

モンゴル国
ウランバートル市
ウランバートル市非常事態局 (EMDC)

モンゴル国
ウランバートル市
地震防災能力向上プロジェクト
(開発計画調査型技術協力)
ファイナルレポート
Volume-2 メインレポート

平成 25 年 10 月

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

一般財団法人 都市防災研究所 アジア防災センター
東電設計株式会社

| |
|--------|
| 環境 |
| JR |
| 13-195 |

モンゴル国
ウランバートル市
ウランバートル市非常事態局 (EMDC)

モンゴル国
ウランバートル市
地震防災能力向上プロジェクト
(開発計画調査型技術協力)
ファイナルレポート
Volume-2 メインレポート

平成 25 年 10 月

独 立 行 政 法 人
国 際 協 力 機 構 (JICA)

一般財団法人 都市防災研究所 アジア防災センター
東 電 設 計 株 式 会 社

モンゴル国
ウランバートル市地震防災能力向上プロジェクト
(開発計画調査型技術協力)

| Volume | 題名 | 言語 |
|--------|-------------|--------------------|
| 1 | 要約版 | モンゴル語 英語 日本語 |
| 2 | メインレポート | モンゴル語 英語 日本語 |
| 3 | サポーティングレポート | モンゴル語 英語 |
| 4 | データブック | モンゴル語 英語 |

外貨交換レート

Tugrug (Tg.) 1 = 0.068 Yen

US\$1 = 98.07 Yen

US\$1 = 1,442 Tg.

(2013年7月時点)

モンゴル国 ウランバートル市地震防災能力向上プロジェクト (開発計画調査型技術協力) ファイナルレポート

【Abbreviations】

| | | |
|---------|--|------------------------|
| ADB | Asian Development Bank | アジア開発銀行 |
| ADRC | Asian Disaster Reduction Center | アジア防災センター |
| ALACGaC | Agency of Land Affairs, Construction, Geodecy and Cartography | 土地管理建築測地局 |
| ASTER | Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer, Global Digital Elevation Model | 全球3次元地形データ |
| CA | Capacity Assessment | キャパシティ・アセスメント |
| CBS | Cellphone Broadcast System | 携帯電話緊急速報システム |
| CP | Counterpart | カウンターパート |
| DFR | Draft Final Report | ドラフトファイナルレポート |
| EMDC | The Emergency Management Department of the Capital City | ウランバートル市非常事態局 |
| EOST | la Ecole et Observatoire des Sciences de la Terre | フランス地球物理学研究所 |
| FR | Final Report | ファイナルレポート |
| GDP | Gross Domestic Product | 国内総生産 |
| GIS | Geographic Information System | 地理情報システム |
| GTZ | Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit | ドイツ技術協力公社 |
| HFA | Hyogo Framework for Action | 兵庫行動枠組 |
| HRW | Human Rights Watch | ヒューマン・ライツ・ウォッチ (人権NGO) |
| ICR | Inception Report | インセプションレポート |
| ISC | International Seismological Centre | 国際地震センター |
| JCC | Joint Coordination Committee | 合同調整委員会 |
| JICA | Japan International Cooperation Agency | 国際協力機構 |
| M | Japan Meteorological Agency (JMA) magnitudes | 日本の気象庁マグニチュード |
| MI | Richter magnitudes | リヒターマグニチュード |
| Ms | Surface magnitudes | 表面波マグニチュード |
| Mw | Moment magnitudes | モーメントマグニチュード |
| MoM | Minutes of Meetings | 協議議事録 |
| MHFC | Mongolian Housing Finance Corporation | モンゴル住宅金融公庫 |
| MCUD | Ministry of Construction and Urban Development | 建設都市開発省 |
| MSK | Medvedev-Sponheuer-Karnik intensity scale | MSK 震度階 |
| MUST | Mongolian University of Science and Technology | モンゴル科学技術大学 |
| NEMA | National Emergency Management Agency | 国家非常事態庁 |
| NGIC | Mongolian National Geo-information Center | モンゴル地理情報センター |
| NGO | Non-Governmental Organization | 非政府組織 |
| PGA | Peak Ground Acceleration | 最大加速度 |

| | | |
|------------|---|--|
| PRR | Progress Report | プログレスレポート |
| R/D | Record of Discussions | 協議記録 |
| RC | Reinforced Concrete | 鉄筋コンクリート |
| RCAG | Research Center of Astronomy and Geophysics of Mongolian Academy of Sciences | モンゴル科学アカデミー天文地球物理研究センター |
| SC | Steering Committee | 運営委員会 |
| UB | Ulaanbaatar | ウランバートル |
| UBMPS | The Study on City Master Plan and Urban Development Program of Ulaanbaatar City | モンゴル国ウランバートル市都市計画マスタープラン・都市開発プログラム策定調査 |
| UN | United Nations | 国際連合 |
| UNDP | United Nations Development Programme | 国際連合開発計画 |
| UNESCAP | United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific | 国際連合アジア太平洋社会経済委員会 |
| UN-HABITAT | United Nations Human Settlements Programme | 国際連合人間居住計画 |
| USD | United States Dollar | 米ドル |
| USGS | United States Geological Survey | 米国地質調査所 |
| WB | World Bank | 世界銀行 |
| WG | Working Group | ワーキンググループ、作業部会 |
| WMO | World Meteorological Organization | 世界気象機関 |

【 目 次 】

| | |
|--|------|
| 第 1 章 調査要旨 | 1-1 |
| 1.1 調査概要 | 1-1 |
| 1.2 ウランバートル市の地震リスク評価 | 1-1 |
| 1.2.1 地盤調査 | 1-1 |
| 1.2.2 活断層調査 | 1-1 |
| 1.2.3 地震ハザードの評価 | 1-2 |
| 1.2.4 被害想定結果 | 1-2 |
| 1.3 地震防災計画 | 1-3 |
| 1.3.1 地震災害シナリオ | 1-3 |
| 1.3.2 総合的リスクマップ | 1-4 |
| 1.3.3 地震防災計画整備の方針と重点 | 1-5 |
| 1.4 中高層建築物耐震ガイドライン | 1-6 |
| 1.5 環境社会配慮 | 1-7 |
| 1.6 人材育成計画 | 1-8 |
| 1.7 提言 | 1-8 |
| 1.7.1 地震防災に関連する法令、制度、組織体制 | 1-8 |
| 1.7.2 防災計画の策定の在り方 | 1-8 |
| 1.7.3 地震防災計画の推進に必要な財政措置、計画の広報普及、関連法令の整備 | 1-8 |
| 1.7.4 災害時における通信・連絡体制の提言 | 1-9 |
| 1.7.5 地震観測体制 | 1-9 |
| 1.7.6 災害時の応急対応体制 | 1-9 |
| 1.7.7 土地利用・開発規制 | 1-9 |
| 1.7.8 建物・インフラの耐震化 | 1-9 |
| 1.7.9 コミュニティ防災 | 1-10 |
| 第 2 章 基礎調査結果 | 2-1 |
| 2.1 防災関連政策、計画、法令、開発規制、耐震基準、防災行政組織、自主防災組織 | 2-1 |
| 2.1.1 防災関連政策 | 2-1 |
| 2.1.2 地震防災計画 | 2-1 |
| 2.1.3 地震対策関連法令 | 2-1 |
| 2.1.4 防災行政組織 | 2-1 |
| 2.1.5 自主防災組織 | 2-2 |
| 2.2 地震防災対策事業の歴史と現況、及び防災教育・防災広報 | 2-2 |
| 2.2.1 地震防災対策事業 | 2-2 |
| 2.2.2 防災教育・防災広報 | 2-3 |
| 2.3 土地利用現況、土地利用計画、都市開発計画 | 2-3 |
| 2.3.1 土地利用計画、都市開発計画に関連する法体系 | 2-3 |
| 2.3.2 土地利用の現状と計画 | 2-3 |
| 2.3.3 都市開発計画 | 2-4 |

| | |
|---|------|
| 2.4 地形・地質、気象、地盤、地下水..... | 2-4 |
| 2.4.1 地形・地質..... | 2-4 |
| 2.4.2 気象..... | 2-5 |
| 2.4.3 地盤及び地下水..... | 2-5 |
| 2.5 活断層の既存調査資料と補足的な活断層現場踏査..... | 2-5 |
| 2.6 地震・強震観測データ、地震波形データ、歴史地震の調査資料..... | 2-6 |
| 2.7 人口、一般建築物、公共建築物、インフラ、危険物取扱施設、重要構造物、産業施設..... | 2-6 |
| 2.7.1 人口..... | 2-6 |
| 2.7.2 一般建築物..... | 2-7 |
| 2.7.3 公共建築物..... | 2-7 |
| 2.7.4 インフラ..... | 2-7 |
| 2.8 交通、物流、地域経済..... | 2-9 |
| 2.9 モンゴル国全体及び近隣諸国を含めた主要都市の幹線道路網の情報等..... | 2-9 |
| 2.10 関連する他ドナーのプロジェクト・調査報告書..... | 2-10 |
| 2.10.1 UNDP..... | 2-10 |
| 2.10.2 ADB..... | 2-10 |
| 2.10.3 GTZ..... | 2-11 |
| 第3章 地盤調査結果..... | 3-1 |
| 3.1 地形区分図の作成..... | 3-1 |
| 3.2 地盤調査の結果..... | 3-1 |
| 3.2.1 地盤調査の概要..... | 3-1 |
| 3.2.2 調査結果..... | 3-2 |
| 3.3 地盤モデルの作成..... | 3-8 |
| 3.3.1 地盤区分..... | 3-8 |
| 3.3.2 地盤モデル..... | 3-10 |
| 第4章 地震ハザード評価・リスク評価の実施プロセスと結果..... | 4-1 |
| 4.1 評価方針..... | 4-1 |
| 4.2 地震ハザード評価..... | 4-2 |
| 4.2.1 地震動評価..... | 4-2 |
| 4.2.2 地盤液化化判定..... | 4-6 |
| 4.2.3 斜面崩壊危険度評価..... | 4-8 |
| 4.3 建物リスク評価..... | 4-10 |
| 4.3.1 建物実態調査、材料試験..... | 4-10 |
| 4.3.2 建物インベントリー調査..... | 4-11 |
| 4.3.3 建物リスク評価..... | 4-12 |
| 4.3.4 建物倒壊に伴う死者数想定..... | 4-18 |
| 4.4 構造物リスク評価..... | 4-19 |
| 4.4.1 構造物現況調査..... | 4-19 |
| 4.4.2 構造物インベントリー調査..... | 4-19 |
| 4.4.3 耐震性評価・構造物リスク評価..... | 4-19 |

| | |
|--|------|
| 4.5 火災リスク評価結果..... | 4-30 |
| 4.5.1 ウランバートル市における建築構造及び火気使用施設 | 4-30 |
| 4.5.2 出火危険及び延焼危険の想定手法 | 4-31 |
| 4.5.3 出火危険想定及び延焼危険の季節、時刻の条件設定 | 4-31 |
| 4.5.4 出火危険及び延焼危険の算定結果 | 4-32 |
| 4.5.5 考察..... | 4-33 |
| 4.5.6 火災による人的被害..... | 4-33 |
| 第 5 章 地震防災計画..... | 5-1 |
| 5.1 地震防災計画の方針..... | 5-1 |
| 5.1.1 地震防災対策として進める必要性の高い項目 | 5-1 |
| 5.1.2 地震防災計画の修正が望ましい事項の検討 | 5-4 |
| 5.1.3 地震防災計画の修正が望ましい事項についての具体的検討 | 5-6 |
| 5.1.4 本節のまとめ..... | 5-7 |
| 5.2 地震災害シナリオの設定..... | 5-8 |
| 5.2.1 災害発生シナリオ | 5-8 |
| 5.2.2 シナリオ項目 | 5-8 |
| 5.2.3 対応期別シナリオ | 5-9 |
| 5.2.4 推進すべき重要事項の抽出..... | 5-9 |
| 5.3 総合的な地震リスクマップ..... | 5-19 |
| 5.3.1 地震防災情報データベース | 5-19 |
| 5.3.2 総合的地震リスクマップ | 5-21 |
| 5.3.3 まとめ..... | 5-22 |
| 第 6 章 地震防災計画の事業別優先度の検討..... | 6-1 |
| 6.1 地震防災計画の事業別優先度の検討の方針..... | 6-1 |
| 6.2 事業別優先度の検討..... | 6-1 |
| 第 7 章 地震災害を考慮した中高層建物耐震ガイドライン..... | 7-1 |
| 7.1 現状分析とガイドラインの位置づけ..... | 7-1 |
| 7.1.1 UB 市における耐震性能評価の概要..... | 7-1 |
| 7.1.2 本プロジェクトで求められた地震リスク | 7-2 |
| 7.1.3 耐震化に関する課題..... | 7-3 |
| 7.1.4 ガイドラインの位置付け..... | 7-5 |
| 7.2 目標耐震性能の設定..... | 7-5 |
| 7.2.1 建物の分類..... | 7-5 |
| 7.2.2 目標耐震性能..... | 7-5 |
| 7.3 既存建物の耐震性能評価..... | 7-6 |
| 7.3.1 耐震性能の指標..... | 7-6 |
| 7.3.2 耐震性能評価の枠組み..... | 7-7 |
| 7.3.3 耐震性能評価に関する技術移転..... | 7-8 |
| 7.4 耐震対策..... | 7-8 |
| 7.4.1 耐震補強..... | 7-8 |

| | |
|---|------|
| 7.4.2 建物移転..... | 7-8 |
| 7.4.3 建て替え..... | 7-9 |
| 7.5 耐震対策の促進方策..... | 7-9 |
| 7.5.1 日本における優遇策事例..... | 7-9 |
| 7.5.2 新規開拓・開発地域における計画例..... | 7-10 |
| 7.5.3 耐震対策促進法案の提案..... | 7-10 |
| 7.6 耐震ガイドラインの作成..... | 7-12 |
| 第 8 章 環境社会配慮..... | 8-1 |
| 8.1 瓦礫処理..... | 8-1 |
| 8.2 し尿処理..... | 8-2 |
| 8.3 危険物施設・有害物質処理..... | 8-3 |
| 8.4 アスベスト問題..... | 8-3 |
| 8.5 復興時の移転問題..... | 8-4 |
| 第 9 章 人材育成計画..... | 9-1 |
| 9.1 本邦研修による人材育成..... | 9-1 |
| 9.2 WG 活動を利用した人材育成..... | 9-3 |
| 9.3 EMDC 職員対象勉強会..... | 9-4 |
| 9.4 地震防災啓発活動に関する技術移転..... | 9-4 |
| 9.4.1 防災啓発 WS による人材育成..... | 9-5 |
| 9.4.2 本邦研修を利用した防災啓発活動の理解促進..... | 9-5 |
| 9.4.3 地震防災キャンペーン実施による啓発活動..... | 9-6 |
| 第 10 章 地震防災に関する提言事項..... | 10-1 |
| 10.1 地震防災に関連する法令、制度、組織体制..... | 10-1 |
| 10.1.1 地震防災に関連する法令、制度、組織体制に関する現状と課題..... | 10-1 |
| 10.1.2 地震防災に関連する法令、制度、組織体制に関する提言..... | 10-2 |
| 10.2 地域レベルの地震防災計画策定の在り方(参加組織、作成プロセス等)..... | 10-2 |
| 10.2.1 地域レベルとしての地震防災計画の課題..... | 10-2 |
| 10.2.2 防災計画の策定の在り方の提言..... | 10-2 |
| 10.3 地震防災計画の推進に必要な財政措置、計画の広報普及、関連法令の整備..... | 10-3 |
| 10.3.1 地震防災計画の推進に向けた現状と課題..... | 10-3 |
| 10.3.2 地震防災計画の推進のための提言..... | 10-5 |
| 10.4 災害時における通信・連絡体制..... | 10-5 |
| 10.4.1 防災情報伝達の現状..... | 10-5 |
| 10.4.2 防災情報伝達システムの整備方針..... | 10-6 |
| 10.4.3 防災情報伝達システムの運用・維持管理体制..... | 10-7 |
| 10.4.4 防災情報伝達システムに対する提言..... | 10-8 |
| 10.5 地震観測体制..... | 10-8 |
| 10.5.1 現在の地震観測体制の課題..... | 10-8 |
| 10.5.2 地震早期警戒システム構築上の課題..... | 10-8 |
| 10.5.3 地震観測体制高度化に向けた提言..... | 10-9 |

| | |
|---|-------|
| 10.6 災害時の応急対応体制 | 10-9 |
| 10.6.1 被害想定結果 | 10-9 |
| 10.6.2 応急対応にあたる専門家ネットワークの構築 | 10-10 |
| 10.6.3 建物の安全性チェック | 10-10 |
| 10.6.4 緊急復旧のための業界のネットワーク | 10-10 |
| 10.6.5 学校 | 10-10 |
| 10.7 土地利用・開発規制 | 10-10 |
| 10.7.1 土地利用・都市開発の現状と課題 | 10-10 |
| 10.7.2 ゲル地区の計画的土地利用推進及び規制の必要性 | 10-11 |
| 10.7.3 老朽建築物の再開発等による再建計画の必要性と優遇策 | 10-11 |
| 10.7.4 防災都市計画策定の提言 | 10-12 |
| 10.8 建築物・インフラの耐震化のための方策 | 10-12 |
| 10.8.1 現在の UB 市が抱える課題 | 10-12 |
| 10.8.2 耐震設計基準を見直すこと | 10-12 |
| 10.8.3 施工品質を向上させること | 10-12 |
| 10.8.4 耐震化に対する意識啓発を促進すること | 10-13 |
| 10.8.5 住民自らが耐震化のための資金を出したくなる仕組みを考えること | 10-13 |
| 10.8.6 重要構造物を優先的に耐震化すること | 10-13 |
| 10.9 防災広報、防災教育、コミュニティ防災 | 10-13 |
| 10.9.1 防災関係機関における能力向上の必要性 | 10-13 |
| 10.9.2 防災啓発活動の普及 | 10-13 |
| 10.9.3 本邦研修の成果の共有 | 10-14 |
| 10.9.4 学校防災教育の推進 | 10-14 |
| 10.9.5 マスメディアを活用した啓発活動の推進 | 10-14 |
| 10.9.6 民間企業と連携した啓発活動の推進 | 10-14 |
| 10.9.7 体験メニューの推進 | 10-14 |
| 10.9.8 モンゴルの地震体験記録の収集 | 10-14 |

第 1 章 調査要旨

1.1 調査概要

調査件名： モンゴル国ウランバートル市地震防災能力向上プロジェクト

先方実施機関： ウランバートル市、ウランバートル市非常事態局

調査期間： 2012 年 2 月 ~ 2013 年 10 月

本プロジェクトは、ウランバートル市の地震防災能力強化を図るとともに、カウンターパート等関係者への技術移転を図ることを目的とし、次の 4 項目を成果として実施した。

- 1) ウランバートル市の総合的な地震リスクマップの作成
- 2) ウランバートル市地震防災計画の改定
- 3) 地震に強い都市開発に向けての中高層建築耐震ガイドライン案の提案
- 4) 関係機関及び市民の地震災害対応能力強化と啓発

1.2 ウランバートル市の地震リスク評価

1.2.1 地盤調査

ウランバートル市街地の地盤は主に砂礫層から構成される。トール川の本流沿いには泥が断続的に分布し、本流と支流に沿って沖積層が広く分布する。地震リスク評価のために重要な地盤に関する情報が不足していたため、以下の地盤調査を実施した。これらの情報をもとに、250m メッシュごとの表層地盤モデルを作成した。

- 1) ボーリング調査（深さ 30m×10 本）
- 2) PS 検層調査（深さ 30m×10 地点）
- 3) 表面波探査（50 箇所）
- 4) 常時微動探査(50 箇所)
- 5) 表層地質図（縮尺 1 : 10,000）

1.2.2 活断層調査

シナリオ地震の設定のため、ウランバートル市周辺の活断層について、既存資料調査及び現地踏査を実施した。

- 1) ホスタイ断層はUB市中心部から南西約 30 km のところから北東－南西方向に伸びる活断層である。RCAG は、本断層において 2008 年、2010 年にトレンチ調査を実施しており、断層の活動性については、1250 年頃に動いており、2-3000 年後が次の機会と考えられるとの口頭報告（国家安全保障委員会）がなされた。
- 2) エミールト断層はUB市より南西約 15 km のところから北西－南東方向に延びる活断層である。2005 年以降の地震計記録では顕著な地震活動が活発になり、RCAG とフランスの大学（Université Montpellier 2; Université de Strasbourg）の調査で断層地形が明らかになった。RCAG によると、本断層は 5500 年前に動いており、次に動く時期が迫っていると考えられるとの口頭報告（国家安全保障委員会）がなされた。
- 3) グンジン断層は、UB市より北東約 5 km から北東へ延びる。RCAG のトレンチ調査では、少なくとも 2 回の地震があったことが確認された。最新活動や活動間隔について RCAG により

検討されている。

1.2.3 地震ハザードの評価

ウランバートル市周辺の活断層のうち、ホスタイ断層、エミールト断層、グンジン断層を考慮し、次の2つの地震シナリオを設定し、対象断層で最大規模の地震が発生した場合を想定し、確定論的な手法で地震ハザードを評価した。距離減衰式は Kanno (2006) を用いた。式に用いる AVS30 は現地地盤調査の結果に基づいた。

1) シナリオⅠ：ホスタイ断層が最大の地震を起こす場合 (Mw7.6)

ホスタイ断層の長さについては、RCAG 報告では 70-80 km, Demberel (2011) では 92 km, Ferry et al. (2012) では 112 km とされ、それぞれ異なる。活断層の地形、RCAG 報告および Demberel(2011) に基づき、断層の長さは 80 km 程度と考えられる。

2) シナリオⅡ：エミールト断層が最大の地震を起こす場合 (Mw7.0) とグンジン断層が最大の地震を起こす場合 (Mw6.6) の統合

シナリオⅡではグンジン断層の影響も大きいという WG1 での意見、第2回国内支援委員会での議論を踏まえ、両地震による地震動の内、大きい方を採択することとした。このシナリオは、2つの地震が同時に発生することを想定しているものではなく、災害のポテンシャルとして最大規模のものを想定することを意図したものである。

エミールト断層の長さは 30 km 程度、グンジン断層の長さは 18 km 程度である。

計算された地震動はウランバートル市街地において、シナリオⅠ、Ⅱともに MSK 震度 8~9 である。

微地形、ボーリング調査、粒度試験の結果に基づき、調査範囲内では地盤の「液状化の可能性が低い」または「ない」と判断された。しかしトール川沿いに地下水位が高いと推定される箇所では強い地震が発生した場合には、液状化が発生する可能性は完全には否定できない。

シナリオⅠの場合、西部のソングノ山地で危険度が「高い」斜面メッシュが多く、南部の山地の北西側斜面に危険度が「やや高い」メッシュが分布する。シナリオⅡでは、西部山地、北東部のグンジン断層沿いの山地に危険度が「高い」メッシュが集中し、市の北西部のエミールト断層から近い山地や南部山地の北西側斜面に「高い」、「やや高い」メッシュが分布する。

1.2.4 被害想定結果

建物の被害想定では、UB 市が実施した耐震診断報告書の調査、設計施工会社へのヒアリング、追加耐震診断調査、建築材料試験を踏まえ、UB 市ならびに UBMPS のデータを統合して新たなデータベースを作成しインベントリーとした。建物のリスク評価は限界耐力計算法を用いた。

橋梁等のインフラは、「アジルチン跨線橋建設事業準備調査」の調査結果、収集した設計図面、コンクリート強度試験、耐震性評価結果を受領して橋梁インベントリーの作成を行った。また、設計図面が収集できた橋梁のうち、UB 市道路局と協議して 8 橋で現地調査を行った。道路・ライフラインに関しては UB 市から延長・管種・管径等が含まれた GIS データを入手してデータベースを作成してインベントリーとした。被害関数は、主に中央防災会議の用いている経験式を用いた。

火災は、発生状況を EMDC の火災統計から把握し、住宅における火気・電気器具使用状況及び延焼危険性把握のためゲル及び集合住宅現調査を行った。地震発生時の出火危険については東京消防庁が用いている手法を適用し、ウランバートルの特徴を考慮した。ゲル地区の延焼評価は木

造建物密度によるものとし、季節・風速を考慮した。

現在の UB 市のインベントリーデータと被害関数、シナリオ地震による地震動から、以下の被害が発生することが想定される。

建物被害に対しては最大速度の影響が大きいことから、シナリオ I で被害が大きく、特にゲル地区では甚大な被害が発生する。ライフラインの地震被害は地盤に影響され易く、シナリオによる差は建物ほど大きくない。また、液状化がないことが日本との相違である。火災被害については、Chingeltei 区、Bayanzurh 区、Songinokhairkhan 区、Bayangol 区において多くの建物が延焼することがわかった。

表 1.2.1 建物被害想定結果

| | シナリオ I | | シナリオ II | |
|------|--------|------|---------|------|
| | 市街地 | ゲル地域 | 市街地 | ゲル地域 |
| 倒壊確率 | 48% | 81% | 22% | 29% |

表 1.2.2 ライフライン被害想定結果

| | シナリオ I | シナリオ II |
|----------------------|-----------|-----------|
| 道路被害箇所数 | 66 | 60 |
| 橋梁被害（通行不能）箇所数(67 橋中) | 28 | 22 |
| 上水道被害箇所数 | 68 | 44 |
| 下水道被害延長長さ (km) | 191 | 176 |
| 地中温水配管被害箇所数 | 97 | 59 |
| 電柱被害本数(被害率) | 845(2.8%) | 352(1.2%) |

表 1.2.3 火災リスク評価結果

| | シナリオ I | | シナリオ II | |
|----------|--------|--------|---------|--------|
| | 冬：18 時 | 夏：12 時 | 冬：18 時 | 夏：12 時 |
| 出火件数 | 114 | 107 | 91 | 46 |
| 延焼棟数 | 7,601 | 4,334 | 6,341 | 1,711 |
| 火災による死者数 | 48 | 27 | 40 | 6 |

1.3 地震防災計画

1.3.1 地震災害シナリオ

地震災害による被害の発生は、発生時期等の条件によって異なり、また多様な被害が同時に生じるために災害対策を講じるためには全体としてどのような事態が時系列的に発生するかを考察することは重要である。そのために次の条件において時系列を考慮した地震災害シナリオを検討した。

地震発生時期等の条件として、火気使用の程度、応急対策の困難さを考慮し厳冬期に地震が発生した場合の被害と対応を考察した。シナリオは地震災害に対応する時期を考慮し、緊急対応期における災害対策本部、救助・消火活動、災害時医療活動、避難、応急対応期における食料・飲

料水の供給、電気の供給、温水の供給、復旧復興期における教育、仮設住宅・恒久住宅の供給、がれき処理、及び生活再建についてシナリオを作成した。一例として災害対策本部のシナリオを表 1.3.1 に示す。

表 1.3.1 UB 市災害対策本部（UB 市部長級職員、EMDC 幹部職員の立場から）

| | | |
|-------------|---|--|
| 建物被害 | ・ UB 市役所の建物は倒壊せず、 ・ 内部の本棚は散乱、 ・ 卓上の PC は床等に落下、 ・ ガラス等が飛散、 ・ エレベーターは停止 | |
| ライフライン被害 | ・ 停電（少なくとも当日）、 ・ 水道停止（トイレは当分使えず）、 ・ 電話は輻輳して通じない、 ・ 携帯電話も輻輳して通じない | |
| 人的被害 | ・ 庁舎内では勤務時間外で在庁者は少ない、けが人は若干、 ・ 自宅等での建物被害でかなりの職員の犠牲者、負傷者は出ている。 | |
| 災害当日 ～3日 | <p>災害対応活動</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ UB 市役所では終業時刻は午後 5 時だが、夕方 6 時には多くはないがまだ残業している職員もいた。突然市役所全体が揺れ始め、倒壊するかと思うほど揺れたが、幸いビル自体は大丈夫だった。しかし書棚等は倒れ、机の上の PC は机から落ちるなど部屋の中は散乱した。15 階建のビルの窓から見ると幾つものアパートが土煙を上げて崩壊しているのが見える。地震が起きた時は薄暮であったが、徐々に暗闇になっていた。停電で町は光もなく、渋滞する車の明かりだけがあるが、動いてはいない。 ・ 国家規模の災害が発生した場合には 2009 年 7 月 10 日発布の災害対策法第 15 条により国の災害対策本部が発足し、それに伴って首都でも災害対策本部の設置を行うこととなっている。自分は災害担当ではないが、危機管理部局は市役所のビルの中にはない。幹部職員として何らかの対応をすべきであると思い、部下を市長室に行かせると市長はおらず連絡も取れないという。 ・ 市役所に在庁している幹部により災害対応の本部を立ち上げる必要があると思い、在庁している部局の幹部のところに職員を派遣して、ビルの入り口の外に集まるよう連絡を取ることにした。 <p>以下は、その後に起きてくるであろう事態とそれに対する改善策を示している。</p> | 改善策 |
| | <p>災害対策本部の立ち上げ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 関係機関で対応すべき業務等、連絡先のリストがない。 ・ 災害対策法の 17 条 1 項には災害対策関連部局が示されているが、誰に連絡するのかの具体的な緊急時連絡先と連絡手段がない。どうしたら召集できるか。 ・ 国の災害対策本部の設置を待たずに UB 市は本保を設置してよいか、待つべきかの判断は誰が行うか | <ul style="list-style-type: none"> ・ 災害対策本部対応マニュアル ・ 全庁の災害時の業務分担 ・ 災害時本部招集訓練実施 ・ 参集規定制定と周知 ・ 災害時情報収集手段の構築 |
| | <p>災害対策本部の設置</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ UB 市役所には EMDC オフィスは無い。誰が事務局として動くのか。 ・ どこに災害対策本部を設置するのか、市役所は倒壊はしていないが、かなりの被害を受けた様子、停電し、エレベーターも動かない。電話も通じない。 ・ 市庁舎が余震等に対して安全かどうか判らないし、市役所内に本部設置は無理なようだ。 ・ 市庁舎前の駐車場スペースにとりあえずの椅子、机を出す。 ・ テントを調達する。 ・ 暗くて寒くて、とても業務にならない ・ 暗いので車のライトで本部を照らす。 ・ 庁舎内の資料が散乱して持ち出すのに苦労する | <ul style="list-style-type: none"> ・ 建物の応急危険度判定 ・ 自家発電装置、非常用テント、非常用暖房、非常用食料の備蓄 ・ 市役所は耐震性の高い建物とし、家具等の転倒防止 |
| | <p>災害対策本部の運営</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 市民からの不平、要望が直接来て、対応に人手がとられる。 ・ 国から被害状況の報告を頻りに求めてくるので、災害対応に手がつかない。 | |

1.3.2 総合的リスクマップ

地震情報データベースには、本件調査で実施した建物のインベントリ調査結果、ライフラインのインベントリ調査結果などに加え、調査により取得した地盤モデル計算により得られたシ

ナリオ地震の地震動、地盤危険度評価結果を含めた。また、シナリオ地震に基づく建物被害結果、インフラ、ライフラインリスク評価結果、火災危険度評価など様々な評価結果をデータベース化し、総合的リスクマップへの出力、表示できるようにした。

なお、リスクマップは ArcGIS 上で容易に操作・表示できるようにした。その作成方法ならびに表示方法を図 1.3.1 に示す。

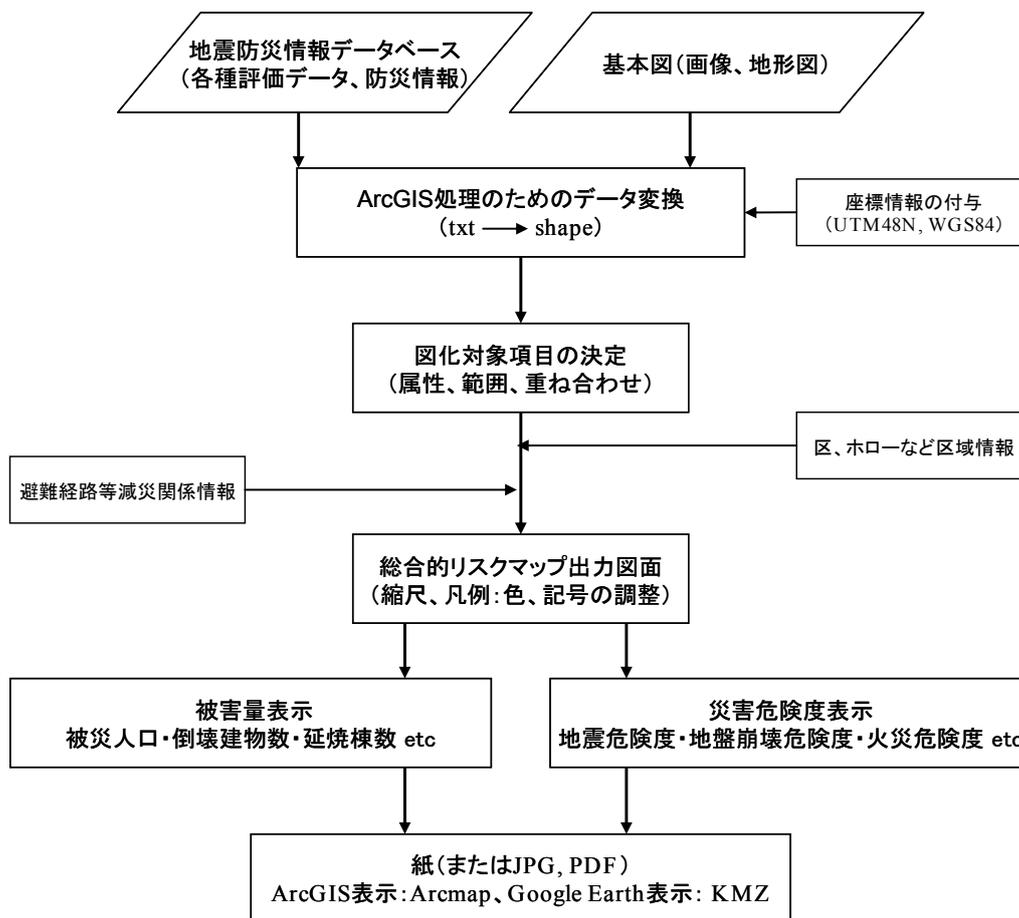


図 1.3.1 総合的地震リスクマップ作成フロー

1.3.3 地震防災計画整備の方針と重点

(1) 現状分析

モンゴル国の地震防災計画は、国家防災機能向上計画及び UB 市防災計画があり、UB 市防災計画には地震防災計画が分冊として存在する。UB 市の地震対策及び防災計画の現状分析を、防災計画の分析、防災意識調査結果の分析、地震リスク評価及び地震災害シナリオから把握した。

- ・ ウランバートル市地震防災計画における記述は国及び UB 市が組むべき事項が主である。災害対応部局の業務の記述が多いが、幅広い分野への言及がある。
- ・ 地震防災計画として、減災の目標、関係者の役割、取り組むべき項目、それら項目に対する具体的展開 (Action Plan) の記述がない。
- ・ UB 市民に激しい地震の経験者はほとんどいないため、地震への適切な行動を期待できない。住民のみならず行政、企業も含めて、地震防災教育、啓蒙が重要である。具体的には防災知

識、地震の危険性の情報、危険個所の情報、その他全般的な情報を住民に伝える必要がある。

- ・ 多くの住民が学校建築の耐震性に不安を持っており、学校建築の耐震化を進める要望が高い。学校建築の耐震性強化の方策が急務である。
- ・ 建物被害がかなり発生する。災害時重要機関（行政、学校、病院等）の被害による災害対応活動が低下する恐れがある。ゲル地区の火災危険がある。
- ・ 橋梁の落橋危険もあるために、災害時重要道路等の不通が考えられる。

(2) 地震防災計画の改定が必要と考えられる事項

現状の分析を踏まえて地震防災計画の強化が望まれる項目を検討し、以下の項目を抽出するとともに優先度の高い項目について具体的な提案を行った。

- ✓ 地震防災計画の目的、関係者の役割の明確化が必要なこと
- ✓ 地震防災計画を幾つかに分類した構成への検討が望ましいこと
 - ・ 地震による直接的被害を減じる対策として、建物の耐震化対策特に学校建築、防災活動機関の基地となる建物の耐震化対策が必要なこと
 - ・ 出火、延焼防災対策を含めたゲル地区の防災性強化対策が必要なこと
- ✓ 災害軽減活動の阻害となる要因への対策
 - ・ 住民への防災教育啓蒙対策が必要なこと
 - ・ 避難場所の果たすべき役割、そのための空地や施設の規模等の要件、その時に必要となる機能の計画が必要なこと
 - ・ 災害後の応急対応、復旧対応に重要な役割を果たす、道路（災害時重要道路と仮称）の計画が必要なこと
- ✓ 災害対策を円滑に進めるための対策
 - ・ 防災関連機関の活動の内容を定めたマニュアルの作成
 - ・ 被害状況を収集、伝達するための情報システムの導入
 - ・ 災害時に機能する専門家ネットワークの構築

(3) 地震防災計画の整備の進捗

防災計画は年一回3月に修正作業が行われる。本年3月にも修正が行われ、修正版はデータブックに示している。プロジェクト開始以来のプロジェクトチームの提案や本邦研修等を踏まえて、以下の提案等が反映されて修正防災計画に入れられている。

- ・ 地震防災計画の減災目的及び防災計画に関わる行政、住民、企業等の関係者の役割
- ・ 被災建築物の安全を判定する応急危険度判定制度の必要性
- ・ 緊急時災害医療のトリアージの研修（本邦研修及び他ドナーからの提案）の開始

1.4 中高層建築物耐震ガイドライン

耐震ガイドラインの作成は、プロジェクトチームとCPとの協働で実施した。具体的には、UB市の建物状況やUB市耐震課における耐震診断方法等についてはCP側で記載した。一方、リスク評価結果の分析や限界耐力計算方法の例示、日本での耐震対策の方策等についてはプロジェクトチーム側で記載を行った。なお、建物重要度や重要度係数の設定に関しては、両者協議の上実施した。また、限界耐力計算法等の関連する技術については、勉強会を通じて技術移転を行った。

ガイドラインの内容は以下のようなものである。

| | |
|-----|---|
| 第1章 | まえがき：本ガイドラインの位置づけ、対象建物、ガイドラインの記載内容について概説する。 |
| 第2章 | UB市における課題の整理：UB市の建物の概況や本プロジェクトのリスク評価結果を説明するとともに、耐震化に関する課題を整理する。また、得られた課題の本ガイドラインへの適用について示す。 |
| 第3章 | 建物の目標耐震性能：防災の観点から建物の重要度を設定し、重要度に応じた目標耐震性能を示す。 |
| 第4章 | 既存建物の耐震性能評価：建物が保有する耐震性能の評価方法を記載するとともに、必要なモデル化手法や現在のUB市の耐震診断結果の利用法についても示す。 |
| 第5章 | 耐震対策方法：耐震対策として、耐震補強、建物移転、建て替えを取り上げ、その選択方法と各対策を実施する際の要点を示す。 |
| 第6章 | 耐震対策の促進方策：耐震化を促進するための事例を調査するとともに、今後の耐震化のための促進方策を提案する。 |
| 第7章 | 提言：本ガイドラインでは触れないものの、UB市の建物の耐震化に資する提言事項をまとめる。 |

1.5 環境社会配慮

地震災害発生後の復旧活動や生活再建活動時に配慮すべき環境社会面の課題を以下に示す。

・ 瓦礫処理

シナリオI地震が発生した場合に想定される瓦礫量は1,214万 m^3 であり、主たる発生源は組石造、鉄筋コンクリート・レンガ造の建築物である。この瓦礫量は10tonダンプカー243万台分に相当する。このため、瓦礫の一時仮置き場と最終処分場候補地の事前選定、及び事前協力協定と役割分担を定めておく必要がある。

・ し尿処理

震災時にはアパート地区のトイレの大部分は使用困難となり、近隣のゲル地区の素掘りトイレを借用するか、アパートの中庭等に素掘りトイレを作り使用することが想定されるが、冬期は表土凍結のため人力での掘削は困難となり、夏期には衛生上の問題が懸念される。このため、場所と季節に配慮した緊急対応策の策定と簡易トイレの確保に関する事前協力協定や市民への携帯用トイレの普及啓発が必要である。

・ 危険物施設・有害物質

危険物施設には耐震性が不十分なものが多くあると考えられ、損傷により火災や漏えいに伴う環境汚染が発生する可能性がある。地震後は、有害廃棄物の適正処理に手が回らず、有害物質を含む瓦礫の一時仮置き場や最終処分場への持込が行われる可能性がある。このため、危険物施設の耐震対策を進めることと、有害物質処理の監理体制強化を進めることが必要である。

・ 住民移転

地震に強い都市計画の実施や復興時の住民移転が行われる可能性がある。これに際してUB市は住民に対して情報公開を適切に実施し、影響を受ける住民やコミュニティと十分な協議が行われるべきである。

1.6 人材育成計画

本プロジェクトで以下の活動を実施した。

- ・ ハザード・リスク評価手法の勉強会
- ・ 本邦研修
- ・ EMDC 職員を対象とした地震防災勉強会
- ・ 地震防災啓発活動 WS
- ・ 地震防災啓発キャンペーン

上記活動で使用した資料やプログラム・利用マニュアル等は、今後のモンゴル国関係機関の能力強化を図るための人材育成計画に利用されることを念頭に、電子ファイル形式で整備した。また、プロジェクト終了後に他の知識や技法を追加することが容易なよう、各資料はできるだけコンポーネント化した。

1.7 提言

1.7.1 地震防災に関連する法令、制度、組織体制

- ・ 赤十字、マスメディア、経済界、防災専門家を震災予防常設委員会あるいはその下部機能に含め、総合的な対策を推進する。
- ・ 学術的研究の推進と行政の実施する対策へのアドバイスを学術的立場から行う地震防災研究会議や震災予防常設委員会の専門調査会を設置する。
- ・ 地震学以外に地質学、土木・建築、機械工学、流通・社会・経済・法学、災害医療や教育分野等、地震による影響を受ける分野を学術的にカバーした防災対策を総合的に推進する。

1.7.2 防災計画の策定の在り方

- ・ 減災目標を提示する。
- ・ 行政、住民、企業等すべてが防災に取り組むことを明示し、計画策定時に住民や企業の意見を代表する委員が参画する。
- ・ 計画の実現化のための工程表及び事業の優先順位を作成・公開する。
- ・ 計画の実現に至る進捗確認体制を整備する。

1.7.3 地震防災計画の推進に必要な財政措置、計画の広報普及、関連法令の整備

(1) 財政措置

- ・ 防災対策の事業の必要性や効果を勘案した優先順位付けを行うとともに、事業実施のための工程表を作成し、計画的な財政措置の獲得を図る。

(2) 関連法令の整備

- ・ 国家安全保障委員会の指示に示されている法整備について可及的速やかに立法を図る。
- ・ 具体的な事業推進のために必要な条例、規則等を整備する。

(3) 計画の広報普及

- ・ 防災計画の関係者が計画を理解し役割を果たすために、公表し共通理解を持つ。
- ・ 災害時及び発生前の対策として個人や地域社会が行うべきことを明示した計画を公開する。

1.7.4 災害時における通信・連絡体制の提言

- ・ 構築中のシステムに対する耐震性やBCPについて外部評価を行う。
- ・ 早期警戒システムを周知するための啓発教材（パンフレットやビデオ）を作成する。
- ・ 音声伝達に関する変調メカニズム等を取り入れ、より実効性の高いシステムを構築する。
- ・ モンゴル全土で早期警戒システムを導入するため、地方都市のシステム構築提案をする。

1.7.5 地震観測体制

- ・ 断層の動きを確実に捉えて地震規模を迅速に推定するための各種機器を設置する。

1.7.6 災害時の応急対応体制

(1) 被害想定結果を踏まえた課題対応

- ・ 災害時重要施設の耐震化を促進し、主要道路にかかる橋梁の耐震性を強化する。
- ・ 道路閉塞防止のため、沿道建物の耐震性強化、落下物防止、跨道施設の耐震性強化をする。
- ・ 延焼火災対策として耐震性貯水槽を整備する。
- ・ 災害時重要道路の指定と運用規則を整備する。

(2) 応急対応にあたる専門家ネットワークの構築

- ・ 広域災害時医療体制としての情報ネットワーク、ヘリ搬送体制を整備する。
- ・ トリアージ等災害時医療の専門家を育成する。

(3) 建物の安全性確認

- ・ 被災建築物の安全確認のために応急危険度判定システムを構築し、専門家を育成する。

(4) 緊急復旧のためのライフライン工事関係者のネットワーク

- ・ ライフライン工事関係業界等による協議会を作り、災害時の全国的応援体制を整備する。

(5) 学校

- ・ 授業時間と時間外の災害対応マニュアルと、避難所運営マニュアルを作成訓練する。

1.7.7 土地利用・開発規制

- ・ 計画された「まちづくり」として、ニュータウンの整備、老朽集合住宅の建て替え、ゲル地域の恒久住宅化及び街区道路の整備を行う土地区画整理等を推進する。
- ・ 地震防災計画における都市の防災性強化の観点から防災都市計画を策定し、都市マスタープランとの整合をはかる。

1.7.8 建物・インフラの耐震化

- ・ 耐震設計基準の見直し
- ・ 熟練技術者の育成による施工品質の向上
- ・ 建物耐震化に対する住民レベルの意識啓発の促進
- ・ 住民自らが耐震化のための資金を出したくなる仕組みの創出
- ・ 重要建物の優先的な耐震化

1.7.9 コミュニティ防災

- ・ 防災関係機関における地震や防災に対する知識の習得
- ・ 住民を対象とする防災啓発活動の普及促進
- ・ 本邦研修成果の共有
- ・ 学校防災教育の推進
- ・ マスメディアを活用した地震防災啓発活動の推進
- ・ 民間企業と連携した地震防災啓発活動の推進
- ・ 地震体験施設や体験メニューの開発・整備
- ・ モンゴルの地震体験記録集の編纂

第 2 章 基礎調査結果

2.1 防災関連政策、計画、法令、開発規制、耐震基準、防災行政組織、自主防災組織

2.1.1 防災関連政策

モンゴル国では、災害対策法の第 13 条から第 26 条の定めるところにより、国及び地方自治体において地震防災対策を担当する行政部局（災害対応部局）が設置されている。

一方、政策立案・決定機構として二つの委員会がある。一つは国家安全保障委員会であり、これは構成メンバーを大統領、首相、国会議長及び事務局だけで構成する最上位の意思決定機構である。もう一つは震災予防常任委員会であり、これは内閣に設置されており、第一副大臣を議長とし、構成メンバーは各省庁、関係機関から構成されている。その事務局は国家非常事態管理庁にある。

2.1.2 地震防災計画

(1) 国の地震防災計画（国家防災機能向上計画）

2011 年 3 月 30 日の閣議において策定された国家防災機能向上計画である。地震防災に対する取り組みは始まったばかりの初期段階であることから、計画も緊急性の高い事項に関するものが多く、2 年もしくは 3 年で達成することを目標とするものが多い。

(2) UB 市の地震防災計画

UB 市の地震防災計画は、地震災害防災国家能力向上計画に基づき策定したものである。計画は、震災予防及び災害対応への訓練等の事前準備、地震災害発生時の対応、地震災害後の復旧の 3 つのフェイズに対して策定されている。UB 市の地震防災計画は 2013 年 3 月に改訂された。この改訂においては、本プロジェクトで得た知見が反映されている。ただし、改訂版についての承認は得られていない。

2.1.3 地震対策関連法令

モンゴル国の地震対策にかかる法令の基本となるのは 2003 年 6 月 20 日に公布された災害対策法（Parliament Law of Mongolia on Disaster Protection）である。災害対策に関わる業務は他の省庁から独立しており、そこに関与する人間の責任と義務も明確に示されている。

2.1.4 防災行政組織

(1) 国家非常事態庁（NEMA: National Emergency Management Agency NEMA）

政府決議 第 1 号（2004 年 1 月 7 日公告）に基づいて防衛国家委員会、消防局、国家備蓄庁が統合され、NEMA が設置された。NEMA は、国家の防災、救助、災害対応、復旧を担当し、本分野における法律・政策に携わる機関（UNDP が設立支援）で、21 県+UB 市にも現地組織をもち、各組織が現地での計画策定・実施を行う。

(2) UB 市非常事態局（EMDC: Emergency Management Department of Capital City EMDC）

NEMA の活動に合わせ、市への対策を考案・実施する部署として設置。UB 市の関係機関を巻

き込んだ UB 市防災計画の策定（毎年 1 月に改訂）及び災害に対するリスク管理及びそれに伴う防災に対する取り組みを行っている。

(3) その他、地震防災に関連する関係省庁

- 建設都市開発省（MCUD: Ministry of Construction and Urban Development）建築・住宅・公共ユーティリティ政策局
- MCUD 土地管理建築測地局（ALACGaC: Agency of Land Affairs, Construction, Geodecy and Cartography）
- 国家専門監査局
- UB 市建設・都市計画局建築耐震対策課
- UB 市道路局
- UB 鉄道
- 科学アカデミー

2.1.5 自主防災組織

最も住民に近い行政単位がホロー（Kholoo）（区：ディストリクトの直下の行政単位、日本での市区町村の内、町レベルに相当）であり、その行政組織が日本で言う区役所や市役所の支所的な役割を果たしている。しかしながら災害に対する住民組織はこれまでの段階では存在していない。

2.2 地震防災対策事業の歴史と現況、及び防災教育・防災広報

モンゴル国の地震防災対策事業の歴史と現況、及び防災教育・防災広報について記述された資料として、ADRC カントリーレポート 2011（発行機関：アジア防災センター）を入手した。

2.2.1 地震防災対策事業

2009 年の国家地震災害防止国家能力向上計画の策定がモンゴルにおける地震防災の出発点であるので、地震防災対策事業は黎明期である。

(1) 国の地震防災対策事業

国の計画に上がっている地震防災対策事業関係では、以下のとおりである。

- 地震ハザードマップの作成
- 建築地震耐久性調査
- 老朽化建築物の建て替え（計画）
- 災害時利用の緊急施設用地の確保
- 建築基準法規の改定
- 非常用備蓄
- 災害時臨時病院施設計画
- 早期警報システム導入計画

(2) UB 市の地震防災対策事業

UB 市においても、国の計画を受けて以下のような事業の計画を持っている。

- 地震災害評価、震度マップの作成

- リスク評価
- 災害予防・応急対策・復旧工事

2.2.2 防災教育・防災広報

モンゴル国災害対策法第7条に定められているところにより、防災教育、防災訓練等が行われる。また震災予防常設委員会からは、「毎年3月第4週木曜日の16時に災害警報訓練、拡声機の作動確認、住民への危険を周知させ、避難訓練を実施する。また毎年10月14日に国連の国際防災の日の催しを行うこと」という指示が出されており、これらに基づいて、2011年からさまざまな活動が行われるようになった。

2.3 土地利用現況、土地利用計画、都市開発計画

土地利用状況、土地利用計画、都市開発計画に関連する資料を収集・整理した。

2.3.1 土地利用計画、都市開発計画に関連する法体系

土地利用計画、都市開発計画に関連する法体系として下記のものがある。各法律の詳細についてはサポーティングレポートを参照のこと。

- 土地法
- 都市開発法
- モンゴル国民への土地所有分配法
- 住宅法
- アパート住宅組合及びアパート資産共有にかかる法
- 都市・村落計画建設標準

2.3.2 土地利用の現状と計画

(1) 土地利用の現状

UB市の市域全体の土地利用現況図を入手した。内容についてはサポーティングレポートに記載。

(2) 土地利用における課題

市街化地域の建築物の多くを占める集合住宅は1921年～1992年の社会主義体制の時代に建設されたものも多くあり、老朽化が進んでいる。道路網についても市街化地域における幹線道路については道路幅員もあり、ネットワークも構成されているが、幹線道路を補充する補助幹線道路は不十分であり、さらに区画街路は未整備であり、特にゲル地区における街区道路は道路としては存在しておらず住宅敷地を囲う木製の塀の外が道路として通行に供されているので傾斜地にあるゲル地域では斜面がそのまま道路となり、冬季の通行に支障をきたしている。これらの現状からは、計画された「まちづくり」が急務であり、具体的にはニュータウンの整備、老朽集合住宅の建て替え、ゲル地域の恒久住宅及び街区道路の整備を行う土地区画整理等が取り組むべき課題となる。これらの課題は建物の耐震化、避難路・避難地の確保、地震火災対策等、地震防災対策を進めるうえでの防災都市計画としても重要課題となる。

