

他者認知プロセスの 解明とモデル化

認知的コミュニケーション研究室

竹内勇剛

2017年

知能(intelligence)と賢さ(wisdom)の関係

賢さへの転化

賢さは有能（知能を有している）である
ことを必要とするが、有能であれば賢い
ということではない。

DL研究とは異なる 最新の人工知能研究の流れ

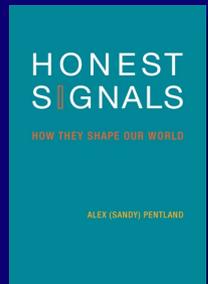
Human-Agent Interaction

- 人間のように賢く振る舞う人工物（社会的エージェント）を実現する。
- 人間のような「賢さ」を実現するのに最低限必要なメタ知能は何かを明らかにする。
- 知能をどのようにシステム化すると「賢さ」に映るのかをモデル化・理論化し、インタラクションをデザイン・実装する。
- 人間とエージェントとのインタラクションによって社会的な「賢さ」を構築する。

HAI 研究の要

他者の「心」を認知する

- 他者の「心」をどのように認知するか？
 - 非言語的表現（視線，ジェスチャ，ポスチャなど）
 - 身体動作（動き，速さ・加速度，時間など）
 - 空間構造（位置関係，向きなど）
- アルゴリズムとしてのインタラクションモデルの構築
- 人工システムへの実装・検証
→ 人の「心」がわかるマシン

