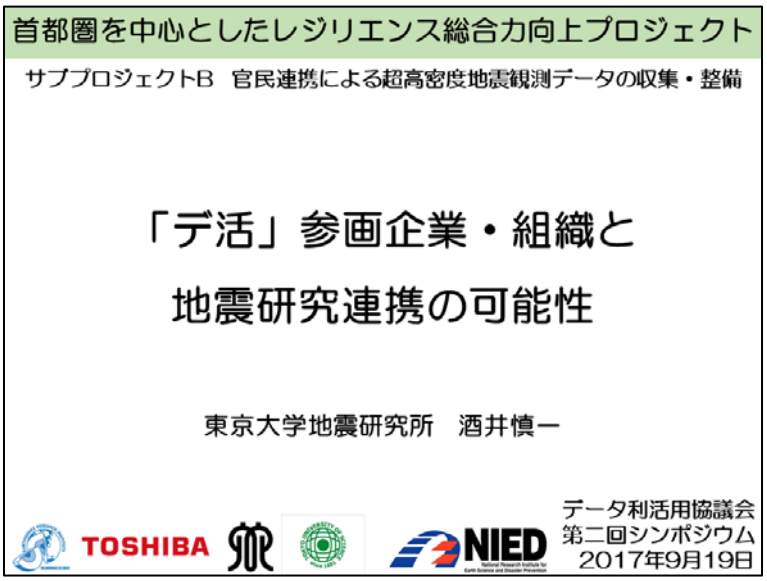
デ活の目指すもの
3）研究者より「“デ活参画企業・組織”と地震研究連携の可能性」
酒井　慎一　統括（東京大学地震研究所准教授）

1．本研究の概要

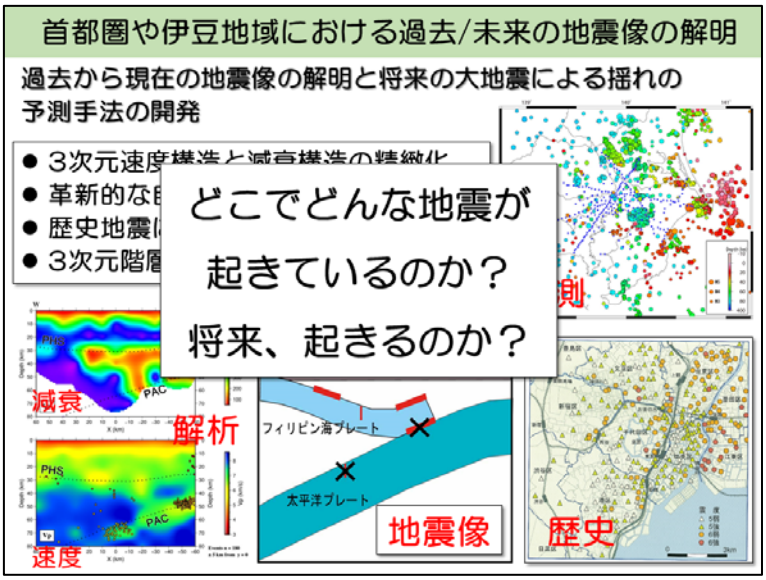
このプロジェクトは、(a)、(b)、(c) からなり、私はそのうち理学的な研究に基づくサブプロジェクト(b)の取りまとめをしています（図表1)。私は地震研究所に勤めており、地震の解明に関する研究をしていて、それに関連して様々な観測データを取り扱ってきました。われわれが行っている観測研究と、皆さんが行っておられる様々な観測データを統合して、新たな価値となるようにしていくというのがわれわれに課せられた仕事だと思い、今回は、その可能性についてお話ししたいと思います。

我々は、地震がどこでどのように起きるかということ、将来、それによってどのようなことが起きて、どのような揺れになるのかということを研究しています（図表2)。色々な観測情報を集めて解析し、結果を出して、それを次につなげるような研究をしています。



