

造形変化するデザインフォルムオブジェの制作

—柔軟な素材を使った自動車の造形指針について—

12N3028 椎野恒星 指導教員 佐藤 康三教授

1. はじめに

近年の自動車業界における技術は、自動運転をはじめ著しく進化している。中でも、電気エネルギーの利用は自動車の外観にも大きく関わるもので、この先、更に新しく多様な造形の自動車が発表されていくのは明らかである。

その理由の1つとして、高熱にならないモーターを使うことで、車体の材料に「有機物」を使えるようになるという点がある。

ポリマー等の有機物は金属に比べ軽いため、燃費改善に繋がり自動車の材料に適しており¹⁾、外装部の素材研究が更に進むことが予想される²⁾。

2016 年現在、既に新しい素材を活かす考えで作られた自動車はいくつか存在する。(図 1)は市販車であり、外装の一部に樹脂を用い、内部に溜めてある空気に衝撃吸収の役割をもたせている。(図 2)は外装部に伸縮性のある布を用いたコンセプトカーであり、全く新しい外観造形変形表現を実現し、新しい造形の可能性を表現している。

また造形表現において、光の反射、陰影の入り方は、その立体の印象を人に与える重要な要素であり、外観造形を考える上で欠かせないものである。

本研究では、素材の変化により変形という新たな機能が生まれたことで、今後の自動車の外観にどう活用されていくのかに焦点をあて、変形する造形を、光と陰影を意識して表現する。



図 1 Citroën cactus



図 2 BMW Gina

2. 研究目的

車体の外観の変形にはどのような価値を持たせられるのかについて考える。

最近では多様化したニーズに応えるため、(図 3)のように様々な自動車が開発されている。趣味性の高いもの、家族向け、シェアリング用、オフロード特化等、多岐にわたる。

今後更に様々なニーズに対応する新たな商品価値が求められる。変形する自動車にはどのような可能性が

あるか、想定として、ファミリーカーのような造形からスポーツカーのような造形へ変形できる自動車つまり変形によって外観が自動車の使用用途に適応するもの、また、変形する造形が人の感情に語りかけてくるようなインタラクティブな自動車の発表が予測される。

本研究では、変形に依って変わるカースタイリングの印象変化を感じ見て取れる、「フォルムスタディーデザインオブジェ」の制作を目的とする。制作物は、自動車の外観造形基本となるホイールベースの長さの収縮機構、同収縮機構に伴う車高伸縮機構を保有させ、外観造形のアーキタイプ (図 4)と変形パーツを融合させることによる自動車の塊としての構成線変化、連続面変化、プロポーション変化、陰影変化、複合 r 形状でのグラデーション変化が見て取れる事とする。



図 3 多様なニーズに応える自動車の例

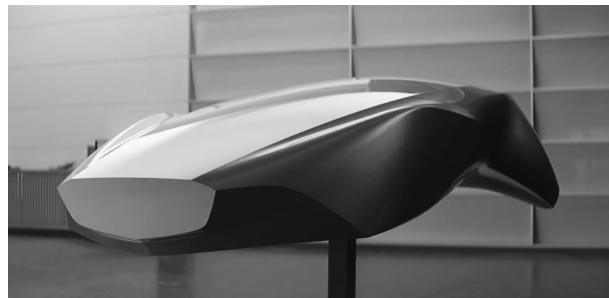


図 4 アーキタイプの例

3. 実験及び制作プロセス概要

- 1) フレームの形状変化が及ぼす面変化の実験
- 2) 柔軟な素材の選定
- 3) 外観意匠指針の決定
- 4) 動作イメージの制作
- 5) 機構の設計
- 6) プロトタイプ制作、考察
- 7) 外観意匠の決定
- 8) 機構の詳細設計
- 9) 寸法設計
- 10) 実機制作

4. フレームの形状とそれに付随する面変化の実験

4.1 実験目的

2本のフレームを左右に 90° ずつ回転させて、その間に張ってある面を変化させる。フレームの形状が面変化によって全体陰影、グラデーション、エッジライト、ハイライト等がどのように変化するか確認する事を目的とする。

