電話の未来:ミライノデンワ

平田 圭二

本日の講演内容

未来の電話の作り方

遠隔コミュニケーションシステムt-Room

同室感コミュニケーションにおける課題発見

同室感の科学

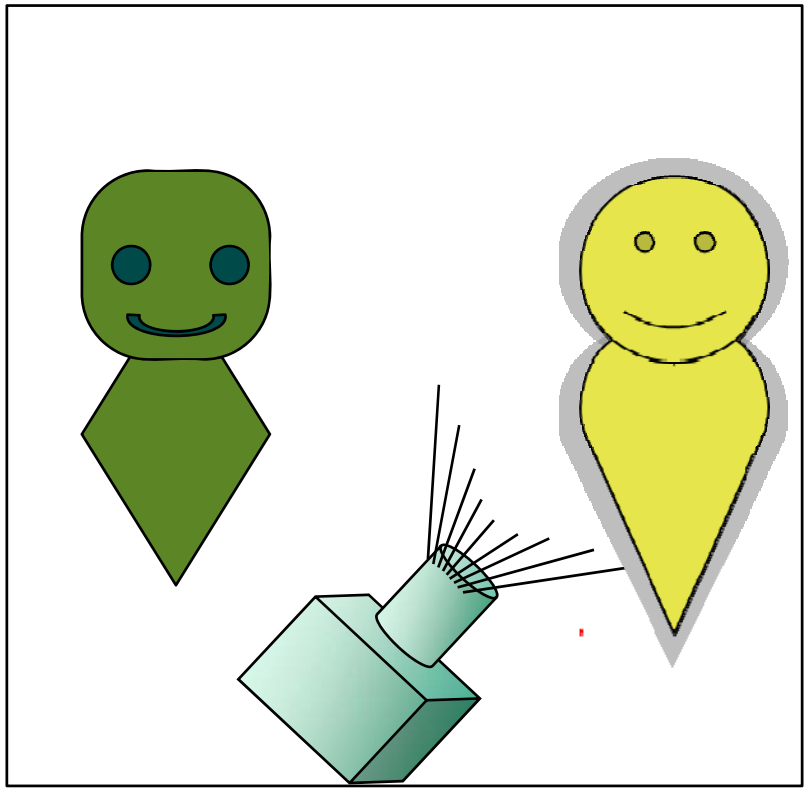
これからのt-Roomと未来の電話

未来の電話と言えば

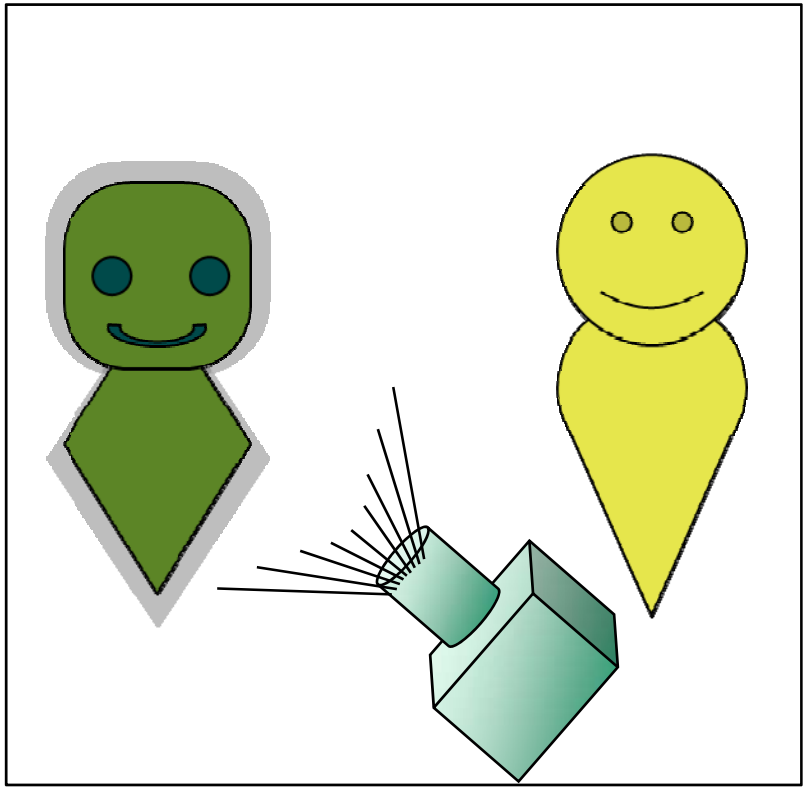
立体ディスプレイ電話っ！

タイムマシン電話っ！

立体ディスプレイ電話の作り方



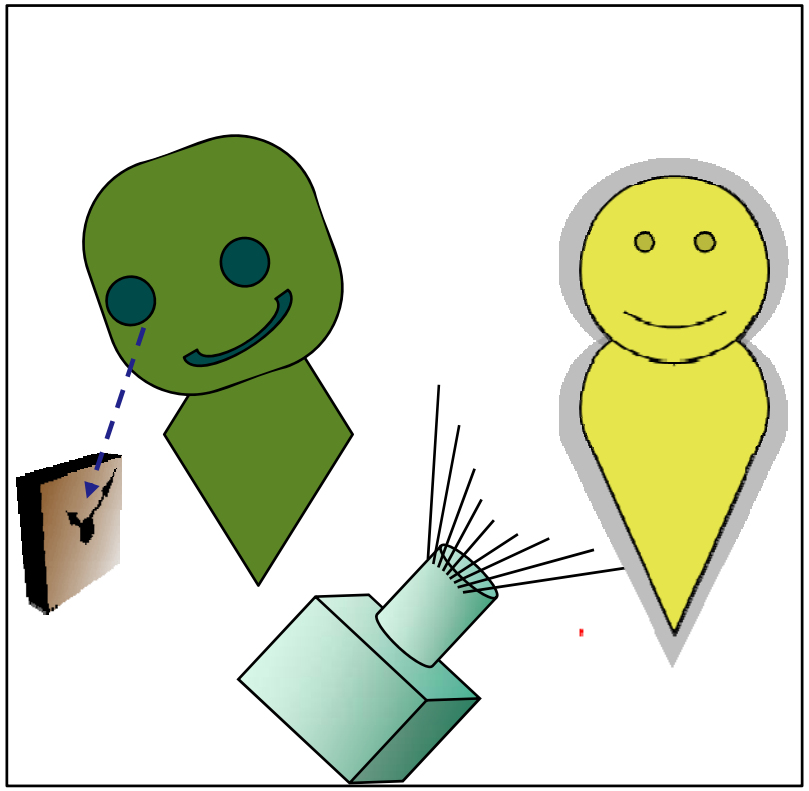
京阪奈



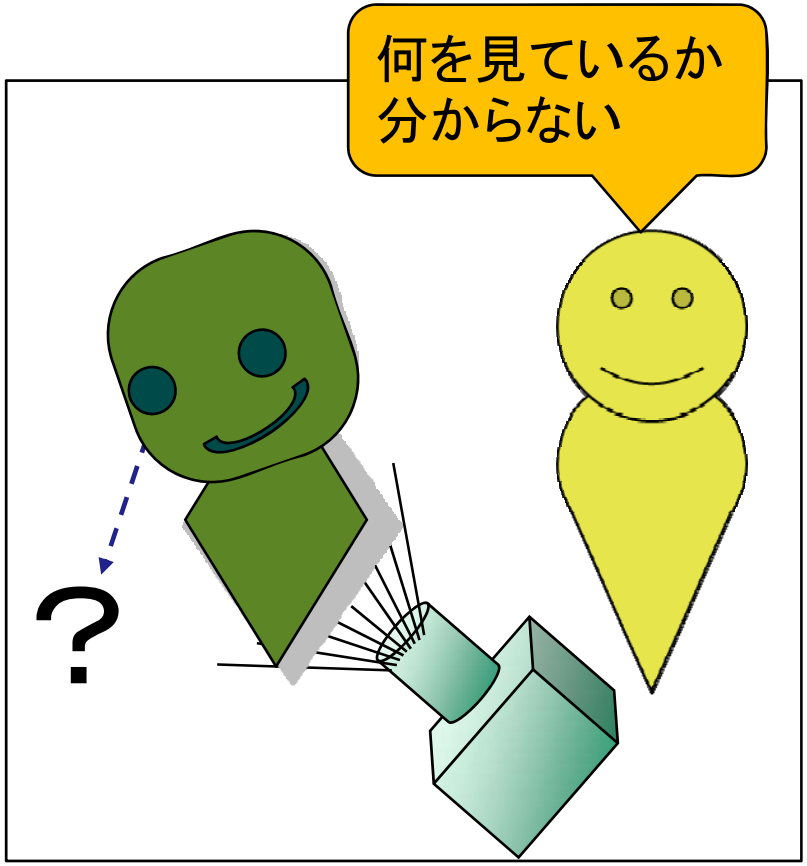
厚木

ホログラフィ利用

横に置いてある時計を見た

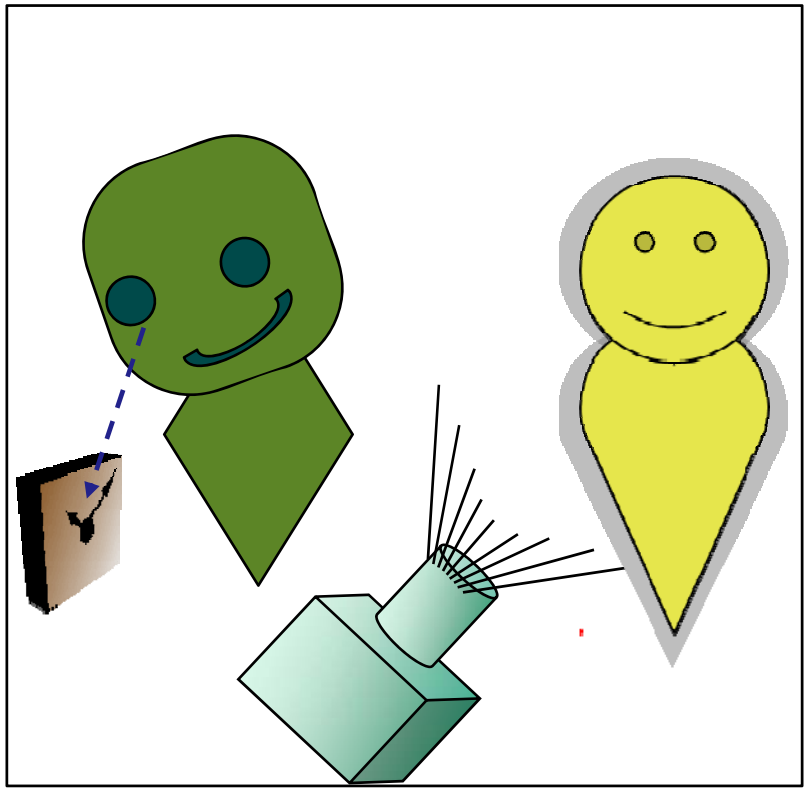


京阪名

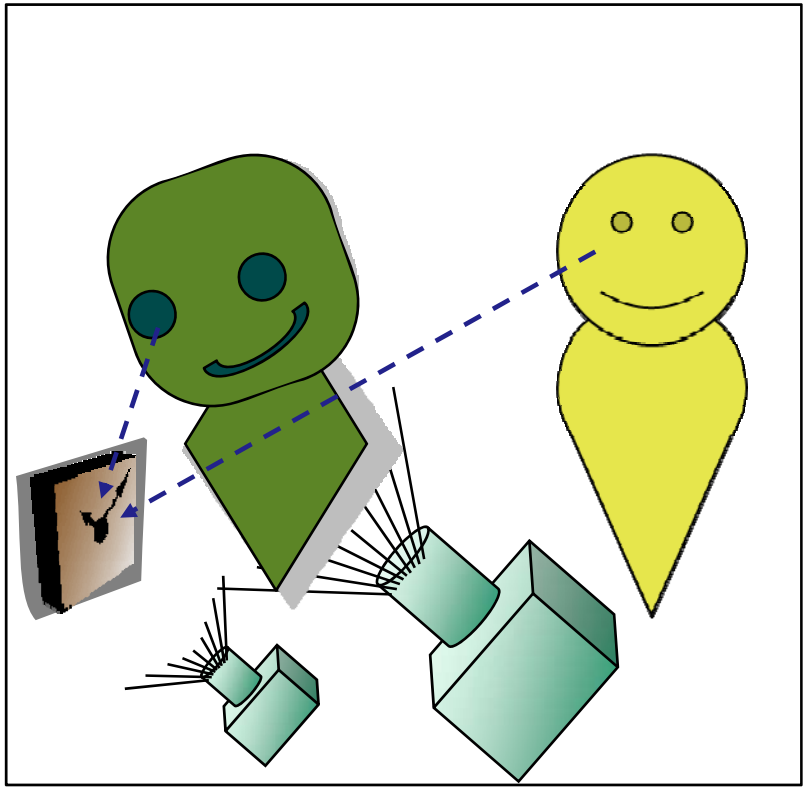


厚木

横に置いてある時計も映さないと

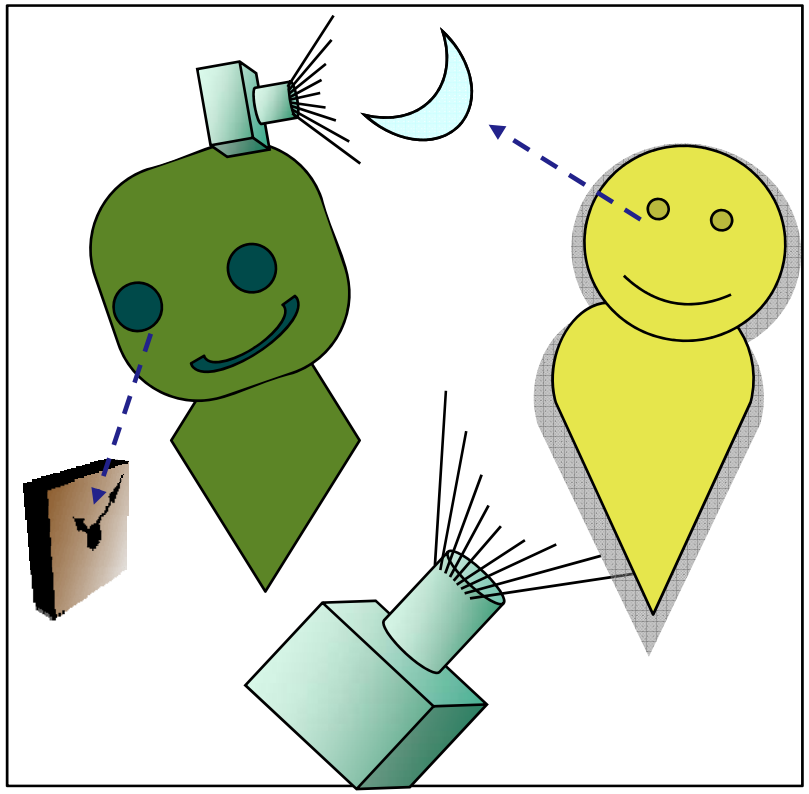


京阪奈

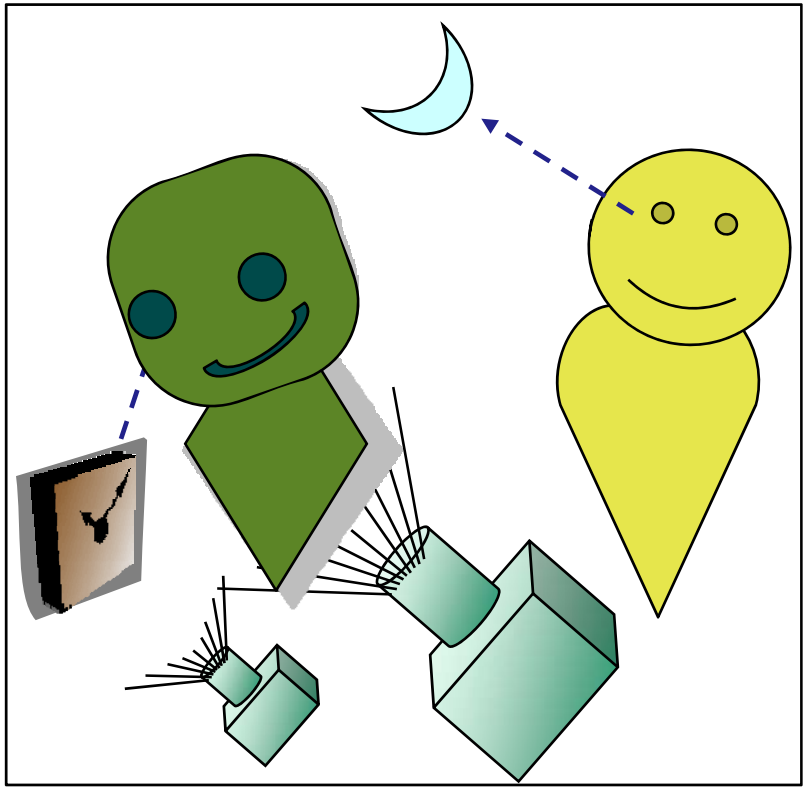


厚木

結局、人物も周りにある物も



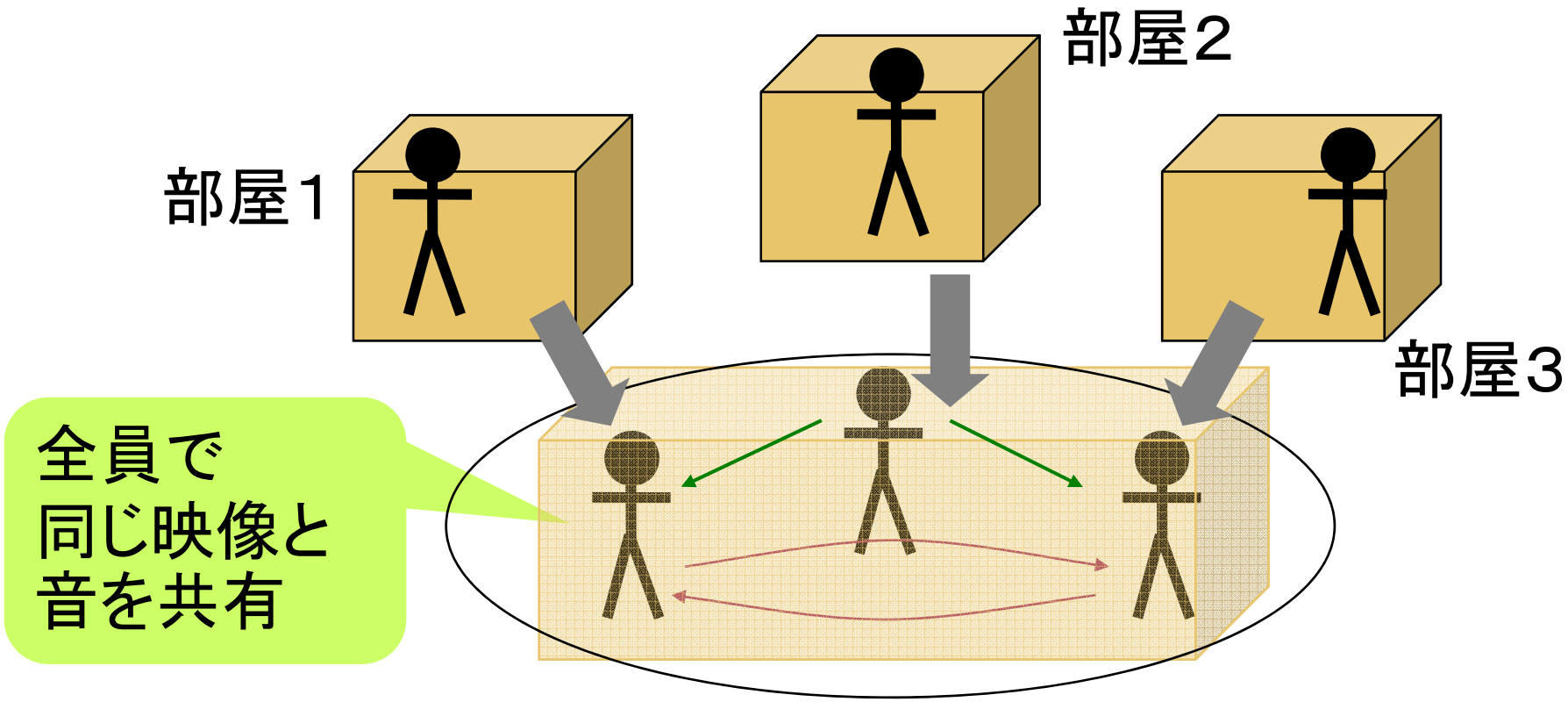
京阪奈



厚木

全部ホログラフィで映す必要がある

結局，同じ部屋を作る必要がある



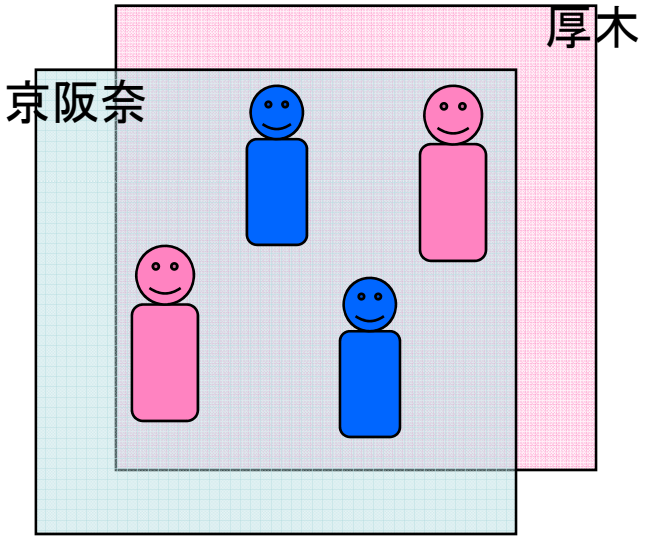
複数人があたかも同じ一つの部屋（共有空間）の中にいる感覚・認識

⇒　同室感と呼ぼう

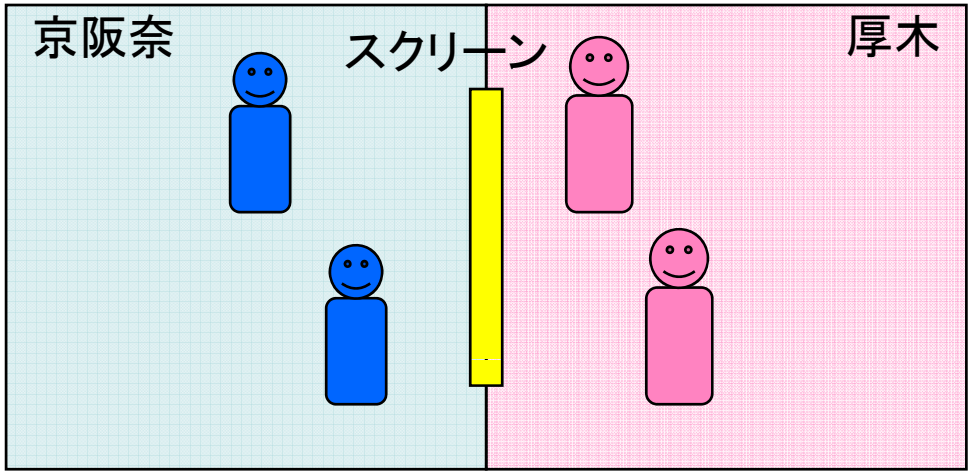
同室感コミュニケーションと ビデオ会議システムとの違い

・同じ部屋の重ね合わせ
・相手に近づけ、指差しできる
・３地点以上でも対等な共有

・窓／スクリーンを隔てた隣の部屋
・あちら側とこちら側
・２地点で対等な共有



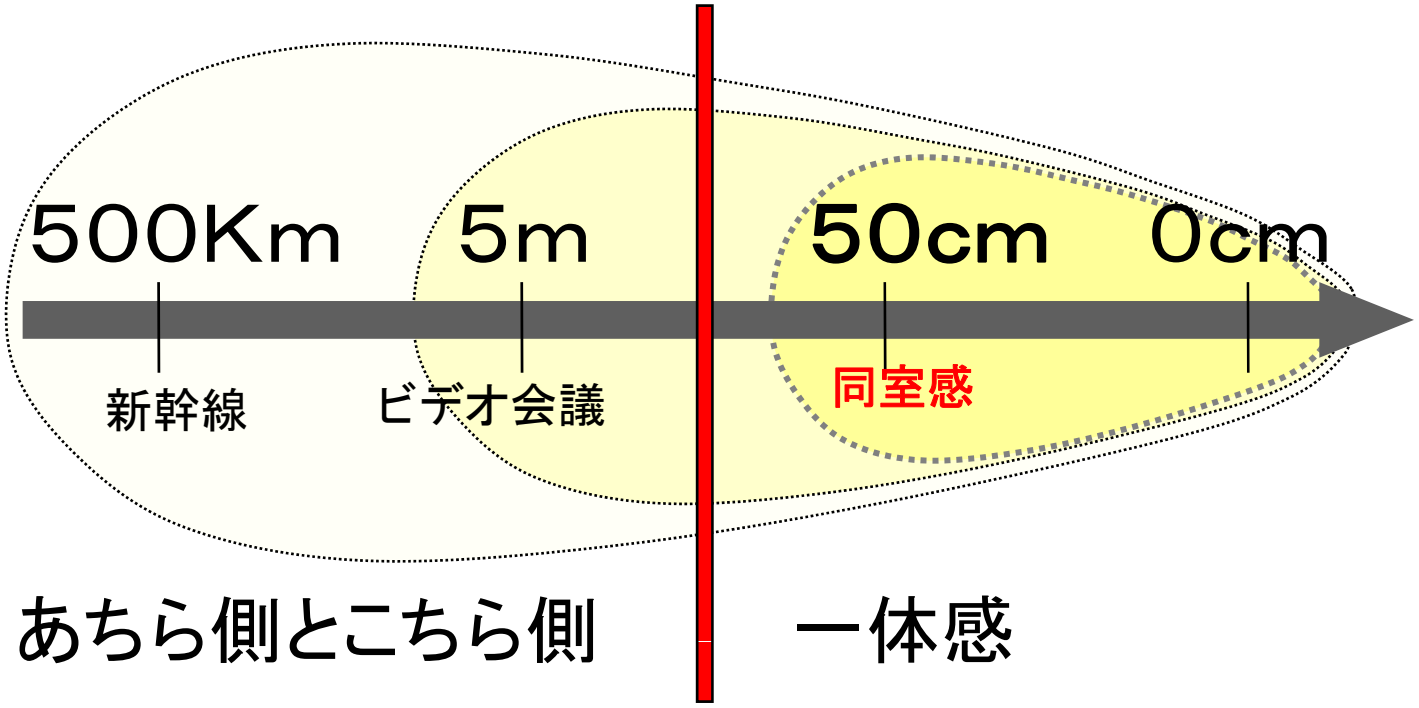
