

中国における二酸化炭素炭層固定の経済性に関する研究

環境システムコース エネルギー環境システム学
36645 鈴木 貴博

1. 研究目的

コールベッドメタン (Coalbed Methane: CBM) は、地中の石炭層に存在するメタンである。CBM は遊離ガスと吸着ガスで構成されるが、9 割以上は吸着ガスであると考えられており、これをいかに回収するかが CBM 開発の大きな鍵であった。

CBMの生産技術の一つとして、ガスを石炭層に注入することによりCH₄の生産を促進させる、いわゆるCBM増進回収法が近年注目されている。石炭に対する吸着性はCO₂がCH₄の約2倍、と言われている。CO₂を含んだガスを石炭層に注入すると、CO₂は石炭に吸着していたCH₄と置換して石炭に吸着して固定され、脱着したCH₄を回収できる。

しかし、CBM増進回収法(ECBMR)は実現にまでは至っていない。その理由として、石炭へのガスの吸脱着特性が十分には解明されていないことや、実測データが不足していること、モニタリング技術が成熟していないことなどがあげられるが、経済的な問題も非常に大きいといえる。特に、浸透率が小さい石炭層または、CO₂の注入により浸透率が小さくなった石炭層ではCH₄の生産性が低くなり、経済的に事業を成立させることは難しいと考えられている。

そこで、中国において ECBMR プロジェクトを実施することを想定した。なぜなら、中国では豊富な石炭資源を有している(石炭賦存量 1 兆 1450 トン(世界第 3 位)、生産量は 13.7 億トン(1996 年、世界第 1 位))、広範囲に炭層を分布していることが第一に挙げられる。

さらに、大量の石炭利用による煤煙等の排出物が全国的な環境汚染をもたらしており、特に硫酸化物による大気汚染が国民の健康を損なうまでの深刻な問題となっている。そのため、石炭の生産・利用技術の改善は不可避な課題である。このことから、メタンを主成分とする CBM はほぼ全国的に分布する未開発の国産エネルギーとして、また環境負荷量が小さい一次エネルギー源として近い将来の開発・利用への期待が高まっている。

また、中国国内の物価等は日本と比べて大幅に安いことから ECBMR プロジェクトを行う際の費用を抑えることができることが期待できる。つまり、中国における ECBMR プロジェクトは日本にとって有効な CDM 事業となりうるのである。

以上の背景を踏まえ、本研究はコールベッドメタン増進回収システムの経済的成立性に注目し、中国での ECBMR を想定し、その経済性を評価すると同時に、日本で ECBMR を行った場合との経済性の比較をすることとした。その際に、メタンガス生産開始後の二酸化炭素圧入開始時期や浸透率の違いが CBM の生産性や経済性に与える影響に関して明らかにすることを目的の 1 つとした。また、炭層利用の観点から、二酸化炭素圧入を行わずにメタン回収のみを行った場合との経済性の比較を行い、二酸化炭素圧入を行ったほうがメタンガス回収のみを行う場合より経済的であるための条件を明らかにすることも目的とした。

2. 経済性評価設定

2.1 コールベッドメタン増進回収システムの設定

中国で ECBMR システムを稼働すると想定する。

今回の経済性評価モデルでは、注入ガスの流量を 100,480 Sm³/h 規模と設定した。そして、後述する技術パラメータに基づいて逆算して CO₂ 分離・回収・圧縮の操業規模やパイプライン規模を想定した。火力発電所は、年間約 400 万 t の排ガスを排出する出力 100 kW 級石炭火力発電

所を想定し、その中から、炭層注入に必要な量のみをECBMRに利用すると仮定した。

システムの経済性評価を行うにあたっては全体を 1)火力発電所からのCO₂の分離・回収プラント, 2)圧縮プラント, 3)注入ガス輸送パイプライン, 4)炭層へのガス注入と炭層からのガス生産, 5)CH₄の回収プラント, 6)生産CH₄の輸送パイプラインの 6 段階に分ける。

2.2 経済パラメータの設定

資金調達に関しては、開発システムにおいて総投資資金の 30 %を自己資本で、残りは借入金で調達されるものとする。開発システムは、建設から経済的操業まで 19 年を想定した。プラント建設に 3 年かかることを想定し、4 年目から 19 年目までの 16 年間で生産するスケジュールを設定した。

