

# 代替燃料としてのアルコールと その経済性



鍵 谷 勤\*

## 1. はじめに

最近、含酸素化合物のアルコールを石油代替エネルギー、とりわけ自動車用液体燃料として活用することが世界各国で国家プロジェクトにとりあげられるようになり、石油燃料の時代からアルコール燃料の時代への転換が着実に進展しつつある。

アルコールを内燃機関燃料に実用する試みは自動車が大量生産されるようになった今世紀初めから行なわれてきたが、安価で豊富な石油の前に、アルコール燃料はこれまで到底問題になり得なかった。ところが、1970年代に入って自動車の排気による大気汚染が深刻な社会問題となり、低公害燃料としてのアルコールがにわかにクローズアップされるようになった。そして、1973年秋の第1次オイルショック以降国際的な石油消費規制が年毎に強化される中で、低廉かつ潤沢なエネルギー資源としての石油の神話は崩れ、ようやくアルコール燃料の実用化に向けて大規模開発を推進する気

運が高まってきているのである。

## 2. アルコールの物性

アルコール類の中で石油代替燃料として実用化が期待されているのはメタノールとエタノールである。メタノールを燃料とする場合には、高純度(99%以上)メタノールである必要はなく、エタノール、イソプロパノールおよびイソブタノールなどの高級アルコールを含む粗製メタノールが製造上経済的であろう。これらアルコール燃料の物理的および化学的性質をイソオクタン(高オクタン価ガソリン基材)と比較したものを表1に示す。

アルコール燃料は一般にROHの化学式で示され、水酸基(OH)とアルキル基(R)とから成る。このため、メタノールはガソリンのような石油系炭化水素燃料よりは水によく似た性質をもっており、アルキル基の炭素数が増加するにしたがって炭化水素に近くなる。アルコール燃料はガソリンに比べると蒸発潜熱が

表1 アルコール類の性状

項目	アルコール	メタノール CH <sub>2</sub> OH	エタノール C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	イソプロパノール (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHOH	イソブタノール CH <sub>2</sub> CH(CH <sub>3</sub> )CH <sub>2</sub> OH	イソオクタン (CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> CCH <sub>2</sub> CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
分子量		32.04	46.07	60.09	74.12	114.23
比重(20/20℃)		0.791	0.789	0.785	0.802	0.692
沸点(℃)		64.7	78.3	82.3	107.7	99.2
蒸発熱(kcal/kg)		263	201	159	136	74
燃焼熱(kcal/kg)		5406	7130	7983	6378	11447
燃焼限界 vol%	下 限	6.7	3.3	2.0	1.7	1.4 (ガソリン)
	上 限	36	19	12	—	7.4 (ガソリン)
発火温度(℃)		470	395	455	440	447.456(ガソリン)
引火温度(℃)		12.2	12.2	11.7	27.8	-13
オクタン価	リサーチ法	114.4	111.4	118.0	110.7	100
	モーター法	94.6	94.0	101.9	90.1	100

\* 京都大学工学部石油化学科教授

大きく、単位重量（または単位体積）当りの発熱量がガソリンのほぼ1/2程度である。したがって、内燃機関の熱効率が一定であれば、同じ出力を得るためのアルコール燃料の消費量は2倍以上となる。アルコールは酸素原子と化学結合しているために理論空燃比が小さい（メタノールの場合は6.45kgair/kgfuelでガソリン（15.1kgair/kgfuel）の1/2以下）。また、空気との混合気は燃焼限界の範囲が広く、ガソリンに比べると燃焼性が良い。アルコール燃料のオクタン価は極めて高く、火花点火内燃機関（オットー・エンジン）の100%代替燃料、およびその移行期間におけるガソリン用混合基材（レギュラーガソリンにアルコールを20%程度混入すれば、アルキル鉛系のアンチノック剤を用いなくても、プレミアムガソリンと同等のオクタン価を示す）として優れた実用性能をもっている。メタノールは水分を全く含まなければガソリンと均一に溶け合うが、水分を吸収すると2相に分離する。高級アルコールの場合には、吸水性が比較的低く、相分離はあまり問題にならない。

### 3. アルコールの製造法

現在、自動車燃料として実用されているのは農産物のエタノールであり、ブラジルとアメリカにおいて食糧と平行して計画的に生産されている。ブラジルのエタノールはサトウキビの発酵によるものであり、自動車ガソリンの20%まで混入されている。他方、アメリカのエタノールはトウモロコシの発酵によるものであり、ガソリンに10%混入したGASOHOL(gasoline + alcohol)が部分的に販売されている。このように、グルコースなどの単糖類をアルコール酵母などの微生物を用いて発酵させれば、二酸化炭素を副生しながらエタノールが容易に生成する。したがって、エタノール