同室感コミュニケーション



ビデオ会議

同室感コミュニケーションの目標

テレビ電話／ビデオ会議が越えられない
『空間の壁』を越える



「ラスト1m問題」と呼ぼう

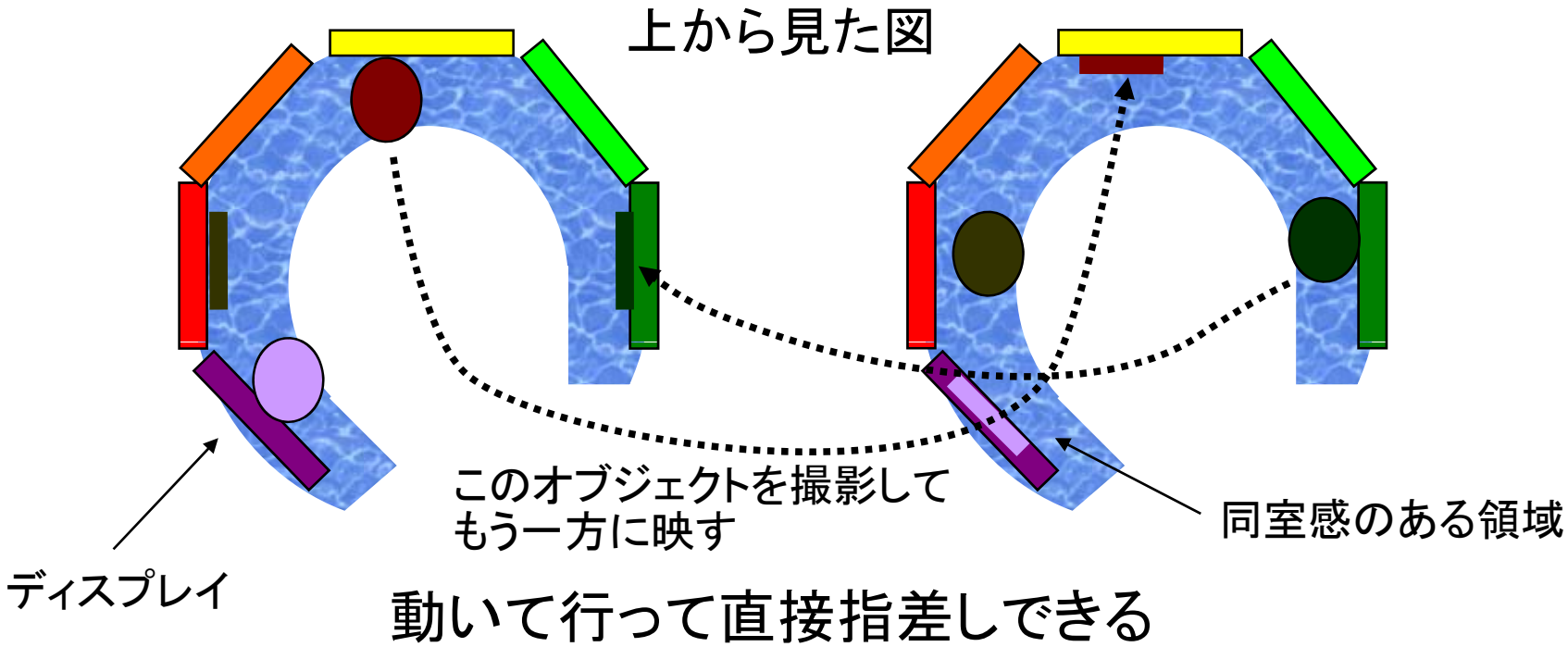
でも完璧なホログラフィは
まだ無さそう

立体ディスプレイ

その代わり…

ディスプレイ共有面を用いた“なんとなく”立体ディスプレイ

液晶ディスプレイに実物と同じ映像を表示
⇒ ディスプレイ共有面
でもディスプレイは2次元平面
そのディスプレイを立体的に並べると奥行き感
⇒ 2.1次元共有空間



動いて行って直接指差しできる

ディスプレイ共有面による
同室感コミュニケーション

デモビデオをご覧下さい

http://www.mirainodenwa.com/movie/t_room_demo.wmv
より抜粋

タイムマシン電話の作り方

- 織田信長と話をしてみたい
- 未来の自分に教えてもらいたいことがある

➡ そんなのできっこない

もしできたら大変

タイムカプセル電話ならできるかも

留守番電話
モーニングコール

双方向にできないか？　非同期なら…

双方向タイムカプセル電話の作り方

時刻 10am

部下A→上司B:

電子メール

おはようございます。
先日の意見を反映した、研修旅行のスケジュールを報告します。

まず、一番多かった移動方法についての意見なのですが、
バスをチャーターすることで解決できるのではないかと思います。

その場合、ルートはこのようになります。大きな変更としては
これぐらいですが、細かな変更点があるので、
資料に目を通しておいていただけたらと思います。

電子メールの返信

時刻 3pm

上司B→部下A:

必要な部分の取捨選択
メッセージ追加

＞おはようございます。
＞先日の意見を反映した、研修旅行のスケジュールを報告します。
この忙しい時期に、早速の対応、ありがとう。

＞まず、一番多かった移動方法についての意見なのですが、
＞バスをチャーターすることで解決できるのではないかと思います。
なるほど。何台ぐらいチャーターすることになるのかしら。
あとで報告してくれない？

