

VR2.0の世界

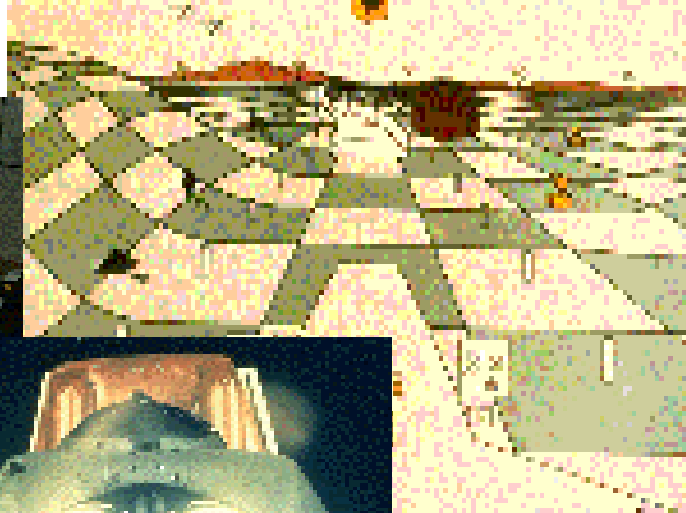
東京大学大学院情報理工学系研究科

廣瀬通孝

1. VR技術のいま
2. 五感情報通信技術
3. 空間を超える
4. 時間を超える
5. 感覚に作用する
6. 仮想化する

Ⅰ．VR技術のいま

「バーチャルリアリティ」とは、コンピュータの作り出した空間の中に入り込み、そこでいろいろな体験をしようという技術のこと。その名前が社会に登場したのは1989年のことであるが、ルーツは宇宙航空技術である。



米空軍 VCASS
(1982)



VPL (1989)

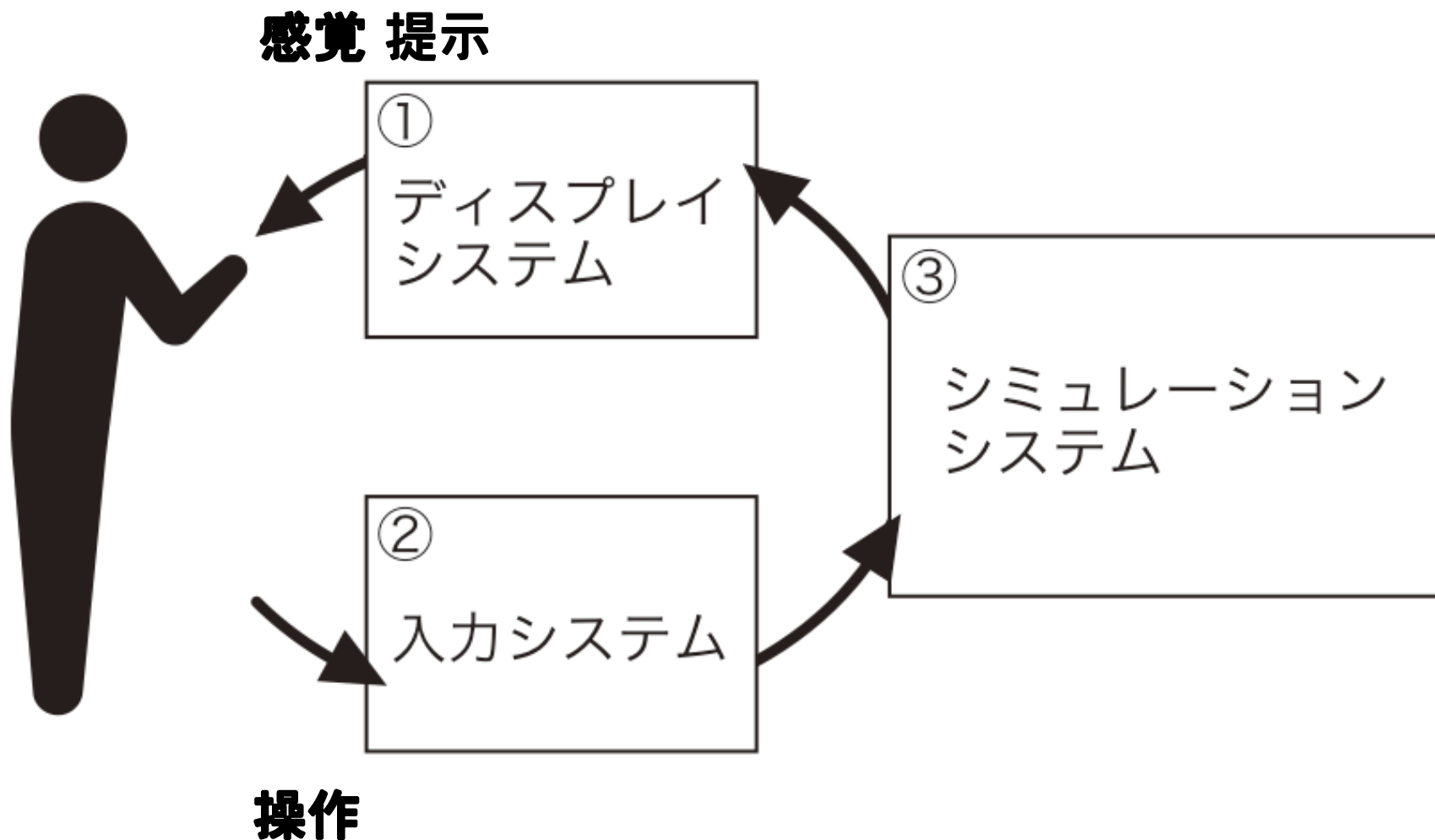
米航空宇宙局 (NASA)
VIEW (1987)



現実感とは？現実とは？

1. はっきり見えること
2. その場にいるように
3. いじりまわせる
4. 首尾一貫した法則が感じられる

バーチャル世界とは



VR技術における3つの重要な キーワード



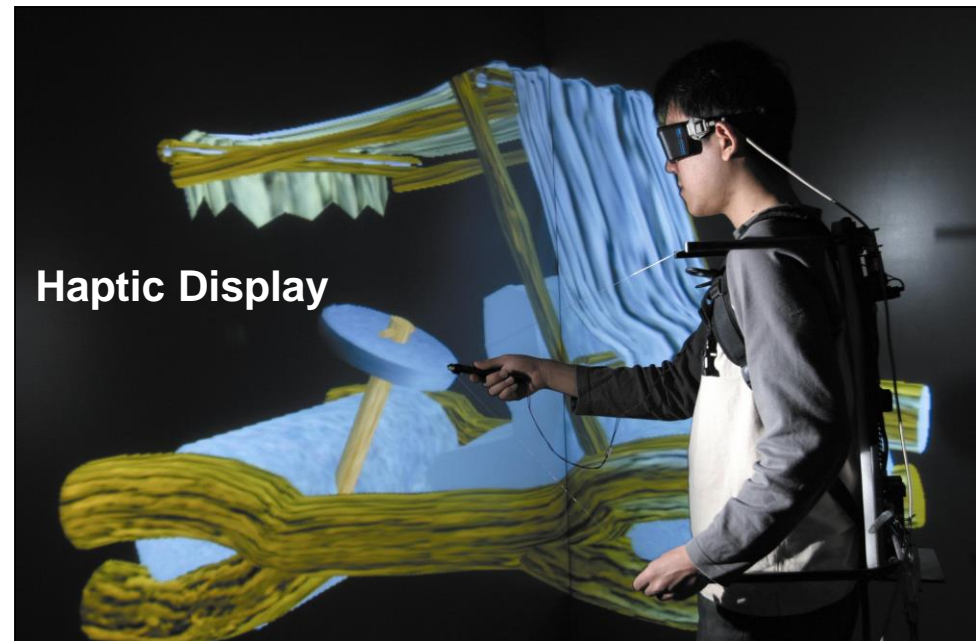
HMD : Head Mounted Display

臨場感：
(VR空間への没入)

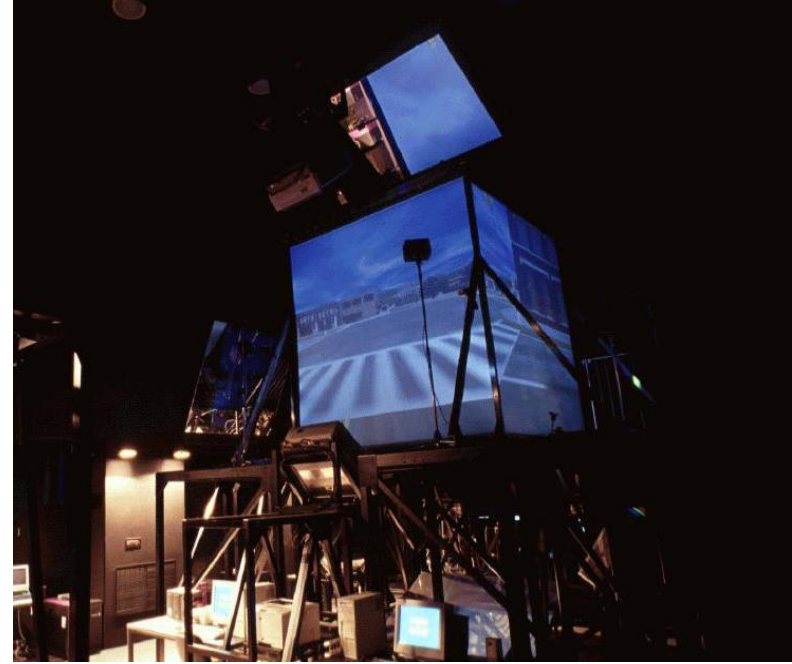
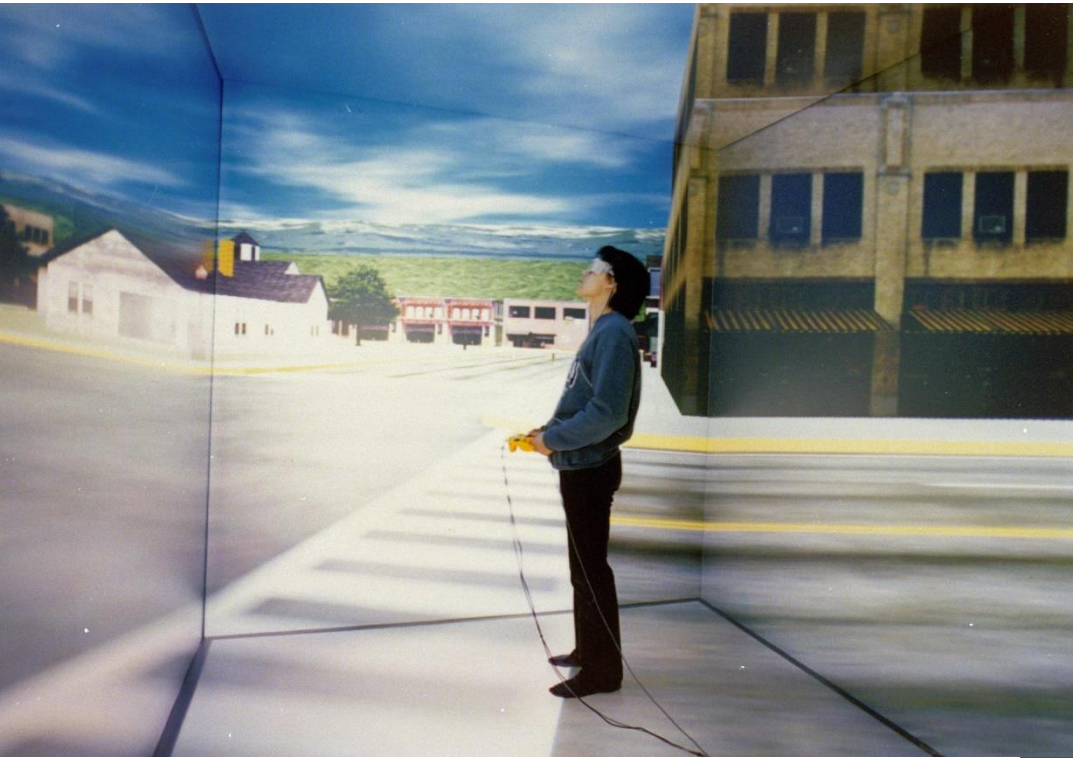
多感覚操作：
(いろいろな感覚モードを使ったインタフェース)



インタラクション： (約束事のない操作)

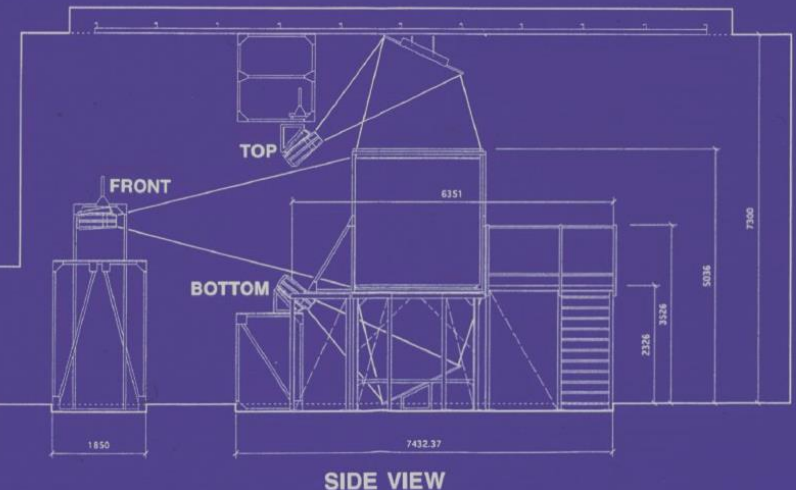


CABIN (Computer Augmented Booth for Image Navigation)



This Immersive Projection Technology (IPT) had 5 stereo screens and could provide wide view field of more than 270 degrees.

Laminated tempered glass was used for the floor screen.



Mixed Reality : 複合現実感

Mobile, Wearable

Life-log

AR



MIXED REALITY (MR)

VR

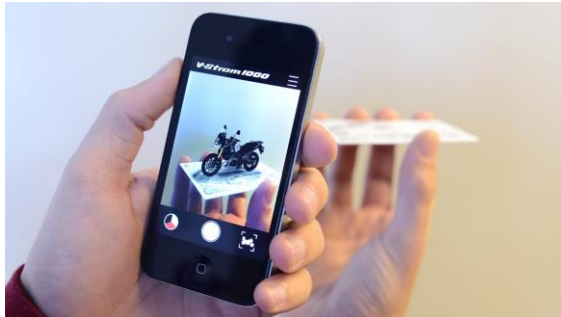
REAL

ENVIRONMENT

AUGMENTED
REALITY

AUGMENTED
VIRTUALITY

VIRTUAL
ENVIRONMENT



PlayStation.VR



最初のVRから25年が経過し、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。

第二世代VR技術



第一世代VR技術



第0世代VR技術



いずれ老いていく僕たちを

100年活躍させるための

先端VRガイド

廣瀬通孝



星海社



廣瀬通孝

東京大学大学院情報理工学系研究科 教授

昭和29年5月7日生まれ、神奈川県鎌倉市出身。

昭和57年3月、東京大学大学院工学系研究科博士課程修了。工学博士。東京大学工学部講師、助教授、先端科学技術研究センター教授などを経て平成18年東京大学大学院情報理工学系研究科教授、現在に至る。専門はシステム工学、ヒューマン・インタフェース、バーチャル・リアリティ。

follower 54



廣瀬通孝

2017.08.29 - 4日前



SIGGRAPH2017にて [研究室のいま]

すぐに書くかと思いつきながら、数週間が経過してしまったSIGGRAPH2017報告である。SIGGRAPHとは、米国計算機学会（ACM）のコンピュータ・グラフィックス部門の年次大会である。今年はロサンゼルスで開催され、参加者数は14,000人に上った。（それでも1990年代には40,000人を超えたこともあったそうで、最近コンパクトになった。）会議の構成は、通常の学会のような論文発表会...

続きを読む...



2

FREE



廣瀬通孝

2017.08.02 - 1か月前



イリノイの洞穴(CAVE)からやってきたVR [世界VR史]

この分野の先駆者のジャーナリストである朝日新聞の服部佳記者は、人類最初のバーチャルリアリティはアルタミラの洞穴にあると書いた。ここまで遡らずとも、VRと洞穴の関係は深い。今回の話も先述のCABINの先祖であるCAVEの話である。そもそも、CABINが作られたのは、東大にベンチャービジネス育成のための施設を作るべしという文部省（当時）の施策が発端である。著者のもとに、その施設にVR装置を計...

