2013年2月20日（水）
東京大学サステナビリティ学連携研究機構（IR3S）主催
「第8回エネルギー持続性フォーラム　公開シンポジウム」

産業界の視点から考える エネルギー・低炭素社会

東京大学先端科学技術研究センター 特任研究員
NPO法人 国際環境経済研究所（IEEI） 主席研究員
松本　真由美

2011年4月～2012年3月　国際環境経済研究所（IEEI）

スペシャルインタビュー　「松本真由美の識者に聞く」

ポスト震災・日本はどう動くのか

	団体	インタビュー	副題
第1回	日本経済団体連合会	資源・エネルギー対策　委員長 井手　明彦氏	日本経済が再び世界をリードするために
第2回	日本ガス協会	常務理事 池島　賢治氏	震災を機に評価高まる都市ガスへの可能性
第3回	日本自動車工業会	環境委員会　委員長 奥平　総一郎氏	6重苦を乗り越え、日本のものづくりを守りたい
第4回	石油連盟	専務理事 松井　英生氏	震災に強いサプライチェーンづくりに転換目指す
第5回	日本化学工業協会	技術委員会　委員長 塩崎　保美氏	社会のサステナビリティを支える化学産業
第6回	日本鉄鋼連盟	環境・エネルギー政策委員会　委員長 関田　貴司氏	鉄鋼業は東日本大震災をどのように乗り切ったか
第7回	電子情報技術産業協会	環境委員会　委員長 宮井　真千子	震災を乗り越え、最先端の環境技術で世界をリードしていく
第8回	経済同友会	「低炭素社会づくり委員会」委員長 浦野　光人氏	エネルギーコストが2割も上がるのは国難である
第9回	日本基幹産業労働組合連合会	事務局長 工藤　智司氏	震災を経験し、切に感じた日本の強さ
第10回	セメント協会	生産・環境幹事会　幹事長 藤井　敏道氏	コンクリートが人の命を守る

2012年7月～連載中

国際環境経済研究所（IEEI）

エネルギー戦略最前線～業界・企業はこう動く

	団体	インタビュー	副題
第1回	石油連盟	専務理事 松井　英生氏	「石油」を分散型・自立型エネルギーとして位置付ける政策を
第2回	日本経済団体連合会	資源・エネルギー対策委員会　企画部会長　鯉沼　晃氏	エネルギー政策は国家戦略の根幹。政府に責任あるエネルギー戦略をゼロから作り直してほしい
第3回	日本鉄鋼連盟	国際環境戦略委員会　委員長 岡崎　照夫氏	日本は世界最高水準のエネルギー効率をさらに極め、世界に貢献する
第4回	大阪ガス（株）	エンジニアリング部　マネージャー 松本　将英氏	スマートエネルギーネットワークで切り拓くガスの可能性
第5回	日本製紙連合会	技術環境部　専任調査役 池田　　直樹氏 （株）日本製紙　技術研究開発本部 野村　治陽氏	製紙業界の循環型社会と創エネへの貢献。電力自由化に向けた動きも加速
第6回	東京ガス（株）	エネルギー企画部　室長 菱沼　祐一氏	コージェネが核となるスマートエネルギーネットワークの挑戦
第7回	日本自動車工業会	環境委員会　運輸政策対応WG主査　大野　栄嗣氏	世界の自動車メーカーが燃費向上の競争、技術の戦国時代にある
第8回	JX日鉱日石エネルギー（株）	常務執行役員 山口　益弘氏	“エネルギー変換企業”として、多様なエネルギーの供給に貢献
第9回	日本化学工業協会	技術委員会　委員長 竹本　元氏	環境問題のソリューション・プロバイダーとしての化学の使命

各業界のエネルギー・低炭素社会に関するキーワード

□ 経団連

- 「環境自主行動計画」（1997年～2012年：36業種137団体が参加）
- 2020年の「低炭素社会実行計画」

□ 経済同友会

- 電力システム改革など改革、および規制緩和の推進

□ 自動車産業

- 燃費のさらなる向上
- エコカーの多様化：EV、HV、PHV、ディーゼル車、燃料電池車2015年量産化
- 低炭素交通システム

□ 鉄鋼産業

- 「二国間オフセット・クレジット制度」：日本の省エネ技術を振興国に移転し、削減プロジェクトを実施し、実績をそれぞれの削減分としてカウント
- 2050年までにCO2排出量30%削減する革新的製鉄プロセス技術開発

□ 化学産業

- 新エネルギー関連素材の技術開発の加速化
- c-LCAでGHG貢献量の数字の透明化を日本発でグローバルに提案

各業界のエネルギー・低炭素社会に関するキーワード

□ セメント産業

- 大量の産業廃棄物の原料利用で循環型、および低炭素社会への貢献

□ 製紙産業

- 特定規模電力事業者(PPS)の参入を促す電力システム改革
- バイオマスボイラー増設

□ 電子情報技術産業

- スマートグリッド、スマートコミュニティー構築
- グリーンIT（IT機器の省エネとITを活用して社会の省エネ）

□ 石油産業

- 震災に強いサプライチェーンづくり
- 燃料電池と太陽光発電のダブル発電推進
- 30年代頃、水素エネルギー供給拠点

□ ガス産業

- 燃料電池コージェネを核としたスマートエネルギーネットワーク
- 30年代頃、水素エネルギー供給拠点

環境と経済の両立のためには

- エネルギーの安定供給とコストの問題
  - エネルギー政策は感情に流されず冷静な検討が必要
  - 省エネ
  - 低コスト化などの課題はあるが再エネ普及は重要
  - 既存エネルギーを上手に利用する。

