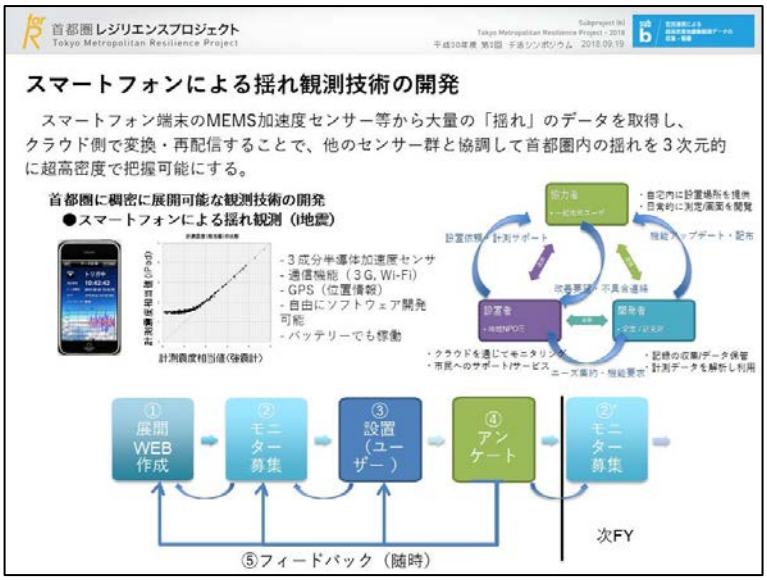
研究者より①「スマートフォンによる揺れの観測」

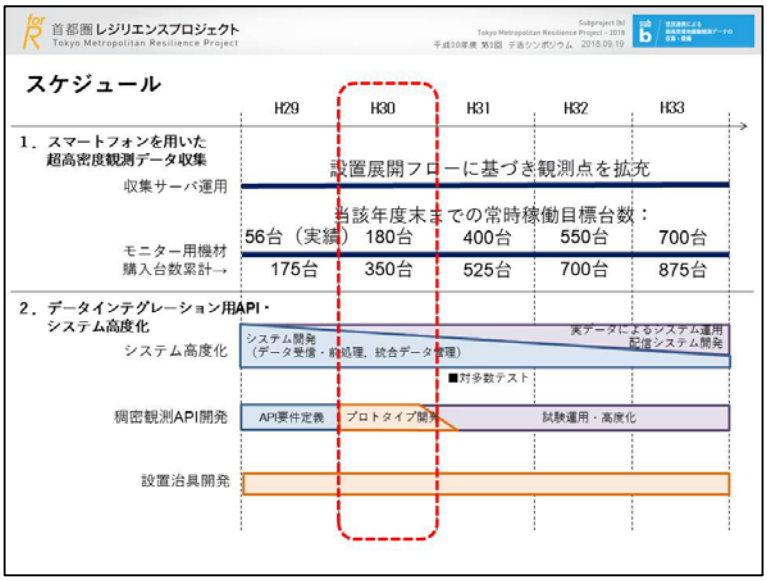
東　宏樹（サブプロ（b）分担責任者／防災科学技術研究所社会防災システム研究部門　特別技術員）

1.スマートフォンによる揺れ観測技術の開発

私は、本プロジェクトのサブプロ（b）の中でスマートフォンのアプリを作り、それを使って、首都圏の揺れを高密度に多数の点で観測しています（図表 1)。今年度終了時には常時 180 台のスマホが地震計として稼働している状態を目指して活動しています（図表 2)。さらに、2021 年には 700 台のスマホが首都圏で地震計として稼働している状態を目指しています。



