

# 狙われる日本の環境技術

日本の環境・エネルギー技術のアジア展開を目指して

2013年11月5日

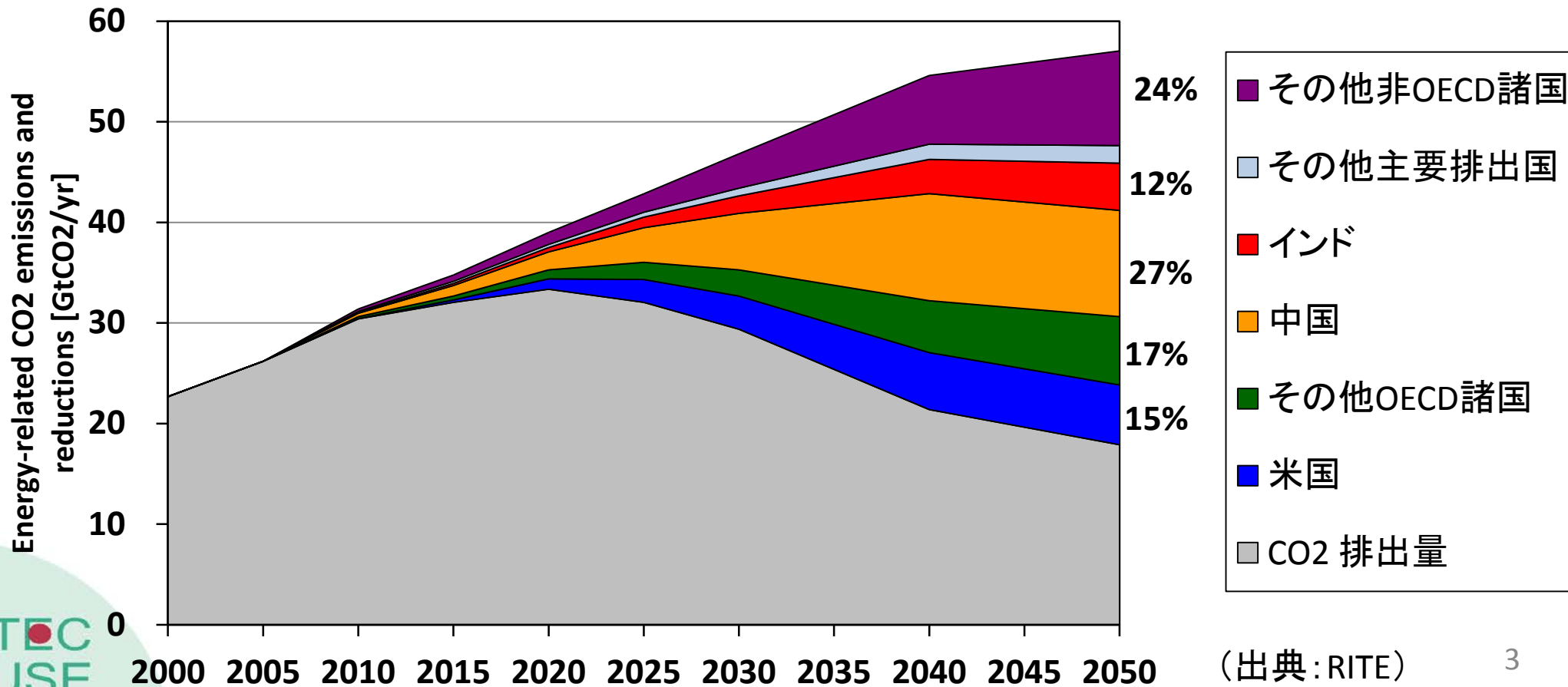
東京大学公共政策大学院 客員教授

本部 和彦

# 世界のCO2の大幅削減と 日本の環境・エネルギー技術のアジア展開

# 国別、地域別のエネルギー起源CO2削減ポテンシャル

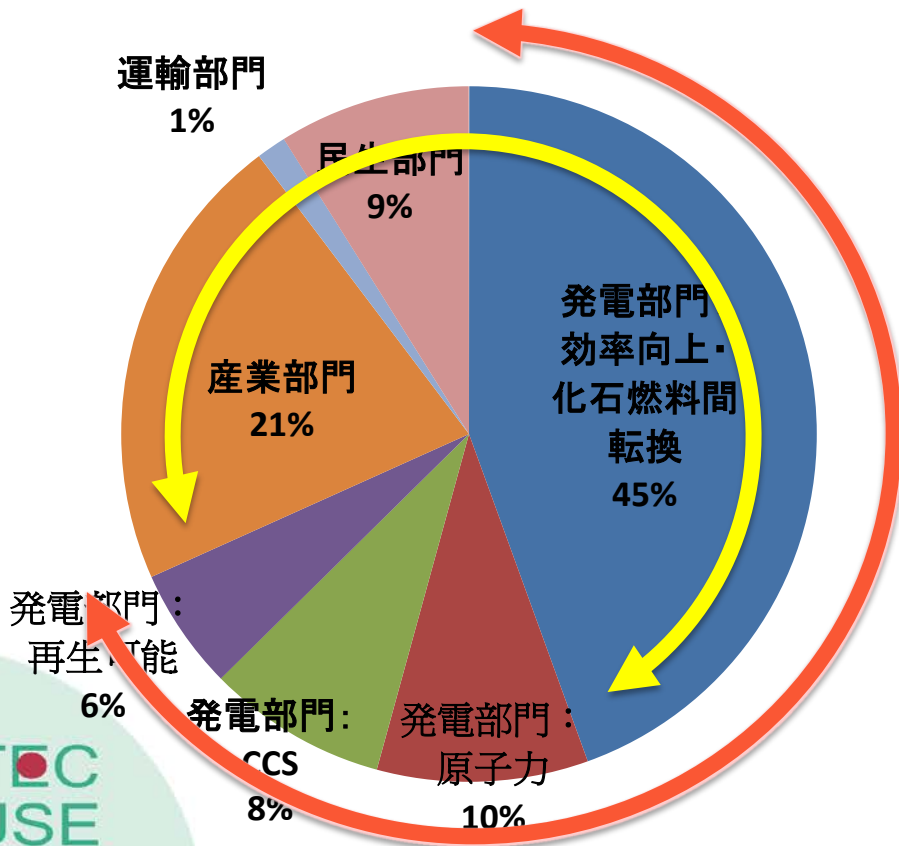
- ◆ 気温上昇を2°C以内に抑えるためのパス
- ◆ 削減ポテンシャルの多くは途上国に存在
- ◆ 中国、インド、米国の貢献が重要



