

京大地球物理学研究の百年

国際高等研究所・竹本修三フェロー研究会

- 第1回 2009年6月27日 国際高等研究所 216 会議室
- 第2回 2009年11月7日 国際高等研究所 216 会議室
- 第3回 2010年2月13日 京都大学理学部 6 号館 301 号室

京大地球物理学研究の百年

目 次

緒 言	1
研究会「京大地球物理学研究の百年」(第1～3回): プログラムと参加者	2
第1回研究会	
尾池和夫: 所長挨拶	4
竹本修三: 寺田寅彦と京大地球物理学との関わり	6
島田充彦: 阿武山地震観測所と京大高压実験の歴史	8
須藤靖明: 京大火山学研究の光と影	13
山元龍三郎: 滑川忠夫先生に続く京大気象学の系譜	17
佐納康治・永野宏: 長谷川万吉先生と地球電磁気学研究	20
総合討論(司会: 荒木 徹)	27
第2回研究会	
竹本修三: 開会挨拶	34
尾池和夫: 大陸移動説の歴史を振り返る	35
大谷文夫: 京大地殻変動観測に携わった40余年	39
石原和弘: 東南アジアの火山研究—京大の海外貢献	43
淡路敏之: データ同化によるバーチャル海洋づくり	47
加藤 進: 地球電磁気学研究で京大の果たした役割	51
廣田 勇: 国際気象界のなかの日本—京都から何が発信されたか	57
総合討論(司会: 荒木 徹)	62
第3回研究会—京大地球物理学研究の現状と将来の展望—	
竹本修三: 開会挨拶	68
福田洋一: 固体地球物理学分野の現状と将来	69
余田成男: 大気圏物理学分野の現状と将来	73
町田 忍: 太陽惑星系電磁気学分野の現状と将来	78
総合討論(司会: 廣田 勇)	82
研究会世話人会メモ(1)	88
研究会世話人会メモ(2)	92
特別寄稿	
加藤 進: 京大地球物理学教室初期における教授群像	93
川崎一朗: 「京大地球物理学研究の百年」を聞きながら考えていたこと	95
橋爪道郎: 京大における爆破地震動観測と地殻構造の研究	99
三雲 健: 京大の1970-80年代の地震学研究の1側面: プレート・テクトニクスと 地震発生機構	103
安成哲三: 京都大学の「気候学研究」は何をやってきたか? —気候学40年史の批判的総括—	109
竹本修三: 西堀榮三郎と阿武山地震観測所	113
永野宏・佐納康治: 上海自然科学研究所物理学科と京都帝国大学理学部との関わり	117
荒木 徹: 地磁気世界資料解析センターの設立	132
対談	
佐々憲三・三木晴男: 京大地震学史に関連して	137
京大地球物理学研究に関係した教員の在職期間一覧	149
編集後記	156

緒言

1909年9月に志田順（とし）が第三代京都帝国大学の菊池大麓総長に招かれ、同・理工科大学の助教授として地球物理学の研究を開始してから百年が経過した。これを機会に京都大学における地球物理学研究の百年の歴史を振り返ってみるのは有意義なことであるということで、関係各位のご協力を得て、2009年度に国際高等研究所フェロー研究会：「京大地球物理学研究の百年」を3回にわたって開催した。

本集録は、その研究会の講演録のまとめと、講演はしていただけなかったが、その後にいただいた「京大地球物理学研究の百年」関連の寄稿を集約したものである。また、歴史資料として、対談：「佐々憲三・三木晴男：一京大地震学史に関連して」と「京大地球物理学研究に関係した教員の在職期間一覧」も末尾に収録してある。

志田が京都に赴任した1909年前後の数年間にその後、「京都学派」と呼ばれる人脈の多くの源が形成されている。1908年に菊池大麓が第三代京都帝国大学総長に就任する2年前の1906年に京都帝国大学に文科大学が新設されたが、その初代学長に、東京大学理学部数学科で菊池の教え子であり、第一高等学校校長であった狩野亨吉が就任している。狩野は、文科大学学長に就任すると、学歴にとらわれずに個性豊かな人材を京都に招いたが、1906年には小説家の幸田露伴（国文学）、また、翌1907年には新聞記者の内藤湖南（虎次郎）（東洋史学）が、それぞれ、文科大学史学科の講師として着任している。幸田露伴は、文学者としての生活を続けるために、僅か一年足らずで大学を辞してしまっただが、内藤湖南は、1909年に講師から教授に昇進し、同僚の狩野直喜や桑原隲蔵らとともに「京都支那学」を創設し、京大の東洋史学研究の礎をつくった。なお、桑原隲蔵は、フランス文学・文化研究者の桑原武夫の父である。

このほか、1906年に朝永三十郎が文科大学哲学科の助教授（西洋哲学史）、1908年に小川琢治が同史学科の教授（人文地理学）として就任している。朝永三十郎は朝永振一郎の父であり、小川琢治は小川芳樹、貝塚茂樹、湯川秀樹、小川環樹の父としても知られている。朝永三十郎は、1913年に教授に昇任し、1931年3月の停年退官まで、おもにデカルト及びドイツ観念論の研究を行った。

農商務省地質調査所の技師であった小川琢治は、広島高等師範学校教授から1906年に文科大学教授になった内田銀蔵とともに、文科大学史学科の開設に参画し、1908年5月に史学科の教授（人文地理学）に就任した。漢籍にも造詣の深かった小川は、自然地理学のほか、中国の歴史地理学に関する優れた講義や論述を行ったという。1921年に理学部地質学鉱物学教室が創設されたのに伴い、小川は、同教室の主任教授として理学部に移った。

また、1907年に文科大学哲学科社会学講座の講師として、同志社普通学校教諭の米田庄太郎が登用され、1908年には上田敏が同文学科英語学英文学講座の教授として着任している。米田は、該博な知識と卓越した語学力を駆使して、海外最新の論著・学説の紹述批判を行い、わが国の社会学の発展に先導的役割を果たしたほか、日本最初の全国的な社会学会である「日本社会学院」の創設（大正2年）にも力を尽くした。上田は、号を柳村と称し、訳詩集『海潮音』のなかで、カール・ブッセの「山のあなたの空遠く幸（さひはひ）住むと人の言ふ」の「山のあなた」や、ポール・ヴェルレーヌの「秋の日のヴィオロンのためいきの身にしみてひたぶるにうら悲し」の「落葉」などの人口に膾炙している名訳で、今なお広く知られている。

このほか、1910年8月には、西田幾多郎が学習院教授から文科大学哲学科の助教授（論理学）に就任している。西田は、1913年8月に宗教学講座担当の教授になり、その翌年に哲学講座の桑木厳翼教授が東京帝国大学に転出した後を受けて、以後は哲学講座を担当した。

このような、「京都学派」の揺籃期の1909年に、志田順が菊池大麓の招きにより、第一高等学校教授から京都帝大理工科大学助教授に就任した。志田は、菊池の期待に立派に応えて、地球科学の分野で多くの業績を残したばかりでなく、別府の地球物理学研究施設、阿蘇の火山研究所や阿武山地震観測所を開設し、京都大学における地球物理学の研究基盤の礎を築いた。

その後、次第に大学の個性が失われていくなかで、地球物理学の分野において京都大学が果たした役割はどのようなものであったかを検証し、それを今後の京都大学における地球・惑星科学の発展につなげたいというのがわれわれの望みである。

（竹本 修三）

国際高等研究所 竹本修三フェロー研究会「京大地球物理学研究の百年」

第1回研究会

場所：国際高等研究所 216 会議室

日時：2009 年 6 月 27 日（土）10:30～17:00

プログラム：

- 10:30-10:35 尾池和夫：所長挨拶
- 10:35-11:15 竹本修三：寺田寅彦と京大地球物理学との関わり
- 11:15-12:00 島田充彦：阿武山地震観測所と京大高圧実験の歴史
- 12:00-13:30 （昼食）
- 13:30-14:15 須藤靖明：京大火山学研究の光と影
- 14:15-15:00 山元龍三郎：滑川忠夫先生に続く京大気象学の系譜
- 15:00-15:15 （休憩）
- 15:15-16:00 佐納康治・永野宏：長谷川万吉先生と地球電磁気学研究
- 16:00-17:00 総合討論（司会：荒木 徹）

17:30-19:00 懇親会 けいはんなプラザホテル 2F・レストラン「ラ・セーヌ」

参加者：荒木 徹、石原和弘、伊藤 潔、入倉孝次郎、梅田康弘、尾池和夫、大塚成昭、
(40 名) 大谷文夫、尾上 謙介、加藤 進、川崎一朗、北角 哲、佐納康治、重富 國宏、
澁谷拓郎、島田充彦、須藤靖明、関口秀雄、高田理夫、竹内 文朗、竹村房子、
竹本修三、田中寅夫、津村建四朗、徳田八郎衛、富田房江、中川一郎、
西田良平、東 敏博、廣田 勇、福田洋一、町田 忍、三雲 健、三井雄太、
向井 厚志 MORI,J.Jiro、山元龍三郎、由井智志、余田、成男、渡辺 邦彦

第2回研究会

場所：国際高等研究所 216 会議室

日時：11 月 7 日(土) 10:00-17:15

プログラム：

- 10:00-10:05 竹本修三：開会挨拶
- 10:05-10:20 尾池和夫：大陸移動説の歴史を振り返る
- 10:20-11:20 大谷文夫：京大地殻変動観測に携わった 40 余年
- 11:20-12:20 石原和弘：東南アジアの火山研究－京大の海外貢献
- 12:20-13:20 （昼食・休憩）
- 13:20-14:20 淡路敏之：データ同化によるバーチャル海洋づくり
- 14:20-15:20 加藤 進：地球電磁気学研究で京大の果たした役割
- 15:20-15:30 （休憩）
- 15:30-16:30 廣田 勇：国際気象界のなかの日本－京都から何が発信されたか
- 16:30-17:15 総合討論（司会：荒木 徹）

17:45-19:15 懇親会 けいはんなプラザホテル 2F・レストラン「ラ・セーヌ」

参加者：荒木 徹、淡路敏之、井川 猛、石川裕彦、石原和弘、伊藤 潔、尾池和夫、
(44 名) 大塚成徳、大谷文夫、尾上謙介、加藤 進、川崎一朗、菊池 崇、木村磐根、
佐々恭二、齊藤直彬、佐藤 薫、佐納康治、重富國宏、島田充彦、須藤靖明、
住友則彦、諏訪 浩、関口秀雄、田畑悦和、竹本修三、田中寅夫、陳 介臣、
津田 敏隆、中村 正夫、西田良平、東 敏博、廣田 勇、福岡 浩、福田洋一
深尾昌一郎、町田 忍、松波孝治、松村 充、三雲 健、向井 厚志、MORI,J.Jiro
向川 均、由井智志

第 3 回研究会－京大地球物理学研究の現状と将来の展望－

場所：京都大学理学部 6 号館 301 号室

日時：2010 年 2 月 13 日(土) 10:00～13:00

プログラム：

10:00-10:05 竹本修三：開会挨拶
10:05-10:45 福田洋一：固体地球物理学分野の現状と将来
10:45-11:25 余田成男：大気圏物理学分野の現状と将来
11:25-12:05 町田 忍：太陽惑星系電磁気学分野の現状と将来
12:05-13:00 総合討論（司会：廣田 勇）

参加者：荒木 徹、家森俊彦、石原和弘、市川 洋、伊藤 潔、岩崎好規、尾池和夫、
(39 名) 大内正夫、大塚成昭、大塚成徳、大谷文夫、加藤 進、神沢 博、小山博通、
齊藤昭則、佐々恭二、佐納康治、芝原光喜、徐 培亮、重富國宏、島田充彦、
諏訪 浩、関口秀雄、竹本修三、巽 雅幸、田中寅夫、田中良和、谷 伸、
陳 介臣、津田敏隆、中村正夫、原田 朗、廣田 勇、福田洋一、町田 忍、
松村 充、三雲 健、南 拓人、余田成男

●なお、研究会の Web 版集録は、京大地球物理学同窓会のホームページ下の

下記アドレスに置かれている。

第 1 回 <http://www.kugi.kyoto-u.ac.jp/dousoukai/iias09June27/program.html>

第 2 回 <http://www.kugi.kyoto-u.ac.jp/dousoukai/iias09nov07/index.html>

第 3 回 <http://www.kugi.kyoto-u.ac.jp/dousoukai/iias10feb13/index.html>

所長挨拶

尾池和夫

皆さんお早うございます。国際高等研究所の所長をこの4月から務めております尾池でございます。すでに何回か来られた方もいらっしゃるし、また、初めての方もたくさんおられるようです。暑いですが、休み時間などを利用してちょっと外を散策していただきますと、こちら側のサイトに裏千家の茶室があったりします。また、所長公邸と称する立派な屋敷があったりするんですが、いまは使っておりません。またいろんなことで皆さんにご利用いただけるのではないかと考えております。

いま、国際高等研には450人くらいの研究者が所属しております。適宜いろんな研究会なども開かれています。大学の先生が多いですから土曜日は開いていて、日・月曜日は休むというシステムをとっております。たくさんの方が来られて、いろんな研究をなさっていますが、ここでは主に学術の芽を出すということを目的としております。これが次第にまとまってくると科学研究費の申請などにもつながるという、そういったことをやっております。

今日は、竹本先生が非常によい企画をしてくださしまして、京都でどういう風に地球物理の研究が始まったかとかいうお話がいろいろ出てくると期待しておりますが、そこに至るまでに、寺田寅彦あたりから話が始まるようです(笑)。寺田寅彦さんは、私も高知の出身ですが、高知で育った人で、俳句を詠んでいたり、いろいろなことをなさっています。災害に関する俳句も多く、そこに季語をどういう風に災害と結びつけて詠んでいるかなどについて、ときどき勉強させてもらっています。

さて、歴史を振り返ってみますと、そもそも地球物理学がどこから始まったかはなかなか難しいのですが、私は地震学をやっていて、地震学の辺は割合よくわかっています。まず、1877年に東京大学(その後の帝国大学)が設立され、そこから物事が始まりました。外国から御雇学者がたくさん来ましたが、彼らは地震の多いのに驚いたようで、1880年の横浜の強震を契機として、日本地震学会が設立されました。もちろん気象や海洋やその他の学問はずっと昔からあったわけで、また測地学はもっと古い時代までさかのぼることができます。地震学は、それらの学問に比べるとずっと新しく、この研究会の趣旨に一番関係するのは、1891年に起こった濃尾大地震のあとで文部省のもとに震災予防調査会が発足したことです。そこから日本の地震の組織的な研究が始まりました。

この震災予防調査会の発起人が菊池大麓さんなんですね。菊池さんは1909年に第3代の京都大学総長に就かれて、そこで志田順さんを東京から招きたいということで手紙を書きました。そしてその年の9月に、志田さんは、物理学第一講座、そのときは理工科大学に属していた講座ですが、その助教授として赴任され、1913年に教授になりました。その後、1918年に地球物理学一般講座、いわゆる第一講座ができて、さらに1920年に地球物理学教室が独立したという歴史をたどることができます。菊池大麓さんが震災予防調査会の発起人だったということが、総長になったときに京都大学で地震学の研究を始めようと決心した1つのきっかけだったと思います。

この前、竹本先生とちょっと話していたんですが、面白いのは、京都大学は部局の自治を非常に重んじる大学なんですね。今はちょっと知りませんが(笑)。それはまあともかくとして、そういう伝統がこれまでずっとあったわけですね。ところが菊池総長の時代には、分科大学があってそのうえに帝国大学があり、それを統括するのが総長でしたが、その総長が分科大学の講座の人事を直接やっているんですね。総長本人が、新進の研究者に「お前、京都に来て地震計や傾斜計の面倒を見ないか」などという手紙を出して、分科大学の講座のポストを埋める直接のアクションを起こしているわけです。これは今とはものすごい違いですね。このあたりが大学自治の歴史や学部自治の伝統の背景を考えるうえで面白いなと竹本先生と話しておりました。京大の地球物理学研究の歴史を

調べるときに、その背景にあるこういった事情にも目をやると、大学の自治や学部自治の成り立ちがわかってくるかも知れません。私も、その辺の背景の方を沢柳事件の影響なども含めて、もう少し調べてみようかなという気がしております。

それから 1920 年代は第一次世界大戦後の国の成長期で高等教育拡充計画のもとに大学の学生数がわーと増えました。それまでは帝国大学のなかで、理とか工とか、それに法とか、大体一文字で表される学部ばかりだったわけですが、それ以外にいろんな学部がだんだん増えていったときです。1923 年には関東大震災が起りましたが同期的に国の成長が図られ、1925 年には京都大学の時計台が建築されました。この建物は、建築学教室の初代教授の武田五一さんが設計したもので、当時最新の鉄筋コンクリート構造が採用されました。ここから耐震という問題も出てくるわけで、この建物は、2003 年に外観を保持したまま耐震構造になるように改築されました。

そのころに志田順さんが計画した建物が続々と出てきますが、1923 年に別府の地球物理学研究所、1928 年には阿蘇の火山研究施設、次にできたのが阿武山地震観測所で 1930 年に完成しています。そういう時代だったんですね。そこからいろんなことが始まっています。関東大震災の頃にできた建物ですから、防震対策がしっかりしているかと思ったのですがそうでもなくて、後になって免震構造にするのに大分お金をつぎ込みました。まあ、こういう施設で行われた研究がこれからこの研究会でいろいろ語られると思います。

時間が来たようで、簡単ですが歴史の前史の部分をちょっと語らせていただきました。実はこの研究所は土曜日も活動しているので、お客さんがあるときどき中座させてもらいますが、できる限り研究会のお話を聞かせてもらおうと思っています。今日はどうもありがとうございました。



寺田寅彦と京大地球物理学との関わり

竹本修三（国際高等研究所）

志田順が1909年にレボイル・パシュウィツ（Rebeur-Paschwitz）式傾斜計を京都の上賀茂地学観測所に設置し、わが国で初めて地球潮汐の観測に成功してからちょうど百年が過ぎた。この上賀茂における傾斜計観測が、弾性地球の変形を表す3つの定数のうちの1つである「志田数」の提唱につながった¹。

1909年に志田順を京都帝大に招聘したのは、第3代京都帝国大学総長の菊池大麓であった。既に貴族院議員、東京帝国大学総長、文部大臣を歴任した菊池大麓が、1908年9月に京都に赴任したときに考えていた構想は、京都帝国大学の理工科大学に、東京帝国大学理科大学の大森地震学とは異なる地球物理学の研究拠点を新たに築きたいというものであった²。

そのために菊池が最初に京都に招聘しようと考えていたのは、寺田寅彦であったようだ。そのことは、1908年9月19日の寺田寅彦の日記に、「昼過中村先生出校 今朝帰京されし由なり。帰路京都に寄りて同地大学の様子色々と聞き来りし由。菊池新総長自分を京都に呼ばんと意ある由なり」と記されている。寺田は、家庭の事情や、海外留学がすでに決まっていたことなどから、結局、菊池の誘いを断っている。

そこで、菊池は、長岡半太郎や田中館愛橘らの意見も考慮にいて、当時、第一高等学校教授であった志田順の招聘に動いた。菊池は、1909年6月17日付の書簡を志田に直接送り、そのなかで、震災予防調査会が苦労して導入したレボイル・パシュウィツ式傾斜計とウィーヘルト（Wiechert）上下動地震計を東京の大森房吉が持て余しているようなので、これを京都に引取り、地球物理学の研究を本格的にやってみないかと誘っている。これらの計器の設置場所としては、震災予防調査会が1902年の地磁気の国際観測のために建てて今は使われていない上賀茂観測所を提供できるとも述べている。

志田は、この誘いを受け、菊池の期待に立派に応える業績を挙げたが、菊池からただ一度受領したこのときの書簡を装丁し、家宝として床の間に飾り、日々眺めていたという。

その後、寺田寅彦は東京帝国大学・助教授時代の1913年10月25日に京都の上賀茂地学観測所を訪れている。この事実は、彼の「手帳」に残されている。その記述によれば、10月24日に寝台列車で京都に着いた寺田は、その晩京都に泊り、翌日25日に“京都上賀茂地学観測所観覧”ののち、同日の夜行寝台列車で東京に戻っているようである。「手帳」の10月24日の欄に、汽車寝台共：8円97銭、赤帽給仕：20銭、新聞：2銭、車：45銭、烟草：20銭、エハガキ：12銭、ミヤゲ：66銭、雑誌：52銭、宿屋：5円48銭+3円、汽車：8円97銭、赤帽：20銭、朝飯：45銭、車代：47銭という几帳面な記載がある。66銭のミヤゲというのは、どんなものであったであろうか。

志田順はこの年の9月に助教授から教授昇任しており、志田研究室の大学院生であった松山基範が同年3月に講師に就任している。寺田寅彦の上賀茂地学観測所訪問に際して、この二人が主に案内をしたと考えられる。後に京大地球物理学教室を支えることになる佐々憲三と西村英一は、このときに上賀茂観測所で寺田寅彦には会っていない。佐々は当時、愛知第一中学校の1年生、西村は京都市立出水小学校の1年生であった。ただし、西村英一は、旅館で寺田に会っている可能性がある。

寺田寅彦の父（利正）が京都で定宿としていたのは、京都市中京区麴屋町姉小路の上にある柵屋という老舗旅館であった³。この柵屋旅館は、西村英一の生家である。1913年10月24日～25日に寺田寅彦が京都で泊った宿もこの柵屋であったとすると、そのとき西村英一は寺田寅彦に会った可能性も考えられる。1907年2月4日生れの西村英一は、当時、小学校1年生。もし、西村がこのとき寺田に会っていたとすると、後年、大学で地球物理学分野に進んだ西村の進路選択の動機付

けの1つになっていたかも知れない。残念ながら、これを確かめる前に西村は、1964年3月19日に57歳の若さで急逝している。

その後、寺田寅彦と志田順との個人的な交流を示す資料は見いだされていないが、寺田寅彦は、志田の弟子であった松山基範の業績を高く評価し、後々までその面倒をよくみている。

松山基範は、1929年5月25日に寺田寅彦の紹介で、帝国学士院例会において「日本及び朝鮮・満州に於ける玄武岩の付磁方向に就いて」の講演を行っているほか、1935年12月31日に寺田寅彦が亡くなる前年まで寺田の自宅を度々訪問していたことが「寅彦日記」に残されている。

話は戻るが、1909年に京都に赴任した志田 順は、菊池大麓、長岡半太郎や田中館愛橘の意向を十分理解し、それまでに彼自身が手を触れたこともなかったレボイル・パシュウィツ式傾斜計とウィーヘルト上下動地震計を上賀茂地学観測所において立派に使いこなし、これらの観測計器で得られたデータを用いて、(1) わが国における地球潮汐の最初の観測の成功と「志田数」の提唱、(2) 地震波初動の“押し引き”分布の世界初の発見、(3) 深発地震の存在の提唱、などの成果を挙げた。

このうち、「深発地震の存在」については、1928年から1935年にかけて *Geophysical Magazine* に掲載された和達清夫の一連の論文が有名であるが、それよりも早く深発地震の存在に気付いていた志田が、なぜその研究結果を学術論文として残さなかったかという疑問が残る。これに関して、志田自身は、300kmより深いところで地表面近くとまったく同じような脆性破壊が起こるとは考えにくく、地下深部でも地震が発生するなら、その物理的なメカニズムを解明する方が先だと考えていた。そこで、志田は、松山基範の協力を得て、高圧実験装置を用いた実験に着手したが、地下300kmの圧力である10万気圧の状態を実験室で再現するには至らず、時はいたずらに過ぎてしまったようである。この間の経緯は、本集録の島田充彦：「阿武山地震観測所と京大高圧実験の歴史-志田順の深発地震存在の発見との関連で-」⁴を参照されたい。

また、志田が上賀茂観測所で使用し、顕著な業績を挙げたレボイル・パシュウィツ式傾斜計は、1939年以降の足跡が途絶えており、上賀茂観測所の建物内はもとより、京都大学の地球物理学教室などにも残っておらず、現存していないのではないかと考えられていた。ところが、志田が上賀茂観測所で傾斜計を始めてからちょうど百年後の2009年7月11日に、京都大学防災研究所のJames Moriとそのとき来日中であったストラスブール大学地球物理研究所のLuis Riveraの2名によって、上賀茂観測所の敷地内の空き地の倒木や落ち葉の下に埋もれていた瓦礫のなかからレボイル・パシュウィツ式傾斜計が発見された⁵。この歴史的発見は、専門外の人々にも注目され、報道各社の紙面に下記のような関連記事が掲載された。

2009年10月10日 朝日新聞（大阪本社）夕刊10面：「100年前、地球の変形初観測」

同 10月22日 日本経済新聞夕刊16面：「100年前活躍 幻の傾斜計」

同 11月18日 京都新聞朝刊1面：「傾斜計発見、学術遺産に」

同 12月28日 読売新聞（大阪本社）朝刊16面：「地震計の元祖発見」

2010年1月16日 朝日新聞（be on Saturday）e7面：「がらくたから「お宝」」

なお、この歴史的傾斜計は、失われていた振子部分を復元した後、京都大学総合博物館で保存・展示されることになった。

（文献）

1. 竹本修三：2007, 京大の地殻変動研究短評, 測地学会誌, **53**, 123-133.
2. 佐々憲三・三木晴男：2010, 京大地震学史に関連して, 本集録, 137-148.
3. 小林惟司, 1977 寺田寅彦の生涯, 東京図書.
4. 島田充彦, 2010, 阿武山地震観測所と京大高圧実験の歴史-志田順の深発地震存在の発見との関連で-, 本集録, 8-12.
5. 竹本修三・James MORI・Luis RIVERA・Julien FRECHET, 2010, 京都・上賀茂観測所で使用されたレボイル・パシュウィツ式傾斜計の変遷, 地震, 第2輯, 第63巻, 第1号(印刷中).

阿武山地震観測所と京大高圧実験の歴史

—志田順の深発地震存在の発見との関連で—

島田充彦

(元京都大学理学部阿武山地震観測所；同学同学部地震予知観測地域センター；
同学防災研究所地震予知研究センター)

1. はじめに

私は、地球物理 4 回生の 1960 年に理学部附属阿武山地震観測所（1990 より防災研究所附属地震予知研究センター阿武山観測所、以後「阿武山」と略す）に配属されて以来高圧実験に携わってきた。そこでは先ず松島昭吾先生の岩石の変形破壊実験¹の手伝いをした。それは試験機に 1 つ 100 kg などの錘を 2 人で人力でいくつかを載せたり降ろしたりするものであった。その試験機は、志田順と松山基範により設計され、大正 7 年(1918)に大阪の安治川鉄工所によって製造された 150 kN の重錘式圧縮装置であった。この装置は阿武山観測所に現存している^{2,3}。

何故、阿武山にその設立（1930）より古い装置があり、志田順と松山基範がそのような装置を作成しようとしたかは、4 回生の学生には知る由もなかった。後年、その経緯を知り、また、志田⁴の深発地震の存在の発見と関係あると考えるに至った。ここではそれらについて、京大地球物理学関連の高圧実験の歴史と共に述べる。

なお、本研究会の世話人から与えられた標題は、標記のように京大高圧実験の歴史とある。事実、京大では理学部の化学教室、地質学鉱物学教室や物理学教室、工学部の土木工学教室、農学部、化学研究所などで高圧実験は行われている。これらの中には地球物理学と密接に関連するものもあるが、ここでは省略する。

2. 京大地球物理学関連の高圧実験の歴史

京大地球物理学関連の高圧実験は、阿武山で上記の重錘式圧縮装置が松島により組み立てられたことから始まると思われる。この装置により、1 軸荷重下での岩石の変形破壊実験や、長時間の一定荷重実験、すなわちクリープ実験が行われた^{1,5}。

1955-1956 には阿武山に、「岩石の流動と破壊」の名目で 3 GPa 発生可能な高圧発生装置が設置された。これは当時最先端の高圧実験を行っていた京大物理化学教室の指導の下に設計されたものである⁶。その後、この装置は油圧式 3 軸試験機（静水圧（封圧）500 MPa、1 軸圧縮能力 2.5 MN、温度 300°C）や油圧復動プレス（4 MN）に改造された。3 軸試験機は岩石の変形破壊実験に用いられ、多くの成果が発表された。中でも、岩石の破壊前の体積膨張、いわゆるダイラタンシー、の封圧下での初めての観測と、それに伴う弾性波速度の変化の測定⁷は、国内外で高く評価されている。その後、この 3 軸試験機は、さらに高い封圧（800 MPa）と高温（500°C）下で精密な岩石の変形破壊実験を行うため改造された⁸。

復動プレスは、後に追加された 5 MN 復動プレスと共に、ピストン・シリンダー型容器（2 GPa；5 GPa）やガードル型容器（8 GPa）の駆動に用いられた。それらにより、岩石と鉱物の弾性波速度、融点、相転移、粘性、電気伝導度、熱伝導度などの高圧・高温下での物性が、地球内部の物性解明のために測定された⁹。また、地球物理学教室（後に教養部地学教室に移設）にもプレスが設置され大容量のピストン・シリンダー型容器により精密な高圧・高温下の岩石の弾性波速度の測定が行われた。

1973 には地震予知研究計画により阿武山に 5 MN 油圧ラム 6 基からなる 6 方押しプレスが設置された。この装置に先端 10 x 10 mm のアンヴィルを用いることにより 12 GPa、また、20 x 20 mm のアンヴィルにより 6 GPa の発生が可能となった。2 段式アンヴィルの試作により 25 GPa の超高压の発生も試験的に行われた。又、この装置は、岩石の変形破壊実験を目的として 6 基のラムは独立に駆動されるように設計され、固体圧力媒体を用いて従来行われていなかった 3.7 GPa まで（温度 700°C）の高い封圧下での岩石の変形破壊実験を可能とし、多くの新しい知見をもたらした¹⁰。

3. 重錘式圧縮装置

阿武山には、明治 41 年からの地球物理教室関連の古い種々の書類が残されている。それらを三木晴男教授が活字化されたものが「阿武山の古文書」として印刷されている¹¹。その中で、大正 7、8 年の項に上記重錘式圧縮装置に関する書類が掲載されている。それらの概要は：

大正 7 年 (1918) に京都帝国大学理科大学教授理学博士 志田 順と同助教授 松山基範が「高圧力ニ於ケル物性ノ研究」の課題名で、2 万気圧の圧縮装置の製作を計画した。それは、圧縮装置本体と直径 1 cm または 1.5 cm の 2 万気圧発生装置及び高温発生用電気動力並びにその設置建物まで含んでいたが、予算の関係で取りあえず圧縮装置本体のみを大正 7 年度に完成させた。製作は大阪の安治川鉄工所により行われ、大正 8 年 3 月 29 日に京都市上京区吉田町京都帝国大学理工科に納入された。

である。また、昭和 2~6 年の項には「地球物理学教室移転に伴う経常費の増額」があり、地震学関係の部分を実験山へ、地磁気関係の部分を実験山の火山研究所に移すとある。従って、この装置が阿武山へ設置されたことになる。しかし、大正 9 年から阿武山設立の昭和 5 年までの 11 年間、組み立てられて誰かが使ったか、どうなっていたかは不明である。先に述べた松島の 1956 の論文¹まで記録は残っていない。

さて、この装置は、梃子の応用で、支点から 2 m のところに 1,500 kg の錘を加えることにより支点から 20 cm のところの試料部に最大 15 ton ($\cong 1.5$ kN) の荷重を賦与するものである。単純計算で直径 10 mm の試料空間に 2 万気圧 ($\cong 2$ GPa) の圧力が発生できることになる。しかし、このような単純計算での圧力発生は不可能であるが、この時代に日本でも地球科学における高压実験の萌芽があったことは注目に値する。

4. 深発地震の存在の発見との関連

深発地震は地下 60~70 km より深いところで（深さ 300 km を境に、やや深発地震 (intermediate-focus earthquake) と深発地震 (deep-focus earthquake) に分けられることが多い）起こる地震であり、地下 60~70 km 以浅で起こる浅発地震と異なり、世界的に特定の地域でしか起こらない。即ち、例外もあるが、島弧-海溝地域でしか起こらない。しかもそれらは海溝側から島弧側へ傾いて深くなる面状に発生しており、プレート・テクトニクスでの沈み込み帯を形成している。すなわち、海嶺から拡大してきた海洋プレートは、大陸プレートにぶつかり海溝を生じながら、マントル深部へもぐり込む。もぐり込むプレートはスラブと呼ばれ、深発地震を起こしながら深さ数 100 km まで沈み込み、沈み込み帯を形成する。また、深さ 680 km より深くで起こる地震は現在までのところ観測されていない¹²。

日本の地震学の年表には、1926 年志田順：深発地震の存在の提唱⁴、1927 年和田清夫：深発地震の存在の証明¹³とある。これが世界で最初の深発地震の存在の発見であるが、世界的には、英文の論文である Wadati (1928)¹³が最初であるとされている。それ以前にも、地下 60~70 km より深い地震が存在するという報告はあるが（例えば、1913 Pilgrim, L.; 1921 Walker, G.W.; 1922 Turner, H.H.）、それらの精度は悪く、例えば、刻時精度が分のオーダーであったり、震源が地上に求められたり、信用されるものではなかった。しかし、当時日本では地震観測網はかなり整備されており、精度の高い観測がなされていて、信用できるものであった。

志田の仕事を正当に評価する論文も出ている¹⁴。さらに、Frohlich¹⁵は正しいデータと理論に基づく重要な科学的発見の功績について、1865 に発表されたが死後 16 年の 1900 まで知られなかった Mendel の遺伝の法則発見の場合を例示し、深発地震の発見の場合、Mendel に当たるのが志田順であると述べている。すなわち、1926 年に別府地球物理学研究所開所式で発表後、学術誌に出版されたのは死後の 1937 年であったからである。尤も、1927 年には「地球」に雑録として、図は省略されて、掲載されている。1937 年の「地球物理」には論文の体裁で掲載されているので⁴、Frohlich¹⁵の譬えは必ずしも誇張ではないかもしれない。

志田の考え⁴をまとめると次のようになる：(1) 明治 39 (1906) 年 1 月 21 日の強震は、日本各地や外国への初動の到着時刻の比較からかなり深くで起こったものと考えていた（現在の推定では、震央三重県沖、 $M = 7.6$ 、深さ 350 km）。(2) 大正 15 (1926) 年 7 月 27 日の関西地方の地震は、日向灘、能登西方日本海中や熊野灘が震源と発表されていたが、日本各地の初動の向きから、震央琵琶湖付近で深さ 260 km と推定した（現在の推定は震央滋賀県北部、 $M = 6.8$ 、深さ 360 km）。(3) アイソスタシー説（当時の地球内部構造は、未だ地震波速度分布もなく、アイソスタシー説による地下 100 ~ 200 km 以深は粘性の低い物質からなると考えられていた）と深発地震の存在との抵触、また圧力 2 万気圧 ($\cong 2$ GPa) で岩石が流動性を帯びるという実験結果（引用されていないが、年代と内容から Bridgman の実験¹⁶と推察される）から、深さ 260 km（圧力 10 GPa に相当）で地震が起こるためには、何か別の機構が存在するはずであることを指摘している。

従って、志田・松山の 1918 年の「高圧力に於ける物性の研究」は、深発地震の発生機構の解明を目的としていたものと推測できる。

5. おわりに（深発地震の発生機構）

深発地震の発生機構は、近年高圧実験によってかなり解明されてきた。それには京大地球物理関係者も他の日本人研究者も寄与しているとはいえないが、志田と松山が目指していたことがどのような形で実現したかを、概括しておく。

深発地震の存在が明らかになって以来、その発生機構に関する多くの説が提唱されてきた。それらは、浅発地震のものに類似の摩擦不安定説、塑性不安定説、剪断不安定説、相転移説などであるが、夫々一長一短があり、必ずしも満足には深発地震を説明できない。

摩擦不安定説は、地下深部の高圧高温下では、乾燥状態では脆性的な破壊（摩擦すべり）より塑性流動が卓越し、有効ではない。しかし、間隙水圧が存在すると有効圧力が減少し、見かけ上岩石には小さい圧力しか加わらないので、岩石は脆性領域の破壊を起こす。蛇紋岩のような含水鉱物を含む岩石は、低温では脆性的に振舞い、温度が高くなると延性化する。さらに温度が高くなると、含水鉱物が脱水反応を起こし、解離した水が間隙水圧を高めて再び脆性化する（高温再脆性化）¹⁷。この実験はプレート・テクトニクス確立以前のものである。スラブは水を含む海洋プレートが沈み込むことから、この高温再脆性化による摩擦不安定説は（やや）深発地震の発生機構として有効であると復活している。ただし、含水鉱物は地下 300 ~ 400 km より深くに相当する圧力では存在できないので、それより深い地震にはこの説は有効ではない。

地下 410 km から 680 km までの地震学的遷移層はマントル鉱物の順次の相転移あるいは化学変化により説明されることと、680 km より深い地震が観測されていない事実とを考えると、相転移説は有効である。しかし、相転移による破壊があるとしても、それは急激な体積減少によるもので発震機構は等方的である。観測される深発地震の発震機構は、大部分は浅発地震と同じ 4 象限型ダブルカップルであり、相転移説は発生機構としては不十分であるとみなされた。それを覆す実験が行われた。

Durham ら¹⁸は、ガニメデなどの氷惑星や氷衛星の物理過程の研究のため、氷の封圧下での変形実験を行った。氷-Ih 相（常温常圧の氷）は、その安定領域では塑性流動する、又その高圧相である氷-II 相に試料全体が転移すると塑性流動する。しかし、差応力が高くなり平均圧力が準安定的に高圧相に入り、しかも試料全体は高圧相に転移しないような条件では、シャープでスムーズな破断面をもち、最大剪断方向（破壊角 45°に相当）の破壊が起こることを見出した。このような準安定

条件下での相転移に伴う破断面形成は転移断層形成と呼ばれ、その後の研究から、この破断面にのみ高压相が存在することから、反クラック (anti-crack) の概念が導入された¹⁹。すなわち、クラックの概念は、ある物質の割れ目にはその物質より低密度のもの（一般には環境流体または真空）が存在することであり、これに対して反クラックでは割れ目に周囲より高密度のもの（高压相）が存在する。反クラックの進展による破壊なら、クラックの進展に伴う浅発地震と同様の発震機構が期待され、また、スラブが沈み込むにつれて、沈み込まれる物質は準安定的に高压相領域に進行していくことを考え、この転移断層形成が深発地震の発生機構として有力視されている。その後、氷以外の鉱物の相転移やマントル遷移層で重要なかんらん石-スピネル転移についての実験も行われ、同様の転移断層形成が起こることも明らかにされている。

その他にも、非常に高い圧力下では物質は非晶質化することが見出されている。特に蛇紋石のような含水鉱物は非晶質化に伴い AE と呼ばれる弾性波動（実験室での地震の雛形のようなもの）を発生することから、深発地震の発生機構として提唱されている²⁰。

マントル地震の発生頻度は、深さと共に減少し 300~400 km で極小となり、再び増加し 600 km あたりに極大をもち、680 km でなくなる¹⁵。このことから、一般に 300~400 km までのやや深発地震の発生機構は、含水鉱物の脱水による高温再脆性化説、それ以深の深発地震に対しては、転移断層形成（反クラック）説が支持されている。

（文献）

1. 松島昭吾, 1956, 花崗岩の変形と破壊について, *地震* **2**, 8, 173-183; Matsushima, S., 1960, On the flow and fracture of igneous rocks, *Bull. Disaster Prevention Res. Inst., Kyoto Univ.*, No. 36, 2-9.
2. 島田充彦, 1963, 高压実験による深発地震発生機構の解明, *高压力の科学と技術*, **2**, 151-160.
3. 秋本俊一, 物性研のテトラヘドラル・プレス 30 年に憶う, *高压力の科学と技術*, **2**, 177-178.
4. 志田 順, 1926, 深発地震の存在の提唱: 京都帝国大学別府地球物理研究所における謝辞, *地球*, **7**, 87-89 (1927); *地球物理*, **1**, 1-5 (1937).
5. Watanabe, Hikaru, 1963, The occurrence of elastic shocks during destruction of rocks and its relation to the sequence of earthquakes, *Spec. Contr. Geophys. Inst., Kyoto Univ.*, No. 3, 297-302; 前田純一, 1974, 封圧下における花崗岩のクリープ破壊と Elastic Shocks, *地震* **2**, **27**, 65-74.
6. Kiyama, R., 1956, High pressure equipments in Abuyama Seismological Observatory of Kyoto University, *Rev. Phys. Chem.*, **26**(1), 24-35.
7. Matsushima, S., 1960, Variation of the elastic wave velocities of rocks in the process of deformation and fracture under high pressure, *Bull. Disaster Prevention Res. Inst., Kyoto Univ.*, No. 32, 2-8; Matsushima, S., 1960, On the deformation and fracture of granite under high confining pressure, *Bull. Disaster Prevention Res. Inst., Kyoto Univ.*, No. 36, 11-20.
8. Yukutake, H. and Shimada, M., 1995, A novel triaxial testing apparatus for deformation, fracture and frictional sliding of rocks at high pressure and temperature, *Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr.*, **32**(2), 181-184.
9. 島田充彦, 2001, 実験室で地球内部をさぐる-高压プレスと共に 38 年-, *京大防災研年報*, No. 44, 27-46.
10. Shimada, M., 2000, *Mechanical Behavior of Rocks under High Pressure Conditions*, A.A. Balkema, Rotterdam, 178 + x pp.
11. 三木晴男, 1985, 阿武山の古文書, *地震予知「きんき・けいはんしん」会報*, No. 8, 21-37.
12. Stark, P.B. and Frohlich, C., 1985, The depths of the deepest deep earthquakes, *J. Geophys. Res.*, **90**, 1859-1869.
13. 和達清夫, 1927, 深発地震の存在とその研究, *気象集誌*, **5**, 119-145; Wadati, K., 1928, Shallow and deep earthquake, *Geophys. Mag.*, **1**, 161-202.

14. Frohlic, C., 1987, Kiyoo Wadati and early research on deep focus earthquakes: Introduction to special section of deep and intermediate earthquakes, *J. Geophys. Res.*, **92**, 13,777-13,788.
15. Frohlich, C., 2006, *Deep Earthquakes*, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 573+xv pp.
16. Bridgman, P.W., 1918, The failure of cavities in crystals and rocks under pressure, *Am. J. Sci.*, **45**, 243-268.
17. Raleigh, D. and Paterson, M.S., 1965, Experimental deformation of serpentinite and its tectonic implications, *J. Geophys. Res.*, **44**, 653-669.
18. Durham, W.B., Heard, H.C. and Kirby, S.H., 1983, Experimental deformation of polycrystalline H₂O ice at high pressure and low temperature: Preliminary results, *J. Geophys. Res.*, B377-B392.
19. Kirby, S.H., 1987, Localized polymorphic phase transformations in high-pressure faults and applications to the physical mechanism of deep earthquakes, *J. Geophys. Res.*, **92**, 13,789-13,800.
20. Meade, C. and Jeanloz, R., 1991, Deep-focus earthquakes and recycling of water into the earth's mantle, *Science*, **252**, 68-72.

京大火山学研究の光と影

須藤靖明

(阿蘇火山博物館)

1. 京大火山物理学研究の端緒
2. 火山温泉研究所別府研究所開設
3. 大学における「火山観測所」の設立
4. 阿蘇火山研究所設立
5. 火山性微動の研究
6. 阿蘇火山の火山性微動
7. 阿蘇火山の火山活動の特徴とマグマ溜まり
8. 京大における火山学研究について

●予知計画発足以前の大学の火山観測所

1928年	京都大学理学部	火山研究所
1934年	東京大学地震研究所	浅間火山観測所
1960年	京都大学防災研究所	桜島火山観測所
1964年	東京大学地震研究所	霧島火山観測所
1971年	九州大学理学部	島原火山観測所

●京大阿蘇火山研究所設立

新聞記事

1927/11/30 西部毎日 「志田所長は語る」

『建設を思い立ってまる2ヶ年振りに出来上がったのですが、丁度子供が生まれてから漸く一本立ちになって歩けるような気がします。昨年の11月汎太平洋会議に出席した外国人には私の素志を漏らしましたが、翌月の3日熊本県庁を訪問し私の計画を打ち明けましたところ、大いに賛成されましたので、今日あるを得たものです。事務はご即位礼式の当日をトシ始めましたがこの11月10日の■宸を創立記念日としたいためです。なお内牧の支所では温泉方面から火山を研究し、また千里ヶ原の観測所はここから火山研究所火口まで行く足溜りのつもりで造るはずですが、行く行くは専門家を置いて気象の観測につとめたいと思っています。内部の仕上げを終わり引き継ぎをするのは来月20日ころで竣工式は冬ごもりして内牧、千里ヶ原の両支所も出来上がって来年8月頃挙げたいと思っています。』

1928/12/8 九州日日 「火山に関する一切の研究を 研究者には喜んで開放」

『本研究所は火山に関する一切の研究をなすものである。役所あたりの仕事は一定の範囲があるが此処の仕事は範囲を決めるわけに行かず兎に角火山に関する一切の問題を解決するのが目的であって火山地震は勿論のこと火山に関係ある気象あるいは温泉の研究、その他物理学的に化学的あるいは又生物学、地質鉱物などに至るまであらゆる方面にわたって研究を為さんとするものである。斯くのごとく目的は火山に関する一切の研究にあるが一般の関係のある事柄についてはその結果を時々発表するつもりである。この研究所の設置は僕としては早くから考えていたことであるが、大体具体化したのは一昨年の秋からでその節汎太平洋会議が開かれ、それに参加したアメリカのデー博士らが阿蘇視察の後、別府の研究所を訪ねてくれたのでその時“阿蘇山に国際的の火山研究所を造りたいから援助してもらいたい”と語ったことがあったが、自分の意中を他人に漏らしたことはこれが初めてであった。それからいろんな方面に交渉してよいよ起工という段取りとなりやっとこのように出来たわけだ。勿論此の研究所はいやしくも火山に関する研究をなさんとする者には開放したい考えであるから経済上の援助は出来かねるが研究上のこととあればこの外国人であっても喜んで提供したいと思っている。』

1929/1/1 九州日日 佐々理学士談 「機械の示す事実本位」

『この研究所は火山地震は勿論のこと火山に関係ある気象あるいは温泉の研究、その他物理学的に化学的あるいは又生物学地質鉱物などに至るまで、あらゆる方面にわたって研究するのであるが、この種の火山研究所は他にはないようである。それだけ日本はまだ火山の実的研究は進んでいないわけである。従来発表された火山に関する意見などを読んでみると、ただ 1, 2 ヶ月の出張によって噴火口の表面に現れた岩石を調べただけで、それに自己の主観を交えて堂々と発表されたものが多いが、それだけ間違いのあるものもある。原因が 1 里くらいの所にあるときは解りもしようが、15 里も 20 里も奥にある場合には表面の岩石のみを調べて実際に解るものではない。少なくとも火山の真意、地震の真意を調べるには、噴火口の山麓に研究所を設けて調査する必要がある。実際ほんとうに火山を研究しようと思えば、なかなか面倒なもので、例えば地震計などにしても、その他に適応したものを考究せなければならぬという始末で、本当の研究に取りかかるには、準備に 3, 4 年はかかるものである。従って、私どもの仕事は機械によって調べるのであるから政談演説式に堂々たる名論も吐けず、また、うまいとも言えない。自己の意志を交えず機械によって示された事実しかお話は出来ない始末であるからまだ話しの材料を持ち合わせていないわけだ。』

志田 順(1932)「阿蘇山活動の過去現在と爆発予知の問題」

昭和 6 年陸軍特別大演習記録。熊本市。211-217.

(同じものが(1939)地球物理。第 3 巻, 第 1 号, 1-7. にある)

『我国は世界有数の火山国で御座りまして時々噴火爆発の惨害を被るので御座りますが、其代わり又温泉の各所に湧出するのは自然の恵みで御座ります。近来は地熱を動力化することなども一つの世界的研究問題となって居ると言上げ得るのかと存じます。旁々京都帝国大学は火山温泉、地熱竝に其の利用に関する基礎研究を目的と致しまして大分県別府市に地球物理学研究所を創設致しまして大正 13 年 1 月御大婚の日を以て事務を開始致しましたが、其後更に活火山其ものに就いて直接研究を進めまする必要と、兼ねて火山問題に関する国際研究の一つの道場に致したい希望を持ちまして、世界の名火山阿蘇に火山研究所を設立致しまして昭和 3 年秋御大例の日を以て事務を開始しましたので御座ります。在来火山の外部に露はれました諸問題に就きましては世界的の申上げまして可成り研究が諸方面から進められて来て居るので御座りますが、然らば火山の下は内部は何うなっているのか、普通に火山力と申して居りますものは何ういふもので何うして起り、何うして蓄積されるものであるかといふ様な内的諸問題に就きましての人類の知識は尚ほ極めて貧弱で御座りまして、多くは想像に近いものと申上げて宜しいのかと考えられますから、外的諸問題よりも寧ろ内部の問題から研究に着手するといふ順序を選びまして自然爆発予知の問題も研究の一事項と致して居りますが、創設当時は偶々最近昭和初期の大活動の半で御座りまして研究所は火口から西へ 7 軒半程距って居るにも拘わらず微動計は絶えず特殊の微動を記録致しまして活動開始以前の経過を研究することを得なかつたので御座います。』

志田順と佐々憲三が 1927 年 4 月 1 日 11 時ころ快晴の赤水駅で、沈静を破って第 4 火口が爆発し、黒煙が直上したのを見て、早く研究所の完成を望んでいたものであった。しかし、落成時には第 4 火口の活動が最盛期となっており、その活動前の状態が観測できなかった。しかし、1930 年 8 月末から 9 月初めまでの非常に短期間であった第 4 火口の再活動については、その一部始終を観測でき、第 1 種微動と第 2 種微動の発見に至った。

●火山性微動

佐々の分類

- 第 1 種微動** ウィーヘルト地震計 設置後 すぐに観測される
周期 0.8-1.5 秒 1 Hz 前後 調和波 一種の Love 波 方位依存性
震源：第 1 火口の北火口壁直下 内部爆発による
活動中：連続 静穏期：孤立化
- 第 2 種微動** 活動期に観測 なめらかな振動で 規則的 周期 3.5-8 秒以上
静穏期：孤立的 活動期：振幅・頻度増加 連続化
波形は 2 つからなる 一種の Rayleigh 波 方向依存性がある
前駆波：小振幅な不規則波 第 1 種 継続時間 10-30 秒
主要動波：規則的な波動
通常の Rayleigh 波とは上下動と水平動の振幅割合で異なる

第3種微動 活動期にだけ 連続的 1932/8~9
周期 0.1-0.6 秒 2~10Hz 一種の Rayleigh
時には 鳴動・噴煙噴出時にパルス的な振動 不規則
4象限型 火山ガスの内部爆発で発生

第4種微動 噴火時に発生 連続的 1932/9/5 15:14~ 30 分間だけ出現
第3種微動に重なって発生 周期 0.2 秒 5 Hz
第3種の方が第4種よりも振幅が大きい
火山活動とどのような対応で発生するか不明である

噴火地震（爆発地震）

最近の分類

短周期微動

高周波部 前駆微動 0.1 秒 10 Hz
震源は火口直下表面近い浅所 噴気活動に対応する
火道内で等方的な爆発（爆縮） その後火山ガスの移動がおこる

低周波部 主要動 0.5 秒 2Hz
剪断破壊の低周波地震 伸張応力 火口列の方向（NNW-SSE）
震源は高周波部より 500m 程度深い

長周期微動（LPT）

5~15 秒 等方的な膨張・収縮と垂直クラックの開閉により発生
震源は第1火口の南西約 200m 深さ 約 1km 火道内
（板状：傾斜 地表約 75 度 西向き 火口列に平行に傾斜した縦横数 100m）
発生機構：地下水と高温ガスとの熱水反応 板状が開閉および膨張・収縮
低周波部の震源位置とほぼ一致
低周波部と LPT がほぼ同じ時刻に発生

●阿蘇火山の火山活動の特徴

1. 火山性地震 発生頻度・震源位置の変化が無く火山活動に対応しない
2. 地盤変動 火口近傍で火山活動の推移に伴った地盤変動が極めて小さい
草千里で変化あり
3. 重力変化 火口近傍で大きな変化が無い
4. 火山性微動 常時観測される 火山活動に伴う変化が大きい
5. 火山ガス SO₂ 放出 常時観測される
6. 湯だまり 静穏期に湯だまりが存在する

●大学火山観測所の設立目的

活動的火山の総合的な基礎的研究の推進
噴火予知・予測研究の高度化とその手法の確立
火山災害の軽減および火山資源の活用
大学内の共同教育研究施設
常時連続観測
学生・院生に観測調査ならびに研究・実習の場
人材の養成・確保

●観測所の今後の役割・存在意義・教育・研究

常時観測の重要性

火山の諸現象を充分理解するため
充分長期間にわたる時間の流れに沿った諸現象を多面的に把握する
火山それぞれの個性を知るため再現不可能な自然現象を研究対象にしている

教育の充実が重要

フィールドワークの拠点
フィールドラボラトリーの拠点
フィールドサイエンスの核として発展・進化

地域社会への還元

密接な関係強化と研究成果の積極的な還元
ホームドクター

●研究施設のあり方

(30～40 年近く前の施設長会議での討論内容)

(1969 年 6 月 学術審議会 学術研究体制特別委員会 中間報告)

学部：学問研究の自由を享受して、その分野の進歩に専念し、
常に学問の最前線の開拓に心がけるべきである。
仕事をやり易くするため、学部の必要に応じ、
補助要員の定員を付けた研究専念用の施設を設けることが望ましい。
そこでは一時的に教育義務から解放され、

研究に専念する教官
境界領域の開拓に従事している教官
研究のために特殊の施設を必要とする教官
彼らのために利用される。

研究施設は

特定の研究に焦点を合わせた
共同研究の場所として利用
運営は柔軟性が必要である

教室・・・・・・教育と研究に重点

施設・・・・・・研究に重点

特殊な業務があり、負担が大きい
教育については
立地条件から 教室と同等には出来ない
施設でなければ出来ない教育を行う
隔地施設の目的
地理的条件に依拠した現象の研究する
その結果、研究は総合的となるが流動的である
自然は複雑で抽象化は困難 その結果、生産性が低くなる

併任教官の意義

抽象化への手助け・・・・予算獲得
流動化の補助 他分野から研究補助
現地の成果を紹介
本部の意向を伝達

●観測屋か解析屋か

併任教官の多くが また 教室の教官の多くが 解析屋へ
観測の意義の理解が欠ける

解析屋は 論文生産性が高い

解析屋からみた観測屋への偏見・・・・研究に格差

観測屋は、観測を重ね 自然を見る

観測すればなんらかの情報が得られ

それを解釈するためにさらに観測を続ける

あるいは別の方法による観測をする

何年も観測してやっと変化が見えてくる

フィールドサイエンスの醍醐味がそこにある

しかし それを外から見ると

単に観測だけしか見られない

結果だけが重要という見地とは相容れない

・グローバルとローカル

滑川忠夫先生に続く京大気象学の系譜

山元龍三郎

§1 はじめに

滑川忠夫先生は、1897年に神戸市で生まれ、1924年に京都大学理学部地球物理学科を卒業された。講師や助教授を経て、1947年に教授として地球物理学第3講座（気象学講座）を担当された。1960年に定年退官され、1975年に心筋梗塞で逝去された。享年77歳であった。

滑川先生が京都大学助教授になられた1929年以降、定年退官された1960年までの32年間に京都（帝国）大学理学部地球物理学科に在学して先生の指導を直接受けた卒業生は54名にのぼる。それに加えて、他大学、他学部や他学科を卒業後滑川先生の研究指導を受けた人は私の知る限り8名がおられるので、滑川先生の門下生は合計62名である。これらの門下生のうち、気象の分野（諸大学や気象庁・日本航空など）で研究・教育または業務に従事した人はおおそ半分強の36名である。ここでは、滑川先生と先生の薫陶を受けた門下生に限って、研究活動について概説する。

§2 滑川先生の特に貢献された気象学の分野

滑川先生が first author の欧文論文の大部分は、1934～1938年の5年間に京都大学理学部紀要に発表されている。門下生に対する指導分野は広範囲に亘っており、次の4つのテーマに大別できる：(A)気圧微変動、(B)台風の構造、(C)微細気候、(D)大規模現象。

それらの具体的な研究テーマと研究者名は、以下に列記したとおりである。

(A) 気圧微変動：

- A-1 気圧波：滑川忠夫
- A-2 気圧波と高層大気：山元龍三郎
- A-3 核爆発による大気波動：山元龍三郎

(B) 台風の構造

- B-1 複合系（主副台風論）：B-1-1 主副台風論の提唱：滑川忠夫、青木滋一
- B-1-2 主台風と副台風：股野宏志
- B-1-3 温低化した台風：関岡満
- B-2 標準計画台風：B-2-1 モデル台風：滑川忠夫
- B-2-2 標準計画台風：光田寧

(C) 微細気象

- C-1 微細気象学の芽生え：滑川忠夫、高橋達敏
- C-2 接地気層の気候
 - C-2-1 微細気候の観測：高須謙一
 - C-2-2 地表面での熱交換：瀬尾琢郎
 - C-2-3 渦交換係数の算定：上田壽
 - C-2-4 超音波風速計の開発と渦相関法の確立：光田寧、
 - C-2-5 HEIFE：光田寧
 - C-2-6 住居の気候：東修三
 - C-2-7 植生を取り巻く微気候：村田茂三
- C-3 海上の微細気象
 - C-3-1 鹿児島湾海上の微細気候：高橋淳雄
 - C-3-2 AMTEX：光田寧
- C-4 局地（地形）気候
 - C-4-1 島の微細気候：木村悠
 - C-4-2 斜面下降風：是澤三郎
 - C-4-3 斜面下降風と霜害防止：佐橋謙

C-5 その他

C-5-1 非中立成層の接地気層論：川原琢磨

C-5-2 乱流理論：松岡春樹

C-5-3 人体からの放熱：尾崎良嗣

C-5-4 宝物保管庫の気候：永田四郎

(D) 大規模現象など：

D-1 山岳気象：中島暢太郎

D-2 ジェット気流：大井正道

D-3 温帯低気圧：織畑重太郎

D-4 地球温暖化：山元龍三郎

ここでは、時間が限られているので、滑川先生が特に力を注いでおられた(A),(B)の他、(C)の一部に限定して、研究内容を概説する。

§3 気圧微変動

海での「うねり」と同様に、大気中の激しい大規模擾乱の前兆として遙か離れたところで気圧微変動が観測されるだろうとの思惑から、19世紀後半に英国で気圧微変動観測が提案された。高層気象観測が手軽にできなかった当時では、大気上層の消息を知る有効な手段となるのではないかという期待があった。

観測される様々の変化のうち、周期が数分程度の規則的な振動(気圧波)の原因について、多くの研究者らは、不連続面での界面重力波が原因だと考えていた。一方、空気粒子の単純な鉛直振動の周波数すなわち現在 Brunt-Vaisala の振動数として知られている値が、通常、気圧波と同じ周波数範囲を占めることが指摘されたので、波動説は少し動揺するかに見えた。変形 Manometer の志田式微圧計の3点同時観測記録により、伝播速度を求めるなどして、滑川先生は界面重力波の可能性の高いことを明らかにされた。そして、気温減率を考慮した大気層の不連続面での界面重力波理論を構築された。その理論的取り扱いは、発表当時、国際的にも広く特に英国で話題になった。

気圧波のメカニズムについて決着をつけるためには、気圧波発現時の高層大気の状況把握が必須なので、ルーチン高層気象観測が実施され始めた潮岬での微気圧計観測を1952年から山元龍三郎が開始した。その結果、気圧波の発現時には、不連続のある気温プロファイルが確認され、波動特性が内部重力波の理論で説明できるなど、潮岬での観測の当初の目的をほぼ達成できた。

山元龍三郎が潮岬での観測を開始してから3年目の1954年3月に、今まで見かけなかった奇妙な波形の気圧微変動が記録された。その波形は、周期がおおよそ5分から1分程度の範囲の減衰振動であり、核爆発による大気波動の発見であった。これは、PTBT(部分的核実験禁止条約)における大気圏内での核爆発監視網の科学的基盤となった。この波動は大気潮汐と同じ acoustic-gravity wave の範疇に属するが、潮汐論とは異なり静力学的取り扱いが許されないので、鉛直加速度を考慮した波動論が展開され始めた。

§4 台風の構造

1934年に日本を縦断した室戸台風の観測データ解析がきっかけとなって、青木滋一の協力を得て、滑川先生は、日本に襲来する猛烈な台風は単一の渦ではなく、2つの渦の複合系だとする「主副台風論」を1936年に提唱された。この主張の骨子は次のとおりである。

規模の大きい渦(主台風)は、進行方向の右後方に、規模の小さい渦(副台風)を伴っている。上陸直後まで、この副台風は激しい勢力を持っているので、その中心が台風の見かけ上の中心となっている。上陸後、副台風は急速に衰えてその影響は小さくなるが、主台風はあまり衰えないので、その中心が台風の中心となる。

この説が提唱された以後の多く台風について、観測データの総観的解析が股野宏志により進められた。また、死者1100人以上を出した洞爺丸台風(1954年)を含めて、いわゆる台風の温低化(温

帯低気圧化)についても、関岡満により観測データが詳細に解析された。これらの解析により、主副台風論に準拠すると、総観的観測事実が円滑に解釈できることが示された。しかし、複合渦の力学的議論が進んでいないので、主副台風論は学界の定説となっていないのが現状である。

超高層ビルや長大橋の建設に際して、建造物の耐風強度設定のために、可能な最大風速の設定が不可欠である。滑川先生と光田寧はこの問題にいち早く取り組み、先駆的な研究を発表した。

§5 微細気象

滑川忠夫先生の大気境界層に関連した研究の芽生えは、1935年の論文で発表された湖水などの表面近くの水温の年変化に関する研究であった。水温の年変化については、それまで熱伝導の問題として、単一の渦伝導係数を用いた式を形式的に適用した取扱いが一般的であった。冬季、水面からの冷却による対流が等温層を引き起こしていることを考慮した取扱いを、初めて滑川先生と高橋達敏が提案し、観測事実の量的説明に成功した。さらに、滑川先生は1938年に、いわゆる **Ekman Spiral** の日変化について、渦粘性係数の日変化の影響を **explicit** に取り入れて、実測に近い結果を導かれた。これらは、その後の大気境界層の研究発展につながるものであった。

この微細気象の分野での滑川先生ご自身の論文は数少ないが、多数の門下生を指導されて多くの研究成果が生み出されたが、その主な成果を略述する。

高須謙一は、**mirror-galvanometer** により気温の短周期変化を記録して接地気層での交換係数の算定手法を開発し、草地や雪氷面など様々な地表面上の微気候特性を明らかにした。瀬尾琢郎は地表面での熱バランスなど様々の地表面と接地気層の微気候特性を把握した。さらに上田壽は複合熱線風速計を作成して風速の鉛直成分の変動を実測し、熱の乱流フラックスの観測に先鞭をつけた。

光田寧は、超音波風速温度計や赤外線吸収湿度計の実用化に成功し、それらを利用して、接地気層での熱などの鉛直フラックス算定の渦相関法を確立した。これは大気境界層観測の新しい時代の幕開けとなった。光田寧は、世界でも初めての砂漠での境界層観測を、日中協同研究として、中国ゴビ砂漠で実施するなど大きい成果を挙げた。

§6 終わりに

滑川忠夫先生の欧文論文の大部分は、1934～1938年の5年間の京都帝国大学理学部紀要に掲載されている。門下生に対する指導は気象学の広範囲にわたっているので、その全容をここでは示すことができなかったが、それらの成果の英文報告は **The Meteorological Notes**、2巻としてまとめられて、地球物理学教室図書室で閲覧できる。

滑川先生が上述したような幅広い研究・教育活動を進められた期間、京都大学の気象学研究室は滑川先生の担当されていた理学部気象学講座のみであった。筆者が引き継いで気象学講座を担当している間に、理学部附属気候変動実験施設（後に、物理気候学講座に移行）が新設された。他方、防災研究所には災害気候研究部門と暴風雨災害研究部門が設けられていたので、京都大学での気象学の教育・研究は4講座相当の研究室で進められてきた。これらの複数部局での活動を円滑に協力して進めるために、1977年以来、「京都大学気象学合同談話会」が毎年2回継続して開催されてきた。

滑川先生から筆者が耳にした志田順先生のエピソードを記して、この紹介の幕を閉じることとする。1930年代の志田先生のセミナーで、「気圧波はヘルムホルツ波です」と滑川先生が発言されたら、志田先生の反応は「君は神様か」という言葉であった。滑川先生が「多くの学者の意見です」と返答されたら、志田先生はさらに「そんな態度で研究ができるか」と注意されたそうであった。このエピソードを耳にした門下生の多くは、滑川先生の日頃の辛辣な発言の由来を察知できたと思った。

長谷川万吉先生と地球電磁気学研究

佐納康治*・永野 宏**

*(1993 年博士課程修了、現在朝日大学経営学部准教授)

** (1972 年博士課程修了、現在朝日大学歯学部教授)

1. はじめに

本稿は、名実ともに長谷川万吉先生の一番弟子であった、朝日大学名誉教授の故太田柁次郎先生、ならびに、長谷川先生のご子息であり、元京都大学農学部教授の長谷川高士先生からお伺いした種々のお話と、筆者らの調査結果とを基にまとめたものである。なお、科学史の慣習に従い、以降の文中では敬称を略したことをお断りする。

2. 長谷川万吉の学歴

長谷川万吉は、1893(明治 26)年 11 月 3 日、新潟県西蒲原郡にて出生した。(ただし、戸籍上は明治 27 年 1 月 2 日出生となっている)。1912(明治 45)年 3 月に新潟県立巻中学校(旧制)を卒業し、同年 4 月に広島高等師範学校入学、1916(大正 5)年 3 月、広島高等師範学校を卒業した。

広島高等師範学校卒業後、同年 4 月より熊本県立済々黉中学の理科教師を務めたが、教師の職は自分に合わないと感じて 1 年で退職し、1917(大正 6)年 4 月、広島高等師範学校研究科に入学した。しかし、種々の理由により、広島高等師範学校研究科もわずか 4 ヶ月で退学し、1917(大正 6)年 9 月、京都帝国大学理科大学物理学科に入学した。

長谷川万吉の大正 6 年 7 月 1 日の日記には、

「七月一日(注) 京都より化学は入学不許可なるが、物理数学なら差支なしとの通告来、よりて物理に出して置く」

とあり、どうも、第一志望は化学であったようである。この段階では、それほど強く物理を志望していたようにも見えない。

学部生時代の長谷川万吉は、始めは光学を志していたが、病気になったこともあって暗室実験ができなくなり、理論物理学に転向した。それで、物理学第二講座の玉城嘉十郎助教授の下で流体力学の理論的研究を行っていた。

長谷川万吉は、1921(大正 10)年 7 月、京都帝国大学理学部物理学科を卒業した。

3. 地球物理学科に着任した長谷川万吉

長谷川万吉は学部卒業後、宇宙物理学地球物理学科地球物理学第一講座副手に採用された。長谷川万吉が物理学科卒業後、どうして宇宙物理学地球物理学科副手となったのかについての詳しい経緯は未詳であるが、当時、志田順教授は気象学講座を増設することを考えていたと言われており、それとの関連で、流体力学に明るい長谷川万吉を抜擢したものと思われる。

長谷川万吉は、翌 1922(大正 11)年 3 月、地球物理学第一講座講師となった。副手時代および講師時代前期の長谷川万吉は、主に気象学の研究を行っていたものと推測されるが、詳しい資料は残っていない。講師時代後期には、地震学の研究も始めたものと思われるが、やはり詳しい資料は残っていない。

1924（大正 13）年 7 月、長谷川万吉は、地球物理学第一講座助教授に昇進した。助教授時代前期の長谷川万吉は、志田教授の下で、微小地震¹を観測するための高倍率微動計開発に関する研究や、地震波の重複反射から地殻構造を推定する研究などを行っていた。