1



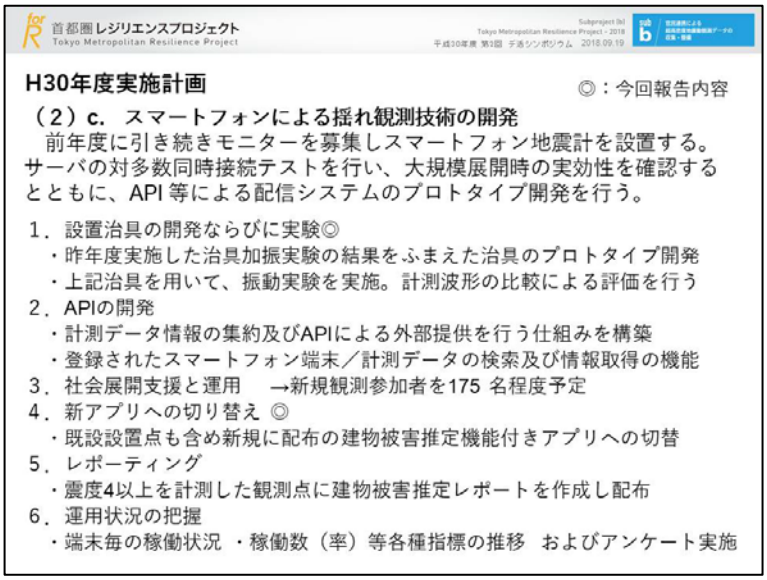
2

本年度にやることが図表 3の実施計画に書かれていますが、その中で今回お話しするのは、主に設置治具についてです。スマホを一般家庭の屋内に設置させていただくということで、見栄え等も含めてフィットした形の治具を作っているので、その実験結果をお話しします。また、新たに作っているアプリがあるので、それに切り替えて引き続きモニターの募集を行っていくことについてもお話しします。

2.スマホ地震計の現状

今年 3 月、昨年度の成果報告会で、「たてもの地震健康チェック」というサイトからモニター募集をしているという話をしましたが、2018 年 6 月末現在で申し込み件数は 46 戸となりました（図表 5)。それから 2 カ月以上たち、1 カ月に約 5 台ずつ申し込みを頂いており、さらにセブン－イレブンに 10 カ所ほど申し込みを頂いて、スマホ端末を配送しています。3 月時点では足立区の危機管理課から 100 台ほど置きたいと言っていただいていましたが、6 月に関係各所と調整した結果、残念ながら 100 台は難しいということになりました。

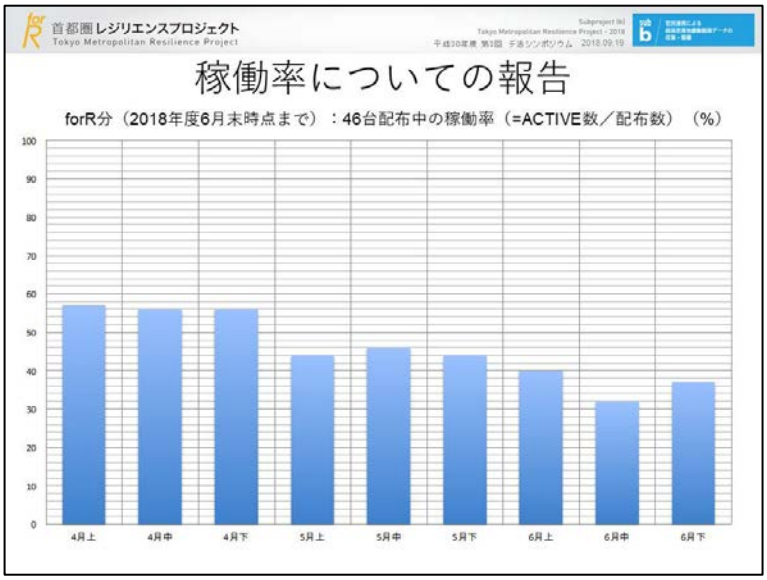
お恥ずかしい話、スマホ端末の地震計を宅配便で送った数を母数とし、それが実際に稼働している数を分子とすると、稼働率は半分を切ってしまっているとい



