

National
Taiwan
University
國立臺灣大學



工業技術研究院
Industrial Technology
Research Institute



中央研究院地球科學研究所



花蓮米崙斷層科學鑽探：地震活動及前兆井下監測
Milun fault Drilling and All-inclusive Sensing (MiDAS)

MiDAS井A光纖震測實驗

管卓康¹、郭陳濤¹、陳俊榕²、馬國鳳³

1. 國立台灣大學 地質科學系

2. 工業技術研究院 綠能與環境研究所

3. 中央研究院 地球科學研究所

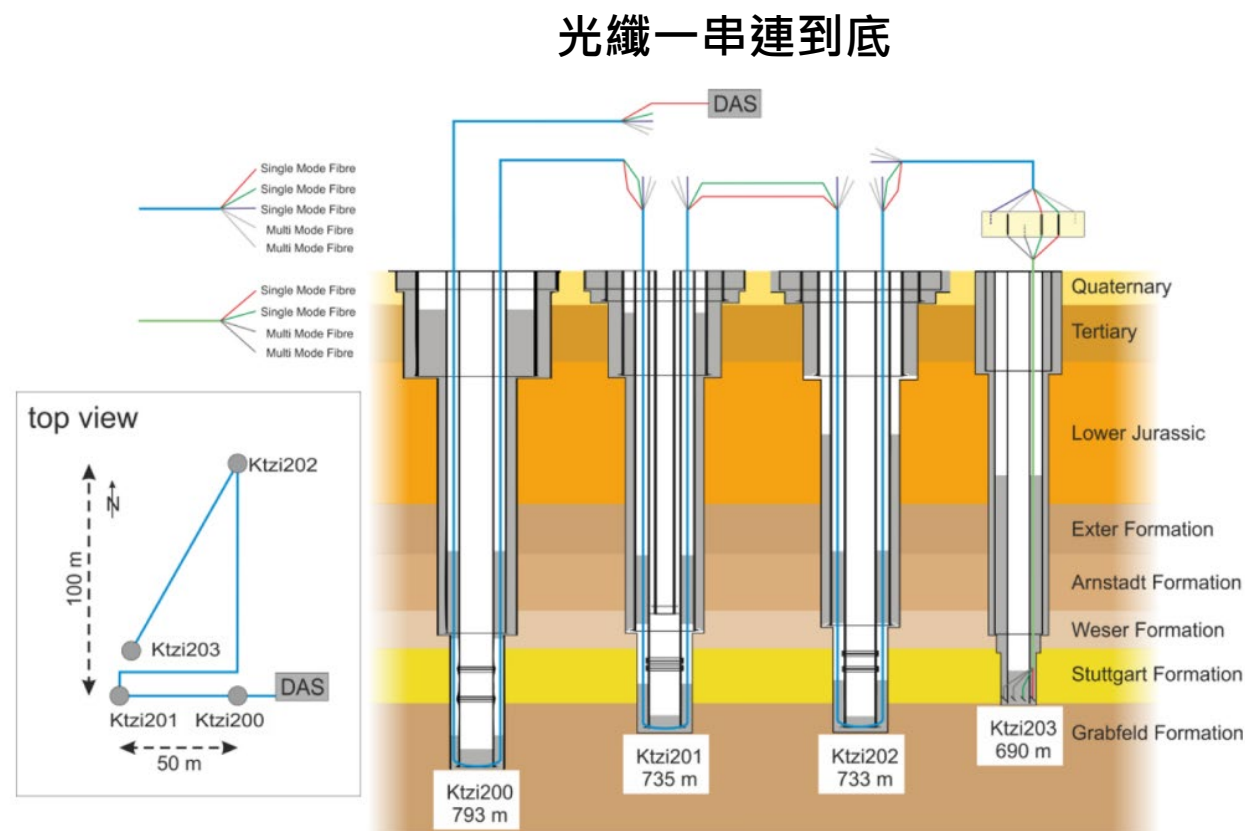
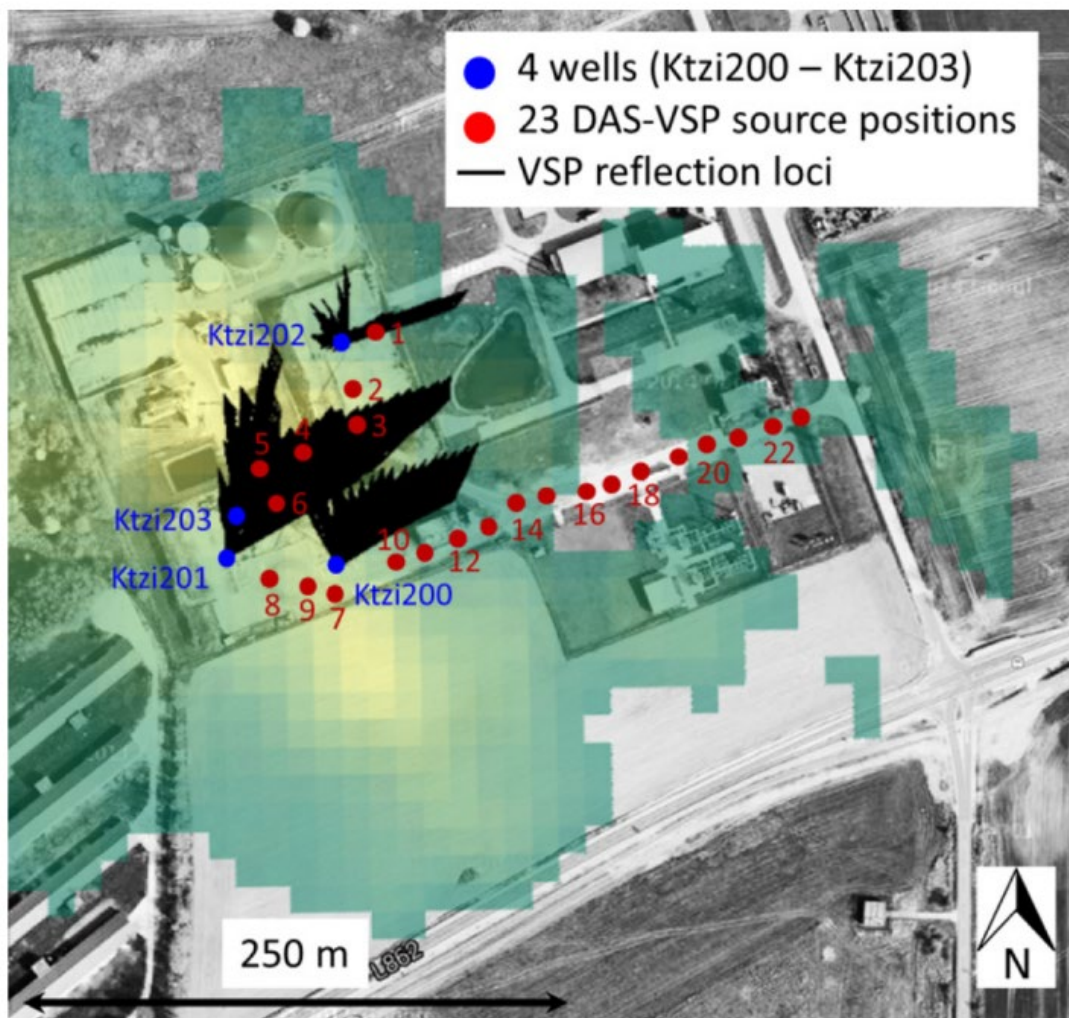


大綱

- DAS-VSP國際案例回顧
- MiDAS 井A震測實驗
- 反射震測結果
- DAS-VSP波相分析
- DAS-VSP反射訊號成像
- DAS-VSP、反射震測、裸孔電測結果比對

DAS-VSP 國際案例回顧

德國 Ketzin 二氧化碳封存場



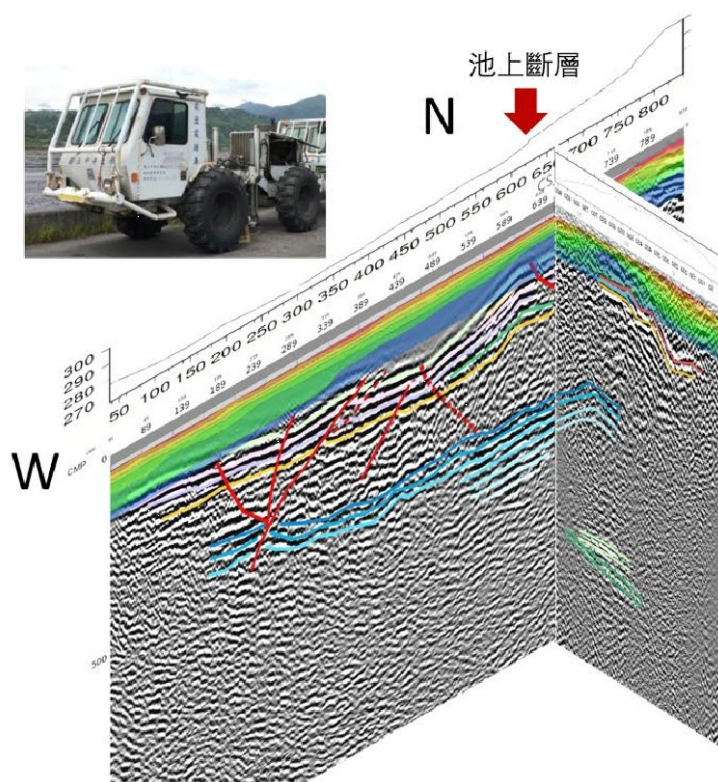
DAS-VSP 多孔光纖震測

MAGIC-池上斷層多維尺度監測計畫

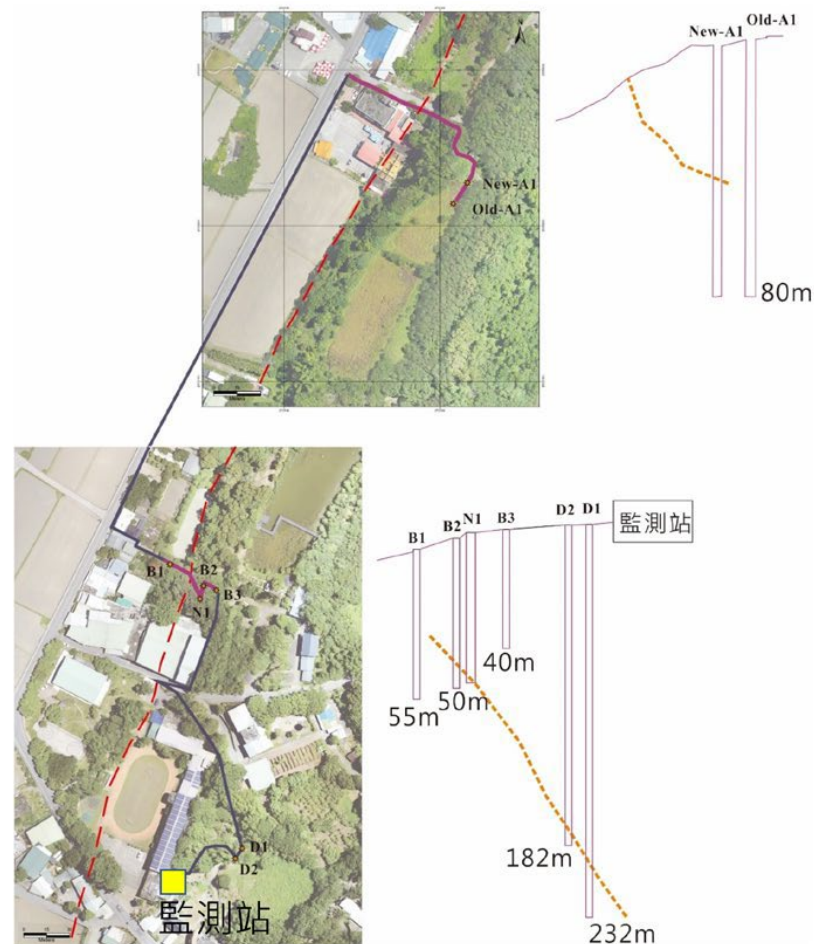
計畫主持人:傅慶州

合作人員: 牟鍾香、古進上、紀宗志、孫維芳、管卓康、甘禮有、郭陳濤

光纖一串連到底 (已完成多孔與跨斷層光纖佈置)



