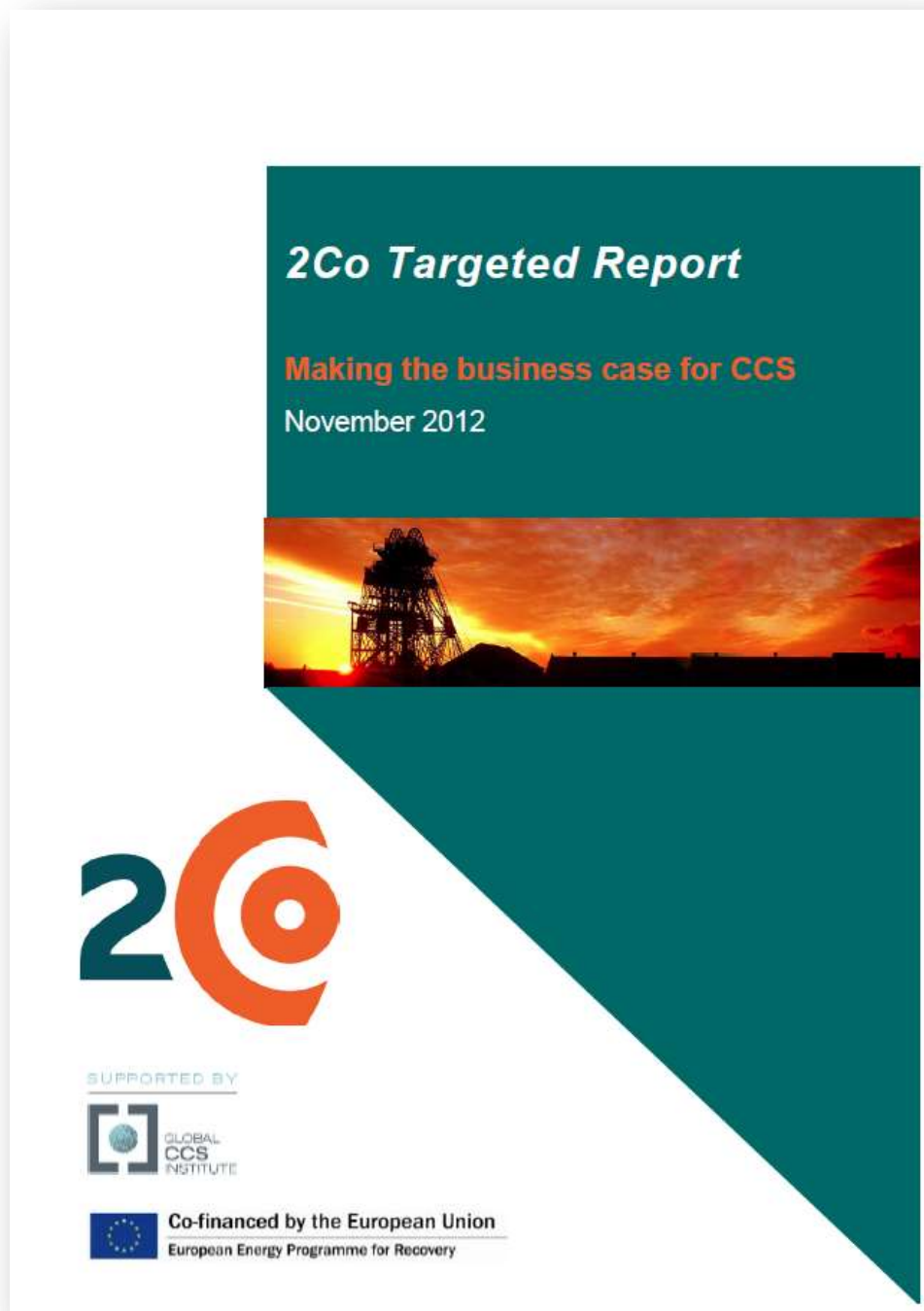


# CCS プロジェクトのビジネスケース 構築

2012年11月



# Disclaimer

This document is published on the Global CCS Institute's website in the interest of information exchange. The Global CCS Institute does not give any representation or warranty as to the reliability, accuracy or completeness of the information, nor does it accept any responsibility arising in any way (including by negligence) for errors in, or omissions from, the information.

