

基本情動理論と心理構成主義

大平 英樹

名古屋大学 大学院情報学研究科
心理・認知科学専攻

アウトライン

1. イントロダクション
2. 基本情動理論と心理構成主義
3. 内受容感覚と予測的处理
4. 感情と意思決定を統合する予測的处理モデル
5. 予測誤差の最小化だけで説明可能か？
6. 結論

アウトライン

1. イントロダクション
2. 基本情動理論と心理構成主義
3. 内受容感覚と予測的处理
4. 感情と意思決定を統合する予測的处理モデル
5. 予測誤差の最小化だけで説明可能か？
6. 結論

人工知能と感情

2019
Report

AI NOW
December 2019

AI Now 2019 Report | 2

AUTHORS AND CONTRIBUTORS

Kate Crawford, AI Now Institute, New York University, Microsoft Research
Roel Dobbe, AI Now Institute, New York University
Theodora Dryer, AI Now Institute, New York University
Genevieve Fried, AI Now Institute, New York University
Ben Green, AI Now Institute, New York University
Elizabeth Kazianus, AI Now Institute, New York University
Amba Kak, AI Now Institute, New York University
Varoon Mathur, AI Now Institute, New York University
Erin McElroy, AI Now Institute, New York University
Andrea Nil Sánchez, AI Now Institute, New York University
Deborah Raji, AI Now Institute, New York University
Joy Lisi Rankin, AI Now Institute, New York University
Rashida Richardson, AI Now Institute, New York University
Jason Schultz, AI Now Institute, New York University School of Law
Sarah Myers West, AI Now Institute, New York University
Meredith Whittaker, AI Now Institute, New York University

With research assistance from Alejandro Calcaño Bertorelli and Joan Greenbaum (AI Now Institute, New York University)

DECEMBER 2019

Cite as: Crawford, Kate, Roel Dobbe, Theodora Dryer, Genevieve Fried, Ben Green, Elizabeth Kazianus, Amba Kak, Varoon Mathur, Erin McElroy, Andrea Nil Sánchez, Deborah Raji, Joy Lisi Rankin, Rashida Richardson, Jason Schultz, Sarah Myers West, and Meredith Whittaker. *AI Now 2019 Report*. New York: AI Now Institute, 2019. https://ainowinstitute.org/AI_Now_2019_Report.html.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

人間の感情を、人工知能で推定する試みは、今のところあまり成功していない

AI report 2019

There remains little to no evidence that these new affect-recognition products have any scientific validity. In February, researchers at Berkeley found that in order to detect emotions with accuracy and high agreement requires context beyond the face and body.⁴¹¹ Researcher Ruben van de Ven

A major review released this summer found that efforts to “read out” people’s internal states from an analysis of facial movements alone, without considering context, are at best incomplete and at worst entirely lack validity.⁴¹⁴ After reviewing over a thousand studies on emotion expression, the

感情の研究は難しい？

我々は、感情について、強い実感を持っている
そのため感情について、直観的に、簡単に理解できると思ってしまう

例：

- ・誰にでも、同じような「幸福(happiness)」という感情が存在する
- ・「幸福」は、主観的な自己報告を記述することで研究できる

→自己報告を「教師信号」とし、脳活動、生理的反応、表情などを測定すれば、
「幸福」を機械学習(人工知能)で推定できる？

素朴心理学 (folk psychology)

- ・誰もも持っている、人間の「心」についての信念や思い込み

→一般化も定義もできない曖昧なもの

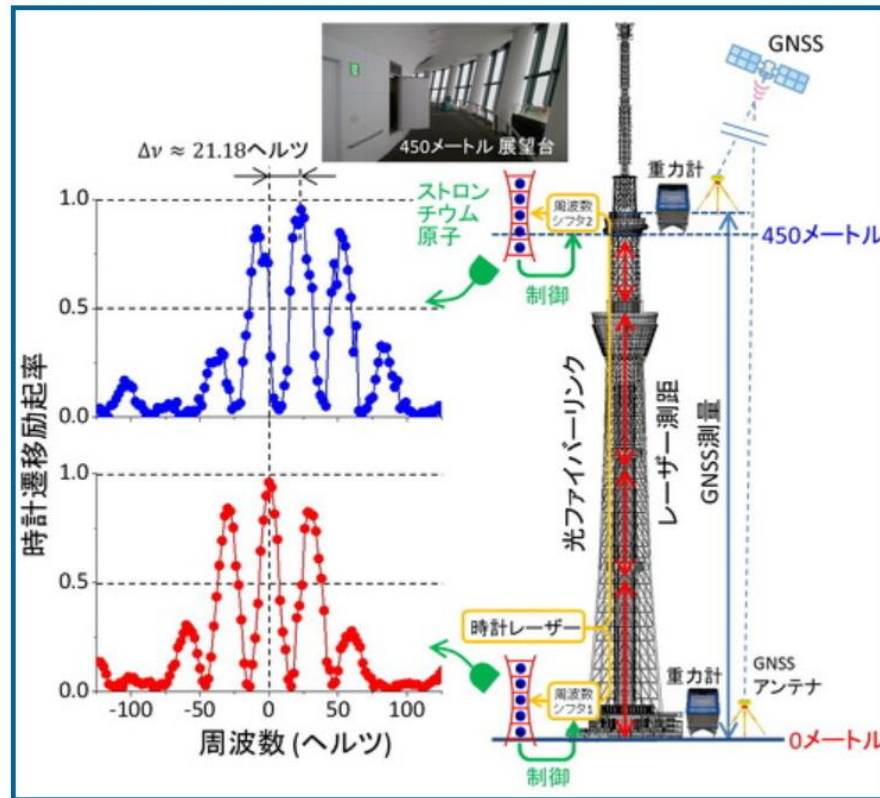
- ・心理学は、素朴心理学を十分に排除しないまま感情の研究を続けてきた
: 学問としての制約

→感情を、どのように捉えたらいいのか？

- ・大平の立場

→いったん素朴心理学を可能な限り排除し、脳と身体の観点から客観視する

スカイツリーの頂上とふもとで時間の流れは異なる



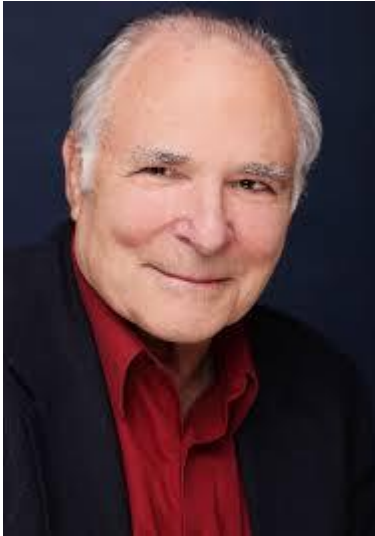
我々は、「時間の流れは一樣ではない」という現象を、直観で理解しようとはしないし、簡単に理解できるとも思わない

→感情も研究対象として同じであり、いったん、素朴心理学を徹底的に廃して、その原理を追求すべき

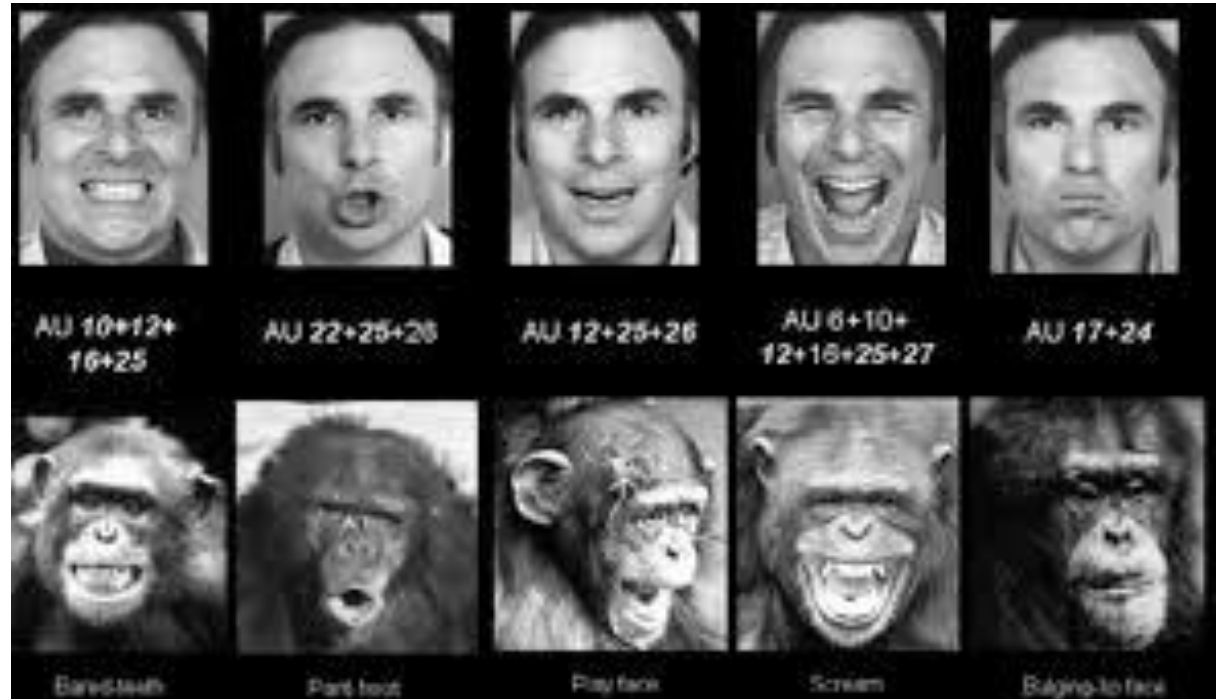
アウトライン

1. イントロダクション
2. 基本情動理論と心理構成主義
3. 内受容感覚と予測的处理
4. 感情と意思決定を統合する予測的处理モデル
5. 予測誤差の最小化だけで説明可能か？
6. 結論

基本情動理論(basic emotion theory) : 1970'

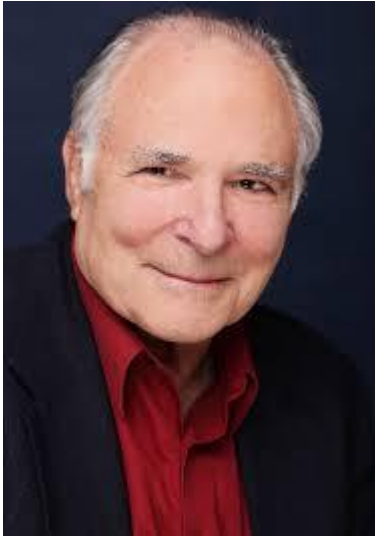


Paul Ekman



- 少数の、生得的な**基本情動(表出・行動・生理反応のセット)**が存在する
- 基本情動は進化の過程で形成された
- 基本情動には固有の神経生理学的基盤が存在する

基本情動理論の根拠

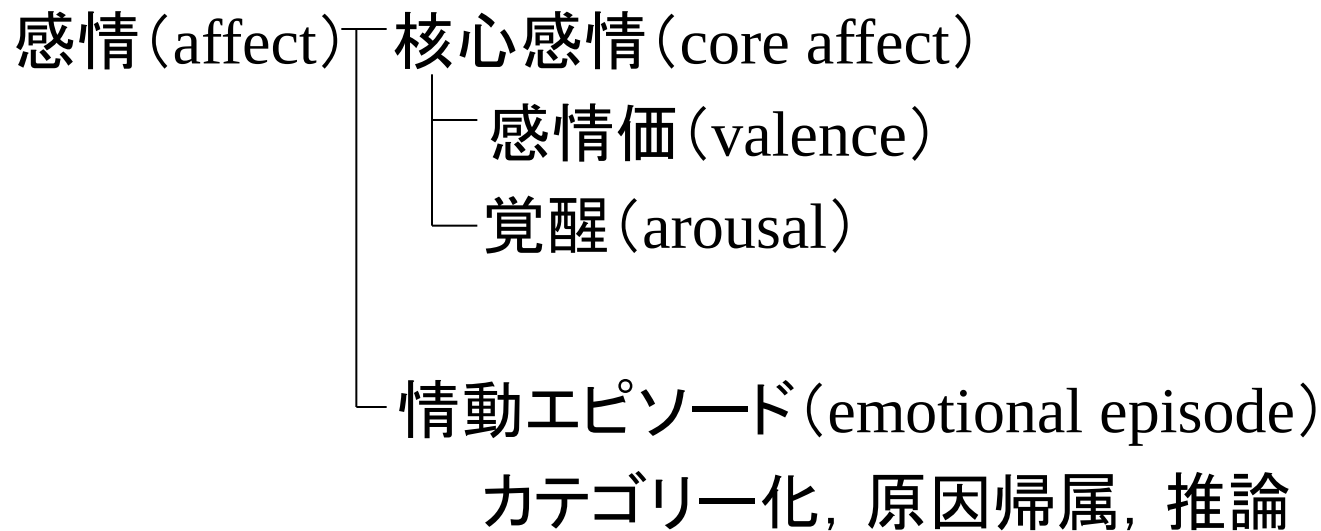


Paul Ekman



- ・白人俳優の表情演技→世界各国での表情認識実験
表情認識の普遍性
- ・脳神経科学の知見 →扁桃体 (amygdala): 「恐怖の中枢」
(1970年代) 線条体 (striatum): 「報酬系」
島皮質 (insula): 「痛みの中枢」

Russel (2003)の感情次元説: Core Affect (核心感情)理論



James Russell

心理構成主義: 2010' (psychological constructivism)



James Russell



Lisa Feldman-Barrett

感情は、生得的メカニズムに基づき、
主観的、間主観的に「構成」される



顔表情認識研究のメタ分析

■ 顔表情による情動認識は文化の差が大きい

Universality Reconsidered: Diversity in Making Meaning of Facial Expressions



Current Directions in Psychological Science
1–9
© The Author(s) 2018
Article reuse guidelines:
sagepub.com/journals-permissions
DOI: 10.1177/0963721417746794
www.psychologicalscience.org/CDPS



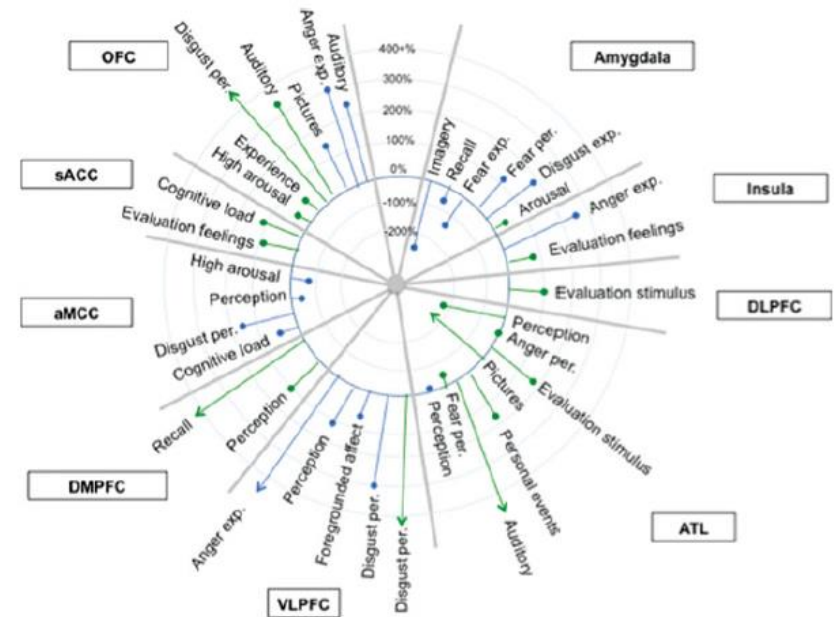
providing an important opportunity for reevaluating the universality thesis. These new studies reveal diversity, rather than uniformity, in how perceivers make sense of facial movements, calling the universality thesis into doubt. Instead, they support a perceiver-constructed account of emotion perception that is consistent with the broader literature on perception.