4.2 実験方法

1. 3D ソフト (Cinema4D) のロフト機能を用いる。
2. 2つのフレームの間に面を張り、リアルタイムで変化が視覚的に分かるものとする。
3. フレームの種類は(図 5)のように「直線」「曲線」「折れ線」の3つを用い、9つの組み合わせを行う。
4. 変形する動画を作成し同時に見比べて考察を行う(図 6)。

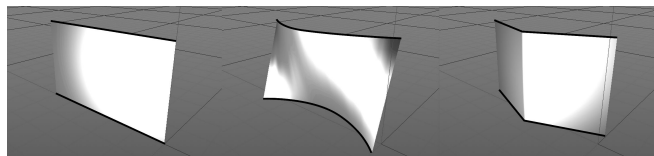


図 5 フレームの組み合わせと面表現

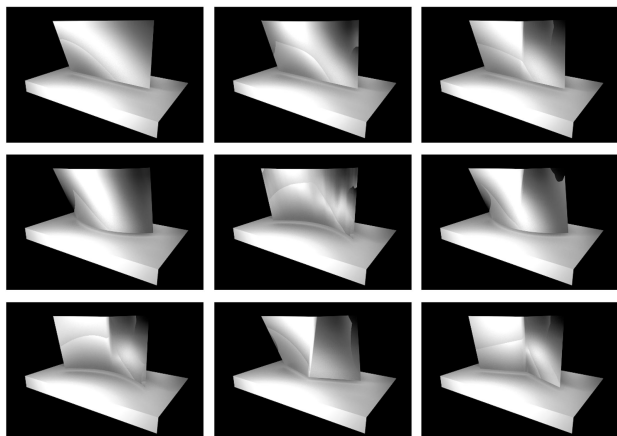


図 6 実験動画のキャプチャ

4.3 実験結果

直線フレームがある面はハイライトの範囲が広く、平面状態からフレームが回転することで陰影が現れる折れフレームがある面は、折れ目で別の面として表現されている。また、同じ方向に曲がった曲線フレーム同士による面では、曲面に溜まったハイライトが回転に従って機敏に動く事が確認された。

目視での印象変化より見ると、ハイライトの動きが最も大きい曲線同士の組み合わせが最も陰影変化が見て取れた。よって制作では曲線同士の組み合わせを用い制作する事とする。

5. 柔軟素材の選定

制作においては、図 2 の Gina のような布ではなく、線の傾き等でより変形の表現が現れるように、糸を等間隔に面のように張った線織面を用い表現する。

素材に求められる要件は

- 1) 伸縮性に優れること。
- 2) 光の反射表現が可能であること。

この要件を満たす素材として、ポリウレタンゴムを使用する事とする(図 7)。



図 7 ポリウレタンゴム

6. 外観意匠指針の決定

6.1 オブジェ意匠設計

目指す意匠は、ファミリーカーのように落ち着きや安心感を生む造形と、スポーツカーのように攻撃的で早そうな造形とする。この目的に従い、意匠のモチーフを(図 8)とする。

図 8 上段はファミリー用途のイメージである。クジラやジンベイザメのような大きく優雅な安らぎのある曲線、ハコフグやヘルメットのように頑丈に守られているような安心感を表現する。下段はスポーツ用途のイメージで、サメの鋭く尖ったプロポーションや鷲が獲物を狙う時の攻撃的な印象、鳥類の飛翔の軽快さを表現する。

