

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 21 日現在

機関番号：42686

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23560709

研究課題名(和文)中国西部地域における気候変動と健康に配慮した新型省エネルギー住宅構想

研究課題名(英文) A Study on Climate, Health and their Impacts on Building Energy Design in Western Region of China

研究代表者

吉野 泰子 (YOSHINO, Yasuko)

日本大学短期大学部・建築・生活デザイン学科・教授

研究者番号：90269499

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円、(間接経費) 1,230,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では中国西部の新疆ウイグル自治区トルファン市、甘肅省張掖市肅南ユグル自治県、雲南省臨滄市滄源ワ族自治県と四川省成都市新都区の伝統民居と集合住宅を対象とし、西安建築科技大学と共同で居住環境測定を実施した。住戸の室内外温湿度、PMV値、太陽放射、光、騒音、粉塵量、CO、CO<sub>2</sub>、真菌と化学物質などの実態を計測すると共に、住民の環境意識を調査し環境実態を把握することができた。

肅南ユグル族自治県での居住環境の実態調査結果に基づき、当地域において今後、家畜産業拡大に伴うバイオマス資源の増加を想定し、新技術を駆使した暖房供給技術の導入により、地域自立循環型の村落づくりを提案した。

研究成果の概要(英文)： We have directed at the climatic and residential environments and local residents of western China. We declare the physical measurements and questionnaire surveys that enable healthy and sustainable development, on the basis of assessment of the climate and environmental characteristics of Turpan City, Sunan Yugur Autonomous County, Cangyuan Va Autonomous County, Chengdu City. Additionally, the project aims at proposing convenient methods to protect people against the adverse health effects of climate change, looking at inhabitants. Focusing our attention on the state of housing in rural parts of Sunan Yugur autonomous county and on the characteristic abundance of natural energy resources, we set out to develop a new model for energy-efficient housing adapted to available natural energy sources. This Bio-Village concept is one of the nomad settlement plans, and in consideration the lifestyle coexisting the traditional life and livestock industry.

研究分野：工学

科研費の分科・細目：建築学・建築環境・設備

キーワード：中国西部 居住環境 伝統民居 少数民族 物理量測定 環境意識 自然エネルギー 国際共同研究

### 1. 研究開始当初の背景

2006年7月1日、青藏鉄道の開通を契機とし、中国西部地域の経済発展と技術の進歩により都市化が加速し、人民の生活水準が高まり、それらの変化と共に、エネルギー消費は増加の一途をたどっている。都市においてはエネルギー消費の増大に伴う大気汚染やヒートアイランド現象が大きな社会的問題となっており、持続発展可能な居住環境形成が急務であることから、研究体表者は、吉野博(東北大学)らと共に、平成13年度(2001年)から4ヶ年に渡り北京、上海、ハルビン、西安、重慶、武漢、広州、香港など、8都市の住宅において、ライフスタイル、室内熱空気環境、IAQ、エネルギー消費量などの実態をアンケート調査と実測等から明らかにすると共に、数値計算により省エネルギー技術、持続可能な居住環境形成技術の開発に携わり、2006年5月、日本・中国・韓国建築学会から「Best Paper Award 2005」として顕彰された。

一方、気候変動は世界的に人間の健康に著しい影響を及ぼしており、異常気象により、感染症、循環器や呼吸器等の疾病が増加している。医療保健制度が十分整備されていない中国西部地域は、気候変動の被害に最も苦しんでいる。

当該プロジェクトは中国西安建築科技大学の劉加平教授、楊柳教授らと共に、窑洞(ヤオトン)の物理量測定とアンケート調査を推行することで築あげた日中共同研究の信頼と成果を基に、再び日中共同研究プロジェクトを組織した。

