

(別紙様式10)

**2019 年度 北極域研究共同推進拠点 共同研究等報告書**

申請区分:  萌芽的異分野連携共同研究  共同推進研究  
 産学官連携フュージビリティ・スタディ  
 共同研究集会  産学官連携課題設定集会

研究課題名: 木質建築による北極圏域のカーボンニュートラル化に関する研究

研究期間: 2019 年度～ 2019 年度

共同研究員	氏名	所属・職名	専門分野	区分 (注 1)
研究代表者	森 太郎	工学研究院・准教授	室内環境・エネルギー	
研究分担者 (拠点外)				
研究分担者 (拠点内)	渡部典大	北極域研究センター・環境工学グループ	都市計画	
研究協力者 (注 2)	大井まりな	工学研究院	LCCO2	
	林泰介	工学研究院	Archityecture Design	
	Marko Huttunen	Livady Architects	Archityecture Design	
	Panu Savolainen	Livady Architects	Archityecture Design	
	Sirje Vares	VTT	Building Environment	
	Jari Shemeikka	VTT	Building Environment	
	Tarja Häkkinen	VTT	Building Environment	
	Matti Kuittinen	Ministry of Environment, Finland	LCCO2	
	Eeva Huttunen	Ministry of Environment, Finland	LCCO2	

【研究の内容】

(1)別紙

(2) 本共同研究に関連する活動（研究打合せ、学会参加、調査等）を実施した場合には、下表に記入してください。

日程(月日)	日数 (日)	活動内容	場所	共同研究員・研究協力者の参加者 名	参加者 数 (人)
2019-9-10	1	研究打合せ	ヘルシンキ	森太郎, 林泰介, Matti Kuittinen, Eeva Huttunen, Marko Huttunen, Sirje Vares	6
2019-9-17	1	研究打合せ	札幌 (skype)	森太郎, 林泰介, Matti Kuittinen, Eeva Huttunen, Marko Huttunen, Sirje Vares	6
2019-10-22	1	研究打合せ	札幌 (skype)	森太郎, 林泰介, Matti Kuittinen, Eeva Huttunen, Marko Huttunen, Sirje Vares	6
2019-11-22	1	研究打合せ	ヘルシンキ (VTT)	森太郎, Sirje Vares	2
2019-12-2	1	研究打合せ	札幌 (skype)	森太郎, 林泰介, Matti Kuittinen, Eeva Huttunen, Marko Huttunen, Sirje Vares	6

【研究論文や著書等】

著者名(共著者名含む)、発行年、論文タイトル、掲載誌名、巻・号、ページ数、DOI、査読の有無、インパクトファクター(IF、分かれば)、分野(表下にある(注3)から一つ番号を選択)を記入して下さい。

著者名, 発行年, 論文タイトル, 掲載誌名, 巻・号, ページ, DOI	査読の 有無	IF	分野 (注3)
ZERO ARCTIC, Concepts for carbon neutral Arctic construction based on tradition Arctic Council, SDWG の報告書			⑤

(注3) 分野:① 化学 ② 材料科学 ③ 物理学 ④ 計算機&数学 ⑤ 工学

⑥ 環境&地球科学 ⑦ 臨床医学 ⑧ 基礎生命科学 ⑨ 人文社会系

**【研究発表】**

以下の事項をご記入ください。

発表年月日、発表者名(共著者を含む)、発表タイトル、発表学会等名称、発表地(国、県、市など)、招待講演についてはその点も明記してください。

発表年月日	発表者名	発表タイトル	発表学会等名称	発表地	招待講演 (○)
2020-3-17 (延期)	大井まりな, 森太郎, 羽山広文	北海道とフィンランドにおける戸建住宅のLCCO2の比較	空気調和衛生工学会北海道支部	札幌	
予定	大井まりな, 森太郎, 羽山広文	極寒冷地域における戸建住宅の Zero Carbon化 その1	日本建築学会北海道支部研究発表会	札幌	
予定	大井まりな, 森太郎, 羽山広文	極寒冷地域における戸建住宅の Zero Carbon化 その2	日本建築学会大会	東京	

**【特許等】**

なし

**【本共同研究に関連して実施した集会(注4)等】**

なし

**【本共同研究の発展】**

VTTとClimate RESponsive Structures - building safe,sustainable and adaptive communities (CRESS)をJSPS等に申請することを検討中

**【アウトリーチ、取材、その他】**

取材・新聞掲載などがありましたら、日時、新聞名、記事コピーを添付して頂くようにお願いします。

## 別紙

### 目的・背景

近年、地球温暖化対策のため建築分野で省エネルギー化が進められている。しかし、建築物の資材製造から廃棄までのライフサイクルでその効果を評価した事例は少ない。よって、本研究では北海道にある戸建住宅の資材製造から廃棄までの  $LCCO_2$  を評価した。そして、同じ寒冷地で森林資源が豊富なフィンランドの事例と比較することで、北海道においてカーボンニュートラルな建築物を実現する方法を検討した。

### 方法

本研究では4軒の戸建住宅を対象建築物とし、建築物のライフサイクルを資材製造・修繕・運用・廃棄の4つの段階に分け、評価期間を60年として各段階の  $CO_2$  排出量を算出し、その和を  $LCCO_2$  として評価した。ただし、運搬や建設に関する  $CO_2$  排出量は正確な数値が得られず全体への影響が小さいことから本研究では除外した。また、北海道の事例ではLCA計算ツールのMiLCAによって  $CO_2$  排出量を算出し、フィンランドの事例では共同研究者がEN規格に基づいたデータベースを用いて算出した。さらに、対象建築物の構造はHokkaido-A, Bが木造軸組工法、Finland-Aがログ、Finland-BがCLTである。

