

物理学者の参加からみた震災予防調査会

一橋大学大学院言語社会研究科博士後期課程* 国立科学博物館理工学研究部特別研究生† 菱木 風花

The Earthquake Investigation Committee from the Viewpoint of Participation of Physicists

Fuuka. HISHIKI

Graduate School of Language and Society, Hitotsubashi University,

2-1Naka, Kunitachi, Tokyo, 101-0064 Japan

Department of Science and Engineering, National Museum of Nature and Science

4-1-1Amakubo, Tsukuba, Ibaraki, 305-0005, Japan

This paper reexamines the way of earthquake prediction the Earthquake Investigation Committee had investigated by focusing on the participation of physicists in the survey projects. Seismology, requested by the Earthquake Disaster Prevention Investigation Committee, is to elucidate the mechanism of earthquakes by exploring the earth's crust using wave dynamics and physical methods. The earthquake prediction aimed at by the Earthquake Investigation Committee was thought to be possible by its seismology. In addition, physicists actively participated in the tasks related to the observation of the velocity of seismic waves, geomagnetism, subsurface temperature, gravitational distribution, and latitude change among the survey projects. It can be interpreted that the Earthquake Investigation Committee selected such international scientific themes as tasks for predicting earthquakes in local areas of Japan. This suggests that physicists, as well as seismologists, are actively positioned as ones of active participants in the Earthquake Investigation Committee and as leaders in earthquake disaster studies in modern Japan.

Keywords: The Earthquake Investigation Committee, Natural Disaster Studies in Modern Japan, Earthquake Studies by Physicists.

§1. はじめに

1.1 明治・大正期の物理学者と震災予防調査会

明治・大正期を代表する日本人物理学者の一人である長岡半太郎(1865-1950)の個人資料の総称である国立科学博物館所蔵『長岡半太郎資料』のなかには、明治期に「震災豫防調査会委員理學博士長岡半太郎」に対して出張を命じている辞令文書が数点含まれている(図 1・図 2)。公刊資料を辿った際にも、1900 年刊行の『震災豫防調査会欧文報告』を皮切りに、1900 年代刊行の同誌掲載の論文著者に長岡の名が幾度か見られる。

震災予防調査会とは、濃尾地震が契機となって、それまで存在した日本地震学会の後身として1892年

に発足し、関東大震災が契機となって東京帝国大学地震研究所が創設する1925年まで存続した、日本初の国家直轄の地震災害研究機関である。震災予防調査会の創設時の日本の地震学について、今日の地震学史研究では、前身である日本地震学会がミルン(John Milne, 1850-1913)をはじめとする外国人科学者による地震の学理的な探究を主としていたことに対して、日本人科学者が主体となって地震予知の方法と地震災害を軽減する「実践的でローカルな問題」に取り組むものへと変化していったと認識されている[金(2021)]。

震災予防調査会は、帝国大学理科大学教授で地震学者の関谷清景(1855-1896)と物理学者の田中館愛橘(1856-1952)の発案をもとに理科大学学長で貴族院議員の数学者菊池大麓(1855-1917)が帝国議

* 〒186-8601 東京都国立市中 2-1

電子メール: fhishiki.hitotsu07@gmail.com

† 〒305-0005 茨城県つくば市天久保 4-1-1

所属は初稿投稿時(2022年11月)時点。

会で設置案を建議したことに端を発する[泊(2015a)]. 創設時の委員は、会長の加藤弘之(1836-1916, 帝国大学総長・政治学)と幹事の菊池, 発案者の関谷と田中館, そして冒頭で紹介した長岡を含む12名であり, 他の委員もまた理工系学者であった(表1)[板倉・他(1973a), 萩原(1982a)]. 長岡に限らず, 明治・大正期の物理学者たちが, ユーイング(James Alfred Ewin, 1855-1935)やミルン, ノット(Cargill Gilston Knott, 1865-1922)とったお雇い外国人として招聘され, また日本で地震研究に精力的に取り組んだ西洋の科学者たちの研究活動を手伝うことによってこの時期の地震災害研究に参加していたことは, 近代地震学の歴史研究[池上(1987)]や日本の科学史研究[板倉・他(1973b)]において明らかにされている.

1.2 物理学者による災害研究:近代日本の災害社会史研究における新たな分析視角として

明治期の日本において, 西洋から受容された新たな自然観が, 人々の災害への認識も変化させたことは, 近代日本の災害社会史において示されている. 北原は, 1888年の磐梯山噴火に明治期の人々がどのように反応し, どのように捉えたかについて検討するなかで, 現地に関谷や菊池安(1862-1894)といった地震学者たちが派遣されたことと彼らの調査報告に着目している[北原(1998a)]. 北原は, 日本の政府や社会の災害への認識が, それまでの「災異」から「科学」の対象へ, つまり自然災害現象を学理研究の対象へと変化したことを指摘しており[北原(1998b)], その体現として磐梯山噴火後の地震学者たちによる調査を捉えているといえる.

このように, 地震学者をはじめとする科学者の登場と彼らが主体となる災害研究は, 近代日本の災害社会史を描く上で重要な分析視角の一つであると考えられる. ただし, これまでの災害社会史研究において, 科学者を主体にした試みはほとんど行われていない. 震災予防調査会を災害研究の体現として捉え直すことで, それを発案し実質的な活動を担っていた科学者たち, 特に物理学者のように地震学を主専攻としない科学者に焦点を当てた検討が可能になると思われる.

震災予防調査会は, 関東大震災を契機に東京帝国大学地震研究所の設立を構想された際の日本人科学者の中には震災予防調査会及びこれまでの日本の地震学に物理学的な手法が欠けていたことが反省点であった研究機関という評価があったことが知ら

れている[萩原(1982b)]. このようにこれまでは前身と後身にあたる研究機関との性格の比較化を図る上で, つまり地震学という一つの学問領域の縦軸上におくことで, 震災予防調査会が物理学的な手法による地震の研究機関というよりも災害を抑止する対策を講じるための機関として理解されてきたといえる.

しかし, 田中館や長岡といった物理学者が創設時から参加していたことについて説明するためには, 従来のような前後の機関との比較による史的解釈に限らず, また, 地震学という一つの学問領域の縦軸的な理解に限らず, 震災予防調査会が誰によって創られ, 具体的にどのような目標が掲げられ, その目標はどのような方法によって達せられると認識されていたかといった多面的な視角による検討が求められる. 特に, 震災予防調査会が掲げた地震予知のための調査事業に物理学者のような地震学を主専攻としない科学者が参加していたことについては, 当時の地震災害を研究する方法や発想を広く把握した上での史料分析が必要である.

1.3 本稿の目的と方法

本稿では, 近代日本の地震災害研究の調査機関である震災予防調査会が掲げた地震予知を目指した調査事業に物理学者の参加があったことを通して, 震災予防調査会, ひいては当時の日本人科学者たちの掲げた地震予知がどのような性格のものであったかを再検討する. 震災予防調査会の担い手についての新たな解釈によって, この時期, すなわち1890年代から関東大震災までの日本の地震災害研究の新たな一側面が明らかにできると思われる.

