

空論上の砂、楼閣上の机。

The Towering Sea

2022-07-09

GeoGebra と Asymptote (olympiad.asy & cse5.asy) による初等幾何学の作図

TeX 数学

はじめに

この記事では Evan Chen 氏による [Some Notes on Constructing Diagrams](#) の §6 Computer-Generated Figures にある内容を、いくつかの補足を加えつつ日本語圏の中高生を想定読者として紹介します。

なお、TikZ を用いた作図も可能であり、たとえば [CTAN: Package tkz-euclide](#) が強力なパッケージとして存在していますが、少なくともアメリカの数オリ界限では Asymptote の方が有力なように見えます（たとえば AoPS では Asymptote で図を記述することが可能です）。

GeoGebra

GeoGebra - the world's favorite, free math tools used by over 100 million students and t...

Free digital tools for class activities, graphing, geometry, collaborative whiteboard and more

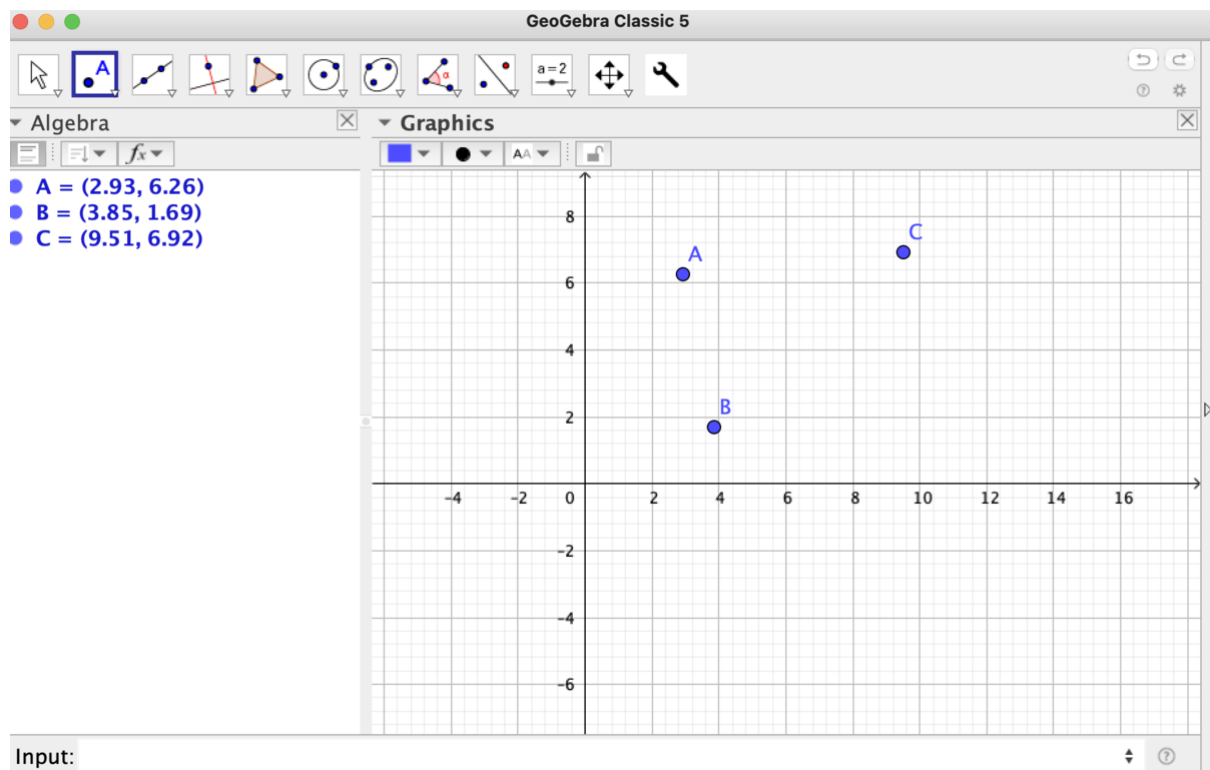


www.geogebra.org **53 users**



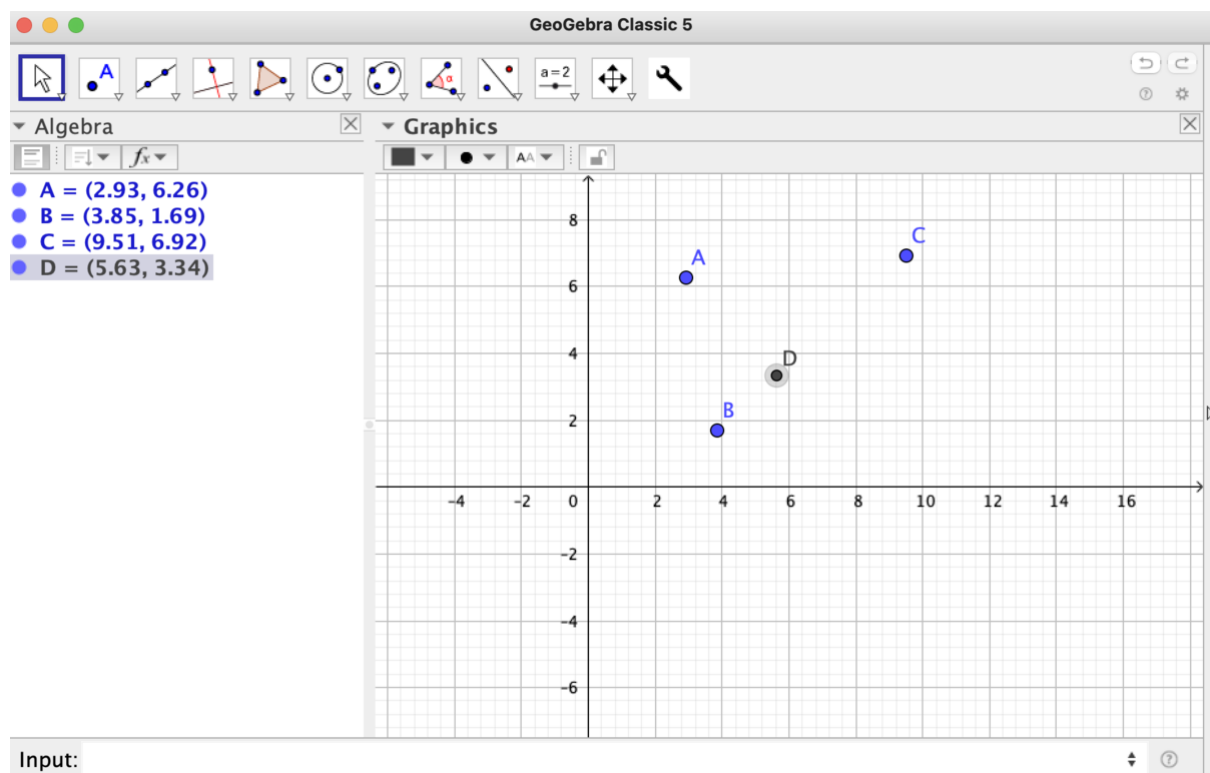
www.geogebra.org

まずはここで GeoGebra Classic 5 を手に入れましょう。自由に使えばいいわけですが、せっかくなので「ある点 A から直線 BC におろした垂線の足」を定義してみましょう。



