

# 第12回 理学部門談話会

日時： 2014年1月22日（水）

13：30-15：00

場所： 理学部第1会議室（理学部2号館6F）

## 話題及び提供者

「防災のなかの地質学-理学と工学の狭間で」

（横山 俊治）

「宇宙のスケールの階段とダークマター」

（普喜 満生）

「数学界のフェニックス 不変式論」

（大浦学）

教職員，大学院生，学生，一般の方々のご来場をお待ちしています。

（問い合わせ：suzuki@kochi-u.ac.jp）

理学部門談話会「防災のなかの地質学-理学と工学の狭間で」

横山俊治

はじめに

防災の世界は工学である。工学や医学だけでなく、理学であっても、人文社会科学や心理学であっても、災害から生命や財産を護ると言う意味で人間生活に役立てることが求められる。すなわち、防災の世界では、工学的課題解決への貢献が求められる。

自然災害（natural hazard）と呼ばれる現象は地学の現象である。その現象が人間と生活世界と重なったとき、被害（disaster）が発生する。地すべり・崩壊や火山噴火、液状化のように大地のなかみ（地質）の破壊が災害に直接関係する場合もあれば、洪水や津波のように大地のそとみ（地形）がその被害の程度を左右する場合もある。いずれにしても、地質や地形の歴史と構造が自然災害そして被害と密接に関係していることは間違いない。したがって、災害の防止や軽減といった工学的対策の前に、自然現象としての災害の実態を把握し、その原因を明らかにしておくことが必要である。そこに理学としての地質学が果たす役割がある。

今日、卒業生が地質学（専門）を活かすことができるおもな就職先は地質コンサルタント企業、あるいは建設コンサルタント企業であり、コンサルト業務のほとんどで防災が重要な課題になっている。2000 年 4 月の高知大学着任にあたって、わたしには地質コンサルタント技術者の養成が期待された。

本日の談話会では、理学と工学の狭間におかれている地質系技術者の実務の世界に目を向け、理学としての地質学の生きる道はどこにあるか、地質系技術者を社会に送り出す側の大学はどう教育し支援すべきか、この分野での地質系大学人の社会貢献はどうあるべきかについて私見を述べたい。

工学に対するみかた、日本と欧米の違い

日本と欧米では、工学に対するみかたが伝統的に違っている。中世以来の伝統と格式を誇る欧米の大学（University）は容易に工学を自分たちの牙城に入れようとなしなかった。フランスのエコール・ポリテクニク（技術者養成機関）（1794 年開校）やマサチューセッツ工科大学（Massachusetts Institute of Technology）（1865 年改称・開学）は大学（University）ではない。ドイツで工業高等学校が大学と同等の地位を得たのが 1899 年である。欧米の大学（University）には必ず神学部がある。しかし、開学当時の MIT には礼拝堂もなかった。また少なくとも初期の大学の医学部には、内科はあったが、外科はなかった。

しかし、日本では状況が異なる。文明開化の明治の時代から、日本国民は工学に対する

偏見を持っていない。明治初期の「理学」は自然科学と工学を総称するものとして理解されていた {辻哲夫 (1973) 「日本の科学思想-その自立への模索-」}。科学的テクノロジーを制度化した世界最初の大学は東京大学である (工部省工学寮, 1871 年発足)。以来、日本では理学と工学が対等と言うより、工学優位でやってきたように思われる。今日でも、工学部卒が理学部卒より遙かに多い。また科学・技術と科学技術の違いに思いが及ばなかったのが日本であるという点でも欧米とは状況が異なる。

### 技術者は専門職である

西欧の近代国家には、伝統的に神学・法学・医学の3つの学問的職業があった。これらは専門職業の自治と抱き合わせで、強制参加の身分団体をもっていた。技術者が専門職になったのはエコール・ポリテクニクが開校して以降である。

今日、専門職 (profession) は「公的機関 (多くの場合国家) によって制度化された特権的職業である」と定義されている。テキサス州のエンジニアリング業務法 (2000.2 改定) によると、「エンジニアは特権的職業で、免許されたもののみが「エンジニア」「プロフェッショナル・エンジニア」と名乗ることが許され、利便や受益のための手段として『〇〇エンジニアがおこなった』ということができる」と記している。

日本の専門職の資格には、科学・技術領域では医師・建築士・技術士があり、その他の領域では弁護士・公認会計士・不動産鑑定士がある。地質系技術者が目指すのは技術士のなかの応用理学部門 (地質) が一般的である。これらの専門職に共通するのは、専門知識や技術の内容は異なるが、一般人 (公衆) を相手にする専門性の高いサービス業であるので、説明責任や倫理が要求される点である。

