

# 2016年8月24日イタリア・リエティ地震

## The August 24, 2016 Rieti, Italy Earthquake

2016年8月24日3時36分、イタリアのリエティ県でMw6.0(イタリア地震センター:USGSではMww6.2)の地震があり、Amatrice(アマトリーチェ)などの震源に近い集落で壊滅的な被害が生じ、イタリア市民保護局(Protezione Civile,プロテチオーネ・チビーレ英:Civil Protection)によれば、24日夜に確認された死者数159名は25日になって249名に上り(ロイター、<http://www.reuters.com/article/us-italy-quake-idUSKCN10Z04H>) 今後、400名以上になるという見通しもある(<http://earthquake-report.com/2016/08/24/very-strong-earthquake-central-italy-on-august-24-2016-2/>)。

2009年4月6日に起きた2009 L'Aquila 地震(Mw6.3)は今回の地震の南南東40kmで起きており、308名の死者と6万人以上が家を失い、1万から1万5千の建物に被害があったと推測されている。MMI(改正メルカリ震度階)でVIII-IXのゆれ(日本の震度階で5弱-5強)で、被害にあった建物のほとんどが脆弱な無補強組積造であり、今回の地震でも震度階VIII程度であるが、人口が少ないにもかかわらず現時点で相当数の死者が確認されていることから、同程度以上の密度の被害になると思われる。

イタリア国立地球物理火山研究所、イタリア国立地震センター、イタリア強震動観測ネットワーク、イタリア市民保護局などの情報を簡単にまとめた。

2016年8月25日

愛媛大学 森 伸一郎

# アマトリーチェの被害 Damage in Amatrice



<http://www.chicagotribune.com/news/nationworld/ct-italy-earthquake-20160823-story.html>

Amatrice, Italy Gregorio Borgia / AP This aerial photo shows the damaged buildings in the historical part of the town of Amatrice, Italy, after an earthquake Aug. 24, 2016.

# 被害 Damage



Pescaa del Tronto, Ascoli Piceno (Reuters/Remo Casilli)

<http://qz.com/765067/a-strong-earthquake-has-hit-central-italy-and-several-are-feared-dead/>

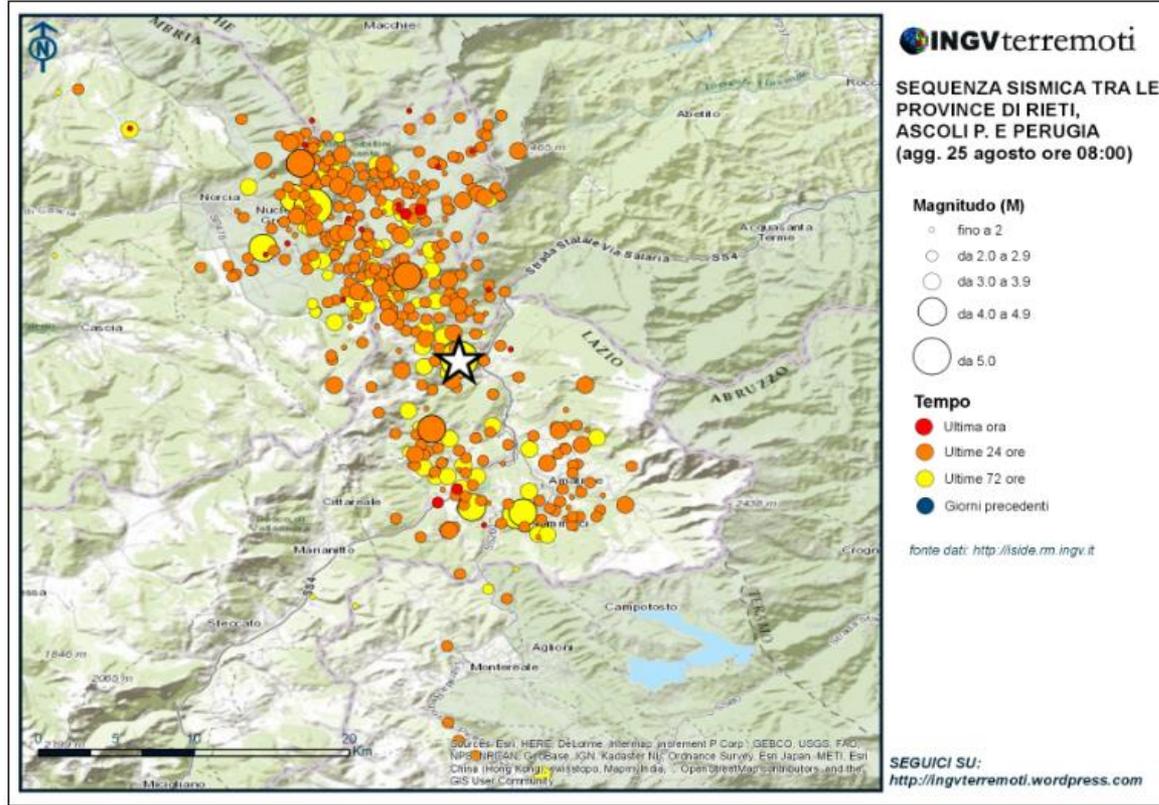
# 建物の被害 Damage to buildings



<http://www.usatoday.com/story/news/world/2016/08/23/norcia-italy-earthquake/89240378/>

多くは無補強組積造の建物で、泥モルタル、壁の面外崩壊、屋根の崩壊、それらの相乗が被害の原因か。

Di seguito la mappa dei terremoti localizzati aggiornata al 25 agosto ore 08:00 italiane.