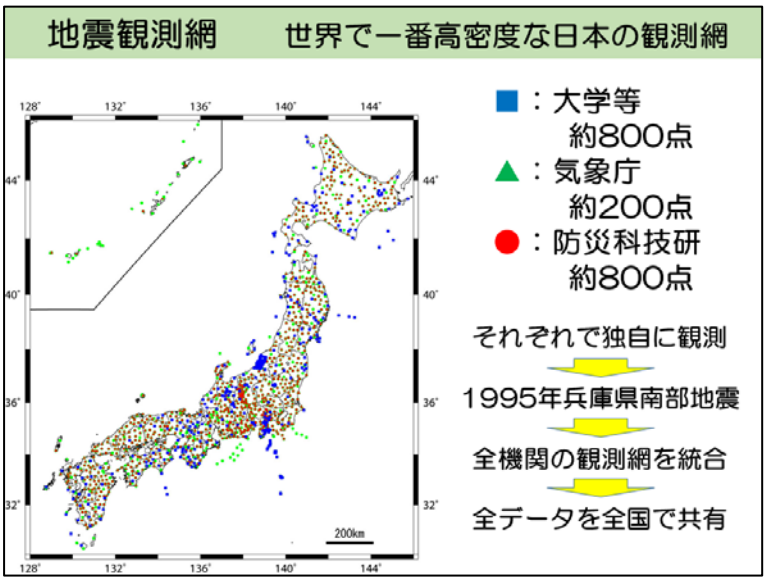
1

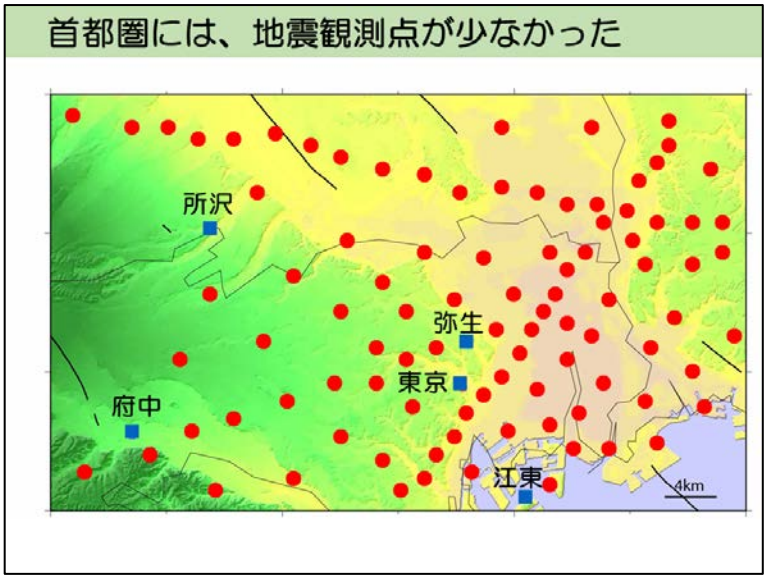
2



日本では、これまでにも多くの地震観測がなされてきました。図表3に示したように、全国には 2000 点近くの地震観測点があり、それらのデータが集められ、気象庁や防災科研そして大学等で利用されています。しかし首都圏に注目してみると、例えば、10 年前には、図表4の青四角で示した程度しかありませんでした。図中の弥生は地震研で、東京は気象庁付近の観測点です。これでは、首都圏の地震の研究をするには、ちょっと少ないのではというのが率直な感想です。

3



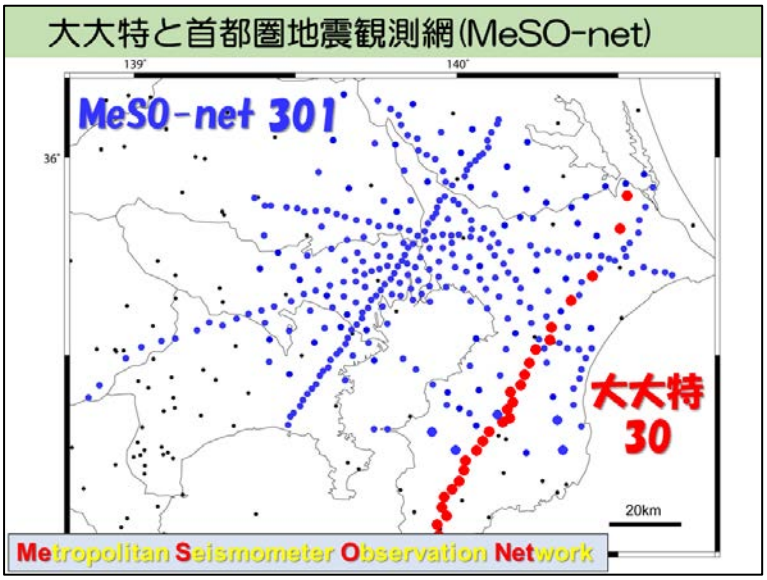


4

そこで、我々は、首都圏地震観測網(MeSO-net)を作りました（図表 4 の赤丸)。MeSO-net は、その約 9 割が学校に作られていて、深さ 20m の孔底に設置された加速度計によって得られた記録が、24 時間連続して地震研究所へ送られています（図表 5)。観測点は、東京だけでなく千葉、埼玉、神奈川、茨城、山梨にまたがる 301 点になりました（図表 6)。

