

コンピュータとバーチャルリアリティ (1)

リアルとバーチャル

ー コンピュータの進化とVR世界の創出 ー

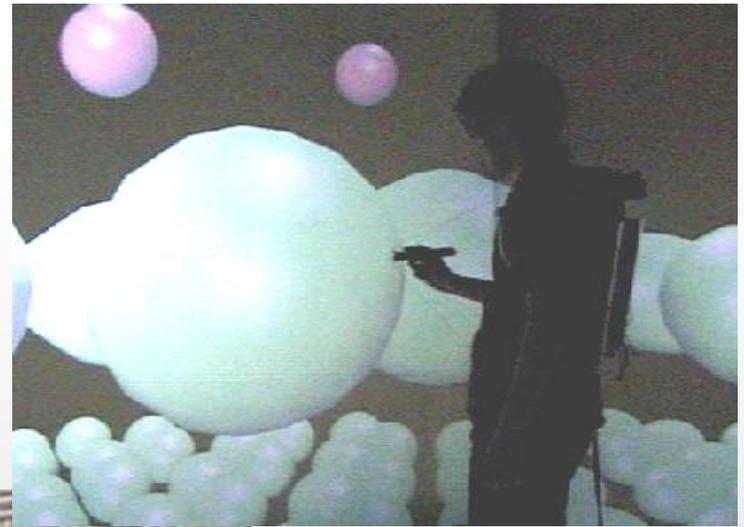
東京大学 大学院情報理工学系研究科

廣瀬通孝

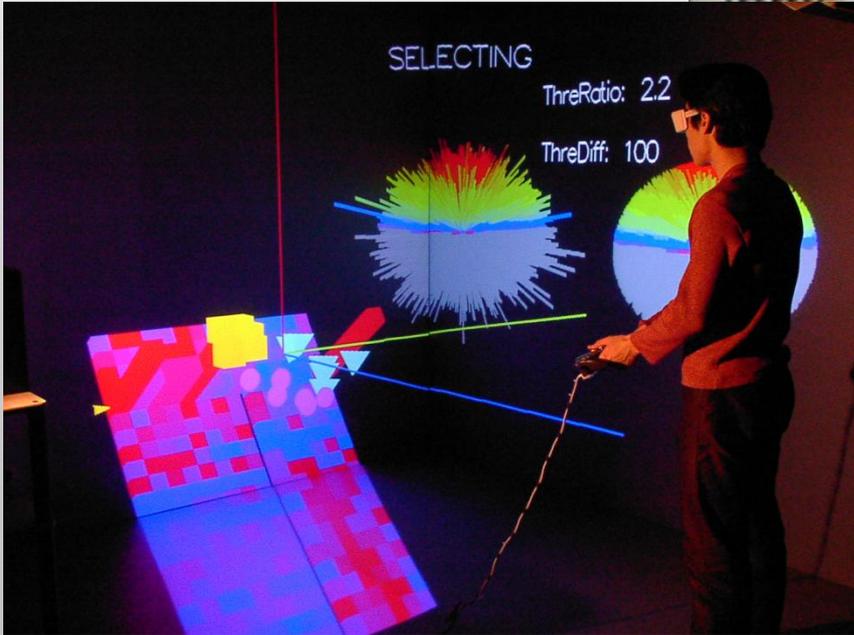
‡:このマークが付してある著作物は、第三者が有する著作物ですので、同著作物の再使用、同著作物の二次的著作物の創作等については、著作権者より直接使用許諾を得る必要があります。



+



+



+

坂本慎一研究室HPより



+

バーチャルリアリティ(VR)とは

「バーチャルリアリティ (VR)」という言葉が社会に登場するのは1989年のことである。

コンピュータによって作られた世界の中に入り込み、あたかも現実であるかのごとき体験(疑似体験)ができる状況を作り出すことのできる技術のこと。

著作権処理の都合で

この場所に挿入されていた

スーパーコックピットおよび  
コックピット内に表示される地図の写真

を省略させていただきます。

米空軍 VCASS  
(1982)



米航空宇宙局 (NASA)  
VIEW (1987)

Virtual Environment Workstation Project (VIEWlab)  
at NASA Ames Research Center, 1985 -1990.  
VIEWlab system including helmet mounted display  
with 3D sound, speech recognition, and datagloves.  
Project Director Scott S. Fisher.  
Photo credit: " NASA - W. Sisler/S.S. Fisher 1987"

バーチャルリアリティとは

バーチャル： Virtual

実際には存在しないが、機能や効果として存在するも同等の

実際上の

反対語：Nominal（名目上の）

リアリティ： Reality

現実 現実感

バーチャルを「仮想」と訳すのは実は間違い。

「仮想」はイマジナリ( Imaginary )である。

仮想敵国を Virtual Enemy と訳すと大変なことになる。

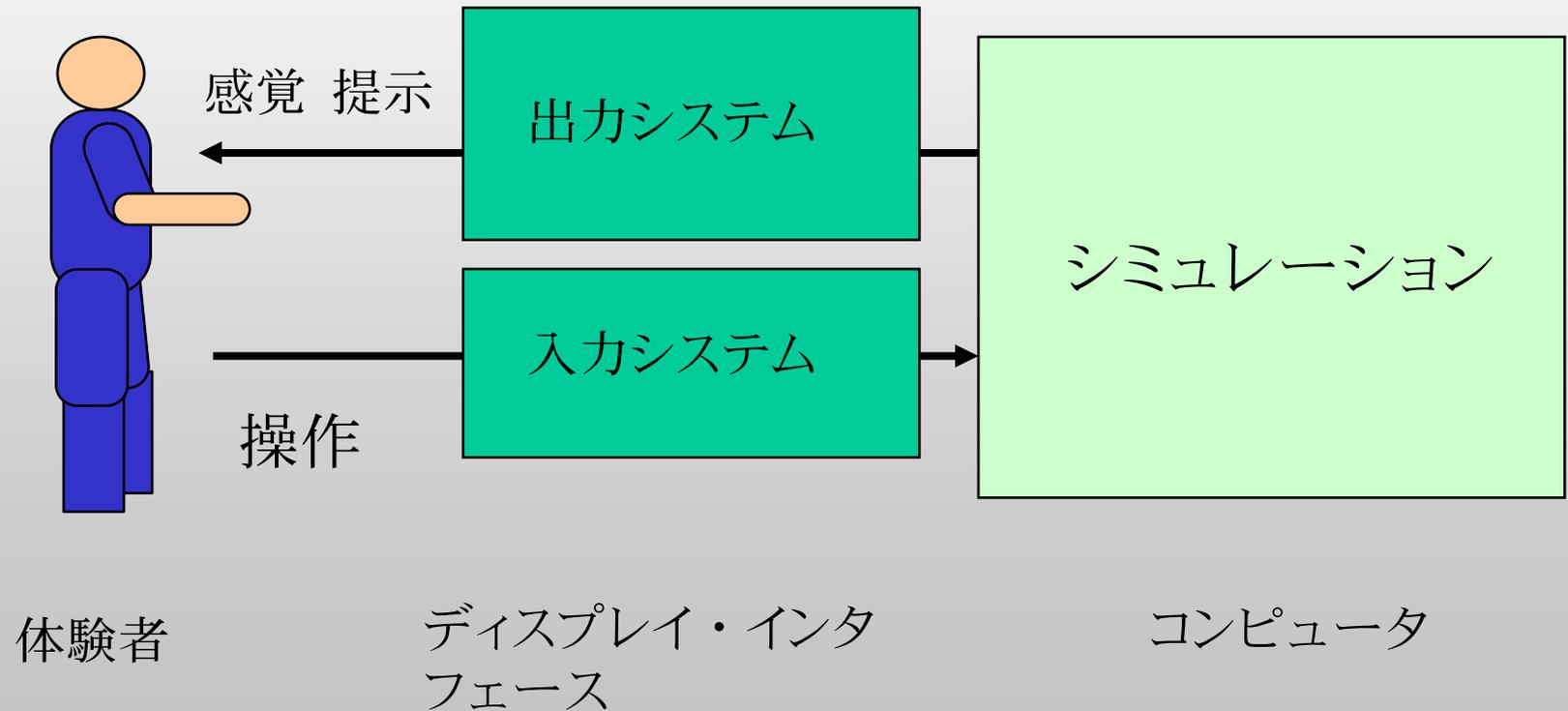
Virtual Student は「幽霊学生」ではない。

つまり、バーチャルとリアルは対立概念ではない。

とは言うものの、バーチャルとリアルは、奇妙な組み合わせであるには違いない。

# VR世界とは

- 基本的にはシミュレーション(模擬された現象)
- ただしその動作を、直観的身体的に体験することのできることが本質である



# VR世界の例

† 国立科学博物館/TBS主催

マヤ文明展

制作著作：東京大学・情報通信研究機構・凸版印刷



# インタフェース技術としてのVR

# VR技術にはいくつかの特徴がある



HMD : Head Mounted Display

Interaction :

(約束事のないインタラクション)



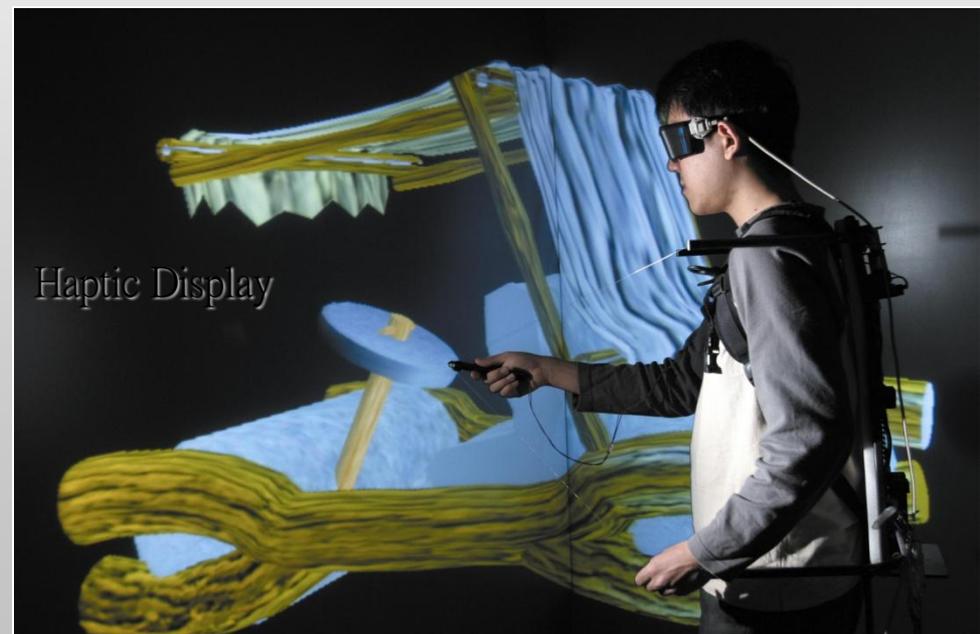
Data Glove

Image courtesy: [www.5DT.com](http://www.5DT.com)



Presence :

(VR世界への没入)