⇒イノベーションには大きなコストがかかるので、経済的に考えると、既存エネルギーを活用したほうがいい場合もある。

- 日本の「ものづくり産業」を巡る事業環境の改善
  - 行きすぎた円高、TPP構想への消極論、突出したCO2削減目標、電気料金の値上げ、高い法人税など

産業界のヒアリングから
原子力発電について

- 2010年度の原発の発電量（2880億kWh）を火力発電で代替すると、2012年6月の輸入価格で

  LNG火力では、2兆6400億円

  石油火力では、3兆9800億円

  石炭火力では、9500億円

⇒燃料費の負担増になる。

1kWh当たり3円程度の料金値上げにつながる。

産業界のヒアリングから
原子力発電について

- 原発に代えて化石燃料を使用すると、CO2発生量は年間

LNG火力発電で、1億7000万トン

石油火力発電で、2億1000万トン

石炭火力発電で、2億7000万トン

原発ゼロになると、1億9000万トン

⇒温暖化対策も必要になってくる。

- 多様な電源確保、安定供給のために必要
- 自国が脱原発を進め、技術を売るのは無責任
- 福島事故の教訓を生かして世界における原子力の平和利用に寄与すべき

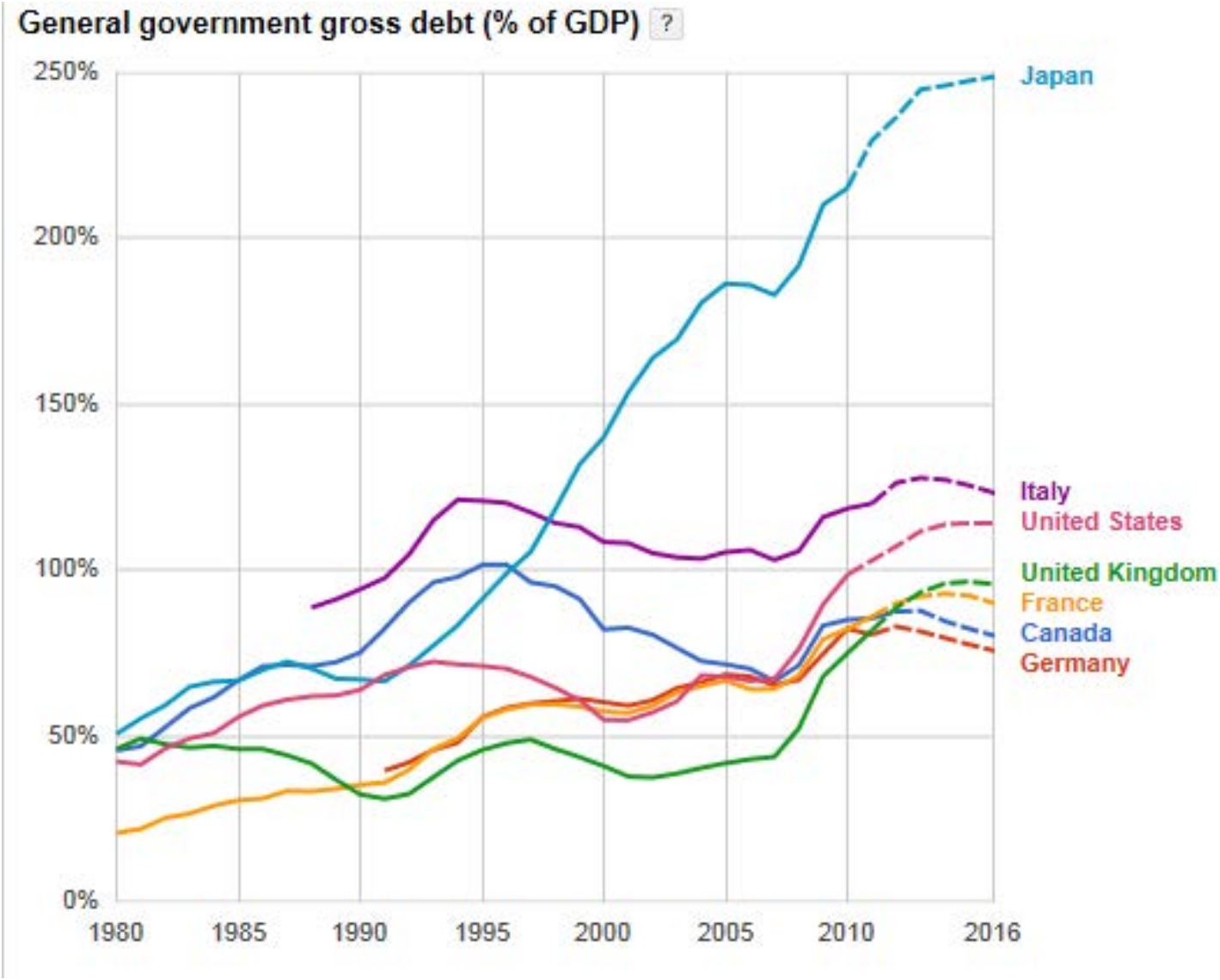
主要国の名目経済成長率

国名	1990年GDP	2010年GDP	伸び率（倍）	2010年の米ドル換算GDP
カナダ	679.921	1624.608	2.39	1577.04
フランス	1033.12	1931.40	1.87	2562.74
ドイツ	1274.90	2476.90	1.94	3286.45
イタリア	705.61	1553.17	2.20	2060.89
日本	449492.30	481773.20	1.07	5488.42
英国	570.283	1463.73	2.57	2263.10
米国	5800.53	14526.55	2.50	14526.55
中国	1866.78	40151.28	21.51	5930.39
韓国	191382.90	1173274.60	6.13	1014.89

単位：10億
注意：自国通貨名目ベース

出典：IMFデータ

GDP比のG7の負債比率



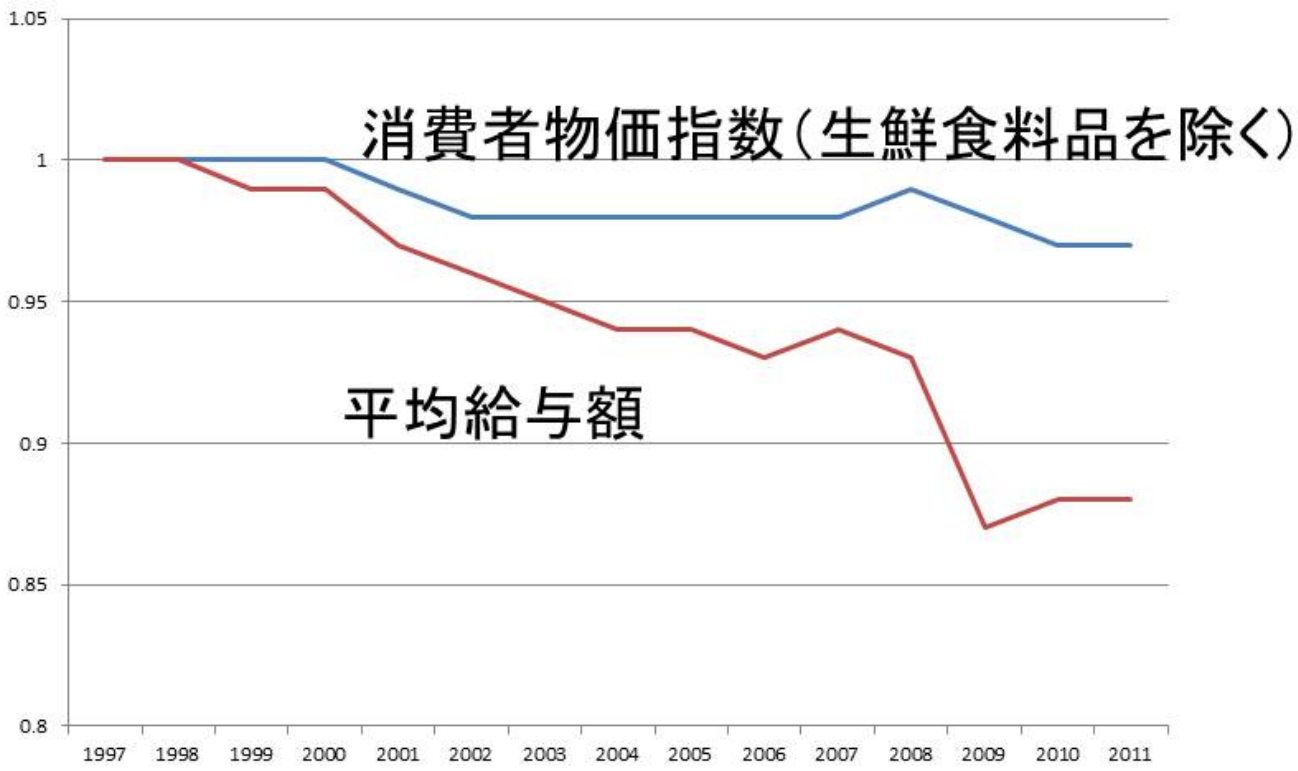
日本

イタリア
米国

英国
フランス
ドイツ

出典:IMF統計

消費者物価指数と平均給与の推移



注：1997年１

出所：総務省統計、国税庁

日本経済の将来はどうなる？

・経済成長が、国と産業と生活には必要
・経済成長がなければ、国は破綻に近づき、私たちの生活はさらに切り下げられ、失業者と貧困層が増加する。

デフレスパイラルから脱却できるのか。

↓

内需と外需を拡大できるのか。

↓

消費、投資、輸出を拡大できるか。

そのためにも、エネルギー供給・電力料金安定化の確保が必要

エネルギー消費を削減しながら経済成長はできるのか？

- <u>課題１：エネルギー効率を高める</u>

  →日本の産業はさらにエネルギー効率を改善することは可能なのか？

- <u>課題2：産業構造を転換する</u>

  →エネルギー消費の40%を占める製造業からの転換は可能なのか？

- <u>課題３：太陽光発電などの新規環境ビジネスで内需を拡大</u>

  →太陽光発電などの新規環境ビジネスで内需を拡大するのは可能なのか？

課題１　エネルギー効率の改善は？

- エネルギー効率は、ＧＤＰ１単位当たりのエネルギー消費量で測ることができる。
- 日本のＧＤＰ１単位あたりのエネルギー消費は世界最高水準
- 日本より効率の良い国はスイスだけだが、ＧＤＰに占める製造業の比率の違い、製造業の内容の違い（日本はエネルギー多消費産業が多く、スイスは時計、薬品、食品などが多い）を考慮する必要がある。

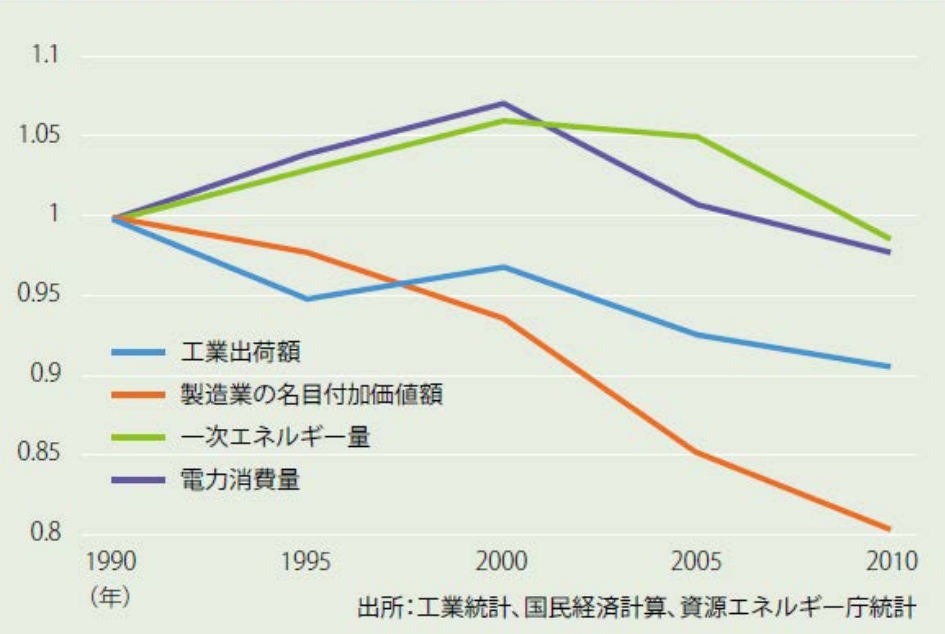
付加価値額と工業出荷額の低下

・1990年の日本の製造業の工業集荷額は下落傾向
・GDPに占める製造業の付加価値額構成比は落ち続けている。
・しかし、製造業のエネルギー・電力消費量は増加傾向にある。

日本の製造業の省エネ努力は限度に近付いてきている？

エネルギー消費の削減は一部の製造業の力を削ぐ懸念がある。

【図2】工業出荷額、製造業の名目付加価値額と一次エネルギー、電力消費量の推移



では、低炭素社会に向けて、
どこに省エネの余地があるのか？

では、低炭素社会に向けて、どこに省エネの余地があるのか？

住宅・建築部門はまだまだ
省エネの余地があります。
排熱の利用も！

欧州では、省エネ目標の達成に向けて住宅・建築分野の省エネを義務化

- 2020年までに温室効果ガスを90年比で20％削減
- 20年までにエネルギー効率性を20%高める。
- 最終エネルギー消費のうち、再生可能エネルギーの比率を20年までに20％に引き上げる。

