

## 地震前兆電磁波パルスの検出に関する観測研究

# 筒井 稔 [1]  
[1] 京産大

## Observation of electromagnetic pulses prior to earthquakes

# Minoru Tsutsui[1]  
[1] KSU

In order to confirm electromagnetic (EM) waves which could be excited prior to earthquakes, we had been observing EM noises in boreholes. Since we could not detect any EM pulses related to earthquakes, we shifted down the monitoring frequency from the range around 5 kHz to a range below 25 Hz. As the result, we detected earthquake-excited EM pulses in the earth. We also found that the EM pulses were excited due to Piezo-electric effect by vibration of seismic waves in the earth's crust around the EM observation site.

Furthermore, in order to clarify behaviour of EM pulses in the earth and above the ground, we began simultaneous detections of EM pulses with another EM sensor system installed above the ground and an accelerometer installed on the ground surface. As the result, we confirmed that EM waves were excited by seismic P wave and amplified by S waves, respectively and that they can readily leak out of the ground surface [1].

Detailed analysis of EM pulse in the earth and above the ground when an earthquake occurred just beneath the EM observation site has resulted that polarizations of the EM pulse above the ground was elliptic whereas that in the earth was a linear one. This phenomenon means that the EM pulse was radiated from the deep earth.

Based on such behaviours of EM pulses, we proposed a hypothesis of EM pulse excitations prior to earthquakes as follows; when a pressure began to load to both sides of two large earth crusts in an active fault where a fragmentation layer exists between the two large crusts, small crusts in the fragmentation layer could be first fractured even by the pressure weaker than that further strong stress at earthquake rupture. By the stress impact at the fracture of the small crust, seismic P wave could spread in the earth's crusts, and by the vibration of the P wave in the earth's crust, EM pulses could be excited due to piezo-electric effect in the crust and radiated out of the ground surface. This process would proceed and after that an earthquake would occur. Therefore, this kind of EM pulses can be regarded as a precursor of the earthquake.

Figure 1 shows spectrograms of tri-axial magnetic components and vertical electric component detected above the ground. An earthquake occurred at 24 km west of the EM observation site at 21:02 JST, January 14, 2015, and spectral lines of magnetic components can be seen at that time in the spectrogram. On the other hand, four vertical spectral lines of EM components are seen at about 7 hours before (14:08 JST) the earthquake. Since the polarization of the EM pulse was elliptical, and the short axis of the ellipse was pointing to the direction of the epicentre of the earthquake, this EM pulse can be regarded as a precursor of the earthquake occurred 7 hour later.

[1] Minoru Tsutsui, Behaviors of Electromagnetic waves Directly Excited by Earthquakes, IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, Vol. 11, No. 11, pp. 1961-1965, 2014. (DOI: 1109/LGRS.2014.2315208, Now Open Access)

地震に伴って電磁波が励起されるだろうとの仮説の下、深さ 100 m の非導電性ボアホール内の底部に電磁界センサーを設置して、観測を続けてきたが、関連電磁波は全く検出できなかった。そこで、地中媒質の電気伝導度の大きさを考慮し、2011 年 12 月からは 25 Hz 以下の周波数範囲での観測を行った結果、電磁波観測点を中心に半径 40 km とする域内で発生したマグニチュードが 2 以上の地震において電磁波パルスが励起された事を確認した。これは電磁波観測点近傍の岩盤内で地震波の振動による圧電効果によって電磁波が励起された事と考えられた。このように地下岩盤から電磁波が励起されていることが明らかとなったので、発生した電磁波の影響が地上にも現れている事を検証するため、地上にも同じ電磁波センサーを、そして地表に地震計をも設置して、電磁波と地震波との同時観測を行った。この結果、岩盤内で地震 S 波の波頭では常に電磁波が増幅されており、それが容易に地上へも放射している事を示した [1]。さらに電磁波観測点直下で発生した地震の影響について、地中と地上での電磁波の同時観測を通して、両領域での電磁波の偏波状況を調べたところ、地中では直線偏波であったのに対して、地上では楕円偏波となっていた。これは屈折率の異なる媒質の境界面（地表面）を横切って直線偏波していた電磁波が通過した結果として生じる現象である。この事から「地上で検出した電磁波が楕円偏波をしておれば、それは地中から地上へ放射された電磁波である」と看做す事が出来る事が判った。

一方、地震発生に至るまでの過程において電磁波パルスが発生する可能性について、その励起機構を次のように考えた。即ち、活断層には大規模岩盤で挟まれた破碎帯という領域があり、そこには小岩石が存在する。地震発生に向けて大規模岩盤に圧力が掛かり始めるが、その圧力が弱い段階であっても小岩石が破壊する事がある。その破壊時の衝撃は、両側にある岩盤の内部に P 波を発生させる。この P 波の振動により、岩盤内では圧電効果により電磁波パルスが励起さ

れると考えている。岩盤に掛かる圧力が更に増加すると更なる小岩石の破壊と共に電磁波パルスが発生する。この圧力の増加が限界以上に達した段階で地震が発生すると考えている。以上のような機構で発生した電磁波パルスを地震前兆の現象として仮説として提唱している。そこでこの考え方に基づき観測データを調べていたところ、それに関連した電磁波パルスを見つけた。図1はその状況にある電磁波の磁界3軸方向成分および垂直電界成分のスペクトログラムを表している。図では2015年1月14日21:02 JSTにM3.9の地震が電磁波観測点の西方24 km離れた地点で発生した事を示している。即ち、その地震波が電磁波観測点に達した時の電磁波パルスがスペクトル線として図に現れている。更に詳細に調べてみると、この地震発生約7時間前(14:08 JST)に興味ある電磁波パルスが検出されていた。そこで、その電磁波パルスの偏波を調べたところ、楕円偏波をしていた事から、それは地中から地上へと放射している事を示唆しており、電磁波の到来方位としての楕円の短軸方向はその震源に近い方向を示していた。故に、この電磁波パルスこそ地震前兆として発生したものと考えており、今後はこの種の電磁波パルスを集めて、その後発生する地震との関係において何らかの傾向を見出す事により、地震前兆の電磁波パルスとして特定する事を目指す。

[1] Minoru Tsutsui, Behaviors of Electromagnetic waves Directly Excited by Earthquakes, IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, Vol. 11, No. 11, pp. 1961-1965, 2014.

