

# メンテナンス工事が与える 環境負荷に関する研究

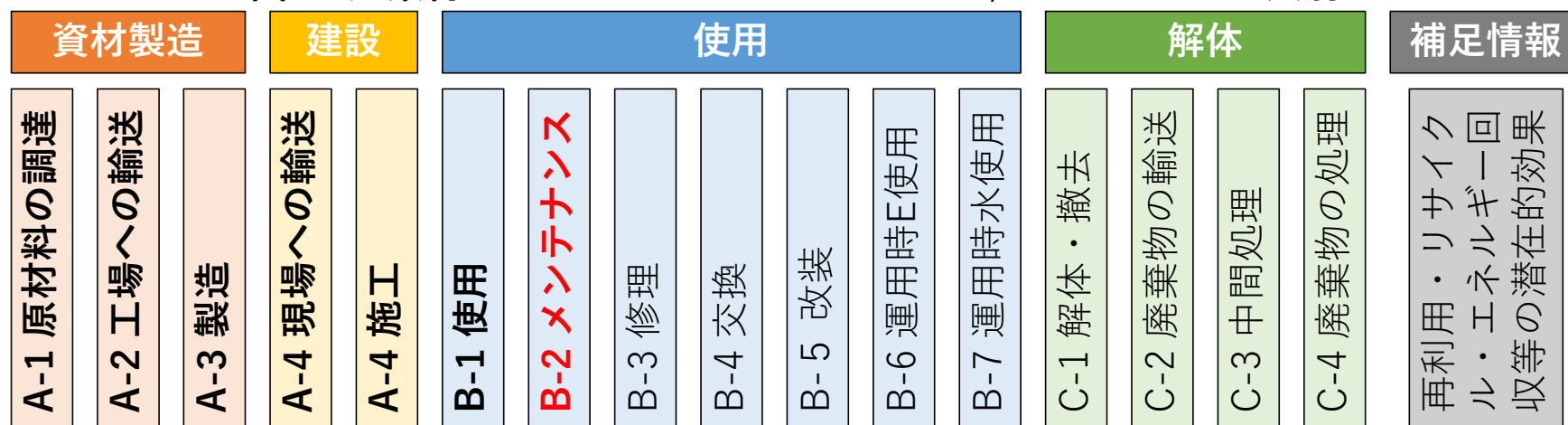
国立研究開発法人 建築研究所  
建築生産研究グループ 研究員  
八木 尚太郎



# 建築物の環境負荷の評価に関する研究の流れ

- 最も影響が大きい**建物使用時**の環境負荷の削減が率先して行われた
- 次は**資材製造段階**、更にその次は**建設段階**と範囲が広がりつつある
- 本研究は、更に先にある**メンテナンス段階**に着目した

図1 建築物のライフサイクルのISO21930 / En 15978での大別



# メンテナンス工事とは

## 本研究におけるメンテナンス工事の定義

内外装の塗り替えや設備の補修・交換など、  
既存の内壁や外壁の撤去もしくは新設工事を伴わない改良工事

## メンテナンス工事を行う理由

建物は、新築時に確保された性能を維持するためにおよそ10～15年に一度、メンテナンス工事を行う必要がある

参考) 一般社団法人 プレハブ建築協会, 住宅部会, CS品質委員会/技術分科会, 「(長期優良住宅対応) メンテナンスガイドライン」, 2013.10



# メンテナンス工事の例

表1 メンテナンスの項目の例

点検項目	仕様・部位	定期的な手入れ等	更新・取替の時期、内容
構造躯体	基礎・軸組・土台・小屋組み		建て替え時期に更新
屋根	瓦葺き（一般セメント瓦）	15年を目安に洗浄・再塗装を検討	<b>30年を目安に葺き替え</b> を検討
	瓦吹き（高耐候セメント瓦/陶器瓦）		30年を目安に葺き替えを検討
	シート防水		30年を目安に防水シート重貼りを検討
	※金属葺	15年を目安に洗浄・再塗装を検討 （太陽光発電下地の場合は必要都度）	30年を目安に葺き替えを検討
外壁	磁器タイル	<b>必要都度洗浄・部分修復</b>	建て替え時期に更新
	※ボード系（塗装仕様）	15年を目安に洗浄・再塗装を検討	30年目の状況に応じて処置を検討
	目地（シーリング材）		15年を目安にシーリング打ち換えを検討
水切り	水切りシーリング		15年を目安にシーリング打ち換え水切 本体の取り換えを検討
開口部	サッシ・ドア・ガラリ・天窗	必要都度タイト材・ビードの交換	30年目の状況に応じて処置を検討
バルコニー等	シート防水		30年を目安に防水シート重貼りを検討
給排水設備	ヘッダー管・パイプ	<b>水漏れは直ちに修復</b>	30年目の状況に応じて部品交換・修復 を検討

