

## ノルウェーにおける CCS 開発プロセスとアクター連関

### レポート概要

ノルウェーでは二酸化炭素の回収および貯留（CCS）が同国の経済政策目標を実現する上で画期的な技術と解され、約四半世紀にわたって企業と政府が積極的な開発を行ってきた。また、1991 年に炭素税が導入されたことで、以前にも増して石油産業が CCS に関心を寄せるようになった<sup>1</sup>。1996 年からは北海ノルウェー沖約 240km の海底帯水層に、天然ガスから分離回収した二酸化炭素が年間約 100 万 t 規模で隔離されている<sup>2</sup>。

しかしながら、CCS の安全性や環境に対する影響などについて様々なリスクが予測されており、CCS は京都議定書におけるクリーン開発メカニズム（CDM）にも含まれていない。こうした状況で、ノルウェーではいかにアクターが連携し、同技術の早期導入に至ったのか。石油産業、研究機関、政府、環境 NGO らの開発プロセスにおける役割と連関を考察する。

### Research Question

- ・ 炭素税の導入は、どのような代替効果を生んだのか。
- ・ 様々なリスクが想定されているのにも関わらず、比較的短期間で大規模な CCS プロジェクトを実施することができたのはなぜか。

### 手法

本稿では、TIS（Technological Innovation System: ある技術（知識または製品）の開発、拡散および使用に焦点を当てた社会的・技術的システム<sup>3</sup>）を援用し、以下の 7 つの要因に留意しつつ、主に 1990 年から 2005 年にかけてのノルウェーにおける CCS 開発過程を考察する。

表 1 TIS における技術開発促進要因

<b>F1、企業活動</b>
<b>F2、技術・知識創造</b>
R&D(Research and Development) や RD&D (Research Development and Demonstration) のプロジェクト数、知識の種類、誰によって知識が創造されているか、大学などによる知識・技術と企業のニーズの一致・不一致。
<b>F3、技術・知識拡散</b>
国家と企業・銀行・大学・研究機関などのアクターとコラボレーションが行われている技術の数、既存のパートナーシップの中で共有されている技術・知識、公式な会議やプラットフォームなどの数とウェイト。
<b>F4、ガイダンス</b>
技術に関するビジョンと期待・予測、高い潜在性への確信、当該技術へのニーズやユーザーの明確化、政府や企業によって設定された特定のターゲットや規制。

<sup>1</sup> Personal Interview with Ms. Tone Ørke of StatoilHydro, 2009 Sept. Stavanger, Norway.

<sup>2</sup> NEDO、2008、NEDO 海外レポート「CO<sub>2</sub> 回収・地中貯留(CCS)技術の現状と展望(世界)」。

<sup>3</sup> Bergek. A., Jacobsson. S., Carlsson. B.,2008, Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis, *Research Policy* 37, pp407-429.

<b>F5、市場開拓</b>
市場の動向と潜在性、ユーザーの所在、ユーザーの要求の充足。
<b>F6、リソース動員</b>
人材と資金、その他のサービスやネットワークシステムなどの補完的財の利用可能性。
<b>F7、適法化・合理化・正当化 (legitimization)</b>
世論、メディアでの描写、技術導入の賛成派・反対派の主要な議論内容、技術への投資を行う正当性・合法性の形成、ロビーグループの活動。

出典：Alphen, K., Ruijven, J., Kasa, S., Hekkert, M., and Turkenburg, W., 2008 を参考に筆者作成

## 章立て

### 1. ノルウェーにおける CCS 導入の概要

#### 1-1. CCS の概要

#### 1-2. 背景

##### 1-2-1. ノルウェーの国家政策と CCS の影響

##### 1-2-2. 社会的受容

### 2. 開発プロセス

#### 2-1. プロジェクトの始動

#### 2-2. 研究開発の促進と国際的協力

#### 2-3. CCS に対する社会的認知の高まり

#### 2-4. CCS の浸透

### 3. 考察

### 4. 補論

### 1. ノルウェーにおける CCS 導入の概要

#### 1-1. CCS の概要

二酸化炭素の回収および貯留 (CCS) は、化石燃料 (石油、天然ガス、石炭) 等の燃焼排ガスや各種プラントの排ガスによって大気中に放出される二酸化炭素を回収、輸送し、長期的に貯留する技術である。現在、地中貯留の場所として、①帯水層、②炭層、③枯渇した油田等が挙げられている。

①帯水層貯留は、地下1,000m以深で水を含み、隙間が多い地層である帯水層に超臨界状態 (液体でも気体でもない流体状態) の二酸化炭素を貯留するものである。②炭層貯留は、炭が二酸化炭素を吸着する性質を利用して、炭層に閉じ込めるものである。③枯渇油田では、従来から原油の回収率を高めるために油層に二酸化炭素を注入して原油に溶解させ、残った原油を採取する原油増進回収法 (EOR) が活用されてきた。枯渇油田への二酸化炭素注入は、この技術を利用するものである<sup>4</sup>。

