

**カフラマンマラシュ（トルコ南東部）地震関連  
国際緊急共同研究・調査支援プログラム（J-RAPID）  
終了報告書 概要**

1. 研究課題名：「2023 年カフラマンマラシュ地震の被災地域での臨時強震観測」
2. 研究期間：2023 年 8 月～2024 年 8 月
3. 主な参加研究者名：

日本側

|               | 氏名   | 役職    | 所属                   | 研究分担              |
|---------------|------|-------|----------------------|-------------------|
| 研究代表者         | 山中浩明 | 教授    | 東京科学大学・環境・社会理工学院     | 総括、地震記録処理、地盤のモデル化 |
| 共同研究者         | 高井伸雄 | 准教授   | 北海道大学・工学研究院          | 建物被害データ分析、強震動特性評価 |
| 共同研究者         | 三宅弘恵 | 准教授   | 東京大学・地震研究所           | 強震動計算、震源のモデル化     |
| 共同研究者         | 吉見雅行 | 主任研究員 | 産業総合技術研究所・地質調査総合センター | 地盤データの分析、地盤増幅評価   |
| 共同研究者         | 津野靖士 | 准教授   | 東京科学大学・環境・社会理工学院     | 地盤探査              |
| 共同研究者         | 大野登羽 | 大学院生  | 東京科学大学・環境・社会理工学院     | 強震記録の分析           |
| 研究期間中の全参加研究者数 |      |       | 6名                   |                   |

相手側

|               | 氏名               | 役職                  | 所属   | 研究分担      |
|---------------|------------------|---------------------|--|-----------|
| 研究代表者         | Oğuz Özel        | Professor           | Istanbul University, Department of Geophysical Eng.                    | 地盤のモデル化   |
| 共同研究者         | Aysegul Askan    | Professor           | Middle East Tech. University, Department of Civil Eng.                 | 被害データ分析   |
| 共同研究者         | Serif Baris      | Professor           | Kocaeli University, Department of Geophysical Eng.                     | 震源のモデル化   |
| 共同研究者         | Deniz Çaka       | Assistant professor | Kocaeli University, Department of Geophysical Eng.                     | 地盤データ分析   |
| 共同研究者         | Özgür Tuna Özmen | Engineer            | Prime Ministry, Disaster and Emergency Management Presidency of Turkey | 地盤増幅特性の評価 |
| 共同研究者         | Glum Tanircan    | Associate professor | Boğaziçi University, Earthquake Research Inst.                         | 強震動計算     |
| 研究期間中の全参加研究者数 |                  |                     | 8名   |           |

#### 4. 共同研究調査の目的

2023年カフラマンマラッシュ地震では、トルコ南東部の主要都市で甚大な被害が生じた。本研究では、被災地域における臨時強震観測を行い、余震による強震記録の分析によって被災地域での強震動特性の特徴および地盤増幅効果も明らかにする。さらに、これらの結果から、強震動特性と建物被害原因との関係を解明する。

#### 5. 共同研究調査の成果

##### 5-1 共同研究調査の成果、今後の展開見込、社会への波及効果

本研究では、カフラマンマラッシュ地震の被災地域において臨時強震観測を実施し、既存の強震観測点でのデータと合わせて被災地域での地震動特性を明らかにした。さらに、本震（1回目の地震）の応答スペクトルの推定を試み、被災地域では日本の耐震設計で用いられている地震動強さを上回る推定結果となった。とくに、建物大破率は、周期1秒前後の応答スペクトル振幅と大きく関係していることも明らかにした。さらに、被災地域の強震観測点の増幅特性に関する既存の研究結果を再分析し、今回の地震の被災地域では、浅部地盤と深部地盤が地域ごとに異なる寄与を地震動に与えていることを指摘した。とくに、被害が最も厳しいアンタキヤ地域の地震動特性や建物被害原因の理解には、深部地盤の影響を考慮する必要があることがわかった。

本研究で推定した被災地域での地震動強さは、現行のトルコの構造物の耐震安全性評価のための地震荷重の再評価に資する資料となると考えられる。また、本研究で推定した被災地域での強震観測点での深部地盤モデルは、今後の超高層建物や免震建物の設計用入力地震動の策定で活用されると期待される。

##### 5-2 国際連携の成果

本研究の参加者の多くは、両国の地震災害科学の次の10年を支えたと期待される中堅研究者である。本研究を通じて、両国の研究代表者が築いてきた地震動研究に関する学術交流関係を次世代へ継承することができた。また、本研究が契機となって、日本人大学院生のトルコ留学やトルコ人ポスドクの受入なども行われ、本研究は両国の若手研究者の学術交流の活性化にも寄与した。