燃料の実用化は無限の資源である太陽光エネルギーを有効利用するために現実的なひとつの道を拓くものといえよう。

メタノール燃料は現在のところまだ実用化されておらず、世界各国において実用化推進のための研究途上にある。エタノール燃料が既に実用化され、その供給量は年々わずかではあるが増加が見込まれるのに対し、メタノール燃料の実用化までには少なくとも5年を必要とし、本格的供給が始まるのは1985年以降であろうと予想されている。ただし、その時点でメタノールの供給量は飛躍的に増大し、将来メタノールがアルコー

ール燃料の主流になるものと思われる（図1）。

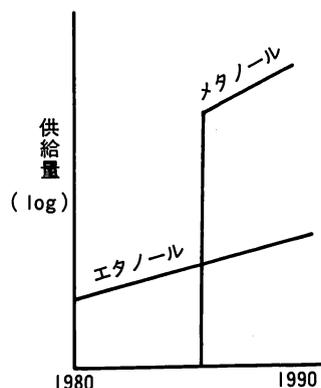
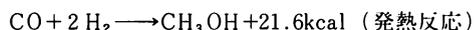


図1 燃料エタノールは既に供給が始まっているが量は少ない。燃料メタノールは1985年以降でないとい供給は始まらないが、その時点で多量に供給される。（平尾取, "自動車燃料としてのメタノール・エタノールの利用技術(1979)"）

メタノールは、木精とも呼ばれるように、木材を乾留することによって得られるが、これを工業的に大規模製造する技術は既に確立されていて、合成ガス（一酸化炭素と水素の混合ガスで水性ガスとも呼ばれる）製造プロセス、メタノール合成プロセスおよび精製プロセスから成っている。メタノール合成プロセスでは、原料となる合成ガスを高温高压下で酸化亜鉛を主体とする触媒を通してメタノールを合成する。



代表的なメタノール合成法の比較を表2に示す。

いずれの方法においても、粗メタノール中には副生成物として水（3～15%）、少量のジメチルエーテル、ギ酸メチル、エタノール、プロパノール、ブタノール、アルデヒド等が含まれるため、通常は2塔式の蒸留によって高純度メタノールを得る。これに対し、燃料用メタノールの場合には、吸水性の点から高級アルコールが含まれている方が有利であり、1塔式の蒸留によって水を除去するだけで十分である。今後は、燃料に適した組成の高級アルコールを含むメタノール合成用の触媒の開発が進むものと思われる。

合成ガス製造プロセスの原料となる資源としては、従来の石油系炭化水素はもちろん、天然ガス、石炭、オイルサンド、オイルシェール、バイオマス、都市ゴミなど、あらゆる可燃性の炭化水素を利用することができる。さらに非炭素エネルギーである核エネルギーや太陽エネルギーを用いて水を電気分解あるいは熱分解すればH<sub>2</sub>が得られるから、これをメタノール合成に

表2 メタノール合成法の比較

	温度	圧力	触媒	代表的プロセス	備考
高压法	350° ~ 400°C	300atm	Zn-Cr系	ICI 高压法 Topsøe 法 MGC法	従来から行われている方法で、合成塔、その他のサイズが小さくてすむが、反応温度が高いため副生成物が多く蒸留・精製にコストがかかる。
中圧法	230° ~ 270°C	100 ~ 200atm	Zn-Cr系 Cu-Zn系	Vulcan法 日本水素/Topsøe法 Lurgi 法	中圧法は100~150atmで反応させるもので低圧法の欠点（機器等が大きくなる）を補うもの。
低圧法	230° ~ 250°C	40 ~ 100atm	Cu-Cr-Zn系 Cu-Zn系	ICI 低圧法 Lurgi 法	1967年ICI社が開発、現在最も広く採用されている方法であり、Cu系触媒を用いて反応させる。副生成物はきわめて少なく、精製は容易であるが、機器、配管等が大きくなる。

(木村元雄・土本浩二, 新燃料に関する最近の研究動向:自動車技術, 34 (1980))