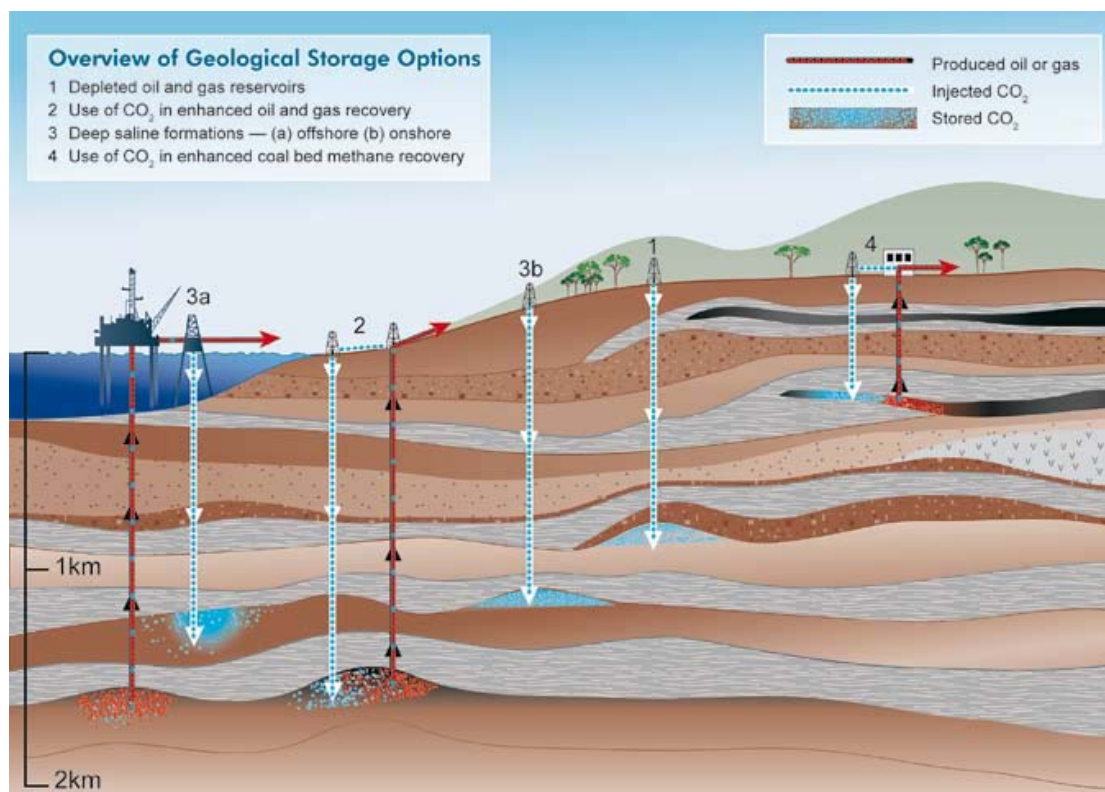
また、海洋隔離は、分離・回収した二酸化炭素を海洋に送り込むもので、海洋中への溶解と深海底への貯留という二つの方式が研究されている。前者は深度1,500~2,500mに二酸化炭素を放出して海洋中に希釈溶解する方法で、後者は水深3,000m以深の海底に二酸化炭素を送って貯留する方法である。

1975年に発効したロンドン条約 (廃棄物その他の物の投棄による海洋汚染の防止に関する条約) はその付属書において海洋投棄が禁止される有害廃棄物等を記載していた。96年議定書は海洋投棄を禁止し

<sup>4</sup> 国立国会図書館、2007、「海洋汚染防止と二酸化炭素の廃棄 (貯留)」、ISSUE BRIEF 586.

た上で、廃棄可能なものを規定するリバースリスト方式をとったが、二酸化炭素がリストに含まれなかったことから、海底地中貯留の可否が問題となった。ノルウェーはイギリス、フランスらとともに二酸化炭素をリストに加えることを提案し、2006年秋にこれが採択されている。なお海洋隔離は、現段階では認められていない<sup>5</sup>。

図 1 現在検討されている地中貯留場所



出典：IPCC, 2005, *IPCC Special Report Carbon Dioxide Capture and Storage*.

## 1-2. 背景

### 1-2-1. ノルウェーの国家政策と CCS の影響

ノルウェー政府は長い間、同国の経済政策目標を「持続可能な成長と完全雇用」としてきた。1969年に Ekofisk 油田が発見されて以来、GDP の約 25%を構成する石油・ガス生産からの収入によって、失業政策として拡張的財政政策を行うことが可能となっていた。政府は、大陸棚において石油は 2050 年前後、天然ガスは 2100 年前後まで採掘可能と見積もっている<sup>6</sup>。従って 1980 年代末以降、持続可能性という「正当性」を担保しながらエネルギー産業の発展を維持することが、経済政策の主軸となった。

1991 年からはガソリン、軽油、鉱油および石油産業のオフショアでの活動に対してエネルギーの炭素排出量に比例した炭素税が導入され、以降これが同国の環境政策の主要なツールとされてきた<sup>7</sup>。しかしながら、炭素税の徴収そのものが排出量削減に与える影響は小さいとの指摘がなされている。ノルウェー政府統計局の試算によれば、導入から 10 年間で炭素税の効果によって削減された排出量は 2.3%に

<sup>5</sup> 国立国会図書館、2007、p5.