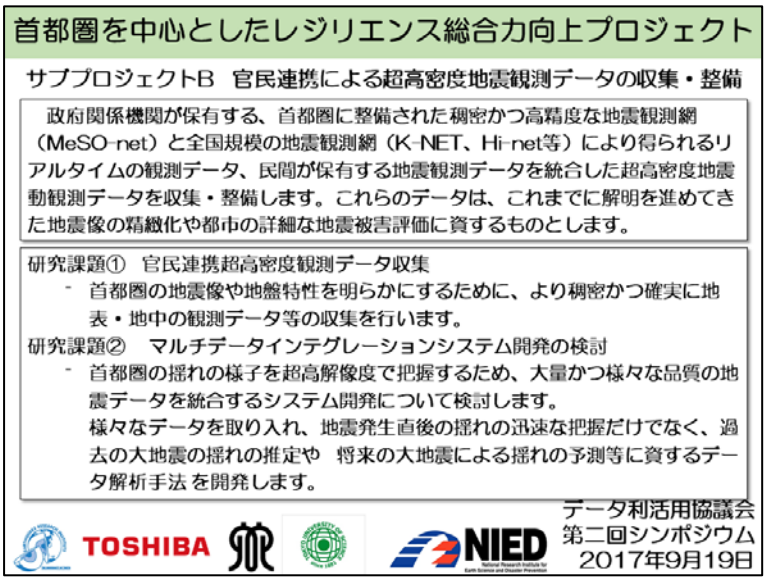
5

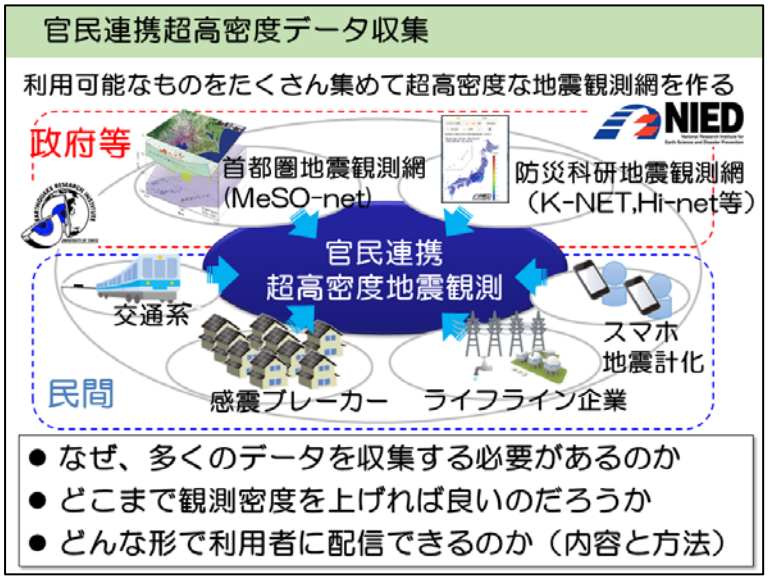
6



しかし、世の中には、もっとたくさんの様々な観測記録があります。それらを集めて統合すると、より密な情報の取得が可能になり、新しい価値を作り出せるのではないかという狙いで、このプロジェクトが 4 月から始まりました（図表 7）。観測密度を高めることで何ができるのか、まだ具体的なものは明確になっていませんが、何か次につながるものが出せるのではないかという期待をもっています（図表 8）。なぜ多くのデータを収集する必要があるのか、どこまでやればいいのか、その結果をどのような形で皆さんに還元することができるのかということは、はっきり分かっているわけではありません。まだ研究段階で、新しいことをするために色々なことを考えて、データを集め始めたところです。徐々にデータは集まり、5 年後には何かが出せればと思っています。今日はその発端ですので、例えば、このようなことができるのではないか、ということをご紹介したいと思います。

