

## No. 16-167 講習会 「VE/VR を用いた設計・開発・ものづくりの新しい検討手法の紹介」

### 内容紹介

開催日 2016 年 12 月 2 日 (金)

会 場 日本機械学会会議室 (東京都新宿区信濃町 35)

### 趣 旨

「距離/時間/要素を同一の場」で検討できる共通 CAD/CAM/CAE/の 3D データ環境として駆使可能な VE(Virtual Engineering)が注目を集め、加速展開がはじまっている。VR (Virtual Reality) / VT(Virtual Test) の動向も含め 3D データの共通環境としての VE/VR のポテンシャルの説明を行うとともに、今後のその動向についての指針の一部を示したい。

<各講義 の概要 と講師 >

司会 : (株)本田技術研究所 内田孝尚

### 1. 「新時代のものづくりと VR」

東京大学大学院情報理工学系研究科 教授 廣瀬通孝



廣瀬先生は VR 技術の先駆けとして 30 年近く、日本を、世界をリーディングされてこられました。

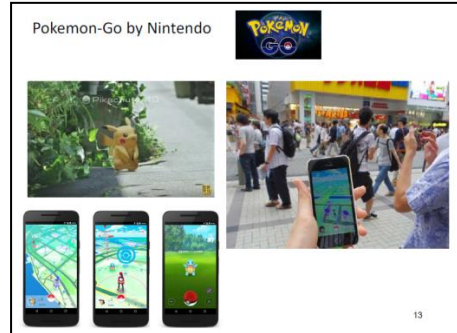
#### 主旨：

VR をはじめとするリアルとバーチャルの境界領域に存在する一連の技術群が今後ひきおこすであろう社会変革は、いわゆるインダストリー4.0 の概念よりもずっと広汎なものである。本講演では VR 技術の現状と将来についてまとめた上で、新しい産業構造の在り方や方向性について、具体的事例を交えて考えてみたい。

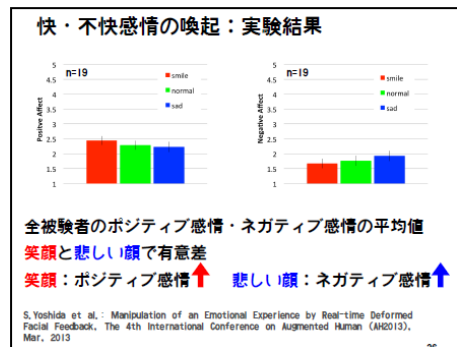
#### 講演内容：

最初の VR から 25 年経過し、VR 技術は第 2 世代に突入しつつある。技術の世代交代が進み、驚異的な高性能化低廉化が進んだほか、当時存在していなかった周辺技術 (WEB, IoT・・・) も充実しつつある。

例えば、ポケモン Go は MR (Mixed Reality) の一種である。このように身近に VR を体験できるようになっており、生活の中で知見が既にあり、その内容を説明した時、「ああ、それ知っている。」これは VR 第 1 世代の時代ではありえなかったこと。



認知が先か、行動が先か  
 自分の状態が認知されることで情動が生じる。「悲しいから泣くのか、泣くから悲しいのか」  
 表情フィードバック仮説として、表情の変化が感情に影響を与えるかの  
 実験で笑顔と悲しい顔で有意差があり、笑顔はポジティブ感情、悲しい  
 顔はネガティブ感情が生じていた。  
 このような現象の理解が進むと VR 技術での感情コントロールや欲求コ  
 ントロールへの進展が考えられる時代へ近づいている。



今までは、ある種の理解しやすい目的に対してのみの情報収集、情報蓄積が行うことが主であったが、データの持ち方、集め方、が非常に安価に簡単に行うこと出来ることから、人間の持っている情報、行動の情報、世の中に蓄積されている情報等を従来とは違った見方や、扱いで活用、評価できる時代になった。

また、現在・過去の行動は未来に影響することから、過去の情報、経験から未来を表現出来る。例えば食べ過ぎを続けるとどうなるかとか。その未来を見せることで、現在の行動を改善することが出来る。そのように表現技術、活用技術のひとつとして、VR の注目が生まれ始めている。