(3) 土地利用計画

UB市の都市マスタープランは2020年を目標に2001年に着手されたものである。

これは計画方法論においては国際標準に沿ったものであり、2020年に向けたUB市の市街化、急速な自動車社会の進展に対応する物的空間計画、さらに水資源保護のための環境対策に関しても適切なビジョンを提示していたが、一方総合的な都市の成長管理と、土地の私有化を踏まえながら土地利用の適正化をどのように図るかという、市場経済における土地利用に係る都市計画課題に関しては、検討の余地を残すものであった。この計画2030年を目標とする計画に改定する目的で、2007年3月から2009年2月の期間でJICAは「モンゴル国ウランバートル市都市計画マスタープラン・都市開発プログラム策定調査」を行った。

2.3.3 都市開発計画

都市開発計画では具体的に進められている取り組み（パイロットプロジェクト）について以下に示す。各計画の詳細についてはサポーティングレポートを参照のこと。

- 住宅建設 10 万戸計画プログラム
- 都心部の再編
- ゲル地区開発によるアパート建設

2.4 地形・地質、気象、地盤、地下水

モンゴル国はユーラシア大陸の東部に位置する内陸国である。モンゴル国の地勢は西が高く、東が低い。モンゴル国の地形は、北と西部の山脈地帯、それらの間の盆地、南部と東部の台地地形の三つの部分から構成される。国の南西にはアルタイ山脈、西にはハンガイ山脈など標高が4,000 m級の山岳地帯である。一方、中部から東部にかけてステップ地帯で、標高は500~1,000 m程度である。また、南部は主にゴビ砂漠地帯である。首都 UB 市は国の中部のやや北よりに位置する。

2.4.1 地形・地質

UB 市は、9つの行政区からなり、総面積が4,704.4 km²（UB 市統計局）である。このうち、バガハンガイ（Bagahangai）とバガノール（Baganuur）区は狭義のUB 市街地から離れており、いわゆる飛び地となっている。

UB 市とその周辺は、ヘンティ（Hentei）山脈の南末端部に相当し、山地や丘陵や山間平地からなる。UB 市街地は、ヘンティ山脈から発し西へ流れるトゥール（Tuul）川の畔にあり、居住地のほとんどが川の北岸に分布する。市街地は、四周を山で囲まれた盆地である。飛び地であるバガノールはモンゴル国の南東へ流れるヘルルン（Herlen）川の上流域、川の右岸側に位置する。本区内は、川沿いの標高が1,330 m程度であるが、区北部の山地では1,750 mに達する。もう一つの飛び地のバガハンガイは、小規模な溪流を挟んだ緩やかな丘陵地帯である。区内の標高が1,500~1,600 mに変化する。

モンゴルの地質は、中央モンゴル構造線（Main Mongolian Lineament）によって大まかに先カンブリア時代と前期古生代の岩石が卓越する北部ドメインと古生代の前期から後期の岩石が卓越する南部ドメインに分けられるとされる。UB 市は、この地質上の北部ドメインに属する。UB 市とその周辺の地質は古いものから順に、前期古生代の原ハラ層群、中・後期古生代のヘンティ層群、中生代の花崗岩類、白亜紀のゾーンバヤン層群や新生代の堆積物からなる（高橋ほか、2004）。一方、トゥール川本流とその支流では、川によって運ばれてきた砂礫、泥などが堆積している。ま

た、段丘には段丘礫、小規模な扇状地などに砂礫が分布する。このように、UB市街地はトール川によって運ばれてきた砂礫主体の堆積物からなるが、山地は主に古い地質からなると考えられる。

2.4.2 気象

モンゴル国全体はほぼ同じく気候区分で、典型的な大陸性の亜寒帯もしくはステップ気候に属する。UB市の気候の特徴は、四季がはっきりしており、乾燥した短い夏（6～8月）と、寒くて長い冬（11月～4月）と変化が激しい春と秋に分けられることである。

年平均気温は約0℃である。しかし、最高気温が35℃、最低気温が-34℃と温度変化が激しい。WMOによるUB市の30年間（1971～2001年）の別の平均気温、降水量を見ると、最高気温の平均値が最も高いのは7月で、次いで6月である。最低気温の平均値が最も低いのは1月で、次いで12月である。一方、降雨量をみると年間約270mm程度である。月ごとの平均降雨量は、8月に76.3mmと最も高く、次いで7月の65.7mmである。これに対し、12月、1月、2月の平均降雨量は2～3mm程度で、非常に低い。

なお、近年は異常気象ともいわれる気象状況も観測されている。例えば、2011年の気象状況を見ると、8月10日に31.8℃を観測し、1月26、27日には-39℃を観測し、厳寒が12月～2月にかけて続いた（モンゴル国気象環境研究院）。

2.4.3 地盤及び地下水

UB市の地形の特徴、地質分布の状況から、地盤状況は、市街地がトール川の氾濫原、段丘といったところ以外は硬い地質からなると推定される。

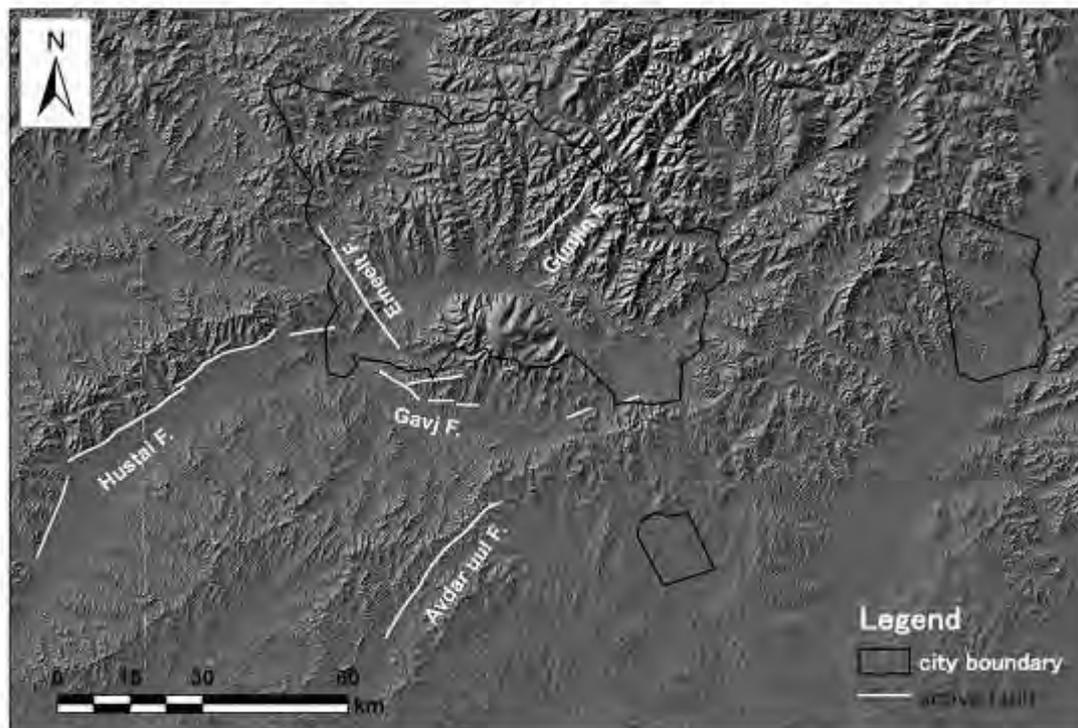
モンゴル国NGICによる土壌分類図によると、UB市の周辺は、山地、山麓、湿地、河岸土壌に分けられる。山地については、地質図と照らし合わせると硬い岩石地盤が推定される。河川沿いは砂、礫や泥から構成される地盤が考えられる。

UB市街地において、RCAGより地盤区分図を入手した。これによれば、UB市街地の地盤は、トール川の本流沿いには泥が断続的に分布し、本流と支流に沿って沖積層が広く分布する。これら以外は、一部未区分の部分を除けば山地の基盤岩からなる。

UB市街地の地下水位は、標高に換算してUB市の東部では1,320m、西部で1,265mである。市街地の中心部付近では1280～1285mである（JICA, 1995）。

2.5 活断層の既存調査資料と補足的な活断層現場踏査

UB市周辺には、図2.5.1に示したようにいくつかの活断層が存在する。これらの活断層について、RCAGを中心に地形学、地球物理学的な調査がされている。本プロジェクトでは、既存資料及び補足的に行った現場踏査の結果に基づき、ホスタイ（Hustai）、エミールト（Emeelt）、アブダルオール（Avdar uul）及びグンジン（Gunjiin）断層について概要をまとめた。概要についてはサポーティングレポートを参照のこと。



出典：調査団作成（背景は Aster DEM による陰影図、断層線は RCAG による）

図 2.5.1 UB 市周辺の活断層

2.6 地震・強震観測データ、地震波形データ、歴史地震の調査資料

モンゴル国は、環太平洋地震帯のようなプレート境界に比べて地震活動が少ないものの、内陸として地震活動が活発である。モンゴルの西部、西南部で地震活動が活発で、中でも Mw8.0 クラスの巨大地震が 1905 年（Bolnay 地震）、1957 年（Gobi-Altay 地震）に発生している。これらは内陸最大級の地震とされる（鈴木, 2009）この地震活動は主に、インドプレートがユーラシアプレートに衝突した応力がアルタイ山脈まで伝わった結果と見られている。一方、UB を含む東部では、地震活動はそれほど活発ではない。

UB 市周辺においては、RCAG の報告によれば、2005 年より地震活動が活発になっていることが報告され注目されている。特に UB 市の西側では、北西—南東方向に述べる微小地震の集中域が確認され、活断層とされるエミールト（Emeelt）断層によるものと推定されている。

なお、地震波形データは 1 観測点(ULN)のみの一部データを入手できたものの、それ以外は入手できなかった。また、UB 周辺では歴史地震の記録がなく、それに関連する資料も存在しない。

2.7 人口、一般建築物、公共建築物、インフラ、危険物取扱施設、重要構造物、産業施設

2.7.1 人口

UB 市の人口は、同市の HP によれば 2011 年時点で 1206.6（千人）である。人口構成は地区によらずほぼ同一であり、16 歳以下の人口は 3 割弱、就労人口は 7 割弱、老人人口は 1 割弱である。

1988年と1999年に急激な人口増が発生しており、また2002年から人口増加率が高まっている。

2.7.2 一般建築物

一般建築物についてのデータは、UBMPSならびにUB市より提供を受けた。データに基づく総建物棟数は190,036であるが、この中には極軽微な小屋のようなものも含まれており、建物面積が10m²を超えるようなものは57,848棟である。中心市街地の集合住宅の他に、ゲル地域内の建物もデータに含まれている。

2.7.3 公共建築物

(a) 学校

UB市の学校について、人口千人当たりの教室数を比較すると、最大はスフバートル(Sukhbaatar)地区の7.25室/千人、最小はチンギルテイ(Chingeltei)地区の3.38室/千人と2倍近い差がある。また、人口千人当たりの体育館数を比較すると、最大はバガハンガイ(Bagakhangai)地区の0.54棟/千人、最小はソングノハイルハン(Songinokhairkhan)地区の0.07棟/千人と8倍近い差がある。

災害時における学校の役割として被災難民の受け入れがあるが、その容量については地区により大きな差があると言することができる。

(b) 病院

UB市の病院の概要を地区別に整理した。詳細はサポーティングレポートに記載している。特別専門医療のためには、救急医療センター、歯科・顎顔面障害研究所、輸血センター、感染症研究所、職業上疾病研究センターといった医療センターがある。また、災害対応のために、救急対応部隊、移動式薬局、移動式輸血部隊、感染症防止移動部隊、感染症防止専門部隊、専門医療部隊といった専門部隊が組織されている。

(c) 避難所等

避難所や薬局の位置については予め整理されている。また、さらに、UB市中心部から郊外への避難ルートや郊外の避難箇所についても計画されている。

2.7.4 インフラ

(a) 道路

UBの道路総延長は842kmであり、内、4車線以上の道路は110km、2車線の道路は308km、その他424kmである。市街地の道路は舗装されているが、路面には欠損や沈下などが見られ、保全状況は良いとは言えない。また、排水能力が不十分であることから、降雨時には一部の道路は冠水する。

UB市街地の主要道路では、特に平日の朝夕には激しい渋滞が発生している。2010年時点でUBの自家用自動車保有数は118,573台であり、駐車場不足による路上駐車や交通管理システム整備の遅れが渋滞の一因であると考えられる。ゲル地区においては道路の整備はほとんど行われていない。未舗装道路は起伏が激しく、幅も狭いことから、災害時には消防、救急など緊急車両の進入が艱難であると予想される。

(b) 橋梁

UB 市には 67 の道路橋がある（「アジルチン跨線橋建設事業準備調査」より）。最も古い橋梁は 1960 年代に建設されたもので 11 橋である。また、1970 年代 7 橋、1980 年代 15 橋、1990 年代 7 橋、2000 年以降は 23 橋である。1990 年以前に建設された橋梁は中国及び旧ソ連からの技術協力によるものである。多くの橋梁は施工不良が目立ち、古い橋梁は劣化も進行している。

(c) 鉄道

モンゴル国の鉄道は南北縦貫鉄道とその 7 つの支線、北東部シベリア鉄道に繋がる貨物線により構成されている。鉄道総延長は約 1800km で、縦貫鉄道の延長はロシア国境から中国国境まで 1118km である。鉄道は非電化で、全線ほぼ単線である。鉄道の運営は、モンゴル国（50%）とロシア（50%）の合弁会社である「ウランバートル鉄道」により行われている。モンゴル縦貫鉄道ではモンゴル国内の列車だけでなく、モスクワ、北京への国際列車も運転されている。

(d) 空港

チンギスハーン国際空港（Chinggis Khaan International Airport）は、UB の南西、約 15km の位置にある。空港は 1957 年に建設され、当時はボヤント・オハー空港（Buyant Ukhua Airport）と称したが、2005 年にモンゴル建国 800 周年を記念として、現在の空港名に変更された。

現在、モンゴル国は、日本から 288 億円の円借款を受けて、UB 南方約 50km の平野（ズーン・モド）に 3,600m 滑走路を有する新空港を建設する計画である。空港建設は 2012 年 5 月に着工、2016 年 3 月の完成を目指している。

(e) 河川構造物

1966 年と 1982 年の洪水を契機にトール川堤防の建設が着手され、全長約 30km の堤防が建設された。堤防は右岸だけの片岸堤防であり、堤高 2m、天端幅 1.5m、敷幅 3-4m で、簡易な玉石・栗石の空石張り護岸である。市中心部を流下するトール川の支流セルベ川は、川幅約 20m の掘込み河道で両岸はコンクリート護岸がなされ、河床には洗掘・底下防止のためのコンクリート帯工が数 10m 毎に設置されている。

(f) 上下水道

UB 市における居住形態及び水利用の特徴として、上水道による集合住宅地区と給水所で生活用水を購入するゲル地区に分かれていることが挙げられる。UB の上下水道事業は UB 市上下水道公社（USUG）によって運営・維持管理されている。

(g) 電気

モンゴル国の電力供給は、中央電力システム（CES）、西部電力システム（WES）、東部電力システム（EES）、Altai-Uliastai energy system の 4 つの地域送電系統と、数多くの独立ディーゼル発電設備により構成されている。モンゴル全国の発電容量 897MW の内、91.8% は火力、5.1% はディーゼル、3.0% は水力、0.1% は風力と太陽光の再生可能エネルギーである。

(h) ガス

UB 市には都市ガス供給システムは整備されていない。政府は家庭や交通機関の燃料として液化石油ガス（LPG）の使用を推奨している。現在複数の私営企業が家庭や工場などへの LPG 供給事

業を展開しており、家庭用 LPG が普及しつつある。

(i) 温水

UB 市の集合住宅の暖房（温水供給）は、市内にある 3 つの火力発電所及び 1,000 台以上のヒートボイラーにより供給されている。なお、ゲル地区の暖房は家庭用ストーブによるため、温水供給はされていない。

(j) 有線電話・携帯電話等

モンゴル国の固定電話を運営する会社は Mongolia TeleCom (MT) と Mongolian Railways Communications (RailCom) の 2 社である。

近年、携帯電話加入者数が飛躍的に増加している。モンゴル国の携帯電話は Mobicom、Skytel、Unitel、G-Mobil の移動体通信事業者 4 社により提供されている。Mobicom は 1996 年に住友商事（44.4%出資）、KDDI（44.4%出資）と現地会社 NEWCOM の 3 社による合弁企業として設立され、現在トップシェアを持っている。

2.8 交通、物流、地域経済

モンゴル国は内陸国で港湾施設がなく、厳しい気候で内陸の河川航路も非常に限られている。このため、国内・国際の交通手段は道路、鉄道、航空である。1990 年代以降の市場経済化により、特に近年、大きな経済発展を遂げたが、交通インフラの整備が経済発展に比べ遅れている。UB 市の公共交通手段は路線バス、トロリーバスとマイクロバスである。

モンゴル国の主要産業は鉱業と牧畜業である。1990 年代以前はカシミヤや羊毛など牧畜業が主要産業であったが、銅や金などの鉱物資源の埋蔵量が豊富であり、その開発により 2005 年以降は鉱業が経済成長を牽引している。鉱物輸出は輸出全体の 80% を占めている。モンゴル国の主な輸出品目は鉱物資源、牧畜産品で、主な輸出相手国は中国、カナダ、アメリカ、ロシア、イタリアである。一方、主な輸入品目は石油製品、自動車、機械設備類、日用雑貨、医薬品で、主な輸入相手国はロシア、中国、日本、韓国、アメリカである。

モンゴル経済は近年、顕著な伸びを続けている。実質 GDP 成長率の推移をみると 2011 年の成長率が 17.3% に達するなど大きな成長をみせている。モンゴル国の GDP の構成比は採鉱・採石 23%、農林・漁業 16%、卸・小売り 15%、製造業 8%、運輸 8%、不動産 6%、通信 4%、その他 20% である。首都 UB 市の GDP はモンゴル国全体の GDP に大きな割合を占め、2011 年には約 65% を達している。

2.9 モンゴル国全体及び近隣諸国を含めた主要都市の幹線道路網の情報等

モンゴル国の道路網の総延長は約 49,200km、そのうち国道は 11,200km、地方道路は 38,000km である。国道は主に首都の UB とアイマグセンター（県庁）およびアイマグセンター間を繋ぐ道路で、地方道路は主にアイマグセンターとその周辺をつなぐ道路である。国道のうち舗装道路は 1,500km(13%)、砂礫道 1,440km(13%)、改良した自然道 1,350km(12%)、残りの 6,900km 以上(62%) の道路は自然道である。地方道路のうち舗装道路はわずか 400km(1%)、砂礫道 500km(1.3%)、残りの全ては(97.7%)自然道である。

2.10 関連する他ドナーのプロジェクト・調査報告書

モンゴル国において、国連や様々な国によるプロジェクトが実施されている。ここでは本プロジェクトと関連性があると考えられた JICA 他チーム、他機関のプロジェクト・報告書を収集した。

2.10.1 UNDP

プロジェクト名：Strengthen the disaster mitigation and management system in Mongolia, phase III

履行期間：2007 年～2011 年

履行機関：NEMA

目的：長期における災害リスクマネジメントの長期的政策の履行をサポートすることにより、災害脆弱性の最小化、災害への備えの改善；災害のマネジメント、緊急対応の組織能力の向上および気候変動への適応策の支援を目的としている。

主な成果：主に次のような 3 つの成果が挙げられる。

- (a) NEMA とその 30 の県や区の組織の専門能力を向上させた；
- (b) 災害に関する公衆の啓発、教育の増加；
- (c) 気候変動への適応能力や減災への政府能力の向上。

2.10.2 ADB

プロジェクト名：Mongolia: Cadastral survey and land registration project

履行期間：2002～2009 年

実施機関：ALACGaC

目的：

- ・ 資産、土地リースの証明、土地関連手続き発行の効率化
- ・ 土地料金、資産税の収集
- ・ 都市、農業開発のサポート
- ・ 民間土地市場の開発と運営のサポート

構成部分：

A: システム的な地籍調査とマッピング

B: National Land Information System (NLIS)の構築のサポート

主な成果：

構成 A においては、

- ・ 300 万 ha の都市部、居住地、農地の測量を実施
- ・ デジタル地籍図の作成
- ・ 基礎情報属性データの統合
- ・ 国家地籍データベースの作成

構成 B においては、

- ・ NLIS の設計、操作、中央サーバーの構築
- ・ 専門人員の研修

2.10.3 GTZ

プロジェクト名：Land Management and Fiscal Cadastre project

履行期間：2005～2011年

履行機関：ALACGaC

目的：不動産市場と公共土地管理の改善

内容：

- (a) 国際基準下の不動産の評価手法
- (b) 国有土地の管理手法の向上
- (c) 担保市場の発展のサポート
- (d) 土地管理の法律枠組みの修正へのアドバイス
- (e) 地籍情報の更新
- (f) 研修

第 3 章 地盤調査結果

3.1 地形区分図の作成

調査範囲の微地形を把握するため、ASTER GDEM の 30 m メッシュ DEM を用いて赤色立体地図を作成し、Google Earth の衛星写真と合わせて地形判読を行った。作成した地形区分図を図 3.1.1 に示す。

調査範囲の地形は、大まかに次のように区分された。

山地 : 丘陵を含む。全般的に硬い岩盤から構成される。

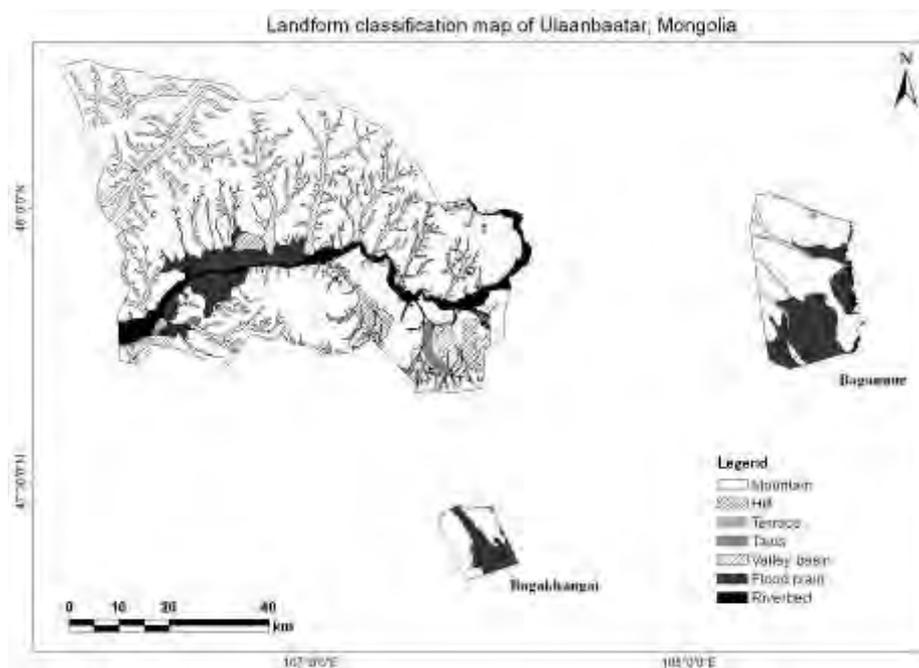
段丘 : トール川の沿いに発達する低位から高位の段丘である。

山麓地 : 山麓から河床までに広がる低地で、崖錐堆積物からなる。トール川上流の左岸側に分布する。

谷底低地 : 山間部谷沿いの低地である。一部小規模な扇状地を含む。

氾濫原 : トール川、ヘルルン川沿いに発達する低地である。

現河床 : トール川、ヘルルン川の河床。旧河道、自然堤防、背後湿地を含む。一部風成砂州を含む。



出典：調査団作成

図 3.1.1 調査範囲の地形区分の結果

3.2 地盤調査の結果

3.2.1 地盤調査の概要

地盤調査は、現地地盤の地層構成の確認、地盤モデル作成に必要なパラメータを取得するために 6 月 29 日から 9 月 15 日にかけて実施した。調査地点を図 3.2.1 に示した。

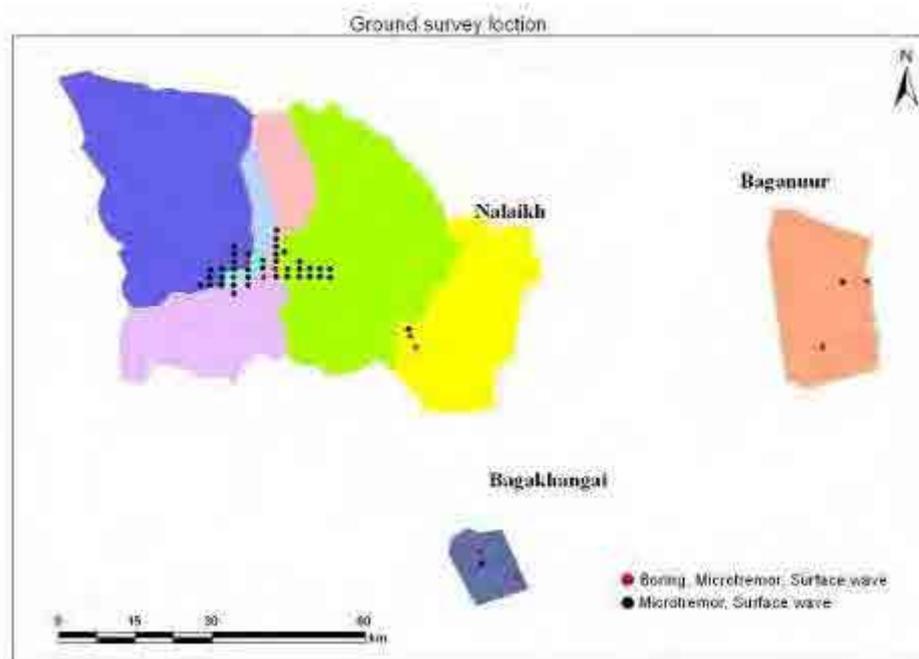
地盤調査の実施項目および実施数量を表 3.2.1 に示した。

調査地点の詳細情報、調査手法についてはデータブックにまとめた。

表 3.2.1 地盤調査実施項目および数量

| 調査項目 | 目的 | 調査数量 |
|--------|-----------|---------------|
| ボーリング | 地盤構成の確認 | 10 孔 (300m) |
| 標準貫入試験 | 地盤の N 値確認 | 10 孔 (298 回) |
| 粒度試験 | 液状化判定 | 10 孔 (132 試料) |
| PS 検層 | S 波速度の取得 | 10 孔 |
| 表面波探査 | S 波速度の取得 | 50 箇所 |
| 常時微動 | 地盤固有周期の取得 | 50 箇所 |

出典：調査団作成



出典：調査団作成

図 3.2.1 地盤調査地点

3.2.2 調査結果

(1) ボーリング調査（標準貫入試験、地下水位）

ボーリングの結果から、調査地の土質について次のような特徴がみられる。

- ・ ウランバートル市街地において地盤は主に砂礫層から構成される。地盤の N 値は平均的に 30 以上である (UB_BO_04 の表層部の N 値は 24)。なお、ここでいう N 値は現場で記録した値で、何らかの補正はしていないものである。
- ・ 飛び地のナライフ区で実施したボーリング地点は河川敷付近にあたり、土質は粘性の低い粘土、礫混じり砂質粘土からなり、一部は礫混じり粘土質砂かなる。また、ボーリング NH_02 地点では永久凍土が確認された。N 値は、粘土主体の部分では平均的に 40 以上で、砂主体の部分では 29 であった。
- ・ 飛び地でのバガハンガイ区では、ボーリング BI_01 地点では砂層や礫層主体で、BI_03 地点では粘土層主体であった。N 値は BI_01 地点の砂層では 20 以上を除けば平均的に 30 以上であった。
- ・ 飛び地のバガノール区では、ボーリング地点の上部では粘土質砂や礫混じり砂で、下部は

砂質粘土であった。N 値は砂層で 30 以上、粘土層では 40 以上であった。

ボーリングの掘削終了後の地下水位の測定結果は次のとおりである。

- ・ ウランバートル市街地のボーリングでは、地下水位が地表面から-3.2m以深であった。
- ・ ナライフ区のボーリング孔の地下水位は 0mと-2.8mであった。
- ・ バガハンガイ区の地下水位は深い (GL-14.5m以深)
- ・ バガノール区の地下水位は、BR_01 地点では GL-11.2mと深く、BR_02 地点では GL-3.5mとやや浅い。

標準貫入試験、地下水位の測定結果を記載したボーリング柱状図をデータブックにまとめた。

(2) 粒度試験

土質試験の結果に基づき、各孔における土質タイプ区分を表 3.2.2 にまとめた。粒度試験のデータシート、粒径加積曲線はデータブックにまとめた。

表 3.2.2 粒度試験による土質区分

| 孔番 | 試料数 | 深度 (m) | 土質タイプ | 土質名 |
|----------|-----|-----------|-------|----------------|
| UB_Bo_01 | 18 | 0.2-16.5 | GP | 淘汰の悪い砂混じり礫 |
| | | 16.5-30.0 | GP-GC | 淘汰の悪い砂や粘土混じり礫 |
| UB_Bo_02 | 8 | 0.2-4.0 | GP | 淘汰の悪い砂混じり礫 |
| | | 4.0-30.0 | GP-GC | 淘汰の悪い砂や粘土混じり礫 |
| UB_Bo_03 | 12 | 0.2-7.0 | GP | 淘汰の悪い砂混じり礫 |
| | | 7.0-13.0 | GP-GC | 淘汰の悪い砂や粘土混じり礫 |
| | | 13.0-16.0 | GC | 礫混じり粘土質砂 |
| | | 16.0-30.0 | GP-GC | 淘汰の悪い砂や粘土混じり礫 |
| UB_Bo_04 | 15 | 1.0-9.5 | GP | 淘汰の悪い砂混じり礫 |
| | | 9.5-24.5 | GC | 礫混じり粘土質砂 |
| | | 24.5-30.0 | SC | 礫混じり粘土質砂 |
| NH_01 | 15 | 0.5-8.40 | SC | 礫混じり粘土質砂 |
| | | 8.4-30.0 | CL | 粘性の低い砂質粘土 |
| NH_02 | 12 | 0.2-30.0 | CL | 粘性の低い砂質粘土 |
| BI_01 | 10 | 0.4-5.2 | GP | 淘汰の悪い砂混じり礫 |
| | | 5.2-30.0 | GC | 礫混じり粘土質砂 |
| BI_03 | 15 | 0.4-5.0 | SC | 礫混じり粘土質砂 |
| BI_03 | | 5.0-30.0 | CL | 粘性の低い砂質粘土 |
| BR_01 | 14 | 0.3-18.0 | SC | 礫混じり粘土質砂 |
| | | 18.0-30.0 | CL | 粘性の低い砂質粘土 |
| BR_02 | 13 | 1.0-10.0 | SP-SC | 礫や粘土混じりの淘汰の悪い砂 |
| | | 10.0-17.2 | SC | 礫混じり粘土質砂 |
| | | 17.2-30.0 | CL | 粘性の低い砂質粘土 |
| 合計 | 132 | | | |

出典：調査団作成

(3) PS 検層

PS 検層による S 波の速度値から、調査地の地盤について次のような特徴が考えられる。

- ・ ウランバートル市街地においては、地層がほとんど礫から構成されていることにより、S 波の速度は UB_BO_03 の表層部を除けば 290m/s 以上であった。しかし、速度値は 155 から 898m/s とばらつきが見られる。
- ・ 砂層からなる NH_01 の上部は 155m/s の低い値が得られた。しかし、砂層からなる BR_01 や BR_02 の上部層は 250m/s 以上であった。
- ・ 粘土層からなる NH_01 の下部、NH_02 では 200m/s 以上であった。

PS 検層から得られた S 波速構造、速度値の整理表をデータブックにまとめた。

(4) 表面波探査

表面波探査の結果は、AVS30 の値を求める際に利用した。表面探査による AVS30 の結果を表 3.2.3 に示し、UB 市街地における平面的な分布状況を図 3.2.2 に示した。

AVS30 の求め方は次のとおりである。

各層（深度）の層厚と S 波速度から、深度 30m までの S 波速度の到達時間を（I）式により算定し、その値から式 4.2.1（内閣府（防災担当），2005）より、各探査地点の AVS30 を設定した。

$$T30 = \sum (H_i / V_{si}) \quad \text{式 4.2.1}$$

$$AVS30 = 30 / T30 \quad \text{式 4.2.2} \quad (\text{m/s})$$

T30 : 地表から深度 30m までの S 波速度の到達時間 (sec)

H_i : i 層の層厚 (m)

V_{si} : i 層からの S 波速度 (m/s)

表面波探査の波形記録、速度モデルはデータブックにまとめた。

表 3.2.3 表面波探査の結果

| 番号 | AVS30(m/s) | 番号 | AVS30(m/s) |
|-------|------------|----------|------------|
| UB_01 | 438.8 | UB_26 | 741.7 |
| UB_02 | 507.6 | UB_27 | 465.0 |
| UB_03 | 501.8 | UB_28 | 463.7 |
| UB_04 | 387.1 | UB_29 | 348.6 |
| UB_05 | 361.1 | UB_30 | 540.7 |
| UB_06 | 433.3 | UB_31 | 435.4 |
| UB_07 | 523.4 | UB_32 | 624.0 |
| UB_08 | 544.7 | UB_33 | 699.5 |
| UB_09 | 447.4 | UB_34 | 556.1 |
| UB_10 | 474.1 | UB_35 | 350.6 |
| UB_11 | 912.5 | UB_36 | 480.6 |
| UB_12 | 724.3 | UB_37 | 433.9 |
| UB_13 | 673.9 | UB_Bo_01 | 399.3 |
| UB_14 | 855.0 | UB_Bo_02 | 662.2 |
| UB_15 | 404.6 | UB_Bo_03 | 420.2 |
| UB_16 | 417.3 | UB_Bo_04 | 496.5 |
| UB_17 | 398.3 | NH_01 | 475.8 |
| UB_18 | 476.8 | NH_02 | 543.0 |
| UB_19 | 900.9 | NH_03 | 798.9 |
| UB_20 | 447.0 | BI_01 | 477.1 |
| UB_21 | 719.3 | BI_02 | 1008.2 |
| UB_22 | 648.5 | BI_03 | 332.4 |
| UB_23 | 521.4 | BR_01 | 397.7 |
| UB_24 | 728.1 | BR_02 | 417.4 |
| UB_25 | 494.7 | BR_03 | 322.2 |

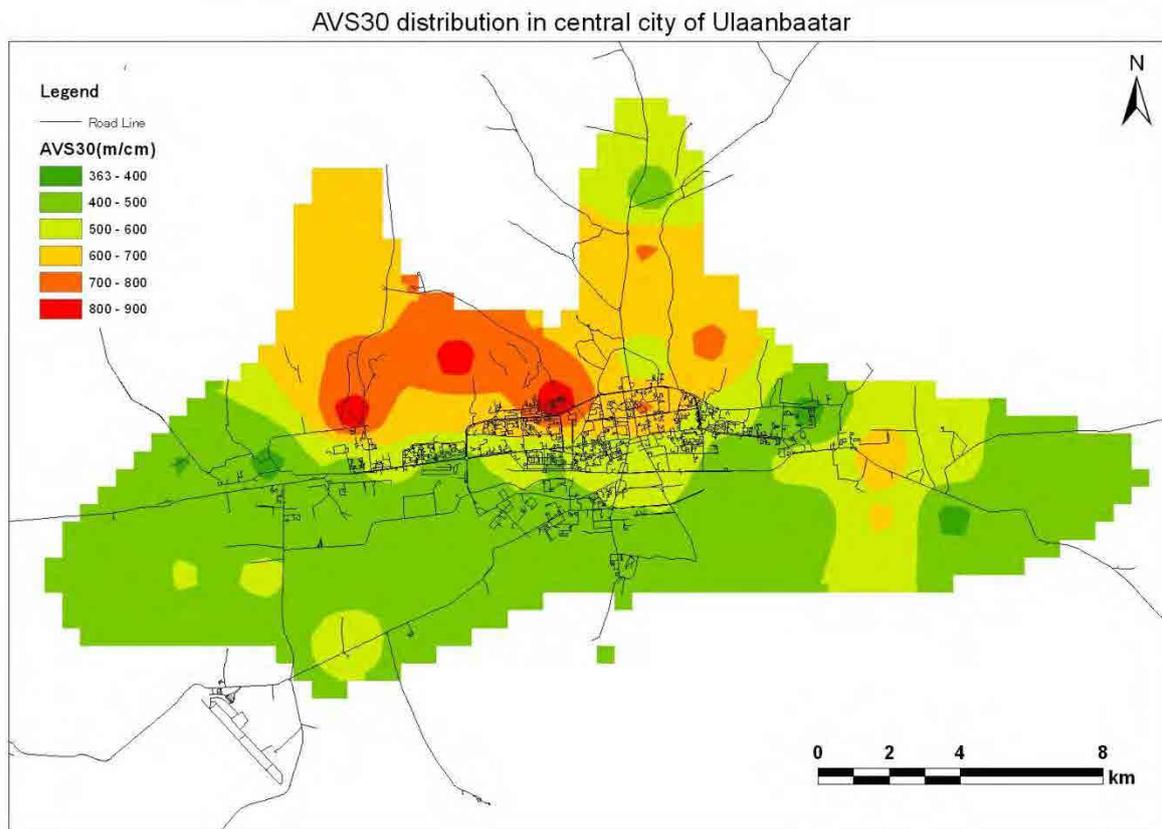


図 3.2.2 UB 市街地における AVS30 分布

(5) 常時微動測定

常時微動測定の結果か、垂直と水平成分のスペクトル比 (H/V) を求め、H/V スペクトル比の卓越値における卓越周波数から地盤種別に用いる固有周期を求めた。

各調査地点の周波数、卓越周期を表 3.2.4 に示し、UB 市における分布状況をに図 3.2.3 示した。常時微動観測の各成分のスペクトル、H/V スペクトル比のグラフをデータブックにまとめた。

表 3.2.4 常時微動観測の結果

| 番号 | 周波数(Hz) | 卓越周期 (s) | 番号 | 周波数(Hz) | 卓越周期 (s) |
|-------|---------|----------|----------|---------|----------|
| UB_01 | 8.276 | 0.12 | UB_26 | 7.430 | 0.13 |
| UB_02 | 2.209 | 0.45 | UB_27 | 5.103 | 0.20 |
| UB_03 | 8.228 | 0.12 | UB_28 | 5.562 | 0.18 |
| UB_04 | 4.456 | 0.22 | UB_29 | 2.661 | 0.38 |
| UB_05 | 3.174 | 0.32 | UB_30 | 2.929 | 0.34 |
| UB_06 | 8.410 | 0.12 | UB_31 | 2.405 | 0.42 |
| UB_07 | 7.861 | 0.13 | UB_32 | 7.507 | 0.13 |
| UB_08 | 8.007 | 0.12 | UB_33 | 4.456 | 0.22 |
| UB_09 | 8.313 | 0.12 | UB_34 | 4.956 | 0.20 |
| UB_10 | 3.222 | 0.31 | UB_35 | 11.047 | 0.09 |
| UB_11 | 15.783 | 0.06 | UB_36 | 5.383 | 0.19 |
| UB_12 | 11.450 | 0.09 | UB_37 | 9.216 | 0.11 |
| UB_13 | 19.238 | 0.05 | UB_Bo_01 | 2.405 | 0.42 |
| UB_14 | 6.323 | 0.16 | UB_Bo_02 | 9.960 | 0.10 |
| UB_15 | 13.293 | 0.08 | UB_Bo_03 | 1.696 | 0.59 |
| UB_16 | 5.261 | 0.19 | UB_Bo_04 | 7.238 | 0.14 |
| UB_17 | 2.343 | 0.43 | NH_01 | 13.488 | 0.07 |
| UB_18 | 10.388 | 0.10 | NH_02 | 7.837 | 0.13 |
| UB_19 | 8.056 | 0.12 | NH_03 | 12.377 | 0.08 |
| UB_20 | 5.737 | 0.17 | BI_01 | 3.699 | 0.27 |
| UB_21 | 5.285 | 0.19 | BI_02 | 12.194 | 0.08 |
| UB_22 | 5.639 | 0.18 | BI_03 | 2.453 | 0.41 |
| UB_23 | 14.355 | 0.07 | BR_01 | 1.831 | 0.55 |
| UB_24 | 18.957 | 0.05 | BR_02 | 4.260 | 0.23 |
| UB_25 | 9.204 | 0.11 | BR_03 | 4.150 | 0.24 |

出典：調査団作成

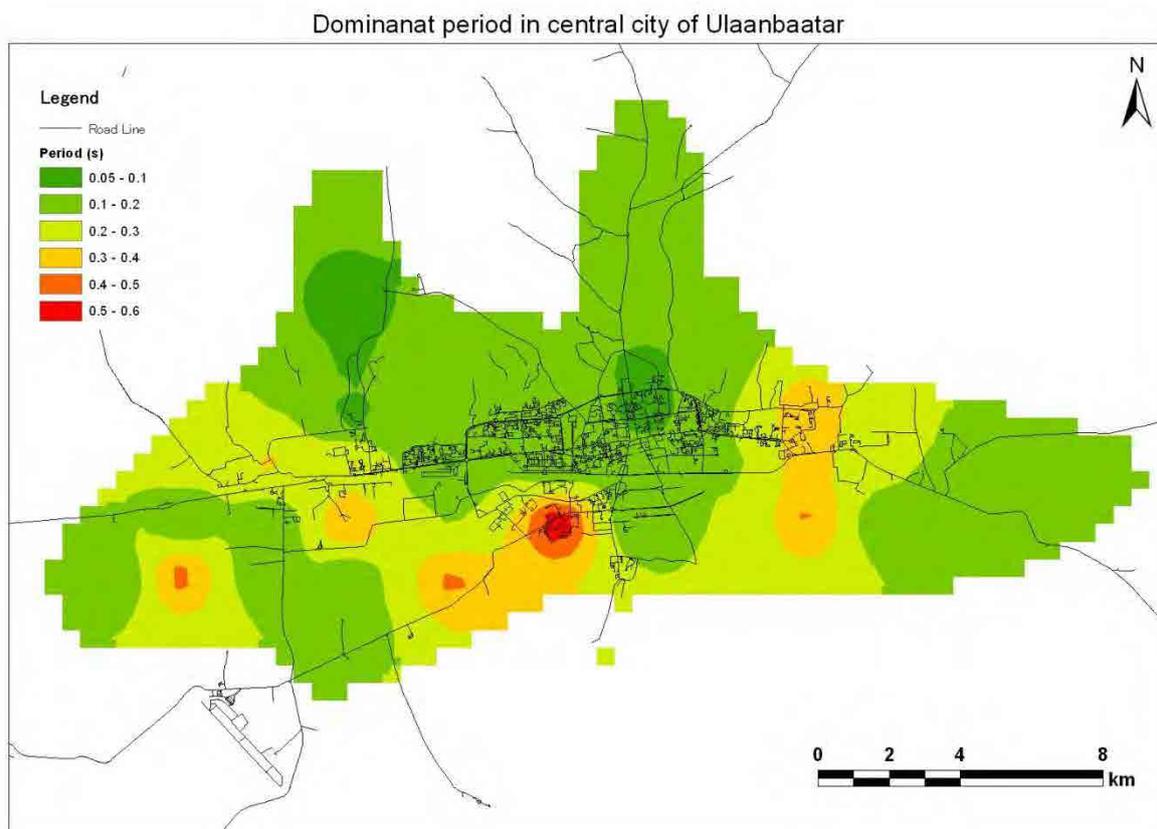


図 3.2.3 UB 市街地における地盤卓越周期の分布

3.3 地盤モデルの作成

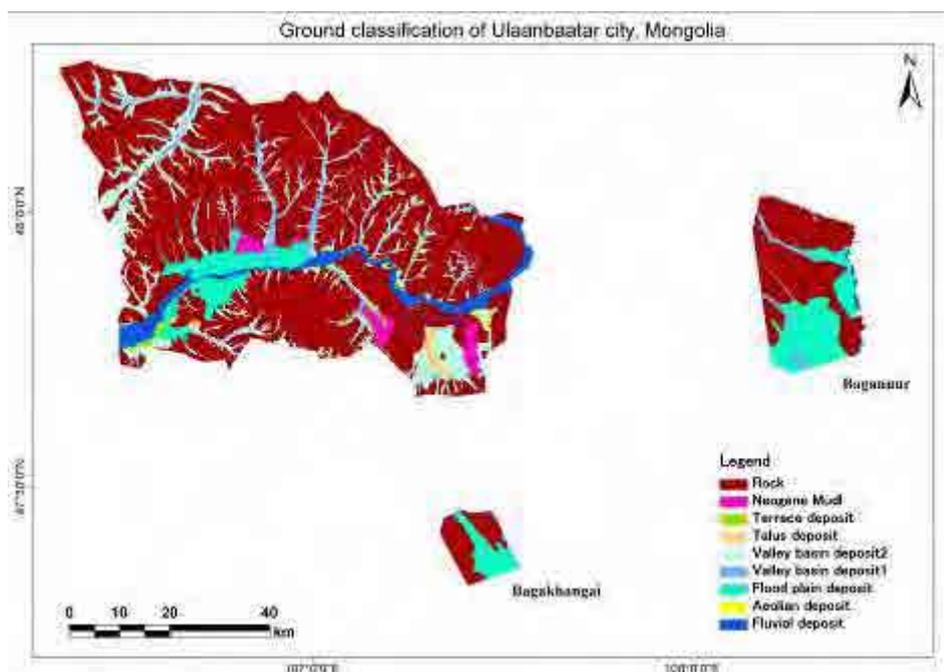
3.3.1 地盤区分

UB 市全域の地質状況を把握するため、既存地質図（UB 市中心部においては 1：10 万、飛び地においては 1：100 万の地質図をそれぞれ用いて（NGIC）表層地質図をコンパイルし、地盤を区分した（図 3.3.1）。

UB 市全域の地盤は大まかに次のように区分できる。

- ・ 河川敷堆積物：トール川、ヘルルン川の現河床、旧河道、自然堤防帯、後背湿地に相当する。現地調査やボーリング調査から、この層は主に礫からなり、砂、粘土を挟む程度で、N 値が 20 以上であった。
- ・ 風成層：第四紀完新世の堆積物で、時代や構成物から上述河成堆積物に同等な層と考えられる。
- ・ 氾濫原堆積物：ウランバートル市街地の大部分がこの堆積物の上に位置する。堆積物は主に砂礫層からなり、N 値は 20～60。
- ・ 谷底堆積物：トール川やヘルルン川の支流など谷底沿いに分布する堆積物。N 値 20 以上。
- ・ 段丘堆積物・扇状地堆積物・崖錐堆積物：トール川の下流や左岸側斜面に分布する。構成物質から谷底堆積物と類似すると推定される。
- ・ 新第三紀泥層：ウランバートル市街地の北部に位置する丘陵やトール川左支流に分布する堆積物である。赤色ところにより黄色、混色の泥、礫、砂、固結度の低い礫岩や礫質ローム層、砂質ローム層からなる。N 値 50 以上。

- ・ 基岩：上述の各区分以外の部分で、山地や丘陵からなり、地質は新第三紀以前の岩盤である。
なお、地盤調査や現地踏査の結果に基づき、河成堆積物と風成層、谷底堆積物と段丘堆積物・扇状地堆積物・崖錘堆積物をそれぞれ同等とみなした。したがって、後述の AVS30 の値は基岩、新第三紀泥層、段丘・扇状地地および谷底堆積物、氾濫原堆積物、河川敷堆積物・風成堆積物の5区分とした。
- ・ なお、この地盤区分は地震動評価するために必要な AVS30 を算出することを目的とした。構造物の基礎を決めるなどより細かい地盤情報が必要な場合は、対象地点において詳細な地盤調査を実施することを提言する。



出典：NGIC の地質図に基づき調査団作成

図 3.3.1 UB 市全域の地盤区分図

3.3.2 地盤モデル

(1) AVS30

現地地盤調査で実施した PS 検層、表面波探査の結果に基づき、上記 3.3.1 で区分した各地盤に対し、表層 30m までの S 波速度の平均値を求めた (表 3.3.1)。

なお、PS 検層と表面波探査が同じ地点で実施した箇所においては、PS 検層の計測深度が 30m と比較的深いいため、PS 検層の結果を採用した。また、測定値にばらつきがあるため、統計的に「平均値 - 1.28σ」(90%信頼区間)を地盤モデルに用いる各地盤区分の代表値とした。

(2) 地盤種別

地盤種別の判断は、TG が 0.2 未満で I 種地盤、0.6 以上が III 種地盤で、これら以外は II 種地盤とした。ここで用いた TG は現地で実施した PS 検層、常時微動観測の結果に基づき算出した。地盤種別の TG の代表値として各地盤の最大値 (安全側) を用いた。地盤種別の結果を表 3.3.1 にしました。

地盤の固有周期 TG は、S 波の速度から次の式によって計算した (日本道路協会, 2001)。

$$TG = \sum_{i=1}^n \frac{H_i}{V_{si}} \quad \text{式 3.3.1}$$

ここでは、TG は地盤の固有周期、H は地盤の層厚、Vs は地盤の S 波速度である。

(3) 地盤モデル

上述の地盤区分の結果を ArcGIS 上でポリゴン化し、それを 250m メッシュの中心点としてポイントデータに変換した。メッシュの総数は 75,403 である。これらのポイントデータに ID 番号を付け、それに位置情報 (緯度/経度)、上述の AVS30、地盤種別及び後述の液状化判定の情報を与え地盤モデルを作成した。また、AVS30 についてローパスフィルターをかけ、地質境界での急激な変化を平滑化した。

