

建築部門の脱炭素化

— 2050年に向けて —

村上 周三

東京大学 名誉教授

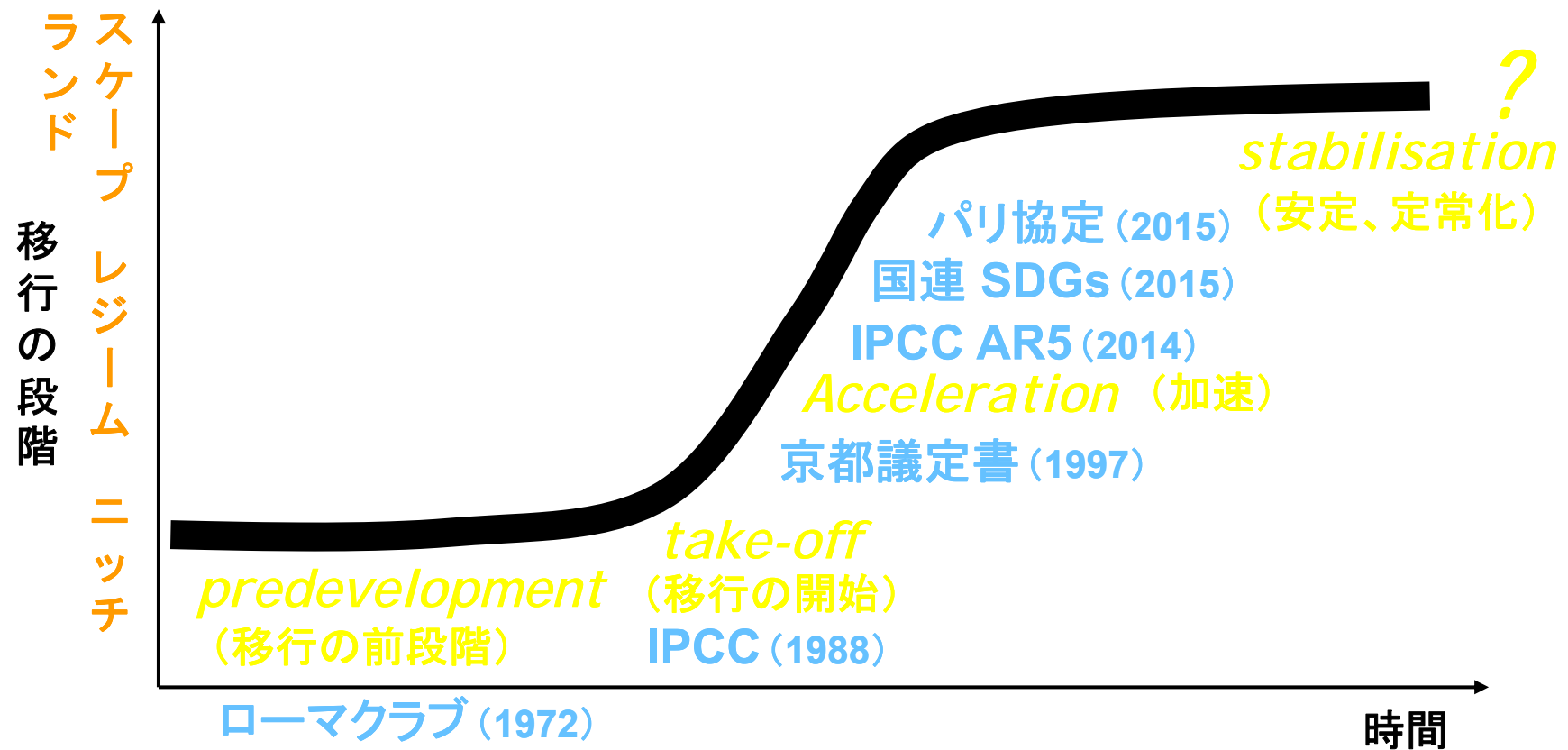
(財) 建築環境・省エネルギー機構 理事長

論点

1. 世界の動向

2. 日本の政策とビジョン

脱炭素化に向けた社会システムのトランジション



⇒ 持続可能な社会システムへの軟着陸は？

⇒ 建築・都市分野に求められるトランジションのためのマネジメント

出典: Dark Lorbach et. al.; Governance of Energy Transition: Practice of Transition Management in the Netherlands, International Journal Environmental Technology and Management, 2008, Vol.9, No.2/3 他

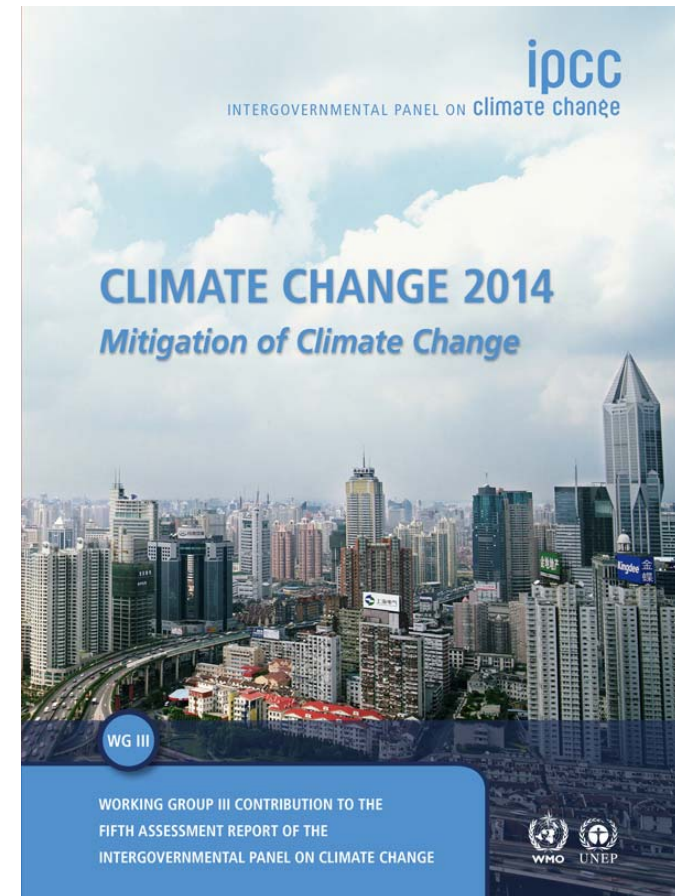
IPCC/AR5・WG3(気候変動の緩和策)(2014.4)

AR5の概要

- 報告書本文 (2,000頁以上)
- 政策決定者向けサマリー (33 頁)
- テクニカルサマリー (101 頁)

第Ⅲ作業部会の概要

- **16 の章**
(第9章: Buildings, 105p)
- **235人の著者**
- **900 人の査読者**
- **10,000 件近い参考文献**
- **38,000 件以上の査読コメント**