7





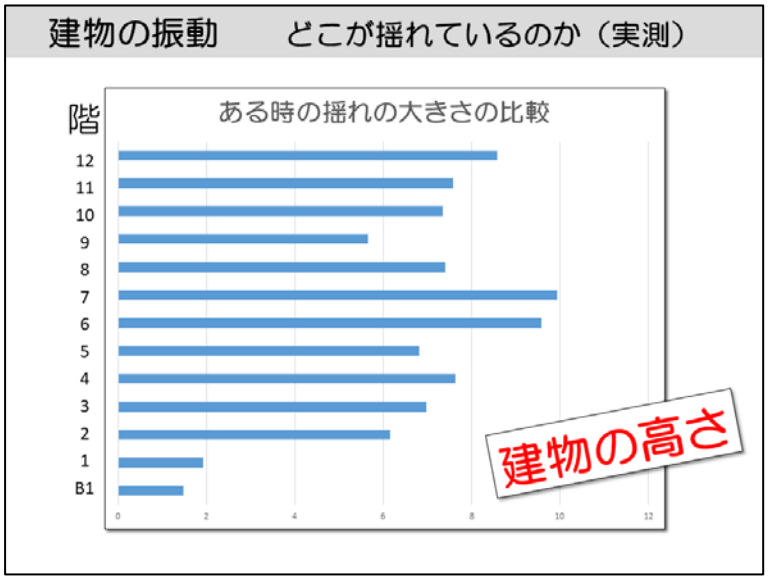
8

2.事例による分析

例えば図表 9 は、22 年前の兵庫県南部地震で被災した神戸市役所の写真です。ある階だけが壊れていて、全体が倒壊したわけではありません。この階だけが壊れたのには、いろいろな理由があると思います。このようなことがあらかじめ分かっていれば、備えることができて良いというのは一般的に思うことです。さらに、後ろにある建物が壊れていないことが示すことは、新しくて設計がきちんとしていたなど、建物そのものが原因のこともあるでしょう。このとき発生した地震波がどのようなものだったか、ということにも関係してくるかもしれません。様々なことが考えられるわけです。そこには、まだ知らないことがたくさんあるのではないかと思います。

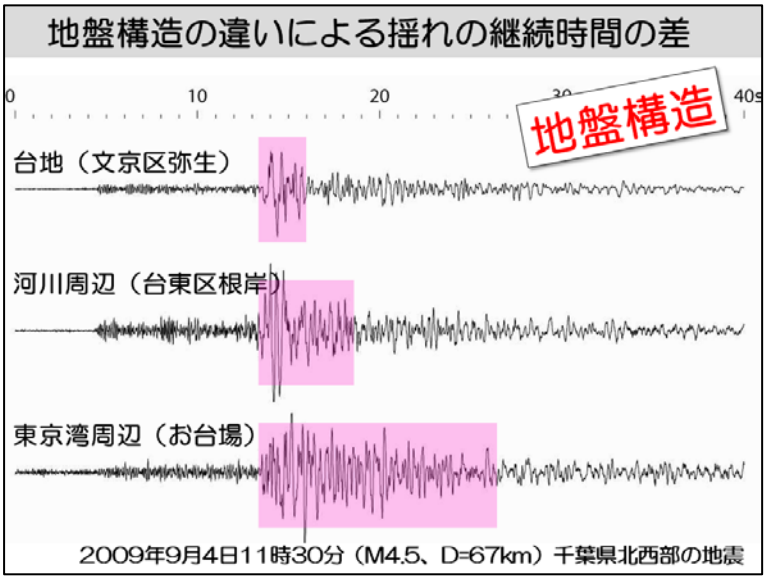
9 全ての建物が壊れたわけではなく、鉄筋コンクリートの建物にも被害の差がある。どうしてなのだろうか？

図表 10 は別の 12 階建ての建物ですが、各階に地震計を置き、ある瞬間の揺れを測りました。すると、1 階や地下はあまり揺れませんが、階が上がるごとに少しずつ大きくなり、6～7 階で特に大きい揺れが観測されました。この揺れの違いには、建物の形状や材質、基礎等、いろいろなことが関係しています。それらをきちんと調べてみれば、どこを先に補強すればいいかなど、耐震補強の優先度判定等に使えるはずです。全部を同じように強くするのではなく、それぞれの建物に応じて、効率的に対策を考えていかなければいけないのではないかと思っています。



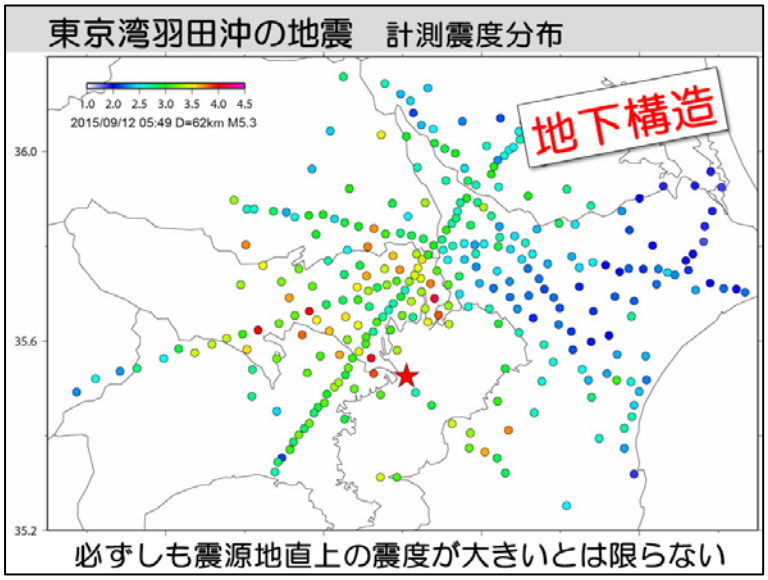
10

地盤に関しても同じです。図表 11 は、千葉県北西部で発生した地震に対して、距離がほぼ同じ 3 つの観測点でとられた波形を比較したものです。場所によって揺れ方が異なります。おそらく、地盤の違いの影響で、このような場所による揺れの違いは、多くの地震で観測される、一般的な現象です。