© Global Carbon Capture and Storage Institute Limited 2011 Canberra

## 免責事項

本文書は、情報交換の観点からグローバル CCS インスティテュートのウェブサイトで公開されている。グローバル CCS インスティテュートは、情報の信頼性や正確さ又は完全性について一切の表明も保証も行わず、形はどうあれ(過失によるものを含め)情報の書き損じや脱漏から生じる責任を何ら負うものではない。

© Global Carbon Capture and Storage Institute Limited 2011 Canberra.

本レポートは日本メンバーの便宜のため英語から日本語に翻訳したものです。グローバル CCS インスティテュートは、本レポートの日本語版に翻訳された内容の正確性、信頼性、または完全性を保証するものではありません。

## 1. 緒言

世界中の数多くの企業や投資家が、炭素回収貯留 (CCS) を装備した大規模発電所を創る意欲を持っている。これを持続可能なモデルで実現するには、当該技術に内在するリスクを容受するために、投資に対する適切な利益が得られなければならない。しかし CCS は、十分な介入なくしては CCS 施設の整備や新たな産業の出現を阻む、重大な障害に直面している。CCS 施設のコストは、世界のどこでも現在の電力卸売価格での売電収益では十分に賄えず、CO<sub>2</sub> 排出の回避や削減から収入が得られることによっても賄われない。

従って、CCS への投資家は、コストと収益のミスマッチという根本的な課題に対応するに足る、適切なビジネスを慎重に構築する必要がある。

2Co Energy Limited (2Co) は、英国における自社の CCS プロジェクトである Don Valley 発電プロジェクト (DVPP) の CCS ビジネスの実例をグローバル CCS インスティテュートの会員と共有するために、この知識成果物を執筆した。2Co は、このような形でビジネスケースを共有することにより、グローバル CCS インスティテュートの会員が世界各地で自らの CCS ビジネスを開発する際に役立つ実践的な情報を提供したいと願っている。

本報告書では、以下を扱っている：

- 2Co 及び同社の英国での CCS プロジェクトである DVPP の概要。
- 他の CCS プロジェクトがこれまでにグローバル CCS インスティテュートのために公開した、既存のビジネスケースに関連した知識成果物の要約 (これらのビジネスケースにとって最も重要だった要素を要約したもの)。
- 英国において DVPP 及び他のプロジェクトが直面した、CCS に関する市場や規制に関する状況の記述。
- 2Co が直面する資金調達の課題やその結果としての資金調達策についての考察。
- 結果としての事業計画 (収益及びコストのプロファイル、将来のコスト削減の可能性及び見通しを含む)。
- プロジェクトにとっての主なリスク及び緩和計画の記述。

## 2. 要旨

2Co Energy は、CCS 施設で回収される CO<sub>2</sub> を活用し、石油増進回収 (EOR) 技法を用いて石油を増産することを目指す CCS 専門企業である。英国で 2Co は、South Yorkshire の Stainforth で、総発電容量 920MW、ネット発電容量 650MW の燃焼前回収 CCS 発電所、Don Valley 発電プロジェクト (DVPP) を開発中である。北海中央部の採掘を終わった油田に CO<sub>2</sub> をポンプで圧入し、CO<sub>2</sub> を恒久的に貯留すると同時に、最大で 1 億 5,000 万バレルの石油を更に生産するために用いる構想である。

大規模 CCS プロジェクトのビジネス開発を成功させるのは難しく、手間が掛かる。他のプロジェクトがグローバル CCS インスティテュートに公開したビジネスケースをレビューすると、成功するのに重要な幾つかの事項が示唆される。

- 政府からの資本金助成という形での支援
- EOR からの収益の可能性
- CO<sub>2</sub>回収にインセンティブを与える CO<sub>2</sub> 排出価格
- プロジェクトの資金面での負担を減らすための政府保証付きの融資
- CCS の追加コストを賄うのに十分な収益をもたらす割増電力価格

