

甲烷水合物海域探測與採樣工程技術之研發

王兆璋 陳信宏 邱永盛 陳琪芳 郭振華 曾碩彥 林正裕

中山大學 台灣大學 成功大學 大同大學



計畫執行理念

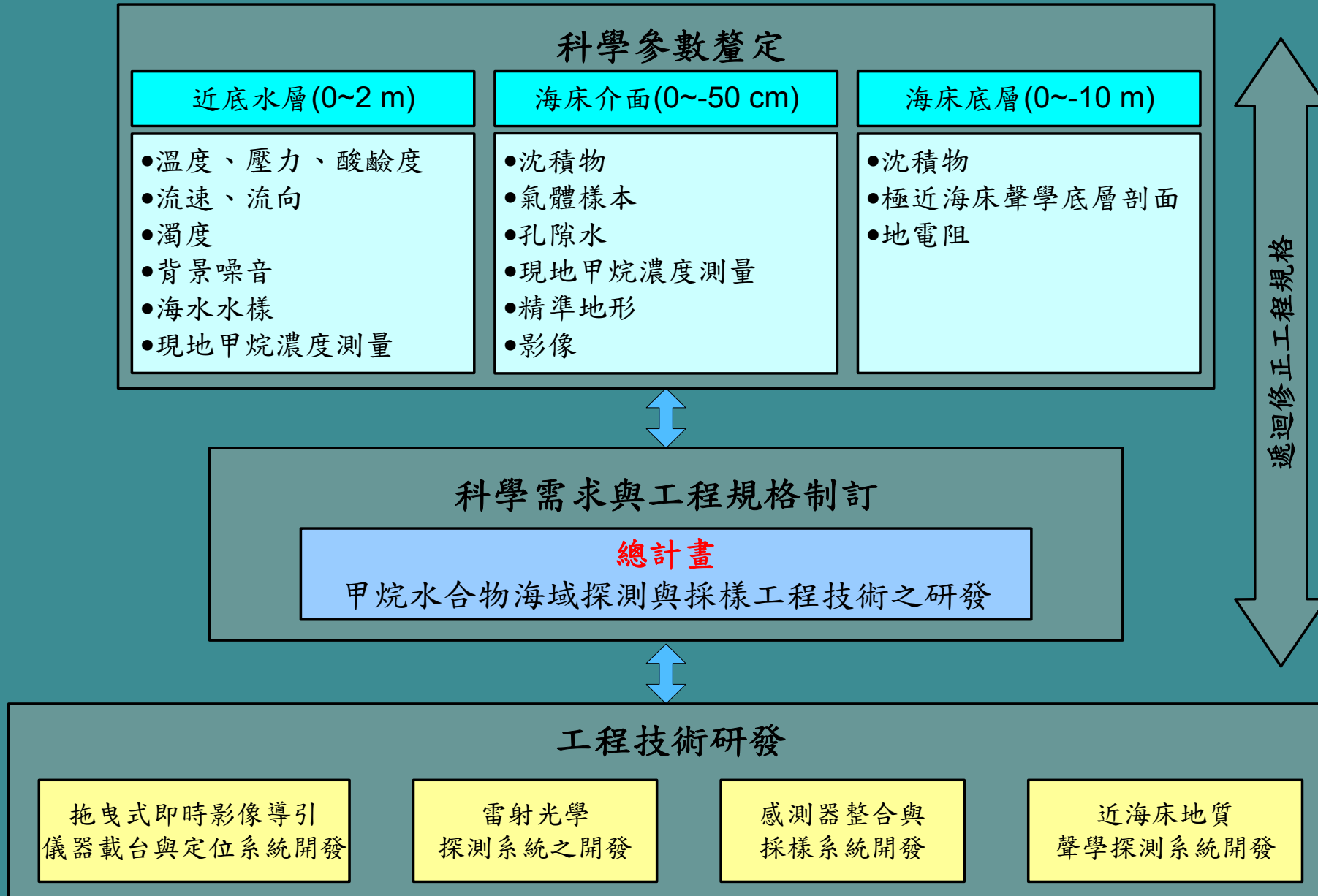
■ 科學探勘需求

- 重複測量 (時序列)
- 微量濃度 (nM)
- 即時現地測量(影像 + 化學資料)
- 精準定位 (供鑽探定位)
- 多重感應器交互比對 (光、聲、化、電磁)
- 樣本之採樣、保壓、保溫

■ 工程開發策略

- 以國科會前期計畫工程開發成果為基礎
- 共同探測儀器平台 (搭載不同感應儀器同步量測)
- 海研一、二、三號為主要工作支援載台
- 納入國內業界研發與製造能量

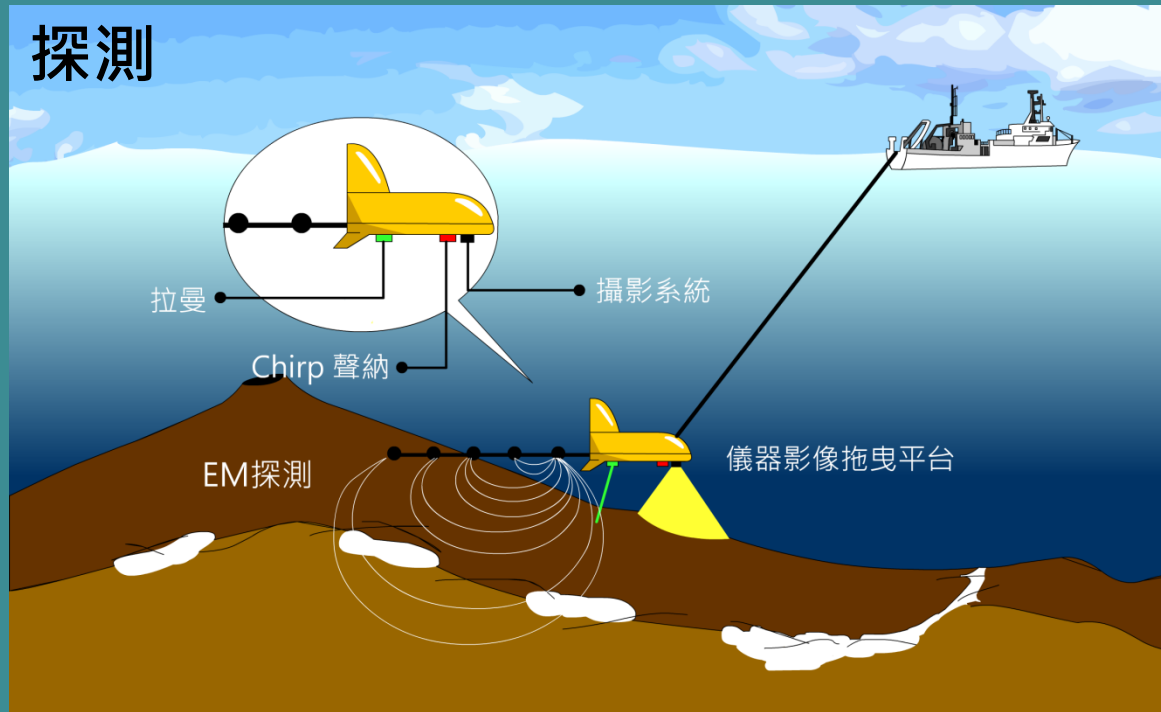
計畫架構



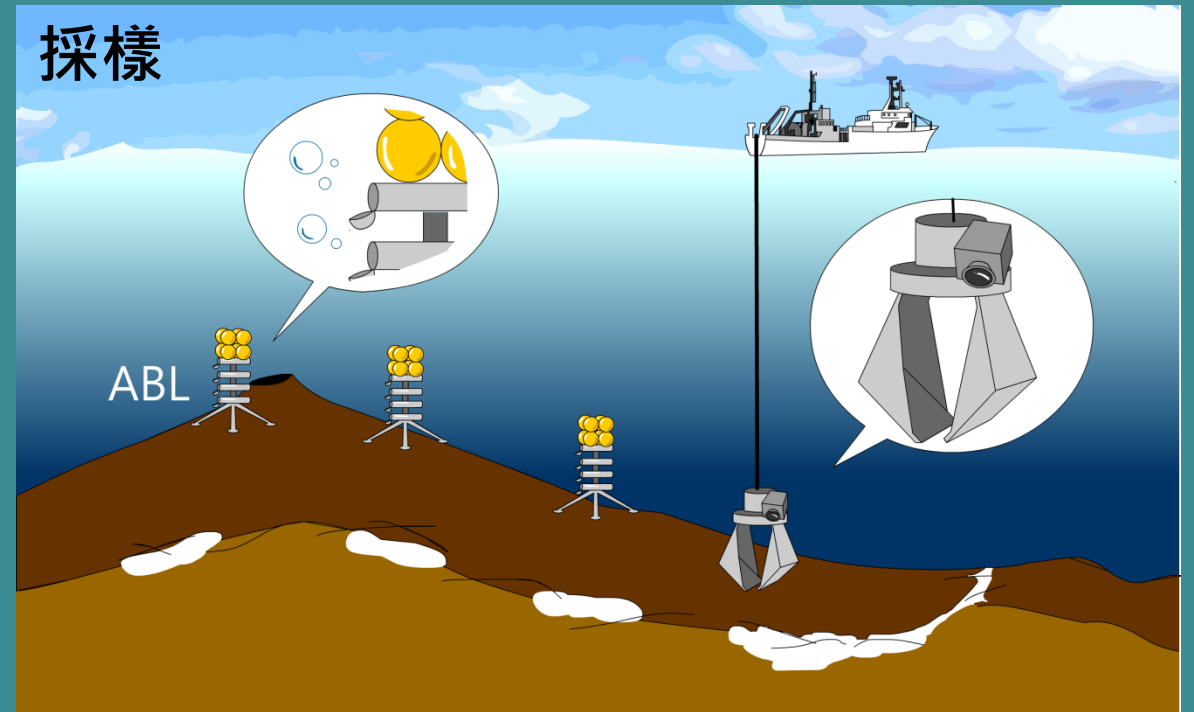
開發重點

- 子計畫一：拖曳式即時影像導引儀器載台與定位系統開發
- 子計畫二：雷射光學探測系統之開發
- 子計畫三：感測系統整合與採樣系統開發
- 子計畫四：近海床地質聲學探測系統開發

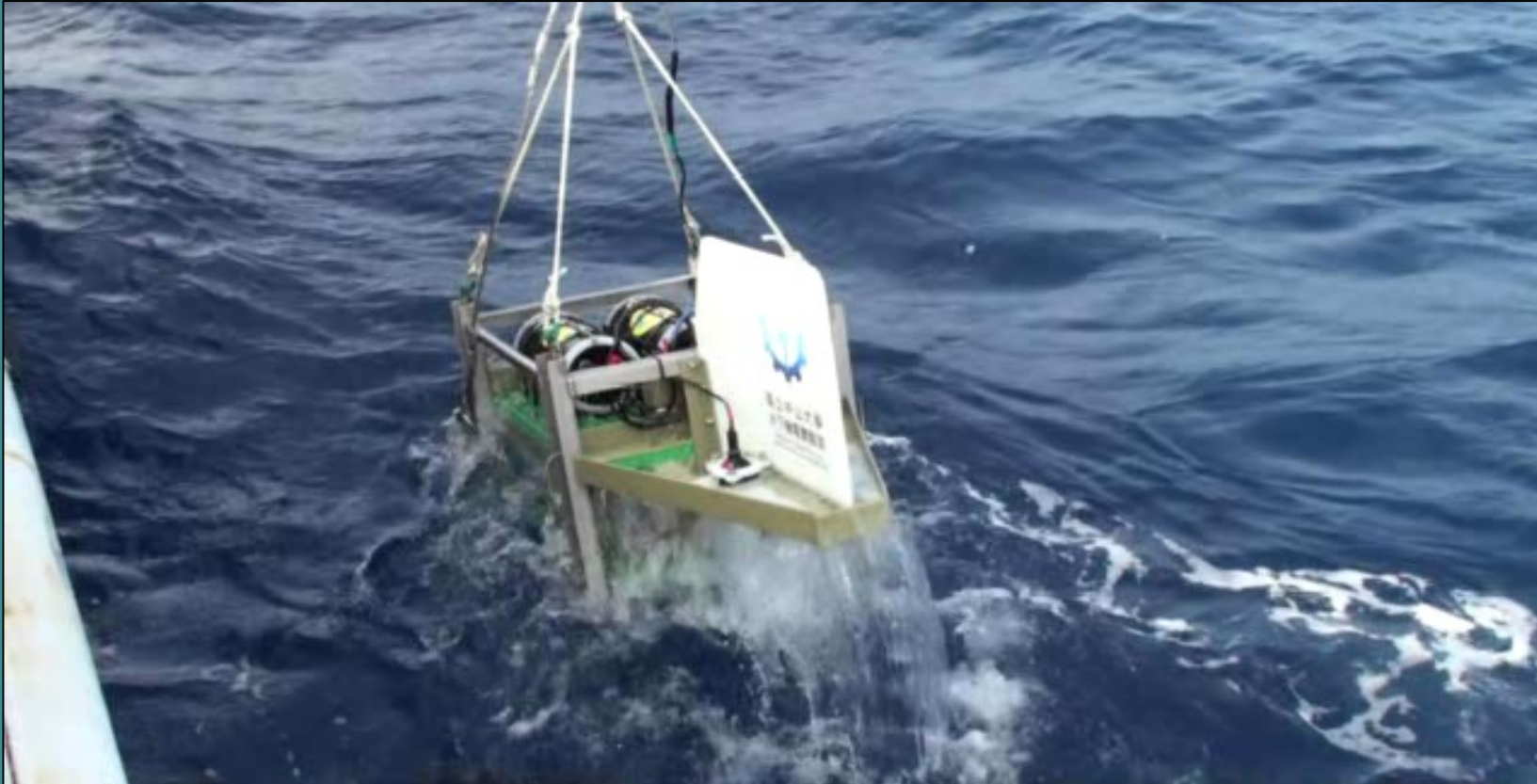
探測



採樣



ATIS (Abyss Twisted-pair Imaging System)



The ATIS being launched/recovered off south-western Taiwan for gas hydrate exploration.