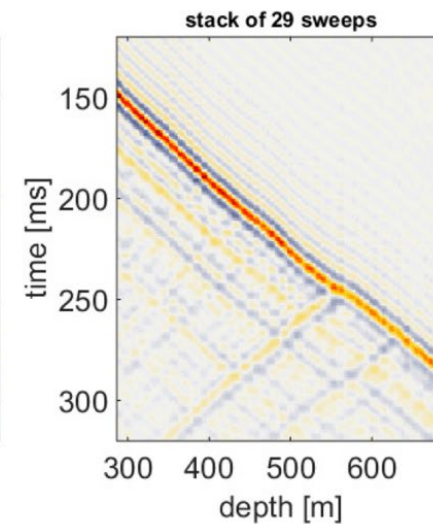
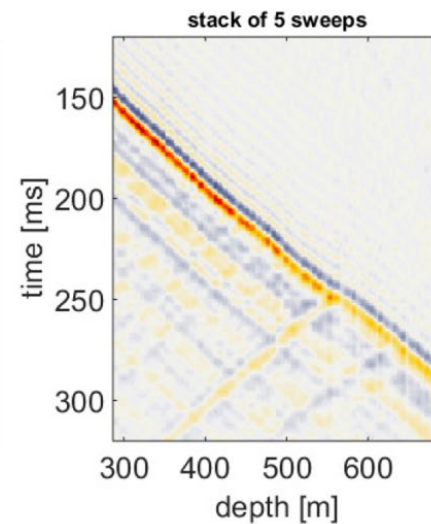
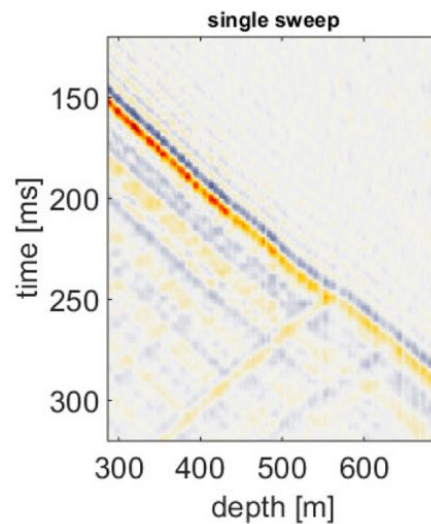
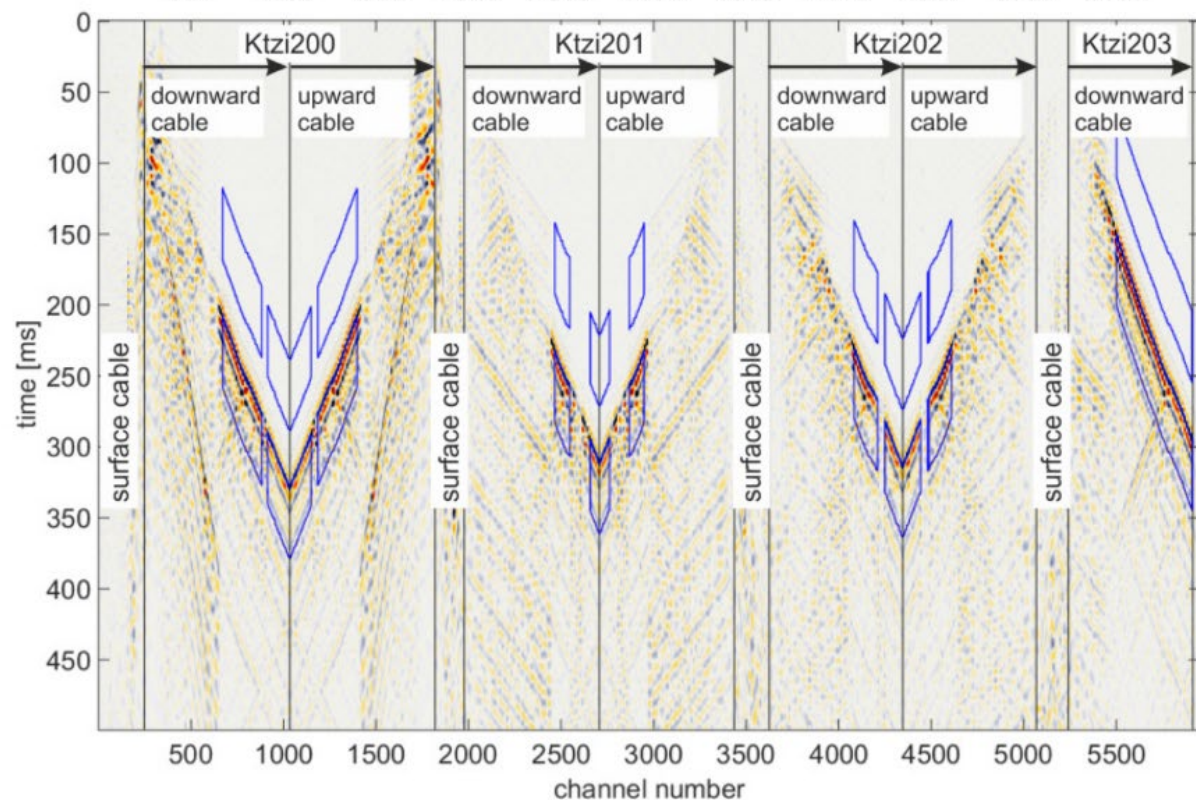
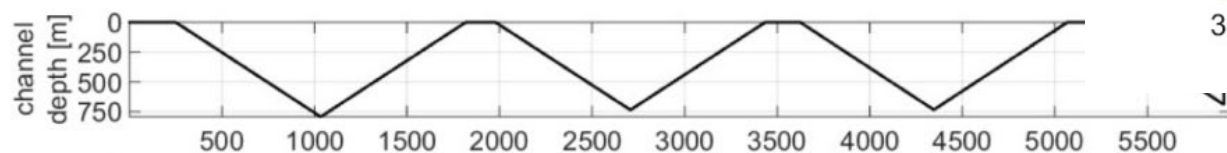
陳昱崧, 2022



2023年12月池上光纖與地表震測野外工作



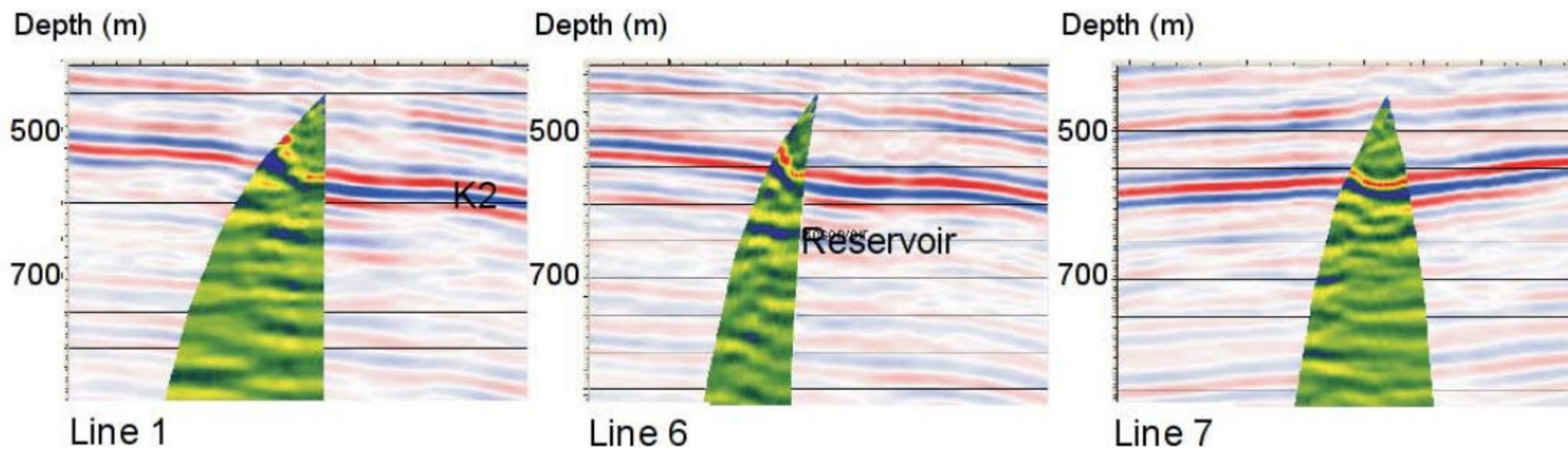
DAS-VSP 國際案例回顧



Gotz et al. (2018)