11

図表 12 は、東京湾羽田沖で起きた地震の震度相当値の分布図です。星印の所で地震が起きましたが、震源に近い所が大きく揺れるとは限りませんでした。少し離れた所でも、震度が大きな地域があって、地盤や地下構造など、様々なことが原因として考えられます。どのような地震が発生し、どのような地震波が出て、どのような地下構造をどのように伝わったのかが、すべて決定論的にわかれば、どこが被害を受けるのかを確実に推定できるのでしょうが、それは困難です。そこで、稠密な観測網で揺れを測り、どこがどのように揺れたのかという現実のデータをたくさん集めて、揺れの分布の特徴を調べてみました。

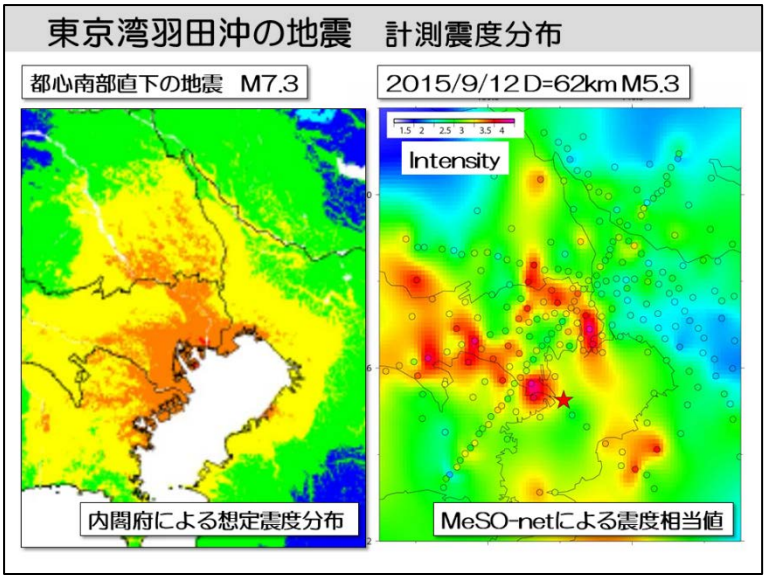


12

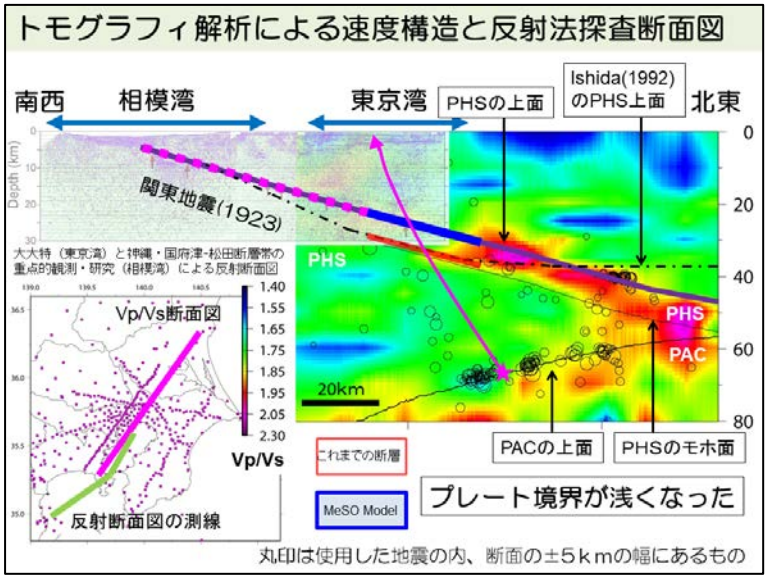
図表 12 に示した震度相当値を地域的に平滑化したものが図表 13 の右図です。東京の中心部周辺が赤くなっていて、大きく揺れたことが分かります。左図は様々な情報から内閣府が推定した想定震度分布です。左右で似た特徴も見られますが、必ずしも同じというわけではありません。これまでに知られている情報だけでは揺れの分布の特徴を完全には説明できないことが、実際の観測から得られました。今後も、いろいろな地点で観測をして、情報を増やし、推定精度を向上させる必要があります。

