

第132回建築設備総合ゼミナール

「ホールライフカーボン削減への取り組み最前線」
～ホールライフカーボン関連情報とZEB最新事例の紹介～

建築物のLCAと検討事例

2025/10/16

鹿島建設 環境本部 地球環境室
木原 勇信

次第

建築物のLCA概論

ホールライフカーボンについてCO₂とGHGによる評価手法

ケーススタディ:ホールライフカーボンとアップフロントカーボン

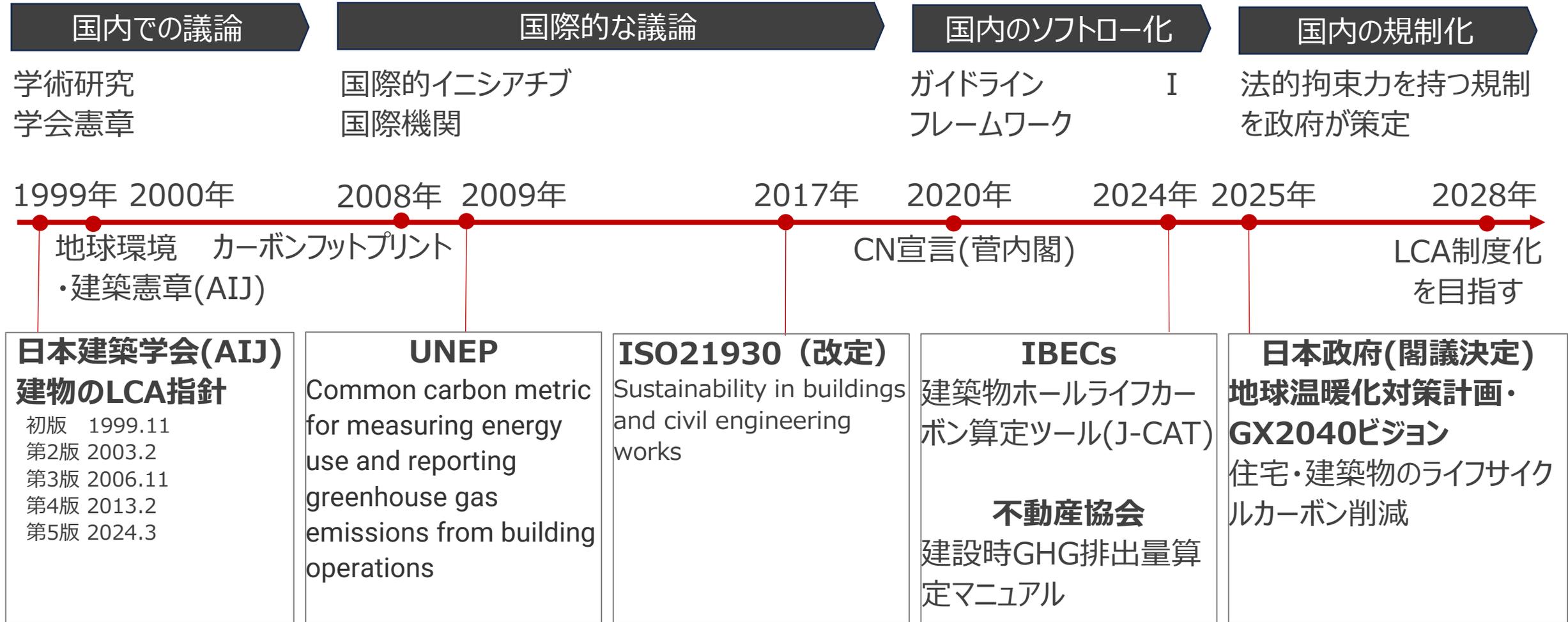
ケーススタディ:アップフロントカーボンの傾向分析

建築物のLCA概論

建築物のLCAの概論

GHG排出量を中心とした主なLCA規制の流れ

2020年のカーボンニュートラル宣言以降、国内の動きが活性化。政府は2028年建築物のLCA制度化に向けた法整備を開始。



建築物のLCAの概論

企業のサステナ情報開示と、建築物におけるLCAの制度化の開始

企業単位の温室効果ガス（CO2）排出量の算定に加え、建物単位の評価・届け出も必要に

企業評価

2021年～ 統合報告書等に自主的に開示

2027年～ 有価証券報告書に記載義務化(予定)

誰が

企業

企業のサステナ担当部署

何を

企業活動で発生する温室効果ガス（CO2）

自社の温室効果ガス排出量

Scope1:燃料 等

Scope2:電力 等

サプライチェーンの温室効果ガス排出量

Scope3:資本財、販売した製品の使用 等

いつ

年度報告

何のため

統合報告書での投資家への情報開示のため、
有価証券報告書へのサステナ情報の記載義務のため

建物評価

2028年～ 建物単位のLCA算定、届け出義務化(予定)

建築主

建築主から依頼を受けた設計者・現場担当者

建物の建設～運用～廃棄の温室効果ガス（CO2）

建設時: 建築部材数量、設備機器数量

工事使用燃料

運用時: 設備機器冷媒漏洩量

エネルギー（電気、ガス）使用量

廃棄時: 資材投入量、リサイクル想定

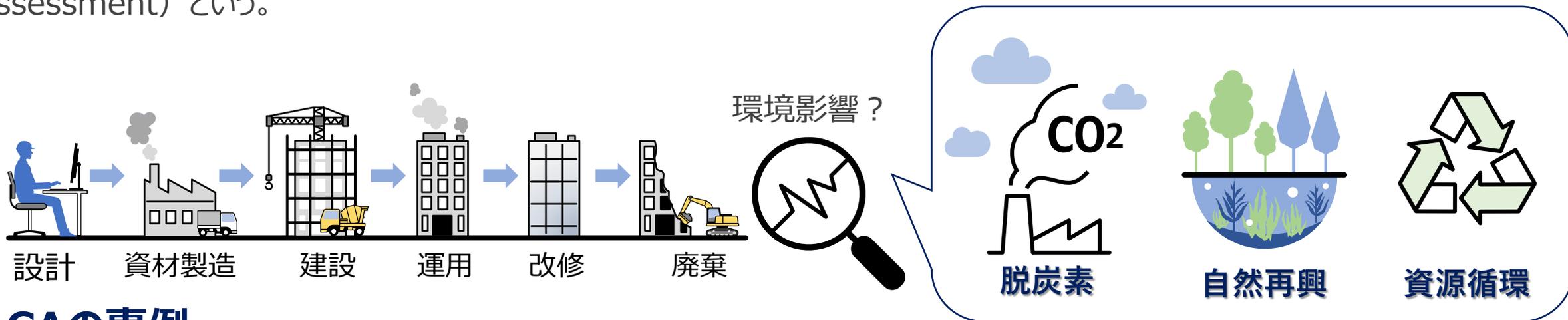
工事着工前もしくは竣工時（国で検討中）

工事開始前の届け出義務があるため（国で検討中）、
建築主の企業の有価証券報告書への記載のため

建築物のLCA概論

LCAの目的

評価の対象となる製品に関係する資源の採掘から、素材や部品の製造、組立、廃棄に至るその製品の一生（ライフサイクル）で、環境から採取した資源の量、並びに、環境へ排出した物質の量を計算する方法をライフサイクルアセスメント（LCA：Life Cycle Assessment）という。



LCAの事例

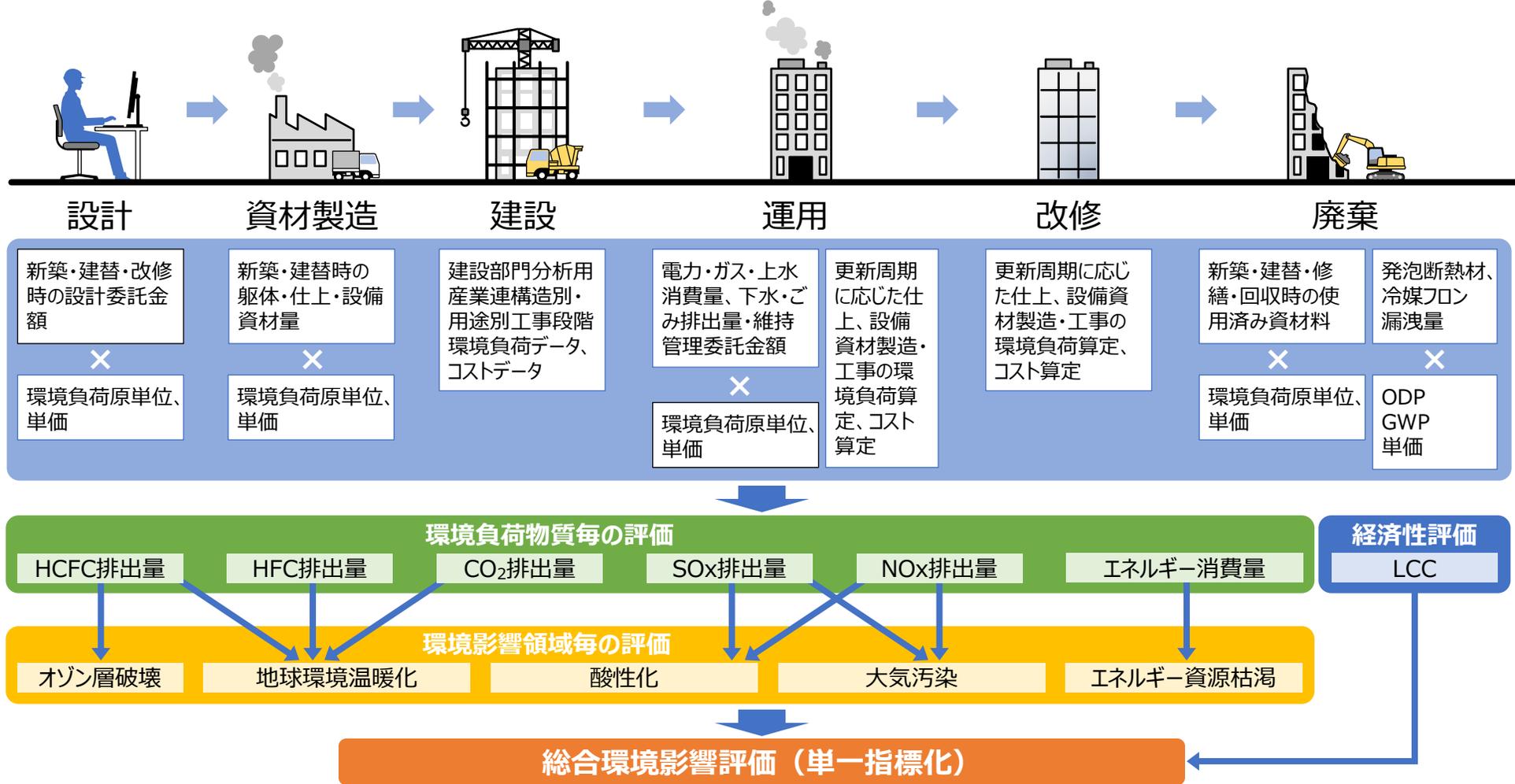
1969年 アメリカのコカ・コーラ社がミッドウエスト研究所に依頼して、リターナル瓶と、PETボトルの環境影響比較したものが最初の事例とされる。