本稿では以下の方法を取る. まず, 震災予防調査会の設立時に掲げられた目標が記述された『震災豫防調査會調査事業概略』(以下, 『概略』とする)[震災豫防調査會(1893a)]のたたき台となった『地震學研究ニ関スル意見』(以下, 『意見』とする)[田中館・他(1893a)]を分析することで, 震災予防調査会がその可能性を探求した地震予知の方法とは, 具体的にどのような学問領域を背景とし, 何を目指したものであるとされていたかについて検討する. 次に, 震災予防調査会が地震予知の方法の可能性の探究のために必要とした調査項目と, それらの調査項目の実施動向について, 『概略』と, 物理学者が執筆した雑誌記事や科学論文といった史料を併せて検討する.

表 1 震災予防調査会創設時(1893年)の会員一覧

Table 1. List of members at the time of the establishment of the Earthquake Investigation Committee (1893)

氏名	生年没年 ^a	所属 ^b	専攻
加藤弘之(会長)	1836-1916	帝国大学総長	政治学
菊池大麓(幹事)	1855-1917	帝国大学理科大学学長 貴族院議員	数学
辰野金吾	1854-1919	帝国大学工科大学教授	建築学
巨智部忠承	1854-1927	農商務省地質調査所技師	地質学
古市公威	1854-1934	帝国大学工科大学教授	土木工学
関谷清景	1855-1896	帝国大学理科大学教授	地震学
中村精男	1855-1930	中央气象台技師	気象学
小藤文次郎	1856-1935	帝国大学理科大学教授	地質学
田中館愛橘	1856-1952	帝国大学理科大学教授	物理学
田辺朔郎	1861-1944	帝国大学工科大学教授	土木工学
長岡半太郎	1865-1950	帝国大学理科大学助教授	物理学
大森房吉	1868-1923	帝国大学理科大学講師	地震学

凡例

- ・ 会長・幹事を除く会員の項目は生年没年順とした。
- ・ 所属は震災予防調査会着任時。

^aThe members are ordered by year of birth and death.

^bAffiliation when they joined the Earthquake Investigation Committee

1.4 本稿の構成

本稿は次の構成を取る。まず、分析内容に入る前に、震災予防調査会がどのような史的枠組みのなかで語られているかという点から研究史を整理し、本稿の目的における主要な先行研究とその課題を導出する(第2節)。次に『意見』の分析と検討(第3節)、そして『概略』と物理学者が執筆した雑誌記事や科学論文の分析と検討を行う(第4節)。最後に、本稿のまとめと課題について述べる(第5節)。

§2. 主要な先行研究と課題:地震災害研究の歴史における震災予防調査会の位置づけから

2.1 本節の目的

震災予防調査会は、その性格から主に近代日本の災害研究・文化の歴史と地震学の歴史の両文脈において紹介され、それぞれの文脈のなかで重要な史的契機として着目されている。本節では、まず震災予防調査会がどのような史的枠組みのなかで語られているかという点から研究史を整理して本稿の目的における主要な先行研究を導出し、そこから本稿にとっての課題を導出する。

2.2 研究史整理:震災予防調査会の位置づけについて

震災予防調査会は、まず、自然災害の要因としての地震を自然科学の研究対象として描くなかで、つまり日本の自然科学史としての地震学史のなかで描かれてきた。藤井と萩原は日本の地震学の通史的研究のなかで[藤井(1967), 萩原(1982c)], 金は物理学者の参入という事象も含めた明治・大正期の科学の史的理解に重要なファクターとしての地震学を学説史的に再検討するなかで[金(2007c)], 泊は明治期から東日本大震災までの日本の地震災害に関する調査研究や取り組みを地震予知研究として通史的・政策史的に捉えるなかで[泊(2015b)], 震災予防調査会について言及している。また、日本の物理学史の通史的研究のなかでは、明治期に物理学分野の携わった学術組織の一つに位置付けられている[日本物理学会(1978a)]。

また、その主体を科学者や研究者に留めず、地震災害をめぐる人間の文化活動のなかで捉える史的枠組みにおいても、震災予防調査会は言及されている。クランシーは文化史的視点から近代日本が地震とどのように向き合ってきたかについて検討するなかで

[Clancey(2006a)], 中尾は近代日本の思想史的視点から地震災害観の変遷を検討する中で[中尾(2017)], 北原は地震災害の社会史的分析のなかで[北原(2021)], いずれも歴史的契機として捉えている。

2.3 主要な先行研究とその見解

2.2節において挙げた先行研究のなかでクランシーと金、泊は、震災予防調査会についてのより踏み込んだ分析を行い、論旨の主要な根拠の一部としている。

クランシーは、震災予防調査会の創設によって、濃尾地震が日本人の科学によって未来の日本を護るといった「科学における転機 (scientific opportunity)」になったと主張している[Clancey(2006a)]。ここでクランシーは、震災予防調査会が大きく地震予知と建造物の耐震性の向上という2つの目標を掲げていたことから[震災豫防調査会(1893b)], 震災予防調査会が、地震を怪奇現象ではなく来る災害の予防に向けて注意すべき観測対象とするといった、日本人の地震への向き合い方の変化を表していると説明している。

金は、上述のクランシーの主張から更に踏み込んだ分析により、震災予防調査会は「日本人によって地震研究およびそれに関する業務が組織化されて」いった過程で生まれた研究機関であると説明している[金(2007d)]。金は、震災予防調査会の創設時に委員によって発表された『震災豫防調査会事業概略』の項目[震災豫防調査会(1893a)]の詳細な分析を踏まえて、震災予防調査会は「地震という「不思議な」自然現象を理解しようとした外国人中心の日本地震学会とは異なり、「被害の軽減」を明確にその任務とする組織」、つまり地震研究の組織化とその担当者の「日本人化」という変化を体現し、明治期の日本における「科学から工学への中心移動」が行われていたことを指摘している[金(2007e)]。

クランシーと金は、震災予防調査会の目的及び活動の姿を、濃尾地震を契機とした日本の地震学の変容の反映であると見ていることがわかる。本稿の関心から見いだされる両者の相違として、クランシーは震災予防調査会の参加メンバーとして物理学者を挙げているに過ぎないのに対し、金は『概略』のたたき台となった『意見』の執筆者として田中館や長岡といった物理学者がいたことを示しており、また、震災予防調査会の調査事業とその後の日本の地震学の変遷のなかで物理学者たちの研究活動や言説に着目しているということがある。

泊もまた、これまでの日本の地震学史では震災予防調査会はイギリス人お雇い外国人のミルンや関谷の地震学研究の継続・延長とするものもあるのに対して、ミルンは震災予防調査会の地震予知を目標とする研究項目にむしろ否定的な考えを示していたことを指摘している[泊(2015c)]。泊は特に言及していないが、泊が、ミルンが否定的な考えを示したとする研究項目は、地震波の伝搬速度の測定、地磁気の観測、地下温度の観測、全国の重力分布の調査、緯度の変動の観測というように、物理学史ではむしろ明治期の地球物理学として位置付けられる項目である¹。泊は震災予防調査会の調査事業の内容が日本人科学者によって考案されたことに加え、地球物理学に関する項目へも着目していたと見ることができる。

以上の先行研究は、近代日本の地震災害研究の歴史の中に、それまではほとんど挙げられていなかった物理学者を登場させ、彼らの言説や参加した調査研究へも着目している。とはいえ、いずれも震災予防調査会の時期に限定した場合、やはり地震学者を中心とした史的解釈であり、物理学者たちを主体とした検討はなされていない。

2.4 研究史上の本稿の課題

以上の整理から、震災予防調査会に物理学者たちが参加していたという事象について、物理学及び物理学者たちの視点から検討することが、震災予防調査会について残された課題であると言える。

この課題に取り組むことで震災予防調査会の掲げた地震予知、そのための方法として当時の地球物理学研究のテーマがどのように位置づけられていたかという問いに答えることができると考えられる。これによって、物理学者といった地震学を主専攻としない科学者を、明治・大正期の地震災害研究の担い手として積極的に位置づけることが可能になるように思われる。

§3. 震災予防調査会が構想した地震学: 物理学的用

¹ 日本の物理学史研究では、明治期の物理学を「物理学」と「地球物理学」に分類している。日本物理学会、1978、日本の物理学史(上: 歴史・回想編)、東海大学出版会、658pp..