Published in final edited form as:

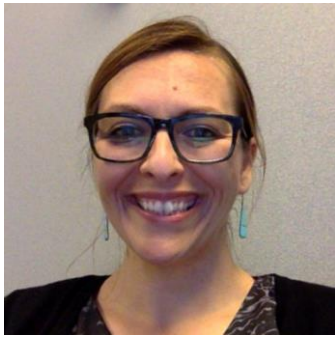
Emotion. 2014 April ; 14(2): 251–262. doi:10.1037/a0036052.

Perceptions of Emotion from Facial Expressions are Not Culturally Universal: Evidence from a Remote Culture

Maria Gendron¹, Debi Roberson², Jacoba Marietta van der Vyver^{3,4}, and Lisa Feldman Barrett^{1,4,5}

Lindquist et al. 2012 *Behavioral and Brain Sciences*Lindquist et al. 2012 *Behavioral and Brain Sciences*

→個々の事象に関連する脳活動は、全体の5%程度にしかすぎない



Erika Siegel

自律神経系反応のメタ分析

Siegel et al. 2018 *Psychological Bulletin*



Lisa Feldman-Barrett

APA PsycNet[®]



AMERICAN PSYCHOLOGICAL ASSOCIATION

English ▼

Login

Cart (1)

Help

Contact Us

SEARCH ▶

BROWSE ▶

Recent Searches

My List

My PsycNet

Emotion fingerprints or emotion populations? A meta-analytic investigation of autonomic features of emotion categories.

EXPORT

★ Add To My List



© Request Permissions



Database: APA PsycArticles

Journal Article

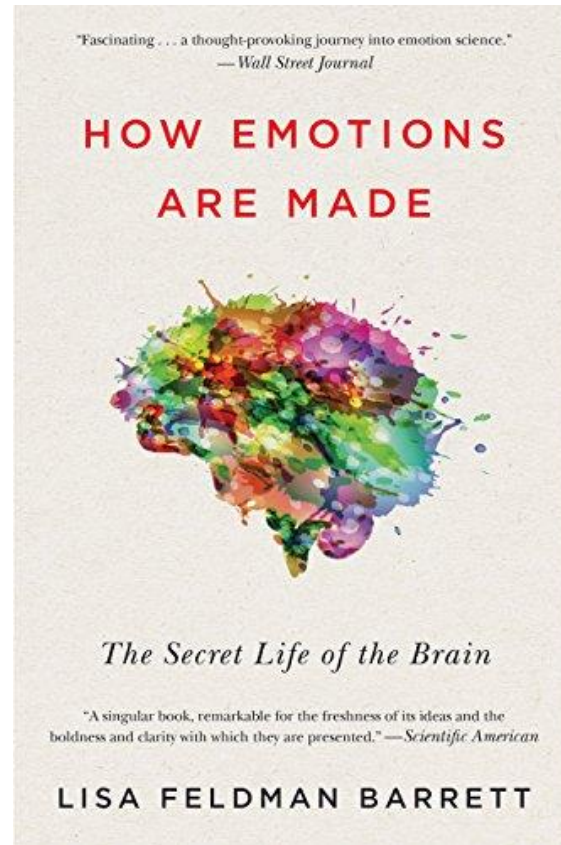
[Siegel, Erika H.](#) [Sands, Molly K.](#) [Van den Noortgate, Wim](#) [Condon, Paul](#) [Chang, Yale](#) [Dy, Jennifer](#) [Quigley, Karen S.](#) [Barrett, Lisa Feldman](#)

Psychological Bulletin

感情の「指紋 (finger print)」は存在しない



Lisa Feldman-Barrett

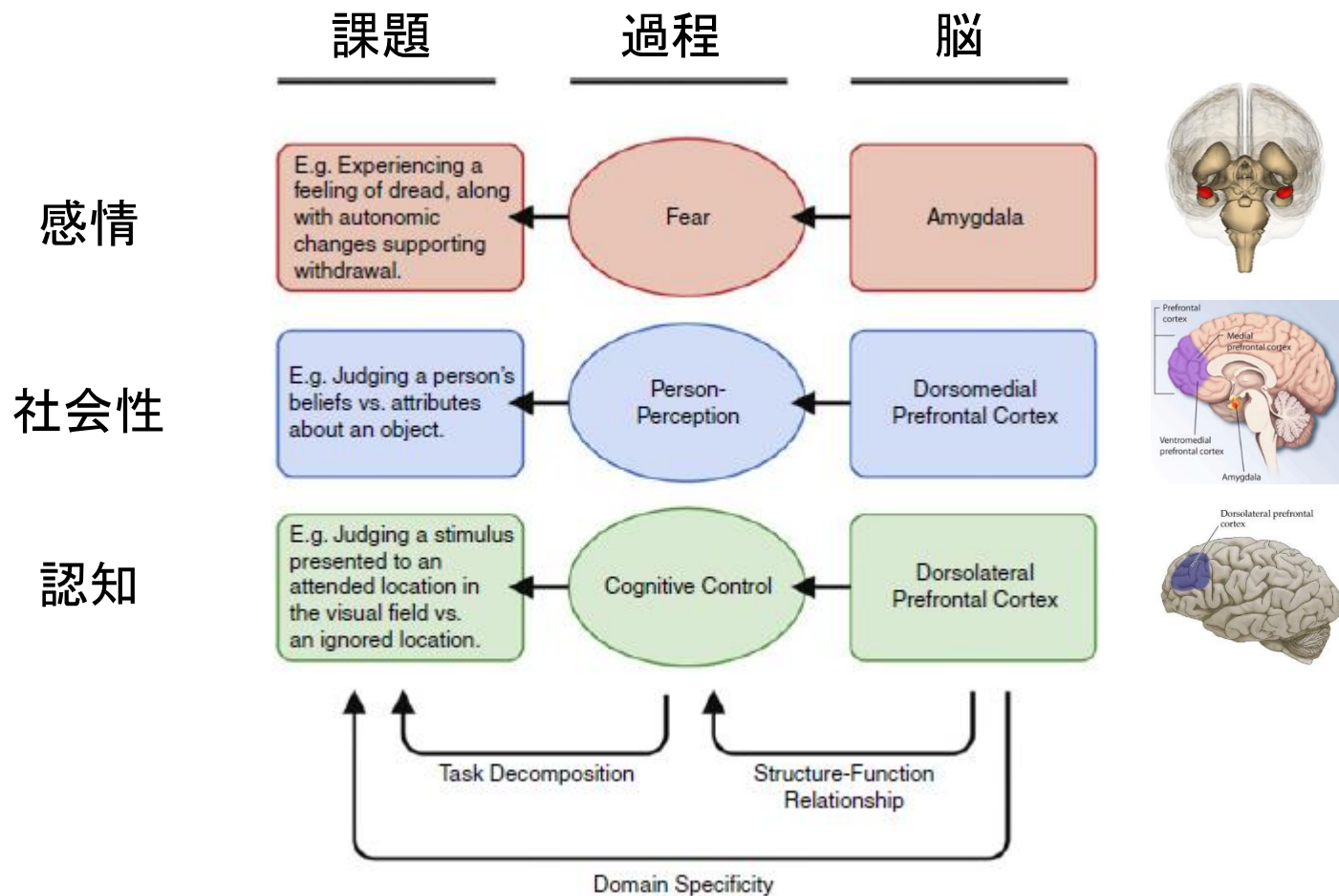


表情、脳活動のいずれにも、私たちが経験する「感情」を1対1で指し示す「指紋」は存在しない

「本質主義」への批判

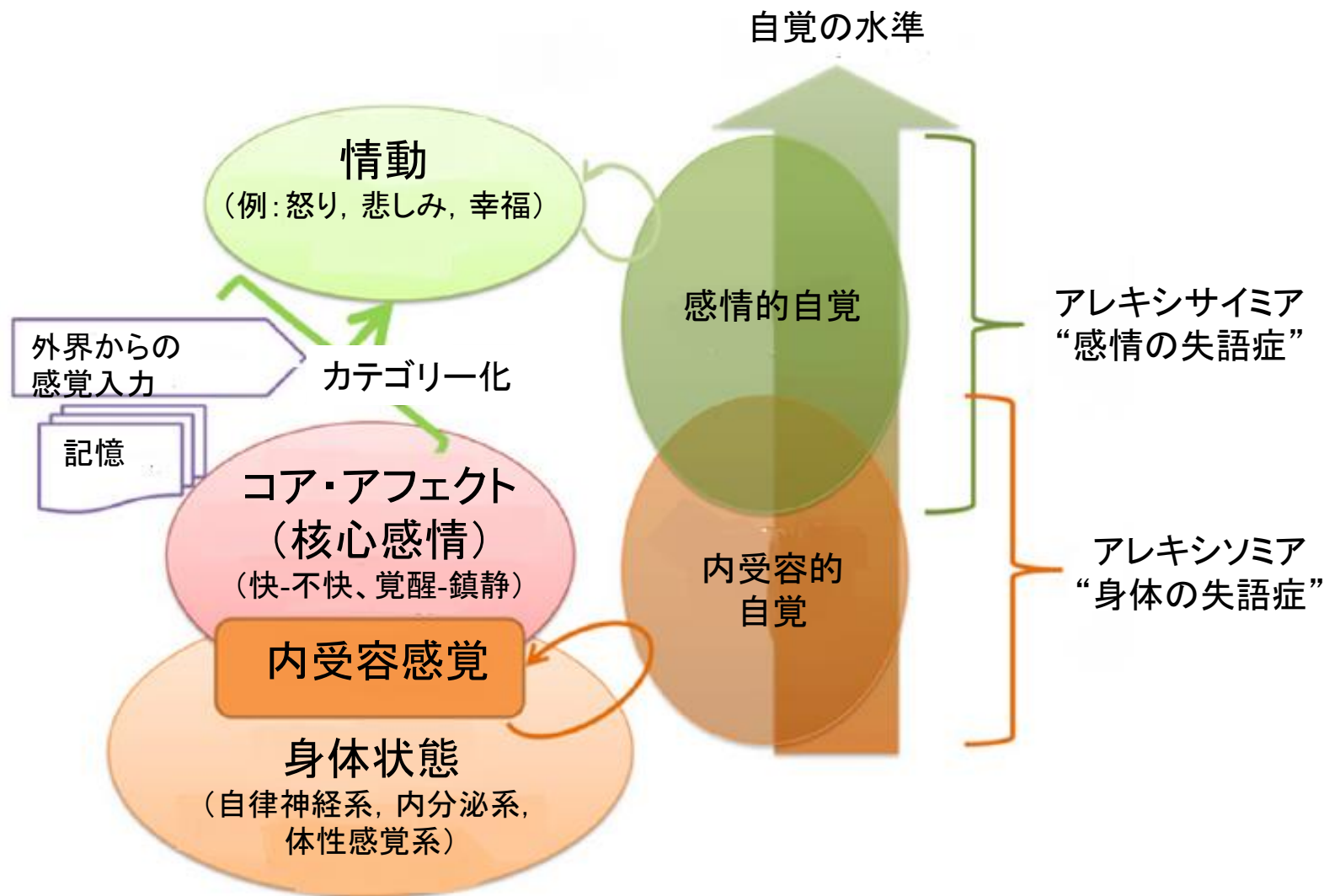
Feldman-Barrett & Satpute, 2013 *Current Opinion in Neurobiology*

感情、認知、社会性など、こころの構成要素(本質)が実在し、それらに対応する脳部位や神経メカニズムが存在する



オリジナルな心理構成主義による感情の構造

Moriguchi & Komaki, 2013



最近の動向1: 基本情動理論の歩み寄り

- ・情動反応における個人差や文化差の存在を認め、文脈や状況の要因も積極的に考慮するようになった(Ekman & Cordaro, 2011)
- ・個別の情動は進化の過程で成立したと主張しつつも、情動の反応は必ずしも固定したものではなく、さまざまな要素が状況に応じて出現する
→情動反応には多様性があることを認めるようになった(Tracy, 2014)

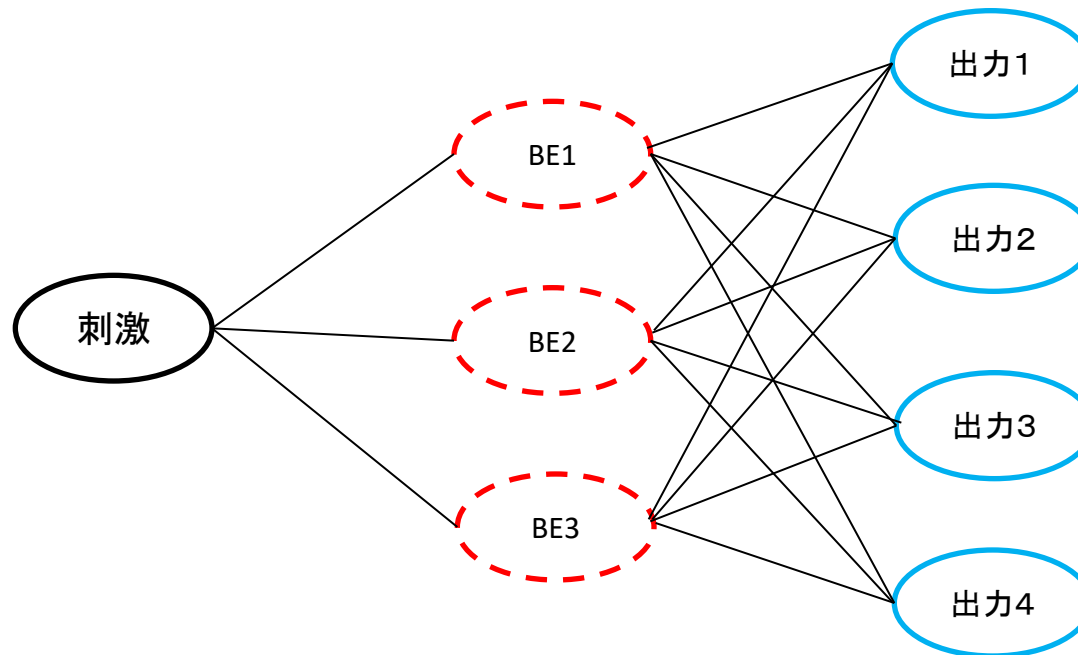
新・基本情動理論 (neo basic emotion theory)