揺れの推定値と実際の観測値とが一致しない原因には、いろいろなことが考えられます。図表 14 は、東京湾直下の深さ断面図です。地下で地震が発生すると、地震波は伝播途中にあるプレートや地殻内で減衰したり屈折したりして地表に到達するため、場所によって揺れ方が異なります。このようなことも原因の一つですが、まだ研究は不十分で、情報が足りないというのが率直な意見であり、そのため多くのデータを集めようとしています。

13

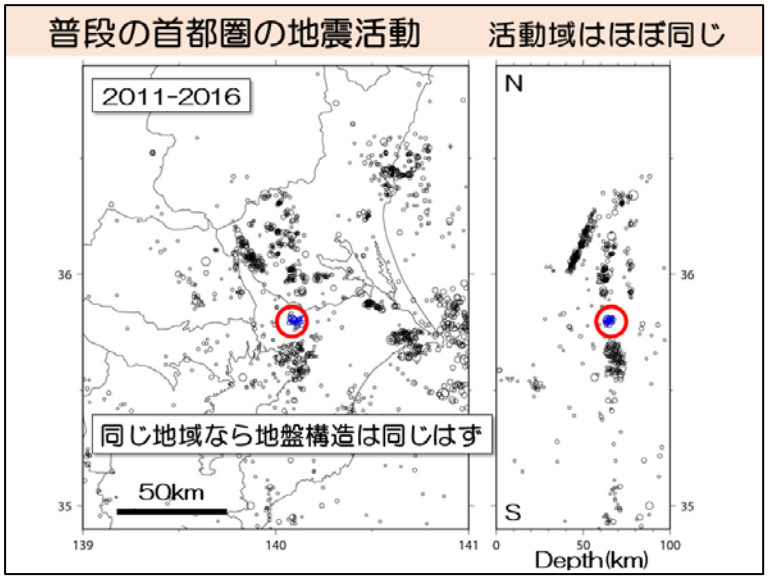

東京湾羽田沖の地震　計測震度分布
都心南部直下の地震　M7.3
2015/9/12 D=62km M5.3
Intensity
内閣府による想定震度分布
MeSO-netによる震度相当値

14

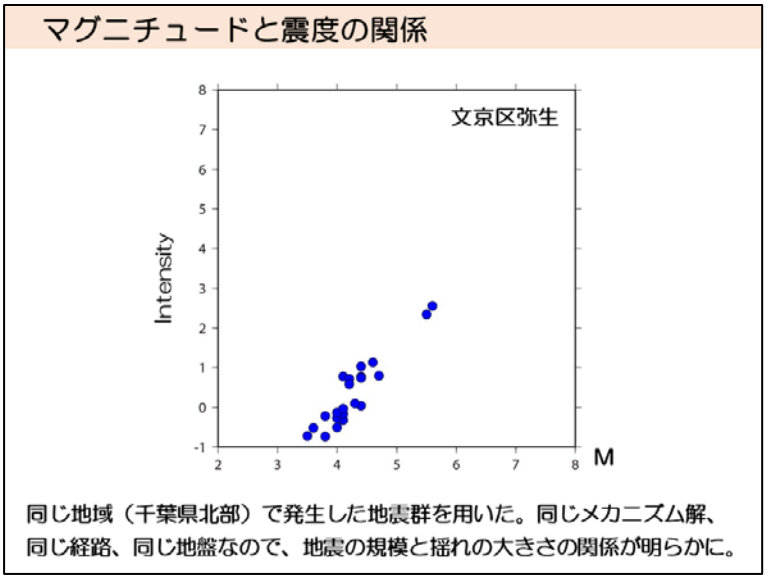

トモグラフィ解析による速度構造と反射法探査断面図
南西
相模湾
東京湾
PHSの上面
Ishida(1992)
のPHS上面
北東
関東地震(1923)
PHS
PAC
20km
Vp/Vs断面図
Vp/Vs
反射断面図の測線
これまでの断層
MeSO Model
PACの上面
PHSのモホ面
プレート境界が浅くなった
丸印は使用した地震の内、断面の±5kmの幅にあるもの

3.観測値から推定した予測震度相当値

図表 15 は、最近 5 年間に首都圏で発生した地震の分布を表しています。千葉県北西部（図中の赤丸）では、昔からひんぱんに地震が起きています。同じ所で起きる地震であれば、地震波の伝播経路による影響が同じため、揺れの減衰は同じ程度であると考えられます。そこで、この地域で発生した地震のマグニチュードと実際に各地で観測された震度相当値との関係を調べてみました（図表 16）。マグニチュードが大きくなるに連れて震度相当値も大きくなり、これらの間には相関があることがわかります。