これらのモチーフもとに本研究の制作物のアイデアスケッチを展開していく(図 9)。



図 8 造形イメージのモチーフ

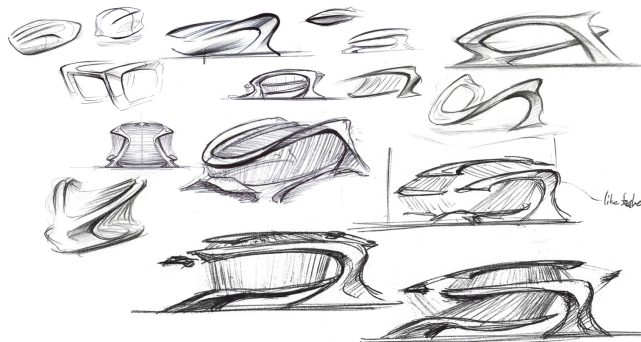


図 9 初期アイデアスケッチ

6.2 オブジェの動作イメージ

大きなフレームの傾きと全長や全高を変える動きとする。全長、全高のプロポーション変化がスポーツタイプをイメージする造形とする(図 10)。

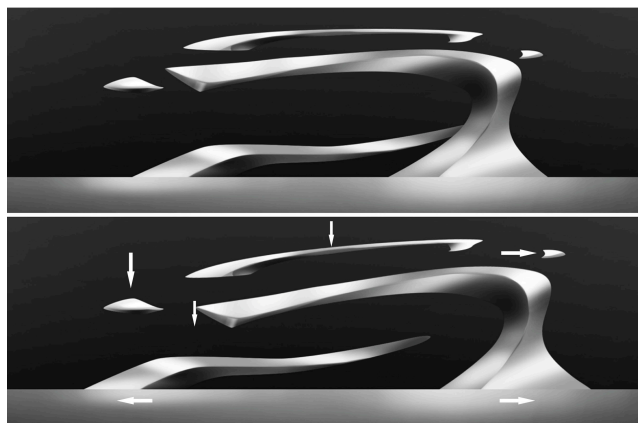


図 10 オブジェの動作イメージ

6.3 オブジェ設置空間イメージ

制作物の設置空間イメージは、自動車ディーラーショールームやインスタレーション作品発表の場において、自動車企業のカースタイリングコンセプトを視覚的に触発する設置空間を想定する。

7. プロトタイプ制作

7.1 糸の通し方の考察

糸を張る時、均等な張力をかけないと一部がたゆむことがあるので、一本ずつ結ぶのではなく、糸通しの要領で、長い糸一本で面を作る(図 11)。



図 11 糸の装着部分を考察するプロトタイプ

7.2 3D データ制作

3次元曲面を多用した複雑な形状のため、フレームは3D出力によって制作する。

7.3 外観考察

制作は、動きの表現をより自由に行うため、半面をつくり、鏡を使うことで1つのオブジェを表現する。鏡の裏側と土台の下に機構を埋め込む。

ライティングの位置で表情が大きく変化することが確認された。また造形的に甘い部分があるため、再度デザインを見直す必要が確認された(図 12)。

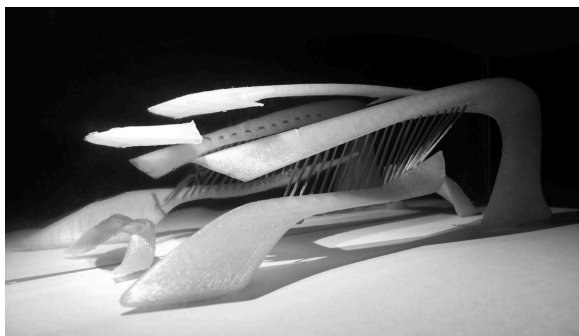


図 12 オブジェ外観プロトタイプ

7.4 動作機構設計

必要となる動作は回転運動と直線運動の組み合わせである。モーターとラックギア等を使用し、各フレームを個別に制御し動かすことを目標に機構設計する。

7.5 動作機構制御

制御に必要なのはモーターの正逆回転と速度である。PWM(Pulse Width Modulation)制御が可能なモータードライバとArduinoUNOを用い制御する。

