

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 27 日現在

機関番号：50103

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25350272

研究課題名(和文) トイチセの建設を通じた体験的環境教育に関する研究

研究課題名(英文) Construction of housing for northern indigenous people(toichise) and Comparison of thermal environment

研究代表者

西澤 岳夫(Nishizawa, Takeo)

釧路工業高等専門学校・創造工学科・准教授

研究者番号：00300509

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：北方先住民族であるアイヌが曾て越冬のために使用していた住居にトイチセ(土葺きの住居)がある。本研究ではこのトイチセをモデルとした建築物を学生と教員のみで学校敷地内に建設し、過年度、同様に建設したチセをモデルとした建築物とあわせて環境測定と分析を行い、チセとトイチセの温熱環境の違いの一端を明らかにした。また、これに付随してトイチセを題材にした教材キットを開発し、小中学生を対象としたものづくり教室に活用した。以上のような建設行為そのものと環境測定、ものづくり教室等を通して学生や子供達にもものづくりの楽しさや、北方先住民族住居の特徴を伝えた。

研究成果の概要(英文)：Recently, people pay attention to a life style of Ainu people who live in Hokkaido and north Asia area as indigenous people. In the past study, we made two different types of Chise and measure the thermal environments in severe cold weather. The results indicate thermal environment in each Chise is very poor. So we built Toichise, a house to surpass cold in winter, on the campus with students to conduct the social and the environmental education. In the education, we measured the thermal environment. Furthermore, we developed the kit of Toichise for teaching elementary and secondary school students. Finally, we were able to tell them about pleasure and significance of the manufacturing, a housing for northern indigenous people.

研究分野：建築歴史・意匠

キーワード：北方先住民族(アイヌ) チセ トイチセ 建設 ものづくり教育 数値解析 放射環境

1. 研究開始当初の背景

近年、北海道、東北の先住民族であるアイヌ文化が注目されている。その中であってチセは寒冷地の環境に適応した住居として紹介されているが、申請者が独自に建設したチセをモデルとした建築(以下、チセと表記)¹⁾において実施した冬期宿泊体験結果では、決して居住に適するものではないことが明らかとなった。本来、アイヌが越冬のために居住したとされる住居はトイチセといわれる。ただし、トイチセに関しては復元事例も少なく、熱環境測定も未だされていないのが現状である。

2. 研究の目的

本研究では、北方先住民族アイヌが越冬のために用いたとされる住居、トイチセをモデルとした建築物(以下、トイチセと表記)を地場の材料を用いて学生らと協働で建設し、チセとトイチセの環境の違いを明らかにすることを目的とする。その他、それに付随した学習用キットの開発や体験学習を実施する。延いてはこれらものづくりや宿泊体験、環境測定や分析を通して、地域の環境問題や社会問題への関心を喚起し、広く理解してもらうことを目指す。

3. 研究の方法

まず文献や現地調査を通して、トイチセの構造規模を検討し、ついでトイチセの建設、教材キットの作成、環境測定を行い、それぞれ分析と考察を加えた。

(1) 文献調査と構造規模の決定

トイチセはアイヌ語で土の家を意味し、竪穴式住居に土を被せたような形式を取ることが多い。その様子は江戸末期から明治期に描かれた絵図や、昭和初期に人類学的視座のもと纏められた各種論文などにより知る事ができる²⁾。それによると、開口部の位置や形状、規模などは様々であるが、共通する構造的特徴としては、木造平家建てで3尺程の竪穴に4本の主柱を立て、桁を渡した上に垂木をさしかけている点³⁾があげられる。

このため構造形式については本研究でも概ねこれに習うこととし、規模は過年度建設したチセと居住域において同等の床面積となるよう定めた⁴⁾。その竪穴の大きさは約3.4m×3.6mの矩形平面で、深さは約0.9m。主柱の間隔は1.8m×2.6m。室内の高さは桁下端で約1.8mとした。屋根形状は寄棟で又首組とし、開口部は南側の出入り口その他、東西に煙出窓を一つずつ設けることとした。