英国の市場及び規制環境も、後押ししている。気候変動の原因となる排出を劇的に削減するための法的要件は、政府の CCS 実現推進につながっており、導入された仕組みにより、資本助成や CO<sub>2</sub> 排出価格、割増電力価格が現実のものになるであろう。また英国は、EOR に適した多数の大規模な沖合油田に恵まれている。

DVPP に必要な資金調達は非常に莫大であり、英国市場にあるという有利さにもかかわらず、当該プロジェクトにとって大きな課題となっている。課題に対処するためには、自己資本と借入金、助成金を組み合わせることが必要だと結論された。英国政府保証付き融資は利用できないため、当該プロジェクトは他の資金源、例えば欧州投資銀行からの公的な借入れを最大限活用することを目指している。(2Co は、英国の最近の CCS 商業化プログラムの助成金の申請は上手く行かなかったが) CCS が利用できる、英国政府や欧州連合からの種々の助成金も活用することができる。これにより、幅広い投資家を引き付ける可能性のある、許容される規模の株主資本に収まり、適切な利益をもたらすとともに、競争力のある低炭素電力価格が実現されるであろう。

資金調達計画に、当該プロジェクトに想定される建設及び操業に関するパラメータを組み合わせれば、当該プロジェクトのコスト及び収益のプロファイルを作成できる。これによって、英国の電力卸売価格並びに、英国市場において CCS が利用できる割増電力価格、石油生産からの収益という三つの主な収益源を合わせれば、CCS のコストを賄って投資家に十分な利益をもたらすのに十分であることが分かる。

しかしながら、当該プロジェクトの実施成功に対するリスクは大きく立ちはだかつており、投資家が十分に自信を持って最終投資判断を下すためには、これらのリスクに対処する必要がある。英国の規制面でのリスクはさておき、最も重要なリスクには、資本コストの変化、開始の遅れ、石油価格の変動、操業終了に伴う問題がある。投資家がこうしたリスクを取りたがらない状況で 2Co は、(例えば、建設リスクを EPC 請負業者に転化して) これらを緩和しようとしている。

資金調達とリスク対策が効果的に実施され、計画している CCS 支援規則を英国政府が実施するならば、欧州で建設される大規模 CCS プロジェクトの最初の成功事例の一つに DVPP はなれると、2Co は確信している。

## 3. 2Co Energy の概要

### 3.1. 事業の沿革

2Co Energy は、エネルギー業界の実力者である、Gareth Roberts と Lewis Gillies が設立した、英国を本拠とするエネルギー会社である。

Gareth Roberts は、Denbury Resources International の創設者で、前最高経営責任者である。Denbury は、米国南部の州で見られる自然発生している CO<sub>2</sub> を利用して、古い油田に圧入している。この CO<sub>2</sub> が、石油増進回収 (EOR) と呼ばれる方法により、油田から更に石油を押し出す。

Lewis Gillies は、BP と Rio Tinto の合併事業 Hydrogen Energy の創設者で、前最高経営責任者である。Hydrogen Energy は英国、アブダビ及びカリフォルニアで CCS 付きの発電プロジェクトに取り組み、石炭やガスを水素と CO<sub>2</sub> に変換する施設の建設を計画した。

世界最大の未公開株式投資会社のひとつである TPG が、ビジネスモデルを試すために 2Co Energy に投資しており、大株主になっている。

Hydrogen Energy と Denbury Resources から多くの元従業員が、次々と 2Co に加わった。この二社の経験が組み合わせられ、CCS の展開に向けてユニークなビジネスモデルと他に例を見ない経験がもたらされた。

### 3.2. 商業化策

2Co は、人為起源の CO<sub>2</sub> (当初は発電所の CCS プロジェクトからのものを想定) を使って、CO<sub>2</sub> を恒久的に貯留する一方で、EOR 技法を用いて石油を生産し利益を上げることを目指している。

2Co のチームは、統合された CCS バリューチェーンのビジネスの立ち上げに多くの経験を有している。中心となる商業化チームは、世界中の多くの国で CCS プロジェクトのバリューチェーンを構築しており、成功や失敗の経験それぞれからプロジェクトの特徴について貴重な知識を得ており、CCS プロジェクトの成功の可能性を最大にすることができる。

