

サイエンス・パートナーシップ・プログラム (SPP) 実施報告書

『関東甲信地方に記録が残る歴史地震の調査と

校内での地震観測から推定される地下や建物の構造』

上原悠太郎・増田 誠也・荒井 賢一

(栄東中学校・高等学校 理科研究部)

§1. はじめに

日本列島で生活を営む上で、地震に関する知識をもち、日頃からの備えをすることは、子供から大人まで必要である。災害の映像を見る、あるいは避難訓練に参加することは、必要不可欠な備えの1つであるが、それだけで終わると「脅しの防災」になってしまう。これまで、被害をもたらす地震は、プレートの運動によって周期的に発生している。歴史地震の記録を丁寧に調べることで、その地域で生じやすい被害のタイプを客観的に評価できる。例えば、神社や寺院に建つ石碑から読み取れる過去の地震に関する記述は、先人からの貴重なメッセージである。また、大地震が発生する毎に、地盤の隆起を繰り返して形成された地形は日本各地に見られる。そのような地形は、農地や居住地として土地利用がされている、あるいは景勝地となっている場合も多い(増田・川瀬(2012))。

以上の視点から、理科研究部では2009年度から歴史地震をテーマとした探求活動を継続している(荒井(2014))。本企画では、関東甲信地方に被害をもたらした歴史地震について、6つのグループ(A~F)を編成し、平成25年7月30日~7月31日に現地の調査を実施した。調査の対象に選んだ地震は、1923年関東地震(A, B, F)、1703年元禄地震(C, D)、1944年東南海地震(E)である。グループ毎の結果を§2で述べる。

歴史地震の調査に続いて、地震計・地震波をテーマとした探求活動に取り組んだ。地震波は、地球内部を伝わってくるため、目に見えない地下の構造についての情報を得ることができる。本企画では、栄東中学校・高等学校のグラウンドの地下構造を推定することを目的として、人工地震の観測を試み、結果の解析に取り組んだ(平成25年11月24日に実施)。この観測については§3で述べる。

§2. 歴史地震の調査

7月30日・31日に生徒が調べたい地震を、事前に書籍やインターネットで調べ、その後現地に赴き調査をした。各グループが取り組んだ対象地震と調査地は以下のとおりである。

- A. 1923年関東地震(神奈川県鎌倉市)
- B. 1923年関東地震(東京都有楽町・両国付近)
- C. 1703年元禄地震(千葉県茂原市周辺)
- D. 1703年元禄地震(千葉県一宮町周辺)

E. 1944 年東南海地震（長野県諏訪市）

F. 1923 年関東地震（埼玉県さいたま市） ※石黒他（2014）として投稿中

A～E グループの調査結果について、順にレポートを紹介する。

A. 1923 年関東大震災の鎌倉における被害

高校 1 年 多賀谷光・正木剛志・谷津賢太郎

1. 概要

2013 年度の S P P 地震講座で、私たちは 1923 年関東地震について鎌倉で調査を行った。

鎌倉市中央図書館で、1923 年関東地震の鎌倉における罹災状況を文献調査した後、鶴岡八幡宮、建長寺、高德院で現地調査を実施した。建長寺では重修碑や震災追憶供養塔碑、鶴岡八幡宮では一之鳥居の柱に書かれた文字の全文書き写しと解説を試みた。また、考察したことを後日、東京大学地震研究所にて発表し同研究所に所属する西山氏、桑原氏から評価、アドバイスを頂いた。

調査地とした鎌倉市は 1923 年関東地震の震源となった相模灘沿岸に位置し、同地震において震度 7 の揺れと津波に襲われた。『鎌倉震災誌』（昭和 6 年 鎌倉町役場刊）によれば、現在の鎌倉市の一部にすぎない鎌倉町のみでも、全壊 1455 戸、半壊 1549 戸、埋没 8 戸、津波による流出 113 戸、地震直後の火災による全焼 443 戸、半焼 2 戸と全戸数 4183 戸の八割以上が被害を受け、人的被害も死者 412 名、重傷者 341 名にのぼったとされている。

2. 建長寺

前述の『鎌倉震災誌』には、関東大震災における建長寺の被害について「被害甚大にして全山の堂塔殆ど倒潰した。」とあり、舍利殿や唐門なども含めて倒壊したという。それらを再建した記念として建てられた「重修碑」を読み取ってきた。内容は以下の通りである。（読み取り不可であった文字については●を以て代用させて頂く。）

