



国際会議報告

ASSC27

2024.07.02-05
@東大本郷

報告者：浅田稔



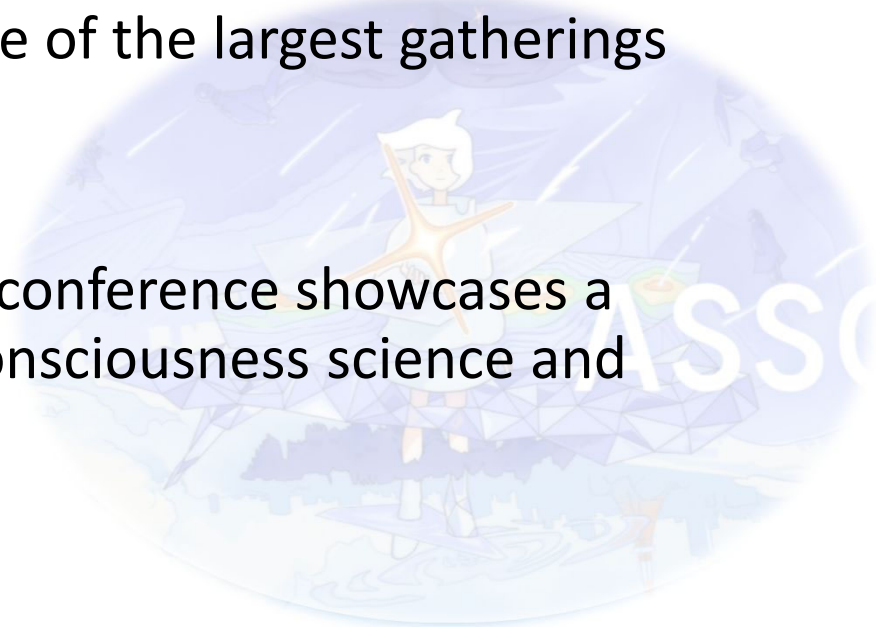
Association for the Scientific Study of Consciousness

- The Association for the Scientific Study of Consciousness (ASSC) is an American non-profit organization for professional membership that aims to encourage research on consciousness in cognitive science, neuroscience, philosophy, and other relevant disciplines. The association aims to advance research about the nature, function, and underlying mechanisms of consciousness.
- Since 1997, the ASSC has organized annual conferences to promote interaction and spread knowledge of scientific and philosophical advances in the field of consciousness research.

https://en.wikipedia.org/wiki/Association_for_the_Scientific_Study_of_Consciousness

ASSC27

- Massive Turnout and Abstract Submissions
- Unprecedented Attendance:
- This year, the ASSC Conference has drawn a remarkable crowd of approximately 770 attendees, marking one of the largest gatherings in the event's history.
- Abstracts (~500 accepted):
- With nearly 600 abstracts submitted, the conference showcases a diverse range of research in the field of consciousness science and philosophy.
- 5 Keynotes, 9 Tutorials & 6 Symposia



ASSC Since 1997:

谷氏の講演レジュメから The 1st ASSC Conference in 1997

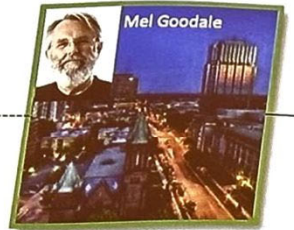
Conferences

Sunday, June 15

<p>Management Building, The Claremont Graduate School</p> <p>Session II: Room 206</p> <p>1 p.m. "Representations of Self and Implicit Processes of Self-Understanding" Marc Berkheim Clark University</p> <p>1:30 p.m. "Pan and Rattigonda: Amasia" James H. Buchanan The University of Akron</p> <p>2 p.m. "Effects of Mood on Facial Recognition: What is Implicit about Emotion?" David Haley San Francisco State University</p>	<p>Session III: Room 110</p> <p>1 p.m. "Explicit Cognition Through Internal and External Statepaths" Erlich Harth Syracuse University</p> <p>1:30 p.m. "A Hybrid Approach Toward Understanding Consciousness" Ron Sun University of Alabama</p> <p>2 p.m. "The Boundary is Self-Organized Between Implicit and Explicit Cognition: A Robot Learning Experiment" Jun Tani Sony CSL</p>	<p>Symposium, Galileo Hall Harvey Mudd College</p> <p>4:30-4 p.m. Criteria for the Ascription of Consciousness Chair: David Chalmers</p> <p>4:30 p.m. "Phenomenal Consciousness vs. Access Consciousness" Ned Block New York University</p> <p>5 p.m. Criteria for Distinguishing Conscious from Unconscious Cognitive Processes" Phil Merkle University of Waterloo Ryan M. Baigold University of Toronto</p> <p>5:30 p.m. "Implicit Philosophy in Implicit Processes"</p>
---	---	---