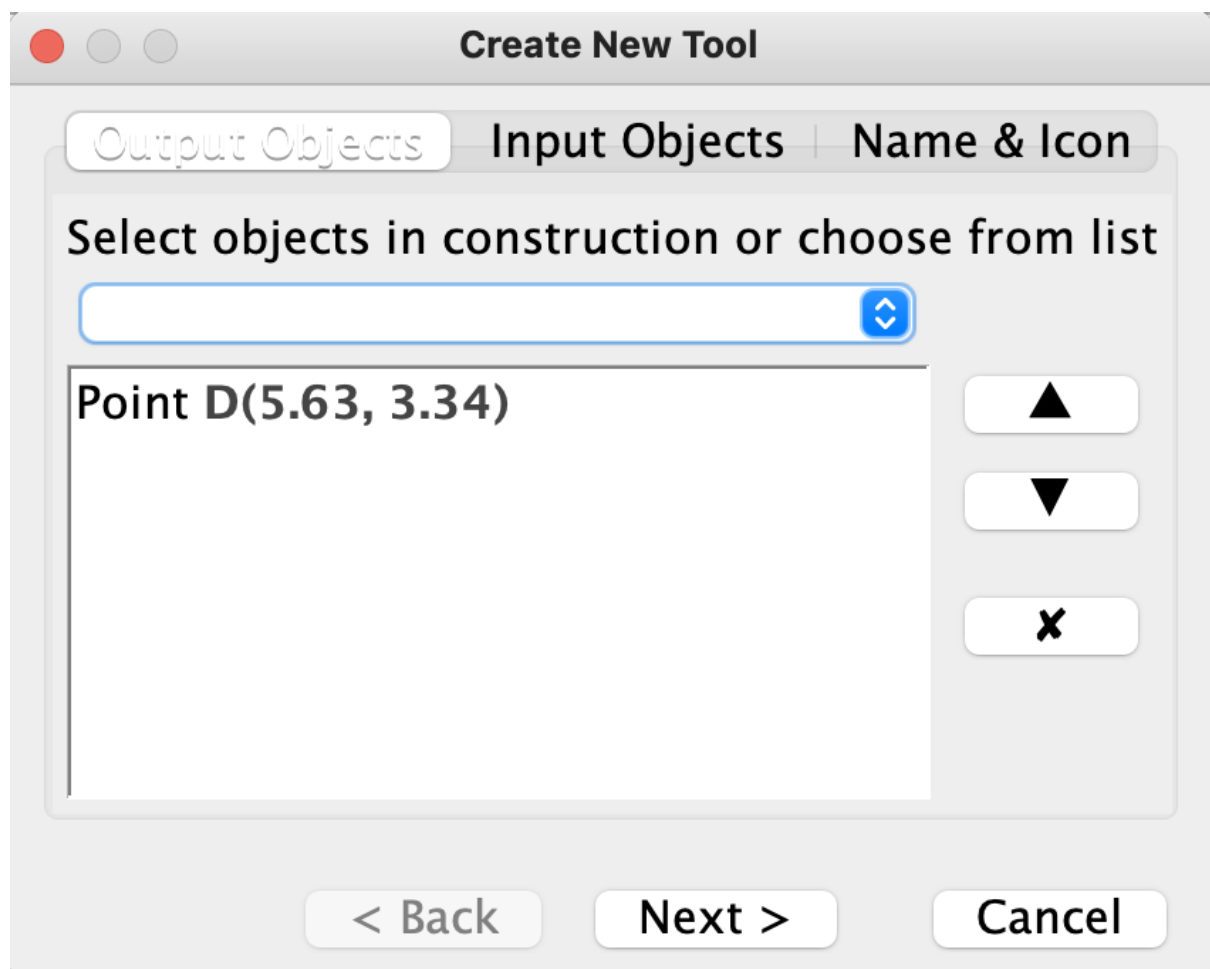
手順1: 三つの点を打つ

ここから `Input` に `D = Intersect[Line[B, C], PerpendicularLine[A, Line[B, C]]]` と打ち込みます。