建長寺佛殿唐門重修の記

傳へ云ふ當佛殿は唐門と共に●と徳川家光の弟忠長が生母崇源院夫人刀●に靈屋として建造せし所後家光之を本寺に●（寄の山冠をウ冠に変更した漢字）附し駿府より移して規模を改めたるものなりと其結構の莊麗技巧の優秀能く江戸時代初期乃手法を存す是を以て大正十一年古社寺保存法によりて特別保護建造物に指定せらる然るに同十二年九月一日関東に大震あり鎌倉地方其の害殊に甚だしく二字亦倒壊全く原形を留めざるに至れり乃ち本寺は災後直に文部省に議り廢餘の殘材一切を收拾して其の散佚を防ぎ以て豫め他日の用に備ふ而して幸に國庫の補助を得重修の工事は●（総の旧字）べて之を神奈川縣●（まだれに聽）に委●す斯くて大正十三年十月起工同十五年五月を以て佛殿唐門共に其の工を竣へたり抑抑本工事の旨

とする所は専ら舊態を存し寸毫も増損せざらんとするにあり故に古材の苟くも用ふべきは必ず之を用い用に堪へざるものは已むを得ず代ふるに新材を以てすれども文彩によりて古色を帯ばしめ以て努めて舊觀の美を損せざらしめたり。

篆額普書 菅原時保

口語訳をしてまとめると以下のようなになる。

建長寺仏殿及び唐門は駿府から移設され、江戸時代初期の装飾技巧が多く使われた建物で、特別保護建造物に指定されていた。しかし関東地震によって原形を留めないほどにこわれてしまい、神奈川県庁が仏殿に使われた技術を損なわないように再建した。

この佛殿は移設されたことが読み取れる。このときもともと木造の屋根であった仏殿を無理矢理瓦屋根に改造したことで頭がおもくなってしまったことが全壊につながったと推測される。なお、建長寺に存在する震災追憶供養塔碑についても解説を試みたものの、鳥の糞、激しい風化などによって碑面が見えなくなっており、解説を断念せざるを得なかったことをお断りさせて頂く。

3. 鎌倉八幡宮〈鶴岡八幡宮〉

前述の『鎌倉震災誌』には、国幣中社鶴岡八幡宮(当時)の本殿等の様々な建造物に被害があったと記されている。その中で一之鳥居について、「特別保護建造物で、高さ三丈一尺五寸、柱の周円一丈二尺五寸、両柱の間三丈九尺あり、修理不可能と(略)は甚だ遺憾である。」とあり、特にその倒壊が悔やまれるべきものだったのかが分かる。以下は、その一之鳥居の歴史について書かれた碑文である。

此の大鳥居は一之鳥居ともいひ治承四年十二月源頼朝の創建にかゝり壽永元年婦人政子篆造の段葛と共に若宮大路の偉觀たり爾來武門武将により再建修理を行うこと數次寛文八年徳川家綱祖母崇源院の大願を承け備前犬島産花崗石を以て此の鳥居を初め第二第三の鳥居を再興せり就中此の大鳥居は夙に我が國石鳥居の範と仰がれ明治廿七年八月國寶に指定せらる然るに大正十二年関東大震災の際柱下部を残して悉く顛落大破せり即ち文部省に請ひ復舊の速ならむことを計りしが昭和九年文部技師阪谷良之進同囑託大岡實に依り稍く重修の設計成り同十一年三月國庫補助並に東京上田ちた近田三郎兩名の獻資を以て工を起し同年八月其の功を竣へたり本工事は神奈川県知事半井清監督の下に施工し専ら古法を尊び舊材の再用を旨とし補足材は之を犬島に求め東西柱上部笠木及貫中部同東部西脊石北側の七個を加へたる外苟くも舊觀の美を損せざらしむるに力めたり

口語訳をしてまとめると以下のようなになる。

この鳥居は一之鳥居ともいい、源頼朝によって建てられた後、何度か再建修理され、明治時代に国宝に指定された。しかし、大正十二年の関東大震災のときに柱の下部を残して壊れてしま