(2) トイチセの建設

研究を進める上で主要な柱となる「ものづくり教育」をかねたトイチセの建設は以下のようなプロセスで行った。まず建設に先立ち縮尺1/10の木製模型を学生主体で作成、構造的特徴や構法に対する理解を深めさせた。

その後、釧路工業高等専門学校敷地内に建

設位置を確定、建設に取りかかった。工期は覆土の有無による温熱環境の比較のため以下の2期に分けた。

1期(2013年5月28日~2013年12月19日):

主な作業は工程順に、用材の加工(木の皮むき、柱の根焼き、受けの加工など)、土留め板の設置、主柱の掘り立て、桁の設置、小屋組の組み立て(隅又首の設置、垂木・又首の設置、棟木の設置、木舞の取り付け等)、入口部の骨組みの組み立て、茅葺き、炉・炉縁の作成などである。なお、実働時間としては、1人工5時間相当として、概算で延べ100人工を要した(写真1)。

2期(2014年7月8日~2014年8月12日):

主な作業は土葺きと法面保護を目的とした芝張りなどである。延べ45人工を要した(写真2)。

(3) 教材キットの開発

トイチセをモデルとした建築の完成にあわせ、小中学生が手軽に建築を学べる教材キットを開発した(写真3)。なおこの教材は、本校が地域貢献事業の一環として取り組んでいる科学体験教室、「ジュニアサイエンスクラブ」⁵⁾において活用し、その有効性を確認することとした。

キットの構成は、解説書、木製パーツを貼付けた材料シート、土台となる押し発泡ポリスチレンであり、これらを一つのパッケージに収めた。パッケージの箱絵には、完成写真やトイチセの解説文、平・断面図、組み立て手順を示す連続写真等を印刷し、一つの商品としてのイメージを意識した(写真4)。



写真1 1期工事完了後のトイチセ(右)とチセ(左)



写真2 2期工事完了後のトイチセ(左)

写真3 教材キット完成写真(右)



写真4 教材キット一式

(4) 環境測定

トイチセ室内の環境測定は薪と開放型灯油ストーブを用いた二通りの実測を行い解析データの収集に当たった。測定する基本項目はグローブ温度、温湿度、サーモカメラによる温度分布であり、薪の燃焼を使った実測時には一酸化炭素濃度および二酸化炭素濃度の測定を加えた。各測定点は図1の通り。なお、宿泊体験を兼ねた環境測定を各年度に一度ずつ、日程を調整しつつ12月から3月にかけて実施した。

4. 研究成果

(1) 建設作業に関わるアンケート結果

トイチセの完成後、本校建築学科4、5年の全学生46名に対して今回の建設作業に関わるアンケート調査を実施した。表1に建設作業に参加した学生数と全体数に占める割合を示す。調査内容は、興味を抱いた作業項目、本プログラムを通して理解し得たトイチセに関する内容(自由記述) 授業における建設体験の必要性(5段階評価)などとした。

このうち興味を抱いた作業項目としては、軸組の組み立てが最も多く全体の約4割を占め、次いで茅葺きが1割弱であった。軸組の組み立てを選んだ主な理由としては、「構造を理解できそう」、「建物の骨格をつくる大切な作業で、その分楽しそう」などであった。建築の特徴を理解するには、まずはその骨格からという意識が伺われる。トイチセに関する理解については、「土の重さに屋根が耐えていることに驚いた」、「建て方が分かった」、「昔の人はすごいと思った」、「中は意外に暖かかった」など表層的な感想にとどまり、自由記述にしたためか理解の深さを推し量ることができなかった。

専門科目の授業における建築体験の必要性については、5段階評価で平均が4.3であった。内訳は5が23名、4が15名、3が6名、1が1名であった。5と4を付けた学生が8割いた中で、最低評価を付けた学生も1名おり、必ずしも全ての学生が受講すべきプログラムとは認識していなかったようである。一方、今回の作業に参加した学生の中には、「実際に自らの手で建物を造っていく作業は、建築の理解をはかどらせる…」との回答を寄せるケースもあり、建築教育に求められている重要な要素が図らずも再確認される結果となった。

