

# AHP による自動車運転における楽しさの要因分析

伊藤省吾<sup>\*1</sup> 蒔苗耕司<sup>\*2</sup>

宮城大学大学院事業構想学研究科博士前期課程<sup>\*1</sup>

宮城大学事業構想学部デザイン情報学科<sup>\*2</sup>

近年では AI を搭載した自動運転車の研究が盛んである。しかし、自動車の運転自体を好む人間もおり、人間が操縦する車は完全にはなくなると考えられる。本稿ではまず、現実での運転と、ゲームでの運転を区別し、それぞれの遊びの要素を明らかにする。そして、自動車の運転行動が「操縦性」「快適感」に与える影響を明らかにするために、ドライビングシミュレータによる走行実験と AHP (Analytic Hierarchy Process) による分析を行い、楽しさに影響を及ぼす要因について考察した。

## An AHP Analysis on Factors of Automobile Driving Pleasure

Shogo Ito<sup>\*1</sup> Koji Makanae<sup>\*2</sup>

Graduate Student of School of Project Design, Miyagi University<sup>\*1</sup>

School of Project Design, Miyagi University 2<sup>\*2</sup>

In recent years, autonomous vehicles have been actively studied. However, it seems that man-controlled vehicles will not disappear because some people prefer the driving himself. In this paper, we divided the driving into two categories, driving in the real world and driving in the games. Furthermore, we analyzed the effects in three factors, “maneuvering,” “comfort” and “sound by engines, etc.,” affected by the factors of play using analytic hierarchy process(AHP).

**Keyword: Automobile driving, driving simulator, driving pleasure, AHP**

### 1. はじめに

自動車本来の用途は人とモノの移動を助けることであり、楽しさを与えるだけの遊具とは異なる。今日では、コンピュータゲームにより自動車運転を模擬的に体験できる環境も整ってきているが、それでも実際の道路環境の中での自動車運転に楽しさを求める者も少なくない。それは現実環境での運転の楽しさが、ゲームで提供される楽しさとはその性質が異なるためであると考えられる。運転者の感じる楽しさがどのような要素により与えられているかを明らかにすることは、これからの道路環境創出や自動運転車を含めた自動車開発において有用な知見となることが期待される。

そこで本研究では、まず現実の運転とゲームの中での運転との間での楽しさの違いの要因は何か、ゲームや遊びにおける楽しさに関する既往研究の成果等をもとに抽出する。次に、現実環境を想定したドライビングシミュレータを構築し、運転の楽しさと遊び要素との関連を見出すための実験を行う。さらに、AHP (Analytic Hierarchy Process) を用いて、遊びを考慮しない場合の運転の楽しさと、遊びとして分類した運転の楽しさとの違いを分析し、遊びの要素が運転の楽しさにどのように影響しているかを明らかにする。

## 2. 自動車運転における遊び要素

カイヨワ[1]は、遊びをアゴン(競争), アレア(運), ミミクリ(模擬), イリンクス(眩暈)に分類した。またサレンら[2][3]は遊びをゲームでの遊び, 遊戯活動(ludic activity), 戯れること(playful)の3つに分類している。ここでは、カイヨワとサレンらの遊びの定義を参考に、自動車の運転者に影響する運転の遊び要素を以下の2つに分類する。

①ゲームでの遊び要素：競争(目標時間の設定)

②現実での遊び要素：イリンクスの増加

次に、遊びを含まない楽しさの要素を考える。例えば、自動車内の室内空間、車窓の景色、機械を操縦する感覚、音などを快く楽しく感じる場合がある。ここでは、これらの感覚を以下の3つの要素に分類し、先に挙げた遊び要素とは区別して考える。

### (i) 操縦

運転技術の向上や競争のための操縦技術(テクニック)ではなく、自動車の操作とそのフィードバックによる心地よさを指す。直線やカーブなどの因子で楽しさが変わる。

### (ii) 快適感

快適な運転を楽しむことである。その因子として風景やスピード感が挙げられる。

### (iii) 音

エンジン音など操作に対応して得られる自動車特有の音を運転の楽しみとするものである。

## 3. シミュレータによる実験と AHP による要因分析

### 3-1 実験の目的

2.で挙げた楽しさに影響する3つの要素(操縦, 快適感, 音)が、遊び要素からどのような影響を受けているのかを、ドライビングシミュレータによる実験と AHP (Analytic Hierarchy Process ; 階層分析法)を用いた分析により明らかにする。