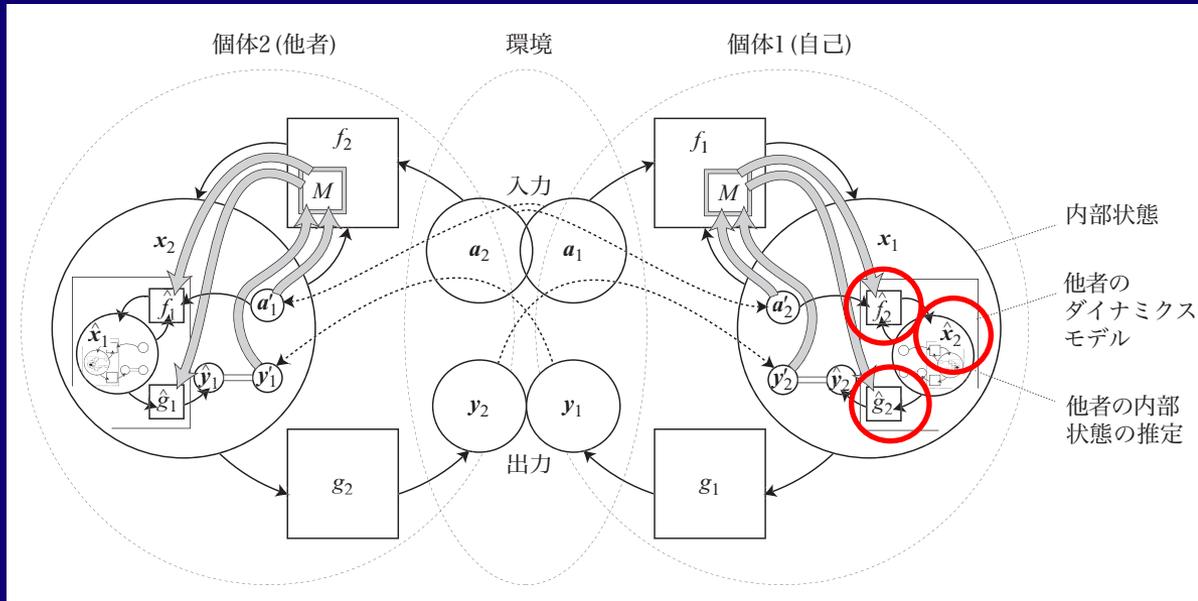


人の心を読むインタラクシヨソ

他人の認知や行動の知的さは、自分の内部状態やそれに伴う振る舞いとソインタラクシヨソを通して認知される。

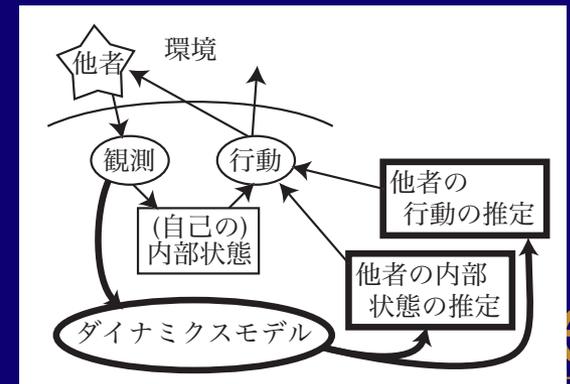
- 素朴心理学 (naïve psychology)
- 心の理論
- ミラーニューロン, 共感
- 自己観察に基づく他者理解
 - Humphrey (78, 84)
 - Makita & Aihara (03, 06)

Self-Observation Principle



ダイナミクス推定問題としてのコミュニケーションモデルを想定した際、他者に関するダイナミクスモデルのパラメータ（赤丸）のすべてを**観察に基づいて推定するのは極めて複雑であり困難だろう。**

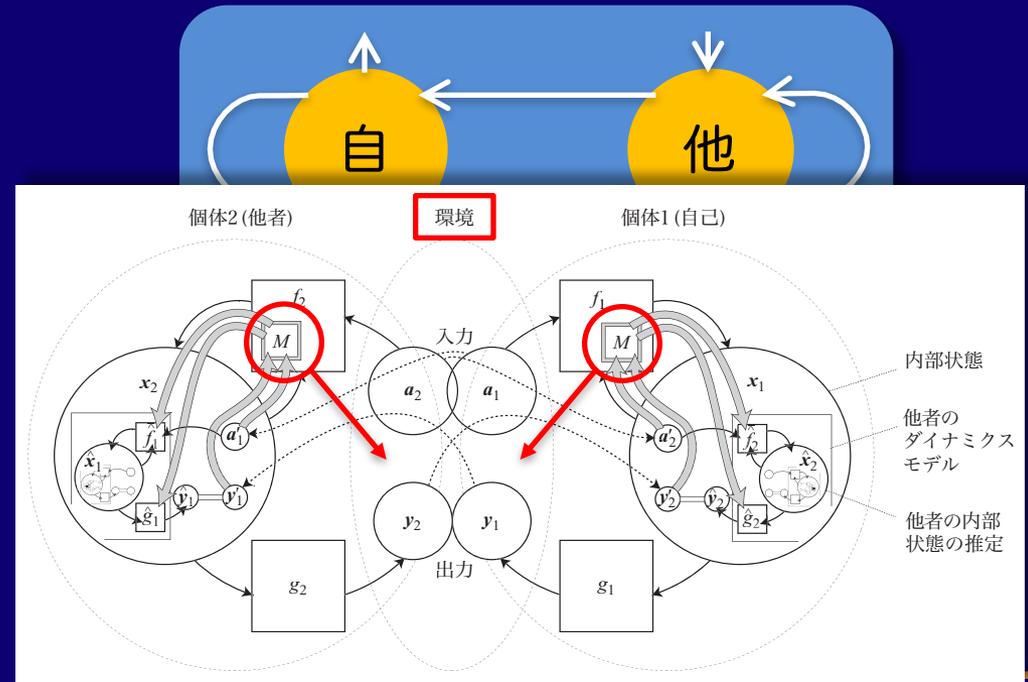
- 他者は基本的に自分自身と同じダイナミクスに従うという仮説に基づく推定。
- 他者の内部状態についての大まかな推定ができ、細かい差異は後から学習する。



身体・環境・時間

身体的インタラクションの時間問題

- 他者との身体的インタラクションは、双方の身体が同じ物理的(physical)環境の中に埋め込まれた構造の中で行われる。
- より環境に埋め込まれた認知過程が存在するのではないか？



自然界での生存を懸けた インタラクション



- 一瞬で喰うか喰われるかというシビアな状況でのインタラクションが要求される。
- 相手（周囲）の内部状態を単純化しないと、実時間的に対処できない。
→ 自他共に単純化した内部モデルをつくるシステムの存在が不可欠なのでは？

Relational Communication (1)

