

歷年海上空難事故調查 之經驗與教訓

~ 近期國際案例 ~



飛航安全調查委員會
調查實驗室 主任
主講人：官文霖 博士
michael@asc.gov.tw

大綱

- ◆ 海上空難的獨特性
- ◆ 近年重大海上空難
- ◆ 結論與建議

海上空難的獨特性

- ◆ 常措手不及資源調度困難
- ◆ 事故地點及海象難以掌握
- ◆ 跨部門跨國陸海空整合！



老調查員口耳相傳

海上空難少見!

平均**1件/年**；深海**1件/10年**(超過3000公尺)

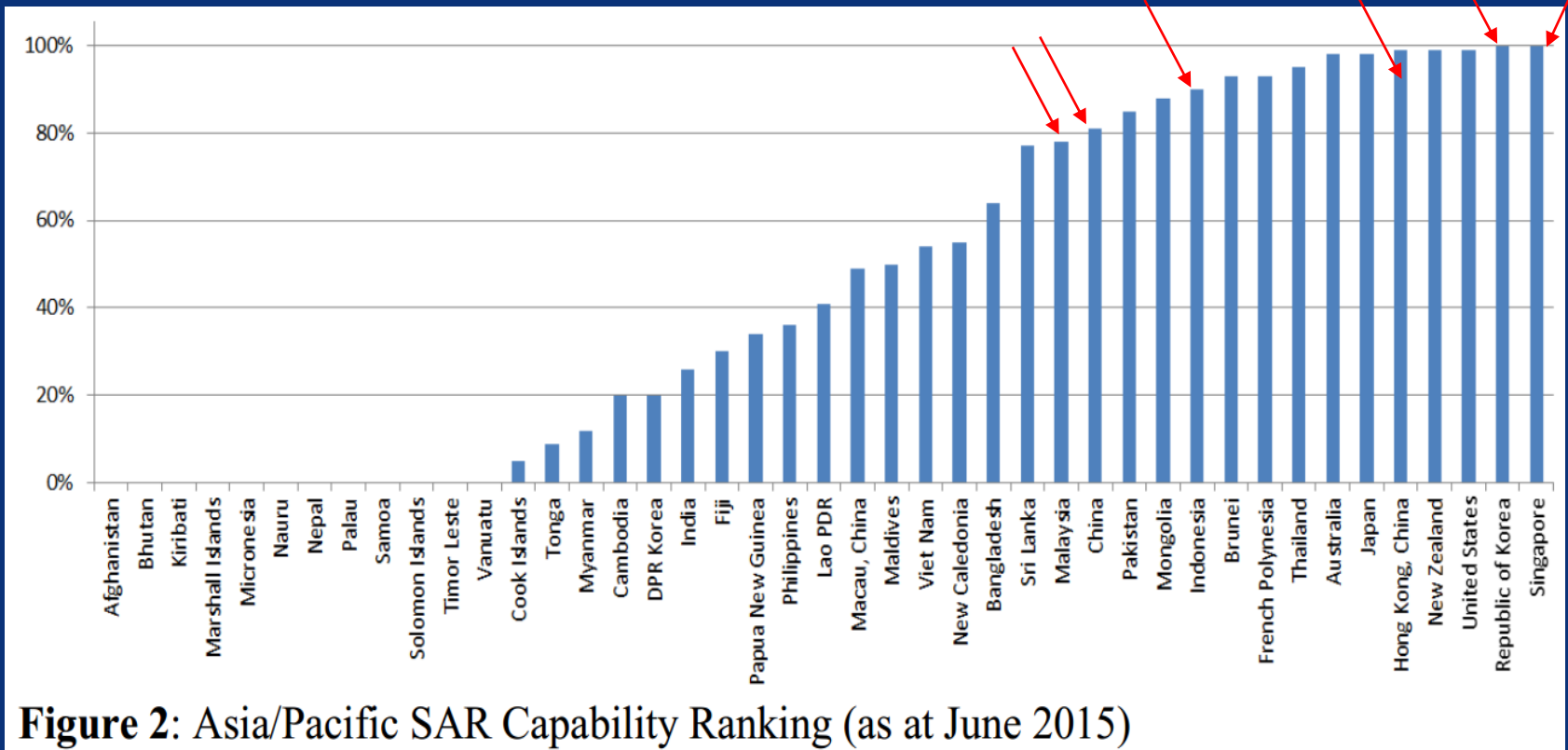
動用特殊裝備打撈費用很昂貴，**參考價每天六萬美元**



B2 (2008.02.23)關島 直接費用 14億美元

亞太地區各國搜索及救援能量

台灣如果被ICAO audit，結果會是？



SAR Lib. (i.e. www.uscg.mil/nsarc)

* ICAO Annex 12,

* IAMSAR manual vol. 1/2/3

* SOLAS

* Asia/Pacific SAR plan

環球航空TWA800 海上打撈

1996.07.17 TWA800從美國紐約起飛，目的地為義大利羅馬。起飛後約12分鐘在長島附近大西洋上空爆炸解體，墜入海中，機上全部人員罹難。

- ◆ NTSB及FBI 安全及犯罪調查並行，NTSB副主席負責跨部會協調。
- ◆ 該案搜索及救援，打撈工作由美國海軍救難督導主導 (SUPSALV)，分階段進行。
 - ◆ 海軍動員資源：ROV 376次(2679小時)，4艘船艦677組員，3,667人次潛水(1773小時)
- ◆ 費用分攤：海軍約1,900萬美元(含雇用AUSS)；NTSB 緊急預算2,690萬美元(含網拖 + ROV監控進度)；打撈船每天約6萬美元。環航面臨破產未支付費用。

近年重大海上空難

Occ. date	Basic Information	Water depth (m)
3 Jan 04	Flash Airlines B737 , Flight 604	1030
6 Aug 05	Tuninter ATR 72 , Flight 1153	1440
4 May 06	Armavia A320 Flight 967	505
1 Jan 07	Adam Air B737-400 , Flight 574	2000
9 Aug 07	Air Moorea DHC-6 Flight 1121	670
27 Nov 08	XL Airways A320 test flight	40
15 Jan 09	US Airways A320 ,Flight 1549	River, 20
1 Jun 09	Air France A330-200 , Flight 447	3900 ~ 4000
30 Jun 09	Yemenia Airlines A310, Flight 626	1200
25 Jan 10	Ethiopian Airlines B737-800 Flight 409	45
7 May 11	Merpati Airlines MA60, Flight 8968	7 ~ 15
28 Jul 11	Asiana Air B747-400F, flight 991	80 ~ 90
13 Apr 13	Lion Air B737-800, Flight 904	2 ~ 5
16 Oct 13	Laos airlines, ATR 72-212A, flight 301	Mekong river ,10
8 Mar 14	Malaysia AirB777-200, flight 370	TBD,
28 Dec 15	Indonesia Air Asia A320-200, Flight 8501	40
19 May 16	EgyptAir A320-200, Flight 804	3000

Flash Air 604 Synopsis

- ◆ 時間： 01.03.2004 04:44 UTC
- ◆ 位置： 04:44時，從埃及沙姆沙伊赫機場起飛，目的地法國巴黎，該機因故右傾後失速墜海離機場約9海哩。
- ◆ 機型： B737-300/SU-ZCF
- ◆ 死亡： 135 (passengers) + 13 (crew)
- ◆ 航機起飛不久後墜海，全毀



Flash Air 604打撈心得

- ◆ 該事故SAR由埃及軍方主導，美法也陸續協助。
- ◆ 事故區水深約1,040公尺。
- ◆ 紀錄器定位及打撈，所有計畫由法國擬定
 - ◆ 法國海軍+ BEA共同驗證ASCA系統的實用性
 - ◆ 法國海軍雇用兩艘船隻並配屬兩套ROV
 - ◆ 先用軍艦使用無指向性及指向性聽音器確認事故地點
 - ◆ 使用ASCA分析ULB精確的位置(優於20 m x 20 m)
 - ◆ 再用ROV去海床搜尋

ROVs	Scorpio 2000	Super Achille
Max. speed	2.5 kt	2.5 kt
Max. depth	1,000 m	1,100 m
Search zone	8,300 m ²	19,100 m ²
Dive periods	01.13~01.18	01.18~01.21
Daily average	10.5 hr	19.0 hr

