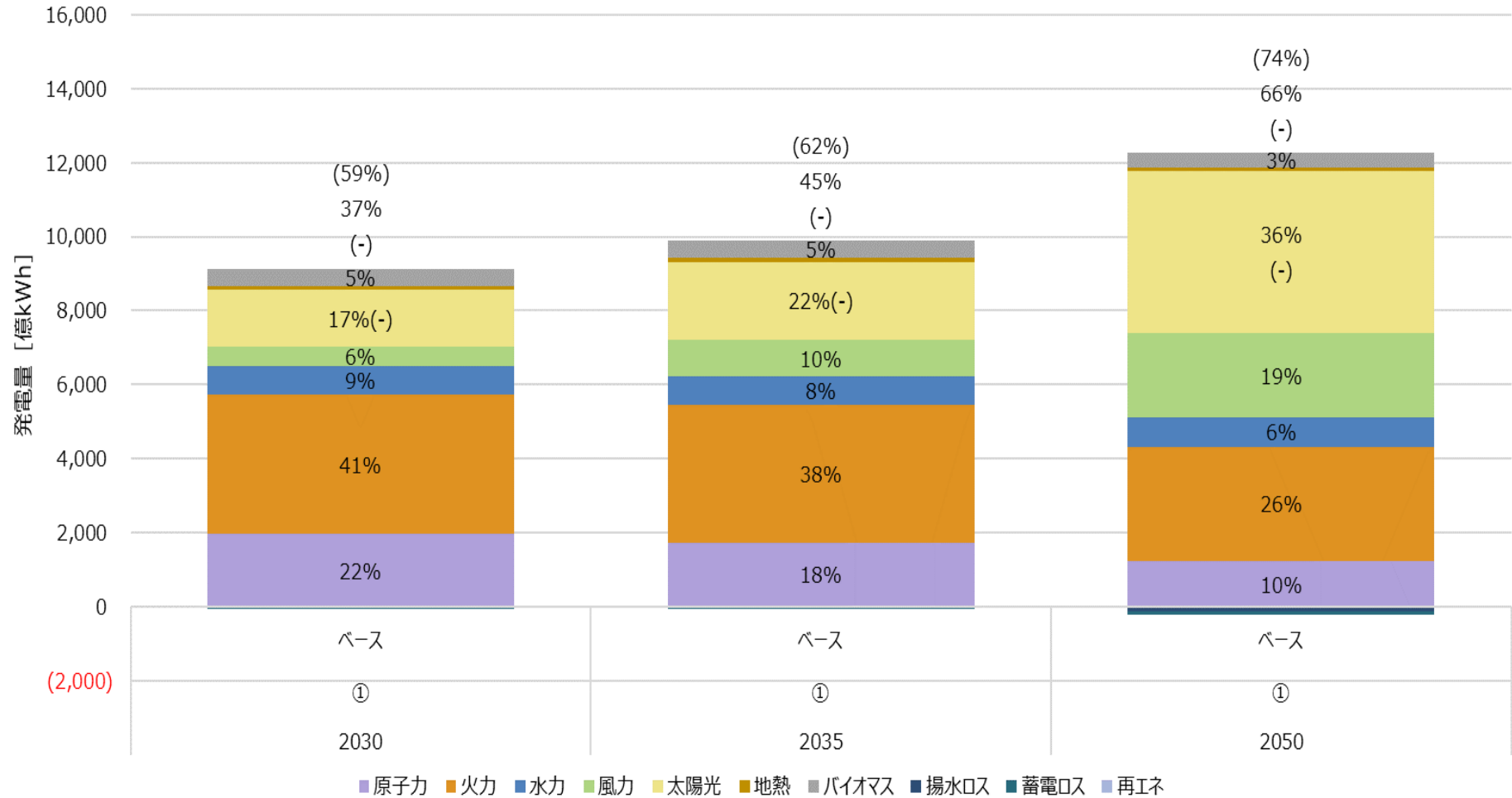


*1: World Bankデータを使用。 *2: IEA World Energy Outlook 2023データのAdvanced economies with net zero emissions pledgesを使用。 *3: 資源エネルギー庁ウェブサイト「国によって異なる石炭火力発電の利活用」の世界における火力発電のCO₂排出量の比較の図からLNG火力 (GTCC平均) 376g-CO₂/kWhを使用。