- 一條光纖串接所有觀測井
- 單點累加多次震源次數，可以有效提升訊噪比

Ketzin VSP 井下地震儀+地表炸測



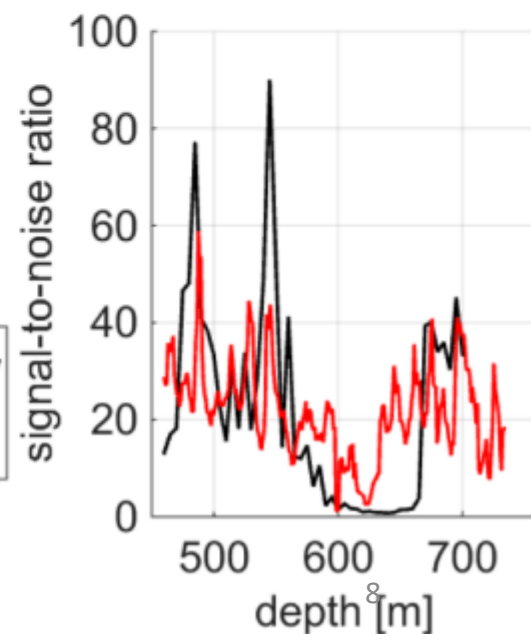
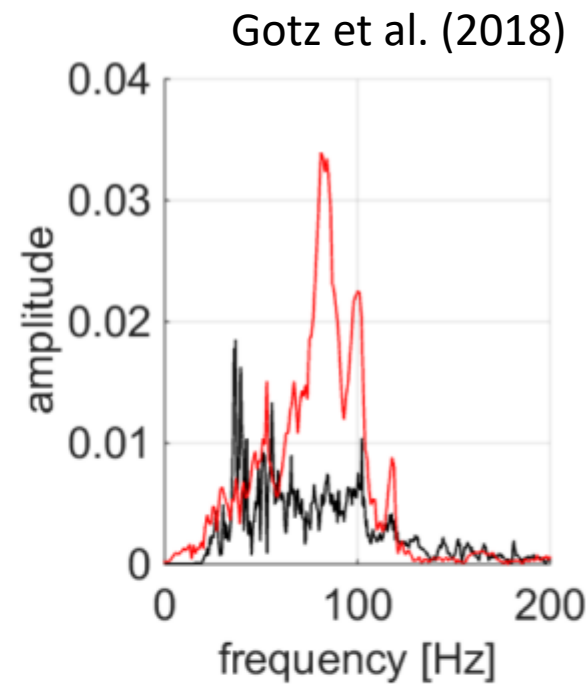
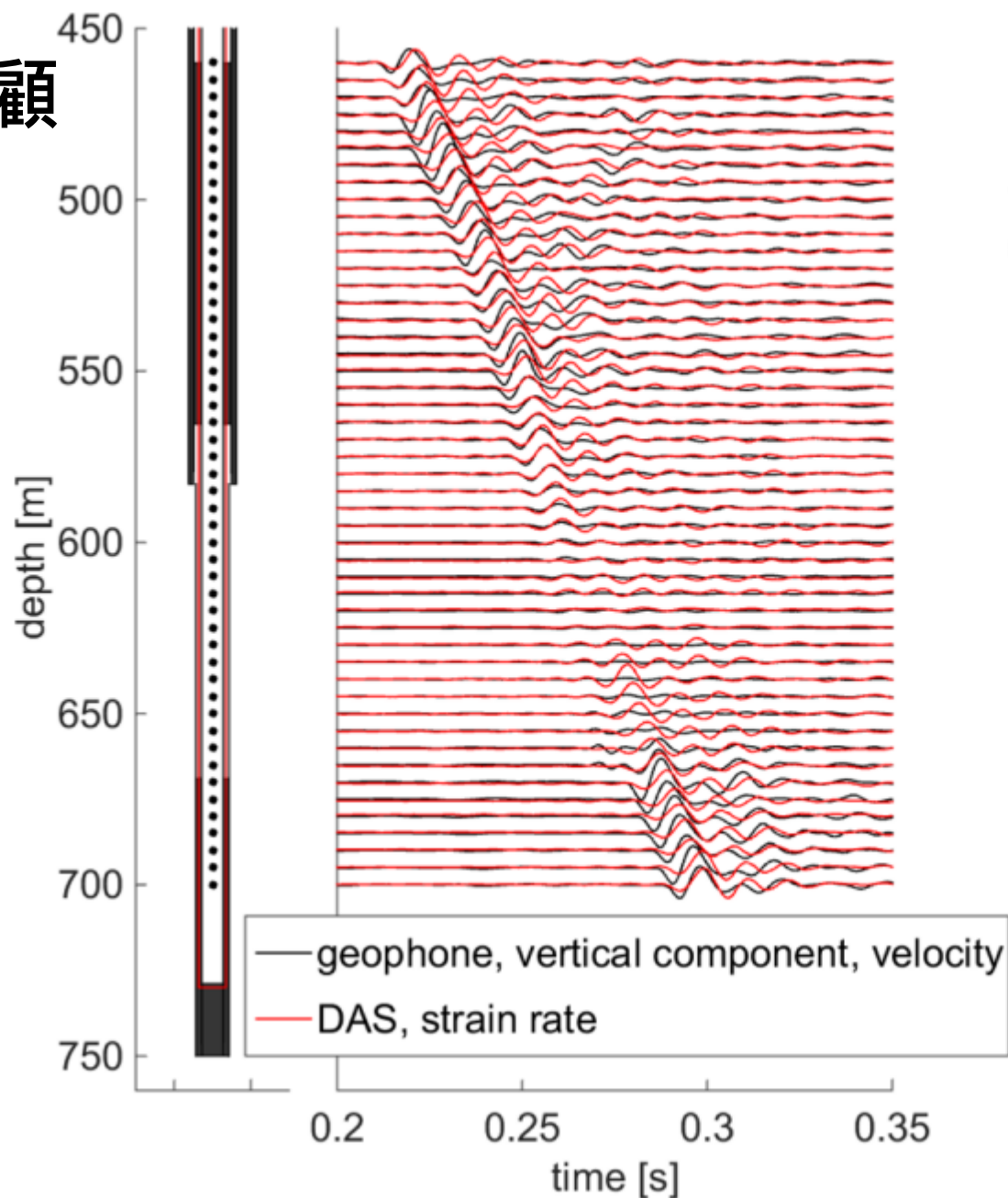
地表震測對儲集層的反射訊號解析度較差，透過VSP可以得到更清晰的儲集層影像，強化監測能力。

Luth et al. (2011)

DAS-VSP國際案例回顧

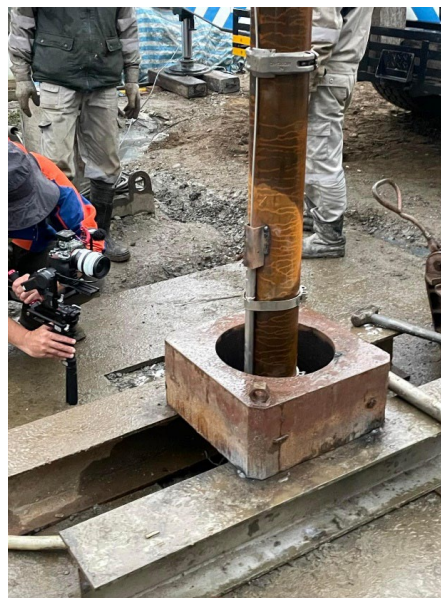
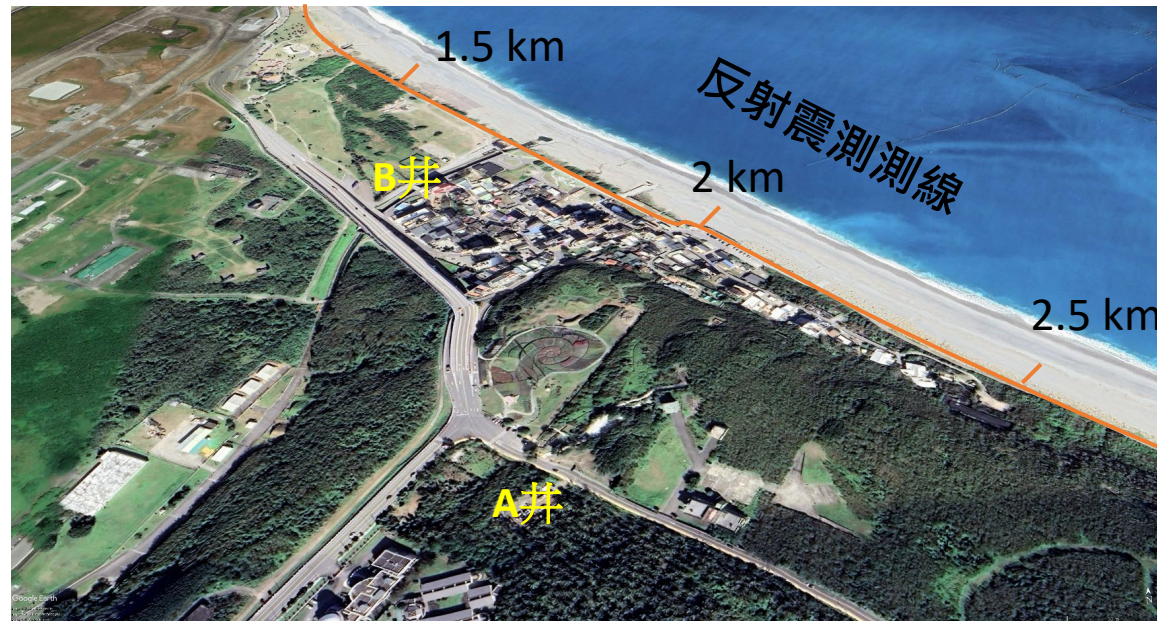
對比井下地震儀：