² □は「ト」と「キ」の合略仮名である。

³ 19世紀前半に気象学者や博物学者として活躍したことで知られるドイツ人ドーヴェ(Heinrich Wilhelm

語の分析から

3.1 本節の目的

本節では、震災予防調査会創設時に発表された『概略』のたたき台になった『意見』に着目することで、震災予防調査会が構想していた地震学が具体的にどのような学問領域を背景とし、何を目指したものであるとされていたかについて検討する。

3.2 震災予防調査会の構想した地震学

『意見』は物理学者の田中館愛橘と長岡半太郎に加え、気象学者の中村精男、地震学者の大森房吉の4人の委員の名義によって発表された意見書であり、明治・大正期の自然科学系の総合学術雑誌として知られる『東洋学藝雑誌』に全文が掲載されている。『概略』のたたき台となった調査項目の陳述の前段として、彼らの構想する地震学がどのようなものであるかが伺える箇所がある。以下に、その箇所を引用する(引用文中の太字及び下線は著者による)。

案ズルニ地震ハ地殻ノ振動ニシテ猶天候ノ大氣變動ニ於ケルガ如シ、氣象ノ變異ハ各國相競テ研究シ、以テ天候ヲ豫知シ、之ヲ未然ニ備ルヲ得、若シ夫レ船舶ノ避難、軍旅ノ説略、農家ノ便益ヲ擧グル□²ハ、氣象學ガ人類ニ興フル所ノ惠徳將幾何ゾヤ、而シテ地震學ハ現今僅ニ其端ヲ開キ、最モ幼稚ノ學問ナルヲ以テ、之ヲ氣象學ト同等ノ地位ニ達セシメント欲セバ先氣象學ガ經歷セシ事蹟ヲ考稽セザルベカラズ、**氣象學ハ大氣ノ現象ヲ研究スル学科ニシテ、主トシテ流體力學、大氣物理ノ範圍ニ属スルヲ以テ、廣ク大氣ノ狀勢ヲ観測シ精ク相互ノ關係ヲ調査スルニ至テ初テ端緒ヲ開ケリ、其前ニアリテハ僅ニ幼稚ノ一學科ニ過ギタリキ** ドーバー、ハンボルト、ブイスバロット、ケームツ[ママ]³等諸氏輩出シ、専ラ力學的ノ講究ヲナシ、廣ク各地方ノ観測ヲ比較シ、精ヲ積ミ功ヲ重ネ以テ今日ノ境涯ニ達セリ、**地震學ノ進歩ハ主トシテ波動力學並ニ地殻物**

Dove, 1803-1879)とフンボルト(Friedrich Heinrich Alexander, Freiherr von Humboldt, 1769-1859)、オランダ人ボイス・バロット(Christophorus Henricus Diedericus Buys Ballot, 1817-1890)、イギリス人ジェームズ・グレイシャー(James Glaisher, 1809-1903)を指していると考えられる。

理ノ研究ニ基クヲ以テ、氣象學ニ於テ大氣ノ壓力、溫度、乾温、風力、風向、雲量、雲形、雨雪量等各種ノ觀察ヲ爲シ、等氣壓、等温線等ヲ算畫シ、始メテ天候ヲ豫報スルニ至リタル如ク、地震學ニ於イテハ主トシテ地温、ジュウリヨク、地迂リ、地磁氣、地電流等ノ諸般ノ觀測ヲ遂ゲ、等磁線、及地下温面、等壓面等ヲ算畫シ其ノ状態ノ變遷ニ由テ始メテ豫知豫報ノ方法ヲ講ズルヲ得ベシ、現今科學ノ進歩、器械ノ精工ヲ察スルニハ、氣象學發達ノ際ト攻究ノ困難固ヨリ同日ノ論ニアラズト雖モ、亦其業ノ容易ナラザルヲ見ルベシ、地球ヲ人身ニ譬ワレバ氣象學ハ猶ホ外科ノ如ク、地震學ハ猶ホ内科ノ如シ、外科ヲ措テ單ニ内科ヲ研究スルニ能ハズ、外科ニ於イテモ亦タ然リ、兩科相待テ始メテ其効ヲ見ル、今ヤ外科ノ攻究ハ既ニ其緒ニ就ケリ、豈獨リ内科ノ攻究忽ニスベケンヤ、吾人ハ實ニ地殼ノ病原ヲ察シ以テ其災害ヲ豫防スルノ方ヲ講ゼザルベカラズ一旦地震學ヲシテ氣象學ノ地位ニ進ムルヲ得セシメバ、家屋ノ構造、堤防、砲臺ノ建設、鐵道橋梁ノ布架、船梁港灣ノ築造、市街都府ノ方位、形狀等國イエノ長計ニ關スル企圖ヲ確定シ、其人類ニ興フル効用豈又氣象學ノ比ナランヤ
[田中館・他(1893)]

金は、引用文中の下線箇所についてを「氣象学的地震学」である、つまり著者たちが氣象学のように関連していると考えられる様々な現象を網羅的に観察し、そこから得られたデータを用いて図面を作成し、これに基づいて予知を行う手順を取った方法を要請していたと説明している[金(2007f)]。また、氣象学を「外科」、地震学を「内科」とたとえている点から、氣象学研究を大氣という地球の外部についての探究であるとした場合に地震学は地殼、つまり地球の内部についての探究であると説明している。

本稿において上の金の分析に追記すべきことは、引用文中の太字箇所において著者たちが、地震が地殼の振動であると理解し、そのため地震学研究が「波動力學」と「地殼物理」の研究に基づくとしていたということである。また、氣象学についても、「流体力學」及び「大氣物理」の分野に属すると理解していることがわかる。これらのことから、『意見』の著者たちが氣象学を“大氣物理学”，地震学を“地殼物理学”，つまりいずれも地球を研究対象とする物理学の一分野としても捉えていたことがわかる。