ったので、文部省に頼んで昭和十一年に改修された。概ねもともと使われていた材料を再使用して、見た目の美しさを失われないように努力した。

4. 高德院

私たちは、鎌倉大仏がある高德院を訪れた。残念ながら現地で調査できる石碑等は見当たらなかったが、前述の『鎌倉震災誌』に次のような記述があった。

特別保護建物大佛（阿弥陀如来銅像）

全骨豊一尺五寸前方（南）に移動し、臺座右後側三寸、前側一尺五寸地中にめり込みたるが、大正十三年一月十五日拂曉の強震にて更に全骨豊一尺許後方に退いた

5. まとめ

1923 年関東地震において、高德寺や鎌倉八幡宮一之鳥居などの沿岸部は津波の被害を受け、内陸部の建長寺などは倒壊し、土砂崩れや火災も発生した前例がある鎌倉市は現代の防災問題を考えるには絶好の場所と考える。建長寺などの寺院の被害が甚大であったことについては、西山氏から「屋根を瓦葺きに変えたことが上から押しつぶされるような崩壊の仕方につながった。」という建築上の観点からの興味深いご指摘も頂いた。鎌倉市は 17 万人の人口を抱えているだけでなく、年間 2000 万人近い観光客も訪れる。鎌倉市では、ハザードマップや津波予想浸水図などを発行しているが、一日平均 5 万人以上いる観光客をいかに避難誘導するか具体的な展望が少ないようである（海岸では 50 人規模の避難訓練等は実施している）。私たちは今後、歴史地震についてただ調査するだけでなく、それをどう解釈し、どうすれば適切な避難誘導ができるのかについても考えていきたいと思っている。

B. 1923 年関東大震災の東京都における被害

高校 1 年 吉川直輝・富田勇希， 中学 2 年 上林悠大・高梨南風

1. はじめに

私達は 2011 年に発生した東日本大震災をきっかけで、地震について知りたいと思った。その中で、特に関東大震災について強い興味を持ったので、調査をした。

2. 有楽町の石碑

下写真の塔は大震災火災を記念するため広く浄財を集めて昭和八年一日に建てたもので、標語の「不意の地震不断の用意」は、当時朝日新聞社が全国から懸賞募集し十余万の応募の中から選んだもので、長くこの日をしのび二度と惨害をくりかえさぬよう注意を喚起するものである。



3. 両国の石碑の記録

関東大震災の混乱のなかで、流言蜚語により多くの朝鮮人が殺されたことを受け、二度とこのような不幸な歴史を繰り返さないようにと建てられた。



4. 終わりに

今回私達は 2 箇所しか石碑を見て回れなかったが、それでもそれぞれが異なった特徴を持っていたことに驚いた。今後はその他の石碑も調査していきたいと思った。

C. 1703 年元禄地震の調査

中学 3 年 木村円香, 中学 2 年 片貝健志・斎木悠亮・江川遼

この地震は元禄 16 年 (1703 年) 11 月 23 日, 房総半島野島沖を震源とする M7.9~8.2 の南関東に被害をもたらした大地震で, 小田原・江戸を中心に倒壊家屋 2 万戸, 死者約 5000 人の被害があった (広辞苑, 2008) .

図 1 は茂原市内にある鷲山寺の石碑である. この石碑に書かれた碑文は以下のとおりである. 尚, 読み取れない字は●で示されている. (以下も同様.)

(正面) 有無妙法蓮華經

(裏面) 維時間曆三癸酉十一月廿三日施主一松惣●中

(右面) 元禄十六癸未歳十一月廿二日夜丑刻大地震東海激痕溺死都合二千百五拾余人死亡允
醜五拾一年忌當之

(左面) 天下和順 開山日弁聖人

日月晴明長因山鷲山寺

そのほかに, 鷲山寺には 5 つの石碑があった.

図 2-1, 2-2, 2-3 はいずれも長生村の本興寺の石碑である. これらの石碑に書かれた碑文は以下のとおりである. (下記の①, ②は図 2-1 の①, ②を示す)

図 2-1 の①

(正面) 有無妙法連華經水死忌

(裏面) 是人於佛迄決定無有凝

(右面) 一松山四十二代精翁院日確

(左面) 元禄十六癸未夫十一月●三日

図 2-1 の②

(正面) 元十六年大津波浪本村死者八百四十五人二百五十年忌供養塔

図 2-2

(正面) 元禄大津波溺死者之精靈參百回忌供養塔

(裏面) 平成十四年十一月吉日建之

本興寺檀信徒中

役員大橋俊雄 役員大橋治郎作

全 井桁貫 全 東間五助

全 神馬精 全 御園孝

全 井桁確樹 全 中村吉広

全 御園一男 全 木島正勝

全 木島直彦 全 井桁一夫

全 片岡安幸 全 大橋民雄

図 2-3

(正面) 自壯院淨負口忍●々院妙弁目待

道源妙仁

法喜法●潛光院蓮珞興照蓮院覺弁口受妙讚妙耀

妙受妙當

(裏面) 維元禄十者六年●癸未

於奮國●大地震●●大浪鳴呼天千是時氏

昭和●七年十一月●三日宮之一松●八題目講中

図 3 は、長生村の深照寺にある石碑である。この碑文は風化が激しかったため読み取ることができなかった。以下の文は、図 4 の解説書の文である。

長生村指定有形文化財（古文書）

驚の深照寺の津波文書

元禄十六未年（一七〇三）十一月二十二日夜半、房総の南東沖を震源とした大地震があった。この影響は太平洋の房総沿岸九十九里浜一帯を襲い、本村の人々の家財道具・動植物などが流失し、幾千人という多くの人が押し流され、おぼれ死んでいる。