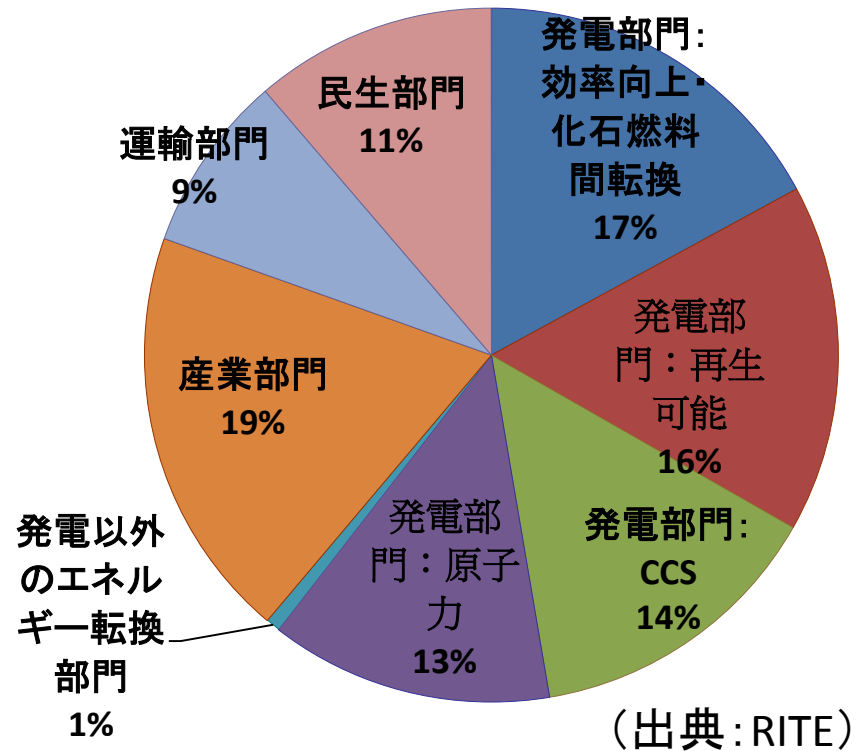
# 途上国における部門別削減ポテンシャル

- ◆ 発電技術の革新と普及が不可欠
- ◆ 当面は、省エネルギー、エネルギー効率向上が重要

## 非OECD諸国における 部門別削減貢献(2030年)



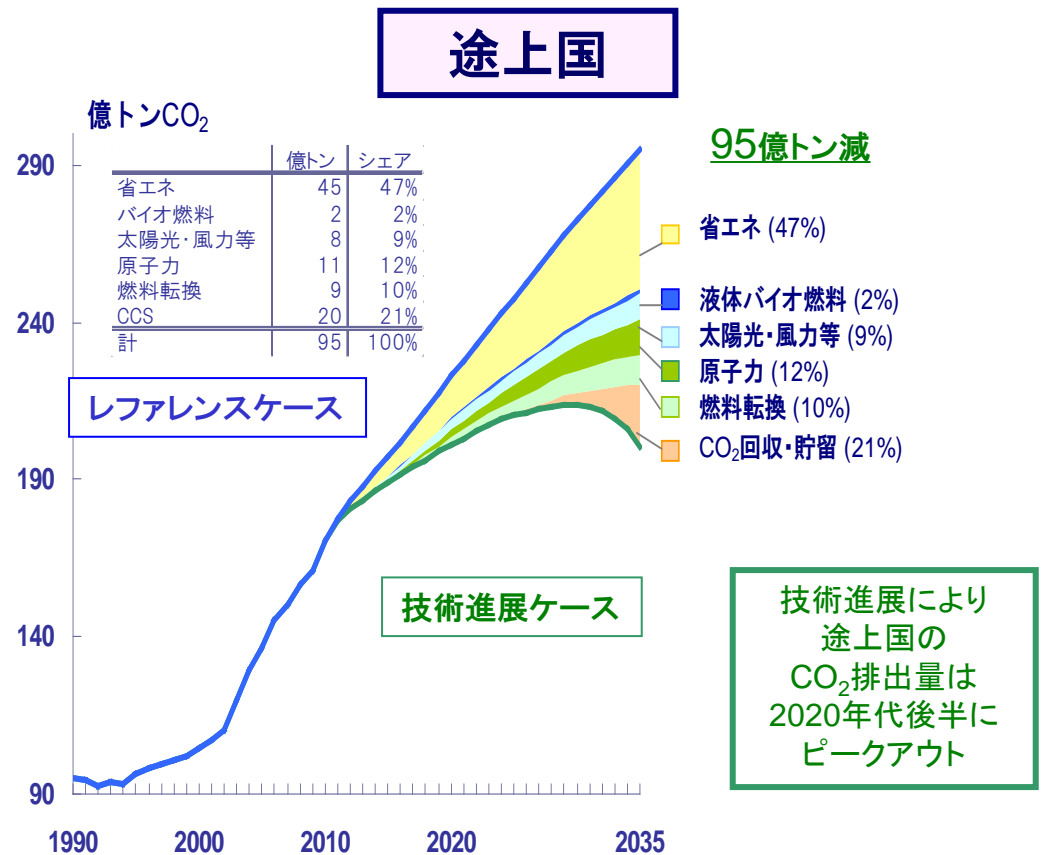
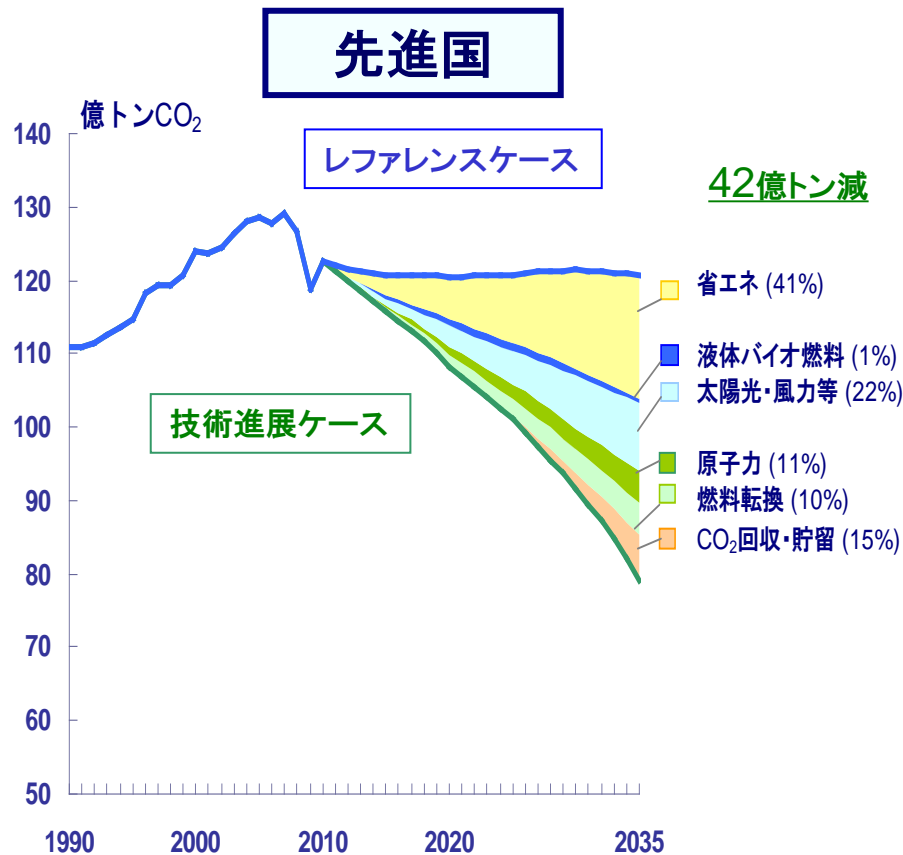
## 非OECD諸国における 部門別削減貢献(2050年)



(出典: RITE)

# 途上国における省エネ促進の重要性

- 途上国での省エネ(高効率石炭火力を含む)による排出削減量が大きい。(45億トン、世界の総削減量137億トンの34%)



出典: 日本エネルギー経済研究所(2012)

# 問題意識：日本の環境技術の競争力

- ◆ 日本企業は優れたエネルギー環境技術を有している
- ◆ その技術を温室効果ガス排出量が増加を続ける新興国・途上国に展開することで、温暖化防止に貢献でき、日本経済の成長にもつながる、と言われている
- ◆ とりわけ、世界の成長センターとなっているアジア市場への展開が鍵を握っている
- ◆ 一方、現実には、中国企業や韓国企業などが猛烈な勢いで追いつけていて、日本企業は苦境に立たされている。よい技術をもっていても、競争力があるとは限らない
- ◆ 疑問：ライバルとの競争を勝ち抜き、日本企業の技術を新興国・途上国に広めるには、ビジネスと政策の両面で、何をすればよいか

# 東大・公共政策大学院で実施したケーススタディ

## ◆ 火力発電

- ① 高効率な石炭火力発電(超超臨界圧発電)
- ② ガスタービンコンバインドサイクル発電

## ◆ 産業部門

- ③ 鉄鋼部門のコークス乾式消火設備

## ◆ 運輸・民生部門

- ④ 低燃費の小型車
- ⑤ インバータエアコン



多くが、日本では石油危機を契機に開発・普及が進んだ省エネ技術で、新興国・途上国では、これからの省エネ促進に重要なもの

⇒但し、中国製品・韓国製品がキャッチアップし厳しい競争。

# 気候変動交渉と技術移転

## - 何が起きているのか -



# 気候変動交渉における2つの戦い

## 1. 公平な削減目標をめぐる戦い

- 先進国の主張： 経済が発展し、排出量も急増している新興国も応分の削減負担をすべきである
- 新興国の主張： 産業革命以降の先進国による累積排出が温暖化の原因であり、先進国は率先して大規模削減すべきである