Control Code Assignment for the Message Code Categories

Format	Response Mode									
	Support	Nonsupport	Extension	Answer	Instruction	Order	Disconfirmation	Topic Change	Self-Instruction	Other
Assertion	↓	↑	→	↑	↑	↑	↑	↑	→	→
Question	↓	↑	↓	↑	↑	↑	↑	↑	↓	↓
Successful Talk-Over	↓	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Non-successful Talk-Over	↓	↑	→	↑	↑	↑	↑	↑	→	→
Non-complete	↓	↑	→	↑	↑	↑	↑	↑	→	→
Other	↓	↑	→	↑	↑	↑	↑	↑	→	→

1. Rogers, L. E. & Farace, R. V.: Analysis of relational communication in dyads: New measurement procedures, Human Communication Research, Vol.1, No.3, pp.222-239 (1975).
2. Rogers, L. E. & Escudero, V. (Eds): Relational Communication: An interactional perspective to the study of process and form, Psychology Press (2014).

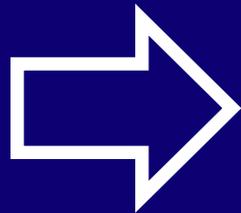
Relational Communication (2)

Types of Relational Control Transacts

Control Direction of Antecedent Message	Control Direction of Consequent Message		
	One-up↑	One-down↓	One-across→
One-up ↑	↗↗ Competitive Symmetry	↗↙ Complementarity	↗→ Transition
One-down ↓	↙↗ Complementarity	↙↙ Submissive Symmetry	↙→ Transition
One-across →	→↗ Transition	→↙ Transition	→→ Neutralized Symmetry

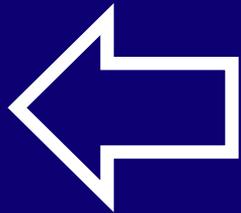
1. Rogers, L. E. & Farace, R. V.: Analysis of relational communication in dyads: New measurement procedures, Human Communication Research, Vol.1, No.3, pp.222-239 (1975).
2. Rogers, L. E. & Escudero, V. (Eds): Relational Communication: An interactional perspective to the study of process and form, Psychology Press (2014).