<sup>6</sup> 松村一、2005、「エネルギー政策と環境政策、『ノルウェーの政治』、早稲田大学出版部、p203.

<sup>7</sup> Ministry of Finance, 1996, *Policies for a Better Environment and High Employment, An English Summary of the Norwegian Green Tax Commission*, Oslo.

留まった<sup>8</sup>。一方で、10 年間で GDP が 35% 成長しながら、二酸化炭素排出量の増加は 19% に抑えられており、技術開発等によるエネルギー効率の向上が与えた影響の大きさが伺える。

ノルウェーは 20 世紀初頭から水力発電開発を始め、戦後は水力発電施設を増設、現在国内のエネルギー供給の約半分と、電力供給の 99% を水力発電でまかなっている。こうした背景から同国の二酸化炭素排出量削減の余地は限られていることもあり、京都議定書における温室効果ガスの排出量に関する同国の義務は、1990 年比 +1% に抑えることとされた。しかし、石油や天然ガスの生産によって温室効果ガスの排出量が増加し、議定書の義務履行が困難となった。2007 年までに 1990 年比で排出量が約 8.5% 増加しているが、このうち約 80% が、石油・ガス関連産業によってもたらされている。石油・ガス産業の活動は同国の二酸化炭素排出量の約 23% を生み出しており、排出量の削減を達成したい政府と、高額な炭素税<sup>9</sup>というの納税を避けようとする産業界の双方から CCS が注目されるようになった。ノルウェーでは 1980 年代の後半から CCS 構想が議論され<sup>10</sup>、すでに 1996 年から商業的な大規模地中貯留プロジェクトが実施されている。また、政府の CCS に対する RD&D (研究開発・実証) への予算額はアメリカに次いで高く、GDP 費では世界で最も高い割合になっている<sup>11</sup>。

CCS は大量の二酸化炭素を地中に封じることができ、再生可能エネルギー中心の低炭素社会へ至る「移行期」に有効な技術として、国際エネルギー機関 (IEA) や気候変動に関する政府間枠組み (IPCC) でも科学的に評価されている。石油資源に加えて CCS、オフショア風力発電、潮力発電などの技術を有していることで、ノルウェーはエネルギー安全保障における自国の地位確立に成功してきた。欧州連合のエネルギー戦略には「ノルウェーとの効果的な協力が必須である」と記されている<sup>12</sup>。

また、ノルウェーは天然ガスの産出国ながら国内での利用が進んでいない。国民一人当たりの使用する電力量が世界で最も多く、環境破壊等の理由からこれ以上水力発電施設を建設できないノルウェーでは<sup>13</sup>、電力確保が重要課題である。現労働党政権は、CCS の導入が進めば天然ガス火力発電を検討する方針で、ノルウェーにとって CCS は二酸化炭素排出量の削減と安定的なエネルギー供給の双方が実現できる技術と言えよう。

## 1-2-2. 社会的受容

一方で様々なリスクも想定される。主なリスクとしては、輸送、貯留段階での二酸化炭素の漏洩による大気中の二酸化炭素濃度の上昇、貯留場所の環境に対する影響などが挙げられる。リスクの伴う技術の導入には社会における受容性の構築が必要であるが、先行研究では受容過程において CCS に関する情報・知識が果たす役割が指摘されている<sup>14</sup>。これらの先行研究では、CCS の概要やリスク、温暖化対

<sup>8</sup> Bruvoll.A., Larsen.B.,2004, Greenhouse gas emission in Norway: do carbon taxes work?, *Energy Policy* 32(2004), p493-505.

<sup>9</sup> 毎年変更されるが、比較的高く設定された 1999 年は 1t あたり 51 ドルであった。

<sup>10</sup> 1980 年代には、主に原油増進回収法 (EOR) との関連で研究が進められていた。

<sup>11</sup> Tjernshaugen.A.,2008, Political commitment to CO2 capture and storage: evidence from government RD&D budgets, *Mitig Adapt Strat Glob Change* 13, p1-21.

<sup>12</sup> EU Energy Security and Solidarity Action Plan: 2nd Strategic Energy Review, 2008, Brussels.

<sup>13</sup> Quiviger. G., 2001, *A Case Study from Norway on Gas-Fired Power Plants, Carbon Sequestration, and Politics*, Massachusetts Institute of Technology.

<sup>14</sup> Tokushige. K., Akimoto. K., and Tomoda. T., 2007, Public perception on the acceptance of geological storage of carbon dioxide and information influencing the acceptance, *International Journal of Greenhouse Gas Control* I, pp101-112.

