

第5回 環境研究機関連絡会 研究交流セミナー

**住宅・社会資本分野における
カーボンニュートラルに貢献する研究**

国土交通省 国土技術政策総合研究所

大城 温

令和6年1月24日



国土交通省

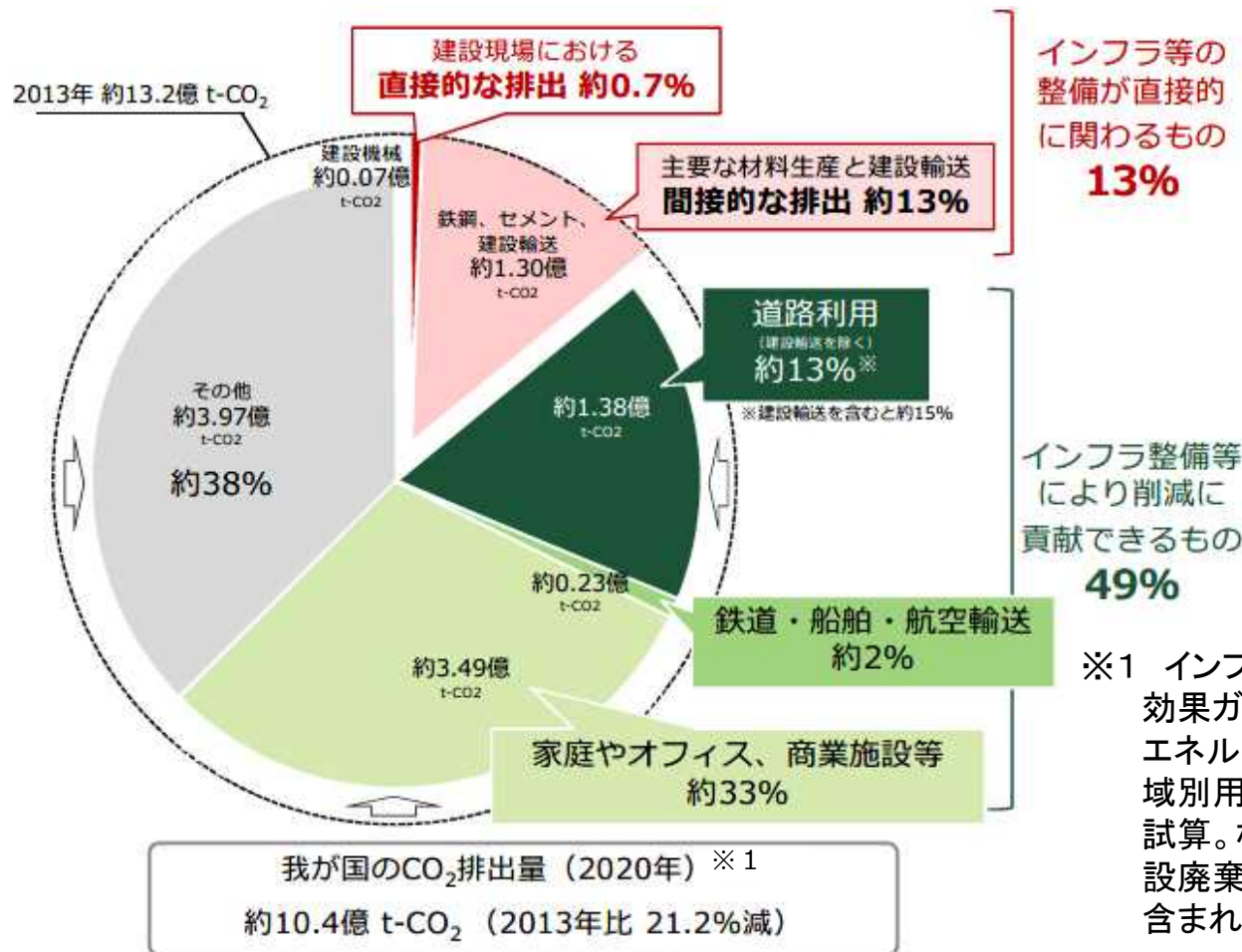
国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management

- ① 我が国のインフラ分野におけるCO₂排出状況
- ② 国総研におけるカーボンニュートラル研究の実施方針・実施体制
- ③ 国総研におけるカーボンニュートラル研究に貢献する研究課題

- ① 我が国のインフラ分野におけるCO₂排出状況
- ② 国総研におけるカーボンニュートラル研究の実施方針・実施体制
- ③ 国総研におけるカーボンニュートラル研究に貢献する研究課題

- 我が国のCO₂排出量全体の概ね3分の2が、インフラ分野に関わりのある排出。
- このうち、「建設機械からの直接的排出」及び「主要材料の生産、建設輸送というサプライチェーンを通じた間接的排出」による約13%が、インフラ等の整備が直接的に関わる排出源。
- また、「道路利用」や「鉄道・船舶・航空輸送」、「家庭やオフィス等」からの排出量が約半分を占め、インフラの整備やインフラによる再生可能エネルギーの創出などにより削減に貢献できる排出源。