Scarantino, 2017 *Emotion Review*



Andrea Scarantino

- ・固定化された「反応の連鎖」(Ekman & Cordaro, 2011)という考え方は放棄
- ・基本情動を、「確率的な潜在変数」と考える
個々の事例で生じる出力は柔軟に変化する



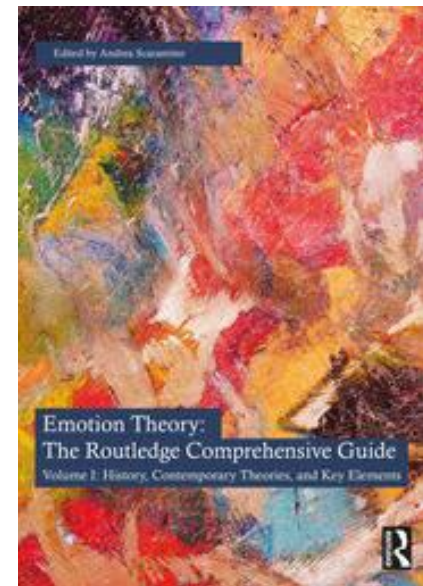


Andrea Scarantino

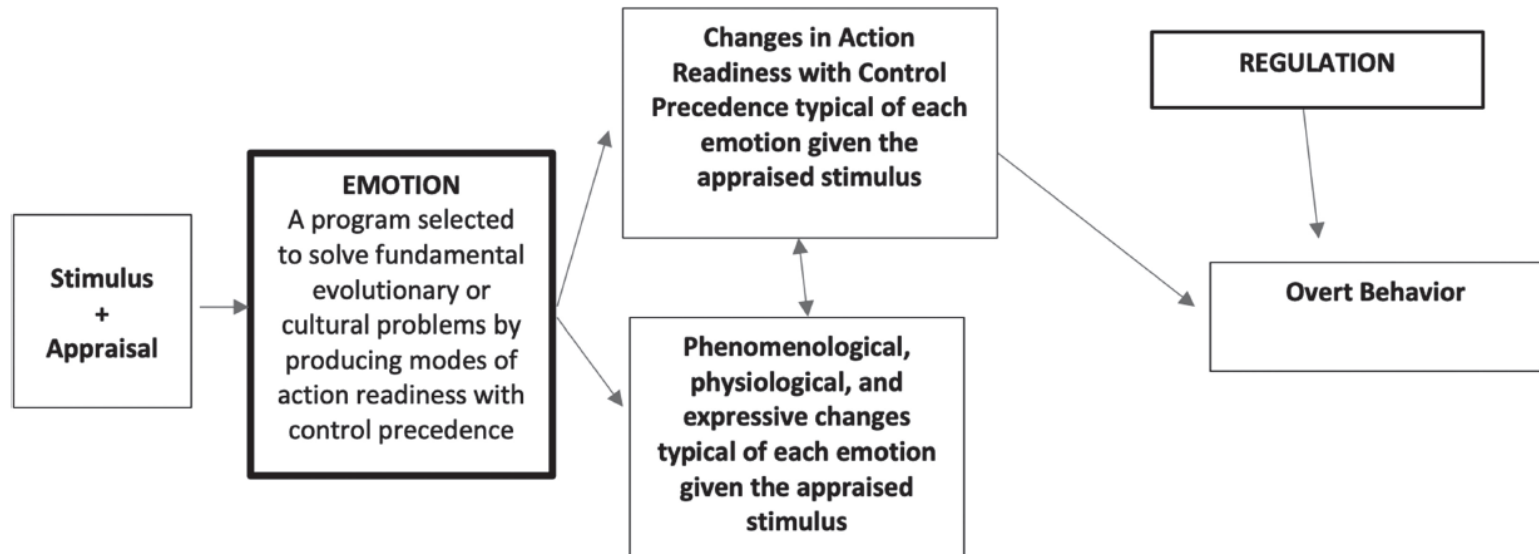
情動の動機づけ理論

Scarantino, 2024

Andrea Scarantino

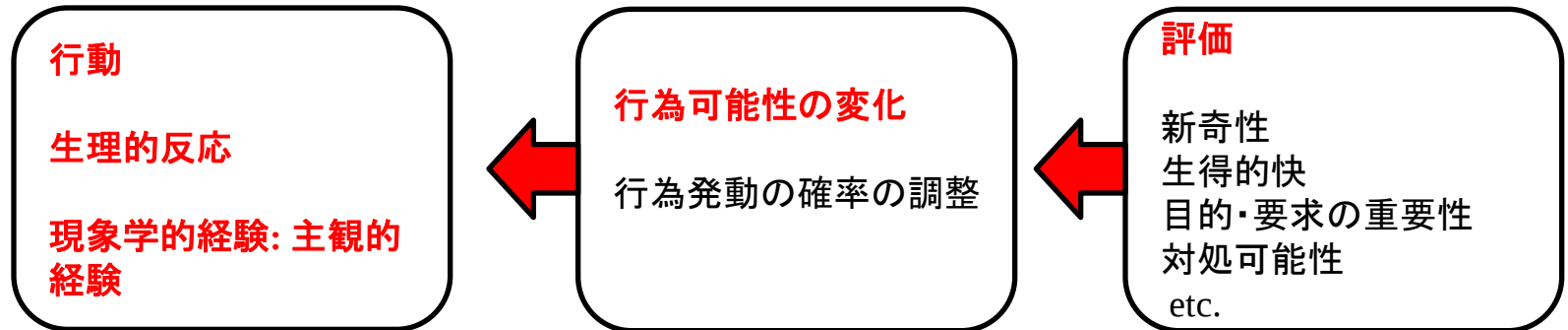


Scarantino: Emotions as Programs to Produce Prioritized Modes of Action Readiness



行為(action)への動機づけ

情動の要素



Action 1 : 凍り付き



$p(a_1)$

Action 2: 逃走



$p(a_2)$



刺激

心理構成主義

情動の要素

現象学的経験：主観的
経験

情動：
カテゴリー化
概念化

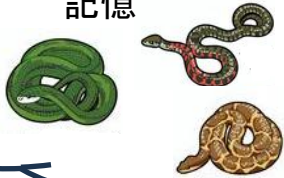
生理的反応：
内受容感覚

核心感情：
快－不快
興奮－鎮静

評価

→ 行動と反応の結果と
して校正される

記憶



文脈



文化



行動

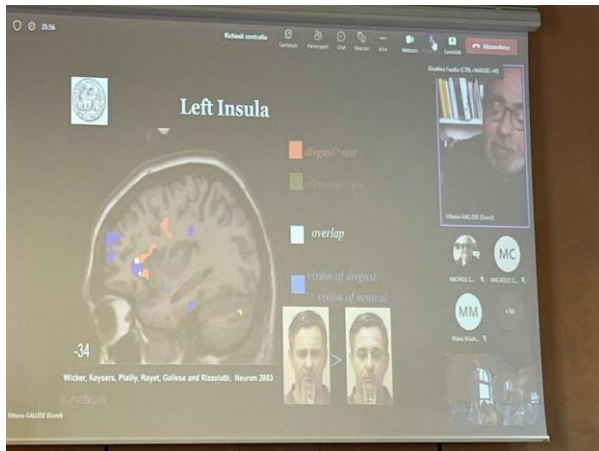
→ 予測によって惹起
される



刺激

“Emotion in action”

Gallese, 2022 *ICEI conference* Palermo, Italia



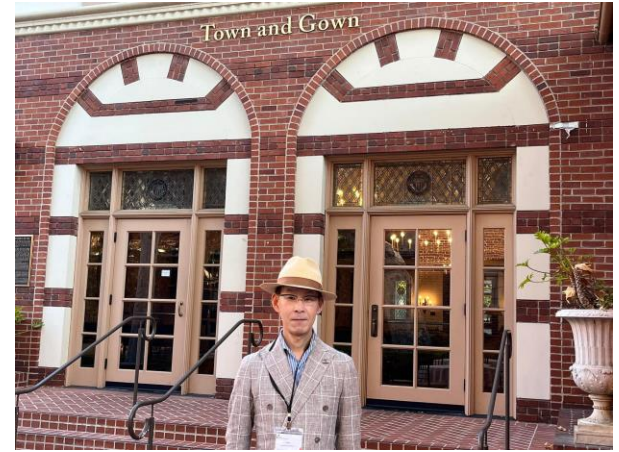
「情動(emotion)の意義は環境への適応のための行為(action)を惹起することであり、その行為のフィードバックが情動の意識をつくる。内受容感覚を含め、受動的な感覚だけでは十分ではない。」

→運動＝体性感覚の重視



“Emotions, Feelings and Consciousness”

Damasio, 2022 *ISRE conference* LA, USA



「情動(emotion)とは環境への適応のための行動、脳・生理反応などのセットであり、フィーリング(feeling)とはその過程の一部が自覚されたものである。恒常性の変化に関するフィーリングが、意識(consciousness)を創発する。」

→恒常性＝内受容感覚の重視



アウトライン

1. イントロダクション
2. 基本情動理論と心理構成主義
3. 内受容感覚と予測的处理
4. 感情と意思決定を統合する予測的处理モデル
5. 予測誤差の最小化だけで説明可能か？
6. 結論

最近の動向2: 心理学的構成主義の深化

- ・感情を構成する2つの過程

- 1) 内受容感覚からコア・アフェクト(核心感情)を形成
- 2) コア・アフェクトのカテゴリー化により経験される情動を創発

- ・心理学的構成主義の弱点

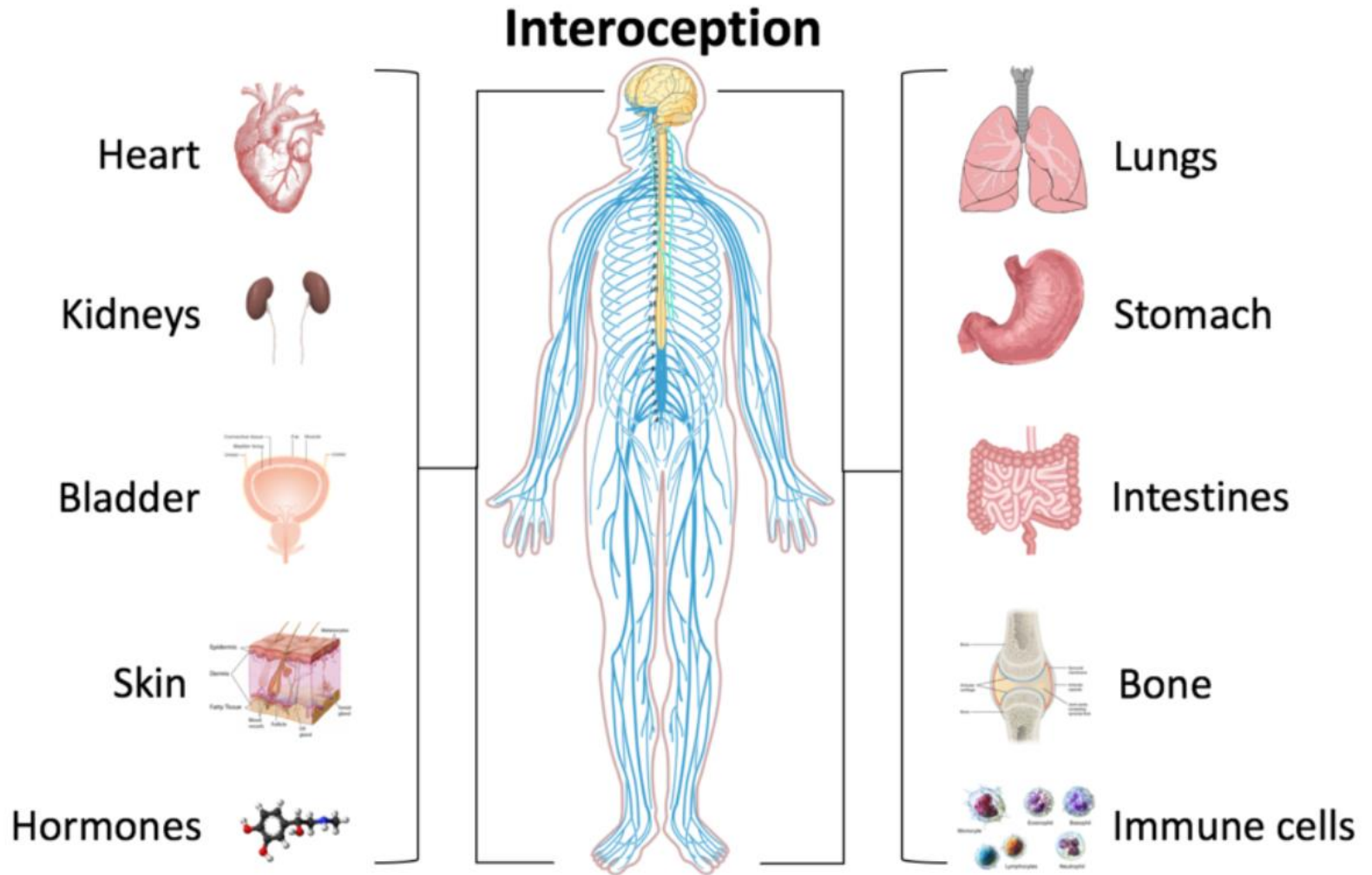
上記の2過程いずれも、メカニズムが明確でない

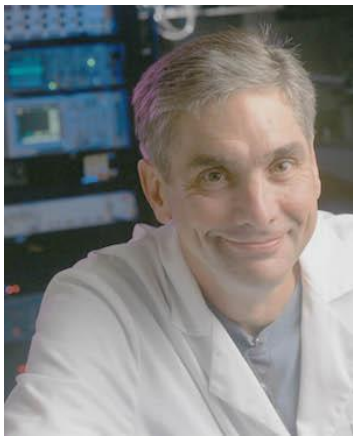
- ・理論の洗練

予測的処理(Predictive processing)の導入

- 1) 内受容感覚を予測的処理としてモデル化
- 2) カテゴリー化を、階層的なベイズ推論モデル
(予測誤差＝不確実性の縮小)としてモデル化

内受容感觉 (interoception)