➢ 住宅・建築物分野で、省エネ機器や設備の購入に対する補助金や税額控除等に積極的に取り組む。

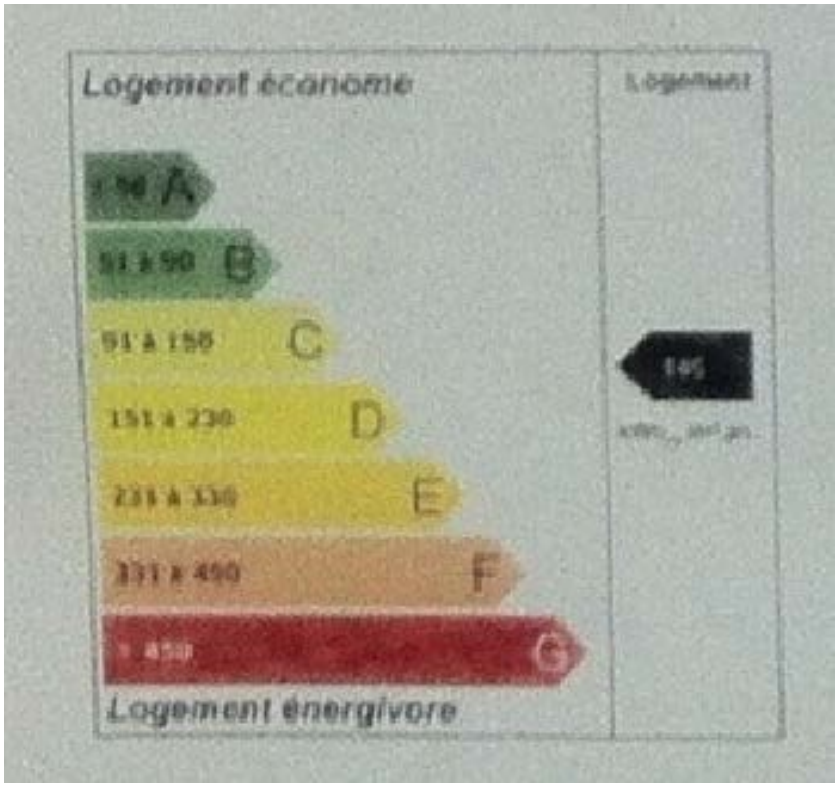
➢ 2002年12月、「建築物のエネルギー性能にかかわる指令」。新築、改修時だけでなく、建物の使用時や売買、賃貸契約時にもエネルギーの効率化をめざす。

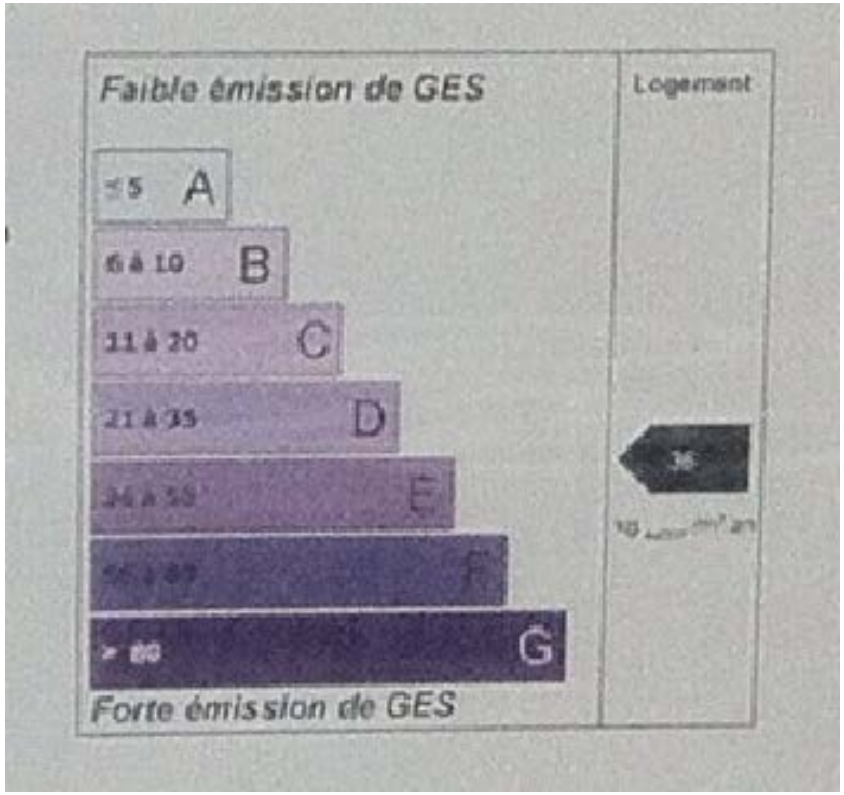
パリの不動産屋店頭にて

省エネ性能、環境性能の表示（ラベリング）の義務付け

一次エネルギー消費量
145kwh/平米・年で、Cランク

二酸化炭素排出量
36kg/平米・年で、Eランク





単位は建築物の一年間の床面積あたりの暖冷房にかかる一次エネルギー消費量kwh/平米・年、二酸化炭素排出量kg/平米・年

住宅・建築物の省エネに力を入れるフランス

住宅・建築物分野が国内エネルギー消費量の40％以上を占めており、最大の省エネ効果を期待できる分野として位置付け

- 既存建築物は、エネルギー消費量を2020年までに38%以上削減することを目標に、2013年から毎年40万戸の省エネ改築をめざす。
- 既存住宅の省エネ改築に対する低融資制度
- 高効率ボイラー、ヒートポンプ、断熱材、クリーンエネルギー生産設備など省エネ関連機器の購入支援として、25～40%の所得税税額控除の優遇税制

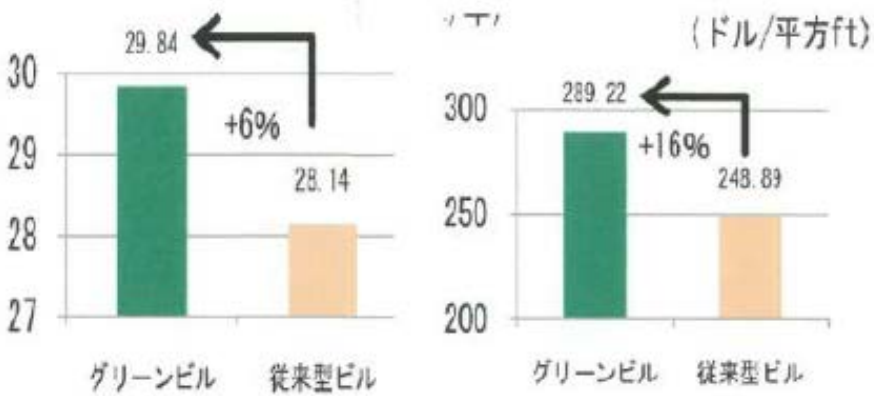
米国でも、グリーンビルディングは不動産価値が向上

図表2-4LEEDの評価格付

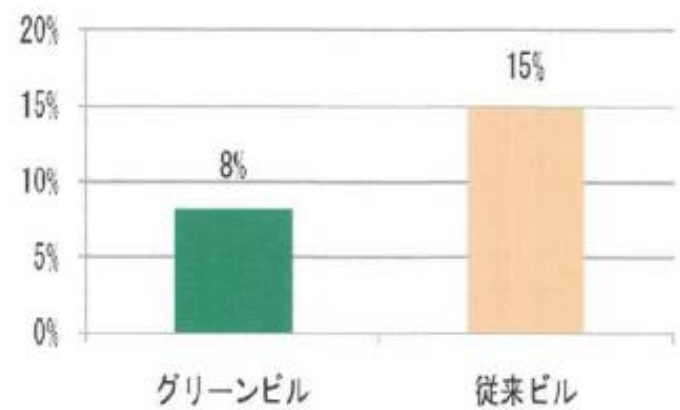
評点(満点110)	評価ランク	2010年累積認証取得物件に占める割合
80-110	プラチナ	6%
60-79	ゴールド	38%
50-59	シルバー	33%
40-49	認証	23%

<答>LEED:
40ポイント以上で認証され、
平均16%高く売却など評価。

図表3-3 賃料や売却価格の比較(ドル／平方ft／年)



空室率の比較



LEED: Leadership in Energy & Environmental Design

引用:ダウ化工株式会社

断熱材のCO2削減効果

・日本の既存住宅（約5000万戸）の省エネ性能は昭和55年の省エネ基準以前の住宅（外壁、天井が無断熱）が55%（2750万戸）を占める。
・断熱材を使用する場合のほうが、使用しない場合と比較してCO2排出量は少なく、排出削減に貢献する。2020年に断熱材を導入する住宅数を100万戸（戸建36.7%・集合住宅63.3%）として、CO2排出削減貢献量：▲7600万トン

