

人工衛星の見え方シミュレーション

周期が1日で地球の自転と同じ向きに公転している人工衛星について、日本で南を向いて観測した場合に、衛星が空に描く軌跡の形と動きを問う問題が、2014年7月13日(日)に実施された物理チャレンジ2014の第1チャレンジに出題されました。そこでこの問題をコンピュータでシミュレーションしてみました。

仮に円軌道とします。この場合、静止衛星の軌道を傾けたのと同じ軌道になります。衛星の軌道を地球に投影した点の速度は赤道上の地表の速度に等しくなります。

地球の自転による地表の速度は緯度が高くなるほど遅くなります。また、地表の速度と衛星の軌道を地球に投影した点の速度のなす角度も地球上の緯度、経度によって異なります。そこでこの角度を球面三角法を使って求め、相対速度を計算し地表から見た衛星の動きをシミュレーションしてみました。プログラムの中の離心率をわずかに増減させると軌道の形が大きく変化します。

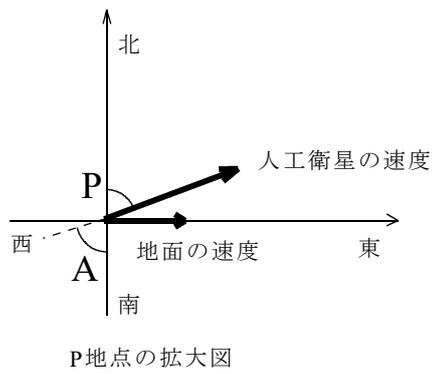
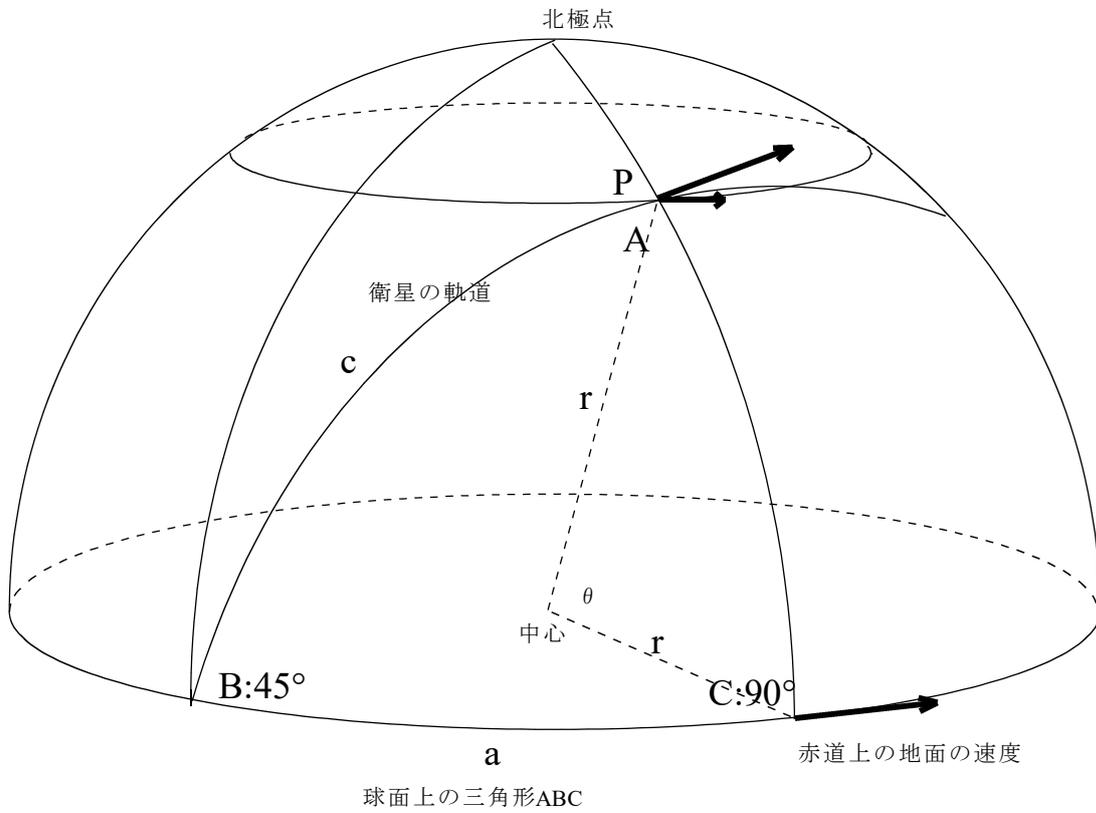
実際には楕円軌道であるので速度は時間とともに変化します。

下のURLを参考にしました。

http://www.geckoseyes.com/2010/10/29/qzs_orbit/

<http://hooktail.sub.jp/vectoranalysis/SphereTriangle/>

<http://www.jpho.jp/2014/2014-1st-chall-theory-problems.pdf>



第 8 問 **A** (問 1, 問 2) に答えなさい。

A

気象観測衛星や通信・放送衛星は、赤道上の静止軌道に打ち上げられ、地球の自転と同じ角速度で地球の周りをまわっている。静止軌道は赤道上の円軌道で、静止軌道の衛星は地上からは空の 1 点に静止しているように見える。

ケプラーの法則によれば、一般に衛星の軌道は、地球の中心をひとつの焦点とした楕円軌道であるが、楕円軌道の半長軸が静止軌道の半径と等しければ、地上から観測すると衛星は 1 日の周期(23 時間 56 分)で同じ空の場所に戻ってくる。以下、周期が 1 日で地球の自転と同じ向きに公転している衛星について、日本で南を向いて観測した場合に、衛星が空に描く軌跡の形と動く向きを考えてみる。次の各問いに答えなさい。

問 1 赤道面にある楕円軌道の場合、衛星が空に描く軌跡の形と動く向きの日本からの見え方について、最も適当なものを、次の①～④の中から 1 つ選びなさい。 28

- ① 軌跡は南北につぶれた輪で、動く向きは軌跡の北側で東から西。
- ② 軌跡は南北につぶれた輪で、動く向きは軌跡の北側で西から東。
- ③ 軌跡は東西につぶれた輪で、動く向きは軌跡の北側で東から西。
- ④ 軌跡は東西につぶれた輪で、動く向きは軌跡の北側で西から東。

問 2 準天頂衛星「みちびき」の軌道は赤道面と傾斜をもち、北側にもう一つの焦点をもつ楕円軌道である。この場合、衛星が空に描く軌跡の形と動く向きの日本からの見え方について、最も適当なものを、次の①～⑥の中から 1 つ選びなさい。 29

- ① 軌跡は南北にのびた 8 の字で、動く向きは軌跡の北側で東から西。
- ② 軌跡は南北にのびた 8 の字で、動く向きは軌跡の北側で西から東。
- ③ 軌跡は北側が膨らんだ 8 の字で、動く向きは軌跡の北側で東から西。
- ④ 軌跡は北側が膨らんだ 8 の字で、動く向きは軌跡の北側で西から東。
- ⑤ 軌跡は南側が膨らんだ 8 の字で、動く向きは軌跡の北側で東から西。
- ⑥ 軌跡は南側が膨らんだ 8 の字で、動く向きは軌跡の北側で西から東。