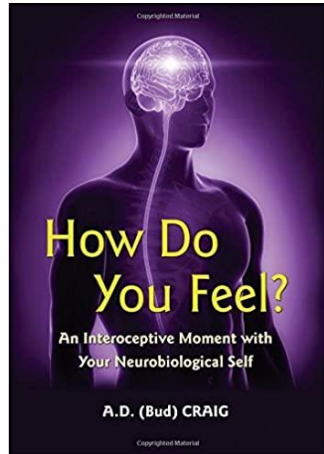




内受容感覚は身体のパフォーマンスと制御

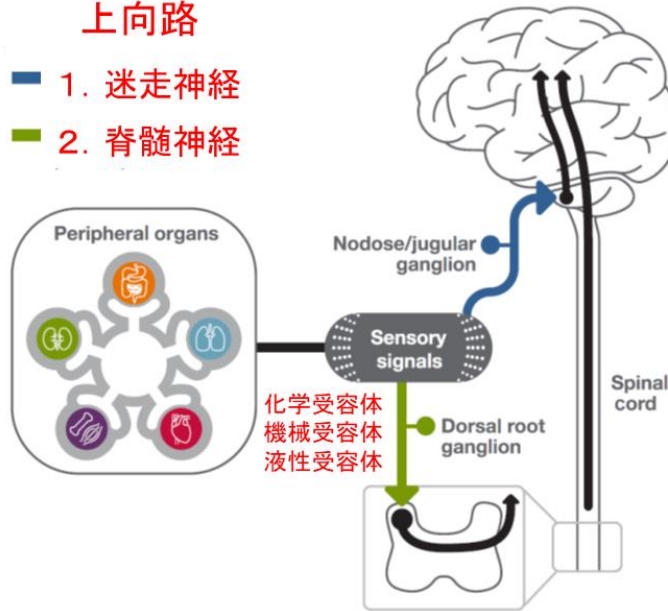
Craig, 2016 *How do you feel?*

Chen et al. 2021 *Trends in Neurosciences*



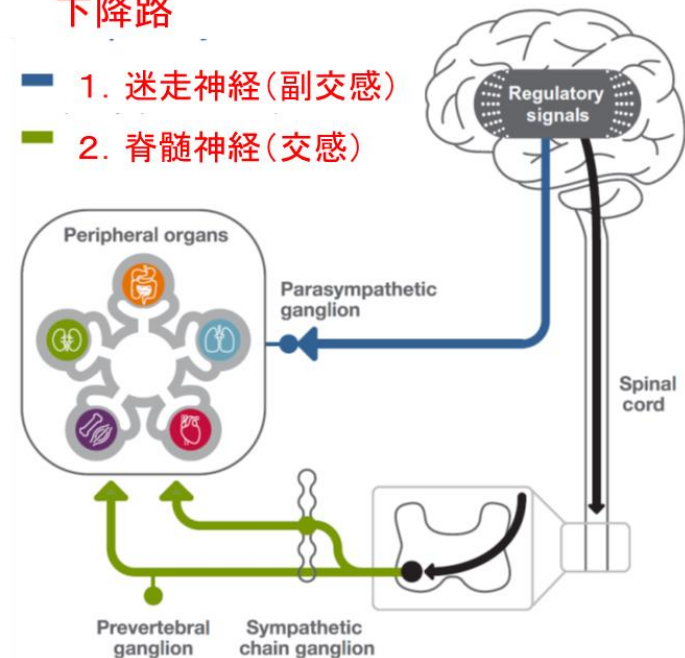
上向路

- 1. 迷走神経
- 2. 脊髄神経

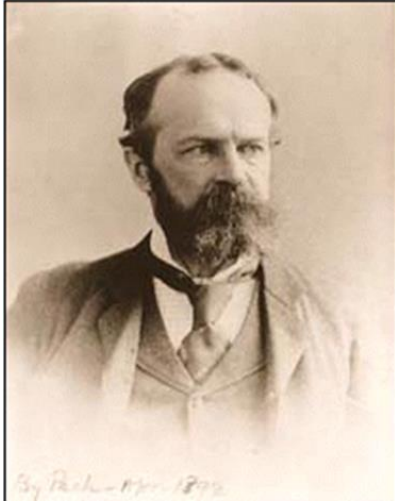


下降路

- 1. 迷走神経(副交感)
- 2. 脊髄神経(交感)



内受容感覚(身体の知覚)が 感情の創発に重要なのはなぜ？



William James

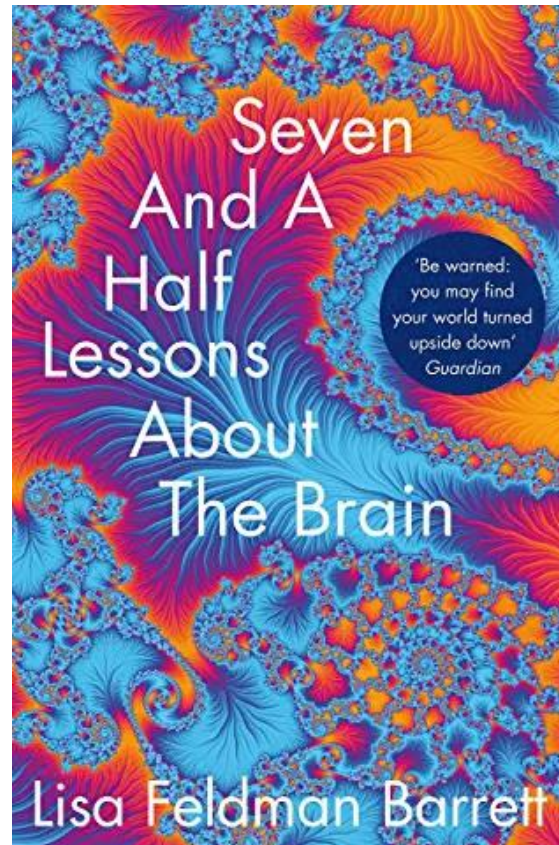
“My thesis on the contrary is that the bodily changes follow directly the PERCEPTION of the exciting fact, and that our feeling of the [p.190] same changes as they occur IS the emotion.”

「私の理論では反対に、身体の変化は喚起的事実の知覚に直接引き続いて起こり、そしてそれらの身体変化が起こるときに生じるその同じ変化の感覚こそが情動なのである」

「身体予算」の管理



Lisa Feldman-Barrett



脳は考えるために発達したのではない
脳は、「身体予算」の管理に資するので、進化した



Karl Friston

予測的処理(Predictive processing)

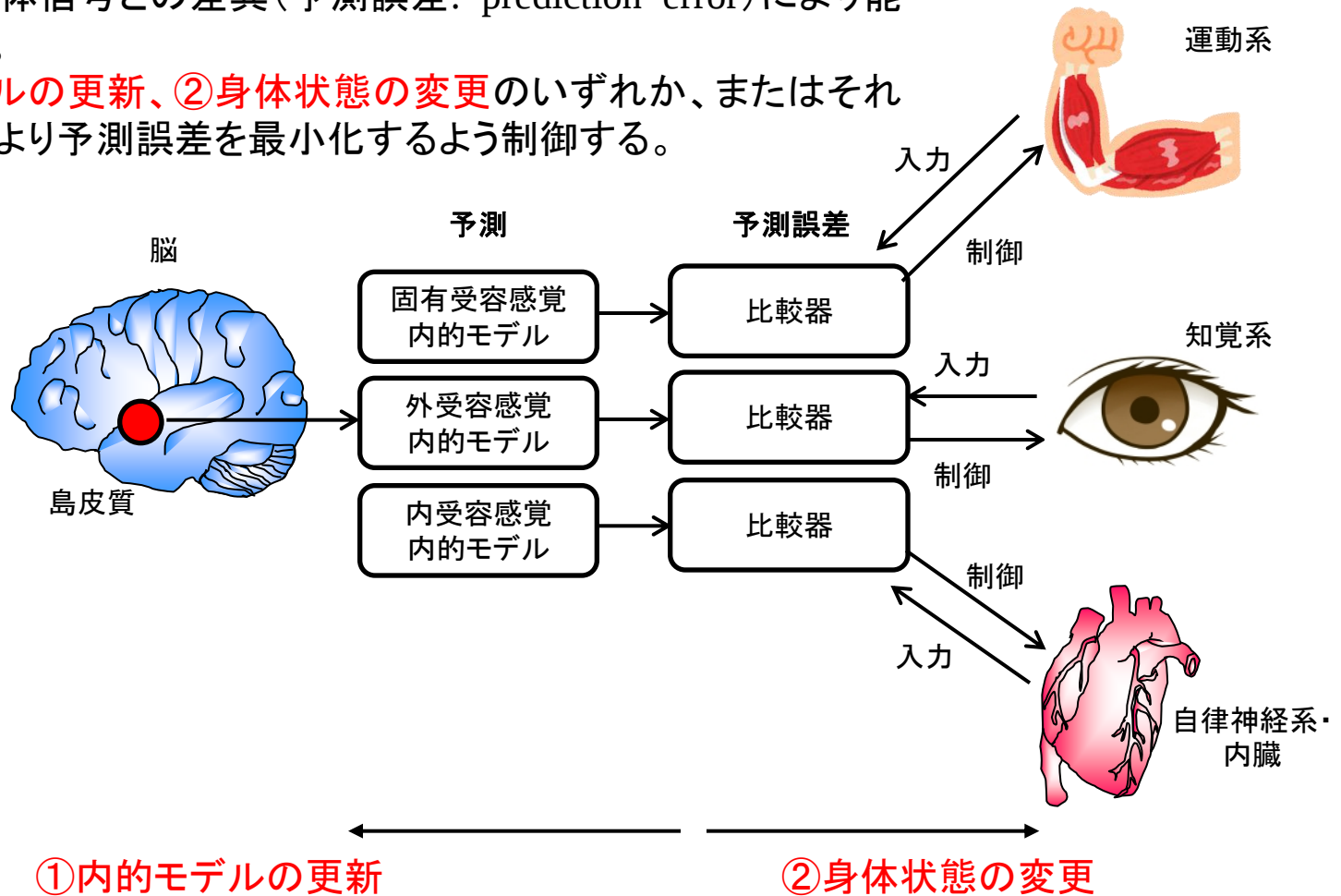
Seth & Friston, 2016 *Philosophical Transactions B*



Anil Seth

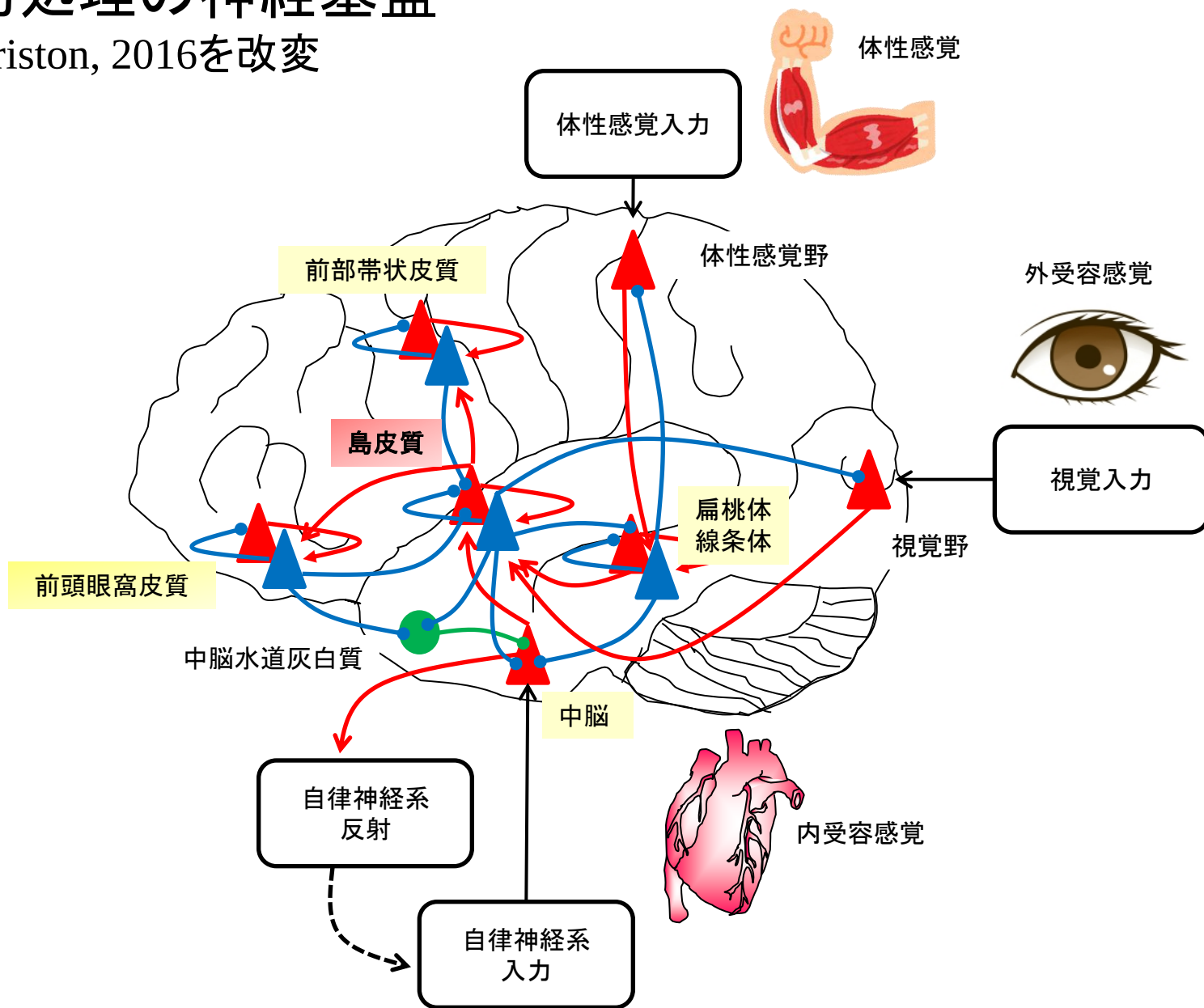
知覚は、単なるボトム・アップ的処理ではなく、内的モデルによる身体状態の予測と実際の身体信号との差異(予測誤差: prediction error)により能動的に創発される。

脳は、①**内的モデルの更新**、②**身体状態の変更**のいずれか、またはそれらの組み合わせにより予測誤差を最小化するように制御する。



予測的処理の神経基盤

Seth & Friston, 2016を改変





Karl Friston

予測的処理 (Predictive processing)

