

搭乗型ロボットとしての電動車いすのデザイン

システム科学技術学部 機械知能システム学科
2年 加藤 時生

指導教員 システム科学技術学部 機械知能システム学科
准教授 佐藤 和人
助教 間所 洋和

指導補助 システム科学技術学部 機械知能システム学科
4年 白井 啓吾

1. 目的

近年、少子高齢化の進行により介護者の負担削減、高齢者の自立促進のための機器が開発されている。本学では、搭乗型ロボットとして、図1に示す全方位電動車いすが開発[1]されているが、機能性を重視する反面、意匠性が低い。本研究では、従来の車いすとは異なる意匠性を意識し、搭乗型ロボットの高い走行性能を引きだすと共に、機能性と調和がとれるよう、人間工学に基づいたユニバーサルデザインの開発を目的とする。

2. 設計・製作

2.1. デッサン設計

従来の車いすは生活風景に溶込んでいたとは言い難い。そこで電動移動できるキャスター付きのデスクチェアをイメージし、図2のようなデッサンを作成した。シートのサイズは、すでに完成しているフレームに取り付けるため、フレームの寸法にあわせた。シートは、スチールフレームのストレートラインを活かし、アルミ角パイプを用いた。しかし、金属材料のみであると、冷たくかたい椅子のイメージを与えるため、栓を使用しあたたかい印象を与える事にした。また長時間の座位にも疲れず、乗降の際の負担を軽減するため、背もたれを疲れにくい角度として100°に設計した。



図1 本学で製作された電動車いす[1].



図2 作成したデッサン.

2.2. モデル製作

デザインをもとに実寸の1/6スケールで図3に示す模型を製作した。細部のデザインは、加工・組立てに無理のない形状かを採用した。また人間の模型を作ることで、搭乗時を想定し、実現性のあるモデルを製作した。模型を作ったことで当初のデザインではシートが長いことがわかり、図4に示すようにシートを55.1%短縮した。また、シートの高さは、搭乗者の目線が高くなってしまふことで恐怖感が生まれることを懸念して低く修正した。

2.3. CAD

3次元CAD(Computer Aided Design)を用いて構成部品を製図した。実物大スケールのモデルを図5に示す。すでに完成しているフレームと組み合わせ、全体のデザインを再確認した。CADで作図する前にあらかじめ寸法の計算をしていたが、組み合わせたときに誤差が生じたため、修正し寸法を調節した。

2.4. 強度計算

ここまでの工程ではデザインが、実際に人間が乗った際に、強度が満たされているかを確認するために、荷重がかかる部品の強度計算を行った。構成部品であるアルミ角パイプ(A6063)と桧の材料特性に基づいて、シート部の曲げ応力、脚部の座屈応力を算出した。

荷重 $w(N)$ 、支点間距離 $x(mm)$ 、部材断面縦 $h(mm)$ 、横 $b(mm)$ 、曲げモーメント M 、断面2次モーメント I とすると曲げ応力 $\sigma_h(N/mm^2)$ は、次式で求められる。

$$\sigma_h = \frac{M}{I} \times \frac{h}{2} = \frac{wx/4}{bh^3/12} \times \frac{h}{2} \quad (1)$$