1923（大正 12）年、依田和四郎講師が島原眉山での磁気測量を行っているが、長谷川万吉はこの測量に参加しておらず、副手、講師、助教授前期の長谷川万吉は、気象学と地震学のみを研究していたものと推測できる。

4. 留学中の長谷川万吉

1922（大正 11）年に設置された地球物理学第三講座（気象学）は、開設以来、大谷亮吉兼教授（今で言う非常勤の教授）の担任となっており、運営面で種々の不都合があったので、気象学講座を担当できる専任の教官を育成すべく、志田教授は長谷川万吉にドイツ留学を命じた。これは、京都大学理学部に保存されている長谷川万吉の人事記録に、

「昭和三年一月二十三日 気象学研究ノ為満二ヶ年間独乙国ニ留学ヲ命ズ」

「〃三月三十一日 出発」

と記述されていることから確認できる。留学先は、ポツダムの地球物理学研究所であった。

長谷川万吉は、留学中の昭和 5 年(1930)、志田教授の地震初動の方向に関する学説をまとめ、それを数理的に発展させたドイツ語の論文を発表した。このことから、ドイツ留学中の長谷川万吉は、公式の留学目的であった気象学よりも、むしろ地震学をポツダムでも研究したいと考えていたものと推測される。

しかし、このドイツ留学中に、長谷川万吉はさらに別の分野、すなわち、地球電磁気学に転向してしまった。これは、後年、東京大学の永田武教授が、ある手記の中で、「先生（著者注：長谷川万吉のこと）は、地震学の研鑽の目的でドイツに留学されたのだが、在独中に地球磁気学に転向されてしまったというお話を御当人から直接伺った」と述べていることから確かである。

では、いつ、どのようなきっかけで、長谷川万吉は地震学から地球電磁気学に転向したのであるうか。この点についての、我々の仮説は以下の通りである。

当時の地球物理学科においては、地磁気を専門とする教官はおらず、宇宙物理学科の新城新蔵教授が、「地磁気及空中電気」なる講義を担当していた。ところが、1929（昭和 4）年、新城教授は京都帝国大学第 8 代総長に就任することになり、講義ができなくなってしまった。そこで、おそらく志田教授の発案であると思われるが、地球電磁気学の先進国であるドイツにたまたま留学中の長谷川万吉に地球電磁気学の「にわか勉強」をさせ、帰国後、講義を担当させることにしたのであろう。

このような事情もあって、長谷川万吉は 1930（昭和 5）年 8 月 15 日から 23 日にかけてストックホルムで開催された IGGU（国際測地学及び地球物理学連合；IUGG の前身）第 4 回総会に参加した。このときのことにについて長谷川万吉は、

「留学中に北欧で壮大なオーロラと土地隆起を見て肝がつぶれ初めて猛烈な情熱がわいた」と振り返っている。講義のためのにわか勉強のはずであった地球電磁気学に、長谷川万吉は心を惹かれていった。

ドイツで地球電磁気学関係の書籍や観測機器を購入し、長谷川万吉は帰国の途に就いた。1930（昭和 5）年 11 月に帰国した長谷川万吉は、翌年 1 月より「地球物理学通論」の講義を担当し、その内容はポテンシャル論であった。学生時代は理論物理学を専攻した長谷川万吉らしく、数学的、抽象的な内容であったという。また、講義と共に、ゼミも担当した。その時のただ一人の第一期ゼミ生が、太田柁次郎である。ゼミでは、ドイツで多数購入してきた地球電磁気学関係の本を読破したという。

¹ 『京都帝国大学史』P.857 に「微小地震」なる言葉が見え、戦前から、京都帝国大学では、この言葉が使用されていたことが分かる。

5. 第2回国際極年観測

第2回国際極年観測は、世界44カ国が参加して1932（昭和7）年8月1日から1933（昭和8）年8月31日まで行われた全地球規模の共同観測プロジェクトである。

わが国もこの第2回国際極年観測に参加することとなり、国内の大学や研究機関が観測を分担した。京都帝国大学理学部地球物理学科も、志田教授の指揮の下、この観測プロジェクトに参加することになり、地磁気観測が計画された。

実際の観測は、ノイズの影響を受けやすい京都ではなく、阿蘇の火山研究所で行われた。火山研究所には、もともと磁力計を設置する計画があったが、諸般の事情で設置が遅れていた。しかし、第2回国際極年観測への参加を契機に、阿蘇山中腹の千里が浜に観測室が建設され、地磁気観測を開始した。この観測の概要については、『地球物理』第4巻第3号に報告されている。

6. 長谷川万吉の研究内容

上述した第2回国際極年観測期間における地磁気観測は、長谷川万吉に多大な影響を与えた。それまで地震学、気象学、地球電磁気学の3分野を掛け持ちしていた長谷川万吉は、これ以降地震学や気象学の研究をしなくなった。すなわち、第2回国際極年観測を契機に、長谷川万吉は地球電磁気学を最終的な専門とするようになったのであった。

長谷川万吉による地球電磁気学研究を挙げると、以下のようになる。

1. 1933（昭和8）年、阿蘇におけるベンドルフ電位計を用いた空中電位傾度（今で言う空中電場）の観測。
2. 第2回国際極年観測の期間中に、阿蘇で取得された磁場データを用いた、地磁気静穏日日変化に関する研究。太田助手との共同研究である。A. Schuster以来、地磁気日変化は年平均値、ないしは季節平均値について主として議論されてきたが、阿蘇での観測を通じて、長谷川万吉は世界で初めて、地磁気日変化を生じる電流渦の位置に日々の変化が存在することを指摘した。この研究により、長谷川万吉は1937（昭和12）年に理学博士の学位を授与された。
3. 1934（昭和9）年から1935（昭和10）年にかけての、阿蘇火山での地磁気測量。
4. 時定数の短い回転式電器の開発と、これを用いた空中電場観測。観測は、1938（昭和13）年ごろ、別府と阿蘇とで行われた。田村講師との共同研究である。
5. 日食時の地磁気変化に関する研究。1936（昭和11）年6月19日に北海道で見られた皆既日食と、1941（昭和16）年9月21日に台湾で見られた皆既日食の際に地磁気観測を行ったが、両日食とも、当日は大きな磁気嵐の主相があったために、日食の影響を取り出すことは困難であったという。
6. 1937（昭和12）年から1938（昭和13）年ごろにかけての、地電流太陰変化に関する研究。別府で地電流を測定し、潮汐によると思われる変化を検出した。

7. 地球物理学第四講座

1937（昭和12）年、京都帝国大学理学部地球物理学科に第四講座（火山温泉物理学）が新設されるとともに、長谷川万吉がこの講座を担当した。

この講座がどのようにして設立されたかについては、『京都帝国大学史』に次のような短い記述があるのみである。

「本講座は昭和十二年二月別府及び阿蘇に於ける火山温泉研究所の設備を講座の設備として、火山及び温泉の物理学的研究を目的として開設され、同年三月助教授長谷川万吉その担任を命ぜられ、八月教授に任ぜられた。」

この講座のスタッフは、教授（講座開設直後は助教授。8月より教授）長谷川万吉、助教授南葉宗利、講師田村雄一、助手太田柁次郎の4名であった。スタッフは長谷川万吉をはじめ全員が地球電磁気学を専門としており、この講座は看板こそ火山温泉物理学であったが、実質的には地球電磁

気学講座であった。当時、東京帝国大学にも東北帝国大学にも地球電磁気学を扱う講座はまだなく、ここに我が国で初めて、実質的に地球電磁気学を扱う講座が誕生したのである。

新しい講座の設立といっても、実際には、それまで定員のなかった火山温泉研究所に定員をつけるといった色彩が強かったものと思われる。各人ともそれまでの研究、つまり、長谷川と太田は地磁気日変化の研究を、南葉は地電位の研究を、田村は空中電気の研究を継続して行っていたようである。

しかし、この地球物理学科第四講座は、1940（昭和 15）年 6 月、突然廃止されることとなった。この点について、『京都大学 70 年史』には「事情により」、『京都帝国大学史』には「成立上の手続き不備の理由で」廃止されたと記述されている。太田柁次郎の証言によれば、「成立上の」とは「設立時の」という意味だそうである。すなわち、この講座はもともと設立当初からすでに 1940 年 6 月までの「期限付き講座」であったということであった。長谷川万吉はもちろんそのことを知っていたはずであるが、講座廃止の直前までそのことを口に出さなかったそうである。ある日突然講座は廃止になるということを知られ、腰が抜けるほど驚いたと太田柁次郎は述懐している。しかし、どういういきさつで期限付き講座となったのかは、太田柁次郎にもわからないという²。

なお、後の第四講座（応用地球物理学）は 1945 年に発足したものであり、戦前の第四講座とは無関係である。

8. 戦時研究

1941（昭和 16）年末に太平洋戦争が始まり、これ以後、大学での研究も軍事研究中心とならざるを得ず、京都大学理学部地球物理学科も例外ではなかった。

長谷川研究室において従事した主な戦時研究としては、船体磁気の測定、磁気機雷の感度測定、磁原追尾装置の開発などがある。磁原追尾装置とは敵艦の磁気を感じて自動的に標的を追尾する魚雷に搭載する装置のことで、“magnetic field”を陸軍が勝手に「磁原」と訳したものである。

これ以外に、1943（昭和 18）年の 7 月から 9 月まで、大日本航空技術協会（陸海軍の要請で設立された技術院の外郭団体）からの委託により、東京帝国大学、東北帝国大学と合同で、北海道の軍事上の要地周辺での精密磁気測量を行っている。

長谷川万吉はまた、学術研究会議戦時研究班の班長も務めている。1944（昭和 19）年 6 月に学術研究会議の中に設置された、第 113 戦時研究班「地球磁気及び電気」の班長に、長谷川万吉が就任した。この第 113 戦時研究班は、1945（昭和 20）年の戦時研究班大幅改組に伴い、第 1 部第 33 戦時研究班となったが、班長は継続して長谷川万吉であった。当時、地球電磁気学に深く関連した何らかの戦時研究計画が進行していたものと思われ、戦時中に何回かは会合が持たれたようではあるが、長谷川万吉はこの班の活動内容を戦後も含めて一切他言せず、その詳細は不明のままである。

9. 戦後の研究

終戦から 3 年が経過した 1948（昭和 23）年、オスロで戦後初めての IUGG 総会が開かれた。占領下の日本からは、誰もこのオスロ会議に出席することはできなかったが、GHQ を通じて 30 数編の論文を提出することが許された。長谷川研究室においても、このオスロ会議に論文を提出すべく、精力的に研究が行われていた。戦前に行われた研究の未発表分も合わせ、地磁気日変化磁場ならびに上層大気の電気伝導度に関する 4 編の論文が、オスロ会議に提出された。

一方、日食観測関係では、1948（昭和 23 年）5 月 9 日の礼文島金環日食、1950（昭和 25）年 9 月 12 日の北海道部分日食、1955（昭和 30）年 6 月 20 日の奄美大島部分日食、1958（昭和 33）年

² 太田柁次郎の証言によれば、このとき、長谷川万吉は、「第四講座は元々‘キフ’講座であった」と述べたそうである。この‘キフ’が「寄付」を意味するののかどうかは不明である。筆者は「期（限）付（き）」の意とも解釈できると推測したが、「期付」という言葉は一般的に使用される言葉ではなく、長谷川万吉の真意は不明である。

4月19日の八丈島・種子島金環日食の際に、地磁気観測が行われ、日食と地磁気との関係についての研究が続けられた。

また、1952（昭和 27）年、長谷川研究室助手の広野求和が赤道ジェット電流理論を提出し、国際的に極めて高い評価を受けた。

10. 学内での役職

長谷川万吉は1950（昭和 25）年1月31日より1951（昭和 26）年4月1日まで、理学部長の要職につき、学部行政に尽力した。

学部長時代の長谷川万吉は、湯川秀樹のノーベル物理学賞受賞を記念する基礎物理学研究所（湯川記念館）の設立に尽力した。湯川は物理学科第二講座の出身であり、長谷川万吉と同じ研究室の後輩に当る。そのため、長谷川万吉は湯川と親しく交際をしていた。そこで、学内に記念館建設委員会ができて計画に着手することになり、理学部長の長谷川万吉が委員長となって具体的な計画を進めていくことになった。

1952（昭和 27）年に記念館は竣工され湯川を館長に想定していたが、コロンビア大学に留学中の湯川はすぐには帰国できない状況にあったため、1953（昭和 28）年7月の湯川の帰国まで、長谷川万吉が館長事務取扱を務めた。

この他、長谷川万吉は阿蘇と別府の観測所を含む火山温泉研究所の所長を、1945（昭和 20）年から退官する1957（昭和 32）年まで務め、研究所の発展に尽力した。

11. 学外での役職

1957（昭和 32）年から1958（昭和 33）年にかけて行われた国際地球観測年（IGY ; International Geophysical Year）に際して、長谷川万吉は、日本学術会議の中に組織された国際地球観測年研究連絡委員会（IGY 研究連絡委員会）の委員長を務めた。この委員会の審議結果に基づき、日本学術会議は我が国でのIGYの実施を政府に勧告した。その勧告に基づき、文部省測地学委員会の中に国際地球観測年特別委員会（IGY 特別委員会）が設置されたが、長谷川万吉はこの委員会の委員長にも就任し、我が国におけるIGYの成功に多大なる貢献をした。

12. 地球電磁気学講座の設立

長谷川万吉は、東北大学、東京大学に続いて何とか京大でも地球電磁気学の名称の付いた講座を開設しようと、文部省に何回も足を運び文部官僚に働きかけを行っていった。その努力が効を奏し、漸くにして1956（昭和 31）年12月に文部省より地球電磁気学講座開設の認可が下りることになった。

しかるに、長谷川は翌年の1月2日に京大を停年で退官しているので、残念ながら実際の講座開設には現役教授としては立ち会えなかった。地球電磁気学の講座創設は、正に長谷川万吉の退官記念の置きみやげと言っても過言ないものであった。

こうして、IGY 観測が始まる直前の1957（昭和 32）年4月1日、地球電磁気学講座は京都大学理学部地球物理学科の第5番目の講座として開設され、初代教授として田村雄一が着任した。

附録

附-1 長谷川万吉の略歴

年月日	略歴
1894（明治 27）年 1 月 2 日	新潟県西蒲原郡漆山町（現：新潟市西蒲区）で出生。 ただし、これは戸籍上の生年月日であり、実際の生 年月日は 1893 年 11 月 3 日である。
1912（明治 45）年 3 月	新潟県立巻中学校（旧制）卒業。
1912（明治 45）年 4 月	広島高等師範学校入学。
1916（大正 5）年 3 月	同 卒業。
1916（大正 5）年 4 月	熊本県立済々黌中学校（旧制）理科教師。
1917（大正 6）年 4 月	広島高等師範学校研究科入学。
1917（大正 6）年 9 月	京都帝国大学理科大学物理学学科入学。
1921（大正 10）年 7 月	同 卒業。
1921（大正 10）年 10 月	京都帝国大学理学部宇宙物理学地球物理学学科副手。
1922（大正 11）年 3 月	同 講師。
1924（大正 13）年 7 月	同 助教授。
1928（昭和 3）年 3 月	ドイツ留学。
1930（昭和 5）年 11 月	帰国。
1937（昭和 12）年 7 月	理学博士。
1937（昭和 12）年 8 月	京都帝国大学理学部地球物理学学科教授。
1942（昭和 17）年 7 月	京都帝国大学評議員（～1944 年 8 月）。
1944（昭和 19）年 6 月	学術研究会議第 113 研究班班長。
1945（昭和 20）年 1 月	学術研究会議第 1 部第 33 研究班研究主任。
1945（昭和 20）年 2 月	京都帝国大学火山温泉研究所長（～1957 年 1 月）。
1946（昭和 21）年	学術研究会議電離層研究特別委員会幹事。
1947（昭和 22）年 5 月	日本地球電気磁気学会初代委員長（～1961 年）。
1949（昭和 24）年 1 月	日本学術会議会員（～1960 年）。
1950（昭和 25）年 1 月	京都大学理学部長（～1951 年 4 月）。
1950（昭和 25）年 8 月	測地学審議会委員（～1960 年）。
1952（昭和 27）年 7 月	学術会議 IGY 研究連絡委員会委員長。
1952（昭和 27）年	基礎物理学研究所所長事務取扱（～1953 年）。
1954（昭和 29）年 1 月	測地学審議会 IGY 特別委員会委員長。
1957（昭和 32）年 1 月	京都大学停年退官。京都大学名誉教授。
1957（昭和 32）年 2 月	IGY 西太平洋地域連絡会議組織委員会委員長。
1958（昭和 33）年 1 月	福井大学学長（～1964 年 1 月）。
1961（昭和 36）年	国際宇宙線地球嵐会議組織委員会委員長。
1961（昭和 36）年	日本地球電気磁気学会名誉委員長。
1965（昭和 40）年 1 月	日本学士院会員。
1965（昭和 40）年 5 月	日本地球電気磁気学会名誉会員。
1965（昭和 40）年 6 月	徳島大学学長。
1966（昭和 41）年 4 月	勲二等旭日重光章授章。
1970（昭和 45）年 7 月 14 日	逝去（肺性心）。享年 76 歳。

附-2 長谷川万吉の所属の変遷

年	講座
1923（大正 10）年	第一講座
1930（昭和 5）年	第三講座
1937（昭和 12）年	第四講座
1940（昭和 15）年	第三講座
1947（昭和 22）年	第二講座
1957（昭和 32）年	停年退官。地球電磁気学講座を開設。

京大地球物理学研究の百年：第1回研究会総合討論

司会：荒木 徹

[はじめに]

荒木 徹：それではご指名により総合討論の司会をさせていただきます。時間は17時までということで、1時間程度ありますが、まず今日講演をしていただいた6人の方のなかで、もうちょっと補足したいということがございましたら最初にお話しいただき、次に参加者の皆さんからご質問やコメントをお受けしたいと考えています。そして最後に、この研究会を今後どうするかということについて、ご意見を承りたいと存じます。

[大気変動]

山元龍三郎：先ほど話にちょっと追加させていただきます。1つは、台風の構造の話をしてしましたが、あれは学会としての定説というわけではなく、ああいう解析が大学の研究として残っておりますので、そういう例として紹介しました。それからもう1つ、核爆発に伴う大気波動の話をしてしましたが、むかし、西村英一先生から呼ばれて第一講座のセミナーに出たことがあります。私自身は固体地球の研究には関係してないので何だろうかと思ったのですが、地表面で同じような波動が観測されていて大気波動とのつながりを知りたいということだったようです。

加藤 進：山元先生にお聞きしたいのですが、あのころ気象の分野に中島暢太郎先生がおられました。中島先生の研究は滑川先生の系列というか、流れとは外れるのでしょうか。

山元：先ほど4つのテーマの話をしてしましたが、その4番目で中島先生の研究にも触れました。時間がなかったので、詳しくは紹介できませんでしたが、中島先生は三高、京大では山岳部に属し、その後も京大山岳部の部長として活躍され、山の気象、山岳気象についての多くの成果を挙げておられます。日本気象学会の会誌に中島先生の愛弟子である名古屋大学の安成哲三さんがこのあたりの中島先生のご業績について書いておられます。

荒木：核爆発に起因する変化については、前田先生も関係ある地磁気の現象を見つけられたと思っているんですが、同じ核爆発だったのでしょうか。山元先生はご存じないでしょうか。

山元：私自身はその見地からの研究はしておりませんが、核爆発は上の方の地磁気にも影響を及ぼすわけですね。その結果として地磁気関係の貴重なデータだったと思います。

★★★コメント：徳田八郎衛（2009年8月5日受理）★★★

前田先生の発表は、昭和37年のジョンストン島超高層核実験(300km)に関する地磁気変化による地磁気変化ですから、違う状況です。超高層での爆発だから変化が出たので、大気圏内核実験では（当時の観測精度では）地磁気変化は検出されていません。

余田成男：最近の研究を紹介してもらいますと、齊藤昭則さんが2006年の北朝鮮の核実験の直後に日本の上空約300キロの電離圏で電子数の変動があったことを解析から明らかにしています。微気圧計に関しては家森さんが特徴ある研究をやっていますし、あと酒井君もやっています。今度7月22日に日食がありますが、科学研究費の挑戦的萌芽研究という新しい枠組みのなかで、Moriさんの守備範囲なんですけど、電磁気の観測だけでなく微気圧計も持って行って観測しようとしています。家森さんが何で微気圧計にはまられたかということ、スマトラ沖大地震のときなんです。そのとき当然大きく揺れたわけですが、電離層が攪乱されてそれが大気の音波として伝わってきた。そういう経緯があって微気圧計の観測に力を入れています。Moriさんも金森さんと地震計を用いて地震の際に気圧波を観測されたそうですね。

Jim Mori : 火山です。

三雲 健 : 先ほど山元先生が第一講座のゼミで 1954 年のビキニ環礁の核爆発のときに観測された気圧波の話をしてたということを言われましたが、私はそのお話は初めてで、印象深く伺いました。私もその後、1964 年のアラスカ地震のときに Berkeley で観測された気圧波を解析したことがあります。最近では 2004 年のスマトラ沖大地震のときに各地で観測された気圧波を調べました。家森さんはむしろ上の電離層との関係ですが、私の方は微気圧計で観測された気圧波の source つまりこの大地震の際の地殻変動との関係を議論しました。この時の上層大気中の気圧波の伝播に関しては、山元先生が描いておられた図形をもう少し詳しくフォローしたということになるわけです。

山元 : 私自身が大学院の学生のころで、何でも西村先生が固体地球の研究室のゼミで話をせよとおっしゃるのか、よくわからなかったのですが、一応効果はあった訳ですね。

荒木 : 私は家森さんに山元先生のところへ聞きに行けと言ったのですが、いきませんでしたか？

山元 : いや見えましたがね、あまり適切なアドバイスをできませんでした。

荒木 : 上層大気の変化については GPS でも観測できるようになっていますね。

Mori : 三雲先生のお話に関連して、気圧から地震波（地面振動）が出るのも結構あって、火山噴火に伴う気圧変動からも地震波が観測されています。家森さんは、地震動から大気音波が出て、それが伝わって電離層の電子密度が変化するというのを調べています。それでいま、大志万先生と観測計画を話し合っています。

荒木 : 気圧変動が議論になっていますが、他のテーマでも何かありましたらどうぞ。

[微小地震]

津村建四朗 : 佐納さんの長谷川万吉先生についてのお話で、微小地震という言葉がでてきたのですが、具体的にどういう内容を指しているのでしょうか？微小地震の研究は戦後本格的に始まったのですが、それよりずっと昔の話ですね。

佐納康治 : 志田先生が 1927 年（昭和 2 年）の北丹後地震より前の 1922 年（大正 11 年）に微小地震の観測を目的として、長谷川先生らに感度が数万倍の高精度地震計の研究製作を指示したという記録が京都帝国大学史（1943）にあります。従って京都帝国大学では 1922 年には「微小地震」という言葉が使われていたようです。具体的な言葉の意味は今とは違うかも知れませんが。

竹本修三 : 津村先生にお伺いしますが、「微小地震」という言葉が一般的に使われるようになったのは、地震予知計画が発足してからでしょうか。それとももっと前からでしょうか。

津村 : もっと前からです。浅田先生と鈴木次郎さんが福井地震の余震観測のときに「微小地震」という言葉を使っています。

荒木 : 三雲先生、微小地震について何かございませんか。

三雲 : 私達は 1956 頃から数年間、和歌山地方でその頃頻発していた小さい地震の観測をしましたが、当初は地震計の感度もあって「微小地震」という言葉は使わず、和歌山の局地地震あるいは local earthquake と呼んでいました。「微小地震」という言葉はやはり先ほどの津村さんの説明のとおり、浅田・鈴木が観測された程度の規模の地震を指すものと思います。その後われわれの観測の感度が向上するにしたがって、微小地震あるいは極微小地震という言葉も使い始めましたが。

[世界のなかの日本、日本のなかの京都]

廣田 勇 : 少し違った立場から意見を述べます。1 回目の今日、いきなりこんな質問、あるいは希望を出すのは無茶だと承知のうえで申しあげるのでありますが、2 回目以降があるということなので、そこにつながるつもりで話をさせていただきます。今日初めて聞く話がたくさんありまして、私自身非常に参考になりましたが、京都大学の地球物理の歴史と、それを踏まえて、もう 1 つ、そのバックグラウンドを成す日本全体の地球物理学の歴史とを対比させて議論するとよいと思います。さらに欲張れば、それぞれの時代に応じて、国際的というか、世界全体で各テーマの研究の進捗状況がどうであったかということまで踏み込んだ議論ができれば、より意義があると思います。そうい

う意味で、敢えてひとつ質問をさせていただきます。これは佐納さん、あるいは、加藤先生にお聞きしますが、長谷川先生がドイツから電磁気学のテキストをたくさん持ち帰られたということですが、その当時の国際的なスタンダードな教科書というのはどんな人が書いて、どの程度のレベルのものだったのでしょうか。その本というのは今でも残っているのでしょうか。

加藤：そうですね、私は長谷川先生がドイツからどんな本を持ち帰ったかわからない。ドイツ語でしょうな。長谷川先生の仕事は Chapman 先生の Geomagnetism の本に延々と出てますが、あれは田中館愛橘先生が推薦し、学士院紀要（英文、Proceedings of the Japan Academy）に載せた長谷川先生の論文が Chapman 先生の目にとまり、Bartels 先生と共著の Geomagnetism の中で、紹介したのです。

佐納：今の廣田先生のご質問に関して、太田柁次郎先生に書名をお伺いするのを忘れたのですが、昭和6年からのゼミで長谷川先生が持ち帰った本をかたっぱしから読んだという話を太田先生から聞いております。電磁気関係の本を、多数というのはどのくらいわかりませんが、とにかく長谷川先生が持ち帰えられたそうです。

廣田：一応その書名なんかは、わかっているのですか。

佐納：どういう本だったかは、お聞きしておりません。

廣田：くどいようですがこういう質問をしたのはですね、今日のお話に出た京都の諸先輩が非常に独創的に立派なお仕事をされたということはよくわかります。しかし、その一方で、客観的に見た場合、昭和のはじめころの日本のサイエンスの力量というのは必ずしもすべての面において世界のトップではなかったということですね。そのギャップの問題がある。この2つをわれわれが今、どう理解したらよいかということです。

加藤：私は去年、仙台で学会があったときに、1日サボって田中館愛橘記念科学館に行ってきたんです。先生の故郷の岩手県二戸市にあるんですが、そこに日本の最初のころの物理学、地球物理学の歴史がずっと出ているんですね。田中館愛橘先生や寺田寅彦先生などに続く人達の業績がよくわかる。その源流を作ったのは田中館先生でしょうね。田中館先生には美稲さんという娘さんがいて、『私の父、田中館愛橘』という本を書いています。本当は著者というより編者なんです。この娘さんが田中館先生の外国出張には必ず付いて行ったんですね。この本に田中館先生の人柄やいろいろなエピソードが書かれていて、地球物理の歴史を知るうえでもなかなか興味深い。お弟子さんである東北大学の中村左衛門太郎先生によれば、「会った人は誰でも、田中館先生に可愛がれていると思う。若い人でも一度先生に何か伺った途端に、みな先生の直弟子になったような気持ちになる」と言ってます。先生は95歳まで活躍されたんですね。

荒木：すごいなあ。田中館先生は国際的にも活躍されましたね。IAGAの前身であるIATMEの初代委員長もされています。

[高圧実験]

田中寅夫：島田さんにお伺いしたいのですが、愛媛大の入船徹男さんも出たわけですね。その前に高圧と言えば阪大の川井直人先生がいました。われわれでいえば、愛媛大の西武照雄先生が高圧実験の場所を作ったということなども多分関連があるだろうと思うんですが、先ほどの廣田先生のお話に関連して、阿武山の高圧実験の研究がどのように広がっていったのでしょうか。

島田：西武さんは物理学科の卒業で、地球物理とはちょっと違う研究をされていたんですが、地球物理の大学院に進み、「地球内部の物性の研究」という題目で博士学位を得ています。愛媛大学に移られてから、流体圧発生装置としては現在も世界最大級の能力を持つ高圧実験設備を作っています。この装置は西武先生のお弟子さんや入船さんのグループによって、地球内部物性の研究にも使われています。川井先生は京大地球物理学教室で松山基範先生のお弟子さんだった人で、岩石の微弱な磁化の測定で業績を挙げ、松山期よりも新しい年代における逆磁極期の発見に貢献しました。阪大に移られてから、川井式マルチアンビルセルと呼ばれる高圧発生装置の開発に成功し、高圧条件下における岩石の相変化と地震波速度の不連続面とを関連付ける業績を挙げました。川井式マルチアンビルセルは安定性に優れており、ダイヤモンドアンビルセルと並び、現在でも高温高圧実験のための重

要な装置として用いられています。

[資料保存（１）－古いものをどう残すか]

津村：私は東大地震研究所で古い資料をいろいろ整理してきたんですが、もともとは理学部の地震学教室にあったものを、浅田先生から電話があつて、古いものを収容している倉庫を取り壊すので、欲しいものがあつたら何でも持って行ってくださいということでした。一番重要だったのは、一部屋いっぱいぎっしり積み上げられていた明治時代からの煤書きの地震記録紙でした。そのほか、いろいろな書類もありました。それらの資料は幸いなことに地震研究所で重要性があるということで保管されて来たんですが、だんだん重要性を理解してくれる人も少なくなってきた、危機にさらされています。１つは原記録の保存の重要性ということですが、もう１つは、例えば震災予防調査会に報告が出されている記録のもとになった大森房吉の原稿とか蒐集した資料とかをどの程度残すべきかということですね。その重要性について理解をしている人がほとんどいなくなってしまう。京都大学でも地球物理学研究が百年ということですから、資料をどうやって保存すべきかということは重要な問題だと思います。

福田洋一：京大の地球物理学教室は、理学研究科の一連の耐震改修工事に関係して、今年の５月に１号館に引越しました。そのときにスペースの関係もあつて、１号館に全部を持ち込めなかったので、かなり処分しました。一部は阿武山観測所に引き取ってもらっています。何を残すべきかについては、なかなか判断がつかないところがあります。比較的新しいものはまあいいのですが、古い資料のなかにはすでに廃棄されてしまっていて取り返しのつかないものもあります。資料の保存についてはスペースの関係もありますが、このあたりは京都大学全体としてもう少し考えて欲しいと思います。また、もう１つは、デジタル記録の保存の問題です。引越しのときに磁気テープも処分したのですが、このような媒体のデータはもう読めなくなっています。デジタル・データの長期保存はなかなか難しい問題です。

徳田八郎衛：関連した意見の陳述です。京都大学の地球物理学教室が本部構内から北部構内に移転したのは確か昭和 32 年だったと思います。そのとき運んだ書類を整理する暇がなかったのか、昭和 35 年に荒木さんや島田さんや私が 4 回生だったときに、院生の先輩方の下請けで書類の整理をしました。そのとき、現職の偉い教授のお書きになった私信などを見る機会があり、ちょっと興奮したのを憶えております。私、実は国会図書館から委託され、本来なら防衛省防衛研究所戦史部がやるべき史料分析作業のお手伝いをしています。もともと技術史には興味があつたので協力しておりますが、これは意味がないから捨ててしまえとか、これは史料には物足りないが、ご遺族の皆様には意味があるから靖国神社の資料館に遺品資料としてお納めした方がよいなどと仕分けする仕事に関係しております。公文書ではなくて私信だけど貴重な文書であり、関係者も故人、つまり歴史上の人物になったから公表してもいいんじゃないかと考えて整理をしております。最近では、このような作業を歴史の長い建築とか土木とか造船などの学会が、新しいところでは電子情報通信学会も加わって、エンジニアサイドから、学会サイドから技術史を残そうということをやっておられます。一方、サイエンスの方では専門化が進むのと進歩が速いためでしょうか、歴史的資料の保存にあまり熱心でないような気がいたします。先ほど、現職の教官から古いものを保存する場所もないというお話が出ましたが、残念なことです。この前、引越しをなさったときに、私のように「光と影」の影の方を研究するのが好きな人間にとっては本当に面白い資料もずいぶん焼かれてしまったのではないかと思います。このあたりを皆さんぜひ考えていただきたいですね。また前総長にはその責任上（笑）、お考えいただきたいと思います。それから今日発表なさった先生方にもお願いがあります。私は恩師の田村先生が亡くなられたあと、東京から長男を連れてお参りにいったとき、奥様がおっしゃることには、「うちの息子たちは誰も父親の仕事も趣味も継いでおりません。この本を全部もって行ってください」。全部持って行けと言われても私のように「カミナリ」を商売にしているのではない人間にとっては恐れ多いので、昭和 5 年頃のカミナリについての本を 1 冊だけ頂いております。息子は自動車ポッポが好きで、田村先生も鉄道が趣味でしたから、鉄道の本を頂いて帰りました。ところで、今日発表なさった方も、総合討論の司会者も、同じような家庭環境にあられる

のではないかと思いますので、これまで集められた貴重な本や資料をこれからどこに預けたらいいか、いまからお元気な間に（笑）、お考えいただきたいと思います。

荒木：はい。なかなか難しい問題だと思いますが、まずは、個人の持ち物をチェックしていただいて、そういう貴重なものがでてきたときにどうするかということですね。できれば、教室のなかにそういうものを保管する資料室みたいなものを作っていただけるとありがたいと思います。

尾池和夫：前総長というご指名がありましたので発言させていただきますが、1つは現物の保存というのは、大学にとってもものすごく負担なんですね。博物館がそういう機能をもっているわけですが、このグループに関係することでは、地球物理学教室に所属していた工作室が取り壊されることになったとき、そこで使われていた機械を何とか残したいという声があつて、いろいろ検討しました。この場合は、大学で古い機械を大事に扱って、長期間にわたってだましまし使ってきたということが、逆に機械の歴史を知るうえで非常に値打ちがあるということになって、京大の博物館に保存してもらおうとしたのですが、当時の館長が難色を示してなかなかうまくいきませんでした。そこで東京の科学博物館に話をもちかけて、そこのつくば倉庫にいま預かっていただいています。しかるべきところにしかるべきものが結構あるんですね、土地のあるところには。そういうところをうまく探し出して、うまく話が合えば保管してもらえることになると思います。それから、標本というのも、もちろんそうですし、京都大学博物館でも自然史に関する植物、動物や鉱物の標本を大量に保管していますが、とにかく壮大な倉庫が要るわけですね。展示しているのはその1部で、倉庫には膨大な量の資料が保存されています。この研究所の隣にあるのは国会図書館の関西館で、見えているところはただのハコだけですが、地下まで入れると、6階くらいまでものすごい大きな倉庫があります。なかなか整理が追いつかないようで、長尾先生が今その問題に挑戦しています。印刷物は全部預かるというのが国会図書館の方針であるにもかかわらず、印刷されないデータがいっぱいできてきているわけですね。そのほとんどが収集できないという状況で、実際問題としてどこかに行ってしまったら、また出版はされているんだけども保管できていないという場合もあったりして、それをどうしようというのが問題になっています。まあ、公文書館もそうですが、保存の問題は新しい問題になっています。それから古いものに関して、お年とともに消えていくということは本当に京都大学として残念なことですね。そこで私がやってきたのは京都大学のアーカイブセンターをつくるということで、スタートは写真なんです、フィールドワークの研究の貴重な写真とか動画とか、そういう各先生が個人的に保有していて分散していた原資料をいろいろ集めて、一括して保存することを始めました。川端通に稲盛財団記念館がありますが、これは京都賞のデータなどを保存しようということもあつて作っていただいたものです。そこにアーカイブセンターがあります。そこにはフィールドワークの資料などを収納しようという方針で臨んだのですが、委員会で議論していただいた結果、京都大学のさまざまな研究資源、すなわち写真、映像、音声、フィールドノート、実験・観測データなどの原資料を「研究資源アーカイブ」として組織的に蓄積・保存し、教育・研究資料として再活用を図ろうということになりました。そこで、先ほどの地震の記録なども多分、保存の対象として考えられているはずであります。もう遅いものがあるかもしれませんが、地球物理学のグループとしてもそういうものをできるだけ利用したらよいと思います。体制だけは充分整ってきておりますので、その運用面について地球物理の側からも働きかけをしていただければと思います。金森先生が京都賞を受賞された業績のなかには佐々式大震計のデータを利用した解析結果も含まれているということもあります。ほかにもいろいろあると思いますが、スペースの問題は改めて解決すべきということで、私がこの研究会に期待するアウトプットの1つとしては、今日のお話に出てきたデータ系資料の保存の方針みたいなものを国に提言する報告がまとめられればよいということです。

荒木：どうもありがとうございました。ほかに何かございませんか。

尾池：もう1つだけ、先ほど廣田先生がおっしゃったことに関して付け加えさせていただきます。20世紀の前半というのはわが国が非常に勢いをもってヨーロッパに追随していった時代なんですね。1901年にレントゲンが最初のノーベル賞を受賞していますが、その原理がわかってすぐに京都の島津製作所がX線装置の開発にのりだして、実用化しております。そしてノーベル賞の授賞式のときにはもう日本では商品をして売り出すところまでいっています。それぐらい早いスピードでヨ

ヨーロッパの技術を吸収しているんですね。また、湯川秀樹さんがノーベル賞を受賞した論文を書いたのは 1930 年代ですが、そのときだって湯川さんは自分のお金をものすごくつぎ込んで、ヨーロッパから本を直輸入で買い取り、それを読んで最先端に追いつく仕事をしているわけです。その時代に、とくに物理の関係のところにはそういう雰囲気があった。そこに地球物理も物理学第一講座という形で加わった。それは大学全体の話ですね。そこから地球物理学教室が独立して独自の発展を遂げる。そのなかで地球物理が物理学をリードしてきた時代もありました。第 6 代京大総長の山川健次郎先生は日本人で物理学と名のつくところの最初の教授になった人ですが、そのあたりが作った流れが京大の物理にもものすごく効いてるわけで、日本の状況がどうだったかということよりも、むしろヨーロッパの先端の物理学の流れがどういう状態にあって、それを物指しとして、その時代の京都大学がどうであったかという見方をしていた方がよいのではないのでしょうか。ウィーヘルト地震計がどうやって日本に入ってきたかなどにも興味があります。いまものすごく巨大なマスをもつウィーヘルト地震計が世界で 3 台残っているんですが、それがドイツとメキシコと中国の南京にある。3 つのうちの 1 つがアジアにあったりするというのも面白いですね。そういうなかで、大型のウィーヘルト地震計が何台も日本に入ってきているという、そんな歴史があるわけで、ヨーロッパの流れを物指においといて、それに対して京都大学がどういう対応をしてきたかという、そういう比較をした方がよいのではないかと思います。一番最先端なものに追いつこうということを急ピッチでやっていた時代ですね。

【資料保存（2）－阿武山観測所など】

川崎一朗：1990 年に京都大学の地震関係を防災研に統合したとき、暫定的に、阿武山観測所は、その使命は終わったということになりました。地震予知研究センターでの議論の上、今年から、観測の拠点として再活用することになり、4 月からは飯尾さんが阿武山観測所勤務になりました。営繕などの予算の問題とか、いろいろな問題がありましたし、また、マスコミの注目を浴び、「満点計画」とも絡んで新聞にも出ましたが、この様な話は別の機会にしたいと思います。阿武山観測所には、ウィーヘルト地震計、ガリツイン地震計、佐々式大震計、佐々式強震計、プレス－ユーイング型長周期地震計など、多くの歴史的地震計がありますが、これまでに伊藤潔先生や技術職員の伊藤勝祥さん・浅田照行さんが中心になって、外から訪問して来られた方にもわかるような説明も付けて整理していただきました。不十分とは思いますが、このように資料保存への努力は続けられております。また、記録については、梅田先生が大分前から記録の写真を撮るという作業を続けてこられました。これについては梅田先生から直接お話をいただいた方がよいと思います。

梅田康弘：阿武山にあった古い記録で 1935 年からの機械式地震計の煤書き記録をマイクロフィルムに残すことを十数年前にやりました。それから 4 年ほど前に地震予知振興会がそれらを全部デジタル化されました。

島田：上賀茂の記録も阿武山にありましたね。

梅田：あれはやってません。

伊藤 潔：阿武山に保管されている上賀茂の煤書き記録も、地震予知振興会でデジタル化されました。

津村：いま地震予知振興会では、大学関係の古いところでは京大の上賀茂観測所と東北大の向山観測所の地震記録をスキャナーで読み取って、デジタル化しています。例えば関東地震の場合など、気象庁は本震の記録は残しているのですが、余震の記録は全部捨ててしまっているんですね。上賀茂と向山には関東地震の余震の記録が残っているのでそれをデジタル化しています。

梅田：関東地震のころに島原でも地震観測の記録がありますね。

須藤靖明：京大では 1922 年の島原地震の直後から島原でウィーヘルト地震計を用いた地震観測を始めていますので、そのデータは阿蘇にあります。1923 年の関東地震のときに、本震では地震計の針がとんでしまいましたがすぐに修理して、関東地震の余震のデータは残っています。

[研究会のまとめと今後の予定について]

加藤：京都大学の地球物理学研究は、地球物理学教室だけで行われてきたものではなく、防災研究所もあるし、私達の分野で言えば工学部の方から発信しているものもある。また、昔は天文関係の人達も随分地球物理の研究をやっていた。そんなわけで、日本全体を考える前に、京都大学のいろんなところでやられた地球物理の研究にも目をやってほしい。

竹本：まず、本日の集会のプロシーディングスをどうしようかということを発表者の間で話をしたのですが、発表に使われたパワーポイントのファイルと所長挨拶並びに総合討論の内容をテーブルから起したものをまとめて、地球物理同窓会のホームページの下に貼り付けさせてもらおうということで、田中寅夫同窓会長のご了解もいただいております。そこで、皆さんのご異存がなければその方向でまとめさせていただきます。次に研究会の今後の予定ですが、私としましては、この1回だけで終了するのではなく、今日お話に出ましたように、日本の地球物理学、世界の地球物理学の流れのなかで、京大で行われてきた研究がどのような役割を果たしてきたかなどの観点から、今回漏れた研究分野も含めてもう1回はこれまでの歴史を振り返る研究会を開催し、そのあとに現役の皆さんを中心にして、現在の到達点と今後の方向性をまとめていただく研究会を開催できたらよいと思っています。過去百年の研究を振り返るとともに、今後百年につながる研究展望が見えてくるといいなと思っています。

第2回研究会開会挨拶

竹本修三

皆さんおはようございます。プログラムがお手元あると思いますが、本日は44名の方にご出席いただける予定でございます。今年は志田順先生が京都で地球物理学の研究を始められてからちょうど百年に当たるということで、6月27日にこの場所で「京大地球物理学研究の百年」という研究会を開催させていただきました。

そのイントロで、私が「寺田寅彦と京大地球物理学との関わり」というお話をさせていただいた後、固体地球物理学では、島田充彦先生に「阿武山地震観測所と京大高圧実験の歴史」、また、須藤靖明先生に「京大火山学研究の光と影」のご講演をお願いし、気象学の分野では、山元龍三郎先生に「滑川忠夫先生に続く京大気象学の系譜」、さらに地球電磁気学分野では佐納康治先生に「長谷川萬吉先生と地球電磁気学研究」のご講演をお願いしました。そのあとの総合討論で、この研究会は一回だけで終わるのでなく、今回漏れた分野などを含めて、少なくとももう1回は「京大地球物理学研究の百年」の研究会を開催してほしいという意見が何人かの方から出されました。そこで、本日の第2回研究会を開催した次第です。

前回漏れた分野のなかに海洋学がありますが、海洋は今が輝いているので、過去の事よりも現在行われている最先端の研究を紹介していただいた方がよい、ということになり、淡路敏之先生に「データ同化によるバーチャル海洋づくり」というご講演をお願いしました。淡路先生は大変お忙しく、昨夜も東京にお泊りでしたが、今日の弁当の時間までには、こちらに到着されるという予定になっております。

固体地球物理学、とくに地震学・測地学の分野では、前回、島田先生に高圧の話をお願いしましたが、今日はこの分野では、尾池和夫先生にイントロを兼ねて、「大陸移動説の歴史を振り返る」というご講演をお願いし、また、大谷文夫先生に「京大地殻変動観測に携わった40余年」というお話をさせていただけることになっております。このほか、強震動予測で顕著な業績を挙げておられる入倉孝次郎先生にお話いただこうと考えておりましたが、残念ながら日程が合わず、今回は見送りとなりました。

火山学の分野では、前回、須藤先生に、阿蘇火山を中心とした京大の火山学研究の歴史をお話いただきましたが、今回は、石原和弘先生に「東南アジアの火山研究－京大の海外貢献」というタイトルで、ある意味、京大らしいとも言える「海外フィールドワーク」の一端をお話いただけることになっております。気象学・地球電磁気学の分野では、前回、山元先生と佐納先生に、京大における気象学・地球電磁気学研究の歴史を詳しくお話いただきましたが、今回は、これらの分野で国際的な研究の流れのなかで、京大の果たした役割という観点から、加藤進先生には「地球電磁気学研究で京大の果たした役割」、廣田勇先生には「国際気象界のなかの日本－京都から何が発信されたか」というタイトルでご講演をお願いしております。きっと若い人を鼓舞する元気のお話を聞かせていただけるのではないかと期待しております。

そして、総合討論は、前回と同様に荒木徹先生に司会をお願いしてあります。あまり時間がとれなくて申し訳ないですが、活発なご討論をお願いいたします。

それでは尾池先生、最初のご講演をお願いいたします。

大陸移動説の歴史を振り返る

尾池和夫

(国際高等研究所)

尾池でございます。お早うございます。ようこそお出でいただきました。今日の私の話は、タイトルよりも、中身としては所長としてのご挨拶のつもりでお話をさせていただきたいと思っております。国際高等研究所の紹介をしてから、来週出版される「変動帯の文化」の本の宣伝もしながら、大陸移動説の歴史を振り返ってみようと思います。

この研究所がどんなことをしているかということですが、現在 20 余りの研究プロジェクトが走っておりまして、延べ 450 人くらいの研究者に参加していただいております。そのなかで、いろんな方がいろんな形で、ここで活動してくださっているわけです。フェローも 10 人くらい活躍していただいておりますが、高等研フェローの称号は、死ぬまで使っていただいてよいということになっております（笑）。南部陽一郎さんとか小林 誠さんも、フェローとして加わっていただいております。

私自身は、竹本先生に主に手伝っていただいて、プロジェクトの1つとして天地人—三才の世界 (Creation of a new literacy in the relationship between Space, Earth and Human Society — Ten-chi-jin: the world of Sansai) というのを主宰しております。これは、天文学、地文学、人文学を融合して、そのなかから新しいことを見出していこうということをやっております。「天」のエキスパートが天文学の最新の成果を一生懸命紹介しているうちに、朝日新聞の論説委員がそれはわからんとか言い出して、そういう話をしているうちに、はっと思いつくことも結構あるんですね。そういうことから新しい学術の芽を育てていこうというプロジェクトです。

実際にこのことを紹介するために、最近私は、白川静『漢字—生い立ちとその背景』を引用しているんですが、「文」というのは人間の体なんですね。刺青の意味など、いろいろいれがありますが、昔の甲骨文字を見ると、その「文」のなかに心臓がちゃんと描かれていて、それが「文」という字になっている。ものすごく昔から心臓が中心であったということを実感していたことが面白いと思います。

それで、「文」でまとめて天文学、地文学、人文学というわけです。このなかで地文学というのは、最近廃れた話なんで、私が意識的に、これを復活させようと思っております。明治の教科書には「日本地文学」というのがちゃんとあるわけですね。これは「天文」に対して「地文」ということで、地上の文様 気圏、水圏、地形、地理、地質、資源、地震、火山などを全て含んでいます。こういう分野を3つ一緒にしながらいろんな議論をしています。機会があれば、その話もさせていただきます。

もう1つのトピックですが、最近サウジアラビアの紅海沿岸の新しい都市：ツワル (Thuwal) にアブドラ王立科学技術大学 (King Abdullah University of Science and Technology : KAUST) という新しい大学ができました。私は同じサウジアラビアのダルラン (Darlán) にあるファハド王立石油資源大学 (King Fahd University of Petroleum and Minerals : KFUPM) の国際アドバイザリー・ボードのメンバーを務めておりますので、新しいアブドラ王立科学技術大学の開校式に招かれて出席しました。そのことをご紹介します。

図 1 は、世界の浅発地震の分布図ですが、図 2 は、アラビア半島周辺の浅発地震の分布図です。サウジアラビアは、この Arabian plate のなかにあります。

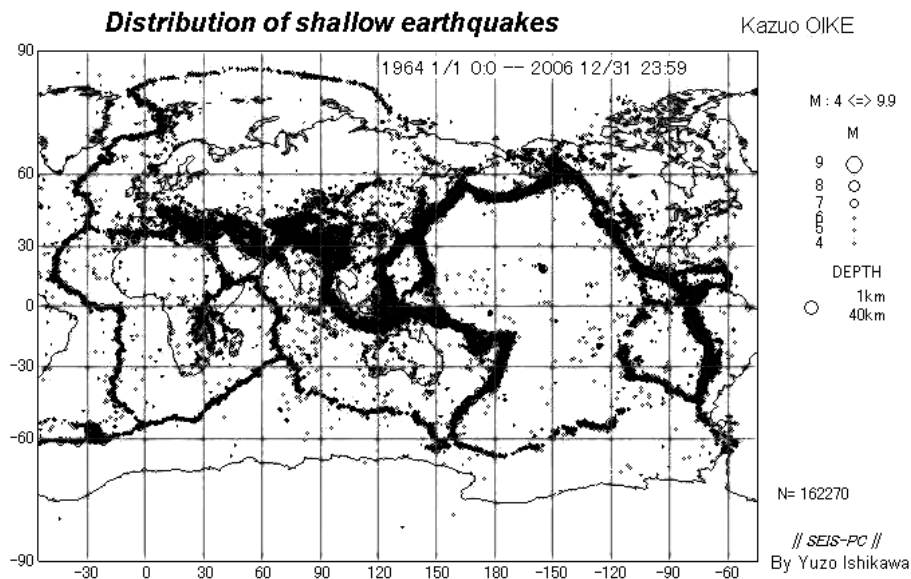


図 1 世界の地震分布図.

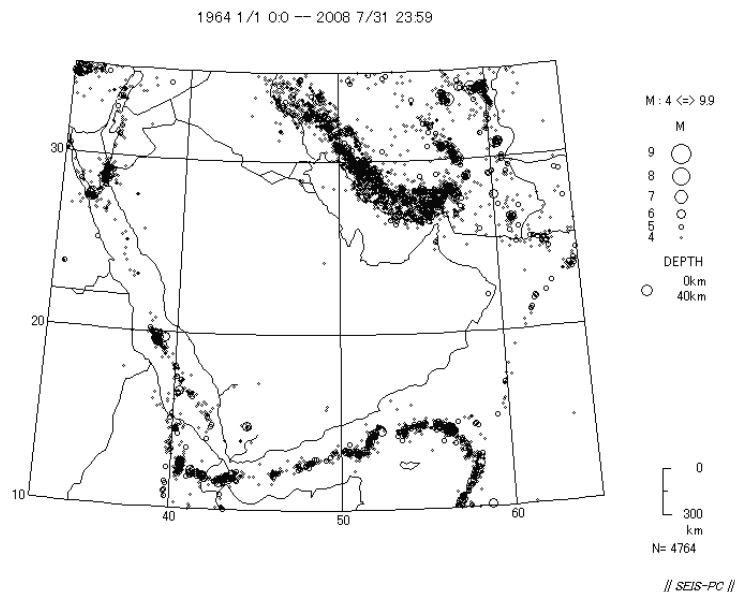


図 2 アラビアプレート周辺の地震分布.

サウジアラビアの首都はリヤド (Riyadh) で人口は約 400 万人ですが、第二の都市がジッダ (Jiddah) で、人口は約 360 万人です。ここから南に下がるとすぐにメッカ (Mecca) ですが、ジッダからバスで 1 時間くらいですが、80km ほど北に行った紅海沿岸の砂漠のなかにツワルがあります。economy city と呼ばれていますがこういう新しい大都市がサウジアラビアでは次々と建設されています。アブドラ国王は、彼自身のポケットマネーを 1 兆円出してツワルに新しい大学を作りました。そのオープニング・セレモニーが、今年の 9 月 24 日に開かれたわけです。王様のスピーチを聞いて、一番びっくりしたのは、この大学は何でつくったかということ、石油が枯渇したときに備えて、新しいエネルギー源を探そうとしているんですね。サウジアラビアで石油がなくなっても若い人が失職しないようにということで、世界中から優秀な professor を高額で呼んで、海外からの学生の募集もしています。30% くらいが留学生ですが、日本人もいます。また、いろいろなプロジェクトを募集していますが、日本からは東京大学の伊藤伸泰博士の提案が採用されて 10 億円の研究資金を貰っています。伊藤さんは、「複雑系の秩序と構造」というテーマで国際高等研の仕事もしてくださったんですが、非平衡現象一般の計算機シミュレーションによる解明の途を拓いた人で、

この可能性を追求することを目的した「アボガドロ数への挑戦－非平衡現象の計算統計物理学－」と題する研究を、KAUST で推進することになります。皆さんも何か新しいプロジェクトを考えて、これに参加されたいと思います。（会場から「ほおー」というため息。）この王様が「世界で一番友達になりたい人」の第1位にランクされているのも分かる気がします（笑）。また、この大学は、大学院大学ですが、サウジアラビアで初めての男女共学の大学です。学生でも給料が出るんですね。料理はおいしくいただける国ですが、お酒はありません。ノンアルコールのビールだけです（笑）。

下の写真の前列の右端に写っているのが、元のシンガポール国立大学の学長で、KAUST の第1代学長になった Chon Fong Shih 博士です。



図3 右端が KAUST の初代学長の Chon Fong Shih 博士。

9月27日にサウジアラビアを離れたんですが、中国大陆の上を越えて帰ってきました。ここらあたりから大陸移動説の話になります。下の図（図4）は飛行機から見た天山山脈の大きな氷河ですが、このあと、敦煌の上を飛んで帰ってきたわけです。敦煌は活断層帯の北限に位置していて非常に活発な変動しておりますので、このあたりの文化財を守るための調査というのも重要な課題です。これもこの研究所の研究テーマとしてこれから取り込んでいこうと思っています。



図4 天山山脈の氷河。

そして日本海を越えて、西南日本、淡路島の断層、神戸と日本の変動帯の典型的な地形を見て、関西空港に戻ってきました。

今日のお話ですが、来週、京大学術出版会から「変動帯の文化」という題名の私の本が出版されますが、これをまとめる段階で、アルフレッド・ロータル・ヴェゲナーの「大陸と海洋の起源—大陸移動説」を読み直してみました。それは、この大陸移動説から現在の地球観にいたる近代の固体地球科学の発展が、京都大学の歴史と対比できるようにみえたからです。

ヴェゲナーは 1880 年にベルリンで生れ、1899 年にベルリン大学に入学しました。前回の研究会に話が出てきた寺田寅彦は、1909 年からベルリン大学に留学しておりますが、帰国後、1915 年に東京地学協会総会で「アイソスタシーに就て」と題する講演をしており、そのなかで、ヴェゲナーの大陸移動説を紹介したといわれています。また、関東大震災の直前の日本天文学会で大陸移動説について話をしたという記録も残されています。どうもヴェゲナーの大陸移動説を日本で最初に紹介したのは、寺田寅彦のようですね。ヴェゲナーの「大陸と海洋の起源—大陸移動説」は、初版が 1915 年、第二版が 1920 年、第三版が 1922 年、そして第四版が 1929 年に発行されています。日本語訳は、北田宏蔵訳「大陸漂移説解義」が 1926 年に古今書院から、また、仲瀬善太郎訳「大陸移動説」が 1928 年に岩波書店から出版されています。

ヴェゲナーが「大陸と海洋の起源」の第四版を出した 1929 年という年は、1909 年に菊池大麓京都帝大総長に招かれて京都帝大理工科大学に着任した志田順が「地球及び地殻の剛性並びに地震動に関する研究」で帝国学士院恩賜賞を受賞していますし、巨大な飛行船ツェッペリン号が世界一周の途中に日本に立ち寄っています。さらに、志田順の弟子にあたる松山基範が玄武洞など東アジアの各地の岩石の残留磁場を調べて、この年に地球磁場反転説を初めて発表しました。こういうことが歴史に残っています。今年はいろんな意味で 80 周年ですね。

今年（2009 年）6 月 30 日に国際地質科学連合（IUGS）の執行委員会で、地質区分として不確定だった第四紀を正式な紀／系として認め、松山逆磁極期の始まり（258 万年前）をもって第四紀の始まりとする新しい定義が正式に批准されました。これにより、第四紀の始まりは従来の 181 万年前から 258 万年前に変更されました。80 年経って、松山先生の業績に新しい意味ができました。今後もこういうことがいろいろ出てくると思います。

1930 年にヴェゲナーは亡くなるわけですが、そのあと、しばらく大陸移動説は忘れ去られていました。その後 1950 年代のはじめに、日本で大陸移動説を取りあげたのは、手塚治虫の「ジャングル大帝」です。エジプトからローデシア地方にかけてのグレート・リフト・バレイを舞台にしたものですが、物語の頂点は、大陸移動説の証拠になる石を発見するための登山です。そのころはまだ、プレート・テクトニクスの考えは生れていませんでした。そのあとで私は三雲先生のご指導を受けて卒論を仕上げました。その頃から大陸移動説は復活してきて、プレート・テクトニクスが生れたわけです。

変動帯ができる仕組みはそういう歴史の上にあるわけですが、私も 50 年ほど京都大学におりまして、いろいろ考えてきましたので、そういうことを「変動帯の文化」という題目で本にまとめてみました。コピーはお配りしませんでした。来週には出版されますので、読んでいただければ幸いです。

本日はどうもありがとうございました。

（参考）

尾池和夫, 2009, 変動帯の文化—国立大学法人化の前後に, 京大学術出版会, 200 p.