世界中の CO<sub>2</sub> EOR の将来性をレビューした結果、2Co は、英国領北海に魅力的な開発の機会があると考えた。

1970 年代以降、英国は 250 億バレル超の石油を北海の油田から生産してきたが、油田が古くなるとともに、今や生産は減ってきている。残り約 80 億バレルの石油が生産可能とされているが、古い油田に CO<sub>2</sub> を圧入すれば、更に最大 80 億バレルの石油を生産できる可能性があると考えられている。このような方法で更に石油を生産するために CO<sub>2</sub> を用いるのは、北米では定石となっており、北海では 1970 年代後半から研究が行われている。その開発を妨げて来た全ての理由は、CO<sub>2</sub> の供給源がないことであった。

2Co の中核となる炭素回収プロジェクトは Don Valley 発電プロジェクト(DVPP)で、イングランド Yorkshire の Doncaster 近くの Stainforth 村に計画されている総発電容量 920MW、ネット発電容量 650MW の低炭素発電所である。以下の第 4 節で詳述するが、DVPP は年間 200 万トンの石炭を水素に変換し、これを燃やして低炭素の電力を生産する予定である。年間 500 万トン近くの CO<sub>2</sub> も産み出し、パイプラインで 300km 超をスコットランド沖の北海中央部まで輸送して、採掘済みの油田に安全かつ恒久的に貯留される予定になっている。DVPP が終了した後も他の供給源からの CO<sub>2</sub> を受け入れることが可能な施設を使って、EOR 技法によって、最大で 1 億 5,000 万バレルの更なる石油を押し出す予定である。また CO<sub>2</sub> の輸送を行う予定の National Grid は、DVPP が当該地域で開発中の他の CCS プロジェクトが利用できる第二の貯留地候補も、沖合の深部塩水層に開発中である。

DVPP は、回復のための欧州エネルギープログラム (EEPR : European Energy Programme for Recovery) の制度の下で、欧州連合の資金提供を受けている。この制度は、発電所や CO<sub>2</sub> パイプライン、EOR プロジェクト及び貯留策の開発に対して 1 億 8,000 万ユーロの資金提供を行うものである。この資金提供により、2013 年暮れまでのプロジェクトの開発コストの大部分を賄える予定である。

### 3.3. 所有権の構造

2Co Energy には多くの子会社があり、同社の英国でのプロジェクトの開発に関連する主なものが、2Co Power (Yorkshire) Limited (2Co Power) と 2Co Oil Limited (2Co Oil) である。2Co Power は、発電所と炭素回収施設の整備に特化している。2Co Oil は、英国領の北海中央部における、2Co の EOR を伴う CO<sub>2</sub> 貯留プロジェクトの開発に注力している。二つの別々の会社を持つことにより、それぞれが、CCS の別々の部分が直面する特有の商業化の課題に集中できる。発電所に最適な資金策(と未公開株投資会社)は沖合での石油開発とは異なることから、それぞれが独自の資金調達策を取ることできる。

所有権の構造については、本報告書の 7.6 項で詳細に論じている。

炭素回収施設から貯留サイトまでの CO<sub>2</sub> の輸送は、本報告書の 6.4.1 項で更に論じているように、英国のガス輸送ネットワークのオペレータである National Grid が提供する。

