

第1章

力，モーメントのつり合い

物理の最初の章ですが，数学の最初の章と異なり，それ以降の準備という意味合いはほとんどありません。むしろ，土木，建築の場合，この章が最重要といってもよいでしょう。

まず力学全体を通して言えることなのですが，解答では「作図する」ことを重視しています。物理というより専門で特に見られるのですが，問題を目の前にして何もしない，何もできない人という人が少なからずいます。つり合いの問題の場合，「力を作図する」という明白な目標があるにも関わらず，「力すら図示できない」という状況になることが少なくないのです。

これは，少々物理に慣れた人でも同様です。たとえば，解答を覚えているため，同じ問題であれば解くことができるのに，ちょっとでもひねられたり，状況が複雑になると手も足も出なくなるという場合です。

以上に当てはまる場合，解答を見て勉強をするのは，あまり良い方法ではないと言えます。往々にして答えを覚えただけで終わるからです。特にすぐに解答を見る癖がついている人には注意してもらいたいところです。

この章では，どの問題も最終的には「力のつり合い」「モーメントのつり合い」を立てることになります。その意味ではどの問題も同じだと言えます。ただ，その「同じ形」にどのように持ち込むのか。物理は理系の科目ですが，数学と異なり，肝心の「つり合い」式を立てる一歩手前，言い換えれば，「つり合い式」までのお膳立てをしっかりとしなければいけません。この章の記載は，控えめながらもそれを意識したつもりです。

なお，この章ではいろいろと蛇足に見える知識や解答も書かれています。これらは土木，建築の専門で活かされるものです。そのような観点で見ただけだととても助かります。

以上をふまえて記載の意図について書いておきます。

P.136

図の問題は，当たり前のことを言っているようですが，
「つり合いの問題は，まずこの形に持ち込むこと」
を確認するために入れています。一生懸命答えを求めるのではなく，まず，図を描いて，力がすべて描かれている状態をつくり出すこと。これがこの章で一番言いたいことです。というのも，土木の専門などでも，全く力を図示せず，呆然としているだけという姿がよく見られるからです。

さらに図の下に，そのための手順が描かれていますが，これも力学の初心者を対象に，手が止まったときに何をすべきかを明確にするためにまとめておきました。

「(2) 物体を書き抜く」は，構造力学（材料力学）も意識されています。そこでは，構造の自由な部分について取り出して力のつり合いをたてる，ということが少なくないからです（ここがわかっていないと，自由に構造を考えることができなくなります）。

P.138

	ばねについては、ここで合成公式を取り上げることもできます。合成公式は →P.188
	P.140-141
	ここには蛇足とも思える記述がありますが、これらは構造力学（材料力学）で有効に使われる部分です。
No.1 が関連問題です	【例題 1-1】 (H.13 労基 B) 非常に簡単な問題に思われますが、力学未修者を対象に、「力を図示して、分解して、つり合いを立てる」という手順を確認するために 1 問入れました。 力の分解も全くの未習の場合もありますので、まず「力を図示した状態」を作ることを確認して、その後、力の分解を分けて説明するとよいかもしれません。 なお、この問題では、2 つの糸の方向が直交していますので、2 つの糸の張力の合力が Mg に等しいことを利用する方法もありますが、たまたま糸が直交しているからとれる方法で、特殊性が強すぎると考えて、解答に入れませんでした。 ちなみに、この問題、「一様な棒」とありますが、この場合、棒は水平方向から 60° 上方に傾いていることになります。上級者は導いてみるとよいでしょう。
No.2, No.12 が関連問題です	【例題 1-2】 (H.21 国家 II 種) 一見簡単そうですが、本試験ではかなり困惑した人が多く、正答率も低かったようです。ポイントは 2 つあります。まず、バネにつながれた糸にはバネの力がそのまま伝わりますので、糸の張力は kx になります。解答ではスルーされていますが、糸の張力を T とおく人も多いので、この点は強調してもいいかもしれません。 そして最大のポイントは、「B を書き抜いて考えられたか」ということです。P.136 の手順 (2) が意識して取られているか、ということです。おそらく、問題文の図の中に適当に力を図示するだけでは、どこをどう見るのか困惑してしまうのでしょうか。意識的に 1 つ 1 つ図示していくこと（特に初心者のうちは）がこの問題の意図です。
No.3, No.4 が関連問題です	【例題 1-3】 (H.12 国家 II 種) 摩擦力の練習問題です。特に、垂直抗力と摩擦力をペアで考えていない人がいるようですので、垂直抗力 N に対して摩擦力が μN になることを確認するために用意しました。同時に、摩擦力を μmg と癖にしないことへの注意でもあります。
No.5, No.6 が関連問題です	【例題 1-4】 (H.11 国家 II 種) モーメントのつり合いの基本問題として取り上げました。丁寧に力のつり合い、モーメントのつり合いを立てれば解くことができますので、モーメントのつり合いの導入として利用できるかと思います。モーメント中心は A 点より B 点に取る人が多いかもしれませんが。また、重心にとっても難易度は変わりません。どこにとってもよいと思います。 解法 2 はわざとらしい解法ですが、欄外に書いたとおり、構造力学ではかなり有効に使われます（実際に意識している人は少ないでしょうが）。その代表がトラスの「切断法」で、トラスの切断法は、モーメント中心を工夫することで本当の威力を発揮します。このように、この辺りの解法 2 は、専門（特に構造力学）を意識したものが多くなっています。
No.7 が関連問題です	【例題 1-5】 (H.17 国家 II 種) 前問に引き続いてのモーメントのつり合いの問題です。力を正しく図示できているかどうか、左右上下に分けて力のつり合いを立てているか、モーメント中心（この場合はほぼ A 点しかないでしょう）を考えてモーメントのつり合いを立てているか、間違っている場合には、そのポイントを探してみてください。 なお、高校でそう教わっているからか、力を棒に垂直な方向と平行な方向に分ける人も