京大地殻変動観測に携わった 40 余年

大谷文夫

(京都大学防災研究所地震予知研究センター)

0. 初めに

先日、上賀茂観測所で Rebeur-Paschwitz 傾斜計が瓦礫の下から見つかったというニュースが関係者を驚かせた。この傾斜計はちょうど 100 年前から志田 順先生により同所で使われ、地球潮汐の日本最初の観測に成功し志田数の提唱につながった由緒ある測器である。この観測が京大地球物理における地殻変動観測の最初であったことは言を待たない。その後 100 年、京大で地殻変動研究に携わった研究者は多数に上るが、ここではその最後の 40 年を私自身が携わった内容を主にして振り返る。この期間、地殻変動観測、特に坑道内における連続観測についてはその全盛期を含む時期で、この研究集会に参加されている皆さんをはじめとする諸先輩方の多くの業績が数えられるが全貌を捉えるには任が重く、また最適な立場とも言えないと思うので現役を終える日の近い我が身の「まとめ」とお受け取りいただきたい。なお関連図は power point 図が別途公開されているので、本稿ではすべて省略している。さらに参考文献は本稿の性格から煩瑣となるので挙げていないが、特に私以外の研究内容に触れる箇所には必要に応じ著者名のみ記した。

1. 地震予知計画

この 40 年の歴史は地震予知計画を抜きにしては語れない。それ以前には研究者として触れることがタブー視されていたともいえる「地震予知」が、ブループリントの発行を経て公式に認知されたのは画期的なことといえる。ただ、事業として大学が関わることの是非についての議論も常に底流にあった。私自身の研究生活も気がつけばこの計画の枠の内外を歩んでいくこととなった。第一次 5 ヶ年計画は奇しくも筆者の京大入学年度 1965 年度に始まる。その後、この第一次のみ途中で見直し 4 年で次期の計画に引き継がれたが他はずっと 5 ヶ年計画を積み重ねてきた。この間、第一次において上宝・屯鶴峯、第二次計画で逢坂山・宮崎の各地殻変動観測所が設立された。筆者は当初宮崎観測所の助手として採用された。制度としては 1974 年度(第二次)に理学部地震予知観測地域センターが阿武山に設立され、さらに 1990 年(第六次)同センターと防災研究所の理学系地震関係部門が合併し防災研究所附属地震予知研究センターとなり各観測所も地震予知研究センター所属となった。1995 年には兵庫県南部地震が発生したが、これは未曾有の被害を出しただけではなく、予知計画にも大きな影響を与え、従来の予兆を見つけることを基本としたものから、科学的な基礎を固めていくものへと転換が図られた。

2. 宮崎観測所と日向灘地殻活動総合観測線

地殻変動連続観測点網のキャッチフレーズとして線状に配置する「地殻活動総合観測線」という

概念が導入された。これは移動性地殻変動という現象の検証という意味合いもあったが、実際にはブループリントで提案している面状の稠密配列は莫大な経費がかかり非現実的であることから、改善の策とし1次元のトラバースを張るということであった。場所は地震予知計画上の特定観測地域や観測強化地域をカバーするという趣旨で全国的な共通テーマとして取り組まれた。新規に開設された観測点は実際に線状配列をとったが、京大の場合、次項以下で述べるように既設点も多数あったことから、これらの点を束ねて「観測線」と名乗っている。近畿を中心とする西南日本に分布する京大の観測点は上宝・逢坂山を結ぶ「北陸近畿」と鳥取・阿武山を結ぶ「山陰近畿」という2本の観測線にまとめられ、屯鶴峯は両者の延長が交差する要として両方に属するという位置づけがなされた。各線ともそれぞれの衛星点を含んで構成されている。

日向灘地域はM7程度の地震が10年前後の間隔で発生する地域として知られ、京大でも槇峰で古くから地殻変動観測を行ってきたが、予知計画に従い1974年度に宮崎に観測所を新設した。この観測所を中心にして四国側の宿毛を最北点として既設の槇峰を含む計6点の衛星観測点を持つ「日向灘地殻活動総合観測線」が設置された。

3. 地殻変動連続観測

横坑内で伸縮計・傾斜計を使った地殻変動連続観測は西日本の約20点で続けてきた。研究者や技術職員の減少によりすべての点の継続は難しくまたその意味を考える必要があるので、全点のデータの質の点検を行った。潮汐解析および季節変化を各点で求め、気象条件による擾乱が著しい点や分潮比の期待値との差異が大きい点では観測中止または検討をしている。今後重点的な投資により観測の質の向上と統一を進めていく。

40年前は光てこ方式で動きを拡大したイメージをブロマイド印画紙に感光させる方法で記録をとっていたが、まず定速度で光電素子が移動する光電変換装置により受光部のみをデジタル化した(古沢・竹本)。筆者はイメージの追尾式を試みたが実用化に至る前にセンサー自体を電気出力することになった。現在、ハングアップからの自動復帰装置などを組み込んだ特製のデータロガーによる10Hz収録を標準とし、センサーである差動トランスやアンプもそれぞれ京大仕様の特注品に揃えつつある。測器自体に関しては、基準尺材質として、シリカ並みの低熱膨張率である超スーパーインバール(SI)を伸縮計基準尺に採用し、従来のSIとの熱膨張率の違いを観測データから立証した。また水管傾斜計では設置時の気泡除去に真空ポンプを使ったり、half-filled方式によるものを試作した。

4. テレメータおよびデータ処理

総合観測線では多くの遠隔観測点のデータをテレメータによって収録することも必須の要件であった。私の手がけた日向灘観測線のシステムは数年次にわたり購入した計測制御用のコンピュータ5セットをGPIBという汎用規格のインターフェースで相互にアクセス可能とし最後に全体を5連の19インチラックに納めたいわば手作りのシステムである。ソフトウェアは完全に自前で組んで構築している。この計算機システムはLANが一般化していない当時としてはユニークなものであった。テレメータ自体は専門メーカー製であるが、収録装置とのインターフェースは上記汎用規格を採用したので、次世代へ継承する際にも相互の接続については技術的にも経済的にも問題発生が最

小限ですんだ。

データ解析に関しては擾乱の除去／信号の抽出と信号処理が 2 つの要素である。気象擾乱では雨の影響を時間の経過によって影響が減少する重み関数を使用した。通常、潮汐項は BAYTAP を使うと気圧依存項と同時に分離される。降雨の影響を受けている期間が非常に長いデータに対して、影響されていない部分のみを使って潮汐解析をするためには最少二乗法を適用した。潮汐フィルタとしては 36 時間長で時間値 15 個を使用する Pertzev が良く知られているが、記録モニタープログラムの作成過程で分値を使って 24 時間 12 分長で 8 データを使うフィルタを開発した。これは O1 分潮だけは Pertzev に劣るが、M2,S2,K1 については、Pertzev に遜色ないものである。データを捨てる期間が少ないためにモニター記録に適用するのに有効である。また地震後の余効変動を抽出するために余効変動項を追加したモデルを使用した BAYTAP の応用プログラムを作成して日向灘で発生した地震後のデータに適用した。最後のケースでは複数観測点で同一時定数の変動があれば震源周辺がソースと見做すという考えで探査したが残念ながらそのような地震時記録を見出すことはできなかった。また宿毛観測点の伸縮計には豊後水道のスロースリップが 1992 年、1998 年、2004 年と 6 年毎に記録されている。このうち'98、'04 の 2 回は GPS で空間的な広がりを確認されソースの推定もされたものであり、'92 年は宿毛観測点の記録のみであるが記録の類似性と周期性から同様な現象であったと推定したものである。この周期性から 2010 年に次のスロースリップの発生を予測していたが、丁度本稿執筆中(3 月 5 日)に国土地理院からスロースリップが昨年秋から起きていたことが確認された旨の発表がなされた。ただ、今のところ宿毛の伸縮計では今回のイベントの確認には至っていない。

最近のこの分野での京大の業績としては森井による「気圧変化による断熱変化が坑道や機器の温度を変化を発生させて連続観測結果に影響を与える」ことを示したことが、連続観測擾乱の除去や今後の観測所整備(付随観測機器)の指針となっている。また相次ぐ巨大地震、大地震時の記録に対して川崎他が地球ダイナミクス面からの解析を行い核構造の知見に迫っている。長期的なトレンド変化は兵庫県南部地震の前に見出されたほか、後に述べる丹波山地での 2003 年からの地震活動の静穏化と同期したものも見出された。その他宮崎などでも M6.6 地震発生の前後期でのトレンド変化が認められた。これらのうちいくつかは解釈されているが、まだ説明できていない現象も少なくない。テクトニックなひずみ変化については現在では国土地理院の GPS 観測網 GEONET で全国的にカバーされているが各地域毎には必ずしも細かく解析監視されているわけではないのでこの分野でも連続観測がもたらす情報を有効に利用していかなければならない。なお歪や傾斜観測のデータは全国データベースの試験運用が始まり、京大にもデータサーバが設置される予定である。ここ数年その準備や遂行のための研究集会を開催した。(H19 東大地震研共同研究集会＝代表大谷 など)

5. 測地観測

坑道内連続観測が周囲の広い範囲の歪を代表していることを検証するため、観測所の基本観測として宮崎地域および延岡地域に放射状の光波測量基線網を設置した。連続観測と光波測量の結果は主歪解で比較する。測線数は延岡が 4 本、宮崎は当初 8 本であった。宮崎の測線網はその方位に偏りがあり測線数に応じた精度の高い主歪解が計算できないために、途中から空白方向の測線 2 本を追加して飛躍的に精度を増した。この追加測線は地形的に元の観測基点からは伸ばせないため別途

離れた基点から測量を行っている。結果は時間的に多少の揺らぎがあるが、大勢としては連続観測と光波観測とは非常によく一致している。主歪値としては連続観測の方が少し小さめとなり、光波測量から求まる主歪値の方が大きくなる。これは、一般に信じられている坑道内観測が長期のドリフトに弱いという傾向とは逆であり、宮崎観測所坑道内観測の高い信頼性の証であると考えている。研究面では気象補正の精度向上をめざしさまざまなシミュレーションや2波長光波測量用の変調素子の基礎実験なども行った。1996年12月3日のM6.6地震の際には前日までに定期測量を終えており、地震後の再測量で地震時の測線長変化の観測に成功したことも特筆すべきことである。

光波測量はマンパワーが必要であり、継続が難しくなったため、2008年で中止し、後はGPS観測網で継承していく。これはGEONET点2点と独自に設置した3点とでほぼ正三角形を大小3個形成するネットであり、通常のGPS観測のように変位主体ではなく主歪解を求めるための網という考えに基づいている。GPSについては、私自身はこの他に花折断層稠密観測網の設置や、いくつかの地震後の臨時観測、海外での測量に参加した。

6. 近畿北部の異常変動

2003年から丹波山地の微小地震活動に静穏化がみられ、歪においても天ヶ瀬他の連続観測でほぼ同時期から歪速度に変化が生じた。この静穏化は兵庫県南部地震の前と類似の面もあり、地震・地殻変動両者に同期した変化であるため、注意して推移を見守ることとなった。この事態に対し、GEONETのデータではどのようなになっているかを調べた。筆者のとった方法は、近畿地方の相互の距離が約40km以下のすべての観測点の対に対して歪時系列をつくり歪速度の時間変化が途中で起きているかどうかを悉皆調査した。GPSデータは、ばらつきが大きいので、前後各10日の中間値(メディアン)をとったデータ系列に変換することでばらつきの小さい直線状のグラフが得られ、速度変化が明瞭に検出できるようになった。その結果、2002年後半期に変化時期をもつ測線が近畿北部の歪集中帯の地域に集中して現れ、しかもその歪速度変化量が方位に依存することがわかり、全体として(変化量が)シェアの場となっていることが明らかになった。この手法の有用性が明らかになったため、歪集中帯全域に同じ手法を適用して、新潟県中越地震の前の変動を検出し、また先に述べた豊後水道スロースリップの解析も行った。

7. 最後に

最初に述べたように京大では地殻変動分野の研究者が非常に多く、それぞれの研究者が独自のやりかたで観測研究を進めてきた。また観測計器の製作・開発にあたった技術職員も各自が誇りと自負を持って仕事を行い測器の改良などを進めてきた。それはすばらしいことではあったが、その結果ルーティン観測の標準化が遅れ、同一坑道内の3成分の計器がすべて違う構造という場合まで生じている。いわば「十人十色」という状態で、今回その「一色」の紹介に過ぎない。現在研究者・技術者がともに急速に減少する時期にあたり、それなりの方向性を持たす努力もおこなってきた。これからも基本観測に基づく地殻変動研究の重要性は今後も減ることはないと考えられ、新技術の発展をはじめとしてさまざまな条件が変化しているが、過去の「多彩」な面をふまえ、改めるべき点も多いものの、今後も基本観測に基づく研究は続けていきたいと望む。講演で述べきれなかったことも含めてまとめとしたい。

東南アジアの火山研究—京大の海外貢献

石原和弘

(京都大学防災研究所附属火山活動研究センター)

◎火山研究に関する日本と東南アジアの関係

東南アジアは、いくつかのプレートが複雑に絡み合い、世界で最も火山活動の活発な地域であり、インドネシア、フィリッピン、パプアニューギニアを中心に2億人以上の人々が火山の脅威にさらされている。とりわけ、インドネシアの1815年タンボラ火山、1883年クラカタウ島の噴火及び1991年のピナツボ火山の噴火は、火山体を破壊して数10～数100km³の噴出物を噴き上げ、カルデラを形成した巨大噴火である。

これらの国々の火山研究は、第2次世界大戦前はオランダ等宗主国の研究者が中心となって取り組まれたが、独立後は、日本及び欧米を中心に世界各国が火山研究に取り組んでいる。日本、特に京都大学とインドネシアとの共同研究を中心に解説する。

1940年代

- ◆木沢綏：ラバウルカルデラの地震観測、日本軍占領中にウィーヘルト地震計を設置、火山観測を行う(1960年京大で学位取得)

1960年～1980年代

- ◆建築研究所：国際地震工学研修コース実施
一火山関係の人材も育成(インドネシアでは修士相当の待遇)
- ◆東大下鶴大輔他：メラピ火山の火山性地震の分類(VSI)
- ◆北大横山泉他：クラカタウ等の研究(VSI)
- ◆京大西村進他：テクトニクス研究(LIPI地質工学開発研究センター),
人材育成：博士2名—メラピ山の構造の研究等
- ◆京大安藤雅孝他：フィリッピン・タール火山研究(PHIVOLCS)
人材育成：博士1名—ピナツボ火山の火山性地震の研究

1990年代

- ◆JICA：火山学・火山砂防工学研修コース開始(1989年度～)
人材育成：約40名の東南アジア研修生
- ◆京大防災研：インドネシア火山調査所(VSI)と共同研究
- ◆北大：フィリッピン火山・地震研究所(PHILVOLCS)と共同研究

◎防災研究所とインドネシアとの共同研究の経緯

1988年7月：鹿児島国際火山会議宣言：PHIVOLCS所長Punongbayan等が日本での「火山学研修コース創設」を提案

1989年：IDNDR準備会議：VSI所長Sudradjat, PHIVOLCS所長Punongbayan, 加茂教授打合せ「共同研究の枠組み：VSIと桜島火山観測所、PHILVOLCSは防災研地震グループ」

1991(～1993)年：IDNDR特別事業「東アジアにおける自然災害の予測と制御に関する研究」(防災研究所)

1991 年 9 月：共同研究実施の予備調査のためインドネシア訪問（石原）

【目的】共同研究相手先選定・協定締結の下工作、共同研究の対象火山の選定、大学・研究調査機関の組織・スタッフ等及び、国外との共同研究等実施状況の調査

【案内・紹介】西村進先生、Suparto S.博士(VSI：東海大博士)

【訪問先】地質鉱物資源総局、LIPI、東南ア研事務所、日本大使館、JICA 事務所、LIPI 地質工学開発研究センター、VSI、バンドン工大、ガジャマダ大学、及びジャワ島・バリ島の 15 火山観測所

【講演等】VSI（桜島・雲仙岳）、地質工学開発研究センターシンポジウム（桜島）

○共同研究の相手を VSI とした。

理由：大学等は継続的な野外観測の実施が困難であるのに対して、VSI は全国に 60 余の火山観測所を設置している。また、地質学、岩石学、地震学、地球物理学等の研究者を多数擁している

○共同研究対象火山候補：

①Guntur 山

理由：VSI 本庁のあるバンドンから近い、地震活動レベルが高い、噴火による被害の社会的影響大、観測員の資質高い等

②Merapi 山

理由：活動が継続的に活発、火砕流頻発が頻発して噴火様式の多様性の研究に適當である。また、50 名余を擁するメラピ火山観測所は、米、仏との地震、地磁気、火山ガス等共同研究を実施している。他方、地殻変動や噴火機構の観測研究は不十分で、傾斜計、低周波マイクロホン等を用いた観測研究に貢献する余地がある。

1992 年：VSI から研修生 (M. Hendrasto) ・国費留学生 (Ony K. Suganda) 受入、11 月加茂教授インドネシア訪問

1993 年：S. Modjo 火山局長（3 月）W. Tjetjep 火山解析部長（7 月）来訪
7～8 月：京大・東大・東工大の合同チームが火山調査

1994 年（～1998）：「中国及びインドネシアにおける自然災害の予測と防御に関する国際共同研究（文部省特別事業）」

7 月：鉱山エネルギー省地質鉱物資源局長と田中寅夫防災研究所長の間で「インドネシアの火山物理とテクトニクス研究」に関する協定締結

10 月：インドネシア大蔵省令改正（関税免除の国際機関に京大を追加）

—これ以前は観測機器の通関に四苦八苦、UNESCO 橋爪道郎博士らの世話になる

1998, 2003, 2008：5 年ごとのレビューのためのシンポジウムを開催（VSI・防災研主催）

2008 年のシンポジウムでは、アメリカ、フランス、ベルギー、ニュージーランド、フィリッピン、シンガポール等も参加

◎インドネシア火山調査所（VSI）（職員約 400 人、1920 年創立）

1920 年、オランダ統治時代に設立された地質調査所に火山担当部署が 1970 年代に火山局 (Volcanological Society of Indonesia) として独立し、2001 年には火山学・地質災害軽減局へと改組され、火山噴火・災害予測に加え、地滑り災害と地震災害に関する調査と評価も分担することとなった。

○観測体制（1991 年当時）：

・メラピ山では、VSI が米国地質調査所 (USGS) ・ペンシルバニア州立大学、フランスの援助・協力で地震観測・地磁気観測、光波測量、火山ガス観測等を実施 (Sudradjat 総局長：メラピ火山観測所は世界一と豪語)

・ケルート火山では、火口湖の温度・電気伝導度等の観測 (フランス)

・その他の約 70 火山は上下動地震計 1 台 (勝島製作所の地震計→米国製に移行中)

○研究員（1991 年当時）：

・国際地震工学研修コース修了した 40 歳以上が中核を占める一方、30 歳代はフランス、

オーストラリア、ニュージーランドに留学中・学位取得。世代交代時期。

- ・1993年にはフランスで学位を取得した Wimpy Tjetjep が 40 歳で所長に就任。

○火山監視調査機関としてのレベル（1991 年当時）：

- ・観測員：全国約 60 か所に観測所配置（職員 2～3 名）。ほとんどの火山では地震計上下動 1 台と表面活動の観測であるが、地震記録の検測、火山活動評価能力は高く、使命感もつよい。各観測所の入りロロビーには、ハザードマップ危険区域の色付けした火山の立体模型、噴火史と写真、火山性地震の記録と発生頻度の変化等が掲示され、地域の小中学生の教育にもあたる。
- ・地質図・ハザードマップ作製済み、噴火予知・防災・情報発表に関する実績と能力は日本に比べてはるかに高い（1980 年代から噴火の予警報実施）

◎火山活動のレベルに関する規定

インドネシアは、1970 年代に地質調査所から独立した火山調査所（VSI）が火山の監視、警報の発表等による火山災害の軽減に取り組んできた。その結果、いくつかの大規模な噴火について直前に警報を発令し、住民を避難させた実績を積み上げてきた。

それらの経験をもとに、1996 年 Wimpy Tjetjep 所長により、火山活動のレベルと VSI の対応及び行政対応と住民避難等に関する規定が定められた。

その概要は以下のとおりである。

火山活動のレベルに関する規定

レベル	現地観測所員の対応	本庁の対応	現地への派遣
Level I Aktif Normal	毎日地震回数等を 2 回本庁へ通報	無線技士が担当課長 へ報告	課長級職員、あるいは 研究者が定期巡視
Level II Waspada（注意） “位置について”	観測所員全員が 24 時 間待機、時間外にも通 報	担当課長が評価、結果 を火山災害軽減委員 会へ通知	研究者（機動班）を派 遣、関係機関へ通知
Level III Siap（警戒） “用意”	観測所員全員が 24 時 間待機、24 時間体制 で本庁との連絡を維 持	部長が評価、関係機関 へ通知	課長級職員を派遣、関 係機関へ通知
Level IV Awat（避難） “ドン！”	観測所員全員が 24 時 間待機観、24 時間体 制で本庁との連絡を 維持	所長が総括評価、 関係機関へ通知	部長級職員、あるいは 所長が現地駐在

* 観測所と本庁（バンドン）無線、本庁には無線技士が 24 時間待機

* 1982 年ガルングン噴火を契機に、観測の連絡は短波所員には課長級の特別手当支給

* 緊急時には観測所員でもレベル変更ができる

（日本では、気象庁が 2007 年 12 月から噴火予警報を業務として開始）

◎VSI に提案した共同研究・協力の内容（1991 年）

大きな経費がなくても、継続的にできそうなことを中心に提案した。

○人材育成

- ・ JICA の火山学・火山砂防研修コース
- ・ 文部省国費留学生の受け入れ
- ・ 日本からの派遣・日本への研究者招へい

→2009年までに約20名の研修生と7名の国費留学生（修士3，博士4）受け入れ（別途東工大修士1，東大修士1，鹿児島大博士1）、約20名の招へい：日本からも毎年派遣

○観測・解析技術の移転

- ・Guntur 山等での地震、地殻変動観測
- ・データロガーによる多点地震観測の実施、震源決定、発震機構等の解析手法
- ・水準測量、光波測量、火山ガス等の測定の精密化

→研修生・留学生に観測指導を行うとともに、研修生・留学生がインドネシアのデータ持参し、研究を実施。

成果1：データロガーを使った火山性地震の観測調査

1994年研修生 Gede Suantika が観測員指導、1995年に持ち込んだデータロガーで7火山の震源、発震機構を決定（1998年当時）。その後、データロガーを用いた観測は VSI の標準的な地震観測法として定着

成果2：傾斜計によるメラピ山の噴火前兆捕捉

1995年の傾斜変化と11月22日の火砕流発生（井口、2003）。火口から0.2～1.6kmに4か所傾斜計を設置、マグマが漸次上昇する過程を捕捉

成果3：傾斜計による Semeru 火山の噴火機構

火山活動の活発化に伴う山頂部の地盤の隆起、及び個々の小爆発に対応する微少な傾斜変化を捕捉

成果4：2007年11月の Kelud 火山の溶岩ドーム出現過程

京都大学で研修，大学院を修了したスタッフが中心となって，地震観測，傾斜観測等を行い，噴火に至る過程を的確にとらえ，住民避難と避難解除を適切に行った。

◎今後について

○火山観測技術の移転、人材の育成は一応の成果を見た一留学生、研修生が火山の観測・研究で活躍。今後は、日本の大学等の若手研究者や気象庁火山担当職員の研究・教育の場としての活用も図りたい。

○欧米各国の関心が高まっている（アメリカ、ドイツ、フランス、ベルギー、イタリア、ニュージーランド、オーストラリア等欧米各国）。我が国で研修，教育を受けたスタッフが幹部級ポストの半分近くを占め，中心となって対応している。他方，我が国で教育を受けた世代も今後10年のうちに第一線を退くことになる。引き続き，研修コース・国費留学生等を活用した人材育成と共同研究を続けることが，国際貢献及び我が国の火山の研究・教育にとっても重要である。インドネシア側も多数の活火山を有する先進国である日本への期待も大きい，

○インドネシアから学んだ、学ぶべきことも多い。ハザードマップ・リスクマップ、噴火予警報、火山防災体制等。

データ同化によるバーチャル海洋づくり —海宇宙の連鎖の解明に向けた情報拠点— 淡路敏之

(京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻水圏地球物理学講座)

海洋物理研究室は速水先生以来、沿岸・陸棚・縁辺海過程、さらには外洋への輸送過程ならびに海盆・海盆間輸送過程の動態の理解と支配機構の解明を目指して、データ解析、理論数値実験、数値シミュレーション等により研究教育を進めてきた。この間、①海峡を通しての潮汐交換機構、②深い対流の物理機構と深層水形成、③ベンチレーションおよび対流と傾圧流の相互作用による増幅機構、④潮流と海底地形の相互作用による新しいタイプの内部波の存在と増幅機構及び混合機構、⑤北太平洋中層水の形成機構、⑥黒潮流路の多重性機構、⑦赤道ケルビン波の増幅とエルニーニョ発生機構、⑧インドネシア通過流による熱・物質輸送過程、⑨インド洋ダイポールモード発生における太平洋・インド洋相互作用の役割、⑩診断モデルの開発と世界海洋循環の診断、⑪データ同化システム研究開発と諸現象の動態解明、等に成果を上げてきた。特に、過去を復元し、現在を捉え、未来を拓く統合アプローチであるデータ同化に関して、現場観測データを取り込み、かつ、時間空間的に空白が無く力学的・熱力学的に整合性のある4次元変分法データ同化システムを世界海洋ならびに海洋大気結合系で世界に先駆けて開発し、かつ再解析データと呼ばれる時系列統合データセットを長期間にわたり作成して、水・熱・物質循環の過去・現在の状態を診断するとともに、海にインプットされた気候変動のメモリーを解読することにより、エルニーニョや気候のレジームシフトに伴う海洋の十年スケールの変動特性と海洋の影響に関する確度の高い評価、ならびにこれらのハインドキャスト予測研究を行い、国内外からK7というグループ名で評価されるようになった。また、再解析プロダクトを関連分野への応用の一環として、海面フラックス変動と広域水循環変動との統計構造を明らかにする研究に、さらには海洋の季節～十年スケール変動と社会的に影響の大きい水産資源変動との統計モデル化に向けた異分野融合・協働データプラットフォームの構築に利用できるよう、海洋研究開発機構と共同開発を行った。以下では、海洋現象の診断と予測、ならびに異分野融合プラットフォーム構築の重要性を、当日の発表順に箇条書き的にまとめ、最後に成果の一部について説明を加える。

海の現況診断の重要性

研究のmotivation：輸送と交換・混合

対象：沿岸（風波と共に京大伝統の分野）、陸棚域、縁辺海、外洋、大洋間

沿岸規模から大洋循環規模と水塊形成と変質過程の解明

方法：数値モデル、データ同化

温暖化予測の不確実性の主な要因

①モデルは発達途上：特に雲、海氷のlife cycleのモデリング、海面過程が十分でない。

②現況把握も発展途上：我が国等による国際連携地球統合観測の一層の展開。

- ・炭素7ギガトン放出：うち3ギガトンは自然が吸収 主に森林と海、温暖化が進むと森林が枯れ、地中のものが分解して炭素放出、海のプランクトンが死に一部は海面へ、
- ・温暖化物質は地球圏をどのように循環していて、どのような変化が生じているのか、その現況把握は喫緊の課題、

③正確な初期値づくりの科学技術も発展途上

今後の課題

- ・未解明である海(地球)の無機・有機の世界の連鎖を探索・監視しつつ海洋(地球)空間・資源の活用と影響評価・対応策を一体的に推進。
- ・物理地球(無機地球)と生態系化学地球(有機地球)との連鎖の理解はこれから低炭素社会に向けての賢い対応策はこれから：学際的代表である地球環境学の骨格。

地球表面の70%を占める海の現況把握はどの程度なされたか？、海は十分賢いはずであったが、現状はどうか？

- ・水の物質的特殊性が大気海洋結合を強化
- ・潜熱大：サーモスタット、熱的結合
- ・解離力大：物質循環、生命体

海洋物理の未解決課題

- (1) ブロッカーのコンベアーベルト循環は地球化学・物質循環から見れば存在しないという指摘
 - ・この指摘は、海洋循環に伴う熱・物質のラグランジュ輸送の理論が未だ不十分であることを突いている。この種の問題は大気ではフェレル循環(間接循環)、成層圏のブリューワー・ドブソン循環の研究(中緯度起源の波による運動量収束)で理解できたようだったが、最近、残差循環(one-cell residual overturning)の存在が対流圏界面周辺で明確となり、熱帯起源の定在ロスビー波で形成されているのではないかというホットな話題になっている。
 - ・地球の熱・物質のプールである海での大循環ラグランジュ輸送を担うプロセスと仕組みの診断、メカニズムの解明は、他圏との相互作用とともに、人類史的課題である地球環境の根幹的要素。観測的知見・発見、その有要情報を拡充・利用できるハード・ソフト一体の技術の革新が鍵
- (2) 無機と有機の統合バーチャル海洋・地球環境システム学の環
 - ・海の構造はおおよそわかった。海の変化の法則と連鎖の仕組みを知り(予測科学・予防科学)、海の現代史を統合的に理解できる突破口が要請
 - ・本課題はより長いレンジの課題で、地球環境学を結節する要素。温暖化時での『海の酸性化』と関連して推進『海の変化と気候や生態系への影響解明』の情報発信ができる
 - ・海洋物理学：「海の動態解明に関する知の体系」だと定義すれば、従前の物理的動態に加え、異分野複合動態の物理的側面の解明も時代の要請。前者は物理法則を知るものであり、後者は連鎖複合系の変動メカニズムの解明。この成果を体系化し、学問分野として認知されれば、若手も集積。「目の前の不可思議な現象を解明するのが科学」
 - ・Ocean OBS2009: important target 『Integrated Earth System Syntheses』, e.g., K7 4DVAR coupled data assimilation

ブロードバンドの輸送船機能を担うことが現代海洋物理学に要請
海の現況診断の重要性

- ・ 正しい現状認識はメカニズムの解明、適応対策、精度の高い将来予測の基本
- ・ それには、全球全層の現況診断（海面から海底まで、赤道域から極域まで）と、過去からの経緯の解読が必要
- ・ 過去を材料に物理を解明。既知である

過去を復元・予測（hindcast <-> forecast）して予測能力を判断。

学際科学適応策の探求：分野横断のデータとモデルを組み合わせた赤池数理モデルにより、経験的知恵を技術化し、継承と発展を目指す。

- ・ 温暖化による異分野の要素の変化を反映したシステム応答科学を研究
- ・ 国際連携でのマルチモデルアンサンブルによる不確定性の低減が確度の高い水産資源予測に効果的過去の解読の現況の診断の将来予測の一体的推進

「海を知る2大手段」：(a) 観測 と (b) モデル

革新的統融合（総力戦）：データ同化

(a1) 人工衛星観測：

特徴 広域同時性に優れるが電波計測ゆえ海面状態に限定
海面水温(SST)、海面高度(SSH)、海上風、降水量、雲など

(a2) 現場観測：船舶やブイ等

特徴 時空間的に断片的だが海洋内部構造を観測（水温、塩分、流速）

先端観測例

人口衛星によるocean state(海面水温と海面高度等)

http://ioc3.unesco.org/oopc/state_of_the_ocean/all/, <http://www.noaa.gov/>

自働ブイ「ARGO」による水温、塩分プロファイリングの炭素、酸素も

http://www.pac.dfo-mpo.gc.ca/sci/osap/projects/argo/graphics_e/thm

戦略的海洋監視

観測基盤としてのArgoは維持した上で、

- ・ 海洋環境変動研究の「カギ」となる海域・プロセスを、フロートを中心とした多様な(自動)観測機器を用いて戦略的に監視。
- ・ Argo計画実行により蓄積された知見を、監視システムの構築・運用に活用。
- ・ 監視システムの高度化に不可欠な「次世代自動昇降型ブイ」を開発。

海洋・結合再解析データの国際的な貢献

OceanObs'09においてProf. Stammerによりこの10年間の全球を対象とした長期観測データ統合研究の総括があった。日本からはK-7 (JAMSTEC・京大グループ) プロダクトが上位同化システムの一例としてエントリーされた。

OceanObs'09でのkeynote speech (Dr.Rienecker)では“Integrated Earth System Analyses”に向けた先駆的な研究としてK-7結合同化システムが紹介された。

海洋・気候・水産に関する融合知のブレイクアウトの一例の紹介

海洋再解析プロダクトを 1960 年代まで拡張し、より長期間にわたって海洋の状態推定を行い、さらに顕著現象の履歴や要因の特定に優れたユニークな変分法逆追跡データの作成と並行して、社会的に影響の大きなエルニーニョの発生や北太平洋十年変動を特徴付けるメカニズム等について調

べる協働プラットフォーム（バーチャル海洋）を構築し、図1に示すような成果を上げた。これにより、例えば、気候のレジームシフトとそれに伴う海洋の中緯度亜表層循環変動との関連やエルニーニョ現象発生の不規則性の理論、中高緯度変動とのリンク、さらに大気海洋結合同化システムによるエルニーニョの先行予測と広域水循環変動への影響といった最新の研究成果を俯瞰できる四次元水・熱フロー長期マップをユーザにわかりやすい形で可視化した。

また、海洋物理環境変動と水産資源変動との統合解析を可能にする等の異分野輻合プラットフォームの構築により、新たな学際知を創出できた。これにより、海洋再解析データを長期的かつ高解像度で整備し、より多くの魚種についての資源アセスメントに供するために、その第一歩として、我が国の主要消費魚の一つであるイカ類に着目し、ペルー沖のアメリカオオアカイカや北太平洋のアカイカ資源変動と海洋物理環境変動との統計解析を行い、これまで不明であった資源変動メカニズムの解明につながる解析結果及びそれに基づいた従前より確度の高い資源推定手法等の初期成果を得た。なお、四次元変分法による長期再解析はNASA/JPL・MIT・Scripps 研究所・ハンブルグ大学連合(ECCO)が実施しているのみであり、アジア太平洋域を中心にこの種のデータを世界に提供することは大きな意義がある。

以上のような統合解析が可能な異分野融合・協働プラットフォームを構築・拡充し、将来的には地球化学物質へと発展させることにより、海洋における温暖化等の診断機能を持った海洋統合情報空間拠点としての発展が見込める。

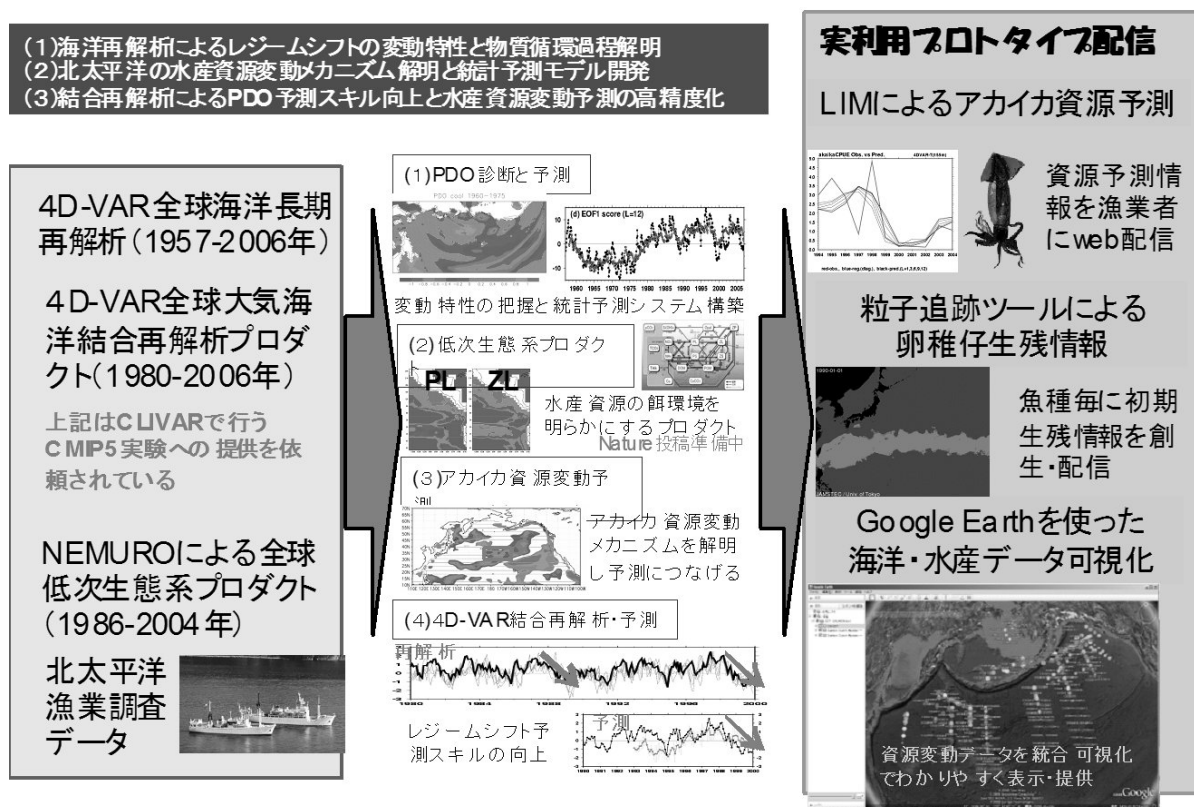


図1: 海洋における熱・水・物質循環過程の診断と気候変動に対する影響評価ならびに水産資源データとの融合研究開発

地球電磁気学研究で京大の果たした役割

加藤 進

(京都大学名誉教授、京都大学理学部卒 1952 年)

& 1 Sq (静穏日地磁気日変化) の研究

1. 研究のはじまり

京大で地球電磁気学研究をはじめたのは、長谷川万吉先生である。これ以前この研究が皆無ではないが、国際的に認められる成果を挙げ、論文として国際誌に載った研究は、彼の仕事が初めてである。1936年、彼が京大地球物理学教室の助教授のとき、静穏日地磁気日変化 (Sq) に関する研究が英文の論文として、帝国学士院紀要 (Proceeding of Imperial Academy, Tokyo, 1936) に載った。これは東京帝国大学名誉教授で貴族院議員である田中館愛橘先生の推薦によるものであった。

この長谷川先生の研究が Chapman and Bartels 著 Geomagnetism (Oxford, 1940) で詳しく紹介された。この著書は今でも地磁気研究のバイブルと言われている権威のある教科書だ。ここに京大における地球電磁気学の研究の歴史がはじまったと言えるだろう。

2. 長谷川先生の Sq 研究とは

Sq の研究は 19 世紀末に始まった。長谷川先生が Sq の研究に興味を持ったころのこの研究の国際的状況は次のように纏められるだろう。

19 世紀末、英国の学者 B. Stewart (1883)、A. Schuster (1889) は Sq 研究ですばらしい業績を挙げた。後者は、すでに行われていたグローバルな地磁気観測データを集めて、各観測点の太陽時に従って日変化する地磁気成分を取り出し、その原因が地面より高い場所にあることを突き止めた。地上で観測する Sq 場がポテンシャルを持つはずだから、ポテンシャル論により数学的にそれを証明した。その結果、Sq 変動の源は地面より高い領域に流れる電流によるものであり、それは高い空に電気伝導度を持つ領域があるからだと思惟した。後、1924 年 E. Appleton により発見された電離層がそれであった。

後者、Stewart はこの電離層に電流を流す起電力は何かと考え、大気潮汐運動ダイナモメカニズムを想像した。つまり、電離層の大気の潮汐運動で、地球磁場の影響で、イオンと電子が違った運動をする結果、電流になり、これが地磁気を変動させ、それが地上に伝わり、Sq となる、こう想像したのだ。

この 2 名の英国学者の研究で、20 世紀初頭には、Sq 電流系の姿が分かっていた。その姿は第 1 図にあるように、赤道を挟んだ南北側に対称に存在する一対の巨大な電流渦である。ただし、この電流系は水平 2 次元電流系と仮定し得られた電流系なので、飽くまでも等価電流系だ。この Sq 電流系が長谷川先生の出発点であった。

1932 年行われた第 2 極年の国際共同観測年 (2nd Polar Year) に得られた Sq データを解析し、この等価電流系を詳しくしらべたのが長谷川先生の研究である。第 1 図に示されたものは、長期の平均した結果だが、長谷川先生の研究は、この Sq 電流の渦中心が、実は、毎日、南北に変動する有様を明らかにした。図にあるように、中心は平均的には、中緯度 30 度、丁度、九州の阿蘇山の緯度だが、実際は 15 度から、45 度まで日々移動する。

この興味ある Sq 電流渦中心の移動はなぜ起こるか。これに関する説明は長谷川先生の論文では

一切説明されていない。実は、この説明を得るには、半世紀、天気予報に使われる大気大循環モデル (GCM) の時代が到来し、これを使った大型計算機シミュレーションの活躍する時代を待たねばならなかったのだ。だが当時、長谷川先生の仕事は地磁気日変動研究の大きな発展と認められ、1950年、日本学士院賞受賞に輝いた。

3. 長谷川先生の S_q 研究は電離層電磁力学研究の源流

長谷川研究室に集まった若い研究者は、長谷川先生の S_q 研究を新しい方向に発展させた。彼らは S_q 等価 2 次元電流系が電離層を実際流れると仮定して、地上で観測の S_q データから、電離層の水平電流 I が分かり、さらに電離層電子密度測定結果 (当時可能) を使って、電離層電気伝導度 Σ が分かるので、風速 W 、電場 E が分かると考えた。これは、原理は一般オーム法則の適用だ。この研究は電離層電磁力学の研究の源流となり、国際的な注目を引いた。

この研究に参加したのは、広野求和氏、前田坦氏と著者だ。この 3 名の研究は風の取り扱いが違っている。広野氏は $\text{div } W=0$ 、前田氏は $\text{curl } W=0$ 、著者は、面倒だが、大気潮汐の運動方程式を用いた。このように、扱いには異同があったが、重要な共通の結果が得られた。それは W の 1 日周期成分が、半日周期成分よりずっと大きいことである。地上での気圧変動観測は、この結果と違って、大気潮汐の 1 日周期成分は半日周期成分よりずっと小さい。また、これは地上近くで励起され、電離層まで垂直伝播する大気潮汐を説明する理論と矛盾し、ここに新しい重要な問題が現れた。この S_q による電離層の風の研究結果、特に著者の大気潮汐方程式利用の結果は、J. Dungey 著“Cosmic Electrodynamics (1958)”に載っている。

他の研究成果もある。広野氏は磁気赤道 Electro-jet が異常に大きな見掛けの電気伝導度を持つ理論を提出した。すなわちそれは赤道磁場が水平であるため発生する異常に強い垂直分極電場が原因であるとした理論だ。また前田坦氏は、 S_q から推定した電場を用い、電離層の電子密度の日変化を旨く説明できることを示した。これら研究成果は当時の SGEPS 学会誌 JGG に載り、この雑誌の国際的評価を高めたと言われた。

長谷川研の研究会には、しばしば東大の永田武先生と京大工学部の前田憲一先生が参加された。この両先生の参加は大きな意義を持つ。永田先生は S_q ではなく、 D つまり擾乱磁場変動の研究を専門にしていた。また前田憲一先生は、日本における電離層研究の草分けである。両先生のおかげで、長谷川研の研究会参加により、 S_q のみならず、 D 、電離層一般の世界の研究状況を理解できた。時には、研究会は激論の場となり、若い著者を興奮させた。かくして著者はまことに楽しく恵まれた研究生活を過ごすことができた。

4. S_q 研究の発展と行方は

1957 年、長谷川先生が停年退官し、先生の研究室は消えた。 S_q 研究の輝かしい時代は終わった。人は去った。だが、長谷川研究室の消滅は、 S_q 研究の消滅ではなかった。別天地で、世界的流れに沿って発展していた。別天地で、世界に先駆けて、新しい学問の源流が生まれていた。

3 節で示したように、 S_q より電離層の電気伝導度、電界、風を推定した研究成果は世界の注目を引いた。特に風の推定結果である。つまり、1 日周期の風が半日の風よりずっと大きいことの発見である。やがて、この解決が著者の課題になり、その解決成功は、1 日大気潮汐波理論の確立となった。成果を述べた論文は JGR(1966)に載った。この理論は、広く、大気潮汐古典論の確立となった。さらに、気象学で重要な役割を演じるプラネタリー波など、大規模大気波動一般の理論的解明に繋がった。この成功は、理論的アイデアが著者の頭に浮かんだからだけではなく、当時、京大に初めて導入された電子計算機 KDCI が身近にあったからであった。当時、著者は京大工学部電子工学教室講師で KDCI のソフト・エンジニアを務めていた。これが幸運をもたらした。工学部が著書の新天地になった。

これに関したエピソードを紹介しておく。米国地球物理学会誌 JGR に投稿したが、この論文は、従来の大気潮汐論から大きく違った理論的発見に思えたので、投稿間もなく、原稿のコピーを、シ

カゴ大の C. O. Hines 氏に送り、意見を求めた。すぐに彼から返事が届いた。それは、同じ内容の論文を、彼と同じ大学の気象学者 Lindzen（実際は、R. Lindzen の名前は匿名）が、同じ内容の論文を、密かに発表しようとしているので、至急投稿せよとの勧告だった。彼には、いまでも感謝している。ただ、この理論発見者は、果たして、私か、または Lindzen か、これは今でも国際的謎らしい。1980 年代、この謎解明に関する質問状が Hines から届いたが、真相は不明だ。

もう一つの成果は、大気観測の重要な技術の源流が、Sq 研究で活躍した広野求和氏により創られた。それは、彼による LIDAR の大気観測のアイデアだ。

長谷川研の消滅に際し、広野氏は、長谷川研の助手を辞めて、郵政省電波研究所に移り、量子電子工学を根本から勉強し、レーザーの研究を始めた。当時、彼の研究は電波研究所の貴重な新知識だったらしい。当時、しばらく（1962-1964 年）、著者はオーストラリア政府の CSIRO 所属の上層大気研究所で研究官（Research Officer）として働いていた。広野氏が、自分もそこで働きたいと著者に伝えて来た。所長のスコットランド人の Martyn 博士は著名な電離層物理学者で FRS（Fellow of Royal Society）でもあった。広野氏の優秀さを知っていたのでこの話に乗り気になった。前田憲一先生を経て、電波研所長に伝えて貰ったが、広野氏を手放すことは出来ないとの所長拒絶が知らされた。これは、当時、広野氏が電波研で貴重な存在であったからだろう。

後、九州大学物理学教室教授となった広野氏は、再び地球物理学に戻り、レーザーレーダーの大気観測を思いついた。これが世界に先駆けてのライダーの発明だ。はっきりしない記憶だが、これはある英国人研究者から聞いた話だ。ライダーは MU レーダーと共に中間大気観測の新しい技術になり、今や、ヘリウム・ライダーで電離層の中性大気運動の新しい観測技術も開発されつつあるそう。広野氏は九大を新天地として、Sq 研究に重要な源流を創った。

一方、1968 年、地球電磁気講座構担当教授になった前田坦氏は、Sq を離れて、磁気圏研究に衣換えすると宣言した。彼がどんなビジョンをもち、どんな研究成果を挙げたか聞こえてこなかった。知られた活動には、理学部付置国際地磁気資料解析センター設立がある。長谷川先生が、IGY 成果として自慢していた世界地磁気センター C の京大設置は、組織構想がなく、京大図書館に長らく仮住いした。前田坦氏は教授昇任後、彼の苦闘の結果、理学部付置国際地磁気資料解析センターに換えた。今や、教授 1、助教授 1、助手 2 の定員をもっている組織だが、このセンターが変わり行く学界で、如何に成長、発展してきたか。これは中期以後の歴史になるだろう。この紹介には著者は向かないだろう。

THERMOSPHERE

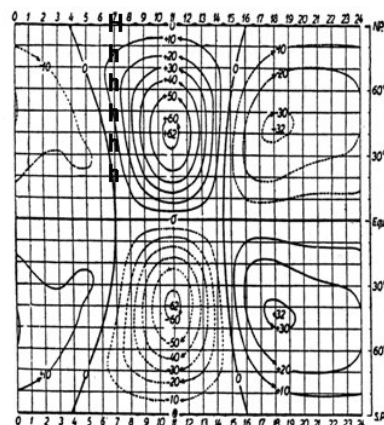


Fig. 5 Ionospheric electric-current system in local time (horizontal axis) versus latitude (vertical axis) for geomagnetic Sq variation in equinoxes in 1902 (Chapman and Bartels, 1940). Between consecutive stream lines, 10,000 amperes flow in the direction of the arrows.

& 2 Space Physics の研究

1. 研究の始まり

1958 年、IGY 期間に、米ソの人工衛星が打ち上げられ、スペース時代が到来した。これに備えて、日本でもロケット、次いで人工衛星の開発が始まる。その目的で、1964 年東大宇宙航空研究所ができた。それより一足早く、関連科学研究のために、東北大、東大、名古屋大、京大に研究施設が設立された。これが京大工学部電離層研究施設であり、教授 1 助教授 1、助手 2 の定員を持ち、教授が大林辰蔵氏、私が助教授に選ばれた。この時、上述の計算機サービス業から解放された。また前田憲一研究室には、木村磐根助教授が誕生した。

新しく命名された Space Physics は、われわれ若い研究者には、まことに新鮮な響きをもった。この学問の定義ははっきりしないが、天気を支配する対流圏の上の大気を研究対象とする研究と言えるだろう。地球外、惑星、太陽まで広がる宇宙空間スペースそのものだけではなく、スペースに地球大気がどう繋がっているかを研究するのが、この学問の研究の立場だ。この研究は電離層研究の発展として始まった。電離層から上に向かうものと、下に向かう 2 つの研究の流れができた。京大工学部の前田研究室はこの 2 つの流れに乗った。

2. 上向き（磁気圏）の研究

前田憲一先生は、日本の電離層観測の草分けだけでなく、電離層物理学の研究でも国際的に知られていた。先生は 1972 年日本学士院賞の受賞者である。電離層 F 層の電子密度が、地理緯度でなく地磁気緯度に従って分布している、つまり電離層電子密度分布が地磁気コントロールを受けている。この発見は前田先生と同僚の研究論文になり、1942 年日本語論文で発表されたが、後 1944 年、Appleton の同じ発見が英文論文で発表されたので、Appleton anomaly として知られている。

前田憲一先生は京大に赴任した 1951 年以後、木村磐根氏と共同で、電離層研究特に電離層・磁気圏の電波伝搬の研究をしたほか、日本でのロケット・衛星観測の創始者として活躍した。この観測研究では、大林氏が前田先生、木村氏の密な協力者であった。大林氏は米国での滞在中の知己も多く、米国衛星の磁気圏観測の情報に大変詳しく、その情報をいち早く、日本の若い研究者に知らせ、彼らを魅了させ、space physics 研究の熱意を高めた。この業績は大きいと言える。

木村氏の研究で特筆すべきは、磁気圏電波伝搬、特にホイッスラーと呼ばれる雷放電で作られる超低周波電波が電離層のカット・オフ周波数以下でありながら、地磁気磁力線に沿って、磁気圏深く浸入する特異性を詳細に研究した。米国学者の発見による現象だが、彼の初期の研究とは大きく違い、磁力線から大きくずれる可能性、そのずれの条件が磁気圏電子密度と如何に関わるかなど、木村氏の研究は大きな発見になった。これは Radio Science (1966) に論文として載っている。

3. 下向き研究 (MU レーダー観測)

1960 年代後半、著者が工学部附属電離層研究施設の教授に就任したころ、理論的研究に行き詰まりを感じてきた。数年悩んだ後、MU レーダー建設を思い立った。このレーダーは、日本の多くの研究機関から参加した大気、電離層の研究者のグループが 15 年に亘る議論と計画の結果、1984 年秋、信楽山中に、世界の研究者の共同利用設備として、完成した。

MU レーダーと名づけたこのレーダーは、直径 100m の円形の人工盆地に、約 500 本の 3 素子八木アンテナを並べ、各アンテナが小型送受信機をもつアクティブアンテナアレイ・システムだ。1 メガワットの巨大パルスを打ち上げ、高さ数 km から 500km までの大気から、散乱し、戻ってくるドップラーエコーを受信する。このドップラーエコーのスペクトルが散乱大気の運動の情報を持っている。これは星から来る光のスペクトル解析に似ている。MU レーダービームは、計算機制御で、瞬時に向きを変えることが出来るので、変動、移動する大気運動の追尾可能で、世界最高の能

力をもつ MST（中間圏、成層圏、対流圏）レーダーとして、国際的に高い評価を頂き、稼動以来 25 周年を迎えた今でも活躍している。昔、長谷川先生が発見した S_q 電流渦中心の日日変動の原因は、地上近くから電離層まで伝播する大気潮汐の変動によると判明した現在だが、この原因の途中の変動する大気運動をしらべることもできる。

思えば、前田憲一先生に雇われ、電離層観測機組み立て要員に始まる 10 年余の工学部生活で得た著者の経験、工学者に囲まれていた環境。これがあつたからこそ、MU レーダーは生まれた。でも、長谷川研で、大気波動を研究してきた著者がいなかったならば、工学部に MU レーダー建設の構想など生まれるはずもない。かくして、遂に、理学・工学の融合で、S_q 研究は観測的証明にまでたどり着いたのだ。工学部は私の新天地になった。MU レーダー観測は、大気潮汐波、重力波を含む中間圏大気力学の観測に世界最高の威力を発揮しただけでなく、身近の気象観測にも重要な貢献をしている。これら潮汐理論と MU レーダー開発研究が、2 つの賞の対象になった。一つは 1987 年の Appleton 賞 (Royal Soc., London) であり、他の一つが日本学士院賞 (1989) だ。

4. 将来に向かって

1990 年以後は、工学部出身の松本紘、深尾昌一郎氏等、さらに若かった津田敏隆氏の時代が始まる。松本氏は大林、木村両氏の研究を引継ぎ、新しい道を開拓した。彼が進めたスペースプラズマ計算機シミュレーションはそれ自体研究になるだけでなく、ロケット・衛星実験の計画にも役立つ。また衛星上で行うスペース太陽発電という工学の研究もすすめられた。この計画は米国 NASA で始められたが、実現性に乏しいと棚上げになった。松本氏はこの課題を取り上げ、その実現に必要な基礎を検討し、固めているのが現状らしい。

深尾、津田両氏は著者の参謀として MU レーダー建設から、完成後の観測システム運用にも活躍して来た。彼等の活動はさらに広がってゆく。

赤道大気運動がグローバルな気候変動の原因になるので、その赤道大気観測のため、MU レーダー建設に次ぐ赤道レーダー (EAR) 建設を計画した。ここでは、深尾氏が計画遂行の中心になった。計画は 1985 年に始まったが、1990 年代の経済バブル消滅の影響もあって、長らく計画推進は止まってしまった。この時、すでに停年を過ぎていた著者は、インドネシア共和国のバンドン工科大学で客員教授としてバンドンに住み、EAR の実現、その活動時代到来に備えて、EAR を使う大気科学技術者を養成することに努めた。妻と一緒にインドネシア語を本格的に学んだ。これは著者夫婦には楽しい日々であった。この時、欧米から輸入の参考書が高価でインドネシアの学生には向かないので、それまでなかった彼等の言葉で書かれた大気力学・レーダー観測の教科書をバンドン大学での助手 2 名と共著で、出版する計画を建てた。バンドン工大所属の出版社に出版をお願いしたが、運悪く、丁度政情が悪くなった 1990 年代末なので、出版は絶望だと知らされ失望のどん底に一旦立たされた。だが、幸運にも、出版援助を申し出た現地新聞社のおかげで、出版は成功した。心あるマスコミがインドネシアにも存在する事に感激した。

われわれの努力はどうやら報われる時が来た。これは計画から 16 年後の 2001 年だった。EAR はインドネシア・スマトラ中部にあるブキット・チンギ山頂に建設された。MU レーダーの約 10% の出力だが、赤道にあるユニークなレーダーなので、赤道大気力学、電離層力学の観測研究のために活躍している。この活動を支える津田氏とさらに若い同僚後輩の力を高く評価したい。

あとがき

電離層研究施設は、防災研とともに、教室以外の組織として、歴史を刻んできたと言える。即ち、IGY（地球観測年、1958 年）に行われた人工衛星打ち上げにはじまった Space Age に備え、1961 年、関連した科学研究のために京大工学部付属の 1 部門の電離層研究施設が設置された。これは電離層研究の草分けである電子工学教授前田憲一先生の努力と熱意によるものであった。大林辰蔵、加藤進がそれぞれ教授、助教授に選考され、電子工学教室の前田憲一教授、木村磐根助教授と共同

で、スペース研究に従事した。

1967 年、大林教授が東大宇宙航空研究所に移った後、加藤が教授に昇任した。やがて研究施設は 2 部門に拡張され、小川徹が教授に同志社大学から赴任してきた。超高層物理学、超高層電波工学が部門名で、それぞれ加藤、小川が部門担当教授であった。その後、1984 年の MU レーダー建設完了に備え、1982 年、電離層研究施設は、全国共同利用超高層電波研究センターに改組された。さらにその後の拡張を経て、木質科学研究所と合併し、現在、京大付置生存圏研究所となっている。現在、スペース研究関連部門は 6 部門で、担当教授は橋本弘蔵、津田敏隆、大村善治、塩谷雅人、山川宏、山本衛である。



MU radar

Shigaraki, Japan, 34.85 N, 136.10E; 46.5 MHz

Area radius 103m, Maximum power 1MW pulse, 475 crossed Yagi, Active phased array



EAR (Joint Operation by Kyoto Univ. and LAPAN)

Sumatra, Indonesia; 0.20°S, 100.32°E; 47 MHz Area radius 110m; 560 Yagi, Maximum power 100kW pulse

国際気象界のなかの日本・・・京都から何が発信されたか

廣田 勇

(理学研究科名誉教授、1974-2001 在職)

1. はじめに

第1回セミナーの後の総合討論のなかで、「この京大地球物理学百年の歴史の議論は、当事者の単なる内輪話や思い出話であってはいけない。先達の足跡を正しく評価し次世代の人々への教訓を伝えるものでありたい」とのコメントを述べた。その主旨から、本講演では話を京大内部に留めず、20世紀後半における世界の気象学のなかにあつて我が国の気象学・大気科学の研究はどうであつたか、そして京都大学は如何なる貢献を為し得たかを「国際性と独自性の相克」という視点から議論を行うこととする。議論の性格上、先輩同輩諸氏に対し礼を失する部分もあろうかと思うが、うわべだけの綺麗事では意味がないと考え、敢えて厳しい批判を行うことを許されたい。もとよりこれは講演者の主観的かつ独断的な評価であるが、歴史的事実には忠実なつもりである。

(以下、人名の敬称は略させていただく。)

2. 国際性とは何か

自然科学としての気象学・大気科学はその研究対象と法則性の両面から見て、国境のない学問であることは言を俟たない。その点、万葉集や源氏物語の研究とは異なり、特定地域内のみに留まっていることは許されない。その研究テーマには普遍性が求められる。しかし一方、昨今の「国際性」が安直な「国際一様性」であつてはならない。そこには研究上の発想や手法における独自性があらねばならない。

研究の国際性を問う視点としては、まず成果を国際学術誌や国際研究集会の場で発表すること。その成果に対する評価はたとえば招待論文、招待講演の形で現れ、次いで国際学界での各種学術委員会役員等の指導的立場に繋がる。

しかし最も重要な学問上での評価とは、その成果内容が国際的論文やスタンダード教科書等で数多く引用され後続の研究に強いインパクトを与えることであろう。その意味で、京都からの発信内容が日本国内のみならず世界で正しく受信されたかどうかが厳しく問われなければならない。

3. 二十世紀中葉の国際国内状況

私の専門とする気象力学について言えば、二十世紀前半の世界的な大きな流れとしては、ノルウェー学派による総観気象学（前線・低気圧論）に端を発したシカゴ学派の気象力学（ロスビー波、大循環論）、それを受けた戦後の傾圧不安定理論と準地衡風方程式系の整備、そしてプリンストングループによる数値天気予報技術の確立などが挙げられる。

これに対し、我が国の気象学は、岡田武松時代の西欧学術文献直輸入を別として、北大の中谷宇吉郎による雪氷学・雲物理学、東北大の山本義一による大気放射学・乱流論、東大の藤原咲平・正野重方による気象力学、の三つの拠点によって成り立っていた。1940年代の第二次世界大戦による日本の国際的孤立状況はあつたにせよ、上記の諸先達（およびその高弟たち）の仕事は国際学術誌を通して1950年代には既にかなりよく世界に知られていた。

当時の学生が勉強した気象学教科書も、中谷の「Snow crystals:1954」、山本の「大気放射学:1954」、

正野の「気象学総論：1958、気象力学：1960」などが中心であり、これらのテキストはその後、小倉義光「気象力学通論：1978」や東大出版会の「大気科学講座全 4 巻：1982」が出るまでの約 20 年間に亘り、次世代研究者群の育成に大きな貢献をした。

4. 戦後日本で開かれた国際学会

上に述べたように東大の正野の率いるグループの力学研究が世界的に知られていた証しとして、1960 年に東京で開かれた国際数値予報シンポジウムは特筆に価しよう。これを契機にして、後に「正野スクール」と呼ばれるようになった後継者たちの多くがアメリカで指導的な地位を確立する優れた研究を行ったことは良く知られている。

同様に、中谷の雪の研究が国際的に高く評価された結果、1965 年に東京と札幌で IAMAP の国際雲物理学学会が世界中から 250 人もの参加のもとに開かれた。この成果はその後二十世紀後半に至るまでの北大を中心とした雲物理学研究の隆盛をもたらした。

これに続いて、1968 年には COSPAR 研究集会が東京で開かれ、従来の対流圏気象学とは違った飛翔体による高層大気気象学発展に刺激を与えた。1972 年には山本義一教授退官記念として大気放射国際研究集会が仙台で開かれた。この研究集会も、当時出始めた人工衛星赤外放射観測の意義を我が国に強く印象づけるものであった。

翌年の 1973 年には IAGA 国際研究集会が京都で開かれたが、残念ながら日本の気象界の直接的な関与は薄かったと言わざるをえない。日本気象学会がホスト役をつとめた IAMAP 総会が横浜で開かれたのは、それから 20 年後の 1993 年のことである。

5. 気象学と超高層物理学との融合

本論では、ここではじめて「京都大学」の名前が登場する。

前節でも触れたように、1960 年代の大気科学の世界的動向としては、北半球中緯度域の対流圏気象から、成層圏中間圏、熱帯赤道域へと視野を広げはじめていた。その背景には IGY 以降の全球観測・衛星観測・数値モデリングの目覚ましい発達があった。

このような時代の中にあって、我が国の大気科学にとって特筆すべき出来事が 1966 年に京都で開かれた「中間圏電離圏大気力学研究会」である。主催者は京大の加藤進と前田坦、九大の澤田竜吉の 3 教授。この研究会は、それまで同じ地球物理学の中にあって諸般の事情から別分野として交流に欠けていた気象学と超高層物理学とを結びつけて新天地を開拓しようとする意欲的な試みであった。主な出席者としては、京大の前田憲一、木村磐根、東大の福島直、等松隆夫、東北大の上山弘、若手グループには松野太郎（九大助教授）、瓜生道也（九大助手）、田中正之（東北大助手）、廣田勇（東大助手）、深尾昌一郎（京大院生）らがいた。

取り上げられたテーマは、大気潮汐波やプラネタリー波の上方伝播、赤道 QBO、成層圏中間圏における放射熱収支、様々な電離層擾乱、等々まさに 1970 年代末から始まった MAP（中層大気国際共同観測計画）の理念を 10 年以上も先取りしたものであり、主催者である加藤・前田・澤田の三氏の先見の明を如実に物語る画期的な研究集団の結成であった。これ以降、日本国内での地球電磁気学分野と気象学分野の間の壁が取り払われたと言ってよい。

この研究会は以後数回開かれ、やがてそれは宇宙科学研究所で毎年開かれるようになった「電離圏・大気圏シンポジウム」の母体ともなった。

6. 国際学会への参画

私が東京から京都に移ったのは 1974 年の春である。京大地球物理学教室に来て真っ先に感じたことは研究における国際性の稀薄さであった。当時、世界に目を向けることを率先して行なっていたのは第 5 講座の前田坦教授で、彼はその後も IUGG の開かれた年には教室からの出席教官による学生院生向けの報告会を主催するなどして世界の風を教室に導入する努力を怠らなかった。

私自身も 70 年代から IUGG・IAMAP・COSPAR 等の気象学関連国際会議に積極的に参加していたが京大からの気象分野参加者はむしろ稀であった。現在のように大学院生も含め科学研究費を国外旅費に使える時代とは違って、旅費の確保も大変な仕事で、毎年のように文部省海外国際研究集会出席旅費申請書を書き、通算すれば 7, 8 回ほど貰った。80 年代には博士課程の大学院生にも国際研究集会での論文発表を経験させるため、校費を使ってデータ整理アルバイトの名目で彼らの旅費の一部を捻出する苦労もあった。今にして思えば申し訳ないことであるが、「国際会議出張」のことを他意は無いにせよ「海外旅行」と言った事務員を叱りつけたことさえあった。

しかし大切なことは、このような国際学会出席の意義である。昔のオリンピックのように「参加することに意義がある」のではなかった。出席する以上は、必ず自分なりに納得できる研究成果を発表し、帰国後はそれを国際学術誌に投稿・印刷することを実行してきた。そのような蓄積は、先に述べたように、次の会議での招待講演となり、MAP の国際委員会 (SC) メンバーに選ばれたり IAMAP 国際運営委員会 (EC) をつとめたりすることに繋がった。

肝心の研究に関しては、京大着任以後、主として中層大気力学・大循環のテーマで外国の真似事ではない独自性のある成果を QJRMS・JAS・JGR・JATP・PAGEOPH などの国際学術誌に発表してきた。また、それらの研究テーマを学ぶ中から現在各大学の気象学教授として活躍中の後継者群が育ってくれた。

国際学界における研究成果の自己評価は本来的に困難であろうが、ひとつの目安として、現在でも中層大気科学のスタンダードテキストである Andrews, Holton, Leovy の *Middle Atmosphere Dynamics*(1987)の引用論文リスト約 350 編のなかで自分の論文が図表とともに 7 編含まれている。これは全引用論文数の 2% に当たる。この 2% という貢献率が大きい小さいかの判断は他者に委ねよう。

7. 京都大学の気象学研究（気象学講座以外）

前節では主として自分の仕事について述べたが、この節では 1970 年代以降の京都大学における気象学研究について簡単に触れる。(私の京大着任以前の状況については第 1 回セミナーでの山元龍三郎教授の講演を参照されたい)。

超高層電波研究センター (RASC, 現在は RISH) では加藤進教授の指導下で MU レーダーに代表される高層大気観測を中心とする成果が挙げられている。従来は同じ地球物理の中でも地球電磁気学分野に属していた深尾昌一郎・麻生武彦・津田敏隆・佐藤亨・中村卓司・山本衛らが大気科学としての多くの世界的業績を発表してきた。工学部電子工学技術と理学的地球科学とを見事に融合させた点は高く評価されてよい。

防災研究所の暴風雨災害部門では光田寧が「超音波風速計の開発」という画期的な業績を挙げ、大気乱流測定の指導的役割を果たした。後に健康を損ねられたのは残念であったが、最晩年には中国大陆を舞台とした HIFE プロジェクトの立案指導も行った。その仕事は現在石川裕彦によって引き継がれている。

超音波風速計はその後、様々な場所に生かされているが、肝心の乱流論そのものを発展させる後継者が気象学会内に育っていないのは惜しまれる。

防災研究所の災害気候部門では中島暢太郎教授の後を継いだ村松久史と岩嶋樹也が京都盆地を中心としたオゾン・メタン等の大気汚染成分測定を行ったが、在職期間が短かったためもあり研究分野確立・後継者育成までには至らなかった。この部門では現在方針を変え、向川均による延長数値予報（非線形システムの予報可能性）の研究が成長しつつある。

理学部では 1981 年に上賀茂気象学特別研究所が気候変動実験施設に格上げとなり、山元教授が施設長として蹴上の花山天文台の隣に新築された理学部付属施設で気候変動の統計的研究を開始した。当時まだ地球温暖化という言葉が一般に普及していなかった時代にあって、地球全域および海上船舶の気温データを集積し長期間に亘る地球表面温度の変動解析を行なった。その結果から、長期トレンドや長周期変動とは異なった特異な変化「気候ジャンプ現象」を発見するなどの成果が挙げられた。しかし、この実験施設は 10 年の時限付きであったため、山元教授の退官後その路線を

継承発展させる人材は出なかった。

気候変動の研究は、その後、21 世紀地球温暖化予測という社会的要請に対応して東京を中心とした幾つかの研究機関でいわゆる数値気候モデリングが行なわれているが、スーパーコンピュータに象徴される技術作業的色彩が強い。

1991 年に気候変動実験施設が終了時限を迎えたとき、そのポストを地球物理学教室の新講座に振替えることにより第 7 講座として「物理気候学講座」が誕生した。担当者には筑波の気象研究所から木田秀次が教授として着任し、既存の気象学講座のメインテーマである「グローバル気象力学」と相補的な「局地気候学」を主たる研究課題とした。しかし、これまた残念なことに、木田教授の在職期間が短かったことと健康上の理由から、京大では見るべき成果を残さないまま終った。

今世紀に入ってから京都大学の気象学の現状と将来展望は第 3 回セミナーの余田成男教授の話に委ねよう。

8. 日本気象学会の顕彰に於ける京都大学

研究成果の評価を示すもう一つの具体例として、この節では日本気象学会が授与する 4 種類の学術賞について、京大関係者の受賞を調べてみる。選択基準は「主として京都大学在籍中に行なった研究に対する評価」であり、私の学会賞(1976)のように受賞時は京大在籍でも仕事は東京時代に行なったものは除外してある。

日本気象学会賞 (1954 年以来授賞総数 87 件) : 研究成果の表彰。

山元龍三郎(59)、光田寧(71)、廣岡俊彦(91)、余田成男(92)、佐藤薫(98)、塩谷雅人(02)、津田敏隆(03)

藤原賞 (1963 年以来 62 件) : 長年に亘る功績の表彰。

加藤進(82)、山元龍三郎(93)、光田寧(96)、廣田勇(08)、深尾昌一郎(09)

堀内賞(1988 年以来 39 件) : 他分野から気象学への貢献の表彰。

深尾昌一郎(88)、山田道夫(92)、津田敏隆(94)、橋口浩之(08)

山本・正野論文賞(1980 年以来 44 件) : 新進の論文の表彰。

安成哲三(81)、矢野順一(88)、向川均(90)、佐藤薫(91)、堀之内武 (98)、田口正和 (04)

このリストから、気象学会全体の表彰件数に対する「京都大学からの受賞」がほぼ 10%であることがわかる。各種の賞の選考には異論や問題が多々あるにせよ、気象学会では担当理事を含め数名の選考委員会が会員一般からの公募推薦に基づいて厳正に決めているのであるから、これは客観性のある資料である。

つまり戦後の日本気象界において京都大学が占める貢献度は全体の 10%であると判断される。この数字が大きいかわ小さいかの判断も他者に委ねよう。

いささか余談にわたるが、この数字を他の機関と比較すると、気象学会賞に関して、気象庁職員(含気象研究所)は約 30% (ただしこれは研究者母集団が大きいため当然とも言える)。大学では東大が約 20%を占めているが、本郷の地球物理教室気象研究室について見れば、その殆どが 1950-70 年代の「正野スクール」のメンバーであり、80 年代以降は皆無に等しい。これは、80 年代以後、先述のように時流を追って地球環境問題にばかり目を向け、大学院生の教育をおろそかにした結果と言わざるを得ない。大学理学部は学問の基本をしっかりと教え後継者を育て上げる場のはずである。

9. 地球科学に「京都学派」はあるか…まとめにかえて

本論の中心は京大の気象学研究の歴史における「国際性と独自性」を問うことであった。臆せずに断言するなら、国際性つまり研究上での対外発信が行なわれるようになったのは 1970 年代以降のことである。しかしこれは、それ以前の時代の諸先輩を非難することでは決してない。たとえば、明治維新後の我が国が西欧の学術文化を急速に取り入れて国際社会の仲間入りが出来た背景には、

江戸時代の士族の高い教育・素養があったからである。それと同様に、京大地球物理学の基礎を築いてくれた志田順を筆頭とする諸先達の蓄積があってこそその近年の発展であることを忘れてはならないであろう。

むしろ問題は、「先進国に追いつけ追い越せ」といったような安易な国際性ではなく、本当に独自性のある研究成果を京都の地から国内外に向けて発信しえたか否かを厳しく問うことである。

京都大学には「京都学派」と呼ばれた学問分野がいくつかある。しかしながら、西田哲学は別格としても、俗にいう京都学派の意味合いには独自性の評価とは異なった胡散臭さが拭えない。それは「京都 vs 東京」という構図である。その証拠に、日本の各大学には（たとえば北大中谷宇吉郎の雪の研究のような）優れた研究が多々あるにもかかわらず、「札幌学派」とか「仙台学派」といった呼び名は存在しない。またそのような名前で呼ぶ必要もない。つまり、京都が東京に敵愾心を燃やすことに意義は認められない。（きわめて通俗的な譬えでは、私はプロ野球の阪神ファンは認めるがアンチ巨人という態度は蔑視する）。

このような傲岸不遜な発言をするのは、私自身が北海道で生まれ育ち東京で勉強し京都で仕事をしたという「土着性の無さ＝自由な異邦人」によるものとお許しいただきたい。この講演を引き受けた真意も実はその点にあった。

最後にもう一度、これからの京都大学にあって新しい気象学を背負ってゆく次世代に向けてメッセージを贈ろう。

世界に目を向けよ、しかし時流に追従するな！

他人のやらないことをやれ、しかし京都盆地に籠るな！

（終り）

京大地球物理学研究の百年：第2回研究会総合討論

司会：荒木 徹

荒木 徹：それでは前回に引き続いて総合討論の司会をさせていただきます。前回と同じように、今日ご講演をされた方のなかで、この話を抜かしたから追加しておきたいということがございましたら、最初にご発言をお願いして、それから討論に移りたいと思います。まず、歴史を語るときに、いいことばかりがでてきて、至らなかったことは省くという傾向があったのですが、それではまずいいと思いますので、至らなかったことも含めて総括し、それを次世代に伝えるということが重要であろうと思う訳です。その点、加藤先生が行き詰まり、打開、挫折、克服という言葉を含めてお話ししてくださったのは、歴史認識として大変よかったと思います。また、廣田先生は、科学研究における「国際性」とは何かという新しい観点からお話をしてくださいました。ところで、今日の午前中からのお話に出てきましたように、京都大学の地球物理では、“観測を大切にする、データの質を重視する。”という伝統があったと思います。これは、私も学生のときに言われたことですが、それだけではいけないという批判もあります。だから、まずそのことからお話しいただけますか。

加藤 進：ある先輩は、観測できないものは研究できないというか、科学の対象にならないと言っています。でもどうなのでしょう。宇宙論なんていう分野では、観測できない世界を研究するんですよね。そういうものもありますが、地球物理ではやはり観測が基本です。観測は重要だけれども、そこに長谷川先生の発見した事実の価値というのがありますが、それに物理の裏付けがないと学問ではない。そこが大事なことです。

荒木：観測の重要性は否定しないのですが、例えば志田先生が「生半可なデータで論文を書くな」と言われたことを伝聞として聞いております。

加藤：それは「観測の価値」ということですね。

住友則彦：今の話と似ているのですが、私が学生・院生時代から助手になりたての頃に、上の先生から、お前は、一生懸命、観測、あるいは、実験をやれ、そしてそのデータを後になって誰かが使っても安心して使えるようなデータをとれ、と植えつけられたことが、研究生活を振り返ってみると確かにあります。後に私がある仕事をして学位論文を仕上げたんですが、そのときに得られた観測事実を説明するためにモデルを作ったんですけども、それがなかなか上の先生に認められずに苦労しました。ずっと後になって、南カリフォルニア大学で亡くなられた安芸先生にお世話になったことがあるのですが、安芸先生から「京都はまだモデルを作らないのか」と言われました。安芸先生や東京大学の方々からは、「京都はいい観測をする。しかし、モデルを作らない」という風に見られていたと思います。われわれが若い時代に、“モデルを作ることは好ましいことではないんだ”、という教育環境で育ったという認識がありますが、私が学生を指導するようになってからは、モデルを作れと学生には言ってきました。そしてモデルを作ったら、いろんな人に議論してもらえ、そこでモデルが間違っていたら修正できるし、新しい発展があるかも知れない、と言っています。何となしに、こういう観測事実がありますよ、ということだけを言って回っても仕方ない、と申したことがあります。

川崎一郎：前回の島田さんのお話を聞いて、目から鱗が落ちたような気がしたんですが、京都大学で高圧の実験を始めたのは、志田先生は深発地震があるかも知れないということで、ではそれがどうして起こるかを確かめたいということが動機であったということですね。高温・高圧の状態を実験的にそれを調べたいということだったと思います。地球科学である以上、観測が大事だということは、議論の余地がないと思いますけれども、志田先生ご自身は、観測に加えて物理が大事であると考えておられた訳ですね。その考えが残らなかったことが問題であると思います。

淡路敏之：すみません。観測には物理がないということですか？（笑）

川崎：少なくとも今の地震学では観測のうえから物理的な推論をやっています。

淡路：加藤先生のお話で「物理の裏付けのない観測は意義があるんですか」ということが出てきましたが、“物理の裏付けのない観測”というのはどのようなものを考えておられるのでしょうか。私は逆に、今の物理では説明できない観測事実が科学を進歩・進展させてきたと思いますので、観測された結果を現状の物理で説明できるかできないかが大事なことだと思います。それをぬかした形で観測するのは観測主義者で、それがいけないとおっしゃるのは非常によくわかります。で、アメリカ人の海洋学者というのは、基本的に説明できない物理というのは何なのか、そういうものを見出したいという立場から研究をすすめています。私はアメリカ人に非常にはっきり言いました。1 番スマートな人間は理論をやる、2 番目は観測をやる、そして一番バカがシミュレーション。(笑) 荒木：観測をきっちりやって事実を物理的に明らかにするということがまず大事だと思います。