＞その場合、ルートはこのようになります。
だいたい、このあたりで休憩を挟みたいわね。

＞大きな変更としてはこれぐらいですが、細かな変更点があるので、
＞資料に目を通しておいていただけたらと思います。
了解。見ておくわ。

⇒ この返信メールをさらに引用して次のメールを書く

同室感コミュニケーションを記録再生することによるタイムカプセル電話

デモビデオをご覧下さい

イベント会場でもご覧いただいている映像です

本日の講演内容

未来の電話の作り方

遠隔コミュニケーションシステムt-Room

同室感コミュニケーションにおける課題発見

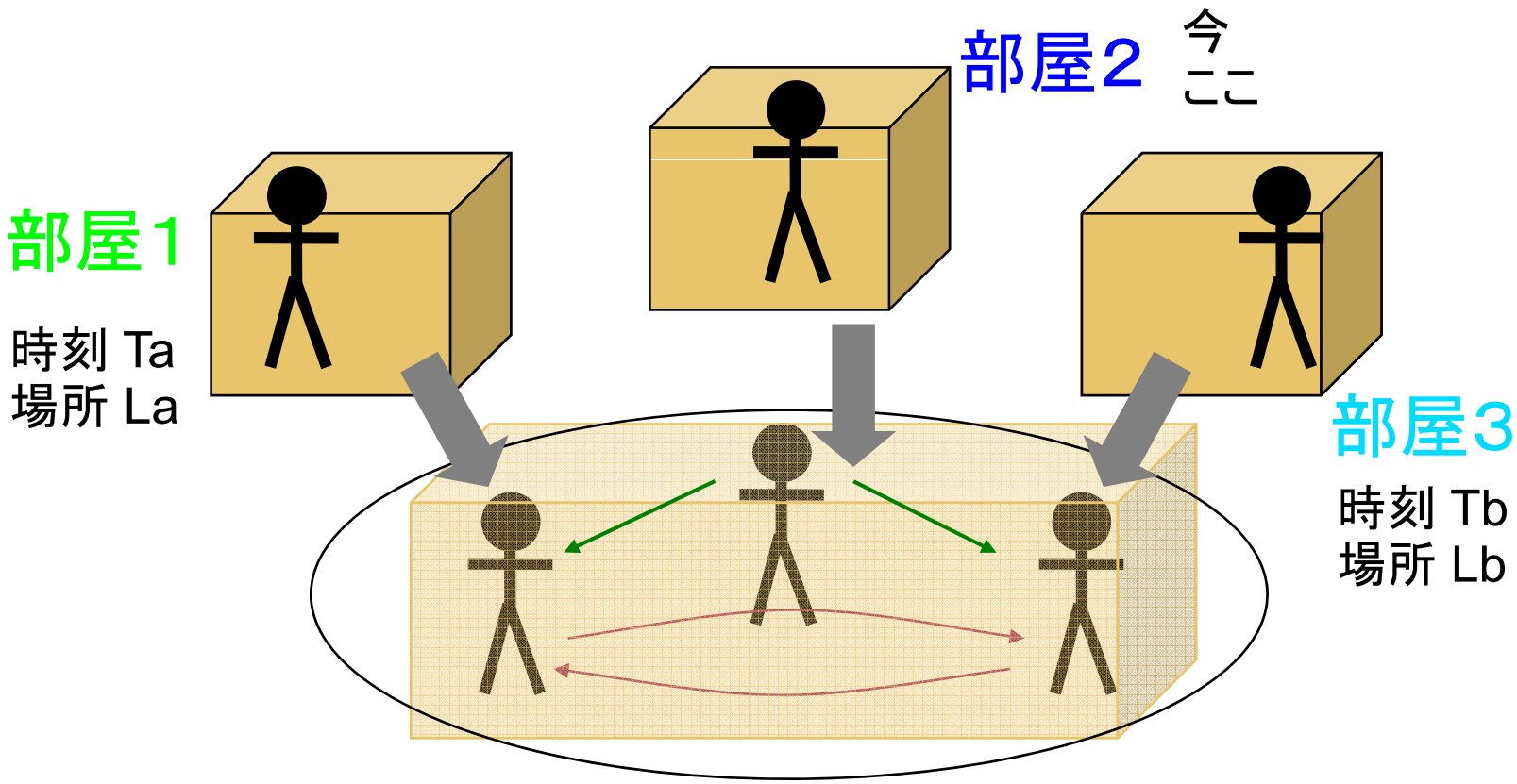
同室感の科学

これからのt-Roomと未来の電話

遠隔コミュニケーションシステム
t-Room

未来の電話のつもり

遠隔の場所と遠隔の時刻
空間（部屋）を重ね合わせ
その中のユーザに対等に同室感を提供

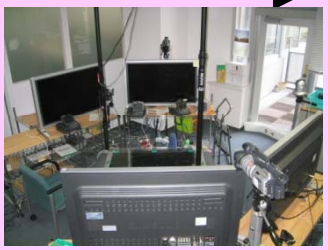


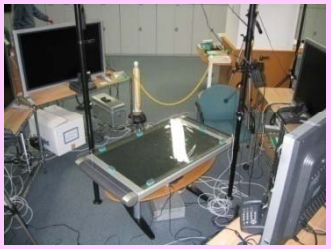
これまで開発してきた t-Room

2003 2004 2005 2006 2007 年度

プロジェクト開始

t-Room0.0





4側面

t-Room1.0

6側面
5.9M pixel
開口面積2.83m^2

サイズ
1080×450

2.6m

8角形6面

t-Room2.0

サイズ
800×923

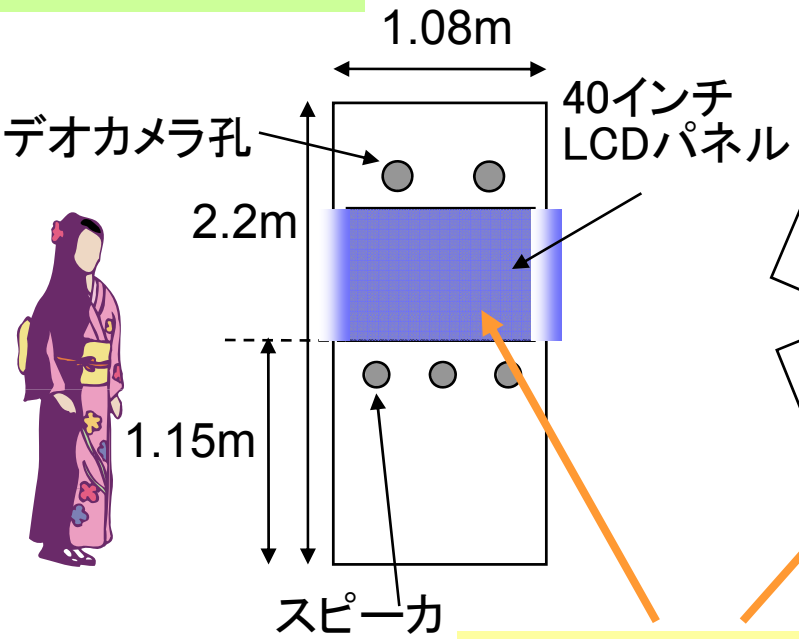
3.44m

12角形8面

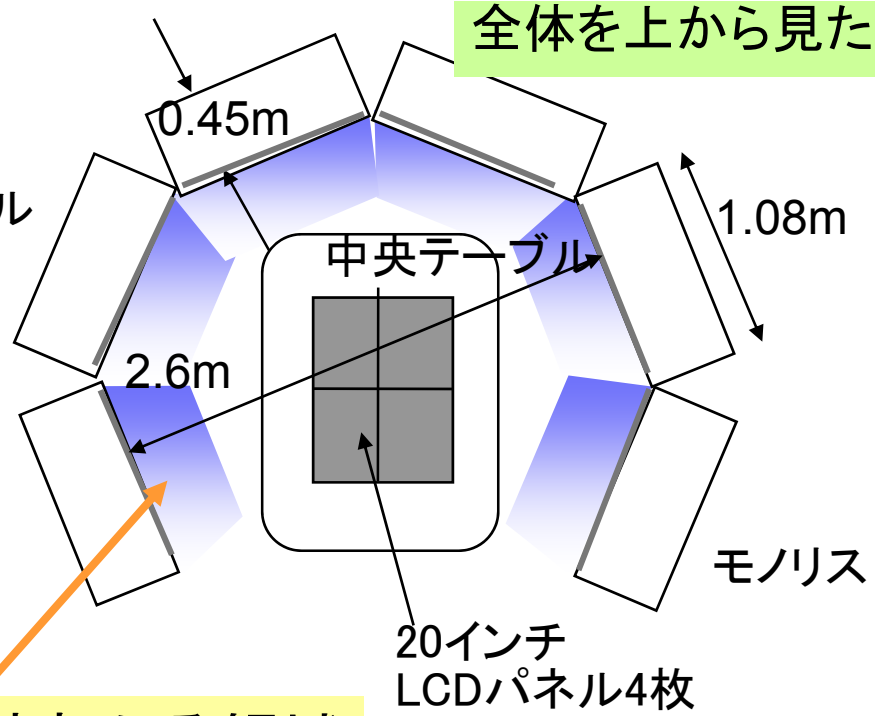
8側面
16.9M pixel
開口面積9.09m^2

2.1次元共有空間の問題点

モノリス前面View



全体を上から見た図

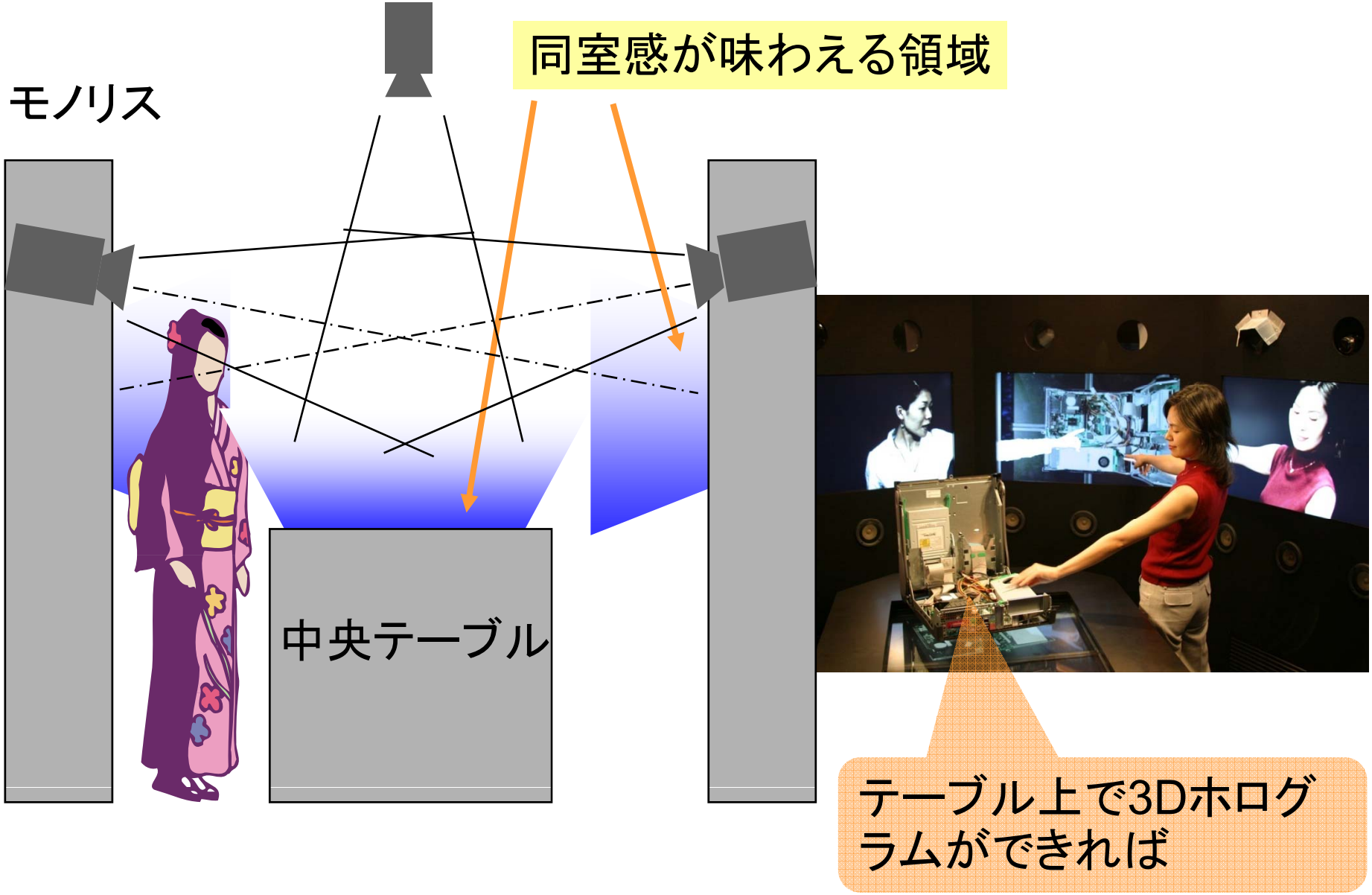


同室感が味わえる領域

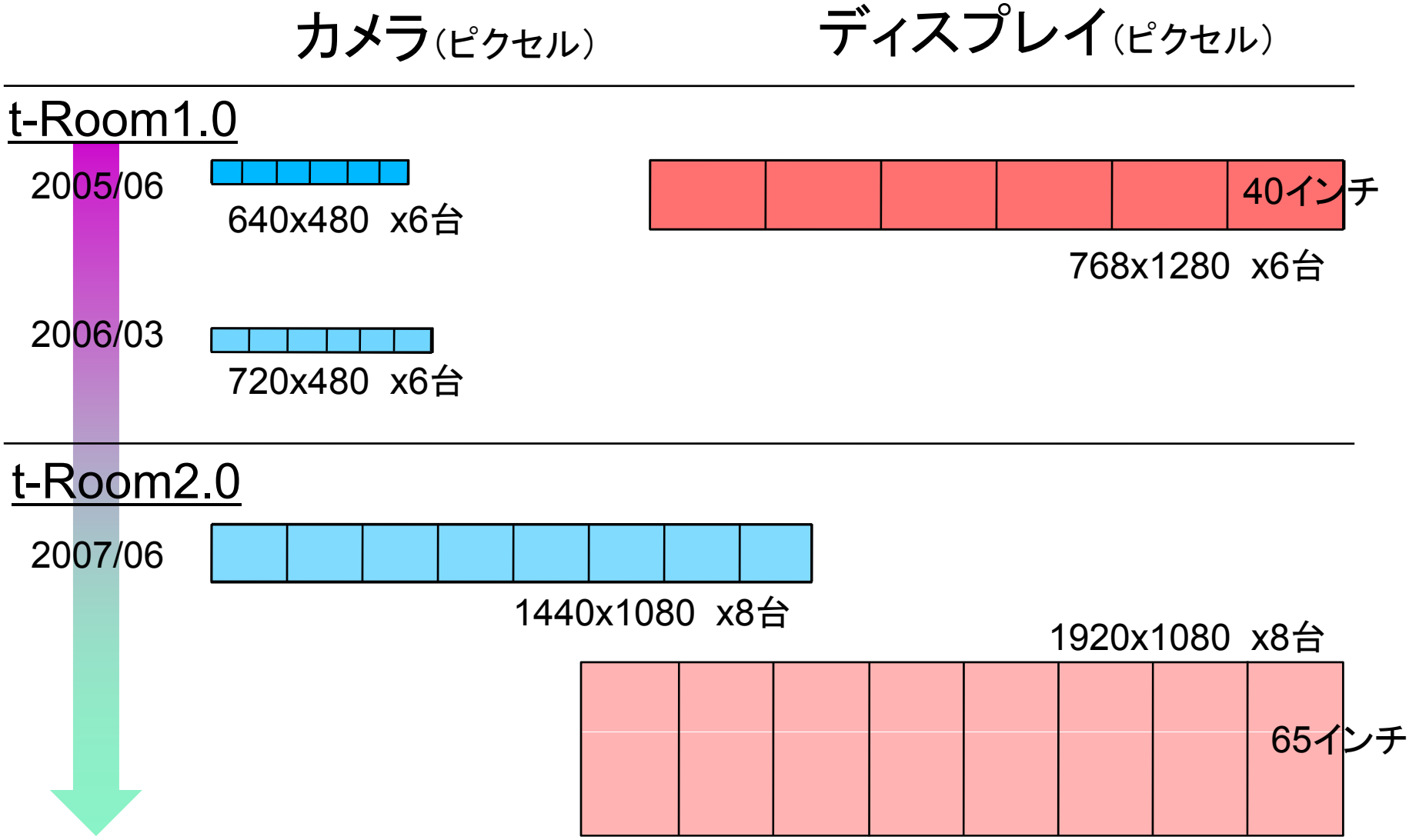
領域の制約 ⇒ 中央テーブルの導入
奥行き順序の制約 ⇒ なるべく傍に立たない

水曜はt-Room定例ミーティングの日

中央テーブル上の2.1次元共有空間



カメラとディスプレイサイズの変遷



多種多様なカメラ・ディスプレイとその配置

◆いろいろな所にいろいろな形のt-Roomが置かれる
異なる距離や異なる角度から撮影，表示

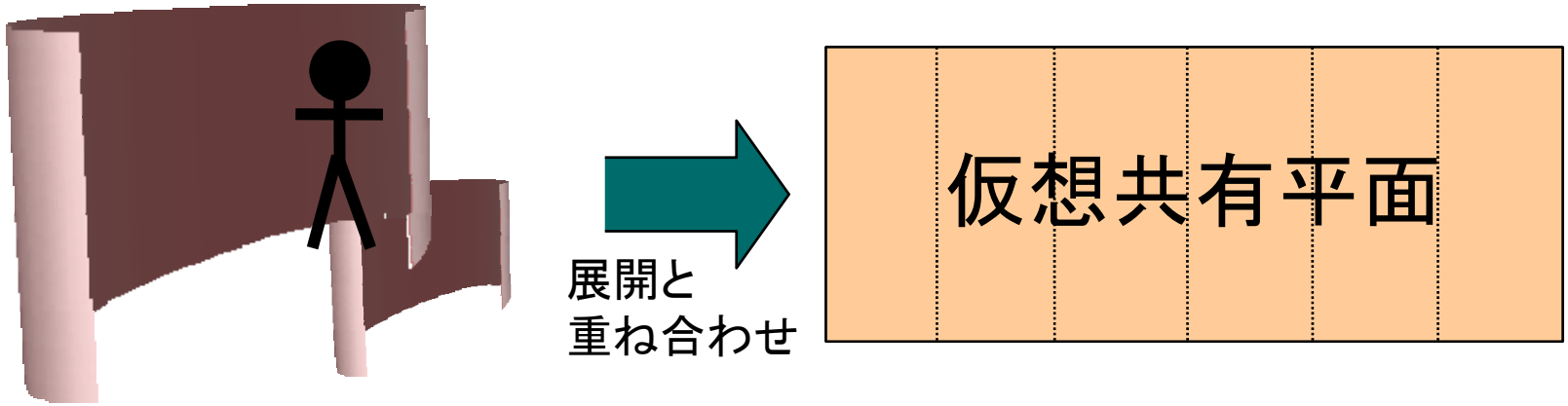
◆カメラやディスプレイの設置方法もいろいろ
オーバーラップ，ステレオ視

◆カメラもいろいろ，ディスプレイもいろいろ
解像度もいろいろ，サイズもいろいろ

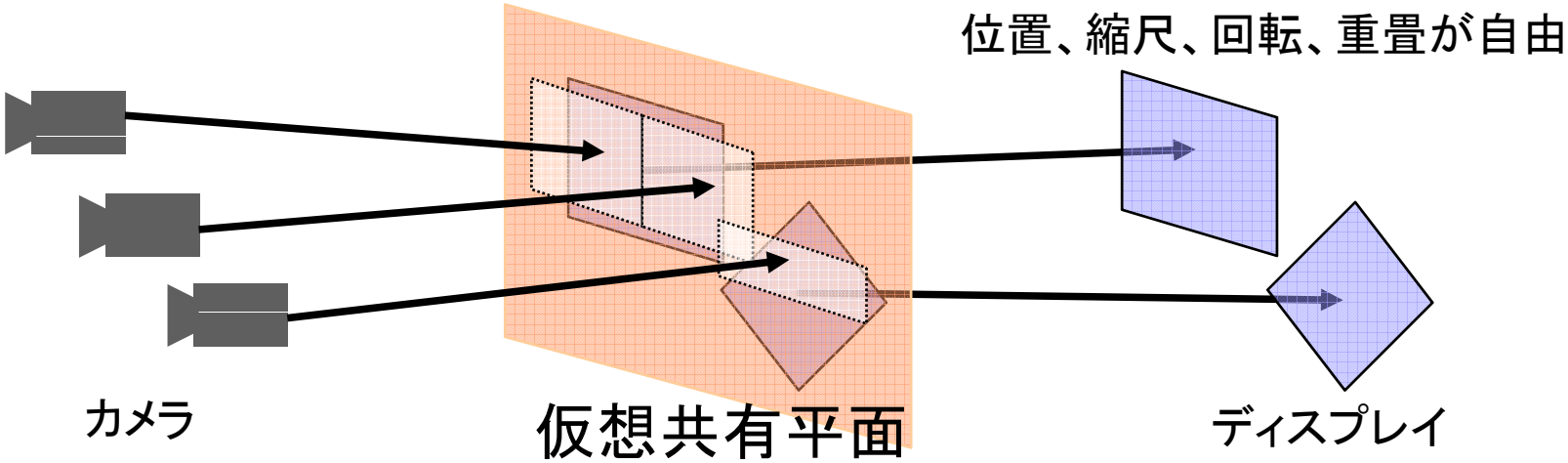
⇒ カメラ撮影画像，ディスプレイ表示画像と
独立な映像空間の導入

ディスプレイ共有面の一般化

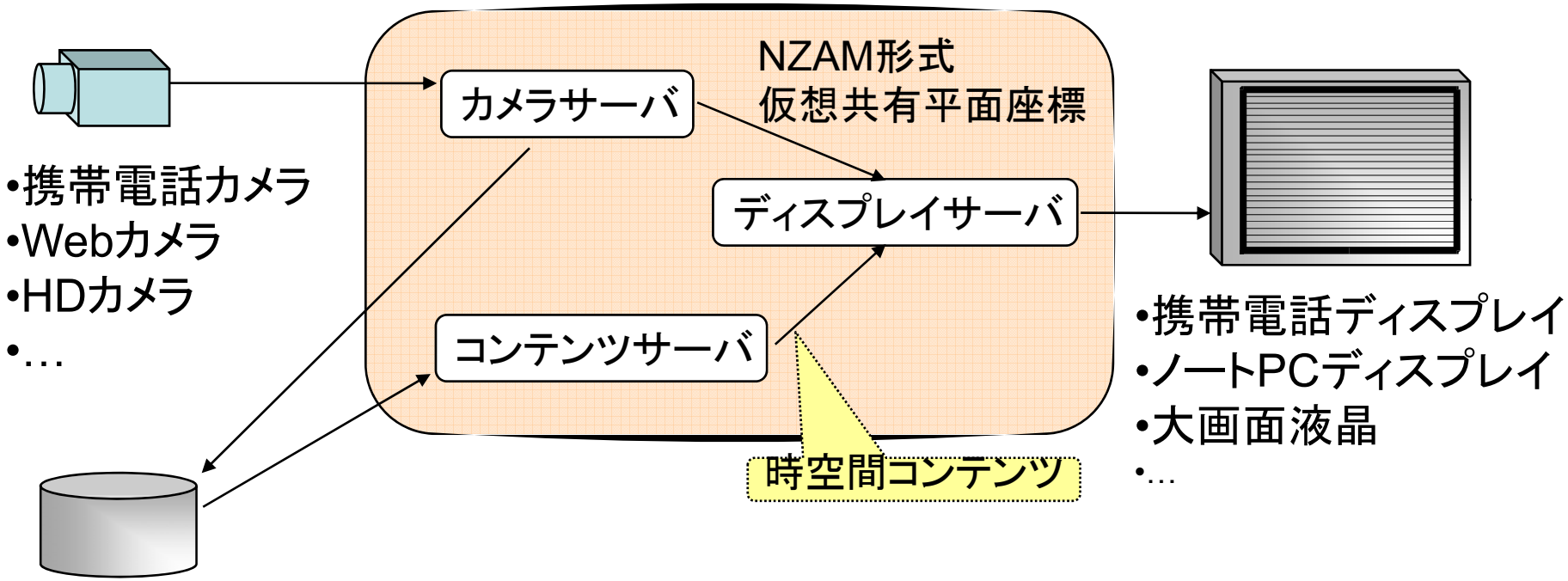
部屋（共有空間）を囲む各共有面を円柱で近似



カメラ映像とディスプレイ表示領域を自由自在に配置



時空間制御ミドルウェア



カメラ、ディスプレイ、PC性能の差異の吸収
HD画質、SD画質混在
動的重ね合わせ処理
バックグラウンド映像合成機能

⇒ ソフトウェア＋GPU プログラミング

時空間コンテンツ

- NZAM（謎のAVメタフォーマット）

  mpegやjpegなど既存AVフォーマット
  ＋絶対時刻＋仮想共有平面上の配置情報

  配置，解像度が異なる複数のカメラ，ディスプレイを
  まとめて扱える

  リアルタイム再生と過去再生を統一的に実現

- プロトコル
  - GET　XYWH T1-T2　必要な空間と時刻の範囲

バックグラウンド映像合成機能

低コストなCPU/ネットワークでHD映像を取り扱うための統一的な枠組み

- Hd映像の撮影・転送・合成・再生は現時点では非常にコスト高
- mpegはフレーム単位の制御が難しい.