建築物のLCA概論

建築物のLCA

建築物のライフサイクルを通じて、**多様なインベントリ**（エネルギー消費・CO2排出・SOx排出・NOx排出）から、**環境領域**（オゾン層破壊・地球温暖化・酸性雨・健康障害（大気汚染）・エネルギー枯渇）を**総合的に評価**



建築物のLCA概論

温室効果ガス、GHGとは

温室効果ガス、GHG（Greenhouse Gas）は、地球の大気や海水の温度上昇を引き起こす性質を持つ気体を総称。

GHGの主な種類として、

- 二酸化炭素（CO₂）、
- メタン（CH₄）、
- 一酸化二窒素（N₂O）、
- ハイドロフルオロカーボン類（HFCs）、
- パーフルオロカーボン類（PFCs）、
- 六フッ化硫黄（SF₆）、
- 三フッ化窒素（NF₃）

の7種類のガスを指すことが多い。

（参考）各取組の算定対象となる温室効果ガス

- 各種規格、データベース、算定ソフトにおいて算定対象となる温室効果ガスの種類は下表のとおり。
- 建築分野において特に重要なものは、CO₂、CH₄(化石燃料採掘起因等)、HFCs（空調冷媒等）。

	1	2	3	4	5	6	7	8	GWPの数値
	二酸化炭素CO ₂	メタンCH ₄	一酸化二窒素N ₂ O	ハイドロフルオロカーボン類HFCs	パーフルオロカーボン類PFCs	六フッ化硫黄SF ₆	三フッ化窒素NF ₃	その他のFガス※1	
IPCC第6次評価報告書(AR6)	○	○	○	○	○	○	○	○	AR6(2021)
IPCC第5次評価報告書(AR5)	○	○	○	○	○	○	○	○	AR5(2013)
温対法 SHK制度	○	○	○	○	○	○	○	—	AR5(2013)
GHG Protocol	○	○	○	○	○	○	○	○	最新
パリ協定 温室効果ガスインベントリ	○	○	○	○	○	○	○	—	AR5(2013)
ISO 21930 (2017)	地球温暖化係数GWPのデフォルトはIPCCのGWP100 「7.3 LCAから得られた主な環境影響を表す影響評価指標、表5必須影響カテゴリーとデフォルトの特性評価方法」								詳細な記載無し
AIST-IDEA Ver.3.5 (2025)	○	○	○	○	○	○	○	—	AR6(2021)
	○	○	○	○	○	○	○	—	AR5(2013)
	○	○	○	○	○	○	○	—	AR4(2007)
SuMPO-EPD	算定者が選択したLife Cycle Inventory Database(所定の品質要求事項を満たすAIST-IDEA[推奨データベース]、ecoinvent、Sphera database(旧Gabi)など)が対象とする温室効果ガスの種類、数値による								
AIJ建物のLCA 指針(2024) 及び J-CAT	資材製造、施工、使用、解体 モジュールA1~A5、B1~B7、C1~C4	○	○	○	○	○	○	—	AR5(2013)
	製造・施工・使用・廃棄時漏洩 モジュール A3,A5,B1,B4,C1	—※2	—※2	—※2	○	○	○	—※2	
One Click LCA	算定者が使用するEPD、GFP、汎用データベースが対象とする温室効果ガスの種類、数値による								
	【Ecoinventの場合】 資材製造、施工、使用、解体 モジュールA1~A5、B1~B7、C1~C4	○	○	○	○	○	○	—	AR6(2021)
	使用・廃棄時漏洩 モジュールA4、A5、B4、C1	○	○	○	○	○	○	—	AR6(2021)
	B1	○	○	○	○	○	○	該当無し	AR6(2021)

○: 算定対象 —: 算定対象外 ※1その他のFガス: クロロフルオロカーボン類CFCs、ハイドロクロロフルオロカーボン類HCFCs、ハロン
※2影響軽微のため入力不要としている

出典) 国土交通省 建築物のライフサイクルカーボンの算定・評価等を促進する制度に関する検討会
06_資料4-1別添2_建築物のライフサイクルカーボン評価のための建材・設備CO₂等排出量原単位整備に係る当面の方針(案)

建築物のLCA概論

LCA算定に用いる原単位

環境負荷 = 活動量（資材量）×原単位で算出。日本建築学会としては原単位を、AIJ-LCAデータベースとして提供している。3EIDやIDEAなどの原単位は、検討の目的に合わせて使用する。原単位の混用は、回避すべき。

名称	AIJ-LCA	3EID	AIST-IDEA *1
作成主体	日本建築学会	国立環境研究所	産業技術総合研究所
主な計算方法	産業連関分析法	産業連関分析法	積み上げ法
対象年	2015年（これまでに、1990年、1995年、2005年）	2015年（これまでに1990年、1995年、2000年、2005年、2011年）	最新年次
データ数*2	574	390	5615
範囲	輸出入を含むすべての経済活動	輸出入を含むすべての経済活動	原材料、エネルギー、インフラなど
対象物質等	10種類*3（CO ₂ 、SO _x 、NO _x 、CH ₄ 、N ₂ O、SF ₆ 、NF ₃ 、HFC _s 、PFC _s 、GHG） エネルギー消費量	8種類（CO ₂ 、CH ₄ 、N ₂ O、SF ₆ 、NF ₃ 、HFC _s 、PFC _s 、GHG） エネルギー消費量*4	約1000種類
誘発排出量計算手法	3EIDを加工、国内・海外別	(I-A) ⁻¹ 、(I-Ad)型逆行列 海外波及は国産仮定型	ユニットプロセスデータを積み上げることにより 計算
単位	生産者価格100万円あたり 購入者価格100万円あたり 物量固有単位あたり	生産者価格100万円あたり	物量固有単位あたり 価格あたり (製品によって異なる)

建築物のLCA概論

インベトリ分析/GHG排出量の算定

$$\text{部材・設備のGHG排出量 } \text{kg-CO}_2\text{e} = \text{原単位 } \text{kg-CO}_2\text{e/kg} \times \text{資材別数量 } \text{kg}$$

※CO₂e,CO₂eq (CO₂ equivalent) , 温室効果ガスのCO₂換算数値
温室効果ガスは、複数のガスをCO₂換算して評価される

建築・設備について、合計1万～5万項目について、仕分けと数量を集計する。

規模によるが、人の手で行った場合、大規模物件で2ヶ月ほどかかる。

見積書を根拠に、資材別々の数量kgを拾うが、見積書には、直接的に重量で数量を記載されることがほとんどない。

1	角	ダ	ク	ト	亜鉛鉄板 1 アングルフランジ 低圧	159	m ²
2	角	ダ	ク	ト	亜鉛鉄板 0.5 共板	371	m ²
3	角	ダ	ク	ト	亜鉛鉄板 0.6 共板	892	m ²

投入資材量を読み取り、
資材構成から重さに換算し
て集計

建築物のLCA概論

見積データの自動仕分け

建築・設備見積システム

データ分析・集計

出力イメージ

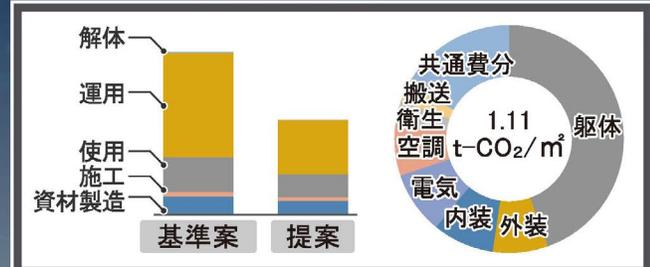


建築・設備見積システム

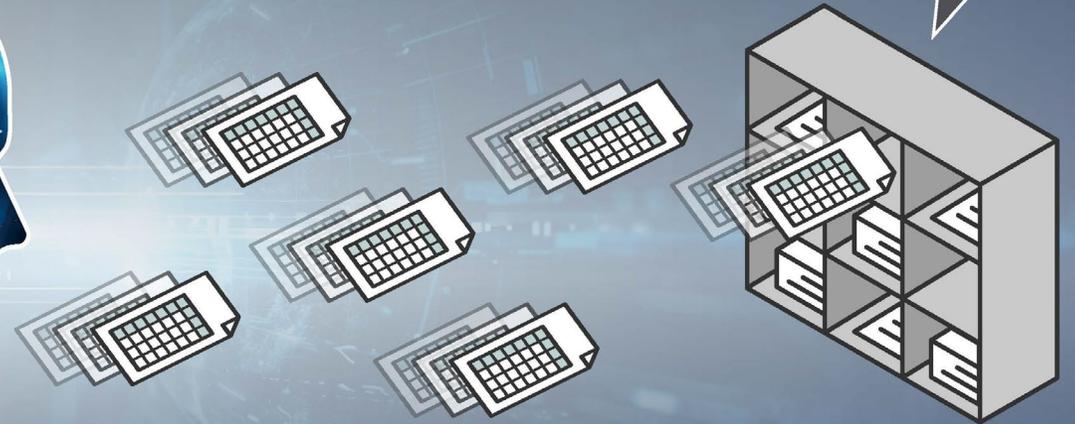
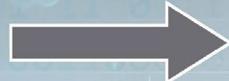
Carbon Foot Scope

鹿島グループのライフサイクル評価の知見

機械学習



各種算定ツールを介して
レポート出力可能



建築・設備見積データ構造化

構造化データ自動仕分け

建築物のLCA概論

見積データの自動仕分け

・自動分類精度:建築・設備ともに約96%
※教師データに対するシステムの自動分類の精度
(正答率)