Andersen.J., Chiavari. J., 2009, *Results from the project "Acceptance of CO2 capture and storage: economics, policy and technology(ACCSEPT)"*. など

策としての効果、信頼性などに関する情報を被験者に伝える前と後にアンケートをとり、その変化を検証している。Tokushige らによれば、特に CCS のもたらす便益に関する情報が CCS 導入に賛成する度合いを強めるという。

## 2. 開発プロセス

### 2-1. プロジェクトの始動

ノルウェーで CCS 構想が持ち上がったのは 1986 年であり、その契機は研究機関 SINTEF が国営企業であった石油企業「スタトイル社 (Statoil)<sup>15</sup>」に報告したリサーチ結果にある。当時国連では、ノルウェーの元首相であったブルントラント氏が「持続可能な開発」の概念を浸透させるなど、環境分野において先導的な役割を果たそうとしていた。1990 年に再び首相となった同氏が環境先進国としての威信にかけて炭素税を導入したことで、国内でも CCS への関心が高まることになるのである。

1992 年にスタトイル社はウトシラ層と呼ばれる帯水層への炭素注入を決定するが、このプロジェクトの実現のために、同社は年間 125 万から 250 万ユーロの研究予算を確保したとされる。1992 年から 1996 年まで、SINTEF やトロンヘイム科学技術大学との二酸化炭素の分離技術に関する共同 R&D に予算が配分された。1996 年には世界で始めて北海沿岸のスライプナー (Sleipner) ガスプラントで、商業的に天然ガスを生産すると同時に、帯水層に毎年 100 万 t 規模の二酸化炭素を封じ込めるオペレーションを開始したが、それまでにスタトイル社は約 940 万ユーロを拠出している。

これらのプロジェクトは、スタトイル社とノルウェー最大の技術・建設サービス企業クヴァルネル (Kværner) 社との提携によって行われた。帯水層への注入を決定した後、スタトイル社はクヴァルネル社に、洋上ガスプラントから排出される二酸化炭素を削減するにあたって費用対効果の高い解決策を求めた。洋上ガスプラントからの排出はノルウェーの石油関連産業が排出する二酸化炭素の約 80% を占めており<sup>16</sup>、炭素税の負担が大きい。この炭素税のために、クヴァルネル社は CCS 技術に商業価値を見出し、R&D への拠出を決めたという<sup>17</sup>。またクヴァルネル社は、プロジェクト期間中に 6 つの国際石油資本とパートナーシップを締結している。

スタトイル社とクヴァルネル社の R&D プロジェクトは成功したが、国内の 49 の石油・ガス産業関連企業が加盟するノルウェー石油産業組合 (the Norwegian Oil Industry Association) は、二酸化炭素の分離・注入にかかる資源と労力、およびコストの高さを指摘してこれを批判している。また、国際環境 NGO グリーンピースは、スライプナーでの貯留を、ロンドン条約違反とみなして抗議の姿勢を見せた<sup>18</sup>。当時のノルウェーに CCS に関する特別な法的枠組みは存在せず、国際環境 NGO の抗議は、国際的・国内的な法制の必要性認識につながったものと考えられる。

<sup>15</sup> スタトイル社は石油事業に関する国家のコントロールを確保するために、1972 年に国営企業として設立された。労働党政権は同社を国際石油資本と同等の存在にまで高めることを目標に様々な優遇政策をとり、石油開発に加えて石油活動管理という行政的側面も有する国策会社として育成した。その後、石油価格の下落や欧州経済領域への参加などといった諸要因が重なり、政府は国際競争に対応すべく、2001 年に同社の部分民営化を行った。

<sup>16</sup> スライプナーで採られる天然ガスは約 9% の二酸化炭素を含み、国際基準の 2.5% を満たすために、輸出する際に含有率をさげなければならない。

<sup>17</sup> Alphen, K., Ruijven, J., Kasa, S., Hekkert, M., and Turkenburg, W., 2008, The performance of the Norwegian carbon dioxide, capture and storage innovation system, *Energy Policy*, Vol.37, pp43-55.

<sup>18</sup> Heinrich, J., 2002, *Legal Implications of CO2 Ocean Storage*, Laboratory for Energy and the Environment, Massachusetts Institute of Technology.