Flash Air 604打撈心得: ACSA

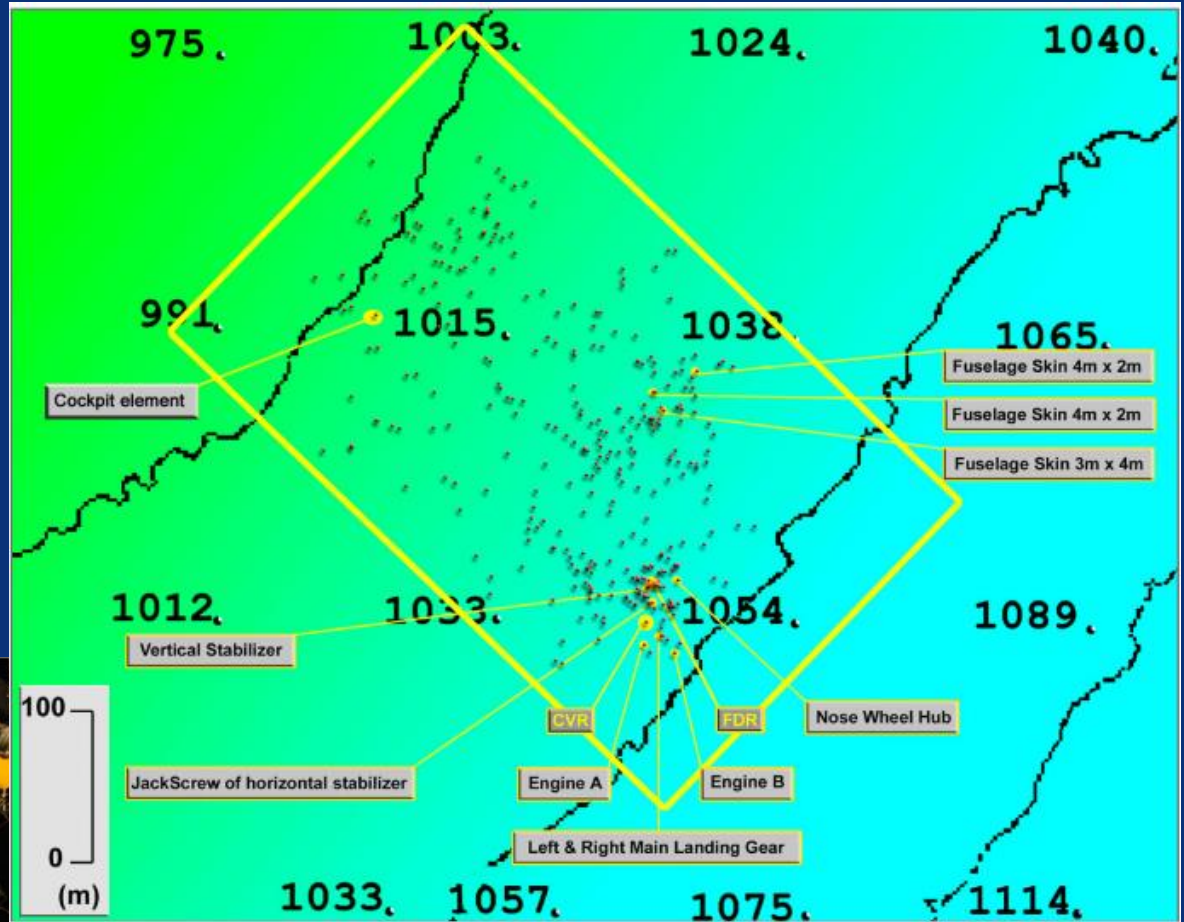


機動式的浮標及水下聽音系統

- ◆ 一組4個浮標，內建通信功能
- ◆ 浮標的水下聽音器可以下潛
- ◆ 450公尺/900公尺..，cable最長1,800公尺
- ◆ 浮標傳回母船的資料，包括:GPS座標，水深，ULB訊號等
- ◆ 使用電腦軟體管理任務



Flash Air 604打撈心得: ACSA



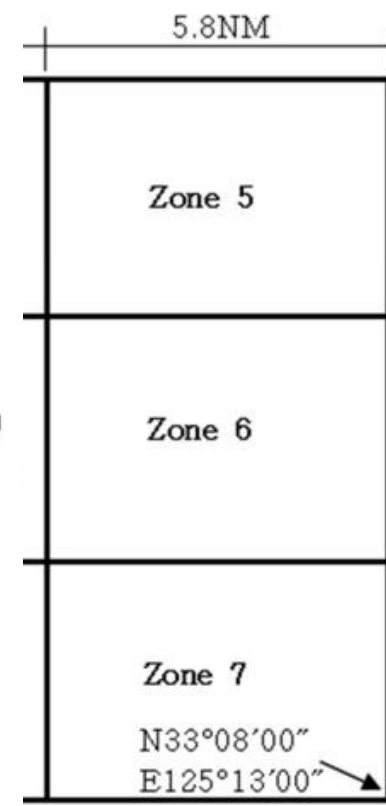
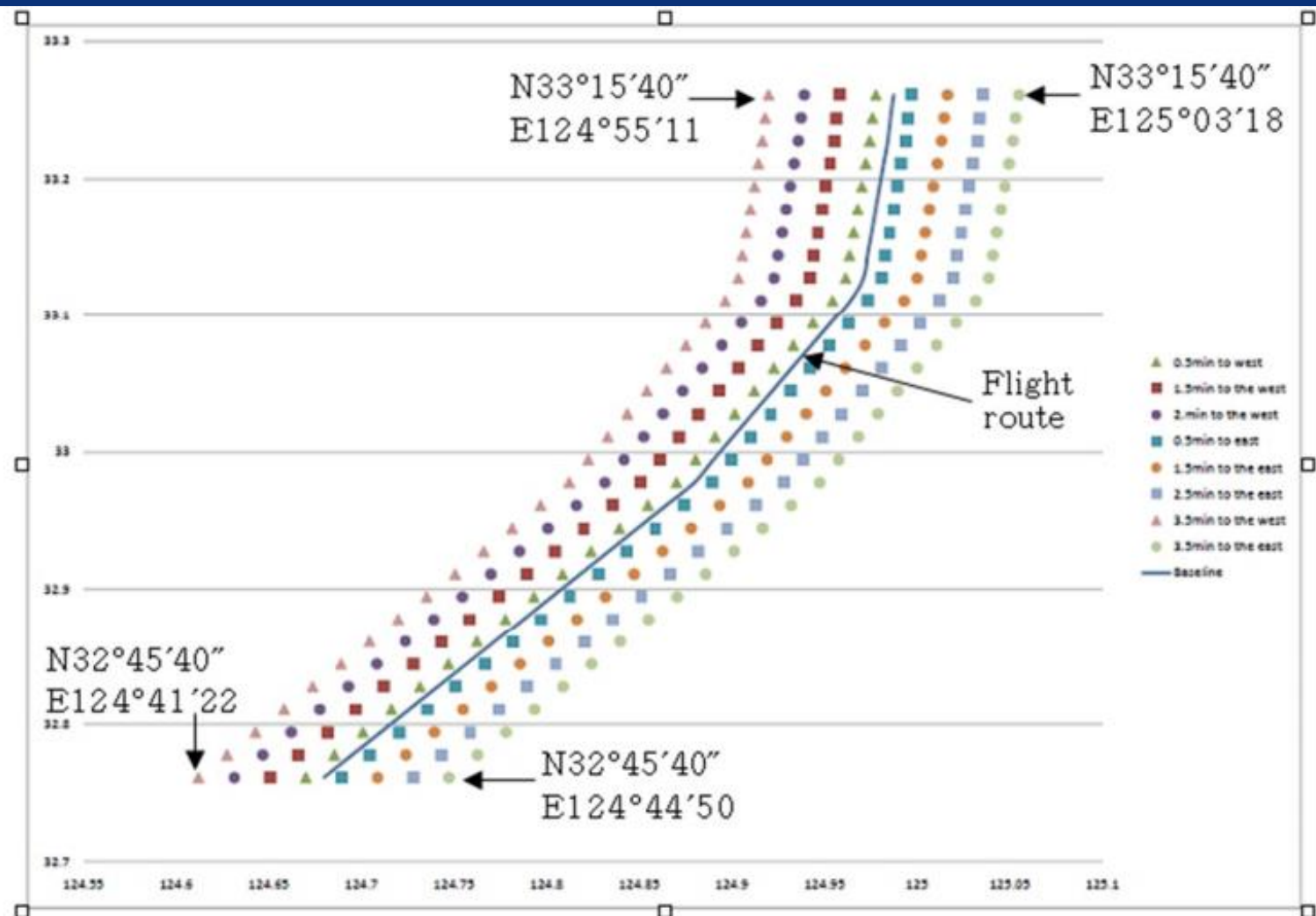
韓亞航 991 Synopsis

- ◆ 時間：07.28.2011 04:11 (KMT)
- ◆ 位置：04:03，機長向航管匯報機艙發生火警，要求轉降濟州島。04:11，飛機失去聯繫，後墜毀於濟州島西南海面107公里。
- ◆ 機型：B747F/HL7604
- ◆ 死亡：2 (crew)
- ◆ 航機空中起火後墜海，全毀

韓亞航 991 打撈心得

- ◆ 事故地點位於黃海，殘骸分布約3 km x 4 km。南韓海巡署主導SAR，新台日美也陸續協助。
 - ◆ 1st ULB偵蒐 (07.28-08.04)
 - ◆ 2^{dn} ULB偵蒐 (08.10-08.14)
 - ◆ 3rd & 4th ULB偵蒐 (08.16-08.27)
- ◆ 紀錄器定位及打撈
 - ◆ ULB因電池壽命已過期限，從未偵測到訊號
 - ◆ 1st 打撈 (09.06 -10.29) 韓國海軍使用飽和潛水找到3大片殘骸；後韓國打撈公司加入找到駕駛艙及2名組員遺體，並完成25%機體及10%貨物打撈
 - ◆ 2st 打撈 (2012.4.18-06.10) 韓國打撈公司使用拖網，完成另外15 %機體及5%貨物打撈；並於機身46段機架上找到部分FDR，未找到CVR

