メタノール燃料電池の高効率運転方法についての考察

正員 津久井 勤 (日 立)
 正員 土井 良太 (日 立)
 正員 清水 利男 (日 立)

1. ま え が き

家庭用や産業用として、出力数 W～数 kW の軽量な可搬形電源あるいは移動用電源として、最適なメタノールを直接燃料とする燃料電池の開発研究が行われている^{(1)~(4)}。この燃料電池の特長は排ガスや騒音ならびに電気雑音がなく、燃料が廉価で取扱い性が良い点などである。

なおメタノール燃料電池には、電解液として酸性形とアルカリ性形とがあるが、燃料電池内に堆積物が生成しないで長寿命が期待できるという基本的な面で優れている⁽⁵⁾酸性形を取上げている。

ところで、燃料電池にとって最も重要な課題の一つは、効率良い運転をすることである。この運転を阻害するものの主原因は次のようである。すなわち、メタノール極(⊖極)に供給されるメタノール燃料が過剰になると電解質層を経て空気極(⊕極)(図1参照)に透過し、その結果、空気極で燃料の直接酸化が起り発熱を伴うと共に性能低下を招くことである。そのためメタノール燃料電池では、両極間にイオン導電性で燃料阻止機能をもつ隔膜として、陽イオン交換膜を挿入している。

そこで前報⁽⁶⁾では、メタノール極に供給するアノライト(燃料であるメタノールと希硫酸の混合液)中のメタノール濃度や電流密度を変えて、メタノールのイオン交換膜を透過する量を実験によって求めた。同時に、この膜を透過するメタノール量について理論解析

を行い、実験結果に良く一致することを報告した。また、燃料利用率〔後述の(3)式参照〕とアノライト中のメタノール濃度との関係ならびにイオン交換膜に要求される燃料の阻止機能などについて考察を加えた。

本論文では、前報⁽⁶⁾の内容を更に進めて、メタノール供給量(メタノール濃度とアノライト流量の積)とメタノール燃料電池の電池性能との関係でとらえ、高い燃料利用率で高性能を維持する高効率の運転が可能な領域について考察を加えた。

すなわち、燃料電池の一定電流負荷を例にとれば、燃料電池の高効率運転とは、電圧が高く燃料利用率の高い運転をすることである。メタノール極に供給するアノライト中のメタノール濃度とアノライト流量の積が、ある一定の値未満になると電圧が低下するようになる。この電圧が低下するまでの時点において、燃料利用率を検討した前報⁽⁶⁾の知見とを合せて、最も効果的な運転が可能なアノライト中のメタノール濃度とその供給量ならびに電流密度の範囲などを本論文で検討したものである。

このようなメタノール燃料電池の運転領域を検討した研究は他に例がなく、燃料電池のセル構成や燃料と空気供給のための補機容量を設計するうえにおいて、また電池の運転条件を決めるうえに極めて重要な事項である。本論文の考え方は、広く燃料電池や他の電解反応を伴う装置の開発にあたって応用できるものである。

2. メタノール燃料電池の原理と燃料利用率

酸性電解液形のメタノール燃料電池は図1に示すように、電解質層(イオン交換膜挿入)を介して触媒の添着されたメタノール極と空気極が配置される。

燃料室には燃料であるメタノールを供給するが、電

A Study of High Efficiency Operation in Methanol Fuel Cell.
 By Tsutomu Tsukui, Member, Ryota Dohi, Member & Toshio Shimizu, Member (Hitachi Research Laboratory, Hitachi Ltd.).

津久井 勤: 正員, (株)日立製作所日立研究所

土井良太: 正員, (株)日立製作所日立研究所

清水利男: 正員, (株)日立製作所日立研究所

図 1 メタノール燃料電池の原理図

Fig. 1. Principle of methanol fuel cell.

