

コンピュータとバーチャルリアリティ (2)

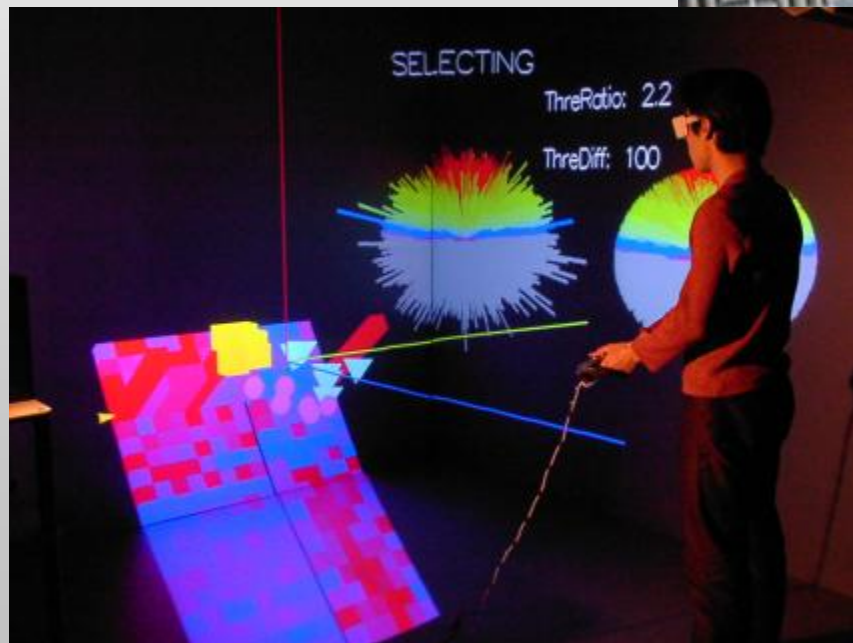
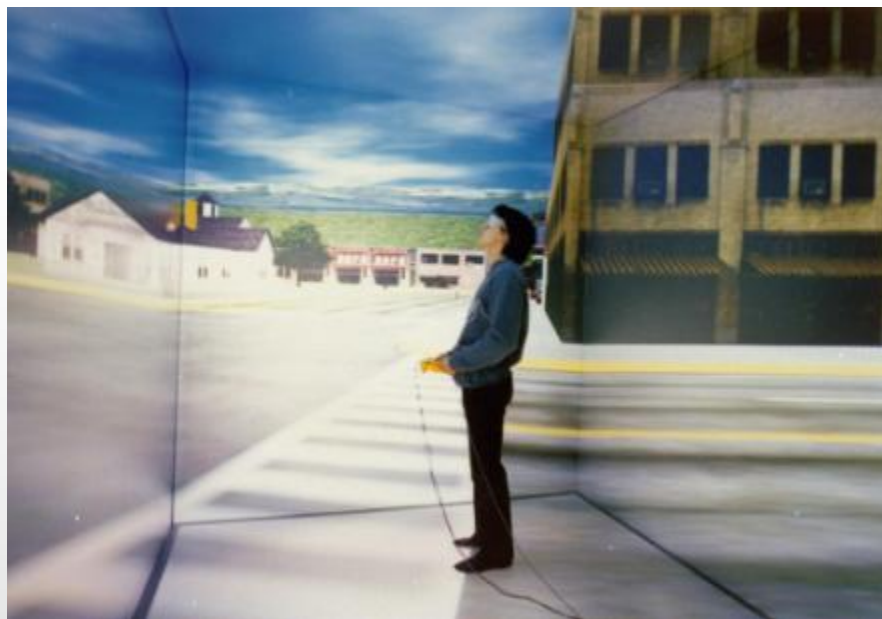
ヒトと機械