・機械学習による算定結果は、Human-in-the-Loopの考え方を取り入れ、CO₂排出量が多い建材を中心に、評価者が確認・修正し、精度を向上

見積書における記載		仕分け結果	
名称	普通コンクリート	→	原単位 コンクリート(ホ [*] ルトラント [*]) Fc36N/mm ²
仕様	・36N-〇〇 ・Fc36-〇〇		

図3 コンクリートの換算例

仕様	重量:152.6t	→	数量 152,600kg
数量	一式		

図4 鉄骨の換算例

仕様	L-75×75×6	→	数量 685 kg
数量	100m		

図5 等辺山形鋼の換算例

仕様	t12.5+12.5	→	原単位 石膏ボード t=12.5
数量	3,500 m ²		数量 7,000 m ²

図6 石膏ボードの換算例

AIを使った積算見積の自動分類の事例

出典:宮川、木原、野村:建物の温室効果ガスの評価に関する研究
第1報 建物の温室効果ガス排出量算出システムの開発、日本建築学会大会、2025.8

ホールライフカーボンについてCO₂とGHGによる評価手法

ホールライフカーボンについてCO2とGHGによる評価手法

検討対象の建物概要

	Aビル	Bビル	Cビル
主用途	事務所	事務所	事務所
構造	S造	S造	S造、SRC造
延床面積(m ²)	10,000	26,000	146,000
地上階	11	13	19
地下階	-	1	4
空調熱源方式	個別空調方式	個別空調方式	地域冷暖房方式

ホールライフカーボンについてCO2とGHGによる評価手法

対象範囲

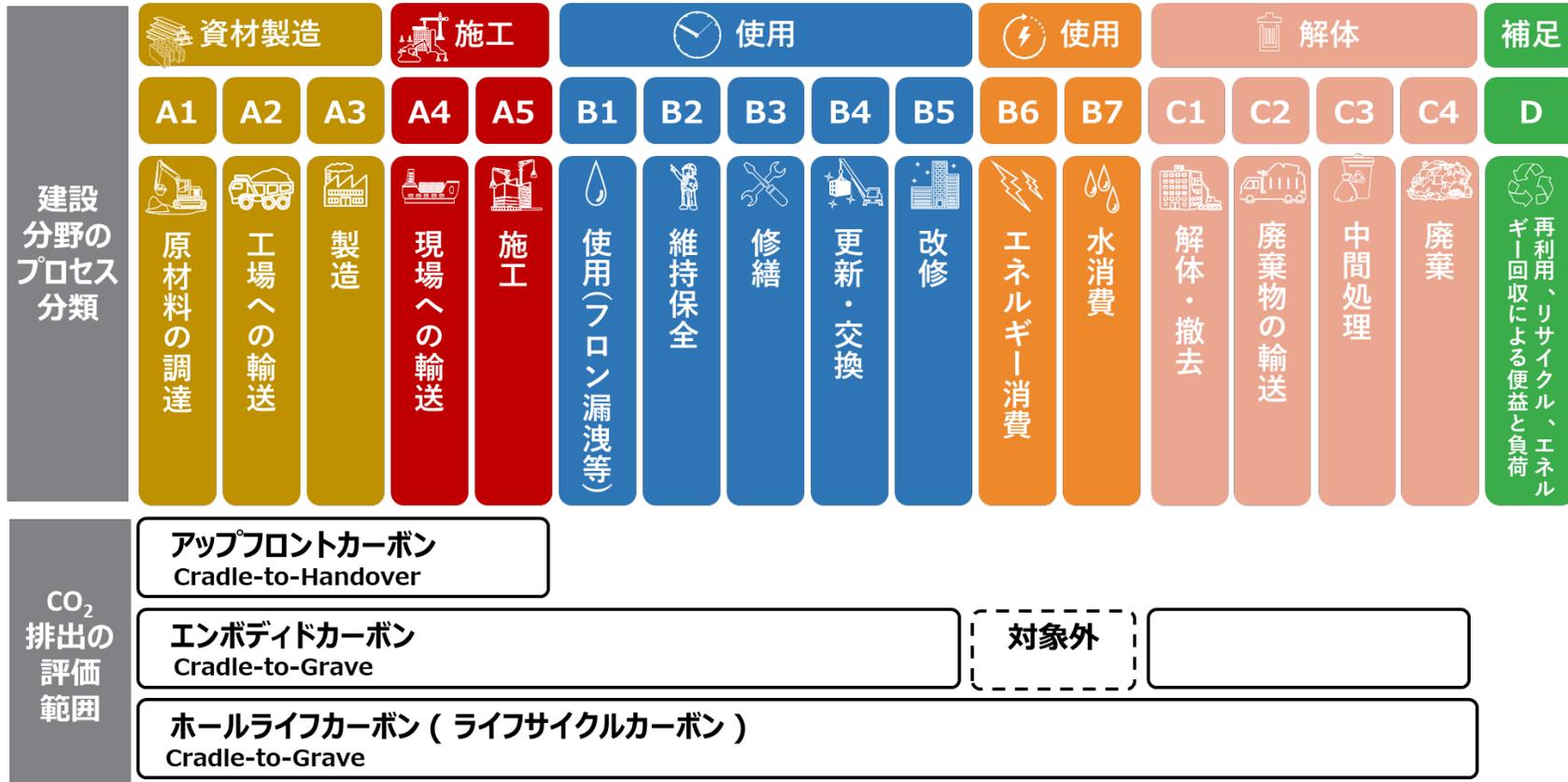
資材製造(A1~A3),施工(A4~A5),使用(B1~B7),解体(C1~C2)を対象

使用期間

60年間

評価原単位

AIJ-LCA原単位データベース 2015年産業連関分析データ版Ver1.0.2
のCO2排出原単位、GHG排出原単位（国内+海外支出）



出典 ISO21930:Common four life cycle stages and their information modules for construction products and construction works and the optional supplementary module D
をもとに作成

ホールライフカーボンについてCO2とGHGによる評価手法

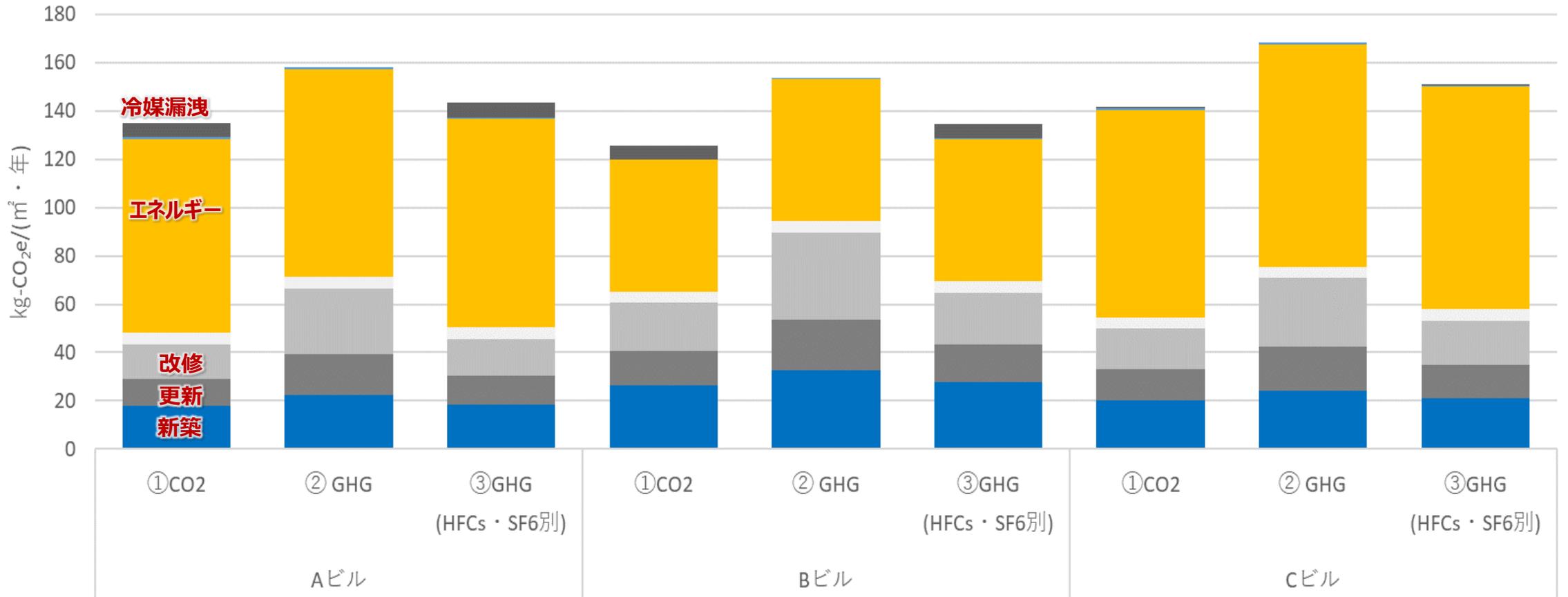
評価項目

		評価方法			
段階	建設分野のプロセス分類	①CO ₂	②GHG	③GHG(HFCs,SF6別)	
A	資材製造 	A1 原材料の調達	CO ₂	GHG 冷凍機・温湿調整装置、開閉制御装置、民生用エアコン等の使用時のフロン漏洩は、資材製造の算定に含まれる	GHG 冷凍機・温湿調整装置のHFCs、開閉制御装置のSF6、民生用エアコン等のHFCsを控除
		A2 工場への輸送			
		A3 製造			
	施工 	A4 現場への輸送			
		A5 施工			
B	使用 	B1 使用（フロン漏洩等）	GHG	GHG	
		B2 維持保全	CO ₂	GHG	
		B3 修繕			
		B4 更新・交換			
		B5 改修			
	使用 	B6 エネルギー消費	CO ₂	GHG	GHG
		B7 水消費			
C	解体 	C1 解体・撤去	CO ₂	GHG	GHG
		C2 廃棄物の輸送			
		C3 中間処理			
		C4 廃棄			
D	補足 	D 再利用、リサイクル、エネルギー回収による便益と負荷			

ホールライフカーボンについてCO2とGHGによる評価手法

床面積あたりの年間GHG排出量(60年)

- ・規模の異なるオフィスビルを対象に、AIJLCA-DBにて、CO2、GHG、GHG（HFCs・SF6別、J-CAT同様評価）を試算
- ・GHG > GHG（HFCs・SF6別） > CO₂
- ・内訳は、ばらつきはあるものの評価項目の違いによらず同じ傾向(エネルギー > 改修+修繕 > 新築)