## 2. 技術移転と資金支援をめぐる戦い

- 中国などの新興国が急成長する中で、技術や資金に乏しい途上国の支援交渉が、エネルギー・環境技術市場をめぐる先進国と新興国の覇権争いの様相
- 誰の資金で、誰の技術を普及させるか？

# 温暖化技術交渉は攻めの前に「守り」

- ◆ 途上国が、技術移転の促進を理由に、先進国企業の**知的財産権の開放**を要求
  - 特許がほとんど登録されていない**後発開発途上国**や**低所得国**でさえ、イデオロギー的に主張
- ◆ いまのところ、**先進国は一切、妥協せず**

## ☒ 知的財産権保護緩和に関する 発展途上国の要求例

- ① 途上国が無償でアクセスできる「気候変動に関するグローバルな技術・知的財産権プール (Global Technology Intellectual Property Rights Pool for Climate Change)」の創設
- ② 公的資金で開発された技術の共有 (例えば、技術・ノウハウをパブリックドメインに帰して、無償でアクセスできるようにすること)
- ③ 途上国において環境技術を知的財産権保護の対象外とするための取り組みの開始
- ④ 強制実施許諾を含むTRIPS協定のあらゆる柔軟性を途上国が利用する権利を有することの確認

# 主張の背景にある南北問題と現実との乖離

## ◆ 途上国の主張の背景に、1960年代の南北問題とその理論基盤である従属論

- 「ライセンスや直接投資で先進国や多国籍企業の技術に依存している限り、工業化による経済発展を望めない」という主張

## ◆ しかし、従属論は現実と乖離

- 世界最大規模となった中国とインドの風力発電タービン産業は先進国企業からの「ライセンス」を通じて発展。いまや自ら技術を生み出すまで発展

表 風力タービン生産企業のシェア（09年）

順位	企業名	企業別生産シェア(%)
1	ヴェスタス(デンマーク)	12.5
2	GEウインド(米国)	12.4
3	シノベル(中国)	9.2
4	エネルコン(ドイツ)	8.5
5	ゴールドウインド(中国)	7.2
6	ガメサ(スペイン)	6.7
7	ドンファン(中国)	6.5
8	スズロン(インド)	6.4
9	シーメンス(デンマーク)	5.9
10	リパワー(ドイツ)	3.4
	その他	18.5

図 風力発電に関する中国籍の特許出願件数の推移



(図表の出典: 特許庁 2011)

# 技術移転と競争の事例

- ①超超臨界圧石炭火力発電:
- ②インバーターエアコン:

※書籍中それぞれ ①上野・鄭(2013) ②工藤(2013)に基づく

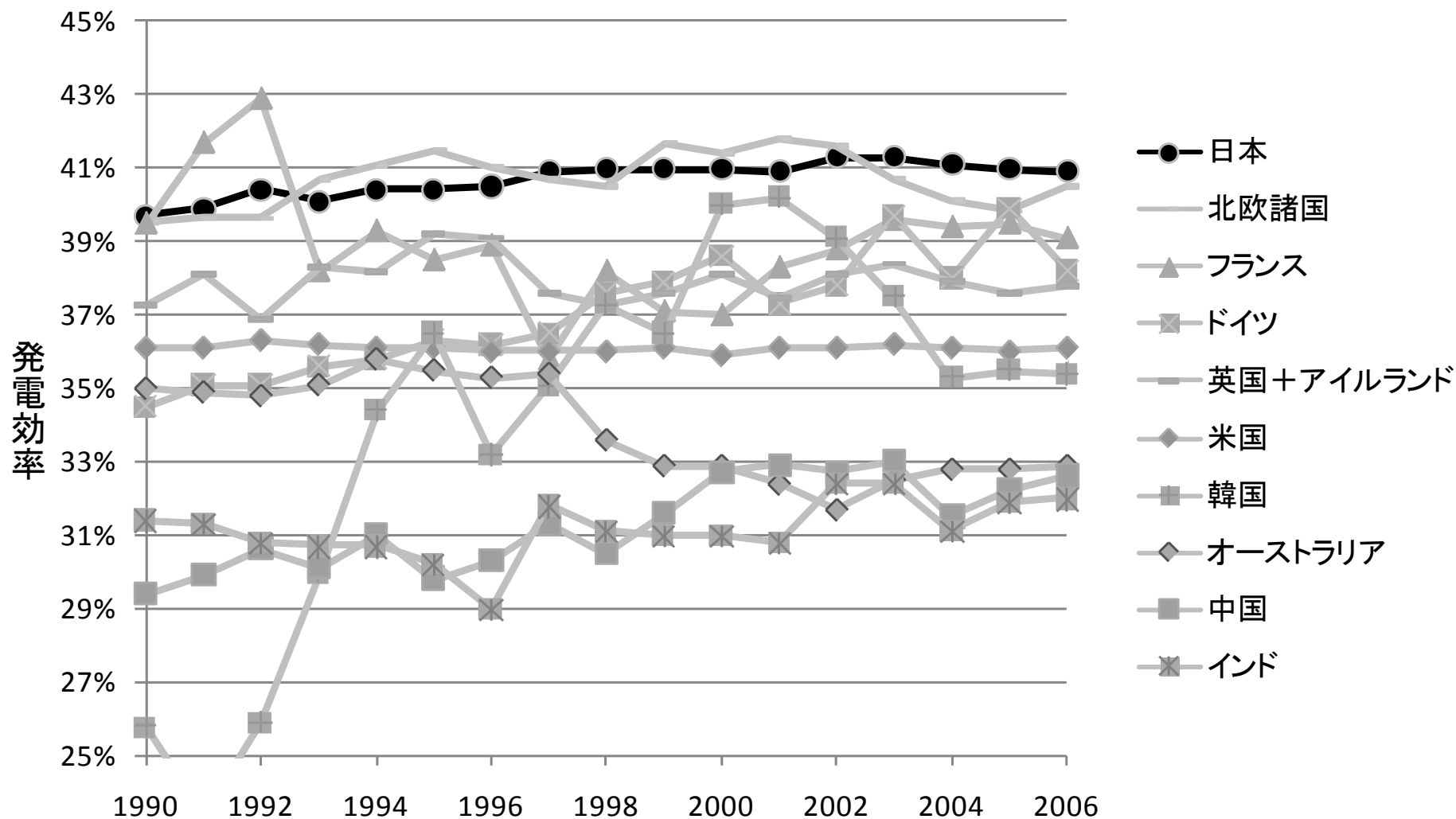
# 事例① 高効率な石炭火力発電(超超臨界圧発電)

- ◆ 日本の石炭火力発電は世界最高水準の熱効率。超超臨界圧(USC)のプラントの高い導入率による
- ◆ 重電、鉄鋼、電力という3つの業界が中心となって、1980年代より、通商産業省の国家プロジェクトの支援を受けながら技術開発
- ◆ 1990年代中頃より、本格導入開始。現在では、国内石炭火力の全容量のうちの約半分がUSC(約1,800万kW)
- ◆ 電力会社、重電メーカー、鉄鋼メーカーによる長年の技術蓄積が、日本のUSCプラントの信頼性の源泉
- ◆ この技術を世界(特にアジア諸国)に展開できれば、大規模な排出削減が可能