# 地震概要 Earthquake

地震諸元(イタリア地震センター)

モーメントマグニチュード Mw 6.0

震源地 Rieti県

発震日時

2016年8月24日 01:36:32 (UTC)

2016年8月24日 03:36:32 (UTC +02:00) イタリア時間

震央 北緯42.7度, 西経13.24度

深さ 4 km

TDMT-INGV Revised

震央 北緯42.71度 西経13.22度

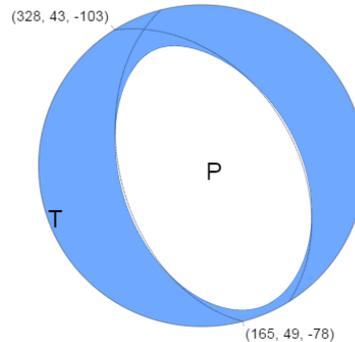
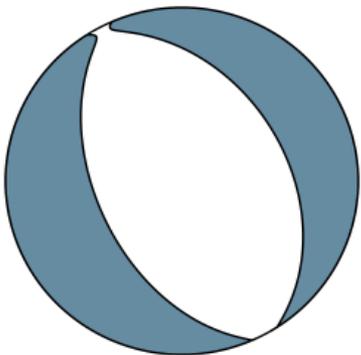
深さ5 km

東北東-西南西に張力軸を持つ正断層

USGS: Mww 6.2, Depth 1.5 km

<http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us10006g7d#moment-tensor>

Meccanismo Focale <http://cnt.rm.ingv.it/event/7073641>



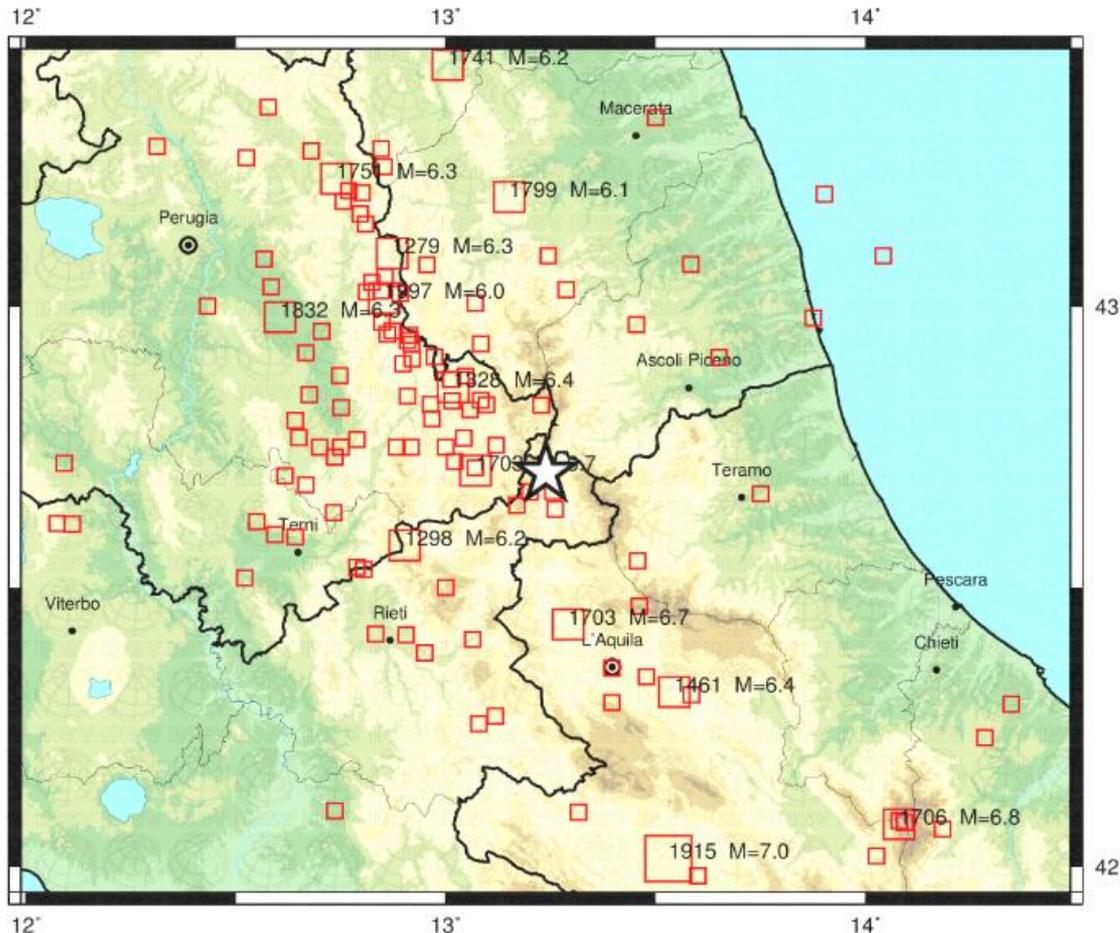
# I terremoti dall'anno 1000 al 2006

Evento del 2016-08-24 01:36:32 (UTC) di magnitudo 6.0

## 1000年から2006年 までの地震 Earthquakes occurred from 1000 to 2006

今回(2016年8月24日)のMw6.0(イタリア地震センター)の地震の発生した地域では、M6からM7までの地震がよく起きており、半径10km程度では1703年にM6.7の地震が起きている。

2009年4月6日に起きた2009 L'Aquila地震(Mw6.3)は今回の地震の南南東40kmで起きている。また、1999年9月26日には北北西30kmでMw = 5.7とMw = 6.0の地震が立て続けに起こり、アッシジのサンフランチェスコ教会など史跡が被害を受けた。



### Magnitudo stimata

Sono riportati i terremoti del catalogo storico CPT111 dall'anno 1000 al 2006 di magnitudo stimata  $\geq 5.0$ .  
Dati: [emidius.mi.ingv.it/CPT111/](http://emidius.mi.ingv.it/CPT111/)

