

# 「DME 検討会」報告書

平成13年8月8日

資源エネルギー庁 資源・燃料部 石油流通課

財団法人エルピーガス振興センター  
日本LPガス協会

## 目 次

はじめに .....	1
第1章 DMEの概要と導入の意義 .....	1
1. DMEの概要 .....	1
2. LPガスの供給安定化 .....	2
3. 天然ガスの利用 .....	2
4. LPガスインフラの活用 .....	3
5. 新たな需要開拓 .....	3
6. 原料の多様化 .....	3
第2章 物性と利用の現状 .....	3
1. 基礎物性 .....	3
2. 燃焼性 .....	4
3. 安全性 .....	4
4. 化学的安全性 .....	5
5. 環境性 .....	5
6. シール材の問題 .....	5
7. 利用の現状 .....	6
第3章 DMEの供給 .....	6
1. 製造技術 .....	6
2. 供給可能の条件 .....	7
3. 供給プロジェクトの状況 .....	7
4. DME価格 .....	8
5. 製造技術の課題 .....	10
第4章 DMEの流通 .....	10
1. 流通の概要 .....	10
2. 輸入基地 .....	11
3. LPガスタンカー .....	12
4. 二次基地 .....	13
5. タンクローリ .....	13
6. 充填所 .....	14
7. 工業用需要家 .....	14
8. スタンド .....	15
9. 家庭・業務用消費者 .....	15

第5章	DMEの利用	16
1.	一般民生用	17
2.	工業用	17
3.	発電用	17
4.	自動車用	19
5.	都市ガス用	20
6.	燃料電池用	21
第6章	導入に向けての考え方	21
1.	需要確保策	21
2.	LPガスインフラ転用イメージ	22
第7章	課題	23
1.	DME燃料の安全性の確認	23
2.	燃料DMEのスペックの検討	23
3.	LPガスインフラ転用実証	24
4.	利用技術の開発	24
5.	法規制の整備	25
6.	導入支援策の整備	25

## はじめに

ジメチルエーテル（DME）は、天然ガス等から合成ガスを経て製造され、LPガスに類似した物性を有する液化ガスである。常温常圧ではガス体であるが、加圧あるいは低温、いずれかによって簡単に液化することから、輸送時は液体、消費時はガス体になり、また、硫黄分を含まず、環境性にも優れることから、クリーンな新しい分散型燃料としての可能性を有している。

現在、DMEは、エアゾール用噴射剤等として、日本で1万トン/年、世界で15万トン/年程度使用されているが、近年、合成技術の進歩に伴い、製造コストが低減してきたことにより、燃料用としての供給が可能になりつつあり、DME開発の各種プロジェクトが本格的に始動し、2005～6年頃には、日本への輸入も予定されている。

DMEは、LPガスの流通インフラが転用可能とみられ、LPガス業界が流通を担う可能性が大きいことに加え、サウジアラビア・アラムコ社のCP（通告価格）への牽制等LPガスの供給安定にも資する、天然ガスの利用拡大により我が国エネルギー供給先の多様化に資する、新たな需要開拓の可能性があるなど、LPガス業界にとって、DME導入の意義は大きいと考えられるが、他方、DME特有の保安・技術的課題等も指摘されている。

このため、燃料用DMEの実用化に向け、LPガス業界における知見をもとに、DME導入の意義、供給・流通・利用それぞれにおける可能性、保安・技術的課題等について検討を行い、導入に向けての考え方等、今後の政策提言をとりまとめることとした。

## 第1章 DMEの概要と導入の意義

### 1. DMEの概要

DMEは、天然ガス等から合成ガスを経て製造され、発熱量は低いものの、硫黄分が含まれておらず、環境面で優れていること、物性がLPガスと類似していることでLPガスインフラの利用可能性があること、都市ガスと同様の燃焼性があることなどの特性を有している。

IEAでは、DMEが、天然ガス、石炭、バイオマス等から製造され、用途も、発電用、民生用、ディーゼルエンジン用、燃料電池用等多岐にわたり、また、取扱いはLPガスのように簡便であるとして、マルチソース、マルチ用途の未来燃料と位置付けている。

DMEの導入は、LPガス業界にとってのみならず、需要家にとっても、エネルギー選択の幅が広がるなど、国民経済的にも様々な意義が想定される。

## 2．L P ガスの供給安定化

我が国のL P ガスは、供給の約8割を輸入に依存し、かつ輸入の約8割を中東に依存しているため、需給面・価格面におけるリスクを軽減するための安定化策が重要となっている。

需給面では、中国、インド等のアジア諸国において、所得水準の上昇に伴い、分散型燃料としてのL P ガスの需要が急増しつつあり、アジアにおける需給をタイト化させている。また、L P ガスは、石油精製、原油・天然ガス生産の副産物であり、主目的生産物ではないことから、供給は、石油・天然ガス生産に大きく左右されることになる。

価格面では、特に、94年に、サウジアラビアのアラムコ社のL P ガス価格決定方式が、C P（通告価格）制度に移行して以来、アジア市場は、需給タイト化を背景に、サウジアラビアの価格主導力の下、他燃料と比べて著しい独歩高になってきており、最近のエネルギー間競争の中で、競争力上大きな問題となっている。

このため、「L P ガス供給問題研究会」では、L P ガスの開発輸入、供給地多様化等の対策と並べ、D M E の利用・開発についても、L P ガスの需給緩和、価格競争力の改善、産ガス国に対する交渉力向上に資するとして、その推進を提言している。

D M E の原料となる天然ガスは、我が国近隣のアジア太平洋等においてかなり賦存しており、また、L N G は、大規模設備が必要になるのに対して、D M E は、中小ガス田からでも生産でき、供給地多様化、エネルギーセキュリティにも資する。また、D M E は、石油・天然ガス生産に左右されず、天然ガス田から単体として生産できるので、L N G 同様、生産 - 輸送 - 消費のチェーンとして、D M E 独自の需要に応じた供給が可能であり、L P ガスの需給上の問題であった供給のボトルネックが解消されることになる。

## 3．天然ガスの利用

天然ガスは、我が国近隣のアジア太平洋等においてかなり賦存しており、エネルギーセキュリティ、環境対策などの観点からも、その利用拡大が政策課題となっている。

しかし、天然ガスは、液化するのに - 162 の極低温に冷却する必要があり、輸送に大規模な設備を要する他、国内での利用についても、常温では液体にならないため、分散型エネルギーとしての利用は難しい。このため、世界的には、天然ガスから、ガソリン、軽油等の製造を目的とするG T L 技術<sup>(注)</sup>の開発が進展している。

D M E は、ナフサあるいは天然ガスを原料とするメタノールを脱水することで製造され、エアゾール用噴射剤等として使用されていたが、近年の世界的なガス田開発の機運、G T L 技術の発展により、燃料としての利用が注目され、発展し始めたとみられる。

(注) ガス体燃料から液体燃料を製造する技術で、通常天然ガス(メタン)から灯油、軽油等の液体燃料を製造する技術。「G a s t o L i q u i d」の略。

#### 4．LPガスインフラの活用

DMEは、ゴム、プラスチック等に対する膨潤作用の問題が指摘されているものの、LPガスと類似の液化ガス燃料として、LPガスインフラの活用の可能性が高く、オーシャンタンカー（外航船）、輸入基地、コースタルタンカー（内航船）、2次基地、タンクローリ、充填所、スタンド等、それぞれの設備が、利用可能になることが期待されている。

天然ガスをLNGにして日本まで輸送するのに比べ、DMEは、必要設備投資がはるかに小さく、輸送コストが安価であり、供給・輸送の小回りが利くなど、LNGに対して十分な競争力を持ち得る、新しい液化ガス燃料である。

DMEは、このように、LPガスインフラの活用の可能性が高いことから、LPガス業界が流通を担う可能性があるのみならず、将来的に、総合エネルギー企業への脱皮を目指そうとするLPガス業界にとって、LPガス設備・ノウハウを活かしつつ取り扱う新しいエネルギーの候補となり得ると考えられる。

