

科学技術振興費

## 地域防災対策支援研究プロジェクト

### ②研究成果活用の促進

～千葉市美浜区における地下水位低下工法による液状化抑止対策～

(平成29年度)

成果報告書

平成30年5月

文部科学省 研究開発局  
国立大学法人 千葉大学

本報告書は、文部科学省の平成29年度科学技術試験研究委託事業による委託業務として、国立大学法人千葉大学が実施した平成29年度「千葉市美浜区における地下水位低下工法による液状化抑止対策」の成果を取りまとめたものです。

## まえがき

平成23年3月の東北地方太平洋沖地震を契機に、地方公共団体等では、被害想定や地域防災対策の見直しが活発化しています。一方で、災害の想定が著しく引き上げられ、従来の知見では、地方公共団体等は防災対策の検討が困難な状況にあります。そのため、大学等における様々な防災研究に関する研究成果を活用しつつ、地方公共団体等が抱える防災上の課題を克服していくことが重要となっています。

しかしながら、防災研究の専門性の高さや成果が散逸している等の理由により、地方公共団体等の防災担当者や事業者が研究者や研究成果にアクセスすることが難しく、大学等の研究成果が防災対策に十分に活用できていない状況にあります。

また、防災分野における研究開発は、既存の学問分野の枠を超えた学際融合的領域であることから、既存の学部・学科・研究科を超えた取組、理学・工学・社会科学等の分野横断的な取組や、大学・独立行政法人・国・地方公共団体等の機関の枠を超えた連携協力が必要であることや、災害を引き起こす原因となる気象、地変は地域特殊性を有することから、実際に地域の防災に役立つ研究開発を行うためには、地域の特性を踏まえて行うことが必要であること等が指摘されています。

このような状況を踏まえ「地域防災対策支援研究プロジェクト」では、全国の大学等における理学・工学・社会科学分野の防災研究の成果を一元的に提供するデータベースを構築するとともに、大学等の防災研究の成果の展開を図り、地域の防災・減災対策への研究成果の活用を促進するため、二つの課題を設定しています。

- ① 研究成果活用データベースの構築及び公開等
- ② 研究成果活用の促進

本報告書は「地域防災対策支援研究プロジェクト」のうち、「②研究成果活用の促進」に関する、平成29年度の実施内容とその成果を取りまとめたものです。

「研究成果活用の促進」のため、本業務では「千葉県美浜区における地下水位低下工法による液状化抑止対策」をテーマとし、千葉県美浜区において受託者らが提案する液状化抑止工法の適用促進を行います。



## 目 次

1. プロジェクトの概要	1
2. 実施機関および業務参加者リスト	1
3. 成果報告	2
3. 1 適用可能地域拡大のための新しい対策工法の開発	2
3. 2 地域住民へのさらなる周知	7
3. 3 プロジェクト運営委員会その他	9
4. 活動報告	11
4. 1 会議録	11
4. 2 対外発表	12
5. むすび	13

## 1. プロジェクトの概要

千葉市美浜区は、総面積 21km<sup>2</sup> の全域が埋立地である。2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震時、区内のほぼ全域で大規模な液状化が発生し、特に戸建て住宅に甚大な被害をもたらした。これを受けて千葉市では、2012年1月に液状化対策推進委員会を設置し、将来の液状化被害抑止に向けた取り組みを開始した。一方、受託者（業務主任者）らの研究室では、平成23年度補正予算に基づく国土交通省建設技術開発助成を受け、鋼矢板囲い込み・地下水位低下併用による液状化抑止工法の開発を行った。

本受託業務では、千葉市との緊密な協力の下、受託者が提案する液状化抑止対策工法の実証実験を行い、他地域へも展開できるよう提案手法の標準化（マニュアルなど）を図り、防災・減災を推進することを目的とする。

## 2. 実施機関および業務参加者リスト

所属機関	役職	氏名	担当業務
千葉大学 大学院工学研究科	准教授	関口 徹	3.1, 3.2, 3.3

### 3. 成果報告

#### 3. 1 適用可能地域拡大のための新しい対策工法の開発

##### (1) 業務の内容

###### (a) 業務の目的

現状の地下水位低下工法は、液状化層の下に適度な厚さの不透水層（粘性土層）が必要であるが、美浜区に限らず埋立地の地層構造は複雑で必ずしもこの工法が適さない地区もある。そのため、受託者らは不透水層（止水層）を必要としない新しい地下水位低下工法を提案している。その工法の現場での実現性を明らかにすることを目的とし、美浜区真砂地区において地下水揚水試験により現場実験を実施する。