□ da 5.0 a 5.9

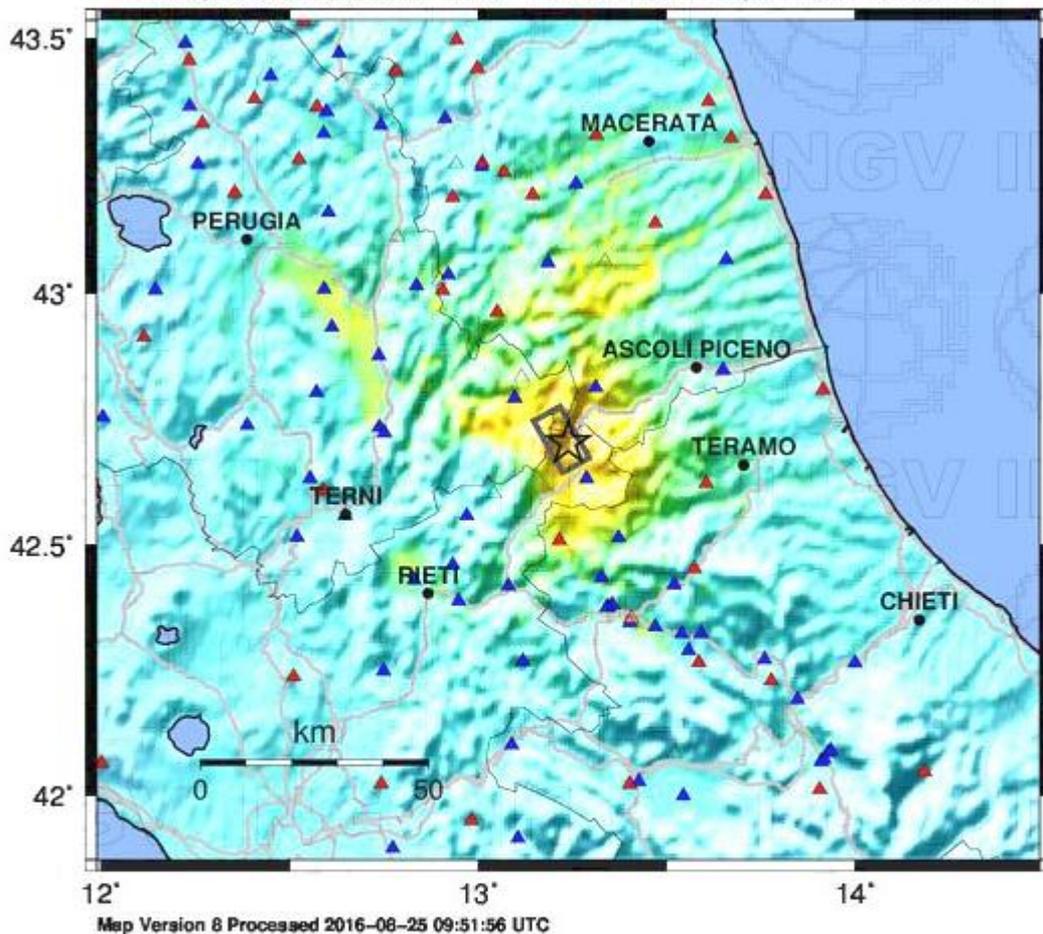
□ da 6.0 a 6.9

□ da 7.0 in su

[http://webservices2.rm.ingv.it/webservices/ingv\\_ws\\_map/data/2016-08-24/valentino.lauciani\\_at\\_ingv.it/746184/746184-History.png](http://webservices2.rm.ingv.it/webservices/ingv_ws_map/data/2016-08-24/valentino.lauciani_at_ingv.it/746184/746184-History.png)

# INGV ShakeMap : Rieti

24 Aug 2016 01:36:32 UTC M 6.0 N42.70 E13.24 Depth: 4.2km ID:7073641



# INGVゆれマップ INGV ShakeMap

INGV:イタリア国立地球物理火山研究所

地震観測結果から自動的に作成されたゆれマップであり、予備的で不完全な推定を基にした研究用のものであるので、公的なものではなく、使用に当たっては注意されたい。

The maps of ground shaking - ShakeMap - published in this web site have been determined only for research purposes and provide preliminary and incomplete estimates of the experienced shaking. They have been determined automatically from the instrumentally recorded data by the seismic stations and are updated as more data become available. The maps do not have any official value and INGV declines any responsibility from an improper use of the information therein represented.

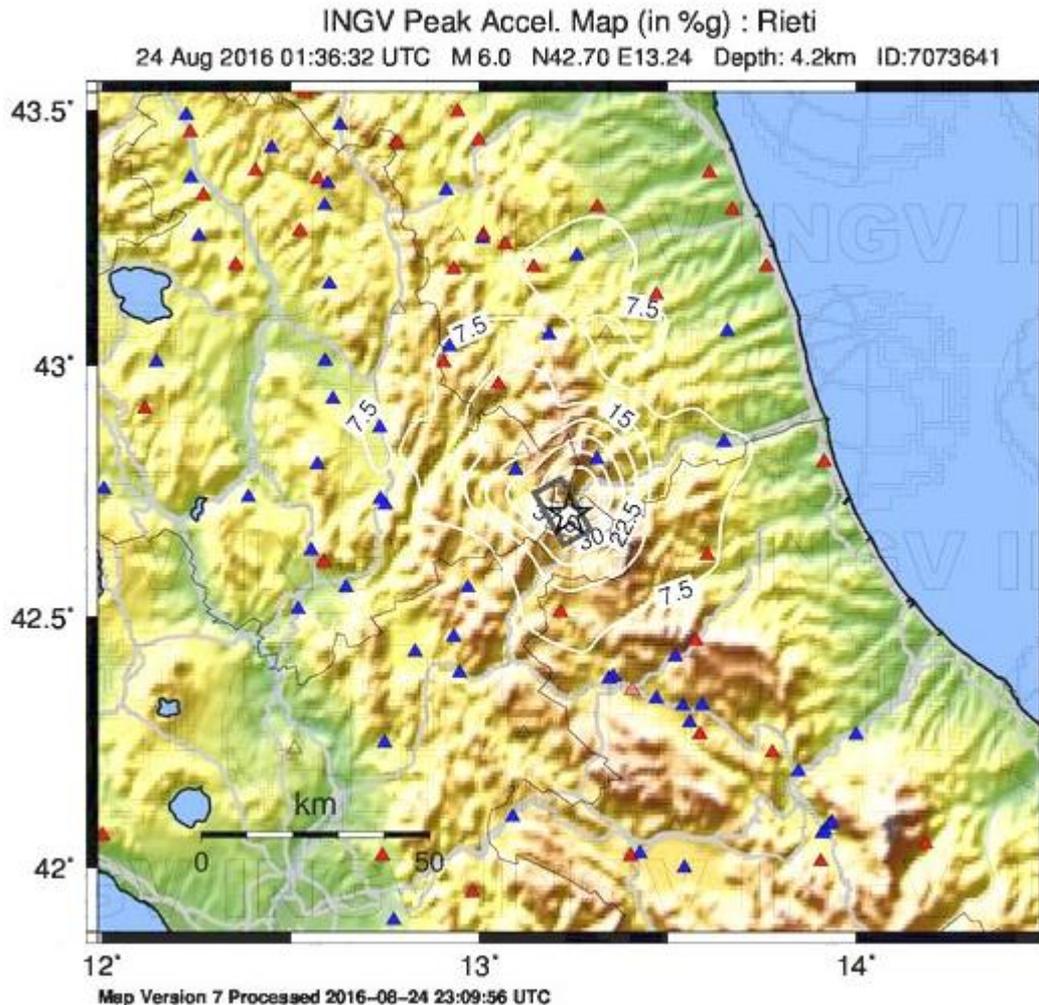
Instrumental intensityは定義が不明で、MMIIに対応するものとも思えるが、400cm/s<sup>2</sup>でVIIIとはやや小さいと感じる。

