

日本九州火山活動、災害與地熱能源

國震中心 黃有志 副研究員

國研院國家地震工程研究中心

民國107年8月27日

www.narlabs.org.tw



簡報內容

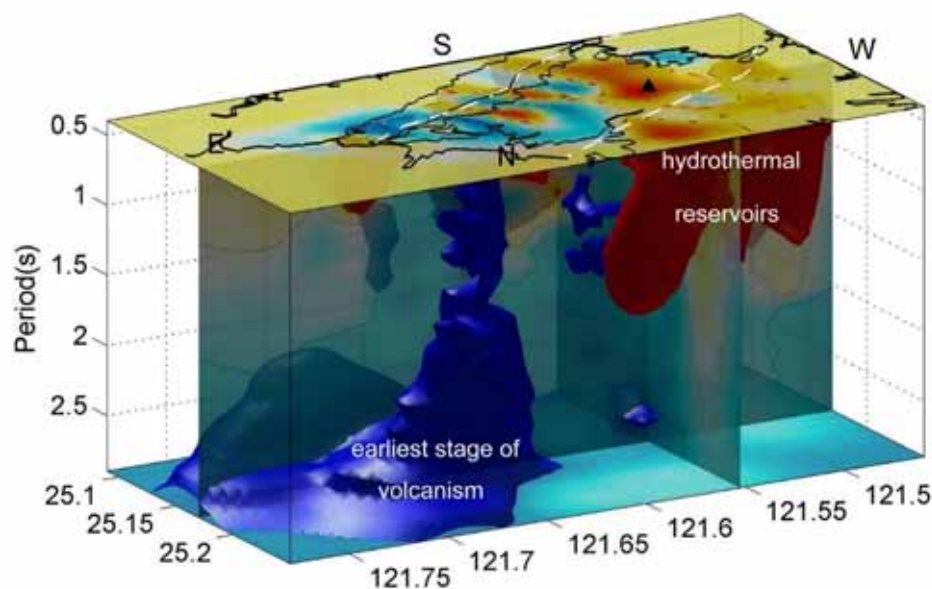
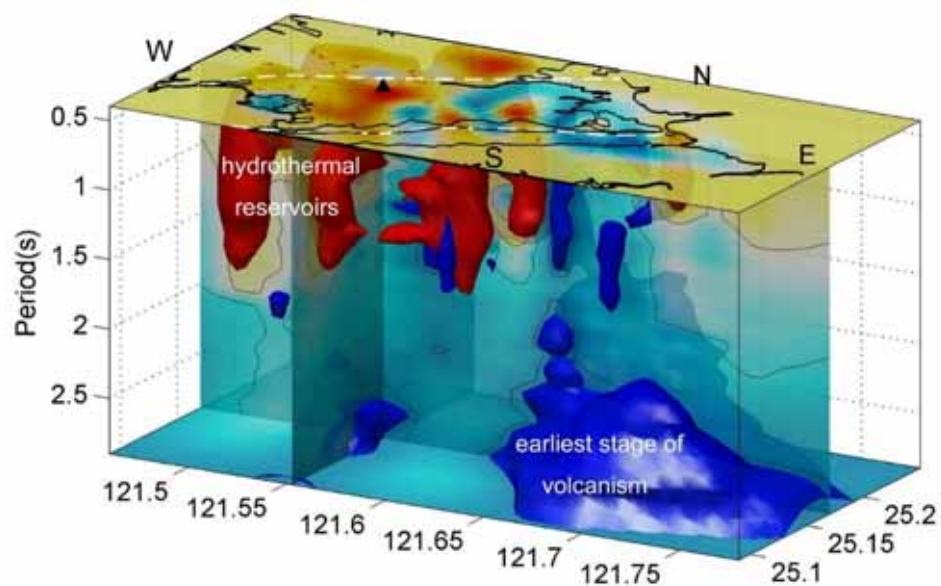


- 自我介紹 10%
- 火山分布與災害 15%
- 九州火山簡介 70%
 - 阿蘇火山 20%
 - 霧島火山 15%
 - 櫻島火山 10%
 - 雲仙火山 10%
 - 九重火山與別府 10%
 - 口永良部島 5%
- 大屯火山群的省思 5%

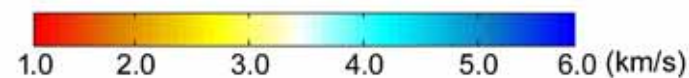
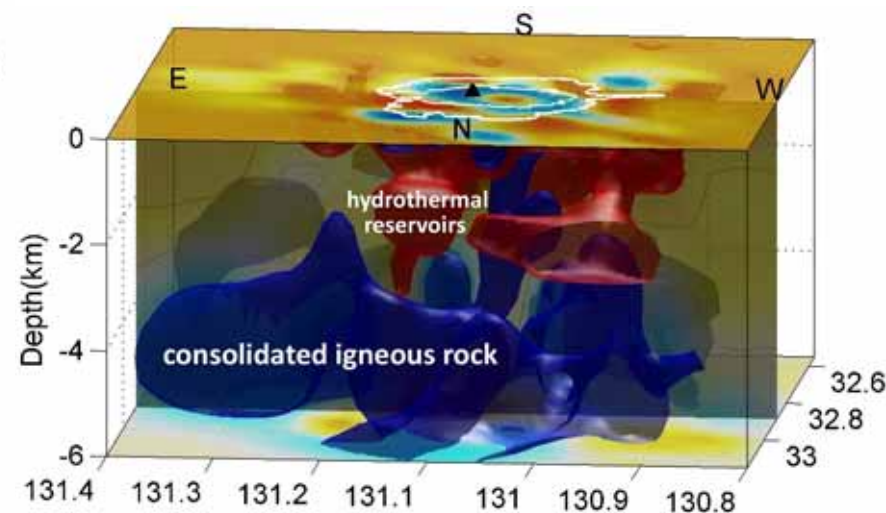
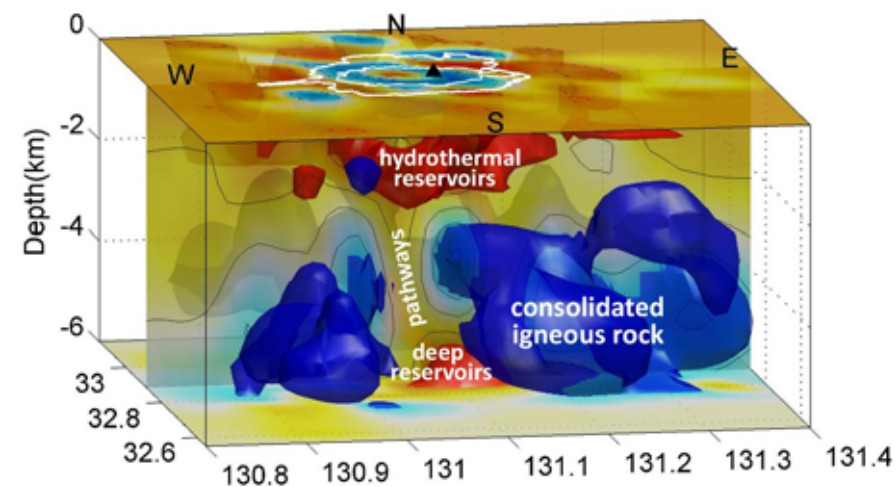
自我介紹

- 國立中央大學: 學士、碩士、博士
- 中央研究院地球科學所 (大屯火山觀測站):
博士後研究 (2012/06/12-2014/12/31)...2.5年
- 京都大學火山研究中心 (阿蘇火山觀測站):
非常勤研究員 (2015/01/06-2017/12/31)...3年
- 短期參訪:
 - 美國麻省理工學院地球、大氣與行星科學系(7.5個月)
 - 中國地震局地震預測研究所 (3.5個月)
 - 中國科技大學地球與空間科學學院 (1個月)