淡路：いや、観測をやる人はアメリカでも、ものすごく少ない。日本の観測はそれに比べてもかなり劣っている。それは認めます。そのことと、つまり“観測一般”と“観測と理論のあり方”の関係は、本来の意味でちがいます。

深尾昌一郎：観測の問題は、何をどこでどういう測器で観測するかということが重要だと思うんですね。最近はシミュレーションでいろんなことがわかるので、若い人が実験をやりたいがらないという話をよく聞きますが、実験と理論は螺旋的に発展するものだと思います。両方が大事なんですね。そこで、伝統を踏まえてという考えも必要になってくると思います。

加藤：観測で重要なことは、意識してそれをやるかどうかということです。何にも知らない人が新しいことを見つけて、その名前が残る。それも価値関係ということでおかしいなという気がします。気象力学の関係では観測・測定が一段低いものだと考えられていたようです。観測面からは重要な学問的貢献がないと思われていたのですが、科学の歴史では、観測、測定の成功が時代の先端を切り開いてきたんですね。

荒木：学生の頃に観測すれば何か出てくると言われたんですが、何も出てこない場合もありうる訳です。そういうときに学生をどう指導するかということが問題ですね。

田中寅夫：観測の件では西村英一先生にお世話になったのですが、私が子供の頃に近くで有名な“棕平虹”というのがありまして、私も将来、真面目に地震予知をせんといかんと思っていました。大学に入ってから地震予知をやりたい、とくに前兆現象を追いかけてみたいと思っていました。前兆現象がなければ地震予知には繋がらないわけです。そのためには地殻変動が一番有望であろうということで、ここに三雲先生がおられますが、三雲先生といっしょに、今日の大谷さんの話にもでてきましたが、和歌山の大浦観測所というところで、傾斜計、伸縮計の観測を始めた訳です。和歌山は、地下数 km のところでたくさんの地震が起こっていましたし、震源の真上で高感度の観測をすれば、きっと数時間、数分、数秒前に異常な前兆変化が捕まえられらるだろうと思っていました。しかし、当時の世界で最高感度の計器で観測しましたが、どう調べていってもこれはという前兆現象は見つけられませんでした。地震時の Co-seismic な変化は捕まえましたが……。その頃、西村先生に言われたことは、地震の前兆現象を狙った地殻変動観測をやってもよいが、地震予知では論文が書けないだろう。飯が食えないよ。だから地球潮汐がしっかりとれる観測をやって、地球潮汐の論文を書け、ということでした。結局その通りになりましたが、当時私がとったデータを、いま別の人が使おうとしても、ちょっと無理でしょう。

荒木：観測には 1 カ所だけの観測で意味のあるものもありますが、ネットワーク化しないと意味のないものもあります。地球電磁気関係のデータは主に後者です。

住友：田中さんが発言されたことに関して、地震予知計画というプロジェクトが 30 年以上前から走っていました。私は直接ではなかったのですが、後の 10 年くらいはそれに関係しました。これは、前の廣田先生のご講演のときに、温暖化というような現象の研究を大学がやるべきでないというご意見もありましたが、地震予知についても同じような議論があった訳です。それを京都大学が観測を重視して地震予知計画に一番真面目にとりくんだということが、地殻変動観測だけでなく、地震観測も含めて、本来の Earth Science の研究の方向性を見失ったか、そこに向ける力が不足したのではないかと今になって思います。

荒木：今のお話は、地球物理学教室としてもプロジェクトにどう関わっていくかということで大変

重要な事だと思いますが、地震予知に関与した他の先生方のご意見はいかがでしょうか。

三雲 健：まあ、大変難しい問題ですね。私も地震予知計測部門という大そうな名前の部門を担当しておりましたが、目標と実際に何をやるかということは、私自身のなかでは区別して考えておりました。地震予知はかなり遠い将来の目標であり、地震予知に近づくためには、地震の基礎的なこと、つまり地震発生の物理をもっとよく知らなければならないということで、私の研究室では地震発生論を主に研究しておりました。必ずしも地震予知のための観測一辺倒でやってきたという自覚はありません、お叱りをうけるかも知れませんが（笑）。その当時、地震がどのようなメカニズムで起こるかもあいまいな時期でしたから、先程の温暖化の議論と同様に、基礎的な理解なしに予知を言っても、そこには飛躍がありすぎるということで、私の研究室を出た院生の多くには、地球内部の物性とか地震発生論を中心とした基礎的な研究やシミュレーションをやってもらいました。

石原和弘：前回の研究会で須藤さんもおっしゃったように、火山の場合は、それぞれの火山の特徴を把握するために、自分でほとんどのデータをとるしかないんですね。一方では佐々先生がだいぶ前に言われたんですが、「火山研究は実験である」ということです。モデルを仮定し実験で予測する。その証拠を現場で得るんだという考えです。同じようなことで永田武先生もよく桜島に来てくださったのですが、噴火が起きると横坑で観測している傾斜計、伸縮計のデータを出せ、と言うんですね。そして噴火のストーリーを説明し始める。感心していると“俺はこの職員じゃあないんだ。お前は職員だろう。”と言われる。佐々先生もそうでしたが、「生の記録でわかるような、そういう記録をとれ」ということをおっしゃったんです。「モデルに基づくイメージをもって観測データを観ろ」ということも教えられました。これが大学の研究だと思いました。漫然と観測を続けているだけではいけないと思っています。

加藤：地震予知の問題は、今では予知は難しいということになっています、私は随分長い間、文部省の測地学審議会に属していたんですが、そこで地震予知計画が議論されました。予知計画の見直しに一番反対したのは文部省の役人だったんです。既得権で決まっている予算が減るのは困ると言って。審議会ではいろんな議論がありました。ある委員は、できないといわれていたものができるようになることもある。飛行機が流体力学では飛べないと言われていたのが飛べるようになったじゃないかなどと関係ないことまで言ったりして（笑）。でも宇宙関係につき込んだ予算に比べれば地震予知の予算はたかが知れている。基本的課題の研究には、もっと金をつぎ込んで、根本的な科学が進めば、地震予知はできるようになると思います。そうでなければ、地震学はサイエンスではないのです。

竹本修三：観測に物理がないわけではありません。われわれがやってきたのは物理的な観測ですから。ただ、先ほど、廣田先生もおしゃられたように、京都大学の場合は、観測から穴倉に入りこんでしまったというケースが多いのが問題だと思いますね。1メートルずらして同じ型の計器を2台置くと、違った結果が出たりして、これは何だろうと考えているうちに、どんどん細かいところに話がいつてしまう。外へ出ていかずにますます狭い穴倉に籠ってしまう。これはこれで、結構面白いことがいっぱいあるんですが、大局的なモデルの構築にはつながらない。その点、よそから来られた川崎さんなんかは、そういうどろどろとしたしがらみがないから、あっさり伸縮計のデータからスロー・アースクエークなどという大胆な話を構築する。なるほどなあ、そういう見方もあるのかと思うけれども、長年観測坑に籠って実際に計器のお守をしていると、ローカルなことが気になって、なかなかそういう発想がでてこない。得られた観測データの **Physical interpretation** で、いろんな可能性を追求することがやはり必要ですね。

深尾：加藤先生が測地学審議会の地震予知のことをおっしゃったのですけれども、私は文科省の科学技術・学術審議会測地学分科会の会長をしております。今年度から新しい地震・火山噴火予知を一体化した新計画がスタートしております。私達は特に地震予知が学問的、学術的に容易ではないということは充分承知しているわけですが、予知につながる基礎的な観測が今こそ大事だという共通認識のもとにこの計画を進めております。それと同時に、地震予知にも「地殻活動予測シミュレーションモデルの構築」のように淡路先生のお話に出てきたようなデータ同化の手法が導入され始めておりますので、皆さん期待していただきたいと思います。

川崎：将来のためにちょっと話をします。僕が育ったのは東大地球物理の浅田研究室ですが、観測

をやる人や理論の人が入り混じっていて、いろんな人と議論しながら、**interaction** しながら、研究をすすめてきたわけです。京都大学ではこのあたりが弱かったように思うんですね。京都大学でもこれからの 30 年は、観測の人や理論の人やいろんな人を採用して、幅広い議論や協力体制ができるような環境をつくっていただきたいと思います。

田中：一言だけ。さっきの話は、私の十数年まえまでの話でありまして、現在の状況では、上は、先ほど大谷さんの話にありましたように、**GPS** のデータから刻々の地殻変動が捉えられるようになってきていますし、連続観測では、深いボアホールの下で観測すると、ほとんど気象影響のない非常に質の良いデータが得られています。また、私はきっと地震予知は直前の予知も可能になると信じています。

淡路：研究科と研究所とを同じ舞台上で話をしても話にならないと思います。とくに法人化以後は、温暖化や地震予知の研究を研究科でやるのは難しくなっています。研究所がそういうことをやるかどうかどうかは、その研究所がどう決定されるかという問題ですね。だからこれ以上議論してもしょうがないと思います。また、ここに尾池先生がおられる前で申し訳ないですが、法人化になってから、日本全体の学術体制は根本的に変わってきているんですね。要するに法人同士が競争的な関係に入っているんです。従前は、日本全体の学術体制が全体として世界とどう戦うかということと考えられていたと思うんです。例えば、東京大学の海洋研究所は全国の共同利用研ということで、やはり全体をどうするかということで危惧されていたけれども、いまの海洋研は共同利用でもなんでもないんです。東京大学の 1 部局なんですね。また、東大の小宮山総長なんかが「世界と戦える東京大学でいく」という考えをバーンと出しているんですね。日本のなかの大学全体をどうするかという観点は抜け落ちている。そういう状況のなかで京都大学の研究科や研究所はどうしていくか、ということです。もう環境が変わってしまっているのだからどうするかということですが、研究科からみれば、そのなかで院生を混乱の場に巻き込んでほしくないということで、とくに理学研究科では危惧しております。以上のような状況です。

荒木：地球物理学教室の伝統である観測とデータの蓄積の問題について、もう少しご意見を伺いたかったのですが、問題が難しく、なかなか決着が着きません。そこで、この問題については、一応これで打ち切りたいと思います。

田中：淡路先生にお尋ねしますが、現在では海洋研の船は非常に使いにくい、使えない、ということでしょうか。

淡路：海洋研では船を利用しているけれども、船はございません。全部 **JAMSTEC** の所有になっています。

荒木：そのほか、ございませんか。

廣田 勇：最後に話が出てくるのかもの知れませんが、この研究会は 2 回でお終いですか？それとも、まだ続くのでしょうか？ というのも、気象関係では、前回の山元先生が最初の 50 年、今日私がそれに続く 30 年の話をしたわけで、いわば、古代史と中世史の話だったわけです。そこで次は、現代史を現職の方にぜひ話して欲しいと思います。そのときに、昔はむかし、今はいま、と時代の差ということで、間を切ってしまうと、歴史の議論にはならないと思うのです。科学の連続性、つながりを意識して、それを踏まえた一番新しいところまでの話をやっていただきたいということです。そういう意味で、敢えて淡路さんにお尋ねしますが、今日、すばらしい話をされたわけですが、例えば、国司先生が考えておられた海洋学と今日のお話とにどうつながりがあるのか、あるいは意図的に断絶があったのか（笑）、そういうことをお聞きしたいと思います。

淡路：すみません。速水先生とか、国司先生は、最初の岡田賞を受賞されたりしたことは、存じあげていますが、私自身、重なるところがよくわかりませんので、はしょらせていただきました。速水先生はいろんなことをやられました。木をとってきてその年輪から気候変動を探ったり、白浜に海象観測塔を建てたりされましたが、大気と海洋の相互作用は、速水先生の二番弟子で東北大学に行かれた鳥羽先生がやっておられます。また、速水先生は、最後に国司先生には沿岸海洋学のことやりなさいとおっしゃったと聞いております。これで海洋は、古代史、中世史、現代史を終わったと考えています。

竹本：先ほどの廣田先生のご質問ですが、私がイメージしておりましたのは、「京大地球物理学研

究の百年」研究会を6月にやって、なかなかそれだけでは終わらないので、少なくとももう1回過去をたどる研究会をもちたいということで、今日の第2回研究会に至ったわけです。そこで、できれば年度内にもう1回、研究会を開いて、これまでの2回は過去百年の歴史をたどることがメインでしたが、3回目は、現職の教授の方に、これまでの歴史を踏まえた現在の到達点と将来の展望を語っていただけないかと思っております。ただ、年が明けて2月か3月ということになると、同窓会のタイミングと重なってしまいますので、田中同窓会長にお願いして、同窓会とジョイントさせて開催させていただけるとありがたいと考えております。そういうことを最後に提案させていただこうと考えておりましたので、どうかお考えください。

荒木：第3回の研究会についてはどうですか？

加藤：同窓会とこの研究会とでは趣旨が違うと思うんですね（笑）。できればやっぱり別にやった方がいいと思います。

竹本：この研究会に若い人の参加が少ないのが気になっていて、京都でやれば学生、院生も参加しやすいのではないかと考えたことも同窓会とのジョイントで開催するという提案の理由の一つです。

町田 忍：私が今の教室主任で、若い人を大分誘ったんですが、高等研は敷居が高いみたいで、なかなか乗ってきませんでした。そこで、京都でこの研究会を開催するというご提案もよろしいのではないかと思います。

荒木：そして、次回は京大でやるという方向で、皆さんよろしいでしょうか。

尾池和夫：所長としてちょっと話をさせていただきます。この研究所に竹本先生をフェローとしてお招きするときに、研究は何をやっていたいただいても結構です、ただしお金がかかることはできません、と申しあげました。そしたら竹本先生が、「今年は志田先生が京都で地球物理学の研究を始められてからちょうど百年になるから、それを記念した研究会を高等研で開こう」という非常によい企画を立てていただきました。そこで今日も大変よいお話をいろいろ聞かせていただいたわけですが、高等研究所の設置目的を尋ねられたときに、私はどういう説明をしているかというと、高等研は、国が金を出さないような研究をやるところだと言って、本当に国からはわずかなお金しかいただいていない。まあ、5千万あれば20いくつかのプロジェクトを走らせることができるわけで、その目的は何かというと、ここでではなるべく異分野の人に集まっていただいて、その議論のなかから新しい学術の芽を育てることを目指しています。昨日も科研費の要求書を出したところですが、そこには、新しい学術の芽を育てるということに特化して研究所の目的を書いてあります。それから言うと、地球物理に関連するような分野で走っているプロジェクトはあんまりないんですね。いろんな分野があるんですけども、どちらかというと、人間が作ってきたもの、芸術、文化、言語とか数学とか、そういうものについての活発な議論が行われています。また、物理学に関しては、昔は自然の観察が主だったんですが、今は新しいモノを作るということが幅を利かせてきておりまして、自然に存在しないで新しいものをナノテクを使って作るとか機械を作るとかが主流になってきています。今日の午前中に言いましたが、「天地人」というプロジェクトは自然をどう見るかという観察することを中心に据えているわけですね。さっき観測という話がでてきたんですが、基本的には観察をする。宇宙とかをひたすら観察するわけですが、地球でもそうですね。そういう分野に関連するプロジェクトがちょっと弱いので、今日のような議論を発展させて、これまでの気象学を踏まえて、未来の気象学でここから学術の芽を育てていくとすると、どういうものが有りうるか、というようなことをベテランの先生に議論して欲しい、つまり名誉教授の先生を中心に。私はいま、来年度からスタートする高等研学術道場というのを考えておりまして、それには高等研で走っているプロジェクトのベテランの先生方の議論に意欲的な博士後期課程の院生に参加してもらって、そこから新しい芽を育てようとしています。必要な旅費は支給するというので、公募しようとして思っています。どんなテーマでもいいからそこに飛び込んで議論に参加したいという人を募集しようとしています。若い人が今日のようにベテランの先生方が議論している場に加わって、その雰囲気慣れていくとは大事なことだと思います。大学ではそういうことができないですね。この研究会は竹本先生が、京大地球物理学研究の百年ということで設定して下さったんですが、京大にとらわれずに地球物理学研究の将来に向けた新しい芽を見つけ出して、国への提言を纏めてくだされば、それはそれで、高等研の新しいプロジェクトとして成り立つと思います。同窓会も結構ですが、

ここで同窓会をやるということは、ここはちょっとそういう場所ではあませんので、具合が悪いと思います（笑）。まあ、この研究会を自由に発展させていただければよいと思います。

竹本：今年だからこういう研究会ができた。つまり、志田先生が京都で地球物理学研究を始められてからちょうど百年ということで、それを記念して、この研究会を企画しました。百年記念という研究会は、一応次で区切りにしたいと思います。それで、第3回の研究会ですが、タイミング的には2月くらいになってしまって、同窓会と日程調整をしなければならないなどの問題があります。また、両方やることは大変なので、いっその2つをジョイントさせて開催させていただきたいと存じます。また、せっかく高等研でこの研究会を開催して、京大地球物理学の研究の歴史が大分明らかになったのですから、これをさらに発展させて、京大に捉われずに、地球惑星科学の将来に向けた新しい研究の芽を見つけ出す高等研の新しいプロジェクトを立ち上げることができればよいと考えております。

荒木：それでは、そういうことで、時間も過ぎておりますので、今日の研究会は、これで終わりにしたいと思います。ありがとうございました。（拍手）

竹本：どうもありがとうございました。それでは大分遅くなったのですが、タクシーは呼んでいませんので、この前と同様に、地元の町田先生のあとについて（笑）、懇親会場のあるけいはんなプラザホテルの方へ移動していただきたいと存じます。

第3回研究会開会挨拶

竹本修三

ご存知のように、志田順先生が1909年に京都に赴任され、地球物理学研究を始められてから、今年がちょうど百周年にあたります。これを機会に京大地球物理学の百年の研究の軌跡を振り返ってみるのは有意義であると考え、けいはんな学研都市にある国際高等研究所（所長：尾池和夫）（<http://www.ias.or.jp/>）において、2009年6月27日と同年11月7日に「京大地球物理学研究の百年」の研究会を開催いたしました。6月27日の第1回研究会のWeb版集録は、田中寅夫同窓会長及び関係者の皆様のご好意により、地物同窓会のホームページの下に貼り付けていただきましたので、下記をご覧ください。

<http://www.kugi.kyoto-u.ac.jp/dousoukai/ias09June27/program.html>

また、11月7日の第2回研究会のWeb版集録も同様な方法で近日中に公開させていただく予定です。（<http://www.kugi.kyoto-u.ac.jp/dousoukai/ias09nov07/index.html>）

このたび、地球物理学教室同窓会が2010年2月13日(土)に開催されるのに合わせて、同窓会に先立ち、同日の10:00～13:00の時間帯に「京大地球物理学研究百年」の第3回研究会を開催させていただくことになりました。前2回の国際高等研における研究会は、主に過去の歴史を振り返るものでしたが、第3回研究会は、現職の教授の先生方に、それぞれの分野の現在の到達点と将来の展望を語っていただきたいと考えております。海洋分野に関しては、前回、淡路敏之先生に、「データ同化によるバーチャル海洋づくり」という最新のお話をさせていただきましたので、本日は、固体地球物理学分野の福田洋一先生、大気圏物理学分野の余田成男先生、それから、太陽惑星系分野の町田 忍先生に、それぞれの分野における現状の到達点と将来の展望について、お話いただきたいと存じます。

それでは福田先生、最初に固体地球物理学分野のお話をお願いいたします。

固体地球物理学分野の現状と将来

福田洋一

(京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻固体地球物理学講座)

1. はじめに

国際高等研究所フェロー研究会として開催されてきた「京大地球物理学研究の百年」(その1)、(その2)では、志田順先生以来の京都での地球物理学研究の歴史、発展について諸先輩のお話を伺ってきた。これを受け、(その3)では現状から将来の展望をテーマに、固体地球物理学分野についての話をするようにということが、竹本先生からいただいた宿題であった。お引き受けはしたものの、しかしこれは、そう容易いことではないことにすぐに気付いた。その一つの理由は、現在では「固体地球物理学分野」に分類される研究分野は広範な分野に及んでおり、しかもそれぞれが高度に専門化していることである。京大地物に関連したものだけでも、その現状を学問的にレビューし将来展望を行うことは、とても私自身の力量の及ぶところではなく、最初から諦めざるを得なかった。一方、京大地物の教育・研究組織としては、現に大講座としての「固体地球物理学講座」があり、大学院の地球惑星科学専攻には、「固体地球物理学関係の分科」が存在している。少なくともこれら「固体地球物理学」を冠した組織の現状を説明しておく必要はあろう。また、今の学部・大学院教育がどのような構成、カリキュラムでなされているかを紹介することは、それほど無駄でもないように思われた。そこで、まず現状の教育システム・カリキュラムの概要を説明し、その内容を示すことで固体地球物理学のどのような分野をカバーしているかについても触れることにした。その後、学問的な意味での現状としては、私自身が関連している衛星重力に関する研究を紹介し、それを一つの例として、現在の地球物理学研究の面白さや特殊性、また内在する問題やそれへの関わりについて考えたい。

2. 地球物理学教室と学部カリキュラム

少し硬い話から始めると、現在、京都大学理学部は理学科1学科制であり、その中に数理科学系、物理科学系、地球惑星科学系、化学系、生物科学系の5つの系があり、さらに、地球惑星科学系の中に地球物理学と地質学鉱物学の2つの(専門)分野があると、学生にとっては科目履修の際のバイブルである「教科の手引き」に記載されている。地球物理学教室と呼んでいるのは、この地球物理学分野のことであり、その中には、太陽惑星系電磁気学、大気圏物理学、水圏地球物理学および固体地球物理学の4つの(大)講座がある。従来の1~7講座(今でもその呼び名を使っているが)は、教室のホームページ(http://www.kugi.kyoto-u.ac.jp/lab_staff.html#lab)では、「研究室」という呼び方をしており、固体地球物理学講座には測地学、地震学、活構造学の3つの研究室がある。ちなみに、現在、固体地球物理学講座の教員は、教授3、准教授3の6名である。このほかに、附属の地球熱学研究施設(教員9名)および地磁気世界資料解析センター(教員4名)があり、特に地球熱学研究施設は、固体地球物理学関係の教育研究に大きく関わっている。

次に、学生が地球物理学を履修する際の流れをみると、2回生から3回生に進級するときに、まず地球惑星科学系地球物理学分野に系登録をする必要がある。現在、理学部の卒業要件の一つとして「系登録後2年以上在学すること」と明記されており、これは、もし3回生進級時に系登録ができなければ、自動的に卒業が遅れることを意味している。地球物理学分野の系登録定員は厳格に29名で、系登録をするためにはそれまでの単位履修に関して一定の条件があるため、系登録は学生にとって大変重要な関門である。なお、系登録をすることによる履修上の恩恵は、課題演習(3回生

向け)、課題研究(所謂卒業研究、4 回生向け)を履修できるようになることである。もちろん、1~2 回生向けにも地球物理学関連の講義や演習は行われているし、また、3 回生以降も、通常の講義や実習等については系登録に関係なく受講することができる。しかし、課題演習と課題研究は系登録が必須要件であり、学生にとって、地球物理学を選択したことを一番実感できる瞬間かもしれない。

実際の課題演習、課題研究の内容、実施方法についても、最近、大きな変更を行った。以前は、課題演習は通年科目であり、實際上、各研究室が対応して実施していた。しかし現在は、半期ごとに前期はDA (固体系)、DB (流体系)、後期がDC (固体系)、DD (流体系) の4 つの演習科目として実施している。この内、前期のDA, DB は比較的基礎的な内容やさまざまな分野に共通する課題が選ばれ、後期のDC, DD では、教員が幾つかのテーマを提示し、学生は選択した一つのテーマについて半期間を通した演習を行うというスタイルがとられている。具体的に、固体関係のDA では、測地学、活構造学、地震学、地球熱学の4 つの課題について、学生が各分野の内容を概観できるように、各数回ずつ順番にすべてを履修させるようにしている。一方、後期のDC では、2009 年度の例として、「宇宙測地データに触れる」、「計算弾性力学」、「活断層と内陸直下型地震」、「地球の鼓動を探る」、「マグマから噴火まで」の5 つのテーマが提示されており、学生はこれらのうちの一つを選び半期をかけた実習を行っている。なお、ある課題に希望が集中するような場合には人数の調整を行っている。

次に課題研究(卒業研究)であるが、これも現在は、T1 (電磁気圏)、T2 (大気圏・水圏)、T3 (固体圏) の大括りのいずれかの課題を選択し、学生は担当教員の指導でテーマを選び、学習・研究を行うスタイルをとっている。T3 での具体的な研究テーマとして「教科の手引き」に例示されているものは、

マントルとコアの構造、地殻構造、地震波の数値計算と応用、マントル対流とプレート運動、岩石の破壊機構、高温・高圧下の物性、地震発生過程、応力場の形成と活構造、歴史地震、地震前兆現象の仕組み、地震観測法、超伝導重力計や絶対重力計を用いた地球潮汐・地球自由振動・重力時間変動の研究、GPS や SAR を用いた地殻変動の研究、衛星重力や衛星高度計など衛星データの応用研究、活構造と地形形成、地震の長期予測、海溝型巨大地震の発生履歴、地下構造探査の実験と理論、地震波動の特性と地震動災害、火山活動の解析、マグマと地球内部の物質循環

である。固体地球物理学といっても卒業研究のテーマでさえこのように多様であり、さらに、これらはいくつまでも例であって、学生が必ずこれらのテーマを選ぶということでもない。実際、ここに挙げた以外のテーマが選ばれることも少なくない。教員の共通の希望としては、どこまで実践できているかどうかは別として、「テーマは学生自身が考え自分で決める」ということである。

なお、課題研究を大括りに分類したことで、T3 では、研究室の枠を越え、週1 回、関連の院生も含めすべての学生が参加するゼミを行っており、また、年度末には合同で研究成果の発表会を実施している。研究テーマが多様になる一方で、専門に閉じこもらないための方策の一つである。

3. 大学院での教育研究分野

以上は学部教育の話であるが、大学院では、防災研究所、生存圏研究所の教員にも、協力講座構成員として教育に参加していただいている。もちろん学部教育でも防災研や生存研の教員に協力していただいているが、学部の場合は、毎年、学内非常勤講師の委嘱手続きを経てのことであり、基本的には理学部教員(教室および附属施設)が責任を負っている。一方、大学院の教育では、協力講座構成員を含めた分科が実質的な責任を負うことになっている。固体地球物理学関係の分科としては、測地学及び地殻変動論、地震学及び地球内部物理学、火山物理学、地殻物理学及び活構造論、環境地圏科学、地球熱学の6 つがあり、関連教員の総数は約50 人ともなる。参考のため、2010 年1 月現在の固体関連分科の構成員リストを資料として添付する。なお、各構成員の専門分野等についての詳細は、<http://www.kugi.kyoto-u.ac.jp/deps/bunka/kousei.html> を参照していただきたい。

6つの分科に関連する固体地球物理学の一つの特徴として、2つ以上の分科に所属する教員が大勢居ることである。これはある意味では当然のことであり、各研究分野が専門化を進める一方で、学際的・境界領域の研究分野も増えてきている。また、多くの教員が、例えば測地学会と地震学会、火山学会と地震学会とによって複数の学会に所属し研究活動を行っていることも事実である。しかし、学生の側から見ると、このことは必ずしも都合の良いことばかりではない。現在、大学院修士課程の入学試験では、分科毎に合格者を決めているため、教員は複数の分科に属しているのに学生はどれか一つの分科を明示的に決める必要があり、やや矛盾を感じる。あるいは学生が必ずしも本人の研究テーマとしてもっとも適切な分科を選んでいないように思われるケースがあることも確かである。大学院修士課程の定員は、これまでの42名から33名に変わることになっており、今後、入試方法の改革とも関連して分科をどうするかといった問題も議論が進められるであろう。

4. 衛星重力研究

以上述べたように、京都大学の固体地球物理学分野に関わる教員は、教室でこそ6名であるが、熱学研究施設を加えると15名、さらに大学院の協力講座まで含めると約50名となり、関連する研究分野は（それでも固体地球物理学分野をすべてカバーするとは思えないが）大変広範な領域に及んでいる。これらすべてについてその学問的な現状や将来展望を述べることは不可能であるので、最近の一つの例として、衛星重力ミッション GRACE (Gravity Recovery and Climate Experiment) に関連する研究を紹介したい。

GRACE は、2002年3月に米、独が共同で打上げに成功した低高度（約500km）の同一軌道上を約200kmの間隔で飛んでいる双子衛星である。GRACE では、この2つの衛星間の距離の変化をマイクロ波レーダーで正確に測定する Low Low Satellite to Satellite Tracking (L-L SST) と呼ばれる方式で、地球の重力異常だけでなく、その時間的変化の測定にも成功している。GRACE が測定する重力の時間的変化は、地球表面や内部での質量移動を伴うすべての現象に起因するものであり、グローバルな水循環、南極やグリーンランドの氷床融解、また、スマトラ地震に伴う重力変化なども観測されている。

GRACE によって初めて実現した衛星による重力変化の測定は、重力の応用研究の守備範囲を格段に広げた。例えば、GRACE を用いることにより、陸水の変動、特に、これまでは直接測定することのできなかった広域の地下水変動が実測できるようになった。これは、安定な水資源確保や管理に不可欠な情報である。また、地球温暖化の影響で極域氷の融解は大きな問題となっているが、GRACE を用いた研究で、グリーンランドの氷床融解が最近加速していることや、南極でも、大陸全体としてはわずかながら氷の量が減少しているらしいといった結果が得られている。南極での大陸氷床が増えるのか減るのかは難しい問題で、実は GRACE のデータだけではそれに明確に答えることはできない。GRACE は全ての質量変化の総和を測定しているが、南極では、氷床の変動と同時に、所謂 PGR: Post Glacial Rebound（最近はより広い概念として GIA: Glacial Isostatic Adjustment と呼ぶことが多い）、すなわち、過去の氷河期の氷床が融解したことによる固体地球の粘弾性的な応答に伴う質量変化も測定しているからである。南極では氷床変動と PGR による質量変化が同程度のオーダーであり、PGR の見積もりが現在の氷床変動の見積もりに大きな影響を与えている。その点を考慮した上で、南極大陸全体でわずかに氷が減っているというのが、現在のほぼ共通した見解である。氷床の消長を見積もるのにマンツールの粘性率が関連しているというのは、たいへん面白いところである。

これらの例のように GRACE は重力場の研究にブレークスルーをもたらしており、このことは、海外の学会での研究発表の件数にも如実に表われている。GRACE が打ち上げられたのは2002年であり、そのデータが一般に公開されるようになったのは2004年以降のことである。その後、2007年のペルージャでの IUGG/IAG の重力に関連するポスターセッションでは、タイトルの一部として「GRACE」を含むものは153件中19件、口頭発表では、61件中17件とさらに高比率であった。また、昨年（2009年）9月にアルゼンチンで開催された IAG 学術総会での重力場測定に関連のセッションでは、もはや衛星観測に関連する発表件数が地上観測を上回るまでになっている。

ところで、地球の重力場やその変動を測定する GRACE は、まさに測地学の研究対象そのものである。しかし、その実際の利用研究に目をやると、スマトラ地震は固体地球物理の範疇だが、水循環や地下水変動、氷床変動など、どこが固体地球物理ということになりそうなものばかりである。これは重力に限ったことではなく、GPS による水蒸気や電離層電子密度の研究、海面高度計による海流ダイナミクスの研究など、同様の例は幾らでもあるし、また、今後益々増えることであろう。衛星重力は、このような学際的な地球科学の面白さを象徴的に教えてくれている。

5. まとめにかえて

GRACE に関連した研究は、現在の地球科学研究における特質、あるいは考慮すべき問題点の幾つかを浮き彫りにしてくれている。以下、思い浮かぶキーワードを列举してみる。

「新しい手法・手段の出現とその変化の速さ」、「大型プロジェクト化」、「実用性の追及」

「学際性と専門性」、「衛星観測と地上観測」、「グローバルとローカル」

これらは、固体地球物理あるいは地球物理に限らず、現在の科学研究一般に通じるものかもしれない。また、それぞれの価値判断はともかく、今後の研究を進める上で注意を払うべきことであろう。

今回の研究会のテーマは「現状と将来の展望」ということであり、まとめとしては、GRACE に代表されるような現在の地球科学研究の特性も考え合わせ、何らかの「将来展望」をする必要があるのである。これは、正直なところ荷が重過ぎる。戦略として京大地球物理をどう発展させるかといった議論は当然必要だろうが、それこそ先輩諸賢の意見を拝聴したいところである。現役の教員として語る所は、現在から未来に向かい、後輩、学生に何かを伝えていくかということであろう。最初にやや詳しく現状の教育カリキュラムの説明をしたのも、その状況の一部を紹介したかったためでもある。しかし、具体的に何を伝えるのか。もし、京大地球物理に 100 年の時代を越えて伝えるべき伝統のようなものがあるとすると、そのような表面的な制度あるいは研究環境の変化に左右されるものであるはずがない。諸先輩から何を受け継ぎそれをどのように伝えていくのかは、これまでの自戒もこめて、考え続けて行くべき宿題とさせていただきたい。

資料：2010 年 1 月現在の固体地球物理関係分科の構成員

測地学及地殻変動論：

教室：福田洋一、宮崎真一

防災：橋本学、川崎一郎、大谷文夫、寺石眞弘、森井亙、徐培亮

地震学及地球内部物理学：

教室：中西一郎、平原和朗、久家慶子、宮崎真一 熱学：大倉敬宏

防災：飯尾能久、川崎一郎、西上欽也、橋本学、Mori, James J.、大見士朗、
片尾浩、澁谷拓郎、竹内文朗、柳谷俊、深畑幸俊、遠田晋次、加納靖之、福島洋

火山物理学：

熱学：鍵山恒臣、古川善紹、大倉敬宏、宇津木充

防災：石原和弘、井口正人、味喜大介、山本圭吾、為栗 健

地殻物理学及活構造論：

教室：堤 浩之 熱学：竹村恵二 防災：岩田知孝、松波孝治、関口春子、浅野公之

環境地圏科学：

防災：石原和弘、千木良雅弘、関口秀雄、釜井俊孝、末峯章、諏訪浩、井口正人、
福岡 浩、寺嶋智巳、山本圭吾、汪癸武、王功輝、味喜大介、為栗健

地球熱学：

熱学：竹村恵二、大沢信二、川本竜彦、山本順司、柴田知之、鍵山恒臣、
古川善紹、大倉敬宏、宇津木充 教室：福田洋一

(教室：地球物理学教室、 熱学：地球物理学研究施設、防災：防災研究所)

注：複数の分科に所属する教員はそれぞれの分科に重複して記載

大気圏物理学分野の現状と将来

余田成男

(京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻大気圏地球物理学講座)

1. はじめに

昨今、学術を取りまく諸々の状況が大きく変化している。本学が2004年4月に国立大学法人京都大学に移行し、新たな運営形態になってから6年が経つ。この春からは、第二期の中期目標期間(2010~2015年度)が始まる。また、昨年夏に政権の交代があり、同11月には行政刷新会議による事業仕分けがマスコミを賑わした。右肩上がりであった科学技術予算にもメスが入れられ、スーパーコンピュータの開発予算も議論的になった。

また、経済のみならず学術分野でもグローバル化が進行し、世界的な大競争時代に突入している。「国際気象界のなかの日本」(廣田 勇、2009)をきちんと認識しておく必要がある。大競争の実例として、国際誌の投稿論文獲得競争や大規模な国際研究集会の集客競争が激しくなっている。米国気象学会(AMS)、英国王立気象学会(RMS)、米国地球物理学連合(AGU)、欧州地球科学連合(EGU)などの近年の活動状況を観察すれば、明白である。このような状況は、個々の研究者に対して短期的な量的業績評価の圧力が増加していることと関連していると考えられる。

今ここで認識しておくべきことは、貴族や国家というパトロンが弱体化・変質した時代の学術のあり方である。これまでのやり方が必ずしもうまくいかない時代になってきており、今後どうすればよいのか、ちゃんと考える必要がある。

2. 大気圏物理学分野の現状

国際測地学・地球物理学連合(IUGG)の傘下の8協会のひとつが国際気象学・大気科学協会(International Association of Meteorology and Atmospheric Sciences, IAMAS)であるが、気象学と大気科学がandで結ばれていることに注意すべきである。前者はClimatology, Geology, Biology, ...などと並ぶギリシャ時代からのロゴスの世界であり、後者はガリレオ、ニュートン以来の近代「科学」としての大気科学であるが、IAMASは両方の学問のあり様が並立する協会といえる。IAMASの下には、気象力学、気候、中層大気気象学、極域気象学、惑星大気・進化、大気放射、雲・降水、オゾン、大気化学・全球的大気汚染、大気電気学の各委員会があり、それぞれの分野の研究交流を推進している。(ちなみに余田は2007年より中層大気気象学委員会の委員長を務めている。)このような委員会としてはないが、地球流体力学、非線型大気科学、熱帯気象学など、今日、新たな切り口で盛んに研究が進められている分野もある。これらの気象学・大気科学の分野を大別すれば、大気の運動・放射・物質に関わる3分野に分けることもできる。

また、気候に関する研究分野については、世界気候研究計画(World Climate Research Programme, WCRP)の枠組みが参考になる。現在、全球エネルギー・水循環(GEWEX)、気候変動・予測可能性(CLIVAR)、成層圏過程・気候影響(SPARC)、気候・雪氷圏(CliC)、海洋表層・大気下層相互作用(SOLAS)の5つの研究計画が実施されている。SPARCの科学運営委員会には生存圏研の塩谷氏が参画し、その中の成層圏対流圏力学結合のテーマリーダーを余田が務めている。また、太陽地球系物理学科学委員会(SCOSTEP)の下では、太陽地球系の気候と天気研究(CAWSES-II)が実施されている。

気象学・大気科学の研究手法は、他の地球物理学分野と同様に、観測、データ解析、理論、実験

（室内実験と計算機実験）に大別できる。それぞれに、今だからできることは何か（伝統芸能か革新技術か）を認識すべきである。また、研究環境の変化を察知して、時代に先駆けるべきである。ここ数十年は、人工衛星、エレクトロニクス技術、そして、コンピュータの進歩が著しく、気象学・大気科学の飛躍的展開はそれらに負うところが大きい。

ここで、研究手法とも関連して認識しておきたいことに、ビッグサイエンスとスモールサイエンス（山元 龍三郎、1999）がある。言い換えれば、トップダウン型の組織的戦略的研究とボトムアップ型の個人的知的興味に基づく研究ともいえる。衛星観測などは国家事業になるが、その公開データを解析することは皆ができることであり、アイデア勝負の要素がある。また、世界最先端のスーパーコンピュータは誰でも使えるわけではないが、パソコンの高性能化は誰でも計算機実験に参加できる機会をもたらしている。

また、もうひとつ認識すべき点は、基礎と応用、あるいは、虚学と実学の対照である。世間に流れるキーワードとしては、「新たな知を創造する基礎研究」と「出口を見据えた研究開発」、あるいは、「知的存在感のある国」と「科学技術創造立国」を対比すればよい。今、各自が取り組んでいる研究がこのような対比のどちら側にあるのか、ちゃんと認識したうえで邁進すべきである。また、同じ学問分野であっても、時代とともに両端の間で変遷することもある。数値天気予報は、コンピュータの誕生以来、トップダウン型の組織的戦略的研究であり続けているが、半世紀前の数値天気予報は新たな知を創造する基礎研究であったのに対して、今日の数値天気予報は社会に役立つ工学的情報技術となっている。

更に認識しておきたいこととして、近隣学問分野との関係性がある。近年、物理学の佐藤 文隆氏は地文台活動の一環として、要素還元型物理からみた気象についてつぎのような本を出版されている：「火星の夕焼けはなぜ青い」（1999）、「雲はなぜ落ちてこないのか」（2005）、「夏はなぜ暑いのか」（2009）。それぞれに興味深い読み物であるが、今日の我々の（私の）興味とは必ずしも近くない。個々のプロセスの物理的な理解ではなくて、降水を伴う気象システムや地球規模の気候システムなど、分子スケールから全球スケールまでの多くの階層性をもち、それらが連結して変動する非線型複雑系としての気象や気候の変動現象に対して、計算機実験によってどこまで理解が深まるのか、が一大関心事だからである（第4節参照）。

2. 京大気象グループの現状

京都大学 大学院理学研究科 地球惑星科学専攻 気象学・気候学及び大気物理学分科の教員は、現在次のとおりである：

教授	基幹講座：	（理学部）	里村 雄彦、余田 成男
	協力講座：	（防災研）	石川 裕彦、向川 均
		（生存圏研）	塩谷 雅人、津田 敏隆
准教授	基幹講座：	（理学部）	石岡 圭一、重 尚一
	協力講座：	（防災研）	竹見 哲也、林 泰一
		（生存圏研）	高橋 けんし、橋口 浩之
助教	基幹講座：	（理学部）	内藤 陽子、西 憲敬
	協力講座：	（防災研）	井口 敬雄、堀口 光章

各自の研究活動状況は、次のホームページから辿っていただければわかるが、それぞれの専門分野は大・中・小規模の力学、雲・降水を伴う力学、および、大気化学の分野にわたり、中層大気や熱帯大気に焦点をあてた研究も多い（<http://www.kugi.kyoto-u.ac.jp/deps/bunka/suiki/mete/member.html>）。また、研究手法は、観測、データ解析、理論、実験（室内、計算機）と網羅している。

「気象の京都」をアピールすることとして、昨年スタートした京都大学グローバル COE プログラム「極端気象と適応社会の生存科学」（<http://ars.gcoe.kyoto-u.ac.jp/> 代表は寶 馨 防災研究所教授）がある。グローバル COE プログラムは、日本の大学院の教育研究機能を一層充実・強化し、世界最高水準の研究基盤の下で世界をリードする創造的な人材育成を図るために、2007 年度より開

始された国際的に卓越した教育研究拠点形成の重点的支援事業である。過去3年度にわたり9分野で140件（京大は13件）が採択されたが、「気象」がタイトルに含まれるのは本件のみである。また、前の21世紀COEプログラムではゼロ件であり、我が国の気象教育研究を推進する中核となるべくその活動を開始している。推進担当者22名のうち8名が地球惑星科学専攻メンバーであり、うち6名が気象分科メンバーである。具体的には、学際連携組織として「教育ユニット」を設置して、多くの分野の研究者・学生が知恵を出し合い、複合的な視点でグローバルな課題に取り組んでいく。国内外の事業展開拠点（フィールド）で協働し、問題点を共有しつつ理工融合研究、文理融合研究を推進する。

3. 学術を取りまく諸々の将来展望

将来展望は、世界はどうか？日本はどうか？に完全に依存している。そして、そのような将来の状況で、日本はどうするのか？日本の学術施策をどうするのか？また、それぞれの大学はどうするのか？あるいは、それぞれの学問分野はどうか？どうするのか？どうしたいのか？必ずしも見通しがよくない状況であるが、現状をしっかりと認識したうえで、将来を展望し、具体的な目的に向かって着実に歩を進めていくことが肝要である。これは、日本人とは何者か？（内田 樹、2009）を確認することから始めるべき基本的課題である。

このような大枠で近頃思考したこと国際化拠点整備事業（グローバル 30）がある。本年度から開始されたプログラムで、全国で13の大学からの提案が採択された。これは、我が国の高等教育の国際競争力の強化及び留学生等に魅力的な水準の教育等を提供するとともに、留学生と切磋琢磨する環境の中で国際的に活躍できる高度な人材の養成を図ることを目的としたプログラムである。ここで注意して考えるべきは「言語問題」である。我々が何語で教育するのか？という問いは重く、日常に思考する言語の選択を迫っている。母国語を離れ英語化している（部分的にも）先達の国々に、国際化すなわち英語化の正負の両側面を学ぶべきである。英語をデファクトスタンダードとして、それに切り替えていくのか、あるいは、翻訳者という階層をコミュニティに持ち続け、多言語社会を目指すのか、じっくりと考える必要がある。安易に英語の授業を提供すればよいという話ではない。水村 美苗（2008）「日本語が亡びるとき—英語の世紀の中で」が参考になる。思考する言語の選択は、国際研究コミュニティでの生き残り道具、サバイバルツールとしての英語の習得（東大サバイバル英語実行委員会、1996）とは全く違うレベルの、我が国の文化の根幹に関わる問題である。

また、もうひとつ考えておきたいのは「学術」の本質についてである。それは知的好奇心に駆られた真理の探究であり、新たな知見や深い理解の獲得を目指すものである。学術は、役に立つ科学技術、**science-based technology**と訳すべき科学技術とは、はっきりと区別しておきたいカテゴリーで、科学・技術（**science and technology**）と書いたときの科学（**science**）に対応する。もっとも、役に立つといってもいろいろな役立ち方がある。最近、「科学技術外交」という言葉を聞くようになったが、学術や科学技術には外交手段としての側面がある。それは、科学・技術の国際協力を通しての関係強化や、研究者ネットワークの構築を通しての外交などをイメージしての言葉である。学術には、芸術やスポーツと似た要素もある。たとえば、ノーベル賞受賞者は、小澤 征爾やイチローのような「日本人の顔」的存在でもあり、我が国の知的存在感を高める上で大きく貢献しているといえる。

4. 大気圏物理学分野の将来展望

広く地球科学分野での研究推進にかかわる状況を展望すると、更なる技術革新によって研究手段の飛躍的变化が今後も続くと期待できる。前述したように、人工衛星、エレクトロニクス技術、コンピュータがさらに発展することにより、研究フロンティアが拡大していくであろう。空間的には系外惑星の観測による新知見や、時間的には、地質学試料の高精度分析と高分解能気候モデルシミュレーションによる過去と未来の気候の接続など、新たな結果がもたらされるであろう。また、こ

れまでそれなりに認識できていた現象も、高精度・高分解能の観測や莫大量データに基づく統計解析などにより、従来見えなかったものが見えてくる可能性がある。技術革新により見えてくる現象の微細構造に関する最近の具体例として、運輸多目的衛星

「ひまわり7号」による台風周辺の小領域観測の結果をあげることができる。観測領域を限定することで一分間隔の撮像が可能となっており、レインバンド域の激しい湿潤対流活動や短周期重力波の励起など、これまで見たことのない現象を目の当たりにすることもできるようになってきた。

この分野では、計算機科学の発展に伴う「要素還元型物理からみた気象」から「非線型複雑系としての気象」へのパラダイム・シフトが起きて久しい。第1図に示すように、空間的時間的な階層性のある系での多階層連結変動に関して、最先端計測技術に基づく観測地球科学、およびコンピ

ュータを最大限に活用した計算機科学・シミュレーション科学の挑戦が続いている。単なるパラメタリゼーション技術としてでなく、階層連結という新たな理解の枠組を提案できるかどうかにかこれらの研究の醍醐味がある。

ここでちょっと非線型問題について考えておく。人間は元来、線型性を好むものである。それは、線型問題には理解する道筋が存在するからである。しかし、自然は線型性を好むであろうか？ 答えは否である！ 線型・非線型は単に人間の都合であり、現実には、自然に非線型であったりする。そこは計算機科学の独擅場であり、コンピュータという道具の飛躍的進歩により、新たな学問が着実に発展している。一般に、非線型問題の解法の常套的手法はパラメータ・スウィープ実験である。まずは経験の蓄積をはかり、その結果をうまく記載することで理解を深めることとなる。21世紀の気象学の出番であり、ロゴスの時代の再到来といえるかもしれない。

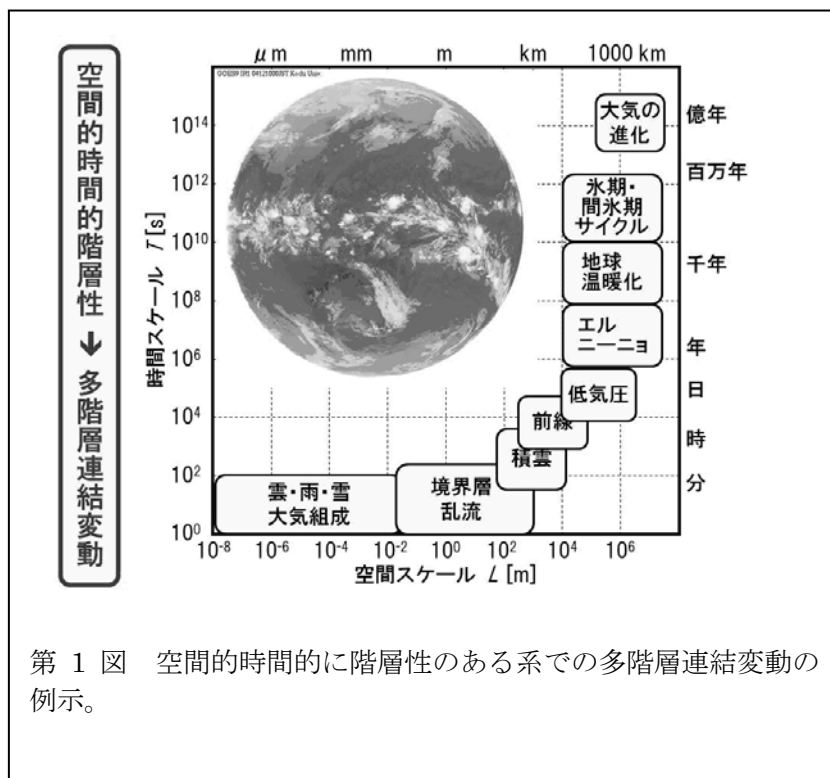
数値実験・シミュレーションの意義と価値は次の3つの何れかである。

- ① 予言性： 観測により検証されるべき新奇な事象の予言
- ② 理解促進・深化： 観測される不可解な現象についての理解の促進
- ③ 実学的意義： 役に立つ科学としての現実的意義

各自が行っている数値実験がこれらのうちのどれであることを明確に認識しておくべきである。数値天気予報の分野では、21世紀は、□実学的意義を追求すべき時代であるといえる。ダウンスケーリング予報できめ細かく、アンサンブル予報で信頼度を押さえた予報を行う段階となってきた。

5. 京大気象グループの将来展望

ごく近未来のこととして、別府の立命館アジア太平洋大学で開催する国際ワークショップ ”The 3rd International Workshop on Prevention and Mitigation of Meteorological Disasters in Southeast Asia” を紹介しておきたい。これは京大気象グループが科学技術振興調整費「アジア科学技術協力の戦略的推進」により実施してきた「東南アジア地域の気象災害軽減国際共同研究」の



第1図 空間的時間的に階層性のある系での多階層連結変動の例示。

3年にわたる活動を集大成するもので、欧米を含む16カ国から50人以上の関係研究者が参加する予定である。その主要な課題は(1)熱帯域気象の高分解能予報実験、(2)機動的観測データのインパクト評価実験、(3)気象災害軽減のための判断支援システムの試作、(4)国際研究集会開催と国際的技術協力、であり、国際共同研究の推進を通して、この分野においてアジア域で活動的な研究者のネットワークを構築することを目指している。

これから4年間は、グローバルCOEプログラム「極端気象と適応社会の生存科学」を推進して、世界のCOEとして「気象の京都」を全面展開する。さらに10年後には、2節に示した気象学・気候学及び大気物理学分野の教授の大半は退職し、次の世代に代わっている。有為な若手教員が京大気象グループの新たな段階を切り開いているに違いない。

本研究会の主題である「京大地球物理学研究」の輝かしい将来に向けて、日々、最先端研究を推進し、その現場で次世代研究者を育成していく所存である。研究活動のただ一つの目標は、時代を先駆ける研究の推進である。世界をリードする独創的成果は、世界標準のもとで個々人の知的存在感を高めることになる。そして、その集大成として、京大気象グループ、地球物理学グループの輝かしい未来の姿がある。伝統ある者の不断の革新が必要であり、世界的歴史都市「京都」の地の利を活かした研究活動を推進したい。京都には流体力学、数理解析分野の人材が多く集まっており、そのような分野との学際連携型研究も我々の特徴を出すポイントのひとつとなる。豊かな時間が流れる特有の空間を構築し、知的贅沢感の醸成をはかることで、京都ならではの研究成果に繋げていきたい。

教育の目標の大きな柱の一つは、次代を担う研究者の育成である。前途有為な人材が結集する魅力ある場を形成していきたい。物質的に恵まれた研究環境、学習環境を提供するだけでなく、知的贅沢感を味わい高満足度の得られる場をつくることが大切である。また、若者に明確な動機づけをすることも重要である。不思議だと思う心、知りたいという気持ちを大切にし、つねに知的飢餓感を持ち続ける状況を作り出したい。同時に、優れた研究は優れた技術・技能に裏打ちされていることも伝えたい。数理物理学の古典的技法の習得、最先端のコンピュータ技術・エレクトロニクス技術の獲得と鍛錬、さらに、同業者から他分野研究者、...、納税者市民までへの説明・会話能力の修養など、適切なタイミングでの学習を促すことに努めたい。有為な人材を集めるには、まずは我々の日々の仕事が若者の憧れの職業となる営みでなくてはならない。知的贅沢感の漂う研究生活を送り、世界標準の成果を上げ続けて、いつまでも学術世界のオザワやイチローを目指すような研究者でありたい。

文献

内田 樹, 2009: 日本辺境論. 新潮新書, **336**, 255pp.

佐藤 文隆, 1999: 火星の夕焼けはなぜ青い. 岩波書店, 190pp.

佐藤 文隆, 2005: 雲はなぜ落ちてこないのか. 岩波書店, 238pp.

佐藤 文隆, 2009: 夏はなぜ暑いのか. 岩波書店, 252pp.

東大サバイバル英語実行委員会, 1996: 理系のためのサバイバル英語入門—勝ち抜くための科学英語上達法. 講談社ブルーバックス, **B-1109**, 235pp.

廣田 勇, 2009: 国際気象界のなかの日本—京都から何が発信されたか. 国際高等研究所・竹本修三フェロー研究会「京大地球物理学研究の百年」第2回研究会 (2009.11.07).

水村 美苗, 2008: 日本語が亡びるとき—英語の世紀の中で. 筑摩書房, 330pp.

山元 龍三郎, 1999: 50年間歩んできた地球物理の道. 京都大学地球物理学教室80周年記念講演会 (1999.1.23).

太陽惑星系電磁気学分野の現状と将来

町田 忍

(京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻太陽惑星系電磁気学講座)

京大地球物理学教室における地球電磁気学の研究は長谷川万吉先生より始まる輝かしい歴史を持つ。長谷川先生の業績や当時の時代背景については、昨年6月に行われた第1回国際高等研フェロー研究会において、佐納康治先生から詳しく報告された。さらに、それに続く研究の歴史については、昨年11月に開催された第2回研究会において加藤進先生から整理された形で極めて有益なレビューが行われた。本分野の近代化と地磁気世界資料解析センターの設立とその後の発展に尽力された前田坦先生・杉浦正久先生・荒木徹先生の時代のとりまとめについては、別の機会にゆずることにして、今回の講演では、太陽惑星系講座と地磁気世界資料解析センターの両方で構成される電磁気学グループの研究・教育の現状と将来の展望に焦点をあてて報告を行いたい。

さて、平成22年2月現在、講座には、町田忍(教授)、齊藤昭則(助教)の2名、また、地磁気世界資料解析センターには、家森俊彦(教授)、藤浩明(准教授)、竹田雅彦(助教)、能勢正仁(助教)の4名の教員が在籍している。また、本グループに所属する大学院生は、修士課程10名で、博士後期課程は5名である。また、業務・事務を担当する人員として講座1名、地磁気センターに4名の職員が勤務している。

電磁気学グループのミッションとしては、(1) 学部・大学院生教育、(2) 世界に通用する研究者・専門家・教育者の養成、(3) 専門分野における学術活動・貢献、(4) 地物教室・電磁気学グループの良き伝統の継承、等があると考えているが、次にそれらについて順に述べてゆく。

まず、(1) と (2) について、われわれのグループが関わって行われている学部の講義・演習には次のようなものがある。

- 1 回生授業：ポケットゼミ「太陽・地球・惑星の科学」、プラズマ科学入門
- 2 回生授業：観測地球物理学、観測地球物理学演習 A、地球惑星科学 III、
計算地球物理学演習
- 3 回生授業：電離気体電磁気学、地球電磁気学、地球惑星科学課題演習 DB・DD
- 4 回生授業：太陽地球系物理学、惑星科学基礎論、地球惑星科学課題研究 T1

さらに、大学院講義・ゼミナールについては、
太陽惑星系電磁気学 I・II、多階層地球変動科学特論
太陽惑星系電磁気学ゼミナール I (談話会)、同ゼミナール II (教科書輪講)、同ゼミナール III (雑誌会・MPEWG)
などがあり、これらを実施している。

次に、(3) について電磁気グループで展開している研究について述べる。それらはいずれも、太陽惑星系における電磁気学現象に関する研究であるが、個人あるいは複数の人員で実施されている基礎的な研究から、国内あるいは国外の研究者が協力して行うプロジェクト研究など幅広く分布している。それらをテーマ別に整理すると、

- (i) 地上・海底における磁場観測と地磁気指数の算出
 - (ii) 電離圏および超高層大気の研究
 - (iii) 地球および惑星磁気圏の研究
- に大別することができる。

(i) 地上・海底における磁場観測と地磁気指数の算出

本テーマについては、地磁気世界資料解析センターが中心となっており、峰山・信楽・阿蘇あるいはシルクロードに沿って磁力計を設置したり（家森）、図1に示すように日本海や太平洋の海底に磁力計を設置して（藤）、地磁気の定常観測を実施している。また、地磁気指数（Dst 指数、AE 指数、ASY/SYM 指数）の算出や世界各地約 400 箇所の地磁気観測所からマイクロフィルム、マイクロフィッシュ、データブック、デジタルデータなどの形でデータを収集し、それを整理・保存して WEB などによる公開を行っている。ホームページアクセス統計は年間 800,000 件を超え、また、地磁気指数の利用論文数（in JGR & GRL）についても、その多さは特筆に値する。

また、個人的な研究については、地磁気および人工衛星による磁場観測データを用いた磁気嵐やサブストームおよび磁気圏電流系の研究・磁気圏を流れる電流系の研究／ASY・SYM 指数の開発およびサブストームと磁気嵐の関係の研究（家森）、図2に示すようなサブストーム研究およびその関連研究に役立てるための低緯度 Pi2 地磁気脈動の振幅に着目した Wp 指数の開発と WWW によるその公開（能勢）などが挙げられる。また、この項目に関わる将来計画としては、地球惑星科学仮想データセンター構想(基盤 A)と超高層科学バーチャル情報拠点構築(大学間連携事業)の推進（家森）がある。

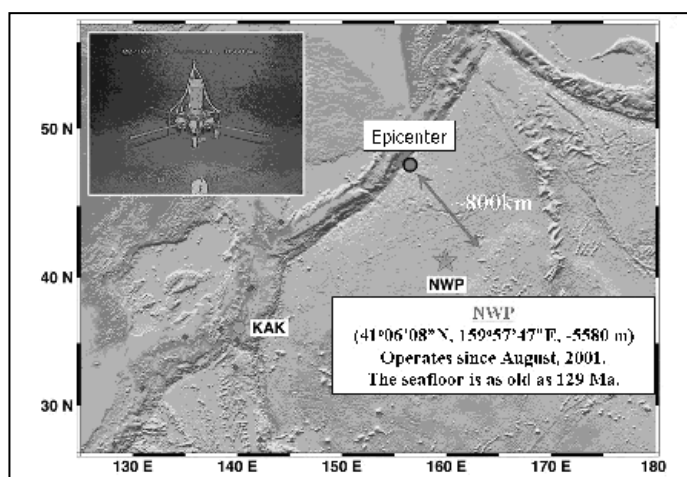


図1：北大西洋における海底長期電磁場観測点 NWP の位置と海底観測装置。

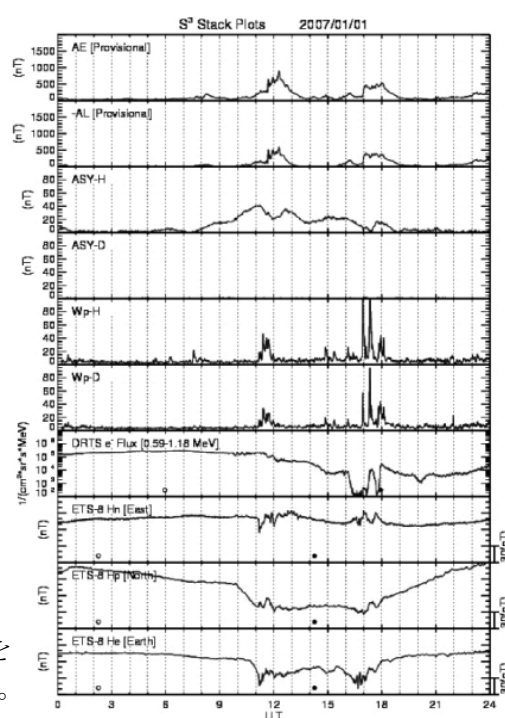


図2：低緯度 Pi2 地磁気脈動にウェーブレット変換を用いて求める Wp 指数（上から 5, 6 番目のパネル）。

(ii) 電離圏および超高層大気の研究

本テーマに関しては、地磁気 Sq 場の季節変化 Sq ダイナモに伴う沿磁力線電流系の研究／地磁気 Sq 場の長期変動と太陽活動の関係の解明（竹田；図3）、GPS 衛星観測データを用いた電離層全電子密度の解析／日本上空のプラズマ擾乱（MSTID など）の研究（齊藤；図4）、地震・津波・火山噴火・台風に伴う下層大気擾乱と地磁気変化の研究（家森・藤；図5）などがある。これと関連した将来計画としては、国際宇宙ステーション「きぼう」を用いた可視光撮像装置(Nadir)と極端紫外光撮像装置(Limb)による観測（齊藤；図6）、また、(i)とも関わっているが、Google Earth を用いた 3 次元可視化ファイルデータベースの構築が進んでいる。（齊藤）

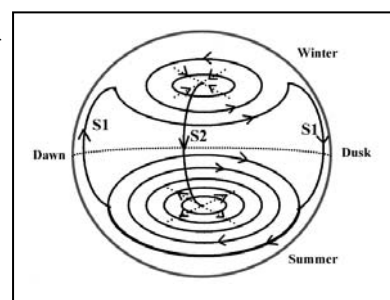


図3：南北の Sq ダイナモ渦の中心を結ぶように流れる沿磁力線電流。

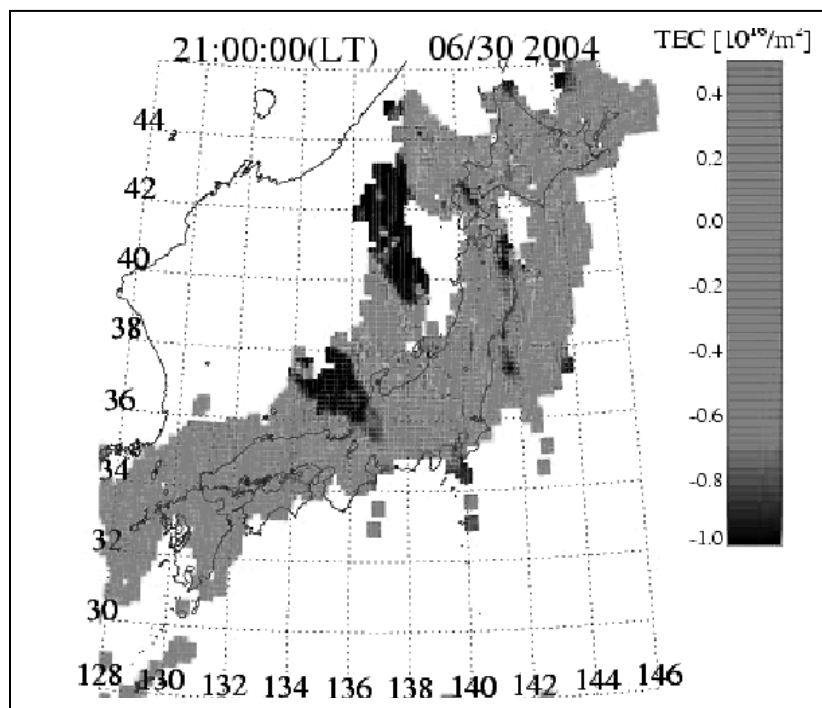


図4：GPS衛星データから求めた日本上空の電離圏密度分布。発達した中規模伝搬性擾乱 MSTID がみられる。

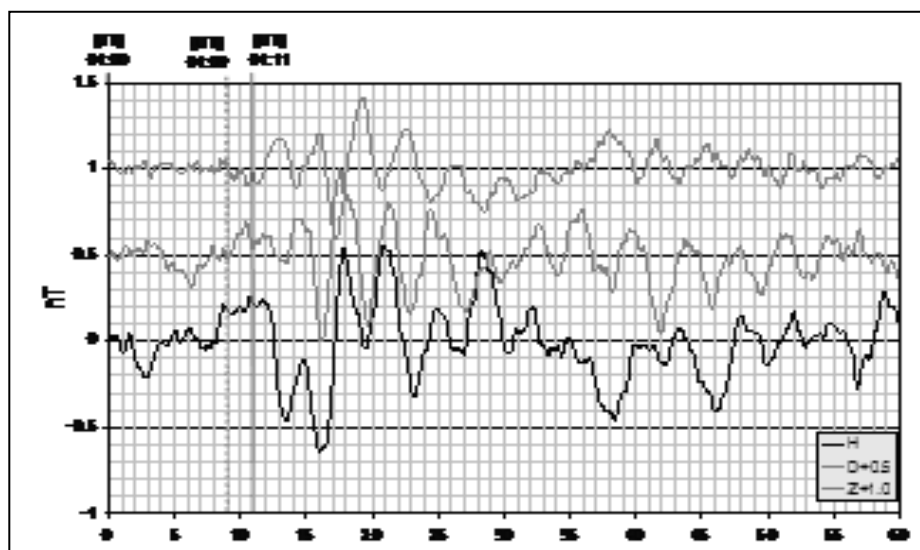


図5：タイ・ピマイでスマトラ地震発生直後に観測された地磁気脈動。

(iii) 地球および惑星磁気圏の研究

本テーマについては、磁気圏における爆発現象・サブストームの物理機構解明・磁気リコネクションの研究（町田）、MDS-1 衛星による直接観測と IMAGE 衛星によるリモート観測によるリングカレント生成メカニズムの解明（能勢）、惑星探査機のデータや数値シミュレーションを用いた惑星電磁気圏の研究（町田）などがある。将来につながる計画としては、日本の SCOPE 計画と欧州の M-Cube 計画を合体させて日欧で実施されることになった図7に示すような地球磁気圏探査計画への参加（町田・家森・能勢）、日欧共同で実施される水星探査ミッション Bepi-Colombo 計画への参加（町田）などがある。

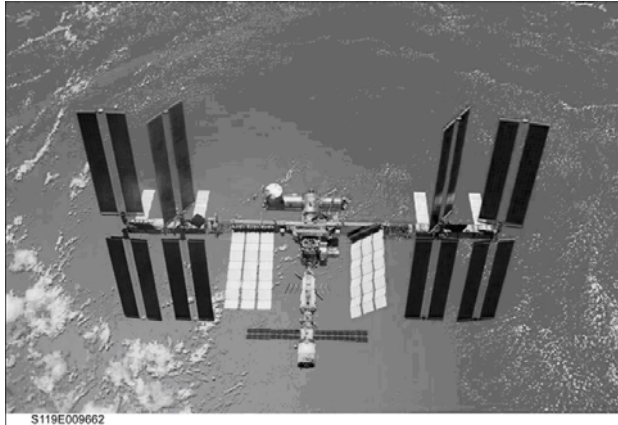


図6：国際宇宙ステーション「きぼう」曝露部第2期ポート共有利用部に超高層大気撮像観測ミッション ISS-IMAP が搭載されて、2011年に観測が開始される予定である。観測は可視光撮像装置(Nadir)と極端紫外光撮像装置(Limb)の2つで実施される。

