

# シェールガス革命の中部圏における経済波及効果

アメリカで成功したシェールガスの採掘は、「革命」という言葉が使われるほどのインパクトを持って世界に伝えられた。本稿では、シェールガス革命を概観するとともに、それにより日本の中部圏にどのような影響があるかを、現時点での最新のものである中部圏地域間産業連関表（2005年版）を使って分析を試みる。

公益財団法人中部圏社会経済研究所企画調査部部長 青木 秀樹

## 1. はじめに

### ーシェールガス革命の概要

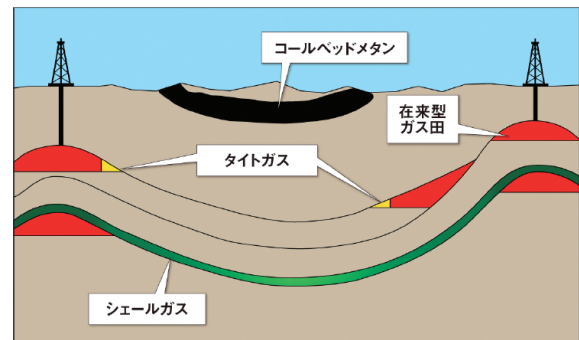
#### (1) シェールガスとは

シェールガスは、シェール（頁岩、けつがん）と呼ばれる岩石の内部にあるナノ（ $10^{-9}$  m）レベルの隙間に貯留された天然ガスである。シェールは泥が水中に水平に積み重なって固まった堆積岩、泥岩の一種で、堆積面にそって薄く剥がれる性質を持っているものをさす。このシェールの層は在来型のガス田よりも深いところに存在する（図1）。シェールは砂岩と異なり、岩石内の内部流体の流れやすさが非常に小さいので、ただ単にシェール層まで坑井を掘削してもシェールガスは自噴せず、取り出すことができない（図2）。そのため、長い間シェールガスの存在は知られていたが、商業的に利用はされてこなかった。

しかし、1998年にアメリカの「シェール革命の父」とたたえられるジョージ・ミッチェル氏が水平掘削や水圧破砕といった技術を応用して、シェールからシェールガスを抽出することに成功した。

これにより地下深くに眠っていた莫大な資源が利用されることになったのである。

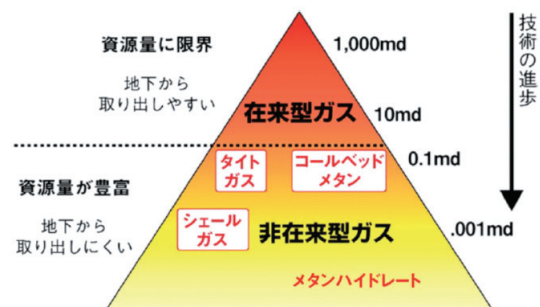
また、シェール層には原油成分も含まれており、これはシェールオイルと呼ばれている。シェールオイルはシェールガスよりも流れやすさがさらに小さいので、より高度な開発技術が必要とされ、生産コストも高い。しかし、原油が高止まりしている背景を受け、シェールガス掘削でのノウハウを進歩させて回収率を向上させることで、米国ではシェールオイルの生産量を伸ばしてきている。



出所:米国地質調査所

図1 ガスの賦存（イメージ）

（出所）伊原賢「シェール革命で日本のエネルギー事情はどうかわるのか」



1md=9.87×10<sup>16</sup>m<sup>3</sup> ※「浸透率」の単位(岩石中のガスの流れやすさを示す)

図2 天然ガスの資源量トライアングル

（出所）伊原賢「天然ガスの効率化利用と今後の展望」

近年はシェールオイルを狙った投資が急増している。

#### (2) 世界のシェールガスの賦存状況

アメリカエネルギー情報局（U. S. Energy Information Administration, 以下、「EIA」）の調べによると、世界のシェールガス可採埋蔵量は表1のとおりになっている。

表1 主要国のシェールガスの可採埋蔵量

国名	兆立方 フィート (Tcf)*	換 算 値	
		兆m <sup>3</sup>	億トン LNG
中国	1,115	31.6	229.0
アルゼンチン	802	22.7	164.7
アルジェリア	707	20.0	145.1
アメリカ	665	18.8	136.5
カナダ	573	16.2	117.6
メキシコ	545	15.4	118.9
オーストラリア	437	12.4	89.7
南アフリカ	390	11.0	80.1
ロシア	285	8.1	58.5
ブラジル	245	6.9	50.3
世界計	7,299	206.7	1,498.5

(出所) EIAホームページ

※1兆立方フィート (Tcf) = 0.02832兆m<sup>3</sup>  
 = 2,053万トンLNG  
 = 109百万Btu  
 Btuは英国熱量単位で、1Btuは1055.06J (約252  
 カロリー) に相当する。

シェールガスの埋蔵量が最も多いのは中国であり、次いでアルゼンチン、アルジェリアと続き、シェールガス革命に沸くアメリカは第4位である。アメリカの可採埋蔵量は665Tcfで、液化天然ガス（以下、「LNG」）にすると136.5億トンである。日本の年間の天然ガス輸入量は約8,000万トンであるので、アメリカの可採埋蔵量は日本輸入量のおよそ170年分に相当する。

中国に関しては、アメリカとシェール開発の協力合意を得たものの、その開発には時間がかかるとみられている。いくつか要因はあるが、1つはアメリカ大陸と中国大陸の地形や地層の違いで、平地での掘削が中心のアメリカに比べ、山岳地帯が多い中国にアメリカのシェール開発技術をそのまま適用するのは難しいのではないかと考えられている。

もう1つは水の確保である。シェール開発の水圧破砕では大量の水を使用するが、これも山岳地帯が多い中国では調達、運輸が難しい問題になってくる。以上のような状況から、中国のシェールガスが利用可能になるのは2030年以降とみられている。

### (3) アメリカのシェールガス開発

EIAの予測では、アメリカにおける天然ガス生産はシェールガス開発が進むことにより増加を続け、2020年ごろまでには生産が消費を上回り、天然ガス純輸出国へと転じる見込みである（図3）。

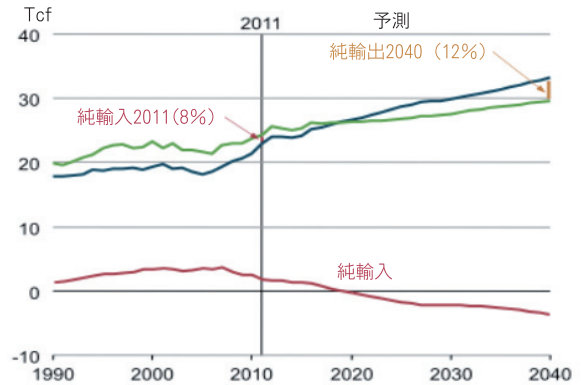


図3 アメリカの天然ガス生産、消費、純輸出の推移

(出所) EIA Annual Energy Outlook 2013

アメリカがFTA（自由貿易協定）非締結国である日本への天然ガス輸出を許可し、2017年ごろから順次LNGとして日本に輸入されることは昨今の報道のとおりである。

また、シェールガス開発の進展を受け、アメリカの天然ガス価格は大きく下落し、2006年ごろから原油との価格差が開いていった（図4）。

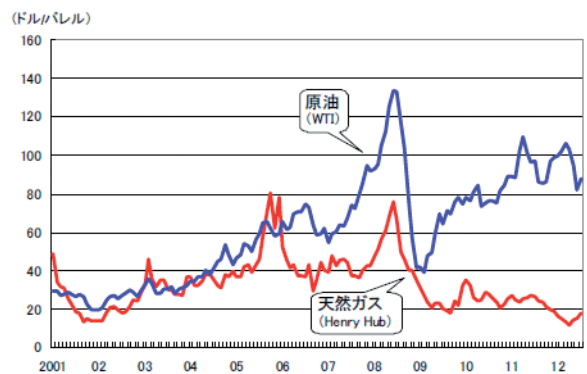


図4 アメリカの天然ガスと原油の価格推移

(出所) 福田佳之「シェールガスが米国エネルギー事情を一変」

### (4) アメリカにおけるシェールガス革命の影響

前述のように、原油より安価なエネルギーを手に入れたアメリカでは一部の製造業が国内へ回帰している。

アメリカの産業の中で、シェールガス革命の恩恵を一番大きく受けるのは石油化学産業である。各化学製品は原油や天然ガスから精製されるが(図5)、アメリカの石油化学産業では天然ガスの主成分であるエタンを原料に化学製品を生産している。