解液として希硫酸を用いていることもあって、これが電解質層から燃料室に流出するのを防止するために、あらかじめ燃料に希硫酸を混合したアノライトとして供給している。一方、空気室には酸化剤である空気を供給する。

以上の結果、各極ではそれぞれ以下に示す電気化学反応が行われる。

メタノール極 (⊖極) では

空気極 (⊕極) では

従って、メタノール極では炭酸ガスが生成し、電池上部より排出される。一方、空気極では水が生成し、空気室に送る過剰の空気と共に蒸気として排出される。このような電気化学反応において、アノライト中のメタノールの濃度、メタノールの供給量などの記号を図 1 内に示すように定義する。

この場合、燃料利用率 η_e は次式のように定義される。

$$\eta_e = \frac{\text{出力電流を得るのに必要な燃料の理論消費量}}{\text{全燃料消費量}}$$

$$= \frac{M_{11}}{M_0 - M_{12}} = \frac{M_{11}}{M_{11} + M_2} \dots \dots \dots (3)$$

ここに、 M_{11} は (1) 式とファラデー定数との関係から次式で示される。

$$M_{11}/S = 1.04 \times 10^{-4} J \text{ (mol/cm}^2 \cdot \text{min)} \dots \dots \dots (4)$$

ここに、 S : 有効電極面積 (cm^2), J : 電流密度 (A/cm^2)

また M_2 は前報⁽⁶⁾で述べたように、次式の成立することが知られている。

$$\frac{M_2}{S} = \frac{K_1 \cdot K_2}{K_1 + K_2} \left(C_M - \frac{1}{K_1} \cdot \frac{M_{11}}{S} \right) \dots \dots \dots (5)$$

ここに、 K_1, K_2 はそれぞれメタノール極、電解質層のメタノール透過係数 ($\text{mol/cm}^2 \cdot \text{min} \cdot \text{mol/l}$) である。なお、 ρ_1, ρ_2 をそれぞれの層のメタノール透過抵抗率

($\text{cm} \cdot \text{min/l}$) としたとき、 K_1, K_2 はそれぞれ $1/\rho_1 d_1, 1/\rho_2 d_2$ で表されるものである。

従って、前述の燃料利用率 η_e は (4), (5) 式を用いて次式で示される。

$$\eta_e = \frac{1 + K_2/K_1}{1 + 0.962 \times 10^4 K_2 C_M/J} \dots \dots \dots (6)$$

3. メタノール燃料電池のセル性能の検討

〈3・1〉 実験の方法 図 2 は単セル構成の測定系を示す。単セルは (1) タンタル金網基体に触媒を添着した両電極 (電極面積 $S=125\text{cm}^2$) と電解質層としての陽イオン交換膜 A (ポリスチレン・ジビニルベンゼン共重合系の樹脂をベースにスルホン酸基をもつイオン交換膜, メタノール透過係数 $K_2=5.0 \times 10^{-6} \text{mol/cm}^2 \cdot \text{min} \cdot \text{mol/l}$) の組合せのもの、(2) 多孔質カーボン基体に触媒を添着した電極 (電極面積 $S=1,225\text{cm}^2$) と、電解質として陽イオン交換膜 B (ポリスチレンジビニルベンゼン系にポリブタジエンを付加した樹脂をベースにスルホン酸基をもつイオン交換膜, メタノール透過量 $K_2=1.0 \times 10^{-6} \text{mol/cm}^2 \cdot \text{min} \cdot \text{mol/l}$) の組合せのものの 2 種類である。電解液として 3mol/l の希硫酸を用い、セル温度 60°C (メタノールの沸点と汎用の電源であることを考慮して設定) で運転した。

単セルの場合、セル温度の上昇は小さいので、セルの両外部に設けたウォータージャケットに温水を供給して規定のセル温度を維持した。

実験にあたっては、燃料室に供給するアノライトをポンプで循環し、アノライト中のメタノール濃度の変化が小さくて済むようアノライトタンクを十分大きくした。一方、空気室に供給する空気はブロワによって規定のセル温度を維持した。

実験にあたって、まず電極基体がタンタル金網の場合についてアノライト流量を一定とし、電流密度をパラメータにとった場合のアノライト中のメタノール濃度とセル電圧との関係を求めた。次いで、アノライト中のメタノール濃度を一定としアノライト流量をパラ

図 2 測定系構成図

Fig. 2. System flow for experiment of fuel cell.

