



UDC 669.1.012.23 : 66 : 547.31

C₁ 化学 と 鉄 鋼 業

野 尻 七 郎*

New Relationship between C₁-Chemistry and Iron-and-Steel Industry in Japan

Shichiro NOJIRI

1. は じ め に

1973年10月の第1次オイル・ショック、5年後の1978年11月の第2次オイル・ショックによつて、追いつきをかけられた日本では、優等生産業の鉄鋼業でさえもオイル・レス製鉄に向かつて、ひたむきに態勢を整えつつあるのは、広く知られているが、一方石油由来のナフサを主原料（鉄鋼業における鉄鉱石と同様）として使用している、日本の石油化学工業（アンモニア工業を含む）にとつて、7年間に10倍以上に及ぶナフサ価格の急騰は、まさに存続に係る致命的問題であることは多言を要しない。

有機化学工業の発生はいわゆるアニリン染料の工業的生産で1900年に溯るが、その源流は石炭の精製、化工であつた。詰まるところ約80年前に石炭乾溜を中軸として、有機化学工業と鉄鋼業とは深い結びつきにあつた。1950年から1960年代にかけての中東原油の飛躍的生産開発と、その間の技術進展とによつて、日本においては有機化学工業発展の最も恵まれた条件が完璧に近いまでに整い、この有機化学工業は全く面目を一新して、いわゆる石油化学工業として発足し発展した。1970年代に入つてからはこの石油化学工業生産品量の合計は西独、英国のそれを抜き、米国に迫るまでに進展した。しかもその使用原料は画一的に中東原油からのナフサとなつていたので、今にして思えば誠に累卵の危きに坐したものであつた。

この間日本の鉄鋼業は臨海製鉄所の開設、酸素製鋼法の採用並びに粘結炭の一部を安価な中東原油に切り換える等々の積極策の果敢な採用によつて、生産性を急上昇させ、世界に冠たるの金字塔を打ち建てた。

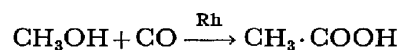
しかしながら80年前の鉄鋼業と有機化学工業との深い結びつきは、その間に両者のたどつた路の距離によつて、かなり稀薄なものになつて来ていたが、2回に渉るオイル・ショックによつて、両者とも再び石油離れを強

いられる運命に陥り、特にその使用原料を画一的に中東原油からのナフサとしていた石油化学工業（アンモニア工業を含む）は強烈な石油ばなれの要請を受けるに至り、ここに再び鉄鋼業との復縁を模索する段階に立ち至つた。

2. ナフサから C₁-原料へ

不安定な供給と絶えず脅かす価格の高騰とによつて、ナフサだけに頼つてはとうてい安定経営は望むべくもないと考えた日本の石油化学工業は、ナフサ以外の原料の入手を画策して、業者一丸となり、石化原料共同輸入会社を設立して、海外ナフサの安定供給を計り、また原料多角化を目して、LPG、NGL およびガス油等の入手にも努力しつつあるが、いずれにしてもこれら炭化水素類は石油製品の範疇をでるものではない。

米国ではモンサント社がエチレン（ナフサから直接えられる石油化学の主体的原料）を使用せずに、メタノールに一酸化炭素ガスを添加する方法によつて、エチレンと無関係に酢酸を合成するいわゆるモンサント式メタノール酢酸法を完成し、商業生産に入つている。



またUCC社は合成ガスから直接にエチレングリコールを合成する試験工場を建設して、目的達成のために懸命の努力を払いつづけている。西独ではBASF社が石炭から合成したメタノールを用いて、独特のゼオライト触媒によつてエチレンを製造するパイロット・プラントを建設して、ちょうど運転を開始したところである。更にまた南米ブラジルでも砂糖キビの搾り液の醗酵によつて得られたエタノールの脱水によつて、 $\text{CH}_3 \cdot \text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow{\text{Al}_2\text{O}_3} \text{CH}_2 = \text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 既に年産数万t能力のエチレン生産工場4ヶ所、合計能力123000tが実稼動中で、得られたエチレンはそれぞれ低密度ポリエチレン、高密度ポリエチレン、塩ビモノマーおよび酢ビモノマー等に化工