大屯及阿蘇火山研究



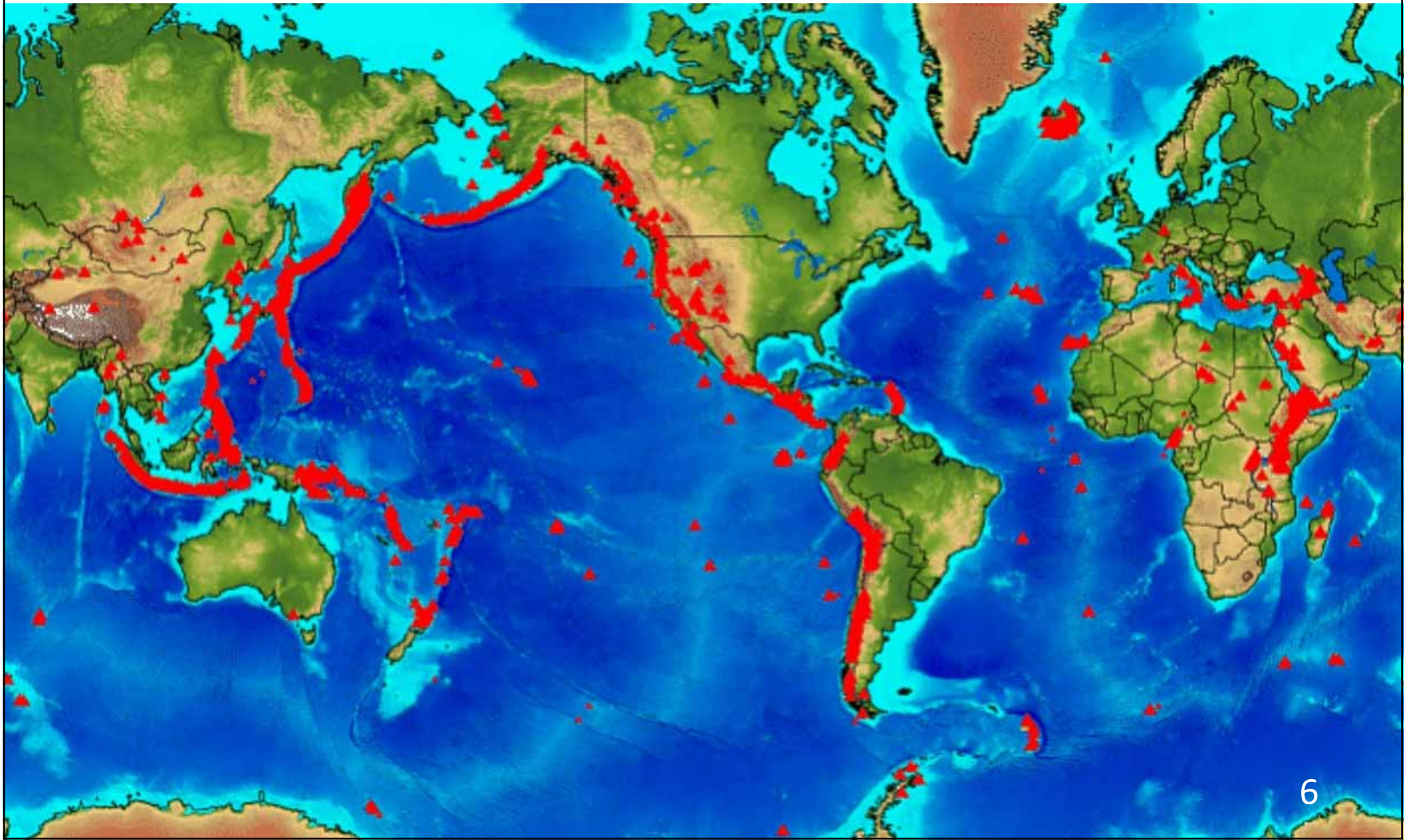
Aso caldera Vs structures



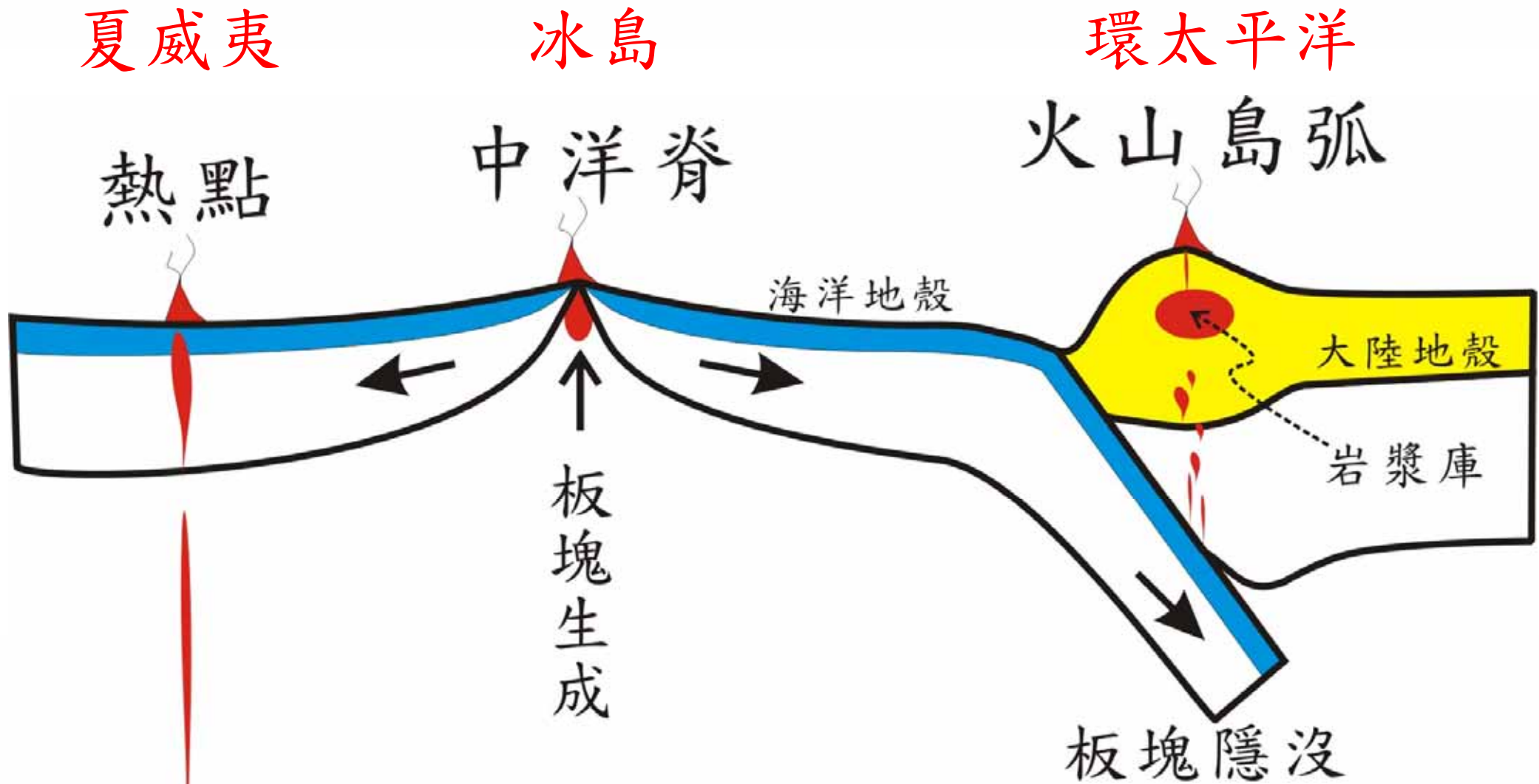
全球火山分佈與災害類型



全球火山分佈

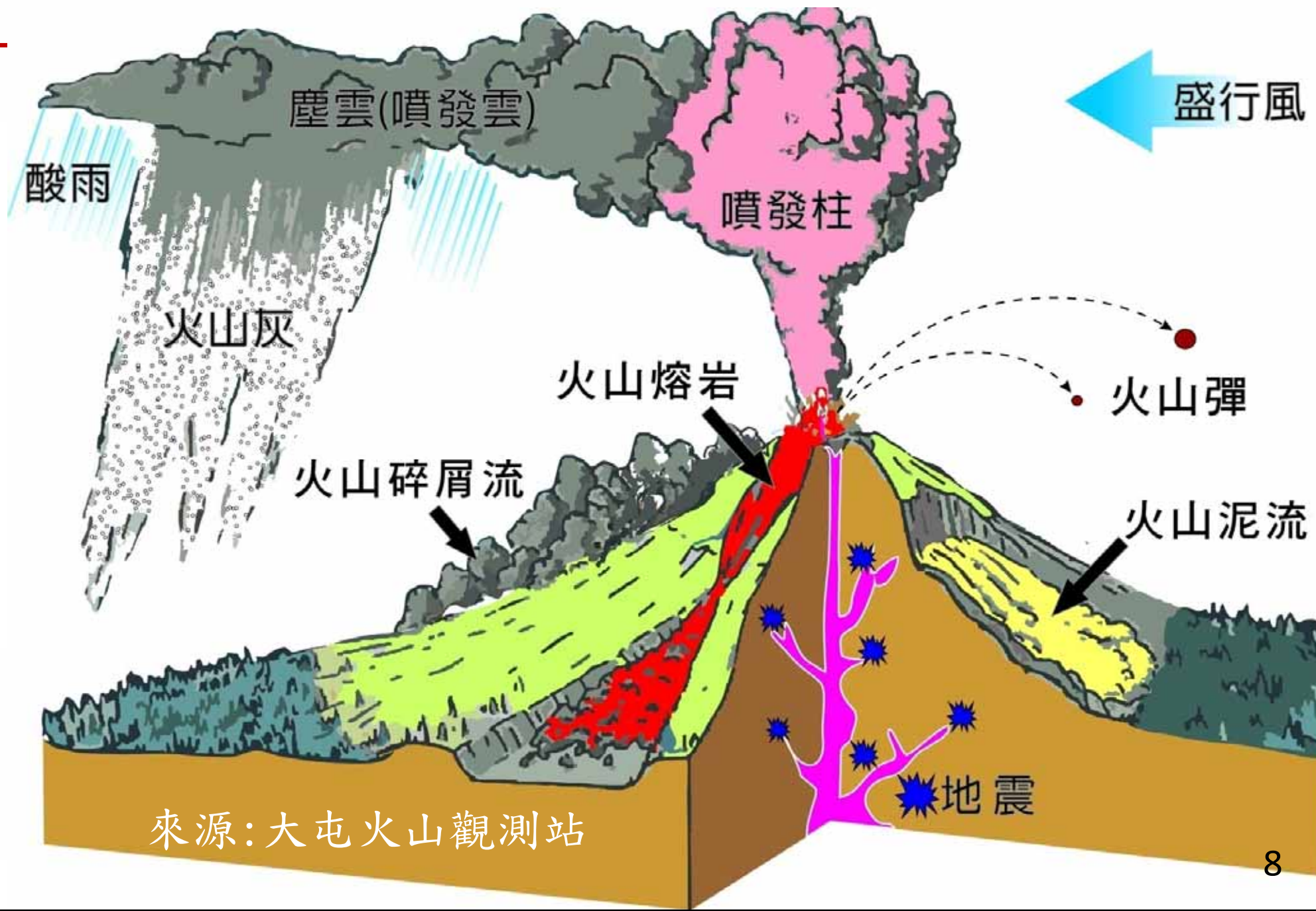


火山成因



火山災害類型

NAR Labs



火山熔岩

熔化的岩石，以高溫液體呈現，常見於火山口或地殼裂縫。溫度約700-1200度。熔岩在熔融狀態下的流動性隨二氧化矽的增加而減弱，基性熔岩粘度小易於流動，酸性熔岩則不易流動。



來源：網路照片

火山彈

由火山熔岩的黏稠部分噴發形成，在落回地面前凝結成固體，沒有結晶，屬於噴出火成岩(紡錘狀)。冷卻時因內部氣體壓力而爆炸，形成「麵包皮」型火山彈。(維基百科)



來源:網路照片

火山渣

當含有很多**氣體**的岩漿被噴出後，氣體要離開岩漿而產生氣泡，但被冷卻成固態的岩漿困住，成為有很多**氣孔**的火山渣。火山渣常見於**火山錐**上，通常火山渣會形成山，山頂為火山口。(維基百科)



火山碎屑流

主要為氣體、火山灰和岩石，溫度高（100-800度）
且流速快，極具毀滅性。



來源：網路照片

火山灰

火山灰是粒徑**2mm**以下的碎石，
可以被風吹到離火山噴發區很遠
的地方。



中新網
ChinaNews.com



中新網
ChinaNews.com

國際活火山定義

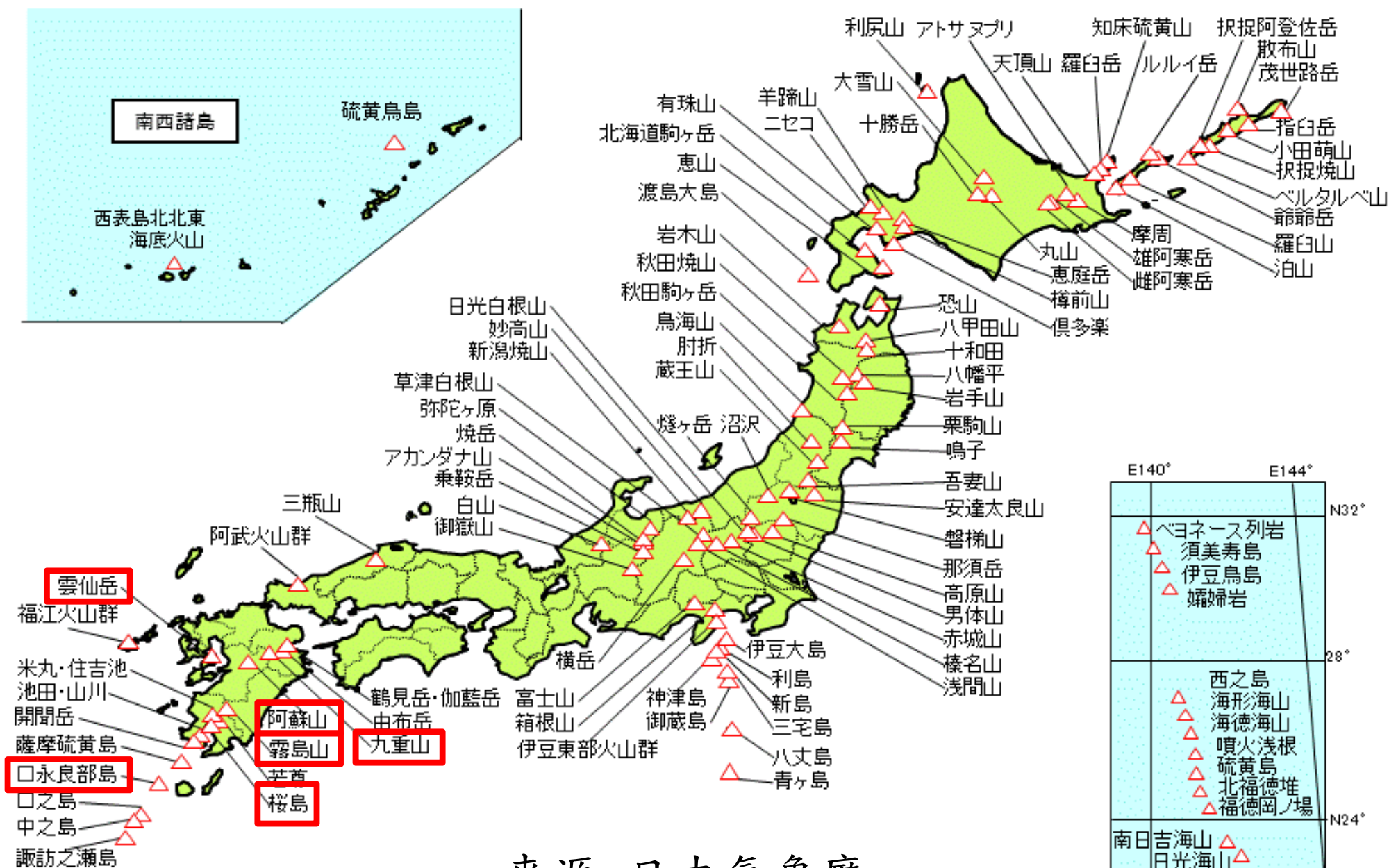
- 經驗法則 ⇔ 一萬年之內曾有活動
- 現象法則 ⇔ 岩漿庫依舊存在

- 台灣地球科學界認為
大屯火山群屬於「休眠活火山」
未來再度噴發的可能性暫不可完全排除

日本九州火山簡介



日本活火山分佈(111座)



來源: 日本氣象廳

九州活火山分佈

警戒

- 九重火山(京大理)
- 阿蘇火山(京大理)
- 雲仙火山(九大)
- 霧島火山(東大)
 - 新燃岳 2
 - 硫黄山 2
- 櫻島火山(京大防災) 3
- 口永良部島(京大防災) 4



噴火警戒レベル対象火山

噴火警戒レベル対象外火山

海底火山

▲ レベル5(避難)※1

▲ レベル4(避難準備)※1

▲ レベル3(入山規制)

▲ レベル2(火口周辺規制)

▲ レベル1(活火山であることに留意)※2

● 居住地域嚴重警戒※1

● 入山危険

● 火口周辺危険

● 活火山であることに留意※2

● 周辺海域警戒

● 活火山であることに留意※2

2-4公里
阿蘇火山博物館
米塚 山下

1公里
纜車西站

可到火口



阿蘇山の噴火警戒レベル

種別	名称	対象範囲	レベル (キーワード)	火山活動の状況	住民等の行動及び登山者・入山者等への対応	想定される現象等
特別警報	噴火警報（居住地域）又は噴火警報	居住地域及びそれより火口側	5（避難）	居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が発生、あるいは切迫している状態にある。	危険な居住地域からの避難等が必要。	●溶岩流が居住地域に到達、あるいは切迫している。 過去事例 有史以降の事例なし 約2,000年前：溶岩流が米塚から約4kmまで到達 約2,700年前：溶岩流が往生岳から約5kmまで到達 約3,400年前：溶岩流が杵島岳から約6kmまで到達 約4,800年前：溶岩流が中岳から約7kmまで到達 約6,300年前以降：溶岩流が赤水付近まで到達（流出火口は不明）
			4（避難準備）	居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が発生すると予想される（可能性が高まっている）。	警戒が必要な居住地域での避難の準備、要配慮者の避難等が必要。	●溶岩流が発生し、さらに噴火が拡大した場合には居住地域まで到達すると予想される。 過去事例 有史以降の事例なし
警報	噴火警報（火口周辺）又は火口周辺警報	火口から居住地域近くまで	3（入山規制）	居住地域の近くまで重大な影響を及ぼす（この範囲に入った場合には生命に危険が及ぶ）噴火が発生、あるいは発生すると予想される。	住民は通常の生活。状況に応じて要配慮者の避難準備等。登山禁止や入山規制等危険な地域への立入規制等。	●火砕流が発生し火口から概ね4km以内に到達、あるいは噴火活動の高まり等により到達が予想される。 過去事例 1958年6月：火砕サージが第一火口から約1.2kmまで到達 ●火口から概ね2km以内に噴石飛散、あるいは噴火活動中の火口閉塞等により噴石飛散が予想される。 噴石飛散の過去事例 1979年9月：噴石が第一火口から約1.2kmまで飛散 1958年6月：噴石が第一火口から約1.3kmまで飛散 1933年2月：噴石が第二火口から約1.2kmまで飛散
			2（火口周辺規制）	火口周辺に影響を及ぼす（この範囲に入った場合には生命に危険が及ぶ）噴火が発生、あるいは発生すると予想される。	住民は通常の生活。火口周辺への立入規制等。	●小噴火が発生し火口から概ね1km以内に噴石飛散。 過去事例 1977年7月：噴石が第一火口から約800mまで飛散 1957年12月：噴石が第一火口から約700mまで飛散 1953年4月：噴石が第一火口から約800mまで飛散 ●小噴火の発生が予想される。 過去事例 2005年4月、2004年1月、2003年7月：ごく小規模噴火
予報	噴火予報	火口内等	1（活火山であることに留意）	火山活動は静穏。火山活動の状態によって、火口内で火山灰の噴出等が見られる（この範囲に入った場合には生命に危険が及ぶ）。	状況に応じて火口内への立入規制等。	●火山活動は静穏、状況により火口内にとどまる程度の土砂噴出等の発生の可能性あり。