## 2. 「バーチャル環境とヒューマンインタフェース」

東海大学 情報通信学部 情報メディア学科 教授 濱本和彦



### 講演内容：

究極のバーチャル環境は現実環境と同じであるが、その実現は現段階では困難であるとのこと。バーチャル環境と現実環境の違いが人間の認知や行動に与える影響とその補償方法について述べるとともに、バーチャル環境を用いたヒューマンインタフェース評価の研究例について述べられた。

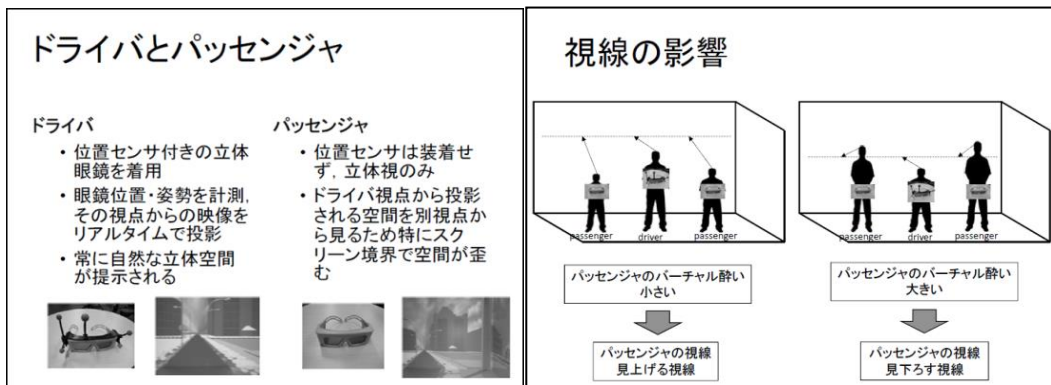
没入 (CAVE) 型 VR で、バーチャル酔いの研究を行った結果、視線の位置により、その酔いの発生に違いがあることが判った。

多面没入・複数ユーザの事例では、ドライバとなる人の視線の位置でパセンジャの感じるバーチャル酔いは変化する。ドライバとは位置センサ付きの立体眼鏡を着用し、常に自然な立体空間が提示される。ドライバはある意味で画面を支配していることになる。パッセンジャーは位置センサを装着せず、立体視のみであり、ドライバ視点から投影される空間を別視点から見るため特にスクリーン境界で空間が歪むことになる。そこで調査はSSQ (Simulation Sickness Questionnaire) 評価法を用いその酔いの違いを調べた。

結果として、ドライバの背が高いとパッセンジャーの視線は見上げる視線となり、パッセンジャーのバーチャル酔いは小さい。その逆にドライバが他のパッセンジャーより背が低い場合はパッセンジャーの視線が見下ろす視線となり、パッセンジャーのバーチャル酔いは大きいことが判明した。



このことから、仮説を以下のように立てて調査をおこなったところ有意性のあることが判明。

- ・ 見上げる視線はバーチャル酔いを誘発しにくい
- ・ 見下ろす視線はバーチャル酔いを誘発しやすい



また、現実空間と VR 空間での（手の届く）距離感覚が異なる事例が報告された。これは視差調整で若干の補正が可能であることも判り、今後の活用での対応の仕方が研究される期待が感じられた。

