

カーボンニュートラル建材 特別研究委員会

幹事・野口貴文
東京大学

研究の目的・体制

□ 目的

- 建築・都市のカーボン・ニュートラル化を実現するための建築材料の断熱・遮熱・蓄熱特性の有効利用方法の提示
- 建築材料の耐久性の観点でライフサイクル全体でのカーボン・ニュートラル化の評価

□ 体制

- 建築WG：コンクリート造
- 住宅WG：木造・軽量鉄骨
- 都市WG：ヒートアイランド問題

報告書の目次

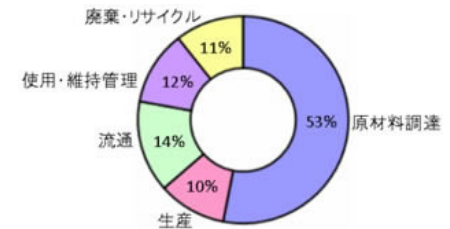
1. 研究の目的・体制・活動内容
2. **建築生産活動**におけるカーボンニュートラル化
 1. カーボンフットプリント制度
 2. 個別の事例紹介
3. **運用時**におけるカーボンニュートラル性の評価
 1. 住宅・建築物・都市への影響評価方法
 2. 評価事例の紹介
4. 個別技術の紹介
 1. **遮熱**
 2. **蓄熱**
 3. **保水**
 4. **緑化**
 5. その他
5. 住宅・建築物の事例紹介

カーボンフットプリント制度



CFPマークの例

- 製品の原材料調達から廃棄・リサイクルまでの全工程を5段階に分類
- 製品カテゴリーごとに「商品種別算定基準（PCR：Production Category Rule）」策定
- PCRに従い、全工程のCO₂排出量を合計したものがCFP



セルロースファイバーのLCCO₂排出量内訳
[1袋15kgあたり、11.9kg-CO₂eの内訳]
*ここでいう使用段階は、建築の施工時に当る

□ 建材のカーボンフットプリント

- コンクリート PCR策定中
- 鋼材 PCR策定中
- 木材 PCR策定済。登録済製品有
- 断熱材 PCR策定済。登録済製品（セルロースファイバー）有
- 建材用アルミ形材 PCR策定中
- カーテンレール PCR策定済、登録済製品有
- ブラインド類 カーテンレールのPCR準用、最終審査段階製品有

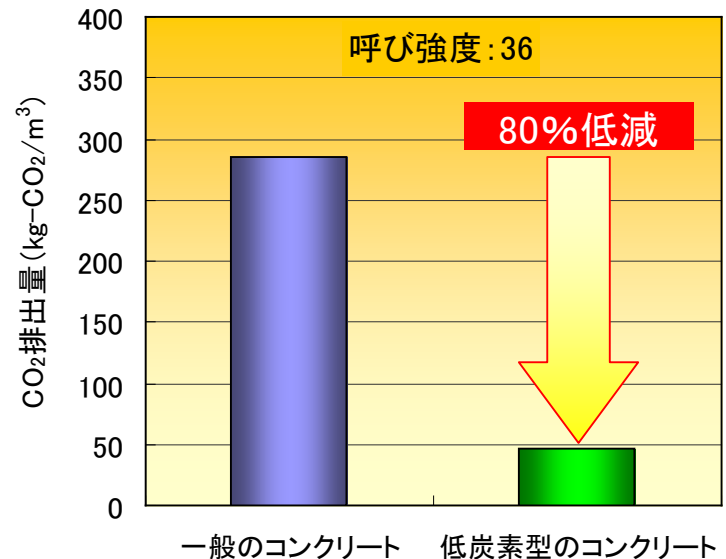
- CFPはLCCO₂評価だが、建材自体がエネルギーを使用するわけではなく、建物運用時のCO₂排出はほぼ無いという扱いになってしまう
- 運用時のCO₂排出削減に寄与する建材は、製造時のCO₂排出が大きくても全体のCO₂削減に寄与する場合あり
- このようなことも考慮した部位や建材レベルでのカーボン・ニュートラル性の評価方法が必要

建築生産活動における カーボンニュートラル化（1/2）

□ 低炭素型コンクリート

- 普通セメントの70%以上を高炉スラグ微粉末、フライアッシュ、シリカフェームなどの産業副産物で置換
- コンクリート構造物全般に適用可能
 - 基礎や地中梁などのマスコンクリートが最適
- 中性化が速い
 - かぶり厚さの確保、調合の検討が重要