昭和55年6月4日受付 (Received June 4, 1980) (依頼解説)

* 三菱商事(株) (Mitsubishi Corp., 2-6-3 Marunouchi Chiyoda-ku 100)

されている現況にある。このような内外の状況よりして、日本の石油化学工業も、その存続を計るためには、石油製品以外の原料から出発して、従来のものと同様な製品を製造できるように、新しい化学工業体系を打ち建てる必要に迫られてきている。

ここに石炭、オイルサンド、重質油、天然ガス、さらにはバイオマス等を原料として、いわゆる合成ガス ($n\text{CO} + m\text{H}_2$) を発生させ、各種の触媒を利用し、有機合成化学の技術を駆使して、 C_1 と水素の組み合わせによつて、従来からの石油化学工業製品を合成していき、ナフサや NGL からの独立を計るべきであるという構想が、民間の間に期せずしてまとまつてきた。通産省工業技術院の主導の許に、1980 年度以降 7 年間、150 億円の大枠で、大型プロジェクトの一つとして、初年度 7500 万円の予算を得、1980 年 10 月から研究開発活動を開始する手筈で、目下官民一体となつて、その組織作りに懸命である。これが日本における C_1 化学の誕生である。

しかしすでに、ダイセル化学工業社はここ数年前より米国モンサント社のメタノール法酢酸の技術を高く評価し、いち早く技術導入の政府承認を得て、その企業化を取進んであつた。その間あらゆる困難を乗り越えて、綱干 (兵庫県) に年産 15 万 t の工場を完成し、来る 6 月から本格操業に移行すると発表されている。この技術は前述のとおり出発原料としてエチレンを使用しない酢酸の製造方法であり、実に日本における C_1 化学実現の第一陣である。同社の達見と勇氣と決断に満腔の敬意を捧げる。

3. 日本における C_1 化学の展開

日本は国土が狭隘で、 C_1 化学工業の原料となる石炭、天然ガス、タールサンド、オイルシェールさらにはバイオマスに至るまで、それらの存在量が限られており、今後 21 世紀に向かつて、その需要を十分賄い切れるだけの量がない。したがつて C_1 化学を国内で展開するためには、それらの原料を海外から輸入して、合成ガスに変性するかあるいは、ある程度素原料に加工された中間原料、例えばメタノールのごときを輸入するかの二者択一になる。

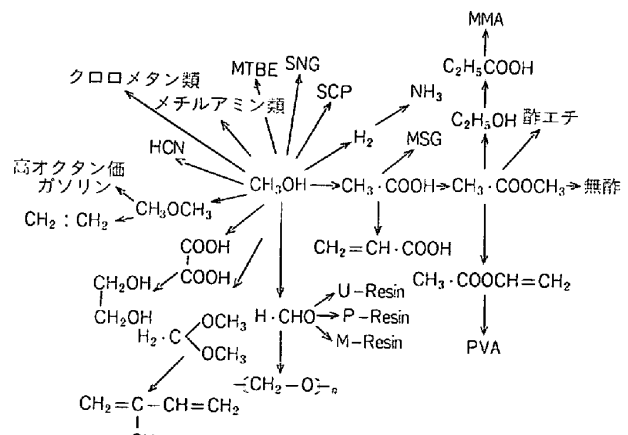
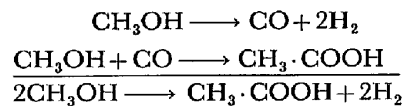
メタノールはそれ自体 C_1 化学の重要な構成要素の一つであり、かつまた合成ガスの原料として、極めて優秀な性質を備えている。すなわちメタノールの合成ガスへの転換は合成反応の逆反応であるから、適当な触媒を選べば、 270°C 、数気圧の比較的温和な条件下で、 $\text{H}_2:\text{CO}=2:1$ の合成ガスを与え、その収率も 94% 程度に達することが容易である。これに反し、ナフサ、重質油、石炭等から合成ガスを得るためには、 800°C 以上の高温水蒸気や酸素等を必要とし、炭素末の発生のため収率も低く、かつ生成したガスは常に脱硫の必要があるなどの不都合を伴つている。またメタノールの分解ガスは