- DAS訊噪比相當
- 高頻含量更高
- P波時間一致
- 波形相似



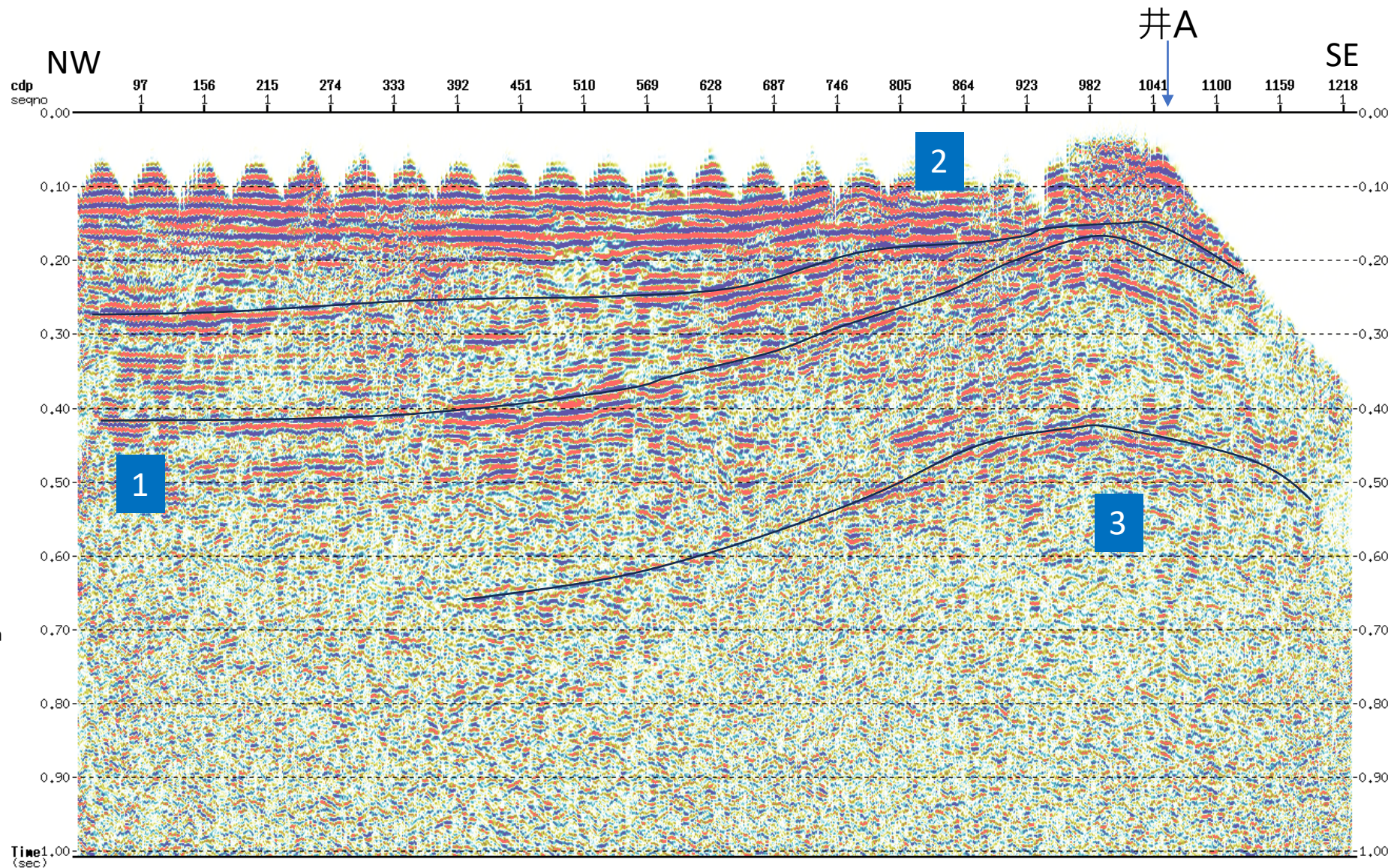
MiDAS 井A震測實驗

- 七星潭海岸施測3公里反射震測測線
- 反射震測測線2100米的投影線約對應到井A。
- 重捶式震源車至於井口。
- VSP剖面收集12次敲擊疊加。



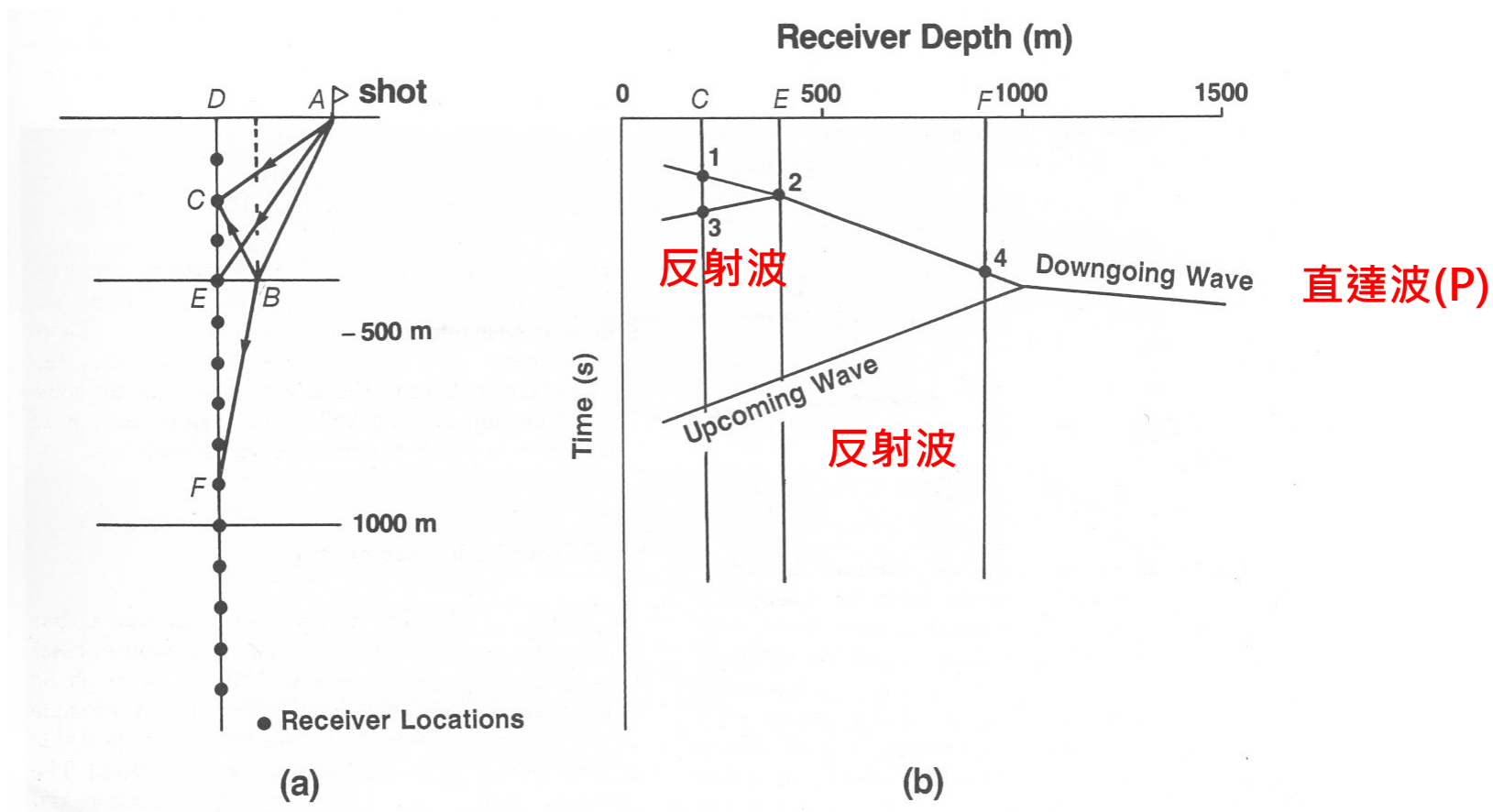
反射震測剖面

1. 西北側平緩
2. 近期地層尖滅於台地底下
3. 米崙台地底下褶皺

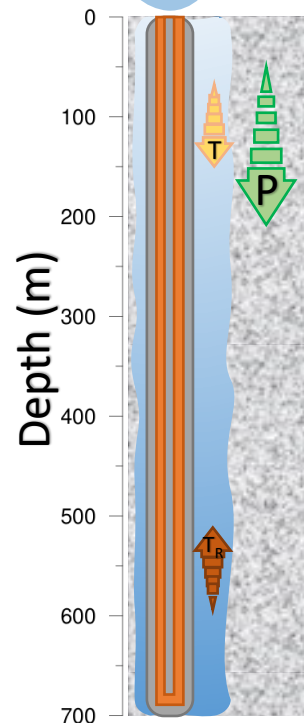
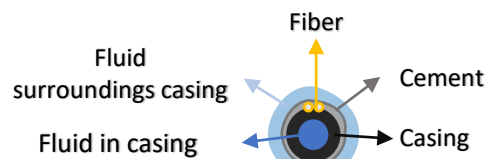


垂直震波剖面 VSP

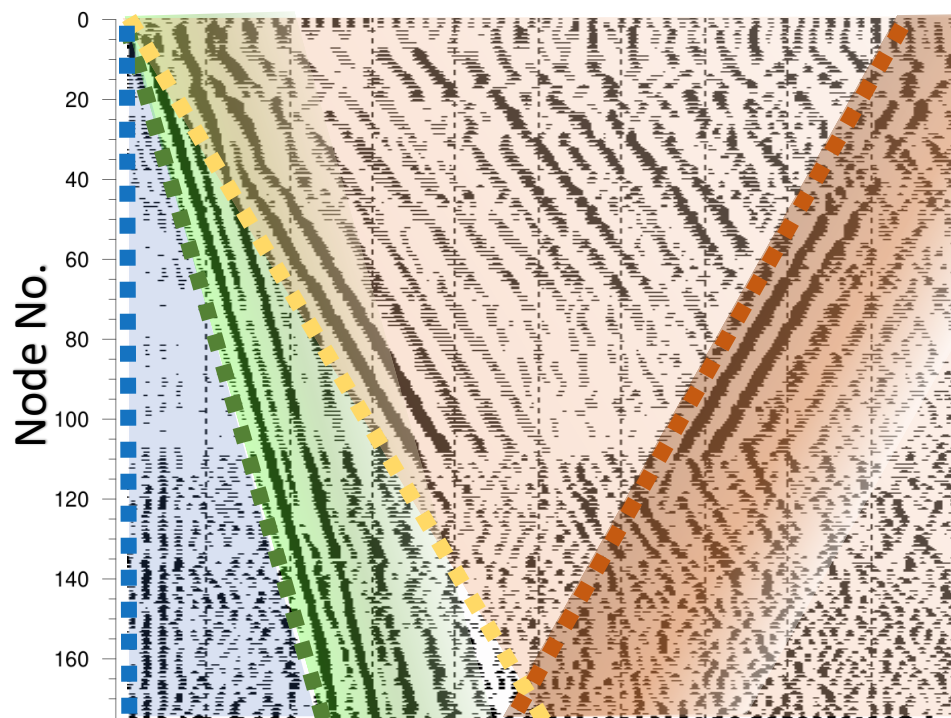
- 井內放置地震儀
- 震源非常接近井口
- 初達波是直達波、下行波斜率為正
- 反射波是上行波、斜率為負