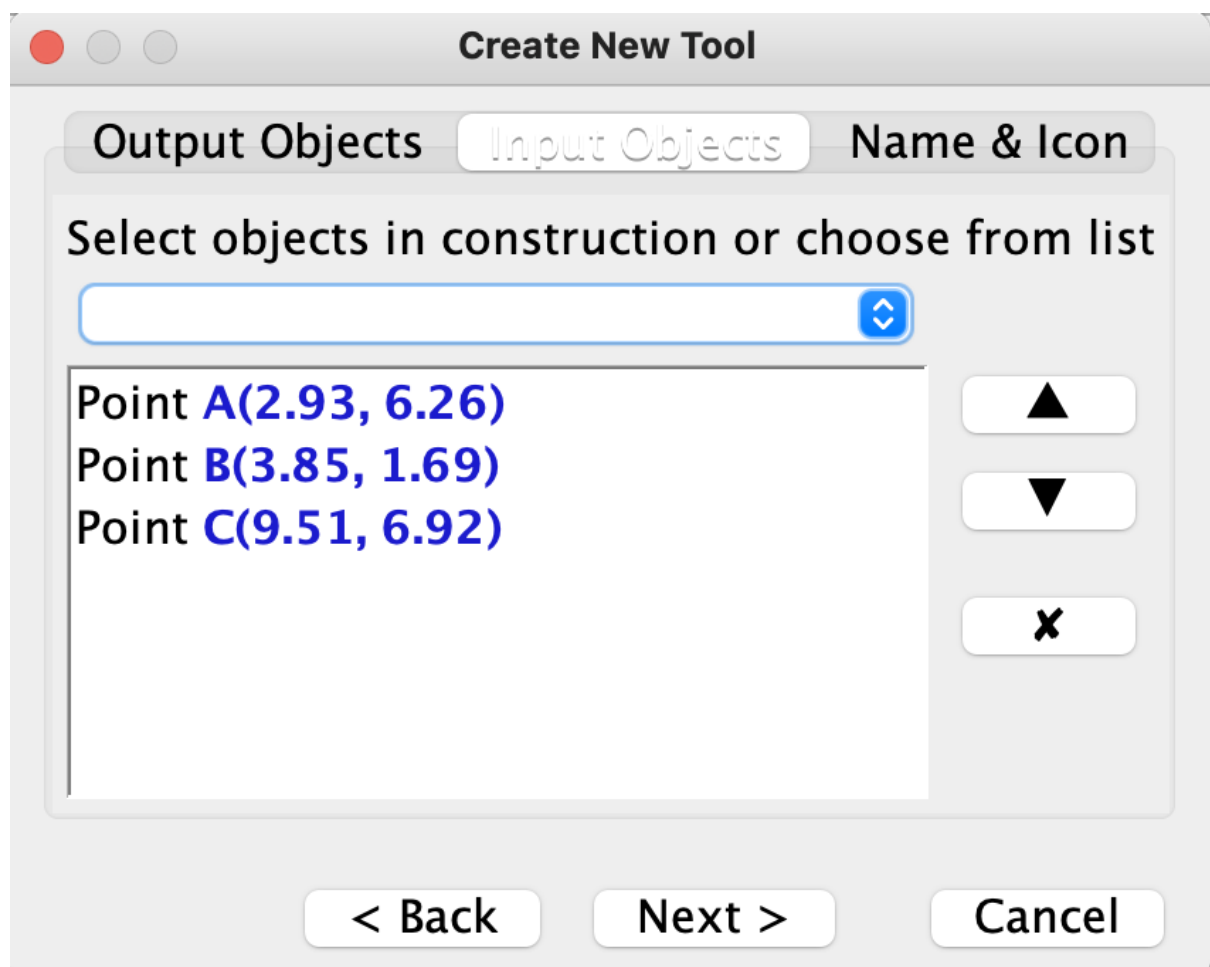


手順2: 垂線の足を描く

メニューバーから `Tools > Create New Tools ...` と開きます。



手順3-1: Output Objects



手順3-2: Input Objects

Create New Tool

Output Objects

Input Objects

Name & Icon


Tool name

Foot

Command name

Foot

Tool help



☒ Show in Toolbar

Icon ...