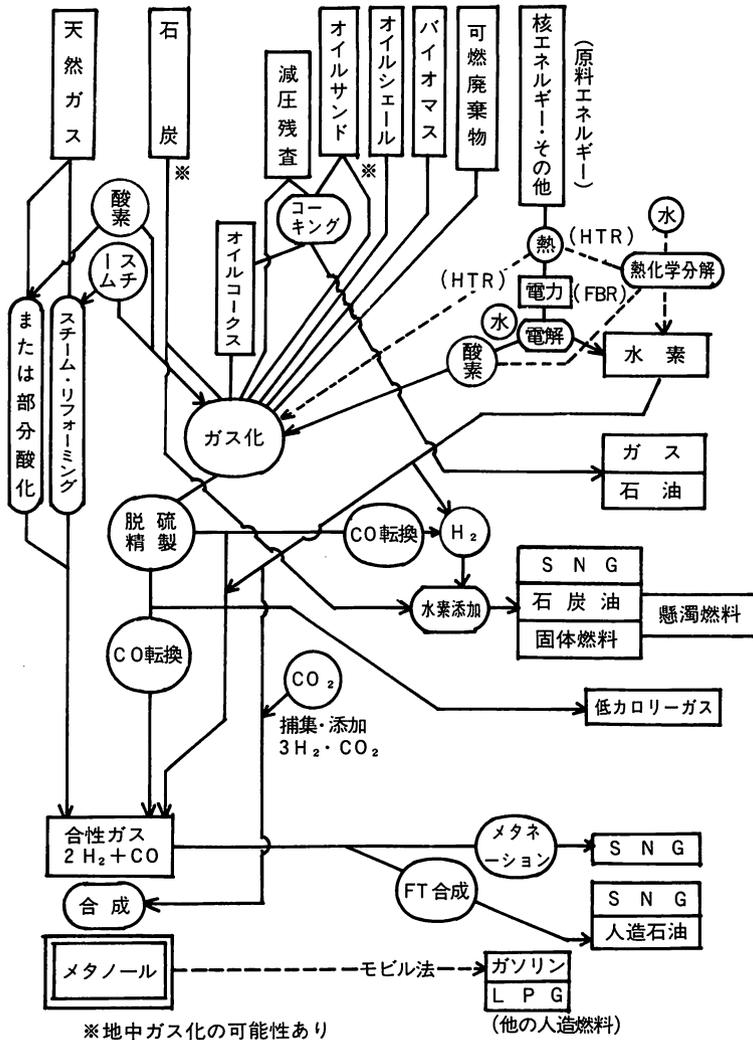


図2 各種原料よりの燃料メタノール製造と他の人造燃料  
(田中泰一郎, "最近の燃料メタノールの問題", 動力, No.148.)

利用することも可能である。これら各種の非石油系エネルギー資源からメタノールを製造するプロセスの模式図を図2に示す。

i) 天然ガスからの製造：天然ガスの組成はほとんどがメタンであり(80~99%)、圧縮と冷却を数回くりかえして液化し、液化天然ガス(LNG)として運搬されている。天然ガス中の硫化水素(H<sub>2</sub>S)、二酸化炭素およびペンタン以上の炭化水素成分は液化の前に完全に除去される。合成ガスの製造法としては、水蒸気改質(スチーム・リフォーミング)と部分酸化の2種類が考えられる。

水蒸気改質法は、ニッケル系の改質触媒を用いて600~800℃、15~20気圧でLNGと水蒸気を反応させることにより、水素含有量の多い(65vol%以上)合成ガスを製造するものである。

$CH_4 + H_2O \rightarrow CO + 3H_2 - 49.3kcal$  (吸熱反応)  
この方法によれば、カーボン析出がなく、触媒の再生の必要がないから、安定した組成のガスが連続して得られる。

部分酸化法は、原料の一部を酸素または空気を用いて燃焼させ、天然ガスの水蒸気分解に必要な熱を補給するものであり、合成ガス化と加熱を同一炉内で行なわせるところから、内熱式とも呼ばれる。この方法は他に熱源を必要としないが、空気を用いた場合には、生成ガス中の窒素含有量が多くなる。

ii) 石炭からの製造：石炭からのメタノール製造は既に1910年過ぎから世界各国で実用化された実績があり、技術的には全く問題がなく、経済性のみが大規模製造の決め手になっている。

合成ガス発生炉の中で、赤熱した石炭を水蒸気と反応させることにより、COとH<sub>2</sub>を等モル量含有する合成ガスが得られる。

$C + H_2O \rightarrow CO + H_2 - 29.0kcal$  (吸熱反応)  
この反応は吸熱反応であり、空気と水蒸気を交互に送入して反応温度を維持する間歇法の発明によって初めて工業化されるようになった。この反応では次のような諸反応が同時に起こるから、実際にはCO、CO<sub>2</sub>およびH<sub>2</sub>の混合ガスが生成する。