#### 5．新たな需要開拓

DMEは、常温常圧ではガス体であるが、加圧あるいは低温、いずれかによって簡単に液化するという、LPガスに類似した液化ガスとしての物性を持つ。輸送時は液体、消費時はガス体になるというDMEの物性は、LPガスと同様、島国で平地が少ない我が国の地勢に適した分散型燃料になり得る。

また、DMEは、セタン化が高く、PM（粒子状物質）を排出せず、硫黄を含まないため、理想的なディーゼル燃料となり得る。更に、DMEは、燃料電池用燃料として、反応温度が低いいため、天然ガスやガソリンなどに比べて装置が小さくなり、運転性も良好であるとみられ、将来の燃料電池自動車や家庭・業務用の燃料電池コジェネの燃料として有望である。

#### 6．原料の多様化

DMEは、一酸化炭素と水素の合成ガスから製造されるため、天然ガスからのみならず、バイオマス、産業廃棄物、石炭等、改質反応によって合成ガスを作ることのできる様々な材料を原料とすることができ、将来は、再生可能エネルギーとしての位置付けもできると期待されている。また、ガス田では、一般にエタンも得られるが、圧力が非常に高く輸送が困難であり、十分に利用されていない場合も多いが、将来的には、エタンもDMEの原料にすることも考えられる。

## 第2章 物性と利用の現状

### 1．基礎物性

DMEの沸点は-25で、-42のプロパンと0のブタンの中間的な値で、常温常圧ではガス体であるが、6気圧程度の加圧あるいは低温、いずれかによって簡単に液化する。

DMEの液密度(0.67、20)は、プロパンの1.4倍、ブタンの1.2倍、軽油の0.8倍である。発熱量(14,200 kcal/Nm<sup>3</sup>、6,900 kcal/kg)は、容積当たりでは、LPガスの8割強、軽油の5割強であり、重量当たりでは、LPガスの6割、軽油の7割であり、輸送・貯蔵では、物流コストが大きくなるとみられる。

## 2. 燃焼性

DMEを、燃焼器具に一番よく用いられる「部分予混合燃焼方式」(注1)のLPガス仕様の機器(ガステーブル等)で燃焼させる場合、理論空燃比がプロパンの60%のため空気が多過ぎ、ウォッベ指数(注2)がプロパンの70%のため炎が短くなり、また、燃焼速度がプロパンの1.2倍速いため逆火を起こしやすい。従って、燃料ノズル径を大きくするか、ノズル数を増やして一次空気吸引量を絞る必要がある。しかし、新規にバーナを製作する場合には、一次空気が0の状態でもすすが発生しないため、使用できる空気比の幅が広く、設計が容易である。

「全二次空気燃焼方式」(注3)のLPガス仕様機器(工業炉等)での燃焼では、すすが発生しないので良好な燃焼状態が得られるが、工業用加熱炉の場合は、輝炎輻射(注4)による加熱効果が低下する。

「全一次空気燃焼方式」(注5)のLPガス仕様機器(面燃焼暖房機器等)での燃焼では、一次空気供給は容易になるが、LPガスに比べ若干逆火が起こりやすい。

なお、DMEは、天然ガスには近い燃焼性であり、天然ガス仕様の機器をそのまま使用することもできるが、燃焼速度、空燃比が違うため一番良い燃焼状態とは言えない。

(注1) 少量の空気と燃料を予め混合した混合気を供給し、燃焼時に周辺の空気(酸素)を取り入れて完全燃焼させる燃焼で、本質的には拡散燃焼を行わせる燃焼。

(注2) ガス体燃料の燃焼装置における、ガス体燃料種の互換性に関する指標で、燃料の総発熱量Hとガス比重(空気=1)により、次式で定義される。

$$\text{ウォッベ指数 } W_o = H /$$

ウォッベ指数が同じであれば、同一の燃焼装置に同じ圧力で燃料が供給されるとき、熱量は変わらない。

(注3) 燃料と空気を供給し、燃焼室で混合させながら燃焼させる方式。

(注4) 燃料が分解してできた細かい炭素粒(すす)が光っている状態の炎による輻射。

(注5) 予め燃料と空気を混合して可燃混合気を作り、燃料させる方式。

## 3. 安全性

DMEは、空気に触れた状態(酸素存在下)では、極めて少量ではあるが、爆発する可能性のある過酸化物が生成すること、DMEに混入する不純物の種類によっては分解爆発を引き起こす可能性があること、DMEの爆発範囲は3.4~18vol

1%と、プロパンの2.2～9.5vol%、ブタンの1.9～8.5vol%より広いことなどの特徴がある。

したがって、保安面の検討に当たっては、熱や衝撃が加わる可能性、静電気が発生する可能性、不純物の混入の可能性、混入がDMEの分解などにつながる可能性、酸化物を生成する可能性、あるいは容器材質の問題等に対して、取扱い条件を想定し、それに対する危険要因をあげ、発火や爆発などの危険性について、検討する必要がある。

火災時の措置は、一般化学品の場合と同様で、放水するか、粉末あるいは炭酸ガス消火器を使用する。容器及び周囲に散水し、可能であれば容器を速やかに安全な場所に移動する。

#### 4．化学的安全性

DMEは、エアゾール用噴射剤としての使用に先だって、各種毒性について安全性が確認されている。ガン原生、生殖毒性も、種々の実験がなされているが、発症事実は報告されておらず、催奇形性についても報告されていない。有害物質の生成に関しては、発ガン性物質であるビスクロロメチルエーテルの生成はなく、過酸化物の生成も極めて少ない。皮膚や眼に対する気体状態での刺激性は、不快感、催涙、視野がぼける等の刺激がある。また、大量、定常的な取扱いに対する基準は、未整備である。

なお、化学的には、400において不活性雰囲気であれば安定であり、中性、希薄な酸性およびアルカリ性溶液においても安定である。

#### 5．環境性

DMEは、酸素含有率が35%と高く、無煙にて燃焼する他、硫黄分、窒素分を含まない等、クリーンなガス体エネルギーである。大気中での分解時間は、数十時間程度であり、温室効果やオゾン層破壊の懸念はないと考えられる。降雨によるウォッシュアウト（大気中に上昇した物質が降雨により地上に降りてくる）は、ごく微量である。生分解性は少ない。CO<sub>2</sub>排出量については、製造技術の確立とともに、評価する必要がある。

#### 6．シール材の問題

DMEは、金属に対しては何ら影響を及ぼさないが、ゴム、プラスチック等の有機材料に対して溶媒作用を持つ。

LPガスインフラでは、多くの箇所に、パッキン、ガスケット、ゴムリング等が使用されている。家庭・業務用LPガス設備には、ねじ継ぎ手が多く使われており、その部分のシールには、シールテープ（PTFE<sup>(注1)</sup>）が使われている。シール材の構成材料は、使用圧力、耐薬品性、耐熱性、耐寒性等により、様々なものが用いられ、膨張黒鉛、PTFE、石綿、金属、その他無機材料、ゴム材（NBR<sup>(注2)</sup>、FKM<sup>(注3)</sup>）がある。



LPガスインフラの転用に当たっては、ゴム等の耐DME性が問題となる可能性があるため、材料探索を行うとともに、静的な試験として浸漬試験、動的な試験として最終的には実機試験が必要となる。なお、試験は、第3成分（水、メタノール）が含まれると耐薬品性が変わることがあるため、実際のDMEを用いて行う必要がある。

（注1）「Poly Tetra Fluoro Ethylene」の略で、4フッ化エチレン樹脂。

（注2）合成ゴム的一种である「Nitrile Butadiene Rubber」の略で、ニトリルゴム。

（注3）合成ゴム的一种である「Fluoro Rubber」で、フッ素ゴム。

## 7. 利用の現状

DMEのセタン価は55～60と、軽油と同程度であり、ディーゼル燃料として優れた特性を有している。含酸素化合物であることから燃焼性がよく、ディーゼル燃料にした場合、PM等の発生がなく、硫黄分を含まず、排ガスの後処理も有利であると考えられる。ただし、無潤滑性、低粘度、低体積弾性のため、そのままディーゼル機関に使用すると、シリンダー内の摩耗、燃料漏れ等を引き起こすため、改善が必要である。

