

出國報告（出國類別：開會）

## 參加 CCOP 二氧化碳地質封存研討會

服務機關：台灣電力公司 綜合研究所

姓名職稱：楊明偉 化學研究專員

派赴國家：越南

出國期間：105 年 6 月 6 日至 105 年 6 月 10 日

報告日期：105 年 8 月 02 日

## 行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：

參加 CCOP 二氧化碳地質封存研討會

頁數 21 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：台電公司人資處/陳德隆/23667685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

楊明偉/台電公司/綜合研究所/研究專員

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他（開會）

出國期間：105 年 6 月 6 日至 105 年 6 月 10 日 出國地區：越南

報告日期：105 年 8 月 2 日

分類號/目

關鍵詞：二氧化碳、地質封存、電廠、安全性

內容摘要：

為因應全球氣候變遷議題並落實政府節能減碳之政策目標，本公司大會報指示綜研所與營建處等單位成立相關研究計畫推行二氧化碳捕集與封存(CCS)先導試驗場址之評估與試行等工作，本公司據此已規劃碳捕集與封存發展路徑圖。

然而，法規發展與民眾接受度仍是相當大的挑戰。CCS 試行計畫涉及工程、經濟與環境等面向，封存有效性與安全性將受法規與民意檢視，推動過程須與國際發展銜接，並適時引進新技術。國內 CCS 發展當務之急，為確立台灣是否具備 CO<sub>2</sub> 地質封存場址，目前我國 CCS 推行困難，最大阻力為政策、法規不明及研發經費不足，造成 CCS 執行時程延宕。

為加速我國發展 CCS 技術與相關法規，台灣碳捕存再利用協會(TCCSUA)邀集國內業者一同前往越南參加 CCOP CO<sub>2</sub> Storage Mapping Program (CCS-M): Seminar /Workshop on CO<sub>2</sub> geological storage and CO<sub>2</sub> for EOR，由於本公司迄今已完成 3,000 米深鑽地質調查工作，也獲得豐富成果與經驗，應邀前往發表本公司於地質封存二氧化碳之成果和經驗。並與具有二氧化碳地質封存實務經驗之專家進行研討與技術交流，增進本公司未來二氧化碳地質封存調查與試驗灌注計畫

之成效，並收集亞太地區各國發展 CCS 之模式與推動方法，減少二氧化碳封存工程設計之風險並增進區域內探封存之信心。

本文電子檔已傳至出國報告資訊網 (<http://report.nat.gov.tw/reportwork>)

## 目錄

摘要 .....	i
1. 任務目的 .....	1
2. 過程 .....	2
3. 心得與感想 .....	6

## 1. 任務目的

建立二氧化碳捕捉與封存技術(Carbon dioxide Capture and Storage ; CCS)為本公司減碳的重要工作。CCS 可使舊有或新設燃煤電廠降低碳排放，以減少新發電技術之設置障礙與風險。為此，本公司大會報指示綜研所與營建處等單位成立相關研究計畫，推行 CCS 先導試驗場址之評估與試行等工作，本公司據此已規劃 CCS 發展道路圖，迄今已完成 3,000 米深鑽地質調查工作。CCS 試行計畫涉及工程、經濟與環境等面向，封存有效性與安全性將受法規與民意檢視，推動過程須與國際發展銜接並適時引進新技術。

然而，法規發展與民眾接受度仍是相當大的挑戰。CCS 試行計畫涉及工程、經濟與環境等面向，封存有效性與安全性將受法規與民意檢視，推動過程須與國際發展銜接，並適時引進新技術。國內 CCS 發展當務之急，為確立台灣是否具備 CO<sub>2</sub> 地質封存場址，目前我國 CCS 推行困難，最大阻力為政策、法規不明及研發經費不足，造成 CCS 執行時程延宕。

為加速我國發展 CCS 技術與相關法規，台灣碳捕存再利用協會(TCCSUA)邀集國內業者一同前往越南參加 CCOP CO<sub>2</sub> Storage Mapping Program (CCS-M): Seminar /Workshop on CO<sub>2</sub> geological storage and CO<sub>2</sub> for EOR，由於本公司迄今已完成 3,000 米深鑽地質調查工作，也獲得豐富成果與經驗，應邀前往發表本公司於地質封存二氧化碳之成果和經驗。並與具有二氧化碳地質封存實務經驗之專家進行研討與技術交流，增進本公司未來二氧化碳地質封存調查與試驗灌注計畫之成效，並收集亞太地區各國發展 CCS 之模式與推動方法，減少二氧化碳封存工程設計之風險並增進區域內二氧化碳封存之信心。

因此，本公司綜合研究所遴派負責執行二氧化碳捕集與封存計畫人員化環室楊明偉化學師前往 CCOP 參加此次研討會，以利本公司後續二氧化碳地質封存試驗計畫之規劃、推行與完成。並藉與 CCOP 等國際組織推動 CCS 交流工作，理解本公司計畫執行方向、過程、成果與其他國際間計畫的異同，並藉此落實本公司計畫推動可以達成與國際計畫一致之水平。

此外，本公司二氧化碳地質封存試驗計畫，目前已完成第一口地質探查井之深鑽，後續將再進行第二、三口井開鑽，最後進行試驗灌注，據以驗證封存技術。因此，近期工作將規劃合適之試驗灌注與監測方案，以期收取充分資料與數據，為長期商業灌注預作準備。本次行程透過 CCOP 地質封存研討會安排，也與東南亞區域內從事相關工作之專家做深入討論，希望能加速地質封存二氧化碳的發展與溫室氣體之減量工作。

## 2. 過程

本次行程於 2016 年 6 月 6 日～10 日進行，詳細行程如下：

6 月 6 日	去 程：(台北→越南 河內)
6 月 7～9 日	討論會：CCOP CO2 Storage Mapping Program (CCS-M): Seminar /Workshop on CO2 geological storage and CO2 for EOR
12 月 23 日	返 程：(越南 河內→台北)

### **CCOP CO2 Storage Mapping Program (CCS-M): Seminar /Workshop on CO2 geological storage and CO2 for EOR**

最近 2015 Paris Climate Conference (COP 21)，達成第一個協議以保證對氣候變化採取行動，要求所有國家，以限制全球溫昇遠低於 2 度 C (對比於工業化之前) 之目標水平，並努力將其限制在 1.5 攝氏度的溫升之內。為了達成這個艱難的 COP21 氣候目標，二氧化碳捕集、封存、與再利用技術 (Carbon Capture and Storage and Utilization; CCSU) 將具有重要作用，CCS 被認為是大規模二氧化碳減量的主要工具。

為了充分理解 CCS 減排潛力，決策者需要明白區域內可以用來封存二氧化碳的地底空間與其地域分布情況，並評估可用以儲存二氧化碳的地質資源分佈與可用以安全儲存二氧化碳之容量與封存潛能。

這些封存潛能的估計值，需要使用可靠和一致的方法獲得。在這次 CO2 Storage Mapping Program (CCS-M): Seminar /Workshop on CO2 geological storage and CO2 for EOR 旨在加強各成員國評估二氧化碳地質存儲潛力之有關方法學知識，以減少 CCS 實施的挑戰和減少各國間之評估差異。

本次會議參與成員包含：區域內油氣業者、政府機構、研究組織、環保組織、CCOP 會員國、ASCOP 會員等。大會也邀請挪威、澳洲、GCCSI 等國際上對於 CCS 有經驗之團體分享其發展經驗，我國也以台灣碳捕存再利用協會(TCCSUA)邀集國內業者一同前往越南參加，其成員包含工研院、成功大學、與台電公司等。