$C + 2H_2O \rightarrow CO_2 + 2H_2 - 19.0kcal$  (吸熱反応)  
 $CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2 + 10.0kcal$  (発熱反応)  
 $C + CO_2 \rightarrow 2CO - 39.0kcal$  (吸熱反応)  
したがって、CO<sub>2</sub>を除去またはCOに還元した後、COとH<sub>2</sub>のモル比が1:2となるようにこれらの素反応を組み立てて反応設計を行えば、メタノール製造用として

最適の合成ガスを得ることができる。

iii) 重質油からの製造：現在、世界のメタノール生産量の10%は原油中の重質成分であるC重油やアスファルトから製造されている。石油の埋蔵量の数倍あるといわれる化石資源のオイルサンドおよびオイルシェールは重質の炭化水素成分を10wt%程度含有しており、メタノール含成用原料資源となり得る。これらを経済的に利用する技術は現在確立されていないが、重質油成分抽出後の精製プロセスについては、石油系重質油の場合と基本的な差異はないものと考えられる。すなわち、熱分解法、部分酸化法、水素化分解法、水蒸気改質法などの軽質化、あるいはガス化プロセスの利用が可能であろう。

iv) バイオマスからの製造：林産、農産、海産および廃棄物バイオマスを加水分解、発酵させることによってエタノールを製造し得るが、部分酸化法または水蒸気改質法を用いて合成ガスを得ることができるから、メタノール製造用資源としても重要視されている。

#### 4 アルコール燃料の利用

i) 自動車用燃料：自動車用燃料が将来石油系炭化水素燃料から脱石油新燃料へ転換して行く過程について、Reglitzkyは図3に示すような予測を発表している。

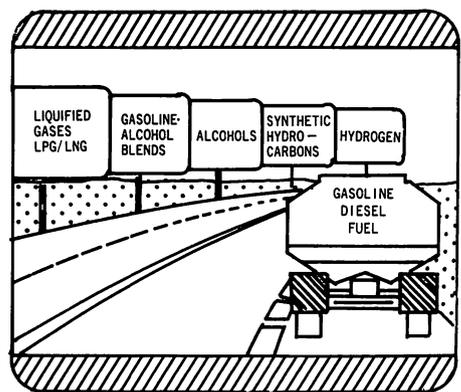


図3 将来の内燃機関用燃料の予想  
(Reglitzky, 第10回世界石油会議(1979))

すなわち、今後少なくとも20年間はガソリンと軽油が主として利用され、その後石油とアルコールの混合燃料が広く石油代替燃料として利用され、次第に純アルコール燃料へと移行する。そして、長期的には合成炭化水素燃料、さらには水素燃料が主要燃料になるという。この予測によっても象徴されるように、自動車用に

適した燃料は常温で可搬性のよい液体であることが望ましい。さらに、単位体積当りの発熱量が大きいことが要求される。これらの点を考えると現在の自動車技術の水準では、石油系炭化水素燃料に優る自動車燃料はない。上述のように、アルコール燃料は石油と同様に常温で液体であるが、単位体積当りの発熱量が小さく、ほぼ1/2である。しかし、現在の自動車に大幅な改造なしに利用できる石油代替燃料としてアルコール燃料が最も現実的であろう。

エタノール混合ガソリンはブラジル、アメリカなどで既に実用化されているが、従来のガソリン自動車にそのまま混合燃料を用いるという方法が採られている。自動車の出力とドライバビリティは空気と燃料の混合割合（空燃比）によって大きく影響されることが知られている。理論空燃比はガソリンが14.8であるのに対し、エタノールが9.0、メタノールが6.45である。したがって、ガソリン用に調整された気化器にアルコール混合ガソリンやアルコールを供給した場合には、空気過剰の希薄燃焼となって出力が低下する結果、燃費の増加がもたらされ、最悪の場合には運転が不能になったりすることが予想される。エタノール混合ガソリンの実用試験の結果では、混入率が10%程度であれば、顕著な性能低下は認められないが、混入率が10%以上になれば、燃料の気化の悪さを補うために吸気管予熱方式を採用するなど、気化器の調整が必要であるといわれている。

メタノール混合ガソリンの実用試験は西ドイツ、アメリカなどで実施され、燃料系統に耐腐食性材料を用いれば、実用可能であると結論されている。現在の市販車の場合には、10%のメタノール混入率によって腐食の問題が生ずる。さらに、冬期の低温時における相分離、ならびに高湿地域において輸送および貯蔵中に水分が混入することによる相分離に対する対策が必要である。