DMEは、現在、フロン代替のエアゾール噴射剤等として使用されており、その使用量は、我が国で約1万トン/年、世界でも約15万トン/年である。

我が国のDME推定最大生産能力（メタノール脱水法）は、1万7千トン/年（2001年）であり、我が国におけるDME販売価格は、150～200円/kgである。

なお、スウェーデンでは、バイオマスソースからDMEを製造し、自動車燃料として使用することを検討しており、また、デンマークでは、コペンハーゲンで、DMEを燃料（メタノール脱水法、アクゾノベル製造）とするディーゼルバス（ボルボ）が試験走行している。

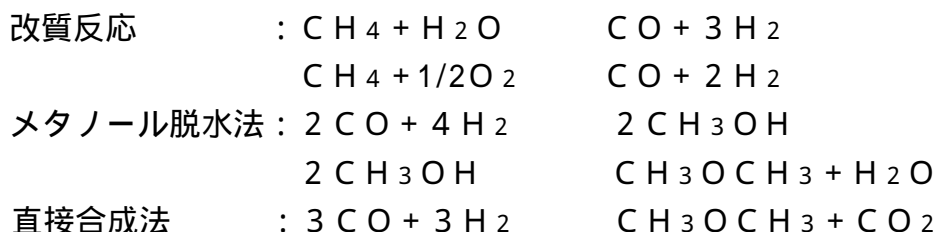
## 第3章 DMEの供給

### 1. 製造技術

DMEの製造は、まず、天然ガス等を出発原料とし、天然ガスの水蒸気改質反応により、一酸化炭素と水素から成る合成ガスを製造する。次に、この合成ガスからDMEを製造するが、製造方法には、大きく分けて、「メタノール脱水法」と「直接合成法」の2方法がある。「メタノール脱水法」（間接合成法）は、合成ガスから製造されるメタノールの脱水反応によりDMEを製造する技術であり、技術的には確立し、世界各地で、エアゾール噴射剤等のための小規模生産が行われている。「直接

合成法」は、合成ガスから直接DMEを製造する技術で、開発中であり、「固定床反応器方式」(トプソ等)、「スラリー床反応器方式」(NKK、エアプロダクツ)がある。

それぞれの反応式を以下に示す。



なお、一酸化炭素と水素の合成ガスは、天然ガスのみならず、バイオマス、廃棄物、石炭ガス化ガス、石油残渣などから、改質反応により製造することができるので、DMEは原料の選択肢が広いという利点がある。

## 2. 供給可能な条件

DMEの製造、供給の可否を決める条件は、主に製造・輸送コストである。

天然ガスを日本に持ち込む場合、LNGプラントによって天然ガスを液化して輸送するが、経済性の合うLNGプラントの規模は400万トン/年以上、ガス田埋蔵量も5兆立方フィート以上といわれる。これは、天然ガスの液化温度が-162という極低温であるため、液化して輸送するのにコストがかかり、スケールメリットを考慮して、設備を大型にしなければならないためである。

一方、DMEは、沸点が-25であり、LPガス並みの設備で貯蔵、輸送できるというメリットがある。DMEプラントの場合、LNG換算で100万トン/年の規模(DME換算170万トン/年、5,000トン/日)で経済性が成り立つ可能性があると考えられている。これはLNGの1/4~1/5程度の規模であり、設備規模がLNGに比べて小さいため、中小ガス田を利用できる可能性もある。アジア・オセアニア地域においては、大規模ガス田は少ないが、1~3兆立方フィートの中規模ガス田は70程度、1兆立方フィート以下の小規模ガス田は200程度あるとみられている。

## 3. 供給プロジェクトの状況

### (1) 日本DME株

メタノールの販売シェアが世界第2位である三菱ガス化学(株)は、伊藤忠商事(株)、日揮(株)、三菱重工業(株)と、メタノール合成と脱水を組み合わせたプロセスによるDMEプロジェクトの検討を行ってきたが、2001年2月から、JETRO石油資源開発等支援調査スキームを活用し、西豪州ダンピアにおいてプレFSを行い、6月には、フルスケールFSを行うため、4社で日本DME株を設立した。

プロジェクトは、ダンピアに計画されているLNG基地に隣接し、天然ガスを原料にしたメタノール脱水法によるDME製造プラントであり、プラント規模は、DME 4,000～7,000トン/日（DME 140～240万トン/年）で、2006年末操業開始を目標としている。

#### （2）BP（ブリティッシュ・ペトロリアム）

BPは、インドの企業連合（Indian Oil Corporation、Gas Authority of India、Indian Institute of Petroleum）と50%：50%でDMEコンソーシアムを作り、カタール、イラン等のガス田で、直接合成法（固定床反応器方式）によりDMEを製造し、南インドの発電所向けに供給することを計画している。南インドの発電所は、20～60万kW級7ヶ所で、合計248万kWに供給しようとするもので、2005年を目標とし、余剰DMEは、我が国等にも供給したい意向があるとされる。

BPは、GEと、ガスタービン利用の研究を共同で行っており、発電用燃料としてのDMEは、液体燃料に比べメンテナンスコストが大幅に改善され、十分な商業性があるとしている。BPが提唱する燃料DMEのスペックは、DME 88.0～89.8%、メタノール8～7%、水3.5～2.9%、であり、ガスタービンでは問題ないとしても、輸送面、貯蔵面、ハンドリング面での検討が必要との指摘もある。

#### （3）NKKなど

NKK、太平洋炭礦株、住友金属工業株の3社は、(財)石炭利用総合センター（CCUJ）のプロジェクトとして、炭鉱メタンガス等を原料とし、直接合成法（スラリー床反応器）によってDMEを製造する技術の開発を行っている。

97年度から、北海道釧路市において、5トン/日のベンチプラント（DME濃度：99%以上）による運転研究（フェーズ）を行ってきたが、2002年度から2005年度の予定で、研究組合方式により、スケールアップした100トン/日実験プラントによる技術開発（フェーズ）を行う計画である。

このプロジェクトと並行して、海外における事業化検討を進め、2006年には商業プラント2,500トン/日規模によるDME供給を開始する構想もある。

#### 4．DME価格

DMEの利用拡大のためには、LNG、LPガスに比して、競争力のある価格で、日本に供給できることが必要であり、LNG価格、LPガス価格がDMEプロジェクト成立の上限値と考える必要がある。

LNG輸入価格は、一般に原油価格とリンクしており、CIF価格<sup>(注)</sup>は、原油が20ドル/バレルのとき、3.9ドル/MMBTU程度（1.7円/千kcal）

原油が25ドル/バレルのとき、4.5ドル/MMBTU程度(2.0円/千kcal)となる。

LPGガス輸入価格は、一般にサウジアラビア・アラムコ社のCP(通告価格)にリンクしており、CIF価格は、過去5年間の平均約220ドル/トン(4.5ドル/MMBTU(2.0円/千kcal))、最近の310ドル/トンでは、6.3ドル/MMBTU(2.8円/千kcal)となる。

DMEのコスト試算は、複数の企業で実施されているが、その代表的な数値をみると、DMEは、プラントの立地、ガス価格、生産規模次第で、十分競争力のあるエネルギーとなり得るとみられる。

(注)貨物の運賃、保険料込み価格。

#### 第1段階

(前提) DMEプラント製造規模170万トン/年(5000トン/日、LNG換算100万トン)

天然ガス価格 (Aケース) 0.5ドル/MMBTU

(Bケース) 1ドル/MMBTU

輸送距離(アジア・豪州-日本) 5000km

為替レート 110円/ドル

(試算) 製造コスト 1.78ドル/MMBTU

(注1) FOBネットコスト (Aケース) 2.49ドル/MMBTU

(Bケース) 3.2ドル/MMBTU

(注2) C&Fネットコスト (Aケース) 2.89ドル/MMBTU

(1.3円/千kcal)

(Bケース) 3.6ドル/MMBTU

(1.6円/千kcal)