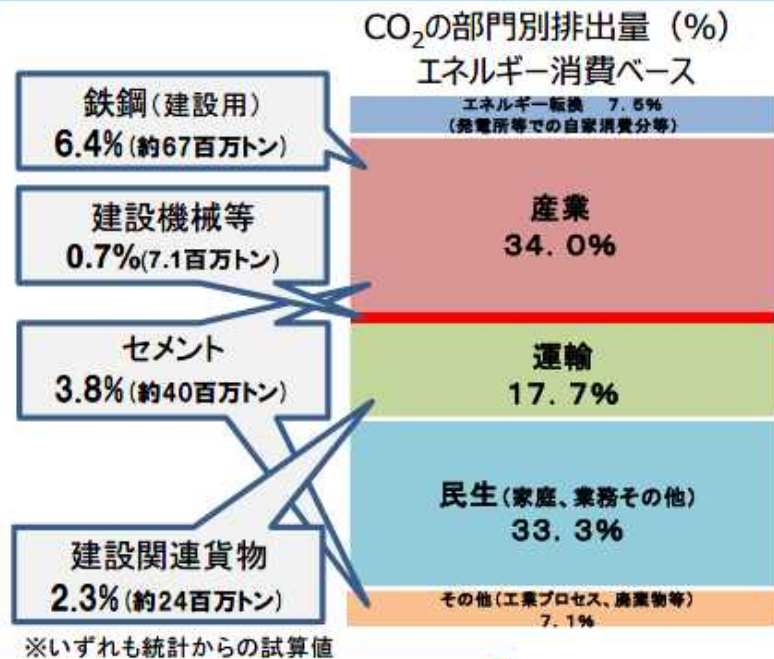


※1 インフラ分野に関する排出量については「日本の温室効果ガス排出量データ」(1990-2020年度確報値)、「総合エネルギー統計」、「自動車輸送統計調査」及び「普通鋼地域別用途別受注統計」(いずれも2020年確報値)に基づき試算。なお、鉄鋼以外の金属材料の製造や土砂以外の建設廃棄物の処理など、インフラ分野に関係するがその他に含まれているものがある。

- 建設業における建設現場でのCO₂排出量 (Scope1+2) は全排出量の約0.7% (2020年度)
- 一方、建設材料や建設関連貨物などサプライチェーンを含めた建設現場におけるCO₂排出量 (Scope3) は、全排出量の約1割強※1

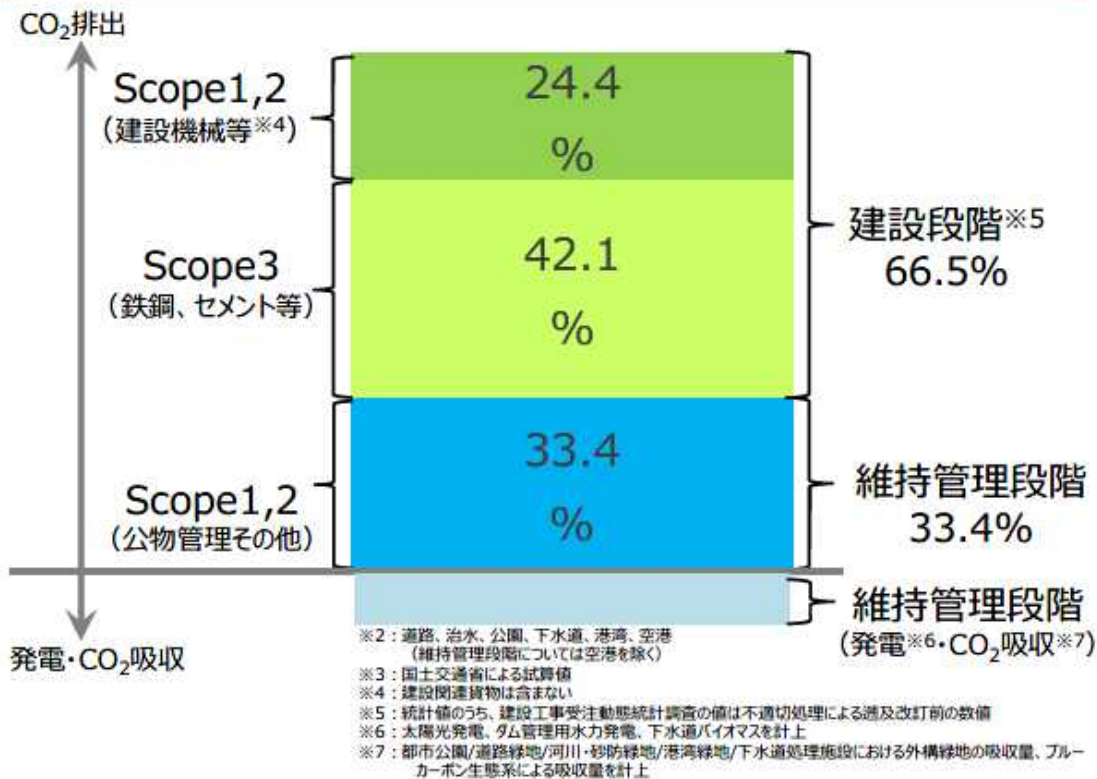
Scope1: 事業者の直接排出、Scope2: 事業者の間接排出、Scope3: サプライチェーンにおける排出

建設業 (土木・建築) の排出量割合



建設業 (土木・建築) 計: 概ね1割強

公共土木※2 (建設・維持管理) の排出量割合※3



※2: 道路、治水、公園、下水道、港湾、空港 (維持管理段階については空港を除く)
 ※3: 国土交通省による試算値
 ※4: 建設関連貨物は含まない
 ※5: 統計値のうち、建設工事受注動態統計調査の値は不適切処理による過及改訂前の数値
 ※6: 太陽光発電、ダム管理用水力発電、下水道バイオマスを計上
 ※7: 都市公園/道路緑地/河川・砂防緑地/港湾緑地/下水道処理施設における外構緑地の吸収量、ブルー・カーボン生態系による吸収量を計上

出典: 社会資本整備審議会 第29回技術部会 資料4, p.2, 2022年8月2日

<https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/content/001493862.pdf>

- ① 我が国のインフラ分野におけるCO₂排出状況
- ② 国総研におけるカーボンニュートラル研究の
実施方針・実施体制
- ③ 国総研におけるカーボンニュートラル研究に
貢献する研究課題

住宅・社会資本分野における唯一の国の研究機関として、以下の基本方針のもとで研究を実施

- ・ 技術的専門家として行政の視点も踏まえ、国土交通省の政策展開に参画する
- ・ 研究活動で培った高度で総合的な技術力を実務の現場に還元する
- ・ 国土・社会の将来像の洞察と技術開発の促進により、新たな政策の創出につなげる

「国土交通省 環境行動計画」(令和3年12月改定)

- ・ 環境基本法に基づく国の「環境基本計画」を踏まえた国土交通省の環境配慮方針
- ・ 従来の「国土交通省 気候変動適応計画」を統合する形で、一体的に改定
- ・ 計画期間は、令和12(2030)年度まで

