

グループ名 ・代表者名	外環振動・低周波音調査会 上田 昌文さん	助成金額	96 万円
連絡先など	ueda.akifumi@shiminkagaku.org		
助成のテーマ	外環道大深度工事で発生した振動・騒音・低周波音による被害の実態把握とそれへの対策に関する調査		

【調査研究の概要】

市民科学研究室は、2020 年 10 月 18 日に調布市で起こった、東京外環道トンネル工事に伴って発生した陥没事故の被害実態の究明と問題の解決に向けて、地元住民と「外環振動・低周波音調査会」を結成し、毎月 3 回ほどの定例会を持ちながら、現地での調査を続けている。巨大なシールドマシンによる地下 40 メートルでの掘進工事によって微振動と聴覚範囲外の周波数を含むだろう低周波音が長期にわたって発生したが、その双方を地上の住民らが持続的に（平均して 1 カ月弱）曝露した。聞き取り対象 25 名（女性 18 名、男性 7 名）のうち何らかの大きなストレスや精神苦痛を覚えた者が 15 名、特徴的な病状（めまい、耳鳴りのような圧迫感、夜中の突然の目覚め、聴覚過敏、嗅覚喪失など）を発症したものが 13 名、そしてそのうちの 6 名（すべて女性）が工事停止後も過敏化した症状に今なお苦しんでいることが判明した。また、建物に生じた損壊については一事業者は自ら「補償対象地域」を決め、工事前から発生していただろう経年劣化もいっしょくたにして個別の「補修」でことを済ませようとしている—その全貌を把握するために、1 件 1 件を巡りながら写真を撮り記録した（合計 177 軒）。Google Street View の過去の写真との照合などを経て、トンネル直上エリアを中心に、損傷が工事後に新たに発生したと確定できた事例が 25 軒、工事に起因すると強く疑われる事例（地面の沈下・隆起による、大きい亀裂、門や扉やブロック外壁に隙間や傾斜）が 34 軒あることが判明した。調査会では、今後、リニア中央新幹線を含めて大深度地下工事で発生する恐れのある種々の被害を防ぐためには、発生する振動を常時モニタリングする必要性を痛感し、簡易な振動計（中古 iPhone を活用）を個々の住宅に設置して Wi-Fi を用いてデータを自動記録するシステムを開発した。その普及にも現在努めている段階である。

【今後の展望など】

- ・「建物被害調査」と「振動・低周波音健康被害の聞き取り調査」を、狛江市と世田谷区の外環トンネル工事エリアにも拡張し、埋もれたままになっている被害の実態を調布エリアでのそれと合わせて少しでも明らかにする。
- ・私たちが調布市で行った調査で得た知見をもとに、私たちがすでに数件のお宅に設置を試験的に開始している簡易な振動計（中古の iPhone に新規改良を加えた振動計アプリを入れたもので Wi-Fi によって 24 時間連続的にデータを取得できる）を、関連するこれらのエリアの多数の家屋内に設置してモニタリングを実施する。
- ・これまでの被害調査の結果をわかりやすくまとめ、振動計モニタリングの意義を知ってもらうためのパンフレットを作成し、広く普及させる。
- ・関連分野の専門家と事業者側を招いての公開討論会を実施し、大深度地下工事の問題点やリスクを徹底的に明らかにし、公共事業として何をどう改めるべきかを広く行政担当者ら市議・都議・国会議員らにも認識してもらう。

会 計 報 告 書 の 概 要 （金額単位：千円）			充当した資金の内訳（金額単位：千円）		
支 出 費 目	内 訳	支出金額	高木基金の 助成金を充当	他の助成金 等を充当	自己資金
旅費・滞在費	現地と市民研事務所の往復 20 回 専門図書館・専門家訪問など 20 回	146	146	0	0
資料費	論文、専門書籍など 50 点	33	33	0	0
機材・備品費	低周波音計測器（デモ機）使用料	96	0	96	0
会議費	報告会開催会場費広報費用など	215	200	15	0
人件費	月 30 時間×2 人（データ収集と検討）	720	560	160	0
その他の経費	印刷費、協力者謝礼、通信費・郵送費	21	21	0	0
合 計		1,231	960	271	0

高木仁三郎市民科学基金
第20期(2021年度)助成 成果発表会

外環道大深度工事で発生した 振動・騒音・低周波音による被害の 実態把握とそれへの対策に関する調査

研究代表: 上田昌文 (NPO法人市民科学研究室)