Haptic Display

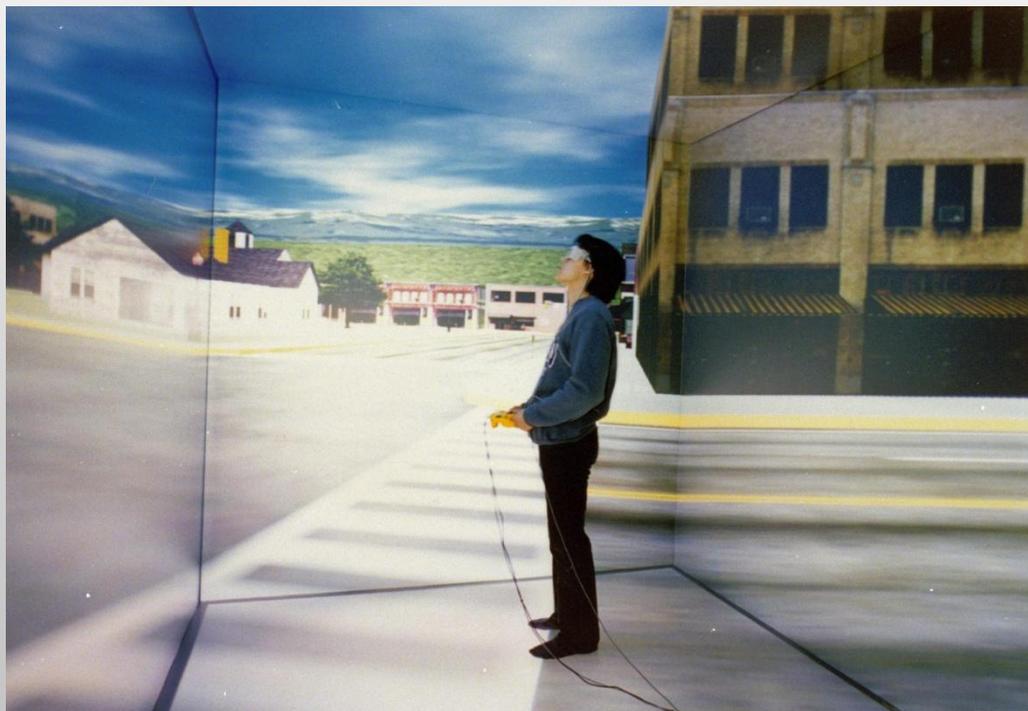
Multi-Sensory Interface :

(視覚以外の感覚によるインタフェース)

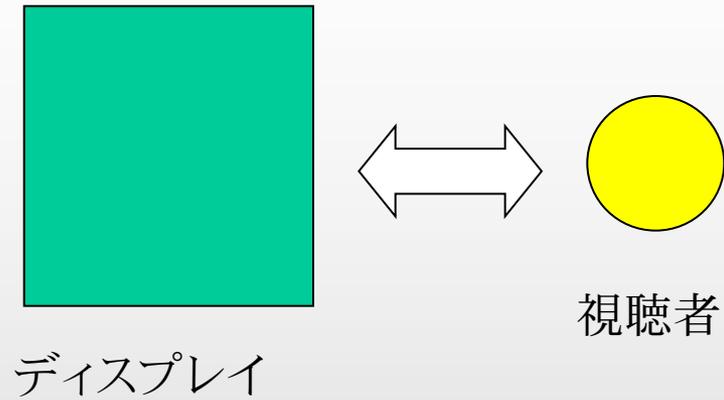


# 没入的臨場感 (Presence) : 映像世界の中に入り込む

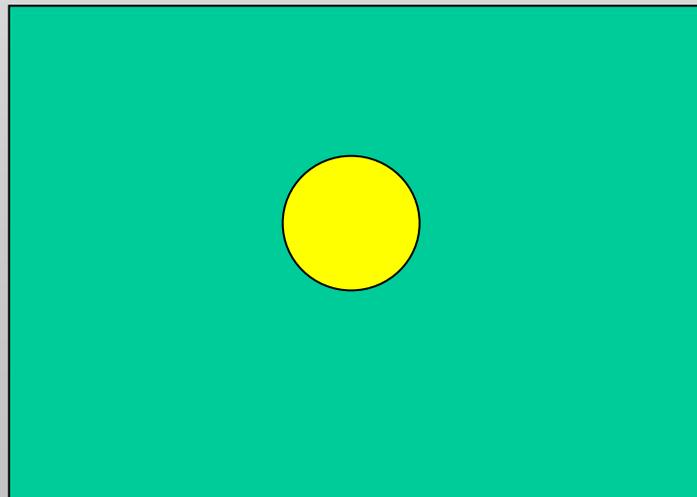
著作権処理の都合で  
この場所に挿入されていた  
Head Mounted Display  
の写真  
を省略させていただきます。



# 従来のディスプレイと視聴者の関係



# VR ディスプレイと視聴者の関係



日蝕体験とは太陽が欠けるところを見ることだけではない。  
もっと空間的な体験である



NHK WORLD 

Home News TV Radio & Podcast Japanese Lessons Select language

SEARCH Corporate Info Sitemap Contact Us FAQ

home > The Longest Total Solar Eclipse of the Century

Japanese

# The Longest Total Solar Eclipse of the Century



# 05:27:53

till Start on Jul. 22 [UTC]

## About the Total Solar Eclipse of 2009

A total solar eclipse will take place on July 22, 2009. The eclipse will begin in India, and track across China and Japan. In some places, the sun will be obscured from view for at least 6 minutes 40 seconds, making it the longest total eclipse of the twenty-first century. It will also be the first total solar eclipse in Japan in forty-six years. At the moment of total eclipse, the sky is dark, except for the sun appearing as a very bright ring around the outline of the moon, providing what is known as the 'diamond ring'. We can subsequently get dramatic views of the corona ringing the sun.

The sun is the source of life on this planet. A total eclipse abruptly deprives us of its light and warmth. The sun appears dark and there is a sudden drop in temperature. It is an event which plunges the earth into darkness and makes us keenly aware of the importance of the sun.



視覚体験は視覚のみによって構成されるのではない。

著作権上の都合により、  
ここに挿入されていた映画  
「ローマの休日」  
「七人の侍」  
の動画は削除致しました

# 身体的インタラクション： インタラクションにおける約束事の排除



<http://en.wikipedia.org/wiki/File:MotionCapture.jpg>

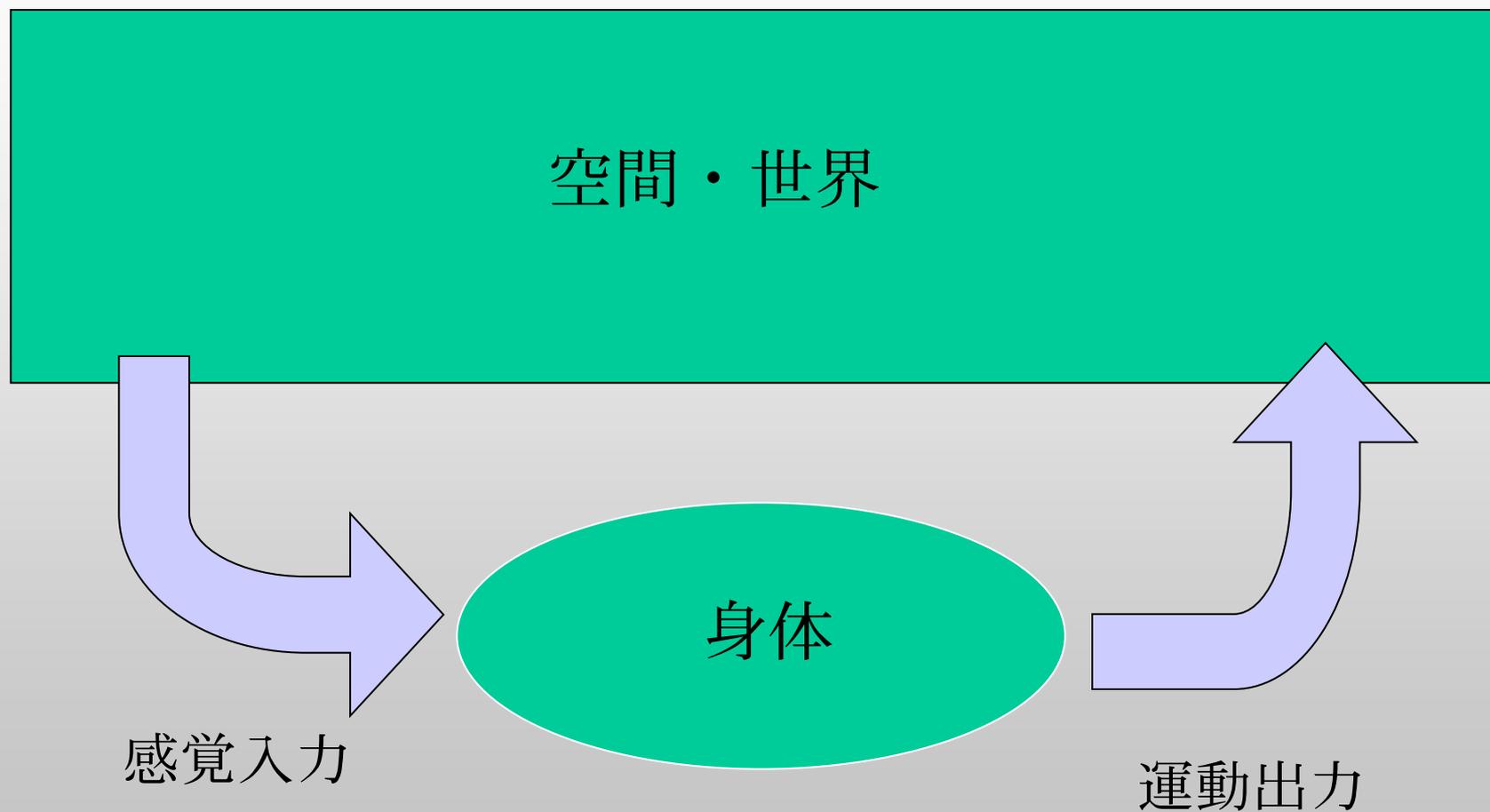


Image courtesy: [www.5DT.com](http://www.5DT.com)

## データグローブ

## モーションキャプチャ

# 電子化によって失われた身体性の回復

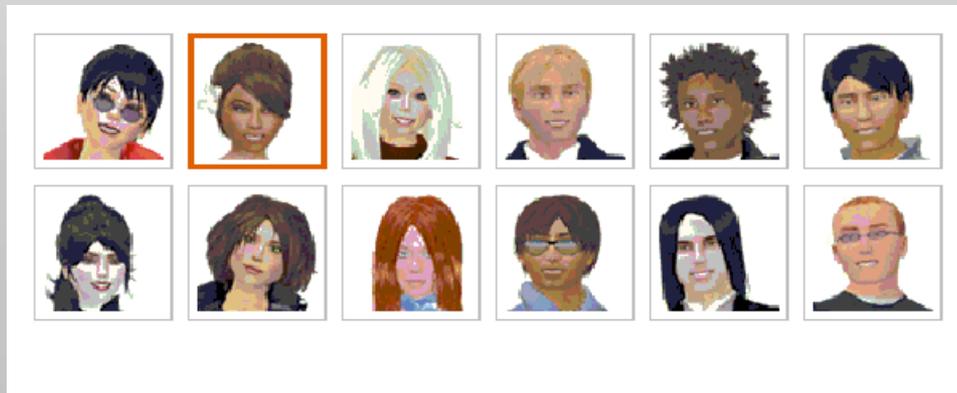


アバター： 電子空間の中の身体のこと  
比較的大規模なインターネットコミュニティで  
用いられる、「自分の分身となるキャラクター」

✚ Linden Lab



[http://ja.wikipedia.org/wiki/ファイル:Wikepe-tan\\_avatar.png](http://ja.wikipedia.org/wiki/ファイル:Wikepe-tan_avatar.png)