「国土交通省環境行動計画」に示された環境施策の4つの柱に基づき環境研究を実施

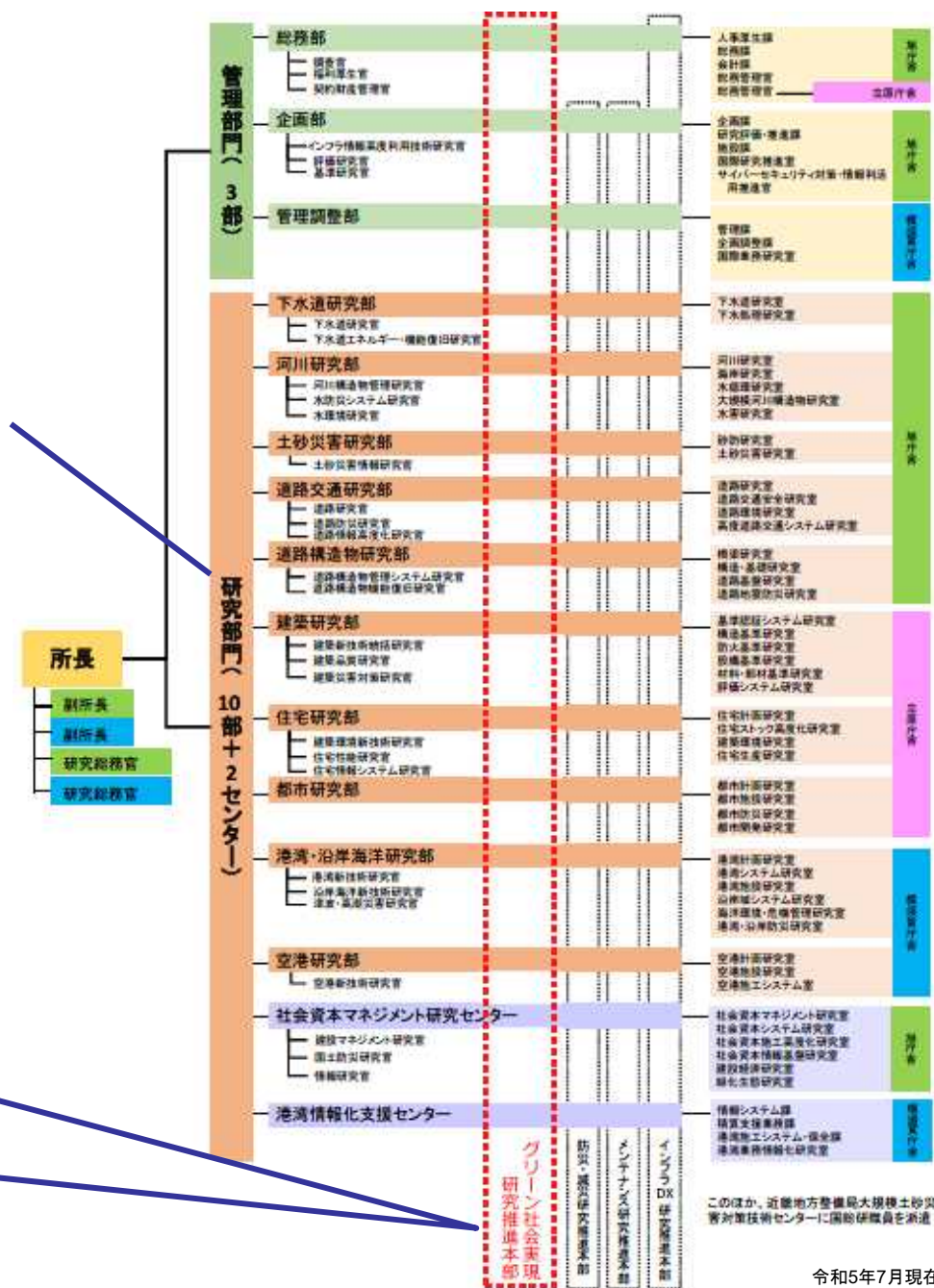
- ① 気候変動緩和策の推進
(省エネ・再エネ・吸収源 等)
- ② 気候変動適応策の推進
(自然災害・水資源・水環境・国民生活 等)
- ③ 生態系の保全・持続可能な活用等の推進
(グリーンインフラ・水循環・海の保全再生 等)
- ④ 3R、資源利活用の推進
(建設リサイクル・下水道資源活用 等)



- 分野ごとの研究部・センターにおいて、本省各部署と連携し、分野別の環境研究を推進

国総研 研究部等	対応する本省部局
河川研究部	水管理・国土保全局
下水道研究部	// 下水道部
土砂災害研究部	// 砂防部
道路交通研究部 道路構造物研究部	道路局
都市研究部	都市局
建築研究部 住宅研究部	住宅局
港湾・沿岸海洋研究部 港湾情報化支援センター	港湾局
空港研究部	航空局
社会資本マネジメント研究センター	大臣官房技術調査課など

- 研究所の分野横断的な研究推進組織として、「研究推進本部」を設置し部門間の連携を推進
- 令和5年7月から気候変動適応研究と環境研究の2つの横断的研究組織を統合・再編
→ 「**グリーン社会実現研究推進本部**」を設置



このほか、近畿地方整備局大規模土砂災害対策技術センターに国総研職員を派遣

- ① 我が国のインフラ分野におけるCO₂排出状況
- ② 国総研におけるカーボンニュートラル研究の実施方針・実施体制
- ③ 国総研におけるカーボンニュートラル研究に貢献する研究課題