韓亞航 991 打撈心得



韓亞航 991 打撈心得



(left) 2nd search operation
(right) 3rd search operation



韓亞航 991 打撈心得



法航447 Synopsis

- ◆ 時間：06.01.2011 02:11 UTC
- ◆ 位置：位於大西洋上空，距巴西陸地約350海哩。02:10-02:14期間，ACARS報告(6項故障+19項警告)，包括皮托靜壓系統故障、ADIRU故障導致自動駕駛系統及自動節流閥關閉，空中防撞系統切換至故障模式，飛行控制規律切換至備用模式。02:10-02:14 另2項警告，隨後航機墜海。
- ◆ 機型：A330-200/F-GZCP
- ◆ 死亡：228 (passengers) + 12 (crew)
- ◆ 航機墜海後全毀

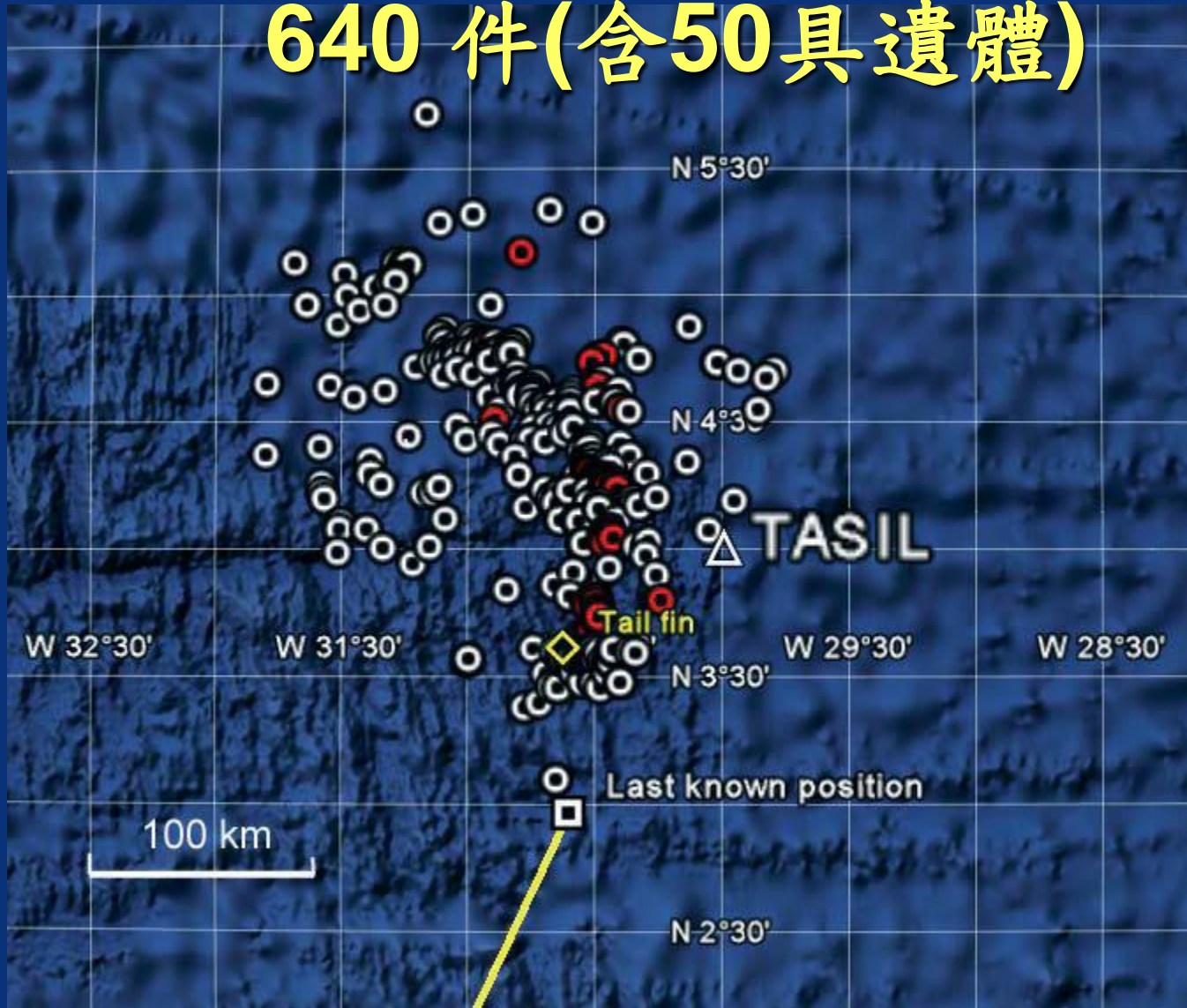


AF447水下偵搜及打撈

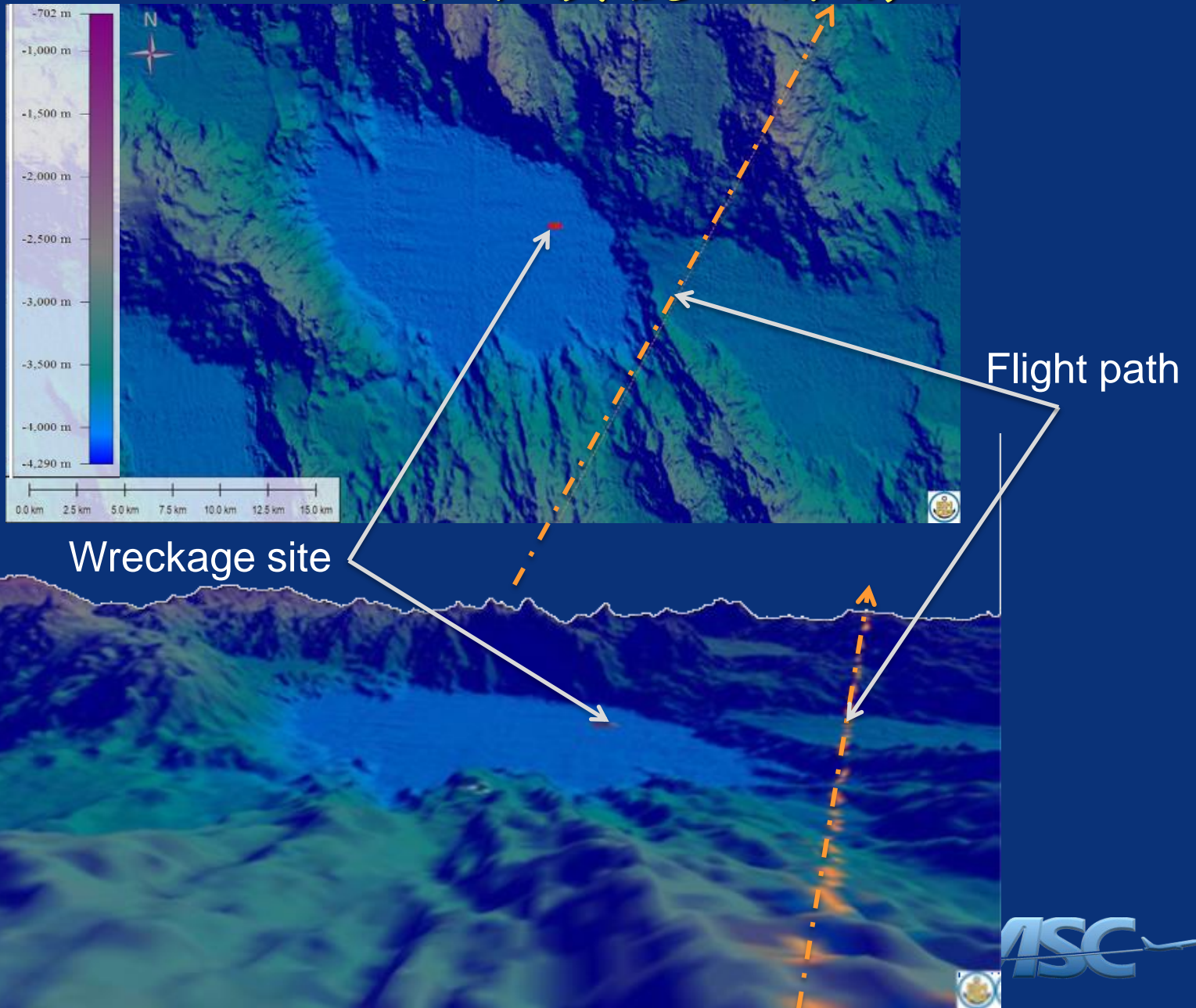
- ◆ BEA經歷5階段偵搜的工作(40海浬半徑)，海上作業共176天，才找到AF447主殘骸，紀錄器及部分遺體(水深約3,900公尺)
- ◆ 第1/2階段已整合各種資源(空中偵察機、多波束聲納、側掃聲納、潛艦、水下ROV、投落送探測器、拖曳式聽音器..)
- ◆ 組成跨國工作小組，收集近20年海上空難案例，探討落水點及打撈的技術，發展5種模擬模式以找出可能落水區域
- ◆ 第3~5階段，採用國際標方式”call for tender”尋求業界最佳的技術。最後BEA整合了巴西經貿部門及兩大資源(BIMCO/FMS)
- ◆ 2011年4月2日側掃聲納找到疑似殘骸區域；一天內以ROV確認殘骸。水下偵蒐面積達17,000平方公里，殘骸分布面積約3平方公里，平坦的水底，水深3,900公尺。5月3日至5日確認CVR及FDR 水下位置；經打撈後，5月21日送達BEA實驗室。

AF447 Floating Debris (06/01~06/26)