ー デジタル化時代の人間とは 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



1. バーチャルリアリティとは



✚ NASA

2. インタフェース技術としてのVR

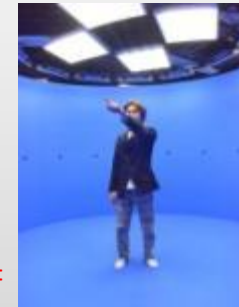
臨場感の生成

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



3

✚

画像提供:
横山 智史

可視化技術としてのVR

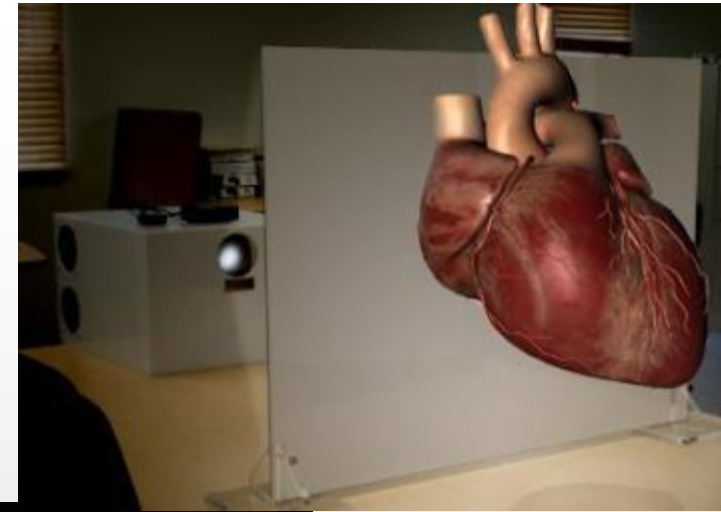
VRは可視化技術である

「バーチャルリアリティ」技術の本質は本来見えないもの、体験できないものを見えるように、体験できるようにすることである。VRは可視化の技術である。

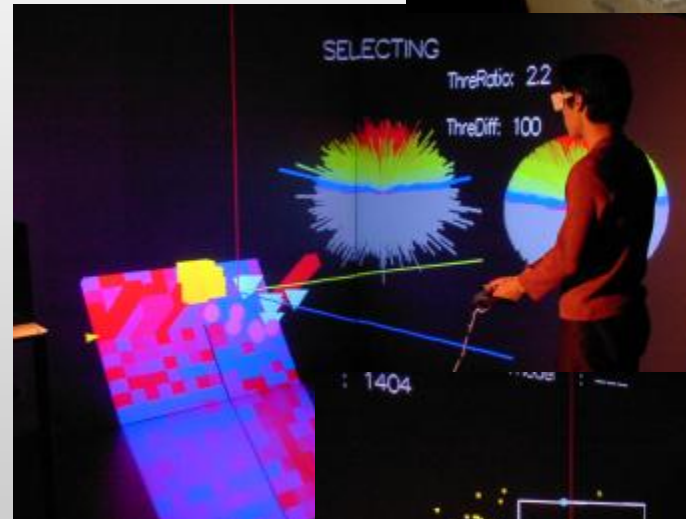
立花隆：

百聞は一見にしかず。

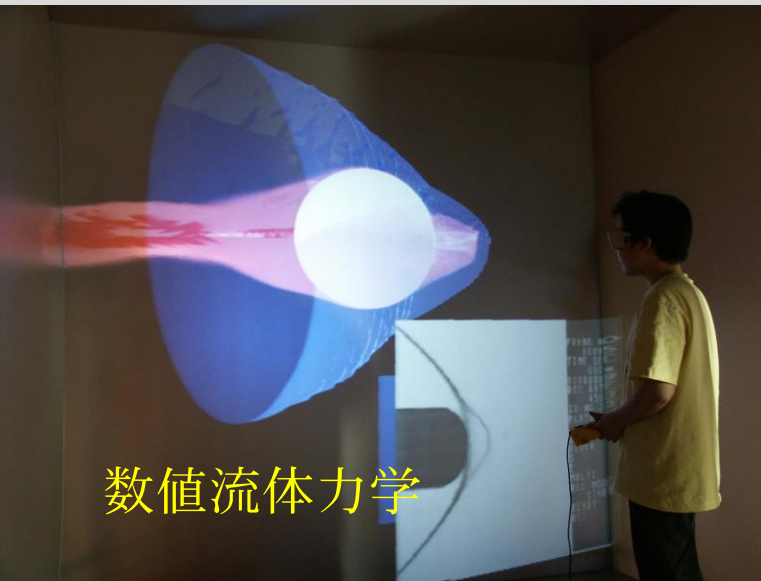
百見は一体験にしかず。



† Cyber-Anatomy Corp.のHPより

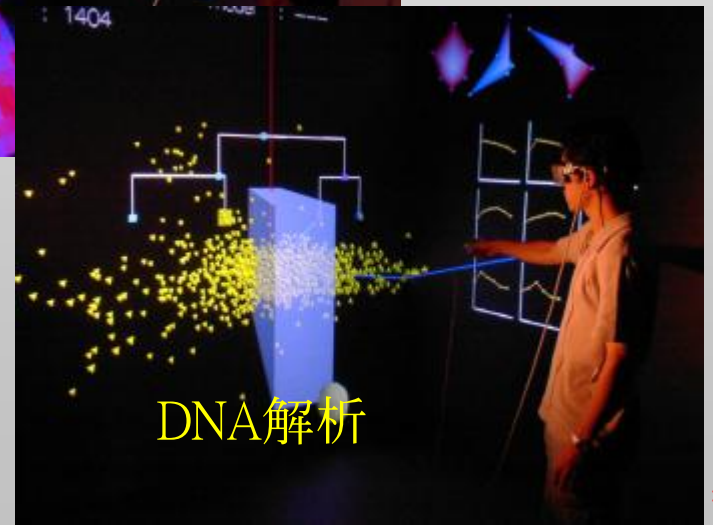


†



数値流体力学

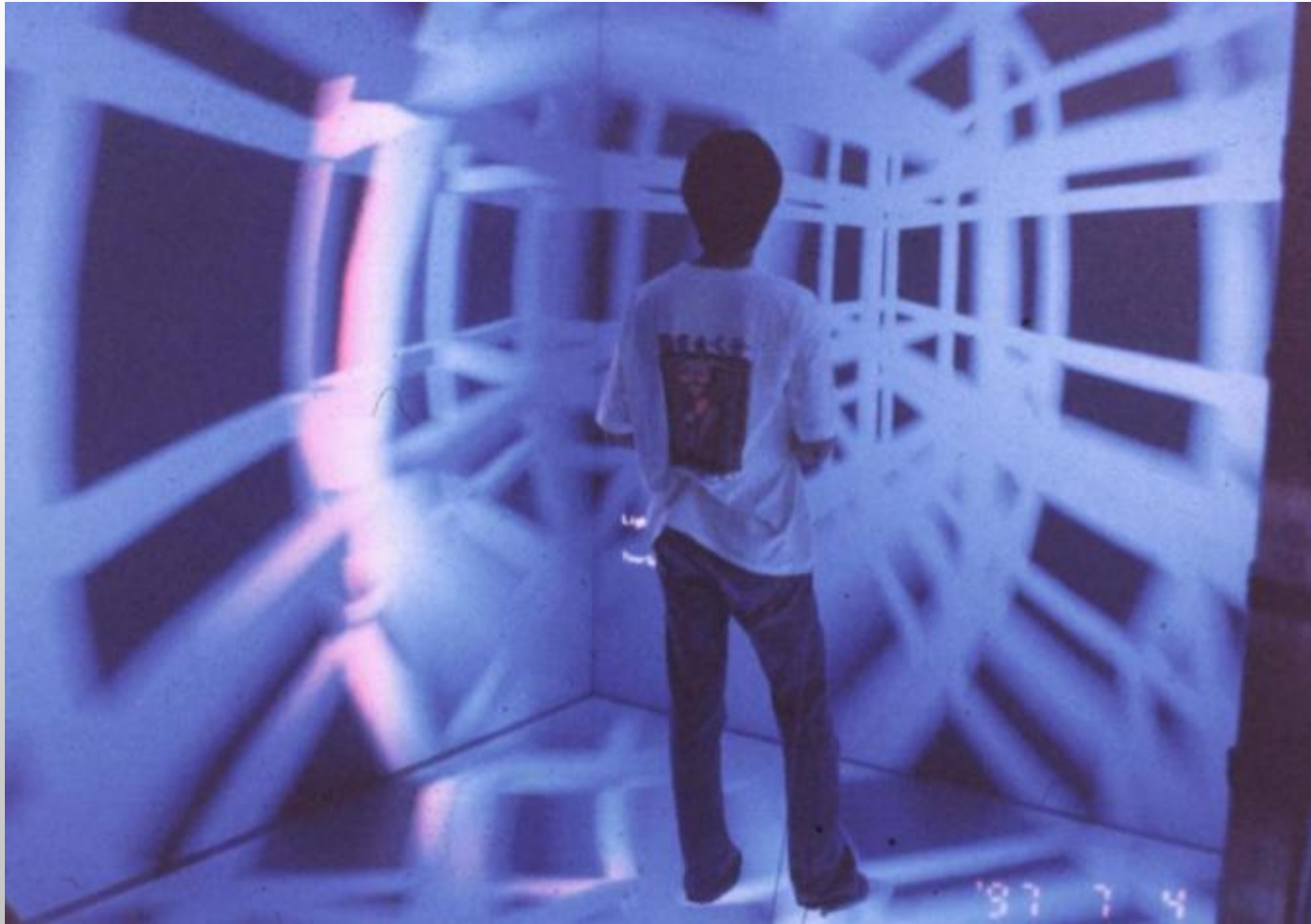
†



DNA解析

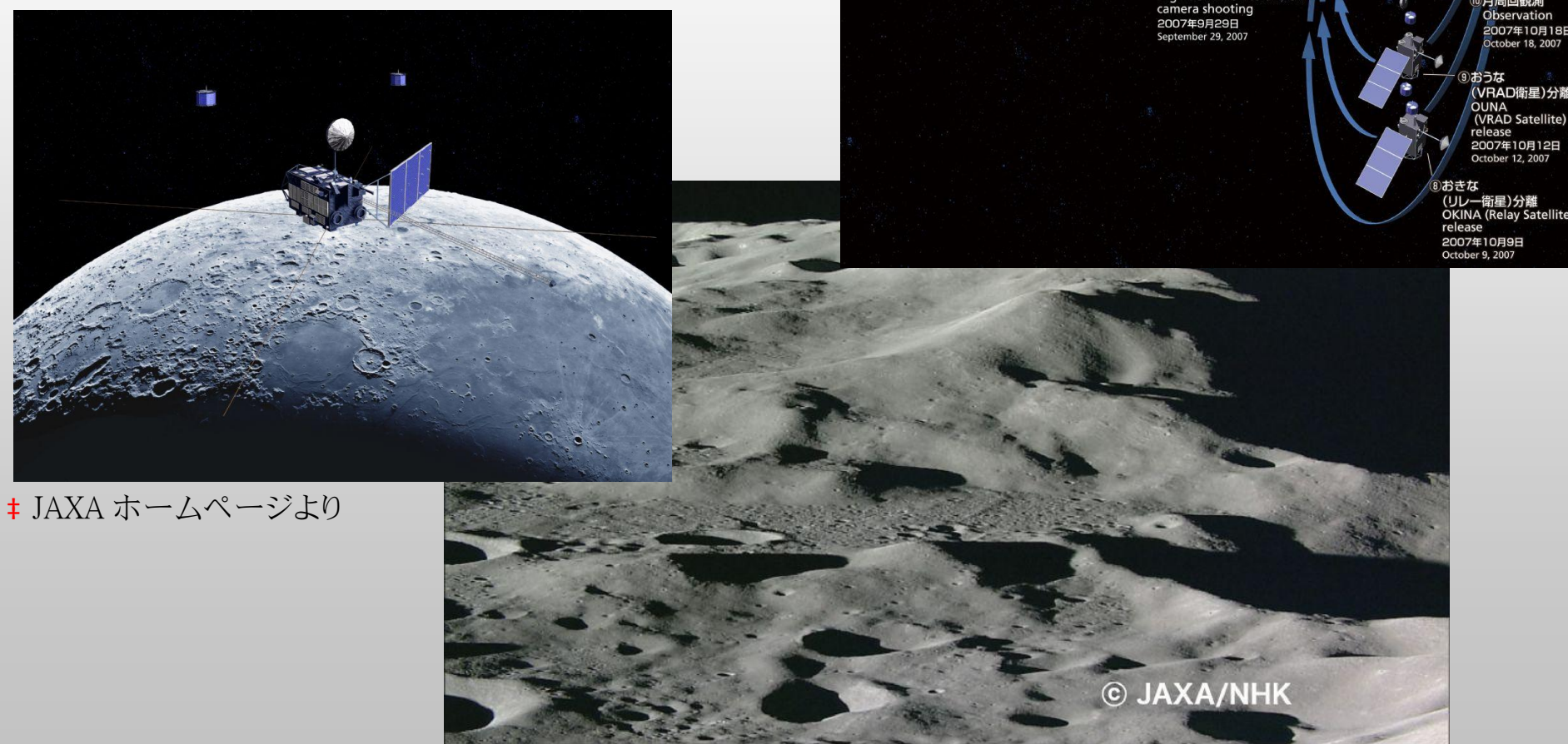
†

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。



特殊相対性理論の世界

2007年9月かぐや打ち上げ。
ハイビジョンカメラを搭載して月周回を開始。
2009年6月のミッション終了まで様々な観測を行なう。



✚ JAXA ホームページより

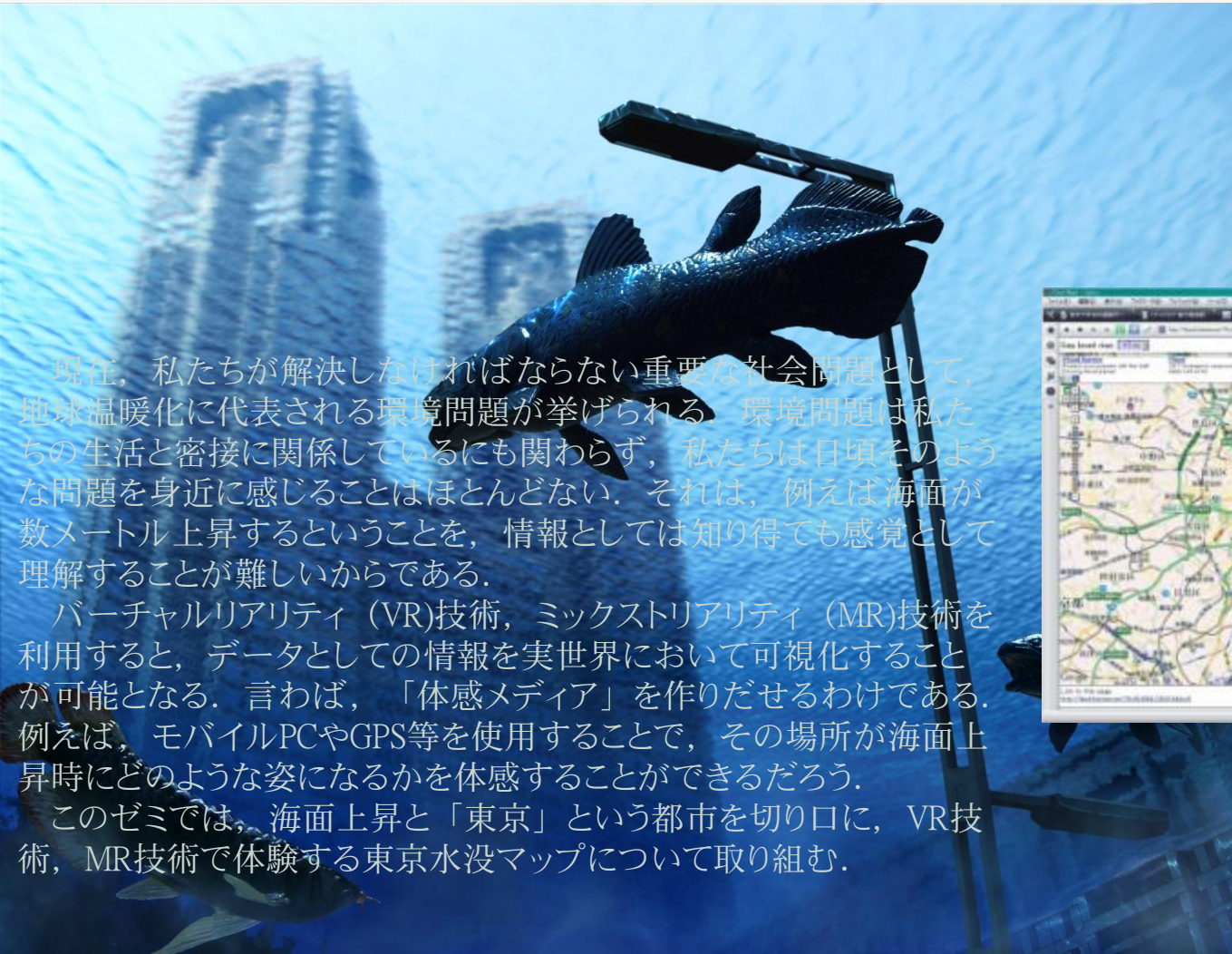
✚ 月面ラストショット

著作権上の都合により、
ここに挿入されていた映画
「不都合な真実」
に関する画像は削除致しました

この情報爆発時代に可視化
技術の役割は大きい

複合現実 (MR)技術で体験する東京水没マップ

水没後の東京都庁
出典：TAMAKI's Little Treasure
<<http://www.ne.jp/asahi/nob/co/tamaki/>>



現在、私たちが解決しなければならない重要な社会問題として、地球温暖化に代表される環境問題が挙げられる。環境問題は私たちの生活と密接に関係しているにも関わらず、私たちは日頃そのような問題を身近に感じることはほとんどない。それは、例えば海面が数メートル上昇するということを、情報としては知り得ても感覚として理解することが難しいからである。

バーチャルリアリティ (VR)技術、ミックスリアリティ (MR)技術を利用すると、データとしての情報を実世界において可視化することが可能となる。言わば、「体感メディア」を作りだせるわけである。例えば、モバイルPCやGPS等を使用することで、その場所が海面上昇時にどのような姿になるかを体感することができるだろう。

このゼミでは、海面上昇と「東京」という都市を切り口に、VR技術、MR技術で体験する東京水没マップについて取り組む。



flood maps (作成:Alez Tingle氏)

広島爆心地復元プロジェクト



✚ 提供: 広島市 企画総務局 市長室 広報課

著作権処理の都合で
この場所に挿入されていた
四国五郎氏による
絵画の画像
を省略させていただきます。



中島地区画像

可視化技術の意義（エンハンスド・ヒューマンインタフェース）

爆発的に増大する情報をどう処理するか。われわれはたくさんの情報によって生活を豊かにするという戦略を採用した。

各メディアの情報受信点において、1年間に情報消費者が選択可能な形で提供される情報の総量は年11.7%の割合で増加しつつある(H14情報流通センサス調査より)