続きを読む...



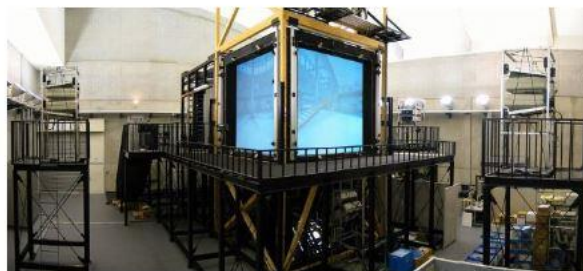
3

FREE



廣瀬通孝

2017.07.01 - 2か月前



地方創生とVR - 岐阜県のCOSMOS [世界VR史]

CABINに遅れること約一年、1998年、さらに大きなIPT (Immersive Projection Technology) 装置が岐阜県に完成する。これはCOSMOSと呼ばれ、CABINの5面に対して、6面のスクリーンを持つ。立方体の側面数が6面であるから、視野のすべてが立体映像で覆われる究極の装置である。実はその計画の始まりはCABINより早い。そもそも、VR技術によって...

続きを読む...



4

FREE



廣瀬通孝

2017.06.06 - 2か月前



10号御料車映像に見るVRの魔性 [VR研究者による鉄道話]

前回予告の10号御料車内のインタラクティブ映像を下記サイトに掲げてください。体験していただければ幸いです。http://www.cyber.t.u-tokyo.ac.jp/~museum/WebGoryousys/walkthrough.html FirefoxおよびGoogle Chromeで動作を確認している。それ以外のブラウザでは正常に表示されないが...

続きを読む...



5



廣瀬通孝

2017.05.21

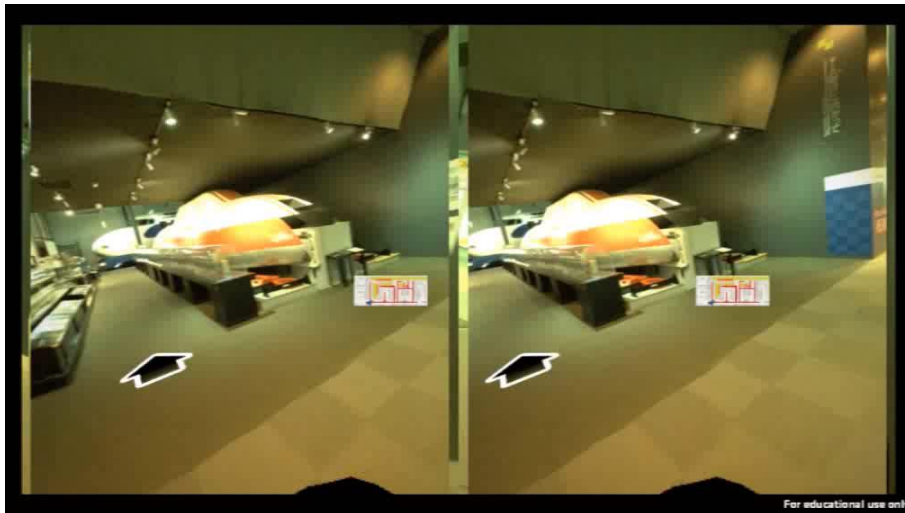


10号御料車VR保存プロジェクト [VR研究者による鉄道話]

著者の趣味は鉄道模型である。このコラムにずっと書いてきたVR関係の全然違うともいえるし、どこか繋がるものがあるともいえる。鉄道趣味者が...

<https://mine.place/>

高い臨場感の映像をインタラクティブに体験する
技術基盤はそろいつつある。



2. 五感情報通信技術

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

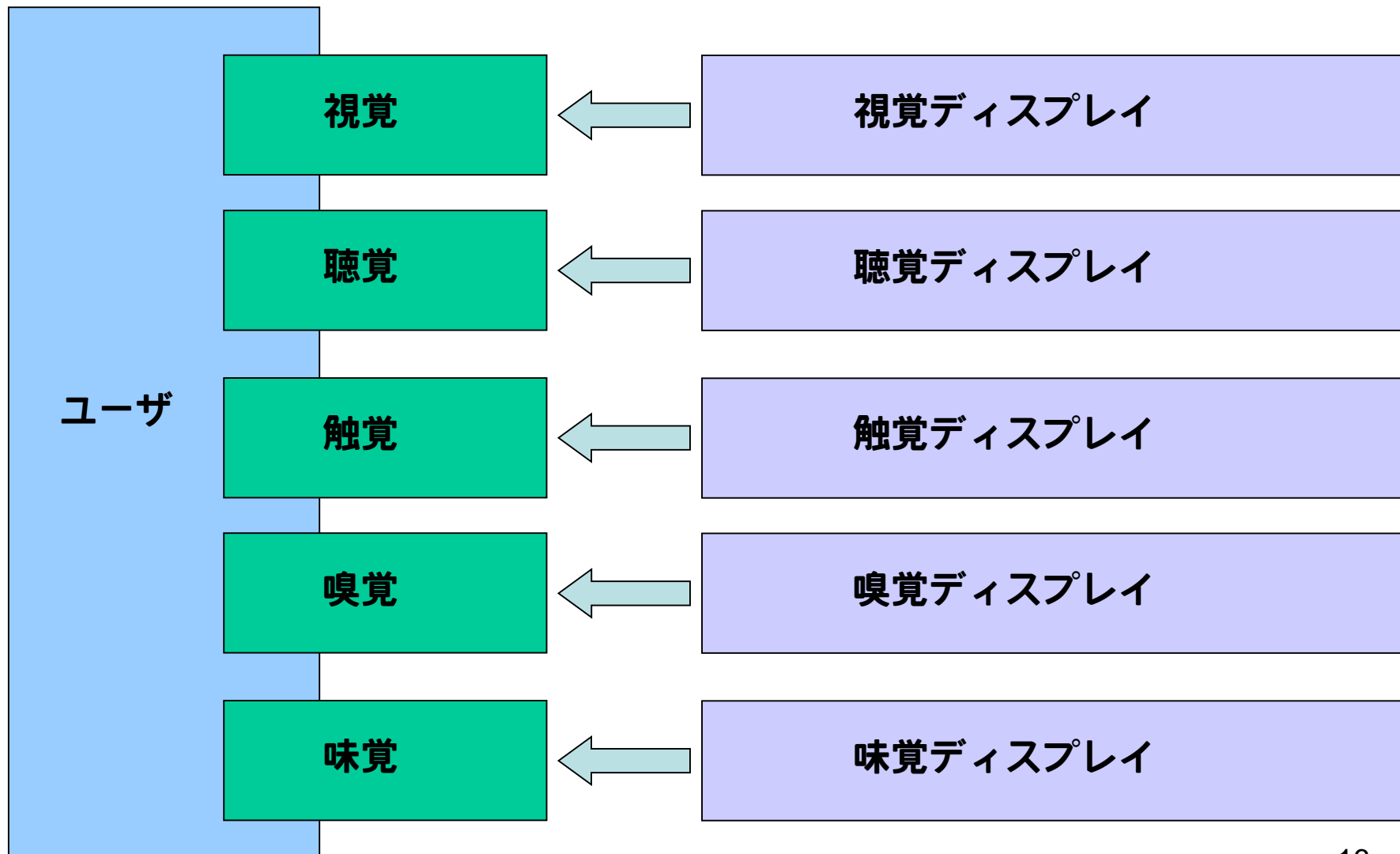
○深部感覚

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

従来の五感ディスプレイ



触覚:

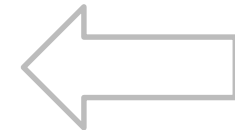
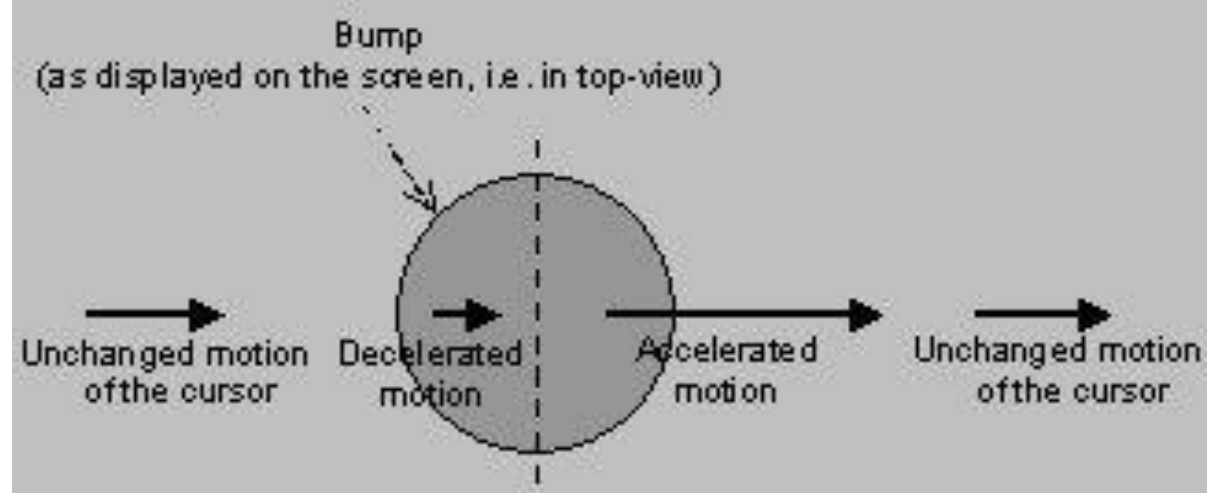
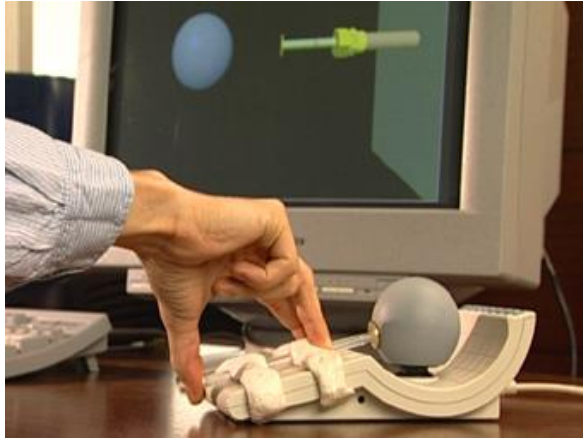
ハプティック ディスプレイ

Wearable Haptic Display:
“Haptic Gear”



Phantom: Conventional Haptic Display

擬似触覚



Virtual Friction

→ No haptic device is required !

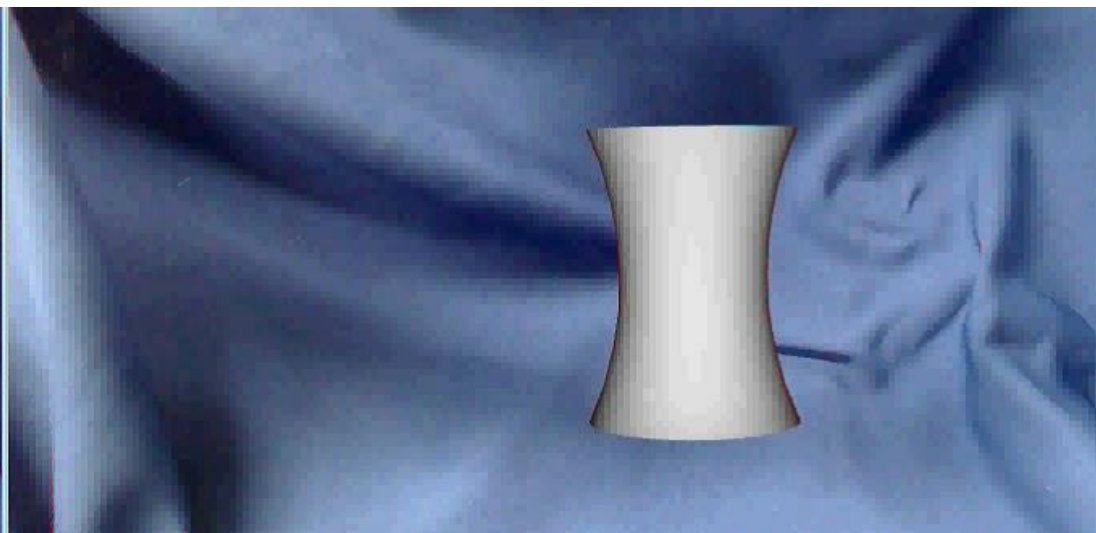
A. Lecuyer et. al

三次元のなぞりに対する効果の検証

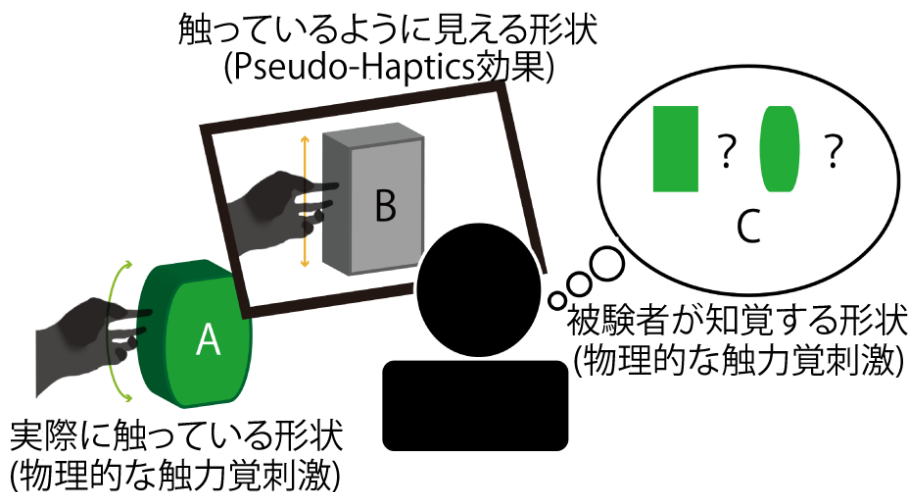
実際の様子(形状A)



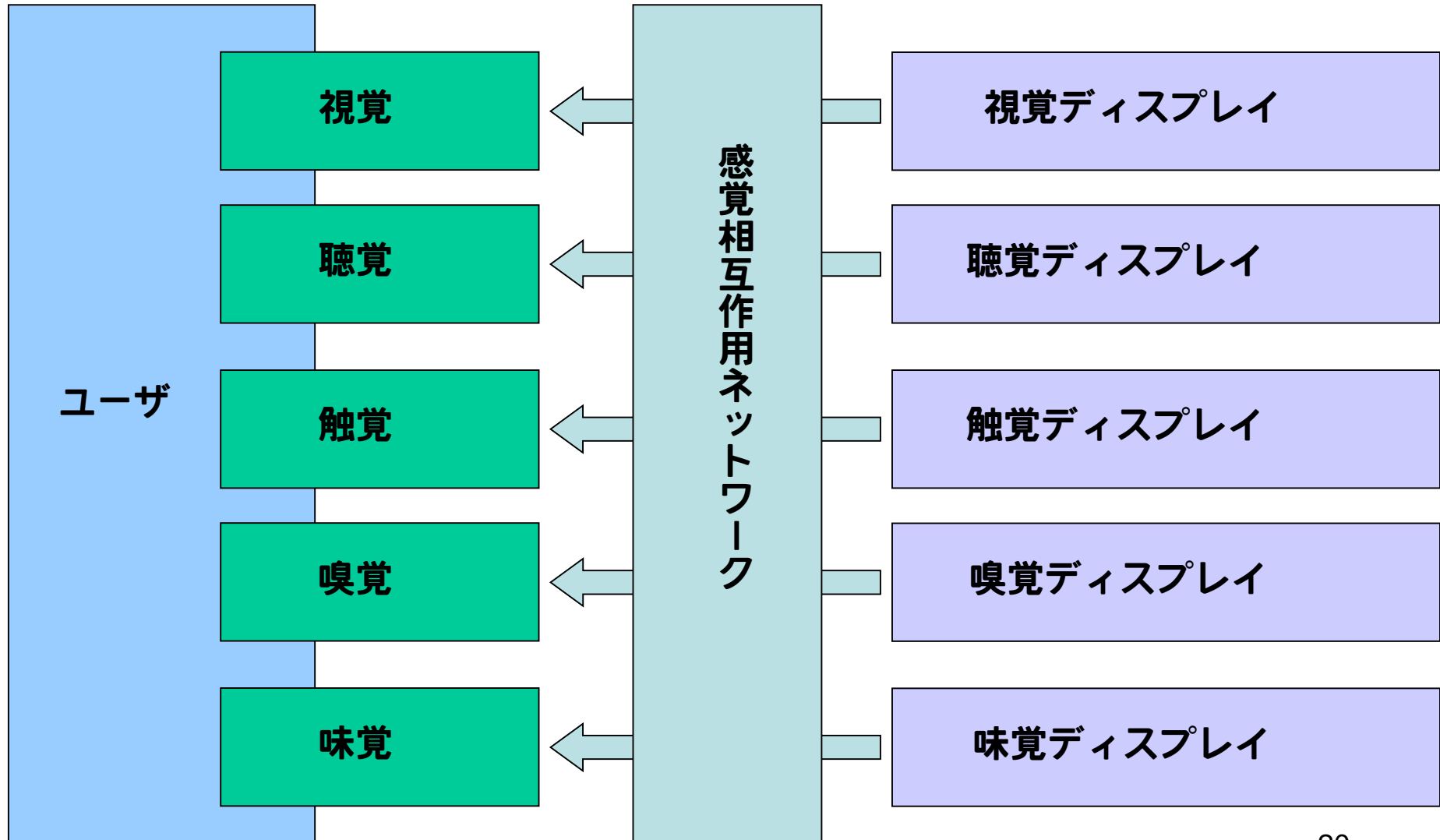
提示映像(形状B)