4. 電力需給見通し - 2050年の電源構成

■ 電源構成に占める太陽光発電の比率：前提2050年の電力需要1.2兆kWh（2030年の1.3倍超）

- ✓ 2030年17%
- ✓ 2035年22%
- ✓ 2050年36%

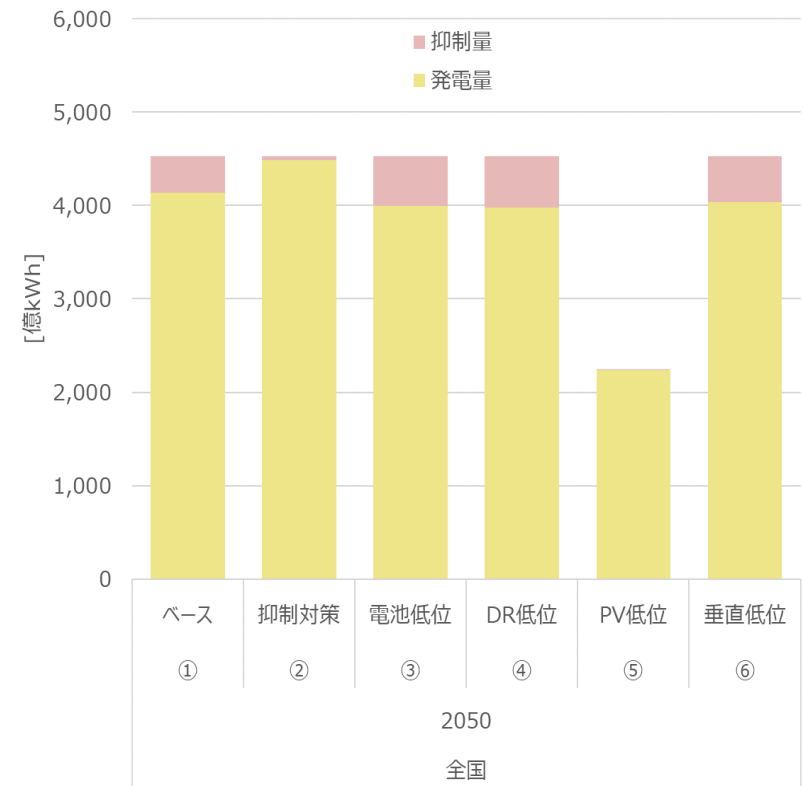
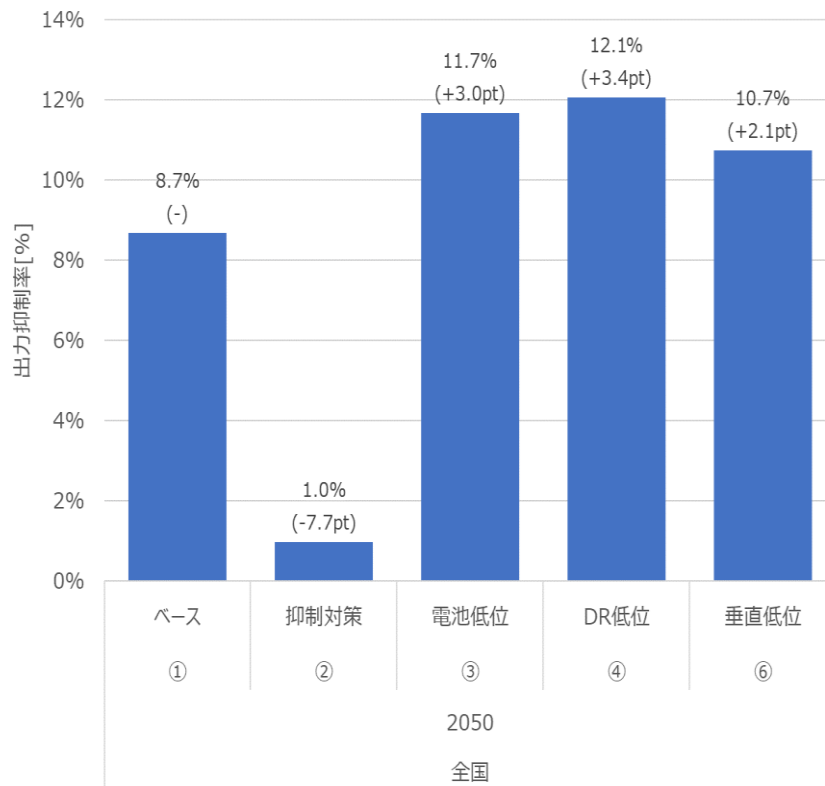