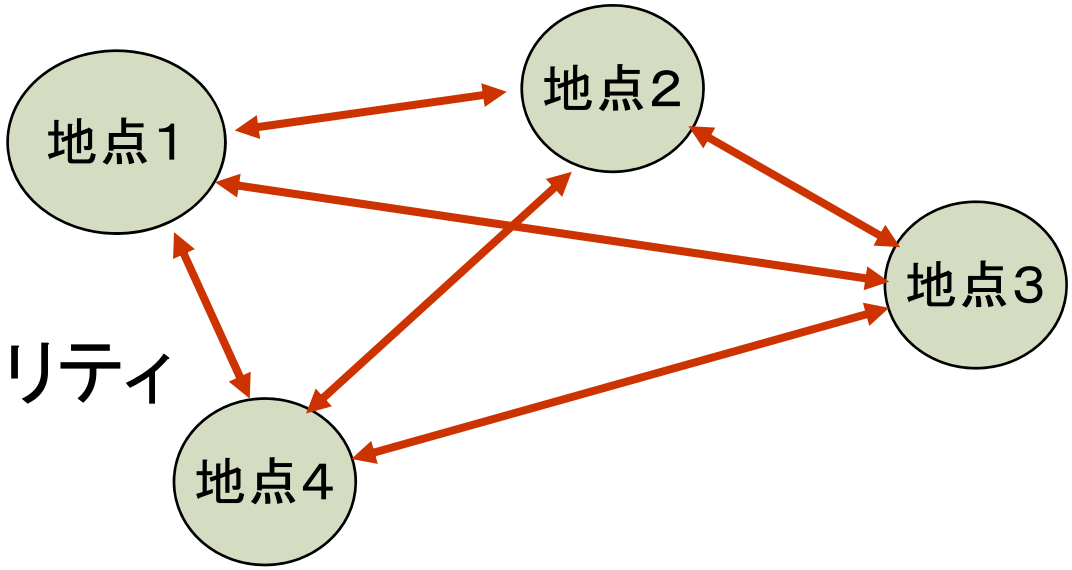
- HD映像の転送，合成などを行うプリフェッチ命令をあらかじめ実行しておく
- 実行中，普通の時空間コンテンツとして，ヒットすればHD品質，しなければSD品質

多地点接続の問題

全ての部屋どうしで同室感を共有するためには、
どの地点とも双方向に通信する必要がある。

⇒ 完全グラフ

ネットワーク:
遅延とスループットとトラヒック



スケーラビリティ

比較的、コンピュータサイエンスらしい課題

t-Roomどうしの接続

一度に複数の人やグループに電話をかける.
(一度に) 複数の人やグループから電話がかかってくる.
今だけでなく、過去や未来に電話をかけたり、
かかってきたりする。

