

シェールガス開発の環境リスク

～地震誘発や環境汚染など～

加島 健 (株)NTTデータ経営研究所 社会・環境戦略コンサルティング本部 マネージャー

1. はじめに

今年6月に我が国のエネルギー・環境会議にて公表された「エネルギー・環境に関する選択肢」では、原発依存度を下げ、化石燃料依存度を下げ、CO₂を削減できるシナリオとして、2030年時点でのエネルギー・環境に関する三つの選択肢（原発依存度を基準に、①ゼロシナリオ、②15シナリオ、③20～25シナリオ）を用意した。

シナリオの前提条件として省エネルギーの推進に伴い発電電力量が10%、最終エネルギー消費量が20%前後減少すると想定するなかで、LNGの使用量は③の20～25シナリオでも2%減にとどまり、②15シナリオでは増減なし、①ゼロシナリオでは増加となっており、中長期的に見た場合の天然ガスの重要性が高まっているといえる（表参照）。

また、9月に公表された「革新的エネルギー・環境戦略」では、エネルギー安定供給確保のために「火力発電の高度利用」を掲げており、火力発電のなかでは比較的CO₂排出量が少なく、再生可能エネルギー普及時の高い調整機

能が期待されるLNG火力発電について、国内パイプラインの整備や北米からの輸入ルート等の構築とともに、燃料である天然ガスの安定供給と低廉化の実現をうたっている。

さらに、「安定的かつ安価な化石燃料等の確保及び供給」を行うため、今後の天然ガスシフトを支えるための国内パイプライン等の供給基盤を整備する旨記載されているが、北米からの輸入ルートについては、米国にて開発が進んでおり、米国自身のエネルギー政策に大きな影響を与えている「シェールガス」の存在抜きに語ることはできない。

同月に東京で開催された「LNG産消会議」において米国エネルギー省（DOE）は、米国におけるガス供給全体に占めるシェールガスの割合が2010年の23%から2035年には49%まで急増する見込みであること、バランスは需要過剰が解消してきており、2020年過ぎには国内供給が消費を上回り、純輸出国になる見込みであると述べている。

このように米国を中心としたシェールガス開発の拡大に伴う天然ガスの安定供給・低廉化に対する期待は高まるばかりである。一方、シェールガス開発に伴う地震誘発や環境汚染

表 シナリオごとの2030年の姿

(括弧内の数値は2010年比)

	評価軸		2010年	ゼロシナリオ		15シナリオ	20～25シナリオ
				追加対策前	追加対策後		
電源構成	原発依存度		約26%	0% (▲25%)	0% (▲25%)	15% (▲10%)	20～25% (▲5%～▲1%)
	再生可能エネルギー		約10%	30% (+20%)	35% (+25%)	30% (+20%)	30%～25% (+20%～+15%)
	火力		約63%	70% (+5%)	65% (現状程度)	55% (▲10%)	50% (▲15%)
		石炭	約24%	28% (+4%)	21% (▲3%)	20% (▲4%)	18% (▲6%)
		LNG	約29%	36% (+7%)	38% (+9%)	29% (±0%)	27% (▲2%)
		石油	約10%	6% (▲4%)	6% (▲4%)	5% (▲5%)	5% (▲5%)
省エネルギー量	発電電力量	約1.1兆kWh	約1兆kWh (▲1割)	約1兆kWh (▲1割)	約1兆kWh (▲1割)	約1兆kWh (▲1割)	約1兆kWh (▲1割)
	最終エネルギー消費	約3.9億kl	約3.1億kl (▲19%) (▲7,200万kl)	約3.0億kl (▲22%) (▲8,500万kl)	約3.1億kl (▲19%) (▲7,200万kl)	約3.1億kl (▲19%) (▲7,200万kl)	約3.1億kl (▲19%) (▲7,200万kl)

出典：エネルギー・環境に関する選択肢（エネルギー・環境会議資料）

への懸念がクローズアップされている。本稿では、シェールガス開発に伴う地震誘発リスクや環境汚染リスク等について、地震誘発リスクは英国でのシェールガス開発事例、環境汚染リスクは米国での環境汚染に関する議論を中心に述べることとする。

