

Design Concept

Number 2.

2002 Programming i Course in SFC

点と線と面、自由曲線

■点と線と面

点が移動すると線になる
線が移動すると面になる

パウルクレー：

気ままに動く線（動因子は移動する点）を自由曲線、あるいは能動的な線と呼ぶ。

決められた頂点の間を動く能動的な線もある

中間線：点運動と平面効果の中間にあるような線、枠を示し始める

受動的な線：平面を作る活動から生じる。進みつつある線。

カンディンスキー：

交差する線、折れ線において、点が生じる、点力が持っている

角とその響き

線の対立物

直線と曲線の緊張

直線と曲線は、根源的に対立するような一対の線である

面の対立物

■自由曲線

2つの点を結ぶ1本の線には無数のバリエーションがある。ソウル・スタインバーグの作例。

線に内在する点

比例・プロポーション

線の強度

線のリズム

1本の線の作る空間

輪郭線

線の交差

枠

線で作るイリュージョン（ハッチング）

面積と境界における線

■参考図書

- ・教育スケッチブック、パウル・クレー、バウハウス叢書2、中央公論美術出版
- ・点と線から面へ、カンディンスキー、バウハウス叢書9、中央公論美術出版
- ・造形の基礎を学ぶ、藤村克裕、美と創作シリーズ・京都造形芸術大学編、角川書店
- ・グラフィック・ノウハウブック、トム・ポーター、スウ・グッドマン、集文社
- ・デジタルイメージクリエーション・デザイン編CG、CG-ARTS協会
- ・ヴィジュアルデザイン1、平面・色彩・立体構成、日本グラフィックデザイナー協会教育委員会編、六曜社

■コンピュータグラフィックスで使われる複合曲線

パラメトリック曲線：媒介変数のパラメータ（ t とすると）、 $C=F(t)$ で表される曲線

複合曲線：適当なパラメータ区間によって曲線を表す。そして、それらの曲線を繋ぎ、1本の曲線を表現する。

次数：曲線を媒介変数の多項式で表すときの、多項式の次数。次数が高くなるほど、より豊かな表現ができる。

このような曲線としては、次の曲線がよく利用されている。

- ・エルミート（Hermite）曲線
- ・ベジエ（Bézier）曲線
- ・B スプライン（Beta-Spline）曲線
- ・有理ベジエ（Rational Bézier）曲線
- ・NURBS（Non Uniform Rational Beta-Spline：非一様有理 B スプライン）曲線

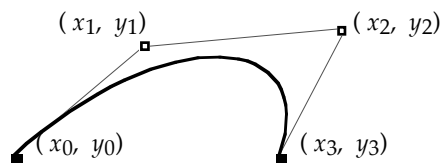
有理ベジエ曲線や、NURBS曲線の場合は、円や楕円、放物線を正確に再現できる。

■ ベジエ曲線

制御点（Control-Point）と呼ばれる複数の点に基づく多項式で定義され、パラメータ t を 0 から 1 まで変化させる。ベジエ曲線 $P(t)$ は、制御点の重みが連続的に変化して構成される。

ベジエ曲線の多項式は、3 次までがよく用いられ、3 次のベジエ曲線をバーンスタイン曲線と呼ぶことがある。Illustrator でも、3 次のベジエ曲線が用いられている。n 次のベジエ曲線を表すには、n+1 個の制御点が必要である。3 次の場合は、4 個必要となる。

3 次のベジエ曲線の場合の方程式と、各頂点（制御点）について以下のような式で計算する。



$$x(t) = a_x t^3 + b_x t^2 + c_x t + x_0$$

$$y(t) = a_y t^3 + b_y t^2 + c_y t + y_0$$

$$x_1 = x_0 + c_x / 3$$

$$x_2 = x_1 + (c_x + b_x) / 3$$

$$x_3 = x_0 + c_x + b_x + a_x$$

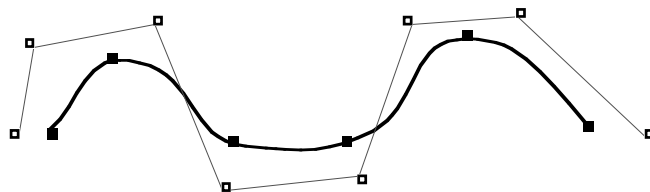
$$y_1 = y_0 + c_y / 3$$

$$y_2 = y_1 + (c_y + b_y) / 3$$

$$y_3 = y_0 + c_y + b_y + a_y$$

■ B スプライン曲線

B スプライン曲線にも、n 次の多項式で表される。2 次か 3 次が用いられることが多い。制御点に対する曲線上の頂点のことをノット（結び目という意味）と呼ぶ。ノットの間隔を一定にしたものを一様 B スプライン曲線と呼ぶ。一定でないものは、非一様 B スプライン曲線。