### 2. 研究の目的

中国西部地域は、発展途上にあり、省エネ、低炭素社会への環境技術の進展は目覚ましく、環境保全を図りつつ、経済成長と地域活性化が両立することを念頭においている。そこで、本研究は中国西部の気候・居住環境を中心に、物理量測定及びアンケート調査を推行し、当該地域の気候と環境特性を把握した上で、健康的で持続的発展可能な居住環境の建設技術やライフスタイルのあり方を提唱し、自然エネルギーに適応した新型省エネ住宅を提案することを意図している。

### 3. 研究の方法

気候変動問題への対応策は省エネルギー化と再生可能エネルギーの推進が中核となる。中国西部における都市と農村住宅の現状と当地特有の豊富な自然エネルギーに着目し、地域の気候風土を反映した伝統民居や都市住宅の構築を目的とし、自然エネルギーに適応した新型省エネ住宅モデルを建設することを意図している。そこで、西部地域の生活習慣や住環境の実態を物理量測定とアンケート調査の両面から把握し、当該地域の民族文化、社会経済、気候条件等を理解した上で、新型省エネ住宅を提唱する。基本性能を充足した上で、熱・光を主とした工学的設計

理論と計算手法を導入し、最終的には設計支援ツールを駆使して、当該地域の省エネ設計指標を検討し、自立循環型住宅への設計ガイドラインを構築し、民生レベルでエネルギー消費量を削減し、環境保全を目指す。研究計画の詳細は以下の通りである。

- (1) 中国西部地域における気候特性調査
- (2) 現地住民のライフスタイルと環境意識の把握(アンケート調査)
- (3) 中国西部高原における気候変動による居住環境の実態把握
  - (3.1) 都市と農村住宅の特徴把握
  - (3.2) 都市及び農村民居の温熱環境測定
  - (3.3) 都市及び農村民居の空気環境測定
  - (3.4) 光及び音環境の現場測定
  - (3.5) 太陽光利用の基礎データ取得
- (4) 中国西部地域における気候特性による健康問題調査
- (5) 中国西部地域における自然エネルギー適用型住宅の開発(都市と農村住宅の環境シミュレーション解析)
- (6) 環境保全に向けた自然エネルギー適用技術の提案(中国西部地域の居住環境特性に応じた新型省エネルギー住宅設計)
- (7) 成果物の公開、出版

### 4. 研究成果

本研究では中国西部の新疆ウイグル自治区トルファン市、甘肅省張掖市肅南ユグル自治県、雲南省臨滄市滄源ワ族自治県と四川省成都市新都区の伝統民居と集合住宅を対象とし、西安建築科技大学と共同で居住環境測定を実施した。住戸の室内外温湿度、PMV値、太陽放射(日射量・紫外線)、光、騒音、粉塵量、CO、CO<sub>2</sub>、真菌と化学物質などの実態を計測すると共に、住民の環境意識を調査し環境実態を把握することができた。

トルファンの居住環境の特徴は以下の通りである。

- (1) 気温の日較差・年較差が大で、降雨量が極端に少ない。
- (2) 夏季の太陽放射が大で、紫外線対策が要される。
- (3) 夏季の日射遮蔽により住みやすい半屋外空間が創出可能。
- (4) 生土建築の温熱効果が確認されたが、室内採光は悪い。
- (5) 女墻(ひめがき)換気口と天窗の換気効果が高い。
- (6) 冬季、石炭暖炉による放射壁の温熱効果が顕著である。

肅南ユグル自治県の場合の居住環境の特徴は以下の通りである。

- (1) 日射量と紫外線放射量が大きで、防御策が要される。
- (2) 集合住宅では伝統民居より自然採光性能が良い。
- (3) 冬季、集合住宅と伝統民居の温熱環境に顕著な差がある。
- (4) 伝統民居におけるカンの効果が高い。