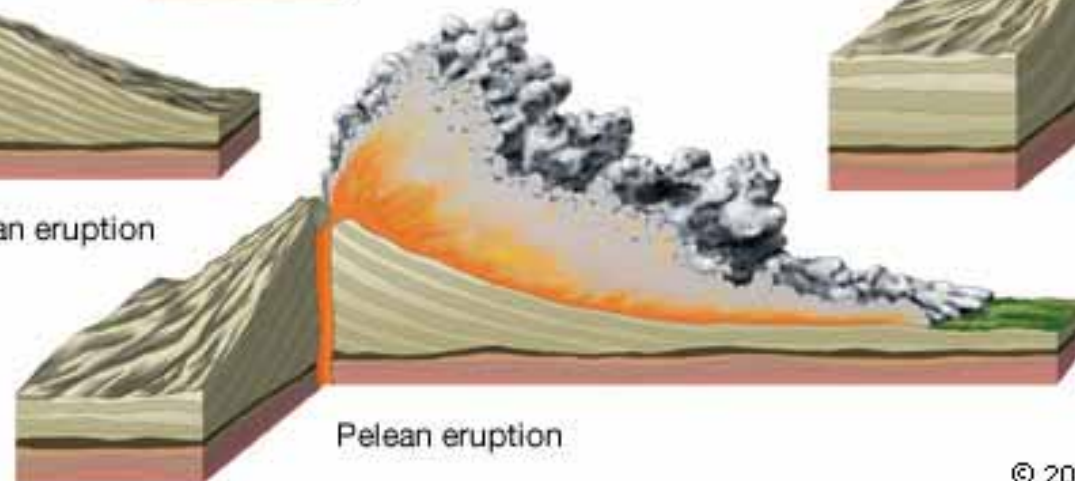
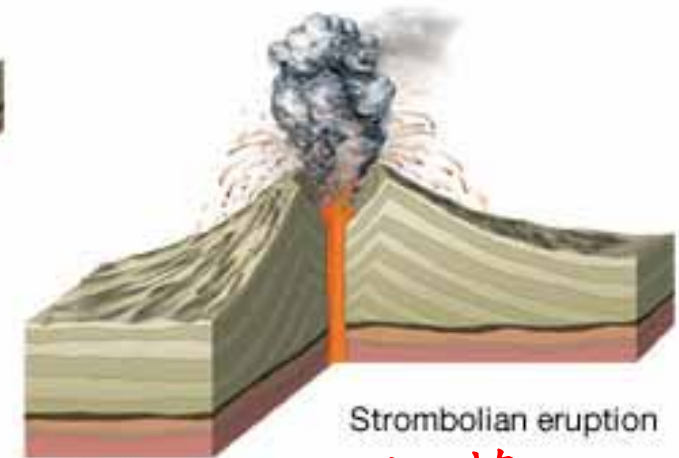
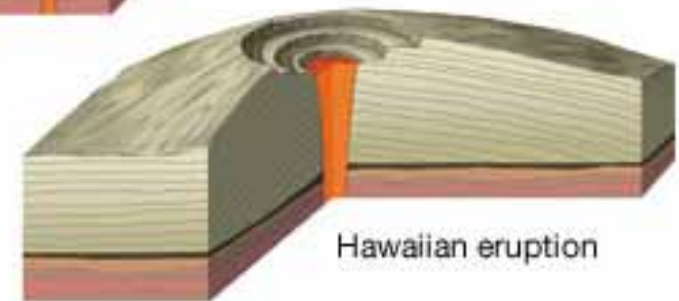
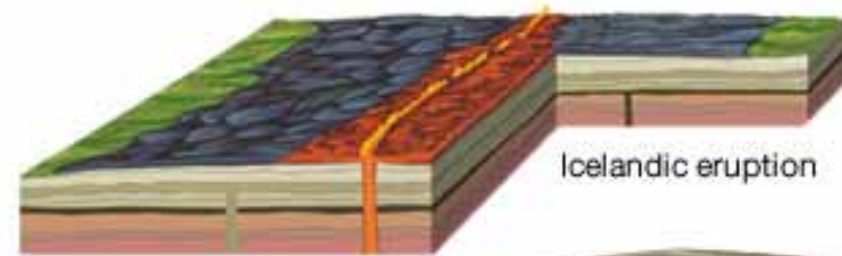
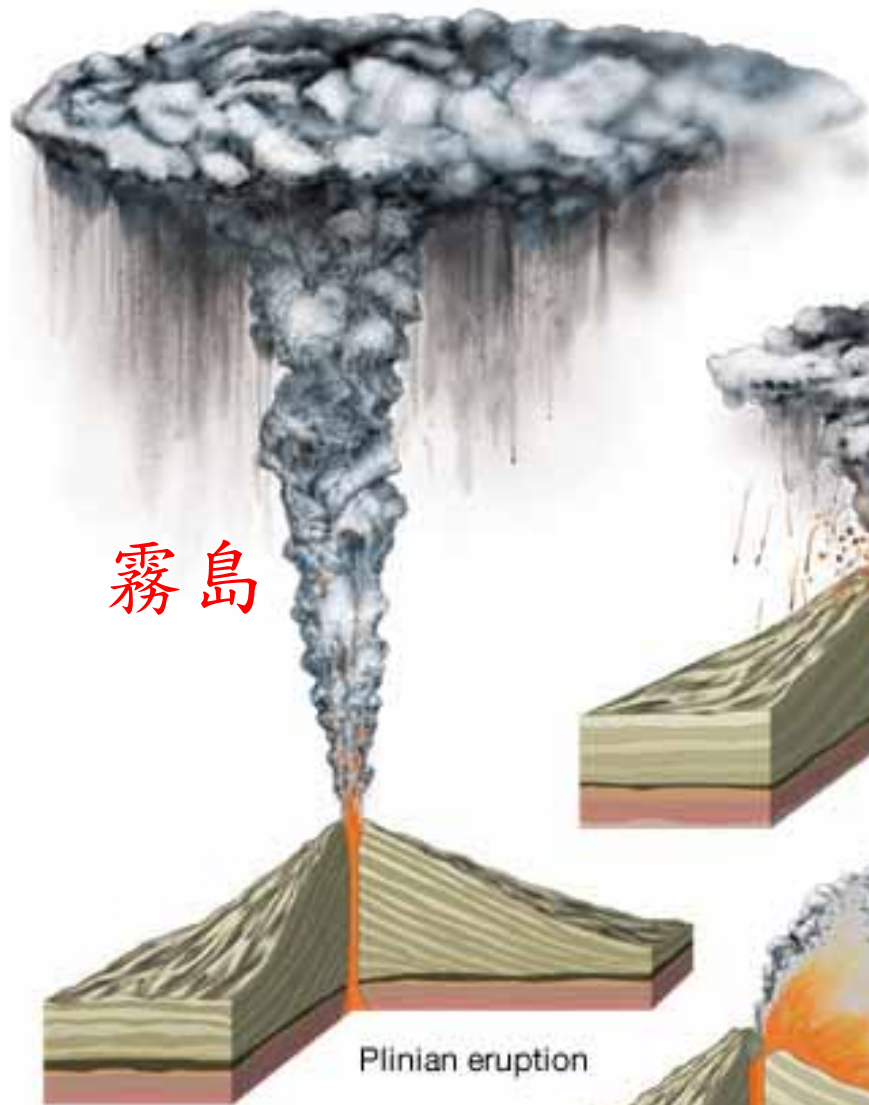
RLabs

口永良部島
2015/5

櫻島火山
2015/8

火山噴發類型

NAR Labs



阿蘇火山

- 阿蘇火山是一座相當活躍的活火山，有完整又巨大的**破火口**（或稱火山臼，**caldera**）。
- 曾歷經**四次**巨大噴發，分別為26.6萬年前、14.1萬年前、12.3萬年前及**8.9萬**年前。
- 整個破火口南北長約**25**公里，東西寬約**18**公里，目前約有**五萬**居民生活在破火口之中。
- 破火口西緣的**立野**地區是唯一缺口，除了受到**布田川斷層**活動影響，同時**黑川**與**白川**也匯流於此。

阿蘇破火口



NAR Labs

Aso-4 ash fall deposit

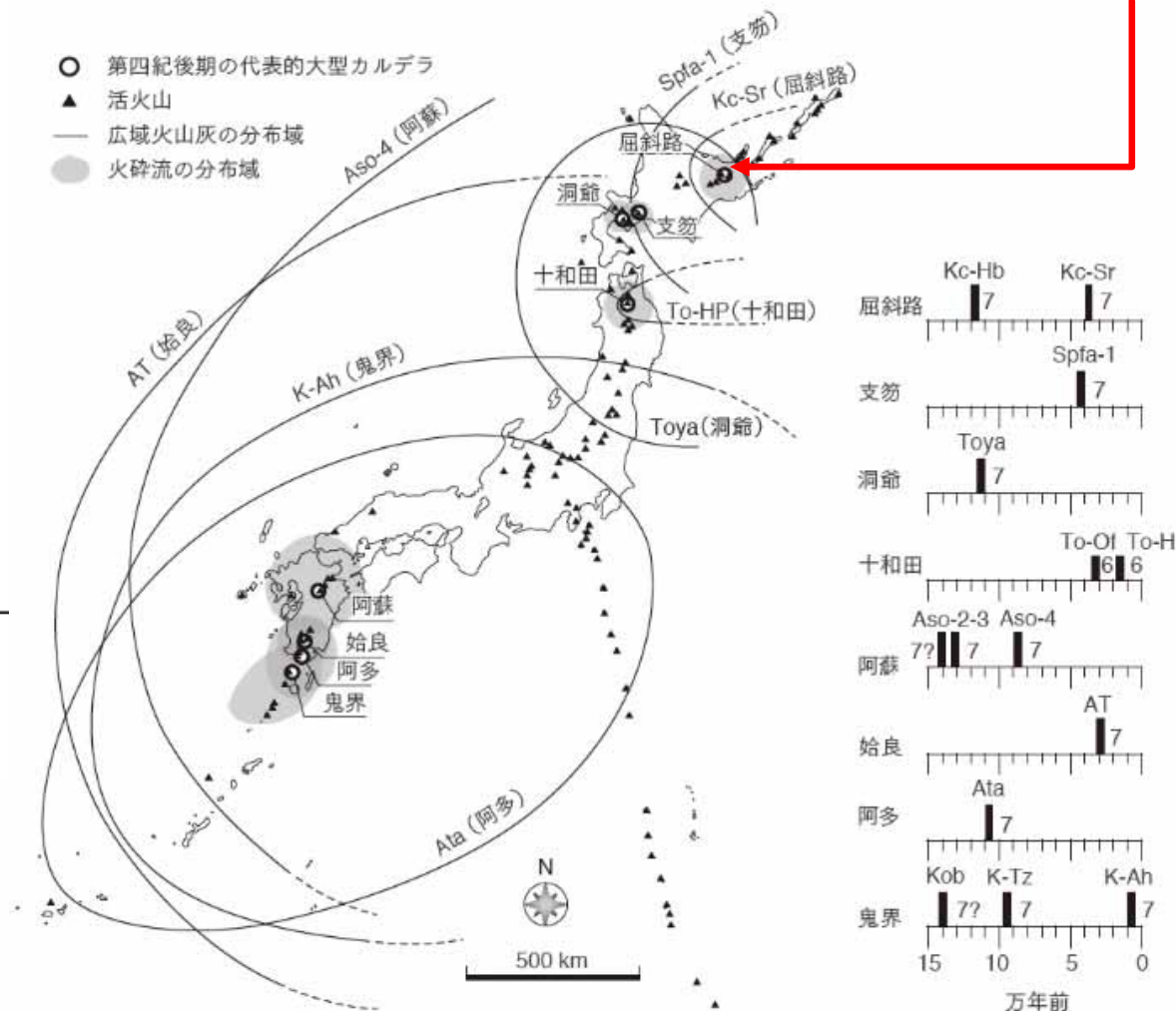


図1—第四紀後期に形成された大型カルデラ(直径 > 10 km)の位置と、代表的な大規模カルデラ噴火による広域火山灰と火砕流の分布²⁾

Amount of volcanic products of super-eruption (modified from Takahashi, 2008)