#### 6. 本研究調査に関連したワークショップ等の開催、主な口頭発表・論文発表・その他成果物（例：提言書、マニュアル、プログラム、特許）、受賞等（5件まで）

| 発表/<br>論文/<br>成果<br>物等 | ・主催したワークショップ、セミナーなど：名称、開催日<br>・口頭発表：発表者名、タイトル、会議名<br>・論文：著者名、タイトル、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年<br>・その他成果物（例：提言書、マニュアル、プログラム、特許）、<br>・メディア  |
|------------------------|--|
| 発表                     | 山中浩明, 高井伸雄, 吉見雅行, 津野靖士, Ozgur Tuna Ozmen, Oguz Ozel Deniz Caka, Aysegul Askan, 2023年トルコ南部の地震の被災地域での臨時強震観測：トルコ南部の地震に関する現地調査速報, 日本地震工学会誌, 49, 40-44, 2023  |
| 発表                     | H. Yamanaka, Temporary strong motion observation in damaged areas of the 2023 Kahramanmaraş earthquake with a focus on local site effects, 7th International Conference on Earthquake Engineering and Seismology, 2023   |
| 発表                     | 山中浩明, 2023年トルコ・シリア地震の被災地域の地震動特性と地盤増幅について, 第51回地盤震動シンポジウム, 11-18, 2023  |
| 発表                     | 山中浩明, 高井伸雄, 吉見雅行, 津野靖士, Özmen Özgür, Ozel Oguz, Çaka Deniz, Duran Pinar, Askan Aysegul, Baris Serif, 三宅弘恵, 地元孝輔, 小野登羽, Arslan Mehmet, Albayrak Kubilay, Temporary strong ground motion observation in damaged areas of the 2023 Kahramanmaraş Earthquake, 第16回日本地震工学シンポジウム, Day1-C2-PA16, 2023 |

|    |   |
|----|---|
| 発表 | H. Yamanaka, O.T. Ozmen, T. Ono, O. Ozel, A. Askan, S. Tsuno, H. Miyake, S. Baris, and G. Tanircan, Estimation of S-wave velocity profiles of deep sedimentary layers at strong motion stations in damaged areas of the 2023 Kahramanmaras earthquake, 15 <sup>th</sup> General Assembly of Asian Seismological commission, 3-7 Nov, 2024 |
|----|---|

**International Urgent Collaborative Projects**  
**Regarding the 2023 Southeastern Türkiye Earthquakes within the J-RAPID Program**

1. Title of the Project : ” Strong motion observation in damaged areas of the 2023 Kahramanmaraş, Turkey, Earthquake “

2. Research/Investigation Period : 2023.8 ~ 2024.8

3. Main Investigators :

Japanese Team

|   | Name             | Title               | Affiliation  | Project role   |
|---|------------------|---------------------|--|--|
| Principal Investigator                                      | Hiroaki Yamataka | Professor           | Institute of Science Tokyo, School of Environment and Society                                    | Summary, earthquake data processing, modeling of soil layers |
| Collaborator  | Nobuo Takai      | Associate Professor | Hokkaido University, Graduate school of Engineering  | Damage data, Analysis strong motion data                     |
| Collaborator  | Hiroe Miyake     | Associate Professor | Earthquake Research Institute, The University of Tokyo   | Calculation of strong motion, source modeling                |
| Collaborator  | Masayuki Yoshimi | Senior Researcher   | The National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Geological Survey of Japan | Analysis of soil data, Estimation of amplification           |
| Collaborator  | Seiji Tsuno      | Associate Professor | Institute of Science Tokyo, School of Environment and Society                                    | Soil modeling  |
| Collaborator  | Toha Ono         | Graduate student    | Institute of Science Tokyo, School of Environment and Society                                    | Analysis of strong motion data                               |
| Total Number of participating researchers in the project: 6 |                  |                     |  |  |

Counterpart Team

|   | Name             | Title               | Affiliation  | Project role                  |
|---|------------------|---------------------|--|-------------------------------|
| Principal Investigator                                      | Oğuz Özel        | Professor           | Istanbul University, Department of Geophysical Eng.                    | Modeling soil layers          |
| Collaborator  | Aysegul Askan    | Professor           | Middle East Tech. University, Department of Civil Eng.                 | Analysis of Damage data       |
| Collaborator  | Serif Baris      | Professor           | Kocaeli University, Department of Geophysical Eng.                     | source modeling               |
| Collaborator  | Deniz Çaka       | Assistant professor | Kocaeli University, Department of Geophysical Eng.                     | modeling of soil layers       |
| Collaborator  | Özgür Tuna Özmen | Engineer            | Prime Ministry, Disaster and Emergency Management Presidency of Turkey | Estimation of amplification   |
| Collaborator  | Glum Tanircan    | Associate Professor | Boğaziçi University, Earthquake Research Inst.                         | Calculation of strong motion, |
| Total Number of participating researchers in the project: 8 |                  |                     |  |                               |