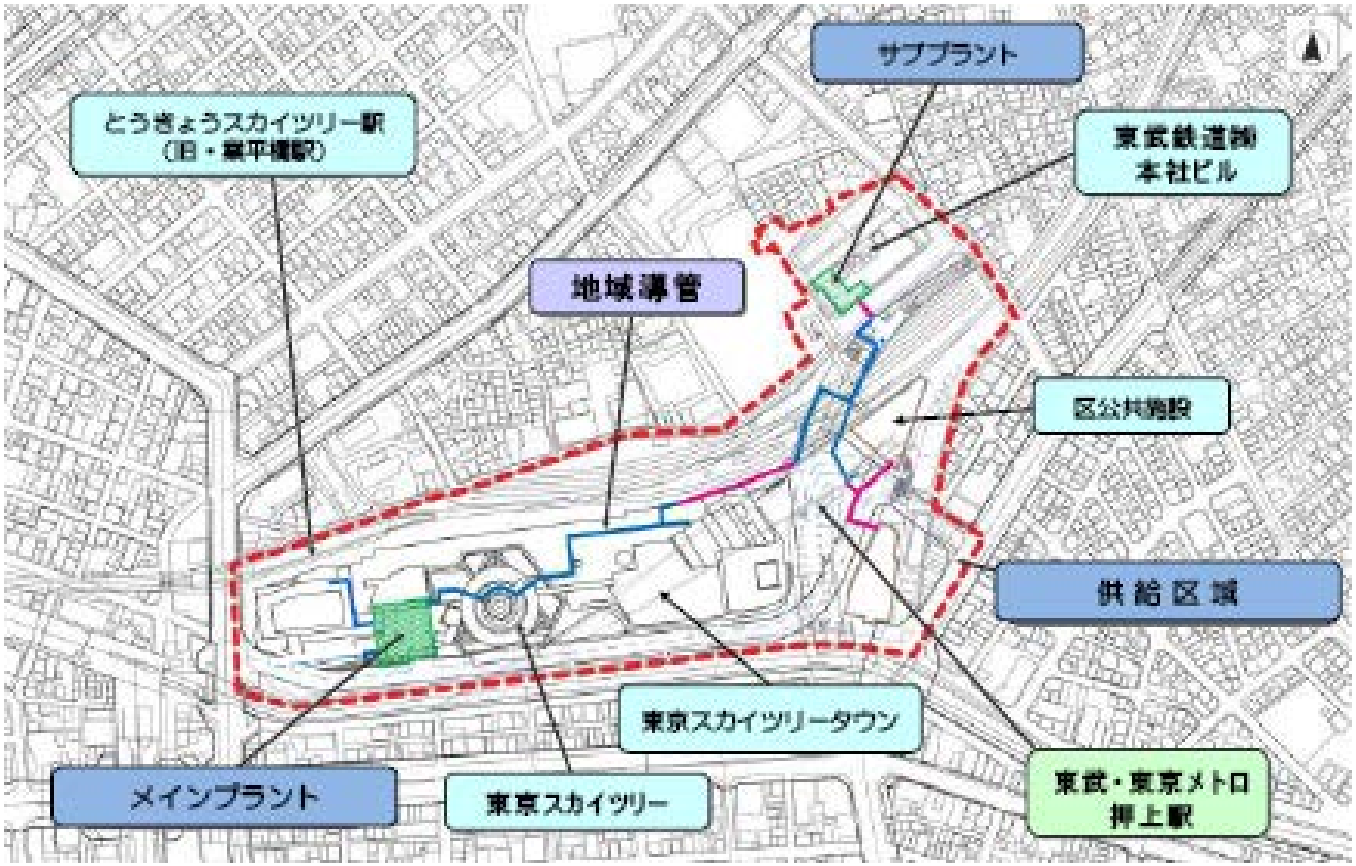
表 25.　2020 年に新築住宅に使用される断熱材による CO_2 排出削減貢献量

① 2020 年の断熱材使用住宅の導入戸数		
・戸建て住宅		36 万 7 千戸
・集合住宅		63 万 3 千戸
② 住宅 1 戸あたりの断熱材導入による CO_2 排出削減貢献量		
・戸建て住宅（30 年分）	（t-CO_2/戸）	▲26
・集合住宅　（60 年分）	（t-CO_2/戸）	▲105
③ CO_2 排出削減貢献量		
・戸建て住宅（30 年分）	（万 t-CO_2）	▲950
・集合住宅　（60 年分）	（万 t-CO_2）	▲6,650
合計	（万 t-CO_2）	▲7,600

出典：日本化学工業協会「温室効果ガス削減に向けた新たな視点：国内および世界における化学製品のライフサイクル評価」（2012年12月刊行）

東京スカイツリーの地中熱利用システム

東京スカイツリー帯（10．2ha）では地中熱、蓄熱槽、高効率熱源機の活用により、エネルギー消費を48％、CO2排出を40％削減見込み



出典：東武エネルギーマネジメント

課題１　エネルギー効率の改善は？

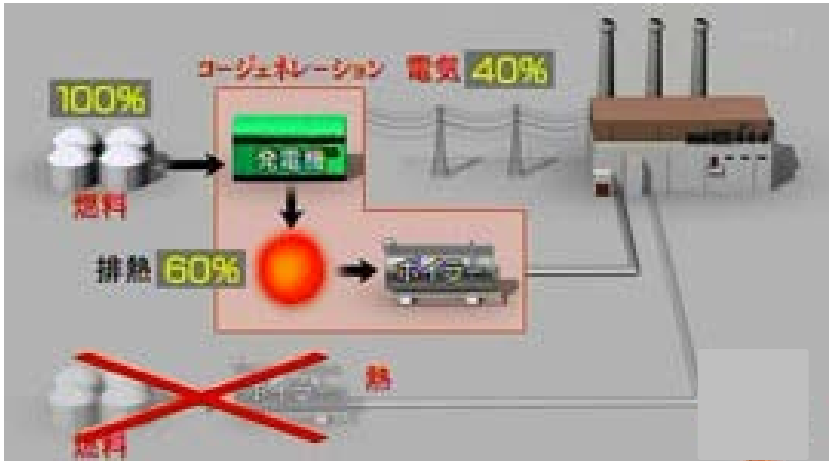
- 住宅・建築分野におけるエネルギー効率の改善に芽がある。

  ⇒化学の素材開発、情報通信技術に期待

- 熱利用を進め、省エネ効果を高める。

  ⇒コージェネレーション、下水熱、地中熱、空調の排熱など

  “地域連携”も重要



課題２　産業構造の転換は可能か？

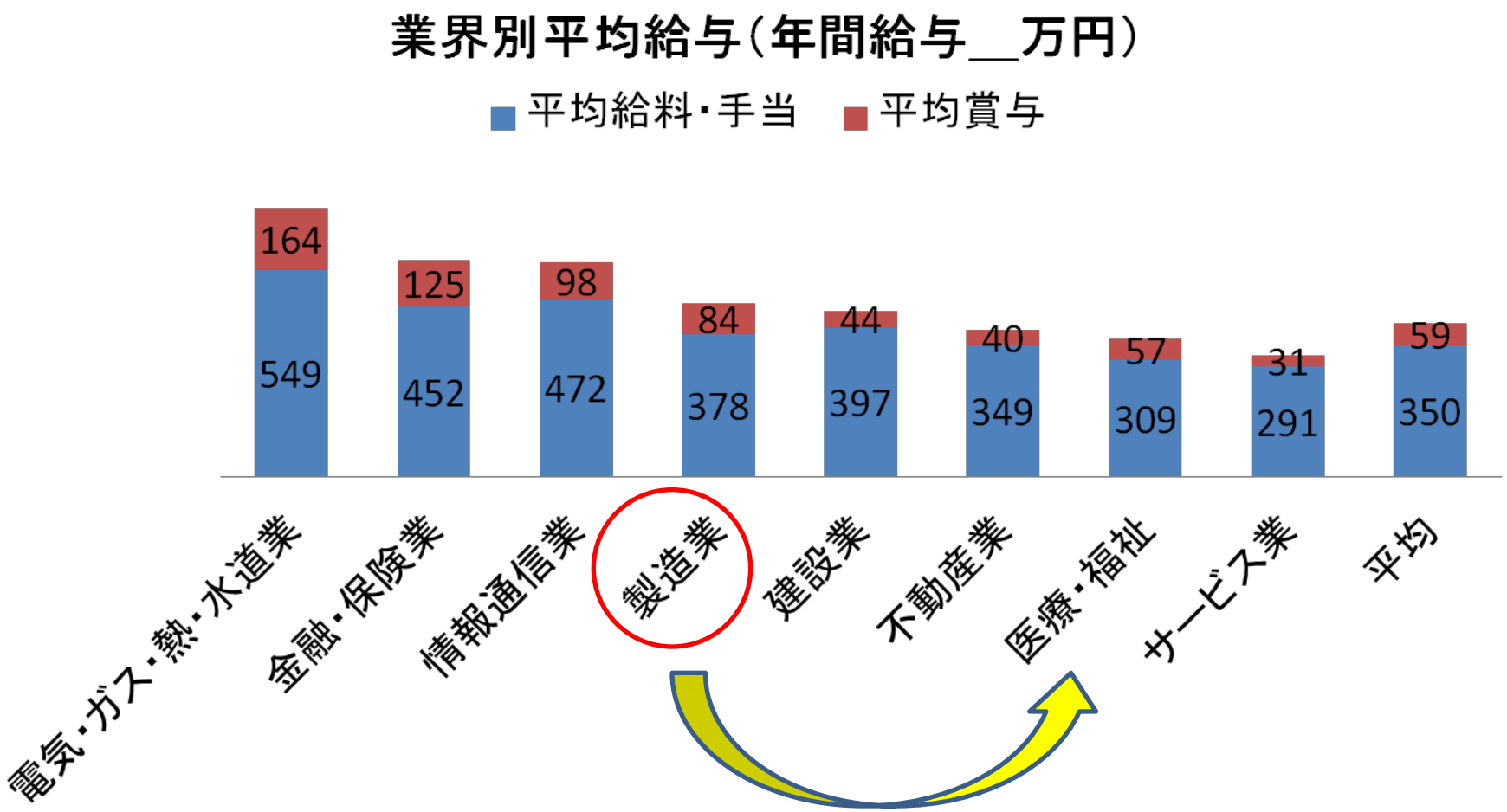
エネルギー消費の多い製造業から非製造業に産業構造を転換する場合には、日本経済の特性から医療・介護・宿泊・外食サービス業などへの転換になる。