提示映像の形状に合わせて
手の映像の出現位置を調整



五感相互作用ディスプレイ



メタクッキー

拡張現実感によって提示する視覚・嗅覚情報の組み合わせによってクッキーの味を変える

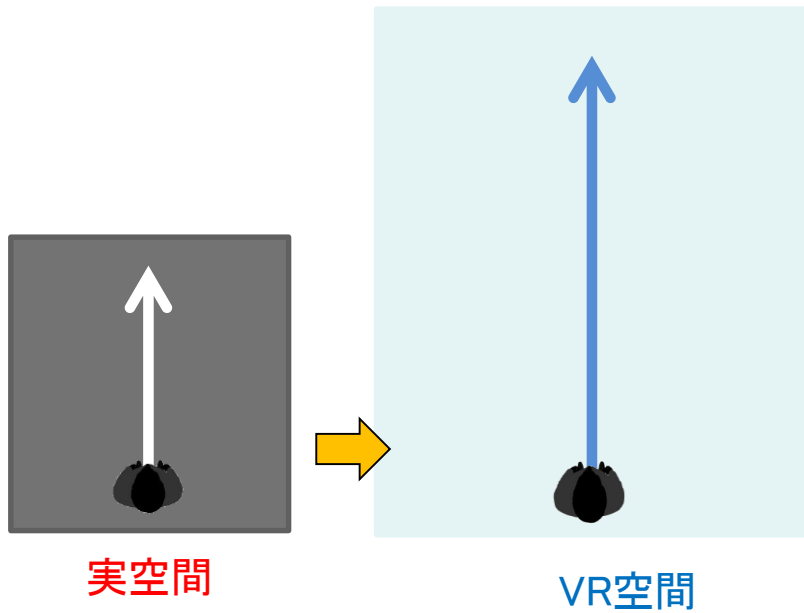


拡張満腹感

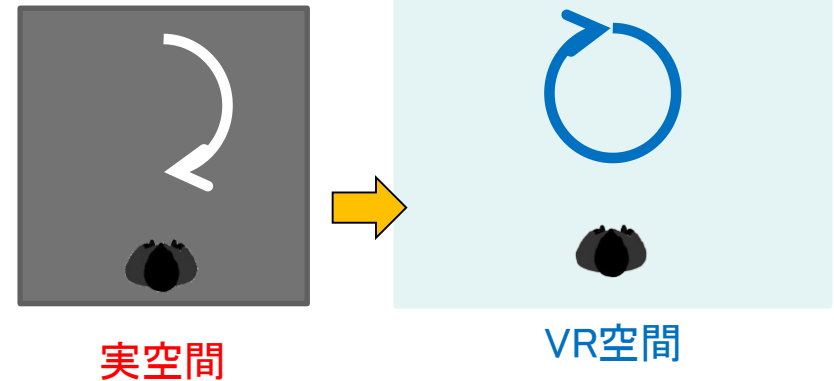
食品の見た目のサイズをARで変化させ、得られる満腹感を操作



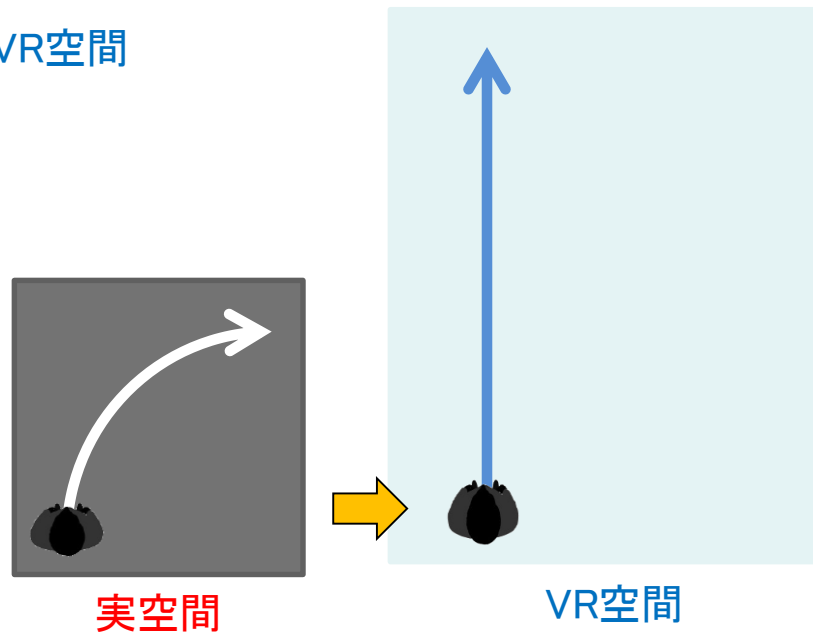
リダイレクション関数



並進移動量操作



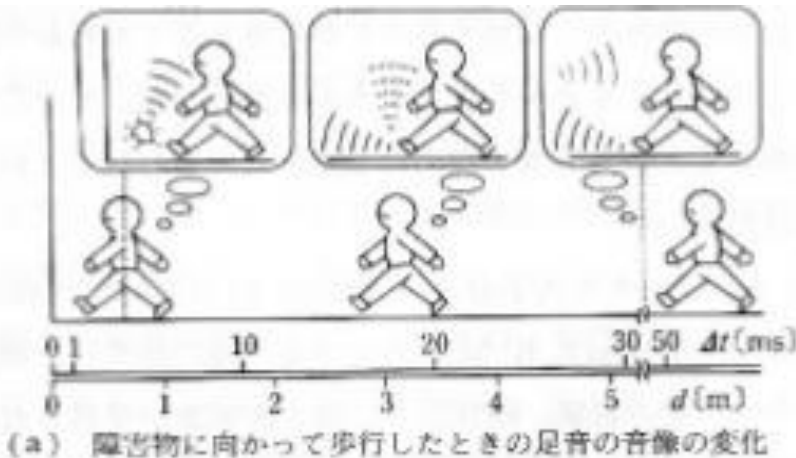
回転量操作



曲率操作

空間知覚の構成要素

空間知覚とは、視覚、聴覚、前庭覚、体性感覚、化学感覚（嗅覚など）などほぼすべての感覚を動員して統合し、3次元的な外界空間を脳内で表現する過程である。



障害物知覚の2つのステップ

音による空間把握

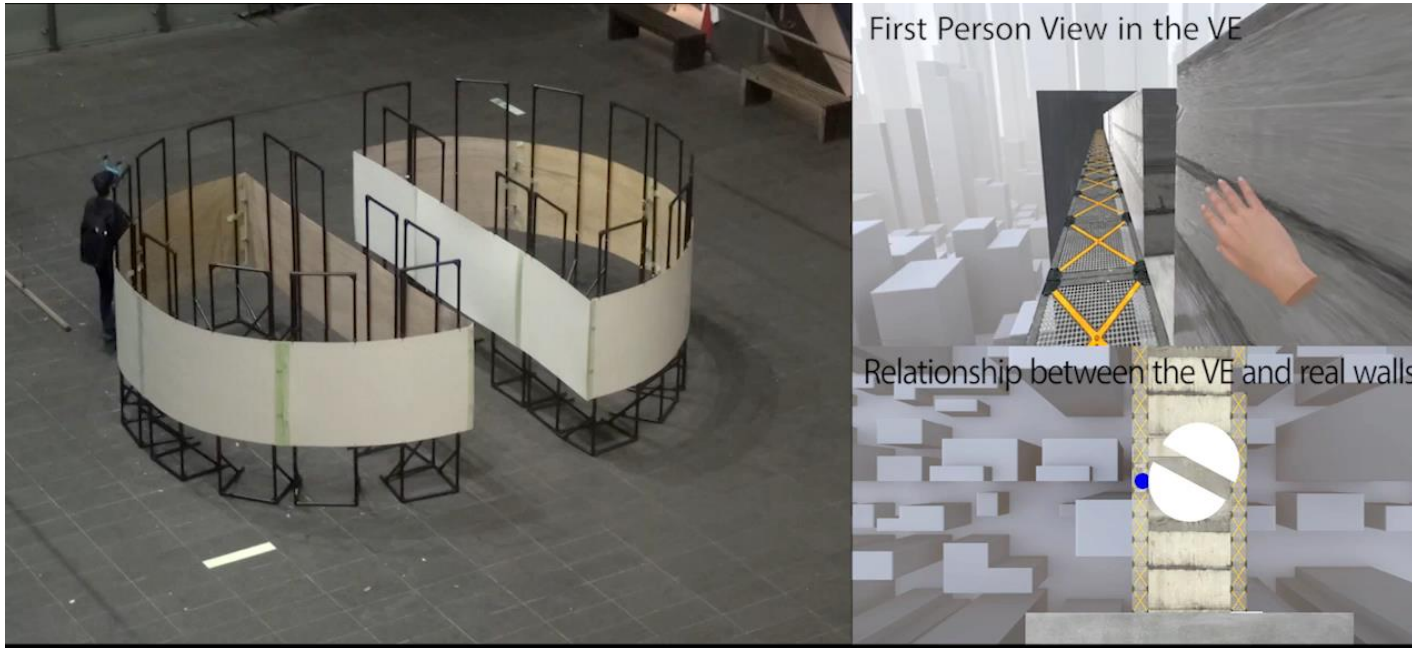


前庭感覚電気刺激による
空間知覚操作

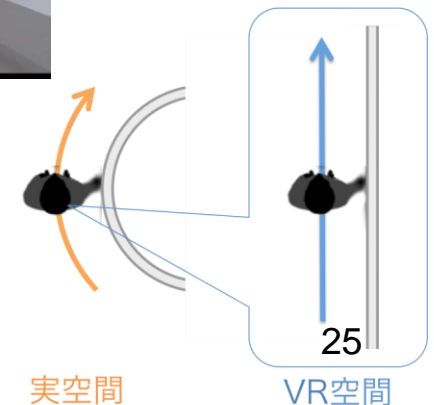
Unlimited Corridor:

視触覚間相互作用を用いたリダイレクテッドウォーキング

視覚操作に加えて触覚的手がかりを与えることで、空間知覚をより強く操作



従来は直径44m必要とされたトラッキング空間を直径6mまで圧縮

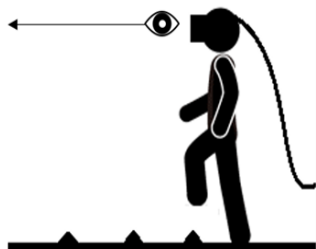


無限階段

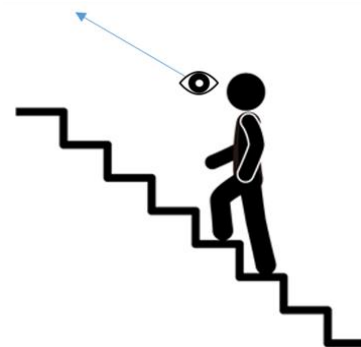
視触覚間相互作用を用いた疑似昇降感覚の提示



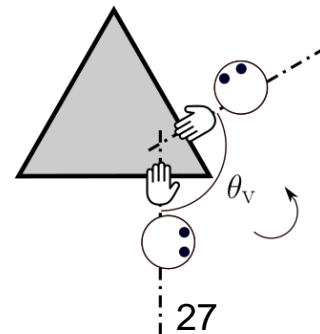
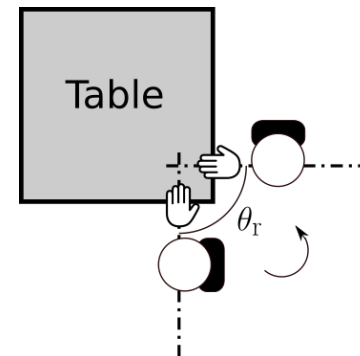
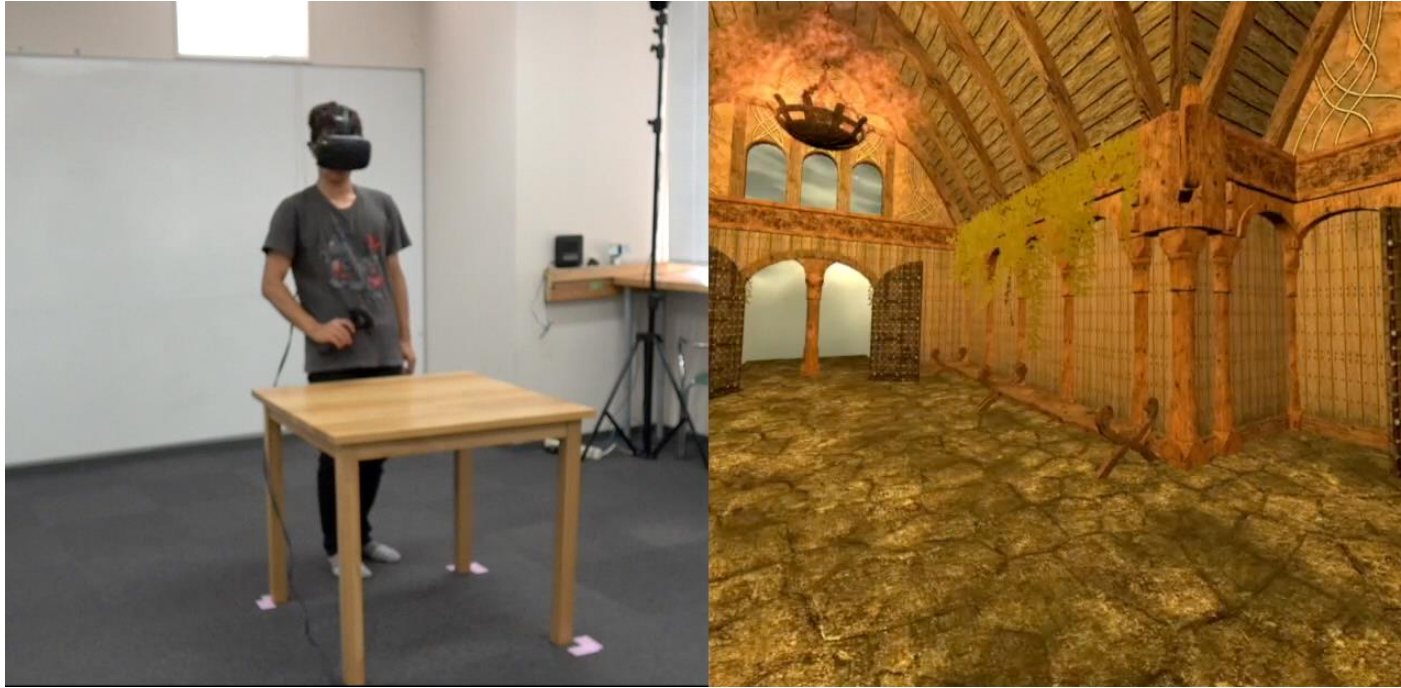
現実空間