由於本公司迄今已完成 3,000 米深鑽地質調查工作，也獲得豐富成果與經驗，應邀與會發表本公司於地質封存二氧化碳之成果和經驗。

會議詳細議程如下：

#	Time	Item	Person/Organization
	6 June	Arrival of participants/resource persons	CCOP TS/VIGMR
<b>Day 1: 7 June 2016</b>			
1	0900	Registration	CCOP TS/VIGMR
2	0930	<p>Opening Ceremony</p> <p>1. Welcoming Remarks</p> <p style="padding-left: 40px;">a. CCOP Technical Secretariat</p> <p>2. Opening Remarks</p> <p style="padding-left: 40px;">a. VIGMR</p> <p style="padding-left: 80px;">b. VPI</p> <p>Exchange of Tokens</p>	<p>CCOP TS</p> <p>Dr Adichat Surinkum Director, CCOP TS</p> <p>Prof. Dr. Tran Tan Van Director, VIGMR</p> <p>VPI representative</p> <p>CCOP TS/VIGMR/VPI</p>
	1000	Group Photo / Coffee - Tea	CCOP TS/VIGMR
3	1030	Introduction and Update of The CCOP CO <sub>2</sub> Storage Mapping Program ( <b>CCS- M</b> )	Mr Simplicio Caluyong <i>Project Coordinator</i> CCOP TS
4	1110	<b><u>KEYNOTE ADDRESS</u></b> 1. The Potential for CCS in the Red River Delta Basin, Vietnam	Dr. Ho Huu Hieu <i>VIGMR</i>
5	1130	2. General Overview and update on CCS: CO <sub>2</sub> storage and EOR	Dr. Chris Consoli <i>Senior Adviser</i> <i>Global CCS Institute</i>
	1200	Lunch	VPI cafeteria

6	1330	CO <sub>2</sub> Distribution in Song Hong basin	VPI
7	1350	<b>CCOP Country Reports (~15 mins)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• COP21 – Paris (also known as the 2015 Paris Climate Conference): share your countries commitment/pledge of action (if any)</li> <li>• Where does CCS fit into your countries pledge of action to COP21?</li> <li>• Update of CCS activity – focusing (policy development, research plans, roadmap, etc) of your country.</li> </ul>	Member Countries
	1500	Coffee/Tea	
	1520	..Continue with the Country Presentations	
	1630	Summary of Day	Chairperson
	1830	Welcome dinner <i>Attire: Smart Casual</i>	Host: VPI/VIGMR <i>(venue: TBC)</i>
<b>Day 2: 8 June 2016</b>			
8	0900	Order of the Day	Chairperson
		<u>CO<sub>2</sub> Geological Storage and EOR Technologies</u>	
9	0910	1. The Norwegian CCS Atlas <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Methodologies for geological storage characterization</li> <li>b. Workflow and recommended best practices</li> <li>c. Relevance of the Atlas to the climate change initiatives of Norway</li> </ol>	Dr. Van TH Pham <i>Reservoir Engineer NPD</i>
10	0930	2. The CCS -CO <sub>2</sub> Storage Pilot Project at Gundih Field, Central Java, Indonesia	Dr. Mohd Rachmat Sule <i>Project Leader and Lecturer, Institut Teknologi Bandung (ITB) Indonesia</i>
11	0950	3. CSIRO research and initiatives on CO <sub>2</sub> Geological Storage and EOR (with case studies)	Dr Karsten Michael <i>Research Team Leader CSIRO, Australia</i>
	1010	<u>Coffee/Tea</u>	
12	1040	4. Geological sequestration of CO <sub>2</sub> in NW Taiwan: Potential and Perspectives	Prof Kenn-Ming Yang <i>Associate Professor National Cheng Kung University, Taiwan</i>



13	1100	5. Status of Carbon Capture and Storage in Tai-power	Dr. Ming-Wei Yang Tai-Power, Taiwan
14	1120	6. CO2 Storage and EOR – roles of the government and private sector	Dr Karsten Michael <i>Research Team Leader</i> CSIRO, Australia
	1200	Lunch break	
15	1330	7. Public Engagement – Best Practices from the Gundih CO <sub>2</sub> Storage Pilot Project (Indonesia)	Dr. Farah Mulyasari <i>Lecturer</i> PERTAMINA University
16	1350	8. United Nations Framework Classification (UNFC) 2009- Application to Injection Projects	Mr. Simplicio Caluyong CCOP TS
17	1410	Workshop: COP 21 Commitments 1. Uncertainties and Challenges in the Implementation of CO <sub>2</sub> Geological Storage in the CCOP Region	All Participants
	1500	Coffee/Tea	
18	1520	CCS-M : The way forward Workshop Summaries	Mr. Simplicio Caluyong CCOP TS
19	1540	Briefing on the Field trip  Awarding of Certificates Closing Ceremony	VIGMR  CCOP TS
	1630	End of Seminar	
	1830	Farewell dinner Attire: Smart Casual	Host: CCOP TS (venue: TBC)
20	0800- 1600	Day 3: 9 June 2016 - Field Trip	CCOP TS/VIGMR/VPI

### 3. 心得與感想

#### 參加 CCOP CO<sub>2</sub> Storage Mapping Program (CCS-M): Seminar /Workshop on CO<sub>2</sub> geological storage and CO<sub>2</sub> for EOR

本次會議是由 The Coordinating Committee for Geoscience Programmes in East and Southeast Asia (CCOP) 之 CO<sub>2</sub> Storage Mapping Program (CCS-M) 主辦之研討會，CCS-M 是 CCOP 為了協助其成員國理解其領域內二氧化碳封存潛能的一個合作計畫，近年來也辦理多次研討會，來協助成員國建立共同的方法學以評估二氧化碳之封存潛能，藉由 CCS-M 合作計畫與相關研討會的活動來加速區域內國家間的溝通與交流，讓 CCS 可以加速實施。

CCS-M 希望以跨國家的視野來評估區域內的封存潛能，先把東南亞區域內可用於封存二氧化碳的地層做全面性評估，各成員國分別就境內的地質做調查，並且透過 CCS-M 建立共同性的評估法則，希望大家的分析與評估工作可以有共同的基準，最終希望出版相關二氧化碳地質封存圖輯，將區域內的可封存量做出統計，以加速二氧化碳捕集與封存技術的發展，並早日將二氧化碳捕集封存用於二氧化碳的減量之上。

CCOP 對於二氧化碳封存長期關注二項議題：1. 地質封存二氧化碳的安全性，2. 利用二氧化碳來進行油氣增產與封存。希望透過成員國間相互討論建立共同性的評估準則，並藉由相關活動累積知識，以減少國與國間之差異，過去也曾辦理多次研討會，建立成員間合作管道與相互交流的平台，對區域內發展很有貢獻，我國在這點上需要多多學習，以減少摸索時間，如何加強與東南亞國家在 CCS 技術上的交流，是我國主管機關須關切的事情，由研討會內容來看 CCOP CCS-M 經過多年發展已有不錯成果，而我國一直因為法規與民意不明，延遲了相關試驗計畫，使得我國 CCS 研發一直停在研究階段無法前進，這些都需要政府主管機關深思。

在安全性議題上，CCOP 也希望成員國間建立合作平台，以一致性的法則進行安全性評估，並藉著引進國際法規與準則，加速制定 CCOP 成員國間共通性的設計規範，以減少封存風險提升民眾信心。

CCOP 目前也已經出版“CCOP Guideline on the Methodologies for Selecting Geological Carbon Dioxide (CO<sub>2</sub>) Storage and Estimation of Storage Capacities”作為成員國評估 CCS 之參考，其中包含：1. 各成員國 CCS 發展現況與封存潛力，2. 封存場址特性調查之方法學，諸如：選取準則、篩選程序、盆地排序等過程與方法，3. 盆地封存容量之估算方式等。這個 Guideline 可以有效減少國與國間的評估差異，促進 CO<sub>2</sub> 封存實施。

# CCS-M Outcomes

Form a consensus on the methodology

Enhanced capacity of member countries

Development of the Atlas of CO<sub>2</sub> Storage in the CCOP region

Facilitate the sharing of information – GIS & metadata system

Further collaboration – CCS & EOR potential, compatible capacity estimates, etc.