その組成上、鉄鉱石の直接還元上好適していることも鉄鋼業界としては見逃せない特徴である。

1985 年前後から天然ガスはもちろんのこと、石炭や各種の重質油等までを原料とし、主として燃料を目標にしたメタノールの大量生産がソ連、米国、中東地区を初めとして、カナダ、メキシコ、ニュージーランド、南阿連邦、マレーシア等々で実現するであろうし、またメタノールの持つ易運搬性、易貯蔵性、易分解性を併せ考慮すると、日本における C_1 化学は米国や西独におけるものとはやや異なつて、むしろ端的にメタノール化学と言ひ換えうるのではなからうか？

日本ではメタノールが一度 C_1 化学の中心点を占拠すると、OPEC の完全支配下にあるエチレンとは比較にならない潜在力を発揮して、メタノール化学の第一陣メタノール酢酸はいうまでもなく、エタノール、エチレングリコール、更には酢ビモノマー、アクリル酸、メタクリル酸メチルあるいはイソプレン等々までも、メタノールから誘導する方が、従来の工程によるよりも、有利になることが予想される。その模様を図 1 によつて概説しよう。

まず第一に、新しいメタノール化学の立場からメタノール酢酸企業を見直してみよう。この場合メタノールと同様に重要原料である CO ガスは重質炭化水素の部分酸化によるよりも、手軽なメタノール分解、 CO および H_2 のガス分離 (Cosorb Process, PSA Process またはモンサントの Prism Separator) によつて、それぞれ純度スリー・ナイン以上のものとして入手しうるので、これを利用すれば、2 分子のメタノールから 1 分子の酢酸と 2 分子の水素が発生することとなる：

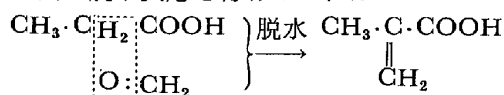


MMA : メタクリル酸メチル
 PVA : ポリビニルアルコール
 MSG : モノグルタミン酸ソーダ

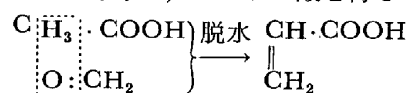
図 1 メタノール化学の展開

さらにこの2分子の水素で酢酸（実際には酢酸メチル）を還元すれば： $\text{CH}_3 \cdot \text{COOH} + 2\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3 \cdot \text{CH}_2\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$ エタノールが得られ、別の酢酸とエステル化すれば、全くエチレンと無関係に重要な溶媒、酢エチを生産することもできる。

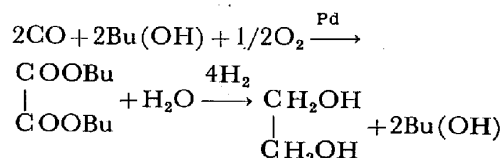
エタノールにメタノール酢酸法と同様な触媒を用いてCOを付加すれば： $\text{CH}_3 \cdot \text{CH}_2\text{OH} + \text{CO} \rightarrow \text{CH}_3 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{COOH}$ プロピオン酸を生ずることが予見される。このプロピオン酸とホルムアルデヒド（メタノールの主誘導体）との間で脱水反応を行わせれば：



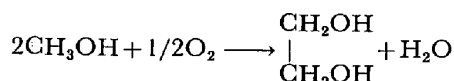
これまたプロピレンまたはイソブチレンを使用することなしに、メタクリル酸を得ることができる。酢酸とホルムアルデヒドならば、アクリル酸を得ることができる：



宇部興産社はCOガスとブタノールと酸素ガスを触媒（Pd）の存在下で反応させて、極めて選択性高くシュウ酸ジブチルを合成する技術を確立し、すでに1978年8月から年産6000tのシュウ酸工場を宇部（山口県）で実稼動させている。シュウ酸ジブチルに水素添加反応を行えば：