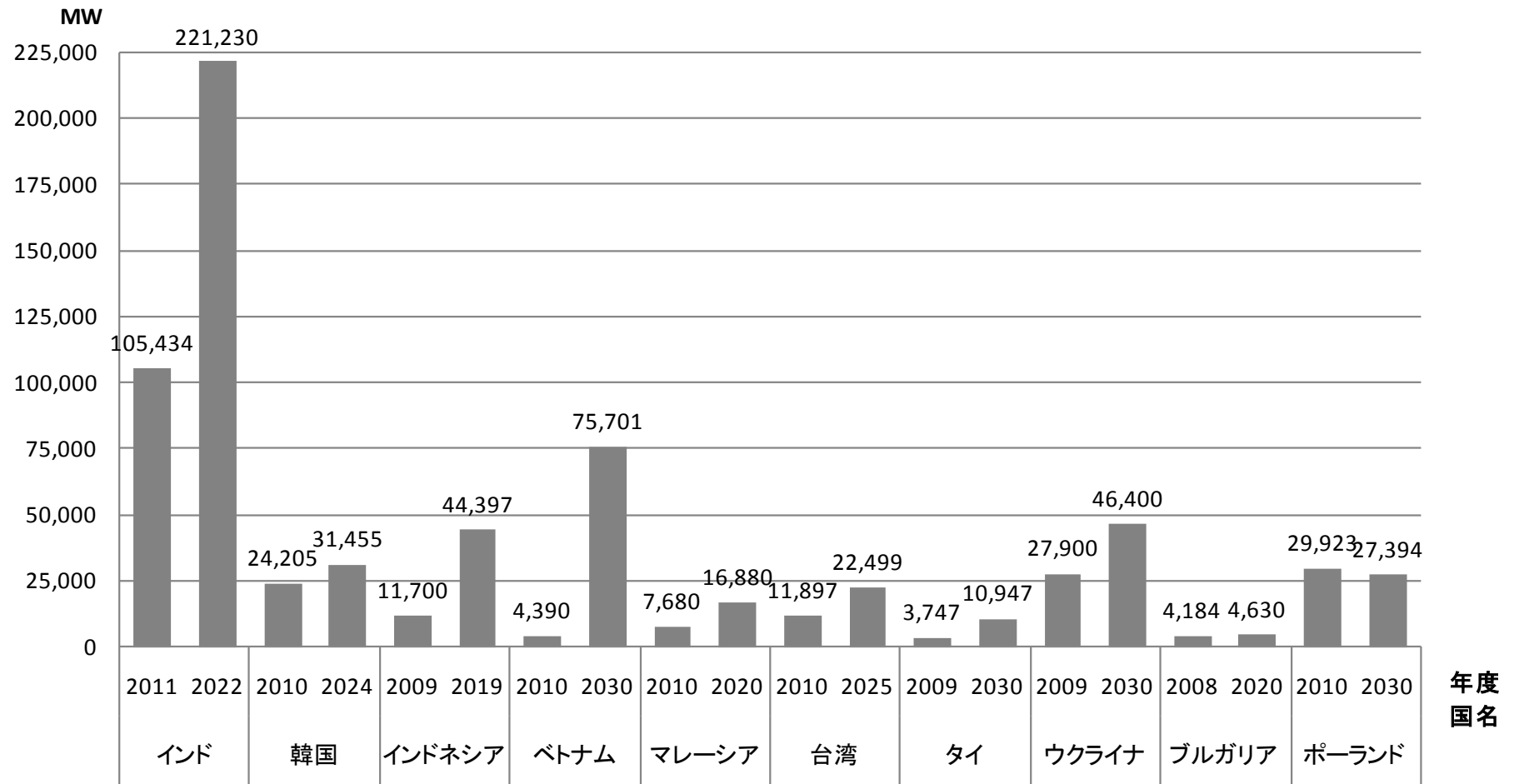
世界最高水準の熱効率を達成した磯子火力発電所(J-POWER)の概観写真

# 石炭火力の発電端熱効率の国際比較 (LHV基準)



出典: Ecofys (2010)

# 各国の電源開発計画に基づく石炭火力発電の導入見通し



出典：梅原(2012)

# 中国における超超臨界圧石炭火力発電の状況

- ◆ 中国は、日本と同じ超超臨界(USC)を、日・欧メーカーからの技術移転により国産化

	ボイラ	蒸気タービン	発電機
ハルビン	三菱	三菱/東芝	東芝
上海	Alstom	Siemens	Siemens
東方	日立	日立	日立

- ◆ 2006年11月に初号機が運転開始
- ◆ 導入量は世界最大(2011年末時点で4000万kW以上)
- ◆ 海外展開をうかがう



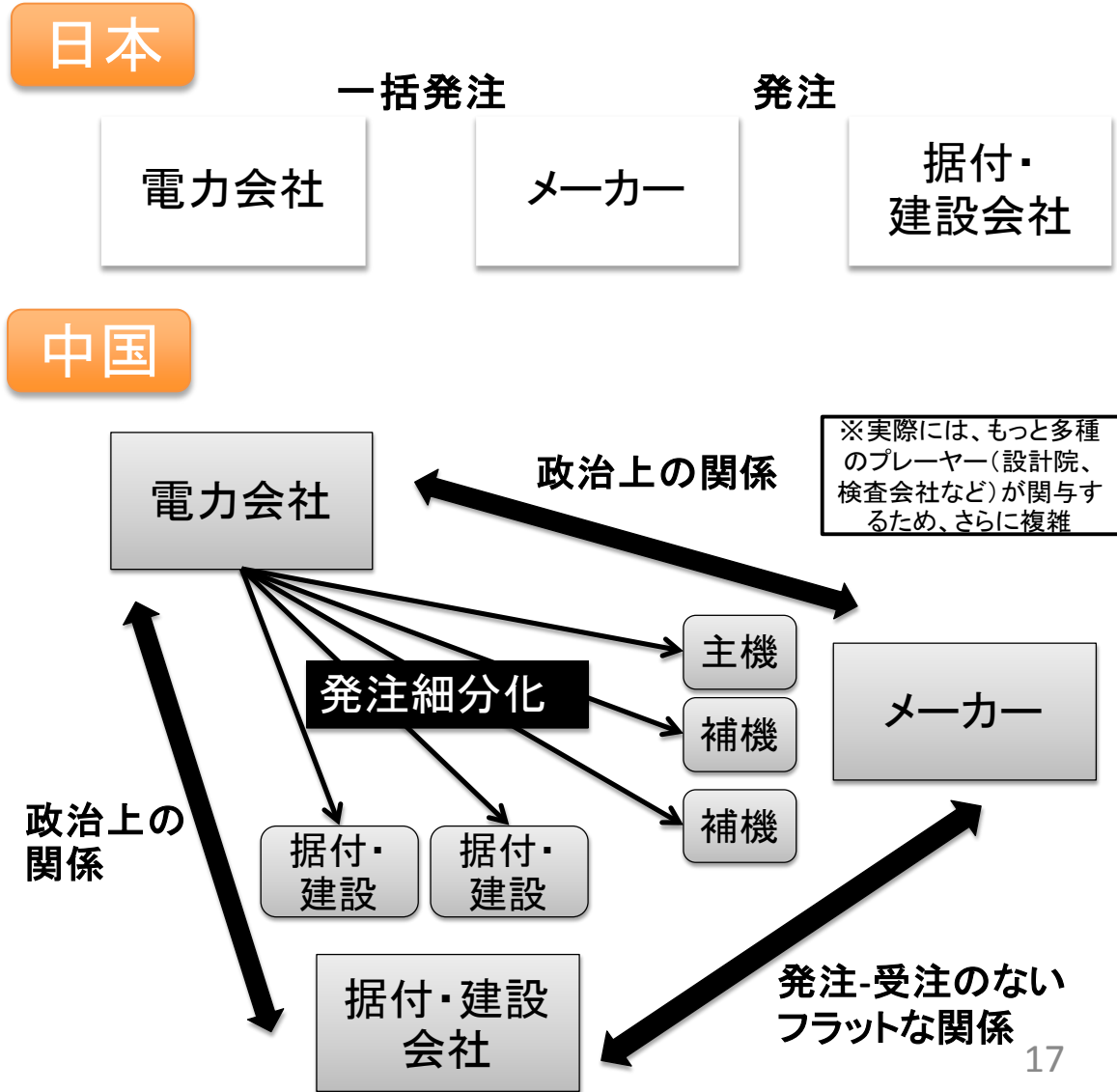
# 中国の技術力(超超臨界圧発電)