阿蘇火山噴發類型

- 阿蘇火山主要噴發類型是**斯通波利噴發**(strombolian eruption)，噴發方式較為**溫和**，火山灰高度約**1-2公里**，火口噴出的火山碎屑、火山礫及火山彈等通常飛不遠，僅約數十公尺。因此，在火口底部堆積成**圓錐狀小丘**，大部分火山碎屑會落回火口中再度被噴出。
- 偶而也會有**泥漿噴發**(mud eruption)、**水蒸氣噴發**(phreatic eruption)及**岩漿水蒸氣噴發**(phreato-magmatic eruption)等。
- 以水蒸氣噴發和岩漿水蒸氣噴發最具危險性，因噴發**前兆**有時並不**明顯**，沒充裕時間可以反應。

斯通波利噴發
2015/01/13



阿蘇山(草千里) 09/14 09:48:14

岩漿水蒸氣噴發
2015/09/14



日本氣象廳

熊本地震後
2016/04/16



岩漿水蒸氣噴發
2016/10/08





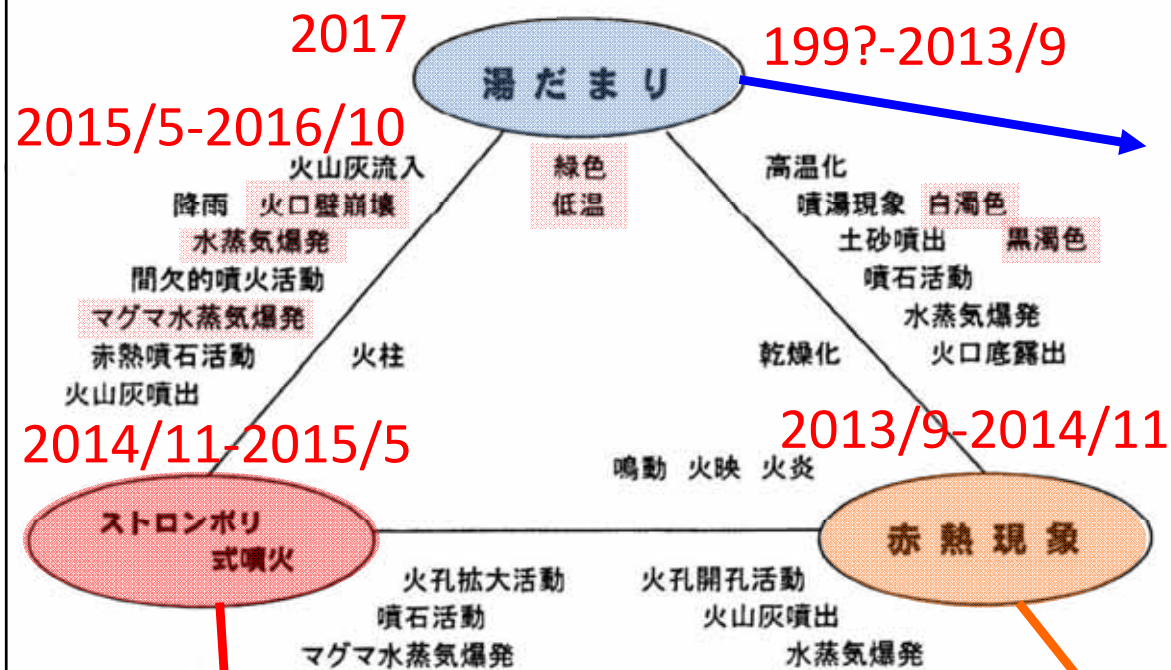
NARLabs



三次噴發特色與差異

	2015/1/13	2015/9/14	2016/10/8
噴發方式	斯通波利	岩漿水蒸氣	岩漿水蒸氣
噴火警戒	2	3	3
火山灰高度	<2公里	2公里	11公里
火山彈距離	<0.1公里	1公里	6-7公里
SO ₂ (噸/天)	2-3千	<2千	15千
火山碎屑流	X	0	X
影響範圍	火口附近	火口附近	阿蘇及西日本

阿蘇火山中岳火口火山活動プロセス



JMA

89 27 30

霧島火山

NAR Labs

火山群排列呈**西北-東南**，
約略和板塊碰撞方向相同

主要預警火山：

御鉢、新燃岳、硫黃山

高千穂峰

御鉢

新燃岳

韓國岳

大浪池

硫黃山

不動池

甕岳

六觀音御池

白紫池

霧島火山活動

- 2011 新燃岳噴發
- 2017-2018 新燃岳噴發
- 2016-2018 硫黃山活動
- 2018/8 目前噴火警戒範圍

2011年新燃岳噴發前

NARLabs

2007 新燃岳的火口湖



2007 年 9 月 12 日 (新燃岳の北東側より撮影)

2008 開始小規模活動



2008 年 8 月 24 日 (新燃岳の北東側より撮影)

來源: 日本氣象廳

2011年新燃岳噴發

NAR Labs

來源: 日本氣象廳



2017-2018新燃岳噴發

NAR Labs

2011以來2017/10再次小規模噴發，之後又停止活動。

2018/3/1再次噴發，且規模逐漸增大，2018/3/6岩漿已至地表，似2011噴發再次上演。



來源：日本氣象廳

登韓國岳看新燃岳

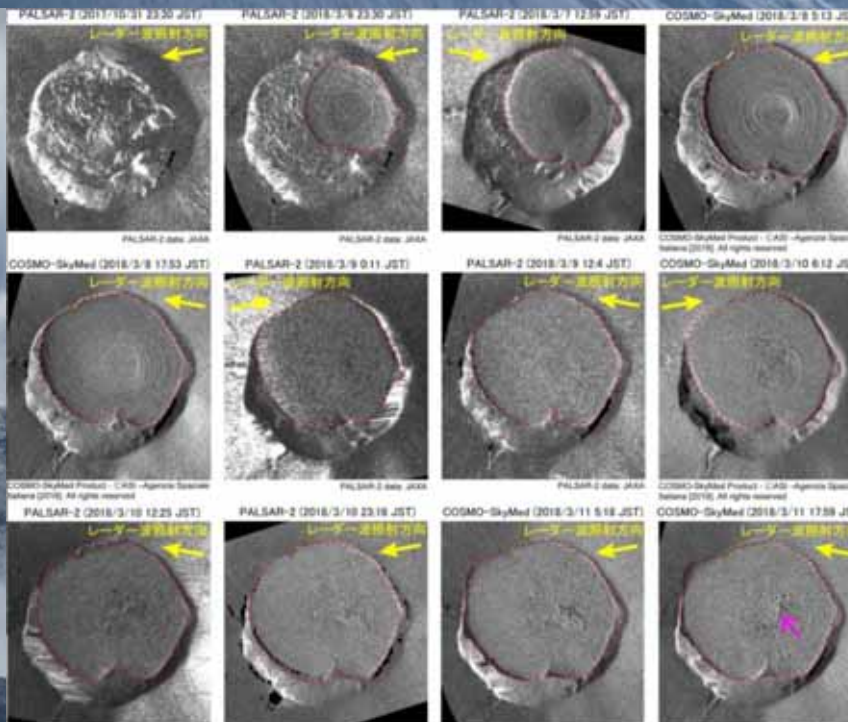
高千穂峰

御鉢

新燃岳

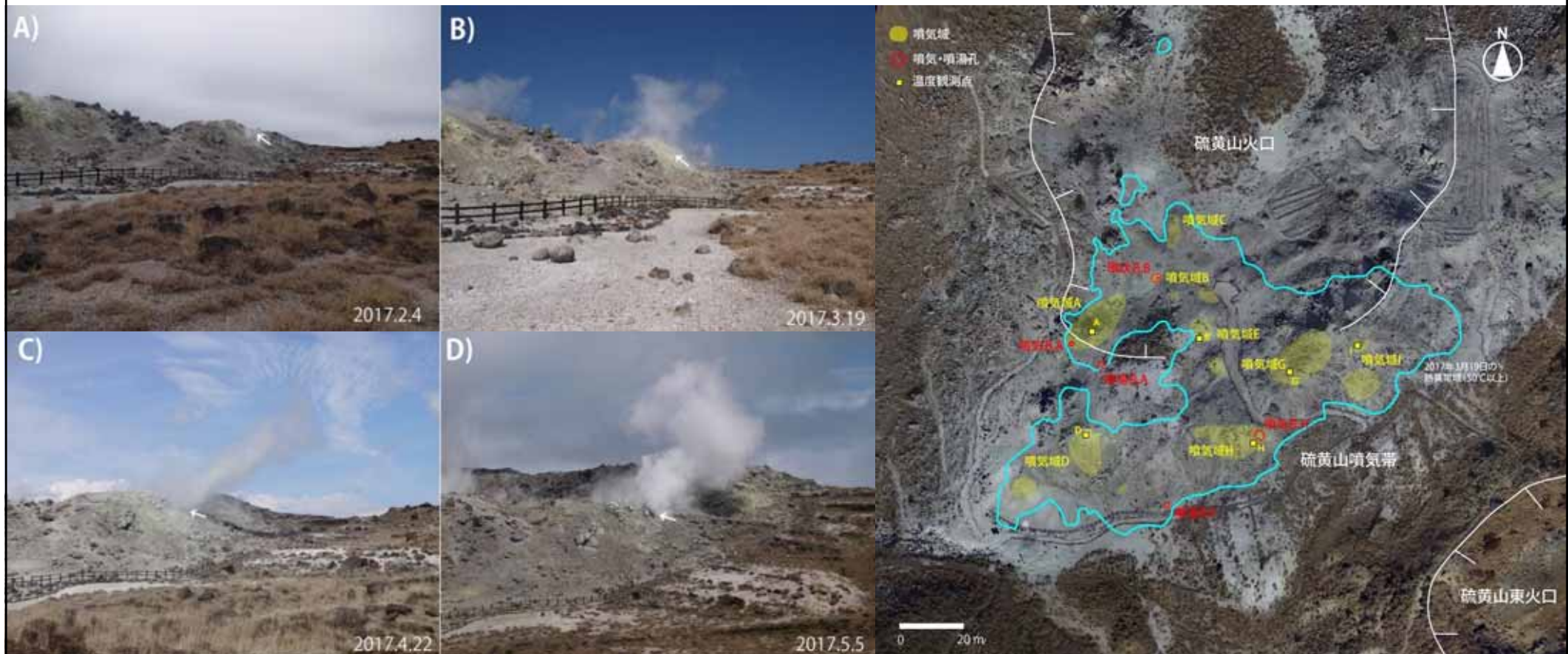


2017/11/23



2016-2018硫黃山活動

有火山性地震，地表些微抬升，地熱活動明顯增加。



來源:東京大學地震研究所

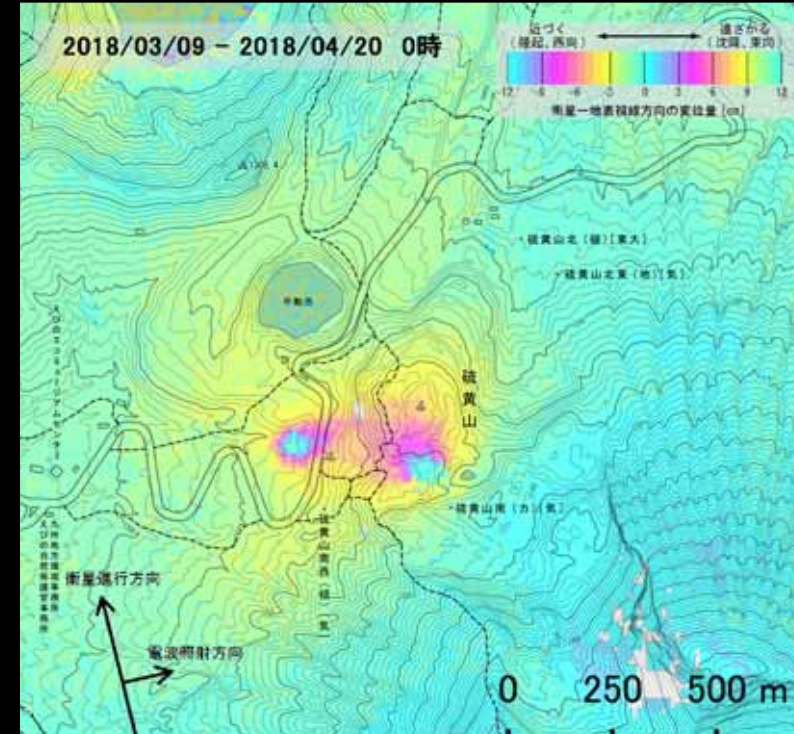


2016/11/24 (UAV)