(2) 教材キットの活用

前掲ジュニアサイエンスクラブの実施日時は2013年12月6日(土)、9時30分から12時30分までのおよそ3時間で、参加者数は19名(小学生12名、中学生7名)であった。当日のプログラムは、ガイダンスとしてチセとトイチセの違い、建設過程の様子などを説明し、一度実物を見学した後にキットの制作に取りかかった。模型製作終了後に行った今回の企画全般に関するアンケート調

査⁶⁾によると、殆どの参加者がトイチセについて知らない状況で今回の模型作りに臨んでいたが、制作の過程を通して軸組の構造や土葺きの特徴を感じていたことが分かった⁷⁾。また、模型の作りやすさに関する設問では、4割程の参加者が軸組の組み立てに難しさを感じていたようだが、「完成後の達成感」があり、9割5分の参加者が楽しかったとの回答を寄せている。小中学校などの授業において、今回のような学習を行って欲しいかとの問については、およそ7割5分の参加者が希望していることが分かった。現地見学に関する感想については、「アイヌ民族の住居に興味を持った」が10例、「建築に興味を持った」が10例、「泊まってみたいと思った」が7例あった。しかしその一方で、「じめじめしていると思った」が1例、「煙たいと思った」が1例あった。人類学者の馬場脩(1892-1979)は、著書、「樺太アイヌの穴居家屋「トイチセ」に就いて」(1951)の中で、トイチセの空気が劣悪だった様子を述べている。先の2例は、こうした環境を敏感に感じ取ったものと考えられる。

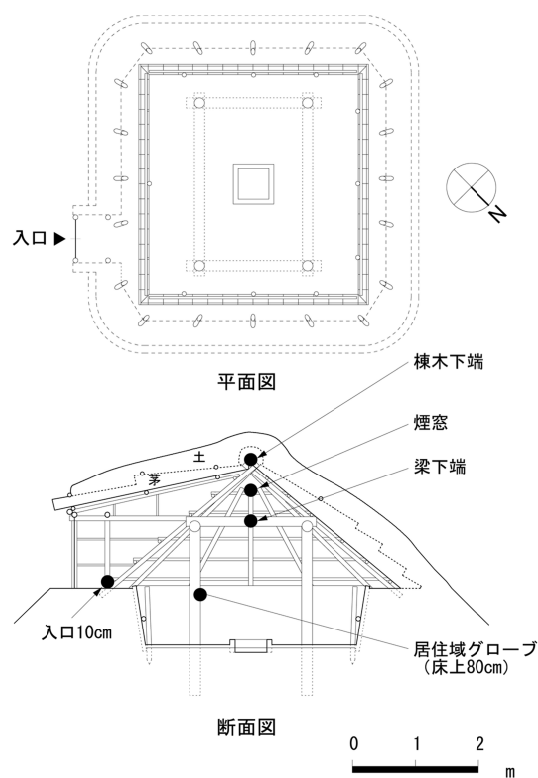


図1 トイチセの平面および断面の概略図
図中の黒丸は各測定点を示す。各測定点位置はチセとの比較が出来るよう略同様の部材箇所となるよう考慮した。なお、一酸化炭素濃度計と二酸化炭素濃度計は、グローブ温度計とほぼ同位置(居住域)に設置した。

表1 2013~2014年度 参加者数一覧

	5年		4年		合計	参加率 (単位: %)
	参加	不参加	参加	不参加		
男	12	6	11	7	36	63.9
女	5		2	3	10	70.0
合計	17	6	13	10	46	65.2