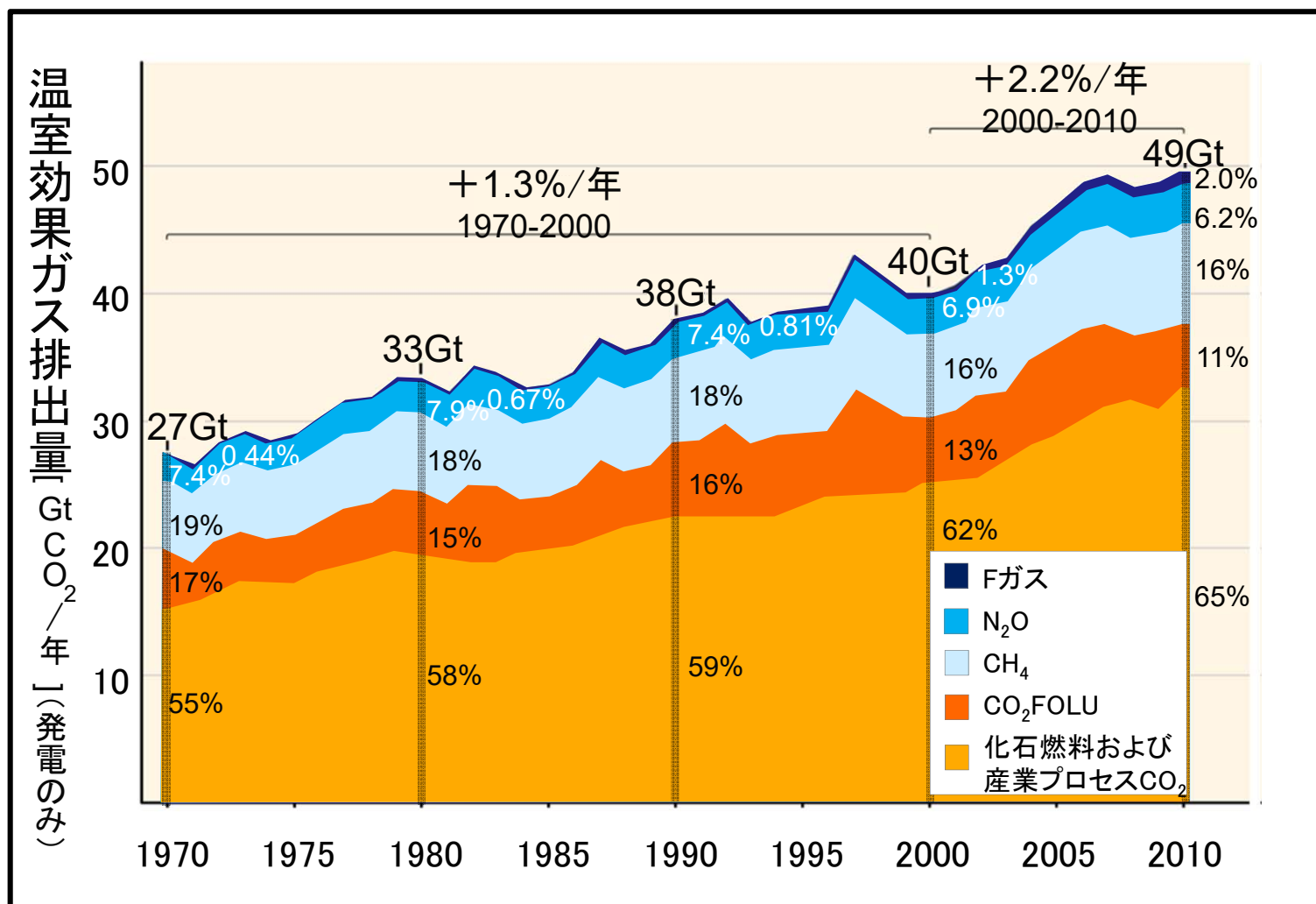


2°Cシナリオ: これを実現する取組の困難さ

⇒ 2050年までに40%~70%の排出削減、21世紀末までに排出をほぼゼロに

出典: IPCC/AR5 WG3 政策決定者向けサマリー 4

温室効果ガス排出量の推移（世界全体）

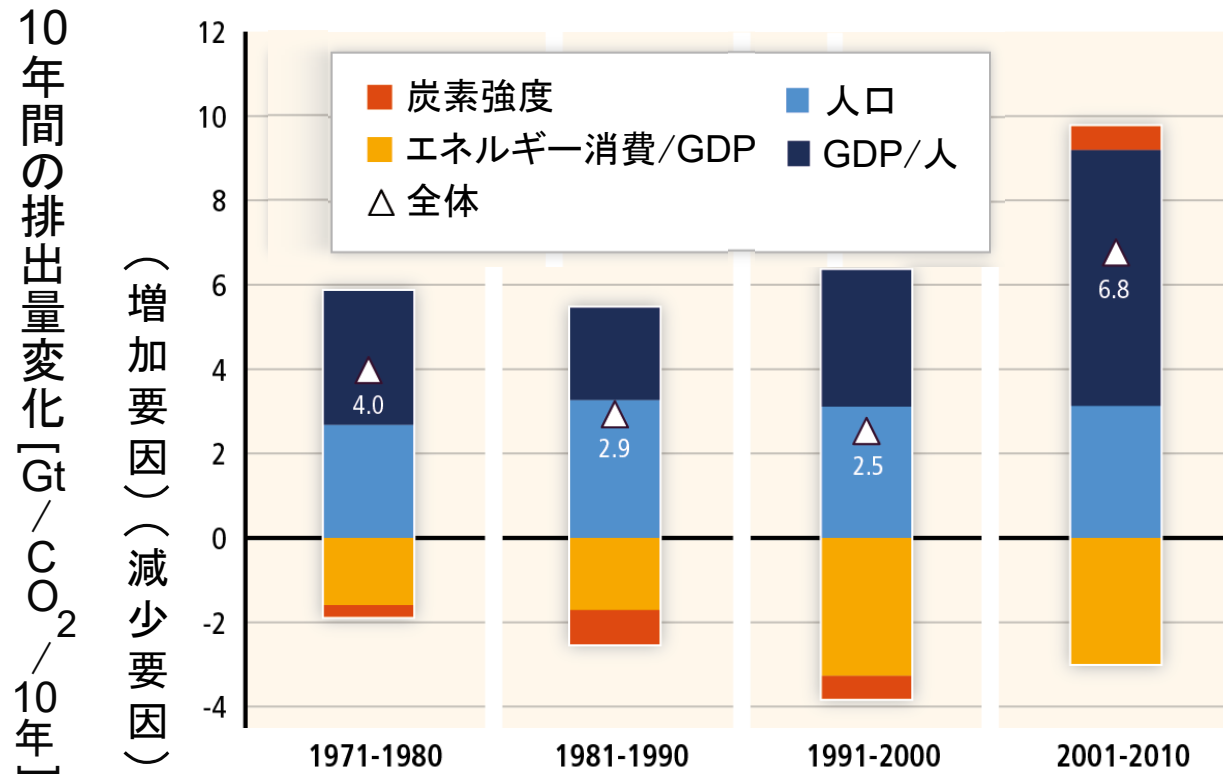


⇒ 加速する増加傾向

出典: IPCC/AR5 WG3 政策決定者向けサマリ, 2014 5

化石燃料消費から排出されるCO₂の要因分析

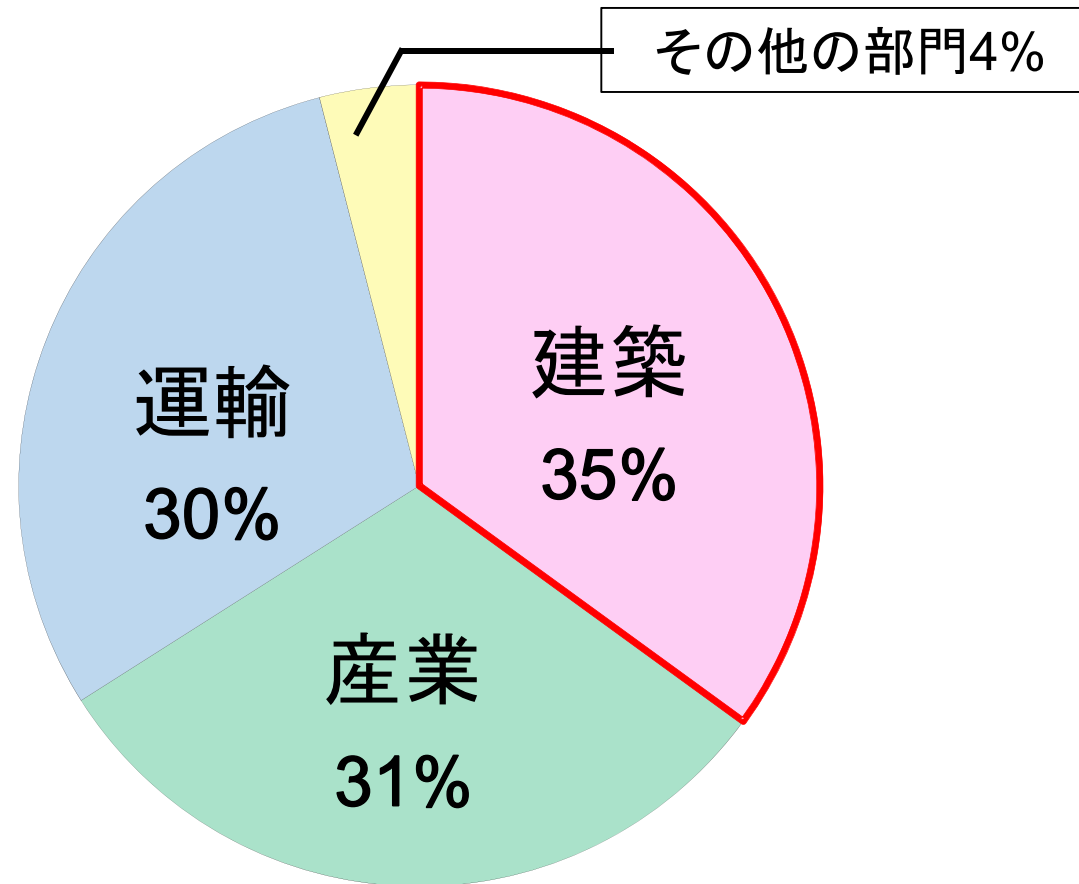
(世界全体)