Specifications

Depth rating 3000 m, 200 kg in air, 150 kg in water

Imaging System

Full HD Network IP Camera; 4 LED Lights

Power

Rechargeable lithium ion batteries, 53 Ah@14.4 VDC

Sensors

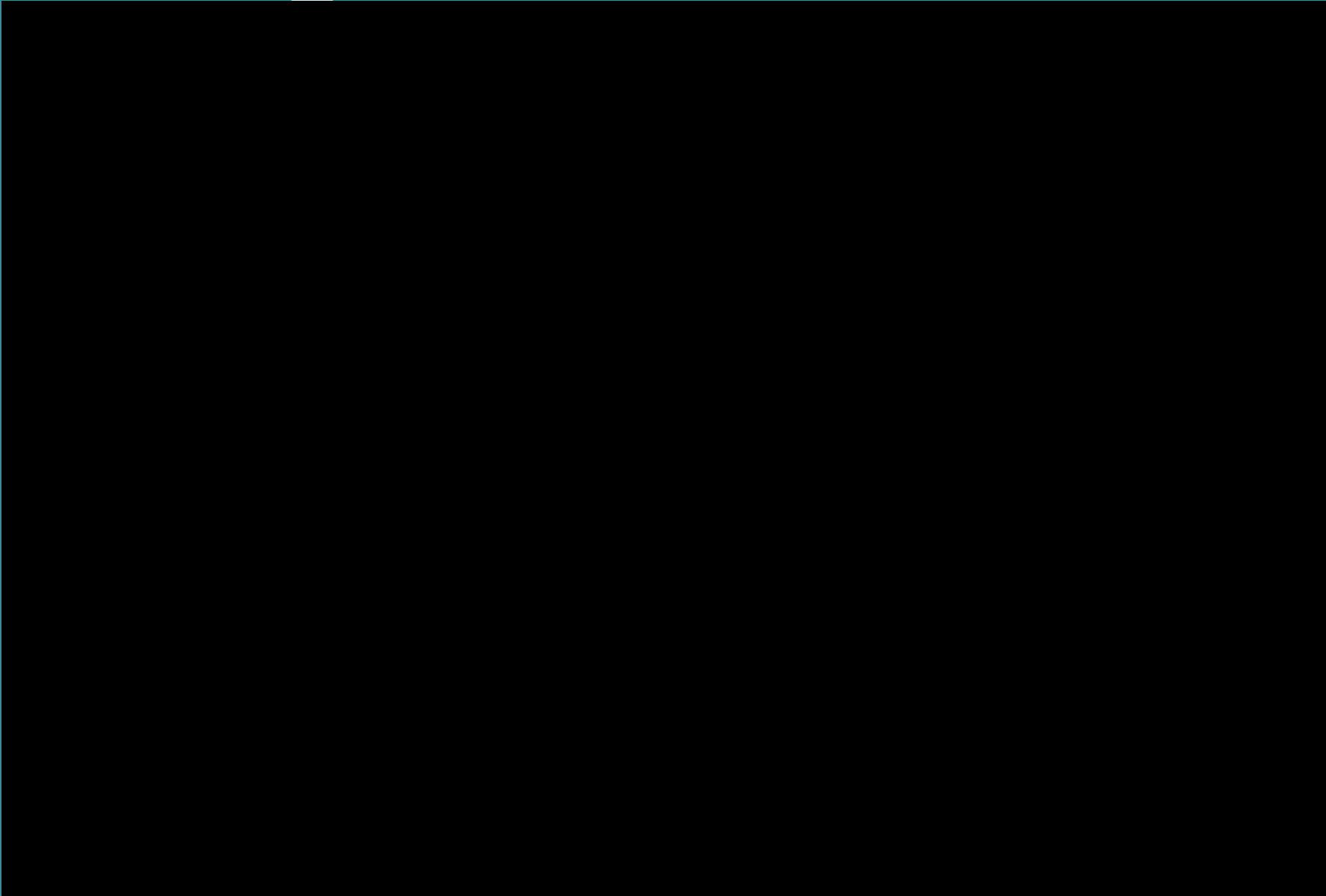
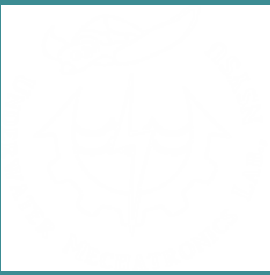
Altimeter, Depth sensor, USBL Transponder

協助「黑潮、南海與東海交會處水團之消長(II) 計畫」 拍攝海底熱泉影像。

2014-06-03 15:38:50



ATIS @ N. South China Sea

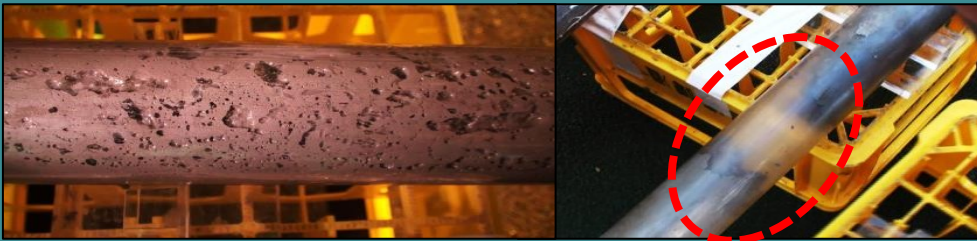




ATIS



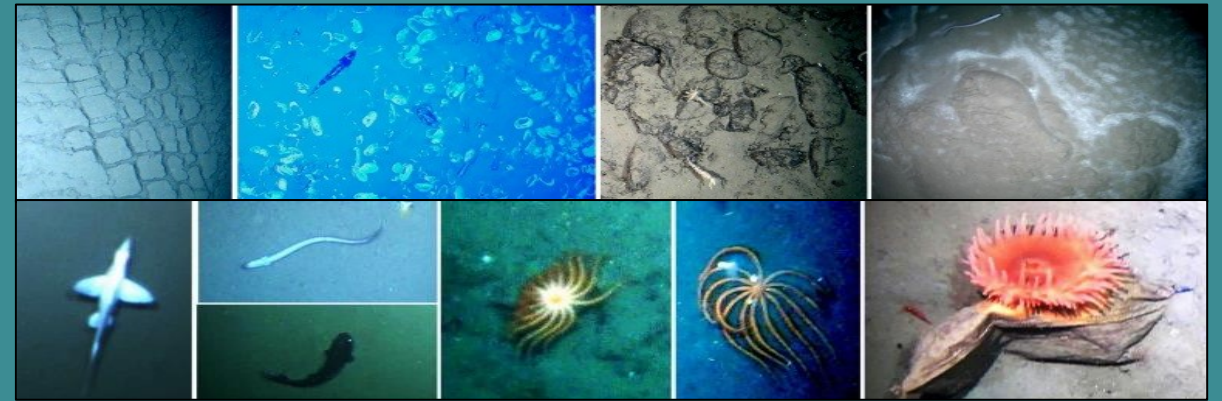
Piston coring was carried out in the vicinity of mud volcanoes



The bubbles, voids, and cracks in the cores are due to methane gas.



The extracted gas is combustible and was confirmed as methane.

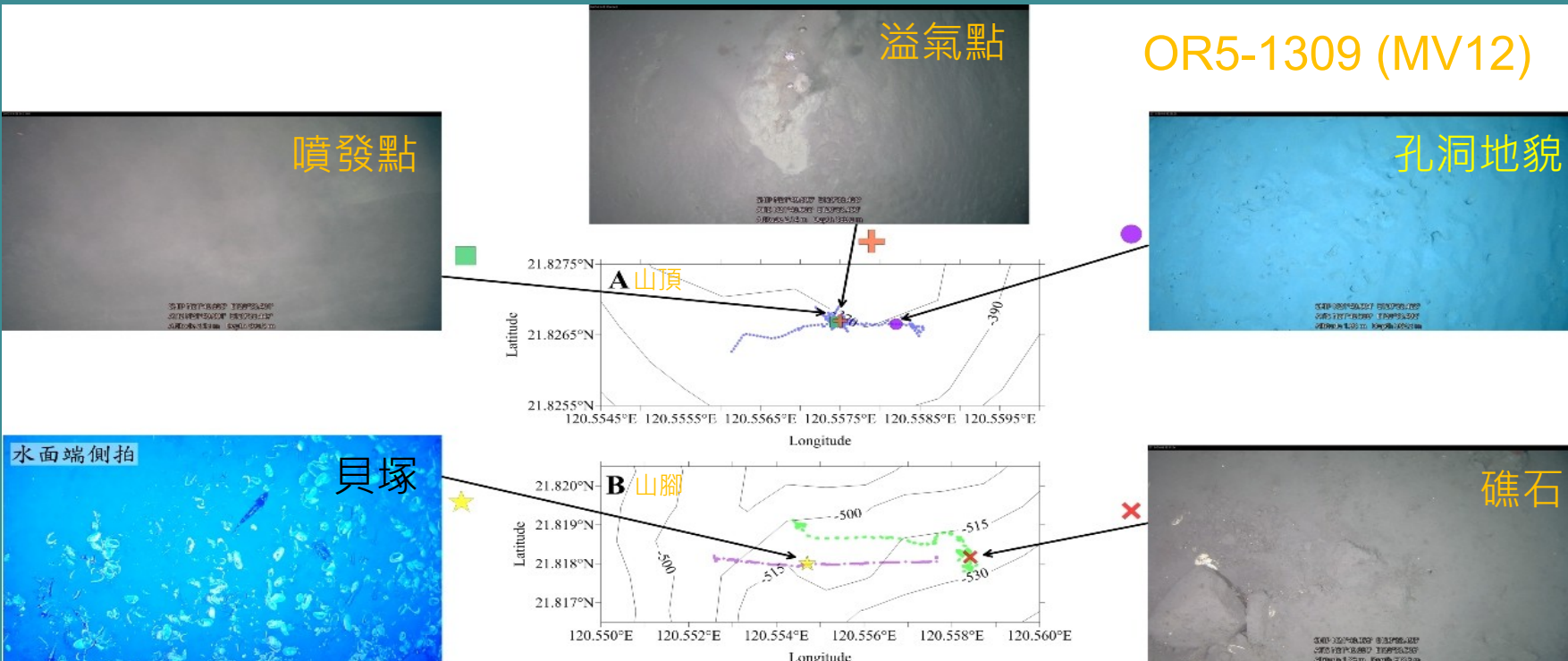


Benthic animals, shell debris, authigenic carbonates, and bacteria mat discovered by using the ATIS.