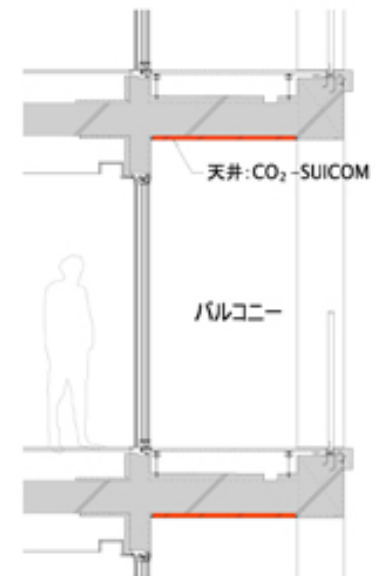
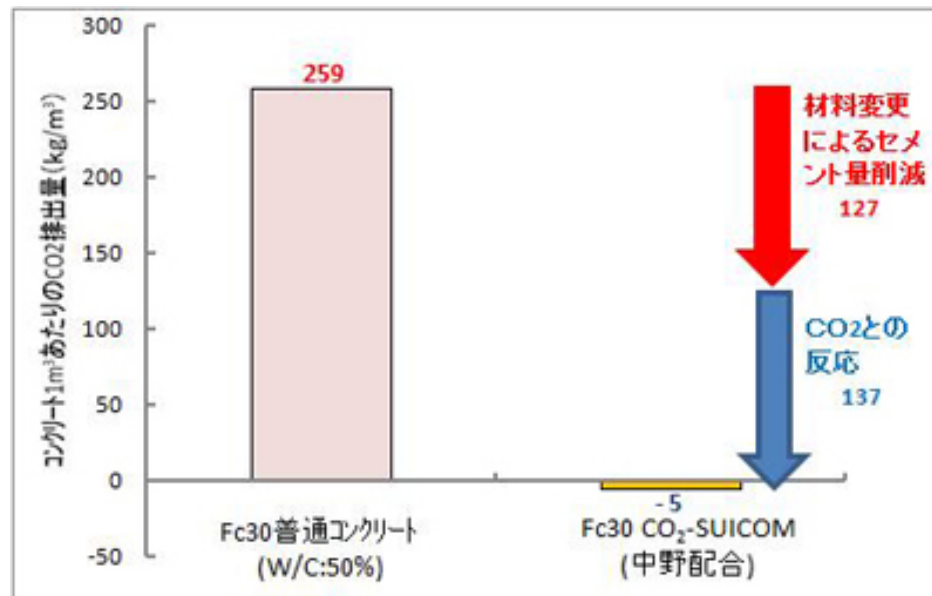
CO₂排出量を大幅に削減



建築生産活動における カーボンニュートラル化 (2/2)

□ CO₂吸収コンクリート

- コンクリートの主原料であるセメントの一部を特殊混和材と置換
- 特殊混和材はCO₂と反応することで、コンクリートを緻密化・硬化



建物運用時における部材の評価方法

「建築用断熱材及び開口部材のLCCO₂の算定及び表示方法」JIS原案（NEDO委託，建産協）2008
 使用段階における暖冷房用エネルギーに係るCO₂排出削減量の算定（推定）が含まれている。
 ただし、日射の影響が含まれていない。

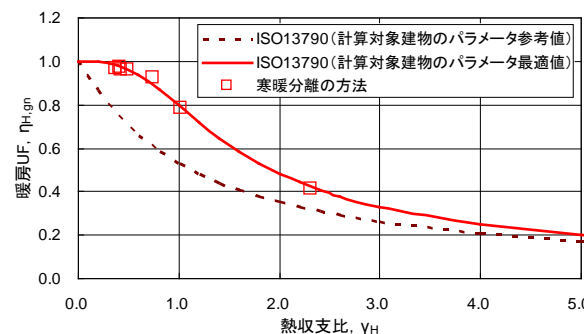
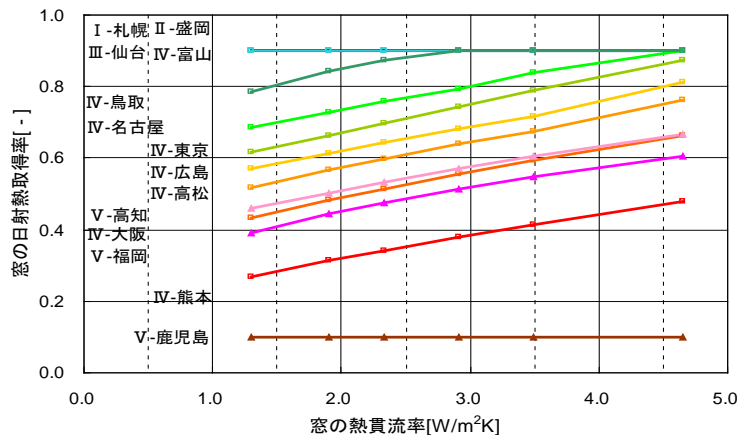
ISO 18292: Energy performance of fenestration systems for residential buildings - Calculation procedure