他者との関わるときの2つの態度



Control of other

他者に対して自らが作用しようとする
態度

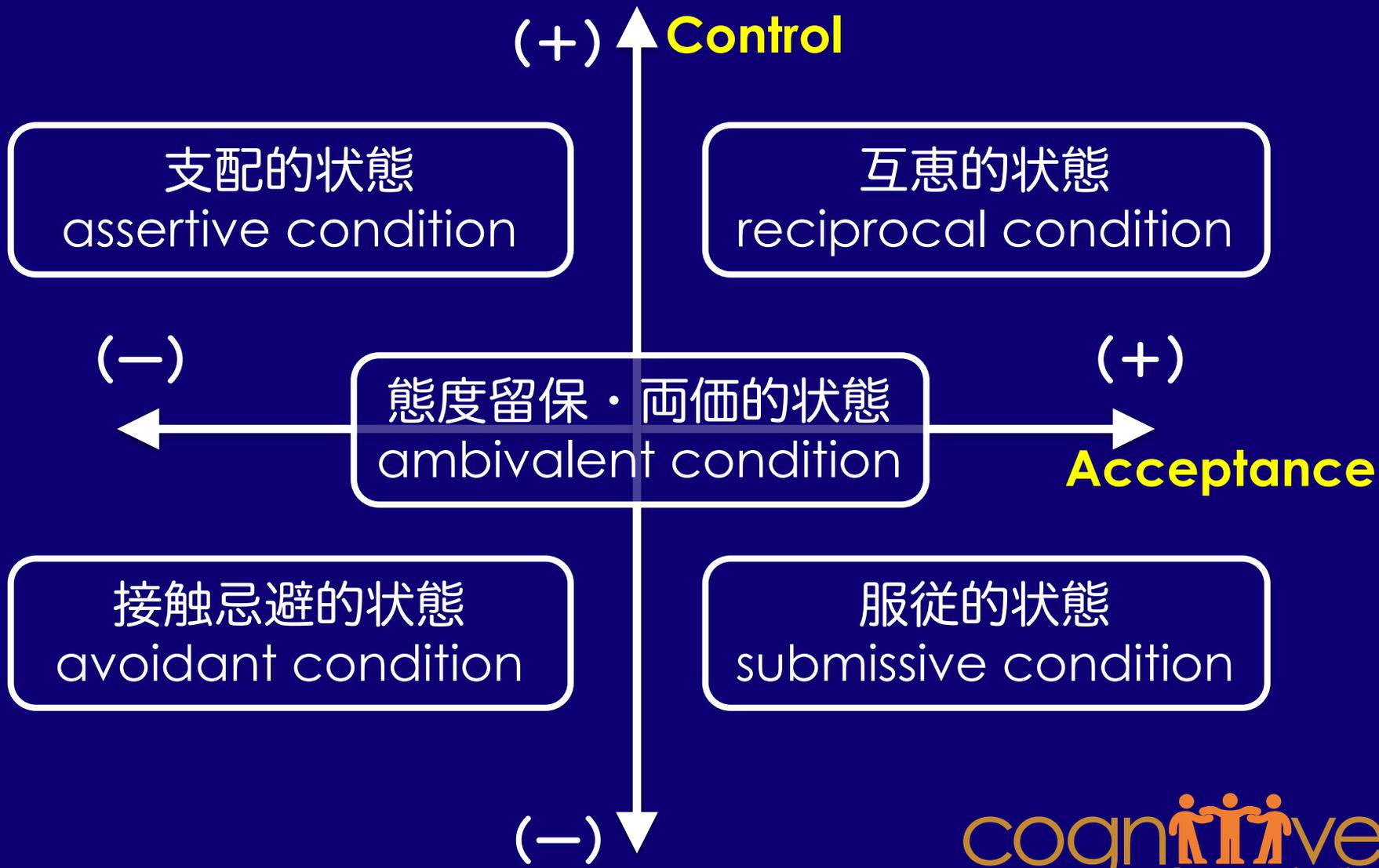


Acceptance of other

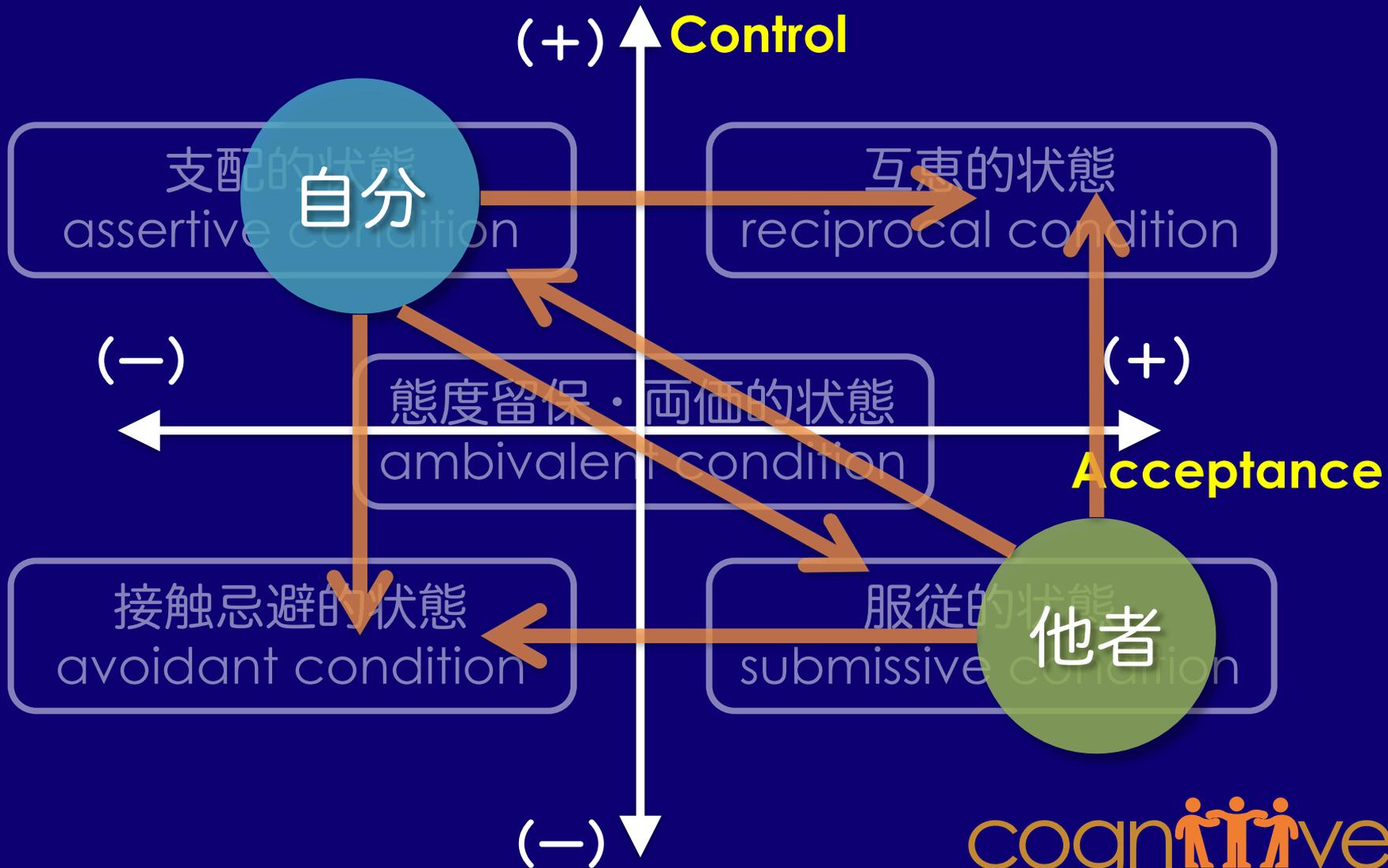
他者からの作用を受け入れようとする
