

## モンゴル・ウランバートルにおける環境負荷の少ない快適な 資源循環型の生活・居住環境づくりと共生に関する研究 その1

川岸 梅和 (建築工学科)

湯浅 昇 (建築工学科)

広田 直行 (建築工学科)

梅干野 晁 (東京工業大学)

Ishjants Gonchigbat (モンゴル科学技術大学)

### 1. はじめに

本研究プロジェクトにおける「生命工学に基づく生活・居住環境づくりと共生に関する研究グループ」(建築グループ)では、建築計画、環境、構造・材料の各分野が共通して取り組むテーマとして、「モンゴル・ウランバートルにおける環境負荷の少ない快適な資源循環型の生活・居住環境づくりと共生に関する研究」を設定し、研究を進めている。

本稿では、本研究テーマの目的、基本的考え、研究フレームの概要を説明する。さらに、ウランバートルの現地調査結果、および、熱収支シミュレーション手法を用いた熱環境評価に必要なデータの収集状況を報告する。

### 2. 本研究の基本的考え

#### 2-1. 遊牧民より学ぶ環境負荷の少ない資源循環型の生活・居住環境

モンゴル国民の多く(現在は35%程度)は遊牧民であり、特有の住まい方、ライフスタイルを形成している。モンゴルの伝統的な遊牧社会は、自然環境や家畜と密接に関わり合いながら、遊牧民自ら草原地を移動し、環境に適応すると共に、自然への環境負荷が少ない資源循環型の生活体系を有していると言える。

また、首都ウランバートル(北緯47.6°、東経106.6°、標高約1300m、人口は約99万人(2006年))

(図1)は旧ソビエトの影響が色濃く残る街並みであり、他の発展途上国の首都に比べて都市の発展過程や建築様式が異なる。

筆者らはこれまで、ウランバートル首都圏域における都市開発・都市計画の動向を把握し、ウランバートルにおける生活空間のあり方を考察してきた<sup>1-3)</sup>。遊牧の中で培ってきた、資源循環、環境共生といった考え方、住まい方を分析することにより、生命工学に基づく環境負荷の少ない資源循環型の生

活・居住環境に関わるエッセンスを抽出できると考える(図2)。

#### 2-2. 変容するウランバートルにおける生活・居住環境のあり方

近年、ウランバートルの人口増加は顕著で(1990



図1 ウランバートルの位置および定住ゲル地区の概観

(地図の出典は、吉田忠正、小長谷有紀：モンゴル、ポプラ社、2007.3より)

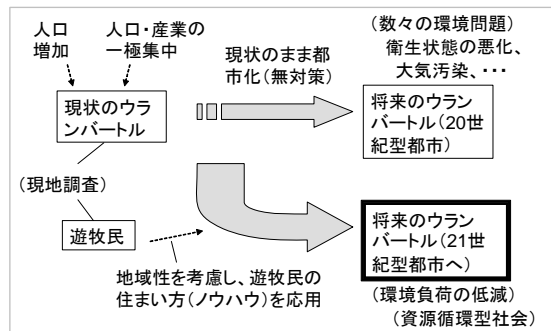


図2 遊牧民より学ぶ環境負荷の少ない資源循環型社会と21世紀型都市の提示へ

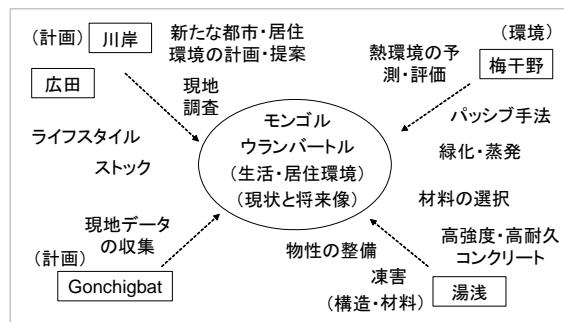


図3 本研究のフレームおよび連携体制

～2004年の14年間に於ける人口増加率は約160%に上る)、これまでにない人口・産業の一極集中(国土の0.3%に過ぎないウランバートルに人口の約38%が集中)、市街地における都市基盤の未整備、都市計画の不在などにより、「定住ゲル地区」(図1)の拡大や、その衛生問題、そして石炭の煙による大気汚染など、都市問題が顕在化している。