メッシュサイズの決定は現地地盤情報の精度、日本では一般的に 250m で実施していることを考慮し、250m が適当と判断した。

地盤モデルのサンプルを図 3.3.2 に示した。

表 3.3.1 AVS30、地盤種別一覧表

| 基岩 | | | | 新第三紀地層 | | | | 最近、懸崖地、粘土質堆積物 | | | | 知照原状建物 | | | | 河川氾濫建物、風成堆積物 | | | |
|-------|-------------|-------|-------------|-------------|-------------|-------|-------------|---------------|-------------|-------|-------------|----------|-------------|-------|----------|--------------|-------------|-------|--|
| 調査地点 | AVS30 (m/s) | TG(%) | 地盤 | 調査地点 | AVS30 (m/s) | TG(%) | 調査地点 | 調査地点 | AVS30 (m/s) | TG(%) | 調査地点 | 調査地点 | AVS30 (m/s) | TG(%) | 調査地点 | 調査地点 | AVS30 (m/s) | TG(%) | |
| UB_25 | 741.7 | 0.13 | UB_14 | UB_11 | 912.5 | 0.06 | UB_1 | UB_17 | 438.8 | 0.12 | UB_1 | UB_17 | 438.8 | 0.12 | UB_17 | 398.3 | 0.43 | | |
| NH_03 | 783.9 | 0.08 | UB_18 | UB_12 | 724.3 | 0.09 | UB_2 | UB_32 | 507.3 | 0.15 | UB_2 | UB_32 | 507.3 | 0.15 | UB_32 | 624.0 | 0.13 | | |
| ER_02 | 1008.2 | 0.08 | UB_Br_02 | UB_13 | 673.8 | 0.05 | UB_3 | UB_35 | 501.8 | 0.12 | UB_3 | UB_35 | 501.8 | 0.12 | UB_35 | 350.5 | 0.09 | | |
| | | | UB_Br_02/PS | UB_20 | 447.0 | 0.17 | UB_4 | UB_38 | 387.1 | 0.22 | UB_4 | UB_38 | 387.1 | 0.22 | UB_38 | 460.8 | 0.19 | | |
| | | | | UB_21 | 719.3 | 0.19 | UB_5 | UB_37 | 361.1 | 0.32 | UB_5 | UB_37 | 361.1 | 0.32 | UB_37 | 433.9 | 0.11 | | |
| | | | | UB_22 | 648.5 | 0.16 | UB_6 | RR_02 | 483.3 | 0.12 | UB_6 | RR_02 | 483.3 | 0.12 | RR_02 | 433.9 | 0.11 | | |
| | | | | UB_23 | 321.4 | 0.07 | UB_7 | RR_02/PS | 520.4 | 0.13 | UB_7 | RR_02/PS | 520.4 | 0.13 | RR_02/PS | 451.0 | 0.23 | | |
| | | | | UB_24 | 728.1 | 0.05 | UB_8 | NH_01 | 594.7 | 0.12 | UB_8 | NH_01 | 594.7 | 0.12 | NH_01 | 451.0 | 0.07 | | |
| | | | | UB_33 | 693.5 | 0.22 | UB_9 | NH_01/PS | 471.4 | 0.12 | UB_9 | NH_01/PS | 471.4 | 0.12 | NH_01/PS | 229.0 | 0.07 | | |
| | | | | UB_34 | 956.1 | 0.20 | UB_10 | NH_02 | 474.1 | 0.31 | UB_10 | NH_02 | 474.1 | 0.31 | NH_02 | 229.0 | 0.07 | | |
| | | | | UB_Uc_04 | | 0.14 | UB_15 | NH_02/PS | 401.9 | 0.00 | UB_15 | NH_02/PS | 401.9 | 0.00 | NH_02/PS | 354.3 | 0.13 | | |
| | | | | UB_Br_04/PS | 455.5 | | UB_16 | | 417.3 | 0.19 | UB_16 | | 417.3 | 0.19 | | | | | |
| | | | | | | | UB_18 | | 476.3 | 0.10 | UB_18 | | 476.3 | 0.10 | | | | | |
| | | | | | | | UB_26 | | 494.7 | 0.11 | UB_26 | | 494.7 | 0.11 | | | | | |
| | | | | | | | UB_27 | | 465.0 | 0.20 | UB_27 | | 465.0 | 0.20 | | | | | |
| | | | | | | | UB_28 | | 463.7 | 0.18 | UB_28 | | 463.7 | 0.18 | | | | | |
| | | | | | | | UB_30 | | 346.9 | 0.38 | UB_30 | | 346.9 | 0.38 | | | | | |
| | | | | | | | UB_31 | | 590.7 | 0.34 | UB_31 | | 590.7 | 0.34 | | | | | |
| | | | | | | | UB_Uc_01 | | 438.4 | 0.42 | UB_Uc_01 | | 438.4 | 0.42 | | | | | |
| | | | | | | | UB_Br_01/PS | | 607.4 | 0.12 | UB_Br_01/PS | | 607.4 | 0.12 | | | | | |
| | | | | | | | UB_Br_03 | | 458.2 | 0.59 | UB_Br_03 | | 458.2 | 0.59 | | | | | |
| | | | | | | | UB_Br_03/PS | | 438.2 | 0.27 | UB_Br_03/PS | | 438.2 | 0.27 | | | | | |
| | | | | | | | BR_01 | | 495.3 | 0.41 | BR_01 | | 495.3 | 0.41 | | | | | |
| | | | | | | | BR_01/PS | | 335.7 | | BR_01/PS | | 335.7 | | | | | | |
| | | | | | | | BR_03 | | 322.2 | | BR_03 | | 322.2 | | | | | | |
| | | | | | | | BR_03/PS | | 67.4 | | BR_03/PS | | 67.4 | | | | | | |
| | | | | | | | BR_03 | | 66.2 | | BR_03 | | 66.2 | | | | | | |
| | | | | | | | BR_01 | | 418.3 | | BR_01 | | 418.3 | | | | | | |
| | | | | | | | BR_01/PS | | | | BR_01/PS | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 平均値 | 848.6 | 0.10 | | | 651.5 | 0.14 | | | 450.5 | 0.26 | | | 450.5 | 0.26 | | 416.3 | 0.17 | | |
| 最大値 | 1008.2 | 0.13 | | | 728.1 | 0.22 | | | 607.4 | 0.53 | | | 607.4 | 0.53 | | 624.0 | 0.43 | | |
| 最小値 | 741.7 | 0.08 | | | 447.0 | 0.06 | | | 322.2 | 0.09 | | | 322.2 | 0.09 | | 229.0 | 0.07 | | |
| 標準偏差 | 114.5 | 0.02 | | | 100.7 | 0.06 | | | 67.4 | 0.15 | | | 67.4 | 0.15 | | 107.4 | 0.11 | | |
| 128σ | 146.8 | 0.03 | | | 123.9 | 0.06 | | | 66.2 | 0.19 | | | 66.2 | 0.19 | | 137.5 | 0.14 | | |
| 代表値 | 703.0 | 0.13 | I | | 492.5 | 0.22 | II | | 364.3 | 0.49 | II | | 364.3 | 0.49 | II | 277.8 | 0.31 | | |
| 地盤種別 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

出典：調査団作成

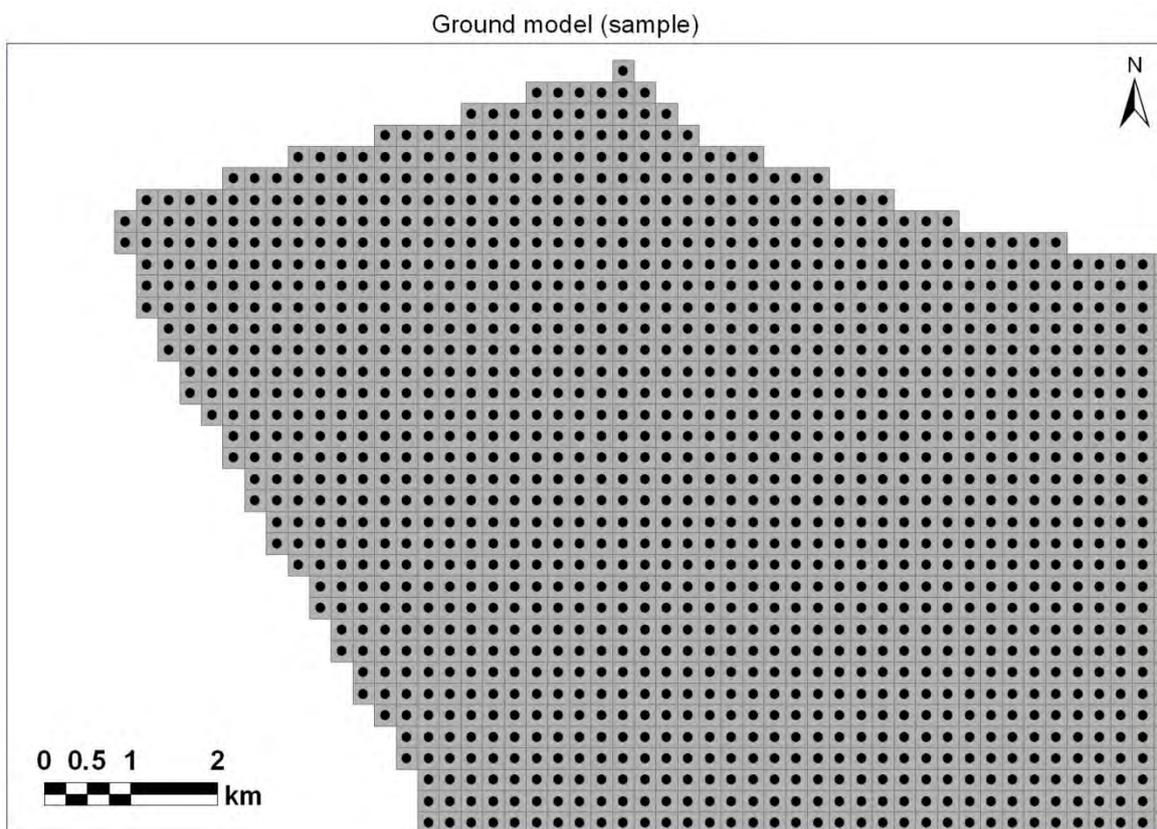


図 3.3.2 地盤モデルのサンプル

第 4 章 地震ハザード評価・リスク評価の実施プロセスと結果

4.1 評価方針

地震ハザード評価ならびにリスク評価においては、本件調査で得られた最新の知見を反映するとともに、本件調査以降のデータ更新や知見の蓄積に対応できるよう、技術移転が十分に実施可能である手法を用いることとする。詳細は各項に譲るが、概略の方針として以下を採用する。

(1) 地震ハザード評価

地震ハザード評価においては経験的な手法を用いることとし、断層の見直しや新たな断層の設定にも対応できるものとする。本評価においては、断層モデルについては、RCAG で提案されている最新のモデルを採用する。また、地震動推定のための経験式（距離減衰式）については従来の評価との整合性を図るとともに、各種構造物のリスク評価に用いる地震動指標を出力可能であることを条件として選定する。

(2) 建物リスク評価

建物のリスク評価においては精度よく建物被害を想定することを目的として、「限界耐力計算法」に基づく手法を提案する。限界耐力計算法では、地震動特性として応答スペクトルを、建物特性としてスケルトンカーブを用いているため、地震動の見直しや建物の補強・建て替えに対しても直接対応が可能である。計算法についても比較的簡便であり、動的解析のような煩雑な手順は必要でなく、結果も安定している（評価者による差が少ない）。また、技術移転も容易であると考えられる。

(3) 構造物リスク評価

構造物の内、橋梁については個々に評価を行うこととし、複数の橋梁を対象とした静的解析および動的解析の結果に基づいて被災度を判定する。静的解析ならびに動的解析については、日本の解析ツールを用い、構造物モデルの作成において実状を適切に反映する。橋梁以外の構造物については、個々に部位を特定することができないため、被害率を評価し総量を乗じることで、被害数量を求めることとする。また、被害率の評価においては、極力実情を反映する。

なお、温水配管については本件調査の対象外であるが、UB 市の重要なインフラ構造物であり、冬季の災害における懸案事項でもあることから、その評価方法等について整理を行う。

(4) 火災リスク評価

火災評価では日本の手法を適用し、倒壊建物と非倒壊建物のそれぞれについて炎上出火棟数及び延焼棟数を評価する。UB 市の建物は市街地とゲル地区で耐火・防火性能が大きく異なるために、地区に応じて評価方法を使い分ける。また、出火要因については現地調査を実施した上で設定する。

4.2 地震ハザード評価

4.2.1 地震動評価

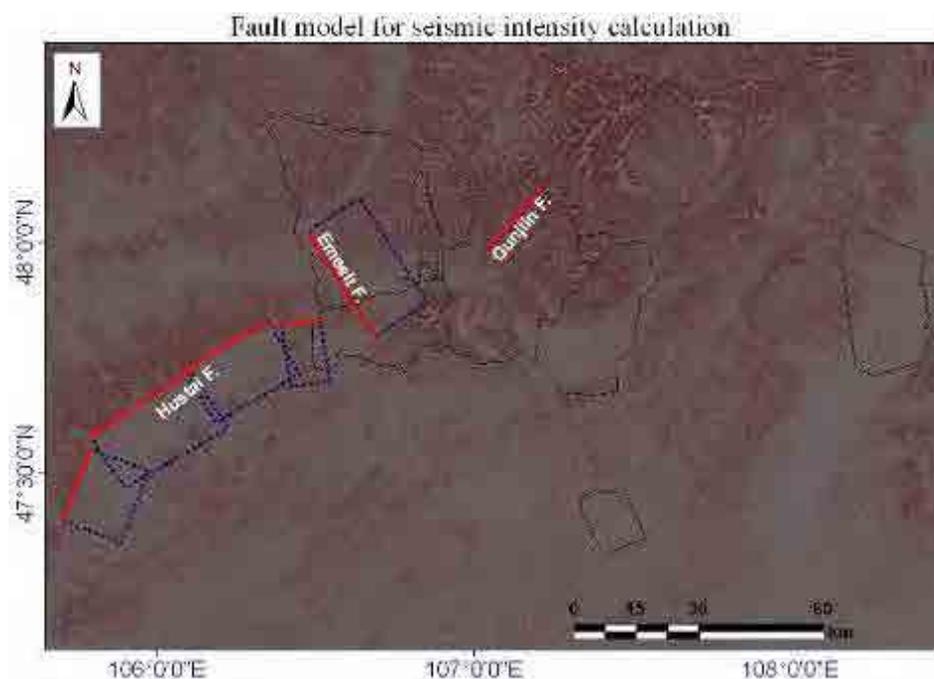
(1) 評価手法の概要

本プロジェクトでは地震や活断層の調査、研究の状況を踏まえたうえ、ウランバートル市が独自に評価できること、その際に安定した結果が得られることを考慮し、対象断層で最大規模の地震が発生した場合を想定、確定論的な手法を用いて地震動評価を行った。なお、距離減衰式については、その後のリスク評価との接続も考慮し、最大加速度の他、最大速度あるいは応答加速度が評価できるものが望ましいことから Kanno et al., (2006)¹の式（以降 Kanno 式と呼ぶ）を用いることとした。

シナリオ地震、距離減衰式の詳細についてサポーティングレポートに整理した。

(2) 断層モデル

既存の研究結果（Demberel, 2011, RCAG 報告等）による活断層分布図に基づき、図 4.2.1 に示す断層モデルを作成した。表 4.2.1 に断層モデルの緒元を示した。



出典：調査団作成

図 4.2.1 地震動評価に用いた断層モデル

¹ Kanno et al. (2006): A New Attenuation Relation for Strong Ground Motion in Japan Based on Recorded Data, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 96, No. 3, pp. 879–897, doi: 10.1785/0120050138

表 4.2.1 断層モデルの諸元

| Fault segment | | Location | | Length | Width | Depth from ground surface | Dip angle | Dip to | Max Mw |
|-----------------|----------------|-----------|----------|--------|-------|---------------------------|-----------|--------|--------|
| Name of segment | Tip of segment | Lon | Lat | | | | | | |
| Hustai_1 | Hustai_1_1 | 105.70442 | 47.39615 | 18.6 | 21.2 | 15 | 45 | SE | 7.6 |
| | Hustai_1_2 | 105.79451 | 47.55174 | | | | | | |
| Hustai_2 | Hustai_2_1 | 105.79507 | 47.57951 | 28.5 | 21.2 | 15 | 45 | SE | |
| | Hustai_2_2 | 106.11590 | 47.71708 | | | | | | |
| Hustai_3 | Hustai_3_1 | 106.09456 | 47.71963 | 23.6 | 21.2 | 15 | 45 | SE | |
| | Hustai_3_2 | 106.36787 | 47.82438 | | | | | | |
| Hustai_4 | Hustai_4_1 | 106.40933 | 47.81339 | 9.3 | 21.2 | 15 | 45 | SE | |
| | Hustai_4_2 | 106.53182 | 47.82535 | | | | | | |
| Emeelt | Emeelt_1 | 106.70842 | 47.78515 | 30.1 | 21.2 | 15 | 45 | NE | 7.0 |
| | Emeelt_2 | 106.49649 | 48.01542 | | | | | | |
| Gunjiin | Gunjiin_1 | 107.07920 | 47.96992 | 18.0 | 15.0 | 15 | 90 | - | 6.6 |
| | Gunjiin_2 | 107.24081 | 48.09007 | | | | | | |

出典：調査団作成

(3) 評価結果

ウランバートル市周辺の活断層のうち、ホスタイ断層、エミールト断層、グンジン断層を考慮し、シナリオ I（ホスタイ断層：Mw7.6）とシナリオ II（エミールト断層、Mw7.0 とグンジン断層 Mw6.6 の最大値）を設定した。

シナリオ I では、計算震度が 5.65 から 10.12 に変化し、シナリオ II では 5.16 から 10.14 であった（図 4.2.2、図 4.2.3）。シナリオ II では、ウランバートル市の北西ではシナリオ I に比べてやや高い値を示し、ウランバートル市の東北では高い値を示した。これらはシナリオ II の震源断層であるエミールト断層、グンジン断層からの距離が短いことによるものである。一方、ウランバートル市街地では震度分布に大きな差がなく、中心地のスフバートル広場ではシナリオ I が 8.6 であったのに対し、シナリオ II では 8.7 であった。

計算震度を 12 階の震度表示に変換した場合、市街地ではシナリオ I、II ともに震度 VIII、IX であった。なお、計算震度と 12 階震度との関係は次のとおりである。

V : 4.50～5.49 ; VI : 5.50～6.49 ; VII : 6.50～7.49 ; VIII : 7.50～8.49 ; IX : 8.50～9.49

なお、最大加速度、最大速度についてはデータブックにまとめた。

(4) 考察

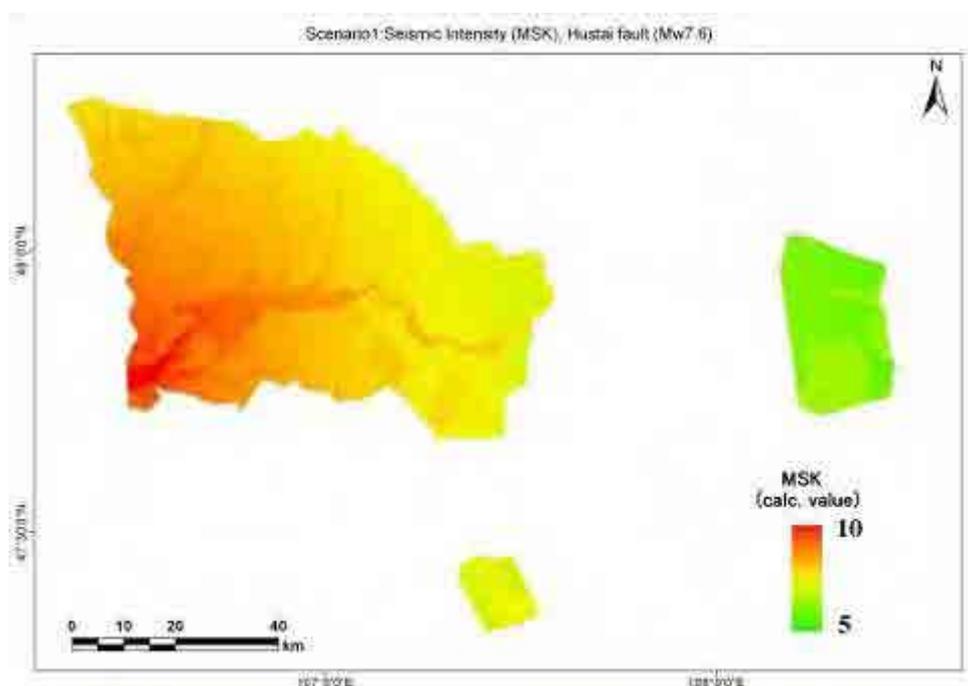
シナリオ I において、今回の調査で得られたウランバートル市街地での震度は、MSK 震度 VIII～IX となった。この結果は、最大規模の地震を想定した場合の結果で、地震そのものがいつ発生するかについては検討していない。また、評価結果は被害想定をするためのもので、建築基準などに用いられるものではない。

シナリオ I と II で類似した結果となった。その理由は、ホスタイ断層では地震の規模が大きいため、断層から遠く離れた（30 km）市街地でも震度 VIII～IX であった。一方、エミールト断層

の最大規模の地震はホスタイ断層に比べて小さいと想定されるものの、ウランバートル市街地に比較的に近いため、結果としてホスタイ断層によるシナリオとほぼ同様な地震動評価となった。

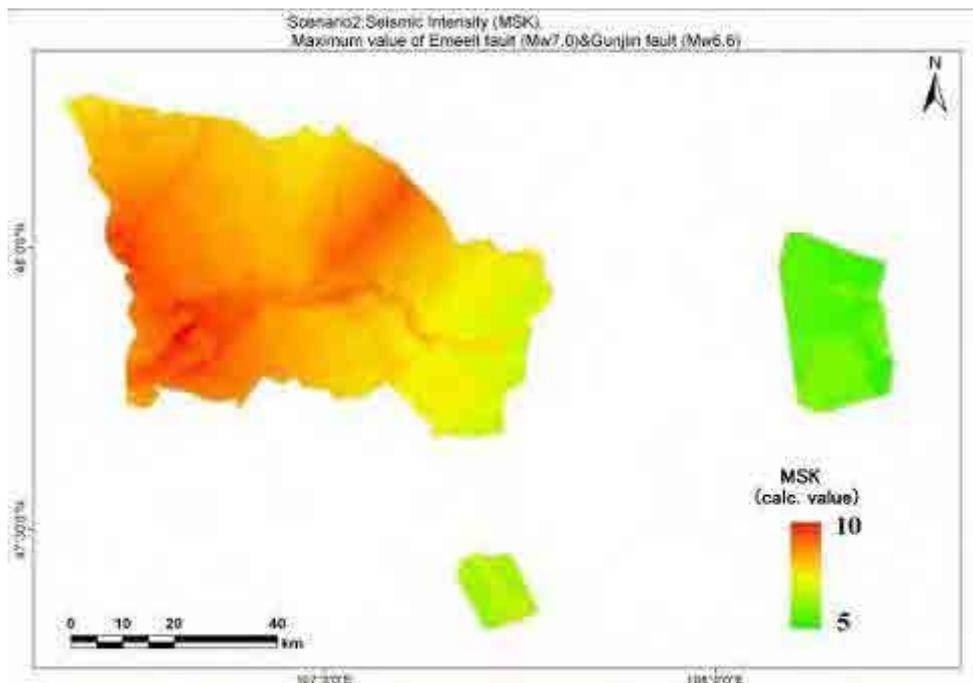
震度は、地震の規模、震源断層からの距離、地盤特性（地盤の軟弱）によって決まる。そのため、同様な地盤でも断層から近い方が震度が高く、山地に比べて地盤が比較的軟らかい市街地で震度が高い結果となった。このように、震度評価の結果は断層からの距離だけで単純に比較できないため、利用する際に地震の規模、震源からの距離と地盤特性を総合的に考慮するように注意が必要である。

今回は確定論的な手法を用いて想定される断層で最大規模の地震が発生した場合の地震動評価を行った。想定される断層、用いる手法によって地震動評価の結果が異なることが考えられる。また、今回の調査結果は被害想定のために行ったもので、建物の耐震基準などを設定するために行ったものではない。したがって、今回の調査結果を利用する際に、用いた手法、実施目的、適用範囲などについては注意が必要である。建物の耐震基準に用いる場合は、別途詳細に検討することを提言する。



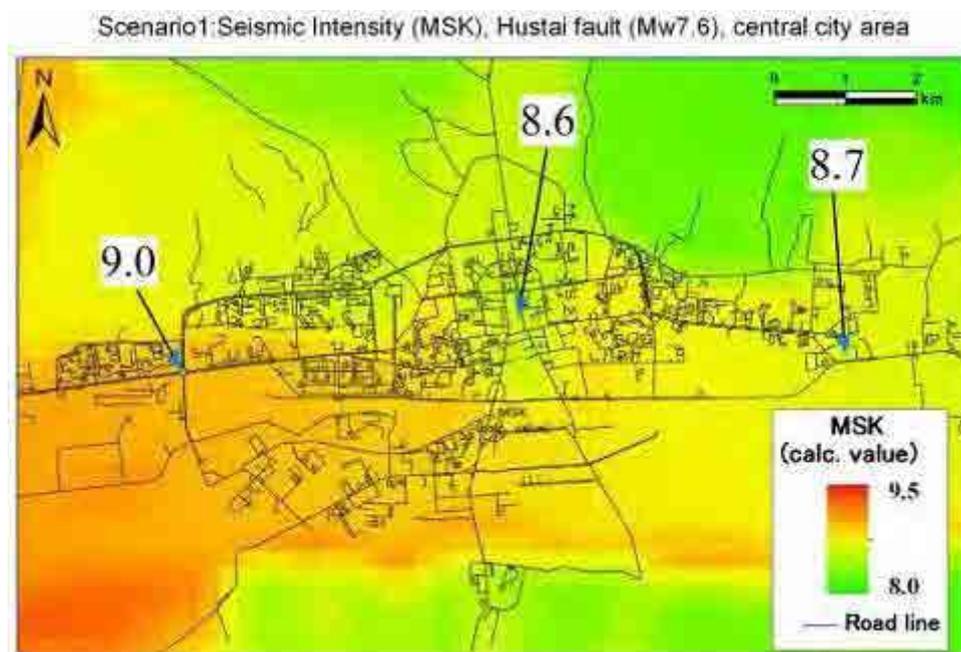
出典：調査団作成

図 4.2.2 シナリオ地震 I の MSK 震度分布図



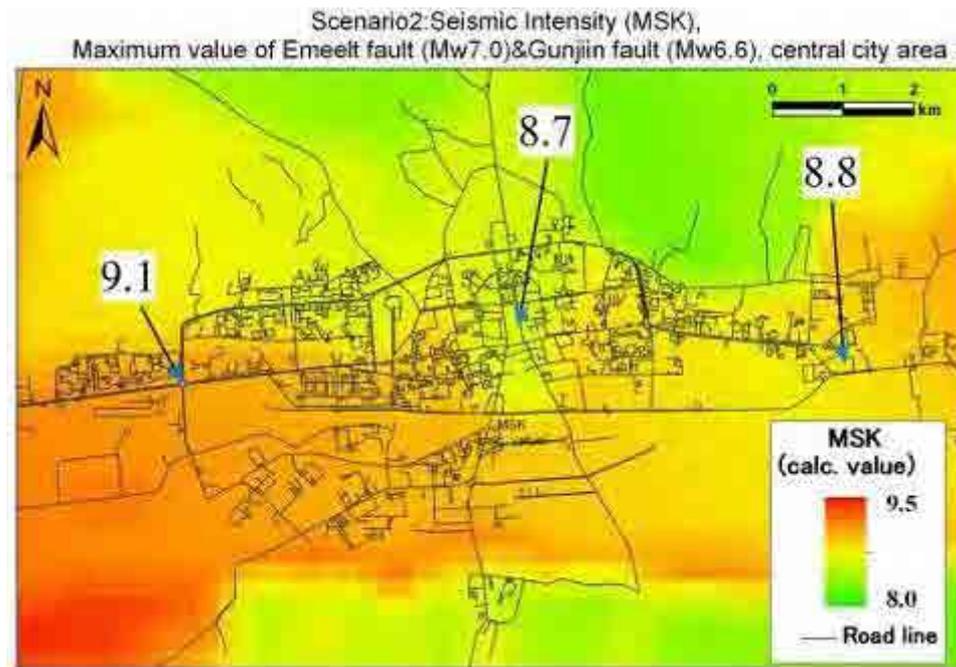
出典：調査団作成

図 4.2.3 シナリオ地震Ⅱの MSK 震度分布図



出典：調査団作成

図 4.2.4 シナリオ地震Ⅰの UB 市街地における MSK 震度分布図



出典：調査団作成

図 4.2.5 シナリオ地震Ⅱの UB 市街地における MSK 震度分布図

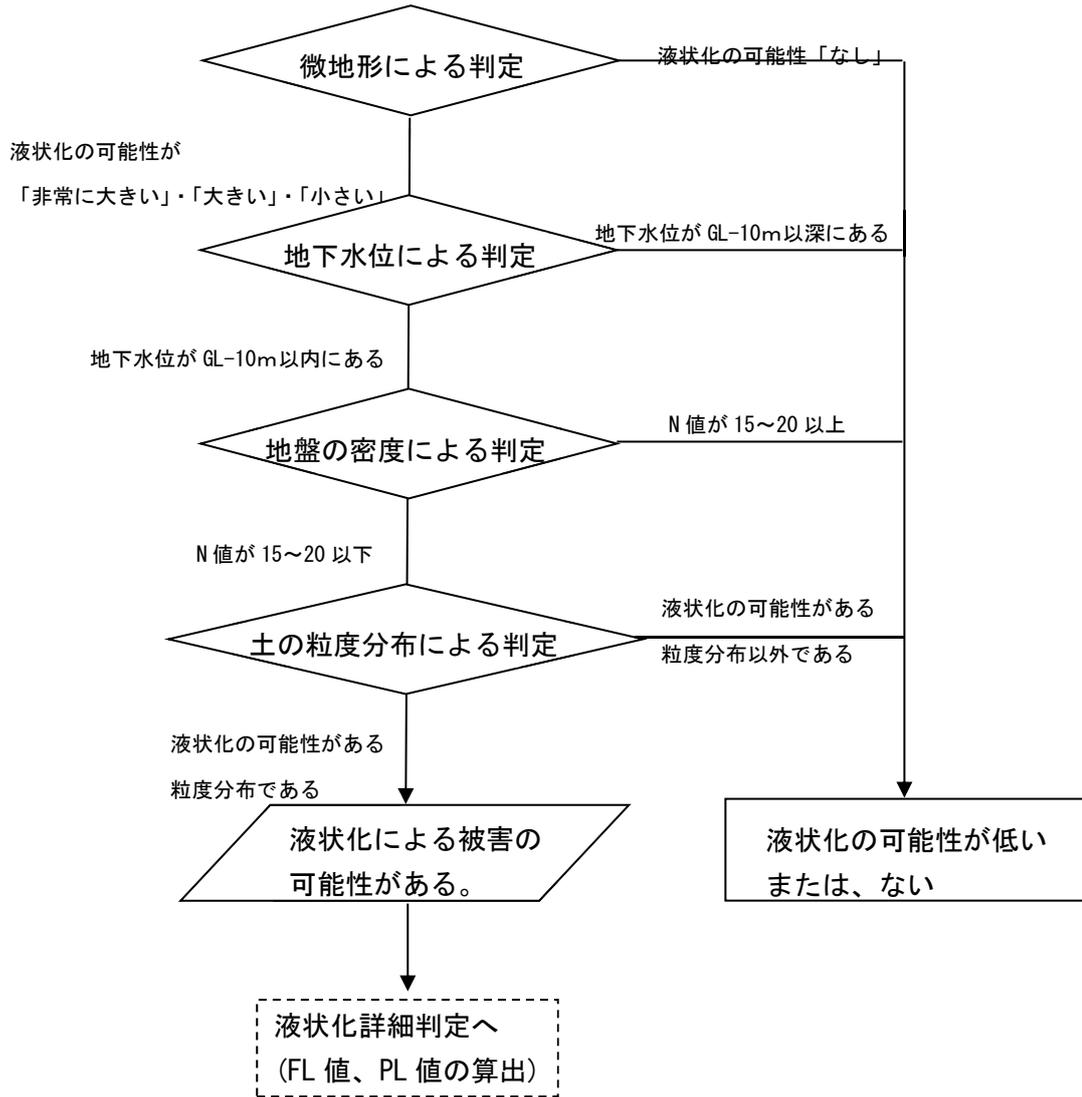
4.2.2 地盤液状化判定

現在一般的に用いられている液状化の判定方法は、①地形・地質や液状化履歴を基にした準備的な方法、②一般の土質調査・試験結果を用いた方法、③動的な調査、試験及び解析を行う詳細な方法、④模型実験や現場実験を行う方法等がある。

このうち、本プロジェクトでは、①による対象エリアの抽出による液状化の可能性の程度を分類するとともに、②による最も実用的な方法で確認、検証を行うものとする。

液状化判定の詳細についてサポーティングレポートにまとめた。

本プロジェクトでは、次のような判定手順を用いて地盤の液状化を判定した（図 4.2.6）。



出典：調査団作成

図 4.2.6 地盤の液状化判定フロー

液状化の概略判定より、「微地形による判定」と「地下水位による判定」により抽出された以下のボーリング結果について、「地盤の密度による判定」および「土の粒度分布による判定」を行った。その結果を表 4.2.2 以下に示す。

表 4.2.2 微地形と液状化可能性

| ボーリング調査箇所 | 微地形区分 | 地下水位以下の N 値 | 粒度分布の特徴 | 判定 |
|-----------|--------|-------------|-------------------------|--------------------------|
| UB_BO_01 | 氾濫原 | 28～50 以上 | FC<35% | 地盤の密度が大きいため液状化の可能性は低い。 |
| UB_BO_03 | 氾濫原 | 31～50 以上 | FC<35% | 地盤の密度が大きいため液状化の可能性は低い。 |
| UB_BO_04 | 谷底堆積物層 | 20～50 以上 | FC<35% | 地盤の密度が大きいため液状化の可能性は低い。 |
| NH_01 | 沖積層 | 19～50 | 概ね FC>35%で、粒度分布が液状化の条件外 | 粒度分布が範囲外であるため液状化の可能性は低い。 |
| NH_02 | 沖積層 | 23～50 以上 | 概ね FC>35%で、粒度分布が液状化の条件外 | 粒度分布が範囲外であるため液状化の可能性は低い。 |
| BR_02 | 沖積層 | 31～49 | FC<35% | 地盤の密度が大きいため液状化の可能性は低い。 |

出典：調査団作成

地下水による判定の結果、液状化する可能性のある層について、「地盤の密度による判定」を行ったところ、液状化の可能性のある範囲内にある土がある層についての N 値は、概ね 20 以上であるとともに、粒度分布が液状化の可能性のある範囲から外れるため、「液状化の可能性が低い」または「ない」と判断される。

今回は、微地形、ボーリング調査、粒度試験の結果に基づき、調査範囲内では地盤の「液状化の可能性が低い」または「ない」と判断された。これは、限られた調査結果に基づく概略的な結果である。そのため、調査結果の利用にあたり注意が必要である。たとえば、ウランバートル市内においては、トール川沿いに地下水位が高いと推定される箇所では、密度の緩い砂層が存在する場合、或いは大規模掘削後に砂で埋め戻した箇所等では、強い地震が発生した場合には、液状化が発生する可能性は完全に否定できない。地下水位が高い箇所でのインフラ整備、特に重要な施設の建設にあたっては注意が必要で、地盤液状化については詳細な検討が望ましい。これについては、今後具体的な案件に対し、地盤液状化危険度についてモンゴル側独自による詳細な調査、検討を実施することを提言する。

4.2.3 斜面崩壊危険度評価

(1) 斜面崩壊の危険度評価手法の選択

地震により発生する斜面崩壊は、誘因である地震の影響（最大加速度、震度）、斜面そのもの崩壊発生の潜在的な素因、例えば勾配、曲率などが考えられる。今回は、斜面崩壊の履歴がないことからシナリオ地震の最大加速度、標高データから算出できる地形要素のみを考慮した方法が適

切と考え、内田ほか（2004）²の方法を採用した。

$$F = 0.075I - 8.9C + 0.005a_{max} - 3.2 \quad \text{式 4.2.1}$$

ここで I は斜面勾配（°）、 C は平均曲率（ m^{-1} ）、 a_{max} は最大加速度(gal)である。計算の結果、 F が正のときは崩壊発生の可能性があり、負のときは対象メッシュが崩壊しないと判断するものである。

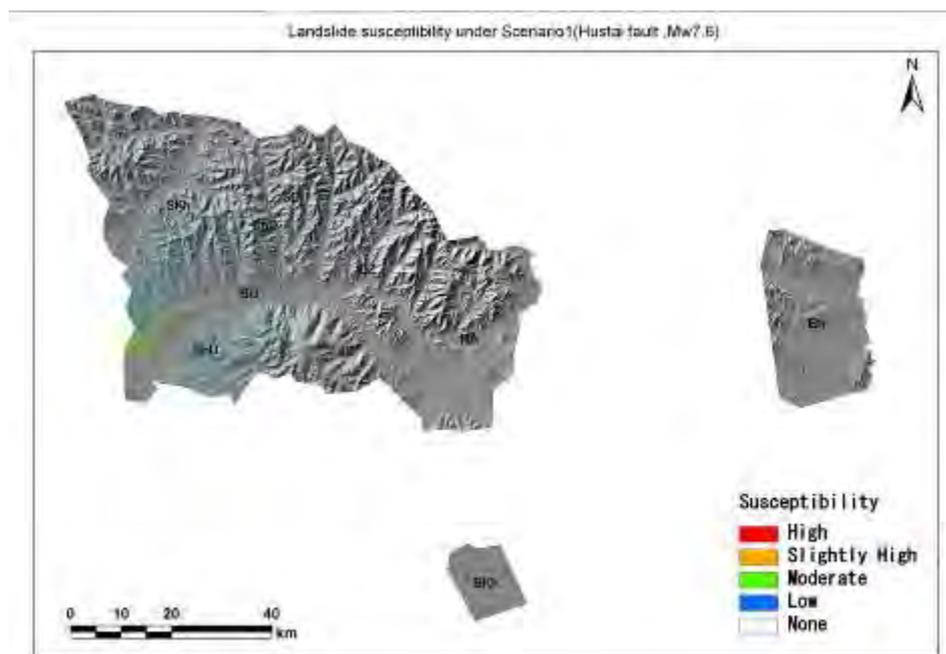
なお、地形要素の算出方法、使用データと評価項目の算出についてサポーティングレポートにまとめた。

(2) 斜面崩壊発生危険度評価の結果

(a) シナリオ I

評価結果を図 4.2.7 に示す。評価値（ F 値）の分布状況に基づき、斜面崩壊発生の危険度を「高い」、「やや高い」、「中程度」、「低い」の 4 ランクに区分した。

シナリオ I の場合、ウランバートル市の西部にあるソングノ山地では危険度が「高い」と判断された斜面メッシュが多く分布する。また、市の南部の山地の北西側斜面に危険度が「やや高い」メッシュが分布する。これ以外に市の北部山地に危険度が「低い」斜面メッシュがまばらに分布する。



出典：調査団作成

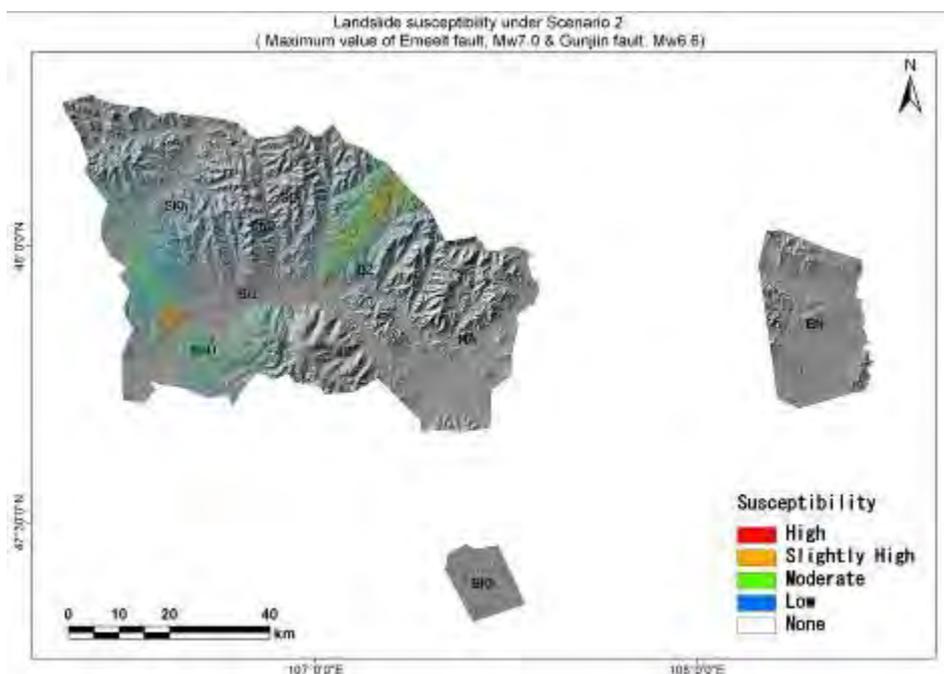
図 4.2.7 シナリオ I における斜面崩壊危険度評価

(b) シナリオ II

評価結果を図 4.2.8 に示す。シナリオ II では、ウランバートル市の西部山地、北東部のグンジン断層沿いの山地に危険度が「高い」メッシュが集中している。

²内田太郎・片岡正次郎・岩男忠明・松尾修・寺田秀樹・中野泰雄・杉浦信男・小山内信智（2004）：地震による斜面崩壊危険度評価手法に関する研究、国土技術政策総合研究所資料、No.204,pp.91

また、市の北西部のエミールト断層から近い山地では「高い」、「やや高い」メッシュが分布する。また、市南部山地の北西側斜面に「高い」、「やや高い」メッシュが存在する。これら以外のところはまばらに危険度が「低い」メッシュが分布する。



出典：調査団作成

図 4.2.8 シナリオ II における斜面崩壊危険度評価

(3) 評価結果の考察

シナリオ I と II の斜面崩壊の危険度評価の結果は、危険度が「高い」とされるメッシュの多くは震源断層から近いところの斜面であった。これは、シナリオ地震による最大加速度が高いところと一致する。また、震源断層から遠いところでも、勾配が急な箇所では危険度が「高い」と判断される斜面メッシュが存在するもののその数は少ない。このように、危険度評価の結果が、地形要素と地震動の両方を適切に反映している。

4.3 建物リスク評価

4.3.1 建物実態調査、材料試験

(a) 既存集合住宅の安全性レビュー

建物実態調査として UB 市が実施した耐震診断報告書を入手した。耐震診断の方法は、耐震設計と同様に、柱・梁・耐震壁を 3 次元有限要素法によって評価するものである。評価においては、現在の状況を適切に反映するため、下記の調査を併用した。

- 材料強度測定：コンクリート、鉄筋、鉄骨、レンガ等に材料強度を測定する。測定はシュミットハンマーによる非破壊検査が主であり、UB 市耐震課が自ら実施している。レンガについてはモンゴル科学技術大学の試験場を利用しており、レンガそのものの強度とともに、モルタルによるレンガとレンガの付着力についても測定している。

材料の劣化と同様に、建物の使用形態が変わることに伴う耐震性能の変化を評価することも重要である。例えば、モンゴルでは民主化以降、集合住宅 1 階を店舗に改造することが多々行われているが、そのために、耐震要素である壁の撤去が行われている。撤去される壁は 1 階の道路に面している側のみであるため、高さ方向にも、平面的にもアンバランスであり、損傷の集中を招きやすくなっている。UB 市の耐震診断では、このような建物の変遷を考慮して複数のモデル構築し、耐震診断を実施している。

耐震診断では、当該建物の弾性強度に達するような震度（MSK スケール）を評価し、UB 市の設計用震度との大小関係で耐震性の有無を判断する。評価そのものは弾性解析によるもので、日本の新耐震設計におけるルート 2 に相当する。

(b) 設計および施工における品質

建物の耐震性を左右する要因に設計及び施工における品質が挙げられる。本件調査では、設計事務所と施工会社に対して品質確保についてのヒアリング調査を実施した。

ヒアリング結果についてはサポーティングレポートに詳述するが、

- ・ 現在の建設ラッシュに対応できる数の技術者がいない
- ・ 通年業務とならないため、エキスパートが育たない
- ・ 予算が不十分である

ことを理由に十分な品質管理ができていないのが実情である。

(c) 安全性評価の実施

新たに実施する耐震診断の対象建物については、WG 活動を通じて 30 建物を選定した。耐震診断は多質点系の動的解析を用いた。詳細についてはサポーティングレポートに示す。

(d) 建築材料試験

建物材料試験については、当初はコンクリートの材料強度試験を想定していたが、モンゴルの建物状況を考え、鉄骨やレンガの強度測定も必要であると考えられる。そこで、JICA との協議を踏まえ、10 建物を材料試験の対象として選定した。コンクリートについては、建設年次にかかわらず公称強度を満たしていることが確認された。一方、レンガについては全ての結果で所定の強度に満たしていないことが明らかになった。また、建設年次と強度には明確な関係は見られず、施工品質や現場環境の影響が大きいと思われる。

4.3.2 建物インベントリー調査

(a) 入手した建物データベースの概要

建物インベントリーとして、UB 市ならびに UBMPS のデータを統合して新たなデータベースを作成した。UB 市のデータベースは KOICA によるもので 2010 年に作成され、現在の UB 市においてデータの追加・修正が行われている。データベースとしては信頼性の高いものであるが、市街地を主要な対象としたデータベースであるため、本件調査で対象とするようなゲル地区内の建物に関する情報は少ない。一方、UBMPS のデータベースは市街地外の建物も含んでいるものの、2007 年の作成以後のデータ更新が行われていないため、信頼性にはやや劣ると考えられる。

(b) 建物インベントリーの構築

(1)に示した2つのデータベースを基に建物リスク評価用のインベントリーを作成した。データベースを統合するに当たっては、以下の方針を導入した。

- UB市のデータベースを基本とし、同データベースに含まれていない建物については、UBMPSのデータベースの建物を追加する。
- 建物属性についても同様に、UB市のデータベースを基本とし、同データベースに含まれていない属性については、UBMPSのデータベースの属性を割り当てる。
- リスク解析用の属性をシェイプファイルから評価し、インベントリーに追加する。
- 建物リスク評価に係る属性のみを含める。

建物IDについては、作業のためのデータ管理指数として、6桁の数値を設定した。東経、北緯、建物面積については前述したようにシェイプファイルの数値データを基に、各々の値を計算し、インベントリーに含めた。

4.3.3 建物リスク評価

(a) リスク評価の方針

本件調査では、限界耐力計算法を用いて建物のリスク評価を実施する。限界耐力計算法の採用根拠は以下のようなものである。

- ① 入力地震動として応答スペクトルを採用することができる
- ② 建物の特性としてスケルトンカーブを考慮することができる
- ③ 動的解析に比べて手順が簡便で、安定した結果が得られる

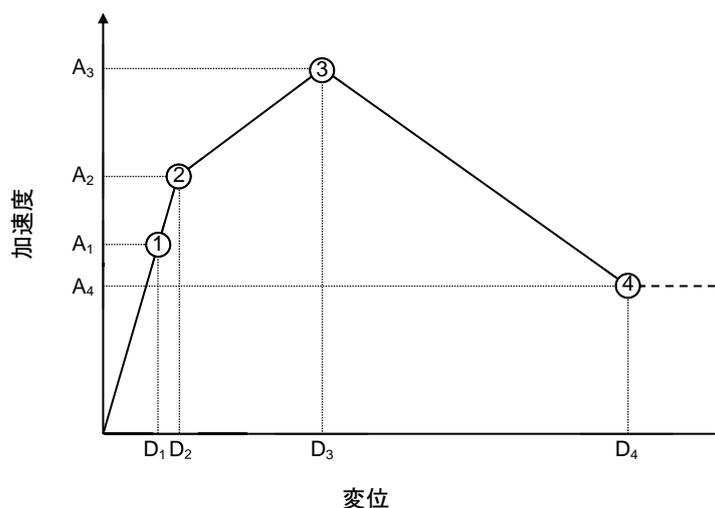
(b) 限界耐力計算法

限界耐力計算とは、建物の耐震性を等価1質点系のスケルトンカーブで、建物に作用する地震動の特性を後述する複合スペクトルで表し、両者の交点から応答変位と応答加速度を求めるものである。計算の方法についてはサポーティングレポートに詳述するが、WGでの勉強会等を通じてCP側に技術移転を行った。

なお、限界耐力計算によるリスク評価方法と従来の被害率関数によるリスク評価方法の比較はサポーティングレポートに記されており、同程度の被害率を与えることが確認されている。

(c) 建物のモデル化

前述したように、建物は等価1質点モデルのスケルトンカーブとしてモデル化する。スケルトンカーブは図4.3.1に示す4点で定義する。ポイント1は基準点で、モンゴルの設計基準に従い建物毎に設定する。ポイント2~4は設計値を超えた後の建物の挙動を規定する点である。また、ポイント4を超過した後は、耐力を維持したまま変形のみが増大すると仮定する。



出典：調査団作成

図 4.3.1 スケルトンカーブを規定する 4 点

なお、各ポイントの設定方法はサポーティングレポートに示すこととするが、これらのポイントについては、国内支援委員会並びにプロセス検討委員会を経て設定した。

リスク評価結果

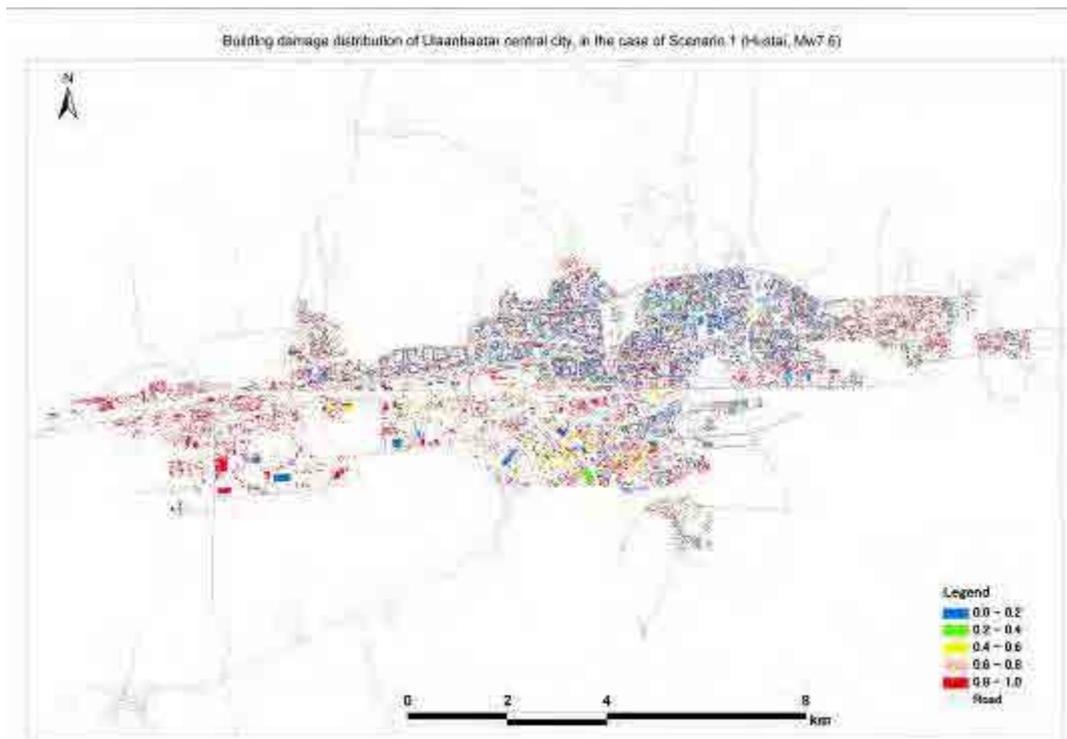
図 4.3.2 と図 4.3.3 には、建物の倒壊に対する確率分布を示す。確率が高いほど倒壊する確率が高いことを示している。