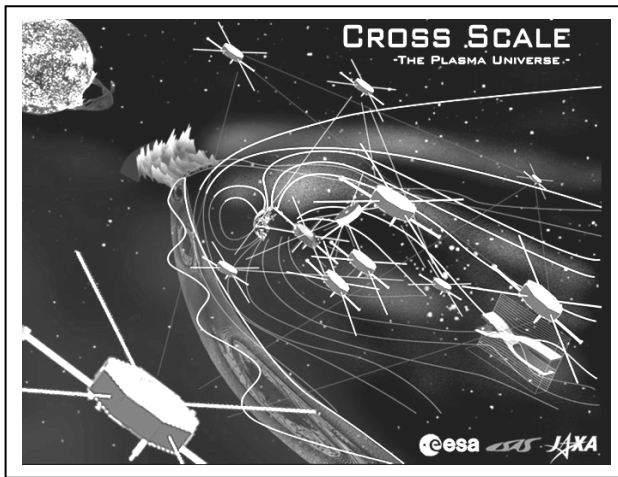


図7：欧州と共同で開発が進められている Cross Scale 衛星計画。わが国は中央部の5機の衛星で構成されるミクロスケールの現象を捉える衛星群を担当し、欧州側は、その周辺のメソ・マクロスケールの現象を捉えるための衛星群の開発・運用を担当する。両者を合わせて、ミクローマクロスケール間結合の物理過程を解明する予定である。

さて、研究基盤もさることながら、教育基盤整備という観点からは、学部演習や課題研究で扱うテーマや使用する教材の改善を常に行っており、また、講義の体系化という点でも配慮している。しかし、さらにそれを進めて、地球惑星科学輻合部で検討されているような地球惑星科学全体で体系立った教材の整備・テキストの作成が有効に思われる。

最後に (4) 地物教室・電磁気学グループの良き伝統の継承については、個人によって、伝統の中身が大きく異なることと思われるが、私個人としては、自由を重んじた学風が、所属グループの伝統と考えている。また、地磁気世界資料解析センターが World Data Center (WDC) と呼ばれる世界的な組織の中で、地磁気データを中心に据えて中核的な役割を果たすという使命を抱えている一方で、講座側は、磁場を発生させる電流を運ぶ電子・イオンで構成されるプラズマを中心に据えて研究を展開している。さらに、将来の太陽惑星系電磁気学分野の発展に貢献することのできる優れた人材の発掘と養成に力を注ぎながら使命を果たしてゆくことを目指し、地磁気世界資料解析センターと相補的に役割分担を行い、両組織がそれぞれの使命を果たしながら発展してゆくことを目指して職責の遂行に取り組んでいる。

京大地球物理学研究の百年：第3回研究会総合討論

司会：廣田 勇

廣田 勇：お待たせいたしました。ただいまから今回の研究会の総合討論を始めさせていただきます。私は司会役を仰せつかりました廣田でございます。さて今日は、13時10分まで40分間というお約束で総合討論を始めます。せっかくの機会ですので多々ご意見をいただきたいと思いますが、議論が発散しないように、一応私の方で3つ議論の内容を決めまして、その順番に議論をすすめていと考えます。最初は、今日ご講演をいただいたご三方、福田教授、余田教授、町田教授、それぞれのお話の内容に直接関連したご質問やコメントをお受けしたいと思います。それで3人の先生方にお答えいただくのが1番目。その次に、去年から2回、そして今日の3回目の議論を通して、このテーマ、あるいは、こういう視点がまだ抜けている、こういう点の議論はどうだろうかという、百年史という見地からみた議論の整合性を2番目のテーマにしたいと思います。そして3番目、これは非常に大切なことですが、百年の議論というのは、集まった内輪だけの話に終わらせないで、これからの若い世代の人々、場合によっては外部の人々、そういう方々に、ぜひ教訓として汲み取っていただきたい。そのためには3回の議論をどういう形で保存して公表していくのが適当かについて皆さんのご意見をぜひ聞かせていただきたいと思います。最初に、今日のご三方のお話に關しまして、具体的な内容に即したご質問をお願いいたします。最初の福田先生のお話についてご質問やコメント等がございましたら自由をお願いいたします。

田中寅夫：一番興味深かったというか、気になったのは、国内では福田先生のお話は非常に少数派であって、そして、世界に出たら重んじられるということを言われました。これが非常に気になりました。何故かと思って考えたら、多分、GRACEは時間的なタイミングですね。インターバル、データの間隔とスケールの狭さ・広さということが係わってきて、要するに、われわれは、日本という小さい・・・と言ったらいけませんが、地球の一部に過ぎないところに住んでいる。われわれの位置しているところは大陸と違って非常にローカルな、あるいはタイミングでは非常に短い近スケールの現象を見ている。それがGRACEの手段とうまく調和していないということであると思います。それが気になっています。GRACEはグローバルであるといわれましたけれども、そういう観点から、やはり宇宙から地球を見るということは大きな意味で大事なことで、パラダイム・シフトを実感した訳ですが、そういったことで日本のGRACEと世界のGRACEの違いを感じたということを感じたとして述べます。

福田洋一：どうもありがとうございました。まさにGRACEを使って日本の細かい何かを研究することは無理です。実は、GRACEの後続ミッションでそういうことができないかということがestimateされているのですが、それでもなかなか厳しいのではないかなということになっております。日本に限った研究でやろうとすると、衛星で時間変化を追及するのは難しいのですが、アイデアとして、例えば、地上での重力測定で質量の時間的変化を見ていくということは考えられます。ただ、重力の方がもうちょっとがんばらないといけないんですが、それを広げるのが1つのフィールド貢献につながるのかなあと考えておりますし、そういう形で重力コミュニティが広がることを個人的には願っております。

田中：それで逆にGPSであれば、タイミングがゆっくりでも細かい話ができる。衛星を上げた頃の専門家、つまり当時の電波研の人達は、そんなもので地球の上の5cm・10cmの変化を測れるはずがないという話があったし、水沢緯度観測所の光学的緯度観測が宇宙技術にとって代わられるということになったのですが、GRACEはその逆のことを考えていたことを今日私は勉強させていただきました。

福田：いま、GPS の話がでたので、1 つだけ付け加えさせていただきますが、実はいま、GPS でも質量の変化が見えるんです。要は地球が変形しますので、そのローディングの効果が GPS でも見える。これは世界的に非常に感心の高い問題で、質量変化の影響が重力だけでなく位置の変化にも及ぶというのがいま、現実です。その補正をしないと GPS の精度も上がらないんだというのが共通の認識なんです。そういう意味では、日本の GEONET の観測でも大気や海洋の荷重変化をちゃんと追いかける非常に重要なデータなんです。重力変化と GPS は非常にストレートに繋がります。

廣田：福田さんのお話に関して、他にございませんか。

尾池和夫：大変面白い話ですが、日本列島の細かさということが、われわれの考える基本的なことであり、私はいま、ジオパークに関連しておりますが、日本列島の特徴を外国の人に説明して売り出そうと思うと、地質図を描いたら四国のように 10m で違うものが見えるという非常に細かいんですね。これは付加体で育ってきた日本列島の特徴だと思うのですが、それが非常に大きな第一の特徴ですね。それを規定していくということとグローバルにものを考えるというその両方が足元できている国だと思っているので、それが非常に大事な特長だからそれを延ばしていかなければならないと思っております。衛星を使うというのは世の中の流れですからそれはどんどん発展していくと思うんですが、日本からそういう細かい構造をずっと追及してきた経験を生かして、人工衛星を使ったスペースからの観測というのはどうあるべきかという提案を日本から出していくことが必要だと思います。20 年先を考えて……。いま私は、JAXA の議論にも参加しているのですが 25 年までの計画はきっちりできていますね。その後、JAXA としては、いったいどういうことをやるべきかという議論をさかんに行っているわけです。これは時間のかかる話ですから、細かい波長でこういうものを見ていくんだとか、そういうふうな観測の方からの提案というのも地球物理学教室の仕事としてぜひ考えていただきたいと思います。

それから、南極観測の話が出てきて、器械といっしょに行きたいということをおっしゃんですが、日本の教育界の体制として、高等教育の現場で、福田先生が例えば器械とともに南極大陸に行くということが許されるのかどうか。サバティカルや法律とかいろんなことを考えてきたんですが、日本の人材の余裕みたいのが生れてこない。南極に行きたいとおっしゃるのは非常によくわかりますので、私も随分京都大学から昭和基地に送り込んだつもりなんです。福田先生が現在の法人化した体制のなかで、行こうと思ったら行ける状況がつかれるのかどうか、そのへんの実際的な教育界の実情というのをご説明いただければ、と思います。

福田：いま、GPS の話がでたので、1 つだけ付け加えさせていただきますが、実はいま、GPS でも質量の変化が見えるんです。要は地球が変形しますので、そのローディングの効果が GPS でも見える。これは世界的に非常に感心の高い問題で、質量変化の影響が重力だけでなく位置の変化にも及ぶというのがいま、現実です。その補正をしないと GPS の精度も上がらないんだというのが共通の認識なんです。そういう意味では、日本の GEONET の観測でも大気や海洋の荷重変化をちゃんと追いかける非常に重要なデータなんです。重力変化と GPS は非常にストレートに繋がります。

あと、南極に行けるかどうかということですが、数年に 1 回くらいそういう自由を半年くらい認めていただければ、私自身の励みになります。南極の夏隊で行くのであれば、11 月に行って、早ければ 2 月に帰ってこられるわけですから、5 年に 1 回くらい、そういう余裕があればいいと思うのですが、今の教室の事情から考えると、なかなか厳しいでしょうね。

廣田：今のお話に関係して、昨年暮れに極地研究所で南極に今度つくるレーダーのシンポジウムがありましたが、その最後の総合討論で、私は極地研の所長に、人を自由に送り込める体制をぜひつくれと、発破をかけてきました。ですから大学で個別に行くこととそういう組織体の協力の両面あるかと考えます。

時間の都合で、それでは 2 番目の余田教授のお話に移りたいと思います。これについてご議論をお願いします。

尾池：科学技術の話があって、科学技術という言葉が日本ではずっと定着してしまいました。これは政府の政策のためだと思うのですが、1956 年から科学技術庁ができて、それからずっと、科技庁

と省略したら何か悪いような感じがして、科学技術庁が続いて、今でも科学技術政策なんですからけれども、隣の中国の方はですね、もっとあっさり科学技術をいっしょにしていまして、もう科技という言葉が独立しています。科技公園とか科技大学とかがいっぱいありますよね。最近では **scitech** という英語までつくって、サイテックホテルというのが北京にできていますけれど、そういうふうになんて科学と技術を別視しない、区別しないのですね。西洋ですと **science and technology** で必ず **and** がついているんです。日本では科学・技術のナカボチが取れて科学技術が使われている。そのことが日本の学術の発展をものすごく阻害している面があると思うのですね。だから文科省の文書なんかでその考え方は **science and technology** のことを言っているんだということが国民にちゃんと伝わっていないのではないかという気がしています。そういう言葉が日本の科学と技術の政策のいろんなところに影響してきたということをちゃんと分析しないといけないのではないかと思います。それで、「科技」ということとですね、「**science and technology**」ということと、日本の「科学技術」というナカボチを取ってしまった歴史との間を何か考えられたことがあるのか、あるいは、考えていこうとしておられるのかを参考までに教えてほしいと思います。

余田成男：いや、大きな問題ですね。日本学術振興会の学術システム研究センターの仕事に何年か係ってきて、そういう中でいろんな人の影響を受けているのですが、一番強かったのは石井紫郎先生の影響です。科学技術基本法とともに学術基本法を制定すべしという主張をされていて、2つの概念を明確に分けて考えておられます。さまざまな分野の研究者ともよく話すのですが、そのなかで、物理学の分野でも物性物理なんていうのは本当に科学と技術の両側面がありますし、有機化学の分野でも同様です。私自身がここ何年か係わっているのですが、数値天気予報を東南アジアに普及させるという国際共同研究はやはり **technology** の側面が強いんです。個々人でもいろいろな顔をもっているという時代になってきています。今の時代は、研究資金を確保するというのも大事な事になってきましたので、地球科学は応用科学的に世の中の役にたっているという側面をアピールしつつ、だけど学術的には新たな発見や理解にこだわっていききたいという、そのように個人のなかでも両面作戦をとらないといけないという状況です。

廣田：尾池先生のただいまのご指摘はまったく同感で、同じことは、例えば受験勉強をやっている高校生で理系・文系という2分法、あれはまったく馬鹿げています。敢えて言えば、文学部志望か経済学部志望かでベクトルの向きは全く違ってきます。それを一言で文系という分け方をしていることは、若者の教育にとって非常に害を及ぼしていると思います。同じ意味で、余田さんの言われた物理学的な立場から地球の自然を探るということと人間にとって役に立つということとの違いを明確に意識して、どっちが上か下かではなくて、それを研究教育の場に浸透させていくことが非常に大事な事だと思います。ほかにございますか。

原田 朗：数値天気予報について1つ。気象庁が、昨年7月に、数値予報50年の講演会をやってくれました。それに東京大学からお二人の講師が来られました。一人はこの出身者で一人は東京大学の出身です。その講演会のなかに1つ、こういう話がありました。トルネードのような小さな現象もこういうふうになんて数値実験ができるようになりましたよ、と。利用者の方からすれば、ありがたい話です。では、これは今後、上空の乱気流についてはどうなるのでしょうか？と質問しましたら、前向きな話は返ってこず、気象庁の方にマイクが渡されました。この応答はもう一つでした。気象現場には航空気象という分野があります。それで、全世界で乱気流の予報をしています。ところがこれがなかなかまともな予測ができていないのが現状です。この現場仕事のほかに航空事故調査委員会というのがありまして、そこでこんなことがありました。実際に亡くなった人も出た事例ですが、乱気流に出会って何がなされたかといいますと、実はパイロットが自分で「乱気流」、即ち機体の動揺を起してしまったのです。乱気流は、どのようにして観測するかといいますと、機長が感じて、機長が乱気流があったと報告するわけです。それをもって全世界で乱気流の調査が、また、予報がなされているのですが、今日の話は、気象の分野で、また大気科学の分野で、これから乱気流の観測や研究に注目していただいたら、航空機の運行管理者にとっては、ありがたいことだと思います。いかがでしょうか。まず、観測をしなければならない。上空の乱気流について観測手段はあるのでしょうか。研究の芽は出てきているのでしょうか、私は不安を感じています。大気科学の研究をなさっておられる方にお訊ねしたいのです。

余田：大事な話で、トルネードの予報はすごくチャレンジングだと思っています。防災研などで、領域数値モデルの分解能を 100m、10m スケールと細かくしていつていますが、トルネードの予報が決定論的にできるかどうかということは非線形問題としてチャレンジングだと思います。地球規模での高気圧や低気圧の振る舞いは、初期値を与えれば決定論的に予報できるのかもしれませんが、多分、トルネード規模に至るまでのどこかで、確率的な要素が顔を出すんじゃないかと思っています。本当に、夢のような計算機ができたとしても決定論的に予報できないというサイエンスに突き当たると思います。そのようなスケールでは、この辺ではこのくらいの可能性で起きるだろうというポテンシャル予報がせいぜいでしょう。それが大気のもつ基本的な性質だと思います。

それから、航空気象の話が出ましたが、これは世の中の役に立つ気象の部分です。今日、日々のジェット気流の位置と強さの観測・予報をもとに、ジェット機は毎日の飛行経路を変えて燃費を節約し、航空会社は経済的な利益を上げています。また、ご質問の乱気流ですが、それなりに研究がすすんできています。大気重力波とかの空間的に短いスケールの擾乱がジェット気流のどういうところでどれくらいの頻度で出るかというのはそれなりに予想がつくようになっていきます。やはりそれは、ポテンシャル予報ですけれども、こういうところでは乱気流が出やすいという情報を出せる時代になりつつあると思います。それから、津田さんのほうがよくご存じかと思うのですが、飛行機自体がレーダーで乱流を観測できて、電波を前に出しながら、飛んでいく先の乱れの情報を得ることができる時代になっていると思います。

津田 敏隆：あんまりよく知らないんですけど、乱流と乱気流は違うと思うんですが、乱流を測るプランは結構いろいろあると思うんです。乱流を測定することと全大陸の予測をしてそのデータを使うという流れができていくかということには問題があると思います。

廣田：ありがとうございます。時間の制限がございまして、それでは3番目の町田先生のお話についてご意見がございましたらお願いいたします。逆に町田先生、何か言い残したこと等がございませんか。

町田 忍：先ほど副会長の岩崎さんから言われたんですけども、“京大の各講座の伝統は、いろいろ違うと思うので、アンケートをとると面白いですね”、と同じふうに思っておられたということに興味をもちました。それを含めて、最後に地物教室・電磁気学グループの良き伝統の継承ということをおっしゃっていただきました。私、個人的に継承したいという伝統というのは、あまりたいしたことではないかもしれませんが、思うのは、自由であるということです。私は東の方の大学で育ってやってきましたが、当時の大学は、非常にヒエラルキーが強かったんですね。今はどうか知りませんが……。それで、学会等でここの、京大の理学部の先生方、同世代の人達と交流すると、自由に研究をやっていて、非常に羨ましく思ったのを覚えております。そんなこともあって、私はいまここにいさせていただいておりますが、そういう伝統を継承して守っていきたいと思います。ただ無秩序になってはいけなくて、私の場合にはその辺が甘いですから、その部分は気をつけなければいけないと思っております。皆さんは、どんなふうなものを伝統と思っておられるかに興味をもっています。

廣田：ありがとうございます。まさにいまのお話は百年の歴史という議論の一番の目的に沿った議論だろうと思います。それでは時間の都合もありまして、先にすすめさせていただきます。今日を含めて3回の研究会を行ってきたわけですが、最初は過去百年の最初の五十年くらい、その次の三十年くらい、それから現在・未来というふうに話をすすめて参りました。そこで、過去3回の議論を通して、こういう側面が抜けていたとか、もっと詳しく聞きたいとかそのようなポイントがあるのでしょうかということです。

大内正夫：町田先生にお伺いしたいのですが、いま太陽黒点数がずっとしばらくの間、落ち着いているということですが、それが変るという情報は聞いておりません。で、地磁気は非常に関連がありますので、そのような点と、それと太陽活動の状況がどのように生成されるか、という問題ですね。非常にこれは、影響・貢献度ははっきりしていますが、現象が非常に微弱でそういう点についての情報が一切ない。いま太陽活動はどのような状況になっているのかわからないので、その点について教えていただければありがたいと思います。

町田：大変難しいご質問をいただきましたが、太陽の表面の活動、これは太陽のなかの対流層の運動に沿ったものが別にあるわけですし、宇宙天気予報などもおおもとにいきますと、対流層の運動と太陽の輻射がどう連動していくか、過去どうであったか、未来はどうなっていくかといったような観点で、研究がすすめられています。そういうなかで重要な太陽活動は、低下でなくて、これから成長期に向って、輻射が増大するはずなんです、それがちょっと予測とずれていると聞いております。私自身、太陽ダイナモは専門ではないので、正確なことはお答えできないのですが、われわれの社会活動、生命とか、人類の活動と太陽活動が直接結びついていることは明らかなので、非常に興味をもっています。太陽の輻射というのは、光学の可視光、紫外線の部分に輻射のパワーをもっている、それで気候は変動するといわれていますが、そのほかに、気象学、気候学の皆さんは非常に否定的なんです、宇宙線が降ってきて雲の反射率を変えて日照に影響し、気温をコントロールするという仮説があります。これは、われわれが関わっているのですが、太陽が活動的になると宇宙線が入ってこなくなると、雲ができにくくなり、温暖化する。太陽活動が弱くなると宇宙線が入ってきて、雲がたくさんできるから寒冷化するという、大変関心をもっています。新しい方向だと思って、個人的には、そういう宇宙線の効果があるとすると、先ほどのカップリングの問題、大気とその外側の部分とのカップリングの研究が進展するであろうと期待しております。

廣田：いまのお話を私流に解釈しますと、この一連の歴史の議論のなかで、地球物理という枠と少し離れたところの人達との接点という意味で、1回目に加藤先生が宮本正太郎先生のお仕事を紹介されました。その伝統は、いまの花山天文台の柴田一成さんの仕事に繋がっているわけですね。そういうものと地球物理との繋がり、これは余田君の話にもありました。そういう目で時代の流れを見ていくのがよかろうと、私はそう感じました。あと、歴史の議論でこういう側面の議論が欲しかったということがありましたらどうぞ。

市川 洋：この会は初めてなんです、Webのページは拝見しました。おもしろいと思って来たんですけど、一番気になったのはですね、社会との関係という視点が殆んどないことです。いまやっぱり、社会の人達には科学に対する不信感みたいなものがあるわけですね。理解がすすんでいないとか、あまりにも科学がすすんでも理解がすすんでいないということで。こういうなかで、やはり百年のなかで如何に社会との繋がりを考えてきたかという視点が非常に重要ではないかという気がしています。そして、そのなかに教育の問題も入ってきて、どういう信頼を得るのかという形のなかで、社会の声を生かすということです。自分は京大をはなれてからいろいろ考えるのですが、この前もノーベル賞をもらった科学者が、偉そうに科学と技術とは違うだろうといったとき非常な反発があった。ああいうことが啓蒙も思っていることが問題ではないかと思っています。そんなに簡単でないことはいっぱいあります。厳しいです。非常に危険なんです。知的症状を追いかければいいものではないんですね。知識の健全ということも必要だし、実は何もわかっていないということも言わなければならないとか、いろんなことがあると私は思うんです。こういうこともこの機会に考えていただければ幸いです。

廣田：ご指摘をありがとうございます。さて、この歴史の議論を内輪に留めるのではなく、次世代の若い学生達、あるいは外部の人達に伝えるということが非常に大事だと思います。その視点で世話役の三人で議論してきたのは、どういう形でこの一連の議論を記録として残していくべきかということです。すでにご覧のとおり、1回目の議論、皆さんお話のスライドとコメントとを同窓会のWebをお借りして、とりあえず載せていただいて、2回目も同じようにする予定です。ただし、そうすると見てくださる方が非常に限られてしまう。早い話が、今日、吉田キャンパスでやったので大学院生の方がもっと大勢来てくださると思ったのですが、ほんのわずかしかなかった。これは非常に残念だと思います。こういう議論の内容を、いまのWeb上に置いとくというのは、あくまでも仮の姿であって、どういう形でこれを残せば、二十年後、三十年後の人達が読んでくださるか、読むに耐えるものになるかと、その点、ぜひお知恵を拝借したいと思うんです。どんなことでも結構ですから、こういう形で記録を纏めてほしいというご要望がありましたら、この機会にぜひお願いいたします。

田中：同窓会の方もホームページは仮の姿でありまして、実際はやっぱり紙に残しておく、それになるべくたくさん配るということを目的にしております。ただ、会計的な面がありますので、われ

われは内部でも情報は Web とかインターネットしか使えない、という状況がありますので、高等研の方ももちろんそうですが、同窓会としてもやはりそれはご協力いただいて、それをなるべく形に残るように紙に残すことが大事だと思います。

大内：せっかくの機会ですから、研究委員会を設けてびたっとした体制ですすめていただければ結構と思います。

廣田：竹本さんの側からいくつかアイデアがありましたら、お願いいたします。

竹本修三：いやあ、なかなか……。お金のことを考えると事は進まないんですね。ですから取りあえずは、同窓会の下で Web に貼り付けさせていただいて、Web 版集録を纏める。何も残さないで消えてしまったら、ちょっとまずいと思いますので、少なくともその形で、tentative ではありますが、残しておく。そこまでは私の責任でやらなければいけないと考えておりますが、いますぐに金を取ってくる能力はないので、紙の印刷物までは、難しいかなと思っております。

廣田：あと付け加えますと、いま世話人の間で議論しておりまして、講演スライドという形でのプレゼンテーション以外に、やはり歴史を考えるうえで具体的な歴史資料、つまりこの教室にいつの時代にどういう方がスタッフとしておられたかとか、どういう論文が出たか、そういう記録を資料としてきちっと纏めておきたいと思います。地球物理の古い時代の歴史はかなり散逸しつつあるので、これもこの機会に皆さんの協力を得て、きちんと記録として留めておきたいと思っております。

竹本：教室の人事資料は調べればしらべられるのでしょうか。資料としてそういうデータも必要と思いますので、もしそういうものが教室の方で事務的にあるのであれば、主任の方でそういうことを調べていただくと同窓会としても助かりますよね。

田中：私も同窓会に関連して昭和十年頃の歴史があるわけですが、それから学事要綱を合わせてデータを当たったことがあるんですが、昭和十年頃に同窓会のようなものがあつたところはずっと歴史が残っていて、中間の頃については知りませんので、学事要綱あたりから調べていかないと、しようがないんじゃないかと思っています。

廣田：お約束の時間は過ぎてしまいました。まだまだ議論は尽きないと思いますが、また今日の午後の同窓会や懇親会、その他で皆さん方のご感想やご意見をいろいろお聞かせいただければありがたく存じます。本日はどうもありがとうございました。（拍手）

京大地球物理学研究の百年 世話人会メモ（１）

日 時：2009 年 12 月 11 日（金）9:50～17:10

場 所：国際高等研究所セミナー2 室

出席者：廣田 勇、荒木 徹、竹本修三

（１）教室及び関係部局等の歴史に関して

【廣田】 これまで 2 回の研究会で海洋の歴史が抜けている。野満、瀬野、速水、国司さん達による海洋・陸水分野の話も必要。

【竹本】 誰に頼んだらいいだろうか？

【廣田】 歴史学の基本概念として、「事実をして真実を語らしむ」と「歴史とは、日本書紀や平家物語、あるいは明治維新の薩長史観に象徴されるごとく、常に勝者の側からしか語られない」の二面性を強く意識して、年表（事実）記載と研究評価の両面から議論を進めるのがよいと考える。

【荒木】 歴史記録には、下記が必要である。

1. 事実の記録

1.1 既存記録の収集整理：

既存歴史記録の調査とリスト化

歴代スタッフの在任期間年表

論文・著作物リスト

1.2 新事実の発掘・記録（例：上賀茂傾斜計）

2. 評価

2.1 研究：論文リスト，引用数，賞，（例：前回廣田講演）

質の吟味，専門家の評価

2.2 教育普及活動・後進育成

2.3 研究環境整備：

組織（研究所・研究施設・観測所）整備

学術会議・学外委員会・国内外学会等

プロジェクト推進，他へのサービス

技術開発・観測維持・情報処理

業績の質の評価は、評価者・時代によって変わりうるので難しい面がある。

「技術開発・観測維持・情報処理」に対する評価は、日本では一般に低いが、独立した専門家がストを持つ米国に対して、テクニカルサポートの貧弱な日本の大学では、これらの仕事を研究者が引き受けざるを得ない。このような体制の違いも考慮する必要がある。

【竹本】 歴史記録には組織的な取り組みが必要である。現職の教員グループにお願いするのがよいと思うが、それもなかなか難しいので、地物同窓会にお願いしてみてもいいか。地物同窓会のOB のなかから有志を募り、その人達を中心に教室の歴史についてのワーキング・グループを立ち上げ、資料検索等については現職の教員の協力も得ながら記録を整理するという案である。

【廣田】 研究内容評価以前の資料として、京大地球物理学分野におられた方々の記録（地位、在職期間、専門テーマ、論文リスト等）を残すのは意義のあることと思う。しかし、時代を遡って抜け落ちがないようにするのは大変な作業になるだろう。

【荒木】 最初から完全を求めると大事業になって、歴史記録は進め難くなる。出来ることから始めて、時間をかけて蓄積するのがよい。

教室の歴史を語るうえで、技術サポートの面からの記録も必要だ。地磁気観測，地磁気データ交換のための計算機ネットワークやデータシステムの構築・改善に多大の貢献をして、2006 年 9 月 3 日に 58 歳で亡くなった亀井豊永さんの追悼文集を出した（2009 年 1 月）。これも歴史記録の一つ

である。IAGA は、彼の国際貢献を認めてメダルを授与している。

【竹本】 第一講座では上賀茂地学観測所に今井湊（いたる）さんがいた。今井さんは 1906 年生れで 1990 年に 84 歳で亡くなっているが、1951～71 年に上賀茂地学観測所の技官として勤務した。今井さんは、夜 11 時くらいからウィーヘルト地震計の煤書記録を交換したあと、朝まで中国科学・技術史の文献を調べておられた。この今井さんについて、もう少し調べてみたい。

【廣田】 一時熱心に研究が行われたテーマで現在は姿を消しているものがある。これは、そのテーマがスタンダードテキストに記載されるまでにほぼ完成されたものか、それとも何らかの理由で後継者が育たなかったのか。もし後者なら、指導者と後継者のどちらの責任なのか、どのような人々が教官として在職していたのかを防災研究所も含めて知っておきたい。

【竹本】 防災研は、創立 10、20、30、40、50 周年史を出しているのも、それから人事の異動を辿ることができる。

【廣田】 このほか、工学部や RASC（超高層電波研究センター、今の生存圏研究所）などによる地球物理学研究の歴史の調査も必要である。

（２）国際性・普遍性について

【廣田】 例えば、中谷宇吉郎は、北大で地の利を生かして雪の結晶の研究を行ったが、研究内容はローカルなものでなく、国際性を備えていた。これに対して、京大の地物教室は国際性のある研究が少なかったのではないかな。

【竹本】 京大地球科学研究の創設期における志田順先生の「志田数」や松山基範先生の地球磁場逆転の先駆的研究は世界に通用するものであった。また、1940～50 年代の佐々憲三・小澤泉夫による潮汐歪の世界初の観測なども Merckhior らによって評価されているほか、西村英一による満州国巴林における傾斜計観測の論文は、1950 年に Trans. Am. Geophys. Union に掲載された後、国際誌に多くの引用がある。

【廣田】 創設期はともかく、新制大学になってから 1970 年ころまでの京大地物教室は国際性が乏しかった。その理由・原因は何か。当時の事情をもう少し詳しく知りたい。

【竹本】 佐々憲三・三木晴男の対談でも述べられているが、佐々先生は、英語が苦手だったようだ。そこで佐々研究室の弟子達に留学を勧めていないが、西村英一先生は研究室の後輩の一戸、岸本、神月、三雲、中川さんを北米に留学させている。神月彰さんは、不幸にしてカナダ留学中に亡くなったが、彼が生きていたらその後の京大地球物理学研究の歴史も変わっていたかもしれない。Merckhior は、小澤さんを随分買っていた。1969 年にルクセンブルグの Walferdange にある地球動力学・地震学ヨーロッパ・センターに小澤式伸縮計を設置し、1994 年に小澤さんがルクセンブルグ大公国より柏王冠オフィシェ章を授与されるように計らった。

【荒木】 電磁気で、長谷川先生とその門下の人達による「地磁気静穏日変化(Sq)の研究」は、歴史に残したい世界的な業績である。加藤先生に纏めて頂けば、良い記録になるだろう。前田先生は同世代の教授より国際交流に熱心であった。電磁気グループが早くから国際化していたのは、長谷川先生のメインテーマが Sq であったことと関係があるように思う。

【竹本】 この研究会の 1 回目で須藤靖明さん、2 回目に石原和弘さんに、火山の話をお願いした。このなかで石原さんの話を聞いて、インドネシアの火山で観測網を構築した桜島観測所は立派に国際貢献を果たしていると思った。これは国際性という面から十分評価できると思う。RASC の津田さん達もインドネシアでがんばっているが。

【廣田】 中川一郎さんの国際重力結合という仕事の評価はどうか。

【竹本】 中川さんの環太平洋重力結合、日中重力結合の仕事も、相対重力計を持って短期間に大陸間を往復し、それまでばらばらだった大陸間の重力測定値を結合し、地域的な偏りのない統一した重力基準系の確立に貢献した功績は、国際測地学のコミュニティで高く評価されている。また、1980 年代に超伝導重力計(SG)が米国で研究開発の段階から市販品として売り出されるようになったが、高価な装置だったため、稼動していたのは北米、ヨーロッパとアジアのなかでは日本と中国だけだった。中川さんは、あちこちに働きかけて、南極に 1 台、オーストラリアに 1 台、北極ニューオル

センに1台のSGを置く道筋を立てるとともに、京都の2台のSGのうちの1台をインドネシアに移設する計画を立てるなど、まさにグローバルなSG観測網の構築に貢献した。いま、SGネットワークのデータはGGP(Global Geodynamic Project)のもとに国際地球潮汐センター(ICET)に集められ、世界の研究者に利用されている。

(3) 観測の問題

【廣田】 前回の総合討論でも議論された「京大は観測には熱心であったがその成果はどうであったか」ということ。特に固体地球関係では、大量のデータが宝の持ち腐れになっているという批判を他大学の研究者からしばしば聞く。

【竹本】 固体地球関係のデータのなかで、地震記象については、後世の人でも比較的に利用しやすい。いま、防災研の阿武山観測所などで古い煤書記録のデータファイル化がすすめられている。それに対して、伸縮計や傾斜計は、方式がいろいろ異なるので、残されたデータを見ても、なかなか利用しにくいのが現状である。

【廣田】 一方で、電磁気学では地球規模の観測データを得ることの困難さがあつたと聞く。それが地磁気世界資料センターの強い動機であつたと理解している。

【荒木】 地磁気センター設立の背景になるICSUのWDC(世界資料センター)の歴史を纏めて月刊地球号外(No.58, 2008)に書いた。第1回極年(1882-83)、第2回極年(1932-33)、国際地球観測年(IGY, 1957-58)の3国際共同観測プロジェクトには地球電磁気学分野の観測項目が多い。これは、この分野が太陽から地球までの広い領域のデータを必要としながら、気象や地震分野における気象庁、測地学における国土地理院のような現業組織のサポートが無い事に関係している。日本のWDCは全て地球電磁気学・太陽地球系物理学(STP)関係のものになっている。用いる人工衛星も実用衛星(旧NASDA系)ではなく研究観測衛星(旧宇宙研系)で搭載機器の設計製作から観測データ取得・データ処理まで全てを研究者サイドで行っている。

一般に日本のデータ体制はアメリカに比べて遅れている。地磁気センターのスタッフは、WDCの整備、測地学審議会建議へのデータ体制改善の提案、学術会議の理学データネットワーク推進小委員会活動、インターネット普及前の通信ネットワーク構築など、体制改善の努力を続けてきた。

【廣田】 気象分野では、自前で測ること以上に、気象庁に象徴されるデータ活用のシステムに恵まれていた。しかし、重要なことは、「観測」の意味と意義である。単なる測定(データ取得)の段階で満足していたふしは無かったか。真の観測の意義は「発見的研究」か「立証的研究」のいずれかでなければならない。このことは、現在の「インターネット世代」への警鐘でもある。

【竹本】 データ流通が進んで、生産に直接関与しない者がデータを使えるようになると、新たな問題が出てくる。現記録を扱ったことのない者が、デジタル化されたデータだけを見て、観測精度の限界を超えたところでの無意味な議論をするようなケースが見受けられるので、十分注意しなければならない。

(4) 教室拡充への努力

【荒木】 歴史を掘り起こす際には、輝かしい正の歴史だけではなく負の歴史も記録することが大事だと思っている。教室の人事・運営面で反省すべき例として、下記のことがある。

- (1) 1960年代初めに、東北大・東大・名大・京大工にSpace Physics関係の学部附属研究施設が出来たのが、京大理だけがこれに対応できなかった事、
 - (2) 他学科、他大学が済ませた学部の改組拡充を京大の地学系だけがしなかった事、
 - (3) 地震学講座、物理気候学講座増設の際に学部学生定員をつけなかった事、
 - (4) 大学院重点化の際に、修士定員を48とした事。
- (2)-(4)は、今も議論されている修士定員削減問題の原因にもなっている。

(5) 大学紛争の影響

【廣田】 いわゆる学園騒動のあった 1970 年頃の雰囲気研究に及ぼした悪影響を現在の目で正しく批判すべきである。

【竹本】 その時代の固体地球物理分野では、和田卓彦さんの影響力が大きかった。私も批判されて右往左往した経験がある。和田さんは、こちらの認識の甘さを 1 つ 1 つ鋭く追及してきて、言われたことに反論できない。和田さんは、すごい人だと思った。同じ八高出身の熊沢峰夫さんも和田さんのことを高く評価していた。和田さんが定年後、これまでの思索を本に纏めて、本にしてくれるだろうと期待していたが、何も残さずに亡くなってしまった。

【廣田】 地団研にからむ地物と地質の断絶の根源もそのあたりにある。第 2 回研究会の大陸移動説の話で、尾池氏はそのことに触れなかったが、プレート・テクトニクスの考え方が京都で受け入れられなかったことは実に深刻な問題である。

【竹本】 2002 年 3 月に地鉦教室の 80 周年記念「教室の近況：最近 5 カ年」の冊子が出版されたが、そのなかの「教室の沿革」の章で、“1971 年、岩石学講座に早瀬一一、物理地質学講座に笹島貞雄が教授就任した。”との記述がある。そのあと、“1978 年、鉦物学教室では 1961 年以来空席だった教授に森本信男が大阪大学から転任、1981 年、金沢大学から坂野昇平が岩石学講座に、1986 年に東京大学から鎮西清高が地質学講座に教授就任した。1989 年、西村進が物理地質学講座の教授に昇任し、1990 年に志岐常正が教授昇任した。”と述べられている。1971 年から 1978 年まで教授人事が動いていない。

プレート・テクトニクス批判の頂点にいたのがソ連の V.V.ベロウゾフである。この頃、私も和田さんからベロウゾフの本を読めと言われ、地団研グループが訳した日本語の本を読んだ。70 年代の地鉦教室は地団研の人が多かったので、京大でプレート・テクトニクスが受容されるまでに大分時間がかかった。このことによる研究の立ち遅れは痛い。しかし、プレート・テクトニクスも 1 つの仮説であり、プレート・テクトニクスでは説明がつかない観測事実もいろいろある。これを踏まえて、プレート・テクトニクスを超えるモデルが京大から生れることを期待したい。

京大地球物理学研究の百年 世話人会メモ (2)

日 時：2010 年 2 月 25 日（木）～2 月 26 日（金）

場 所：国際高等研究所セミナー2 室

出席者：廣田 勇、荒木 徹、竹本修三

(1) 過去 3 回のセミナー内容のまとめ

百年の歴史の議論として抜けている項目・視点はないか。

固体地球に関し、IGY 以降の国際的関連がやや不足。また、海洋・陸水関係のテーマ・人脈に関する議論の空白はないか。

海洋関係では野満・速水・国司各教授の時代に関し鳥羽良明氏に聞いてみる。

陸水・湖沼学の歴史に関しては奥西一夫氏に聞いてみたい。

上海自然科学研究所の新城・速水・今井湊氏については佐納康治氏に聞いてみる。

(2) 記録・資料の集約

各部局所属の歴代教官リストの作成。理学部以外も含め、分野別に手分けして調べる。

地球電磁気学（工学部を含む）：荒木

固体地球物理（防災研等を含む）：竹本

気象学：大気物理学（防災研・超高層を含む）：廣田

水圏（海洋・陸水）：竹本

論文リスト作成。総てを網羅するのは量的に膨大となり無理なので、可能な範囲に留める。

- ・地物(現・地球惑星)図書室所蔵の退職教員論文集は京大中央図書館の KULINE で検索可能。
- ・防災研に関しては停年退官教授の論文リストは「年報」から辿れる。
- ・理学部に関しては教室図書室資料の調査が必要。

(3) 各分野および各部局の研究成果の学問的評価

プラスマイナス両面を含めた客観的評価は難しい問題であるが、うわべだけの綺麗事だけでは歴史の議論にならないので、国内外を含めた視野からの学問的評価にまで踏み込むことが必要。そのため、京大当事者による以外に、京大から外に出た人々の目から見た客観的評価について執筆者を探す努力を行なう。

固体地球の橋爪道郎氏、気候学分野の安成哲三氏、海洋学の鳥羽良明氏らに原稿執筆を依頼。

(4) 議論のまとめの公表方法

地球物理教室同窓会 HP はあくまでも仮置きであり、少なくとも 30 年後になっても次世代の人々が読めることが必要。そのために紙媒体による公表・保存の最適方法を考える。

内容は、3 回のセミナーのプログラム・出席者リスト・講演録（可能な範囲で執筆を依頼中）・総合討論・特別寄稿・歴代教官リスト、等々。

IIAS のフェロー研究費で印刷・製本：A4 版、約 100～150 ページ、200 部印刷。

平成 21 年度中の印刷を目標とする。

京大地球物理学教室初期における教授群像

——事実の積み上げが研究の真髄——

加藤 進

(1952 年卒、地球電磁気学専攻)

私は学部学生として 3 年間(1949-1952)、大学院生として 3 年間(1952-1955)、地球物理学教室に属していた。大学院では長谷川万吉教授研究室で暮した。この 6 年間、長谷川教授(地球電磁気学)の他、佐々教授(地震学)、滑川教授(気象学)、西村教授(地殻物理学)、速水助教授(海洋学)が教室の研究のボスであった。彼らの人物像を、ここに紹介したい。若い時代、しかも学生として、感じたものに基づく人物像なので、可なり独善的かもしれない。

長谷川先生は私を太陽族と呼んだ。当時、ベストセラーになった石原慎太郎著「太陽の季節」に描かれていた人物像がモデルだ。旧い習慣に従わない、教授にでも面と向かって、自分の意見をはっきり言う若者を意味していたらしい。確かに長谷川教授室に現れ、意見を主張したが、これは、今では当たり前の態度だろう。ただ、今と違って、教授先生も 多忙ではなく、長い時間、学生個人と話し合うことができた時代であった。おかげで、先生方から心に残るお言葉も頂いた。そして先生の仕事に、批判的批評も出来た。以下に、思いつくまま、順不同で諸先生の人物像をエピソードも加えて紹介する。

長谷川万吉先生：

大学院生になってから、初めて、親しく先生にお目にかかった。学部時代から先生の研究室に配属されていたが、先生は病気（記憶によれば盲腸炎）あがり、先生にお目にかかれなかった。そのためか、地磁気の講義は太田講師によるものだけだった。講義の殆どが、地磁気変動の等価電流系の話で、物理学としての興味が湧かず失望した。長谷川先生の最高のお仕事は、静穏日変化場 S_q の等価電流系渦の中心が日々緯度変動する有様を明らかにしたことだ。しかし変動の原因についての理論的説明はない。それを指摘し、先生を困らせた記憶がある。

だが先生の仕事は、電離層電磁力学研究の源泉となった意義はとても大きい。後、佐々先生からだと思うが、まず、黙って、事実を明らかにする研究が京大学派の真髄と聞かされた。万葉集には「事挙げせず」とあり、これに繋がる日本の伝統かもしれない。これも先輩から聞かされたことだ。

佐々憲三先生：

学生、門下生には、暖かいボスだった。1 回生の夏休み、アルバイト報酬が素晴らしい仕事を頂いた。宿屋に滞在し、3 食付（昼は弁当）で、数週間働いたアルバイト報酬は一ヶ月の生活費に近かった程だ。和歌山市には、戦争の空襲による焼け跡が広がっていた頃だ。新都市計画に必要な地盤調査を依頼された佐々先生が、研究室メンバーに命じ、爆薬を用いた人工地震法で地盤調査をおこなった。この仕事を手伝うアルバイトだ。貧しい学生には、まさに有難いアルバイトであった。

さて先生の講義で心にのこったものがある。それは先生の講義で述べられた次の一節だ。「地震学を弾性力学の応用だと考えるのは、根本的に誤っている。地球を弾性体とするのは仮定で、この仮定は多くの場合間違っている……。現在、地震予知など不可能だ。観測事実を積み重ねて行くだけが、地震学研究の正しい態度だ」。

長谷川先生の仕事からも窺えるが、「この事実の積み上げ」こそが、京都学派の真髄らしい。

滑川忠夫先生：

先生の「気象力学」はとても面白いと、先輩から聞かされていたので、当時、先生の下におられた中島講師に決まっている講義を変更して、滑川教授の講義にして頂いた。先生の物理的説明は明快だった。煙草を吸いながらの講義だったと憶えている。

だが、先生の最大の研究業績である副台風論の評価は高くなかったようだが、専門外の私はよく分からない。先生自身も言われていたが、元々1つの台風が、2つに分かれ、副台風が発生するのだが、分かれ方を決める根拠がはっきりできないので、理論とは言えないらしい。これも、「事実の積み上げ」を待つことが理論構築には不可欠であるとの教えかもしれない。

西村英一先生：

先生は学生に対してとても優しくかった。正面から学生を叱ったりしない。学生の言うことにもはっきり反対しない先生だ。

学部時代、私は専ら数学教室、物理学教室の講義に出席し、地球物理教室の講義に出席する時間があまりなかった。予め、これを先生に断って置きたいので、先生の教授室に伺った。先生は、「それで結構ですよ」とすぐに認めてくれた。

でも、私が欠けた少数の出席同僚に「加藤君が思うように、数学、物理学の講義が地球物理学研究に直ぐに役立つとは思えませんが・・・・」と言われたと、出席した同僚から聞いた。

2 回生の夏休み、先生から薦められ、生野鉦山の地下深く入り、宇宙線の測定に参加した。この観測目的は何であったか、はっきりした記憶がない。恐らく、先生の興味に沿った地球潮汐観測だったかもしれない。この時先生と一緒に泊りがけの旅行で、先生の優しさ、包容力を感じた。先生も静かに事実を積み上げるタイプの研究者だったのだろうか。

速水頌一郎先生：

私が学生だったころ先生は助教授だったが、教授がいない海洋学研究室のボスだった。しばしば長谷川先生の教授室に来られたのは、形式上、長谷川先生が海洋講座の担当教授だったからだろう。

当時乱流論に興味を感じていた私は、乱流論に統計力学を適用できないとの先生の悲観論がなぜか記憶に残った。あるいは乱流の観測事実は、理論構築には不十分だと先生は考えておられたかもしれない。

1955 年秋、私は工学部電子工学教室に技官として雇われたので、その報告に伺うと、先生が言われた言葉を今でもよく憶えている。それは「工学部では、理学部と違い、体を動かす仕事が多い。これが君に合っているかどうか、考えておくのがよいだろう」。

この時、工学部で私のキャリアを試してみようと心に決めた。

「京大地球物理学研究の百年」を聞きながら考えていたこと

川崎一郎

(京都大学防災研究所地震予知研究センター)

はじめに

私は、研究者人生の過半を弱小地方大学で過ごしてきた。それ故によく分かるのだが、大学関係者の京大に対する期待は非常に大きい。それは、「2 番手としての京大」に対する期待ではなく、序列では計れない「個性で輝く京大らしさ」、それ故に「閉塞状態にある現状に対する突破口を開いてくれそうな京大」に対する期待である。

振り返ると、中学から高校生だった 1960 年代前半、私は猛烈に京大に憧れていた。京大で生態学をやりたいと思っていた。専門選択の悩みなどもあって東大に行ってしまったが、「京大らしさ」への憧れはいまだに強く、それ故に、こだわりがある。

「京大地球物理学研究の百年」の研究集会を聞いていて次のように感じた。志田順や松山基範の時代から、1960 年代に地震予知計画がはじまって各地に観測所を展開し、新しく登場したプレートテクトニクスの枠組みで研究を始めた 1970 年代まで、「個性で輝く京大らしさ」が生きていたことは間違いない。1977 年地震学会秋季大会で、田中豊・他の「ペルーにおける移動性地殻変動」の講演に感激したことを思い出す。なお、以下では、「地球物理」は、防災研究所の理学系も含めた固体地球物理研究グループを想定していることをお断りしておきたい。

1970 年代以降の京大地球物理も、研究の性質上避けがたく業績生産性の悪い（しかし不可欠の）研究分野を抱えながらも、全体として十分に責任を果たしてきたことも間違いない。

お叱りを恐れずに言うと、それにもかかわらず、「京大地球物理学研究の百年」の連続講演会を通して、多くの方々が、後半 50 年の京大の地球物理に、「個性で輝く京大らしさ」が希薄になってしまったのではないかという不透明感を感じていたのではないかと憶測している。

守りの姿勢

その理由を考えてみたい。一つは、1970 年代に西日本各地に観測所が展開され、データが大量に入り出し、少人数で観測点のメンテナンスとデータの処理に追われ、「こんなに苦労してデータを取っているのに、外部の研究者に自由に使わせることはできない」と言う守りの姿勢に入ってしまったことではないだろうか。

「一人の人間の知恵などたかが知れている。大切なことは、多くの人々の知恵に学び、取り入れ、ともに成長することだ」と私は信じている。「一人」を「一つの大学」と置き換えても同じことが言えよう。私は、そう信じて、多くの分野の人々との交流の機会に積極的に出て行き、外国にもポスドクとして出かけ、国際会議でも発表するように心がけてきた。

「外部の研究者にデータを自由に使わせない」と壁を作ると、逆に「外部のデータは使わない」ように自閉症化し、「多くの人々の知恵に学ぶ」チャンスを奪う土壌となる。その延長上として、「外国にポスドクとして出かけ、国際会議で積極的に発表する」モチベーションも希薄になる。このことは、京大地球物理生え抜きの研究者で外国でのポスドク経験を有する割合が東大地球物理出身者に比べて少ないという形で現れている様に思われる。

もちろん、若手の研究者が観測網の維持とデータの処理に消耗していて、データの公開という余分の作業をする余裕など無かったという側面もあり、当初は公開出来なかったことは理解できる。しかし、結果として、多くの若手から「多くの人々の知恵に学び、取り入れる」チャンスを奪ったことは自省すべきことではないのだろうか。私は、京大も、1980 年代くらいには、考え方を変えるべきだったのではないかと考えている。

ただし、ここで書いたことは相当に偏っている。世界に積極的に出て行き、国際的に活躍した多くの人がいることは確かである。

「全体性」

興味深いことに、京大地球物理の一部が世界が守りの姿勢に入ったのは、社会の変化と軌を一にしていた。竹内洋が『教養主義の没落』（中公新書、2003）の終章で論じているように、1970年代は、それまで大学で優越的な場所を占めていた「教養知」や「人格知」が没落し、「専門知」や「技術知」にその場所を譲っていった時代であった。同時に、じわじわと、大学生協における教養書や思想書の割合が減少して行った。竹内洋は、「教養知」の没落とともに、「全体性」、「シナリオ性」、「人間性」への意識が希薄化していったと指摘している。それは人文科学や社会科学に向けられたものであるが、自然科学にもあてはまる。

京大地球物理の一部に見られた自閉症化は、「教養知の没落」という社会の変動と共鳴していた。東京のほう为社会の変動と共鳴しやすい立地条件にあったと思うのだが、東大は、学部における教育プログラムが比較的しっかりしていたことや、文部省と直結することによって大型研究プロジェクトのリーダーシップを取ってきたこと、多くの若手を外国にポストクとして送り出すことなどによって、社会の変動の弱い面との共鳴を最小限に抑えてきた様に見える。

私は、今は、複雑系の科学が混迷を極めている時代だと認識している。複雑系の科学の典型である生命科学では、遺伝子の全塩基配列を解析するヒトゲノム計画が推進され、2003年に完了した。始まる前は、遺伝子の全塩基配列を知ることによって、生命とは何かという根本的問題に革命的な進歩がもたらされるものと期待されていた。しかし、遺伝子が解析されてみると、顔かたちと同じ様に塩基配列にも個人差があり、それが生命としてどのように発現するかは不確実であることが分かったのである（『バイオポリティクス』、米本昌平、中公新書、2006）。

複雑系のもう一つの典型である地球科学も、地震予知や地球温暖化などを典型として、混迷を深めているように見える。地震に関して、次々と新しい現象が見いだされてきたが、「何故？」と聞かれると本質的なことはさっぱり分らない。

もちろん、大学において昔日のような教養主義が蘇えるとは思えない。しかし、地球物理の世界における「全体性」や「人間性」は何かを問い直し、回復の試みを行うことには大きな意味があると思うのである。

浅田敏は、「これだけは世界の誰にも負けないという自分の専門を持ちなさい。そこから全体に向かって何が発言できるかを考えなさい」という言い方をしていた。

ストークスの枠組み

2月13日の同窓会の「未解決の課題」と題する私の講演では、一つの選択肢として、(1)と(2)の提案を行った。

(1) ストークスは、1849年、線形性と等方性のみの仮定のもと、弾性体の運動方程式を変位で書き下し、**grad, div, rot**に相当する計算を行い、P波ポテンシャルとS波ポテンシャルに該当する変数の別々の波動方程式に分離される（つまり、P波とS波が独立に存在する）こと明確に示し、さらにシングルフォース力源のグリーン関数を導いた。ストークスの理論は、そのご160年間、地震学と関連分野の不動の基礎となった。ストークスの理論はあまりにも実り豊かだったため、逆に、ストークスの理論の枠組みに入らない方位異方性の様な対象は、重要さが明らかであるにも関わらず無視されてきた。

現在、フランスでは、不均質も方位異方性も入れた次世代の地球内部構造モデルを打ち立てようという **SPICE project**（例えば、**Qin et al (2008)**）が推進されている。日本でこそ、外国に先駆けて、ストークスの枠組みを抜け出し、次世代の地球内部構造モデルを打ち立てる試みを行おうではないか。

(2) 兵庫県佐用市の播磨科学公園都市にある **SPring-8** は周長 1.4km の加速器である。ここでは、

時間をピコ（10 の-12 乗）秒の精度で制御し、電子が 1 周してくる時間の変化（つまり周長変化）を計測している（現在のサンプリング間隔は 1 秒）。それは地球潮汐はもちろん、長周期地震波も記録している。考えてみると、物理計測がここまで超高精度化すると、地球ダイナミクスに由来する物理量の変化が入り込むのは当然である。それは、超高精度物理計測ではノイズだが、逆に、地球ダイナミクス研究にとって、通常の地球物理観測より高精度の情報になるかもしれない。物理学分野と協力して、徹底的に、SPRING-8 を典型例とするような超精密観測と地球物理観測を対照する試みを行おうではないか。

提案の目的は明らかであろう。現在持っている理論的な枠組みやデータで現在の混沌が解けなければ、「現在よりも 1 回り広い理論的枠組みを準備し、今までにないデータを取り込む」ほかはない。むしろ、それこそが、新たな「全体性」への正攻法なのではないのだろうか。うまくいくかどうかは分からない。しかし、そのような新しい世界を目指すことこそ「京大らしい」のではないだろうか。現在進行中の多くの優れた研究に、新しい世界を目指す研究が加われば、京大らしさが一層輝くと思っている。

自由の学風

そのために重要なことは何だろうか？ 一つは間違いなく教育である。

「京大らしさ」の核心は「自由の学風」と言われている。『滝川孝辰』（伊藤孝夫、ミネルヴァ書房、2003、p12）によると、草創期の法学部の教授達が、「東大の教育方式は政府所定のプログラムである各学科を試験制度によって学生に注ぎ込もうとするものにすぎない。京大では科目の負担を減らして学生に余裕を与え、その余裕が自発的な研究へ向けられるように導くようにすべきである。そうすれば、... 各自が独創的研究を競い合う... 活気に満ちた環境が生まれるであろう」と考え、履修科目を減らした上、ゼミナールと論文作成の教育に重点が置かれた。「自由の学風」はここに遡ることが出来る。

法学部の試みは、高等文官試験の成績不振などが原因で 10 年もしないうちに挫折したが、その精神は地下水脈として受け継がれ、滝川幸辰や末川博などの人材を生み出してきた。しかし、私には、その素晴らしい精神が、1970 年頃以降、極端に形骸化してしまったかのように見える。

教育にとって重要なのは二点である。「足腰（基礎理論）の強さ」と、その土台の上に成り立つ「独創性」である。戦前は、「基本となる足腰の強さ」は旧制高校が担い、「独創性」は大学が担う役割分担が行われた。科学が急速に発展し、若者が最先端に至るまでの間に学ぶべき事柄が多くなった 1960 年代以降、多くの大学では、「基本となる足腰の強さ」は学部教育が担い、「独創性」は大学院が担う構造となった。それにもかかわらず、京大では、「自由の学風」の遺風が学部における放逸な教育システムの改訂の壁となり、多くの卒業生が足腰を鍛えないまま研究の現場に放り込まれたことが、京大地球物理研究百年の後半の弱点になった傾向があるように見える。それは、「自由の学風」の形骸化でなく何であろうか。足腰（基礎理論）の弱さが、優れたデータをとっても、そこからデータの意味を読み取る力の弱さとなり、せっかくなにかいた汗を生かし切れなかった様に見える。残念でならない。

博士課程でこそ「放し飼い」に

本当に「自由の学風」の精神を生かしたいのなら、博士課程の院生こそ、「放し飼い」を徹底すべきであろう。このようなことを言われると、地球物理の教員全員が「自分は自由にさせているよ」と言うに違いない。

私がこの様なことを言い出すのは、ある日の経験による。院生達が、『先生は「自由にやっていいよ」と言うよ。でも、先生が考えてないようなことをやりたいと言うと、先生が「そんなこと面白くないよ」とか、「そんなこと意味無いよ」と言って、結局、「先生がやらせたいこと」をやるしかなくなるんだよね』とおしゃべりしているのを漏れ聞いたからである。それは極端な「親の心子知らず」だとは思いますが、そのとき、私は、「学生の基礎能力が落ちた」とか、「時代が違う」とか言う

以上に、我々教員の側にも強く自戒すべき点があるのかも知れないとも思った。

ひるがえって、私の博士課程時代は「放し飼い」であった。その証拠に、博士課程で書いた3編の論文は、いずれも指導教官であった佐藤良輔との共著ではない。広い意味で理論地震学への思いを共有しながら、狭い意味では指導教官とほとんど相談せず、自分の思いで研究対象を選び、計算と解析を行い、とはいえ時々ミニゼミ形式で議論してもらい、通常のように指導教官との共著のスタイルの論文草稿を用意した。しかし、佐藤良輔からは、「君が自分の思いではじめ、自力でやったのだから、自分の名前で出しなさい。私の名前は削りなさい」と言われた。このような院生と指導教員の関係が「自由の学風」でなくて何であろうか。京大地球物理における「自由の学風」の熱い血をたぎらす為に、ここまで徹底できたならなあと思えてならない。もちろん、私が博士課程時代に独立して振る舞えたのは、理論と解析の研究だったからという面もあるだろう。実験や観測では難しいかもしれない。いずれにせよ、博士課程における「放し飼い」の土台としてこそ、弾性論を基軸の1つとし、基礎科目を重視する学部教育システムの再編が重要であろう。

私の周辺を見回すと、心の優しい人々ばかりである。困っている院生を見ると、助け船の手を差し伸べないではいられない。万が一、心の優しさと「放し飼い」が矛盾するなら、我々は永遠に解けない問題に直面したことになる。しかし、数10年前の私と指導教官の関係のように、決して矛盾しないと信じている。

1970年代の東大理学部地震学研究室では、浅田教授は、観測をやりたいと言ってくる院生に、修士論文は佐藤助教授のもとで理論的な研究をすることを強く勧めた。それが、観測のバックグラウンドとして、見えない形で物を言うようになって考えていたからである。地震研究所で海底地震観測をリードする金沢敏彦も修士論文は理論計算であった。京大地球物理でも一考の価値があるのではないだろうか。

しっかりした基礎なくしては、「既存のプログラムを用いて計算して論文は書ける院生」は出せても、「全体性」に向かう視野をもって一步広い枠組みに踏み出す、京大らしい若手が育つことは難しいと思えてならない。

おわりに

自然科学と「人間性」との関わりが先鋭的に問われたのは水俣病やイタイイタイ病などであろう。地球物理の世界では、尾池和夫の『俳景』や、竹本修三・駒込武の『「偏見・差別・人権」を問い直す』などは、広い意味で、地球物理と「人間性」との関わりを問う試みと言えよう。今後は、地震学と格差社会との関わりなども問われる時代も来るのではないかと予想している。「人間性」との関わりについては、ここでは、これ以上は深入りしないようにしたい。

「らしさ」を乱発させてきたが、「らしさ」は、基本的には、個々人に対して言うものではなく、場の雰囲気、或いは歴史に対するものであろう。しかし、もちろん、サル学の今西錦司、法律学の滝川幸辰、物理学の湯川秀樹、宇宙論の林忠四郎や佐藤文隆、地球物理の志田順、松山基範、佐々憲三のように、個人的に「京大らしい」と言える場合がありえることも間違いない。

ここまで、「京大地球物理研究百年」の研究集会を聞きながら考えていたことを中心に、京都大学に転任してきてから、半歩遠くから考えて来たことを加えて手短かに述べさせて頂いた。

また、原稿には、誤解、思い込み、認識不足も多いに違いない。敬称はすべて省略した。これらの点に関しては御寛恕頂きたい。

最後に、この原稿を書く機会を与えて頂いた竹本先生には感謝の意を表したい。

京大における爆破地震動観測と地殻構造の研究

橋爪道郎（昭和 36 年卒）

Michio HASHIZUME

17 Mu 8, Suan Luang, Amphoe Amphawa, Samut Songkhram 75110, Thailand

1. はじめに

日本における地殻構造を調査するための最初の人工地震観測は 1950 年岩手県石淵ダムでの採石爆破を利用して行われた。これを契機に爆破地震動研究グループが生まれた。地震源はおもに産業活動による大爆破が利用されこの名称が引き継がれた。発足当時の大きな問題点と技術開発の中心は、可搬高感度の地震計の開発、高精度の時刻信号の受信と記録装置であった。各観測班はこの観測装置一式を持ち運んで 10Km 程度の間隔に観測点を設置し、可能なかぎり 300Km にとどくようなアレイの体制を組むのであった。観測点の位置測定は測量によった。京都大学からは 1953 年釜石鉱山における爆破地震動観測に三雲健・中川一郎が参加したのが最初であった。その後地震観測特に微小地震観測の技術の開発にともない、人工地震観測装置一式もコンパクトになってはいるが、適切な観測点を探すのは依然容易ではない。

2. 爆破地震動の観測

研究目的は地殻構造の解明である。初期の爆破地震動の研究成果として、地質構造に拘わらず、上部地殻はほぼ一様に P 波の地震速度が 6.0 – 6.1 km/s 程度、Birch による古典的な岩石実験から平均原子量が花崗岩に相当する岩石の速度を持つことが明らかになった。これは不思議なことである。いわゆる地震屋さんが描く地殻構造と地質屋さんが描く地質図は別物で相互の不信感を強めた。ごく浅い風化層ともいべき地表部分を除けば、この上部地殻の速度は日本のみならず、大陸のどこで測定しても同じような結果が得られている。この花崗岩層の下部 15 km 程度に、P 波速度が 6.5-7.0 km/s の安山岩—玄武岩程度の速度を持ついわゆる玄武岩層があることは大体わかってきた。しかし観測された走時曲線から下部地殻の構造を決めることは非常に難しい。爆破地震動解析上の問題として、屈折法をとる限り本質的に微小な屈折波の初動の立ち上がりを読み取ることになり、時刻の精度を上げたところであまり効果がない。地震計の感度を上げてでも避けがたい常時微動はどうすることもできない。また多くの場合この下部地殻からの情報を直接運んでくる初動は走時曲線のもとでマスクされた状態となる。これが反射法であっても別の問題が発生して下部地殻の速度構造を知るとは今でも難しいことになっている。さらにその下限のマントルとの境界いわゆるモホロビチック面（モホ面）はどのような形態になっているのであろうか。もしそれが急激な速度構造の変化だとするとその全反射が観測されてもよいはずである。グループ員の大きな興味のまま日本ではほとんど観測されていない。

問題点を取りまとめると：

1. 上部地殻はなぜ一様な速度構造をもつのか。その厚さは構造帯によりどのように変動をするのか。その地質的あるいは地震の発生場としての意味づけはどうなるのか。
2. 下部地殻は広域的にあるいは深さ方向に（場合によっては低速度層があってもよいがその場合は解析が一段と面倒になる）どのように変化するのか。上部地殻と下部地殻の境界としていわゆるコンラッド面なる速度跳躍が観測されたという報告が大陸地域でしばしば見受けられる。日本ではほとんど観測されていない。筆者の知る限りでは溝上恵などが岡山県渋川に設置された中周期地震計で観測された地震波に明瞭にみられたという報告がある。この下部地殻の物性は何であるのか。地殻の生成の問題として上部地殻と下部地殻の関係は重要である。

3. モホ面の問題は特に日本における爆破地震動観測において頭の痛いところであった。モホ面は存在しないとして下部地殻から連続的に地震波速度がマントルのそれに遷移しても走時曲線解析の問題としては不都合はない。一方大陸地域の観測においては多くの場合モホ面からの強い反射が認められている。日本列島にはモホ面は形成されなかったのか。あるいは地殻変動により破壊されてしまったのか。

3. 京大における爆破地震動研究グループの活躍

京大において常時かなりの数のグループメンバーが存在した。ひとつはこの爆破地震動観測はすべての意味で良き観測地震学のモデルであったからである。多くの地震学を志す諸君はこの観測で修練をうけ、それぞれの分野の専門的な観測に従事していた。しかし地殻構造の解析に参加したメンバーは多くはない。

1968年浅野周三が計画した爆破地震動における日ソ協力は画期的な事業であった。両国が数人の地殻構造に興味を持つ地震学者を招待してお互いの観測現場とその観測結果を提示するプロジェクトであった。京都大学からは著者が参加した。ウクライナに連れて行かれて、観測車に乗せられた。カウントダウン、発破、約10秒あまり、記録計のガルバノメーター記録が一斉に揺れ始めた、モホ面からの反射波の到来である。その後日本においても、モホ面の反射波の観測に成功したという幾つかの報告はあるが、多くは期待通りの結果が得られていない。日本の観測において問題となる複雑な表面地質に由来すると思われる低いS/N比のためか、火山活動・あるいはデラミネーションなどの作用によるモホ面付近の複雑な構造のためであるか。論理的には波動論を用いれば観測記録は一定の地殻モデルにより説明がつくはずである。橋爪道郎・伊藤潔などは波動論を用いて日本における爆破地震動記録のシミュレーションを行なったがおおきな成果は得られなかった。

その間、微小地震観測が地震予知のための事業として展開された。その観測結果は地殻構造の解明に大きく貢献した。筆者は微小地震の多くは上部地殻で発生することを突き止めた。筆者はさらに震源の深さが正確にきめられた微小地震の走時を解析してポワソン比が上部地殻と下部地殻の境界付近で急に大きくなることを発見した。つまり下部地殻はより柔らかい物性を持った岩石によって構成されているようである。その後、たとえばGPSによる地殻変動解析などによると、上部地殻の変動は地震の破壊現象として進行するのに対して下部地殻はどちらかというと粘弾的な挙動を行なうことが分かってきた。つまり地震は主に上部地殻の破壊現象によって発生するのである。

筆者は1969年に岡山大学に出向したが、この問題は長いこと筆者の心の中にあった。一言にいうと岩石学でいう「花崗岩成因論」である。古典的な岩石実験では收拾がつかないことはすでに分かっていた。この問題への日本の地質学者による貢献は大きい。マントル物質に含まれる少量の水はその分別熔融に強い影響を与える。これによりマントル物質から玄武岩ないし安山岩が生成されたとする考えはたぶん大丈夫であろう。それでは6.1 km/s程度の速度を持つ花崗岩的な上部地殻はこの下部地殻のさらなる火成活動を経て、地表で風化変成作用などを伴い地球物質の最終的な産物として作られたのであろうか。カナダの盾状地でこれを示唆するK-feldspar (カリ長石) に富む巨岩を強い印象をもって眺めた。しかし地殻上部を構成する花崗岩層のバルクを説明する岩石学のモデルはなかった。

地震は岩石の破壊で発生する。その破壊を誘起する要因として、少量の水が想定されている。水は地殻物質の強度を落とす作用を成す。そして水は上部地殻が生成されたときあるいはその後変成作用で脱水をした際に放出されるであろう。時として地表水により地震が誘起されこともあるようである。その破壊の記録は断層として残されているであろう。屈折法を主とした爆破地震動解析でこれを検出するのは容易でない。

海洋の地殻は大陸の地殻とまったく異なる。そしてその海洋地殻と大陸地殻の境界である海溝付近の構造はどのようなになっているのであろうか。海洋地殻の研究はプレート・テクトニクス発展に貢献するところが大きであったが、発展初期の問題に関して京都大学の貢献はほとんどなかった。

