



► **PHÙNG QUỐC HUY**

Phùng Quốc Huy là một nghiên cứu viên trong lĩnh vực năng lượng hóa thạch. Ông tốt nghiệp chuyên ngành Khai thác mỏ tại trường Đại học mỏ địa chất năm 1999. Sau đó, ông làm việc tại Viện Khoa học Công nghệ Mỏ và tham gia dự án do JICA (Nhật Bản) tài trợ liên quan đến An toàn khí mỏ than. Năm 2004, Ông sang Nhật Bản thông qua học bổng của chính phủ Nhật Bản để theo học sau đại học và bảo vệ thành công luận án Tiến sỹ chuyên ngành tài nguyên trái đất tại Đại học Kyushu (Nhật Bản) vào năm 2010. Trở về nước, Ông làm nghiên cứu và quản lý tại Trung tâm An toàn Mỏ - Viện Khoa học Công nghệ Mỏ cho đến 9.2019.

Phùng Quốc Huy hiện là Nghiên cứu viên cao cấp của Trung tâm Nghiên cứu Năng lượng Châu Á - Thái Bình Dương (APERC), đơn vị nghiên cứu trực thuộc Nhóm làm việc về Năng lượng của APEC.

Thông tin chi tiết: <https://www.researchgate.net/profile/Phung-Quoc-Huy>

**GIỚI THIỆU DỰ ÁN THU GIỮ VÀ LƯU TRỮ CARBON  
TẠI NHẬT BẢN VÀ TIỀM NĂNG ÁP DỤNG TẠI VIỆT NAM**

**Phùng Quốc Huy**

Trung tâm Nghiên cứu Năng lượng Châu Á  
- Thái Bình Dương (APERC)

Email: [huy.phung@aperc.or.jp](mailto:huy.phung@aperc.or.jp)

**TÓM TẮT:**

Thu giữ và lưu trữ carbon (Carbon Capture and Storage-CCS) là công nghệ tiềm năng giúp giảm phát thải CO<sub>2</sub>, góp phần giới hạn mức tăng nhiệt độ trung bình toàn cầu ở mức dưới 1.5oC so với thời kỳ tiền công nghiệp. Tầm quan trọng và vai trò của công nghệ CCS đã được đề cập trong báo cáo triển vọng công nghệ năng lượng 2020 và báo cáo phát thải ròng bằng “0” vào năm 2050 của Tổ chức Năng lượng Quốc tế IEA. Báo cáo gần đây nhất của Ủy ban Liên chính phủ về Biến đổi khí hậu của Liên hợp quốc tái khẳng định vai trò quan trọng của công nghệ CCS trong việc hiện thực hóa mục tiêu phát thải ròng bằng “0” vào giữa thế kỷ này.

Nhật Bản là một trong những quốc gia tiên phong ở Châu Á trong trình diễn công nghệ CCS. Dự án CCS Tomakomai đã được nghiên cứu và triển khai từ năm 2012. Trong quá trình thử nghiệm và trình diễn, dự án đã đạt được mục tiêu thu giữ 0,3 triệu tấn CO<sub>2</sub> và lưu trữ lâu dài dưới các tầng chứa dưới đáy đại dương. Dự án sẽ tiếp tục được theo dõi, hoàn thiện và sẵn sàng cho việc lưu trữ khí CO<sub>2</sub> quy mô lớn từ năm 2030. Bài báo này sẽ giới thiệu chi tiết về quá trình thực hiện dự án trình diễn công nghệ CCS Tomakomai và tiềm năng áp dụng công nghệ CCS nhằm giảm phát thải CO<sub>2</sub> từ các nhà máy nhiệt điện cũng như các nhà máy công nghiệp nặng tại Việt Nam..

**Từ khóa:** Thu giữ và lưu trữ carbon, giảm phát thải, nhiên liệu hóa thạch.

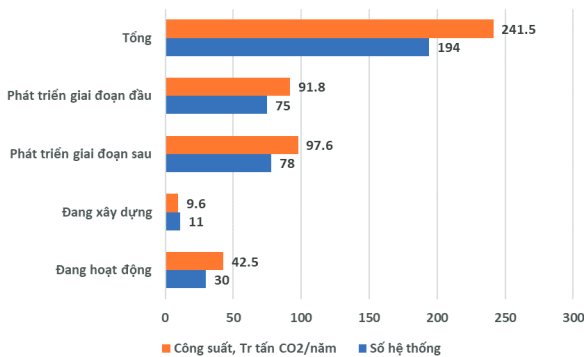
**1. GIỚI THIỆU CHUNG**

Thu giữ và lưu trữ carbon hay CCS (Carbon Capture and Storage) là một trong những công nghệ tiềm năng có thể góp phần vào mục tiêu trung hòa các bon. Trong lĩnh vực năng lượng, công nghệ CCS có thể được áp dụng theo nhiều cách khác nhau. Bao gồm (1) thu giữ CO<sub>2</sub> từ các nhà máy công nghiệp hoặc các nhà máy điện sử dụng nhiên liệu hóa thạch; (2) cho phép sản xuất khí hydro từ nhiên liệu hóa thạch với phát thải thấp; và (3) kết hợp CCS với phát điện sinh khối hoặc thu CO<sub>2</sub> trực tiếp từ khí quyển nhằm loại bỏ CO<sub>2</sub> khỏi khí quyển.

Công nghệ CCS đã được triển khai ở một số quốc gia trên thế giới như Na uy, Anh Quốc, Hoa Kỳ, Canada, Úc, Nhật, Trung Quốc



và một số quốc gia khác. Tính đến tháng 9 năm 2022, có 30 dự án CCS đang hoạt động trên toàn cầu với tổng công suất 42,5 triệu tấn mỗi năm (Mtpa). Ngoài ra, 164 dự án khác với công suất 199 Mtpa đang trong các giai đoạn phát triển khác nhau (xem hình 1).

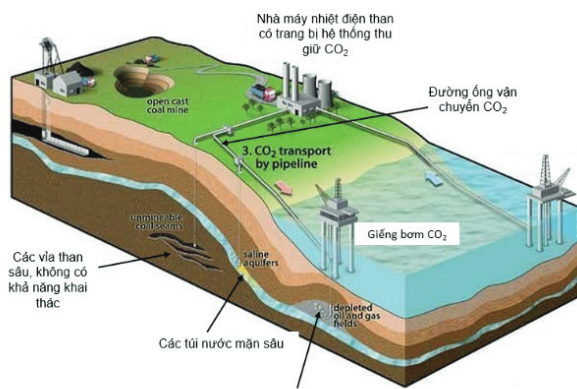


Nguồn: Tổng hợp của tác giả dựa trên số liệu từ Global CCS Institute (2022).

(Các dự án phát triển giai đoạn đầu bao gồm các dự án đang nghiên cứu tiềm năng khả thi hoặc nghiên cứu khả thi. Các dự án phát triển giai đoạn sau gồm các dự án đã nhận được quyết định đầu tư hoặc ít nhất là đã nhận được nguồn tài chính chắc chắn để thực hiện thiết kế thi công)

Hình 1: Các hệ thống CCS thương mại trên thế giới tính đến tháng 9/2022

Công nghệ CCS bao gồm 3 công đoạn chính: (1) thu giữ CO<sub>2</sub> từ các nguồn phát thải, (2) vận chuyển đến nơi lưu trữ, và (3) bơm vào các tầng chứa dưới lòng đất. Khí CO<sub>2</sub> được thu giữ trực tiếp từ các nguồn phát thải lớn (các nhà máy nhiệt điện, sản xuất thép, sản xuất xi măng, chế biến khí tự nhiên...), vận chuyển đến nơi lưu trữ và sau đó bơm vào các vị trí lưu trữ tiềm năng dưới lòng đất (các mỏ dầu đã cạn kiệt; các túi nước mặn, sâu; các vỉa than mỏng, sâu không thể khai thác) để lưu giữ lâu dài tại đó (xem hình 2). Ngoài ra, nếu có phương án sử dụng, một phần CO<sub>2</sub> sẽ được dùng cho các mục đích khác nhau như nâng cao khả năng thu hồi dầu, phối trộn để làm vật liệu xây dựng, hoá chất, và nhiên liệu tổng hợp.