## 2-2. 研究開発の促進と国際的協力

1997 年にノルウェーは京都議定書を批准し、ノルウェー政府の学術研究評議会によって KLIMATEK という低炭素社会に向けた研究を助成し、促進するためのプロジェクトが立ち上げられた。4 年間に使われた 300 万ユーロの予算のうち、約半分が CCS 関連のプロジェクトに注がれている<sup>19</sup>。クヴァルネル社の炭素分離技術も、KLIMATEK を通じて助成金を受けている。

二酸化炭素の貯留に関する初の大型官民協力リサーチとして、1998 年から 1999 年にかけて行われた SACS (Saline Aquifer CO2 Storage Project) が挙げられる。スライプナーガスプラントにおいて帯水層に注入した二酸化炭素の観察を主目的とし、3D 技術を用いて二酸化炭素の動きを研究した世界初のプロジェクトとなった<sup>20</sup>。プロジェクトはスタトイル社によってコーディネートされたが、欧州の石油・ガス関連企業も複数参加しており、EU や IEA など関わっている。

## 2-3. CCS に対する社会的認知の高まり

1990 年代を通じて、天然ガスを用いた火力発電所の建設が政治的争点となっていた。1994 年にスタトイル社と国営の電力会社スタトクラフト (Statkraft) 社、ノルウェー第二位の石油企業ノシュクヒュドロ (Norsk Hydro<sup>21</sup>) 社の三者が「ナチュアカフト(Naturkraft)」というコンバインドサイクルガスタービン (CCGT) を用いた発電所プロジェクトを発表した。水力発電所の増設は困難と見られる中で電力需要の増加に対応するために必要な措置として、議会の多数は建設を容認した。しかし、温室効果ガスを排出する発電所の建設への反対は根強く、プロジェクトは停滞する<sup>22</sup>。1997 年には有力環境 NGO 「ナチュア&オングダム (Natur og Ungdom; Nature and Youth)」が反ガス火力発電所を唱えてアドボカシー団体 (Fellesaksjonen mot gasskraftverk; Joint Action against Gas-Fired Power Stations) を設立する。同団体の活動には約 20 の環境 NGO から約 3000 人が参加し<sup>23</sup>、1990 年代において最も広範に行われた環境キャンペーンとなった。総選挙を控えた政権へのネガティブキャンペーンを行うなど、活動のもたらした政治的インパクトは大きく、ヤグランド(Jagland)労働党政権は 1997 年にナチュアカフトの建設延期を発表するが、同年の選挙で政権については建設に反対する保守連合であった。

こうした状況において、1998 年にノシュクヒュドロ社が単独で「ヒュドロカフト(Hydrokraft)」プロジェクトを立ち上げる。これは炭素を分離する機能を備えた CCGT を用いた発電所建設を行うものであった。ヒュドロカフトの登場は、ナチュアカフトへの支持を大幅に下げ、また CCS 技術が社会的に認知されるきっかけともなった。それまでの議論は 1) 火力発電所を建設しない、2) ナチュアカフト型の発電所を建設するという 2 派に分かれていた。ヒュドロカフトプロジェクトの立ち上げが話題となった際、国内の有力環境 NGO 「ベローナ (Bellona) <sup>24</sup>」や「ナチュア&オングダム」らが CCS のコンセプトを広く社会に発信したことで、3) ヒュドロカフト型の炭素分離機能を備えた発電所を建設する、

<sup>19</sup> Alphen, K., Ruijven, J., Kasa, S., Hekkert, M., and Turkenburg, W., 2008

<sup>20</sup> Statoil, Best Practice Manual from SACS - Saline Aquifer CO2 Storage Project  
[http://www.co2store.org/TEK/FOT/SVG03178.nsf/Attachments/SACSBestPractiseManual.pdf/\\$FILE/SACSBestPractiseManual.pdf](http://www.co2store.org/TEK/FOT/SVG03178.nsf/Attachments/SACSBestPractiseManual.pdf/$FILE/SACSBestPractiseManual.pdf)

<sup>21</sup> Norsk Hydro は 1905 年に実業家サム・アイデがノルウェーで始めて水力発電所建設を行った際に設立した、私企業である。

<sup>22</sup> Quiviger, G., 2001.

<sup>23</sup> Natur og Ungdom, Historien år for år, <http://www.nu.no/oss/historie/>

<sup>24</sup> 1986 年に設立されたノルウェーでも有数の国際環境 NGO。本拠地はオスロであるが、ワシントンやブリュッセル、サンクトペテルスブルグにも拠点を持ち、生物、経済、政治、法律、ジャーナリズムなど各分野に精通した約 75 名の職員を有す。

という新たな選択肢が加えられることとなった<sup>25</sup>。開発と排出量削減の双方を可能にする CCS 技術の紹介によって、それまでの議論が陳腐なものに思われるようになったようである。

しかしながらヒュドロカフト型の発電所建設に世論が集約されつつあった 1999 年に、資金不足と技術的問題から、プロジェクトの凍結が発表され、さらに議論が混乱した。以上の流れを受けて、2000 年には「天然ガス火力発電所の建設は二酸化炭素排出量の増大を招く」として建設に反対したボンデヴィク(Bondevik)保守連立政権と、「石炭火力発電への依存から脱却によって排出量を抑えられる」とした野党・労働党が激しく対立し、内閣総辞職にまで発展した。

## 2-4. CCS の浸透

ボンデヴィク内閣の総辞職を受けて、一時的にストルテンベルグ(Stoltenberg)労働党政権が誕生した。労働党政権は天然ガスを用いたヒュドロカフト型の火力発電所建設を決めるが、2001 年の総選挙で政権に付いたのはボンデヴィクであった。2001 年から 2005 年まで政権についたボンデヴィク保守連立内閣は、より一層の積極性をもって CCS の導入を加速させていくことになる。

