



ようこそ 私の研究室へ 49

国際科学技術共同研究推進事業SATREPS 防災分野
研究領域“開発途上国のニーズを踏まえた防災科学技術”

「鉱山での地震被害低減のための観測研究」
研究代表者



・小笠原 宏

地下深くの震源に迫り、地震発生メカニズムを探る 年間約10万回もの地震が発生する南アフリカの金鉱山が、私の研究室です。

PROFILE

1988年京都大学大学院理学研究科地球物理学博士課程修了(理学博士)。立命館大学工学部物理科学科助教授などを経て現職。専門は固体地球物理学。日本の鉱山での岩盤応力測定などを経て、南アフリカ共和国 ウィットウォーターズランド大学への留学をきっかけに、南アフリカの金鉱山を研究フィールドと定

める。震源のごく至近距離で、地震の発生から終息までの様子をつぶさに観測してメカニズムを解明。前兆となるデータなどをとらえて解析し、地震予知につなげることを目指す。2009年より地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム(SATREPS)の研究課題「鉱山での地震被害低減のための観測研究」研究代表者。

小笠原 宏 (おがさわら・ひろし)
立命館大学 工学部物理科学科 教授



震源となりそうな場所を予測し 機器を設置してデータをとる

「地震が発生する震源の間近に行き、直接目で見て、データをとる。それこそが、地震のメカニズム解明や予知に新たな発見をもたらしてくれます」

地震の研究といえば、地上で揺れを観測してデータをとるのが一般的だ。震源近くで調査ができれば間違いなく貴重なデータがとれるだろうが、震源は地下数kmの深さにあり、とても近づくとなどできない。しかし、そんな常識を超えられる場所が南アフリカにはある。

「もともと地震のまったく起こらない場所でしたが、金鉱山として採掘を始めた途端に地震が起こりはじめます。1つの鉱山で、体に感じないものも含め年間約10万回も記

録されることもあります。しかも、地下数kmの坑道のすぐ近くが震源なので、この目で確認できるのです」

小笠原宏さんは10年以上前からこの地に着目し、現在はJSTと独立行政法人国際協力機構(JICA)が連携して実施している地球規模課題対応国際科学技術協力プログラムで、日本と南アフリカの関係者とともに、地震のメカニズム解明に取り組んでいる。



地震予知経験が豊富な南アフリカ 高い観測技術を持つ日本

「震源になると想定される地点の近くにさまざまな観測機器を設置し、発生前から終息に至る詳細なデータをとっています」

地球の裏側にある金鉱山の地下深くこそが、小笠原さんの研究室なのだ。

「私が学生の頃は、天文学を研究したいと思っていました。でも、ある先生から、『天文学者はお金持ちでないとダメだよ』と言われて(笑)、それじゃあ地球を研究しようと思ったのです」

そして、進路の選択肢として海洋学と地質学の2つの分野でそれぞれ半年間、実習を経験した。前者は、琵琶湖の上で船に乗り、さわやかな風に吹かれながらの調査。後者は、鉱山の地下に潜り、日の当たらないところで土と格闘する毎日。快適な湖上での研究にも心引かれたが、悩んだ末に選んだのは、地下の世界だった。

「鉱山での生活に魅力を感じたことが大きかったですね。はたらく人たちは人間的にもおもしろいし、みんなで飯を食い、酒を飲み、一緒に風呂にも入る、体育会の合宿のよう



震源地点を想定する。

金鉱山で地震が起こるのは、鉱脈を掘り進めていった結果、地下にある断層に近づき、ストレスがたまることによる。そこで、採掘計画と断層の様子とを照らし合わせながら、いつ、どのあたりを震源として地震が起こるかを想定し、その近辺に観測機器を設置する。





な雰囲気が好きになりました」

日本列島各地をまわり、調査に取り組んだが、日本では鉱山の数自体が減少し、フィールドは限られてくる。そんなとき、南アフリカの金鉱山では震源を間近に見られるとの話を聞き、興味を持った。立命館大学に赴任後、海外留学の機会を得て初めて南アフリカを訪問。そこから現在の研究へとつながる道が開かれた。その南アフリカでも、小笠原さんは学生時代と同じく、鉱山ではたらく人々と深い関係を築いている。