		住宅・建築	まちづくり・インフラ	人流・物流	その他
緩和策	CO ₂ 固定	I-2 吸収源対策、カーボンリサイクル			I-1-4-2 鉄道車両・船舶・航空機における脱炭素化の推進
	CO ₂ 削減	I-1-3-2 インフラ整備における脱炭素化の推進			I-1-8 水素社会の実現、次世代エネルギーの利活用拡大
		I-1-4-1 次世代自動車の普及等			I-1-9 地球温暖化緩和策に資する国際貢献、国際展開
		I-1-1 住宅建築物の省エネ対策の強化	I-1-2 都市における省エネ・省CO ₂ 化等の脱炭素に配慮したまちづくりへの転換	I-1-5 スマート交通の推進	I-1-10 政府実行計画に基づく環境対策の推進
再生エネ普及	I-1-7 再生可能エネルギーの導入・利活用拡大			II-1 気候変動適応計画の推進	
適応策	II-2 自然災害分野における適応策の推進				II-5 気候変動適応策に資する監視・予測情報の提供
		II-3 水資源・水環境分野における適応策の推進			II-6 気候変動適応策に関する技術力を生かした国際貢献
	II-4 国民生活・都市生活分野等における適応策の推進				IV-3 下水道資源の有効利用の推進
自然共生			III-1 グリーンインフラ等を活用した健康でゆとりある都市・地域空間の再構築、生態系ネットワークの保全・再生・活用等		IV-4 効率的な静脈物流システムの構築
			III-2 健全な水循環の確保		IV-5 環境及び安全に配慮したシップリサイクルの推進
			III-3 海の保全・再生		
循環3R	IV-2 既存住宅流通・リフォームの促進	IV-1 質を重視する建設リサイクルの推進			

カーボンニュートラルに貢献する研究

該当する研究課題数

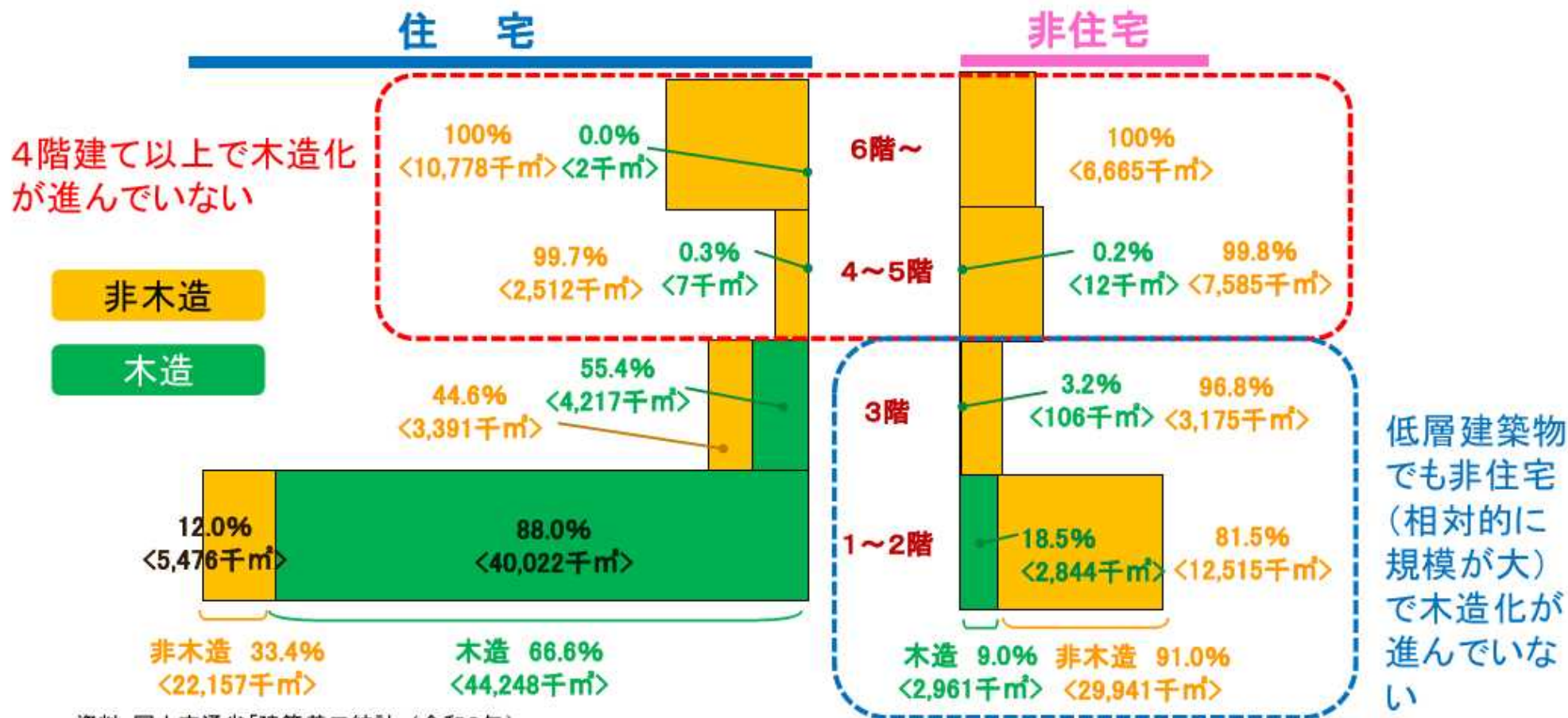
- 10件以上
- 10件未満
- 0件

	住宅・建築	まちづくり・インフラ	人流・物流
CO ₂ 固定	<ul style="list-style-type: none"> ① 中大規模建築物における木材利用促進に関する研究 	<ul style="list-style-type: none"> ブルーカーボン生態系の環境価値に関する研究 ② 沿岸環境保全技術における炭素貯留効果を最大化する手法の開発 GIとしての緑の機能評価手法及び整備・管理手法に関する研究 	
CO ₂ 削減	<ul style="list-style-type: none"> 既存建築ストックの省エネ性能の向上に関する研究 コンクリート系新材料の建築物への適用促進に関する研究 	<ul style="list-style-type: none"> ③ 建設材料・機械・監理プロセスでのCO₂排出削減効果の定量化等に関する研究 カーボンニュートラルに向けた下水道技術に関する研究 	<ul style="list-style-type: none"> 国際海上コンテナ背後輸送の効率化方策に関する研究 スマート交通推進(自転車利用促進・道路交通円滑化等)に関する研究
再エネ普及		<ul style="list-style-type: none"> カーボンニュートラルに向けた下水道技術に関する研究(再掲) 	