###### (b) 平成29年度業務目的

千葉市による復興事業の一環として、地下水位低下工法による液状化対策工事の実施が磯辺4丁目のモデル地区（磯辺63地区）で決定し、平成28年2月3日に開始された。本業務ではこれまでモデル地区において詳細な地盤調査を実施し、地下水位低下工法の有効性の多面的な評価に役立ててきた。また、復興予算の延期により、モデル地区だけでなく隣の磯辺64地区においても工事が開始されている。

磯辺地区の内陸側の真砂地区においても対策実施の検討が行われてきた。昨年度の地盤調査により、当該地区では従来の地下水位低下工法にとって重要な止水層が下方にないことが明らかになった。そこで受託者らが提案する止水層がない地盤においても適用可能な新しい地下水位低下工法について、その実現性を確認するための地下水揚水試験を実施した。

###### (c) 担当者

所属機関	役職	氏名
千葉大学 大学院工学研究科	准教授	関口 徹

## (2) 平成29年度の成果

### (a) 業務の要約

地下水位低下工法による液状化対策工事が開始されたモデル地区のある磯辺地区の内陸側に位置する同様に住宅街である真砂地区（図 1-1）において、新しい地下水位低下工法の現場での実現性を明らかにすることを目的とし、真砂中央公園にて地下水揚水試験を実施した。

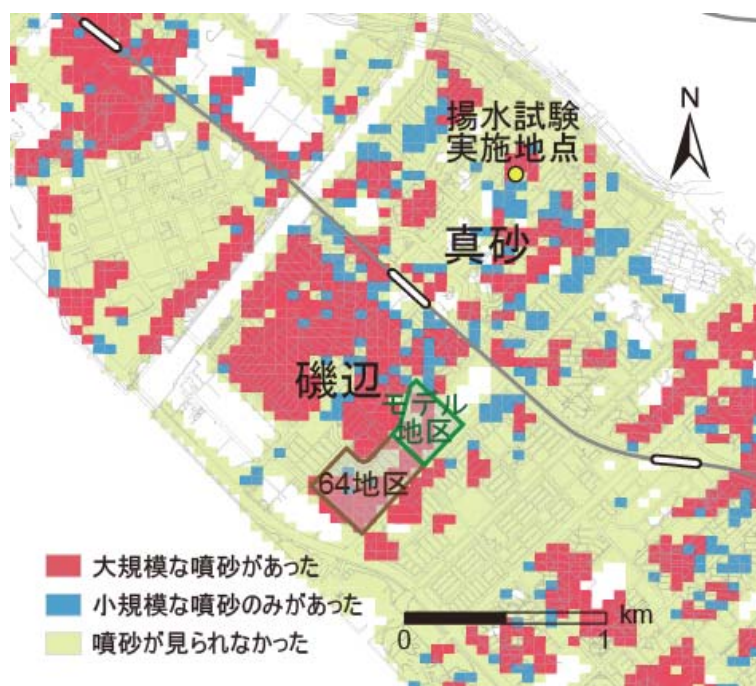


図 1-1 対策工事実施地区と揚水試験実施地点



(b) 業務の成果

本業務では、不透水層を必要としない新しい地下水位低下工法として、地下水位を一時的に低下・回復し、地盤の飽和度を低下させることで液状化を抑止する工法について検討している。これまで、砂地盤の縮小模型を作成し、遠心載荷装置により振動実験を行い、その実現可能性を検討してきた。

実際の地盤における工法の実現性を確認するため、美浜区真砂の真砂中央公園にて地下水揚水試験を行った。揚水試験では、一度揚水によって地下水位を低下させ、飽和度の低下を確認した後、揚水を中止しその後の地盤の飽和度の経時変化を数か月間計測した。