態度

他者とのインタラクションに対する
態度を定義する2つの独立した変数

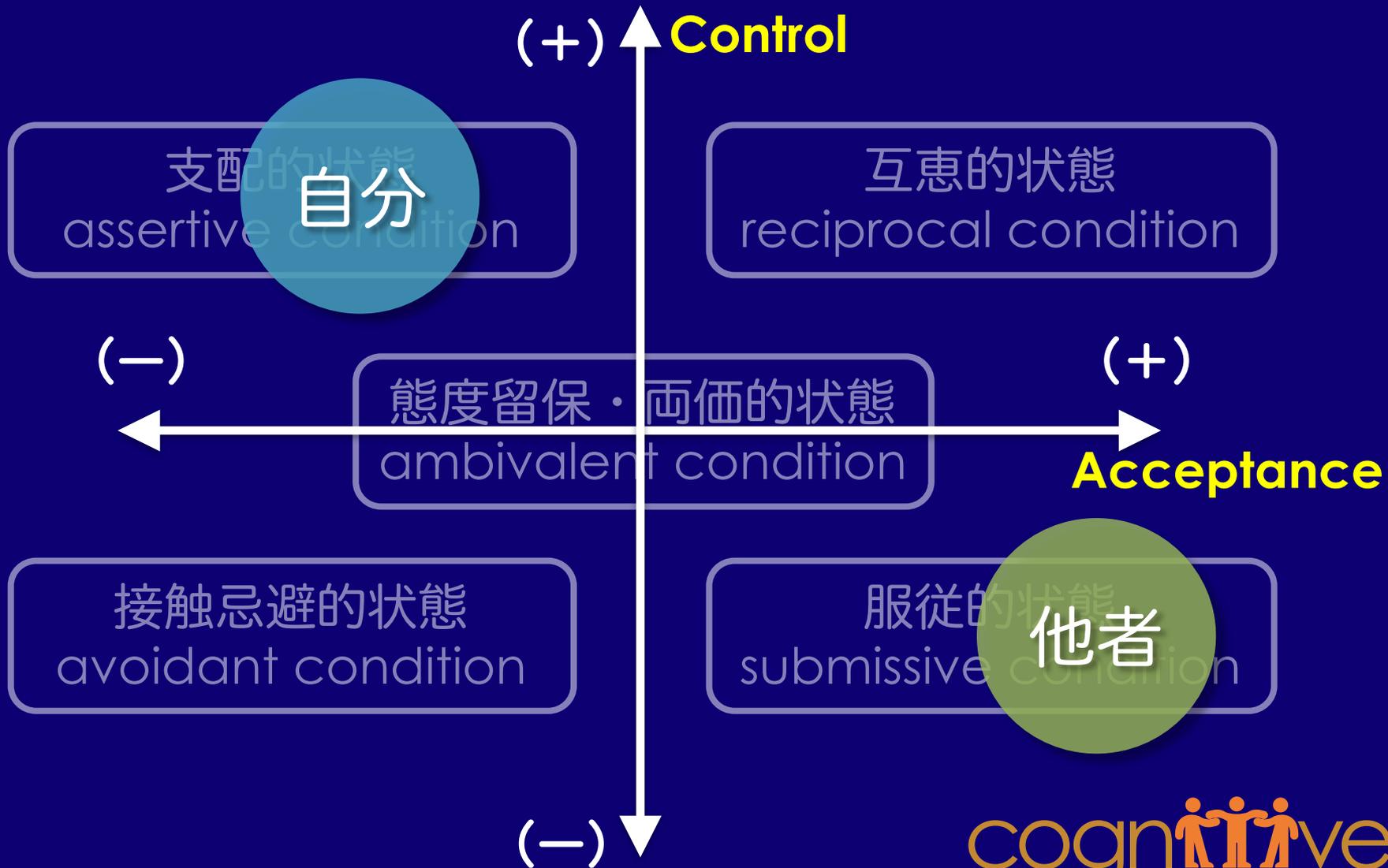
直交した2つの変数と状態



インタラクションの推移の例

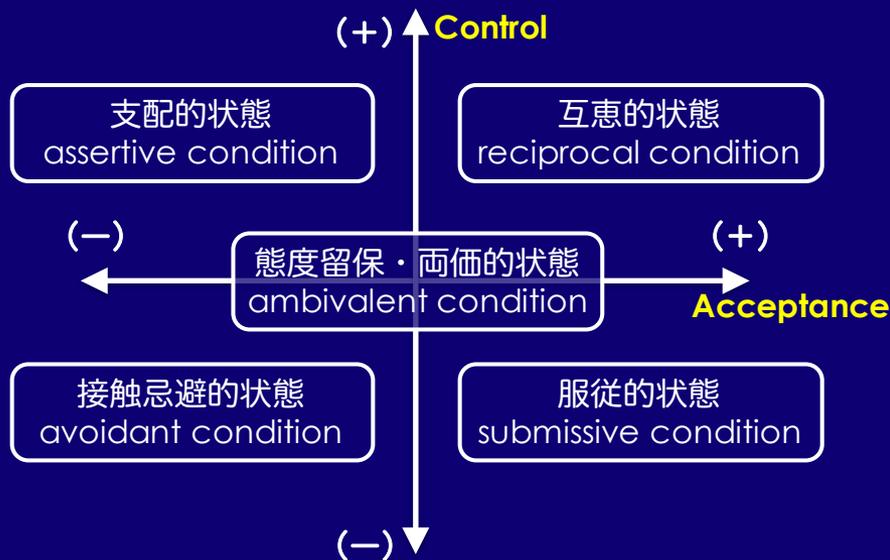


インタラクションの推移の例



インタラクション誘起モデル

Control-Acceptance態度状態に基づいた 2者間の状態遷移過程を説明するモデル



- 他者とのインタラクションは、**自分の態度と相手の態度**、及び**状態間の関係**によって決定される。
- インタラクションを自動的（自発的）に発生させる生得的なシステムによって**相互のゲインを最大化**を試みる。

ちょっと
脇道に...