図 1: 所有権の構造



## 4. Don Valley 発電プロジェクトの概要

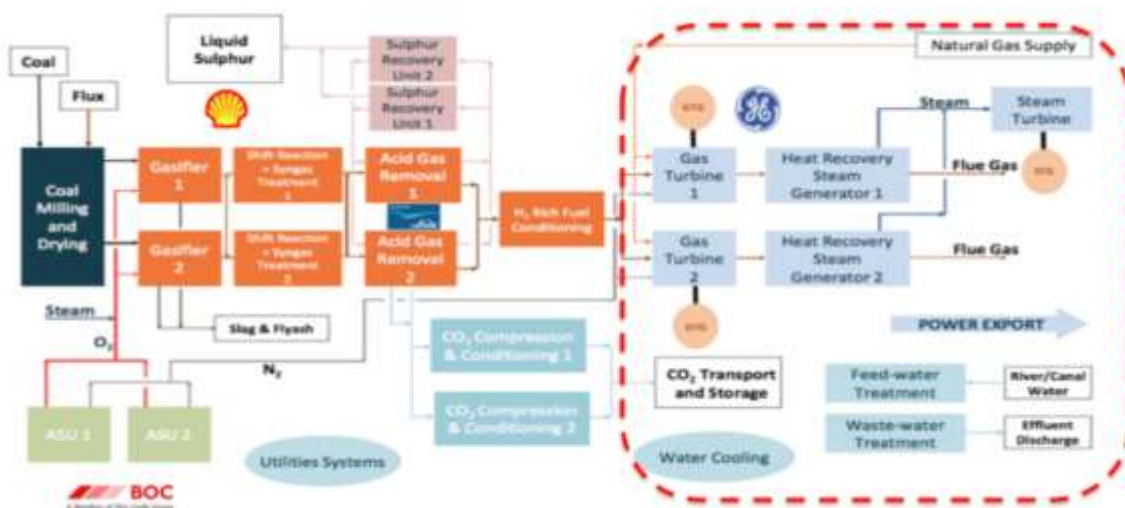
### 4.1. プロジェクトの説明

Don Valley 発電プロジェクト (DVPP) は、CO<sub>2</sub> 回収施設付きの新設の商用規模の石炭ガス化複合発電 (IGCC) 所である。2 系列の石炭ガス化及び CO<sub>2</sub> 回収プロセスとともに、総発電容量が約 920MW、ネット発電容量が約 650MW のコンバインドサイクルガスタービン (CCGT) プラントを含む予定である。DVPP の完成予想図を図2に、プロセスのブロック図を図3に示す。発電所の大きさは、電力市場でできる限り競争力を持って運転できるものとなるように、規模の経済性や統合効率、技術開発を生かすべく選定された。この大きさは、北海で CO<sub>2</sub> 貯留と並行して採算の取れる石油増進回収 (EOR) プロジェクトを実行するのに十分な量の CO<sub>2</sub> を供給できることも意味する。単位生産量ベースで規模の効率性を実現するとはいえ、一方でこの大きなサイズは、多額の借金と自己資本を用意しなければならないという点でも、政府からの助成金を利用しなければならないという点でも、必要な資金の絶対量という点で難題をもたらすものである。利用可能な助成金と最適なプラントサイズとの間の緊張関係は、最大規模の CCS プロジェクトでは繰り返し発生する問題であり、DVPP のビジネスケースが、助成金を最小限に抑えるためにどのように策定されたかについては、本報告書の後半で詳細に記述されている。

図 2: Don Valley 発電所完成予想図



図 3: DVPP のブロック図



本プロジェクトは、石炭中の炭素を CO<sub>2</sub> として 90% 以上、言い換えれば、ひとたび完全な運転段階に達すれば最大で年間 500 万トンの CO<sub>2</sub> を回収し、運転見込みの 20 年間を通じて合計約 9,500 万トン回収する予定である。

DVPP の基本設計 (FEED) は 2009 年に完了し、政府から計画許可 (36 条の同意) が交付されている。DVPP は、電力やガス、水道に関する一次接続契約も締結している。