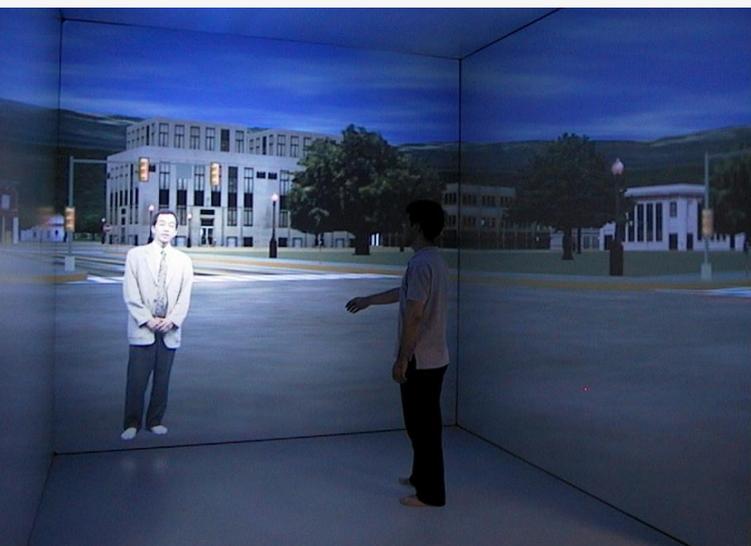
✚ Linden Lab

Linden Lab ✚

著作権上の都合により、  
ここに挿入されていた映画  
「アバター」  
「マイノリティ・リポート」  
「スター・ウォーズ」  
に関する画像は削除致しました

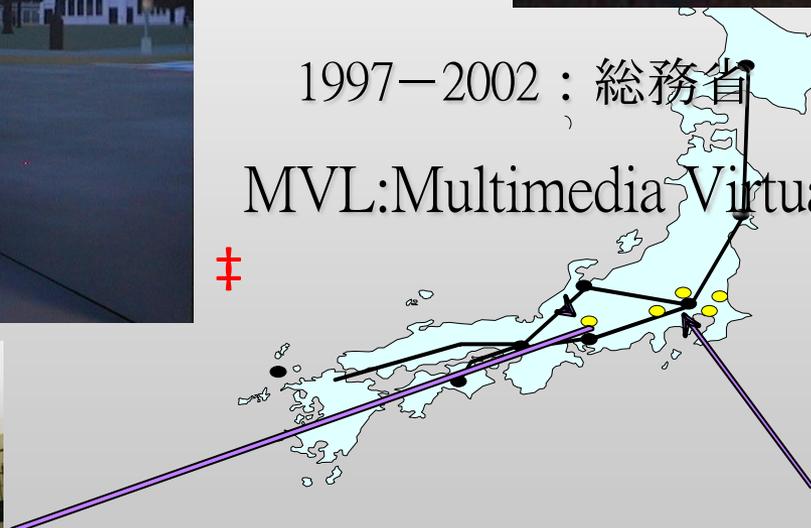
# 臨場感通信

仮想空間を広帯域ネットワークを介して共有するための技術開発。



1997-2002 : 総務省

MVL: Multimedia Virtual Laboratory



COSMOS/Gifu

CABIN/Tokyo<sup>19</sup>

155Mbps  
Gigabit Network

# 3Dビデオアバタ



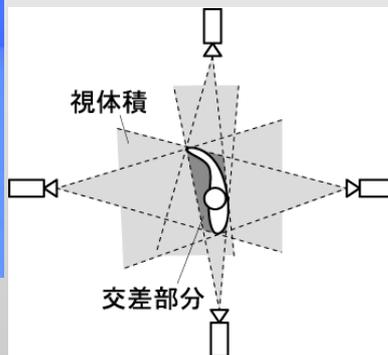
≠

多視点映像のキャプチャ

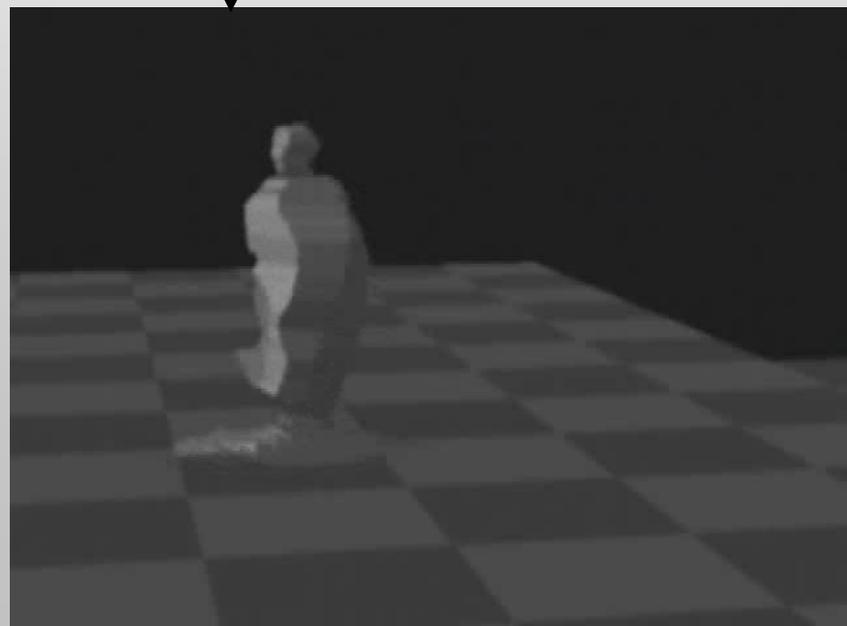


≠

3D幾何モデルの合成



≠



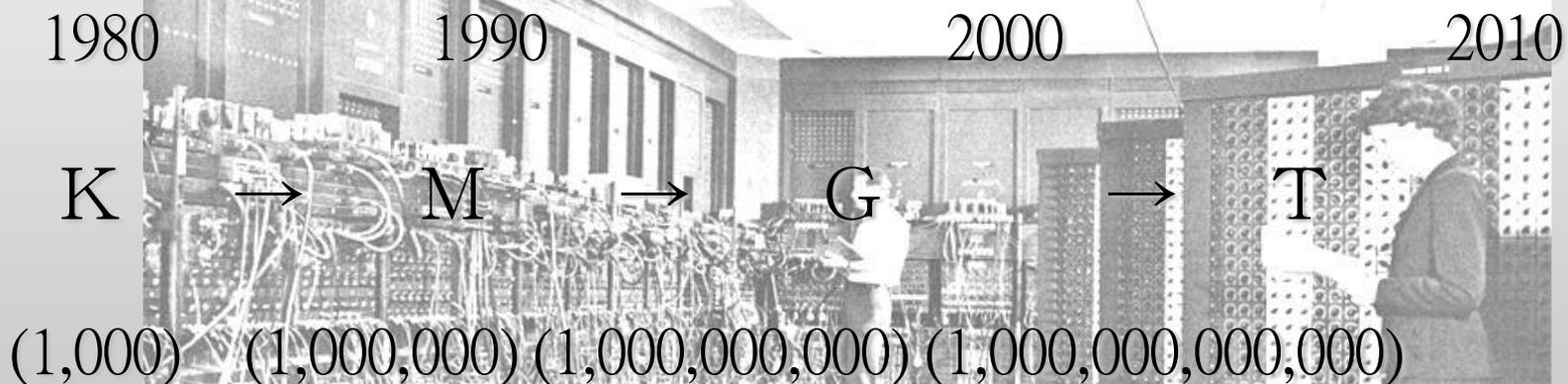
≠

テクスチャの付加

# 情報技術の急速な進化

1. ムーアの法則： 計算機素子の能力は18ヶ月で2倍になる。  
ギルダールの法則： 通信回線の速度は9ヶ月で2倍になる

このような急速な高機能化とその裏返しとしてのダウンサイジングが計算機という機械の特徴である。



大きな量的な変化は質的な変化を引き起こす

Kの情報

文字と数字

Mの情報

写真

Gの情報

動画像

# 1989年 バーチャルリアリティはじまる

## Virtual Reality arrives!

On June 7, 1989, VPL will show the world's first shared Virtual Reality. The event will take place in the Pacific Bell booth at Texpo '89 in Brooks Hall in San Francisco.

Virtual Reality is a new plane of reality accessible through computerized clothing. A shared Virtual Reality is one in which two or more participants are in a Virtual World at the same time, can see each other, and undertake joint projects. June 7 is significant for a number of reasons. While we don't want to be overly dramatic, this will be the first new level of objectively shared reality available to humanity since the physical world. ....

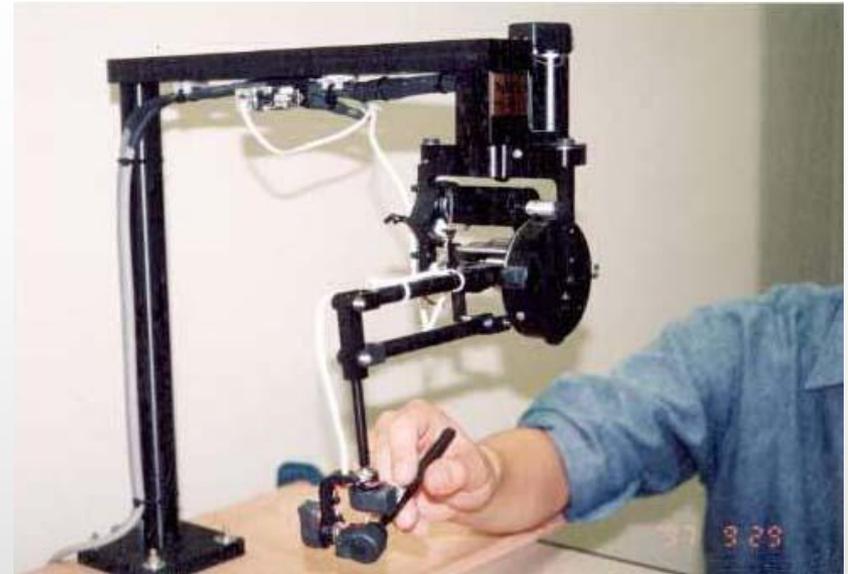
## VR day

Since VPL and Autodesk will be showing our systems on the same day, we decided to make it a holiday. VR Day will take place on June every year from now on. Like Columbus day, VR day celebrates the opening of a new world VR Day will be celebrated every year with a parade and virtual beauty contest held inside Virtual reality. ....