その内容を記した文章が、驚の法華宗深照寺に伝わる「當山記録・津波諸精霊」で、宝暦三年（一七五三）十一月二十三日に記録が伝えられている。

本村一松海岸においても津波に襲われ、家財道具などが流され多くの死傷者を出した。「女子供など二百六十人死亡し」云々と、元禄被害による津波の悲惨なできごとが記されているほど、被害は甚大であった。

長生村教育委員会

そのほかに、深照寺には約 10 個の石碑があった。

図 5 は白子町の妙蓮寺の所有地内にある石碑である。これも図 3 と同様に、風化が激しく読み取ることができなかった。以下の文は図 6 の解説書の文である。

白子町指定文化財

史跡 無縁塚津波精霊様

元禄津波による水難犠牲者三百六十余人を埋葬した所である。供養碑は寛政十年（一七八九）幸治村一同で建てたものである。碑の高さ約 60 センチの角塔で「寛政十戊年十月二十二日 施主妙典寺」とある。

次に町内において、元禄津波の水難犠牲者を埋葬したが、無塔のところを示すと、

中里無縁塚 中里鬼人台 一三九人

八斗無縁塚 八斗南入地 七〇人

五井上人塚 五井高 八人

牛込無縁塚 牛込下村竜宮台 九人

浜宿 埋葬地不詳
剃金 同右

五五人
四八〇人

となる。人数は鷲山寺供養塔による。

昭和五十三年十月一日 指定
白子町教育委員会

以上のことから、元禄地震は東北太平洋沖地震と同様に津波の被害が大きかったことがわかる。また地震発生時刻が夜中であったことも被害を大きくした原因の一つと考えられる。また妙蓮寺にある地震の解説書には、鷲山寺の石碑に書いてあるとされていた文が実際には書かれていなかった。

下図 1 千葉県茂原市内の鷲山寺にある石碑



下図 2-1 千葉県長生村の本興寺にある石碑の 2 つ





左図 2-2 千葉県長生村の本興寺にある石碑の 1 つ



左図 2-3 千葉県長生村の本興寺にある石碑の 1 つ

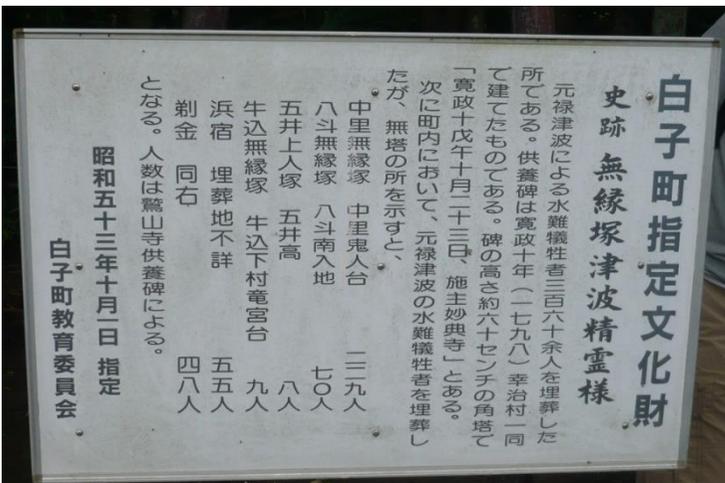


左図 3 千葉県長生村の深照寺にある石碑

下図5 千葉県白子町の妙蓮寺にある石碑



下図6 図5の隣にある解説



D. 九十九里浜に残る地震群の石碑

高校1年 松田昂大, 中学2年 大関優太・清水駿平

1. はじめに

元禄十六年十一月二十三日（1703年12月31日）の元禄関東地震の津波は、房総半島、特に九十九里浜沖に甚大な被害をもたらした。その被害状況を記した石碑をもとにして、当時の被害の大きさを考察する。今回は、浄泰寺、等覚寺、浪切地藏、本興寺の石碑等を参考とした。●は読み取り不可。（ ）内は推測。

2. 石碑の調査結果

2.1 浄泰寺に残る石碑

浄泰寺に残る石碑には、

前 津浪●●有無●●唱題二千●他正真亀村上下●

左 ●●(歴)五乙亥天●(霜)月ヶ二日

右 經王山注染寺日普七世

と記されてあった。ここには津波の被害についてのみ述べており、それ以上のことは得られなかった。しかし津波が起きた際に打ち上げられてきたという鯨の骨が祀られてあった。