4. 出力抑制の見通し

■ 2050年（太陽光発電400GW）における出力抑制見通し

- ① **ベースケース**：抑制率**8.7%**（蓄電池51GW、HP給湯器4千万台、EV6千万台、垂直設置93GW）
- ② **抑制対策ケース**：抑制率**1.0%**（蓄電池87GW、余剰電力を活用し水素製造やDACを導入）
- ③ **電池低位ケース**：抑制率**11.7%**（蓄電池25GW）
- ④ **DR低位ケース**：抑制率**12.1%**
- ⑤ **垂直設置低位ケース**：抑制率**10.7%**（垂直設置39GW）

太陽光発電の出力抑制（左：出力抑制率、右：発電量と出力抑制量）



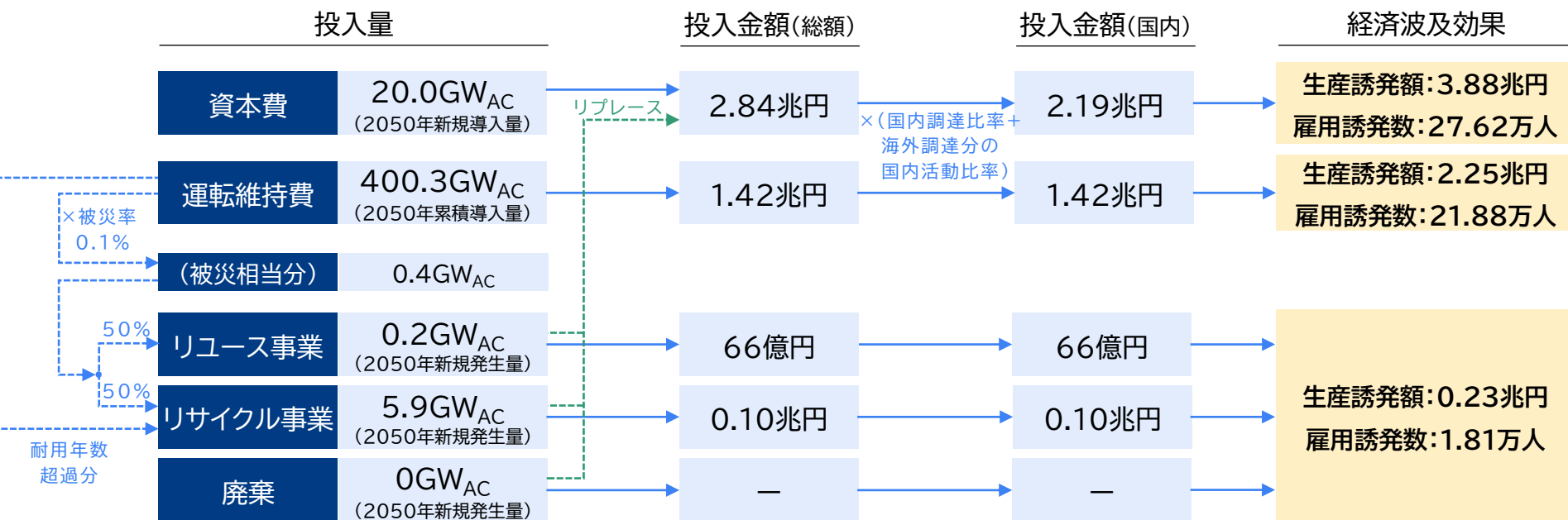
5. 太陽光発電産業の経済波及効果 試算結果 (2050年)