比較的容易に、エチレングリコールとブタノールにけん化、還元されて、ここにまた全くエチレンと係りあわず、しかも極めて選択性よくエチレングリコールを合成することができる。想像するに、この方法はUCC社が開発中の合成ガスより直接エチレングリコールを合成する方法に比して、その選択性は極めて高いものと考えられる。なんとなれば最近UCC社は酸化エチレン・エチレングリコール工場の新増設を発表しているがそれには依然としてエチレンを原料とする改良触媒使用の技術を採用したにすぎなくて、合成ガスからの直接法採用を見送った事実からも明かである。宇部法エチレングリコールの原料ガスをそれぞれメタノール分解ガスから分離精製し、使用するとすれば：



となり、わが国独自の技術によつて、エチレンに無関係にエチレングリコールを製造できることとなり、メタノール化学の意義を高めること絶大である。

1979年7月23日付ECN誌*の伝えるところによ

* ECN : European chemical News

ると西独BASF社はその本社工場内にメタノールからエチレン製造のパイロットプラント（能力：月産15t）を年内に建設して、1980年早々から運転を開始すると公式発表している。その工程は、メタノール2分子からの脱水工程によつて、ジメチルエーテルを生成せしめ、これをさらに特殊ゼオライト触媒で脱水することによつて、純度の高い（ポリエチレン向けにもなる）エチレンを生成するというものである。 $2\text{CH}_3\text{OH} \xrightarrow{\text{脱水}} \text{CH}_3\text{OCH}_3 \xrightarrow{\text{脱水}} \text{CH}_2=\text{CH}_2$ 特殊ゼオライトによる脱水は、ちょうど米国モービル社のメタノールから直接高オクタン価ガソリン合成技術と、その軌を一にするもので、ナフサやエタンを用いずして、エチレンをうる方法として、極めて高いポテンシャルを持っている。BASF社によれば、3tのメタノールから、1tの高純度エチレンが取得できるとのことなので、エチレンの流通価格の急騰によつて、メタノールからのエチレンという企業が日本では意外に早い時期に到来するのではなからうか？

現在メタノール生産量のほとんど50%はホルマリンの製造に向けられている。ホルマリンの主用途は各種合成樹脂であるが、その中で特に重要なものは、ホルムアルデヒドの重合体であるポリアセタール樹脂である。今後予想されるエチレン価格の急騰と、それほどでもないメタノール、ひいてはホルムアルデヒド価格とを考慮に入れると、1985年頃からは高密度ポリエチレンよりポリアセタール樹脂の方が安価になり、前者の市場のかなりの部分が後者によつて侵食されるのではなからうか？このことはポリエチレンを $[-\text{CH}_2-\text{CH}_2-]_n$ で表し、ポリアセタールを $[-\text{CH}_2-\text{O}-]_n$ で表すと、 $-\text{CH}_2-$ はそのルーツを炭化水素に由来するも、 $-\text{O}-$ は空気中の酸素に由来するがために、原料原価として、今後両者価格の間に格段の差が発生することからも了解される。

そのほかメタノールの従来なかつた新規の用途として、ガソリンのオクタン価向上剤MTBE (Methyl-Tertiarybutyl-Ether)、合成蛋白SCP (Single Cell Protein)、合成天然ガスSNG (Synthetic Natural Gas)等の大量需要が欧米で実現しつつあり、メタノールさえ豊富低廉で安定的に供給されれば、日本のC₁化学はメタノール化学として、発展して行くことは明白の事実となつて来た。

4. アンモニア工業もまたその例外ではない

アンモニア(NH₃)も有機化学工業品と同様に初めはコークス副生ガスが主たるソースであつたが、1913年に当時のドイツ国でハーバーとボッシュが協力して、窒素と水素とからの高压合成の工業化に成功した。爾来石炭のガス化による水素と大気中からの窒素とによる工業的生産が普遍化していたが、これもまた安価な石油の開発と、高压コンプレッサーの複動型から回転型への技術革

新とよつて、1960年代にアンモニア 1000~1500 t/d の標準型製造装置が確立され、天然ガスまたはナフサ等を原料とする大型装置が画一的に世界全般に普及し、先進国、後進国の別なく、原料炭化水素の入手の難易が製品アンモニアの製造原価を決定づける主要因となつているのが現状である。従つて資源大国アメリカさえも、アンモニア工業に関する限りではソ連からの大量輸入によつて、しばしば国内産業が混乱におとし入れられている実状である。日本のアンモニア工業も全くその例外ではなく、さらに製品の硫酸・尿素の半分以上を近隣諸国に輸出し、かつ原料ナフサまたは LPG は質量ともに思うにまかせないような状況の中で悪戦苦闘をつづけている。これに対して硫酸工業協会が中心となつて過剰設備の削減で対処しているが、濤々と押し寄せるであろう輸入アンモニアにはとうてい対抗できず、なんらかの抜本的技術革新を打ち出さない限り、極めて近い将来に日本のアンモニア工業は存立の基盤を失うかも知れない。