100%アルコールを自動車燃料とすることについては、メタノールの利用が注目されている。この場合にも燃料系統に耐腐食性材料を用いる必要がある。単位体積当りの走行距離がガソリンのほぼ1/2になるほか、気化に伴う混合気の温度降下（理論空燃比の場合、ガソリン；21.6℃、メタノール；122℃、エタノール；74℃）が大きいため低温始動性が悪く、15℃以下の寒冷時には未対策車の始動が不可能になることが欠点としてあげられる。他方、メタノールはアンチノック性の高い燃料であることから、圧縮比を12~14（ガソリ

ン場合は8~10）まで高めることができ、それによって出力および熱効率が10~20%程度改善することが期待できる。また、メタノールとガソリンの運転時における排気エミッションの比較例を図4に示すように、空気過剰率によらずNOx濃度および未燃燃料（メタノールまたは炭化水素）濃度はガソリンより低くなる。COはメタノールの熱分解生成物でもあるため、その排出濃度はガソリンと比較して大きな差はない。このように、現在規制の対象になっているNOx、未燃炭化水素およびCOに関する限り、メタノールは低公害自動車燃料となり得るものと思われるが、アルデヒドや未燃メタノールの排出が問題となろう。

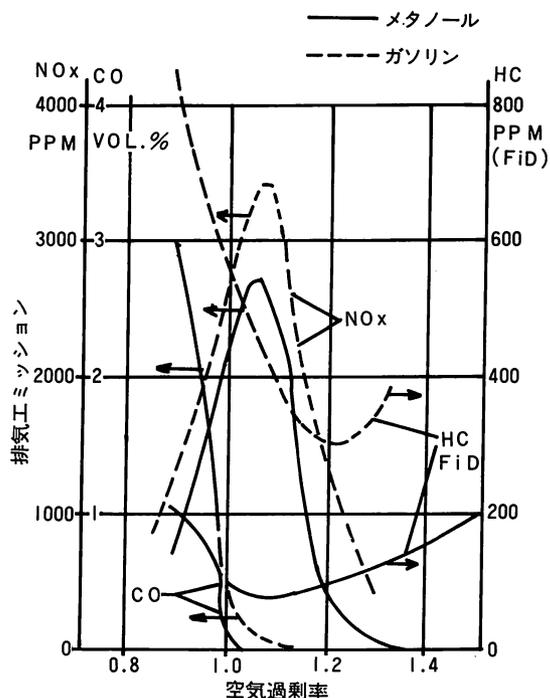
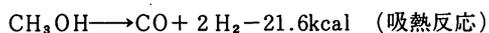


図4 メタノールとガソリン運転時の排気エミッション (NO<sub>x</sub>、CO、HC (未燃メタノール)) (金栄吉, "メタノールの自動車への利用と性能, 排気エミッション," 燃料協会誌605(1977))

自動車用内燃機関の場合、燃料のもつエネルギーの約70%が熱として廃棄されているが、メタノール燃料によってこの排エネルギーを回収する技術が注目されている。これはオンボードリフォーミングと呼ばれ、元来排気エミッション対策技術として開発されたものである。上述のメタノール合成の逆反応は



であり、メタノールを300℃以上の温度で白金-ロジ

ウム系触媒に通すことによって反応が進むが、反応温度の維持に排熱が利用される。COとH<sub>2</sub>に改質してから燃焼させた場合の真発熱量は5720kcal/kgとなり、メタノールの4760kcal/kgより増大する結果、排エネルギーの20%を回収することができる。触媒の有効表面積が広がるように触媒を調整すれば、車輛への搭載が可能であり、実用化が期待されている。

他方、メタノールをディーゼルエンジンに使用する場合には、セタン価の低い（すなわち着火しにくい）ことが問題になる。初期の研究では、メタノールのセタン価を向上させるための方法として、ヒマシ油のような着火温度が低く、しかもメタノールとの相容性のよいものを始め、アニリン、ニトロアミンなどの添加剤の使用が中心であったが、添加剤の毒性や経済性などの点から実用化されていない。現在の研究の主流は、主燃料をメタノールとし、着火用に少量の軽油を副燃料として用いる二系統燃料供給方式になっている。メタノール燃料の使用により、ディーゼル自動車の場合に従来から問題とされていた排気中の黒煙発生が防除できることがわかっているが、他方、エンジン始動直後や軽負荷時に発生するアルデヒドなどの酸化物を防除することが新たな問題になっている。将来期待されるメタノール利用技術として、ガソリンエンジンの場合と同様に、オンボードリフォーミングを挙げることができる。ディーゼルエンジンの場合の熱効率率は50%以上も向上するといわれ、ガソリンエンジンの20%と比べてはるかに優れている。