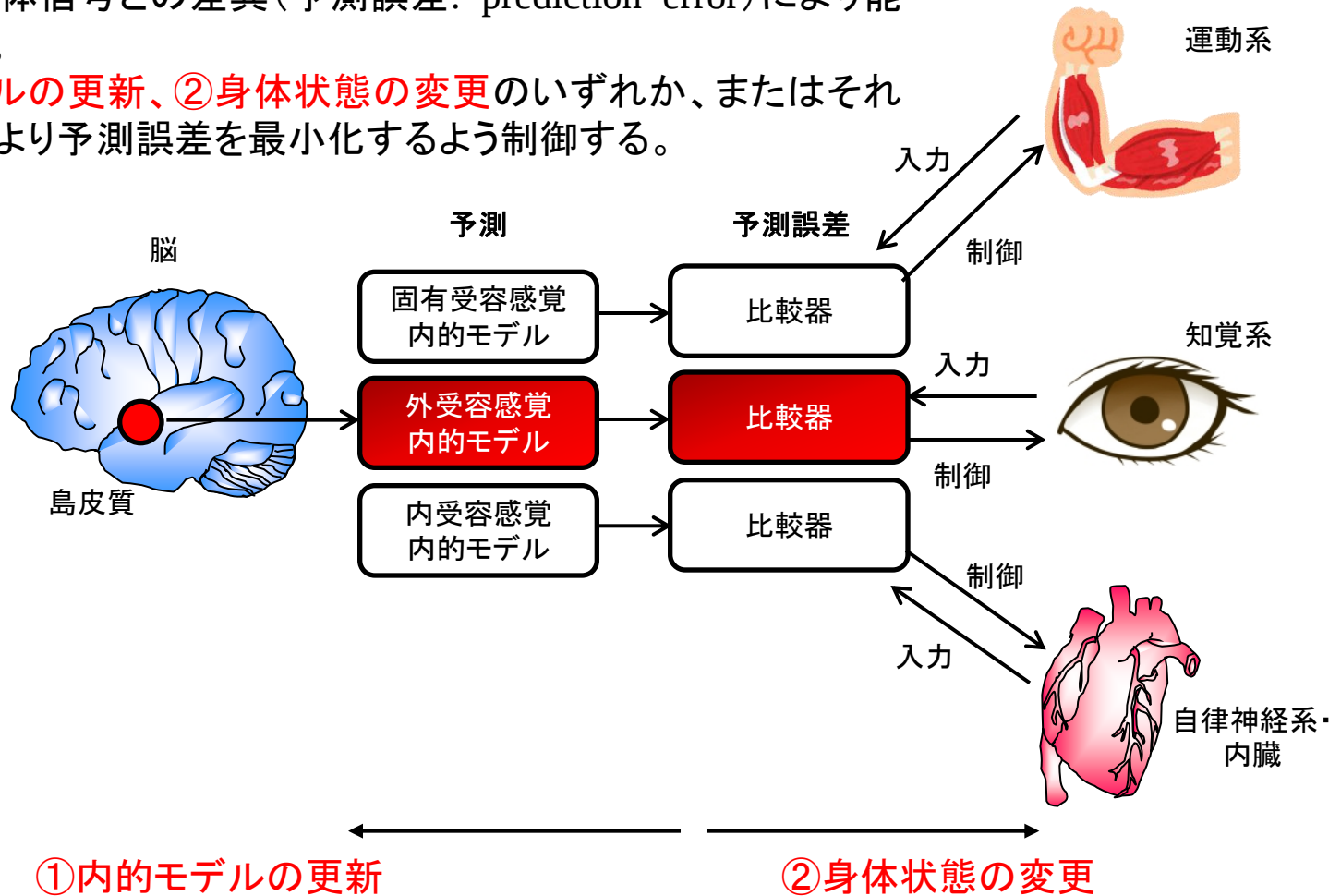
Seth & Friston, 2016 *Philosophical Transactions B*



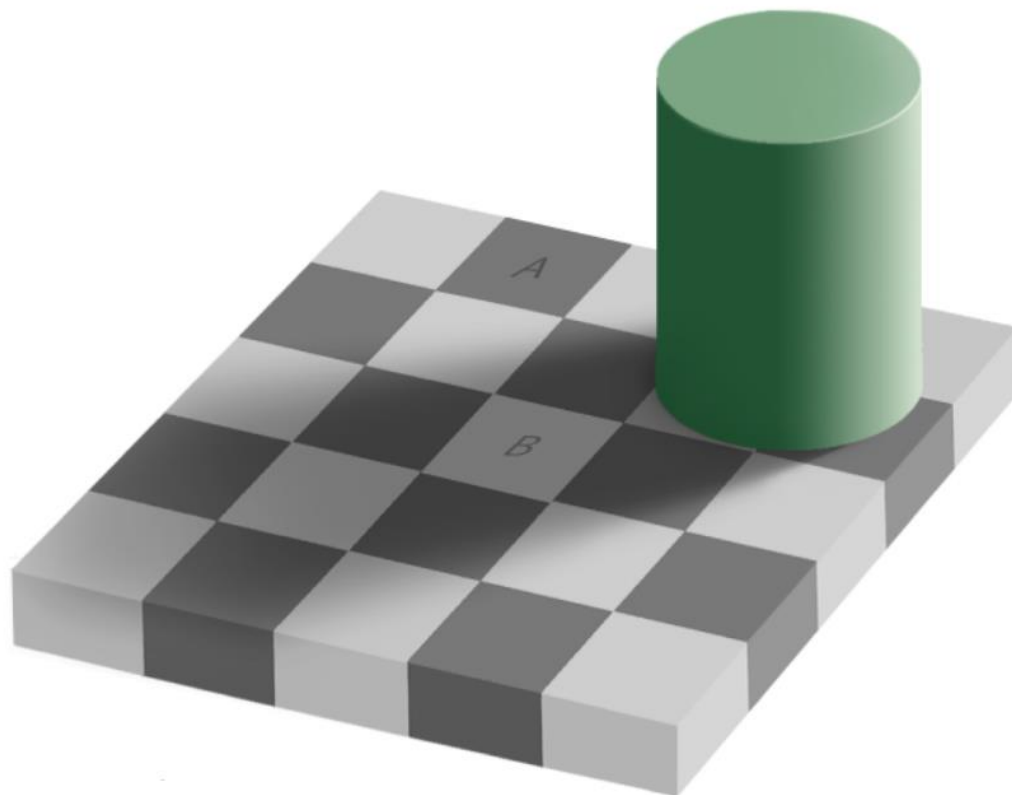
Anil Seth

知覚は、単なるボトム・アップ的処理ではなく、内的モデルによる身体状態の予測と実際の身体信号との差異(予測誤差: prediction error)により能動的に創発される。

脳は、①**内的モデルの更新**、②**身体状態の変更**のいずれか、またはそれらの組み合わせにより予測誤差を最小化するように制御する。



下の図で、AとBはどちらが濃い色ですか？
ーチェッカー・ボード錯視ー





Karl Friston

予測的処理 (Predictive processing)

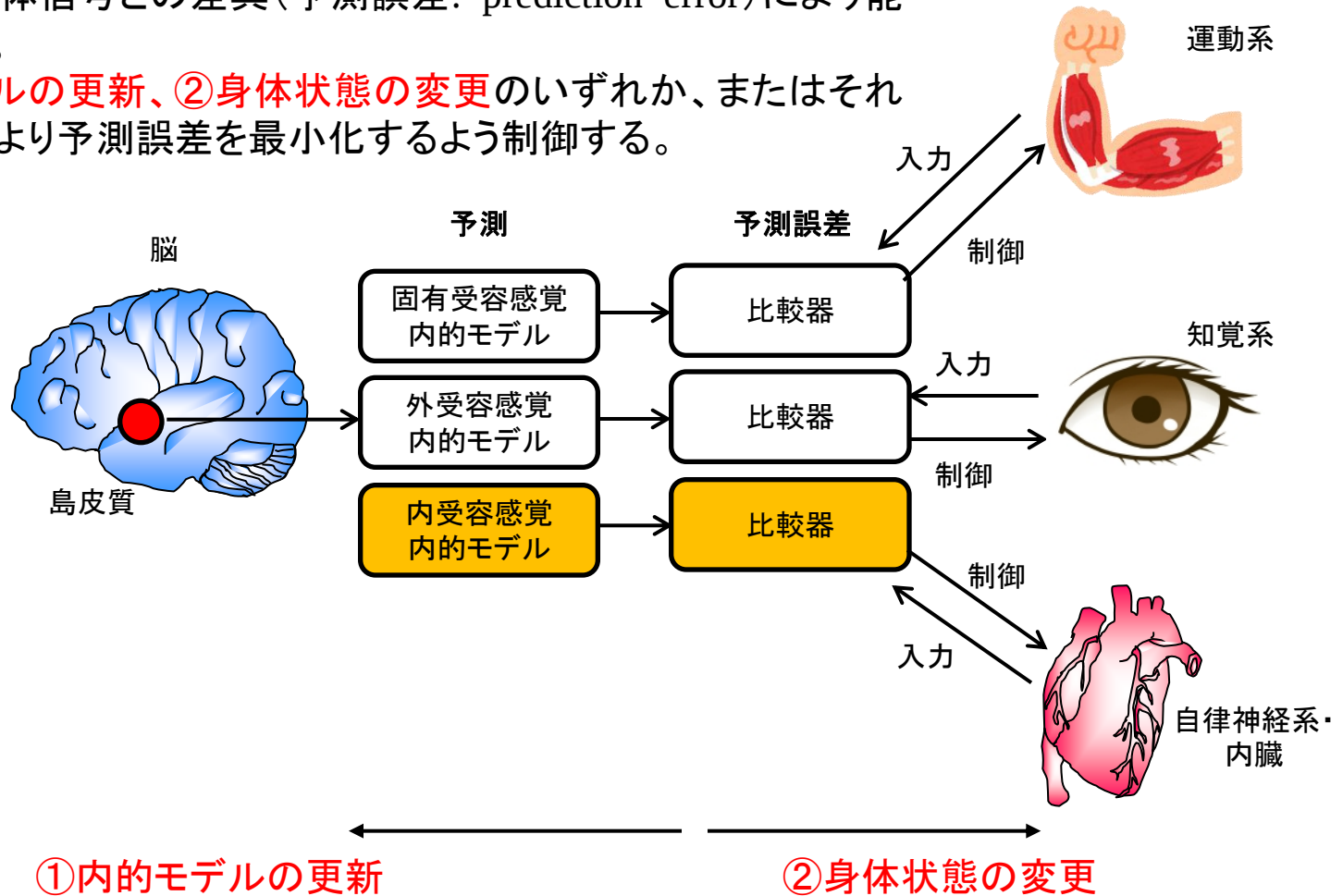
Seth & Friston, 2016 *Philosophical Transactions B*



Anil Seth

知覚は、単なるボトム・アップ的処理ではなく、内的モデルによる身体状態の予測と実際の身体信号との差異(予測誤差: prediction error)により能動的に創発される。

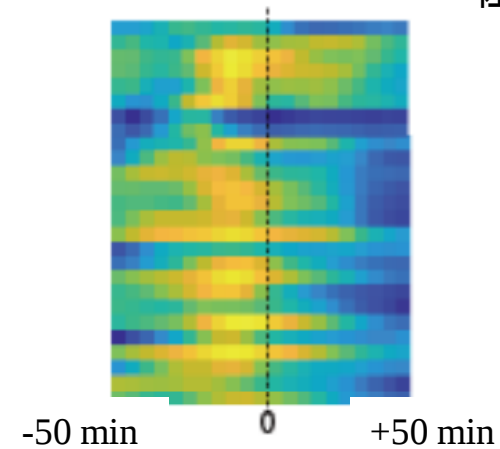
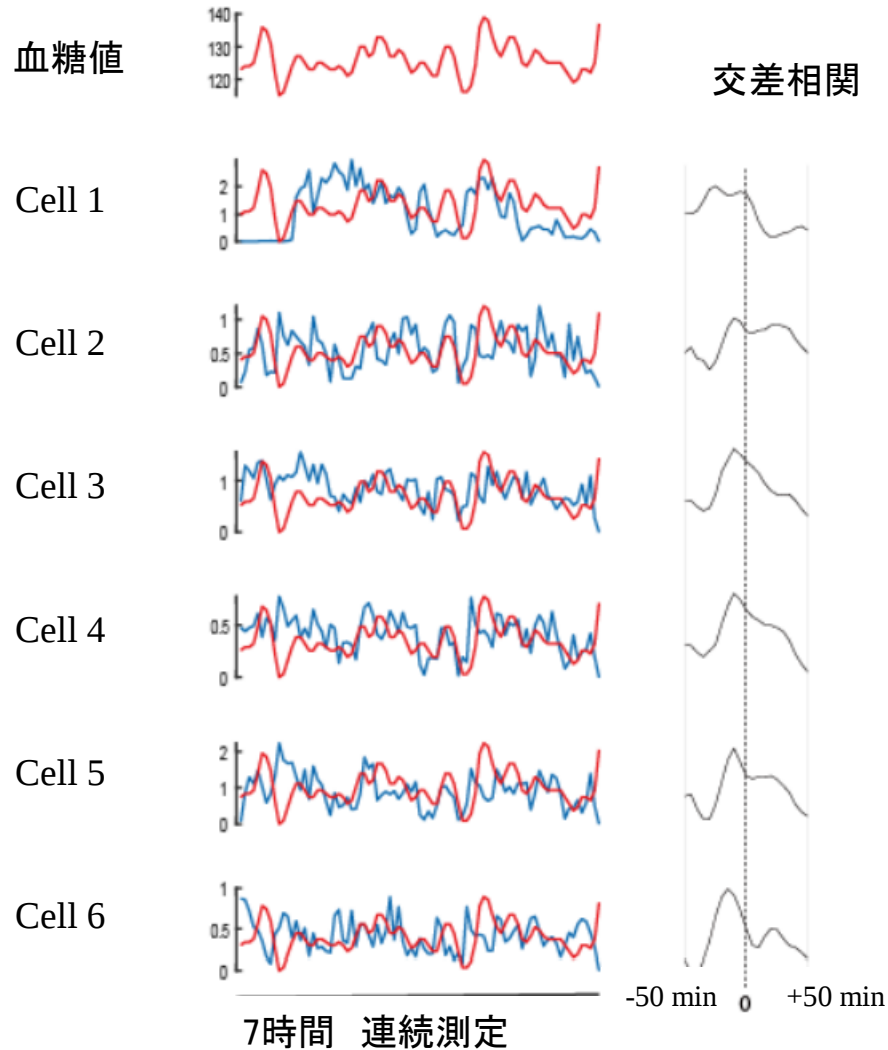
脳は、①**内的モデルの更新**、②**身体状態の変更**のいずれか、またはそれらの組み合わせにより予測誤差を最小化するように制御する。