PERCEIVED SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
POTENTIAL DAMAGE	none	none	none	Very light	Light	Moderate	Mod./Heavy	Heavy	Very Heavy
PEAK ACC.(%g)	<0.05	0.3	2.8	6.2	12	22	40	75	>139
PEAK VEL.(cm/s)	<0.02	0.1	1.4	4.7	9.6	20	41	86	>178
INSTRUMENTAL INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

Scale based upon Worden et al. (2012)

<http://shakemap.rm.ingv.it/shake/7073641/intensity.html>

# 地震概要 Earthquake



地震諸元

モーメントマグニチュード Mw 6.0

震源地 Rieti県

発震日時

2016年8月24日 01:36:32 (UTC)

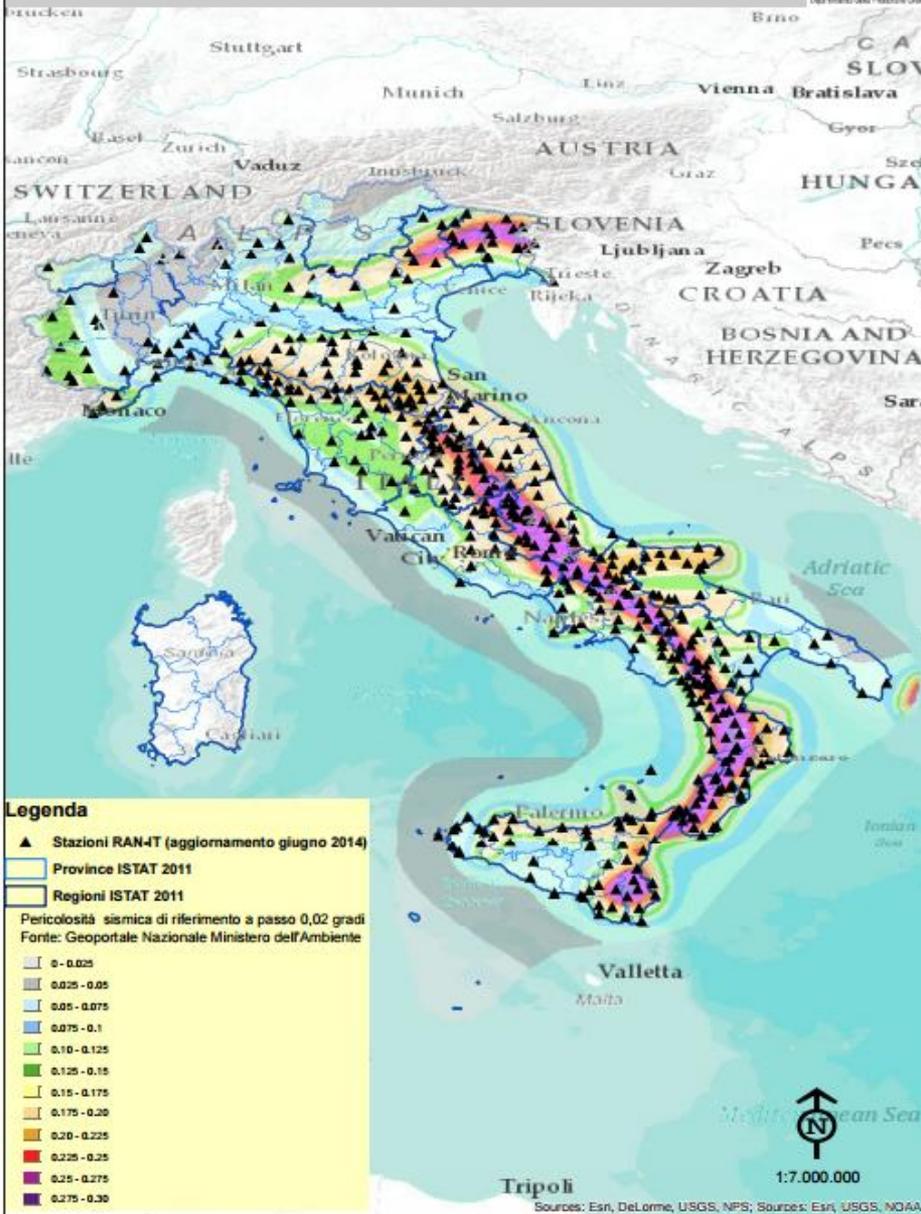
2016年8月24日 03:36:32 (UTC +02:00)  
イタリア時間

震央 北緯42.7度, 西経13.24度

深さ 4 km (5 kmに修正)