(3) 環境測定結果

チセとトイチセの内外温度差

過年度実施したチセおよび改修チセ⁸⁾で得られた実測データと2013年12月20日実施のトイチセ(覆土無し)で得られた実測データをもとに、チセとトイチセに見られる内外温度差の推移を図2に示す。建築性能はそれぞれ異なるものの、燃烧空気の供給口である入口付近の内外温度差が0~10程度、頂部付近は20以上の温度差があるのがわかる。つまり、それほど大きくない一つの空間の中に20以上の温度差がついており、建物の断熱性能が著しく低いことがわかる。この原因となっているのが周囲から流れ込んでくる隙間風である。特にチセの場合は、その構造上、壁と床の間に生じている隙間から薪の燃烧に伴って外気が侵入し、居住域の温度がなかなか上がらなかったと推察される。トイチセの内外温度差は他の二つとは異なり、薪の燃烧後から徐々に温度差が拡大した。これは竖穴式住居に特有の地盤の熱容量の影響があったものと考えられる。

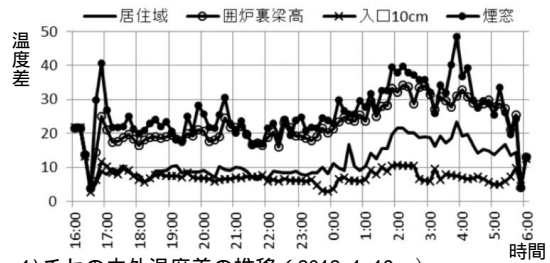
覆土による違い

トイチセに土を被せた後の2014年12月25日に宿泊体験を兼ねた環境測定を実施した。この実測で得られたデータと前掲2013年12月20日の実測で得られたデータをもとに、覆土の有無による温熱環境、および空気質の違いについて概説する。

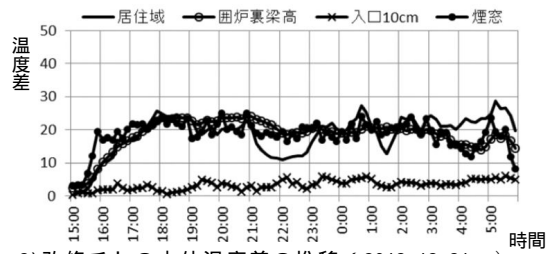
図3はトイチセ内における各部の温度推移を示すグラフである。これを見ると、2014年の外気温の方が10以上低いにもかかわらず、居住域グループ(FL+80=床上80cm)の温度は20~25と大きくは変わらない温度となっているのが分かる。これは、囲炉裏に薪をくべる頻度が居住者の熱的な体感、また、燃烧によって生じる煙による不快感によって調整されているためと考えられる。その一方で、梁下端(FL+200)の温度は大きく異なっており、2013年に比べると20以上高くなっているのが分かる。これは2014年に覆土をした結果、外気の侵入量が大幅に減少し、また、断熱の効果もあるため、外部に排気される前の高温の空気が滞留したためと考えられる。

図4はトイチセ内の一酸化炭素、二酸化炭素、両濃度の推移を示すグラフである。いずれの値も2014年の方が大幅に増加しているのが分かる。これは燃烧によって排出される炭酸ガスを希釈する外気量が少なくなったため各濃度が上昇したと考えられ、覆土により隙間風が大幅に減ったことを裏付ける結果となった。

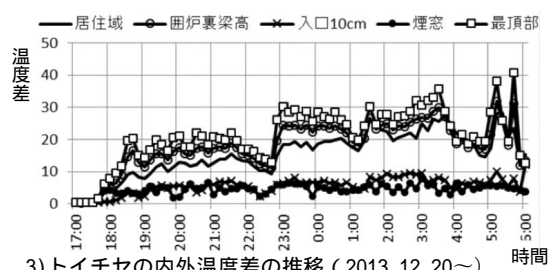
次頁写真5に各年の実測時のサーモカメラ画像を示す。外気温は2014年度の方が10ほど低かったにもかかわらず、屋根面や居住域の温度は2014年度の方がかなり高いことがわかる。薪の燃烧量を測定していないため簡単な比較はできないが、土による断熱・気密の効果が著しかったことがわかる。



1) チセの内外温度差の推移 (2012.1.19~)