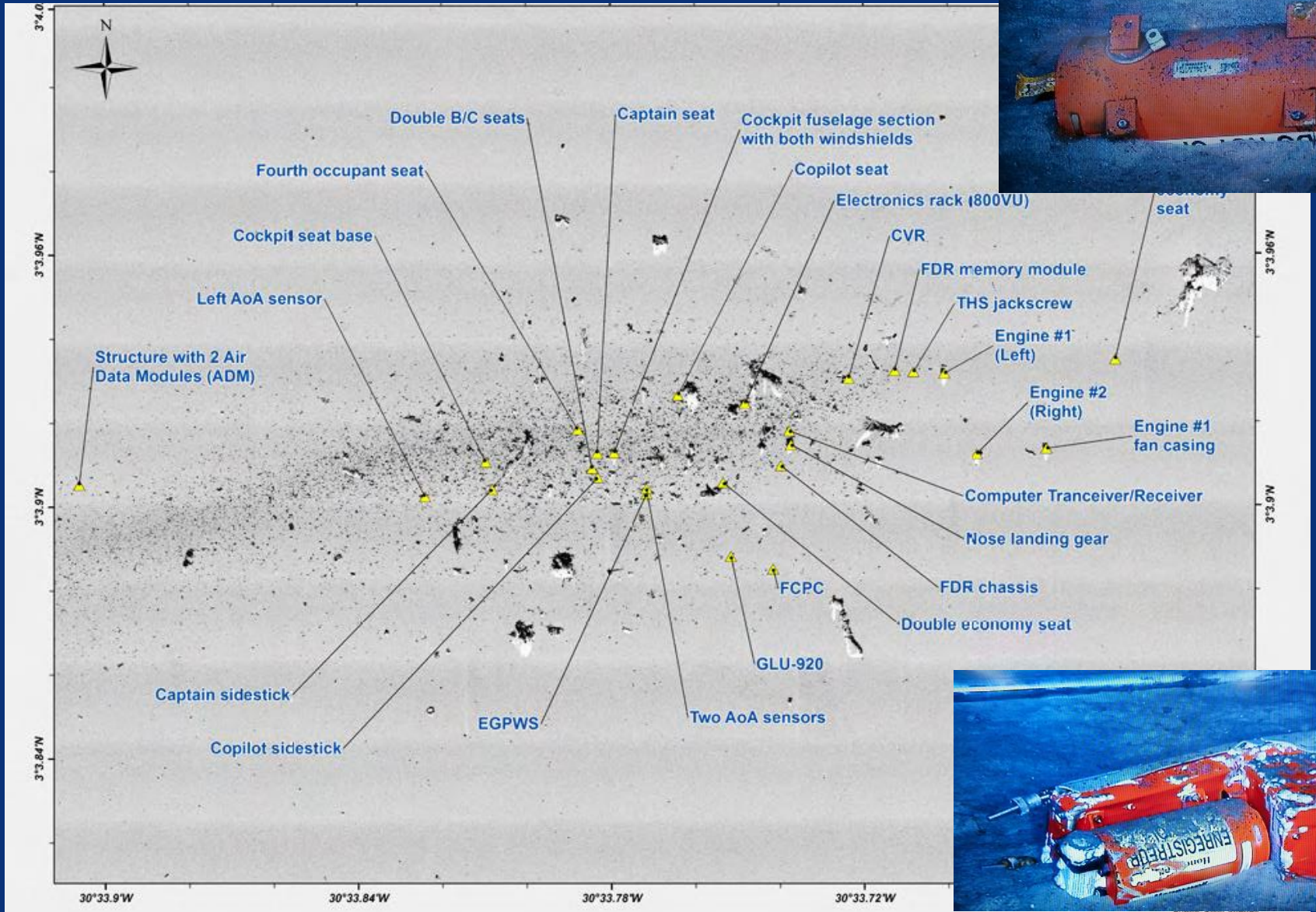
640 件(含50具遺體)



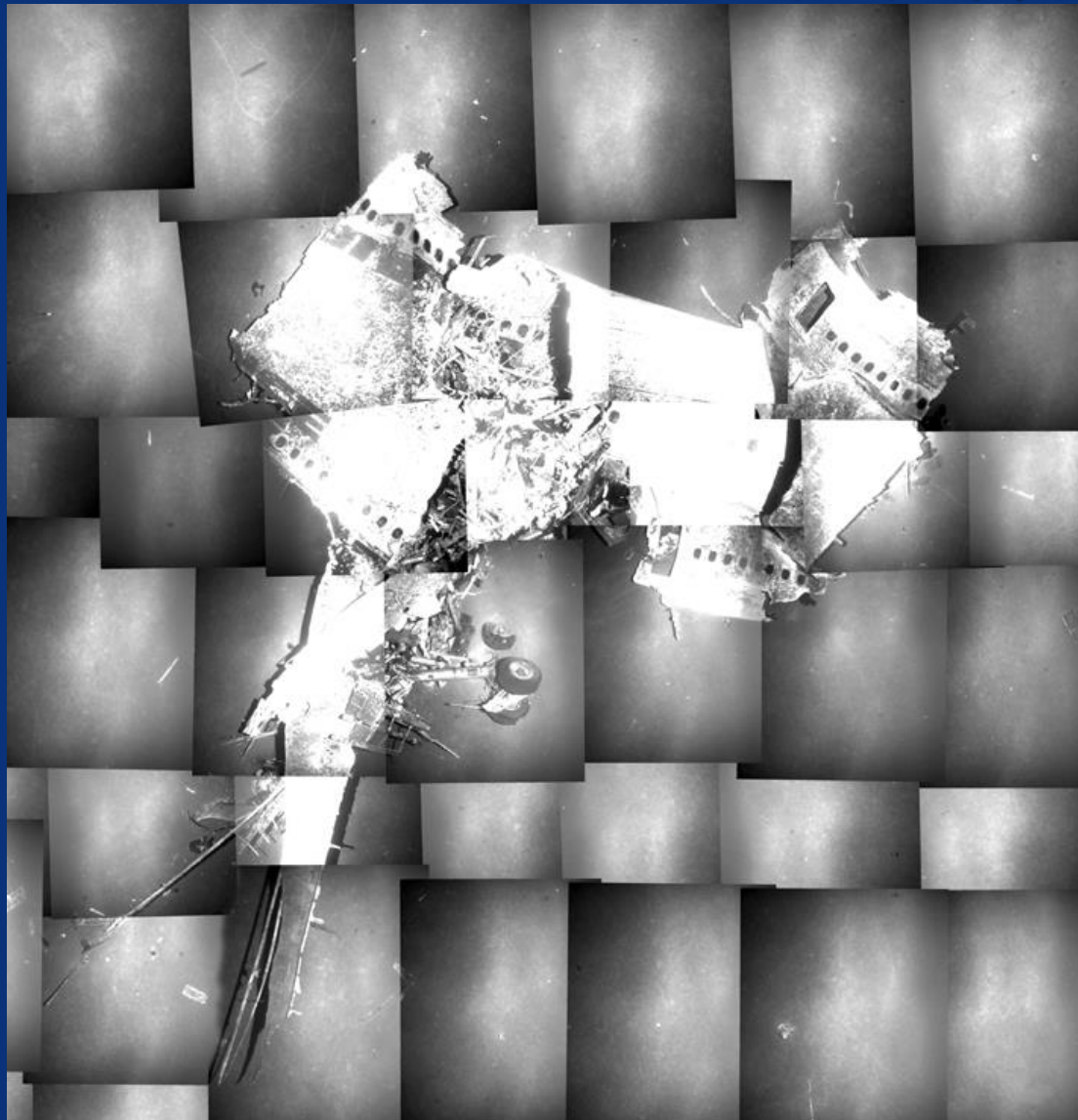
AF447水下偵搜及打撈



AF447水下偵搜及打撈



AF447水下偵搜及打撈



the REMUS AUVs took photos (into the mosaic form)

AF447水下偵搜及打撈

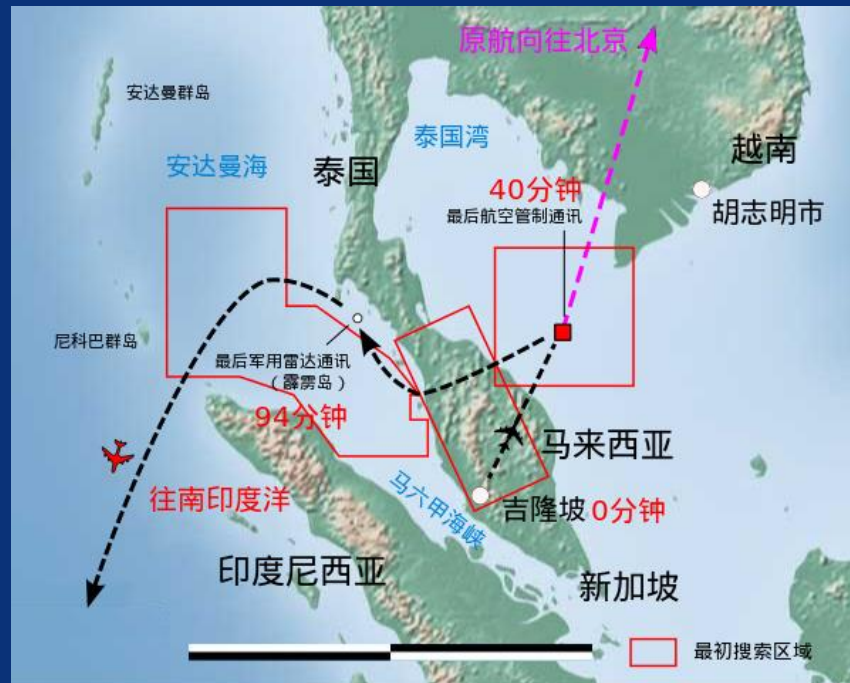
OPS Phase	Duration	days	Budget (EU)
SAR	2009/06	26	8,000萬歐元
水面Phase 1	2009/06~07	30	2,000萬歐元
水面Phase 2	2009/08	22	
水下Phase 3	2010/04 ~05	52	1,160萬歐元
水下Phase 4	2011/03~04	15	7,00萬歐元
水下Phase 5	2011/04~05	31	6,00萬歐元
Total		176	SAR 8,000萬歐元 水下偵搜及打撈4,460萬歐元