2 p.m.
"The Boundary is Self-Organized Between Implicit and Explicit Cognition: A Robot Learning Experiment"
Jun Tani
Sony CSL

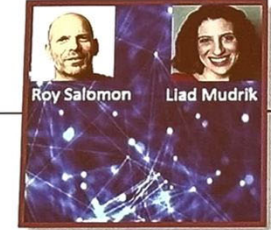
2019



2020



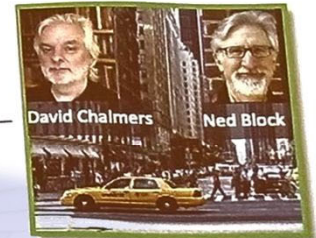
2021



2022



2023



ASSC 23
London, Ontario

ASSC 24
Tel Aviv

ASSC 24
Virtual

ASSC 25
Amsterdam

ASSC 26
New-York City

Call open

Come see me
for proposals ...



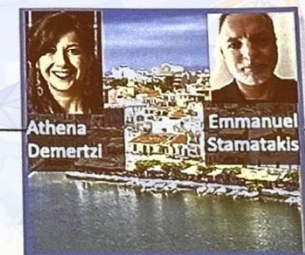
ASIA

2026



ASSC29
Santiago, Chile

July 6-9
2025



ASSC28
Crete

2024



ASSC 27
Tokyo

Conference Schedule

July 2 (Tue)

Time	Program	Place
9:00 - 12:00	Morning Tutorials	Fukutake Learning Theater (Fukutake Hall) Ito Hall, Gallery 1, Seminar Room, Conference Room (Ito International Research Center)
12:00 - 13:00	Lunch Break	
13:00 - 16:00	Afternoon Tutorials	Fukutake Learning Theater (Fukutake Hall) Ito Hall, Gallery 1, Seminar Room, Conference Room (Ito International Research Center)
16:20 - 18:35	Opening Remarks, WJP Ceremony, Presidential Address, Keynote: Jun Tani	Yasuda Auditorium
19:00 - 21:00	Welcome Reception	Totenko Ueno Main Shop

July 3 (Wed)

Time	Program	Place
9:00 - 10:00	Keynote: Sarah Garfinkel	Yasuda Auditorium
10:00 - 11:00	Poster Session 1 + Coffee	Ito International Research Center
11:00 - 13:00	Symposia	Ito Hall (Ito International Research Center), Yasuda Auditorium
13:00 - 14:00	Lunch Break/Mentor Lunch (Gallery 1)	
14:00 - 16:00	Concurrent Talks	Fukutake Learning Theater (Fukutake Hall) Ito Hall, Gallery 1, Seminar Room, Conference Room (Ito International Research Center)
16:00 - 17:00	Poster Session 2+ Coffee	Ito International Research Center
17:00 - 19:00	Concurrent Talks	Fukutake Learning Theater (Fukutake Hall) Ito Hall, Gallery 1, Seminar Room, Conference Room (Ito International Research Center)
19:15 - 20:00	Memorial Event Honoring Daniel Dennett	Ito Hall (Ito International Research Center)
21:30	Student Social Event	GRACE BALL Ueno-koen-mae

July 4 (Thu)

Time	Program	Place
9:00 - 10:00	Keynote: Susanna Schellenberg	Yasuda Auditorium
10:00 - 11:00	Poster Session 3 + Coffee	Ito International Research Center
11:00 - 13:00	Symposia	Ito Hall (Ito International Research Center), Yasuda Auditorium
13:00 - 14:00	Lunch Break/Career Panel (Fukutake Learning Theater)	
14:00 - 15:30	Concurrent Talks	Fukutake Learning Theater (Fukutake Hall) Ito Hall, Gallery 1, Seminar Room, Conference Room (Ito International Research Center)
15:30 - 16:30	Poster Session 4 + Coffee	Ito International Research Center
16:30 - 18:00	Concurrent Talks	Fukutake Learning Theater (Fukutake Hall) Ito Hall, Gallery 1, Seminar Room, Conference Room (Ito International Research Center)

19:00 - 21:00	Conference Dinner	Hall Hooh, Hotel New Ohtani
---------------	-------------------	-----------------------------

July 5 (Fri)

Time	Program	Place
9:00 - 10:00	Keynote: Yukie Nagai	Yasuda Auditorium
10:00 - 11:00	Poster Session 5 + Coffee	Ito International Research Center
11:00 - 13:00	Symposia	Ito Hall (Ito International Research Center), Yasuda Auditorium
13:00 - 14:00	Lunch Break	
14:00 - 16:00	Concurrent Talks	Fukutake Learning Theater (Fukutake Hall) Ito Hall, Gallery 1, Seminar Room, Conference Room (Ito International Research Center)
16:00 - 17:00	Poster Session 6 + Coffee	Ito International Research Center
17:30 - 18:30	William James Lecture, Closing Remarks	Yasuda Auditorium
	After Party	TBD