2000年	2005年	2010年	2015年
38,741	65,184	113,347	197,095（ペタバイト）

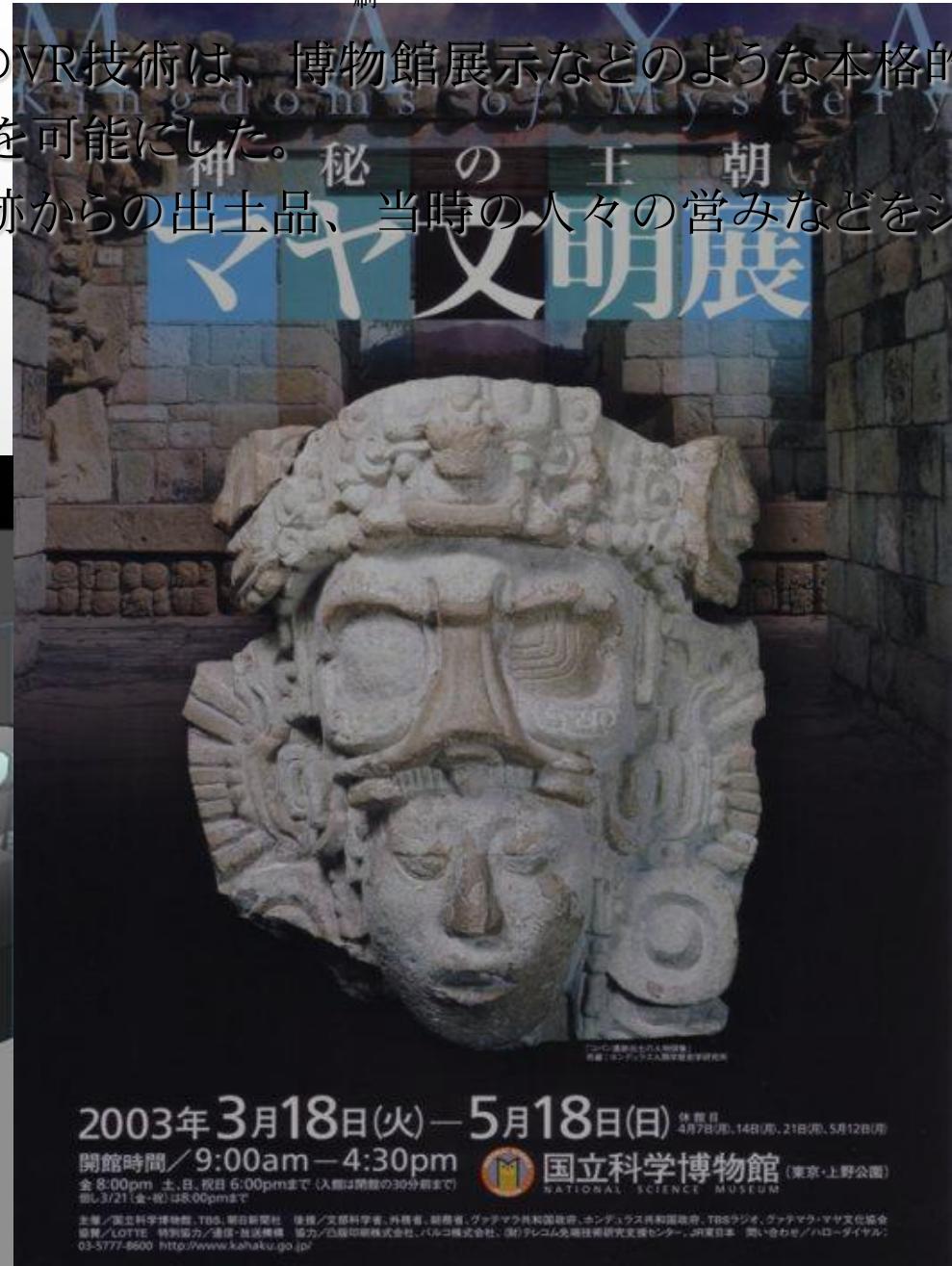
しかしながら、いくら情報の処理が高速化・大容量化してもそれが人間に伝わらなければ何の意味もない。

デジタルミュージアム

†

制作著作：東京大学・情報通信研究機構・凸版印刷

卅



2003年3月18日(火) — 5月18日(日) 休館日
4月7日(月)、14日(月)、21日(月)、5月12日(月)

開館時間／9:00am—4:30pm

全 8:00pm 土、日、祝日 6:00pmまで (入館は開館の30分前まで)
但し3/21(金・祝)は8:00pmまで



国立科学博物館 (東京・上野公園)
NATIONAL SCIENCE MUSEUM

上海/国立科学博物館、TBS、朝日新聞社 後援/文部科学省、外務省、郵政省、グアタマラ共和国政府、ホンデュラス共和国政府、TBSラジオ、グアタマラ・マヤ文化協会
 協賛/LOTTE 特別協力/通信/日本無線 協力/凸版印刷株式会社、パルコ株式会社、銀行/三菱UFJ銀行技術研究支援センター、JRE東日本 問い合わせ/ハローダイヤル:
 03-5777-8600 <http://www.kakaku.co.jp/>

VRで再現されたマヤ・コパン遺跡（26号神殿）



VRで再現されたマヤ・コパン遺跡の数々 (ロサリラ神殿)





当時のままに復元されたコパン遺跡

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



ミュージアムの第一の使命は資料の保存と収集である。後世の人々に文化を伝達するためのメディアとして「モノ」を使用しようというのが、ミュージアムの基本的な哲学である。「モノ」を中心とした研究、陳列、展示がミュージアムという体系の背景にある。

資料（収蔵品）なきミュージアムはその本質を放棄した単なる見世物小屋である。

しかしながら、「モノ」だけですべてを伝えられるだろうか？ 剥製の標本を見ただけでその生きている姿を直ちにイメージできるだろうか？

たとえば、静態保存 と 動態保存



† <http://ja.wikipedia.org/wiki/ファイル:Oonari-teppaku.jpg>



† <http://ja.wikipedia.org/wiki/ファイル:JRW-C622-SteamLoco.jpg>

「モノ」と「コト」

コトには共時性と通時性がある



通時性

通時性にかかわるコト

- ・モノの来歴(系統樹etc.)
- ・モノの使われ方(動的側面)
- ・モノの制作過程 など

モノ(展示物)

共時性

共時性にかかわるコト

- ・モノが置かれた環境
- ・モノが作られた背景
- ・他のモノとの関係 など

現在の博物館で「モノ」だけを展示している。それらを通して伝えられる「コト」は少ない。

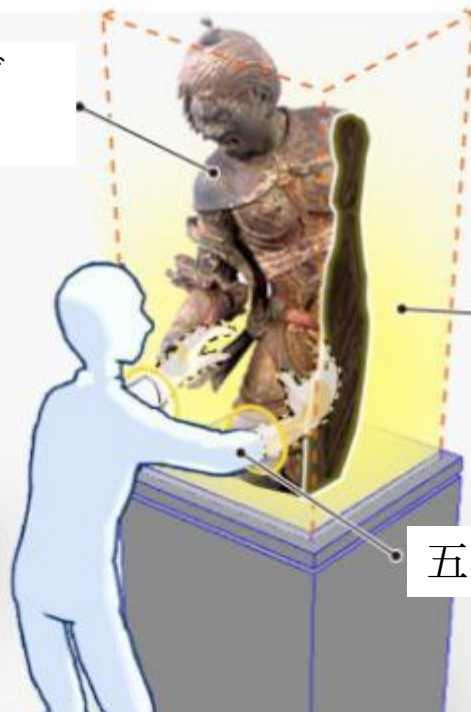
「保存」と「展示」のジレンマ

「モノ」の限界は壊れることである。われわれが資料を見ようとすればするほど、その資料が壊れる確率は高くなる。では見せなければ良いかといえ、それでは何のためのミュージアムかわからなくなってしまうであろう。ミュージアムの本性的ジレンマがここに存在する。

1921年、鉄道博物館開館。第2代鉄道博物館館長の松縄信太は、この新しい博物館の決意として「我が鉄道博物館でも動的参考品の陳列に不断的努力を払い、交通機関の実物教育研究の一助たらしめている」と書いた。（「科学知識」(1931.11.11.)) 館内から「手を触れるべからず」の制札を取り除き、できる限り「動かして御覧なさい」の札へと変更することに力を注いだという。

デジタル展示ケース

インタラクティブ
コンテンツ生成



超高精細裸眼
立体ディスプレイ



五感インタフェース

† (C)東京大学 廣瀬研究室



† (C)東京大学 廣瀬研究室

(C)東京大学 廣瀬研究室



†

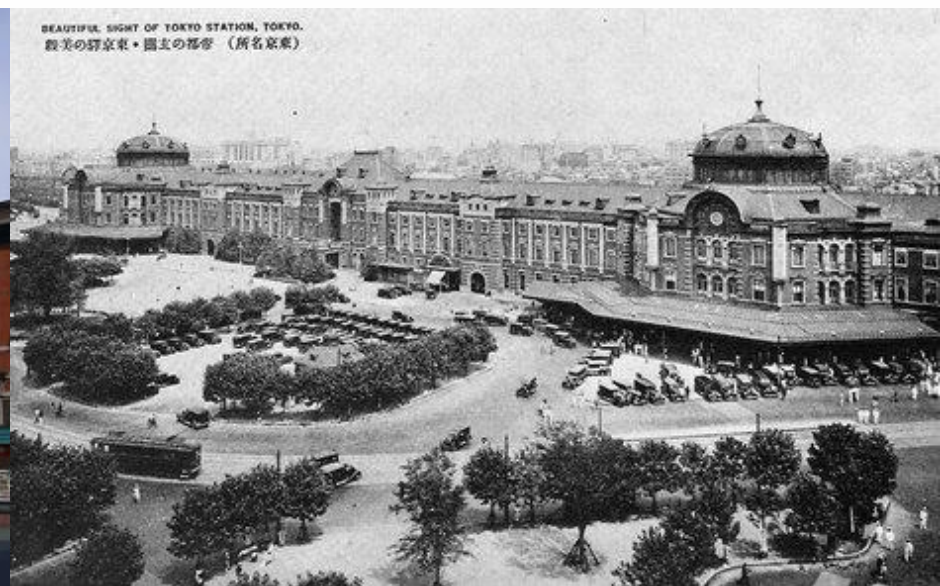
特徴

- 従来の展示の文法を変えない
- 時間変化や内部構造を見せるといった多様性ある展示が可能
- 動かす、触れるなどのインタラクティブな鑑賞が可能

http://ja.wikipedia.org/wiki/ファイル:Tokyo_station01_1920.jpg



http://ja.wikipedia.org/wiki/ファイル:Tokyo_station_marunouchi_old.jpg



東京駅



戦艦長門

<http://ja.wikipedia.org/wiki/ファイル:長門（戦艦）.jpg>



http://ja.wikipedia.org/wiki/ファイル:Nagato_Japanese_Battleship_LOC_32962.jpg



<http://ja.wikipedia.org/wiki/ファイル:Mutsu20.jpg>

時間軸上の「モノ」

「モノ」は唯一絶対であり、本物は唯一つしかない。ある時間断面を切り取れば確かにそれは真実である。しかしながら、「モノ」は時間をこえて存在し、次第に変化していくものである。すべてを理解するためには、そのすべてを見る必要がある。

