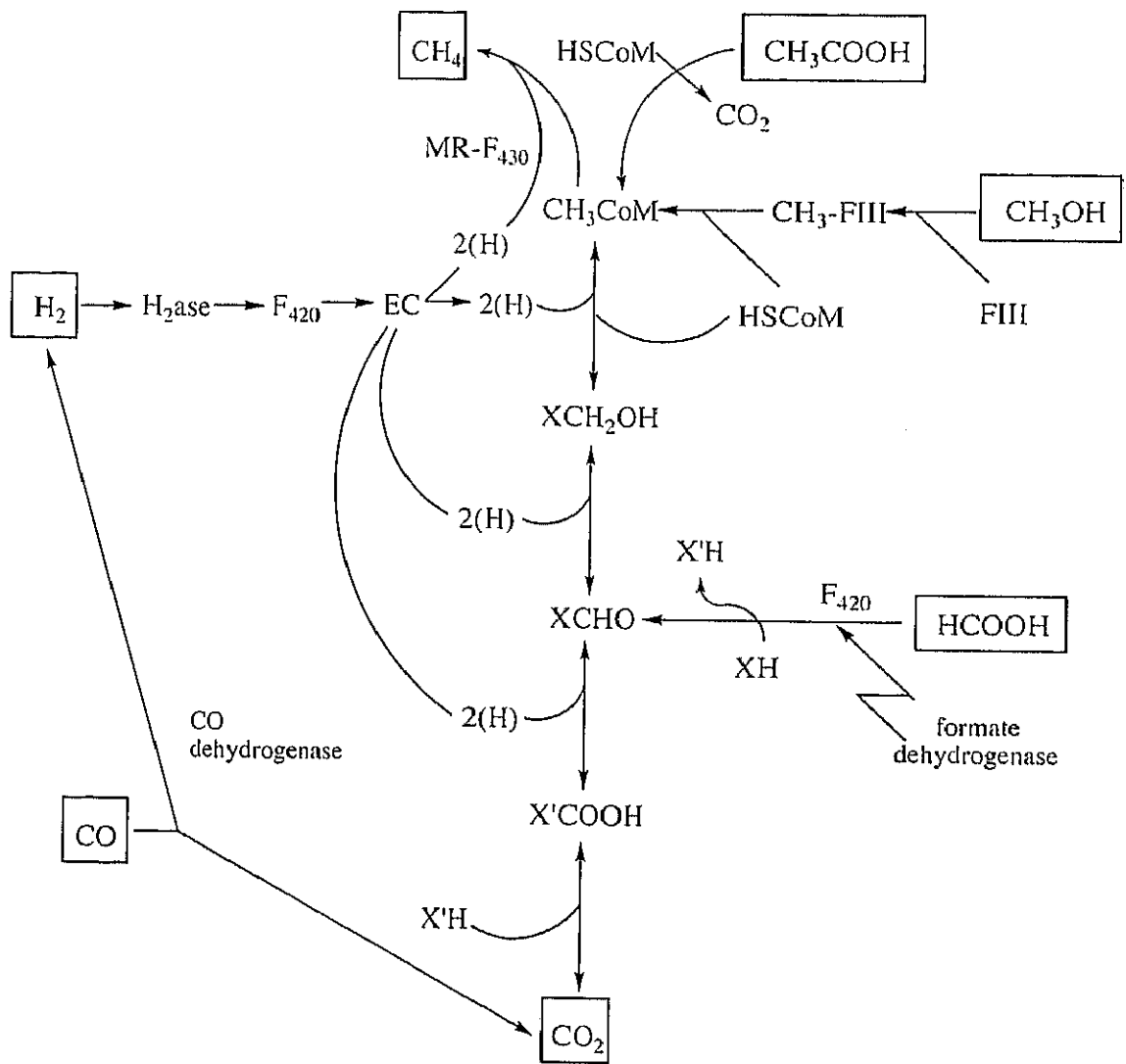


第1章 序論

廃棄物の嫌氣的処理法（メタン発酵）は、有機汚濁物質の処理法、生物資源のエネルギー変換法（メタン）として見直され、または、バイオリアクター、分離膜法などの実用化研究は進めている。メタン生成細菌そのものの基礎研究は、欧米では微生物、生化学などの分野の研究が活発に行われ、メタン生成細菌に関しては現在約 45 種が単離・同定された。また、メタンへの異化代謝経路は、Wolfe, R. S.ら（1979）の研究により、図 1-1（メタン生成経路）に示すような全貌が解明されつつある。ここではビタミン B₁₂、F₄₃₀ に注目したい。B₁₂（Co 含有テトラピロール化合物）、F₄₃₀（Ni 含有テトラピロール化合物）は図 1-1 に示したようにメタンへの反応に関与していることが最近明らかになる。これらの一連の研究により、メタン生成細菌が独特の補酵素及び酵素系を有していることが判明、このような観点から、メタン生成細菌の代謝系を利用したメタン以外の有用物質の生産が考えられる。

一方、主に人間活動に由来する二酸化炭素（CO₂）が近年に至り濃度上昇に伴う地球の温暖化を進行させ、気候の変化として地球環境に様々な悪影響を及ぼす恐れのあることが指摘され、CO₂ の回収、固定に関する研究は盛んになってきた。これらの膨大な量の CO₂ 処理法の一つとしてメタン菌が CO₂ と水素



X' : methanofuran; X : tetrahydromethanopterin;
 $HSCoM$: 2-mercaptoethanesulfonic acid (coenzyme M);
 F_{420} : deazaflavin; MR : methyl CoM methylreductase;
 $FIII$: 5-hydroxybenzimidazolylcobamide;
 H_2ase : hydrogenase; F_{430} : coenzyme F_{430} (nickel tetrapyrrole).

図 1-1. メタン生成経路

