

# 運動量流の集束

柗 原 健 明

(受理 昭和54年5月31日)

## A CONCEPT OF CONDENSER FOR MOMENTUM FLOW

Kenmei KUKIHARA

A concept of devices which can cocentrate flow is given for energy conversion.

### 1. 序

流体を対象とするエネルギー変換装置の原案を示す。目的はいくつかあり、流体の運動エネルギーを、他のエネルギーへ変換する装置としては、従来のプロペラ、タービンよりも、はるかに大きなエネルギーを、風、潮汐、海流などから得ることを目的とする。

そして、逆変換の面からは、大運動量流の生成を、小装置で行わせ、高推力発生を目的とする。

### 2. 自然界の流体について

一般に、流体の運動量密度は、人間の用に対して稀薄である。空中に浮上する為には、高速、長大な翼やローター等を必要とする<sup>1)</sup>。

風力エネルギー、潮汐エネルギー、海流エネルギーのコスト高<sup>2)</sup>とされた原因も、運動量密度の低さにある。流れを集束する技術の創出は、努力の対象とされてよい。

人工物の大きさからみたととき、自然界の流れの態様で、最も普通のものは、水平一様流である。

この運動エネルギーは、昔から<sup>3)</sup>、プロペラ等により、ほぼ装置の断面程度の流束について利用がなされてきた。あるいは、図1のものが、黒潮発電用に考えられている<sup>2)</sup>。又、同様のダクトによって、風車エネルギーを数倍に高める研究がなされている<sup>3)4)</sup>。

流れを、全て利用する為に、完全な集束を行わせる



図2 フランスの潮汐発電所<sup>5)</sup>

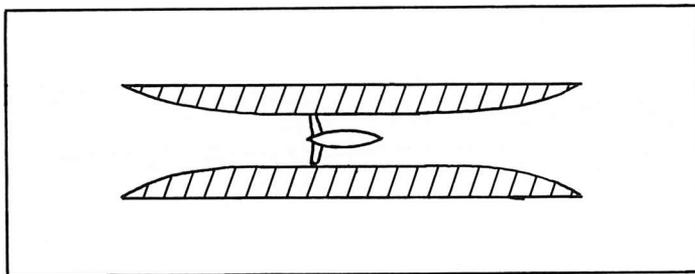


図1 ダクトによる集束<sup>2)</sup>

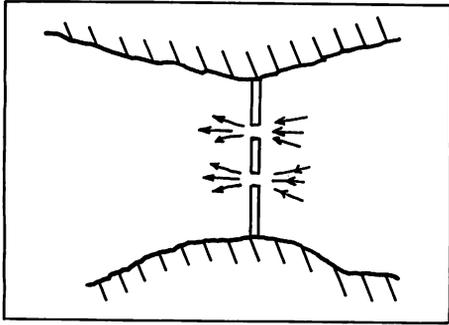


図3 ダムによる集束

ものもある。図2又は図3の様に、自然の地形やダムが利用される。

我々は、長大なダムの建設なして、図3のタイプの流線に少しでも近いものを実現する小装置の可能性を探したい。

しかしながら、ダムによる集束が完全かどうかには、注意が要る。なぜなら、運動量の集束の意味では、本来、完全な集束というものはありえない。ベルヌーイの定理又はエネルギー保存則が運動エネルギーに上限を与えるからである。ダムは集束の他に、運動量を圧力又は水位のエネルギーに変換すること、及び、それによるエネルギーの貯蔵の役割をも、同時に有しているのである。それ故、集束といえども、流れの速度に応じたある限度内に限られている。図3にしても、通水路から離れた水域の流線は、流速の遅さから余り意味はない。潮汐エネルギーはダムによるせき止めの効果で、大半は水位差となる、しかし貯蔵<sup>6)</sup>は6時間以内でしか意味がないので、図2の発電所には通水路が多数(24路)設けてあり<sup>2)</sup>、低落差大流量の発電がなされている。

