

コミュニケーション・シーンの 分析・理解と会話場再構成の 一方法論

日本電信電話株式会社
NTTコミュニケーション科学基礎研究所

大塚 和弘

配付資料3/21版

当日の発表スライドとは一部異なる場合があります。

Copyright (C) 2013 Kazuhiro Otsuka, NTT Communication Science Labs.

本日のお話の流れ

2

- 1) そもそも論
- 2) 分析論
 - 会話構造推定を振り返る
- 3) 構成論
 - 会話場再構成の問題
 - 分析・再構成循環アプローチ
- 4) むすび（展開・課題・議論）

Copyright (C) 2013 Kazuhiro Otsuka, NTT Communication Science Labs.

第1部：そもそも論

われわれは何故に「会話」を研究するのか？
また如何に研究するのか？

Copyright (C) 2013 Kazuhiro Otsuka, NTT Communication Science Labs.

そもそもの問い

4

わたしたち人の心とは何か？

Copyright (C) 2013 Kazuhiro Otsuka, NTT Communication Science Labs.

着眼点

1) コミュニケーション的転回

言葉の意味や概念は、固定的なモノではなく、
 コミュニケーションを通して、人と人の間で調整・
 生成・共有されるモノと考える。
 コミュニケーションを思索の軸とする立場

2) 関係性の思考（縁起の思想）

あらゆる事象は事象間の相互関係の上に成立する。
 不変的な実体として単独に存在するものではなく、
 一時的に様々な条件が合わさって生じたもの。
 全ては、集まり、関わり、流れ、生滅する変化の
 中にあるという立場

出典・参考文献

1) コミュニケーション的転回

高田明典「現代思想のコミュニケーション的転回」筑摩選書
 (2011)
 藤沢 賢一郎, 忽那 敬三, ユルゲン・ハーバーマス 「ポスト形而上学の思
 想」未来社1990
 遠藤 克彦「コミュニケーションの哲学—ハーバーマスの語用論と討議
 論」世界書院2007

2) 関係性の思考（縁起の思想）

多川俊映「唯識一心の哲学 唯識三十頌を読む」大法輪閣
 2012
 岡野守也「大乘仏教の深層心理学『摂大乘論』を読む」
 青土社2011
 黒崎宏「啓蒙思想としての仏教」春秋社2012

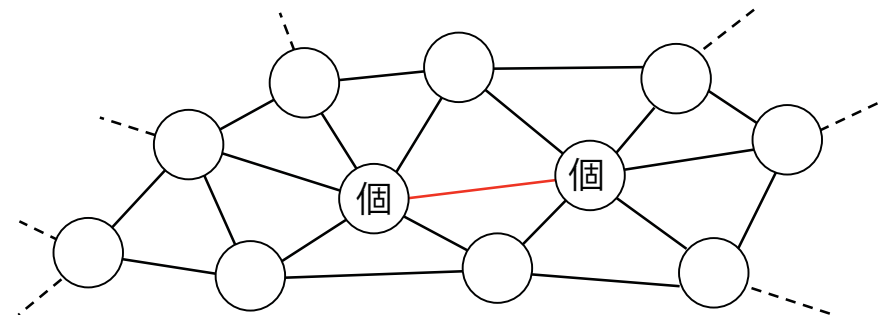
「心」の見方

「心」を一人の人の内部にある固定的・実体的なモノ
 ではなく、他者との間、モノとの間において、時々
 刻々と生成・変化する「関係性としての心」として捉
 える。その関係性の網（ネットワーク）として現れる
 集積体として「心」という現象をみる。

人と人との間の関係性がまさにリアルタイムにつくり
 だされ、心が顕在化する場として、「会話」という現
 象に着目

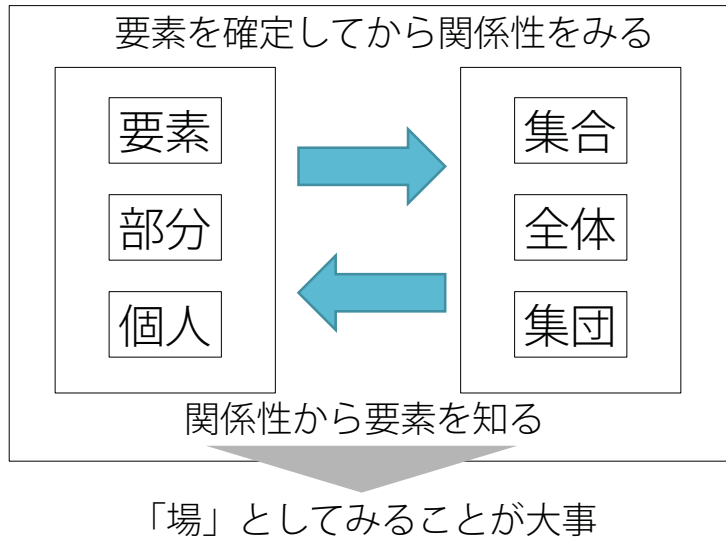
現象の見方

コミュニケーション的転回+関係性思考



ネットワーク的な世界構造中の結節点として、生きた「個」(要素)
 と、それらの関係性がまさにそこで生成される生きた「場」に
 注目し、コミュニケーションという現象を探る

要素と関係性



コミュニケーション研究の方法論

- 人と人との間に生まれる関係性としての【心】に着目し、関係性が生成される「**会話の場**」に着目
- **現象の数理モデル化**
 - 会話の場を多層な構造をもつ一種の「**系**」として数理モデルを立てる
 - 会話内容に依らず不変な構造を探る
- **分析ー再構成循環アプローチ**
 - 分解したものを再び組み立てて、人間の生の体験に戻す。その循環により現象の理解を深める
 - 会話の場の（工学的）再構成（表現）を試みる

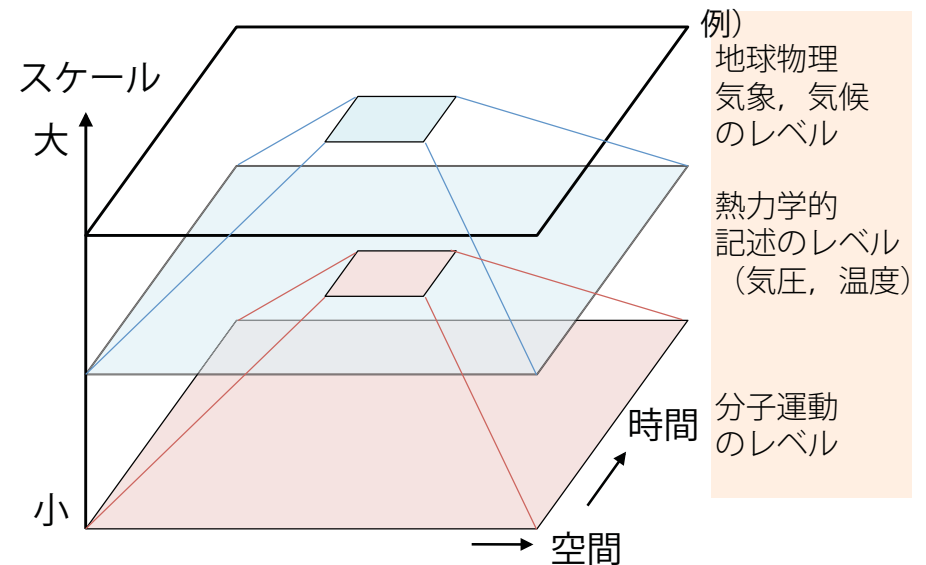
多層的世界観と数理モデル化のアプローチ

世界は、異なる時空間スケールの事象が折り重なって生じていると見て、それら各スケールでの要素間相互作用、及び、上下のスケール間でのミクローマクロ相互作用により、現象が生起し、時間発展する様を数理的に記述する。