物理学において地殼をテーマとした研究は、19世紀後半にイギリスのケルヴィン卿(William Thomson, Lord Kelvin, 1824-1907)やドイツの数理物理学者たちが弾性学研究の応用課題として取り組んでいたことは、19世紀の数理物理学史の研究[クライン(1995)]や材料力学史の研究[ティモシェンコ(2007)]において知られている。また、田中館や長岡の1890年代頃の研究は彼らに影響を受けていたことや、氣象学者の中村と地震学者の大森は科学者としては別の領域に進んだが、学士課程ではいずれも物理学科に在籍して田中館や長岡と同様の西洋の物理学者たちに師事していたことが物理学史研究において知られている[日本物理学会(1978)]。これらのことから、『意見』の背景には、物理学者や物理学の素養をもつ科学者による地震学を物理学の一分野として理解しようとする発想があったと考えられる。

3.3 小括

本節では、震災予防調査会創設時に発表された『概略』のたたき台になった『意見』に着目することで、震災予防調査会が構想していた「地震學研究」が、「波動力學並ニ地殼物理ノ研究」に基づくものであるとされ、氣象学研究を大氣という地球の外部についての探究であるとした場合に地震学は地殼、つまり地球の内部についての探究であると説明されていたことを示した。つまり、震災予防調査会が目指した地震学は、「波動力學及び地殼物理」の方法、すなわち物理学的な手法による地殼の探究によって、地震のメカニズムを解明するものであった。

『意見』の提言者4名のうち2名は物理学者として田中館と長岡が名を連ねていたことから、『意見』が少なくとも彼らの主張や発想を背景としていることが推測できる。物理学者の彼らは、震災予防調査会が創設され調査事業を展開していった際にも、地震予知のための調査事業として挙げられたいくつかの項目にも調査事業の実行者、あるいは主導者として参加した。次節では、その動向に着目する。

§4. 震災予防調査会の掲げた地震予知とその方法：物理学者の参加に着目して

4.1 本節の目的

本節では『概略』に示されていた調査事業の項目のうち物理学者が参加した項目とその動向に着目することで、震災予防調査会が掲げた地震予知を行うた

めの方法としてどのような物理学的な手法や研究課題が必要と考えられていたかについて検討する。

4.2 震災予防調査会の目的と調査事業の項目

『概略』では、震災予防調査会が掲げる目的とそれを達成するために必要とされた調査事業が挙げられている。

まず、目的については次のようにある。

本會ノ調査事業ハ其名称ノ如ク地震ノ災害ヲ豫防ス可キ手段ヲ調査スルニ在リ更ニ之ヲ言ヘハ一面ニ於テハ地震ヲ豫知スルノ方法有ヤ否ヤヲ探究シ一面ニ於テハ地震ノ起リタル際其災害ヲ最モ少ナカラシムヘキ計畫ヲ爲スニ在リ[震災豫防調査會(1893)]

上の引用から、震災予防調査会の目的は地震の災害を予防する手段を調査することであり、具体的には地震を予知する方法を探究することと、地震の被害を最小にする計画を立てる、すなわち建造物の耐震性の向上を図ることがあるとされていることがわかる。

次に、前述の目的を達成するために必要な調査事業全 18 項目(表 2)のうち、第 1~3, 5~6, 8~11 の計 9 項目に当たる、地震を予知する方法を探究することについての項目は以下のように定められている[震災豫防調査會(1893a)]。

第 1 項は全国の地震・津波・火山噴火の記録、及び地震の前兆とされた現象の記録を収集することである。第 2 項は地震史の編纂であり、これによってどの地方に震災が多かったかが確かめられ、どの程度の時間間隔で起こるかかわかるとしている。第 3 項は地質学上の調査であり、これによってなぜ地震が多い地方と少ない地方があるのかを探究することができるとしている。『概略』の第 1~3 項は『意見』の第 7 項をたたき台としていると考えられる。

第 5 項は地震波の伝搬速度の測定であり、これは震源を突き止めるために重要で、これまでミルンらが行ってきたが満足のいく結果は出ていないとしている。第 6 項は傾斜変化の観測である。濃尾地震などの比較的大きな地震の後に地面の傾斜変化が記録されたことから、定期的に観測することで地震を予知する一助となる可能性があるとしている。『概略』の第 5~6 項は『意見』の第 5 項をたたき台していると考えられる。

第 8 項は地磁気の観測である。これは濃尾地震後

の地震に伴って地磁気に変化したという田中館と長岡の報告[田中館・長岡(1892)]に基づくとあり、全国 5 カ所に地磁気観測所を設置する計画を立てている。この項目は『意見』の第 4 項をたたき台していると考えられる。

第 9 項は地下の温度の観測である。これは、地球内部の収縮があった場合、それによって地震が起こるメカニズムを探究するためであるとしている。日本各地で地下の温度を観測して、天気図のように“当温度面”を描き、それと地震・火山の分布との関係がわかれば地震が予知できるとしている。この項目は『意見』の第 1 項をたたき台していると考えられる。

第 10 項は重力の分布とその変動の調査である。これは、局所的な重力の変化によって地殻に裂け目が生み出される、つまり地震の要因になることが考えられるためとしている。この項目は『意見』の第 2 項をたたき台していると考えられる。

第 11 項は緯度の変動の観測と土地の昇降の調査である。これは、地球の自転軸の変動に伴う緯度の変化は地震と関係すると考えられるためとしている。この項目は『意見』の第 3 項をたたき台していると考えられる。

以上の地震予知に関する項目について、泊は、日本の地震予知計画の歴史は 1962 年に日本地震学会の地震予知計画研究グループが発表した「ブループリント」[The Earthquake Prediction Research Group in Japan(1962)]を始点として語られることが多かったが、震災予防調査会の事業も地震予知計画と呼べる十分な内容を伴っていたと指摘している[泊(2015d)]。

なお、『意見』の残りの項目である第 5 項目は、地震の被害を最小にする計画を立てる調査項目として、第 7 項の地上と地中の地震動を比較することのたたき台となっていると考えられる。

4.3 物理学者が参加した震災予防調査会の調査事業項目とその動向

震災予防調査会の活動時期については、組織の解散後に地震学者今村明恒(1870-1947)が行った次の区分に乗っ取ることが多い。第 1 期を創立から 1897 年頃まで、第 2 期を 1897 年頃から関東大震災まで、第 3 期を関東大震災から官制廃止までとする区分である[今村(1929)]。物理学者が参加した調査事業が実施された時期は、上の区分のなかで今村が「各委員が一齊に活動した」と評する第 1 期の時期に当たる。

表 2 震災予防調査会の調査事業全 18 項目^a

Table 2. The survey projects of the Earthquake Investigation Committee

項目	地震を予知する方法を探究する	地震の被害を最小にする計画を立てる, すなわち建造物の耐震性の向上を図る	その他
1	全国の地震・津波・火山噴火の記録, 及び地震の前兆とされた現象の記録を収集する		
2	地震史の編纂を行う		
3	地質学上の調査. これによってなぜ地震が多い地方と少ない地方があるのかを探究する		
4		地震動の性質を研究する	
5	地震波の伝搬速度の測定を行う		
6	傾斜変化の観測を行う		
7		地上と地中の地震動を比較する	
8	地磁気の観測を行う		
9	地下の温度の観測を行う		
10	重力の分布とその変動を調査する		
11	緯度の変動の観測と土地の昇降の調査を行う		
12		構造材料の強弱を試験する	
13		各種の耐震家屋の計画, これを地震の多い地方に建築する	
14		建造物の雛形をつくり, 人工的な振動を与えて試験する	
15		現在の建造物を震災に備えて予め調査しておく	
16		各種地盤について地震動の大きさを比較測定する	
17		地震動を遮断する方法を試験する	
18			調査報告を出版し, 調査結果を普及する

凡例

- ・ 表は『震災予防調査会調査事業概略』の調査事業項目とその説明を現代語に訳し, 一部要約したものである. 現代語訳と要約には, 泊による整理[泊次郎, 2015, 日本の地震予知研究 130 年史: 明治期から東日本大震災まで, 東京大学出版会, 671pp., 62-64.]を参考にした.