2. シェールガス開発に伴う地震誘発リスク

(1) 英国 Cuadrilla Resources 社によるシェールガス開発

英国北西部のランカシャー州 Bowland Basin およびアイルランド海沖合にあるシェールガスは、英国の貴重なエネルギー資源として有望視されている。Bowland Basin およびアイルランド海沖合以外に採掘が見込まれている場所としては、ノースヨークシャー州 Cleveland Basin やスタッフォードシャー州の Midlands Microcraton など、数カ所が挙

げられている。

英国エネルギー企業の Cuadrilla Resources 社は、2011年3月31日からランカシャー州 Bowland Basin にて水圧破砕を用いたシェールガス探査を開始したが、探査開始直後の4月1日にブラックプール周辺でマグニチュード (M) 3.1、5月27日には M 1.5 の地震が発生したため、6月初旬に掘削を中断した。

英国地質調査所 (BGS: British Geological Survey) によるモニタリングの結果、2件の地震は水圧破砕実施後から数時間以内であったことや地震計の波形等が似ているなど、共通項が多く存在することが確認されている。なお、英国北西部は頻繁に地震が発生している地域であり (図参照)、近年において M 3.9 までの地震が確認されている。シェールガスの採掘場所となっている Bowland Basin は活断層になりやすい断層が多くあることでも知られている。



出典：Shale gas, NW England earthquakes, and UK regulation
Briefing note for DECC SAG

図 英国北西部の地震活動

(○：歴史地震 ●：機器で検出した地震)

(2) シェールガス開発と地震との因果関係

Cuadrilla Resources社は、今回発生した地震の原因究明に関する報告書を公表した。報告書では、水圧破碎は微小な地震活動を誘発する可能性が高いがブラックプールの事象は例外的であることや、研究所でのコア試験にて今回の掘削箇所が非常に滑りやすい地層であることなどに言及している。また、この採掘地は“運悪く”断層にぶつかってしまったこと、将来のサイトで同様の状況は起こりにくいであろうとも述べている。

さらに、今後の掘削孔の掘削工事では、破碎作業の削減や掘削スピードの低下、注入水の回収の迅速化(＝過度な圧力の低減)などに取り組むことにより、地震誘発リスクの減少につながるのではないかと結論づけている。

なお、水圧破碎により誘発する地震は微小であり、同じようなマグニチュードの地震は石炭採掘やダムへの注水、地熱開発、沖合での石油生産においても発生すると考えられることや、理論上では、小さな地震発生の積み重なりで大きな地震につながることはありうるが、シェールガスの採掘継続が大きな地震を引き起こすか否かを明確に回答することは困難であるとの見解を述べる学識経験者も存在する。

これらを踏まえると、地震誘発リスクに伴う事業中断リスクは低減させるための算段が考えられ、また、地震誘発リスクの明確化は困難であるといえる。

(3) 水圧破碎による地震誘発軽減対策に関わるレポート

英国エネルギー・気候変動省(DECC: Department of Energy and Climate Change)は、2012年4月にキール大学や英国地質調査所の協力のもと、水圧破碎による誘発地震を軽減するための対策を推奨するレポートを公表した。そのなかでは、Bowland

Basinで将来の地震発生リスクを低減するための具体策として、効果的なモニタリングの実施やM0.5以上の地震が発生した場合には水圧破碎技術による操業を停止するなどの内容が盛り込まれた。

3. シェールガス開発に伴う環境汚染リスク

(1) 水圧破碎による水質汚染リスク

水圧破碎による水質汚染リスクに関わる議論は、シェールガス開発が最も進んでいる米国で数多く議論されている。水圧破碎による水質汚染の可能性は多く取り上げられているものの、水圧破碎と水質汚染を関連づける決定打となる報告は現時点では公表されていない。

例えば米国環境保護庁(EPA: Environmental Protection Agency)は、2011年12月にワイオミング州パビリオンの地下水汚染が、汚染物質の根源は不明であるもののフラッキングを含む天然ガス生産活動と関連する可能性があるとする報告書案を公表した。報告書案の内容については2012年10月時点においても議論が継続中であり、報告書案に対するパブリックコメントの受付は2013年1月まで延長されている。