2050年の1年間に発生する太陽光発電産業の経済活動を対象として分析を行った結果、全体で生産誘発額は**約6.4兆円**、雇用誘発数は**約51.3万人**となった。

- 資本費相当分（調査・開発、パネル・周辺設備、設置工事）に関しては、2050年における新規導入量（20GW）を対象として、生産誘発額は約3.9兆円、雇用誘発数は約27.6万人となった。
- O&M(運転維持費相当分)は、2050年時点における累積導入量（400GW）を対象として、生産誘発額は約2.3兆円、雇用誘発数は約21.9万人となった。
- リユース・リサイクル事業は、耐用年数超過に伴う撤去分および被災に伴う撤去分(6.1GW分)を対象として、生産誘発額は0.23兆円、雇用誘発数は1.81万人となった。

分析結果概要(2050年断面)

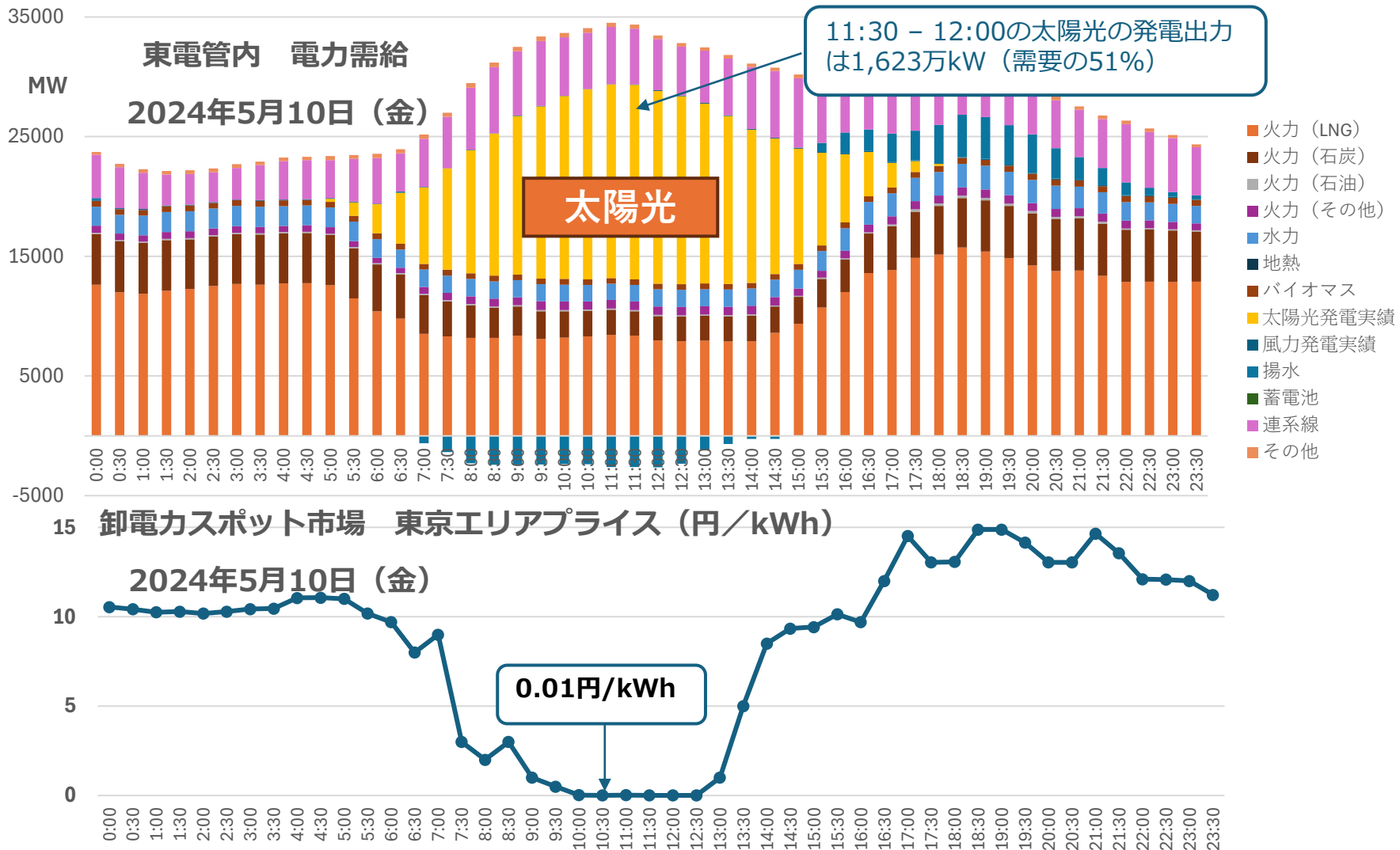


**都民の誰もが太陽の恵みを享受できる
未来を目指して**

太陽光発電がもたらす日中の安価な電気の活用でカーボンハーフを推進



- 太陽光発電の供給が増える昼の時間帯は卸電力のスポット価格が下がるため、この時間帯に需要をシフトすることで、お得でCO₂排出の少ない電気を使うことができ、再エネ導入の後押しに繋がる。
- 将来、東京エリアでも、再エネの出力抑制の発生が想定されるが、HP給湯器やEVの活用で昼の時間帯に需要をシフトすることで出力抑制の発生を抑えれば、貴重な再エネ電気を捨てずに済むことになる。

