アルキメデスの原理とパスカルの原理

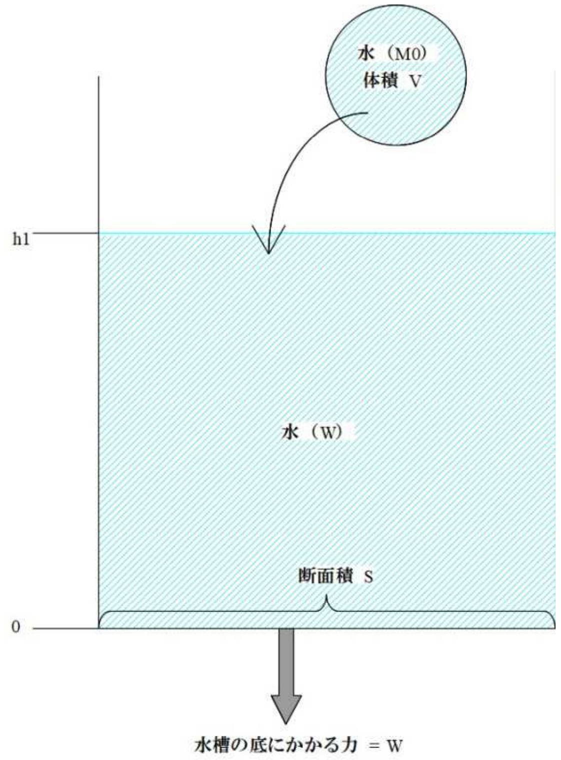

図１

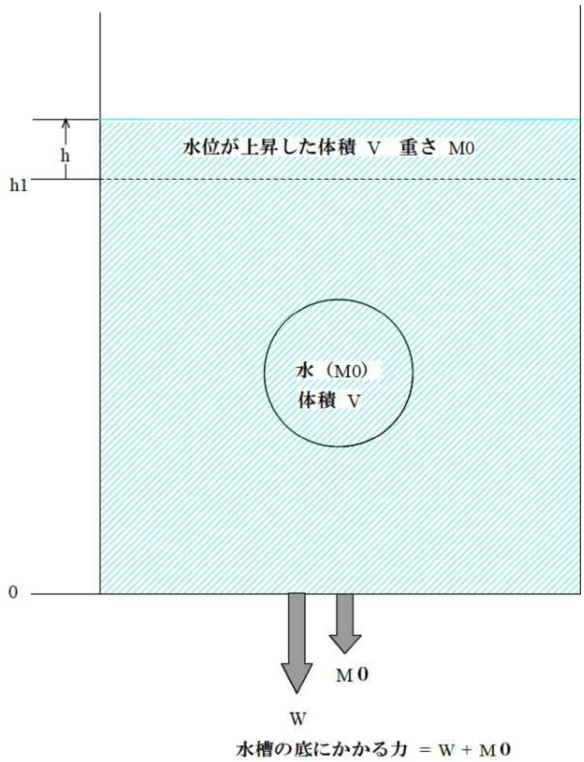

図２

（１）　水槽を準備する（図１）

断面積Ｓの水槽に重さＷの水を入れたら、水の高さはh1 になった。水槽の底全体では、水の重さＷ の力を受けて、水槽の底がその重さ（力）を支えている（反作用の力)。

（２）　水槽に重さM0 の水を加える（図２）

水槽に厚さも重さもない体積Ｖの容器に、重さＭ０　の水を入れ、容器の水中に入れる（どの深さでも安定するので全部が沈んでいればどこでもよい)。水槽の水位は体積Ｖの分だけ上昇する。上昇した高さをｈとすると、　ｈ ×　Ｓ ＝Ｖという関係になっている。このとき、水槽の底全体では Ｗ ＋Ｍ０の力を受け、それを水槽の底全体で支えている。

また、ｈ＝ Ｖ ÷　Ｓなので、水槽（の底面積Ｓが）が大きくなると、水位の上昇は見えにくくなる。

※　これは水槽でこの実験を行えば水位の上昇 ｈ　はすぐにわかるが、浴槽では見えにくく、プールではさらに見えにくく、海では事実上水位の上昇はわからないことを示す。

（3）　容器の中身を水より軽い重さM1 の物体で置き換える（図３）

（２）の状態で、同体積の水よりも軽い重さＭ１ の物体Ｍ１ を、水の代わりに容器の中に入れる（Ｍ ０ と同じ形の物体Ｍ１ でＭ０ を置き換える)。容器は浮いてしまうので、水より軽くなった分の重さ（力 ＝ Ｍ０ - Ｍ１）で下へ引っ張る。このとき、水槽の底ではもともとの水の重さ ＋ 物体の重さ ＋ 下に引っ張る力が加わっている。