KLIMATEK に対する予算額が大幅に増え、また予算に占める CCS 関連研究費の割合も上昇した(図 2)。2002 年には政府のリサーチカウンスルの中に KMB プロジェクト(kompetanseprosjekter med brukermedvirkning; competence projects with user participation)が立ち上がり、2006 年までの第一期には 1300 万ユーロの予算が組まれ、主に地中貯留と EOR に関する研究が行われた。

図 2 KLIMATEK 予算と CCS 関連研究費用

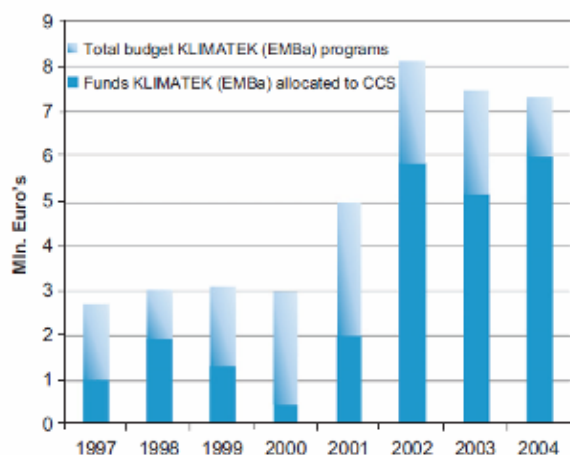


図 3 国別 CCS 関連予算額 (GDP 百万米ドルあたり)

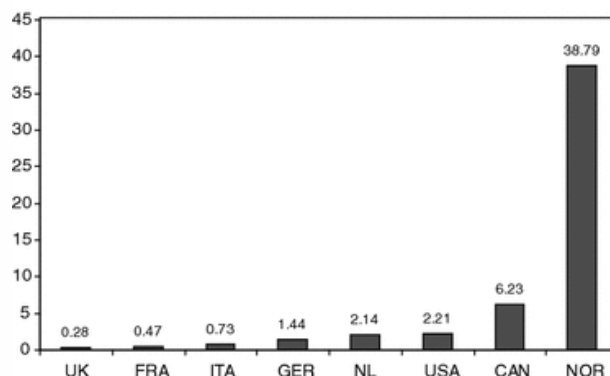


図 2 出典: Alphen. K., Ruijven. J., Kasa. S., Hekkert. M., and Turkenburg. W., 2008.p.48.

図 3 出典: Tjernshaugen.A.2008.p.13.

また、スタトイル社が中心となって 1998 年に行った SACS (Saline Aquifer CO<sub>2</sub> Storage Project) の第二フェーズと位置づけられる SACS II が 2000 年より 3 年間行われた。19 の国際的企業や研究機関が参加し、EU から資金拠出が成されている。

こうした研究開発に対する補助金の充実はスタトイル社以外の企業に対しても機会を与えることになり、ジョイント・ベンチャー企業などが CCS 関連技術分野に参入した。図 3 は 2005 年における CCS 関連 R&D に対する拠出額 (GDP100 万米ドル中) であるが、GDP に比してノルウェーの拠出額は飛びぬけて高く、総額でも米国に次いで世界第 2 位であった。豊富な資金と炭素税の継続に後押しを受け

<sup>25</sup> Alphen. K., Ruijven. J., Kasa. S., Hekkert. M., and Turkenburg. W., 2008

で、スタトイル社は 2001 年にスライプナーに続く CCS 設備を有する大型の施設「スノーヴィット (Snøhvit; snow white)」の建設を計画、2008 年から稼働している。スノーヴィットで採掘された天然ガスは陸地で精製されるが、この際に分離された二酸化炭素は加圧され、海中に敷かれたパイプを通して帯水層に注入される。

2005 年から政権についている労働党のストルテンベルグ政権は、2050 年までにノルウェーを「カーボン・ニュートラル」な国家にするという野心的な目標を掲げ、環境先進国としての地位を高めようと試みている。2005 年には天然ガスによる火力発電所を建設する場合、CCS 設備の併用が求める規定が置かれた。同時に政府は CCS 関連の設備投資や研究に対して資金援助を行う姿勢を明確にし、労働党政権も前保守政権の CCS 強化方針を引き継ぎ、現在にいたっている。

### 3. 考察

図 4 は、CCS 関連技術の開発過程において重要な役割を果たしたと考えられる出来事を、国際的、国内的、社会的領域に分類し、7つの機能・要因ごとに色分けして並べたものである。