2022年9月4日 オンラインにて

●調査の対象となる事象

<事故>

・2020年10月18日に調布市で起こった、外環道トンネル工事に伴って発生した陥没事故

<事業、事業者>

・工事：東京外かく環状道路（関越～東名）本線トンネル（南行）工事
・事業者：国土交通省、東日本高速道路株式会社（NEXCO東日本）、中日本高速道路株式会社（NEXCO中日本）

<現状>

・周辺地域住民の間に「陥没」にとどまらない**様々な被害**が生じている。
・利害調整を図ることも同意を得る必要もないという「大深度法」に守られた工事であるために、この工事が、どのような事前調査のもとにどう判断して行われたのか、**なぜ振動・騒音・低周波音、陥没・空洞、建物被害が生じたのか、十分な情報開示と説明が事業者からいまだになされていない。**

「外環トンネル工事 被害状況調査」

外環被害住民連絡会・調布作成

調査票配布軒数：308

調査票回答軒数：132

調査範囲：東つじヶ丘 2丁目、東つじヶ丘 3丁目、若葉町 1丁目、入間町 2丁目の戸建て住宅

調査実施期間：2020年12月5日～20日

■ 被害軒数

構造物被害（家屋・外回り）＝ 58軒

*複数回答も「1」としてカウント。「ない」と答えた方の中には、もともとあったヒビなのかは工事との因果関係は不明、とした方を複数含む。また高齢の一人暮らしの方も多く、実被害についての認識は難しい場合もあった。実際の被害軒数はもっと多いものと考えられ、また今後の増加も予想される。

*主な被害内容：室内（クロス）のヒビ15件、ドア・床の傾き19件、基礎部分の亀裂7件、塀・タイルの変状17件、コンクリートのひび割れ17件、段差の拡がり6件、門扉の開閉不具合5件 等