Guidelines for National CO<sub>2</sub> Storage Mapping

## CCS-M Guideline

- Status of CCS (current) – geological storage in CCOP member countries
- Methodology for CO<sub>2</sub> storage site characterization
  - Selection criteria
  - Screening process
  - Ranking of basin
- Methodology for estimation of storage capacity

### CCOP CO<sub>2</sub> Storage Mapping Program (CCS-M)

CCOP Technical Secretariat - June 25, 2014

CCOP Guideline on the Methodologies for Selecting Geological Carbon Dioxide (CO<sub>2</sub>) Storage and Estimation of Storage Capacities



CCS-M GUIDELINE FOR CO<sub>2</sub> STORAGE

PAGE 1 OF 31



Coordinating Committee for Geoscience Programmes in East and Southeast Asia (CCOP)

圖 1 CCOP CCS-M 議題與出版品

## CCS-M Activities Planned for 1<sup>st</sup> Half 2016 (up to July 2016)

CODE	TITLE	VENUE/DATE
M2	National Coordinators Meeting	Bangkok/ 15-16 Feb
T6	Training Course on Sequence Stratigraphy	Phnom Penh/25-29 April
S6	Seminar/Workshop on Geological Storage and CO <sub>2</sub> -EOR	Hanoi / 7-9 June
C3W2	China Case Study Workshop/Expert Visit 2	China / 28-30 June (*)
C2W2	Malaysia Case Study Workshop/Expert Visit 2	KL / 12-14 July

Programmes in East and Southeast Asia (CCOP)

圖 2 CCOP CCS-M 於 2016 年之活動

CCOP 於 2016 年也將陸續舉辦幾項研討會(圖 2)，希望藉著這類交流活動增進會員國之合作管道，並於其間陸續引進國際法規、標準、與方法學等專家與組織，提昇成員國對於 CCS 的重視並與國際發展趨勢接軌。

各成員國也於這次 CCS-M 研討會中報告其國內在 CCS 上的發展現況，以下就各國對封存量評估成果做簡要介紹。

### 1. 越南

越南以 Red River Delta Basin 做案例報告執行成果，主要考量以 Red River Delta Basin 作為二氧化碳封存場址之可行性，此區域內可利用：1. 耗竭氣田進行 CO<sub>2</sub> EGR，2. 進行強化煤層氣採收(ECBM)，3. 鹽水層封存。

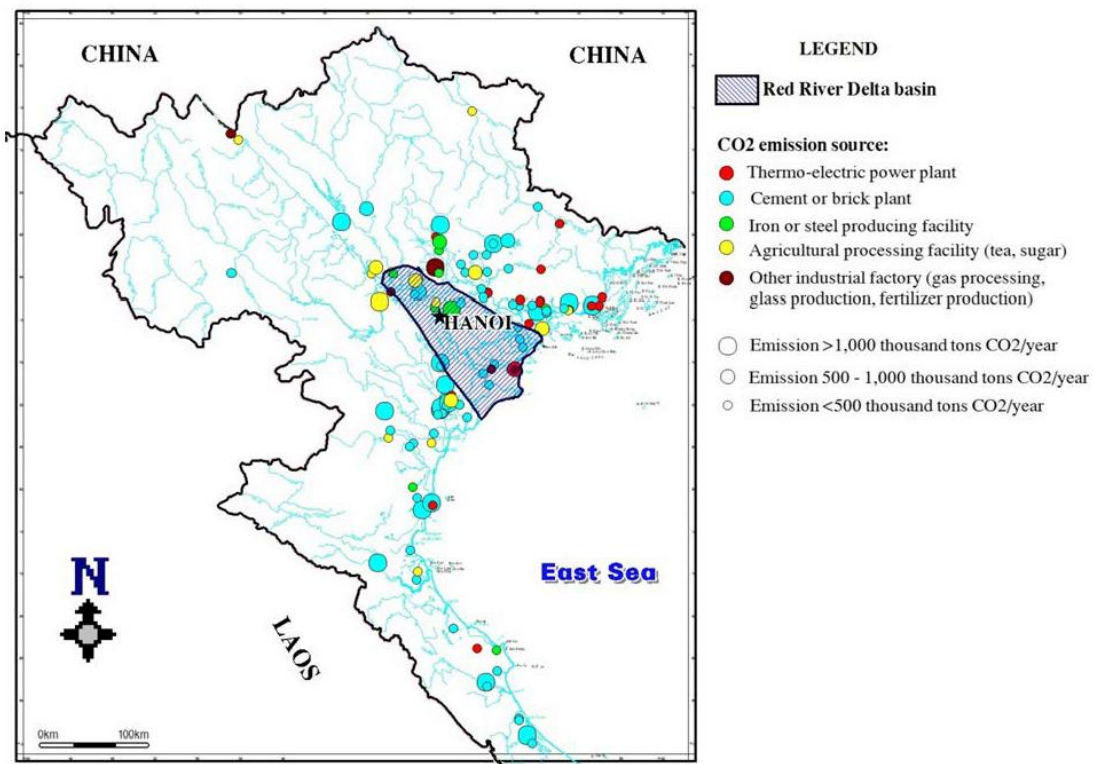


圖 3 Red River Delta Basin 範圍與二氧化碳排放源之位置圖

根據調查結果，越南 Red River Delta Basin 具有 CCS 潛能，研究成果發現該盆地利用 EGR 進行 CCS 潛能較小，僅有 12.7 Mt CO<sub>2</sub> 的封存潛能，然而 EGR 經濟性較佳可望在近期就可以進行。

另外，ECBM 與鹽水層封存具有龐大潛力，分別約為 2.4 與 8.9 Gt CO<sub>2</sub> 的封存容量，但是地質資料不夠充分，也沒有經濟誘因，後續還需要更多的調查研究。

後續研究方向，須再減少二氧化碳封存之風險與不確定性，釐清區域內：斷層分布、舊有井之分布與二氧化碳洩漏性、蓋岩層完整性、斷層再活動潛能、煤層之二氧化碳交換性等議題才能釐清該區域之封存潛能。

## 2. 印尼

印尼以 Lemigas 與 GUNDIH 兩個 CCS 計畫做案例報告執行成果。

Lemigas 計畫是以兩座未來預備興建的燃煤電廠之碳排放做為評估標的，預期至 2025~2027 年間總碳排放量達 14.6 Mt/year，20 年的總碳排量將達 292 Mt，在 Lemigas 計畫中