シェールガス革命により原料のエタンが安く手に入れることができるようになり、アメリカのエチレン由来の化学製品は非常に高い国際価格競争力を持つことになった。

アメリカの各石油化学関連企業は、シェールガスを原料とするエタンクラッカー(エチレン生産プラント)の新設を計画している(表2)。

さらに、アメリカの化学工業協会は、シェールガス革命により、化学メーカーに17,000人、関連産業に400,000人の雇用を創出、合計1,320億ドルの経済効果が発生すると試算している。

### (5) 日本への影響

以上のようなアメリカでのシェールガス革命が、日本へどのような影響を与えるかを列挙する。

#### a. 経済的影響

##### ①LNG価格低下、調達先の多様化

アメリカでの天然ガスの価格(ヘンリーハブ価格)は、2014年2月の時点で約\$5/百万Btuである。また、日本に輸出する場合、現地での液化処理とLNG船での輸送にかかる費用はおよそ\$6/百万Btuである。よって日本がシェールガスを輸入する場合の価格は約\$11/百万Btuになる。2014年1月の日本の天然ガス輸入価格は\$17.25/百万Btuであり、シェールガスを輸入することにより、3割程度価格を抑えられることになる。ただし、日本はオーストラリアなど天然ガス輸出国と長期契約を結んでおり、すぐに全ての天然ガスがヘンリーハブ価格に置き換わるわけではない。

天然ガス輸入国の日本にとって、もう1つのメリットは調達先の多様化である。アメリカから安く天然ガスを購入できることは、長期契約の切り替えのタイミングや新規契約、スポットでの購入

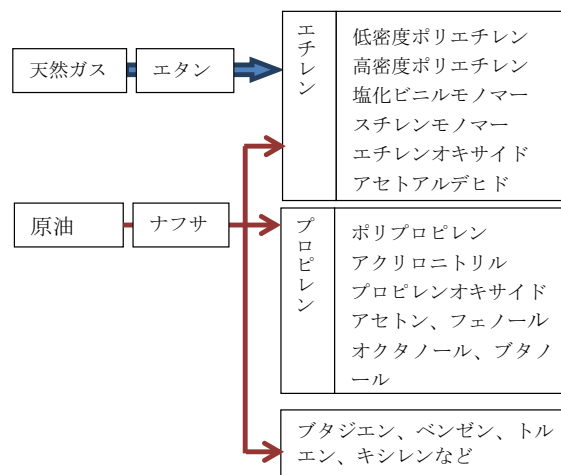


図5 天然ガスと原油から生成される化学製品

(出所) 各種資料を参考に財団にて作成

表2 アメリカでのエタンクラッカー新設計画

企業	州	稼動予定	エチレン生産能力(万トン/年)
Exxon Mobil	テキサス	2016年	150
Dow Chemical	テキサス	2017年	150
Chevron Phillips	テキサス	2017年	150
Sasol	ルイジアナ	2017年	150
Formosa	テキサス	2016年	80
Shell	ペンシルバニア	2017年	NA

(出所) 日本政策投資銀行「シェール・ガス革命の見方」

時など、天然ガス輸出国との価格交渉時の材料として期待される。

##### ②石油化学産業の再編統合の進展

世界の石油化学産業を長期的にみると、中東は石油随伴ガスという原価がほとんどゼロの天然ガスを原料に使用しており、アメリカはシェールガス革命により安価な原料となるエタンを手に入れた。海外ではナフサと比較して10分の1~20分の1の価格のエタンを原料にして石油化学製品汎用品が作られている。ナフサを原料としている日本の化学汎用品は、国際的な価格競争力において極めて厳しい状況にあると言わざるをえない。また、日本国内の石油化学製品に対する需要は、人口減少、消費者節約志向により横ばいと見られ

ており、中国やインドの経済も予想していたほどは伸びておらず、日本のエチレン生産量は減少傾向にある。

このような状況を受け、日本の石油化学産業では既にエチレンプラントの削減が始まっている。もともと日本国内のエチレン総生産量は7,210千トン／年（2011年）で、アメリカのダウ・ケミカル1社の10,500千トン／年（2011年）にも及ばず、規模の経済が働かない。シェールガス革命により、日本国内のエチレンプラントの統合、業界の機動的再編、高付加価値化学製品へのシフトなどに拍車がかかるであろう。

### ③天然ガス関連産業のビジネスチャンス

アメリカのシェールガス革命で、日本にとって新しい需要が見込める産業分野がある。

アメリカの石油化学企業のエチレン生産プラント新設計画が出ているが、プラント建設の技術を持った日本企業にとっては有利な材料である。プラントの建設は、アメリカ本土に建てるプラントであっても、コスト低減と納期順守のためモジュール化をして日本国内で作成し、現地で組み立てる方式が採られる。この方式であれば日本のプラント建設産業の輸出が伸びることになる。

また、アメリカからシェールガスの輸出を考えた場合、パイプラインが繋がっていない国へは、ガスを液化して船で輸送することになり、天然ガス液化プラントとLNG船は新しい需要が起きると考えられる。

特にLNG船は日本国内の海運会社が90隻の発注をする予定で、約2兆円の特需が発生するという。全てが日本企業で受注できるとは限らないが、大きな需要が期待できる。

#### b. 地政学的影響

シェールガス革命によりアメリカがエネルギー自立を達成することで、アメリカの中東に対する関与度合いが下がり、世界のエネルギー需給構造が変わるという予想がある。確かに外交や安全保障など、広範囲にわたる影響が考えられるが、ア

メリカがシェールガスを積極的に輸出することになれば、エネルギー輸入国はエネルギーの調達先の多様化を確保し、情勢の不安定な中東から自立できる、というシナリオも考えられる。

ただ、アメリカ国内でも、シェールガスの輸出について賛成派と反対派との間で議論が続き、シェールガスが大量に輸出されるかどうかは不透明な状況である。

## 2. シェールガス革命の中部圏への影響

この章では、前章であげたシェールガス革命の経済的影響に焦点を当て、それぞれ中部圏にどんな影響があるかを、中部圏地域間産業連関表（2005年版）を活用して考察する。

中部圏地域間産業連関表（2005年版）は当財団の前身である財団法人中部産業・地域活性化センターで作成したものである（図6）。中部9県（富山県、石川県、福井県、長野県、岐阜県、静岡県、愛知県、三重県、滋賀県）と、中部9県以外の地域（以下、「その他全国」）の10地域において産業間のみならず地域間の財やサービスがどのように取引されているか、その取引構造をまとめたデータベースである。産業分類は95部門に分かれており、各地域の各産業が相互にどのような売買の結び付きがあるかを、需要側（10地域×95部門）×供給側（10地域×95部門）の行列で表している。

この中部圏地域間産業連関表（2005年版）を活用することにより、地域間の各産業別相互依存関

	中部圏表										域内産業表										輸出		輸入	
	中部圏表									その他	域内産業表									輸出	輸入	輸出	輸入	
	富山県	石川県	福井県	長野県	岐阜県	静岡県	愛知県	三重県	滋賀県	その他	富山県	石川県	福井県	長野県	岐阜県	静岡県	愛知県	三重県	滋賀県	その他	輸出	輸入		
富山県	100%									100%														
石川県		100%									100%													
福井県			100%									100%												
長野県				100%									100%											
岐阜県					100%									100%										
静岡県						100%									100%									
愛知県							100%									100%								
三重県								100%									100%							
その他									100%															
輸出																					100%			
輸入																							100%	

図6 中部圏地域間産業連関表の枠組み

（出所）中部圏地域間産業連関表（2005年版）

係の計量的把握と各種政策の分析評価を行うことが可能となる。

(1) LNG価格低下の影響

前述のとおりシェールガス革命により日本のLNG輸入価格が低下する可能性がある。その中部圏への影響を、中部圏地域間産業連関表(2005年版)を使用して分析する。

①分析モデル

分析は「外生的価格変化時の価格決定モデル」を使用して行う(図7)。このような価格決定モデルは、1973年OPEC(石油輸出国機構)による原油価格引き上げの際、その価格波及効果分析を当時の通商産業省が産業連関表を用いて行った事例がある。

天然ガスも輸入品で、かつ、外生的に価格が決まるという点で原油価格と同じであり、同様の分析が可能である。

②分析のための想定

分析にあたって、シェールガス革命により将来日本の天然ガス輸入価格がどのくらい低下するか、を想定する。

将来のどの時点に着目するかについては、本稿

がアメリカのシェールガス革命の影響に関して分析を試みていることから、アメリカのシェールガス輸出が行われ、かつ、中国など他の国のシェールガス輸出がされていないと考えられる2020年をターゲットとする。

日本政策投資銀行「シェール・ガス革命の見方」によれば、日本のLNG調達価格への影響は、シェールガス革命による価格低減効果が最大限発揮されるシナリオの場合、2020年に2012年比15.2%の低減が見込まれるとしている。