^a The table is a partial summary of the survey items and their explanations in the "Outline of the Survey Projects of the Earthquake Investigation Committee (震災予防調査会調査事業概略)" translated into modern language. Referred to the arrangement by Tomari's analysis ([泊次郎, 2015, 日本の地震予知研究 130 年史: 明治期から東日本大震災まで, 東京大学出版会, 671pp., 62-64.]).

物理学者が参加した調査事業は、第 5, 8, 9~11 の計 5 項目である。

まず、第 5 項の地震波の伝搬速度の測定[震災豫防調査会(1893c)]は、はじめは地震学者の関谷、今村、大森が順に担当した他、長岡も行っていたことが知られている[泊(2015e)]。長岡は、地殻を構成する日本各地の岩石の弾性定数を測定し、その弾性的性質の相違から地震波の伝搬速度は地殻表面よりも地球内部を進むほど大きくなることを示した[Nagaoka (1900)]。これ以降、長岡は後進の物理学者日下部四郎太(1885-1924)に引き継ぎ、後にこの研究が日下部が物理学者としてその名を知られる上で最も主要なテーマとなる[板倉・他(1973c)]。

第 5 項の研究を皮切りに、長岡は 1900 年代において個人研究としても地震をテーマにした論文を発表していったことが、長岡研究において明らかにされている[板倉・他(1973d)]。長岡自身はこの研究を日本の地震学よりもむしろ同時期の西欧の物理学の潮流のなかに位置付けようとしたとする史的解釈がされている[金(2007g)]。しかし、長岡のこの時期の地震研究には『意見』において地震学が基づくとされていた波動力学を用いた理論的傾向がある[菱木(2022)]ことから、長岡は個人研究においても震災予防調査会の掲げた目的、つまり地震を予知する方法の可能性を導くことを目指していたとする解釈も可能であるように思われる。

次に、第 8 項の地磁気の観測がある。この調査項目に基づき 1893-96 年に行われた全国の地磁気調査では、田中館が中心となって、東京帝国大学の物理学科の学生が動員され、およそ 400 の観測点で測定が行われた[Tanakadate(1904a)]。1900 年の第 29 回委員会では、「地球磁力」の調査のための特別委員会が設置され、物理学者では田中館と長岡が選定されている[震災豫防調査会(1900)]。地震との関係についての研究はその後進展を見せなかったが、この項目によって、少なくともこの時期の日本の物理学者や物理学科の学生が、震災予防調査会の地震の予知を念頭に置いた調査として地磁気の観測調査に携わったことがわかる。

地球物理学者としての田中館について研究を行った吉田は、上記の全国の地磁気調査の成果をまとめた報告書[Tanakadate(1904b)]が田中館の個人研究としての地磁気研究の集大成であるとしている[吉田(1998a)]。吉田は田中館が日本国内の地磁気の測定データに基づいて同時期の西洋における地磁気学

の研究動向について批判的検討を行ったことの、同時期の国際的な科学研究における重要性を指摘している[吉田(1998b)]。吉田の指摘を併せて検討すると、第 8 項の調査項目は、地震予知の目標に向けて、当時の国際的な科学のトレンドのテーマを調査課題として選択されたものと解釈することができる。

次に、第 9 項の地下の温度の観測がある。この調査項目に基づき、東京帝国大学の構内に掘った井戸などの水温観測を 1901 年から開始し、その観測成果を田中館がまとめて報告している [田中館(1903)]。また、この観測には当時物理学者を志す大学院生であった本多光太郎(1870-1963)も参加しており、井戸の水位が地震の前後で変化したことと気圧の変化の関係を考察している[本多(1903), 本多・他(1903)]。

本多は、1911 年に東北帝国大学の初代物理学教授に着任後、日本の金属学研究の創始者としてその名を最も知られる人物であるが、1900~1910 年代の時期に金属の磁性に関する研究と並行して津波や潮位、間欠泉、湖沼等をテーマとした個人研究も精力的に行っていたことが明らかにされている[初山(2019)]。第 5 項を契機とした長岡と同様に、本多のこのような個人研究のテーマの出発点もまた、震災予防調査会で掲げられた、地震予知の方法の可能性を探究することを念頭に置いた調査への参加にあったことがわかる。

第 10 項の全国の重力分布の調査は、長岡を中心として行われ、東京の重力加速度を得る成果を報告している[長岡・他(1901)]。長岡は 1910 年の観測まで参加し、その後も 1915 年まで続けられた後にその調査活動は測地学委員会に引き継がれた。第 11 項の緯度の変動の調査も同様に、後に測地学委員会に引き継がれた。

測地学委員会は、1886 年に発足した国際測地学協会(International Association of Geodesy: IAG. 現在は国際測地学・地球物理学連合の構成組織)の地球の緯度変化を調査する事業の担当組織として 1889 年に日本が加盟したことで発足した専門組織であり、測地に関わる海軍・陸軍各部署の代表が任命された他、気象学者の中村や測地学者の木村榮(1870-1943)、田中館や長岡といった物理学者も任命されている[板倉・他(1973e)]。田中館と木村は国際測地学協会の 1898 年の総会に、長岡は 1900 年の総会に、それぞれ日本代表として出席したことが知られている[板倉・他(1973f)]。

4.4 物理学者が参加した調査事業項目の選択動機についての検討

以上の調査項目は、いずれも明治期の地球物理学として分類されるテーマである一方で、国際的にも注目されていたテーマでもあったことがわかる。特に地震波の伝搬や地磁気、重力分布については、19世紀後半に地球の内部構造の探究の有用な手段として着目されていたテーマであったことが、地球科学及び地球物理学の歴史研究において知られている[山田・加藤(2021a), 山田・加藤(2021b)]. 第10項の観測調査が測地学委員会に引き継がれた後の水沢緯度観測所での木村による観測と、後の緯度計算の方法の改良への貢献については、木村に協力していた田中館と長岡の国際的な競争を見据えた日本人科学者としての自信となり、その後の研究活動の原動力になった事例として知られている[板倉・他(1973g), 岡本(2011)].