ここで現在のアンモニア製造工程を検討してみよう。従来の標準型のもものでは、まず原料炭化水素——ナフサでも天然ガス（メタン）でもよい——の水蒸気改質（スチーム・リフォーミング）により合成ガスをつくり、これをアンモニア合成にかけるのであるが、化学的には次の4段階の反応が行われる（メタンの場合）：

- (i) Steam and Secondary Reforming

$$\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CO} + 3\text{H}_2, 2\text{H}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$$
- (ii) Shift Conversion $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$
- (iii) Methanation $\text{CO} + 3\text{H}_2 \longrightarrow \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- (iv) Synthesis $3\text{H}_2 + \text{N}_2 \longrightarrow 2\text{NH}_3$

最初に脱硫されたメタンガスが水蒸気と混合され一次改質塔でニッケル触媒により 800°C で (i) の反応によつて、 H_2 と CO とに改質される。つづいて (iv) 式に相当する N_2 量を含む空気 (O_2 と N_2 との混合ガス) を送り込んで二次改質塔内で、 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ という反応を行わしめて、混合ガス中から O_2 を水として取り除く。混合ガス中の CO はアンモニア合成触媒の毒となるので、まず (ii) のシフト・コンバージョンで大部分を CO_2 ガスに変える。 CO_2 ガスを含む主流の混合ガスはさらに冷却されて、 CO_2 は溶媒に吸収、除去される。シフト反応の平衡関係から混合ガス中になお CO ガスが残っているため、触媒毒を取り除くために、(iii) 反応で CH_4 ガスとして、無毒化する。この段階で H_2 と N_2 が約 3:1 の合成ガスが得られ、これが合成工程に送られるが、この混合ガス中には、約 0.9% のメタンと 0.3% のアルゴン（空気中から由来）が残留している。合成工程では、混合ガスは 210 atm に加圧され、触媒の存在下で、約 400~450°C でアンモニアが合成され、これを冷却し液状製品として取り出す。ここでも、前記のアルゴンとメタンが不活性なまま滞留増加するのを防ぐため、合成ループからガスの一部をバージし、燃やして

いる。このバージガス中には約 60% の H_2 が含まれているので、ここでも貴重な H_2 が空しく失われている。

以上のように、一見、高度に完成されたかに見える現行のアンモニア製造工程も、空気を N_2 源として利用していることと、残存 CO ガスをメタン化（スチーム・リフォーミングの逆反応）して無毒化するという原料炭化水素の無駄使いの上に成り立っている。私の計算では、二次リフォーミングの際に水素のロス 15%、メタン化工程で 5%、バージガスとして 6%、合計で 26% の水素ロスが生じている。

炭化水素資源がますます貴重になりつつある今日、このような資源のロスは見逃すべきではない。そもそも基本的に水素と窒素からなるアンモニア合成の窒素源として、空気をそのまま使用していることにロスがあることは明らかである。周知のように、空気は体積比で N_2 78%、 O_2 21%、アルゴンその他 1% からなっており、これら酸素やアルゴンなど不用なものを除去するために、各種の工程が付加され、水素を浪費することに帰着している。従つて純水素と純窒素とからなるアンモニア合成をハーバー・ボッシュの原点に立ち返つて、再び取りあげれば、簡素化され、資本コストの削減はもとより、原料ロスを基本的にはゼロに近づけることが推察できる。

幸いにも、日本は世界有数の製鉄国であり、酸素製鋼が発達しているため、大型総合製鉄所内にはいずれもオンサイト酸素プラントが存在している。製鋼用の酸素は空気を液化、精溜することによつて得られるから、当然その際酸素量の 3 倍以上の純窒素が発生しており、一部はコークスの冷却や鋼の焼なまし用に利用されているが、なお相当量の純窒素の余剰があるはずである。この窒素をアンモニアの合成原料として利活用し、上記した水素のロスのないアンモニアの新合成技術を確立し、日本のアンモニア工業の存続を計るべきであろう。