AHPは米国ピッツバーグ大学の T. L. Saaty により提唱された意思決定モデルの手法で、主観的判断とシステムアプローチをうまく組み合わせた問題解決型(提案型)意思決定手法の一つである[4]。その適用事例としては、山下ら[5]によるゲームの楽しさの分析、樋口ら[6]によるマイナスイパの演出に関する分析、山下[7]によるブロック崩しの楽しさの要素に関する分析等があり、AHPによる分析が有効であることを示している。そこで本研究でも同様に AHP を用いた分析を適用することとした。

またドライビングシミュレータには、Unity5.0.1 上で作成した独自開発のものを用いる。これはステ

アリングハンドルや、ペダルの操作量から走行を模擬したアニメーションを生成し、実際に自動車を運転している感覚を再現するものである。今回開発したシミュレータでは、プレイヤーがステアリングハンドル、アクセルペダル、ブレーキペダルを操作してマップ内を運転する。

### 3-2 実験内容

プレイヤーはマップにおける開始点から走行をスタートし、マップ上を周回し、再び開始点に到着したときにゲームが終了する。遊びによる楽しさと遊び以外による楽しさとの関係を明らかにするために、被験者であるプレイヤーに表1の遊びの要素を与える。

表1 プレイヤーに与える運転の遊び要素

競争 (目標時間の設定)	① 目標時間の設定とラップタイムの表示
イリンクスの増加	② 凸凹の道の設置 ③ 凍結区間の設置

表1の各要素の演出方法は以下の通りである。

#### ①ラップタイムの表示

マップを一周する時間であり、被験者は設定した時間を目標として一周する。

#### ②凸凹の道の設置

被験者には見えない障害物を、運転操作に影響を及ぼすように路面上に設置する。車や視界が揺れ、操作を難しくすることでイリンクスを増加させる。

#### ③凍結区間の設置

氷に覆われており、その区間のみ摩擦係数の低い個所である。タイヤのグリップ力が失われ操舵が難しくなる。

### 3-3 評価実験の手順

実験を始める前に、実験方法を口頭で被験者に説明する。被験者には実験の開始前に、シミュレータの運転の操作に慣れさせるために1分間の練習をさせる。選択肢となる競争とイリンクスの増加の2つの要素を組み合わせた4種類の型(表2)から、任意の型を選んで実験を開始し、4種類のすべての型でプレイさせる。また、被験者の属性による評価を行う。主な属性はゲームが好きか否かと、運転が好きか否かである。評価項目は階層レベル2に操縦、快適性、音があり、階層レベル3には、操縦の下に因子として直線、カーブ、坂、および街の中を、快

表 2 楽しさの要素の組み合わせによる型の定義

	型 1	型 2	型 3	型 4
ゲームでの運転の 楽しさの要素 (目標時間の設定)	×	○	×	○
現実での運転 の楽しさの要素 (イリックスの増加)	×	×	○	○

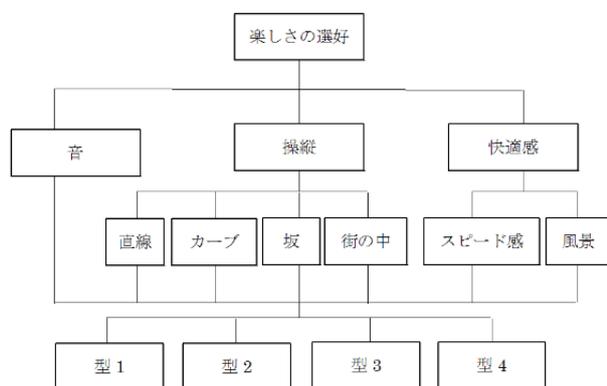


図 1 AHP のモデル

快適感の下にはその因子としてスピード感と風景を設定した。これらによる AHP のモデルを図 1 に示す。

一対比較は、要素を二つ一組としてどちらが題に対して重要かを判断させることである。項目の左から右に向かって 9 から 1/9 までの 17 の基準で判断でき、例として左の項目が圧倒的に重要であれば 9 の列に○を、左右同じくらい重要であれば 1 の列に○を記入させる。評価項目間での一対比較の後に、4 種類のゲーム型間で同じように一対比較させる。すべての一対比較を行った後に各評価項目の重みを決める。また、階層レベル 2 での評価項目には従属関係があることから、AHP の内部従属法により、従属関係を考慮した評価を行うこととした。内部従属法は、同一レベルにある評価基準間（あるいは選択肢間）において従属性（相互影響）がある場合に用いられる。