また、以上の調査項目が、19世紀末までの日本の物理学者の個人研究の主要なテーマでもあった理由については、この時期の日本の科学が西欧の科学を分担して行う「植民地的」な段階でしかなかったという史的解釈がされている[Home and Watanabe (1987)]. この解釈では、これらのテーマに対して日本人科学者は受動的であるように思える。しかし、本節で示したように、震災予防調査会の地震を予知する目標のための調査事業であったという背景から検討すると、これらのテーマを国際的な科学の分担というよりもむしろ、初期の地球科学といえる国際的にトレンドになっていたテーマを、日本国内のローカルな地での地震を予知し、災害の予防の可能性に近づく方法の一つとして捉え、能動的に選択していたと解釈できる。

4.5 小括

本節では、『概略』に示されていた調査事業の項目のうち物理学者が参加した項目である、地震波の伝搬速度の測定、地磁気の観測、地下温度の観測、全国の重力分布の観測調査、緯度の変動の観測の5項目に着目して、調査事業として選ばれた背景について検討した。これらが地球物理学、または同時期の国際的な初期の地球科学の傾向にも乗っ取る研究課題であったことから、震災予防調査会が地震予知の方法の可能性を探究するためにそのような課題を設定していたことがわかった。また、それぞれの項目に参加した物理学者の個人研究との関連についての分析から、特に長岡、日下部、本多は、第2期1900

年代～1910年代にかけて個人研究においても調査事業のテーマを引き継ぎ、展開していたことを指摘した。以上のことは、彼らの研究上では、それらのテーマの出発点が震災予防調査会への参加にあったということもできることを示している。

§5. おわりに

本稿では、近代日本の地震災害研究の調査機関である震災予防調査会が掲げた地震予知の方法の可能性の探究を目指した調査事業に物理学者の参加があったことに着目し、震災予防調査会の要請した地震学、及び物理学者の参加した事業項目から震災予防調査会の掲げたその探究がどのような性格のものであったかについて再検討した。これによって、震災予防調査会がその可能性を探求した地震予知の方法とは、地殻の運動のメカニズムを波動力学及び物理学的な手法によって解明するという方法であり、物理学者や物理学の素養をもつ科学者による地震学を物理学の一分野として理解しようとする発想を背景としていたと解釈できることを指摘した。また、震災予防調査会の地震予知を目的とした調査項目のなかで物理学者が担当した項目の分析から、震災予防調査会は、日本国内のローカルな地での地震を予知し、災害の予防の可能性に近づく方法の一つとして国際的な科学のトレンドのテーマを選択しており、その研究に参加した物理学者たちもそのことを認識していたことを指摘した。

以上の本稿の分析から、近代日本の地震災害研究において、震災予防調査会は物理学的な手法と国際的にトレンドになっていたテーマを地震研究に活用することで、日本国内のローカルな地における地震予知の方法の可能性を探究するという課題に取り組もうとしており、そうした課題を田中館と長岡を筆頭に、当時の物理学者たちが担当していたことがわかる。このことは、震災予防調査会の主体的な参加者として、ひいては明治・大正期の地震災害研究の担い手として、地震学者と同様に物理学者も積極的に位置づけられることを示唆している。本稿の結論を踏まえたとき、近代日本の地震災害研究についてどのような新たな歴史的側面を描き得るかについての検討は、今後の課題としたい。

対象地震:1891年濃尾地震以降の地震全般

謝辞

本稿の分析および執筆に当たって、有賀暢迪氏(一橋大学大学院言語社会研究科)、石居人也氏(一橋大学大学院社会学研究科)にご指導とご助言をいただきました。また、史料の調査に当たり、室谷智子氏をはじめとする国立科学博物館理工学研究部の皆様に多大なるご助力をいただきました。皆様に、この場を借りて御礼申し上げます。

文献

- The Earthquake Investigation Committee, 1897-1930, Publications of the Earthquake Investigation Committee in foreign languages (震災豫防調査会欧文報告)。
- The Earthquake Prediction Research Group in Japan, 1962, Prediction of Earthquakes: Progress to Date and Plans for Further Development., Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 1-32.
- Clancey, Gregory K., 2006a, Earthquake Nation: The Cultural Politics of Japanese Seismicity 1868-1930, University of California Press, 331pp., 151.
- Clancey, Gregory K., 2006b, Earthquake Nation: The Cultural Politics of Japanese Seismicity 1868-1930, University of California Press, 331pp., 151-152.
- 萩原尊禮, 1982a, 地震学百年, 東京大学出版会, 258pp.
- 萩原尊禮, 1982b, 地震学百年, 東京大学出版会, 1982, 258pp., 41-42.
- 萩原尊禮, 1982c, 地震学百年, 東京大学出版会, 1982, 258pp., 90.
- 初山高仁, 2019, 本多光太郎と津波, 尚絅学院大学紀要, 77, 11-20.
- 菱木風花, 2022, 物理学者長岡半太郎の1900年代～1920年代における地震研究の理論的手法の再検討, 国立科学博物館研究報告 E 類(理工学), 45, 1-11.
- Home, R.W. and M. Watanabe, 1987, Physics in Australia and Japan to 1914: A Comparison, Annals of Science, 44, 215-235, 233.
- 本多光太郎, 1903, Daily periodic change of the level in an artesian well.(理科大学ノ深井ニ於ケル水平ノ週期的變化ニ就テ), Tōkyō Sūgaku-Butsurigakkwai kiji-gaiyō, 2(6), 65-73.
- 本多光太郎・吉田吉・寺田寅彦, 1903, On the Secondary Undulations of Oceanic Tide.(驗潮器ノ記録ニ表ハルノ小波動ニ就テ), Tōkyō Sūgaku-Butsurigakkwai kiji-gaiyō, Tōkyō Sūgaku-Butsurigakkwai kiji-gaiyō, 2(16), 222-232.
- 藤井陽一郎, 1967, 日本の地震学:その歴史的展望と課題, 紀伊国屋書店, 239pp.
- 池上良平, 1987, 震源を求めて——近代地震学への歩み, 平凡社, 258pp., 57-60.
- 今村明恒, 1929, 明治大正年間に於ける本邦地震学の發達, 地震 第1輯, 1, 90-121, 106.
- 板倉聖宜・木村東作・八木江里, 1973a, 長岡半太郎伝, 朝日新聞社, 719pp., 150.
- 板倉聖宜・木村東作・八木江里, 1973b, 長岡半太郎伝, 朝日新聞社, 719pp., 63-100.
- 板倉聖宜・木村東作・八木江里, 1973c, 長岡半太郎伝, 朝日新聞社, 719pp., 230.
- 板倉聖宜・木村東作・八木江里, 1973d, 長岡半太郎伝, 朝日新聞社, 719pp., 360-361.
- 板倉聖宜・木村東作・八木江里, 1973e, 長岡半太郎伝, 朝日新聞社, 719pp., 217-218.
- 板倉聖宜・木村東作・八木江里, 1973f, 長岡半太郎伝, 朝日新聞社, 719pp., 218.
- 板倉聖宜・木村東作・八木江里, 1973g, 長岡半太郎伝, 朝日新聞社, 719pp., 221-223.
- 金凡性, 2007a, 明治・大正の日本の地震学:「ローカル・サイエンス」を超えて, 東京大学出版会, 174pp., 63.
- 金凡性, 2007b, 明治・大正の日本の地震学:「ローカル・サイエンス」を超えて, 東京大学出版会, 174pp., 61.
- 金凡性, 2007c, 明治・大正の日本の地震学:「ローカル・サイエンス」を超えて, 東京大学出版会, 174pp..
- 金凡性, 2007d, 明治・大正の日本の地震学:「ローカル・サイエンス」を超えて, 東京大学出版会, 174pp., 49.
- 金凡性, 2007e, 明治・大正の日本の地震学:「ローカル・サイエンス」を超えて, 東京大学出版会, 174pp., 63.
- 金凡性, 2007f, 明治・大正の日本の地震学:「ローカル・サイエンス」を超えて, 東京大学出版会, 174pp., 64.
- 金凡性, 2007g, 明治・大正の日本の地震学:「ローカル・サイエンス」を超えて, 東京大学出版会, 174pp., 114.
- 金凡性, 2021, 地震学:「ローカル」と「グローバル」のせめぎ合い, 科学史事典, 日本科学史学会(編), 丸善出版, 758pp., 292-293.
- 北原糸子, 1998a, 磐梯山噴火:災異から災害の科学へ(ニューヒストリー近代日本;3), 吉川弘文館, 284pp., 19-20.
- 北原糸子, 1998b, 磐梯山噴火:災異から災害の科学へ(ニューヒストリー近代日本;3), 吉川弘文館, 284pp., 9.

