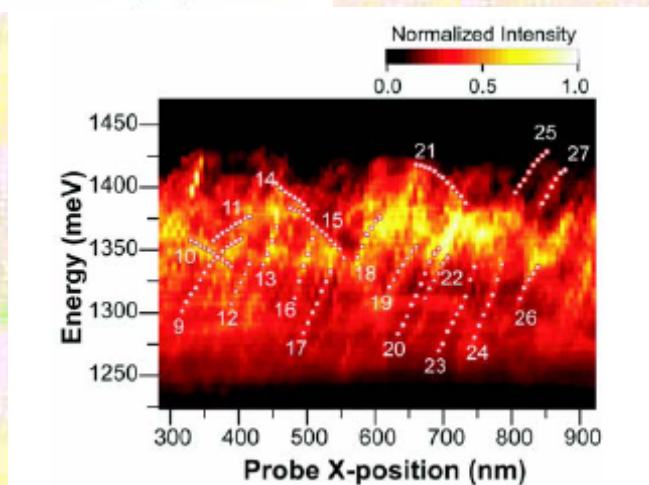
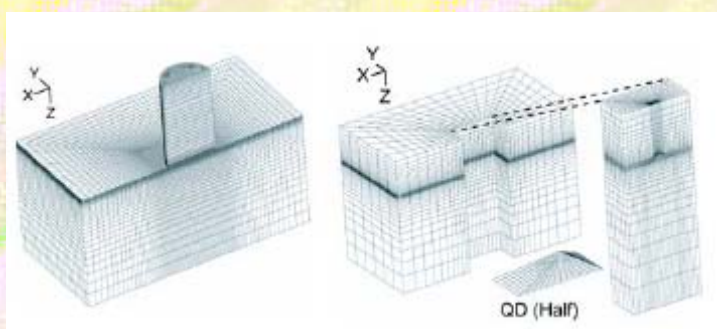


第41回

# CAVE研究会



2010年1月13日(水)

主催：埼玉大学情報メディア基盤センター

協賛：株式会社ケイ・ジー・ティー

## 第41回CAVE研究会

日時：2010年1月13日（水）14：30－17：30（受付開始：14：10）

研究会参加費用：無料

場所：埼玉大学情報メディア基盤センター1F（マルチメディア室）

＝プログラム＝

14：30～ 開会挨拶 代表幹事：井門俊治

14：35～15：15 理工学研究科 環境科学・社会基盤部門  
深堀清隆様、小島翼様（発表者）、窪田陽一様  
「没入型VR装置CAVEを用いた屋外広告物の乱雑性評価」

15：15～15：55 埼玉工業大学 工学部 情報システム学科  
(デモ15分) 井門俊治様  
「Home Town Science」とSPP

----- 休憩 (10分) -----

16：05～16：45 理工学研究科 人間支援・生産科学部門  
(デモ15分) 小島一恭様（発表者）、金子順一様、澁谷英雄様  
「教員免許更新講習における可視化サーバ（CAVE）利用事例」

16：45～17：25 株式会社オリハルコンテクノロジーズ(代表取締役)  
理化学研究所 客員研究員、国立天文台 特別客員研究員  
高幣俊之様  
「多画面・立体映像技術の展開」

17：30～19：30 懇親会  
会場：理工学研究科棟 7F ラウンジ

代表幹事：井門俊治（埼玉工業大学 教授）

副代表幹事：吉川正晃（株式会社ケイ・ジー・ティービジュアルイノベーション事業部 事業部長）

幹事：山田 敏規（埼玉大学情報メディア基盤センター 准教授）

幹事：細井睦子（埼玉大学情報メディア基盤センター）

幹事：北川千夏（株式会社ケイ・ジー・ティー）

（敬称略）

# 没入型VR装置CAVEを用いた屋外広告物の乱雑性評価

小島 翼<sup>1</sup>・深堀 清隆<sup>2</sup>・窪田 陽一<sup>3</sup>

1.埼玉大学大学院理工学研究科博士前期課程環境システム工学系専攻

2.埼玉大学大学院理工学研究科環境科学・社会基盤部門

3.埼玉大学大学院理工学研究科環境科学・社会基盤部門

## 1. 目的

近年、VR技術の発達はめざましく、景観分野においても、VR装置が実践的に利用されるようになってきた。特にCAVEでは歩行体験に近い状態での景観評価が行え、従来、評価媒体として用いられてきた、静止画や、動画とは一線を画する技術である。CAVEの最大の特徴は視野の広がりや首振りといった、本来の歩行体験では行われるであろう行動の多くが可能な状態での景観評価が行えることである。これによって、従来では被験者のより現実的で自然な反応が見づらかったが、景観の動的な変化への反応の的確な評価を得ることができる。その他にも、静止画や動画では、首振りができずに視線固定の画像を眺めることしかできなかったのに対し、CAVEでは自由に視野内を見ることができ、静止画や動画では捉えられない実際の景観体験に近い評価が可能となる。そして、もう一つの特徴として、立体視がある。これによって、空間配置の把握の向上や要素間の空間関係の把握が向上する。

しかし、反対にCAVEでの景観評価には、大がかりな装置が必要なことや、設定や操作、投影に時間がかかる、VR酔いなどのデメリットも多い。特に十分なサンプル数による評価が必要な心理実験において、多数の被験者に同時に映像を提供できない事は問題であると考えられる。

本研究では、CAVE、動画、静止画を用いた景観評価より、媒体間の比較を行うとともに、その差異の要因を考察する。その結果として、静止画や動画が持つ現実感の問題が、街路景観の評価において、些末な問題に過ぎず、静止画等の代用で十分なのか、あるいは重要な欠点として考慮すべき重みをもつのかを検討する。

## 2. 研究方法

### 2. 1 評価対象

研究対象には屋外広告物を用いた。媒体間で評価に差異を生じる要因としては3次元空間内の広告物の配置が考えられる。そこで変動要因を広告物の空間的配置要因である、高さ方向、道路横断方向（以後横断方向）、進行方向（以後奥行き方向）とした。実際に実験をする時に、評価対象の設置条件は、なるべく現実の空間に則している必要がある。今回は事前に行った現地調査を参考にCGを作成した。

広告物の現状の課題としては、複数の広告物による乱雑な景観が生み出されていることであり、本研究では、広告物の乱雑感の問題を対象に取り扱う。

### 2. 2 CG概要

CGを用いた心理評価実験を用いて屋外広告物の乱雑感を定量化するが、この時配置形態要因以外の要因によって評価が変動しないように、その他の要因を固定した。

#### 2.2.1 固定要因

現地調査の結果を参考にCGを作成した。対象となる道路は、さいたま市内の幹線道路で、沿道の土地利用が第1種住居地域、第2種住居地域で、道路構造令より第3種第2級の規格を用いた。区間長は60mとした。沿道建築物は2～3階建てを想定し高さ8mとし、広告物は区間内に合計12個を千鳥配置で配置した。広告物は横断方向、高さ方向の配置を自由に変更できる広告板を採用した。

表1. 固定要因

#### a)道路構造

|       |        |
|-------|--------|
| 道路構造  | 第3種第2級 |
| 対象区間長 | 60m    |

#### b)沿道形態

|         |      |
|---------|------|
| 建築物高さ   | 8m   |
| セットバック量 | 2.7m |

#### c)広告物

|      |                           |
|------|---------------------------|
| 総個数  | 12個(千鳥配置で左右6個づつ)          |
| 縦幅   | 1.8m                      |
| 横幅   | 0.6m                      |
| 奥行き  | 0.15m                     |
| 面積   | 1.08m <sup>2</sup>        |
| 掲示内容 | 写真よりテキストチャ貼り付け(地:青 文字:黄色) |
| 支柱   | 幅 0.1m 高さ 広告物上端まで         |

## 2.2.2 変動要因

変動要因としては高さ方向、横断方向の配置の分散を用いた(表.2)。また、静止画、動画、CAVEの媒体比較では、高さ方向において、分散1mと同様の配置分散をしており、奥に進むにつれて、徐々に高さが高くなり、中央で折り返す山型のものと、反対に谷型のものを用意し、それぞれ、「高さ配置山」、「高さ配置谷」とした。これは、それぞれ媒体の特長に応じて異なって、その規則性が知覚され、それによって乱雑感が変化するのである事を想定して作成されたものである。横断方向にも同様に作成した。奥行き方向は、今回は区間内の広告物数を固