メータにとった場合の電流密度とセル電圧との関係を調べる実験を行った。また、電極基体が多孔質カーボンの場合について、電流密度を一定とし、アノライト流量をパラメータにとった場合のアノライト中のメタノール濃度とセル電圧との関係などを検討した。これらの実験により、電池性能とアノライト流量、メタノール濃度ならびに電流密度との関係を求め、燃料利用率が高く、高性能で運転可能な条件について考察した。

(3.2) 実験結果と検討

(1) 実験結果 前述の電極基体にタンタル金網を用いたセル構成で、アノライト流量一定で電流密度をパラメータにとり、アノライト中のメタノール濃度とセル電圧との関係を図3に示す。また、アノライト中のメタノール濃度が一定で、アノライト流量をパラメータにとり、電流密度とセル電圧との関係を図4に示す。同図でセル電圧は各電流密度において、図3に示すようなセル電圧の極大値を1.0とした相対値で示した。

次に、電極基体に多孔質カーボンを用いたセル構成で、電流密度一定でアノライト流量をパラメータにとり、アノライト中のメタノール濃度とセル電圧との関係を図5に示す。同じく電流密度一定でアノライト中のメタノール濃度をパラメータにとり、アノライト流

図3 メタノール濃度とセル電圧の関係

Fig. 3. Relation between methanol concentration and cell voltage.

図4 電流密度とセル電圧の関係

Fig. 4. Relation between current density and cell voltage.

量とセル電圧との関係を図6に示す。なお、図5、図6でセル電圧は電流密度 60 mA/cm^2 において、図3に示したようなセル電圧の極大値を1.0とした相対値で示した。

図3に示したように、セル電圧はアノライト中のメタノール濃度に対して極大値を示し、メタノール濃度の高濃度側と低濃度側で低下している。また、電流密度が大きくなると極大値が小さくなり、アノライト流量が一定のため極大値がメタノールの高濃度側に移る。メタノール濃度の高濃度側でセル電圧の低下が見られるのは、第1章にも述べたように電解質層をとおして余剰のメタノール M_2 が浸透し、空気極で直接燃焼を起こし、空気極の電位を低下させるためである⁽⁶⁾。当然ながら、この領域での燃料利用率は低くなる。一方、メタノール濃度の低濃度側でセル電圧の低下が見られるのは、メタノール極へのメタノール供給不足に伴う濃度分極によるものである。このような、メタノール極へのメタノール供給不足による性能低下は、図4～図6にも示されている。燃料利用率の点からみると、(6)式に示したようにメタノール濃度の低下に伴って高くなる。

燃料電池の運転にあたって、高い燃料利用率で高性能を維持するには、上記結果からメタノール濃度が低く、しかもセル電圧の低下がない状態の臨界点近傍の条件を選ぶことになる。このような状態では、メタ

図5 メタノール濃度とセル電圧の関係

Fig. 5. Relation between methanol concentration and cell voltage.

図6 アノライト流量とセル電圧の関係

Fig. 6. Relation between flow rate of anodic electrolyte and cell voltage.