- ⇒ CO₂排出量の増加に対しては、経済成長の寄与が大きい
- ⇒ 炭素強度 (Carbon Intensity of Energy) の寄与:
従来負であったが、近年正に転じた
- ⇒ これは近年の石炭消費量の増加によるもの

出典: IPCC/AR5 WG3 政策決定者向けサマリ、2014 6

部門別のエネルギー消費（世界全体, 2013）



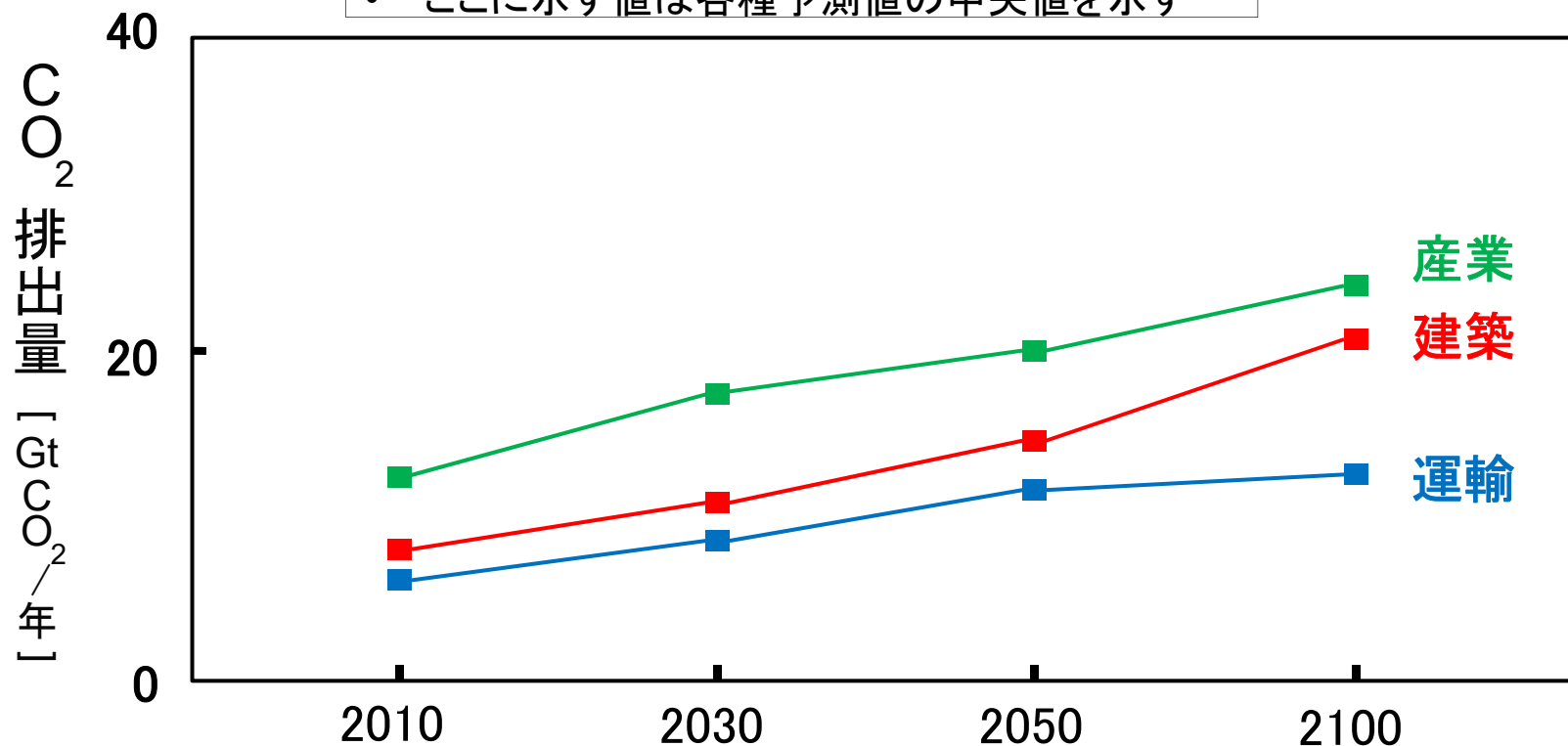
⇒ 建築部門に求められる省エネの推進

出典：IEA, “Transition to Sustainable Buildings”, 2013 7

Shuzo Murakami, Institute for Building Environment and Energy Conservation

CO₂排出量の将来予測（世界全体）

- 世界中には60～80の予測シナリオが存在する
- ここに示す値は各種予測値の中央値を示す

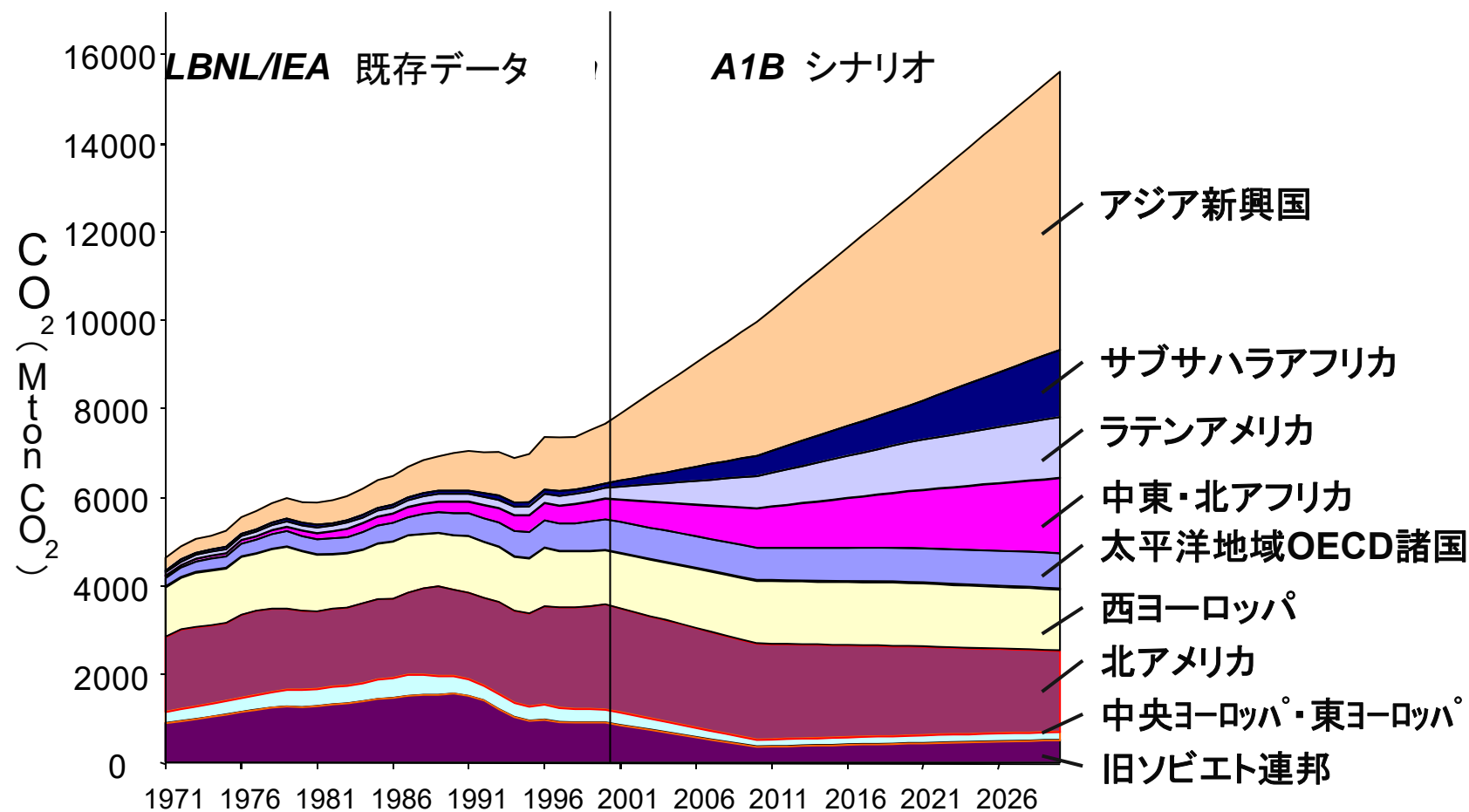


⇒ 21世紀を通じて継続する増加傾向

⇒ 発展途上国における経済水準の向上が主原因

出典: IPCC/AR5 WG3 政策決定者向けサマリ, 2014 8

建築部門におけるCO₂排出量の将来予測（地域別）



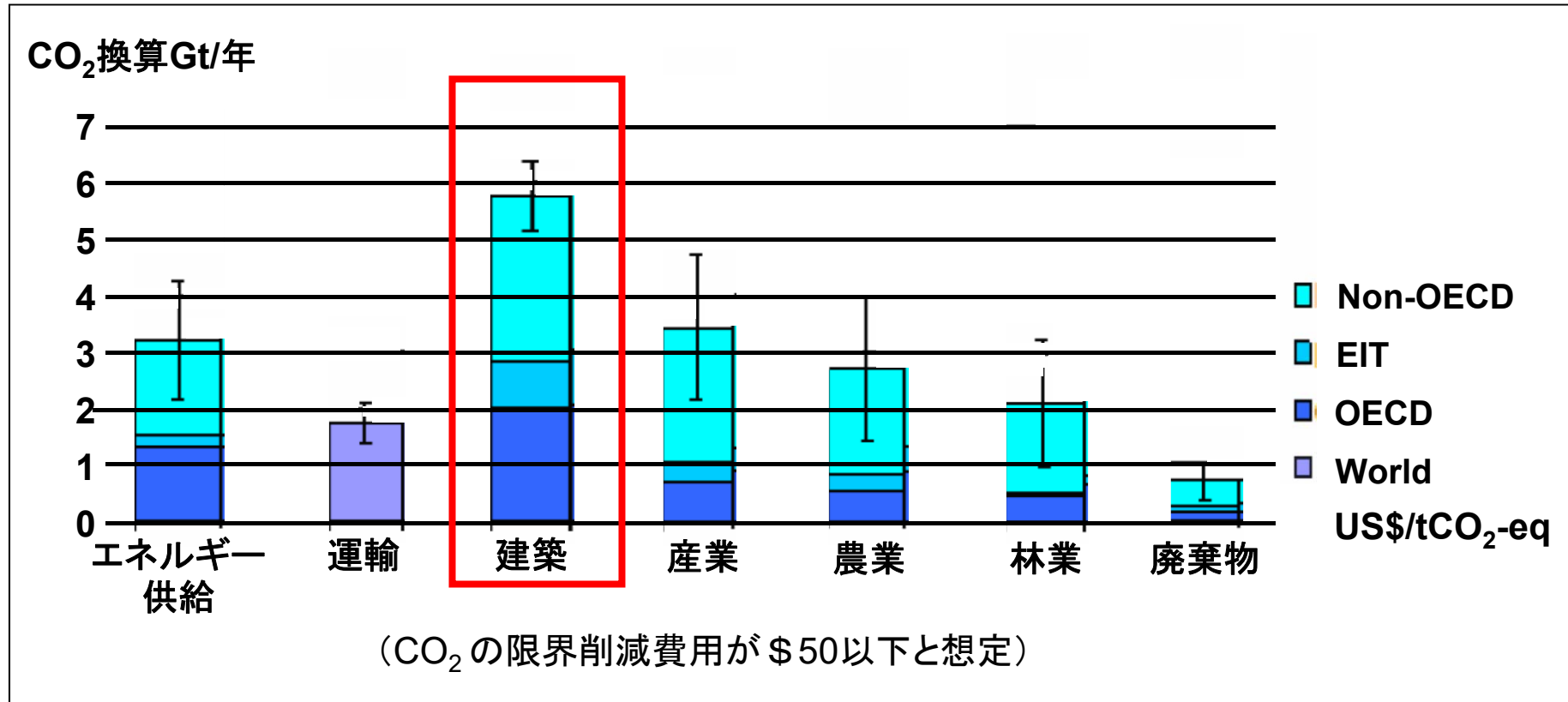
(A1Bシナリオ: 急速な経済成長、新技術の導入、すべてのエネルギー源のバランスを重視するシナリオ)

⇒ **アジア新興国における急速な増加**

出典: IPCC第4次評価報告書, 2007 9

建築部門の巨大なCO₂削減ポテンシャル：

2030年に向けた各部門の削減ポテンシャルの推計（IPCC）



⇒ 建築分野に期待される一層の省エネ

出典: IPCC第4次報告書 (2007) 10

建築の低炭素化の動向

IPCC/AR5・WGⅢ: Chapter 9 (建築部門)の概要

1. 現状と今後: 大幅増加の傾向
2. 対策の効果: 技術・政策は改善されつつある
3. 対策の視点: 文化、生活様式、消費者行動等
4. コベネフィット: 緩和策は健康増進など
多様なコベネフィットを提供