Nguồn: Carbon Brief

Hình 2: Sơ đồ hệ thống CCS

Dự án trình diễn công nghệ CCS Tomakomai là dự án CCS đầu tiên tại Nhật Bản. Khí CO<sub>2</sub> được thu giữ từ một nhà máy lọc dầu nằm ven biển thuộc tỉnh Hokkaido ở Nhật Bản, với công suất 0,1 triệu tấn CO<sub>2</sub>/năm, sau đó được bơm xuống các tầng chứa nước mặn nằm dưới đáy đại dương. Trong 3 năm (2016-2019), dự án đã đạt được mục tiêu trình diễn là thu giữ và lưu trữ được 0,3 triệu tấn. Sau đây là các nội dung chi tiết về dự án này.

## 2. TỔNG QUAN VỀ DỰ ÁN TRÌNH DIỄN CCS TOMAKOMAI

### 2.1 Giới thiệu tổng quan

Dự án trình diễn công nghệ CCS Tomakomai do Công ty Japan CCS Co., Ltd. (JCCS) thực hiện. Công ty JCCS được thành lập vào năm 2008 bởi các công ty lớn của Nhật Bản quan tâm đến việc thử nghiệm công nghệ và đánh giá mức độ an toàn của công nghệ CCS. Mục tiêu của JCCS là trình diễn và triển khai các dự án CCS tại Nhật Bản. Dự án CCS Tomakomai đã được Bộ Kinh tế, Thương mại và Công nghiệp Nhật Bản (METI) ủy quyền cho JCCS và tổ chức Phát triển Công nghệ, Công nghiệp và Năng lượng mới (NEDO) thực hiện.

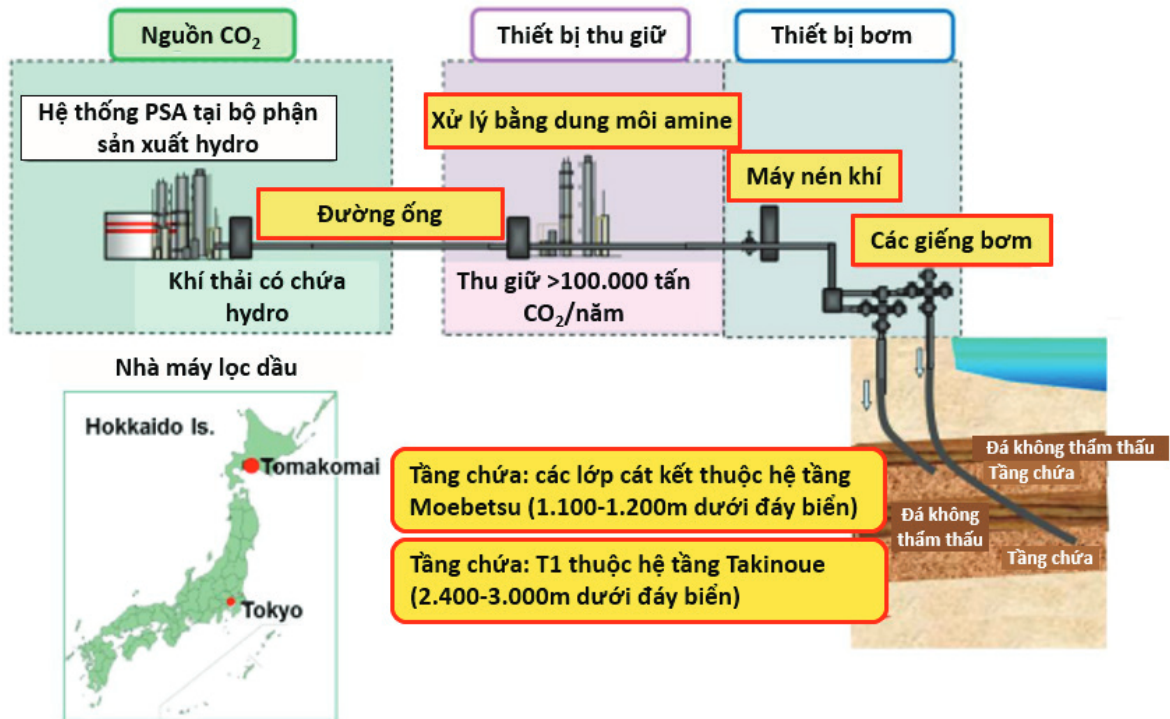
Dự án trình diễn CCS Tomakomai được triển khai từ năm 2012 tại địa phận thuộc thành phố Tomakomai với dân số 175.000 người. Kinh tế của thành phố này chủ yếu nhờ vào ngành công nghiệp, thủy sản, sản xuất giấy và dầu khí. Cảng Tomakomai là cảng quốc tế và đóng vai trò là cảng chính của tỉnh Hokkaido.

Vị trí dự án và sơ đồ hệ thống CCS được thể hiện trong hình 3. Nguồn CO<sub>2</sub> cho dự án trình diễn là khí thải thoát ra từ hệ thống làm giàu khí hydro bằng phương pháp hấp phụ áp suất chuyển đổi (Pressure Swing Adsorption - PSA), thuộc bộ phận sản xuất hydro của nhà máy lọc dầu nằm gần cảng Tomakomai. Khí thải sau đó được chuyển đến thiết bị thu giữ CO<sub>2</sub> ở gần đó thông qua đường ống. Khí CO<sub>2</sub> được tách thông qua quá trình hấp thụ bằng dung môi amine có độ tinh khiết lên tới 99% với sản lượng 0,1 triệu tấn CO<sub>2</sub>/năm.

Sau đó, khí CO<sub>2</sub> tinh khiết này được chuyển đến các giếng khoan gần đó. Tại khu vực đặt thiết bị bơm, khí CO<sub>2</sub> được nén và bơm xuống 02 tầng chứa khác nhau nằm dưới đáy biển thông qua các lỗ khoan định hướng đã được khoan trước đó.

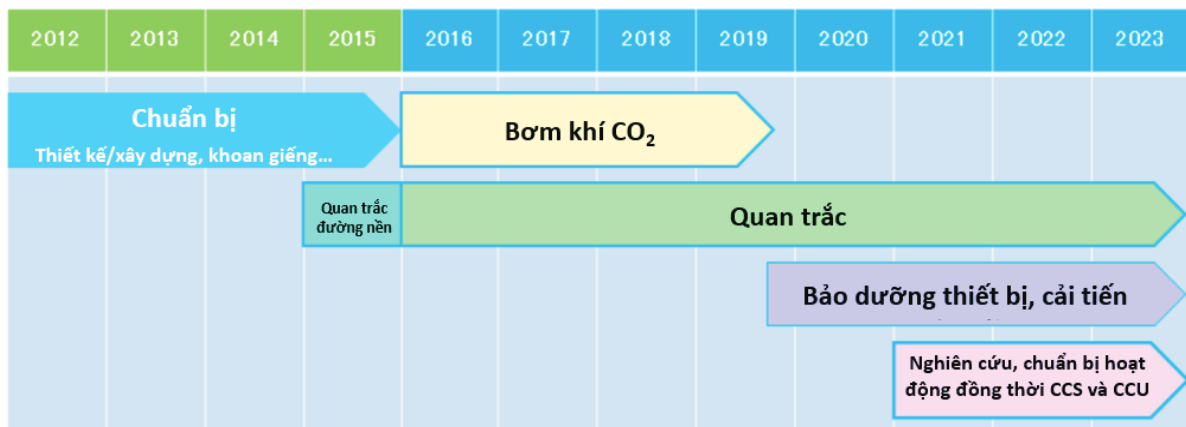
Các mục tiêu và nhiệm vụ chính của dự án:

- Chứng minh tính khả thi của toàn bộ dây chuyền hệ thống CCS, từ công đoạn thu giữ, bơm, và lưu trữ CO<sub>2</sub>;
- Xác nhận các công nghệ được áp dụng trong hệ thống hoạt động bình thường và hiệu quả;
- Chứng minh rằng hệ thống CCS quy mô lớn là an toàn và đáng tin cậy;
- Xác nhận tính hiệu quả của hướng dẫn lựa chọn địa điểm lưu trữ do METI ban hành (bằng cách chứng minh



Nguồn: JCCS

Hình 3: Vị trí dự án và sơ đồ hệ thống CCS



Ghi chú: Năm được tính là năm tài chính của Nhật, bắt đầu từ tháng 4 đến cuối tháng 3 năm tiếp theo

Nguồn: JCCS

Hình 4: Kế hoạch thực hiện tổng thể dự án

khí CO<sub>2</sub> không bị rò rỉ);

- Chứng minh rằng sự lo ngại về nguy cơ động đất liên quan đến CCS là không chính đáng, cụ thể là:

+ Động đất tự nhiên không ảnh hưởng hoặc tác động tiêu cực đến CO<sub>2</sub> được lưu trữ; và

+ Điện bơm CO<sub>2</sub> không gây ra bất kỳ sự gia tăng đáng kể nào về chấn động trái đất;

- Xác nhận hướng dẫn xây dựng và hoàn thiện mô hình địa chất;

- Xây dựng các tiêu chuẩn kỹ thuật và hướng dẫn vận hành và an toàn trong dự án;

- Chia sẻ thông tin và dữ liệu từ dự án với công chúng

và các nhóm cộng đồng có liên quan để nâng cao nhận thức về lợi ích và tính khả thi của công nghệ CCS;

- Các định rõ những lĩnh vực cần cải thiện hơn nữa hoặc những vấn đề cần giải quyết để cho phép công nghệ CCS chuyển sang quy mô thương mại.

## 2.2. Tiến độ thực hiện tổng thể dự án

Kế hoạch năng lượng cơ bản lần thứ 4 của Nhật Bản được nội các phê duyệt vào tháng 4 năm 2014, tuyên bố thúc đẩy phát triển các công nghệ nhiệt điện than hiệu suất cao thế hệ tiếp theo và công nghệ CCS để sử dụng hiệu quả và ổn định nhiên liệu hóa thạch. Để áp dụng thực tế công nghệ CCS vào những năm 2020, các nghiên cứu



và phát triển đã được tiến hành. METI và Bộ Môi trường (Ministry of the Environment - MOE) đã bắt đầu một dự án chung vào năm 2014 để khảo sát địa chất các khu vực có thể sử dụng cho các dự án CCS quy mô thương mại trong tương lai. Khả năng lưu trữ CO<sub>2</sub> trong các tầng địa chất ở Nhật Bản đã được ước tính bởi Viện RITE (Nhật Bản) với tổng cộng khoảng 146 tỷ tấn.

Hình 4 trình bày kế hoạch thực hiện tổng thể của dự án trình diễn từ năm 2012 đến năm 2023.

- Giai đoạn chuẩn bị (từ 2012 đến 2015): Tất cả các thiết bị và hệ thống cần thiết sẽ được thiết kế, chuẩn bị và xây dựng, bao gồm: hệ thống thiết bị thu giữ CO<sub>2</sub>, hệ thống bơm CO<sub>2</sub>, 02 lỗ khoan để bơm CO<sub>2</sub>, 03 lỗ khoan quan trắc và các hệ thống giám sát khác nhau bao gồm cả máy đo địa chấn trên bờ và ngoài khơi. Dữ liệu đường nền từ tất cả các hệ thống quan trắc cũng sẽ được thu thập trong khoảng thời gian này.

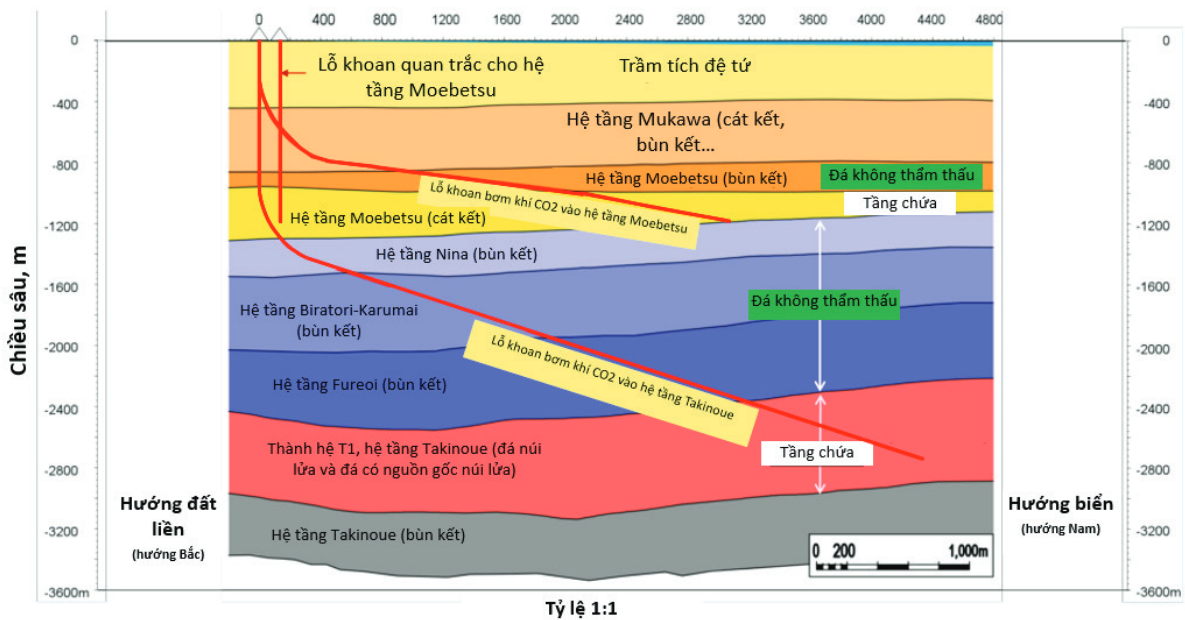
- Giai đoạn bơm và quan trắc (từ 2016 đến 2019): Trong giai đoạn này, tổng cộng 300.000 tấn CO<sub>2</sub> đã được bơm xuống các tầng chứa dưới đáy đại dương. Công tác theo dõi, quan trắc các thông số của hệ thống được thực

hiện liên tục ngay cả trong quá trình bơm và sau khi bơm.

- Giai đoạn bảo dưỡng và cải tiến thiết bị (từ 2019 đến 2023): Các thiết bị được bảo dưỡng, sửa chữa và cải tiến nếu cần. Đồng thời nghiên cứu công đoạn sử dụng carbon trong chuỗi giá trị của dự án CCUS (Carbon Capture, Utilisation and Storage).

### 2.3. Khu vực lưu giữ và các điểm bơm

Dự án Tomakomai sử dụng 02 tầng chứa để lưu trữ CO<sub>2</sub>. Tầng đầu tiên là tầng T1, thuộc hệ tầng Takinoue, nằm ở độ sâu khoảng 2.400 m đến 3.000 m dưới đáy biển. Tầng chứa này là một tầng chứa nước mặn kỷ đệ tam bao gồm các loại đá núi lửa và đá có nguồn gốc núi lửa dày khoảng 600 m. Hệ tầng có độ rỗng ước tính từ 3% đến 19% và độ thấm thấu ước tính từ 0,01 md đến 7 md. Hệ tầng Takinoue được bao phủ bởi khoảng 1.100 m đá bùn kết kỷ đệ tam (hệ tầng Fureoi, Biratori-Karumai và hệ tầng Nina) đóng vai trò như lớp đá không có tính thấm, như minh họa trong hình 5. Vị trí lưu giữ CO<sub>2</sub> theo kế hoạch cho hệ tầng Takinoue nằm ở phía đông bắc của đường nếp lồi và nằm cách bờ khoảng 4 km.