昨年度には準備工事として、揚水井、水位観測井、誘電率センサ孔の掘削工事を行い、それぞれに水中ポンプ、水位計、誘電率センサを設置した。図1-2に揚水井付近の地盤柱状図と予定水位を示す。深度4.5mまでシルトが卓越し、液状化の可能性が低いことから、揚水性から0.8m離れた位置にあるセンサ孔の深度4.8mに誘電率センサを設置した。そして揚水井から地下水を揚水し、中央で深度8m程度まで地下水位を低下させた。

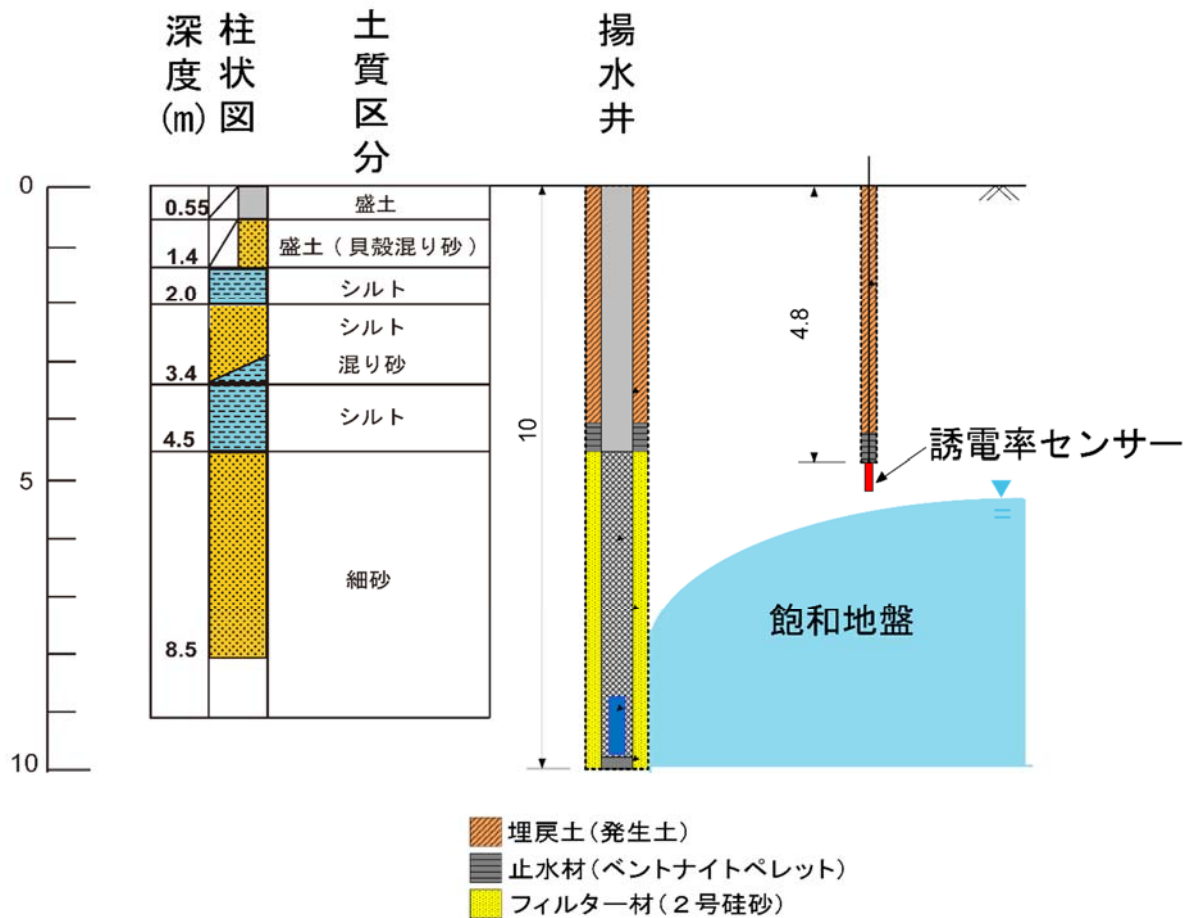


図1-2 揚水井付近の地盤柱状図と予定水位

図 1-3 に地下水位と誘電率センサによる土壌水分率およびそれから求まる地盤の飽和度の時間変化を示す。図の①～④までのステップは以下の通りである。

- ①揚水一時稼働
- ②揚水開始
- ③揚水一部停止
- ④揚水完全停止

揚水開始後地下水位が 8m 近くまで低下し、飽和度も 100%から 80%程度まで低下している。揚水停止後は徐々に地下水位と飽和度は揚水までに戻っている。わずかではあるが飽和度は 100%ではなく 98%でとどまり、完全な飽和状態には戻っていない。