ATIS

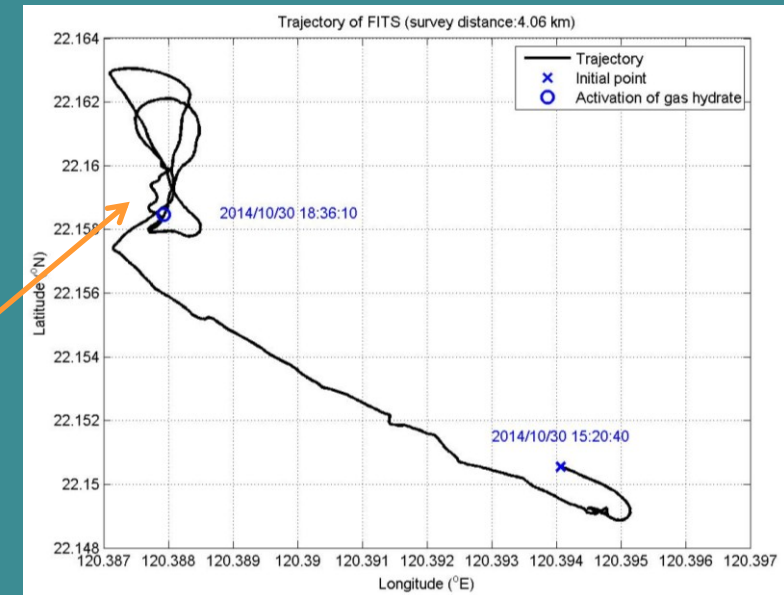
從2012年起至2014底，多次參與天然氣水合物探測作業與支援其他計畫需求，目前總作業時數達81小時，探測總長為 78.28 km，最深探測深度達 2630 m。

Dive	Date (yyyy/mm/dd)	Area/Site	Depth (m)	Cruise	PI
01	2012/10/27		200	OR3-1650	陳信宏 王兆璋
02	2012/11/12		350	OR3-1656	陳信宏
03	2013/06/10		125	OR3-1695	陳信宏 邱永盛
04	2013/07/03		1280	OR3-1697	王兆璋
05	2013/07/03		730	OR3-1697	王兆璋
06	2013/08/27		2055	OR3-1710	陳信宏
07	2013/08/28		1386	OR3-1710	陳信宏
08	2013/09/02		886	OR5-1309-1	黃銘 錢映學
09	2013/09/04	MV11	790	OR5-1309-2	王兆璋 陳信宏
10	2013/09/05	MV12	515	OR5-1309-2	王兆璋 陳信宏
11	2013/09/06	MV12	523	OR5-1309-2	王兆璋 陳信宏
12	2013/09/06	MV12	363	OR5-1309-2	王兆璋 陳信宏
13	2013/09/07	MT7	2630	OR5-1309-2	王兆璋 陳信宏
14	2013/09/07	MD4	1090	OR5-1309-2	王兆璋 陳信宏
15	2013/09/08	KP8	861	OR5-1309-2	王兆璋 陳信宏
16	2013/09/08	MD6	1015	OR5-1309-2	王兆璋 陳信宏
17	2013/11/06	GS2	1211	OR3-1726	王兆璋
18	2013/11/06	PM1	1213	OR3-1726	王兆璋
19	2013/11/07	902TEMG14	1325	OR3-1726	王兆璋
20	2013/12/09		106	OR3-1736	陳信宏
21	2013/12/09		201	OR3-1736	陳信宏
22	2014/03/23	MV1	415	OR3-1747	陳信宏
23	2014/03/24		140	OR3-1747	陳信宏
24	2014/03/24		160	OR3-1747	陳信宏
25	2014/04/28		69	OR3-1760	邱永盛
26	2014/06/03		225	OR2-2024	薛炳彰
27	2014/06/03		292	OR2-2024	薛炳彰
28	2014/06/03		251	OR2-2024	薛炳彰
29	2014/06/03		250	OR2-2024	薛炳彰
30	2014/06/03		251	OR2-2024	薛炳彰
31	2014/06/11		351	OR3-1771	邱永盛
32	2014/11/10		805	OR3-1811	王兆璋 陳信宏
33	2014/11/10		668	OR3-1811	王兆璋 陳信宏



FITS

- OR3-1806 、OR3-1822
- 地點：MV1、MV2、MV3
- 探測總長：16 km
- 最深探測水深：533 m

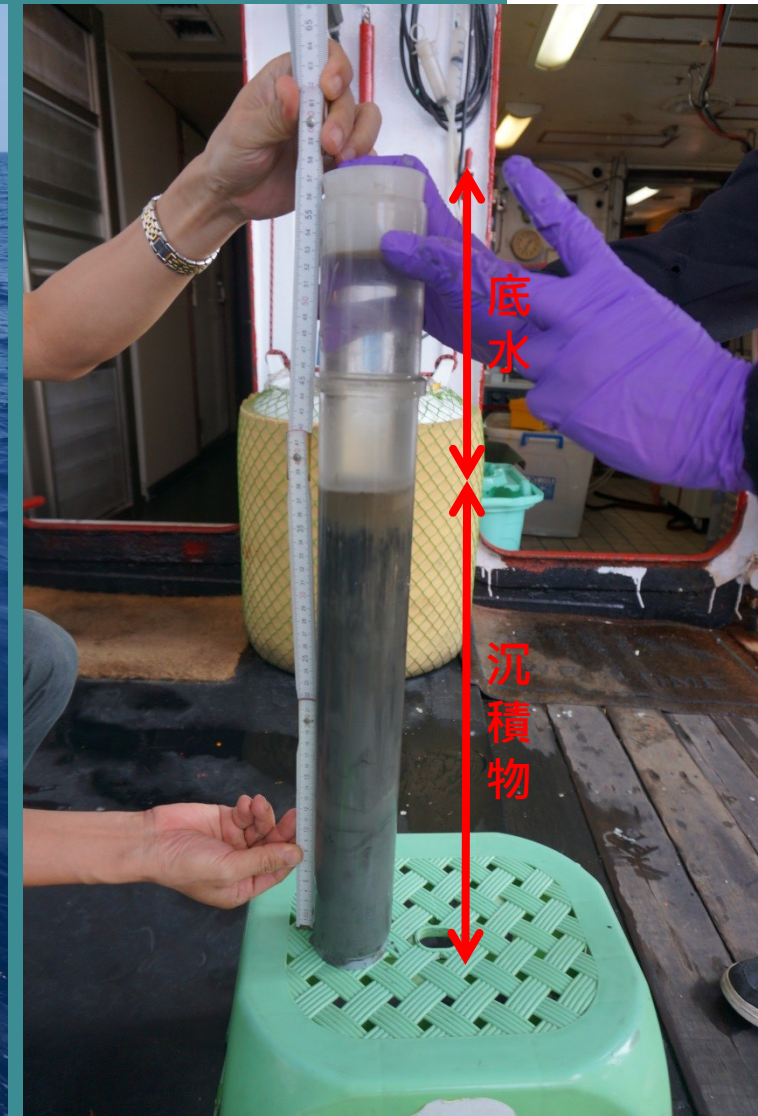
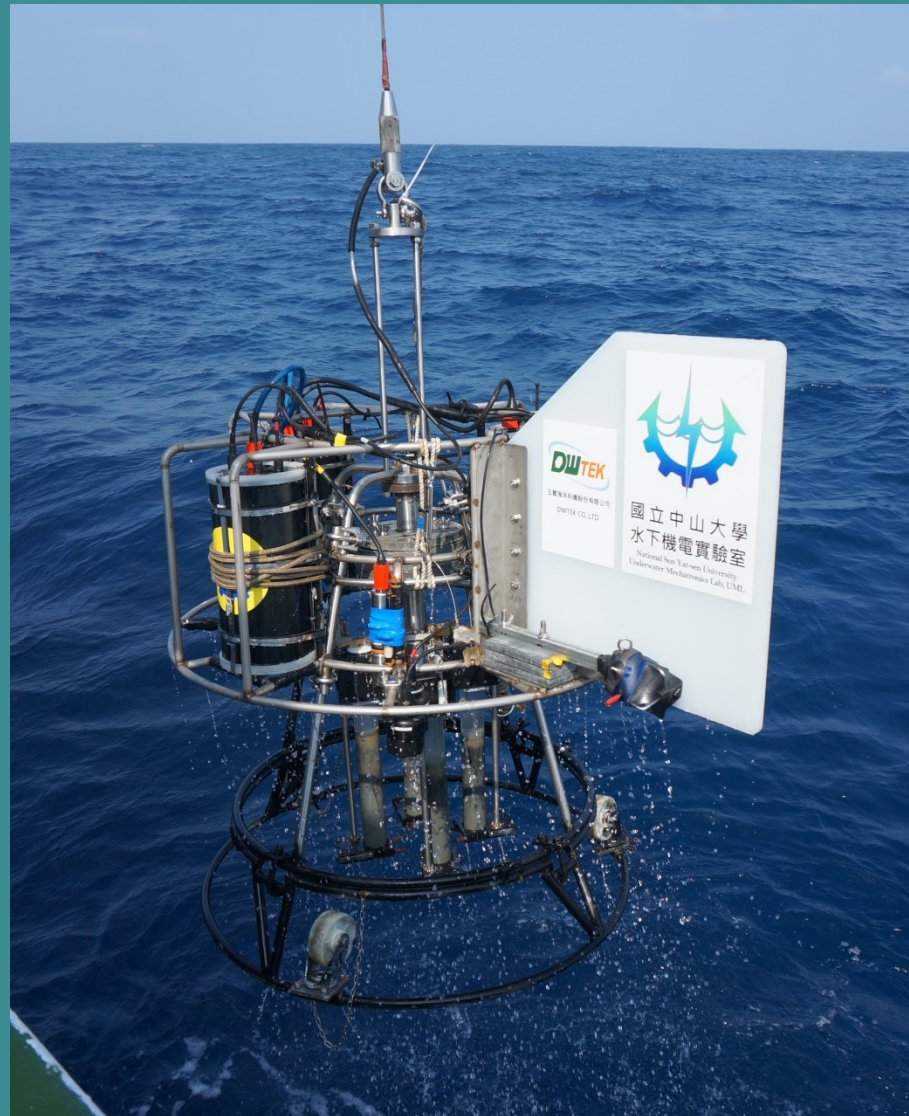


MV1海床溢氣點

感測系統整合與採樣系統開發

■ 視訊導引岩心採樣系統 (V-Corer)

- OR3-1772 工程測試 (邱永盛)
- OR3-1775 採樣 (林玉詩)
- OR3-1779 採樣 (邱永盛)
- OR3-1791 採樣 (黃永森)
- OR3-1806 採樣 (林玉詩)
- OR3-1815 採樣 (洪慶章)
- OR3-1823 採樣 (洪慶章)
- 採樣站點：
MV1、MV6、MV12
G96、四方圈合海脊
- 探測總長：10.16 km (離海床10 m 處起算)
- 最深作業水深：1355 m
- 總採樣管數 38 管。



感測系統整合與採樣系統開發

■ 視訊導引岩心採樣系統 (V-Corer)

■ OR3-1772 工程測試 (邱永盛)

OR3-1775 採樣 (林玉詩)

OR3-1779 採樣 (邱永盛)

OR3-1791 採樣 (黃永森)

OR3-1806 採樣 (林玉詩)

OR3-1815 採樣 (洪慶章)

OR3-1823 採樣 (洪慶章)

■ 採樣站點：

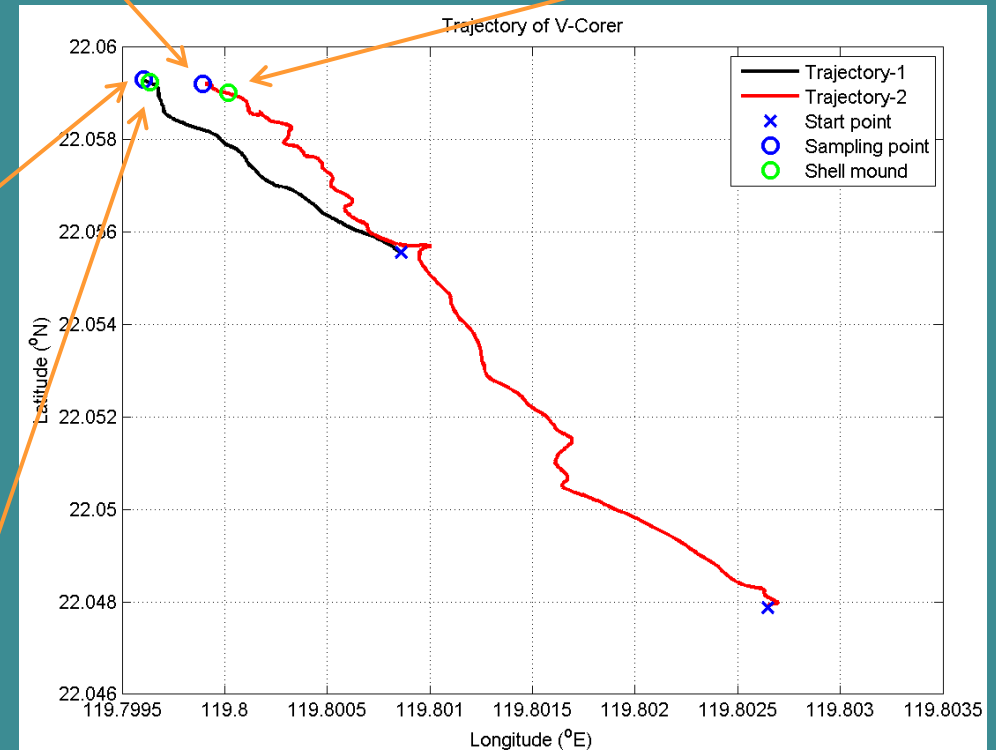
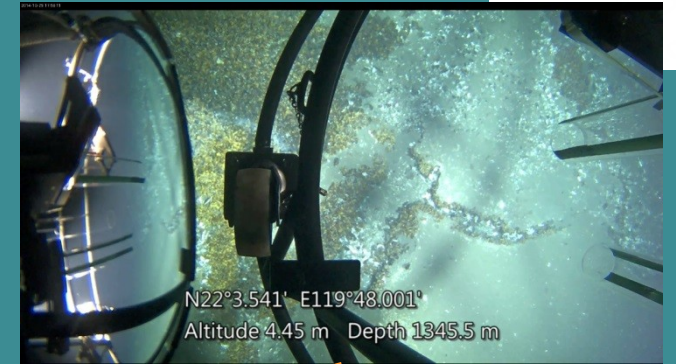
MV1、MV6、MV12

G96、四方圈合海脊

■ 探測總長：10.16 km (離海床10 m 處起算)