著作権処理の都合で  
この場所に挿入されていた  
ジャロン・ラニア氏の写真  
を省略させていただきます。

# 多感覚インタフェース： 人間の感覚スペクトル全部を活用



触覚ディスプレイ ㊦



㊦ 坂本慎一研究室HPより

建築空間における音響シミュ  
レータ

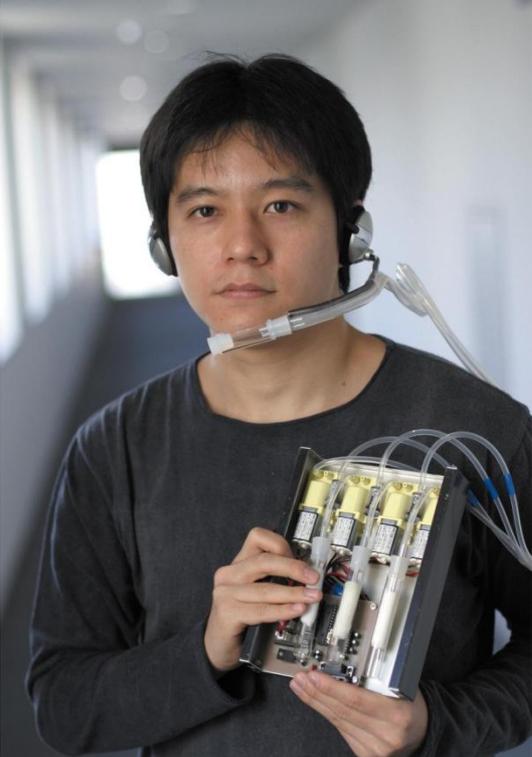
# Sensorama

- Morton Heilig, 1963
- an “Experience Theatre”
- 視覚・聴覚だけでなく風や匂いを表現することのできる映画



VRは五感技術である： われわれは現実世界を感覚を通じて感じ取っているわけだから、現実の合成とは感覚の合成に他ならない。

五感の感じた情報をコンピュータが取得、処理、表示するなど、コンピュータの新しい発展を目指した五感情報通信技術が注目され始めた。

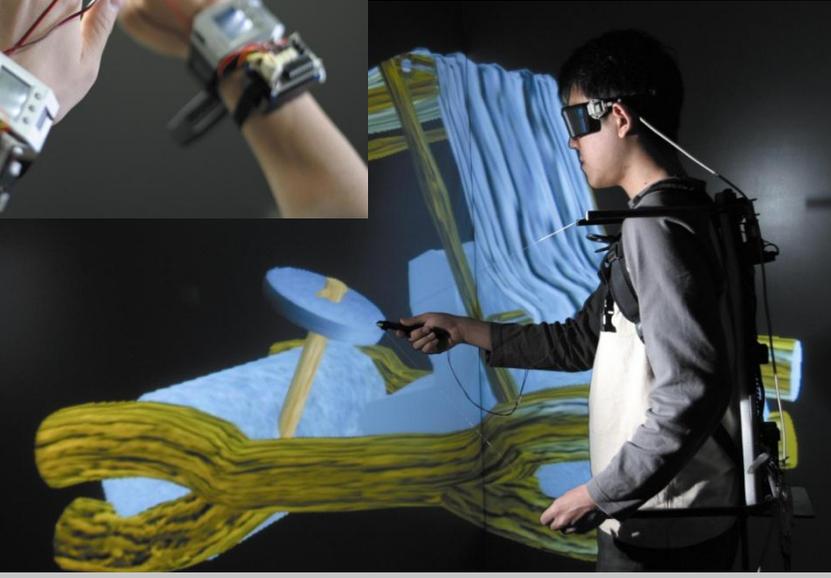


画像提供：  
横山 智史

ウェアラブル嗅覚ディスプレイ



+



ウェアラブルタイプの触覚ディスプレイ “Haptic Gear”

# 五感とは

五感とはわれわれが世界を感じるための感覚すべてを指す。  
われわれは、日常、いわゆる「五感」を駆使して生活している。  
にもかかわらず、これまでの情報通信技術のチャネルは視覚や聴覚  
に限定されてきた。

## 感覚の種

### ○特殊感覚

視覚、聴覚、味覚、嗅覚、前庭感覚

### ○表面感覚

触圧覚、温覚、冷覚、痛覚

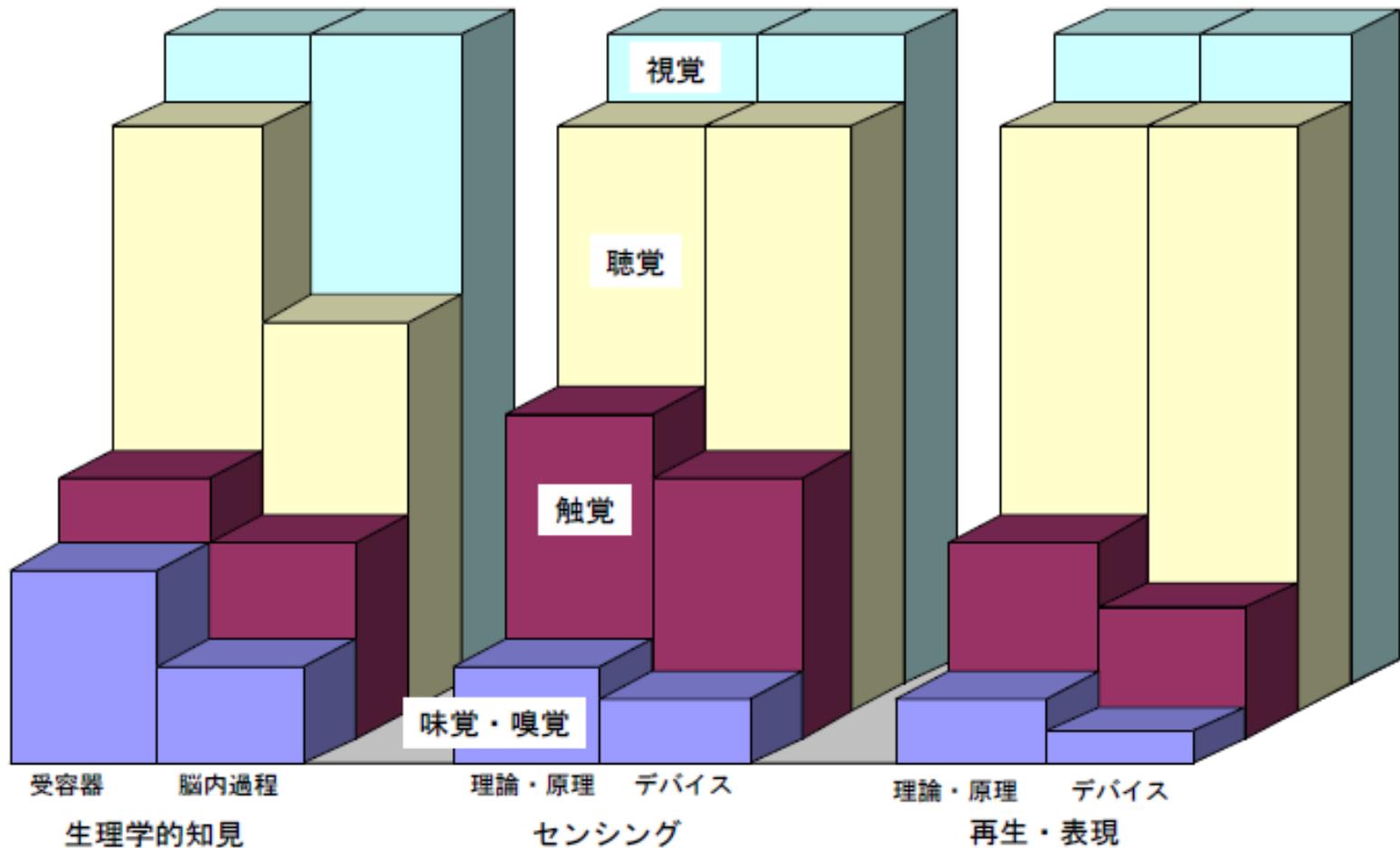
### ○深部感覚

運動覚、位置覚、深部圧覚、深部痛覚

### ○内臓感覚

有機感覚（空腹感、吐き気）、内臓痛

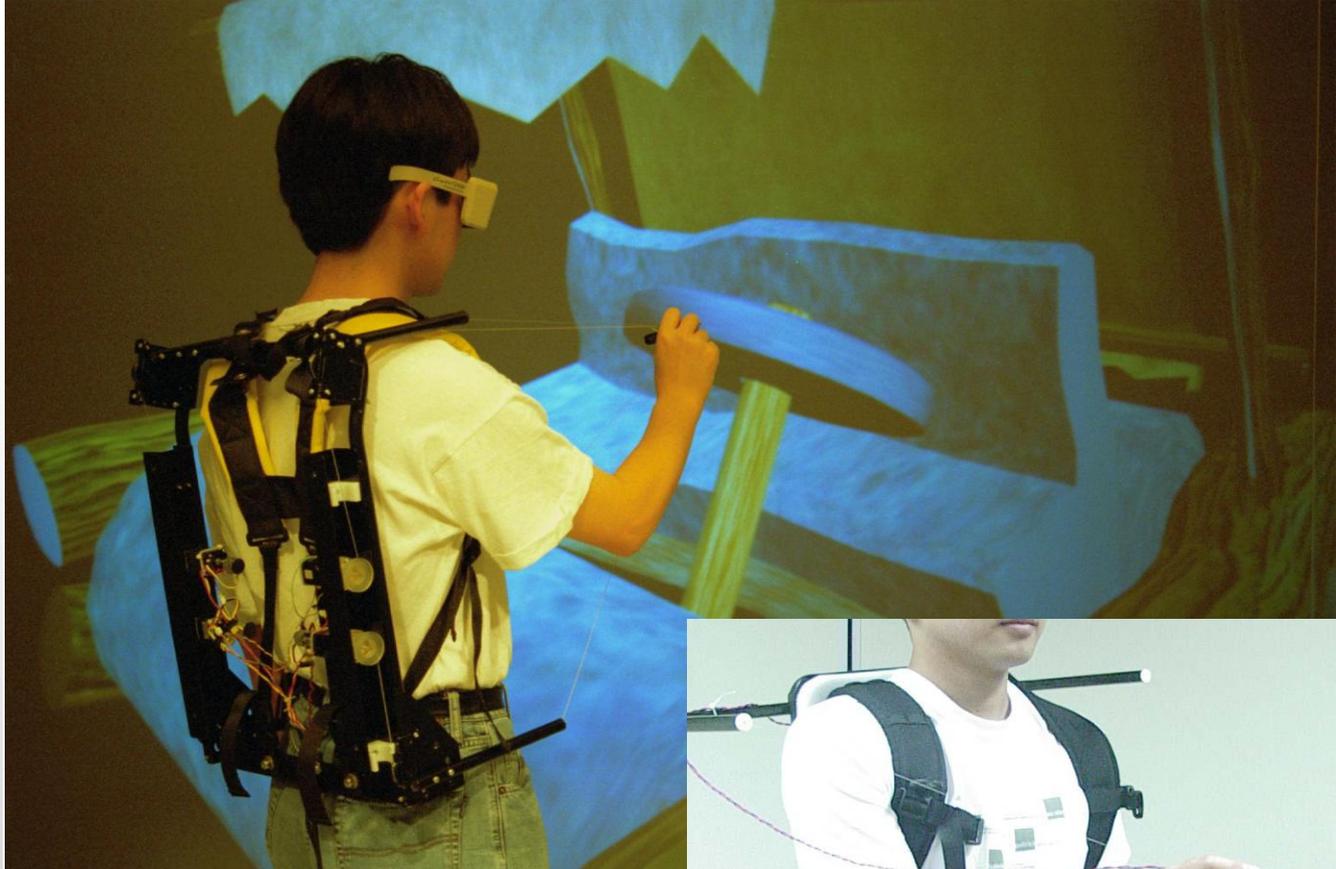
歴史的に見て、これまでの情報通信技術のチャンネルは視覚や聴覚に限定されてきた。



† 図 1 - 1 視覚を基準とした場合の各感覚における研究開発の進展度合いのイメージ

# 触覚ディスプレイ

ウェアラブルタイプの触覚ディスプレイ“Haptic Gear”

