

11 - 7 パークフィールド地震について

Parkfield earthquake

防災科学技術研究所

National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

2004年9月28日、サンフランシスコとロサンゼルスほぼ中間に位置するサン・アンドレアス断層上の村、パークフィールドの付近でM6.0の地震が発生した。パークフィールドの南方は1857年にFort Tejon地震(M8.3)を発生させた固着域、北方は断層のクリープ領域と考えられており、パークフィールドはその遷移域にあたっている(第1図)。

この場所は、長年にわたって地震学者の注目を集めてきた。そのきっかけとなったのは、1966年米国で行われた「日米地震予知セミナー」の野外巡検の際、多数の地割れ等が発見され、たまたまその約1週間後にM6級の地震が発生したことである¹⁾。また、この地震に際して断層から80m離れた地点で得られた強震記録を用いて断層近傍の動的変位を論じたAki(1968)の有名な論文²⁾ “Seismic displacements near a fault”がJGRに掲載されている。

1980年前後には、Bakunほか³⁾による歴史地震の調査から、ここでは、過去に1857年、1881年、1901年、1922年、1934年、1966年とほぼ22年の間隔でM6.0の地震が定期的に繰り返されてきたことが見出された(第2図)。また、最近3回の地震波形がきわめて類似していることから、これらは固有地震的な性格をもっていることが確認された。とくに、1934年の地震と1966年の地震は震源の位置が同じであり、ともに本震の17分前に同じ位置でM5の前震を伴い、本震はいずれも北西から南東へと破壊が伝播するなど、そっくりな地震であった⁴⁾。このことから、次の地震は1988年1月前後に発生する可能性が高いとされ、そのシナリオは1966年の地震と同様になるものと期待された。このため、パークフィールド周辺では地震観測のほか、2色レーザ測距、歪計、傾斜計、クリープ計、磁力計、地下水観測などが集中的に実施されるようになり、また実務的な警戒体制がとられるなど、地震予知の実験場として世の注目を集めた。

しかし、地震の発生が期待された1983～1993年の期間を過ぎても、パークフィールド地震は再発しなかった。地震発生が遅れる理由として、周辺で発生した1983年コーリング地震(M6.5)の影響を考える説なども提出されたが、一向に地震の発生を見ないまま2000年を迎えた。この頃になると、パークフィールドの地震予知実験場としての意味合いは薄れていったが、やがて起るであろう地震を徹底的に調べるための地震科学テストサイトとして新たな注目が集まるようになる。各種の稠密な観測が継続されるなか、NSFの主導により開始されたEarthScope計画の一環として、1966年パークフィールド地震の震源近傍では、サン・アンドレアス断層を掘り抜くSAFOD(San Andreas Fault Observatory at Depth)プロジェクトが開始された(第3図)。

SAFODでは、断層帯の物質や様々な物理化学状態がどのようになっているかを徹底的に調査することにより、地震を発生させる場の問題を解明しようとしている。2002年夏には、断層から約2km離れた地点でパイロット・ホールが垂直に2.2km掘削され、地震・歪・傾斜・加速度・水圧・温度の孔内モニターが開始された。次いで2004年6月にはメイン・ホールの第1期掘削が開始され、まず1.4kmの垂直孔が掘られたのち、55度曲げて断層方向に向かい、深さ2.5kmまでの掘削がなされていた。9月28日のパークフィールド地震は、この第1期掘削がほぼ完了した時期に発生した。今後の予定としては、第2期掘削が2005年6月から開始されることになっており、サン・アンドレアス断層上のM2.1の微小繰り返し地震の震源域をターゲットにして断層を貫き、深さ3.2kmまでの掘削を行う計画である。

さらにその後は、様々な坑内計測を実施したのち、2007年夏から第3期掘削が開始されることになっており、断層面近くでほぼ水平な4本の分岐孔を設けて、各々250mの長さのコアリングを行う計画となっている。

2004年パークフィールド地震は待望されて久しいものであったが、その発生様式は期待とかなり異なるものであった。前2回の地震はパークフィールドのすぐ北側が震源となっていたのに対し、今回はパークフィールドより南へ11km離れた地点が震源となり、破壊は南東から北西へと向かった。また、M5程度の前震を伴うこともなく、前駆的な地殻変動も見出されなかった(第1表)。今回の地震の発生が遅れた理由や、地震の発生様式が1966年の場合とはかなり異なるなど、残された課題は多い。SAFODのパイロット孔および断層周辺には多数の観測計器が配置されており、おびただしい量のデータが取得されている。これらのデータの詳しい解析結果に期待したい。