✚ 鉄道博物館



1号機関車（改装後・島原鉄道）

✚ 島原鉄道



1号機関車（原型・模型）

http://ja.wikipedia.org/wiki/ファイル:Tokyo_station01_1920.jpg



http://ja.wikipedia.org/wiki/ファイル:Tokyo_station_marunouchi_old.jpg



東京駅



戦艦長門

<http://ja.wikipedia.org/wiki/ファイル:長門（戦艦）.jpg>



http://ja.wikipedia.org/wiki/ファイル:Nagato_Japanese_Battleship_LOC_32962.jpg



<http://ja.wikipedia.org/wiki/ファイル:Mutsu20.jpg>

根津美術館

住所 〒107-0062 東京都港区南青山6-5-1
電話番号 03-3400-2536
FAX番号 03-3400-2436
HP <http://www.nezu-muse.or.jp>
休館日 月曜日・展示替期間・年末年始
ただし月曜日が祝日の場合、翌火曜日
開館時間 午前10時～午後5時（入館は4時30分まで）
展示室 / ミュージアムショップ / 庭園 / NEZUCAFÉ

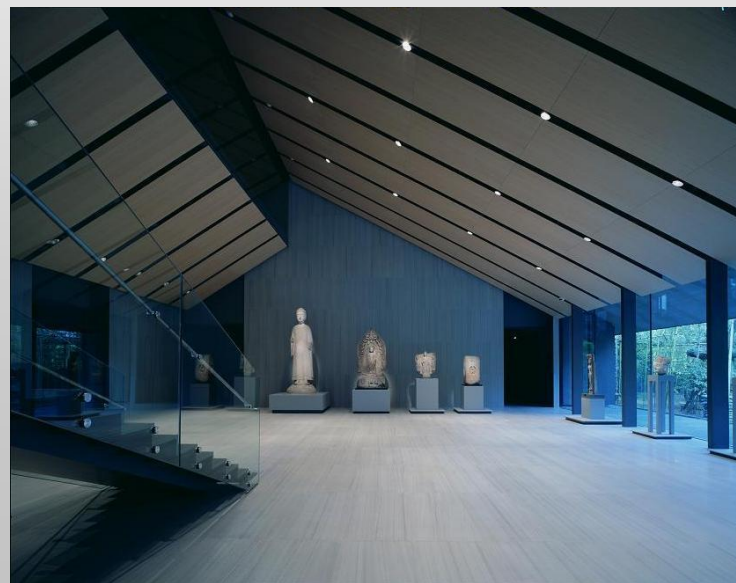
モノには文脈がある



正門からのアプローチ ©藤塚光政



外観 ©藤塚光政



ホール ©藤塚光政

デジタルジオラマプロトタイプ

史料映像の実物展示への重畳

- 体験データベースに蓄積された史料映像を展示物と重ね合わせるための撮影位置推定技術を確立
- 映像を重畳用に補正・加工する動画像処理技術
- 双眼鏡型デバイスで鑑賞

史料映像



展示物



双眼鏡型
デバイス





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.



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

実空間編集技術

2Dの3D化技術

実世界情報入力

PDA



カメラ付き携帯電話



無線機能付
ビデオカメラ

監視カメラ



Image
Capturing
System

Range
Scanner

ファンが撮影した写真・ビデオ・その他の記録

展示物の一生

1958年11月特急「こだま」運転開始

電車特急誕生

1964年10月特急「雷鳥」運転開始

交直流電車特急誕生

1972年10月特急「白山」運転開始

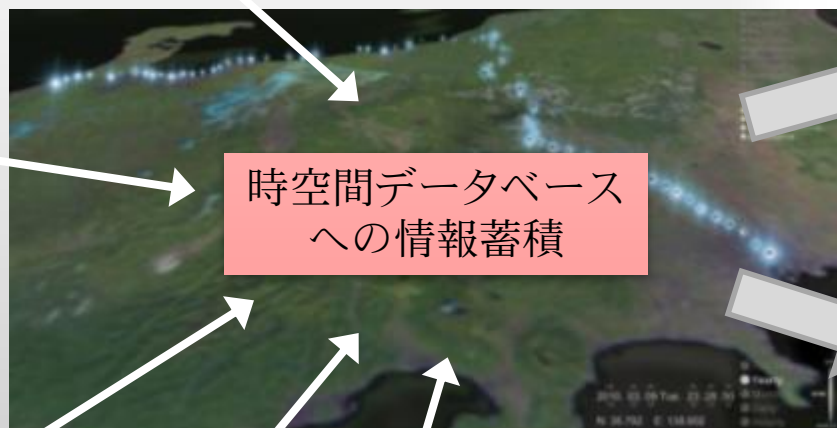
489系誕生

1993年3月急行「能登」

489系化

2010年3月12日「能登」

定期運用終了



時空間データベース
への情報蓄積

写真、感想などを
ブログやtwitter等で
公開・共有

イベントがリアルタイムに
体験データベースへ

デジタルジオラマで
展示物とともにコト体験

自分の写真の確認・
体験の共有

屋外ギャラリーでの追体験



館外からの閲覧

観客からミュージアムへの情報

個人体験の集積による「コト」の収集





デジタル技術は現代のキュービズムを可能にする
多視点・視点の相対化

記録すること

公式記録とオーラルヒストリー

信号とノイズ

バーチャルでなければできないことは何か？

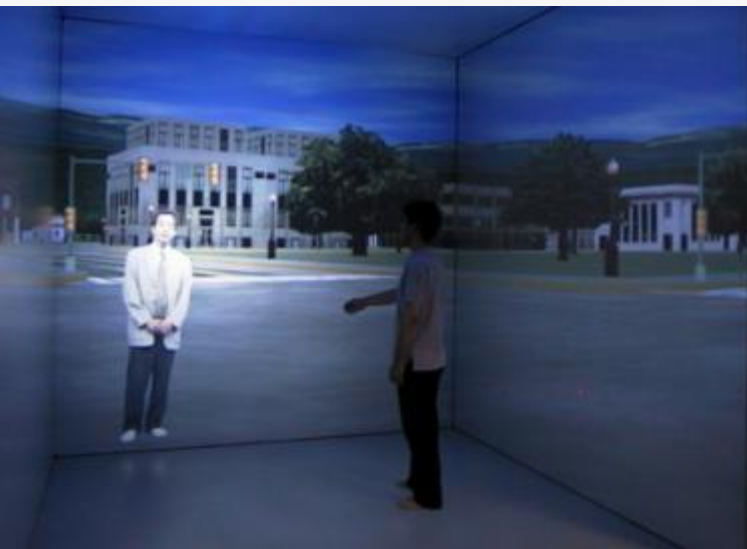
空間軸と時間軸

伝えていくこと ものの残しかた

時間軸の変容

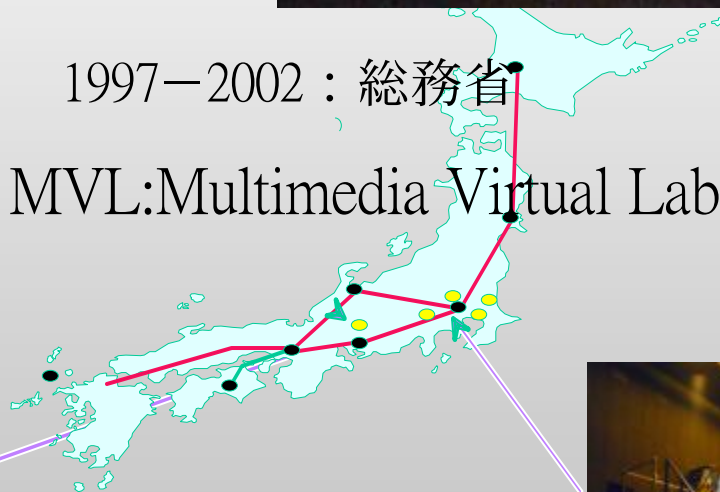
臨場感通信

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/Tokyo³⁵

Gigabit Network

現在から過去へ



領域型バーチャルタイムマシン

- ・ 現地におけるバーチャルタイムマシンの実現
 - 過去の画像や映像を用いて過去の空間を臨場感高く再現し、その場で体験するシステム
- ・ リアルタイムフィードバックによる撮影位置の推定
- ・ 過去の映像と現地における風景の自然な接続



原理の説明



接続結果1

- 有楽町駅国際フォーラム口



† 出典（40年前の写真）：「40年前の東京」春日 昌昭／写真（生活情報センター）
出典（現代の写真）： 東京大学 廣瀬研究室

接続結果2

- 有楽町駅前・・・旧すし屋横丁



† 出典（40年前の写真）：「40年前の東京」春日 昌昭／写真（生活情報センター）
出典（現代の写真）： 東京大学 廣瀬研究室

接続結果3

- 銀座4丁目交差点



† 出典（40年前の写真）：「40年前の東京」春日 昌昭／写真（生活情報センター）
出典（現代の写真）： 東京大学 廣瀬研究室

ライフ・ログ

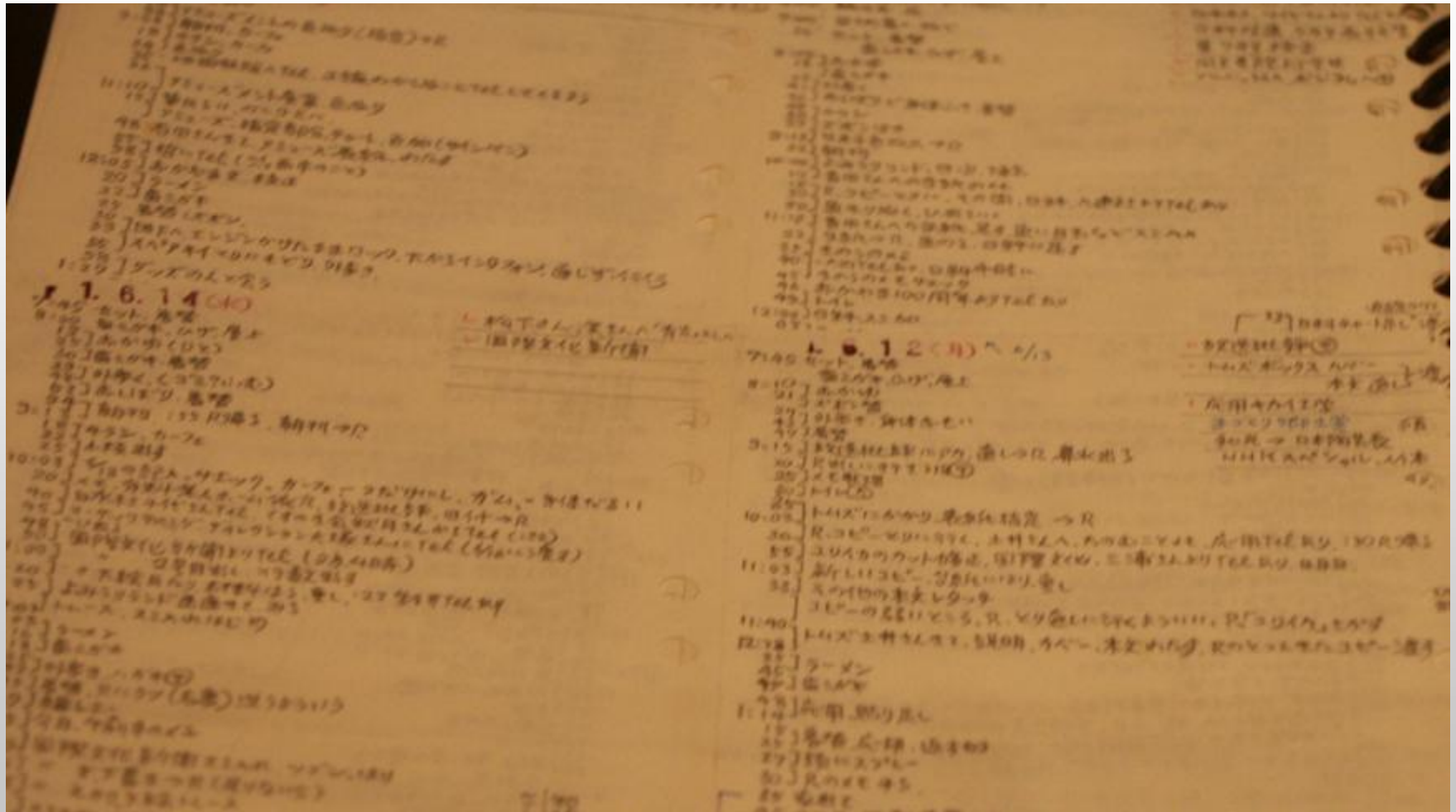
Life Log (DARPA)