- 北原糸子, 2021, 震災と死者 : 東日本大震災・関東大震災・濃尾地震, 筑摩書房, 311pp., 267-268. 国立科学博物館所蔵「長岡半太郎資料」(Wo.7). 国立科学博物館所蔵「長岡半太郎資料」(Wo.63).
- F.クライン, 1995, クライン:19世紀の数学, 共立出版株式会社, 416pp., 239-240.
- H.Nagaoka, 1900, Elastic Constants of Rocks and the Velocity of Seismic Waves., Publications of the Earthquake Investigation Committee in foreign languages., 4, 47-67.
- 長岡半太郎・新城新藏・大谷亮吉, 1901, 東京ポツダムノgノ比較測定, 東京数学物理学会報告, 1, 6-8.
- 中尾麻伊香, 2017, 天変地異をめぐる科学思想——関東大震災と科学啓蒙者たちを中心に, 金森修編, 明治・大正期の科学思想, 勁草書房, 455pp., 331-368.
- 日本物理学会, 1978a, 日本の物理学史(上:歴史・回想編), 東海大学出版会, 658pp., 138-144.
- 日本物理学会, 1978, 日本の物理学史(上:歴史・回想編), 東海大学出版会, 658pp., 147-153.
- 岡本拓司, 2011, 原子核・素粒子物理学と競争の科学観の帰趨, 金森修編, 昭和前期の科学思想史, 勁草書房, 472pp., 106-181, 122-123.
- 震災豫防調査會, 1893a, 震災豫防調査會調査事業概略, 震災豫防調査會報告, 1, 10-20.
- 震災豫防調査會, 1893b, 本會ノ組織, 震災豫防調査會報告, 1, 1, 1.
- 震災豫防調査會, 1893c, 震災豫防調査會調査事業概略, 震災豫防調査會報告, 1, 10-20, 13.
- 震災豫防調査會, 1900, 委員会, 震災豫防調査會報告, 32, 3, 3.
- 田中館愛橋・長岡半太郎, 1892, 濃尾地震ニ随伴セル等磁線之變動, 東洋學藝雜誌, 130, 360-366.
- 田中館愛橋・中村精男・長岡半太郎・大森房吉, 1893a, 地震學研究ニ関スル意見, 東洋學藝雜誌, 139, 206-213.
- 田中館愛橋・中村精男・長岡半太郎・大森房吉, 1893, 地震學研究ニ関スル意見, 東洋學藝雜誌, 139, 206-213.
- 田中館愛橋・中村精男・長岡半太郎・大森房吉, 1893, 地震學研究ニ関スル意見, 東洋學藝雜誌, 139, 206-213, 207-208.
- 田中館愛橋, 1903, 地下温度調査第一回報告, 震災豫防報告, 45, 17-51.
- A.Tanakadate, 1904a, A Magnetic Survey of Japan reduced to the Epoch 1895.0 and the Sea Level carried out by order of the Earthquake Investigation Committee, Journal of the College of Science, Imperial University of Tōkyō, Japan., 14, i-vii・1-180, 2-3.
- A.Tanakadate, 1904b, A Magnetic Survey of Japan reduced to the Epoch 1895.0 and the Sea Level carried out by order of the Earthquake Investigation Committee, Journal of the College of Science, Imperial University of Tōkyō, Japan., 14, i-vii・1-180.
- テイモシエンコ, S.P., 2007, 材料力学史, 鹿島出版会, 415pp., 237-238.
- 泊次郎, 2015a, 日本の地震予知研究 130年史:明治期から東日本大震災まで, 東京大学出版会, 671pp., 58-59.
- 泊次郎, 2015b, 日本の地震予知研究 130年史:明治期から東日本大震災まで, 東京大学出版会, 671pp.
- 泊次郎, 2015c, 日本の地震予知研究 130年史:明治期から東日本大震災まで, 東京大学出版会, 671pp., 67-68.
- 泊次郎, 2015d, 日本の地震予知研究 130年史:明治期から東日本大震災まで, 東京大学出版会, 671pp., 65.
- 泊次郎, 2015e, 日本の地震予知研究 130年史:明治期から東日本大震災まで, 東京大学出版会, 671pp., 75-76.
- 山田俊弘・加藤茂生, 2021a, 地球の内部構造:地震学による球殻構造の探究, 科学史事典, 日本科学史学会(編), 丸善出版, 758pp., 250-251.
- 山田俊弘・加藤茂生, 2021b, 日本における重力・地磁気測定 of 歴史:フィールドとラボラトリーのあいだで, 科学史事典, 日本科学史学会(編), 丸善出版, 758pp., 290-291.
- 吉田晴代, 1998a, 田中館愛橋の地磁気研究と鉛直電流, 科学史研究, 37(208), 193-205, 193.
- 吉田晴代, 1998b, 田中館愛橋の地磁気研究と鉛直電流, 科学史研究, 37(208), 193-205, 197-199.