■ 最深作業水深：1355 m

■ 總採樣管數 38 管。

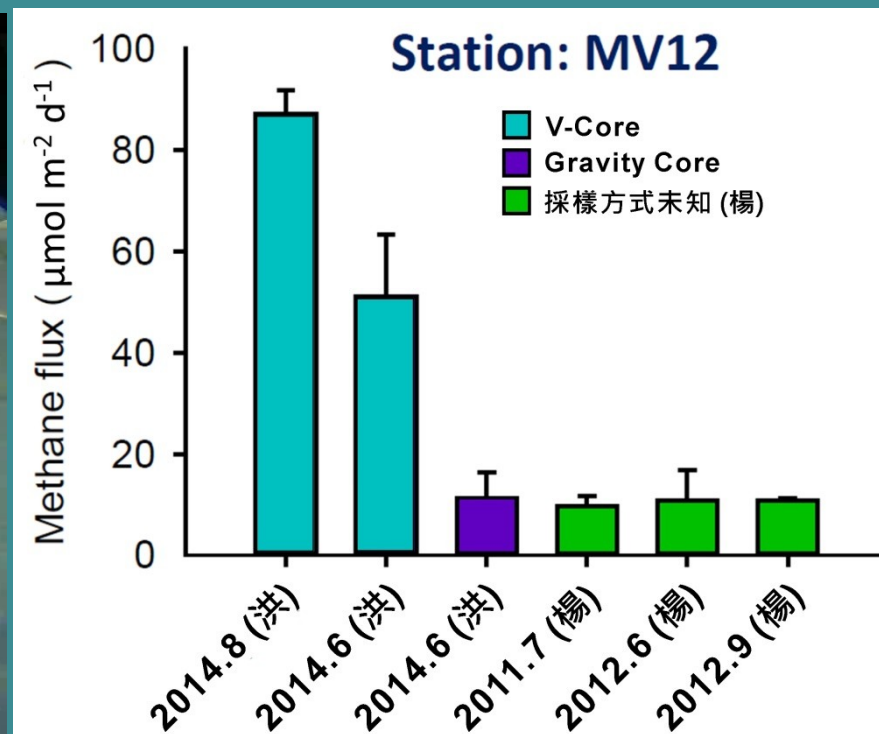
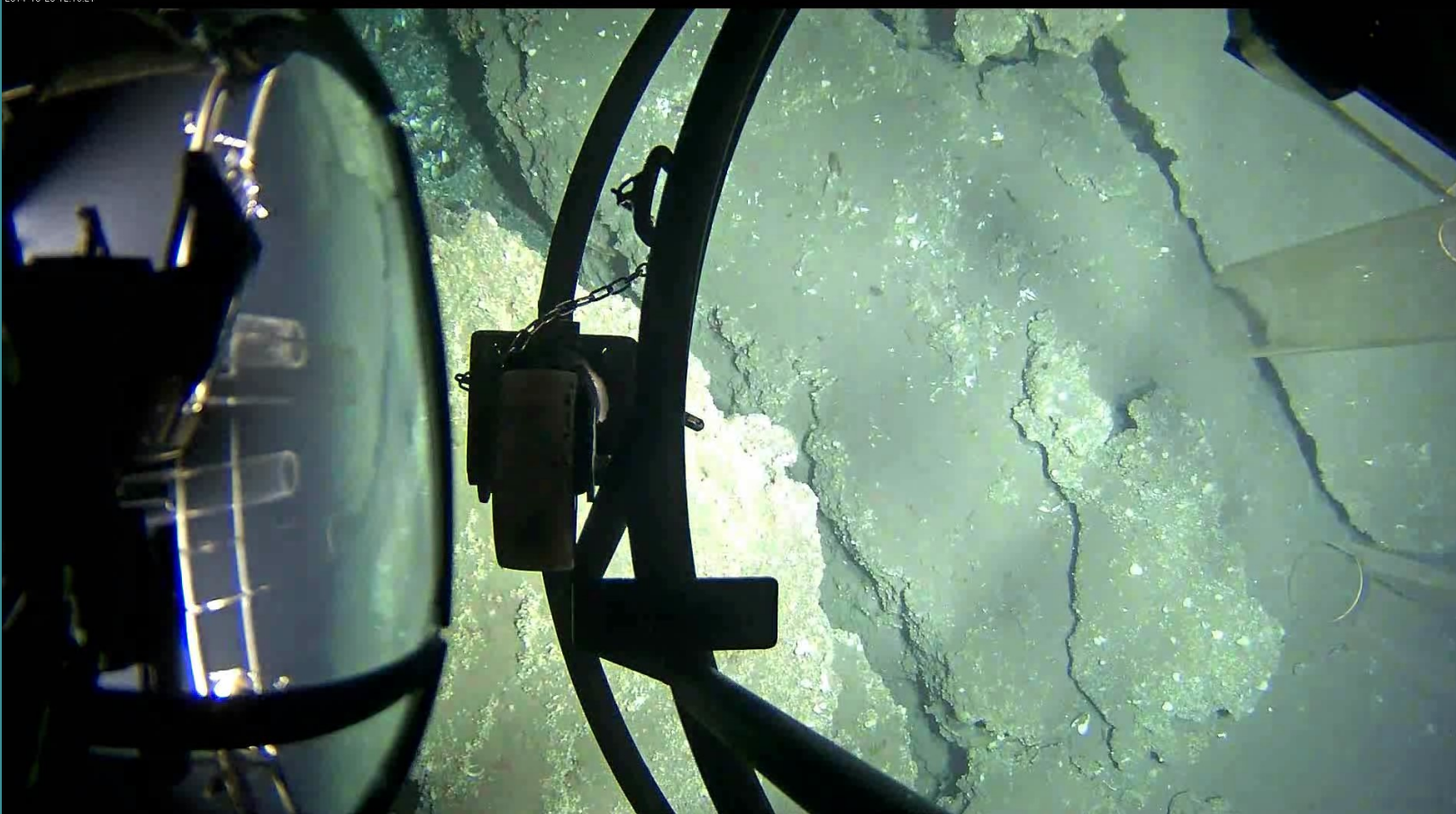


感測系統整合與採樣系統開發

■ 視訊導引岩心採樣系統 (V-Corer)

- 103年共取得 MV1、MV6、MV12、G96、四方圈台海脊等點位岩心。樣品已交由「量化台灣西南海域甲烷溢出總量及評估其對環境之影響」科學團隊分析。

2014-10-29 12:19:21



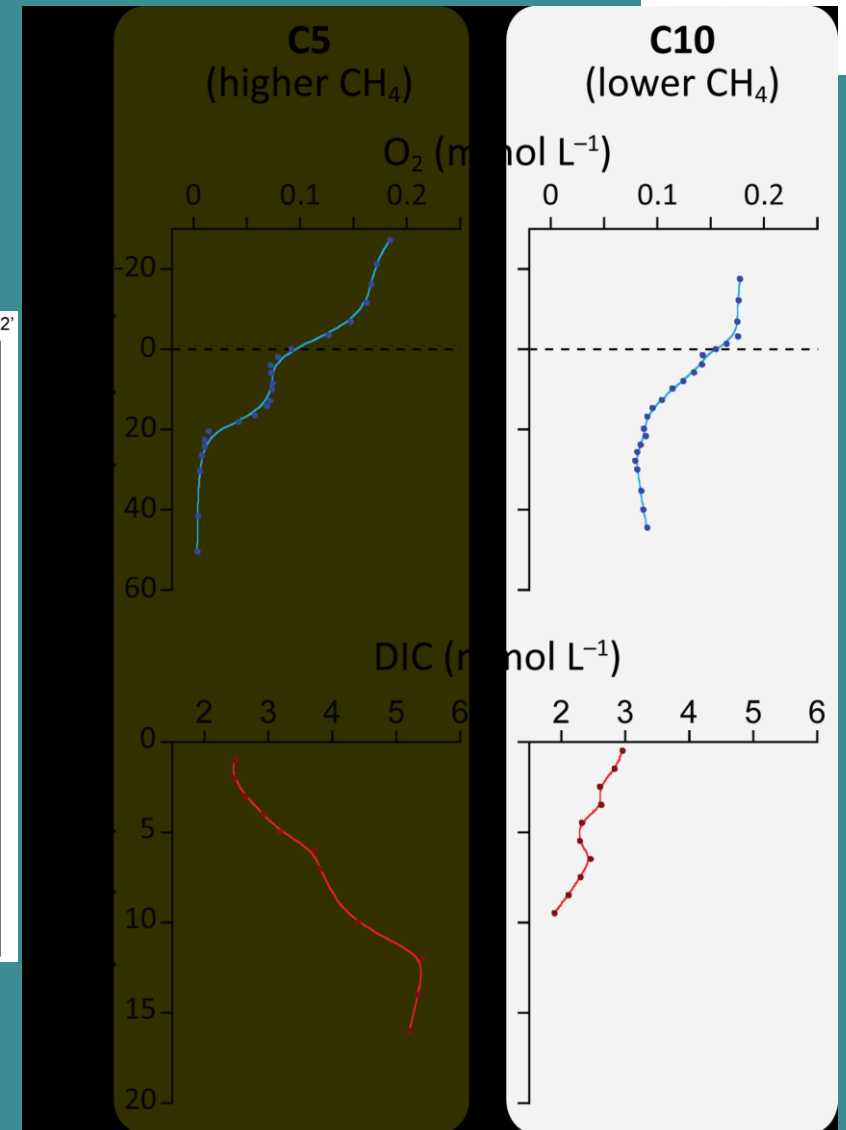
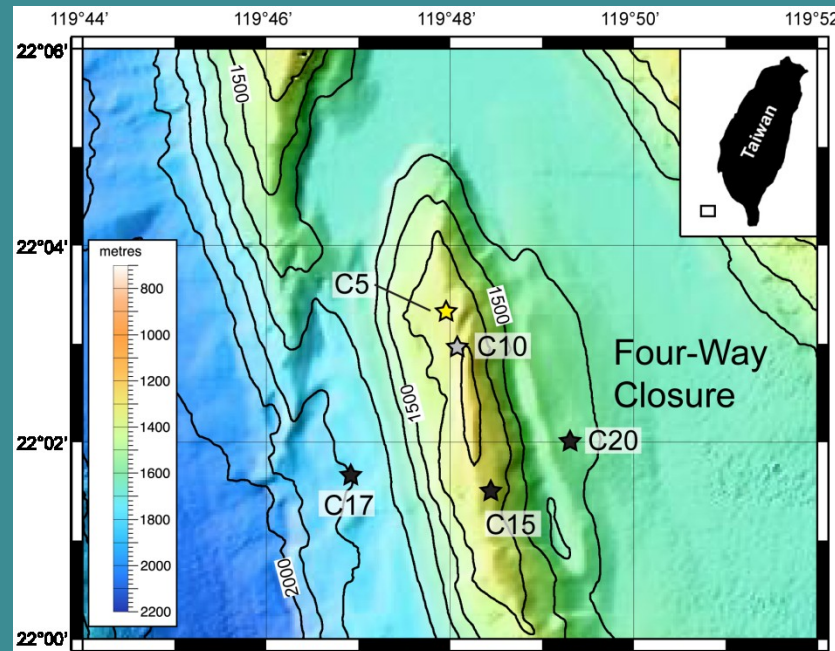
MV12歷年岩心採樣結果 (引述自「量化台灣西南海域甲烷溢出總量及評估其對環境之影響」計畫簡報)

感測系統整合與採樣系統開發

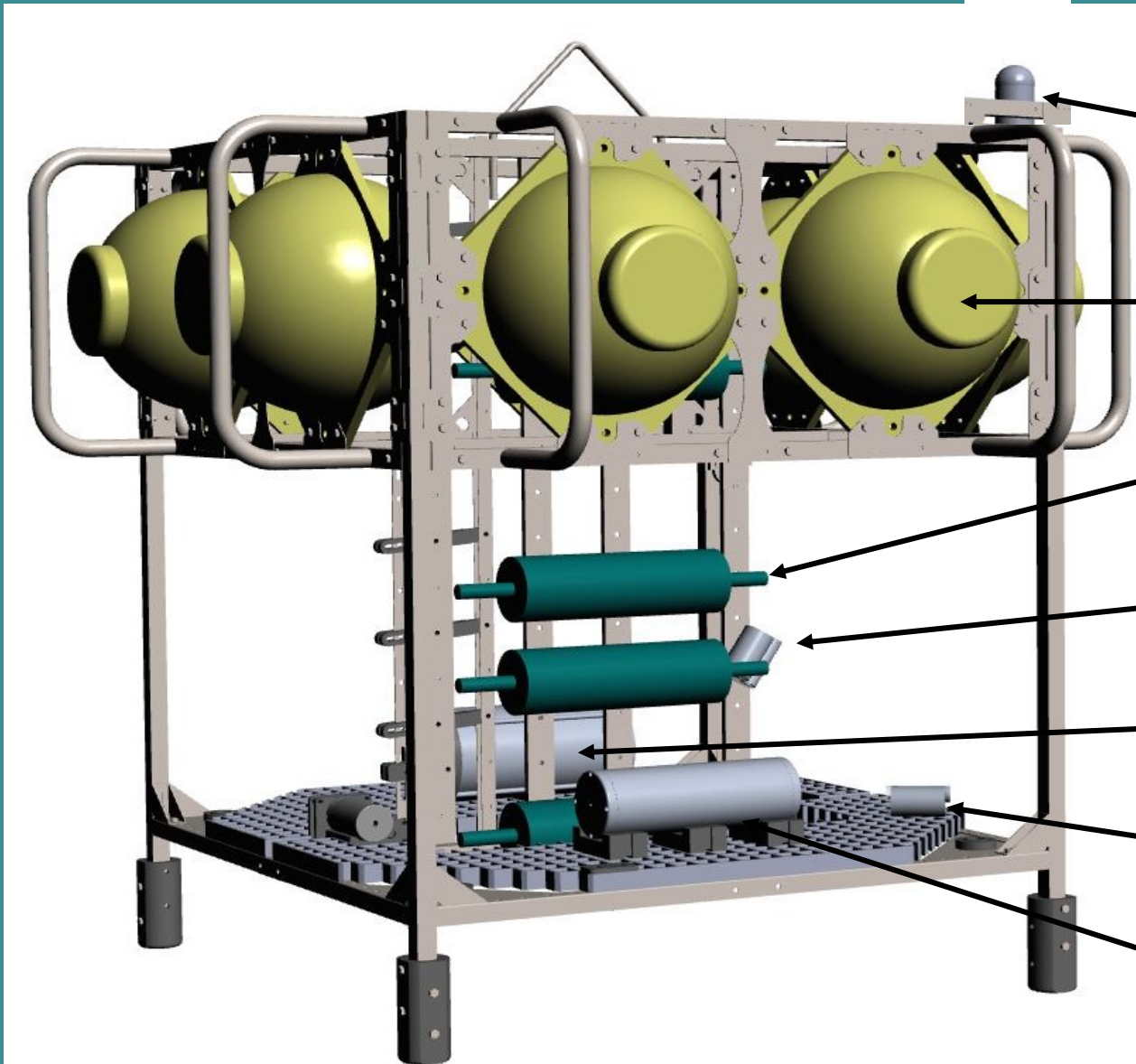
- 視訊導引岩心採樣系統 (V-Corer)
 - 海脊區：四方圈合的O₂與DIC濃度



