

自然現象の見える化の必要性

～数値表示の本質を受け止めることを一般教養に～

小 峯 秀 雄 (こみね ひでお)
早稲田大学 理工学術院 教授

1. はじめに

多くの人は、目に見えない事柄に「不安」を感じるものと思う。それが自らの生活圏・人生に係わってくると思うと、ことさら悪い方向に考える。これは当然である。我が国には、「石橋をたたいて歩く」という格言があるぐらいである。“考えられる”最悪なシナリオを想定して対応するのは、人の生き方として最もリスクの少ない生き方である。

しかし、人は、ある事柄に関心を持ち着目しはじめると、他の事柄に目が向かなくなる傾向もあるようである。人が関心を持った事柄が“目に見えない”事柄であったりすると、先に論じたように「不安」を感じ、ことさら悪く考えると拒否をしがちであるが、その事柄を拒否することにより、客観的に、別な不利益を被ることが明らかであっても、“目に見えない”事柄に囚われた人は、そちらに目がいかない状況になる。

さて、筆者は、原子力発電事業から排出される放射性廃棄物の処分技術や一般・産業廃棄物処分場の遮水工、土壤汚染に係る研究を進めていることから、廃棄物処分場建設や汚染土壌対策の技術審議会の委員長や専門委員に就任している。ここで感じることは、実際を評価している数値を、しっかりと認識されることなく、議論が進みがちであるということである。工学技術者にとって、物理現象を説明する上での唯一の武器と考える物理量を基に議論してもらえないことは、そもそも話にならないと思えるのである。本稿では、上記の状況を少しでも良い方向に改善されればという思いから、筆者が取り組んできた事例を紹介すると共に、「自然現象の見える化」の必要性を述べたい。

2. まず興味・関心をもってもらおう

「自然現象が“見える”ようになってもらう上で、必要不可欠なことは、その自然現象そのものに興味と関心をもってもらおうことである。元来、理解が困難な自然現象を“見たい”という意欲的な姿勢を持ってもらわなければ、“見える”ようにはならない。

筆者が本職としている大学での教育においても、まずは、自然現象に興味と関心をもってもらおうことを心がけている。どの程度の効能があるかは不明であるが、筆者の行っ

ている手法を紹介したい。

地盤工学分野において、多くの人が関心を持ちやすい現象の一つに、「液状化現象」がある。この現象を、一般の人に伝える教材として、素晴らしいものが開発されている。すなわち「エッキー」¹⁾である。筆者は、エッキーの開発者である納口恭明博士の了解のもと、まずは、エッキーによる液状化現象を鑑賞させ、興味を持ってもらう(図1参照)。その後、地盤工学会発刊の新潟地震で発生した新潟空港での液状化現象の記録映像²⁾を映写して、実際の地震規模で発生する液状化の驚くべき凄さを見せる。その後、土質力学の基礎として学生たちが習得しているはずの「有効応力の原理」での液状化現象の物理的解釈を説明するという順序で講義を行っている。

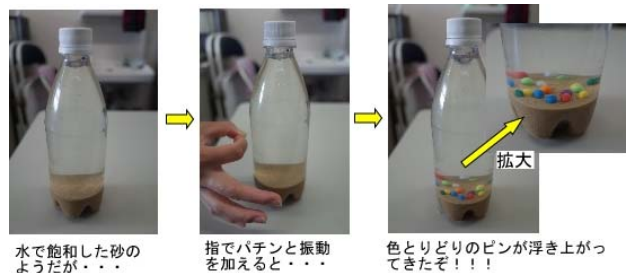


図1 エッキーによる液状化の見える化実験



図2 興味をもってもらおうためのデモ実験(ベントナイトの遮水性能の見える化実験)

また、ベントナイトの遮水性能の可視化実験も実施している。これは、水野克己博士が行ったデモ実験をヒントにさせていただいている。まず顆粒状のベントナイトを手にとらせ、次に水の入った容器の開口部分をベントナイトで塞ぎ、遮水性能があることを見せる(図2参照)。その後、ベントナイト部分に釘を刺し、さらには抜いても水が漏れ

ない状況を鑑賞してもらおう。そして、水は、長い時間を要して、とてもゆっくりと外に向かって移動していることを説明するとともに「ダルシーの法則」を教授する。

以上のように、まずは、自然現象を見やすい方法を用い鑑賞させて、興味・関心を持ってもらう。その後、その現象を支配している法則を教授するという順序で行うのである。ここで特に強調しておきたい点は、興味・関心を持ってばよしとするのではなく、その後、自然物理学の基本法則をベースに、その現象の理解を丁寧に説明することにある。