また、日本エネルギー経済研究所「アジア/世界エネルギーアウトック2013」によれば、過去の<sup>すうせい</sup>趨勢と現在までのエネルギー・環境政策等を背景とするケースでは、2020年には2012年比16.8%低減し、非在来型資源の供給に係る技術、インフラ制度が充実する結果、シェールガス・シェールオイルをはじめとする非在来型資源の活用が北米のみならず、世界各地で進展するケースでは、2020年には2012年比25.1%の低減が見込まれている。

2つの文献の詳細は付録を参照されたい。

本稿ではアメリカのシェールガス革命による影響を主眼におくことから、LNG価格低下率15%を標準ケース、25%を参考ケースとして、その影響を中部圏地域間産業連関表(2005年版)にて分析を行うものとする。

外生的価格変化時の価格決定モデル(林英機・高橋美保「産業連関分析の基礎」—価格決定モデルとその応用—より)

1、・・・、n個の商品があり、このうち、1、・・・、kまでの商品の価格は内生的に決まり、k+1、・・・、nの商品の価格は外生的に決まるとすると、外生的価格変化率に伴う内生的価格の変化分のみを求める場合のモデル(付加価値に変化がない前提)

$$\begin{pmatrix} \Delta P_1 \\ \Delta P_2 \\ \vdots \\ \Delta P_k \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1-a_{11} & -a_{21} & \cdots & -a_{k1} \\ -a_{12} & 1-a_{22} & \cdots & -a_{k2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ -a_{1k} & -a_{2k} & \cdots & 1-a_{kk} \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} a_{k+1,1} & \cdots & a_{n1} \\ a_{k+1,2} & \cdots & a_{n2} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{k+1,k} & \cdots & a_{nk} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \Delta P_{k+1} \\ \Delta P_{k+2} \\ \vdots \\ \Delta P_n \end{pmatrix}$$

ここで ΔP: 各商品の価格変化率

a: 各商品の売買における投入係数

である。また、式中の逆行列は産業連関表から求められるレオンチェフ逆行列の行列を入れ替えたもの(転置行列)である。

図7 外生的価格変化時の価格決定モデル

表3 石炭、原油、天然ガスの輸入額構成比（概数）

	石炭	原油	天然ガス	出所
輸入量	189,470千トン	210,801千kl	86,865千トン	1)
CIF価格	14,993円/トン	57,458円/kl	64,943円/トン	2)
輸入金額	28,407億円	121,122億円	56,413億円	
構成比（概数）	15%	60%	25%	

1) 資源エネルギー庁 エネルギーバランス表2012年度（速報）より

2) エネルギー白書2013 2012年の年間平均値

中部圏地域間産業連関表（2005年版）では、石炭、原油、天然ガスを1つの産業部門にまとめて扱っているため、標準ケース、参考ケースのLNG価格低下がどの程度この産業部門に影響するかを算出した。日本の石炭、原油、天然ガスの輸入金額は表3に示したとおりで、その構成比はおよそ石炭：原油：天然ガス＝15：60：25である。

「石炭・原油・天然ガス」部門の輸入額のうち25%が天然ガスで、標準ケースで15%、参考ケースで25%を価格低下したとすると、それは「石炭・原油・天然ガス」全体の3.75%、6.25%の価格変化にあたるとした。

### ③分析結果

外生的価格変化時の価格決定モデルによる計算にあたり、「石炭・原油・天然ガス」の価格は外生的に決まり、それ以外は内生的に決まるとした。また、価格低下は標準ケース、参考ケースともに、「中部9県+その他全国（つまり日本全体）で起きる」と想定した。

計算した結果、価格変化率の大きい地域と産業の上位10項目を、標準ケース、参考ケースそれぞれについて、表4および表5に記した。

表4 標準ケース（天然ガス15%価格低下、「石炭・石油・天然ガス」3.75%価格低下）において価格変動の大きい地域・産業上位10項目

地域	産業・部門	変化率%
三重県	石油製品	-2.2737736
三重県	ガス・熱供給	-1.3633401
富山県	石油製品	-1.1200263
福井県	石油製品	-1.1097245
三重県	電力	-1.0171462
石川県	ガス・熱供給	-0.7212394
富山県	ガス・熱供給	-0.6417127
福井県	ガス・熱供給	-0.6279766
三重県	石炭製品	-0.3563835
三重県	有機化学工業製品	-0.3477936

表5 参考ケース（天然ガス25%価格低下、「石炭・石油・天然ガス」6.25%価格低下）において価格変動の大きい地域・産業上位10項目

地域	産業・部門	変化率%
三重県	石油製品	-3.7896226
三重県	ガス・熱供給	-2.2722335
富山県	石油製品	-1.8667105
福井県	石油製品	-1.8495409
三重県	電力	-1.6952437
石川県	ガス・熱供給	-1.2020657
富山県	ガス・熱供給	-1.0695212
福井県	ガス・熱供給	-1.0466277
三重県	石炭製品	-0.5939725
三重県	有機化学工業製品	-0.5796561

一番大きく変動するのは三重県の石油製品で、標準ケースで-2.274%、参考ケースで-3.790%となった。

地域としては三重県、産業としては石油製品が多くみられる。石油製品が多いのは、中部圏地域間産業連関表（2005年版）では「石炭・原油・天然ガス」を1つの部門として扱っているためと考えられる。

## （2）中部圏と石油化学産業との結びつき（仮説的抽出法による分析）

第1章で記したように、シェールガス革命と石油化学産業は密接な関係にある。ここでは、産業連関表を用いた分析方法の1つ、仮説的抽出法を用いて、中部圏と石油化学産業との結びつきを評価する。

仮説的抽出法とは、その産業分野が地域にとっていかに重要な位置づけをもっているかを分析するため、逆にその産業分野を抽出（なくなったとした場合）して、抽出前の状態と比べることにより、その影響を明らかにしようとするものである。

中部圏地域間産業連関表（2005年版）および全国表の石油化学産業に関連する部門分類は図8のとおりになっている。

中部圏地域間産業連関表（2005年版）において、石油化学産業の生産額を図9に示した。日本全体

全国表産業分類		中部圏表産業分類	
列	行	部門名称	番号
2031-01		石油化学基礎製品	22
	2031-011	エチレン	
	2031-012	プロピレン	
	2031-019	その他の石油化学基礎製品	
2031-02		石油化学系芳香族製品	
	2031-021	純ベンゼン	
	2031-022	純トルエン	
	2031-023	キシレン	
	2031-029	その他の石油化学系芳香族製品	
2032-01		脂肪族中間物	
	2032-011	合成アルコール類	
	2032-012	酢酸	
	2032-013	二塩化エチレン	
	2032-014	アクリロニトリル	
	2032-015	エチレングリコール	
	2032-016	酢酸ビニルモノマー	
	2032-019	その他の脂肪族中間物	
2032-02		環式中間物	
	2032-021	スチレンモノマー	
	2032-022	合成石炭酸	
	2032-023	テレフタル酸(高純度)	
	2032-024	カプロラクタム	
	2032-029	その他の環式中間物	
2039-01	2039-011	合成ゴム	
2039-02	2039-021	メタン誘導品	
2039-03	2039-031	油脂加工製品	
2039-04	2039-041	可塑剤	
2039-09	2039-099	合成染料	
2041-01	2041-011	その他の有機化学工業製品	
2041-02		熱硬化性樹脂	23
	2041-021	熱可塑性樹脂	
	2041-022	ポリエチレン(低密度)	
	2041-023	ポリエチレン(高密度)	
	2041-024	ポリスチレン	
	2041-025	ポリプロピレン	
	2041-031	塩化ビニル樹脂	
2041-09	2041-099	高機能性樹脂	
	2041-099	その他の合成樹脂	