C5站的活貝群與貝塚



Autonomous Benthic Lander



1. Acoustic Release Trans.

2. Floatation

3. Water Sample

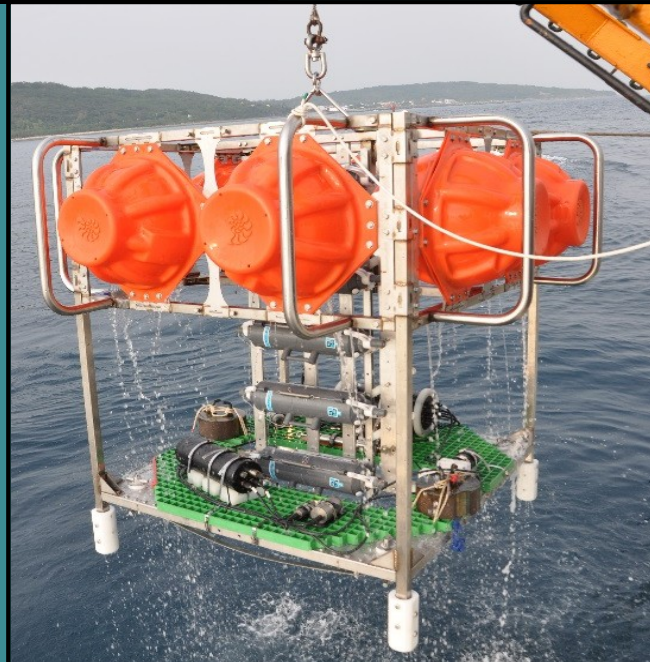
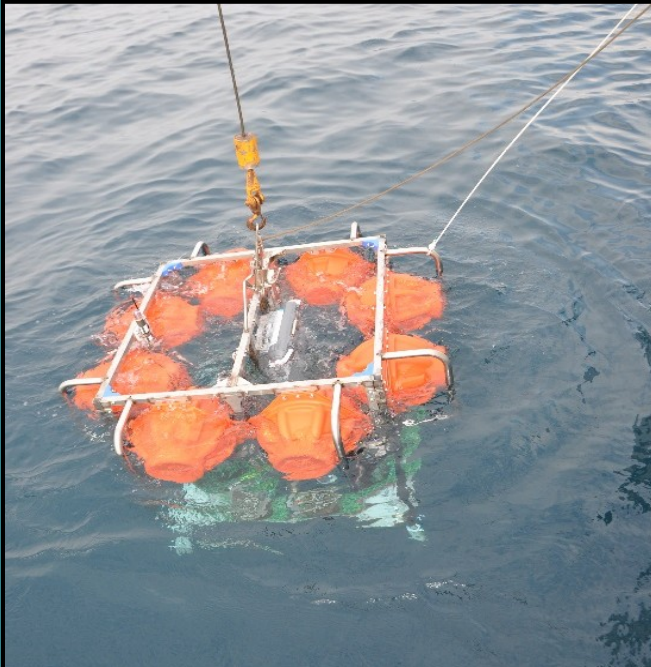
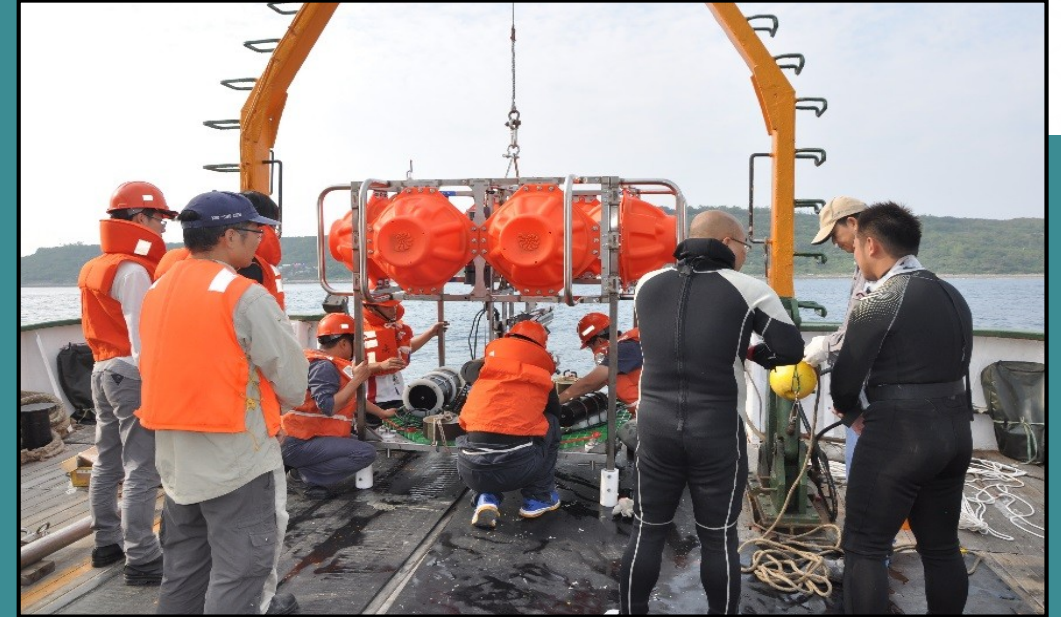
4. Camera

5. Battery

6. Camera

7. System Controller

ABL

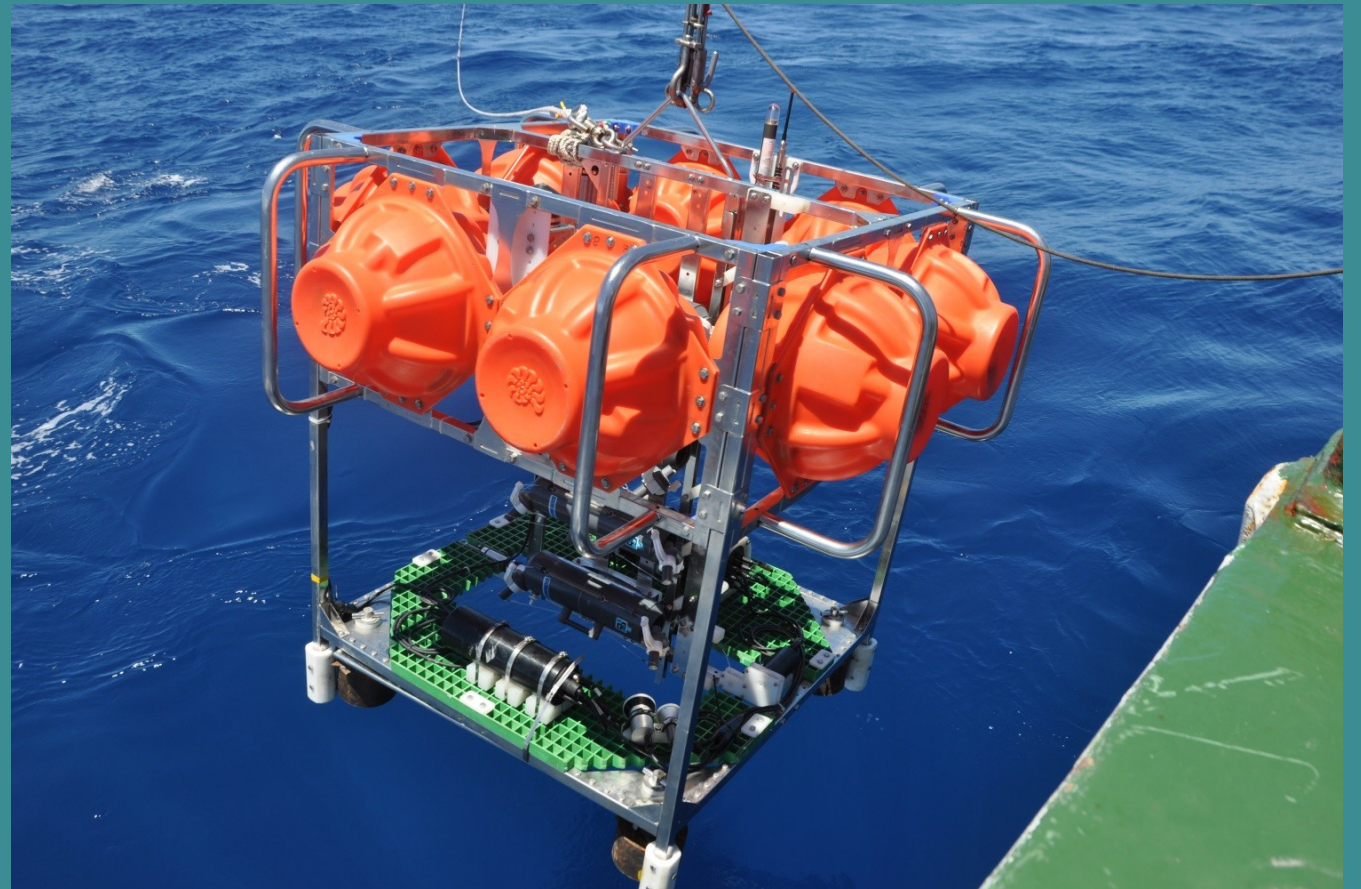
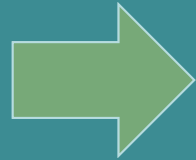


ABL

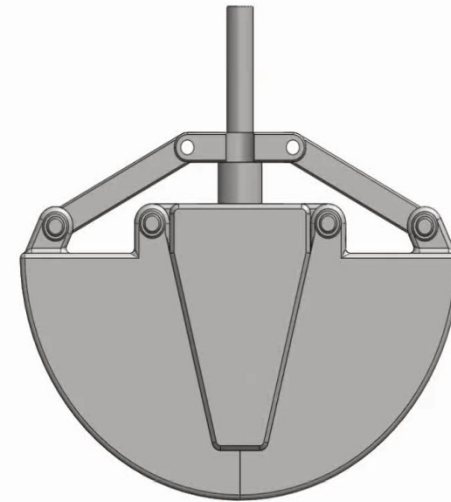
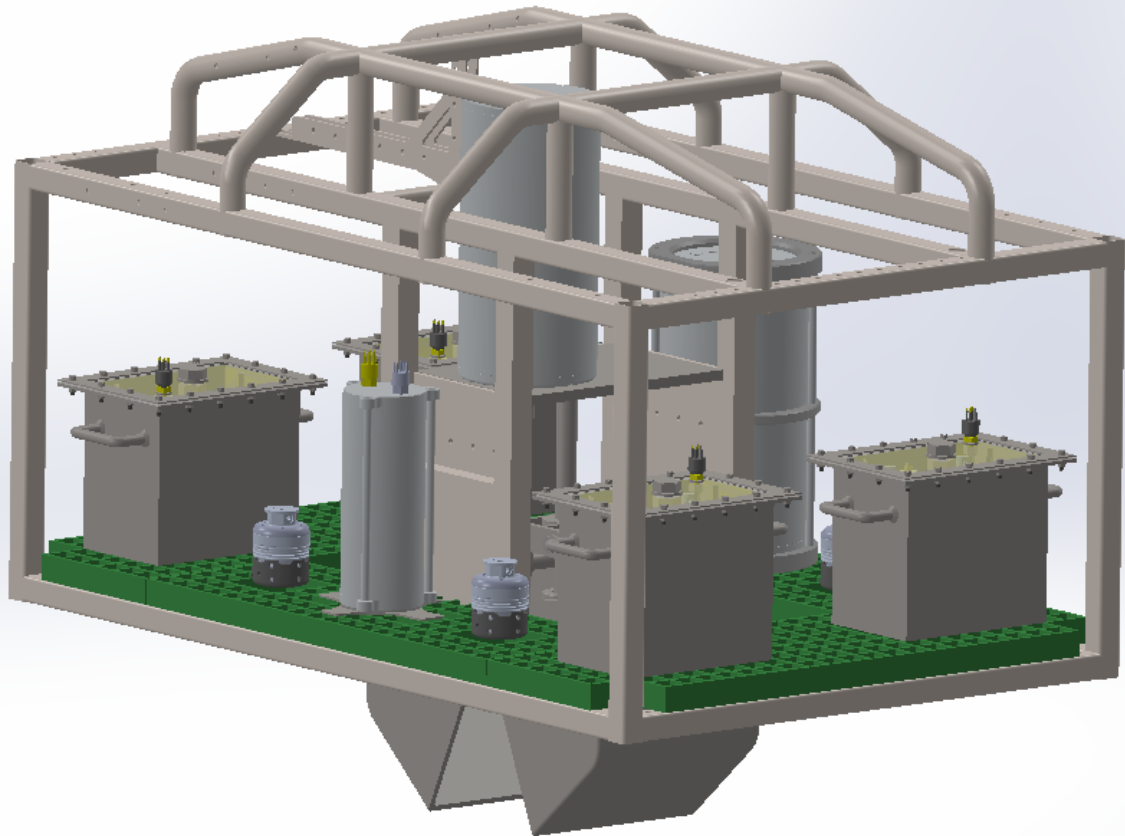
OR3-1791航次完成 MV12 實海域佈放，配合 V-Corer 在 MV12 岩心採樣點位下放 ABL (水深約360 m)，成功取得岩心附近之底水樣本。