表2. 変動要因

| 要因名    | カテゴリ名  | 内容       |                         |
|--------|--------|----------|-------------------------|
|        |        | 基準位置     | 分散                      |
| 高さ     | 一定     | 5m       | 0m                      |
|        | 分散1m   | 5m       | 1m(4m,5m,6m)            |
|        | 分散2m   | 5m       | 2m(3m,5m,7m)            |
|        | 山型     | 5m       | 1m                      |
|        | 谷型     | 5m       | 1m                      |
| 道路断面方向 | 一定     | セットバック中央 | 0m                      |
|        | 分散0.5m | セットバック中央 | 0.5m(0.65m,1.15m,1.65m) |
|        | 分散1m   | セットバック中央 | 1m(0m,1.15m,2.15m)      |
|        | 山型     | セットバック中央 | 1m                      |
|        | 谷型     | セットバック中央 | 1m                      |
| 奥行き    | 一定     |          | 等間隔                     |
|        | ランダム   |          | 5-20-5-10-10            |
|        | 2点集中   |          | 端一端                     |

定するため、複数の等間隔(10m,20m)等ではなく区間内の配置パターンを工夫して作成した。一定は等間隔10mに等間隔で配置したもので、ランダムは自由に配置した。2点集中は区間両端に5m間隔で3つづつ配置した。

## 2.3 実験仮説

ここで、本研究の媒体比較において、有意差が出るであろう要因とその仮説を述べる。

### 2.3.1 景観評価の次元

景観評価は美しい、美しくないなどの形容詞対に結び付けられるが、実際の評価ではその過程で複数の次元によって行われている。それを簡潔に整理すれば、視覚的・身体感覺的・意味的の三つにまとめることができる。今回はその中から以下の二つの概念を用いる。

- ・視覚的評価：対象の姿形としての眺めの評価であり、本研究では複数の広告物の位置関係を把握するのに寄与すると考えられる。
- ・身体感覺的評価：対象を2次元的な眺めでなく3次元の空間として認識し、そこでの行動に結びついた評価である。本研究では、単体の広告物の空間内の位置の把握に寄与すると考えられる。

### 2.3.2 初期評価

本実験において、実験開始直後の映像の影響のもとで行われる評価を初期評価、歩行中に行われる評価を区間内評価、最後に区間全体を振り返って最終的な評価を最終評価とする。

実験開始時の位置は静止画、動画、CAVE、全てにおいて同じであり、実験開始時は全ての媒体で視覚的評価が中心に行われると考えられる。また、視覚的評価は画面内をより広域に見る評価であり、身体感覺的評価が視覚的評価より、1点に集中して見る評価であることが考えられるので、この2つは相反し、評価が同時に起こるとは考えにくい。よって、身体感覺的評価が現れない限り、視覚的評価が中心に行われると考えられる。また、初期評価は、同一の景観の評価であり、時間経過に伴い新しく得られる情報は減少すると考えられる。

### 2.3.3 記憶

実験時の評価は通常対象区間を歩行完了してから行ってもらう。その間約1分の間に見たものを人がどう記憶し評価へ反映させるかは重要である。今回静止画の場合は提示時間が10秒であり、移動を伴わないため、評価は視覚的評価のみが行われると考えられる。しかし、動画、CAVEでは、対象区間に入るまで約10秒、初めの広告物から最後の広告物まで約50秒、計1分の時間を要する。対象区間内に入ってから、全体を見ることが困難になり、視覚的評価より、身体感覺的評価が中心に行われると考えられる。

ここで、スクワイアの記憶分類より、短期記憶の概念を用いると、短期記憶は約20秒間保持され、 $7 \pm 2$ (5~9)までの情報しか保持できないとされている。また、短期記憶を発展させたものに作動記憶がある。これは、情報の保持だけでなく、認知的な情報処理も含めた概念である。短期記憶の保持できる情報量と時間を考慮すると、動画とCAVEでは、初期の視覚的評価より得られた情報の忘却が考えられる。そして、後半に身体感覺的評価より得られた情報を処理し、評価へと反映する可能性があげられる。

その他にも、先程あげた、短期記憶は約20秒間しか持たないため、再生を繰り返し、最終評価まで記憶を保持する場合がある。さらに、20秒以上の長期記憶の場合、記憶の再生には初頭性効果と親近性効果があり、再生時には最後の項目が最も多く再生され次いで、最初の項目が多く再生される。本実験において、動画、CAVEでは長期記憶の概念も取り入れれば、最後の情報は区間内評価によって得られた何らかの情報であり被験者によって

多様であることが想定されるが、反対に、最初の情報は、初期評価によって得られた情報である事を考慮すると、先程とは反対に、長期記憶の再生時には、初期評価が多く再生され最終評価に強く影響する可能性は高いと考えられる。しかし、記憶の再生には、その過程で、省略や合理化、強調や細部の変化が働いてしまう。よって、この場合、初期評価や区間内評価で得られた情報は、最終評価する際の記憶の再生の過程において、実際の配置より、変化した状態で評価される可能性がある。

### 2.3.4 評価プロセス

ここで本実験において、最終評価が決定されるまでのプロセスを仮定してみると以下の4つのケースが考えられる。

1. 初期評価による最終評価。
2. 初期評価が正確に再生されて、区間内評価が合理化される。
3. 初期評価がうまく再生できず、区間内評価が強調される。
4. 双方の記憶がうまく再生できない。

1の「初期評価による最終評価」は、静止画のように初期評価時に最終評価を下されている場合である。この場合、区間内評価は行われず、区間内はただ、時間を浪費し、最終評価時に、初期評価の決定を用いる。

2の「初期評価が正確に再生されて、区間内評価が合理化される」は、初期評価と区間内評価は双方が行われたが、記憶の再生時に、初期評価が優先的に再生され、区間内評価は初期評価の結果に合理化されると考えられる。

3の「初期評価がうまく再生できず、区間内評価が強調される」は初期評価がうまく再生されず、区間内評価が再生され、最終評価が得られるという考え方である。

4の「双方の記憶がうまく再生できない」は実験時の被験者の集中力不足などにより、うまく情報を記憶できない、または、再生できずに評価が不十分になると考えられる。

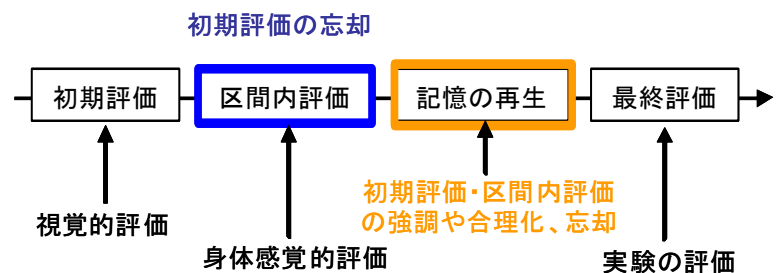


図1. 評価プロセス

### 2.3.5 要因の貢献度の変化

もう一つの考え方として、1要因の評価の貢献度が媒体間で相対的に変動する可能性があげられる。後に説明するが今回は評定尺度法と、一対比較法を実験に用いるため、相対的評価を得ることができる。例えば、静止画での評価が高さ方向の要因に支配されやすいとする。ここで、仮にCAVEでは立体視や、視野の広がり等、媒体の特長によって、横断方向の配置の知覚が向上すると、横断方向の要因の評価への貢献度が上昇し、高さ方向の要因の評価への貢献度が相対的に減少し、媒体間の評価に変動が起これると考えられる。

## 2. 4 心理評価実験

媒体間の評価の違いを見るために心理評価実験を行った。媒体は静止画、動画、CAVEを用いた。ここでは要因の組み合わせにより、評価対象が増えるので、実験時間の都合上、奥行き配置の異なったグループごとに評定尺度法による計測を行い、グループより評価が両極端の対象を選んでさらに一対比較法による尺度構成を実施し、全体の尺度を補正、統合する方式を採用した。グループは合計3つで計43パターンの街路が対象になった(表3)。