運転コストの算出に当たっては、2000 年度を基準年度として想定し、毎年 2 %のインフレ率を考慮した。原価要素の内容としては、1)変動費, 2)減価償却費, 3)修繕費, 4)人件費, 5)損害保険料, 6)金利, 7)一般管理費, 8)運転用消耗品費, 9)マーケティング費, 10)法人税・地方税・固定資産税・消費税を想定した。

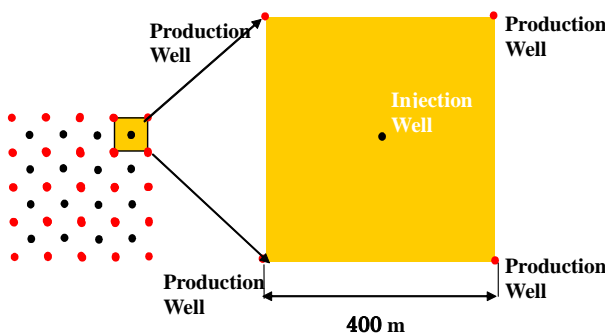


Fig.1 Injection and Projection System

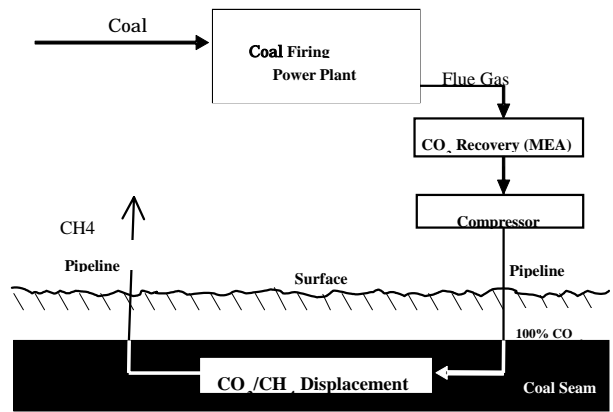


Fig.2 ECBMR System Flow

3. 経済性評価結果と考察

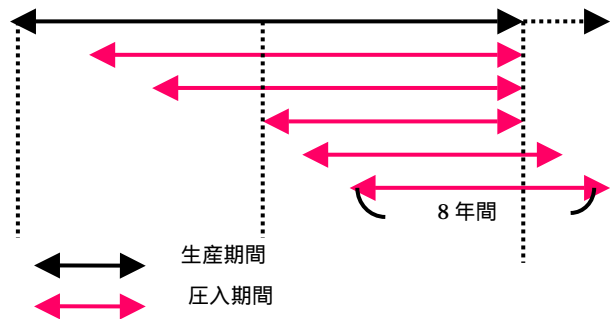
3.1 圧入開始時期による違い

実際の中国の炭層と発電所のデータに基づいて、浸透率を代表する 3 つの炭層において経済性評価を行った。生産開始と圧入時期をずらしてシミュレーションを行い、それに即した経済性評価も行っている。

まず、浸透率によって経済性に大きく差がでていることがわかる。これは、メタンの生産量が経済性を大きく左右するため、浸透率が低いとメタンの生産量も少なくなるため、経済性が著しく悪化するのである。また、浸透率が低い場合を除いたほとんどの場合において黒字でプロジェクトを行うことができるということが言える。

次に、浸透率が大きい場合と中程度の場合は

生産開始 15 年後より圧入を開始した場合に最も経済性がよいという結果が出た。その一方で、浸透率が小さい場合には生産開始から 10 年



後より圧入を開始する場合が最も経済的であるという結果となった。これは、浸透率が小さい場合はメタン回収のみでは十分な量のメタンが生産されないため、早めに二酸化炭素の圧入を行った方が経済的に有利になるからであると考えられる。

この結果を基にして、浸透率が小さい場合は生産開始から10年後、その他の場合では生産開始から15年後に二酸化炭素の圧入を行ったとして3.2以後に経済性評価結果をまとめた。

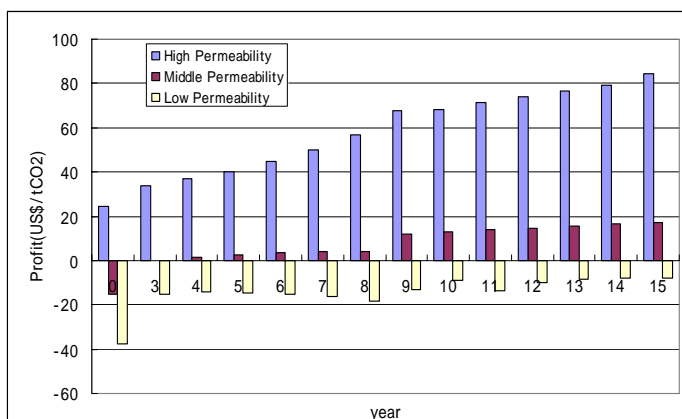


Fig.4 Profit of ECBMR Project (Difference by Permeability)