VE

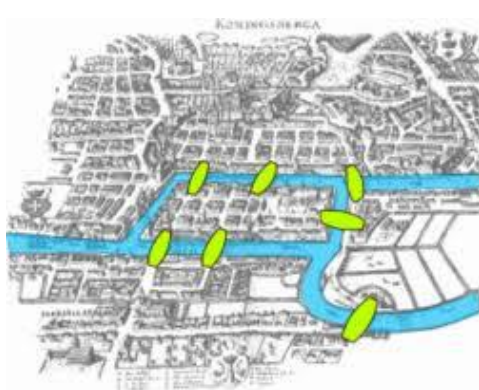


四角のテーブルを三角に



現在の問題点

- 個別の手法（並進移動量操作，回転量操作，曲率操作，etc…）を適切に使うタイミングや手法の組み合わせ方に関するアルゴリズム（メタ手法）が十分考察されていない
- 経路設計がインタラクティブではなくユーザは予め設計された経路に沿って歩かなければならない
- ユーザ間の干渉等を考慮できないため複数人が同時に体験できない



VR技術には何ができるのか

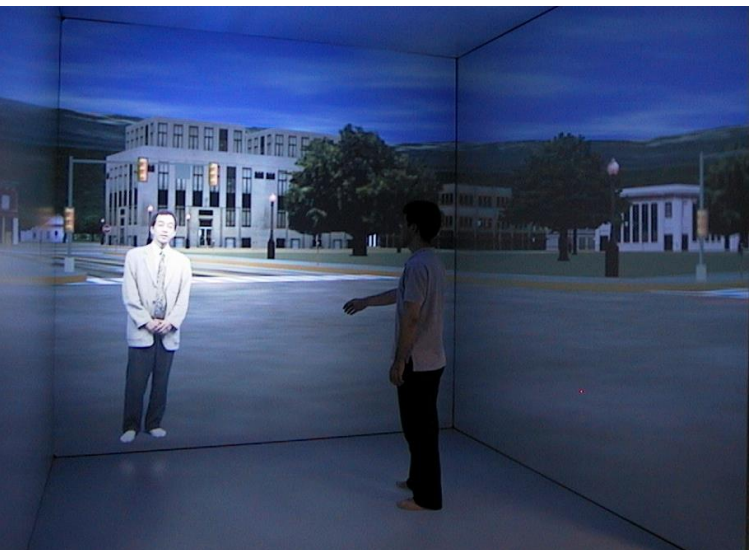
- 1. 空間を超える**
- 2. 時間を超える**
- 3. 感覚に作用する**
- 4. バーチャル化する**