バーチャル表現が発達することで、従来とは異なる人間の感性への影響とその対応が研究課題になってくると思われる興味深い講義でありました。

<p><b>仮説</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 見上げる視線はバーチャル酔いを誘発しにくい</li> <li>• 見下ろす視線はバーチャル酔いを誘発しやすい</li> </ul> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>▶ 階段を昇降するコンテンツで検証実験</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>階段昇り: 見上げる視線</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>階段下り: 見下ろす視線</p> </div> </div>	<p><b>SSQ</b> (Simulation Sickness Questionnaire)</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>一般的な不快感</td> <td>集中できない</td> </tr> <tr> <td>疲労感がある</td> <td>頭が重い</td> </tr> <tr> <td>頭痛がする</td> <td>目がかすむ</td> </tr> <tr> <td>目が疲れている</td> <td>眩暈感がある(開眼)</td> </tr> <tr> <td>目の焦点がぼける</td> <td>眩暈感がある(閉眼)</td> </tr> <tr> <td>唾液の増加</td> <td>周囲が回転する眩暈</td> </tr> <tr> <td>発汗する</td> <td>胃の存在感がある</td> </tr> <tr> <td>吐き気がする</td> <td>げっぷがでる</td> </tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 16項目を4段階で回答             <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0:None</li> <li>• 1:Slight</li> <li>• 2:Moderate</li> <li>• 3:Severe</li> </ul> </li> <li>• 各回答に重みをつけたスコアで評価</li> </ul>	一般的な不快感	集中できない	疲労感がある	頭が重い	頭痛がする	目がかすむ	目が疲れている	眩暈感がある(開眼)	目の焦点がぼける	眩暈感がある(閉眼)	唾液の増加	周囲が回転する眩暈	発汗する	胃の存在感がある	吐き気がする	げっぷがでる
一般的な不快感	集中できない																
疲労感がある	頭が重い																
頭痛がする	目がかすむ																
目が疲れている	眩暈感がある(開眼)																
目の焦点がぼける	眩暈感がある(閉眼)																
唾液の増加	周囲が回転する眩暈																
発汗する	胃の存在感がある																
吐き気がする	げっぷがでる																

### 3. 「DMU を活用した開発・生産準備の見える化」

スズキ (株) 中村広樹



**講演内容：**

開発や生産準備で車両全体の DMU を活用した取り組みを行っており、その DMU をさらに活用していくために VR などのあたらしい技術を取り入れている。

<p><b>昔の設計</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 図面を見て、どんな形か考える             <ul style="list-style-type: none"> <li>• 想像力、理解力が必要</li> <li>• ややこしい → まちがえる</li> <li>• 人によって認識が異なる</li> </ul> </li> </ul> 	<p><b>今の設計</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 2D図面+3Dデータ             <ul style="list-style-type: none"> <li>• とてもわかりやすい</li> <li>• 誰が見ても同じもの</li> </ul> </li> </ul>  <p style="text-align: center;">試作車を見るのと同じ“気づき”ができる</p>
---	---

出図後の設計変更ゼロの取組みのため、出図までに問題解決を行いたい。  
そこで、従来、出図後に試作車で検討を行っていたが、出図前にDMUで検討する対応を進めている。

目標効果として

- ・ 試作後の手戻り削減 →型治具の修正費用削減
- ・ 設計品質の早期向上 →試作期間の短縮

手戻りの削減＝設計変更ゼロへは

- ・ DMU やデジタルツールを活用して
- ・ 作業や検討の手順を変更

「見える化」により早期に「気づき」、  
早期に「対策」する場を提供する進めを行っている説明がされた。



#### 4. 「VR活用による開発と生産部門連携例の紹介」

㈱本田技術研究所 西川 浩



##### 講演内容：

開発段階におけるVEは、各社において、設計品質向上に活用が進んでいる。しかしながらそのVEで開発された製品（四輪）の生産準備においては、実車を使用した従来手法がほとんどである。VEを利用した、実車の無い段階からの利用に向けて、開発現場と生産現場が連携したバーチャルでの生産準備において、生産現場導入、データ構築、大画面型と没入型の使い分けなどの知見を中心に説明がされた。