- ◆ 海面偵搜及打撈費用由參與國家的救援單位支付
- ◆ 水下偵搜及打撈費用由BEA(50%), AIRBUS(25%)及Air France(25%)三方支付



MH370 Synopsis

- ◆ 時間：8 March 2014 01:21(MYT)
- ◆ 位置：起飛後達巡航高度於馬來西亞與越南海域的交界以南約140海里(土珠島，近航點哥打巴魯) 與馬來西亞梳邦空管中心失去聯繫。
- ◆ 機型：B777-200ER/9M-MRO
- ◆ 死亡：239 (passengers) + 12 (crew)
- ◆ 航機屬失蹤狀態



MH370 搜救任務(SAR)

◆ 搜索及救援任務(馬國主導，美英協助)

- ◆ 26國家參與，82架飛機及84艘船艦。第56天(2014.04.30)馬國宣布停止搜救任務。
- ◆ 中美英法台泰等資源衛星提供圖資情報
- ◆ Inmarsat公司提供衛星構連訊號及南北航路之軌跡資訊
- ◆ 馬國初估搜索任務花費864萬美元

◆ 水下搜偵任務(澳洲主導)

- ◆ 2014.06 ATSB與Furgo公司簽屬協議(2014.08~2016.08)，9,000萬澳元(7,600萬美元)
- ◆ 2015.01 搜索範圍60,000 km² → 120,000 km²，搜索費用預估增加至18,000萬澳元
- ◆ 此階段馬國原定出資一半費用，實際只出4,000萬美元
- ◆ 2015.11 中國總理表示願意出資2,000萬澳元

MH370 搜救任務_離不清的帳

- ◆ 2014.04.05 新聞揭露各國參與MH370 搜救任務已投入的資源：
 - ◆ 美國 360萬美元(TP-25+ AUV) + 330萬美元(船隻動員)
 - ◆ 澳洲926萬美元；粗估每日SAR花費55萬澳元
 - ◆ 越南800萬美元
 - ◆

HMAS Success, the Australian navy replenishment vessel deployed two weeks ago, costs about RM1.67mil day to operate, said a defence spokesperson. HMAS Toowoomba was diverted a week ago to join the hunt for MH370 and has direct costs – fuel, supplies, wages of the crew – of RM1.16mil a day.

Combined, the two vessels have cost more than RM30.4mil while in the Indian Ocean.

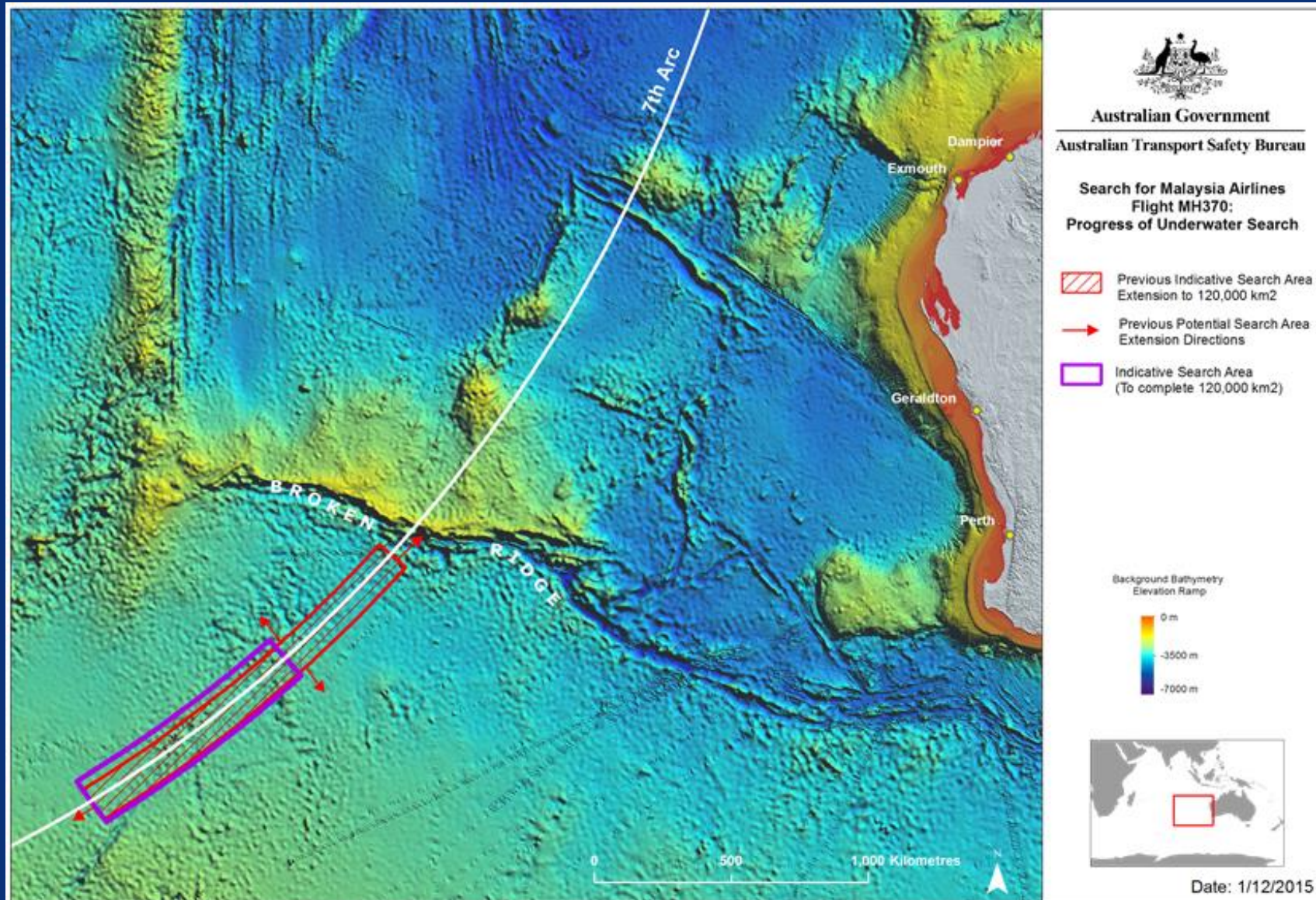
It is also known that the United States Navy has allocated \$US3.6 million (RM11.8mil) for the deployment of a pinger locator and underwater drone on the vessel that will search for the plane's black box recorders.

But aside from the black box locators, Pentagon on Wednesday said it had spent \$US3.3 million(RM10.8mil) on its ships and aircraft during operations to locate MH370.

Vietnam, reportedly, spent more than \$US8 million (RM 26.2mil) searching for the plane in the South China Sea.

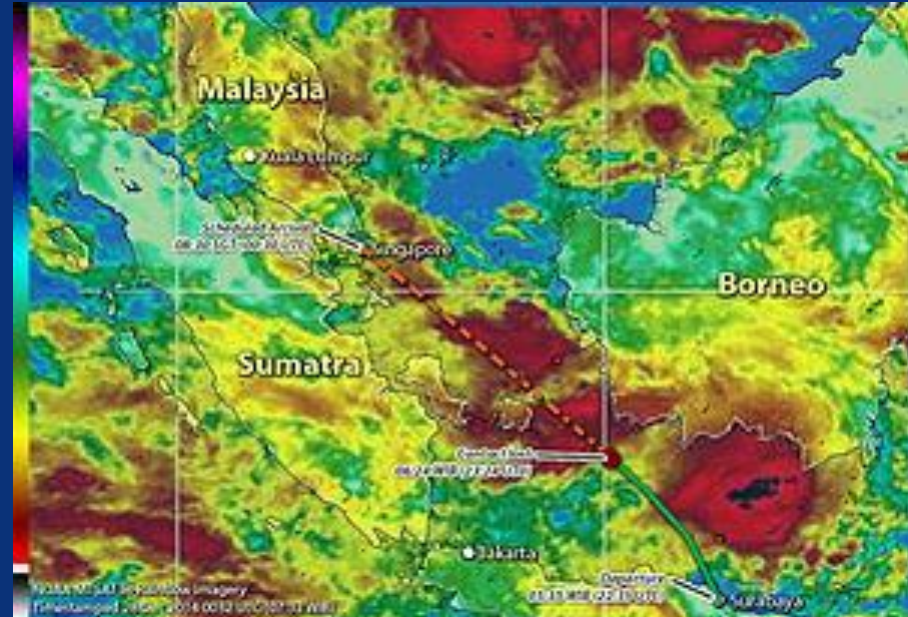


MH370 搜救任務(SAR)