ケーススタディ: ホールライフカーボンとアップフロントカーボン

ホールライフカーボンとアップフロントカーボン

検討概要

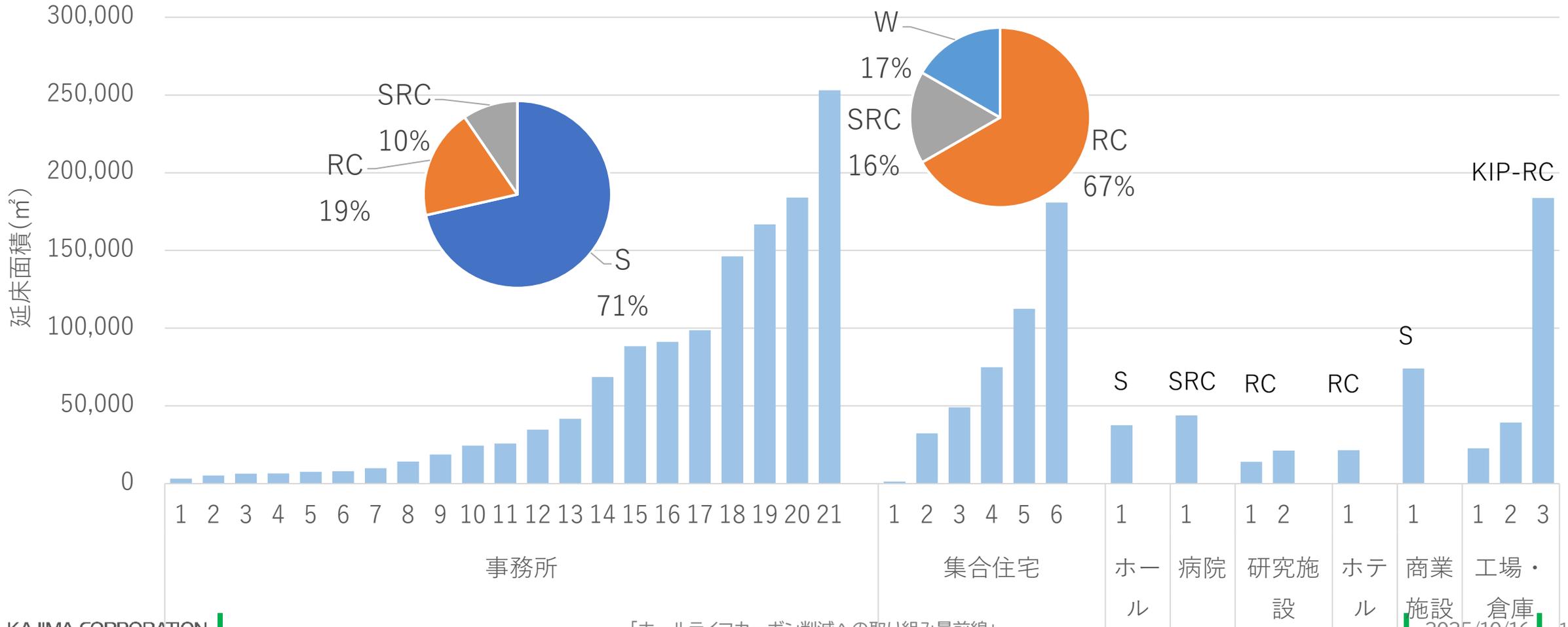
AIJ-LCA原単位を用いた（一財）住宅・建築SDGs推進センターにて開発されたJ-CAT 2024.10正式版の標準算定法にて、ライフサイクルの年間③GHG（HFCs・SF₆別）排出量（60年）を34件について評価し、用途別の傾向等を比較



ホールライフカーボンとアップフロントカーボン

検討対象

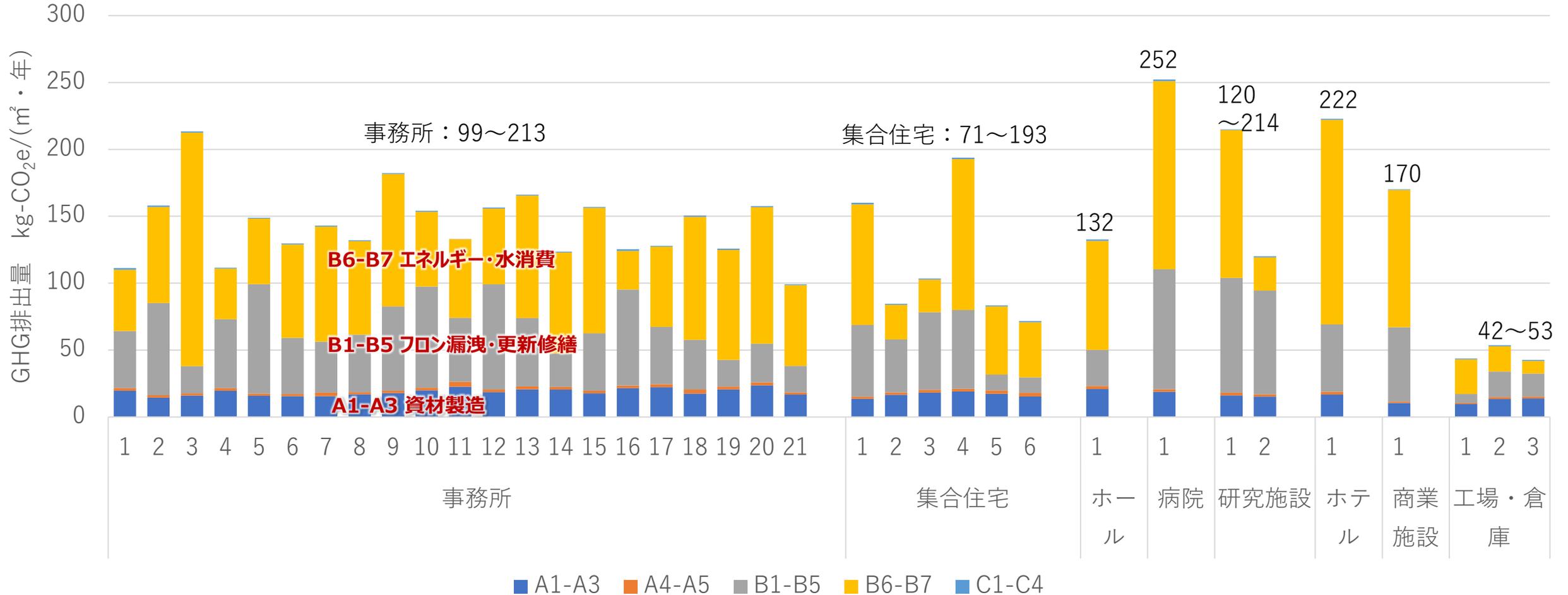
事務所(21件 3,217~253,000㎡)、集合住宅(6件 1,409~180,800㎡)、ホール(37,633㎡)、病院(43,825㎡)
 研究施設(2件 14,079~21,270㎡)、ホテル(21,544㎡)、商業施設(74,071㎡)、工場倉庫(22,719~183,824㎡)



ホールライフカーボンとアップフロントカーボン

評価結果：ホールライフカーボン（A1～C4, 資材製造～解体）

ばらつきはあるが、総量で用途毎にある程度傾向がみられる。内訳として、B1-B5 使用（フロン漏洩、更新修繕）およびB6-B7 使用（エネルギー・水消費）の占める割合が大きい。省エネルギー、長寿命（更新修繕への配慮）、脱フロンが重要となる。