⇒しかし、その結果、GDPは下落することになる。

なぜなら、製造業との比較で一人当たり付加価値額が少なく、付加価値創造額は下落せざるを得ない。

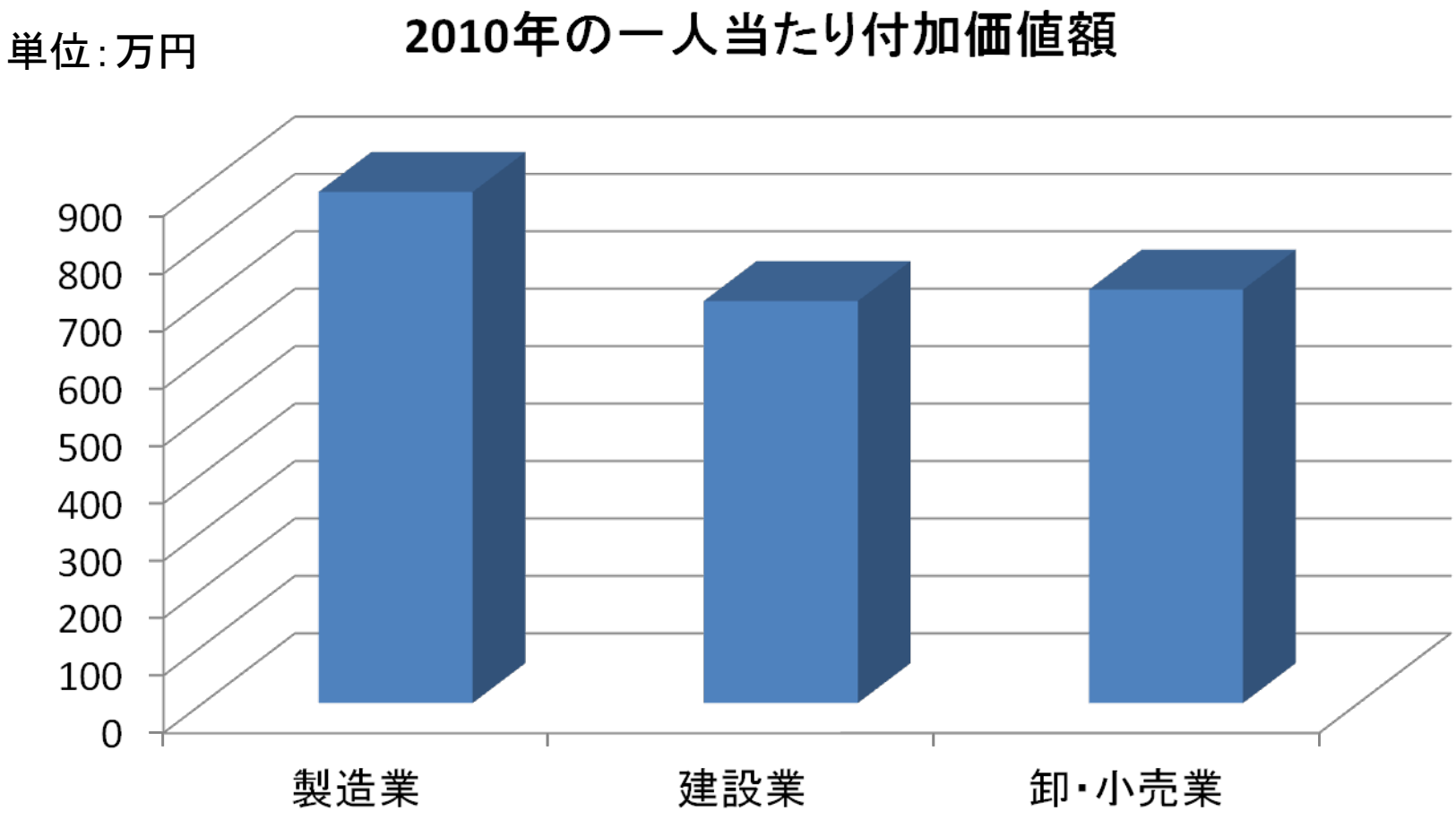
※付加価値額：企業がその年に生み出した利益。営業利益に人件費、減価償却費を足した額

産業構造の変化の意味することは・・



出典：国税庁、民間給与実態統計調査（2012年9月発表）

産業により異なる付加価値額



出典：国民経済計算、国税庁資料

輸出＝外需も失われる

- 付加価値が減少すると、雇用者報酬も減少し、消費（内需）と輸出（外需）も減少する。
- GDPは当然減少する。

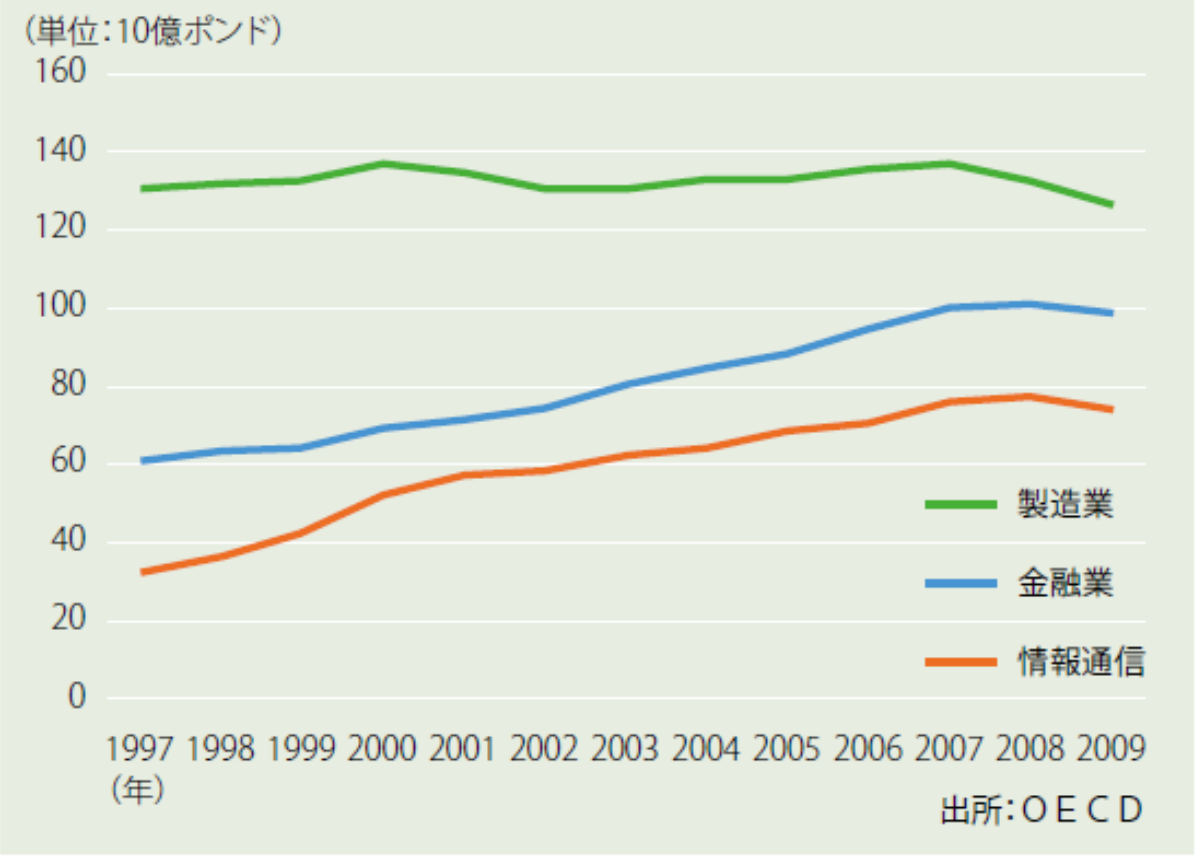
日本の輸出品目（輸出総額54兆円2009年実績）

輸送用機器	12兆円
電気機器	11兆円
一般機械	10兆円
化学製品	6兆円
鉄鋼	3兆円

産業構造を転換し、かつ成長を図ることが可能なのは、製造業より付加価値が高い分野での成長を実現できる場合

産業構造の変化でGDPを伸ばす国

製造業には変化はないが、金融、情報通信は大きな伸びを示し、経済成長にも大きく寄与している。日本は、同期間の金融の実質付加価値額は31兆円から27兆円に下落、通信は9兆円から15兆円に伸びている。



出典:国際環境経済研究所

課題３　新規環境ビジネスで内需

- 日本でも再生可能エネルギー全量買取制度が始まり、電気料金で消費者負担
- 今後、毎年約300万kWの太陽光発電と約200万kWの風力発電設備が導入される見込み
- 異業種からの参入多く、日本は太陽光発電がけん引
- 技術開発による低コスト化が課題
- 魅力的な内需に見えるが、市場規模としては年間1兆円程度

太陽光発電の導入量見通し

■ 固定価格買取制度の施行に伴い、調達価格・期間案をベースに発電開始量の調査を行ったところ、平成24年度については、7月1日から翌年3月31日までの半年であるが、これまでの累積の太陽光発電の導入量約500万kWに対し、今年度だけで約200万kWの導入拡大の見込み（住宅用太陽光発電で150万kW程度、非住宅用太陽光で50万kW程度の導入）。