体感的被害（騒音・振動・低周波音等）＝ 102軒

*騒音・振動・低周波音等のうち、複数回答も「1」としてカウント。

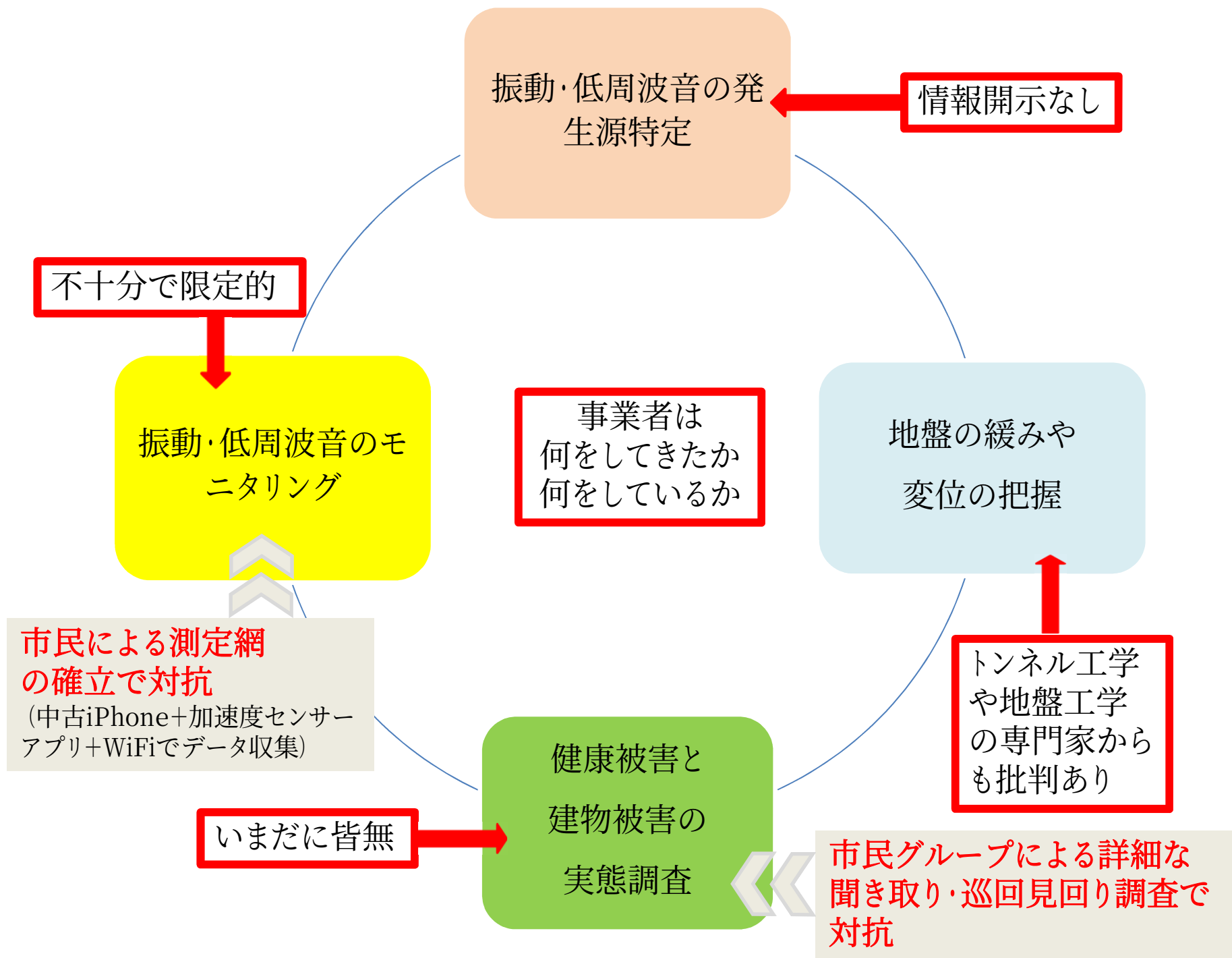
*被害カテゴリー別：騒音72件、振動95件、低周波音51件

●低周波音被害の実態調査がなされないわけ

低周波音被害は聴こえるか、聴こえないかという「可聴音閾値」とは関係なく、聴こえなくても感知され問題となりうるのに、「**聴こえない音に害があるはずはない**」との前提（思い込み？）とその前提のもとに組まれた種々の実験結果に基づいた「参照値」（日本では一部の音響工学者や環境省など）がまかり通っていて、被害状況の精査がなされない。

●求められる改善

- ・仮に参照値以下であっても、苦情・被害が訴えられて、その**苦情・被害と音源・振動源からの発生と考えられるものの間に対応関係があるのなら**、当然、何らかの対処を考える必要がある。
- ・**因果関係及び受忍限度の判断方法が再検討**されるべき。
- ・これまでの低周波音を使った実験は、実験室で数分から、せいぜい1、2時間ぐらいの短時間の低周波音の曝露しかみていない。実際の現場では、住民は**何カ月とか何年という単位で曝露**される。**現場での聞き取り調査、疫学調査などが必要**になる。それは本来、行政や事業者が行うべきものである。



健康被害の様相のとらえ方／その調査の必要性

●被害の諸相：

物理的被害／精神的被害／身体的被害／
健康被害（精神的・身体的の複合）

相互の関連も考慮して総合的にとらえるべき

●特に留意しなければならない点

科学的に未解明の部分も残している低周波音の影響のメカニズム

「可聴でない（多数の人が聞き取れるほどには音圧が高くない）＝影響がない」という切り捨て（その場合にしばしば「参照値」が使われる）ではなく、まずは

＊現場での実測

＊曝露したであろう人々が感じることや症状の把握

をできる限り幅広くきめ細かく行うことで、疫学的な検証を行うべき

★2021年8月から12月にかけて、25名への詳細な聞き取り調査を実施。

建物被害の調査の必要性

- ・事業者は、大深度地下トンネル工事で発生したと思われる家屋などの損壊も、工事前から発生していただろう損壊（経年劣化）もいっしょくたにして、**個別の「補修」**で済ませようとしている
- ・しかしこれでは、工事による**建物損壊の被害の実態**はわからない
- ・また、**補修・補償の対象範囲が適正か**どうかもわからない
- ・この大深度地下シールドマシン工事によって、地上部の家屋において、どんな損壊が生じたのかーその因果関係を、広域的な調査によってある程度明らかにしない限り、**まともな再発防止策**はとれない
- ・行政がこうした調査に向けて動かないなかで、「外環振動・低周波音調査会」が**2022年3月から6月にかけて、地域を詳細に巡回して観察する調査を実施。**

●この調査の市民科学としての意義

- ・大深度工事は、抜本的な改善がなされなければ、外環道やリニア中央新幹線など、今後長期にわたって周辺地域の環境と生活の破壊をもたらす可能性が高い。

- ・これまでに進めてきた、健康被害の実態把握のための聞き取り、建物被害の全貌を把握するための巡回調査、さらにシールドマシン地下工事がなされる各エリアを結んでの、簡易振動計を用いた24時間連続のモニタリング網の設置は、すべて住民が主体となって、関連する専門家の協力得ながら行っているものである。