5. 省エネ政策: 適切に設計・実施されるなら効果的

パリ協定(2015.12)

目標: 気温上昇を2°C以内に抑える。さらに1.5°Cに抑える努力を追求

⇒ 日本は2050年時点でマイナス80%の排出削減を目指す

コベネフィット: 温暖化抑制のための行動が、社会/経済/環境面からの価値を提供

適応力や健康および持続可能な発展のコベネフィットをもたらすことを認識する

環境

- 屋外の汚染抑制
- 室内の環境改善
- エコシステムの保全
- ヒートアイランド抑制

社会

- 災害に対する対応力
- 燃料貧困の緩和
- 女性、子供の生産的な時間の増加

経済

- 雇用創出
- エネルギーセキュリティ
- 生産性向上
- 建物の資産価値向上
- エネルギー助成の軽減

AR6・WG3 の計画

1. 承認予定: 2021.7
2. 全17章構成(右参照)
 - 主要な枠組み概念として
持続可能な開発(SD)を据える
(1 及び 17 章)
 - 2~4章で排出傾向、ドライバ及び
経路のハイレベル評価を行う
 - 部門別の6~11章はAR5を踏襲
 - 部門別章における人間的側面
(human dimensions)を検討する為
に5章を置く。
 - 部門別章で表せない概念を12章で
取り扱う
 - 13、14章で制度、政策、国際協力を
カバー
 - 15、16章はパリ協定で明示的に言
及された主要な部門横断領域

1~5

6. Energy systems

7. Agriculture, Forestry,
and Other Land Uses
(AFOLU)

8. Urban systems
and other settlements

9. Buildings

10. Transport

11. Industry

12~17

⇒ **SDGsの枠組みの導入**

出典: WORKING GROUP III CONTRIBUTION TO THE IPCC
SIXTH ASSESSMENT REPORT (AR6) Background information (2017)

13

国連 SDGs: 持続可能な開発目標 (2015.9) (Sustainable Development Goals)