倒壊に対する建築面積別の被害率を表 4.3.1 にまとめる。

表 4.3.1 倒壊に対する建築面積別被害率

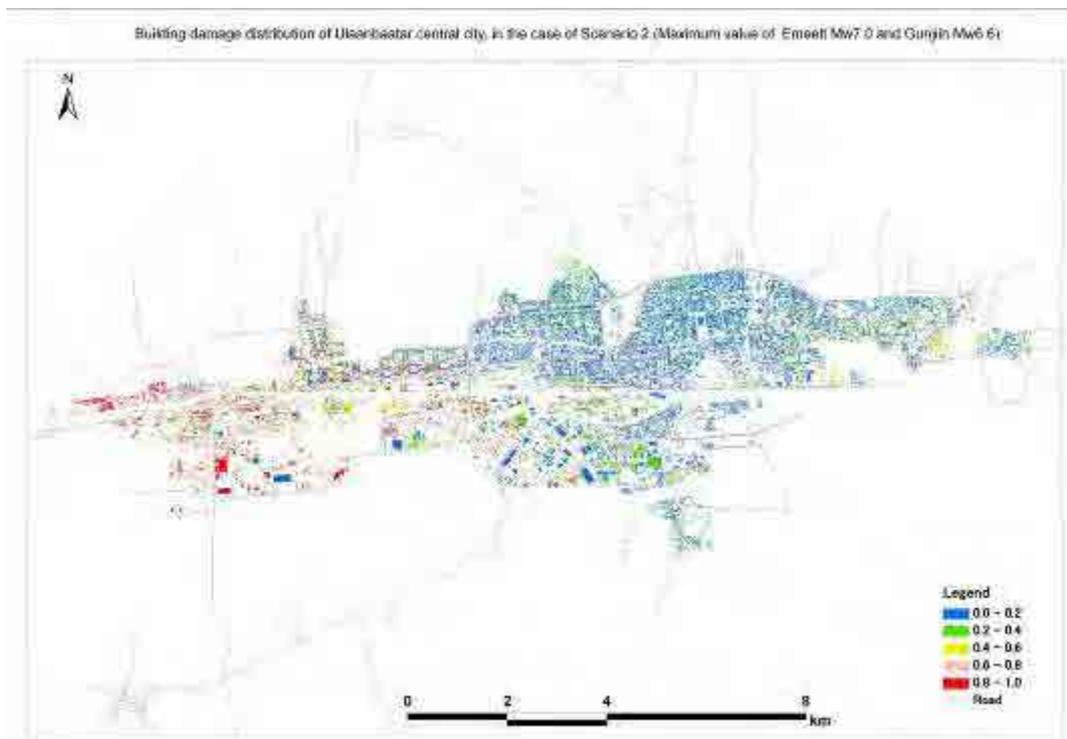
| 地震シナリオ | 建築面積【m ² 】 | | | | | | | |
|---------|-----------------------|--------|---------|---------|----------|-----------|-----------|-------|
| | -50 | 50-100 | 100-200 | 200-500 | 500-1000 | 1000-2000 | 2000-5000 | 5000- |
| シナリオ I | 75.4 | 85.5 | 81.7 | 60.1 | 44.8 | 47.9 | 53.9 | 59.4 |
| シナリオ II | 41.6 | 47.6 | 46.5 | 31.0 | 20.8 | 23.6 | 23.4 | 33.1 |

出典：調査団作成



出典：調査団作成

図 4.3.2 中央 6 区の建物倒壊確率分布（シナリオ I）



出典：調査団作成

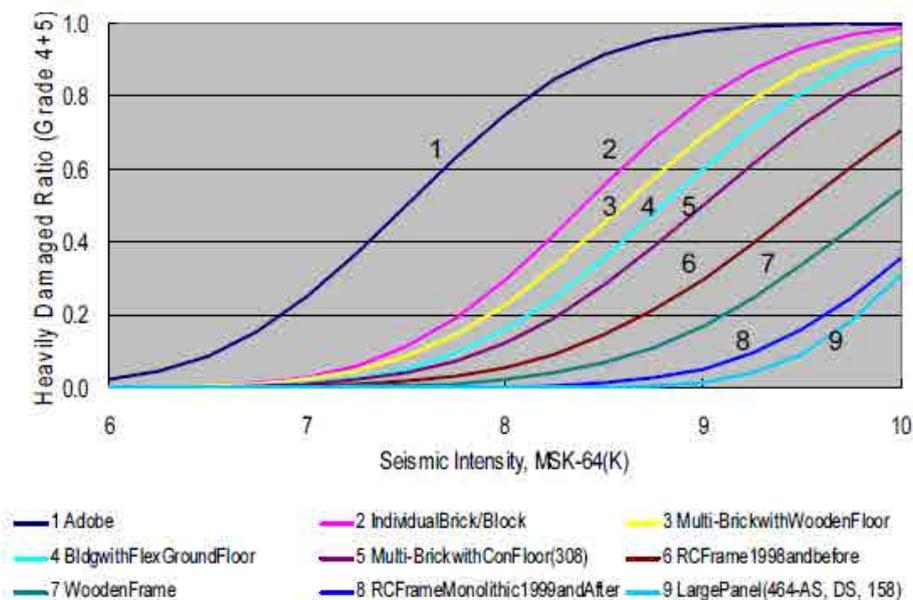
図 4.3.3 中央 6 区の建物倒壊確率分布（シナリオ II）

(d) リスク評価結果に対する考察

表 4.3.1 に示したシナリオ I の被害率は、例えば、カザフスタン国アルマティ市の被害想定（以下、アルマティ被害想定と称す）の結果（最悪シナリオである Vervy 地震での大破・倒壊に対する被害率は、集合住宅で 11%、個人住宅で 33%）よりも、かなり大きなものとなっている。本検討項目では、これらの差異について検討を行い、本結果の妥当性を確認する。

(e) 建物の耐震性能の比較

本件調査では、建物の耐震性能をスケルトンカーブで定義しているのに対し、アルマティ被害想定では図 4.3.4 に示すような被害率曲線を用いている。被害率曲線は建物の耐力を、当該被害に至る地震動強度の累積確率分布として読み替えたもので、損傷確率 0.5 に対応する地震動強度に対して、平均的に所与の被害に至ることを意味している。



出典：JICA レポート 09-103

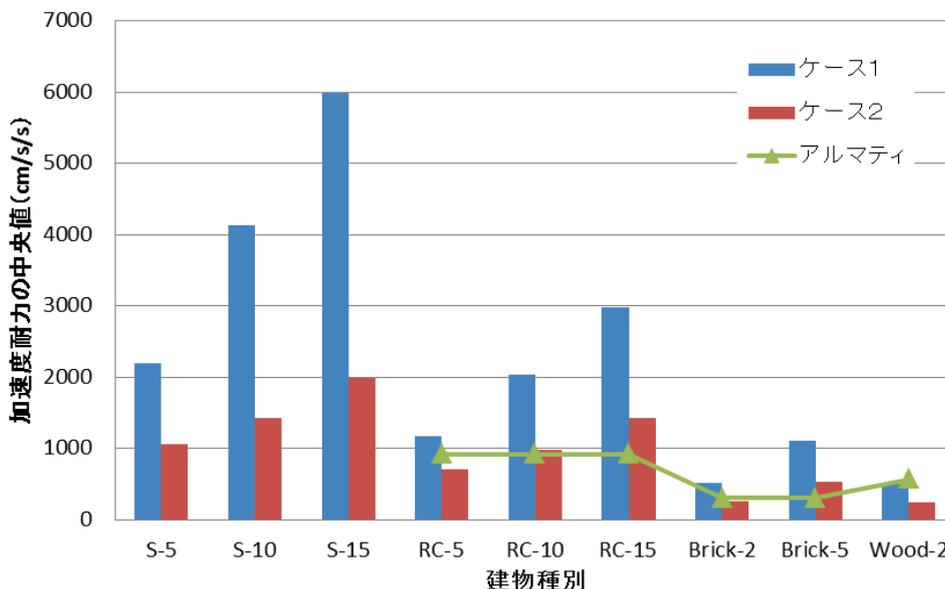
図 4.3.4 カザフスタン国アルマティ市のリスク評価で用いられた被害率曲線

建物の耐震性能の指標として被害率曲線の中央値を採用し、その大小関係を比較した。対象とした構造物は下記の 4 種で、構造種別に応じて複数の階数を設定した。

- S 造 : 5 階, 10 階, 15 階
- RC 造 : 5 階, 10 階, 15 階
- レンガ造 : 2 階, 5 階
- 木造 : 2 階

倒壊に対する変形角は、国内支援委員会ならびにプロセス検討委員会により提案されたもの（以下、ケース 1）及び、その 1/2 としたもの（以下、ケース 2）を設定した。ケース 2 は、現地施工会社へのヒアリング結果や実建物の劣化状況から、靱性能がそれほど高くないことを想定して、本プロジェクトで設定したものである。

以上の2ケースについて、倒壊に至るような最大加速度を求めた結果を図4.3.5に示す。全構造種別が対応しているわけではないが、RC造とレンガ造についてはケース2と既存の被害率曲線の対応が良く、木造についてはケース1と既存の被害率曲線の対応が良いことがわかる。



出典：調査団作成

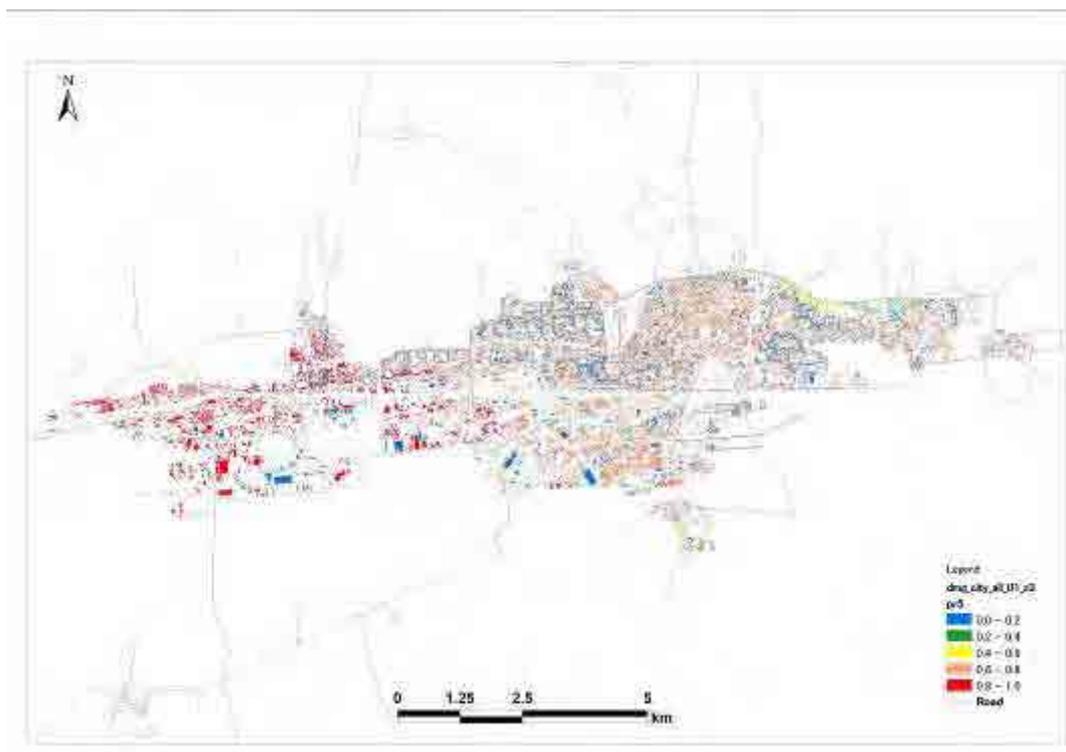
図 4.3.5 最大加速度値の比較

(f) リスク評価手法の比較

先の検討では、建物の耐震性能の観点で比較を行った。ここでは被害関数による倒壊リスク評価と、本件調査で用いている倒壊リスク評価の手法の差異が被害数量に与える影響を検討する。

具体的には、アルマティ被害想定被害率曲線を用いてリスク評価を行った。被害率曲線の横軸はMSK震度であることから、その確率分布を正規分布と仮定し、確率特性値(平均と標準偏差)を求めた。

このようにして得られた倒壊確率分布を図4.3.6に、同じく、被害率を表4.3.2に示す。同表には参考として、本件調査による結果も再掲している。中心市街地西部は震源に近いことから被害率が高くなっている等、全体の傾向はよく似ている。また、両手法による評価は同じような被害率を与えることがわかる。



出典：調査団作成

図 4.3.6 アルマティ被害想定で用いられた被害関数による中央 6 区の建物倒壊確率分布

表 4.3.2 倒壊に対する建築面積別被害率

| 被害想定手法 | 建築面積【m ² 】 | | | | | | | |
|--------|-----------------------|------------|-------------|-------------|--------------|---------------|---------------|-------|
| | -50 | 50- 100 | 100- 200 | 200- 500 | 500- 1000 | 1000- 2000 | 2000- 5000 | 5000- |
| 被害関数 | 44.1 | 58.9 | 66.3 | 59.1 | 53.4 | 56.2 | 61.0 | 63.4 |
| 本件提案手法 | 75.4 | 85.5 | 81.7 | 60.1 | 44.8 | 47.9 | 53.9 | 59.4 |

出典：調査団作成

(g) まとめ

以上の 2 つの比較からは、建物の耐震性評価については、本件調査で用いた手法と従来の被害関数による手法で大きな差がないことが示された。

アルマティ被害想定では、1887Verny 地震シナリオで、集合住宅 11%、個人住宅 33%という結果を示しており、本評価よりも小さな被害率となっている。これは、地震危険度が MSK 震度で 8 から 9 で、本プロジェクトの 9 から 10 という震度よりも小さい（最大加速度で 1/2）ことによるものと考えられる。

すなわち、シナリオ I における被害率が大きいという結果は、想定している地震動が大きいことが主要な要因であると考えられる。

4.3.4 建物倒壊に伴う死者数想定

(1) 死者数想定の考え方

死者数は、次式により評価した。

- 木造、レンガ造、コンクリートブロック造
死者数=人口×死者率=人口×0.0676×建物倒壊率
- その他の構造
死者数=人口×死者率=人口×0.0167×建物倒壊率

上記の計算はメッシュ毎に行い、その総和を取り全体の死者数を求めた。

(2) 死者数想定結果

上記手法により得られた死者数は、以下のようである。

シナリオ I

市街地 : 7,552 人 (1.45%)
ゲル地区 : 38,063 人 (5.55%)

シナリオ II

市街地 : 3,442 人 (0.66%)
ゲル地区 : 16,285 人 (2.37%)

Baganuul 区、Bagakhangai 区、Nalaikh 区については、市街地とゲル地区の区別ができないため、死者数は市街地に含めた。

詳細な区別の死者率についてはサポーティングレポートに記載している。

4.4 構造物リスク評価

4.4.1 構造物現況調査

現況調査の対象構造物である橋梁において、JICA「アジルチン跨線橋建設事業準備調査」の点検調査書、収集した設計図面、コンクリート強度試験結果、健全度評価結果を受領し、橋梁インベントリー作成および橋梁リスク評価に活用した。本調査では、静的解析と動的解析により橋梁の耐震性能評価を実施した。静的解析対象橋梁は設計図面が収集できた橋梁の内、UB市道路局と協議を踏まえ、表 4.4.1 に示した 8 橋とした。この解析結果を整理し、他の橋梁の耐震性能評価に適用した。解析対象橋梁において、現地調査により設計図面や支承の確認などを行った。

表 4.4.1 静的解析対象橋梁リスト

| 橋梁番号 | 橋梁名 | 長さ(m) | 建設年次 |
|------|-------------------------------|-------|------|
| 04 | Arslantai Bridge | 34.2 | 1962 |
| 05 | Uliastai tsaad Bridge - Left | 96.2 | 1967 |
| 18 | Dund gol Deed Bridge | 50.2 | 1975 |
| 19 | Ikh Tenger Bridge | 258.0 | 1994 |
| 24 | Songolon Bridge | 289.4 | 1971 |
| 26 | Poultry farm Bridge | 256.0 | 1989 |
| 34 | Sharga Morit Bridge | 50.4 | 1982 |
| 56 | Uliastai tsaad Bridge - Right | 96.2 | 2010 |

出典：調査団作成

4.4.2 構造物インベントリー調査

構造物インベントリー調査は、道路、橋梁、上水、下水、電気、温水を対象とした。橋梁インベントリーは、「アジルチン跨線橋建設事業準備調査」のデータを基に、橋梁番号、橋梁名、位置(経度、緯度)、所在道路名、橋長、幅員、下部工高さ、径間数、桁構造、上部工材料、下部工材料、落橋防止装置、桁かかり長、地盤種別、建設年次などの項目について作成した。道路、上水、下水、温水管路のインベントリーは、UB市が提供された GIS データに基づき、道路延長や管材、管径、延長などの項目について、行政区単位でまとめた。

4.4.3 耐震性評価・構造物リスク評価

(a) 評価手法と評価対象

構造物のリスクは、地震ハザードと構造物の脆弱性により評価される。脆弱性は過去の被害データに基づく経験式や解析により評価する方法がある。本調査のリスク評価において、モンゴル独自の脆弱性を用いることが望ましいが、モンゴルでは地震によるライフラインの被害データがなく、脆弱性が存在しない。ここでは、橋梁については、静的(8 橋)と動的(3 橋)解析を行い、その結果に基づきリスク評価を実施し、道路、上水、下水、温水管路については、日本の被害想定手法や本調査と類似する過去の JICA 調査の手法を参考に、中央防災会議首都直下地震の被害想定手法または地方自治体の被害想定手法を適用することとした。

(b) 道路のリスク評価

道路の被害は、主に地盤変形による路面亀裂、隆起、崩壊などであり、道路自身の構造より路

盤(盛土、切土)、地盤種別の影響が強いと考えられる。ここでは、表 4.4.2 に示した被害確率(出典：さいたま市被害想定調査業務委託, 2010)を用いて道路の被害箇所を下式により計算した。

$$\text{道路被害箇所数} = \text{道路延長(km)} \times \text{被害率 (箇所/km)}$$

UB 市から受領した道路 GIS データに対して、250m×250m メッシュ毎の被害箇所数を評価し、それに基づき、行政区毎に被害箇所数を求めた。道路の被害想定結果を表 4.4.3 に示す。

シナリオ地震 I による被害は約 66 箇所、シナリオ地震 II による被害は約 60 箇所である。平均被害率は約 0.07 箇所/km である。シナリオ地震 I、II ともに、Khan Uul 区の道路延長、被害率、被害箇所が多い。続いては、Bayangol 区、Bayanzurkh 区、Songino 区で、被害箇所は同程度である。Nalaikh 区、Baganuur 区の被害はシナリオ地震 I では 1 箇所、シナリオ地震 II では被害がない。

表 4.4.2 震度、地盤種別による道路被害確率

| 地震動強さ | | 地盤種別 | | |
|--------|------------------|-----------|------------------|-----------|
| | | 1-2 種 | 3 種 | 4 種 |
| JMA 震度 | 最大速度 Vmax (cm/s) | Tg < 0.4s | 0.4s ≤ Tg < 0.6s | 0.6s ≤ Tg |
| 7 | 116 ≤ Vmax | 0.11 | 0.16 | 0.25 |
| 6 強 | 64 ≤ Vmax < 116 | 0.09 | 0.13 | 0.20 |
| 6 弱 | 35 ≤ Vmax < 64 | 0.07 | 0.10 | 0.16 |
| 5 強 | 20 ≤ Vmax < 35 | 0.05 | 0.07 | 0.12 |
| 5 弱 | 11 ≤ Vmax < 20 | 0.03 | 0.04 | 0.06 |

注： Tg - 地盤卓越周期

出典：さいたま市被害想定調査業務委託

表 4.4.3 道路被害想定結果

| 行政区 | 道路延長 (km) | シナリオ地震 I | | シナリオ地震 II | |
|------------------|-----------|-------------|------|-------------|------|
| | | 被害率 (箇所/km) | 被害箇所 | 被害率 (箇所/km) | 被害箇所 |
| Baganuur | 38.767 | 0.029 | 1 | 0.000 | 0 |
| Bagakhangai | — | — | — | — | — |
| Bayangol | 124.234 | 0.087 | 11 | 0.079 | 10 |
| Bayanzurkh | 152.135 | 0.082 | 12 | 0.068 | 10 |
| Nalaikh | 32.475 | 0.035 | 1 | 0.022 | 1 |
| Songinokhairkhan | 144.957 | 0.088 | 13 | 0.088 | 13 |
| Sukhbaatar | 116.198 | 0.065 | 8 | 0.055 | 6 |
| Khan-Uul | 158.519 | 0.101 | 16 | 0.099 | 16 |
| Chingeltei | 72.407 | 0.061 | 4 | 0.054 | 4 |
| Total | 839.692 | | 66 | | 60 |

出典：調査団作成

(c) 橋梁の耐震性評価

地震による橋梁の被害は、地震動による被害と地盤沈下・液状化など地盤変形に起因する被害がある。UB 市では液状化危険性が低いため、地震動による被害に着目し、評価した。橋梁の耐震性評価は、経験的な評価式による落橋可能性評価に加え、8 橋の静的解析及び 3 橋の動的解析を行い、橋脚の耐震性能を評価した。解析橋梁は単純桁橋であるため、道路示方書に基づき、橋脚 1 基を解析単位とし、橋軸方向と橋軸直角方向の両方向で解析を行い、耐震性が低い方の結果を用いることとした。

(d) 落橋の可能性評価

落橋可能性については統計的な経験判定法を用いて評価した。評価項目、評価値、総合評価点(=各項目評価値の積)及び評価基準を表 4.4.4 に示す(出典:宮城県地震被害想定調査に関する報告書、2004)。

地震ハザード解析で得られた各橋梁地点の地盤最大速度を用いて、各橋梁の落橋可能性を評価した。評価対象橋梁は数十年経過したものもあり、橋梁の健全性を考慮するため、アジルチン跨線橋建設事業準備調査の健全性評価結果を用いて、総合評価点を補正した。健全性 A(対策必要なし)に対して補正係数を 1.0、健全性 B(経過観察)に対して 1.2、健全性 C(対策必要)に対して 1.5 と設定した。シナリオ I、シナリオ II とともに、すべての橋梁の被害ランクが C であり、落橋の可能性がないと判断した。地盤が良いこと、液状化危険度が低いこと、下部工の高さが小さいことが、落橋可能性がないと判断された理由と考えられる。

表 4.4.4 落橋可能性における評価項目、評価値、総合評価点と被害判定基準

評価項目及び評価値

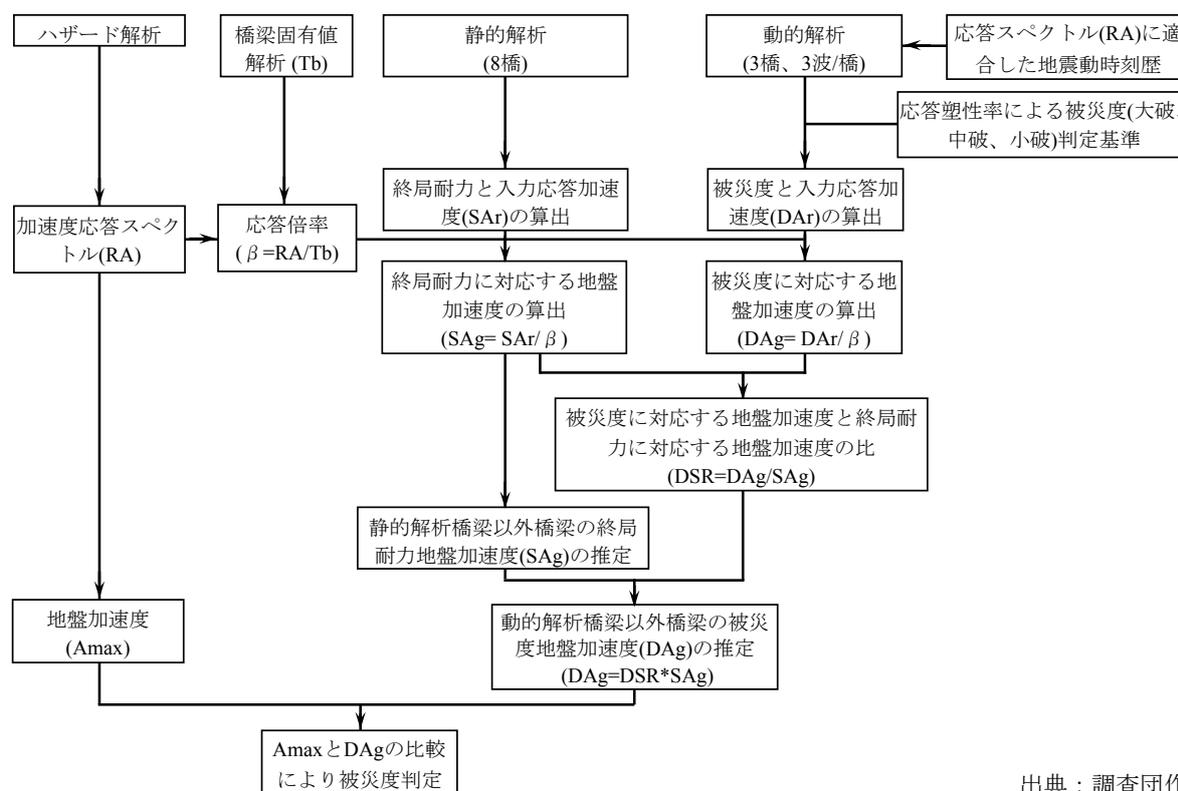
| 項目 | 分類 | 評価値 |
|--------------------------------|---------------------------------|---------------|
| 地盤種類 | 1 種 ($T_g \leq 0.2s$) | 0.50 |
| | 2 種 ($0.2s < T_g < 0.4s$) | 1.00 |
| | 3 種 ($0.4s < T_g < 0.6s$) | 1.50 |
| | 4 種 ($0.6s \leq T_g$) | 1.80 |
| 液状化 | 無 | 1.00 |
| | おそれあり | 1.50 |
| | あり | 2.00 |
| 桁構造 | アーチ・ラーメン | 1.00 |
| | 連続桁 | 2.00 |
| | 単純・ゲルバー | 3.00 |
| 支承 | 落防止あり | 0.60 |
| | 普通 | 1.00 |
| | 二つ可動支承 | 1.15 |
| 下部工高 | $\leq 5m$ | 1.00 |
| | 5-10m | 補間値 |
| | $\geq 10m$ | 1.70 |
| 径間数 | = 1 | 1.00 |
| | ≥ 2 | 1.75 |
| 天端幅 | 広い(桁かかり長(cm)/桁長(m) ≥ 1) | 0.80 |
| | 狭い(桁かかり長(cm)/桁長(m) < 1) | 1.20 |
| 震度階 | 5 弱 ($11 \leq V_{max} < 20$) | 1.00 |
| | 5 強 ($20 \leq V_{max} < 35$) | 1.70 |
| | 6 弱 ($35 \leq V_{max} < 64$) | 2.40 |
| | 6 強 ($64 \leq V_{max} < 116$) | 3.00 |
| | 7 ($116 \leq V_{max}$) | 3.50 |
| 基礎工 | 杭以外 | 1.00 |
| | 杭 | 1.40 |
| 下部工材料 | レンガ・無筋コンクリート | 1.40 |
| | 上記以外 | 1.00 |
| 総合評価点と被害判定基準 (総合評価点=各項目評価値の積) | | |
| 被害ランク | | 評価点 |
| A - 倒壊する、あるいは構造上に大きな変形・変状が存在する | | 55 点以上 |
| B - 変形や変状が部分的に見られる | | 35 点以上 55 点未満 |

| 項目 | 分類 | 評価値 |
|-------------------------------|----|--------|
| C - 被害なし、あるいは被害があってもほとんど影響しない | | 35 点未満 |

出典：宮城県地震被害想定調査に関する報告書

(e) 橋脚耐震性能評価の流れ

ここでは、静的解析と動的解析による橋脚の耐震性能評価手法の概要を説明する。橋脚の被災度判定は独立行政法人土木研究所が提案した橋脚の損傷と応答塑性率の関係を用いることとし、静的解析結果と動的解析結果を基に、解析していない橋梁を含む全橋梁の被害想定手法を提案した。橋梁被害評価の流れを図 4.4.1 に示す。



出典：調査団作成

図 4.4.1 橋脚耐震性評価の流れ

(f) 静的解析と動的解析の対象橋梁

静的解析の対象橋梁は構造物の現況調査で示した 8 橋である。動的解析の対象橋梁は、静的解析対象のうち、地震動特性と終局耐力の異なる 3 橋を選定した。

(g) 橋梁のモデル化

静的解析と動的解析は市販解析ソフト UC-win/FRAME(3D)を用いて実施した。橋脚は集中質点系としてモデル化した。コンクリート強度については「アジルチン跨線橋建設事業準備調査」で実施したシュミットハンマー試験の強度を基に、それにもっとも近い設計基準強度を適用した。鉄筋については設計図によると A-I と A-II (旧ソ連の GOST 規格) であるため、それぞれに相当する日本規格の SR235、SD295A を適用した。

(h) 入力用地震動波形の設定

日本の道路橋示方書では、既往の代表的な強震記録を設計加速度応答スペクトルに近い特性を有するように振幅調整し、位相特性の影響として3波形程度で解析してその平均値を使うことが示されている。本調査ではそれに従って、地震動波形3波を設定した。モンゴルでは強震記録がないため、3波のうちの2波は道路橋示方書で推薦したレベル2、タイプII地震のII種地盤における兵庫県南部地震、JR西日本鷹取駅の記録(NS)と大阪ガス葺合供給所の記録(N27W)を用いた。もう一つの波形は一様乱数位相を用いて人工合成地震動を作成した。

(i) 静的解析結果

静的解析では、応答加速度を10cm/s/s刻みで増加させて、プッシュオーバー解析を実施した。コンクリート、あるいは、鉄筋が許容応力度に達した時点の入力応答加速度を弾性耐力応答加速度とし、モーメント、あるいは、せん断力が終局耐力に達した時点の入力応答加速度を終局耐力応答加速度(SAr)とした。

解析対象の8橋に対しては、終局耐力応答加速度をパラメータとして橋梁の被災度評価ができるが、解析していない橋梁に対しては、固有周期が未知であるため、終局耐力応答加速度をそのまま被災度評価に用いるのには不都合がある。ここでは、解析していない橋梁の被害想定を念頭に、応答加速度の代わりに地盤加速度が使用できるよう、終局耐力応答加速度(SAr)を応答倍率(β)で除して、地盤加速度に換算した。それを終局耐力地盤加速度(SAg)とする。解析橋梁の終局耐力応答加速度および終局耐力地盤加速度を表4.4.5に示す。

終局耐力地盤加速度には1989年を境に違いが見られる。解析対象でない橋梁の終局耐力地盤加速度は、年代に応じて1989年以前の平均値(シナリオI:113cm/s/s、シナリオII:134cm/s/s)、あるいは、1990年以後の平均値(シナリオI:247cm/s/s、シナリオII:267cm/s/s)を用いて推定することとした。

表 4.4.5 解析橋梁の終局耐力地盤加速度

| 橋梁 番号 | 建設年 | 固有周期 (sec) | 終局耐力応 答加速度 SAr (cm/s/s) | シナリオ地震 I | | シナリオ地震 II | |
|----------|------|---------------|-------------------------------|--------------|-------------------------------|--------------|-------------------------------|
| | | | | 応答倍率 β | 終局耐力地 盤加速度 SAg (cm/s/s) | 応答倍率 β | 終局耐力地 盤加速度 SAg (cm/s/s) |
| 4 | 1962 | 0.16 | 140.0 | 1.91 | 73.3 | 2.05 | 68.3 |
| 5 | 1967 | 0.7 | 150.0 | 1.42 | 105.6 | 1.15 | 130.4 |
| 24 | 1971 | 1.3 | 120.0 | 0.96 | 125.0 | 0.78 | 153.8 |
| 18 | 1975 | 0.83 | 180.0 | 1.34 | 134.3 | 1.09 | 165.1 |
| 34 | 1982 | 0.66 | 160.0 | 1.26 | 127.0 | 1.06 | 150.9 |
| 26 | 1989 | 0.24 | 480.0 | 2.10 | 228.6 | 2.13 | 225.4 |
| 19 | 1994 | 0.68 | 280.0 | 1.36 | 205.9 | 1.17 | 239.3 |
| 56 | 2010 | 0.46 | 510.0 | 1.67 | 305.4 | 1.52 | 335.5 |

出典：調査団作成

(j) 被災度判定基準

橋梁の被災度判定について、独立行政法人土木研究所が開発した橋脚の応答塑性率による被災度判定基準を用いた。橋脚の損傷と応答塑性率の関係を図4.4.2に示す。同基準では、被災度判定

指標の応答塑性率は橋梁の適用基準により違う。1980年以前の日本の耐震設計基準は弾性設計であり、1980年の改定で地震時変形性能照査が導入された。また、1990年の改定では地震時保有水平耐力の照査が規定され、その後、レベル1、2地震等、耐震設計が一層強化された。一方、モンゴルの耐震設計基準は、1960-1991年は旧ソ連基準であり、1992年以降モンゴル自身の基準が導入されたが、基本的な部分に変更がなく、どちらも変形に対する照査が規定されていない。そこで、モンゴルの耐震基準は1980年以前の日本のものに相当するとし、橋梁の被災度に対応する応答塑性率は、小破：1.0-1.5、中破：1.5-3.0、大破：3.0以上とした。

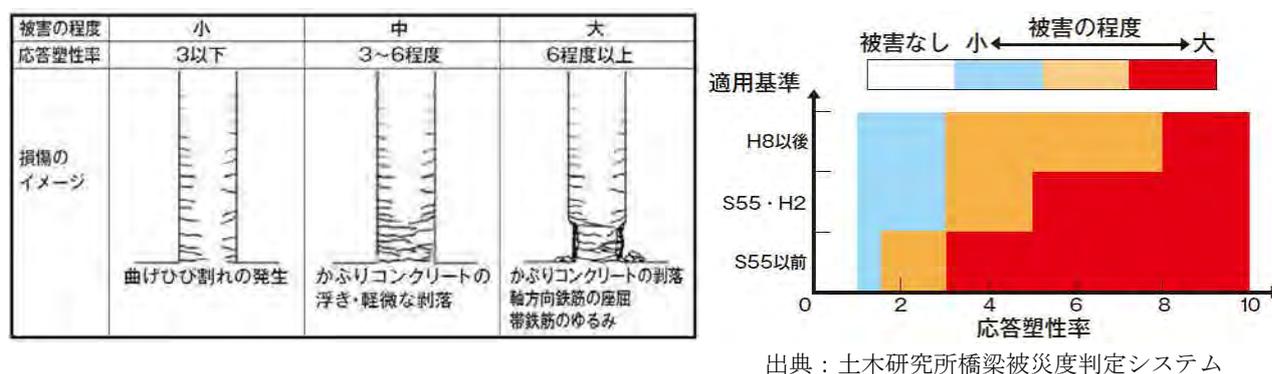


図 4.4.2 橋脚の損傷と応答塑性率の関係

(k) 動的解析結果

動的解析結果を他の橋梁にも活用するため、地震動特性や終局耐力の異なる3橋(橋梁番号5, 19, 26)を解析対象とした。解析では、橋梁の被災度と入力地震動の強さとの関係を調べるため、入力地震動波形の振幅を調整し、被災度判定指標である応答塑性率が1.0、1.5、3.0になるように地震動を確定した。このように得られた入力地震動の応答加速度は静的解析する場合の入力応答加速度となり、また、この応答加速度は応答塑性率と一対一の対応関係である。ここでは、それを被災度応答加速度(DAr)とする。静的解析時と同様に、被災度応答加速度(DAr)を応答倍率(β)で除し、被災度地盤加速度(DAg)を求めた。

動的解析結果と静的解析結果を結びつけるため、ここでは、動的解析の被災度地盤加速度と静的解析の終局耐力地盤加速度の関係を調べ、両者の比(DSR)を計算した。その結果を表4.4.6に示す。被災度地盤加速度と終局耐力地盤加速度の比には橋梁構造、入力波形位相の影響があるものの、解析した9ケース(3橋×3波/橋)の比は概ね一定である。よって、この9ケースの平均値(DSRa)を用いて終局耐力地盤加速度より被災度地盤加速度を推定することとした。

表 4.4.6 被災度地盤加速度と終局耐力地盤加速度の比

| 橋梁 | 入力地震動 | シナリオ I | | | シナリオ II | | |
|----|---------|--------|-------|-------|---------|-------|-------|
| | | 応答塑性率 | | | 応答塑性率 | | |
| | | 1.0 | 1.5 | 3.0 | 1.0 | 1.5 | 3.0 |
| 05 | Random | 0.753 | 1.205 | 2.350 | 0.688 | 1.438 | 2.877 |
| | II-II-1 | 0.843 | 1.386 | 2.741 | 0.844 | 1.564 | 3.096 |
| | II-II-3 | 0.934 | 1.356 | 2.259 | 0.938 | 1.501 | 2.658 |

| | | | | | | | |
|----------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 19 | Random | 0.762 | 1.378 | 2.351 | 0.747 | 1.479 | 2.615 |
| | II-II-1 | 0.778 | 1.540 | 2.562 | 0.837 | 1.494 | 2.839 |
| | II-II-3 | 0.892 | 1.232 | 2.189 | 0.837 | 1.718 | 2.465 |
| 26 | Random | 1.083 | 1.319 | 1.861 | 1.160 | 1.637 | 2.529 |
| | II-II-1 | 1.049 | 1.353 | 2.199 | 1.131 | 1.637 | 2.440 |
| | II-II-3 | 1.218 | 1.522 | 2.199 | 1.279 | 1.785 | 2.529 |
| Average (DSRa) | | 0.924 | 1.366 | 2.301 | 0.940 | 1.584 | 2.672 |

出典：調査団作成

(I) 橋梁の耐震性評価

ここでは、静的解析結果と動的解析結果を用いて橋梁の被災度を評価する。評価手順は以下のとおりである。

- 静的解析対象の 8 橋において、それぞれの終局耐力地盤加速度を使い、その他未解析橋梁において、建設年により終局耐力地盤加速度(SAg)を推定する。
- 動的解析対象の 3 橋において、解析 3 波の被災度地盤加速度の平均値を使い、その他未解析橋梁において、被災度地盤加速度と終局耐力地盤加速度の比の平均値(DSRa)を用いて、SAg により、被災度地盤加速度(DAg)を推定する。つまり、

$$DAg_i = DSRa_i * SAg$$

ここで、i は応答塑性率を表す添字であり、1.0、1.5、3.0 である。

- ハザード解析で得られた橋梁地点の地盤加速度(Amax)と橋梁の被災度地盤加速度を比較し、橋梁の被災度を評価する。

無被害： $A_{max} < DA_{g1.0}$

小破： $DA_{g1.0} \leq A_{max} < DA_{g1.5}$

中破： $DA_{g1.5} \leq A_{max} < DA_{g3.0}$

大破： $DA_{g3.0} \leq A_{max}$

橋梁の被害想定として、ここで得られた橋脚の被害想定結果と(i) 落橋の可能性評価の結果を併せて表 4.4.7 に示す。シナリオ I においては、大破 28 橋で、被害率は 42%、シナリオ II においては、大破 22 橋で、被害率は 33% である。一方、2012 年 10 月に開通した太陽橋において、鋼製橋梁であるため、この被害想定手法が直接適用できない。しかし、モンゴルの橋梁については、最近建てられたものは耐震性が高いという傾向があるため、太陽橋は耐震性が高いと判断した。また、太陽橋の南に位置する建て替えられた新しい橋(旧 22)は、解析が実施された 2010 年に建設された橋梁(56)の耐震性を参考に、耐震性が高いとし、地震時の通行は問題ないと考えられる。

モンゴルでは、過去の地震による橋梁の被害データがないため、被害想定結果の検証はできない。なお、アルメニアスピタク地震では橋梁の被害が発生した報告があり、想定地震動が設計地震動を大きく上回ることが橋梁の被害をもたらした要因と考えられる。

表 4.4.7 橋梁の被害想定結果

| ID | 橋梁名 | シナリオ I | | | シナリオ II | | |
|------|---|------------------|------|------|------------------|------|------|
| | | Amax (cm/s/s) | 橋脚被害 | 落橋被害 | Amax (cm/s/s) | 橋脚被害 | 落橋被害 |
| 4 | Arslantai Bridge | 338.9 | 大破 | 無 | 353.3 | 大破 | 無 |
| 5 | Uliastai tsaad Bridge /Left/ | 318.9 | 大破 | 無 | 409.4 | 大破 | 無 |
| 6 | Uliastai tsaad Bridge | 343.0 | 大破 | 無 | 445.1 | 大破 | 無 |
| 7 | Uliastai tsaad Bridge | 336.8 | 大破 | 無 | 442.9 | 大破 | 無 |
| 8 | Bridge over the Hol river | 238.6 | 中破 | 無 | 312.3 | 中破 | 無 |
| 9 | Chuluut am Bridge | 226.8 | 中破 | 無 | 269.3 | 中破 | 無 |
| 10 | Bayanzurkh Bridge | 316.3 | 大破 | 無 | 423.3 | 大破 | 無 |
| 11 | Zaisan West am Bridge | 325.6 | 大破 | 無 | 349.6 | 中破 | 無 |
| 12 | Bridge in front of the 14th khoroo | 331.2 | 大破 | 無 | 347.1 | 中破 | 無 |
| 13 | Enkhtaivan Bridge | 344.9 | 大破 | 無 | 363.8 | 大破 | 無 |
| 14 | Yarmag Bridge | 389.0 | 大破 | 無 | 420.9 | 大破 | 無 |
| 15 | Yarmag Bridge to Airport | 425.7 | 大破 | 無 | 473.8 | 大破 | 無 |
| 16 | Tolgoit Parallel Bridge | 408.4 | 大破 | 無 | 436.2 | 大破 | 無 |
| 17 | Selbe dund Bridge | 351.9 | 中破 | 無 | 369.7 | 小破 | 無 |
| 18 | Dund gol Deed Bridge | 348.1 | 大破 | 無 | 366.5 | 中破 | 無 |
| 19 | Ikh Tenger Bridge | 334.5 | 中破 | 無 | 358.1 | 小破 | 無 |
| 20 | Ikh Tenger dwon stream Bridge | 314.4 | 大破 | 無 | 337.4 | 中破 | 無 |
| 21 | Zaisan Bridge | 374.1 | 大破 | 無 | 400.9 | 大破 | 無 |
| 23 | Dund gol Dood Bridge | 400.0 | 大破 | 無 | 427.1 | 大破 | 無 |
| 24 | Songolon Bridge | 423.9 | 大破 | 無 | 474.9 | 大破 | 無 |
| 25-1 | Turgen river Bridge-1 | 417.0 | 大破 | 無 | 516.5 | 大破 | 無 |
| 25-2 | Turgen river Bridge-2 (closed to traffic) | 595.2 | 大破 | 無 | 540.8 | 大破 | 無 |
| 26 | Poultry farm Bridge | 774.8 | 大破 | 無 | 671.2 | 大破 | 無 |
| 27 | Gurvaljin Bridge | 393.2 | 中破 | 無 | 418.2 | 小破 | 無 |
| 28 | Naran Bridge | 369.1 | 大破 | 無 | 394.0 | 大破 | 無 |
| 29 | Bridge behind of Meat Factory | 384.7 | 大破 | 無 | 412.7 | 大破 | 無 |
| 30 | Nairamdal Bridge | 369.8 | 大破 | 無 | 408.2 | 大破 | 無 |
| 31 | Rashaant Bridge | 269.3 | 小破 | 無 | 271.9 | 小破 | 無 |
| 32 | Khailaast Bridge | 293.8 | 大破 | 無 | 301.4 | 中破 | 無 |
| 33 | Chingeltei Bridge | 259.4 | 中破 | 無 | 264.1 | 中破 | 無 |
| 34 | Sharga Morit Bridge | 260.6 | 中破 | 無 | 265.0 | 中破 | 無 |
| 35 | Selbe gol Deed Parallel Bridge -1 | 292.4 | 大破 | 無 | 302.5 | 中破 | 無 |
| 36 | Selbe gol Deed Parallel Bridge -2 | 292.4 | 大破 | 無 | 302.4 | 中破 | 無 |
| 37 | Bridge for behind of Chinggis hotel | 318.1 | 小破 | 無 | 330.4 | 小破 | 無 |
| 38 | Dambadarjaa Bridge | 279.8 | 小破 | 無 | 283.6 | 小破 | 無 |
| 39 | Dambadarjaa naad Bridge | 248.1 | 小破 | 無 | 263.2 | 小破 | 無 |
| 40 | Gachuurt Bridge | 257.7 | 中破 | 無 | 391.2 | 大破 | 無 |
| 41 | Gachuurt Bridge | 233.9 | 中破 | 無 | 343.0 | 中破 | 無 |
| 43 | Nalaikh Bridge | 190.8 | 中破 | 無 | 180.2 | 小破 | 無 |
| 44 | Zaisan East Bridge | 337.5 | 大破 | 無 | 362.4 | 大破 | 無 |
| 45 | Milk factory Bridge | 414.9 | 中破 | 無 | 443.4 | 中破 | 無 |
| 46 | Baruun-uul Dithc Bridge | 414.1 | 大破 | 無 | 446.9 | 大破 | 無 |
| 47 | Bridge over the ditch west behind the 1st khoroolol | 351.0 | 中破 | 無 | 371.9 | 小破 | 無 |
| 48 | Bridge to Khandgait-Sanzai | 228.9 | 小破 | 無 | 236.8 | 無害 | 無 |
| 49 | South Bridge to Khandgait-Sanzai | 236.5 | 小破 | 無 | 244.2 | 無害 | 無 |
| 50 | Tolgoit ger area road Bridge | 306.9 | 小破 | 無 | 328.2 | 小破 | 無 |
| 52 | Bridge behind the 1st district | 353.6 | 中破 | 無 | 374.1 | 小破 | 無 |
| 53 | Naran river Bridge | 424.8 | 中破 | 無 | 461.6 | 中破 | 無 |
| 54 | Damdinsuren street Bridge over the Selbe river | 346.9 | 中破 | 無 | 363.2 | 小破 | 無 |

| ID | 橋梁名 | シナリオ I | | | シナリオ II | | |
|-----|---|------------------|------|------|------------------|------|------|
| | | Amax (cm/s/s) | 橋脚被害 | 落橋被害 | Amax (cm/s/s) | 橋脚被害 | 落橋被害 |
| 55 | Bridge over the ditch west of the 39-th secondary school | 301.1 | 小破 | 無 | 311.5 | 小破 | 無 |
| 56 | New right side Bridge of the Uliastai river Bridge to become parallel | 318.9 | 小破 | 無 | 409.1 | 小破 | 無 |
| 57 | Morin/Horse/Hill Bridge | 505.2 | 中破 | 無 | 594.5 | 中破 | 無 |
| 58 | Khailaast 1.1 km length road Bridge-1 | 263.7 | 小破 | 無 | 270.2 | 小破 | 無 |
| 60 | Bridge behind 1st khoroolol over drainage ditch | 371.2 | 中破 | 無 | 394.8 | 小破 | 無 |
| 63 | Bridge on Chingeltei – Khailaast Road | 251.4 | 小破 | 無 | 256.3 | 小破 | 無 |
| 77 | Wooden bridge rehabilitation work for front side of the Songino's nursing station | 635.6 | 大破 | 無 | 778.1 | 大破 | 無 |
| 78 | Belkh river's RC bridge direction to Dambadarjaa-Belkh road | 247.1 | 小破 | 無 | 299.5 | 小破 | 無 |
| 89 | Bridge for Bayanhoshuu ger area | 315.4 | 小破 | 無 | 330.5 | 小破 | 無 |
| 90 | RC bridge Direction to the Orbit-Takhilt | 465.7 | 中破 | 無 | 511.7 | 中破 | 無 |
| 93 | Golden park bridge of selbe river RC bridge | 306.6 | 小破 | 無 | 317.7 | 小破 | 無 |
| 95 | Songino khairkhan district .4th and 5th khoroo's borderline road | 330.4 | 小破 | 無 | 352.2 | 小破 | 無 |
| 96 | Shadivlan, for Selbe bridge | 267.4 | 小破 | 無 | 269.7 | 小破 | 無 |
| 97 | Goodoin bridge | 255.5 | 中破 | 無 | 258.3 | 中破 | 無 |
| 98 | Upper bridge of Sharga morit | 250.7 | 中破 | 無 | 257.1 | 中破 | 無 |
| 99 | Upper bridge of Chingeltein am | 249.8 | 小破 | 無 | 255.4 | 小破 | 無 |
| 100 | behind the 4th khoroolol flood channel's bridge | 313.9 | 小破 | 無 | 328.1 | 小破 | 無 |
| 103 | Bridge for Bayanhoshuu ger area(north) under construction | 288.4 | 小破 | 無 | 303.0 | 小破 | 無 |

出典：調査団作成

(m) 上水道管路のリスク評価

上水道管路の被害は以下のように算定する。

$$\text{被害箇所数} = \text{被害率 Rsm(箇所/km)} \times \text{管路延長(km)}$$

被害率(Rsm)は、標準被害率(Rs, 箇所/km)及び液状化危険度、管種、管径による補正により計算される。

$$Rsm = Cl \times Cpd \times Rs$$

$$Rs = 2.24 \times 10^{-3} \times (V_{max} - 20)^{1.51} \quad (V_{max} \geq 20\text{cm/s})$$

Cl：液状化補正係数、UB市の液状化危険度を表すPL値は0であるため、Cl=1.0

Cpd：管種、管径による補正係数、表 4.4.8 に示す。

被害想定はUB市が提供された水道管 GIS データについて行った。水道管の総延長は 718.6km である。そのうち 64.5km(約 9%)は管種、管径の情報が含まれているが、残りはこれらのデータがない。管種・管径が不明な管路については、管種は鋼管と铸铁管とし、それぞれの延長は既知データの比率で設定した。管径については、既知データの管径と延長の加重平均値を用いた。被害想定結果を

表 4.4.9 に示す。シナリオ I の被害は 68 箇所、被害率 0.09、シナリオ II の被害は 44 箇所、被害率は 0.06 である。

表 4.4.8 上水管路の管種、管径補正係数(Cpd)

| 管種 \ 管径 | 75mm 以下 | 100-250mm | 300-450mm | 500-900mm | 1000mm 以上 |
|----------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ダクタイル鋳鉄管 | 0.60 | 0.30 | | 0.09 | 0.05 |
| 鋳鉄管 | 1.70 | 1.20 | 0.40 | | 0.15 |
| 鋼管 | 0.84 | 0.42 | 0.24 | | |
| 塩化ビニール管 | 1.50 | 1.20 | | | |
| 石綿セメント管 | 6.90 | 2.70 | 1.20 | | |

出典：首都直下地震による東京の被害想定

表 4.4.9 上水管路の被害想定結果

| 行政区 | 水道管延長 (km) | シナリオ地震 I | | シナリオ地震 II | |
|------------------|---------------|----------------|------|----------------|------|
| | | 被害率 (箇所/km) | 被害箇所 | 被害率 (箇所/km) | 被害箇所 |
| Baganuur | — | — | — | — | — |
| Bagakhangai | — | — | — | — | — |
| Bayangol | 190.202 | 0.112 | 21 | 0.072 | 14 |
| Bayanzurkh | 168.530 | 0.056 | 9 | 0.026 | 4 |
| Nalaikh | 3.961 | 0.001 | 0 | 0.000 | 0 |
| Songinokhairkhan | 107.866 | 0.135 | 15 | 0.097 | 11 |
| Sukhbaatar | 78.752 | 0.059 | 5 | 0.027 | 2 |
| Khan-Uul | 129.031 | 0.126 | 16 | 0.091 | 12 |
| Chingeltei | 40.271 | 0.055 | 2 | 0.026 | 1 |
| Total | 718.613 | | 68 | | 44 |

出典：調査団作成

(n) 下水道管路のリスク評価

下水道管路の被害は、震度、液状化、管種を考慮した被害率(%)と管路の延長により計算される。

$$\text{被害延長(km)} = \text{被害率 Rsm(\%)} \times \text{管路延長(km)}$$

被害率 Rsm を表 4.4.10 に示す。

被害想定は UB 市から提供された下水管 GIS データについて行った。下水管の総延長は 733.8km である。そのうち 135.557km(約 19%)は管種、管径の情報が含まれているが、残りは管種、管径の情報がない。データの不足に対しては、既知の管種延長の比を基に管種、管径を設定することで対応した。被害想定結果を表 4.4.11 に示す。シナリオ I の被害は 192km、被害率 26%、シナリオ II の被害は 176km、被害率は 24%である。

表 4.4.10 下水管路の被害率

| 管種 | 液状化 | 地震動強度(上：震度階、下：地盤速度 V(cm/s)) | | | | |
|-------|---------|-----------------------------|------------------|------------------|-------------------|--------------|
| | | 5 弱 | 5 強 | 6 弱 | 6 強 | 7 |
| | | $11 \leq V < 20$ | $20 \leq V < 35$ | $35 \leq V < 64$ | $64 \leq V < 116$ | $116 \leq V$ |
| 塩ビ・陶管 | すべて | 19.0 | 30.8 | 39.3 | 48.6 | 57.0 |
| その他の管 | 15<PL | 11.4 | 17.4 | 23.1 | 28.0 | 33.4 |
| | 5<PL≤15 | 8.7 | 13.6 | 17.0 | 20.8 | 24.6 |
| | 0<PL≤5 | 8.0 | 12.6 | 15.6 | 19.1 | 22.5 |
| | PL=0 | 7.6 | 12.1 | 14.6 | 18.1 | 21.2 |