3.2 圧入しない場合とNPVを等しくさせる削減CO₂クレジット

浸透率がある程度高ければ、ECBM プロジェクトをほとんどの場合において黒字で行える可能性が高い。しかし、それ自体は経済性という意味においても ECBM プロジェクトの実用化にはつながらない。なぜなら、メタン回収のみを行ったほうの経済性がよい可能性があるからだ。むしろ、通常では、炭層に二酸化炭素を圧入するよりも炭層からメタン回収を行ったほうが利益を得られることが多い。つまり、ECBM プロジェクト自体は黒字で行うことができるにもかかわらず、二酸化炭素圧入を行わず、メタン回収のみが行われる可能性が十分あるといえる。したがって、メタン回収のみを行う場合との経済性の比較検討を行うことが大変重要であると考えられる。

“圧入しない場合とNPVを等しくさせる削減CO₂クレジット”というのは、削減CO₂クレジットがこの値であったとき、メタン回収のみを行う場合と二酸化炭素を圧入した場合の経済性が等しくなる。ということを意味している。すなわち、削減CO₂クレジットが“圧入しない場合とNPVを等しくさせる削減CO₂クレジット”を上回る場合は二酸化炭素固定を行ったほうが経済性がよいということになる。逆に、削減CO₂クレジットが“圧入しない場合とNPVを等しくさせる削減CO₂クレジット”を下回る場合は、メタン回収のみを行った場合の経済性の方が良い。

浸透率が大きい場合の一部の圧入パターンを除き、ほとんどの場合でこの値が正になっている。すなわち、二酸化炭素圧入を行わないほうが経済的であるという結果になった。逆に、浸透率が大きい場合にはこの値が負になっていて、二酸化炭素圧入を行った方が経済的であるという結果

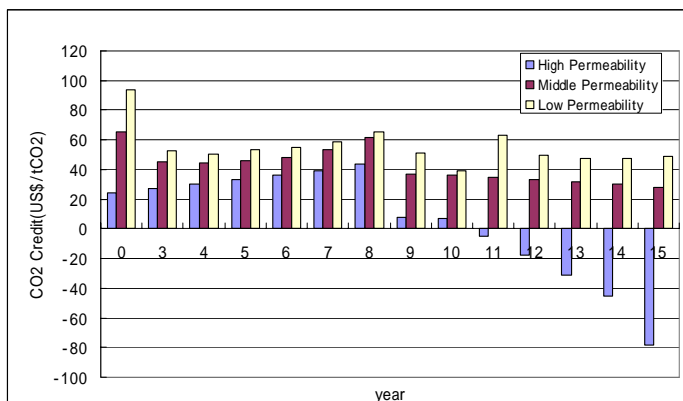


Fig.4 CO2 Credit Making Economic Equality with No Injection

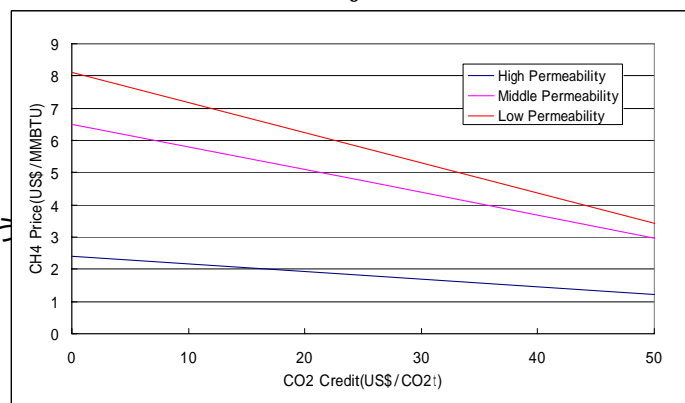


Fig.5 Economical Condition of Equality with No Injection

が出た。この結果とメタン販売価格を考慮して、二酸化炭素圧入を行ったほうが経済的であるための条件を Fig.5 に示した。

3.3 中国におけるECBMRの経済性のまとめ

3.1 の結果を基に、中国国内の 22 の炭層において経済性評価を行った。3.1 や 3.2 と同様に利益や“圧入しない場合とNPVを等しくさせる削減CO₂クレジット”を求め、その値と浸透率との関係をまとめたものがFig.6 とFig.7 である。