以上は現在の自動車エンジンに大幅な変更を加えることなしにメタノールを利用する技術であるが、将来のメタノール燃料時代のエンジンは現在のエンジンとは異なり、ディーゼルエンジンの圧縮比とガソリンエンジンの燃焼方式とを兼ね備えた新しいものになるものと予想されている。

ii) アルコールエマルジョン燃料：メタノールを軽油以上の重質油に混合する場合には、相分離の問題がガソリンの場合よりもきびしくなる。この対策として、高級アルコールを混合すればよいわけであるが、経済性を考慮すると実用化が困難であることから、界面活性剤を用いてメタノールを重質油に添加し、乳化させる方法が主に検討されている。このメタノールエマルジョン燃料はボイラー、加熱炉、ディーゼルエンジンなど、燃料噴射方式の熱機関に広く利用が可能である。メタノールエマルジョン燃料が高温の燃焼室内に噴射されると、霧滴状になったエマルジョン中のメタノール

（沸点64.7℃）が急激に沸騰し、石油を二次微粒子化させる。その結果、燃焼速度が著しく増大し、熱効率が向上して燃料を節約できることになる。さらに、メタノールの熱分解反応（CH<sub>3</sub>OH→CO+2H<sub>2</sub>）による吸熱（21.6kcal/mol）のために局所的な高温火災部分の温度が降下するから、NO<sub>x</sub>（主として thermal-NO<sub>x</sub>）の生成が抑制される。これらの効果は水を添加することによっても実現されるが、その添加率は50vol%が限度であるのに対し、メタノールの場合にはそれ以上の添加率でも実用可能であろう。

iii) メタノール燃料電池：燃料電池用の非石油系燃料として、水素、天然ガスなどとともにメタノールの実用化が期待されている。メタノールを利用する場合には、空気と酸性電解液を用い、メタノールから直接電気エネルギーに変換する直接法、およびメタノールをCOとH<sub>2</sub>に分解した後に電気エネルギーに変換する間接法が検討されている。間接法についてはすでに実用化が可能であるといわれる。

## 5 アルコール燃料の経済性

世界各国におけるアルコール燃料の実用化の動向を表3に示す。これらの国々では、アルコールの原料となる資源を国内で産出している点に特徴があるのに対し、わが国の場合には、原料資源もしくは製品アルコールを輸入に依存しなければならず、その分だけコストが割高となることは避けられない。

表3 アルコール燃料に関する各国の状況

国名	メタノール	エタノール
アメリカ	△(石炭)	◎(農産物)
西ドイツ	○(石炭)	
スウェーデン	○(木材)	
ブラジル		◎(農産物)
ニュージーランド	○(天然ガス)	○(農産物)
オーストラリア	○(天然ガス)	○(農産物)
東南アジア諸国		○(農産物)

○ 検討中, ◎ 実施中, △ 計画中  
( )内は主たる原料

アルコール燃料の製造におけるエネルギー変換効率に関して、GM研究所が行なった最近の試算によれば、バイオマスからエタノールへの変換効率は30~40%、また、石炭からメタノールへの変換効率は43%と推定

されている。現在用いられている石油系炭化水素燃料は、90%以上の変換効率で原油から生産されているから、アルコール燃料の場合はその1/2以下ということになる。さらに、オイルシェールや石炭からガソリン、軽油などを生産する軽質化の変換効率は50~60%程度であり、しかもコストの点からもアルコールへの変換より有利であるといわれている。しかし、オイルシェールや石炭から軽質炭化水素燃料を合成するためには新しい技術の開発と大規模な生産設備を必要とするのに対し、アルコール燃料の場合は、現在の技術水準と比較的小規模な生産設備で製造が可能である。この理由から、世界各国でアルコール燃料の実用化が合成燃料よりも先行しているのである。

上述のように、現在実用化されているのは農産バイオマスから発酵法によって製造されるエタノールである。各種バイオマスを原料とした時の製造コストを比較したものを表4に示す。これらのうちでコストが割高となっているのはさとうきびであるが、副製品（蛋白質が生成する）を販売した場合には、エタノールの価格が80円/ℓ程度になる。全体的に見て、農産バイオマス系エタノールの価格は60~80円/ℓの範囲となっている。