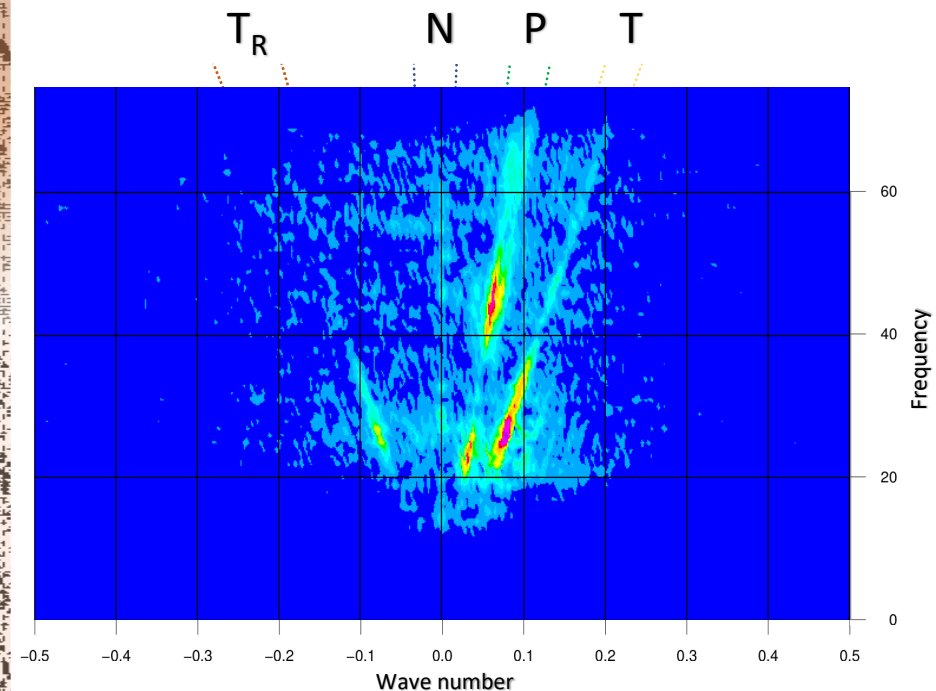
DAS-VSP剖面之波相示意图



Well Bottom Reflected Tube wave T_R DAS noise N

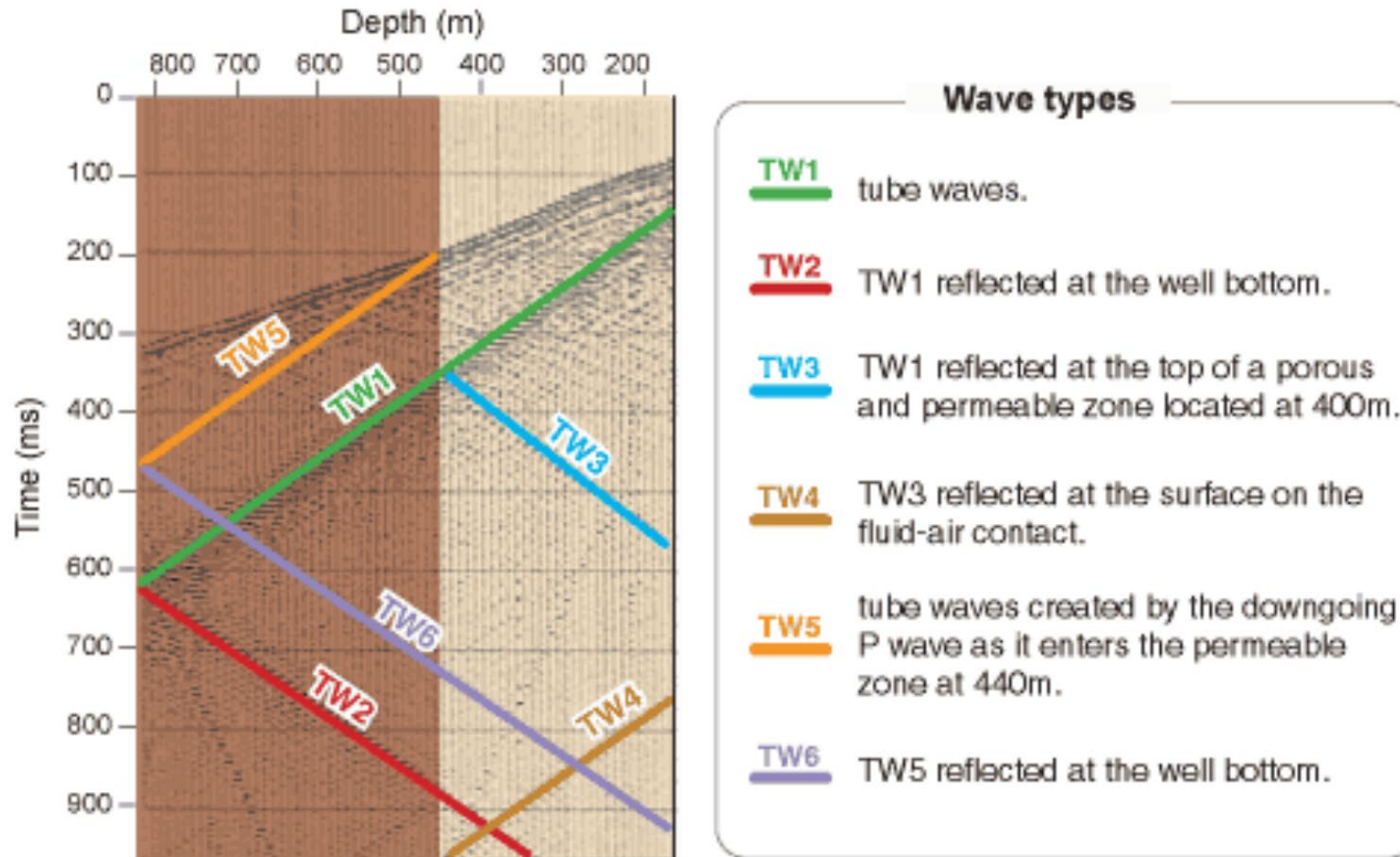


P wave P Tube wave T



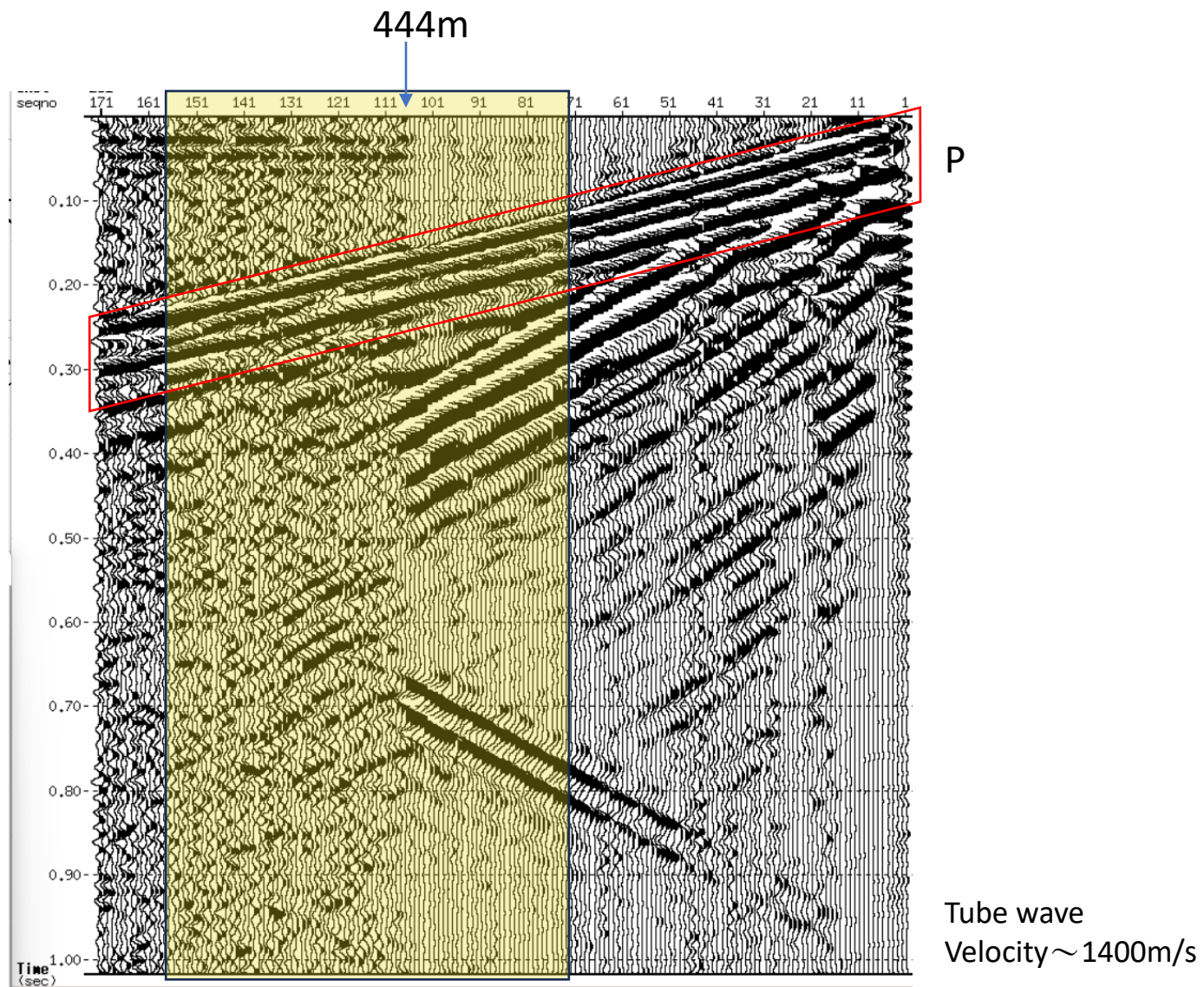
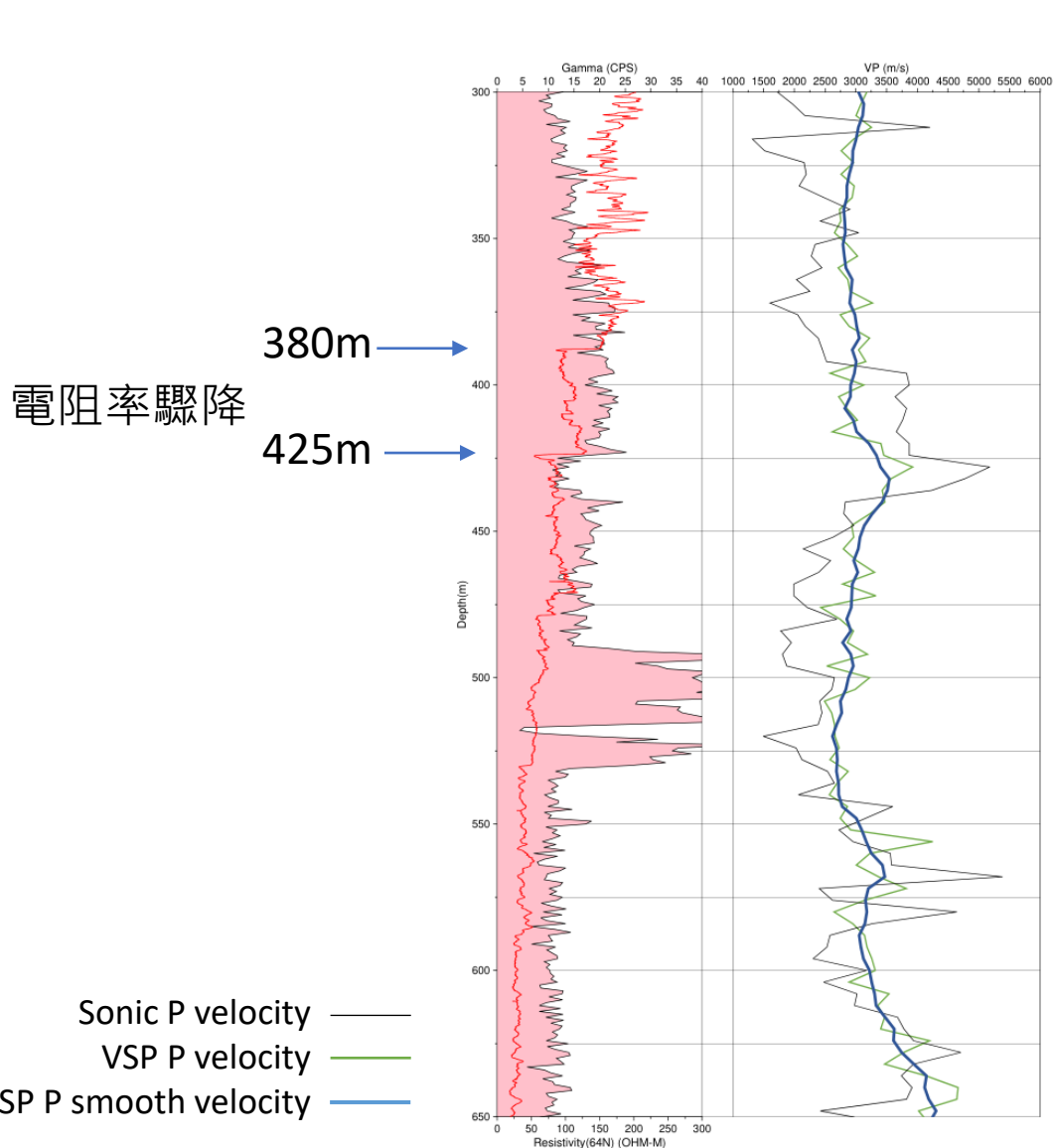
VSP的Tube wave