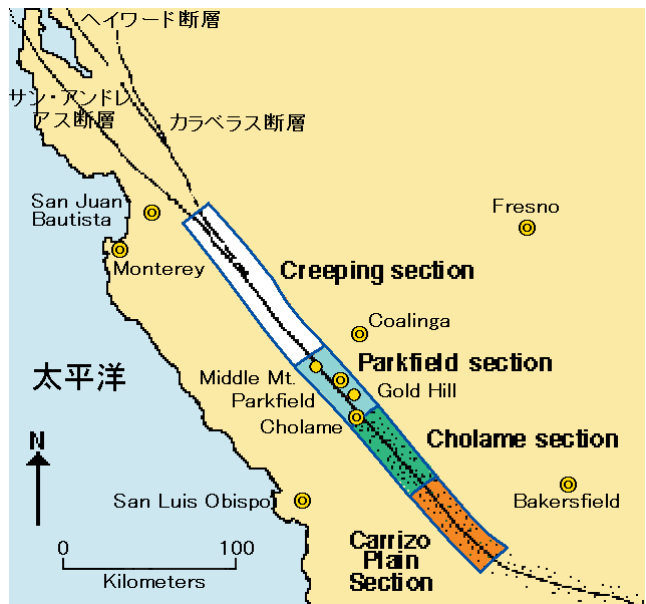
(岡田義光)

参考文献

- 1) 金森博雄, パークフィールドの地震予知, 地震ジャーナル, 2, 1-9 (1986).
- 2) Aki, K., Seismic displacements near a fault, JGR, 73, 5359-5376 (1968)
- 3) Bakun, W.H., and A.G. Lindh, The Parkfield, California earthquake prediction experiment, Science, 229, 619-624 (1985).
- 4) Bakun, W.H., and T.V. McEvilly, Earthquakes near Parkfield, California: Comparing the 1934 and 1966 sequences, Science, 205, 1375-1377 (1979).

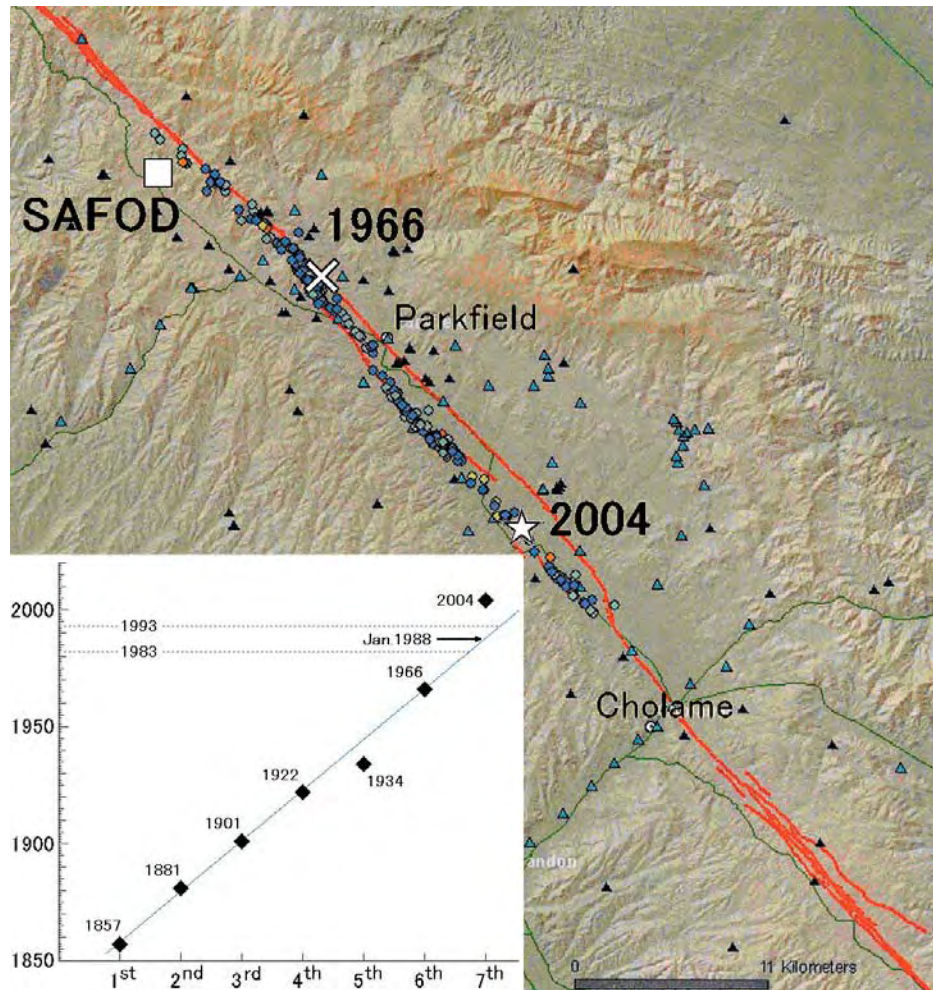
	前震	破壊伝播	備考
1857.1.9	???	???	Fort Tejon地震(M8.3)の前震
1881.2.2	???	???	
1901.3.3	???	???	
1922.3.10	なし	NW→SE	
1934.6.8	17分前M5	NW→SE	
1966.6.28	17分前M5	NW→SE	12日前:地割れ 9時間前:水道パイプ破損
2004.9.28	なし	SE→NW	