2) 改修チセの内外温度差の推移 (2012.12.21~)



3) トイチセの内外温度差の推移 (2013.12.20~)

図2 各チセの内外温度差の推移

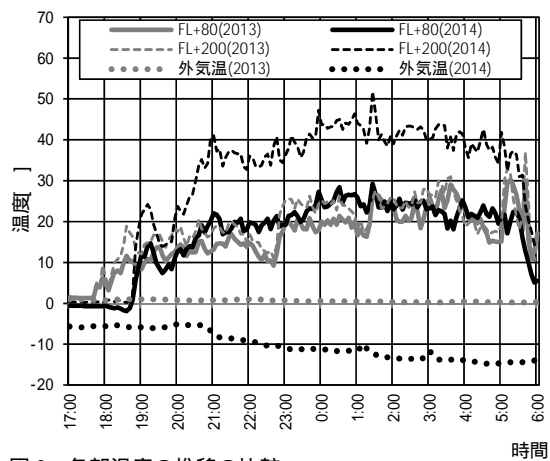


図3 各部温度の推移の比較

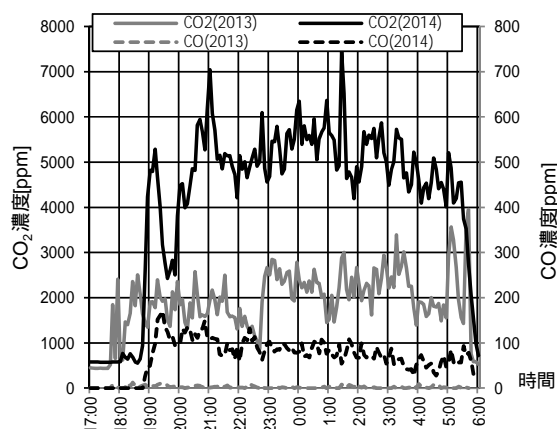


図4 二酸化炭素濃度、一酸化炭素濃度の推移の比較

標準発熱を用いた熱環境の比較

前掲環境実測では、宿泊体験と空気質の状態を把握するために薪を用いたが、より客観的な熱環境の比較をするために、ポータブル石油ストーブを室内に持ち込み、灯油の消費量を測定しつつ内外の温度差を測定した。

図5は2015年1月8日の各部温度の推移を表すグラフである。8時過ぎにストーブに着火をして、17時に消火をした。チセ、トイチセの比較を行うと、ほぼ同様の出力はしているものの、チセの内外温度差は5（梁下端2000mm）、トイチセは20～25の温度差となっており、断熱性能の差が顕著に現れた。また、トイチセは屋根にも土をかぶせているため熱容量が大きく一定の温度になるのではなく、徐々に温度差が大きくなっている。このため、消火後もチセのようにすぐに温度差がなくなるのではなく12時間後でも5ほど外気との温度差が生じている。この点が、チセとトイチセの熱環境における大きな違いであった。

断熱性能の比較は、燃料消費量から算出された暖房出力(灯油の低位発熱量43.1MJ/kg)をその間の平均温度差で除し、総合熱貫流率(W/K)を求めることを行った。総合熱貫流率はチセの内外に1の温度差がある場合に換気(隙間風を含む)と壁体からの熱貫流によって失われる熱を表している値で、値が大きいほど断熱性能が悪いことを表している。

図6にそれぞれの総合熱貫流率を示す。チセは総合熱貫流率が最も大きく、800～1100W/K、トイチセ2013は500～600W/K、トイチセ2014(覆土したトイチセ)は200～300W/Kとなった⁹⁾。トイチセ2013はもともとチセよりも断熱性能は良かったものの、覆土をすることによって総合熱貫流率が1/2になっている。この原因としては、気密性能が大幅に上がり、入口以外の場所からの隙間風の流入が大きく減ったためと考えられる。