また、EPAが2011年2月に取りまとめた水圧破碎による飲料水への影響に関わる調査計画(ドラフト)に関しては、EPAの科学諮問委員会(SAB: Science Advisory Board)がレビューを実施し、これに基づきEPAが2012年末に初期調査結果を、2014年に最終報告書を取りまとめる予定としている。

テキサス大学エネルギー研究所(EIUT: The Energy Institute of the University of Texas at Austin)の調査研究では、水圧破碎に伴い地表下で水圧破碎に用いた化学物質に起因する帯水層の汚染が生じているという証拠は見つかっていないことや、地下水汚染に関する報告書の多くは、掘削孔の不適切なケーシングやセメントなど、従来の石油や天然ガスの抽出作業で発生しており、水圧破碎だけに特定されていないこと、シェールガス掘削地域にある井戸で発見されるメタンガスはほとんどが自然発生源であり、シェールガス採掘開始前から存在していた可能性が高いなどと述べている。

なお、調査研究では監査機関の適切性について言及しており、主要なシェールガスの監査機関は州レベルであり、いくつかの州ではシェールガス開発の進展に伴い、特に「水圧破碎に用いる化学物質の開示」「帯水層汚染を避けるための井戸の適切なケーシング」「フローバックや作業で発生した廃水管理」に焦点を当てて規制を改定しているが、井戸のケーシングとセメント使用、水の回収と利用法、廃棄物の保管と管理に関する規制はいまだ十分ではないと結論づけている。

(2) 水圧破碎による大気汚染リスク

水圧破碎による大気汚染リスクも否定できない。EPAは2012年4月に天然ガス・石油の採掘に伴い排出される揮発性有機化合物等の有害汚染物質を削減するため、大気浄化法(Clean Air Act)に基づく汚染基準を改定し、2015年から完全施行する。改定は、シェー

ルガス開発による大気汚染防止の側面も有している。

4. おわりに

現在のシェールガス開発に対する取り組み状況の濃淡は、各国の発電電源構成やエネルギー・産業政策が密接に絡んでいる。例えば水圧破碎によるシェールガス開発を禁止しているフランスは、健康や環境へのリスクが払拭されない限り、水圧破碎によるシェールガス開発を認めないという予防原則を徹底しているが、その背景には、自国の発電電源構成割合の7割以上を原子力が占めており、現時点では天然ガス開発に躍起になる必要性に乏しいという事情がある。

一方、英国は自国の発電電源構成割合の7割以上を石炭火力と天然ガス火力で占めていることから、シェールガス開発による天然ガスの安定確保はエネルギー政策上、非常に重要な位置付けとなっている。米国はシェールガス開発に伴う安価な天然ガスの確保・増産が、石油化学産業を中心とした自国産業の競争力強化などにつながっているため、中長期的にもシェールガス開発が進められていくことになるだろう。

シェールガス開発により得られる恩恵が大きい国は、今後もシェールガス開発を積極的に推進していくことになると考えられるが、世界的にシェールガス開発に伴う地震誘発や環境汚染への懸念がクローズアップされてい

るなかで開発を進めることになるため、地震誘発・環境汚染リスクに関する十分な調査研究(リスク評価等)やシェールガス開発時における各種モニタリングの徹底、各種リスクの調査研究結果・事業のモニタリング状況に関する対外的な説明責任がより一層求められる。

なお、地震誘発リスクと環境汚染リスクは、事業に対する影響度合いが現段階では大きく異なる。地震誘発リスクに関しては、英国の事例にてシェールガス開発と地震誘発の関連性を認めているものの、十分なモニタリング措置等を講じることによりリスク管理が可能であるという考え方を採用することが可能なレベルのリスクであるともいえるのではない。

一方、環境汚染リスク（特に水質汚染リスク）に関しては、特に米国にてフィールドでの調査研究が進められているが、もし、環境汚染との関連性が明らかになった場合には、シェールガス開発そのものがストップする事態に陥る可能性が高く、開発を再開するには汚染防止の各種枠組みの構築及び安全性の証明が必要となるため、長時間を要することが考えられる。よって、注目すべきは環境汚染リスクだ。

今後、シェールガス開発と地震誘発・環境汚染との関連性の有無が明らかにされていくことになるだろうが、その動向を注視しなければならない。

加島 健（かしま けん）