### 2.4.1 評定尺度法

どのような街路パターンがあるかを確認してもらうために、まずグループごとに全評価区間を繋げたものを歩行してもらう。この時の掲示順はランダムとする。その

表3. 実験パターン

| 番号 | 高さ   | 横配置    | 奥行き  |
|----|------|--------|------|
| 1  | 一定   | 一定     | 一定   |
| 2  |      |        | ランダム |
| 3  |      |        | 2点集中 |
| 4  |      | 分散0.5m | 一定   |
| 5  |      |        | ランダム |
| 6  |      |        | 2点集中 |
| 7  |      | 分散1m   | 一定   |
| 8  |      |        | ランダム |
| 9  |      |        | 2点集中 |
| 10 |      | 山型     | 一定   |
| 11 |      |        | ランダム |
| 12 |      | 谷型     | 一定   |
| 13 |      |        | ランダム |
| 14 | 分散1m | 一定     | 一定   |
| 15 |      |        | ランダム |
| 16 |      |        | 2点集中 |
| 17 |      | 分散0.5m | 一定   |
| 18 |      |        | ランダム |
| 19 |      |        | 2点集中 |
| 20 |      | 分散1m   | 一定   |
| 21 |      |        | ランダム |
| 22 |      |        | 2点集中 |
| 23 |      | 山型     | 一定   |
| 24 |      |        | ランダム |
| 25 |      | 谷型     | 一定   |
| 26 |      |        | ランダム |

| 番号 | 高さ   | 横配置    | 奥行き  |
|----|------|--------|------|
| 27 | 分散2m | 一定     | 一定   |
| 28 |      |        | ランダム |
| 29 |      |        | 2点集中 |
| 30 |      | 分散0.5m | 一定   |
| 31 |      |        | ランダム |
| 32 |      |        | 2点集中 |
| 33 |      | 分散1m   | 一定   |
| 34 |      |        | ランダム |
| 35 |      |        | 2点集中 |
| 36 | 山型   | 一定     | 一定   |
| 37 |      |        | ランダム |
| 38 |      | 分散1m   | 一定   |
| 39 |      |        | ランダム |
| 40 | 谷型   | 一定     | 一定   |
| 41 |      |        | ランダム |
| 42 |      | 分散1m   | 一定   |
| 43 |      |        | ランダム |

後、評価区間を一つづつ歩いてもらい、1（整然）～7（乱雑）段階で乱雑感を評価してもらった。また、静止画では提示時間を10秒とし、CAVE、動画は区間を歩き終わったら評価してもらった。視点高さは、静止画、動画は1.5mとし、移動速度は80m/minとした。評価は被験者が望めば複数回行えるようにした。

#### 2.4.2 一対比較法

60mの街路を1区間とし、比較する街路を連続して繋げて、歩き終わった時に前後のうち乱雑に感じた方を選んでもらった。ここで、被験者が評価区間内を歩く時に、遠景に見える景色が同じように見えるように、また、先に歩いた街路の経験が影響しないように対象区間のモデルの前後に同じ街路モデルを接続した。概念図を図.2に示す。

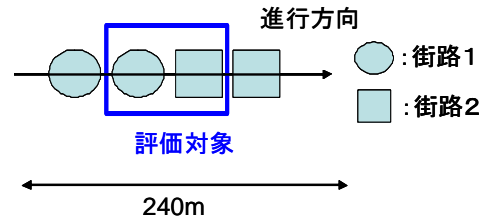


図2. 一対比較法における実験街路モデル

#### 2.4.3 実験環境

実験は埼玉大学のCAVE装置を用いた。正面、左右、下の4面のスクリーン(2.5×2.5m)からなり、1350×1100の解像度のプロジェクターによって画像が投影される。動画、静止画時は、正面のスクリーンのみを使用しモノラル表示にした。これによって、媒体間での実験条件を統一した。

#### 2.4.4 実験

被験者は埼玉大学の学生で各媒体共に20名に被験者を得ることができた。

静止画：男16名 女4名

動画：男18名 女2名

CAVE：男17名 女3名

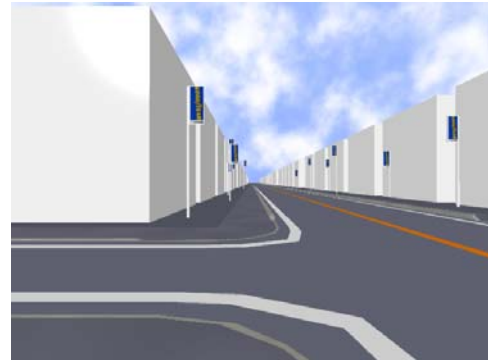


図3. 実験時のCG画像

### 3. 結果

#### 3.1 分散分析

分散分析の結果、各媒体間のカテゴリ別乱雑感平均値に有意差( $\alpha = 5\%$ )は見られなかった(図4)。これは、全体的な傾向として、静止画以外の媒体でも、初期評価と最終評価の結果に差異が無いことを示していると考えられる。つまり、景観評価時には、初期位置での景観体験がより重要と考えられる。しかし、今回は、実験順がCAVE、動画、静止画で統一されており、被験者の過半数が同じだったことにより、先に体験した媒体より学習効果が得られてしまった可能性や、対象距離が短く、1視点で全て見渡せてしまった可能性がある。そこで、今回は林の数量化理論I類を用いてもう少し詳しく見てみる。

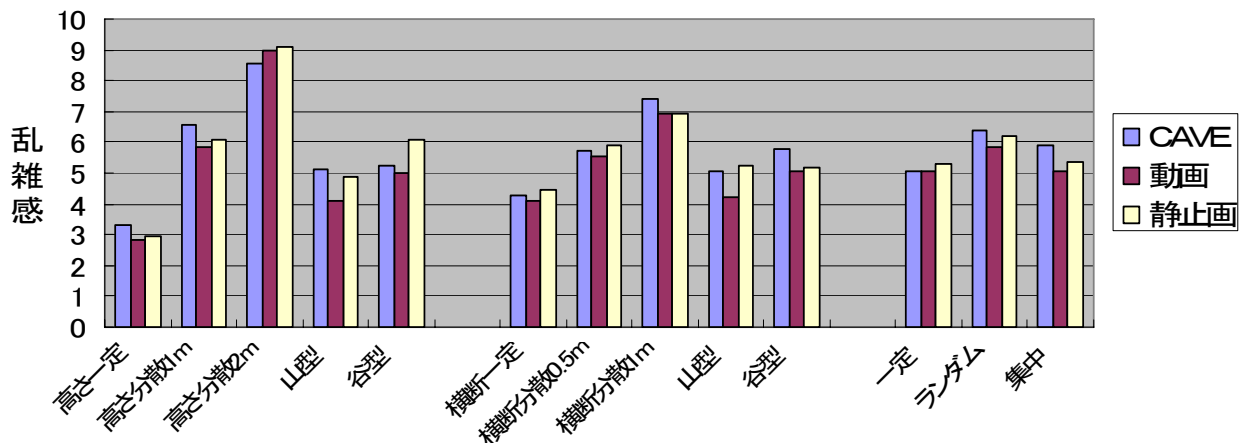


図4. 各媒体の配置要因と乱雑感の関係

### 3. 2 数量化理論 I 類のレンジによる各媒体間での要因の知覚の関係の考察

乱雑感を被説明変数にし、林の数量化理論 I 類を行った。図 5 はその結果である。決定係数が高いことから、各媒体で分析の信頼性は高いといえる。表の見方としては、レンジを見ることで、影響の強い要因を見ることができる。

まず、横断方向を見てみると、レンジはCAVE、動画、静止画の順に大きいことが分かる。これは、視点移動によって、動画、CAVEで横断方向の知覚が向上したためだと考えられる。さらに、CAVEでは首振りや、立体視によって、動画よりも知覚が向上したためだと考えられる。

奥行き方向を見てみると、レンジは動画、CAVE、静止画の順に大きいことが分かる。これは、視点移動により奥行き方向の知覚が向上したことが考えられる。しかし、CAVEでは、視野の広がりや首振りなどにより、正面以外のスクリーンを見る時間が増加し、結果、規則性の知覚が動画より減少したことも考えられる。

高さ方向を見てみると、レンジは、静止画、動画、CAVEの順になっている。これは、CAVEでは横断方向や、奥行き方向の知覚が向上したことにより、評価への影響が強くなり、相対的に高さ方向の要因の影響力が低下したと考えられる。しかし、レンジを見ただけでは、配置形態間での知覚の向上は分かるが、評価のフローは特定できない。そこで、次に、さらに詳しくカテゴリー別で見てみる。考察が分かりやすいように先程の変動要因を以下の3つに分ける。

「整然化傾向」：以下の要因の状態のときに整然と評価される。

- ・高さ方向 一定
- ・横断方向 一定

「乱雑化傾向」：以下の要因の状態のときに乱雑と評価される。

- ・高さ方向 分散1m, 2m
- ・横断方向 分散0.5m, 1m
- ・奥行き方向 ランダム

「規則性による整然化傾向」：以下の要因の状態のときに規則性の知覚によって、整然よりに評価される。

- ・高さ方向 山型, 谷型
- ・横断方向 山型, 谷型
- ・奥行き方向 一定, 集中

### 3. 3 数量化理論 I 類のカテゴリースコアを用いた各媒体間での要因別評価プロセスの考察

評価方法としては、静止画での評価を初期評価が最終評価になったものと見ることができるので、静止画の評価と比較することで、その他の媒体で、どのように評価プロセスが組み立てられたのかを見ることができる。