### 3-4 結果と考察

本実験では普通自動車免許を有する 15 名の被験者に対して実験を行った。評価項目と 4 種類の型の重みの結果を表 3 から表 5 に示す。また、各型の総合得点を表 6 に示す。

AHP 図の階層レベル 2 の各評価項目の重みは、操縦、快適感、音の順であった。階層レベル 3 において、楽しさに影響している因子として、操縦の中では直線の重みが大きく、また快適感の中では風景

表 3 階層レベル 2 における各評価項目の重み

被験者	操縦	快適感	音
1	0.500	0.388	0.112
2	0.669	0.264	0.067
3	0.752	0.174	0.073
4	0.723	0.221	0.056
5	0.184	0.144	0.673
6	0.278	0.626	0.096
7	0.622	0.206	0.172
8	0.721	0.188	0.091
9	0.253	0.638	0.109
10	0.440	0.475	0.085
11	0.621	0.267	0.112
12	0.564	0.310	0.126
13	0.423	0.379	0.198
14	0.119	0.621	0.260
15	0.125	0.746	0.129
幾何平均	<b>0.399</b>	<b>0.330</b>	<b>0.125</b>

表 4 階層レベル 3 における各評価項目の重み

被験者	直線	カーブ	坂	街の中	風景	スピード感	音
1	0.112	0.023	0.240	0.088	0.148	0.078	0.310
2	0.155	0.429	0.063	0.022	0.033	0.231	0.067
3	0.034	0.143	0.270	0.305	0.155	0.019	0.073
4	0.241	0.333	0.121	0.029	0.028	0.193	0.056
5	0.025	0.058	0.090	0.011	0.120	0.024	0.673
6	0.079	0.095	0.054	0.050	0.470	0.157	0.096
7	0.385	0.068	0.032	0.137	0.172	0.034	0.172
8	0.238	0.055	0.027	0.401	0.165	0.024	0.091
9	0.175	0.050	0.008	0.020	0.080	0.558	0.109
10	0.094	0.216	0.046	0.083	0.317	0.158	0.085
11	0.160	0.294	0.064	0.103	0.200	0.067	0.112
12	0.384	0.043	0.018	0.119	0.279	0.031	0.126
13	0.051	0.110	0.221	0.042	0.341	0.038	0.198
14	0.075	0.008	0.031	0.005	0.559	0.062	0.260
15	0.036	0.018	0.069	0.003	0.075	0.671	0.129
幾何平均	<b>0.109</b>	<b>0.077</b>	<b>0.059</b>	<b>0.045</b>	<b>0.154</b>	<b>0.083</b>	<b>0.133</b>

表 5 評価項目に対する各型の重み

	型1	型2	型3	型4
直線	0.137	0.313	0.106	0.217
カーブ	0.109	0.242	0.143	0.217
坂	0.128	0.232	0.127	0.240
街の中	0.202	0.157	0.129	0.205
風景	0.424	0.135	0.154	0.114
スピード感	0.116	0.337	0.071	0.267
音	0.236	0.218	0.165	0.213

表 6 各型の総合得点

	総合得点
型1	0.221
型2	0.270
型3	0.143
型4	0.246

表 7 クラスタ分析の結果

	項目	重視された楽しさの要素
a	直線 スピード感	ゲームでの楽しさ
b	カーブ 坂	ゲームと現実の楽しさ
c	街の中 音	どの型でも影響が少ない
d	風景	楽しさの要素がない場合

表 8 ゲームと運転の両方が好きな被験者の各評価項目の重み

被験者	操縦	快適感	音
1	0.500	0.388	0.112
3	0.752	0.174	0.073
4	0.723	0.221	0.056
5	0.184	0.144	0.673
8	0.721	0.188	0.091
11	0.621	0.267	0.112
12	0.564	0.310	0.126
<b>幾何平均</b>	<b>0.536</b>	<b>0.229</b>	<b>0.122</b>