著作権処理の都合で
この場所に挿入されていた
Life Log (DARPA)
の画像
を省略させていただきます。

My Life Bits(Microsoft)



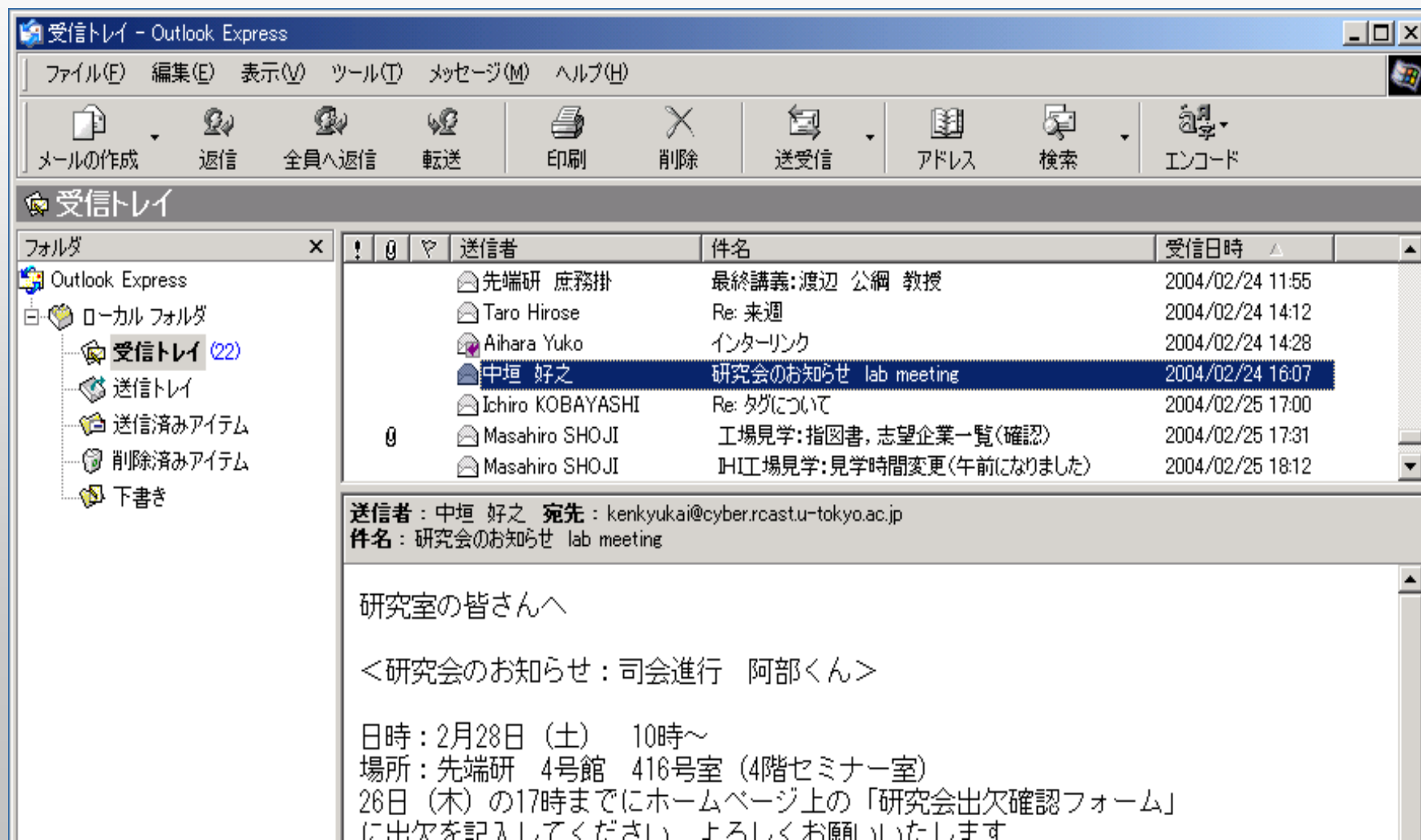
真鍋博の日記



コンピュータは記録の道具である

電子メールで行ったやり取りは、意図的に消さない限り、いつまでも残る。

→ いつでもさかのぼれる「過去」



The screenshot shows the Outlook Express interface. The left pane displays the folder structure, with '受信トレイ (22)' (Inbox) selected. The main pane shows a list of emails in the inbox. The selected email is from '中垣 好之' (Kenkyukai) with the subject '研究会のお知らせ lab meeting'.

送信者	件名	受信日時
先端研 庶務掛	最終講義: 渡辺 公綱 教授	2004/02/24 11:55
Taro Hirose	Re: 来週	2004/02/24 14:12
Aihara Yuko	インターリンク	2004/02/24 14:28
中垣 好之	研究会のお知らせ lab meeting	2004/02/24 16:07
Ichiro KOBAYASHI	Re: タグについて	2004/02/25 17:00
Masahiro SHOJI	工場見学: 指図書, 志望企業一覧(確認)	2004/02/25 17:31
Masahiro SHOJI	IHI工場見学: 見学時間変更(午前になりました)	2004/02/25 18:12

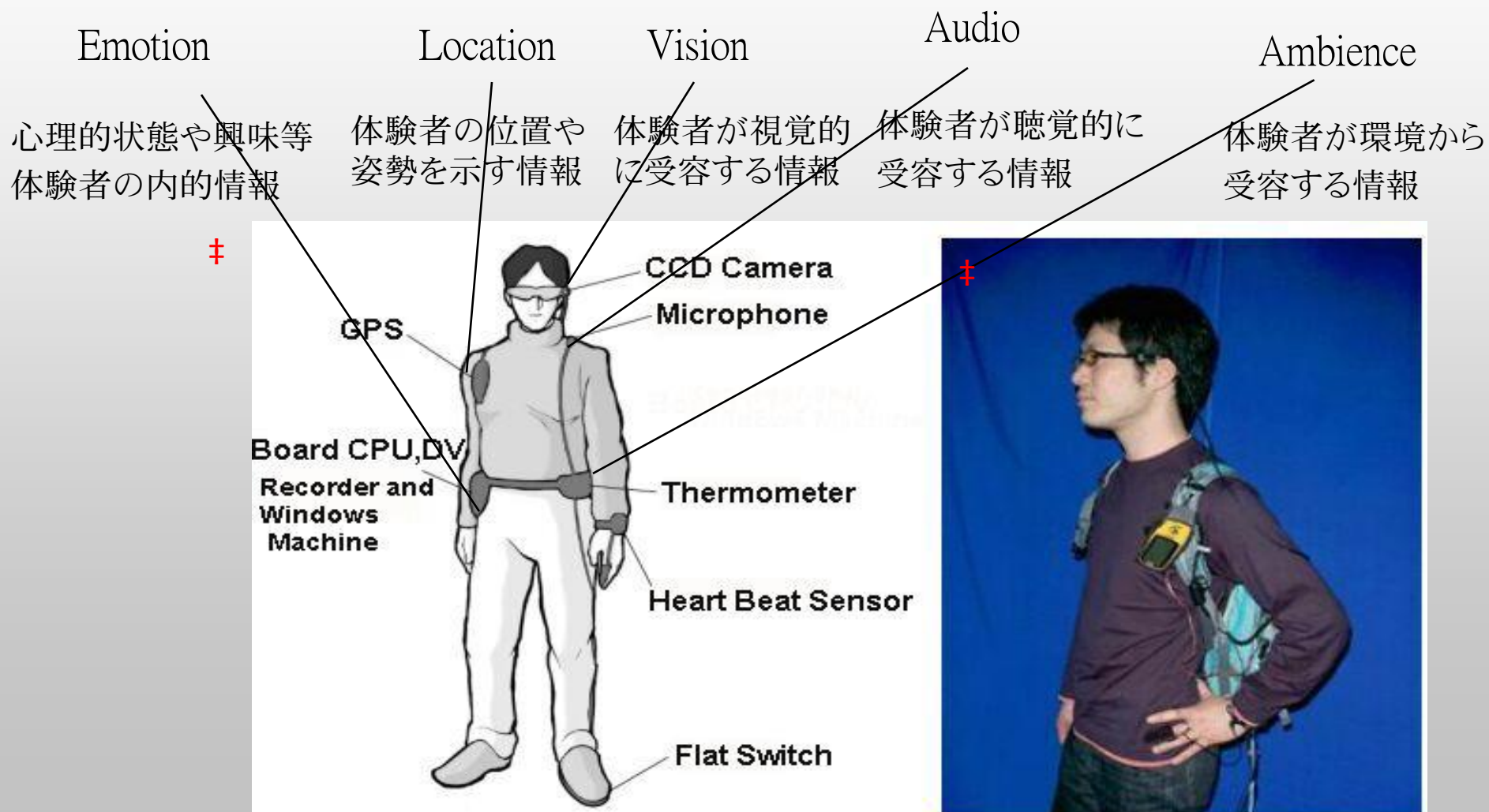
送信者: 中垣 好之 宛先: kenkyukai@cyber.rcast.u-tokyo.ac.jp
件名: 研究会のお知らせ lab meeting

研究室の皆さんへ

<研究会のお知らせ: 司会進行 阿部くん>

日時: 2月28日 (土) 10時~
場所: 先端研 4号館 416号室 (4階セミナー室)
26日 (木) の17時までにホームページ上の「研究会出欠確認フォーム」に出欠を記入してください。 よろしくお願いたします

ウェアラブルコンピュータを用いれば見たり聞いたりしたことをそのままっておける。記憶と記録の境界があいまいになる。ちなみにTV会議品質で1日16時間記録、それを70年にわたって行なっても記憶量は10TByteである。



ライフログカメラのプロトタイプ



カメラ

マイクロホン

加速度センサ

映像 (1 / sec)