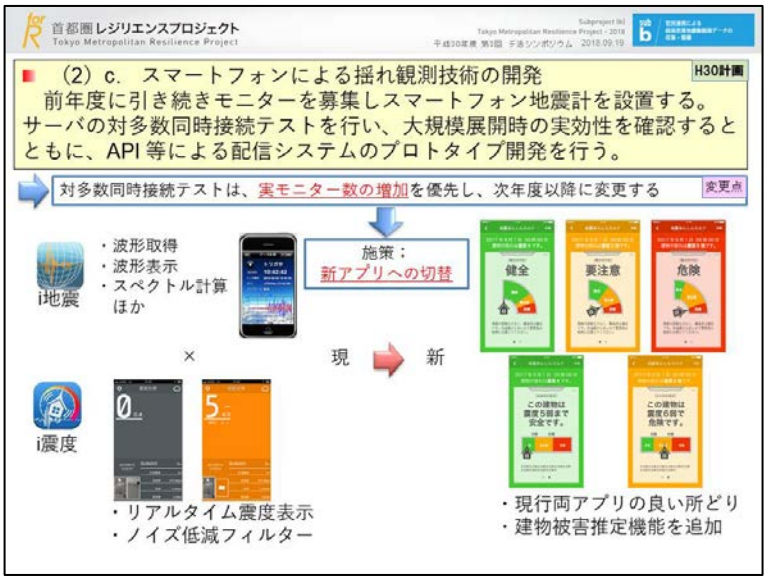
3

うのが現状です（図表 4)。稼働していないスマホの半分は、そもそも箱から出して設置して Wi-Fi につなぐということを一度もしていないというケースで、もう半分は、OS のアップデートに伴って落ちてしまう、アプリ自体が中断してしまうというソフトウェアの技術的な課題であると考えています。

これはゆゆしき事態であるということで、引き続きモニターの数を増やし、次年度以降に周辺の技術開発をしていこうと考えています。まずは安定稼働も含めた目標達成のため、今配布している i 地震という地震計のアプリと、これまでに開発した i 震度という震度が色で出てくるアプリのいいとこ取りのアプリを作り、そちらに切り替えた状態で配布してはどうかという対応を考えています（図表 5)。



4



5

3.治具への加振実験

実際にはスマホを家の中のいろいろな箇所に貼っていただきますが、きちんと地震の揺れが取れるのか確認しようということで、加振実験を行いました（図表6)。いろいろな地震の波を入力し、建物に実際に貼っているようなやり方でその地震の記録がきちんと取れるのか確認しました（図表 7)。

6

7

スマホは普通、家の中では図表 8のような台に置いている方もいると思うので、こういうものでもきちんと取れるかどうか確認しました。図表 9も市販品で、滑

8

9

り止めが付いていて、よく車などに置かれるものです。図表 10は、上がピタッと粘着でくっつけるタイプの市販品で、下は 3D プリンターで出力した試作品の治具です。取り外しができたり、ガチャッとはめたりできるものですが、これでも地震の記録がきちんと取れるかどうか確認しました。また、床や壁というのは一般家庭の中ではさまざまなテクスチャーがあるので、そこに試作品や市販品の治具を掛け合わせて、いろいろなパターンで実験しました（図表 11）。

＊＊＊動画開始＊＊＊

ご覧いただいている動画は、K-NET 茂木の 3.11 のときの揺れを入れて、それぞれの方法で設置したスマホの地震計がどうなるかを見ているところです（図表

10

11

12)。今、物が倒れました。ご覧のとおり、強い揺れに見舞われると、普通のスタンドではスマホがぐらぐらしますし、下に落ちたりしてしまい、きちんとした揺れを測ることができません。元々スマホは持ち歩くようにつくられていますが、地震計として使うときには、建物にぴったりと貼っておく必要があります。このシールで貼るというのが現行でのやり方です。新しく開発している治具で計測している姿がご覧いただけます。こういった形で、スマホの治具の加振実験を行いました。