(5) 集合住宅の床暖房性能がよく、PPD 値に反映されている。

滄源ワ族自治県の居住環境特徴は以下の通りである。

- (1) 夏季・冬季ともに日射量が豊富なことから、太陽熱、太陽光発電の可能性が伺える。
- (2) 居間、寝室の温熱環境に顕著な差異は認められないが、夏季においては、湿度が80%超と著しく高い。
- (3) 住戸内における採光、通気性の改善が望まれる。
- (4) 室内は粉塵量が高く、冬季においては湿冷環境下にあることから、健康問題が懸念される。
- (5) 囲炉裏がライフスタイルに与える影響が大である。

成都市の場合(夏季調査のみ)の居住環境の特徴は以下の通りである。

- (1) 太陽放射量が少なく、年間を通し湿度が高い。
- (2) 土間床の温度低減効果が顕著である。
- (3) 夏季の快適感(PMV)はやや暖かい結果となった。
- (4) 屋根の熱負荷が大きく、材料と断熱の検討が要される。

トルファン、肅南両地域共、粉じん量が高い値となり、CO と CO<sub>2</sub> 濃度は冬期に高濃度である。空気環境における浮遊真菌濃度の上昇には、土間床の影響が考えられる。化学物質は民居のアセトアルデヒドの数値が顕著であるほか、真菌がトルファン地域の冬期に高い値を示す結果となった。滄源ワ族自治県においては、居室と家畜飼育空間の分離等により衛生状況の改善が望まれる。

特に、肅南ユグル族自治県での居住環境の実態調査結果に基づき、当地域において今後、家畜産業拡大に伴うバイオマス資源の増大を想定し、新技術を駆使した暖房供給技術の導入により、地域自立循環型の村落づくりを提案した(図1)。遊牧民移住・定住計画の一案として、彼らのライフスタイルに配慮し、常に家畜の飼育を継続できるように、集合住宅より戸建て住宅の方が望ましいと考えた上で、太陽熱温水器と地域バイオガスボイラーの連携による自給自足の暖房供給に関する可能性を検討した。新築の場合において、戸建て住宅の断熱性能の目標値と暖房負荷の試算、さらには太陽熱温水器と地域バイオガスボイラーから供給可能な熱量の試算を行った。厳寒地域であるため、新築の場合、外壁と天井に断熱材を付加し、基礎下にも断熱構法を施すことで、躯体部が全体的に断熱されることから、外部との熱交換を最小限に抑えられ、当該地域でのバイオヴィレッジ構想の可能性は十分成立することが分かった(図2)。自立循環型村落を目指すこの提案は、いくつかの要素を統合する上で実現可能となり、住宅の省エネルギー性を一定水準維持することやバイオマスによる地域暖房供給設備の整備が最も重要な位置づけとなる。