音声

加速度

高度

心拍数



- ・ ・ 姿勢
- ・ ・ 動き
- ・ ・ 音声
- ・ ・ 対面

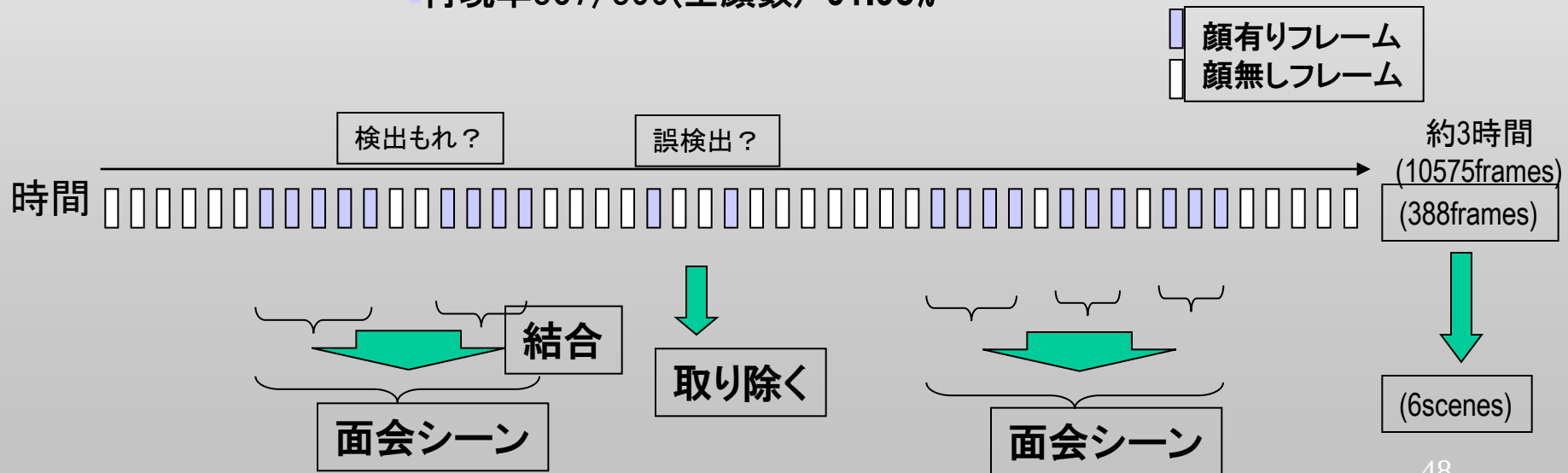
基本状態

「面会イベント」による構造化

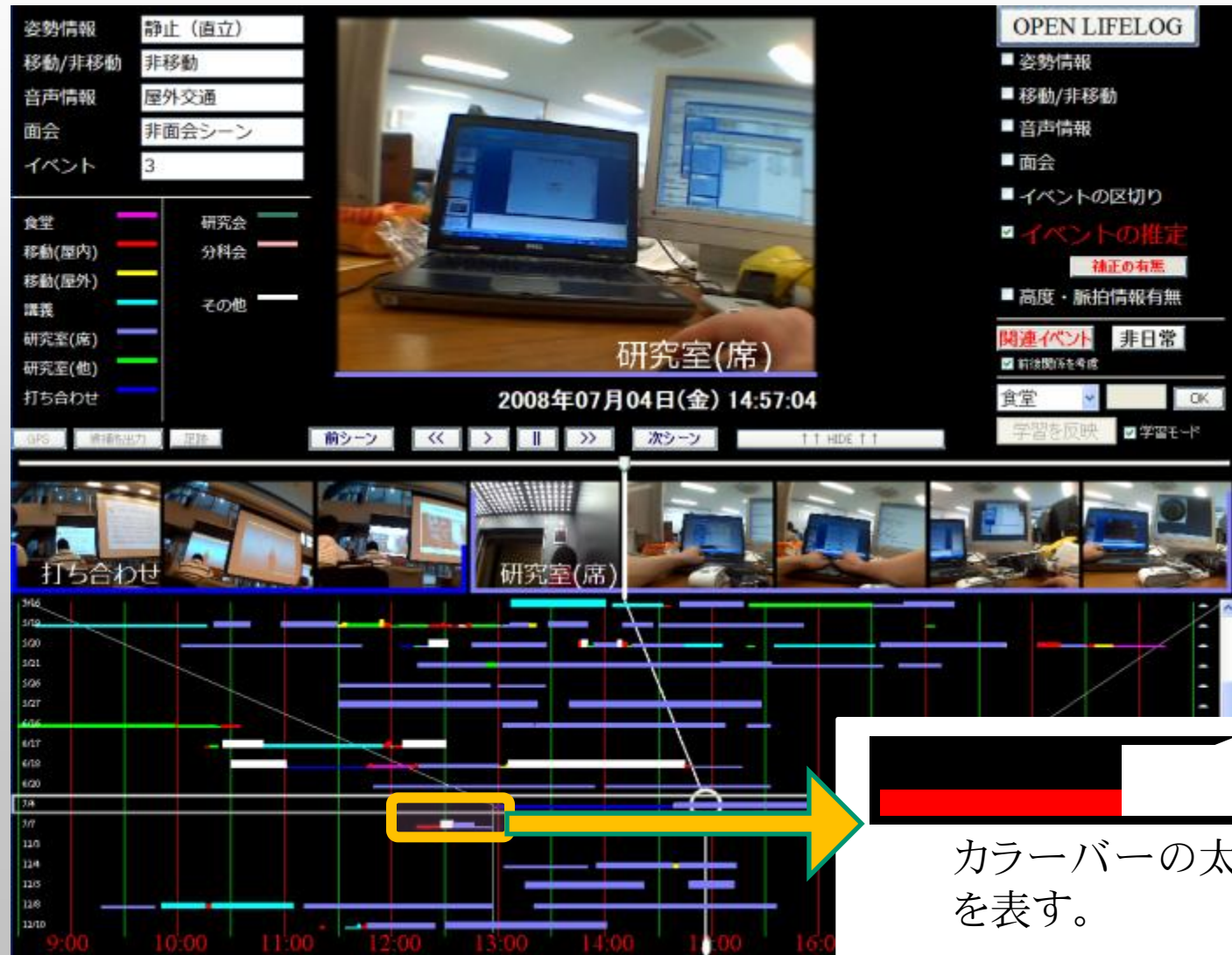
- 顔検出(Panasonic製試作エンジン)
 - 面会イベントを作成
 - 孤立データの除去、隣接データの結合
 - 実時間解析が可能

■ 適合率 $367/388$ (全認識数) = 94.59%

■ 再現率 $367/399$ (全顔数) = 91.98%



カラーバーによって示されたイベントの推定結果
垂直軸：日付 水平軸：時刻



(C)東京大学 廣瀬研究室

分類不可能

カラーバーの太さは推定の確信度を表す。

ライフログの応用分野

マーケティング調査
店舗での消費者の行動を
客観的に記録できる

健康管理(生活習慣病)

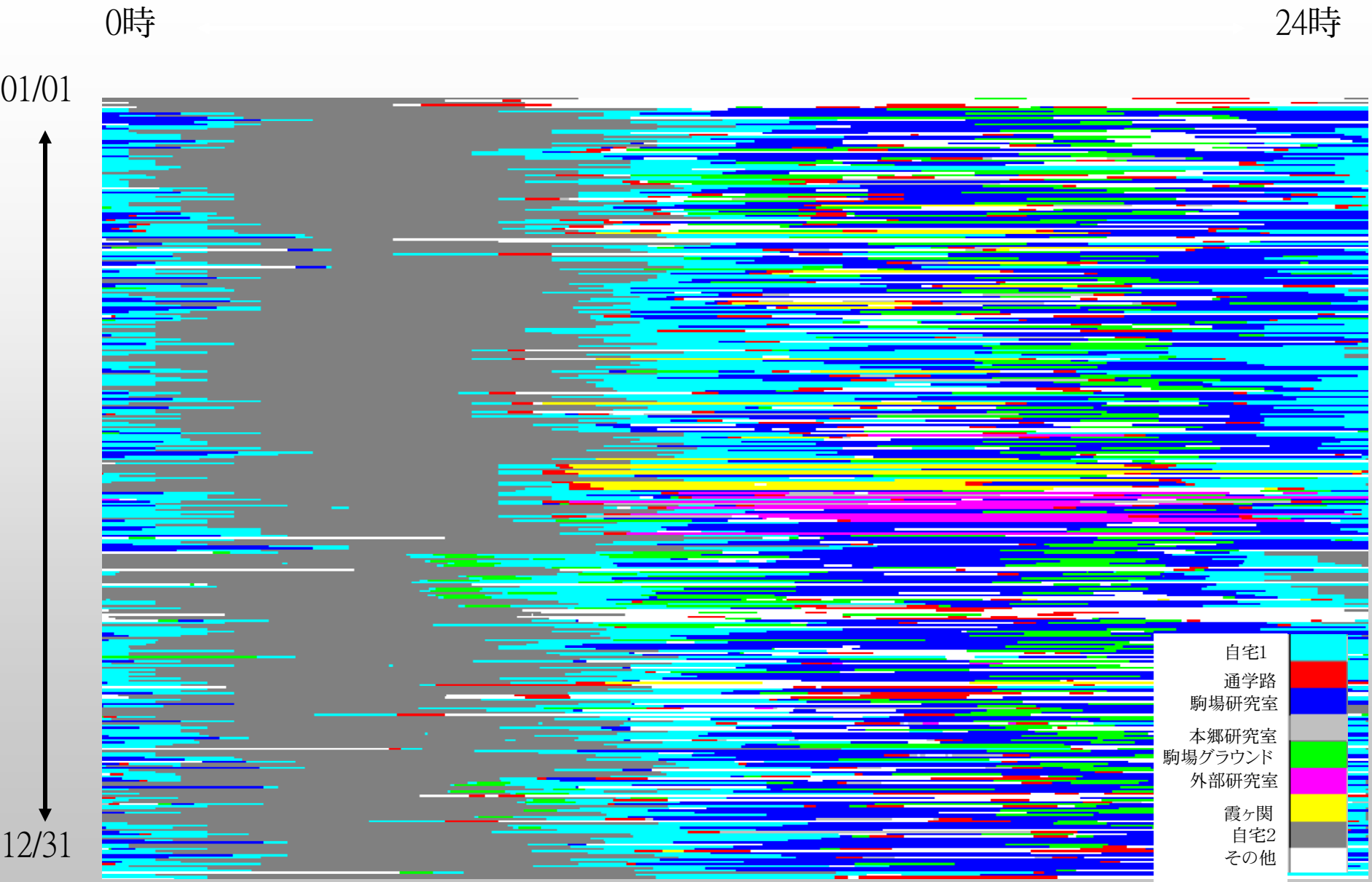
体験情報から装着者の行動習慣を
分析し、健康管理に活用する

ものづくり

製造工程の管理・
作業ノウハウの蓄積と伝達

著作権の関係で、「店舗情報と購買行動の関係を調査するために使用されたウェアラブルコンピュータ」と「インタビューの様子」に関する画像、ライフログを使用した健康管理に関する画像、ライフログを使用した製造工程の管理・作業に関する画像を削除しました。