- ・ 2030年に向けたゴール(17) とターゲット(169)
- ・ 経済、社会、環境 の統合的取組
- ・ 気候変動、エネルギー等についても多くの提言



Goal 7 : クリーンなエネルギー



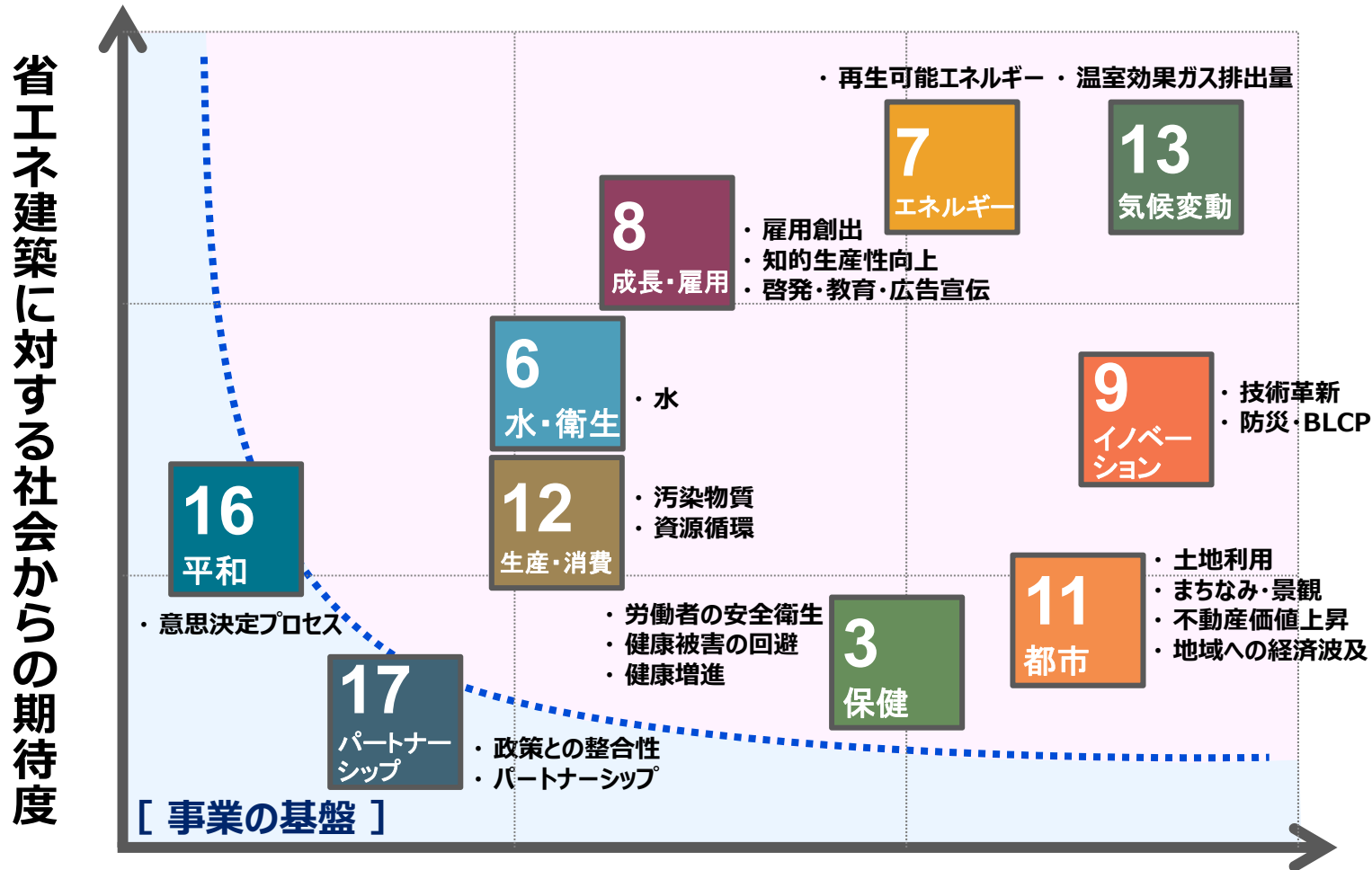
Goal 11 : 持続可能なまちづくり



Goal 13 : 気候変動対応

⇒ 脱炭素化について、日本のビジョン提示と
国際貢献が求められている

SDGs導入における重要課題(マテリアリティ)の位置づけ: 省エネ建築の事例



論点

1. 世界の動向

2. 日本の政策とビジョン

1. 消費実態

1. 戦後一貫した増加傾向

⇒ 2005年より民生部門がはじめて減少傾向に

2. 背景

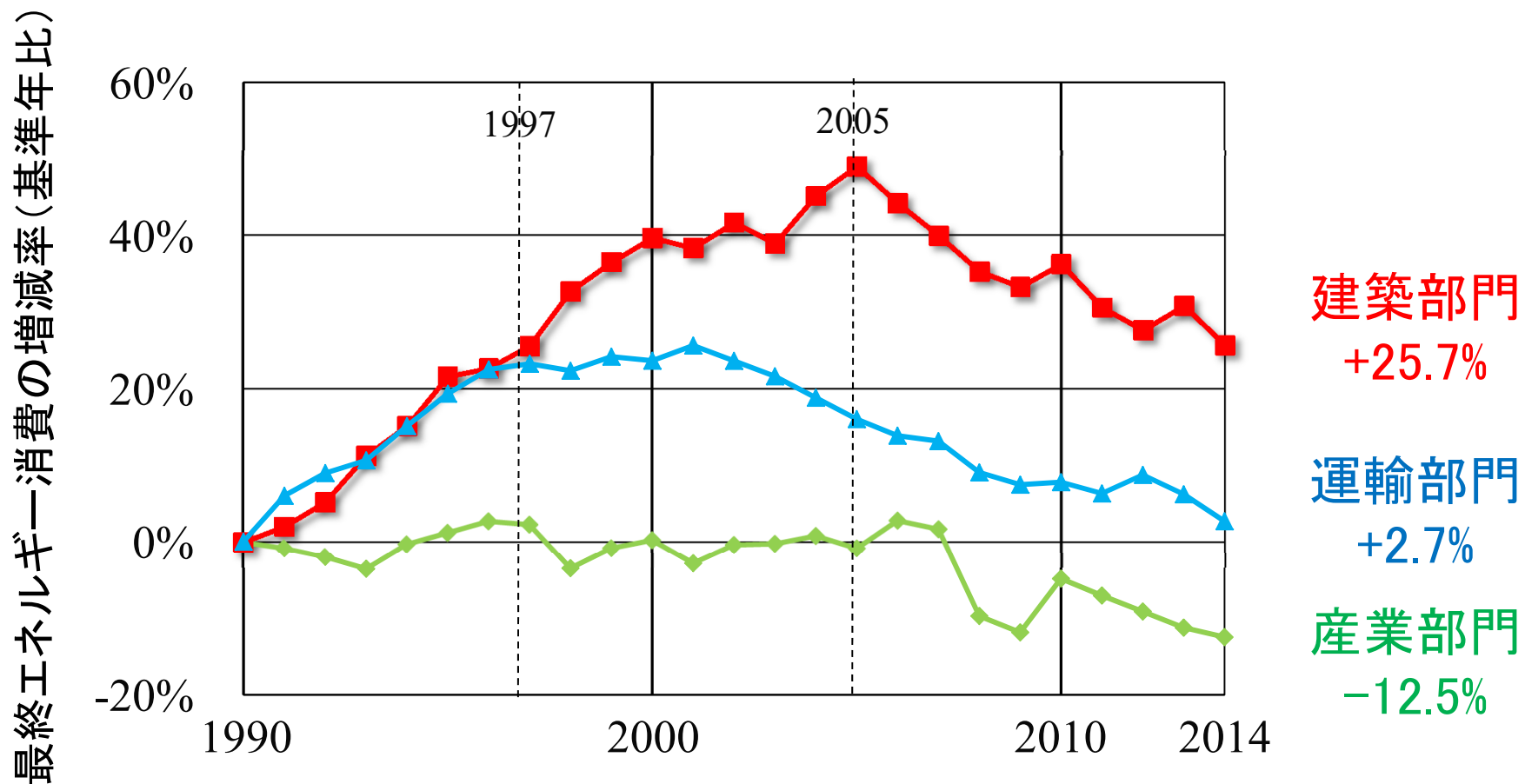
⇒ 行政: 省エネ法の強化等の対策の進展

⇒ 機器効率改善や断熱向上 等

⇒ 社会: 省エネ文化の浸透、クールビズ 等

⇒ 経済: 高齢化、人口減少、消費経済の停滞 等

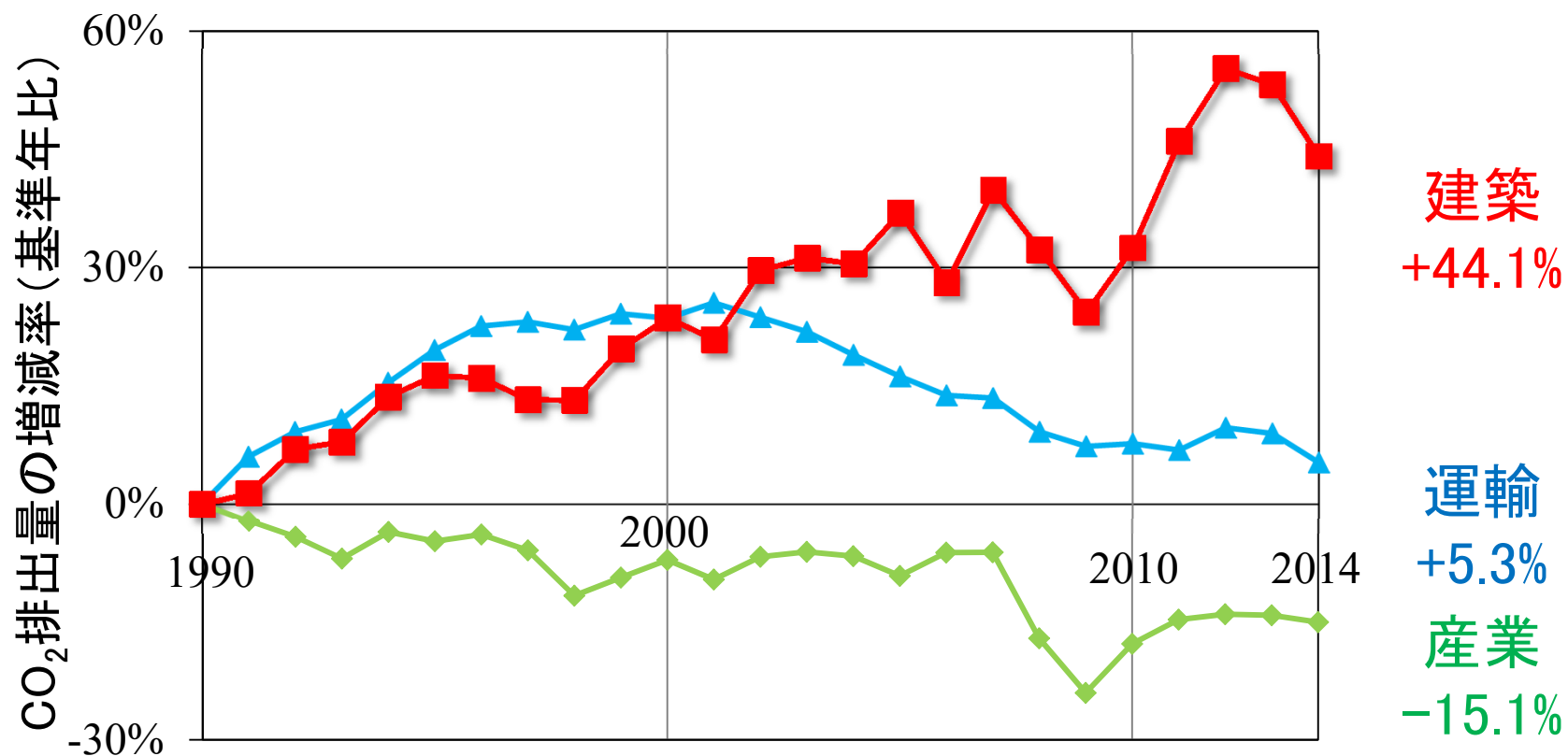
最終エネルギー消費の推移 (1990-2014)



- ⇒ 他部門に比べ、減少傾向開始の遅れ
- ⇒ 既に削減した上に、今後更に大幅削減 (40%)

出典:総合エネルギー統計(資源エネルギー庁) 18

CO₂排出量の推移 (1990-2014)



⇒ リーマンショック (2009)、東日本大震災 (2011) 後、
 建築分野のみ大幅増

⇒ 民生部門40%削減の国際公約 (COP22)