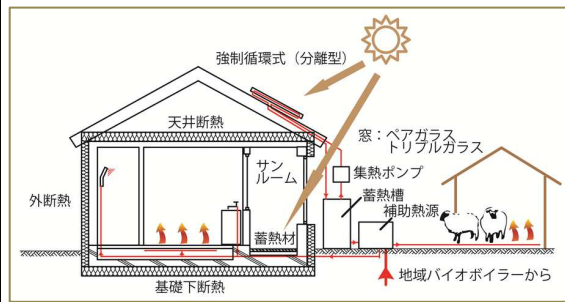


図1 肅南ユグル族自治県の自立循環型エネルギー創成案

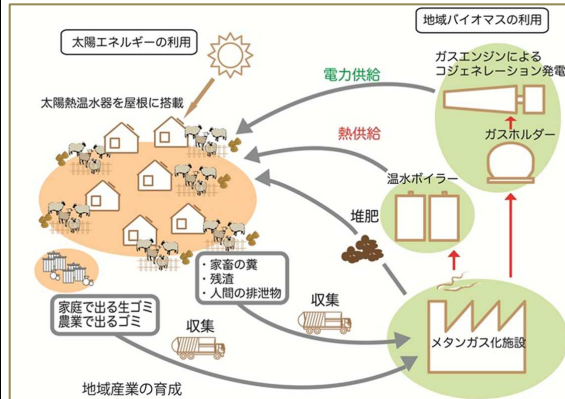


図2 肅南ユグル族自治県におけるバイオヴィレッジ構想

## 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計3件)

- ① Yan Wang, Yasuko Yoshino, Jiaping Liu, Koichi Ikeda, Tatsunobu Ichiyanagi, Liu Yang, Yebei Qian and Kazuaki Kumada「A Study on Actual Conditions of Residential Environment in Western Region of China -Part 1. A Survey on Environmental Actual Conditions of the Residence in Sunan Yugur Autonomous County」2013 The 3rd International Conference on Green Building, Materials and Civil Engineering, GBMCE0216, p670-673, Taichung, Taiwan, 22nd-23rd August, 2013 (査読有)
- ② Yasuko Yoshino, Yebei Qian, Yan Wang, Jiaping Liu, Koichi Ikeda, Liu Yang, Tatsunobu Ichiyanagi and Kazuaki Kumada「A Study on Actual Conditions of Residential Environment in Western Region of China-Part 2. A Concept for a Bio-village in Sunan Yugur Autonomous County」2013 The 3rd International Conference on Green Building, Materials and Civil Engineering, GBMCE0244, p585-592, Taichung, Taiwan, 22nd-23rd August, 2013 (査読有)
- ③ Yasuko Yoshino, Jiaping Liu, Yan Wang, Koichi Ikeda, Tatsunobu Ichiyanagi, Liu Yang, Katsuo Inoue, Kazuo Aoki, Qingyuan Zhang, Tsutomu Miyasaka, Kousei Mikami, Yebei Qian and Kazuaki Kumada「A Study on Actual Conditions of Residential

Environment in Western Region of China-Part 1. A Survey on Environmental Actual Conditions of Tradition Residence in Turpan」9th ISAA (The International Symposium on Architectural Interchanges in Asia) Full paper Number: 0410, Oct. 24th, 2012, Gwang-Ju, Korea (査読有)

[学会発表] (計 11 件)

- ①吉野泰子, 王 岩, 劉 加平, 池田耕一, 一柳龍伸, 錢 葉蓓, 熊田和彰「中国西部地域における気候と健康に配慮した新型省エネルギー住宅に関する研究-その 7. 雲南省滄源ワ族自治県における伝統民居の環境実態調査」2013 年度日本建築学会大会(北海道)北海道大学札幌キャンパス, D-1 分冊 p. 515~516, 2013 年 9 月
- ②王 岩, 吉野泰子, 劉 加平, 池田耕一, 一柳龍伸, 錢葉蓓, 熊田和彰「中国西部地域における気候と健康に配慮した新型省エネルギー住宅に関する研究-その 8. 四川省成都市における伝統民居の夏季環境実態調査」2013 年度日本建築学会大会(北海道)北海道大学札幌キャンパス, D-1 分冊 p. 517~518, 2013 年 9 月
- ③熊田和彰, 池田耕一, 吉野泰子, 劉 加平, 王 岩, 一柳龍伸, 錢 葉蓓「中国西部地域における気候と健康に配慮した新型省エネルギー住宅に関する研究-その 9. トルファン, 肅南県, 四川省, 雲南省の住宅における空気環境実態調査」2013 年度日本建築学会大会(北海道)北海道大学札幌キャンパス, D-1 分冊 p. 519~520, 2013 年 9 月
- ④錢 葉蓓, 吉野泰子, 劉 加平, 池田耕一, 王 岩, 一柳龍伸, 熊田和彰「中国西部地域における気候と健康に配慮した新型省エネルギー住宅に関する研究-その 10. 甘肅省肅南ユグル族自治県における民居の温熱環境改善とバイオヴェレッジ構想」2013 年度日本建築学会大会(北海道)北海道大学札幌キャンパス, D-1 分冊 p. 521~522, 2013 年 9 月
- ⑤一柳龍伸, 吉野泰子, 劉 加平, 池田耕一, 王 岩, 錢 葉蓓, 熊田和彰「中国西部地域における気候と健康に配慮した新型省エネルギー住宅に関する研究-その 11. 住宅の電源品質と自然エネルギー適用住宅への可能性」2013 年度日本建築学会大会(北海道)北海道大学札幌キャンパス, D-1 分冊 p. 523~524, 2013 年 9 月
- ⑥吉野泰子, 劉 加平, 池田耕一, 王 岩, 一柳龍伸, 錢 葉蓓, 熊田和彰「中国西部地域における気候と健康に配慮した新型省エネルギー住宅に関する研究-その 1. トルファンにおける伝統民居の温熱・光・音環境実態調査」2012 年度日本建築学会大会(東海)名古屋大学東山キャンパス, D-1 分冊 p. 523~524, 2012 年 9 月
- ⑦王 岩, 吉野泰子, 劉 加平, 楊 柳, 池田耕一,

