



目白祭ぱすます研究発表
どのくらい遠くまで見えるか？

理学部数物情報科学科 2年

チーム名 ラーメン太郎



目白祭研究発表

どのくらい遠くまで見えるか？

理学部数物情報科学科 2年

チーム名：ラーメン太郎

1. はじめに

地球は球形なので、水平線や地平線が見えます。また、高い視点から景色を見るとより遠くまで見ることができます。今回の研究では、「見え方」を追求し、視点の高さと見える距離の関係を数学的知識を用いて調べました。

是非、最後までご覧になってください。

2. 東京スカイツリーからどこまで見える？

東京スカイツリーからどのくらいの距離まで見えるのかを調べました。

実際にスカイツリーから見ることのできる景色は図1の通りです。



図1 スカイツリーから撮った写真

かなり遠くの海まで一望することができますね。

では、計算を用いてどの位置まで見えているのかを求めていきます。

<導出方法>

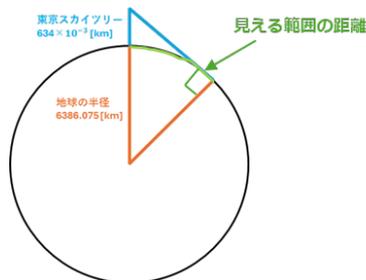


図2 東京スカイツリーと地球の接線

図2のように視点（スカイツリー展望台）と地球表面上の点を結んだ接線をもとにして、見える範囲の距離を求めました。

$$L = \cos^{-1}\left(\frac{6386.075}{634 \times 10^{-3} + 6386.075}\right) \times 6386.075 = 89.98 \approx 90 \text{ [km]}$$

この値をもとに、東京スカイツリーから半径90kmの円を描きました。

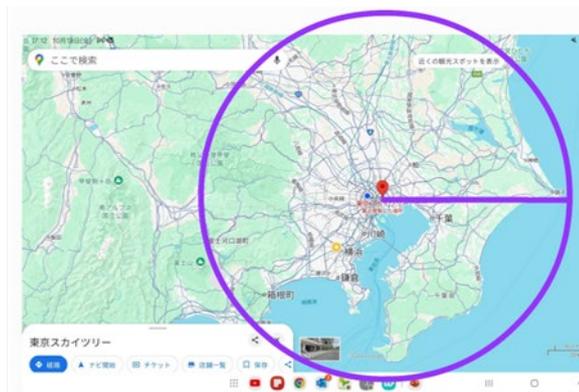


図3 東京スカイツリーから見える範囲

<結果>

図3のmapより、千葉県最南端や茨城の海まで見えるということがわかりました。

3. 大学から花火を見たい！

北区花火大会を百年館高層階棟の何階から見る事ができるのかを調べました。打ち上げ場所と日本女子大の間に建物がないと仮定して計算しました。

<導出方法>

Google map から花火の打ち上げ場所と日本女子大学間の直線距離、高低差を調べました。

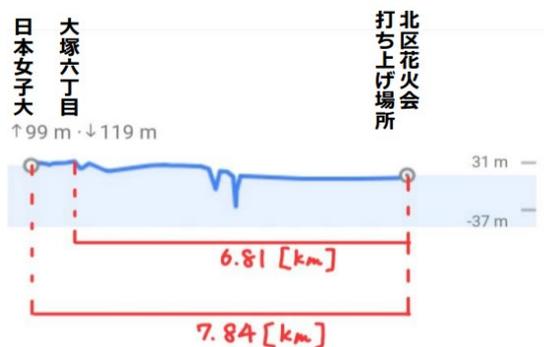


図4 高低差

① まず、地球表面が平であると近似した時の計算結果は以下の通りです。

花火のうちあげ高さ 192.7m を用いて、以下の比例式をたてます。

日本女子大学～大塚六丁目：大塚六丁目～打ち上げ場所＝花火の見える標高：花火の打ち上げ高さ

$$\Rightarrow 0.93:6.81 = x:192.7$$

よって、 $x = 2.984$

日本女子大の標高は 23m であるため、地面から 20.016m 下からでも見えることになりま
す。

<結果>

計算結果より、**1 階**から見えることが分かりました。

② 次に、近似せずに地面が曲面であることを考慮した時の計算結果を示します。

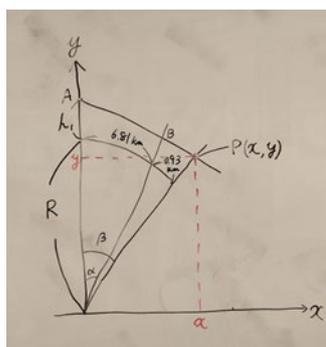


図5 位置関数の説明

A：花火の中心の点

B：大塚六丁目の高さ（海拔・標高を含む）

α ：地球の中心から打ち上げ場所と大塚六丁目を結んだときのなす角

β ：地球の中心から打ち上げ場所と日本女子大と結んだときのなす角

R：地球の半径

h_1 ：打ち上げ場所の地球表面上からの花火の中心までの高さ（海拔を含む）

h_2 ：大塚六丁目の地球表面上からの高さ（海拔を含む）

P：y 軸とのなす角が β である直線と直線 AB の交点

直線 AB の方程式

$$y = \left\{ \frac{(R + h_2) \cos \alpha - (R + h_1)}{(R + h_2) \sin \alpha} \right\} x + (R + h_1) \quad (1)$$

$$y = \frac{(6386.075 + 29.3 \times 10^{-3}) \times \cos(0.001066) - (6386.075 + 192.7 \times 10^{-3})}{(6386.075 + 29.3 \times 10^{-3}) \times \sin(0.001066)} x + (6386.075 + 192.7 \times 10^{-3})$$

y 軸とのなす角が β である直線方程式

$$y = \tan\left(\frac{\pi}{2} - \beta\right) x$$

$$= \tan\left(\frac{\pi}{2} - \frac{7.74}{6386.075}\right) x \quad (2)$$

連立方程式(1)、(2)からPの座標は

$$P_{(x,y)} = (7,84004,6386.075)$$

よって、Pの長さは6386.08 [km]となります。

地球の半径を引くと、 $6386.08 - 6386.075 = 0.005219$ [km] $\cong 5.2$ [m]

この数値から、標高を引くと、 $5.2 - 23 = -17.8$ [m]

よって、地面から17.8m下からでも見えることがわかりました。

<結果>

計算結果より、**1階**から見えることがわかりました。

下の写真は実際に日本女子大高層棟10階から花火を見た写真です。

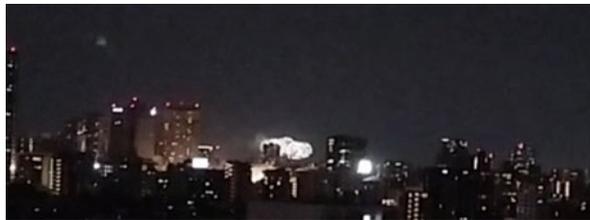


図6 北区花火会の写真

4. 終わりに

今回の研究を通して、見え方の面白さに興味を惹かれました。花火に関しては、今回のような計算を用いることで一番の絶景スポットを見つけることができるかもしれません。また、今回は東京スカイツリーや花火を取りあげましたが大阪の通天閣や横浜の展望台など景色を一望できる場所は数多く存在します。他の場所からの見え方も気になる方はぜひ調べてみてください。

最後までご覧いただきありがとうございました。