

[I]

打ち上げ花火は、下図のような断面構造をもつ火薬の「玉(たま)」を打ち上げて、空中で爆発させることにより、夜空に大輪の花を咲かせるものである。「玉」は、中心にある1個の「割薬(わりやく)」と、それを取り巻く多数の「星(ほし)」と呼ばれる火薬から構成されている。実際の花火では、様々な色の花卉を表現するために何種類もの「星」が多層状に詰められている。しかし、この問題では考え易くするため、すべての「星」が同じ球面上に配置されていると考える。

打ち上げと同時に「割薬」の導火線に火がつき、「玉」全体が空中高く上がったところで「割薬」が爆発し、これが推進力となり、四方八方に「星」が飛んで行く。それぞれの「星」にも導火線がつけられており(この導火線は、下図には描かれていない)、「割薬」の爆発と同時にその導火線に火がつき、導火線が燃えつきた時に「星」が燃焼し、花として見えることになる。

さて、空中で立方体に見えるような花火を作りたい。「割薬」のまわりにどのような「星」をどのように配置したらよいか、「割薬」の爆発により「星」が受ける力、「星」の運動に関する力学、「星」を燃焼させるタイミングなど、について考え、実現させるために考えるべき重要な点を考察して説明しなさい。

最大級の打ち上げ花火では、直径が600mもの花を咲かせることができる。ここでもその程度の大きさの立方体を作ることを目ざしたい。なお、爆発とは、急激な燃焼の結果「割薬」がその限られた空間内で瞬間的に高圧の気体に変化する現象と考えてよい。