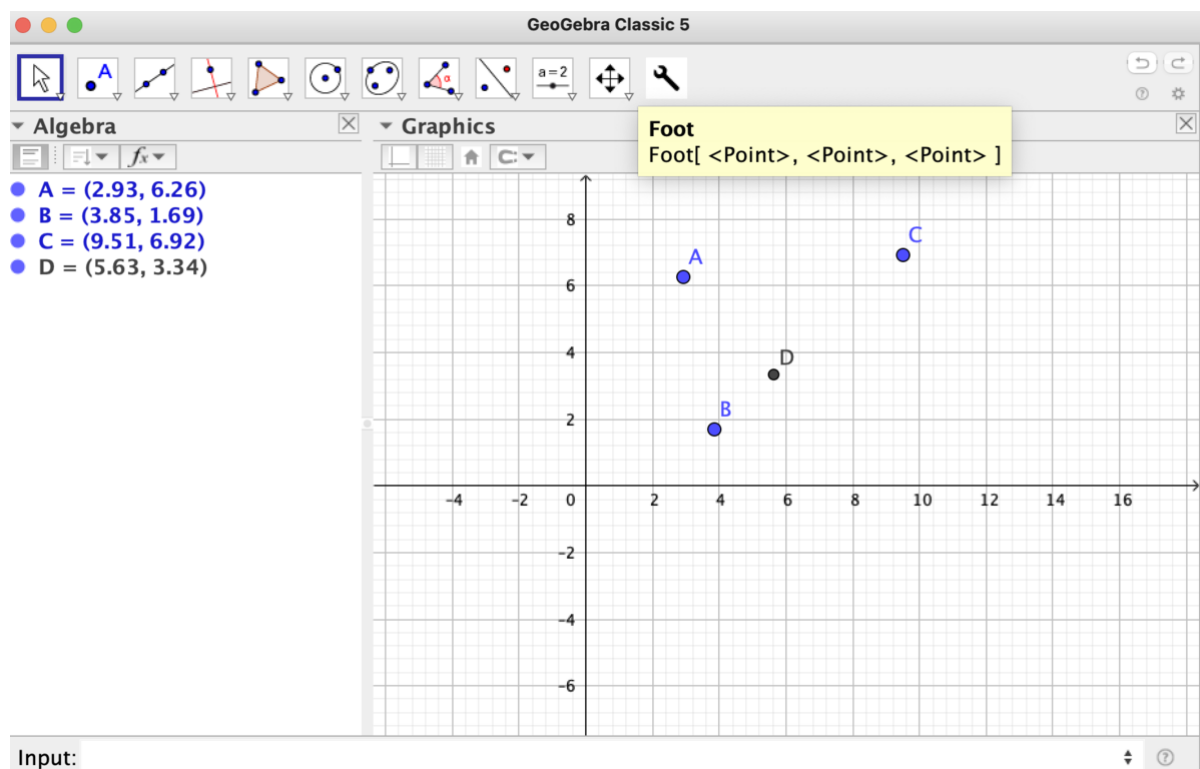
< Back

Finish

Cancel

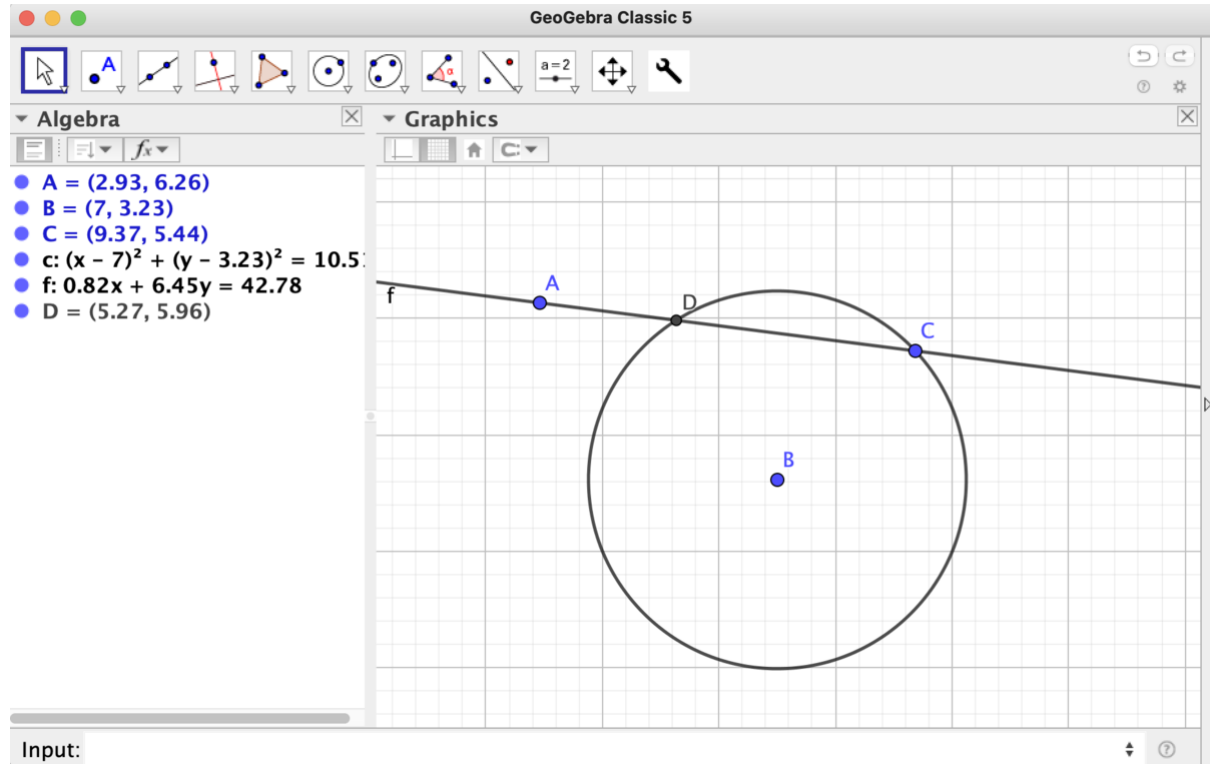
手順3-3: Name & Icon

あとは **Finish** を押して完成です。



手順4: 完成

垂線の足が定義できたので、円と交わる直線の二交点の一方を他方から計算することを考えてみましょう。実は、GeoGebra はそのまま点を打ち込めばそれがベクトルと解釈されるので、次のような図では `D = -C + 2Foot[B, A, C]` と打ち込めばよいことになります（理由は図とにらめっこすれば明らかです）。



円と交わる直線の二交点

この技術を使えば基本的にどんな初等幾何の主張の真偽も確認できますが、その際に重要となるテクニックとして「**初期条件の点や直線を自由に動かして様々な位置関係で実験すべき**」だということが挙げられます。

Asymptote

何はともあれ、最初は TeX Wiki を参照しておきましょう。自分は `brew install asymptote` でインストールしました。

Asymptote - TeX Wiki

TeX texwiki.texjp.org **9 users**

texwiki.texjp.org

無事インストールできたら、[olympiad.asy](#) と [cse5.sty](#) を Evan Chen 氏のリポジトリから入手して `asymptote > 2.81 > share > asymptote` の中に入れましょう。

dotfiles/asy/olympiad.asy at main · vEnhance/dotfiles

Dot files for Evan Chen (Arch Linux on i3). Contribute to vEnhance/dotfiles development by creating an account on GitHub.



ince/dotfiles

an Chen (Arch Linux on i3)

0 Issues 101 Stars 101 Forks



[github.com](#)

dotfiles/asy/cse5.asy at main · vEnhance/dotfiles

Dot files for Evan Chen (Arch Linux on i3). Contribute to vEnhance/dotfiles development by creating an account on GitHub.



ince/dotfiles

an Chen (Arch Linux on i3)

0 Issues 101 Stars 101 Forks



[github.com](#)

GeoGebra で作った図から `File > Export > Graphics View as Asymptote ...` でコードが生成できますが、その場合は細かすぎる小数点以下の値を削ぎ落とす作業を行った方がよいです。