長期間にわたる体験記録



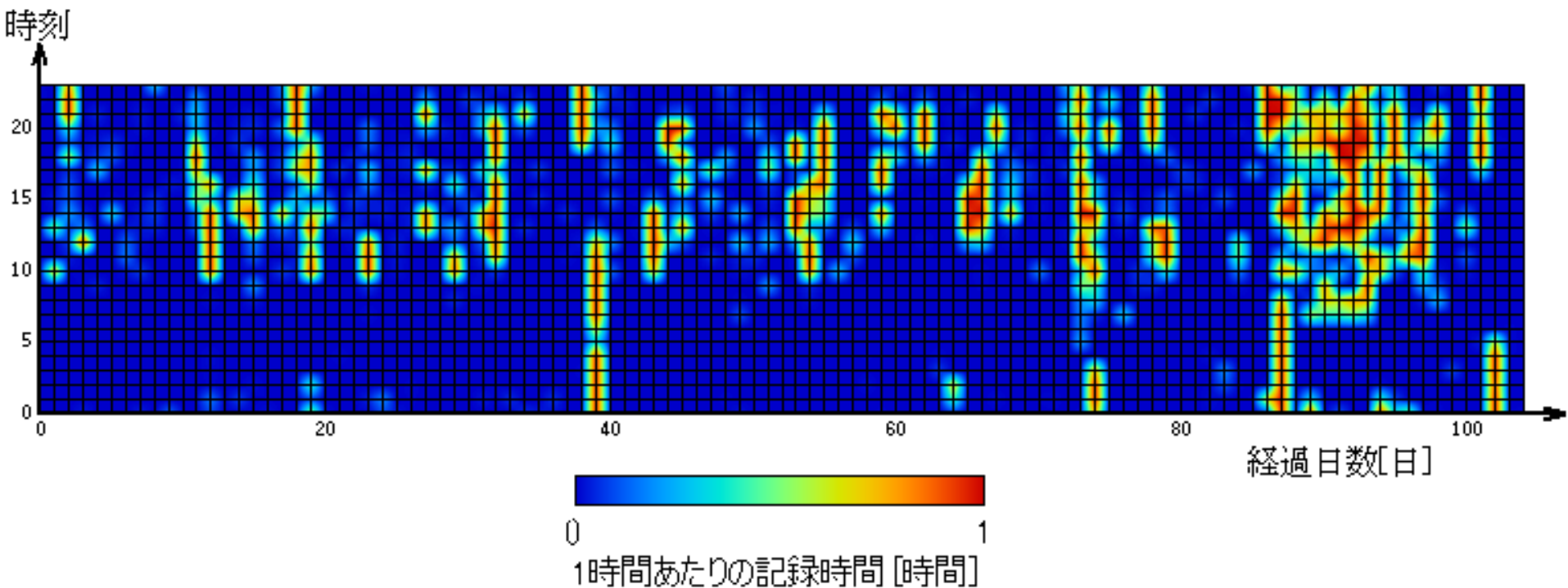
発話の記録

9月30日～1月11日(約3ヶ月間)

平均 2時間56分55秒

最大 15時間53分42秒(12月11日)

最小 16秒(1月6日)



駅ナビのようにあらかじめ調べたシナリオに基づいて行動する機会が増えてきた。

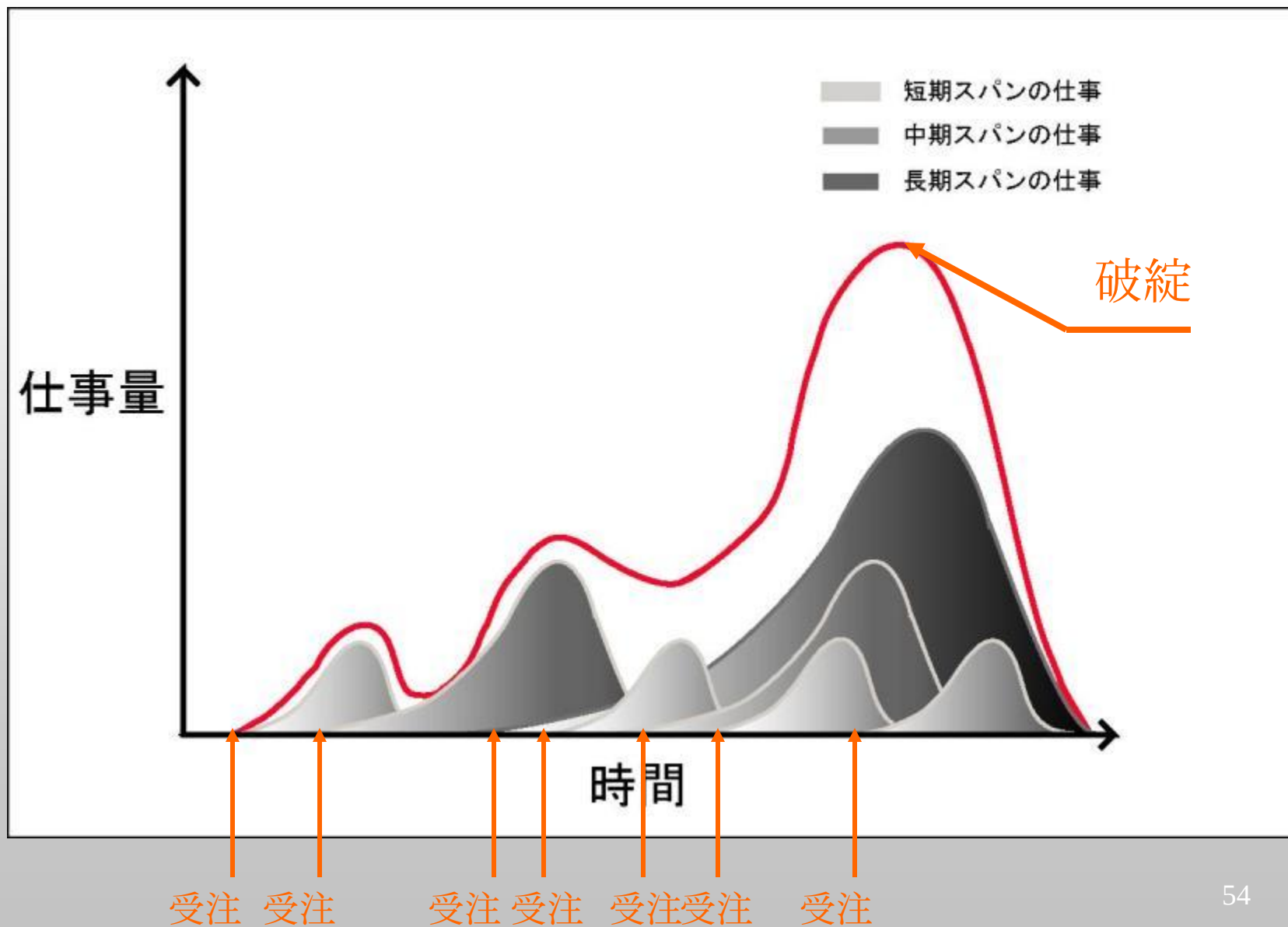
→ 現在体験できる「未来」

The screenshot shows the Yahoo! Japan Transit Map interface. The search results for the route from Iizuka (池上) to Rokkaku (六本木) are displayed. The route is labeled '経路1' and shows a travel time of 40 minutes (including 12 minutes of walking). The distance is 16.4 km, and there are 3 transfers. The fare is 340 yen. The route details are as follows:

出発地	到着地	時刻	駅名	乗車券	運賃
池上	池上	17:06	池上	乗車券	120円
池上	蒲田	17:14	蒲田	乗車券	160円
蒲田	品川	17:30	品川	乗車券	340円
品川	大門(東京都)	17:39	大門(東京都)	乗車券	340円
大門(東京都)	六本木	17:46	六本木	乗車券	340円

Additional information includes the route name '六本木の超高層ビルワルージンズ' and the distance '約18.2km'.