窓のエネルギー性能：窓の3つの熱性能を変数として、気象・建物仕様・暖冷房・窓面方位などを考慮し、単位窓面積あたり1年あたりの窓に起因する暖冷房負荷

ユーティリゼーションファクタ（ISO13790）を用い、建築物の熱特性を考慮した窓のエネルギー性能評価法を構成



日本への適用：標準住宅モデルの設定、ユーティリゼーションファクタの改善



計算対象建物のパラメータ最適化によるUFの検討

Energy Window	
Window Ltd. XYZ 68/abc	
	C
Energy Index (kWh/m ² /year) <small>(Energy Index certified by BFRC and based on UK standard window. The actual energy consumption for a specific application will depend on the building, the local climate and the indoor temperature)</small>	-14
The climate zone is:	UK
Thermal Transmittance (U-value)	1.7 W/m ² .K
Solar Factor (g-value)	0.50
Air Leakage (L-value)	0.10 m ³ /m ² /h
<small>This label is not a statutory requirement. It is a voluntary label provided as a customer service to allow consumers to make informed decisions on the energy performance of competing products.</small>	

窓のエネルギー性能の格付けの例(英：BFRC)
 熱貫流率・日射侵入率・漏気量を考慮（地域別）

年間暖冷房負荷が小さくなる窓の熱貫流率と日射熱取得率の組み合わせ

建物運用時における部材の評価方法（その他）

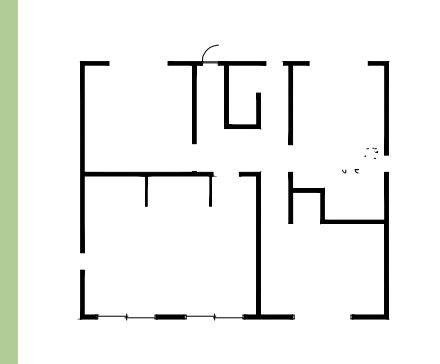
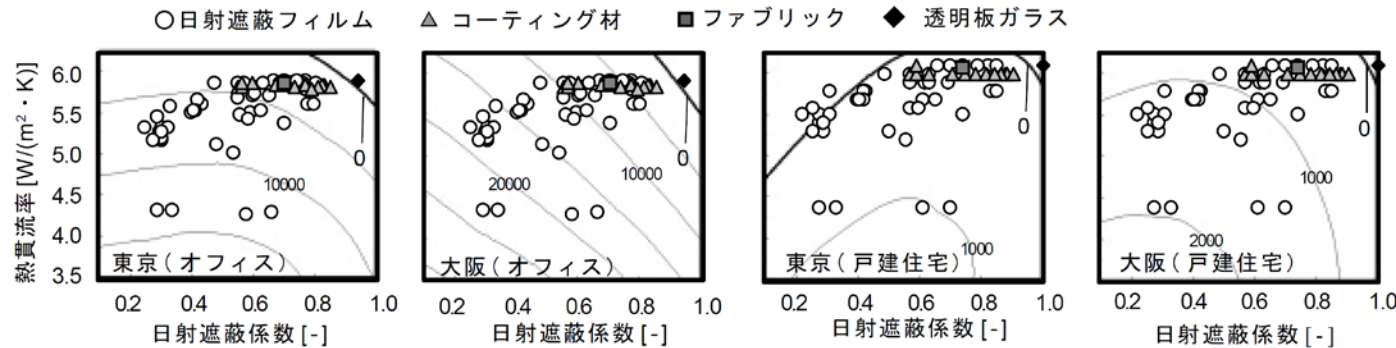
環境技術実証事業（環境省）

建築物に後付けで取り付けることができる外皮技術

窓用日射遮蔽フィルム、窓用コーティング材、窓用後付複層ガラス、屋根・屋上用保水性建材、高反射率ブラインド、防水シート、高反射率瓦、高反射率塗料など、標準仕様に対する年間冷暖房負荷低減量などの算定値で評価