図 5 の棒グラフはカテゴリースコアをグラフ化したもので、カテゴリースコアを用いてカテゴリー別に見て見ると、まず、高さ方向の整然化傾向を持つ高さ一定では、静止画が最もカテゴリースコアが低く、動画、CAVEの方がカテゴリースコアが高くなっている。これは次の2つの理由が考えられる。1つは、CAVEでは初期評価の記憶がうまく再生できず、視野の広がりなどによって、区間内評価において、単体の広告物の位置の把握が実際の配置より上下し、評価が静止画よりも乱雑になってしまったことと、もう一つが、区間内評価において、高さ要因以外の評価への貢献度が上昇し、相対的に評価が乱雑よりになってしまったことである。動画では視点移動、CAVEでは、加えて視野の広がりや立体視によって、区間内評価時に取得できる情報が増加することが考えられる。この時特に静止画では重なりなどによって知覚しづらい横断方向の情報が増加し、相対的に高さ要因の評価への貢献度が相対的に減少すると考えられる。初期評価が最終評価に重要な傾向が示していることから、前者の考察は無理があり、後者が理由としてより妥当であると思われる。

次に、高さ方向の乱雑化傾向について見てみる。高さ分散1mでは、カテゴリースコアはCAVE、動画、静止画の順で、高さ分散2mの結果を見て見ると、カテゴリースコアは動画が最も大きく、次いで静止画、CAVEの順になっている。ここでは、先程から挙げている貢献度による相対的な評価の変化ならば、静止画が最もスコアが大きくなってはいけないため、それだけでは説明がつかない。よって、それ以外の理由があると考えられる。最も有効な考え方は、CAVEのカテゴリースコアが分散1mでは最も高く、分散2mでは最も低いことから、区間内評価時の、単体の広告物の把握が再生時に、分散1mでは乱雑側に強調、分散2mでは整然側に強調されたと考えられる。これはCAVEでは、首振りなどによって、他の媒体よりも多くの情報が得られるため強く見られたと思われる。

高さ方向の規則性による整然化傾向については、分散1mと山型、谷型が同様の高さ方向の配置分散な事より、高さ分散1mと山型、谷型のカテゴリースコアを比較することによって、規則性の知覚を確認できる。静止画での谷型以外は乱雑感を減少させる効果がみられる。静止画での谷型は、山形に比べ、街区中央での広告物の重なりが大きく遠景を見づらくしてしまっている。これによって、乱雑感の減少が起こらなかったと考えられる。

横断方向の整然化傾向である一定を見て見ると、CAVEが最もカテゴリースコアが小さいことがわかる。これは、初期評価では重なりなどによって分からなかった部分が区間内評価によって知覚され、最も整然な評価を受けたと推測される。このカテゴリーでは、動画と静止画のスコアの差異が小さいことから、視点移動だけでは横断方向の知覚は向上せずに立体視や視野の広がり横断方向の知覚に重要だと思われる。

次に、乱雑化傾向だが、横断分散0.5mでは静止画、動画、CAVEの順にカテゴリースコアが大きい。横断分散1mではCAVE、動画、静止画の順位カテゴリースコアが大きい。これは、区間内評価における身体感覚的評価で、単体の広告物の位置把握の向上が常に起こらないことを示していると思われる。つまり、視野の広がりや立体視による、広告物の位置の把握の向上は、どの条件下でも必ず起こることではなく、首振り動線の変化などによる、眼球運動よりはるかに大きい凝視点や周辺視の変化によって、配置の分散が小さいとそのばらつきを知覚できないと考えられる。反対に分散が一定以上ある場合にはそのばらつきを区間内評価によって知覚でき、その知覚時のインパクトが記憶の再生時にばらつきを強調して再生し、最終評価をその他の媒体より乱雑な評価へと導くと思われる。

規則性による整然化傾向においては、明確な特徴は見られなかったが、分散1mと比較すると、山型、谷型ともに、静止画が最もカテゴリースコアの変化量が少ないことが分かる。これも、先程と同様に静止画では重なりなどによって、乱雑感の軽減が減少したと思われる。

最後に奥行き方向だが、動画では集中、CAVEでは一定が最もカテゴリースコアが低くなっている。これは、CAVEでは集中配置の規則性が知覚されなかったか、あるいは一定配置の規則性が優先されたことが挙げられる。動画も、同様な考えができ、一定配置の規則性が知覚されなかったか、集中配置の規則性が優先されたと考えられる。しかし、動画、CAVEにおいて、集中、一定ともにスコアはマイナスを示しており、これは規則性が知覚されたと考えられる。よって前者は考えにくく、CAVEでは一定配置の規則性を、動画では集中配置の規則性が優先的に知覚されたと考えられる。これはCAVEでは首振りなどによる、単体の広告物の配置の知覚が向上したことより、得られる情報が増加し、反面に最も単純な規則性を優先したと考えられる。動画ではCAVEよりも得られる情報が少なく、その分、多少難しい規則性であっても正確に認識し評価したと考えられる。

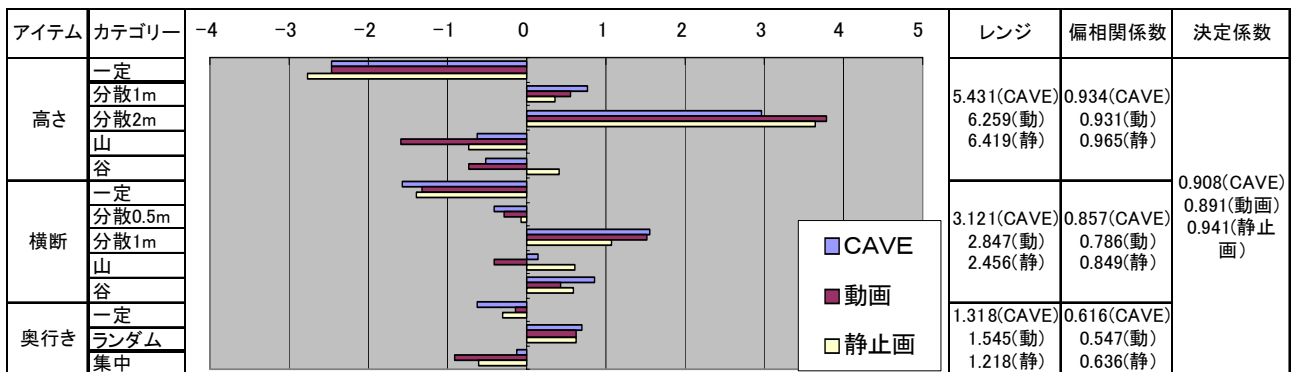


図5. 乱雑感と各アイテムカテゴリーの関係

#### 4. 結論

本研究では屋外広告物の景観評価について、CAVE、動画、静止画の媒体間の比較を行った。得られた結果としては、各媒体間でカテゴリー別の乱雑感の平均値に有意な差は無いということだった。これは、初期評価時の視覚的評価による、全体の把握が最終評価に強く影響している可能性を示している。しかし、各要因別に分けて乱雑感と媒体の関係を詳しく見てみると、CAVEや動画などの視点移動を伴う評価媒体では以下の理由による差異が見られた。

- ・横断方向の知覚が向上したことにより、評価への貢献度が上昇し高さ方向の貢献度が減少する
- ・身体感覚的評価による配置の知覚の正確性は常に一定ではなく、配置の分散が小さければ、凝視点などの変化によってばらつきの知覚が減少し、配置の分散が一定以上により、ばらつきが知覚されれば、記憶の再生時に知覚時のインパクトによって強調されることがある。

今後、静止画や動画での実験時には、それらの効果を考慮する必要がある。

#### 参考文献

1. 長岡宏樹, 窪田陽一, 深堀清隆, : 情報認知量に着目した屋外広告物の視覚特性分析, 景観デザイン論文集, No. 2/pp. 65-72, 2007



# Home Town Science と S P P

井門 俊治 (いど しゅんじ)

埼玉工業大学 工学部 情報システム学科

## 利用環境:

CAVE (Onyx 300), PC

AVS、Google Earth、CGソフト (Shade、3ds max)