第1表 各パークフィールド地震の特徴。
Table.1 Comparison of Parkfield events.



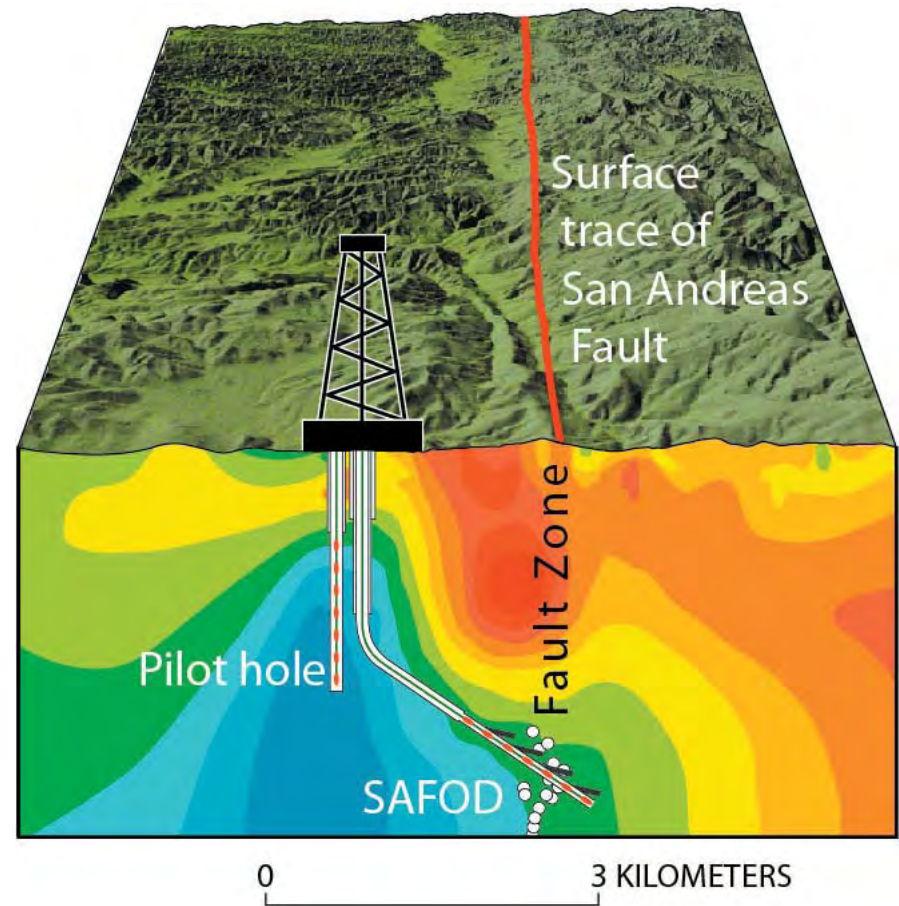
第1図 パークフィールド周辺のテクトニクス環境
[USGS資料に加筆]

Fig.1 Tectonic environment around Parkfield (after USGS).



第2図 パークフィールド地震の繰り返し。
 ×印は1966年の震源，星印は2004年の震源，丸印はその余震であり，
 三角印は地震観測点，四角印はSAFODの位置を示す。[USGS資料
 と合成]

Fig.2 Repetition of Parkfield earthquakes.
 A cross mark shows the epicenter of 1966 event, while a star shows the
 epicenter of 2004 event and circles show its aftershocks. (partly after
 USGS)



第3図 SAFOD (サン・アンドレアス断層掘削計画) [USGS資料]
 Fig.3 SAFOD (San Andreas Fault Observatory at Depth) (after USGS)