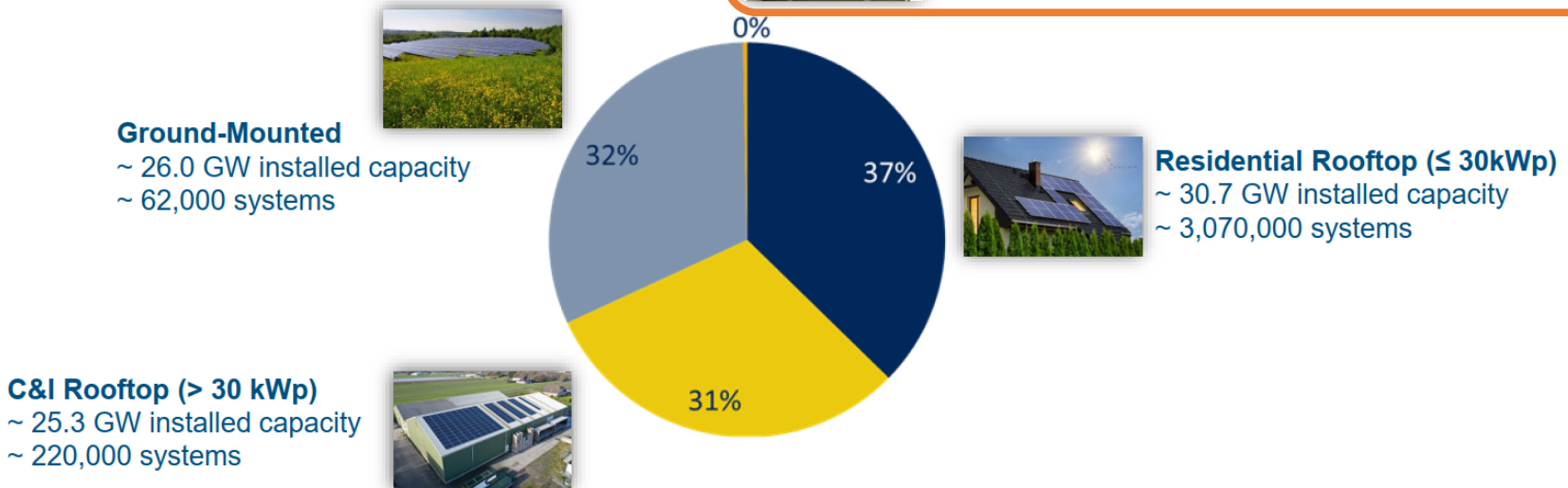


- ドイツでは、住宅等のコンセントにプラグを差すことで自家消費目的の発電が可能となる**Plug-in ソーラーシステム**の導入が2022年頃から急速に進んでいる。2023年末の導入件数は、登録済みのシステムが**35万**、その他未登録のシステムが相当数導入されている。
- 現在、日本においては、系統連系規定や電気安全基準の課題があり、**Plug-in ソーラーシステム**を導入することは困難。将来、これらの規定・基準が整備され、適合したシステムが製品化されれば、都内の集合住宅においても太陽光発電の導入が可能となり、都民の誰もが太陽の恵みを享受できることが期待される。