出典: 温室効果ガス排出・吸収目録(環境省) 19

2. 政策目標と課題

1. 世界の趨勢: 先導的な先進国における共通認識

⇒ 国全体として80%削減かそれ以上

2. 目標: 日本でも長期目標は、民生部門の100%削減と認識すべき

3. 求められる更に踏み込んだ政策提案

⇒ 技術開発、規制、誘導、キャンペーン等の手段を総動員

⇒ 国民の理解が得られる手段を提示できるか？

⇒ エビデンス・ベースド・アプローチ

4. 建築省エネは電力の低炭素化に依存する部分大

⇒ 電力の低炭素化による貢献と

建築自体の低炭素化による貢献を弁別して評価

3. 脱炭素化推進のための行政・経済・技術開発の枠組み

1. 建築分野の脱炭素化を支援・補完する3つの方策

- ① 規制
- ② 経済的手法（支援・誘導・インセンティブ）
- ③ 情報的手法（啓発・社会発信）

2. 低炭素化を加速する3つのイノベーション

- ① 技術イノベーション
- ② 政策面のイノベーション
- ③ ライフスタイルイノベーション

⇒ ①～③と①～③を連成した取組みによる省エネの推進

省エネ法の強化

1. 規制措置：適合の義務化

- 2,000m²以上の新築の非住宅建築物を対象
- 2017年4月より施行

⇒ 2020年までに段階的に対象を拡大する方針

2. 誘導措置：容積率の緩和

- 省エネ基準よりも高レベルの誘導基準を達成した場合に容積率のボーナスを与える
- エネルギー消費表示による高性能建築への誘導
- 2016年4月より施行

⇒ BELS(建築物省エネルギー性能表示制度)の普及

4. スtock建築対策: スtock建築対策の困難さ

1. 私有財産であるStock建築: 有効な対策は少ない

⇒ 適用可能な手段の一つとして、建物単位の排出権取引

⇒ 間接的手段として、①エネルギー消費性能の表示
②エネルギー消費量の開示

2. 新築建物の対策

⇒ 相対的に容易

3. 省エネ法の適用対象

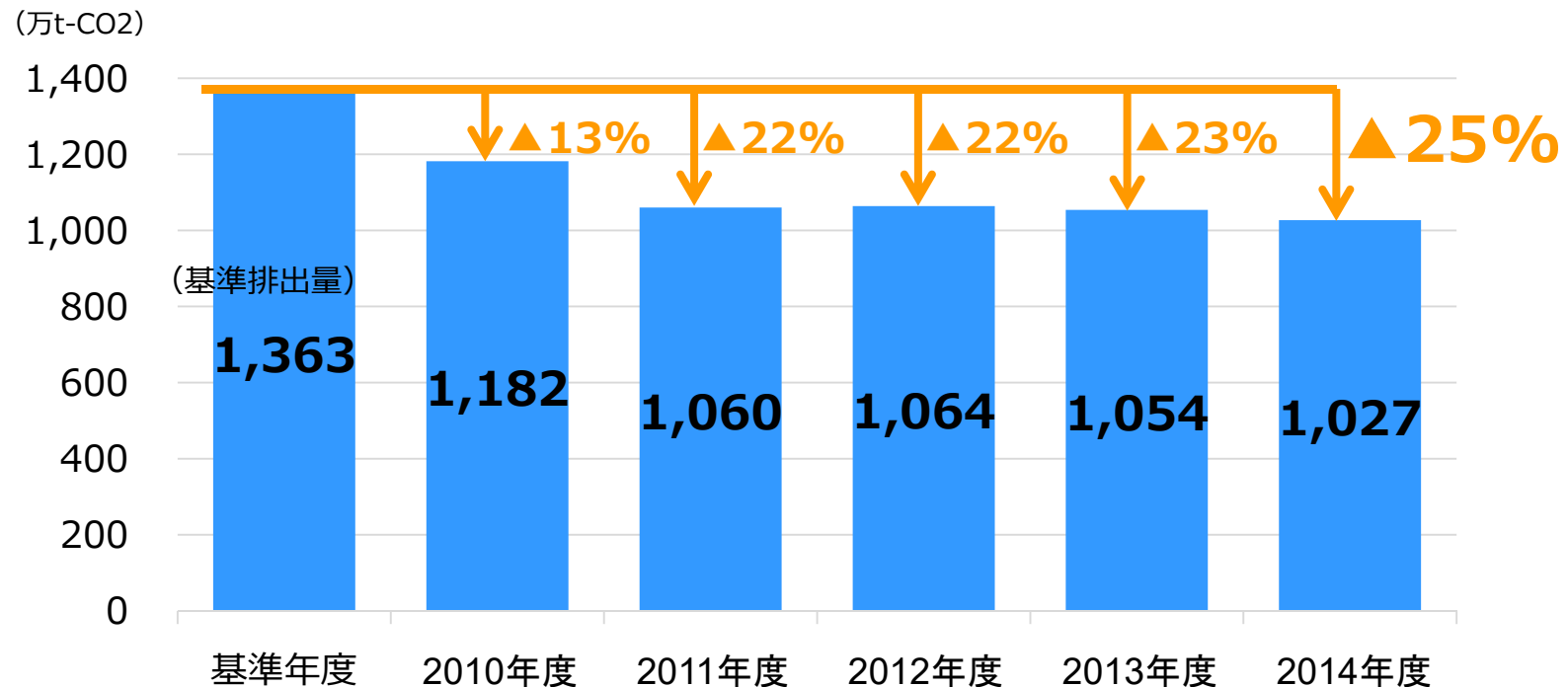
⇒ 主に新築で、Stockへの適用は限定的

⇒ 断熱義務化などに、過剰な速効性を期待することは危険

東京都 排出権取引制度

- 業務部門を対象とした世界初の排出権取引制度を導入（2010年）

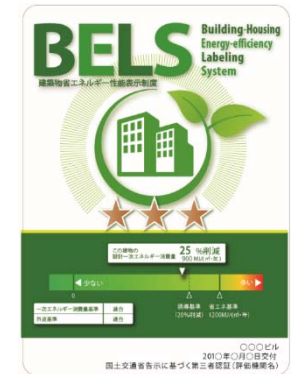
対象事業所の温室効果ガス総排出量の推移（第1計画期間）



⇒ 第1計画期間の5年間で、基準年度比25%削減を達成

注) 基準排出量とは、事業所が選択した平成14年度から平成19年度までのいずれか連続する3カ年度排出量の平均値 出所) 東京都環境局資料

急速に普及するBELS (建築物省エネルギー性能表示制度)



BELS評価の実績の推移



⇒ BELSの評価実績が爆発的に増加中

5. 設備機器のリプレイス と 躯体のリプレイス

1. 耐用年数: 機器は短く、躯体は長い

2. 物理的耐用年数と社会的耐用年数: 早めのリプレイスの有効性

⇒ 2050年時点: 2016年時点のストック建築の大半がリプレイスされる

⇒ ただし新築も年と共に老朽化するので、継続対応が必要

3. リプレイスに向けた経済的誘導

⇒ ESCO事業等

6. 脱炭素化推進のインセンティブ

1. 建物や設備の性能水準の選択

- 最終的な意思決定者はオーナー