→ ①～③の研究課題(青字)を個別に紹介

- 政府の各種計画等において、「建築物の木造化等の促進」が謳われている。
- 建築分野への木材の利用拡大のためには、**新たな木材需要の創出**が必要。
⇒ **中大規模建築物における木造化の普及拡大が鍵。**

階数別・構造別の着工建築物の床面積



資料: 国土交通省「建築着工統計」(令和2年)

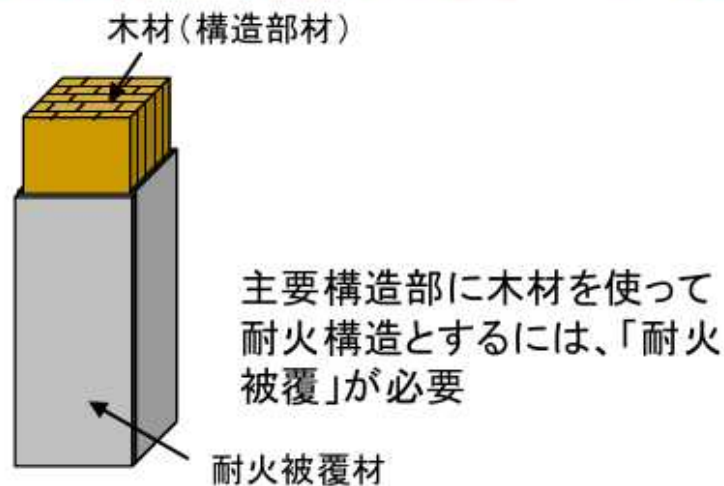
住宅とは居住専用建築物、居住専用準住宅、居住産業併用建築物の合計であり、非住宅とはこれら以外をまとめたものとした。

課題

- **木造の4階建て以上の建築物は、耐火建築物※としなければならない。**

※ 主要構造部が耐火構造であるもの又は耐火性能検証法等により火災が終了するまで耐えられることが確認されたもの

- **主要構造部に木材を使用する場合、耐火被覆が必要で、木材をそのまま見せる方法で活用できない(メリットがなく、現場ニーズに応えられない)**



構造体である木材を防火被覆なしでそのまま見せる“現わし”の事例

方針

- CLT等の**木造**とRC造や鉄骨造などの**耐火部材**とを組み合わせた「**木質混構造建築物**」とすることが有効。

現場ニーズに応じた
中大規模建築物の木造化の普及へ

新しい木質材料を活用した混構造建築物の設計・施工技術の開発 (国土交通省総合技術開発プロジェクト・H29～R3年)

- 中大規模建築物において今後普及が期待できる典型的な“木質混構造”の**プロトタイプ**を有識者や関係団体の意見を踏まえて設定。
- 各プロトタイプを実現するうえでの**課題を解決するための研究開発**を実施。

論点 (検討のポイント)

構造

- 木造、RC造、鉄骨造の各部材は、従来の一般的な設計法をもとに構造計算・解析できるようにする。
- 異種構造間の接合部では破壊させない。
⇒ **一般設計法による構造計算の適用方法、異種構造間の接合部の仕様**

防火

- 不燃材料の架構(壁や床)で囲まれた一定の区画内で木材を利用
⇒ **可燃物の増大に対応した防火区画・延焼防止設計法、接合部の防火被覆設計法**

【木質混構造のプロトタイプ】 ※ 4～6階程度を想定

プロトタイプ	架構のイメージ		メリット
<p>タイプⅠ</p> <p>2層分のRC造大架構の中に木造架構を自由に設置</p>	<p>RC大架構 (庁舎)</p>  <p>内観 (1層おきに木造架構)</p> 		<ul style="list-style-type: none"> ・可変性 ・4階建以上で木を表面に見せる方法の実現 ・RC造メガストラクチャーの床、コアによる防火区画
<p>タイプⅡ</p> <p>RC造・S造架構で各階の壁・床を木造化</p>	<p>RC+CLT袖壁 (集合住宅)</p> 	<p>S+CLT壁 (事務所)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ・4階建以上で木を表面に見せる方法の実現 ・防火設計が比較的容易 (各層毎の区画)
<p>タイプⅢ</p> <p>異なる木造構法の併用</p>	 <p>CLT 壁+集成材梁併用工法</p>  <p>木造集合住宅</p>		<ul style="list-style-type: none"> ・大スパン等の自由な空間構成 ・パーツの減少による施工の合理化