変形するにつれポリウレタンゴムの張力が大きくかかることが予想されるため、トルクの高い機構を目指す。タミヤ4速クランクギアを用いる。

7.6 動作機構部分考察

直線運動と回転運動を同時にするフレームの機構において、各運動を1つのモーターで行う。

8. 全体設計

8.1 外観設計

プロトタイプの造形上の欠点である立体的な構成を意識して再度スケッチ(図 13)展開を行う。ディテールの美しさを向上させる。

パーツ1つずつではなく全体としての塊感や自動車としての魅力を意識して面の起伏に焦点をあて意匠を展開する。

全体としては、オブジェがメインに表現できるように、ステージ上を強調する意匠設計とする。

機構が入る部分の側面を、オブジェのある土台から下へ狭く傾斜させることで、上の土台、ミラーの壁を強調させる(図 14)。

動きの決定とパーツの設計後に3D(図 15)によって確認する。フレームが移動するために必要な穴はガラスの切れ目を沿うように設計し、全体に溶け込ませる。

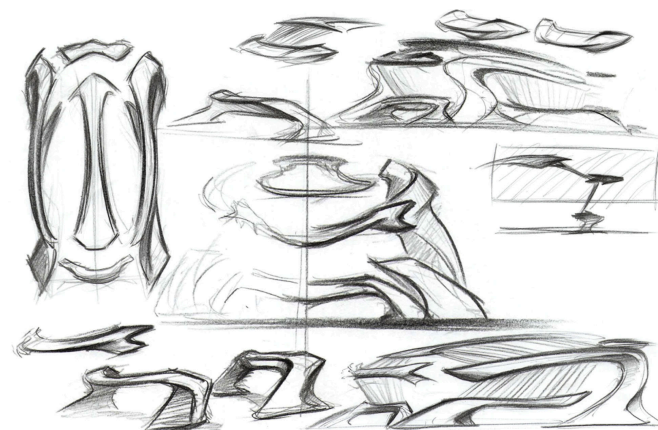


図 13 最終外観アイデアスケッチ

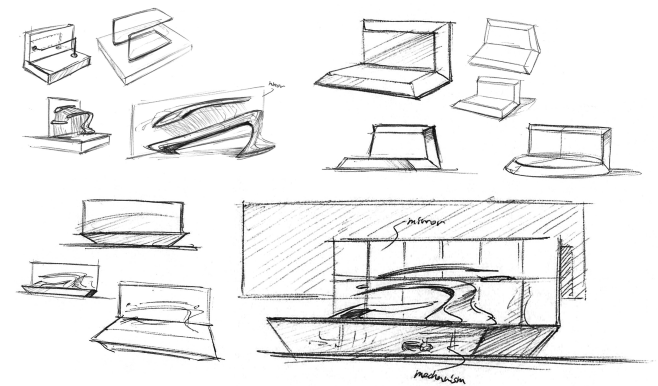


図 14 作品アイデアスケッチ

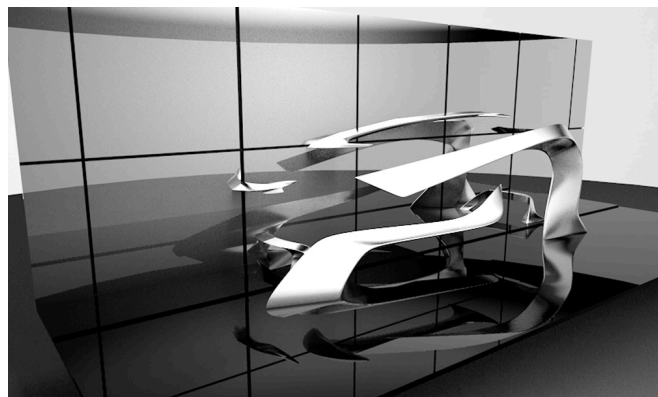


図 15 最終成果物 3D イメージ

8.2 動作機構再設計と動き方

直線運動と回転運動を同時に行うために、直線レールを動く機構部にフレームを取り付ける板を設置し、

その板に付いたシャフトが別に設置してある板の穴にそって動き、回転する機構(図 16)を採用する。直線運動の後半で回転運動が加わる動きを設計することで、よりプロポーション変化を印象づけることを目的とする。