V-Corer
採樣點位



視訊導引抓斗系統(TV-Grabber)

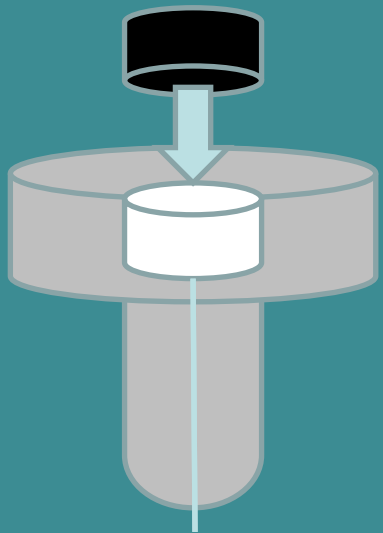


電極與電化學

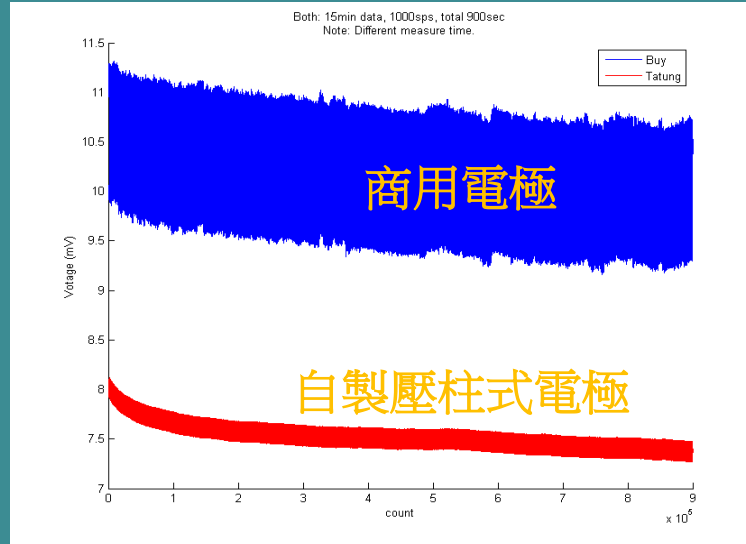
- 電磁場探勘系統-固態電位電極之製備
- 商用與自製電極穩定性之比較
- 簡易式電極與壓鑄式電極穩定性比較



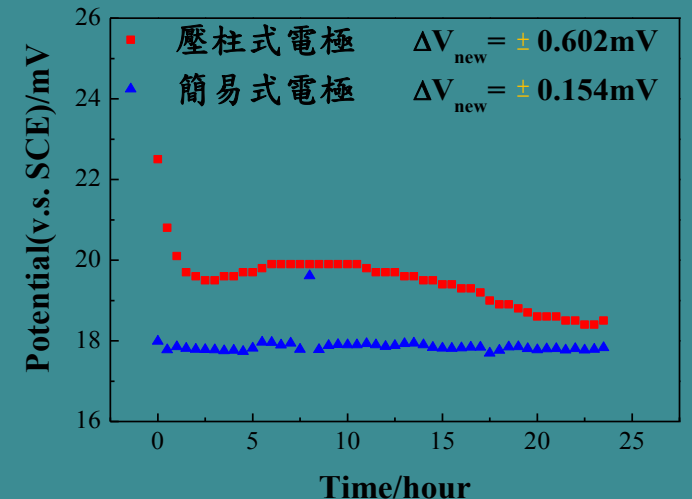
➤ 固態電位電極



本團隊與三捷科技持續開發壓鑄模具，以利將內部銀/氯化銀電極壓錠成柱狀，以利於測試時有較好的穩定性。



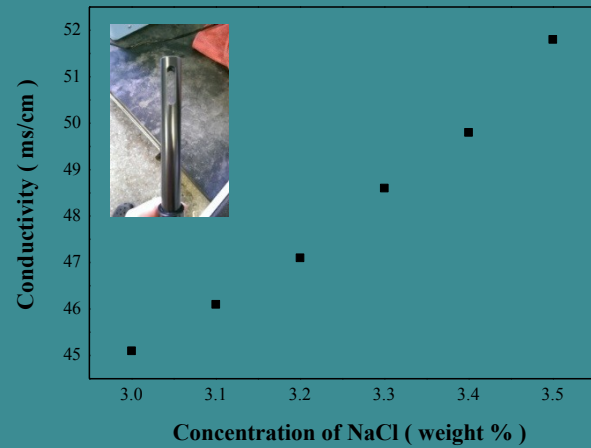
由穩定性測試發現，自製壓鑄式銀/氯化銀電極比起商用銀/氯化銀電極以較佳的電化學穩定性。



可發現壓鑄式電極達電位穩定之時間過長。其原因可能在於壓錠過程中受力不均，造成銀/氯化銀電極其部分結構鬆散且表面帶有些許剝落的銀/氯化銀粉末，進而影響到固態電極之電位穩定性。

電極與電化學

➤ 商用電導度計量測電導度



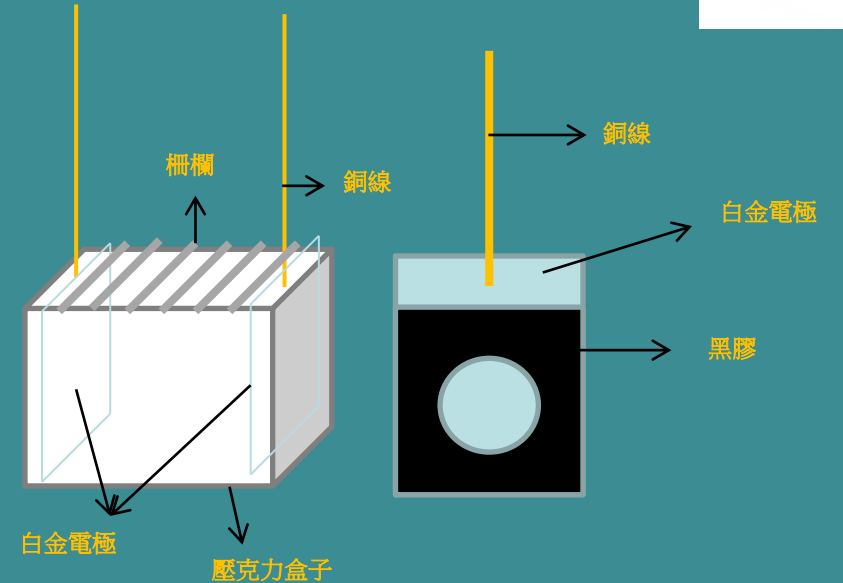
由商用電導度計量測得知，於模擬海水中鹽類濃度上升時，其電導度也會隨之上升。故可將藉由海底中海水電導度之變化，探勘甲烷水合物。

➤ 固態電導度計之開發

材料	電極常數	電導度測量範圍
白金	$K=10.0$	$>20000\ \mu\text{s}/\text{cm}$
石墨	$K=1.0$	$20000\ \mu\text{s}/\text{cm} - 5.000\ \mu\text{s}/\text{cm}$
鈦合金/不鏽鋼	$K=0.1$	$20.00\ \mu\text{s}/\text{cm} - 0.10\ \mu\text{s}/\text{cm}$
鈦合金/不鏽鋼	$K=0.01$	$1.000\ \mu\text{s}/\text{cm} - 0.05\ \mu\text{s}/\text{cm}$