本研究では、近年のウランバートルの都市問題を鑑みて、その地域性(気候・風土)を踏まえた上で、建築計画、環境、材料、それぞれの観点を考慮し、今後のウランバートルにおける都市のあり方、生活・居住環境のあり方を提示することを試みる。

具体的には、まず、1) 現状のウランバートルにおける都市環境、居住環境を分析・評価する。次いで、その結果を基に、2) 現状を部分的に改良・改修を行った街区、居住空間を計画・提案し、その評価を行う。最終的には、3) 地域性や街並み、景観を考慮した上で、環境負荷の少ない快適な資源循環型の生活・居住環境づくりを行う。この3段階のシナリオを考える。

### 2-3. 熱収支シミュレーション手法による熱環境評価と環境設計について

昨今の地球温暖化やヒートアイランドといった環境問題に対し、建築分野の責任は大きく、その中で、より一層環境を配慮した設計が求められている。ウランバートルは冬の寒さが厳しく、「世界で最も寒い首都」の一つに挙げられるが、一方、期間は短いものの夏の暑さも厳しく、場合によっては気温が40℃近くに上がる。その中で、なるべくエネルギーや資源を使わず、冬暖かく、夏涼しい快適な生活・居住環境を設計・創造することを目指す。

梅干野らが開発した熱収支シミュレーション手法<sup>4)</sup>は、CADツールにおける設計段階において街区の熱環境評価が行え、環境設計を支援するツールの一つである。本研究では、この熱収支シミュレーションツールを用いて、ウ

ランバートルの街区を対象に、熱環境評価および環境設計に取り組む。具体的には、現状の温熱環境を評価し、その結果を踏まえた上で、将来の都市像を提案・提示する。

本研究の熱環境評価では、まず夏季を対象とする。夏季の生活空間としての都市内の屋外空間に着目し、そこでの快適な熱環境形成を検討する。また、今後さらに都市化が進行しても、冷房を必要としない都市・居住環境を目指す。

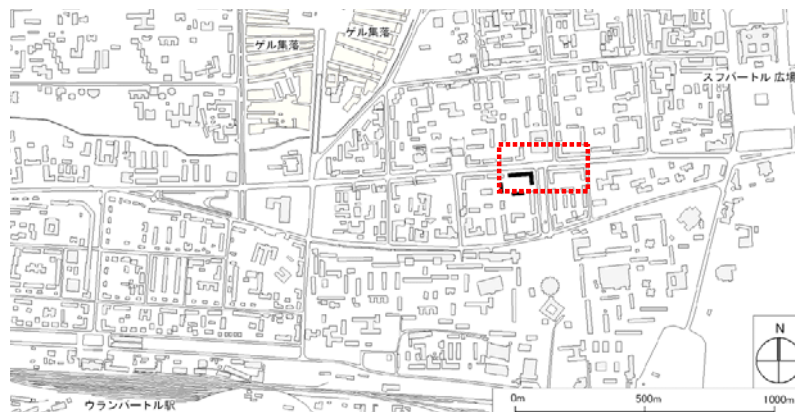
### 2-4. 研究の連携体制

本研究の連携・協力体制を図3に示す。現地調査、街区・居住空間の計画・提案については主に川岸が行う。熱環境の予測・評価は梅干野、材料・物性については湯浅、その他モンゴルのデータ収集等はGonchigbatが担当する。

## 3. ウランバートル街区の調査

### 3-1. 熱環境評価の対象地区の設定

今回の熱環境評価においては、筆者らがこれまで居住者の生活・コミュニティ活動の実態、ならびに生活・居住空間に対する意識についてアンケート調



(a) 対象地区(点線範囲内)(黒部分は下記(b)の集合住宅)の周辺



(b) SUKHAATAR 区 KHAN ULL (第5号) 地区の集合住宅



(c) 集合住宅、幹線道路および植栽(北東部に位置する大型商業施設より撮影)

図4 解析対象地区の概要

表1 熱収支計算に必要なデータの項目と収集方法

大項目	項目	収集方法
建物	ファサード(立面)	現地調査
	屋根伏せ	
	各部材の断面構成・材料	現地調査・文献調査
	室温条件(冷暖房、窓の開閉等)	
道路の幅員	現地調査	
土地被覆	断面構成・材料	現地調査・文献調査
	植栽の配置・大きさ・種類(日射透過率)	
気象データ	日射量(1時間毎)	現地気象台のデータ入手
	気温(1時間毎)	
	相対湿度(1時間毎)	
	風速(1時間毎)	
	雲量(1時間毎)	