(注1) 貨物の積出港本船渡し価格。

(注2) 保険料を含まないCIF価格。

#### 第2段階

(前提) DMEプラント製造規模 950万トン/年(7000トン/日×4基、LNG換算560万トン)

天然ガス価格 第1段階と同条件

輸送距離 同上

為替レート 同上

(試算) 製造コスト 1.37ドル/MMBTU

FOBネットコスト (Aケース) 2.08ドル/MMBTU

(Bケース) 2.79ドル/MMBTU

C&Fネットコスト (Aケース) 2.48ドル/MMBTU

(1.1円/千kcal)

(Bケース) 3.19ドル/MMBTU

(1.4円/千kcal)

## 5．製造技術の課題

製造技術に求められる条件は、安価に大量に安定的に製造・供給できることである。

「メタノール脱水法」は、現在世界各地で商業化されているが、エアゾール用等の限られた需要量のため、その生産は小規模で行われている。今後、燃料用途としての大型化のために各ユニットの最適インテグレーションの検討がなされる予定である。

「直接合成法」のうち、「固定床反応器方式」は、トプソでは、10トン/日の試験中とされる。選択性は高くないが、スケールアップには適しているとされ、5,000トン/日も可能とみられている。

「直接合成法」のうち、「スラリー床反応器方式」は、NKKでは、5トン/日（2,000トン/年）程度の規模で実証され、今後100トン/日規模の実験が計画されている。選択性が高く、温度コントロールしやすい。生産量は、スラリー体積（触媒量）に比例し、その上限は圧力容器の製作・輸送限界から決まる。直径8mで、スラリーの高さを25～50mとすると、単一反応器で、2,500～5,000トン/日の生産が可能と推定される。

なお、製造されたDMEの品質（DME純度、水、メタノール等の不純物量など）は、利用のみならず、流通においても問題がないかどうか、十分に検討することが必要である。スペックは、早期に、製造側と流通・使用側が共同で検討し、日本提案の国際規格としていくことが必要である。

## 第4章 DMEの流通

### 1．流通の概要

DMEは、LPガスと物性等が類似している液化ガスであることから、LPガスインフラの活用が考えられ、LPガスと完全に流通を共有できる可能性もある。

LPガスの流通設備は、オーシャンタンカー、輸入基地、コースタルタンカー、二次基地、タンクローリ、充填所、スタンド等にて構成されている。

LPガスの輸入基地は全国で36ヶ所、二次基地は79ヶ所と、合計120ヶ所近い基地が全国の海岸をカバーしており、タンクローリで内陸に運び込んでいる。運搬設備としては、オーシャンタンカー33隻、コースタルタンカー約100隻、タンクローリ約4,600台が全国で稼働しており、さらに、シリンダーにLPガスを充填する充填所が全国に約2,800ヶ所、自動車へLPガスを供給するスタンドが約1,900ヶ所ある。家庭・業務用にLPガスを供給するためのシリンダーは、全国で約5,000万本あると言われている。

DMEは、LPガスと同様に金属に対する腐食性がなく、また、蒸気圧がプロパ

ンとブタンの間であるため、プロパン設備で取扱うのは基本的に問題はないと考えられる。ブタン設備の場合は、設備技術基準に立ち戻って、設計強度のチェックが必要となる。ただし、シール材の耐性の問題があり、実際の使用条件下でのフィールドテストが必要である。

なお、DMEの発熱量は低いことから、LPガス設備を転用した場合に、設備能力(タンク容量、タンカーやローリーなどの輸送能力、気化器や回転機類の能力など)が小さくなるため、物流コストが大きくなることが考えられる。

LPガスの流通設備をDMEに転用する場合の技術・保安面の課題について、各流通設備毎に以下に記述する。

## 2. 輸入基地

輸入基地では、オーシャンタンカーから低温のLPガスを陸上の低温貯槽に荷揚げする。出荷する場合は、低温・常圧のLPガスをLPガスヒーターにより常温・高圧にして出荷する。この場合、コースタルタンカーによる出荷設備と、一時高圧貯槽に貯蔵し、タンクローリーへ出荷する設備を備えることになる。輸入基地における技術・保安面の課題は、次の事項が考えられる。

### (1) 既存のLPガス設備をDMEに転用する場合

低温貯槽 ; 既存LPガス低温貯槽の設計条件の確認を行う必要がある。

#### a) 設計温度

DMEの沸点は $-25$  であることから、設計温度が $-45$  のプロパン仕様の低温貯槽を転用することができる。ブタン仕様の低温貯槽の場合は設計温度が $-10$  であることから、使用材料がDMEの場合には適合しない。

#### b) 低温貯槽の側板板厚

プロパン仕様低温貯槽を使用する場合、プロパンの液密度は $0.58$  ( $g/cm^3$ 、 $-42$  ) に対しDMEは $0.74$  ( $g/cm^3$ 、 $-25$  ) であることから、側板の板厚決定が液頭圧によって決定されている場合は、現状板厚での最高液面の再確認が必要となる。

#### c) 基礎の設計条件

内容物が、プロパンよりも液密度の大きいDMEに変わることから、基礎の設計条件を確認する必要がある。耐震設計上の荷重条件がプロパン重量で計算しているとDMEを貯蔵する場合、DME貯蔵重量をプロパン同等重量まで引き下げる必要がある。

#### d) 貯槽本体の設計条件

内容物が変わることにより、設計計算の再確認が必要である。

#### e) 弁類等のパッキン類の材質確認

現状、使用されているパッキン類の仕様を確認し、LPガス専用仕様のパッキン類が使用可能かどうかの確認が必要であり、使用不可能であれば、LPガス/DME共用のパッキン類の開発が必要となる。

高圧貯槽 ; 既存 L P ガス高圧貯槽の設計条件の確認を行う必要がある。

a ) 設計圧力

球形貯槽は設計圧力により貯槽板厚が異なるため、D M E の蒸気圧はプロパンとブタンの中間であることから、既存貯槽を使用する場合は、プロパン設計の貯槽を転用することとなる。ブタンを貯蔵している貯槽であっても、設計圧力がプロパン仕様であれば D M E への転用は可能である。

b ) 基礎の設計条件

低温貯槽と同様に基礎の荷重計算を行った場合の内容物の確認が必要となる。

プロパン仕様の場合は、内容物の重量を同じにする必要があることから液面の高さが現在より低くなる。

c ) 貯槽本体の設計条件

低温貯槽の場合と同じ。

低温出荷ポンプ、高圧出荷ポンプ、戻りガスコンデンサー、ヒータ、ローディングアーム等設備機器

a ) 出荷ポンプ

設計温度、密度が L P ガスと D M E では異なることから、ポンプの性能等設計条件の再確認を行う必要がある。

b ) 各設備の弁類等のパッキン・シール材類の材質確認

現状で使用されているパッキン・シール材類の仕様を確認し、L P ガス専用仕様のパッキン・シール材が使用可能かの確認が必要であり、使用不可能であれば、L P ガス / D M E 共用のパッキン・シール材の開発が必要となる。

( 2 ) 法規制上の課題

輸入基地の場合は、高圧ガス保安法 コンビナート等保安規則の適用を受ける。本規則でのガス種は L P ガス、D M E いずれも適用範囲内である。

### 3 . L P ガスタンカー

オーシャンタンカーは船舶に低温貯槽、コースタルタンカーは船舶に高圧貯槽の設備を備えている。L P ガスタンカーの技術・保安面の課題は、次の事項が考えられる。

( 1 ) 既存の L P ガスタンカーを D M E に転用する場合

船舶の貯槽はプロパン、ブタンいずれも積載可能であることから転用可能と考えられる。しかし、ポンプ等は、陸上設備と同じように D M E に対しての適用の可否を検討する必要がある。

( 2 ) 法規制上の課題

船舶は船舶安全法により貨物種類を決めて建造することとなっている。現行では、「バラ積の品名指定」に D M E が指定されていないため、品名指定が必要であ

ると考えられる。また、IGCコード<sup>(注)</sup>の設定、取得(貨物種の変更)など規則上の課題がある、とされている。

(注) 常温で気体の物質を国際海上輸送する際に、船の建造時にあらかじめ積み荷の種類を決めておくためのもので、「International Gas Carrier Code」を略して、IGCコードと称する。船を建造する場合は、このコードに基づいた設備で建造する。