海水之電導度大於 $20\ \text{ms}/\text{cm}$ ，所以本團隊選用白金作為電極材料。

➤ 自製電導度計初步設計圖

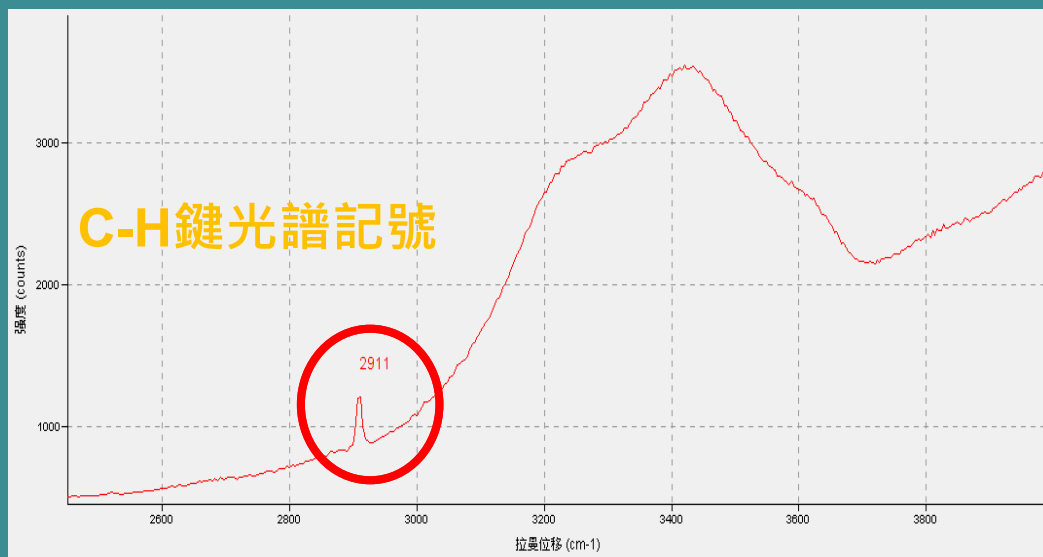


本團隊將初步自製電導度計，希望藉由更改電導度計中白金電極面積或間距，以改變電極常數，評估其可以量測之電導度範圍，並將與商用電導度計量測結果相比較。

雷射光學探測系統之開發

實驗系統

取得甲烷水溶液樣本之光譜記號



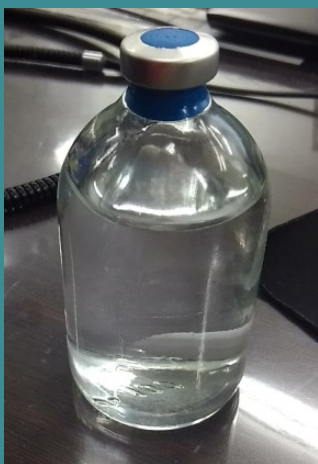
待測甲烷水溶液

濃度：5.73 mmol /L

7.18 mmol /L

9.13 mmol /L

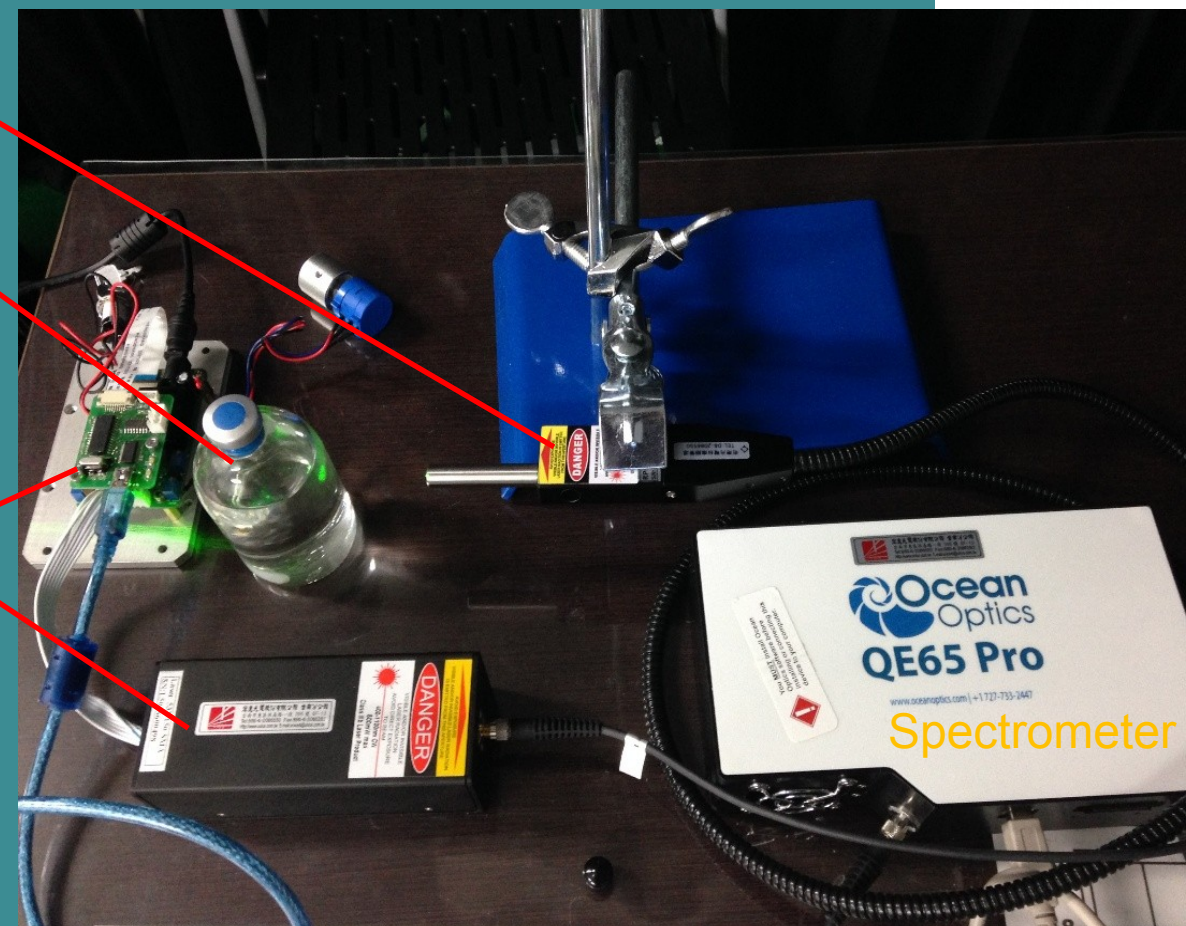
11.7 mmol /L



Probe

Sample

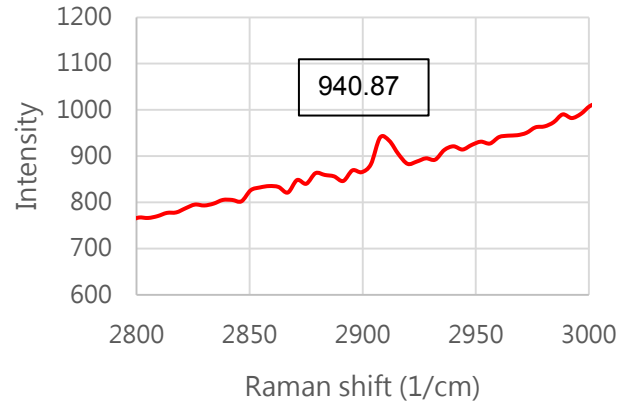
Laser



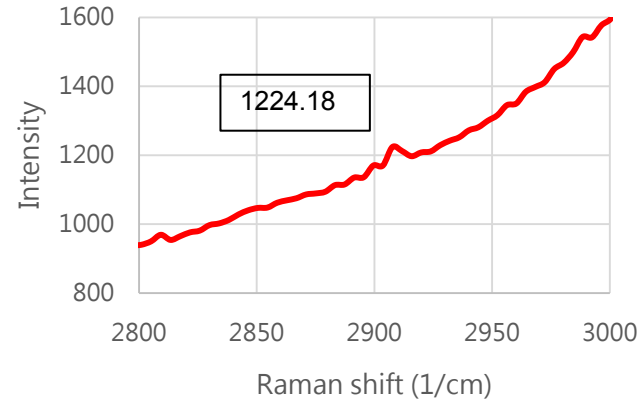
完成光譜儀、雷射、光纖探頭系統整合測試

雷射光學探測系統之開發

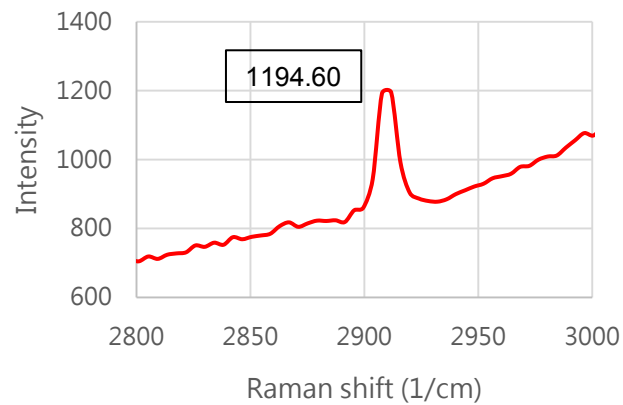
5.73 mmol/L



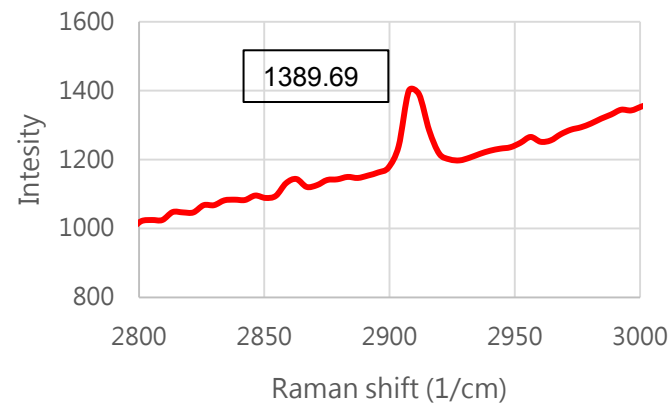
7.18 mmol/L



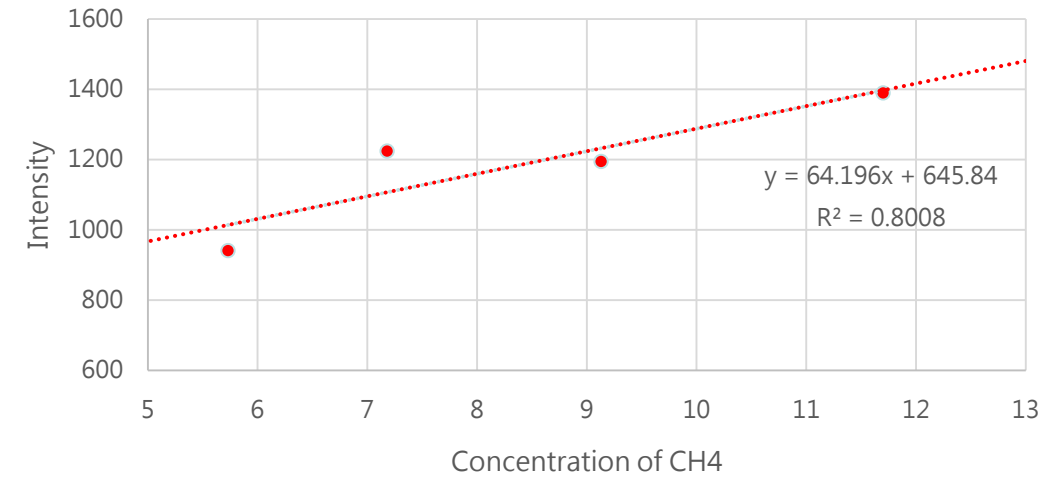
9.13 mmol/L



11.7 mmol/L



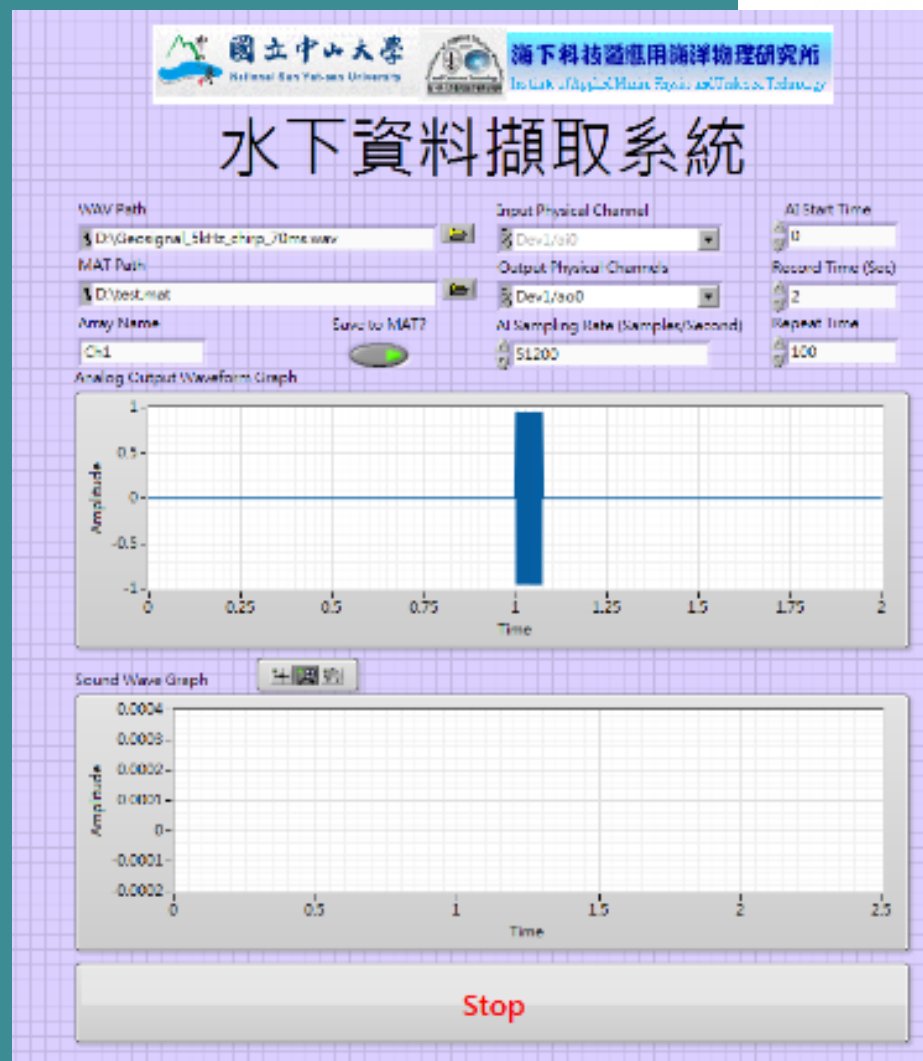
DI water



不同濃度下光譜強度

近海床地質聲學探測系統開發

- 掃頻訊號—操作頻寬受換能器規格限制
 - 4-6 kHz, 70 ms
 - 3-7 kHz, 200 ms (可提高Processing gain及解析度)
- M-sequence訊號—於實驗中測試，目前正分析其成效
- 測試航次
 - 4/28、6/14、9/2-9/4
 - 測試極近海床之接收情形

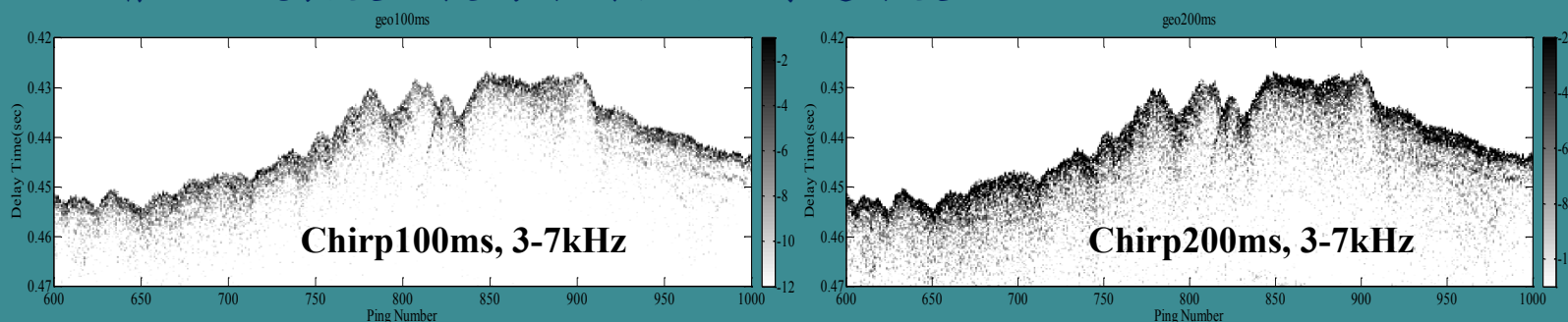


近海床地質聲學探測系統開發

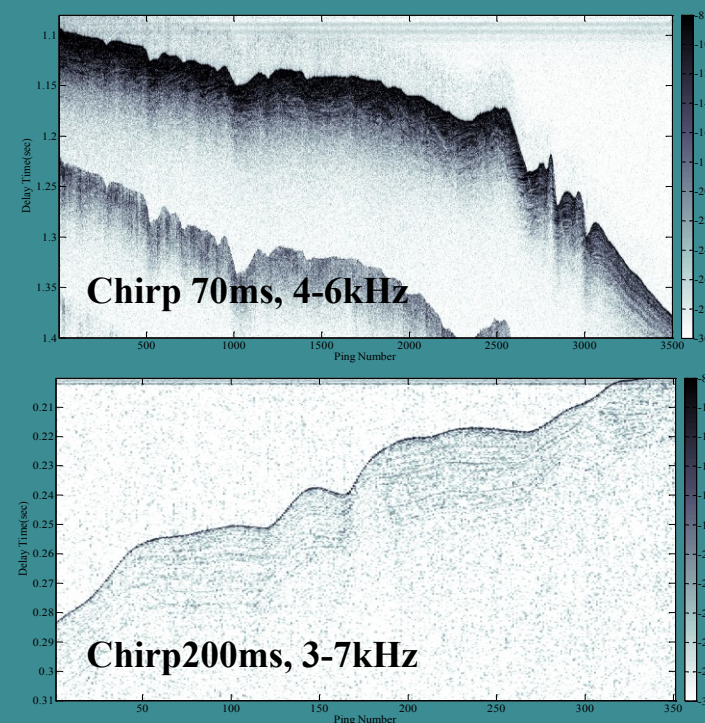
■ 近海床地質聲學探測系統開發—訊號模組開發

- 完成底質探測聲學訊號設計與測試
 - 依水深及操作深度調整訊號長度
- 完成底質探測聲學訊號處理模組之建置
 - 脈衝壓縮處理與視覺顯示
 - 反射係數計算與表層沉積物類別估測
- 完成訊號產生模組與訊號處理模組之整合測試
 - 本年度共執行5次海上測試實驗