[http://webservices2.rm.ingv.it/webservices/ingv\\_ws\\_map/data/2016-08-24/valentino.lauciani\\_at\\_ingv.it/746184/746184-History.png](http://webservices2.rm.ingv.it/webservices/ingv_ws_map/data/2016-08-24/valentino.lauciani_at_ingv.it/746184/746184-History.png)

# Rete Accelerometric Nazionale (RAN)



# イタリア強震動観測網 Italian Strong Motion Network (RAN)

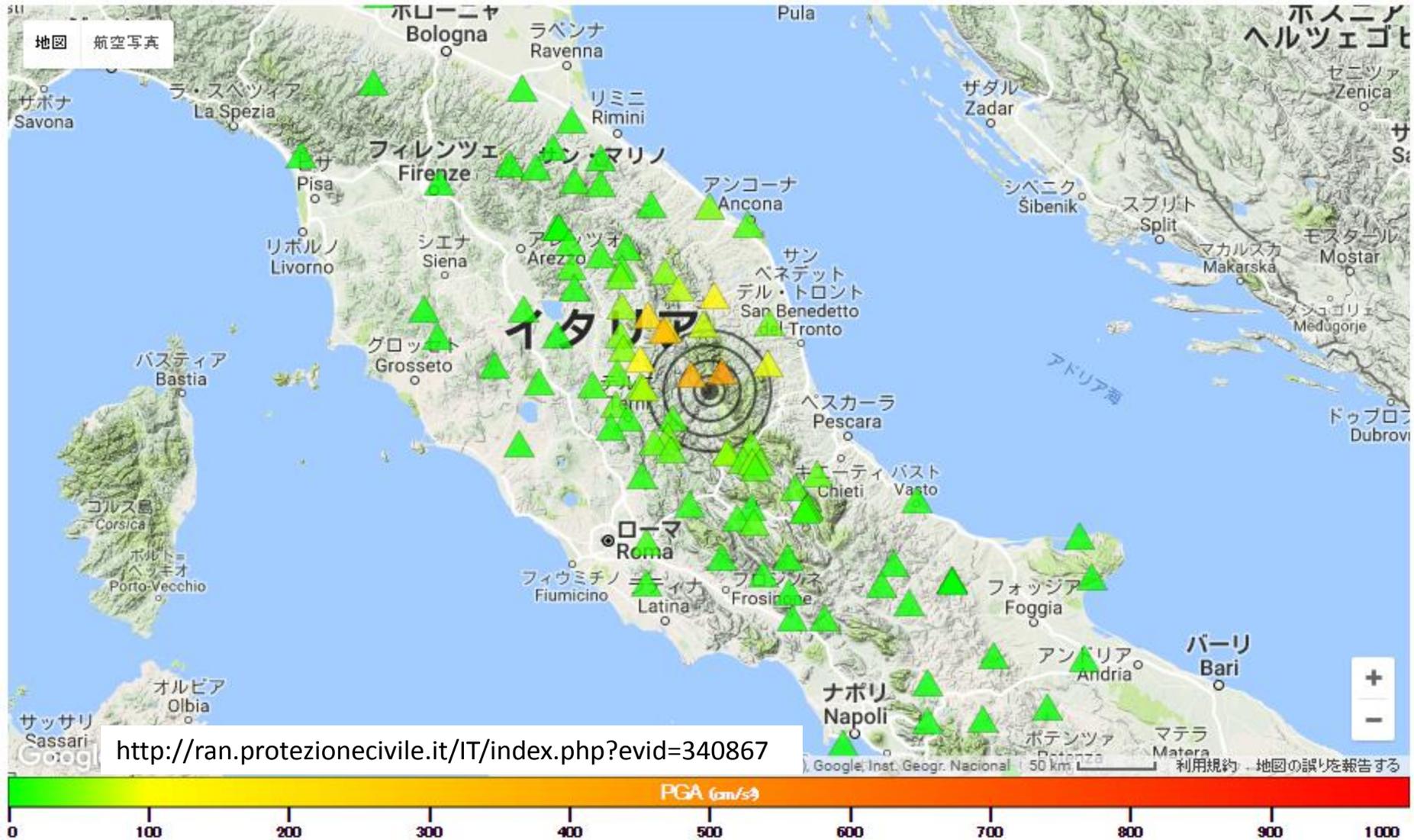
<http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/en/ran.wp>

528 stations, 198 are located into electric transformation booths of the Italian electric company ENEL Distribuzione, and 330 are built in free field, on plots of land owned by public bodies (2014 update).