需要找到合適地點封存二氧化碳(圖 4)。

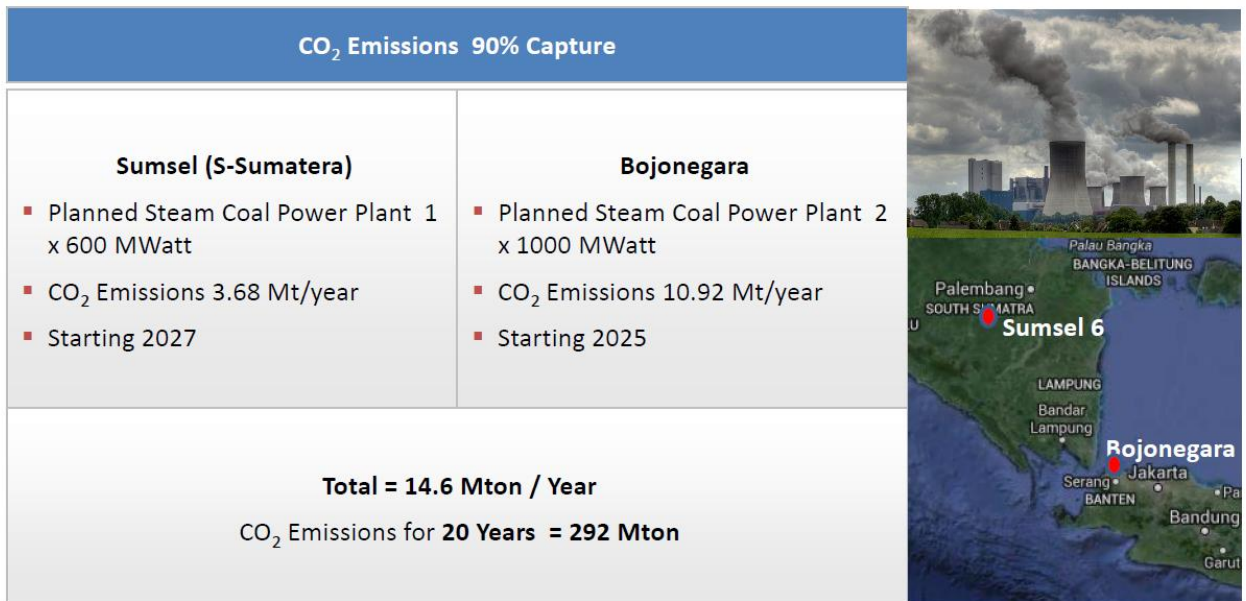


圖 4 Lemigas CCS 計畫之碳排放源位置

### 127 Oil Field in South Sumatera were studied for EOR

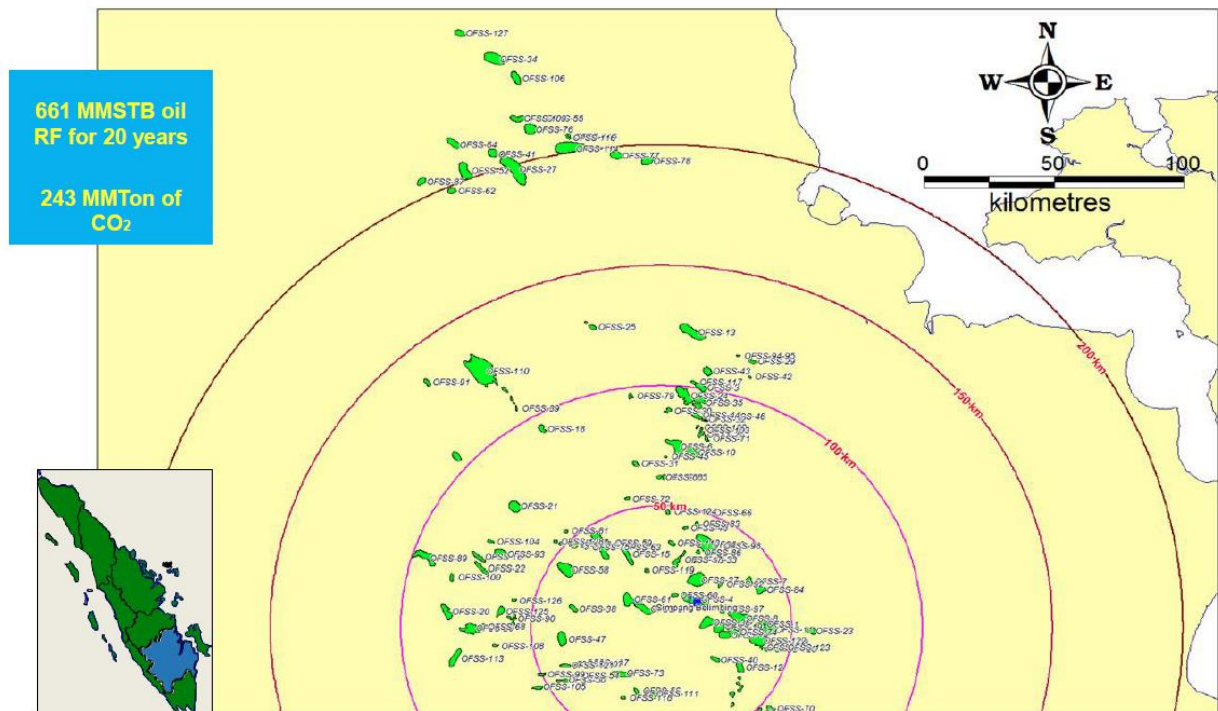
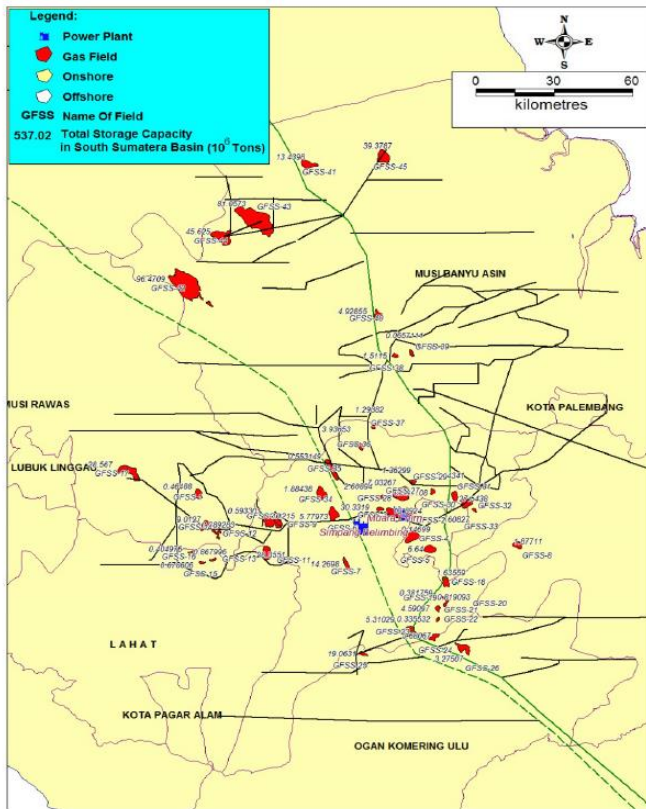


圖 5 Lemigas CCS 計畫調查之碳封存地點(EOR)

## 45 Gas Field in South Sumatera



Field Number	45
Storage (MMTon)	537

圖 6 Lemigas CCS 計畫調查之碳封存地點(EGR)