数値計算の概要

対象建物	数値計算
戸建て住宅（平成 18～22 年度は RC 造）	LESCOM-env ⁴⁾
戸建て住宅（平成 23 年度から木造）	AE-Sim/Heat ⁵⁾
オフィス	NewHASP/ACLD ⁶⁾
工場モデル	AE-Sim/Heat



透明板ガラス（オフィス:FL8, 住宅:FL3）を基準とした年間冷暖房負荷低減量（単位: MJ）

伊藤大輔, 武田仁, 足永靖信, 藤本哲夫: 既存の窓面を対象とした遮熱化技術の光学特性及び熱特性の調査と空調負荷削減効果に関する数値計算, 日本建築学会技術報告集, Vol.16, No.32, pp.185-190, 2010

計算用住宅モデルの例

仕上材料を対象とした総合環境性能評価ツール

既存の評価項目をベースに評価基準を設定

環境性能に関するアンケート結果を参考に評価基準設定

評価項目

	両次性	再生資源	ガソリン消費	地球温暖化	ライフサイクル	有害物質	熱伝導率	難燃性	木材使用
CASBEE	○	○	○	○		○			○
エコマーク		○	○	○	○	○	○		
グリーン購入法		○	○	○	○				
BCJアグレマン			○	○	○	○	○	○	
T-feels	○	○	○	○	○	○	○		○

高橋愛枝, 永井香織, 小柳秀光, 並木哲, 森川泰成: エコマテリアルに関する評価方法の実態調査, 日本建築士学会大会学術講演会研究発表論文集, p83-84, 2010年10月

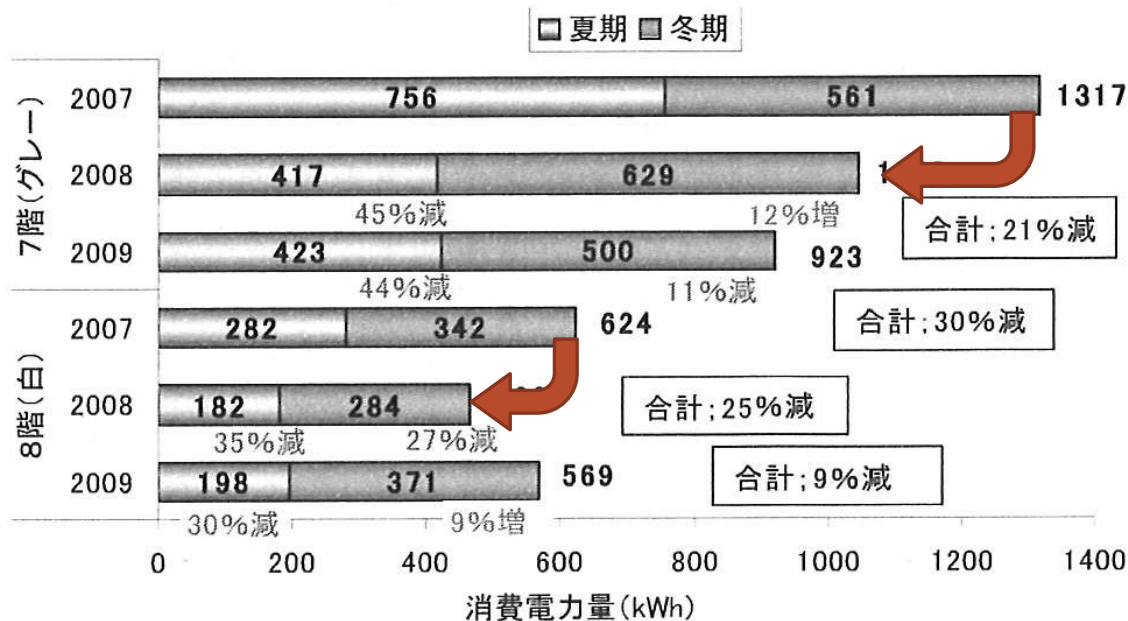
新規評価項目

大項目	小項目
1 省資源	1-1 長寿命性
	1-2 リサイクル材
	1-3 再生可能材料
	1-4 その他の取り組み (解体時の分別のし易さ)
2 地域環境	2-1 健康被害のある物質の使用回避
3 地球環境	3-1 フロン・ハロンの使用抑制
	3-2 製造時のCO ₂ 排出量
	3-3 運用時のCO ₂ 排出量