図8 産業連関表における石油化学産業の基本分類

で11兆3,086億円の生産額があり、中部圏では1兆5,195億円で13%を占める。

中部圏内の内訳では三重県が約50%を占め、愛知県の18%、静岡県の14%と続き、この3県で中部圏の82%となる。

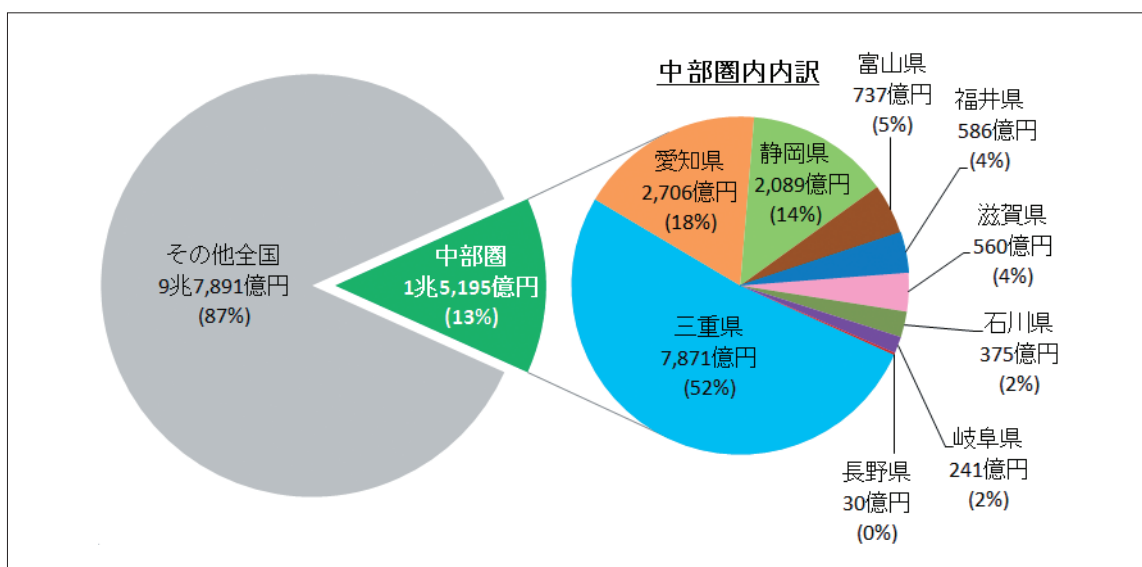


図9 中部圏地域間産業連関表（2005年版） 石油化学産業の生産額

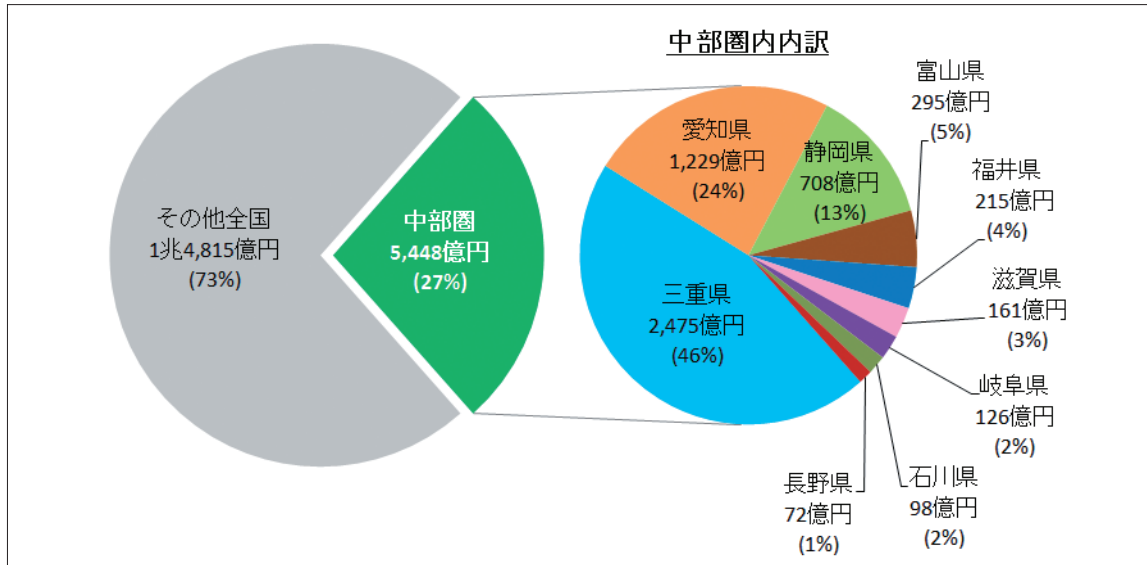


図10 中部圏から石油化学産業がなくなった場合の波及影響による総産出減少額

この中部圏の石油化学産業をなくした場合の総産出減少額を図10に示した。この減少額は、図9に示された生産額をゼロにするという直接的な数値は含めず、あくまで間接的な波及影響のみの金額である。

まず、「その他全国」への影響が1兆4,815億円の総産出減少となり、これは中部圏の生産額とほぼ同額である。中部圏の石油化学産業が中部9県以外の地域の産業とある程度密接に関連していることがわかる。

中部圏での総産出減少額は5,448億円で、日本全体の減少額の27%となった。県別の内訳は、三

重県2,475億円（46%）、愛知県1,229億円（24%）、静岡県708億円（13%）となっており、だいたいは生産額に応じた減少額となった。愛知県の減少額の割合が24%と、生産額の割合18%より若干増えており、愛知県は中部圏の石油化学産業との結びつきが比較的強いと言える。

表6に、地域別産業別の減少額について、中部圏の地域ごとに上位10項目の産業部門を一覧にまとめた。石油製品、道路輸送など石油化学産業と直接結びつく産業部門の他に、金融・保険、研究といった産業が多くの県で上位10項目に入っているのが目立つ。石油化学産業を営む上で必要な保

表6 中部圏の石油化学産業がなくなった場合の地域別産業別の総産出の減少額（億円）

\*上位10産業部門(中部圏内石油化学産業を除く)

富山県		石川県		福井県		長野県		岐阜県	
1位 60 電力	32 60 電力	14 60 電力	51 60 電力	20 64 商業	13				
2位 65 金融・保険	29 64 商業	13 64 商業	26 64 商業	6 60 電力	11				
3位 64 商業	28 65 金融・保険	9 69 道路輸送	18 69 道路輸送	3 69 道路輸送	10				
4位 81 研究	23 69 道路輸送	6 65 金融・保険	14 65 金融・保険	3 81 研究	9				
5位 57 建設補修	16 57 建設補修	5 21 無機化学工業製品	12 50 電子部品	3 65 金融・保険	9				
6位 21 無機化学工業製品	15 62 水道	4 81 研究	10 81 研究	3 40 その他の金属製品	6				
7位 87 自動車・機械修理	15 88 その他の対事業所サービス	4 87 自動車・機械修理	7 88 その他の対事業所サービス	3 25 化学最終製品	5				
8位 26 石油製品	14 87 自動車・機械修理	4 57 建設補修	7 87 自動車・機械修理	2 21 無機化学工業製品	5				
9位 69 道路輸送	14 81 研究	3 88 その他の対事業所サービス	6 27 炭炭製品	2 28 プラスチック製品	4				
10位 88 その他の対事業所サービス	11 21 無機化学工業製品	3 25 化学最終製品	5 21 無機化学工業製品	2 17 パルプ・紙・板紙・加工紙	4				
静岡県		愛知県		三重県		滋賀県		中部圏9県	
1位 81 研究	83 64 商業	166 26 石油製品	769 81 研究	19 26 石油製品	825				
2位 64 商業	83 81 研究	140 60 電力	233 64 商業	16 64 商業	504				
3位 65 金融・保険	70 21 無機化学工業製品	108 65 金融・保険	185 65 金融・保険	14 60 電力	478				
4位 69 道路輸送	46 65 金融・保険	75 64 商業	154 69 道路輸送	11 65 金融・保険	407				
5位 60 電力	44 60 電力	73 21 無機化学工業製品	127 57 建設補修	9 81 研究	344				
6位 57 建設補修	33 69 道路輸送	63 87 自動車・機械修理	111 62 水道	7 21 無機化学工業製品	307				
7位 21 無機化学工業製品	28 88 その他の対事業所サービス	52 57 建設補修	110 21 無機化学工業製品	6 69 道路輸送	246				
8位 88 その他の対事業所サービス	27 87 自動車・機械修理	51 69 道路輸送	76 28 プラスチック製品	6 57 建設補修	221				
9位 87 自動車・機械修理	24 20 化学肥料	40 88 その他の対事業所サービス	70 25 化学最終製品	6 87 自動車・機械修理	220				
10位 62 水道	23 26 石油製品	37 62 水道	63 88 その他の対事業所サービス	5 88 その他の対事業所サービス	183				



表7 中部圏の石油化学産業がなくなった場合の地域別産業別の減少率(%)

\*上位10産業部門(中部圏内石油化学産業を除く)