3. VR技術には何ができるのか

空間を超える

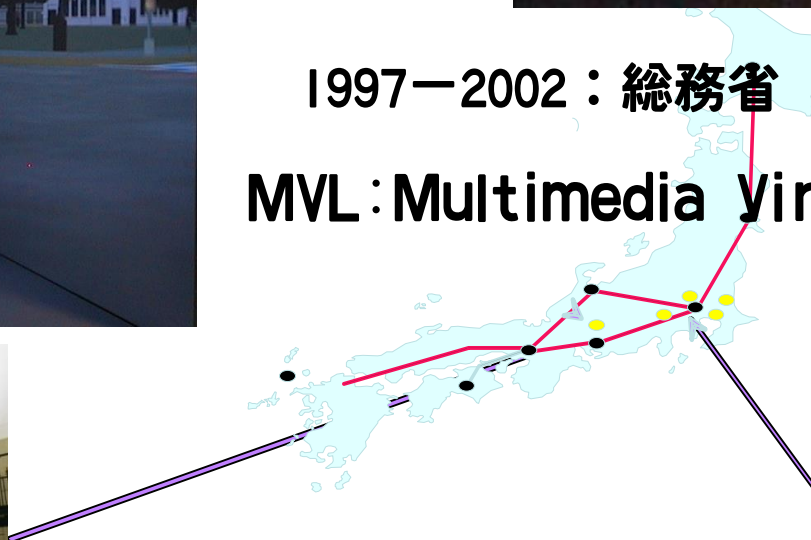
臨場感通信

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



155Mbps

Gigabit Network



COSMOS/Gifu

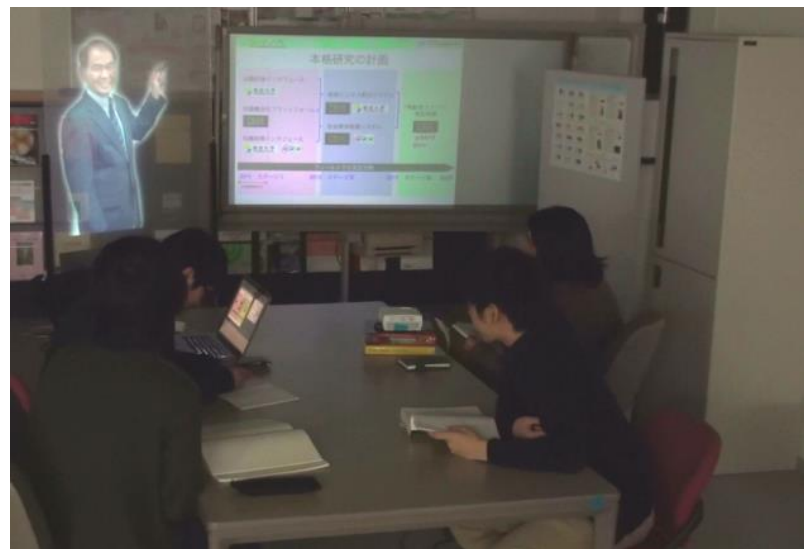


CABIN/Tokyo

テレプレゼンス（遠隔臨場感）

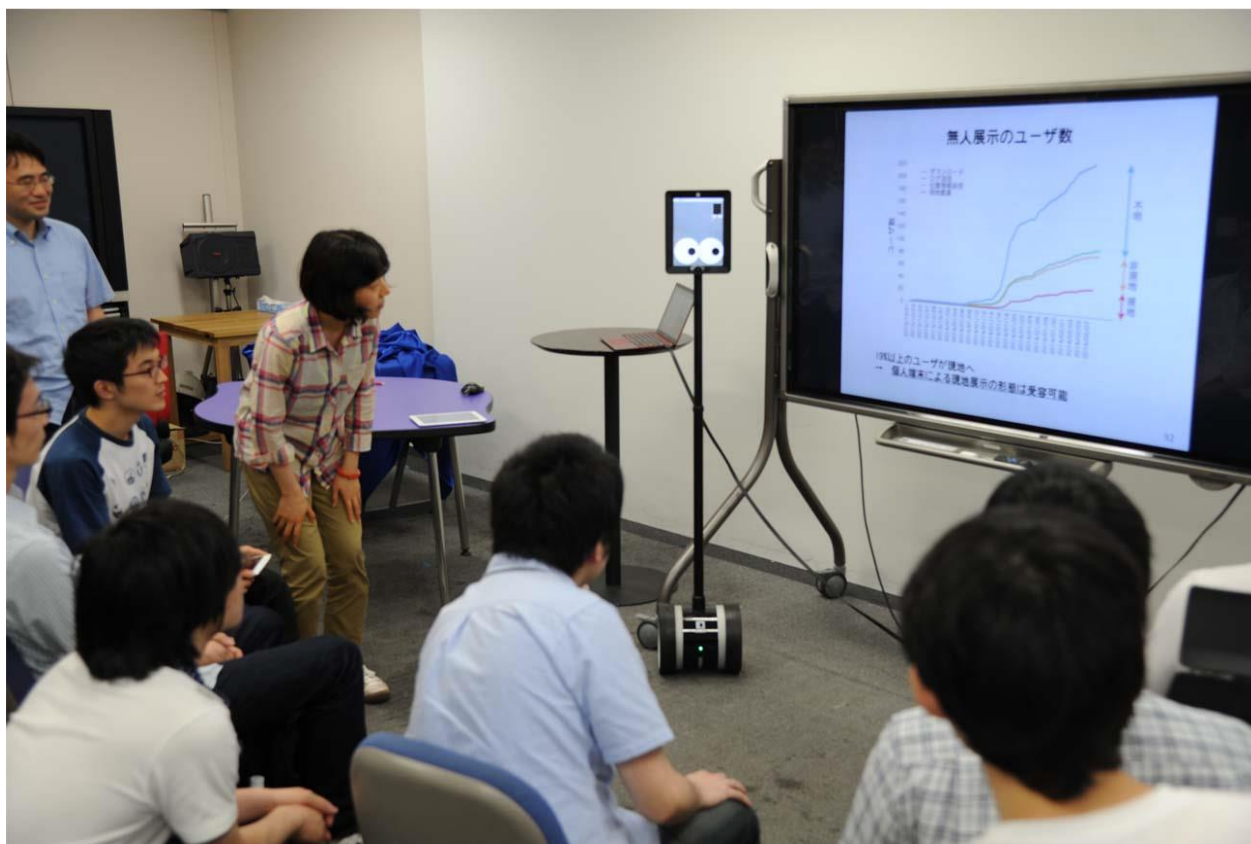
遠隔臨場感技術によって、空間を超えての就労が可能となる。

テレプレゼンスは存在感と臨場感を体験できる新たなメディアである



臨場感：遠方の世界を体験すること

存在感：遠方の世界に自分を感じさせること



簡易ロボット(Double Robotics)を用いた遠隔授業の
こころみ



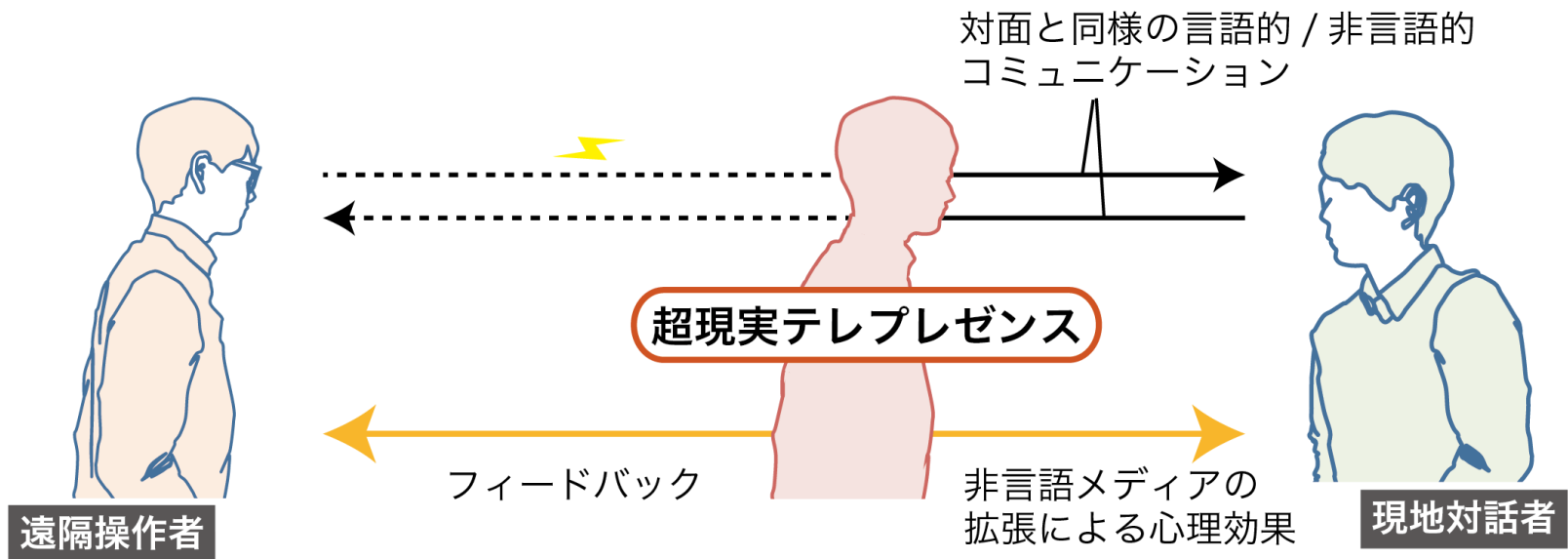
超現実テレプレゼンス

(従来) いかに遠隔地の状況をそのまま伝えるか



情報にフィルタをかけられることこそが知的通信の**利点**

対面よりも豊かなコミュニケーションを実現できないか



SmartFace: テレカンファレンスにおける創造性の向上

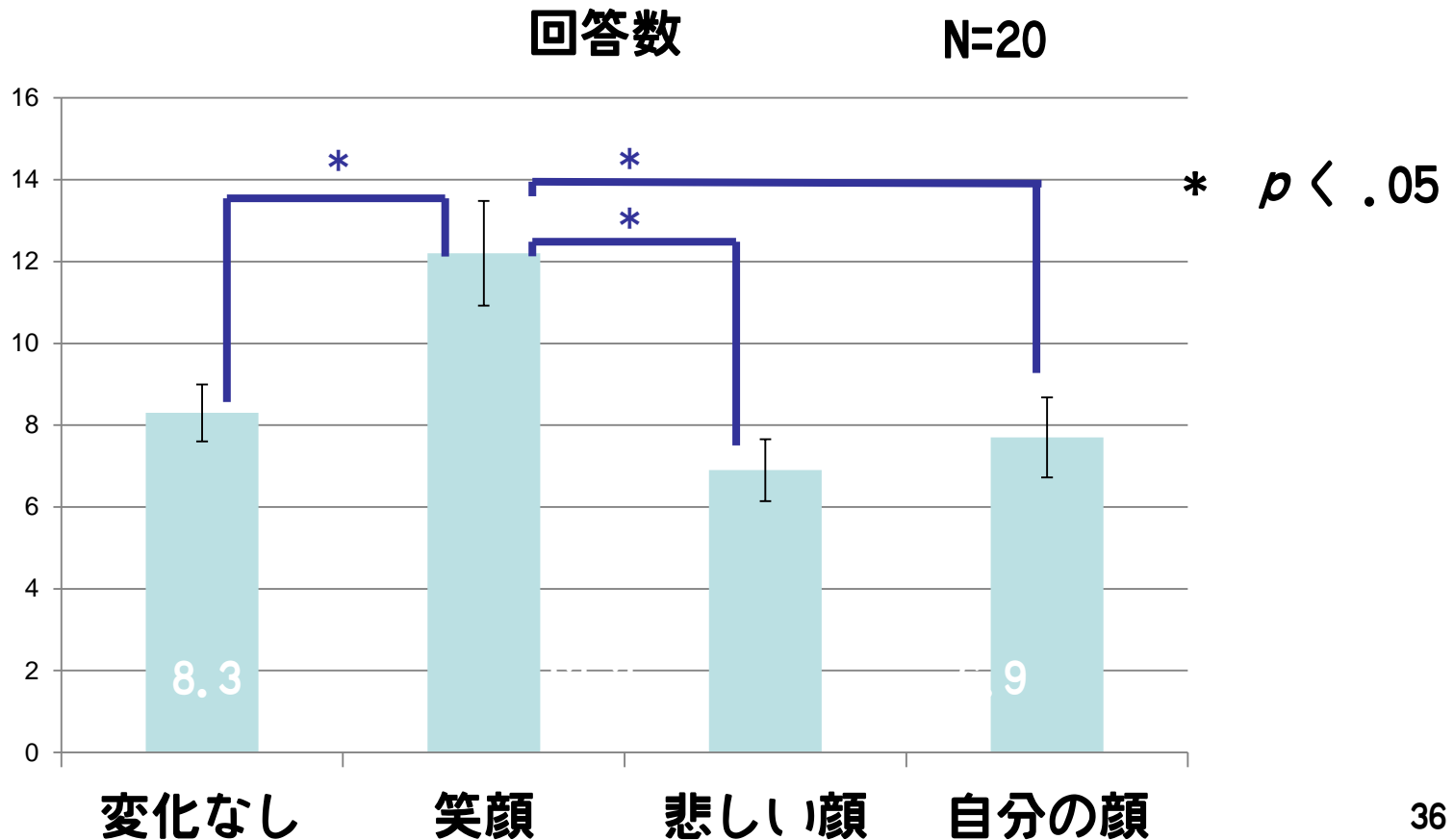
相手の顔が笑っているようにみせると、ブレストで出るアイデアが増える



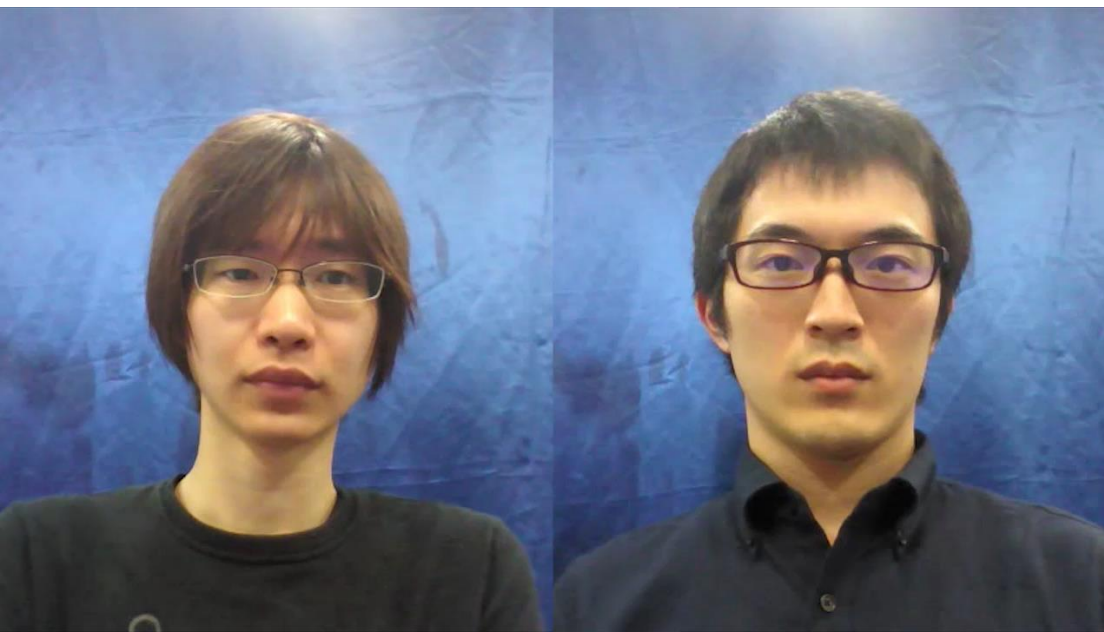
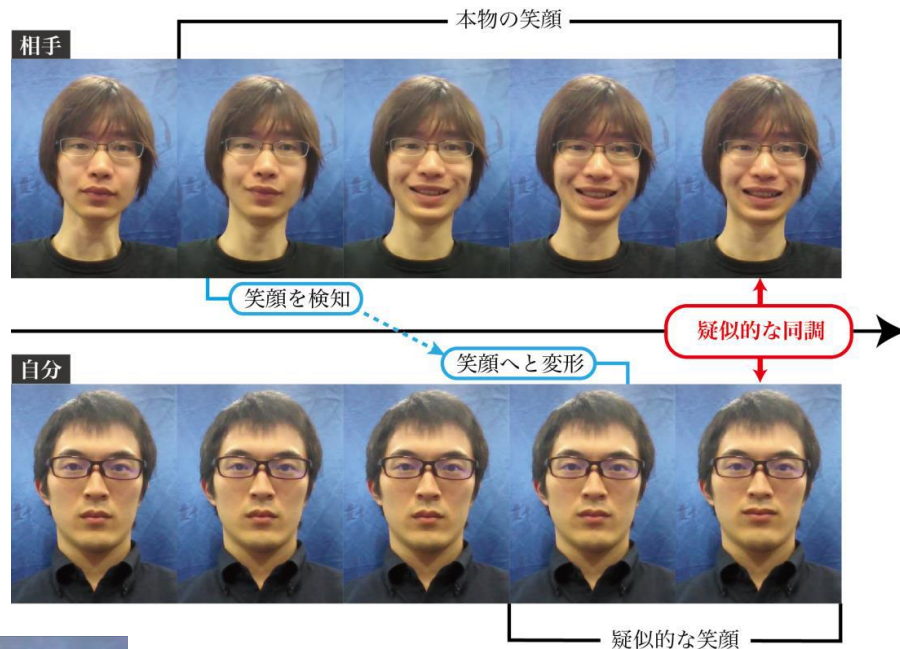
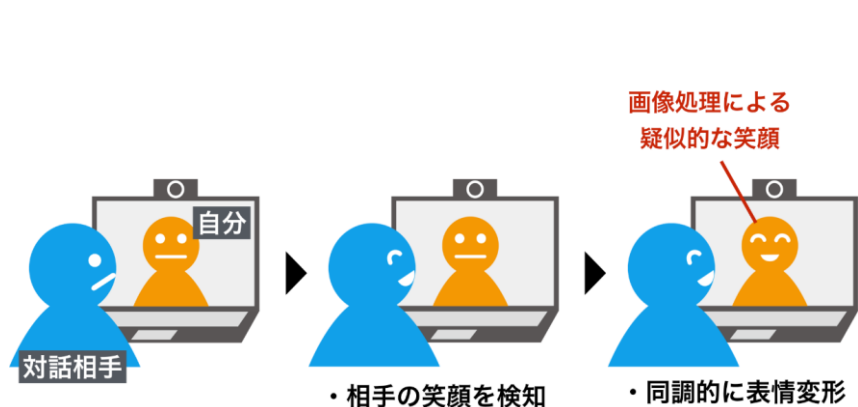
RCでのテーマについて：

ブレインストーミングの回答数は

お互いに笑顔に見せた時に，有意に多い



SmartFaceの進歩形：表情を時間的に同期させる

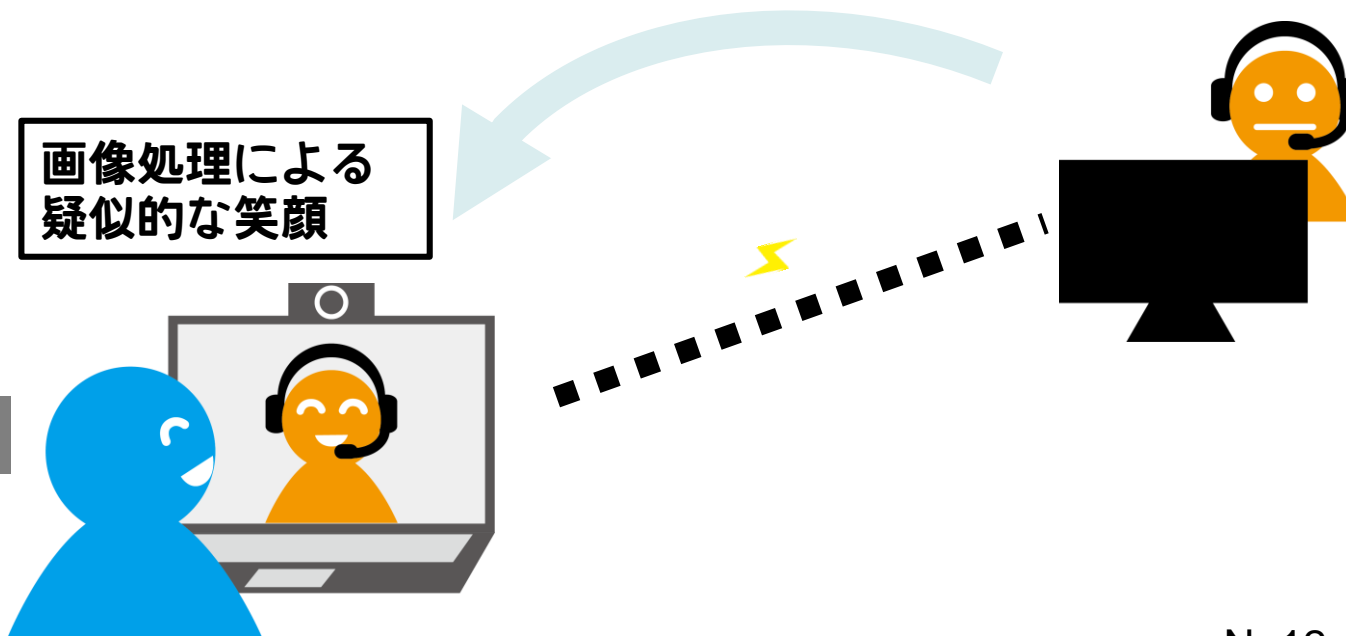


想定する使用シーンの例

コールセンター
オンライン講師

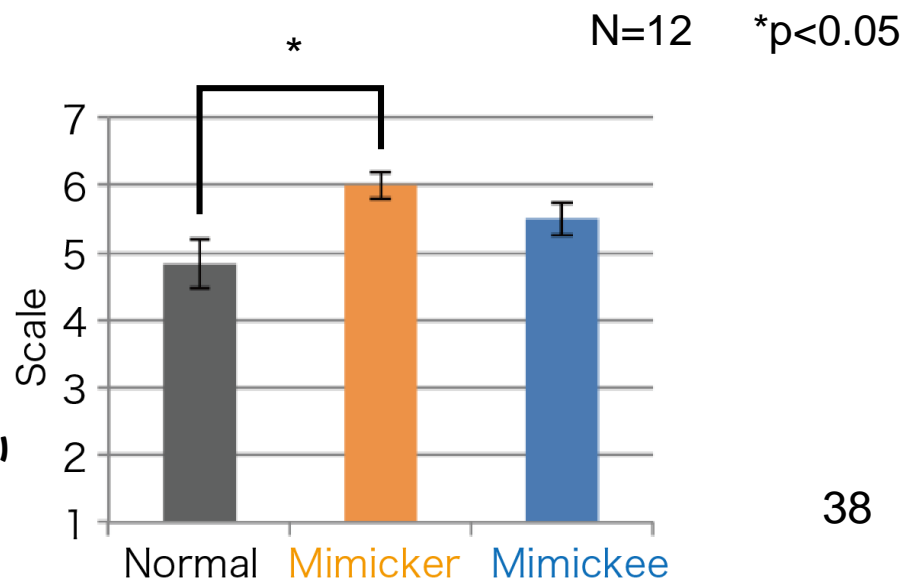
画像処理による
疑似的な笑顔

顧客



面白いことに...

相手ともう少し話したい
と思いましたか

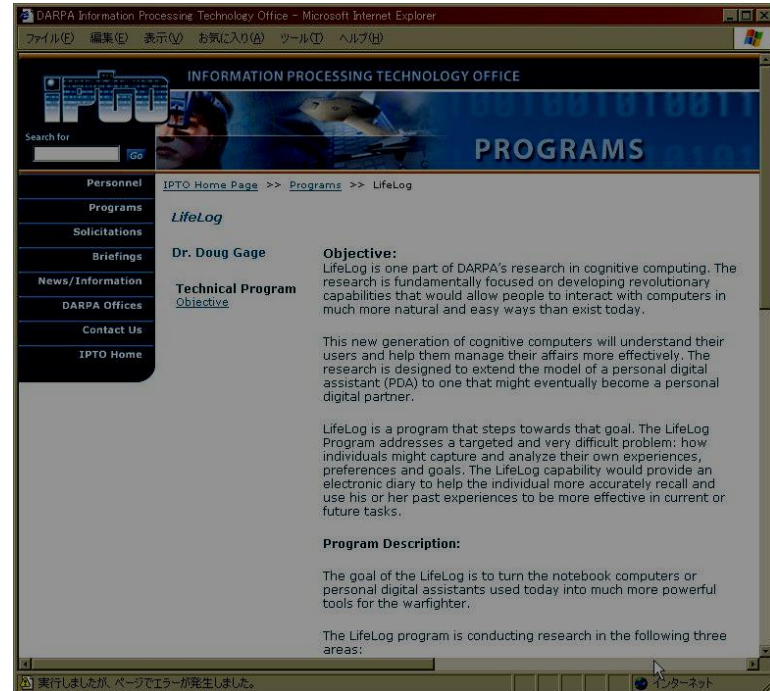


4. VR技術には何ができるのか

時間を超える

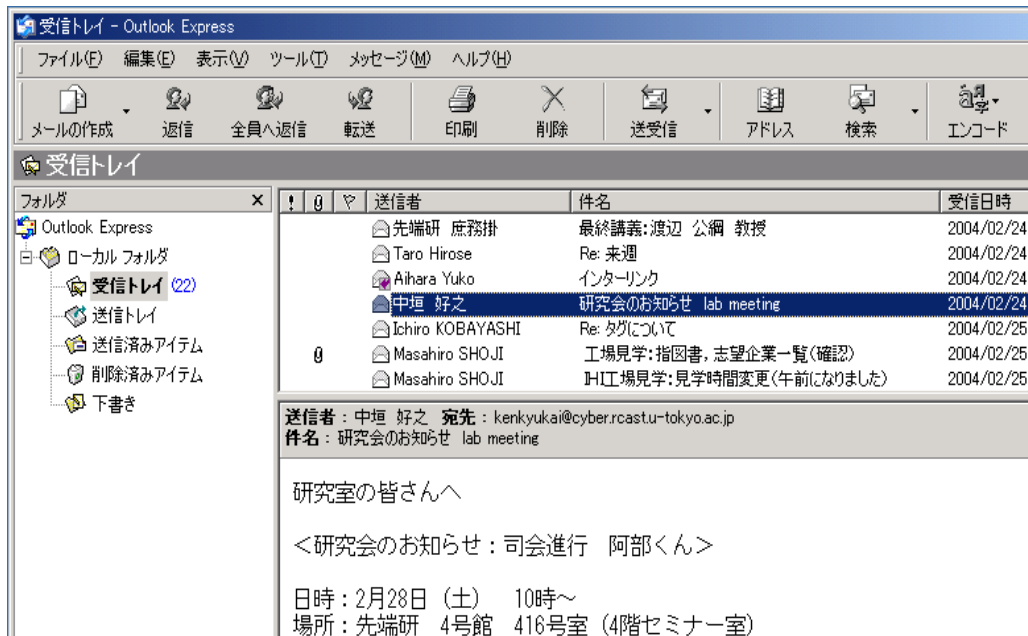
Life Log

この言葉はもともとは DARPA によって使われたもので、コンピュータの記憶容量が莫大となった現在、様々な事象を記録して、創造のできないような用途に役立てることができるのではないかという発想に基づいている。