査を行った SUKHAATAR 区 KHAN ULL (第5号) 地区の集合住宅<sup>1-3)</sup>を含む 300m×200m 程度の範囲を対象とした(図4)。この集合住宅(計算対象範囲の南東部に位置)は3~4階建てで、囲み型配置形態である。設計は旧ソビエト連邦の国営会社、施工はモンゴル人民共和国の国営会社が行ったものである。現在、1階部分は主に店舗として使われている。建物構造としては、1960年竣工のレンガ造(床・天井・屋根は木造)である。

集合住宅の北側、東側には幹線道路が走り、植栽が計画的に配置されている。幹線道路を挟んでの北東には7階建ての大型商業施設が位置する。

### 3-2. 現地調査の概要と結果

熱収支シミュレーションによる熱環境評価を行うにあたり、入力条件として、表1に示すようなデータが必要となる。建物のファサード(立面)、建物周辺の道路、街路樹等の植栽については、2006年8月に現地調査を行った。具体的には、対象地区における車道・歩道の幅員、植栽の配置、構築物(街灯・看板等)の配置、地表面の被覆状況等を調べた。一階店舗の歩道への増築行為については、増築面積、階段等の設置状況も合わせて把握した。また計算用の3次元CADを作成するため、ファサードの写真を撮影した。調査風景、項目、調査シートの記入例を図5に示す。

本研究では、ウランバートルの熱環境、景観の観点から、街路樹等の植栽に着目している。対象地区(図4)は幹線道路を含むが、その幹線道路には植栽が計画的になされているものの、給水・散水等の管理が不十分である。今後、給排水設備も含めて検討を行う。

対象地区内の集合住宅の中庭は、主にコモンスペ



図5 対象地区における現地調査の結果(調査風景、項目、調査シート)

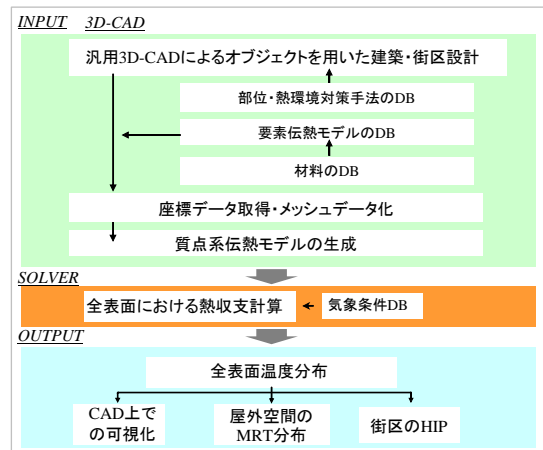


図6 熱収支シミュレーションツールにおける計算の流れ

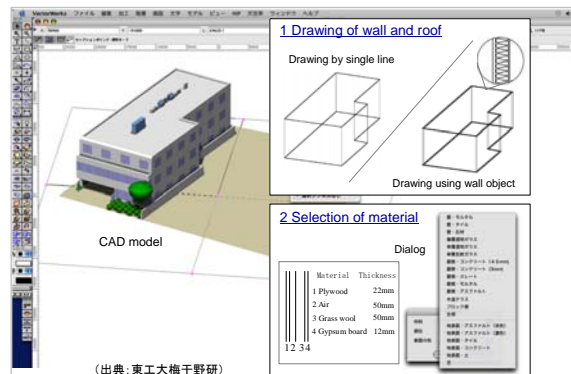


図7 熱収支シミュレーションツールにおける作業画面の例(建物壁体における断面仕様の入力)

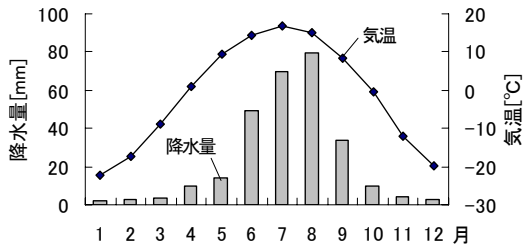


図8 ウランバートルにおける  
月別平均の降水量と気温  
(1971~2000年平均) (出典：気象庁)



(a) 対象地区のファサードの一面 (写真の貼り合わせ)