5. 鉄鋼業との新しい結びつき

有機化学工業もアンモニア工業も古い時代にはコークス工業と深い結びつきがあつたが、その後安価豊富な石油の出現によつて、その関係は疎遠になつていつた。しかし石油価格が天井知らずになつて来た今日、特に日本では石油化学工業もアンモニア工業もその存続が危惧され始めて久しい。しかも前者は C_1 化学に、後者は設備の縮小に活路を見出さんとしているさびしい状況にある。他方鉄鋼業も不安定な石油をできるだけ避けて、オイルレス操業、従つて石炭コークスへの依存度の増大に向かっている。ここに新しい観点から鉄鋼業と C_1 化学工業、アンモニア工業との結びつきを改めて見直すべき必然性が生じて来た。

鉄鋼業の中にはガス源として、B-ガス、C-ガス及び LD-ガスがあり、目下それぞれ無公害な貴重な燃料とし

表1 鉄鋼業中の主要ガス源

名称	組成 (Vol.%)							発生量 (Nm ³)
	CO ₂	CO	H ₂	CH ₄	C _n H _m	N ₂	O ₂	
B-ガス	22.2	21.0	3.0	—	—	53.8	—	銑鉄 1 t 当たり 1.413 装入石炭 1 t 当たり 309 粗鋼 1 t 当たり 83.9
C-ガス	2.5	6.7	56.6	26.8	2.8	4.4	0.2	
LD-ガス	20.5	59.8	1.3	—	—	18.3	—	

(T. HIRATANI: CEER 12 (1980) 2, p., 2, p. 8, 9)

て重用されている。

従つてこれらのガス類を化学工業向け原料として利用するためには、当然その評価を熱量ベースを低値として、もし著しい付加価値の増加のある場合には、適宜にその評価を変えて行くような柔軟な考えを採用する必要がある。

5.1 B-ガス

オイル・レス製鉄が進展して、高炉に重質油を吹きこむことがなくなるとしても、B-ガスの組成、発生量には著しい変化はないものと思われるが、その組成より見て、アンモニア合成の第2次改質炉に装入されている空気の代わりに、窒素量に相当するだけ B-ガス (N₂: 53.8%) を用いることができるのではなからうか。それによつて従来法で空気を利用することによつて、当然失われて行つた水素の損失を防ぎうるほかに、B-ガス中に元来存在している H₂ (3.0%) ガスと CO (21.0%) とをアンモニアの直接原料として再利用しうる利点がある。もつとも本件は後述のオン・サイト酸素プラントからの純窒素を利用する新アンモニア工場との比較検討の対照となるものであろう。

5.2 C-ガス

オイル・レス製鉄の完遂によつて、コークス炉の操業が増大すれば、78 400 000 t (1979 年の日本の全銑鉄生産実績)¹⁾の銑鉄に対して、50 億 Nm³ の C-ガスが発生することになり、もしこのガスを水蒸気改質すれば、その中の CO (6.7%), CH₄ (26.8%), C_nH_m (2.8%) はいずれもスチーム・リフォーミング、続くソフト・コンバージョンによつて CO₂ と H₂ とに改質されるため、結局 50 億 Nm³ の C-ガスは 50 億 × 143 = 7 150 億 Nm³ (63 百万 t) の水素に変性することができる。モンサント社の Prism Separator 等の新技術を用いて、この水素を単離、利用しうるとすれば、アンモニア 1 t 当たり水素の所要量 2 300 Nm³ であり、メタノール 1 t 当たり水素の所要量 1 570 Nm³ であるから、この水素からアンモニアのみを生産するとすれば 3 億 t、メタノールのみを生産するとすれば 4 億 t というような量のものが生産できる水素源が鉄鋼業界の内に実在していることになる。