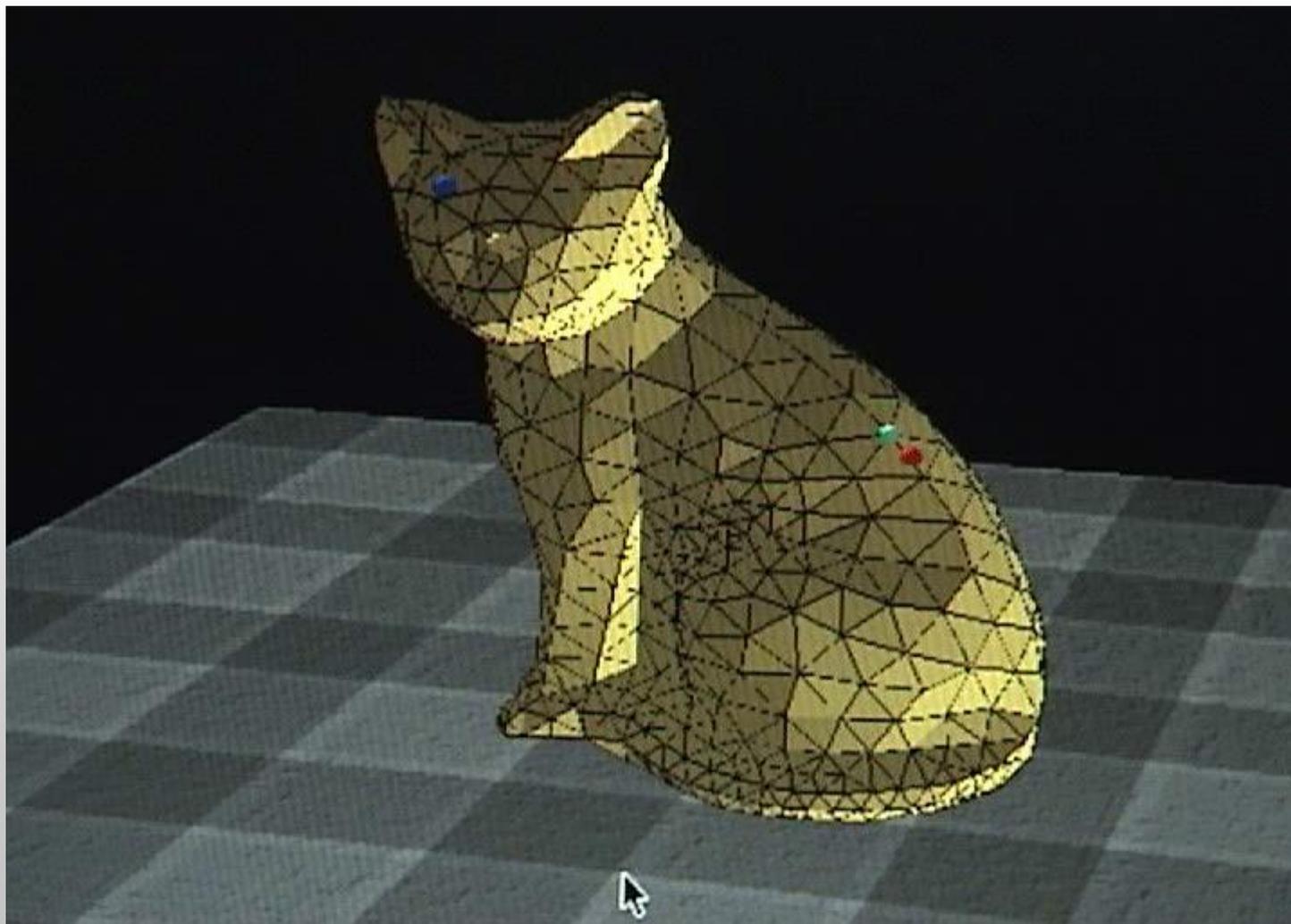


≠

≠

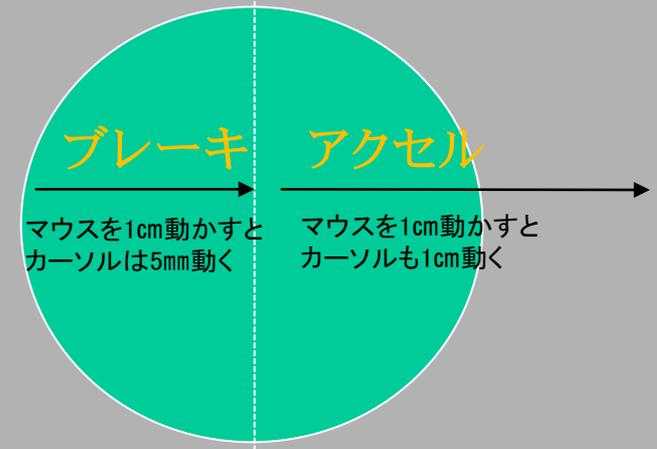
≠

# 3D物体の操作



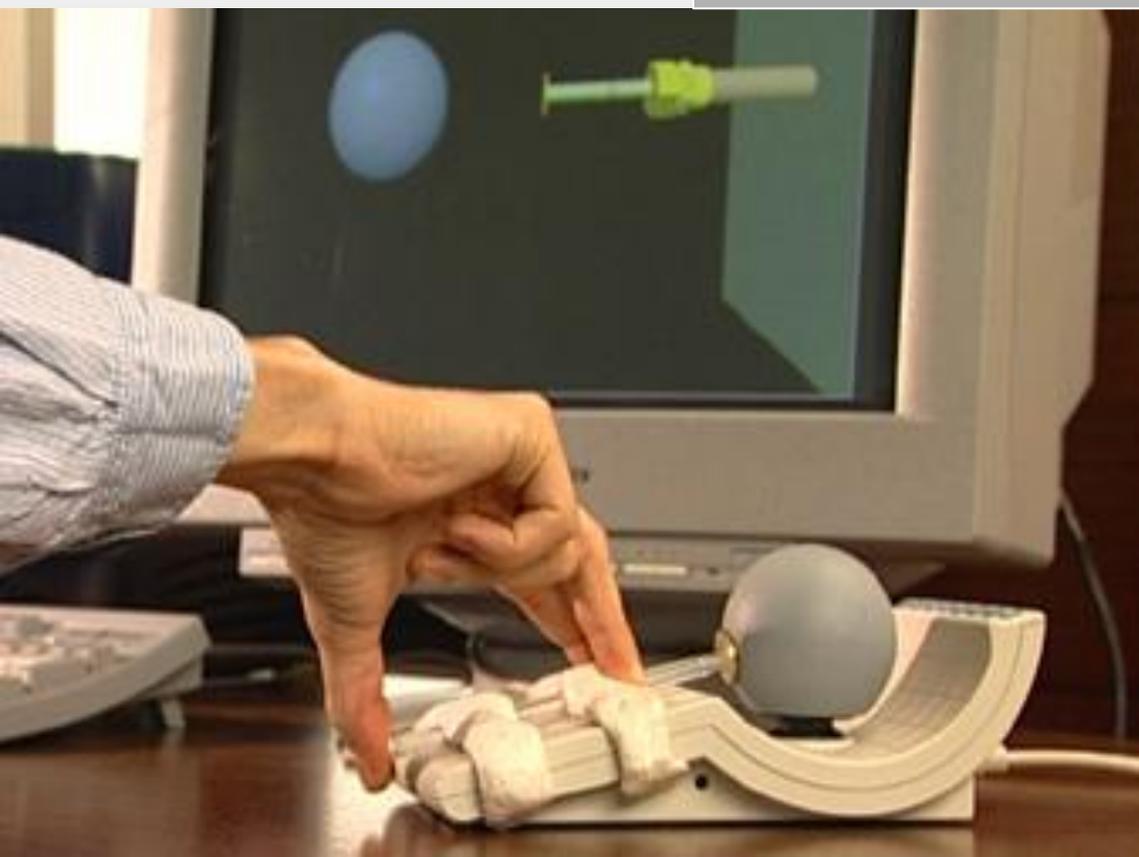
# 擬似触覚: (Pseudo Haptics)