表 9 運転のみが好きな被験者の各評価項目の重み

被験者	操縦	快適感	音
6	0.278	0.626	0.096
9	0.253	0.638	0.109
10	0.440	0.475	0.085
14	0.119	0.621	0.260
<b>幾何平均</b>	<b>0.246</b>	<b>0.586</b>	<b>0.123</b>

表 10 ゲームのみが好きな被験者の各評価項目の重み

被験者	操縦	快適感	音
2	0.669	0.264	0.067
15	0.125	0.746	0.129
<b>幾何平均</b>	<b>0.289</b>	<b>0.444</b>	<b>0.093</b>

表 11 どちらも好きではない被験者の各評価項目の重み

どちらも好きではない			
被験者	操縦	快適感	音
7	0.622	0.206	0.172
13	0.423	0.379	0.198
<b>幾何平均</b>	<b>0.513</b>	<b>0.279</b>	<b>0.184</b>

の重みが大きい結果となった。また、評価項目に対する各型の重みをウォード法によりクラスタ分析した結果を表 7 に示す。表に示すように、a から d 群までの 4 つに分類され、それぞれの項目において重視される楽しさの要素の違いが示された。ゲームでの楽しさは直線とスピード感に、ゲームと現実の楽しさはカーブと坂道等の道路線形の変化の大きさに関与することが明らかとなった。また多くの項目でゲームでの遊びを含んでいる型 2 と型 4 の重みが大きい。これは目標時間を設定したことにより、その目標を目指してスピードを出すことで楽しいと感じる被験者が多かったためと考えられる。また、風景については、遊び要素がない型 1 で重みが大きい。遊び要素がないことで環境を重視した結果と考えられる。

次に被験者の嗜好により分類して分析を行う。被験者をゲームと運転の嗜好により、①ゲームと運転の両方が好き、②運転のみが好き、③ゲームのみが好き、④どちらも好きではない、の 4 つに分類し、それぞれの分類毎に階層レベル 2 における重みを求めた。その結果を表 8 から表 11 に示す。

被験者の運転やゲームに関する嗜好の属性により、操縦と快適感において大きな差異がみられる。ゲームと運転の両方が好きな被験者については操縦の重みが大きく、また運転あるいはゲームのいずれかが好きな被験者については快適感への重みが大きく、運転とゲームに対する嗜好の違いにより、運転に求める楽しさの要素が違ふことが示された。

ゲームと運転の両方が好きな被験者と運転のみが好きな被験者の型の重みをウォード法によりクラスタ分析した結果を表 12, 13 に示す。表 12 のゲームと運転の両方が好きな運転者については、a 群と b 群で遊び要素を与えた型 2 と型 4 の重みが他の型に比べて顕著となり、これらの被験者は遊び要素を重視していることが明らかとなった。またカーブや坂道等での操縦による楽しさの他、特にゲーム内ではスピード感を求める傾向があることが明らかとなった。

表 12 ゲームと運転の両方が好きな被験者のクラスタ分析の結果

	項目	重視された楽しさの要素
a	スピード感	ゲームと現実の遊び要素(型2を重視)
b	カーブ 坂 街の中	ゲームと現実の遊び要素(型4を重視)
c	直線 音	どの型でも影響が少ない
d	風景	楽しさの要素がない場合

表 13 運転のみが好きな被験者のクラスタ分析の結果

	項目	重視された楽しさの要素
a	直線 風景	楽しさの要素がない場合
b	街の中 音	どちらかというと 楽しさの要素がない場合
c	カーブ 坂	ゲームと現実の遊び要素
d	スピード感	ゲームでの遊び要素

また表 13 の運転のみが好きな被験者については、遊び要素を与えない場合を最も楽しいと感じること明らかになった。また、ゲームが好きな被験者との大きな差異は、楽しさの要素がない場合に生じてお

り、特に直線と風景において顕著である。運転のみが好きな被験者は、普段の運転においても安全性の高い平坦な道や直線的な道を好み、その風景を楽しんでいるものと考えられる。