継続実験

平成27年度以降についても、前掲同様の実測調査を継続的に行い、それぞれの傾向に変化が無いが、データの収集と分析を行った。薪を用いての実測は、2015年12月22日、2016年12月14日～同月16日、2017年3月16日の計5回(このうち2015年と2017年は宿泊体験を兼ねた実測)であり、ポータブル石油ストーブを用いての実測は、2015年12月2日、12月3日、2016年6月17日、2017年3月8日の計4回(一日平均3時間程度)である。いずれも、これまでの実測結果に比べ大きな違いはなく、調査結果の妥当性を得る事ができたと思われる。

(4) 今後の展望

一連の活動を通じて、チセとトイチセの温熱環境の違いについては、気密性や断熱性、蓄熱性という視点でその特徴をある程度明らかにすることが出来た。しかし、トイチセ

の空気質の改善方法については、試行する余地を多分に残す結果となってしまった。今後は、これまで蓄積したデータと分析結果、学校敷地内に建設したチセおよびトイチセを使った諸活動を企画実行していくことが、建築教育や住文化の理解へ繋げてゆくための大きな課題となる。

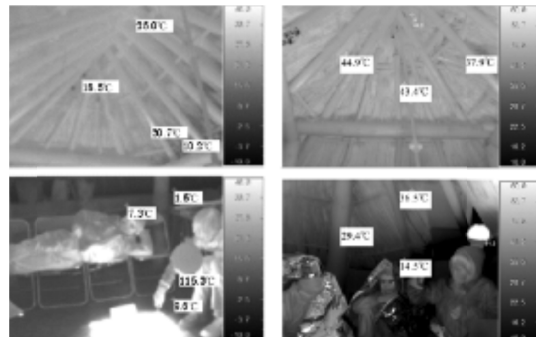


写真5 トイチセの熱画像

左が2013年度、右が2014年度の熱画像を示す。

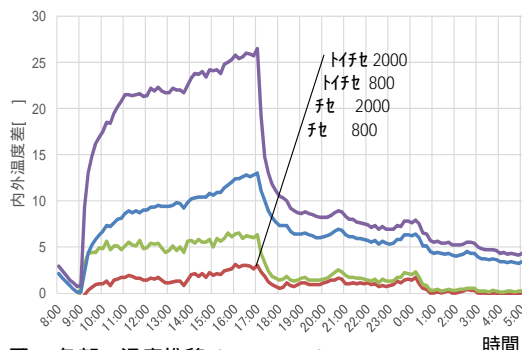


図5 各部の温度推移(2015.1.8)

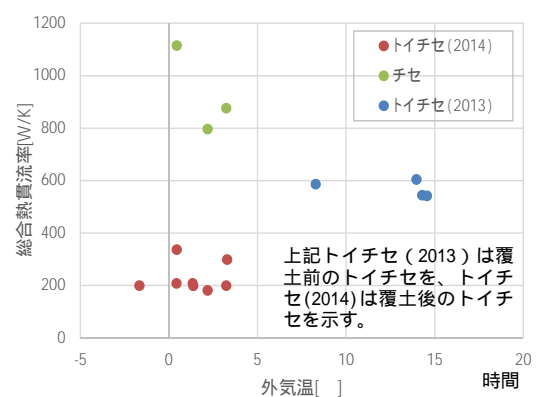


図6 チセとトイチセ(2013,2014)の総合熱貫流率

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計1件)

森太郎、西澤岳夫、桑原浩平、佐藤彰治、チセとトイチセの冬期の熱環境性能に関する研究、日本建築学会環境系論文集、査読あり、第81巻 第720号、2016年2月、pp.189-197

〔学会発表〕(計3件)

高橋祥、佐藤彰治、西澤岳夫、阿蘇貴之、森太郎、復元したアイヌ民族住居における放射熱環境調査と改修による保温効果、日本建築学会北海道支部 第90回研究発表会、研究報告集 pp.153-156、2017年6月24日、室蘭工業大学(北海道室蘭市)