★ベジエ曲線とスプライン曲線の違い

ベジエ曲線では、美しい曲線が得られるが、複合曲線を形成するときに、曲線と曲線の繋がりがうまくいかない場合もある。スプライン曲線は、直線の間の補完として考えられているので、曲線同士の繋がりは良い。また、ノットの個数によって、次数が変わらないので、ノットを追加すれば微妙なカーブを表現できる。

■ 有理複合曲線

有理ベジエ曲線や、NURBS（有理 B スプライン）曲線は、それぞれベジエ曲線の制御点、あるいは B スプライン曲線の各制御点やノットに重み $\{\omega_i\}$ を追加したもの。表現の幅が広がる。NURBS（ナーブズ）曲線は、有理ベジエ曲線と B スプライン曲線の両方の性質を表せるので、3 次元 CG などで広く用いられている。

■ 参考文献

- ・技術編 CG標準テキストブック、CG-ARTS協会
- ・PostScript™ Language Reference Manual、Adobe System Inc.、Addison-Wesley

■課題

★課題1 自然の中にある曲線の模写

教室の外に行き、葉を3種類の葉を一枚ずつ拾ってくる。デザイン的に良いと思われる葉を選ぶこと。また、葉脈が見えにくい常緑樹の分厚い葉は、避けること。この葉について、葉の輪郭、葉脈の輪郭を正確に模写すること。スキャナやトレース機能は使わないこと。また、葉脈について、安逸な1本の線で表現しないこと。葉脈も含め、必ず、すべてを輪郭として捉えて、Illustratorの曲線描画機能を用いて模写すること。デザイン上必要であれば、葉が茎にどのようについているかも描き込め。線の太さは任意であるが、正確な模写に必要な太さを選べ。

3種類の葉は、1枚の画像に横か縦に並べられたい。それぞれの植物の名前をつけて、JPEG形式のビットマップ画像に変換（RGBカラーモードにしておくこと）し、指定のフォルダ（public_html/designworks/）に保存し、Web上に公開せよ。なお、ファイル名は以下のような形にする。ビットマップ画像の解像度は標準（96dpi～144dpi）、品質は最高とする。

leaf_名前.jpg

例：leaf_TakashiHattori.jpg

メールで担当者にURLを報告されたい。また、授業の感想なども併せて報告されたい。URLの報告は、次回の授業開始前までとする。

宛先：（水曜日の受講者）yurayura@ht.sfc.keio.ac.jp

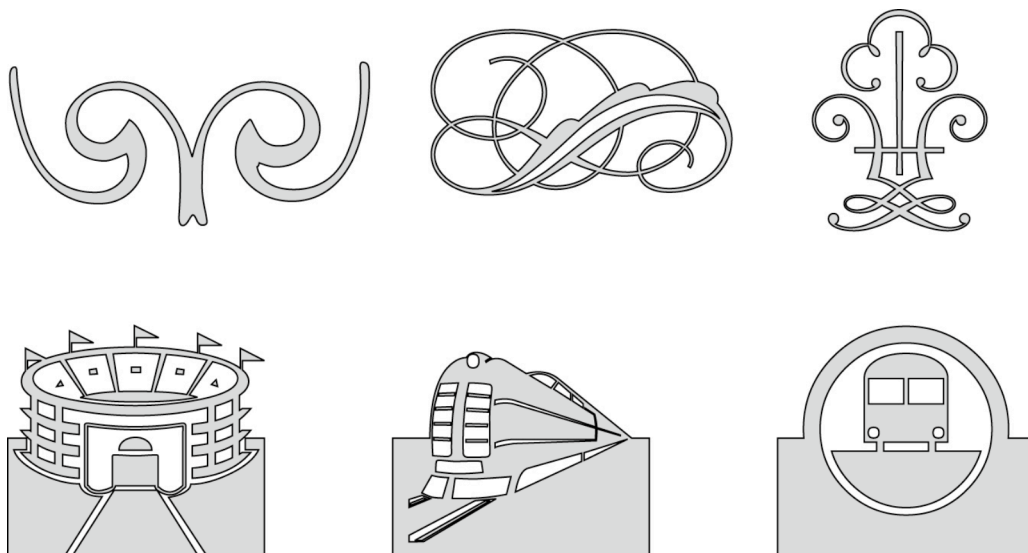
（木曜日の受講者）minohara@sfc.keio.ac.jp

表題： design-2

★課題2 デザイナーの作品の模写

以下の作品について、正確に模写し、学籍番号・氏名をつけて、A4用紙に印刷して提出されたい。用紙が2頁以上になるときは、ホッチキス止めで提出されたい。提出は、次回の授業の冒頭とする。

角の状態（折れている・スムーズになっている）を描き分けよ。無駄な頂点の数を減らせ。また、1本の線に見えるようなものでも、単なる線として描いてはならない。必ず輪郭として捉えて閉曲線として描け。スキャナやトレース機能は使わず、目で見えてスケッチし、比率や曲線の使い方について学べ。



Bodoni Ornament ITC、Type Enbellishment One LET、Webdingsフォントから