Ｗ ＋Ｍ１＋ （ M0 - Ｍ１）＝ W+ Ｍ０ 。水槽全体を考えると、これは（２）と同じである。

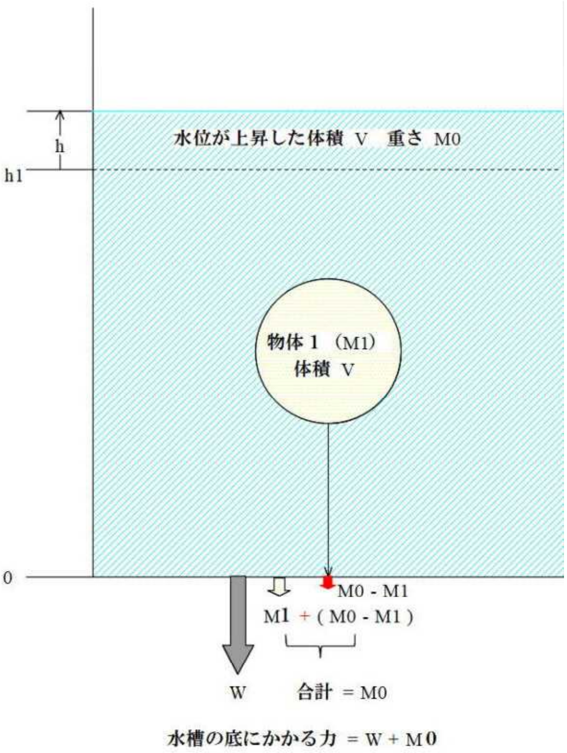

図３

（4）　容器の中身を水より重い重さM2 の物体で置き換える（図４）

（２）の状態で、同体積の水よりも重い物体Ｍ２を、水の代わりに容器の中に入れる（Ｍ ０ と同じ形の物体Ｍ２でＭ０を置き換える)。

容器は沈んでしまうので、水より重くなった分の重さ（力 ＝ Ｍ２ - Ｍ０ ）で上へ引っ張る。このとき、水槽の底ではもともとの水の重さ ＋ 物体の重さ － 上に引っ張る力が加わっている。

Ｗ ＋Ｍ２ -（ Ｍ２ - Ｍ０） ＝ Ｗ ＋ Ｍ０。水槽全体を考えると、これも（２）と同じになっている。

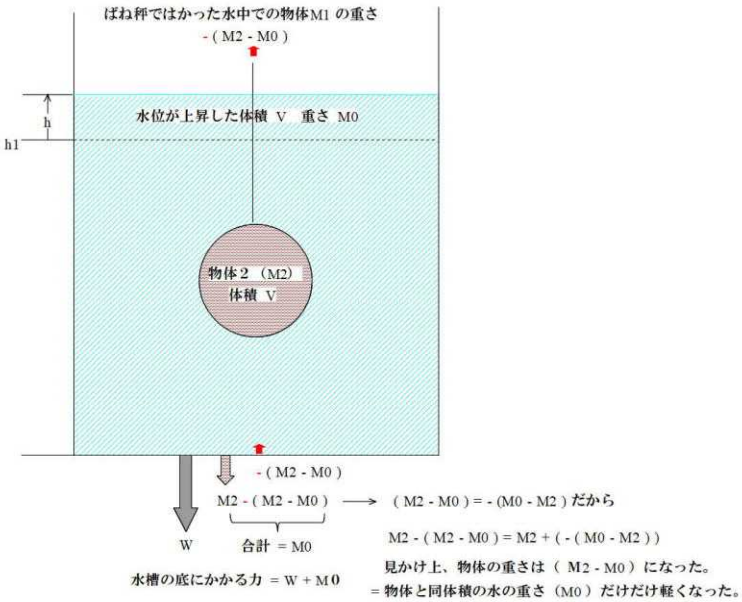

図４

※　（４）のこの式の中の（ Ｍ２ - Ｍ０ ）は、-　（ Ｍ０ - Ｍ２ ）と考えれば、Ｗ ＋ Ｍ２ ＋（ -（ Ｍ０ - Ｍ２)）となり、（３）の式 Ｗ ＋ Ｍ２ ＋（ Ｍ０ - Ｍ１ ）と同じ形をしている。つまり、ここでは下向きの力を正（プラス)、上向きの力を負（マイナス）にしていることになる。