印尼亞航8501 Synopsis

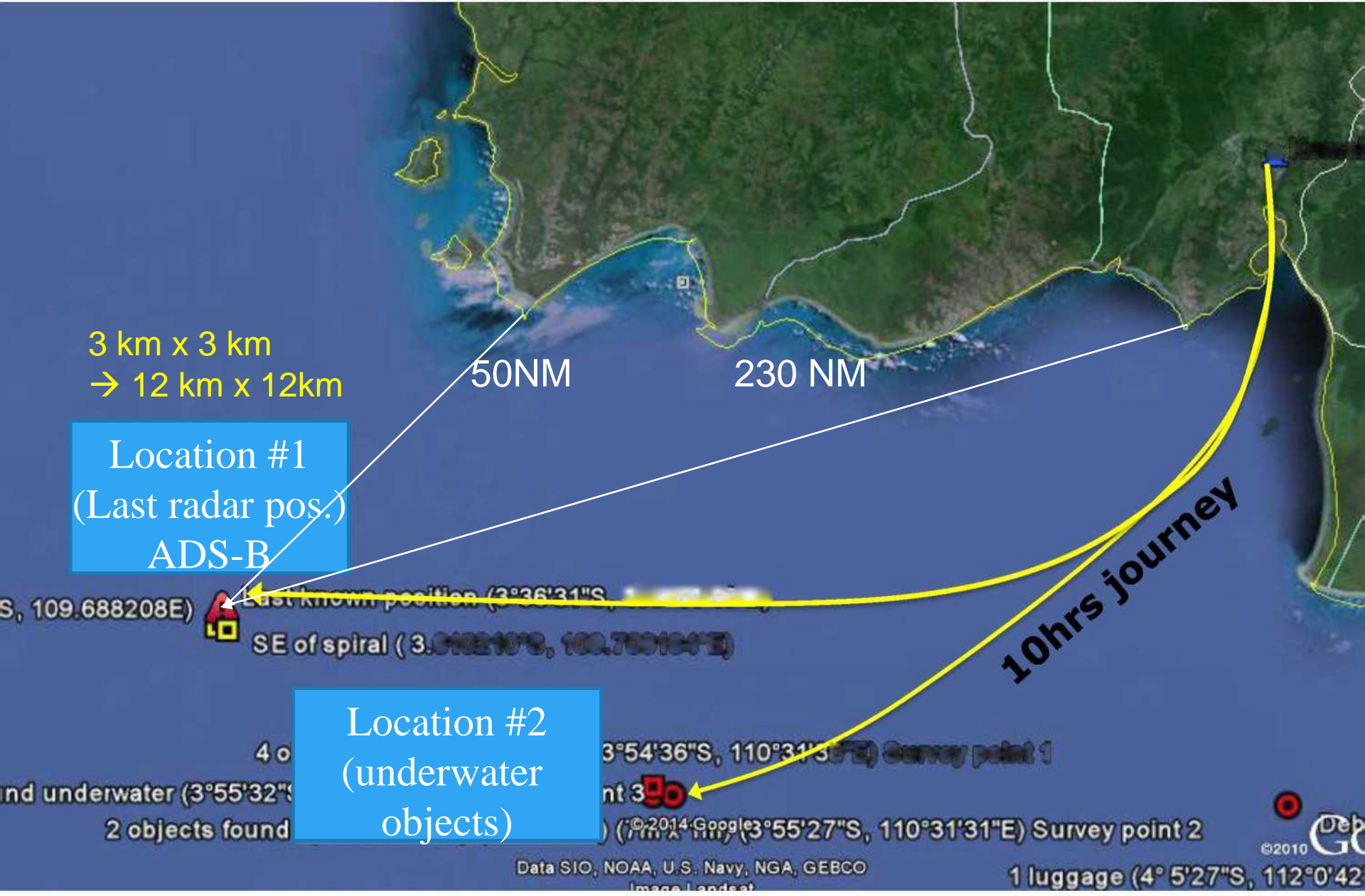
- ◆ 時間：12.28.2014 01:21(MYT)
- ◆ 位置：巡航期間，約23:12 UTC組員向航管請求爬升高度後失聯。約5分鐘後自雷達消失。事故地點位於爪哇島上空。
- ◆ 機型：A320-200/PK-AXC
- ◆ 死亡：162 (passengers) + 7 (crew)
- ◆ 航機墜海後全毀



印尼亞航8501 紀錄器打撈心得

- ◆ 15個國家參與SAR任務，空偵及海偵分別42人及78人。
 - ◆ 補給及通信困難；
 - ◆ ULB訊號受浪影響；
 - ◆ 低能見度及海象，影響作業規劃；
 - ◆ 海象惡劣，每天作業時間僅4小時；
- ◆ 該機尾部位於最後ADS-B位置(Loc. #1)東南方約3km，水深約30公尺；原來海軍劃定的位置(Loc. #2)弄錯了。
- ◆ 飛航紀錄器偵蒐動員4個國家6套聽音設備，投入45個潛水夫，整合AUV/ROV。第12天偵測到ULB，第17/18天完成打撈。

Locating the Flight Recorder



3 km x 3 km
→ 12 km x 12km

Location #1
(Last radar pos.)
ADS-B

Location #2
(underwater
objects)

10hrs journey

50NM

230 NM

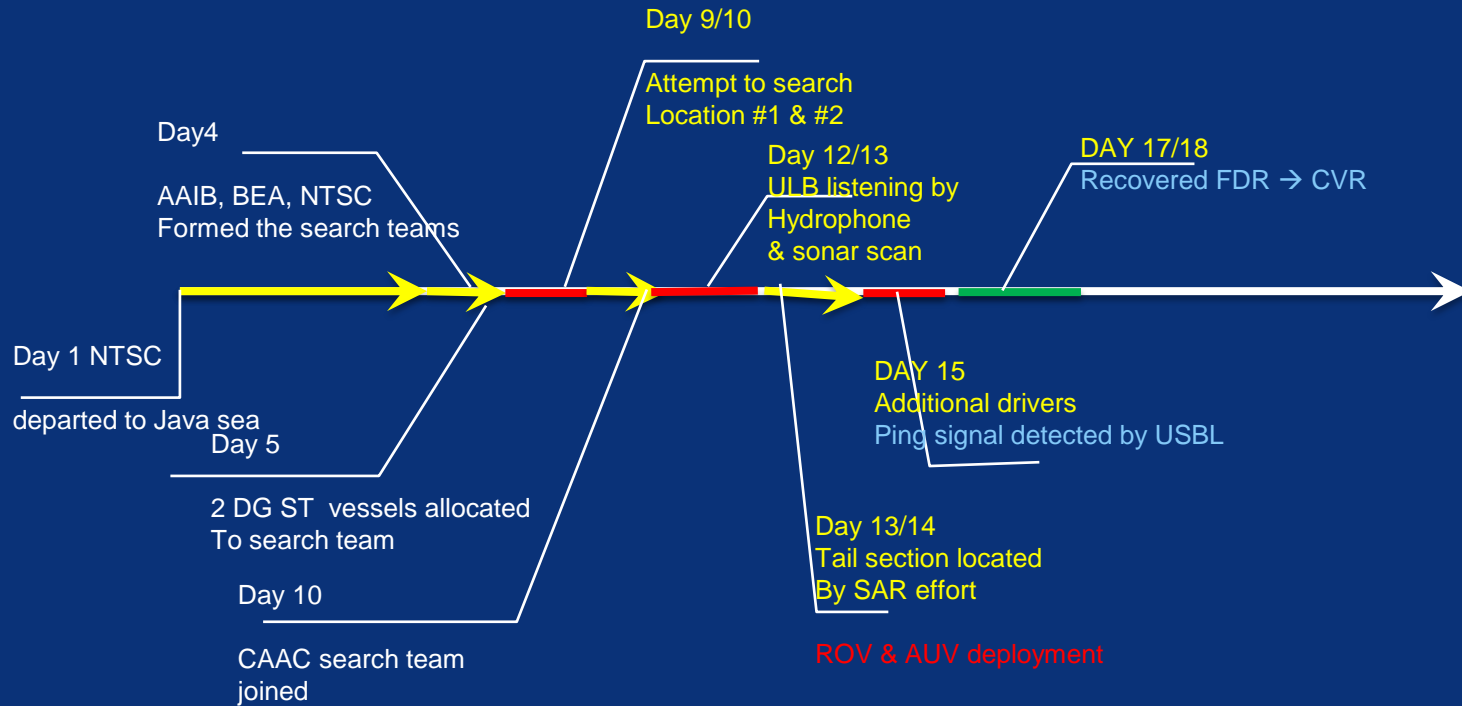
Last known position (3°36'31"S, 109.688208E)
SE of spiral (3.618210°S, 109.760134°E)

(3°54'36"S, 110°31'35"E) Survey point 1

(3°55'27"S, 110°31'31"E) Survey point 2

1 luggage (4° 5'27"S, 112°0'42"

印尼亞航8501 紀錄器打撈心得



Teledyne Gavia AUV



印尼亞航8501 紀錄器打撈心得

Underwater Search Team

NTSC	1 adviser to Chairman 2 investigators
CAAC	3 investigators
AAIB,UK	1 investigator
AAIB,SINGAPORPE	4 investigators
MPA, Singapore	6 hydrographic specialists