富山県		石川県		福井県		長野県		岐阜県	
1位	21 無機化学工業製品 -5.5	17 パルプ・紙・板紙・加工紙 -1.6	27 石炭製品 -6.4	21 無機化学工業製品 -3.7	21 無機化学工業製品 -3.7	21 無機化学工業製品 -4.2			
2位	57 建設補修 -2.2	70 水道 -0.7	21 無機化学工業製品 -5.1	27 石炭製品 -2.7	27 石炭製品 -2.7	27 石炭製品 -2.3			
3位	27 石炭製品 -2.1	57 建設補修 -0.7	70 水道 -2.0	60 電力 -0.5	81 研究 -0.5	81 研究 -0.5			
4位	81 研究 -2.0	81 研究 -0.6	29 ゴム製品 -1.9	20 化学肥料 -0.4	60 電力 -0.4	60 電力 -0.4			
5位	62 水道 -1.7	60 電力 -0.6	62 水道 -1.7	40 その他の金属製品 -0.2	57 建設補修 -0.4	57 建設補修 -0.4			
6位	20 化学肥料 -1.7	72 倉庫 -0.5	81 研究 -1.6	71 航空輸送 -0.2	37 非鉄金属製錬・精製 -0.4	37 非鉄金属製錬・精製 -0.4			
7位	87 自動車・機械修理 -1.5	62 水道 -0.5	72 倉庫 -1.4	07 非金属鉱物 -0.1	62 水道 -0.3	62 水道 -0.3			
8位	60 電力 -1.5	34 その他の窯業・土石製品 -0.4	57 建設補修 -1.3	77 インターネット付サービス -0.1	24 化学繊維 -0.3	24 化学繊維 -0.3			
9位	63 産業物処理 -1.5	29 ゴム製品 -0.4	34 その他の窯業・土石製品 -1.2	72 倉庫 -0.1	95 分類不明 -0.3	95 分類不明 -0.3			
10位	66 不動産仲介及び賃貸 -1.1	25 化学最終製品 -0.3	53 その他の輸送機械・同修理 -1.1	57 建設補修 -0.1	17 パルプ・紙・板紙・加工紙 -0.3	17 パルプ・紙・板紙・加工紙 -0.3			
静岡県		愛知県		三重県		滋賀県		中部圏9県	
1位	20 化学肥料 -12.8	20 化学肥料 -31.7	27 石炭製品 -30.3	20 化学肥料 -7.6	20 化学肥料 -13.3	20 化学肥料 -13.3			
2位	27 石炭製品 -11.5	21 無機化学工業製品 -13.9	21 無機化学工業製品 -11.5	21 無機化学工業製品 -5.2	21 無機化学工業製品 -10.0	21 無機化学工業製品 -10.0			
3位	21 無機化学工業製品 -7.7	27 石炭製品 -3.6	62 水道 -9.2	26 石油製品 -2.2	27 石炭製品 -6.6	27 石炭製品 -6.6			
4位	26 石油製品 -2.7	07 非金属鉱物 -1.2	81 研究 -8.8	27 石炭製品 -1.7	26 石油製品 -4.7	26 石油製品 -4.7			
5位	62 水道 -1.5	81 研究 -1.1	57 建設補修 -8.3	62 水道 -1.4	62 水道 -1.7	62 水道 -1.7			
6位	81 研究 -1.2	62 水道 -1.0	87 自動車・機械修理 -7.4	57 建設補修 -0.9	57 建設補修 -1.4	57 建設補修 -1.4			
7位	57 建設補修 -1.1	26 石油製品 -0.8	26 石油製品 -6.9	81 研究 -0.7	80 電力 -1.3	80 電力 -1.3			
8位	07 非金属鉱物 -1.0	60 電力 -0.7	60 電力 -6.7	17 パルプ・紙・板紙・加工紙 -0.7	72 倉庫 -1.1	72 倉庫 -1.1			
9位	60 電力 -0.8	37 非鉄金属製錬・精製 -0.7	72 倉庫 -5.1	72 倉庫 -0.7	81 研究 -1.1	81 研究 -1.1			
10位	87 自動車・機械修理 -0.8	57 建設補修 -0.7	18 紙加工品 -4.5	60 電力 -0.6	87 自動車・機械修理 -1.0	87 自動車・機械修理 -1.0			

\*各県に占める産出額割合が0.01%以下の産業は除く

険への加入、設備投資のための借入、研究活動などがどの地域でも行われていることがわかる。

表7には、地域別産業別の総産出の減少率について、同様にまとめた。一番減少率が大きいのは愛知県の化学肥料で-31.7%、三重県石炭製品の-30.3%、愛知県無機化学工業製品-13.9%と続く。化学肥料、石炭製品、無機化学工業製品は静岡県でも減少率が大きく、中部圏の石油化学製品はこれらの産業との結びつきが強いことが分かる。

### (3) 関連産業の経済波及効果

ここでは中部圏地域間産業連関表(2005年版)の逆行列係数表を用い、LNG船の特需による経済波及効果を考察する。

#### ①中部圏以外にLNG船の特需が起きた場合

世界のLNG船の特需が2兆円あり、その半分の1兆円を日本の中部圏以外の地域で受注した場合、どれほどの経済波及効果が中部圏に起きるかを、中部圏地域間産業連関表(2005年版)を使って考えてみる。

中部圏地域間産業連関表(2005年版)の逆行列係数表から、「その他全国」の「船舶・同修理」産業(列)の係数を読み取る。逆行列係数表の列方向の係数は、その産業の需要1単位に対して発生する経済波及効果を表している。

表8 中部圏地域間産業連関表(2005年版)「その他全国」の「船舶・同修理」の逆行列係数合計

地域	係数合計
富山県	0.010743544
石川県	0.003355208
福井県	0.004728831
長野県	0.013972776
岐阜県	0.009884814
静岡県	0.058033856
愛知県	0.090089400
三重県	0.015755443
滋賀県	0.012713296
中部9県計	0.219277167
(参考)	
その他全国	2.282082606

その逆行列係数を各県別に合計をしたものが、表8である。

中部9県の逆行列係数合計は0.219で、これは「その他全国」の「船舶・同修理」産業に需要が1単位発生すると、中部9県で0.219の間接効果が起きることを表している。つまり、LNG船の特需が中部9県以外の「その他全国」で1兆円発生した場合、中部9県での間接的な経済効果は2,190億円ということになる。

参考までに、「その他全国」の逆行列係数は2.282である。これは、新たに発生した需要1単位と、それによる間接効果1.282を表している。

中部9県の中では、愛知県が0.090と一番大き

く、次が静岡県の0.058である。第3位は三重県の0.016で、愛知県と静岡県が大きく引き離していることがわかる。愛知県と静岡県で中部9県の67.7%を占める。

中部圏地域間産業連関表（2005年版）の逆行列係数表で、「その他全国」の「船舶・同修理」産業（列）について逆行列係数を大きい順に並べ、中部9県を取り上げると表9のとおりになる。これは「その他全国」の「船舶・同修理」産業の需要に対し、中部9県の中で経済波及効果が大きい産業を表す。

静岡県の「船舶・同修理」産業が中部9県の中では一番大きく、「その他全国」との関連がみられる。それ以外では愛知県で多くの産業に関連がみられ、「銑鉄・粗鋼・鋼材」、「鋳鍛造品・その他の鉄鋼製品」、「一般産業機械」、「その他の金属製品」といった、材料を中心としたものづくりに関係の深い産業が関連している。

次に「その他全国」の「船舶・同修理」産業について、影響力係数と感応度係数を表10に示す。

影響力係数は、逆行列係数表の全列の列和の平均をとった値と、ある産業の列和との比である。その産業が持つ全産業への影響力を相対的に示す指標で、1より大きい場合は生産を引き起こす力が相対的に大きいといえる。

また、感応度係数は、逆行列係数表の全行の行和の平均をとった値と、ある産業の行和との比である。最終需要の増加に対する反応の相対的な大きさを示す指標で、1より大きい場合、全産業の生産活動から受ける影響が相対的に大きいといえる。

「その他全国」の「船舶・同修理」産業では、影響力係数、感応度係数ともに1より大きく、日本全体の産業と密接に関連していることがわかる。

②三重県でLNG船の需要が起きた場合

三重県にはジャパンマリンユナイテッドの造船所があり、LNG船の建造を行うことができる。

①と同様の方法で、三重県にLNG船の需要が起きた場合の経済波及効果を考察する。

表9 中部圏地域間産業連関表（2005年版）  
「その他全国」の「船舶・同修理」の逆行列係数の中で係数大きい中部9県の産業と逆行列係数

順位	地域	産業・部門	逆行列係数
13	静岡県	船舶・同修理	0.0247371
14	愛知県	銑鉄・粗鋼・鋼材	0.0195460
17	愛知県	鋳鍛造品・その他の鉄鋼製品	0.0147077
32	愛知県	商業	0.0073494
40	愛知県	一般産業機械	0.0051358
42	愛知県	船舶・同修理	0.0045770
43	愛知県	その他の金属製品	0.0044585
49	長野県	船舶・同修理	0.0036368

(50位以降は省略)