◆ 一方、中国の初期プラントでトラブルが続発(次スライド)。中国流の発電所建設が要因(右図)⇒ **トラブル頻度を抑える信頼性が日本企業の強み**

◆ また、導入が急速すぎるゆえに、**技術的知見の蓄積が追いつかず、保守面での技術課題に対処しきれない可能性も**

◆ **アジア諸国での導入の際に、安定稼働の重要性に理解を得ることが大事**

図 火力発電所建設方法の日中比較



# 異物の詰まりによるボイラチューブの噴破

- 内容：玉環発電所1号機プラントにおける噴破4連発（2006年10月21日、10月31日、11月19日、2007年5月17日）

爆管

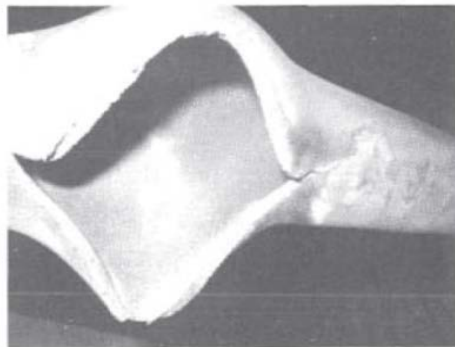


图2 炉右数第28排第7根炉前弯头爆管



图3 后墙水冷壁左数第53根爆管

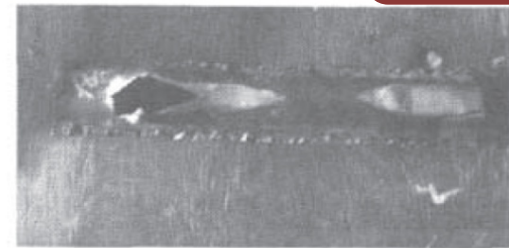


图4 前墙水冷壁混合器下边左数第125根爆管

- 原因：大半が異物による閉塞
  - － 発見された異物：眼鏡の断片、水压試験用プラグ、鉄くず等

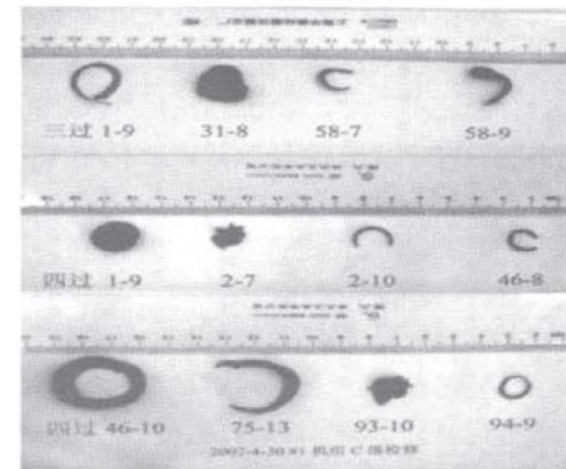


图6 异物照片

# 主蒸気管・再熱蒸気管の溶接部の損傷

- 内容: 運開後、数ヶ月から1年くらいの間に、いくつかのプラントの配管で亀裂が発生



图2 主蒸汽管裂纹形貌

Fig.2 Appearance of cracks on main steam pipe

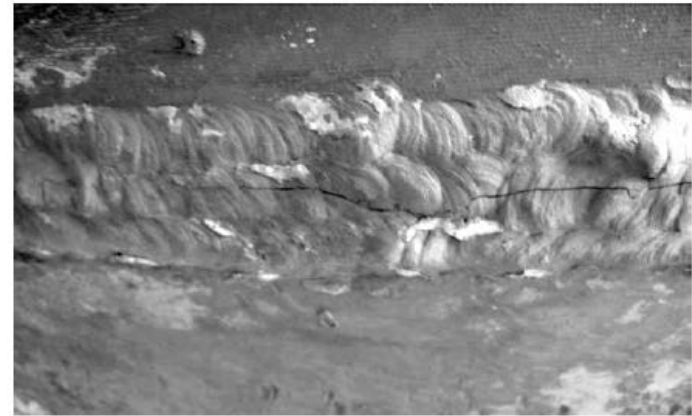


图3 热段裂纹

Fig.3 Cracks on reheating steam pipe

- 原因:
  - 上向き溶接部のため応力がかかりやすい?
  - 据付時の溶接・熱処理の欠陥

# 競争力の確保に向けて

## ◆ インドネシアの成功事例

- 2つの中国企業連合が応札したが、Jパワーグループ（Jパワー、伊藤忠商事、アダロ（インドネシアの石炭企業））が落札
- Jパワーが有するUSCプラントに関する高い技術力と安定的な運転実績、さらにはローカル企業であるアダロ社へのO&Mノウハウの技術移転が、中国勢に対する優位性として高く評価された模様

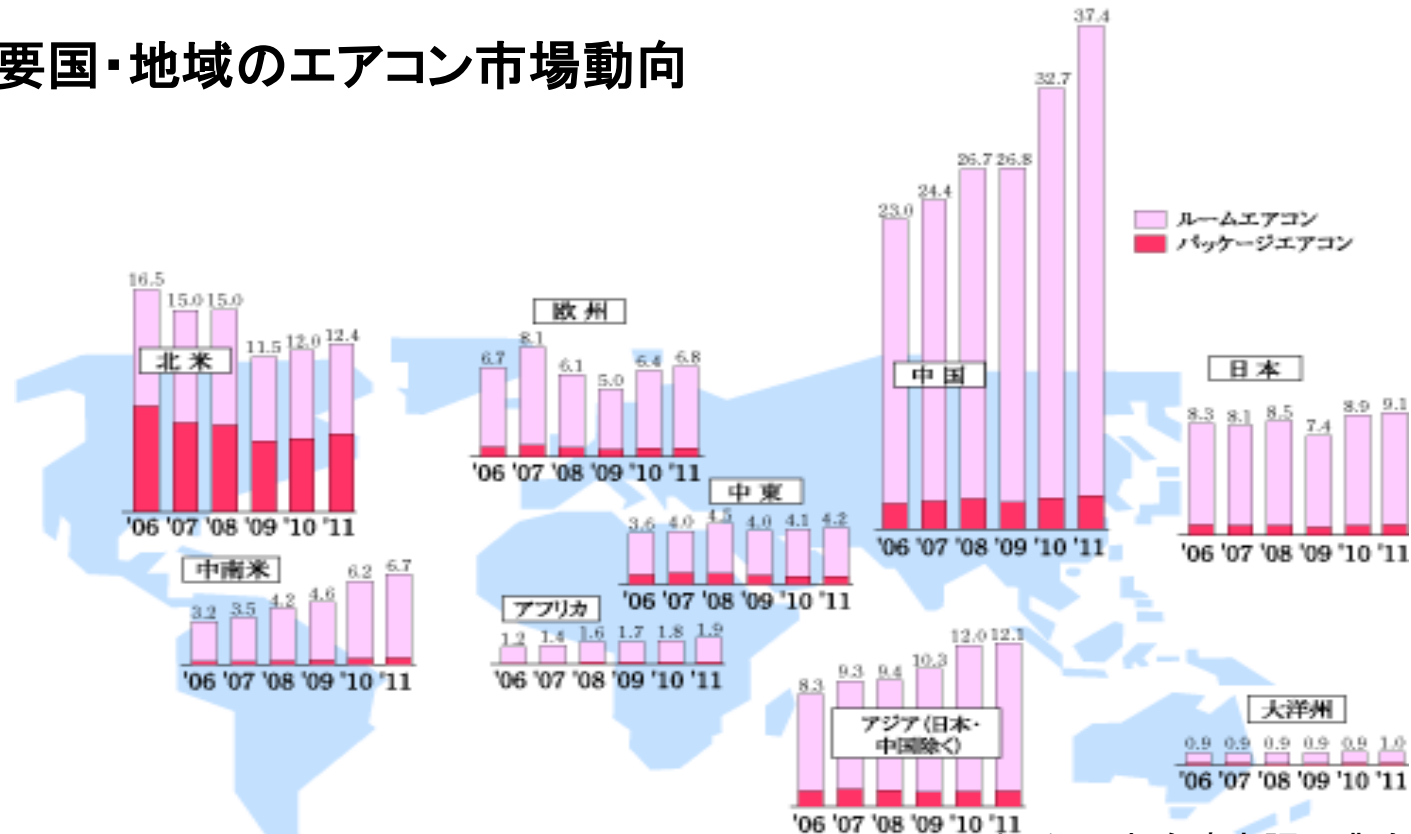
## ◆ 今後の日本企業の受注拡大に向けて

- 日本政府やその関連機関が、USCを導入する国有電力会社や相手国政府に対して、入札の資格審査や入札評価に、豊富な実績や高い信頼性などを取り入れるように働きかけて、単なる価格競争に陥らないようにすることが重要
- 二国間オフセット等によるCO2排出削減へのインセンティブ
- 日本メーカーの海外工場からの第3国輸出への後押し（日本企業や日本産の定義の弾力化）
  - 日本の重電メーカーは、インドで現地企業との合併により工場を建設