個別技術（遮熱）

□ 高日射反射率塗料

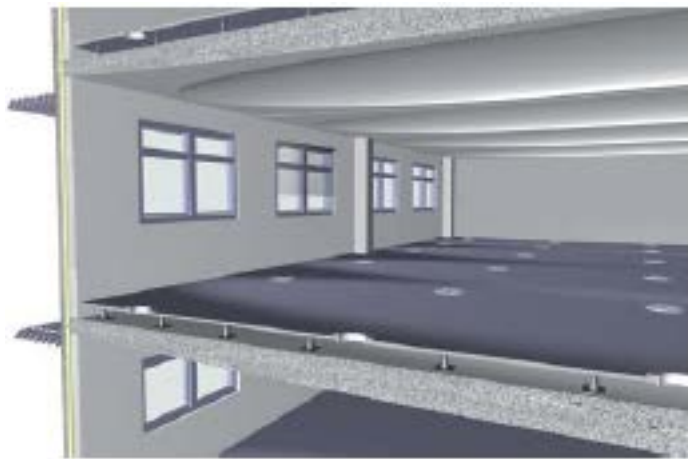
- 塗料中に赤外線を選択的に反射する特殊高反射率顔料を添加
- RC造集合住宅の屋上に高日射反射率塗料を施工
- 消費電力量の比較
 - 施工前（2007年）と施工後（2008年，2009年）



個別技術（蓄熱）

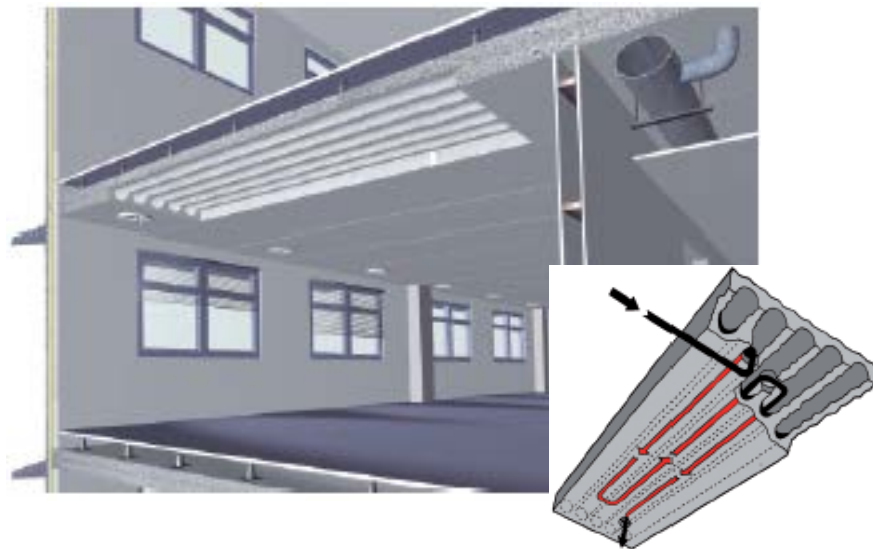
□ パッシブクーラーシステムとしての活用

ワッフルスラブと強制換気



冷却効率：25～35W/m²

ボイドスラブと強制換気

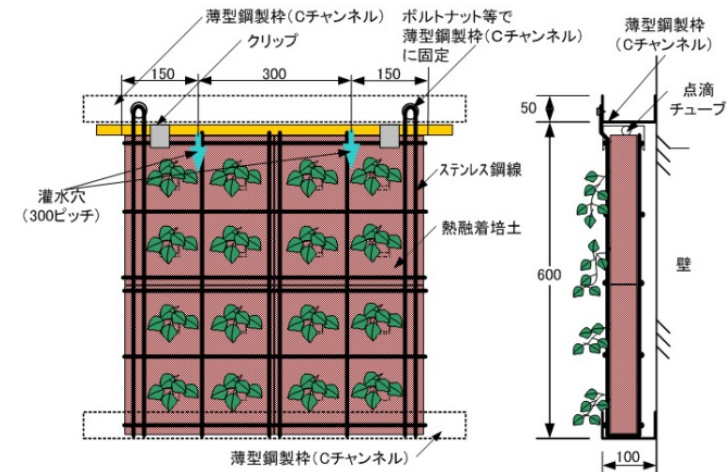


冷却効率：40W/m²

個別技術（緑化）

□ 壁面緑化システム

- 壁面に設置するU字型の薄型鋼製枠とステンレス鋼線枠と植栽基盤である熱融着固化培土を組み合わせた緑化ユニット、および点滴灌水チューブからなる壁面緑化システム
- 植物や緑化ユニットによる日射遮蔽、多孔質な緑化基盤による断熱、蒸散効果等による壁面温度の低減により高い省エネ効果を発揮