Nguồn: JCCS

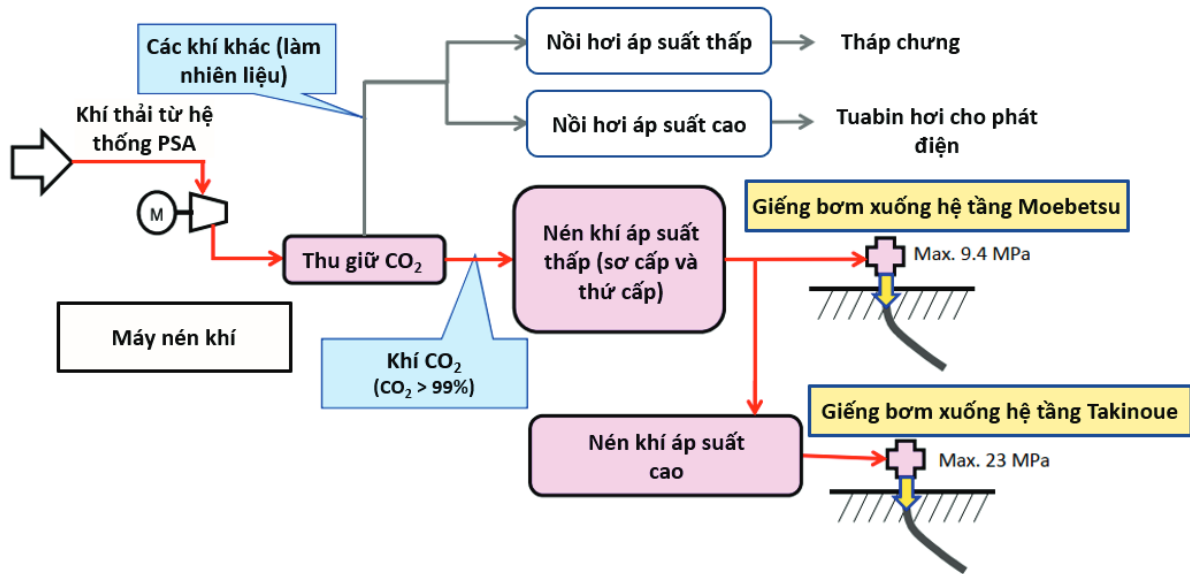
Hình 5: Sơ đồ mặt cắt địa chất khu vực lưu trữ CO<sub>2</sub> tại Tomakomai

Tầng chứa thứ hai là một lớp cát kết thuộc hệ tầng Moebetsu, nằm ở độ sâu khoảng 1.100 m đến 1.200 m dưới đáy biển. Tầng chứa này chứa nước mặn nằm trong kỷ đệ tứ hạ và có chiều dày khoảng 100 m. Hệ tầng có độ rỗng ước tính từ 20% đến 40% và độ thấm thấu ước tính từ 9 md đến 25 md. Tầng chứa được bao phủ bởi lớp bùn kết dày của hệ tầng Moebetsu (ước tính khoảng 200 m) đóng vai trò như lớp đá không có tính thấm. Hệ tầng Moebetsu có cấu trúc đơn, nghiêng nhẹ với độ nghiêng Đông Bắc từ 1 đến 3 độ tại địa điểm lưu trữ CO<sub>2</sub> dự kiến (nằm cách bờ khoảng 3 km).

## 3. CÔNG TÁC CHUẨN BỊ

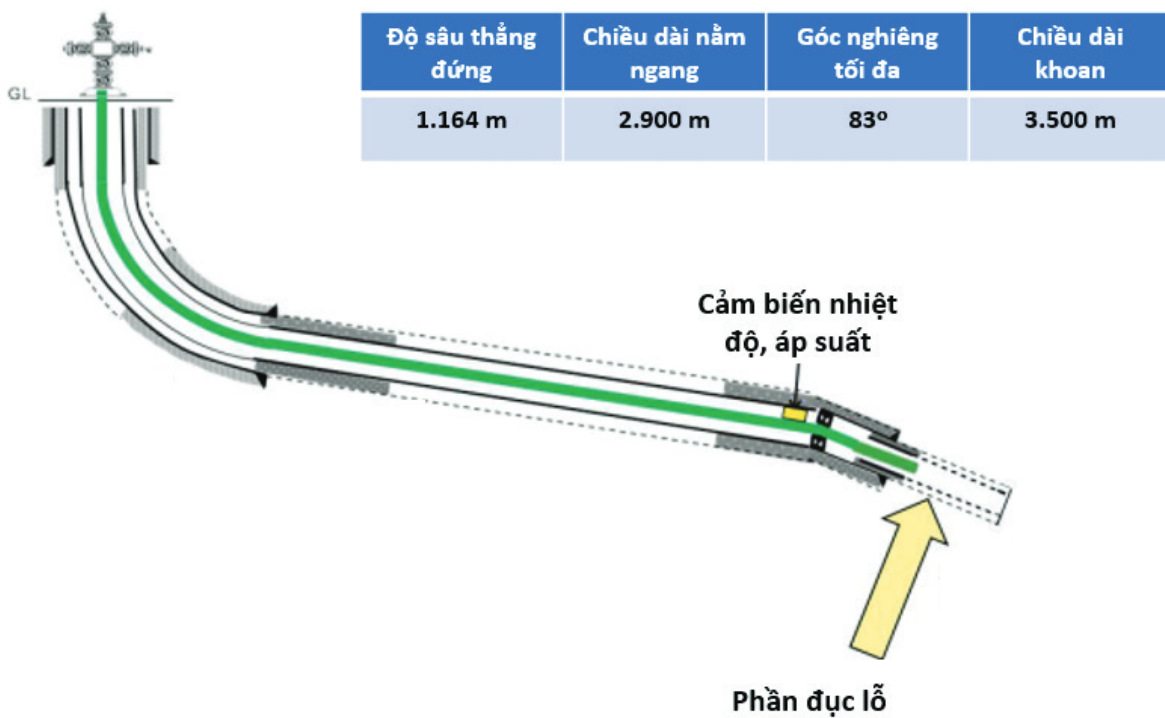
### 3.1. Hệ thống thu giữ và bơm

Nguồn CO<sub>2</sub> cho dự án CCS Tomakomai là từ khí thải từ một nhà máy lọc dầu nằm gần Cảng Tomakomai. Bên trong nhà máy lọc dầu, khí hydro có độ tinh khiết cao được thu hồi bằng hệ thống PSA. Khí còn lại từ hệ thống PSA hay khí thải PSA, chứa H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, CO và một lượng lớn CO<sub>2</sub> (từ 44% đến 59% theo thể tích). Khí này hiện đang được sử dụng như một phần của nhiên liệu cho lò nhiệt hóa. Trong dự án trình diễn, có tới 60% khí thải



Nguồn: JCCS

Hình 6: Sơ đồ nguyên lý quá trình di chuyển của dòng khí CO<sub>2</sub>



Nguồn: JCCS

Hình 7: Sơ đồ giếng bơm CO<sub>2</sub> vào hệ tầng Moebetsu (IW-2)

PSA được chuyển đến hệ thống thu giữ CO<sub>2</sub> gần đó thông qua một đường ống.

Hình 6 trình bày quá trình chuyển động của dòng khí CO<sub>2</sub> từ hệ thống thu giữ đến hệ thống bơm. Tại hệ thống thu giữ, khí CO<sub>2</sub> có độ tinh khiết 99% được thu hồi từ khí thải PSA thông qua quá trình hấp thụ bằng dung môi amine với công suất 100.000 tấn/năm (giai đoạn trình diễn). Một hệ thống hấp thụ hai giai đoạn với tháp chưng áp suất thấp đã được chọn để giảm tiêu thụ năng lượng trong hệ thống thu giữ. Kết quả là tổng mức tiêu thụ năng

lượng giảm xuống còn 1,5 GJ/tấn-CO<sub>2</sub> hoặc ít hơn. Sau khi thu được CO<sub>2</sub> thì khí còn lại (chứa H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> và CO) sẽ được sử dụng làm nhiên liệu cho các cơ sở sản xuất điện và hơi nước của chính tổ hợp nhà máy này.