#### 4. 自動運転車での楽しさの演出に関する考察

近年、自動運転車の開発が進み、その実用化も目前となっている。これまでの自動車と自動運転車との大きな違いは人間と機械との間のインタラクションの有無である。自動運転車は、操縦することがなく、状況に応じて車線の変更などの行動を起こすことが少ない。操縦を行わないことで、運転の楽しさの最も重要な要素が失われている。本研究の実験の結果から、操縦と快適感とでどちらを重視するかに差異がある結果となったため、操縦を重視する搭乗者と快適感を重視する搭乗者とで区別し楽しさを演出することが必要になる。ゲームと運転の両方が好きなドライバは操縦が好きであるという結果も踏まえ、ここでは自動運転車における楽しさの演出について検討を行った。

##### ① 操縦を必要とする

快適感を重視する搭乗者の場合は、完全な自動運転車でも人間による運転の場合と同様の快適感を感じることができると考えられるが、操縦を重視する搭乗者にとっては自動運転では楽しくないと感じると考えられる。そのため、操縦の要素を残した自動運転の機能が必要である。

##### ② 快適感を重視する

快適感では風景を重視しているため、より快適感を高めた風景を映像により与えることが考えられる。画像処理や複合現実感の技術を用いて、実際の風景をより美しくするよう重畳や処理を加えたり、また全く異なる風景を、実際の走行速度と合わせた速度に調整して投影することも考えられる。

##### ③ ゲーム性を付与する

操縦しなくてもゲーム性を持たせることにより、遊び要素による楽しさを表現することができる。例えば、自動車に組み込まれた AI が車から見ることのできる山や川についてのクイズを出したり、それに答えることや、他車を標的とした 3D グラフィックスによるシューティングゲームや疑似的なレースゲームの表現などがあげられる。これらにより、ゲームが好きな運転者に楽しさを与えることができると考えられる。

以上のように、楽しさの演出についてのアイデアを示したが、自動運転の実現において安全は必要不

可欠な課題であり、楽しさの演出についても同様に安全の確保を優先して考える必要がある。

#### 5. おわりに

本研究では、現実の運転とゲームの運転との間での楽しさの違いに注目し、楽しさに影響を及ぼす要素を明らかにするために、ドライビングシミュレータによる実験と AHP による分析を行った。ゲームでの遊び要素としては、直線の走行と、スピード感が重要な要素であり、現実の遊び要素としては、カーブや坂道等の道路線形の変化が重要であることが明らかとなった。

被験者の嗜好属性による分析では、ゲームと運転の嗜好によって差異があることが明らかになった。ゲームと運転の両方が好きな被験者は操縦を重要とし、運転のみが好きな被験者は快適感を重要とした。また、ゲームと運転の両方が好きな被験者はスピードに重みをおき、ゲームでの遊び要素を重要とした。一方、運転のみが好きな被験者は遊び要素のない場合を楽しんでいるという結果が得られた。

今後の課題として、現実の運転での楽しさの要因をさらに進めるため、実車走行による試験を含めてより詳細な分析を行う必要がある。また楽しさと相対する不快になる要因についても分析を行い、その遊び要素との関連を明らかにする必要がある。さらに、今後、実用化と普及が予想される自動運転車において、楽しさをどのように搭乗者に対して与えることができるか、安全性も考慮したうえでその方法を考えていく必要がある。

#### 参考文献

- [1]ロジェ・カイヨワ：遊びと人間，多田道太郎・塚崎幹夫訳，講談社芸術文庫，1990.
- [2]ケイティ・サレン，エリック・ジーマーマン：ルールズ・オブ・プレイ ゲームデザインの基礎（上），山本貴光訳，SoftBank Creative，2011.
- [3]ケイティ・サレン，エリック・ジーマーマン：ルールズ・オブ・プレイ ゲームデザインの基礎（下）山本貴光訳，SoftBank Creative，2011.
- [4]木下栄蔵：入門 AHP 決断と合意形成のテクニック，日科技連，2000.
- [5]山下利之，清水孝昭，栗山裕，橋下友茂：コン

コンピュータゲームの特性と楽しさの分析, 日本教育  
工学会論文誌, 28(4), 349-355, 2004.

[6]樋口朱理, 伊藤克亘: マルチプレイにより一人用  
ゲームの楽しさを引き出す演出法 情報処理学会

第 75 回全国大会論文集, 2, 95-96, 2013.

[7]山下利之: AHP によるコンピュータゲームにお  
ける楽しさの分析 人間工学, 35-2, 79-86, 1999.