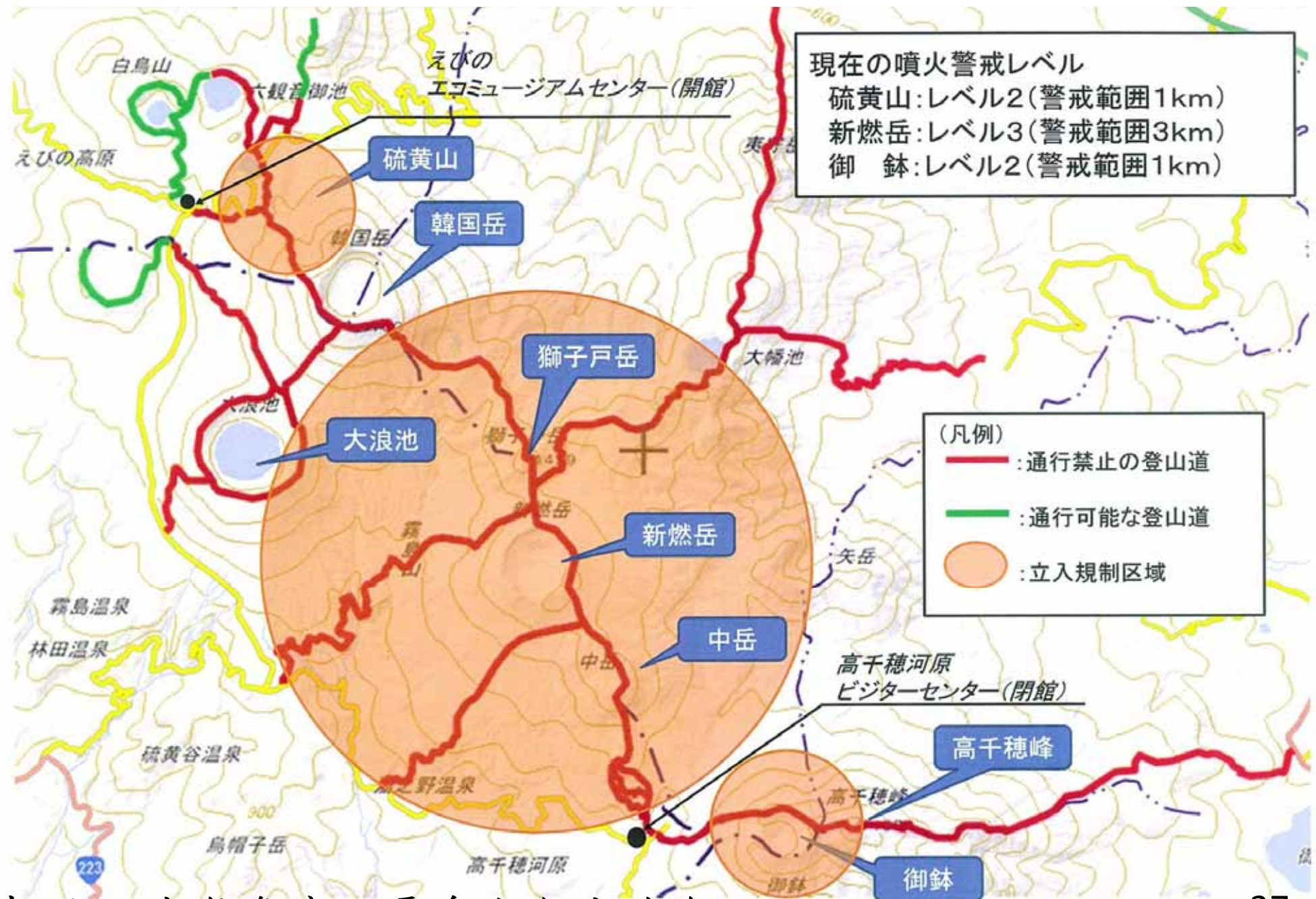
2018/4/19水蒸氣噴發(JMA)



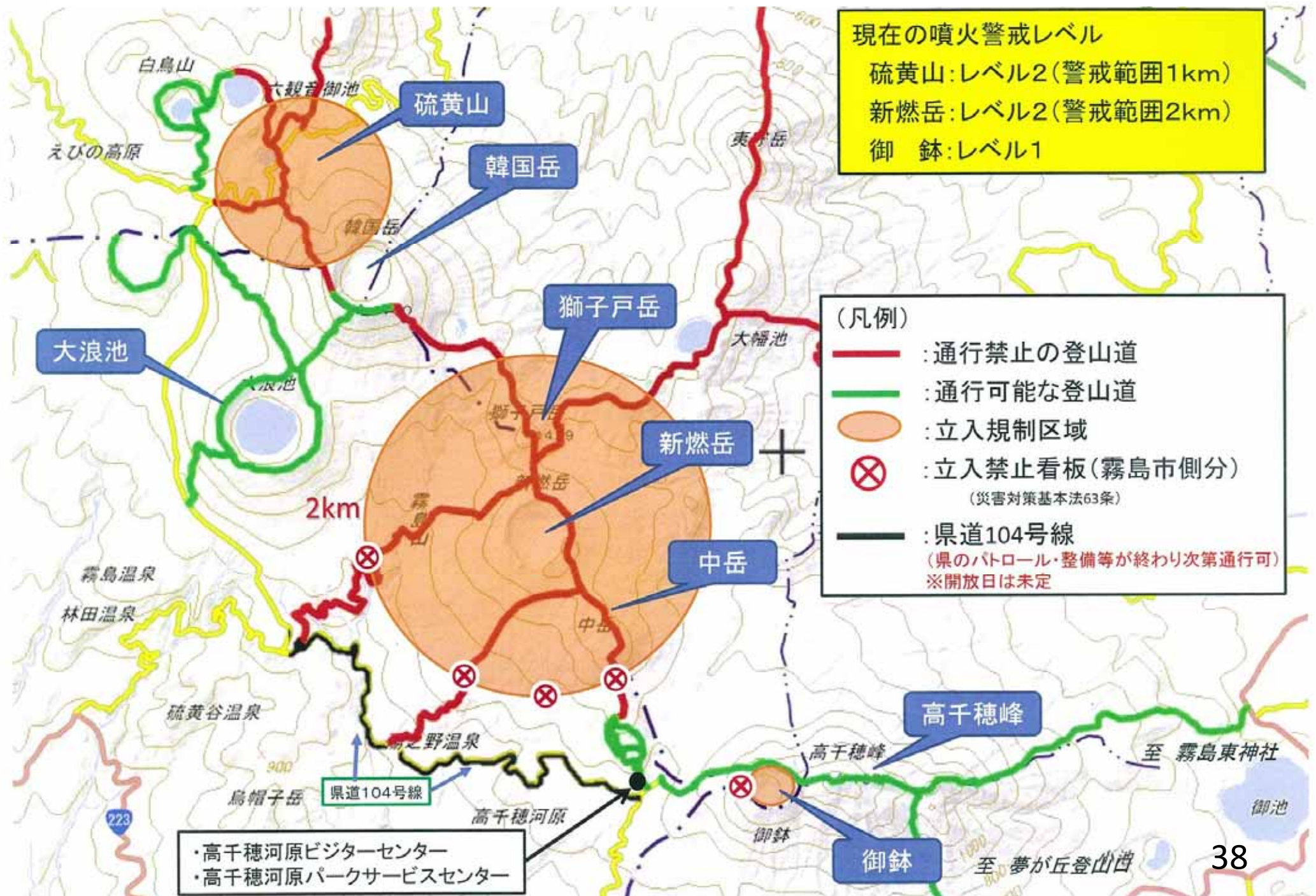
2018/4/20



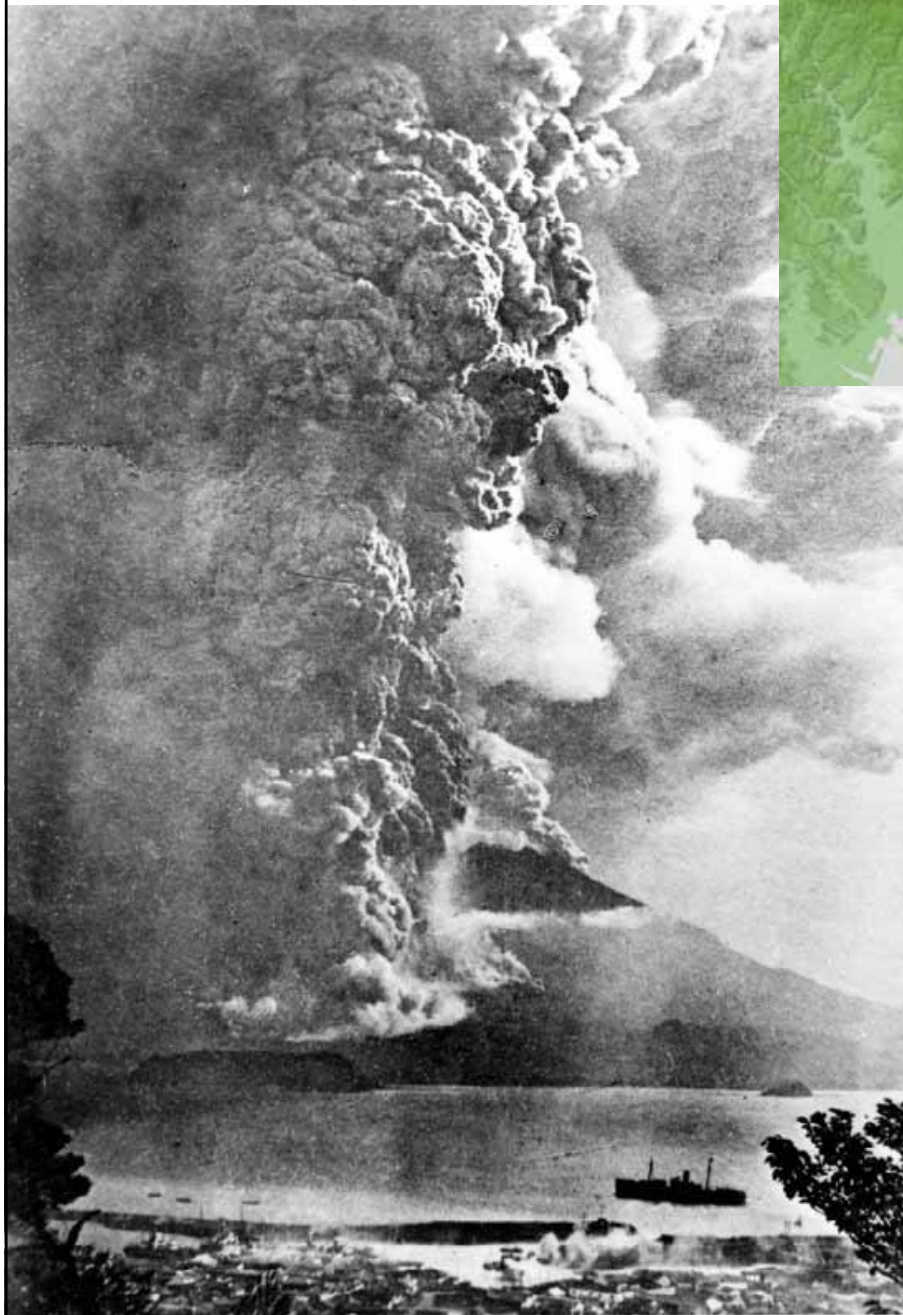
霧島火山2018/3/1警戒範圍(最大)



霧島火山目前警戒範囲 (2018/6/28)