 - ⇒ 設計事務所/建設会社に意思決定権限がある訳ではない
 - ⇒ オーナーの環境意識が高いとは限らない

2. オーナー/テナント間のインセンティブ・スプリット問題

- 省エネ投資や省エネ活動推進に対する大きなバリエー
 - ⇒ 省エネの努力をしても、その果実が本人(オーナー又はテナント)に還元される訳ではない

3. 建物性能のブランディング

- CASBEE、LEEDなどの建物性能評価ツールの活用
- 評価結果の開示による環境建築の市場の形成
 - ⇒ オーナーの意識の刺激

7. 技術の開発と普及

1. 機器の効率改善

- 民生部門におけるエネルギー効率改善の中心
- トップランナー制度の一層の深化・拡大
 - ⇒ 従来型技術の効率改善には限界の兆し
 - ⇒ ヒートポンプの成績係数など（資料10）

2. 優れたイノベーションの早期の実用化、普及方策

- ⇒ 放置したのでは、折角の有用技術が普及しない事例多し
 - ⇒ 特に住宅では、躯体のリプレイスまで高効率機器が導入されないことが多い
 - ⇒ LED照明は例外的事例
- ⇒ いかにして、普及のためのインセンティブを与えるか

3. イノベーションの促進

- ⇒ 脱炭素化の行政目標が、シーズを刺激してイノベーションを誘発させるような制度設計

8. ZEB/ZEHとLCCM

1. 中低層建築

⇒ ZEB、ZEH実現の技術的バリアーは少ない

2. 高層建築

⇒ 排出権取引で実現するか（業務）

⇒ 高層建築物のオーナーは一般に高性能を目指す意向が高い

⇒ ZEBというブランディングが、取引参加の動機付けになるか

3. ライフサイクルの視点から見たZEB、ZEHの問題点

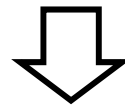
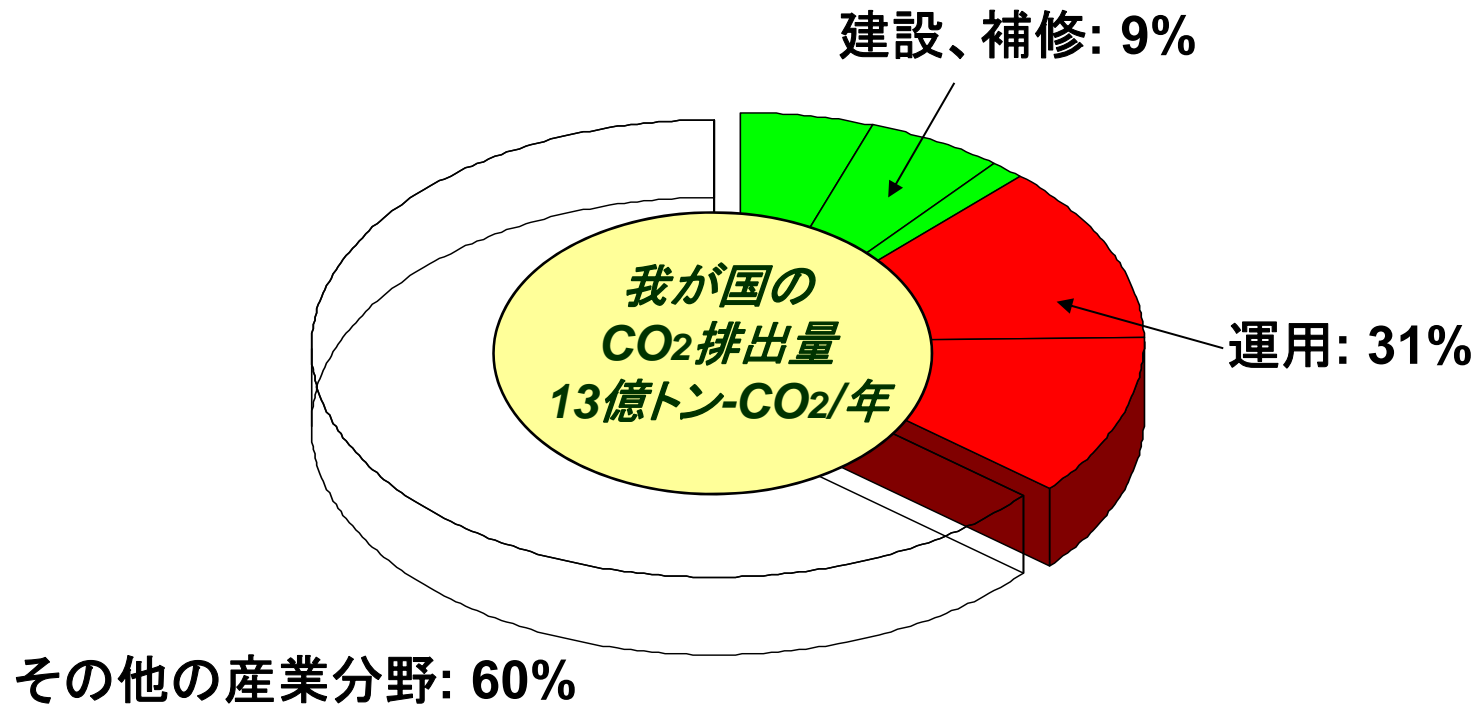
⇒ ZEB、ZEHの枠組で、木造 / 鉄骨造 / 鉄筋コンクリート造の優劣を説明できるか？

4. 現在の議論は勿ら運用段階の省エネ

⇒ 次は建設段階の省エネ

⇒ LCCM住宅（ライフサイクル・カーボンマイナス）等

建築分野からのCO₂排出量(日本)



CO₂排出量の40%が建築分野による

9. 自治体行政と脱炭素化

1. 民生部門の省エネ行政：自治体の関与が決定的に重要

⇒ 省エネ法をはじめ、建築に係わる業務は、主に自治体が担当

2. 民生の省エネ：日々の生活に直結

⇒ 欠かせない市民との連携

⇒ 市民に近い目線の自治体職員

3. 民生部門の省エネと地域再生

⇒ 省エネに向けた新築、改修：地元経済に及ぼす大きな経済効果

4. 中央政府による自治体行政の支援：裾野の底上げとピークの引き上げ

⇒ 裾野の底上げ

⇒ 地方版総合戦略(内閣府)、地方公共団体実行計画(環境省)等

⇒ 基本的に全自治体が作成

⇒ ピークの引き上げ

⇒ 内閣総理大臣による優良自治体の認定

⇒ 環境モデル都市(2008)、環境未来都市(2011) (資料11)
地域活性化モデルケース(2014) 等

10. コベネフィット

1. 大幅な環境負荷削減(CO2排出削減)と同時に、QOLの確保

⇒ QOLが低下するのでは市民の賛同は得られない

2. 省エネがもたらす多面的なコベネフィット

⇒ QOLの確保に貢献

⇒ IPCC(第5次レポート, 2014)による指摘 (資料12)