ドイツにおける太陽光発電の導入状況（2023年末）

Segments and market shares of on-grid PV systems

Cumulative numbers end of 2023



Source: BSW, based on Marktstammdatenregister as of February 26th 2024 and date of commissioning of PV units

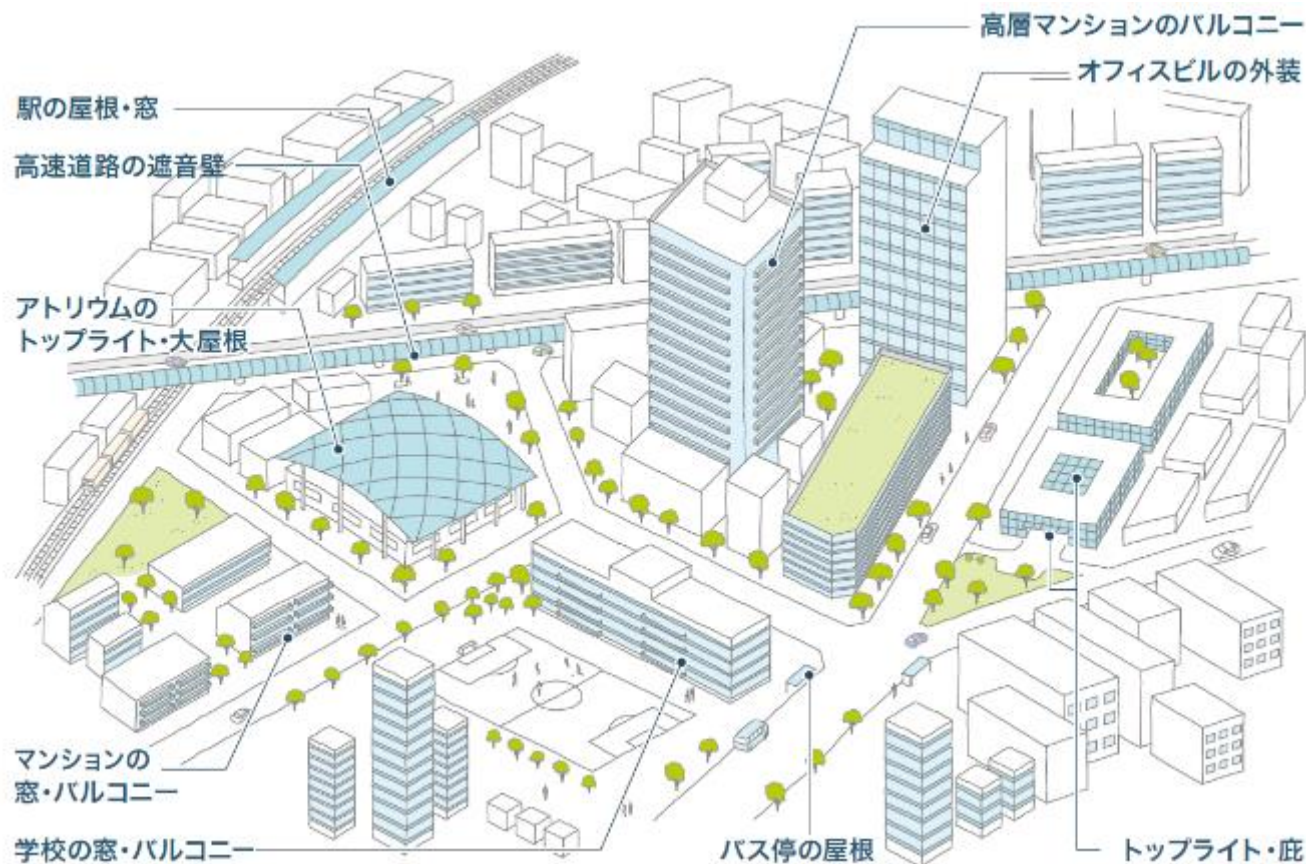
* Late registrations and revisions for 2023 to be expected