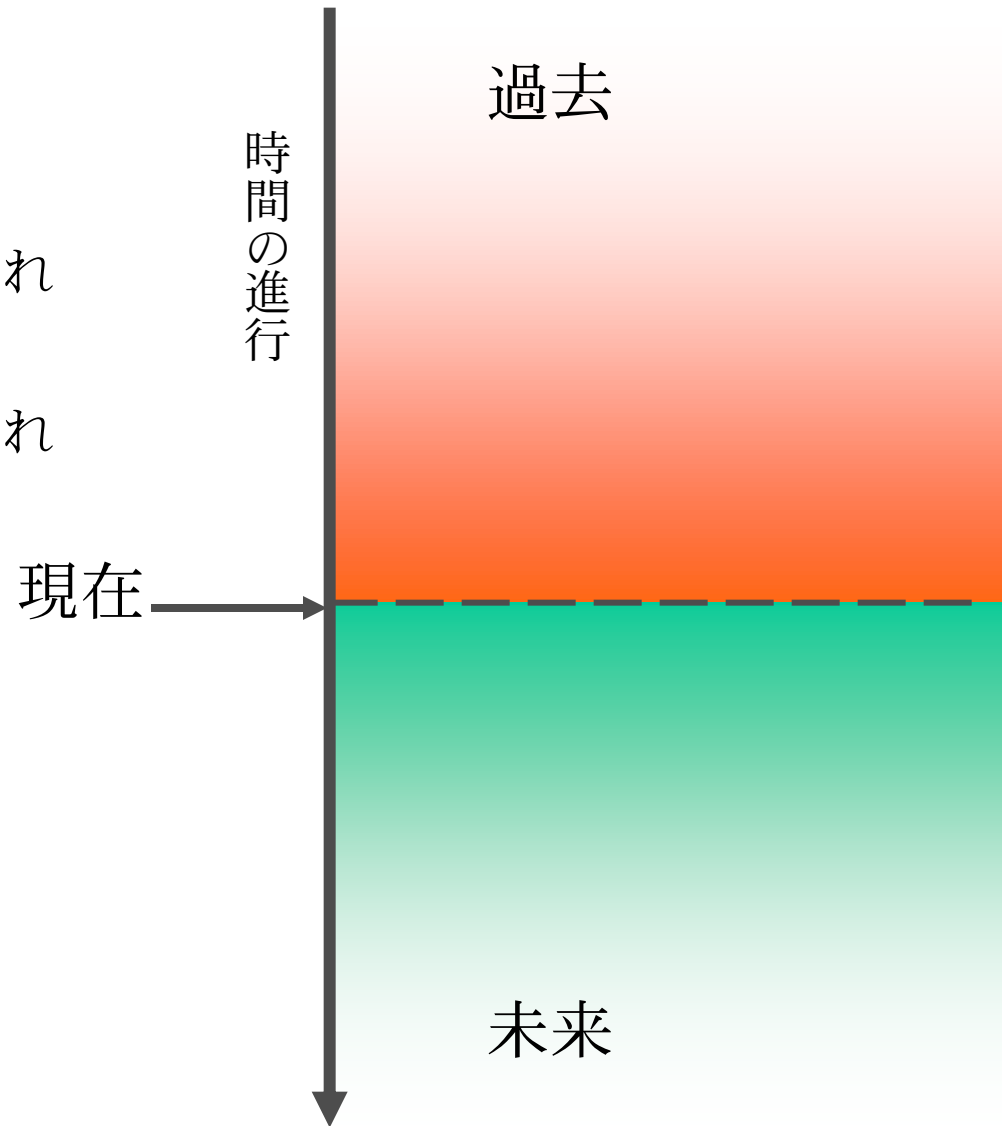
現在・過去の行為は未来に影響を及ぼす



「過去」と「未来」の現在化 歴史の消滅？

「過去」が完全に追体験可能であれば、それは「現在」である。

「未来」が完全に追体験可能であれば、それは「現在」である。



人間と機械

20世紀は機械の時代であった

1903年 ライト兄弟機

1908年 T型フォード

1941年-1945年 第2次世界大戦

1946年 ENIAC

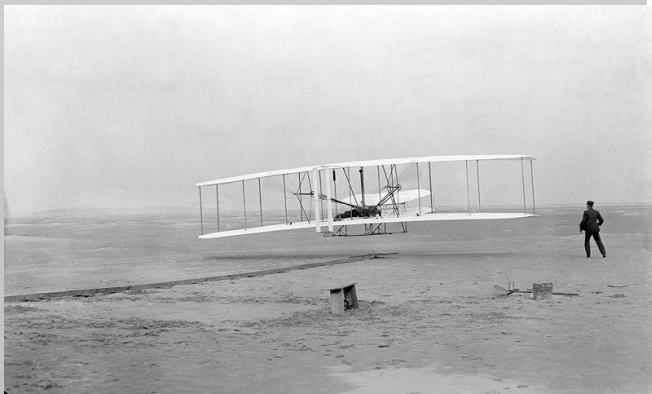
1964年 東海道新幹線

1969年 アポロ11号月面着陸

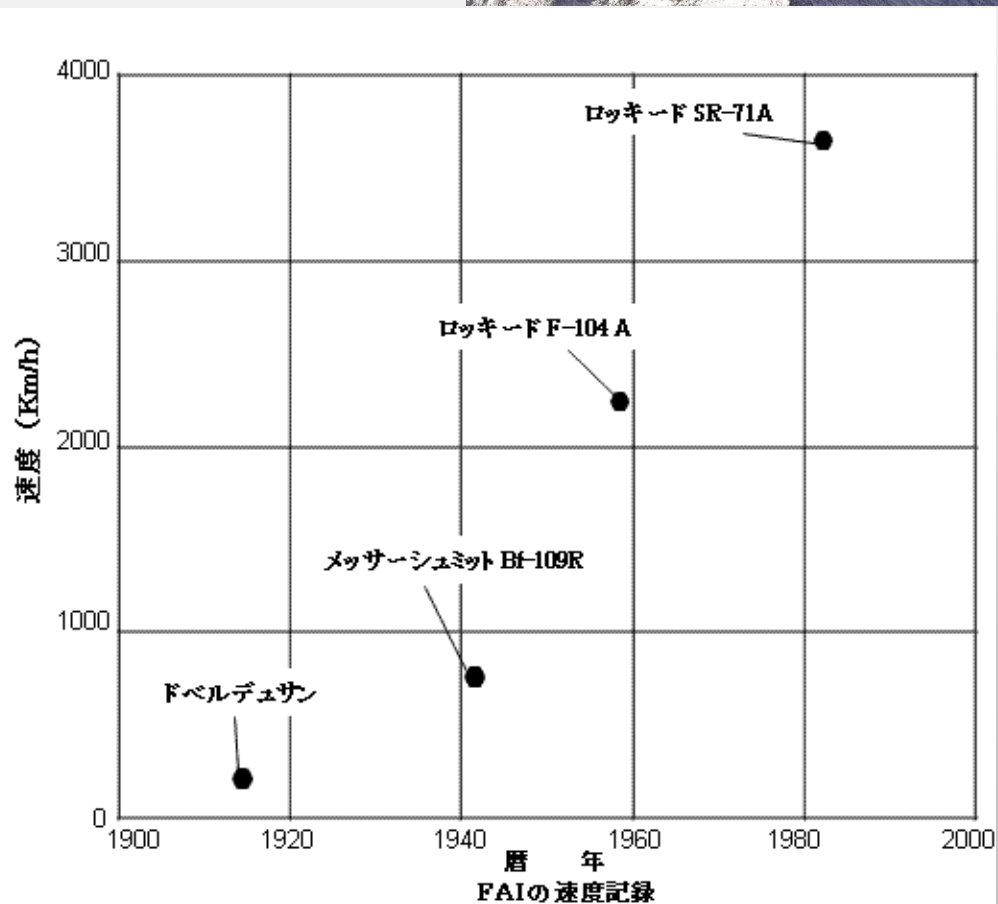
1980年 マイコン元年

1990年 GPSカーナビx

<http://ja.wikipedia.org/wiki/ファイル:Wrightflyer.jpg>



http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lockheed_SR-71_Blackbird.jpg



20世紀のライフスタイル

20世紀のライフスタイルは工業化社会(高度経済 成長に
合わせたもの

都市のオフィス(労働のスペース)と郊外住宅（安ら ぎの
場）の2極化

交通機関(特に自動車) の発達が前提

コルビジェ

Weissenhof Siedlung,
Stuttgart

著作権処理の都合で
この場所に挿入されていた
ル・コルビジェ
の建築物の画像
を省略させていただきます。

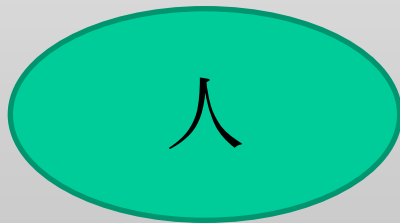
ヒトと機械は違う

- ・ ヒトには個人差がある。 → 平均値という概念が通用しない
- ・ ヒトは変化する。 → 疲労、習熟

状態や文脈がある

- ・ ヒトは意味によって生きている → 動機付け、 記憶

(一方、情報技術は意味を除外したところから始まる)

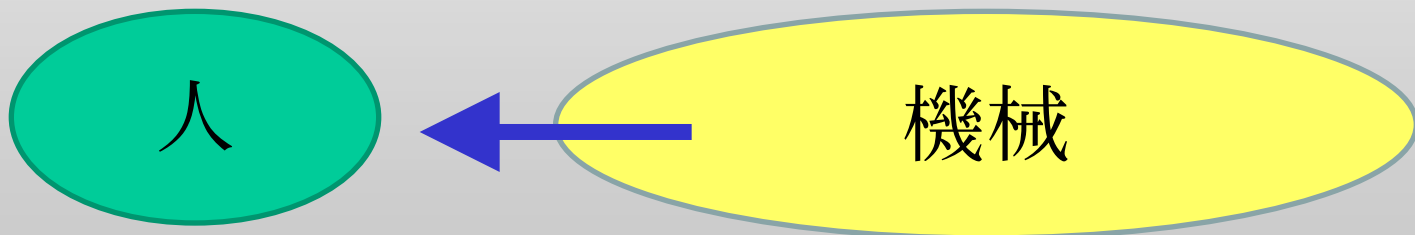


この違った存在をどうやって融合させればよいか？

代替型の機械

機械をヒトに近づけること

機械のヒト化



自動化の技術

(機械のほうでいろいろやってくれるとうれしい)

サイバネティクス

「制御」「調節」という概念の登場

人工知能、ヒューマノイド



✚ 画像提供：パナソニック(株)

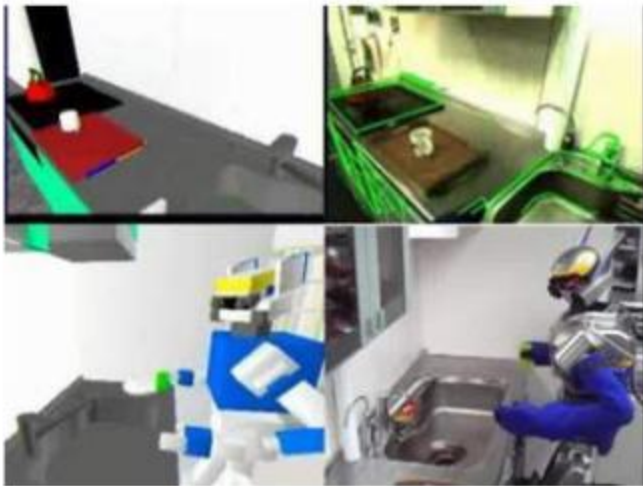
著作権処理の都合で
この場所に挿入されていた
アシモの画像
を省略させていただきます。

生活に浸透するロボット

ロボットの活躍現場は工場から日常空間へと拡大しつつある。
人間と感性を共有する機会はますます増加しつつある。

自動化の進展

⚡ http://ja.wikipedia.org/wiki/ファイル:Model_7000-First_of_Yurikamome.JPG



⚡ http://www.irt.i.u-tokyo.ac.jp/seeds/robot_sys/index.shtml

家事支援ロボット

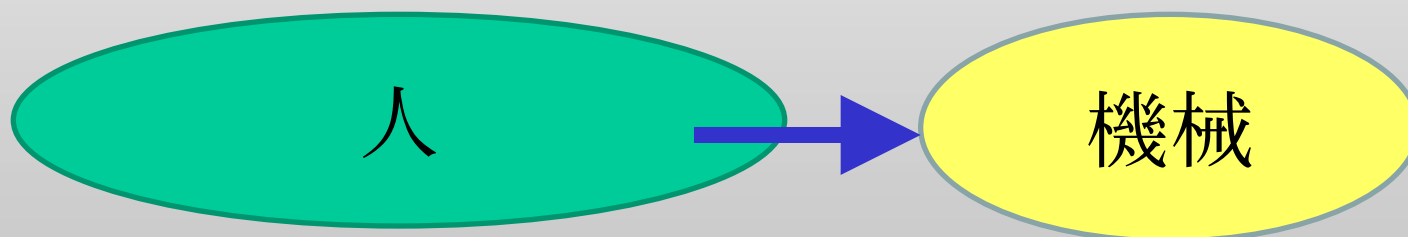
⚡ http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Conveyor_belt_at_Yo!_sushi_by_wyzik_in_Soho.jpg

人間の内側の機械も進化する

拡張型の機械

ヒトを機械に近づけること

ヒトの機械化



インタフェースの技術

(人間の側に機械を取り込んでしまおう)

道具としての機械

<http://ja.wikipedia.org/wiki/ファ>
† イル:Half_rim_glasses.JPG

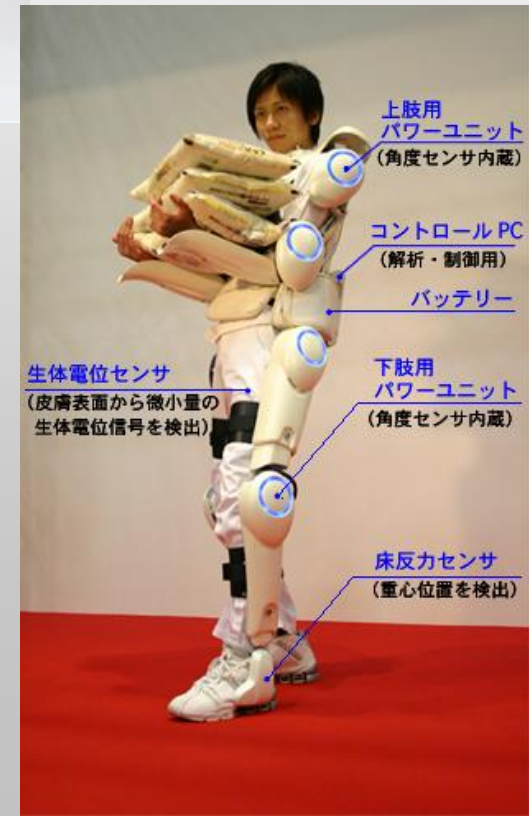


人工臓器 サイボーグ

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:JARVIK_7_artificial_heart
†



† 筑波大学山海研究室HPより



拡張型の機械

ウェアラブルコ
ンピュータ

拡張型の機械は内なる機械である

技術の進化には3つの段階があるといわれている。

Institutional Technology

→ Personal Technology

→ Intimate Technology

Intimate とは、「心の奥底の、一身上の、個人的な」という意味であり、眼鏡や入れ歯などは Intimate な道具である。



拡張型知能機械

機械によって拡張される身体

- ・ 拡張される感覚器 → バーチャルリアリティ、可視化
- ・ 拡張される身体 → テレイグジスタンス
- ・ 拡張される記憶 → ライフログ

再び、ヒトと機械という異質な存在をどう融合するか

違和感はどうすれば軽くなるのか

ウォシュレット

ウォークマン

7セグメントLED



† NASA

あるいは最後まで消えないのか

1. 可視化技術としてのVR
2. デジタル・ミュージアム

モノとコト

コトの無限性

3. 時間軸の変容

ライフログとバーチャルタイムマシン

大量情報の要約

4. 人間と機械