- ・その意味で、大深度地下工事という危険な事業に対抗するための有効な市民科学の手法を示すことになる。

●この調査の緊急性

・現在調布エリアでは、その一部区間に対して差止仮処分決定（東京地裁、2022年2月28日）が出たこともあって、シールドマシン掘進工事は止まっている。

・しかし、練馬エリア（大泉JCTルート）の一部や横浜環状南線エリアでは**工事は進行中**であり、また、品川や田園調布を含むエリアでは**リニア中央新幹線建設のための工事**が予定されている。

・さらに調布エリアでは今後の工事の再開を見込んで、**大規模な地盤改良工事**が予定されており、立ち退きを強いられる直上部分の住宅以外の周辺部の住宅地には非常に強い振動と騒音が発生することが予想される。

・このような状況にあって、調布エリアでの被害の実態を明らかにする調査と、被害を予防するためにいかなる計測モニタリング体制を築くべきかの提示は、非常に緊急性が高いと言える。

大深度地下トンネル工事による振動・低周波音被害聞き取り調査（25 名）の結果のまとめ

矢印の左端が振動・低周波音を感じ始めた時期（右端は感じなくなった時期）。★は知覚・体感のピーク時。⇒ 停止後も症状が持続。

【作成：上田昌文 (NP0 法人市民科学研究室) 2021/12/11 (2022/01/08 に補足追加)】

	2019 年 1～4 月*	2019 年 5～8 月	2019 年 9～12 月	2020 年 1～4 月	2020 年 5 月	2020 年 7 月	2020 年 8 月	2020 年 9 月	2020 年 10 月	●体調悪化 ★停止後も 持続	●通院 ▲避難(自宅 以外へ)	陥没後 ●知覚あり ▲あると思う	★直上 ●入間川から 30m 以内
23 女	★							★				●	
22 男		↔											
21 女		↔											
24 女			↔							●			
25 女	↔	↔								●		▲	
6 女					↔			↔	⇒	●★		●	
4 女							↔★	↔		●		●	
1 男							↔★	↔					
17 女							↔						☆
18 女							↔★	↔		●	▲		
9 男							↔						
15 女							↔	↔	⇒	●★	●	●	
7 女							↔★	↔	⇒	●★		●	
11 女							↔						
5 女							↔					●	○
19 男							↔				▲		
12 女							↔★	↔	⇒	●★	▲	●	○
13 男							↔★	↔					
14 女							↔★	↔		●			☆○
3 女							↔	↔		●	●	●	○
16 女							↔	↔	⇒	●★	●		
2 女							↔	↔	⇒	●★	●	●	
10 男								↔					
20 男								↔					☆○
8 女								↔	↔	●	●	●	○

- ・*南行が 2019 年 1 月 21 日、北行が同 2 月 25 日に掘進を開始。矢印の赤は南行、青は北行の工事の時期の影響と考えられるもの。
- ・23, 22, 21 が世田谷区、24, 25 が狛江市、ほかはすべて調布市。行の色分けは近隣地域同色としている。
- ・「23 女」の方は時期が長期間にわたって断続的に知覚・体感。「11 女」と「8 女」の方は時期の記憶が不確で「おそらくこの頃」という推定。
- ・「2 女」の方は停止後のボーリング調査工事でさらに体調悪化。
- ・体調悪化、通院、避難などの●▲★は女性、●▲★は男性。

●特徴的な知覚・体感や体調悪化の証言のまとめ

1) どこから来るのかわからない低い音、自分にだけ「聞こえる」音

- ・「耳鳴りが続く」という自分に起因する病かという疑いとわけの分からなさの不安
- ・「気のせいかな?」と思うと人にも言えず、抱え込んでしまうことの辛さ
- ・絶え間ない持続、逃げようのなさからくるストレス、体調悪化
- ・リアルタイムに音が感じられるだけでなく、自分のなかに残響が残るような感じがする

2) 絶え間ない振動、耐え難い大きな揺れなど、工事進行具合に応じた振動の感知

- ・家では仕事ができず、日中は別の場所に移動したというケースも
- ・音と振動とあわさり、朝から吐きそうな気分が続く
- ・「ずっと飛行に乗っているような感じ」が続く（振動や音が止んでいるかもしれないも）