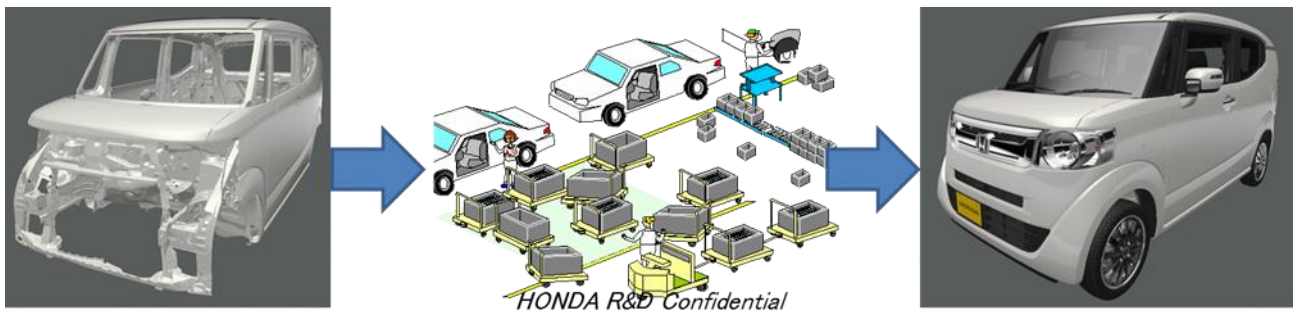
実車の製作前段階において、開発用ではあるが、量産品とほぼ同一内容の

DMUとそれを変換したCGがあることから、生産準備でのVR活用を試行し、開発生産準備段階にイベント設定等、正式に利用開始した。そのために、生産工場の設備データ、撮影画像を用い、車体組立向けに工場内の背景の3Dデータを製作した。このようにし、バーチャルファクトリーにて、実車レス検証が可能になった。

実車レス検証では実車両の製作前段階で、車体組立のほとんどの担当者が、グループ内のメンバーと担当区の組立工程、組付け性、作業姿勢他を同時検証出来るまでになった。

また、製造部門は品質を維持することが最重要で、組み立てメンバー同士の一体感を大切にしている。そのため、車体組立では同時に各メンバーの作業動作を共有出来ることが重要であり大画面を利用することで複数のメンバーの動きの共有と理解が可能となった。

また、完成車検査では地下ピットの囲まれた作業環境での臨場感の再現性とタクトタイムを考慮した時間検証も行える没入型VRを利用している。このように、大型の画面型VRと没入型VRを目的別に活用している。



## 5. 「VE 環境の動向と VT (Virtual Test) 拡大の新しい動き」

機械学会産学連携推進委員会 ((株)本田技術研究所) 内田孝尚



### 講演内容：

VE (Virtual Engineering) 環境を用いた開発・ものづくりが進んでいる。また、VT (Virtual Test) を用いた認証が拡大しつつある。VE/VR/VT 等の展開動向を過去の動きから今後を説明する。

VE 環境の発達により、部品レベルまで VR 化し、設計開発の現場での活用が広がっている。その理由の一つが VR 化の簡便化とコストダウンと思われる。実物そっくりの部品、実機、その CAE 解析結果も VR 化して表現をすることで、解析結果と挙動と直感的に物理量の理解をすることが出来る。このため、CAE 解析結果を例にして考えると CAE 解析結果をガラス張りにし、技術者やユーザーが参加した結果評価では、従来の実験解析者/設計者が CAE 結果を従来の実験評価手法も活用することで、CAE 結果評価としては、多くの新たな判断の目が増え、検討と評価レベルが充実することが判る。検討するメンバとその分野が増えることで、いろいろな意見が出るスリアワセが可能となる。このような環境の提供出来るのが VE (Virtual Engineering) と言える。



この VE 環境の活用自体が簡便化でコストダウンになった理由の一つが、3D 図面のルールが進化し、表面性状や色を表現するデータやデータ格納 Format 標準化が進んだことによると思われる。従来、CG 化には人が、部品の表面性状や色を各部品の表面に張り付ける作業が行われた。例えば、車一台の CG 化には 2 か月前後の時間が費やされた。現在は計算機の能力

にもよるが表面性状や色データがどこに格納されているかが図面情報として得られることから数時間で車一台のCG化変換可能となった。

このようにVE環境が急激に充実していることから、国、各地域による認定保証（認証）もバーチャル化が進んでいる。2020年からはリアルテスト不要のコメントが出ることで記述されたVT（Virtual Test）による認証のロードマップが既に、2012年にEU主導で発行された。

JSME 3D図面ルール					
	内容	基本的考え方	状況	世の中の対応	備考
Phase 1	2D図面情報を3D図面内に入力するルール	従来、人が読み取っていた情報を全て3D図へ。	SASIGガイドラインとして発行済。 SASIG 3D Annotated Model Standard (2008年10月31日公開) JIS化、ISO化展開中	ほとんどの市販CADはSASIG(※)ガイドラインに準拠	Phase 1の範囲では、標準化課題は発生していない。
Phase 2	開発・ものづくりの属性情報を図面に付加	マシンが情報を活用。	3D/Digitalものづくりの新しいルール基盤として欧米を中心に展開中		