研究内容・成果の詳細は、以下のWebサイトでご覧になれます。

○研究内容・成果

国土技術政策総合研究所 建築研究部

「新しい木質材料を活用した混構造建築物の設計・施工技術の開発」

https://www.nilim.go.jp/lab/hbg/mmw_hp/mmwsample.html

○パンフレット

https://www.nilim.go.jp/lab/hbg/mmw_hp/pamphlet.pdf

○研究成果報告書

国総研研究報告 No.69

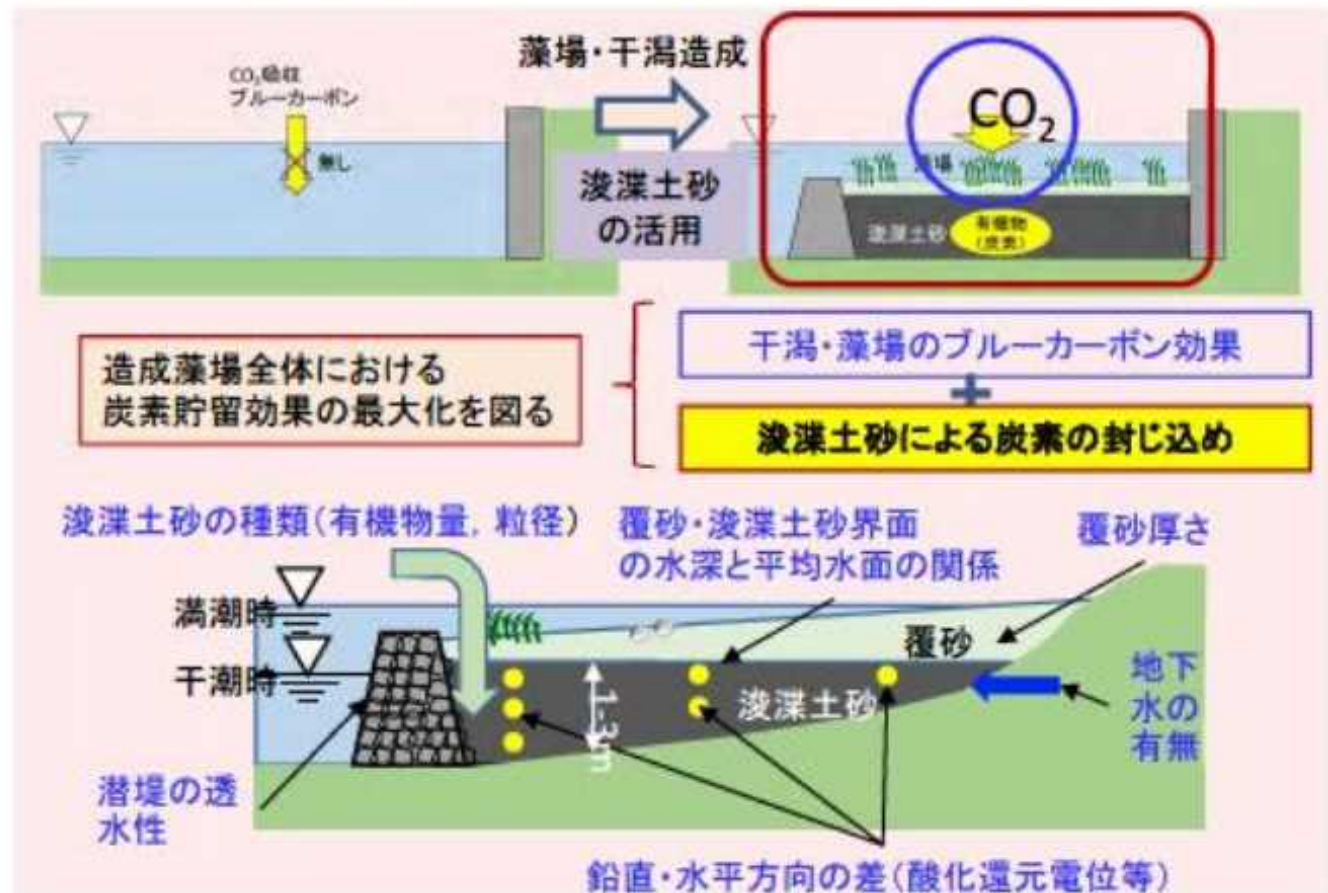
「新しい木質材料を活用した混構造建築物の設計・施工技術の開発」

<https://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/rpn/rpn0069.htm>

研究の概要

脱炭素化の推進に向けて、沿岸生態系を活用した炭素吸収源対策であるブルーカーボンの推進のため、有機物を含む浚渫土砂を干潟・藻場造成に活用し、炭素貯留量が高い造成干潟の造成方法を開発する。

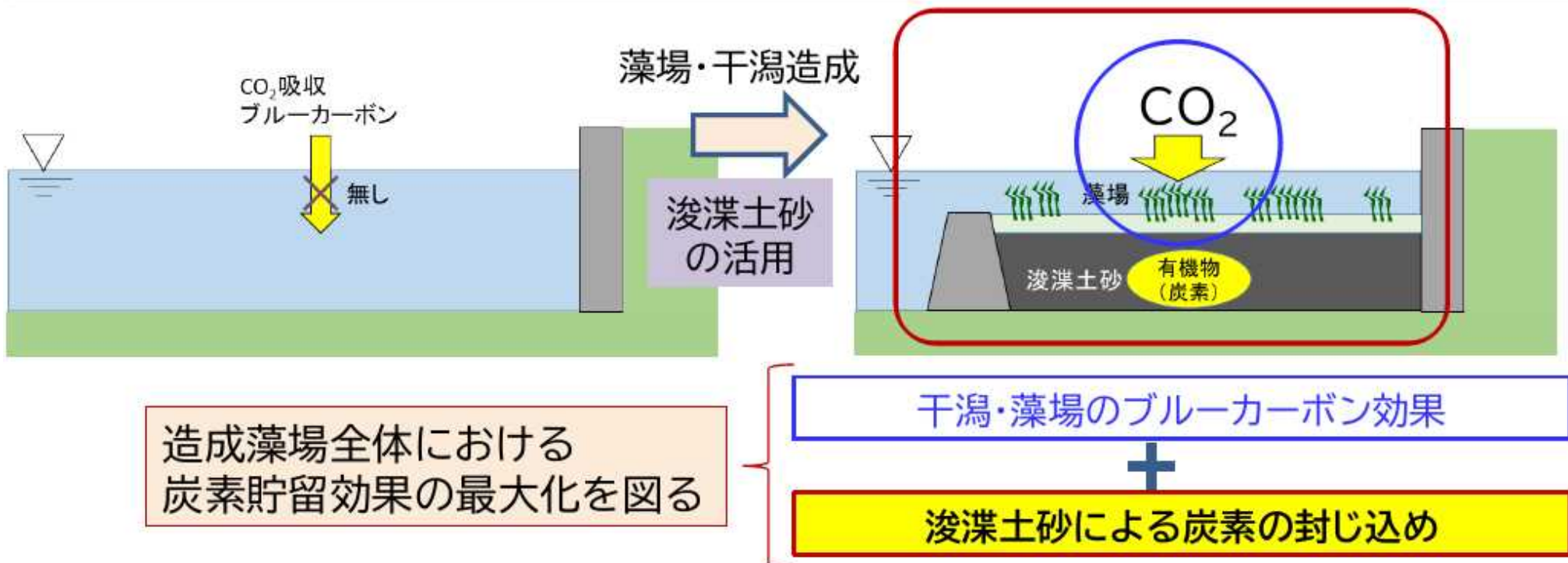
- ① 造成干潟・藻場に活用した浚渫土砂中の炭素の残存率の算定
- ② 炭素残存率と諸条件の関係の整理
- ③ 炭素貯留効果を考慮した造成干潟・藻場の造成方法の開発



研究の背景・課題

- 地球温暖化抑制として温室効果ガスの削減は世界的な課題
- カーボンニュートラルポート(2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン戦略)の実現に向けて様々な技術開発が必要. CO₂排出ネットゼロを目指すためには, 排出源対策(排出量の削減)だけでなく, 吸収源対策が不可欠
- 沿岸域における吸収源対策としてブルーカーボンが注目されている.
 - ブルーカーボンとは, 沿岸域における新たな吸収源であり, 海草・海藻など海の生物の作用で海中に取り込まれる炭素ことである.