出典：経済産業省発表資料より

ドイツの太陽光発電市場の伸び
Development of the German PV market

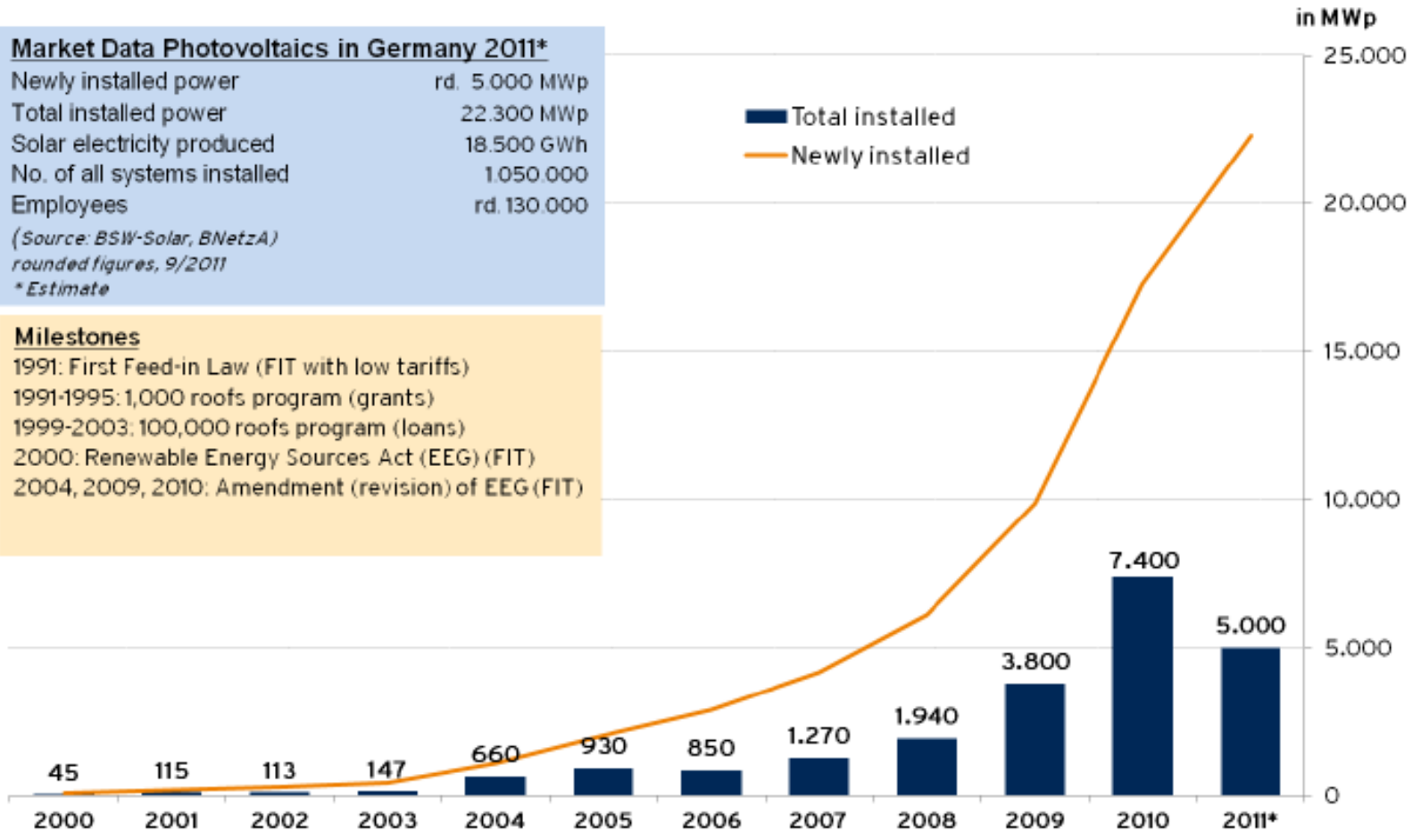
Market Data Photovoltaics in Germany 2011*

Newly installed power	rd. 5.000 MWp
Total installed power	22.300 MWp
Solar electricity produced	18.500 GWh
No. of all systems installed	1.050.000
Employees	rd. 130.000

(Source: BSW-Solar, BNetzA)
rounded figures, 9/2011
** Estimate*

Milestones

1991: First Feed-in Law (FIT with low tariffs)
1991-1995: 1,000 roofs program (grants)
1999-2003: 100,000 roofs program (loans)
2000: Renewable Energy Sources Act (EEG) (FIT)
2004, 2009, 2010: Amendment (revision) of EEG (FIT)



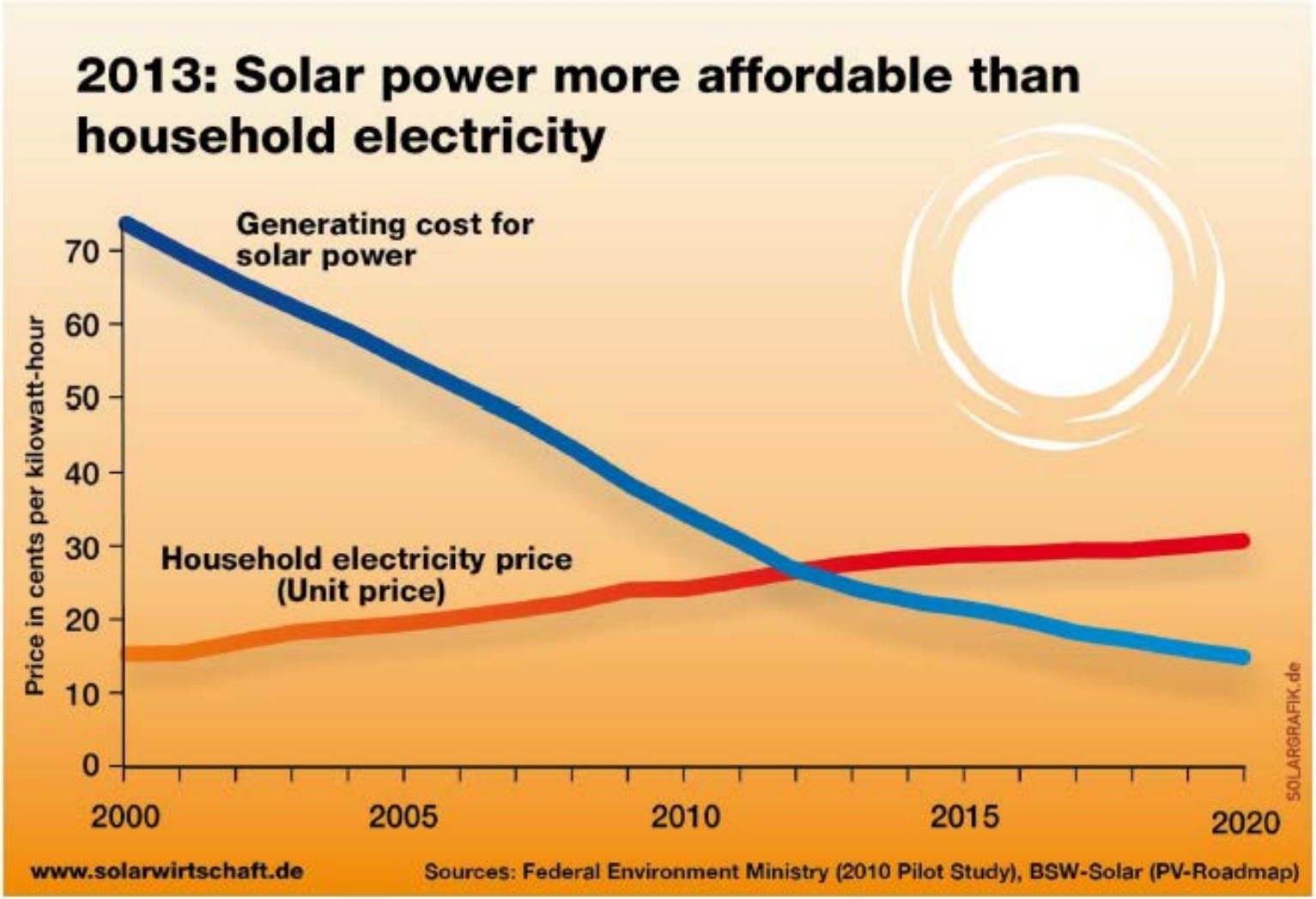
出典:BSW－Solar

© BSW-Solar

グリッドパリティの実現へ

On the brink of competitiveness

投資利回りの改善、発電コストが過去5年間で半減



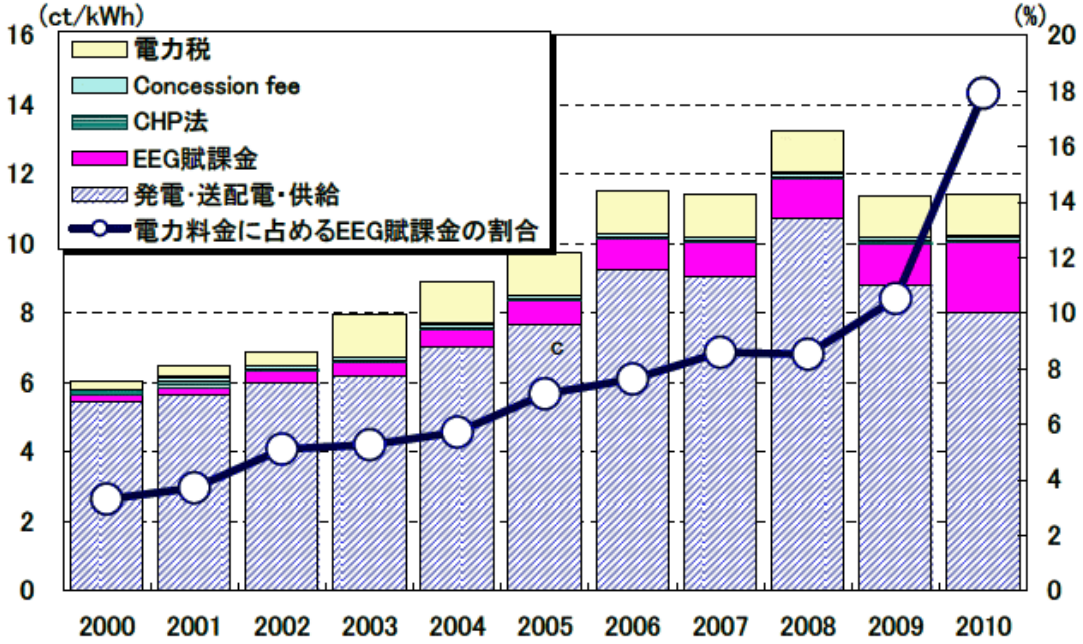
出典:BSW－Solar

© BSW-Solar

ＥＥＧ負担による電気料金の上昇

- 政府の予想を上回る水準に賦課金が増大。負担軽減措置の適用有無による負担格差が拡大

  年間電力消費量が4,000kWhの平均世帯のEEG負担（2011年）は141.2ユーロ（約14,800円/年）11.7ユーロ（約1,233円）/月
- 平均的な中小規模の製造業1社当たりのEEG負担は現在、年約60万ユーロ(約6,300万円)