※) Sasig : Strategic automotive product data standards industry group

JSME 属性情報付3D図面⇒自動変換⇒VRなDMU



従来 2か月

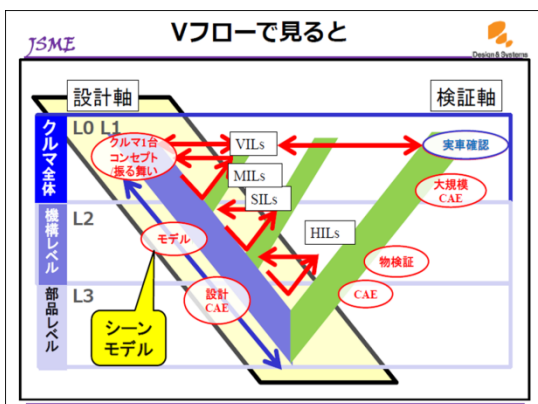
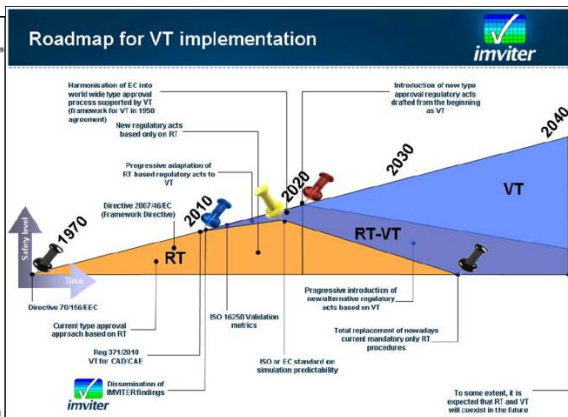
表面性状を持った3次元図面であれば、3万パーツのクルマ1台が3Hrで自動変換

JSME デジタルデータ活用の拡がり

従来 各国当局に写真で提出  
(実車を手配しスタジオで撮影)



欧州では既にCGで認証対応となった



正確に、全ての範囲まで現在のバーチャルエンジニアリング環境で対応すると設計段階でほとんどの機能設計とその保証が可能とまで言われている。



デジタルを活用した開発/設計/ものづくりの効果は3つあると言われている。  
効率化／品質向上／創造性

- ◇ 効率化：日本ではこれを中心にデジタル化が進んだ。
- ◇ 品質向上：海外にとっては「日本並みの品質になる」が売り文句で進んだ。
- ◇ 創造性：当初，創造性を発揮する土台になるほど デジタル技術は高くなかったが，現在，VE 環境の中での意見交換の姿を垣間見ると，壮大なスリアワセ環境としても発展成長が感じられる。

本年は，VR 元年とマスコミで報道されているが，VE としての展開を注目していく必要がある。

#### まとめ：

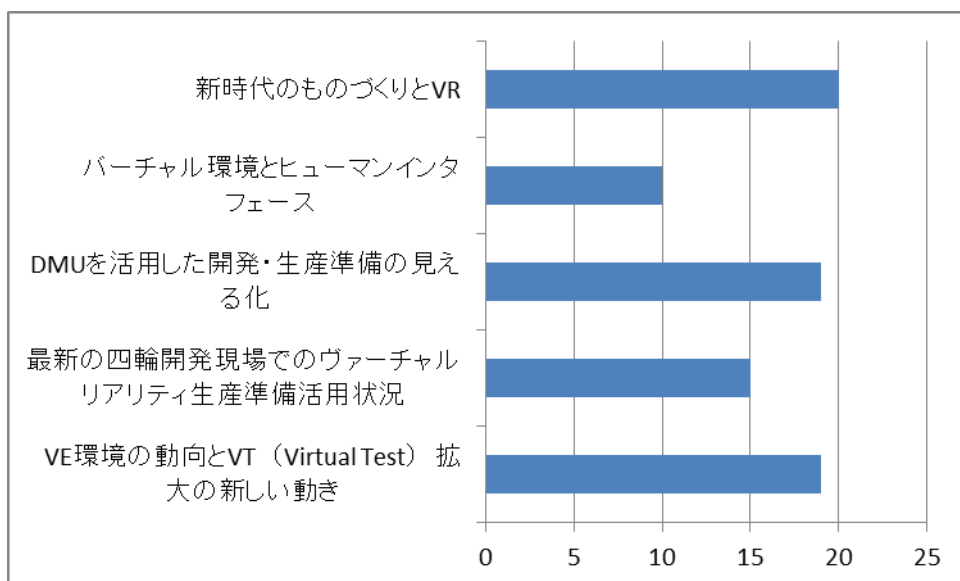
2013 年「VR を用いた設計の新しい検討手法紹介」という名前の講習会を開催し，今年度で 4 回目となった。最初の講習会では，欧州の活動例を中心に紹介した。2 回目以降は日本の活用例も含めることができるようになり，普及の早さを実感した。特に，ものづくり現場での VE/VR の活用は将来普及するという言葉を用いたが，それが直ぐに活用され，ものづくり現場の活用例として本年の講習会でも取り上げることが出来た。