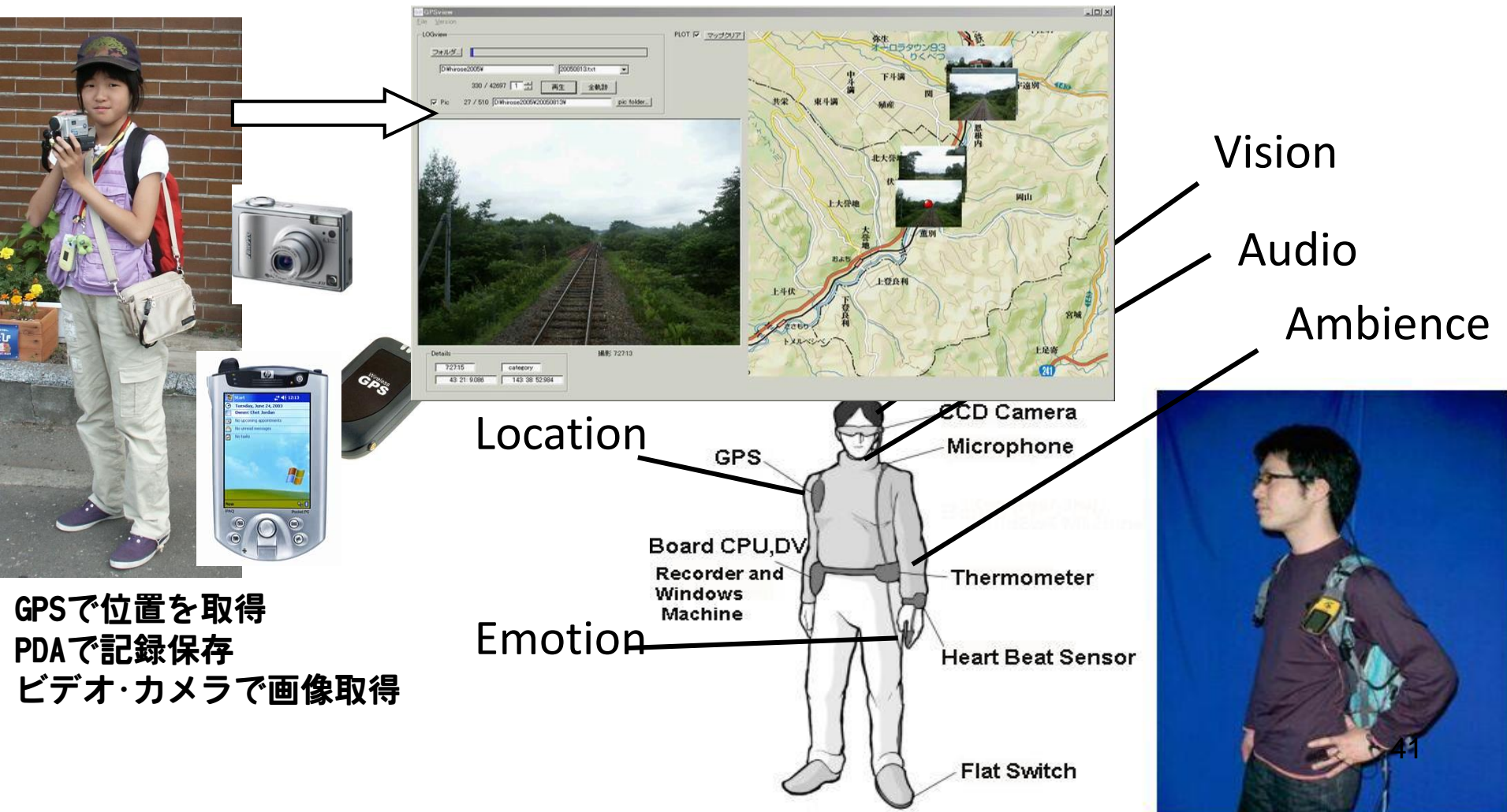
コンピュータは記録の道具である。

われわれは色々な事柄をなんとなく忘れてしまいが、コンピュータは明示的に忘れろと指示されない限り、忘れることはしない。電子メールの記録はデフォルトで永久に残る。

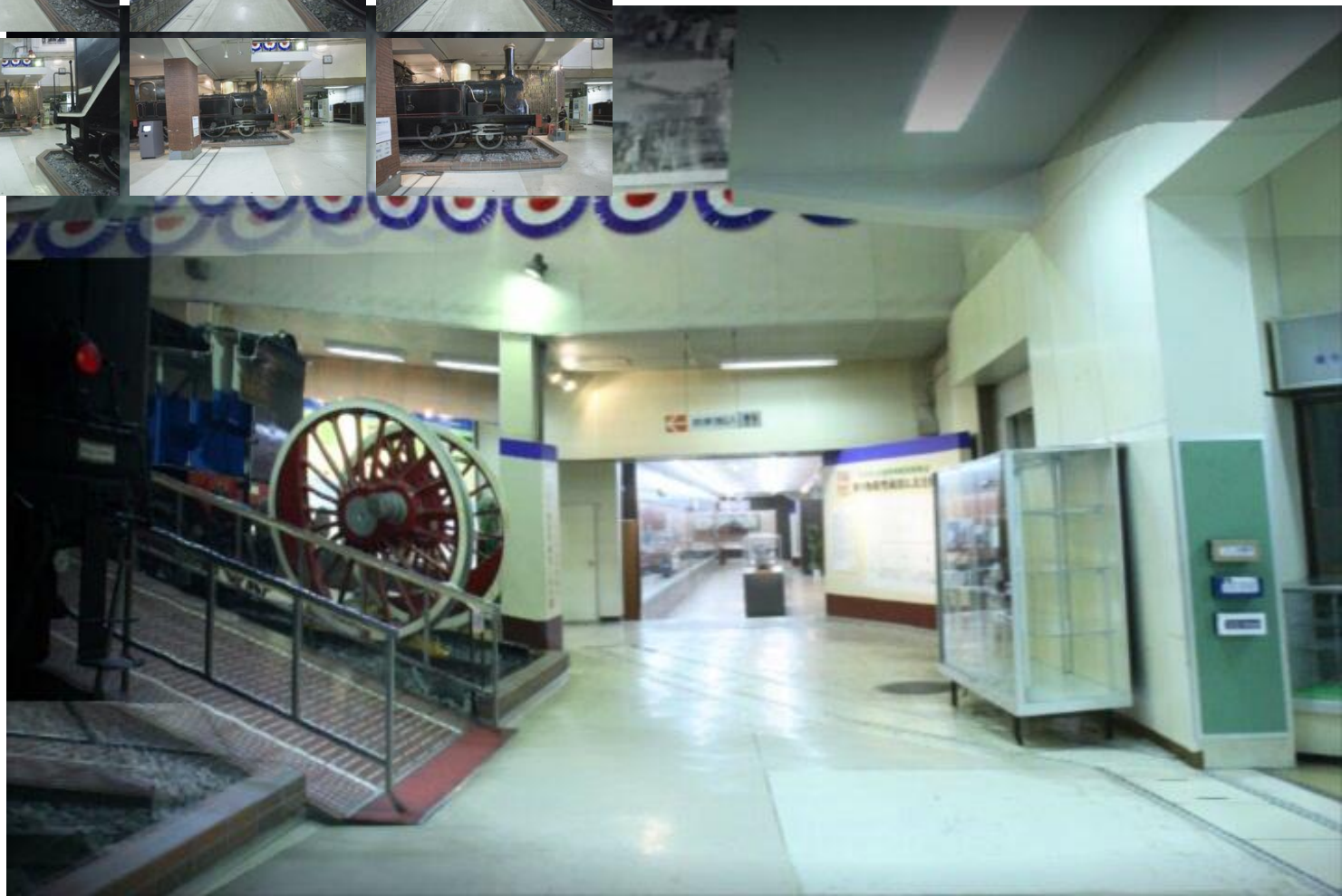
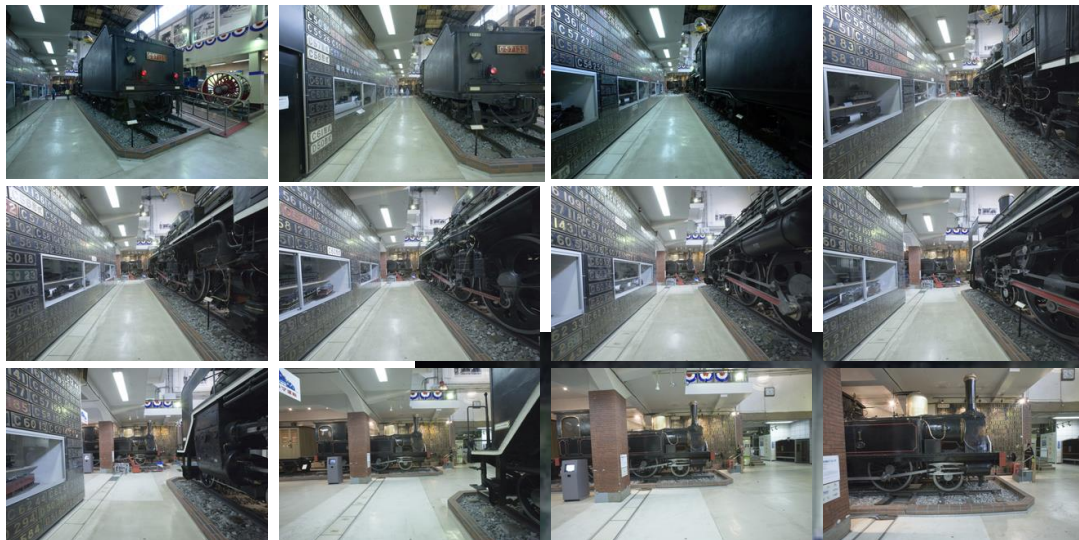


現実化する Life Log 技術

毎日16時間、見たものをMPEG品質で、70年間にわたって動画に記録したとしても、必要容量は10Tバイトほどである。この容量はあと十年以内にラップトップ上に実装されてしまうぐらいのものである。



大量の写真から3次元空間の再構成



10号御料車の記録





電車の思いでのぞき窓

- 記録映像撮影時の動きを真似ると車両が走り出す＋見方を誘導



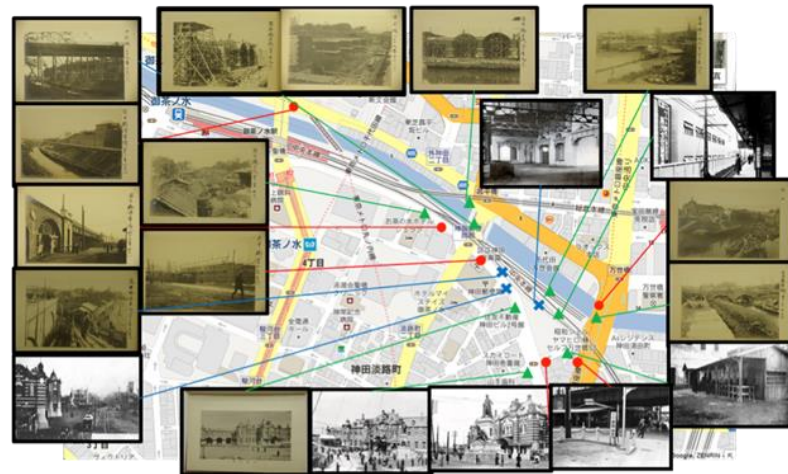
JR神田万世橋ビル 竣工式 (2013/1/17)

「万世橋 思い出のぞき窓」

JRステーションリテイリング，東日本鉄道財団間で，システム導入を調整中



JR神田万世橋ビル



約100年前 万世橋駅



交通博物館



地域住民とのコミュニケーション

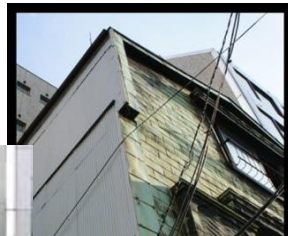
地域の記憶の記録

何でも残しておくことが重要

世界遺産のようにどんな人にとっても大事なものではなく、
一部の人にとっては、とても思い入れのあるモノはたくさんある。

しかし、何でも残すことには限界がある

気が付いたときにはなくなっている。なくなってから気が付く。
ただし、特定のモノに対し思い入れのある誰かは写真を残している
画像として残るだけでなく、いつでも追体験できることが重要



東京文化資源区構想

「東京文化資源区」とは、東京の北東部の谷根千、根岸一帯にはじまり、上野、本郷、秋葉原、神田、神保町、湯島に至る地区の名称で、これらの地区はわずか半径2km の徒歩圏に集中的に立地する。

この「東京文化資源区」には近世・近代・現代と、時代をまたぐ文化資源が集積している。たとえば、谷根千は町屋と路地の街並み等の「生活文化資源」、上野は博物館群と東京藝術大学の「芸術文化資源」、本郷は東京大学の「学術文化資源」、湯島は湯島天満宮や湯島聖堂などが集積している。

「東京文化資源区」は高度成長期以降の大規模な開発から免れることで、東京における文化資源の宝庫としての価値を維持し続けており、文化、環境、観光等の様々な視点から街としての新たな可能性が注目されている。



伊藤滋 東大名誉教授



吉見俊哉 東大教授

東京文化資源区構想



5. VR技術には何ができるのか

感覚に作用する

情動の技術

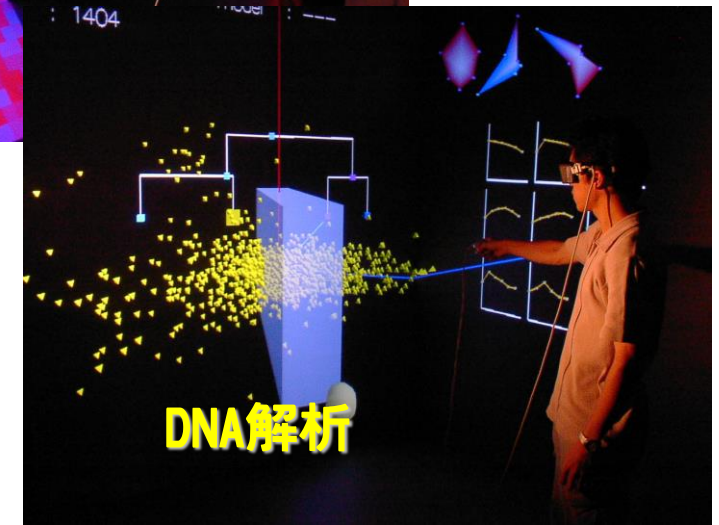
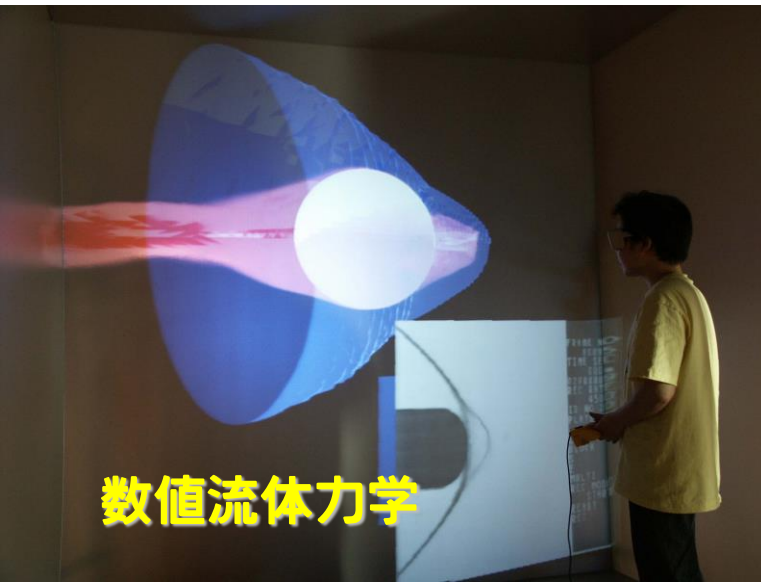
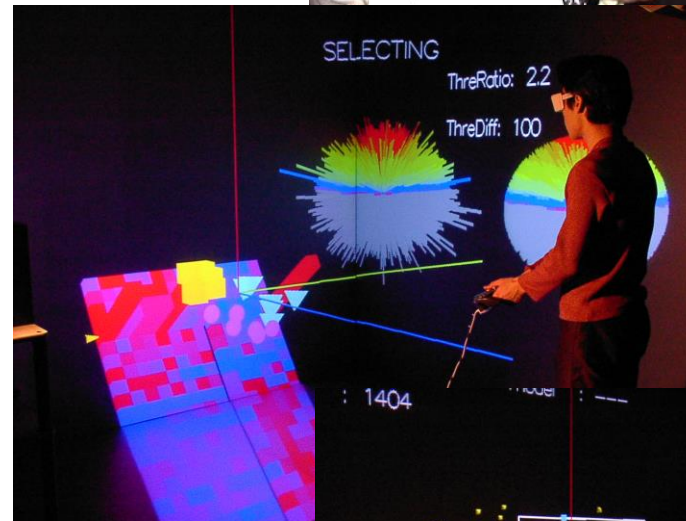
可視化技術の意味