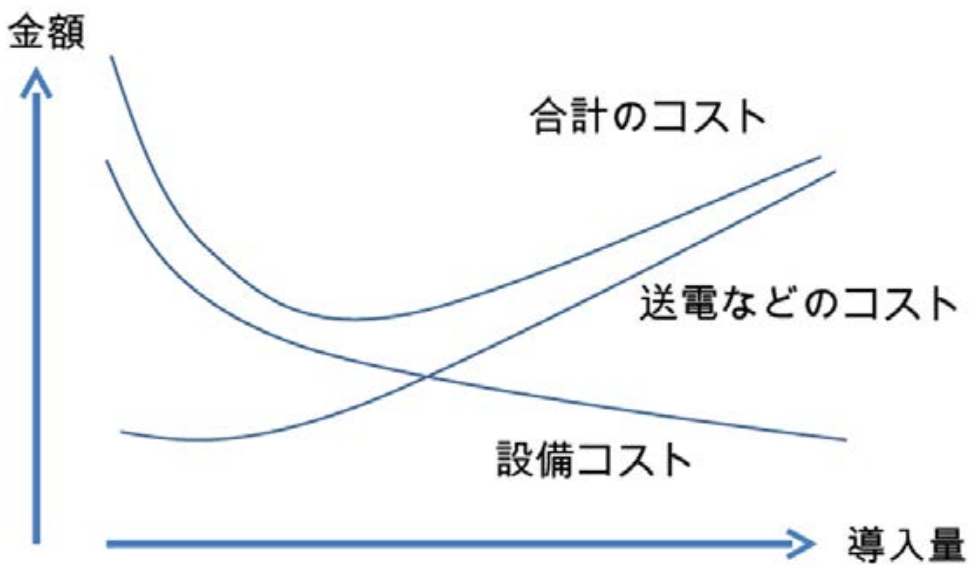


参考：大和総研「ドイツにおける電力料金およびEEG賦課金の推移（産業部門）」

日本の太陽光発電
このようなコスト予想も

・日本は、地理的な問題で送電線網が欧州ほど連携していないため、欧州よりも大きな費用負担
・3500万kWの太陽光設備導入のために送電線と蓄電池の整備に2兆～24兆円が必要

図表－３ 日本の太陽光発電のコスト予想



出典：国際環境経済研究所

最近の太陽光発電市場から見えてくること

- 中国製パネルの流入による大幅な価格低下と中国製パネル増産による供給過剰、政府による助成削減

↓

- 2011年9月米国ではソリンドラ社が破たんするなど10社が破たん。ドイツでもQセルズ社など6社が破たん。
  Qセルズは韓国企業が買収

↓

- 太陽電池メーカーに加えて、パワーコンディショナー、架台メーカー、システムインテグレータ、EPC分野からも日本に進出

➢ 価格競争に勝てない。
➢ 設備があれば誰でもできるものは厳しい。

太陽電池の高性能化、高機能化

- ユニットは太陽電池セルを封入したガラス管と、おわん型の反射鏡。反射鏡で太陽光を追尾し、従来のパネル式より、1日当たりの発電性能が向上。システムに組み込んだ際の面積当たりの変換効率は23～24％
- 発電量当たりの設置面積を減らせるため、都市部の小規模ビル需要にも対応
- 冷却機能により、シリコン太陽電池の弱点を克服、夏場も高出力
- 独自インバータの活用により、影による出力低下を抑制

出典：スマートソーラーインターナショナル

日本の太陽電池関連産業のチャレンジ

- 太陽光発電システムの基幹エネルギー化を目指す。
- 住宅用太陽光発電システムの市場形成力をキープ
- 燃料電池や太陽熱発電、蓄電池等とのハイブリッド技術
- コンパクトな低炭素社会構築のモデルを作っていく。
- 国内に基幹工場、グローバルに適地に生産拠点