技術士 (プロフェッショナル・エンジニア) としての地質系技術者は、制度のみならず、技術の内容から見ても、人間を相手にする医師と類似していることが多いので、自ら「地球の医者」と呼んでいる。「地球の医者」が人間の医者と異なるのは、医者自らが患者 (大地) のもとに出向かなければならない点である。そして、赤ん坊と同じで自らは口に出してなにも語らない点である。「地球の医者」は現場ができないと務まらない。

### 理学と工学の狭間でもがく地質系技術者

実務の世界での地質系技術者と工学系技術者の関係を見てみよう。

「地球の医者」という観点からみると、地質系技術者は内科、土木系技術者は外科に当たる。一般的には地質系技術者の診断結果、および地質系技術者の同僚である地盤系技術者に試験結果や安定解析結果等を総合して対策の方針 (概略「設計」) を策定する。これに基づいて、土木系技術者は詳細設計をおこない、適切な工学的対策を実施する。実質的患者は大地であるが、発注者や住民が対して説明責任が求められる。

地質系技術者は期待されているが、実務の世界では理学と工学の狭間でもがいている地質系技術者が少なくない。なぜなら、発注者のほとんどは土木系工学部出身者である。同

僚の技術者も地盤工学系技術者の占める割合が高い。理学の考え方と工学の考え方の違い、また発注者と受注者という立場上の力関係において、地質系技術者は十分に理解されなかり、誤解されたりして、肩身の狭い思いをすることがしばしばある。地質系技術者は、社内においても、発注者に対しても、工学系の彼らに理解できる言葉で説明することが求められる。そうかといって、単に工学系技術者にすり寄っていたのではダメだと思う。工学的課題の解決に、地質学（理学）の考え方、手法での貢献がないと工学系技術者から相手にされなくなる。

### 企業が求める地質系学生

地質系企業は、俗な言い方をすると、山が歩ける学生を欲しがっている。山が歩けるとは、地表地質踏査によって地質図がつけられる学生ということである。地表地質踏査技術は様々な知識と技術を動員する総合的技術であり、分布に偏りがあり、しかも質的にもばらつきの大きい情報を総合化する総合化技術である。地表地質踏査技術を修得していることで、多様な面をもつ本物の自然をまるごと捉えて、未知なる課題を発見するのに必要な能力が鍛えられていると期待しているからである。

しかし、地質系企業を第一志望にしているかどうかは別にして、残念ながら推薦できる学生が非常に少ない。地質図作成の経験が無く、自分の居場所がわからない、代表的な岩石の鑑定ができない、地層の走向傾斜を測るクリノメーターが使えないというのでは推薦できない。ただし、これは学生の能力の問題ではない。教育の問題である。

明治の初期に、若干 21 歳でドイツから来たナウマンは 10 年間で本州、四国、九州の地質図を作成した。日本で初めての地質図で、今日の知識で評価してもすばらしい出来映えである。21 歳と言えば、大学 3 年生と同じ年である。

彼の学位はほ乳類の化石に関するものである。日本に来て、つぎつぎと新しい化石を発見したというのなら納得できるが、そうではないのである。自分よりもほかに頼るものはいない状況で、自ら地形図をつくりながら踏査している。彼の踏査ルートを見ると、それだけではあの地質図の作成は難しいように思う。地形と地質の関係をうまく読んでいない。フォッサマグナ発見のエピソードをから想像するに、彼は地形と地質の関係を読む力に長けている。化石で学位を取ったナウマンが、岩石の鑑定力（当時、偏光顕微鏡はなかったので、肉眼鑑定である）だけでなく、測量技術や地形を見る目（ドイツと日本の地形はかなり異なる）をどのようにして身につけて日本に来たのか。彼がドイツで受けた教育を知りたいところである。

日本の大学は要求する授業科目数が多すぎると思う。どのような学生を育てるかをイメージして、厳選した授業科目をパッケージにして、授業科目間で相互に関連をもたせながら、実習に重きを置いた積み上げ式の訓練が必要であると思う。そうであれば、着任時の期待に応じて、「理学（地質学）を武器にして、現場のわかる地球の医者」をもっと育てることができたと思う。そもそも大学はその制度からして、何かに特化した人材を育てると

ころである。特殊であればこそ、一般に通じる人材が育つのである。

### 地質系大学人の地域防災への貢献

地質系企業の力と大学の力を比較すると、技術力、資金力、人材のいずれの面でも総合的には企業が上回っている。

たとえば、技術面でいうと、企業では 30 年前から一般的な調査技術であったボーリング技術がいまだ大学の技術になっていない。もうひとつ、最近急速に発達した技術に航空レーザー測量がある。等高線間隔 25cm～1 m の地形図作成が可能で、しかもデータがデジタルなので、様々に加工された地形図の作成が可能である。しかし、この航空レーザー測量地形図（LP 図）も大学では自由に使えない。われわれが手にすることができる地形図は等高線間隔 10m の国土地理院 2 万 5 千分の 1 地形図が基本である。これらふたつの技術に係る機器と人材を大学で保有する必要はない。外注する方がよいのだが、その資金が無いので手が出せないのである。