### 3. 原 案

問題は、無数に多様な解の内から、材料の最も少い解を選ぶことであるが、自由度無限大の力学系である上に、現実の流体は、粘性の為に複雑である。

そこで、出発点を、完全流体についての自明な解にとる。この解から、材料を可能な限り削っていくことにする。ダム建設の他にも自明な解がある。目標の流線に沿って、側壁(2次元流)又は管壁(3次元流)を設けることである。高集束と低抵抗を重要方針として、凡そ、図4に到達するであろう。これを原案とする。

ノズル(又はコレクター)列とディフューザー列とを、一軸上に組合わせたものになっている。

完全流体についてなら、必要な集束度まで、但し、2節で述べた速度に応じた限界はあるが、ノズル、ディフューザーを増せばよい。

しかしながら、現実の流体については、抵抗の増や費用の増という限度もある。諸元は実験によらねばならない。本報告はこの様な実験の動機付けが目的である。普通の流体機械と異なるのは、内部流れと外部流れとが、流れのパターンの形成に、同等の役割を果しているということである。現実の流体に於ては、単独のコレクター、ディフューザーの集束拡散能力を、非常に大きくすることはできない。これらを配列することが有利さを生む状態をつくるには、内外両流れに、互に、よい形の決定を助け合わせさせる要がある。

### 4. 運動エネルギーからの変換

図4の中心部にタービンが置かれる<sup>7)</sup>。既にダクト

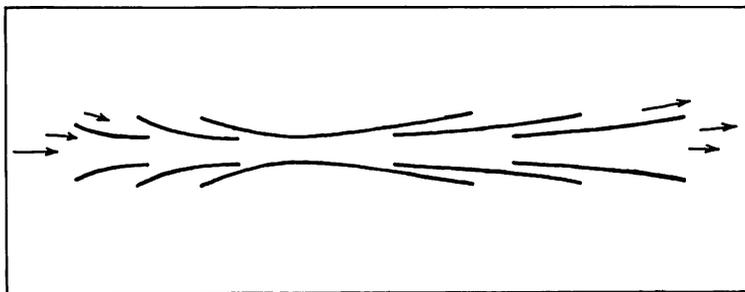


図4 原 案

のみで、風車能力を数倍に高めることは述べた。ここで仮に、原案の構想で流れの集束を 5:1 位はいけるとしてみよう<sup>9)</sup>。タービンには速度の 2 乗に比例する運動エネルギーが、単位時間当たり速度に比例してやってくるので、結局、同断面の風車の 5<sup>3</sup>~100 倍位のエネルギーを得ることになる。

100~1000 倍の能力を持たせるという強力なアイデアは、既に米国に存在し実験段階にある。

Yen の考案による トーネイドタイプと呼ばれる垂直軸型の風車である<sup>9)9)</sup>。側面にスリットを持つ中空の塔とタービンから成り、人工たつまきを発生させる。

## 5. 推力発生装置

中心部にファン又は燃焼室を設けることにより、本装置は推力を生む。出力の一部を圧縮器に戻す経路として、タービン軸でなく、後流から外部流れ、そしてコレクターへという流れパターンが、対気速度によるラム効果を助けると推定する。非常な高速でしか、役に立たないラムジェットを改良する可能性がある。もう 1 つは、本装置の流れは、運動量又は速度分布の勾配が緩かなことである。旅客機のエンジンが、ターボジェットから、現在ではターボファンジェットに、とって代ったことによって、燃費、即ち運動量への変換効率が上り<sup>10)</sup>、騒音も減少させたのは、排気速度分布が緩かになった為ではないだろうか。

本案が、低速でも有用なエンジンとして、少なくとも超小型なら有望ということ、これは米国のある市販品から期待される。それはプロパンガスのバーナーを、燃焼室に吹き込むのみの単純なものである。モーターグライダーの推力位にはなる。後方のみ開放(排気孔)の管状燃焼室に対して、推力方向とは垂直方向に付属するノズル列が混合気を吸き込む仕組である<sup>11)</sup>。ラム効果は全く利用されず、液化ガスの蒸気圧が圧縮を支持している。