## 事例② 高効率エアコン(インバーターエアコン)

- ◆ 先進国におけるエアコン市場は成熟期を迎えている一方で、中国を含むアジアや中南米といった新興国・途上国での需要増加が顕著。
- ◆ 特にアジア地域のエアコン市場は世界全体の6割近くを占めており、引き続き普及拡大傾向が続くとみられている。

### ● 主要国・地域のエアコン市場動向



(出所) 日本冷凍空調工業会資料

# 高効率家電機器の導入による省エネ・CO2削減効果

- ◆ 中国をはじめとする途上国では、高効率な家電製品導入による省エネ・CO2削減ポテンシャルが大きい。なかでもエアコンのポテンシャルが極めて大きい。
- ◆ 各国は、基準・ラベリング(S&L)制度の導入を通じて、家電製品の効率化を目指した政策を実施・検討している。

[単位:百万トン(二酸化炭素換算)]

	2009	2014	2020	2025	2030	2009 - 30 Cumulative
Clothes Washer	0.0	3.3	24.7	37.9	43.4	472.0
TV	0.0	3.2	24.3	36.9	42.6	461.7
Refrigerator	0.0	5.9	44.4	69.3	80.4	860.1
Fans	0.0	0.5	3.4	5.0	5.6	62.5
Stand By	0.0	6.6	44.8	58.4	68.4	776.8
AC	0.0	16.7	121.1	167.2	188.3	2147.1
Electric WH	0.0	1.1	9.9	14.9	18.2	187.6
Natural Gas WH	0.0	0.3	2.6	4.4	5.7	54.8
LPG WH	0.0	0.3	2.2	3.3	3.9	42.4
<b>Total</b>	<b>0.0</b>	<b>37.9</b>	<b>277.4</b>	<b>397.4</b>	<b>456.6</b>	<b>5065.0</b>

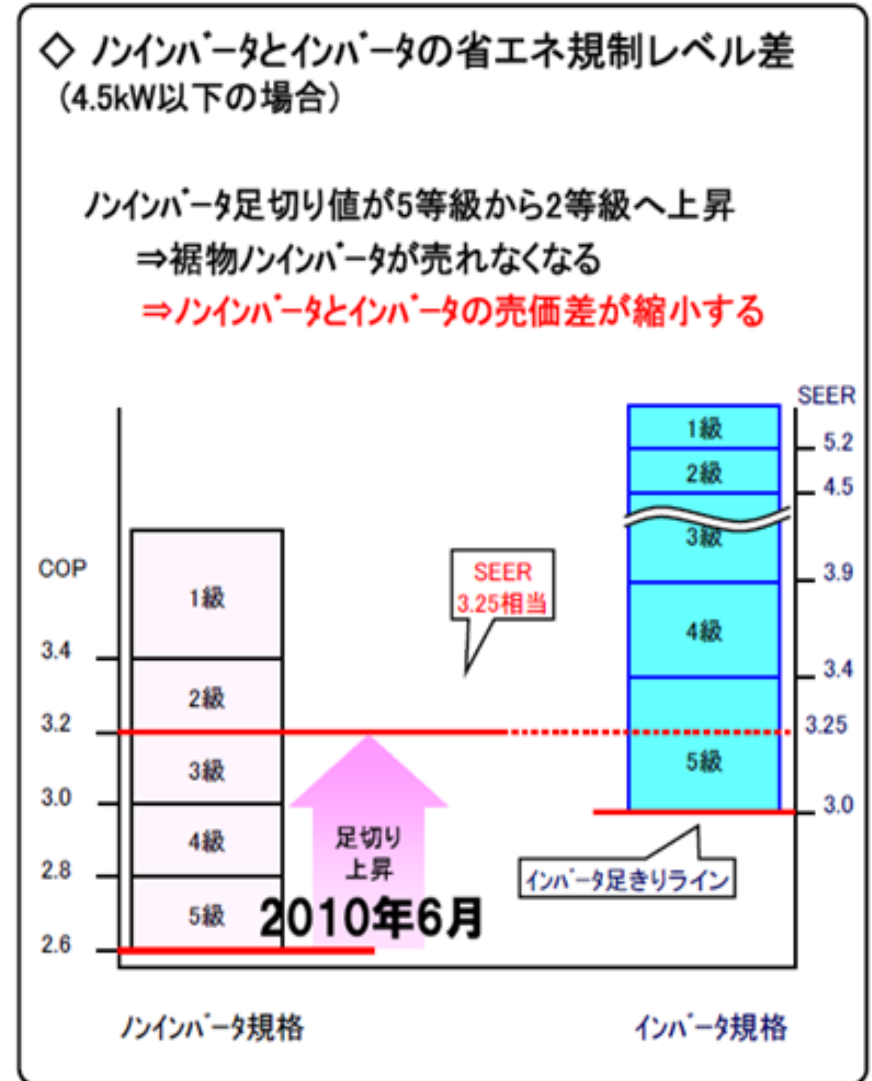
注:各年における基準ケースからの機器別CO<sub>2</sub>削減量(WH;給湯器、Stand by;待機電力の合計)

(出所) Zhou. N, Analysis of Potential Energy Saving and CO2 Emission Reduction of Home Appliances and Commercial Equipments in China, Lawrence Berkeley National Laboratory, June 2011

# 中国におけるインバータエアコンの状況

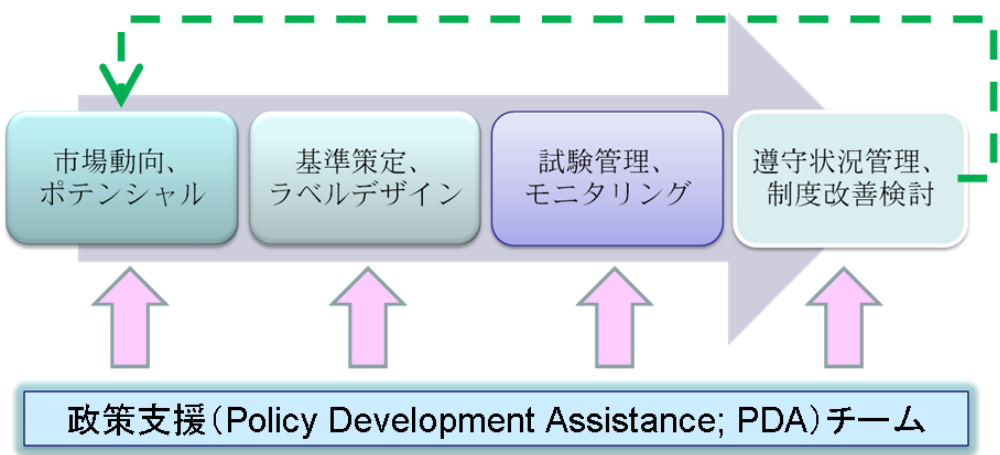
- ◆ **中国の家電メーカーがインバータエアコンの低価格化を実現。省エネ性能は日本メーカーに及ばないが、一部に日本メーカーと提携するケースも**
- ◆ **日本メーカーの製品を広めるには、インバータエアコンの省エネ性能を適切に評価する省エネ基準・表示(ラベリング)が不可欠**
- ◆ **省エネを重視する中国政府も基準を切り上げ**
- ◆ **現在のインバータとノンインバータ規格が並立するラベリングは、消費者には不明瞭。**