この付近の集落は津波によって流出家屋数 26 という被害が出ている。またこの集落の地盤の高さは 1.5 メートルであった。このことは鯨が少なくとも 1.5 メートルは打ち上げられたということを示している。

2.2 等覚寺に残る石碑

等覚寺に残る石碑には、

左 正●(徳)五●十一月●三日

右 奉唱題自●二部願主北今泉市

と記されてあった。この寺の石碑は、浄泰寺のものと似たようなことが記されてあった。

2.3 浪切地蔵

浪切地蔵の付近にあった木の札には、

奉祀浪切地蔵菩薩開眠供養

と記されてあった。この地蔵の近くには千羽鶴や人形が飾られており、現在も地元の人々から崇められていると推測できる。またこの地蔵は「海から来た地蔵」として知られている。その理由は津波によって打ち砕かれたとある地蔵の一部がここに流れ着き「波をここで止めた」と伝えられたからである。その後地元の人によって地蔵は作り直され、それと同時に小屋も作られた。このことは津波の規模を知る際に非常に役に立つと思われる。

またこの地蔵がある東浪見は流出家屋数が地震被害と合わせて 1692 とかなりの被害が出ていた。

この浪切地蔵がある場所は、海拔が 7 メートルを越していた。そこまで地蔵が来た理由は不明なのでさらなる調査が必要と思われる。

2.4 本興寺に残された石碑

本興寺に残る石碑には、

前 元禄十六年大津波本村死者八四五人二百五十年忌供養塔
昭和廿七年十月廿三日當之一松廿八題日講中
右 一松山四十二代精翁院日確

と記されてあった。

この石碑には犠牲者の名前が一人ひとり記されてあったらしいが、読み取れなかった。この付近には死者を祀った塚や石碑も数多くあり、これらをもとにして津波がどこまで届いたかを調べる手掛かりになる。これらの石碑は2013年にも参詣された跡もあった。

また、蓮華院や久成院の石碑は、全てこの本興寺に移されたようで、この二つの寺院には石碑がなかった。

3. 考察

今回調査した場所の中で浄泰寺の石碑と浪切地蔵は、津波の規模を知るうえで非常に大切なものである。これまで関東地震を上回る被害だったと知られているものの、厳密な数字は出ていない。さらに調査を重ね、津波がどの程度のもだったかを数値化していくことが今後の目標になるかもしれない。

今回の調査地点

名前	緯度 (35°)		経度 (140°)		地盤高 m
	分	秒	分	秒	
浄泰寺	30	48	24	59	1.9
等覚寺	29	58	24	57	1.4
本興寺	23	50	22	1	3.1
浪切地蔵	20	54	22	37	7.7

4. 謝辞

本興寺の住職である平田義浩氏には著作をご提供頂いた。また各寺院の方々には地震や津波についての情報をご提供頂いた。

5. 文献

平田 義浩, 2013, 元禄津波について, 機関誌, 無上道に連載 (3, 5, 6, 9月号)

↓ 浄泰寺



↓ 鯨の骨 (浄泰寺)



↓ 浪切地蔵



↓ 本興寺



E. 1944 年東南海地震の諏訪における被害

高校 1 年 上原悠太郎・木原裕大・増田誠也, 中学 3 年 相田優作

1. 概要

過去に日本で起きた地震を調べている間に、「戦時中に大きな地震が発生したが、軍部が隠蔽を行った。」という都市伝説のような記事を多数発見した。ネット上の記事だったので、本当に地震はあったのか、また被害はどの程度だったのかを調査をすることにした。

2. 調査目的

文献が少ない 1944 年の東南海地震の諏訪地方における被害の詳細を調べ、実態を調査する。

3. 調査概要

2013 年 7 月 30, 31 日の二日間に渡り、長野県諏訪市に行き現地調査を行った。調査方法は主に石碑の調査と、図書館での文献調査を行った。

4. 石碑調査の結果

調査当日以下の石碑がある場所を訪れた。諏訪大社上社本宮、諏訪大社上社前宮、諏訪大社下社春宮、諏訪大社下社秋宮、諏訪高島城、諏訪護国神社、来迎神社、御作田神社、北斗神社、子安神社、諏訪湖湖畔、葛井神社 以上 12 地点の石碑を調査した。しかしどの地点も東南海地震はおろか、それ以外の過去に諏訪地方に被害を与えた地震について述べている石碑はなかった。諏訪市の発展に関する石碑や、第二次世界大戦での戦没者を祀る石碑などはあったが、地震に関する石碑は一切なかった。訪れることが出来なかった地点もあったが、12 地点も訪れ、1 地点も関連する石碑がないというのは、石碑を作れないような何らかの事情があったからだと思われる。また、石碑ではないが、かつて諏訪に存在していた東洋バルブの跡地を訪れた。図書館で見つけた「戦争が消した諏訪“震度 6”—昭和 19 年東南海地震を追う」によると、東洋パイプがあった土地は地震により甚大な影響を受けたにも関わらず、跡地には記念碑が置いてあるだけだった。また、現地ではご年配の方や、我々の研究に興味を持って下さり、色々話を聞かせていただいた方などに聞き込み調査も実施した。しかし、戦時中の記憶がある方(大体 80 歳以上)の方に会うことが出来ず、神社の神主に訪ねたりもしたが、有用な情報は得られなかった。