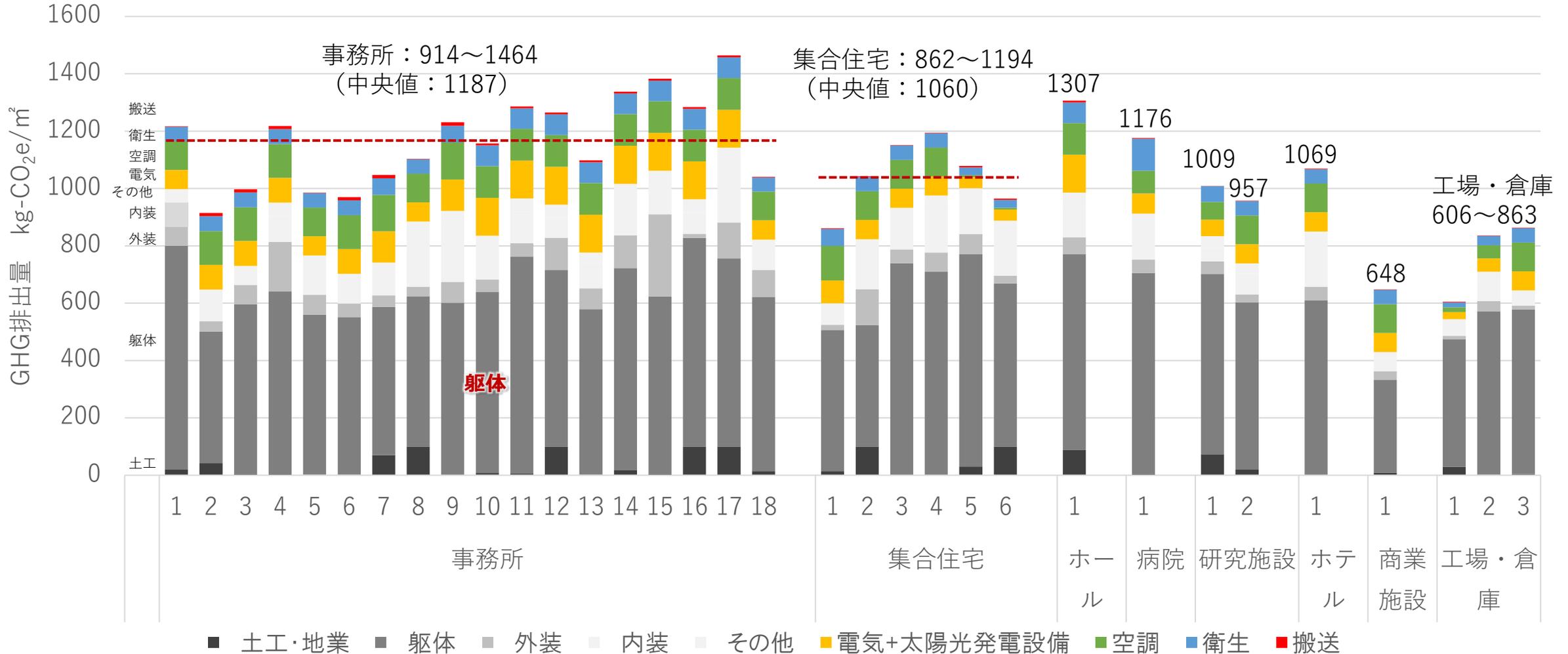


ホールライフカーボンとアップフロントカーボン

評価結果：アップフロントカーボン（資材製造・施工,A1～A5）評価

ばらつきはあり、総量で606～1464kg-CO₂e/m²。建築工事の躯体が大部分を占める。

事務所の中央値は、1187 kg-CO₂e/m²、集合住宅の中央値は、1060 kg-CO₂e/m²となった。



ケーススタディ：アップフロントカーボンの傾向分析

アップフロントカーボンの傾向分析

検討概要

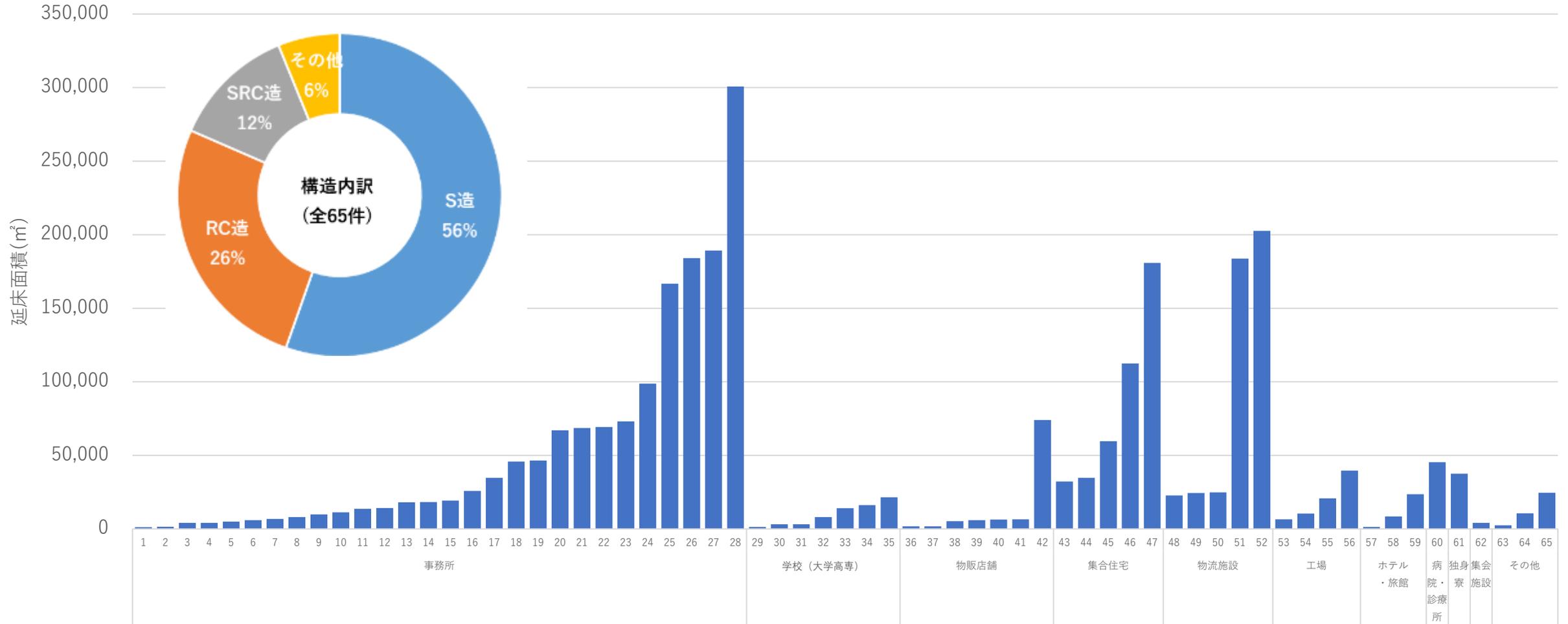
温室効果ガスのうちCO2排出量を対象に、AIJ-LCAツールver6.03にて、建築・設備の見積書から資材投入量から、部位・設備毎のCO2排出量を求めた。(AIJ-LCA DB Ver1.0.2、システム境界は、国内+海外支出)

	段階	建設分野のプロセス分類	評価方法①	評価範囲
A	資材製造 	A1 原材料の調達	CO ₂	アップフロントカーボン
		A2 工場への輸送		
		A3 製造		
	施工	A4 現場への輸送		
		A5 施工		
B	使用 	B1 使用 (フロン漏洩等)	GHG	
		B2 維持保全	CO ₂	
		B3 修繕		
		B4 更新・交換		
		B5 改修		
	使用 	B6 エネルギー消費	CO ₂	
		B7 水消費		
C	解体 	C1 解体・撤去	CO ₂	
		C2 廃棄物の輸送		
		C3 中間処理		
		C4 廃棄		
D	補足	D 再利用、リサイクル、エネルギーによる便益と負荷		

アップフロントカーボンの傾向分析

対象物件

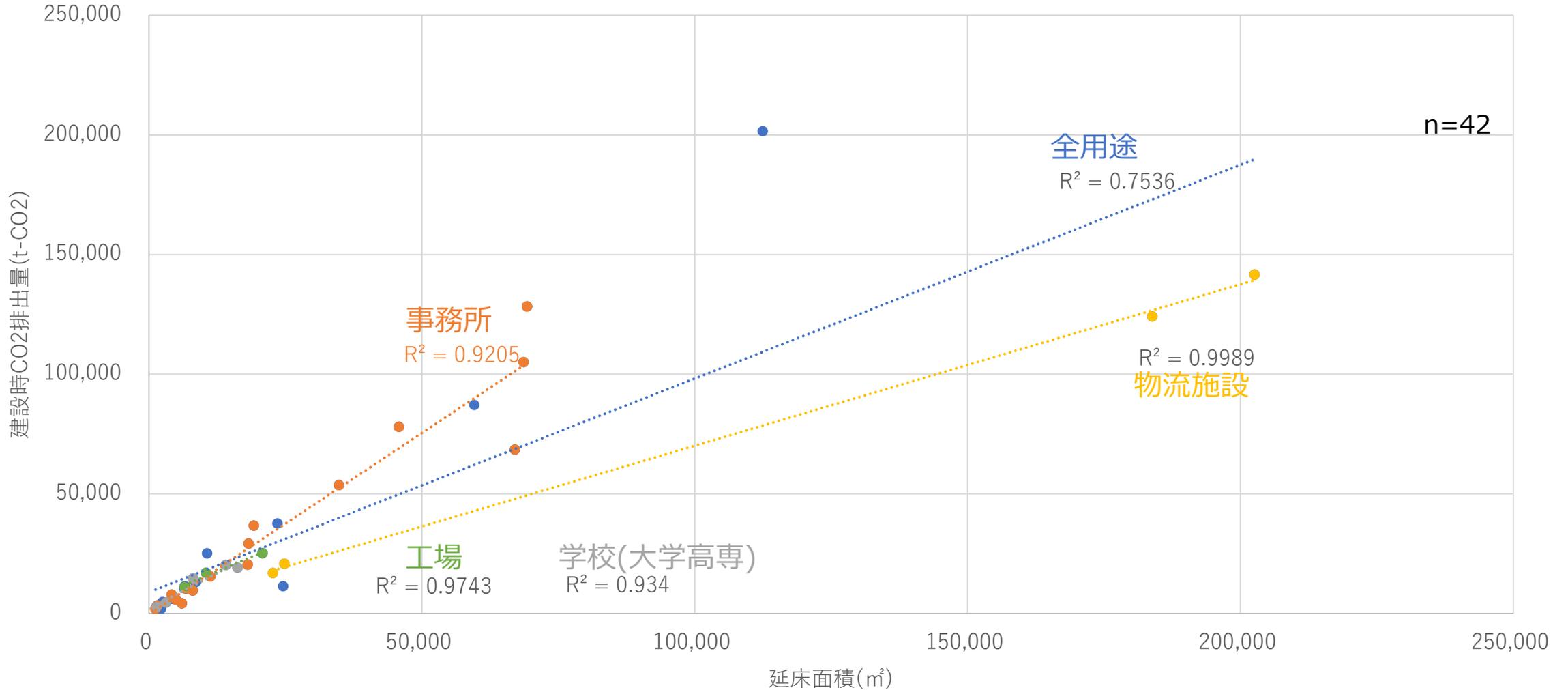
規模の異なる65件の建物（事務所、学校、物販店舗、集合住宅、物流施設、工場、ホテル・旅館、病院・診療所、独身寮、集合施設、その他）について、建設時CO2排出量を算定



アップフロントカーボン(建築工事+設備工事)