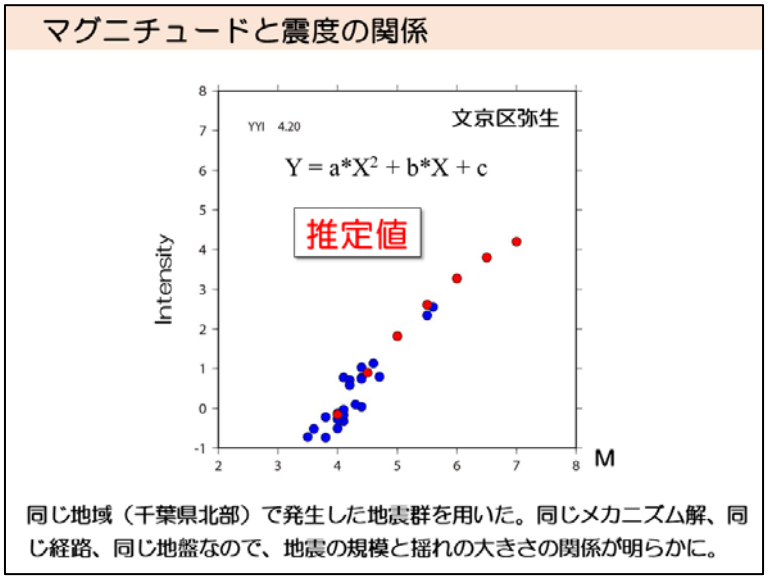
15



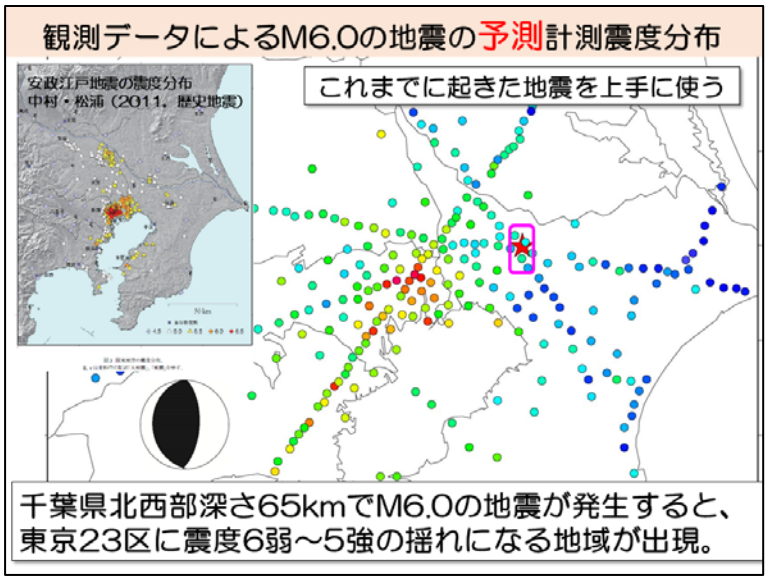
16

図表 17 の赤丸のように二次曲線をあてはめて、その関係を M7 程度まで外挿することで、任意のマグニチュードに対する予測震度相当値を推定してみました。これは、実際に到達した地震波を使って推定した震度相当値であるため、地震波の伝播経路上の影響や地盤の影響等を同時に考慮しているといえます。

この関係式を用いて、例えば、千葉県北西部で、いつもより大きめな M6 級の地震が発生したとき、どのような震度分布になるのかを推定しました（図表 18）。それによると、揺れが大きいのは震源地直上ではなく、23 区東部であることが再現できました。このように過去のデータをうまく使えば、将来の揺れの推定につなげられると思っています。