＊＊＊動画終了＊＊＊

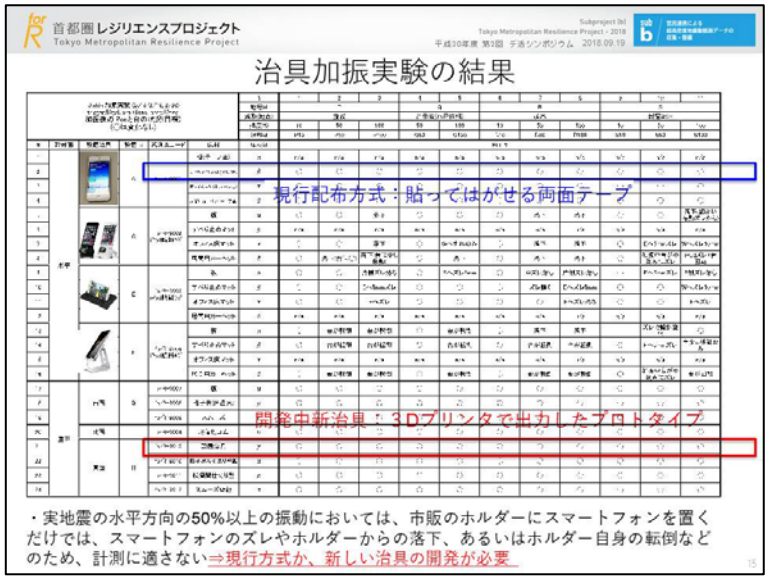
12

4.治具加振実験の結果

図表 13が実験結果です。非常に細かいので、簡単に概要だけ説明します。現行で配布している、壁紙を傷つけないように貼ってはがせる両面テープを使って測った結果、熊本地震の益城町の揺れも含めて、全てきちんとデータが録れることが確認できました。さらに、新しく作っている 3D プリンターで出力したプロトタイプの治具でも、どの揺れを入れても全てきちんと揺れを録ることができました。一方、市販のホルダーにスマホを置いただけでは、きちんと揺れを録ることができませんでした。従って、現行の方式か、新しい方式でやっていくのがいいことが確認できました。

5.スマホの地震計が今後解決すべき課題

スマホの地震計については、新規募集をどんどんかけていくことも重要ですが、それに加えて、スマホの地震計が稼働し続けられるように、継続性を上げていく



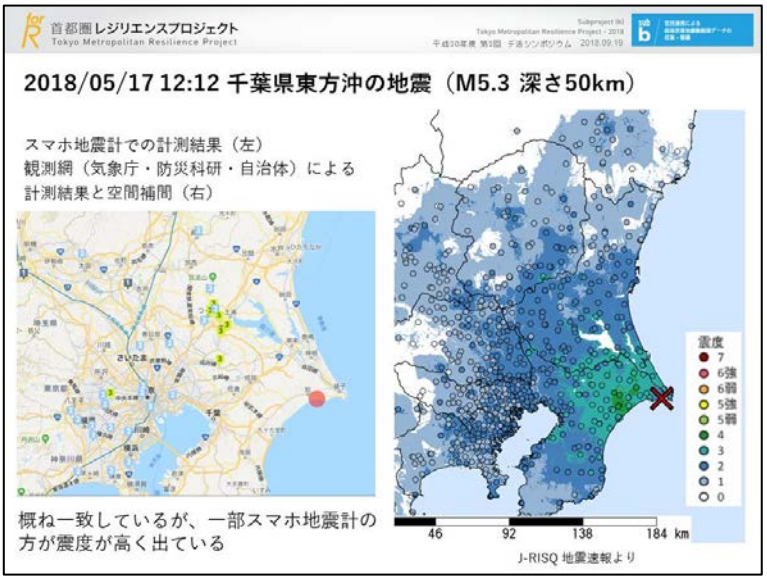
13

ことが非常に重要な課題です（図表 14）。また、実際に設置されたスマホ地震計を、ハード面、ソフト面の両面からいかに安定的に動かしていくかが大事です。

一方で、設置して動かしていただくに当たり、人がメンテナンスをするモチベーションを保つことも重要ではないかと思います。そういう観点でいうと、防災教育的な利用もするべきなではないかということで、一般の人が揺れを理解できるようなツールや、防災教育にも使える効果を検証することも大事かもしれません。