※本事例で行ったメンテナンス



# 建築工事の環境負荷の定量化に関する既往研究

- メンテナンス工事は部分的な補修であるため、建築物の新築時や運用時と比べ、建設資材の資源投入量や廃棄物の排出量が限定される
- そのため、メンテナンス工事による環境負荷は、建物のライフサイクルの中でも、比較的小さいと考えられており、研究の対象とされることは極めて少ない状況にある
- しかし、新築時や運用時と比較して、メンテナンス工事が与える環境負荷がどのくらい小さいのかという **定量的な検証がなされていない**

1) 清家剛, 小山明男: 戸建て住宅の新築施工現場における投入・排出資源量調査, 日本LCA学会研究発表会公演要旨集, 2005.12

2) 遠田幸生, 小野尚久, 小野雅敏, : 建築物解体処理におけるLCI解析, 廃棄物学会研究発表会, 2007.11



# メンテナンス工事に着目した理由

- 近年では持続可能な社会を目指す動きが活発となり、適切なメンテナンスを施し長く使うことが目指されるようになってきた
- 今後は建物の寿命が長くなるため、メンテナンス工事の回数は増加していくと考えられる
- **回数が増えた場合は、無視できない値になってくるのではないか**

# 研究の目的、方法

## 研究の目的：

メンテナンス工事が与える環境負荷を評価することにより、建物のライフサイクルの中でのメンテナンス工事が影響を把握すること

## 研究の方法：

「LCCM住宅デモンストレーション棟」のメンテナンス工事を例にとり、その環境負荷を算出し、新築時や運用時の環境負荷の量と比較する

- 3) 兼松学, 小林謙介, 中野淳太, 名取発, 秋元孝之, 小山明男, 清家剛：LCCMを指向した環境配慮型住宅の建設時等CO2排出量の評価 その1. 建設時等CO2排出量調査の概要と問題点, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2011.8
- 4) 吉村健, 妹尾悠貴, 兼松学, 清家剛：LCCMを指向した環境配慮型住宅の建設時等CO2排出量の評価 その2. 建設時廃棄物及び資材量に関する調査分析, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2011.8
- 5) 妹尾悠貴, 吉森健, 兼松学, 小林謙介, 中野淳太, 名取発, 秋元孝之, 清家剛：LCCM住宅を指向した環境配慮型住宅の建設時等CO2排出量の評価 その3. 建設時等CO2排出量分析結果, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2011.8
- 6) 高瀬幸造, 中川あや, 桑沢保夫, 前真之, 村上周三：LCCM住宅デモンストレーション棟における居住実験結果, 日本建築学会技術報告集(42), 2013.6