4. いくつかの問題と展望

以上大陸地域における地殻構造の問題を論じた。では島弧ではどのようなになっているであろうか。東北を横断する大爆破の実験が 1965 年気仙沼沖、1966 年男鹿半島沖で実施された。その解析に京大からは橋爪道郎・尾池和夫が参加した。発表されたモデルは大陸地殻の標準的な速度を与えて、走時にある適当な重みを与えて作られたものである。いま考えてみるとやはり大陸標準モデルを参照したのは間違っていたようである。その後、吉井敏剋らによって提出された上部マントルの速度を 7.5 km/s とした構造は島弧をより良く代表しているように思われる。しかしここで島弧から海溝に推移する区間の地殻はどう変化しているのかにはあまり注意が払われなかった。両モデル作成の際の差異は上部マントルの速度の仮定のほかに、S/N 比の悪いデータの取捨選択と重みつけもあった。しかしその結果は島弧から海溝に至る遷移地帯で単に地殻が薄くなってゆくのではなく、双方のモデルとも下部地殻は太平洋側では海溝近くまで、そして日本海側でもそれと同程度の沖合まで、ほぼ同じ厚さであるのに対して上部地殻のみが薄くなっている。この事実は花崗岩成因論に重要な示唆を与えるように思われる。

実体波による走時曲線の解析に伴う危険性はその最も早く到達する地震波行路の情報のみを与えることである。したがってバルクの地層としての地震学的情報は構造全体の情報を一様に伝播してくる情報媒体を利用しなければならない。筆者はカナダの盾状地においてまれに発生する地震の表面波を利用して、この盾状地を形成年代別に速度構造を求めてみた。かなり面倒な手続きを必要とするが、表面波速度はその周期によって運ばれる伝播媒体の情報量が異なることを利用して、これと盾状地の生成年代の行路のマトリックスを選別的に掛け合わせた。ほぼ上部地殻の情報のみを運ぶ 5 秒程度の波から上部マントルまで浸透した 20 秒程度の波を乱れることのない表面波として観測できたのは驚異的なことであった。その結果この広大な盾状地の地殻物性は上部地殻・下部地殻とも年代に拘わらずバルクとしてほとんど一定であることが分かった。

四国の三波川構造帯に地殻深部で変成を受けたと思われる地層が観察される。これを当時の瀬戸大橋架橋工事の爆破を利用して速度構造を求めた。意に反してどこにでも観測される花崗岩層に相当する速度が観測されただけで地殻深部において生成されたと思われる物質に相当する速度は検出されなかった。

筆者は 1982 年学究生活から離れることになった。そしていま地殻構造の問題を再度振り返ってみると疑問だと思っていた諸事項が、平朝彦らによって四国の四万十帯における付加体の精力的な調査に基づいてかなり明快なモデルとして与えられていることに気付いた。その昔室戸岬にある地球化学者に連れられて枕状溶岩をみたことがある。なぜこのようなものがここにあるのか不思議に思った。これらの海洋性の物質が最終的には付加体として下部地殻に押し上げられて物理的な破壊と、注入された水の作用による化学的反応の過程を繰り返し、さらに火成作用による安山岩質の物質と混じり、変成作用をとめない、ついに平均原子量が花崗岩くらいの上部地殻が全体としてアイソスタシーを保ちつつ形成されたのであろう。基本的には下部地殻は上部地殻より先に形成されていたであろう。このような付加体が滑り込むさい無数に発生するデコルマンなどが地震波反射面であるコンラッド面を曇らせるのであろう。

今日において、地殻に関する知識は大爆破による屈折波の解析のみでなく、地下資源探査にともなう各種のデータからも多く蓄積した。しかし、大爆破による速度解析は捨てがたい精度をもつ。地殻に応力がかかると、あるいは水が増加すると媒体の速度が変化する。現在開発されている各種の技術をさらに改良するならば、長期間の精度良いデータを得ることができるであろう。直接手に取ることができた最深の陸上ボーリングは玄武岩層にとどかない。地殻の二次元的な速度構造さらには 3 次元のトモグラフィーを作るとすると、大爆破観測手法による自然地震を利用した下部地殻の速度構造の研究は有望であろう。下部地殻の生成機構も十分解明されたとはいえない。日本において微小地震は多くの場所で、待てばかならず観測される。モホ面の反射が観測されるとすればその広がりを見ることができるともかもしれない。このためには自然地震の震源の深さを精度良く決めなければならない。浅い地震の深さを精度よく決めることは一般的にはその深さに対応するスペーシングの調密な観測網を地震発生地域直上に展開することが必要である。微小地震の観測の一環とし

て阿武山地震観測所の中村正夫が精力的に稠密地震観測網を展開したが残念ながら中断された。再度この手法を発展させてはどうであろうか。他の惑星の成り立ちは次々に解明されてゆくなかに、われわれの足元の地殻の構造とその成因はまだ分かっていないことが多い。

金沢大学から京都大学の地質学教室に出向された坂野昇平には地殻の構成物質をバルクとしてとらえる考えを始終支援していただいた。幸い、COE21 を契機として地質学と地球物理学の交流は一層深められたと聞く。上記坂野昇平・岡山大学温泉研究所におられた京大地質学教室の先輩である松本隆・地球化学の松井義人らからは地球科学へ行く道を学んだ。今後環境問題などが加わるならば単に古典力学の範囲では収まらないかもしれない。

本原稿を書くに際して特に参照した文献をあげておく。各論は文献検索を利用してください。本文における著者引用は第一著者以外は京大の関係者のみ掲示した。

(文献)

平朝彦 地質学 *1* (2001) ; *2* (2004) ; *3* (2007) 岩波書店

巽好幸 安山岩と大陸の起源 (2003) 東京大学出版会

Hashizume, M. Investigation of microearthquakes, Disaster Prev. Res. Inst. Kyoto Univ., (1969) **19**, pp 67-85 ; (1970) **19**, pp 1-17 ; (1970) **20**, pp 53-64 ; (1970) **20**, pp 65-94

Hashizume, M. Surface-wave study of the Canadian Shield: 1976, Phys. Earth Planet. Interiors, **11**, pp 333-351

Hashizume, M., K. Oike, S. Asano, H. Hamaguchi, A. Okada, S. Murauchi, E. Shima, and M. Nogoshi, Crustal structure in the northeastern part of Honshu -- Part II Crustal structure: 1968, Bull. Earthq. Res. Inst. Tokyo Univ., **46**, pp 607-630

Yoshii, T. and S. Asano, 1972: Time-term analyses of explosion seismic data, J. Phys. Earth, **20**, 47-57

京大の 1970-80 年代の地震学研究の 1 側面： プレート・テクトニクスと地震発生機構

三 雲 健

1960 年代から 1980 年代は、日本だけでなく世界の地震学の発展にとって画期的な時代であった。1 つは 1964 年頃からのアメリカによる世界標準地震観測網 WWSSN の設置によって、世界中の多くの大・中地震が大陸沿いの海溝や大洋中の海嶺付近に集中して発生していることが明らかになり、これとともに海洋底の探査によって、海底の地形や、堆積物の年代、熱流量、さらには地磁気の縞模様の分布なども明らかにされ、これらの発見にもとづいて 1960 年代の終り頃にプレート・テクトニクスの考え方が生まれた。

これによってすでに 1970 年代前半には、地震を発生させる直接、間接の原動力がグローバルなプレート運動とこれによるストレスにあることが、1 部のグループを除いて、地震学を含む固体地球物理学研究者のほぼ共通の認識となりつつあった。

この時期にはもう 1 つの重要な地震学上の進展があった。京大地球物理学教室の初代教授であった志田によって 1917 年に初めて発見された浅発地震の P 波初動の 4 象限分布のメカニズムは、その後の世界の多くの地域で行われた S 波や表面波の観測によっても支持され、これが震源に働く double couple の力源分布で説明できることが明らかになった。1963 年には Maruyama が、1964 年には Burridge & Knopoff が独立に、無限弾性体内あるいは非等方の不均質媒質内に生成される剪断型くい違いによる変位場が double couple によるものと等価であることを弾性体転位理論にもとづいて証明した。これによって断層の破壊と生成が地震の原因であることが理論的にも明確に示され、1906 年のサン・フランシスコ大地震後に、サン・アンドレアス断層両側のずれ変位をもとに提唱された Reid の弾性反発説を裏付けることとなった。

京大におけるこの時代の地震学の研究は、1990 年まで地球物理学教室に地震学講座がなかったために、理学部・阿武山地震観測所や教室の応用地球物理学講座と地殻物理学講座、さらには防災研究所の地震動、地殻変動、地震予知計測とのちに微小地震の 4 研究部門に分散して行われていた。このため、地震学にとって重要なこの年代に、京大で行われていた多くの地震学の研究をまとめて概観することは、当事者でも容易ではなく、まして外部や地球物理学の他分野からは、それぞれの研究成果に関して正当な評価が得られ難いのが現状と思われる。この小文では、プレート・テクトニクスと地震発生機構の 2 つの課題に関して、われわれのグループが関係した分野に限って紹介することとしたい。

A-1. 深発およびやや深発地震のメカニズム

最初の研究は、地球内部の温度分布や物質の化学組成、状態などを推定するため、地震波の地球内部での減衰係数 Q (quality factor) の深さ分布を求めようとしたもので、5 個の深発地震の WWSSN 観測点で記録された多数の長周期地震波の波形が解析された(1)。これは観測点ごとの P 波波形の振幅スペクトラムを、観測点付近の地殻構造や地震計レスポンスを補正した上、震源の影響を取り去るため基準観測点に対して正規化する。こうして多くの観測点で得られた振幅スペクトラムの周波数に対する勾配の分布結果を説明するために、上部マントルでは Q が 200 程度の値を取る一方、深さ 900~1000 km ではこれが急増して数 1000 に達し、深さ 2500 km の最下部マントルでは数 100 に減少する分布が得られた (1)。この結果は次の深発地震の研究に適用された。

次の研究は、沈み込むプレートに伴う深発地震が、浅い地震と同様な剪断型の断層メカニズムで発生するのか当時まだ良く分かっていなかった問題を解決しようとしたものである。対象としたのは深さ 100 ~ 500 km の、ニューギニアからフィジー付近に発生した 4 個のやや深発地震(2)と、日本列島周辺に起こった 11 個のやや深発・深発地震(3)で、観測データは世界中の WWSSN 観測点

で得られた長周期地震波記録を用いた。これらの地震の P 波と S 波の分布は浅い地震の場合と同様な剪断断層型を示した。

さらに、断層くいちがい理論をもとに、断層の長さ、幅、平均すべり量、ライズ・タイム、破壊伝播速度などの推定を試みた。このため地球内部の伝播経路に沿う地震波の拡大と減衰(1)、各観測点付近の地殻構造、観測計器の周波数レスポンスなどを含んで、理論的に期待される波形を計算し、観測波形と比較する **forward modeling** を行なった。この結果、これらのパラメタの大体の範囲を推定し、地震モーメントはニューギニアの場合 $(1.6\sim 3.0) \times 10^{19} \text{Nm}$ 、日本周辺地震の場合 $(0.7\sim 9.0) \times 10^{19} \text{Nm}$ の大きさで、断層面の 1 辺の長さは $10\sim 20 \text{km}$ 、すべり変位量は $1\sim 3 \text{m}$ 程度となり、これから見積もった応力降下量は $10\sim 60 \text{MPa}$ であった。この応力降下量は浅い地震の場合に比べかなり大きく、しかも震源の深さとともに増大するような傾向が見られた(2,3,4)。

やや深発地震と深発地震が沈み込むプレートの上面付近で何故発生するのは、いろいろの説が提唱されている。深さ $100\sim 600 \text{km}$ の上部マントル内の静水圧下では摩擦すべりは起こり得ず、また $1,000\sim 1,500^\circ\text{C}$ の高温の下では岩石は塑性流動状態で脆性破壊も起こり得ないと考えられる。ただ 1965 年の Raleigh & Patterson の実験では、岩石中の含水鉱物が高温・高圧で脱水作用を起こして間隙水圧が増大し、脆性破壊も起こり得ると云われている。この条件下では、剪断強度と断層運動中の摩擦応力がともに減少して、剪断応力が静水圧に関係する割合が増加し、したがって応力降下量が深さとともに増大することもあり得ると考えられた(5)。しかしこの時点では、深発地震と沈み込むプレートの関係はまだ必ずしも明らかではなかった。

A-2. 日本列島下へ沈み込むプレートの 3 次元速度構造と形状およびストレス

日本列島の下へ沈み込む深発地震帯が、周辺の上部マントルに比べて **high-V**, **high-Q** の構造を持つらしいことは、1967 年頃から Utsu らによって指摘されていたが、この構造と 3 次元速度分布を多数の P 波の観測走時からインバージョンによって推定したのは、Hirahara の研究(1977)が最初である(6)。この研究では、日本付近で発生した 20 個のやや深発、深発地震の日本および外国の 330 観測点での 3,500 に及ぶ P 波走時を用い、深さ 450km までの 317 ブロック内の走時異常をインバージョンによって決定した。この結果、東北日本下では、深さ $50\sim 250 \text{km}$ の範囲では $+5\sim 6\%$ 、 $350\sim 450 \text{km}$ の深さでは $+3\sim 2\%$ の **high-V**、これより大陸側では 350km の深さまで -2% の **low-V** 帯が見出され、これが日本列島下に斜めに沈み込む高速度の太平洋プレートの存在を確証するに至った。この結果から、沈み込むプレート内部と周辺のさらに詳細な速度構造が議論され、これをもとに計算した重力異常と陸上で観測されたブーゲー重力異常の比較から、密度分布の推定へ発展した(7)。

次の研究で、S 波の観測走時から日本列島と日本海の下へ沈み込む太平洋プレートと周辺の S 波走時異常のインバージョンが行われ、P 波の場合との比較から V_p/V_s と Poisson ratio の 3 次元構造が推定された。この結果、P 波の場合とほぼ対応する結果が得られ、東北日本下の深さ $50\sim 250 \text{km}$ の範囲では $+6\sim 8\%$ 、 $350\sim 450 \text{km}$ の深さでは $+5\sim 3\%$ 、これより大陸側では 350km の深さまで $-2\sim -4\%$ の異常が見出された。

プレート内部と内側で V_p と V_s の異常に大きい差があることは、この両側にかなり大きい温度差と部分熔融(%)があることを示すものであり、 $50\sim 250 \text{km}$ の深さではそれぞれ、 $600\sim 800^\circ\text{C}$ 、 $0.4\sim 5\%$ 、 350km の深さでは $200\sim 400^\circ\text{C}$ 、 $0.5\sim 7\%$ と見積もられている。また地殻と最上部マントル内の Poisson ratio は、東北日本の方が中部日本と西南日本の場合より小さいことも示された(8)。

この後、上記の研究は、さらにプレート内の異方性構造を検出するために拡張され、2 つの異なる異方性を仮定して、上の場合と同様な 3 次元速度構造のインバージョンが行なわれた。等方性インバージョンの場合に比べて分解能はやや低下するが、沈み込む太平洋プレートと Philippine 海プレート内の P 波速度が早い方向は、海溝付近の地磁気異常の縞模様の配列方向にほぼ直交し、プレートが沈み込む以前の異方性構造を維持していることが明らかにされた(10)。

次に行われた研究では、西南日本の下へ沈み込む Philippine 海プレートの詳細な 3 次元速度構造がインバージョン解析から明らかにされた(9)。この結果、Philippine 海プレートは伊豆半島の下では沈み込まずにユーラシア大陸プレートに衝突しており、ここでの厚さは最大でも 30km 程度と薄

いこと、東海から四国地域ではこの高速度層は地殻下の深さ 60-70 km の地震分布に対応しており、プレートはこれより深くまでは達していないと思われる。ただ近畿から中国地方下の 100-150km の深さには部分的に小さい高速度の存在が認められ、これは過去にこのプレートが沈み込んだ名残を示すものと解釈されている。プレート先端部分は、中部地方西部から琵琶湖を通り、近畿—四国地方を斜めに横断していること、またこの高速度層は、九州南部では厚さが最大で、かつ深さは 150-200 km に達し、この地域下の急角度の地震分布に対応する。一方、九州—パラオ海嶺および伊豆七島—硫黄島海嶺の 2 つの非地震性の海嶺が南側から入り込み南海トラフが急激に曲がっている場所では、高速度のプレートの間に狭い低速度層が存在することが認められ、**buoyant subduction** “浮力を受けた沈み込み”説を支持するように見える。このようなプレート内部と周辺の構造の不均質性や、南九州下への深い沈み込みは、四国海盆に面する西南日本沖に発生する大地震の破壊様式に大きい影響を与えているものと考えられる(9)。

またこの研究は、中部日本下へ沈み込む **Philippine** 海プレートおよび太平洋プレートと、その上にある上部マントルのウェッジ部分の低速度層の 3 次元形状の解明へ繋がった(11)。ここでは 120 個の浅発とやや深発地震の 7,490 の P 波走時をインバージョンによって解析し、中部地方の活火山の下にドームの形状を持つ低速度体が存在することが確かめられた。この低速度体は別の研究から推定された **low-Q** (減衰の大きい場所) や異方性を持つ場所に対応するため、上部マントルから上昇して来た部分溶融した物質の存在を示すものと考えられている(11)。

一方、九州から琉球諸島へかけて西南日本へ沈み込む **Philippine** 海プレートについては、浅発地震とやや深発地震の発生様式とそのメカニズムからも研究された(12)。九州東方の日向灘に起こる浅い地震は何れも **Philippine** 海プレートの沈み込みによる低角逆断層のメカニズムを持ち、かつ応力降下量が南海トラフに発生する大地震に比べてかなり大きい。この理由は沈み込むプレートの曲がりによるものか、あるいはここへ伸びる九州—Palau 海嶺の不均質な構造によるものと推論されている。また琉球諸島下へ沈み込むプレートは、トカラ海峡を境にして北側では 70° の急角度で 100 km の深さまで達し、この内部の地震は傾斜方向に働くに張力のメカニズムで特徴づけられるのに比べ、その南側ではプレートは 40°-50° のやや浅い角度で沈み込み、ここでの地震は傾斜方向に働く圧縮力によるものと考えられる。この差はプレート沈み込みに対する剪断抵抗の差、または周囲の上部マントルの粘性と密度の差によるものと解釈されている(12)。

また伊豆—Bonin 地域に沈み込む太平洋プレートの形状に関して次のような研究がある。1982 年に深さ 545 km に起こった深発地震は、この地域の傾斜する地震帯より約 200 km も西方へ離れた場所に発生した。これが通常の深発地震帯から外れる理由を追求するため、この地震と、深発地震帯内部に起こった別の 2 つの地震による多数の P 波の観測走時を比較し、3 次元 ray-tracing による走時を計算した。この結果、この地震は、この地域に沈み込んだ太平洋プレートが地球内部の 650 km 速度不連続面ではほぼ水平になる **stagnant slab** の直上で起こったものと考えられ、プレートの沈み込みの下限の深さと不連続面の関係を示唆するものである(16)。

日本列島は、太平洋プレートとフィリピン海プレート両方の沈み込みによって複雑な応力場があり、東北日本と西南日本では応力パターンも異なり、海溝部と内陸部に発生する地震のメカニズムの傾向も異なる。この問題を定量的に解明するため、次の 2 つの研究では、プレートに作用する力と両地域の粘弾性構造を考慮に入れ、3 次元有限要素法によって応力場を計算し、これらを長期地殻変動データと地震発生メカニズムの両方と比較した(14,15)。1 つは東北日本-北海道コーナー付近の地殻・上部マントル内の変位場と応力場は、沈み込む太平洋プレートと周囲の密度差による負の浮力と、コーナー付近でのスラブの陸側下向きの曲がりやが支配的な役割を果たしており、北海道内陸部の上下地殻変動を説明するためには、さらに熱応力も考慮する必要があることが指摘されている(14)。一方、九州北西部で観測される N-S 方向の水平伸張場は、**slab pull**、地殻に働く浮力、アスセノスフェアの流動の 3 者の相互作用によるものと解釈される。また地殻下部のほぼ水平な引っ張り応力はアスセノスフェアの流動によるところが大きく、正断層を生ずる原因と考えられる。また沈み込むスラブの傾斜角を説明するためにはアスセノスフェアの流動によるストレスが 10 ~ 25 MPa の大きさを要すること、さらにこの流動の大きさは地表で 1.0 cm/y、スラブと地殻内のストレスは 50 MPa を超えないと推定されている(15)。

A-3. プレート運動の原動力

グローバルなプレート・テクトニクスが登場して以来、その原動力となるいくつかの要因とその相対的な大きさの関係については多くの議論が行われた（例えば、Forsyth & Uyeda, 1975; Chapple & Tullis, 1977）。ここで新たに行われた研究はこの絶対的な大きさについて評価することを目的とするものである(13)。ここで想定した力は、ridge push、mantle drag、continental drag、colliding resistance、slab pull、slab surface resistance、slab edge resistance、suction の 8 つの要素で、地球上の 12 枚のプレート、 アフリカ(AF)、 南極(AN)、アラビア(AR)、カリブ海(CA)、ココス(CO)、ユーラシア(EU)、インド(IN)、北米(NA)、ナスカ(NZ)、太平洋(PA)、フィリピン(PH)、南米(SA) の各プレートが地球表面上で動的平衡状態にあるとして、トルクの平衡方程式を解いている。うち、ridge push (海嶺から両側へ押す力)は海洋底の年代と海洋プレートとの深さと厚さ、slab pull (沈み込むスラブが引っ張る力)は沈み込むプレートと周囲のマントルとの密度差およびスラブの厚さと長さからほぼ定量的に見積もることができる。この計算から、全体的には slab pull の力は 2.53×10^{27} Nm で ridge push 力 0.465×10^{27} Nm の約 5 倍あるが、NA と SA の 2 つのプレートは slab pull がほとんど働かないために、ridge push によって駆動されていると思われる。また太平洋プレート PA に働く slab pull は、全プレートに働く slab pull の 40 %以上を占め、このプレートに働く ridge push は全プレートに働くものの中で最大で、また沈み込むスラブの表面に働くストレスの大体の大きさは $-3 \text{ MPa} \sim -140 \text{ MPa}$ と見積もられている(13)。

B-1. 日本列島周辺に沈み込むプレートと浅発大地震のメカニズム

この研究は、震源付近の強震動波形、近地・遠地観測点で観測された実体波、表面波の振幅と波形、余震分布、地殻上下・水平変動、歪・傾斜変化、津波など、各種の地震学的・測地学的観測データを総合的に解析し、地震の断層変位、すべり速度、破壊伝播速度、応力降下量などの断層運動に関する物理量を弾性体くわいが理論によって推定しようとするもので、この年代には次のように多くの研究が行われた。

このうち、太平洋側に発生した大地震について、1923 年関東地震の際、三浦・房総両半島に生じた上下・水平地殻変動や震度分布および三鷹の歪変化などからこの断層モデルが推定され(17)、また 1703 年元禄関東地震の場合、地形調査から得られた上下変動と津波データから、断層面の長さが相模トラフ沿いに 200 km に及ぶことも明らかになった(18)。さらに太平洋側の南海トラフ沿いに発生した逆断層型大地震はほとんどすべてが Philippine 海プレートのユーラシア大陸下への沈み込みに伴うものであることが明らかにされた。すなわち、四国・足摺岬から東海・御前崎の地域までを A~D の 4 地域に分け、684 年以來の 13 回の大地震の断層面の位置と断層パラメタを推定している(18)。ただ 1945 年三河地震の場合は、水準・三角測量データから、中央構造線の右横ずれ運動が伴った可能性が指摘されている(19)。

また四国西側に起こった 1968 年と 1970 年日向灘地震(12)などの逆断層型浅発地震、および 1968 年豊後水道地震(20)、1973 年周防灘地震、1983 年国東半島沖地震などの四国西部から九州中部に発生した地殻下の地震(21)についても、余震分布、津波波源域、近地と遠地観測点での地震波形、地震時の地殻変動などから断層モデルが得られ、これらの地震が Philippine 海プレートのこの地域でのわん曲した沈み込み(9,12)によって生じたストレスによるものと解釈されている。

このほか、日本列島内陸部に起こった 1891 年濃尾(22)、1969 年岐阜県中部(23)、1970 年秋田県東部(24)、1984 年長野県西部などの各地震についても、同様な研究が行われそれぞれ断層パラメタが推定されており、また 1971 年 San Fernando 地震(25)、1975 年 Hawaii 地震(26)など国外の地震の発生過程の研究も行われた。

B-2. 断層の動的破壊過程

上に述べた地震発生機構の研究は、dislocation theory にもとづく運動学的なモデルであるが、実際には断層の破壊は周囲のストレス分布や断層面の剪断強度と摩擦応力に支配されるはずである。このような観点から、Mikumo & Miyatake(27)は近似的 3 次元断層面内各点の変位・応力時間関数、

破壊伝播様式などの計算を行い、強度の不均質性が強い場合には、破壊の伝播は著しく不規則になり高周波の地震波を発生しやすくなること、また伝播速度が低下し、極端な場合は未破壊領域がバリアとして残ることなどを明らかにした。さらに Miyatake(28)は半無限弾性体中に完全 3 次元クラック・モデルを構築した上、破壊基準も含めてさらに種々の場合について断層の破壊過程を計算し、あわせてこれから発生する地震波の波形も計算した。この研究は当時この分野の研究の先端を行くものであった。ついでこれらのモデルの応用的研究として、断層粘土層の粘弾性的性質と応力緩和時間の不均質性を考慮した上、余震の地震発生過程の時間・空間的性質を含んだシミュレーションを行い、余震の時間的減衰や余震面積あるいは地震モーメントの頻度分布も観測結果をよく説明できること(29)、またすべり摩擦応力が断層面の粘着性によってすべり速度に強く依存する場合には、破壊伝播速度が著しく遅くなり、“slow earthquakes”が生じ得る可能性のあることも示された(30)。さらに剪断摩擦強度とすべり摩擦応力の分散と空間分布、外部応力の増加率によっては群発地震活動—静穏化—前震—本震発生過程の時間経過も実現可能であることも明らかになった(31)。

これらの研究はその後、複雑な速度分布を持つ水平成層構造やさらに不均質な構造の中にある横ずれ型断層(32)や、傾斜断層面を持つ逆断層(33)の動的破壊過程の研究へ発展する。1990 年代へ入ると多くの大地震の運動学的モデルとの対比から、動的・静的応力変化とクーロン応力変化(ΔCFS)の分布の研究へと連なることになる。

参考文献

- 1) Mikumo, T. and T. Kurita (1968), Q distribution for long-period P waves in the mantle, J. Phys. Earth, 16, 11-29.
- 2) Mikumo, T. (1969), Long-period P waveforms and the source mechanism of intermediate earthquakes, J. Phys. Earth, 17, 169-192.
- 3) Mikumo, T. (1971), Source process of deep and intermediate earthquakes as inferred from long-period P and S waveforms: 1. Intermediate-depth earthquakes in the south-west Pacific region, J. Phys. Earth, 19, 1-19.
- 4) Mikumo, T. (1971), Source process of deep and intermediate earthquakes as inferred from long-period P and S waveforms: 2. Deep-focus and intermediate-depth earthquakes around Japan, J. Phys. Earth, 19, 303-320.
- 5) Mikumo, T. (1972), Focal process of deep and intermediate earthquakes around the Japan, as inferred from long-period P and S waveforms, Phys. Earth Planet. Interiors, 6, 293-299.
- 6) Hirahara, K. (1977) Three-dimensional structure under the Japan Islands and the Sea of Japan, J. Phys. Earth, 25, 393-417.
- 7) Hirahara, K. and T. Mikumo (1980), Three-dimensional seismic structure of subducting lithospheric plate under the Japan Islands, Phys. Earth Planet. Interior, 21, 109-119.
- 8) Hirahara, K. (1980), Three-dimensional shear velocity structure beneath the Japan Islands, J. Phys. Earth, 28, 21-241.
- 9) Hirahara, K. (1981), Three-dimensional seismic structure beneath Southwest Japan: the subducting Philippine Sea plate, Tectonophysics, 79, 1-44.
- 10) Hirahara, K. and Y. Ishikawa (1984), Travel time inversion for three-dimensional P-wave velocity anisotropy, J. Phys. Earth, 32, 197-218.
- 11) Hirahara, K., A. Ikami, M. Ishida and T. Mikumo (1989), Three-dimensional P-wave velocity structure beneath central Japan: Low-velocity bodies in the wedge portion of the upper mantle above high-velocity subducting plates, Tectonophysics, 163, 63-73.
- 12) Shiono, K., T. Mikumo, and Y. Ishikawa (1980), Tectonics of the Kyushu-Ryukyu arc as evidences from seismicity and focal mechanism of shallow to intermediate-depth earthquakes, J. Phys. Earth, 28, 17-43.
- 13) Sekiguchi, S. (1985), The magnitude of driving forces of plate motion, J. Phys. Earth, 33, 369-389.

- 14) Hashimoto, M. (1984), Finite element modeling of deformation of the lithosphere at an arc-arc junction: The Hokkaido corner, Japan, *J. Phys. Earth*, 32, 373-378.
- 15) Hashimoto, M. (1985), Finite element modeling of the three-dimensional tectonic flow and stress field beneath the Kyushu Island, Japan, *J. Phys. Earth*, 33, 191-226.
- 16) Okino, K., M. Ando, S. Kaneshima, and K. Hirahara (1989), The horizontally lying slab, *Geophys. Res. Lett.*, 16, 1059-1062.
- 17) Ando, M. (1974), Seismo-tectonics of the 1923 Kanto earthquake, *J. Phys. Earth*, 22, 263-277.
- 18) Ando, M. (1975), Source mechanisms and tectonic significance of historical earthquakes along the Nankai trough, Japan, *Tectonophysics*, 27, 119-140.
- 19) Ando, M. (1974), Faulting in the Mikawa earthquake of 1945, *Tectonophysics*, 22, 173-186.
- 20) Shiono, K. and T. Mikumo (1975), Tectonic significance of subcrustal, normal faulting earthquakes in the western Shikoku region, Japan, *J. Phys. Earth*, 23, 257-278.
- 21) Imagawa, K., K. Hirahara, and T. Mikumo (1985), Source mechanisms of subcrustal and upper mantle earthquakes around the northeastern Kyushu region, southwestern Japan, and their tectonic significance, *J. Phys. Earth*, 33, 257-277.
- 22) Mikumo, T. and M. Ando (1976), A search into the faulting mechanism of the 1891 great Nobi earthquake, *J. Phys. Earth*, 24, 63-87.
- 23) Mikumo, T. (1973), Faulting mechanism of the Gifu earthquake of September 9, 1969, and some related problems, *J. Phys. Earth*, 21, 191-212.
- 24) Mikumo, T. (1974), Some considerations on the faulting mechanism of the southeastern Akita earthquake of October 16, 1970, *J. Phys. Earth*, 22, 87-108.
- 25) Mikumo, T. (1973), Faulting process of the San Fernando earthquake of February 9, 1971, inferred from static and dynamic near-field displacements, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 63, 49-269.
- 26) Ando, M. (1979), The Hawaii earthquake of November 29, 1975: Low dip angle faulting due to forceful injection magma, *J. Geophys. Res.*, 84 (B13), 7616-7626.
- 27) Mikumo, T. and T. Miyatake (1978), Dynamical rupture process on a three-dimensional fault with non-uniform frictions, and near-field seismic waves, *Geophys. J. Roy. Astr. Soc.*, 54, 417-438.
- 28) Miyatake, T. (1980), Numerical simulations of earthquake source process by a three-dimensional crack model. Part I. Rupture process, *J. Phys. Earth*, 28, 565-598; Part II. Seismic waves and spectrum, *J. Phys. Earth*, 28, 599-616.
- 29) Mikumo, T. and T. Miyatake (1979), Earthquake sequences on a frictional fault model with non-uniform strength and relaxation times in *Geophys. J. Roy. Astr. Soc.*, 59, 497-522.
- 30) Mikumo, T. (1981), A possible rupture process of slow earthquakes on a frictional fault, *Geophys. J. Roy. Astr. Soc.*, 65, 129-153.
- 31) Mikumo, T. and T. Miyatake (1983), Numerical modeling of space and time variations of seismic activity before major earthquakes, *Geophys. J. Roy. Astr. Soc.*, 74, 559-583.
- 32) Mikumo, T., K. Hirahara, and T. Miyatake (1987), Dynamical fault rupture processes in heterogeneous media, *Tectonophysics*, 144, 19-36.
- 33) Mikumo, T. and Miyatake, T., Dynamic rupture processes on a dipping fault, and estimates of stress drop and strength excess from the results of waveform inversion, *Geophys. J. Int.*, 112, 481-496.

京都大学の「気候学研究」は何をやってきたか？

－気候学 40 年史の批判的総括－

安成哲三（名古屋大学地球水循環研究センター）

はじめに

私は京都大学に 1966 年に入学したが、以降、理学部、大学院理学研究科の学生および東南アジア研究センター助手として 15 年間京大に在籍した。この間、京大の理学部および防災研究所には気象学に関する講座（部門）とは別に、「気候学」を冠する講座（部門）が 2 つ設立され、私も、特に大学院修士課程からそのひとつに所属し、現在もどちらかというと気象学ではなく、気候学の研究を続けている。京大の気象学については、すでに廣田勇氏が詳しく回想しているので、私は特に「気候学」あるいは「気候学」関係講座の研究にしばって、京大「気候学」の研究はこの 40 年間（1960 年代から 2000 年代）にどのように進んだか、（あるいは進まなかったか）を、京大の外にいるひとりの研究者の視点から、その歴史をやや批判的に眺めてみたい。ただ、15 年間は京大にいたわけであるから、その期間については、自己批判（？）も含まれることになるのかもしれない。（以下、すべて敬称、敬語は略とさせていただいた。）

防災研究所災害気候学部門の設立

戦後の新制京都大学における気候学研究は、理学部地球物理学教室と防災研究所の両方で行われてきた。その開始には、両方の部局に籍を置いていた速水頌一郎教授が大きく関わっている。速水の専門は海洋・陸水物理学であったが、戦前の上海自然科学研究所勤務（本報告の永野・佐納の報告を参照）以来、大気・海洋や大陸河川の流量変化やモンスーンに関わる気候変動と人間活動との関わりあいに関心を持ち続けていた（速水、1974）。1966 年、速水が防災研究所長時に、彼の尽力により災害気候学部門(Division of Applied Climatology)が設立され、「気候学」を冠する講座が初めて京大にできた。初代の教授には、京大理学部の気象学の講師から異動して大阪管区气象台予報官であった中島暢太郎を迎えた。

雪氷・氷河気候学の開始

冒頭から私事にわたって恐縮であるが、中島が災害気候学部門に赴任して 2 年目になる 1967 年夏に、当時まだ教養部 2 回生であった私は、中書島の宇治川水理実験所内にあった中島研究室を訪ねた。探検部員としてチリ・パタゴニアの氷河などの調査隊を計画していた私は、中島教授に隊長になって欲しいとお願いにいったのである。正確には、学士山岳会（AACK）の中堅でもあったこの部門の樋口明生（助教授）にお願いに行ったのであるが、樋口自身はヒマラヤ遠征の話が出てきて難しいので、教授に話してみようということになったわけである。たかが教養部の学生の計画であり、当然ことわられることを想定していたら意外にも「ええ話やと思う」ということで引き受けてくれることになり、以来、災害気候部門の研究に、氷河・雪氷気候学というテーマが入ってくるようになった。募金活動など大変であったが、結局、1968-69 年、探検部の学生探検隊の隊長としてパタゴニアまで 1 カ月程度、中島は行くことになった。そのことが良かったのか悪かったのか、当事者のひとりであった私には判断を控えざるをえないが、設立されたばかりで、気象・気候災害や大気汚染研究などを研究の柱として想定していた（はずの）この研究室を大きく掻きまわしてしまったことは確かであった。なお、この学生探検隊の経緯については、岩波の「科学」に私の当時の記録をほぼそのまま 15 回の連載として掲載している（安成、2004～2005）。

この調査以降、パタゴニアの気候と氷河に興味をもった中島は、その後も科研費（海外学術調査）を申請して、数度にわたり、京大だけでなく、全国の若手研究者を組織して、パタゴニアの氷河・気候調査を行っている。このパタゴニアの氷河研究は、その後も北大、筑波大などの研究者により長く引き継がれ、一部の論文は、2007年のIPCC（気候変動に関する政府間パネル）第4次報告にも引用されている。

氷河・雪氷気候学研究のもうひとつの流れは1974～1978年に名大樋口敬二教授をリーダーとして始まったネパール・ヒマラヤの氷河と気候の研究に、気候研究を担うグループとして中島の他、井上治郎助手が参加したことである。1974年に博士課程に進学したばかりの私自身も、このプロジェクト研究に院生として参加した。私がアジアモンスーンの研究を開始したきっかけは、実はこのヒマラヤのプロジェクトであった。3年間の観測データをもとにした井上・安成らの共同研究では、ヒマラヤ高地での熱収支の季節変化や、モンスーン降水量の高度分布など、興味深い観測事実が、このプロジェクトで得られた。例えば、4400mの谷間の降水量に比べ、すぐ近くの5000mの氷河末端付近の降水量は、数倍に達することなど、ヒマラヤの氷河の形成・維持に関わる基礎的なデータが多く得られた。これらのプロジェクトの成果は、日本雪氷学会誌の論文集として掲載されたほか、単行本「ヒマラヤの気候と氷河」としてまとめられている（安成・藤井、1983）。

中島「災害気候学」の20年

さて、中島は1986年の定年退官までちょうど20年間、災害気候学部門を主宰したが、他大学と組んだ上記のパタゴニアやヒマラヤの氷河・気候のプロジェクト研究以外の研究成果はどうであったか。中島自身は、東南アジアの気候調査（中島、1973）や豪雨・渇水の気候学に関する報告（中島、1974）なども書いているが、専門の学会誌論文というより、気候エッセイであり、解説的な側面が強い。中島の関心は、気候（変動）のダイナミクス解明などよりむしろ、各地の資料にもとづく気候（変動）の記述と、予報官の経験を踏まえた天気図にもとづく若干の総観気候学的考察が中心であった。「広く、浅く」の中島の気候学は、研究というより、ある意味でディレクタント的であり、気象学会などではほとんど評価されなかった。中島自身も、気象学会などで注目されるような新しい研究を出すということには、それほど興味がなかったことも確かである。むしろ、気候と農業、水資源などと気候の関係などの応用気候学的な関心が基本にあり、農学部や東南アジア研究センターなどの研究者との交流も多かった。その点は、速水の研究の流れを汲んでいたともいえよう。オリジナル研究で学会で勝負せねば先がないと考えていた私たち院生にとって、このような中島はいわば「反面教師」的な存在でもあったが、しかし同時に、博士課程3年間の大部分をヒマラヤでの観測に費やして、まだ学位もないまま終えてしまった私に、東南アジア研究センター助手の話を持ってきてくれるという、ありがたい「恩師」的な存在でもあった。

後町幸雄（防災研水文学部門助教授(1969-1972)、防災科学資料センター助教授(1972-1984)）は、鈴鹿山脈の地形性降雨を、雨滴粒度計による観測と数値シミュレーションにより行い、当時としては評価すべき新しい成果(Gocho, 1978)を出し始めていたが、残念ながら病気により若くして他界した。田中正昭（部門助教授）は、京都盆地などの大気汚染もからめた局地気象の観測的研究を進めていたが、多くは観測事例の報告に留まっている。井上治郎助手は、ヒマラヤのプロジェクトの後、POLEX-South とよばれる南極気象研究のプロジェクトに参加し、南極大陸のカタバ風（斜面下降流）の詳細な観測的研究を行い、南極大陸雪面上での卓越風向や表面地形と表面粗度の関係に新たな法則性を見出している(Inoue, 1988)。井上は京都における雪氷・氷河気候学・気象学をさらに展開していくことを期待されたが、残念なことに、1991年、学士山岳会(AACK)の学術登山隊長として中国梅里雪山に遠征中、他の隊員と共に、雪崩遭難により亡くなった。

東南アジア研究センターに赴任した私は、ヒマラヤでの観測データからヒントを得て始めたアジアモンスーンの季節内変動について、衛星データなどによる解析を行い、モンスーンに伴う大規模な雲活動域が、顕著な30-40日周期をもって、赤道から繰り返して北上する「床屋の看板」型変動をしていることを見出した。この発見は、結局私の学位論文となり、また、気象学会の若手論文賞「山本賞（現在の正野・山本論文賞）」を受賞することにもなった。この研究に関連する3つの

論文 (Yasunari, 1979 など) は、幸いにも現在にいたるまで引用され続けており、被引用回数は合わせて 600 近くになっている。

ポスト中島の「災害」気候学

1986 年に退官した中島の後、部門教授を継いだのは大気化学の村松久史であった。すでに筑波大学に異動していた私には、この部門の活動について正しく記載できる立場にはないが、速水—中島の流れで、曲りなりにもカバーしようとしていた気候変動、豪雨・干ばつの気候学、雪氷気候学といった分野からなぜ、大気化学分野の人が変わったのか、正直言って、違和感を覚えざるを得なかった。大気汚染研究にシフトするということであったのかもしれないが、全国的に見れば、気候変動や豪雨の優れた気候学研究者も決していなかったわけではない。村松は主として京都周辺の都市起源のメタン濃度の観測研究を行っていた。村松の退官後は、京大理学部からいったん名古屋大学に異動していた岩嶋樹也が、1997 年に災害気候部門の教授に戻った。後述するように、岩嶋は山元教授と共に、気候変動の統計的解析などをしていたが、災害気候学としてはふさわしく、本来得意とするこの分野ではなく、なぜか、村松の都市域でのメタン濃度の観測あるいは観測データ解析を続けることを、主な研究としていたようである。結局、この部門では、村松、岩嶋の在任期間を併せて 20 年近くメタンの観測的研究を続けたことになるが、この研究に関する査読付き英文論文は皆無である。この研究以外の論文を併せても、この期間に部門関係者から出版された査読付き英文論文は数編にも満たない。

岩嶋の後、2008 年に気候の予測可能性研究を中心とする向川均がこのポストを引き継いでいる。

理学部（気候変動実験施設および物理気候学講座）での気候研究

理学部地球物理学教室気象学講座教授の山元龍三郎は、それまでの大気大循環変動の力学的・統計的研究から地球（半球）規模の気候変動研究を進めるべく、気候変動実験施設（10 年時限）を設立し、その専任教授（施設長）となり、岩嶋樹也が助教授に赴任した。その経緯はすでに廣田氏が報告しているので、ここでは、この実験施設での研究成果について、若干の追加コメントをしたい。

この施設での成果は、気候ジャンプ (Yamamoto et al., 1986) と極端現象増加 (Iwashima and Yamamoto, 1993) の解析の二つに尽きる。これらの研究は、現在の気候変動研究で問題になっている気候のレジームシフトや極端現象の変化の先駆けともなった研究であり、被引用度も比較的高い。もうひとつの目玉として山元らが目指したのが、時間空間スペクトル気候モデルの開発とそれによる気候変動の機構解明であったが、こちらは、ストレートに言って、既存の大気大循環モデル (GCM) やシンプルなエネルギー平衡気候モデルに比べての特長のメリットが引き出せずに終わってしまった。それにしても、10 年間のこの施設での成果としての（査読付き）論文が数編だけというのは、少人数の施設であることを考えてもややさびしい。

この施設の店じまい (山元教授の退官) の後にできたのが地球物理学科の物理気候学講座であり、木田秀次が気象研究所から教授として赴任した。木田は、やはり気象研究所から里村雄彦を助教授に迎え、気象研究所で彼らが開発に携わった新しい局地気候モデルによる局地気候学の新しい展開をめざした。特に木田は、局地気候における植生の役割の重要性に注目し、IGBP の植生モデリングのグループとの連携を進めていたが、在職十余年の特に後半は体調を崩したためか、書いた査読付き英文論文はそれほど多くないが、里村助教授グループを併せると 20 編程度にはなっている。その中でも関東や近畿圏を想定した沿岸の都市と内陸都市が連なった都市圏での局地循環とそれに伴う大気汚染物質の循環過程に関する数値シミュレーションの研究 (Ohashi and Kida, 2001) は白眉の論文であろう。里村は熱帯モンスーンアジアでの水文気候プロジェクト GAME-Tropics に参加し、タイでのモンスーン中の地形性降雨擾乱に関する優れた論文 (Satomura, 2000 等) を書いている。木田が果たせなかった局地気候の新たな展開は、里村教授に期待したい。

京都の気候研究のこれまでの総括と今後への期待

学部、大学院から助手を含めて 15 年間、京都大学に在籍したが、今は外から見ている気候研究者にとって、「気候学」の講座や施設が理学部と防災研に設立されて以降、少なくとも 21 世紀初めまでの京都の気候学研究は、京都（大学）という伝統にあぐらをかいた、良くも悪くも大変のんびりしたものであったようにみえる。もちろん、いくつかの優れた研究はあったものの、世界をリードするスクールやグループを形成するというものにはならなかった。それは、①（特に防災研にみられるような）分野より京大出身者を優遇する学閥的人事とそれとも関連した相互批判や切磋琢磨的研究環境の弱さ、②（京都的風土なのか）よくも悪くもマニアックな個人研究を重視し、世の動きなどあまり興味がないという雰囲気による、国際的な研究・学会コミュニティへの積極的な参加や活動へ消極性、などが絡み合ったことに由来しているのかもしれない。

東大が宿命的に持たざるをえない、世界に対する日本の顔としての研究者活動のインセンティブをそのまま京大が持つ必要はないが、むしろ、より科学的な面での国際的イニシアティブを取るというスタンスは重要ではないか。気候変動実験施設という、おそらく当時の日本のみならず、世界でも数少なかった「気候変動」の研究組織なら、海外の研究者招聘や国際会議などの主催などを通して、世界の気候研究者との積極的な交流をもっとすべきではなかったか。「災害」気候学は、「地球温暖化」に伴う洪水・干ばつなどの極端現象に代表されるように、社会にとって非常に重要な学問分野になっている。しかし、それに向けた強い方向性とリーダーシップに対する認識は、結局、21 世紀 COE やグローバル COE で文科省から尻を叩かれるまでは、なかった、あるいは非常に希薄であったと感じざるをえない。

幸い、現在の理学部、防災研究所、および関連する生存圏研究所などで気候学研究を担う教員の方々は、論文も多く、国際プロジェクトや国際プログラムへのコミットなどの経験も豊富な人たちである。21 世紀における、アジアおよび世界をリードする気候学研究のスクールを形成することを大いに期待している。

参考文献：

- Gocho, Y., 1978: J. Meteorol. Soc. Japan, 56.
速水頌一郎, 1974: 海洋時代, 東海大学出版会, 315pp.
Iwashima, T. and R. Yamamoto, 1993: J. Meteorol. Soc. Japan, 71.
中島暢太郎, 1973: 東南アジア研究, 11.
中島暢太郎, 1974: 京大防災研究所年報, 17B.
Ohashi Y. and H. Kida, 2001: J. App. Meteorol. 41.
Satomura, T. 2000: J. Meteorol. Soc. Japan, 80
安成哲三・藤井理行著, 1983: ヒマラヤの気候と氷河, 東京堂出版, 254pp.
安成哲三著, 2004-2005: チリ・パタゴニア 1968-69 ある学生探検の記録 (1~15 回)
科学, 74-75. 岩波書店
Yasunari, T. 1979: J. Meteorolo.Soc. Japan, 57.
Yamamoto, R. et al., 1986: J. Meteorol. Soc. Japan, 64.

西堀榮三郎と阿武山地震観測所

竹本修三

1958（昭和 33）年 3 月 20 日に発行された「京都大学理学部卒業生名簿」がある。³ そのなかの地球物理学教室の「職員」の欄に、阿武山地震観測所のスタッフとして、次のような名前が記載されている。

職員 阿武山地震観測所

教授 西堀 榮三郎
助教授 三木 晴男
助教授 久保寺 章
助手 北村 俊吉
助手 岡野 健之助

ここで注目されるのは、阿武山地震観測所の教授として西堀榮三郎の名前があることである。西堀榮三郎（1903-1989）は、わが国の第 1 次南極観測隊の副隊長並びに越冬隊長としてよく知られている。彼の実家は、京都で縮緬問屋を手広く営んでいたが、その祖父が滋賀県東近江市湖東地区の出身の近江商人であったという縁で、東近江市湖東地区に西堀榮三郎記念「探検の殿堂」がある。そのホームページの西堀榮三郎の年表には、

「1956 年、南極観測隊副隊長に任命、京都大学理学部教授（1958 年 5 月まで）」と書かれている。これは、先の「京都大学理学部卒業生名簿」のなかの西堀に関する記述とも矛盾しない。しかし、化学科出身の彼が、なぜ阿武山地震観測所の教授という身分で南極観測に参加したのかが疑問として残る。そこで、その経緯を調べてみた。

西堀は、1928 年に京都帝国大学理学部化学科を卒業後、同理学部講師、助教授を経て 1936 年に民間企業の東芝に移った。1939 年から 1940 年にかけて会社からアメリカ留学を命ぜられ、帰国後の 1944 年に真空管「ソラ」を発明している。また、京都生まれの西堀は、旧制京都一中（現洛北高校）・三高時代からの親友であった桑原武夫や今西錦司らとともに登山家としても活躍し、大学生の頃、旅行部（山岳部の前身）の仲間と鹿沢温泉で合宿中に四手井綱彦らの協力を得て、「雪よ 岩よ われ等が宿り・・・」で知られる「雪山讃歌」を作詞したことでも有名である。この歌詞の後半の、「俺たちゃ 街には住めないからに」の「・・・からに」は、京都市育ちの西堀がよく使っていた京都弁であるといわれている。

第二次大戦後に西堀は、会社を辞め、コンサルティング・エンジニアのような仕事をしていたが、1951 年の秋から京都大学の生物誌研究会が企画していたネパール・ヒマラヤ学術探検に関与することになった。1952 年 1 月に西堀は、木原均とともにインドを訪問し、インド学術会議に出席したほか、ネール首相と会談し、日印合同のヒマラヤ探検隊を提案した。この提案は実らなかったが、その直後に、彼は戦後日本人として初めて単身ネパールに入国し、マナスル登山の許可を得ている。

このような西堀の幅広い活動経歴のなかで、京都大学の地球物理学教室や阿武山地震観測所との接点は見られない。それが、どのような経緯で、阿武山地震観測所の教授という身分で南極観測に参加することになったのであろうか。それを調べる糸口として、まず、「南極越冬記」から西堀自身の言葉を引用してみよう。

『1955 年の秋であったが、わたしは新聞紙上で、こんど日本が国際地球観測年の事業に参加して南極をやるという話を、はじめて知った。そのときには、自分がそれに関与するということは、全然想像もしていなかった。（中略）

ところが、とつぜん、学術会議から呼出しが来た。南極観測について、わたしの意見を求める、というものである。（中略）そのときにはまだ、この問題に飛び込んで実際に自分でやるということ、まるで考えなかった。

³ 「京都大学理学部卒業生名簿」は、その後、1964（昭和 39）年 11 月 30 日にも発行されている。

ところが、その後、事態は思わぬ方向に動いていった。わたしはいつのまにか、渦のなかにまきこまれてしまった。』

これを読むと、西堀自身が最初から南極観測に関与したいと望んでいたわけではなく、自ら積極的に働きかけをしたこともなさそうである。しかし、本人の意思とは関係なく、時代が彼を必要としたのであろう。結果として西堀は、わが国の南極観測の歴史に大きな足跡を残すことになった。

1955 年に日本学術会議でわが国初の組織的な南極地域観測事業を行うという方針が決定されたとき、1910 年代の白瀬隊による南極探検の先例はあったものの、南極観測にはどのような危険が待ち構えているか、ほとんどわかっていなかった。その状況のもとで、学術会議の南極特別委員会は、観測隊の越冬隊長候補として、厳冬期の登山経験が豊富で、組織力、統率力とともに活動力があり、しかも比較的自由に動ける立場にいた西堀が最適と考えたのであろう。そこで、西堀をしかるべき国家公務員のポストにつけて、南極に派遣するための環境づくりが学術会議を中心にして、西堀の知らないところすすめられたと思われる。その背景となる南極地域観測事業の発足当時の事情を文部省の「南極六年史」に基づいて簡単に述べておく。

わが国の南極地域観測事業は、国際地球観測年（IGY）への参加を契機として開始されたものである。IGY は、地球上で起きるさまざまな現象を検証するため、世界の国々が協力して同時期に地球を調べようという試みで、1957 年 7 月から 1958 年 12 月までの 18 ヶ月間にわたり、64 カ国が参加して行われた大規模な国際的学術調査であった。この IGY の国内委員会の委員長が京都大学理学部教授（地球物理学教室）の長谷川万吉であり、日本の IGY 事業を成功させた長谷川の功績は大きい。この経緯は、永井宏と佐野康治による「長谷川万吉と地球電磁気学」に詳しく述べられている。

1952（昭和 27）年 10 月にアムステルダムで開催された国際科学会議（International Council for Science :ICSU）の総会において 1957 年から 1958 年に第 3 回極年を実施することが提唱され、加盟各国機関に参加要請が行われたのを受けて、学術会議はただちに第 3 回極年研究連絡委員会（後に IGY 研究連絡委員会）を設置した。委員長は長谷川万吉、総幹事は東京大学理学部教授（地球物理学教室）の永田武であった。その後、ICSU の国際地球観測年特別委員会（CSAGI）のもとに「南極会議」が設けられ、その第 1 回会議が 1955 年 7 月にパリで開催され、日本にも南極地域の観測を行うよう勧告がなされた。そのときまでに、アルゼンチン、オーストラリア、ベルギー、チリ、フランス、ニュージーランド、ノルウェー、イギリス、アメリカとソ連が南極観測への参加の意思を表明していた。

学術会議の茅誠司会長は、この計画を聞いて、いち早く賛同し、1955 年 7 月中旬から政府首脳と協議しつつ、学術会議のなかで検討を重ねた。そして、同年 9 月にブリュッセルで開催された第 2 回「南極会議」に長谷川万吉、永田武を含む 6 名が日本代表として学術会議から派遣され、日本の南極観測への参加の意思を表明し、ここで日本の参加が承認された。参加を表明した 11 カ国のなかでは、日本は決定が最後になったため、割り当てられた観測地域の条件は、あまりよくなかった。残された地域のなかから、日本は、プリンスハラルド海岸一帯を基地建設の候補地として選択した。

これを受けて、1955 年 10 月には、科学技術行政協議会で南極観測実施統合本部を文部省に設けることが決まり、その直後の学術会議第 20 回総会で、南極特別委員会の設置が議決された。この委員会の委員長は茅誠司であったが、長谷川万吉は運営委員としてこの会議を実質的に主導した。また、この委員会には日本山岳会からの槇有恒や今西錦司などのほか、木原均も顧問として就任していた。11 月 4 日には、南極観測に参加することが正式に閣議決定され、文部省内には「南極地域観測統合推進本部」が設置された。第 1 回南極本部総会は 11 月 10 日に開かれ、本部長である松村謙三文部大臣が、本部設置の経緯や南極観測の意義などを挨拶のなかで述べたのち、会議の運営方針や予算要求の枠組みが決定された。そして、12 月 23 日の第 2 回南極本部総会で、隊長には東京大学理学部教授の永田武、船長には海上保安官の松本満次が決まった。さらに、翌年、1956（昭和 31）年 3 月 12 日の本部幹事会で、副隊長に西堀榮三郎が学術会議からの推薦により決定された。以上が記録から辿れるわが国の南極地域観測事業の発足までの簡単な経緯である。

わが国初の南極観測を実施するに当たり、学術会議南極特別委員会の中心メンバーである茅誠司、

長谷川万吉及び永田武の間では、今西錦司や木原均などの顧問の意見も参考にしたうえで、隊長として永田武、副隊長兼越冬隊長として西堀榮三郎の名前は比較的早くから浮かんでいたと思われる。ただ、これを政府機関の南極本部に認めてもらう場合に、東大教授である永田武は問題ないが、国家公務員でない西堀榮三郎の場合には、何らかの対策を講じる必要があったのであろう。この問題を解決する道を開いたのが長谷川万吉であった。1955（昭和 30）年 11 月から 1956（昭和 31）年 3 月までの短い間に西堀榮三郎の京大理学部教授への就任が決まっている。

この時期の京大総長は瀧川幸辰（ゆきとき）、また、理学部長は芦田譲治であった。この二人の了解がないと、理学部教授人事はすすまない。長谷川万吉は、西堀を京大教授として引き受けるべく、瀧川幸辰と芦田譲治に働きかけをしたと考えられる。長谷川万吉は芦田譲治の 3 代前の理学部長であったから、瀧川や芦田と気安く話ができる立場にあった。また、当時の学術会議第 4 部（理学）の会員（第 3 期：昭和 29 年 1 月 20 日～昭和 32 年 1 月 19 日）には、京都大学理学部から、長谷川万吉のほかには石橋雅義（化学）、宮地傳三郎（動物学）が選出されていた。石橋は 1953～1956 年の理学部長、宮地は 1961～1962 年の理学部長である。この二人も西堀の京大理学部教授就任に側面から協力したかも知れない。

刑法学者の瀧川幸辰は、1933（昭和 8）年の「瀧川事件」のあと、京都帝大を離れていたが、戦後京大に戻り、1953（昭和 28）年 12 月 11 日から 1957（昭和 32）年 12 月 15 日まで京大総長を務めた。伊藤孝夫の著書「瀧川幸辰」によれば、瀧川は、戦前には左翼学者の烙印を押されて大学を追われ、戦後の学生運動からは保守反動と攻撃されたが、本人は、ダンテの「汝の道を歩め、そして人々をして語るにまかせよ」を座右の銘として、「自らを顧みてその出处進退に恥ずるものはない」と言いきっていたそうである。

また、芦田譲治は温厚な植物学者で、私が 1961（昭和 36）年に京大に入学した頃の学生部長であった。当時は学生デモが盛んで、河原町通りや四条通りをデモ行進していると、その横の歩道を心配そうに付いて来る芦田学生部長の姿をよく見かけた。そのとき、われわれ学生は、「芦田先生がいるところでは、無茶はできないな」と言い合ったものである。瀧川も芦田も、筋をとおして話をすれば、協力を惜しまなかったであろう。

さて、通常の理学部教授人事では、決定するまでに 1 年以上の期間がかかる。つまり、学部自治のもとで、教室推薦の教授候補を決めるまでに半年以上かかり、この教室推薦の候補を学部にもち出して 3 回の教授会の議を経なければならない。その 1 回目は教授任用の申し出、2 回目は候補者受理、そして 3 回目に投票である。そこで決まると、全学の評議会に報告し、総長が辞令を交付するというのが現在の手続きであるが、その当時は、評議会の承認後、それを文部省に上申し、任命権者である文部大臣が辞令を交付するという手続きを経ている。

西堀榮三郎を短期間で京都大学理学部の教授ポストに就かせるための具体案を考えたのは、長谷川万吉の 4 年後輩である佐々憲三理学部教授であったと考えられる。佐々は、1955（昭和 32）年 4 月から理学部選出の評議員、1957（昭和 32）年 4 月からは、芦田譲治のあとを継いで 2 年間、理学部長を務めている。

佐々は、西堀を教室所属の教授でなく、阿武山地震観測所の教授とすることで、教室推薦の手続きを省略した。つまり、教授ポストのない阿武山地震観測所には、所長である佐々のほか、槇山次郎（地質鉱物学）、友近普（物理学）、高橋勲（物理学）、宮本正太郎（宇宙物理学）、西村英一（地球物理学）が兼任教授として観測所の運営に関与していた。この兼任教授の了解を得るだけで、理学部教授会に阿武山地震観測所の教授任用の申し出ができる。また、観測所の教授であれば、授業担当等の義務を割り振らなくてもすむ。佐々は、こういった事情をうまく利用して、西堀榮三郎の京大理学部教授への任用手続きを、約 3 ヶ月でやってのけた。もちろん、事情を承知している京大本部や文部省も協力したであろう。その結果、西堀榮三郎は、1956（昭和 31）年 3 月 16 日付で京大理学部教授に任用されている。

しかし、当の西堀榮三郎にしてみれば、阿武山地震観測所の教授になったという意識はほとんどなかったと思われる。1957（昭和 32）年 3 月末に阿武山地震観測所に事務員として雇用され、以後 1998（平成 10）年 3 月まで 41 年間にわたって阿武山に勤務された伊藤勝祥氏に聞いてみると、「西堀榮三郎さんに会ったことはなく、阿武山観測所に西堀さんの持ち物も置かれてなかった」

という話であった。

一方、佐々憲三もそれで何ら不満はなかったはずである。その理由は、佐々はそれまでに阿武山地震観測所に教授ポストを付けたいと思い、いろいろ努力をしていたがうまくいかず、長谷川万吉から南極観測に絡んで西堀榮三郎の処遇を相談されたとき、この機会に阿武山地震観測所に教授ポストを付けてもらい、それを南極観測に参加している期間だけ西堀に提供し、その後は本来の使い方すればよいと考えたのであろう。事実、西堀榮三郎が1958（昭和33）年3月に南極から帰国して間もなく、同年4月22日に京大教授の職を辞して日本原子力研究所理事に転出すると、佐々は、そのポスト使って、阿武山地震観測所の助教授であった三木晴男を1959（昭和34）年に教授に昇任させている。

佐々憲三は、1963（昭和38）年5月に停年退官しているが、その約1年前に阿蘇火山研究施設に教授ポストを確保して、自分がそのポストに移り、それまで彼が在籍していた地球物理学教室応用地球物理学講座の教授の席は、助教授であった小澤泉夫に譲っている。佐々が停年退官後、阿蘇火山研究施設の教授ポストは、やはり佐々の弟子であった久保寺章が継いでいる。これより先に、佐々憲三は、工学部土木学科の石原藤次郎、同建築学科の棚橋諒と協力して、1951（昭和26）年に京都大学附属防災研究所を立ち上げているが、佐々の京大在職中に、弟子のなかから吉川宗治（地震動部門）と山口真一（地すべり部門）が防災研究所の教授になっている。さらに佐々が退職後に防災研究所の教授になった弟子に、高田理夫（地震予知計測部門）、島通保（地すべり部門）、吉川圭三（桜島火山観測所）らがいる。このように、京都大学における固体地球物理学研究の分野で、佐々憲三の存在はきわめて大きかった。

ところで、昭和33年3月28日発行の「京都大学理学部卒業生名簿」には、もう1つおもしろい事実が記載されている。同じ地球物理学教室のページの大学院（修士終了）のなかに北村泰一（昭和31年修士終了）の名前があり、その勤務先は、南極観測隊員となっている。「南極六年史」には、北村の身分として、京都大学大学院学生（理学部）と記載されている。長谷川万吉の研究室で学んだ北村泰一は、第一次及び第三次越冬隊員として参加し、オーロラと宇宙線の観測を担当した。この北村は、「南極越冬記」のなかでは、第一次越冬隊員の犬係としてその名前がしばしば出てきて、映画「南極物語」で渡瀬恒彦が演じた京大の若手研究者の“越智隊員”は、北村がモデルであったと言われている。

後年、私の研究室の女子学生の院生を南極に派遣するとき、南極観測の越冬隊員は、国家公務員でないといけなかったと言われた。そこで、助手のポストを借りてきて、彼女を休学させ、助手にして南極に送り出したという経験があった。これを思い出して、第一次南極観測隊の時代にはそういう縛りがなく、院生のままでも参加できたのかと思い、極地研究所の神沼克伊名誉教授に調べていただいた。その結果、南極に派遣して手当を出すためには、やはり国家公務員であることが前提で、大学院学生は、「文部省の技術員」に採用されて南極観測に参加していたそうである。やはりいろいろな面倒な手続きが必要であったようだ。

西堀榮三郎は、「南極越冬記」のなかで次のように述べている。

『政府の事業としてやるということは、よい点もあるけれど、同時にいろいろな制約をうけるものだ。民間の団体なら、かなり自由に、効果的にやれるものが、政府なるがゆえに、メンツや責任の問題もあり、官庁のきまりもあり、なかなかむづかしくなる。』

自由人の西堀にしてみれば、いろいろ窮屈な思いをしたことがあったのだろう。

いずれにしてもわが国の南極観測の側面史の一つを知ることができた。

（文献）

伊藤孝夫：瀧川幸辰一汝の道を歩め、ミネルヴァ書房、(2003), pp.327.

永井宏・佐野康治：長谷川万吉と地球電磁気学、開成出版、(2002), pp.126.

西堀榮三郎：南極越冬記、岩波新書(青版)、岩波書店、(1958), pp. 270.

西堀榮三郎記念「探検の殿堂」：西堀榮三郎年表、<http://tanken-n.com/nishibori.html>

文部省：南極六年史（南極地域観測事業報告書）、(1963), pp.270.