2Co は、主要要素技術の全てについて、(性能保証付き)技術ライセンスと技術サービス契約を有している。

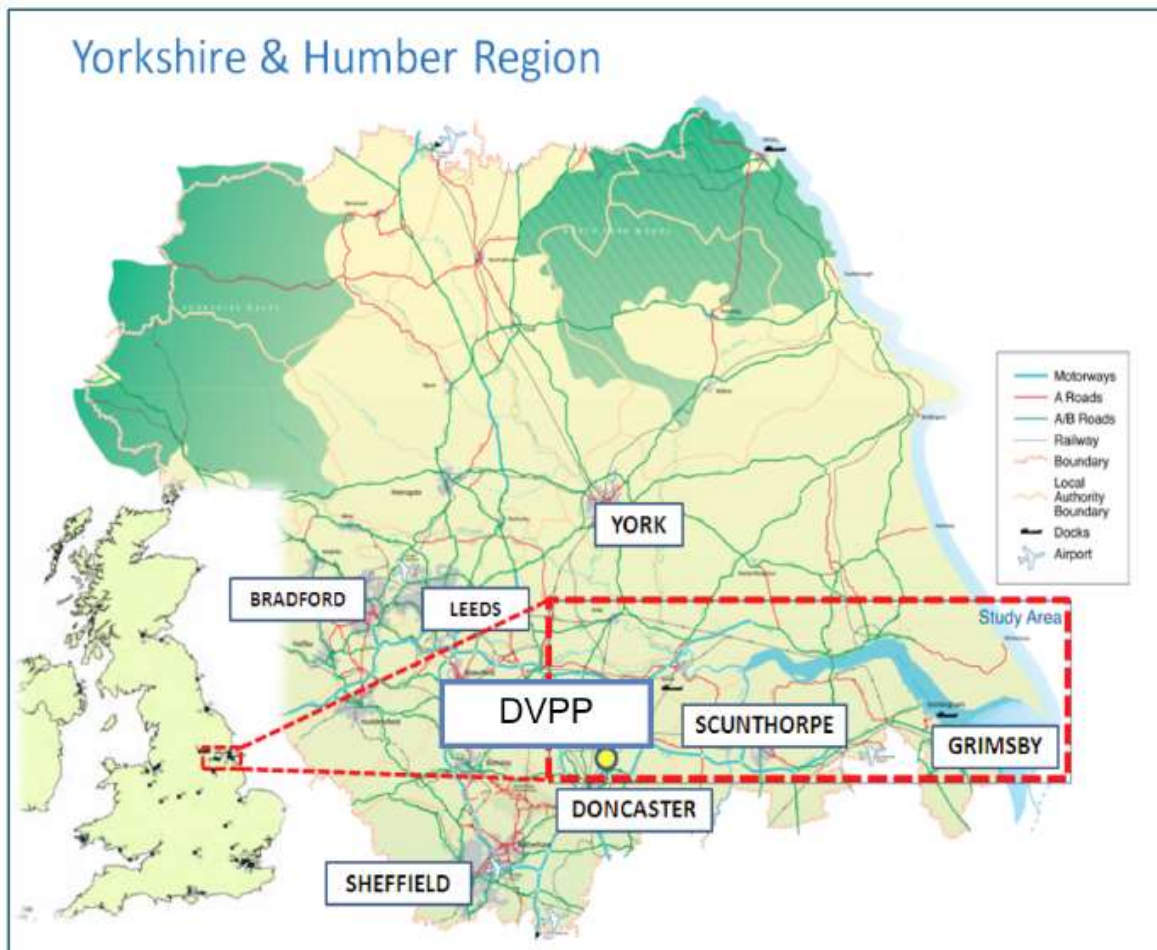
- ガス化装置については Shell から
- 酸性ガス除去 (AGR) については Linde から
- 硫黄回収装置 (SRU) については Worley Parsons から

基本設計全体を一新して費用と工程を更に改良するために、Samsung C&T Corporation との価値保証基本設計 (VAF) 契約を結んでいる。この VAF により、より正確なプロジェクトの資本コストの数字が明らかとなって、Samsung Construction and Trading との EPC 契約につながる予定である。同様に、空気分離装置 (ASU) の仕様や工程、費用の更新を完了するために、Linde と VAF 契約を結んでいる。

英国の CO<sub>2</sub> 排出量の約 18% は、英国での発電所や産業排出者の最大の集積地である、Yorkshire 及び Humber 地域にある本サイトから 60 キロメートル圏内にある。そのため、近隣施設は DVPP 用に建設される輸送及び貯留インフラを利用できるので、DVPP は、これら施設における低コストで急速な CCS の展開を進められる可能性がある。

Yorkshire 及び Humber 地域の排出者群の中における DVPP の位置を、図4に示す。

**Figure 4: Yorkshire 及び Humber 地域中の DVPP**



#### 4.2. 現在までの進展

本プロジェクトは、当初の所有者である Powerfuel plc により 2006 年に開始された。基本設計は 2009 年に完了し、施設の建設のための計画許可は同年に交付された。