→  
マウスを1cm動かすと  
カーソルも1cm動く



→  
マウスを1cm動かすと  
カーソルは5mm動く

→  
マウスを1cm動かすと  
カーソルも1cm動く



# 触覚ナビデバイス



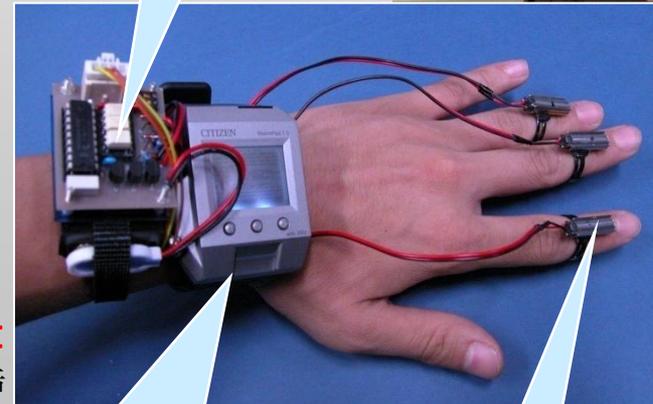
画像提供:NTTコミュニケーション科学基礎研究所



# 指点字デバイス



画像提供:雨宮 智浩



制御ユニット

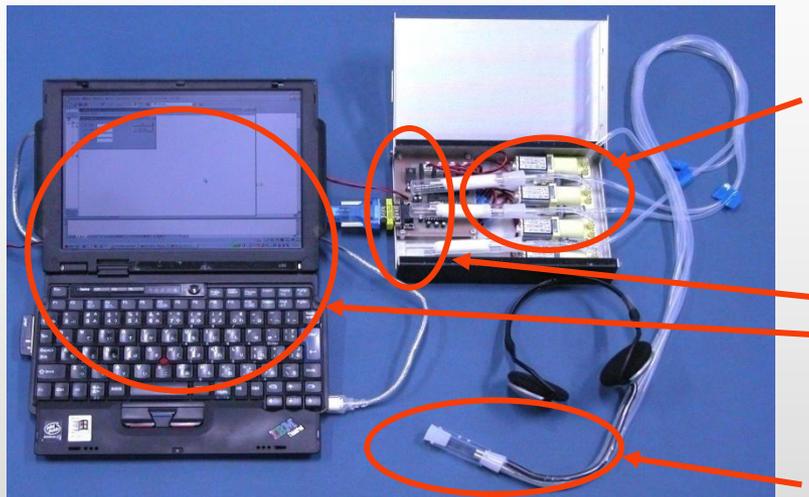
画像提供:雨宮 智浩



腕時計型コンピュータ

振動子

# 嗅覚ディスプレイ



香り発生部

制御部

香りディスプレイ

+

オンラインショッピング



香り情報の伝達



+

画像提供: 横山 智史



香りのTV／WEB

# 直噴型ウェアラブル嗅覚ディスプレイ

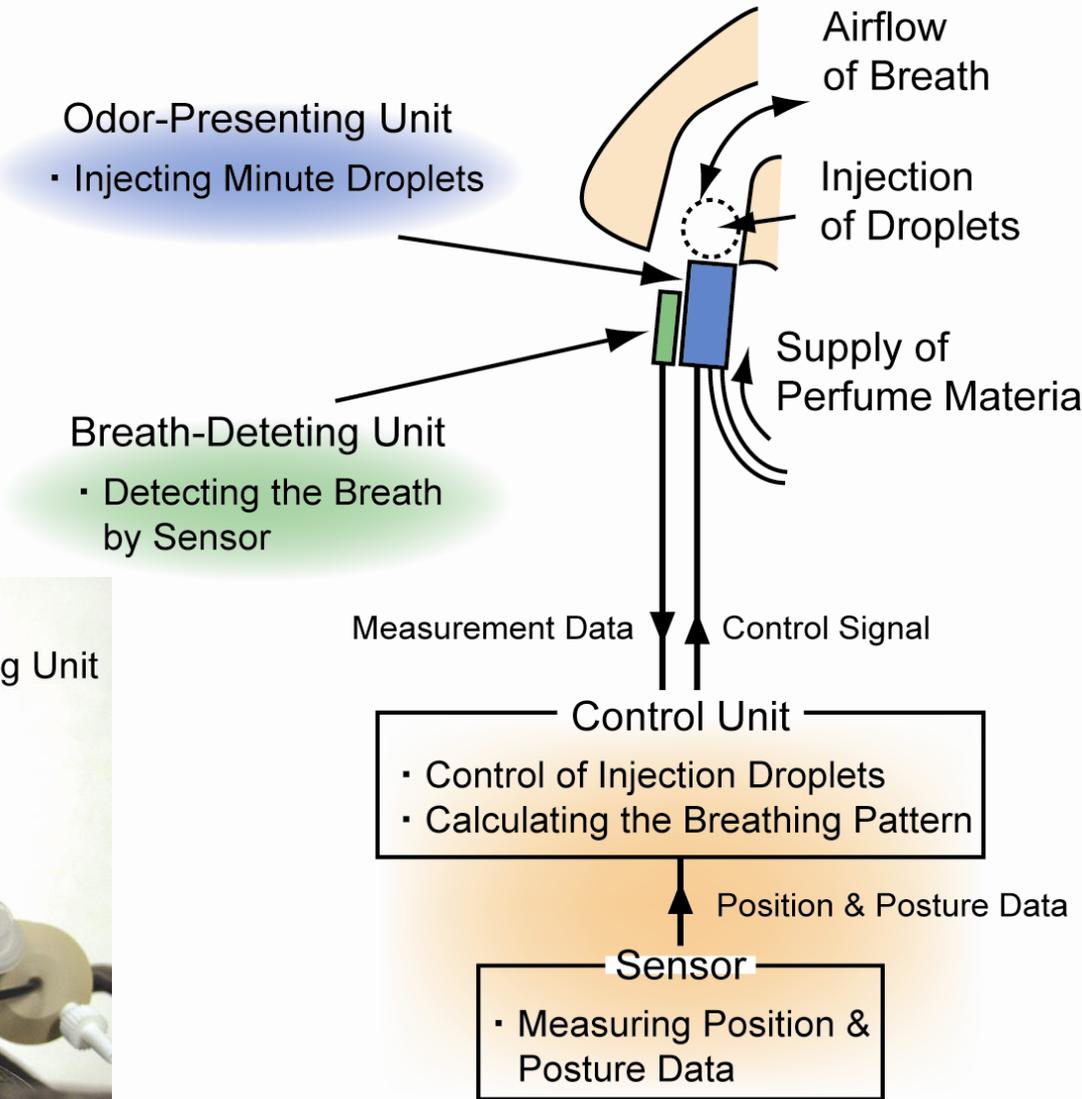
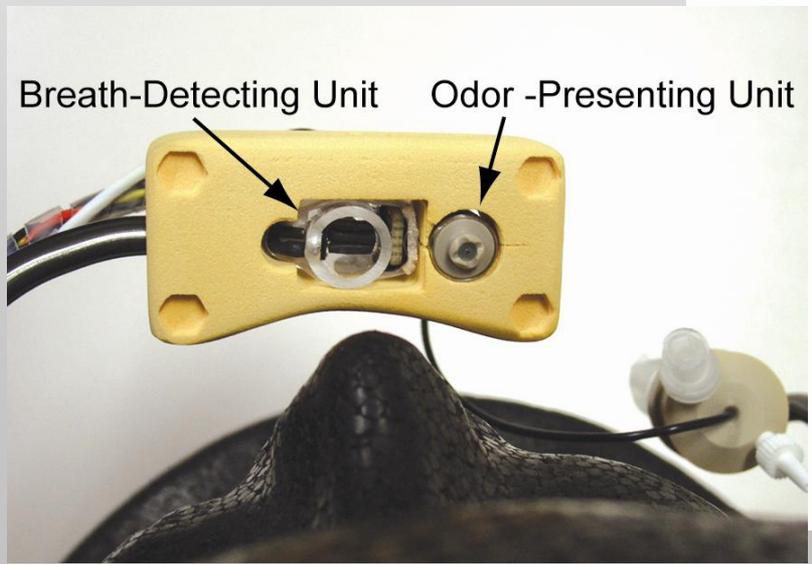
## ・匂い提示部

- ピエゾ式インクジェットノズル<sup>+</sup>



<sup>+</sup> microdrop GmbH

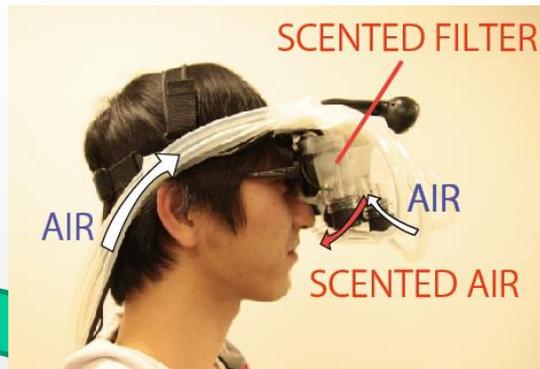
## ・呼吸検知+匂い提示部



# Meta Cookie:拡張現実感によって味が変化するクッキー



プレーンクッキー



マーカ認識  
+  
テクスチャ重畳表示  
+  
嗅覚ディスプレイ



Meta Cookie

マーカ用焼印



チョコクッキー



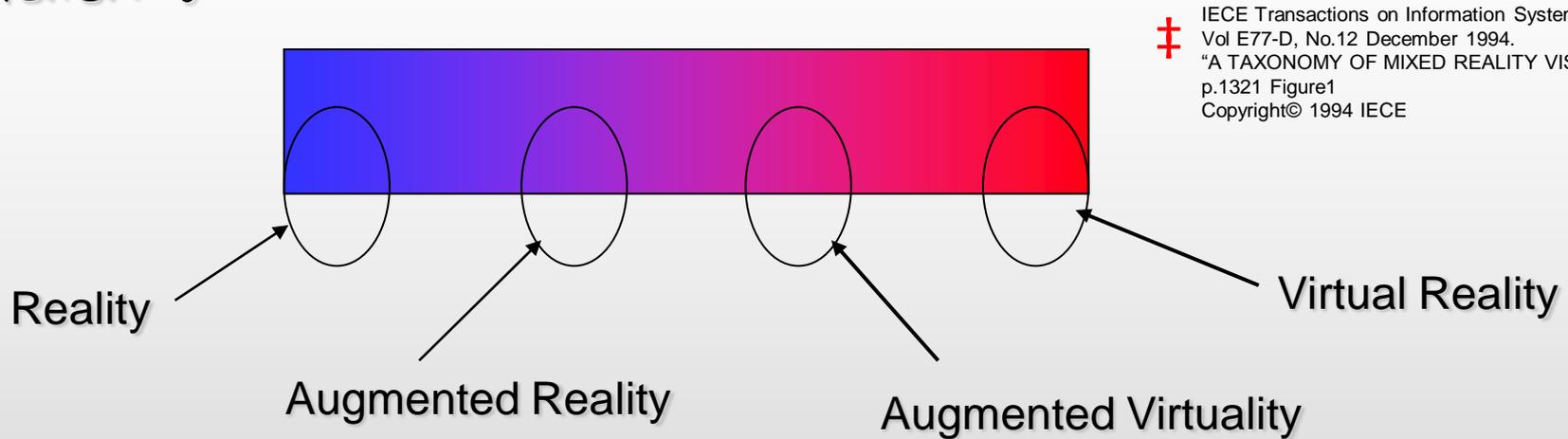
アーモンドクッキー

Scent	Texture	Flavor	Scent	Texture	Flavor
	+	= Chocolate		+	= Orange
	+	= Almond		+	= Maple
	+	= Tea		+	= Lemon
	+	= Strawberry		+	= Cheese

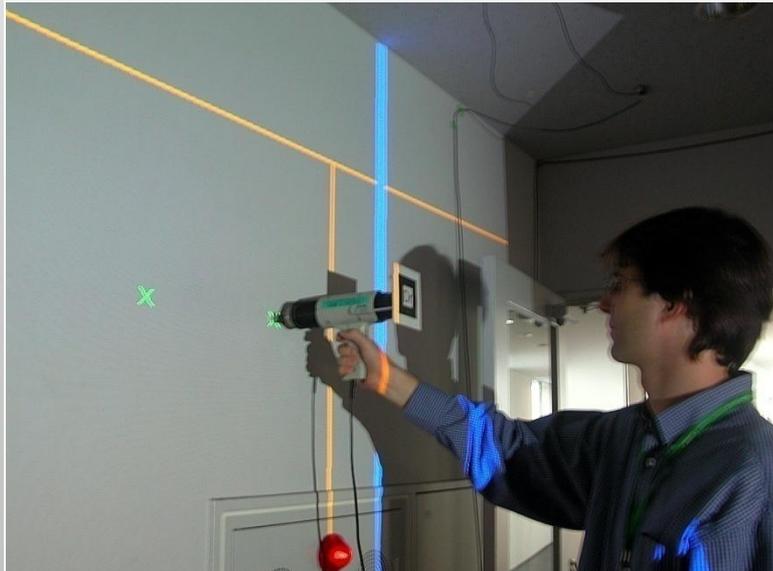
視覚・嗅覚情報の組み合わせによって様々な種類のクッキーを食べているように感じさせられる!  
(味が変わったと感じた人の割合：約8割)