ノール極へのメタノール供給不足によるセル電圧の低下を招かない。従って、次にこれらの運転条件について検討する。

(2) セル性能の低下しない臨界条件の検討 高いセル性能を維持し、燃料利用率の高い運転を行うための条件は、前述の実験結果よりセル性能の低下しない臨界条件を検討することである。

まず、図3、図4から高いセル電圧を維持しているアノライト中のメタノール濃度の低濃度側の臨界値を臨界メタノール濃度 C_{MC} として、対応する各電流密度 J に対してプロットし図7に示す。これより一定値 a_1 に対して次式が得られる。

$$J = a_1 C_{MC} \dots \dots \dots (7)$$

すなわち、一定値 a_1 が決まれば(7)式が成立するアノライト中のメタノール濃度と電流密度との関係で臨界値が定まることになる。

また、図4から高いセル電圧を維持しているアノライト流量 Q_{MC} に対して対応する電流密度との関係が得られ、プロットして図8に示す。これより一定値 a_2 に対して次式が得られる。

$$Q_{MC} = a_2 J \dots \dots \dots (8)$$

この場合にも一定値 a_2 が決まれば、(8)式が成立

する範囲で電流密度とアノライト流量との関係で臨界値が決まることになる。

次に、図5から極大値を示すセル電圧を維持しているアノライト中の臨界メタノール濃度 C_{MC} に対応する各アノライト流量 Q_{MC} との関係が得られる。また、図6から同じく高いセル電圧を維持している臨界アノライト流量 Q_{MC} が対応する各アノライト中のメタノール濃度 C_{MC} との関係が得られる。これらの関係をプロットして図9に示す。同図より次式が得られる。

$$Q_{MC} = M_c / C_{MC} \rightarrow M_c = C_{MC} \cdot Q_{MC} \dots (9)$$

すなわち、一定値 M_c は高性能を維持し、燃料利用率の高い状況で運転可能な限界値を示すメタノール供給量と称することにする。

以上の結果から次式が導かれる。

$$M_c = C_{MC} \cdot Q_{MC} = \alpha \cdot J \dots \dots \dots (10)$$

ここに、 α は定数でメタノール極の電極基体の種類や厚みなどによって違いが見られる。

今回の実験によって得られた結果を図10に示す。なお、図中の理論メタノール消費量は(4)式で得られる。これより、 α は電極基体がタングステン金網の場合には $2.13 \times 10^{-2} d_1$ (mol/A $\cdot$ min) (ここに、 d_1 は図1に示

図7 メタノール濃度と電流密度の関係
Fig. 7. Correlation between methanol concentration and current density.

図9 メタノール濃度とアノライト流量の関係
Fig. 9. Correlation between methanol concentration and flow rate of anodic electrolyte.

図8 電流密度とアノライト流量の関係
Fig. 8. Correlation between current density and flow rate of anodic electrolyte.

図10 電流密度と限界メタノール供給量の関係
Fig. 10. Correlation between current density and critical supplied quantity of methanol.

したメタノール極の厚さ), 多孔質カーボンの場合には $1.83 \times 10^{-4} \text{ mol/A} \cdot \text{min} = 3.66 \times 10^{-3} d_1 \text{ (mol/A} \cdot \text{min)}$ となる。なお、電極面積が大きくなると燃料の分配が悪くなって α が大きくなると考えられるが、電極面積の大きい多孔質カーボンでむしろ α が小さいことから、燃料の分配が良好であったことを示している。

ところで、同図に示した理論メタノール消費量の α は $1.04 \times 10^{-4} \text{ mol/A} \cdot \text{min}$ であるから、電極基体がタンタル金網で $2.05 \times 10^2 d_1$ 倍, 多孔質カーボンで 1.76 倍メタノール極に供給していることになる。

メタノール燃料電池では図 2 に示したように、アノライトを循環しているのでメタノールの損失にはならないが、循環量が多くなると循環ポンプ容量も大きくなるので好ましくない。