#### 4. 二次基地

二次基地は、コースタルタンカーによって運搬されたLPガスを高圧球形貯槽に荷揚げし、タンクローリへ出荷する設備を備えた中継基地である。ここから、タンクローリによって、充填所または工業用需要家へ送られる。二次基地の技術・保安面の課題は、次の事項が考えられる。

##### (1) 既存LPガス設備をDMEに転用する場合

高圧貯槽、高圧出荷ポンプ、弁類等のパッキン類の材質、高圧ガス保安法特定設備検査規則に係る事項は、2. 輸入基地の該当事項と同等である。

##### (2) 法規制上の課題

既存のLPガス二次基地は高圧ガス保安法の適用を受けているが、DMEに転用した場合(複数基の貯槽の一部を転用の場合も含む。)はガス種等の変更による製造許可の変更が必要となる。

液化石油ガス保安規則では貯槽を埋設することにより、設備距離(保安距離)の緩和措置が認められているが、一般高圧ガス保安規則では貯槽の埋設による緩和措置がない。この緩和措置に対しての影響は二次基地にあっては現状、埋設による貯槽は存在しないことから影響はないと考えられる。

#### 5. タンクローリ

タンクローリは、車両にタンクを搭載したLPガスの陸上輸送用車両である。タンクローリの技術・保安面の課題は、次の事項が考えられる。

##### (1) 既存のLPガスタンクローリをDMEに転用する場合

容器のDMEへの転用は可能であるが、検査等の手続きをした後、容器の表示、刻印等を変更する必要がある。また、バルブ等のパッキン類については、DMEへの適用の可否を検討する必要がある。

##### (2) 法規制規制上の課題

タンクローリは高圧ガス保安法の規制を受け、LPガスの場合は液化石油ガス保安規則、DMEの場合は一般高圧ガス保安規則の移動の基準により規制されている。基準の内容はほぼ同様である。



## 6．充填所

充填所は、タンクローリからLPガスを高圧貯蔵に受入れ、貯蔵されたLPガスを容器（シリンダー）に充填する設備を備えた基地である。充填所の場合の技術・保安面の課題は、次の事項が考えられる。

### （1）既存LPガス設備をDMEに転用する場合

高圧貯槽、高圧出荷ポンプ、弁類等のパッキン類の材質、高圧ガス保安法特定設備検査規則に係る事項は、2．輸入基地の該当事項と同等である。これに加えて容器に充填する設備である充填機の構成部品等のDMEへの転用可能性も検討が必要になる。

### （2）法規制上の課題

既存のLPガス充填所は高圧ガス保安法 液化石油ガス保安規則の適用を受けているが、DMEに転用した場合（複数基の貯槽の一部を転用の場合も含む。）はガス種等の変更による製造許可の変更が必要となる。

液化石油ガス保安規則では貯槽を埋設することにより、設備距離（保安距離）の緩和措置が認められているが、一般高圧ガス保安規則では貯槽の埋設による緩和措置がない。現状では、充填所の貯槽の設置形態は、都市部においては、周囲の環境等も考慮して、貯槽を埋設しているケースが多い。この場合はDMEに転用しようとする、設備距離（保安距離）が不足することとなり現実には転用不可能となる。

## 7．工業用需要家

需要家側としては、工業用需要家は工場のボイラ等の燃料としてLPガスを使用する先であり、高圧貯槽、ベーパライザ（気化器）等の設備を有している。

工業用需要家は、タンクローリからDMEを高圧貯槽に受入れ、ベーパライザにてDMEを強制的に気化させボイラ等の燃焼設備にDMEを供給する設備を備えている。工業用需要家の場合の技術・保安面の課題は、次の事項が考えられる。

### （1）既存のLPガス設備をDMEに転用する場合

高圧貯槽、高圧出荷ポンプ、弁類等のパッキン類の材質、高圧ガス保安法特定設備検査規則に係る事項は、2．輸入基地の該当事項と同等である。

DMEの蒸気圧はプロパンとブタンの間であるため、既存貯槽を使用する場合は、プロパン設計の貯槽を転用することとなる。ブタンを貯蔵している貯槽であっても、設計圧力がプロパン使用であればDMEへの転用が可能である。

DMEの発熱量はLPガスと比較すると1/2程度であるため、ベーパライザの単位ガス発生量が不足するため、増設の必要があるとも考えられる。

## (2) 法規制上の課題

既存の工業用需要家は高圧ガス保安法の適用を受けているが、DMEに転用した場合(複数基の貯槽の一部を転用の場合も含む。)は、同法上の第一種製造者の場合、ガス種等の変更による製造許可の変更が必要となる。

液化石油ガス保安規則では貯槽を埋設することにより、設備距離(保安距離)の緩和措置が認められているが、一般高圧ガス保安規則では貯槽の埋設による緩和措置がない。従って、設備距離(保安距離)緩和のために、貯槽を埋設している事業所は法的にDMEへの転用は不可能となる。

## 8. スタンド

スタンドは、自動車の燃料を供給する設備を備えた基地である。タンクローリからDMEを高圧貯槽に受入れ、ディスペンサーから車両に充填する設備を備えている。スタンドの場合の技術・保安面の課題は、次の事項が考えられる。

### (1) 既存LPガス設備をDMEに転用する場合

高圧貯槽、高圧出荷ポンプ、弁類等のパッキン類の材質、高圧ガス保安法特定設備検査規則に係る事項は、2. 輸入基地の該当事項と同等である。

スタンドの貯槽等高圧ガス設備の設計仕様は一般的にプロパン比率30%を上限とした場合を考慮して設計されていることが多い。従って、DMEの蒸気圧を明確にし転用可能の是非を判断する必要がある。(設計圧力は1.08MPa(温度55)となっているのが通常である。)

## 法規制上の課題

既存のスタンドは高圧ガス保安法 液化石油ガス保安規則の適用を受けているDMEに転用した場合はガス種等の変更による製造許可の変更が必要となる。

液化石油ガス保安規則では、液化石油ガススタンドに係る技術上の基準が制定されているが、DME関連の技術基準である一般高圧ガス保安規則にはスタンドに係る技術上の基準はガス種としてはCNG(圧縮天然ガス)、LNG(液化天然ガス)のみ基準化されており、DMEはスタンドとしての基準が制定されていない。また、保安管理組織上、スタンド基準が制定されているLPガス、CNGは処理量が25万m<sup>3</sup>未満の場合は保安統括者は不要、資格所有者が保安の監督ができることとなっているが、DMEの場合はスタンド基準がないため、保安統括者、保安係員、及び各々の代理者の選任が必要となる。

## 9. 家庭・業務用消費者

家庭・業務用消費者は、充填所にて充填された容器を設置し、LPガスを消費する。通常は自然気化によりガスを発生させ、調整器にて燃焼機器に適合した圧力に調整し、ガスメータを通じてガス使用量を測定する「供給設備」と、給湯器・ガステーブル等の燃焼器とガス栓等により構成された「消費設備」を有する設備を備え

ている。家庭・業務用消費者の供給設備における技術・保安面の課題は、次の事項が考えられる。

#### (1) 既存のLPガス設備をDMEに転用する場合

各機器は、基本的にLPガス仕様で製作されており、DMEへの転用の可否を個々に検討する必要がある。

消費者がDMEを使用する場合、現状のLPガス用機器がDMEへ転用できないとすれば、DME用機器をすべて整備する必要がある。従って、家庭・業務用の場合はLPガス、DMEの共用機器を開発し、消費者側のインフラを整備することが必要と考えられる。

業務用などでベーパーライザを用いる場合、DMEの発熱量はLPガスと比較すると1/2程度であり、ベーパーライザの単位ガス発生量が不足するため、増設の必要があると考えられる。