これを見ると、浸透率と経済性にかなり強い正の相関があることが改めてわかる。ECBMR プロジェクトを経済性のよいものにするためには浸透率が大きいことが極めて重要であると考えられる。また、浸透率が高い値であれば、メタン回収のみを行う場合に比べても ECBMR プロジェクトを行うほうが経済的である可能性が示唆された。

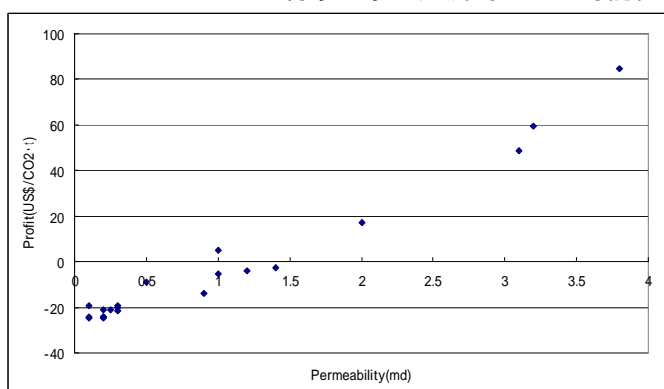


Fig.6 Relation of Permeability and Profit

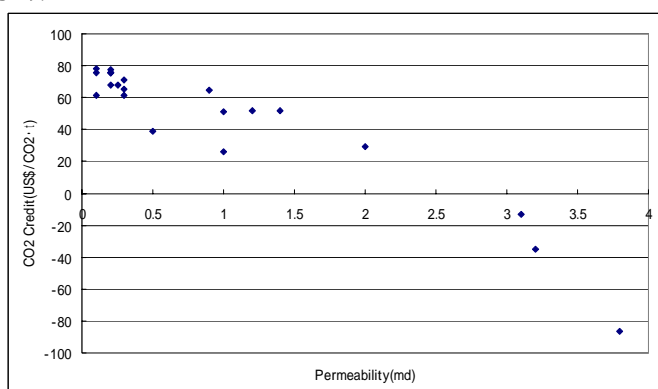


Fig.7 CO2 Credits Making Economical Equality with No Injection

4. 結論

中国国内で ECBMR プロジェクトを行うことによって日本で行うよりも大幅な経済的な利益が得られることが期待できる(Fig.8 “圧入しない場合とNPVを等しくさせる削減CO₂クレジット”の日中間比較(浸透率が高い場合)を参照)。また、中国で ECBMR プロジェクトを行う場合は浸透率の低い炭層が多いことがネックとはなるが、逆に浸透率が高い炭層で行えば経済的に ECBMR プロジェクトが成立する可能性が高いといえる。

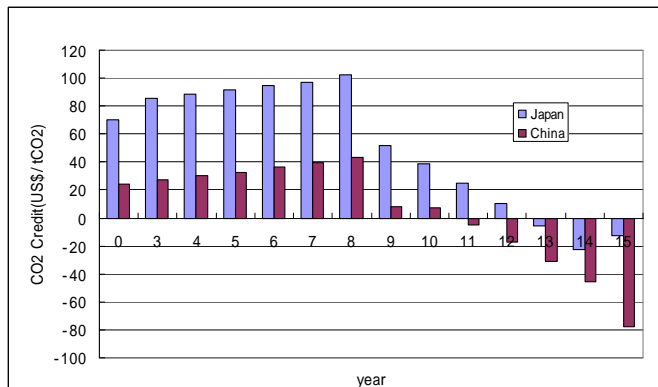


Fig.8 Difference in Japan and China (High Permeability)

5. 参考文献

- [1] Zhang Xinmi, Zhuang Jun and Zhang Suian “Coalbed Methane Geology and Resource Evaluation in China”, 科学出版社 (2002)
- [2] China National Administration of Coal Geology, “Coalbed Methane Resources of China”, China University of Mining & Technology Press (1998)
- [3] 児玉裕幸, コールベッドメタン増進回収法の経済的成立性に関する研究, 東京大学大学院新領域創成科学研究科環境学専攻修士論文, (2004)