出典：首都直下地震による東京の被害想定

表 4.4.11 下水管路の被害想定結果

| 行政区 | 水道管延長 (km) | シナリオ地震Ⅰ | | シナリオ地震Ⅱ | |
|------------------|---------------|---------|----------|---------|----------|
| | | 被害率(%) | 被害延長(km) | 被害率(%) | 被害延長(km) |
| Baganuur | — | — | — | — | — |
| Bagakhangai | — | — | — | — | — |
| Bayangol | 194.967 | 25.561 | 49.835 | 24.020 | 46.831 |
| Bayanzurkh | 166.405 | 24.961 | 41.536 | 21.690 | 36.093 |
| Nalaikh | 0.218 | 22.817 | 0.050 | 14.110 | 0.031 |
| Songinokhairkhan | 111.567 | 27.817 | 31.034 | 26.687 | 29.774 |
| Sukhbaatar | 94.607 | 25.723 | 24.335 | 21.724 | 20.553 |
| Khan-Uul | 126.317 | 26.826 | 33.886 | 26.545 | 33.531 |
| Chingeltei | 39.733 | 27.687 | 11.001 | 23.175 | 9.208 |
| Total | 733.814 | | 191.677 | | |

出典：調査団作成

(o) 配電設備のリスク評価

リスク評価の対象はゲル地区の電柱である。電柱の地震被害は、地盤振動による被害と建物倒壊への巻き込まれによる被害がある(出典：首都直下地震による東京の被害想定)。地盤振動による電柱の被害は下式により評価される。

電柱被害本数＝電柱本数×振動による電柱折損率

建物倒壊への巻き込まれによる被害の評価式は以下のとおりである。

電柱被害本数＝電柱本数×建物全壊による電柱折損率

250m×250m メッシュ毎に、地震ハザード解析により得られた地盤速度、建物リスク評価の建物倒壊率及びメッシュ内の電柱本数を用いて電柱の被害を推定し、各区について集計した。その結果を表 4.4.12 に示す。

表 4.4.12 電柱の被害想定結果

| 行政区 | 電柱本数 | シナリオ地震Ⅰ | | シナリオ地震Ⅱ | |
|------------------|-------|---------|------|---------|------|
| | | 被害率(%) | 被害本数 | 被害率(%) | 被害本数 |
| Baganuur | — | — | — | — | — |
| Bagakhangai | — | — | — | — | — |
| Bayangol | 2060 | 2.302 | 48 | 0.639 | 13 |
| Bayanzurkh | 12242 | 3.217 | 395 | 1.016 | 124 |
| Nalaikh | — | — | — | — | — |
| Songinokhairkhan | 7763 | 2.974 | 231 | 2.075 | 161 |

| | | | | | |
|------------|-------|-------|-----|-------|-----|
| Sukhbaatar | 3123 | 1.889 | 60 | 0.228 | 7 |
| Khan-Uul | 609 | 5.421 | 33 | 4.929 | 30 |
| Chingeltei | 4174 | 1.865 | 78 | 0.408 | 17 |
| Total | 29971 | | 845 | | 352 |

出典：調査団作成

(p) 温水管路のリスク評価

UB 市街地は中央熱供給システムで暖房と温水を供給している。ゲル地区では戸別暖房である。温水供給管路は大部分(82%)が地下埋設であり共同溝形式と直埋形式に分かれている。地上部分は支持構造物により支持され、支持構造物と管路の間は固定されていないケースが多い。地上管路の GIS データが入手できないため、地下埋設管を評価対象とした。

地下埋設管路の被害想定において、このようなシステムが日本に存在しないため、直接適用できるフラジリティがない。一方、温水管は上水管と同じように加圧送水することと管種が類似しているため、地下埋設管のリスク評価は上水管路の被害想定手法を用いて推定することとした。

被害想定は UB 市が提供した地中埋設温水管 GIS データに基づき行った。温水管の総延長は 1109.02km である。そのうち 218.15km(約 20%)は管種、管径の情報が含まれているが、残りは管種、管径データがない。管種表示のあるデータのほとんどが鋼管であることから、管種不明の管路はすべて鋼管とし、管径については、既知データの管径と延長の加重平均値を使うこととした。

被害想定結果を表 4.4.13 に示す。シナリオ I の被害は 97 箇所、被害率 0.09、シナリオ II の被害は 59 箇所、被害率は 0.05 である。

表 4.4.13 温水管路の被害想定結果

| 行政区 | 温水管延長(km) | シナリオ地震 I | | シナリオ地震 II | |
|------------------|-----------|----------------|------|----------------|------|
| | | 被害率 (箇所/km) | 被害箇所 | 被害率 (箇所/km) | 被害箇所 |
| Baganuur | — | — | — | — | — |
| Bagakhangai | — | — | — | — | — |
| Bayangol | 301.547 | 0.090 | 27 | 0.056 | 17 |
| Bayanzurkh | 225.288 | 0.062 | 14 | 0.029 | 7 |
| Nalaikh | — | — | — | — | — |
| Songinokhairkhan | 152.440 | 0.140 | 21 | 0.100 | 15 |
| Sukhbaatar | 151.405 | 0.057 | 9 | 0.027 | 4 |
| Khan-Uul | 210.766 | 0.103 | 22 | 0.071 | 15 |
| Chingeltei | 67.568 | 0.063 | 4 | 0.030 | 2 |
| Total | 1109.014 | | 97 | | 59 |

出典：調査団作成

4.5 火災リスク評価結果

4.5.1 ウランバートル市における建築構造及び火気使用施設

ウランバートル市は集合住宅で構成される中心市街地と周辺部に位置するゲル地区に大きく分けられる。中心市街地は組石造構造物、RC 構造物等で構成されているが、ゲル地区にはゲル（テント）、裸木造建物、煉瓦もしくは木材を中に入れた泥壁構造の 3 通りがみられ、煉瓦もしくは泥壁構造には小屋組部分が木材で出来ているものもある。

また、ウランバートル市における火気使用施設には、ゲル地区での火気使用施設は石炭ストー

ブが殆どであり、暖房及び炊事用に用いられている。電気器具としては、冷蔵庫、TV、ラジオ、アイロン、洗濯機、掃除機、PC等である。集合住宅の火気使用施設は炊事用には電熱コンロを使用している。プロパンガスはほとんどない。暖房はアパートでは全て温水暖房である（温水暖房期間は10月～4月）。エアコンは夏季においてもほとんど必要がないことから設置されていない。電気器具としては、冷蔵庫、TV、アイロン、洗濯機、掃除機、ドライヤー、コンピューター及び関連機器等である。

4.5.2 出火危険及び延焼危険の想定手法

(1) 出火想定手法

地震時における出火を、倒壊建物からの出火と非倒壊建物からの出火で構成されるとし、出火件数は倒壊建物からの出火件数と非倒壊建物からの出火件数の合計とする。

倒壊建物からの出火件数は建築物の被害想定から求められる倒壊建物数に倒壊建物からの出火率を乗じて求める。非倒壊建物からの出火は、建物の用途別に火気使用器具の使用頻度などを考慮し建物用途別に出火率を震度ごとに設定する。出火率の資料は東京都による出火率を用いた。非倒壊建物からの出火件数の算定は、建物用途別に出火率に建物用途別棟数を乗じて用途別建物の出火件数を算定し合算する。

更にウランバートルの建物特性を踏まえた手法の改良を行った。ゲル地域はテントであるゲルが中心で、それらに木造建物、裸木造建物、煉瓦もしくは泥壁構造レンガ造建物が混在している地区であり、ゲルの中心にはストーブがあり、冬には終日石炭を燃やしていることを踏まえ、ゲルからの出火率については建物用途別出火率ではなく、石炭ストーブの地震時の出火率を用いた。

(2) 延焼危険想定手法

延焼危険想定手法には不燃領域率による延焼危険評価手法を用いた。

更に火災危険想定と同様に、ゲル地区についての延焼危険についても想定手法の改良を加えた。ゲル地区はゲルに加え、木造建物、裸木造建物、煉瓦もしくは泥壁構造が混在している地区であり、不燃構造物は少ないために不燃領域率による判定では延焼危険が大となる。ところがゲル地域においても地域内の住宅の密集度には著しい差異があり、既成市街地周辺ではその密度は高く、郊外の丘陵地に展開するゲル地区の住宅密集度は粗である。不燃領域率による評価手法ではその差異が現れないことから、ゲル地域に適応する手法として住宅の密集度を考慮して延焼危険を評価する手法を採用した。この手法は延焼クラスターを用いて建物の密度を関数として延焼の危険性を評価するものである。

4.5.3 出火危険想定及び延焼危険の季節、時刻の条件設定

地震火災は気象条件や火気使用機会の多寡等によってその危険性が異なる特性を持つので、季節や時刻を設定して行う。

ここでは想定地震について

✓ シナリオIとシナリオIIの地震の場合

について、更に

✓ ケース1：冬の夕方、風速10m/secの場合

✓ ケース2：夏の昼、風速3m/secの場合

それぞれの組み合わせの4ケースについて算定した。

4.5.4 出火危険及び延焼危険の算定結果

出火危険、延焼危険ともに 250m メッシュ毎に算定結果を集計し、その結果を表 4.5.1 と表 4.5.2 に示す。また結果を図化したのが図 4.5.1 である。図中に示す延焼危険のランクは 5 段階表示とし、第 1 ランクは 0.00~0.01 棟/メッシュ、第 2 ランクは 0.01~0.1 棟/メッシュ、第 3 ランクは 0.1~1.0 棟/メッシュ、第 4 ランクは 1.0~10 棟/メッシュ、第 5 ランクは 10 棟以上/メッシュで示している。

表 4.5.1 シナリオ I 地震における火災危険度一覧表

| シナリオ I 地震 | 冬の夕方、風速 10m/sec | | 夏の昼 風速 3m/sec | |
|----------------|-----------------|------|---------------|------|
| | 出火件数 | 延焼棟数 | 出火件数 | 延焼棟数 |
| Baganuur | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Bagahangai | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Bayangol | 13 | 1067 | 13 | 648 |
| Bayanzurh | 27 | 1654 | 24 | 884 |
| Nalaih | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Songinohairhan | 27 | 1541 | 26 | 792 |
| Suhbaatar | 15 | 886 | 14 | 453 |
| Hun Uur | 7 | 49 | 7 | 26 |
| Chingeltei | 25 | 2404 | 23 | 1531 |
| UB city Total | 114 | 7601 | 107 | 4334 |

出典：調査団作成

表 4.5.2 シナリオ II 地震における火災危険度一覧表

| シナリオ II 地震 | 冬の夕方、風速 10m/sec | | 夏の昼 風速 3m/sec | |
|----------------|-----------------|------|---------------|------|
| | 出火件数 | 延焼棟数 | 出火件数 | 延焼棟数 |
| Baganuur | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Bagahangai | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Bayangol | 9 | 883 | 6 | 280 |
| Bayanzurh | 20 | 1297 | 8 | 305 |
| Nalaih | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Songinohairhan | 25 | 1434 | 17 | 530 |
| Suhbaatar | 11 | 725 | 3 | 95 |
| Hun Uur | 7 | 64 | 5 | 23 |
| Chingeltei | 19 | 1938 | 7 | 478 |
| UB city Total | 91 | 6341 | 46 | 1711 |

出典：調査団作成

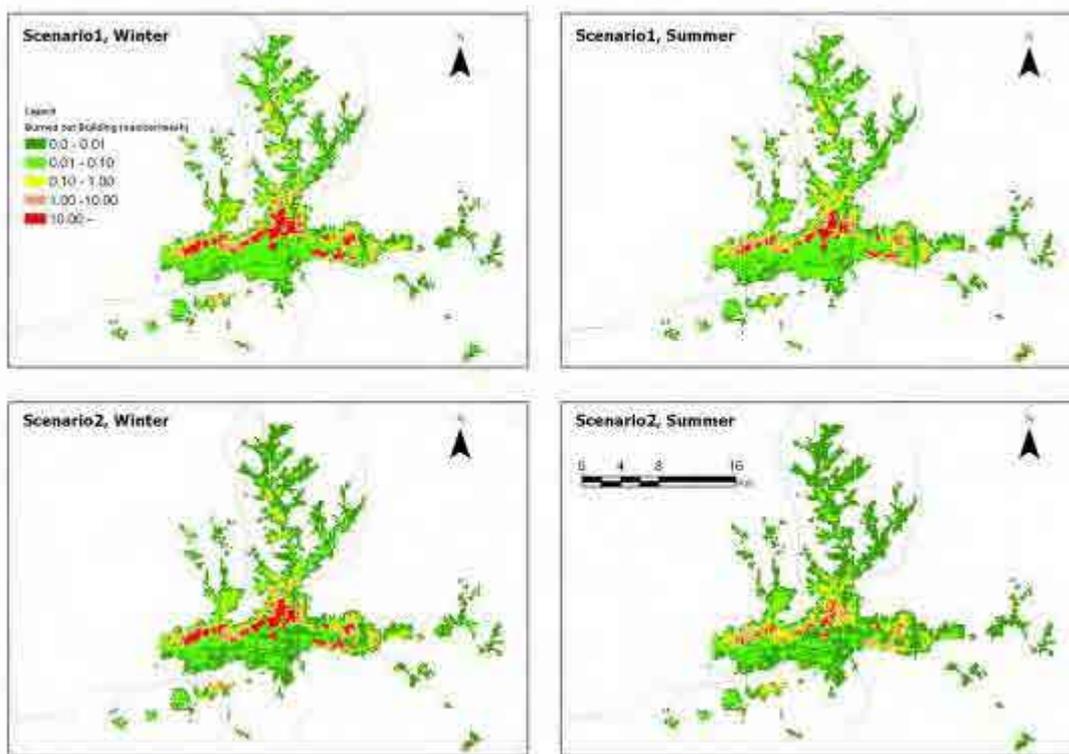


図 4.5.1 火災危険評価結果図

4.5.5 考察

冬の夕方風速 10m/sec 及び夏の昼風速 3m/sec をシナリオ I 地震とシナリオ II 地震について評価した結果、火災危険度評価図に示されるように、既成市街地の周辺に立地しているゲル地区（これらの地区は利便性もありゲル地区の中の建物の密集度合いが非常に高い）において火災危険度が高いことが判る。

火災危険度の高い地域は既成市街地近くの周辺部に多く見られ、その地区は緩やかな丘陵地帯に広がっている。同時にそれらの地区には道路、水道といった消防活動に基幹的なインフラは整備されておらず消防活動の困難が想定されることから、延焼火災による焼失棟数は大きくなると想定される。

4.5.6 火災による人的被害

火災による人的被害については平常時の過去の住宅火災における人的被害を基に、火災出火件数に対して平常時における死者、負傷者の発生率を求め、出火件数を乗じて、人的被害を求めた。

延焼建物での人的被害については、その原因の多くは倒壊建物内において脱出できずに火災によって死亡する場合、または周辺の家屋が全て火災で取り囲まれて焼死する場合である。UB 市においては集合住宅等がある既成市街地では延焼が非常に少ないこと、殆どの火災がゲル地区からの出火であるが、非出火ゲルからの脱出は容易であること、またゲル地域における恒久住宅への延焼危険は存在するが、それらが倒壊しない限り延焼火災からの避難は可能と考えられること、さらに倒壊建物から脱出できずに延焼火災で犠牲となる場合では、建物倒壊による人的被害と重複して計上する恐れがあること等から、出火件数を基として火災による人的被害を想定した。想定

結果を表 4.5.3 に示す。

表 4.5.3 地震火災による人的被害（人）

| | シナリオⅠ地震 | | シナリオⅡ地震 | |
|----------|---------|----|---------|----|
| | 冬夕 | 夏昼 | 冬夕 | 夏昼 |
| 火災による死者 | 48 | 27 | 40 | 6 |
| 火災による負傷者 | 48 | 27 | 40 | 6 |

出典：調査団作成

なお、火災リスクの評価における現況調査、現地視察調査、火災リスク評価手法及び火災による人的被害に関する詳細はサポーティングレポートを参照のこと。

第 5 章 地震防災計画

5.1 地震防災計画の方針

地震防災計画への提言を行うため、防災計画の現状と課題を検討し、明らかになった課題を踏まえて、以下の項目ごとに検討を行った。防災計画の現状と課題の検討についてはサポーティングレポートを参照のこと。

- ◆ 5.1.1 において地震防災対策として進めるべき事項
- ◆ 5.1.2 において地震防災計画の修正項目

5.1.1 地震防災対策として進める必要性の高い項目

(1) 地震による直接的被害を減じる対策

ウランバートル市の地震対策においてもっとも重要な課題は、地震によって起きる恐れの高い被害を低減させることである。

- ✓ 建物の地震被害対策
- ✓ ゲル地区における地震火災の出火と延焼による被害対策

(a) 建物の耐震対策

居住建築物の被害により人的被害を生じさせるのみならず、居住場所を失うことによるその後の生活再建に多大な労力を要することとなる。住居とともに学校建築もこれに属する。

- ✓ 住宅、学校を含む建築物の耐震性の強化。
- またこれらの建築物のみならず、災害対応を行う機関の建築物も倒壊によりその機能を失い災害対応能力の著しい低下を生じる。その点からも緊急性の高い重要事項として
- ✓ 災害対応関連機関の建物の耐震化対策、災害対策本部、消防機関、医療機関等

(b) 建物の防火対策

ゲル地区における可燃性住宅及びその敷地を囲む木材による塀は、出火及び延焼の危険が高い。特に周辺市街地に近いゲル地区ほど密集度が高くその危険が高い。

- ✓ ゲル地区における可燃建築物への防火対策

(2) 災害対策活動に阻害となる要因を減じる対策

被害の発生自体を防ぐ努力をしても実際にはさまざまな被害が発生するので、災害対策活動を行う必要があり、それらの活動が円滑に進むための準備を行っておくことが重要となる。災害対策活動の阻害になる要因を減じる必要がある重要事項として、

- ✓ 道路の機能確保、ライフラインの機能確保対策、
 - ✓ 災害時に適切に行動するための教育啓蒙対策
- が挙げられる。

(a) 災害対応活動の基幹となる道路機能及び空港機能の維持対策

災害対策要員、資機材、物資の移動を可能ならしめる道路機能の維持が対策 2 にかかる重要項目として挙げられる。道路機能の維持対策としては、道路損傷部分の緊急復旧、沿道建物の倒壊や落下物、跨道構造物等の落下などの道路障害物の除去等のハード対策とともに、交通規制、代

替道路の指定等のソフト対策も重要となる。またウランバートル市はモンゴル国民の半数が住んでおり、周辺都市は比較して規模の小さな都市である。それだけに首都が地震災害に見舞われたときに周辺都市からの必要物資等の支援は必ずしも十分ではないことが想定される。また都市間道路や鉄道も十分な容量を期待することが困難と考えられるので、空輸による物資の支援が主体となる。そのためにチンギスカン空港の地震時に対応する機能の維持と空港と都心部を結ぶ道路の整備の必要性が高い。

(b) ライフラインの耐震性強化対策

電力、上下水道及びウランバートルの既成市街地では温水供給システムを含めライフライン施設は生活をする上での必須設備である。ガスの供給がないために調理等の熱源を電気に依存しているために、電力への生活の依存の程度は高い。温水供給システムは暖房を担っているために冬季には必要不可欠なライフラインである。一方ウランバートル市民の6割以上の人々は伝統的な移動式住宅であるゲルに居住している。ゲル地区には電気は供給されているが上下水道はなく、一日に数回キョスクでポリタンクで水を購入する。調理、暖房の熱源は伝熱器か石炭ストーブである。地震発生時にも若干の水と熱源としての石炭はあり、停電が発生したとしてもまったく困ることにはならない。しかしウランバートル市の半数近くはライフラインの停止で生活に困窮し、都市としての機能も停止するためにライフラインの重要性は変わらないといえよう。ゲル地区での生活様式は、ウランバートル市の地震対策にとって一つの代替性を持つものとして、ライフライン停止時にその利用を図ることが可能である。

(c) 災害時に適切に行動するための教育啓蒙対策

行政がどれほどの災害対策を行ったとしても、住民が地震発生時に適切な行動をとることが出来なければ被害の低減は期待できない。地震時の身の安全の守り方、迅速な避難、火災原因の除去、初期消火、要援護者への支援など、住民の行動に依存することは多い。ウランバートルにおける過去の地震経験の少なさによるものであるが、住民の災害時に適切に行動するための教育啓蒙活動は必要不可欠である。本対策については第9章を参照のこと。

(3) 災害対策をより円滑に進めるために必要な対策

災害対策をより円滑に進めるために必要な対策として必要な対策項目としては、

- ✓ 防災関連機関の災害対策のためのマニュアルの作成と周知
 - ✓ 被災状況を把握するための情報収集システムの導入
 - ✓ 災害時に専門性を発揮する専門家ネットワークの構築
- が挙げられる。

(a) 防災関連機関の災害対策のためのマニュアルの作成

ウランバートル市の地震防災計画には地震防災対策として進めるべき事項が多く示されている。しかしながらそれらの記述は、推進すべき項目を示してある上位計画であり、実務として進めるときに必要な手法や情報が用意されていない。そのために実際に災害が発生した場合に作業が進まない恐れが高い。また消防、警察、軍等の平素より指揮命令系統が明確な部局においてはともかく、計画部局、事業部局、総務部局等においては災害時対応には不慣れなために、誰が何をどのようにするのか理解することも難しく対応が遅れることとなる。例えば学校が避難場所と

なった時の対応など様々な混乱が起きる恐れがある。これらについては、具体的な手法や情報を入れ込んだマニュアルを準備しておく必要がある。このマニュアルには地震防災計画に含める場合もあれば別途マニュアルとして用意することも可能である。

(b) 被災状況を把握するための情報収集システムの導入

地震災害発生直後においては被災状況を把握することが困難である。そのような状況にあつて被災状況を把握する対策を様々な手法を用いて準備しておくことが望まれる。映像による情報収集システム（テレビ塔、市役所屋上等からの常時カメラ映像の把握、テレビ局の撮っている市街地映像の共有等）、災害対策機関の専用の通信システム、消防・警察の同一波通信システム等それぞれの機関の特性に応じた情報通信システムの導入が望まれる。

(c) 災害時に専門性を発揮する専門家ネットワークの構築

地震にしてもその他の災害にしても日常的な出来事ではないために、そのような事態に対応するためには日ごろからの対応では対処がつかない事柄が多く、そのための専門を有し、必要に応じて参集してその専門的能力を発揮することが必要になる。しかしそのような専門性が求められる場合は多くはないために、それだけを専門としては職業としては成り立たないことが多い。そのために、広く専門家を育成し、必要に応じて被災地に参集して有事にあたる専門家とそのネットワークを構築しておくことが必要となる。

医療の指導、調整を行う専門家の育成

地震災害時には建物の倒壊等で多くの負傷者が発生する恐れがある。それらの患者が多く病院に運び込まれ、病院の医師や看護婦の能力を超えることもあれば、医薬品の不足等又施術不能ということも被害によっては生じる。そのような状況において平常時と同様の手厚い看護を一人の患者に行うことにより、他の多くの助かる患者を救うことが出来なくなる場合も生じる。多数の患者に対して持てる能力、資機材をどのように使うことによってより多くの人々を助けることが出来るかは平常時では考えられない選択をする必要もある。また他都市場場合によっては外国の医療機関への搬送を行い、対応するといった広域のネットワークを生かす必要も生じる。このような災害時医療の専門家を育成しておくことが重要となる。

被災建築物の使用の可否を判定する制度の導入

災害対策に関わる機関がその機能を震災時に果たすためには、本部や基地となる建物が余震等に対して安全で使用可能なのは重要な要素である。例えば災害対策本部の建物、避難場所となる学校の建物、負傷者の治療を行う病院の建物等、その必要性は高く、震災後の直ぐの段階で実施される必要がある。このための技術基準と判定を行う技術者を動員する制度として応急危険度判定制度がある。この制度を導入し、災害対策の推進を円滑に行う方策を導入する必要性は高い。

本制度についてはモンゴルにおける導入を推進するため、応急危険度判定制度創設に向けたガイドランとして取りまとめた。（第7章資料編参照）

(仮称) モンゴル水道管工事協議会の災害時支援協定

都市生活において不可欠なライフラインは水道管、下水道管、温水管、その他の共同溝等多く地下に埋設され、その延長は長距離に及ぶ。更に地震災害は地面が振動することが主な外力であるので、地下に埋設されているライフライン施設は大きく被害を受ける恐れが大きい。それらを短期間に復旧するには、日常時の工事のペーストは比較にならないほど迅速に大量に工事を実施する必要がある。それほどの数の施工業者はウランバートルでは供給できず、広く全国からの協力を得なければ対応できない。全国の水道管工事業者の協議会で相互に応援を行う協定を結んでおくことで、多くの施工業者が集合し、短期間に被害の復旧を行うことが可能になる協定を検討する必要性は高い。

5.1.2 地震防災計画の修正が望ましい事項の検討

(1) 地震防災計画の構成

(a) 地震防災計画に不可欠な構成要素

地震防災計画には次の構成が求められる。

- ✓ 計画の基本方針
- ✓ シナリオ地震と被害想定
- ✓ 減災目標
- ✓ 中央政府、地方政府、企業、市民の役割
- ✓ 予防計画
- ✓ 応急対応計画
- ✓ 復旧計画

現行のウランバートル市防災計画では、上記のうちシナリオ地震と被害想定、減災目標、中央政府・地方政府・企業・市民の役割が含まれていない。

- ✓ シナリオ地震と被害想定については、本プロジェクトにおいて策定した。
- ✓ 減災目標については、地震対策を行う目標設定を行い、これを公にすることが重要となる。
- ✓ 中央政府・地方政府・企業・市民の役割については、なぜ市民、企業が地震防災において役割を担う必要があるのかと、それぞれどの役割を持つかを示す。

(b) 計画の基本方針

計画の基本方針には次に示す項目を記述する。

- ✓ 計画の目的及び前提
- ✓ 計画の構成
- ✓ 計画の習熟
- ✓ 計画の修正

(c) シナリオ地震と被害想定

計画の対象となる地震の規模等の記述及び地震による想定される被害の状況を記述する。

(d) 減災の目標

減災の目標においては、地震防災対策によって何を達成しようとするのか、その目標を示す。例えば、

- ✓ 目標 1 : 地震による死者数を半減させる、
 - ✓ 目標 2 : 地震による負傷者数を半減させる
- といった目標を設定し、それを達成するための計画であることを明示する。

(e) 中央政府、地方政府、市民、地域、企業の役割

地震防災計画の推進主体が行政だけではなく、住民、地域、企業がそれぞれに対策を行うことで減災目標を達成することを示すとともに、なぜ行政、住民、地域、企業がかかわらなければならないか、そしてそれぞれの役割はなにかを記述する。

(f) 予防計画、応急対応計画、復旧計画

これらの項目は、すでにウランバートル市防災計画に項目として立てられているものであり、それらについて付加またはより具体的に記述すべき項目については次節に述べる。

(2) 地震防災計画の構成について検討と修正の提案

(a) 予防計画についての災害項目ごとのまとまりの提案

防災対策における大きな分類ごとに計画を記述することを提案する。現在の防災計画では予防計画の中に様々な課題が並列的に記述されており、災害対策の大きな分類ごとにまとめられた構成となっていないために大きな分類ごとに何をどこまで進めるのかという計画目標が判りにくい。

対策は一般的にさまざまな項目の対策が補完し合って機能するものであるため、個別の対策が述べられることにより全体としての機能をどこまで果たしうるのかの判断が容易でなくなる恐れがある。そこで次のような、対策の大きな分類ごとに計画を提示することを提案する。以下はそれら分類の例である。

- ✓ 災害に強い都市づくり
- ✓ 建築施設の安全化
- ✓ 出火延焼の防止
- ✓ 応急活動拠点の整備
- ✓ 地域防災力の強化
- ✓ 企業継続計画
- ✓ 地震に関する調査研究

(b) 応急対応計画及び災害復旧計画についての災害項目ごとのまとまりの提案

予防計画と同様に応急対応計画及び災害復旧計画においても大きな分類による記述を行うことを提案する。以下はその項目の例である。

- ✓ 初動態勢
- ✓ 情報の収集・伝達
- ✓ 応援協力・派遣要請
- ✓ 警備・交通規制
- ✓ 緊急輸送対策
- ✓ 救助・救急対策
- ✓ 消防・危険物対策
- ✓ 医療救護等対策

- ✓ 避難者対策
- ✓ 飲料水・食料・生活必需品等の供給
- ✓ ごみ処理・トイレの確保及びし尿処理・がれき処理
- ✓ 遺体の取り扱い
- ✓ ライフライン施設の応急・復旧対策
- ✓ 公共施設等の応急・復旧対策
- ✓ 公共土木施設等
- ✓ 応急生活対策

5.1.3 地震防災計画の修正が望ましい事項についての具体的検討

(1) 医療救護等計画の考え方

「医療の指導、調整を行う専門家の育成」を含めた災害時医療計画の考え方について、以下に述べる。

災害時医療計画の考え方

医療においては、負傷者等の治療対象者の想定、負傷者搬送の課題、病院の被害等からの治療施設、医療従事者又医薬品等の数量、治療対応が被災地で困難な場合の広域医療体制と患者の輸送、限られた治療体制の中で効果的な対処を行うためのトリアージの制度の導入等が災害時医療計画として纏められ、それらの課題を克服するため具体的な対応課題が示されていることが望ましい。

現行計画には以下の項目が定められている。

- 災害の抑止対策として
 - 0.23 移動可能病院プロジェクト形成
 - 0.26 耐震病院の建設
 - 3.2 国立学校の耐震診断
 - 3.4 保健施設の耐震診断
- 災害の軽減策として
 - 1.6 災害時医療訓練
- 応急対応策として
 - 0.26 震災時血液確保
 - 5.8 災害時医療計画
 - 5.13 疫病対応
 - 5.22 災害医療活動
- 復旧対策として
 - 6.3 被災者高度医療支援

等がすでに挙げられている。

これらの対策が有効に機能するために災害時医療計画としての取りまとめが望まれる。

更に付け加えられることが望ましい項目として、

- ✓ 民間病院の耐震性診断、補強、
- ✓ 災害現場におけるトリアージ
- ✓ 広域医療機関ネットワークの構築

等が考えられる。

(2) 中央政府、地方政府、市民、地域、企業の役割

「地震防災対策の主体である中央政府、地方政府、市民、地域、企業の役割」について、それぞれにどのような役割があり、それらを周知させるためにも防災計画の公表が必要なことを記述している。(第7章資料編参照)

なおこの部分についてウランバートル市に対して検討案として提示したところ、2013年3月修正版ウランバートル市地震防災計画に取り入れられている。(資料編2013年3月修正版ウランバートル市地震防災計画参照)。

(3) 都市防災マスタープラン策定のためのガイドライン

「都市づくりの考え方」について、ウランバートル市の都市計画及び都市整備を担当するウランバートル市都市建設局が、すでに作成している都市マスタープランと整合性を取って都市の防災性強化の計画を立てるために、都市防災マスタープランの計画策定を提案し、「都市防災マスタープラン立案のためのガイドライン」を策定した(第7章資料編参照)。

(4) 応急危険度判定制度創設のためのガイドライン

「被災建築物の使用の可否を判定する制度の導入」は、モンゴル側の必要性の認識が高いため、その制度の創設に向けたガイドラインを作成した(第7章資料編参照)。

5.1.4 本節のまとめ

表 5.1.1 地震防災計画の修正検討のまとめ

| 強化する対策 | 特に強化する項目 | | |
|-------------|-------------|------------|-------------------|
| 災害対策 | 建物の耐震対策 | 重要構造物 | 災害対策本部の建物 |
| | | | 消防、警察の建物 |
| | | | 医療機関の建物 |
| | | | 学校の建物 |
| | | 公共構造物 | |
| | | 古い集合住宅 | |
| | 建物の防火対策 | ゲル地区の建物 | 木造建物の不燃化 |
| | 道路機能の確保 | 道路構造物 | 橋梁の耐震性の強化 |
| | | 沿道建築物の道路障害 | 沿道建物からの外壁、看板の落下防止 |
| | | 代替道路の指定 | |
| | | 災害時交通規制 | |
| | 空港機能の強化 | | |
| | ライフライン施設の強化 | 電気 | |
| | | 水道 | |
| | | 温水システム | |
| | 防災教育 | 地震の基礎的知識 | 地震時の身の守り方 |
| | | 災害への対応力 | 初期消火 |
| | | 災害への準備 | |
| | マニュアルの作成 | 非常時の対応力 | 計画部局、事業部局、教育部局等 |
| 情報収集システムの強化 | 被災状況の把握 | 屋上カメラ、 | |
| | | 警察、消防共通波通信 | |
| | | 衛星通信 | |
| 専門家ネットワーク | 災害時医療 | トリアージ | |
| | 建築専門家 | 被災建築物判定 | |
| | ライフライン復旧 | 水道事業者協会等 | |

| | | | |
|------------|-------------------------|--------------------|-------------------------|
| 防災計画の構成 | 基本的構成 | 対策の基本となる災害状況 | 被害想定 地震シナリオ |
| | 減災の目標の設定 | 減災の目標とするレベル | |
| | 行政、住民、地域、企業の役割 | 災害対策の主体と役割を明らかにする。 | 計画は印刷され関係者に配布する。公表を検討する |
| | 災害対策分野ごとの計画の記述 | 災害対策分野間の関連が判るようになる | |
| ガイドライン等の提案 | 医療救護等計画の考え方 | | |
| | 中央政府、地方政府、市民、地域、企業の役割 | | |
| | 都市防災マスタープラン策定のためのガイドライン | | |
| | 応急危険度判定制度創設のためのガイドライン | | |

5.2 地震災害シナリオの設定

5.2.1 災害発生シナリオ

(1) シナリオ地震

地震リスク評価では、シナリオⅠ（ホスタイン断層による地震動）及びシナリオⅡ（エミールト断層による地震動とグンジン断層による地震動の最大値）の2通りの地震動マップを算定した。本結果を基に、地震災害シナリオを決定する。

(2) 地震発生時期

地震発生時期等の条件として、5-6月に風の強い時期があるが、火気使用の多さ等の火災危険が高いこと、又厳冬期の地震後の生活を考え、冬期を前提とする。また、火災発生時刻については火気使用が多い夕方とする。

5.2.2 シナリオ項目

(1) 対応期に準じた4期

本調査では地震災害に対応する時期別に以下の4段階で作成する。

緊急対応期

応急対応期

復旧対応期

復興期

(2) 対応期ごとのシナリオ項目

各対応期ごとに想定を作成する小項目について、以下の小項目を設定する。

緊急対応期

- 災害対策本部
- 救助活動、消火活動
- 災害時医療活動
- 避難

応急対応期

- 食料、飲料水の供給
- 電気、温水、燃料等の供給

- 仮設住宅、住宅の供給
- 災害支援

復旧対応期

- 教育
- 道路等インフラ復旧
- がれき処理

復興期

- 生活再建

5.2.3 対応期別シナリオ

シナリオは下記の表の形式を用いて、小項目ごとに作成することとする。

表 5.2.1 対応期別シナリオの表形式 (例：災害対策本部)

| 被害状況の記述 | 建築物被害、ライフライン被害等、項目に関わる被害想定結果を記述する。 | |
|-------------------------------|--|--|
| 発災後の期間の記述 例：災害当日～3日 | 災害対応活動 | 改善策 |
| | ・シナリオの対象者の置かれた状況を明らかにする為に、立場、状況を記述する。 ・状況の設定以降は、記述が長くなることを避けるために、対応することが必要となる事態を簡易に記述する | ・起きる事態に対して、事前に整備しておくことが望ましい計画、制度、システム、事業、備蓄等の準備を改善策を示している。 |
| ・各項目の末尾に、被害状況図表等必要と思われる資料を示す。 | | |

表 5.2.1 の形式に従って、5.2.2 に示す各項目について行ったシナリオの検討結果を表 5.2.2～表 5.2.12 までに示している。

5.2.4 推進すべき重要事項の抽出

前節に示した地震シナリオにおける課題から推進すべき重要事項を抽出するための方針として次の3項目に従って抽出するものとする。

- ✓ 対策1. 地震による直接的被害を減じる対策
- ✓ 対策2. 生じた被害を軽減させるための活動に阻害となる要因を減じる対策
- ✓ 対策3. 災害対策の推進に当たって、より円滑に進めるために必要な対策

(1) 対策1にかかると重要な項目の抽出

(a) 建築の耐震化対策

リスク評価の結果によると地震動によって生じる建物被害が大きい。居住建築物の被害により人的被害を生じさせるのみならず、居住場所を失うことによるその後の生活再建に多大な労力を要することとなる。住居とともに学校建築もこれに属する。第一に挙げられるべきは住宅、学校を含む建築物の耐震性の強化である。またこれらの建築物のみならず、災害対応を行う機関の建築物も倒壊によりその機能を失い災害対応能力の著しい低下を生じる。その点からも緊急性の高い重要事項として災害対応関連機関の建物の耐震化があげられる。これらは災害対策本部、消防機関、医療機関等が挙げられる。

(b) 地震火災に対する出火、延焼防止対策

ゲル地区における可燃性住宅及びその敷地を囲む木材による塀は、出火及び延焼の危険が高い。特に周辺市街地に近いゲル地区ほど密集度が高くその危険が高い。

(2) 対策2にかかる重要項目の抽出

(a) 住民の災害時に適切に行動するための教育啓蒙対策

行政がどれほどの災害対策を行ったとしても、住民が地震発生時に適切な行動をとることが出来なければ被害の低減は期待できない。地震時の身の安全の守り方、迅速な避難、火災原因の除去、初期消火、要援護者への支援など、住民の行動に依存することは多い。ウランバートルにおける過去の地震経験の少なさによるものであるが、住民の災害時に適切に行動するための教育啓蒙活動は必要不可欠である。

(b) 災害対応活動の基幹となる道路機能の維持対策

災害対策要員、資機材、物資の移動を可能ならしめる道路機能の維持が対策2にかかる重要項目として挙げられる。道路機能の維持対策としては、道路損傷部分の緊急復旧、沿道建物の倒壊や落下物、跨道構造物等の落下などの道路障害物の除去等のハード対策とともに、交通規制、代替道路の指定等のソフト対策も重要となる

(c) 災害対応活動の支援拠点となる空港機能の維持対策

ウランバートル市はモンゴル国民の半数が住んでおり、周辺都市は比較して規模の小さな都市である。それだけに首都が地震災害に見舞われたときに周辺都市からの必要物資等の支援は必ずしも十分ではないことが想定される。また都市間道路や鉄道も十分な容量を期待することが困難と考えられるので、空輸による物資の支援が主体となる。そのためにチンギスカン空港の地震時に対応する機能の維持と空港と都心部を結ぶ道路の整備の必要性が高い。

(d) ライフラインの耐震性強化対策

電力、上下水道及びウランバートルの既成市街地では温水供給システムを含めライフライン施設は生活をする上での必須設備である。ガスの供給がないために調理等の熱源を電気に依存しているために、電力への生活の依存の程度は高い。温水供給システムは暖房を担っているために冬季には必要不可欠なライフラインである。一方ウランバートル市民の6割以上の人々は伝統的な移動式住宅であるゲルに居住している。ゲル地区には電気は供給されているが上下水道はなく、一日に数回キョスクでポリタンクで水を購入する。調理、暖房の熱源は伝熱器か石炭ストーブである。地震発生時にも若干の水と熱源としての石炭はあり、停電が発生したとしてもまったく困ることにはならない。しかしウランバートル市の半数近くはライフラインの停止で生活に困窮し、都市としての機能も停止するためにライフラインの重要性は変わらないといえよう。ゲル地区での生活様式は、ウランバートル市の地震対策にとって一つの代替性を持つものとして、ライフライン停止時にその利用を図ることが可能である。

(3) 対策3にかかる重要項目の抽出

(a) 防災関連機関の災害対策のためのマニュアルの作成

ウランバートル市の地震防災計画の現状把握においてすでに指摘した通り、多くの項目について地震防災対策として進めるべき事項は示されている。しかしながらそれらの記述は、進めるべき事項を示してある上位計画で具体的なマニュアルレベルには至っていないために、実務として進めるときに必要な手法や情報が用意されていない。そのために実際に災害が発生した場合に作業が進まない恐れが高い。

消防、警察、軍等の平素より指揮命令系統が明確な部局においてはともかく、計画部局、事業部局、総務部局等においては災害時対応には不慣れなために、誰が何をどのようにするのか理解することも難しく対応が遅れることとなる。例えば学校が避難場所となった時の対応など様々な混乱が起きる恐れがある。

個別のマニュアルの必要性等は地震シナリオに記述してあるので参照されたい。

(b) 被災状況を把握するための情報収集システムの導入

地震災害発生直後においては被災状況を把握することが困難である。そのような状況にあつて被災状況を把握する対策を様々な手法を用いて準備しておくことが望まれる。映像による情報収集システム（テレビ塔、市役所屋上等からの常時カメラ映像の把握、テレビ局の撮っている市街地映像の共有等）、災害対策機関の専用の通信システム、消防・警察の同一波通信システム等、それぞれの機関の特性に応じた情報通信システムの導入が望まれる。

(c) 災害時に専門性を発揮する専門家ネットワークの構築

地震にしてもその他の災害にしても日常的な出来事ではないために、そのような事態に対応するためには日ごろからの対応では対処がつかない事柄が多く、そのための専門性を有し、必要に応じて参集してその専門的能力を発揮することが必要になる。しかしそのような専門性が求められる場合は多くはないために、それだけを専門としては職業としては成り立たないことが多い。そのために、広く専門家を育成し、必要に応じて被災地に参集して有事にあたる専門家とそのネットワークを構築しておくことが必要となる。

ここでは災害時医療の専門家、被災建築の安全性を判定する専門家と判定制度、水道管工事を専門とする業団体の災害時における協力体制3つの専門家集団の例を挙げておく。

(d) 医療の指導、調整を行う専門家の育成

地震災害時には建物の倒壊等で多くの負傷者が発生する恐れがある。それらの患者が多く病院に運び込まれ、病院の医師や看護婦の能力を超えることもあれば、医薬品の不足等又施術不能ということも被害によっては生じる。そのような状況において平常時と同様の手厚い看護を一人の患者に行うことにより、他の多くの助かる患者を救うことが出来なくなる場合も生じる。多数の患者に対して持てる能力、資機材をどのように使うことによってより多くの人々を助けることが出来るかは平常時では考えられない選択をする必要もある。また他都市場合によっては外国の医療機関への搬送を行い、対応するといった広域のネットワークを生かす必要も生じる。このような災害時医療の専門家を育成しておくことが重要となる。

(e) 被災建築物の使用の可否を判定する制度の導入

災害対策に関わる機関がその機能を震災時に果たすためには、本部や基地となる建物が余震等に対して安全で使用可能なのは重要な要素である。例えば災害対策本部の建物、避難場所とな

る学校の建物、負傷者の治療を行う病院の建物等、その必要性は高く、震災後の直ぐの段階で実施される必要がある。このための技術基準と判定を行う技術者を動員する制度として応急危険度判定制度がある。この制度を導入し、災害対策の推進を円滑に行う方策を導入する必要性は高い。

(f) (仮称) モンゴル水道管工事協議会の災害時支援協定

都市生活において不可欠なライフラインは水道管、下水道管、温水管、その他の共同溝等多く地下に埋設され、その延長は長距離に及ぶ。更に地震災害は地面が振動することが主な外力であるので、地下に埋設されているライフライン施設は大きく被害を受ける恐れが大きい。

それらを短期間に復旧するには、日常時の工事のペーストは比較にならないほど迅速に大量に工事を実施する必要がある。それほど数の施工業者はウランバートルにおいても存在せず、広く全国からの協力を得なければ対応できない。全国の水道管工事業者の協議会で相互に応援を行う協定を結んでおくことで、多くの施工業者が集合し、短期間に被害の復旧を行うことが可能になる協定を検討する必要性は高い。

表 5-2-2 UB 市災害対策本部 (UB 市部長級職員、EMDC 幹部職員の立場から)

| | | |
|-------------|---|--|
| 建物被害 | <ul style="list-style-type: none"> ・ UB 市役所の建物は倒壊せず、 ・ 内部の本棚は散乱、 ・ 卓上の PC は床等に落下、 ・ ガラス等が飛散、 ・ エレベーターは停止 | |
| ライフライン被害 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 停電 (少なくとも当日)、 ・ 水道停止 (トイレは当分使えず)、 ・ 電話は輻輳して通じない、 ・ 携帯電話も輻輳して通じない | |
| 人的被害 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 庁舎内では勤務時間外で在庁者は少ない、 けが人は若干、 ・ 自宅等での建物被害でかなりの職員の犠牲者、負傷者は出ている。 | |
| 災害当日 ~3日 | <p>災害対応活動</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ UB 市役所では終業時刻は午後 5 時だが、夕方 6 時にはまだ残業している職員もいた。突然市役所全体が揺れ始め、倒壊するかと思うほど揺れたが、幸いビル自体は大丈夫だった。しかし書棚等は倒れ、机の上の PC は机から落ちるなど部屋の中は散乱した。15 階建のビルの窓から見ると幾つものアパートが土煙を上げて崩壊しているのが見える。地震が起きた時は薄暮であったが、徐々に暗闇になっていた。停電で町は光もなく、渋滞する車の明かりだけがあるが、動いてはいない。 ・ 国家規模の災害が発生した場合には 2009 年 7 月 10 日発布の災害対策法第 15 条により国の災害対策本部が発足し、それに伴って首都でも災害対策本部の設置を行うこととなっている。自分は災害担当ではないが、危機管理部局は市役所のビルの中にはない。幹部職員として何らかの対応をすべきであると思ひ、部下を市長室に行かせると市長はおらず連絡も取れないという。 ・ 市役所に在庁している幹部により災害対応の本部を立ち上げる必要があると思ひ、在庁している部局の幹部のところ職員を派遣して、ビルの入り口の外に集まるよう連絡を取ることとした。 以下は、その後に発生しうる事態とそれに対する改善策を示している。 | 改善策 |
| | <p>災害対策本部の立ち上げ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 関係機関で対応すべき業務等、連絡先のリストがない。 ・ 災害対策法の 17 条 1 項には災害対策関連部局が示されているが、誰に連絡するのかの具体的な緊急時連絡先と連絡手段がない。どうしたら召集できるか。 ・ 国の災害対策本部の設置を待たずに UB 市は本保を設置してよいか、待つべきかの判断は誰が行うか | <ul style="list-style-type: none"> ・ 災害対策本部対応マニュアル ・ 全庁の災害時の業務分担 ・ 災害時本部招集訓練 ・ 参集規定制定と周知 ・ 災害時情報収集手段の構築 |
| | <p>災害対策本部の設置</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 誰が事務局として動くのか。 ・ どこに災害対策本部を設置するのか、市役所は倒壊はしていないが、かなりの被害を受けた。停電し、エレベーターも動かない。電話も通じない。 ・ 余震等に対して安全か不明で、市役所内に本部設置は無理なようだ。 ・ 市庁舎前の駐車場スペースにとりあえぬ椅子、机を出す。 ・ テントを調達する。 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 建物の応急危険度判定 ・ 自家発電装置、非常用テント、非常用暖房、非常用食料の備蓄 |

| | | |
|--|---|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> ・暗くて寒くて、業務にならない ・暗いので車のライトで本部を照らす。 ・庁舎内の資料が散乱して持ち出すのに苦労する | <ul style="list-style-type: none"> ・市役所は耐震性の高い建物とし、家具等の転倒防止 |
| | 災害対策本部の運営 <ul style="list-style-type: none"> ・市民からの不平、要望が直接来て、対応に人手がとられる。 ・国から被害状況の報告を頻繁に求めているので、災害対応に手がつかない。 | |

表 5-2-3 救急、消防活動（101、105 対応）（危機管理局管理職の立場から）

| | | |
|-----------------|---|---|
| 建物被害 | <ul style="list-style-type: none"> ・UB 市消防の建物は倒壊の危険が高い。 ・指令の通信機能は停止の恐れ | |
| ライフライン被害 | <ul style="list-style-type: none"> ・停電（数日、建物被害のため）、・上水管 68 か所で破損、断水発生 ・電話 輻輳して通じない。 ・携帯電話も輻輳して通じない。 | |
| 人的被害 | <ul style="list-style-type: none"> ・消防庁舎内でのけがも発生の恐れ ・非番の消防職員は自宅等での建物被害で犠牲者、負傷者は出るおそれ | |
| UB 市被害 | <ul style="list-style-type: none"> ・倒壊建物多数発生している（全市の 6 割強の建築物に被害発生の恐れ）、・地震時出火が多く発生（190 件の出火、6500 棟程度焼失の恐れ） ・橋梁被害も大破 28 橋、中破 20 橋、小破 18 橋の被害発生、 ・夕方 6 時は交通渋滞の最中 | |
| | 災害対応活動 | 改善策 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ・EMDC オフィスが激しく揺れ、机の上の PC は机から落ち、壁にひびが入る。これは建物が危ないと思い、周りに声をかけて建物から逃げ出す。停電になる。家族に携帯を掛けて安否を確かめようとするが、電話は通じない。 ・EMDC の消防車庫は平素は扉を閉めてある。扉を開けて車両を車庫外に出す間もなく上部の桁が落ちてき消防車両を出せなくなった。たまたま庭に出していた車両のみが出勤可能となった。 ・市内の状況を確認しようと、EMDC の隣で建築中のまま放置されているビルの最上階の 6 階に上がって周辺を目視で確認すると古いアパートなどが倒壊し、土煙を上げている。また北の方角ではゲル地区でいく筋もの煙が上がっており火災が発生していることが明らかだ。 ・当直全員の安否を確認し、車両の出勤が可能かどうか確認を行う。ビルの道路側に机を出し EMDC の本部とする。 ・以下は、その後発生しうる事態とそれに対する改善策を示している | |
| 災害当日 | 初期期 <ul style="list-style-type: none"> ・徐々に徒歩での連絡で被害情報が入り始める。 ・火災通報が入ってこない（電話輻輳、停電等のため） ・地震後に非番職員は非常参集してくるか ・どの火災に対応するのか、指令機能が機能するか ・建物倒壊のため、消防車両を屋外に出せない恐れ | <ul style="list-style-type: none"> ・災害時情報収集手段 ・非常用発電機、無線 ・参集規定制定と周知 ・災害時対応要綱作成 ・建物耐震化の必要 |
| | 倒壊、火災現場対応 <ul style="list-style-type: none"> ・交通渋滞、交通事故、沿道の建物崩壊等により到着に時間がかかる ・倒壊建物が多く、何処に要救助者がいるのか判断できない ・建物崩壊現場で重機がなく救助活動が出来ない ・建物崩壊現場では、余震等による現場の危険が高い ・ゲル地区では消防水利が確保できない ・消防が到着できない火災現場が多く、延焼拡大する可能性が高い | <ul style="list-style-type: none"> ・ゲル地区の消火用水 ・住民初期消火の啓発活動 |
| 1 日 ～ 3 日 | <ul style="list-style-type: none"> ・他都市からの消防、救急応援を求める ・軍の消防車両の動員を求める ・応援車両が UB 市内に入るのに渋滞等で時間がかかる | <ul style="list-style-type: none"> ・道路の啓開、交通規制 |