# 複合現実感 (MR) 技術

VR技術が進化した一つの形態が複合現実感（MR: Mixed Reality）技術である。現実と仮想現実とはもはやばらばらの概念ではない。



† IECIE Transactions on Information Systems,  
Vol E77-D, No.12 December 1994.  
"A TAXONOMY OF MIXED REALITY VISUAL DISPLAYS"  
p.1321 Figure1  
Copyright© 1994 IECIE



MRの本質的なところは、広大なReal Worldに対応したVRであるという点

# Mixed Reality = Augmented Reality + Augmented Virtuality

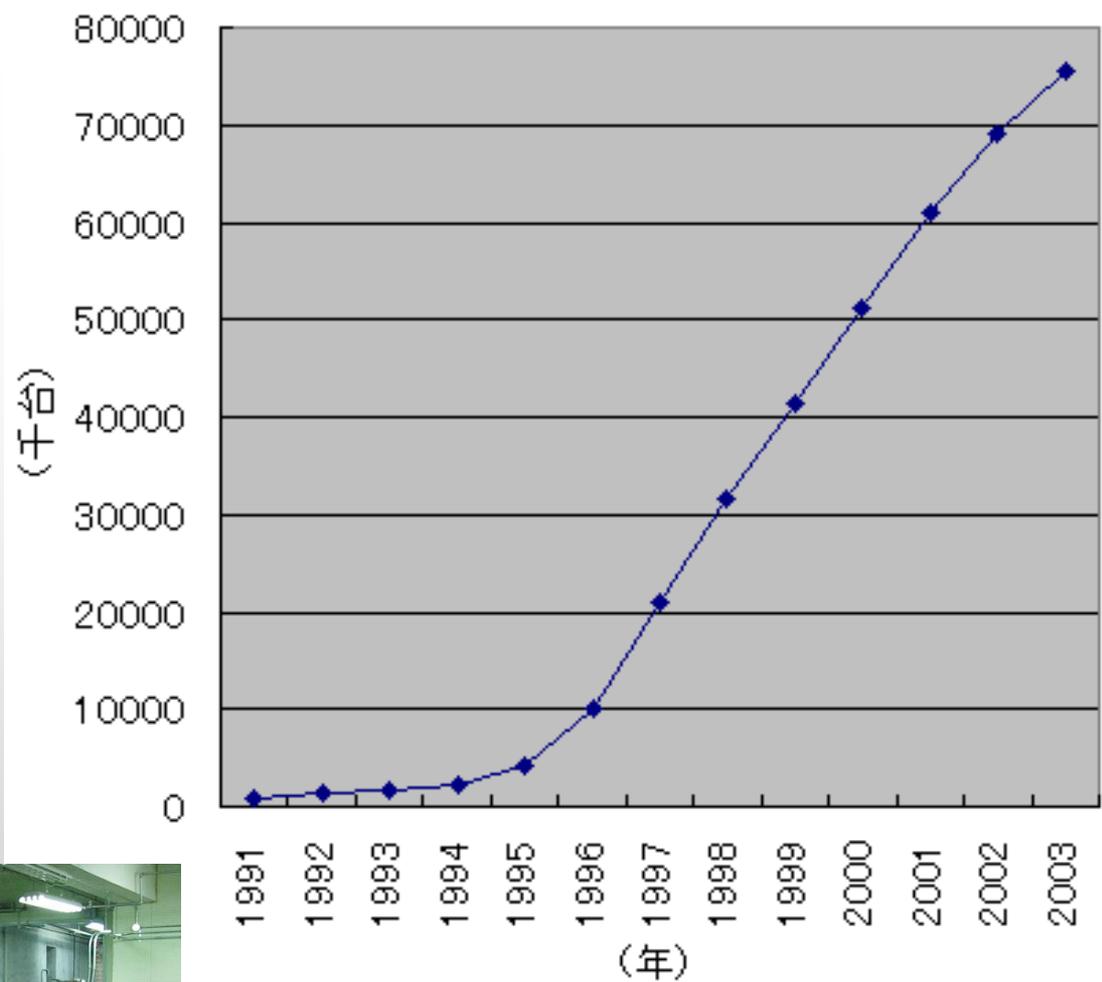
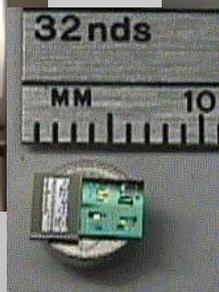
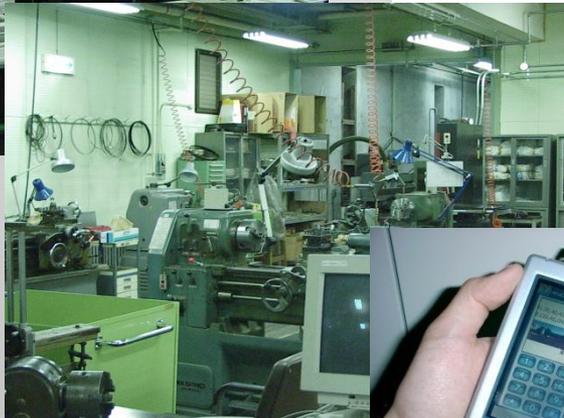
Augmented Reality は現実空間を仮想空間で修飾するための技術である。

Augmented Virtuality は仮想空間を現実空間からの情報で修飾するための技術である。

Augmented Reality : Superimpose “virtual” onto “real”.

著作権処理の都合で  
この場所に挿入されていた  
See-through HMD の写真  
を省略させていただきます。

See-through HMD is used for this purpose.



モバイル化はコンピュータと人間との関係を180度変化させることとなった。つまり、

- コンピュータのあるところに人が行く  
⇒ 人にコンピュータがついていく
- コンピュータのある場所よりもコンテンツの発生する場所が重要

デスクトップ → ラップトップ → パームトップ → ?

分散化・小型化という量的変化の先にあるものはなにか

# ウェアラブルコンピュータ

情報デバイスは急速に小型化し、携帯化という新しい進化の方向を見出した。コンピュータはパーソナルを越えてインテイク化する。

+

日本アイ・ビー・エム株式会社  
の許可を得て掲載



シチズン時計株式会社、  
日本アイ・ビー・エム株式会社  
の許可を得て掲載

+



+

+

画像提供：上岡玲子  
撮影：八田政玄

+



+

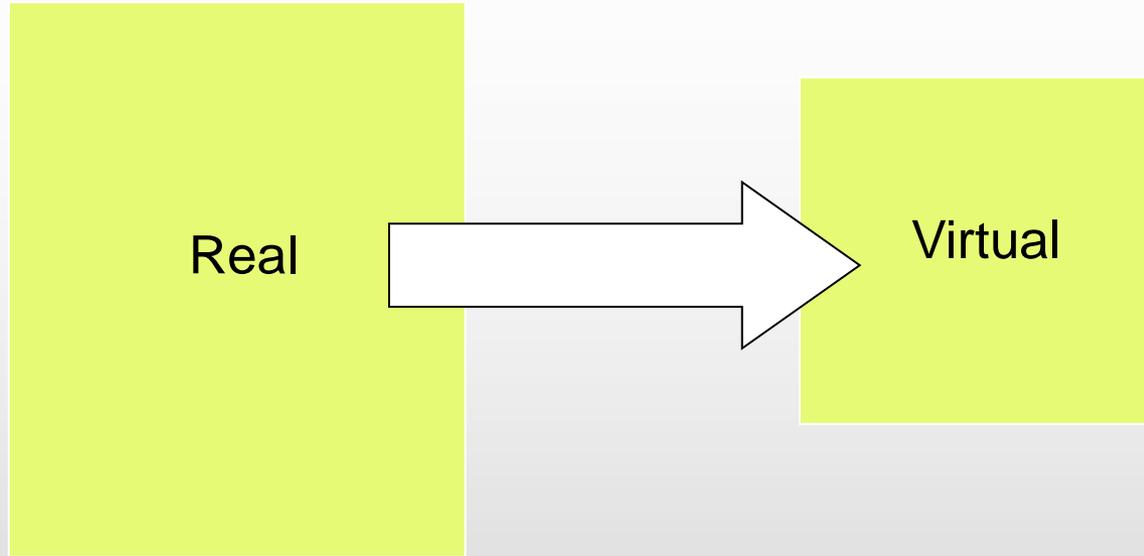
画像提供：上岡玲子



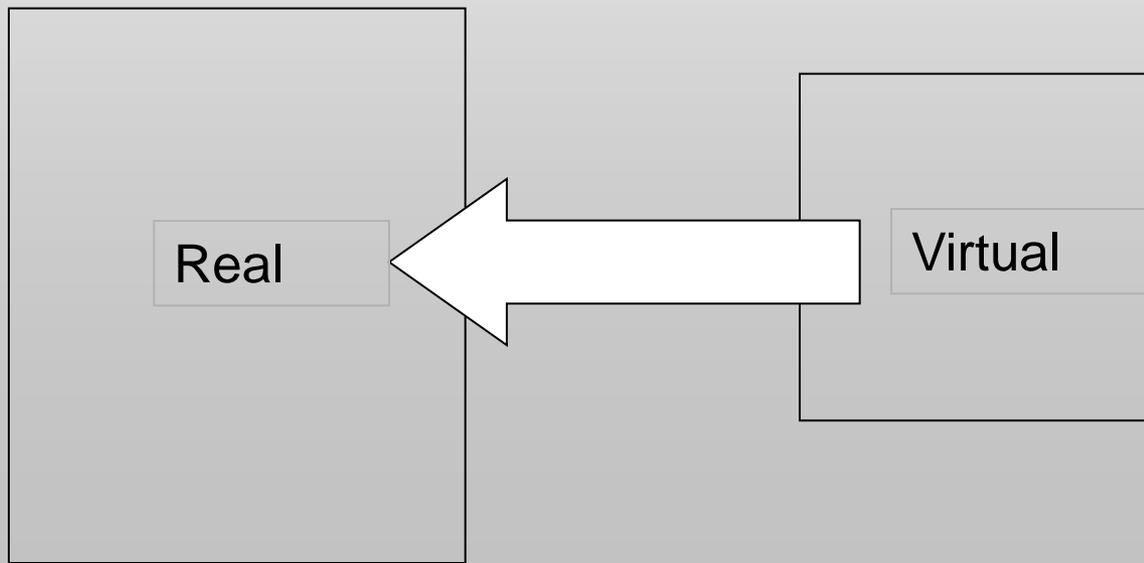
+

e-テキスタイル  
福井県・東京大学

Augmented Virtuality (AV) Technologyとは、実世界情報をバーチャル世界に取り込むことである。



Augmented Reality (AR) Technology



# Augmented Virtuality

<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Projection-screen-home2.jpg>

Home Theater System



バーチャルスタジオム

西村邦裕HPより



Sony Computer Entertainment Inc.



©2005 Sony Computer Entertainment Inc. All rights reserved. Design and specifications are subject to change without notice.