3) もともと身体が弱かったり病気を抱えていたりする場合の症状の増悪

- ・既往症の悪化を訴えた人が4名に及んだことから、療養中、要介護、様々な病気を抱えている人で「音」に苦しめられた人は多いと想像できる（※）

※一人住まい／寝たきり高齢者など 被害が不可視となる住民の存在

- ・過呼吸になり、「死ぬかもしれない」と思ったケースもある

4) コロナ禍の人と会えない状況で不安と苦しさを抱え込んでしまうことでのストレスの増強

5) 嗅覚の喪失（味覚の希薄化）

6) 陥没事故による工事中止後も持続する知覚過敏的症状

- ・「ブーン」といった非常に低い音のような圧迫感を耳に感じるものがしばしば起こる

- ・夜中などに「地震か」と思って目が覚めたり、日中に突然の揺れを感じたりすることがある

- ・家の横を通るトラックなどの走行による振動が、より大きく感じられるようになった

●聞き取り調査からみえること

1) シールドマシン工事の進行の時期と振動・低周波音の体感ならびに体調悪化の时期的な相関はきわめて高い。

もし、とりわけ狛江市・調布市でこの工事が行われなかったら発生しなかったであろう、特徴的な体調悪化とその持続が、かなり高い頻度で発生している。ただし、似たような曝露を受けていた者でも体感と体調悪化では個人差が非常に大きい。

調査対象総数25名（うち女性18名、男性7名）のうち、何らかの症状が出たり体調悪化を訴えた者が13名に達し（すべて女性）、そのうち6名が低周波音被害と考えられる過敏化症状に今なお苦しんでいる。

また、症状は出ていないものの、大きなストレス、精神的苦痛を被った者を含めると15名に達する。そのほぼ全員（12名）が、「この振動や音がどこから来ているのか」がわからずに苦しむ時期が長かったことも、その苦痛と不安を強めることになっていたと推測される。

2) 低周波数を含む微振動と聴覚範囲外の周波数を含むだろう低周波音の双方を、長期にわたって（平均して1ヶ月弱）曝露するという事態はおそらく前例をみないものであり、今回、得られた証言から、多くに共通する特徴的な知覚・体感や体調悪化の証言が得られたのも、そのことのためであると考えられる。

このことから、シールドマシン大深度地下工事が、比較的軟弱な地盤において一長期の微振動を与えながらさらに地盤を緩ませるというリスクもあると想像できる—進行した場合に、今回と同様の振動・低周波音被害が、工事直上のみならずその周辺のかなり広い範囲において、発生する恐れがある。

【調査会の定例会合】

外環振動・低周波音調査会の**定例会合**（オンラインにて、毎月第1,3,5週の金曜日午前10時より正午まで）：メーリングリストを設け、議事メモを作り、かつ動画を残している（動画は非公開）。