表 5-2-4 災害時医療活動（病院医師の立場から）

| | | |
|----------|--|-----|
| 建物被害 | <ul style="list-style-type: none"> ・UB 市内の病院の被害はシナリオ I 地震の場合で建築面積 1000m² 以上の病院 47 のうち 16 病院が倒壊または大破と想定されている。 ・病院内で医薬品棚、カルテ棚等が転倒、散乱、手術器械等が転倒、移動で被害 | |
| ライフライン被害 | <ul style="list-style-type: none"> ・停電（少なくとも数日、建物被害のため）、・上水管 68 か所で破損、断水発生 ・電話 輻輳して通じない、もしくは通じにくい。・携帯電話も輻輳して通じないか通じにくい。 | |
| 人的被害 | <ul style="list-style-type: none"> ・入院患者、医師、看護婦等に被害が発生、けが等が多い、 ・非番の医師、看護婦等は自宅等での被害が発生 | |
| UB 市被害 | <ul style="list-style-type: none"> ・倒壊建物多数発生している（全市の 6 割強の建築物に被害発生の恐れ） | |
| | 災害対応活動 | 改善策 |

| | | |
|-----------------|---|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> ・午後の外来の診療も終わり、入院患者は夕食をとり始めている。その時にぐらぐらと揺れ始め、薬品棚、カルテ棚などからいろんなものが飛び出し、すぐに停電になった。自分ばかりうじて倒れた棚には当たらなかったのだけがはなかったが、古い病院でもあるし、外に出ることとした。 ・しかし入院患者もおり、中には酸素吸入中であったり、透析中の患者もいるのですぐに確認に行かねばと思った。 ・以下は、その後に発生しうる事態とそれに対する改善策を示している | |
| 災害当日 ～ 3日 | <p>被害を受けた病院の直後の対応</p> <ul style="list-style-type: none"> ・余震を恐れて患者を外に出すか等の対応に混乱 ・入院患者のけが等に医師、看護婦が対応 ・医薬品棚の転倒等で薬品が被害、 ・手術器具等が被害を受ける。 ・酸素吸入、透析患者への緊急の対応で手が離せない ・停電のために検査器具の使用が出来ず、エレベーターが使えない <p>救急患者への対応</p> <ul style="list-style-type: none"> ・負傷者が歩いて病院に来始めて、待合室が混乱する ・医師が手当てするも、医薬品がすぐに不足してくる ・どの程度の患者から見るかの優先順位の判断が必要となる ・病院があふれる状況で、屋外にベットを用意して対応 ・軽度の入院患者は退院を促す <p>外部の病院との連携</p> <ul style="list-style-type: none"> ・応急救護所が設置されるも情報が伝わらず、病院に患者殺到 ・どこの病院が被害を受けていないか、情報がなく不明 ・カルテ等の備蓄が不足して記録が正確に取れなくなる ・外部の応援医師・看護婦を国に要請 ・対応できない重症患者をUB市外の病院に搬送依頼 | <ul style="list-style-type: none"> ・地震時対応マニュアル ・転倒防止装置 ・非常用電源の確保 ・薬品の備蓄、調達 ・トリアージの訓練準備 ・報道機関に放送を依頼 |
| 4日～ 1週間 | <ul style="list-style-type: none"> ・不足医薬品の緊急要請 ・患者の内容が、外傷から循環器疾患、呼吸器系疾患に変化、それに伴って必要な医薬品も変わってくる | |

表 5-2-5 避難（一般家庭の主婦の立場から）

| 建物被害 | <ul style="list-style-type: none"> ・倒壊建物多数発生している（全市の6割強の建築物に被害発生の恐れ） ・地震時出火が多く発生（190件の出火、6500棟程度焼失の恐れ） | | | | |
|--|---|--------|-----|--|---|
| ライフライン被害 | <ul style="list-style-type: none"> ・停電（少なくとも数日、建物被害のため）、・上水管68か所で破損、断水発生 ・電話 輻輳して通じない。・携帯電話も輻輳して通じない。 | | | | |
| 人的被害 | <ul style="list-style-type: none"> ・家を失う人が多く発生 | | | | |
| UB市被害 | <ul style="list-style-type: none"> ・橋梁被害も大破28橋、中破20橋、小破18橋の被害発生、 ・夕方6時は交通渋滞の最中 | | | | |
| | <table border="1"> <thead> <tr> <th>災害対応活動</th> <th>改善策</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <p>災害当日 ～ 3日</p> <p>地震が揺れ始めてからアパートの外に出るまで</p> <ul style="list-style-type: none"> ・アパートの10階の自宅で、夫はまだ帰宅していない。夕食の用意をしていたら突然大きく揺れ始め、肉を煮ていた鍋が落ちてやけどをした。窓ガラスが割れ、家具は倒れ、食器が飛び出した。テレビは台から落ち、電気は消えて、恐怖に包まれた。子供は別室でテレビを見ていたが、衣装ケースの下敷きになって顔から出血した。アパートのドアを開けて外に出ようとするが、ドアの外に何か倒れてきたのかなかなか開かない。ドアの外にようやく出ると、エレベーターは止まり、廊下の明かりも消えている。階段を下りていくと、階段がずれて落ちそうになっている。何とかアパートの建物から外に出ると、近所の人たちも皆出てきている。向かいのアパートは崩れ落ちていて、中に家族がいるのを懸命に呼んでいる人たちもいる。 ・子供二人と寒い外にいと凍えてくる。子供の顔のけがが心配でシャツの裾を引き裂いて包帯代わりにする。自分の足のやけどを忘れていたが、水膨れになって痛みが出てきた。夫はまだ帰ってきていない。夕食は作っている途中だったので食べていない。子供はおなかのすいたという。 ・家に戻ろうと思ったが、その時にまた地震が来て更に壊れる音もして、とても怖い。出来るだけアパートから離れて子供の遊園地のところにいることにした。 ・家が壊れて過ごす場所がないのに、どこに行ったらよいか判らない。 ・以下は、その後に発生しうる事態とそれに対する改善策を示している。 ・（アンケート結果からの分析によるとによると）地震で家が壊れたらどこに行くかを聞くと、親戚に行く人は10人に4人、学校に行く人はゲル地区 </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ・揺れた時の安全のための行動の教育 ・非常持ち出し袋の準備 ・家族の安否確認やいざという時の避難について家族会議。 </td> </tr> </tbody> </table> | 災害対応活動 | 改善策 | <p>災害当日 ～ 3日</p> <p>地震が揺れ始めてからアパートの外に出るまで</p> <ul style="list-style-type: none"> ・アパートの10階の自宅で、夫はまだ帰宅していない。夕食の用意をしていたら突然大きく揺れ始め、肉を煮ていた鍋が落ちてやけどをした。窓ガラスが割れ、家具は倒れ、食器が飛び出した。テレビは台から落ち、電気は消えて、恐怖に包まれた。子供は別室でテレビを見ていたが、衣装ケースの下敷きになって顔から出血した。アパートのドアを開けて外に出ようとするが、ドアの外に何か倒れてきたのかなかなか開かない。ドアの外にようやく出ると、エレベーターは止まり、廊下の明かりも消えている。階段を下りていくと、階段がずれて落ちそうになっている。何とかアパートの建物から外に出ると、近所の人たちも皆出てきている。向かいのアパートは崩れ落ちていて、中に家族がいるのを懸命に呼んでいる人たちもいる。 ・子供二人と寒い外にいと凍えてくる。子供の顔のけがが心配でシャツの裾を引き裂いて包帯代わりにする。自分の足のやけどを忘れていたが、水膨れになって痛みが出てきた。夫はまだ帰ってきていない。夕食は作っている途中だったので食べていない。子供はおなかのすいたという。 ・家に戻ろうと思ったが、その時にまた地震が来て更に壊れる音もして、とても怖い。出来るだけアパートから離れて子供の遊園地のところにいることにした。 ・家が壊れて過ごす場所がないのに、どこに行ったらよいか判らない。 ・以下は、その後に発生しうる事態とそれに対する改善策を示している。 ・（アンケート結果からの分析によるとによると）地震で家が壊れたらどこに行くかを聞くと、親戚に行く人は10人に4人、学校に行く人はゲル地区 | <ul style="list-style-type: none"> ・揺れた時の安全のための行動の教育 ・非常持ち出し袋の準備 ・家族の安否確認やいざという時の避難について家族会議。 |
| 災害対応活動 | 改善策 | | | | |
| <p>災害当日 ～ 3日</p> <p>地震が揺れ始めてからアパートの外に出るまで</p> <ul style="list-style-type: none"> ・アパートの10階の自宅で、夫はまだ帰宅していない。夕食の用意をしていたら突然大きく揺れ始め、肉を煮ていた鍋が落ちてやけどをした。窓ガラスが割れ、家具は倒れ、食器が飛び出した。テレビは台から落ち、電気は消えて、恐怖に包まれた。子供は別室でテレビを見ていたが、衣装ケースの下敷きになって顔から出血した。アパートのドアを開けて外に出ようとするが、ドアの外に何か倒れてきたのかなかなか開かない。ドアの外にようやく出ると、エレベーターは止まり、廊下の明かりも消えている。階段を下りていくと、階段がずれて落ちそうになっている。何とかアパートの建物から外に出ると、近所の人たちも皆出てきている。向かいのアパートは崩れ落ちていて、中に家族がいるのを懸命に呼んでいる人たちもいる。 ・子供二人と寒い外にいと凍えてくる。子供の顔のけがが心配でシャツの裾を引き裂いて包帯代わりにする。自分の足のやけどを忘れていたが、水膨れになって痛みが出てきた。夫はまだ帰ってきていない。夕食は作っている途中だったので食べていない。子供はおなかのすいたという。 ・家に戻ろうと思ったが、その時にまた地震が来て更に壊れる音もして、とても怖い。出来るだけアパートから離れて子供の遊園地のところにいることにした。 ・家が壊れて過ごす場所がないのに、どこに行ったらよいか判らない。 ・以下は、その後に発生しうる事態とそれに対する改善策を示している。 ・（アンケート結果からの分析によるとによると）地震で家が壊れたらどこに行くかを聞くと、親戚に行く人は10人に4人、学校に行く人はゲル地区 | <ul style="list-style-type: none"> ・揺れた時の安全のための行動の教育 ・非常持ち出し袋の準備 ・家族の安否確認やいざという時の避難について家族会議。 | | | | |

| | | |
|-----------|--|--|
| | では 10 人に 2 人、アパートで 10 人に 1 人、庭にいるは 10 人に 2 人 | |
| | 避難場所の学校に行ってみる <ul style="list-style-type: none"> ・家族がどこに避難したか判らない人が多く出る ・避難場所での責任者がいない、避難場所が寒くても暖房がない、避難場所に毛布などの備蓄がない ・国や UB 市からの備蓄物資が届かない | <ul style="list-style-type: none"> ・避難所の運営計画 ・避難所内の備蓄計画 ・避難場所開設の情報 ・一つの拠点→分散備蓄 |
| 4 日～1 週間 | <ul style="list-style-type: none"> ・徐々に食料、飲料水等が調達される ・避難者を探す人が多く来る ・避難所の狭さ、プライバシーの問題等で苦情が出てくる ・親戚の家や、自分で用意したゲルに移転する家族も出てくる | <ul style="list-style-type: none"> ・避難者名簿の作成 |
| 1 週間～1 カ月 | <ul style="list-style-type: none"> ・行政が用意した仮設住宅に移る家族も出てくる ・避難所が本来の用途に戻りつつある（学校、広場等） | |

表 5-2-6 食料、飲料水の供給（一般主婦の立場から、つづき）

| | | |
|----------|--|---|
| 建物被害 | <ul style="list-style-type: none"> ・倒壊建物多数発生している（全市の 6 割強の建築物に被害発生の恐れ） ・地震時出火が多く発生（190 件の出火、6500 棟程度焼失の恐れ） | |
| ライフライン被害 | <ul style="list-style-type: none"> ・停電（少なくとも数日、建物被害のため）、・上水管 68 か所で破損、断水発生 ・電話 輻輳して通じない。・携帯電話も輻輳して通じない。 | <ul style="list-style-type: none"> ・電話 輻輳して通じない。 |
| 人的被害 | <ul style="list-style-type: none"> ・家を失う人が多く発生 | |
| UB 市被害 | <ul style="list-style-type: none"> ・橋梁被害も一部発生 ・夕方 6 時は交通渋滞の最中 | |
| | 災害対応活動 | 改善策 |
| 災害当日～3 日 | <p>直後の食料や水</p> <ul style="list-style-type: none"> ・家が壊れて、食事、飲み水に困る人が多く発生する。 ・家にある食料や水を持ち出せる人はとりあえず飲み食いする材料はある。 ・食料があっても電気がないので炊事が出来ない（アパート） <p>食料品店などでは</p> <ul style="list-style-type: none"> ・人々がいつもより多く買い求める。すぐに食料や水が売り切れる。 ・店には行列ができる ・店は一人当たりの買う量を制限することがある。 ・急に値段を上げて、儲けようとするところも出る。 ・人のいない店に入り込んで窃盗を行う者も出てくる。 <p>食料の配布等</p> <ul style="list-style-type: none"> ・備蓄倉庫に食料、燃料、衣服等が確保されているが一か所しかない。 ・備蓄倉庫からの輸送のための車両、人員の手配が出来ないと輸送が滞る。 ・備蓄倉庫から支給先まで交通渋滞や不通等により、支給が遅れる。 ・食料等の支給が始まるが、どこにどれだけ供給するか不明。 ・支給に偏りが出て、食料が受け取れない人も出てくる。 | <ul style="list-style-type: none"> ・家庭での備蓄 ・不当な販売の禁止 ・携帯コンロ等の備蓄 |
| | | <ul style="list-style-type: none"> ・警備計画 |
| | | <ul style="list-style-type: none"> ・複数の備蓄倉庫の設置 ・備蓄の輸送計画 ・災害時交通規制 ・食料の供給場所を指定避難場所等に決めておく計画 |
| 4 日目以降 | <ul style="list-style-type: none"> ・徐々に食料、飲料水等が調達される ・避難場所などで暖かい食事がなく、冷たいものが多いために不満が出る | <ul style="list-style-type: none"> ・軍に食事の提供を依頼、給食車両等を要請 |

表 5-2-7 電力の供給（電力会社の危機管理部局の立場から）

| | | |
|-----------|---|---|
| 施設被害 | <ul style="list-style-type: none"> ・発電所、変電所は強い揺れを受け、被害状況の確認のために発電の一時停止がある。しかし重篤な被害を受けない限り、一定期間での復旧は見込まれる。・送電、配電線部分の被害は不明 ・発電所は UB 市の西部にあり、地震動が大きく想定される場所にある。 | |
| | 災害対応活動 | 改善策 |
| 災害当日～1 カ月 | <ul style="list-style-type: none"> ・発電所自体の被害状況を確認するために、発電は一時停止する ・緊急点検を実施するが、発電所、変電所、送電、配電と施設数が多く、遠距離にわたるので短期間では終了しない。 ・点検の終了した地区から送電の再開を始めるため、早くて当日～2 日程度で電力の送電が再開される地域が多い。 ・建物の倒壊、火災の延焼地域においては、配電線の設置を行う必要があるので、そのような被災箇所では復旧に時間がかかる。 | <ul style="list-style-type: none"> ・BCP 策定 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 電力復旧の問い合わせが多く来る、復旧見込みを提供する ・利用者の温水提供要請が多く来るが対応困難、復旧見込みを提供する | <ul style="list-style-type: none"> ・復旧の広報 |
| 1 カ月～6 力 | 電力設備を耐震性の高いものに順次交換する | <ul style="list-style-type: none"> ・耐震化計画 |

| | |
|---|--|
| 月 | |
|---|--|

表 5-2-8 温水の供給（市役所の温水システム担当部局の立場から）

| | | |
|-----------|--|---|
| 施設被害 | <ul style="list-style-type: none"> ・発電所が重篤な被害を受けない限り一定期間での復旧は見込まれる。地震直後の一時的な点検等による熱供給の停止は起きる。 ・地下埋設の配管部分の被害は 97 か所で発生恐れ、地上配管部分の被害は不明だが、道路や鉄道上を渡る部分は被害を受ける可能性が高い。 ・発電所は UB 市の西部にあり、地震動が大きく想定される場所にある。 | |
| 施設概要 | <ul style="list-style-type: none"> ・3 つの発電所（第二、第三、第四）において温水による熱供給。第四発電所は熱供給のみを行っている。パイプが市内に総延長 141km。主要幹線のパイプは直径 1200mm 及び 800mm（第二は 400mm）で、管厚はそれぞれ 10mm 及び 8mm。地上部分にある配管は全体の 18%、地下埋設部分が 82%である。埋設管は地下 0.5-1.0mに共同溝形式で敷設されている。発電所から途中で加圧を行うポンプセンター（9 か所ある）を経て、14003600 ほどのサブステーションセンター（CTB）に供給される。CTB そこで末端のユーザーへ供給される暖房及び温水及び暖房用の水への熱交換を行う。発電所を出る時点での温度は 135℃であり、CTB 内で暖房用の水は 70℃から 95℃へ加熱され、で戻ってくる時の温度は 70℃温水は 60℃に加熱される。・1 つの CTB がカバーする需要家数は一定ではなく、CTB の設備規模も異なる。5 月 15 日から 9 月 15 日までは熱供給は行われていない。その間に水を抜いて補修等を行う。 | |
| | 災害対応活動 | 改善策 |
| 災害当日～1 カ月 | <ul style="list-style-type: none"> ・発電所自体の被害状況を確認するために、発電は一時停止する ・管路内循環システムで、上水の断水は直接の影響を及ぼさない。 ・CTB を経由したのちの温水は上水を使用しているため、上水の供給停止の影響をそのまま受ける。・上水の復旧期間と相関関係にある ・3600 の CTB の被害は大きいと考えられるので、個別の CTB の復旧にも温水供給の再開は関係する。 ・地震を想定した温水管路の被害確認、報告の手順がなく、また作業員の手配と作業に時間がかかる。 ・水道管工事の業者数が、上下水道、温水システムのチェック、復旧工事を短時間で対応できないため、復旧に時間がかかる ・利用者の温水提供要請が多く来るが対応困難、復旧見込みを提供する | <ul style="list-style-type: none"> ・BCP ・緊急車両指定の事前の対応 ・業者の不足 ・復旧の広報 |
| 1 カ月～6 カ月 | <ul style="list-style-type: none"> ・主要管路を耐震性の高いものに順次交換する ・震災市街地再開発計画に基づく、新規供給地域での供給計画及び事業の実施を行う | <ul style="list-style-type: none"> ・耐震化計画 |

表 5-2-9 応急仮設住宅、恒久住宅（UB 市役所総合計画局建築都市開発部の立場から）

| | | |
|---------------|---|---|
| 建物被害 | <ul style="list-style-type: none"> ・倒壊建物多数発生している（全市の 6 割強の建築物に被害発生恐れ） ・地震時出火が多く発生（190 件の出火、6500 棟程度焼失の恐れ） | |
| ライフライン被害 | <ul style="list-style-type: none"> ・停電（少なくとも数日、建物被害のため）、・上水管 68 か所で破損、断水発生 ・電話 輻輳して通じない。・携帯電話も輻輳して通じない。 | |
| 人的被害 | <ul style="list-style-type: none"> ・家を失う人が多く発生 | |
| UB 市被害 | <ul style="list-style-type: none"> ・橋梁被害も一部発生 ・夕方 6 時は交通渋滞の最中 | |
| | 災害対応活動 | 改善策 |
| | <p>冬の夕方に職員はほぼ帰宅後に地震が発生、市役所の事務所は書棚や PC 等が転倒、落下。停電した。</p> <p>地震の後、幹部職員は災害対策会議を開催するも、職員は集まってこない。</p> <p>翌日に参集できた職員で地震への対応を部局内で確認する。家を失った市民は、緊急には学校の体育館などの避難場所に収容し、その後、仮の住宅の提供とその準備を行うこととなった。</p> <p>これらを市役所に作られた災害対策本部で報告する。</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・BCP |
| 災害後 1 週間～1 カ月 | <p>被災直後の住居としては、被災後とりえず避難場所に避難させることとする。親戚などに身を寄せる人やゲルを持っている人などはそこで生活してもらおう。集合住宅の被害も多く発生し、住宅を失った市民も多いので、1 年から</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・避難誘導 |

| | | |
|---------------|---|---|
| | 応急仮設住宅の建設工程 <ul style="list-style-type: none"> ・行政が仮設住宅を設計、建設 ・仮設住宅として何をを用意するか、ゲルか、軍の大規模営巣か、プレハブ住宅か、アパートの空き部屋借り上げ？ ・仮設住宅の件数をどう設定するか、需要の把握 ・仮設住宅入居対象者の選択方法、入居の優先順位の設定 ・仮設住宅の水道、電気、暖房等の供給をどうするか | <ul style="list-style-type: none"> ・仮設住宅計画 ・軍のテントの調達 ・応急仮設住宅の設計要件の検討 ・入居手続きの事前の検討 |
| 1 カ月～ 6 カ月 | 応急仮設住宅での課題 <ul style="list-style-type: none"> ・仮設住宅での居住環境に対する不平不満への対応 ・仮設住宅での居住者によるコミュニティづくり | <ul style="list-style-type: none"> ・住民対応担当の配置 ・仮設住宅での住民組織化の必要 |
| | 恒久住宅建設への工程 <ul style="list-style-type: none"> ・市街地復興計画の策定と建設へ ・個人の敷地への恒久住宅の再建へ | <ul style="list-style-type: none"> ・市街地復興計画、市街地再開発計画との調整 |

表 5-2-10 教育（UB市の学校の教頭先生の立場から）

| | | |
|------------------|---|--|
| 建物被害 | <ul style="list-style-type: none"> ・シナリオ I 地震の場合で地震発生が冬の夕方次のように別表のように想定されている。 ・倒壊する学校が発生している。 ・倒壊しないまでも使用できない学校も発生する。 | |
| ライフライン被害 | <ul style="list-style-type: none"> ・停電（少なくとも数日、建物被害のため）、 ・上水管 68 か所で破損、断水発生、 ・電話 輻輳して通じない。 ・携帯電話も輻輳して通じない。 | |
| 人的被害 | <ul style="list-style-type: none"> ・帰校時間後は生徒は少なく、人的被害は少ないと考えられる。 ・授業中の場合は生徒の人的被害の恐れが高い ・学校の先生はまだ帰宅前の場合もあるので、被害の発生の恐れがある | |
| UB 市被害 | <ul style="list-style-type: none"> ・橋梁被害も一部発生 ・夕方 6 時は交通渋滞の最中 | |
| | 災害対応活動 | 改善策 |
| 災害当日 ～ 3 日 | 学校の被害、生徒等の人的被害への対応 <ul style="list-style-type: none"> ・建物の中に残された人がいないか、助かった先生たちで確認をするが、誰が残っていたのかが判らない。電話をしても通じない。 ・救助の要請に、電話が通じないので歩いて EMDC に依頼 ・（授業中の場合）揺れているときの指示。生徒にどのように指示をすべきか先生が動転する。 ・（授業中の場合）校庭に避難した生徒の人数、安否の確認 ・（授業中の場合）余震による校舎の安全確認が出来ないので、校庭に留める ・（授業中の場合）学校周辺の被害状況を目視で確認し、被害があまりないようであれば、帰宅させるか、迎えを待たせるか校長が判断 | <ul style="list-style-type: none"> ・学校の耐震化 ・学校にいる人の確認手順 ・緊急通報システム ・地震時の行動マニュアルと訓練 ・学校の耐震化が必要 ・避難場所の運営の仕方 ・生徒の帰宅基準 |
| | 避難場所としての学校の問題点 <ul style="list-style-type: none"> ・学校へ避難者が徐々に来る。学校建物が避難場所として安全か判断がつくまでは屋内への避難をどうするか、判断がつかない。 ・真冬の寒さを避けるため、被災者が勝手に学校に入り込み始める。 ・いつまでたっても、市役所からは災害の担当は来ない。 ・自分たちで避難者への対応を先生たちがせざるを得ない。 ・避難場所としての学校の対応の仕方が判らない ・避難場所としての要件を満たしているとは限らず様々な不都合が起きる。 ・避難者がいろいろな要求をしてくる | <ul style="list-style-type: none"> ・応急危険度判定制度 ・学校教員の職務範囲か？ ・学校避難場所運営マニュアル |
| 3 日～1 週間 | 生徒の安全確認、避難場所の確認 <ul style="list-style-type: none"> ・全校生徒の安否確認及び避難場所の確認を行う | |
| 1 週間～ 1 か月 | 学校としての機能回復 <ul style="list-style-type: none"> ・学校としての業務復帰をいつから始めるか決める必要 ・学校として校舎が使えるかの判断と、仮設教室の建設を検討する ・業務に復帰できない教員の代替を調整する必要がある ・生徒の家族への学校再開の連絡 | |
| 1 か月～ 6 か月 | 被災校舎の修繕、改修、再建 <ul style="list-style-type: none"> ・被災した校舎の被害程度の確認、 ・補修するか改築するかの判断 | <ul style="list-style-type: none"> ・新校舎建築計画 |

表 5-2-11 道路等インフラの復旧（UB 市道路局の立場から）

| | | |
|--------------|---|--|
| 建物被害 | <ul style="list-style-type: none"> ・倒壊建物多数発生している（全市の6割強の建築物に被害発生恐れ） ・地震時出火が多く発生（190件の出火、6500棟程度焼失の恐れ） | |
| ライフライン被害 | <ul style="list-style-type: none"> ・停電（少なくとも数日、建物被害のため）、・上水管68か所で破損、断水発生 ・電話 輻輳して通じない、もしくは通じにくい。・携帯電話も輻輳して通じないか通じにくい。 | |
| UB市被害 | <ul style="list-style-type: none"> ・道路のひび割れ、陥没等の被害、橋梁被害も一部発生、 ・夕方6時は交通渋滞の最中 | |
| | 災害対応活動 | 改善策 |
| 災害直後 ～3日間 | 被害状況の確認 <ul style="list-style-type: none"> ・被害箇所の把握 情報が入らず判らない ・交通警察と協力して被災箇所の把握に努める | |
| | 災害時重要道路の把握 <ul style="list-style-type: none"> ・どの道路が災害活動に必要な道路かの把握 ・UB市内及びUB市外からの緊急輸送路の確保 ・重要道路の一般車両の通行規制 | <ul style="list-style-type: none"> ・事前の重要道路の事前指定 ・緊急車両事前指定 |
| | 応急復旧への工程 <ul style="list-style-type: none"> ・段差程度の障害については鉄板を渡すなどの応急復旧の実施 ・道路の応急復旧のための業者の確保 ・通行障害を生じた道路の迂回路の確保と広報 | <ul style="list-style-type: none"> ・復旧資材の備蓄 ・災害時協力協定 |
| 3日～1 カ月 | 被災橋梁への対応 <ul style="list-style-type: none"> ・落橋については、軍の協力で仮設橋の架橋 ・軽微な被害については仮の補強工法の実施 ・道路の障害状況と復旧状況のインターネットによる日々の更新 ・橋梁、道路の本復旧の工法の検討（耐震性強化等を含む） | <ul style="list-style-type: none"> ・耐震性強化計画 |
| 1カ月～ 6カ月 | 橋梁、道路の本復旧 <ul style="list-style-type: none"> ・都市マスタープラン等を踏まえた道路網整備計画の検討 ・市街地の道路整備は、都市マスタープランに沿った道路建設の実施 ・幹線道路については高規格道路への改良を計画、設計 | <ul style="list-style-type: none"> ・都市マスタープランとの調整 |

表 5-2-12 がれき処理（UB 市衛生局の立場から）

| | | |
|-----------------|---|--|
| 建物被害 | <ul style="list-style-type: none"> ・倒壊建物多数発生している（全市の6割強の建築物に被害発生恐れ） ・地震時出火が多く発生（190件の出火、6500棟程度焼失の恐れ） | |
| 瓦礫 | <ul style="list-style-type: none"> ・瓦礫の主たる発生源は、組石造、鉄筋コンクリート造にレンガを壁材として入れたアパート等である。発生瓦礫量は倒壊建物及び焼失建物の建築面積×階数×0.8（m³）と見積もり、合計瓦礫量は1214万m³となる（瓦礫量の算定手法及び算定結果についてはサポーティング・レポートを参照のこと）。 瓦礫を処理場で埋め立てずとして、その輸送にはレンガの比重を2として10tonダンプカーで243万台分となる。 | |
| | 災害対応活動 | 改善策 |
| 災害発生から 一カ月程度 | 当日から数日 勤務時間が終了し、職員もほぼ帰宅して。そこに大きな地震が発生し事務所は書棚やPC等も散乱した。電話等も繋がらず、街の様子は判らない。残っている職員もそれぞれの家庭のことが心配で帰宅させることとした。 翌日に出勤できた職員のもとに、警察、消防等から幹線道路脇の建築物が道路に倒壊して通行できないのでそれらの取り除きの要請を受けるが、建築瓦礫の処理は通常は産業廃棄物として民間事業者の仕事なので対応できない。瓦礫等の除去にはショベルカー、運搬用トラックが必要となるが、車両、オペレーターの手配も困難な状況となる。市の災害対策本部と協議して軍に依頼して工兵隊のショベルカー、トラック、オペレーター等を依頼することとした。 <ul style="list-style-type: none"> ・平素の生活ゴミの収集は殆どできない状況が続く。 ・災害活動を行うための道路からの障害物の撤去 数日たつと軽微な被害の建物からは、壊れた家財道具等が家の前の道路に出されるようになり、これらの瓦礫も交通の障害となってきた。 道路局からの要請により、建設業者等が道路の瓦礫を除去し、通行できるように作業を依頼するが、そのための重機とオペレーターが調達できないので、短期間で対応する能力を超えている。 瓦礫を置いておく場所もなく、とりあえず空地に積みあげることとする。 作業車両の燃料が無くなり、追加燃料が供給されないため作業に支障が出る以下は、その後発生しうる事態とそれに対する改善策を示している。 | <ul style="list-style-type: none"> ・災害時の職員の参集規定が必要 ・軍の出動を速やかに行う事前の計画 ・作業用燃料についての特別の考慮が必要 ・このような大地震の時に一時的に瓦礫を置く瓦礫の置き場も事前に検討する |

| | | |
|----------------|--|--|
| 1 カ月 ～ 6 カ月 | 最終処分場をどこにするか ・瓦礫処分がなかなか進まないで、住民が勝手に河川敷等に投棄を始める ・空地に積みあがった瓦礫の処分が進まないで、住宅の再建に支障が開始する ・最終処分場の計画が決まらず、瓦礫処分に長期間かかる ・瓦礫からの鉄筋再利用等の作業を計画する。 ・可燃瓦礫の焼却処分によって煙害が発生する | ・最終的瓦礫処分場の事前検討 ・建築物瓦礫からの資源の再利用（鉄筋等の回収など） ・可燃のごみを焼却するときの煙害防止策 |
|----------------|--|--|

5.3 総合的な地震リスクマップ

5.3.1 地震防災情報データベース

本プロジェクトで収集し整理したデータ、調査の結果をデータベースとして整理した。データベースの構造を図 5.3.1 に示した。データベースには、次のような内容が含まれる。

- ・基本図：DEM、赤色立体地図、道路
- ・自然状況：断層モデル、地質図、地盤区分図、地盤モデル、地盤調査地点、河川
- ・社会状況：区、ホロー境界、病院、学校、警察署、避難場所、避難経路
- ・評価結果：

地震動評価結果

斜面危険度評価結果

建物被害評価結果（建物インベントリーを含む）

インフラ被害評価結果（橋梁、道路、電気、温水、上水、下水）

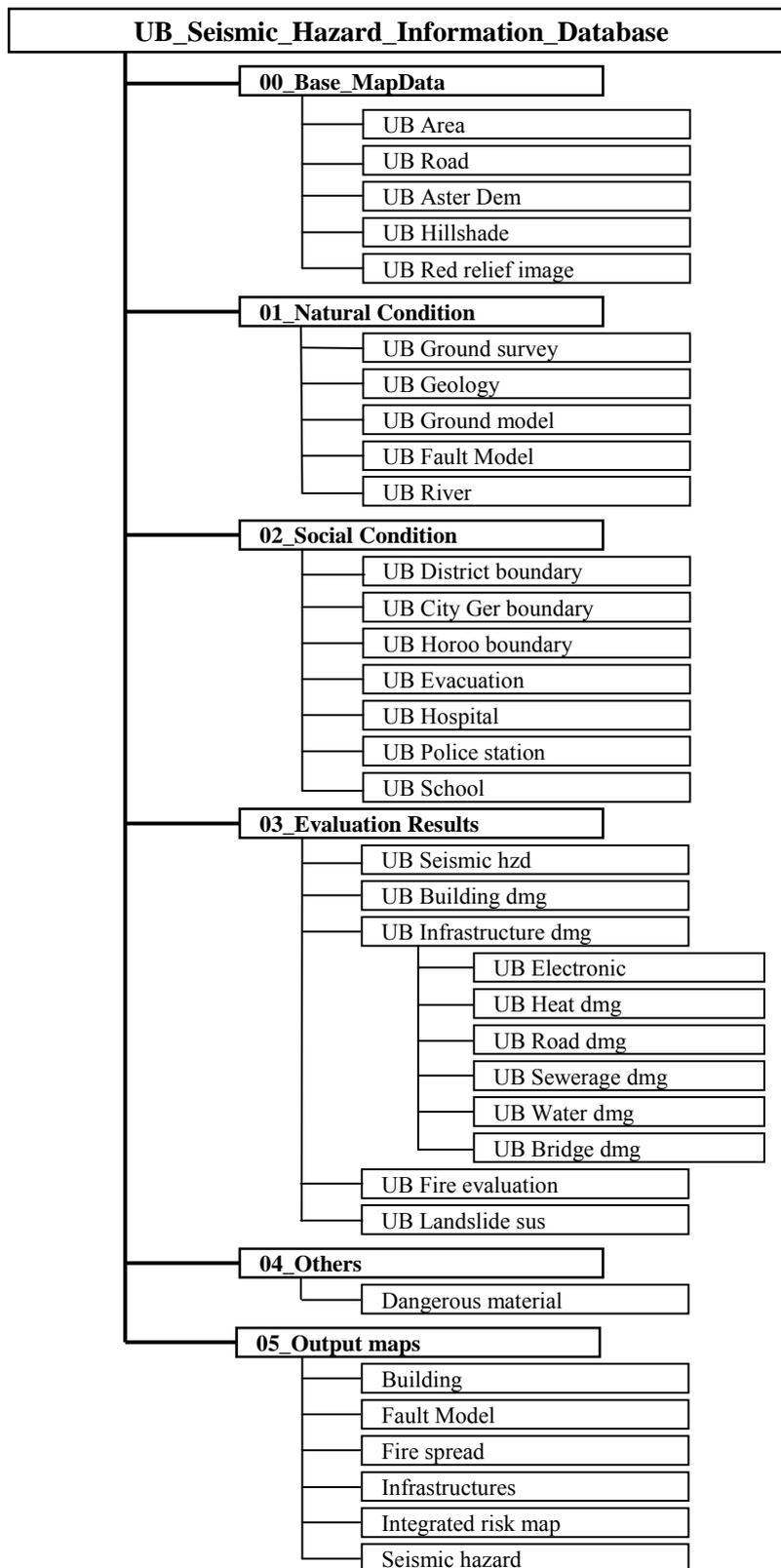
火災（火災、延焼）

- ・その他（危険物分布）

- ・評価結果の図面

これらの調査データ、評価結果は次節で述べる総合的な地震リスクマップへの出力、表示できるようになっている。

また、これらのデータベースは、今後も追加、修正ができるように、簡単な構造にし、ArcGIS 上で表示できるようにした。



出典：調査団作成

図 5.3.1 地震災害情報データベースの構造

5.3.2 総合的地震リスクマップ

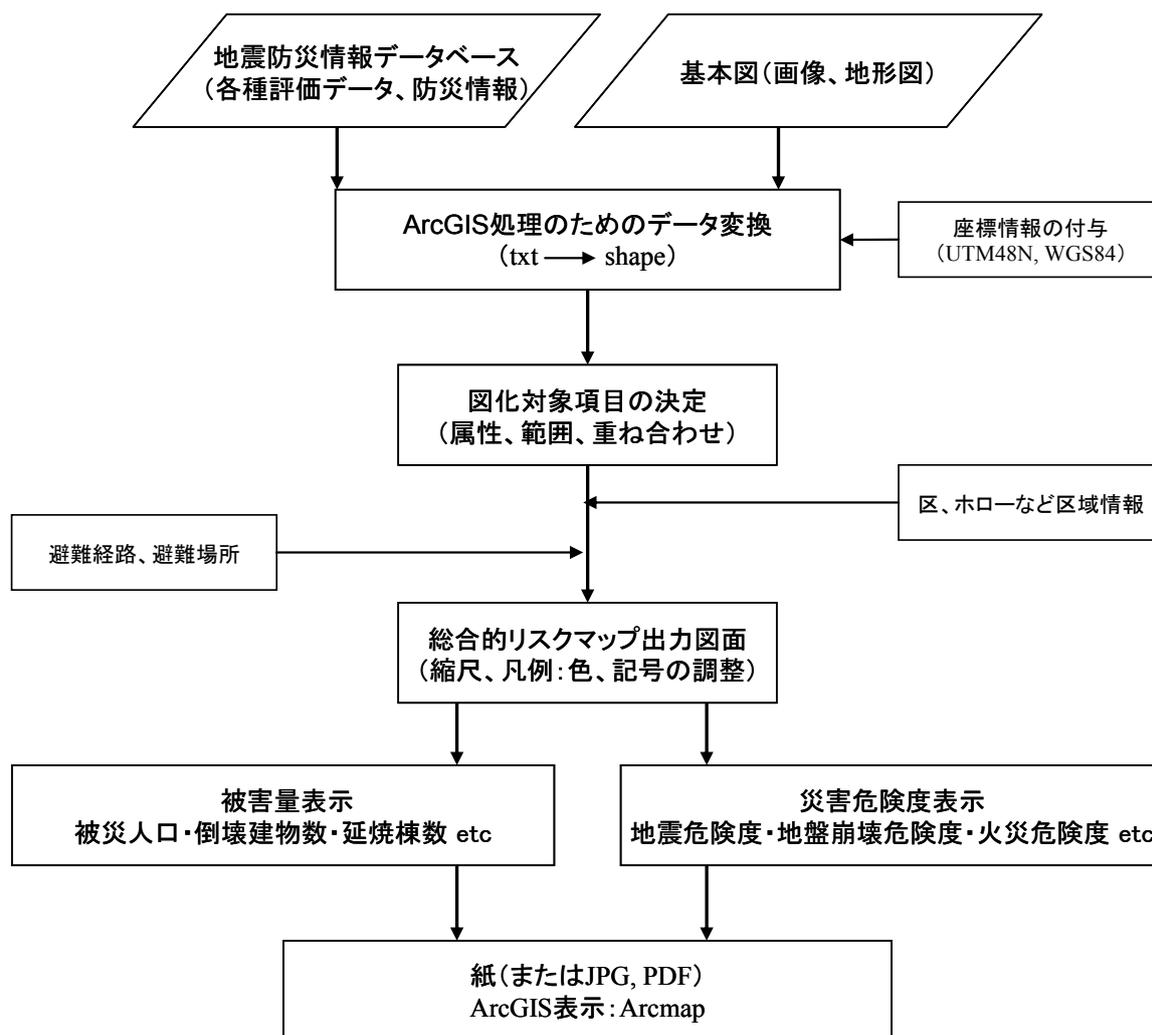
前述の調査データや評価結果に基づき、UB市における総合的な地震リスクマップを作成した。マップ作成に使用するデータ、作成方法、表示方法について図 5.3.2 示した。

出力した各種評価図面はサポーターレポーターにまとめた。

出力した評価図面は次のとおりである。

- 地震動評価図（最大加速度、最大速度、MSK 震度）
- 建物被害評価図（階層、構造、用途別表示図、倒壊評価図、被災人口）
- 火災：火災棟数、延焼範囲
- インフラ被害評価図（道路、橋梁、電気、温水、上水、下水）
 - 橋梁：橋梁の被害度分布図
 - 道路：道路延長分布図、メッシュ内総延長図、メッシュ内の被害率図、メッシュ内の被害箇所図
 - 温水：温水パイプライン分布図、メッシュ内総延長図、メッシュ内被害率図、メッシュ内被害箇所図
 - 上水：上水道分布図、メッシュ内総延長図、メッシュ内被害率図、メッシュ内被害箇所図、メッシュ内断水率図
 - 下水：下水道分布図、メッシュ内総延長図、メッシュ内被害率図、メッシュ内被害延長図
- 斜面崩壊危険度評価図
- 総合的リスクマップ（道路、橋梁被害、病院、学校、警察署、避難場所、避難経路を含んだ図面）

なお、これら以外の関係図目は各章にそれぞれ記載した。



出典：調査団作成

図 5.3.2 総合的地震リスクマップ作成フロー

5.3.3 まとめ

図 5.3.3 と図 5.3.4 にシナリオ1における総合的地震リスクマップを示した。図にウランバートル市の既存の避難経路、避難場所を示した。これらの避難場所は大体市街地から遠く離れたところにある。想定地震による道路被害、橋梁の被害の状況からみて、避難経路が機能できなくなる恐れがある。これ以外に、UB市北部のゲル地区においては、火災による延焼のリスクもある。このような状況では、現在設定されている避難場所、避難経路が災害時にその機能を発揮できないことが考えられる。シナリオ地震の被害想定結果に基づき、新たな避難場所、避難経路の設定が望ましい。これについては、ウランバートル市の関係機関が実施するように提言する。

ウランバートル市地震災害総合的リスクマップ

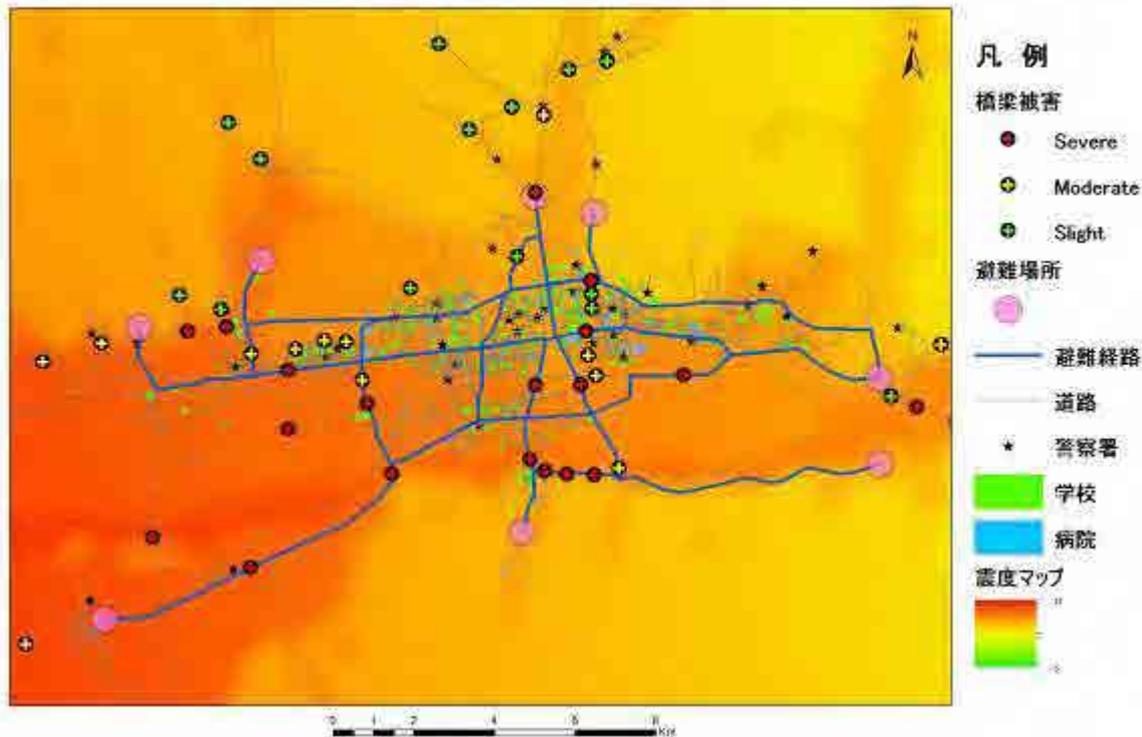


図 5.3.3 ウランバートル市地震災害総合的リスクマップ（震度）

ウランバートル市地震災害総合的リスクマップ

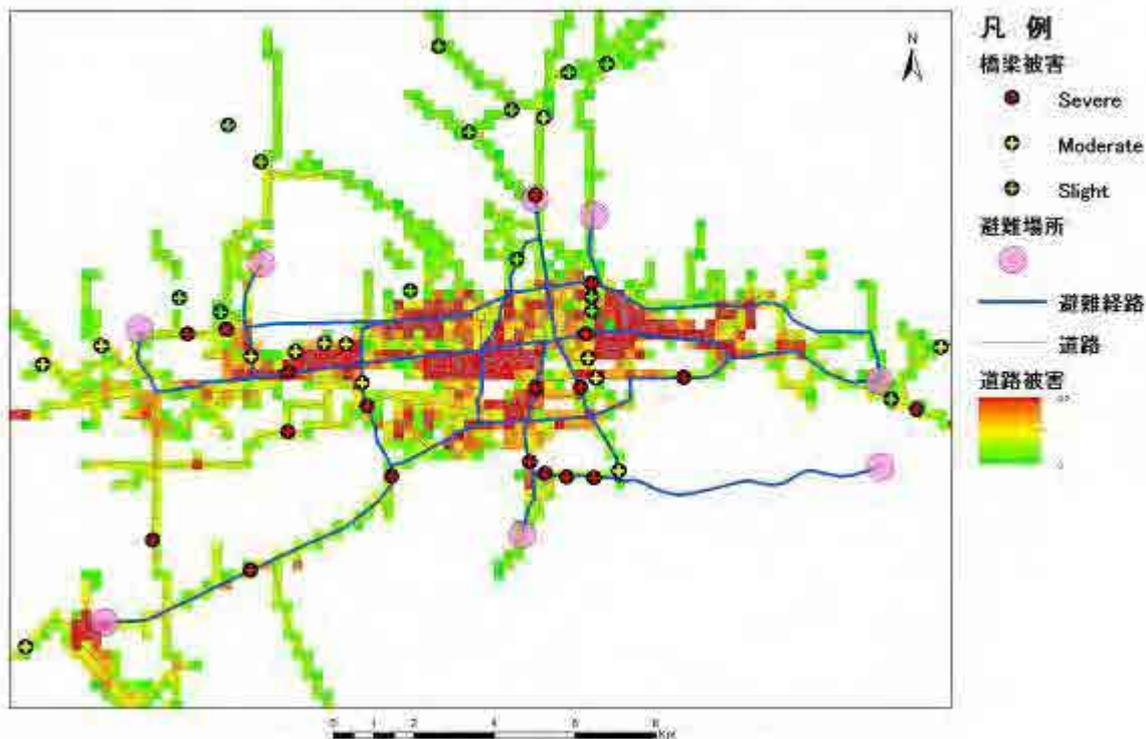


図 5.3.4 ウランバートル市地震災害総合的リスクマップ（道路被害）

第 6 章 地震防災計画の事業別優先度の検討

6.1 地震防災計画の事業別優先度の検討の方針

事業別優先度の検討にあたっては、モンゴル国及びウランバートル市の実情に即した実現可能性の高いものを優先するとともに、発生が不確実な地震災害に対しては、可及的速やかに減災効果の高い対策から実施することが必要である。

そこで現状把握で得られた課題に基づき、5.1 において検討した地震防災計画の修正検討において示した表 5.1.1「地震防災計画の修正検討のまとめ」に示した項目について、対策の必要性、対策の容易さから、それらの優先度の検討を以下に行った。

6.2 事業別優先度の検討

表 6.2.1 は地震防災計画の修正検討のまとめに示した項目について、項目、現状の認識、対策の必要性、対策の容易さ、財政的負担、総合的優先度についての検討結果をまとめたものである。

表 6.2.1 事業別優先度一覧

| 強化する対策 | 特に強化する項目 | 現状の認識 | 対策の必要性 | 対策の容易さ | 財政的負担 | 総合的優先度 | | |
|--------|----------|---------|--|---|--------------------------------------|---|--------------------|--------------------|
| 災害対策 | 建物の耐震対策 | 重要構造物 | ・1950年代から現存している老朽建築物が多く使用されている。 ・設計震度も地震経験の少なさにより強化されてきていない。 ・地震災害時に建物被害によって機能を発揮できない恐れが高い | 非常に高い | ・技術的には補強、再建で対応 ・公的機関が多い点では意思決定は容易 | 数量的には限定 ・政策決定による公的負担が可能 | 最優先 5か年整備計画 | |
| | | 公共構造物 | ・多くが1950年代からの3階建の組石造もしくは1960年代からの8,9階建のプレキャストパネル工法の建築物 | 高い | ・技術的には補強、再建で対応 ・公的機関が多い点では意思決定は容易 | 数量的には限定 ・政策決定による公的負担が可能 | 優先 10か年整備計画 | |
| | | 古い集合住宅 | ・多くが1950年代からの3階建の組石造もしくは1960年代からの8,9階建のプレキャストパネル工法 ・都市マスタープランに基づく再開発による建て替えが一部進行中 | 非常に高い | ・技術的には補強、再開発で対応 ・対象数が非常に多い | ・個人所有であり、市民の負担が高い | 最優先 2030年目標整備計画 | |
| | | 建物の防火対策 | ゲル地区の建物 | ・可燃構造物であるゲル、木造家屋が多く、人口の6割がゲル地区に居住 ・住環境整備を主要目的に再開発計画、土地区画整理事業による整備が進行中 | 非常に高い | ・補強、再開発で対応 ・対象数が非常に多い | ・個人所有であり、市民の負担が高い | 最優先 2030年目標整備計画 |
| | | 道路機能の確保 | 道路構造物 | ・橋梁の耐震診断の結果、幹線道路の橋梁での機能障害がみられる。 | 高い | ・補強、または架け替え | ・数量が限定されている。 | 優先 5か年整備計画 |
| | | | 沿道建築物の道路障害 | ・主要道路沿道に老朽化集合住宅が立ち並んでいる。 ・道路幅員が広い沿道建築の倒壊による道路閉塞幅は限定される。 ・近年の自動車の増加による慢性的な渋滞により、結果として緊急車両の通行不能が生じる恐れが高い。 | 高い | ・災害時幹線道路の指定、違法な増築部分の規制、道路拡幅等で対応 ・交通規制等でも対応 | ・違法拡幅部分の移転補償等が必要 | 優先 10か年整備計画 |
| | 空港機能の強化 | | ・空港がチンギスハーン空港のみ。 ・新空港の予定がある。 | 高い | | | 新空港整備に準拠 | |

| | | | | | | | |
|----------|-------------------------------------|-------------------------------|---|------------------------------|--|--------------------------------------|-------------------|
| | ライフライン施設の強化 | 電気、水道、温水システム | ・住宅地域の配電、地下埋設配管部の被害把握からは、市域全般の供給障害が発生する恐れは高い。 ・ゲル地域に上下水道、温水はない。 ・アパート地区は暖房・温水が供給システムに依存しているため冬季地震発生時に生命の危険あり。 | 高い | ・埋設管の耐震性のあるものに順次置換 | ・水道管、温水パイプ等の延長に依存し、料金体系の構築で計画的に対応が可能 | 優先 2030年目標整備計画 |
| | 防災教育 | 地震の基礎的知識、災害への対応力、災害への準備 | ・地震の経験がほぼ皆無のため、基礎知識及び意識が高くない。 ・災害時における自主的活動が期待できない。 | 非常に高い | 教育カリキュラム、防災訓練等の実施で対応可能 | 費用負担は少ないが、継続的に実施する必要 | 最優先 継続的に実施 |
| | マニュアルの作成 | 非常時の対応力 | ・防災計画の項目はあるが、具体的な対応が現状では不足 | 高い | 容易だが、各部局で検討 | 低い | 優先 1-2年計画 |
| | 情報収集システムの強化 | 被災状況の把握 | ・旧体制時代の警報システムは存在するがほぼ機能を停止。 ・早期警戒情報システムを構築中 ・情報収集のための資機材、制度が必要 | 非常に高い | 高所カメラ、スピーカー等は既存技術可能 ・緊急地震速報は要開発 | 費用負担は大きいが大規模ではない | 最優先 事業実施中 |
| | 専門家ネットワーク | 災害時医療 | ・災害時に医療システムは未整備、 ・赤十字等による支援は進行中 | 非常に高い | 専門家の養成が必要 | 費用負担は大きくない | 最優先 事業実施中 |
| 建築専門家 | | ・災害後の被災建築物判定の方策は未整備 | 高い | 技術基準は建築局で検討 | 少ない | 優先 1-2年計画 | |
| ライフライン復旧 | | ・地下埋設管等の迅速な復旧に必要な人員、資機材の供給に不安 | 高い | ・事前協力協定等で容易 | 少ない | 優先 1-2年計画 | |
| 防災計画 | 減災の目標の設定、行政、住民、地域、企業の役割 | | ・体系的な防災計画の策定は最近に始められ、計画策定・修正のシステムは構築済み ・計画の目標としての減災目標を示していない。 ・行政の計画で、住民、地域、企業のStakeholderとして位置付けがない | 高い | ・防災計画を住民、企業と連携するか、高度に国家機密に属する国防の一部とするかによって異なる。 | 少ない | 優先 毎年徐々に修正 |
| 提案 | 優先度の高い項目のうち、具体的な方法等をガイドラインとして提示したもの | | 医療救護等計画の考え方 | 災害時医療の専門家の養成 | | | |
| | | | 中央政府、地方政府、市民、地域、企業の役割 | 地震防災計画における中央政府、地方政府、市民、地域の役割 | | | |
| | | | 都市防災マスタープラン策定のためのガイドライン | 災害に強い都市整備を計画的に行うためのガイドライン | | | |
| | | | 応急危険度判定制度創設のためのガイドライン | 被災建築物の安全性確認のための制度のためのガイドライン | | | |
| | | | 中高層建築物耐震化ガイドライン | 中高層建築物の耐震化のためのガイドライン | | | |