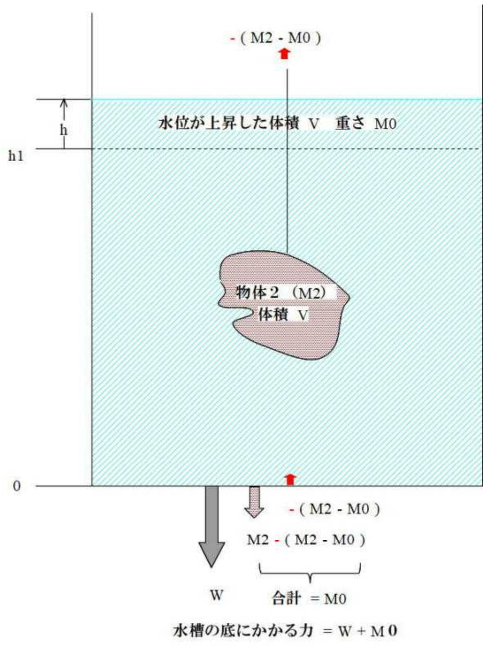

図５

（５）　容器の形を不定型にする（図５）

体積Ｖを変えずに（重さを変えずに)、（４）の容器の形を不規則な不定型にする。このときでも、水が上昇した部分の水の量は変わらない、つまり、容器を変えても（４）の図と同じように考えればよく、水中の見かけの重さは（M2　-　M0）で、自分と同体積の水の重さの分だけ軽くなっている。

（６）　浮力を圧力差で説明する方法との関係（図６）

通常、浮力は物体の上面と下面にかかる水圧の差で説明される。物体の高さｔ、物体の底面の面積をＱとすると、ｔ　×　Ｑ　＝　物体の体積Ｖ、物体が水だとするとこれが重さＭ０であり、これが浮力である。 つまり、図６の物体は、物体と同体積の水の重さに等しい浮力を受け、水中での見かけの重さはＭ３ - Ｍ０となる。

圧力差で浮力を考えるのと同じ結果になる。

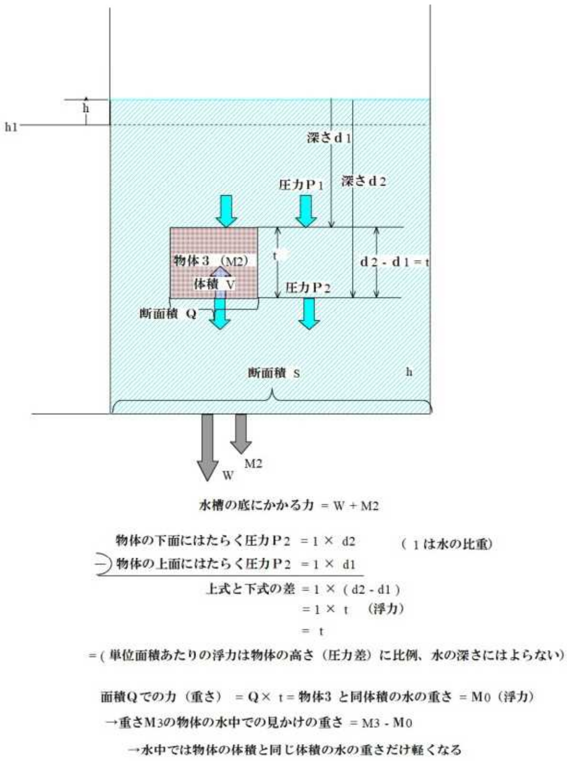

図６

（７）　「排除された水と同体積の水」「同体積の水と置換」の意味

浮力の説明でよく用いられる「排除された水」は、水槽の水位を上げている実体である。また、「水と置換」の意味は（３)、（４）で行った実際の操作である。

さらに、（５）で示したように、物体の形状は関係なく、体積だけで浮力が決まる。

また、（６）で示したように、浮力を物体の上面と下面の圧力差で示す方法とは、重さ（力　）　＝ 圧力 × 面積ということなので、同じことを重さ（力）で説明するか、圧力で説明するかの違いである。