(H_2) からメタンを合成する能力に着目している研究がある(Thauer, R .K. and Fuchs, G. 1979; Wolfe, R. S. 1979)。 CO_2 と H_2 反応の生成物中、メタンはモルあたりの発熱量が高く、クリーンエネルギーとして利用できる。一般の嫌気性消化ガスには約 40%の CO_2 が含まれ、 CO_2 と H_2 の基質とするメタン菌により高純度で、エネルギー密度の高いメタンガスに変換することができる(Zhang, Z .Y. and Maekawa, T. 1994)。または、米国、中国などにおける石炭の埋蔵量は豊かであり、米国の場合、現在の使用率で計算すると、約 300 年間の埋蔵量がある(Klasson, K .T. et al 1992)。石炭ガスの組成は主に H_2 : 25 ~35%、 CO : 40~ 65%、 CO_2 : 1~ 20% 及び CH_4 : 0 ~7%であるので、発熱量は 4000 ~ 6000 kcal/Nm³ であり、メタンの発熱量はこれの倍である。エネルギー密度の高いメタンへの改質法として、昔からは化学触媒法が用いられてきた。メタン菌利用などの生物学的反応法は化学触媒法よりいくつかの利点が挙げられる。1)常温、常圧で反応するので、化学触媒反応法よりエネルギー及び設備の節約ができる。2)生物反応プロセスは、高生成物収率および生成物の特異性を持ち、副生産物も少ない。3)ガス中の H_2S のような微量汚染物質による阻害に対し、微生物の抵抗性が高い。

また、メタン菌を用いて CO_2 の固定、利用の他にビタミン B_{12} 、熱に安定性の高い酵素、新規な医薬品の生成がなされる(Mazumuder, T. K. et al 1987)。

ビタミン B₁₂ の生産について、これまでのプロピオン酸菌などの通性嫌気菌あるいは好気性菌を用いた発酵法と比較していくつかの利点がある。1) 従来に用いたプロピオン酸細菌より数倍以上高含有量、2) 安価な基質（メタノール、酢酸、CO₂ など）、3) プロピオン酸細菌では生産阻害の著しい有機酸を生成するのに対し、メタン生成細菌は阻害性のないメタンを生成する。したがって高濃度菌体培養系が得られやすいと考えられる、菌体の高密度化したメタン菌による新しい生産法が期待されている。

本研究は図 1-2a のような CO₂ の固定、未利用資源の有効利用の同時にビタミン B₁₂ 生産システム確立し、さらに、図 1-2b のような石炭ガスの改質(H₂, CO、CO₂ の混合ガスである石炭ガスから高密度の CH₄ への変換)の同時にビタミン B₁₂ 生産システムの構築が考えられる。