- 一柳龍伸, 錢 葉蓓, 熊田和彰「中国西部地域における気候と健康に配慮した新型省エネルギー住宅に関する研究-その 2. 肅南ユグル自治県における住宅の温熱・光・音環境実態調査」2012 年度日本建築学会大会(東海)名古屋大学東山キャンパス, D-1 分冊 p. 525~526, 2012 年 9 月
- ⑧池田耕一, 吉野泰子, 劉 加平, 楊 柳, 王 岩, 一柳龍伸, 錢 葉蓓, 熊田和彰「中国西部地域における気候と健康に配慮した新型省エネルギー住宅に関する研究-その 3. トルファン, 肅南における住宅の粉じん, CO, CO<sub>2</sub>の空気環境実態調査」2012 年度日本建築学会大会(東海)名古屋大学東山キャンパス, D-1 分冊 p. 527~528, 2012 年 9 月
  - ⑨熊田和彰, 池田耕一, 吉野泰子, 劉 加平, 楊 柳, 王 岩, 一柳龍伸, 錢 葉蓓「中国西部地域における気候と健康に配慮した新型省エネルギー住宅に関する研究-その 4. トルファン, 肅南における住宅の化学物質, 真菌の空気環境実態調査」2012 年度日本建築学会大会(東海)名古屋大学東山キャンパス, D-1 分冊 p. 529~530, 2012 年 9 月
  - ⑩一柳龍伸, 吉野泰子, 劉 加平, 楊 柳, 池田耕一, 王 岩, 錢 葉蓓, 熊田和彰「中国西部地域における気候と健康に配慮した新型省エネルギー住宅に関する研究-その 5. トルファン及び肅南ユグル族自治県における住宅の熱流実態調査」2012 年度日本建築学会大会(東海)名古屋大学東山キャンパス, D-1 分冊 p. 531~532, 2012 年 9 月
  - ⑪錢 葉蓓, 吉野泰子, 劉 加平, 楊 柳, 池田耕一, 王 岩, 一柳龍伸, 熊田和彰「中国西部地域における気候と健康に配慮した新型省エネルギー住宅に関する研究-その 6. トルファン及び肅南における居住環境のアンケート調査」2012 年度日本建築学会大会(東海)名古屋大学東山キャンパス, D-1 分冊 p. 533~534, 2012 年 9 月

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

吉野 泰子 (YOSHINO, Yasuko)  
日本大学短期大学部・建築・生活デザイン  
学科・教授  
研究者番号: 9 0 2 6 9 4 9 9

### (2) 研究分担者

張 晴原 (CHOU, Seigen)  
筑波技術大学・産業技術学部・教授  
研究者番号: 7 0 2 2 7 3 4 6

井上 勝夫 (INOUE, Katsuo)  
日本大学・理工学部・教授  
研究者番号: 3 0 1 0 2 4 2 9

三上 功生 (MIKAMI, Kousei)  
日本大学・生産工学部・助教  
研究者番号: 8 0 4 3 4 1 2 4