

等式の種類と等式前後の記述 — 技術報告書の書き方 —

後野正雄

技術報告書では等式や式がたびたび出てくる。この等式や式を用いて説明する前に、この等式／式がなぜ使えるのか、あるいはなぜ成り立つのかを説明するようにしなさい。また等式／式に用いられる記号はその意味、あるいは定義を説明しなければいけませんが、この説明は等式／式の前でも後でも構いません。これらの「前に説明する」のか「後に説明する」のかは前後の文章のつながりや、書き方で変わるものであり、定まったルールがある訳ではありません。しかし学生諸君はできる限り簡潔に報告書を書く事を心がける方が良いので、私は以下の順序を守る事を勧めます。

等式が使える理由：(できる限り) 等式の前に説明する方が良い。

数式内の記号：数式の前後どちらでも良い。

等式と数式、あるいは式はあまり区別せずに使われる事が多いですが、「等式」はきちんとした定義があり、技術報告書を書く際に重要な役割を果たします。学生諸君は言葉の使い分けよりも、まず等式の意味と種類を理解しておく事が、専門科目の内容をより早く理解し、正しい技術報告書を書けるようになるために役立つと思います。

1 等式と式(数式)の違い

等式とは等号(=)が式内にあり、等号の左側(左辺)と右側(右辺)が等しいという事を示している。 例： $A=B+C$

式はある量(物理量)を記号で表し、記号の値が定めればその量を数値で計算できるものをいいます。

例：高さ h 、底辺の長さ a の三角形の面積は次式で求められる。

$$\frac{1}{2}ah$$

式自体に等号がなくても良いが、この例を

例：高さ h 、底辺の長さ a の三角形の面積 S は次式で求められる。

$$S = \frac{1}{2}ah$$

と表すとこの式は等式となり、次に述べる(a)の公式を当てはめた等式にあたります。通常は等式(ここでは後者の例)で表す事が多く、等号のない式だけを記述するのは特別な理由がある場合でしょう。例えば式が非常に長い場合、式で記述すること自体が簡単ではない場合、などです。

2 式の根拠—等式が使える / 成り立つ理由

等式が使える / 成り立つ理由、すなわち等式の根拠には主に次の5種類があります。技術報告書においては詳しく説明しなければならない等式であったり、説明を簡略化しても良い等式などがこの種類によって変わります。

- (a) 公式が適用できる : 公式が適用できる場合は「…の公式より、…」と記述します。ただし、専門科目の教科書に載っている公式は「いつでも使える公式」であるとは限りません。重要な事柄なので必ず次の解説を読んでください。

解説

専門科目の教科書に載っている公式には条件が整った場合にのみ使える公式が数多くあります。その場合は

「対象とする問題は…の状態(場合、など)なので…の公式を適用できる。これを当てはめると求める…は…と表すことができる。ここで式中の \cdot は \cdot 、 \cdot は \cdot である。」

などのように、この公式が適用できるとする「報告書を書いている技術者の判断(…の公式を適用できる)」を記述しなさい。できる限りその判断の根拠(対象とする問題は…の状態なのでの部分)も記述しなさい。

ということは学生諸君は「この場合にはこの式が使える」の「この場合」をきちんと学ぶ必要があります。「この問題はこの式を当てはめる」を覚えていく勉強の方法は無意味です。こんな勉強をしても、公式を当てはめるだけならパソコンのソフトの方が正確です。諸君がパソコンのソフトに勝てるのは「この場合はこの公式を使えます。」とか「この場合はこちらの式を使わないとだめです。」などの「技術者としての判断」の部分です。特に水理学ではこの判断とその根拠も重要です。—ただし基礎科目なのでその後の計算能力や与えられた問題にきちんと答えられる能力も科目の到達目標に入っています。判断とその根拠だけ解答しても部分点しか取れません。