## 51 Gas Field in West Java

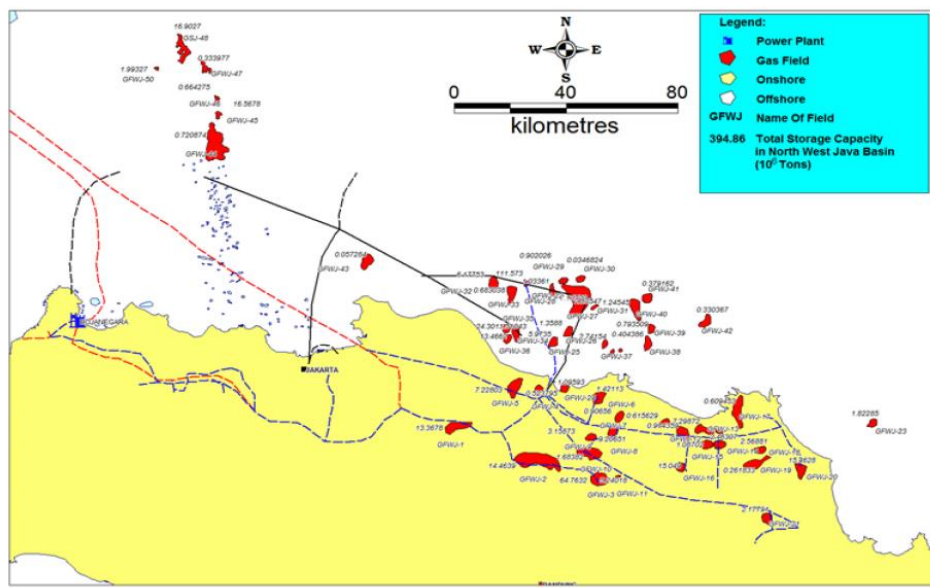


圖 7 Lemigas CCS 計畫調查之碳封存地點(EGR)

Lemigas CCS 計畫共評估了位於 South Sumatera 的 127 個油田做為 EOR 之潛力，也評估了位於 South Sumatera 的 45 個氣田做為 EGR 之潛力。同時，該計畫評估範圍也包含了位於 West Java 的 51 個氣田作為 EGR 之潛力與其二氧化碳的可封存量 (圖 5~7)。

Lemigas CCS 計畫調查結果顯示：於 South Sumatra 的封存潛能約為 3.67 Gt；於 NW Java 的封存潛能約為 4.94 Gt。由結果看來封存潛力可滿足前述電廠之封存需求；然而，這些封存潛能須再透過驗證工作確認有效封存量(圖 8)。

## TOTAL CAPACITY STORAGE SALINE AQUIFER SOUTH SUMATERA AND NORTH WEST JAVA BASIN

NO	BASIN	CO <sub>2</sub> CAPACITY STORAGE (GTones)		
		P10	P50	P90
1	SOUTH SUMATRA	2.12	3.67	5.89
2	NW JAVA	3.19	4.94	7.14

圖 8 Lemigas CCS 計畫調查之碳封存潛能

研究結果亦顯示，由於其經濟誘因，印尼的 CCS 發展將可能先從油氣業開始進行，也需要政府對 CCS 給予明確地法規與發展方向。

目前看來，近期的油氣價格下跌是對 CCS 不利的，油氣價格的走向將決定 CCS 發展的方向，長期而言，CCS 發展需要明確的法規與經濟誘因，需要各國政府正視，並且早日商議以加速 CCS 發展。

目前，CCS 要逐步進行相關的試驗計畫，於過程內需要與國際間發展相接軌，並與國際組織交換資訊與發展途徑，減少發展障礙。



### 3. 寮國(LAO PDR)

寮國以 Non-Chan、Savannakhet、Non Oudom、Dong Phao 等盆地做案例報告執行成果，主要考量以這些區域作為二氧化碳封存場址之可行性。目前僅以現有之井下資料評估，在部分地區有潛力作為二氧化碳封存場址，但後續還要再進行深入的研究。

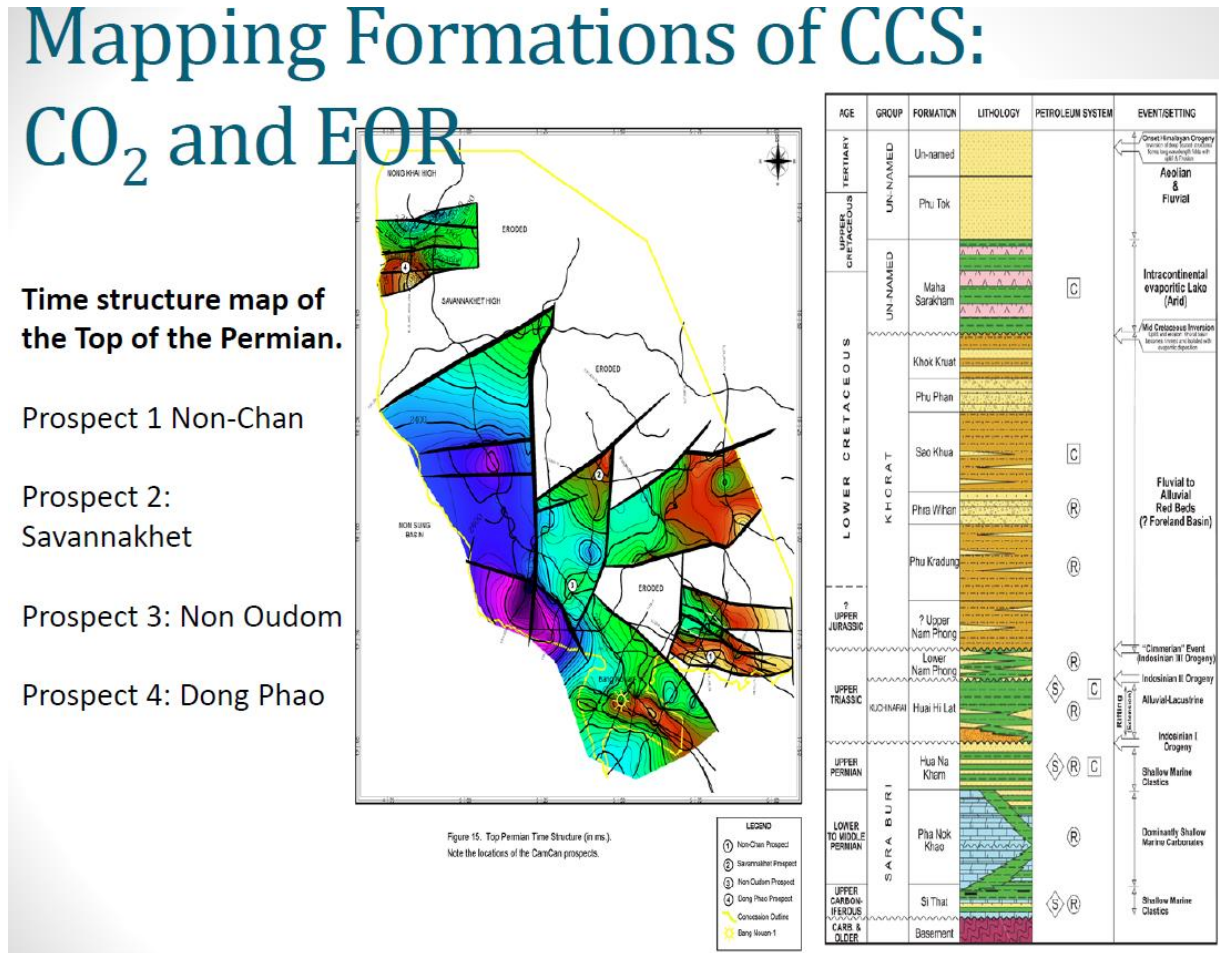
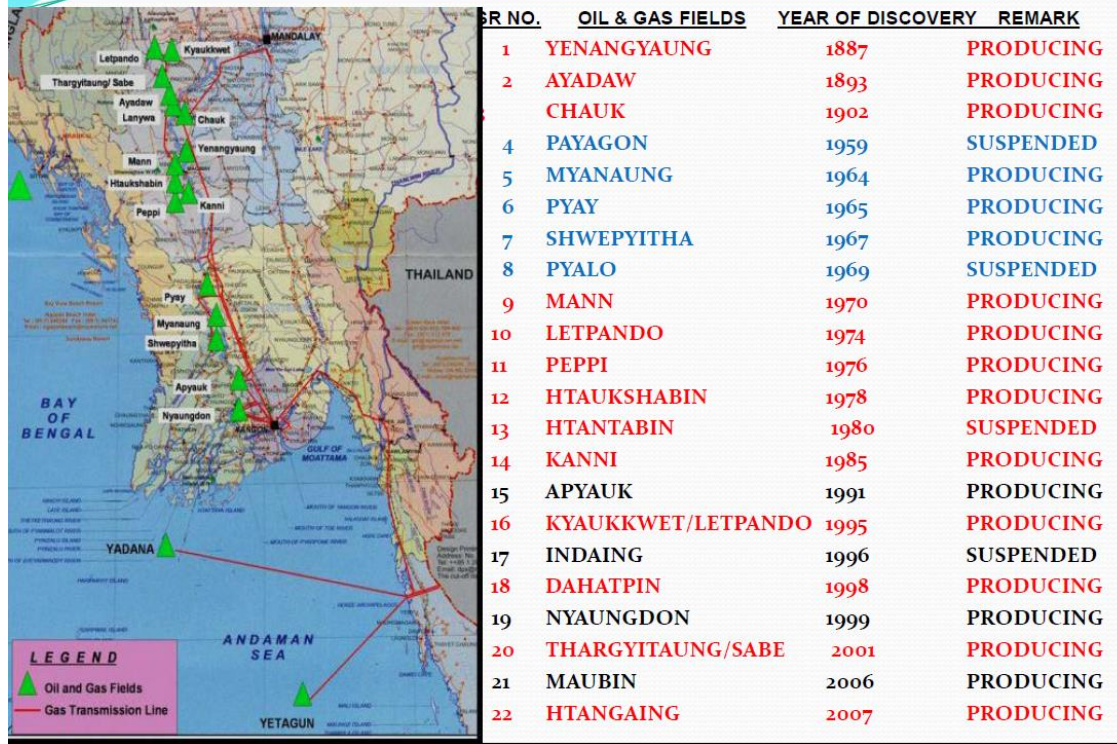