表2は解析ケースである。解析ケースのパラメータは運用段階の使用エネルギーと廃棄方法である。Hokkaido-A, B(1)(2)(3)の使用エネルギーはプロパンガスであり、廃棄方法は(1)が全ての部材を産業廃棄物とし、(2)が木材をチップ化し、(3)が木材をリユースした。Hokkaido-A, B(4)の使用エネルギーは木質チップとPVであり、木材をリユースした。一方、Finland-A, B(1)(2)のエネルギー源はPVと風力発電であり、廃棄方法は(1)が木材をチップ化し、(2)が木材をリユースした。

### 結果

図1は  $LCCO_2$  の評価結果である。北海道の事例の  $LCCO_2$  はフィンランドの事例より非常に多く、フィンランドの事例はカーボンニュートラルな値になった。図2は各段階の  $CO_2$  排出量の内訳である。Hokkaido-A, B(1)(2)(3)は運用段階の  $CO_2$  排出量が多く、次点で資材製造段階の  $CO_2$  排出量が多い。また、プロパンガスを使用したHokkaido-A, B(1)(2)(3)より再生可能エネルギーを使用したHokkaido-A, B(4)の  $LCCO_2$  は少なくなった。さらに、資材製造段階の  $CO_2$  排出量はフィンランドの事例ではカーボンマイナスになった。図3は各事例における主な資材の数量である。北海道の事例はコンクリートや石膏、フィンランドの事例は木材の割合が多かった。

### 考察

北海道の事例において  $LCCO_2$  を削減するためには、資材製造段階と運用段階の  $CO_2$  排出量を大幅に削減する必要がある。その方法として運用段階において再生可能エネルギーを使用することが効果的であった。また、資材製造段階において木材など植物由来の資材を使用することでカーボンマイナスにすることができ、結果として  $LCCO_2$  を0に近づけることができた。よって、北海道においてカーボンニュートラルな建築物を実現するためには、植物由来の資材と再生可能エネルギーを積極的に使用するべきといえる。

表 1 LCCO<sub>2</sub>の解析ケース

Case	Energy	Disposal method
Hokkaido-A (1)	Propane gas	Industrial waste
Hokkaido-A (2)	Propane gas	Wooden chips
Hokkaido-A (3)	Propane gas	Reuse lumber
Hokkaido-A (4)	Chips,PV	Reuse lumber
Hokkaido-B (1)	Propane gas	Industrial waste
Hokkaido-B (2)	Propane gas	Wooden chips
Hokkaido-B (3)	Propane gas	Reuse lumber
Hokkaido-B (4)	Chips,PV	Reuse lumber
Finland-A (1)	PV,Wind	Wooden chips
Finland-A (2)	PV,Wind	Reuse lumber
Finland-B (1)	PV,Wind	Wooden chips
Finland-B (2)	PV,Wind	Reuse lumber

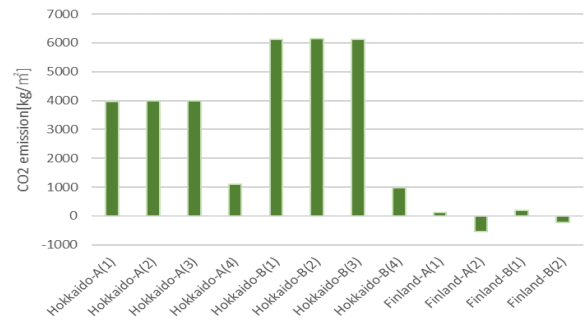


図 1 LCCO<sub>2</sub>評価結果

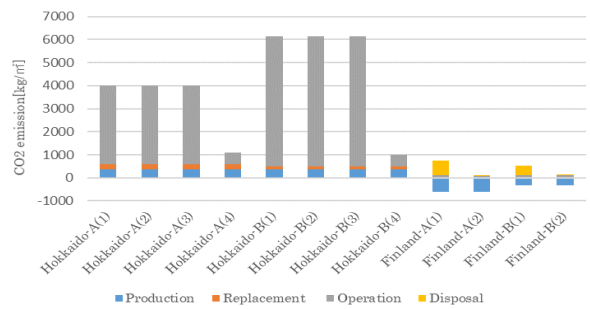


図 2 LCCO<sub>2</sub>の内訳

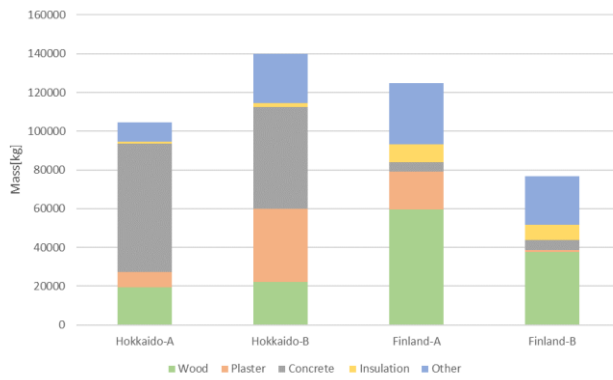


図 3 主な資材の質量