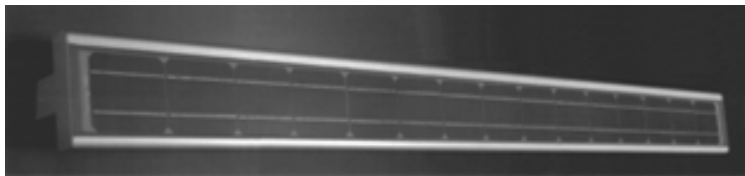


項目		断熱材無	断熱材有	壁面緑化	断熱材+壁面緑化
断熱性能 : 壁体の熱通過率 $[W/(m^2 \cdot K)]$		3.11	1.07	0.82	0.34
省エネ効果 : 貫流熱負荷 $[Wh]$		544	203	42	17
CO ₂ 削減効果	断熱材無との比較 削減量 $[kg-CO_2/m^2 \cdot 年]$	—	8.65	12.7	13.4
	断熱材有との比較 削減量 $[kg-CO_2/m^2 \cdot 年]$	—	—	4.09	4.72



個別技術（その他）

- 太陽電池組み込みルーバー
- 外付けルーバーの受光面に太陽電池（単結晶セル）を設置
- 発電＋日射遮蔽の相乗効果でライフサイクルCO₂を削減
- 発電容量10kWシステム、東京、南向き60度傾斜、窓の日除けで使用