第 7 章 地震災害を考慮した中高層建物耐震ガイドライン

7.1 現状分析とガイドラインの位置づけ

7.1.1 UB 市における耐震性能評価の概要

(1) UB 市が実施する耐震性能評価

UB 市中心部では、住宅と公共施設等、計 24650 棟の建物があり、そこに 38 万 2000 人の人々が暮している。市街地の全建物の大半は 1970 年以前に建設されたものであるが、これらについては耐震補強が実施されていないため、大地震の際には、UB 市の地震リスクを増大させる要因となっている。

このような状況において、首都人民代表会議 55 号（2011 年 3 月 23 日）決議で「建築物耐震評価基準」の策定が採択された。同基準の目的を以下に示す。

建築物耐震評価基準は、潜在的な地震災害を未然に防ぐことを目的とし、

- ① 既存建物を補強することにより被害を軽減し、
- ② 公共施設、住民所有施設、道路・橋梁・堤防・ダム等の土木施設、ライフライン施設の安全を確保し、
- ③ 自然災害を予防する

ために、機械・器具を用いて建築物の耐震性能を評価し証明書化すること

UB 市には現在、「老朽建物の耐震性能評価」を実施する機関が公共・民間を併せていくつか存在しており、例えば、Reconstruction センターや首都総合計画局の建築物品質・安全性課等がある。建築物品質・安全性課では 2011 年に 58 棟、2012 年には 120 棟の耐震性能評価を実施し、証明書化してきた。また、2013 年には 150 棟をリストアップし、作業に取り組んでいるところである。なお、建物の耐震性能評価を実施する際には、モンゴル科学技術大学との協働によっている。

2011-2012 年に実施された耐震性能評価の結果は以下のようである。

- 1970 年以前に建てられたレンガ造建物の耐震性能は極めて低い
- 1971 年以後に建てられたレンガ造建物は、ある程度の耐震性能を有しているが補強が必要
- 1965-1980 年代に建てられた大型パネル工法の建物は、補強すれば利用可能
- 近年建設された鉄筋コンクリート造建物は、その大半が耐震性能を有している

この評価結果は、同種の建物の耐震性能の推定に利用することが可能であり、1995 年以前に建てられた約 800 棟の建物の耐震性能評価を 2013 年中に実施し、証明書化することに貢献する。

(2) UB 市における建物の品質

建物の品質確保は所定の耐震性能を発揮するために不可欠な項目である。

既存建物については、1970 年代以前のレンガ造建物の劣化が問題であること、1965-1980 年代に建てられた大型パネル工法の建物については、そのジョイント部分の劣化が問題であることが指摘されている。

一方、現在の UB 市は急激な人口増加に伴い建設ラッシュが続いていることから、新築建物についても十分な品質管理が行われていないのが現実である。新築建物の品質確保については、制

度設計と技術者のレベルアップが重要である。前者についてはモンゴル国内の基準として適切なものが用意されているが、後者については下記の理由により十分ではない場合も見られる。

- 現在の建設ラッシュに対応できる数の技術者がいない
- 通年業務とならないため、エキスパートが育たない
- 予算が不十分である

また、工期の短縮や工事原価の削減を目的に、敢えて品質の劣る建物を施工している建設業者も存在しており、技術的なレベルアップにも増して企業経営者や技術者のモラルの維持といった問題も出てきている。

さらに、中心市街地を取り囲むゲル地区では、設計・施工管理の行われていない建物が多く建設されている。特に住宅密集地域ではレンガ造建物、あるいはレンガ+木混構造の建物が大半を占めており、倒壊時の人的被害を大きく増大させる要因となっており、ゲル地区建物の品質向上も喫緊の課題である。

7.1.2 本プロジェクトで求められた地震リスク

(1) 地震リスク評価結果の捉え方

モンゴルの設計用地震動は確率論的地震ハザード評価結果に基づくもので、所与の年超過確率に対応する MSK 震度がハザードマップとして与えられている。このハザードマップは発生確率という観点で均質な地震動を全建物に設定するものであり、個々の建物が耐えるべき最低限の地震動強さを示していると考えられる。

一方、地震リスク評価で用いる地震動は想定地震による確定論的評価に基づくものである。所定の地震が発生したという条件で、各地点の地震動を評価したものであるため、想定地震近傍では非常に大きな地震動が発生することになり、結果としてこのような地域での建物被害は甚大となる。反対に、想定地震から遠く離れた地域ではほとんど被害は発生しない。地震リスク評価は地震災害における状況の一つを示すに過ぎないことから、想定地震の震度分布をもって設計用の震度とすることは適切ではないが、被害の分布や程度から、現行の設計用地震動の適切さを間接的に評価することが可能であると考えられる。

以上より、ここでは現行設計の妥当性の指標として、地震リスク評価結果を捉えることとする。

(2) ウランバートル市に想定される震度

ウランバートル市に大きな影響を与えるシナリオとして、下記の2つを想定した。

シナリオ I : ホスタイ断層による地震動

シナリオ II : エミールト断層による地震動とグンジン断層による地震動の大きい方

シナリオ I では地震規模（マグニチュード）は大きいものの UB 市中心から遠いため、シナリオ II では地震規模は小さいものの UB 市中心に近いこと、結果として同じような震度分布となっている。ただし、シナリオ II に比べてシナリオ I は地震規模が大きいこと、固有周期の長い建物や被害が進展した建物に対しては、より大きな影響を与える。

(3) ウランバートル市の建物被害

4章に示した建物リスク評価によれば、シナリオ I あるいはシナリオ II が発生した際には建物の多くに被害が発生し、特にシナリオ I では被害規模は甚大であることが予想される。

7.1.3 耐震化に関する課題

(1) 既存建築物の耐震性能評価

現在、UB市では既存建物を対象に耐震性能の定量化を実施中である。同手法は、現行設計に準じた手法で、建設以降の建物の改造や劣化等の影響を加味して、MSK震度でどこまで健全性が確保されるかを評価するものである。評価には既製のロシア製の設計ソフトを用いている。これは有限要素法によるもので、弾性解析に限定される。また、入力地震動も設計用の諸条件を与えることで自動的に計算される。

現在の耐震設計では、弾性限界超過後の耐震性については明示されていないため、甚大被害に繋がるような過大な変形時の耐震性能については明確に保証されているわけではない。構造種別による靱性能の差異が考慮されないため、大変形に対する耐震性能については構造によってかなりの違いがあると考えられる。また、既製の設計ソフトでは入力レベルが段階的に設定されるが、MSK震度が1段階異なると建物に作用する地震力は2倍あるいは1/2倍となるため、精度の高い性能評価とはならない。さらに、この手法は多くの手間を必要とするため、現在のUB市に存在する全ての建物に適用することは現実的ではない。

したがって、UB市の既存建物の耐震性能評価を行うため、下記の要件を満たす評価手法が求められる。

- 簡便に実施できること
- 甚大被害に対する耐震性能を評価できること
- 構造種別の差異を適切に考慮できること
- 評価結果が連続量で表されること

(2) 耐震対策の対象となる建物の選定と優先度

耐震対策には、耐震補強、建替え、移転等、様々な施策が考えられるが、全ての建物に対して施策を実施することは、費用と期間の観点で現実的ではない。耐震性能が十分な建物に対して対策が不要なのは当然であるが（この見極めのためにも耐震性能評価は必要である）、稼働率の低い建物や重要度の低い建物については、公衆への影響がなければ耐震対策を見送ることも現実的な判断である。

また、地震発生時期の想定が困難であることや耐震対策には時間を要することから、対策の優先度を決めておくことも重要である。

現在、UB市では建設年代に応じた選定基準を設けているが、災害に強いUB市の早期実現のためには、建物の使用状況や重要度を加味した選定基準の設定、ならびに建物用途や重要度に応じた優先度の設定基準の設定が必要である。

(3) 耐震対策の選定

前述したように、耐震対策には複数の施策が考えられる。対策を実施するに際しては、技術的に実施可能かどうか、経済的に合理的かどうかを勘案して施策を選定することが必要である。例えば、極めて耐震性能の低い建物に対しては耐震補強によって十分な耐震性能を与えることは技術的に不可能なことも多く、可能であっても経済的に成り立たない場合がある。あるいは、商業施設等の移転が不可能な建物については耐震補強を選ばざるを得ない。

現在、耐震対策の選定の枠組みはないが、合理的な耐震対策を行うためには、このような枠組みの構築が必要である

(4) 震度マップ

現行のモンゴル耐震基準は 1992 年に発効されたもので、それ以前の旧ソ連基準に原則従ったものである。設計用応答スペクトルや地震動レベル（最大加速度で規定される）を決定する諸変数には相違はあるものの、耐震設計水準の考え方については現行基準と旧ソ連基準で大きな相違はない。

現在 UB 市で参照している震度マップは、1996 年策定のもので、そのおおもとは 1966 年策定のものである。モンゴル科学アカデミーでは 2006 年に震度マップに関する報告書を提出した。科学アカデミーが提案する震度マップは、確率論的地震ハザード評価結果に基づくもので、年超過確率 1/475（50 年超過確率 10%）に相当する震度を採用している。その後修正を加え 2011 年に承認される予定であったが、2013 年 6 月時点では承認される見通しは立っていない。

震度マップは建物の耐震性能を決定する上で基準となるものであり、最新の知見に基づくものの採用が必要である。

(5) 靱性規定

現行のモンゴル基準並びに旧ソ連基準には、損傷度係数 k_1 が導入されている。同係数は、建物の塑性化を許容する代わりに、設計用地震動を低減するというもので、一般的な建物については 0.25、重要建物については 1.0 が与えられている。このことは、弾性耐力については一般建物と重要建物で 4 倍の差があること、一般建物については塑性化に伴う応答低減効果を期待していること、重要建物については塑性化を認めていないこと、を示している。

すなわち、重要建物と一般建物の違いは、重要建物が弾性限界に達するような場合に、一般建物は塑性率で 8.5 まで達することを意味している（塑性率 8.5 という数値は Newmark 式に基づく）。ただし、一般建物が構造形式によらず塑性率 8.5 まで耐力を維持できるか、重要建物が弾性限界を超過した場合にどこまで耐力を維持できるかについては、特に示されていない。

このように、現行の耐震基準では建物の重要度と構造特性を 1 つの係数で表しているため、重要度や構造特性の差異がどのように耐震性能の差となって現れるかが明確でない。また、鉄骨造、鉄筋コンクリート造、レンガ造といった構造特性が異なる建物に対して一律の係数を与えることも合理的ではない。したがって、これら 2 つの要素を分離し、各構造が持つ靱性能に応じた係数を設定することが、合理的な耐震性能の付与に繋がる。

(6) 目標耐震性能

前述したように、耐震基準では一般建物と重要建物の耐震性能の違いを係数 k_1 によって規定しているが、その設定根拠は明確にはなっていない。重要度あるいは建物用途に応じ、どのような耐震性能を与えるべきかを明確にしておく必要がある。

(7) 品質管理

前述したように、現在の UB 市は建設ラッシュであり、建物の品質を管理する技術者が足りておらず、適切な品質管理ができていない。そのため、新築物件でありながら品質に劣るものもある。このことは、耐震対策としての耐震補強や移転・建て替えにおいても問題であり、耐震対策の効果を確実なものにするためにも、品質管理のあり方を考えることが必要である。

(8) 耐震化におけるインセンティブ

建物の耐震化の目的は、建物が地震によって被害を受けることを防止し、あるいは被害を抑止し、建物に居住する人々及び建物を利用する人々の安全性を確保することにある。建物の耐震化においては、所有者や利用者に金銭的な利益をもたらすことがないため、自己負担により地震に対して安全な建物を入手したいと考える人は多くはない。

日本や米国西海岸のような地震国あるいは地震活動の高い地域では、過去の地震災害において多くの建物が被災し多大な人的・物的・金銭的被害が発生したため、地震に強い建物はその資産価値が高いと認識されるようになってきた。

これに対し、UB市あるいはモンゴル国では、社会主義時代に住居が国から与えられたために、住居に対する自己資産としての思い入れがなく、耐震性の向上に関しても国が行うべきだと考えている。実際に大地震の経験がそれほど多くないこともこのような傾向を助長している。一方、UB市では耐震化の予算は十分ではなく、一般の住宅にまで手が回らないのが実情である。

したがって、いかに住民に耐震対策のインセンティブを与えるかがUB市の耐震化における課題でもある。

7.1.4 ガイドラインの位置付け

上記では、耐震化に関する課題を複数の視点で整理した。これらの課題の内、耐震基準の見直しについては建築行政上の課題である。また、対象建物についていえば、既存の公共建築物への対策は公共施設管理の課題である。本ガイドラインは上記に示したような建築行政上あるいは公共施設管理行政でカバーできない部分についての指針として位置づける。なお、建築行政上あるいは公共施設管理行政上の課題については提言としてまとめる。

7.2 目標耐震性能の設定

7.2.1 建物の分類

災害時における建物の機能に着目し、表 7.2.1 に示すように建物を分類した。

表 7.2.1 用途に基づく建物の分類

| 重要度 | 建物用途 |
|------|---|
| 重要建物 | 行政関連建物（省庁建物、区役所、警察） 幼稚園、学校、体育館 消防署、病院 |
| 一般建物 | 上記以外 |

7.2.2 目標耐震性能

リスク評価では、被害程度別に被害率を想定している。被害率 50%に相当する被害程度を「平均的な被害程度」と考えると、大凡ではあるが、シナリオ I の平均的な被害程度は倒壊、シナリオ II の平均的な被害程度は大破と考えられる。

このような考え方を、重要建物と一般建物に適用する。得られた平均的な被害程度表 7.2.2 に示す。なお同表には、重要建物の設計地震力を 1.25 倍、1.5 倍した場合の平均的な被害程度も示している。

同表より、現状では、重要建物は一般建物に比べて半ランク程度被害程度が軽いことがわかる。また、地震力を 1.25 倍、1.5 倍とすることで、大凡ではあるが半ランクずつ被害程度が軽減していくことが伺える。

前表を基に作成した耐震性能マトリクスを図 7.2.1 に示す。設計用地震力を 1.5 倍に増すと、重要構造物の平均的被害程度が大幅に軽減される。災害時には拠点建物の使用性の確保が極めて重要である。そのためには倒壊しないといった構造的被害の抑止に留まらず、機能被害の阻止も必要である。よって重要構造物に対しては設計地震力で 1.5 倍程度の耐震性能を与えることが望ましい。

また、耐震化における優先度も、重要度の大きさに応じて設定することが望ましいと考える。

表 7.2.2 平均被害率

| | シナリオ I | シナリオ II |
|-----------------|--------|---------|
| 一般建物 | 倒壊 | 大破 |
| 重要建物（地震力：×1.00） | 大破～倒壊 | 中破～大破 |
| 重要建物（地震力：×1.25） | 大破 | 中破 |
| 重要建物（地震力：×1.50） | 軽微～中破 | 軽微～中破 |

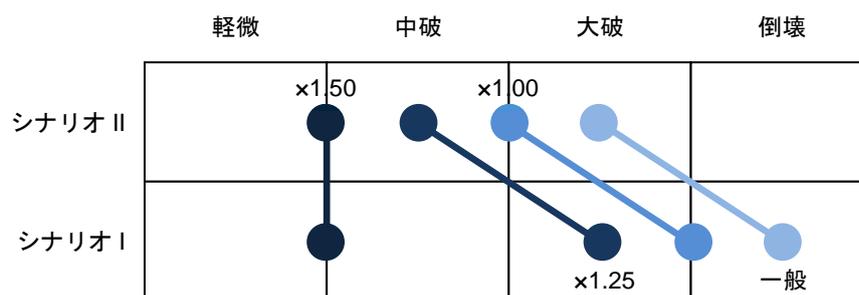


図 7.2.1 耐震性能マトリクス

7.3 既存建物の耐震性能評価

7.3.1 耐震性能の指標

耐震性能は、表 7.3.1 に示すような多くの指標により表すことができる。耐震性能指標の優劣は、損傷との対応関係が良いことはもちろんであるが、耐震性能評価が容易なことや目標耐震性能との比較が容易なこと実務上からは重要である。

変位や変形角を耐震性能の指標とする場合には、目標値の設定は容易であるが、保有している耐震性能を求めることが煩雑で、実用的ではない。また、応答スペクトルを耐震性能の指標とする場合には、現状では目標値を設定することが困難である。ここでは、損傷との対応は他の 2 者には劣るものの、保有する耐震性能の評価が容易であり、また、目標値の設定も理解が得やすいことから、MSK 震度を耐震性能の指標とした。

表 7.3.1 耐震性能の指標

| 耐震性能指標 | 耐震性能指標の定義 | 備考 |
|-----------|-----------------|--|
| 震度、加速度、速度 | 所定の被害を与える地震動最大値 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 損傷との対応は良くない ▪ 耐震性能評価が容易 ▪ 震度マップと直接比較することができる |
| 応答スペクトル | 所定の被害を与える応答加速度 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 損傷との対応は比較的良い ▪ 耐震性能評価が容易 ▪ 震度マップとの比較ができない |
| 変位、変形角 | 所定の被害を与える建物応答 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 損傷との対応に優れている ▪ 耐震性能評価は応答解析が必要で煩雑となる ▪ 震度マップとの比較ができない |

7.3.2 耐震性能評価の枠組み

(1) 基本的な考え方

耐震性能評価の枠組み構築については、下記の点に留意した。

- UB 市で実施している耐震診断と矛盾しないこと
- 多数の物件を用意に取り扱えること
- 建物の非線形効果を適切に反映できること

具体的には、被害想定で用いた限界耐力計算法を逆に辿ることにより、所与の変形を与えるような MSK 震度を求めるものである（図 7.3.1 参照）

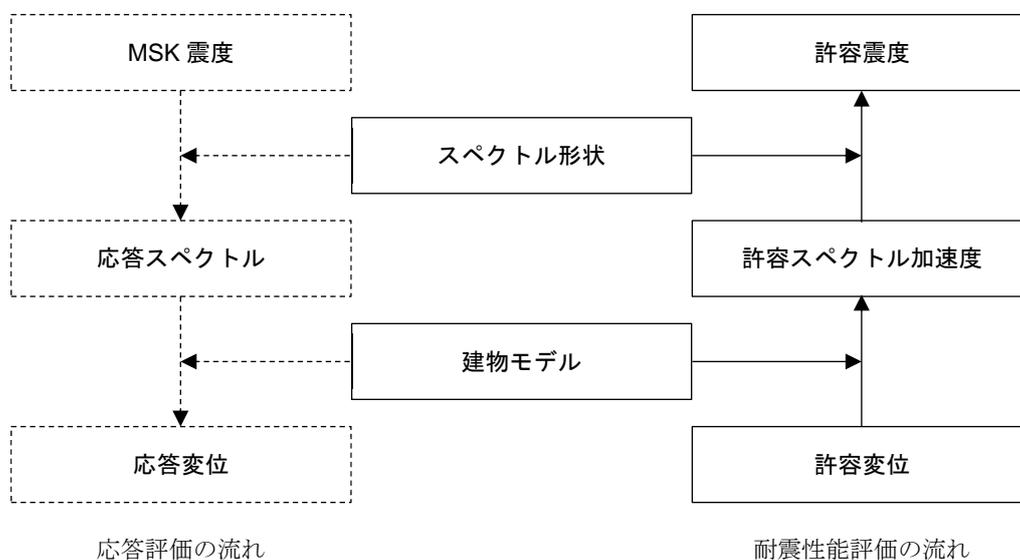


図 7.3.1 耐震性能評価の考え方

限界耐力計算法を援用することにより、容易に評価が可能になるとともに、建物の大破や倒壊といった限界状態にも対応することができる。また、建物モデル構築において、UB 市の結果を用いることで両手法の整合を取ることも可能である。

(2) 計算ルート

耐震診断については早急に全建物について行うことが必要であるため、規模や重要度に応じて

複数の計算ルートが取れるようにした。具体的には、以下に示す3ルートである。

- ルート 1：建物の構造種別や階数等を変数としてモデル化を行うもの。具体的な計算は必要としないため、容易に多くの建物を評価することができる。
- ルート 2：建物の構造種別、階数、各階重量等を基にモデル化を行うもの。手法としてはやや煩雑にはなるが、建物の特徴をより精度よく反映できる。
- ルート 3：より詳細な方法でモデル化する方法。方法そのものは評価者の判断によることができる。

なお、ルートに応じた計算方法についてはサポーターレポートに記載している。

7.3.3 耐震性能評価に関する技術移転

限界耐力計算法については、WG3 の活動および UB 耐震課職員を対象とした勉強会で、説明を行った。また、実際に評価を行うためのエクセルシートを CP に残した。

7.4 耐震対策

耐震対策の方策は様々であり、耐震補強のように個人やコミュニティでできるものから、大規模都市開発や耐震基準の見直しのように民間企業や行政の介入が必要なものまで多岐に亘る。前述したように、本ガイドラインでは基準改正のように実施までに多くの時間を要するものは、将来展望としてまとめることとし、現状の枠組みの中で実施可能な対策を、耐震対策とした。

具体的には、下記を耐震対策として取り上げた。

- 耐震補強
- 建物移転
- 建て替え

7.4.1 耐震補強

耐震補強の採否の判断においては、以下の項目について適切に評価を行うことが重要である。

- 必要とされる耐震要求性能を満たすことができるか
- 建物の使用性を損なわないか
- 経済的に適切な補強案であるか

耐震要求性能を満たすことができるかどうかについては、現在のモンゴルで実施可能な設計・施工技術を反映して判断を行うこととした。また、提案される耐震補強施策によって当該建物の他の性能（使用性、美観、他）が著しく損なわれないことを確認することも必要である。

耐震補強実施については技術的な成立性のみではなく、経済性の観点からの成立性の検討もひつようであり、以下のような留意事項を示した。

- 建物の残存価値に比較して、耐震補強施策費は妥当か
- 建物の利用程度に比較して、耐震補強施策費は妥当か

7.4.2 建物移転

建物移転については、以下の項目について適切に評価を行うことが必要である。

- 建物移転のスキームが構築されているか
- 当該建物機能が移転後も維持されるか
- 当該建物の移転地を確保することができるか

建物移転のスキームについては、各種都市開発スキームに従うこととした。

建物の機能維持については、例えば住宅であれば、電気、温水配管、上下水等のライフライン施設や交通との接続や、商業・工業へのアクセスに留意することが必要である。

なお、商業施設あるいは観光施設のように当該地から移動すること価値を失うものについては、移転は不可能であり、その場合には、建て替えによる耐震対策とならざるを得ない。

7.4.3 建て替え

建物移転については、以下の項目について適切に評価を行うことが必要である。

- 建て替えのスキームが構築されているか
- 建て替え期間中の代替建物を確保することができるか

建て替えのスキームについては、各種都市開発スキームに従うこととした。

代替建物であるが、住宅であるならば多少の利便性を犠牲にすることで確保は可能である。一方、建物移転で述べたように、当該地から移動すること価値を失うものについては、部分施工を繰り返すことで、建物の機能を維持しながら全体のリニューアルを図ることとなる。

7.5 耐震対策の促進方策

7.5.1 日本における優遇策事例

前述したように、現在の UB では耐震対策の実施を個人に求めるには困難な伴い、それを実現するには何らかの公的な優遇策を設けることが必要である。建物の耐震化は、建物の所有者・利用者の安全性の確保に繋がることはもちろんであるが、さらに建物の倒壊が抑止されることにより、災害復旧拠点の確保、避難道路の確保、救急応援道路の確保といったように、市民全員の生命ならびの資産の保護に繋がる。すなわち、建物の耐震化は個人の利益だけでなく公共の利益をもたらすものでもあるので、公的施策として十分な説得力があると考えられる。

耐震改修促進法に基づく具体的な施策をまとめた（表 7.5.1）。

表 7.5.1 日本における耐震対策のための優遇策

| 対象 | 具体策 |
|--------------|--|
| 耐震診断の促進 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 耐震診断をする所有者へ耐震診断費用を補助する。その負担割合は例えば所有者は負担しなくてもよい場合（国 1/2、自治体 1/2、所有者無料）や所有者も負担する場合（国 1/3、自治体 1/3、所有者 1/3）などがある。 |
| 耐震補強の促進 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 耐震補強の工事費用の一部を補助する。その負担割合は例えば国 7.6%、地方自治体 7.6%で、合計で工事費用の 15%程度を補助する。 ▪ 特に耐震化を進めたい場所等（例えば道路の閉塞を起こさないための重要幹線道路沿道の建物について）については補助の率を高くするといった場合もある。 |
| 耐震補強のための融資制度 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 耐震補強工事のための融資制度の創設と基準金利からの低減 |
| 税制面での優遇 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 耐震補強工事のための費用を融資で借りた時に、その借入残高に応じた一定金額を、所得税額から控除する（例えばローン残高の 1%を 10 年間所得税額から控除）。 ▪ 耐震補強工事のためにかかった費用の一部の金額を、所得税額から控除する（例えば耐震補強費用の 10%を所得税額から控除）。 ▪ 耐震工事を行った場合に、固定資産税を減額する（例えば固定資産税の 1/2 を一定期間減額）。 ▪ 耐震基準に適合した中古住宅の購入の場合のローン減税。 |

7.5.2 新規開拓・開発地域における計画例

(1) 計画の事例

建物の耐震化は、耐震性の不十分な既存建物の耐震補強または十分な耐震性を有する建物の建設（新築・移転）によって実現化される。UB市に老朽化したアパートが多く存在し、それらの建物は不十分な耐震性のものが多くあり、建て替えの時期も迎えていることから、地域再開発等により建物の更新を図る手法も建物の耐震化には有効な事業手法である。

UB市では旧建設都市開発省が策定した「住宅建設4万戸計画（2009年目標）」によって、2004年から2009年前半までの5年半の間に33,982戸の住宅が建設されている。この計画は①ニュータウン開発、②都心部土地利用の高度化、③ゲル地区の住環境改善、④住宅市場と住宅金融機能の強化、⑤建設産業と建設材料製造業の育成を住宅供給戦略に基づいて実施されているものであるが、建築基準に合致した建物が建設される点においては耐震化対策の目的に合致している。

(2) UB市マスタープランに基づく再開発事業の事例

UB市マスタープランでは、都心部の土地利用高度化を主目的として都市再開発事業の事業手法を適用したアパート整備を行う計画がある。モデル地区として、ノミンデパート（国営百貨店）東側・道路交通建設都市開発省南側の一ブロックで検討が進められている（出典ウランバートル市都市計画マスタープラン・都市開発プログラム調査第3年次実施報告書 pp63：2009年10月：JICAによる）。

一方、ゲル地区は、建物の被害とともに、地震時の火災の発生の危険も高いことから中心部ゲル地区においてはそれらの課題の解決も重要な課題である。UB市マスタープランではゲル地区再開発も行っている。

(3) 課題

集合住宅を耐震化のために建て替えるとした場合、建て替えの費用はアパートの所有者の負担となるため、前に述べた公的優遇策を活用したとしても居住者世帯当たりの負担費用は大きくなる。再開発事業を用いた場合には、建替えた建物の床面積を大きく（例えば従前は4階建てであったものを10階建てとする等）し、その床（保留床という）を売却して建築費用に充てることで建築費用を捻出する。この手法を用いる場合には、再開発事業で生み出した保留床が売却できない限り建築費用を捻出できない。利便性の悪い地区では保留床が売れない場合も生じる恐れがあるし、また従前のアパートが地区により規定された容積率をほぼ使い切っている場合には保留床を建設できないこともある。

7.5.3 耐震対策促進法案の提案

耐震対策を進めるためには、建築基準法で定める設計震度を改定することにより、適切な耐震性能を有する建物を建設することが最も基本的な対策である。施工の品質さえ確保されれば、新たに作られる建築物は自ずと必要な耐震性を有することとなる。

しかし、既存の建物（既存建物）は耐震性能が不足したまま存在することとなる。また災害時に重要な役割を果たす建物（災害拠点建物、病院、学校等）については地震災害時の建物の倒壊を防ぎ機能を確保するために、現状の基準を満たしている場合であっても、より耐震性の高い構造物とすべく改築や耐震補強が必要となる場合もある。

ここでは、主に資金面から見た耐震対策促進の方策を提案する。

(1) 公的支援の体制整備

建物を耐震化することはウランバートル市に居住するウランバートル市民の安全を確保することでもあるので、耐震化を促進するために公的な支援を与えることは公共の利益として行政が行うべきことと考えられる。それ故、行政が建物の耐震化の重要性を理解し、政策として推進することを明確とし、耐震化を促進するための予算措置を講じることが必要となる。

(2) 公的な施設の耐震化のためのインセンティブ

災害時の重要施設の耐震化を促進する場合は、施主が国や UB 市であるので建築費用の補助等の促進策よりも、公共施設の安全について公としての責任を有するという根拠づけが重要である。そのためには、機能の維持を必要とする建物であることを明確にすることが求められる。例えば、下記の理由によって行政の責務である安全の確保が出来なくなるという根拠づけが重要となる。

- 消防署では、車庫が壊れると消防車両が出動できない。
- 病院では、倒壊によって入院患者が犠牲になったり負傷者への対応が出来なくなったりする。
- 義務教育として生徒が日中滞在する学校建築ではより生徒の犠牲者が出る恐れがある。

(3) 私立の病院・学校等、公共的役割を持つ建物への耐震化のためのインセンティブ

公立の重要施設と同様重要施設が私立の場合にも、安全性の確保は同様に重要であり、その理解を所有者に理解を求める努力は必要である。しかし私立であるがために財政的支援が強く必要となる。以下に財政的支援策の幾つかを示す。

a) 耐震診断への優遇策

耐震診断は耐震化対策の第一歩である。耐震診断には、所有者が出来る簡易な判断もあるが、中高層建築物の耐震性強化の実施に至るためには専門家による耐震性能の評価（第3章参照）が必要となる。

そこで、この耐震診断に要する費用の一部もしくは全部に対する公的な補助制度を設計する。耐震費用の負担割合は例えば所有者は負担しなくてもよい場合や所有者も負担する場合などが考えられる。

b) 耐震補強への優遇策

耐震診断と同様に、耐震補強についての補助制度も促進対策の柱となる。費用も大きいことから行政からの補助の負担は一定割合を（上限を持って）補助するなどが考えられる。

耐震補強の補助対象となる建物について、災害時に重要と考えられる建物については補助割合を高くする等の政策的配慮も重要である。

耐震診断、耐震補強のいずれにおいても公的支援を行うには予算措置を伴うので、年間の補助件数を設定して予算措置を行うことが必要となる。補助件数とその枠を超した場合は、枠が消化できた段階で該当年度の補助を終了し、次年度に回すなどの方策とられる。

c) 耐震補強工事のための融資制度

耐震補強を行うための資金を調達するため、銀行等からの融資を必要とする場合、そのための

融資制度を住宅金融公庫等の公的機関において創設し、基準金利よりも低い金利を設定することが施策として考えられる。

d) 税制の優遇制度

実現可能な税制の優遇制度として、表 7.5.2 に示すものを提案する。

表 7.5.2 実現可能な税制の優遇制度

| 対象 | 具体策 |
|-----------|--|
| 所得金額からの控除 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 耐震補強工事のための費用を融資で借りた時に、その借入残高に応じた一定金額を、所得税額から控除する（例えばローン残高の1%を10年間所得税額から控除）。 ▪ 耐震補強工事のためにかかった費用の一部の金額を、所得税額から控除する（例えば耐震補強費用の10%を所得税額から控除）。 ▪ 耐震基準に適合した中古住宅の購入の場合のローン減税。 |
| 固定資産税の減額 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 耐震工事を行った場合に、固定資産税を減額する（例えば固定資産税の1/2を一定期間減額）。 |

e) 損害保険料率の低減

モンゴルでは損害保険のカバーする被害に地震災害も含まれる。耐震補強が実施された建物は地震による被害を受けるリスクが低減したと認められるので、同建物に対する損害保険についての保険料の低減を行うことは、保険商品の開発といった意味も含めて、保険会社にとっても合理的・魅力的である。

耐震性強化に対する保険料率の低減の対応を行うことを行政が保険会社に要請する。

7.6 耐震ガイドラインの作成

耐震ガイドラインの作成は、プロジェクトチームと CP との協働で実施した。具体的には、UB市の建物状況や UB 市耐震課における耐震診断方法等については CP 側で記載した。一方、リスク評価結果の分析や限界耐力計算方法の例示、日本での耐震対策の方策等についてはプロジェクトチーム側で記載を行った。なお、建物重要度や重要度係数の設定に関しては、両者協議の上実施した。

作成したガイドラインの章・節・項については表 7.6.1 に示すようである。

表 7.6.1 地震災害を考慮した中高層建物耐震ガイドライン目次案

| 章 | 節 | 項 |
|----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| 1 まえがき | 1.1 対象とする建物 | |
| | 1.2 本ガイドラインの内容 | |
| 2 UB 市における課題の整理 | 2.1 UB 市の建物の現況 | 2.1.1 UB 市における建物の概要 2.1.2 地震リスク評価 |
| | 2.2 耐震化に関する課題 | 2.2.1 既存建築物に対する課題 |
| | | 2.2.2 耐震設計における課題 |
| | | 2.2.3 耐震化施策における課題 |
| 2.3 得られた課題の本ガイドラインへの反映 | 2.3.1 対象の整理 2.3.2 ガイドラインへの反映事項 | |
| 3 建物の目標耐震性能 | 3.1 目標耐震性能の設定方法 | |
| | 3.2 目標耐震性能の設定 | 3.2.1 建物の分類 |
| | | 3.2.2 目標耐震性能 |
| 4 既存建物の耐震性能評価 | 4.1 評価の枠組み | 4.1.1 耐震性能の指標 |
| | | 4.1.2 耐震性能評価の枠組み |
| | 4.2 建物のモデル化手法 | 4.2.1 簡易手法による弾性限界点の設定 |
| | | 4.2.2 準詳細法による弾性限界点の設定 |
| | | 4.2.3 詳細法による弾性限界点の設定 |
| | | 4.2.4 スケルトンカーブの設定 |
| | 4.3 耐震性能評価手法 | 4.3.1 耐震性能評価の流れ |
| 4.3.1 耐震性能評価の具体的な手順 | | |
| 5 耐震対策方法 | 5.1 耐震対策対象の選定 | 5.1.1 耐震対策対象の選定における留意事項 |
| | 5.2 耐震補強 | 5.2.1 耐震補強の方法 |
| | | 5.2.1 耐震補強における留意事項 |
| | 4.3 建物移転・建て替え | 5.3.1 建物移転・建て替えにおける留意事項 |
| 6 耐震対策の促進方策 | 6.1 耐震対策を進めるための優遇策 | 6.1.1 耐震対策を進めるための優遇策の必要性 |
| | | 6.1.2 日本における耐震対策のための優遇策の事例 |
| | 6.2 新規開発・開発地域における計画例 | 6.2.1 UB 市マスタープランに基づく再開発事業の事例 |
| | | 6.2.2 耐震化を目的とした場合の再開発事業の課題 |
| | 6.3 耐震対策促進方策の提案 | 6.3.1 公的な支援の体制整備 |
| | | 6.3.2 公的な施設の耐震化のためのインセンティブ |
| 6.3.3 公共的役割を持つ建物への耐震化のためのインセンティブ | | |
| 7 提言 | 7.1 市街地における新築建物 | |
| | 7.2 市街地における既存公共建物 | |

第 8 章 環境社会配慮

8.1 瓦礫処理

(1) 廃棄物処理の現状

- ・ UB 市では市営公社が 4 つの市公認処分場を運営している。廃棄物の収集運搬は、民間の各区廃棄物処理会社を実施している。
- ・ 可燃性・不燃性廃棄物の区別はなく、有害廃棄物を除く一般廃棄物は処分場で埋立処分されている。建設系廃棄物は一般廃棄物として処分されている。
- ・ 廃棄物のほとんどはウランバートル市街地の北西約 10km に位置するナランギンエンゲル処分場（無償資金協力により供与、2009 年運用開始）で埋立処分されている。この処分場の最終埋立面積は約 27.8 ha、埋立容量は 272m³、埋立年数は 11 年である。
- ・ 処理場では覆土がされてことによる火災や強風による廃棄物飛散が問題となっている。
- ・ 主にゲル地区周辺では廃棄物の不法投機による環境への影響が問題となっている。
- ・ 処理場には廃棄物から有価物を回収するウェイストピッカーが多くいる。

(2) 震災時の瓦礫処理に関する課題

シナリオ I 地震が発生した場合に想定される瓦礫量は 1,214 万 m³ であり、区別の内訳は下表のとおりである。瓦礫の主たる発生源は、組石造、鉄筋コンクリート・レンガ造の建築物である。この瓦礫量は 10ton ダンプカー 243 万台分に相当する。

表 8.1.1 シナリオ I 地震が発生した場合に想定される瓦礫量

| | 区名 | 瓦礫量(m ³) |
|---|----------------|----------------------|
| 1 | Bayanzurh | 2,703,075 |
| 2 | Songinohairhan | 2,575,282 |
| 3 | Bayangol | 2,389,881 |
| 4 | Hun Uur | 1,753,198 |
| 5 | Chingeltei | 1,468,810 |
| 6 | Suhbaatar | 1,256,678 |
| 7 | Nalaih | 981 |
| | Bayangol | - |
| | Bayanzurkh | - |
| | 合計 | 12,147,904 |

大量に発生する瓦礫の迅速かつ計画的な処理が求められる中、以下の課題が発生することが考えられる。

- ・ 廃棄物収集搬送業者が民間であることから、瓦礫撤去作業や生活ゴミの収集が有効に機能しない。
- ・ 住民が無秩序に近隣の空き地や河川敷、不法投棄地帯に瓦礫の移動を始める。

- ・ 緊急対策として一部の瓦礫をナランギンエンゲル処分場へ持ち込むことが想定されるが、総瓦礫量はナランギンエンゲル処分場の埋立容量をはるかに上回るため、最終処分場が不足する。最終処分場の決定に時間がかかり、復興が遅れる。
- ・ 瓦礫に含まれる有害物質により、処理事業員や近隣住民が健康障害を発する。

(3) 事前対策および復旧・復興時の対策

上記の課題に対して、以下のような対策を講ずるべきである。

- ・ 事前に廃棄物収集運搬業者と震災時における協力協定を締結するとともに、道路局など UB 市の関係局の対応・役割分担を決めておく。さらに UB 市各区ならびに周辺都市と広域瓦礫処理に関する協力協定を結ぶ。
- ・ 瓦礫の一時仮置き場を選定しておく。復旧時は市民に対してメディアや携帯電話を通じて仮置き場の情報提供を徹底するとともに、不法投棄を厳しく監視する。
- ・ 事前に最終処分場の候補地を選定しておく。処分場の選定にあたっては、持込可能廃棄物の制限、処分方法、周辺への影響（廃棄物からの出火・悪臭・土壌汚染・地下水汚染、強風による飛散対策、運搬経路での騒音・振動、非自発的住民移転への対応）について十分講ずるとともに、近隣住民とステークホルダーへ説明を行い合意を得ることが必要である。
- ・ 瓦礫中の有害物質の飛散防止のため一時仮置き場へ散水を行うとともに、処理事業員や近隣住民にマスクを配布し、健康障害の発生を回避する。
- ・ 瓦礫の再資源化のため、ウェイストピッカー等を組織的に活用し、木材や鉄筋等の再利用を行う。

8.2 し尿処理

(1) し尿処理の現状

UB 市のアパート地区の生活排水およびし尿は中央下水処理場で集中処理され、トール川に排出している。ゲル地区では生活排水は垂れ流しされ、素掘りのトイレを使用している。

(2) 震災時のし尿処理における課題

震災時には、多くのアパートが倒壊するとともに、上下水道設備の機能低下が予想されるため、アパート地区のトイレの大部分は使用困難となる。避難者や被害を免れたアパート住民は近隣のゲル地区の素掘りトイレを借用するか、アパートの中庭等に素掘りトイレを作り使用することが想定されるが、冬期は表土凍結のため人力での掘削は困難となり、夏期には倒壊アパートの残滓物による臭気や衛生上の問題が懸念される。

(3) 考えられる対策

- ・ UB 市は事前に、イベント等で使われる簡易トイレの数を把握したうえで、UB 市以外の所有企業への協力協定を結ぶ。また、レジ袋を用いた携帯用トイレの普及教育を進める必要がある。
- ・ 臨時トイレとしてセルベ川他の河川敷に高床式のトイレを作りそのまま川に流す、管きょマンホールへし尿を投入するなどの対応が考えられる。
- ・ ゲル地区の素掘りトイレの借用にあたっては、共助の観点から良好なコミュニティを構築す

る必要がある。

8.3 危険物施設・有害物質処理

(1) 危険物施設・有害物質処理の現状

- ・ 危険物施設には、火力発電所・薬品工場・金属加工工場・皮革工場・ガソリンスタンドなどがある。
- ・ UB市には有害廃棄物処理を行う集中型施設がない。市公認の処分場では有害廃棄物の受け入れを禁止している。有害廃棄物が指定されており、排出者の責任で適正に処分することが定められているが、産業系・医療系の有害廃棄物の不法投機が多く見られる。

(2) 震災時の課題

- ・ 危険物施設には耐震性が十分でないものが多くあると考えられ、地震による損傷により火災や漏えいに伴う環境汚染が発生することが懸念される。
- ・ 地震発生後は、有害廃棄物の適正処理に手が回らずさらに不法投棄が増える、有害物質を含む瓦礫の一時仮置き場や最終処分場への持込が行われる可能性がある。

(3) 危険物施設・有害物質処理に関する対策

- ・ 危険物施設が有すべき一定の耐震性を定めるとともに、日常点検・定期点検を義務付け、周辺の土壌や地下水の汚染を最小限に留める対策を実施すべきである。特にゲル地区に近いガソリンスタンドの貯蔵タンクでは、火災の発生・延焼回避のため施設の健全性確保が求められる。
- ・ 有害物質処理に関しては、排出者の適正処分を徹底するとともに、違法処理・不法投機を厳しく監理する必要がある。

8.4 アスベスト問題

(1) アスベストの使用状況・規制法令

- ・ モンゴルではアスベストは容易に入手できることから、市民のアスベストの危険性に対する認識度は低い。
- ・ 火力発電所の高炉や暖房用温水配管などの断熱材に石綿が使用されている。
- ・ 一般家庭では寒さ対策として、窓わくなどにアスベスト素材の目張りを用いているところがある。ストーブの上に断熱材としてアスベスト板を敷いている家庭もある。
- ・ アスベストの使用規制法令はなかったが、2010年7月に禁止令（モンゴル政府決議第192号）が出された。さらに翌年2011年6月に発行された政府決議第176号では、アスベストの使用を段階的に使用禁止し、環境及び人の健康に対して有害な物質を使用しないことに注力するよう関係大臣に指示している。このようにモンゴルでは現在、アスベストの使用禁止に向けた取り組みを進めている。

(2) 震災時の課題

- ・ 瓦礫等に含まれるアスベストを不適切に扱い、吸引による健康被害を起こす、粉塵を飛散させるといった危険性がある。
- ・ アパートが倒壊して住居を失いゲルへ移り住む場合や仮設住宅を建設する際にアスベストを

乱用する恐れがある。

(3) 対策

- ・ 市民にアスベストの危険性を認識させるとともに、家屋の取り壊し時の適切な取り扱い方法や建材として使用する場合には劣化や損傷により健康被害を引き起こす可能性が高いこと教育すべきである。
- ・ 瓦礫にはアスベストが含まれているものと想定し、散水を行い粉塵の飛散防止を行うとともに、瓦礫処理作業員にはマスクを着用させる必要がある。

8.5 復興時の移転問題

(1) 想定される住民移転

以下のような状況において、UB市は住民移転を計画することが想定される。

- ・ 地震に強い都市開発計画の実施にあたり、例えば道路拡幅等により住民移転が必要な場合
- ・ 復興計画により住居地域が規制される場合や復興に合わせてゲル地区改善計画を行う場合
- ・ 半壊した家屋やアパートから退去が必要な場合
- ・ 周辺施設からの危険物や有害物質の漏えいに伴い著しい環境悪化が発生した場合
- ・ アパートの倒壊により住居を失った多くの人がゲルを建て移り住みゲル地区が無秩序に拡大し、これを規制する場合

(2) 住民移転計画において配慮すべき事項

上記のような大規模な非自発的住民移転が発生する場合には、UB市は以下の事項に配慮し住民移転計画を進める必要がある。

- ・ 住民移転計画に関して住民に対し情報公開が適切に行われるべきである。
- ・ 影響を受ける住民やコミュニティと十分な協議が行われるべきである。
- ・ モンゴル国ならびに UB市の法令や基準に遵守して下表のような項目に関する影響を事前に調査・検討すべきである。

表 8.5.1 移転計画において影響を調査・検討すべき項目

| | |
|-------------|-----------------------------|
| (1) 大気汚染 | (14) 非自発的住民移転 |
| (2) 水質汚濁 | (15) 雇用や生計手段等の地域経済 |
| (3) 土壌汚染 | (16) 土地利用や地域資源利用 |
| (4) 廃棄物 | (17) 社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織 |
| (5) 騒音・振動 | (18) 既存の社会インフラや社会サービス |
| (6) 地盤沈下 | (19) 貧困層・先住民族・少数民族 |
| (7) 悪臭 | (20) 被害と便益の偏在 |
| (8) 地形・地質 | (21) 地域内の利害対立 |
| (9) 底質 | (22) ジェンダー |
| (10) 生物・生態系 | (23) 子どもの権利 |
| (11) 水利用 | (24) 文化遺産 |
| (12) 事故 | (25) HIV/AIDS 等の感染症 |
| (13) 地球温暖化 | |

出展：「国際協力機構 環境社会配慮ガイドライン(2010年4月)」

【参考文献】

- ・ JICA モンゴル国ウランバートル市廃棄物管理改善計画基本設計調査報告書、平成 19 年 5 月
- ・ JICA モンゴル国ウランバートル市水供給改善計画準備調査報告書、平成 22 年 3 月
- ・ JICA モンゴル国ウランバートル市廃棄物管理能力強化プロジェクトプロジェクト完了報告書、平成 24 年 9 月
- ・ JICA 環境社会配慮ガイドライン、2010 年 4 月

第 9 章 人材育成計画

本プロジェクトでは以下に記す人材育成活動を実施し、それらで利用した資料やプログラム・利用マニュアル等は、今後のモンゴル国関係機関の能力強化を図るための人材育成計画に利用されることを念頭に、電子ファイル形式で整備した。また、プロジェクト終了後に他の知識や技法を追加することが容易なよう、各資料はできるだけコンポーネント化した。

9.1 本邦研修による人材育成

モンゴル側関係機関の能力開発支援の一環として本プロジェクト活動に参加する人員に対する本邦研修を実施した。研修の目的は、日本の地震防災について研修員が理解を深め、プロジェクト活動の円滑な実施促進に寄与するためであり、帰国後研修で習得した技術や知識が本プロジェクトで活用されるよう、対象とする研修員は本プロジェクトの WG メンバーもしくはその直下の職員とした。

開催時期については阪神・淡路大震災発生日の 1 月 17 日を含み、関連行事への参加が可能となるように時期を設定し、また厳冬期における地震防災対策を学ぶために北海道を含めた。具体的な研修内容については防災教育を担当する WG4 だけでなく、全 WG メンバーに研修の趣旨説明と実施案を送付し、それに対する意見を考慮して研修内容を確定した。

2013 年 1 月に実施した本邦研修の訪問先およびスケジュールは以下の通りである。

表 9.1.1 本邦研修先

| 受入先 | 研修分野 | 研修内容 |
|------------|-----------|----------------------------|
| ADRC | 防災行政 | 地震防災に関する法令・政策、自助・共助・公助 |
| NHK | 地震速報・防災啓発 | 緊急速報、防災啓発番組作成等に関する講義 |
| 人と防災未来センター | 防災文化 | 阪神・淡路大震災を語り継ぐ施設の見学 |
| 京都市民防災センター | 防災教育 | 住民向け防災訓練施設の見学と体験 |
| 北海道旭川市 | 防災行政 | 寒冷地の防災対策、積雪・寒波対策、冬の避難所視察 |
| 北方建築総合研究所 | 防災計画 | 寒冷地における防災計画と課題等に関する講義 |
| 竹中工務店 | 耐震建築 | 耐震・免震構造建造物の理論と事例視察 |
| 白山工業 | 地震体験 | モンゴルで導入可能な地震体験装置の講義と体験 |
| TOA | 情報伝達 | モンゴルで導入可能な災害情報伝達システムの講義と視察 |
| 阪神高速 | 土木構造物 | 高架橋被害の事例視察 |
| プラス・アーツ | 防災訓練 | 子供を対象とした防災訓練の講義と体験 |
| 神戸市消防局 | 防災訓練 | 防災福祉コミュニティを単位とした防災訓練の視察 |

出典：調査団作成

表 9.1.2 本邦研修スケジュール

| 月日 | 研修内容 | 訪問先 |
|----------------|--|---|
| 2013/1/15, Tue | | 来日 |
| 2013/1/16, Wed | オリエンテーション 我が国の防災対策について 道路構造物被害について | AM JICA 関西 13:00-15:00 ADRC 15:30-17:00 阪神高速 |
| 2013/1/17, Thu | 震災体験の語り継ぎ 三次元振動台 | 10:00-12:30 メモリアルウォーク 15:30-17:00 E-Defense |
| 2013/1/18, Fri | 災害報道について カエルキャラバン事前講義 | 10:00-12:00 NHK 14:00-16:00 プラス・アーツ |
| 2013/1/19, Sat | 経験と技術の継承について | 10:10-12:00 人と防災未来センター |
| 2013/1/20, Sun | 防災福祉コミュニティ訓練 | AM 神戸市消防局 PM 神戸→旭川 |
| 2013/1/21, Mon | 自治体の防災計画と対策 厳寒期の避難訓練 | AM 旭川市役所 PM 旭川市内防災施設 |
| 2013/1/22, Tue | 寒冷地における防災対策 | 終日 北方建築総合研究所 |
| 2013/1/23, Wed | | 旭川→神戸 |
| 2013/1/24, Thu | 耐震・免震建築の理論と事例について 地震体験装置について | 10:00-12:00 竹中工務店 13:30-15:00 施工現場 16:00-17:30 白山工業 |
| 2013/1/25, Fri | 新しい防災無線技術 | AM アクションプラン作成 PM TOA |
| 2013/1/26, Sat | 市民防災教育 文化財防災 | 09:40-11:10 京都市民防災センター PM 清水寺 |
| 2013/1/27, Sun | コミュニティ防災ドリル カエルキャラバン | 13:00-16:00 プラス・アーツ |
| 2013/1/28, Mon | | AM アクションプラン発表 PM 評価会、閉講式 |
| 2013/1/29, Tue | | 帰国 |