全用途

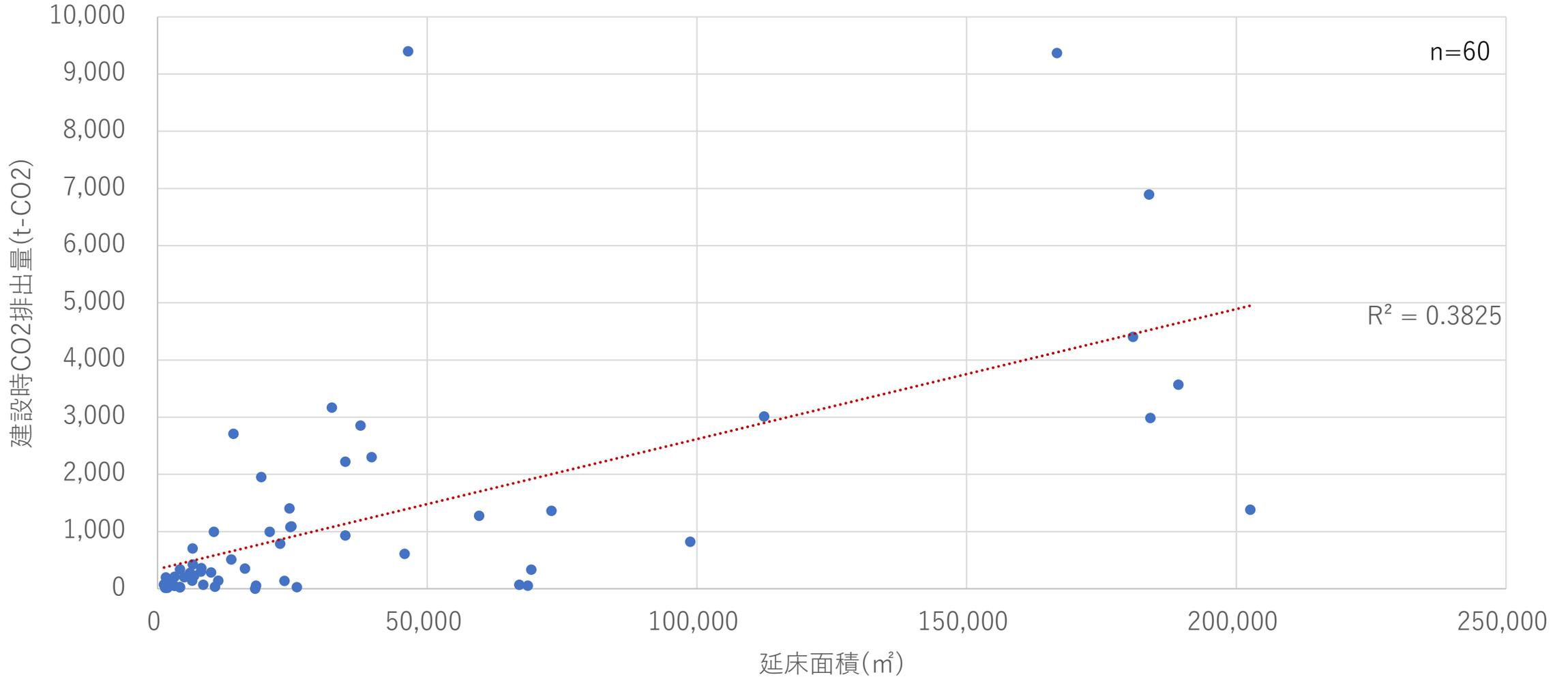
延床面積と建設時CO2排出量は一定の相関がある



アップフロントカーボン(建築工事)

基礎

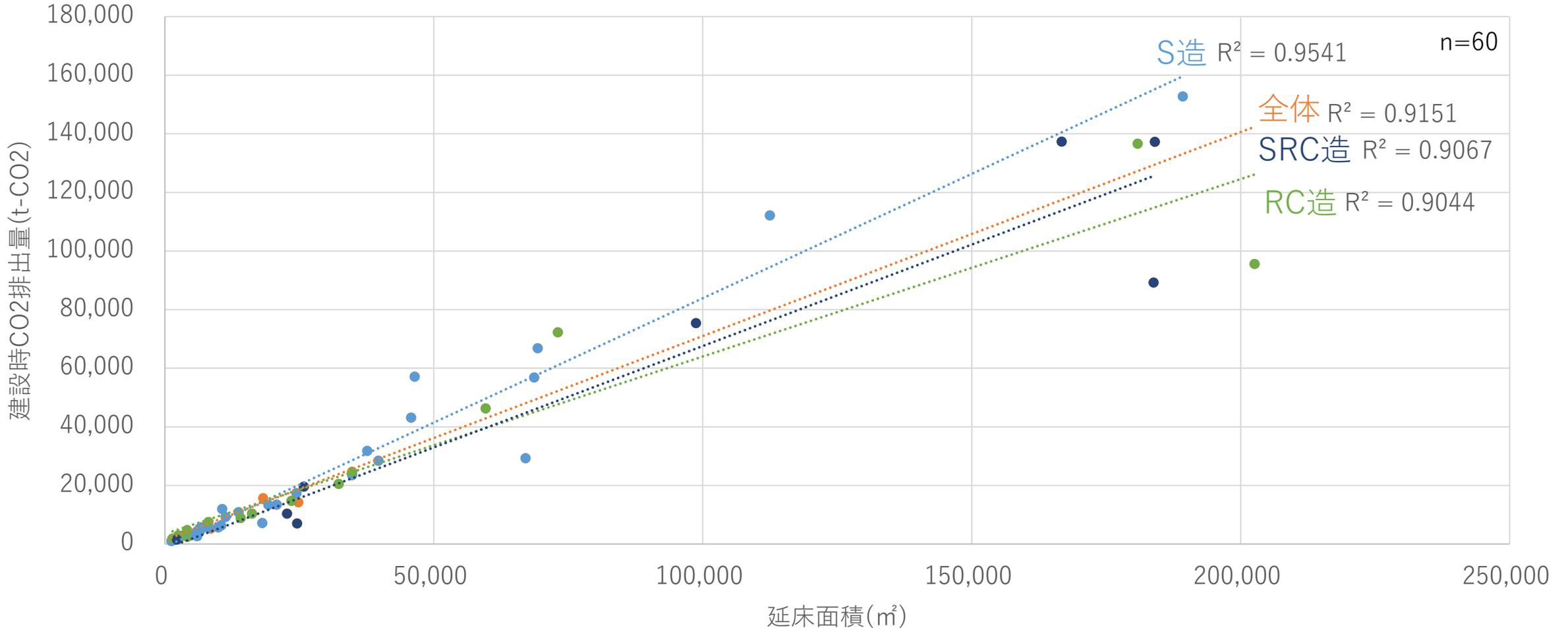
基礎のみのCO2排出量と延床面積との相関は低い



アップフロントカーボン(建築工事)

躯体工事

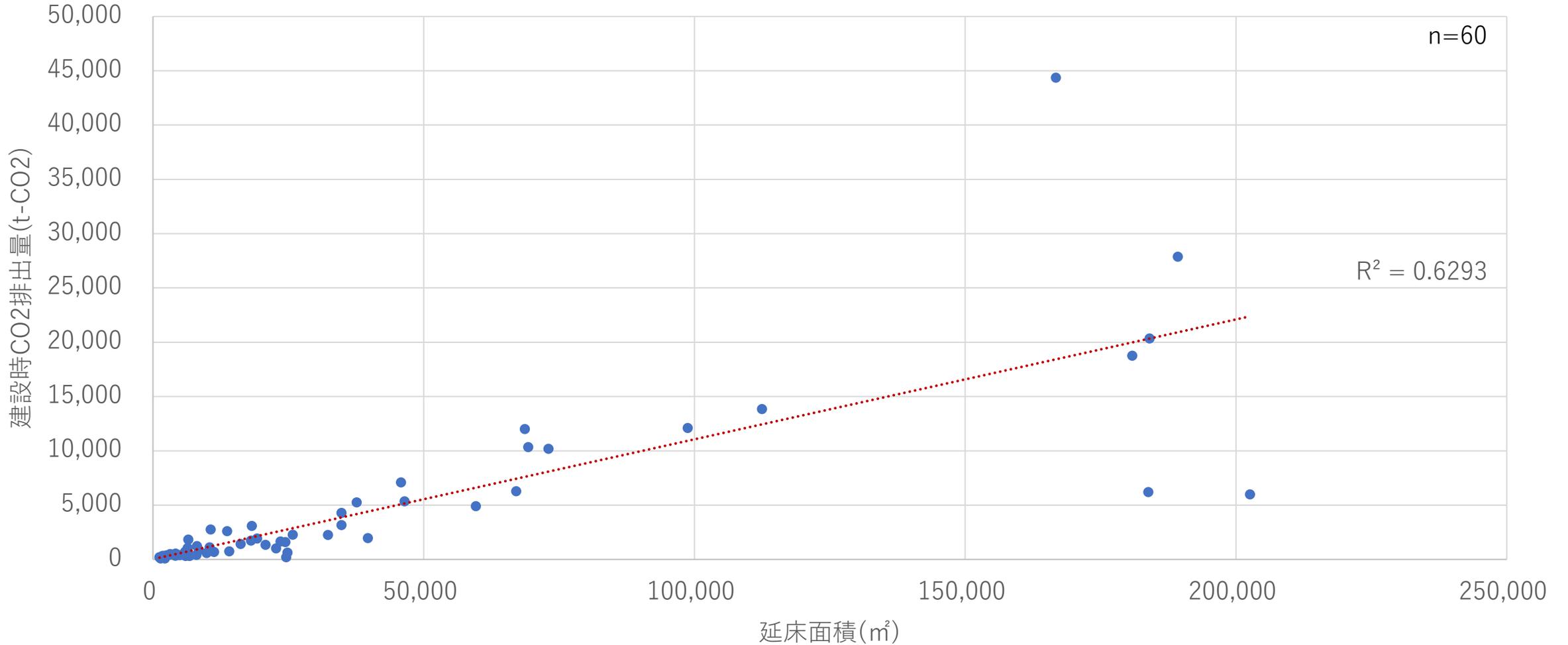
躯体のみのCO2排出量と床面積はある程度の相関がみられる



アップフロントカーボン(建築工事)