櫻島火山



口絵1 1914（大正3）年1月12日午前10時30分（鹿児島県立博物館蔵）

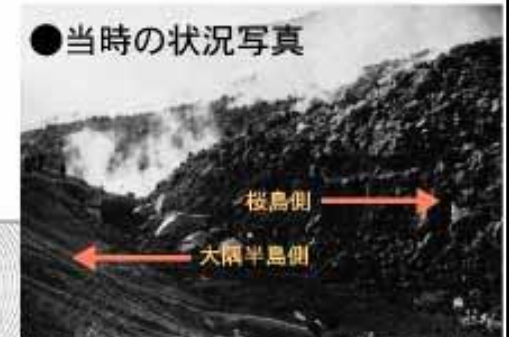


溶岩流の分布



- ① 文明溶岩（1471～78）
- ② 安永溶岩（1779～82）
- ③ 大正溶岩（1914～15）
- ④ 昭和溶岩（1946）

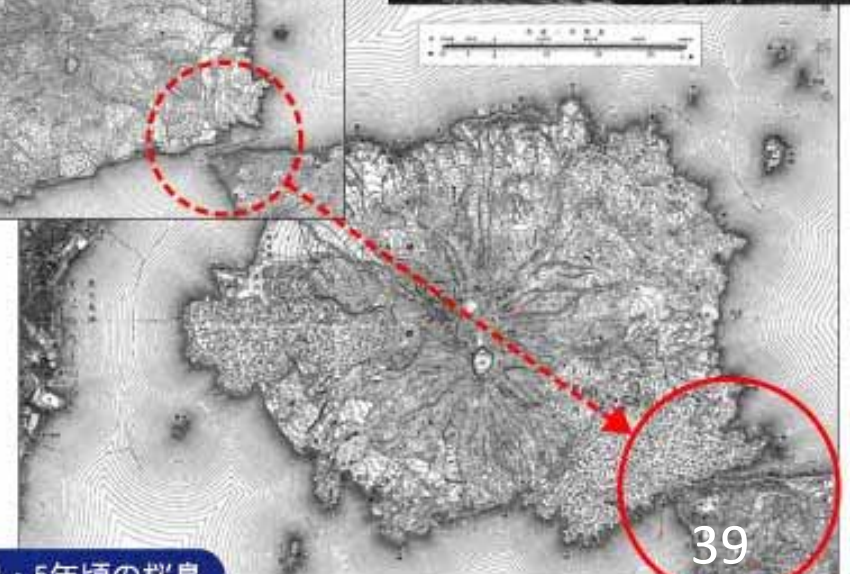
● 当時の状況写真



明治35年の桜島



大正4・5年頃の桜島



2014

2015/7

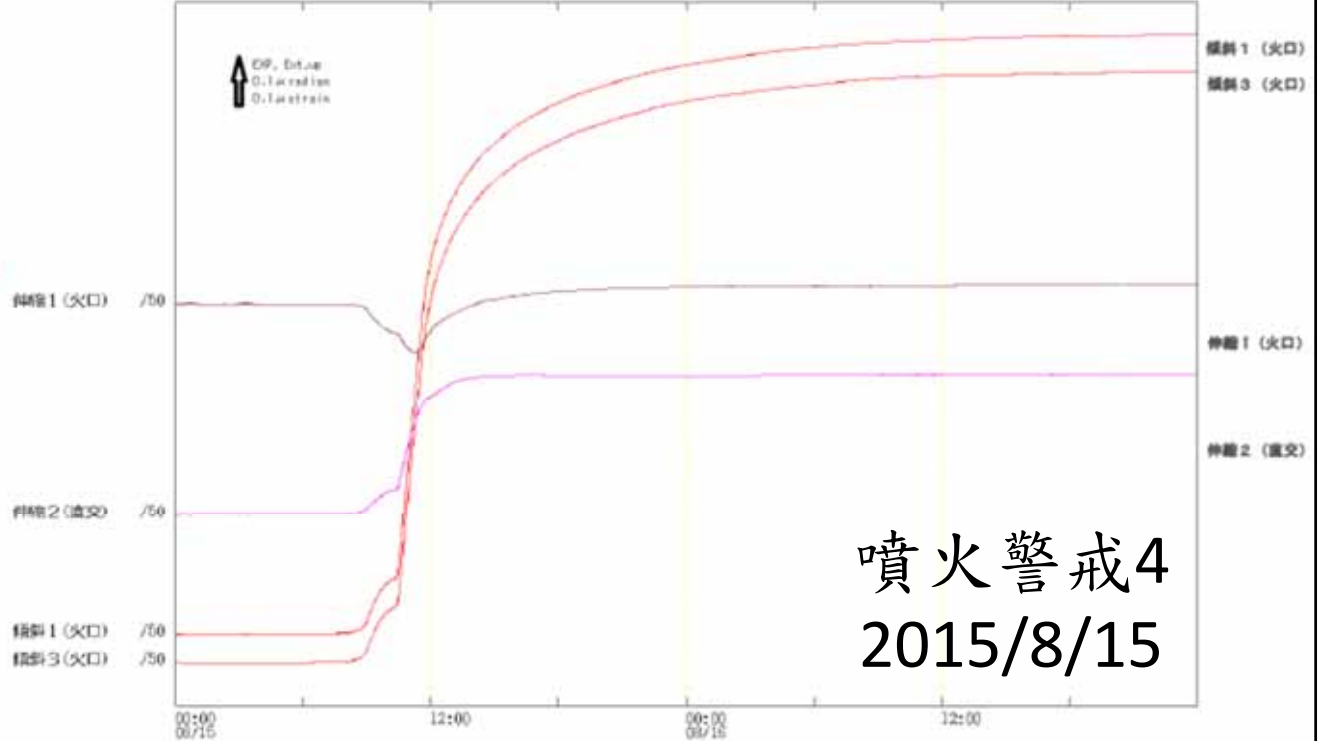
去年の爆発

450回

今年の爆発

685回

火山性地震



噴火警戒4
2015/8/15

図1 桜島 8月15～16日の有村観測坑道の傾斜計及び伸縮計の変化
8月15日09時頃から山体膨張を示す急激な変動が観測されました。

JMA

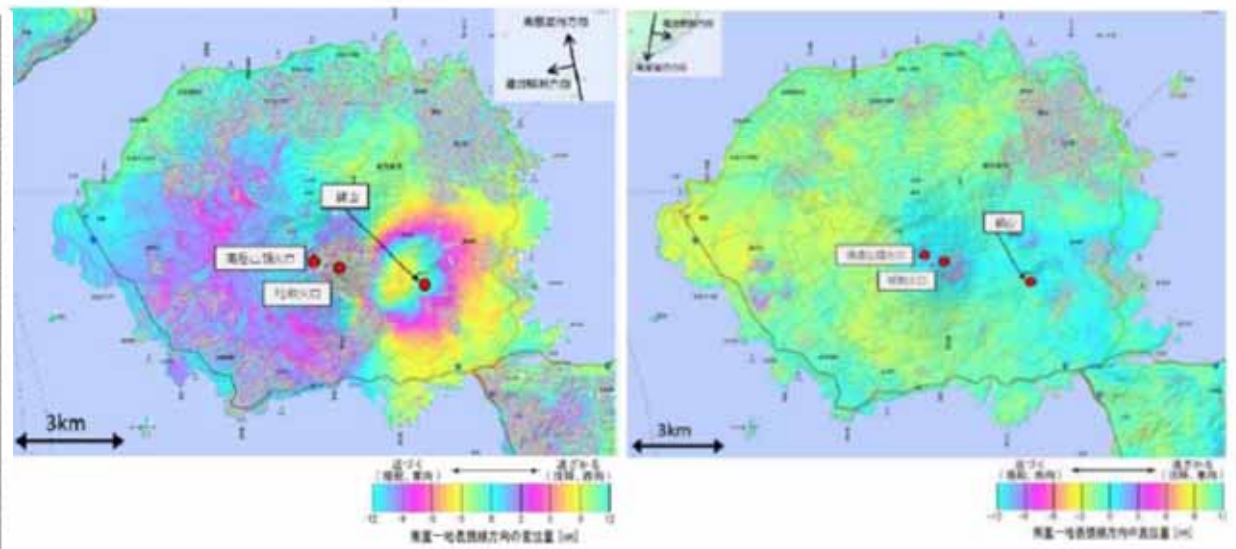
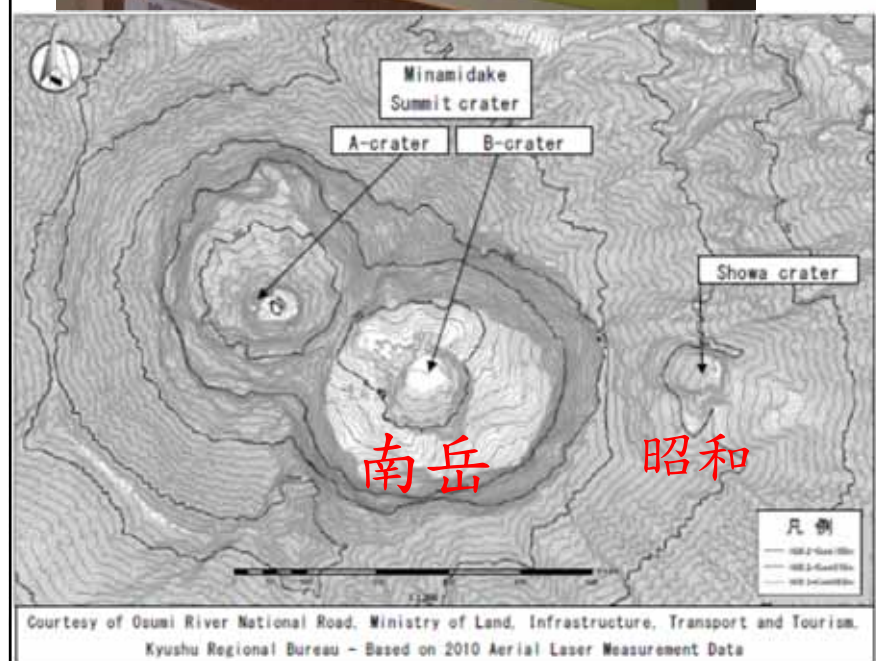
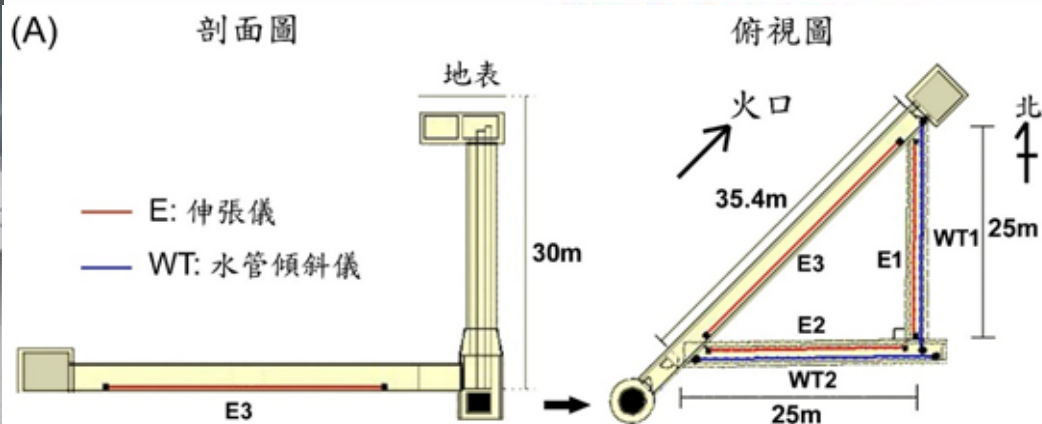


図2 桜島 国土地理院による人工衛星 (ALOS-2) データ解析結果
(左図 2015年1月4日～8月16日、右図 2015年8月17日～30日)

櫻島火山觀測站-煙燠紀錄



雲仙火山



1991-1994

・ 1990～1996 年の噴火活動

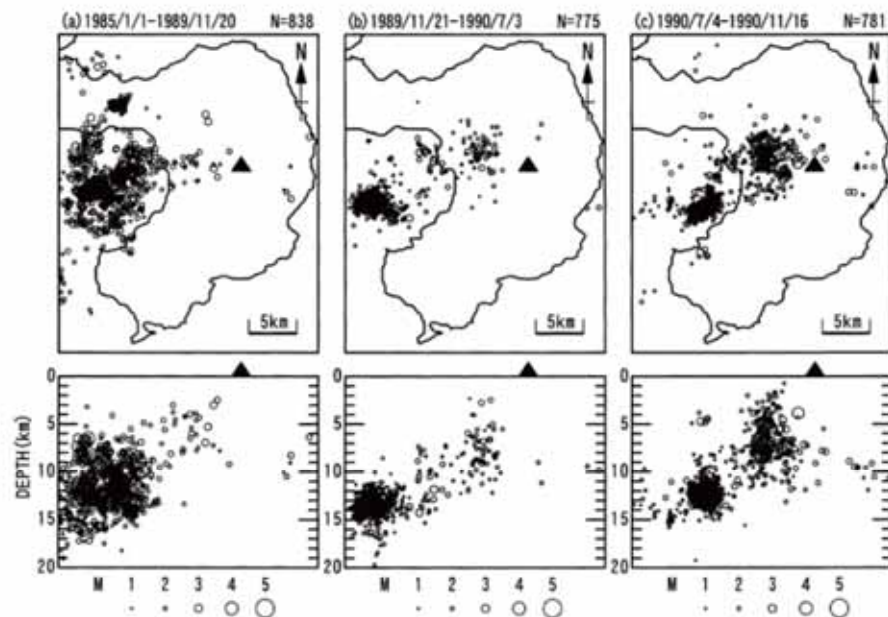


図 85-5 1985-1990 年 11 月 16 日の震源分布 (Umakoshi et al., 2001). 噴火に先立ち、震源が橋湾から島原半島内に移動した。

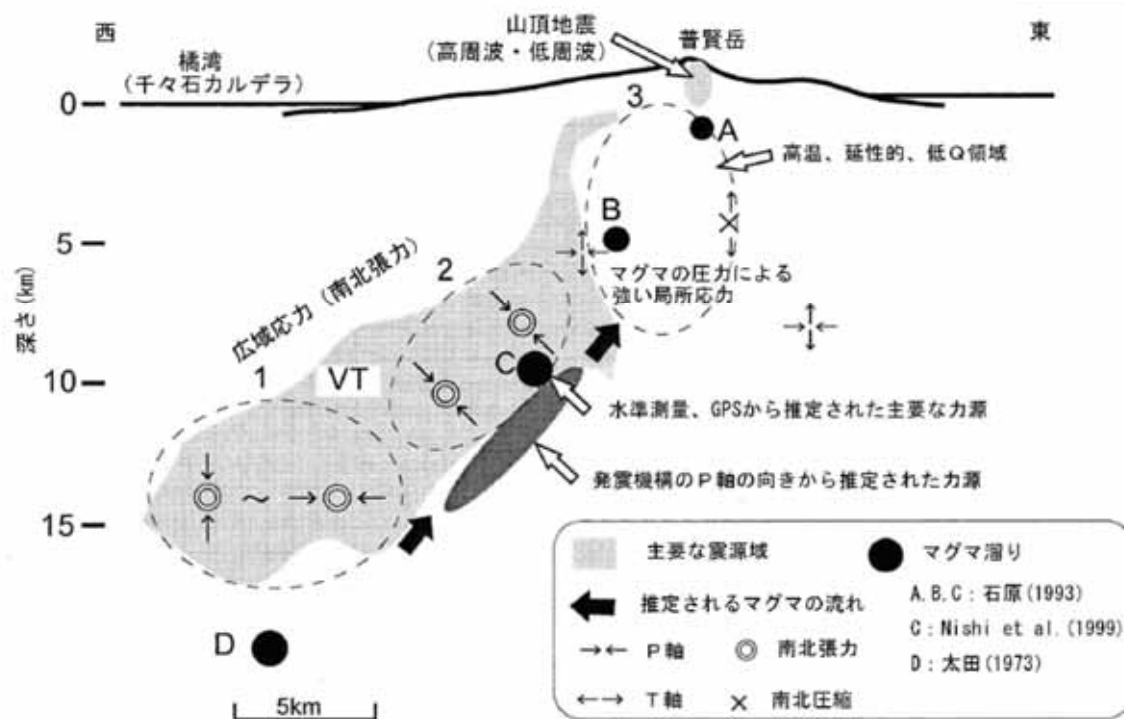
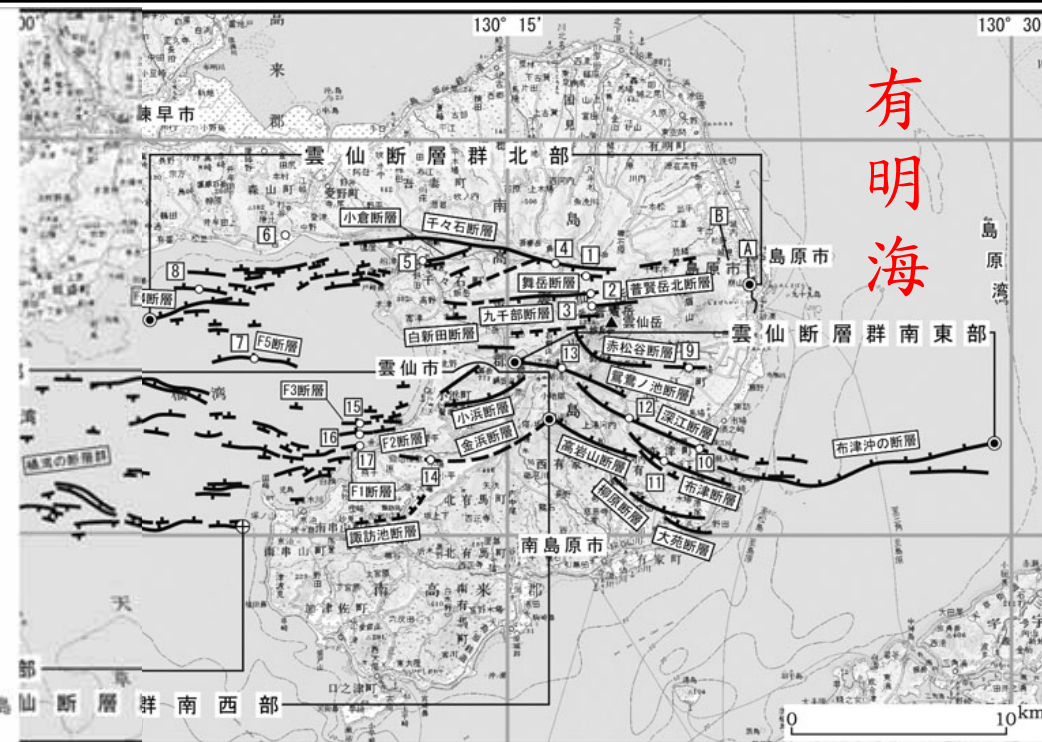