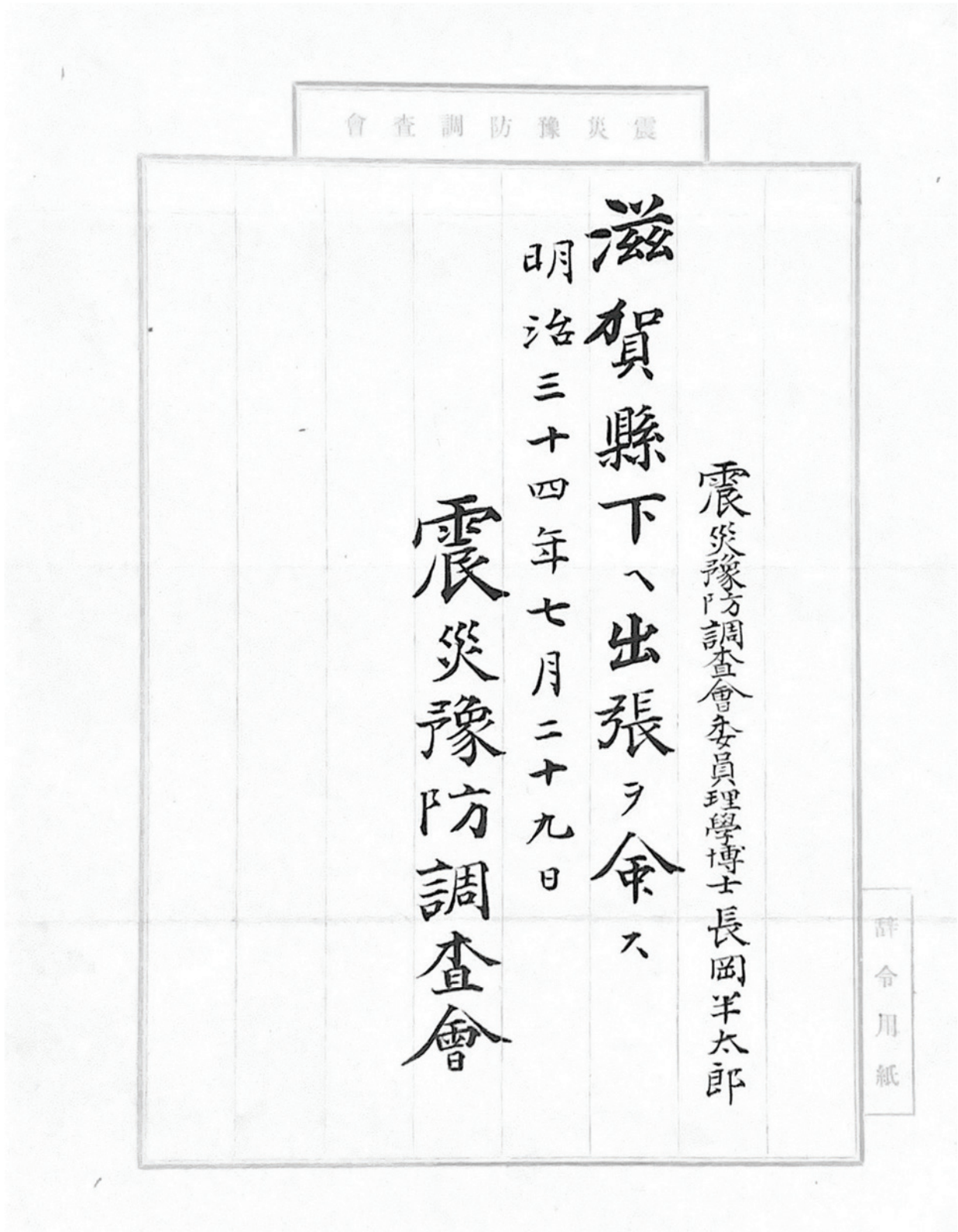


図1 長岡半太郎の個人資料に含まれる震災予防調査会の辞令文書[国立科学博物館所蔵「長岡半太郎資料」(Wo.7)]

Figure 1. A Documental Material of the Earthquake Investigation Committee Contained in Hantarō Nagaoka Papers[国立科学博物館所蔵「長岡半太郎資料」(Wo.7)]

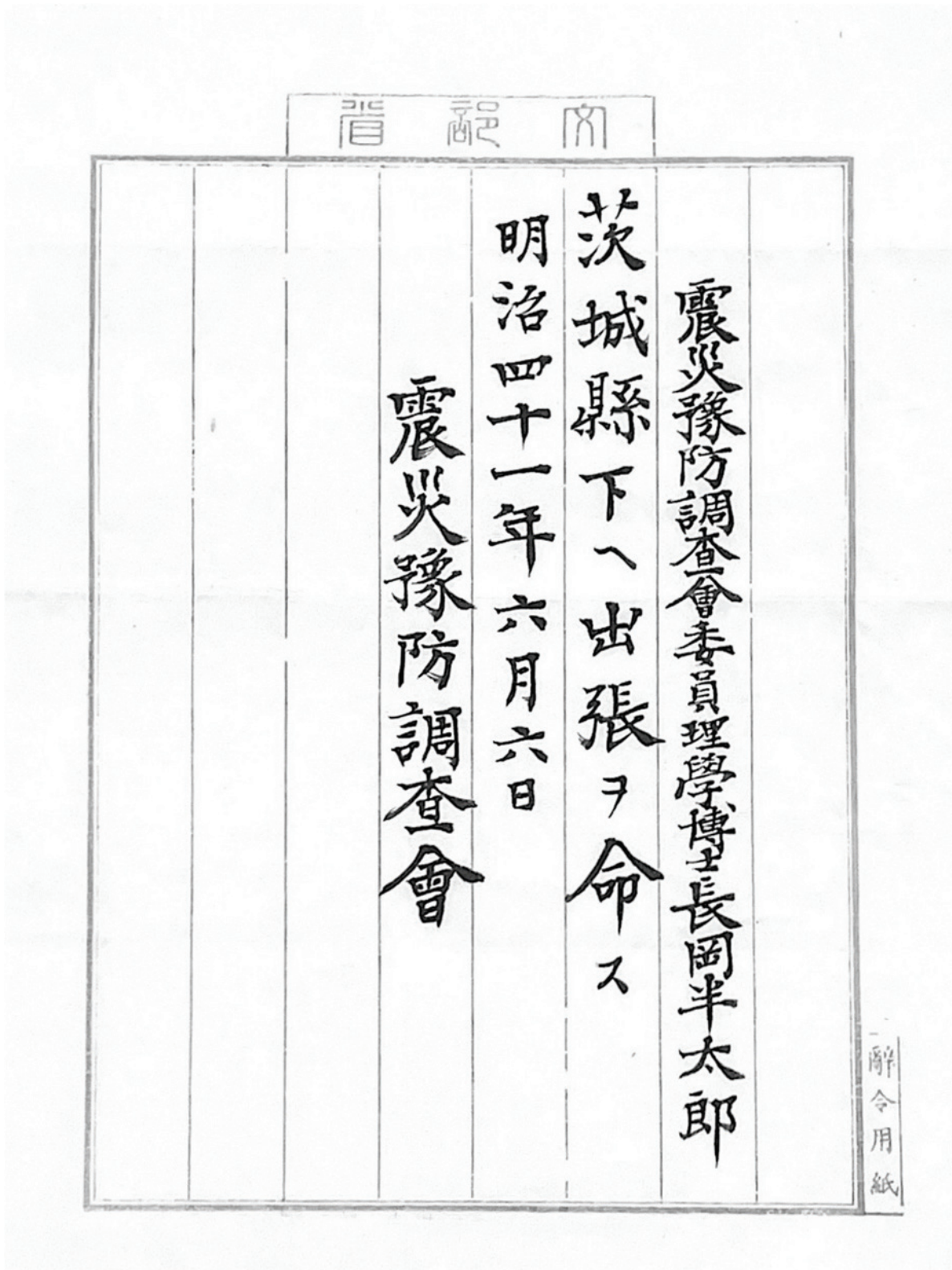


図2 長岡半太郎の個人資料に含まれる震災予防調査会の辞令文書[国立科学博物館所蔵「長岡半太郎資料」(Wo.63)]

Figure 2. A Documental Material of the Earthquake Investigation Committee Contained in Hantaro Nagaoka Papers[国立科学博物館所蔵「長岡半太郎資料」(Wo.63)]