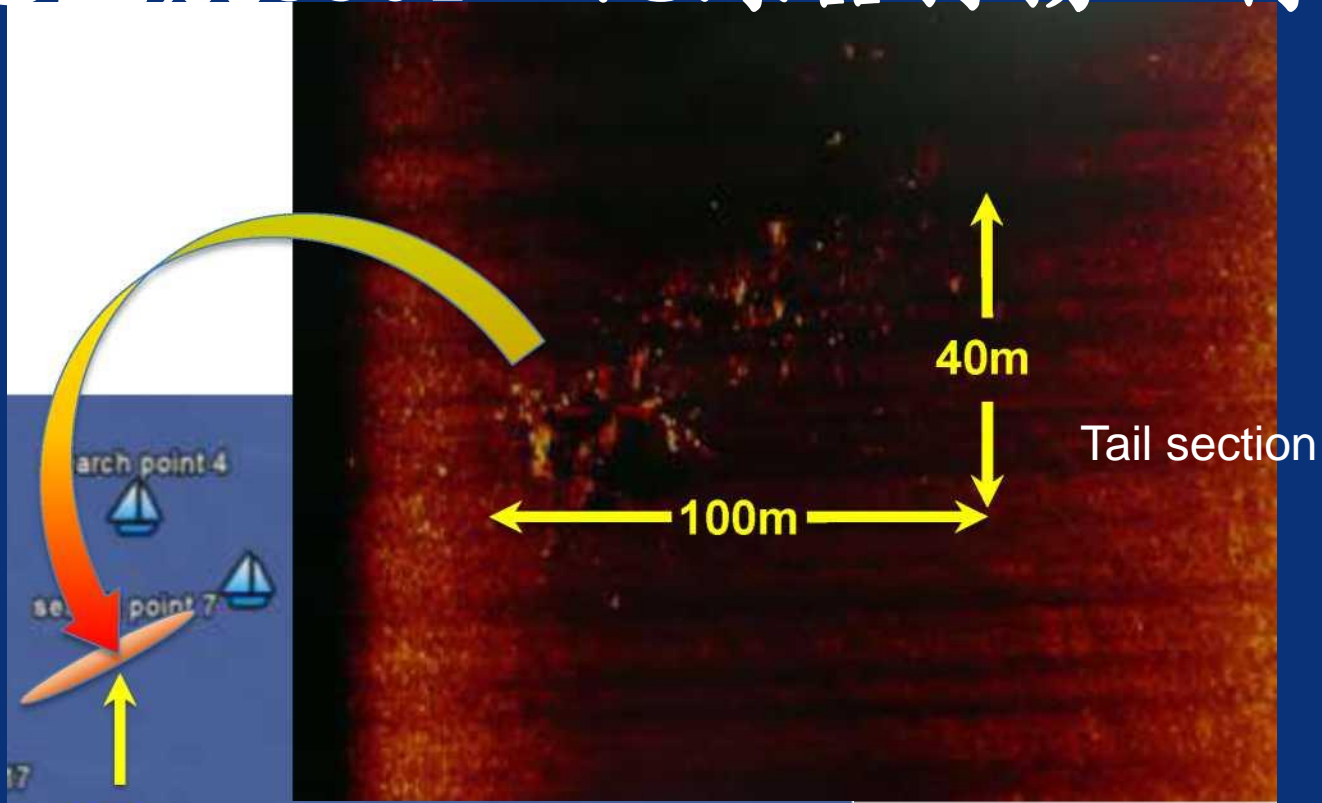
Directional ULB detector	5 sets
Omni-directional ULB detector	1 set
Side scan sonar	2 sets
Differential GPS	3 sets
Remotely operated vehicle	1 set



這兩艘船另有小膠艇

印尼亞航8501 紀錄器打撈心得

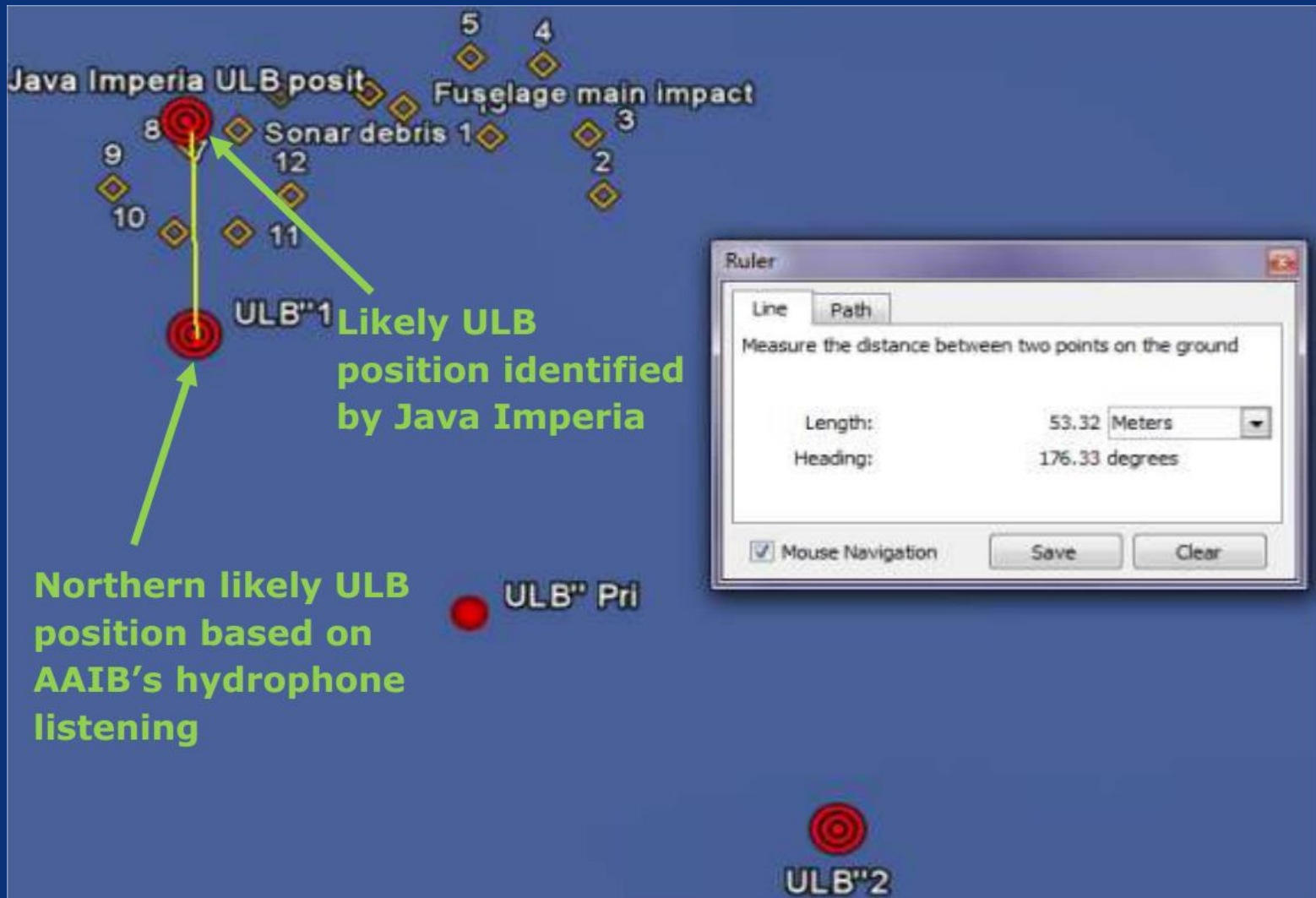
Jan .8



Estimated center
location from
hydrophone
listening results



印尼亞航8501 紀錄器打撈心得



印尼亞航8501 紀錄器打撈心得



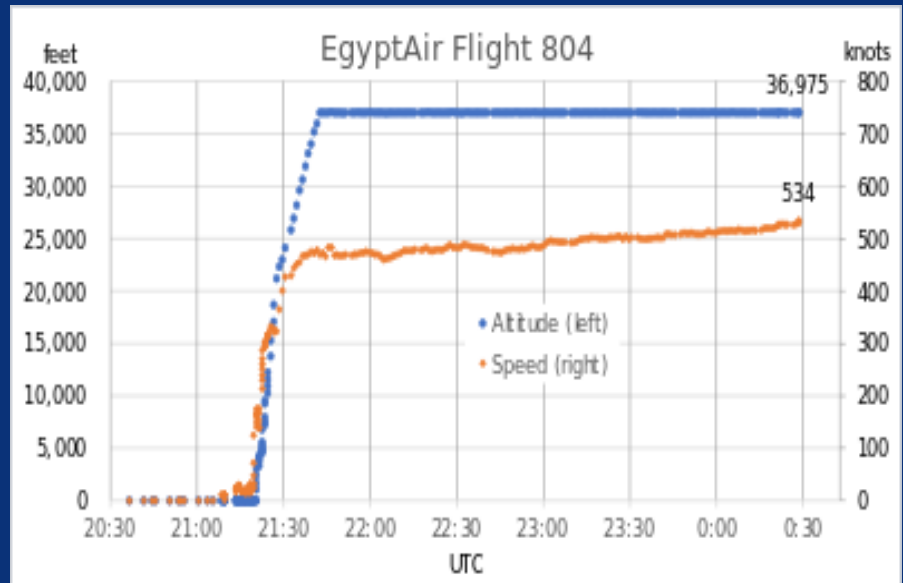
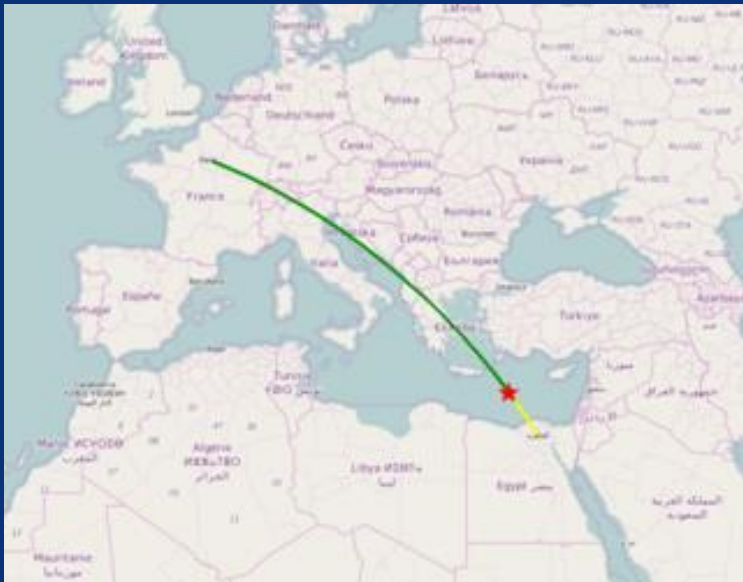
FDR