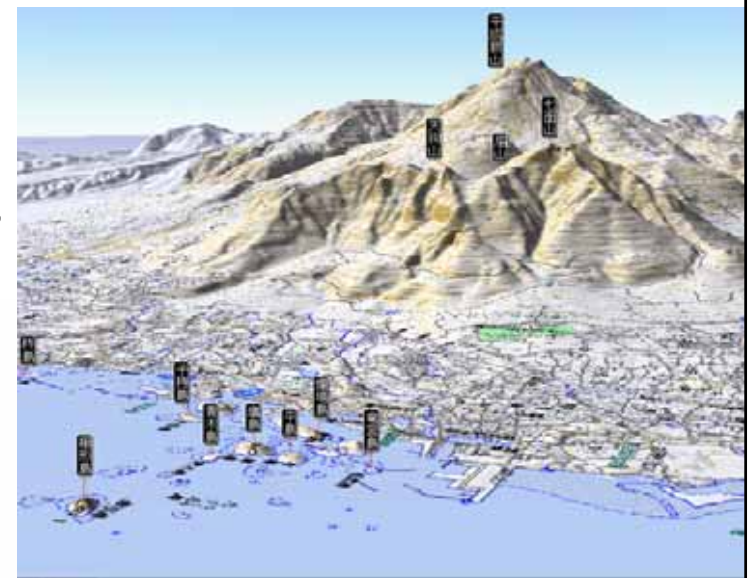
図 85-16 1990-96 年雲仙岳噴火活動のマグマ上昇経路 (Umakoshi et al., 2001 を翻訳)。

精度良く求まった震源の分布からマグマの上昇経路が推定された。



島原大變肥後迷惑

- 日本火山噴發造成最嚴重的複合式災害。
- 1791年11月，島原發生有感地震。
- 1792年2月下旬雲仙岳開始冒出岩漿，流動的速度非常慢。
- 1792/4/21島原再次發生連續密集的有感地震。
- 1792/5/21眉山東面產生大崩塌，約 $4.4 \times 10^8 \text{ m}^3$ 崩塌入有明海引發海嘯。
- 第一道往肥後(熊本)的海嘯高度約4-5m，造成約五千人喪命。
- 回蕩至島原的海嘯則高達 9-10m，造成島原、天草一萬人失蹤與死亡，總共約一萬五千人於這次天災中失去生命。