同図に示したように、電極基体の種類によって α に差が見られるが、電極厚みの大きい多孔質カーボンで小さい。

メタノール極では、電極基体を通して液体であるメタノールの拡散供給と炭酸ガスの排出がある。同一種類の電極基体では前述のように α は厚みに比例するが、電極基体が変わると基体の気孔率も撥水性も違うので、これがメタノールの供給と炭酸ガス排出にとって、最も好ましい状況で理論メタノール消費量の α に近づくものと思われる。メタノールの供給と炭酸ガスの排出のうち、メタノールはぬれ性が良く電極基体の種類による α への影響は小さいと見られるが、炭酸ガスが効果的に排出されず基体中に滞留するようなことがあると α が大きくなると考えられる。

4. 高性能を維持し、燃料利用率の高い運転条件の考察

〈4・1〉 理論的考察 燃料電池の高性能を維持し、燃料利用率の高い運転は、とりもなおさずエネルギー効率の良い運転を意味し、この運転条件について以下に考察する。

エネルギー効率の良い運転を行うには、前述の (10) 式で示される限界メタノール供給量 M_c 以上のメタノール M を供給すればよいことになる。すなわち、次の関係で表される。

$$M = C_M \cdot Q_M \geq M_c \quad \dots\dots (11)$$

従って、メタノール極に供給するアノライト流量 Q_M は次式で表される。

$$Q_M \geq M_c / C_M = \alpha J / C_M \quad \dots\dots (12)$$

ところで、 C_M は (6) 式より次式が導かれる。

$$C_M = \frac{1.04 \times 10^{-4} J \left(\frac{1}{K_1} + \frac{1 - \eta_e}{K_2} \right)}{\eta_e} \quad \dots\dots (13)$$

従って、(12)、(13) 式よりアノライト流量の最低値 Q_{MA} が次式のように導かれる。

$$Q_{MA} = \frac{\alpha}{1.04 \times 10^{-4}} \frac{K_1 K_2 \eta_e}{(K_1 + K_2) - K_1 \eta_e} \quad \dots\dots (14)$$

以上の結果から、エネルギー効率の良い運転を行うためのアノライト流量は次式によって示される。

$$Q_M \geq \alpha J / C_M \geq Q_{MA} \quad \dots\dots (15)$$

〈4・2〉 実験結果を踏まえた運転条件についての考察

まず、前節で得られた各式について検討する。(13) 式からアノライト中のメタノール濃度 C_M は燃料利用率 η_e をパラメータとして K_2 との関係が得られ、その結果を図 11 に示す。同図に示すように、メタノール濃度の高いところで、しかも燃料利用率を上げた運転には K_2 を小さくする必要がある。また、それほどメタノール濃度の高いところでなければ、メタノール極の K_1 を小さくすることによっても効果のあることがわかる。このためには、メタノール透過抑制層などの処理を電極基体に施すことなどが考えられる。

次に、燃料利用率 η_e に対して最低アノライト流量 Q_{MA} は (14) 式で得られ、電極基体が多孔質カーボン使用の場合、図 12 のように示される。同図から、最低アノライト流量は燃料利用率を上げた運転の場合に大きくなり、 K_1, K_2 が小さくなれば (例えば、今回実験に使用した陽イオン交換膜 A に比べ陽イオン交換膜 B は小さい) 少なくて済むことになる。

これらの結果をもとに、高効率で運転できる領域をメタノール濃度と電流密度を変えた場合のアノライト流量との関係 [(15) 式] で示し、それぞれ図 13、図 14 に示す。これらの図はいずれも電極基体が多孔質カーボンで K_1 が $3.3 \times 10^{-5} \text{ mol/cm}^2 \cdot \text{min} \cdot \text{mol/l}^{(6)}$ の場合について示したものである。また、 Q_{MA1} と Q_{MA2} は図

図 11 メタノール濃度とメタノール透過係数の関係

Fig. 11. Relation between concentration of methanol and methanol fuel permeability.

図 12 燃料利用率と最低アノライト流量の関係
Fig. 12. Relation between fuel consumption and minimum flow rate of anodic electrolyte.

図 13 高効率運転領域を示すメタノール濃度とアノライト流量の関係
Fig. 13. Relation between methanol concentration and flow rate of anodic electrolyte for high efficiency operation of fuel cell.