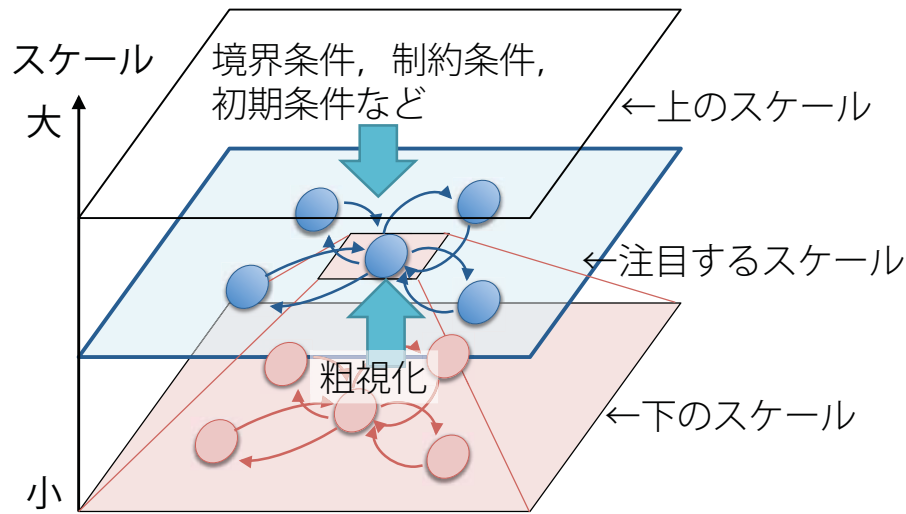
ある階層の現象に着目し、粗視化による下位の要素の集約と、境界条件として上位の影響の単純化を行う。時間発展は、微分方程式や遷移確率として記述される。

岩波数学事典（第4版）より抜粋・要約

世界の見方：多重スケール構造

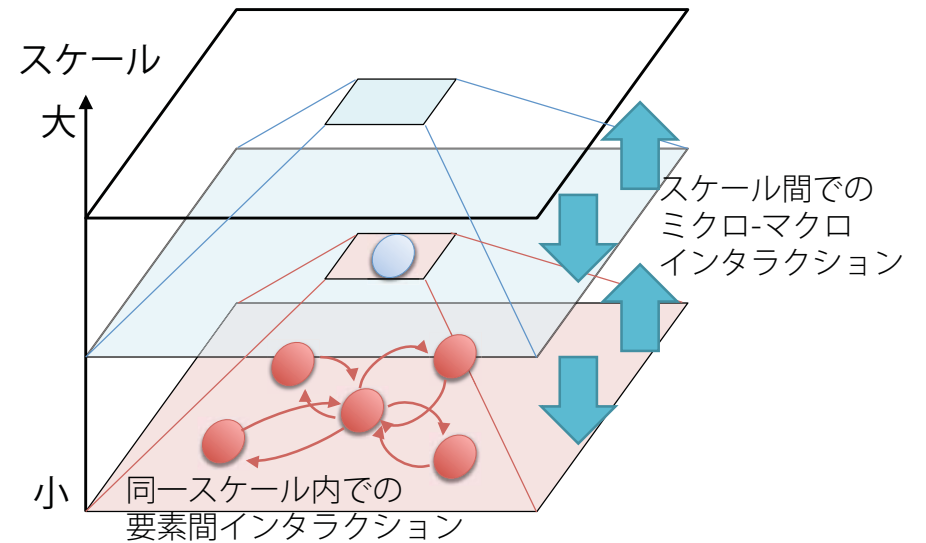


あるスケールでの数理モデル化 ¹³



Copyright (C) 2013 Kazuhiro Otsuka, NTT Communication Science Labs.

ミクロ-マクロ・インタラクション ¹⁴



Copyright (C) 2013 Kazuhiro Otsuka, NTT Communication Science Labs.

コミュニケーションの多層構造 ¹⁵



Copyright (C) 2013 Kazuhiro Otsuka, NTT Communication Science Labs.

会話の「場」を考える ¹⁶

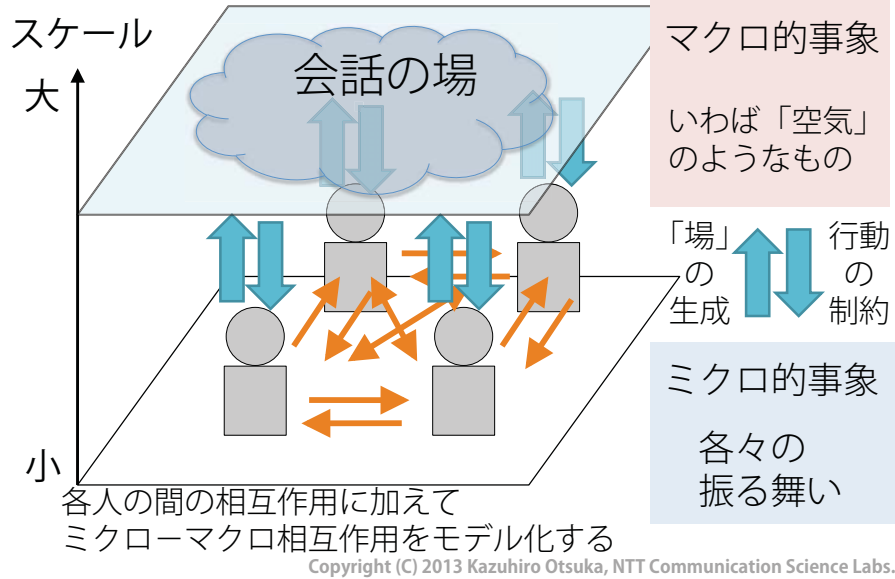
会話が進行する上で基盤になるのが「会話の場」

「場」も固定的なモノでなく, 時々刻々と変化する。「場」は, 成員が共同で組織化 (organize) するものであり, 成員の間で共有され, また, 成員の行動を制約する (影響を与える) ものである.

場の「空気」とは, 多数の成員を同じ方向に同調させる社会的な力. 人の集まるところに充満している「気」

佐々木孝次「『気』の精神分析」せりか書房2011より抜粋・要約

Copyright (C) 2013 Kazuhiro Otsuka, NTT Communication Science Labs.



第2部： 会話構造推定を振り返る

K. Otsuka, Y. Takemae, J. Yamato, and H. Murase, "A Probabilistic Inference of Multiparty-Conversation Structure Based on Markov-Switching Models of Gaze Patterns, Head Directions, and Utterances," Proc. ACM Int. Conf. Multimodal Interfaces (ICMI)'05, pp.191-198, October, 2005.

大塚, 竹前, 大和, 村瀬 「複数人物の対面会話を対象としたマルコフ切替モデルに基づく会話構造の確率的推論」, 情報処理学会論文誌, Vol. 47, No. 7, pp. 2317-2334, 2006

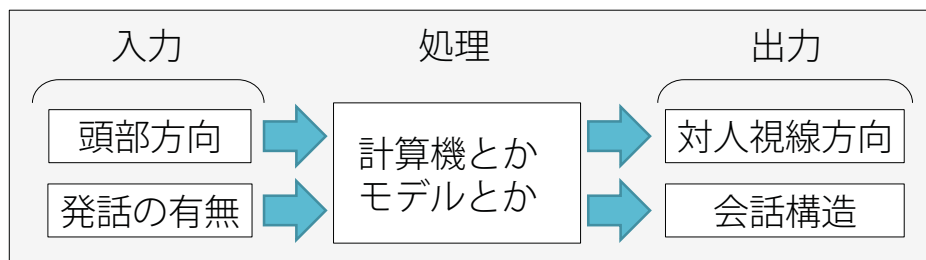
S. Gorga and K. Otsuka, "Conversation Scene Analysis based on Dynamic Bayesian Network and Image-based Gaze Detection", in Proceeding of the 12th International Conference on Multimodal Interfaces and 7th Workshop on Machine Learning for Multimodal Interaction (ICMI-MLMI 2010).

Copyright (C) 2013 Kazuhiro Otsuka, NTT Communication Science Labs.