ラットの島ニューロン活動は10分後の血糖値を予測する



佐々木拓哉 教授
東北大学

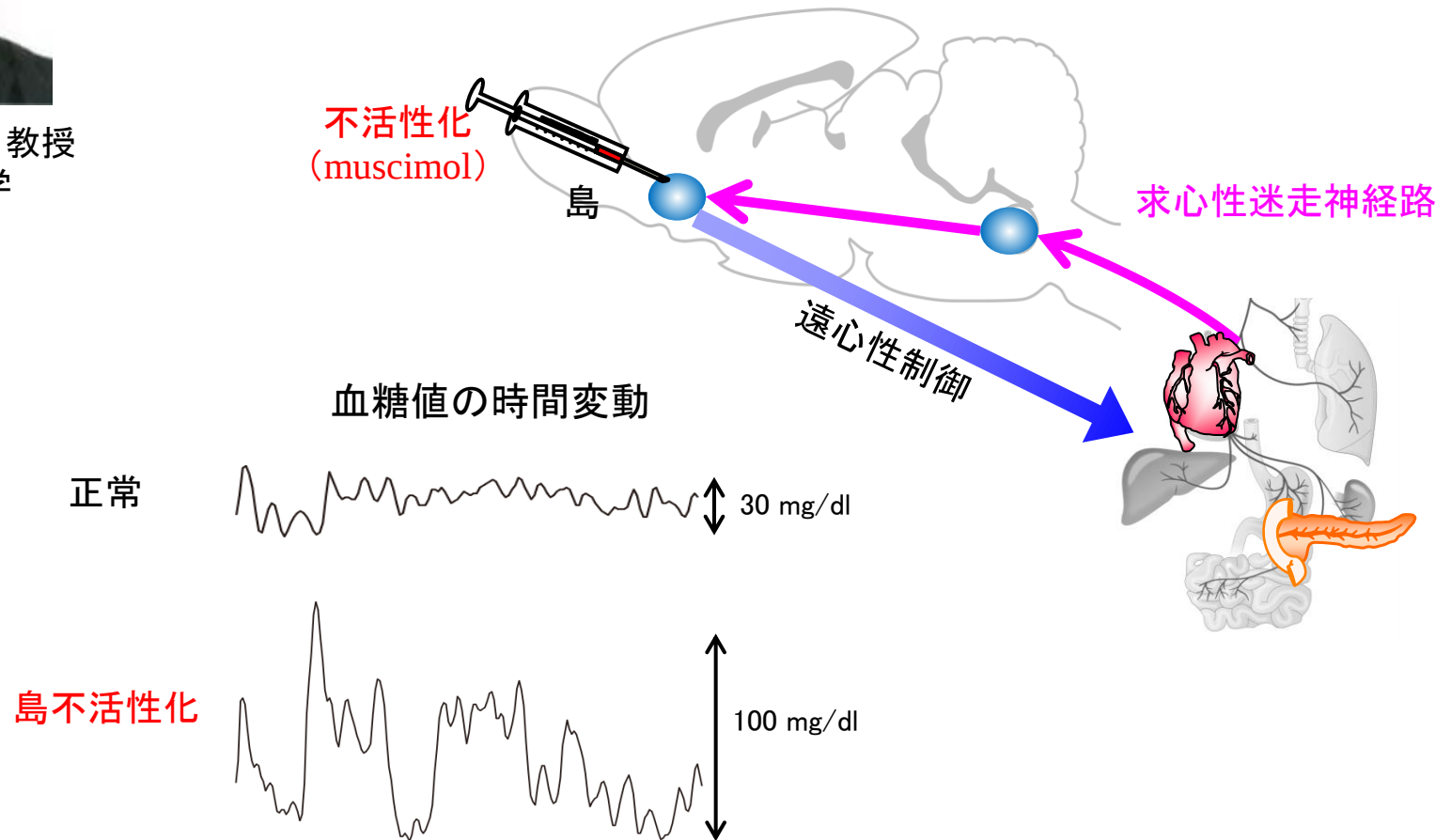


26個のニューロンの交差相関:
血糖値の変動に10分先立つ

島による血糖値のフィードフォワード制御



佐々木拓哉 教授
東北大学



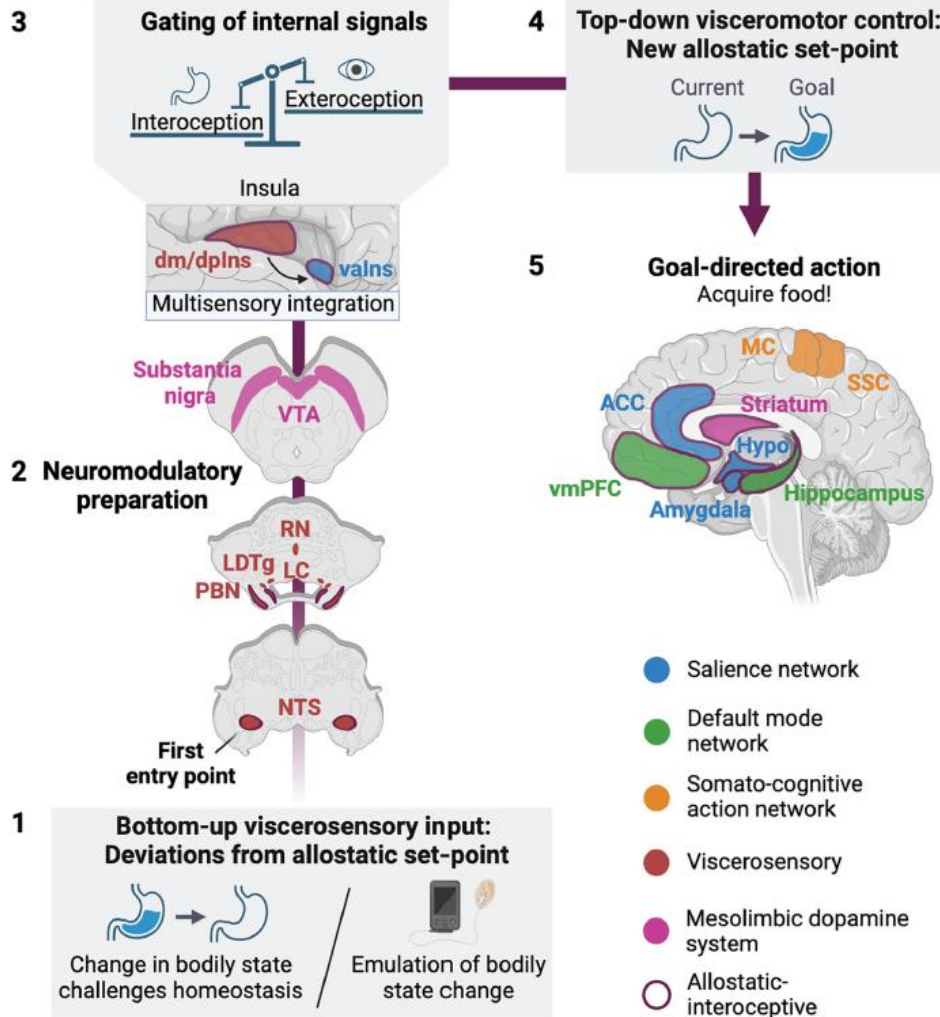
アウトライン

1. イントロダクション
2. 基本情動理論と心理構成主義
3. 内受容感覚と予測的处理
4. 感情と意思決定を統合する予測的处理モデル
5. 予測誤差の最小化だけで説明可能か？
6. 結論

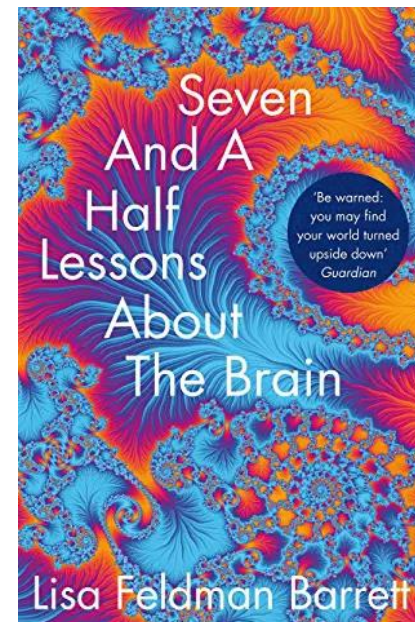
内受容感覚は意思決定を導く

Teckentrup & Kroemer, 2023 *Trends in Cognitive Sciences*

Tuning actions to bodily demands: the vagal afferent pathway



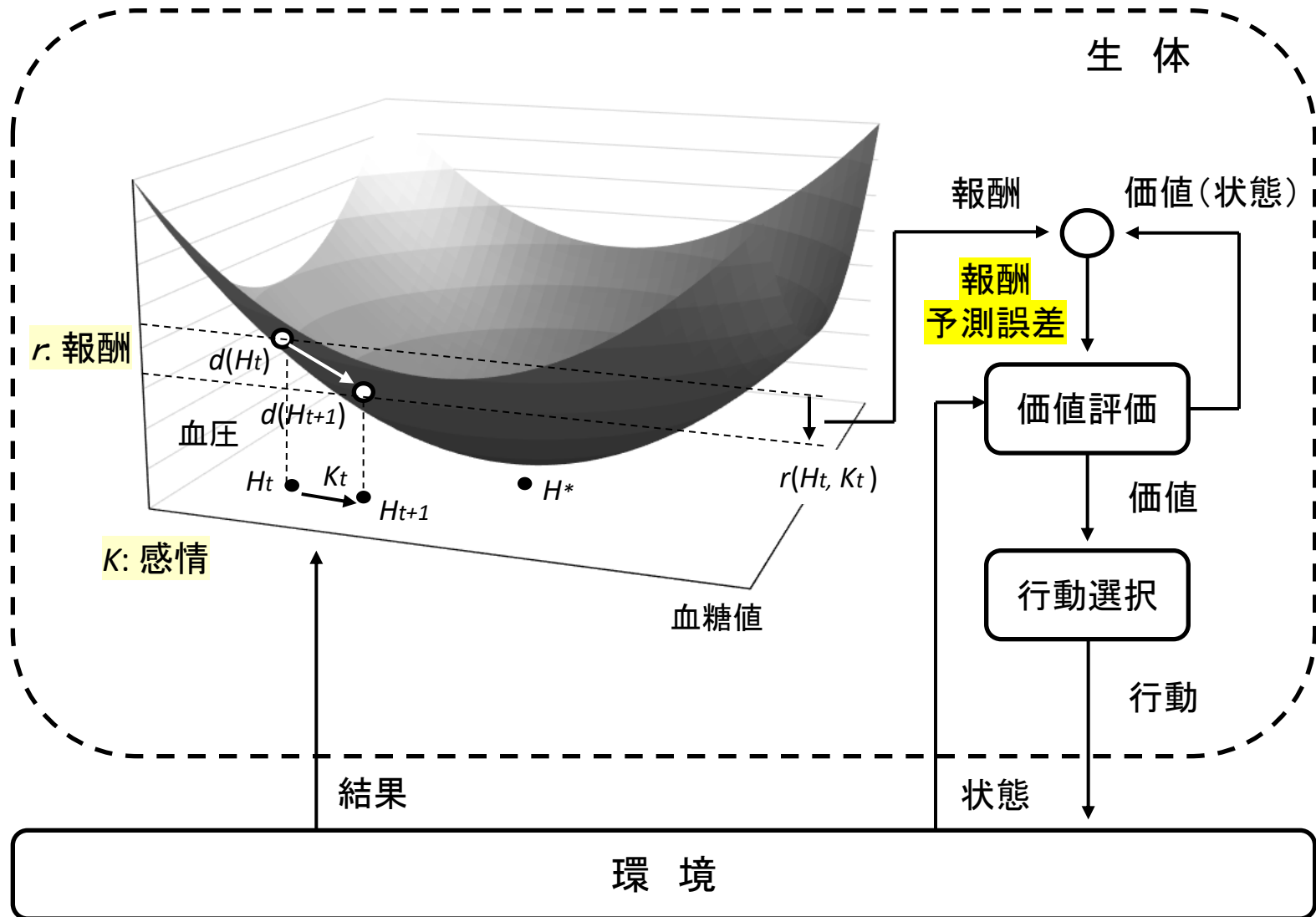
Lisa Feldman-Barrett



身体状態が感情の基盤となる

Keramati & Gutkin, 2014 *eLife*を改変

この枠組みにより、報酬、学習、意思決定、感情をシームレスに統合



内受容感覚に駆動された動物の行動

図.2-1



しばしば線路へシカが侵入し、事故などが発生しています。なぜシカは線路へ入るのでしょうか。その理由は「鉄分補給」という研究成果が出ています。

図.2-2



そこで日鐵住金建材は、鉄分を含有した世界で初めてというシカ専用誘引材(固形塩)「ユクル」を開発。実際に野生のホンシュウジカ、エゾシカを対象に試験を行ったところ、多数のシカを長時間にわたり誘引することを確認したとのこと。