このブルーカーボンを推進し, 干潟・藻場全体の炭素貯留効果を高めるため, 次のことを考える



研究内容① 造成干潟・藻場に活用した浚渫土砂中の炭素の残存率の算定

【目的】

- 炭素残存率の算出(一次調査)

【具体的な実施事項】

- 現地調査
 - 完成後10年以上経過した既往の複数の造成干潟・藻場の炭素量(TOC)を測定
 - 施工時の炭素量と比較し, 残存率を算出

基本事項

好気条件(酸素がある): 有機物が分解されCO₂排出

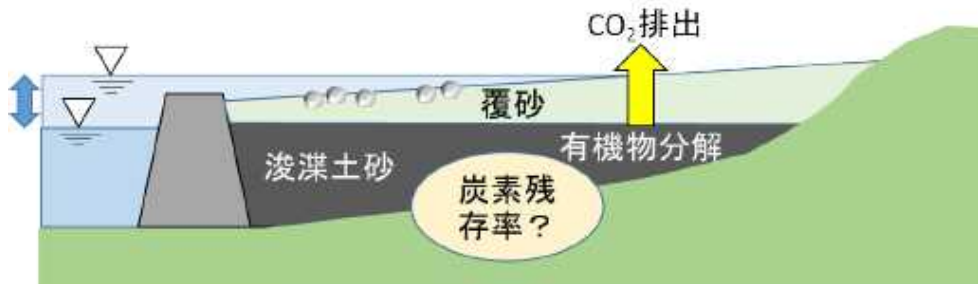
嫌気条件(酸素がない): CO₂排出しない. ただしCH₄排出の懸念あり

造成干潟

潮位により, 干出・冠水を繰り返す



好気・嫌気状態が変動



造成藻場

常に水没状態



嫌気状態



$$\text{炭素残存率} = \frac{\text{現状の浚渫土砂中の全有機炭素量(TOC)(mg/g)}}{\text{施工時(浚渫時)の浚渫土砂中の全有機炭素量(TOC)(mg/g)}}$$

研究内容② 炭素残存率と諸条件の関係の整理

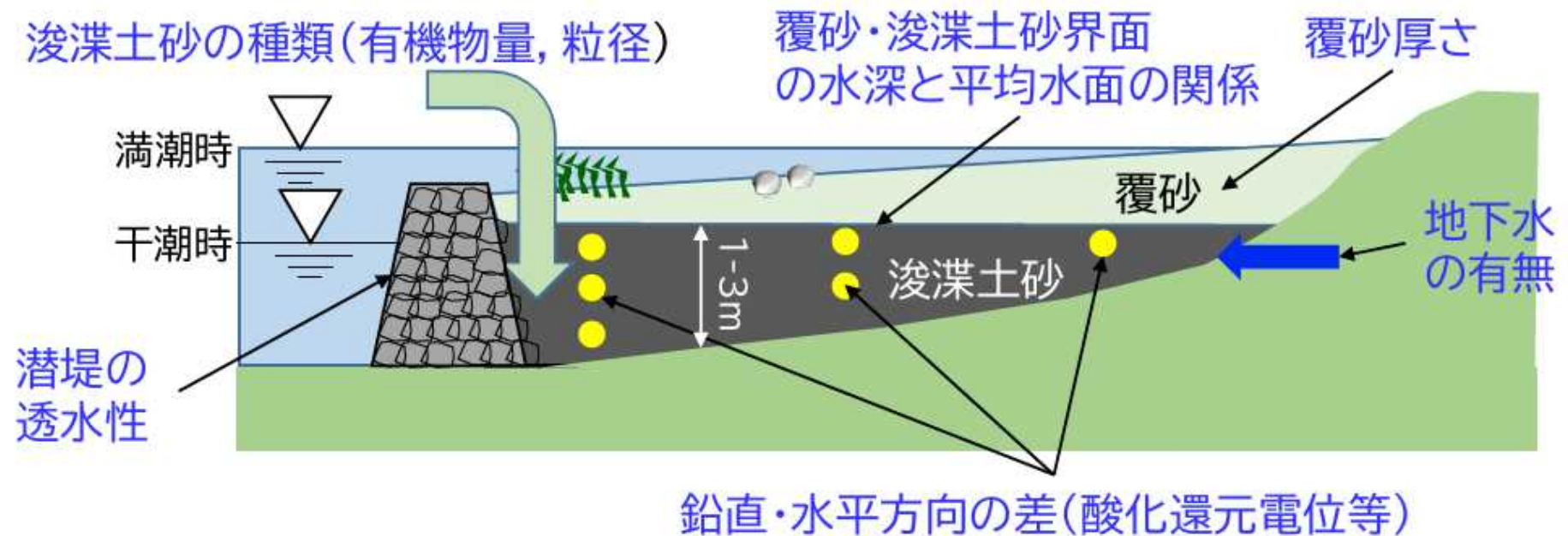
【目的】

- 造成干潟・藻場における、炭素残存率の高い条件の抽出(二次調査)

【具体的な実施事項】

- 現地調査
 - ①の調査結果を踏まえて、複数の造成干潟・藻場を抽出
 - 異なる造成干潟・藻場間における、炭素残存率と条件の関係を整理
 - 同じ干潟・藻場内で、鉛直・水平方向のデータを取得し、環境条件の違いを整理
- 室内実験
 - 実験室内における種々の条件下における、有機物分解、CO₂、CH₄排出量の測定