3. 定量的に思考することが重要

さて、前章に記したように、自然現象に興味・関心を持ってもらった上で、その現象を数量的に解釈することのできる物理法則を教授すれば、うまくいくかのような記述をしたが、実際は、そんなに簡単ではない。10 数年来、このような順序で、物理法則を教授しているが、簡単なデモ実験による興味・関心を持ってもらうまでは、なんとかうまくいっても、数式を活用した物理法則の教授の段階になると、氷のように固まったかのような目や姿勢に、学生・聴衆がなってしまうのが実際である。簡単なことではないのは分かっているが、数式を見て、その自然現象が目には浮かぶように思考してもらおうしかない。廃棄物処分場等の建設の技術支援をしていると、事業担当者から「分かりやすい説明方法はないのか。専門用語や数値を使わないで理解できる良い方法は？」と問われる時がある。筆者は「ない。すぐには分かってもらえなくても、定量的に、物理法則に則った説明を何度も繰り返すしかない。」と返している。専門用語や定量的な数値で説明することなく、正しく理解してもらえぬ夢のような方法があるのであれば、むしろ教えてもらいたい。

上記の筆者の意図を理解してもらうために、次のように論じて、定量的に考えることの重要性を説いている。

平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震の発生以降、様々な事項が数値として表示されるようになった。地震のマグニチュード、震源深さ、津波高さ、空間放射線量や放射性物質濃度等である。しかし、この数値について、物理法則をベースにすることなく“わかりやすく”表現すると、「ただちに影響がない」というような表現になる。筆者は、ここに様々な問題が内在していると考え、工学教育において「定量的」と「定性的」という事項を徹底的に教育している。「定量的」というのは、単に数値で示すだけではなく、その数値で表示される意味・本質を受けとめて、様々な判断を自分で行うことである。「定性的」とは、「こちらのボールは、あちらのボールより大きい」というように、単に大小の傾向を述べているだけで、何倍大きいのかについては何も言及していない。「定量的」というのは、この何倍なのかを、具体的な数値で示し、さらに、なんらかの判断基準に照らして、どのレベルに位置しているのかを理解することができ、自分で判断する根拠になるのである。

あの 2011 年 3 月 11 日に発生した大地震以来、日本人は

常に、この定量的な判断をしなければならぬ状態にあることを十分認識する必要がある。大震災以前も、実際には個々が定量的判断をしなければならぬのであったが、それを国や監督官庁に委ねてきたのである。定量的な判断を自分ではできないとあきらめ、それを他者に委ねて、安心していたのである。そして、ときどき、自分が勝手に信じていた他者の判断が誤っていることがわかると、徹底的に、その他者の責任を追及する姿勢を作る。食料品の安全性や建築物の耐震基準などで発生した事件がその例と思う。もちろん、適切な判断をすると表明し対価を受けていた人・組織には大きな責任があるのは言うまでもない。しかし、自分で定量的に判断することをあきらめ、他者に依存し盲目的に信じている側にも問題はあつた。平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震以降、日本国民は、あらゆるものを定量的に表示し思考し、個々で判断し行動することが、少なからず求められることを強く認識すべきである。もちろん、専門家に問うのもよいが、盲目的に信じるのではなく、ある程度自分で判断できる程度の「定量的」思考を身に付けておくべきである。自分は「文系だから無理」などと言っている場合ではない。文系も理系もない。質量保存の法則をはじめ、今まで理系進学者のみが学ばばよいと考えられた教科を、「人が人生を全うする上での必要不可欠な一般教養」として、小学生から必修で教育すべきである。このような思いを、図 3 に示すように、中・高校生に伝えられている。技術者は、誤解を招くような見かけの“わかりやすさ”を求めるのではなく、多くの人々が正しく判断できる定量的な説明を継続的に行い、それを受けとめられる環境創造のための教育・啓蒙も行うことが求められている。



図 3 ある高校での出前授業(講義タイトル:土木の誇り)の様子

参考文献

- 1) 独立行政法人 防災科学技術研究所：感性でとらえる地盤液状化の科学おもちゃ エッキータ、2014NIED 第 3 版、2014.03.
- 2) 地盤工学会：1964 年新潟地震液状化災害ビデオ・写真集、2004.06.