(b) ファサードの一面のCAD立ち上げ

図9 現地調査を基に立ち上げた計算対象地区の  
ファサード(立面)の一例

ースとして使われている。被覆は裸地、遊具等の構築物が多いが、植栽は少ない。建物構造は前にも述べたがレンガ造で、窓は一重ガラスであった。これらは計算の入力条件となる。

#### 4. 熱収支シミュレーションツールによる熱環境評価

##### 4-1. 熱環境評価のフロー

今回の熱環境評価においては、建物および屋外空間の被覆材料と空間形態に着目し、今後提案する街区の熱環境影響をより明確に確認するため、表面温度に着目して評価を行う。具体的には、対象街区において、熱収支シミュレーションツールにより全表面温度を算出する。次いで、屋外空間の熱的快適性についてはMRT(平均放射温度)(地上高さ1.5m)を用いて、また、周辺環境へ与える熱的負荷は、街区から大気へ放出される顕熱量の指標であるHIP(ヒートアイランドポテンシャル)<sup>4)</sup>を用いて評価する。

本研究で用いる熱収支シミュレーション手法では、3次元の形状を再現した建物・地表面・その他構築物について、全表面をメッシュ分割した上で各質点に熱物性値を与え、気象データを入力条件として表面の熱収支計算と部材断面方向の一次元非定常熱伝導計算を行い、時系列の表面温度を算出する。計算の流れを図6に、実際の作業画面の例を図7に示す。

##### 4-2. 気象データについて

気象庁統計のウランバートルにおける月別平均の気温と降水量を図8に示す。モンゴルでは先進国と異なり、気象観測システムおよびそのデータの管理・提供システムが整っていない。本研究では、現地気象台の測定データを基に、夏季の典型的な晴天日を計算対象として、入力条件の気象データ(1時間毎の日射量、気温、相対湿度、風速、雲量)を作成する。

#### 4-3. 街並み3D-CADの作成

現地調査結果を基に、対象街区の建物の立面を起こした(図9)。次いで、屋根伏せを面画化し、それらを基に計算用の3次元CADを完成させる。壁や屋根の断面構成・材料物性は、1960年代に建設されたウランバートルで一般的なレンガ組積造を採用する。

建物以外の地表面被覆についても、現地調査を基に、舗装や裸地、芝地といった被覆種類、植栽や構築物の情報を計算条件として再現・入力する。計算メッシュサイズは、20~40cmの中で最適なサイズを選択する。

#### 5. まとめ

ウランバートル街区を対象とした研究のフレーム、ならびに、建物や地表面情報に関する現地調査結果、熱収支シミュレーションに必要なデータの収集状況を報告した。

今後は、現状街区の熱環境評価を行い、その結果を踏まえて改良案を提示する。さらに、冬季の問題を含め、地域性を考慮した、資源循環型の生活・居住空間を提案する。

#### 参考文献

- 1) Mitsuhiro Hasegawa, Umekazu Kawagishi, Ishjants Gonchigbat, Takumi Nakanishi (2004.5) Study on the Living Space Planning in Ulaanbaatar, Mongolia - Common Spaces in Apartment Complexes -. Journal of Asian Architecture and Building Engineering, AIJ, AIK, ASC, vol.3 no.1, 133-140
- 2) Umekazu Kawagishi, Susumu Ishii, Yoshimichi Tsuboi, Noboru Yuasa, Kazuo Usugi, Ishjants Gonchigbat, Badrakh Batbold, Mitsuhiro Hasegawa (2005.5) Study on the Living Space Planning in Ulaanbaatar, Mongolia Part 2 - Residential and Living Environments in Apartment Complexes -. 同上, vol.4 no.1, 151-159
- 3) Umekazu Kawagishi, Susumu Ishii, Yoshimichi Tsuboi, Noboru Yuasa, Kazuo Usugi, Ishjants Gonchigbat, Badrakh Batbold, Koki Kitano, Hirofumi Sugimoto (2005.11) Study on the Living Space Planning in Ulaanbaatar, Mongolia Part 3 - Perceptions of Apartment Residents -. 同上, vol.4 no.2, 415-422
- 4) 梅干野晃、浅輪貴史、中大窪千晶：3D-CADと屋外熱環境シミュレーションを一体化した環境設計ツール、日本建築学会技術報告集、第20号、pp.195-198、2004.12