アメリカでは連邦政府ならびに州政府による石油代替アルコール燃料の開発を推進するための助成策として、すでに販売が開始されているGASOHOL用エタノールを税制上で優遇している。例えば、アイオワ州におけるGASOHOL用エタノールの価格は25.5円/ℓであり、助成のない場合の約1/3という大幅な税控除を行なっている。その結果、GASOHOLの価格は52.7円/ℓ（アイオワ州）となり、無鉛のレギュラガソリンとプレミアムガソリンの価格のほぼ中間になっている。GASOHOLは無鉛レギュラガソリンに比べると高オクタン価であり、出力性能の向上につながるから、1.2円/ℓの価格差は障害にならないものと考えられる。

表5 ガスオールの価格例（1979.5.3）

燃 料	価 格			
	アイオワ		ヴァージニア	
	セント/ガロン	円/ℓ	セント/ガロン	円/ℓ
無鉛ガソリン	84.9	51.5	77.9	47.3
ガスオール	86.9	52.7	82.9	50.3
無鉛プレミアム	88.9-89.9	54.0-54.6	85.9-90.9	52.1-55.2

メタノールの製造コストは原料、プラント規模、立地条件などによって異なる。現在の最大プラントは2,000t/日であるが、図5に示すように3,000t/日まで規模を拡大したとしても原料コストはもちろん、必要エネルギー量もそれほど変わらず、全体のコストはプラント規模とともに急激に低下する。したがって、今後大規模プラント用の技術開発の進展が待たれる。他方、2,000t/日規模のプラントを基準にした場合、原

料を税制上で優遇している。例えば、アイオワ州におけるGASOHOL用エタノールの価格は25.5円/ℓであり、助成のない場合の約1/3という大幅な税控除を行なっている。その結果、GASOHOLの価格は52.7円/ℓ（アイオワ州）となり、無鉛のレギュラガソリンとプレミアムガソリンの価格のほぼ中間になっている。GASOHOLは無鉛レギュラガソリンに比べると高オクタン価であり、出力性能の向上につながるから、1.2円/ℓの価格差は障害にならないものと考えられる。

表4 エタノール燃料の製造コスト

原 料	技術段階	備 考	原料価格(円)	生産規模 (4kl/年)	工場投資(億円)		販売価格の組成 円/l				燃料エタノール
					設備投資	工事費	原料費	直接費	固定費	副産品控除 <sup>1</sup>	販売価格 (15%利益)
マイロ	商業	(7)米	14/l	200	133	12.7	53.4	17.0	6.7	-25.5	61.9
小麦	商業	(7)米	20/l	200	133	18.2	76.5	18.2	6.7	-32.2	79.5
さとうもろこし +さとうもろこし	開発中	(7)米*	3.3/kg-14.7/l	200	211	14.7	60.7	13.4	10.9	-13.4	85.5
さとうもろこし	商業	(7)米	14.7/l	200	133	13.1	54.0	16.4	6.7	-23.7	70.4
さとうもろこし+茎**	商業	(7)米	14.7/l-5.8/kg	200	131	13.3	54.0	18.2	6.7	-23.1	66.2
さとうもろこしの茎	開発中	酸化水分解(7)	5.8/kg	100	135	8.6	31.0	48.6	18.8	-37.0	80.0
小麦わら	開発中	酸化分解(7)分	5.8/kg	100	153	11.6	68.0	46.1	15.8	-21.9	129
さとうきび	商業	ジュースより(米)	15.0/kg	100	134	9.5	72.8	20.6	10.9		126
さとうきび	商業	(3)(東南ア)	2.3/kg	20	37	4.0	34.5	40.0	15.1		103
さとうきび	商業	(1)(2)(3)(東南ア)	2.8/kg	100	138	15.0	42.3	30.0	13.0	-18.4	79.7
キャッサバ	商業	(1)(2)(東南ア)	6.9/kg	100	46	6.0	36.6	20.6	3.6		69.9
さつまいも	商業	(3)(1)(2)(東南ア)	3.3/kg	100	46	6.0	17.5	20.6	3.6		48.0
フォッダーピート	開発中	(9)(ニュージーランド)	9.2/kg***	30	14.5	3.0	20.8	20.0	5.8		53.6
チーズ乳業	商業	(7)米	0.7/kg	10	23.5	0.9	25.5	54.0	0.7	-50.4	75.9

\*半年で切りかえ \*\*燃料として \*\*\*切干し

(所沢仁, "エタノール燃料の供給問題", 第3回AFT国内委員会記録, (1979))