西澤岳夫、森太郎、佐藤彰治、秋山紅葉、足立孝一、桑原浩平、北方先住民族住居(トイチセ)の建設と温熱環境の測定 その2 2014年度活動報告、日本建築学会北海道支部 第88回研究発表会、研究報告集 pp.355-358、2015年6月27日、北海学園大学工学部(北海道札幌市)

西澤岳夫、森太郎、佐藤彰治、北方先住民族住居(トイチセ)の建設と温熱環境の測定 2013年度活動報告、日本建築学会北海道支部 第87回研究発表会、研究報告集 pp.495-498、2014年6月28日、釧路工業高等専門学校(北海道釧路市)

〔その他〕

ホームページ等

冊子発行/北方先住民族住居をモデルとした建築体験事業と温熱環境に関わる研究、西澤岳夫、森太郎、佐藤彰治、A4判 全47頁、2017年3月

ポスター展示/イベント名称:技術移転フォーラム 2015(工業試験場成果発表会)、主催:地方独立行政法人 北海道立総合研究機構、会場:札幌ガーデンパレス(札幌市)、2015年5月18日

依頼記事/地域共同テクノセンターニュース 第17号、釧路工業高等専門学校、p.1、2014年3月

6. 研究組織

(1)研究代表者

西澤 岳夫(NISHIZAWA TAKEO)
釧路工業高等専門学校・創造工学科・准教授
研究者番号:00300509

(2)研究分担者

森 太郎(MORI TARO)
北海道大学大学院工学研究院・環境社会工学科・准教授
研究者番号:70312387

佐藤 彰治(SATO SHOJI)
釧路工業高等専門学校・創造工学科・教授
研究者番号:40141858

注記

- 1) 科学研究費助成事業「北方先住民族住居を用いた実践的教育プログラムの開発」の一環として学生と教員らで平成23年度に釧路工業高等専門学校敷地内に建設した。規模は6畳程で木造平家建。(基盤研究C)

研究期間:2010~2012、課題番号:22500872)

- 2) 絵図としては、菅元吉が記した『唐太土人風俗図絵』掲載の「唐太土家」(1801)や間宮倫宗(林蔵)口述の『北蝦夷図説』(1855)掲載の「穴居」と「穴中」、須藤兼徳が記した『北蝦夷風俗画帳』(1856)掲載の「巢穴」などがある。また著作としては鳥居龍蔵の『千島アイヌ』(1903)、山本祐弘の『樺太アイヌの住居』(1943)、馬場脩の『樺太アイヌの穴居家屋「トイチセ」に就いて』(1951)、加藤九祚の『間宮林蔵の見たギリヤク族(1)』(1976)などがある。
- 3) 例外として上記山本の論文では主柱が1本のタイプのトイチセも紹介している(場所は白濱:現在のKirpichnaya)。
- 4) 過年度建設したチセと同規模にすることで、チセとトイチセの熱環境比較が容易となるようにした。
- 5) 小学生高学年から中学生までを対象にした科学クラブ。通年で毎月1回、様々なテーマのもと科学実験や演習、工作などを行う。本キットを使用した回のテーマは「住まいを科学する」。なお、2014年度の登録者数は35名。毎月の参加者は20名前後。
- 6) 選択式と自由記述をおりませた形式で、全10問。
- 7) 「トイチセについて知ることができましたか?」の設問では、5段階評価で「よくわかった」が68%、「少しわかった」が32%であった。一方、「どちらともいえない」、「あまりわからなかった」、「全然わからなかった」はともに0%であった。理解した内容については、建設方法が16名、軸組の様子が14名、内部空間の様子が11名、土葺き(芝葺き)の様子が9名などであった(複数回答可)。
- 8) 2011年に建設したチセに扉や壁の厚みを増やすなど断熱改修を施した(2012年実施)。便宜上、各年度に実施した測定対象の建築の呼称をチセ(2011)、改修チセ(2012)、トイチセ(2013)、トイチセ(2014)とする。
- 9) 同様の測定は2014年の前半に、覆土していないトイチセに対しても実施しており、改修チセ(2012)、トイチセ(2013)、トイチセ(2014)の比較を行った。