会話構造推定の従来解釈

当時（2005年）の問題意識と問題設定：

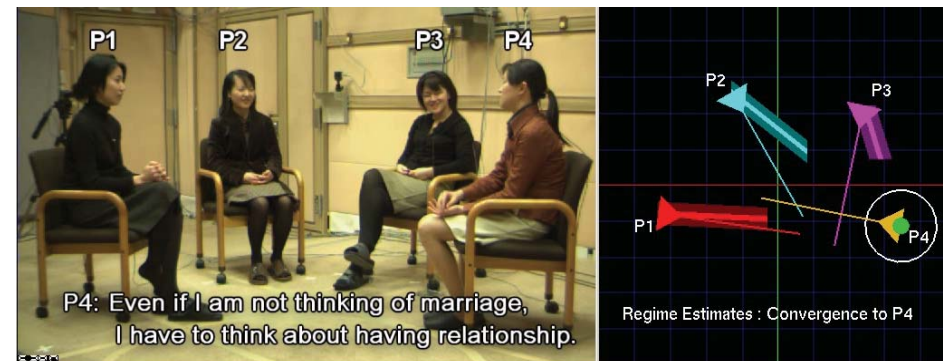
- ・ 自動認識や推定の問題として図式化
- ・ 頭部姿勢と発話有無の時系列を入力とし、対人視線方向と会話構造（会話レジームと呼ぶ）の時系列を自動推定するモデルをたてる
- ・ 視線方向のパターンと会話構造との間の関係性を仮定



Copyright (C) 2013 Kazuhiro Otsuka, NTT Communication Science Labs.

推定結果の一例

入力情報：細長い線＝頭部方向，緑の丸印＝発話



太い線＝視線方向の推定値
 中間の線＝視線方向の人手ラベル
 白い円：会話構造（会話レジーム）

Copyright (C) 2013 Kazuhiro Otsuka, NTT Communication Science Labs.

同時推定の妙

未知なるもの（変数）が複数あり，それらの解を求めたい．その場合，それぞれの変数，単独では解けない（解が一意に定まらない場合）でも，未知変数の相互関係（互いが互いを制約する）を利用して，同時に推定することで解ける場合がある．

連立方程式の比喻

$$a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + \dots + a_Nx_N = 0$$

未知変数が多くて解が求められない

$$a_{1,0} + a_{1,1}x_1 + a_{1,2}x_2 + a_{1,3}x_3 + \dots + a_{1,N}x_N = 0$$

複数の方程式を連立させて解く

$$a_{M,0} + a_{M,1}x_1 + a_{M,2}x_2 + a_{M,3}x_3 + \dots + a_{M,N}x_N = 0$$

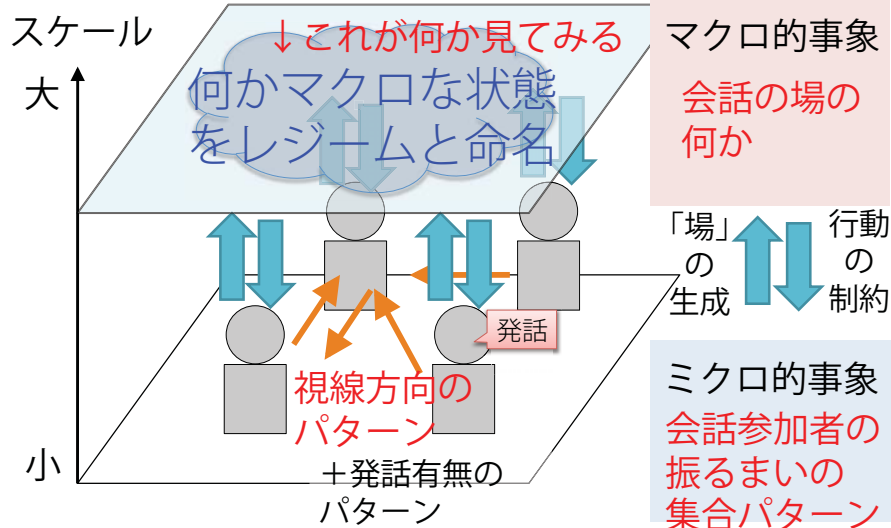
会話構造推定の再解釈

会話において成員の振る舞いを規定する（集団的な振る舞いを組織化する）ようなマクロな会話の場からの力が存在し，その場の状態が離散的に時間遷移すると仮定する．そのような会話の場の「何か」（マクロな状態）を「会話レジーム」と呼ぶことにした．

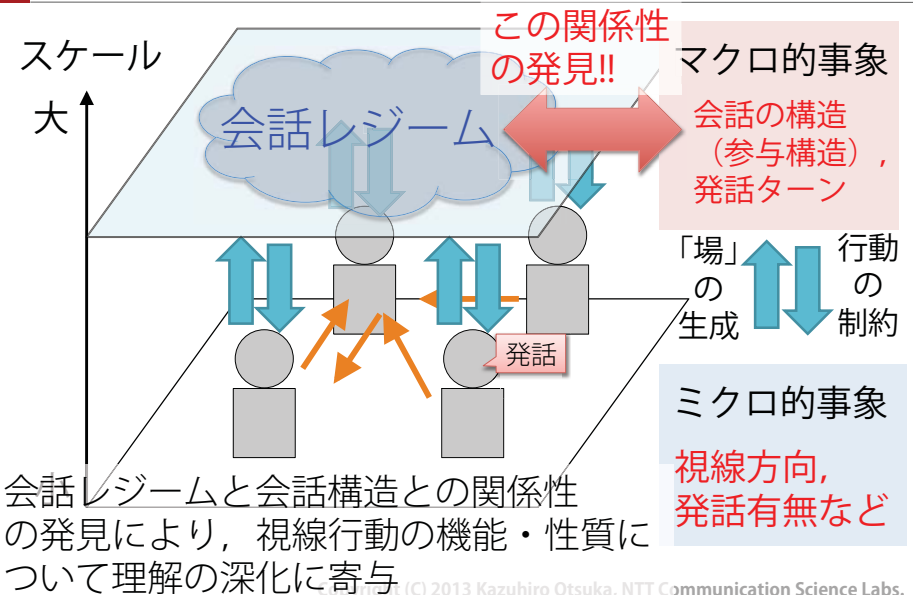
規定される成員の振る舞いの集合的パターンとして，視線方向に着目し，一者集中(Convergence), 二者結合(Dyad-Link=相互凝視)の視線パターンの存在を仮定した．

シミュレーションの結果，会話構造（参与構造，発話ターン）に近い「会話レジーム」が創発した．

会話レジームモデル

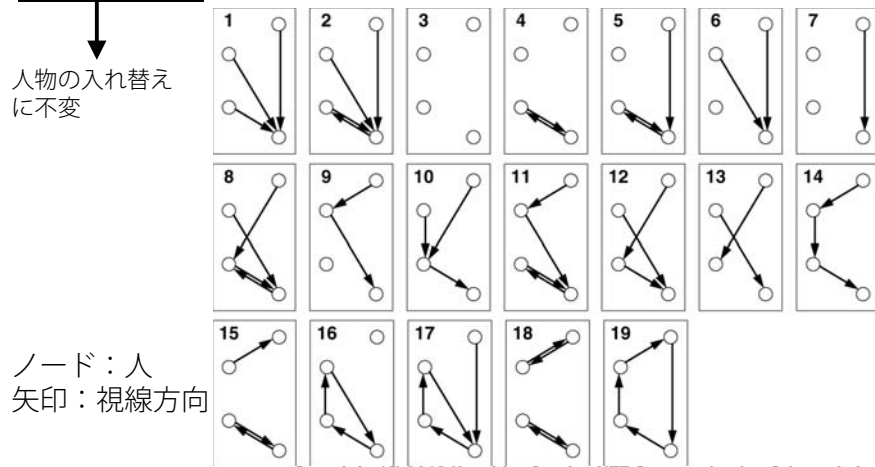


会話レジームの解釈



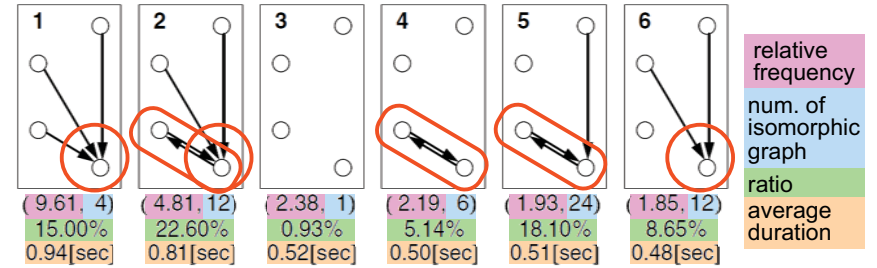
視線行動の分析

視線方向：他者の顔を見るか？そらしているか？の4状態／人4人会話の場合； $4^4 = 256$ 通りの視線パターン。
同型パターン19種を相対出現頻度の高い順に列挙。