なんか居心地の悪くなる 苦手な日常の中での状況

• 洋服屋・家電量販店

放っておいてくれ
用があったらこっちから呼ぶから
おーい定員どこいった？

• ファミリーレストラン

注文取り来てってずっと
そっちに視線送ってるんだから
気付いてくれよ

• 美容院（美容室）

そのどうでもいい会話に付き
合わなきゃいけないの？
仕事に専念してくれ

• まだ食べているのに

さっさと食って帰れって準備
こと？

竹内

心地良い接客行動と悪い客の行動の
インタラクションデザインの必要性

現在取り組んでいる中心課題

インタラクション誘起モデルを中心とした研究

① モデルの構築と 検証

- 原初的なインタラクション過程の解析とモデルの構築
- シミュレーションと実験による検証

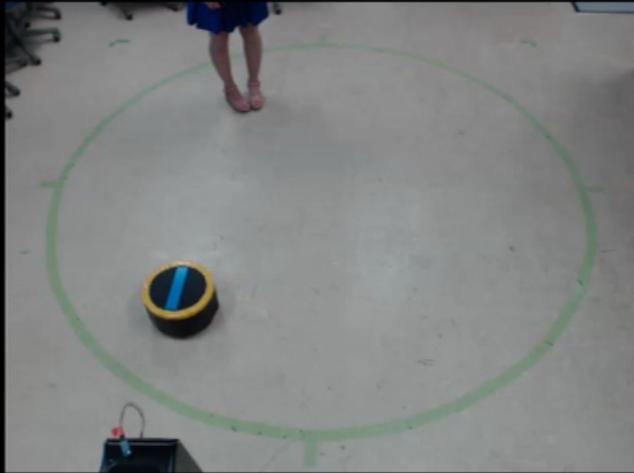
② モデルに基づく 他者の内部状態 の推定

- 身体間の向き，距離，相互の動きに基づく **Control-Acceptance** 態度の推定
- 関係維持に寄与する適切なインタラクション設計

③ 高度インタラク ションの実現

- 視線動作による **Control-Acceptance** 態度の推定
- 「ふり」（偽装）や儀礼的な無視を通じた他者の態度の変化を促すインタラクションの実現

① モデルの構築と検証



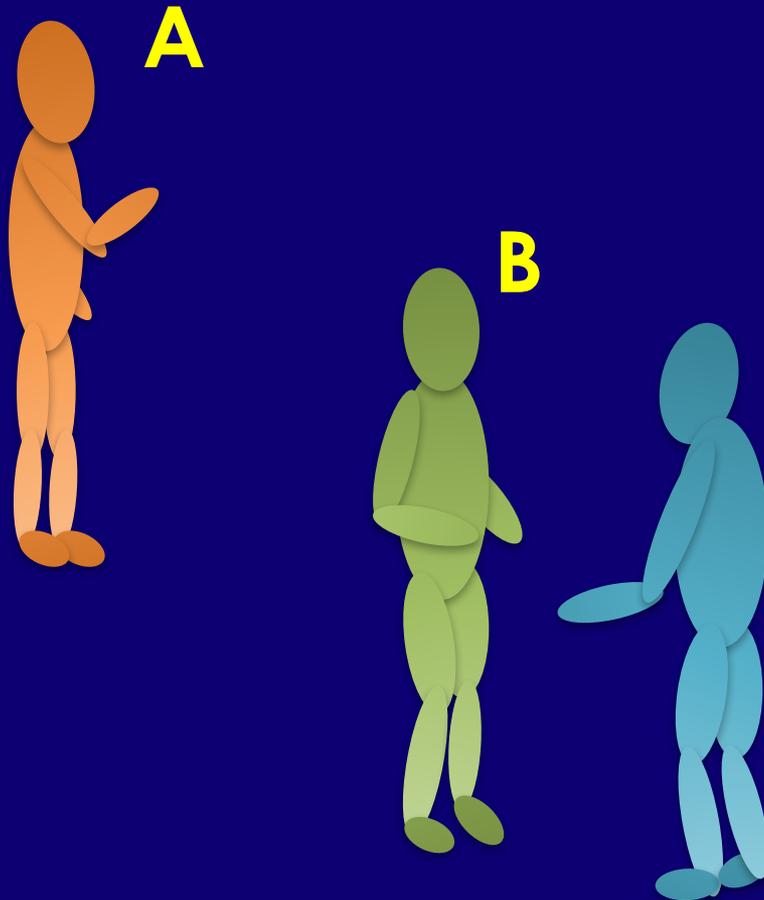
1. センシングデータに基づく位置推定処理（レンジスキャナ・ビジョン）。
2. モデルに基づいて自律的に振る舞うロボットの動作デザイン。
3. 実験計画法に基づく実験デザイン。
4. 実験および統計処理，機械学習等を使った分析。

- 人間を含む生物に共通する他者認知に基づくインタラクションモデルの構築
- 脳神経系による裏付けの検証

② モデルに基づく他者の内部状態の推定

基礎
研究

科研



- 取り込み中のBに対してAが用件を伝えたい。
- Bの状態は複数ある。
 - オープン（雑談中）
 - ニュートラル
 - クローズ（密談中）
- Aはどのような他者認知に基づいた行動をするか？
 - 移動（ルート，所要時間）
 - 接近（距離，角度，向き）
 - 注意喚起（タイミング）