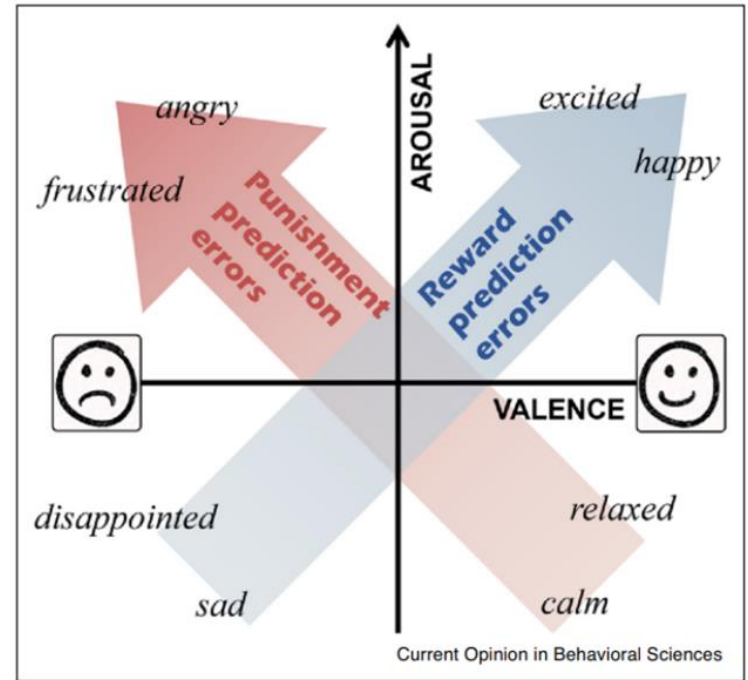
予測と感情

予測誤差

縮小→快感情:うまくいっている感覚

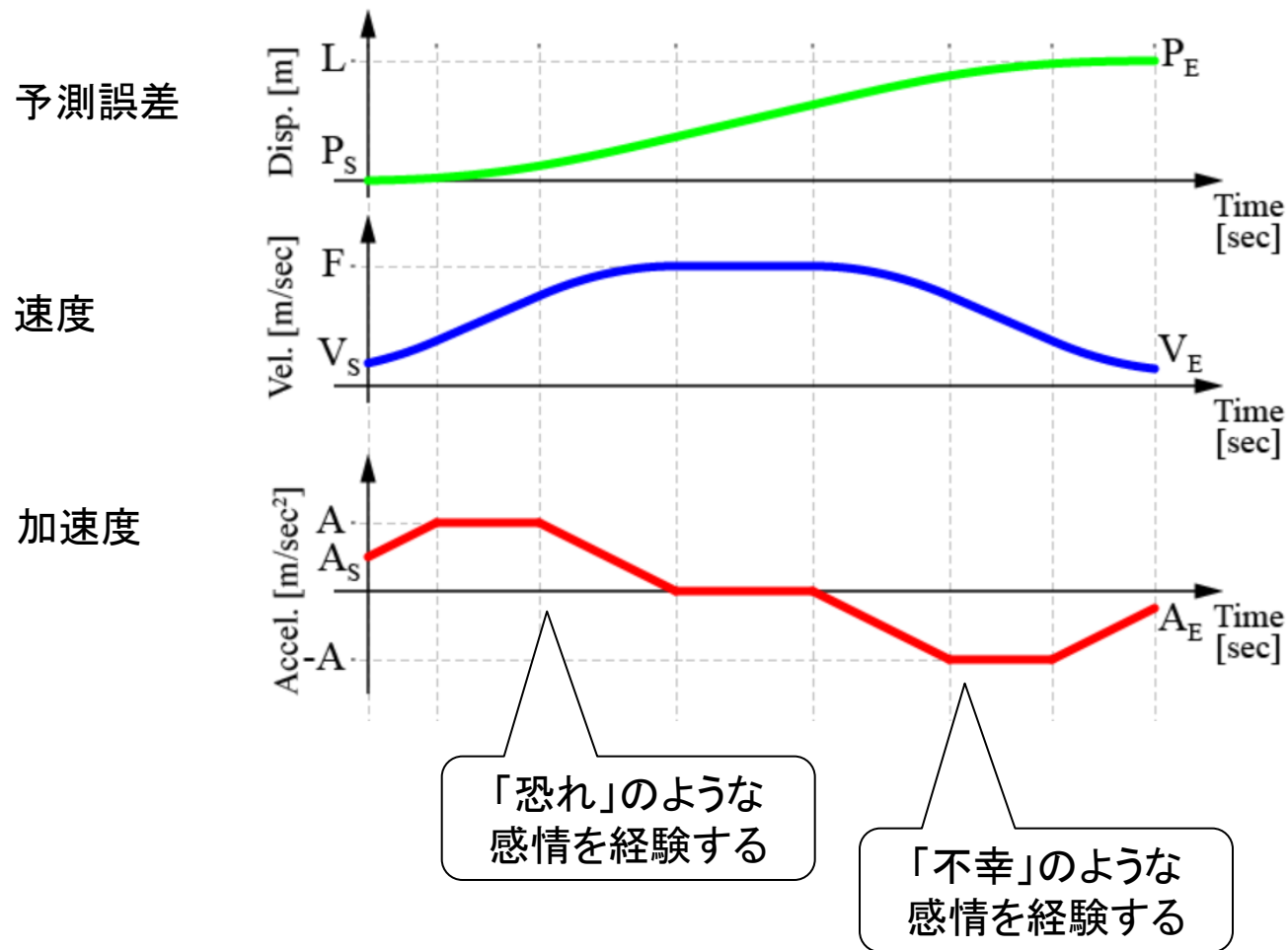
拡大→不快感情:うまくいかない感覚

感情は、身体に根ざしている



身体の予測誤差の「変化」が感情を創発する

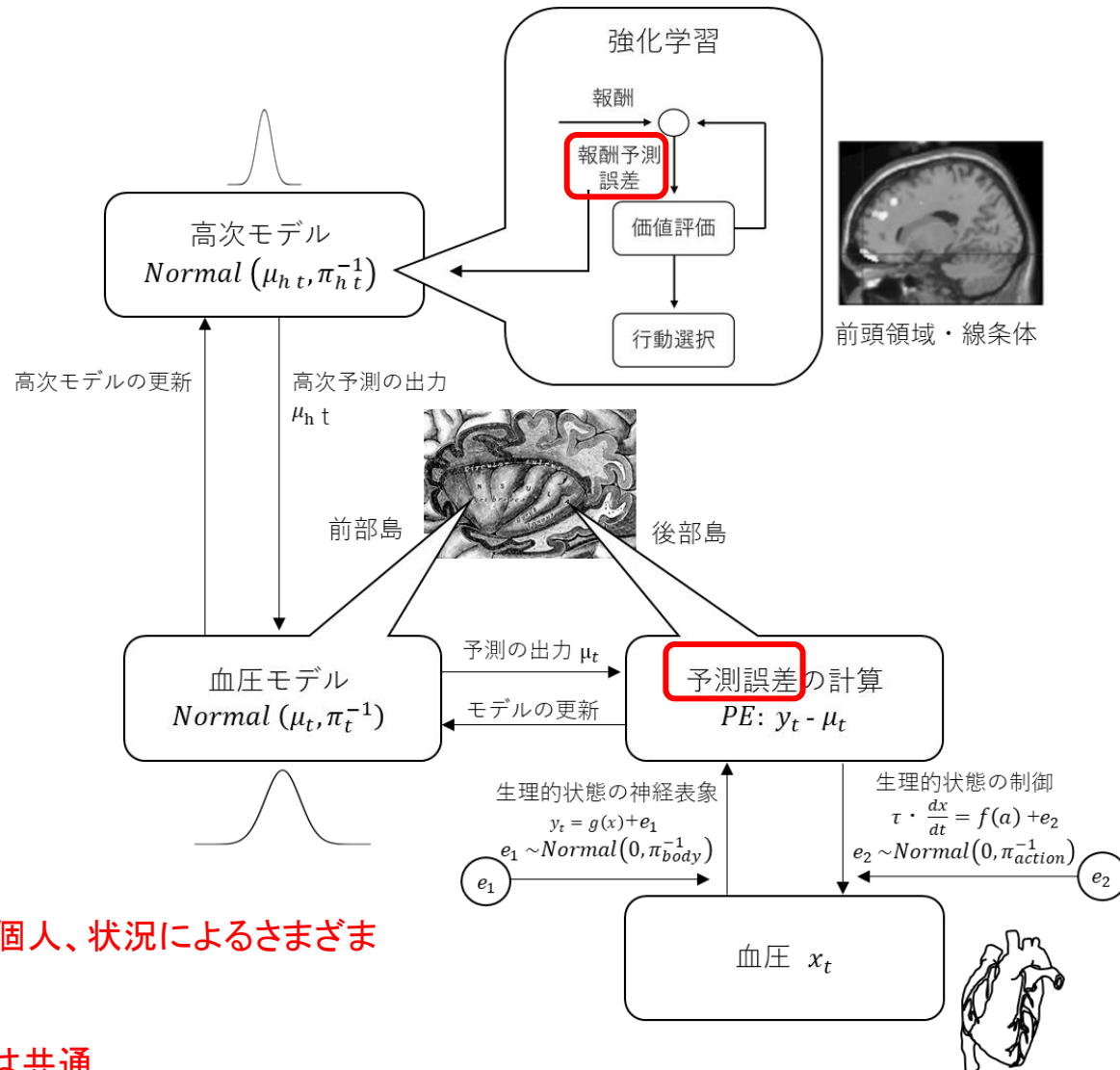
Joffily & Coricelli, 2013 *Plos Computational Biology*



感情の理解においては、時系列的な「変化」が重要

感情と意思決定の数理モデル

Ohira, 2023 *Psychologia*



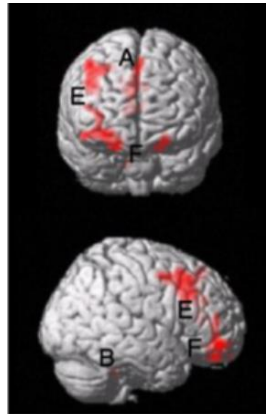
パラメータを変えることで、個人、状況によるさまざまなパターンを描出できる

メカニズム(アルゴリズム)は共通

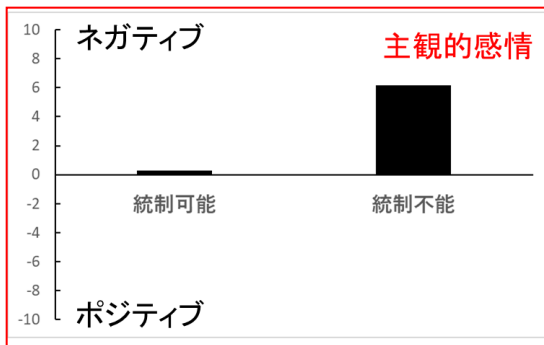
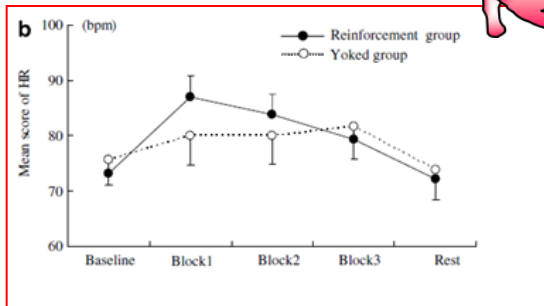
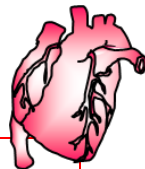
環境の文脈による脳-身体反応、意思決定の分化

Ohira et al. 2009; 2010 *NeuroImage*

Ohira, 2023 *Psychologia*

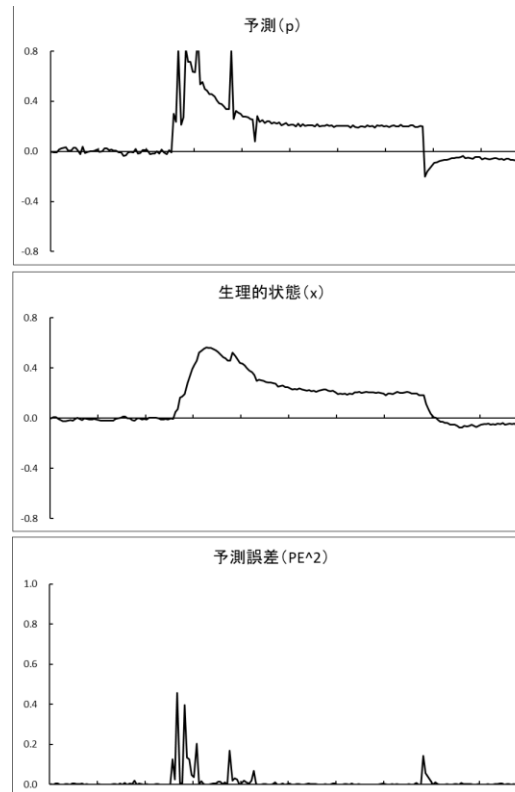


実験データ

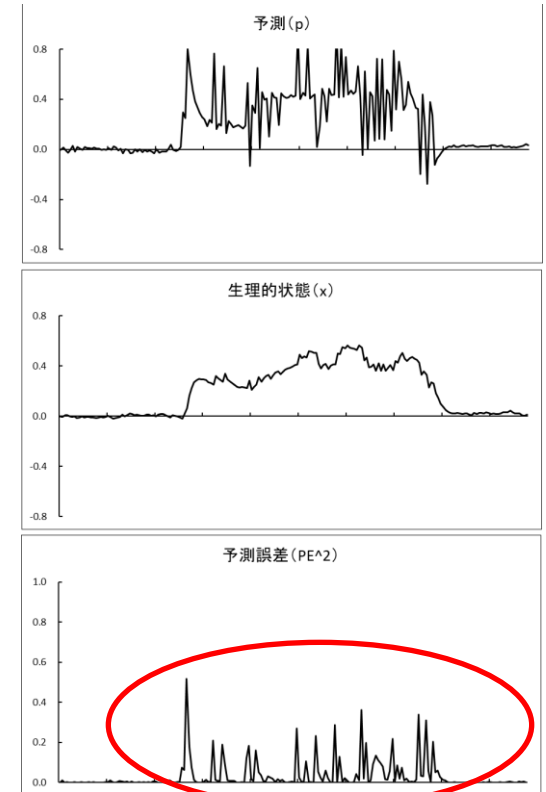


計算論モデルによるシミュレーション

統制可能条件



統制不能条件

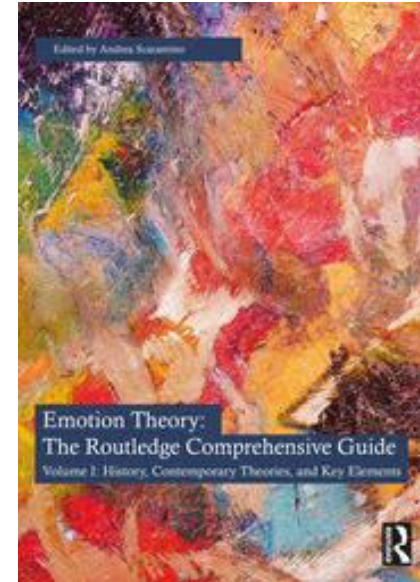


最近の動向3: 心理学的構成主義の徹底

Barrett, 2024



Lisa Feldman-Barrett



・感情を構成する2つの過程

- 1) 内受容感覚からコア・アフェクト(核心感情)を形成
- 2) コア・アフェクトのカテゴリー化により経験される情動を創発

→「コア・アフェクト」という概念を放棄:

制御を含む内受容感覚がaffectそのもの

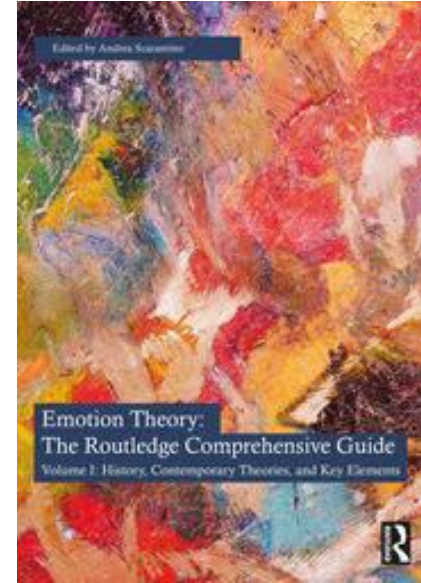
→「快-不快」「覚醒-鎮静」も、内受容感覚のカテゴリー化により構成されたもの

最近の動向4: 心理学的構成主義の徹底

Barrett, 2024



Lisa Feldman-Barrett



Andrea Scarantino

- 「評価」「動機づけ」を、感情の「原因」と考えない
- 行動が予測により創発される
→ 「評価」「動機づけ」は、後付け的に形成される、
その「結果」である

Scarantinoの新-基本情動理論と鋭く対立
→ 今後の理論的展開が待たれる

アウトライン

1. イントロダクション
2. 基本情動理論と心理構成主義
3. 内受容感覚と予測的处理
4. 感情と意思決定を統合する予測的处理モデル
5. 予測誤差の最小化だけで説明可能か？
6. 結論