→第1回（2021年8月6日）～第28回（2022年7月29日）

【成果発表、勉強会、記事の執筆】

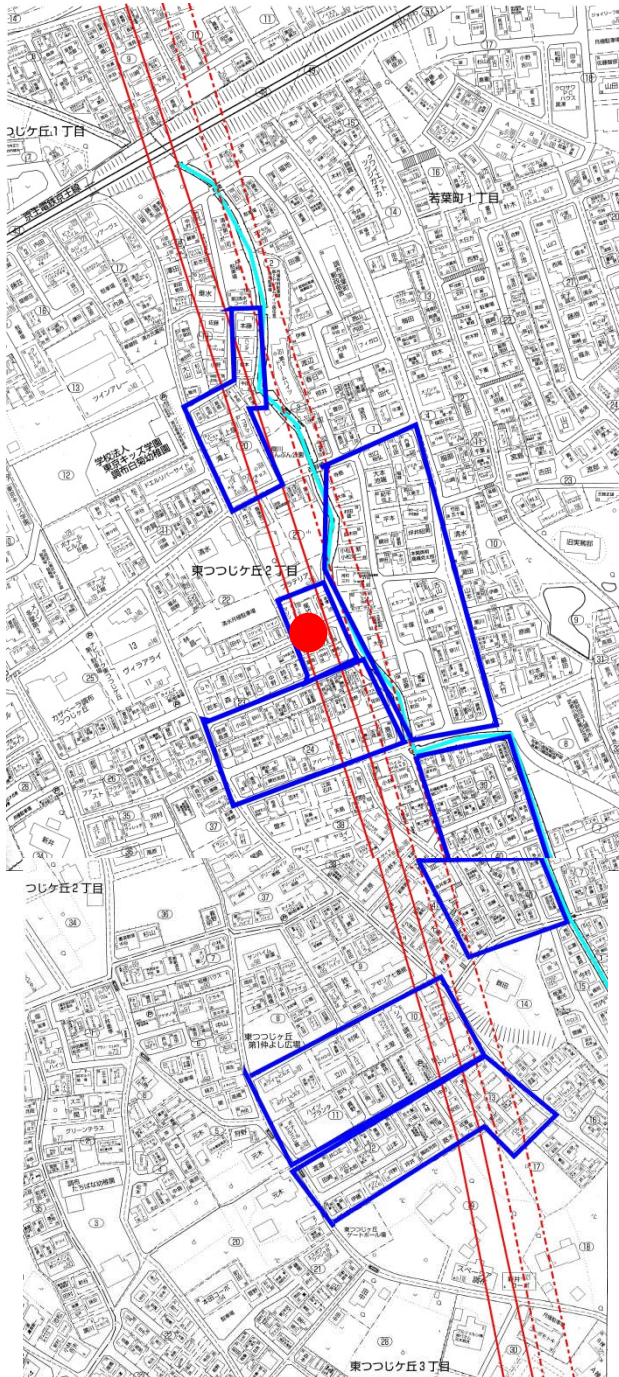
- ・「**大深度地下トンネル工事の振動・低周波音被害**」**中間発表**（2021年12月11日）の実施と、「概要」「結果のまとめ」「動画」の公開
- ・東京・生活者ネットワーク『生活者通信』（No.365, 2022.2.1）に書いた報告（2022年2月10日）
- ・「東京外環道訴訟第14回口頭弁論」の後の報告集会での報告（2022年2月17日）
- ・集会「東京外環道路、ホントに続けていいの？～シールドマシン工事差止仮処分決定！そして抗告へ～報告集会」での報告（2022年4月9日）
- ・外環エリアと横浜環状南線エリアとの合同学習会（上田が企画し、司会。2022年4月19日）
- ・特別勉強会「武蔵野台地の地形・地質を知る」（調布市で開いた住民活動に従事する人たちのための、地質学の論文の学習会。講師は地理学専攻の元高校教員の早川芳夫氏。2022年4月30日）
- ・「**外環道大深度地下トンネル工事による建物損傷**」**一その全容を把握するための住民調査・中間報告**」（2022年7月23日）

【事業者と関連自治体行政へ「適正モニタリングのための協議」を要請】

お題目的な再発防止策しか提示していない国土交通省「シールドトンネル施工技術検討会」の「シールドトンネル工事の安全・安心な施工に関するガイドライン（令和3年12月策定）」に対しては、科学的な不備を指摘するよりも先に、住民が合意し納得のできる形での協議体制が設けられなければならないと考え、「東京外環道路建設におけるシールドマシンによる地下トンネル工事に伴う騒音・振動・低周波音の測定に関する要望および公開質問状」を、事業者を含む30箇所を送付した。

【学術発表】

健康被害調査の結果を、化学物質過敏症をはじめとする環境過敏症との類似性に着眼して分析し、この問題に臨床面から取り組んできた研究者が集う、第30回日本臨床環境医学会学術集会の環境過敏症分科会で発表し、議論する（2022年6月25日、論題「大深度地下トンネル工事に伴う振動・低周波音による被害の実態」）。現在、学会誌論文を作成中。



調査の概要

- ・調査日:2020年3月24日~6月月28日、合計13回
(午前午後通しの回もある)
- ・若葉町1丁目、東つつじヶ丘2丁目、東つつじヶ丘3丁目のそれぞれ一部
- ・合計177軒の家を対象とすることとなった。
- ・参加者:毎回4名から6名、延べ約150時間・人
- ・データ集約・分析 ほぼ同様の150時間・人

調査の方法

- ・いくつかのエリアに分けて、巡回し、合計177軒の家を道路側から目視して観察
- ・写真／スケッチ／建物形状図への損壊部分の記載／データシートへの記入
- ・こうして得たデータを一覧表に落とし込んで整理のための番号をつけ、さらに「工事前」「工事後」で比較できるものを選び出していく
 - ①可能な限り、Google Street View (stv)の過去の写真と照合させる
 - ②住民、居住者の証言があればそれをもとに「工事前」「工事後」を判定
 - ③家屋調査によって工事前後が比較できる場合はそれでも判定
 - ②「工事影響とほぼ確定」「工事影響が疑われる」を選び出し、地図上にその分布を示す
- ・比較できる写真がない場合でも、通常の経年劣化の進行に比べて、著しいと思える場合は、「疑わしい」として分類し、今後の検討に付す
 - 今回は「地面の沈下・隆起によると考えられるクラックなどの発生」「門や扉やブロック外壁などに大きめの隙間や傾斜が発生」した事例の分布を示す