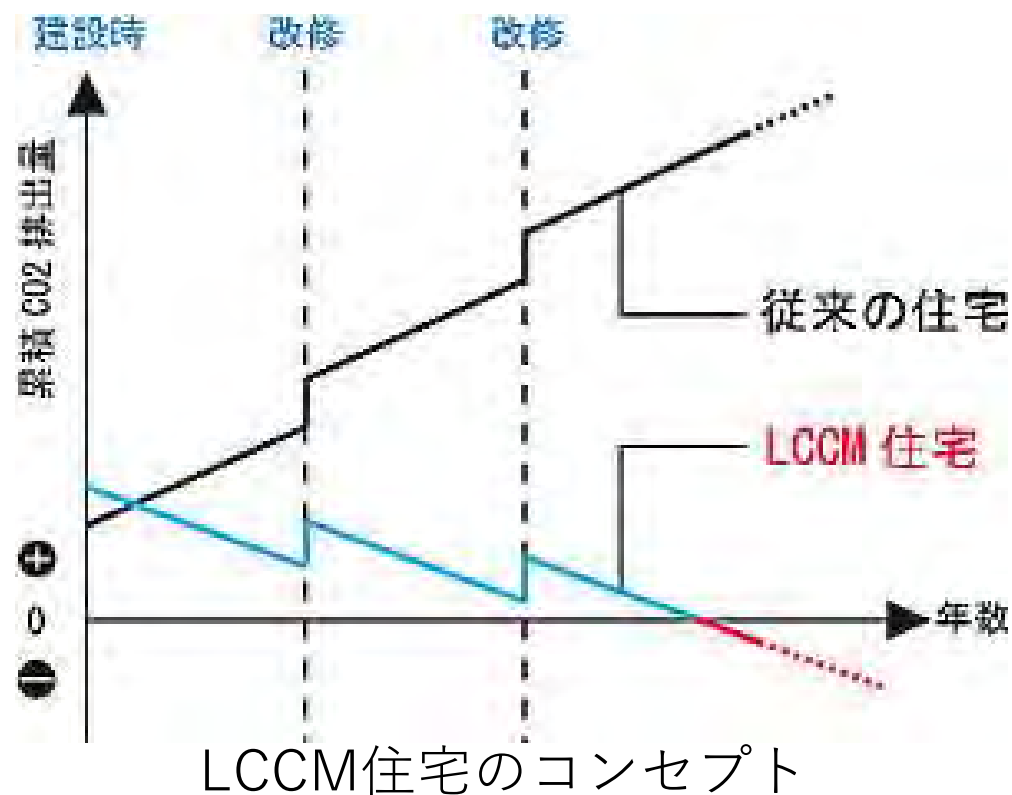


# LCCM住宅デモンストレーション棟とは

## LCCM住宅：

(Life Cycle Carbon Minus住宅)

建設時、運用時、廃棄時において出来るだけ省CO<sub>2</sub>に取り組み、さらに太陽光発電などを利用した再生可能エネルギーの創出により、住宅建設時のCO<sub>2</sub>排出量も含めライフサイクルを通じてのCO<sub>2</sub>の収支をマイナスにする