5. まとめ

今回の調査では実際に調べられた地点が少なかった。来年度以降も継続調査を行う場合、さらに調査、新しい事実を発見できるようにしたいと思う。

§3. 地震観測から推定される本校グラウンドの地下構造

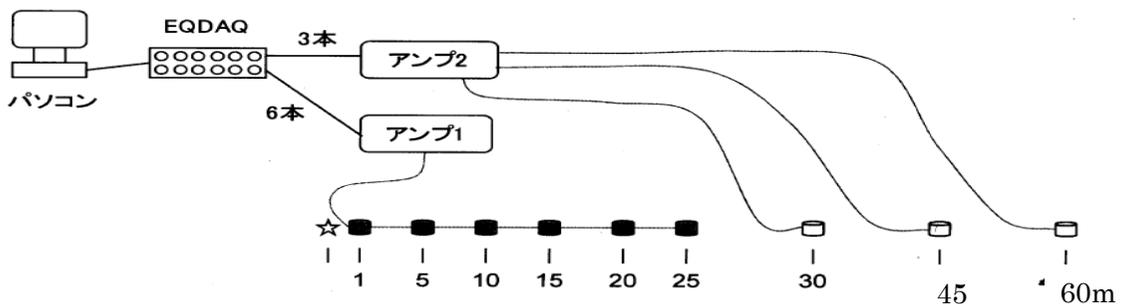
本講座は、宇都宮大学教育学部との連携（伊東明彦氏のご指導）により、平成25年11月24日に本校で実施された。午前中に伊東氏から『地震観測の基礎』に関する講義をして頂いた。「地震学」の発展の歴史や、地球内部を地震波が伝わる仕組みについて学んだ。講義を聞いてのレポート（印象に残ったことなど）の一部を紹介する。

- ・近代地震学が日本で始まったことに驚いた。
- ・張衝の地動儀の原理が気になった。
- ・地下構造を調べることで「どこに石油があるか」まで分かることに驚いた。
- ・地球の大きさを基準にして長さの単位が作られていたことは初めて知った。
- ・地震の波で地球の地下を見ていることを初めて知った。
- ・地震波から地殻とマンツルの境界を発見したモホロビッチには驚いた。
- ・地質によって地震波の伝わり方が一定でないことが印象的だった。
- ・地震波も光のように屈折することに驚いた。
- ・中学や高校で学んでいる数学や物理学が、こんなところで活かされていることは驚きだった。