3. コベネフィットの見える化

⇒ 財務的価値と非財務的価値

⇒ 特に後者を重視するESG投資の活性化

⇒ 環境建築普及に対する大きな支援

省エネにおける経済合理性の見える化(家庭)

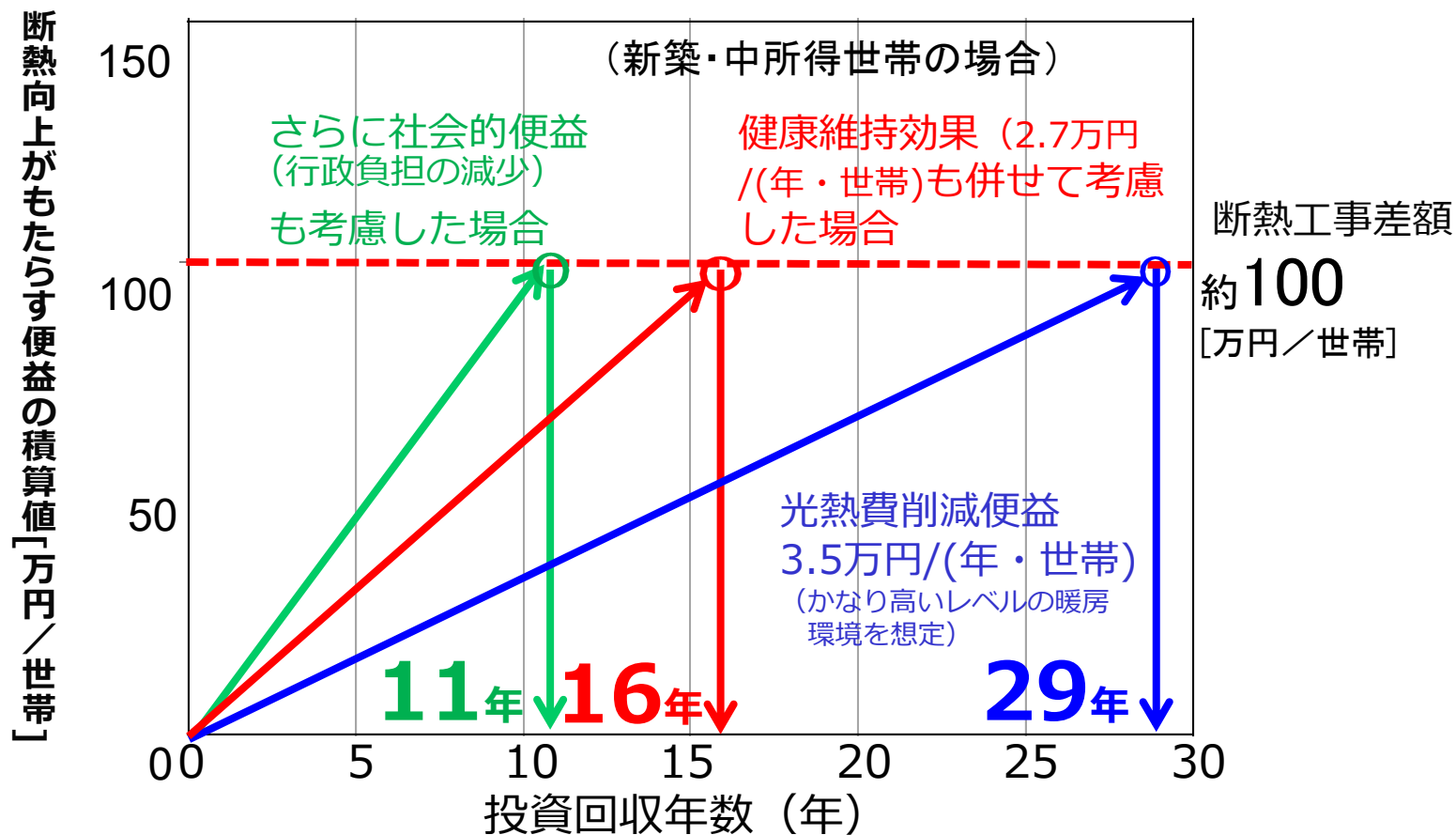
1. 断熱向上の必要性の説明

- ⇒ 省エネ効果のみの説明: 共感を得にくい
- ⇒ 断熱の投資回収: 光熱費削減の便益のみでは長期の回収年数を必要とし、経済合理性に欠ける

2. 多面的なコベネフィットの活用

- ⇒ 財務的価値と非財務的価値
- ⇒ 非財務的価値としての健康・快適、遮音性向上等
- ⇒ これらを財務的価値として評価できれば投資回収年数は大幅に短縮される

住宅断熱投資回収年数



- ⇒ 健康増進効果を考慮すれば、投資回収年数は大幅に短縮
- ⇒ コベネフィットの導入により、断熱投資の経済合理性が大幅に向上

11. アジアの蒸暑気候における環境調整

1. 蒸暑気候: 欧米に比べ、暖房需要が少ない

- ・ 歴史的俯瞰: 環境調整技術は欧米の寒冷地で発達してきた

- ⇒ エネルギー需要は暖房が中心

- ⇒ 結果として、世界に蔓延する断熱を中心とした省エネ対策

- ・ アジア: 断熱の省エネ効果は限定的 (家庭)

- ⇒ 断熱の効果に過剰な期待を持たないこと

- ⇒ 日射遮蔽、通風も同様に重要

- ・ 一方で、断熱のもたらすコベネフィットを忘れてはならない

2. エネルギー需要が大きい分野: 冷房を含めた設備機器利用

- ⇒ トップランナー制度の重要性

12. 環境建築金融

1. 環境建築推進に向けた国連の活動

- ⇒ 責任投資原則(PRI)：UNEP FI(国連環境計画金融)による(2006)
 - ⇒ GPIF(年金積立金管理運用独立法人)が署名(2015)
- ⇒ 責任不動産投資(RPI)：
UNEP FI PWG(不動産ワーキンググループ)による(2008)

2. 建設産業に対するESG投資の活性化

- ⇒ グローバル不動産サステナビリティ・ベンチマーク(GRESB)の普及(2009)
 - ⇒ 不動産業界のESG配慮を計るベンチマーク調査
 - ⇒ 実績値評価に基づく

3. 建設・不動産ビジネスにおける

Divestment と Engagement の動き

13. 公的機関による経済的インセンティブ(補助金、優遇税制等)

1. 省エネ建築への誘導という点で大きな効果

⇒ 住宅エコポイント

⇒ エンドユーザーへの直接誘導と
中間ユーザー → エンドユーザーという間接誘導

2. エビデンスに基づく効果の検証の必要性

⇒ 充分効率的な支援になっているか？(バラまきの回避)

⇒ ユーザーにとって充分魅力的なプログラムになっているか？

⇒ ユーザーにとっての経済合理性の視点

3. 各省庁による多様なプログラム

⇒ 重複回避に向けて、省庁連携の必要性

14. 都市スケールの低炭素化

1. 都市インフラに特有の長い時間スケール

- ⇒ しばしば発生する経営環境、技術環境の構造的変化
- ⇒ 競争力を失ったインフラも継続保存される事例多し
- ⇒ Lock-in(技術固定化)回避のデザイン

2. 地域エネルギー事業

- ⇒ 省エネの進展によるエネルギー需要の減少
 - ⇒ 弱体化する経営基盤
- ⇒ 負荷密度が低い地区に建設される
地域エネルギーインフラが不良資産化する懸念

3. 電力、通信、運輸等、他の都市インフラとの統合化による 効率向上

省エネ・省CO₂に終りなし

ご清聴ありがとうございました

IBEC 一般財団法人
建築環境・省エネルギー機構
Institute for Building Environment and Energy Conservation

<http://www.ibec.or.jp/index.html>

JSBC 一般社団法人
日本サステナブル建築協会
Japan Sustainable Building Consortium

<http://www.jsbc.or.jp/index.html>