出典：調査団作成

9.1 に計画した本邦研修を実施した。各 WG メンバーを中心とした研修員構成を表 9.1.3 に示す。2012 年 6 月のモンゴル総選挙により、2012 年 2 月に本邦研修を受けた幹部職員の大半が離職あるいは退職したため、現場担当職員だけでなくプロジェクト責任者等幹部の参加が重要という認識のもとに新任の市長、副市長、NEMA 長官を候補者としていたが、研修期間が長いために日程調整がつかず代理等の参加となった。

表 9.1.3 本邦研修員構成

| 番号 | 名前 | 機関 | 役職 | 備考 |
|----|-----------------------------|---------------------------|---------------------|--------------------------|
| 1 | Mijid SUKHBAATAR | 非常事態庁(NEMA)災 害管理部 | 地震リスク削減 ユニット長 | WG2, 4 アドバイザ ー |
| 2 | Medekhgui NYAM-OCHIR | UB 市 監査局 | 副局長 | WG3 メンバー |
| 3 | Chantsal NAMSRAIJAV | UB 市 非常事態局(EMDC) | 副局長 | WG4 リーダー |
| 4 | Bakhit ARDABYEK | UB 市 建設都市開発計画局 | 建設品質安全課 職員 | WG1 メンバー |
| 5 | Dandar TULGA | UB 市 建設都市開発計画局 | 建設品質安全課 上級職員 | WG3 メンバー |
| 6 | Demberelsuren BAYASGALAN | UB 市 道路局 | 副局長 | 道路局長の代理 (WG1) |
| 7 | Tserenpil BATSAIKHAN | 科学アカデミー天文学地 理物理学研究センター | 地震・研究・開発 ラボラトリー長 | 地図詳細図面作成チ ーム支援 |
| 8 | Tsedendamba OTGONBAGANA | UB 市 教育局 | 局長 | 防災訓練、教育カリ キュラム担当(WG4) |
| 9 | Tsegeedei TURMANDAKH | UB 市 非常事態局(EMDC) | 災害管理部レス キュー隊 隊長 | 防災計画、教育、訓練、 (WG4) |
| | 計 9 名 | | | |

出典：調査団作成

本邦研修最終日の1月28日に、本プロジェクトのWG構成に合わせた4グループからの成果発表が行われた。各グループは、本邦研修の成果を今後のWG活動やUB市防災能力向上に活用するための計画を作成し、帰国後にそれらの実現のために取り組むことを意思表示した。

9.2 WG活動を利用した人材育成

本プロジェクトでは4つのWG活動の中で、今後のモンゴルにおける人材育成に必要となる知識・技法についてWGの中で概要を紹介するだけでなく、WGメンバーやメンバー外でも関心がある人材に声をかけて勉強会形式による技術移転を行った。

その内容は、地震ハザードの推定、建築物のリスク評価、道路・橋梁のリスク評価、ライフラインのリスク評価、建物からの出火のリスク評価、地震防災計画、学校防災教育についてである。

表 9.2.1 勉強会の実施

| 月日 | 名称 | 内容 |
|-----------------|----------------|----------------------------|
| 2012/10/25, Thu | 地震ハザード勉強会 | 対象活断層とハザード推定式の説明 |
| 2012/11/02, Fri | 学校防災勉強会 | 日本の防災教育の説明 |
| 2012/11/08, Thu | 道路橋梁、ライフライン勉強会 | 対象別のリスク評価手法の説明 |
| 2012/11/15, Thu | 建物リスク勉強会 | 日本の耐震設計の歴史・考え方、建物被害想定手法の説明 |
| 2012/11/29, Wed | 火災延焼勉強会 | 出火危険度、延焼予測手法の説明 |
| 2012/12/11, Tue | 地震防災計画勉強会 | UB市の地震防災課題に対する意見交換 |

出典：調査団作成

9.3 EMDC 職員対象勉強会

さらに、EMDC 総務課長との合意により EMDC の職員を対象にした地震リスクと対応策に関する勉強会を合計 3 回開催した。その目的、実施期間、内容等について以下に示す。

1. 目的
近い将来に UB 市が大地震による被害を受けると想定される。その地震に備えて、あらかじめ地震のメカニズムや想定される被害や影響についての知識を持つことにより、職員個人レベル及び組織全体における地震対応力を強化する。
2. 開催日
(1) 4 月 4 日 (火)、(2) 4 月 11 日 (火)、(3) 5 月 21 日 (火)
3. 各勉強会内容
 - (1) 地震とは何か？
 - ・ 地震発生メカニズム
 - ・ 世界の歴史地震と被害
 - ・ モンゴルの過去の地震履歴
 - (2) どんな被害が起こるのか？
 - ・ UB 市で想定される地震
 - ・ 物的被害想定結果 (建物倒壊、火災延焼、土木構造物、ライフライン)
 - (3) 市民生活への影響は？
 - ・ 地震発生から被害、復旧復興のシナリオ
 - ・ 避難生活
 - ・ 医療
 - ・ 交通
 - ・ 経済活動等
4. 成果の持続性担保
 - 全講義受講者には修了証を渡す。
 - 勉強会内容をビデオ撮影し、受講できなかった遠隔地職員や今後の新入社員教育用に利用する。

9.4 地震防災啓発活動に関する技術移転

2010 年から大統領の主導により、全国規模で地震災害対応への取り組みが強化されるようになり、NEMA 及び EMDC では、各地域で定期的に避難訓練を行うようになっている (3 月最終週 (2013 年は 3 月 28 日 (木) に実施)、10 月国際防災の日 (2012 年は 10 月 12 日 (金) に実施))。また、UB 市内各区では、赤十字及び UB 市教育局とも協力し、EMDC の区防災担当者が学校等での避難訓練や災害対応の訓練を行うようになってきている。

一方、これまでの地震災害対応活動は避難訓練・負傷者の救出と手当・消火訓練を中心とした災害対応活動の訓練が主なものとなっており、地震に対する基礎的な知識や備えに対する知識を向上させる点については、講師の知識・経験不足や教材不足等の理由により十分な活動が実施できていない状況である。更に、UB 市民の大多数は過去に被害を伴う地震を経験したことがなく、地震のリスクや災害発生後の状況について、具体的なイメージを持った活動はできていない状況

であった。

9.4.1 防災啓発 WS による人材育成

このため、本プロジェクトは WG4 活動において防災啓発活動の推進を計画し、まず 2012 年 9 月 21-22 日に防災関係機関（政府機関、教育機関、マスメディア、NGO、国際機関等）を集めて地震防災啓発 WS を開催した。この WS においては以下の図 9.4.1 に示す 3 種類の活動を行った。

1. 地震の具体的なイメージを持つ

日本やアルメニアの地震の写真や映像を通して地震被害を実感する

UB市でどんなことが起きるかについて検討する(目黒巻)

2. 地震災害を軽減するために必要な対応、準備について検討する。

地震発生後にどんな対応をすべきか、できるのかについて検討する。(ナマズの学校)

地震災害を軽減するためにどんな準備が必要かについて学び、検討する。(非常持ち出し袋、家具転倒防止、耐震補強)

3. 地震災害軽減啓発キャンペーンの内容について検討する。

日本の地震防災啓発活動について学ぶ(さまざまな事例から)

UB市で地震災害を軽減するために市民が持つべき知識、技術について検討する。

図 9.4.1 地震防災啓発 WS の活動

さらに、市民向け地震防災キャンペーンの実施準備のための会合を 2012 年 12 月 10 日に開催し、実施時期・場所・活動項目の絞り込みを行った。

9.4.2 本邦研修を利用した防災啓発活動の理解促進

2013 年 1 月 16-28 日に本邦研修を実施し、日本で行われている各種防災啓発活動を実際に視察して防災啓発活動に関する理解を深めた。

<目的>

- WG4の代表者に実際の日本での防災啓発活動を見てもらい、キャンペーンの活動に関する理解を深める。

<関連の研修先>

- 阪神淡路大震災メモリアルイベントへの参加
- 人と防災未来センター見学
- 京都市民防災センター 各種研修体験
- コミュニティ防災訓練見学
- 地震体験装置「地震ザブトン」
- 防災啓発イベント「イザ！カエル大キャラバン」への参加



図 9.4.2 本邦研修への参加

2013年2-5月は地震防災キャンペーン概要に基づき、各活動の計画・実施担当者が内容の詳細を検討し準備を行った。配布印刷物については、NEMAの原本に基づき、EMDCがプロジェクトチームとの協議に基づき、表現やイメージの改訂を行った。



図 9.4.3 地震防災知識向上・備えのためのリーフレット

9.4.3 地震防災キャンペーン実施による啓発活動

2013年5月29-30日にUB市勝利の広場で市民及び防災関係者を対象とした地震防災キャンペーンを開催した。主催はEMDC・UB市・及びプロジェクトチームで、共催はモンゴル赤十字社・科学アカデミー・UB市保健局・UB市教育局・及び国家専門監査局、さらに国内でデパートやスーパーマーケットを展開するノミンHD・モンゴル保険・及び被災地のテントを供給するフランスのUtilis.Sasが協力機関として参加した。

地震防災キャンペーンにおける活動は、「学校対抗戦」、「体験プログラム」、「展示」、「セミナー」の4つである。

学校対抗戦では予めスフバートル区、バヤンゴル区、チンゲルテイ区、ソングノハイルハン区それぞれで区内予選を実施した。当日は各区優秀校が集まって、初期消火を想定したバケツリレー、倒壊した建物からの救助を想定したジャッキアップ、身の回りの物を活用してけが人を運ぶ毛布タンカ、非常持ち出し品のリストアップ、の4活動を競いあった。



図 9.4.4 バケツリレー

体験プログラムでは、EMDCが作成した地震体験用振動台、水消火器による消火訓練、紙食器作り、防災サイコロゲーム、地震動実験「紙ぶるる君」、家具転倒防止学習キット、人工呼吸等応急手当、ロープワーク、さらに日本から持ち込んだ地震体験シミュレーター「地震ザブトン」を実施した。多くの市民が地震体験に興奮し、地震に対する備えの重要性を認識していた。



図 9.4.5 EMDC 作成振動台と「地震ザブトン」

展示では、EMDC が緊急対応車両・捜索救助機材・消火器等の展示を行うとともに、各テント内で科学アカデミー、EMDC、UB 市保健局、UB 市教育局、チンゲルテイ区、赤十字、JICA プロジェクトがそれぞれの活動紹介や地震防災関連の展示を行った。さらに Utilis.Sas は5分で設置できるテントのデモンストレーション、ノミンHD は防災グッズの展示即売を行った。JICA プロジェクトのテントではプロジェクトの概要やアルメニアのスピタク地震及び阪神・淡路大震災の被害について展示・説明を行うとともに、日本の100円ショップ等で入手可能な防災関連用品を展示した。防災関連用品に対する市民の関心は高く、特に手回し充電ラジオや手動LEDライトは購入を希望する市民が多かった。



図 9.4.6 救急セットと非常用食

また、モンゴル初の防災絵画コンクールも実施され、優秀作品が会場内で展示されるとともに、閉会の際に表彰式が行われた。



図 9.4.7 絵画コンクール優秀賞と展示の様子

キャンペーン2日目午前で開催したセミナーには UB 市内学校の教育マネージャーや各区防災担当者合計約 300 名が参加し、科学アカデミーによる地震発生のメカニズム、JICA プロジェクトによる UB 市における地震被害と生活への影響についての各講義を受講した。参加者の意欲は高く、熱心にメモをとりパワーポイントの画像を写真に撮る姿が見られ、セミナー終了時には使用した資料を渡してほしいと言う要望が多くあった。

地震防災キャンペーン翌日の 5 月 31 日に開催された反省会では、実施してみて良かった点や改善が必要な点が多く挙げられ、今後自分たちが主体的に地震防災啓発活動を行う意欲が確認された。今後の展開に向けた主な意見は以下の通りである。

- ・ よりモンゴルの事情にあった啓発プログラムに改良し、定期的実施する。
- ・ 今回の活動をビデオで記録しているので、さらなる展開に利用する。
- ・ 本活動の効果を UB 市トップへ報告し、今後継続的に予算獲得できるようにする。
- ・ 今回知り合った外部機関とのネットワークを活用して防災啓発活動を進める。
- ・ 絵画コンクールの優秀作品を EMDC のカレンダーやポスターで使う等活用する。
- ・ エッセーコンクールの優秀作品をラジオで流す。
- ・ 今回の展示で使ったポスターを、今後の活動で利用する。
- ・ JICA プロジェクトチームの作成したポスターを活動で活用する（赤十字）。
- ・ 地方での活動にも利用できるよう振動台を改良し、より実際の揺れに近づける。

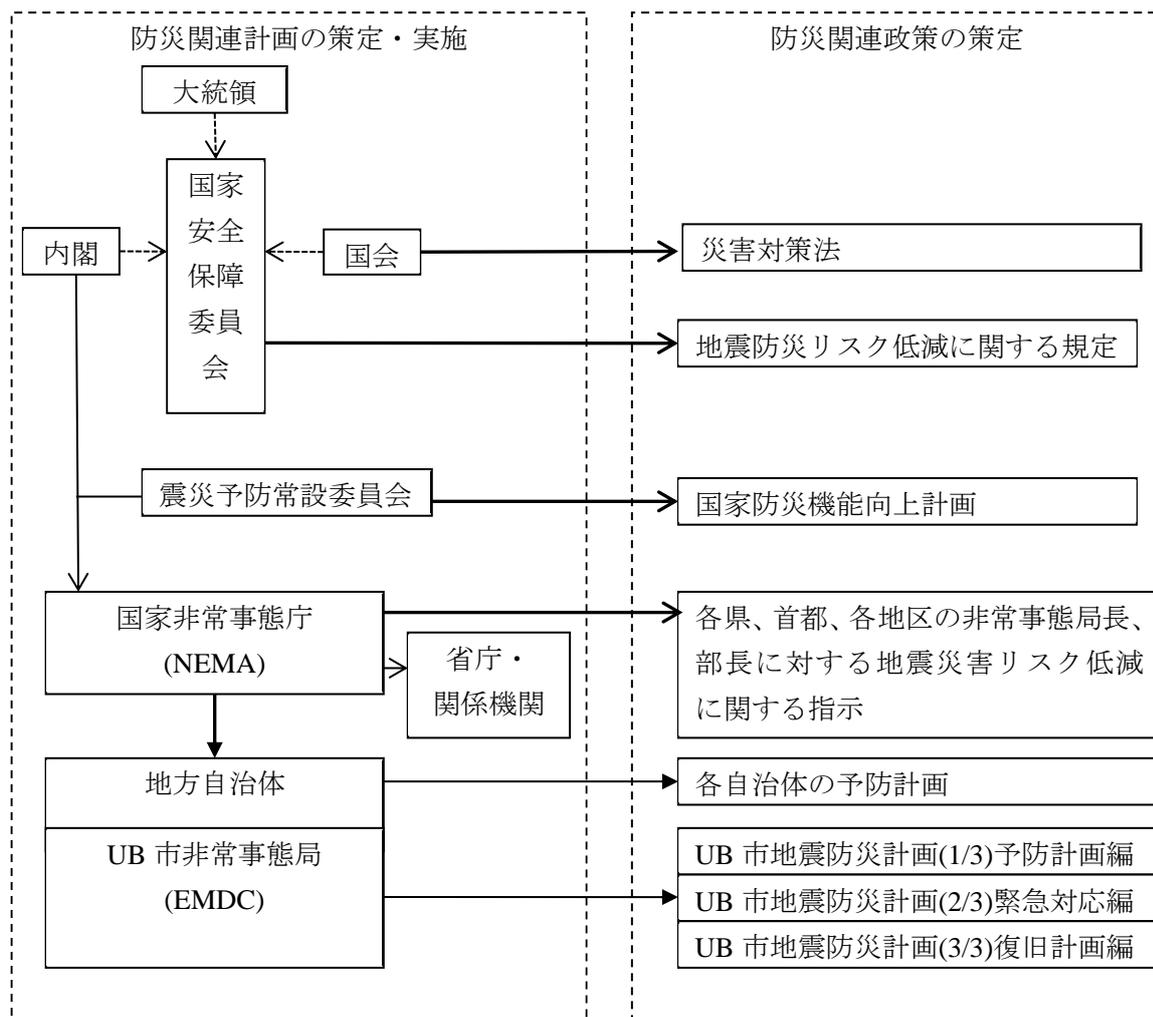
第 10 章 地震防災に関する提言事項

10.1 地震防災に関連する法令、制度、組織体制

10.1.1 地震防災に関連する法令、制度、組織体制に関する現状と課題

モンゴルにおける地震防災に関連する制度、組織体制を図 10.1.1 に示す。大統領、首相、国会議長から構成される国家安全保障委員会のもとに震災予防常設委員会が置かれ、実施部隊として NEMA があり、UB 市に EMDC が置かれている。それぞれにおける防災関連政策の役割分担も定められている。国家安全保障委員会の下には震災予防常設委員会があり、これは内閣に設置されて第一副大臣を議長とし、各省庁・関係機関からメンバーが構成され、事務局は NEMA にある。これは日本における中央防災会議に相当する。日本の中央防災会議と比較すると赤十字やマスメディア・学識経験者が含まれておらず、特定課題を調査する専門調査会は設置されていない。

NEMA は 2004 年 1 月 7 日に防衛国家委員会、消防局、国家備蓄庁が統合されて設置された。国家の防災、救助、災害対応、復旧を担当し、防災分野の法律・政策に携わる機関で、21 県+UB 市にも現地組織をもち、各組織が現地での計画策定・実施を行っている。



出典：調査団作成

図 10.1.1 モンゴルにおける地震防災に関連する組織体制図

防災関連法令としてはモンゴル国の地震対策にかかる法令の基本として 2003 年 6 月 20 日に公布された災害対策法 (Parliament Law of Mongolia on Disaster Protection) がある。これは日本における災害対策基本法に該当する基本法令である。

組織、法令の制定年次が示すようにモンゴルにおける災害対策に関する法令、制度、組織体制は現在の形になって 10 年足らずであり、現在の制度、組織を充実させる時期にある。

10.1.2 地震防災に関連する法令、制度、組織体制に関する提言

国レベルの地震防災に関連する制度、組織としては、災害時の対応に赤十字のみならずマスメディアや経済界の協力が不可欠なことや防災専門家の視点が震災予防常設委員会乃至その下部機能に必要である。さらに、地震対策を進めるうえでの学術的見地から継続的に参画する制度が必要であり、地震に関する学術的研究の推進、地震防災に関する行政の推進する対策へのアドバイスを学術的立場から行う、(仮称) 地震防災研究会議又は震災予防常設委員会の専門調査会の設置を提言する。

委員には地震学の分野のみならず、理学では地質学等を加え、工学では土木・建築、機械工学、文科系では流通、社会、経済、法学等、さらに災害医療や教育の分野を加えることにより、地震によって被害を受ける様々な分野をカバーすることが必要と考える。これにより広く学術的考察を得て、防災対策が総合的に推進されることが期待されるためである。

10.2 地域レベルの地震防災計画策定の在り方(参加組織、作成プロセス等)

10.2.1 地域レベルとしての地震防災計画の課題

UB 市は首都であり筆頭の地方自治体である。地域レベルの防災計画においてはその都市を拠点とする住民、企業も都市の構成要素であるとともに防災対策においては主体的にかかわる関係者(ステークホルダー)である。また防災計画は災害に対してどのように対処するかという方法論だけではなく、受けるかもしれない災害による被害をどのレベルまで減じさせるかを示す目標を持ち、それに向かって関係者がともに努力するという姿勢を有することが重要となる。この視点に立った場合に課題として挙げられるのは、地震防災計画における関係者の役割についての記述がなかったことである(注:本プロジェクトのインプットにより 2013 年 3 月改訂の地震防災計画にはこの項目が記載されている)。

2013 年の地震防災計画策定のプロセスに直接にはプロジェクトチームが関わっていないため詳細においては不明な部分があるが、UB 市の防災計画は 27 分冊で構成され、その 1 分冊として地震防災計画がある。作成に当たっては EMDC が事務局となり、UB 市の関係部局が召集されて改訂作業が行われる。各部局は所管する部分の防災計画を提出し、それらが取りまとめられて UB 市防災計画となる。

計画には様々な項目が記載されているが、それらの実現化のための工程表及び事業の優先順位についての記述は 2012 年までなかった(注:本プロジェクトのインプットにより 2013 年 3 月改訂の地震防災計画にはこの項目が長期、短期の別で記載されている)。

10.2.2 防災計画の策定の在り方の提言

- ・ 減災目標の提示:想定される被害をどのレベルまで低減させることを目標とするかの提示が関係者(ステークホルダー)の共通の目的となり、防災対策の方向性を明確化する。

- ・ 防災計画に、行政、住民、企業等が関係者であり、防災目標に向けての責務を負うことを明示することが望ましい。
- ・ 計画策定の参加組織：防災計画策定への参加組織としては行政部局であり、企業や住民を代表する団体、組織は参加していない。策定のための会議に住民や企業の意見を代表する委員が参画することが望ましい。
- ・ 上記を実現するために、防災計画は可能な限り公表し共通の理解を広く持たせることが重要となる。
- ・ 計画の実現化のための工程表及び事業の優先順位についての検討を行うことが必要であるとともにそれらを示すことが、関係者の理解を得るうえでの重要である。
- ・ それに伴い、計画の実現に至る工程の作成と進捗のチェックの実施も重要である。

10.3 地震防災計画の推進に必要な財政措置、計画の広報普及、関連法令の整備

10.3.1 地震防災計画の推進に向けた現状と課題

財政措置及び関連法令の整備

地震防災計画の推進に必要な財政措置及び関連法令の整備については、基本となる指示が国家安全保障委員会から出されており（国家安全保障委員会が策定した地震災害リスク低減に関する規定）、その中に示されている財政的措置は次のものがある。この規定は国家安全保障委員会において立案された地震防災についての国会・内閣への指示、また進めるべき諸施策が示されているものである。以下に財政措置及び関連法令の整備に関する部分を抜粋で引用する。下線部分が財政措置及び関連法令の整備に関する部分、または担当部局に大蔵省が含まれているものである。

モンゴル国会への指示

- ・ 地震災害リスクの軽減・災害防止に従事しており、災害発生時の国家安全を確保する特別な役割を有する関係機関の協力連携を図り、総括的な運営管理ができる法的調整を徹底する。
- ・ 利用が不能となった建物のたてかえを行い、安全を確保するための法的環境を整備し、必要な資金確保を段階的に解決する。

モンゴル内閣への指示

関係省庁、機関との合意事項等

- ・ 首都、その周辺の地震災害危険区域において地球物理学調査を行い、震源地とされる地域で地球物理学的な観察を行う拠点を設置するための資金源を解決すること（関連部局：大蔵省、RCAG）。
- ・ 地震災害発生時の救助活動に利用機械・機材の購入および老朽化した建物・施設の建替えのための資金を国家予算に盛り込むようにする（関連部局：大蔵省、RCAG）。
- ・ 住宅、公共施設、工業・サービス用施設の耐震性を検査し、全ての建物に対してインベントリー調査を行い、用途規定を遵守するようにする。データベースを構築し、各地域の中心地、首都において地震災害リスク評価を行い、必要な資金を準備する。計画を的確に進める責務のある関係機関と協力する法的環境を整備する（関連部局：大蔵省、法務省、各県知事、UB市知事）。

- ・ 震源地から災害情報を迅速に伝達するサイレンおよびその他の警報システム、早期警報体制を整備する。また訓練時のサイレンによる救助・被害軽減・避難訓練を年1回以上実施することを徹底すること（関連部局：大蔵省、非常事態局、UB市知事、RCAG）。
- ・ 各会社・企業の震災防災計画の策定を促し、必要な指導を行う（関連部局：非常事態局）。
- ・ 各県およびUB市の地震動の（地震災害危険区域）ある地域において建設する建物の適正な階数を定めた「高層建築物計画基準」を策定し、遵守するようにする（関連部局：建築都市開発省）。

また国家安全保障委員会が定め、2011年3月30日の閣議において策定された国家防災機能向上計画にも財政措置、関連法令の制定を指示している項目があり、以下に引用する。

表 10.3.1 国家防災機能向上計画

| | 事業項目 | 実施期間 | 担当機関 |
|-------|---|-----------|-----------------------------|
| 1 | UB市の地震ハザードマップ作成、 <u>必須機材調達に係る予算確保</u> | 2011-2012 | UB市役所、科学アカデミー、宇宙地球生物学研究センター |
| 2-11 | 略 | | |
| 12 | 全国防災事業調整常務委員会の活動に係る <u>予算確保</u> | 2011 | 地震防災常設委員会 |
| 13 | 略 | | |
| 14 | <u>非常事態の法案作成</u> | 2011-2012 | 大統領府、国家安全委員会、非常事態庁 |
| 15 | 老朽アパートの建替えに係る <u>法制度整備</u> | 2011-2012 | 建設都市開発省、UB市役所 |
| 16 | <u>建築基準の更新、国際基準に基づく監査体制の整備</u> | 2011-2014 | 建設都市開発省、専門監査局 |
| 17 | 震災が発生した場合10万人程度の被害者が1ヶ月使える食料品の備蓄、食料品保管用倉庫の建設に係る予算を2011年政府予算にて確保 | 2011 | 大蔵省、UB市役所、非常事態庁 |
| 18 | 略 | | |
| 19 | 震災分野の人材育成に係る <u>予算確保</u> | 2011 | 非常事態庁、大蔵省、教育文化科学省、 |
| 20-21 | 略 | | |
| 22 | ドゥンダゴビ、セレンゲ、バヤンホンゴル県にて地震観測装置設置に係る <u>予算確保</u> | 2011 | 教育文化科学省 |
| 23 | 軍人病院の増築、震災時被害者5千~1万人格納可能な移動式病院のプロジェクト形成 | 2012-2013 | 国防省、大蔵省、非常事態庁 |
| 24 | 探査犬部新設、活動予算の確保 | 2011-2012 | 非常事態庁、大蔵省 |
| 25 | 震災時使用される橋4台、地震震度体験車両購入に係る <u>予算確保</u> | 2011-2012 | UB市役所、大蔵省、非常事態庁 |
| 26 | 震災時の血液の備蓄強化、震度に強い血液センター施設建設 | 2011-2012 | 保健省、大蔵省、非常事態庁、UB市役所 |
| 27 | ホブド、ウブルハンガイ、オルホン、ドルノド県にて地域診断医療センター、ダルハンウール県総合病院附属血液センターの増築、スフバートル、ヘンティ、トゥブ県総合病院の血液センター機材更新に係る <u>予算確保</u> | 2011-2012 | 非常事態庁、大蔵省 |

出典：【資料 3-1-5】国家防災機能向上計画

これらに示されるように、国レベルの地震防災計画においては、限定的であるにせよ、財政措置及び関連法整備の指示が出されている。

関連法令については、更に具体的な項目の実施に当たって必要な条例、規則等を制定する必要がある、多くについて今後実施のための条例や規則等の整備を進めることとなる。

計画の広報普及

防災計画は現在一般市民に公表されておらず、計画の大部分が国家秘密として取り扱われている。また防災計画を策定する担当者は機密保持の義務を負う。そのため地震防災計画は一般市民に知られておらず、どのような計画が地震災害低減のために行われているのか、また企業や住民が地震災害において果たす役割があるのかが知られていない状況にあるため、今後ステークホルダーの役割を規定するとともに必要な情報の公開を進める必要がある。

10.3.2 地震防災計画の推進のための提言

財政措置

- ・ 国家安全保障委員会の指示に準拠し、計画を定めてその実施のための予算措置の要望を行うこと
- ・ 限られた予算を有効利用するために、防災対策の事業の必要性や効果を勘案した優先順位付けを行うとともに、事業実施のための工程表を作成し、計画的な財政措置の獲得を図ること

関連法令の整備

- ・ 国家安全保障委員会の指示に示されている法整備について可及的速やかに立法を図ること
- ・ 具体的な事業推進のために必要な条例、規則等について、事業計画の段階で検討を行い事業実施にかかること。具体的な例として老朽建築物の建替え促進のためのインセンティブ付与のための公的な支援策を検討すること

計画の広報普及

- ・ 防災計画の関係者（ステークホルダー）が計画を理解し、各自の役割を果たすために、防災計画は可能な限り公表し共通の理解を広く持たせること
- ・ 災害時に行政からどのような救援等があるのか、もしくは出来ないのかを理解することは、過大な期待を持つことなく、個人がすべきことを果たす必要があることを理解するためにも計画の広報を行うこと
- ・ 同様に地域社会における災害時の役割、災害発生前に事前対策として行うべきことを理解するためにも計画の広報を行うこと

10.4 災害時における通信・連絡体制

10.4.1 防災情報伝達の現状

モンゴル国政府及びUB市では地震災害対応のため、2012年より防災情報伝達システムの整備事業を実施している。現状として以下の5点が指摘される。

(1) 既存情報伝達システムの老朽化

旧ソ連時代(1970-80年代)にUB市に整備された防衛警報システムは老朽化してごく一部のみ利用可能な状態であり、メンテナンスも行われず、交換部品は生産終了済みのため入手できない状態である。

(2) 災害関係機関間の情報交換・共有の仕組みがない

NEMA や EMDC 等防災機関と科学アカデミーや気象庁等との間に情報交換・共有を行うネットワークシステムが存在していないため、関係機関間の緊急連絡が担保されない状態である。

(3) 制度等の整備不足

災害情報の取り扱いに関する法制度、実施主体、検査・調査体制等が整備されていない状態である。

(4) 緊急情報が迅速に伝達されていない

NEMA や気象局は、警告情報を書面及び電話にてテレビやラジオ局に伝達している状態であり、緊急情報の伝達速度を下げるにより情報の価値を下げている。

(5) 緊急情報伝達用タワーの未整備

人口が集中している UB 市において、一台も警報タワーがない状態である。

10.4.2 防災情報伝達システムの整備方針

早期警戒システムの目標として以下の2つが挙げられている。

- (1) 地震災害時の国民警報総合システム
- (2) 災害情報 fund、情報交換環境の整備

システムの全体イメージを表 1.2.1、警報タワーの配置イメージを図 10.4.2 に示す。



出典：情報通信郵便技術庁 早期警戒システムの構築

図 10.4.1 UB 市防災情報伝達システム構想



出典：情報通信郵便技術庁 早期警戒システムの構築

図 10.4.2 警報タワー配置イメージ

このプロジェクト実施については 2012 年 4 月 12 日から 1 カ月間主要新聞で公告され、韓国の KT(Korean Technology)が落札し、2014 年 10 月までの契約を結んでいる。主な事業内容は以下の 4 項目である。

- ① MEMA 内に災害警報システム管理センター設立、代替機能として移動サブ管理センター設立
- ② UB 市内に 60 基の警報タワーの設置（うち 40 は 2013 年、20 は 2014 年）
- ③ 想定震源地域に地震計の設置
- ④ 携帯電話会社 4 社（CBS 利用）、テレビ局、FM ラジオ局を活用した災害情報ネットワークの設立

10.4.3 防災情報伝達システムの運用・維持管理体制

現状のシステム構築案においては、災害警報システム管理センターが被災しても移動サブ管理センターがその役割を果たすことや、基本ネットワークが被災しても代替ネットワークを利用することなど、地震災害を考慮した冗長設計がなされている。その一方で、災害警報システム管理センター、移動サブ管理センター、基本ネットワーク、代替ネットワーク自体の耐震性がどの程度確保されているか言及がなされていない。

実際に NEMA 本部 2 階に整備中の災害警報システム管理センターを視察したところ以下の課題がみられた。

- ・ NEMA 本部建物の耐震補強はシステム構築契約の範囲外なので行われていない。
- ・ 上記と関連して電気水道暖房が途絶する可能性と対応策が考慮されていない。
- ・ 内装は契約範囲内だが、センター内の各部屋のドアは耐震性を考慮しておらず、地震により建物が変形した場合ドアが開かなくなる可能性がある。
- ・ システムのサーバー室は中庭に面した開閉窓付きであり、熱暴走対策やラックの固定等は考

慮されていない。

- ・ ICTPA の仕様書上で耐震性に関する記述が含まれていない部分が多い (KT エンジニアの証言)。

10.4.4 防災情報伝達システムに対する提言

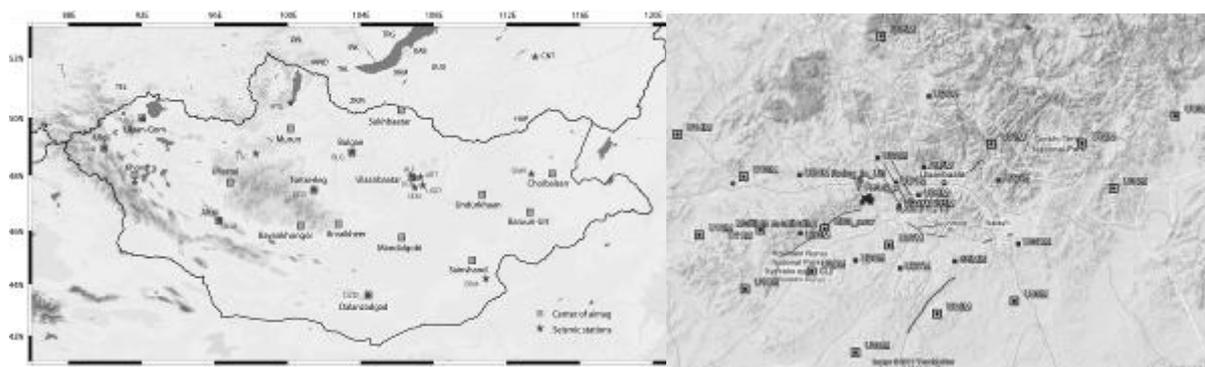
2013年1月に実施した本邦研修において、新型の拡声装置及び警報タワーについての講義と視察を行い、モンゴル国内でも ICTPA 及び NEMA に対する日本の技術紹介を行ったが、現在 KT へ委託している範囲を変更することはできないことから、今後可能な支援について ICTPA 及び NEMA と意見交換し、今後の要望及び対応策を整理した。

- ① 構築中のシステムに対する外部評価、特にシステムの耐震性や BCP 評価が必要である。さらにその評価に伴う今後のシステム等改善が必要である。
- ② 本システムの機能を UB 市民に周知するための啓発教材 (パンフレットやビデオ) を作成し、教育・訓練を行う必要がある。
- ③ 音声伝達に関する変調メカニズム等日本の比較優位な技術を取り入れ、より実効性の高いシステムを構築する必要がある。
- ④ UB 市だけでなく今後モンゴル国内全土で早期警戒システムを導入するため、地方都市におけるシステム構築提案が必要である。

10.5 地震観測体制

10.5.1 現在の地震観測体制の課題

モンゴルでは RCAG が地震計を設置してモンゴル全土の地震観測を行っている。地磁気計、傾斜計、歪み計、GPS も設置し、特にウランバートル市周辺や既知の活断層の周辺に集中的に設置しているが、それら全てがリアルタイムでデータ転送されているわけではない。



出典：RCAG

図 10.5.1 モンゴル全土及びウランバートル市周囲の地震観測点

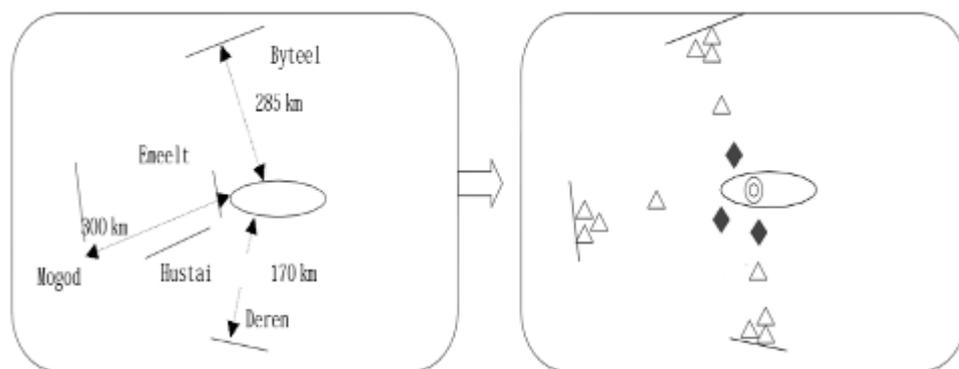
10.5.2 地震早期警戒システム構築上の課題

10.4 に示した早期警戒システムを構築するには日本の気象庁が運用している緊急地震速報が類似事例として参考となるが、全国の地震計の自動観測技術、リアルタイム高速通信技術、波形解析技術、発生時刻・震源位置・マグニチュード・震度の算出技術、計算結果の自動速報技

術が必要とされる。

10.5.3 地震観測体制高度化に向けた提言

東日本大震災以前に約 220 箇所の観測点であった日本では、巨大地震や同時多発地震対応として観測点を 400 に増やし、さらに外部機関のデータ取り込みを行っているところである。地震発生頻度を考慮するとモンゴルにおいて同程度設置する必要はないが、早期警戒システムの実現に向け、ターゲットとする断層の動きを確実に捉えて地震規模を迅速に推定するための各種機器とシステムの設置が必要である。



出典：RCAG

図 10.5.2 地震早期警戒システムのターゲット断層と観測装置設置案

10.6 災害時の応急対応体制

10.6.1 被害想定結果

- (1) 建物被害数が多い。警察や消防署等の災害時に機能を発揮すべき行政の建物にも古い建物が多くあり被害が想定される。そのために応急対応の機能が阻害される恐れが高い。

提言 1：災害時重要施設の耐震化の促進

- (2) 道路自体の被害は多くはないが、主要道路にかかる橋梁に通行不能が想定される。そのために消防車等の緊急車両の現場到着の恐れ、緊急物資の被災地への供給障害が高い。

提言 2：橋梁の耐震性強化

- (3) 建物倒壊による沿道建築物、跨道施設の被災による道路閉塞の恐れが高い。道路閉塞による応急対応機能が阻害される。

提言 3：沿道建物の耐震性強化、落下物防止対策の強化、跨道施設の耐震性強化

- (4) 延焼危険性の高い地区では多数の焼失被害を受けることが想定される。延焼危険の高い地区である市街地周辺ゲル地域では消防活動のための道路の未整備、上水の供給がなされていないことによる消火用水の不足、道路閉塞や道路の渋滞による消防車の現場への不着、消防署施設の被害による消防車両等の被害等によって消防活動の阻害の恐れが高い。

提言 4：耐震性貯水槽のゲル地区を含めた全市への建設の推進

提言 5：災害時重要道路の指定

提言 6：災害時重要道路の地震災害時交通規制体制の強化（UB 市への進入禁止等）

10.6.2 応急対応にあたる専門家ネットワークの構築

地震災害に特徴的な多数の負傷者への対応への災害時医療体制を構築する必要がある

提言 7：広域災害時医療体制（ヘリによる搬送、病院へのヘリ発着施設の設置等）

提言 8：病院間ネットワークのための情報通信システム

提言 9：トリアージ等災害時医療の専門家の育成

10.6.3 建物の安全性チェック

提言 10：被災建築物の使用安全のための応急危険度判定システムの構築（ガイドライン作成済み）

10.6.4 緊急復旧のための業界のネットワーク

ライフライン施設には地下埋設設備が多く、水道、下水道、温水、共同溝等の工事において同一の業種が工事を行うことが多い。緊急性の高いライフラインの緊急復旧では多量な復旧工事を行うマンパワーが不足する。

提言 11：水道事業者、埋設管工事関係業界等が集まって、業界としての協議会を作り、災害時に全国的な応援体制を取る仕組みを作っておく。

10.6.5 学校

災害発生時の学校関連の課題は多く、授業時間とそれ以外の時間に分けた対応マニュアルと、学校を避難所として利用する場合の避難所運営マニュアルをそれぞれ作成し、訓練しておく必要がある。

10.7 土地利用・開発規制

10.7.1 土地利用・都市開発の現状と課題

現行のモンゴルにおける土地利用の区分は土地法と都市開発法において若干の違いがあるが、表 10.7.1 に示すように分類することができる。

表 10.7.1 土地法と都市開発法における土地利用区分

| 土地法 | 都市開発法 |
|---------------------------|---|
| 放牧・農耕地 | 放牧・農耕地 |
| 都市、村落、その他居住地、鉱工業など | 住宅・各種都市施設 |
| | 工業、ユーティリティ、倉庫など |
| | 都市郊外の緑地、余暇施設、自然保護地区、国立公園、歴史文化財、観光地区など |
| | 夏の期間限定、インフラ整備なしの居住区 |
| 運輸交通、電力、ヒーティング、上水、情報通信施設網 | 運輸交通、インフラ、ユーティリティ（電力、ヒーティング、上下水道、廃棄物、情報通信網） |
| 森林 | 都市郊外の緑地、余暇施設、自然保護地区、国立公園、歴史文化財、観光地区など |
| 水面（湖、沼、池、河川）など | 都市郊外の緑地、余暇施設、自然保護地区、国立公園、歴史文化財、観光地区など |
| 墓地・葬儀施設、廃棄処理場など | 国防、外交、その他 |

出典：調査団作成

モンゴルでは1992年に社会主義を放棄し市場経済に移行し、また2003年より個人に対して譲渡可能な土地所有権を認める土地制度の改革を行ったが、それに対応した都市計画や都市開発の制度整備は取り残されてきた。また1998年には65万人であったUB市の人口が2012年には122万人となるといった急激な人口増加を中心市街地は吸収することができず、人口の6割が都市基盤整備の整わないゲル地区に居住し、さらにゲル地区は中心市街地から郊外へと拡大しつつある。

加えて市街化地域の建築物の多くを占める集合住宅は1921年～1992年の社会主義体制の時代に建設されたものが多く残り老朽化が進んでいる。道路網は市街化地域における幹線道路については道路幅員もありネットワークも構成されているが、幹線道路を補充する補助幹線道路は不十分であり区画街路は未整備である。特にゲル地区における街区道路は道路として存在せず住宅敷地を囲う木製の塀の外が道路として通行に供されているため、傾斜地にあるゲル地域では斜面がそのまま道路となり、冬季の通行に支障をきたしている。これらの現状からは、計画された「まちづくり」が急務であり、具体的にはニュータウンの整備、老朽集合住宅の建て替え、ゲル地域の恒久住宅化及び街区道路の整備を行う土地区画整理等が取り組むべき課題となる。これらの課題は建物の耐震化、避難路・避難地の確保、地震火災対策等、地震防災対策を進めるうえでの防災都市計画としても重要課題である。

10.7.2 ゲル地区の計画的土地利用推進及び規制の必要性

ゲル地区の災害脆弱性は高い。構造物の倒壊危険、火災延焼危険のみならず、上水道の未整備、道路の未整備等による災害に対する地域としての対応力は、その基本的な機能すら欠落している。人口の増加は現在も継続しており、更に災害対応力以外に基本的な住環境整備の観点からも、計画的な土地利用規制等を行い、再開発・土地区画整理等の実施、基盤施設の整備を行うことが求められる。これらの施策を行わない限りゲル地区の無秩序な広がりは今後とも継続する。

10.7.3 老朽建築物の再開発等による再建計画の必要性と優遇策

既存老朽建築物については耐震診断も現在実施されており、一部は再開発計画による建て替え事業が進んでいる。集合住宅を耐震化のために建て替える場合、建て替えの費用はアパートの所有者の負担となる。再開発事業では保留床を売却して建築費用に充てることで建築費用を捻出する手法が用いられるが、保留床が売却できない限り建築費用を捻出できない。利便性の悪い地区では保留床が売れない場合も生じる恐れがあり、また従前のアパートが地区により規定された容積率をほぼ使い切っている場合には保留床を建設できない場合もある。このため、耐震化を目的とする再開発等の事業を実施する場合に次のような公的支援を創出することが求められる。

- 耐震診断への優遇策
- 耐震補強への優遇策
- 耐震補強工事のための融資制度
- 税制の優遇
 - 耐震補強工事のための融資残高に応じた一定金額の控除
 - 耐震補強工事費用の一部の金額の控除
 - 耐震工事を行った場合の固定資産税の減額
 - 耐震基準に適合した中古住宅の購入のローン減税

10.7.4 防災都市計画策定の提言

現在、2020年を目標とするUB市都市マスタープランが推進されており、更に2030年を目標とする都市マスタープランが策定されたところである。土地利用、再開発等の課題は都市計画に関する事項であり、地震防災計画における都市の防災性強化の観点から防災都市計画を策定し、都市マスタープランとの整合を取りつつ、その下位計画として着実な防災都市化の推進を担保することを提言する。防災都市計画については計画策定のためのガイドライン(案)を提案している。

10.8 建築物・インフラの耐震化のための方策

10.8.1 現在のUB市が抱える課題

現在のUB市(あるいはモンゴル国)における建築物・インフラ構造物の脆弱性の要因は以下のようにまとめられる。

- 耐震設計基準が十分ではないこと
- 施工品質が十分ではないこと
- 耐震化に対する意識が低いこと
- 耐震化のための資金が十分ではないこと
- 重要構造物が耐震性の低いままであること

ここでは、これらの課題についての提言を示すこととする。

10.8.2 耐震設計基準を見直すこと

現行のモンゴルの耐震基準は旧ソ連時代の耐震基準を踏襲したものであり、最新の知見を反映したものになっていない。RCAGを中心に設計用の基準地震動を見直す動きはあるものの、設計用地震動はそれと組み合わせられる限界状態と対で設定されるべきものである。一方、設計用ソフトや耐震基準の束縛もあり、限界状態は弾性限界となっているため、建物の強非線形時の安全性を担保するには十分ではない。

このような現況を解決するには、我が国で用いているような保有水平耐力計算を耐震設計として根付かせるとともに、それに必要な解析ソフトの普及や、それを利用する技術者の教育が必要であると思われる。

具体的には、荷重増分解析、非線形動的解析、地震動作成といった現在の日本で標準となっている技術の移転が必要である。また、このような技術の習得者にはライセンスを付与し、このライセンスが無ければ、ある規模以上の建物の設計を禁ずるといった法的な規制、ライセンスに応じた設計単価の設定といったインセンティブの付与も技術移転の動機付けとなる。

10.8.3 施工品質を向上させること

施工品質が十分ではない背景として、管理技術者が足りないこととともに、冬季には工事が止まることで副業が必要なため、結果として熟練技術者が育たないということが挙げられる。

熟練技術者の育成には、閑散期において国や市からの補助による訓練支援が有効な施策である。訓練支援には、トレーナーの派遣だけではなく、参加者が出席しやすいような経済的な支援も含まれることとする。

また、法的な規制として、一定数以上(あるいは一定率以上)の熟練工を各施工会社が確保することを義務付けるならば、会社からの支援も得られることとなる。

10.8.4 耐震化に対する意識啓発を促進すること

モンゴル国民一人一人の耐震化に関する意識を急激に向上させることは、7章で述べたように大きな困難が伴うと考えられる。9章で紹介した防災キャンペーンでは地震の疑似体験や構造物の補強の重要性等を楽しみながら学ぶいい機会であった。また、避難訓練だけでなく耐震化を含む防災について学校教育などを通じた啓発活動を定期的に繰り返すことにより、耐震化の重要性が意識化され、既存住宅のリフォームや新築・改築時における考慮へとつながる。

10.8.5 住民自らが耐震化のための資金を出したくなる仕組みを考えること

現在のUB市の財政では、民間建物を含めた全建物の耐震化を進めるには十分ではない。また、再開発事業のように民間ディベロッパーに頼る方法にも、多くの時間を要することや再開発にふさわしい案件の発掘が容易ではないといった課題が存在する。

従って、耐震化を促進するには住民からの資金調達に頼るところが大きい。このような条件で住民にインセンティブを与える方法に、目黒（東京大学）が提案する、「耐震化を実施した住民には、災害時により手厚くケアをする」というものがある。これは、耐震診断で補強の必要のないと判断された建物、あるいは耐震補強をして強度が確保されたことを認定された建物が地震によって被害を受けた場合にのみ、行政から優遇支援されるというシステムである。

また、耐震化した建物は税制の優遇措置や損害保険料の低減などを受けることも日本では実際に有効なインセンティブである。

もちろん、耐震化には費用がかかるため、耐震化という費目を条件とした公的支援を原資とする融資制度の併設も視野に入れる必要がある。

10.8.6 重要構造物を優先的に耐震化すること

老朽化アパートの耐震化や都市再開発事業の実施だけでなく、地震災害発生時に機能しなければならない警察署・消防署・市役所・区役所・病院や、学校・保育所等の市内重要構造物については計画的かつ優先的な予算配分によって順次耐震化を進める必要がある。

10.9 防災広報、防災教育、コミュニティ防災

10.9.1 防災関係機関における能力向上の必要性

- これまで UB 市での被害が出るような地震発生の経験がないことから、防災に携わる職員・NGO 等の関係者の地震に関する知識が不足している。正しい知識を広めていくためにも、まずはこうした職員、関係機関のスタッフの知識を高めていく必要がある。
- 科学アカデミーが提供できる地震に関する情報・知識について、十分共有されておらず、科学アカデミーとも協力し、職員・関係機関のスタッフを対象とした地震防災の知識を深めるプログラムを提供していく必要がある。
- EMDC の昇進システムの要件の中に、地震防災に関する知識を加えることも有効である。

10.9.2 防災啓発活動の普及

- EMDC は防災訓練等の住民の動員力を十分保有している。モンゴルではまだコミュニティ活動が盛んではないが、動員力を活用してコミュニティ全体の地震防災の知識を高めてい

くことが可能である。その次の段階として、被害軽減のための地域住民の協力の重要性について認識を高めていく取組みへと発展させていくことが有効と思われる。

- 今回の啓発キャンペーン実施にあたって、準備プロセスも含めて非常に勉強になったという意見も多く、今回のような活動を全国レベルでさらに幅広い対象者へと広げていくことは有効である。

10.9.3 本邦研修の成果の共有

- 本邦研修で多くの知識や技術を学ぶことができたという意見も多かった。振動台の試作に見られるように、日本で得た知識をもとに工夫しようという意欲もあるので、今後も日本での研修機会をより多くの職員に提供することは効果的である。

10.9.4 学校防災教育の推進

- 今回キャンペーンの活動の一環として実施した学校対抗戦のような競争は生徒の熱心な取り組みを促す仕組みとして有効であった。学校地震防災教育のプログラムとして定期的に実施できる体制構築が望まれる。

10.9.5 マスメディアを活用した啓発活動の推進

- 今回の活動では、多くのマスメディアの注目を集めることもでき、新聞や TV、ラジオ等での取り扱いも多かった。2 日目にはマスメディアでの報道を聞いて、会場を訪れた参加者もあり、啓発キャンペーンのような活動は広報のひとつの手段としても有効である。
- 一方、まだ地震防災に関する教材となる映像や資料は限られている。マスメディアで利用できる映像教材などを開発していくことも必要である。

10.9.6 民間企業と連携した啓発活動の推進

- 防災キャンペーンでモンゴル保険会社が防災絵画コンクールのスポンサーとなり、ノミン HD が防災グッズの展示販売を行ったように、いくつかの民間企業の防災に対する関心は高い。災害時応援協定だけでなく、平時における防災啓発活動において広く民間企業や NGO/NPO を活用した取り組みが進むことが望まれる。

10.9.7 体験メニューの推進

- これまでの住民向けの活動では避難訓練の実施や緊急対応機材のデモンストレーションや展示などの活動がほとんどであった。今回振動台や「地震ザブトン」など地震を体験できるプログラム等を通して地震の知識を伝えることができた。モンゴル側もこうした活動を続けていきたいと考えており、よりよいプログラムの提供のため技術的支援（振動台改善技術等の提供）が必要である。

10.9.8 モンゴルの地震体験記録の収集

- 防災キャンペーン開催を知って、1957 年の地震体験者が会場にやってきた。当時の地震体験者が生存しているうちに、モンゴルの過去の地震体験者の話をまとめることが可能であろう。これは今後の防災教材として有効である。