外装

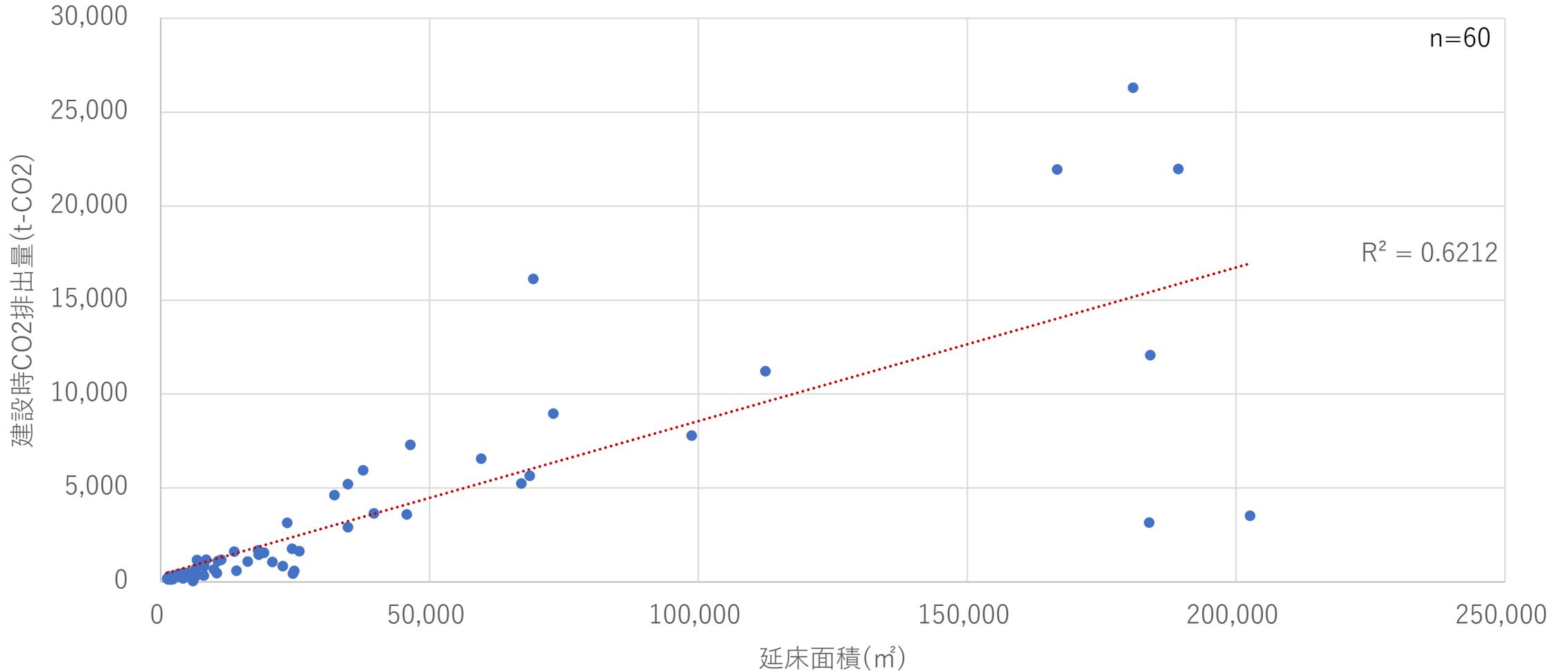
外装のみのCO2排出量と床面積の相関は低い



アップフロントカーボン(建築工事)

内装

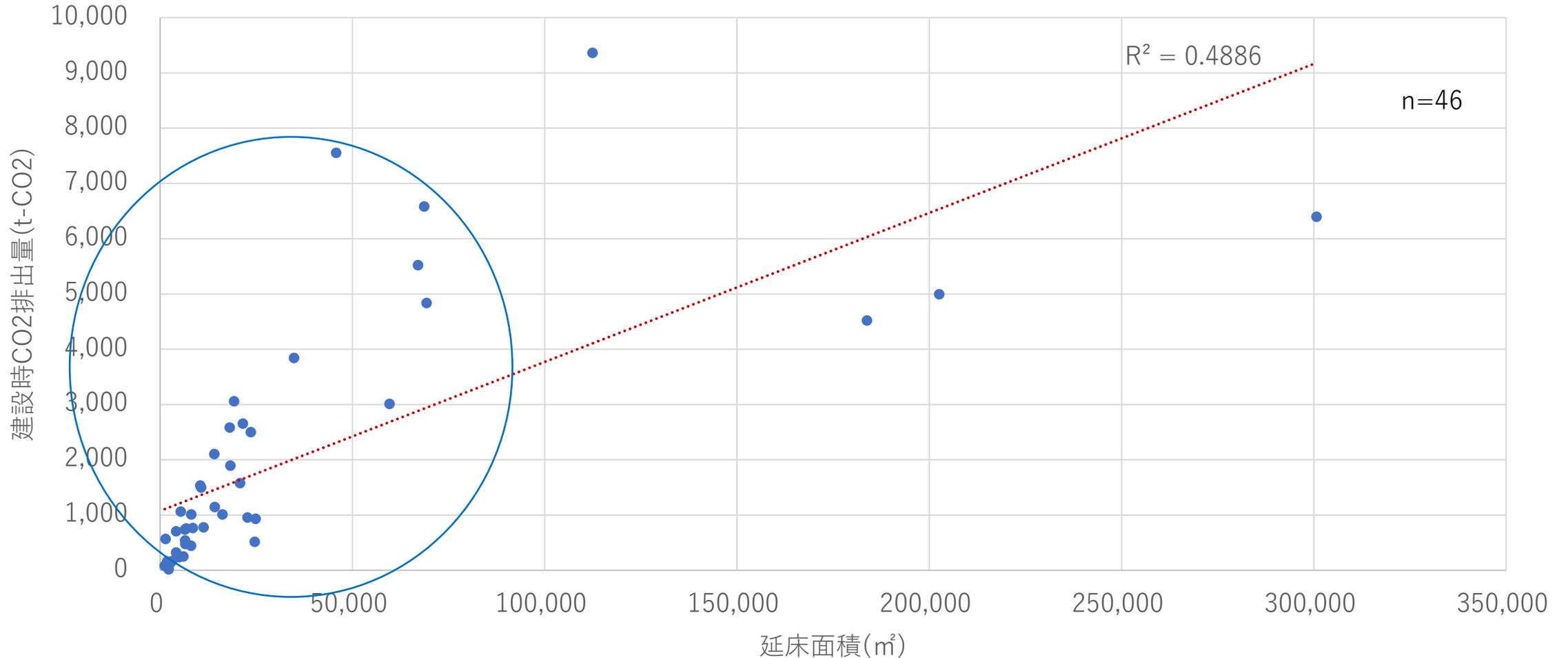
内装のみのCO2排出量と床面積の相関は低い



アップフロントカーボン(設備工事)

電気設備

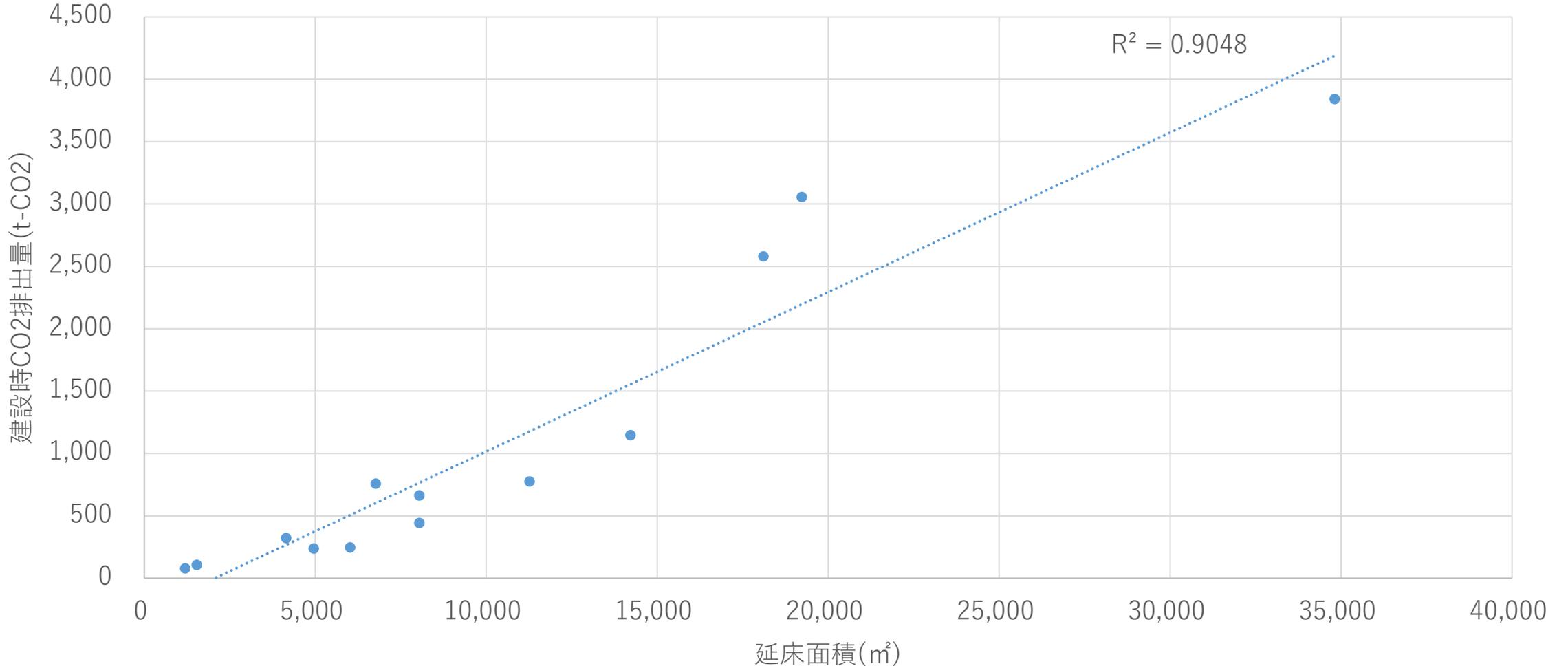
電気設備のCO2排出量と床面積は、床面積の規模を限定すると相関があると推測



アップフロントカーボン(設備工事)