上海自然科学研究所物理学科と京都帝国大学理学部との関わり

永野 宏*・佐納康治**

*(1972 年博士課程修了、現在朝日大学歯学部教授)

** (1993 年博士課程修了、現在朝日大学経営学部准教授)

はじめに

上海自然科学研究所は、我が国により 1931(昭和 6)年に上海フランス租界内に設立され、終戦時まで続いた研究所であった。中国大陸での自然科学の発展に貢献するとの目途を持って、研究所には物理学科など 7 学科(後に 1 学科を増設して 8 学科となる)が設置され、自然科学の純粋学理の研究を行うことになった。

京都帝国大学理学部宇宙物理学科教授の新城新蔵は、設立構想の段階から一貫して上海自然科学研究所に関与しており、また、研究所開設後、物理学科に赴任した研究者も、京都帝国大学理学部関係者が中心であった。

さらに、新城は、京都帝国大学第 8 代総長の任期を満了した後の 1935(昭和 10)年、第 2 代所長署理となって上海自然科学研究所に着任し、同時に物理学科研究員も兼任したことにより、物理学科での研究には新城がさらに大きな影響を与えることになった。

上海自然科学研究所物理学科では、その名称こそ物理学科となっていたが、実際には地球物理学や宇宙物理学の研究が行われていた。特に、中国の地でなければならない物理学、すなわち、中国大陸での地磁気や重力、経緯度、揚子江の水理などについての研究がなされていた。

しかし、中国の地においても日本の軍部が台頭してくるにつれ、上海自然科学研究所にも次第に軍部からの圧力がかけられるようになる。新城所長は、研究所があくまでも純粋科学のために研究活動をしていけるよう尽力したが、1938(昭和 13)年、異国の地で病魔に斃れてしまった。そして、新城の急逝後、研究所は次第に軍事体制の中に組み込まれていくこととなった。

研究所設立までの過程

文献^{(1),(2),(3),(4)}によれば、上海自然科学研究所の設立構想や設立の経緯は、以下の通りであった。1900(明治 33)年に起こった義和団事件の賠償金⁽⁵⁾が中華民国から我が国に支払われていた。その当時、日本は政治的にも軍事的にも中国から反発を受けていたので、中国に対する親日宥和政策の一環として、同賠償金を対中国文化事業、それも学術研究をする機関の設立に充てることを日本政府は決定した⁽⁶⁾。これを受けて、1923(大正 12)年 5 月、外務省に対支文化事務局が設立され、当時の駐日中国公使にも諮った上で、北京に人文科学研究所と図書館を、上海に自然科学研究所を設立することとなった。

賠償金を対中国文化事業に充てるに当たり、(1) 賠償金の用途を文化発展の目的に限るという条件の下に単純にこれを中国に返還する、(2) 中国側の意見も代表させるために国際委員会を組織して事業の経営をこれに委ねる、(3) 純粋に日本側の事業としてこれを経営する、の 3 案が検討されたが、結局は第二の折衷案を採用することになった。

上海はその当時、国際都市・経済都市・文化都市であり、中国政府からの治外法権である租界もあり、揚子江を船に乗れば奥地まで行ける交通至便な都市でもあった。日本政府はこの上海の地で、中国では遅れている自然科学の研究を日中両国の国際協同研究により進展させるという名目以外にも、明治以来急速に発展している我が国の自然科学の研究上での優位性を、中国やアジア諸国に示せる絶好の場としても捉えていたと思われる。

1924(大正 13)年よりこの文化事業はスタートし、同年 12 月に上海市フランス租界徐家匯路付近

に土地を購入し（住所表記は上海^{フランス}法租界祁齊路 320 号）、研究所建設の準備を進めた。

1925(大正 14)年に入ると、中国各地で排日運動が頻発し、中国側との交渉は一時行き詰まりもあったが、同年 7 月、東方文化事業上海委員会が成立した。元々日本側では「対支文化事業」という名称で動き出していたが、中国側がその名称に反発したことにより、「東方」という名称への変更が決まった。このときの日本側委員は、大河内正敏（理化学研究所所長）ら 9 名であり、その中には、京都帝国大学理学部教授の新城新蔵も含まれていた。また、中国側からは 10 名の委員が出ていた。中国側委員の中で物理学者は北京師範大学物理学教授の文元模（東京帝国大学理学部物理学科卒、1926(大正 15)年帰国）であった。

新城は、若き頃に測地学委員会⁽⁷⁾より中国大陸に派遣され、中国各地で重力測定と地磁気測定を行った経験があり⁽⁸⁾、それ以降、中国に大いに興味を持つようになったという。このため、新城は東洋天文学史の研究なども行っており⁽⁹⁾、日本の物理学者の中では大変な中国通であった。

さて、このようにして発足した東方文化事業上海委員会は、1926(大正 15)年 12 月に上海で第 1 回会議を開いた。この会議では、委員長を選出、上海委員会章程を可決、上海自然科学研究所組織大綱を決定した後、研究所建物の竣工までの期間を予備研究期間として、その間の研究事項および担当者を決定した。この組織大綱には、研究所設立の目的として「自然科学の純粋学理の研究」が明記されており、研究者の意見が反映されていたことが窺える。また、予備研究期間の研究事項は全部で 7 項目あり、その第 2 番目の項目として、地球物理学関連の「重力及び地磁気の測定」が設定されていた⁽¹⁰⁾。この項目の担当者は日本側が新城新蔵、中国側が文元模であった。

第 2 回の会議は 1927(昭和 2)年 11 月に東京で開催されたが、その頃中国国内は騒然としていた。国民党の蒋介石が南京に国民政府を樹立し北伐が開始され、1928(昭和 3)年 5 月に済南事件⁽¹¹⁾が勃発してますます反日運動が高まったことにより、中国側委員は全員脱退してしまった。しかしながら、日中両国政府の協定による委員会自体は依然存続しているとの日本側委員の見解により、日本側委員の責任で研究所設立に向けて計画は続行された。同年 6 月、新城は上海自然科学研究所設立委員ならびに物理学科指導員として外務省事務を委託された。同年 9 月に入ると建物の建設に着工した。

1929(昭和 4)年 12 月、中国のほぼ全土を統一した国民政府の外交部から、正式に研究所の廃止交渉の申し出があったが、外務省はこの廃止交渉要求を拒否した。1930(昭和 5)年 9 月に上海や東京外務省で研究所開設準備委員会が開催されて、組織の具体案や学科の部屋割等が討議され、1931(昭和 6)年 4 月の開所を目指した。

物理学科開設準備

研究所開設準備の過程において、物理学科における研究の内容や研究員の人選は、大体においては新城委員の発案で決定されて行ったようである。『上海自然科学研究所十周年記念誌』の「各学科の沿革・その状況及び研究事項」の中の「物理学科」の項（東中秀雄筆）（以下、“十周年記念誌の物理学科の項”と略記する）には、学科の歴史についての記述がある。これによれば、1930(昭和 5)年 9 月に東京外務省で開かれた研究所開設準備委員会に関する記述のところで

「研究題目は何でもよいが、大陸の科学に貢献するやうなもの、例へば自分は支那に於ける重力、地磁気、経緯度等の測定を先づ目指してをる、といふ意味のことが新城委員から語られた。一方、予備研究費を以て長岡式重力振子、日本水路部型磁気儀、バムベルヒ子午儀、経線儀等の他にシーロスタット、リーフラー・シンクロノーム時計等が同委員により購入されて居つた」とあり⁽¹²⁾、一般的な物理学ではなく、中国の地においてでしかできない物理学、つまり地球物理学的研究を初めから対象としていたことが分かる。

この目的に沿うべく研究員も、新城から京都帝国大学理学部の地球物理学あるいは地質学鉱物学関連の教授に依頼され、これらの教授により人選されていった。その結果、地球物理学科講師の速水頌一郎（1927(昭和 2)年、地球物理学科卒）と、地質学鉱物学科副手の東中秀雄（1929(昭和 4)年、地質学鉱物学科卒）とが研究員に内定した。また、新城は物理学科指導員として、必要な観測

機器を次々に揃えていった。

上記の準備委員会の会議には、新城新蔵の他に物理学科準備員であった速水と東中も参加し、物理学科に所属する施設として、重力測定室、屋上望遠鏡の小屋、工作室（金工室、木工室）、別棟に地磁気室、子午儀室の設置等の予算が認められている⁽¹³⁾。

新城は 1929（昭和 4）年に京都帝国大学第 8 代総長に就任しており、総長としての業務多忙のこともあり、自分の弟子で若い教授である松山基範を物理学科準備委員に新たに推薦した。このため、十周年記念誌の物理学科の項には松山の名前が何度か見られる。

「準備委員中に在った京都帝国大学教授松山基範（1884 生）より工作室は特に疎かにせざるやうにとの注言があつた。」

「昭和 6 年 2 月の或る日、松山教授、速水、東中の三名は京都帝国大学総長室に新城委員を訪ひ、購入器械に就て談合した。」

などがそれである⁽¹⁴⁾。また、それ以前にも、速水、東中は総長室において研究テーマについて討議し、揚子江の水位の永年変化や、大木の年輪より気候の永年変化を調べたいなどの意見を述べたとの記述もあり⁽¹⁵⁾、若い 2 人のこれからの中国大陆での研究への熱い想いが感じられる。

「同年（著者注：昭和 6 年）4 月 1 日、研究所開所までは、設備すべき品物の取調の他に、既に購入済の磁気儀や重力振子の調整が行はれた。前者の器械恒数を決める為に柿岡（著者注：柿岡地磁気観測所）に出張し比較観測も行はれた。又磁気室新設に用ひられる材料の吟味、具体的に云へば煉瓦を各種上海より取寄せ、その磁性を吟味することが行はれた。」

との記述があり⁽¹⁶⁾、準備のために大忙しであった様子が窺える。

一方、物理学科研究員としてもう 1 名、中国人研究者の沈璿⁽¹⁷⁾（1924（大正 13）年、東京帝国大学理学部天文学科卒業・同大学院進学、1926（大正 15）年夏に帰国後、上海大夏大学教授を経て所員へ。専門は理論天文学）が選ばれた。沈は京都帝国大学出身者ではなかったが、新城はかねてより自分の東洋天文学史の研究結果を中国語に訳してくれる研究者を探しており、東京天文台台長の平山信を通じて、東京帝国大学に留学していた沈を紹介されたことがあり⁽¹⁸⁾、2 人は面識があった。

さて、研究所開所以前の予備研究期間に、すでに研究員が内定していた速水、東中、沈の 3 名は、主に測地学委員会に協力する形で、中国大陆における重力、地磁気、経緯度の測量に参加した。その経緯について、十周年記念誌の物理学科の項には、

「外務省東方文化事業部は文部省測地学委員会に協力して、或る年は協力しないこともあつたが、兎も角昭和 2 年から東亜大陸に於ける重力、地磁気、経緯度の測定を開始し、全 5 年（著者注：6 年の間違い）を除くほか、全 7 年まで毎年朝鮮及び満州に於て実施して来た。この測定は新城委員の発案により、松山教授を主脳者として行はれたもので、全 2 年には文委員及び理論天文学専攻の沈璿（1900 生）が参加し、全 3、4、5、7 の 4 年は東中が、又全 7 年には速水が参加してゐる。沈はこの外昭和 4 年 5 月 6 日の皆既日食に際し東方文化事業部よりマレイへ出張を命ぜられ、東京天文台観測隊と行を共にしてゐる。」

と記述されている⁽¹⁹⁾。

物理学科としての予備研究は以上のものであり、測地学委員会の測量に協力したこと以外に、さしたる成果は得られなかったようである。

また、この予備研究期間中の 1929（昭和 4）年より、研究所は研究報告『上海自然科学研究彙報』（以下、“上海科研報”と略記）を発行した。

研究所の開所

このように当時の中国での反日運動が背景にあり、両国での国際的な研究機関構想は破綻し、日本側の単独による外務省所管の研究機関となってしまうが、1931（昭和 6）年 4 月 1 日に上海自然科学研究所は、日本人研究者 33 名と個人的に参加した中国人研究者 7 名とで開所された。

研究所の初代所長（所長署理）に任命されたのは、横手千代之助（前東京帝国大学医学部教授）であった。ここでの所長署理なる名称は、日本側が上海委員会第 1 回会議での決議を尊重して、所長は中国人を推す建前を採ったために、日本人の所長の場合には署理という文字を添記することに

なったためであった。

物理学科には、速水、東中、沈の3名が正式に任命されて着任した。当時、まだ建物も未完成で、研究室や各観測室にも設備・備品も設置されておらず、しばらくの間は機器の組み立てや設置などで、極めて多忙であったという。

ところが、機器の調整や観測を行い始めて未だ半年も経たない9月に満州事変が勃発し、その後は排日・抗日思想が表面化して、ついには翌年の1月には上海事変（第一次上海事変）が起きてしまった。上海は戦乱の巷と化し、研究どころではなくなったために、研究所では一時研究を中断せざるを得なくなり、物理学科研究員3名も日本へ一時避難した。物理学科では、中国における重力と地磁気の測定を計画していたが、この計画も取り止めとなった。

4月になって停戦協定が成立したことにより、内地に避難していた所員達はようやく研究所へ復帰することができた。準備段階で中国側研究者が全て脱退したことが研究所にとっての最初の苦難であるならば、第一次上海事変は研究所にとっての第二の苦難であったと言える。しかし、これらは、これから研究所が遭遇していく幾多の苦難の、単なるプロローグに過ぎなかったのである。

開所直後の物理学科

開所直後の物理学科で行われていた研究内容としては、中国大陸における地磁気・重力測定、日食時の地磁気変化に関する研究、揚子江の水理に関する研究、小惑星の摂動に関する理論的研究などが挙げられる。以下に、それらを順に見ていくこととする。

海軍水路部実施の地磁気測量への協力

速水と東中は、海軍水路部の嘱託となり、1932(昭和7)年から1933(昭和8)年にかけて水路部により実施された全国地磁気測量に協力した。十周年記念誌の物理学科の項には、

「昭和7年。・・・速水、東中は3月に鳥取県天神野へ基線測量の見学に赴き、つづいて後者（著者注：東中）は水路部により実施される日本帝国領土内磁気測量に参加し、紀州、四国、九州、琉球、台湾にて地磁気測量を行ひ、前者（著者注：速水）は之を引継いで五島、山陰、北陸、三陸に同測定を行つた。」

「昭和8年。・・・又前年度継続の帝国領土内磁気測量に参加ありたき旨、水路部より依頼があつたので、東中は8月より3ヶ月余、奥羽、千島、北海道その他に於て地磁気測量を行つた。」との記述がある⁽²⁰⁾。

ローソップ島皆既日食時の地磁気観測

1934(昭和9)年2月14日、南洋委任統治領東カロリン諸島のローソップ島（東経152°44'、北緯6°53'）で皆既日食が見られ、大がかりな観測隊が派遣された。観測では、日食時の天文観測はもちろんのこと、地磁気観測、電離層観測なども計画されていた。速水と東中は、海軍水路部の嘱託となってこの観測隊に参加し、地磁気観測を担当した。

2月14日の日食当日は幸運にも天候に恵まれ、また、この当時は太陽活動が低く、磁気嵐も起こらなかったことにより、各方面で良好なデータを得ることができた。日食は現地時間の午前8時41分13秒に始まり、午前10時5分18秒に皆既食となり、2分18秒間皆既食が継続した。速水と東中は、ローソップ島の隣のレーオル島の砂浜で観測を行うこととし、速水が偏角を、東中が水平分力を、それぞれ水路部型磁気儀で測定した。水平分力の測定は一人では敏捷な測定が難しいので、京都帝国大学宇宙物理学教室の上谷が助力した。

速水と東中は、この日食時の地磁気観測で、偏角と水平分力との両方に、おそらく日食によると思われる変化を観測したと報告した⁽²¹⁾。さらに、速水は、その機構についての理論的考察も発表した⁽²²⁾。これは日食の影響が中性微粒子による電離作用に依存することを基礎にして、S. Chapmanが一つの層について展開した理論を、二層同時に扱う場合に応用したものであった。

ちなみに、東中は研究所の機関紙『自然』に、「日食観測洋行」という一文を寄稿している⁽²³⁾。

揚子江の水理に関する研究

速水と東中とは、以前より暖めていた研究テーマである揚子江について調べようとしたが、中華民国政府からの抑圧に遭ったり資料不足などもあり、なかなか捗らなかった。1932(昭和 7)年 12 月に新城新蔵と京都帝国大学理学部地球物理学教授の野満隆治とが研究所視察のため上海に来た際に、両名から海軍等へ紹介をしてもらって⁽²⁴⁾、河川や海に関する資料を入手できるようになったと云う。これを機会に揚子江の水位や流速などについての研究に着手し、資料の収集も開始した。揚子江の問題に関しては、東中は流体の渦乱運動の方程式より揚子江の渦乱係数を算出し、流速の分布を吟味する論文⁽²⁵⁾を、また、速水は渦乱による浮遊泥砂の運搬に関する方程式を導出し、その解を求める論文⁽²⁶⁾を上海科研報に提出した。

今井助手の入所

一方、沈は専ら小惑星の摂動に関する理論的研究を行っていた。1933(昭和 8)年 6 月、東京天文台技術員であった今井湊が助手⁽²⁷⁾として物理学科に加わり、沈に協力して天体の軌道修正に関する研究を始めた。今井の入所は、東京天文台長であった平山信が一人で奮闘する沈を手助けするために行った人事と考えられる。沈と今井は、世界各地の観測値より小惑星の軌道を調べて、幾つかの彗星についての論文⁽²⁸⁾を上海科研報に提出した。

新城新蔵の所長就任

新城新蔵は、1933(昭和 8)年 3 月に京都帝国大学第 8 代総長の任期を満了した。その翌年になると、上海自然科学研究所の初代所長署理である横手千代之助の後任として、所長署理推薦の話が東方文化事業上海委員会からあったが、一度は辞退を申し出た。しかしながら、東方文化事業上海委員会ならびに外務省からの再三の懇請により、ついに受諾するに至った。

1935(昭和 10)年 2 月下旬、新城は第 2 代所長署理として上海に着任し、同時に物理学科研究員も兼ねることになった。着任早々の 3 月、新城は新任挨拶のため南京に出向いて中華民国政府(南京の国民政府)を訪問した。この時、行政院長と教育部長に面会した際の対応の様子が、十周年記念誌の「開所より現在に至るまでの概観」の箇所に

「王部長(著者注:教育部長)は『各国の文化事業はすべて事前に教育部の了解を得てゐるが、日本のみは之を経ていないので、私交上はともかく政府としては公式に研究所を認め難い』との驚くべき言詞を以て新任挨拶に応えたといふ。之により今次事変勃発まで常に研究所が直面した苦き試練であつた。研究資料蒐集のための中国内地への旅行に対する執照発行乃至保護の如き、各大学研究所等との公式交渉の如き、凡そ中国官庁を相手とする公的折衝はすべてこの態度を以て遇されたのであつた。」

と記述されており⁽²⁹⁾、当時の日本に対する中国側の非常に厳しい対応が窺える。このような状況の中でも、所員は学者間の私的交渉の開拓拡張に力を注ぎ、新城所長着任披露の茶会には中国の代表的学者が多数出席してくれたとのことである。

新城は着任早々に上海に居住する文化事業関係者の会合を企画して、毎月 1 回開催されるようにするなど、現地の協力を得て研究所の発展を図った。また、所内に学術談話会を毎月 1 回開催して、研究事項や専門事項などの業績発表機関として定めたり、所員による一般市民向けの学術講演会を中国語の通訳付きで開催するなどを行った。また、研究所所員向けに中国語の講習会を開始し、研究所倶楽部機関誌『自然』を発刊するなど、研究所員の融和も図った。さらに、非常時に対応できるように、研究所構内への職員宿舎の建設も計画し、1936(昭和 11)年に建物が完成し、日本人職員ならびにその家族は全員がこの宿舎に移転することにした。このように新城は着任直後から大いに実行力を発揮して、所内の研究活動を盛んにし、所外に対しては研究所の活動を宣伝するなど、研

究所の発展のために尽力した。

千田勘太郎の着任

1935(昭和 10)年 5 月、京都帝国大学理学部宇宙物理学科の千田勘太郎(1932(昭和 7)年に宇宙物理学科卒業、その後大学院に進学)が所員を命ぜられ、物理学科副研究員となった⁽³⁰⁾。宇宙物理学科助教授の荒木俊馬は新城の長女と結婚しており、新城は荒木の義父に当たる。そのため、千田は、荒木から推薦されて研究員になったものと思われる。

満州皆既日食時の地磁気観測

既に述べたように、南洋ローソップ島での皆既日食時に速水と東中とが地磁気観測を行い、偏角と水平分力の両方に日食によると思われる変化を検出していた。そこで、研究所では、日食と地磁気との関係をさらに詳しく確かめるべく、次の皆既日食時の地磁気観測を計画した。それが、満州で見られた 1936(昭和 11)年 6 月 19 日の皆既日食であった。

この皆既日食では、新城所長の指揮の下、物理学科員が総出で地磁気観測に取り組んだ。速水が新京(現長春)、東中がチチハル、千田が呼瑪(中露国境の小都市)の 3 地点に出張し、地磁気観測を行った。皆既帯にある呼瑪へは特に京都帝国大学理学部宇宙物理学科の荒木俊馬が臨時囑託になって観測方々監督に赴き、また、同教室の栗原道德、上谷良吉も観測の手伝いをした。皆既帯の呼瑪での観測者は荒木、千田、上谷であり、皆既帯外の済々哈爾では観測者は東中と今井で、もう一地点の新京での観測者は速水と栗原であった。このとき新城所長もこの 3 ヶ所を巡回して指導し、呼瑪では自ら観測を行った。この時の観測に用いられた磁力計は、千田が京都帝国大学理学部地球物理学科助教授の長谷川万吉と共同開発した自記磁力計であった。このように意気込んで観測陣を張ったが、残念ながら大きな磁気嵐が起ったために、当初の目的は果たせなかった。

速水、東中、千田は、この観測の纏めとして、学術研究会議発行の学術雑誌に投稿している⁽³¹⁾。日食当日には大きな磁気嵐が起って、磁氣的に静穏であったローソップ島の観測とは状況が異なり、問題も早計には論じられない事になったが、磁気嵐に加わった日食の影響らしいものを抽出したと報告していた。また、日食時の地磁気変化を調べるためには、磁気嵐そのものの探求が必要であるとも報告した。

地磁気異常の測定

1935(昭和 10)年 12 月に、東中と今井が大戢山(揚子江河口)へ出張して地磁気測定を行った。これは、同島の位置が疑われていて、島そのものが移動するのか、地磁気異常のために船上の磁気コンパスを誤認させるのかを確かめるためであった。簡単な考察の下に、島の岩石以外の原因による偏角異常としてその値を求めた⁽³²⁾。さらに東中は地下構造の探索の応用として、円錐体による重力ポテンシャル及び磁場を算出した⁽³³⁾。

1937(昭和 12)年 5 月より東中は中国山東省の金嶺鎮、濰縣、淄川の 3 カ所で磁気異常を、また淄川では重力偏差を測定した。この研究は地質構造とまたそれがいかに帯磁するかということを調べることにあったので、金嶺鎮においては 2、3 カ所の鉄鉱床を暗示した他、閃緑岩の岩床の厚さを定めた⁽³⁴⁾。濰縣でも 2、3 カ所の鉄鉱床を暗示した他、断層を指摘し、五台系の褶曲状態等について推論した⁽³⁵⁾。どちらも地質構造または鉱体は地球磁場の感应によって磁化されることを明らかにした。

揚子江の長期活動に関する研究

一方、速水は、揚子江の水位を 1887(明治 20)年～1936(昭和 11)年の期間の資料によって調べ、その周期は気象の永年変化、さらに元をたざせば太陽の活動力と密接な関係にあることを示した⁽³⁶⁾。

排日運動の激化

1936(昭和 11)年 1 月には、従来より用いていた“所長署理”なる名称が、単に“所長”と改正されることとなった。同年 6 月、『上海自然科学研究所要覧』が発刊され、研究所の沿革やそれまでの活動内容が公表された。

1937(昭和 12)年に入ると排日運動はますます強まり、研究員が中国内地に調査研究旅行に出かけた際には、中国官憲によりスパイ嫌疑をかけられて拘留されたり、携帯品を全部押収されたりする事件が起こり、中国内地への調査旅行はますます困難になっていった。5 月から数ヶ月間、東中ら一行が山東省と河北省で磁気異常と重力偏差の測定を実施した際には、中国官憲やその手先らしき者につきまとわれたり、観測の妨害に遭ったりしたこともあった。

同年 7 月、ついに盧溝橋で日中両軍の衝突が起き、その後、国民党と共産党との抗日統一戦線が成立して、日中両国による全面戦争が開始された。上海においても 8 月に市街戦が起こった(第二次上海事変)。研究所上空近くでも戦闘機による空中戦が始まり、高射砲での応戦の響きが四六時中、窓ガラスを振動させた。このような状況により、研究所の女性職員や職員家族は日本内地に避難し、男性職員は研究所に籠城した。

11 月になると日本軍が研究所近くまで達し、その後、戦火は次第に市街地より遠ざかっていった。上海を制圧した日本軍は、すかさず国民政府の首都南京をめざして進んでいった。12 月には南京が陥落したため、国民政府は奥地の重慶に首都を移した。

この頃、千田と今井は中国北部の数カ所で地磁気と経緯度の観測のために出張したが、治安が悪くむなしく帰ってきたという。

新城は自ら率先して近郊の中国各大学の跡を視察し、残存する図書標本等の収集保管について軍特務部長に提議して、12 月に軍特務部に、中国文化機関・官庁等の図書文献資料の散逸防止とその収集保全のための委員会が設置された。職員家族が研究所にほぼ全員戻って来たのは、翌 1938(昭和 13)年 4 月の小学校新学期開始の頃であった。

新城所長の急逝

新城は 1938(昭和 13)年の『自然』第 6 号に「日支文化提携」というタイトルの一文を載せているが、その中で

「やがて平和克復の暁には、日支両国は互に相提携し相協力して東洋の発展のために努力しなければならぬといふことは、これ実に日本朝野の真摯なる希望である。思ふに日支両民族は由来同種同文であり、兄弟の如き因縁があり、唇齒輔車の関係がある。兄弟臍に閲ぐとも、外其侮を禦がなければならぬことは当然のことである。よしや一時的には如何様なる紛糾があり、如何なる事変がありとも、永遠に亘つては決して相敵視せる両民族であつてはならぬ、必ずや互いによく相融和し協力して、東洋文化の發揚のために努力する兄弟民族でなければならぬといふことは、日本の朝野を通じ、事変進行の最中にも拘らず、常に一貫して動かざる信念である。」

と述べて⁽³⁷⁾、当面の中国の文化施設、特に大学及び研究所を中心とした施設に対する文物保存の具体的な提案を行っていた。

さらに同年の『自然』第 7 号に「方針」⁽³⁸⁾という文を載せているが、そこでは前号の「日支文化提携」に対する批判「国費をもって運営している研究所での研究は、その目標を国策に適應する実利的な研究に置かねばならないのに、あまりに理論的な面に傾き過ぎているのではないのか」を受けたことに対して、「研究所創立の歴史を顧みれば、日本政府と中国政府の任命した委員により成立した東方文化事業上海委員会の第一回の総会で、研究所の仕事は主として中国の国土や民衆に関する基礎的科学研究に従事することとし、応用面の仕事は、自然の發展に任せるとなっている」と反論し、当初からの委員の一人として、一度約束したことを翻すことは決して容易なことではない、とも述べていた。そして、研究所の地質学方面での鉄や石炭のような有用鉱物の探索研究、植物学方面での綿種の改良研究、細菌学方面での防疫事業への協力などを挙げて、基礎的研究の応用面へ

の成果も挙げているとし、

「平常時と今日の如き非常時に於て如何程の部分を基礎的研究に、如何程の能力を直接利用の方面に安排するかは、所長の裁量によりて適当に処理すべき事柄であり、又私としても、事変以来諸方面より受けたる批評により、慎重に考慮しつつある問題である。

……我研究所が此非常時の打撃を救済せんがために実利的方面に乗り出すことは、それは当然支那を利し同時に又日本を利するもので、これこそ真に日支両国間の科学的提携乃至文化提携と称すべきものであり、かくてこそ此度の事変の後始末に対する我が国の真正の態度も發揮され、真正の意味に於ける東洋の文化も發揚されるのであると思はれる。」

「日支の提携こそは実に東洋平和の基礎であり、東洋文化發揚の根本条件であると思ふ。」

斯くの如き考え方よりして、私は又、支那側の学者階級に対して、誠心誠意を以て呼び掛け、日本の科学者と隔意なく相協力して進めんことを希望する。」

と述べていた。

新城は、日本軍の占領地域内における図書學術標本等の接收保存に対して、所員を引き連れて自ら陣頭に立って指揮監督を行った。1938(昭和13)年1月には蘇州、2月には南京へ、更に杭州へと図書標本を集めて廻った。

1938(昭和13)年7月、新城は再度南京に出張した。炎暑の中にもかかわらず所員8名を帯同して、13時間の貨車に揺られて南京入りした。軍関係の各方面に助力を要請して接收保管を監督し、紫金山天文台の保護復旧を計画した⁽³⁹⁾。ところが南京入りの翌日に発病し、同仁会⁽⁴⁰⁾南京医院に緊急入院したが、病状は悪化の一途を辿り、ついに1週間後の8月1日に逝去した。悪性の赤痢であった。

8月2日に病院内で軍の保護の下に告別式が執り行われた。同日夕刻には遺体は南京の故宮飛行場で茶毘に付され、その後、上海で盛大なる葬儀が営まれ、さらに遺骨は京都に運ばれた。

このように、新城所長は、あくまで純粹科学のための研究所として活動していけるように最大限の努力をし、「日支文化提携」を唱えて、日本軍占領下での文化施設の標本図書雑誌の収集に奮闘していたが、志半ばで急逝してしまった。

次第に戦時体制下に

1938(昭和13)年3月には、南京に中華民国維新政府⁽⁴¹⁾が日本の後押しで成立したが、地方では排日運動がますます高まっていた。

このような状況に対応するため、政府は同年12月に内閣直属の興亜院⁽⁴²⁾を設立し、それまで外務省が受け持っていた中国関係業務が全てこの興亜院に引き継がれた。これにより、東方文化事業上海委員会並びに上海自然科学研究所の事務関連も全て日本国家の予算で運営されることになり、研究所は外務省管轄の国際機関から、名実ともに日本の一国家機関となってしまう、対中国占領政策の中に完全に組み込まれていった。

研究所は陸海軍からの委嘱調査研究や、維新政府・南京国民政府(1940(昭和15)年に成立)からの教育関連の要請などを引き受けていくことになる。物理学科関連だけを見ても、陸軍関係では、中支派遣軍から河川の水位・気象に関する調査、陸水・地磁気に関する調査などを頼まれ、作戦遂行に協力していくことになる。海軍関係では、速水が海軍嘱託として海軍水路部での中国各地の気候水系に関する調査研究に協力した。また、千田が海軍技術研究所の嘱託として電波伝播の実験・研究に協力した。さらに、千田は南京国民政府の中央海軍学校の講師として電波物理の講座を担当した⁽⁴³⁾。このように軍関係の要請による委嘱調査研究が増して、基礎的研究を行う時間が減少していった。

このように、新城の急逝は、あたかもそのことがターニング・ポイントであるかの如くに、上海自然科学研究所も次第に戦時体制下に組み込まれていったのであった。

排日気運の一層の高まりと、治安の悪化により、中国各地へ出向いての調査は困難を極め、計画の多くは中止せざるを得なかった。また、日本軍占領地区内であっても、頻発するテロ事件に悩まされたようである。日本軍に協力する研究所員はテロの対象となり、ついには生物学科研究員が拉致されて殺害される事件が起こってしまう⁽⁴⁴⁾。このような状況悪化の中でも研究を継続した研究者

達の努力には、涙ぐましいものがあったと云えよう。この時期、物理学科において行われた主な研究内容を以下に列挙する。

電離層観測

1937(昭和 12)年頃から速水と千田は電離層観測を計画しており、その層高および電子密度測定用の機械の購入に東京に出張し、千田は海軍技術研究所においてその技術を修得した。また、千田は解離理論より大気上層の温度について調べ、約 220 km以上のF層における温度として 1400 度Kより 2000 度Kまでの値を算出した⁽⁴⁵⁾。

1939(昭和 14)年、海軍より千田は華中における電波伝播の実験を囑託され、以前より計画していた電離層測定装置を、この年に海軍技術研究所より貸与されたので、その測定を始めることとなった。

日食観測

1941(昭和 16)年 9 月 21 日に中国を通過する皆既日食があったので、皆既帯の異なる地点における地磁気変化を調べるために、千田が漢口で、速水が南昌で、東中が東引島でそれぞれ地磁気観測を行った。また、千田は漢口で電離層観測も行った。

1943(昭和 18)年 2 月 5 日にも北海道や中国で皆既日食があったが、中国各地での治安が一層悪化し、もはや上海自然科学研究所から観測隊を出せるような状態ではなくなっていた。

東中の研究

東中は、中国大陸各地および朝鮮半島での地磁気測定ならびに磁気探査や物理探査も行った。これは、油田や鉄鉱、その他の鉱物などの地下資源開発が国を挙げての急務となり、特に戦争が拡大されるに伴って、地下資源の開発調査が最優先されていったことによる。日本の国内は当然のことながら、中国や東南アジアなどの広範囲な各地に軍部の依頼で、研究者や技術者が多数、開発調査に従事していった。

1938(昭和 13)年、東中は朝鮮半島の茂山鉄山における磁力探鉱を実施した。地下構造の判定に伴って鉱床を新たに発見した他、鉱床の磁化について磁気表面密度を求め、鉱床の帯磁率を理論的に算出し、これが実験的に定められたものと近似することを報告した⁽⁴⁶⁾。また、同じく朝鮮半島の朱乙川下流において地磁気異常を測定し、河川流と砂鉄分布との関係を論じ、堆積砂の帯磁率を理論的に算出する新しい方法を論じた⁽⁴⁷⁾。

1939(昭和 14)年には、朝鮮半島の咸鏡南道端川鉄山、江原道襄陽鉄山、および北海道釧路町別鉄山において磁力探鉱を行った。1940(昭和 15)年、東中は興亜院中支連合調査委員会鉱業分科会の調査として江蘇省鳳凰山の磁力探鉱を行い、かなり広範囲に亘る異常分極を発見し、その説明を追求すると共に、地下構造の探査に対するより積極的な研究を行った。また、温泉の研究を始め、数年来の地下水位昇降の記録を整理した⁽⁴⁸⁾。

その他に磁気探査として、1941(昭和 16)年の密雲（中国河北省）、1943(昭和 18)年の湯王廟温泉（中国江蘇省）などがある⁽⁴⁹⁾。

速水の研究

速水は揚子江水利の研究を続け、さきに流水による細砂の運搬に関する理論を発表しているが、これに多少訂正もしくは追補を加えたものを報告した⁽⁵⁰⁾。さらに洞庭湖と鄱陽湖に注ぐ諸川の流量と宜昌、沙市における揚子江本流の流量との相関も調べた⁽⁵¹⁾。

また一方、軍参謀部の委嘱を受け、気候、水系の一般調査の諸材料を提供してこれに協力した。野外調査は治安悪化でできなくなっていたが、中国の揚子江水利委員会や黄河水利委員会等の出版

物や、接收の図書雑誌の中から水利に関する報告書を調査して、揚子江の水理に関する研究報告を次々に発表した⁽⁵²⁾。

速水は、1942(昭和 17)年、京都帝国大学より理学博士の学位を授与された。

千田と沈の異動

1942(昭和 17)年 4 月、文部省所管の電波物理研究所が設立されると、千田は上海自然科学研究所を辞し、電波物理研究所の研究員となって内地に戻っていった。戦争中、千田は南方に派遣されたが、無事に帰還し、戦後は金沢大学教授となった。

一方、沈は小惑星の一般摂動論を継続的に研究し、ほぼ完成に近づいたので、学術研究会議の天文学関連の英文雑誌に投稿した⁽⁵³⁾。この研究により、沈は 1940(昭和 15)年、東京帝国大学より、理学博士の学位を授与された。

また、今井は彗星の軌道に関する問題を取り扱っていたが、Neujmin 彗星の 1940(昭和 15)年における回帰について計算を行い⁽⁵⁴⁾、さらに蘇州天之図の史実を調べて、同図上に示された星の位置より観測年代を決定しようとした⁽⁵⁵⁾。

沈は、1943(昭和 18)年に上海自然科学研究所を辞して上海中国科学院に移ったが、日本寄りと見られたこともあって上海にとどまることができず、終戦直後の 1946(昭和 21)年にさらに台湾に移住し、戦後は台北大学教授となった。

軍事色の増大

新城所長急逝後、後任の所長人事は進まず、上海総領事や興亜院華中連絡部文化局長が臨時所長代理(所長事務取扱)となっていた。この間、1940(昭和 15)年には上海自然科学研究所規定が改定され、研究所の目的が「自然科学の純粋学理の研究」から「自然科学の学理と及びその応用の研究」へと替えられてしまった⁽⁵⁶⁾。

1941(昭和 16)年 1 月に、前東京帝国大学医学部教授の佐藤秀三が第 3 代所長に就任し、新城所長が亡くなって以後約 2 年半の間の所長空位期間に、漸くピリオドが打たれることになった。しかし、佐藤は病弱であった上に、新城のような中国通でも熱血漢でもなかったため、ただ事務的に所長業務を行うのみとなり、日中両国の科学者が協力して純粋科学の研究を行うという、研究所の自由な雰囲気は急速に失われていった。このことは、結果的に、研究所が戦時体制に組み込まれていくのを加速することとなってしまった。

1942(昭和 17)年には、研究所の医学部門の 4 学科(病理、細菌、衛生、生薬)は、同仁会華中衛生研究所として一応独立したが、所長は自然科学研究所の所長が兼務し、建物も研究設備も全て自然科学研究所からの無償貸与であり、以前と同じ状況のままであった。

1943(昭和 18)年に大東亜省⁽⁵⁷⁾が設立されると、興亜院の機能はこの大東亜省に吸収されたため、上海自然科学研究所の管轄も大東亜省となり、軍事色が一層増大していくことになる。研究棟の 1 室には陸軍の通信隊が入り、屋上には対空監視所が設置された。このような状況下では、中国各地に出張して観測・調査を行うことは非常に危険な状態となり、ついには全く困難になってしまった。一方、同仁会華中衛生研究所の方も、同仁会が軍の協力機関となったことから、一層戦時体制に組み込まれていった。

研究所の終焉

1945(昭和 20)年 8 月 15 日、ポツダム宣言を受諾して日本が降伏し、太平洋戦争が終結した。

その後、重慶の国民政府の正式な軍隊が上海に到着し、研究所からの日本人の総退去が言い渡された。接收委員数名が研究所に来て、各学科の研究室を次々に封印してしまった。所員は中国側の専門の研究者達への引き継ぎがあるのだらうと思っていたが、全く事務的に接收し、私物も一切持ち出しを禁じられた。数日後、職員宿舎にいた所員とその家族は、衣類や寝具、炊事道具だけを持

って収容所（楊樹浦の日本国民学校跡）に入所させられた。宿舎にあった個人の蔵書等の私物も、すべて持ち出し禁止であったという。

佐藤所長が終戦前から体調を悪くしていたため、物理学科の速水頌一郎が実質的に所長代理（もちろん辞令はなかった）として中国当局との折衝に当たった。各学科の研究員は収容所で生活しながらも、中国の専門家へ研究の引き継ぎをして、有効活用をして欲しいと期待して待っていたが、結局、何の連絡もなく、日本へ帰国することになってしまった。帰国の日を待っている間も、速水は中国に残って仕事を続けたいと思っていたようであり、

「中国への愛着を断ち切ることができず、なんとか仕事を続けたいと思ったが、ある日、中国の当局から瓦礫と化したわが国土の映画を見せられたとき、思わず祖国愛が胸にせまって一介の筋肉労働者になっても祖国の復興に尽くさなければと帰国を決意した。」

と後年述懐している⁽⁵⁸⁾。1946(昭和 21)年 3 月頃から職員家族の引き揚げが始まったが、速水は責任者として最後まで上海に残り、残務処理に当たった。速水が帰国できたのは、11 月になってからであった。

物理学科員のその後

研究所が廃止された後、物理学科の人達は、戦後どのようになっていったのであろうか。

まず、速水頌一郎は、1947(昭和 22)年 4 月に京都大学理学部地球物理学科第二講座（海洋物理学及び陸水学）助教授として古巣に復帰した。1951(昭和 26)年には新設の防災科学研究所教授となったが、1956(昭和 31)年に地球物理学科に戻り、第二講座主任教授となっている。1956(昭和 31)年、速水は学術調査団の一員として 10 年振りに中国を訪れている。漢口の揚子江水理委員会を訪問した際、揚子江上流の底質調査が行われて、自分が研究したことがその後の中国で発展していること、また、揚子江に架かる南京長江大橋建設には、揚子江の水位変化に関する自分の研究が橋の建設に役立っていることを知って、大いに感激したとのことである⁽⁵⁹⁾。

一方、東中秀雄は 1950(昭和 25)年に、大阪大学理学部地学担当教授を経て、京都大学教養部地学教室の教授となった⁽⁶⁰⁾。地学教育に熱意を持って当たり、「暗記の地学」ではなく「考える地学」を提唱し、その普及に努め、教科書『物理地学』を出版した⁽⁶¹⁾。1957(昭和 34)年から 2 年間、イランの国立テヘラン大学客員教授となり、教育や研究指導の傍ら、イラン各地での重力測定を行っているが、その時には、中国で行った重力測定や磁気測量・物理探査を思い出したのではないだろうか。東中は、1966(昭和 41)年に地学教室の学術雑誌『九十九地学』を発刊し、自らその編集者となって同誌の発展にも寄与した。

最後に、今井湊は東京に戻らずに、京都大学理学部上賀茂観測所の技官となっている。観測所住み込みで、設置されていた地震計や傾斜計の保守・管理の役目を一手に引き受けていた。この勤めには速水の口添えがあったものと思われる。今井は 1946（昭和 21）年に、『中国物理雑識』というタイトルの小冊子を出版している⁽⁶²⁾。それは、10 数年間の中国での生活を通じて得た中国での自然現象や故事逸話などに対する物理的な考察のエッセイ集ではあるが、中国に魅了されて、中国への深い愛着が至る所に滲みでていることを感じさせるものである。

おわりに

もともと外国における我が国の研究所として作られた上海自然科学研究所は、その成立からして既に特異な性質の研究所であったと云える。しかしその一方で、上海自然科学研究所の設立に軍事的要素は一切無く、外務省が管轄する、純粋に日本と中国の科学の発展のために作られた研究所でもあった。日本側からは、せつかく中国の地にありながら、日本の国益にならぬ純粋科学などを追求する役に立たない研究所と見られ、中国側からは、表面では純粋科学を装いながらも、その実は文化侵略を虎視眈々と狙う日本政府の手先の研究所と見られながらも、現場の研究員達は、中国大陸の自然科学の発展に寄与すべく、中国大陸の地でなければできない研究を念頭に置いて、研究に勤しんだ。

しかし、軍部が台頭してくるにつれ、このような研究所の存在を軍部が見過すわけではなく、上海自然科学研究所にも次第に軍部からの圧力がかけられるようになっていった。新城所長は、あくまで純粋科学のための研究所として活動できるよう、最大限の努力をしたが、1938(昭和13)年の新城の急逝後は、研究所の管轄も外務省から興亜院、大東亜省へと変遷し、それにより国際機関から一国家機関となって、次第に軍事体制下に組み込まれていった。

1931(昭和6)年に創設された研究所は、創設から15年で終焉を迎えた。これは一般によく云われる「日中15年戦争」に正に期間として符合するものであった。大変な戦争時代の上海という地での研究所であったと云えよう。

軍国主義の台頭する厳しい国際情勢の下で、夢と希望とを持って異国の地に渡り、日中両国の友好のために尽力し、上海自然科学研究所において、命を懸けても、あくまで純粋科学のための研究活動に全力を尽くした新城所長はじめ京都帝国大学理学部関係者たちの努力と苦勞、そして研究者魂に対し、ここに心より敬意を表し、この小稿の結びとする次第である⁽⁶³⁾。

文献と注

- 1) 『上海自然科学研究所要覧』、上海自然科学研究所、1936(昭和11)年。
- 2) 『上海自然科学研究所十周年記念誌』、上海自然科学研究所、1942(昭和17)年。
- 3) 加藤茂夫、「上海自然科学研究所の設立構想」、『年報 科学・技術・社会』、Vol.6、p.1-34、1997(平成9)年。
- 4) 佐伯修、『上海自然科学研究所—科学者たちの日中戦争』、宝島社、1995(平成7)年。
- 5) 清朝末期に義和団と称する秘密結社があり、これによる排外運動を西太后が支持して1900(明治33)年に欧米日8ヶ国(イギリス、アメリカ、フランス、イタリア、ロシア、ドイツ、オーストラリア、日本)に宣戦布告したため国家間の戦争となった。これが義和団事件(北清事件)である。しかし、数ヶ月で8ヶ国連合軍が制圧したため、清朝は莫大な賠償金の支払いを余儀なくされた。1911(明治44)年に辛亥革命により清朝は倒れ中華民国が成立したが、この賠償金の支払いは引き継がれた。
- 6) 中国での利権獲得をねらって賠償金の放棄や一部返還をする国もあったが、アメリカが賠償金を中国人留学生事業や病院事業に当てて親米政策を採ったことに対抗して、日本は文化事業に当てることにした側面もある。
- 7) 日本は1889(明治22)年に万国測地学協会に加盟し、国内でのこれに対応する組織として測地学委員会が1898(明治31)年に設置された。この委員会では経緯度測定や、長岡半太郎らによる全国での重力測定が実施された。
- 8) Shinjo, S., Otani, R., and Yamakawa, H., "On the gravity and the magnetic survey at five stations in Eastern Asia", 東京数学物理学会記事概要、Vol.2 No.4, pp.41-53、1903(明治36)年。
- 9) それまでの研究の集大成として、1928(昭和3)年に弘文堂より『東洋天文学史研究』を出版している。
- 10) その他の研究項目としては、(1)漢薬の研究、(3)揚子江魚類の生物学的研究、(4)揚子江以南地方の地学的研究、(5)天産無機化合物の相律的研究、(6)中国産発酵菌類及発酵製品の研究、(7)中国における流行病地方病の調査研究、が決定された。
- 11) 中国山東省の済南で、日本の権益確保と日本人居留民保護のため派遣された日本軍と、北京政府や北洋軍閥軍(北軍)を打倒すべく北伐中であった蒋介石が率いる国民革命軍(南軍)との間に起きた武力衝突事件である。
- 12) 「物理学科」、『上海自然科学研究所十周年記念誌』、上海自然科学研究所、pp.45-46、1942(昭和17)年。
- 13) 同上、p.44。
- 14) 同上、p.44、p.40。
- 15) 同上、pp.45-46。
- 16) 同上、p.47。
- 17) 中国語において「沈」は「瀋」、「璿」は「璇」の異字体であり、日本語読みは「チン・エイ」よりも「シン・セ

- ン」とすべきである。事実、沈の発表した英文論文でも、氏名表記は「瀋」に対応する「Shen」となっている。
- 18) 沈は、日本人といっても通用するほど発音が流暢で、難解な文語体の日本語を自由自在に読み書きするなど、日本語に極めて堪能であったといわれる。
 - 19) 「物理学科」、『上海自然科学研究所十周年記念誌』、上海自然科学研究所、pp.48、1942(昭和 17)年。
 - 20) 「物理学科」、『上海自然科学研究所十周年記念誌』、上海自然科学研究所、pp.50－51、1942(昭和 17)年。
 - 21) 速水頌一郎、東中秀雄、「1934 年 2 月 14 日ローソップ島に於ける皆既日食時中の地磁気変化に就て」、上海自然科学研究所彙報、Vol.3 No.7、pp.129-165、1934(昭和 9)年。
 - 22) 速水頌一郎、「地球磁場に及ぼす日食の影響に就て」、上海自然科学研究所彙報、Vol.3 No.14、pp.291-338、1934(昭和 9)年。
 - 23) 東中秀雄、「日食観測洋行」、自然、Vol.1、pp.65-71、1935(昭和 10)年。
 - 24) 野満隆治は、前任校が海軍兵学校であり、海軍に顔が利く人物であった。
 - 25) 東中秀雄、「揚子江の流速の垂直分布と渦粘性係数に就て」、上海自然科学研究所彙報、Vol.4 No.2、pp.81-101、1934(昭和 9)年。(*J. Shanghai Sci. Inst. Sect.I*, Vol.1 No.5, May 1935, pp.61-81 に英論文あり)
 - 26) 速水頌一郎、「流体の擾乱運動による細粒子伝搬の理論に就て」、上海自然科学研究所彙報、Vol.4 No.4、pp.119-152、1935(昭和 10)年。
 - 27) 1936(昭和 11)年発刊の『上海自然科学研究所要覧』では助手であるが、1942(昭和 17)年発刊の『上海自然科学研究所十周年記念誌』では技術員となっている。いつ今井が助手から技術員になったのかは不明である。
 - 28) 沈璿・今井湊、「Nagata 彗星の軌道」、上海自然科学研究所彙報、Vol.3 No.10、pp.213-214、1934(昭和 9)年。(*J. Shanghai Sci. Inst. Sect.I*, Vol.1 No.2, Nov.1933, pp.17-27 に英論文あり)
沈璿・今井湊、「Stearn 彗星(1927 IV)の軌道に就て」、上海自然科学研究所彙報、Vol.3 No.12、pp.259-281、1934(昭和 9)年。(*J. Shanghai Sci. Inst. Sect.I*, Vol.1 No.3, Oct.1934, pp.29-49 に英論文あり)
 - 29) 「開所より現在に至るまでの概観」、『上海自然科学研究所十周年記念誌』、上海自然科学研究所、pp.16－17、1942(昭和 17)年。
 - 30) 1936(昭和 11)年発刊の『上海自然科学研究所要覧』では副研究員であるが、1942(昭和 17)年発刊の『上海自然科学研究所十周年記念誌』では研究員となっている。いつ千田が副研究員から研究員に昇格したのかは不明である。
 - 31) Hayami, S., Higasinaka, H., and Senda, K., "Results of magnetic observations during the solar eclipse of June 19, 1936 in Manchuria", *Jap. J. Astron. Geophys.*, Vol.14 No.2, pp.181-211、1937(昭和 12)年。
 - 32) 東中秀雄、「大戢山に於ける地磁気と経緯度観測」、上海自然科学研究所彙報、Vol.6 No.2、pp.61-70、1936(昭和 11)年。
 - 33) Higasinaka, H., "Magnetic force due to a conical body", *J. Shanghai Sci. Inst. Sect.I* (Issued February, 1939), Vol.1 No.10, pp.199-204、1939(昭和 14)年。
 - 34) 1938(昭和 13)年 3 月に華北産業科学研究所で発表。
 - 35) 1939(昭和 14)年 3 月に華北産業科学研究所で発表。
東中秀雄、「地磁気異常より見たる灤縣司家栄鐵山」、日本学術協会報告、Vol.15 No.3, pp.297-299、1940(昭和 15)年。
 - 36) Hayami, S., "Hydrological studies on the Yangtze River, China, I. (Variations in the stage of the Yangtze River at Hankow and some climate changes in central China inferred from them, I)", *J. Shanghai Sci. Inst. Sect.I*, (Issued March, 1938), Vol.1 No.7, pp.97-162、1938(昭和 13)年。
 - 37) 新城新蔵、「日支文化提携」、自然、Vol.6, pp.4-9、1938(昭和 13)年。

- 38) 新城新蔵、「方針」、自然、Vol.7、pp.2-6、1938(昭和13)年。
- 39) 南京太平門外紫金山第三峰にある天文台であり、中国人自身の建設した天文台としては最も古い天文台でもあった(外国人により建設された天文台としては、徐家匯天文台など、さらに古いものもある)。戦火で荒廃し、観測機器も殆ど持ち出されており、復興は文物保護委員会の囑託として京都帝国大学理学部宇宙物理学教室の高木公三郎が上海自然科学研究所物理学科の速水らの協力の下で行ったが、建物の修復にとどまり、本格的な機器修復などに至らぬ前に終戦を迎えた。
- 40) いち早く西洋医学を取り入れることに成功した、日本の先進的近代医学をアジア各国に普及することを目的として、1902(明治35)年に設立され、中国などで医療活動を行っていた団体。中国に居留する日本人が医療を受けることも多かった。
- 41) 江蘇省、浙江省、安徽省の三省と、南京及び上海の両直轄市を統括していた政府。1940(昭和15)年に汪兆銘が親日の南京国民政府を樹立すると、維新政府は南京国民政府に編入された。
- 42) 対中国政策を一元的に処理するために内閣に設置された機関。総理大臣を総裁、外務・大蔵・陸軍・海軍の4大臣を副総裁として、外交を除いて中国で処理を要する政治・経済・文化に関する政策の立案・実施、国策会社の監督などに当たることとされた。
- 43) 「渉外事項」、『上海自然科学研究所十周年記念誌』、上海自然科学研究所、pp.151~153、1942(昭和17)年。
- 44) 生物学科研究員の肥田達太郎は維新政府の委嘱による綿花改良の研究により、1938(昭和13)年10月に中国雇人とともに綿花栽培農場への出張からの帰途中に拉致され、懸命に捜索を行ったが不明のままであったが、11月に両名とも殺害されてしまった。翌年12月になって漸く憲兵隊により遺骸が発見されて、研究所葬が営まれた。
- 45) Senda, K., "Über die Temperature der ultrahohen Erdatmosphäre nach der Dissoziationstheorie", *J. Shanghai Sci. Inst. Sect. I* (Issued June, 1938), Vol.1 No.8, pp.163-174, 1938(昭和13)年。
- 46) 東中秀雄・藤田義象、「茂山鐵山の地磁気異常に就て」、鉄と鋼(日本鉄鋼協会会誌)、Vol.26 No.2, pp.94-100、1940(昭和15)年。
東中秀雄、「茂山鐵山の地磁気異常に就て」、日本学術協会報告、Vol.16 No.1, pp.27-28、1941(昭和16)年。
- 47) 東中秀雄、「朝鮮朱乙川下流の砂鉄分布と地磁気異常」、上海自然科学研究所彙報、Vol.8、No.7, pp.189-196、1939(昭和14)年。
- 48) Higashinaka, H., "Investigation of magnetic anomalies relating to the geological structures of the Chin-Chen iron-ore field, north China", *J. Shanghai Sci. Inst. Sect. I* (Issued November, 1940), Vol.2 No.2, pp.7-38、1940(昭和15)年。
- 49) 東中秀雄、「タングステン鉱床に対する磁力探鉱法の適否、併せて片麻岩上の磁気異常(河北省密雲に於ける測定)」、上海自然科学研究所彙報、Vol.14 No.1, pp.1-15、1944(昭和19)年。
東中秀雄、「自然電流電位法の実験二三」、上海自然科学研究所彙報、Vol.14 No.4, pp.261-276、1944(昭和19)年。
東中秀雄、「物理法により湯山温泉の地下を探る」、上海自然科学研究所彙報、Vol.14 No.4, pp.277-280、1944(昭和19)年。
- 50) Hayami, S., "Hydrological studies on the Yangtze River, China, II. (A theory of silt transportation by running water)", *J. Shanghai Sci. Inst. Sect. I* (Issued July, 1938), Vol.1 No.9, pp.175-198、1938(昭和13)年。
- 51) Hayami, S., "Hydrological studies on the Yangtze River, China, III. (The effect of the Tungting and Poyang Lakes on the Yangtze River)", *J. Shanghai Sci. Inst. Sect. I* (Issued April, 1939), Vol.1 No.11, pp.205-224、1939(昭和14)年。
- 52) Hayami, S., "Hydrological studies on the Yangtze River, China, IV. (On the mechanics of flow in a wide alluvial river)", *J. Shanghai Sci. Inst. Sect. I*, Vol.1 No.13, pp.239-261、1939(昭和14)年。
Hayami, S., "Hydrological studies on the Yangtze River, China, V. (On the variations in the

- stage of the Yangtze River at Hankow and some climate changes in central China inferred from them, II)", *J. Shanghai Sci. Inst.* Sect.I, Vol.1 No.14, pp.263-291, 1940(昭和 15)年.
- Hayami, S., "Hydrological studies on the Yangtze River, China, VI., On the composition of the bed sediments in the lower Yangtze River system", *J. Shanghai Sci. Inst.* New Series, Vol.1 No.1, pp.15-44, 1941(昭和 16)年.
- Hayami, S., "Hydrological studies on the Yangtze River, China, VII., On the stability of an erodible river bed, with special reference to the lower Yangtze River", *J. Shanghai Sci. Inst.* New Series, Vol.1 No.1, pp.45-67, 1941(昭和 16)年.
- 53) Shen, Z., "A method of computing general perturbations of the asteroid.", *Jap. J. Astron. Geophys.*, Vol.18 No.1, pp.1-44, 1940(昭和 15)年.
- 54) 今井湊、「Neujimin (1929 III=1929b) 彗星の 1940 年に於ける接近に就て」、上海自然科学研究所彙報, Vol.7 No.20, pp.239-246, 1938(昭和 13)年.
- 55) 今井湊、「黄裳天文図攷」、上海自然科学研究所彙報, Vol.7 No.11, pp.123-132, 1937(昭和 12)年.
- 56) 「上海自然科学研究所諸規定」、『上海自然科学研究所十周年記念誌』、上海自然科学研究所、p.173, 1942(昭和 17)年.
- 57) 中国と南方を含めた大東亜地域への政策を一元化するため、従来の拓務省、興亜院、対満事務局、外務省東亜局・南洋局を統合して新設された。同省は総務局、満州事務局、支那事務局、南方事務局とで構成された。
- 58) 速水頌一郎、『海洋時代』、東海大学出版会、p.9, p.313, 1974(昭和 49)年.
- 59) 速水頌一郎、『海洋時代』、東海大学出版会、p.9, p.313, 1974(昭和 49)年.
- 佐伯修、『上海自然科学研究所—科学者たちの日中戦争』、宝島社、pp.274-275, 1995(平成 7)年.
- 60) 繁澤和夫、「京都大学教養部における東中秀雄先生」、『物理地質学その進展』(笹島貞雄編著)、法政出版、pp.366-370, 1991(平成 3)年.
- 61) 東中秀雄、『物理地学』、朝倉書店、1955(昭和 30)年.
- 62) 今井湊、『中国物理雑識』、東方学術協会(全国書房)、1946(昭和 21)年.
- 63) 著者の一人(佐納)は、1995(平成 7)年に上海自然科学研究所跡地を訪れたことがある。研究所跡地に当たる現上海市岳陽路 320 号は、中国科学院上海細胞生物学研究所、上海生物化学研究所、上海生理研究所となっており、建物も当時のものでらしい古いものがあるものの、新築のものもかなりあった。ただし、上海生理研究所の正面の建物はかつての上海自然科学研究所の本館の建物そのものであった。研究所が中華民国政府に接收された後、国民党と共産党の内戦、中華人民共和国政府による再接収、文化大革命を経た現在、関係資料は全く散逸し、現地調査では何の手掛かりも得られなかったのは残念であった。

地磁気世界資料解析センターの設立

荒木 徹 (1961年 卒業)

1. ICSU World Data Center (WDC)の歴史

汎世界的観測データが必要な地球物理学では、古くから国際共同観測事業が実施されてきた。その中で特に大規模な3事業の参加国、観測点数、観測項目、日本の観測を纏める。

第1回国際極年計画 (1st Polar Year) : 1882.8-1883.8

参加国11、北極周辺12点、中緯度約30点、気象・地磁気・極光、
東京赤坂今井町42番地(工部省用地) で地磁気毎時観測開始

第2回国際極年計画 (2nd Polar Year) : 1932.8-1933.8

参加国44、110点 (半数が極地域)、気象・地磁気・極光・電離層
富士山頂気象観測所開設、豊原(樺太)・阿蘇・仙台に地磁気観測所

国際地球観測年 (IGY ; International Geophysical Year) : 1957.7-1958.12

参加国66、約4000点 : 気象・地磁気・極光・電離層・大気光・太陽活動・宇宙線・ロケット・人工衛星・緯度・経度・氷河・海洋・地震・重力・大気放射能。

日本 : 氷河以外の全観測に参加、南極観測、ロケット観測開始。

(下線は、地球電磁気学分野の観測項目)

ドイツのポーランド侵攻(1939.9.1)により、第2次世界大戦が始まった直後に Washington, D.C. で開催された国際測地学地球物理学連合(IUGG)総会で、第2回極年の地磁気観測データを Danish Meteorological Inst.(DMI, Copenhagen)と Dept.of Terrestrial Magnetism of Carnegie Inst., Washington D.C.(DTM-CIW) の二つの中央局に集めて研究者に提供することが決められた。これが後の WDC(World Data Center) Systemの原型になる。

IGYの開始に先立って国際学術連合会議 (ICSU;現在の国際学術会議) IGY特別委員会(CSAGI) は IGYデータの消滅回避・地域的利用促進の為、複数のデータセンター (World Data Center, Solar and Geophysical) を設立することを決めた。当時の政治情勢を反映して米国とロシアに WDC-A, WDC-Bの 総合的WDCが、ヨーロッパとアジア・オーストラリアに分野別の WDC-C1, WDC-C2が誕生した。

IGY期間中にその重要性が認識されたWDCは IGY後も存続し、1968年には ICSU に Panel for World Data Centers が設置されて、以後、WDCは、このパネルにより統括され、運営の基本方針決定、WDC新設の認可、既存WDCの評価、data rescueプロジェクト、発展途上国への援助、データ問題への意見具申、特別観測計画への協力、他データ組織との協調等が検討された。

1969年の IASY(International Active Sun Year; 1969-71)計画の会議で、WDCは、資料の収集・提供だけでなく、データ補正・標準化や複数データの比較・組合せ研究などを行う解析センターとしての役割も果たすべきであると決議された。これは、学問の発展に伴ってデータが多種大量になり、複雑化して、1次データの貯蔵庫としての役割だけでは不十分になったことを示す重要な機能変化である。

1988年に中国に WDC-D (9センター) が出来、1990年代には環境関係WDCの追加があつて、“WDC, Solar and Geophysical”は、“WDC, Solar, Geophysical and Environmental”呼ばれるようになった。また、A, B, C1, C2, Dの記号は廃止され、紛らわしい場合は、“WDC for Geomagnetism, Kyoto”のように地名をつけることになった。2006年当時、53WDCが存在した。

2. 日本のWDC

IGY準備の国際会議で日本へのWDC誘致に尽力されたのは故福島直東大教授であり、その結果、1957年に下記5WDCが出来た。

WDC-C2 for Geomagnetism : 京大理学部

WDC-C2 for Airglow	: 東大天文台 (→ 国立天文台: NAO),
WDC-C2 for Ionosphere	: 郵政省電波研究所 (→ 情報通信研究機構)
WDC-C2 for Cosmic Rays	: 理化学研究所。後に名大太陽地球環境研究所に移管
WDC-C2 for Nuclear Radiation	: 気象庁観測部 (2006 廃止)

その後、

WDC-C2 for Solar Radio Emissions(1969)	: 名大空電研究所, 後に NAOに移管
WDC-C2 for Solar Terrestrial Activities (1969)	: 宇宙科学研究所 後に WDC for Space Science Satellites に改称
WDC-C2 for Aurora (1981)	: 極地研究所.

が追加された。

アジア太平洋地区代表のパネル委員は、前田 坦(-1985?), 杉浦正久(1986?-1997), 荒木 徹(1998-2006.3)と京大関係者が勤め、渡辺 堯 氏(名大・茨城大理; 2006.4-)に引き継がれている。

日本のWDCには組織・人員の裏付けが無く、臨時事業費と関係者の奉仕により運営された。京大の場合は、大学付属図書館に設けた地磁気世界資料室を、理学部地球物理学教室、教養部地学教室、工学部電気・電子工学教室・電離層研究施設の関係教官と図書館の事務部長、経理課長・係長から成る地磁気世界資料室運営委員会に方針を決め、実務は、河北政子事務官と非常勤職員が担当した。

3. 理学部付属地磁気世界資料解析センターの設立

1975年の IUGG第16回総会（グルノーブル）は各国政府にWDCの整備を要請し、これを受けた学術審議会学術情報分科会第13回学術審議会総会と学術会議国際協力事業特別委員会STP (Solar Terrestrial Physics)分科会での検討の結果、「現存世界資料センターを組織として確立する」ことになった。これにより1977-1981年に新設された下記の大学・研究所付属施設がWDCを運営することになった。この時、全体で5-6名の定員増があった。

京大理学部	地磁気世界資料解析センター	
名大空電研究所	太陽電波世界資料センター	(後に国立天文台へ移管)
東大天文台	太陽活動世界資料解析センター	(同)
宇宙科学研究所	科学衛星世界資料解析センター	
極地研究所	資料系オーロラ資料部門	

世界的には、母体となる National Data Center が国際協力の窓口としてWDCを運営するのが通常の形態であり、日本のWDCも、この時点でその形になったことになる。この国内WDCの組織化を主導し、地磁気世界資料解析センターの設立・整備に努力されたのが前田坦先生であった。大学付属図書館で続けてきた地磁気世界資料室を理学部の付属施設にすることに図書館長は賛成でなかったとも聞いている。

4. 日本のSTP社会とWDCの特徴

世界のWDCは気象・海洋・地震など全地球物理分野を含み、多くは政府機関（例えば、米国では NASA、NOAA、USGS等）により運営されているが、日本のWDC は STP分野に限られ、殆どが文科省直轄研と大学に属している。これは、STP分野では、気象・地震・火山学における気象庁、測地学における国土地理院、海洋学における海保庁水路部のようなデータの取得・提供についての他省庁組織の支援がなく、研究者自身のデータ活動が必要になるという事情による。前述の3大国際観測プロジェクトの観測項目も(1節のリストで下線を付けた) STP分野のものが最も多く、IGYも STP主導で行われた。衛星観測も気象・海洋・測地は旧宇宙観測事業団系の実用衛星を用いるのに対して、STPで使うのは旧宇宙研系の研究観測衛星で、装置開発・衛星運用・データ取得・データベース化の全てを研究者が行っている。

1970年代には、WDCを含む STP関係データ部門を通信回線でネットワーク化する「SOLTERTRON計画」の実現が試みられた。この時は、回線・経費などの客観情勢が熟さず、試行実験の SOPP (SOLTERTRON Pilot Plants) の段階に止まらざるを得なかったが、「太陽地球系エネルギー国際共同研究 (STEP ; 1990-95)」の際には、学術情報センター特定目的回線 (48kbps、X.25パケット交換網) を利用したSTEP-Net が構築され、10数年前の計画が実現した。この構築には、地磁気センターの故亀井豊永氏が大きな役割を果たした。特定目的回線は、48kbpsを高エネ研・医療情報・図書館情報などのグループと共にシェアした。ギガビット回線が使われる今日から見れば小さなものであったが、当時は、特に熱心な少数グループだけの特別プロジェクトであった

地磁気センターは、杉浦正久先生の肝いりとやはり亀井氏の尽力で、1987年に NASAの SPAN (Space Physics Analysis Network) に接続され (KDDビーナスP公衆回線経由)、e-mailの便利さを早くから知っていた。インターネットが普及するのは学術センターが TCP/IP回線を導入した1992年以後である。

研究者がデータ活動をしなければならない STP分野では、データ体制整備にも努力してきた。学術会議地球電磁気学研究連絡委員会に常に小委員会を置いて検討を重ね、第16-17期 (1996-2000) には、地球物理研連委の小委員会で、報告書 (地球物理学データ処理体制の整備) を出した。17期には、第4部付置理学ネットワーク推進小委員会 (委員長：福西地球電磁気研連委員長) を設け、報告書「理学データベース構築促進とデータネットワーク体制の整備に向けて」を纏めた。

測地学審議会の建議「地球科学における重点課題とその推進について」 (H7年6月) にも超高層部会 (国分部会長) から提案して、データ体制整備の1章を入れて貰った。国分氏は、「他分野からはデータのことなど一言も出てこない」と言っておられた。

これら一連の作業には、地磁気センタースタッフが深く関わっている。

5. 時代背景

5.1 宇宙空間開発競争

1957年10月4日、ソ連のスプートニク1号 (重量:83kg) が、11月にライカ犬を載せた2号 (508kg) が打ち上げられ、米ソの国家威信をかけた宇宙空間開発競争が始まった。当初の数年間ソ連が優位で、ルナー1号 (1959年1月) は月から6000kmの地点まで接近し、ルナー3号 (3月) は月面に到達してペナントを残し、ルナー4号 (3月) は月裏側の写真を電送した。1961年4月にはガガーリンを載せたボストーク1号が地球を1周し、続いて8月にはチトフがボストーク2号 (5トン) で地球を17周 (25時間18分) した。しかし、ソ連は失敗もしており、上の成功例は多くの失敗の上に築かれたものであった。ガガーリンは京大を訪問したことがある。

情報網の発達していた筈の米国にもソ連の人工衛星打ち上げは予知できなかったようで、全ての面で世界一を信じている米国民にとって、「スプートニクショック」は深刻であった。スプートニク2号打ち上げの一月後に発射したバンガードロケットは2秒後に爆発炎上し、ソ連に先行しようとした最初の月ロケット (1958年8月) も爆発炎上した。続いて月を目指したパイオニア1号 (10月)・2号 (11月)・3号 (12月) は、共に地球引力圏を脱出できず逆戻りした。パイオニア4号 (1959年3月) は月へ向かう事が出来たが、誘導技術未熟のため月から56000kmの遠方を通過した。米国月ロケットの成功は、1964年のレインジャー6,7号まで待たねばならなかった。

ガガーリンに対抗する有人飛行では、A.シェパード (1961.5、マーキュリー3号、15分間)、グリソム (1961.7、同4号、16分間) の弾道飛行の後、John.グレンが地球を3周 (同6号、1962.2、4h55m) して米国民の大歓迎を受けた。軌道周回飛行は、Scott カーペンター (1962.7、同7号、3周、260分)、W.シラー (1962.8、地球6周) と続き、米国は少しずつ落ち着きを取り戻していく (コロラド州ボールダー市には、Scott Carpenter Park がある)。

米国にもIGY期間中に10数kgの人工衛星を上げる計画はあった。海軍のバンガードと陸軍のエクスポローラー両計画が競合し、アイゼンハワー政府がバンガードを選択したのが遅れを生んだと言われる。1958年7月に宇宙開発を担う航空宇宙局 (NASA) が作られた。

5.2 新学問分野の誕生

スプートニク・ルナー・ボストークはソ連の国威発揚には大いに役立ち、米国を慌てさせたが、科学観測では下記に示すように、米国が着実に進んでいた。

- 1952 Van Allen : ロックーンを打ち上げ、オーロラ帯付近で強い放射線を観測。
- 1956 Freedman : 太陽フレアに伴う X 線をロケット観測、デリンジャー現象の原因を確定。
- 1958.1 エクスプローラー1 号(14kg) : 米国最初の人工衛星 ; ガイガーカウンターで放射線測定。
- 1958.12 エクスプローラー3 号(14kg) : 米国 2 番目の衛星 ; 降下電子測定。1 号の結果と合わせて Van Allen 帯を発見 : IGY 最大の発見と言われる。
- 1960.7 ナイキージュンロケット : Fort Churchill でオーロラに突入、降下電子測定。
- 1962 マリナー2 号 : 太陽風を確認

IGY の頃まで、大気電気・地磁気・電離層・宇宙線の地上間接観測により緩やかに進んできた地球電磁気学は、人工飛翔体による宇宙空間直接現場観測により爆発的に発展していく。放射線帯に続き、磁気圏・プラズマ圏、太陽風、定在無衝突衝撃波などが発見され、真空中で学問の対象ではないと思われていた電離層より上の空間が、希薄な磁化プラズマで充たされ、複雑な構造と、波動励起・荷電粒子加速・磁場再結合などの基本物理過程から生じる多彩な現象が生起していること、プラズマ物理学の実験場としても重要であることが判ってきた。

この頃には、新観測事実の発見と共に、太陽風 (Parker,1958)、磁場再結合(Dungey,1961)、磁気圏対流(Axford/Hines,1961) の理論、大気重力波の超高層大気への応用 (Hines,1961) など、その後の学問の指導原理となる概念が提起され、新しい学問分野の爆発的興隆に相応しい躍進的な時代であった。加藤進先生の大気潮汐論(1966)も、このような研究の一つであろう。以後、地球電磁気学は、太陽地球(惑星)系物理学へと変貌し、超高層物理学、磁気圏物理学、宇宙空間物理学、比較惑星学、スペースフィジクスなどの名前が生まれていく。

5.3 日本の研究体制

このような新学問分野の誕生に対応して、日本でも、1961 年以降、地球電磁気学関係の講座を持つ 4 大学に 1-3 部門の学部附属研究施設が新設されていった。

東大	: 地球物理研究施設、	東北大	: 超高層研究施設
名大	: 宇宙線望遠鏡研究施設、	京大工	: 電離層研究施設。

また、名大空電研にも部門増が有り、国立科学博物館に極地学課が設置され(1962 年)、1973 年に国立極地研究所として独立した。1964 年には 東大宇宙航空研究所が設立され、宇宙科学研究所に発展した(1981 年)。1970 年には、日本最初の人工衛星「おおすみ」が打上げられた。当時、日本で国際会議が開かれることは希であったが、1961 年に宇宙線・地球嵐国際会議(京都会館)、1968 年に国際宇宙空間科学会議(COSPAR: 東京経団連会館)が開催された。

6. 京大理学部の場合

上記のスペースフィジクスの全国的研究体制整備の中で、京大理学部には何も出来ず、新体制から取り残されたままであった。前田坦先生は、この劣勢を挽回すべく理学部附属研究施設を作ろうと努力されたが実らなかった。IUGG 勧告に発する地磁気世界資料解析センターの設置は、劣勢回復の唯一の手段であったと思われる。このセンターは、設立後数年で、助教授・助手・技官の構成になったが、1990年代に技官を助手に変え、1999年には教授ポストの増員があつて、1部門相当の附属施設として独立することになった。地球電磁気学講座(1994年から太陽惑星系電磁気学講座)と合わせてやっと2部門体制になったが、先行した上記の大学・研究所では更なる発展的改組があつて、より大きな組織になっている。

7. 結語

以上のことは、学問の進歩に応じて研究体制の整備が行われる時には、それを見極めて適切な処置を取ることが如何に重要であるかを教える。流れが去った後で同じ事をするのは不可能に近い。

地磁気世界資料解析センターの設立には、日本のデータ体制の整備と、遅れていた京大理学部地球電磁気学体制整備という二つの側面があった。これは、福島先生の日本へのWDC誘致、長谷川先生の京大理学部へのWDC設置と関係者による維持、前田先生の理学部附属施設としての組織化とその後の育成、という先人の正しい判断と努力があって可能になったことであった。WDCという種と、それを育てる不断の努力がなければ、地球電磁気学講座以外の組織は持てなかったであろう。歴史は、単なる懷古ではなく、このようなことを教えてくれる。

このセンターは、理学研究科付属施設として、教育・研究の義務を果たしながらデータセンター活動を行っている。評価もこの3つの面からなされるべきであるが、その作業は、後の人達に譲りたい

参考文献

- 福島 直 「国際地球観測の歴史と百年記念事業」，地球観測百年（永田武・福島直編），東大出版会,1983
- 福島 直 「IGY資料センター設立に至る歴史的経過」，地磁気世界資料センターニュース, No75, 2002.9.20
- 立花 隆 「宇宙からの帰還」，中公文庫，1985
- 荒木 徹 「世界資料センター」の設立・発展と STPデータ体制，月刊地球，号外 No58, 2008.