「鉱山の隅から隅まで知り尽くしている、現場監督の経験もある岩盤工学技師もいて、予知に成功した経験を自慢げに話してくれるんですよ。震源が見つかるなど、成果があるとすぐに報告もしてくれます。一方で、彼らは予知できずに命が失われた苦い経験も持っている。彼らにとって地震予知は鉱山ではたらく人々の命に直結する問題ですから、真剣に取り組んでいる。そんな彼らが培った貴重な経験を、日本に持ち帰りたいですね」

一方、南アフリカの人々は、日本の高度な観測技術に大きな関心を抱き、熱心に教えを乞うてくる。それまでの機器では感知できなかった微かな揺れが、小笠原さんが持

ち込んだ機器によってとらえられたときは、大きな驚きをもって迎えられたという。最先端の研究の現場は、双方にとっての学びの場となっているのだ。



データが得られただけではサイエンスとは言えない

「研究室では、鉱山で得られたデータの解析だけではなく、岩石試料を用いて地震を再現する研究も行います。南アフリカの金鉱山で起こる地震の規模は、研究室の実験よりずっと大きいですが、日本の実際の地震よりは小さい。そこで得られたデータは、両者をつなぐことになると思います」

地震予知のためには、前兆となる現象を知ることが重要だ。岩石試料を用いた研究室の実験では、地震の前兆として、断層がゆっくりと滑るような動きが発生することが知られている。南アフリカの金鉱山でも同じような動きが確認できた。

「しかし、データが得られただけではサイエンスとはいえません。そこから、たとえば地震の規模によるデータの違いなどの規則性を見いだせば、どのくらいの規模の地震がいつ起こるのか、予測することもできるようになると思います」

① 鉱山という険しい山を想像しがちだが、南アフリカの金鉱山はキリンも生活するような高原の地下にある。② 研究フィールドの1つであるムポネン金鉱山の全景。南アフリカにはこうした金鉱山が50近くもある。③ 地下の坑道に行くためのエレベータ。数台を乗り継いで、4km潜ることもある。④ 出勤のためにエレベータを待つ人々。⑤ このような坑道が地下に放射状に広がっている。⑥ 設置された装置を坑道内で調整中。得られたデータはインターネットを通じて日本でもリアルタイムで確認できる。⑦ かつて震源だったと思われる断層。⑧ ひずみ装置を設置する小笠原さん。

小笠原さんが震源の間近での精密な観測という新たな道へと踏み出せたのは、「震源を見たい」という正直な思いが海を越えたからだ。「南アフリカに行き、震源を間近に見てわかったことがたくさんあります。机に座っているだけでなく、現場に行くことも研究者にとっては大切ではないでしょうか」

取材からほどなくして、東北地方太平洋沖地震が発生し、日本中を震撼させた。次にこれほど大規模な地震が起こるのは数百年後かもしれないが、M7級が各地で誘発される恐れがある。小笠原さんたちが地球の裏側に渡り、金鉱山の地下深くに設置した観測機器は私たちの命を救い、不安をぬぐうべく、今も黙々とデータをとり続けている。■



研究の概要

南アフリカの金鉱山において、震源の至近距離での観測を行っている。立命館大学、東北大学、東京大学、京都大学、鹿児島大学などによる共同研究。近い将来、震源になるとされる地点を想定し、さまざまな観

測機器を設置。地震の発生前から終息までのデータを得る。たとえば、岩盤のひずみや傾斜などをとらえる装置をセットし、地震の予兆として知られる断層の「ゆっくり滑り」の様子を知る。また、微かな音などをとらえるセンサーを設置し、同じく予兆の1つである「微小破壊」の様子を知る。南アフリカでも震源の至近距離での調査はすでに行われている

が、より高精度・高感度の装置を設置することで、これまで鉱山の地震観測では検知できなかった、多数の余震やその詳細な構造などの成果を上げている。また、岩石試料による実験によって明らかになっているメカニズムとの類似点や相違点も発見されており、より規模の大きい、実際の地震のメカニズムを解明し、予知理論構築を目指す。