視線パターンの構造的特徴

相対出現頻度の高いもの上位6位（全体の7割を占める）



頻出し、かつ、長時間持続するパターンの構造的特徴:

- 一人の人物への視線の集中 (78%, 平均1.8[sec])
- 二者間の相互凝視 (55%, 平均1.3[sec])

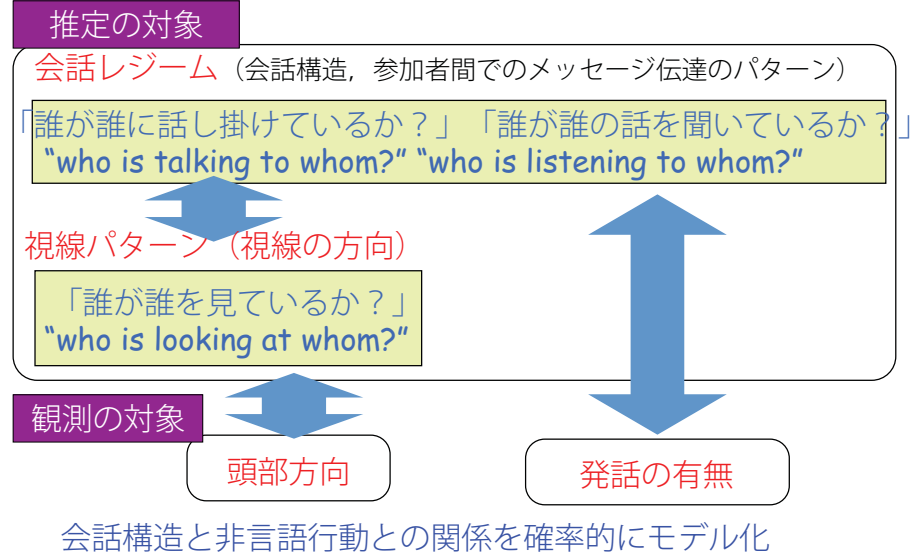
仮説:視線パターンが会話の構造を示唆する手掛かりとして有用
このようなパターンを生じせしめる場の力の存在を仮定。

会話の構造と視線パターンの関係

3種類の典型的な会話構造（会話レジームと呼ぶ）が出現

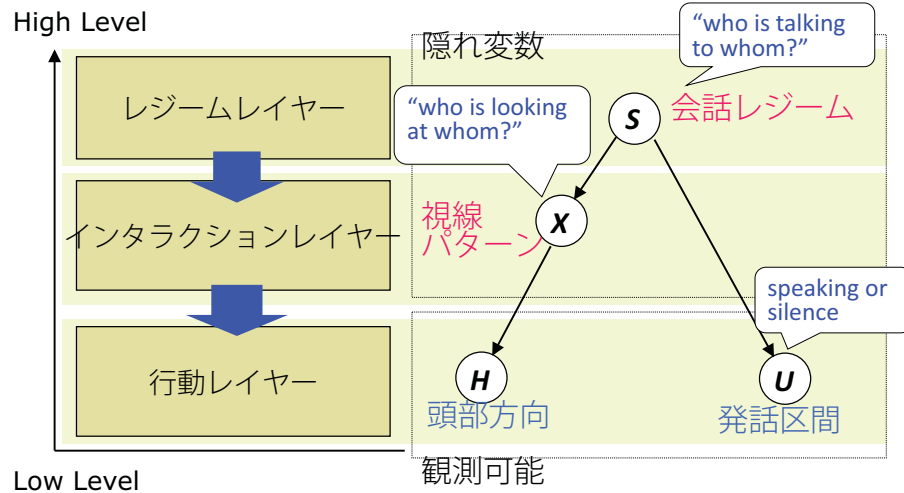
| 会話レジーム | 典型的な視線パターン | 対応する会話 |
|---------------------------------------|---|---------------------------|
| Convergence 一者集中 R_i^C | <p>受け手 話し手への視線の集中 Pi 話し手</p> | 1対多・一方向のメッセージ伝達 モノローグ |
| Dyad Link 二者結合 $R_{(i,j)}^{DL}$ | <p>傍参与者 2者間の相互凝視 Pi 話し手・受け手</p> | 1対1・双方向のメッセージ交換 ダイアローグ |
| Divergence 分散 R^0 | <p>凝視回避 (視線を逸らす), 異なる方向を見る</p> | グループ会話は生じていない |

会話モデルのコンセプト2005



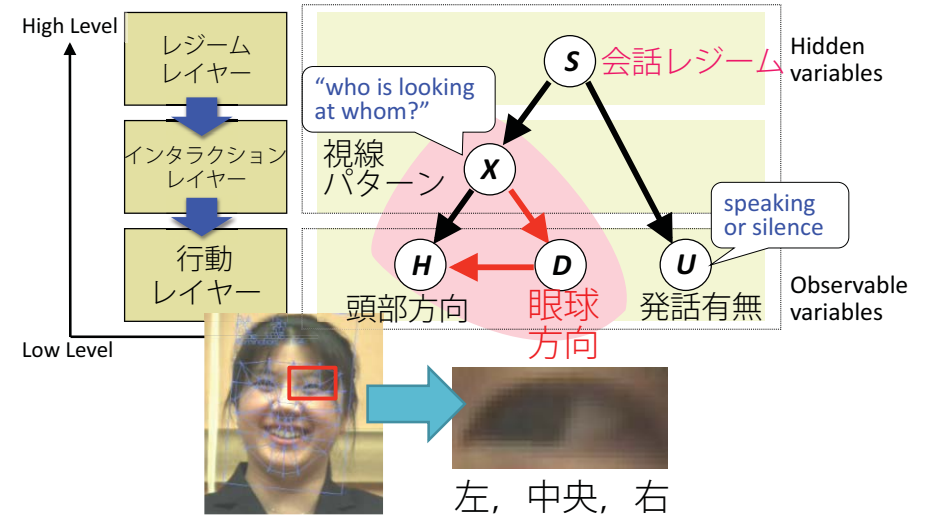
会話モデルの構造(2005)

ベイジアンネットにより表現されたモデル

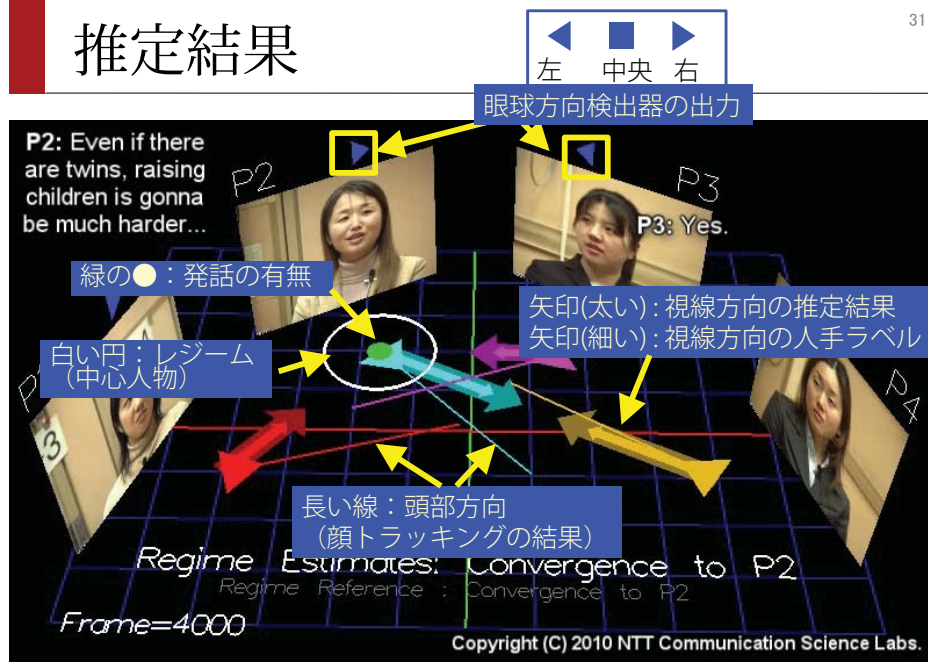


会話モデル (2010)