震波除了沿地層向下傳遞，井壁、管路、地下水都有可能傳遞。
反射波不一定是從地層反射，井底是很大的反射點。

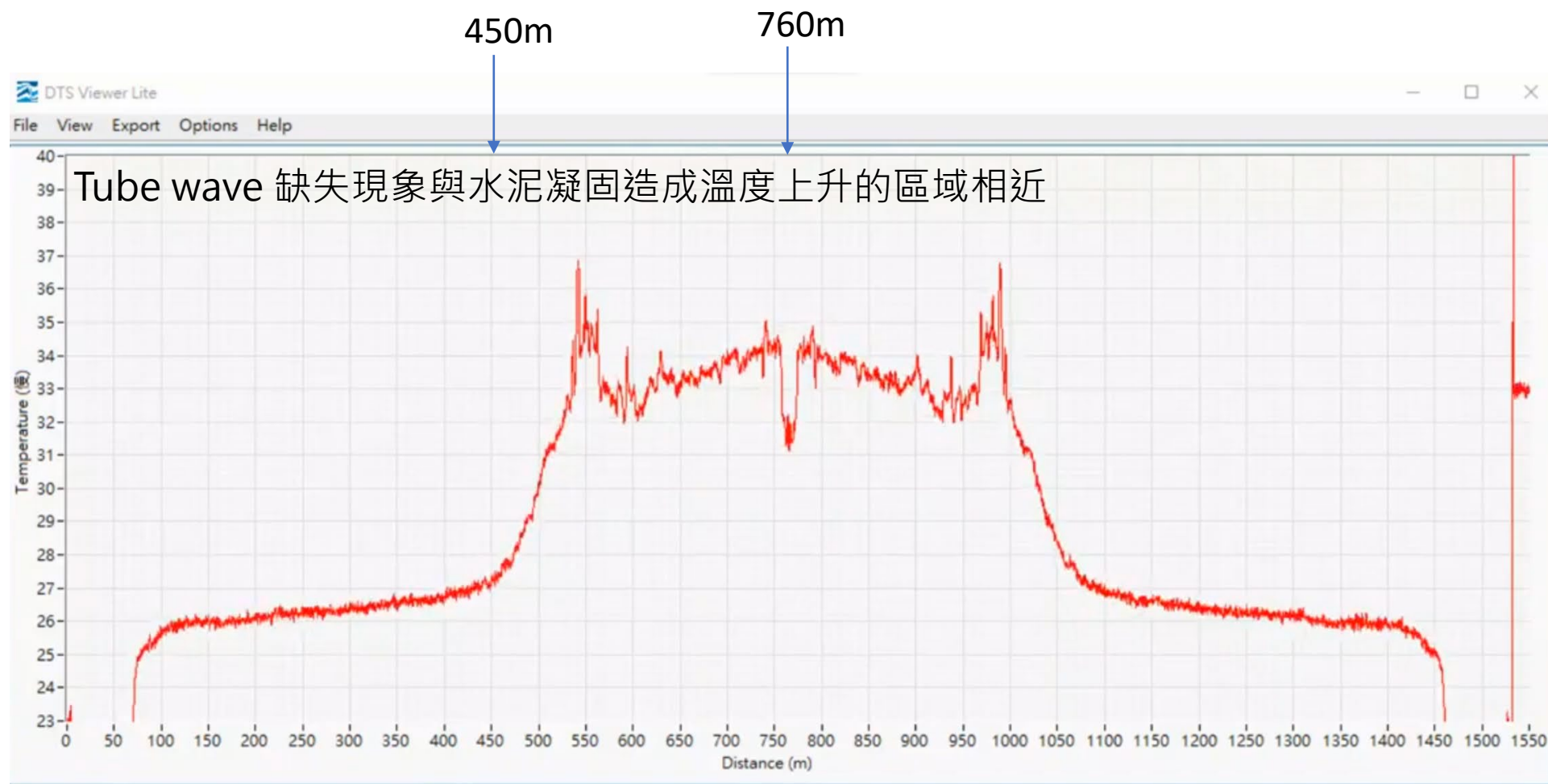


► Example of VSP with tubed waves
(document : Gaz de France - IFP)

VSP的Tube wave缺失現象

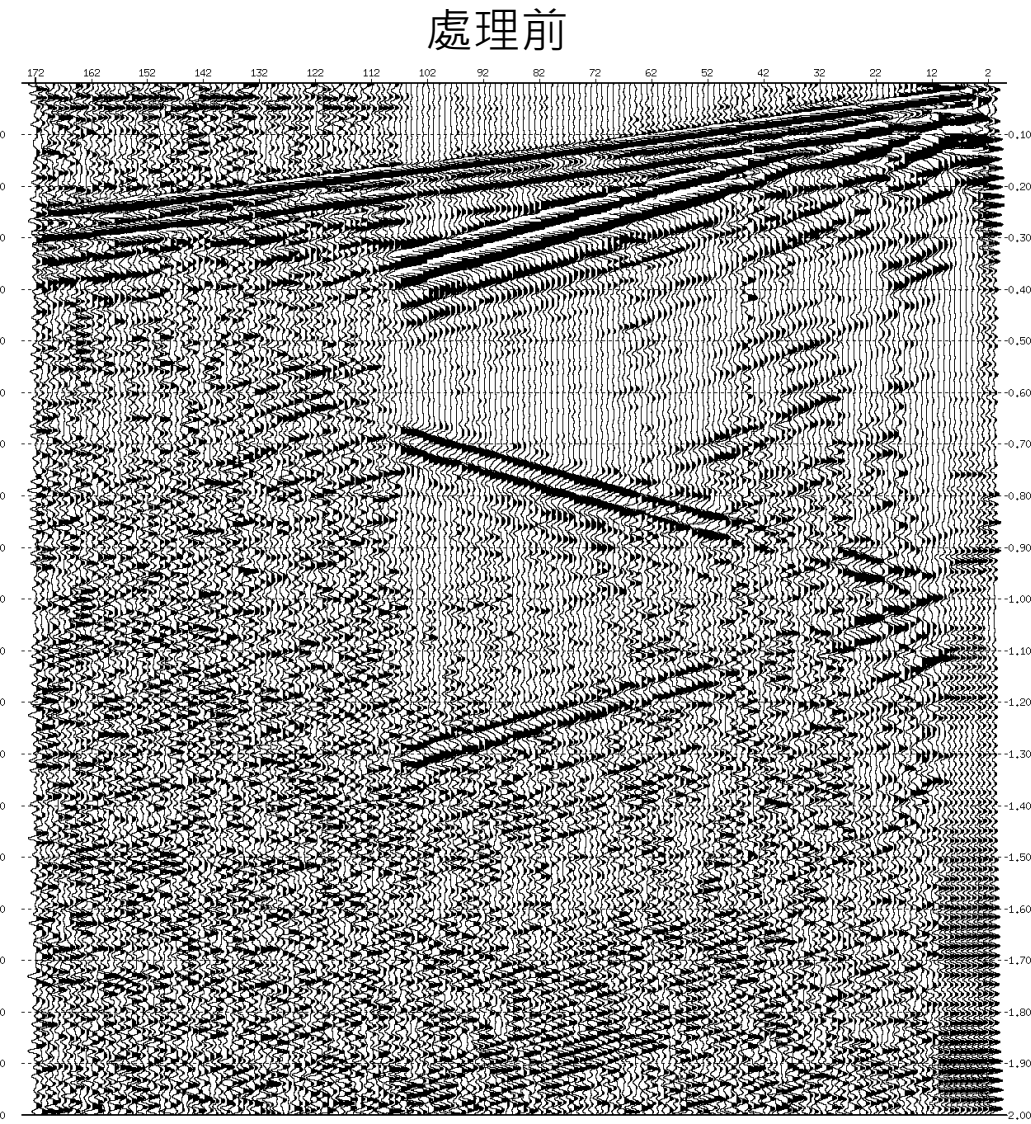
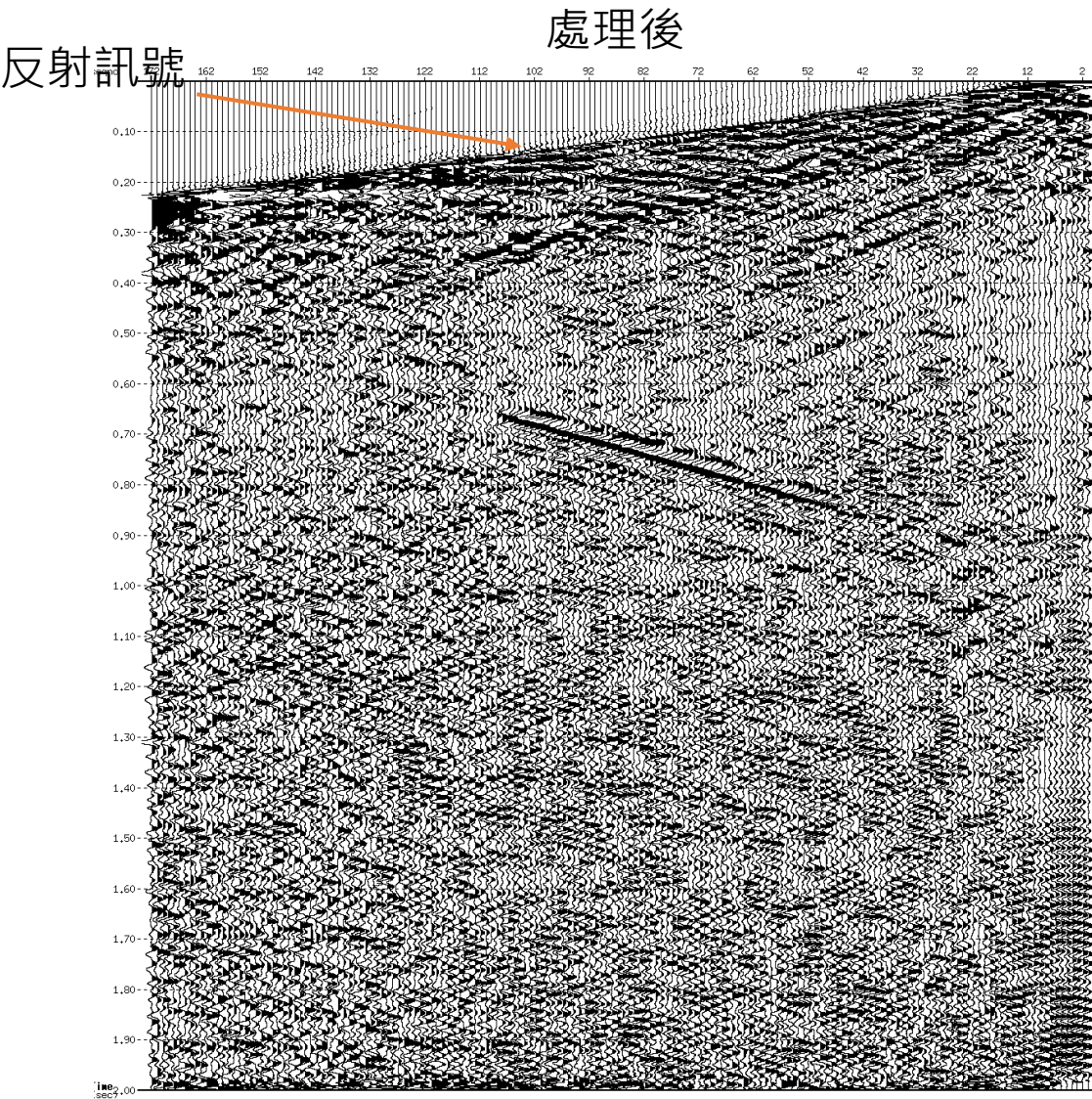