2009年にはまた、DVPPは、回復のための欧州エネルギープログラム(EEPR)制度の下での欧州連合からの資金提供の獲得競争にも勝利した。この制度は、発電所やCO<sub>2</sub>パイプライン、EORを伴う貯留プロジェクト並びに塩水層貯留プロジェクトの開発に対して、1億8,000万ユーロの資金を提供する。この資金提供により、2013年の暮れまでのプロジェクトの開発費用の大部分を賄うことができるであろう。

2011年に2Coは本プロジェクトを買収し、基本設計全体の価値保証を実施した。DVPPは、CCSプロジェクトの経済的支援のための、欧州連合の新規参入者用留保300(NER300)の競争にも参加した。2012年半ばに選抜候補者リストが発表された際には、最上位に記載されていた。

2012年半ばにDVPPは、英国政府のCCS商業化プログラムの下での資金提供に応募した。2012年10月、英国政府はDVPPにこのプログラムの下での資金提供を行わないこと、その結果としてNER300プログラムの下での協調資金提供をDVPPに行わないことを欧州委員会に通知することが発表された。

EEPRの資金が提供されたのを受けて、National Grid CarbonによるCO<sub>2</sub>パイプラインの整備作業が開始された。ルートは2011年に選定され、選定されたルートの許可取得作業が、パイプラインの陸上部分について進行中である。

### 4.3. 完了に向けた活動

価値保証付き基本設計の作業が完了し、資金が得られれば、最終投資判断が下されるであろう。これは、早ければ2013年末にも行われると思われる。同時に、サイト整備の期間がこれに続くであろう。サイト整備作業は2013年中に開始する予定であり、DVPPプラント自体の建設には約36カ月掛かるであろう。建設が完了すれば、試運転と試験には6~9カ月を要するであろう。発電所は、初めは天然ガスで試運転と試験を行う予定である。その後、ガス化装置からの合成ガスを、定常状態運転を達成するまで、管理しながら送り込む予定になっている。

プロジェクトの現在のスケジュールに基づけば、2017年の初めには運転が開始されると見込まれる。回収及び輸送、貯留のフルチェーンの安全で効果的な開始及び運転を確保するには、試運転及び試験、運転の全てについて、ある程度段階的に行うことが必要であろう。

# Contents of the Original Document

1. Introduction	4
2. Executive Summary	5
3. Overview of 2Co Energy	6
3.1. History of the business	6
3.2. Commercial strategy	6
3.3. Ownership structure	7
4. Overview of Don Valley Power Project	8
4.1. Description of the project	8
4.2. Progress to date	10
4.3. Activities to completion	10
5. Business Cases in existing Global CCS Institute Publications	11
5.1. Global CCS Institute Publications	11
5.2. Content of reports	11
5.3. Conclusions from Global CCS Institute reports	15
6. Market structure and regulation	17
6.1. CCS developments to date in the UK	17
6.2. UK Government energy policy	20
6.3. EMR in the context of Don Valley Power Project	23
6.4. Transportation and storage environment	26
6.5. Enhanced Oil Recovery (EOR)	28
7. The financing challenge	32
7.1. Introduction	32
7.2. Funding requirements	32
7.3. The current market for low carbon finance	33
7.4. Investors' perception of risk	35
7.5. Potential sources of funding	37
7.6. Funding strategy	41
8. 2Co Business Plan	43
8.1. Introduction	43

8.2. Don Valley Power Plant construction phase	44
8.3. Don Valley Power Plant operations phase	44
8.4. Sensitivity analysis of the project	51
8.5. Enhanced Oil Recovery (EOR)	52
8.6. Don Valley Power Plant contribution to cost reduction for future CCS projects	54
9. Project risks and mitigation plans	56
9.1. Introduction	56
9.2. Project risks	60
9.3. External risks	63
9.4. Risk mitigation	68
10. Conclusion – next steps	70
Glossary	71



[GLOBALCCSINSTITUTE.COM](http://GLOBALCCSINSTITUTE.COM)

The Global CCS Institute has tried to make information in this product as accurate as possible. However, it does not guarantee that the information is totally accurate or complete. Therefore, the information in this product should not be relied upon solely when making commercial decisions. The Global CCS Institute has no responsibility for the persistence or accuracy of URLs for external or third-party internet websites referred to in this publication and does not guarantee that any content on such websites is, or will remain, accurate or appropriate.