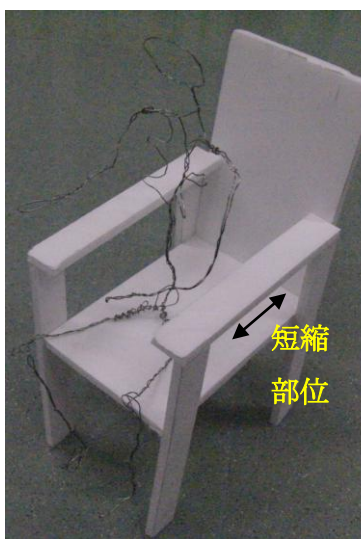


図3 1/6スケールモデル。

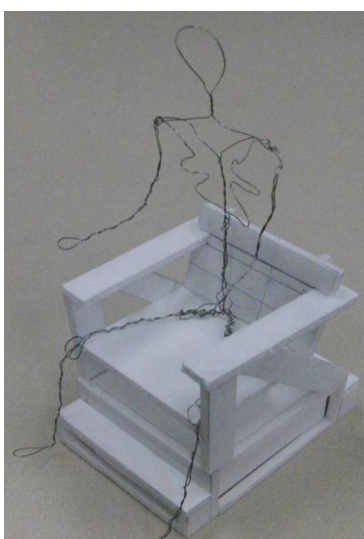


図4 改良したモデル。

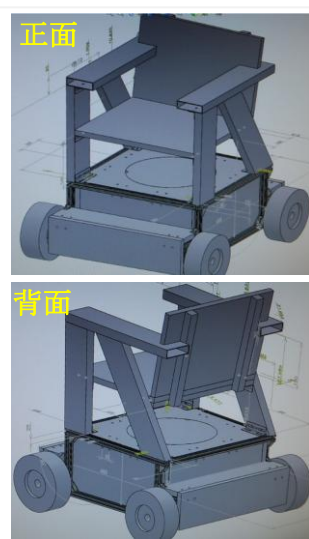


図5 CADによる設計。

つづいて、柱の長さ l (mm)、ヤング率 E 、座屈長さ $L = l/\sqrt{4}$ とすると、座屈応力 P_k (N)は次式で求められる。

$$P_k = \pi^2 \left(\frac{EI}{L^2} \right) \quad (2)$$

また、安全率を n と定めると許容応力は材料特性より基準応力/ n で求められる。ここで、静荷重に対する安全率を $n = 7$ とし、桧を使用したシートは曲げ強さ 73.55 (N/mm²)なので許容応力は 10.51 (N/mm²)となる。曲げ応力は、体重 100 (kg)の人がシートに座ったときにかかる荷重を 980 (N)とすると、

$$\sigma_h = \frac{(980 \times 460)/4}{(400 \times 20^3)/12} \times \frac{20}{2} = 4.23$$

となり、許容応力より小さいため、強度を十分に満たす。

座屈荷重について、アルミ角パイプ(A6063)を用いたシートの脚は式(2)より、座屈荷重は、

$$P_k = \pi^2 \left(\frac{EI}{(l/\sqrt{4})^2} \right) = \pi^2 \left(\frac{68600 \times 713800}{180^2} \right) = 1.492 \times 10^7$$

となり、実際にかかりうる荷重 9.8×10^2 (N)よりも大きいので、強度を十分に満たす。

2.5. 加工・組み立て

部品を製作するために CAD で製作したモデルをプリントし、図面を製作した。アルミ角パイプは NC 切削機によって加工した。木材は本学での加工が難しかったため、長谷川木工所(由利本荘市田町)に切削加工を依頼した。仮留めしたところ、アームレストのアルミ角パイプが着座時に干渉したため、図 6 のようにアームレストを L 字型に再加工した。最後に図 7 のようにサンドペーパー、ニス塗りによる仕上げ加工を行い、各部品を組み立てた。



図 6 アームレストの調整.



図 7 ニス塗り.

3. 結果と考察

図 8 に完成した電動車いすの外観を示す。本研究では、従来の車いすとは異なるデザインの設計をした。図(a)に示すように、カバーを設置し、ボックス内部を隠した。また、ヒノキにニス塗りを施し表面に光沢を与えたことで、一見ミスマッチとも思える金属と木材に調和をもたせ、穏やかさと品位を合わせもつモビリティを生み出すことができた。

図(b), (c)に正面と背面の外観を示す。アルミ角パイプは、L字型に加工したのち、図 6 に示すように内部がむき出しになり撓んでいたが、ヒノキによって空洞をうめ、見栄えを整えるとともに、強度を確保した。

本研究では、製作した車いすを主観評価することに留まり、客観的な評価が得られなかった。今後は、官能検査を行い客観的に分析をすることで、更なる改良を図りたい。

なお、図(d)のように AKITA.Pre の「A」を模った。日本における超高齢化社会の先駆的地域として、多くの人にユニバーサルデザインに興味を持ってもらえれば光栄である。

参考文献

- [1]豊田優, “ 旋回せずに全方位に移動できるマイコン制御電動椅子の開発”, H24年度秋 田県立大学機械知能システム学科卒業論文, Jan. 2013.



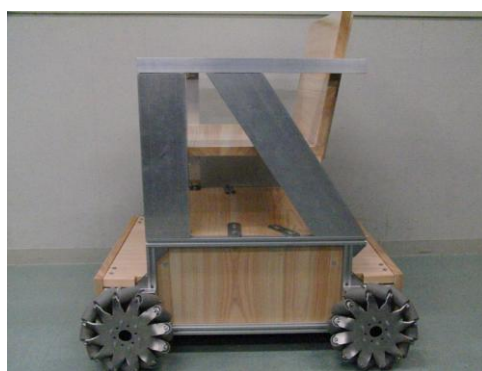
(a) 全体



(b) 正面



(c) 背面



(d) 側面

図 8 完成した電動車いす.