Ground-mounted PV includes all sizes (e.g. ~ 51.000 systems $\leq 100\text{kWp}$ with an installed capacity of 0.73 GWp in total) and miscellaneous building structures, agri- and floating-PV, etc.; Rooftop PV includes PV on "Building Structures (Roof, Building und Facade)". Numbers include 0.2 GWp Tennant Solar with ~ 8.400 systems.

《参考》次世代太陽電池・BIPVで都市空間への導入を創出 JPEA

BIPV (Building Integrated PV) = 建材一体型の太陽光発電

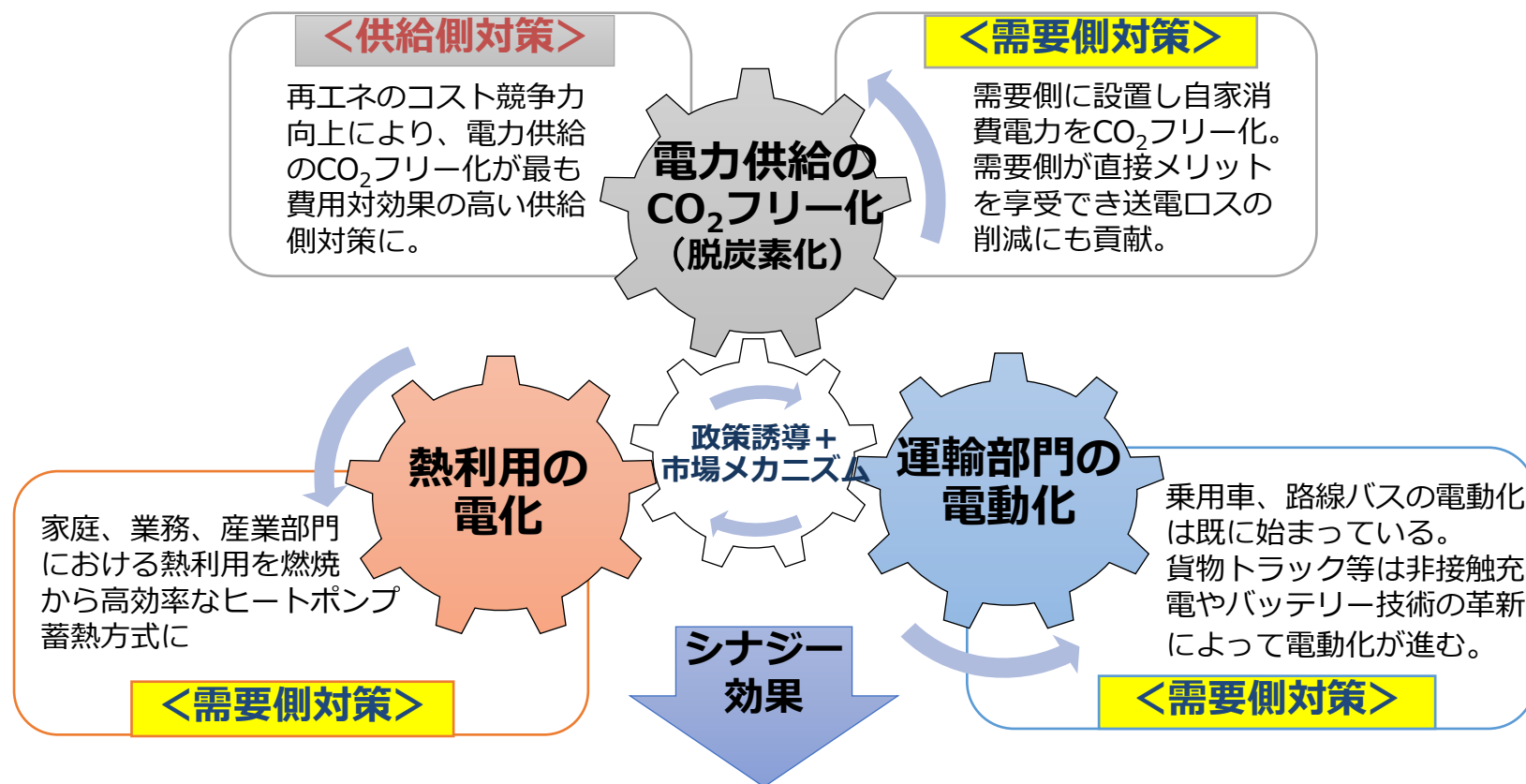
出典：大成建設株式会社



- 国内の太陽光発電の**導入ポテンシャル**は **$2,380\text{GW}_{\text{DC}}$** と膨大（国内電力需要の2.5倍程度）。
- **2022年度末**の導入量はDCベースで **87GW_{DC} (71GW_{AC})**に達したが、**導入ポテンシャルの3.6%**でしかない。（**導入拡大の余地はいくらでもある**）