この目的を実現するために、メタン菌発酵液からビタミン B₁₂ の抽出と精製、正確かつ簡単でビタミン B₁₂ の定量分析、または、メタン菌菌体活性とビタミン B₁₂ の含量との相関関係、さらに二酸化炭素と水素を基質ガスとした高効率メタン発酵におけるビタミン B₁₂ の生産に関する研究上の知見は少ないのが現状である。これを狙って研究を進めて行きたいと考えている。

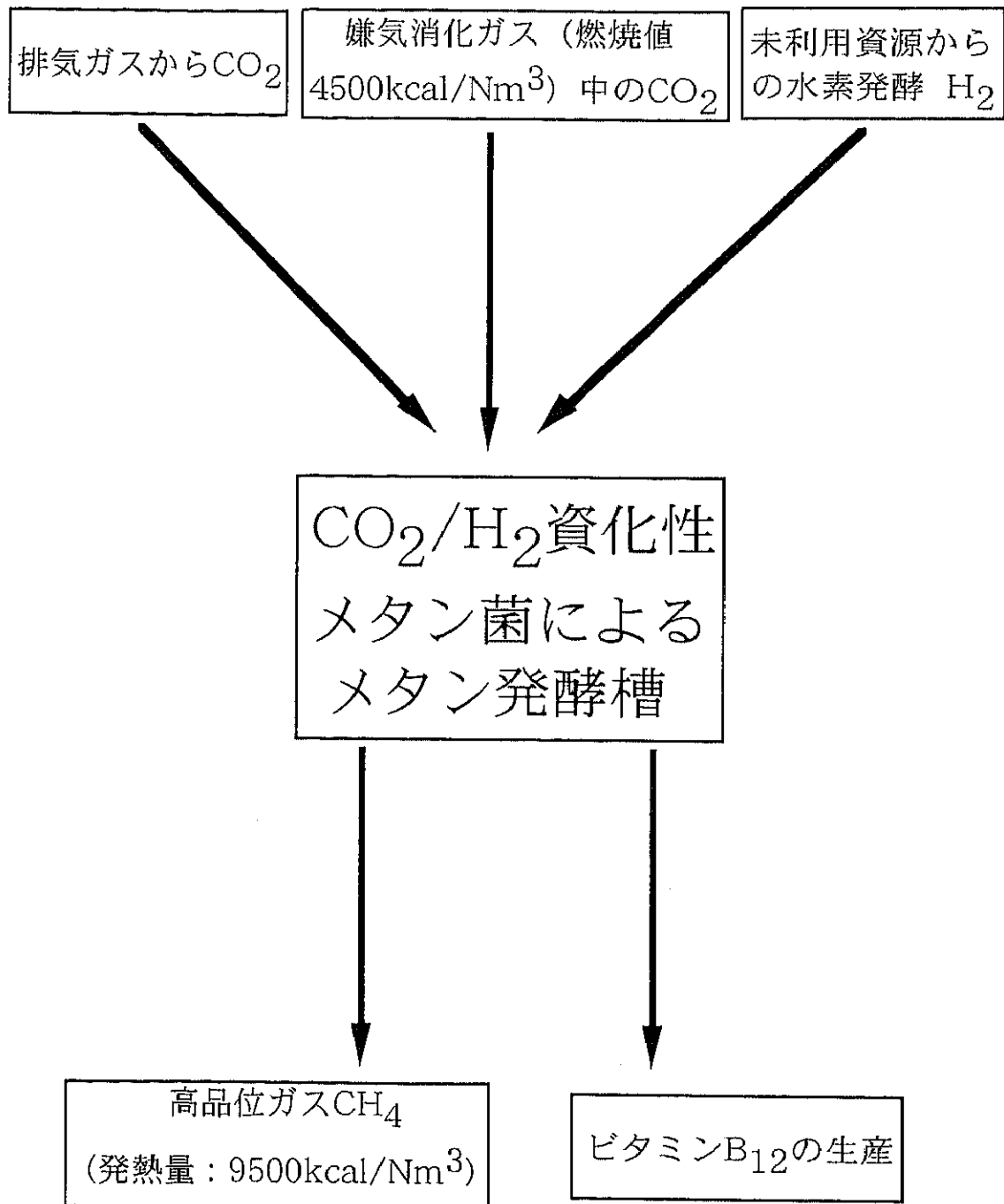


図 1-2a. CO₂ 固定化・ビタミン B₁₂ 生産システム

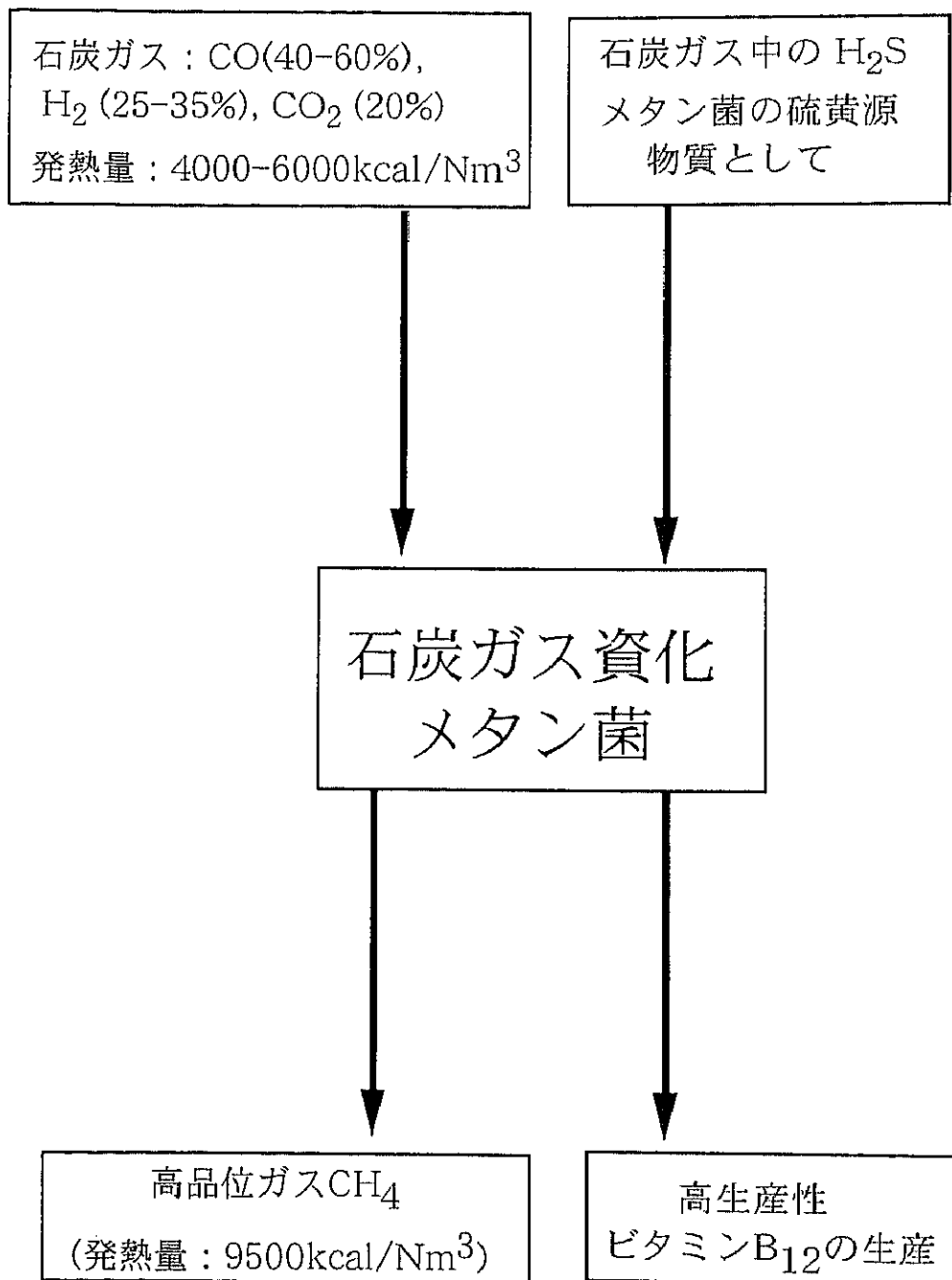


図 1-2b. 石炭ガス改質・ビタミン B₁₂ 生産システム