➤ 增加訊號長度以提高探測能力及穿透深度



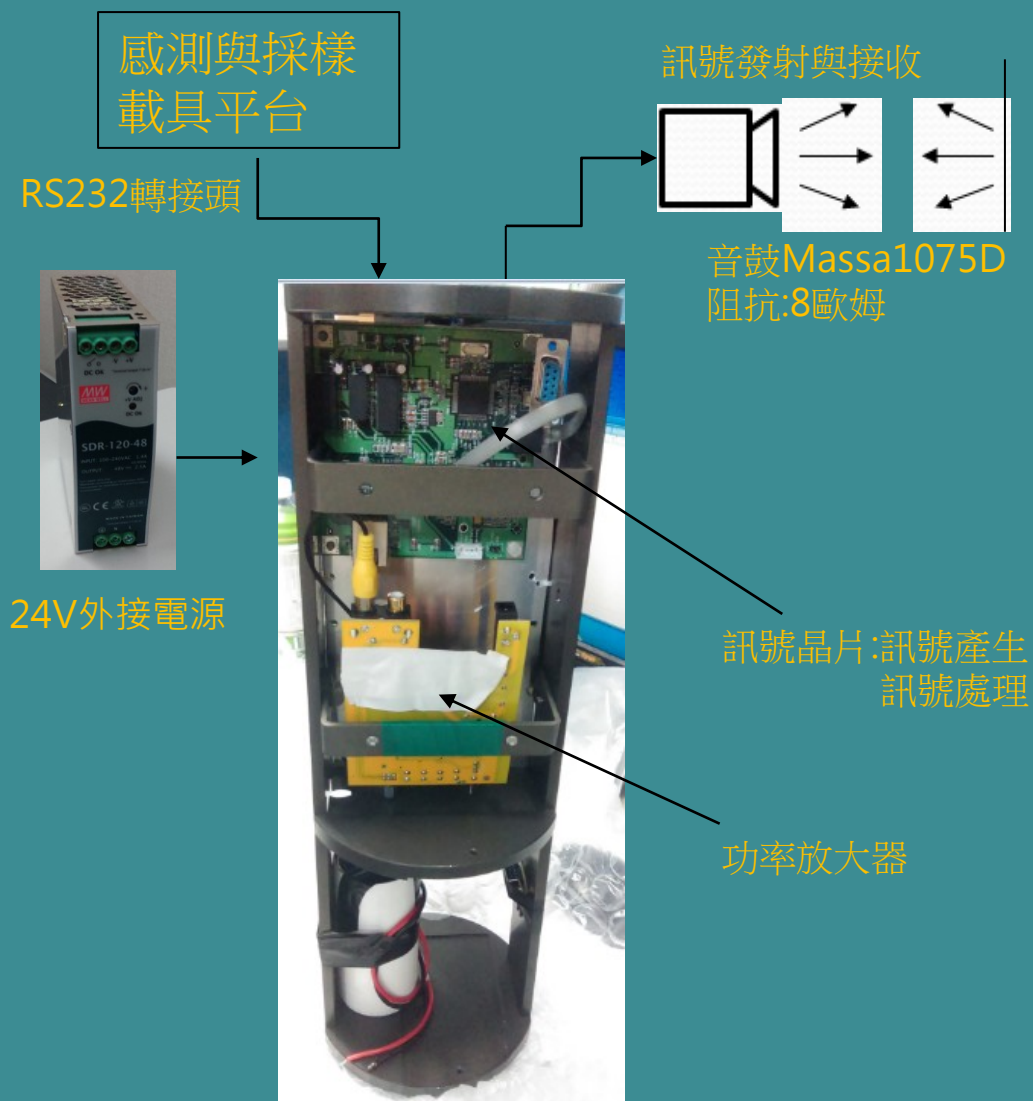
➤ 改變訊號頻寬以提升探測解析度



近海床地質聲學探測系統開發

■ 系統架構

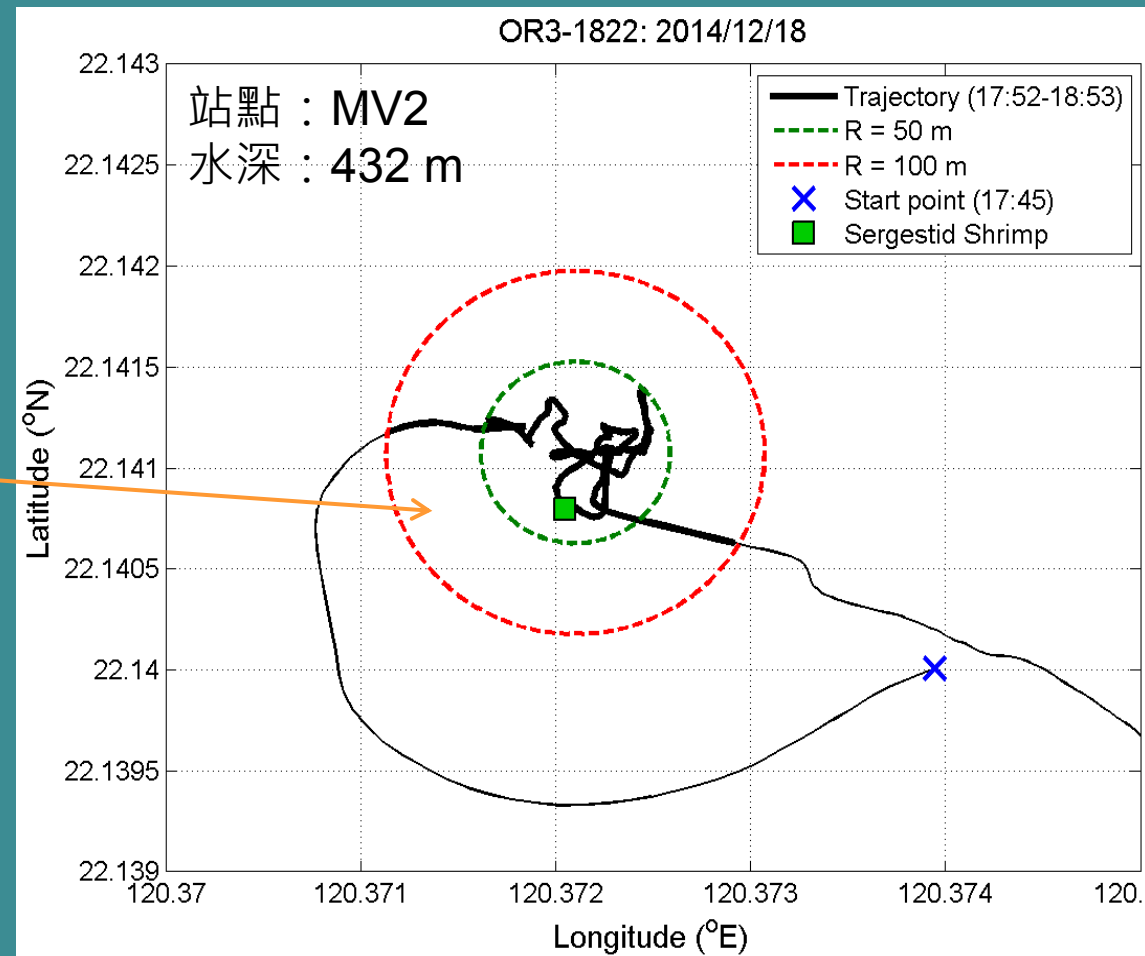
- 電源供應器:DC直流電, 24 V, 100 W
- 功率放大器:80 w
- 訊號晶片:
 - chirp:4 k - 6 kHz
 - 70 ms
- 類比濾波晶片
Low pass filter:10 kHz
- DAQ資料擷取卡
 - 位元數:16 bit
 - 取樣頻率:44100 kHz
- 接收放大器:
 - 0/10/20 dB增益



系統示意圖

OR3 執行海域定點探測作業方式

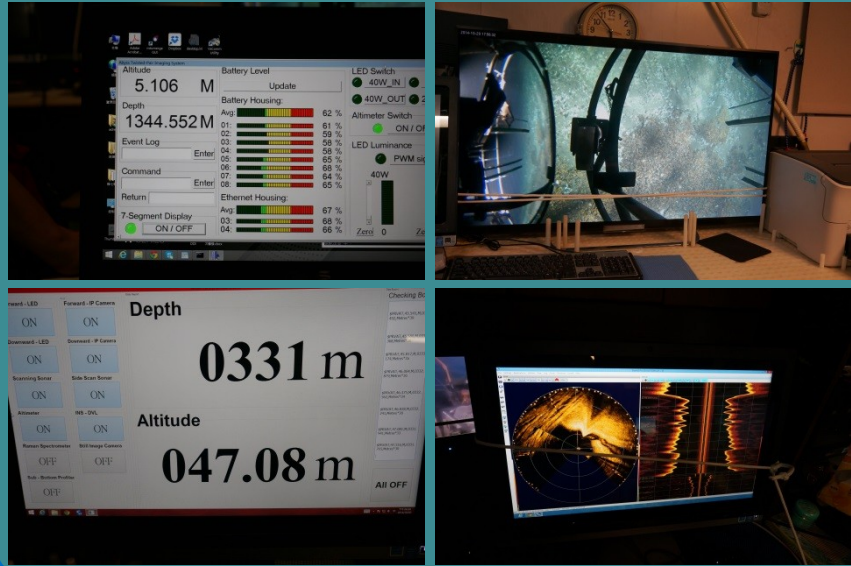
- 案例：OR3-1822 執行底碇設備佈放作業。
- 透過電儀室與駕駛台的溝通，以頂風頂流方式使探測船幾乎維持定點作業。



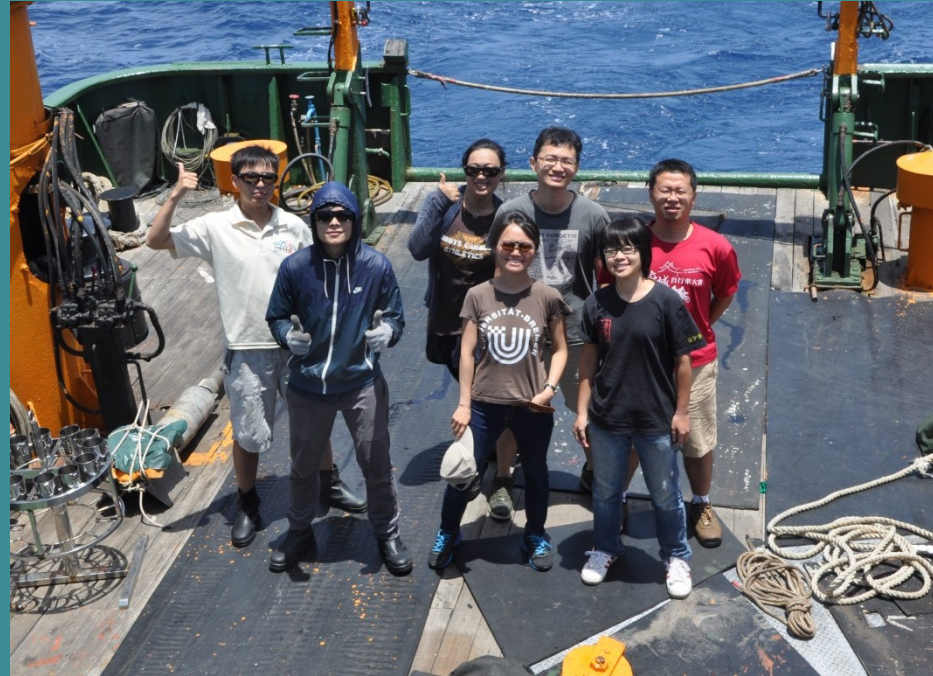
科學與工程團隊結合

- 各項設備開發完成後，轉交科學團隊使用，並由本計畫團隊提供工程技術支援。

人機介面設計



科學與工程團隊聯合探測

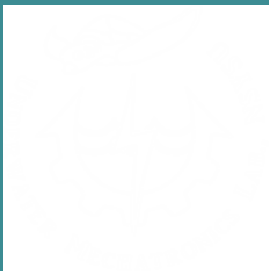


絞機遠端控制台



高壓電力箱





謝謝聆聽
敬請指教