対談—京大地震学史に関連して

佐々憲三・三木晴男

この対談は昭和 55（1980）年 8 月 27 日に佐々憲三宅にて行われたものであり、京都大学防災研究所附属地震予知センター阿武山観測所に残されていたテープを基にして、竹本修三が復元し、編集した。テープ起しには重富國宏及び須藤靖明が協力した。佐々先生、三木先生のご遺族のご了解が得られたので、ここに公開することにした。なお、（ ）内は編者の註であり、章題は編者による。……………（2010 年 3 月 6 日：竹本修三）

1. はじめに

【三木晴男】僕は、まだ全部を見てへんのですが、志田 順（とし）先生の日本語の文を読みながら思ったんです。志田先生が初めて京都に来られたんは、歳を勘定しますと、大体三十前後ですね？

【佐々憲三】うん、そうそう。

【三木】志田先生は東大の物理の卒業で？

【佐々】そう、物理だったんです。

【三木】それで何をしておられたんですか？

【佐々】物理におってね。田中館愛橘さんって、いたやろ。

【三木】はあ、地磁気の…。

【佐々】田中館さんのところにおった。田中館さんはね、物理でも地球物理みたいなもんが好きやった。

【三木】長岡半太郎さんとは、関係なかったんですか？

【佐々】長岡さんもいたね。でも、田中館さんが「お前、京都行って地震をやれ」と言わはったんです。

【三木】はあ、はあ。

【佐々】ほいで、（志田先生は、）田中館さんに言われて京都に来たんです。だから、別府の研究所をつくる時もね。できてすぐですよ、開所式のときに田中館さんが来てくれたんです。

【三木】そうですか。

【佐々】阿蘇につくったときもね、阿蘇に建物ができたときも、田中館さんが見たいから、いっぺん、案内してくれんか、と言うて…。それでね、別府まで迎えに行ったんですよ。車でね、ぐるうに回って、湯布院通ってね。

【三木】ああー、そうですか。

【佐々】九重を通過して来たんですわ。ほいで、大観峰のところでね、そこいらがいちばん景色がいいから、見といてくれって言うた。

【三木】ははあ…。

【佐々】そしてね、回ったら、そこが阿蘇谷でね。温泉場だから…。温泉宿で休んでくれないかと言ったら、休もうと言ってくれたんですよ。だから、しめたぞと、下に下りてね、内牧を歩いて宿を頼んだ。そしたら、あとはよろしゅうございますと言われた。そいで、そこに泊まって次の日にね、車で迎えに行ったんです。阿蘇の車でね。そのあと、火山研究所に着いたら、「これはまあ、ゴツイのをつくっておる」と言うて…。

【三木】あははは…。

【佐々】田中館さんがね、なぜ、阿蘇に研究所を建てるのを知ってたかと言うと、別府の開所式のときに来たからなんです。そのときね、アメリカから来ていた A.L.DAY 博士が、阿蘇の火山のどこへな、ぜひ研究所をつくれ、何やったら、コロンビアの資金出してやってもええと…、そう言っ

たんです。そしたら、(志田先生は、) 資金出してもらわんでも自分ですと断った。それで、熊本県から寄附してもらって、阿蘇に研究所を作ったんです。

【三木】 そうですか。

【佐々】 志田先生が高等学校時代の友達がね、東京で会社やっていたんです。その人がえらい金持ちでね。ちょうど阿武山観測所のある奈佐原の出身の人やった。

【三木】 はあ、原さん言う方でしたか？

【佐々】 原さんね。横浜にいたんです。養子にいつてね、名前が変わっているんです。その人がね、阿武山をつくってくれた。その金は俺が出すと言うて。

【三木】 ああ、そうですか。

【佐々】 それで、阿武山の観測所もできた。

2. 地球物理学教室の誕生前後

【三木】 志田先生の文を読みますと、あのとき、京大は菊池大麓さんが総長だと....。

【佐々】 そうそう....。

【三木】 菊池大麓さんからもらった手紙が、あのなかにありましたね。

【佐々】 あった。

【三木】 考えてみましたら、今やったら、大学の総長が、たかが三十そこそこの若い人に、どうしてあんな手紙を書いたんだろうか。それまでに、志田先生はそういうふうにな名前を知られておられたんかと思ったんですけど....。志田先生の文を読んでみますと、先生は、そのときまでは地震学の本を読んだこともないし、地震計をいじったとこともないと....、そういうふうに書いてありました。

【佐々】 そうですよ。来たときは何も知らなかった。知らなかったけども、菊池さんがね、地球物理をつくれと言うたらしい。

【三木】 ああ、そうですか。

【佐々】 菊池さんは、理学部に地球物理をつくりたいと思っていたらしい。そのときにはまだ理学部はなかったんです。

【三木】 理工科大学でしたね。

【佐々】 そう、理工科大学です。あとで理学部が独立したんです。そこに地球物理ができた。ほいで、地球物理ができてすぐに僕が来たんです。

【三木】 ああ、そうですか。

【佐々】 志田先生が一高を出て大学生とき、僕は生まれたんです。1900 年です。

【三木】 僕は、京大の何て言うんですか、「五十年史」でしたか？歴史を書いたものがありますね。こんな分厚い本です。あれを見ましたら、物理学教室の歴史のなかに志田先生のお名前が全然出てへんし、来られてから地球物理学教室ができるまでは、物理でどういう立場だったんだろうかなと思って....。

【佐々】 そうですね、実験の立場と言うか、地球物理をつくろうと思って一生懸命やっていたときでしょう。

【三木】 はあ、はあ....。

【佐々】 だから、物理には席が無くなってるんですよ、きっと....。物理からは、出てしもうたんですよね。地球物理ができて....。

【三木】 確か、地球物理学講座という名前で。

【佐々】 そう。物理のなかに地球物理という名前の講座をつくった。そして、それを教室に独立させたんです。

【三木】 そうすると、始めは物理学教室のなかに地球物理学講座ができて....。

【佐々】 そうそう、ほいで、地球物理学教室が独立したのはね....、それからしばらくしてからです。*

(*この個所に関して、佐々恭二京都大学名誉教授に調べていただいた結果、志田順先生の履歴書には、“1918 (大正 7) 年 7 月 10 日に物理学第 1 講座担任を免じられ、地球物理学講座の担任を命ず、同時に物理学第 1 講座の分担を命ず”、と記載されているとのことであった。また「京都大学七十年

史」によれば、京都帝国大学理工科大学は、1914（大正 3）年に「理科大学」と「工科大学」に分離され、その後、「理科大学」は 1919（大正 8）年 2 月 6 日に「理学部」と改称された。そして、1920（大正 9）年 5 月に物理学科から宇宙物理学科、地球物理学科が分離したが、その前の 1918（大正 7）年に物理学科のなかに、物理学第 1 講座とは別に独立して地球物理学講座が設立された。つまり、これが地球物理学教室のルーツである。）

3. 上賀茂地学観測所から別府・阿蘇・阿武山の研究施設へ

【三木】僕、読んでいまして、志田先生は、そのとき地震学についての講義も全然聞いたことがないし、地震計や傾斜計をいじったこともないのに、京都へ来られたのが 1909 年の 9 月ですね。それで 12 月までに上賀茂の傾斜計とウィーヘルト地震計の上下動を設置して、物理学教室の中に大森式の地動計を置いて、動くようにされたのが年末ですから、3 ヶ月でやれると言ってちゃんとやった。そして次の年とその次の年の観測結果が 1912 年の紀要に出された最初の論文に書かれている。

【佐々】そんなもんです。

【三木】それがあの一、17～18 年後ですか？恩賜賞につながった。

【佐々】うん。

【三木】そうしますと、考えてみましたらですね、あの頃ずい分はりきって仕事をなさったんやなあと思うんですがね。

【佐々】それは、田中館さんの愛弟子さんだったからな。

【三木】ああ、そうですか。

【佐々】だから、田中館さんは、あの受賞のとき、えらい喜んでくれてね。その点、長岡さんはのんびりしてた。阿武山が建ったときも、えらい大きな建物が建ったな、こんな立派な建物が建ってしもうたら、だいぶ仕事をせなあかん、と言われた。

【三木】ですから、三十前後のとき、ものすごくはりきって仕事をしはったのに、それからずーっと論文がないわけですね。で、どういふか、心境の変化というのですかね、あの頃は、ちょうど今だったら、もう、ろくに仕事もせんとツバつけとこか、というたぐいの研究発表がたくさんありますね。志田先生をみてみますと、例えば、深発地震にしても、発震機構にしても、これ、できあがるまでには 7 年使ったとかですね、10 何年前から考えていたけどデータが揃わんから発表せずに置いてあったとか、非常にじっくり構えておられた。考えてみれば、やればやるほど、だんだん解らんことが出てくるから、ついこう...、物を書きそびれるということもあったんやろうと思うんです。それにしても、京都に来られて、上賀茂で観測を始められて、すぐにあんなすばらしい紀要の論文をお出しになってですね、あの張りきり様言うとおかしいですけど、論文の書き様とその後の書かなさ過ぎというのは、非常にコントラストがあってですね、わかりにくいんです。ある先生は、東京は次から次へと論文を書かないかんけど、京都は書かんでもええんやとおっしゃってましたが...

【佐々夫人】阿蘇を建てるのに大分夢中になってたんとちがう？

【佐々】うん、そうや。

【佐々夫人】阿蘇の研究所を建てるのでね...、別府のあとに。

【佐々】あの、別府の開所式のときにね、自分で阿蘇に建てるというたもんだから、建てんならんでしょ...。だから、そのために苦心したんです。まず、地図の上でね、大体どのあたりがいいか調べておいてね、それを僕に見に行っていこうと言うんです。ほいで、見に行ったんです。

【三木】九州のあのあたりをですか？

【佐々】今は私、地図でちゃんと知ってますがね。小山の上の丘を見てきてくれと言われてね、そいで見に行きました。きれいな丘で、熊本の方が見えるしね。阿蘇のぐりりも見えてる。そのときには地所はもう心配なかったしね。これだったら、申し分ないと思った。

【佐々夫人】別府に建てた、阿蘇も建てた、阿武山も建てたんやものね。そして、亡くなるときに「人は一代、名は百代」って、そんなことを言うてね...

4. 上賀茂観測余談

【三木】考えてみましたが、上賀茂で器械をセットされるときに、おそらく大学での授業もあったろうし、大学から上賀茂へは約一里あります。ですから、授業の合間、合間に、こう、今よりもずっと忙しかったろうと思いますが...

【佐々夫人】私が二歳のときですねえ。

【三木】ああ、そうですか。どこに住んでおられたんですか？

【佐々夫人】上賀茂に住んでました。昔の愛宕（オタギ）郡です。

【三木】そうすると、大学へ行かん日は、直接観測所へ行けた？

【佐々夫人】そうですねえ。山の麓ですしねえー、大田神社のそばですし、借家が...。つい戦前までは、その家が残っていましたんですけどね...

【三木】志田先生の文の中に「ロウソクに火を灯して」とか書いてあったんですけど、上賀茂には電気がきてなかったのですか？

【佐々】きてなかった。もちろんなかった。

【佐々夫人】愛宕郡ちゅうてもね...

【佐々】僕が来たときも、まだ電気はきてなかった。

【三木】ああ、そうですかあ。

【佐々夫人】上賀茂村。愛宕郡上賀茂村言います。

【三木】そうすると、あその上賀茂観測所の建物は、もともと8年ぐらい前ですかね、あの地磁気の国際観測年のときに建てられた。

【佐々】そう、そうですね。

【三木】そのときには電気が要ったでしょうけど、バッテリーでやってたんですか？

【佐々】上賀茂ではカンテラでした。

【三木】ああ、そうですか。僕は、文を読むと、そんな背景のことがやたらと気になってきましてね...、ははは。ロウソク灯したというのは電気がなかったから、そうすると、あの傾斜計の観測なんかというのも全部バッテリーやったかと思ってました。

【佐々】石油ランプのカンテラです。

【佐々夫人】歴史家やねえ...

【佐々】阿蘇ではバッテリーでした。そのバッテリーを持って帰らんならんでしょう。充電のときにね、下まで。あれは、重かった、重かった。重かったけど、あの頃は、あれができたな。

【佐々夫人】お墓で笑ろうてるかも分かん。何を言うてるんやって。ははは...

【三木】そうすると、充電のために、いちいち持って下りて...

【佐々】そう、持って下りなあかん。

【三木】ああ、そうですか。それは大変やった。

【佐々】その充電したバッテリーをまた持って上がらんならん。そのとき阿蘇にね、(中原)四熊君っていたやろ？ 彼が持って上がってくれた。私が危ないと言うたら、あ、そうですか、言うて平気でいてね。一週間に一回ほどで続いたら、ほいでも、うんと慣れはったな。

【三木】あの頃は、例えば、志田先生が大学で授業をして、それから上賀茂へいらっしゃる場合は、自転車かなんかで...

【佐々夫人】人力車です。

【三木】人力車で行ってたんすか？

【佐々夫人】人力車を毎日、迎えに行きましたわ、私。子どものときは、毎日...

【三木】その頃は、だけど、大学の先生の給料いうのは、かなりあったんですか？人力車で行けるぐらいに。

【佐々】人力車の方が安いからな...

【佐々夫人】タバコは敷島なんでねえ。十銭で二銭お釣をもらってきたかなあ...。そんなことがありました。人力車をお借りした頃...

【三木】それほど高くはなかった？

【佐々夫人】ええ、人力車代があったかと言われたら、どうも知りませんわ。ははは。

【三木】いや、毎日人力車に乗って帰ると...、今やったらハイヤー呼びつけてですね、行くいう感じですかね。...

【佐々夫人】ついこの間まで、その人力のおっさん、生きてました。

【三木】ああ、そうですか。

【佐々夫人】はい、九十いくつになって、最近亡くなってね...。

【佐々】僕はね、そのおー、別府へ行くときはね、やっぱり人力車で行った。荷物持ってね。そのとき、例の二万倍の地震計ね、別府へ持ってけ言うからね、開所式に持って行ったんですわ。大阪まで行ってね、そこから船に乗ったら、今度は向こうが人力車で迎えに来とった。ははは...。

【佐々夫人】主人が京大を卒業してね、別府の研究所を初めて運営するときも、人力車にトランクを乗せて教室を出ていく写真がありますわ。あはは、大笑いやね。...

5. 測量と田中館愛橘先生の思い出

【三木】あの頃、測地審議会の器械を借りて京都大学へ持ってこられたんですか？

【佐々】そう、測地学委員会。いちばん初めは震災予防調査会です。

【三木】ああ、震災予防調査会ですか。今は、大学では、やれ物品の管理やとか、何とか、面倒なことを言いますが、あの頃はそんなに気楽によそへ貸したりなんかできたんですか？

【佐々】貸してくれたね。しかも、それを返してへんからね、ひとつも...、ははは。

【三木】そうですか。

【佐々】京大に地球物理をつくるときにね、それに関与したのは、長岡さんと田中館さんですわ。この二人が震災予防調査会の器械を借りるのに便宜を図ってくれた。長岡さんは理論家だけどね、田中館さんね、あの人は、観測が好きで、測量が好きなんです。ほんでね、僕も田中館さんに測量の器械の読み方を教えてもらったんです。滋賀県の大津の方でね、そこが昔の兵隊の練習場ですよ。そこへ行ってね、測量の稽古をやったんです。そのあと阿武山で測量やったときには、比叡山の鉄塔が見えててね、それから山崎のところにやぐらが立ってた。もう少し東の方に、どこやったかな、四つぐらい立ってたんです、やぐらが...。昔、地図を作る時に使ったやつがまだ残っていたんですわ。それを使って測りました。

【三木】それやったら、今で言えば、三角点ですか？

【佐々】三角点です。阿武山の上には三角点があるでしょ。上賀茂の上にも三角点をつくったんです。

【三木】阿武山には、野外劇の舞台になるような場所がありますね。

【佐々】あれはね...、阿武山のあの場所はね、天体を見て...、そう、星を見るためにてっぺんにつくつとる。初めは山のてっぺんにつくってた。そして、方向をね、はっきり決めんならんで、比叡山とかね、それから、こちらの方の男山八幡とかね、そんな場所を見てね、一つは大阪城だった。大阪城と比叡山がね、基準でした。あとは見ていく。それで、地図の上に描き入れた。塔を建てたのはね、比叡山をてっぺんから見えるようにつくったんです。

【三木】あの頃はそんなに見通しがよかった？よく見えたんですか？

【佐々】よく見えた。あれね、むこうの方に松が出たらあかんちゅうてね。男山のつつじの山があるでしょ、その山に大きな松があってね...。

【三木】今は、阿武山の建物の前の方にも勝手に松がたくさん生えてきました。あれが虫にやられて枯れるんです。それがこけそうになって、電灯線や電話線に引っかかるもんですから、昨日、全員で綱引っ張って、三本ほどこかしたんです。あれ、事務室に言うと、やれまた面倒なこと言いますんでね、こかして、ほっとけ言うて、そのままにしてあるんです。

【佐々】そら、折って歩いたらええ。

【三木】ああ、そうですか。昔だったら、あれ、燃料にするので切ってくれたんですけど、この頃は手間賃の方が高くて、もうだめなんです。

【佐々】そういうときはね、風のせいにしたらいい。あそこは風が強いから。

【三木】風でこけたと...、それはいい、ははあ。

6. 講座給

【三木】京大のこんな分厚い本をこの間ちらちら見てましたら、あの一、その時代よりもっと後かもしれませんが、大学の先生の俸給は年俸というのがあって、それから、なんか、講座給とかがありましたね。

【佐々】講座給、ありました。

【三木】あれは、一体どういう意味なんですか？

【佐々夫人】給料、全部書いたの、ありますけど...

【佐々】あれはね、助教授にはないんです。教授だけあるんです。講座給というのは。

【佐々夫人】面白いことを言い出した....。

【佐々】講座給というのは別の金です。

【三木】そうすると、あの一、普通のサラリーと講座給とは別ですか？

【佐々】別のもんです。

【三木】そうすると、それを二つプラスしたものが収入なんですね。

【佐々】そうなんです。

【三木】はああ...

【佐々】で、講座給というのはね、教授になると、学生の指導をせんならんでしょ。それから、その講座の運営をせんならん。それが負担になるので、教授になると、講座給が付いたんです。

【三木】ああ、そうですか。その講座給というのは、ある講座に決まった額があって、それをしかるべくやれと...

【佐々】そうやね。教授というのはね、学生を掌握し、指導する義務がある。だから、それに対して講座給をつくったんです。講座を継がなかったらそういう義務はないわけやな。

【三木】はあはあ、なるほどね。そうすると、本来のいわば年俸というのは、言うてみれば研究費みたいなもんですか？

【佐々】そう、個人のね。

【三木】ほんで、講座給がいわば、学生の指導をしたり、教育したりという分で....。

【佐々】そうです。そういうことです。

【佐々夫人】これは、なんやしらん、年俸やら書いてありますけど....。

【三木】あははは。

【佐々夫人】歴史の先生に見てもらおう。

【三木】いま、僕が見ても、その当時の物価とすぐに比較でけへんから、なかなか分かりにくいやろうと思うんですけど....。

【佐々】そのとき貰った給料をね、えらいたくさんくれるなあ一って言うてたよ。

【三木】ああ、そうですかあ。そうすると、やっぱり今に比べて、かなり裕福だった。今だって、戦争直後からずっと昭和30年、40年代ぐらいに比べれば、公務員、大学の先生の給料は、大分よくなっていると思うんですけどね。

【佐々】大学の先生はね、他の公務員よりはいいくらいですわ。

【三木】はあーそうですか。その当時はそうだったんですか？

【佐々】あの、“位”から言うたらね、ずっといいですからね....。ほだから、あの一、教授になってね、勲章をもらうときにね、その“位”で貰うんですよ。

【三木】志田先生の理学博士言うのは、東京におられたときに取られたんですか？

【佐々】一高の教授のときかな....。

【三木】ああ、一高の先生をしておられたんですね。

【佐々】こっちや来る前に....。

【三木】そうですか。

【佐々夫人】ここに、大正2年理学博士と書いてあるよ。

【佐々】そんなら、京都に来てからや。

(編者註: 志田順は、大正 2 (1913) 年 3 月 17 日に、“On the Elasticity of the Earth and the Earth's Crust”のタイトルで京都帝国大学より理学博士を授与されている。)

7. 深発地震

【三木】それから、深発地震のときに、佐々先生が志田先生から記録を見て来いと言われて、あっちこっちの観測へやらされて、帰って来てから、それが、「佐々理学士の報告によれば」、というふうに書かれているんですけど...

【佐々】深発地震ね、あの、深い地震があるということは僕が気が付いたんです。その後ね、吉野地震があった。あれもかなり深い地震ですわ。被害が分散してた。

【三木】は？

【佐々】被害がね。ところが、京都では何と被害がない。しかし、地震の記録を見るとね、この地震は普通の地震とは違うわけ。やっぱり、はじめのほうからね。普通の地震と言うたら、はじめ割合小さいでしょ。で、ずーっと大きくなるでしょ。深発地震ははじめからばあーっと大きい。吉野地震のときに観測してたんは高田理夫君です。それで、その地震の記録見せいと言うて、見たんです。それで、あ、これはやはり深い地震だなと思ったんです。なんでそうかと言うとね、僕が学生のときにね、地震の反射をやれと言われてたんです。僕の論文*があるでしょう。深い地震というやつはね、普通の地震と違って、S 波の出方が違うんですが、それでやってみるとね、その地震はかなり深いことがわかった。(*S 波の振幅を論じた 1925 年の卒業論文であると思われる)

【三木】僕は、あの頃は地震の時間精度が非常に悪かったし、いわば、走時でもって深発地震を見るというのは非常に難しかったから、おそらく波形で見たんだろうと思ってました。

【佐々】それだけでいかんで、測候所を回ってね。あの頃、京都の皆を連れて行って、測候所の記録を集めると、深発地震が見えてきた。これを別府の開所式のときに志田先生が話をしたんですよ。そうすると、これはいかんと思ったのか、今度は向こう（東京）がやりだすんです。

【三木】気象台の和達清夫さんですね。

【佐々】そう。和達君がやりだしたんです。彼がやりだすときにね、向こうの近くの測候所長が、あれは志田先生が得意ちゅうことでよう調べてるって言うたから、京大のことは知っとるんです。それでも和達君がやってね、深発地震で恩賜賞をもらったでしょ。

【三木】ああ、そうですか。

【佐々】だから、あまりいいとは思っていなかったらしい。こっちの方が先に深発地震をやっているからね。

【三木】深発地震については、別府の開所式のときに志田先生がおっしゃっていましたが、それについて、今だったら、地震学会などでツバつけるような意味でですね、ポロポロしゃべっておいて、俺のほうが先にやったと言うんでしょうけど...。それを志田先生は、あんな講話の中に述べただけで、それ以外に書いたものが全然ないわけです。

【佐々】論文にはしてない。だからね、その内容を他人が書いても、別にそれでほっといたらいい。自分の専門の好きなことだけ考えて、後のことは考える必要はないと...

【三木】深発地震のあれでも、発震機構のそれにしても、いわば、ちゃんと証拠が集まるまでは、教室の中では随分皆さんにいろいろ話をしておられたんですね。こんなんがあり得るわと...。で、証拠が集まってから、こう発表になったと。

【佐々】そうですね。

【三木】ですから、発震機構の場合は、わりとはっきりした証拠が得られて、それを志田先生が東京数学物理学会で発表されてから後で皆がやったけど、惜しいことにまともな論文にはしていませんね。深発地震の場合も、別府でしゃべっただけですし...

【佐々】そうです。

【三木】別府の講話は印刷物になっていますね。

【佐々】あれはね、野満さんがやったんです。

【三木】野満隆治さんは、その頃、何をしておられたんですか？
【佐々】あのときは、海洋をやってました。
【三木】ああ、そうですか。あれは昭和4年か6年ですね。
【佐々】そうです。ところがね、そういうことはよくやったけど、わりに早よ死んだんです。
【三木】僕も講義を聞きました。戦時中だったと思いますけど。
【佐々】戦時中ね、うん。彼は測量がうまかったねえ。
【三木】ああ、そうですか？ あの分厚い、ごっつい本、「河川学」とかいう本がありましたけど。
【佐々】うん。
【三木】あの頃一般に、物理学教室の歴史を見ていましたら、発表する機会と言うか、論文の発表場所が非常に少なかったんでしょうか？
【佐々】そうですね。
【三木】理工学部紀要のほか、数学物理学会誌に書いて出すというのは、論文としてカウントされるんでしょうか？
【佐々】それは論文になります。
【三木】ああ、そうですか。
【佐々】僕もそれに書いたやつを論文に入れてます。
【三木】あれは、僕、見てないんですけど、今の地震学会の講演要旨のようなものでか？
【佐々】そうですね。
【三木】短いものなんですか？
【佐々】短いものですね。ページ数が決まっているから。原稿用紙の字数も決まっているし。
【三木】はあ。僕も見ましたら、志田先生の論文は、先の紀要に出されたものと、恩賜賞の受賞記念のやつ、これは論文とは言えないかもしれませんが。それから数学物理学会誌の二篇と長岡半太郎先生の何十周年記念にかにお出しになったものと、それぐらいでしょうか？
【佐々】それぐらいです。
【三木】今で言えば、論文が少ないとかなんか言われるとこですね、ははは。
【佐々】しかし、あの頃、(志田先生は)よう怒りよったなあ…。ところがね、その後でね、君は、やっぱり有望らしいなと言うとった。怒られるのはいいね。どうせだめなヤツには怒らへんと言う。だから、怒られたらモノになると、そう言うもった。

8. 阿蘇の観測余談

【三木】志田先生は、なんや気むずかしい先生やったという話は、久保寺 章 先生から聞いたんですが、阿蘇へ椿を植えに来られたときは大変だったようですね。
【佐々】阿蘇を建てる時にはね、あれはやっぱり苦心したんだ。金を集めんならんと。それで僕も動いたんです。知事のところに行った。あ、知事さんより先に財務省へ行ってね、そして、(志田先生と)知事のところへ行った。そしたら、「阿蘇に研究所を建てるという話は、そりゃあ大変けっこうだから、なんぼ金かかっていいからやってくれ」と言うた。それで、向こうが用意してくれた宿舎は、栃木温泉の例の旦那のところの温泉旅館でね、すぐ下の川の方のね、そこにして、泊まっていいと、「金はなんぼでも出してやる」と言うわけですよ。「よし！ほんなら」と、僕もそこから通ったんですよ。でも、あんなとこ、高こうついてかなわんやろ。金もないしね。それで、途中から、僕はこちら側の滝(数鹿流の滝)のところに移ったんです。あそこのほうが近いの。
【三木】通うたって…。
【佐々】通っていたんです。
【三木】通うにしたって、山の上までずいぶんあるじゃないですか。
【佐々】はい、ありますね。
【三木】歩いて行かれたわけ？
【佐々】歩いて行ったんです。ほだから脚が丈夫。
【三木】あははは。

【佐々】あそこからは相当あるしね。一時間はかかるもん。

【三木】そうでしょう。

【佐々】下りは楽だけどね。

【三木】それで、今でも非常にお元気なんですね。

【佐々】初めはね、滝の近くの宿のおかみさんがね、渋ってたんや。自分とこに子供があつてね。ほいで、一週間経ったら、大分慣れてきてね、すまんけど、この子供の面倒みてくれ言うて...

【三木】はあ。

【佐々】ほいで、子供の面倒見たった。

【三木】ははは。あの一、阿蘇やら、阿武山やらで、先生がコンクリを練られたという話を聞きましたが、いわば、実際の現場監督みたいなものですか、志田先生も...

【佐々】阿蘇はね、現場監督の現場監督なんです。現場監督は別にいたんですよ。ところがね、あそこにはね、石がないでしょう。みんな下から石を持って行ったんですよ。初めは川の石でやった。でも、間に合わへんでしょう。だから、今のポンプ室のとこね、あそこは岩が出ているから、その岩を割って使ったんです。角だらけや。そしたら、建築屋がね、こんなやつたら、壁が穴だらけになるぞって言うんです。それで、京都へ戻って、京都の建築屋にどうしたらいいかって聞いたんですわ。そしたら、そりゃ間に砂とセメントが入らへんから、よくつつけばええ、と言うた。それで、しまいにはね、つつくやつを専門に雇うたんですよ。それがあの四熊君や。

【三木】ああ、そうですかあー。

【佐々】それから、山の上に本堂観測所をつくったときも、彼はよくやったなあ。あれはね、陛下がね、大演習で向こうから山に登ると言うわけ。そうすると、あの頃は大きな石が降ってきたりしてたからね。もしものことがあったらいかんから、陛下がお出でになる春までにね、そう、冬の間につくらなきゃあかん。そしたらね、請負師が冬はどうしてもかなわんと言う。ほんなら自分でつくると言うてね、ほいで設計だけしてもらって、全部こっちでつくった。下の本所のときにはコンクリに混ぜる砂利で苦労したのを知っているでしょ？山の上では、川砂利はないけれど、火山の岩がなんぼでもあるから、それを割って使ったんです。下の経験があるから、よくつついてね。そしたら、こんなときに山のとっぺんにできるかって言われたんです。そいでね、普通のコンクリートの板は薄いんですけど、それを倍にしたんです。普通はこんな使わんと言うてたけどね。なんぼ高うついたか。でもね、ごっつい板にしたら、冷えたときでも、わりに温度を通さないんですわ。倍にしたら平気だったんです。

【三木】“板”と言うのは、コンクリートの“型板”のことですか？

【佐々】そうです、型板です。型板はね、普通のやつは薄いんですけど、寒い山のとっぺんだから厚くしました。そして、日が決まっているわね、登られる日が。そのまま予定通り、つくり終えなあかんから、坊中村の村長に人夫の手配を頼んだんです。いやいや、そのおかげで向こうが優遇されたんです。陛下の休む場所ができたから...。ほいで、陛下がお出でになったときにね、村長が何か貰うたんです。

【三木】ああ、そうですか。

【佐々】だからあのとき、坊中の村長がね、陛下に拝謁できたんです。

【三木】今上陛下（昭和天皇）ですか？

【佐々】そう、今上陛下です。その陛下はね、僕が別府にいたときに、係りの若い者が訪問の予約を取りに来て、いっぺん断ったことがあるんです。言ってきた日が日曜日だったから。

【三木】あーそうですか。

【佐々】皇太子のときにね。それが今の陛下だね。歳は僕より一年下です。最初に若い小僧みたいなのが来よってね、日曜日に見せて欲しいと言うもんだから断った。日曜が僕の当番だったからね。そしたら、あきらめていっぺん帰りよった。ほんだら、今度は侍従が来てね、皇太子の使いですけど...、すみませんけどって。それで、結局、案内したんです。大演習のときは、そのときの皇太子が陛下になっていて顔を知っているかなと思ってたが、何も言われへんかった。...ははは。

【三木】ははは...、なるほどねえー。

【佐々】ひやひやして、いっばいどきどきしたけど。

【三木】 そうですね、ははは。

【佐々】 もう、だいぶ年が経っているからね、むこうは忘れていたんでしょ。こっちは覚えていたけど...、いっぺん前回、断ったことをね。

【三木】 皇太子さんのときから、ようく、あっちこっちへ行かれたんですか？

【佐々】 行かれたんですね。好きだったんやね。別府では一日、登山やら見学やらの日があった。そのとき侍従からね、「見学を断られたのは、ここが初めてだ」と言われた。ははは。

【三木】 あの頃の天皇は、今以上に権力がありましたからね。

【佐々】 陛下は僕より一つ歳が下でね、よくわかった人でした。

9. 新城新蔵先生と松山基範先生

【三木】 話は違いますが、僕、ここらへんはまだ、詳しく調べていないんですけど、宇宙物理に新城先生っていましたね。

【佐々】 新城新蔵先生。

【三木】 あの方、重力もやっておられた？

【佐々】 重力をやっていたね。

【三木】 それから地質のほうへ行かれたのが松山基範先生。松山先生は志田先生のお弟子さんですが、新城先生は別ですか？

【佐々】 別です。新城先生の方が三つ年上です。新城先生は総長になったでしょ？そうするとね、仕事がでけへん。だから、志田先生がいろいろ指示をしてね、段取りして仕事させて、新城先生がやったことにしたんです。新城先生はそんなことに気がつかへんかったけど。

【三木】 ああ、そうですね。

【佐々】 新城先生があるとき、望遠鏡を覗いててね。先生が「星が見えるよ」と言うので、「どんな星が見えるのですか」と聞くと、「正直言って分からん、僕はあかんなあ」と言うた。それで、他のやつを呼んできよってね。ほしたら、どの星と言うたら、それが、ちゃんと、きちんと合わせよる。新城先生は、のんびりした人やったなあ。

【三木】 あはは。今、考えますと、京都に地球物理をつくるということですけど、その後の経過を見ますと、宇宙で重力をやったり、それから、地質で松山先生は、その後に重力から岩石磁気をなさいました。それで、地球物理学教室だけやのうて、かなりあのう、横のほうまで目を配らないかんかいなという感じがしとるんです。

【佐々】 志田先生が物理からこっちに移るとき...、地球物理をつくるときにね、だいぶ反対があったらしい。地球物理なんかつくる必要がないと言って。だが、やっぱりこれが必要だったのでつくったらしい。地球物理ができてから僕が入ったんです。今度は京都に地球物理ができたというので、何すんのや？と聞いたら、地球のことやら地震のこととかをやるという。それで面白そうだなと思って、そこへ入ることにしたんです。

【三木】 そうすると、先生は、初めから目的意識を持って地球物理にいらっしゃったわけですね。

【佐々】 はい、そうです。僕は東京地震のときには松本におりましたが、東京地震で逃げてくる人が大勢おったとき、たまたま、その汽車に乗ったんです。名古屋までね。そこで、辛かったことを皆から聞きました。その格好は着の身着のままでね。本当にかわいそうでした。それで、地震をやろうと決めたんです。

【三木】 僕はその大正 12 年に生まれました。ははは...。

【佐々】 僕はね、志田先生が一高を出て、大学生のときに生まれているんです。

【三木】 ああ、そうでしたね。

【佐々】 1900 年やから。

【三木】 松山基範先生が行かれた地質の物理地質の講座は、早くできたわけですね？

【佐々】 そうです。割合に...。

【三木】 だけど、やっていることは地球物理みたいなもので...。

【佐々】 そうです。もともと地球物理をやっていたんだから。だけど、志田先生が松山先生を地質

に移すときは、なかなか大変だったらしい。それで、地質の方までは干渉しないと一筆、書いたらしい。

【三木】それで、松山先生が地質へ行かれてから、ほとんど志田先生とは関係がなくなったんですね。

【佐々】そうです。

【三木】それから、松山先生は一派をつくられたわけですね。

【佐々】そうですね。地質のなかに物理地質の一派をつくられたんです。

【三木】だけど、考えてみましたら、今でも、ときどきおかしいと思うんですが、向こうでもやっぱり重力をやっていますし、地球物理でも、一戸さんや中川さんが重力をやっています。で、歴史を見ると宇宙の新城さんも重力をやっていたというふうに書いてあります。

【佐々】うん、やってた、同じことをやってた。昔はね、全部がやっていたんですよ。時計台の近くにいたときは…。その後に分かれたというけど、本当にきちっとは分かれてへん。今でもそういう傾向があるけどね。

【三木】まあ昔は、物理言うたら、大体地球物理だったわけですからね。

【佐々】そうやなあ。

【三木】だけど、地球物理学教室をつくる時にはそこらへんをちゃんと整理したほうがよかったと思うんですけどね。

【佐々】そう。最初のときはね、地球物理がいた古い建物の後ろの方に物理の光学の連中が別の部屋を持っていて、そこにおったんです。せいぜい五人しか入れないここにね。で、しばらくして、予算がとれて、移ったんです。物理の連中といっしょにいるとき、文部省から金をとることを教わったんです。まあ、いろいろあります。

10. おわりに

【三木】そういえば、佐々先生もそうですけど、志田先生の文章を見ると、あんまり歯切れがよくないし、いわば、しゃべり言葉で書いておられるようなんですけど…。

【佐々】そう…。

【三木】やっぱり、そういうことも論文を書く少なさの原因の一つでしょうか？しゃべるのも嫌いやとか書いてあるし…、ははは。

【佐々】しゃべるのは嫌いやね。論文書くのは…。

【三木】おそらく、もっと嫌いやったんやないかと…。

【佐々】そうです。僕のとときには、英文に自信がなくてね。英語の先生に大分手を入れてもらった。こっちがいいとか、悪いとか、いろいろ言われてね。悪いところを直してもらった。それで味をしめてね。弟子の論文でも大分世話になった。なかにはひどいやつもいてね、何を書いてるのかまったく分からん。それで、日本語で持ってこいと言ったら、これがまったくダメだ。英語の問題じゃないと言って、つかえした。

【三木】あの一、もっと整理しましたら、いろいろ分からんことがあるかと思いますが、また、教えてください。どんなことができるか分かりませんが、自分なりに一応取りまとめてみようと思ひまして。まあ、そう急ぎませんので…。どうか、よろしく。

【佐々】原稿にするには時間かかるで。

【三木】はい。

【佐々】僕も頼まれてね、最初の本を書いたときには、時間がかかったなあ。最後の原稿直しにね。

【三木】ははあ…。

【佐々】それを無理やり終えて、二つ、三つ出したな。

【三木】本というのは、ほんまに長いこと書き溜めたものを出すのならともかく、これをやろうと思うと、なかなか書けないもんですね。

【佐々】うん。

【三木】書き溜めたものが自然とでき上がるのがいいんですけどね。

【佐々】本を出すのは難しいですよ。本屋がうまく仕切れてね、売れるといいけどね。

【三木】考えてみます。どうもありがとうございました。

佐々憲三 (1900-1981)

大正 14 年京都帝国大学理学部地球物理学科を卒業，同学部講師，助教授を経て，昭和 20 年に同学部教授、昭和 38 年停年により退官。京都大学名誉教授。この間、京都大学理学部長、同防災研究所所長を歴任。昭和 38 年から同 44 年まで大阪工業大学学長。専門は、地震、火山、地すべり、物理探査など多岐にわたる。文部省測地学審議会委員、日本学術会議会員、地震学会委員長（現日本地震学会会長）、日本地すべり学会会長、京都市防災会議地震対策委員会委員長、財団法人防災研究協会理事長などを歴任。著書に『近畿地震 いつ来るか』（都新聞社，1947）、『地震と災害』（甲文社，1948）、『地震の話』（大化書房，1949）、『大地震』（アテネ文庫，1951）がある。なお、対談に出てくる【佐々夫人】は、志田順先生のご息女。

三木晴男(1923-2000)

昭和 20 年京都帝国大学理学部地球物理学科を卒業，同学部副手，講師，助教授を経て，昭和 34 年同学部附属阿武山地震観測所教授，同 54 年同学部附属地震予知観測地域センター教授。昭和 62 年停年により退官。京都大学名誉教授。地震学および地球内部物理学が専門。地震学会委員長（現日本地震学会会長），文部省測地学審議会委員，建設省国土地理院地震予知連絡会委員，東京大学地震研究所地震予知研究協議会委員，京都市防災会議専門委員，地震予知総合研究振興会評議員などを歴任。主な著書に『京都大地震』（思文閣出版，1979）、『検証地震予知』（思文閣出版，1987）、『小西行長と沈惟敬一文禄の役，伏見地震，そして慶長の役』（日本図書刊行会，1997）がある。

京大地球物理学研究に関係した教員の在職期間一覧

(本リストは、編者の竹本・廣田・荒木が中心となり、多くの関係者への聞き取り調査や入手可能な資料から作成したものである。正規の人事資料を閲覧したものではないため、不正確な部分もあると思われるが、古い資料が次第に失われていくなかで、各時代の研究テーマとそれに携わった人々を可能な限り記録に残しておくことは、意義があると判断した。誤りやリストから漏れている人などをご指摘いただき、今後さらに改訂していきたいと考えている。)

京大地球電磁気学関係分野職員の系譜 (担当：荒木 徹・佐納康治)

1956年以前 (H:副手 A:助手 L:講師 AP:助教授 P:教授)

理学部宇宙物理学教室

新城新蔵 : P1907-1929 (1900-1923:物理学教室, 1929-1933:総長)--地磁気観測・東洋天文学史

荒木俊馬 : L1923、AP1924 P1941-45 ---日食観測・電離層生成論

宮本正太郎 : L1936、AP1943、P1948-1976 ---太陽コロナ・電離層生成論

理学部地質学教室

松山基範 : P1922-44 (1921まで地球物理学教室) --- 岩石磁気/地磁気逆転・重力

上海自然科学研究所 (1931-45)

--- 地磁気・重力測定, 電離層, 日食, 小惑星軌道摂動, 経緯度, 揚子江水理

新城新蔵 (所長) 1935-38

速見頌一郎(1927 地球物理学科卒) 1931-45 東中秀雄(1929 地質学鉱物学科卒) 1931-45

千田勘太郎(1932 宇宙物理学科卒) 1935-42 今井 湊 (東京天文台から) 1933-45

電気試験所・電波物理研究所

前田憲一 (1932 電気工学科卒) --- 電離層・電波伝搬

理学部地球物理学教室長谷川研究室

長谷川万吉 : H1921 L1922 AP1924 P1937-57 依田和四朗 : L?

南葉宗利 : AP1937 田村雄一 : A1933 L1937 AP1945

太田衞次郎 : A1937 L1943 AP1950(阿蘇)

松下禎見 : L 広野求和 : A

1957年以降

理学部地球電磁気学講座 (1957設置, 1994年から太陽惑星系電磁気学講座)

教授	田村雄一	1957.7-68.3	前田 坦	1968.9-83.3
	杉浦正久	1985.9-89.3 (NASAから)	荒木 徹	1989.11-2002.3
	町田 忍	2002.7- (相関地球惑星科学講座教授2000.4-2002.6)		
助教授	前田 坦	1960.3-68.8	小川俊雄	1969.1-85.3 → 高知大理
	寺沢敏夫	1986.7-92.3 (宇宙研から)	→ 東大理	
	町田 忍	1993.1-2000.3 (宇宙研から)		
講師	小川俊雄	1963.4-68.12		
助手	小川俊雄	1958.4-63.3	鈴木 亮	1969.4-80.9 → 佐賀大
	荒木 徹	1970.11-77.11	斉藤昭則	1999.4-

理学部地磁気世界資料解析センター (1977設置)

センター長	前田 坦	1977-83.3	一戸時雄	1983.4-86.3
	杉浦正久	1986.4-89.3	山元龍三郎	1989.4-90.3
	荒木 徹	1990.4-2000.3	家森俊彦	2000.4-
教授	家森俊彦	2000.4-		
助教授	荒木 徹	1977.11-89.10	家森俊彦	1989.4-2000.3
	藤 浩明	2008.4- (富山大から)		

助手	家森俊彦	1981.1-89.3	亀井豊永	1991.2-2006.9
	竹田雅彦	1995.4-	能勢正仁	2001.4-
工学部電気系教室 : 1967年頃のスタッフ				
教授	前田憲一	1953-73		
助教授	木村磐根			
助手	鷹尾和昭			
他に 津田孝夫（電気系教室・情報工学教室）、麻生武彦（電気系教室）				
工学部電離層研究施設 (1981 超高層電波研究センター→2000 宙空電波科学研究センター→2004 生存圏研究所): 1967 年頃のスタッフ				
教授	大林辰蔵（電波研から）	1961-1967 → 東大宇宙研		
	加藤 進	1967-1992		
	小川 徹（同志社大工から）			
助教授	加藤 進	1961-1967	櫻井邦朋 → NASA ・神奈川大	
	大家 寛	→ 東北大理		
助手	坂口 瑛	→ 筑波大	松本 紘 → 京大総長	
	荒木 徹	1967-1970	藪崎 努 → 京大物理	
	筒井 稔	→ 京産大		
生存圏研究所 （現在、大気科学以外）				
教授	大村善治	橋本弘造	山川 宏	
准教授	小嶋浩嗣	白井英之	篠原真毅	
助教	上田義勝	三谷友彦		
以下は、主として地球内部電磁気学分野				
理学部地球熱学研究施設 （前火山研究施設）				
教授	田中良和	2000.1-2007.3	鍵山恒臣	2004.?-（東大地震研から）
助教授	太田証次郎	1950-58	田中良和	1995/10-99.12
助手	安原通博	1958.4-69.3	鈴木 亮	1963/4 -69.3
	田中良和	1966/4-95.9	橋本武志	1996.4 -2003.2 →北大理
	宇津木充	2003.?-		
理学部地質学鉱物学教室理論(物理)地質学講座				
教授	笹島貞雄			
助教授	川井直人?		鳥居雅之	-1998.3 → 岡山理大
助手	鳥居雅之	1976.9-		
教養部(総合人間学部)				
教授	依田和四郎		東中秀雄	
	太田証次郎	1958-71/3	住友則彦	1987.7 -90.5
	石川尚人	2007.4-		
助教授	住友則彦	1973.11-1987.6	石川尚人	2000.11-2007.3
助手	長島一男	→ 名大理	前田 坦	1955-60.2
	住友則彦	1964.3-1973.10	石川尚人	1988.5-2000.10
防災研究所地震防災研究部門（2005.4：地震予知研究センター等の改組）				
教授	住友則彦	1990.6-2000.3	大志万直人	2001.3-
助教授	大志万直人	1992.3-2001.2（日大から）		
助教	吉村令慧	2002.4-		
防災研究所火山活動研究センター				
助手	神田径	1998.4-2009.12 → 東工大		
工学研究科社会基盤工学専攻				
准教授	後藤忠徳	2008.10		

京大気象学・気候学・大気科学関係 歴代職員一覧

(担当：山元龍三郎・廣田 勇・水間満郎)

*は停年、＜＞は前歴を表す。

理学部地球物理学教室

気象学講座

教授	大谷亮吉	1922－1930		
教授	長谷川万吉	1940－1947	＜助教授 1930＞	
教授	滑川忠夫	1947－1960*	＜助教授 1937＞	
講師	中島暢太郎	1950－1951	＜助手 1947＞	
講師	高須謙一	1950－1951		
助手	織畑重太郎	1950－1951	助手	股野宏志 1953－1958
助手	関岡満	1953－1958	助手	村田茂三 1959－1964
助手	佐橋謙	1961－1969	助手	光田寧 1961－1962
助手	水間満郎	1962－1964	助手	後町幸雄 1964－1967
助手	吉住禎夫	1965－1969		
教授	山元龍三郎	1965－1982	＜助手 1958 助教授 1959＞	
助教授	浅井富雄	1967－1973		
助手	宮田賢二	1965－1970	助手	米谷俊彦 1969－1972
助手	花房龍男	1969－1974	助手	川平浩二 1973－1987
助手	岩嶋樹也	1973－1981		
教授	廣田勇	1983－2001*	＜助教授 1974＞	
教授	余田成男	2002	＜助手 1983 助教授 1987＞	
助手	塩谷雅人	1987－1995	助手	佐藤薫 1995－1999
助手	内藤陽子	1999		
助教授	石岡圭一	2003		

物理気候学講座

教授	木田秀次	1992－2006*	
助教授	岩嶋樹也	1991－1993	
教授	里村雄彦	2008	＜助教授 1994＞
準教授	重尚一	2009	
助手	西憲敬	1995	

理学部付属気候変動実験施設

教授	山元龍三郎	1982－1991*
助教授	岩嶋樹也	1981－1991

防災研究所

暴風雨災害部門

教授	光田寧	1977－1997*	＜助手 1961 助教授 1967＞
助教授	文字信貴	1977－1987	
助手	塚本修	1977－1984	助手 村林成 1984－1986
助教授	山田道夫	1987－1992	
教授	植田洋匡	1997-2005*	
教授	石川裕彦	2005	＜助教授 1994＞
準教授	竹見哲也	2007	
助手	堀口光章	1986	

災害気候部門

教授 中島暢太郎 1966－1986＊
教授 村松久史 1987－1997＊
教授 岩嶋樹也 1997－2008＊
教授 向川均 2008 ＜助教授 2002＞
助教授 田中正昭 1973－2001＊ ＜助手 1966＞
助手 後町幸雄 1966－1969 助手 枝川尚資 1970－1984
助手 藤谷徳之助 1973－1974 助手 井上治郎 1974－1991
助手 西憲敬 1991－1997 助手 寺尾徹 1998－2000
助手 井口敬雄 2001

水文学部門

助教授 後町幸雄 1969－1972

防災科学資料センター

助教授 後町幸雄 1972－1984

潮岬風力実験所

助手 花房龍男 1966－1968 助手 佐野雄二 1968－1970
助手 森征洋 1970－1974 助手 塚本修 1974－1977
助教授 林泰一 1988 ＜助手 1977＞

超高層電波研究センター＝＞宇宙電波研究センター＝＞生存圏研究所

教授 加藤進 1981－1992＊
助教授 麻生武彦 1983－1997
教授 深尾昌一郎 1988－2007＊ ＜助手 1981 講師 1984 助教授 1986＞
教授 津田敏隆 1995 ＜助手 1981 助教授 1987＞
教授 塩谷雅人 2001
教授 山本衛 2007 ＜助手 1998 助教授 1996＞
助教授 中村卓司 1998－2009 ＜助手 1989＞
助教授 山中大学 1995－1998 ＜講師 1989＞
助教授 橋口浩之 2001 ＜助手 1997＞
助手 堀之内武 1999－2008 助手 山本真之 2001
助教 古本淳一 2007

原子炉実験所

講師 水間満郎 1978－2000＊ ＜助手 1964＞
助手 岩本智之 1964－2004＊

東南アジア研究センター

助手 安成哲三 1977－1982

固体地球物理関係 (現職の教員は除く) (担当: 竹本修三)

地物: 地球物理学教室	阿武: 阿武山地震観測所 (地震予知観測地域センターを含む)
地鉱: 地質学鉱物学教室	阿蘇: 阿蘇火山研究所
防: 防災研究所	熱学: 地球物理学研究施設 (別府)

志田 順 1909.9:理・物・助教授、1913.9:同・物・教授、1918.7(～1936.6):同・地物・教授

松山基範 1913.3:理・物・講師、1918.10:理・地物・助教授、1922.1:理・地鉱・教授

熊谷直一 1924.3:理・地鉱・助手、1926.3:同・講師、1926.11:同・助教授、1945.5(～1964.3):同・教授

佐々憲三 1925.4:理・地物・講師、1929.5:同・助教授、1945.3(～1963.5):同・教授

西村英一 1936.7:理・地物・助手、1939.3:同・講師、1945.3:同・助教授、1951.10(～1964.3):同・教授

三木晴男 1945.9:理・阿武・副手、1946.5:同・助手、1951.11:同・講師、1955.1:同・助教授、1959.1(～1987.3):同・教授

吉川宗治 1946.9:理・地物・副手、1949.6:同・助手、1957.6:防・助教授、1962.2(～1988.3):同・教授

岡野健之助 1950:理・阿武・副手、1956:同・助手、1961(～1974):同・助教授、(高知大へ)

松島昭吾 1951.5:防・雇技術、1957.6:理・地物・助手、1958:理・阿武・助手、1959.:理・地物・助教授、1971.4(～1992.3):教養・教授

小澤泉夫 1951.6:防・助教授、1957.6:理・地物・助教授、1961.12(～1986.3):同・教授、

高田理夫 1951.6:防・助手、1959.3:同・助教授、1965.4(～1987.3):同・教授

山口真一 1951.8(～1959.2):防・助手、1963.4(～1971.3):防・教授

一戸時雄 1952.4:理・地物・助手、1952.11:同・講師、1957.4:同・助教授、1962.2:防・教授、1962.2(～1987.3):理・地物・教授、

久保寺章 1953.3:理・地物・助手、1957.6:同・助教授、1964.1(～1990.3):同・教授

北村俊吉 1953.4:理・阿武・助手、1958.4(～1968.3):防・技官

西堀榮三郎 1956.3(～1958.5):理・阿武・教授

岸本兆方 1957.4:理・地物・助手、1958.4:防・助教授、1964.1:理・地物・助教授、1965.4(～1991.3):防・教授

神月 彰 1957(～1960.3):理・地物・助手、(関西大へ)

吉川圭三 1957.2:防・作業員、1957.6:同・助手、1962.5:同・助教授、1969.6(～1973.3):同・教授

島 通保 1957.6:理・地物・助手、1963.4:防・助教授、1972.4(～1992.3):同・教授

三雲 健 1958.4:理・地物・助手、1960.4:防・助教授、1973.5(～1992.3):同・教授

中川一郎 1958.4:防・助手、1960.4:理・地物・助手、1963.5:同・講師、1965.7:同・助教授、1988.1(～1995.3):同・教授

大塚道男 1958.4(～1963.4)理・地物・助手、(熊本大、九大へ)

加茂幸介 1959.4:理・地物・助手、1962.4:理・阿蘇・助手、1969.4:理・地物・講師、1969.8:坊・桜島・助教授、1973.11(～1994.3):同・教授

田中 豊 1959.4:防・助手、1961.4:理・地物・助手、1970.5:同・講師、1993.4(～1994.3):同・教授

菊池茂智 1959.4:防・助手、1961.4(～1998.3):理・阿蘇・助手

和田卓彦 1960:理・阿武・助手、1961:理・地物・講師、1964.4(～1993.3):理・阿蘇・助教授

田中寅夫 1960.4:防・助手、1965.4:同・助教授、1988.4(～1999.3):同・教授

中野正吉 1960(?):理・地物・助手、1961.7(～1968):防・助手、(大阪工専へ)

平野 勇 1960:教養・助手、1964(～1982.10):理・阿武・助手

渡辺 晃 1961.4:理・地物・助手、1962.4:理・阿武・助手、1975.3:理・阿武・助教授、1992.7(～1998.3):防・教授

橋爪道郎 1961.4:防・助手、1963.4:理・地物・助手、1965.4(～1969.9):防・助手、(岡山大へ)、

狐崎長琅 1961.4:防・助手、1961.7:理・阿蘇・助手、1963(～1972.3):理・地物・助手、

(秋田大へ)

江頭庸夫 1962.4(～1998.3):防・助手
西 潔 1962.4(～2003.3):防・助手
島田充彦 1963.4:理・阿武・助手、1990.6:防・助教授、1992.12(～2001.3):同・教授
高田雄次 1963.4:防・助手、1965.4(～1971.3):同・助教授、(舞鶴高専へ)
古澤 保 1963.4:防・助手、1976.7:同・助教授、1990.6(～2003.3):同・教授
尾池和夫 1963.4:防・助手、1973.5:同・助教授、1988.12:理・地物・教授、2003.12:
京大総長
後藤典俊 1963.4(～1973.5):防・助手、(北大、室蘭工大へ)
住友則彦 1964.3:教養・助手、1973.11:同・助教授、1987.7:同・教授、1990.6(～2000.3):防・教授、
(神戸学院大へ)
竹内篤雄 1964.4:防・教務員、1965.4(～2005.3):同・助手
加藤正明 1964.6:防・助手、1965.4:理・地物・助手、1971.4:防・助手、1982.5(～1990.12):
同・助教授
小野博尉 1965(～2003.3):理・阿蘇・助手、
富永 進 1965.4(～1969.6):防・助手
見野和夫 1965.4(～1986.3):防・助手、(立命館大へ)
竹本修三 1965.4:防・助手、1989.10:理・地物・助教授、1996.1(～2006.3):同・教授
田中良和 1966.4:理・阿蘇・助手、1995.10:同・助教授、2000.1(～2007.3):同・教授
古谷尊彦 1966.4(～1975.11):防・助手、(千葉大へ)
赤松純平 1967.4:防・助手、1986.7(～2007.3):同・助教授
梅田康弘 1967.6:理・阿武・助手、1990.6:防・助教授、1999.12(～2007.3):同・教授
黒磯章夫 1967.7(～1989):理・阿武・助手、(気象庁へ)
尾上謙介 1967.7(～2008.3):防・助手
入倉孝次郎 1968.4:防・助手、1973.5:同・助教授、1988.8:同・教授、2004.3:副学長
中川 鮮 1968.4(～2000.3):防・助手
須藤靖明 1969.7:理・阿蘇・助手、1991.4:同・講師、1993.10(～2007.3):同・助教授
土居 光 1969.10(～2002.11):防・助手
西田良平 1969.11(～1974.3):防・助手、(鳥取大へ)
渡辺邦彦 1970.5:防・助手、1993.1(～2007.3):同・助教授
重富国宏 1970.7:理・逢坂山・助手、1990.6(～2005.3):防・助手
東 敏博 1970.11:理・地物・教務員、1991.4(～2009.3):同・助手
藤森邦夫 1971.10:理・地物・助手、1997.7(～2008.3):同・講師、
西村敬一 1972:理・地物・助手、1993(～1997.3):同・講師、(岡山理科大へ)
許斐 直 1972.7:理・徳島・助手、1990.6(～2009.3):防・助手
松村一男 1972.6:防・助手、1986.7(～2008.3):同・助教授
伊藤 潔 1974.4:理・阿武・助手、1990.6:防・助手、1991.11:同・助教授、2003.5(～2008.3):
同・教授
小林芳正 1973.7:防・助教授、1981.4:理・地物・助教授、1994.4(～1997.3):理・阿蘇・
教授、(広島工大へ)
佃 為成 1973.7(1985.12):防・助手、(東大地震研へ)
大谷文夫 1974.4(～2010.3):防・助手
安藤雅孝 1974.4:防・助手、1989.6:同・助教授、1990.6(～2000.3)同・教授
関口秀雄 1974.4:防・助手、1978.11(～1984.3):同・助教授、1997.4(～2010.3):同・
教授
行竹英雄 1975:理・阿武・助手、1990.6:防・助手、1993(～1994.11):同・助教授
中村佳重郎 1980.10:理・阿武・助手、1990.6(～2008.3):防・助手
佐々恭二 1981.6:防・助教授、1993.2(～2007.3):同・教授

堀江正治 1987.4(～1990.3)理・熱学・教授
 岡田篤正 1993.1(～2006.3):理・地物・教授
 柳谷 俊 1996.1(～2010.3):防・助教授
 巽 好幸 1997.8(～2003.3):理・熱学・教授、(JAMSTIC へ)
 川崎一朗 2002.2(～2010.3):防・教授

海洋・陸水分野関係(現職の教員は除く)(担当:竹本修三)

野満隆治 1924(～1947):理・地物・教授
 瀬野錦蔵 1933.3:理・熱学・副手、1933.7:同・助手、1936.7:同・講師、1939.4:
 同・助教授、1961.4(～1964.8):同・教授
 速水頌一郎 1947:理・地物・助教授、1951(～1966.3):同・教授
 山下幸三郎 1948.8:理・熱学・(文部教官)、1962.4:同・助手、1965.1:同・講師、1974.11
 (～1979.3):同・助教授
 国司秀明 1951.10:防・助手、1958.11:理・地物・助手・1960:同・助教授、1966.9(～1990.3):
 同・教授
 樋口明生 1954.5:防・助手、1961.4:同・助教授
 吉川恭三 1957.9 ～1961.6:理・熱学・非常勤講師、1962.7:同・助教授、1973.10(～1987.3.):
 同・教授
 福尾義昭 1957:理・地物・助手、1959:同・講師、1963.4(～1973.9):防・助教授、
 (奈良教育大へ)
 湯原浩三 1958.5(～1965.2):理・熱学・助手、(防災科学技術センター、九大へ)
 鳥羽良明 1960.4:理・地物・助手、1965.10(～1971.3):同・助教授、(東北大へ)
 柿沼忠男 1960.4(～1966.9):防・助手、(愛媛大へ)
 西 勝也 1961.4:防・助手、1973.5(～1995.7):理・地物・助手
 奥西一夫 1962.4:防・助手、1976.5:同・助教授、1990.4(～2002.3):同・教授
 奥田節夫 1963.4:防・助教授、1964.1(～1988.3):同・教授
 中村重久 1963.4:防・助手、1981.6(～1997.3):同・助教授、
 金成誠一 1964.4(～1974.11):防・助手、(東京水産大、北大へ)
 友定 彰 1965 (～1966):理・熱学・助手、(水産研究所へ)
 今里哲久 1966:理・地物・助手、1972:同・講師、1981:同・助教授、1989(～1999.3):
 同・教授
 由佐悠紀 1966:理・熱学・助手、1979:同・助教授、1987(～2004.3):同・教授
 鈴木 徹 1966(～?):理・地物・助手
 白井 亨 1968.5:防・助手、1976.6(～1995.3):同・助教授
 川村政和 1971(～1974):理・熱学・助手、(地質調査所へ)
 今脇資郎 1972.12(～1990.5):理・地物・助手、(鹿児島大、九大へ)
 吉岡 洋 1973.6 (～2003):防・助手、(愛知県立大へ)
 吉岡龍馬 1973.11(～1994.3):防・助手、(富山県立短大へ)
 北岡豪一 1974:理・熱学・助手、(～1999.3)理・熱学・助教授、(岡山理科大へ)
 諏訪 浩 1975.5:防・助手、1989.6(～2010.3):同・助教授
 神山孝吉 1980(～1982):理・熱学・助手、(極地研究所へ)

編集後記

編 者： 竹本修三・廣田勇・荒木徹

2009 年度に国際高等研究所のフェロー研究会として 3 回にわたり開催された「京大地球物理学研究の百年」の成果を、ここに纏めて皆様にお読みいただける運びとなったことを心より嬉しく思います。第 3 回セミナーの後の総合討論で参加者各位のご意見を伺ったところ、このような貴重な記録は、長い年月を経た後でも、次世代の人々に知って貰うことが大切であり是非印刷物にして残して欲しいとのご要望がありました。

それを受けて、世話人一同、可能な方策を探った結果、国際高等研究所のご理解を得て、同研究所のフェロー経費で集録の印刷が可能となりました。この集録には、セミナー講演録のみならず、この研究会の主旨と意義にご同意くださった何人かの方々からの特別寄稿も含めることができました。編集に当たっては、総合討論の各所で議論のあったように、この歴史研究会の集録を当事者の回顧録のみに留めず、歴史的事実の記載と学問的評価の両面を強く意識して纏める方針で臨みました。言い換えればこれは、京大地球物理学百年の歴史の「正史」であると同時に「秘話」をも含めた「光と影」を浮き彫りにしたつもりです。巻末の教員リストは、夫々の関係部局に在職しておられた方々のお名前を通して時代とテーマを読み取っていただくための資料であり、講演録と特別寄稿はときに厳しく学問的成果の歴史評価となっています。しかし限られた 3 回のセミナーで総てを尽くすことはもちろん不可能です。今後、出来る範囲で論評と資料の追加を続けたいと願っていますので、各位のご理解とご協力を期待する次第です。

繰り返しになりますが、この歴史研究の集録は、関連する部局の図書室や研究室で保存され、20 年後 30 年後以上も後の世代の人々にとって先達の貴重な教訓として読み続けられることを念願してやみません。

最後に、この「京大地球物理学研究の百年」の一連のセミナーの重要性を十分にご理解いただき、多大のご支援とご協力を賜った国際高等研究所の尾池和夫所長を始め、同研究所のスタッフの皆様には深甚なる感謝を捧げます。また、研究会の中間報告を京都大学理学部地球物理学教室の同窓会 HP に掲載することをお認めいただいた田中寅夫地物同窓会長と実際にその作業をすすめてくださった同教室の福田洋一教授と高畑武志技術専門職員に厚く御礼を申し上げます。

京大地球物理学研究の百年

財団法人国際高等研究所フェロー研究会集録

発行日 2010 年 3 月 25 日

編 者 国際高等研究所フェロー 竹本修三

京都大学名誉教授 廣田 勇

京都大学名誉教授 荒木 徹

(非売品)