## 目的:

「地域への貢献」という課題が、研究と教育という従来の大学のミッションに付加されつつある。産学連携、行政との協力、学生による地域への貢献 (学生ボランティア) など重要な課題である。ただし、ここでは、大学の教育の延長としての地域 (主に成人) および学校 (高校、中学、小学校) への教育の協力と連携を主眼として、「地域の活性化」を考える。

3次元可視化技術を活用した「地域情報の可視化」の試みを述べる。また、SPP (サイエンスパートナーシッププロジェクト) による地域の高校・中学と大学との教育連携についても報告する。

**方法:** ここには方法、

地域 (たとえば深谷) を科学し、見える化する、ということが、メインの課題である。

「見える化」の手段としては、3次元CGなどによる3次元可視化を用いる。また表示のプラットフォームとしては、

**Google Earth**

を用いる。

## 結果:

(1) Google SketchUp と Google Earth (GE)

3次元CGで作成したコンテンツは、Google SketchUp を経由して、Google Earth の中に3次元表示できる。この方法により、イベント、特性、を図示できる。下図は、SketchUp により3次元図形を作成し、GEの中に表示した事例である。



図1 SketchUpでの3Dオブジェクトと GoogleEarthの中での表示

この方法により、あるイベント(たとえばCG教室)の成果を、そのイベントの会場、または機関(ここでは深谷第一高校)の3次元表示の中に、合成表示できる。



図2 CG教室の成果(深谷第一高等学校)

### (2) 地域の歴史を視覚的に紹介

Webアルバムにアップロードした写真をGoogleEarthに載せられるPanoramioと連動し、地域の文物を紹介する。下図(図3)は、深谷市の偉人渋沢栄一を紹介している様子である。

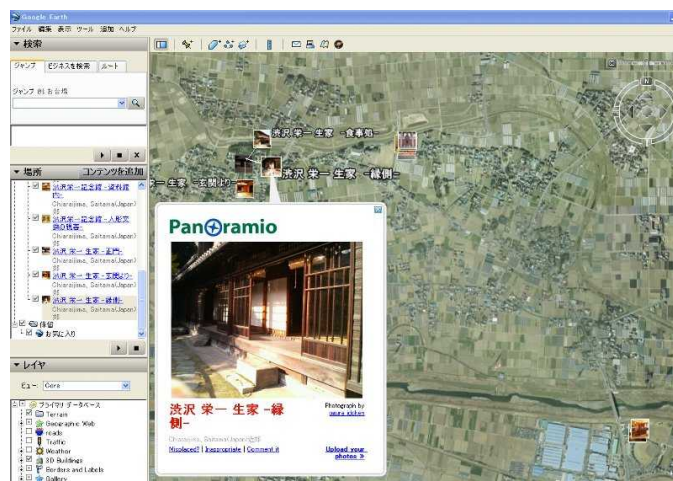


図3 Panoramioとの連動

### (3) 地域の特産品とその理由の紹介

深谷市の特産品の1つの地酒が含まれ、実際に酒造所も県内ではかなり多い。米どころというわけでもない深谷市が地酒を多く作る理由は、その理由は、過去の中山道と水運の宿場だったことが挙げられる。

水運の宿場と中山道の宿場が同時に存在したため、当時は人の通りが盛んで土産品として地酒の人气が昔から現在に至って高かった。そのため深谷市内には多くの酒造所が存在していた。

このような交通に関する事情も、GoogleEarthで観察することにより視覚的に理解することができる。尺度を自由に操作できるので畑・山岳部に囲まれた深谷市を観察し、利根川付近と中山道の周辺が発展していることが理解できる。

酒造所の位置を示す目印とPanoramioによる画像ファイルを利用しているが、周囲の店舗や道路の情報を表示させるレイヤを組み合わせれば、より街の発展具合を理解することができる。



図4 中山道区域の酒屋



図5 水運区域の酒屋

#### (4) 中山道

中山道は江戸時代の五街道のひとつで、日本橋から出発し、三條大橋に至る。Google Earth を利用し中山道を辿っていく。中山道の 69 の宿場を全て Google Earth に登録し、現在の名所や観光地をフォルダ分けした。これにより一目でどこに何があるのかわかる。( 図 4 )( 図 5 )

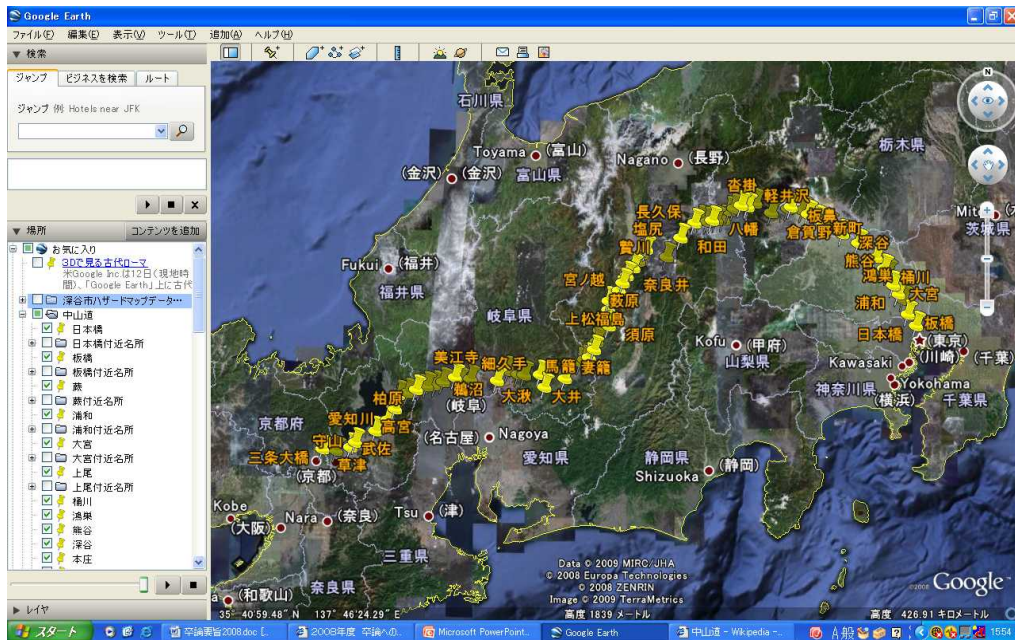


図6 69の宿場の登録

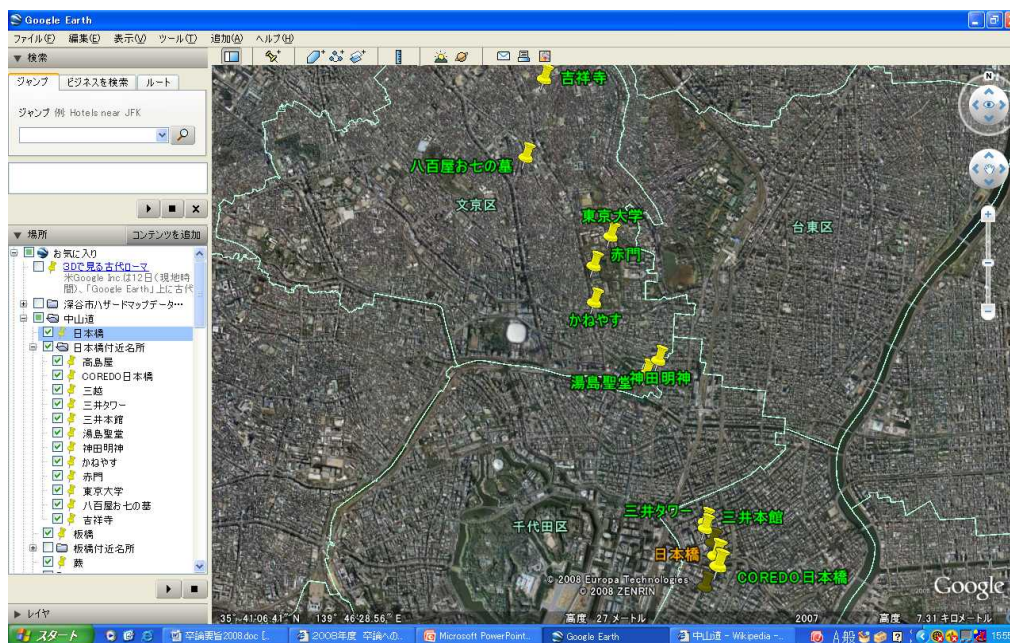


図7 名所や観光地の登録

(5) 防災データ

地震の震源などのデータは、公開されている。これらを地域のデータを重ねあわせ表示することもできる。

(6) SPP

SPPも、地域における教育連携として考えることができる。講演にて詳細を紹介する。

**結論:**

地域活性化の手法としては、成長期には「企業誘致」などが主であった。現在のグローバル化では、企業はさらに利益を生む海外に展開するであろう。今、日本の地域における活性化のバックボーンは、営利というよりも「地域ごとの楽しさ」「生活支援」に重点を移していくことになると思われる。