表10 「その他全国」の「船舶・同修理」の  
影響力係数と感応度係数

影響力係数	1.30685424
感応度係数	1.20421601

表11 中部圏地域間産業連関表（2005年版）  
「三重県」の「船舶・同修理」の逆行列係数合計

地域	係数合計
富山県	0.004530305
石川県	0.002089057
福井県	0.004062968
長野県	0.009329023
岐阜県	0.005432881
静岡県	0.047098323
愛知県	0.121938801
三重県	1.377500516
滋賀県	0.007791453
中部9県計	1.579773326
(参考)	
その他全国	1.029615509

中部圏地域間産業連関表（2005年版）の逆行列係数表から、三重県の「船舶・同修理」産業の列方向の係数を読み取り、各県別に係数を合計したものが表11である。

中部9県の逆行列係数の列方向合計は1.580で、三重県の「船舶・同修理」産業に需要が1単位発生すると、中部9県で1.580の経済波及効果が起きる。そのうち間接効果は0.580ということになる。

三重県についてみると、1.378の経済波及効果となっており、直接効果1と間接効果0.378である。三重県以外では愛知県0.122、静岡県0.047と続いており、「その他全国」で需要が起きた場合と同じように両県で比較的大きな経済波及効果が発生する。

三重県と愛知県以外の県は、「その他全国」での需要による経済波及効果のほうが、三重県での需要による経済波及効果よりも大きい。「船舶・同修理」産業に関しては、三重県、愛知県の関連が強く、それ以外の県は三重県との結びつきが弱いと言える。

中部圏産業連関表（2005年版）の逆行列係数表で、三重県の「船舶・同修理」産業について、列方向の逆行列係数を大きい順に20位まで並べたものが表12である。中部9県以外の「その他全国」の各産業への経済波及効果が多いことがわかる。

次に三重県の「船舶・同修理」産業の影響力係

表13 三重県の「船舶・同修理」の影響力係数と感応度係数

影響力係数	1.36329484
感応度係数	0.59622032

数と感応度係数を表13に示す。

影響力係数は1.363であり、日本産業全体への影響力は大きい。一方、感応度係数は0.596と1より小さく、産業全体の生産活動から受ける影響は小さいといえる。

「船舶・同修理」の需要1単位が三重県で発生した場合と「その他全国」で発生した場合を比較すると、影響力係数は三重県の場合1.363、「その他全国」の場合1.307であり、三重県でLNG船の需要が発生したほうが日本全体の生産額は大きくなる。

### 3. 中部圏の企業の取り組み

この章では、シェールガスの掘削方法の概要を述べ、それに関連する技術を支える中部圏の企業を紹介する。

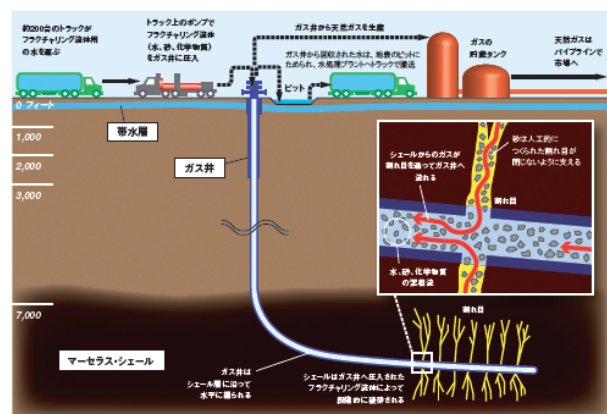
#### (1) シェールガスの掘削方法

シェールガスの掘削のイメージは図11のとおりで、おおまかに垂直掘削、水平掘削、水圧破碎といった流れで行われる。

シェールガス掘削のポイントとなる水平掘削、

表12 中部圏地域間産業連関表（2005年版）「三重県」の「船舶・同修理」の逆行列係数上位20

地域	産業	逆行列係数
三重県	船舶・同修理	1.085956
その他全国	鉄鉄・粗鋼・鋼材	0.368733
その他全国	商業	0.104574
三重県	鑄鍛造品・その他の鉄鋼製品	0.059652
愛知県	鉄鉄・粗鋼・鋼材	0.051302
その他全国	船舶・同修理	0.050055
三重県	商業	0.037299
その他全国	その他の金属製品	0.035973
三重県	金融・保険	0.035803
その他全国	鑄鍛造品・その他の鉄鋼製品	0.033273
その他全国	金融・保険	0.030932
その他全国	一般産業機械	0.029384
その他全国	道路輸送	0.027678
静岡県	船舶・同修理	0.025371
その他全国	その他の対事業所サービス	0.023034
その他全国	物品賃貸サービス	0.022091
その他全国	研究	0.021177
その他全国	電力	0.017379
三重県	電力	0.015297
その他全国	自動車・機械修理	0.014080



出所：米環境保護局(EPA)資料を基に作成

図11 シェールガス掘削のイメージ

(出所) 伊原賢「石炭やシェールから天然ガスをどうやって取り出すの？」

水圧破碎の2点について述べる。

①水平掘削

ビットと呼ばれるドリルに、ドリルパイプをつなげていき、これを回転させてまず垂直に掘削する。その後、徐々に坑井を曲げていき、最終的に水平になるまで傾斜をさせる。

近年では、掘削にはMWD（Measurement while drilling）が採用される（図12）。MWDは掘削中の坑底情報を地表に伝達する方法で、効率的な掘削を行う助けになる。ビットの後ろに各種センサーを配置し、データを地表に送信して、地

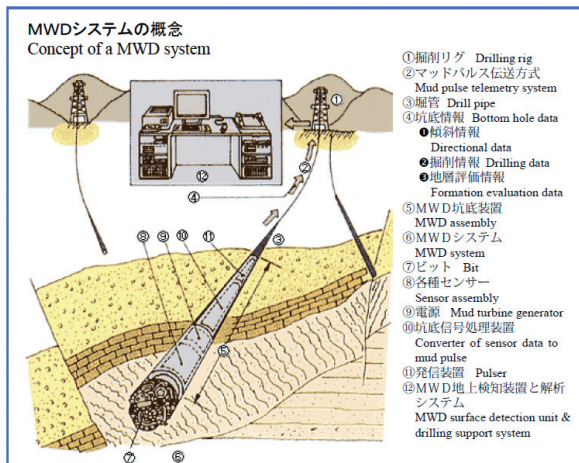


図12 MWDシステムの概念

（出所）独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「地熱井掘削時坑底情報検知システムの開発」

**水圧破碎 / フラクチャリング**

貯留層内に人工的にフラクチャーを形成・伸展させ、流体の流路を確保

フラクチャーの伸展

ジェル

プロパント

- ①高粘性液体であるジェルを穿孔部から圧入して、貯留層である岩石を破碎しフラクチャーを形成する。
- ②ジェルの圧入を続け、フラクチャーの長さや幅を大きくする。
- ③形成されたフラクチャーを半永久的に支持するため、プロパントと呼ばれる砂粒状の物質を徐々にジェルに混ぜ圧入する。
- ④プロパントの濃度を徐々に上げる。
- ⑤規定量のプロパントを送り終わったら、圧入ポンプを停止する。
- ⑥圧入されたジェルは熱により分解され貯留層にしみ込むため、形成されたフラクチャーは徐々に閉じようとする。
- ⑦しかし、プロパントがフラクチャーを支持し完全に閉じるのを防ぐので、ガスの流路は確保される。貯留層の小さな隙間に溜まっているガスは、フラクチャーを介して坑井内に流れ込み、経済的な生産性を確保することができる。

図13 水圧破碎

（出所）伊原賢「シェールガスのインパクト」

表でデータ解析をしながら、最適な進路を掘削するのである。センサーで測定される項目は、傾斜、方位、ビット荷重、温度、ガンマ線、地層比抵抗などである。

②水圧破碎

水平掘削の後に穿孔銃（爆薬をセットしたパイプ）を挿入し、着火してシェール層に亀裂を入れる。その後、図13に示すような水圧破碎を行う。

（2）光電子増倍管

石油、天然ガスなどの地下資源の検層にはワイアラインという手法とMWDという手法がある。前者は鉛直方向に掘削した後、別途センサーを下ろし地層情報を計測（検層）するが、後者のMWDは掘削しながら計測を行うために効率が良い。しかし、使用温度も高く、振動、衝撃条件も過酷である。このような過酷な条件においてより高い信頼性が求められており、中部圏の企業がその精度向上に貢献している。静岡県にある浜松ホトニクス株式会社では、MWDに使われる高品質な光電子増倍管を製品化している。

浜松ホトニクスは、「光の本質を追求し、光を通じて絶対真理とは何かを探り、未知未踏領域を探求する。そこから生まれる新しい知識にもとづいた応用の可能性をもとに、新しい産業を創成する。」との精神に則り、光センサー、光半導体素子、レーザー技術、画像処理・計測技術など幅広い事業を展開している（図14）。