#### (2) 法規制上の課題

法体系上の問題点

##### a) 現行の規制法令

現行法では、家庭・業務用消費者に対する規制は、LPガスは液化石油ガスの保安の確保及び取引の適正化に関する法律（以下「液化石油ガス法」という。）により規制されている。DMEを家庭・業務用に使用する場合は、高压ガス保安法一般高压ガス保安規則の消費の基準が適用される。

##### b) 保安責任

液化石油ガス法では、供給設備の維持管理、周知義務は販売事業者にあるが、高压ガス保安法においては周知義務を除いて、保安責任は全て消費者にある。

法体系の整備

DMEを家庭・業務用に普及させていく場合の法体系については、今後の大きな課題になると考えられるが、保安責任のあり方としては、現行の液化石油ガス法の保安責任を踏襲する場合、保安責任を自己責任原則として全て消費者が持つ場合とが考えられる。

DMEを家庭・業務用に普及する場合の保安の確保

DMEを家庭・業務用に普及する場合のいずれの法体系をとったとしても、保安の確保を図る観点から、DMEの漏洩時、爆発時の危険性評価を行い、法令上の技術基準等に反映する必要があると考えられる。

## 第5章 DMEの利用

## 1．一般民生用

DMEの発熱量は、LPガスと天然ガスの中間に位置するが、燃焼速度は大きく、都市ガスのガスグループ分類では12A(注)に近い。このように、DMEは、燃焼性や空燃比の点で、LPガスとやや異なる特性を持つ。

しかし、同一バーナで同じ熱量のDMEとLPガスを燃やした時の温度分布は近似していること、LPガス用と天然ガス用が同一のバーナで構成されているガス器具もあること、ガス器具への電子制御導入が近年進みつつあることなどから、DMEとLPガスのいずれにも対応し、更には任意の割合の混合ガスにも対応できる燃焼機器は可能であるとの意見がある。LPガスとDMEいずれにも対応し、更には任意の割合の混合ガスにも対応できる燃焼機器があれば、ユーザーの燃料選択の自由、及び燃料の安定供給の両面から非常に望ましいことになる。その技術開発と早期見極めは、DME利用のため重要な課題である。

一方、輸送面でみると、DMEは、LPガスと同様、低い圧力をかけることによって液体としてハンドリングできるので、小回りの利く小口輸送に適応し易く、LPガスと完全に流通を共有できる可能性もある。ただし、LPガス設備のDME転用において、シール材の耐性については、十分な検討が必要である。また、DMEは単位重量あたりの発熱量が低いため、物流コストが大きくなることを示唆している。一般民生用の中にも様々な用途があることから、LPガスに対するDMEの競争力については、用途ごとに慎重に見極める必要がある。

このように、流通面で大きな互換性が期待されるDMEとLPガスが、利用機器面でどの程度の互換性を持つことができるかは、DME利用の上で重要な問題である。

(注)都市ガスのグループの分類名称で、数字と英文字の組合せでできており、数字は各ガスグループのkcal換算したウォッペ指数(WI)を1,000で除して小数点を切り捨てたものにほぼ該当し、英文字は燃焼性の類別を示す。これは燃焼速度を3種類に分けて、A(遅い) B(中間) C(速い)と定めたものである。LPガスを同様に表示すると、プロパンガスは19A、ブタンガスは21Aとなる。

## 2．工業用

工業用機器のうち、ボイラ等の単純な燃焼機器については、DMEをLPガスと同類の燃料として互換性を持って取り扱える可能性が高いが、ガラス加工用バーナや繊維乾燥炉など、微妙な火炎制御を要求される機器については、バーナ構造などの技術開発が必要である。

また、DMEの発熱量が低いため、燃料タンクやペーパライザなどから供給出来る熱量として見た場合、燃料ガス供給能力が不足するケースもあると予想されるため、事前のチェックが必要である。

## 3．発電用

### (1)火力発電

DMEは、NO<sub>x</sub>、COおよび煤塵などの少ないクリーンな燃料であり、そのク

リーンさを活かして、高効率コンバインドサイクル方式の発電用燃料として、特にLNG導入が難しい中小規模の発電所での利用が考えられる。DMEは、含酸素化合物であり、天然ガスより低NOxの可能性がある。

タービン発電機におけるDMEの利用については、基本的な技術的問題はないと報告されている。

既存石炭火力の改造によるDME火力も可能とされている。石炭専焼ボイラのDME専焼ボイラへの改造、過熱器の改良、DME燃焼用バーナの追設、微粉炭燃焼設備の撤去等が必要とされる。石炭火力は、全国で34発電所、2,830万kWの発電規模であり、石炭使用量は、約5,800万トンである。

カロリー換算で、DMEは石炭と同じような数字になり、DME火力は、1プラントで数十万トン以上のまとまった需要を提供するものであり、価格面の条件が成立すれば、DME実用化の主軸となると考えられる。

DMEの導入期において、DMEの十分な供給ストックを保持することが難しい場合には、代替燃料の手だてを備えておくことが必要である。調達の可能性および設備の共用性などより、ブタンによるバックアップが最も現実的と考えられるので、具体的な方法について技術確立が望まれる。

## (2) ガスタービン・コージェネレーション

DMEの導入に際して、流通コスト負担の比較的小さい輸入基地周辺の大口需要は最優先の需要となる。製造業やサービス業にも採用が広がっている数百～数千kWのガスタービン・コージェネレーションはその代表であり、全国的には年間数百万トンの需要規模があると推定される。これらの需要家は、環境意識が高く、燃料価格に対しても敏感に反応する。

従って、DMEガスタービン・コージェネレーションの開発は、DME導入にとって重要な課題である。(財)エルピーガス振興センターでは、LPガスを燃料として、気化器不要の液噴方式タービン・コージェネレーションを開発(平成6年度終了)しているが、これをベースとして、より高性能のDME/LPガスバイフューエルタービン・コージェネレーションを開発することも、具体的テーマのひとつとなる。

## (3) マイクロ・ガスタービン・コージェネレーション

エア・ベアリングなどの新技術による低価格化や規制緩和による取扱資格者免除などによって、マイクロ・ガスタービン・コージェネレーションが普及しようとしている。DMEはクリーンな上に燃料の昇圧が不要であり、有望ユーザーである福祉施設など地方分散需要へ対応可能というLPガスと共通の有利性をもっている。

従って、大口需要などによって供給基盤を確保した上で、周辺のマイクロガスタービンなど中小需要に対してバルク供給システムなどによりDMEを供給することは十分想定され、需要確保に有意義である。しかし、DMEによるマイクロガスタービンの運転実績は報告されていないので、今後の課題である。

#### (4) エンジン・コジェネレーション

都市部において、数kW級から数十kW級の小型コジェネレーションに対するニーズが顕在化しつつあるが、既存のガスタービンあるいはガスエンジンの発電効率(25~30%)を向上させることができれば、大きな市場を創造する可能性があると考えられる。DMEエンジン・コジェネレーションは、ディーゼルエンジンであり、35~40%と、燃料電池に匹敵する発電効率が期待できる。PMを発生しないので、思い切った排ガス再循環によって低NO<sub>x</sub>化を図ることができ、都市部にも受け入れられる排ガス性能を達成できると予想される。従って、都市部の小型分散型電源として、年間数百万トン規模の新しい市場を創出することが期待される。技術的課題は、ディーゼルエンジンの噴射ポンプであり、後述するDME自動車の技術が適用できると考えられる。

#### 4. 自動車用

DMEは、セタン価が高く、PMを全く排出しないという点で、理想的なディーゼル燃料である。ディーゼルエンジンは、ガソリンエンジンに比べて20~30%効率が高い(CO<sub>2</sub>発生量が少ない)が、都市部を中心としてディーゼル排ガスからのPM等による大気汚染は依然として大きな問題となっている。DME自動車の実用化は、この問題に対する一つの解決策を提供する可能性がある。

自動車用軽油は、我が国で年間38百万トン消費されており、これはLPガスの全消費量の2倍に相当する。従って、DME自動車は、DMEの特徴を活かした用途であると同時に、量的にも、DMEの基盤的需要を提供する可能性がある。