Tại khu vực bơm, khí CO<sub>2</sub> được bơm vào 02 tầng chứa ngoài khơi khác nhau thông qua các giếng khoan. Áp suất bơm được điều chỉnh theo các điều kiện của tầng chứa, áp suất thấp cho tầng chứa Moebetsu và áp suất cao cho tầng chứa Takinoue. Tất cả các máy bơm ép được chọn là loại ly tâm. Việc phân bổ lưu lượng CO<sub>2</sub> bơm vào mỗi tầng chứa phụ thuộc vào công suất vận hành thực tế



của nhà máy lọc dầu và các điều kiện các tầng chứa.

### 3.2. Giếng bơm CO<sub>2</sub>

Hai giếng bơm CO<sub>2</sub> được khoan từ đất liền và hướng đến điểm lưu trữ của từng tầng chứa. Các điểm lưu trữ cách xa bờ từ 3 đến 4 km. Giếng bơm cho hệ tầng Takinoue (IW-1) được đề xuất có độ nghiêng tối đa là 72 độ và chiều sâu khoan dự kiến là 5.800 m, độ sâu thẳng đứng 2.754 m và chiều dài nằm ngang 4.347 m. Giếng bơm cho hệ tầng Moebetsu (IW-2) là giếng khoan tầm với mở rộng với góc nghiêng tối đa là 83 độ và tổng chiều dài khoan dự kiến là 3.500 m, độ sâu thẳng đứng là 1.161 m và chiều dài nằm ngang 2.900 m (xem hình 7). Trong

giếng bơm IW-2, lớp lót đục lỗ sẽ được bao phủ bởi lưới chắn cát tại tầng chứa. Lớp lót và lưới chắn sẽ giúp giảm thiểu cát chảy ngược vào giếng.

### 3.3. Hệ thống quan trắc

Để khẳng định CO<sub>2</sub> được bơm vào và lưu trữ an toàn và ổn định, cần theo dõi tác động của CO<sub>2</sub> trong các tầng chứa và thiết lập hệ thống phát hiện rò rỉ CO<sub>2</sub>. Do dự án được đặt tại Nhật Bản, một khu vực rất dễ bị ảnh hưởng bởi động đất, nên các hệ thống đo lường và xác minh bất kỳ mối tương quan nào giữa lưu trữ CO<sub>2</sub> và địa chấn đã được lắp đặt. Bảng 1 trình bày các hạng mục quan trắc và hình 8 minh họa cách bố trí các phương tiện quan trắc.

*Bảng 1: Các hạng mục phục vụ việc quan trắc*

Hạng mục	Mục tiêu quan trắc	Tần suất quan trắc
Giếng bơm	+ Đáy lỗ khoan: nhiệt độ và áp suất + Miệng lỗ khoan: áp suất, lưu lượng bơm CO <sub>2</sub>	Liên tục
Giếng quan trắc	Đáy lỗ khoan: nhiệt độ và áp suất, vi chấn động và động đất tự nhiên	Liên tục
Cáp dưới đáy biển (OBC)	+ Vi chấn động và động đất tự nhiên + Tín hiệu khảo sát địa chấn 2D	Liên tục
Cảm biến địa chấn dưới đáy biển (OBS)	Vi chấn động và động đất tự nhiên	Liên tục
Cảm biến địa chấn trên đất liền	Vi chấn động và động đất tự nhiên	Liên tục
Khảo sát địa chấn 2D	Sự phân bố CO <sub>2</sub>	Định kỳ
Khảo sát địa chấn 3D	Sự phân bố CO <sub>2</sub>	Định kỳ
Quan trắc môi trường biển	Các dữ liệu về hóa chất, vật lý và sinh học	Định kỳ

Tại các giếng bơm, lưu lượng CO<sub>2</sub>, nhiệt độ và áp suất sẽ được theo dõi liên tục. Cảm biến nhiệt độ và áp suất cùng với máy đo địa chấn được lắp đặt tại 03 giếng quan trắc. Cáp dưới đáy biển được lắp đặt với chiều dài 3,6 km, bao gồm 72 cảm biến địa chấn được lắp đặt ngay trên và xung quanh các điểm lưu trữ. Cảm biến địa chấn hoạt động liên tục để ghi lại các sự chấn động và các trận động đất tự nhiên.

Khảo sát địa chấn 3D của tại khu vực với kích thước 3,8 km × 4,1 km lần đầu tiên được thực hiện vào năm 2009 và được thực hiện trong suốt vòng đời của dự án. Khảo sát địa chấn 2D cũng sẽ được sử dụng để bổ sung dữ liệu trống giữa các khảo sát địa chấn 3D. Tổng cộng, bốn khảo sát địa chấn 2D và hai cuộc khảo sát địa chấn 3D sẽ được lên kế hoạch thực hiện cho đến khi dự án kết thúc vào năm tài chính 2020. Hệ thống cáp ngầm dưới đáy biển (Ocean Bottom Cable - OBC) do viện RITE phát triển đã được chọn để cải thiện độ chính xác của dữ liệu thu được từ các khảo sát địa chấn 2D.

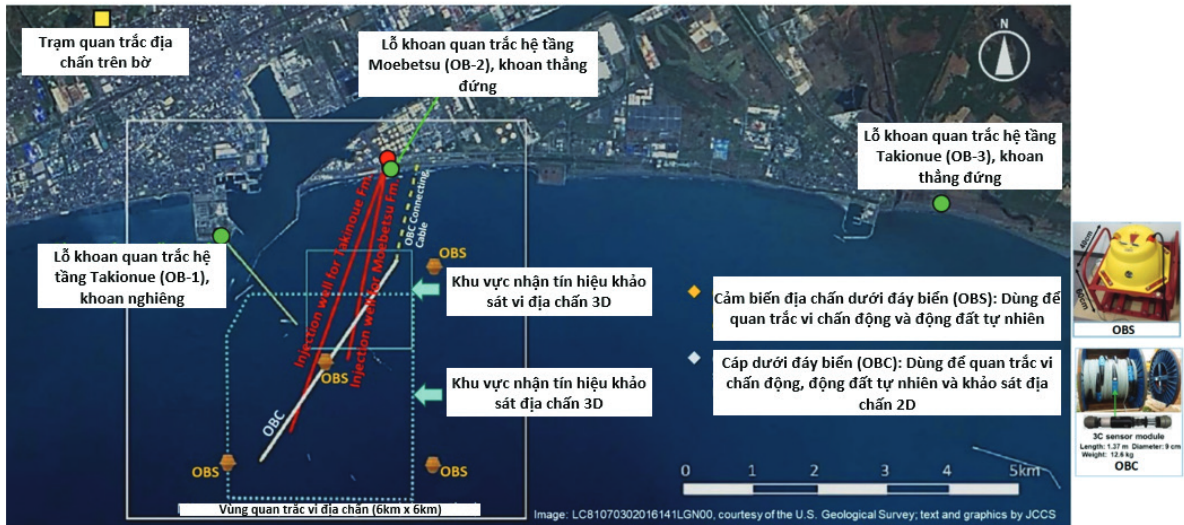
Dữ liệu thu được từ các hệ thống quan trắc trong giai đoạn chuẩn bị sẽ được sử dụng để cải thiện và tinh chỉnh các mô hình để mô phỏng hoạt động của CO<sub>2</sub> trong các tầng chứa trong suốt vòng đời của dự án.

Các giếng quan trắc đối với hệ tầng Moebetsu (OB-2) và đối với hệ tầng Takinoue (OB-3) lần lượt được hoàn thành vào tháng 3 năm 2013 và tháng 4 năm 2014. Giếng quan trắc được trang bị thêm cho tầng chứa Takinoue (OB-1) từ giếng khảo sát hiện có đã được hoàn thành vào tháng 1 năm 2014.