**HAMAMATSU**  
PHOTON IS OUR BUSINESS

名 称	浜松ホトニクス株式会社
設 立	昭和28年9月29日
資 本 金	34,928百万円
従 業 員 数	3,106名（平成25年9月30日現在）
主要営業品目	光電子増倍管、イメージ機器、光源、光半導体素子、画像処理・計測装置

図14 浜松ホトニクス株式会社概要

（出所）浜松ホトニクス株式会社ホームページより抜粋

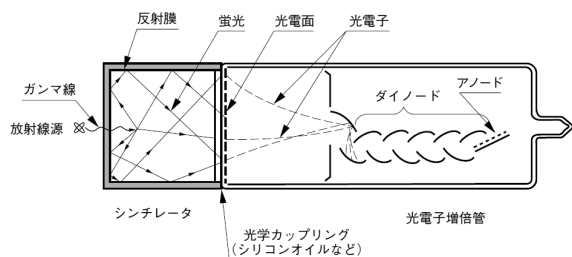


図15 ヘッドオン型光電子増倍管にシンチレータを組み合わせた断面図

(出所) 浜松ホトニクス株式会社「光電子増倍管その基礎と応用 第3版」

光電子増倍管は、光を電気信号に変える部品であり、放射線を光に変えるシンチレータという部品と組み合わせて使う(図15)。地層からのガンマ線をシンチレータで光に変え、それを電気信号に変えることで、自然あるいは散乱ガンマ線の密度(濃度)あるいは線種を検出して検層することができる。

光電子増倍管は従来から石油や在来型ガスの探査などに使われているが、ワイアライン検層では掘削と検層は別々に行われているため、温度を除いて光電子増倍管への負荷は少ない。一方、シェールガス開発のMWDに使用される場合は、掘りながら検層を行うため、光電子増倍管に振動負荷がかかる。さらに、シェール層は在来型ガスより深いところにあるため、より高温環境となる。振動、高温という過酷な条件は光電子増倍管の性能や寿命を大きく低下させてしまう。

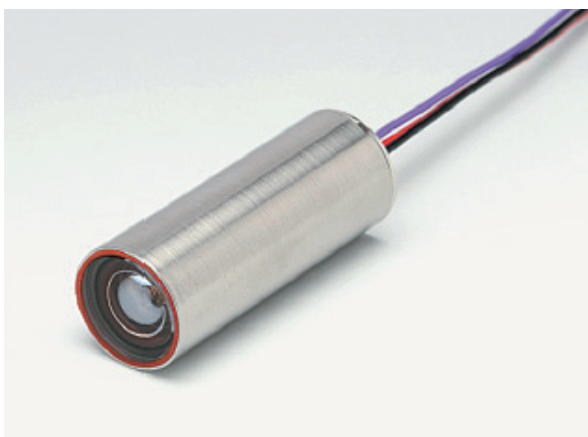


図16 高温用光電子増倍管  
(セラミックス側管はシールドケースの中にある)

(出所) 浜松ホトニクス株式会社プレスリリース資料

浜松ホトニクスではこの問題を解決するために、ガラスバルブにスプリングで電極を固定する従来の構造の代わりに、電極を固定するための金属を挟み込んだセラミックス側管を採用した。これにより耐震特性は従来品の1.7倍となった。また、高温環境に対しては、雑音の少ない光電面と二次電子放出材料を用いることで175℃でも安定して動作するものとした(図16)。

### (3) プロパント用プラント

水圧破碎されるプロパント(図13)には主にフラクサンド、樹脂コートプロパント、セラミックプロパントの3種類があるが、天然の砂を樹脂でコーティングする樹脂コートプロパントの製造には、新東工業株式会社(名古屋)の米国子会社のサンドコーティングプラントが使われている。

新東工業株式会社は、1934年創業の鋳造設備メーカーであり、鋳造で培った技術やノウハウを鋳造以外のさまざまな素材産業分野に応用、展開している。「素材に形を与えいのちを吹き込む」という理念を掲げ、鋳造事業の他、表面処理、粉粒体処理、メカトロニクス、物流・搬送など幅広く事業に取り組んでいる(図17)。

鋳造設備のアプリケーションプロセスの1つに砂を混ぜ合わせる工程があり、サンドコーティングプラントはその技術を転用したものである。

サンドコーティングの大まかな流れは、「砂と



名 称	新東工業株式会社
設 立	1934年10月2日
資 本 金	57億5,222万円
従 業 員 数	1,673名(2013年3月末現在)
事 業 内 容	鋳造装置、表面処理装置、環境関連装置、粉粒体処理装置、メカトロ関連装置、成形装置・型、投射財・研磨剤、建設工事の製造及び販売

図17 新東工業株式会社概要

(出所) 新東工業株式会社ホームページより抜粋

樹脂の空気輸送」→「砂と樹脂との混ぜ合わせ」→「乾燥」で、空気輸送や混ぜ合わせに新東工業特有の技術ノウハウがある。その処理の後の乾燥工程で樹脂が砂の粒子の表面を均質に覆う。

どういった砂や樹脂を使うか、砂や樹脂の購入、プラントのオペレーションは米国のプロパントメーカーが行っており、シェールガス開発に適したものにすのノウハウはプロパントメーカーが持っているが、サンドコーティングのプラントを販売しているのは米国でも新東工業の子会社1社である。

## 4. おわりに

本稿では、中部圏地域間産業連関表（2005年版）を用いて、シェールガス革命の日本への影響を3つの視点からとらえた。

1点目はアメリカのシェールガスが日本に輸入された場合のLNG価格低下の影響である。中部圏地域間産業連関表（2005年版）から外生的価格変化時の価格決定モデルを作成し、LNG価格低下の影響をみた。日本全体でのLNG価格低下は中部9県の製品やサービスに影響をおよぼすことが明らかになった。

2点目はシェールガス革命と密接な関係のある石油化学産業について、仮説的抽出法を用いてその影響をみた。中部圏地域間産業連関表（2005年版）から中部9県の石油化学産業を取り除いた間接影響をみると、中部9県以外の地域に1兆4,815億円、中部9県には5,448億円であった。地域としては石油化学産業の生産額が多い三重県、愛知県、静岡県での影響が大きかった。

3点目はシェールガス革命による関連ビジネスの需要喚起の影響で、LNG船特需を例にとってその経済波及効果をみた。中部9県以外の地域でLNG船需要が1単位あるとすると、中部9県には約0.219、中部9県以外には約1.282の間接効果がある。地域としては静岡県、愛知県での影響が大きい。また、造船ドックがある三重県でLNG船の需要が1単位あるとすると、中部9県には約0.580、中部9県以外には約1.030の間接効果があ

る。三重県での需要による経済波及効果のほうが中部9県以外の地域での需要による経済波及効果より大きい。

シェールガスの関連産業について、本稿ではLNG船を例として取り上げたが、他にもパイプラインを整備するためのシームレス鋼管、LNGプラント、天然ガス自動車や天然ガス燃料船、水圧破碎後の水処理プラント、ジェルやプロパントに使用する化学物質など多くの産業にビジネスチャンスがある。

アメリカ経済でのシェールガス革命の盛り上がりの1つが安い天然ガスと、それによる石油化学産業を中心とした製造業のアメリカ回帰であり、シェールガス革命の関連産業も製造業が中心である。よって、中部圏への経済的影響も製造業の集積した愛知県、三重県、静岡県に現れてくると予想される。

また、第3章で記した中部圏の企業の取り組みも関連産業の例であるが、どちらももともとシェールガス革命を意識した取り組みではなく、あくまでも本業を進めているところにシェールガス革命が起きた、というものである。本業への真摯な取り組みが、シェールガス革命というチャンスを素早くつかむことができた要因であろう。

シェールガス革命は短期間で立ち上がったため、統計分析をするほどのデータがそろっていない。EIAなどの専門機関も毎年予測やシナリオを見直しており、シェールガス革命は未だ進行途上と言える。不確実な要素が多い状況であるが、シェールガス革命の影響はものづくりや製造業を基盤とする中部圏には少なからず現れるだろう。その影響は良い面と悪い面をあわせ持ち、単純なものではないと考えられる。今後もシェールオイルを含めたシェールガス革命の動向を注視していくことが必要である。

なお、末筆になってしまったが、調査にあたりお話をうかがった和光大学の岩間 剛一教授、浜松ホトニクス株式会社様、新東工業株式会社様、一般社団法人日本ガス協会様には心より感謝申し上げます。