<https://www.kenken.go.jp/japanese/contents/lccm/index.html#whatlccm>



# LCCM住宅デモンストレーション棟とは

## LCCM住宅デモンストレーション棟：

- 2011年に建築研究所構内に完成

<https://www.kenken.go.jp/japanese/contents/lccm/lccm-01.html>

- 建設時と運用時の環境負荷が算出済み
- 2018年に2週間のメンテナンス工事実施



<https://www.kenken.go.jp/japanese/contents/lccm/index.html#whatlccm>



# メンテナンス工事の内容

## <作業内容>

- 足場組立／解体
- 屋根・外壁の高圧洗浄
- 木部塗装
- 外壁塗装
- 木製建具調整
- 内部クリーニング
- ウッドチップ除去  
／砕石敷き込み

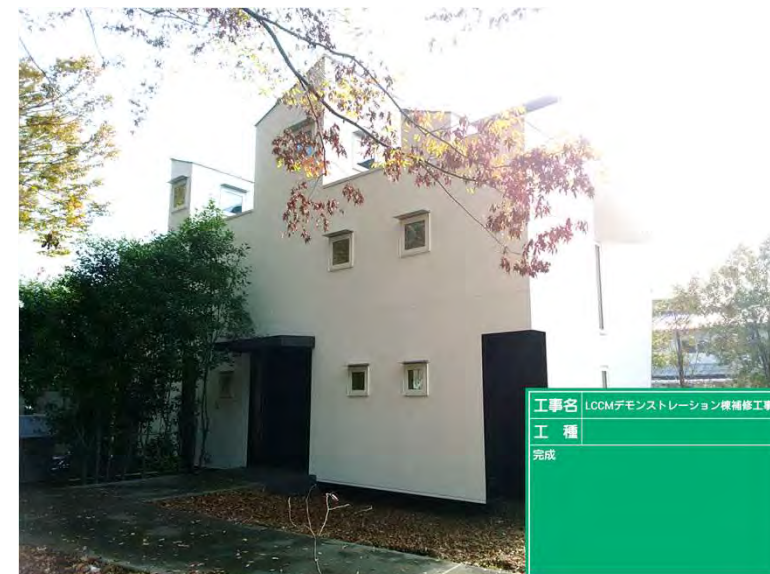




# メンテナンス工事の内容

## <作業内容>

- 足場組立／解体
- 屋根・外壁の高圧洗浄
- 木部塗装
- 外壁塗装
- 木製建具調整
- 内部クリーニング
- ウッドチップ除去  
／砕石敷き込み



# メンテナンス工事の内容

## <作業内容>

- 足場組立／解体
- 屋根・外壁の高圧洗浄
- 木部塗装
- 外壁塗装
- 木製建具調整
- 内部クリーニング
- ウッドチップ除去  
／砕石敷き込み





# メンテナンス工事の内容

## <作業内容>

- 足場組立／解体
- 屋根・外壁の高圧洗浄
- 木部塗装
- 外壁塗装
- 木製建具調整
- 内部クリーニング
- ウッドチップ除去  
／碎石敷き込み



# メンテナンス工事の内容

## <作業内容>

- 足場組立／解体
- 屋根・外壁の高圧洗浄
- 木部塗装
- 外壁塗装
- 木製建具調整
- 内部クリーニング
- **ウッドチップ除去  
／砕石敷き込み**



# 環境負荷として算出した内容

<算出内容> (収集した情報)

① **人と物の輸送による環境負荷**

(工事現場へと輸送した量と距離)

② **実作業による環境負荷**

(工事で使用した燃料、電気、水の量)

③ **投入物による環境負荷**

(工事で消費・施工した資材等の内容と量)

④ **廃棄物による環境負荷**

(工事で発生した廃棄物の内容と量)



# 環境負荷として算出した内容

<算出内容> (収集した情報)

**①人と物の輸送による環境負荷**

(工事現場へと輸送した量と距離)

**②実作業による環境負荷**

(工事で使用した燃料、電気、水の量)

**③投入物による環境負荷**

(工事で消費・施工した資材等の内容と量)

**④廃棄物による環境負荷**

(工事で発生した廃棄物の内容と量)



新築時の投入物による環境負荷と比較すると小さいことが想定されるため、既往研究では算出対象となっていない

# 環境負荷として算出した内容

<算出内容> (収集した情報)

① **人と物の輸送による環境負荷**

(工事現場へと輸送した量と距離)

② **実作業による環境負荷**

(工事で使用した燃料、電気、水の量)

③ **投入物による環境負荷**

(工事で消費・施工した資材等の内容と量)

④ **廃棄物による環境負荷**

(工事で発生した廃棄物の内容と量)

# 環境負荷の算出に必要な情報の収集

## 環境負荷の算出に必要な情報

	工程 記録 情報	11/6	11/7	11/8	11/10	11/12	11/13	11/14	11/15	11/16		11/17		11/19	11/20		
		外部 足場 組立	高圧洗浄	木部 塗装	木部 塗装	木製 建具 調整	外壁 塗装	外壁 塗装	外壁 木部 塗装	木部 塗装	内部ク リーニ ング	木部 塗装	内部 クリー ニング	外部 足場 解体	砕石 敷き込 み		
①人と物の 輸送による 環境負荷	管理者	積載量 (kg)	100														
	管理者	輸送した人の数(名)	1														
	管理者	乗移動距離 (km)	34.8														
	施工者	輸送した人の数(名)	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	2	1	1
	施工者	トラック・小型車の別	ト	小	小	小	小	小	小	小	小	小	小	小	ト	ト	ト
	施工者	輸送した資 材等の内容 と量	仮設足 場3t未 満	-	-	塗料 8ℓ	塗料 40kg	-	-	-	塗料20kg+ 4ℓ	-	-	-	-	砕石 6m <sup>3</sup>	ミニユ ンボ
	施工者	往路	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	施工者	復路	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	仮設足場 3t未満	ウッド チップ (800kg)	-
	移動距離(km)	62.0	33.8			51.6		33.8			28.4	33.8	28.4	62.0	32.0		
②実作業による環境負荷	使用した 燃料、電気、水の量	-	水2700ℓ ガソリン4ℓ	-	-	-	-	-	-	-	水30ℓ 900W×3 0分	-	水45ℓ 900W×6 0分	-	-	軽油 6ℓ	
③投入物による環境負荷	工事で消費・施工した 資材等の内容	-	-	塗料 40kg+8ℓ		潤滑剤	塗料 20kg+4ℓ			-	塗料 (残り)	-	-	砕石6m <sup>3</sup>			
④廃棄物による環境負荷	廃棄物の内容と量	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	養生材な ど9kg	-	-	ウッドチップ 800kg		



# 人と物の輸送による環境負荷の算出方法

## ①人と物の輸送による環境負荷

カタログ調査

事務所まで

トンキロ法

	最大積載量	平均積載率	移動距離	使用回数	CO <sub>2</sub> 原単位
普通自動車	350	0.28	34.8	9	0.000394
...	...	...	...	...	...
営業用バン	1000	0.41	33.8	1	0.000808
...	...	...	...	...	...
トラック	3000	0.52	62		0.000446
...	...	...	...	...	...