CVR

埃航804 Synopsis

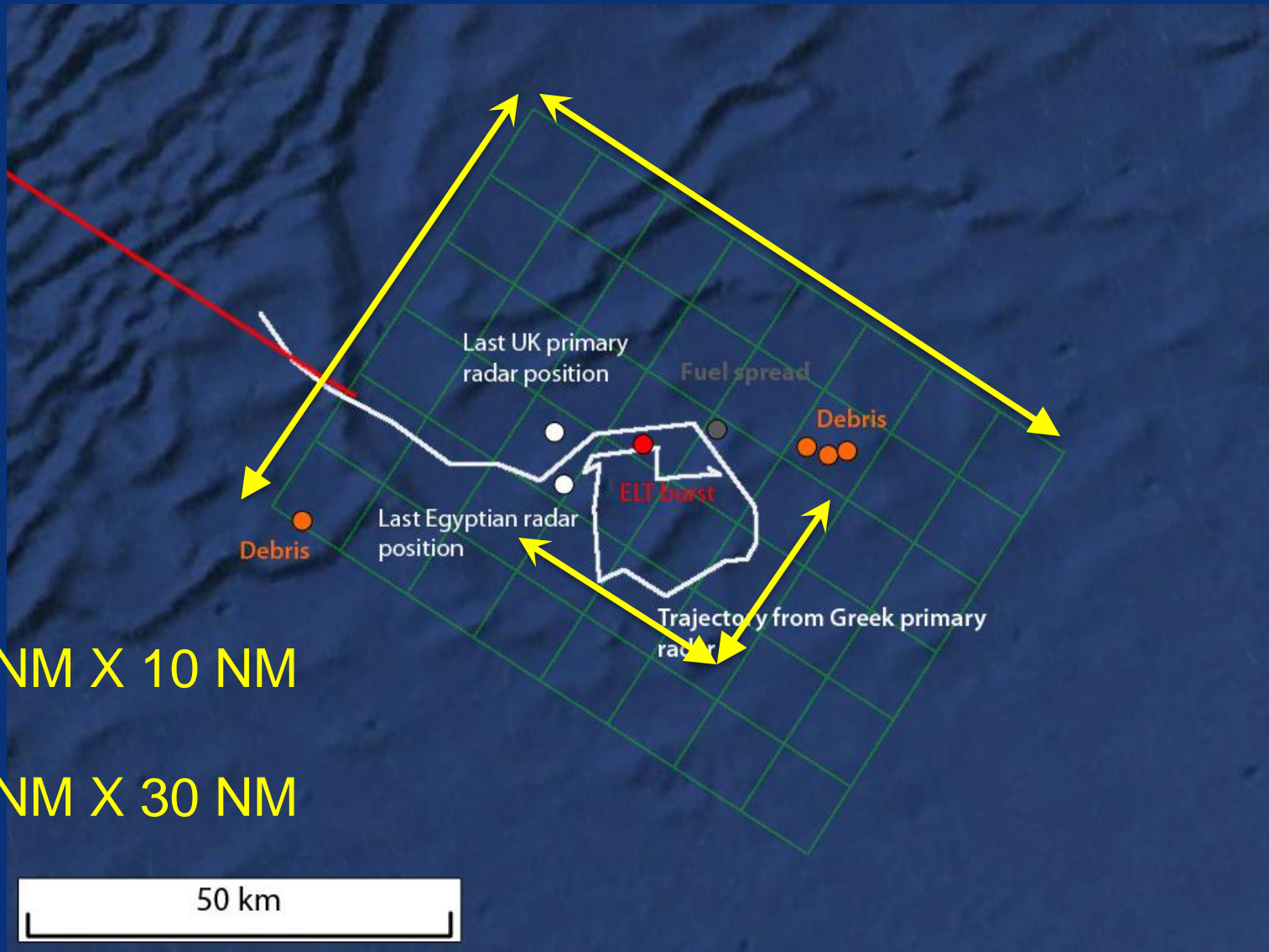
- ◆ 時間：05.18.2016 02:11 UTC
- ◆ 位置：位於地中海上空，距開羅陸地約70海浬。
- ◆ 機型：A330-200/SU-GCC
- ◆ 死亡：56 (passengers) + 10 (crew)
- ◆ 航機墜海後全毀



MS804 打撈心得

- ◆ 事故地點位於地中海水深3,000公尺，距開羅約180海浬。埃及海軍主導SAR，美法英也陸續協助。
 - ◆ 使用ADS-B及ELT訊號研判事故地點
 - ◆ 初始偵蒐範圍3000 km² (12天內 2400~3100 m depth)。
 - ◆ 埃及軍用派遣一台ROV但未能發現目標。
 - ◆ 第2天歐盟資源衛星拍照海面油漬約2公里，位於最後雷達點東南方約40公里；
- ◆ 紀錄器定位及打撈
 - ◆ 第14天收到ULB訊號，法海軍海測船(3陣列式聽音器+ROV), ROV只能下潛1000公尺；BEA/NAVY Detector 6000 曾偵測到微弱ULB 埃及雇用 Deep Ocean Search公司執行打撈工作(05.28 ~07.18)，使用JOHN LETHBRIDGE海測船，其ROV能下潛6000公尺
 - ◆ JOHN LETHBRIDGE第21天到達事故現場；第24天該船找到主殘骸區域；第28/29天打撈到FDR & CVR。
 - ◆ 第35天埃及民航局及軍方證實CVR/FDR記憶體模組損壞無法解讀，而送BEA。第42天BEA將修復好的CVR/FDR記憶體模組送回埃及。

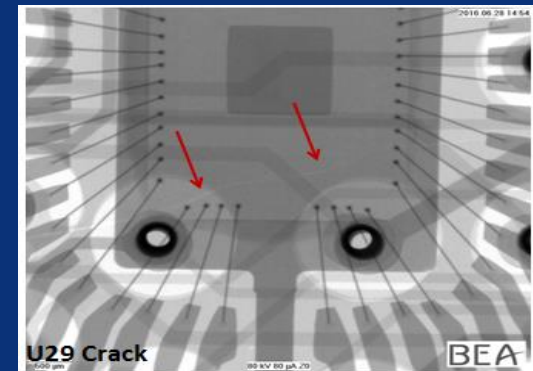
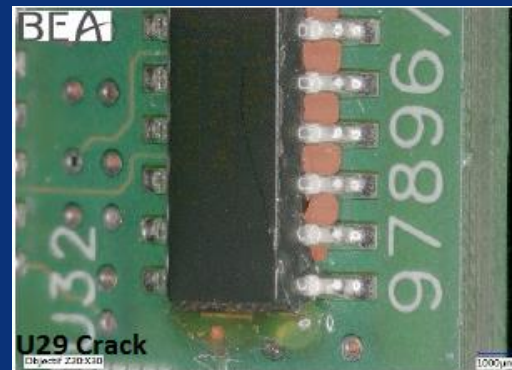
MS804 打撈心得



◆ 15 NM X 10 NM

◆ 40 NM X 30 NM

MS804 打撈心得



結論與建議(1/2)

- ◆ 因應現代科技，近期的海上空難初期多數應用ACARS/ADS-B/ELT/SSR的資料展開搜救；各部門的情報整合決定了黃金救援的成敗。
- ◆ ICAO的SAR audit報告指出，各國政府對SAR法規不完備；RCC/RSC職能不彰；相關人員缺乏訓練。
- ◆ 事故調查機構應建立相關程序與能量：申請緊急預算、海上空難作業程序(資料庫、人員訓練，特殊裝備規劃與租用...)

結論與建議(2/2)

- ◆ 我國相關政府部門應通盤檢視海上空難的應變機制
 - ◆ 派員出國研習亞太鄰近國家的做法
 - ◆ 參考ICAO Annex 12，SAR plan修訂相關程序
 - ◆ 檢討搜救與事故調查的資源調度及情報分享
- ◆ 透過跨部門及跨區域之整合與演練，應可強化動員能量以備不時之需。
 - ◆ 簽屬MOU，以達成資源整合及動員程序；
 - ◆ MOU內容至少包括：緊急應變程序、啟動機制、聯絡窗口、作業流程、演練計畫等；
 - ◆ 研擬指引文件，探討偵蒐與打撈技術，費用分攤等議題。