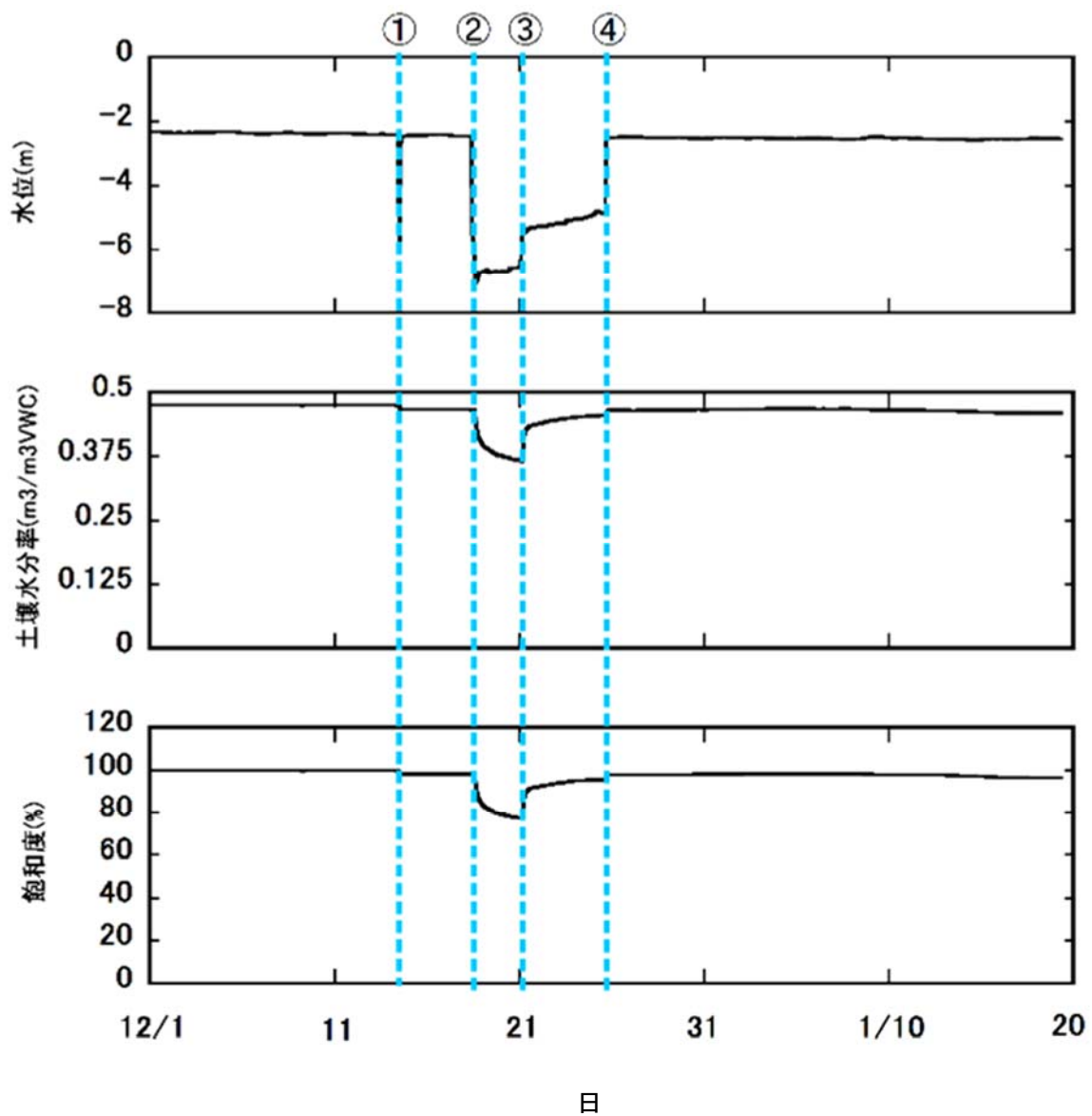


図1-3 地下水位・土壌水分率・飽和度の時間変化

(c) 結論ならびに今後の課題

新しい地下水位低下工法の現場での実現性を明らかにすることを目的とし、美浜区真砂の真砂中央公園において地下水揚水試験を行い、地下水位回復後にわずかではあるが、地盤が不飽和状態であることを確認した。模型実験に比べ不飽和の程度が小さくなっており、実際の地盤では地下水が水平方向にも流れ、より早く地下水位および飽和度が回復したものと考えられる。