- **2050年の導入見通し**は **400GW_{AC}** であり、**住宅用 (114GW_{AC})**、**非住宅建物 (95GW_{AC})**、**農業関連 (107GW_{AC})**が大きく、人々の生活圏への導入が太宗を占めている。
- 普及はこれからだが、建材一体型の**BIPV (39GW_{AC})**や**EV車両 (15GW_{AC})**への導入の期待が高まっている。
- FIT/FIPに依存しない太陽光発電の普及拡大の最大のドライバーは**カーボンプライス**と**新築建築物への設置標準化**。
- 2050年の**太陽光発電産業の経済波及効果**の分析を行った結果、**生産誘発額は約6.4兆円**、**雇用誘発数は約51.3万人**となった。
- 太陽光発電の供給が増えスポット価格が下がる昼の時間帯に需要をシフトすることで、太陽光発電を設置できない都民であっても、再エネ導の拡大を間接的に後押しすることができる。
→将来懸念される出力抑制の低減に繋がるため

系統制約の克服と電力市場への統合を可能にするセクターカップリング

- 電力供給、熱利用、運輸の3つのセクターにおいて高効率化と脱炭素化を一体的に推進。
- 再エネ由来電気の需要が増大し、同時に出力変動を吸収する蓄エネ能力が飛躍的に向上。
- 需要側のありとあらゆる場所に設置できる太陽光発電は、「セクターカップリング」の推進、そして「需給一体型のエネルギーインフラ」の要となり得る。



需要側と供給側が一体となって
「脱炭素化」「エネルギー利用効率と自給率の大幅な向上」
を同時達成