地域の文化、地域の教育、息の医療・保険などを支援するデータベースを、「見える化」していくことの意義について考察を進めていきたい。そのための、3次元可視化による「マップ」の作成を進めている。



## 教員免許更新講習における 可視化サーバ (CAVE) 利用事例

小島一恭、金子順一、澁谷秀雄 (埼玉大)  
第41回CAVE (CG・可視化) 研究会  
於：埼玉大学, 2010年1月13日

## 目次



- 教員免許更新制について
- 埼玉大学における免許更新講習
- 「3次元CAD」講習の概要
- 教員免許更新講習の今後
- デモ

## 教員免許更新制について



## 教員免許更新制とは



平成19年6月の改正教育職員免許法の成立により、平成21年4月1日から教員免許更新制が導入された。ポイントは以下の4つ。

- (1) 更新制の目的は、その時々で教員として必要な最新の知識技能を身につけること。
- (2) 平成21年4月1日以降に授与された教員免許状に10年間の有効期間が付されること。
- (3) 2年間で30時間以上の免許状更新講習の受講・修了が必要となること。
- (4) 平成21年3月31日以前に免許状を取得した者にも更新制の基本的な枠組みを適用すること。

(文部科学省ホームページより)

## 教員免許更新制の目的



教員免許更新制は、その時々で教員として必要な資質能力が保持されるよう、定期的に最新の知識技能を身につけることで、教員が自信と誇りを持って教壇に立ち、社会の尊敬と信頼を得ることを目指すものである。

※ 不適格教員の排除を目的としたものではない。

(文部科学省ホームページより)

## 基本的な制度設計



修了確認期限前の2年間に、大学などが開設する30時間の免許状更新講習を受講・修了した後、免許管理者に申請して修了確認を受けることが必要である。

修了確認期限の延期が可能な理由に該当する場合や、講習の免除対象者に該当する場合には、申請などそのために必要な手続きを行う。

(文部科学省ホームページより)

## 免許状更新講習の内容



受講者は、本人の専門や課題意識に応じて、教職課程を持つ大学などが開設する講習の中から、

- (1) 教育の最新事情に関する事項 (12時間以上)
- (2) 教科指導、生徒指導その他教育の充実に関する事項 (18時間以上)

について必要な講習を選択し、受講することとなっている。

(文部科学省ホームページより)

## 更新講習の対象者



- (1) 現職教員
- (2) 教員採用内定者
- (3) 教育委員会や学校法人などが作成した臨時任用(または非常勤)教員リストに登録されている者
- (4) 過去に教員として勤務した経験のある者 など

○ 免除対象者について

免許状更新講習を受講せずに免許管理者に申請を行うことによって免許状を更新できる者(免除対象者)は以下の通りである。

- (1) 優秀教員表彰者
- (2) 教員を指導する立場にある者・校長(園長)、副校長(副園長)、教頭、主幹教諭または指導教諭・教育長または指導主事など

## 現教職員の修了確認期限



(表1) 教諭免許状又は養護教諭免許状を所持する教育職員等(栄養教諭を除く。)

| 生年月日  | 最初の修了確認期限  | 免許状更新講習の受講期間   | 次回の修了確認期限  |
|---|------------|--|------------|
| 昭和30年4月2日～昭和31年4月1日<br>昭和40年4月2日～昭和41年4月1日<br>昭和50年4月2日～昭和51年4月1日 | 平成23年3月31日 | 平成21年4月1日～平成23年1月31日<br>(平成20年度実施の「予備講習」受講により受講義務の一部又は全部が免除可能)   | 平成33年3月31日 |
| 昭和31年4月2日～昭和32年4月1日<br>昭和41年4月2日～昭和42年4月1日<br>昭和51年4月2日～昭和52年4月1日 | 平成24年3月31日 | 平成22年2月1日～平成24年1月31日   | 平成34年3月31日 |
| 昭和32年4月2日～昭和33年4月1日<br>昭和42年4月2日～昭和43年4月1日<br>昭和52年4月2日～昭和53年4月1日 | 平成25年3月31日 | 各生年月日ごとに定められた年月日(修了確認期限)の2月前までの2年間に各大学等が開設する30時間以上の免許状更新講習の課程を修了し、大学等から発行された修了証明書添えて、勤務する学校が所在する都道府県の教育委員会に申請することにより、免許状更新講習の課程を修了したことについての確認(更新講習修了確認)を受けることが必要となります。 | 平成35年3月31日 |
| 昭和33年4月2日～昭和34年4月1日<br>昭和43年4月2日～昭和44年4月1日                        | 平成26年3月31日 | 平成24年2月1日～平成26年1月31日   | 平成36年3月31日 |

## 免許状更新講習を開設できる者



- (1) 大学
- (2) 指定教員養成機関(専修学校などで文部科学大臣の指定を受けているもの)
- (3) 都道府県・指定都市等教育委員会など

(文部科学省ホームページより)

## 免許状更新講習認定大学等



平成21年度 免許状更新講習 第2回認定大学等一覧

(国立大学)

|    |     |         |
|----|-----|---------|
| 1  | 北海道 | 北海道教育大学 |
| 2  | 秋田県 | 秋田大学    |
| 3  | 山形県 | 山形大学    |
| 4  | 福島県 | 福島大学    |
| 5  | 茨城県 | 筑波大学    |
| 6  | 埼玉県 | 埼玉大学    |
| 7  | 東京都 | 東京学芸大学  |
| 8  | 東京都 | 東京農工大学  |
| 9  | 富山県 | 富山大学    |
| 10 | 石川県 | 金沢大学    |
| 11 | 福井県 | 福井大学    |
| 12 | 長野県 | 信州大学    |
| 13 | 岐阜県 | 岐阜大学    |
| 14 | 愛知県 | 名古屋大学   |
| 14 | 愛知県 | 愛知教育大学  |
| 16 | 三重県 | 三重大学    |

免許状更新講習の認定一覧

(認定大学等一覧)

|                      |             |
|----------------------|-------------|
| 第1回認定一覧(平成21年1月認定)   | [PDF:75KB]  |
| 第2回認定一覧(平成21年2月認定)   | [PDF:87KB]  |
| 第3回認定一覧(平成21年3月認定)   | [PDF:89KB]  |
| 第4回認定一覧(平成21年4月認定)   | [PDF:109KB] |
| 第5回認定一覧(平成21年5月認定)   | [PDF:82KB]  |
| 第6回認定一覧(平成21年6月認定)   | [PDF:53KB]  |
| 第7回認定一覧(平成21年7月認定)   | [PDF:58KB]  |
| 第8回認定一覧(平成21年8月認定)   | [PDF:50KB]  |
| 第9回認定一覧(平成21年9月認定)   | [PDF:48KB]  |
| 第10回認定一覧(平成21年10月認定) | [PDF:50KB]  |
| 第11回認定一覧(平成21年11月認定) | [PDF:45KB]  |
| 第12回認定一覧(平成21年12月認定) | [PDF:44KB]  |

## 埼玉大学における更新講習



平成21年度開講講座(埼玉大学、8月17日～28日)

必修30講座

「教育の最新事情1～30」

選択177講座

『夏目漱石の作品を読む』『英文法オーバーホール』『学級経営とつなげた国際科指導法』『現代経済学入門』『障害者の自立と社会福祉』『21世紀を担って生きるアフリカ』『算数・数学科指導の新たな価値観』『科学とこぼれ物』『物理教育の発展』『言語学』『作曲・編曲法』『新しい読書指導のあり方を考える』『L1アプロックやピコリケットで学ぶ身近な計算機プログラミング』『体育の授業づくりの基礎・基本とその活用』『新会社法と株式会社』『金融元素の無難な理解-銀行・証券・保険-』『ロボティクスの中の数学』『算数教育: 求根応用の考え方と学習特性』『土質・地盤工学』『大気環境: 光化学スモッグから健康リスクまで』『人間関係の社会心理学』『基礎生命科学』『水質資源の利用と教育』『フュージョンを学ぶ(理論と実践からのアプローチ)』『美術教育と歴史』『小学校体育の基礎・基本』『幼児教育0-現代の家庭の事情と子育ての支援』『株式』『老化の生物学』『いろいろな動物学』『数理解析学の最新動向』『反応速度と触媒のはたらき』『メテороロロジーと観測材料』『環境を学ぶ』『くずし字で読んでくずし文の美しさを知る』『現代ヨーロッパの地理』『明治時代から戦後までの新聞(歴史と現在)』『伊豆半島探検を兼ねた国際的授業』『シェイクスピアの人間』『大英帝国の歴史・文化と英語文学』『数理解析の発展: 理論・実践のための数論入門』『実用数学と地理情報学』『防災電機としての土壌』『生態とみそ汁を科学する』『給食教育における知識の役割』『機械学習の系統的段階指導法』『企業活動の国際化』『光と科学・化学』『無機材料における化学の役割』『自然環境と学習』『交通工学』『先端科学技術時代における電磁気学上の問題』『現代国際政治の分析視角』『国際教育と国際語』『国際語』『コミュニティにおける「居場所」の心理学』『都市と農村から食の安全を考える』『英語の授業』『理科の教授学習論の総論』『造形表現と社会環境教育』『ワッカー指導における基本的な考え方』『学校メンタルヘルスの動向』『放米経済論』『金融・証券・超伝導の物理』『3次元CAD』『電子計算入門』『画像メディア情報処理の最新動向』...