割り込みタイミングや接続認証・権限の管理

従来の電話でもいろいろ接続の形態がある:
キャッチホン、パーティーラインなど

本日の講演内容

未来の電話の作り方

遠隔コミュニケーションシステムt-Room

同室感コミュニケーションにおける課題発見

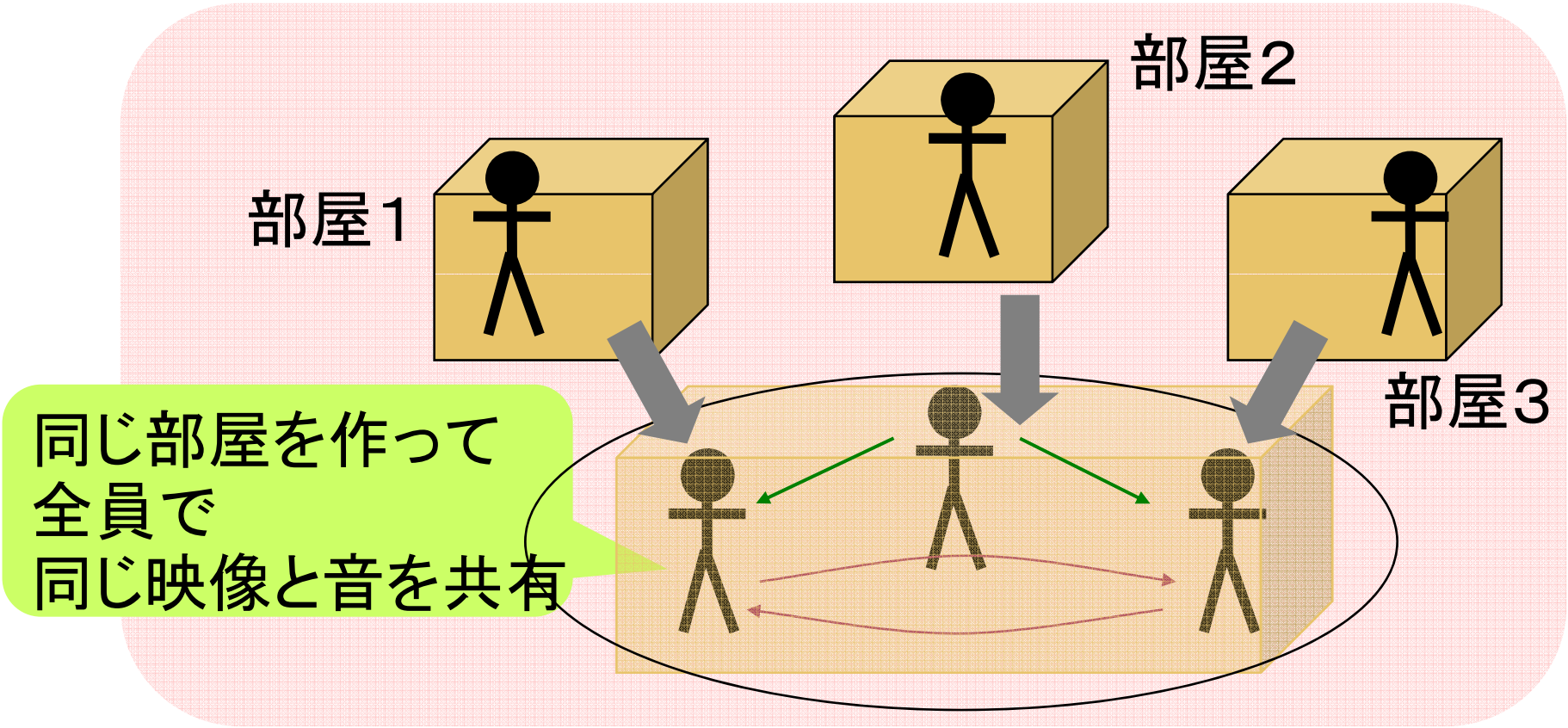
同室感の科学

これからのt-Roomと未来の電話

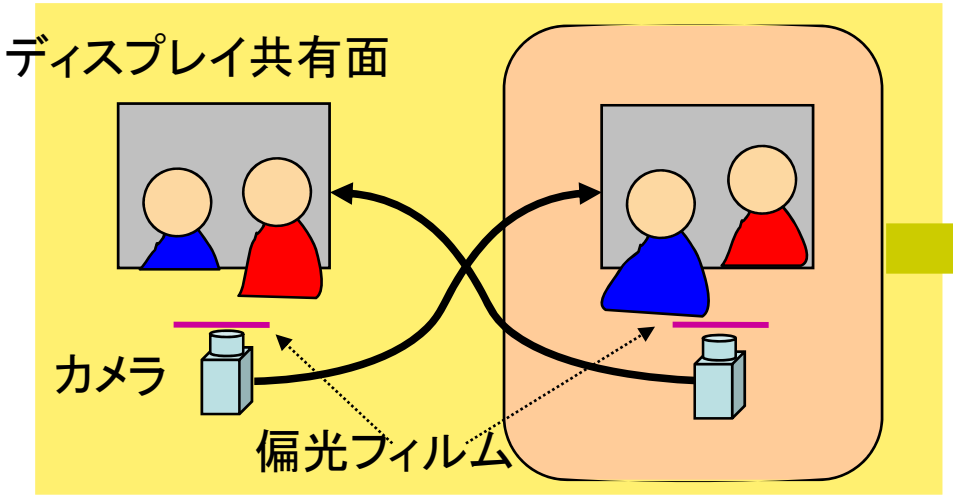
同室感コミュニケーションにおける課題発見

- 正帰還の抑制
- 過去の引用
- 接続

同室感コミュニケーション

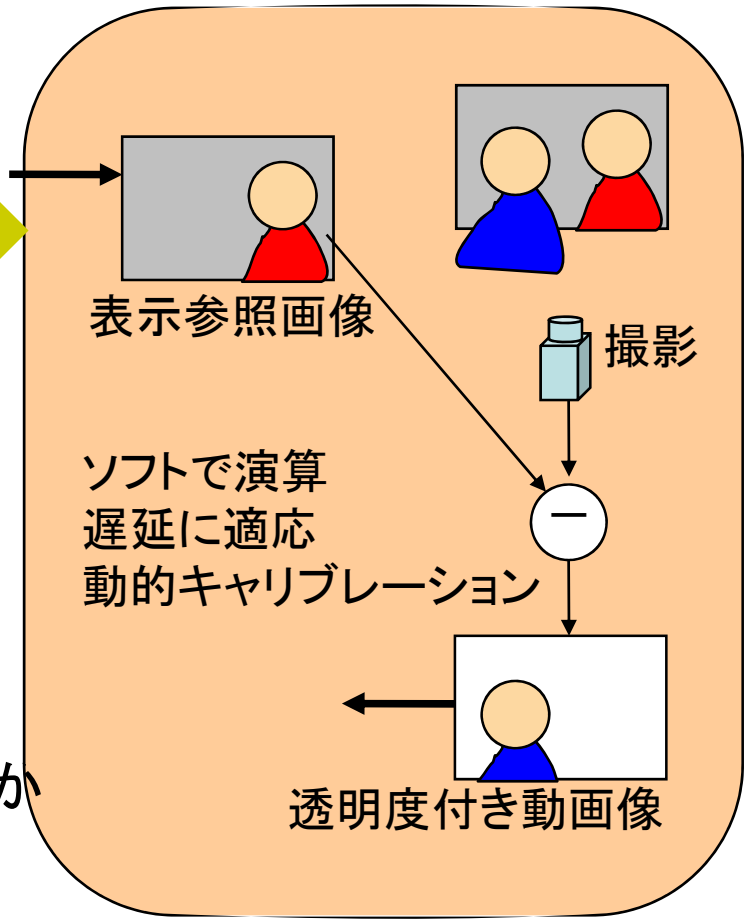


動画像のエコーキャンセラ



対向する共有面は発振する
（向かい合わせにした鏡のよう）

偏光フィルム方式では
黒色の部分で下の画像が透けてしまうか
重ね合わせで画像が劣化する



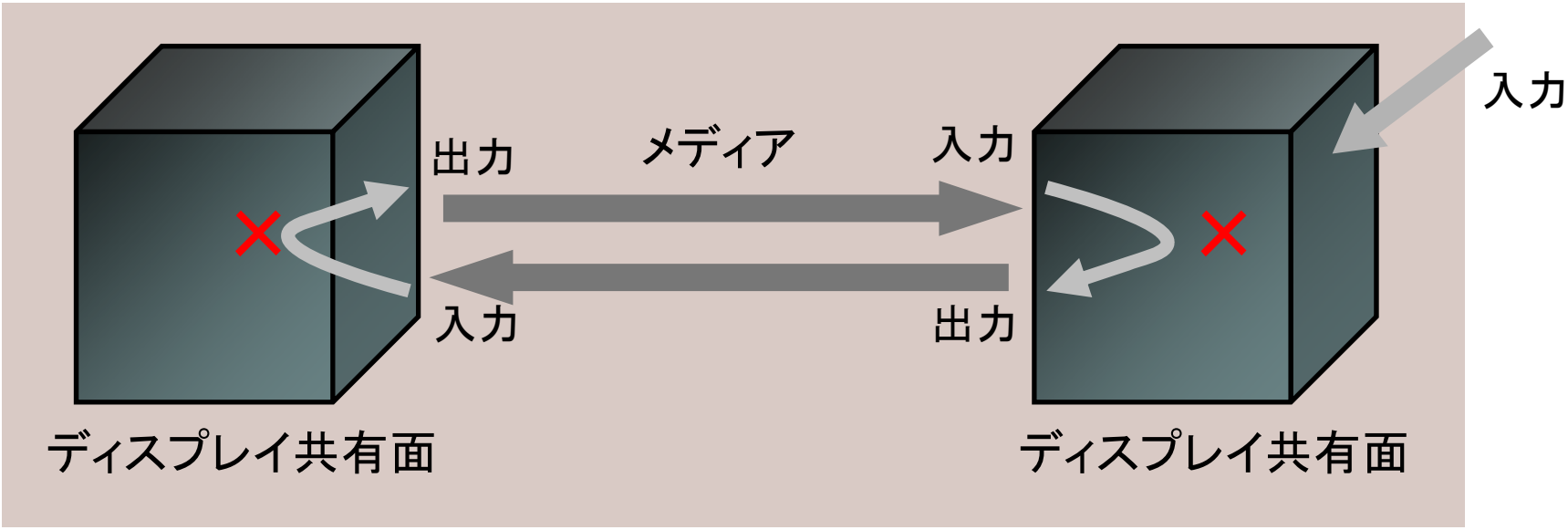
3地点以上の重ね合わせでも
下の画像が透けないし、
重ね合わせの劣化もない

共有空間における正帰還の抑制

映像と音の共有空間　⇒　認識やアウェアネスの対称性
入出力が同時に行えるデバイスを双方向につなぐ

例えばディスプレイ共有面

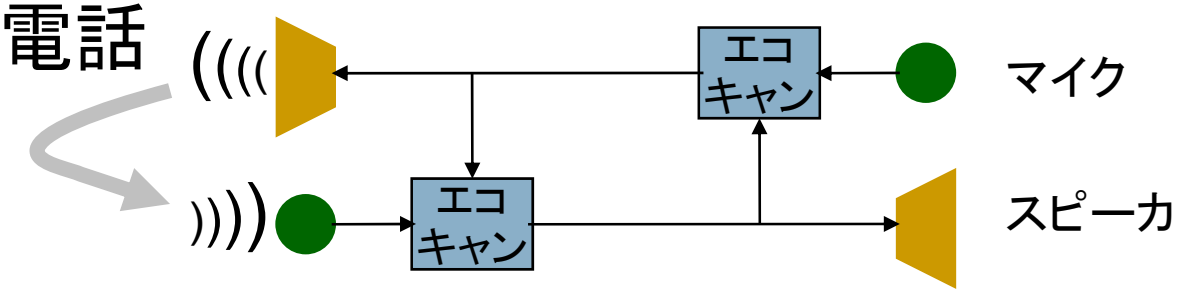
遠隔地・遠隔時刻の一般には2箇所以上とつなぐ



例：t-Roomの画像エコキャン
・偏光フィルム ⇒ アナログ，精度，安定性
・ソフトによる画像エコキャン ⇒ 自己像が特異点

入力と出力が同時に行えるデバイスの双方向接続

・会議電話



・InTouch（石井裕（MIT））

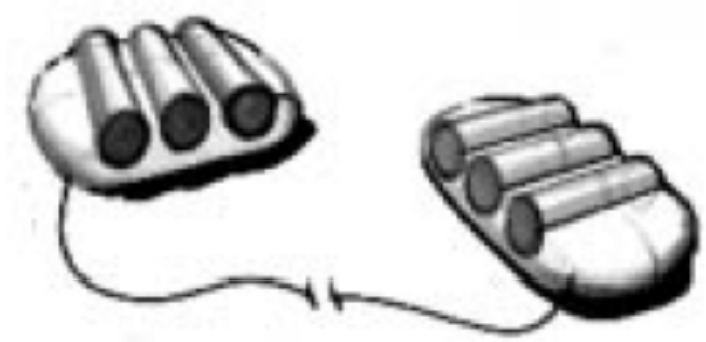


図-7　inTouch プロトタイプ

情報処理学会誌 Vol.39, No.8 (1998)より

•3Dディスプレイ！

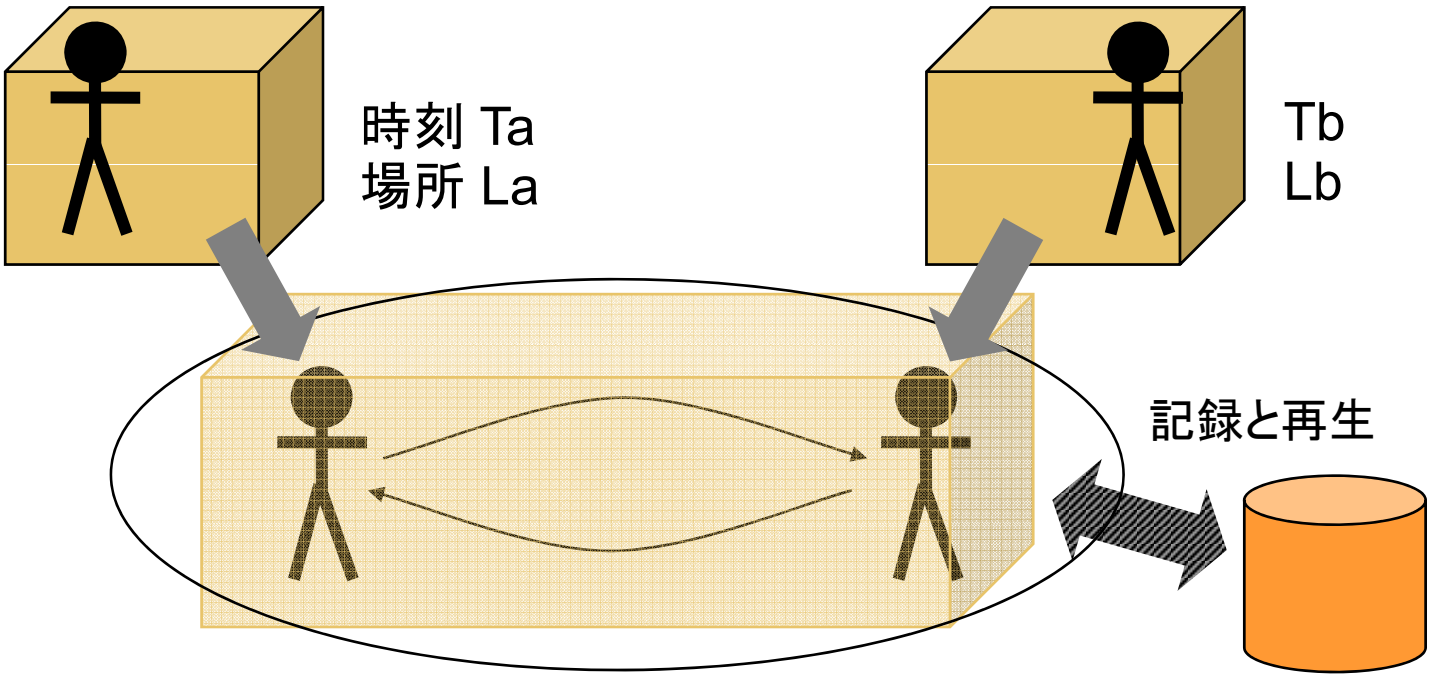