- (b) 幾何学的な関係から求まる値を表す : 図から明らかに分かるような関係であれば「図より、…」とか、「図中のABCは直角三角形なので、三平方の定理より…」などのように式の根拠—等式が使える理由を記述できます。特に「技術報告書に図は重要」です。次の解説文も読んでください。

解説「技術報告書に図は重要」です。分かりにくい説明文で説明するより、一目で分かるような図を書いて説明に使いましょう。技術報告書に示されている図は読む事が当たり前と考えてください。教科書に載っている図も同じです。教科書に載っている図は眺めるのでも見るのでもなく、読んでください。図だけで分かりにくい部分は教科書に必ず説明があるはずですよ。

- (c) 定義を用いる場合 : 物理量には定義があります。比重の定義であれば「対象とする物体の密度と水の密度の比」が定義です。これを使う場合は

「比重の定義より、物体の比重 σ は水の密度を ρ_0 として

$$\sigma = \frac{\rho}{\rho_0}$$

であるので、これより物体の密度 ρ は…」
などのように説明すれば良いのです。

- (d) 物理的な原理原則を用いるー力の釣り合いとモーメントの釣り合いー：力の釣り合いや力のモーメントの釣り合いを当てはめて等式を作る場合があります。この場合は説明すべき事がいくつもあります。いずれの事柄も力の釣り合い/モーメントの釣り合いを理解していないときちゃんと説明できません。この物理的な原理原則を用いる場合の説明が学生諸君には一番難しいところになるでしょう。まず例文を読んでください。

例) 物体 A が机の上に置かれており、鉛直下向きに重力 mg と鉛直上向きに机からの反力 R の二つの力が作用している。物体 A は静止しているので、鉛直方向の力、重力 mg と反力 R の合力は 0 となる。すなわち

$$mg - R = 0$$

である。

この例では 5 つの内容を説明している。1) 対象物とその状況ー「物体 A が机の上に置かれ」、2) 作用する力の説明ー「鉛直下向きに重力 mg と鉛直上向きに机からの反力 R の二つの力」、3) 力の釣り合いが成り立つ物理的条件ー「物体 A が静止している」、4) 式を立てる釣り合いの方向ー鉛直方向の力、重力 mg と反力 R 、5) 等式の内容ー「重力 mg と反力 R の合力は 0」。

重要な内容は 3) 原理原則が成り立つ条件 (ここでは力の釣り合いの成立条件)、5) 原理原則から等式を立てるための直接的な説明 (合力は 0 とか、同じ大きさで向きが逆とか、釣り合っているとか、あれとこれは等しいなど)、4) 力はベクトルであるので、等式を考える方向 (あるいは成分、ベクトルのままでも良い) の 3 つである。しかし、これらの説明をするためには当然 1) 対象物体の説明や 2) 作用する力の説明 (あるいは記号) が必要となる。

このような内容を分かり易く、書く事は容易な事ではない。意識して教科書や解答例の文を読んでいかなければ語彙や、表現方法なども身に付かない。優れた技術報告書は必要な内容を簡潔で分かり易く表すために様々に工夫された文章、図、式、表の集積されたものである。時間をかけてしっかりと学んでいかなければならない。

- (e) 恒等式ー数式の変形 数学的に等式を変形することを恒等変換、あるいは恒等式と呼ぶことがある。ようするに数学的な式の変形や等式から一つの未知数を求める (x, y, z, a, b, c など様々な変数を含む等式から $x = \dots$ のように変形する) ことを意味しています。技術報告書ではこの数学的な変形の仮定を詳しく説明する事はあまり必要とされません。極端な場合には「以上の式から必要な x を求めると、 $x = \dots$ となる。」などのように数学的な変形をすべて省略する場合もあります。学生諸君は技術的能力として数学的に解く力も必要ですから、いつも省略ばかりしてはいけません。数学的な能力を磨くためには自分のメモには変形の過程をきちんと書いておく事を進めます。しかし技術報告書を書くときには、数学的な変形過程を詳しく記述することは重要ではありません。