## 実施講座



### 平成21年度実施講座 (8月17日～28日)

#### 必修30講座 (全講座実施)

「教育の最新事情1～30」

#### 選択153講座 (86%)

受講者の多かった講座

「遊びから数学へ」58名

「算数・数学科指導の新たな強調点」50名

「人間関係の社会心理学」50名

「発達障害児の理解と特別支援教育」50名

「ご飯とみそ汁を科学する」50名

「言語環境を整えることー読書指導を中心として」50名

「スポーツトレーニング科学」50名

## 実施講座



### 平成21年度実施講座 (8月17日～28日)

受講者の少なかった講座 (5名未満)

「レゴブロックやビコクリケットで学ぶ身近な計測制御技術」

「金属元素の無機化学ー錯イオンから金属錯体へ」

「ロボティクスの中の数理」

「有機化学：求核反応の考え方と光学異性体」

「光学と物理教育」

「熱流体科学の基礎と応用」

「情報通信工学の最新動向」

「企業活動の国際化」

「交通工学」

「ロボット制御入門」

## 「3次元CAD」講習の概要



CADを用いた設計・製造の一般的な知識を修得するとともに、3次元CADを用いた基本的な3次元形状モデリングを実習する。さらに、CAEによる簡単な構造解析、CAMを用いたNCコード生成とNCによる加工、VRを用いたデザインレビューなど、3次元CADの応用方法について学習する。

1. CADを用いた設計・製造の一般的な知識に関する講義 (講義・1H)
  - ・2次元CAD ・3次元CAD ・CAD/CAM/CAE ・PDM/PLM
  - ・コンカレントエンジニアリング ・ラピッドプロトタイピング ・VR/ARの設計への応用
2. 3次元CADの基本操作 (演習・1.5H)
  - ・起動と終了 ・ファイル保存、ファイルオープン ・簡単な形状の作成 ・演習1
3. 材料力学の基礎とCAE (講義・0.75H)
  - ・応力、歪、ヤング率、応力集中 ・CAEに関する一般知識
4. CAEの実習 (演習・1H)
  - ・演習1で作成したモデルの構造解析
5. CAMの実演とVRによるデザインレビューの体験 (体験・1H)
6. 試験 (0.75H)
  - ・筆記試験 ・アンケート

## (例) 3次元CAD導入のメリットとデメリット

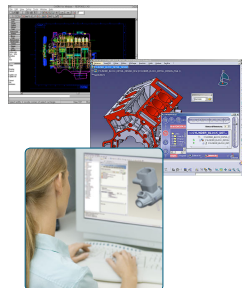


- 3次元CADの導入で擦り合わせのタイミングを前倒しできる。その結果、工程のより早い段階で問題を発見でき、設計にフィードバックすることが可能となる。
- ところが設計部門では、後工程のシミュレーションが容易に行えることで、かえって負荷が大きくなる一方なのである。フロントローディングやコンカレントエンジニアリングが促進されることは喜ばしいが、本来であればその業務変更に伴って、設計者と他部署の責任分担の変更、設計者の増員、デザインレビューの実施タイミングや内容を変更する必要がある。しかし、多くの企業ではそれらが伴っていないため、設計者はばかりが疲弊し、本来の価値創造業務に手が回らない状況に陥っている。

## CADを用いた設計・製造の一般的な知識に関する講義



- 2次元CAD
- 3次元CAD
- CAD/CAM/CAE
- PDM/PLM
- コンカレントエンジニアリング
- ラピッドプロトタイピング
- VR/ARの設計への応用

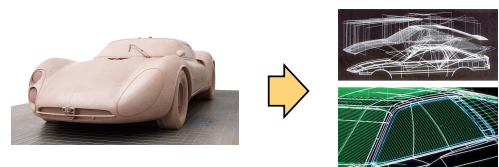


(写真：カムコンピュータ、ダッソー・システムズ、PTCウェブページより引用)

## (例) デジタルモックアップ



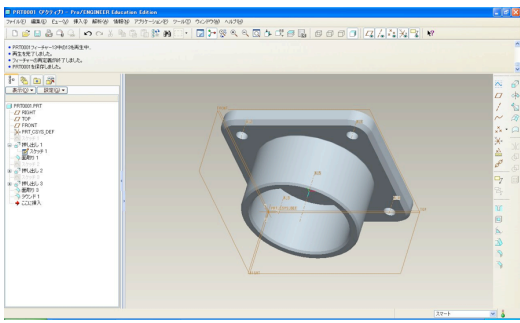
- デジタルモックアップとは、CADを用いて製品の外見、内部構成などを比較、検討するためのシミュレーションソフトウェア。あるいは、そのようなソフトウェアを用いて作成された3次元モデルのこと。
- 「モックアップ」はもともと工業製品を設計する段階で製作される実物大の模型のことを言うが、CADおよびCAMの発達により、コンピュータ内のシミュレーションでこれらの作業が行なわれるようになり、従来のモックアップ制作と比べて大幅なコスト削減が実現している。(IT用語辞典より)



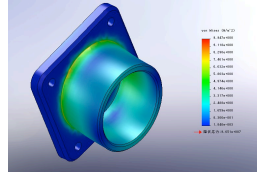




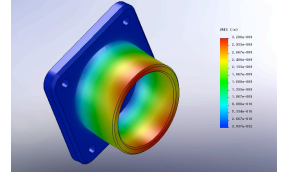
# 実習用モデル



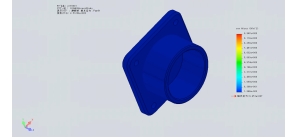
# FEM解析



応力分布

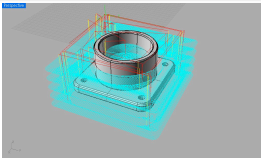


変位

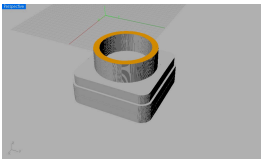


応力分布 (アニメーション)

# CAMとCNC加工の実演



ツールパスの生成



加工シミュレーション



卓上CNC  
(オリジナルマインド mini-CNC BLACK 1520)

# 実習工場の見学



実際に生産に使用される加工機 (マシニングセンタ) での加工を見学する。



実習工場



マシニングセンタ  
(東芝機械JRV40)

# 可視化サーバ (CAVE) を利用したDR



- 実習で作成したモデルの表示
- 生産機械のユーザビリティの評価 (デモ)

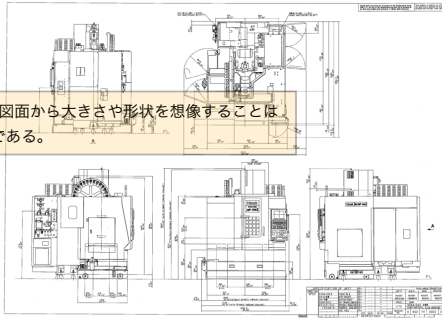
# 生産機械のユーザビリティの評価



## 2次元図面



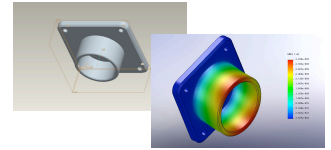
2次元図面から大きさや形状を想像することは困難である。



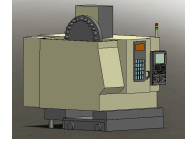
## 可視化サーバを利用したDR



可視化サーバ (CAVE)