仮想共有平面の記録と再生

正帰還を抑制した仮想共有平面：

・今の自分がいる空間の映像を記録再生できる

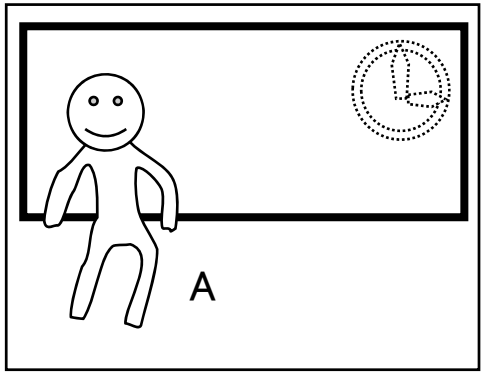
・遠隔地や過去との共有空間を何段でも記録再生可

⇒　過去の引用（のさらに引用）　録画と再生の型が同じ

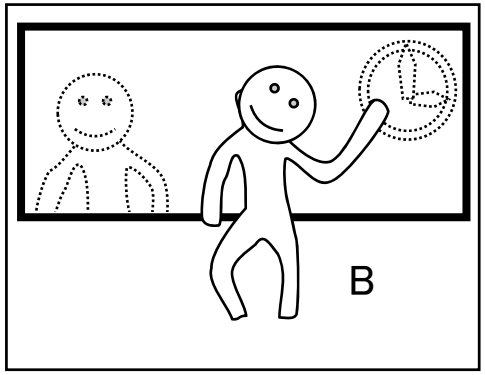


過去の引用

時刻t1



時刻t2



t1（過去）＜ t2（今）

t-Roomでは
遠隔の場所と
遠隔の時間が
同じように扱える

引用に対しても直接指差し

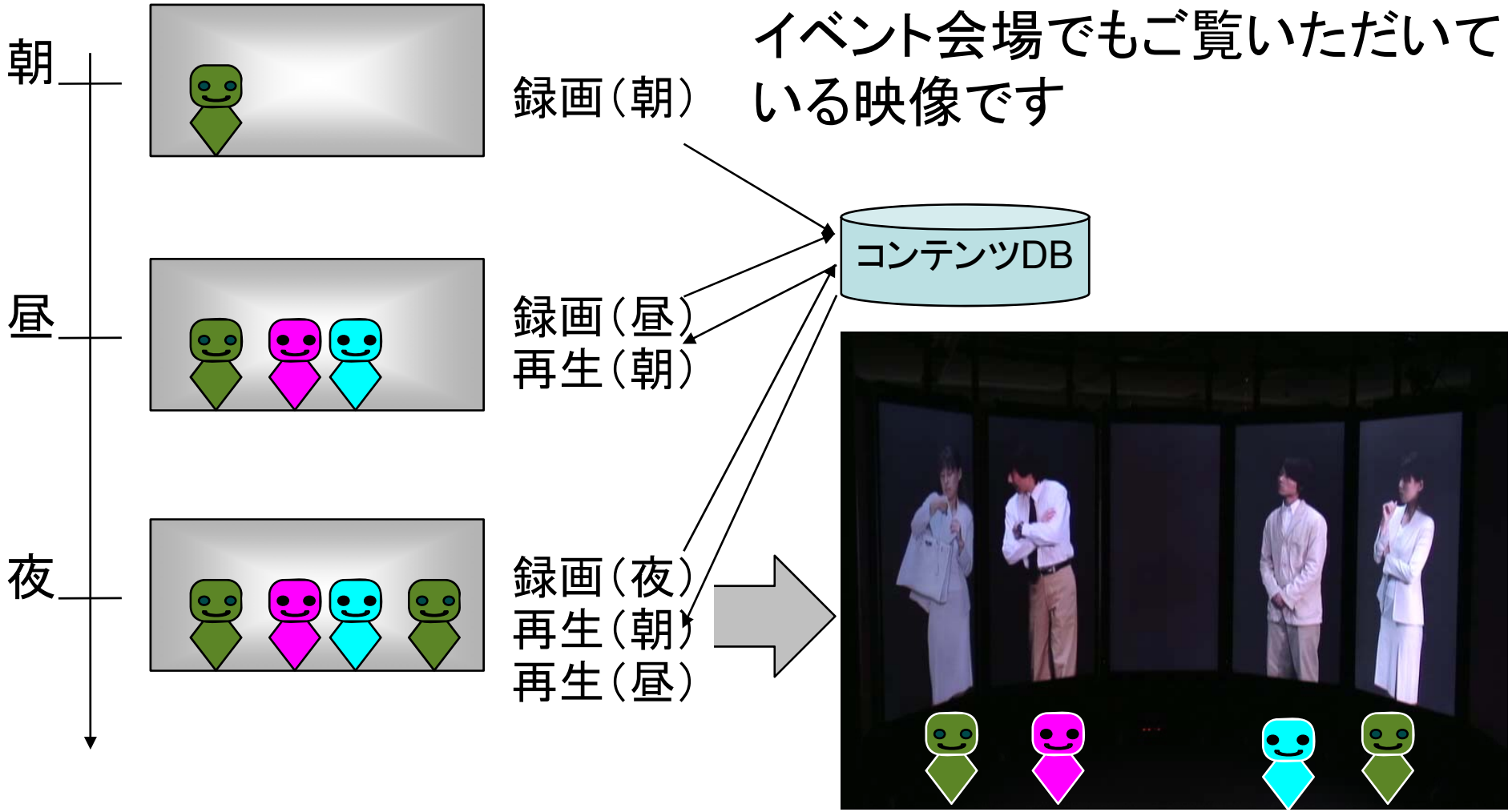
厚木，時刻t2　京都，時刻t1

京都，時刻t1の人
が見ている所を
時刻t2の人が
認識できる

京都，
時刻t2

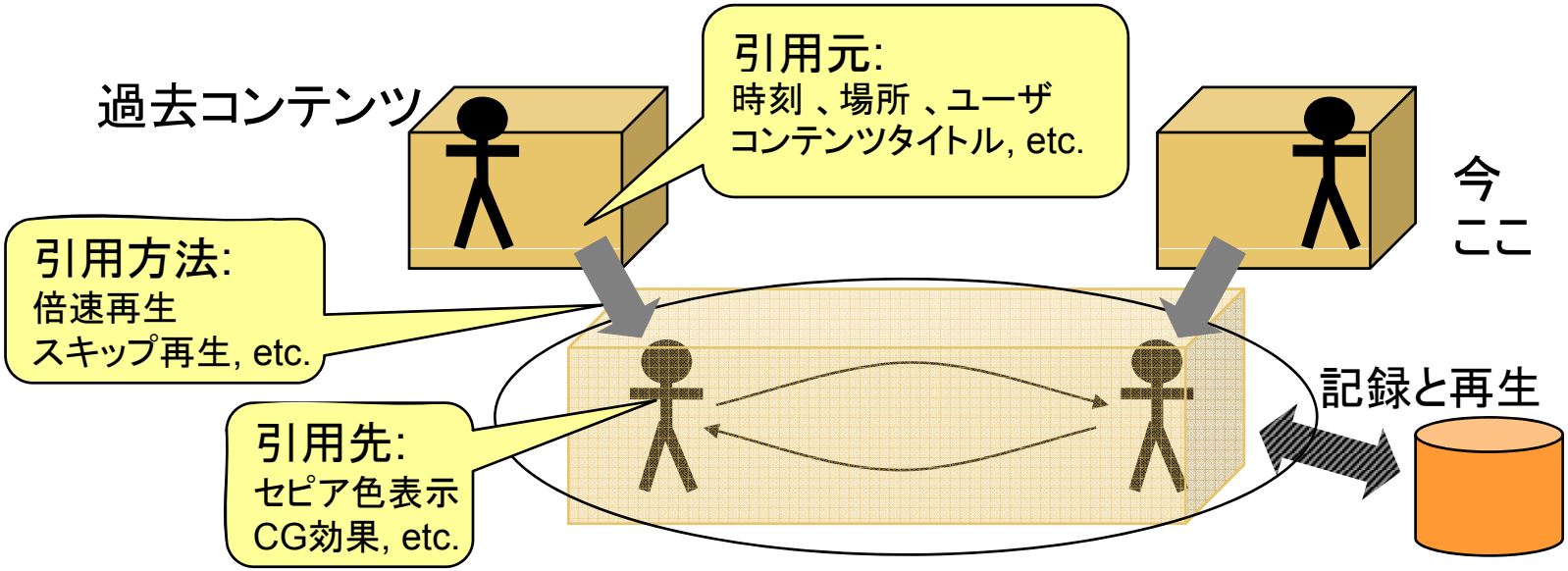
過去の引用の引用

デモビデオをご覧下さい
イベント会場でもご覧いただいている映像です



引用（過去再生）の検討課題

- 引用を規定する3つの属性（引用元、引用方法、引用先）の指定方法
- 何度再利用しても、過去、今、未来が区別できる表示、各々のオブジェクトが選択（指差し）できるなど
- 引用を促進するためにon-the-flyでできる処理



仮想共有空間を持つメディアにおける過去の引用

電話もInTouchも仮想共有空間を持つメディア
⇒　過去の引用ができる

２通りの過去の再現法：
　データの再生　と　イベントの再実行

t-Roomでは、画像エコキャンにより各過去ごとに分離した記録が可能

⇒　再利用時の柔軟性が向上

本日の講演内容

未来の電話の作り方

遠隔コミュニケーションシステムt-Room

同室感コミュニケーションにおける課題発見

同室感の科学

これからのt-Roomと未来の電話

同室感とは何なのか (同室感の科学)

総合評価:

同室感と協調作業効率の関係は?

同室感と情報伝達の円滑性の関係は?