また、設置していただくメリットがきちんと伝わっていないのではないかという懸念もあります。図表 15は、首都圏レジリエンスプロジェクトが始まって実際に配布させていただき、自宅等に設置していただいたものの計測結果を地図にプロットしたものです。2018 年 5 月に発生したマグニチュード 5.3 の千葉県東方沖地震では、観測網（気象庁、防災科研、自治体）による揺れの分布に対し、おお

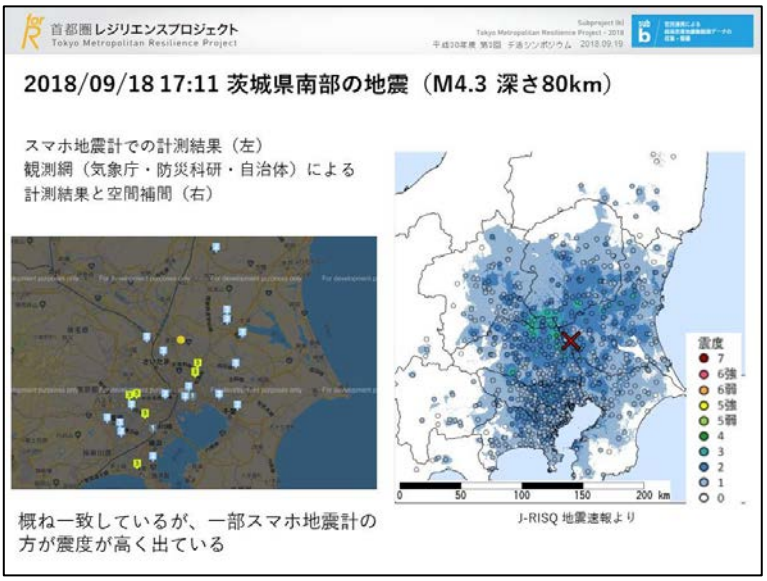
14



15

むね一致した結果になっていますが、一部スマホの地震計の方が震度が高く出ています。低震度の領域では、スマホの地震計にノイズが入って震度 1 が 2 になってしまうことがありますし、建物に設置しているということで、地面の揺れよりもさらに揺れが強くなって震度が上がっていることも考えられます。

首都圏にお住まいの方は、昨日、揺れを感じたと思います。図表 16は昨日の茨城県南部の地震ですが、同じように震度 1 や 2 の領域が面的に広がっており、一部に震度 3 や 4 が出ています。スマホの地震計でも同じような結果になっていることが分かります。



16

6.スマホ地震計を用いた防災教育の事例

防災科学技術研究所には、防災教育に非常に優れた Dr.ナダレンジャーという方がいます（図表 17)。Dr.ナダレンジャーが、長さが違う三つの細長いスポンジをビル群に見立てた「ゆらゆら」という地震の揺れを学ぶツールを作りました。以前、「ゆらゆら」をスマホの地震計に付けて揺すると「ゆらゆら」の固有周期がスマホの地震計で取れるということをやったことがあります。このような形で防災教育のツールとコラボして、実際に地震の揺れを測るということも可能なのではないかと思います。

7.i 地震設置のメリット

i 地震を設置するときのメリットを、一般の方向けに説明するときによく使っている資料を用いて紹介します。

17

ｉ地震を壁や床にくっつけて設置すると、スマホの画面で地震の波を見ることができます（図表 18）。揺れを可視化すると、その波は結構毎回違うことが分かります（図表 19）。よくテレビで出てくる、ここの地域は震度幾つというのは、