大学は大企業に立ち向かう町工場のようなものである。町工場が存在感を示すには、特殊でなければならない。企業が、学生に求めていることと、地質系大学人に期待していることは本質的に同じであるように思われる。企業が期待しているのは、現場（本物の自然）を見る地質学的なみかたについてであり、その見る目の鋭さである。

### おわりに

今日、様々な分野で技術の伝承が問題になっている。地質学でも、地表地質踏査技術をはじめとして、様々な技術の伝承が難しくなっている。技術の伝承は人を介してのみ可能になる。技術は熟練によって支えられ、その熟練の獲得は訓練を通してのみ可能になる。こういった技術の伝承についても大学教育の責任は大きい。

# 宇宙のスケールの階段とダークマター

教育学部 理科 (物理)

普喜 満生

自然界の解明が進んだ 21 世紀の初頭、宇宙についてほとんど理解できるようになったと思われたが、さらなる謎が噴出している。今回私が今まで関わってきた宇宙線物理学の分野を概観するとともに、その謎について紹介する。

## 1. スケールの階段

大きさが 2 倍の違いというのは判りやすい尺度である。十進法を使っている我々にとって、 $2^{10}=1024 \approx 10^3$ 、つまり 1000 倍の違いは、MKS 国際単位系にも採用されているように、汎用的な尺度 (スケール) になると考えられる。この 1 千倍を 10 段の階段と考えると、10 段で上の世界 (階) に上ることができる。これを基準に宇宙の大きさを測ると、我々の宇宙は、私たちの生活している世界を 1 階として、高さ 10 階の高層マンションと観ることができる。これをマクロ世界と呼ぼう。一方、千分の 1 で測っていくとミクロの世界への旅は、地下 7 階を数えることになる。

## 2. マクロ世界への旅

マクロ宇宙では、2 階は大きな構造物や地形が判る大きさの世界で、人間は小さくて見えない。これ以上は望遠鏡の世界となる。3 階は日本の国土や大陸など地球の表面を見る世界。4 階は太陽サイズの世界。5 階は太陽系程度の大きさの世界となる。6 階は超新星残骸などの星雲の大きさ。7 階は星々や星団が棲む世界。8 階は銀河の大きさとなる。9 階では超銀河団などが群がる大規模泡構造の世界となる。そして 10 階は 137 億光年が宇宙の果て (地平線) となる。光が届かないため今はまだ見えないが、その外に少なくとも数百億光年宇宙はさらに広がるという。

## 3. ミクロ世界への旅

ミクロ世界には、小動物や微生物・細菌の住む地下 1・2 階、さらに高分子からなる地下 3 階がある。地下 4 階では分子・原子の化学反応が繰り返される。地下 5 階は原子核反応の世界。さらに小さい地下 6 階では核子の構成要素であるクォークが垣間見える。現在の観測限界 100GeV 以上の質量を持つ素粒子が見えてくるのが地下 7 階となる。物質に質量を与えるヒッグス粒子はつい最近発見された。

## 4. ダークマターの存在

一見よく解ったように見える宇宙。しかし、銀河以上の大きさの構造を説明できない。銀河を安定させるには質量が 10 倍足りない。大規模構造を作るにはさらに大きな質量が必要。WMAP 衛星の結果では、宇宙には物質 4%、ダークマター (暗黒物質) 23%、ダークエネルギー (万有斥力) 73% という。宇宙物理でいわれているダークマターの存在の証拠とその正体の謎について、また宇宙線物理分野で最近発見された陽電子過剰に対する仮説について説明する。

10	宇宙の果て
9	ヨタ 泡構造
8	ゼタ 銀河
7	エタ 星団
6	ペタ 星雲
5	テラ 太陽系
4	ギガ 太陽
3	メガ 地球
2	キロ 地形
1	メートル 人間
-1	ミリ 小昆虫
-2	マイクロ 細菌
-3	ナノ DNA
-4	ピコ 分子・原子
-5	フェムト 原子核
-6	アト ハドロン
-7	zepto クォーク
宇宙は高層マンション	

「数学界のフェニックス 不変式論」  
大浦 学 (数学コース)

具体的に与えられた2次方程式の解を $a, b$ としたとき、

$$a^2+b^2$$

はいくらでしょう、という問題を高校時代に解かれたと思います。合言葉は「解と係数の関係」でした。

これは求めたい  $a^2+b^2$  という式が  $a$  と  $b$  を入れ換えても不変なので話しがうまくいっているのです。ここに不変式論の芽が見て取れます。

19世紀、不変式論は数学の中心の一つでした。ところが、20世紀になると一旦、檜舞台から消えます。

でも復活します。また消えます。でも、また、でも、また、、、。今回は、私が体験した不変式論の復活の場面をお話しします。