また、揚水により地下水が想定よりも下がらず、かなり手間取ってしまった。想定した砂の透水係数から推定されるものよりも速く地下水の流入があり、水平方向の水道など複雑な地下水の流れがあった可能性がある。このように実際の地盤では水の流れに不明な点が多く、本工法の適用にはまだ課題があることが分かった。

(d) 引用文献

特になし

### 3. 2 地域住民へのさらなる周知

#### (1) 業務の内容

##### (a) 業務の目的

液状化のメカニズムと対策工法の有効性をより多くの住民に周知するため、平成 27 年度に作成した簡易実験装置を美浜区にある千葉大学サテライトキャンパスに設置し、イベントなど住民に説明を行う。液状化のメカニズム等を説明するパネルの展示も行う。

##### (b) 平成 29 年度業務目的

上記と同じ。

##### (c) 担当者

所属機関	役職	氏名
千葉大学 大学院工学研究科	准教授	関口 徹

#### (2) 平成 29 年度の成果

##### (a) 業務の要約

地域住民・一般市民を対象に、大学祭と地域交流イベントにて、液状化メカニズムと対策工法である地下水位低下工法の有効性について説明した。

##### (b) 業務の成果

平成 29 年 1 月 4, 5 日に千葉大学工学部祭にて、簡易液状化実験装置を用いるなどして、一般市民および地域住民を対象に液状化のメカニズムと地下水位低下工法の有効性について説明した（写真 2-1）。

「文部科学省 地(知)の拠点」整備事業(大学 COC 事業)により美浜区に新設された千葉大学サテライトキャンパスにおいて、一室を借用し簡易液状化実験装置と説明パネルを設置した。平成 30 年 2 月 18 日に同キャンパスにて行われた地域住民を対象としたイベントに参加し、液状化のメカニズムと地下水位低下工法の有効性について説明した（写真 2-2）。



写真 2-1 千葉大学工学部祭での一般市民を対象とした説明



写真 2-2 美浜サテライトキャンパスでの地域住民を対象とした説明

(c) 結論ならびに今後の課題

イベントにて、一般市民および地域住民を対象に液状化のメカニズムと地下水位低下工法の有効性について説明した。簡易液状化実験装置と説明パネルにより住民にとって理解し易い説明ができたと考えられる。今後は、業務担当者のような限られた専門家でなくても説明ができるように実験装置を簡素化するなどによって、より多くの住民に周知することが重要と考えられる。

(d) 引用文献

特になし

### 3. 3 プロジェクト運営委員会その他

#### (1) 業務の内容

##### (a) 業務の目的

その他関連する業務を確実に行うことで本プロジェクトを円滑に推進することを目的とする。

##### (b) 平成29年度業務目的

上記と同じ。

##### (c) 担当者

所属機関	役職	氏名
千葉大学 大学院工学研究科	准教授	関口 徹

#### (2) 平成29年度の成果

##### (a) 業務の要約

- ・千葉大学（業務参加者）と千葉市（業務協力者）から構成される運営委員会を組織し、研究成果を活用した防災・減災対策を検討した。
- ・事業の成果及び事業内容は、研究成果の活用事例として、課題①において構築するデータベースに随時反映させるとともに、全国に対して事業の広報等を行う課題①の受託者に情報を提供した。
- ・住民からの相談に応じ、技術的な疑問に回答した。
- ・文部科学省が開催する成果報告会において成果を報告した。