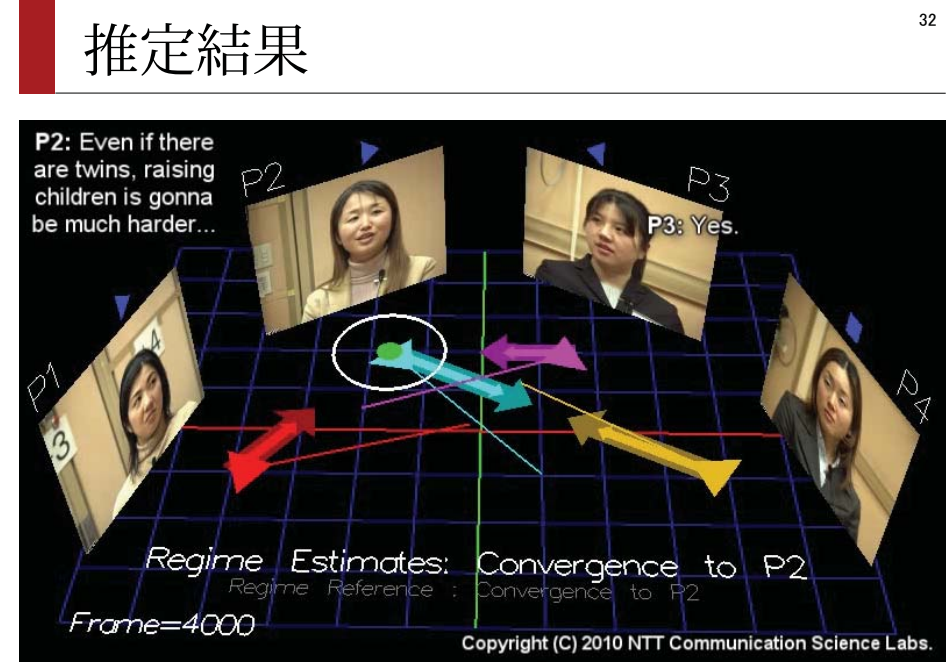
眼球の方向を画像認識により検出し、モデルに追加



推定結果

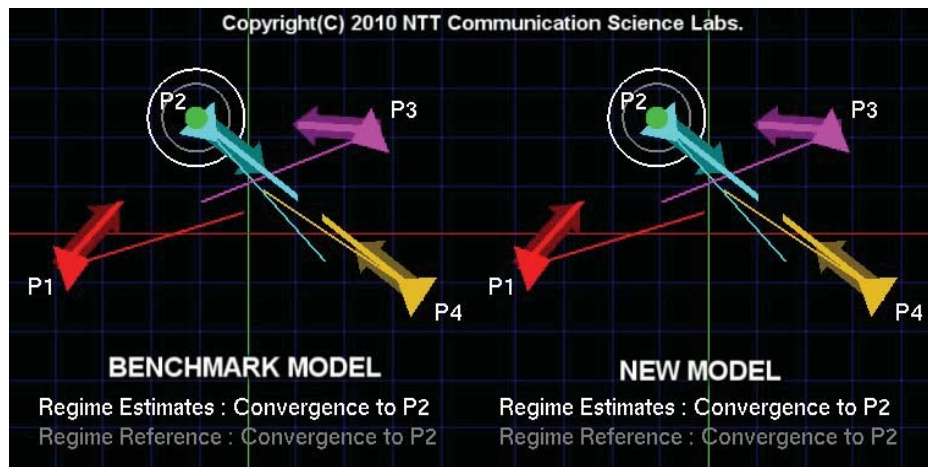


推定結果



比較：右が2010年モデル

33



太い矢印：視線方向の推定結果，細い矢印：視線方向の人手ラベル

視線の推定精度は，最大20%~30%向上し，平均8割以上の正答率を達成

Copyright (C) 2013 Kazuhiro Otsuka, NTT Communication Science Labs.

第2部のまとめ

34

- 関係性としての【心】に着目し，それが生成される「会話の場」に着目
- 現象の数理モデル化のアプローチを提案
 - 会話の場を多層な構造をもつ「系」として数理モデルを立てる
 - ミクロ的事象：人々の振る舞い（可観測）
 - マクロ的事象：会話の場の状態（しばし不可視）
 - 現象に関する定性的な知識・直感に基づき数理モデルを構築し，それによる数値計算（シミュレーション）の結果を吟味することで仮説の正しさを定量的に検証し，現象の理解を深化させる（示唆を得る）。

Copyright (C) 2013 Kazuhiro Otsuka, NTT Communication Science Labs.

予告：構造から感情へ

S. Kumano, K. Otsuka, M. Matsuda and J. Yamato. "Analyzing Perceived Empathy/Antipathy based on Reaction Time in Behavioral Coordination", In Proc. EmoSPACE2013 (to appear)

熊野史朗, 大塚和弘, 松田昌史, 大和淳司, 「二者間の行動の一致性と時間差に基づく外部観察者の共感解釈の分析」, HCGシンポジウム, 2012

S. Kumano, K. Otsuka, D. Mikami, and J. Yamato, "Analyzing Empathetic Interactions based on the Probabilistic Modeling of the Co-occurrence Patterns of Facial Expressions in Group Meetings", in Proc. 9th IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition (FG2011), 2011

熊野史朗, 大塚和弘, 三上弾, 大和淳司, 「複数人対話を対象とした顔表情の共起パターン確率モデルに基づく共感状態の推定」, 画像の認識・理解シンポジウム(MIRU), 2011

Copyright (C) 2013 Kazuhiro Otsuka, NTT Communication Science Labs.

構造から感情へ

36

会話において「心」がどう生まれ，人々の間において伝達・共有されていくか？

アトミックな相互作用として瞬時瞬時の二者間の共感・反感に着目し，外部観測により推定するタスクを設定。感情表出と知覚の関係性を数理モデル化

外部観測による多数の他者解釈の集合体として会話において生じる感情というモノを捉える。

主観×主観×・・・=客観という間主観的図式

各人の本心の存在とその観測不可能性というジレンマを回避。人と人との関係性に「心」が顕在化すると考える

Copyright (C) 2013 Kazuhiro Otsuka, NTT Communication Science Labs.

第3部：会話場再構成

- ・大塚, 熊野, 松田, 大和: 「MM-Space: 頭部運動の物理的補強表現に基づく会話場再構成」, 情報処理学会論文誌, (2013.4掲載予定) (インタラクション2012での発表内容の論文化)
- ・デジタルコンテンツEXPO2012出展. 経産省Innovative Technologies採択, 同 特別賞受賞
- ・Kazuhiro Otsuka, Kamil Sebastian Mucha, Shiro Kumano, Dan Mikami, Masafumi Matsuda, and Junji Yamato, "A System for Reconstructing Multiparty Conversation Field based on Augmented Head Motion by Dynamic Projection", ACM Multimedia 2011 Technical Demo Session

Copyright (C) 2013 Kazuhiro Otsuka, NTT Communication Science Labs.

つくることにより理解する

Copyright (C) 2013 Kazuhiro Otsuka, NTT Communication Science Labs.

39

往々にして研究者は
バラバラにするのは得意だが、再び組み立てるのは苦手

分解された時計の写真

解剖して病気の名前は分かったが患者は死亡. . .

Copyright (C) 2013 Kazuhiro Otsuka, NTT Communication Science Labs.

40

要素還元主義を超えて

現実世界の事物は、複雑に連動する多数の要素が結合した系（システム）である。そのままでは分析することが難しいので、まず、要素に分解して、各要素の特性を理解することから始める。

線形理論が提示する「分解・合成が自在な事象＝線形法則によって構造化された空間」と、我々の生活世界の空間認識（諸現象の予測不可能性、多様性、切断/分解—連関・合成の不可逆性）との間には根本的な乖離がある。私たちの原初的な自然観を回復するためには、切断/分解とは逆の概念操作、すなわち連関・合成に関する科学の感性を磨かねばならない。

吉田善章「非線形とは何か—複雑系への挑戦—」岩波書店2008より抜粋・要約

Copyright (C) 2013 Kazuhiro Otsuka, NTT Communication Science Labs.