# 算出にあたり参照した資料

- **建築物のLCAツール戸建住宅版ver.1.02**（日本建築学会）
- **物流分野のCO2排出量に関する算定方法ガイドライン**（経済産業省・国土交通省）
- **特定排出者の事業活動に伴う温室効果ガスの排出量の算定に関する省令**（経済産業省・環境省）
- **地球温暖化対策地域推進計画策定ガイドライン（第3版）**（環境省）
- **東京電力エナジーパートナーホームページ**
- **自動車、ボンド、砕石、ユンボなど各種材料や道具のカタログ**

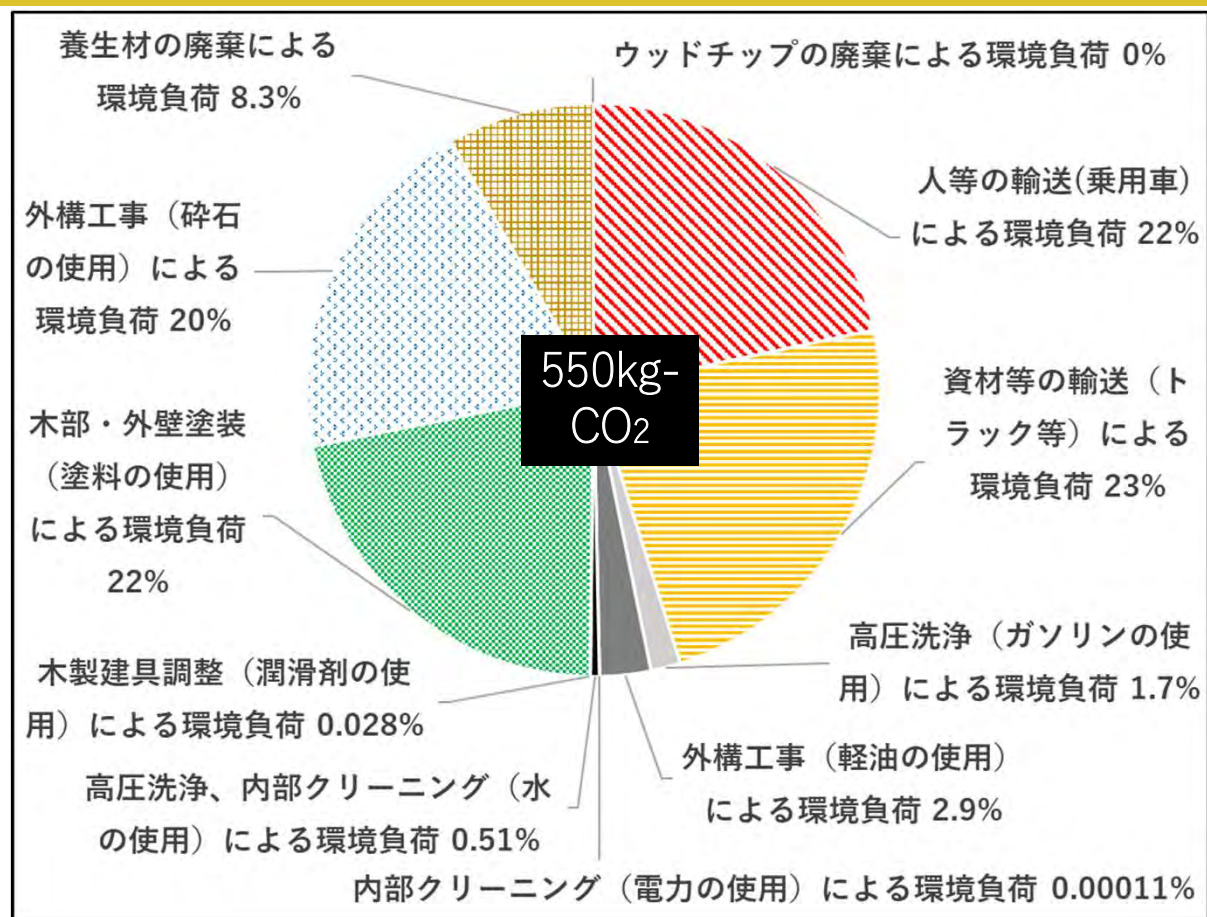




# メンテナンス工事の環境負荷の算出結果

環境負荷の算出結果は、  
**合計550kg-CO<sub>2</sub>**となった

- ①輸送： 45%
  - ②実作業： 5%
  - ③投入資材： 42%
  - ④廃棄物： 8%
- 新築時の投入資材の環境負荷 (39t-CO<sub>2</sub>) と比較すると**1.4%**



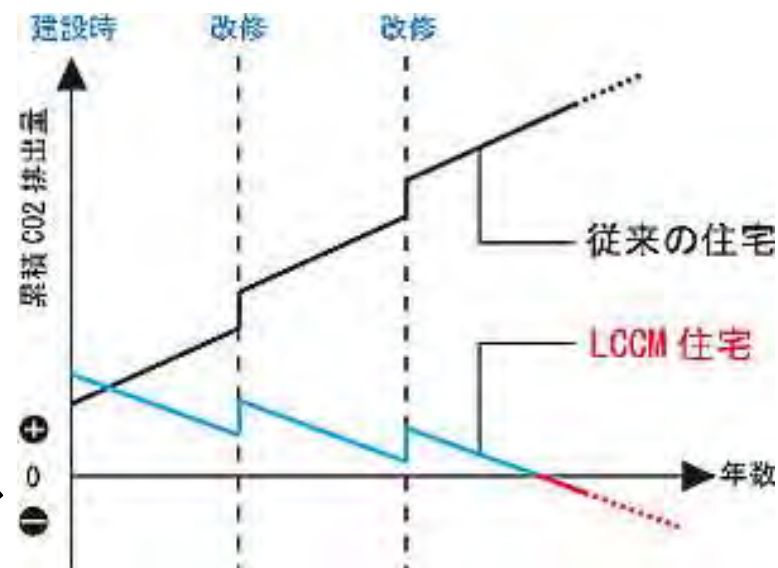
# メンテナンス工事の環境負荷に関する考察1

- 日本の木造住宅の平均寿命を30年と仮定
- 更に、メンテナンス工事が10年ごとに行われると仮定
- メンテナンス工事より、トータル1100kg相当のCO<sub>2</sub>が排出される
- 新築時の材料分だけのCO<sub>2</sub>排出量と比較しても、**2.8%**に留まる
- 5%未満ということから、メンテナンス工事によるCO<sub>2</sub>排出量はLCAの中からカットしても良いことが示唆される