また，VR を活用する際の課題の一つとして，バーチャル酔いという新しい現象が生じ，重要な位置付けになりそうである。この新たなことに対して，既に研究が始まっておりとその知見を示すことが出来た。非常に速い動きなので，新しい課題が出るほど VR 活用が定着しつつあることを実感し，普及展開が次のステップに突入した感がある。

廣瀬先生は 4 年前の最初の講習会から，講師としてご参加して頂き，一緒にこの分野の進展と世の動きを眺めることが出来た。今回，廣瀬先生から講習会のご講演の初めのお言葉として，「おめでとうございます。」と言われ，何のことかと思われたが，続いて，「世の中では，今年を VR 元年と言われ始めた。この講習会がそれに先んじて進めてきた。」ということと言われ，開発，設計，ものづくりに VE/VR が，大きく活用され始めていることを，別の意味でも理解した。前述したように，ポケモン Go は MR (Mixed Reality) であり，既に普通の一般生活の中で VR を経験する時代を迎えた。普及展開を目的として始めた当講習会は今後も継続する予定であり，日本の開発／ものづくりの進展に役立つことを祈念したい。

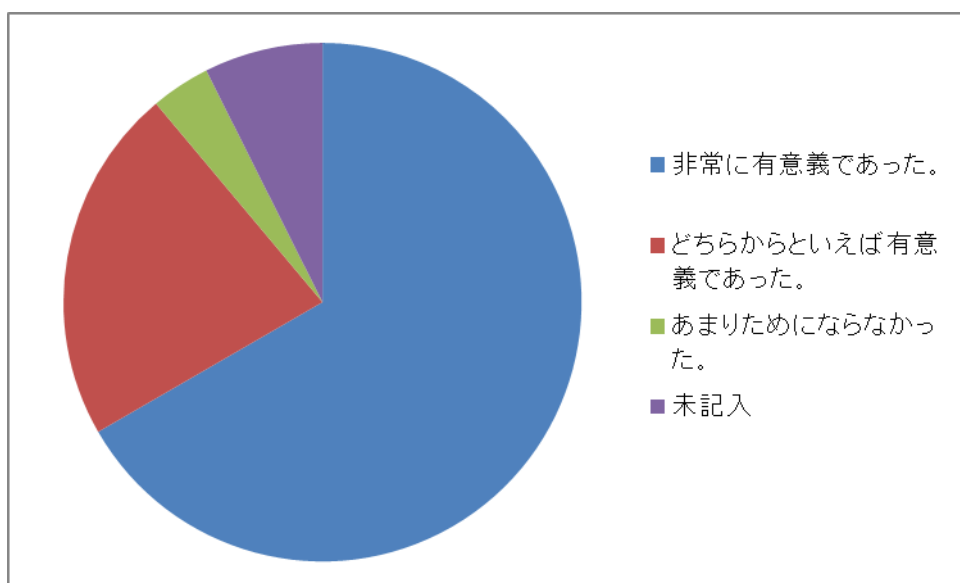
アンケート調査：

- 本日の講習会で特に興味深かったものはどれですか？（複数回答可）



- 本講習会はためになりましたか？

非常に有意義であったとどちらかと言えば有意義であった： 89%



会告HP：

<http://www.jsme.or.jp/dsd/lectures/16-167.pdf>

（産学連携活性化委員会 内田孝尚 記）