528地点で観測、内198は電力会社の変電所、330は自由地盤に設置(2014年度)。

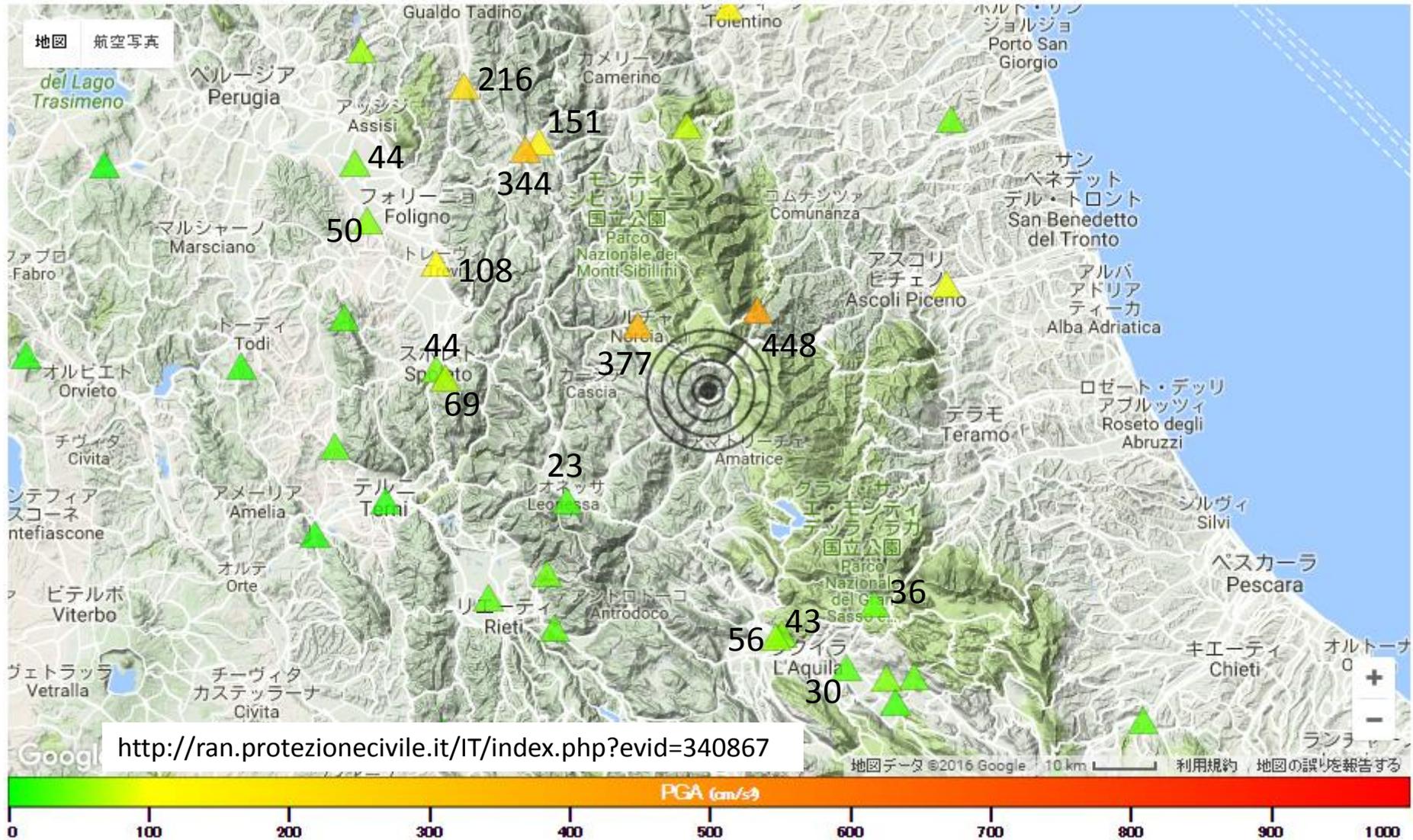
図より、地震危険度が高い領域に多くの地震観測地点が配置されているのがわかる。

# 強震動観測網 Strong Motion Observation Network



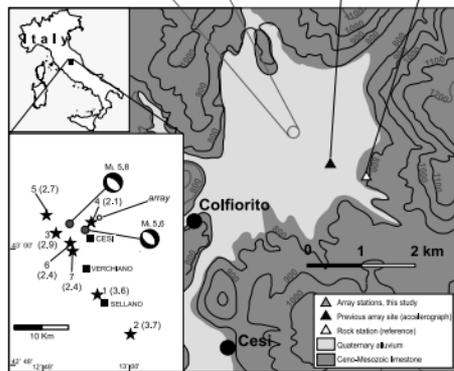
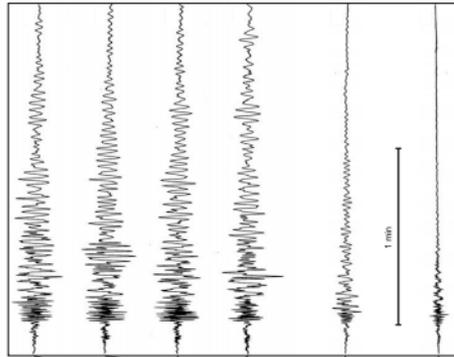
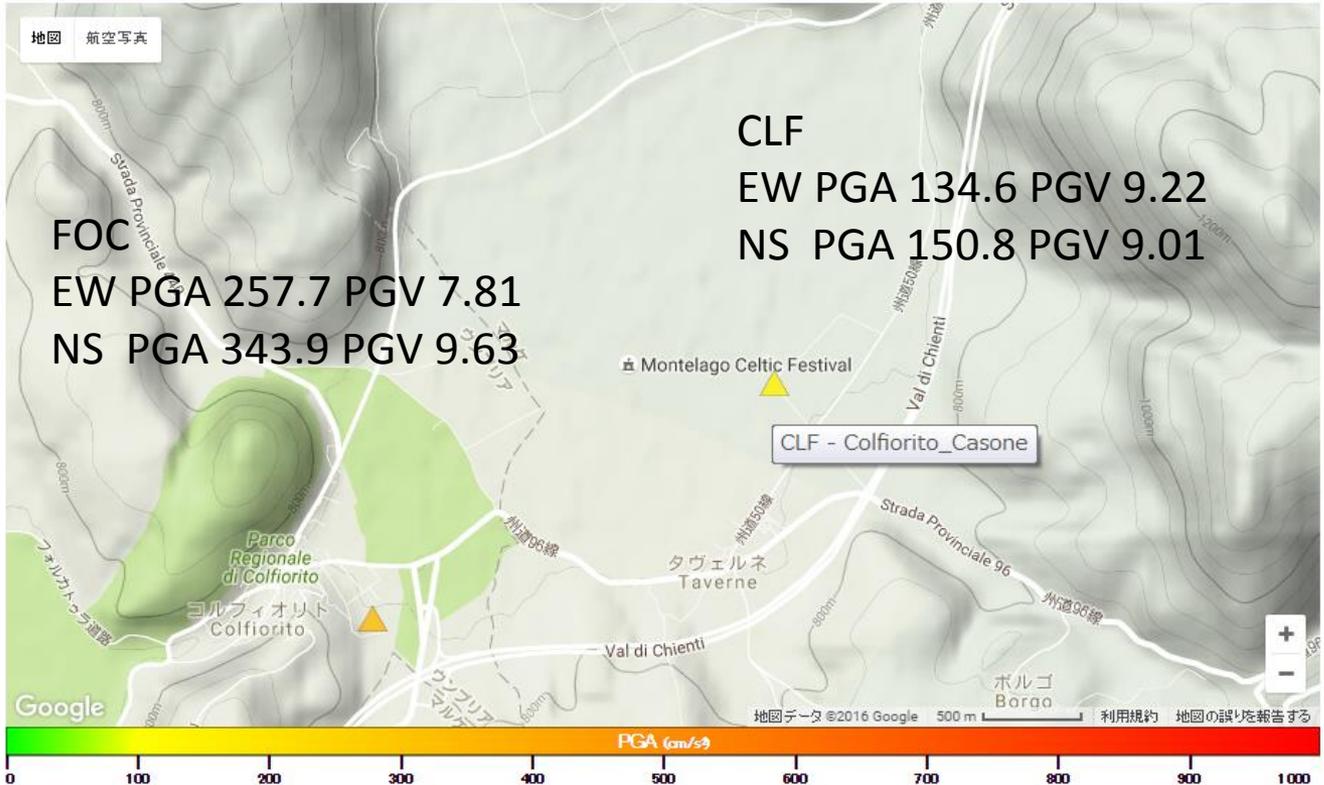
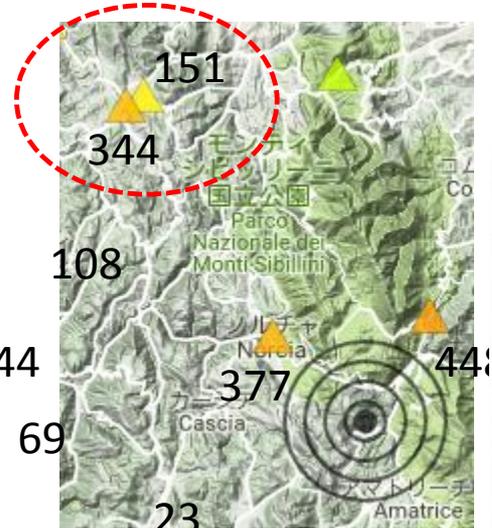
震源より北側で大きな加速度が観測されている。