96年、IEAに、自動車燃料としてのDMEを検討するワークショップが設置され、安全基準や燃料スペックなどについて、継続的な調査研究活動が行われている。これには、デンマーク工科大学、AVL、TNO、ボルボ、ルノー、BPアモコ、トプソ、アクゾノベルなどが参加している。

しかし、DME自動車には、いくつかの技術的課題がある。ディーゼルエンジンは、空気を圧縮して生じた高温雰囲気の中に、高圧で燃料を噴射して自己着火させるものであるが、粘性、潤滑性の低いDMEでは、ポンプにリークや焼付きが発生するため、粘性および潤滑性向上剤の添加が必要になる。茨城大では、DMEに軽油をブレンドすると、粘性向上、潤滑性確保に有効であると報告している。また、DMEは、液体であっても、加圧により体積収縮する性質が残っているため、精密な噴射制御が難しく適正なエンジン作動が得にくいことから、燃料噴射系の改良が必要になる。またシール材がDMEと反応し、燃料漏れを生じる可能性があるため、燃料系のシール材改良が必要になるとも言われている。

欧州では、ボルボやルノーが、DME自動車の開発を行っているが、なかでも、ボルボは、最も早くから車輻テストに着手しており、99年、大型バスによる試験走行を実施し、排気特性としてユーロ4規制(2005年規制)PMだけならユーロ5規制(2008年規制)を余裕を持ってクリアしたと報告している。一方、我が国では、日野自動車、いすゞ自動車、日産ディーゼル工業等が開発を行っているが、

各社は、エンジンテストの最終段階にあり、車輛テストは来年度以降に予定している。これら自動車メーカーは、いずれもDMEに対応しやすい燃料噴射系として、高価な最新技術であるコモンレール方式(注1)を採用しているが、技術的課題の克服は容易ではなく、実用化までには、相当期間を要するとみられている。

また、将来の低公害車としての位置付けを満足するには、NOx等の一層の低排出化に係る研究開発が必要である。

我が国では、自動車メーカー以外のグループも、DME自動車の開発を行っている。NKKは、列型ポンプ搭載車両の改造によるDMEディーゼル車の開発を行っており、ブースト圧の確保など様々な改良を加え、昨年来、走行テストを続けている。また、岩谷産業(株)、産業技術総合研究所のグループは、列型や分配型ポンプ搭載車両の改造によるLPガスディーゼル車の開発を推進中であるが、燃料をDMEに替えて走行試験を実施し、ほぼ問題なく走行できることを確認している。これらのレトロフィット(注2)対応アプローチは、現在タクシーとして普及しているLPガス自動車の導入期にも採用された方法であり、DME自動車の早期導入には有効とも考えられる。

(注1)ディーゼルエンジン排出ガス中のPM(粒子状物質)を低減し、熱効率の向上をはかるために、エンジン回転数や負荷に係わらず軽油を高圧噴射する技術で、加圧された軽油を一定圧力に維持するために一種の蓄圧装置(コモンレール)を用いる方式のこと。

(注2)既存のものに対し、必要最低限以外的大幅な改造をしないこと。DME自動車においては、列分配型ポンプ等既存の噴射システムの採用で、低コスト化及び早期実用化の可能性はある。

## 5. 都市ガス用

DMEは、都市ガスのガスグループ分類では12Aに近く、最大燃焼速度は13Aよりも速い傾向を示す。そのため、DMEに、DMEよりもウォッベ指数(WI)が大きく最大燃焼速度(MCP)が小さいプロパン、ブタン、再液化防止・熱量調整用に空気を混合して、DME-プロパン-空気、あるいはDME-ブタン-空気の三成分系として使用すれば、都市ガス用燃料としても使用できる可能性がある。

ただし、再液化の問題があることから、供給圧力としては低圧(絶対圧:0.2MPa未満)および中圧B(絶対圧:0.2~0.4MPa)に限定されるものと思われる。また、ブタンの場合には、沸点が0℃と液化が容易であることから、寒冷地の冬季には輸送配管中で再液化する恐れがあるので、取り扱いには注意が必要である。

現在、IGF21計画(注)により、LNGなどによる都市ガスの高カロリー化が進行している。DMEは、LPガスと同様、小回りの利く小口輸送が可能であるため、中小都市ガス会社において、高カロリー化に活用できる可能性がある。

また、DMEを原料としたSNG技術も開発されつつあり、今後その経済性を含めた総合的評価がなされる予定である。

(注)都市ガスのガスグループを、2010年を目標に13A高カロリーガス(12Aを含む)に

統一を図る計画。

## 6．燃料電池用

DMEは、含酸素化合物であり、メタノールと同様に、低温での水蒸気改質反応による水素製造が容易に可能であることが報告されている。改質温度は、ガソリンナフサ、天然ガス、LPガスが650以上であり、メタノール、DMEは250～300くらいであり、DMEは、反応条件がマイルドなため、装置が小さく、シンプルであり、運転性も良好とされている。

即ち、高い反応温度を必要とするガソリンなどに比べて有利であり、また、メタノールと比べても、毒性の心配がないため、燃料電池用燃料として、非常に有望である。

ただし、DMEの水蒸気改質反応の研究開発は緒についたばかりであり、触媒及びプロセス全般にわたり検討課題は多い。

## 第6章 導入に向けての考え方

### 1．需要確保策

LPガスの市場形成時には、家庭用を中心に使い勝手が良いエネルギーとして固体燃料に対抗して爆発的に需要が伸びたという背景があり、他方、LNGは、都市ガスの高カロリー化・火力発電の環境対策燃料としての需要を中心に伸ばして来たという背景がある。DMEは、マルチ用途が期待されるとしても、DME開発プロジェクトが経済的に成立するには、年間170万トン程度が最小規模とされており、新たなガス体エネルギーとして需要開拓を行うには、基盤的な需要が必要になる。

導入開始を2006年として、基本設計、プラント建設期間（約3年）を考慮すると、第1段階の需要確保は、2002-3年頃までには、用途を立てる必要がある。基盤的な需要としては、既存石炭火力、工業用等の燃料転換という大口需要家が期待され、既存のLPガス輸入基地、2次基地を活用するか、あるいは、場所によっては、新たなDME輸入基地建設によって対応することもあり得ると考えられる。その後、基地周辺の一般民生用等の中小口需要家における導入、分散電源の導入、中小都市ガスの天然ガス化方策としての導入が期待され、更に、技術開発により、DME自動車、燃料電池についても、導入されていくことが期待される。

なお、導入開始の2006年までを準備段階として、実証、用途開発等のためのDME需要が発生するが、これに対しては、国内既存DMEプラント（三菱ガス化学㈱新潟工場（6000トン/年））等のメタノール脱水法によるDME製造装置を、必要に応じて増産・増設することにより供給される可能性がある。供給は、新潟等からのローリーによる輸送をベースとし、必要に応じ、コースタルタンカーによる供給も検討される。



## 2. LPガスインフラ転用イメージ

2006年からDMEの本格輸入が開始（第1段階）され、年間140～240万トンが輸入されるが、輸入基地は、2-3ヶ所程度が想定される。第1段階が順調に推移した場合、プロジェクトの拡張、あるいは、新たな供給地開発により、輸入規模を拡大（2010年頃から）する第2段階に移行する。

LPガスの流通インフラの転用では、外航船から末端ユーザーまで、ポンプ、コンプレッサ等の交換が必要になってくるものの、基本的設備は変更の必要がないとみられる。DMEの利用形態によっては、LPガスとDMEのバイフューエルまたは混合燃料とし、スイングまたは混合して使用することを視野に入れたインフラ整備も考えられる。

ここでは、LPガスの流通インフラにおいて、プロパン、ブタンのラインを変更し、一部にDMEのラインを追加する場合のイメージを検討する。なお、なお、改造コストは、既存設備の条件によって異なるため、以下に述べる数値は、あくまで参考値である。

### （1）輸入基地

プロパン低温タンク（5万トンタンク）1基、高圧球形タンク1基をDMEラインに転用する場合を考える。この場合、外航船受入用、出荷用ローディングアーム等は、既存設備を活用するが、コンプレッサ、ポンプについては交換、その他、戻りガスを再液化するコンデンサー、液体のDMEを常温に戻すヒーター、出荷配管等は新設が必要になる。配管長が長くなる場合では、概ね10億円程度の改造コストを見込むが、新設の場合には、1ラインで80億円程度のコストとなる。