高野了太

畏怖(感動)の感情は身体を揺り動かす

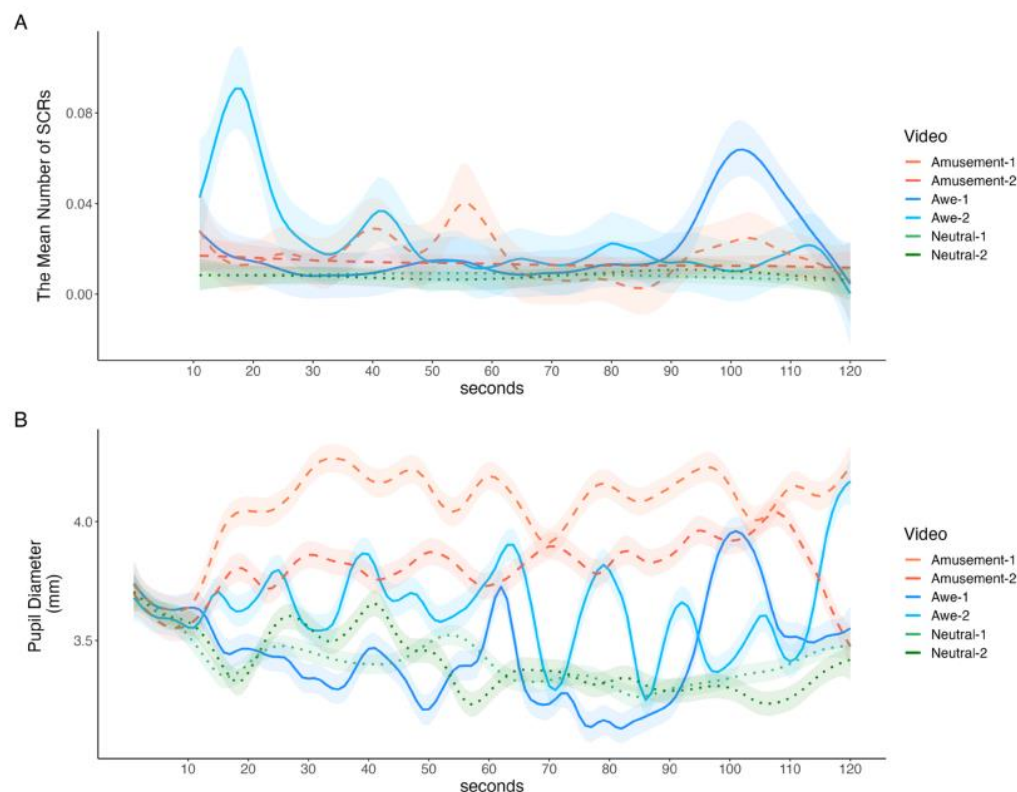
Takano & Nomura, 2023 *Scientific Reports*



畏怖: 大宇宙



中性: 見慣れた風景



畏怖の感情に伴い、皮膚電気反応・瞳孔径(交感神経活動)の大きな揺らぎが生じる



高野了太

畏怖(感動)の感情は脳を揺り動かす

Takano & Nomura, 2022 *Emotion*

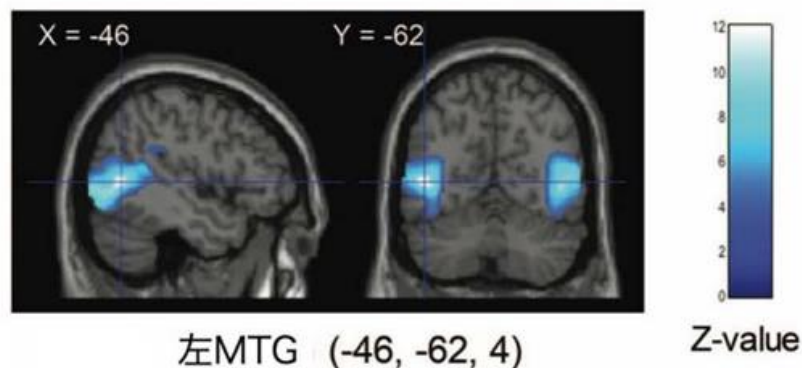


畏怖: 大宇宙

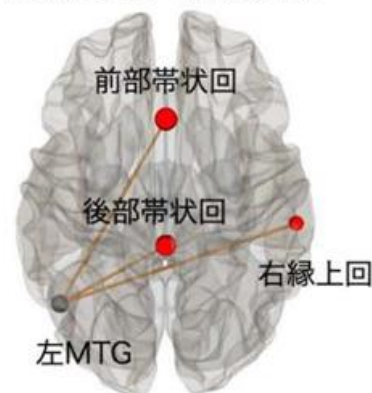


中性: 見慣れた風景

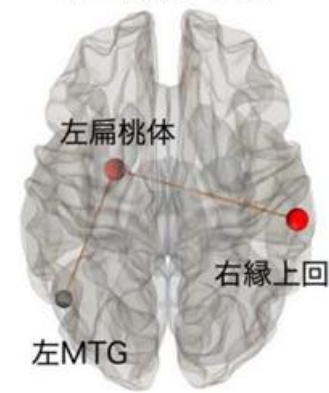
A
Positive-awe and Threat-awe < Amusement and Fear



B
Positive-awe > Amusement



C
Threat-awe > Fear

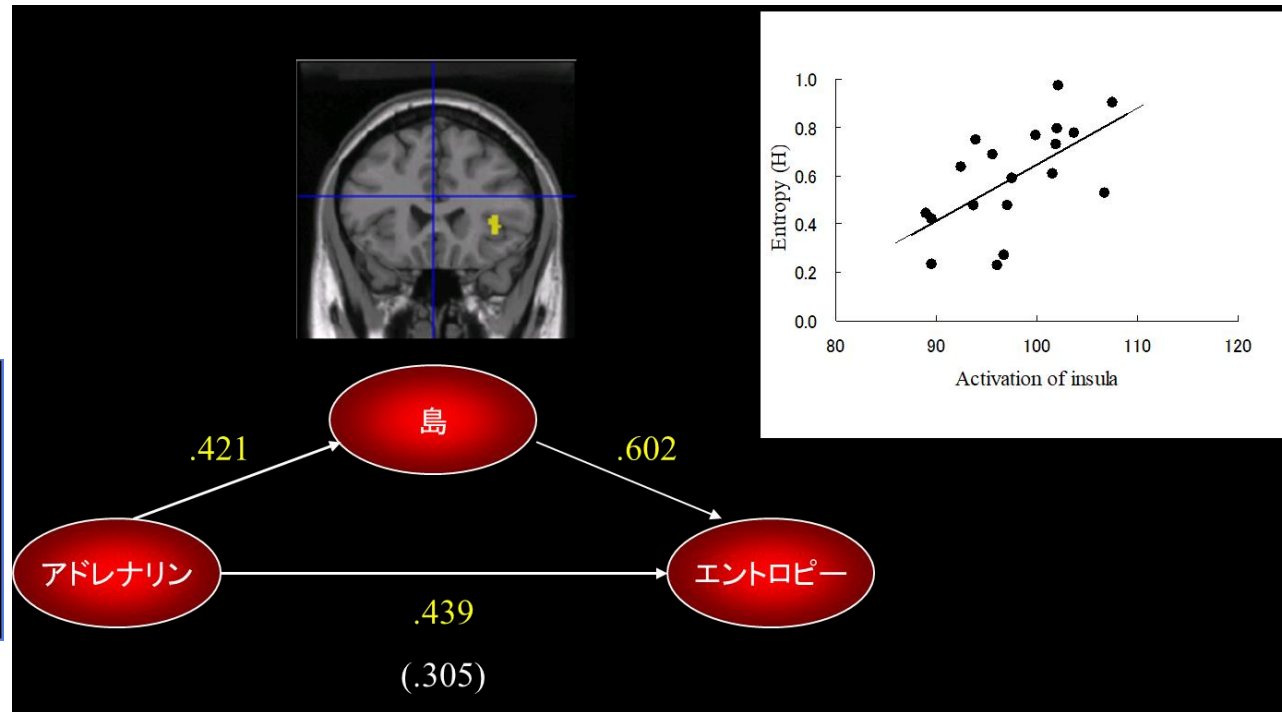
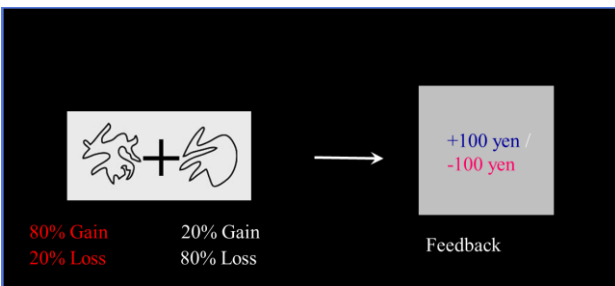


畏怖の感情に伴い、脳ネットワークの機能的結合が促進される

身体の興奮が行動のバリエーションを拡張

Ohira et al. 2013 *Neuroscience*

Ohira et al. 2014 *Frontiers in Human Neuroscience*



覚醒(アドレナリン)が島の活動に媒介されて
意思決定においてリスクを好むようになる

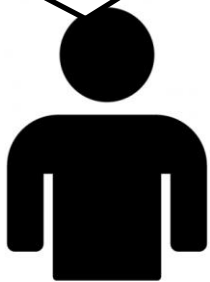
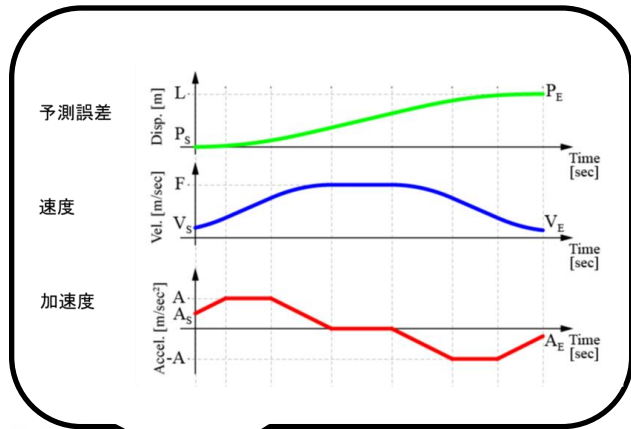
→身体が、未知の領域を開拓するよう背中を押す

処理流暢性 (processing fluency)

予測誤差の予測誤差の主観的経験

Servajean & Wiesec, 2024 *Topics in Cognitive Science*

予測誤差の予測



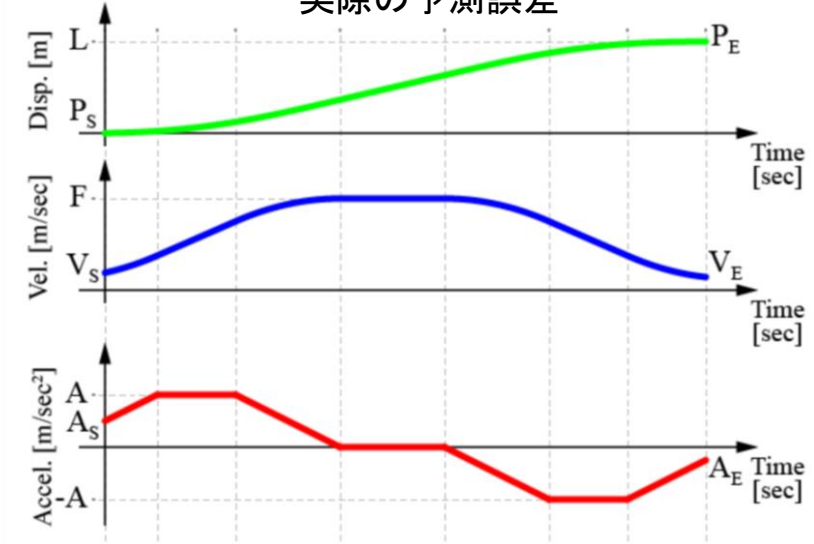
予測誤差

速度

予測誤差の予測誤差

加速度

実際の予測誤差



閾値内で小であれば、処理流暢性を感じる：
問題なし

閾値を越えて大であれば処理の非流暢性を感じる：
既存の生成モデルでは予測誤差を収束不可能
→新しい生成モデル、概念を創出するトリガとなる

人間は、自ら予測誤差を作り出し、
それにより新しい生成モデルと概念を創出する



新しい情報を得て、新しい概念を創出することが、報酬となる
→世界の見方を能動的に変える

カテゴリー化による情動構成のモデル

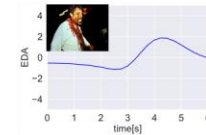
Hieida et al. 2021 *Artificial Life and Robotics*



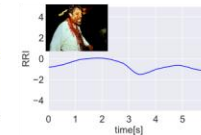
日永田 智絵



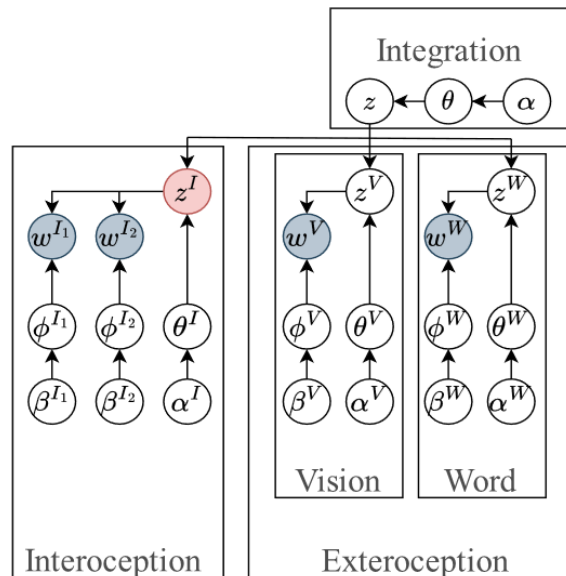
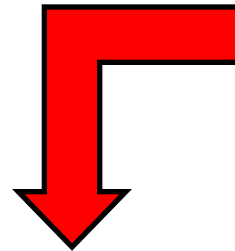
Experimental scene



EDA

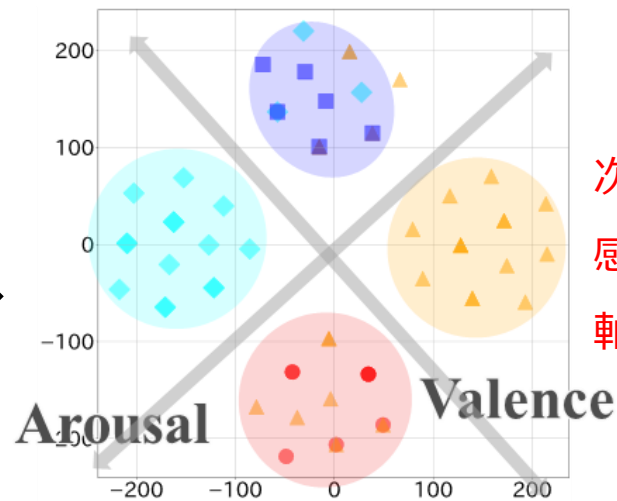


Heart rate (RRI)



情動概念形成の計算論モデル

多次元の情動反応の計測



次元縮減により
感情価と覚醒の
軸が生じる

感情反応のカテゴリー化

アウトライン

1. イントロダクション
2. 基本情動理論と心理構成主義
3. 内受容感覚と予測的处理
4. 感情と意思決定を統合する予測的处理モデル
5. 予測誤差の最小化だけで説明可能か？
6. 結論

結 論

1. 脳は身体を基盤とした予測的処理により、知覚、認知、感情を創発している
2. 人間も生物であり、恒常性を保ち生命を維持することが重要
知覚、認知、感情の経験は、それに基づき創発される
3. 予測誤差の予測誤差は処理流暢性として経験され、それが大な場合には
新たな生成モデルや概念が創出される
4. これらの基盤に基づく感情の理論は、議論の最中であり、今後の展開が待たれる