可視化技術の目的は、本来見えないものの体験できないものを、見えるようにし体験できるようにし、対象の理解を深めることである。VRは可視化の技術である。

立花隆：

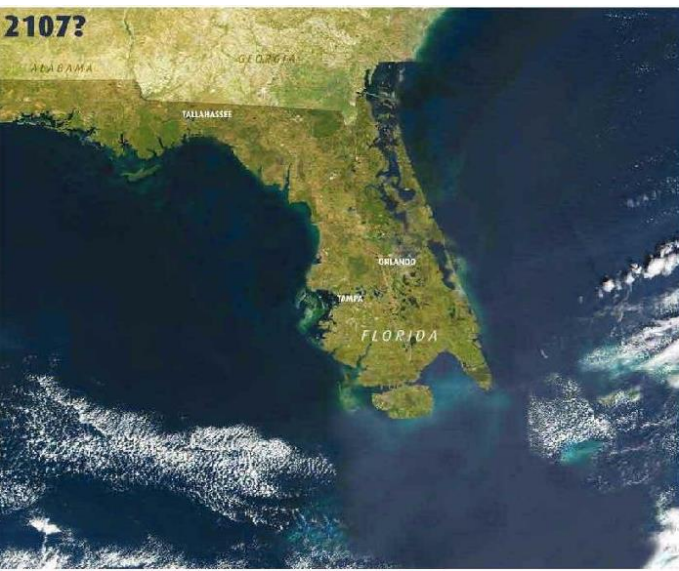
百聞は一見にしかず。

百見は一体験にしかず。



可視化技術はなぜ必要か

- ・直観的理解
- ・頭で理解することと体で理解することは違う。



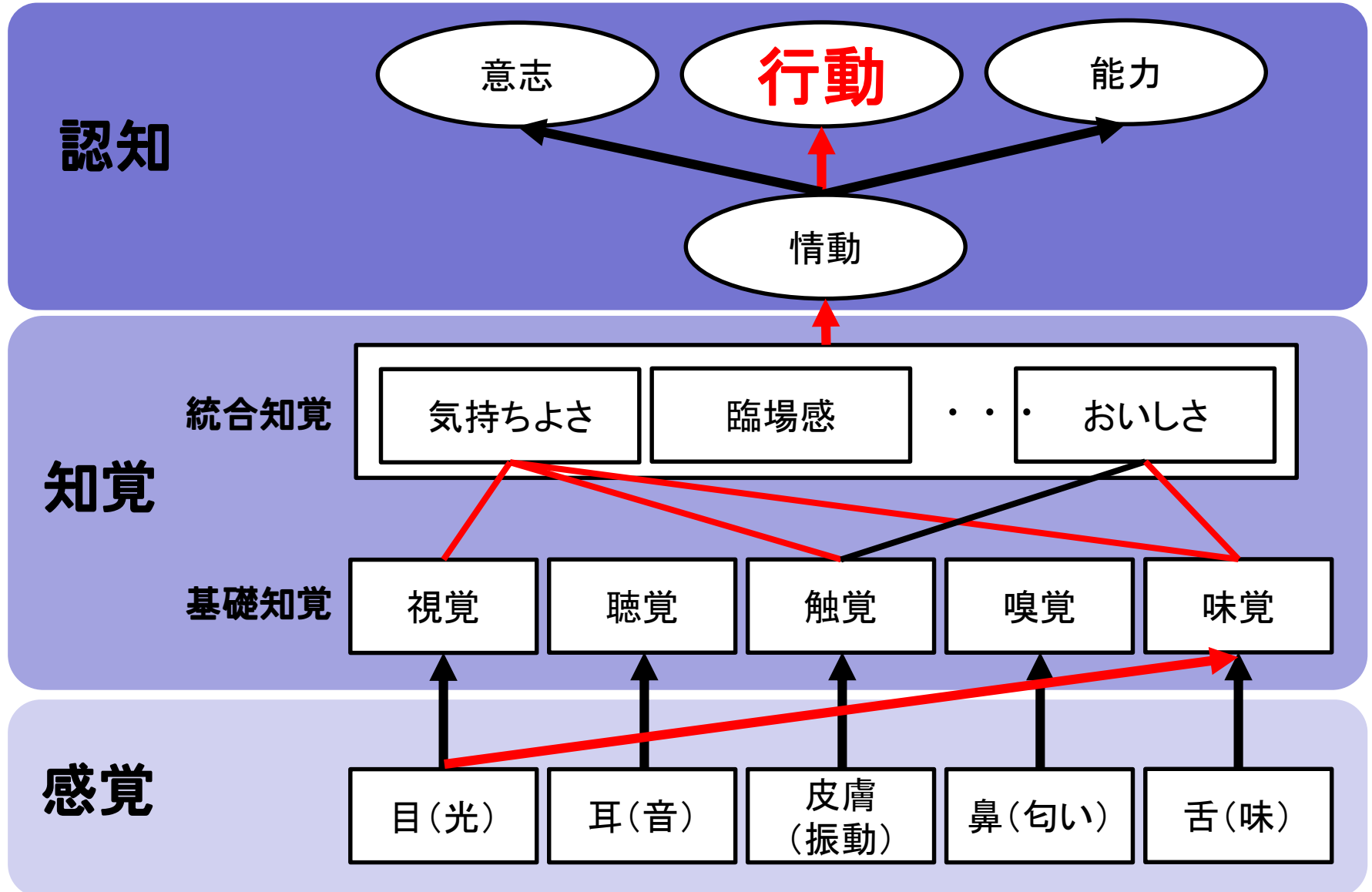
海に沈む
100年後?の
フロリダ半島



実際に体験できない世界を、知覚可能な世界の枠組みに組み入れてくれるという意味において、バーチャルリアリティ技術は単なるシミュレーションの域を超えている。



行動や情動は感覚から生まれる



「扇情的な鏡」



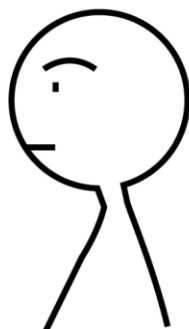
表情変形フィードバックによる感情喚起

鏡は自身のありのままを映し出すという経験則
鏡を通して表情の変化を認知させる

Smiley Face (mirror)

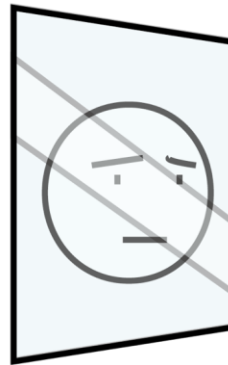


Normal Face



I'm happy!

Sad Face (mirror)

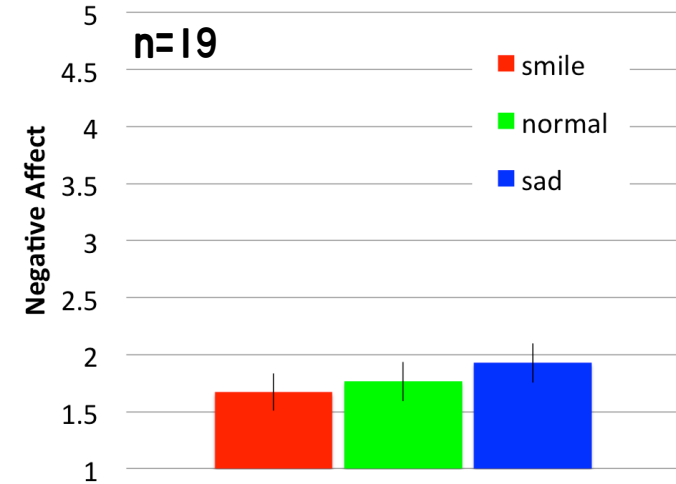
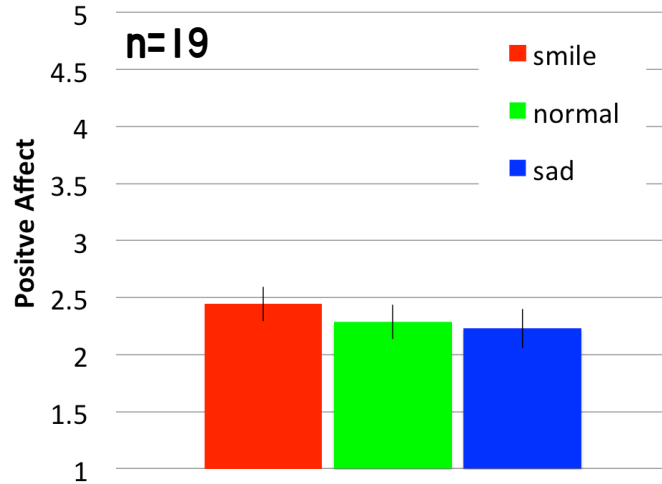


Normal Face



I'm sad...

快・不快感情の喚起：実験結果



全被験者のポジティブ感情・ネガティブ感情の平均値

笑顔と悲しい顔で有意差

笑顔：ポジティブ感情

悲しい顔：ネガティブ感情

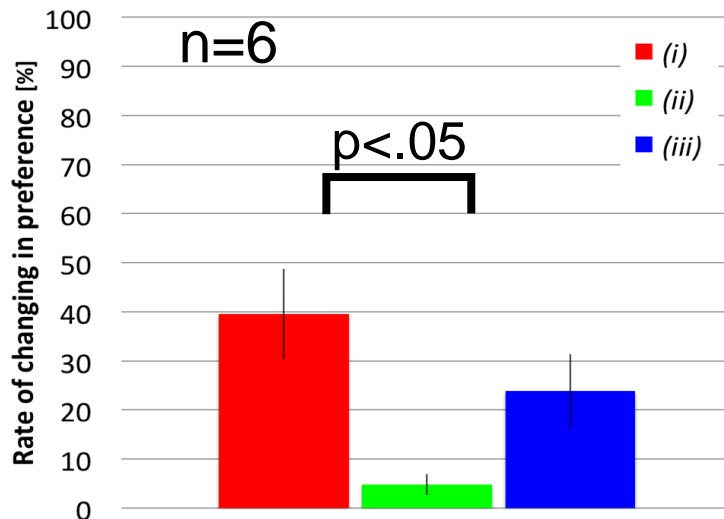


表情変形フィードバックの検証実験

快感情がより喚起されるときに身に着けていた物が好きになる



S. Yoshida et al.: Manipulation of an Emotional Experience by Real-time Deformed Facial Feedback, The 4th International Conference on Augmented Human (AH2013), Mar, 2013



快感情：笑顔 > 表情変化なし > 悲しい顔

(i) 1・2日目とも **快感情が喚起される** 表情のマフラーを選んだ割合

(ii) 1・2日目とも **快感情が喚起されない** 表情のマフラーを選んだ割合

(iii) 表情を**変えていない**のに選好が変化した割合

約40%は狙い通りに選好が変化。約5%は逆の変化。

SmartFace: テレカンファレンスにおける創造性の向上

相手の顔が笑っているようにみせると、ブレストで出るアイデアが増える

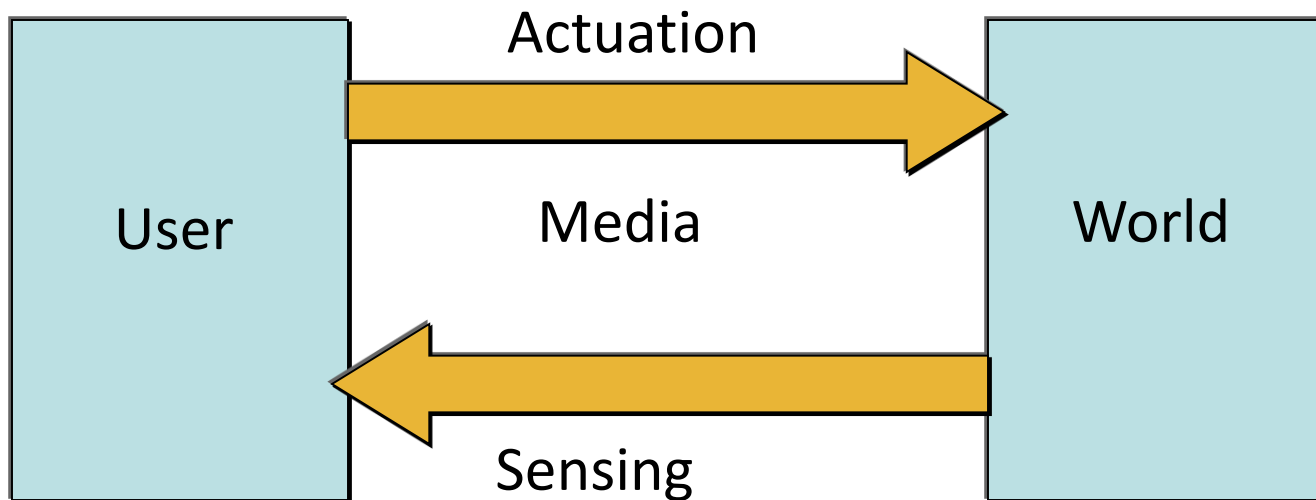


6. VR技術には何ができるのか

仮想化する

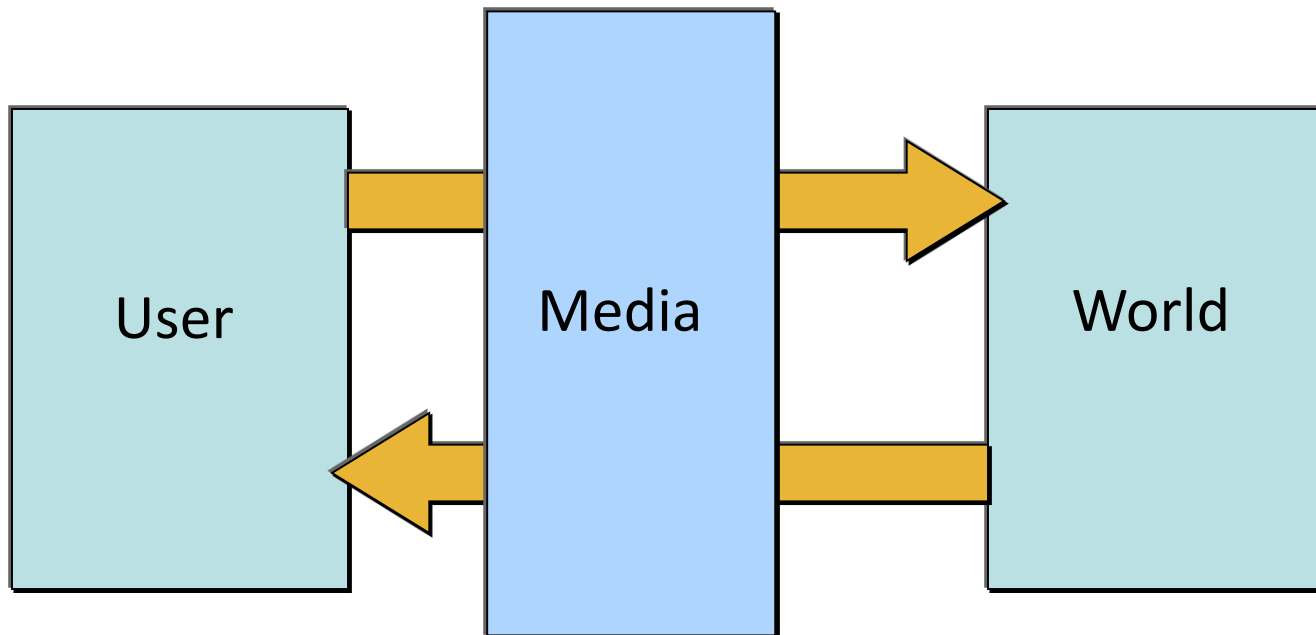
VIRTUAL

バーチャルとは、「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」という意味である。

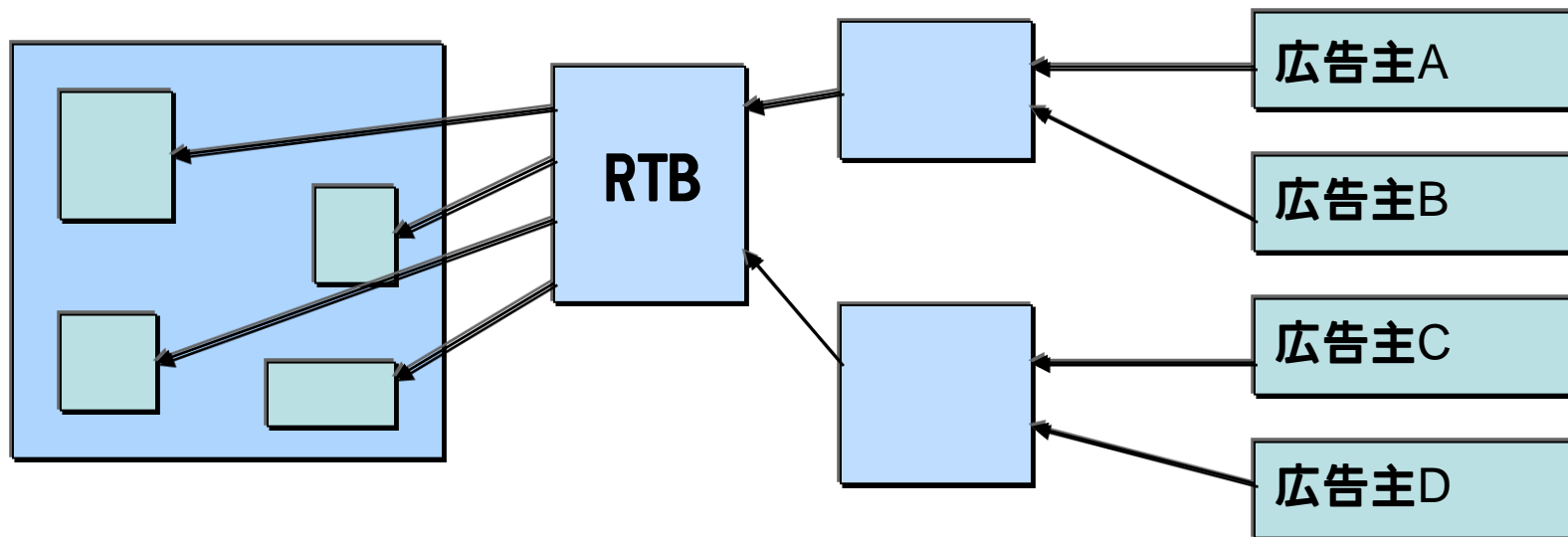
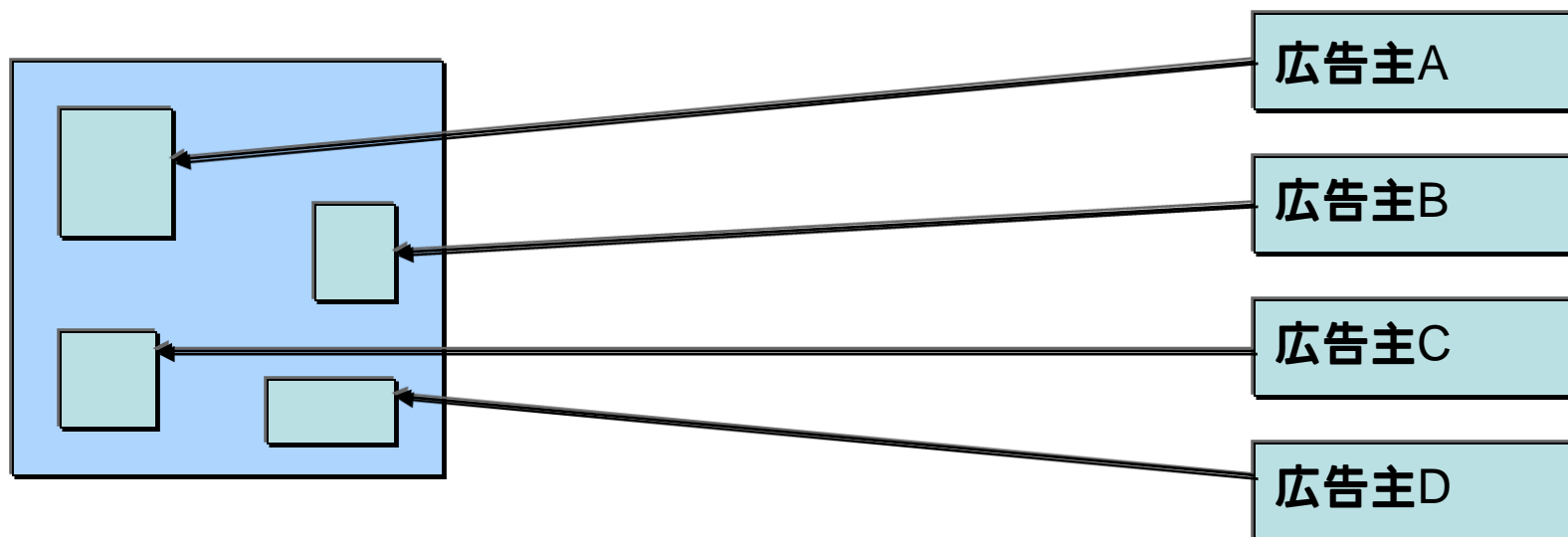