建物の損壊は単純な事象ではない

＜内因的＞

- ・地盤（地盤の強固さ）
→地盤の形成（地質）、土地利用の履歴も関係
- ・建物の種類や材質／建て方（施工）

＜外因的＞

- ・気温や湿度の影響（特にコンクリートの劣化）
- ・地震や工事などの振動や衝撃（外部からの影響）

→後からその劣化や損壊の原因を明らかにするのはかなり難しい。少なくとも外因的なもので、その地域に特異的なものは、その事象が起きる前後にどういう変化が建物にみられたかを比較できるようにする必要がある。

「経年劣化」は単純ではない

その典型的な損傷である「クラック」についてみると、

・日本建築学会の基準では許容できるひび割れを「屋外側で0.3mm、屋内側で0.5mm」としている。(→時間経過により、ひび割れの箇所が増えたり幅が広がったりする場合には、補修が必要となることも。)

<ヘアークラック>

幅0.3mm以下、深さ4mm以下のひびで、基本的にはコンクリートの乾燥、湿潤による形状の変化(収縮・膨張)によって生じた表面上の変化によってできたひび

<構造クラック>

幅0.3mm、深さ4mm以上:水平方向のひびもある、高さいっぱいまでひびが伸びている、ひびの隙間が大きい、同じ場所に無数のヘアークラックが走っている……

→0.3mm以上(コピー用紙が挟めるほどの)ひび割れは放置すると内部に水がどんどん入り、特にそれが基礎部分だと結果として耐震性にも影響が出るおそれがある

<構造クラック発生の主因>

乾燥収縮(構造物として固定されているなかのコンクリートの変形)

気温変化(コンクリートの許容度を超えた気温変化で)

★不同沈下

★地震、振動、施工不良

コンクリートの中性化(大気や雨のなかのCO₂がコンクリートのカルシウムと反応し、強度が低下)

●クラックの発生し易い場所（経年による）

- 1.窓の四隅部、出入り口の上の隅部
- 2.広い面積の壁部分
- 3.コンクリートの柱と壁の接部分
- 4.最上階、最下階の壁

●建物の角、窓の角

地震の揺れは建物の角や窓の角などに力が集まり、そこからクラックを生じやすい

●ひび割れの問題

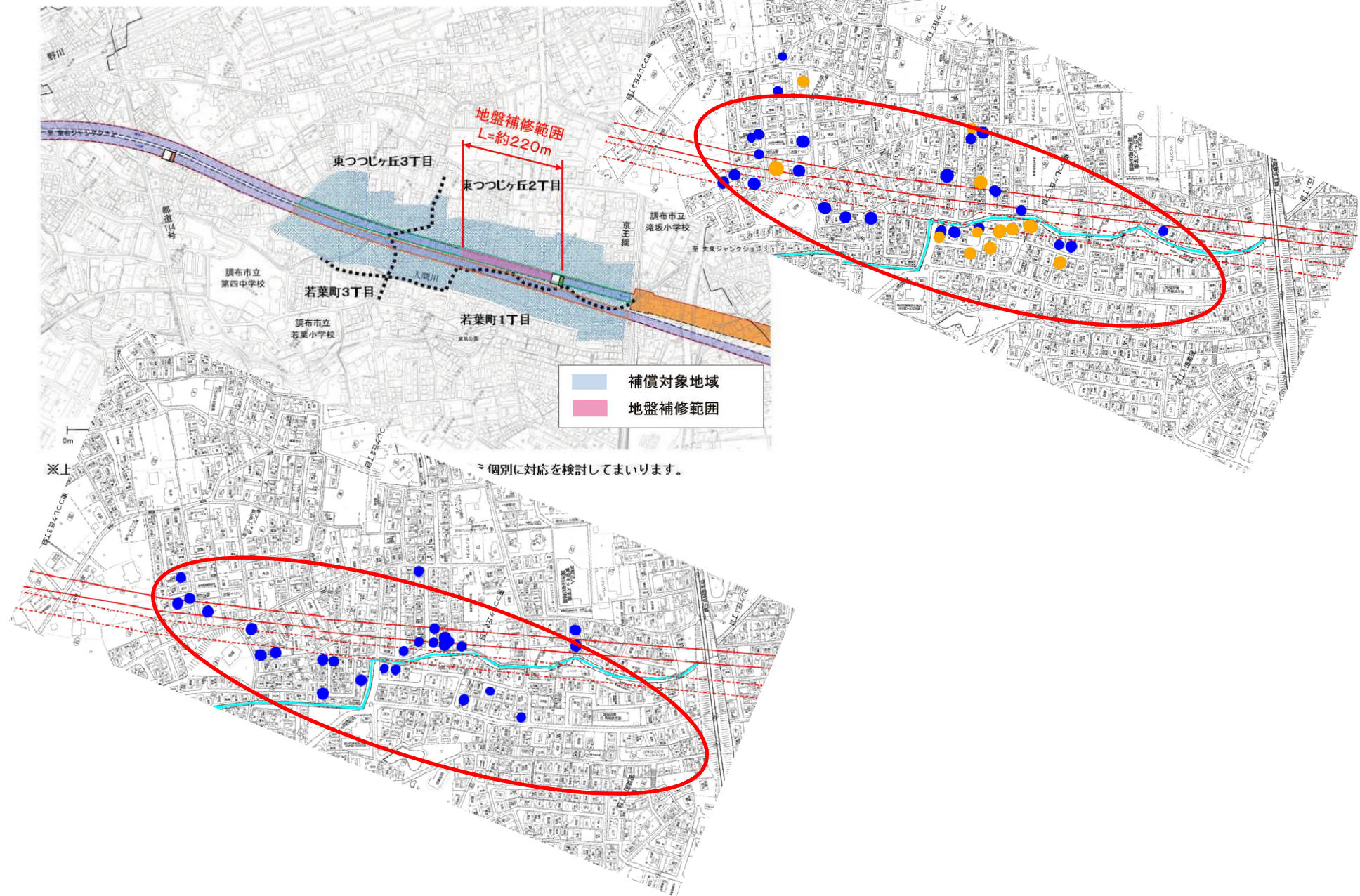
ひび割れは縦方向に発生することが多い（そのほとんどが構造に影響を与えるほどではないヘアークラック）。