具体例として Evan Chen 氏の例を引用してみましょう。

```
Asymptote
import olympiad;
import cse5;
defaultpen(fontsize(10pt));
usepackage("amsmath");
usepackage("amssymb");
settings.tex="latex";
settings.outformat="pdf";
size(12cm);

pair A = dir(120);
pair B = dir(210);
pair C = dir(330);
draw(A--B--C--cycle, red+1.3);
pair I = incenter(A, B, C);
```

```

pair D = foot(I, B, C);
pair E = foot(I, C, A);
pair F = foot(I, A, B);
pair P = foot(D, E, F);
pair Y = extension(B, P, A, C);
pair Z = extension(C, P, A, B);

draw(incircle(A, B, C), dashed+red);

filldraw(circumcircle(A, B, C), opacity(0.2)+lightcyan, blue);
filldraw(circumcircle(A, E, F), opacity(0.2)+paleblue, blue);
filldraw(circumcircle(A, Y, Z), opacity(0.2)+lightgreen, blue);

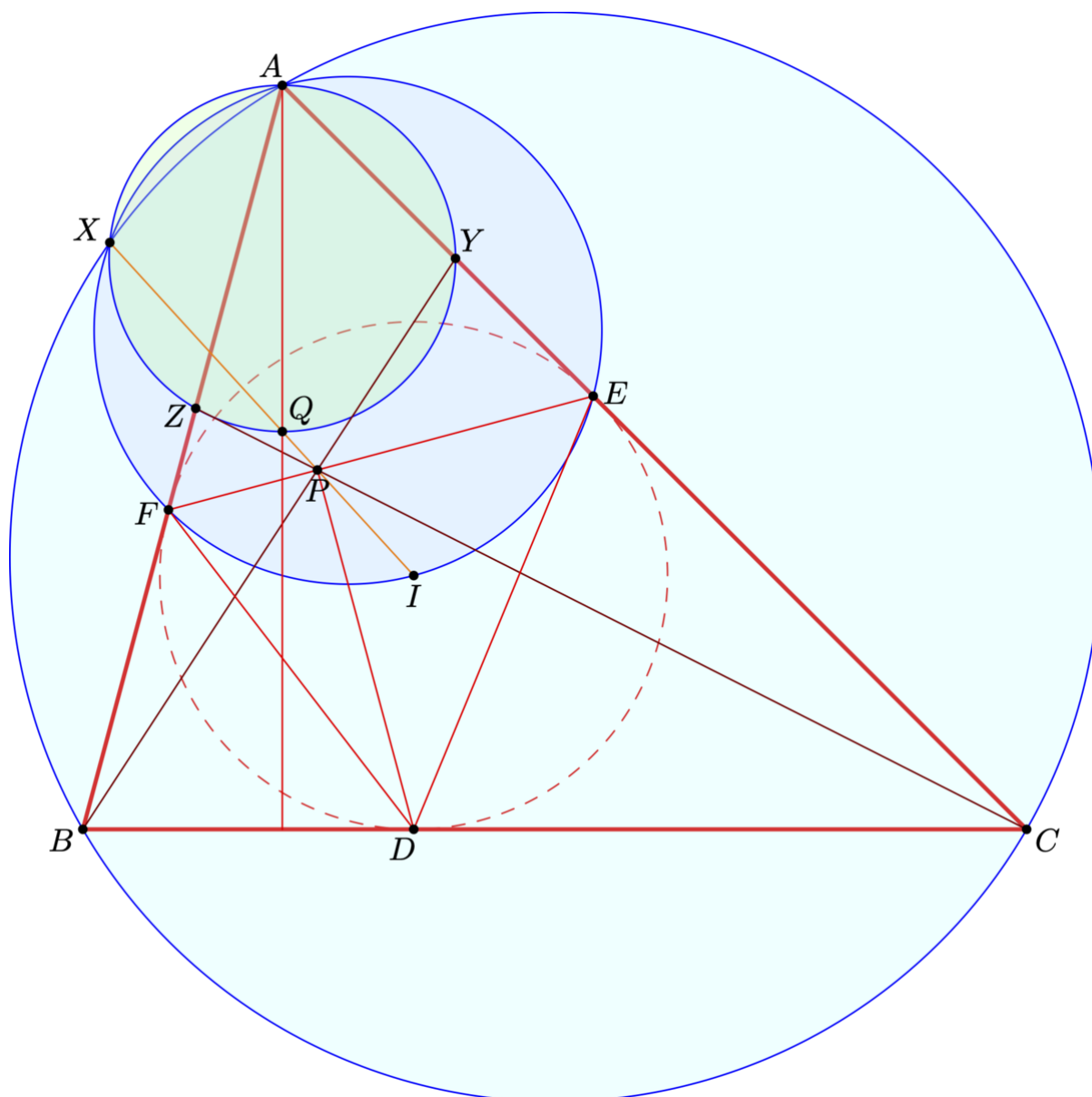
draw(B--Y, brown);
draw(C--Z, brown);
draw(D--E--F--cycle, red);
draw(D--P, red);
pair X = foot(A, P, I);

draw(I--X, orange);
pair K = foot(A, B, C);
draw(A--K, red);
pair Q = extension(P, I, A, K);

dot("$A$", A, dir(A));
dot("$B$", B, dir(B));
dot("$C$", C, dir(C));
dot("$I$", I, dir(-90));
dot("$D$", D, dir(D));
dot("$E$", E, dir(10));
dot("$F$", F, dir(190));
dot("$P$", P, dir(-90));
dot("$Y$", Y, dir(50));
dot("$Z$", Z, dir(200));
dot("$X$", X, dir(X));
dot("$Q$", Q, dir(45));