	CO ₂ 排出削減量 [t-CO ₂ /年]	杉本数 (CO ₂ 吸収相当) [本]
発電	2.8	205
日射遮蔽	1.2	92
計	4.0	297

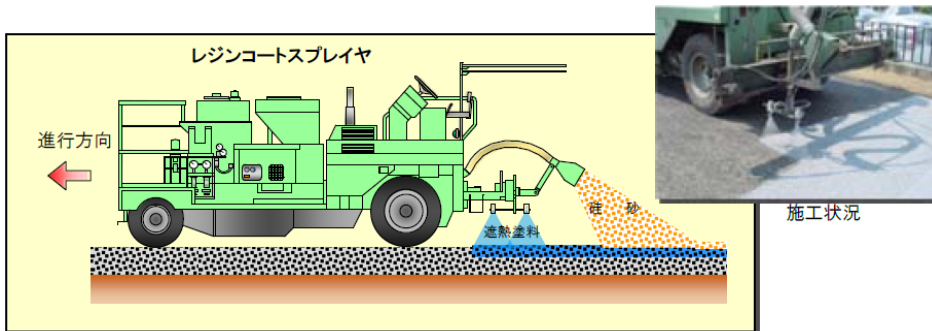
個別技術（ヒートアイランド対策： 緑化、ミスト、遮熱、保水）



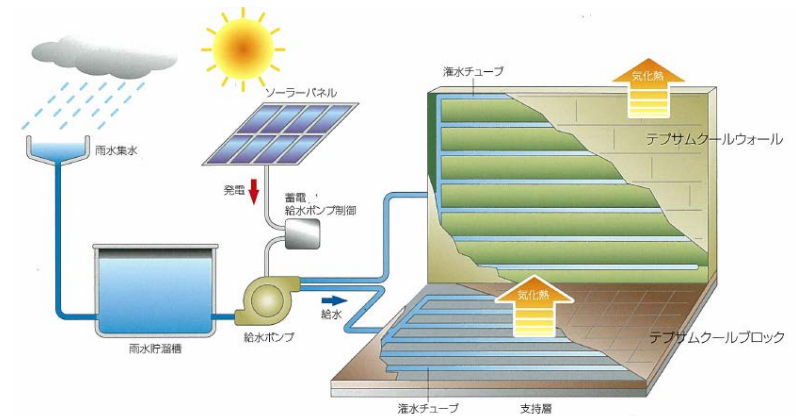
壁面緑化



ミスト



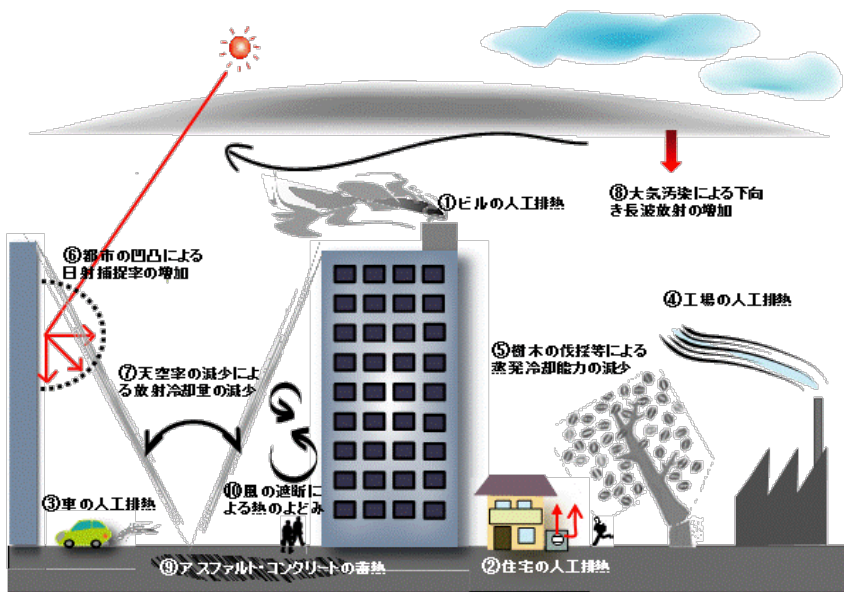
高反射



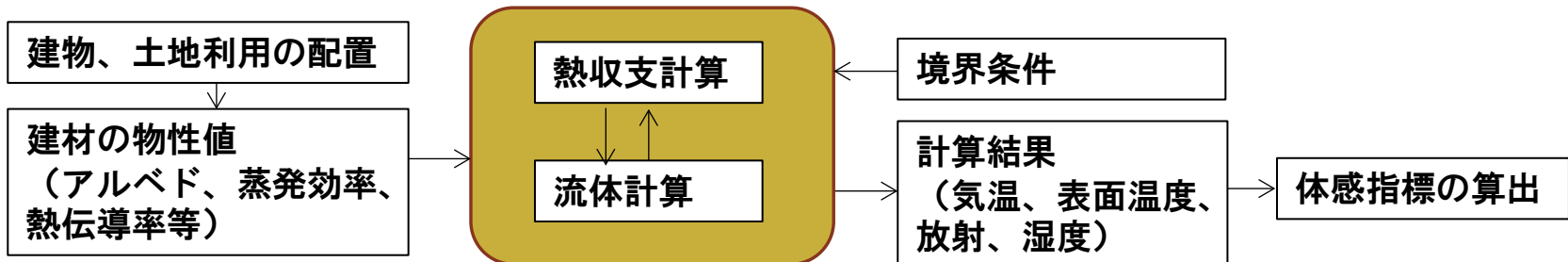
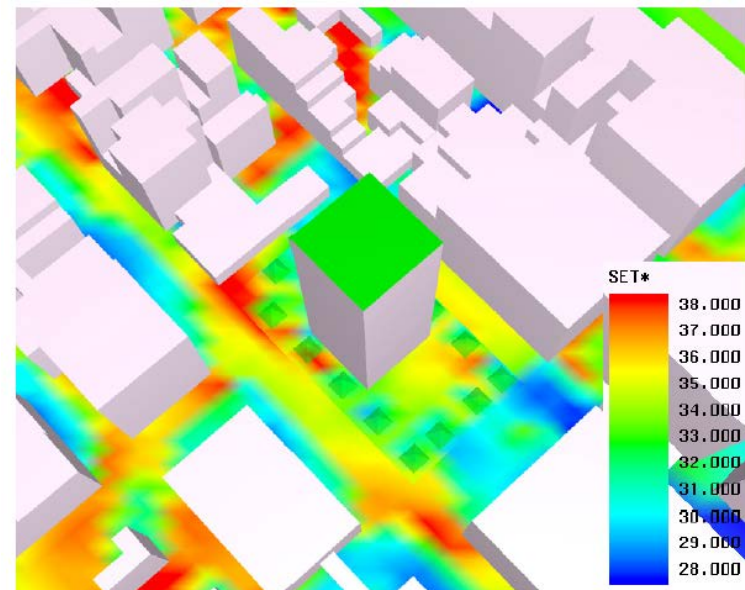
保水性