付録 LNG価格に関する文献詳細

(1) 日本政策投資銀行「シェール・ガス革命の見方（産業界への影響と日本への示唆）」より引用

表14 日本のLNG調達価格への影響（2020年度）

	LNG調達量 万トン/年	LNG調達価格		平均調達価格 (\$/百万Btu)	調達価格 低減効果 (現状比較)
		輸入原油価格 連動での調達量	米国ガス価格 連動での調達量		
<b>【シナリオ1】</b> 米国からの輸入分等（1,520万トン）を米国ガス価格連動で調達	8,395	6,875	1,520	14.5	-6.8%
<b>【シナリオ2】</b> シナリオ1+2020年までに新規締結する契約（期限を迎える既存契約の更改含む）の半分を米国ガス価格連動で調達	8,395	5,940	2,455 (=1,520+1,870/2)	13.8	-11.0%
<b>【シナリオ3】</b> シナリオ1+2020年までに新規に締結する契約（期限を迎える既存契約の更改含む）の全量を米国ガス価格連動で調達	8,395	5,005	3,390 (=1,520+1,870)	13.2	-15.2%
<b>【参考：現状ケース】</b> 全量輸入原油価格連動	8,395	8,395	-	15.5	-

(備考) 各種資料より作成。前提は以下の通り。

- ① 米国ガス価格は、ヘンリー・ハブ価格とした。
- ② ヘンリー・ハブ価格は今後上昇するとの見方もあるが、輸入原油価格連動によるLNG輸入価格、ヘンリー・ハブ価格のいずれも、価格の基準時点は直近の2012年12月の平均価格（実績）とした。
- ③ 米国ガス価格連動での調達価格は、ヘンリー・ハブ価格×115%+6ドル（液化、輸送コスト）/百万Btuとして、約9.7ドル/百万Btuと算出した。
- ④ 2020年時点のLNG調達量は、国際エネルギー機関（IEA）の「World Energy Outlook2012」の新政策シナリオにある115bcm（≒8,395万トン）/年とした。
- ⑤ シナリオ1での米国から輸入分等は、日本企業の関与する米国LNG輸出プロジェクトでの契約料合計（予定含む）1,470万トン/年と、関西電力がBPシンガポールからガス価格連動で調達するとした50万トン/年の合計とした。
- ⑥ 契約締結済みで、2020年時点で有効な長期契約に基づく調達量は5,005万トン/年。これらの調達価格は、契約締結済みであることから輸入原油価格連動とした。
- ⑦ よって、2020年時点で8,395万トン/年を調達するために新たに契約（既存契約の更改を含む）すべき調達量は1,870万トン/年となり、これを米国ガス価格連動の調達契約として交渉できる調達量の上限とした。

(2) 日本エネルギー経済研究所「アジア/世界エネルギーアウトルック 2013」より引用

表15 国際エネルギー価格

① レファレンスケース、技術進展ケース

実質価格		2012	2020	2030	2040	
原油	\$2012/bbl	115	117	122	127	
天然ガス	日本	\$2012/MBtu	16.7	13.9	14.0	14.4
	米国	\$2012/MBtu	2.8	4.3	5.6	8.0
	ヨーロッパ	\$2012/MBtu	10.5	11.1	12.0	12.8
一般炭	\$2012/t	134	139	139	145	
名目価格		2012	2020	2030	2040	
原油	\$/bbl	115	137	174	221	
天然ガス	日本	\$/MBtu	16.7	16.3	20.0	25.1
	米国	\$/MBtu	2.8	5.1	8.0	14.0
	ヨーロッパ	\$/MBtu	10.5	13.0	17.1	22.3
一般炭	\$/t	134	163	199	252	

## ②非在来型資源開発促進ケース

実質価格			2012	2020	2030	2040
原油		\$2012/bbl	115	110	105	100
天然ガス	日本	\$2012/MBtu	16.7	12.5	11.5	10.9
	米国	\$2012/MBtu	2.8	2.9	3.5	4.5
	ヨーロッパ	\$2012/MBtu	10.5	10.0	9.4	9.0
一般炭		\$2012/t	134	133	134	135
名目価格			2012	2020	2030	2040
原油		\$/bbl	115	129	150	174
天然ガス	日本	\$/MBtu	16.7	14.6	16.5	18.9
	米国	\$/MBtu	2.8	3.4	4.9	7.9
	ヨーロッパ	\$/MBtu	10.5	11.8	13.4	15.7
一般炭		\$/t	134	156	192	235

(注) ①、②ともインフレ率を年率2%として算出。

- レファレンスケース**：過去の趨勢と現在までのエネルギー・環境政策等を背景とするケースである。このケースではこれまでの経緯から今後見込まれる政策等を織り込む一方で、省エネルギー・低炭素化へ向けた急進的な政策等は打ち出されないものと想定している。また現在各国が表明している野心的な省エネルギー・低炭素化技術の目標も、技術開発・資金状況等における困難さのため、完全な実現には至らないと想定している。政策、技術開発・普及の状況によっては、実際のエネルギー需要がレファレンスケースより増大することもありうる。
- 技術進展ケース**：各国がエネルギー安定供給のいっそうの確保や気候変動対策の強化に資するエネルギー・環境政策等を協力に実施し、それらが奏功するという想定に基づくケースである。そのためには、革新的技術の開発・導入が世界大で加速することが欠かせない。現在のところ、非OECD諸国においてはエネルギー・環境政策の優先度はOECD諸国ほどは高くない。しかし、これらの国々においても、技術移転・スピルオーバー効果やクリーン開発メカニズム（CDM）等により、エネルギー効率の改善が速まるものと想定している。同様に原子力、再生可能エネルギーなどの非化石エネルギーの導入も拡大すると想定している。なお、非在来型資源の供給技術に関しては、レファレンスケースと同様であるとしている。
- 開発促進ケース**：非在来型資源の供給に係る技術、インフラ制度が充実する結果、シェールガス、シェールオイルをはじめとする非在来型資源の活用が北米のみならず世界各地で進展するケースである。なお、省エネルギーや低炭素化に関しては、レファレンスケースと同様であるとの位置づけである。



## 参考文献等

- 伊原 賢 (2012)「シェール革命で日本のエネルギー事情はどう変わるのか」(JOGMEC)
- 伊原 賢 (2012)「天然ガスの効率化利用と今後の展望」(JOGMEC)
- U.S. Energy Information Administration ホームページ (<http://www.eia.gov/>)
- EIA (2013)「Annual Energy Outlook 2013 with Projections to 2040」
- 福田 佳之 (2012)「シェールガスが米国エネルギー事情を一変「シェールガス革命」と日本企業の戦略(1)」(東レ経営研究所、TBR産業経済の論点、2012.10.11)
- 日本政策投資銀行 (2013)「シェール・ガス革命の見方(産業界への影響と日本への示唆)」
- 財団法人中部産業・地域活性化センター (2011)「中部圏地域間産業連関表(2005年版)」
- 林 英機、高橋 美保 (2009)「産業連関分析の基礎—価格決定モデルとその応用」(帝京経済学研究42(2), 95-126, 2009-03)
- 一般財団法人日本エネルギー研究所 (2013)「アジア／世界エネルギーアウトルック2013—シェール革命がもたらす変革をどう読むか?—」
- 資源エネルギー庁 「エネルギーバランス表2012年度(速報)」
- 資源エネルギー庁 「エネルギー白書2013」
- 伊原 賢 (2012)「石炭やシェールから天然ガスをどうやって取り出すの?」(石油・天然ガスレビュー, 2012.7, Vol.46 No.4)
- 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「地熱井掘削時坑底情報検知システムの開発」
- 伊原 賢「シェールガスのインパクト」(石油・天然ガスレビュー, 2010.5, Vol.44 No.3)
- 浜松ホトニクス株式会社ホームページ (<http://www.hamamatsu.com/jp/ja/>)
- 浜松ホトニクス株式会社プレスリリース (2013.10.24)「シェールガス・オイルの掘削開発を効率的にする耐震特性を1.7倍向上した石油探査用ヘッドオン型光電子増倍管の新製品」
- 新東工業株式会社ホームページ (<http://www.sinto.co.jp/>)
- 財団法人中部産業・地域活性化センター (2011)「中部圏地域間産業連関表(2005年版)～中部圏の地域経済構造～」
- 財団法人中部産業・地域活性化センター (2012)「中部圏地域間産業連関表(2005年版)の見方～原表の読み取りと拡充への方途～」
- 公益財団法人中部圏社会経済研究所 (2013)「中部圏地域間産業連関表(2005年版)の活用～原表の活かし方と実証分析の例示～」
- セミナー 和光大学経済経営学部教授 岩間剛一「シェール・ガス革命と石油化学産業の勝ち残り戦略」(2013)
- セミナー 日本貿易振興機構海外調査部「米国におけるシェール革命の実態と日本企業へのインパクト」(2013)