➢ 技術集積型の、模倣できない結晶Si系、薄膜系太陽電池の高性能化、高機能化

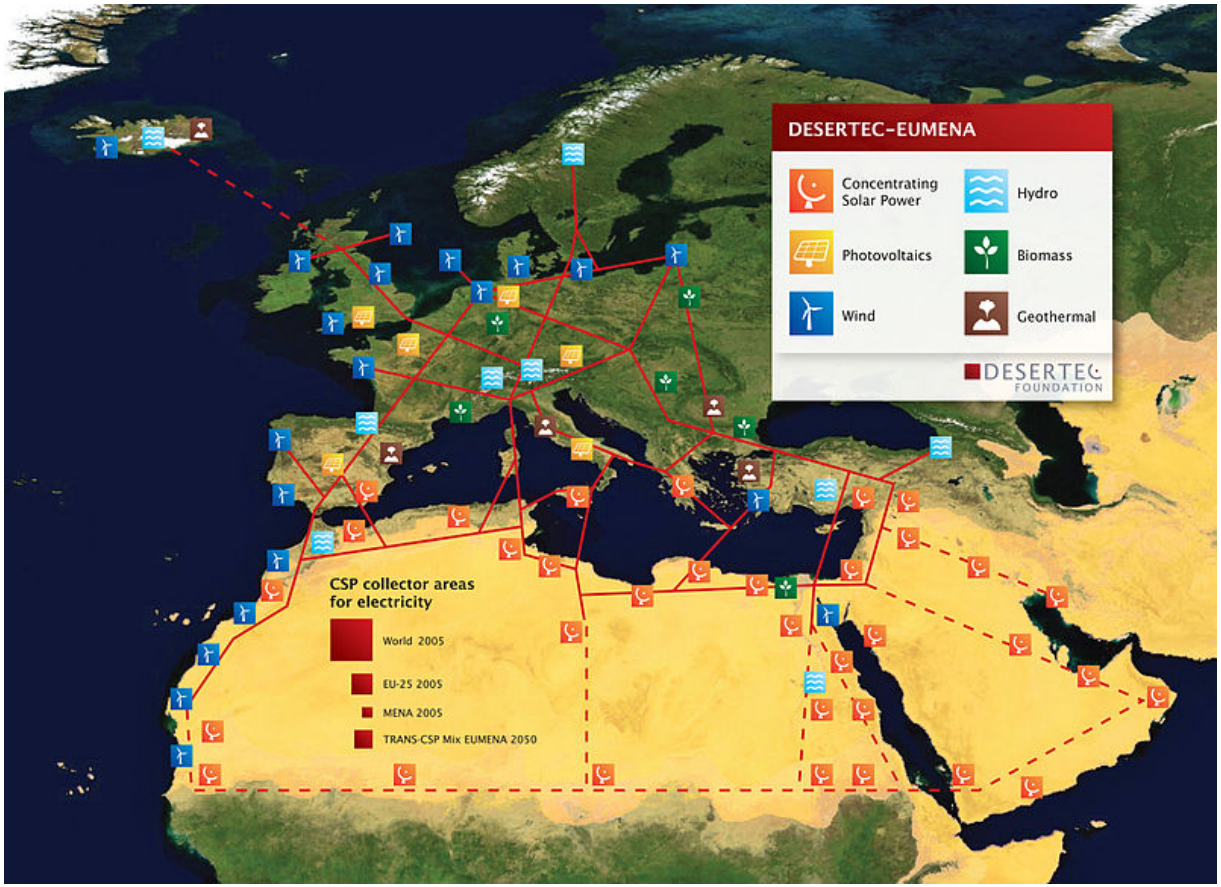
➢ 有機・色素増感型は変換効率15%を目指し、新技術・新市場を開発

➢ 太陽光発電システムとしての低価格化をめざす。

➢ 信頼性の高い太陽光発電システムで内需を拡大

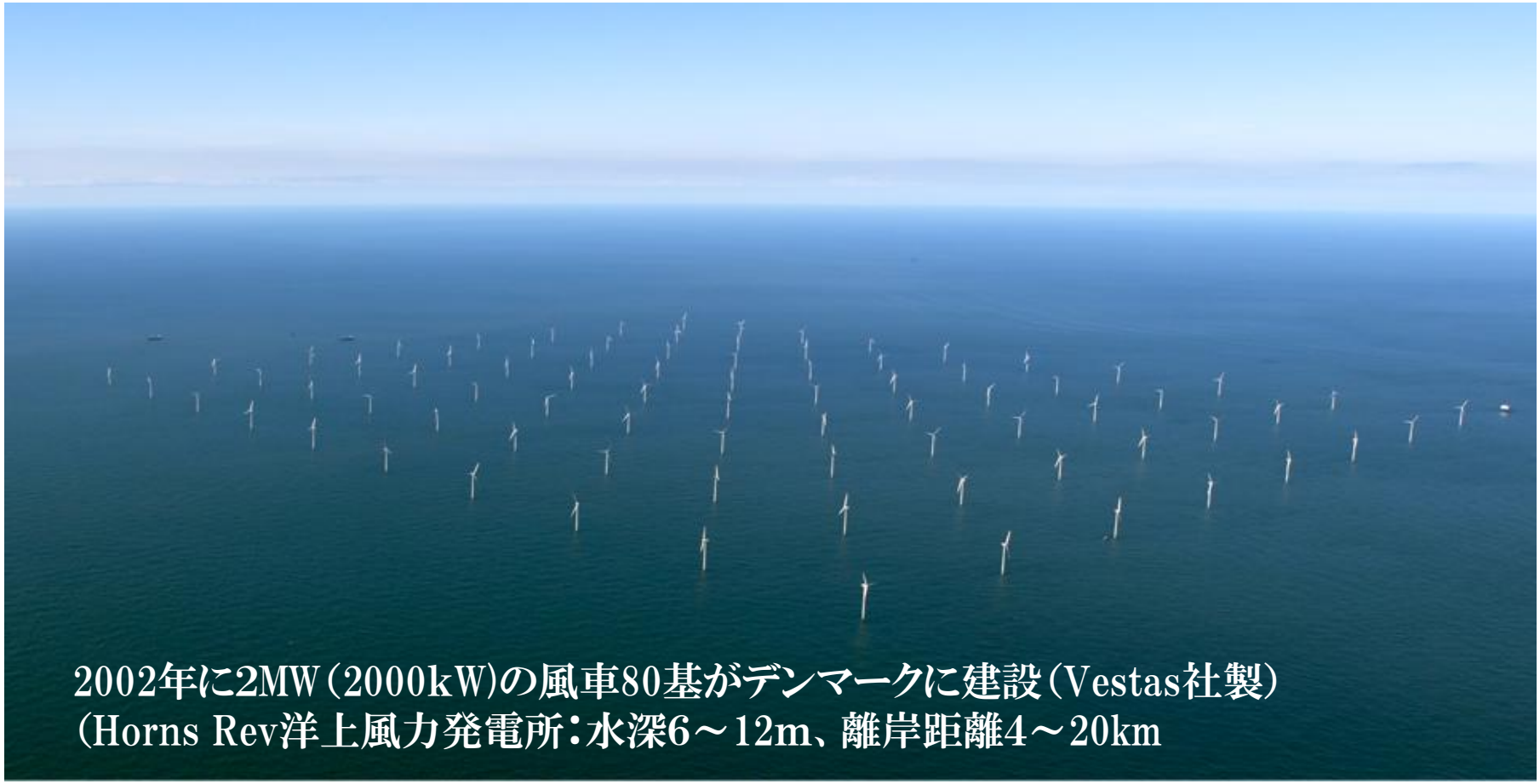
北アフリカに攻め入る欧州企業
デザーテック構想

サハラ砂漠と中東を太陽熱発電の一大拠点とし、地中海に大容量ケーブルを敷設して、欧州に電力を供給する。2050年までに欧州の電力の15％の供給をめざす。

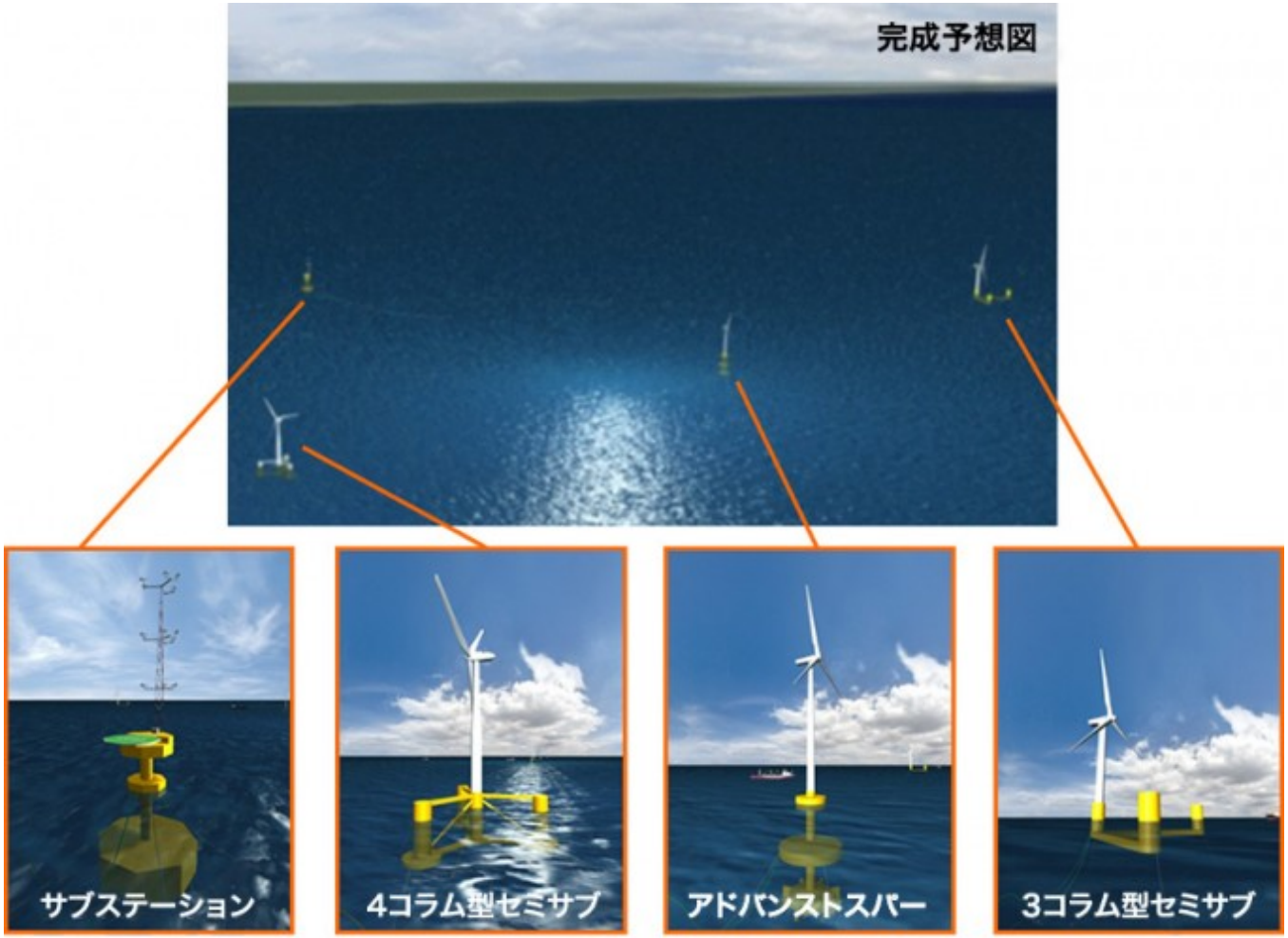


欧州の洋上風力発電

欧州の洋上風力発電は、着床式で数百MW（数十万kW)が主流



福島沖での世界最大級の浮体式洋上風力発電実証事業



2011年度第3次補正予算で福島復興のために125億円計上
福島原発20km地点に浮体を4基の実証研究（平成27～28年度）

福島沖での世界最大級の浮体式洋上風力発電実証事業

- 福島県を始め、地元関係者との協力体制が不可欠。特に地元漁業者との共生
- 漁業との共存を含め実証事業が成功した場合は、2017年以降、事業化を進め、段階的に1GW級の発電所へと拡充
- 風車、組立て工場等で想定される雇用規模は約4万人

➢ 陸上の風力発電所に比べて、洋上風力発電所の建設コストは高い。着床式で1．5倍、浮体式で約2倍のコストがかかる。

➢ しかし、陸上では風の強いところでも年平均風速6m／秒程度であるのに対し、洋上では7．5m／秒。障害物もなく、風が安定的に得られる。

⇒発電量に換算すると洋上は陸上の約2倍、発電コストはほぼ同じ

➢ 洋上風力には、景観や騒音等を気にしなくてもいいことや、道路などの制約条件がなく、大型風車の運搬や設置が容易

どのような開発が期待される？

丸紅、三菱商事、三菱重工、日立製作所、古河電工、新日本製鐵、三井造船、みずほ情報総研、清水建設、IHI-MU、新日鉄エンジニアリングのコンソーシアム体制

- 世界初の7MW級2基の安全性・信頼性・経済性の優れた浮体式洋上観測システムの構築
- 複数のタイプの風車と浮体を用いることにより、各種浮体式風力発電システムの特性を明らかにする。
- 浮体式洋上変電所を設置し、気象・海象・浮体動揺の観測と予測技術を開発するとともに、数値シミュレーションによる予測技術
- 送電用高耐久性ライザーケーブルと接続材料の開発
- 浮体式洋上風力発電設備に適した遠隔監視と制御システム等の開発により設備稼働率を向上させ、維持管理手法の確立

まとめ

- 産業界の貢献は、グローバルな問題解決
- 振興国が追随できない技術で、日本が世界の先頭に躍り出る。
- コンパクトな低炭素社会構築のモデルを作り、海外に売り込む。
- スピード感、情報発信力も重要
- 「エネルギー価格、国際競争力、雇用」を前提にした現実を見つめる政策を考えていくべきだが、改革すべきことは前進させる。