18

19

自分の家での揺れとは結構違っていたりすることも分かります(図表 20)。また、データがクラウドに上がるので、別の端末からのぞくことができます。図表 21は 3.11 のときに私が住んでいた場所の実際の揺れですが、この揺れによって家具が倒れたことが、設置していた地震計のスパイクを見て分かりました。こういうことがリモートで分かると帰宅時の安全を確保することができます。

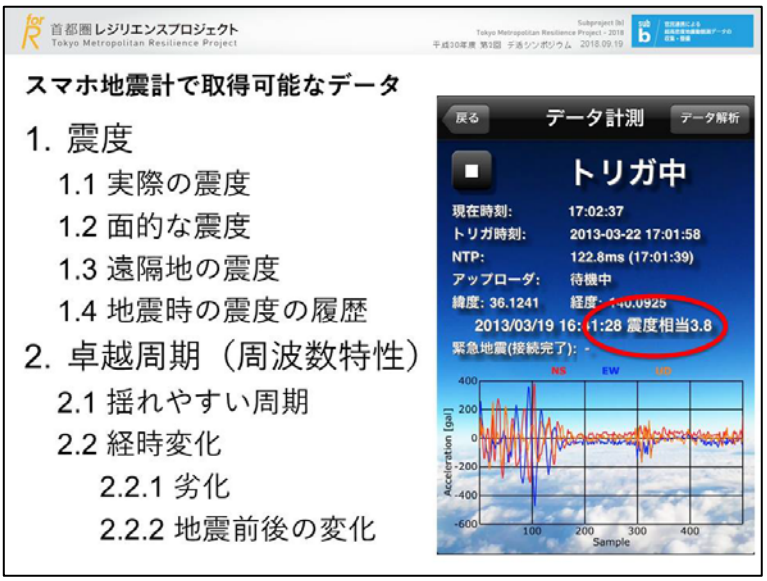
固有周期の変化が分かるとか、建物の健全度の判定に使えるというのは、きちんとした地震計の方がもちろんいいのですが、スマホの地震計でも卓越周期の変化を観測することができます。スマホ地震計でも取得可能なデータはたくさんあ

20

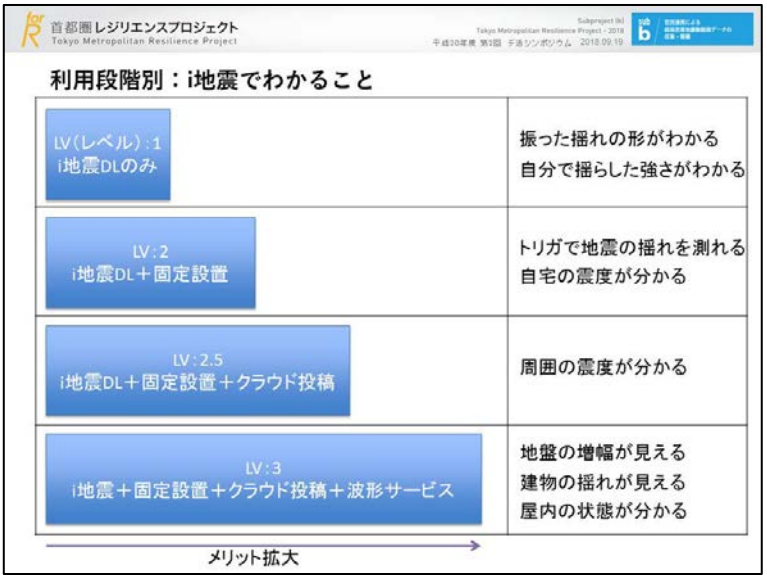
21

るので、まだ申し込んでいない方は、ぜひ、「たてもの地震健康チェック」と検索していただき、設置展開にご協力いただければと思います（図表 22)。

アプリなので、皆さまのスマホにダウンロードしていただくだけで、自分でこれぐらい振るとこれぐらいの震度なのだという揺れの強さが分かります（図表 23)。それを自宅などに設置し、インターネットにつないでデータを上げていただくことで、よりユーザーのメリットも拡大します。



22



23