そもそも「同じ部屋に居る」とは?

co-presence
coherency

詳細評価:

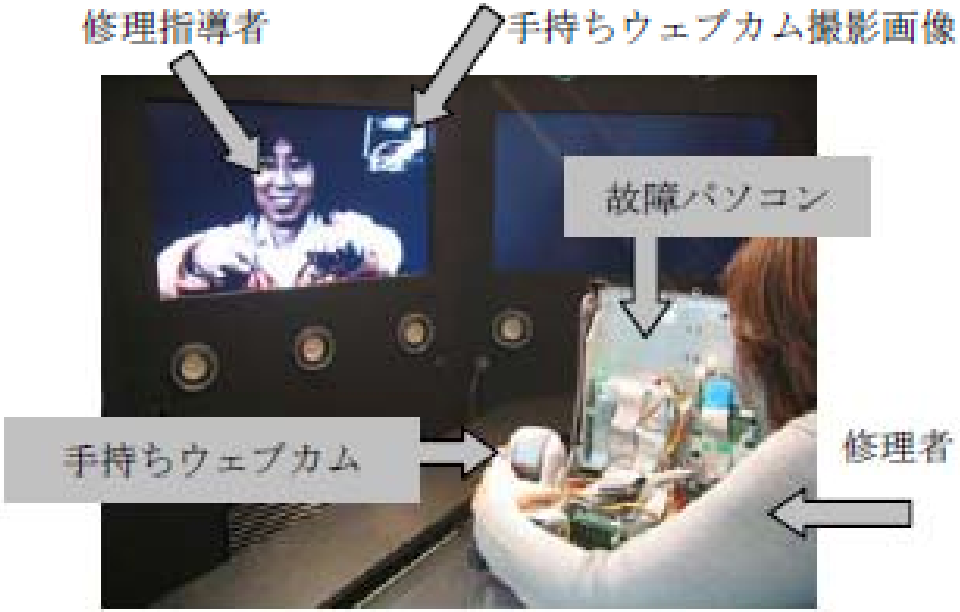
会話分析
ジェスチャ分析

現在進行中.

どのようなジェスチャが増えるのか？
どのようなジェスチャが伝わりやすくなるか？

ある被験者実験

■ 比較対象：従来ビデオ会議型(C1)と
t-Room＋自己像型＋スナップショット(C2)



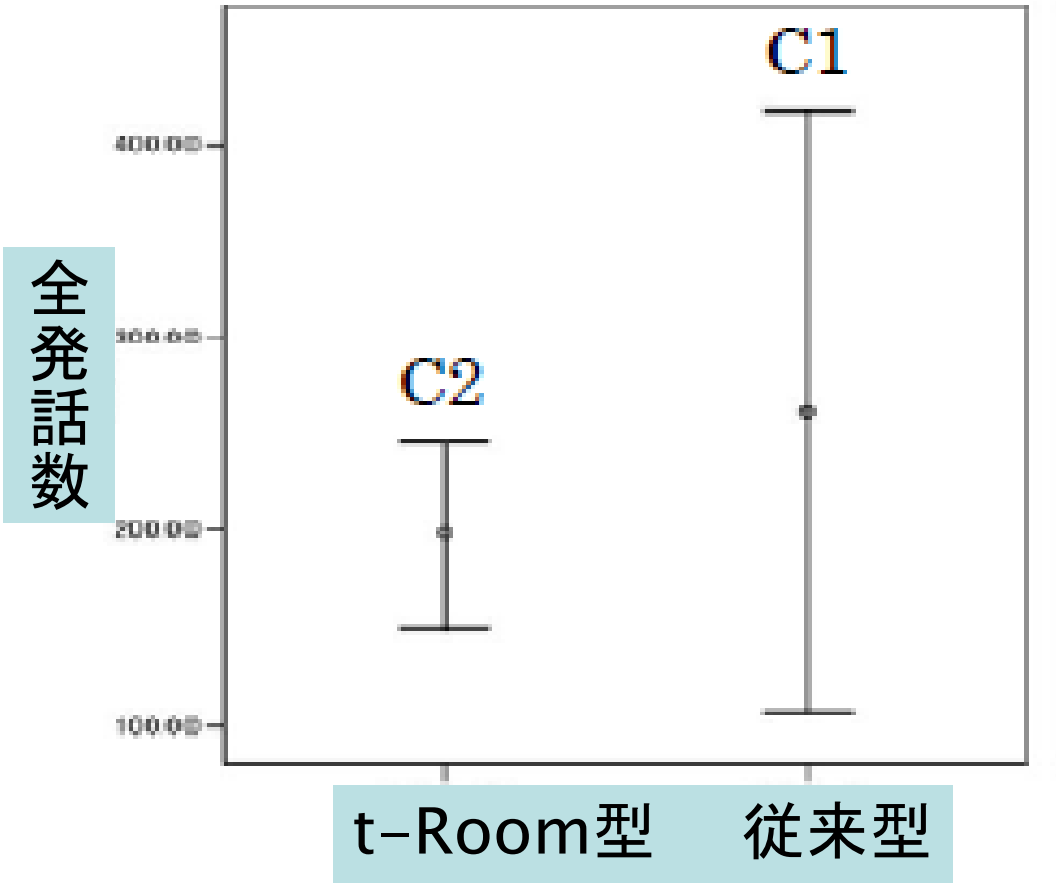
C1: 従来型

C2: t-Room型

■参加人数：9名
■ タスク：パソコンの修理

総合評価(1) ～発話の効率性

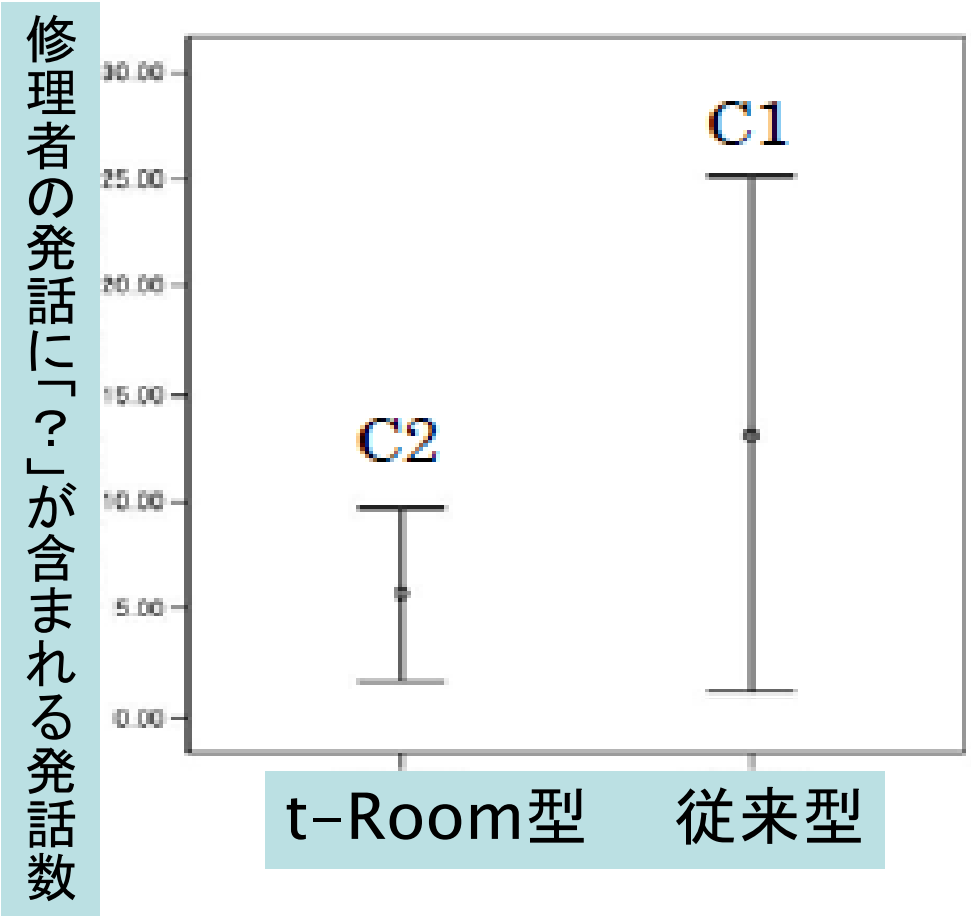
パソコンの修理にかかった発話数比較



•t-Roomは発話効率が良く，個人差も吸収 ($p<.01$)

総合評価(2) ～円滑な情報伝達

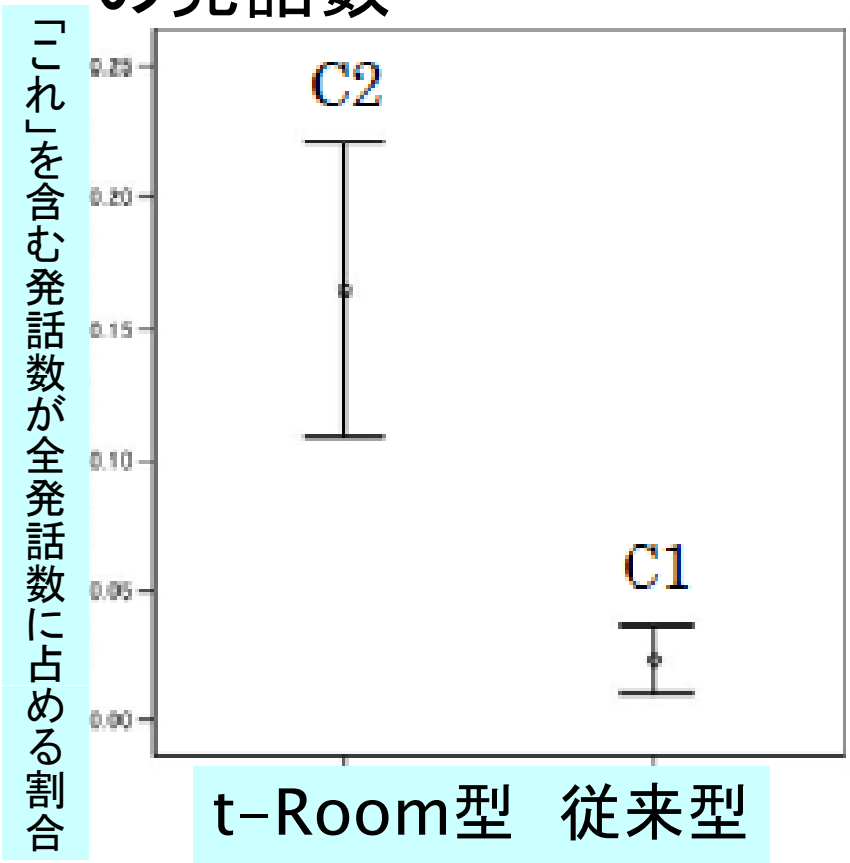
作業中に発した疑問文発話数の比較



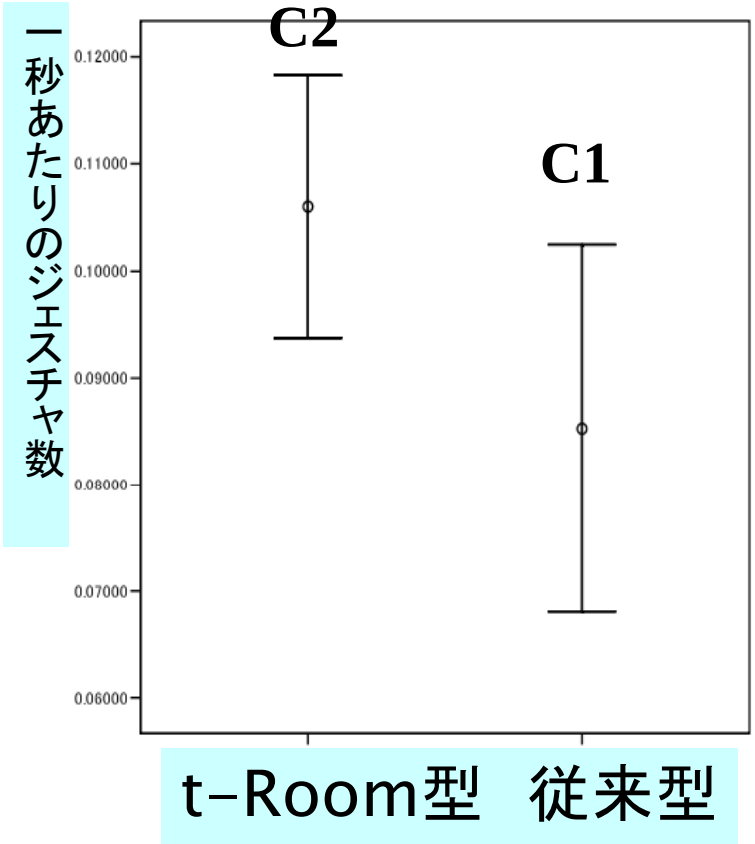
t-Roomでは疑問文数が半減，個人差も吸収 ($p<.05$).