## 6. 集束の一般論

荒い議論で、観点を一般化して展望を得てみる。

技術の目的を効果対費用大の装置を得ることとする、集束装置は、なるべく単純小型の機器になり、広い範囲の流域にまで直接の作用は及ばない。集束を流体自身が行うような流れの場が要る。その流れは、小

機器でしかも小さなエネルギーで制御されるのであるから、なるべく少数のパラメーターで規定され、又エネルギー的に安定で、散逸のない、多小のじょう乱には耐え得るようなものである。つまり、自然界でも、発生ひん度は高く、ある寿命を持ち、肉眼でパターンを認識し易い。おなじみの、ということになる。一樣流プラス簡単な渦である。安定の為には、少くとも速度分布の勾配に急変がないのがよい。機器自身の壁は局所的な急変をつくり、内部流れにとっては設計の困難となるが、流れ全体としての急変のないパターン形成の為であり障害とみなしてはいけない。

渦のつくり方には無数の可能性がある。トーネイドタイプの場合は、ただ 1 本の渦糸、我々のものは、一樣流に 1 個の渦輪の重ね合わせとみなすと、単純さは充分である。最近<sup>12)</sup>、米国で別な新案が発表された。大きなデルタ翼に大きめの迎え角を持たせ、2 本の逆転する渦糸を発生させる。航空機の翼端から後方へたなびく渦糸と同様のものである。渦糸軸と一致する回転軸のプロペラ計 2 個と、垂直尾翼が付属する。

トーネイドタイプも、渦の軸とタービンの軸は一致している。たつまきの角運動量から直接エネルギーを得るのではなく、遠心力による低気圧へ吹込む局所的な(集束された一樣流というべきか)気流、もしくは上昇気流でタービンを回している。渦糸の一端は地表のタービンにあり、上端は風下へ吹き流されているので、この、上空の風による吹き流しが、エネルギー供給源の 1 つと推測される。この推定が、もし正しいのなら、更に次のことが推論される。航空機の誘導抵抗は、エネルギーの消耗であるが、この場合の吹き流しは、風でなく航空機自身が供給した(渦糸の軸方向成分)気流のエネルギーが利用されることもなく捨てられている、といったことはないであろうか。そうであれば、翼面の渦糸の軸方向の(必ずしも翼端へ向う流れとは限らない)流れをなくせば、誘導抵抗の一部はなくなり省エネルギーになるのではないだろうか。

## 7. ま と め

流れの集束の為に、図 4 の装置を提案した。

### 注 及 び 文 献

- 1) 水中のスクリュウは例外的に小径でよい。
- 2) 鴨川浩：日本の科学と技術 1-2, Vol. 20, No. 195, 45, 財団法人日本科学技術振興財団, 1979.

- 3) 風エネルギーの利用に関する調査, 科学技術庁資源調査所, 昭和53年3月.
  - 4) R. A. Oman, K. M. Foreman, WIND ENERGY CONVERSION SYSTEMS p. 96, U. S. Department of Energy, 1973.
  - 5) 昭和42年3月, 筆者撮影, 視察.
  - 6) 揚水発電も運転サイクルの中に, わずかだが含まれている.
  - 7) 図4の中心付近をノズルとするジェットポンプのダクトがあれば, タービンは他所に据えられる.
  - 8) 文献2によると, ダクトのみの案で既に3:1とされている.
  - 9) G. T. Reynolds, PHYSICS TODAY "Energy research for physicists", Dec. 1976.
  - 10) 同時に巡航ミサイルの脅迫力を増した. K. ツィピス, サイエンス "巡航ミサイル", Vol. 7, No. 4, 1977.
  - 11) ノズル列はガスバーナーの発展したものにみえる.
  - 12) P. M. Sforza, VORTEX AUGMENTORS FOR WIND ENERGY CONVERSION, U. S. Department of Energy, Nov. 1976., 科学技術文献速報で紹介されたのは, 本年5月である.
-