### 3.4. Quan trắc môi trường biển

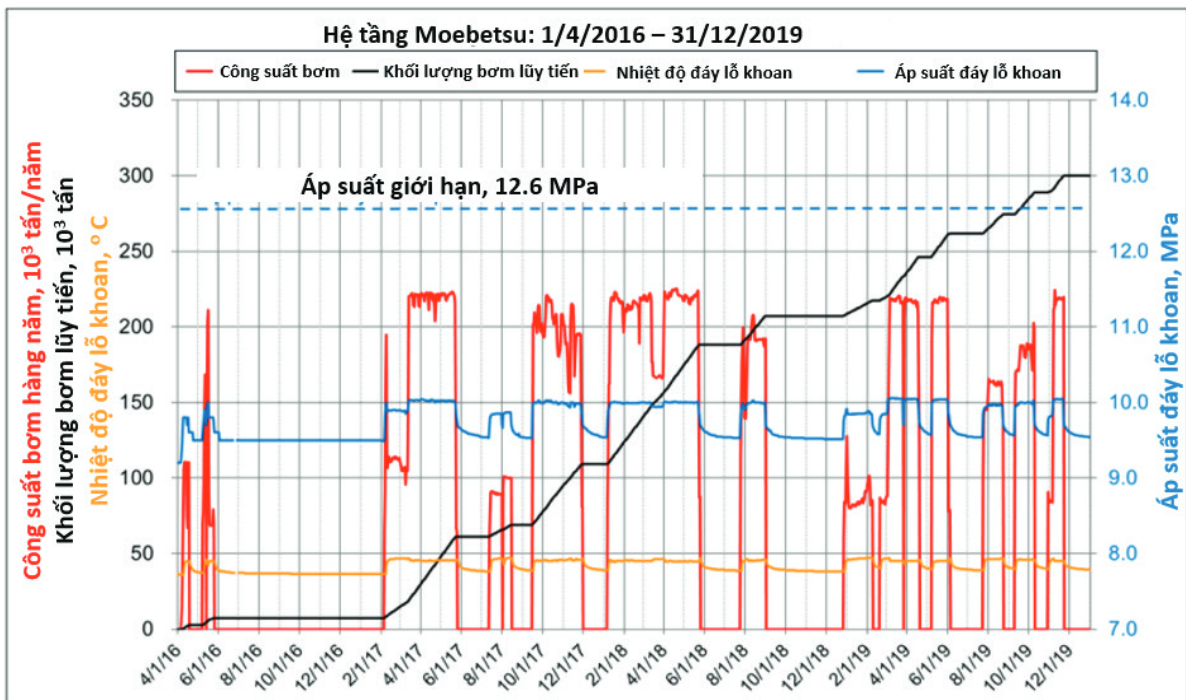
Tại Nhật Bản, việc lưu trữ CO<sub>2</sub> địa chất dưới đáy biển được quy định bởi Luật phòng chống ô nhiễm biển và thảm họa hàng hải (được sửa đổi vào năm tài chính 2007 để phản ánh những thay đổi đối với Nghị định thư Luân Đôn cho phép lưu trữ CO<sub>2</sub> dưới đáy biển). Theo luật này, cần phải đánh giá môi trường biển trước khi nộp đơn xin cấp giấy phép lưu trữ CO<sub>2</sub>. Để hoàn thành việc đánh giá, khảo sát đường nền (bao gồm lĩnh vực hóa chất, vật lý và sinh học) đã được chuẩn bị cho mỗi mùa. Những khảo sát này được bắt đầu vào tháng 8 năm 2013 và được hoàn thành vào tháng 5 năm 2014.

Theo yêu cầu của luật, các đánh giá định kỳ phải được thực hiện trong suốt thời gian hoạt động trình diễn (từ năm tài khóa 2016 đến 2020) và trong những năm sau khi hoàn thành dự án.



Nguồn: JCCS

Hình 8: Sơ đồ hệ thống thiết bị quan trắc



Nguồn: JCCS

Hình 9: Dữ liệu ghi lại trong quá trình bơm khí CO<sub>2</sub> xuống tầng chứa Moebetsu

## 4. KẾT QUẢ

### 4.1 Công tác bơm CO<sub>2</sub>

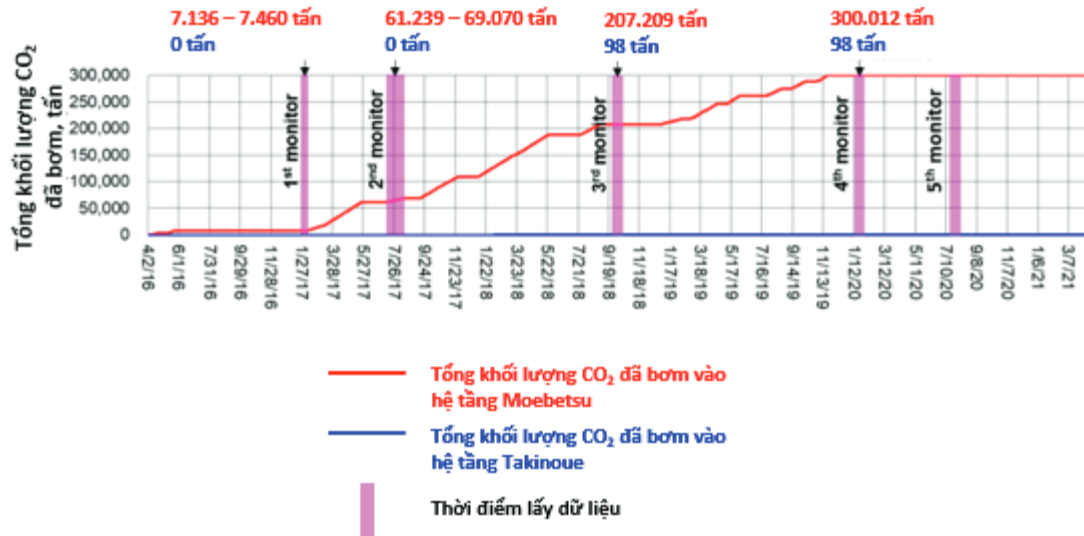
Từ tháng 4/2016 đến tháng 12/2019, tổng cộng 300.000 tấn CO<sub>2</sub> đã được bơm xuống 02 tầng chứa. Chủ yếu lượng CO<sub>2</sub> được bơm xuống địa tầng Moebetsu.

### 4.2 Công tác theo dõi vi địa chấn và quan trắc môi trường biển

Đợt khảo sát định kỳ đã được tiến hành vào tháng 6/2016 cho thấy một số thông số đã vượt quá ngưỡng thiết lập ban đầu, sau đó một số cuộc khảo sát bổ sung đã

được tiến hành. Vào tháng 10 năm 2016, METI đã báo cáo tất cả các kết quả cho MOE. Sau khi đánh giá kết quả, MOE đánh giá rằng vượt quá ngưỡng không phải do rò rỉ CO<sub>2</sub> và đã hướng dẫn METI sửa đổi kế hoạch quan trắc bằng cách bổ sung việc triển khai các hạng mục điều tra mới như khảo sát cảm biến pH và phát hiện bọt biển. Đơn xin phép bổ sung với kế hoạch quan trắc sửa đổi đã được MOE chấp nhận vào ngày 1 tháng 2 năm 2017, và việc bơm CO<sub>2</sub> đã được nối lại vào ngày 5 tháng 2 năm 2017, sau sáu tháng tạm dừng.

