

神岡鉱山に設置されたレーザー伸縮計 (KLIS) は、地球の内部の動きを敏感に捉えることのできる装置です。地球の内部の動きといっても、プレートの変動や、地震波など色々ありますが、特に地球の中心部にある“核”の振動を捉えようとしています。核の振動を測るためには、地中にもぐって、直接的に計るのが一番正確でわかりやすいでしょうが、地中は非常に高温なので、残念ながらそれはできません。そこで、あたかも聴診器を胸に当てて心音を聞くように、伸縮計を地球表面の“地殻”に貼り付けて、核から伝わってくる振動を捕らえようとしています。

以前、地球の核は静かであると思われていましたが、最近、地表の海流や大気の流れで揺さぶられ、固有の周波数で常に振動していることがわかってきました。その周波数を知ることにより、核の構造に関する情報が得られるようになります。特にその振動は、大きな地震が発生すると大きく増幅され、よりはっきり捕られると考えられています。まるで、スイカをたたいて、その音で内部の様子を判断するような感じですが、しかし、その予想される振動の大きさは、100mの地殻が、たかだか1mmの100万分の1から1億分の1変化する程度なので、それを捉える装置を作ることは容易なことではありません。それでも、このKLISは、以下に説明する、工夫と立地条件によりそれを達成しつつあります。

レーザー伸縮計の性能は、その腕の長さで評価できます。腕が長いとそれだけ微小な変化を拡大して観測できます。しかし、たとえ長くても、設置された岩盤に、断層や礫層（れきそう）などがあっては、そこでの突発的なスリップなどにより、よいデータは得られません。また、風や打ち寄せる波によって引き起こされる地球表面のわずかな振動雑音も、望む信号をかき消してしまいます。しかし、神岡鉱山内では、100m程度の長さにおいても、そのような欠陥のない岩盤が存在し、かつ、1000mも地下にあることにより、地表からの外乱も抑えられています。このように神岡鉱山内に設置できたことは、本伸縮計のデータ品質の向上と、連続してデータを取得できる期間の確保の点で大きく貢献しています。特に、KLISが行う地球観測では、数時間や、1日や、1週間といった長い周期の振動を捕らえることが大事ですので、神岡鉱山は最適な場所なのです。

また、レーザー伸縮計はレーザーの波長を物差しにして長さの伸縮をはかりますので、その物差しであるレーザーの波長をいかに安定化するかが重要です。本伸縮計では、もともと波長が安定な高性能な緑色（波長は532ナノメートル）のレーザーを使用し、さらにその波長を安定化する装置を加えることで、波長が10兆分の1しか揺らがないほどの安定度を達成することに成功しています。

このような究極的に安定な光源を使用し、神岡鉱山という静粛な環境に100mの腕の長さをもつマイケルソン干渉計を構成することで、100mはなれた相対変位を0.01ナノメートル（1mmの1億分の1）の桁まで計れる伸縮計を構築することができるようになりました。

また期待される地球の振動は、その起源によって、振幅が数桁異なることが、予想されていますが、本伸縮計は、その広い振幅領域をこれだけでカバーできるため、生産性のよい観測装置に仕上がっています。それでも、地震国日本ですから、大きな地震があると、ダイナミックレンジを超え、観測が一時的に中断せざるをえないことも明らかに発生します。しかし、本伸縮計は、中断される前と後のデータのある程度の連続性を確保するための「絶対距離計」も用意されています。これにより、0.1 マイクロメートルの精度で、中断前後のデータの連続性あるいは非連続性を保証することができます。残念ながら、0.01 ナノメートルから 0.1 マイクロメートルの間の連続性は保証できません。“絶対”精度で 0.01 ナノメートルの桁まで計測することは非常に難しいのです。(文責 三代木)