ヒートアイランド対策の効果

都市の高温化の原因



体感指標 (SET*) の予測

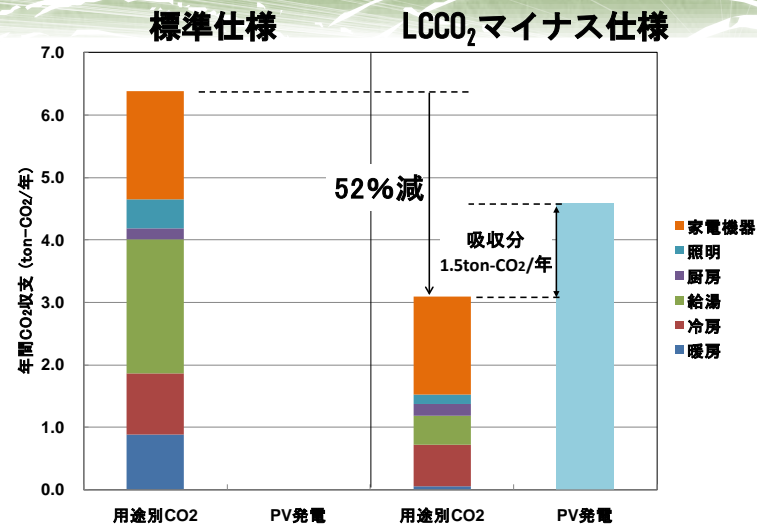
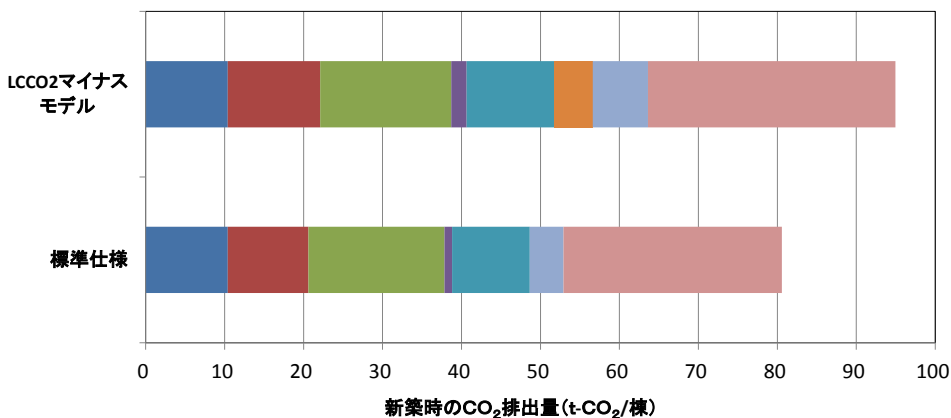


住宅のLCCO₂評価事例 (産業連関表DB準拠)

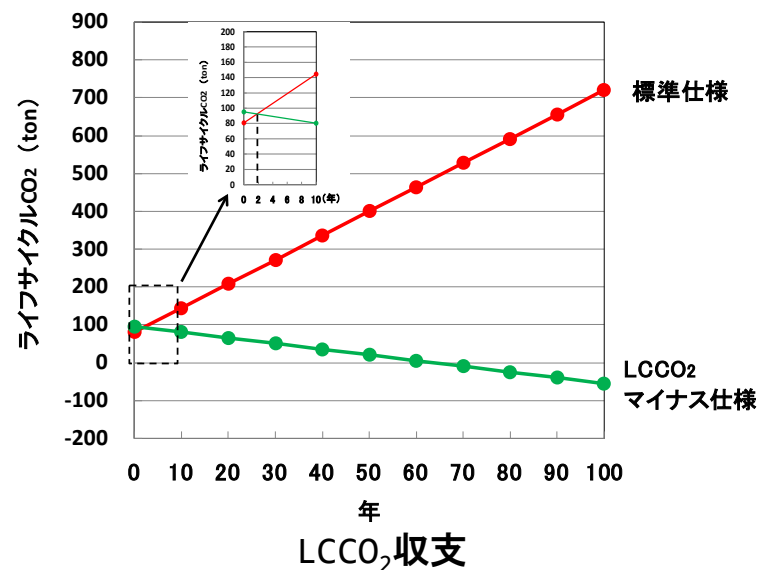


ECO Flagship Model
エコフラッグシップモデル
GOOD DESIGN 2019

■ 基礎 ■ 木構造材 ■ 木面材・仕上げ ■ 断熱材 ■ サッシ・ガラス ■ PV・カスケード ■ 設備 ■ その他



生活段階のCO₂収支



ご静聴ありがとうございました