同日の午後に、本校グラウンドにおいて、以下のように人工地震の観測とデータの解析を実施し、地下構造の推定を試みた。

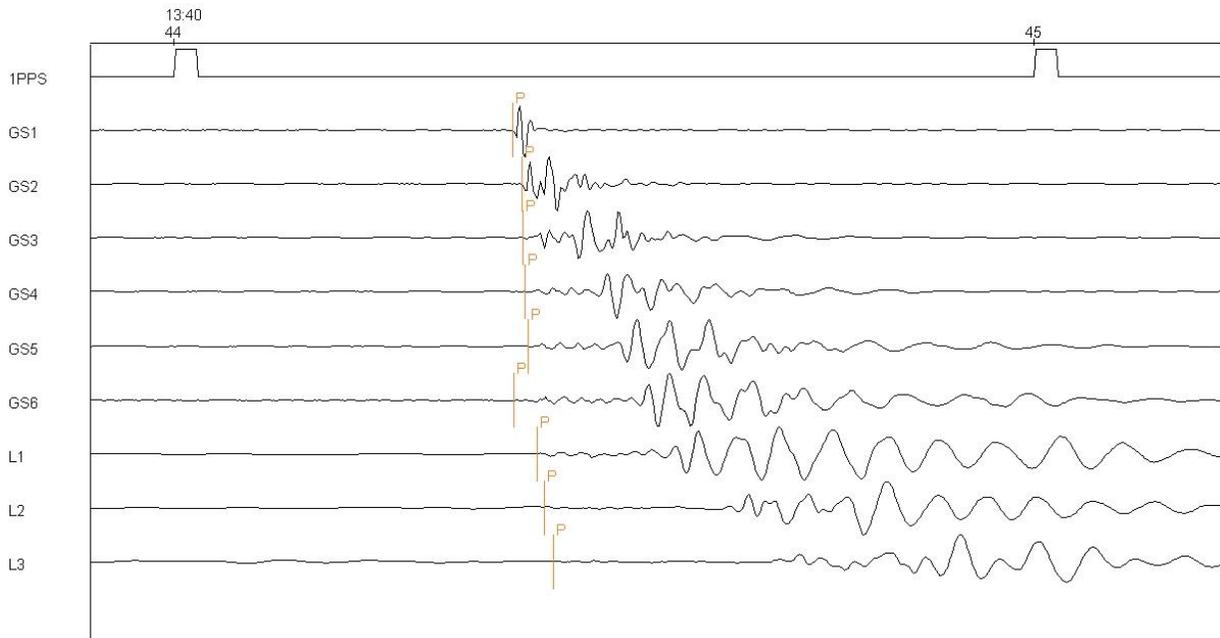
3-1. 観測の方法

観測には探査用地震計9台を用い、図のようにグラウンドに一直線上に設置し、アンプや測定器（EQDAQ）を通してパソコンに繋いだ。図中の星印の地点において、かけやで地面を叩いて人工的に地震を発生させた（写真）。良いデータを取るためには、何度も繰り返してたくさんのデータを集める必要がある。本観測では、15人が1人あたり10回ずつ地震を発生させ、計150個のデータを得た。



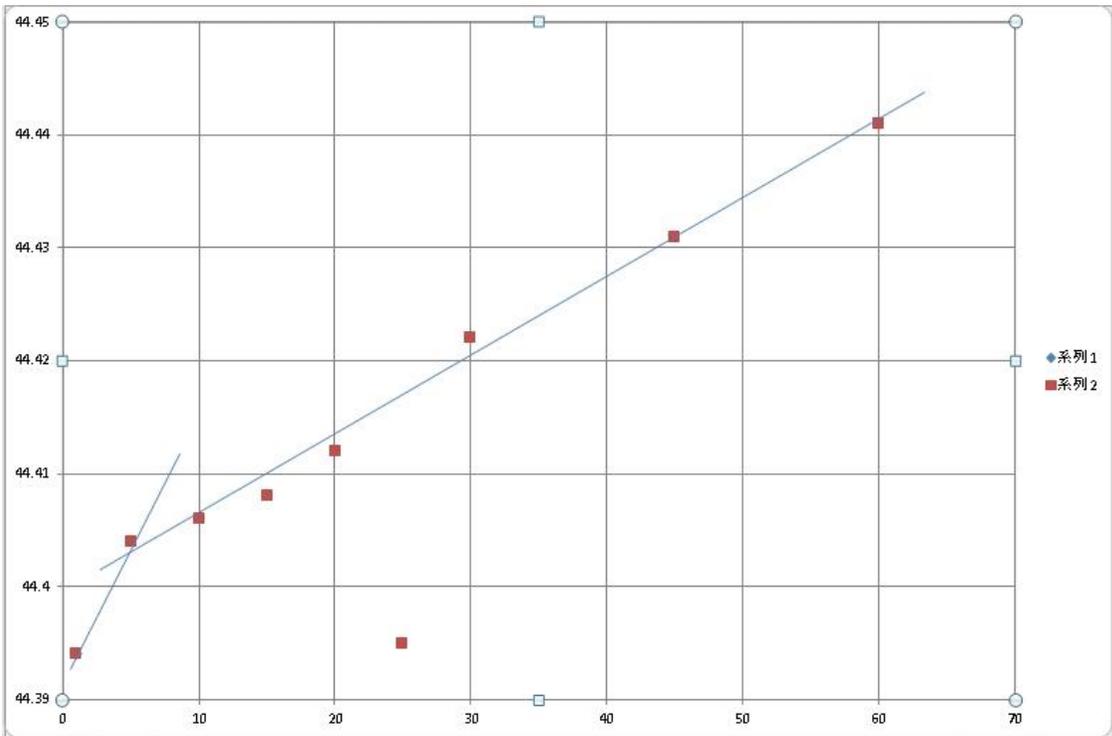
3-2. 観測の結果

観測データは、パソコン（「EqStack」というソフト）を用いて解析を進めた。各地震計で観測された結果（観測波形）について、150個のデータのうち明らかにノイズが含まれるものを除いて、重ね合わせた結果（横軸：時刻、縦軸：変位）を下図に示す。