主客分離による理解 : 二元論

全体を細部に分けて理解する

- 理性, 論理により理解する. 頭で分かる
- 分析, 分解, 細分化
- 意識的, 言語的

科学 西洋的
 芸術 東洋的

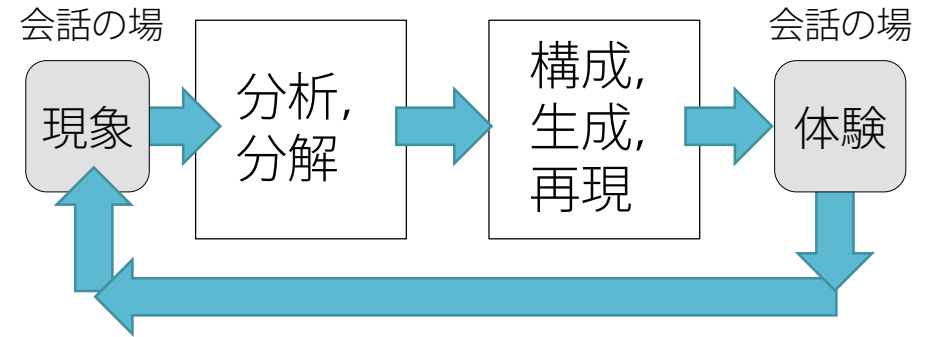
主客合一による理解 : 一元論

全体をあるがままに一つとして理解する

- 直感, 感性, 体験により理解する. 心で感じる
- 生成的, 構成的, 統合的
- 無意識的, 非言語的, 生きた生の感覚・体験

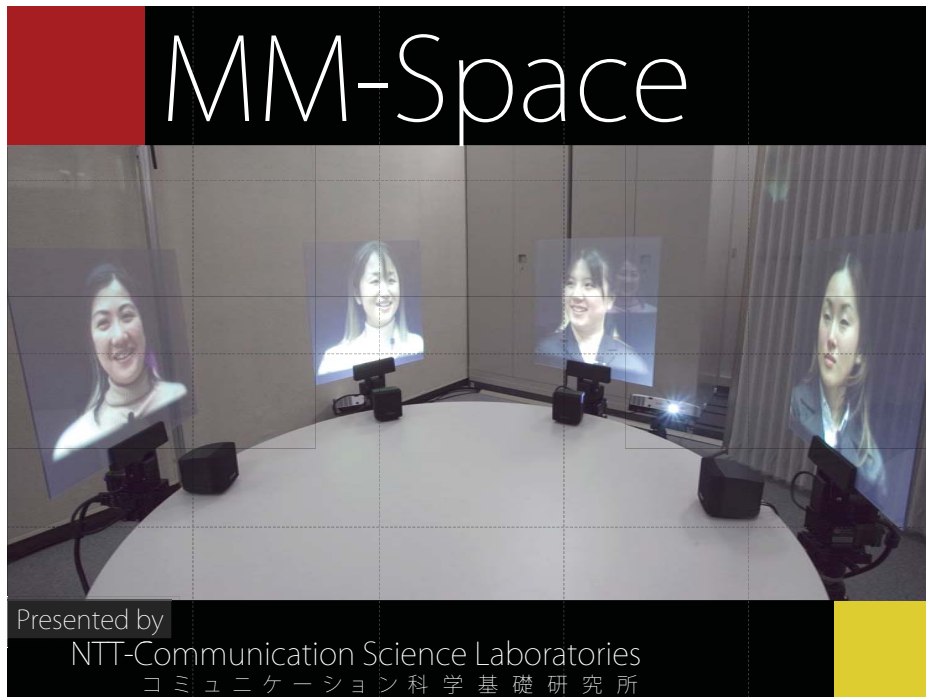
Copyright (C) 2013 Kazuhiro Otsuka, NTT Communication Science Labs.

分析・構成循環という方法論



ある現象を分析して, そこで理解したコトに基づいて, 再び現象を組み立ててみる. **生きた体験に戻してやる.** そこでの現象をさらに分析する. この循環により, より現象についてより深い理解が得られるはず.

Copyright (C) 2013 Kazuhiro Otsuka, NTT Communication Science Labs.



動機と提案

Motivation and Proposal

会話の場の空気を伝えたい



動きがリアリティを創る

Copyright (C) 2013, Kazuhiro Otsuka, NTT Communication Science Labs.

未来のコミュニケーション

Communication in the future

立体映像通信への憧憬
Admiration for 3-D Visual Communications

little_green_friend.jpg

Princess_Leia.jpg

From Starwars Episode III & IV, Lucasfilm Ltd.

Copyright (C) 2012, NTT Communication Science Labs.

未来のコミュニケーション

Communication in the future

立体映像通信への憧憬
Admiration for 3-D Visual Communications

→ 3次元形状の計測 } は重要
3次元形状の表示 }
Measuring and displaying 3-dimensional shapes

→ このお話は少し違います
Today's talk takes a different point of view

Copyright (C) 2013, Kazuhiro Otsuka, NTT Communication Science Labs.

アイデアと仮説

Idea and Hypothesis

『スクリーンを
人の頭の動きで動かす』

人の頭部運動をスクリーンの物理運動として補強して表現

画像上の動き + スクリーンの物理運動 → 相乗効果

→ 効果
視線方向や話し掛ける相手がわかりやすい

Copyright (C) 2013, Kazuhiro Otsuka, NTT Communication Science Labs.

提案 Proposition

頭部運動の物理的補強表現

Physical augmentation of human head motion

新しい表現モダリティ
New expression modality

人物の頭部運動をスクリーンの物理的な運動として補強して表現

Additionally express human head motion via physical screen motion

新しい表示デバイス
New display device

キネティック・ディスプレイ
Kinetic Display or Dynamic Projection

人物の頭部姿勢と同期して、スクリーンの姿勢と投影像を動的に制御する。

Dynamically control screen's pose in synchronization with human head pose

Copyright (C) 2013, Kazuhiro Otsuka, NTT Communication Science Labs.

仮説 Hypotheses

『人はスクリーンを顔と見立て、そのスクリーンの動きから会話者の振る舞いや会話の様子を（ある程度）読み取ることができる』 Humans anthropomorphize the moving screens and try to interpret them as communications

スクリーンの物理運動 + 画像運動 → 相乗効果
Physical Motion + Image Motion → Synergy

期待する効果
Hypothesized Effects

- 視線方向（注意の方向）がより分かりやすい
- 話し掛ける相手（受け手）がより正確に理解できる
Boost viewer's understanding in visual attention and in identifying addressees

Copyright (C) 2013, Kazuhiro Otsuka, NTT Communication Science Labs.

concept



動きが現実感をつくる

Motion creates reality

形より動き

Motion > Shape

存在感—機械ではなく人

Presence; not as machine but human

最小限デザイン Minimalism Design

画像の力

Image can tell

MMSpaceの着想・表現/構成論

52

- 非言語情報の重要性（分析系研究からの示唆）
 - 共同注視が会話の場をつくる
 - 頭部方向・運動が視線方向の表出・知覚に大いに寄与している
- 人の知覚の「動き」に対する感度の高さ
 - バイオリジカルモーション
 - 心的帰属
- 分解—再構成循環アプローチの実践
- 物理的な存在と運動，力学表現によるリアリティの創出．会話場の物理的再構成の可能性

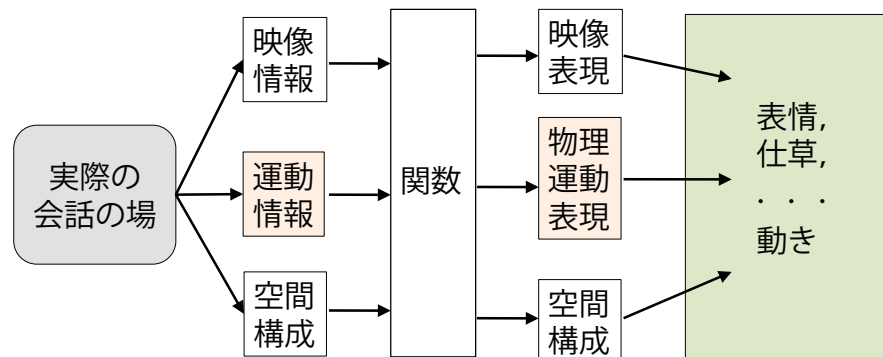
Copyright (C) 2013 Kazuhiro Otsuka, NTT Communication Science Labs.