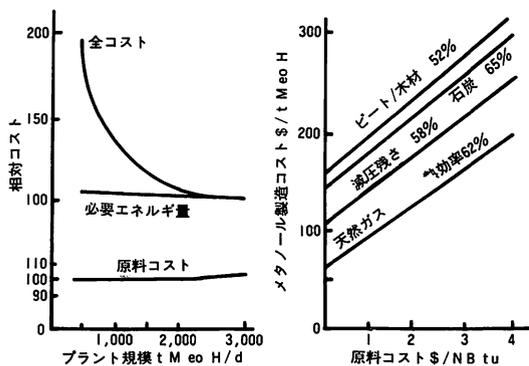


図5 規模及び原料の違いによるメタノール製造コストの比較  
 注 右図は2,000 t/d 規模のプラントをベースとした計算値  
 (A.R.L. Brundberg, 第3回アルコール燃料技術会議, (1979))

料の違いによるコストを比較すると(図5), 天然ガスを利用する方法が最も有利であるといわれている。

昨年8月に出されたわが国の長期エネルギー需要暫定見通しによれば, 非石油の新燃料油あるいは新エネルギーの1977年度実績は石油換算量で31万kl(全エネルギーの0.1%)であった。10年後の1990年には, これを3,850万kl(5.5%)まで引き上げたいとしているが, 仮に新燃料油等必要量の20%をアルコール燃料によって供給するものとすれば, アルコール換算で1,540万kl(石油換算;770万kl)を必要とする。また, 昨年度のわが国における自動車ガソリンの需要量は約3,400万klと見込まれており, 現時点で直ちに10%アルコール混入ガソリンを完全実施した場合を想定すれば, アルコール必要量は単純計算によって340万klとなる。これに対し, 工業用アルコールの国内生産実績(1978年度)は, エタノールが約14万kl, メタノールが約130万klであるから, 世界の動向に沿って将来少なくともアルコール燃料を自動車用に導入しようとするれば, 大量のアルコールまたはアルコール原料を海外に求めなければならない。

1979年9月, 通産省はわが国の石油代替エネルギー開発16ヶ年計画を明らかにし, 自動車用アルコール燃料についても新燃料油開発導入計画の中に検討対策として取り上げている。現状では, 実用化のための具体的なアプローチの方法は定まっていないが,

- ① ブラジルなど, 海外の農業国との協力により, バイオマスから発酵エタノールを製造して輸入する。
- ② 液化天然ガス(LNG)を輸入し, 国内でメタ

ノールを製造する。

- ③ 天然ガス産出国との協力により, メタノールを製造して輸入する。

などの方法が現実的であるように思われる。

## 6. おわりに

最近の激動する国際石油情勢の下で, 石油代替エネルギーとして早期に開発実用化の可能性が高いと考えられるアルコール燃料について, その燃料物性, 製造法, 利用法, および経済性を概説した。

現在, 地球には約1,100億klの石油が埋蔵されているという。しかし, 最近1年間の世界の石油消費量は約35億klであり, この消費水準を維持し続けたとしても30年後には石油が枯渇してしまう。このような石油資源に替わるべき将来の新エネルギーの主役が核融合エネルギーおよび太陽エネルギーであることは論を俟たないが, 今後その利用技術開発の速度を飛躍的に増大せしめたとしても, 実用化までには相当長期間を要するものと考えられる。したがって, そこへ至るまでの過渡期においては, 原子力, 非石油系化石燃料(天然ガス, 石炭, オイルサンド, オイルシェール), バイオマスなどをエネルギー源として高度有効利用することが目標とされている。この意味から, 太陽エネルギーが毎年産み出すバイオマスを原料とする発酵エタノール, および非石油系化石資源を原料とするメタノールは現在最も期待される新燃料となっている。

将来, アルコールが燃料としての確かな位置を占めるためには, 原料資源からアルコールへの転換に至るまでの経済効率を高め, 安定供給をもたらす製造技術の確立が決め手となることは論を俟たない。また, 現状で最も有望視されている自動車燃料としてアルコールを利用するには, 燃料供給系統の腐食, 低発熱量や酸化不良による出力の低下, 燃費の増加, およびドライバビリティの悪化, 排気エミッションの中の有害成分であるアルデヒドや未燃アルコールの増加などの諸問題を解決する必要がある。アルコールの利用技術に関する広範な研究開発を積極的に進めることが必要であろう。さらに, アルコール燃料に対して税制面で優遇するなど, 国家的見地から関連産業を育成することが不可欠であろう。

((社)日本機械学会関西支部第87回講習会講演  
 55. 6.12於大阪)