Sau đó, trong các cuộc khảo sát môi trường biển định kỳ theo mùa đều không phát hiện thấy sự bất thường về



Nguồn: JCCS

Hình 10: Các đợt khảo sát địa chấn



Nguồn: JCCS

Hình 11: Cư dân địa phương đến thăm và tìm hiểu về công trình dự án CCS Tomakomai

độ pH, bong bóng từ đáy biển hoặc sự vượt quá ngưỡng cho phép cũng như không phát hiện thấy sự rò rỉ của CO<sub>2</sub>. Về đo đạc hóa học trầm tích đáy biển, quan trắc sinh vật phù du, sinh vật đáy không có gì bất thường. Không phát hiện vi địa chấn hoặc động đất tự nhiên xảy ra do việc bơm khí CO<sub>2</sub> xuống lòng đất tại những khu vực xung quanh khu vực bơm (xem hình 10).

### 4.3 Công tác nâng cao nhận thức cộng đồng

Tiếp cận công chúng và nâng cao nhận thức cộng đồng có tầm quan trọng sống còn đối với sự thành công của các dự án CCS. Ở dự án CCS Tomakomai, tham vấn với địa phương các bên liên quan (chẳng hạn như chính quyền địa phương, các tổ chức liên quan bao gồm hợp tác xã của ngư dân địa phương và người dân địa phương) đã bắt đầu trước cuộc khảo sát 3D đầu tiên vào năm tài chính 2009.

Trong suốt quá trình triển khai dự án, nhiều hoạt động truyền thông được triển khai liên tục trong cộng đồng địa phương và các vùng khác của Nhật Bản nhằm nâng cao hiểu biết về dự án và sự chấp nhận công nghệ CCS của

công chúng. Những hoạt động này bao gồm các chuyến đi thực tế, triển lãm, gian hàng, phòng thí nghiệm dành cho trẻ em, bài giảng, thuyết trình và diễn đàn CCS. Từ năm 2012 đến 2019, hơn 57 000 người đã tham dự các hoạt động này (JCCS).

## 5. THẢO LUẬN

Dự án trình diễn công nghệ CCS Tomakomai đã được triển khai từ năm 2012 đến nay. Dự án nhằm trình diễn và khẳng định tính khả thi của toàn bộ chuỗi công nghệ của hệ thống CCS quy mô lớn, từ việc thu giữ, bơm và lưu trữ CO<sub>2</sub>. Dự án CCS Tomakomai đã thu giữ và lưu trữ tổng cộng 300.000 tấn CO<sub>2</sub> trong thời gian trình diễn. Nguồn CO<sub>2</sub> được lấy từ hệ thống sản xuất hydro trong nhà máy lọc dầu nằm gần cảng Tomakomai, tỉnh Hokkaido. Khí CO<sub>2</sub> với hàm lượng 99% sẽ được thu giữ và bơm vào hai tầng chứa ngoài khơi (nằm trong hệ tầng Takinoue và hệ tầng Moebetsu).

Công tác quan trắc các thông số cần thiết được thực hiện liên tục nhằm theo dõi ảnh hưởng của việc bơm khí CO<sub>2</sub> xuống lòng đất cũng như ảnh hưởng của nó tới môi



trường biển. Việc sử dụng các lỗ khoan định hướng được khoan từ đất liền xuống các địa tầng dưới đáy biển đã góp phần giảm chi phí khoan, tránh phá vỡ môi trường biển và các hoạt động gần bờ biển.

Ưu điểm lớn nhất của Dự án là trong quá trình thực hiện, hệ thống thiết bị và các lỗ khoan bơm khí CO<sub>2</sub> đã trải qua 01 trận động đất có cường độ 6.6 xảy ra tại Iburi ngày 6/9/2018, cách vị trí dự án CCS Tomakomai khoảng 30km. Tại thời điểm đó, cường độ động đất được ghi nhận khoảng gần 5 độ richter tại khu vực triển khai dự án. Sau khi xảy ra động đất, giá trị áp suất và nhiệt độ được đo tại hệ tầng Moebetsu vẫn được đo và ghi nhận. Căn cứ vào các kết quả quan trắc, nhóm chuyên gia của dự án kết luận rằng trận động đất này không ảnh hưởng đến công tác bơm CO<sub>2</sub> của dự án.

Để có thể triển khai dự án ở quy mô thương mại, Nhật Bản cần bổ sung và hoàn thiện các luật, quy định liên quan đến vấn đề chôn lấp CO<sub>2</sub> dưới lòng đất hoặc dưới đáy đại dương.

Trong những năm tới, ngoài việc duy trì quan trắc các thông số, dự án sẽ tiếp tục triển khai nghiên cứu, chế tạo tàu vận chuyển CO<sub>2</sub> lỏng với công suất lên đến 10.000 tấn/năm để vận chuyển CO<sub>2</sub> lỏng thu được từ các nhà máy nhiệt điện, nhà máy công nghiệp trên toàn nước Nhật đến Tomakomai. Ngoài ra, mô hình kinh doanh vận chuyển CO<sub>2</sub> lỏng cũng sẽ được nghiên cứu và xem xét để trong tương lai có thể vận chuyển CO<sub>2</sub> sang các nước Đông Nam Á và lưu giữ tại các khu vực có tiềm năng.

## 6. TIỀM NĂNG ÁP DỤNG CCS TẠI VIỆT NAM

Tại Việt Nam, công nghệ CCS đã và đang nhận được sự quan tâm rất lớn của các nhà hoạch định chính sách trong những năm gần đây. Đặc biệt sau cam kết đưa phát thải ròng về “0” vào năm 2050 và ủng hộ “Tuyên bố chuyển đổi từ than sang điện sạch toàn cầu” của Việt Nam tại Hội nghị lần thứ 26 các Bên tham gia Công ước khung của Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu (COP26) năm 2021.

Công nghệ CCS đã được đề cập trong nhiều văn bản, chính sách quan trọng của chính phủ. Cụ thể, tại quyết định phê duyệt Chiến lược quốc gia về biến đổi khí hậu giai đoạn đến năm 2050, số 896/QĐ-TTg ngày 26 tháng 7 năm 2022, mục 2.b (thuộc mục IV. Nhiệm vụ và giải pháp) có nêu: “...Nghiên cứu, ứng dụng công nghệ thu giữ, lưu trữ các bon (CCS) cho các nhà máy điện sử dụng nhiên liệu hóa thạch và các cơ sở sản xuất công nghiệp.” Quyết định phê duyệt Đề án về những nhiệm vụ, giải pháp triển khai kết quả Hội nghị lần thứ 26 các bên tham gia Công ước khung của Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu, số 888/QĐ-TTg ngày 25 tháng 7 năm 2022, mục 2 (thuộc mục II. Nhiệm vụ và giải pháp) có nêu: “...nghiên cứu phát triển và sử dụng nhiên liệu amonia xanh, hydro xanh; lưu trữ năng lượng và phát triển công nghệ thu hồi, lưu giữ và sử dụng các-bon...”. Ngoài ra, trong bản đóng góp do quốc gia tự quyết định (Nationally Determined

Contribution – NDC) cập nhật tháng 10/2022, có nhiều mục đề cập đến công nghệ CCS như một giải pháp để giảm phát thải carbon từ các nhà máy nhiệt điện than và các nhà máy công nghiệp nặng (mục 5.1.4, mục 5.1.6 và mục 6.2.4).

Trong lĩnh vực sản xuất điện và công nghiệp, khí CO<sub>2</sub> phát thải từ các nhà máy nhiệt điện than chiếm tỷ trọng lớn trong tổng phát thải từ các hộ sử dụng than. Tuy nhiên, hiện nay Việt Nam chưa có công nghệ để giảm phát thải CO<sub>2</sub> từ các nhà máy nhiệt điện than. Việc loại bỏ điện than hoàn toàn vào những năm 2040 theo cam kết sẽ là sự lãng phí tài sản trong khi nhiều nhà máy nhiệt điện vẫn chưa hết thời gian khấu hao, tuổi thọ kinh tế và kỹ thuật vào thời điểm đó. Ngoài ra, một số nhà máy nhiệt điện than mới sẽ được xây dựng thêm từ nay cho đến 2030.