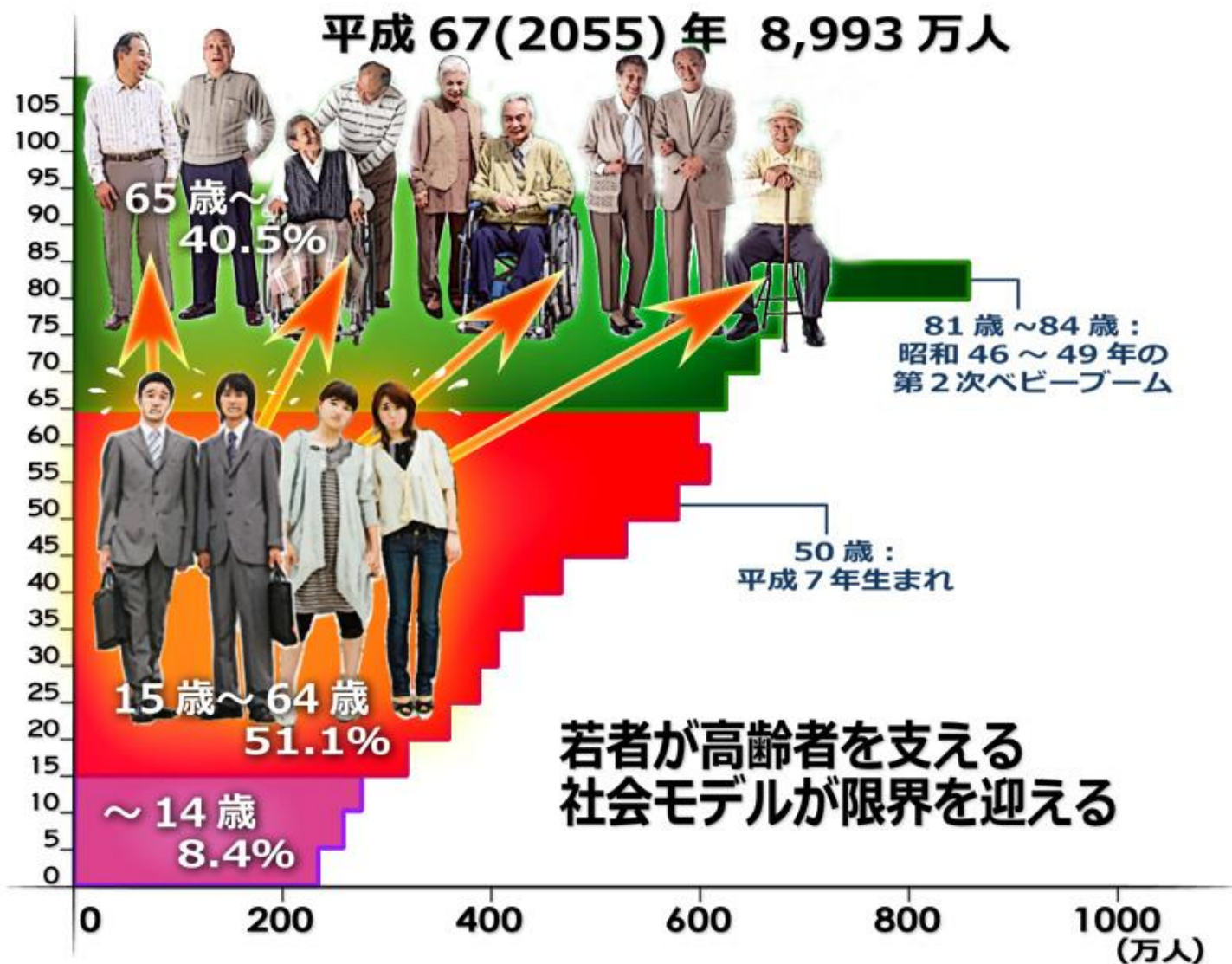
VIRTUAL

バーチャルとは、「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」という意味である。



媒体への広告掲載のバーチャル化

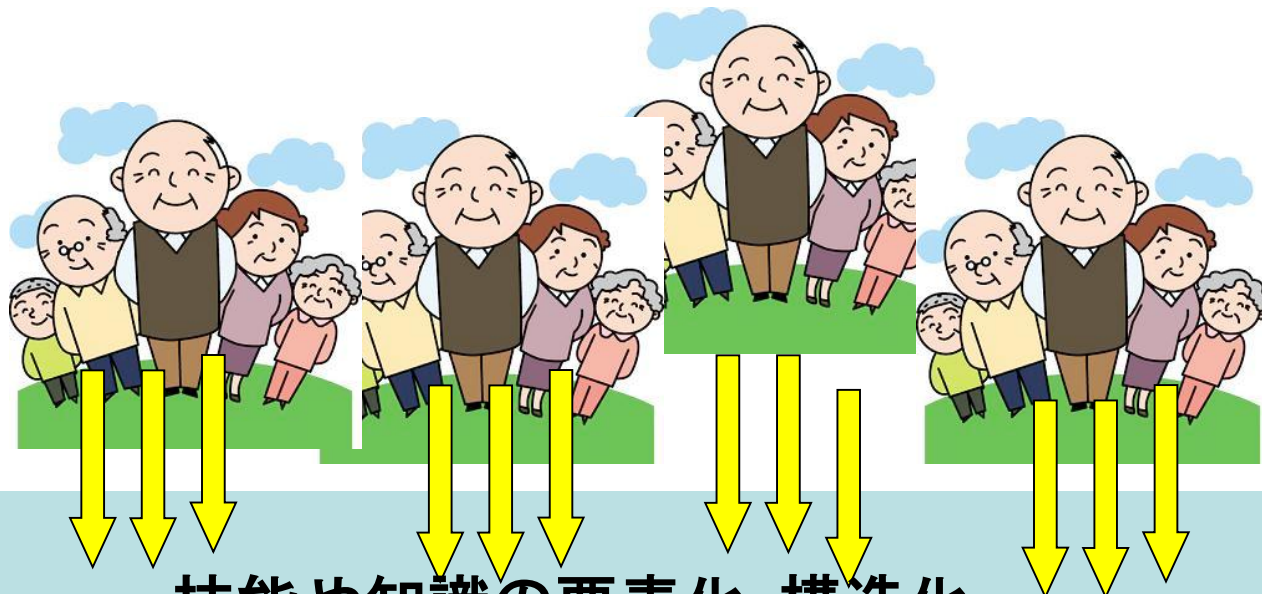




労働力の仮想化

細分化された高齢者
労働力

(高エントロピー)



クラウド型メディア

技能や知識の要素化・構造化

再構成

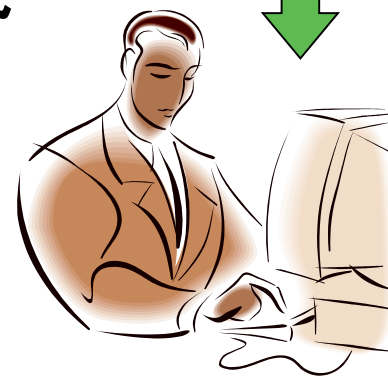
MOSAIC 労働力

(常識的な) 労働力

(低エントロピー)



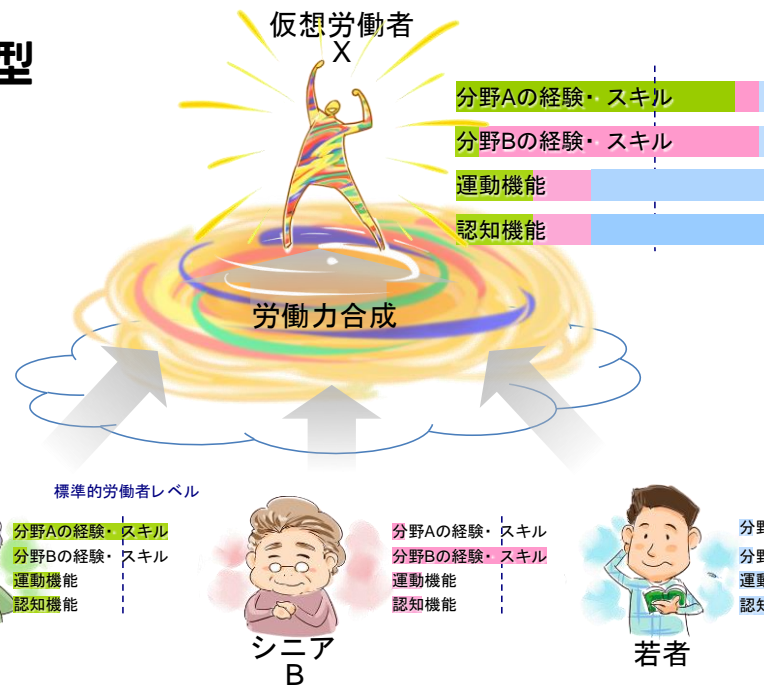
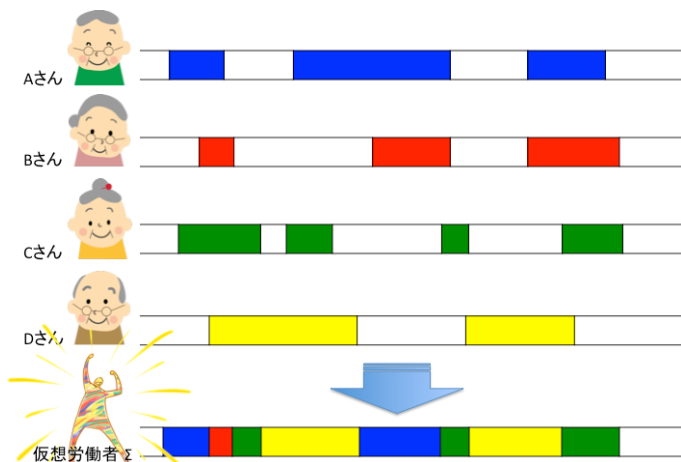
たとえば： 設計士1名



営業1名

高齢者の新しい就労形態：モザイク

エントロピーの高さを労働力を合成するモザイク型就労により克服する



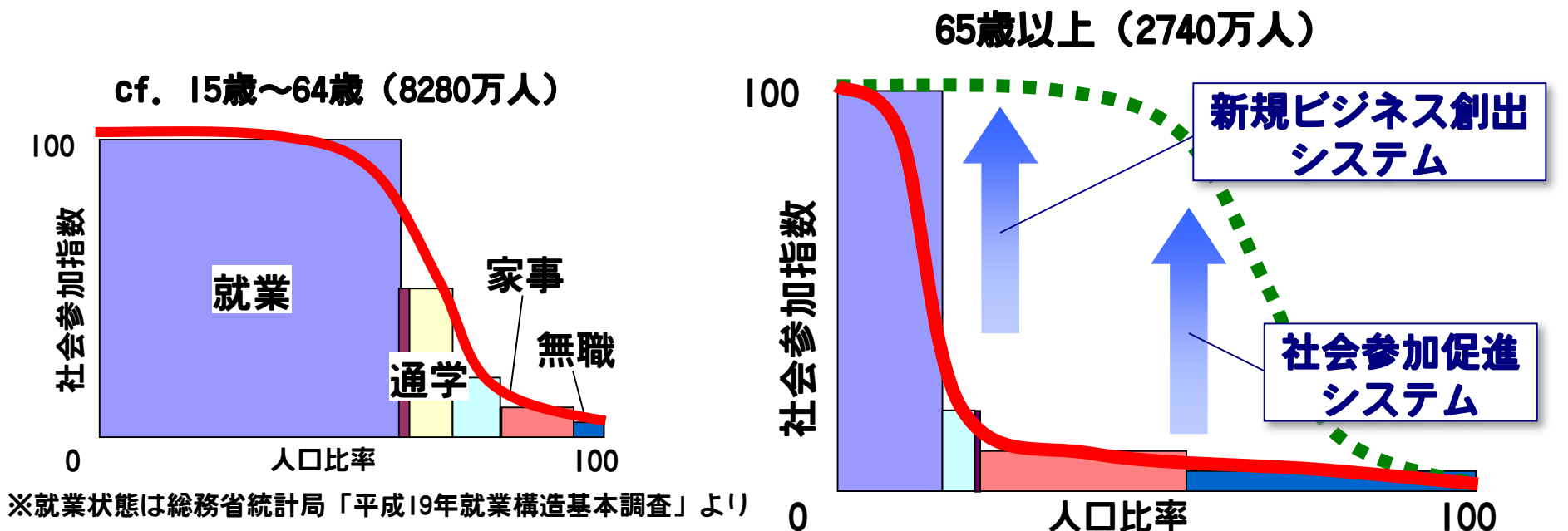
スキルモザイク

空間モザイク



高齢者クラウドによる社会構造の変化

社会参加促進システム・新規ビジネス創出システムにより「社会参加の度合い」を向上



シニア非就業者の4割が就業→22.6兆円の経済効果

社会参加指数の応用可能領域

- 街づくり効果の尺度として
- 個人のライフプランニングの指標として

ステージII～IIIにおいて、統計データや研究データにもとづき厳密で多面的な指標の確立を目指す

就業状態別社会参加指数の仮定値

100	有業者 - 仕事が主な者
50	有業者 - 仕事は従な者 - 通学が主な者
50	無業者 - 通学している者
20	有業者 - 仕事は従な者 - 家事が主な者
20	有業者 - 仕事は従な者 - 家事・通学以外が主な者
10	無業者 - 家事をしている者
5	無業者 - その他

まとめ

1. 現在のVR技術は第1世代に比べて、いくつかの質的な違いがある。これをVR2.0と呼ぶ。その違いを認識することが重要。
2. VR2.0は、技術単体でなく、その周辺の技術まで含む生態系が重要。その生態系が整ってきたのが「VR元年」。
3. VRは、現実のコピーではなく、現実を超えることを目的とすべき。「VRでなければできないことは何か」が重要である。

1. VR技術のいま
2. 五感情報通信技術
3. 空間を超える
4. 時間を超える
5. 感覚を超える
6. 仮想化する