図 中国のエアコン省エネ基準と等級



# 効率基準等の政策・市場環境整備による高効率機器の普及促進

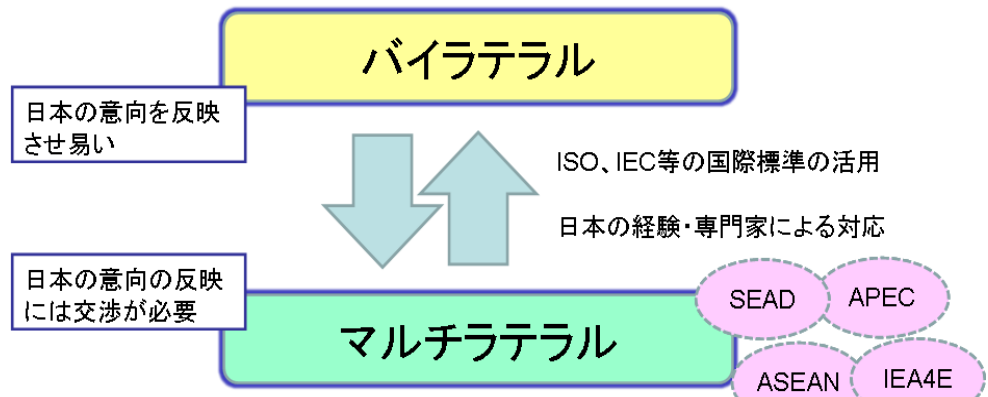
## ◆ バイ、マルチのチャネルを活用した高効率機器導入促進の環境整備が必要



- 各国の政策ステップ、市場状況に応じた適切な支援を行い、共同事業化を図る
- **日本側に、柔軟に対応できる専門家チームの構築が必要**
- **官民協力の体制作りと、相手国との緊密なネットワーク構築が重要**

- 状況、目的に応じた対応のあり方を検討する(メリット、デメリットを考慮した対応)
- **国際標準 (ISO、IEC) を共通のツールとして活用する**
- **日本での経験や成功事例を広く共有することを通じた取り組み**
- **取り組み毎に、いかに実効性を高めるかが課題となる**

✦ 各国の実情や背景に対応した、きめの細かい継続的なサポート



✦ 複数国間で基準・ルール・管理体制等に関する情報を共有化し、域内(参加国内)での高効率機器市場拡大策のあり方を検討する

例: 基準、測定方法の共通化、試験所の相互融通、等



# 事例分析から得られた産業政策・成長戦略への示唆

- ◆ ほとんどの事例で、新興国企業が追い上げ、**日本企業の技術優位が縮小する傾向**
- ◆ 残っている技術優位を競争力に転換して、日本企業の技術を新興国・途上国に広めるには？
  1. **技術移転と現地化**: 直接投資、合併、新興国企業との提携
  2. **モノとサービスの融合**: 売り切りではなく、導入後の運転保守もパッケージ化。利用時の価値に注目
  3. **スペックイン**: 途上国政府が打ち出す政策や入札条件に、技術仕様および規格を埋め込む。あるいは、現地のCO2以外(水、大気など)の環境規制強化を支援して、間接的に省エネ技術導入を後押しする。官民の連携が必要
  4. **ファイナンス面の支援**: 日本産・日本企業の定義弾力化、運転実績などのモニタリング機能、複数号機支援、二国間オフセット。官民の連携が必要

# 鉄鋼業界における取り組み

# 日本の鉄鋼産業による取組

- ◆ 日本鉄鋼連盟は、2006年から官民連携の下に、日本の経験をベースに「相手国にふさわしい技術」リストを選定する国際協力活動を展開。
- ◆ また、10年がかりで、一貫製鉄所の省エネ計測・評価手法の標準化に取り組み、国際標準化に漕ぎ着けた。
- ◆ こうした息の長い取り組みが実って、ようやく日本の製鉄関係システム技術の有効性と導入の必要性が認められてきた。
- ◆ ソフト支援とハード支援のパッケージ化による、技術普及の成功実例である。

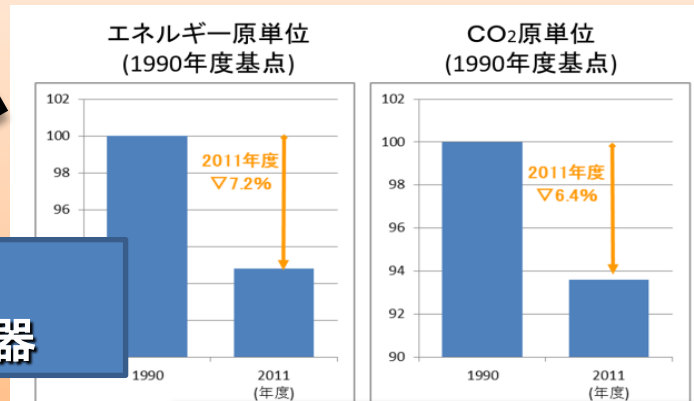
# 途上国における省エネ促進・標準化の重要性

## 世界最高水準のエネルギー効率を達成してきた実績のある製鉄所のエネルギー管理手法



実際に“製鉄所最適化”  
されてきた日本の省エネ機器

ハード面



パッケージで世界展開

副生ガス・排熱回収

“製鉄所最適化”のため  
の管理手法

製鉄所全体で活用

ソフト面

### 技術カスタマイズドリフト

- 日本と相手国の官民連携会合で策定された「本当に相手国にふさわしい技術」を(日本の経験を踏まえ)選定・解説したリスト。
- 2013年2月にはインド版が策定され、今後東南アジアにおいても策定予定)

技術カスタマイズドリフト上の  
日本の省エネ機器



### 統合的アプローチ

- 日本の管理手法の国際普及のために4 Stepに体系化
- ISO14404は「ステップ2. 製鉄所の総合エネルギー効率指標」の基本的考え方を適用

1. 技術カスタマイズドリフトを活用した技術普及推進・省エネ効果の評価



2. 『製鉄所の総合エネルギー効率』の評価



鉄鋼メカ自身による  
自律的改善

3. 要因分析

4. 次の省エネ機会の特定



# 産業界が主体となった アジアにおける新たな住宅・ビル市場開拓

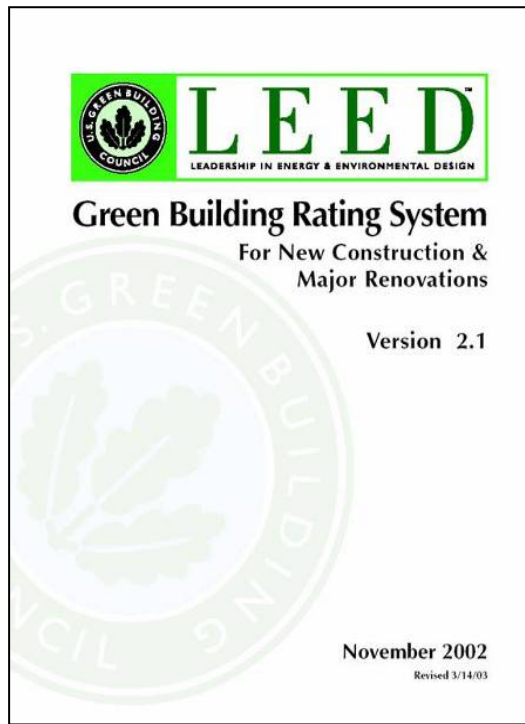
# ビルディングコードを巡る各国の動き

- ◆ 欧米諸国は建築物の環境性能評価ツールを早くから整備。
- ◆ 2000年以降、欧米ツールをベースにアジアでも導入が活発化。アジア市場開拓を狙った動き。

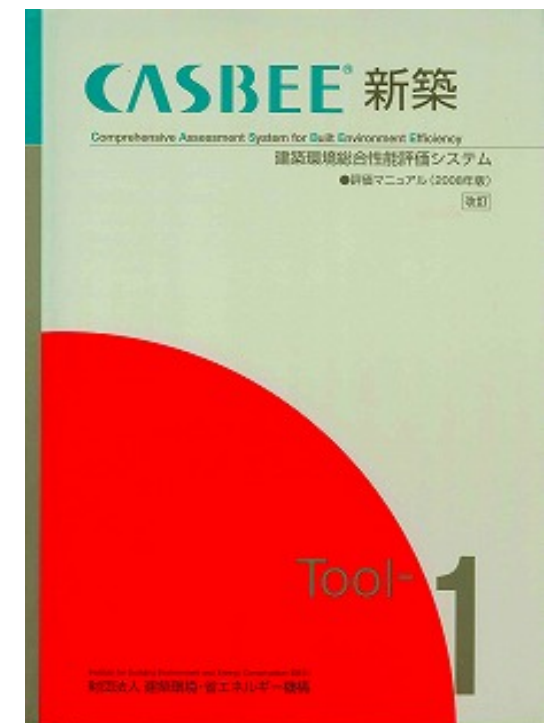
韓国 (Korian Building Label)、インド (Leed-India)、香港 (HK BEAM)