例)干潟の場合 ・下記の種々な項目を複数の干潟で比較



研究内容:③ 炭素貯留効果を考慮した造成干潟・藻場の造成方法の開発

【目的】

- 炭素残存率が高く、かつ、ブルーカーボン生態系による炭素貯留量が高い造成干潟・藻場の造成方法の開発

【具体的な実施事項】

- 「②の検討による炭素残存率が高い条件」と「良好な生物の生息環境および海草・海藻の生育環境」を考慮した造成方法(設計, 施工方法等)を提案

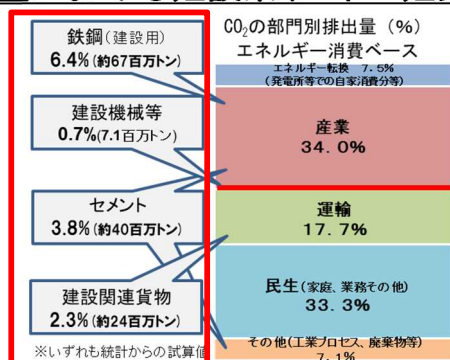


背景・課題

※ 内閣府科学技術・イノベーション推進事務局 「研究開発とSociety5.0との橋渡しプログラム(BRIDGE)」事業により研究を実施

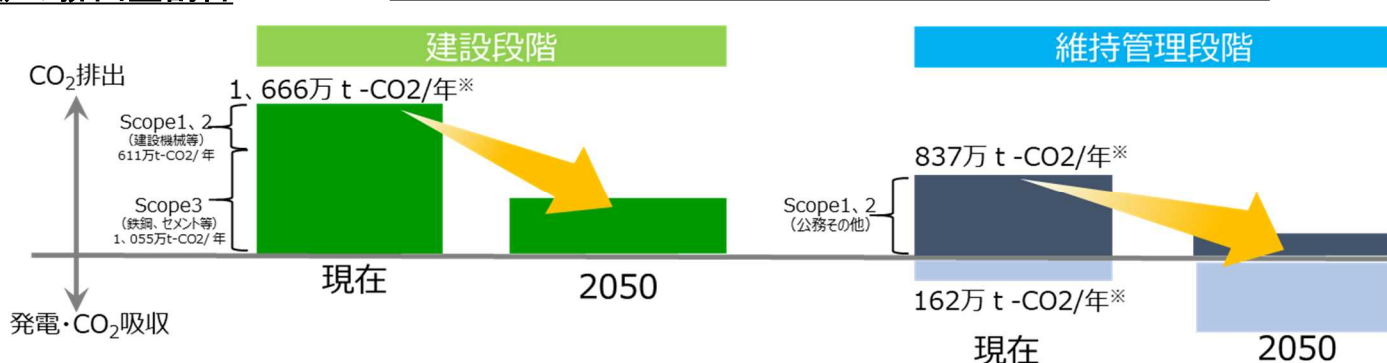
- ・建設材料や建設関連貨物などサプライチェーンを含めた建設現場におけるCO₂排出量は、**全排出量の約1割強**。
- ・2050年カーボンニュートラル実現に向け、インフラ分野においては**サプライチェーンを含めた建設・維持管理段階全体**で、脱炭素化の取組を進めていく必要がある。
- ・低炭素化に資する技術は既に存在しているものの、建設工事に係る技術や工法によるCO₂排出削減効果の**評価手法は統一されておらず、適切な評価基準が不足していることが、建設分野全体のGX化の障壁となっている**。
- ・本施策は、建設材料・機械・監理プロセスを対象に、**CO₂排出削減量算定マニュアル等の策定**を行うことで、建設分野のGX化を図る。

全排出量における建設業(土木・建築)の排出量割合

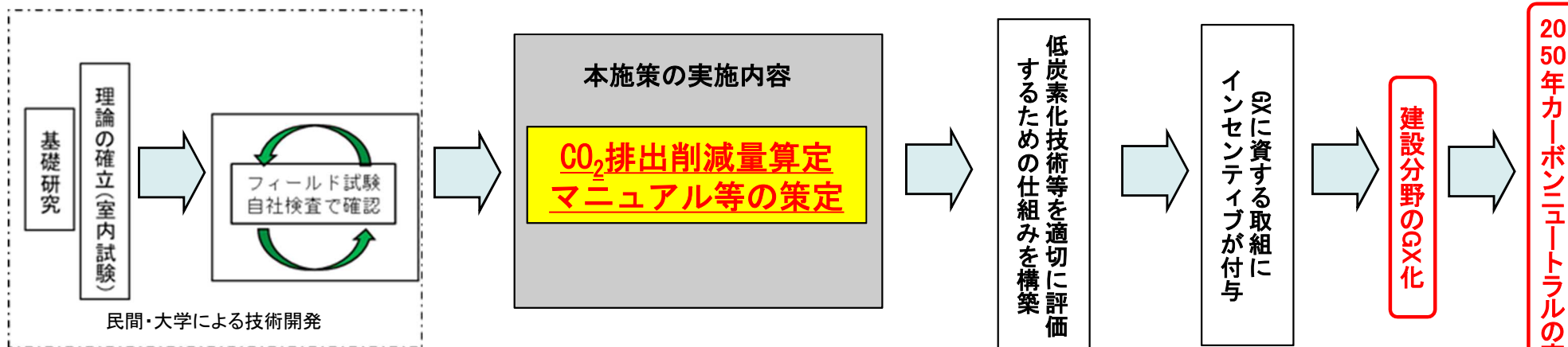


建設業(土木・建築)計: **概ね1割強**

建設分野における2050年カーボンニュートラル化のイメージ



※道路、治水、下水道、公園、港湾、空港における排出量の試算値 (維持管理段階については空港を除く)
 ※Scope1: 事業者の直接排出、Scope2: 事業者の間接排出、Scope3: サプライチェーン排出



各種政府戦略において施策内容を位置づけ

GX実現に向けた基本方針 : 「建設施工に係る脱炭素化の促進を図る」
 統合イノベーション戦略2022: 「CO₂削減に資する材料については、…開発した材料の現場への導入を推進」