##### (b) 業務の成果

###### 1) 運営委員会

4. 1節の会議録にあるとおり本年度は3回運営委員会を実施し、磯辺地区での工法実施状況や隣の真砂地区での対策について議論した。

###### 2) 課題①への情報提供等

ホームページを作成するため本事業の背景、目的や説明図等の情報を課題①の受託者に提供した。

###### 3) 成果報告会

平成30年1月27日に文部科学省主催で行われた地域防災シンポジウムに出席し、成果報告の発表を行った。

##### (c) 結論ならびに今後の課題

磯辺のモデル地区および64地区での地下水位低下工法の対策工事が順調に進捗し、運営委員会等も予定通り実施できた。今後は、地下水位の低下を開始し、そのモニタリングを行い、住宅に与える影響を確認しながら所定の水位まで地下水を下げることになる。

(d) 引用文献  
特になし

## 4. 活動報告

### 4. 1 会議録

#### (1) 第1回運営委員会

- 日時： 2017年6月8日 15:00-18:00
- 場所： 千葉大学 会議室
- 出席者： 千葉大学 中井、関口  
千葉市 佐藤、渡邊、新野  
千代田コンサルタント 内田、鈴木
- 議題
  1. 工事完了後の地下水位と地盤沈下のモニタリングについて
  2. 止水壁について
  3. 新しい地下水位低下工法の現場実験について

#### (2) 第2回運営委員会

- 日時： 2017年6月21日 13:30-15:30
- 場所： 千葉市役所会議室
- 出席者： 千葉大学 中井、関口  
千葉市 佐藤、渡邊、新野、後藤
- 議題
  1. モデル地区での地下水位低下のモニタリングについて
  2. 止水壁について

#### (3) 第3回運営委員会

- 日時： 2017年11月14日 13:30-15:00
- 場所： 磯辺4丁目現場事務所
- 出席者： 千葉大学 中井、関口  
千葉市 佐藤、渡邊、新野、後藤  
千代田コンサルタント 橋本、鈴木
- 議題
  1. モデル地区の矢板施工状況の視察
  2. モデル地区での地下水位低下のモニタリングについて



## 4. 2 対外発表

### (1) 学会等発表実績

地域報告会等による発表

発表成果（発表題目）	発表者氏名	発表場所 （会場等名）	発表時期	国際・国内の別
地下水位低下工法による液状化対策	庄子尚也	千葉大学 工学部	平成29年 11月4, 5日	国内
液状化デモンストレーション	関口徹	千葉大学 サテライトキャンパス	平成30年 2月18日	国内

マスコミ等における報道・掲載

報道・掲載された成果 （記事タイトル）	対応者氏名	報道・掲載機関 （新聞名・TV名）	発表時期	国際・国内の別
なし				

学会等における口頭・ポスター発表

発表成果（発表題目、口頭・ポスター発表の別）	発表者氏名	発表場所 （学会等名）	発表時期	国際・国内の別
なし				

学会誌・雑誌等における論文掲載

掲載論文（論文題目）	発表者氏名	発表場所 （雑誌等名）	発表時期	国際・国内の別
なし				

### (2) 特許出願，ソフトウェア開発，仕様・標準等の策定

#### (a) 特許出願

なし

#### (b) ソフトウェア開発

なし

#### (c) 仕様・標準等の策定

なし

## 5. むすび

これまで、ボーリングデータベース、液状化被害調査結果の分析、地下水位低下工法に関する遠心模型実験など、受託者が有する知見、さらには本業務で実施した新たな地盤調査・現場での観測や計測などに基づいて、千葉市が実施を開始した地下水位低下工法による液状化対策事業に対して、実証実験の計画、住民に対する説明会など技術的な点で支援を行ってきた。その結果、磯辺のモデル地区さらに隣の64地区において対策工事の実施が決定し着工され、現在ほぼ順調に工事が進み、来年度にはモデル地区で地下水の揚水が始まる。

前年度より、さらに別の地区においても対策事業を拡大するために、磯辺の隣の真砂地区において追加地盤調査を行い、検討を行った。その結果、従来の地下水位低下工法では適用が難しいことが分かった。そこで受託者らが提案する新しい地下水位低下工法の実現性を確認するため、現場での地下水揚水試験を行った。

美浜区の対策事業が行われる地区だけでなく、より多くの地域住民へ液状化のメカニズムと対策工法について周知するため、簡易実験装置を作成しいくつかのイベントにて説明を行った。

これからも、千葉市の円滑な液状化対策事業実施のための技術的な支援を継続するとともに、千葉大学サテライトキャンパスを利用してより多くの住民への液状化対策事業の周知に力を入れていく予定である。