しかし、横方向や斜めに伸びるひび割れは大きな力が加わることで発生すると考えられる。

●基礎のひび割れまでは確認できないことが多い。

●補修の痕（あと）は年数がたつにつれ現れ、目立つようになることが多い。

補償等について(補償対象地域・地盤補修範囲)



今後に向けての課題

(1) 直上エリアを中心に、工事の影響で損壊が起きたと言える住宅、その疑いがかなり高い所が、少なからずあることがわかった。

(A) 工事前にはなかった損傷が工事後に発生したと確定できた事例
調査対象エリアでは25事例（25軒）

(B) 工事によると疑われる、地面の沈下・隆起の影響
（「傾斜」「隙間」を含む）
調査対象エリアでは36事例（34軒）

(2) この先の地盤改良工事の影響が懸念される。事前影響調査が必須、現在発生している（まともな補修が行われたとは言えないものもあると思われる）損傷→重大な住宅損壊につながる恐れがある。これには健康影響も含めて、詳細な検討が必要だと思われる。

(3) 地盤の軟弱性をふまえた、振動発生の機序とその影響評価が必要。現在工事が再開されている地域やリニア新幹線ルート地域における検討作業が必要。

振動自体の把握については、iPhone振動計の計測網を拡大することで可能。まっとうなモニタリング体制を確立できるかどうか問題。

(4) ルート外でも地表への影響は出ている。また、陥没後1年9か月経過した今も、地表への影響は出ている（劣化の進行がみられるところもある）。補修対象のエリア外で未調査の家屋があると推定できる（調査の拡大の必要）。

(5) 建物損壊以外の影響を見過ごさないようにすること。
ヒト以外の生物、地面や地下に生じているおかしい現象、地下水のことなどにも目配りした長期の観察が必要ではないか。

●調査研究の成果の活かし方

・被害住民弁護団が結成され、事業者側の判断や対策の不備などを厳しく追及し、一部の地区については「工事差し止め」の判決を得ている。本調査によって得られた科学的知見が、その追及をより具体的に実効性のあるものとするのに資するだろう。

・住民自身が地域を巡回しての「建物被害調査」や、各家庭に簡易振動計を設置してモタリングを行う体制の構築は、今後なされるだろう大深度地下工事への危機意識を高め、対抗策を講じていくための、有効な市民科学的手法を提示している。

●対象とする問題の解明や解決にどのように寄与するか

本調査の成果は、これまで既存の研究者がまったく手掛けてこなかった問題について、科学的事実を明らかにしつつある。現在、大深度地下で掘進が進んでいるエリア、再開が予定されているエリア、そしてリニア中央新幹線のエリアなど、シールドマシンによる工事がなされるすべてのエリアにおいて、本調査の成果が活用されることになるものと思われる。