MMSpaceにおける分解・構成

分解の過程

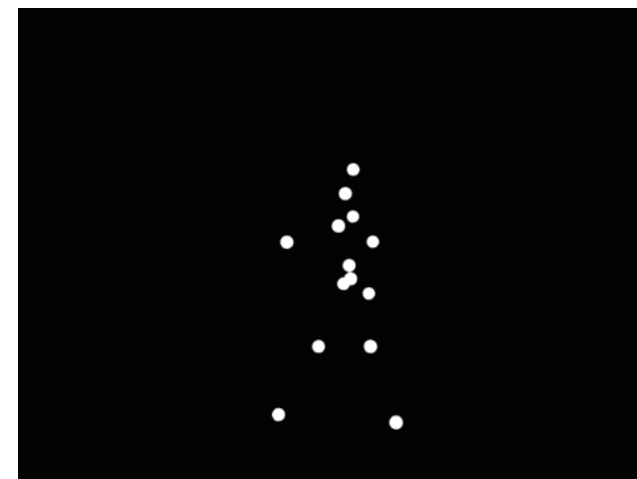
再構成の過程

追体験の過程



受け手の中で
要素が統合され
会話の場を体験する

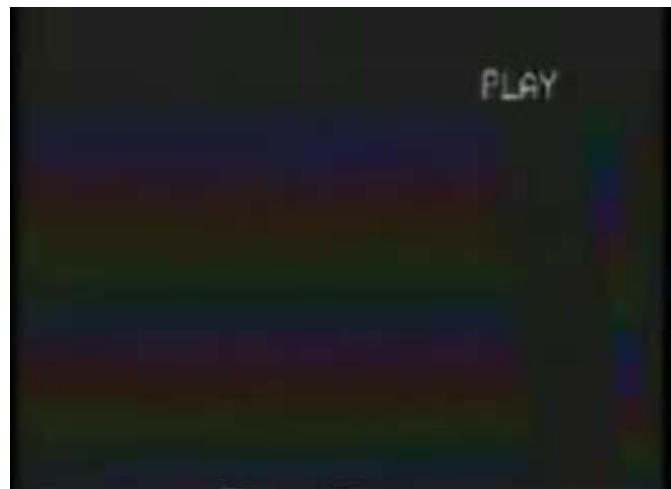
バイオロジカルモーション



Male point-light-walker

<http://www.youtube.com/watch?v=r0kLC-pridl>

心的帰属



Heider, F. & Simmel, M. (1944). An experimental study of apparent behavior. American Journal of Psychology, 57, 243-259.

無生物に感じる心

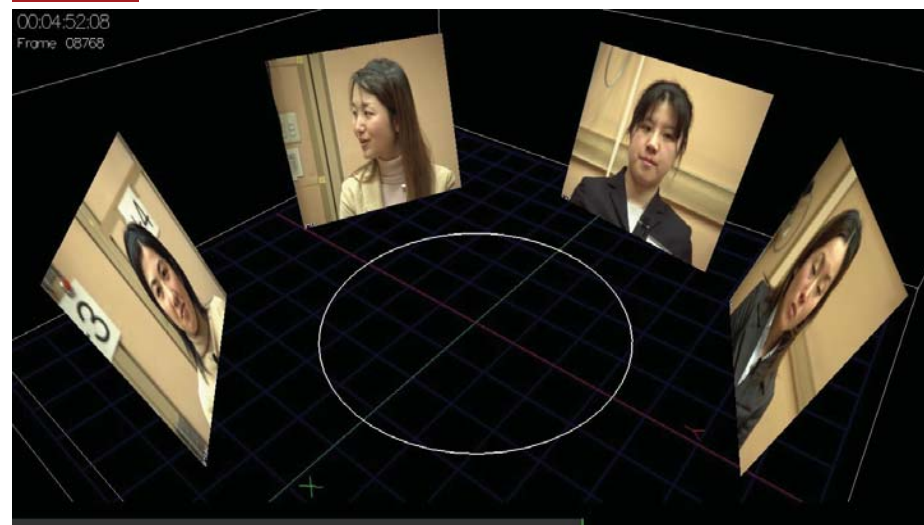


写真

写真

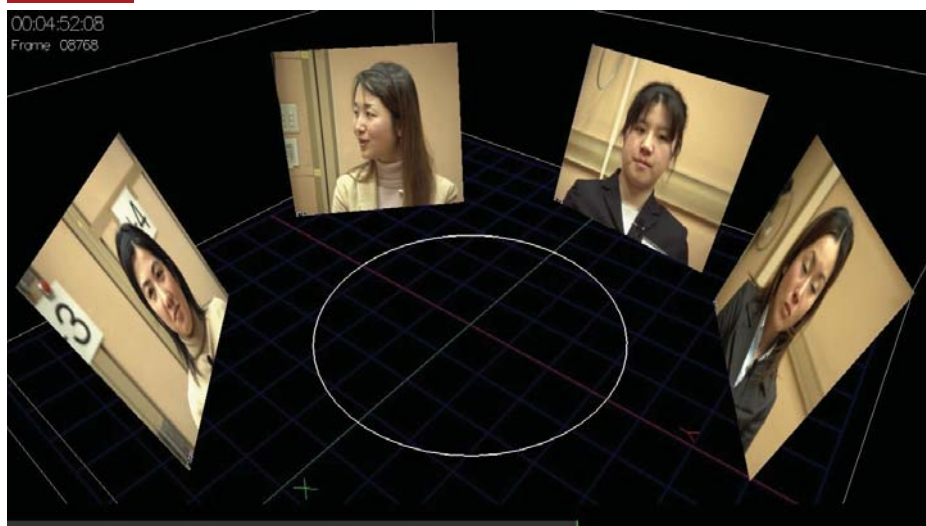
Copyright (C) 2013 Kazuhiro Otsuka, NTT Communication Science Labs.

簡単なテスト 1 : 動き無し



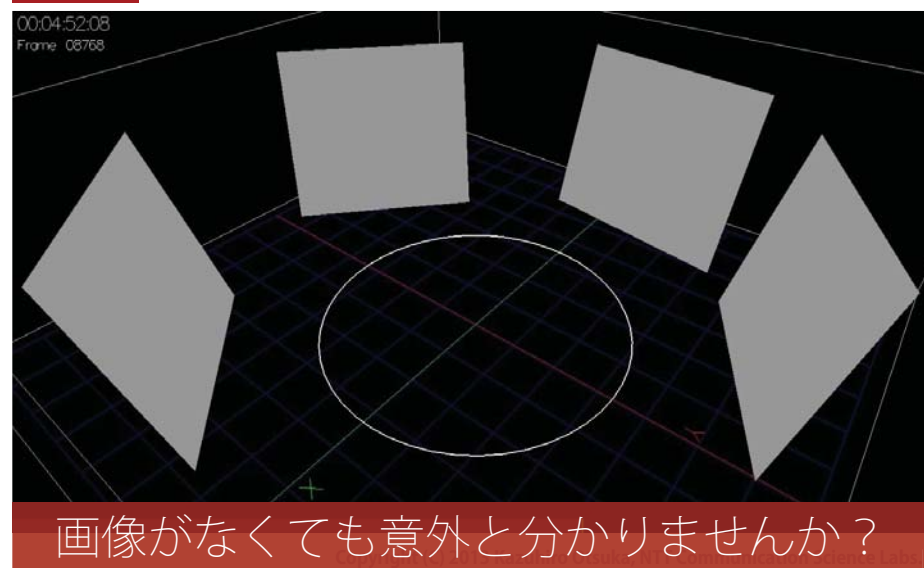
Copyright (C) 2013 Kazuhiro Otsuka, NTT Communication Science Labs.