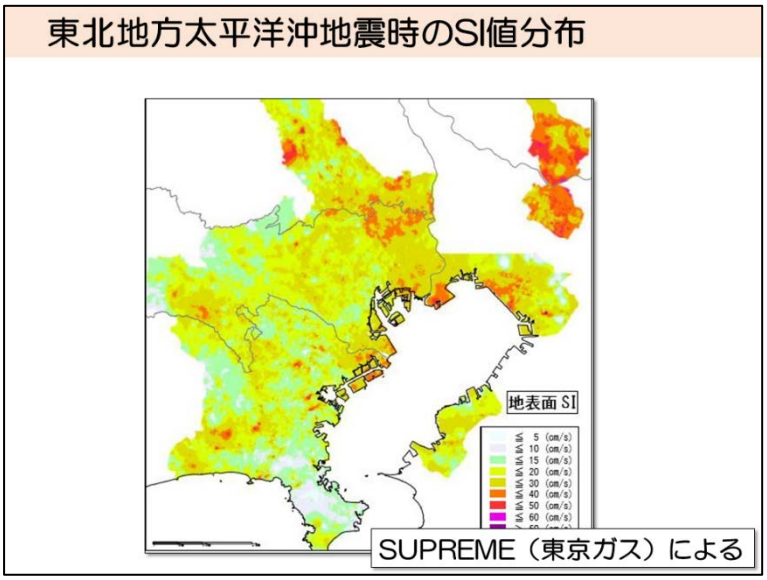
17



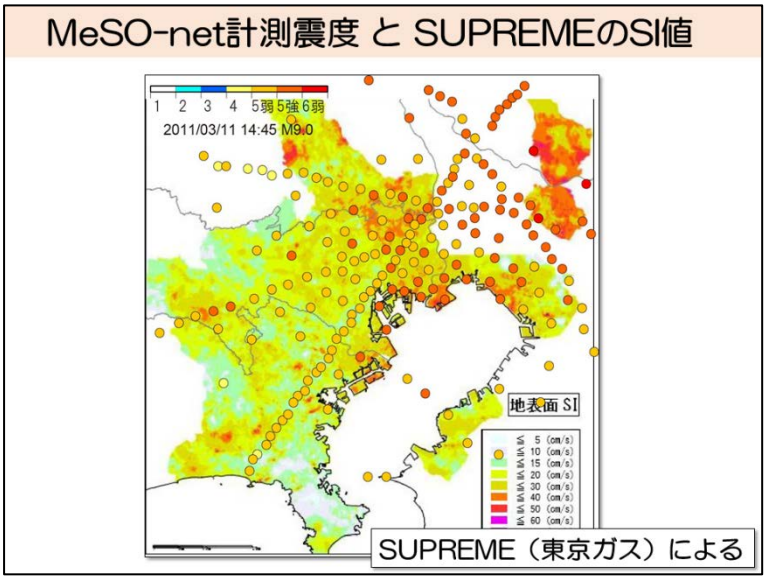
18

ただ、MeSO-net の観測点数が多いとはいっても、その間隔は 2～3km で、まだ粗いです。SUPREME は、大きな揺れがあった時にガスを止めるため、東京ガスさんが首都圏に設置した約 4000 点の地震計網です。図表 19 は、SUPREME で観測された東北地方太平洋沖地震（3.11）時の揺れの大きさの分布です（図表 19、猪俣、2013）。東京 23 区東部や東京湾岸地域での揺れが大きくなり、かなり地域差が大きいことが分かります。

19

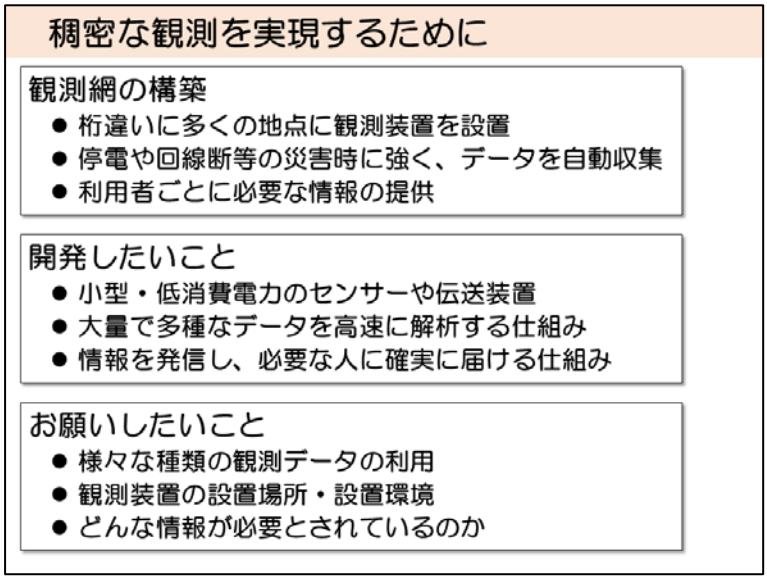


この分布図に MeSO-net の観測値を重ねてみると、その分布のパターンはよく合います（図表 20）。東京の湾岸地域で大きいということがどちらのデータにも出ていますし、少し離れた多摩地域の一部で大きくなるということも同じように表れていて、当時の揺れを正しく表しているということが分かります。MeSO-net がない地域の揺れも示しているため、このような情報を集められれば、分解能の高い揺れを把握できます。実際に地震が起きたときに、揺れの詳細な分布の推定が可能になり、どこにどのような被害が起きそうかということの推定に使え、その後の救援活動にも役立つのではないかと思っています。



20

以上のように、皆さまの様々な取り組みと MeSO-net 等の国の観測との統合によって、より詳細で確からしい情報を得ることができるようになります。また、データを集めるためには、開発しなければならないこともたくさんありますので、データ利活用協議会を利用して、新たな価値の創造へと協力させていただきたいと思っています（図表 21）。



21