図 14 高効率運転領域を示す電流密度とアノライト流量の関係
Fig. 14. Relation between current density and flow rate of anodic electrolyte for high efficiency operation of fuel cell.

12 から燃料利用率 η_e が 0.9 において、今回使用した陽イオン交換膜 A と B の場合について、それぞれ最低アノライト流量 Q_{MA} を示す。

図 13 は燃料電池の一定負荷運転に対して利用でき

るもので、アノライト中のメタノール濃度とアノライト流量との関係を電流密度 60 mA/cm^2 の場合について示したものである。 P_1, P_2 で示した領域で $\eta_e \geq 0.9$ の運転が可能となる。同図に示すように、 K_2 の小さい陽イオン交換膜 B を使用した場合、メタノール濃度の高いところで、かつアノライト流量を少なくして運転できることになる。実際、陽イオン交換膜 A を使用し、燃料利用率 $\eta_e \geq 0.9$ で運転する場合には、メタノール濃度 0.2 mol/l 近傍でアノライト流量が $0.09 \sim 0.15 \text{ ml/cm}^2 \cdot \text{min}$ が必要である。ところが、この場合にはメタノール濃度が低いため、図 2 に示した構成で燃料タンクからアノライトタンクへの燃料の供給が頻繁になることや、アノライトタンクを大きくする必要がある。更にアノライト流量が大きくなるなどの短所を伴う。

これに比べ、陽イオン交換膜 B を用いるとメタノール濃度が約 2 倍にできることに加えて、アノライト流量も $1/3 \sim 1/5$ で済み、アノライトタンクや、アノライト循環ポンプ容量の小さいものが使用できるようになった。

図 14 は、電流密度とアノライト流量との関係をアノライト中のメタノール濃度をパラメータとして示したものである。同図は燃料電池のアノライト中のメタノール濃度を一定に制御し、負荷電流を変えた運転を行うときにアノライト流量をいくらにすればよいかの判断に利用されるもので、図中 R_1, R_2 ならびに W で示した領域で、アノライト流量を選べば燃料利用率 η_e を 0.9 で運転できることになる。

同図で陽イオン交換膜 A の場合、アノライト中のメタノール濃度を 0.3 mol/l に制御して運転した場合、図中の R_1 で示す領域内の電流密度 J が 60 mA/cm^2 以上で燃料利用率 $\eta_e \geq 0.9$ の運転ができる。このとき、アノライト流量は $0.05 \text{ ml/cm}^2 \cdot \text{min}$ 以上必要になる。これがメタノール透過係数の小さい陽イオン交換膜 B の場合には、燃料利用率 $\eta_e \geq 0.9$ に対して同じように電流密度 J が 60 mA/cm^2 以上であっても、図中 W の領域で示すようにメタノール濃度が 0.8 mol/l と高くとれる。このときアノライト流量も $0.02 \text{ ml/cm}^2 \cdot \text{min}$ 程度と軽減される。

燃料電池の運転でどの程度の範囲で負荷を変えるかにもよるが、ほとんど定負荷運転と見なし得る場合には陽イオン交換膜 B を使用し、 W の領域で運転できる。広い範囲の負荷で燃料利用率の高い運転を行う場合には、同じく陽イオン交換膜 B を使用し、 R_2 の領域で運転することになる。この場合には、電流密度が

20 mA/cm² 以上で対応できるので広い範囲で高効率運転が可能である。

以上、燃料電池を高効率で運転する場合のアノライト中のメタノール濃度や、アノライト流量の範囲につき、電流密度や使用している陽イオン交換膜のメタノール透過性との関係で述べてきた。しかし、それは単セルの実験から得られた結果に基づいて述べたものである。ところが、実用の燃料電池は単セルを多数積層した構成よりなっている。そのため、電池の設計にあたっては、燃料や空気の各セルへの分配の均一化や燃料供給制御上の問題があり、実用的にはアノライト流量やメタノール濃度に制約があるので、これらを十分考慮する必要がある。従って、負荷の範囲がどうかなど、使用状況を勘案し、最も効果的でコンパクトになるようアノライトタンクや補機の選定、ならびにアノライト中のメタノール濃度やアノライト流量を決める必要がある。本論文はこれを決めるにあたっての基本となる指針を示している。