5.3 LD-ガス

酸素製鋼炉から排出されている OG ガスは質、量ともに極めて優秀な CO ガス源となる可能性を秘めてい

る。特に上吹きの場合 CO の濃度が 80% 以上にも及んでいる。すでに 1977 年川鉄化学社は千葉所在の川崎製鉄所有の転炉排出 OG ガスに、米国 Tenneco Chemical 社が発明・開発した Cosorb Process をアプライして、純度 99% 以上の CO ガスを粗鋼 1 t 当たり 0.06 t の割合で回収しうることを実証している²⁾。これによつて、日本の粗鋼生産を年 1 億 t とみれば、600 万 t の純 CO ガスが日本国内で調達できる状況にあるわけである。この純 CO ガスと前記 C-ガスからの水素とでメタノールに合成すると、年間 660 万 t の生産が可能になる。

5.4 N₂-ガス

総合製鉄所には前記 B-ガス、C-ガス、LD-ガスのほかに酸素製鋼炉に付随して、いわゆるオン・サイト酸素プラントが必ず存在する。酸素工場の原料は N₂: 78%, O₂: 21% アルゴンその他: 1% からなり立っている大気であるため、O₂ を液体として取り出した跡には必ず酸素重量の 3 倍以上の N₂ が残存しているはずである。もちろんこの N₂ の一部はコークス冷却用や鋼の焼なまし用に利用されているだろうが、大部分は未利用である。今日本の大型総合製鉄所に設置されているオン・サイト酸素プラントの能力と場所名の表が手許にないが、1 000 t/d 能力 (30 000 Nm³/時) の酸素工場では 3 250 t/d の窒素が自由に使用しうる状況にある。従つてこの純度 99.9% の窒素と C-ガスから分離精製された水素とで、アンモニア合成を行えば日産 3 000 t 程度のアンモニア工場が酸素プラントの隣に建設、操業できる可能性がある。

以上によつて総合製鉄所の構内にある C-ガス、LD-ガス及び N₂-ガス (または B-ガス) を利用すれば、それぞれの状況に応じて、極めて能率のよい超近代的アンモニア工場、メタノール工場の設置が可能になろう。もつともこの場合原料ガスはいずれも純度 99% 以上のものとなるであろうから、アンモニア合成にも、メタノール合成にも、強力の新触媒の開発、それぞれの新触媒を使用した合成に適わしい合成反応器のエンジニアリングを新に完成させることが必要条件となろう。従つてまたこれ等原料ガスの評価は従来からの熱量ベースのものでなくて、目的製品であるメタノールやアンモニアの市場価格から逆算し、これに更に適当な利潤を見込んだものであるべきである。

表 2 メタノールの各社別生産能力
(昭和 55 年 1 月現在)

(単位: 1 000 t / y)

会 社 名	工 場	生産能力
三井東圧化学	千新中千 葉 鴻 条 葉 堀	132
三菱瓦斯化学		396
協和ガス化学工業		132
東日本メタノール		264
西日本メタノール		330
合 計		1 254

出所: 通産省調べ. 化学工業 '80 年代の展望, (1980), p. 127
[化学工業日報社]

6. メタノールとアンモニアの需要量

鉄鋼業と化学工業との新しい結びつきが日本の特殊事情として、メタノールとアンモニアを仲介としてでき上がる可能性が強い。しからば 1990 年頃を見込んでの日本のメタノール、アンモニアの需要量はそれぞれ幾何であろうか? もちろん種々議論のあるところであるが、一応表 1, 2, 3, 4 を参照して、メタノール年間 300 万 t, アンモニア (工業用のみ) 年間 200 万 t と見做される。メタノールに対しては現有能力 125 万 t と日本サウジメタノール能力 60 万 t とがあるため、残余 120 万 t, アンモニアは現在の設備はほとんど全部肥料向けとなるた

表 3 ガス源別アンモニア能力の推移 (単位: NH₃ 1 000t/y, 比率%)