電気設備, 用途:事務所, 延床面積40,000㎡以下

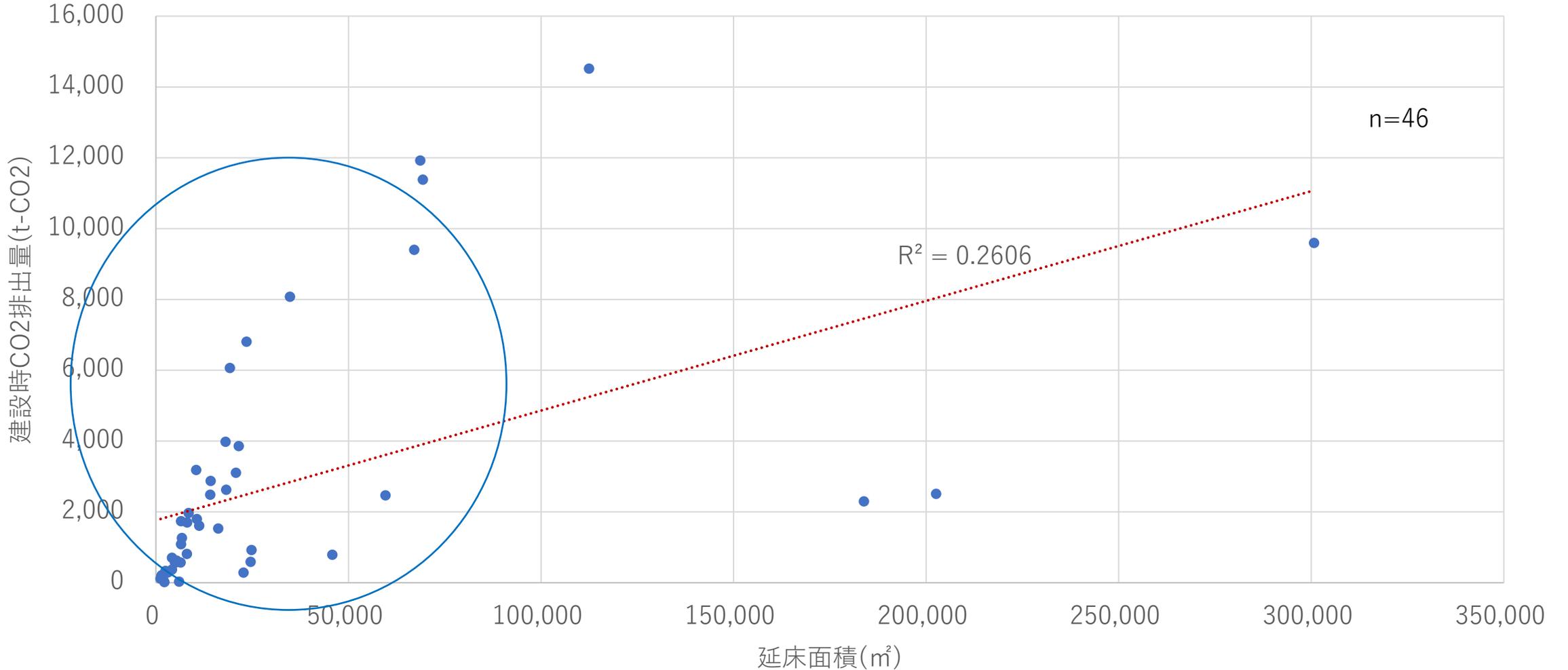
床面積と用途を限定すると、電気設備のCO2排出量と床面積の相関は見られる



アップフロントカーボン(設備工事)

空調設備

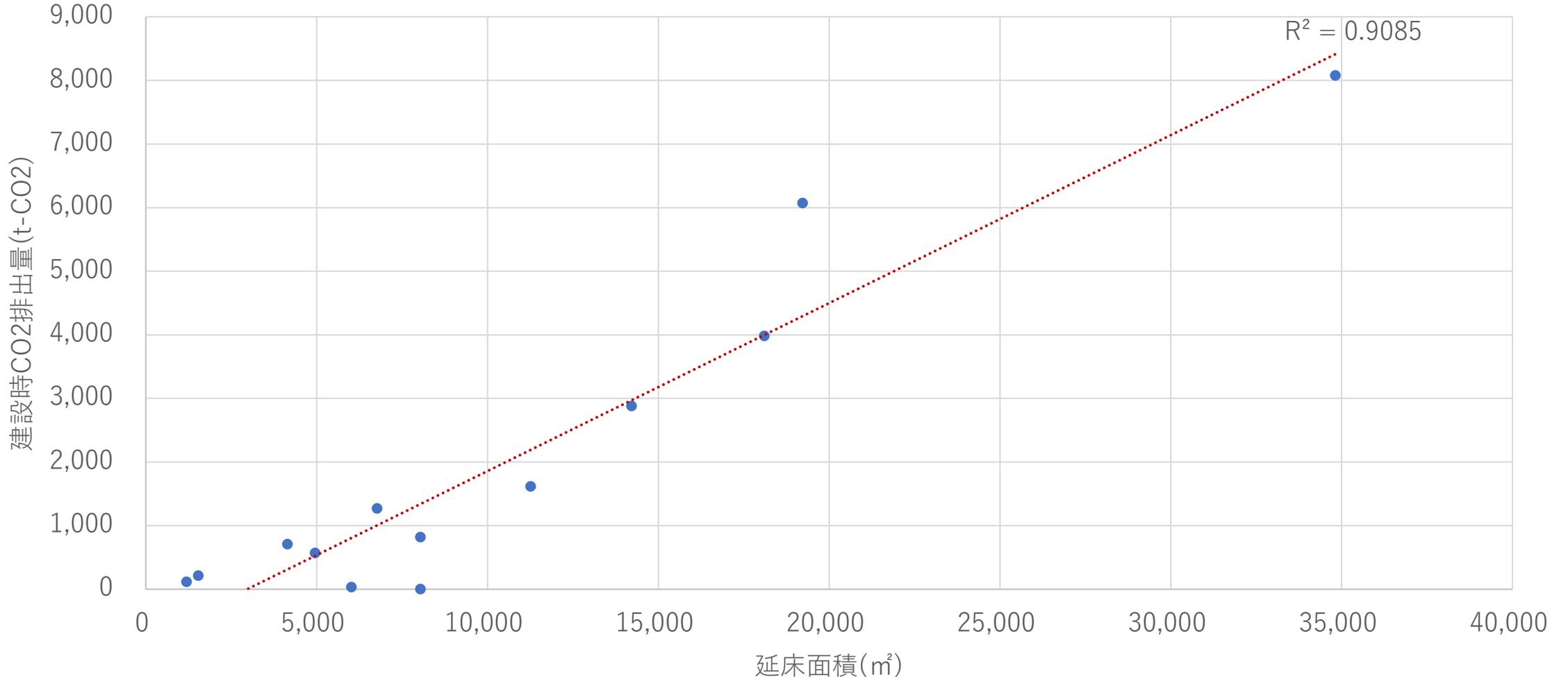
空調設備のCO2排出量と床面積は、床面積の規模を限定すると相関があると推測



アップフロントカーボン(設備工事)

空調設備, 用途:事務所, 延床面積40,000㎡以下

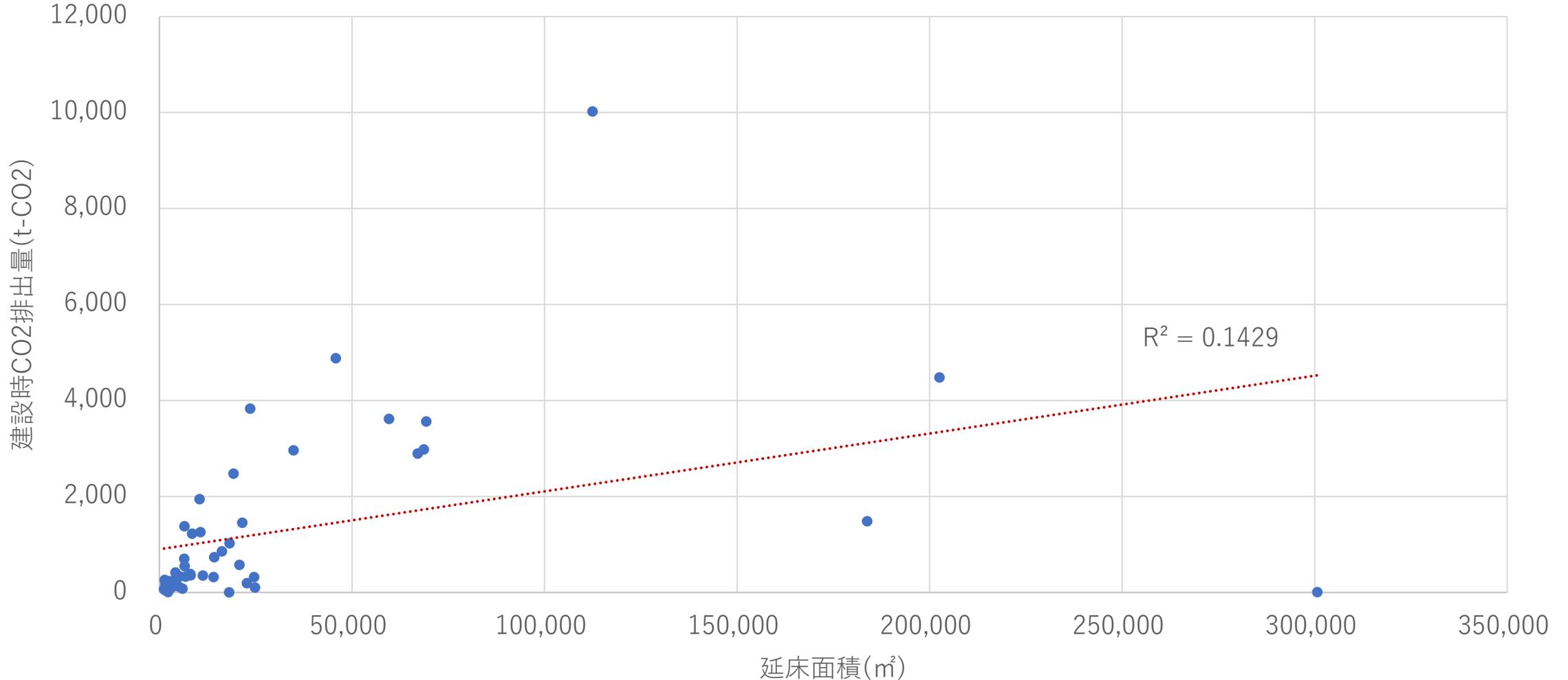
床面積と用途を限定すると、空調設備のCO2排出量と床面積の相関は見られる



アップフロントカーボン(設備工事)

衛生設備

衛生設備のみのCO2排出量と床面積の相関は低い



最後に

ホールライフカーボンの評価方法について

- ・3件の建物について評価項目の違い（①CO₂、②GHG、③GHG（HFCs・SF₆別））を検討。
- ・GHG排出量の総量は、②GHG > ③GHG（HFCs・SF₆別） > ①CO₂の順になった。
排出量の内訳は、ばらつきはあるものの①～③の評価項目の違いによらず同じ傾向であった。

ホールライフカーボンの評価方法について

- ・J-CAT 2024.10正式版の標準算定法により、36件の建物（事務所、集合住宅、ホール、病院、研究施設、ホテル、商業施設、工場・倉庫）について、③GHG(HFCs・SF₆別)の評価方法にてホールライフカーボンを検討。
- ・B1-B5 使用（フロン漏洩、更新修繕）およびB6-B7 使用（エネルギー・水消費）の占める割合が大きくなり、ホールライフカーボンの削減には、省エネルギー、長寿命（更新修繕への配慮）、脱フロンが重要となる。

アップフロントカーボンの評価方法について

- ・65件の建物（事務所、学校、物販店舗、集合住宅 等）を、①CO₂の評価方法でアップフロントカーボン进行评估。
- ・建物全体の建設時CO₂排出量は、延床面積と、ある程度の相関があった。
- ・建築工事においては、躯体について構造方式毎の建設時CO₂排出量は、延床面積と、ある程度の相関があった。
- ・設備工事については、建物規模と建物用途を限定すると、空調設備、電気設備では建設時CO₂排出量は、延床面積とある程度の相関があった。