Với công suất nhiệt điện than là 21.5 GW năm 2020 (EVN, 2021), hàng năm các nhà máy nhiệt điện than phát thải ra khí quyển khoảng 141 triệu tấn CO<sub>2</sub>. Theo dự thảo quy hoạch điện 8, công suất điện than dự kiến đạt 37.4 GW vào năm 2030, như vậy khí CO<sub>2</sub> phát thải sẽ vào khoảng 208 triệu tấn (APEC Outlook 8th). Đây là nguồn phát thải CO<sub>2</sub> rất lớn, cần phải loại bỏ để đạt mục tiêu phát thải ròng về “0” vào năm 2050.

Việt Nam có tiềm năng về vị trí lưu trữ CO<sub>2</sub>, có khả năng lưu trữ khoảng 12 tỷ tấn CO<sub>2</sub> trong các vỉa dầu đã cạn kiệt, các túi nước mặn, các vỉa than mỏng, sâu không thể khai thác [3]. Ngoài ra, nghiên cứu của tác giả cho thấy rằng, khả năng lưu giữ CO<sub>2</sub> của một số vỉa than vùng Quảng Ninh dao động từ 12 m<sup>3</sup>/tấn đến 22 m<sup>3</sup>/tấn [8].

Như vậy, Việt Nam có thể hình thành các khu vực lưu trữ CO<sub>2</sub> theo vùng và theo cụm để giảm tối đa chi phí xây dựng và chi phí vận chuyển. Đối với các nhà máy nhiệt điện than khu vực miền Nam, CO<sub>2</sub> được thu giữ tại các nhà máy, vận chuyển qua đường ống (hoặc xe bồn) và bơm xuống các vỉa dầu đã cạn kiệt hoặc các túi nước mặn ngoài khơi. Đối với các nhà máy nhiệt điện than tại miền Bắc, CO<sub>2</sub> được thu giữ và vận chuyển qua đường ống (hoặc xe bồn) và bơm xuống các vỉa than sâu, không thể khai thác tại vùng Quảng Ninh, Thái Nguyên và lưu giữ lâu dài ở đó.

Mặc dù vậy, vẫn còn có nhiều rào cản dẫn đến công nghệ CCS chưa được triển khai ở Việt Nam cho dù ở quy mô phòng thí nghiệm hoặc dự án thử nghiệm.

Nguyên nhân đầu tiên phải kể đến là chi phí đầu tư lớn. Tổng mức đầu tư sẽ từ hàng trăm triệu đến hàng tỷ đô la Mỹ để phát triển và vận hành dự án CCS, bao gồm chi phí đầu tư cho các công đoạn thu giữ, vận chuyển và lưu trữ CO<sub>2</sub>. Ngày nay, hầu hết các dự án CCS thương mại đang hoạt động đều dựa vào hỗ trợ của các chính phủ thông qua thuế, tín chỉ carbon và các ưu đãi tài chính. Ví dụ như hệ thống tín chỉ thuế 45Q ở Hoa Kỳ và Quỹ Giảm phát thải (Emissions Reduction Fund) ở Úc. Ngoài ra, doanh thu cũng có thể đến từ sản lượng dầu khai thác



tăng thêm khi sử dụng công nghệ tăng cường thu hồi dầu bằng cách bơm ép CO<sub>2</sub> xuống vỉa dầu. Theo Global CCS Institute, 70% dự án CCS đang hoạt động trên toàn thế giới sử dụng CO<sub>2</sub> thu được cho mục đích tăng cường thu hồi dầu [5]. Tuy nhiên, hiện nay Việt Nam chưa có hình thức hỗ trợ hoặc ưu đãi tương tự nào từ chính phủ để phát triển các dự án CCS.

Nguyên nhân thứ 2: các nền kinh tế APEC Đông Nam Á: Mặc dù có tiềm năng lưu trữ CO<sub>2</sub>, nhưng Việt Nam đang thiếu các địa điểm lưu trữ CO<sub>2</sub> đã được xác minh, một yếu tố vô cùng quan trọng để đưa ra quyết định đầu tư cuối cùng cho các dự án CCS. Các nhà đầu tư tiềm năng rất ngần ngại đầu tư và phát triển các dự án CCS nếu không có thông tin chi tiết về các địa điểm lưu trữ đã được xác minh này.

Nguyên nhân thứ 3: tại Việt Nam, các công cụ chính sách hỗ trợ cho CCS còn thiếu, gây trở ngại đáng kể đối với việc phát triển và triển khai CCS.

## 7. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

CCS Tomakomai là một dự án trình diễn rất thành công tại Nhật Bản cũng như toàn khu vực Châu Á, mở ra cơ hội để tiến đến vận hành thương mại hệ thống này vào năm 2030, đóng góp vào mục tiêu trung hòa carbon vào năm 2050. Thành công của dự án này sẽ mở ra cơ hội xây dựng các hệ thống CCS khác trong khu vực Đông Nam Á, đặc biệt là các nước lệ thuộc nhiều vào nhiên liệu hóa thạch trong lĩnh vực sản xuất điện và công nghiệp nặng như Indonesia và Việt Nam.

Công nghệ CCS đã được kiểm chứng và thương mại hoá rộng rãi trên thế giới. Vì vậy, áp dụng công nghệ CCS sẽ giúp Việt Nam giảm phát thải khí CO<sub>2</sub> từ các nhà máy nhiệt điện than, các nhà máy công nghiệp, đóng góp vào mục tiêu phát thải ròng bằng “0” vào năm 2050 như đã cam kết tại hội nghị COP26. Ngoài ra, các nhà máy nhiệt điện than có thể sử dụng cho đến hết tuổi thọ kinh tế và kỹ thuật của nhà máy nhằm tránh lãng phí và giúp nhà đầu tư thu hồi vốn hiệu quả.

Tuy nhiên, có rất nhiều rào cản cùng với chi phí thực hiện rất lớn nên cần có quá trình nghiên cứu, thử nghiệm, đánh giá cụ thể cho từng loại hình lưu trữ CO<sub>2</sub> tại Việt Nam. Sau đây là một số đề xuất.

- Giao nhiệm vụ cho các Viện nghiên cứu chuyên ngành để tiến hành nghiên cứu, thử nghiệm công nghệ này tại một số vị trí lưu trữ CO<sub>2</sub> khác nhau (bể chứa dầu khí đã cạn kiệt, vỉa than không thể khai thác, tầng nước mặn sâu...). Sau đó đánh giá khả năng lưu trữ và kiểm soát rò rỉ CO<sub>2</sub> từ các khu vực lưu trữ.

- Phối hợp với các tổ chức nước ngoài để tham quan học tập và chuyển giao công nghệ. Tranh thủ nguồn lực hỗ trợ từ các nước phát triển cho vấn đề chuyển dịch năng lượng và giảm phát thải.

- Xây dựng chính sách hỗ trợ triển khai các dự án CCS, dần hoàn thiện thị trường các bon và thuế các bon để tạo nguồn lực đầu tư cho lĩnh vực này.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] APEC Outlook 8th. APEC Energy Demand and Supply Outlook 8th Edition 2022.
- [2] Carbon Brief. <https://www.carbonbrief.org/everything-you-wanted-to-know-about-ccs-but-were-afraid-to-ask/>
- [3] Christopher P. Consoli, Neil Wildgust, Current status of global storage resource. Energy Procedia 114 (2017) 4623-4628.
- [4] EVN, 2021. Vietnam Electricity Annual Report 2021.
- [5] Global CCS Institute, 2022. Global Status of CCS 2022.
- [6] JCCS, Japan CCS Co.,Ltd. <https://www.japanccs.com/en/business/demonstration/monitoring.php>
- [7] Jiro Tanaka, 2022. Tomakomai CCS Demonstration Project – Key Results and Future Outlook
- [8] Phung Quoc Huy, Kyuro Sasaki, Yuichi Sugai, Nguyen Van Hau. Fundamental parameters for CO<sub>2</sub> enhanced coalbed methane recovery in deep and unminable coal seams in Quang Ninh coalfield, Viet Nam. Proceeding of International Mining Conference, 2010. P 419-424.