# メンテナンス工事の環境負荷に関する考察2

- 建物の寿命が長くなれば、メンテナンス工事の数も増え、無視できなくなる可能性がある
- ただし建物の運用と一体で考える必要がある
- 例えばLCCMデモ棟は、PVなどにより年間のCO<sub>2</sub>排出量はマイナス3000kg※に相当する
- **つまり、メンテナンス工事を行ったとしても、10年ごとに28900kg相当のCO<sub>2</sub>が削減される**
- つまり、LCCMデモ棟の場合、建物の寿命に関わらず、メンテナンス工事分を無視できる



LCCM住宅のコンセプト

<https://www.kenken.go.jp/japanese/contents/lccm/index.html#whatlccm>

# まとめ

- LCCM住宅デモンストレーションを対象として、メンテナンス工事の環境負荷を算出し、新築時および運用時の環境負荷と比較した
- メンテナンス工事の環境負荷のうち、45%が人と物の輸送由来となった
- 建物の寿命が30年である場合、メンテナンス工事の環境負荷は、新築時の材料分だけのCO<sub>2</sub>排出量と比較して3%未満に留まる
- 寿命が延びた場合は無視できないが建物の運用と一体で考える必要がある

参照) 八木尚太郎, 藤村悠平, 清家剛, 金容善, 磯部孝行:メンテナンス工事が与える環境負荷に関する研究 LCCM 住宅デモンストレーション棟の工事によるCO<sub>2</sub> 排出量に着目して, 日本建築学会技術報告集(62), 2020.2