総合評価(3) ～同室感

作業中に発した「これ系」の発話数



ジェスチャ頻度



t-Roomでは「これ」が多い($p<.01$)

本日の講演内容

未来の電話の作り方

遠隔コミュニケーションシステムt-Room

同室感コミュニケーションにおける課題発見

同室感の科学

これからのt-Roomと未来の電話

変わるもの・変わらないもの

「成功する製品の正確な予測は不可能だとしても，はっきりしているのは，ほとんどいつも成功を保証されたカテゴリが 1 つあるということだ．それは**社会的インタラクション**である」
例：郵便，電話，電子メール，携帯電話，インターネット，マスコミなど

ドナルド・ノーマン，エモーショナルデザイン，新曜社 (2004)

Donald A. Norman Essays (http://www.jnd.org/dn.pubs.html) より

我々は今、面白い革命のまっただ中にいる。今から200年後の歴史家たちは、今の革命を、有史の中でもかなり意義深い技術的な変革の1つと捉えるに違いない。この革命の本質は、**社会的インタラクション**、コラボレーション、知識へのアクセスであって、決して電話やコンピュータやテレビの出現などではない。

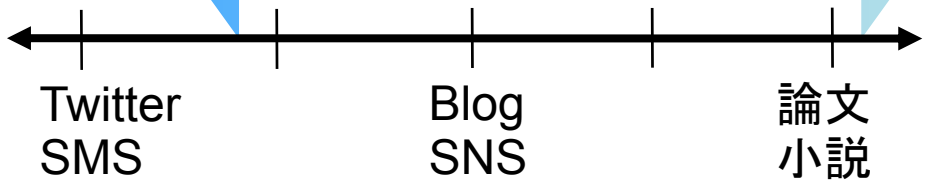
コミュニケーションのスペクトル

送る，受け取る読む，作る

社会的インタラクション

ターンアラウンド

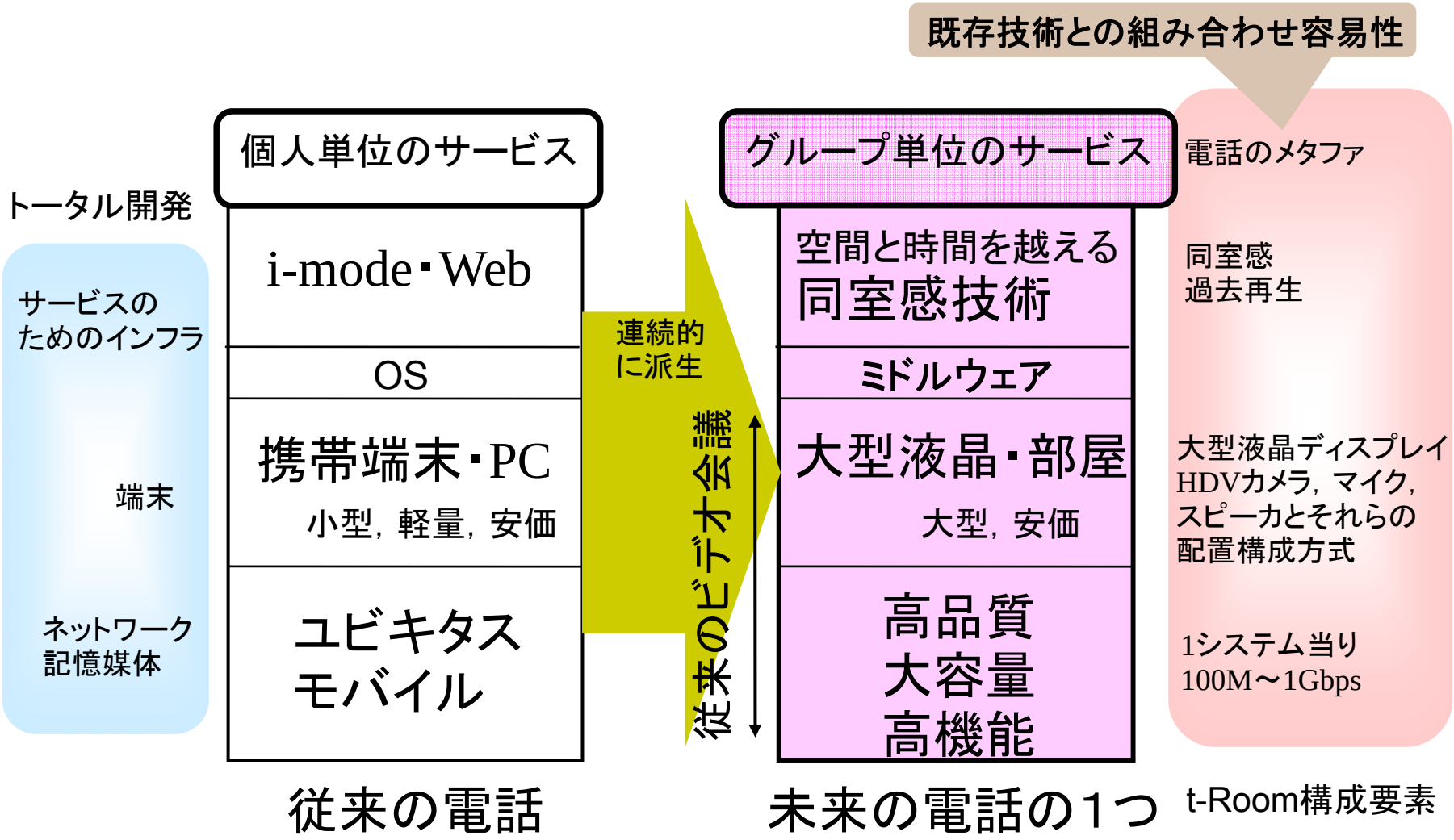
コスト	低い	高い
時間	短い	長い
粒度	小さい	大きい
頻度	高い	低い
理解・忘却	早い	遅い
反応	印象，反射	情感，論理
読み手書き手	1-to-1，対称	N-to-M，非対称



コミュニケーションモードの細分化

これからのt-Roomと未来の電話

もう1つのコミュニケーションモード
大型LCDを用いた同室感，過去再生を基盤とするグループ単位のサービス

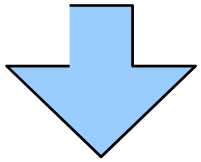


社会的インタラクションの統合

我々は常時，
さまざまなコミュニケーションモードやツールを
使い分けている
携帯電話，PC，Web，BBS，SNS，Blog，
IM，Twitter…

時間，リソース，コンテンツ，人間関係等が分離・分散

未来の電話の1つ

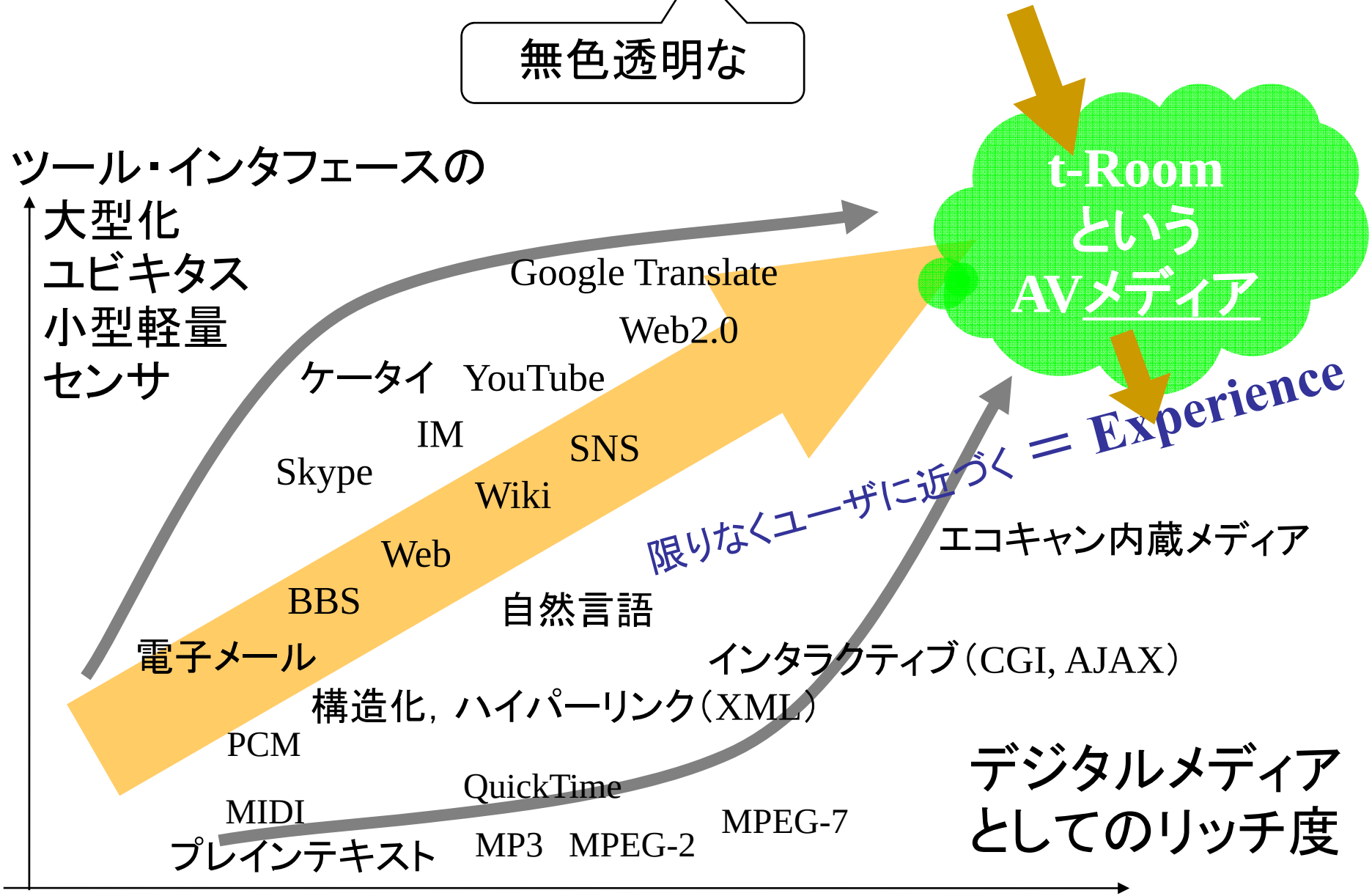


それらを統合するプラットフォームに

コミュニケーションを始めたり切り替えたり終わったりのコスト

t-Roomという新しいツール

無色透明な



同室感コミュニケーションの研究課題

同室感の科学

・同室感の構成要素
・共同作業との関連性
・システム構築へのimplications

同室感とは何か

同室感の作り方

システム設計，実装

・t-Roomハードウェア性能・機能向上
・HD画質処理の安定化・効率化
・ミドルウェア機能向上（柔軟性，頑健性）
・音環境改善

サービス，コンテンツ環境

・t-Room標準UI構築
・過去会議のコンテンツ化
・同室感サービス
　検索，接続，Comm. Mode 統合，UGC

私どもが考えるパイロットサービス

■会議風の，より庶民的な活用領域
■t-Roomの特徴（同室感、ユーザの動きの伝達、過去の再現）を活かす

■教師が多地点にいる生徒に知識やスキルを伝達するタスク
■教師の移動コスト削減のニーズ
■使用中に多少の移動が必要
■等身大ディスプレイが効果的
■既存の形態において過去画像の再生がすでに頻繁に利用されている

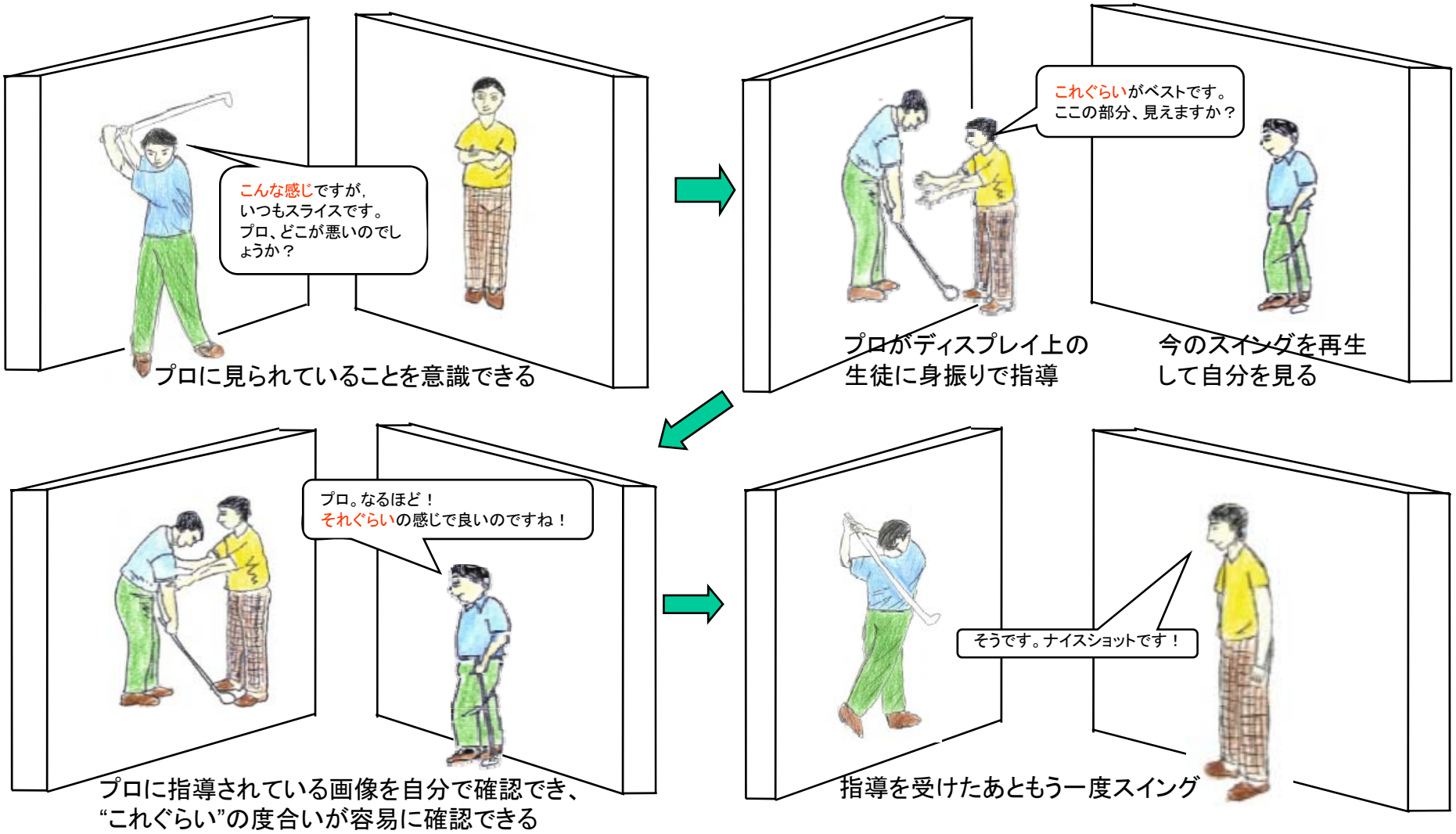
■市場投入に際して、ハイエンドユーザが多い
■既存施設内へのt-Room設置に支障が少ない
■潜在利用者の多いサービス⇒将来のマーケット拡大

■コンテンツ制作が容易
■有名プロの存在、アマチュア同士で情報流通の土壌

遠隔 インドア ゴルフレッスン

遠隔地に居る著名プロから同室感の高いレッスンを受講できる！

修功ゴルフアカデミー（京都）　　修功ゴルフアカデミー（東京）



プロに見られていることを意識できる

プロがディスプレイ上の生徒に身振りで指導

今のスイングを再生して自分を見る

プロに指導されている画像を自分で確認でき、“これぐらい”の度合いが容易に確認できる

指導を受けたあともう一度スイング

とは言うものの

本来の利用方法はその他の開発者やユーザが決める

電話: ビジネス, 実用性, 緊急用途

→ 社交的な会話

電子メール: 教育や会議用にはいいかも. 重要ではない

→ 主要サービスの1つ

i-mode: 上位シリーズ機種用の高付加価値サービス

→ 全機種に装備

WWW: 研究者が使うもの, 文字で十分

→ MOSAICブラウザで画像表示

t-Room開発で気をつけていること

皆様と一緒に本来の用途を発見するために

汎用の技術やサービス
幅広い目的や状況に応じて分解・再組合せ容易

同時多重使用

２４時間オンライン利用
率先垂範

コスト低廉化

どうもありがとうございました