圖 9 LAO PDR 的 CCS 調查範圍

### 4. 緬甸(Myanmar)

緬甸境內的油氣業有長久的歷史(圖 10)，因此，具有充足的地層資訊可以用在二氧化碳封存評估。結果顯示其境內部分油氣田具有封存 CO<sub>2</sub> 之潛力(圖 10)。目前，選定 PAYAGON 的耗竭氣田，後續將再進一步仔細評估其可行性。

**Brief Account on Myanmar Oil and Gas Exploration  
Oil & Gas Fields of Myanmar**



	Data coverage	Reservoir-Seal depth	Potential Storage type	Advantage	Challenges
Hukaung	Only 4 wells drilled	Deeper than 800 m	Dry, undrilled structure	Potential Pore space	All Sealing Integrity, Injectivity
Chindwin	Large,	Some very, shallow, many seeps	Dry, undrilled structure	Proved Trap, known pore volume	Sealing Integrity, Injectivity
Shwebo-Momywa	Large, limited	More than 800m	Dry, undrilled structure		
Central Myanmar	many	Many reservoir with different depth	Depleted, producing	Proved Trap, known pore volume	Sealing Integrity, Injectivity
Pyay Embayment	Some data	Mostly deeper reservoir	Depleted, producing	Proved Trap, known pore volume	Sealing Integrity
Ayeyarwady	Many Data	Mostly deeper reservoir	Depleted, producing	Proved Trap, known pore volume	Sealing Integrity

圖 10 緬甸的油氣生產位置與發展過程

## 5. 馬來西亞

馬來西亞擁有的離岸氣田，在生產天然氣過程中會排放二氧化碳，為了降低馬來西亞的 CO2 排放量，PETRONAS 公司負責評估將產氣過程的 CO2 廢氣，再回注至氣田的可行性。目前，PETRONAS 已於：封存技術、灌注技術、監測技術、修井技術上開始研發。

為了達成國家減碳目標，PETRONAS 需在 2020 年達到減少 50 Mt/year 的 CO2 排放，尤其是那一些含超過 40% CO2 的氣田開採，是首先需要減碳的標的。

為了達成其減碳宣示，馬來西亞的 CCS 研發與調查工作須在 2020 年前完成，並於 2025 年前完成大規模的 CCS 示範計畫。

## 6. 菲律賓

菲律賓也進行了境內的 CCS 調查工作，目前結果顯示 Malampaya gas field 具有封存潛力，每年可封存量達 11 Mt/year。然而，由於缺乏可用的運輸途徑，至 2024 年前都不太可能進行 CCS 大量減碳工作。(圖 11)

目前，菲律賓計畫於 Malampaya Gas Field 進行相關研究，評估進行小規模試驗工作的可行性。並透過 CCOP 積極參與區域內的研討活動，希望加速其發展。