### （2）二次基地

既存タンク（1,000トンタンク）1基をDMEラインに転用する。ローディングアーム等既存設備を活用するが、ポンプ等は交換が必要であり、また、途中までの出荷ラインを分ける必要もあるため、1億円程度の改造コストとなる。新設の場合には、1ラインで数億円程度のコストとなる。

### （3）充填所

プロパンタンク1基（20トンタンク）という充填所も多いため、全体がDMEラインに変更されることになる。既存設備を活用するが、1,000万円の改造コストとなり、新設では6,000万円のコストとなる。ただし、これらは、LPガス並みの規制緩和が前提となる。

### （4）工業用需要家

タンク（20トン）を転用するとしても、コンプレッサ、ポンプ等の交換が必要になる。DMEの発熱量がプロパンの半分であることから、ベーパライザ能力が半減するため、場合によってはベーパライザの増設が必要な場合も出てくる。シール材の問題があるので、最小限の部分の交換でも1,500万円程度のコストが必要になる。燃焼設備の調節・改造の必要があれば、更にコストが上乗せになる。

## (5) 家庭・業務用

現在、DME使用の法規制がないが、メーター、調整器、高圧ホース、ゴム管、ガステーブル等は、シール材の問題から、相当な改造、取替えが必要になる。DMEの発熱量がプロパンの半分であることから、配管径、調整器、容器設置本数等についての検討も必要である。

## 第7章 課題

### 1. DME燃料の安全性の確認

DMEは、物性的にLPガスに類似しており、基本的には既存のLPガスの取り扱い条件に準拠していくべきと考えられるが、DMEに対する法規制、技術基準について検討するためには、様々な条件下での安全性の評価が必要になる。すなわち、シミュレーション及び実験により、燃焼性、爆発性等の評価、経時安定性等の評価を行い、この検討結果から危険防止方法の検討を行う必要がある。なお、DMEとLPガスを混合して使用することもあり得るので、それを想定した検討も行う必要がある。

#### DME自体の安全性評価及び危険防止方法の検討

- ・危険性情報、事故事例情報（データベース）
- ・爆発威力の推定、混合危険性の推定（シミュレーション）
- ・爆発危険性評価（実験）
- ・爆発燃焼のメカニズム解析と制御法開発

#### 種々の取扱い条件下での安全性評価及び危険防止方法の検討

- ・経時安定性評価（シミュレーション、実験）
- ・過酸化生成のメカニズム解析と防止法開発
- ・漏洩時の爆発危険性評価（シミュレーション）
- ・容器加熱時の爆発危険性評価（実験）

#### DME燃料供給時の安全性評価

#### 廃棄時等の安全性評価

- ・環境への拡散性（実験）

### 2. 燃料用DMEのスペックの検討

DMEのスペック（DME純度、水、メタノール等の不純物量など）は、利用のみならず、流通においても問題がないかどうか、十分な検討が必要である。スペックは、日本提案の国際規格として提案していく必要がある。

#### 各種製造法に関して不純物、量を調査検討

#### 燃焼性の検証試験

LPガスとの混合利用の可能性検討  
用途を想定したスペックの検討  
スペックの確立と国際規格への提案

### 3. LPガスインフラの転用実証

LPガスインフラを活用するためには、まず、現状のLPガスインフラについて、構成、使用部材などの実態調査やDMEを流通させる場合の条件等の調査を行うことが必要である。また、現状の設備部材の材料評価を行い、DMEによる影響を調査し、最終的には、実際のLPガスインフラを使用して、貯蔵・輸送・供給に係るフィールドテストを実施し、転用可能性の検証を行う必要がある。

#### LPガス設備の実態調査

- ・製造施設、一般消費家庭等の設備、配管等に使用されている部材に関する調査（シール材、ゴム材、プラスチック材（ポリエチレン管等）、金属材料（アルミダイキャスト等））

#### 現状の各種材料の評価

- ・現状の各種材料の評価（DME、DME/LPガス、DME+不純物、のそれぞれのケースで評価）
- ・再液化による材料への影響の調査（機器及び配管内におけるDMEの再液化現象の調査、また再液化による有機材料からの添加剤の抽出や物性の影響、ドレンの発生について調査）

#### 新規材料検討

- ・兼用材料検討
- ・長期耐久性試験

#### LPガスインフラ転用試験

- ・既存設備使用の検討
- ・各種設備転用試験
- ・長期耐久性試験

#### 機器の改良

- ・ベーパーライザ、ポンプ等の改良、開発
- ・ガスメータ、ガス栓、ガス漏れ警報機の改良、開発

#### LPガスタンカーの課題調査

### 4. 利用技術の開発

DMEの利用分野は、一般民生用、工業用、発電用、自動車用、都市ガス用、燃料電池用と、多岐にわたると考えられる。それぞれの用途における利用機器について技術課題の検討を行い、技術課題の解決したものから、逐次、実証試験を行っていくことが必要である。また、それぞれの利用機器へのDME燃料供給の最適設計、実証試験も必要になる。

用途別の技術課題は、以下のとおりである。

#### 一般民生用

- ・ 燃焼特性の把握（火炎形状、排ガス組成、不完全燃焼状態等）
- ・ 各種燃焼機器（コンロ、給湯器等）との適合性
- ・ シール材の開発（他の用途でも同様）

#### 工業用

- ・ バーナ開発
- ・ ポンプ、コンプレッサの改造、開発
- ・ ベーパライザの改造、開発

#### 発電用

- ・ 石炭ボイラ代替（過熱器、バーナ、設備改造等）
- ・ ガスタービン（燃焼器、気化器、ポンプ、コンプレッサ改造等）
- ・ ディーゼルエンジン発電（噴射ポンプ開発等、自動車用に準じる）

#### 自動車用

- ・ 粘性向上剤の開発
- ・ 燃料噴射系の改良
- ・ エンジン性能、排ガス特性の把握

#### 都市ガス用

- ・ 混合ガスでの最大燃焼速度特性の把握
- ・ 最適な原料混合比率の選定（DME - LPガス - 空気）

#### 燃料電池用

- ・ 改質触媒、改質システムの開発
- ・ DME 燃料電池の試作、検証試験

## 5．法規制の整備

DME の利用を円滑にするためには、製造、流通、利用の各分野にわたる十分な技術的検討を踏まえ、保安の確保を前提に、技術基準等の法制面の整備を進めていく必要がある。

## 6．導入支援策の整備

DME の導入を円滑に進めていくため、DME の新エネルギーとしての位置付けを明確にするとともに、導入初期における導入支援策の的確な実施が重要であり、流通インフラ転換に対する支援、各種利用分野の導入に対する支援等が必要である。

## DME検討会委員名簿

座長	後藤 新一	独立行政法人 産業技術総合研究所 エネルギー利用研究部門 クリーン動力グループ長
委員	松橋 隆治	東京大学大学院 新領域創成科学研究科 環境学専攻 助教授
委員	大野 陽太郎	日本鋼管株式会社 環境ソリューションセンター 主席 DME事業推進グループ マネージャー
委員	森 牧彦	岩谷産業株式会社 理事
委員	田村 秀樹	出光興産株式会社 ホームエネルギー部 販売二課 課長
委員	後藤 忠夫	日本石油ガス株式会社 販売部 部長
委員	水野 雅夫	三井石油株式会社 新事業開発室 室長
委員	大塚 寿	伊藤忠商事株式会社 エネルギー部門エネルギー開発部 開発担当部長
委員	本門 俊一	伊藤忠燃料株式会社 ガス部 部長
委員	佐々木隆伸	東京ガスエネルギー株式会社 産業営業部 部長
委員	御法川龍雄	社団法人日本エルピーガス連合会 参事
委員	榎本 欽一	社団法人日本エルピーガス供給機器工業会 専務理事
委員	谷沢 滋	日刊工業新聞社 編集局第二産業部 論説委員、編集委員