```

まずは最も原始的なやり方で行きましょう。上述のコードを `test.asy` というファイル名で保存したとします。次に `test.asy` のあるディレクトリまで移動してから `asy -f pdf -V test` と打ちましょう。



試作品

なかなか凄いですね。

他にも色々と便利な活用法があるのですが、環境依存になりやすいようなので TeX Wiki を参照してみてください。また、Evan Chen 氏のハンドアウトを漁れば多くの実装例が眺められますし、数オリでは Asymptote のソースコードの蓄積はかなり多いようです。

永月杏 (id:all_for_nothing) [1年前](#)

[コメントを書く](#)

プロフィール



永月杏 (id:all for nothing)

読者になる

86

[このブログについて](#)

検索

記事を検索

月別アーカイブ

▶ [2023 \(13\)](#)

▼ [2022 \(67\)](#)

[2022 / 12 \(2\)](#)

[2022 / 11 \(2\)](#)

[2022 / 10 \(3\)](#)

[2022 / 9 \(11\)](#)

[2022 / 8 \(2\)](#)

[2022 / 7 \(6\)](#)

[2022 / 6 \(5\)](#)

[2022 / 5 \(11\)](#)

[2022 / 4 \(10\)](#)

[2022 / 3 \(7\)](#)

[2022 / 2 \(6\)](#)

[2022 / 1 \(2\)](#)

▶ [2021 \(83\)](#)

▶ [2020 \(54\)](#)

▶ [2019 \(30\)](#)

カテゴリー

[IBO \(1\)](#)

[iOS \(1\)](#)

[Mac \(1\)](#)

[TeX \(11\)](#)

[ドイツ語 \(3\)](#)

[フランス語 \(4\)](#)

[ヘブライ語 \(1\)](#)

[ロシア語 \(2\)](#)

[医学 \(12\)](#)

[古文 \(3\)](#)

[眩き \(12\)](#)

[哲学 \(4\)](#)

[報告 \(3\)](#)

[数学 \(75\)](#)

[日本語 \(15\)](#)

[漢文 \(1\)](#)

[物理 \(25\)](#)

[生活 \(14\)](#)

[生物学\(7\)](#)

[経済学\(2\)](#)

[統計\(3\)](#)

[翻訳\(12\)](#)

[英語\(41\)](#)

[言語学\(27\)](#)

[読書録\(22\)](#)

[音楽\(1\)](#)

[プライバシーポリシー](#) [お問い合わせ](#)