ガ ス 源 別	昭和 40 年		45年		47年		52年		53年	
	能 力	比 率	能 力	比 率	能 力	比 率	能 力	比 率	能 力	比 率
電 解 法	116	5.0	63	1.9	8	0.2	—	—	—	—
石 炭 法	ウインクラー法	123	5.3	—	—	—	—	—	—	—
	コークス炉ガス法	377	16.3	392	11.6	100	2.2	53	1.2	54
	小 計	500	21.6	392	11.6	100	2.2	53	1.2	54
石 油 化 学 法	原 油 法	907	39.2	740	21.9	360	7.8	123	2.7	122
	天 然 ガ ス 法	416	18.0	414	12.2	391	8.5	391	8.8	501
	ナ フ サ 法	217	9.4	1 124	33.2	2 009	43.6	2 009	45.1	2 002
	液 化 石 油 ガ ス 法	—	—	558	16.5	1 016	22.0	1 016	22.8	1 741
	石 油 化 学 ・ 廃 ガ ス 法	157	6.8	91	2.7	727	15.7	727	16.3	
	石 油 ア ス フ ェ ル ト 法	—	—	—	—	—	—	138	3.1	139
小 計	1 697	73.4	2 927	86.5	4 503	97.6	4 403	98.8	4 505	
合 計	2 313	100.0	3 382	100.0	4 611	100.0	4 456	100.0	4 559	

注: 各年 4 月 1 日現在のものである。
出所: 通産省基礎産業局化学肥料課調べ. 化学工業 '80 年代の展望, (1980), p. 469 [化学工業日報社]

表 4 規模別アンモニア設備の生産能力 (単位: NH₃ 1 000 t, %)

	昭和 53 年		40 年		45 年		47 年		49 年		52 年	
	実数	比率	実数	比率	実数	比率	実数	比率	実数	比率	実数	比率
旧 設 備	1 511	100	2 313	100	1 894	56	925	20	748	17	770	17
第 1 次 大 型 設 備					1 158	34	1 194	26	1 194	27	1 194	27
第 2 次 大 型 設 備					330	10	2 492	54	2 492	56	2 492	56
合 計	1 511	100	2 313	100	3 382	100	4 611	100	4 434	100	4 456	100

注: 40年能力は第1次大型化前, 47年能力は第2次大型化完了時点に相当する。
各年能力は 4 月 1 日現在のものである。
出所: 通産省基礎産業局化学肥料課調べ. 化学工業 '80 年代の展望, (1980), p. 473 [化学工業日報社]

表 5 アンモニアの肥料用と工業用の需要比率 (単位: 1 000 t, %)

	昭和49肥年		51肥年		52肥年		53肥年	
	需要量	比 率	需要量	比 率	需要量	比 率	需要量	比 率
肥 料 用	2 440	63	823	34	1 239	45	1 237	44
工 業 用	1 440	37	1 620	66	1 540	55	1 605	56
合 計	3 880	100	2 443	100	2 779	100	2 842	100

出所: 通産省基礎産業局化学肥料課調べ. 化学工業 '80 年代の展望 (1980), p. 472
[化学工業日報社]

め、工業用 200 万 t はすべて新法による新設備に依存するとして、メタノールは 1 000 t/d の標準工場 4 基、アンモニアも同じく 1 000 t/d の標準工場 6 基によつて充足することができよう。メタノール及びアンモニア 1 000 t/d の標準型工場の原料 CO, N₂ 及び H₂ の所要量を呈示すると：

CH₃OH 1 000 t/日

{ CO: 920 t = 740 000 Nm³ = 31 000 Nm³/時
{ H₂: 140 t = 1 570 000 Nm³ = 66 000 Nm³/時

NH₃ 1 000 t/日

{ N₂: 825 t = 660 000 Nm³ = 28 000 Nm³/時
{ H₂: 205 t = 2 300 000 Nm³ = 96 000 Nm³/時

となり量的には総合製鉄所の構内にて、十分充足可能な量である。

これら一連の諸事項が鉄鋼業界と化学工業界との業際間の障壁排除により、両業界渾然一体となつて、達成せられれば、鉄鋼業に根ざした日本に独特の C₁-化学工業及びアンモニア工業が成立するようになる。両業界首脳の御了解と、通産当局の強靱なる業際間潤滑操作によつて、本件の日本における成就を熱望してやまない。

文 献

- 1) T. HIRATANI: Chem. Economy & Engineering Review, 12 (1980) 2, p. 8
- 2) 日本経済新聞: 昭 52. 3. 11