# 震源地付近の強震動 Strong Motions in Focal Area



震央から13-15km地点では377,448cm/s<sup>2</sup>という大きな加速度が観測されている。

# Colfiorito (震央距離44km)



CLF: Colfiorito\_Casone/ in Colfiorito Plain

FOC: Foligno\_Colfiorito/ on the edge of Colfiorito Plain

<http://ran.protezionecivile.it/IT/index.php?evid=340867>

Colfiorito平野は長い時間の振動が続くとしてアレー観測などの研究が行われていた。

[ftp://ftp.mi.ingv.it/download/LUZI/siti/PER\\_REGIONE/umbria/colfiorito/Colf%20JGR.pdf](ftp://ftp.mi.ingv.it/download/LUZI/siti/PER_REGIONE/umbria/colfiorito/Colf%20JGR.pdf)

# Colfiorito

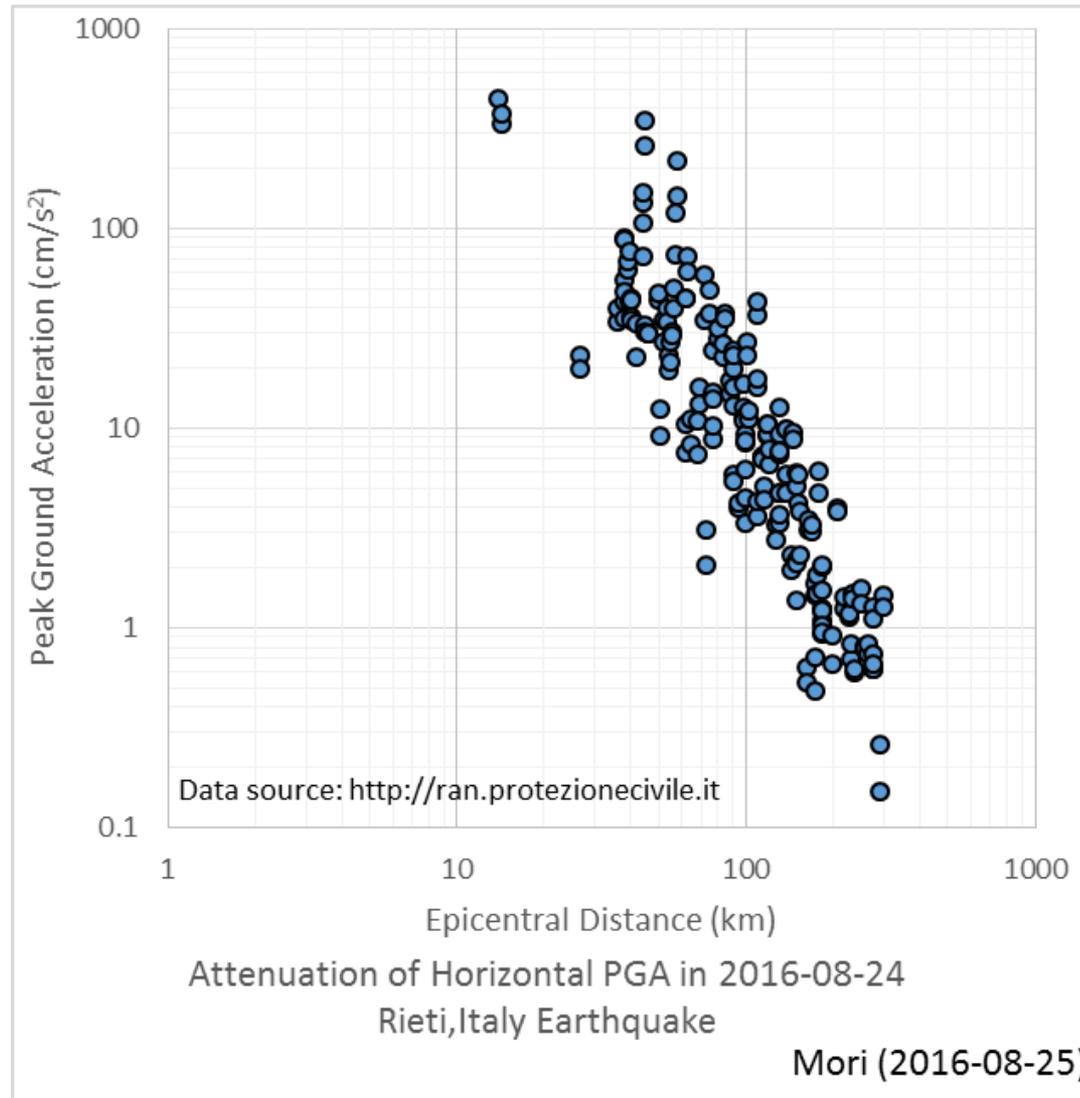
The largest events of the 1997 Umbria-Marche seismic sequence were the two September 26 earthquakes of  $M_w = 5.7$  (00:33 GMT) and  $M_w = 6.0$  (09:40 GMT), which caused severe damage and ground cracks in a wide area around the epicenters.