図 4 CCS 開発プロセスにおける出来事とその機能

	1990	1995	2000	2005
International	1984-87 ブルントラント委員会 (F4)	1991 IEA-GHC (F1&4)	1997 京都議定書 (F4)	1998 SACS (F2&F3) 2000 SACS II (F2&F3) 2007 ロンドン条約改正 (F7)
National	1991 炭素税 (F5)	1994 Naturkraft (F2&F7)	1996 Sleipner (F1)	1997-04 KLIMA-TEK (F3&F6) 1998 Hydrokraft (F2&F7) 2005 発電所 CCS 規定 (F4) 2008 Snøhvid (F1)
Social		1996 国際 NGO 抗議 (F7)	1997-00 発電所論争 (F7)	

CCS の開発プロセスにおいて、市場創出・開拓の役割 (F5) を担ったのは 1991 年に導入された炭素税であったと考えられる。石油やガスの価格弾力性は小さく、前述のように、炭素税の導入効果によって削減された排出量は少なかった。しかし、政権交代を繰り返しながらも現在に至るまで継続して炭素税が徴収されてきたことで、将来における排出量削減に関する技術の開発インセンティブが高まり、スライプナーやスノーヴィットという商業的に天然ガスを生産すると同時に、帯水層に二酸化炭素を貯留する施設が建設されることになった。また、政府が集中的に多額の R&D 予算を CCS 関連技術開発に充てたことで、安定的な資金が供給され (F6)、技術開発システムが円滑に動いたと言える。現在も様々な CCS を用いた商業施設の建設が進んでおり、市場は拡大している。



1996年にスライプナーがオペレーションを開始した際には、国際環境 NGO のグリーンピースによる抗議があったが、同 NGO はノルウェーでは大きな力を持たず、社会的なインパクトを与えるに至らなかった<sup>26</sup>。ノルウェーにおける環境ムーブメントは、国家的な組織やそれらの政治的戦略に呼応する形で発生すると指摘され、また NGO は政府から活動資金の助成を受け、政府も NGO の意見を取り入れるという協調体制がある<sup>27</sup>。ただし、財源において政府に依存しているからといって、政府と全てのイシューにおいて一致した見解を有しているわけではなく、活動の独立性は保たれている。企業と環境 NGO の間にも、合理的な協調関係が存在する。例えば 1997年に天然ガスを利用した火力発電の建設が社会的論争となった時、CCSの社会的認知を高めた NGO の一つがベローナであった。ベローナは環境問題の解決策として技術を重視するという点でスタトイル社と方針が一致し、同社から資金援助を受けていたが、同 NGO はロホーテン地域での石油掘削に反対しているなど<sup>28</sup>、根本的な意見の相違も多い。ベローナのような、現実即して問題解決への寄与に重きを置く NGO が国内世論に影響を持っていることは、新しい技術の社会的受容性向上につながっていると言える。

また北欧諸国では政府に対する信頼度が非常に高い<sup>29</sup>。国内 NGO による紹介が CCS 導入への賛成意見を高めたこと背景には、スライプナーを実施してきたスタトイル社がそもそも国営企業であったことや、政府の CCS 関連事業に対する強いコミットメントが安心感を与えたことがあると考えられる。

#### 4. 補論—ノルウェーの事例から—

ノルウェーの事例では、R&D 予算の集中的拠出、炭素税による技術開発インセンティブ、政策遂行パートナーとしての NGO の影響力といった要因が、技術の早期開発と実用化につながったと言える。これらは、ノルウェーの政治・経済・社会的特殊性に依拠している部分も大きい。ノルウェーにとって石油・ガス産業は GDP の約 25%を構成する最重要産業であり、同産業分野の研究開発に注ぐ予算も自ずと大きくなる<sup>30</sup>。炭素税の導入も石油・ガス産業の温暖化ガス排出量の多さと、環境先進国としての政治的戦略に基づいたものであった。NGO や国民との信頼関係は、長年に渡って「大きな政府」が機能を果たしてきた中で築き上げられたものと言える。

こうした特殊性を指し引いて本事例から求められる示唆としては、政府の開発支援による技術・知識拡散機能の重要性と社会的受容性に関するフレーミング効果があろう。ドイツや日本では企業ごとに特殊技能が発達し、同一産業内でも労働者に求められるスキルが企業ごとに異なり、技術や知識が拡散しにくい。これに対して北欧諸国では、中央集権的な団体交渉によって賃金が決定されるために、産業内の賃金同一化と知識やスキルの標準化が図られてきた<sup>31</sup>。さらにノルウェーは豊富な国家予算を使い、

<sup>26</sup> 自然豊かな広い国土に、少ない人口が分散して居住していることもあり、自然とともに生きているノルウェー人の心にグリーンピースの主張は響かないとする意見もある。(Tjernshaugen, 2004)

<sup>27</sup> 気候変動枠組み条約締約国会議に参加する NGO の渡航費を政府が援助するといった場合もある。

<sup>28</sup> Bellona, 2009, Oljefritt Lofoten og Vesterålen,  
[http://www.bellona.no/filearchive/fil\\_Bellona\\_Lofoten\\_web.pdf](http://www.bellona.no/filearchive/fil_Bellona_Lofoten_web.pdf)

<sup>29</sup> Tjernshaugen, A. and Lee, H., 2004, *Shaming and Framing: Norwegian Nongovernmental Organization in the Climate Change Negotiations*, CIERO Working Paper 2004:09.