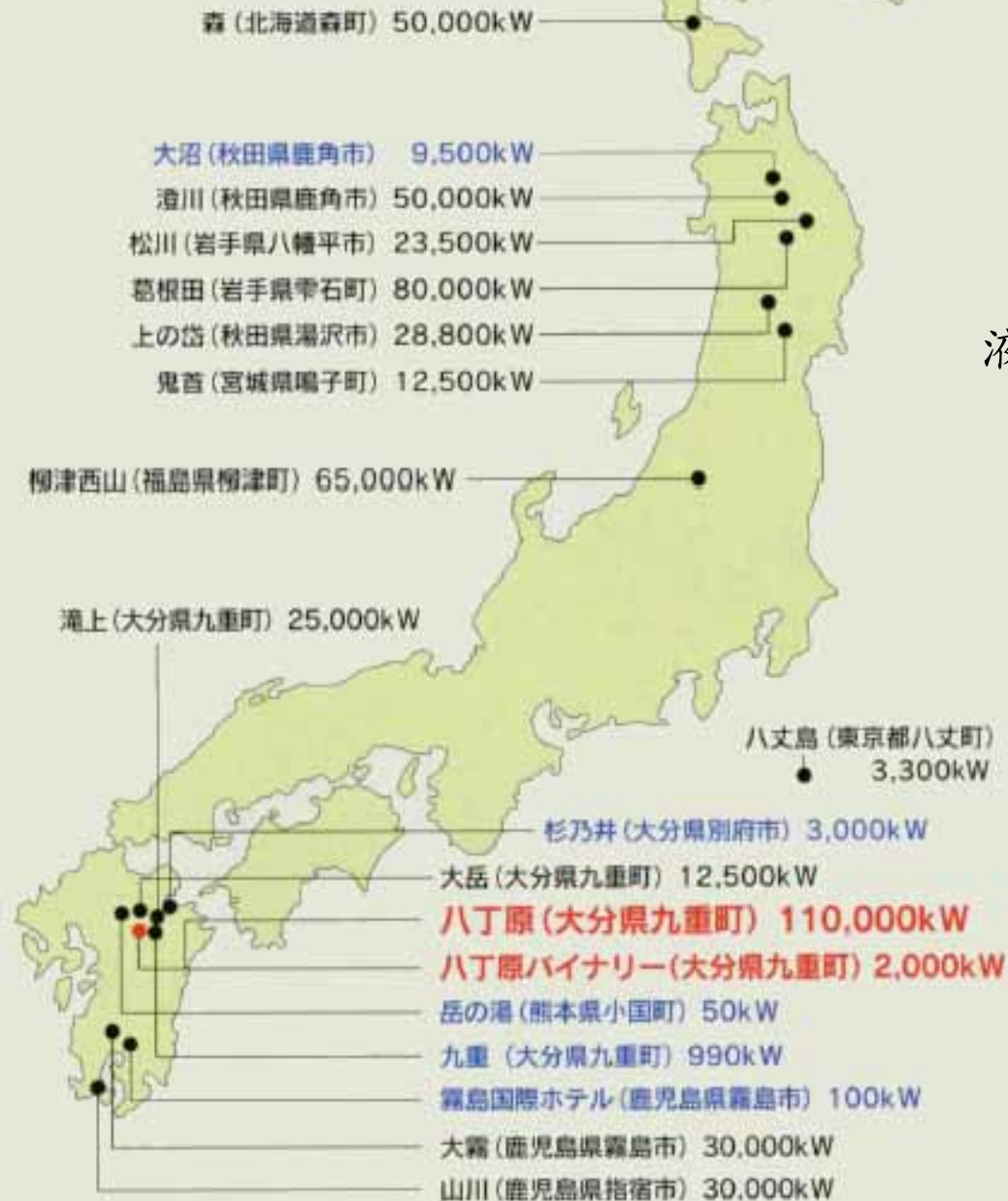
九重火山群

1995硫黃山小規模噴火山灰



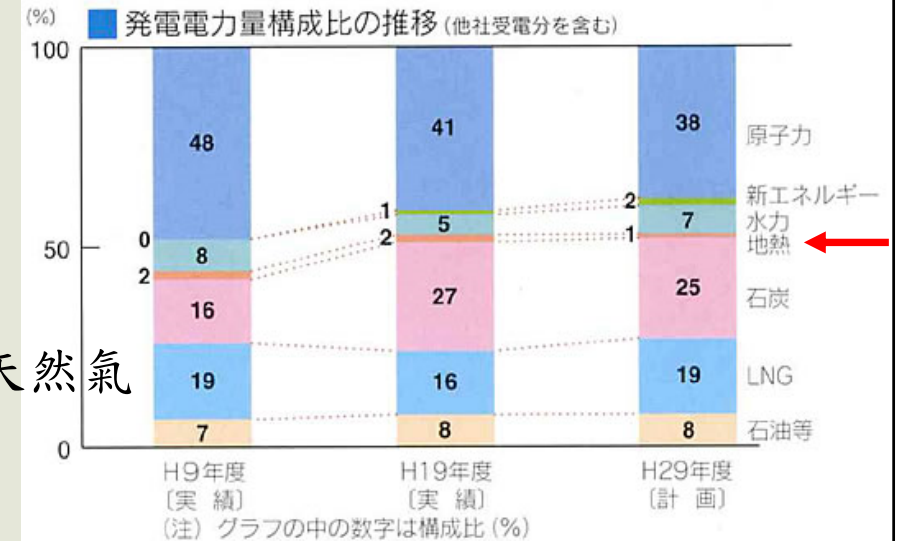
地熱発電の現状

(注)黒字は事業用、青字は自家用を示す。



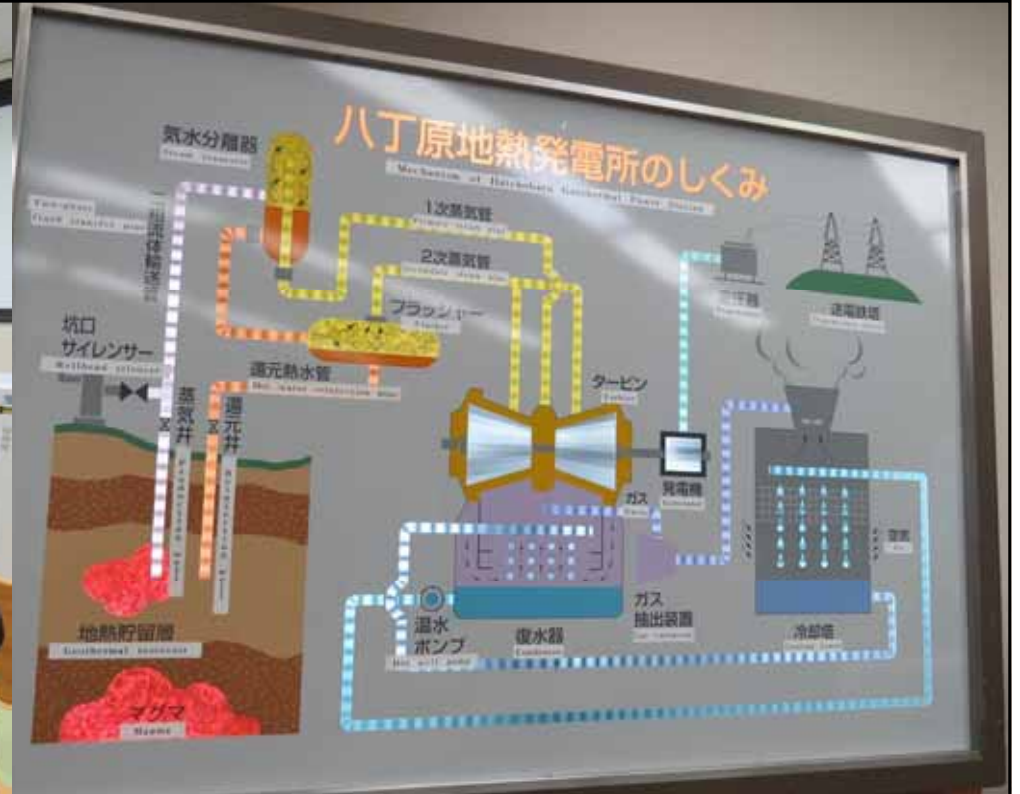
NAR Labs

日本地熱之發展



液化天然氣

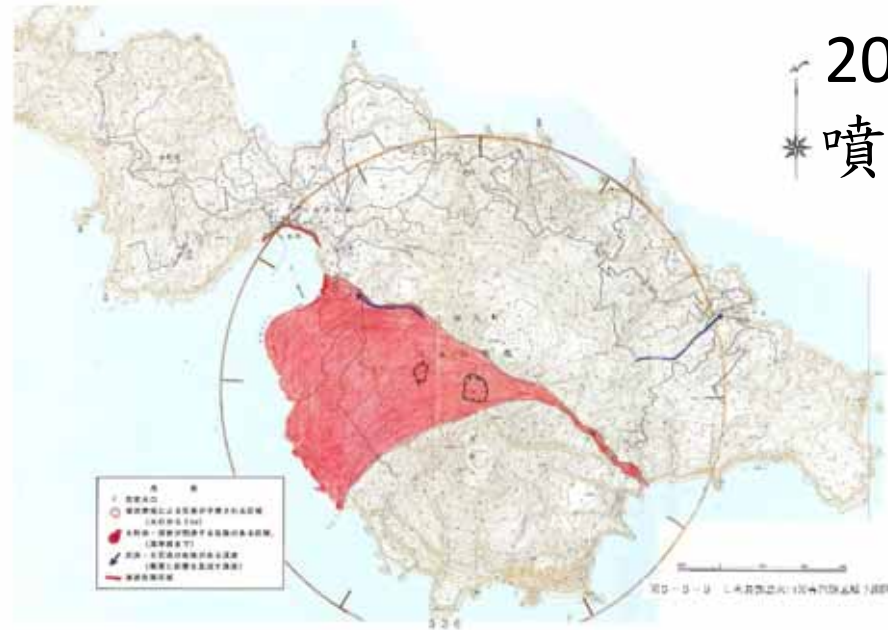




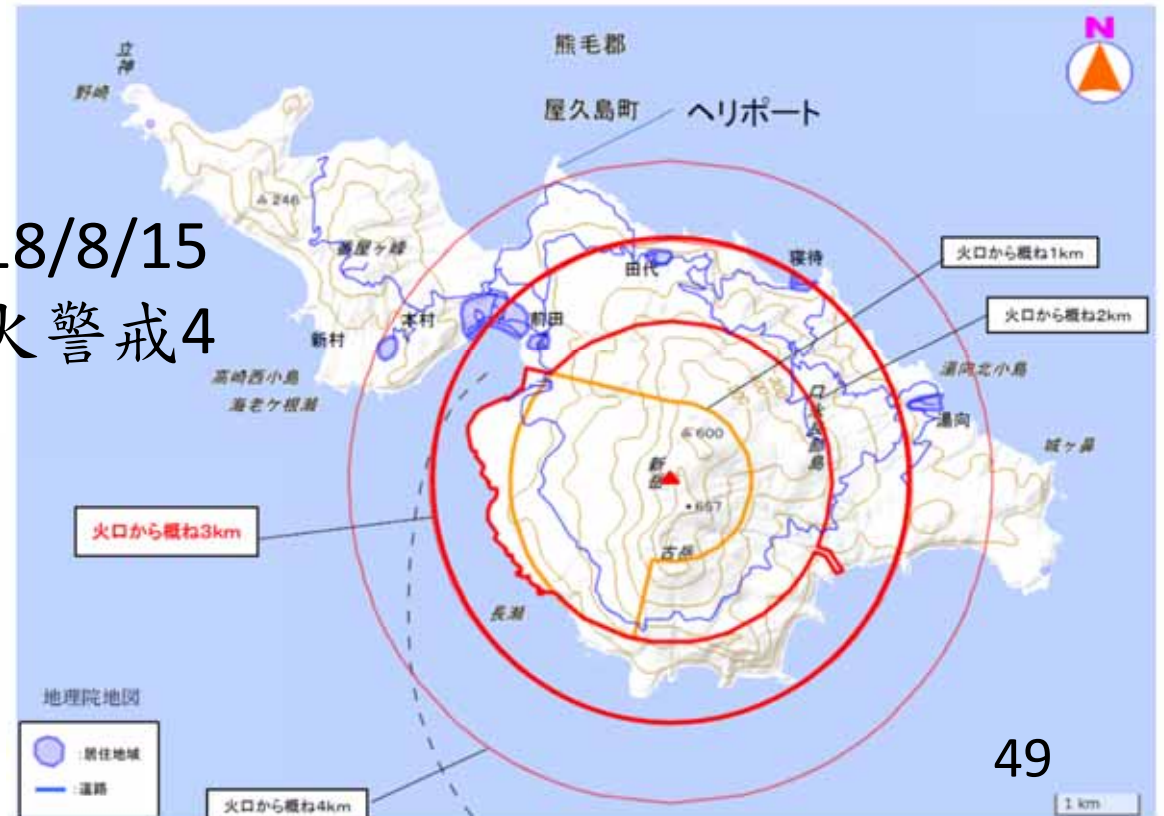
別府



島部良永口

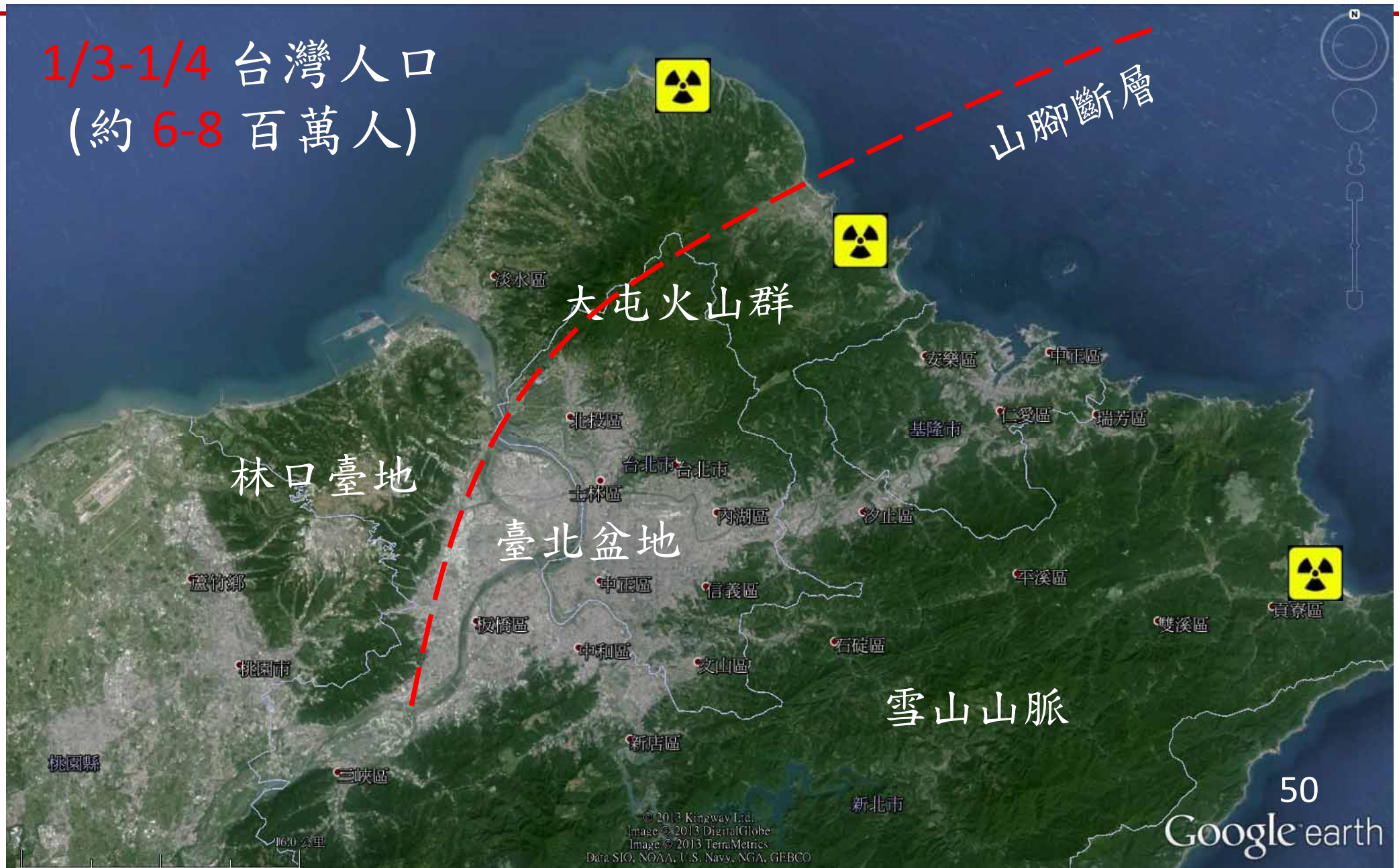


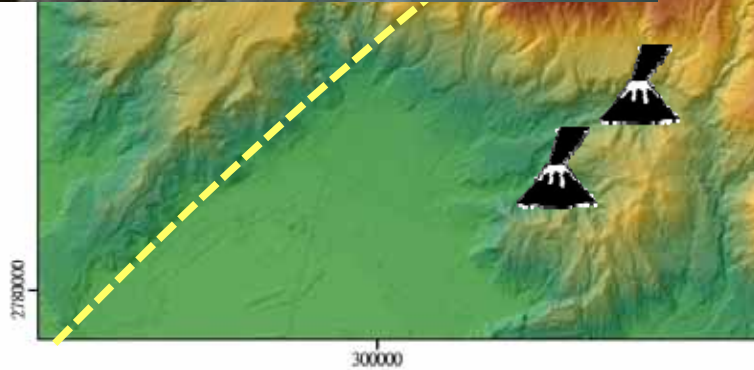
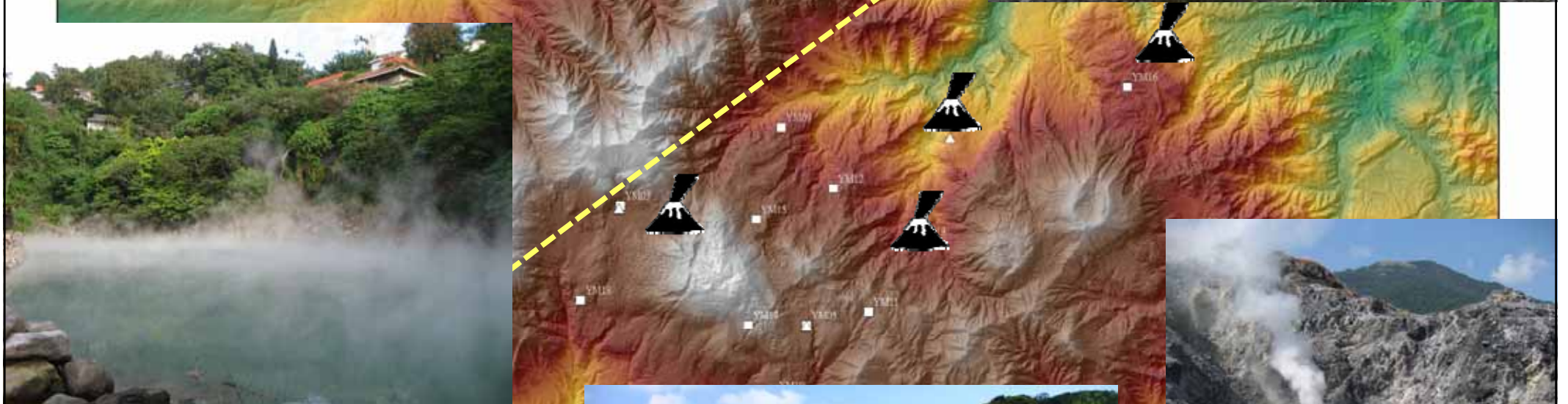
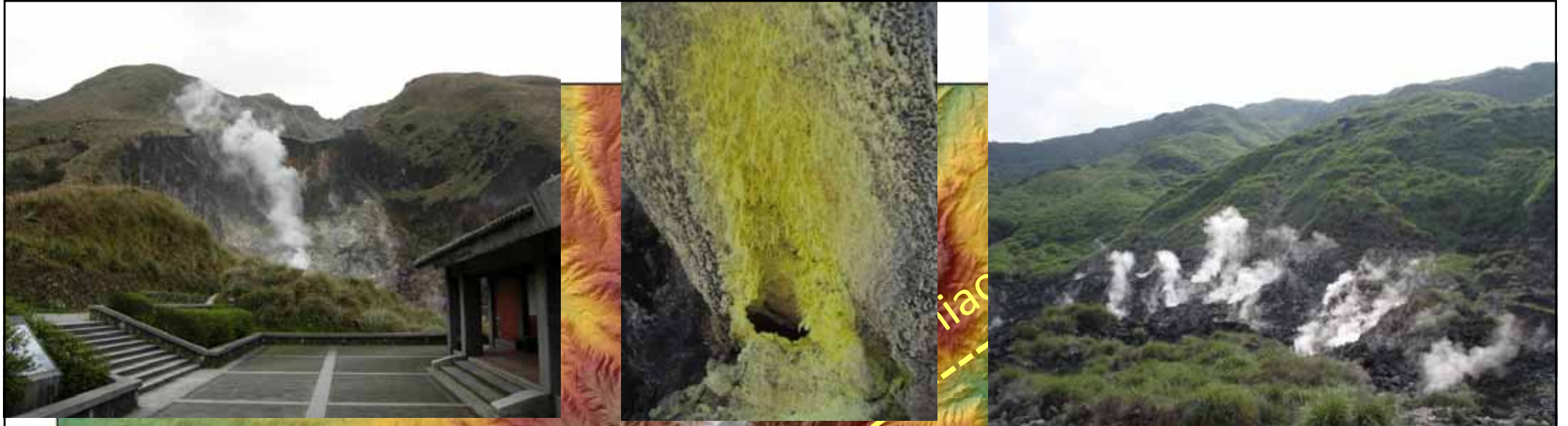
2018/8/15
噴火警戒4



大屯火山群+山腳斷層 ⇔ 大台北都會區

1/3-1/4 台灣人口
(約 6-8 百萬人)





From: CGS+IES

大屯火山群的隱憂

NAR Labs

大屯火山群需留意：地表噴氣增加及水蒸氣噴發。

箱根大涌谷

草津白根山

地表噴氣增加



図1 大涌谷周辺の状況 (2015年7月2日撮影)

來源：日本氣象廳

水蒸氣噴發



來源：網路照片

遊客中心

屋頂防噴石砸
監視及廣播系統



避難路線及演練
避難物資
安全帽
口罩



簡報結束 敬請指教