1997年9月26日に $M_w = 5.7$ と $M_w = 6.0$ の地震が立て続けに起こり、震源付近には地割れや沈降が生じていた。コサイスマックなずれがGPSで25cm観測されている。

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/1999GL900141/full>

<http://ran.protezionecivile.it/IT/index.php?evid=340867>

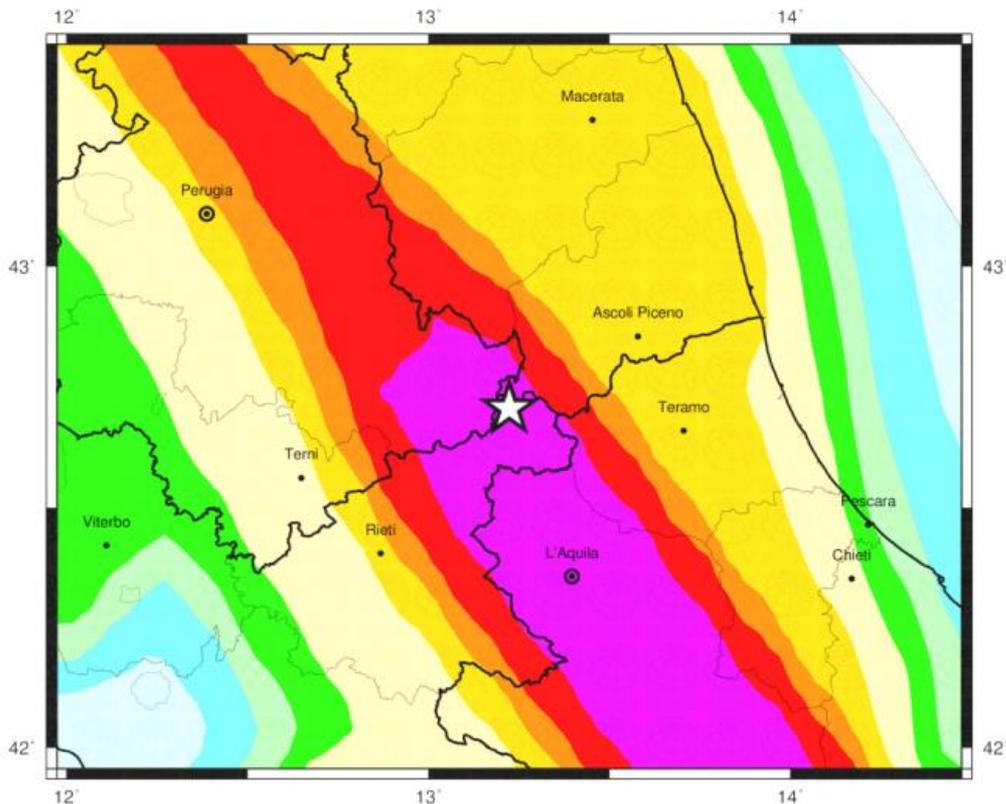
# 最大加速度の距離減衰 PGA Attenuation



RANのデータセットを基に、水平2成分のPGAを震央距離に対する距離減衰を描いた。

## Pericolosità sismica

Evento del 2016-08-24 01:36:32 (UTC) di magnitudo 6.0



### Accelerazione orizzontale del suolo

con probabilità di eccedenza del 10%  
in 50 anni riferita ai suoli rigidi



Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale  
(GdL MPS, 2004; nt. OPCM del 28 aprile 2006, n. 3519, All. 1b)  
espressa in termini di accelerazione orizzontale del suolo con  
probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi  
( $V_s30 > 800$  m/s; cat. A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005).

Dati: [zonesismiche.mi.ingv.it](http://zonesismiche.mi.ingv.it)

# 地震危険度 Seismic Hazard

50年10%確率の地震動マップでは、今回の地震の発生地点は、2009年に被害地震のあったL'Aquila(ラクイラ)を含めて最も危険度の高い領域であり、 $250-275\text{cm/s}^2$ の加速度が見込まれていた。

50年10%確率の地震動とは、ポアソン過程に立てば再現年数475年の地震動である。200-300年に1度、直下型のM6程度以上の内陸地震が見込めるので、設計地震動と対応しているものと考えられる。

Mw6.0で観測された最大加速度が $400\text{cm/s}^2$ 前後であり、提示された地震動の大きさを大きく超えることから、距離減衰式や想定マグニチュードなど、何らかの見直しが行われるであろう。

<http://ran.protezionecivile.it/IT/index.php?evid=340867>

2016-08-24 Rieti, Italy Earthquake

S. Mori (Ehime University)

# 関連website Related websites

イタリア国立地球物理火山研究所

<http://terremoti.ingv.it/it/ultimi-eventi/1001-evento-sismico-tra-le-province-di-rieti-e-ascoli-p-m-6-0-24-agosto.html>

イタリア国立地震センター

<http://cnt.rm.ingv.it/event/7073641>

イタリア強震動観測ネットワーク(Civil Protection) 528地点、登録して地震動記録がダウンロードできる。

<http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/en/ran.wp>

<http://ran.protezionecivile.it/IT/index.php?evid=340867>

イタリア市民保護局(防災局)

<http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/home.wp>

米国USGS

<http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us10006g7d#executive>