モデル形状・解析結果の可視化



自動車・生産機械などの評価

## 教員免許更新制等の今後の在り方について



教員免許更新制等の今後の在り方について、文部科学省としての現時点における方針は以下のとおりです、お知らせします。関係各位におかれては、これを踏まえ、引き続きの取組をお願い申し上げます。

1. 教員の資質向上のための教員免許制度の抜本的な見直し（教員養成課程の充実や専門免許状制度の導入の検討を含む。）に着手し、必要な調査・検討を開始します。このため、平成22年度予算編成要求に所要の経費を計上しています。
2. 当省においては、上記調査・検討において、現行制度の効果を検証する予定であり、新たな教員免許制度の内容及び移行方針を具体化する中で、現在の教員免許更新制の在り方についても結論を得ることとしています。この検討は、拙速を避け、学校関係者、大学関係者などの意見を十分に聞きながら行う予定です。
3. なお、上記調査・検討の結論が得られ、これに基づく法律改正が行われるまでの間は、現行制度が有効です。このため、平成22年度予算編成要求において、山間地離島へき地等の学校の教員、少教教科科目を担当する教員、障害のある教員などを対象とする講習を大学が開設するための経費を国が補助するため、所要の経費を計上しています。
4. 本件の今後の進捗状況については、適時適切に情報提供する予定です。

平成21年10月21日  
文部科学省

(文部科学省ホームページより)

## 行政刷新会議による事業仕分け



| 事業種別 | 事業名   | 項目名         | WFO結果            | 主な課題・コメント<br>(このほかにも課題がいくつかある)  | 対応 |
|------|-------|-------------|------------------|---|----|
| 3-25 | 文部科学省 | 教員免許制度の抜本改革 | 予備委員の協議(中絶)      | 協議内容についてほとんど合意が得られず、1月14日で教員免許更新制度の廃止は現実的ではないと判断された。協議が停滞したため、協議が停滞したまま、本年度予算編成が完了した。 |    |
| 3-26 | 文部科学省 | 遠隔教育総合支援事業  | 予備委員の協議(1/370中絶) | この事業は、遠隔教育の普及を促進するものであり、全国的に実施されるべきである。協議が停滞したため、本年度予算編成が完了した。                        |    |
| 3-27 | 文部科学省 | キャリア教育 職業実践 | 実用科目の協議(中絶)      | キャリア教育は重要であるが、実用科目の協議が停滞したため、本年度予算編成が完了した。  | E  |
| 3-28 | 文部科学省 | 教員の待遇       | 予備委員の協議          | 給与、退職金、内閣府、厚労省など4府省で協議している。協議が停滞したため、本年度予算編成が完了した。                                    | 審議 |
| 3-29 | 文部科学省 | 遠隔教育総合支援事業  | 予備委員の協議          | この事業は、遠隔教育の普及を促進するものであり、全国的に実施されるべきである。協議が停滞したため、本年度予算編成が完了した。                        | 応答 |

## 埼玉大学の平成22年度の対応



- 平成21年度と同様に行う予定であり、準備を進めている。(埼玉大学教員免許センター)
- 開催時期、講座数についても検討中である。



ご静聴ありがとうございました

## 多画面・立体映像技術の展開

高幣 俊之

(株)オリハルコンテクノロジーズ

**目的:** 広く開発環境が普及している CAVE に対して、ドームシアターなどの多画面投影には汎用の投影補正手段が存在していない。しかしこの両者は、3次元空間を覗き見る「窓」として一般化して考えることができる。スクリーン形状による歪みとブレンドイングを調整するためのツールと定義フォーマットによって、こうした特殊表示デバイスに依存しないコンテンツ開発が可能となる。この実例を示し、立体ドームシアターの実現や多様なコンテンツの試作、多画面・立体技術の活用例について述べる。

**方法:** 多画面投影型のシアターは、スクリーン・プロジェクター・視点についての物理パラメータと相対関係が決まれば投影補正変換を決定できる。一般化した投影補正を歪み補正情報・ブレンドイング情報・描画 Frustum 情報に分離し、ファイルフォーマットの定義と、この情報を計測・生成するためのツール **Projection Designer** を開発した。

(図 1、<http://orihalcon.jp/> 内の **Projection Designer** および <http://orihalcon.jp/projdesigner/>)

**結果:** 投影補正技術の確立により、OpenGL などのリアルタイム 3D アプリケーションや全天周ムービーなどがシアターの投影環境に依らず再現できるようになった。この技術を基盤として、調整難易度の高い立体ドームシアターを国立天文台にて開発し (図 2)、また科学技術館シンラドームなどで実用化を進めた (図 3)。技術情報の公開により、他所での利用も広がってきている。引き続き、コンテンツ制作の推進、他分野への展開 (図 4) などを進めている。

**結論:** 投影補正技術の一般化と公開によって、CAVE、ドームシアター、立体シアターなど、これまで孤立しがちだったシアター環境を横断してのコンテンツ制作や流通が可能になった。こうした高臨場感映像環境の利用者や活用例の増加、コミュニティの拡大に期待したい。

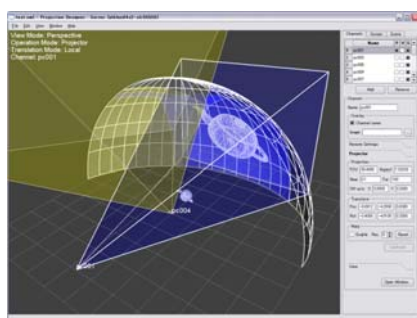


図 1. Projection Designer

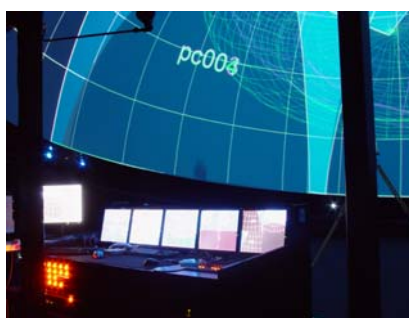


図 2. ドーム環境での投影補正調整

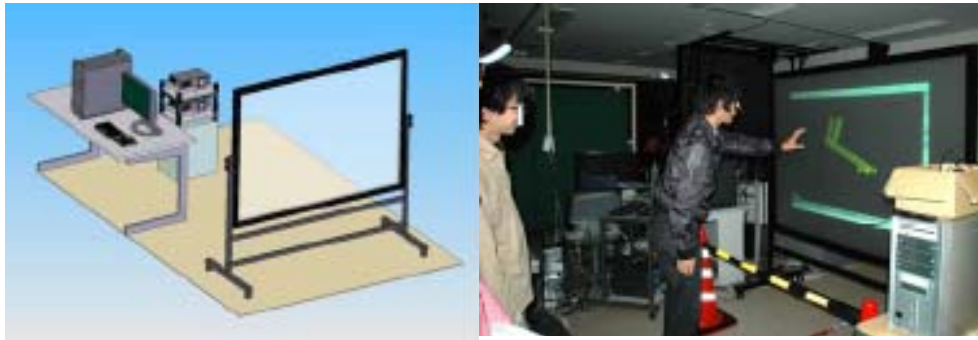
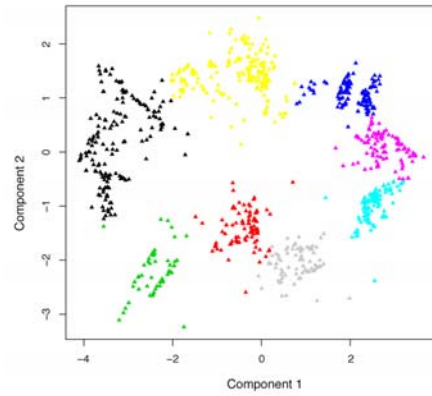
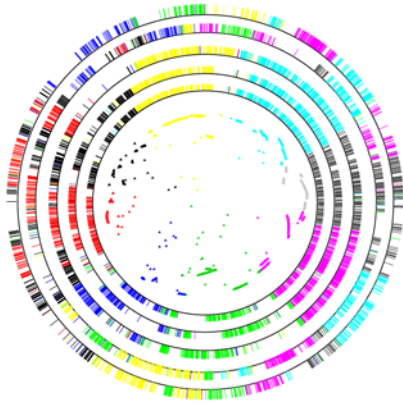


図 3. 立体ドームシアターへの応用



図 4. 屋外ドームシアターでのライブコンサート

(A)



埼玉大学情報メディア基盤センター

<http://www.itc.saitama-u.ac.jp/>

株式会社ケイ・ジー・ティー

<http://www.kgt.co.jp/>