井A的井下溫度監測



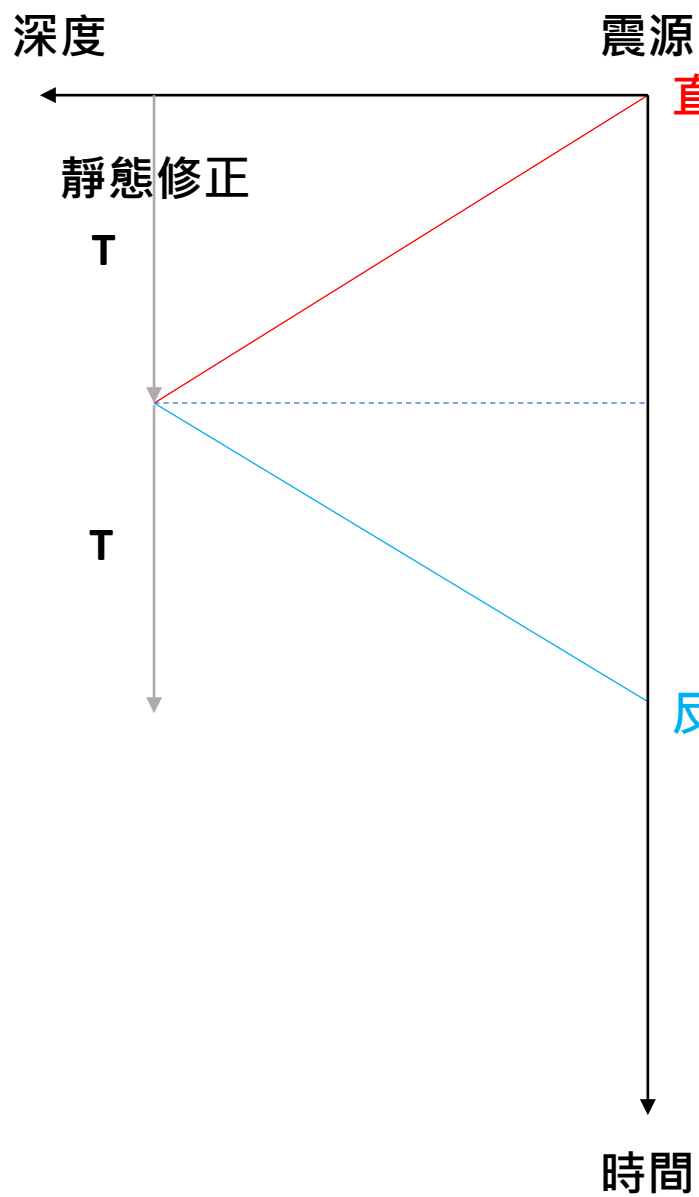
(林欽仁，2022)

井A的DAS-VSP反射訊號成像



修正前(反射波對稱直達波)

修正後(反射波推平)



直達波(下行)

$2T$
(雙程走時)

反射波(上行)

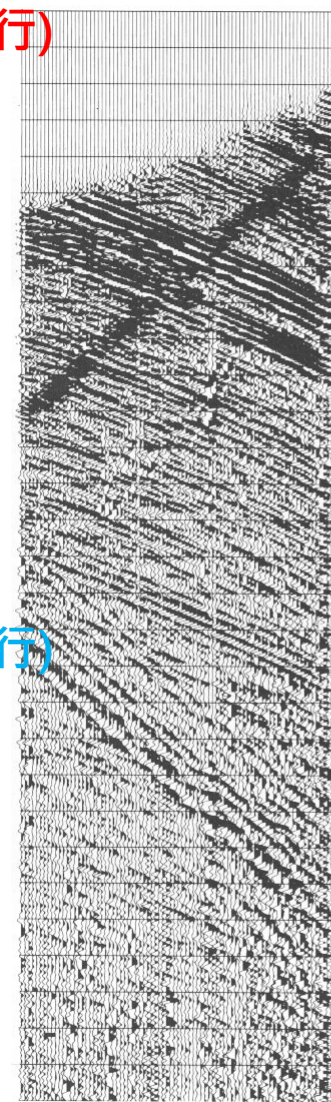
時間



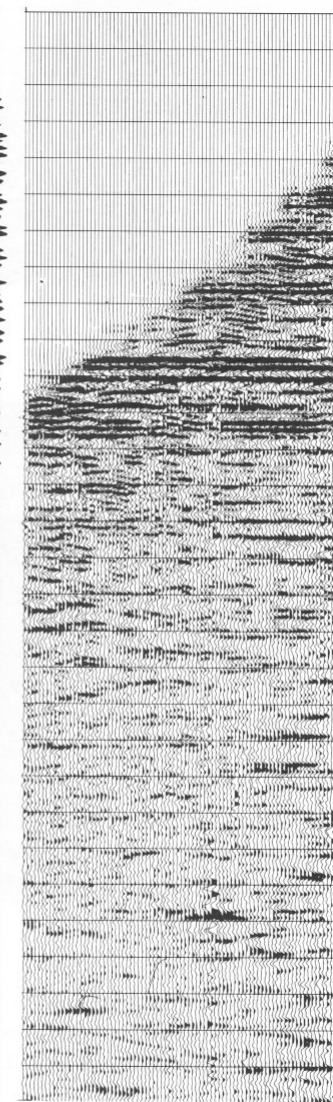
直達波(下行)

反射波(上行)

時間

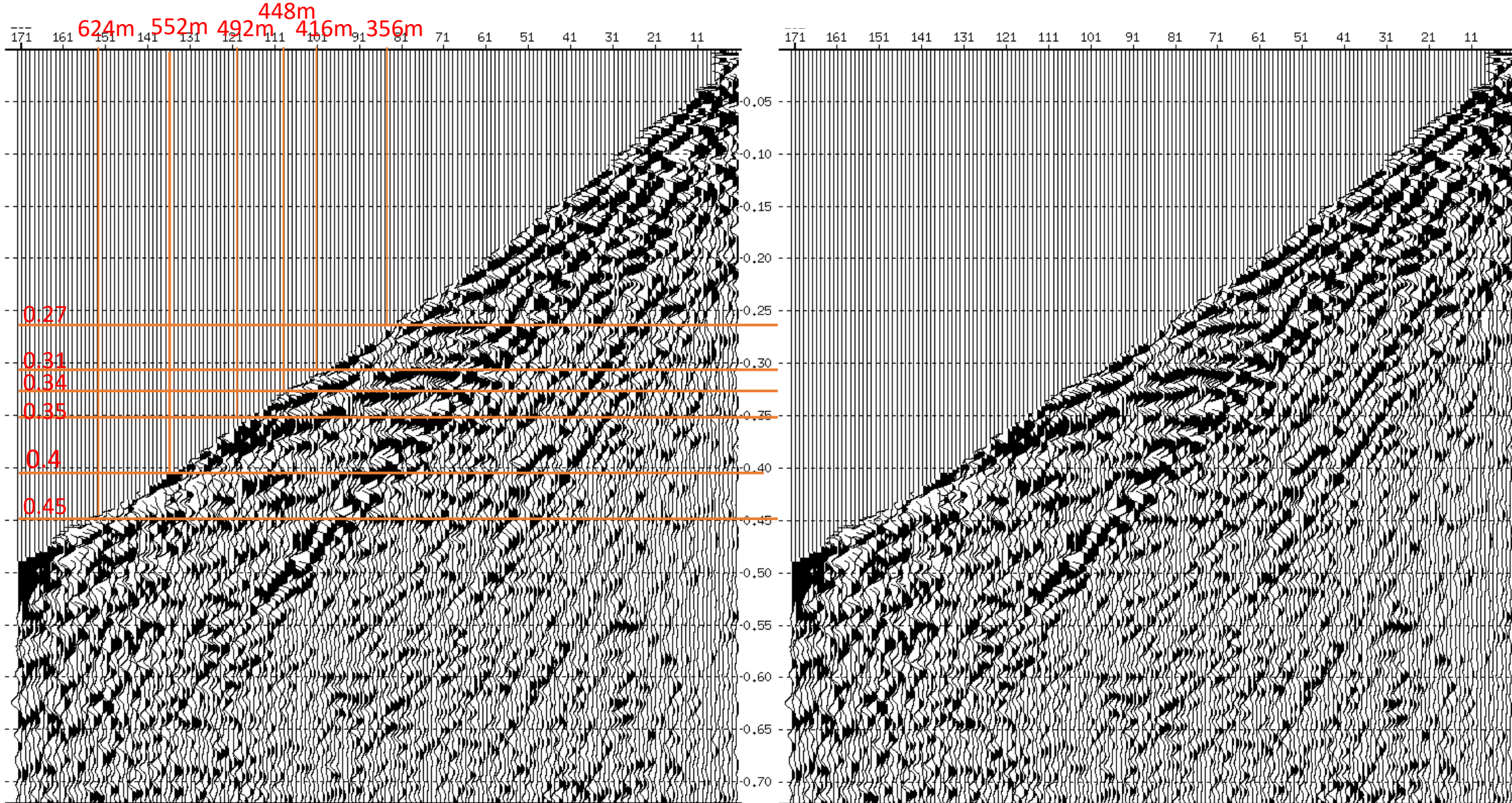


(b)