5. む す び

メタノール燃料電池にとって最も重要な課題の一つは、効率良い運転を行うことである。この運転にとって欠かせない運転条件について、理論的ならびに実験による検討の結果得られた主なる結論を下記に示す。

(1) 電流密度 J とアノライト(燃料であるメタノールと希硫酸の混合液) 流量 Q_M を一定として、アノライト中のメタノール濃度 C_M を下げていくとセル電圧が低下するようになる。パラメータを種々変えた一連の実験でも電圧が低下する直前のアノライト流量 Q_{MC} と、アノライト中のメタノール濃度 C_{MC} との積を限界メタノール供給量 M_C とすれば次式の成立することがわかった。

$$M_C = C_{MC} \cdot Q_{MC} = \alpha J$$

ここに、 J : 電流密度

α は定数でメタノール極の電極基体がタンタル金網の場合に $2.13 \times 10^{-2} d_1 \text{ mol/A} \cdot \text{min}$ (d_1 は電極厚み)、多孔質カーボンの場合に $1.83 \times 10^{-4} \text{ mol/A} \cdot \text{min}$ が得られた。この値は燃料の触媒層への拡散と生成炭酸が

スの排出条件に関係するものである。

(2) 燃料電池を効率良く運転する場合のアノライト流量 Q_M は、上記実験結果と燃料利用率の理論的検討結果から次式が得られた。

$$Q_M \geq M_C / C_M = \alpha J / C_M \geq Q_{MA}$$

ここに、 Q_{MA} は最低アノライト流量と称し、次式で示される。

$$Q_{MA} = \frac{\alpha}{1.04 \times 10^{-4}} \frac{K_1 K_2 \eta_e}{K_1 + K_2 - K_1 \eta_e}$$

ただし、 η_e : 燃料利用率, K_1, K_2 : それぞれメタノール極と陽イオン交換膜のメタノール透過係数

(3) 上記の結果より、一定負荷時のアノライト中のメタノール濃度とアノライト流量との関係ならびにメタノール濃度一定時の電流密度とアノライト流量との関係を求め、効率良く運転できる領域を示した。

以上の結果をもとに、メタノール燃料電池として経済性とコンパクト化からみた補機設計がなされることになる。本論文の結果が示すように現用の陽イオン交換膜によっても、燃料利用率の高い運転は可能であるが、補機容量の低減には更にメタノール透過量の小さい膜の開発も必要である。

また、本論文の内容は他の燃料電池や電解反応を利用した装置の開発研究にとっても応用できるものである。

(昭和 62 年 2 月 17 日受付, 同 62 年 6 月 11 日再受付)

文 献

- (1) 津久井・田村:「液体燃料使用の燃料電池」, 電学誌, 104, 40 (昭 59-1)
- (2) G. Ciprios: "The Methanol-Air Fuel Cell Battery", Inter-society Energy Conversion Engi. Conf., p. 9 (1966-11)
- (3) 中村:「白金ス担持カーボン電極のメタノール電極酸化活性」, 電気化学協会研究発表会 No. A.304 (昭 59-4)
- (4) 本尾, 他:「メタノール燃料電池の試作」, 昭58電気化学合同秋季大会 No. F214
- (5) 津久井・加茂:「メタノール燃料電池」, 省エネルギー, 37, 15 (昭 60-7)
- (6) 津久井・土井・清水:「メタノール燃料電池の燃料利用率向上法に関する考察」, 電学論 B, 105, 1033 (昭 60-12)