HMD  
Wearable Computer

高視野角映像生成技術

超臨場配信

双方向入力

双方向入力



PDA

実空間編集技術

2Dの3D化技術



無線機能付  
ビデオカメラ

カメラ付き携帯電話

実世界情報入力



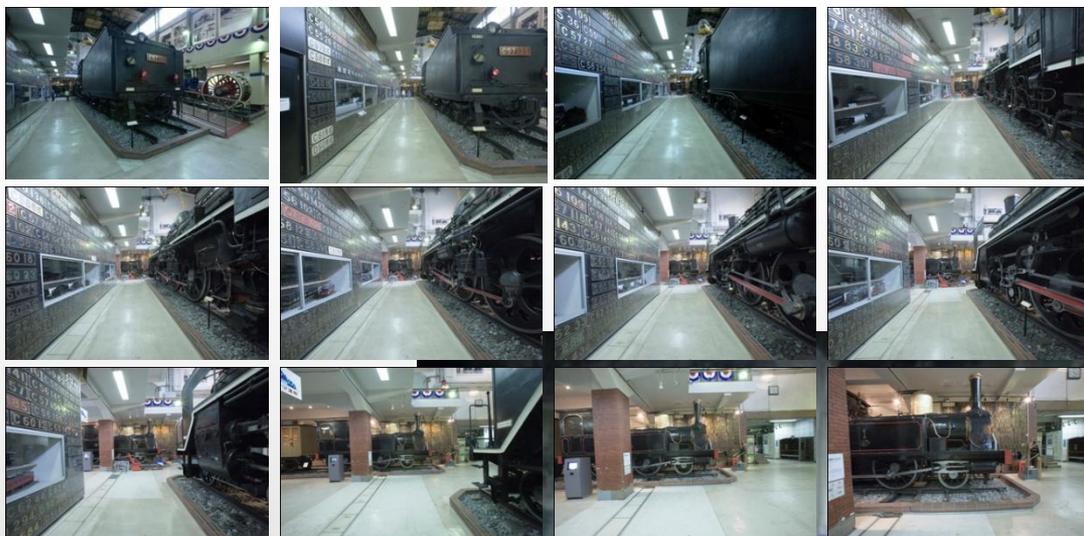
監視カメラ



Image  
Capturing  
System

Range  
Scanner

著作権処理の都合で  
この場所に挿入されていた  
Automatic Photo Pop-upの映像  
を省略させていただきます。



+

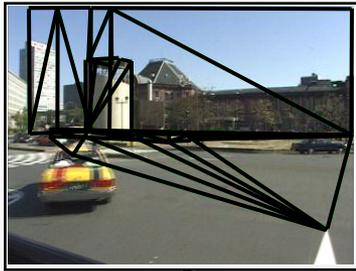
旧交通博物館内（現在は閉館している）



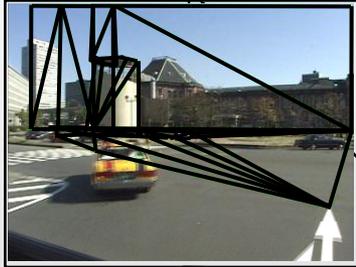
+

# イメージベースト・レンダリングによる3次元世界の創出

撮影された画像 2



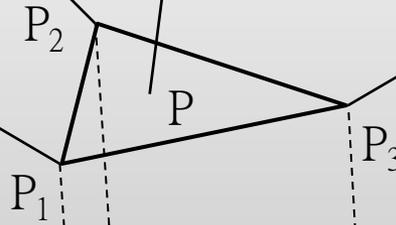
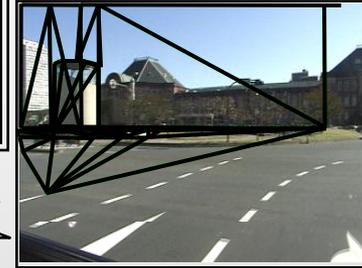
撮影された画像 1



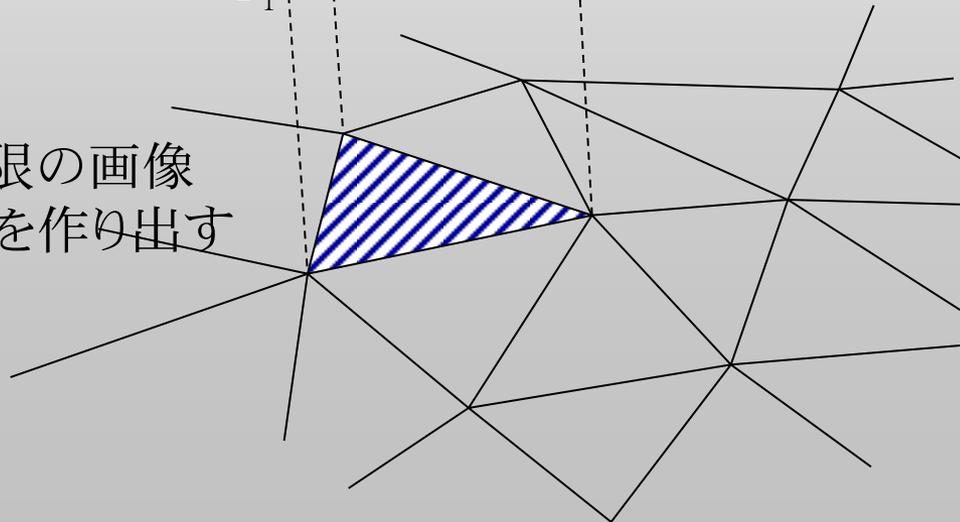
補間画像



撮影された画像 3



補間操作によって、有限の画像データから無限の画像を作り出すことができる。



# 手前の遮蔽物を除去する



複合現実感の技術が教えるところは、リアルとバーチャルが対立概念ではないということである。

これまで急速に発展してきた計算機技術が、社会に本格的に装着されようとしているのが現在である。

言葉をかえれば、われわれは、どこまでを構築的手法で、どこからを情報的手法で解決するかを選択できるようになったということである。

# ・ VR技術は第二世代へ

- HMD・メガネ付き立体 → 裸眼立体視
- 触覚ディスプレイ → マルチモーダル，知覚特性応用
- CGベースVR空間 → 実世界ベースVR空間
- 閉鎖空間 → 広域，屋外，解放空間

## 第一世代VR技術

触覚  
ディスプレイ



<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sensacio3D.png>

画像提供：NTTコミュニケーション科学基礎研究所



[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Radiosity\\_scene.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Radiosity_scene.jpg)



[http://en.wikipedia.org/wiki/File:CAVE\\_Crayola.png](http://en.wikipedia.org/wiki/File:CAVE_Crayola.png)



旧交通博物館内  
(現在は閉館している)



## 第二世代VR技術 50



≠



≠



≠

## Wii

かつては大学の研究室でしか見ることのできなかつた  
先端的なデバイスが家庭でも驚くほど安価に手に入る  
ようになってきた。

# 大画面プロジェクトタ



150インチプラズマ



出典：パナソニック株式会社 CyberShowcaseブログ

## 手持ちプロジェクトタ



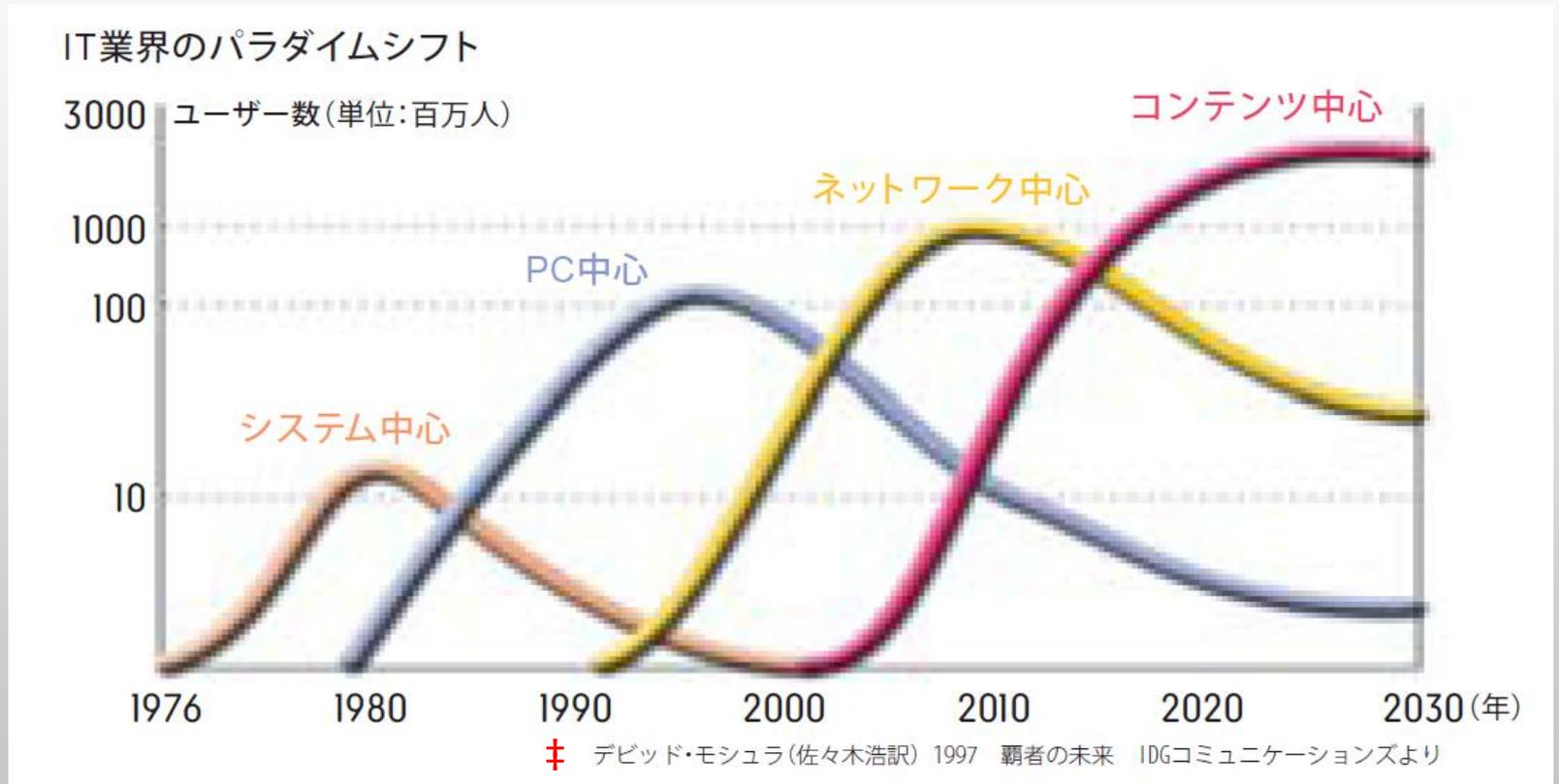
株式会社 オーエス



## 3D ブーム到来

著作権上の都合により、  
ここに挿入されていた映画  
「アリス・イン・ワンダーランド」  
に関する画像は削除致しました

# IT業界のパラダイムシフト



IBM マイクロソフト ソフトバンク ヤフー 楽天 インデックス...

1. バーチャルリアリティとは
2. インタフェース技術としてのVR

臨場感の生成

新しいインタラクション

五感情報通信技術

3. 複合現実感 (MR) 技術

Augmented Reality

Augmented Virtuality