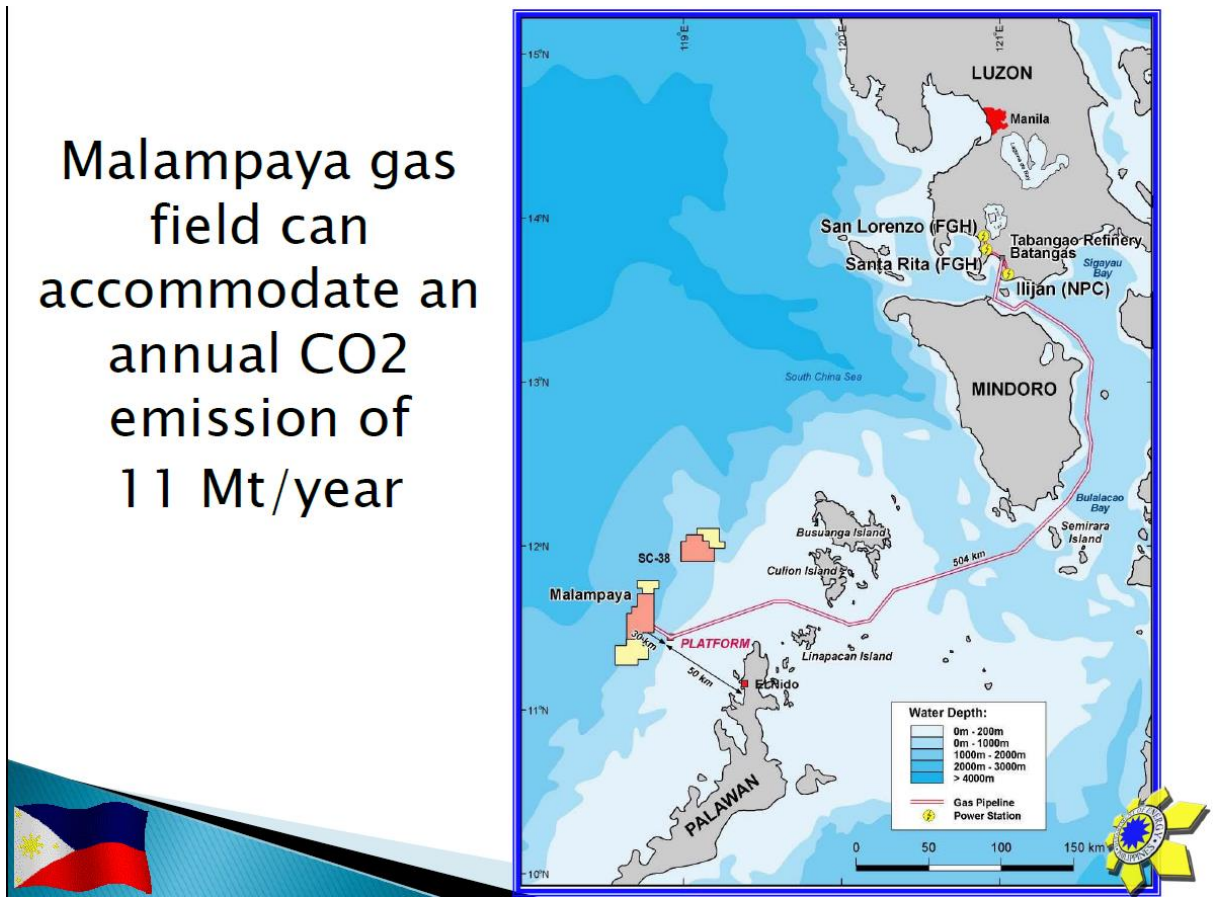


圖 11 菲律賓的 Malampaya Gas Field

## 7. 泰國

目前，由於 CCS 成本、技術的限制、泰國政府也還沒把 CCS 當成主要的減碳選項、也缺乏主管機關 CCS 法規不明，所以泰國目前並沒有大規模的 CCS 示範計畫。

然而，為了大規模減碳，CCS 仍會是泰國政府所關切的，因此，很早就開始從事相關研究，也對地質特性做了調查。(圖 12)

- **So far, no CCS / EOR project carried out in Thailand due to:**
  - Cost
  - Technical
  - CCS is not primary energy & environment policies for GHG mitigation (RE, EE, Forestation are still easier/cheaper options)
  - No main government or organization to be in charge of the whole CCS value chain.
- **There are various researches and studies on CCS.**
- **Thailand Geological Site Screening for CCS**

**Ministry of Industry**

(Department of Industrial Works, Department of Primary Industry and Mining, or Industrial Estate Authority of Thailand);

**Ministry of Natural Resources and Environment**

(Department of Underground Water Resources or Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning), or

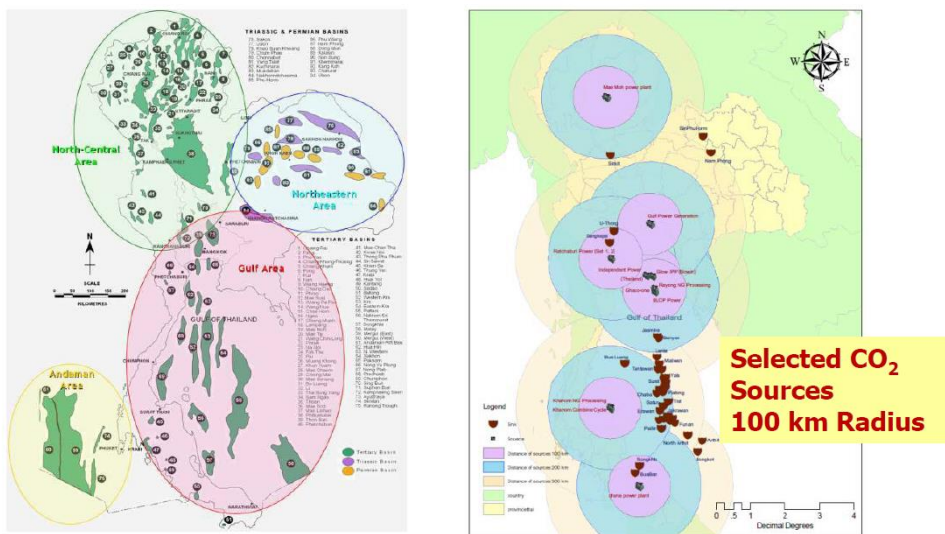
**Ministry of Energy**

(Department of Mineral Fuels, Department of Alternative Energy Development and Efficiency, or Energy Policy and Planning Office)

圖 12 泰國的 CCS 發展現況

在能源部(Ministry of Energy)支持下，DMF (Department of Mineral Fuels)、PTIT(Petroleum Institute of Thailand)、與挪威 DNV 公司已完成泰國石化上游工業進行 CCS 的可行性評估工作。ABD 顧問公司也完成了泰國境內排放源與封存場址的匹配工作(圖 13)，學界也進行了礦化封存等二氧化碳捕集與封存技術的開發工作。政府也訂出了發展 CCS 的路徑圖(圖 14)。