<sup>30</sup> 日本では新エネルギー開発・産業技術総合開発機構 (NEDO) の平成 21 年度予算 2,347 億円に対し、CCS 関連技術のプロジェクト予算は 14.7 億円であった。

<http://www.nedo.go.jp/activities/portal/gaiyou/p08020/p08020.html>

<sup>31</sup> 例えばスウェーデンのレーン＝メイドナーモデルによれば、産業内同一賃金という負担から利潤率が低い企業が倒産した場合、政府は失業した労働者を利潤率の高い同一産業内の企業に吸収されるよう、積極的労働市場政策を実施する。これによって、産業内の技術・スキルが標準化されていくと考えられる。

研究助成金を充実させることでベンチャー企業などの参入を促し、また政府の支援によって蓄積された技術や知識は規模の小さな企業に対しても開かれている。企業は技術流出を恐れるのではなく、技術拡散によるパイの拡大に主眼を置けるよう、政府が枠組みを作っているのである。ニッチな市場の開拓と拡大において政府が果たす役割は大きく、助成によって企業が有する技術を結びつけ、早期の技術開発を促進することが求められよう。

社会的受容性については、Tokushige らの先行研究が示した通り、発電所建設論争の中で CCS を用いる便益が強く認識されるようになったことで高まっていったと指摘できる。人的活動が環境に及ぼす負の影響について、一定の社会的合意がある国においては、環境問題への寄与という文脈で便益を示すことにより、受容性を高めていくことが可能であると言える。

## 参考文献

- Alphen. K., Ruijven. J., Kasa. S., Hekkert. M., and Turkenburg. W., 2008, The performance of the Norwegian carbon dioxide, capture and storage innovation system, *Energy Policy*, Vol.37, pp43-55.
- Andersen.J., Chiavari. J., 2009, Results from the project “Acceptance of CO2 capture and storage: economics, policy and technology(ACCSEPT)” .
- Bellona, 2009, Oljefritt Lofoten og Vesterålen, [http://www.bellona.no/filearchive/fil\\_Bellona\\_Lofoten\\_web.pdf](http://www.bellona.no/filearchive/fil_Bellona_Lofoten_web.pdf)
- Bergek. A., Jacobsson. S., Carlsson. B.,2008, Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis, *Research Policy* 37, pp407-429.
- Bruvoll.A., Larsen.B.,2004, Greenhouse gas emission in Norway: do carbon taxes work?, *Energy Policy* 32(2004), p493-505.
- EU Energy Security and Solidarity Action Plan: 2nd Strategic Energy Review, 2008, Brussels.
- Heinrich.J., 2002, Legal Implications of CO2 Ocean Storage, Laboratory for Energy and the Environment, Massachusetts Institute of Technology.
- Ministry of Finance,1996, Policies for a Better Environment and High Employment, An English Summary of the Norwegian Green Tax Commission, Oslo.
- Natur og Ungdom, Historien år for år, <http://www.nu.no/oss/historie/>
- Personal Interview with Ms. Tone Ørke of StatoilHydro, 2009 Sept. Stavanger, Norway.
- Quiviger. G., 2001, A Case Study from Norway on Gas-Fired Power Plants, Carbon Sequestration, and Politics, Massachusetts Institute of Technology.
- Statoil, Best Practice Manual from SACS - Saline Aquifer CO2 Storage Project
- [http://www.co2store.org/TEK/FOT/SVG03178.nsf/Attachments/SACSBestPractiseManual.pdf/\\$FILE/SACSBestPractiseManual.pdf](http://www.co2store.org/TEK/FOT/SVG03178.nsf/Attachments/SACSBestPractiseManual.pdf/$FILE/SACSBestPractiseManual.pdf)
- Tjernshaugen, A. and Lee, H., 2004, Shaming and Framing: Norwegian Nongovernmental Organization in the Climate Change Negotiations, CIERO Working Paper 2004:09.
- Tjernshaugen. A., 2008, Political commitment to CO2 capture and storage: evidence from government RD&D budgets, *Mitig Adapt Strat Glob Change* 13, p1-21.
- Tokushige. K., Akimoto. K., and Tomoda. T., 2007, Public perception on the acceptance of geological storage of carbon dioxide and information influencing the acceptance, *International Journal of Greenhouse Gas Control* 1, pp101-112.
- 国立国会図書館、2007、「海洋汚染防止と二酸化炭素の廃棄（貯留）」、ISSUE BRIEF 586.
- NEDO、2008、NEDO 海外レポート「CO2 回収・地中貯留(CCS)技術の現状と展望(世界)」.
- 松村一、2005、「エネルギー政策と環境政策、『ノルウェーの政治』、早稲田大学出版部、p203.