簡単なテスト 2 : 動き有り



Copyright (C) 2013 Kazuhiro Otsuka, NTT Communication Science Labs.

簡単なテスト 3 : 画像無し



画像がなくても意外と分かりませんか?

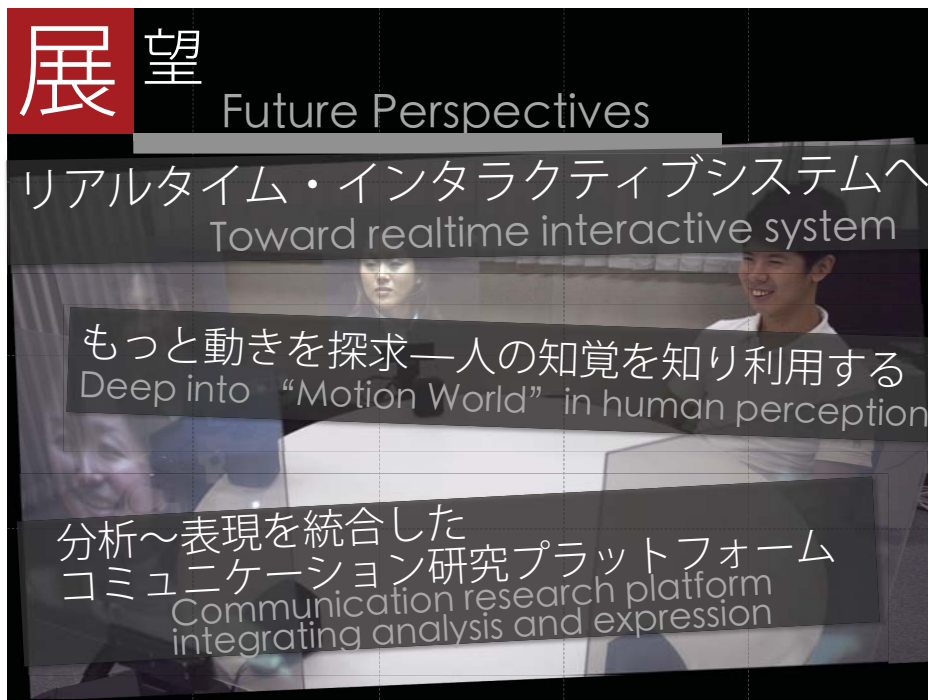
展望

Future Perspectives

リアルタイム・インタラクティブシステムへ
Toward realtime interactive system

もっと動きを探求—人の知覚を知り利用する
Deep into “Motion World” in human perception

分析～表現を統合した
コミュニケーション研究プラットフォーム
Communication research platform
integrating analysis and expression



MMSpaceの論点・課題

62

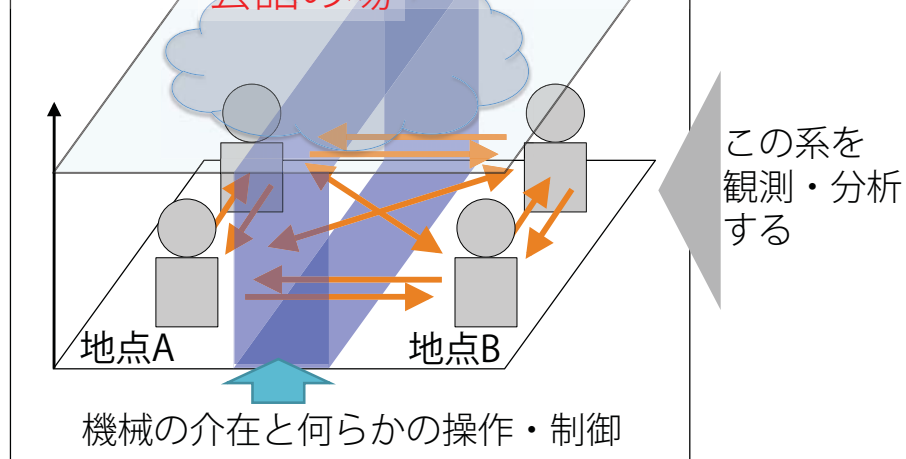
- 生成される場の性質を計る
 - 共同注視. . . 「共同注視が会話の場をつくる」
 - 共感の伝搬, 共有, 合意形成
 - 存在感, ○○感の評価
- 物理運動 vs. 画像運動
 - 物理的にモノが動くことの意味
 - MMSpaceは, ロボティクス, テレプレゼンスとの関連
- 無生物 (人工物) の動き vs. 人 (生物) の動き
 - 動きの「質感」のもつ意味
- 運動の関数操作による会話や場の制御は可能か?
 - 増幅, 減衰, 逆転, 遅延.
- 遠隔会議システム的设计指針の提供

Copyright (C) 2013 Kazuhiro Otsuka, NTT Communication Science Labs.

MMSpace遠隔環境での評価

63

物理的運動補強表現の介在により
どのような **会話の場** がつくられるか?



Copyright (C) 2013 Kazuhiro Otsuka, NTT Communication Science Labs.

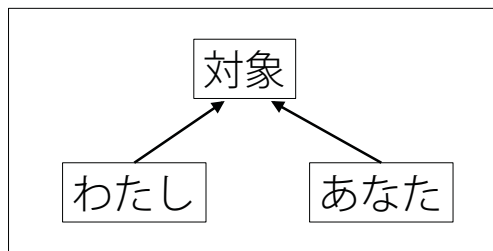
第4部：結び

Copyright (C) 2013 Kazuhiro Otsuka, NTT Communication Science Labs.

- 分析・再構成循環のループを回す
- 関連領域との接続・融合
 - 脳神経科学, 複雑系科学, 認知・発達, ロボティクス
- 言語との付き合い方
- 主観, 意識, 無意識をどう考えるか
- 表現・構成・デザイン・モノ作りの問題
- 現実の社会の問題に対峙する必要性

共同注視が「会話の場」をつくる

日本語は、話し手と聞き手が、外界を共視し、場を共有することを前提とする。共同注視を生み出す三項関係（わたし、あなた、対象）が日本語の文法構造を生み出す基礎となっている。



三項関係のもとでは、話し手は聞き手にまず注視すべき映像の範囲（共同注視の枠）を示し、次にその中の対象を選んでいくという順序（周辺→中心）。「は」は、文の枠を示し、「が」は枠の中の要素を示す

例. 「明日、東京で雨が降ります」、 「象は、長い鼻があります」

コミュニケーション研究の意義

- より良く生きるには、良いコミュニケーションが欠かせない
- 人は、決してわかり合えない存在だからこそ、分かり合おうと努力する意義が発生する
- 意味や価値の齟齬が多く発生する現代だからこそ、共通の目的や価値を見出し、合意を目指すという営みは重要
- コミュニケーションこそが全ての基盤である
 - 言語, 社会, 脳機能
 - よりよくコミュニケーションを行うため言語が生まれ、人は進化ともいえる
- まとめると、コミュニケーション研究の意義は、より良く他者と意思疎通をし、よりよい合意を形成するための仕組みを明らかにすること

なぜ、会話に拘るのか？

- 生きた体験の場だから
 - 切り取られた生の標本としてではなく
 - 自律した系だから
 - 外には閉じたフリーランニングの系
 - 様々な人の心的，身体的活動の宝庫だから
 - 意識，無意識，言語，非言語，情動，論理，視点
 - 人間の原初的な能力だから
 - 会話をするため発話機能や言語が生まれた
 - 生物と社会，情報，心をつなぐミッシングリンクの結節点だから
 - 人の心の内側を垣間見る窓として
 - 精神医療
 - より良いコミュニケーション環境や技術をつくるヒントになるから
- Copyright (C) 2013 Kazuhiro Otsuka, NTT Communication Science Labs.

決して知り得ない対象でありながら

他者に何かが伝わるとは
どういうことか？

相手の気持ちが分かるとは
どういうことか？

場の空気とは何か？

コミュニケーションとは一体何なのか？
どういう現象なのか？