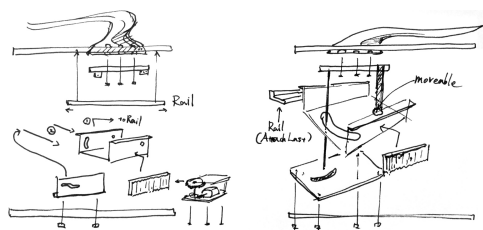


図 16 機構のアイデアスケッチ

9. 本制作

9.1 機構部分の制作

9.1.1 寸法設計とイラストレーターによる製図

紙面上で、全体の寸法に合うよう、機構部等の詳細な寸法と組み立て手順を決定する。

部品素材はアクリル、ABS、MDF を、レーザーカッターを利用して切り分けていく。イラストレーターによる部材作図とする。

9.1.2 レーザーカッターによる部品制作

レーザーカッターを用い、端材が最小にとどまるよう部材を図面配置し切り分ける。

9.1.3 アクリルパーツの組み立て

アクリルパーツは接着剤を用い制作する。取り外しが必要なパーツはボルト締めで組み立てる(図 17)。



図 17 機構の写真

9.1.4 ギア部分の組み立て

動作機構部分の美しさを魅せる為にギアボックスを設計制作する。アクリル板を使い、銀メッキ塗装した歯車を強調することで、自動車のトランスミッションの機械的魅力を表現する(図 18)。

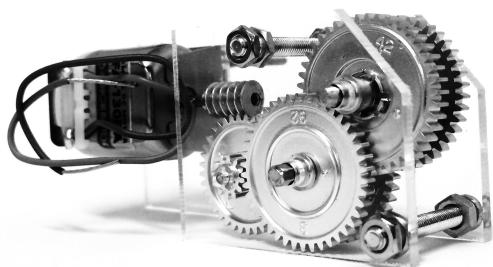


図 18 ギアボックス

9.2 外観部分の制作

9.2.1 3D プリンタ出力

寸法の大きいフレーム部材は 2 つに分けて出力し接

着する。

9.2.2 パテによる成形

3D プリンタで出力した後パテを使用し美しい面を成形する。

9.2.3 塗装

樹脂フレームに金属加工風のシルバーメッキ塗装を施す。

9.3 電子制御プログラムの制作

作品の作動に必要なモーターは 5 個である。ArduinoUNO を使い同時に 5 つのモーターの PWM 制御を行い実験で確認された変形を求める。

9.4 最終成果物

以上の工程を経て組み立てて完成させた。動きによる造形変化をするオブジェ作品であるので、実機以外に動画を制作した。(図 19, 20)。



図 19 最終成果物 1

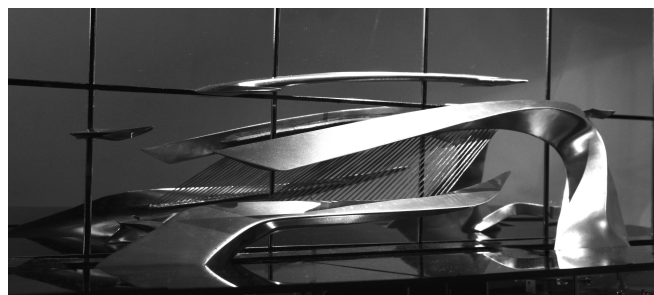


図 20 最終成果物 2

10. おわりに

本研究・制作では、カーデザインの観点から造形変化の価値を考察し、外観と機構の制作を行った。

外観や機構については基礎的な制作であるため、今後の研究として、面変化のより有効な利用や動作の精緻化が必要である。具体的には以下が挙げられる。

- ・より面変化を表現できるフレームの設計
- ・滑らかな動作のためのトルク制御
- ・張力に対して強い剛性を持つ機構設計

今後のカーデザインに止まらずプロダクトデザイン全般における外観デザインや技術開発の発想に繋がることを期待する。

参考文献

- 1) 田中栄 他, 第 186 回会員研修会「自動車産業のこれからの 10 年を予測する, 日本自動車会議所
<http://www.aba-j.or.jp/archives/4139>(参照 2015-6-17)
- 2) 菅磨澄 他, 木材やみかん皮から新素材、鉄より軽く高強度ー将来は自動車外装も, Bloomberg.co.jp
<http://www.bloomberg.co.jp/news/123-NUPP2U6K-LVRG01.html>(参照 2015-6-17)