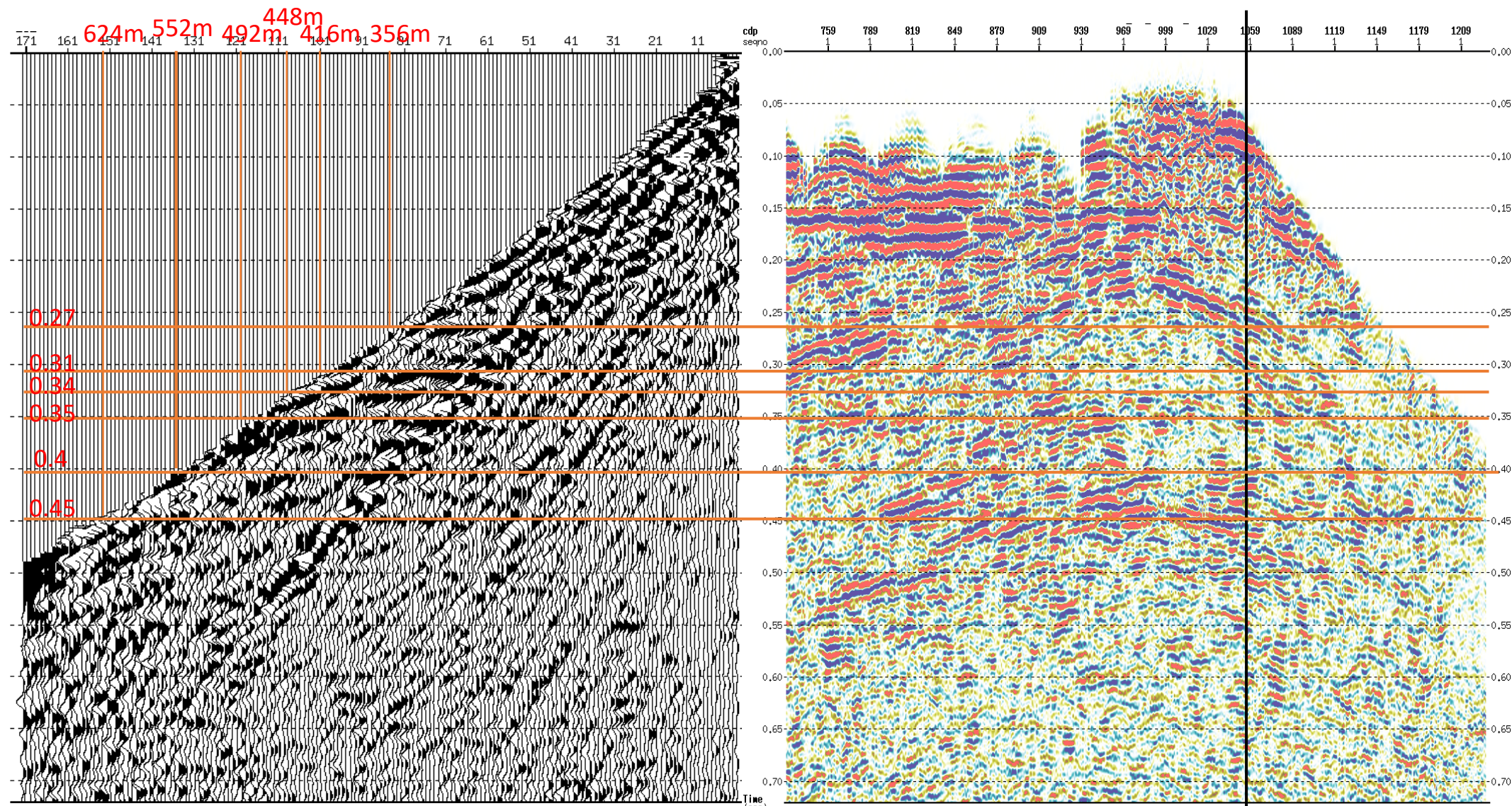
17(c)

井A的DAS-VSP反射訊號處理結果

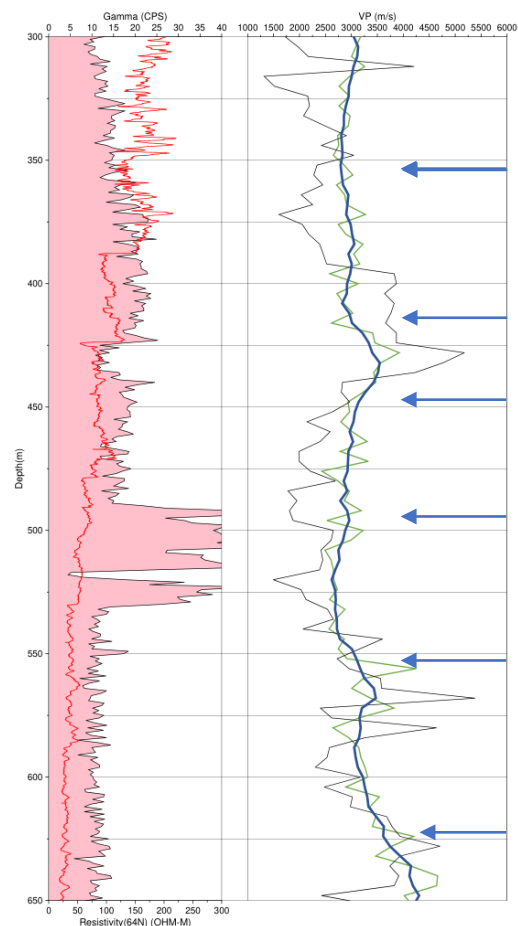
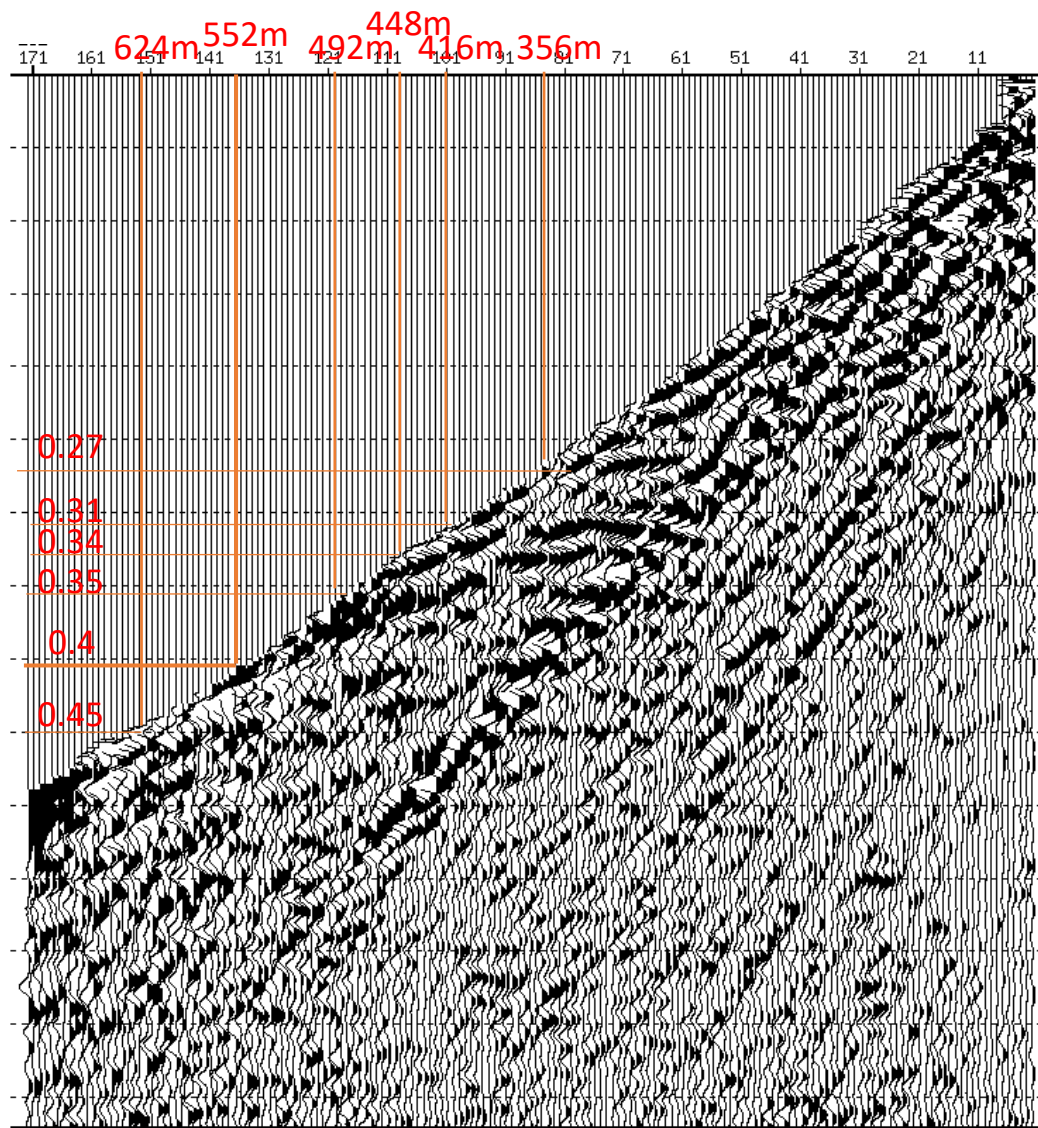


DAS-VSP反射訊號與反射震測結果比對

井A



DAS-VSP反射訊號與井測結果比對



Sonic P velocity —
VSP P velocity —
VSP P smooth velocity —

小結

- 炸點疊加可以有效提升剖面的訊噪比。
- Tube Wave的產生與套管與井壁間的流體填充有關，訊號消失的深度與水泥凝固的區域相近。
- 消除P波與Tube wave後，約350公尺以下有反射波成像。
- 反射波的位置與反射震測中的強反射對應良好。
- P波速度與電測結果相近，與反射訊號出現的深度相關。