以下、2~3人で1台のパソコンを用いて（計6グループで）解析をおこなった。重ね合わせた波形それぞれについて初動を読み取った。読み取った結果は、Excelを用いて、下図のグラフに表した（横軸：震央距離【m】、縦軸：P波の走時【s】）。ここで、グラフの直線は、各点を近似的に結んだ走時曲線である。





3-3. 結果の考察

描いたグラフにおいて、傾きの異なる2本の走時曲線は、地下に地質構造（岩質）の異なる層が分布することを示している。具体的には、表層の下に、地震波が速く伝わる層が存在する（硬い層の上に比較的柔らかい層が乗っている）と考えられる。1グループの解析結果によると、各走時曲線の傾きから、表層付近における地震波の速さ $v_1=364\text{m/s}$ 、その下層における地震波の速さ $v_2=1250\text{m/s}$ と求められた。また、2本の直線が交わる点（折れ曲がり点）までの震央からの距離 $X_0=4.0\text{m}$ と読み取った。ここで、表層の厚さ d は、屈折の法則を用いて次のように導出される。

$$d = \frac{X_0}{2} \sqrt{\frac{v_2 - v_1}{v_1 + v_2}}$$

各数値を代入すると、表面の厚さ d は 1.5m と求められた。

本校のグラウンドでは、校舎を建設するにあたって、昭和52年10月に、株式会社カトー基礎調査研究所によりボーリング調査が実施されている。その調査結果の柱状図（下図）によると、深度 1.40m に（粘土質）シルトと（シルト質）砂の境界が存在する。本観測の結果から得られた表層の厚さは、この深度に相当している可能性が示唆される。

標高 (M)	深度 (M)	層厚 (M)	断面記号	土質名	色調	記事
-1.57	0.00			表土		草根混入
-1.96	0.35	0.35		粘土質シルト	黒灰	腐植物質混入
-1.77	1.40	1.05		シルト質砂	淡灰	細石混入
-2.64	2.05	0.65		細砂	淡黄灰	細シルト質砂混入
-5.49	3.90	1.85		細砂	暗黄灰	中砂混入
-6.49	4.70	1.00		中砂	暗茶灰	全体に細砂混入 粗砂が育シルト砂
-9.87	8.30	3.40		中砂	暗茶灰	

§4. 今後の展望

§2と§3で述べてきた「歴史地震学」と「地震観測」に関する探求活動は、平成26年度も継続していく予定である。

「歴史地震学」の分野では、まだ調査の足りない地域もあったため、今後も継続して調査を続けていきたい。例えば、長野県諏訪市の1944年東南海地震の石碑調査は地震に関する石碑が1つも発見できなかったもので、調べていない箇所に石碑があるか、また同地震に関する詳しい記述がある文献がないか引き続き調べていきたい。

一方、「地震観測」の分野では、今年度の企画では実施に至らなかったテーマ「建物の動きを自作センサーで探る」を、平成26年度の1回目の講座として実施したい。そこでは100円ショップやホームセンターで販売しているような身近なものを使用して地震計を自作する。それを用いて、§3で述べた本校グラウンドにおける地下構造の解析を行い、今年度の結果と比較したい。

謝辞

東京大学地震研究所の西山昭仁氏、桑原央治氏、宇都宮大学教育学部の伊東明彦氏、株式会社 aLab の荒木正之氏をはじめとする社員の皆様、京都大学防災研究所の後藤浩之氏には、

連携先として事前の打合せから講座の実施に至るまで丁寧にご指導頂いた。佐藤栄学園本部からは、本校のグラウンドのボーリング調査結果を提供頂いた。各講座の実施にあたっては、顧問の馬場猛夫氏に参加，引率をして頂いた。本企画は（独）科学技術振興機構から採択され，各講座等の計画から実施に至るまで全面的に支援頂いた。記して深く御礼申し上げます。

文献

荒井賢一，2014，中学・高校の理科研究部員による歴史地震の探求 ～サイエンス・パートナーシップ・プログラム実施報告～，歴史地震，第29号（投稿中）

石黒喬大・西山享佑・安倍聡志・平原優美・荒井賢一・増田滉己・浜橋一徳・齋藤隆・木村円香，2014，埼玉県さいたま市に残る1923年関東地震の石碑，歴史地震，第29号（投稿中）

増田滉己・川瀬響，2012，最新技術・歴史地震・マスコミから学ぶ総合地震学 ～地震とどのように向かい合えば良いか～，栄東中学・高等学校 理科研究部 SPP 実施報告書，1-29.
「戦争が消した諏訪”震度6”—昭和19年東南海地震を追う」，宮坂五郎，毎日信濃新聞社