**How CCS fit into the pledge of action to COP21**



Sedimentary Basins in Thailand

15

圖 13 泰國境內碳排放源與封存場址的匹配調查

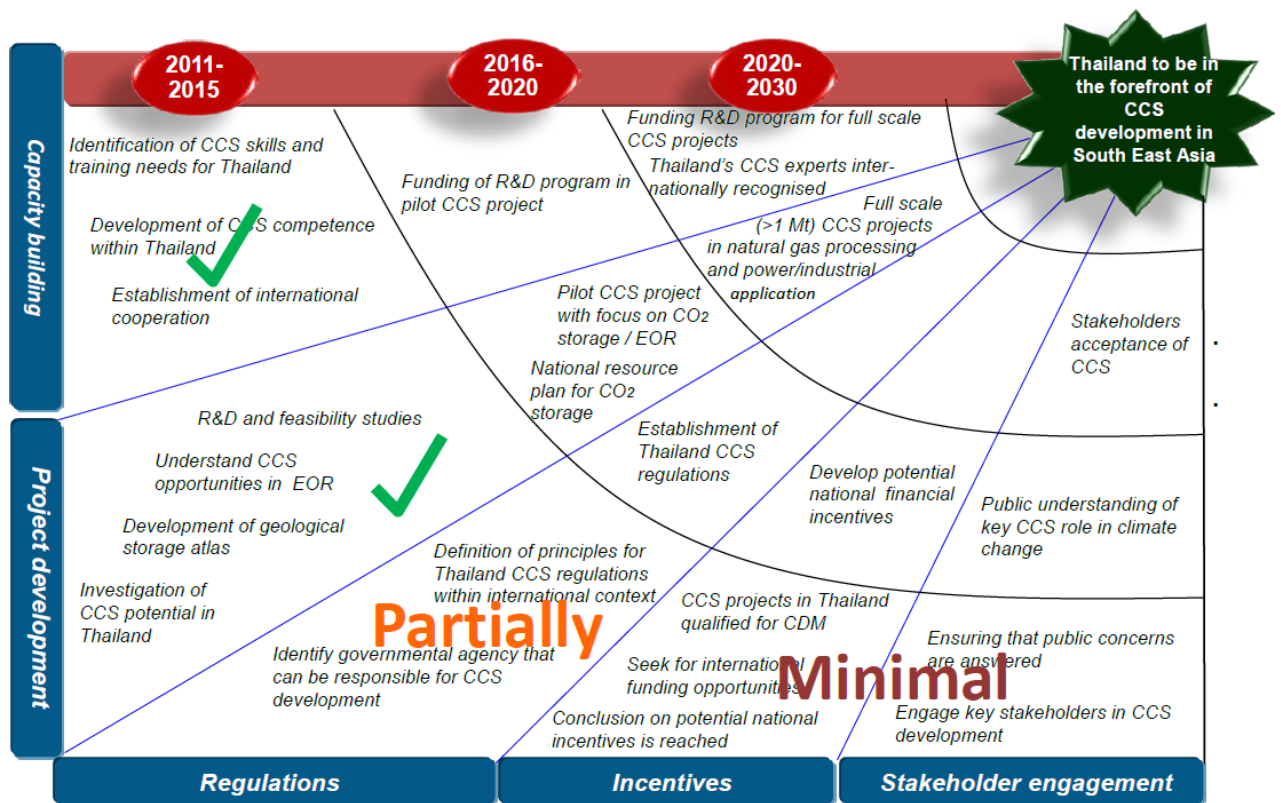


圖 14 泰國 CCS 發展 Roadmap

為了達成其減碳宣示，泰國政府未來將透過公眾諮商程序尋求民眾支持 CCS 計畫，泰國政府計畫於公眾支持下逐步開始 CCS 試驗計畫，並將透過制定法規與收取碳稅等方式，讓私部門也能一同發展大規模的商業 CCS 計畫。

## 8. 台灣

為加速我國發展 CCS 技術與相關法規，台灣碳捕存再利用協會(TCCSUA)邀集國內業者一同前往越南參加 CCOP CO<sub>2</sub> Storage Mapping Program (CCS-M): Seminar /Workshop on CO<sub>2</sub> geological storage and CO<sub>2</sub> for EOR，本次訪團成員包含：工研院、成功大學、與台電公司等單位。

由於本公司迄今已完成 3,000 米深鑽地質調查工作，也獲得豐富成果與經驗，本次會議由綜研所楊明偉博士前往發表本公司於地質封存二氧化碳之成果和經驗，報告題目為：Status of Carbon Capture and Storage in TaiPower。

另外，成功大學楊耿明教授也應邀報告”Geological Sequestration of CO2 in NW Taiwan: Potential and Perspectives” 分享我國科技部於二氧化碳地質封存技術之發展。

兩篇報告過程中也收到很多詢問與意見交換，讓與會人士了解我國近年來在 CCS 發展上的努力，本公司是本次與會單位中唯一的電力公司代表，且已完成 3000m 地質調查井的深鑽與岩心提取工作，與會人士亦對本公司計畫之完整性表達支持，希望這個計畫可以繼續發展，並將後續成果再次與會分享。

利用二氧化碳捕集與封存技術進行大規模減碳工作，是人類社會於現階段抑低地球溫暖化效應的主要手段之一，然而由於成本太高、法規不明等因素限制了 CCS 的發展速度，為了避免地球溫昇進一步惡化影響生態，我們需要更積極的作為來降低人為溫室氣體的排放量，加速 CCS 的研發並降低成本是當務之急，我們需要立即減量排放，並逐步轉型至低排放或無排放之新能源結構，CCS 也是這個過程裡面不可缺少的工具。

CCS 發展期程長，一個成功的計畫須歷經初期的地質調查、試驗灌注，逐步增加灌注量至商轉規模，往往都要花費十年以上的時間，目前我國於 CCS 的法規與管制標準不明，使得許多試驗計畫無法推展，大大延遲了我國 CCS 的發展進程，由於我國經濟高度依賴外貿發展，如果國際間限制貨品製程的溫室排放量，將影響我國經濟，政府須及早正視這些問題，協助本公司與其他單位發展 CCS，並及早制定 CCS 相關法規，以降低業者發展 CCS 的風險。

東南亞各國在 CCS 發展上也做了很多努力，CCOP 為區域內相當積極的組織，有效的連結了各國的研發能量，建立了堅實的聯繫與交流管道，對各國 CCS 計畫品質與目標的提升相當有幫助，CCOP 也引進了國際規範與制度，消除了各國 CCS 計畫間的差異性，使區域內的碳封存工作可以加速發展，值得我國學習，建議我國主管機關與政府部門，應加強與東南亞的研發機構與組織建立合作管道，一起合作建立亞洲的合作平台，減少我國發展相關技術的風險。

### 3.3 感想與建議

為有效推動本公司與我國 CCS 之長期發展，以下建議擬請本公司與政府主管機關參考：

1. 為有效降低人為二氧化碳排放量，國際間皆積極發展 CCS 商業型計畫，於法規與財務上給予支持，以加速其發展。反觀我國發展 CCS 處處受限，法規與民意不明，更缺乏主管機關。我國政府宜參考國際間發展模式，早日指派主管機關推動相關工作，以加速法規發展與增進民眾對於 CCS 之理解。
2. 為了維繫本公司火力電廠持續運轉，本公司 CCS 之相關工作將大幅展開，後續之「碳封存先導試驗」與「碳捕集技術示範廠」也將陸續進行，因技術複雜且規模龐大，並且涉及法規、資金、與民意等諸多面向，人力欠缺仍是一大障礙，CCS 因需長期發展且屬新技術，建議公司內成立專設團隊進行相關工作，以利後續大規模實施時降低公司之投資風險。公司須及早規劃合適人力與資源因應，建請考量於公司內設置「碳捕集與封存之常設專責組織」以利後續工作推動。
3. 政府盡早訂出我國碳捕集與封存的法規，讓業者有可以遵循的商業發展模式，才可使我國商業化碳捕集與封存設施業者有意願投資。健全法規與早期資金挹注是我國政府應負起的責任，希望政府正視我國發展 CCS 試驗計畫的障礙，並積極協助業者排除障礙。
4. 由許多相關研究發現，大量開發再生能源後會使電網穩定性受到很大衝擊，對於獨立電網的台灣可能衝擊更大，在現有燃煤或燃氣電廠加設 CCS 設施可有效降低這些整合性衝擊。加裝 CCS 設施的傳統火力電廠將是未來新式電廠的重要選項，它可穩定供給電力並且有效抑制碳排放量。加裝 CCS 的新式電廠將可提供我國大量開發再生能源之有效後援，以持續提供穩定、價格低廉、且清淨的電力給社會各界，維繫我國經濟繼續蓬勃發展。
5. 由 CCOP 的成功模式看來，我國發展 CCS 需要與區域內各國一同努力，減少研發時程。開拓國際合作管道與開放國際組織參與本公司研發計畫，可提升研發成效，藉由國際合作也可獲致不同的觀點修正或加強研發內容，使公眾關心的議題有效地藉由較客觀的方式釐清。
6. 透過不斷宣導與教育，使公眾認識二氧化碳捕集與封存，對於抑制全球溫暖化效應佔了相當重要的角色，才有可能克服大規模實施時之投資與法規障礙。目前我國民



眾對於如何以碳捕集與封存技術來抑制碳排放的認識不多，希政府主管部門加強相關的教育與宣導工作，讓我國的碳捕存的先導計畫與示範計畫可以得到民眾支持。