少なくないようです。今回はモーメントのつり合いの計算にしろ、あまり得ではありません。

解法 2 は特殊な解き方です。練習問題 No.7 では効率よく解けますが、専門で活かされる例もあまり多くありません。ただし、一部の難問では利用されることもあります。

【例題 1-6】(H.20 国家 II 種)

続いてのモーメントのつり合いの練習です。非常に有名な問題で、過去には教養試験の問題としても出題されています。

解法 1 がメジャーな解き方です。一方で、解法 2 はこの問題の仕組みがわかりますし、なによりほとんど計算がいりませんので、この問題だけ見ると特殊な解法に見えます。

しかし、この解法 2 の狙いは、構造力学の問題、特にゲルバー梁を代表とするやや複雑な問題への導入にあります。このことは欄外で少し触れるだけにとどめていますが、その点で非常に重要な問題だと考えています。この問題を選択した理由もここにあります。

No.8, 9 が関連問題です

【例題 1-7】(H.23 地方上級)

有名問題で、関連問題を見て分かるとおり、地方上級でも繰り返し出題がありますが、国家総合職、労基などでも出題があります。たとえば、H.22 国家 I 種です。有名問題をおさえるのがこの問題を選択した理由です。

解法 2 はわざとらしくて実践的ではありません。ただ、偶力という考え方そのものは、構造力学でよく使われますので、偶力を紹介するという意味で載せました。どの問題を選んでも同じだったのですが、地方上級の問題を紹介するため、この問題を選んでいきます。

No.10 が関連問題です

【No. 1】(H.15 国家 II 種)

非常に簡単な問題ですが、力のつり合いの練習として、物理未修者向けの練習問題との意味合いで選びました。力是对称性から同じ大きさとしてよいでしょう。力のつり合いの手順の確認が目的です。

【No. 2】(H.15 労基 B)

やや難しめの力のつり合いの問題として選びました。本当は H.26 国家総合職の教養試験の問題を選びたかったのですが、さすがに選べませんでした。

ポイントは、物と人を 1 つ 1 つ分けて図示して考えているところです。解答だけ見ても簡単に見えてしまっていますが、実際にはなかなかできないようです。つり合いの問題全般のポイントとして、1 つ 1 つ考えるということの大切さをつかんでもらえればと思います。

【No. 3】(H.24 地方上級)

斜面のつり合いの問題の練習問題として取り上げました。摩擦が入っていますが、難しくないと思います。

【No. 4】(H.20 地方上級)

前問よりはやや難しいですが、基本的には同じような斜面の問題の練習問題として選んでいます。

【No. 5】(H.13 国家 II 種)

モーメントのつり合いの練習問題として入れましたが、例題 1-4 よりはワンランク上の問題となっています。まず、力を全て正しく図示することがポイントになります。壁が「粗い」という記述に注目できるようにしてください。さらに、この問題は「動き始める」

ときではありませんので，摩擦力は μN とおくのは正しくありません。とはいえ，実は摩擦力は消去してしまいますので，どちらにしても正解が求まってしまうのですが。

次に，モーメントのつり合いも問題になります。まず，モーメント中心を円盤の中心に取ること，そして，モーメントのつり合いでは糸の張力は分けずに考えることがつまずきやすいところです。こうしたことは結局は経験でしょうから，この問題で覚えてもらえればと思います。

【No. 6】(H.16 国家Ⅱ種)

モーメント中心を考えてとるための問題として出題しました。ところで，この問題にはどこにも「なめらか」の条件がありませんので，力は正しくは解答のように5つ出てくるはずですが，市販されている書籍でも，ここが正しく図示できていないものが少なくありません。モーメント中心さえ取れれば，確かに多少力を落としても正解が出てきますが，そうすると，なぜ力のつり合いを考えずにモーメントを考えたのか，という理由が不明確になります。

この問題は不静定であり，力のつり合いのみではそもそも全ての力を求めることができません。そこに注目して，ピンポイントに求める力を得るためにモーメントのつり合いを利用した，という出題意図を正しく把握するためにも，さらには専門試験への対応を考えると，力が5つ正しく求まっているのかをチェックしてもらいたいと考えています。

【No. 7】(H.21 地方上級)

例題 1-5 に対応する問題で，別解が大いに威力を発揮します。選んだ意図としては，単純に例題 1-5 の練習であり，別解を狙ってもらいたいわけではありません。

【No. 8】(H.19 国家Ⅱ種)

やや難しめのモーメントのつり合いの問題です。ちょっとレベルが高いため，この問題を飛ばしてもよいかと思います。

【No. 9】(H.20 地方上級)

重心の練習問題です。近年重心の出題がありますので (H.27 国家一般職)，用意しておくとうよいと思います。

【No. 10】(H.26 地方上級)

例題 1-7 に対応する練習問題です。難しくはないと思います。

【No. 11】(H.14 国家Ⅱ種)

力のつり合い，モーメントのつり合いのまとめの問題の意図でここに選びました。やや難しめですが，解き方として特別なことをしているわけではありませんので，最後のまとめとして使っていただければと思います。

【No. 12】(H.10 国家Ⅰ種)

簡単そうで難しい問題を入れました。出題意図は例題 1-2 と同じで「物体を 1 つ 1 つ見る」ことにあります。解ける人には簡単ですが，なかなか手こずる人が多い問題と言えます。

特に，この問題では，使われるものが「鉛直方向の力のつり合い (とフックの法則)」のみで，モーメントのつり合いすら出てこないのに，なぜ問題が難しくなっているのか，なぜ問題が解けないのか，その根本の原因を見付けてもらいたいと思います。