Pepperなどを含むロボットも使った実験を計画中

③ 高度インタラクションの実現

応用
研究

科研



- 視線を使った騙し（欺瞞行動）
 - 相手の内的状態を忖度し、気付いていないふりをする。
 - 相手の内的状態を忖度し、強い関心があるふりをする。
- 内的状態と行動が矛盾している対人関係の構築（ツンデレ）

インタラクション誘起モデルに基づく高度なインタラクションデザインと実装・応用

その他の研究

基礎
研究

応用
研究

4. 自尊感情を利用した**プログラミングスキル** **修得意欲の促進**のためのエージェントを介したインタラクティブシステムの開発
5. 身体の運動能力を向上させる**言葉がけ**に関する基礎研究
6. 人間の行動に変化を与える**フォント**の違いに関する調査・研究
7. ロボットが有する機能を直観的に伝達する**ピクトグラム**の作成

科研

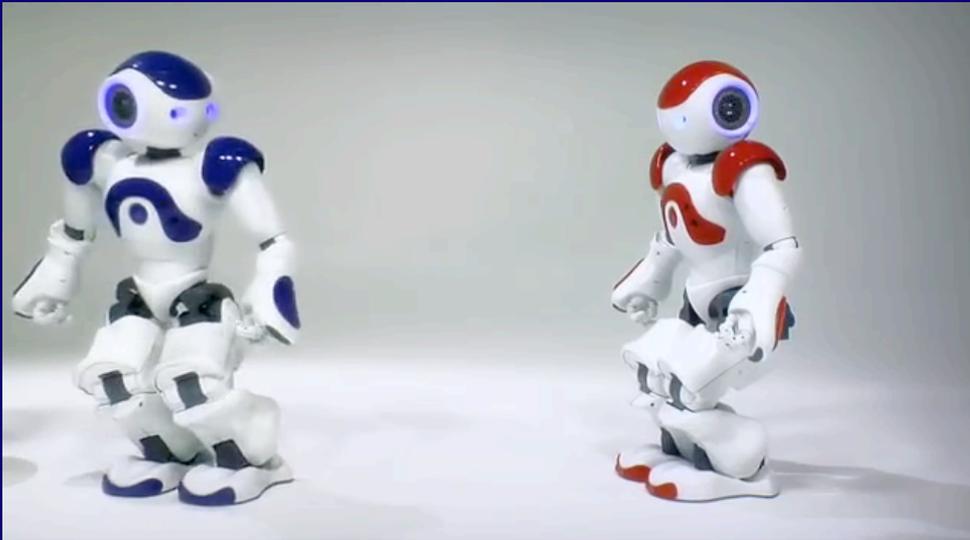
科研

企業

自主

など、個人ごとの関心を反映した専門性に基づき決定

研究室にいるロボットたち



研究室で身につけられる基礎スキル

心理実験

視線計測

エージェントデザイン

統計分析

モーションキャプチャ

システム構築

インタラクション分析

センシング処理

ロボット制御

行動数理解析

機械学習

論文執筆

プログラミング

データ可視化

プレゼンテーション

メンバー共通スキル

研究テーマ依存スキル

おわり

一度しかない時間（人生）なのですから，自分の興味・関心に対して誠実な学生時代を過ごしてほしいと思います．今日，もしこういう研究に興味や関心をもったならば，いつでも話を聞きに来てください．この研究の面白さを共に分かち合いましょう．

APPENDIX

H A I に注目する学術的意義

- 人間と自然に共生する高度知能化人工物を創るための基礎モデルができる。
→人工知能（Artificial Intelligence）的成果
- エージェントの振る舞いを通して，人間固有の認知過程を明らかにできる。
→認知科学（Cognitive Science）的成果

「知性」「人間」とはいったい何なのだ？
という哲学の問題の解決への1つのアプローチ

HAI って何の役に立つの？

- 相手（自律的&知的なもの）の状態と環境の状態に基づき、狙った効果を最大化する行動を自律的かつ過剰的に振る舞う人工システムの実現。
「賢さを備えた人工システム Beyond the “Artificial Intelligence”」
- 「できる」人工システムの実現。



次世代技術の本質的な価値を決める

HAI 研究の歴史と関係



HAI研究創生期から中心的役割

- HAIシンポジウム 実行委員長
- IC on HAI Steering Committee
- HAI論文特集号編集委員長 (人工知能学会, 電子情報通信学会)
- 静岡大学情報学部もHAI研究の拠点の1つに