BREEM (イギリス)  
1989年



LEED (アメリカ)  
1993年



CASBEE (日本)  
2001年

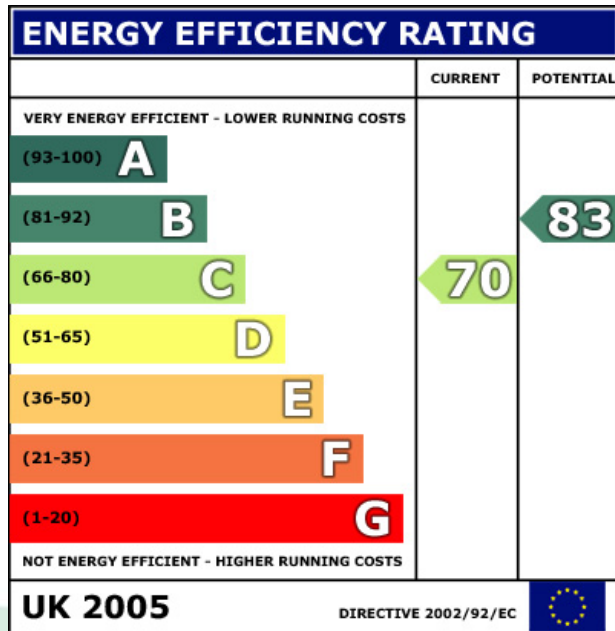
# 住宅における環境性能評価の普及

◆ 欧米では、省エネ性能表示を、建設・売買・賃貸の各市場で活用。

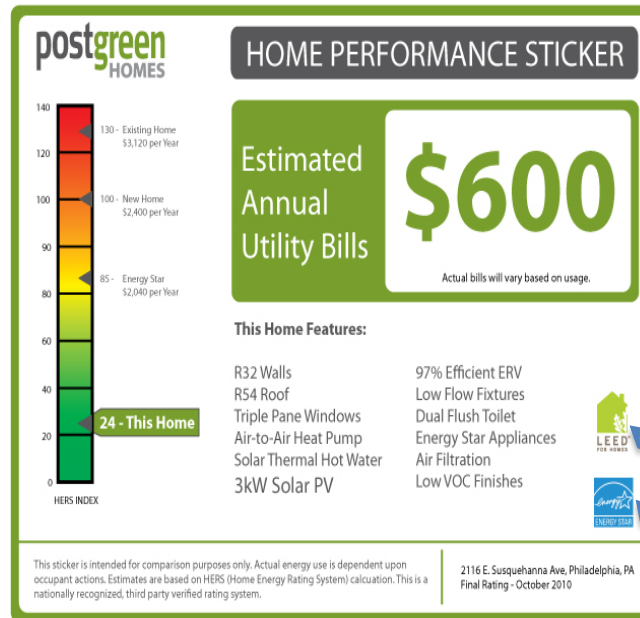
① EUでは、住宅の省エネ性能を表示する「ENERGY PASS」が義務化

② 米では、ENERGY STAR、LEEDに対応した性能表示が浸透

◆ 日本では、省エネ法に基づく性能表示が有り、ローンの適否基準に活用



ENERGY PASS (EU)



HOME PERFORMANCE STICKER (USA)



住宅省エネラベル

戸建

総合省エネ基準: 適

断熱性能基準: 適

登録建築物調査機関評価 / 平成25年度

住宅省エネラベル(日本)

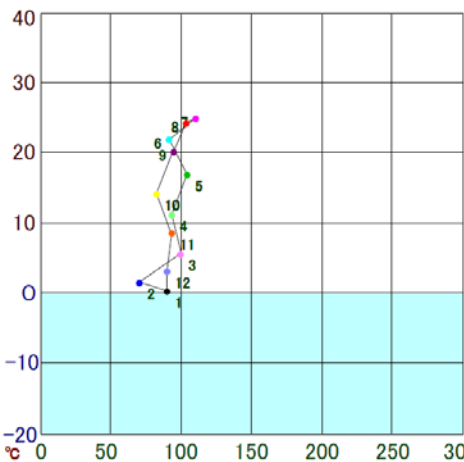
LEED

ENERGY STAR

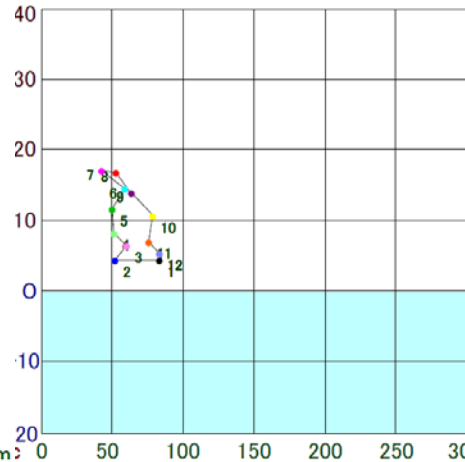
# 住宅・建築物は各国の気候風土、文化を反映

- ◆ 近年、未整備の**アジア新興国も評価/ラベリング制度を整備の動き**。  
**ビルディングコードの標準化を巡る戦いは既にスタートしている**。
- ◆ アジア各国の気候は多様で、経済の発展度合や所得水準にも差があり、特に冷涼(低湿)な気候をベースにした欧米の建物環境評価への統一化は不可能。**日本にもチャンス有り**。

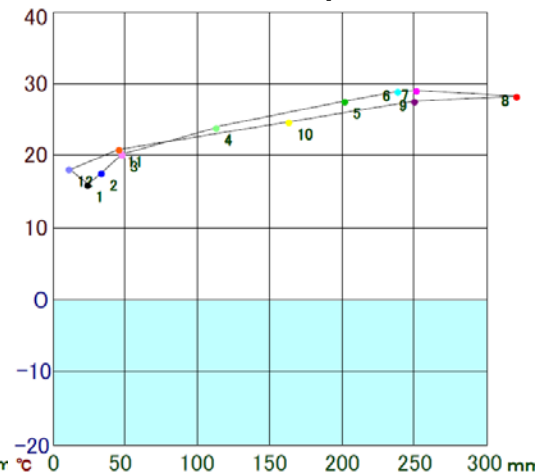
ニューヨーク



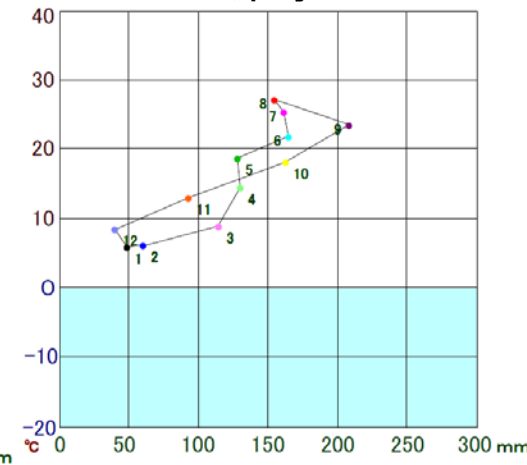
ロンドン



ハノイ



東京



4都市のクライモグラフ



# ニーズ高い「日式住宅」モデルの標準(モデル)化が鍵

- ◆ アジア新興諸国では、経済発展や高い技術力を背景に、いわゆる「日式」モデルへの期待は、住宅・建築物分野にも共通。
- ◆ 韓国/台湾/マレーシア等もグリーンビルやZEBを目指しているが総合力では日本に優位性有り。
- ◆ 「日式住宅」=【品質＋省エネ＋快適性＋デザイン】  
室内温熱環境，音環境，室内空気質，耐震，等をパッケージ化した「プレハブ建築」の総合性能と品質の高さが強み。
- ◆ 各社個別売込みでは無く、「日式住宅」モデル(標準)を業界/団体に整備し、ブランド化を図る事が大事。
- ◆ 自主基準(計測・評価方法，ラベリング基準 等)の策定 → 国内先行実施 → 海外実証(ショールーム化) → 普及展開の戦略が重要。

END