#### 4. Objectives and Challenges

The 2023 Kahramamaras earthquake caused severe damage in major cities in southeastern Turkey. In this study, we conducted temporary strong motion observations in the damaged areas and clarified the characteristics of strong ground motion characteristics and ground amplification effects in the areas by analyzing derived strong earthquake records due to aftershocks. Furthermore, we investigated the relationship between the strong ground motion characteristics and the cause of building damage from these results.

#### 5. Results of the research/survey activities

##### 5-1. Results of joint research. Expected future development, ripple effect on society

In this study, we collected strong motion data at the temporary strong-motion observations in the damaged areas of the Kahramamaras earthquake, and clarified the characteristics of earthquake motion in the areas by combining the data at existing strong-motion observation points. Furthermore, we attempted to estimate the response spectrum of the main shock (the first earthquake), and the estimated results in the damaged areas exceeded the spectral amplitude used in the Japanese

earthquake-resistant design. In particular, we clarified that the rate of severe building damage is closely related to the response spectrum amplitude at a period of around 1 second. Furthermore, we reanalyzed existing research results on the amplification characteristics of strong-motion observation stations in the areas, and pointed out that shallow and deep soils make different contributions to the amplification factors in each region. In particular, we found that it is necessary to consider the influence of the deep soil layers to understand the characteristics of earthquake motion and the cause of building damage in the Antakya region, where the damage was the most severe.

The earthquake motion spectral amplitude in the damaged areas estimated in this study is expected to be useful for reevaluating the earthquake load for the current earthquake safety assessment of Turkish structures. In addition, the deep soil model at the strong motion observation stations in the damaged areas estimated in this study is expected to be used in formulating future input earthquake motions for the design of high-rise buildings and base-isolated buildings.

#### 5-2. Added Value from International collaborative work

Many of the participants in this research are mid-career researchers who are expected to be active in the next decade of earthquake disaster science in both countries. Through this research, the academic exchange relationships in earthquake disaster science that have been built by the principal investigators of both countries have been passed on to the next generation. This research also served as an opportunity for Japanese graduate students to study in Turkey and for Turkish postdoctoral researchers to be accepted in a Japanese university. Thus this research has also contributed to revitalizing academic exchanges between the young researchers in both countries.

## 6. Organized workshops/seminars, presentations, papers and other deliverables

|                  |  |
|------------------|--|
|                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organized workshop/seminar: Title, date</li> <li>• Presentation: Presenters, title, conference</li> <li>• Papers : Authors, title, journals、vol, page, publish year</li> <li>• Other deliverables:</li> <li>• Media</li> </ul>  |
| Presen<br>tation | 山中浩明, 高井伸雄, 吉見雅行, 津野靖士, Ozgur Tuna Ozmen, Oguz OzelDeniz Caka, Aysegul Askan, 2023年トルコ南部の地震の被災地域での臨時 強震観測 : トルコ南部の地震に関する現地調査速報, 日本地震工学会誌, 49, 40-44, 2023  |
| Presen<br>tation | H. Yamanaka, Temporary strong motion observation in damaged areas of the 2023 Kahramanmaraş earthquake with a focus on local site effects, 7th International Conference on Earthquake Engineering and Seismology, 2023   |
| Presen<br>tation | 山中浩明, 2023 年トルコ・シリア地震の被災地域の地震動特性と地盤増幅について, 第51回地盤震動シンポジウム, 11-18, 2023   |
| Presen<br>tation | 山中浩明、高井伸雄、吉見雅行、津野靖士、Özmen Özgür、Ozel Oguz、Çaka Deniz、Duran Pinar、Askan Aysegul、Baris Serif、三宅弘恵、地元孝輔、小野 登羽、Arslan Mehmet、Albayrak Kubilay, Temporary strong ground motion observation in damaged areas of the 2023 Kahramanmaraş Earthquake, 第16回日本地震工学シンポジウム, Day1-C2-PA16, 2023  |
| Presen<br>tation | Hiroaki Yamanaka, O.T. Ozmen, T. Ono, O. Ozel, A. Askan, S. Tsuno, H. Miyake, S. Baris, and G. Tanircan, Estimation of S-wave velocity profiles of deep sedimentary layers at strong motion stations in damaged areas of the 2023 Kahramanmaras earthquake, 15th General Assembly of Asian Seismological commission, 3-7 Nov, 2024 |