Keynote Speakers

July 2 Evening



Ghislaine
Dehaene-
Lambertz

July 2 Evening



Jun Tani

July 3 Morning



Sarah Garfinkel

July 4 Morning



Susanna
Schellenberg

July 5 Morning



Yukie
Nagai

Assessing consciousness in infants (1)



Ghislaine
Dehaene-
Lambertz

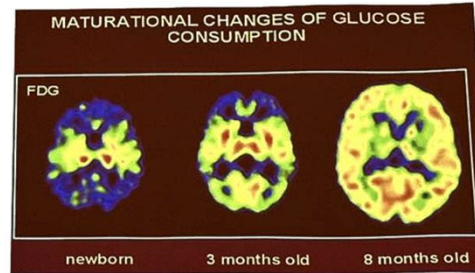
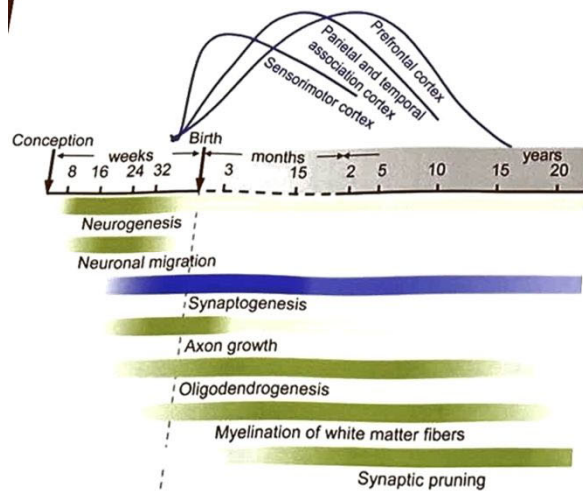
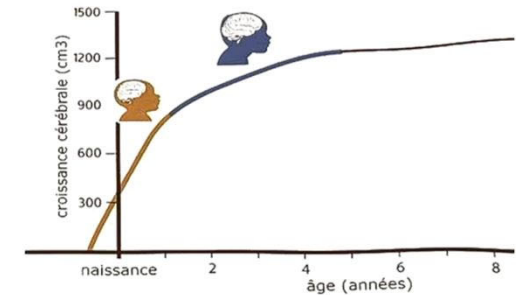
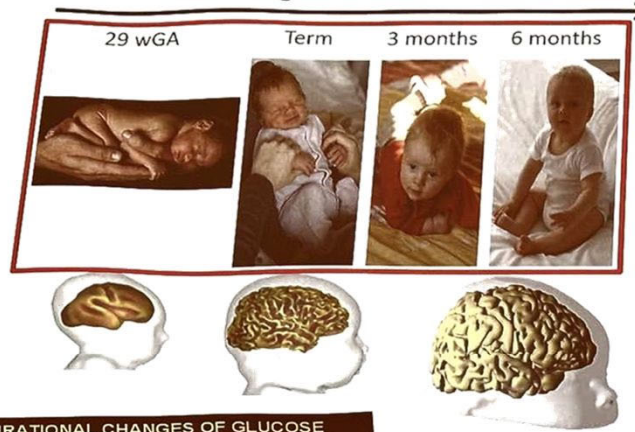
Assessing consciousness in infants

G Dehaene-Lambertz
Neurospin, Paris-Saclay



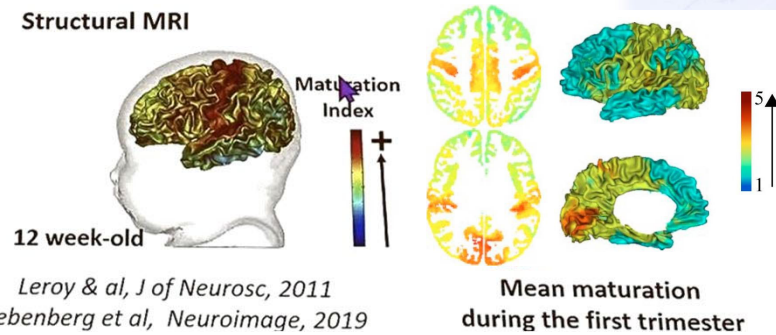
Assessing consciousness in infants (3)

From 3rd trimester to 6 months infants (29 wGA, Term, 3 months, and 6 months)



Chugani & al, 1987

Structural MRI



Leroy & al, J of Neurosc, 2011
Lebenberg et al, Neuroimage, 2019

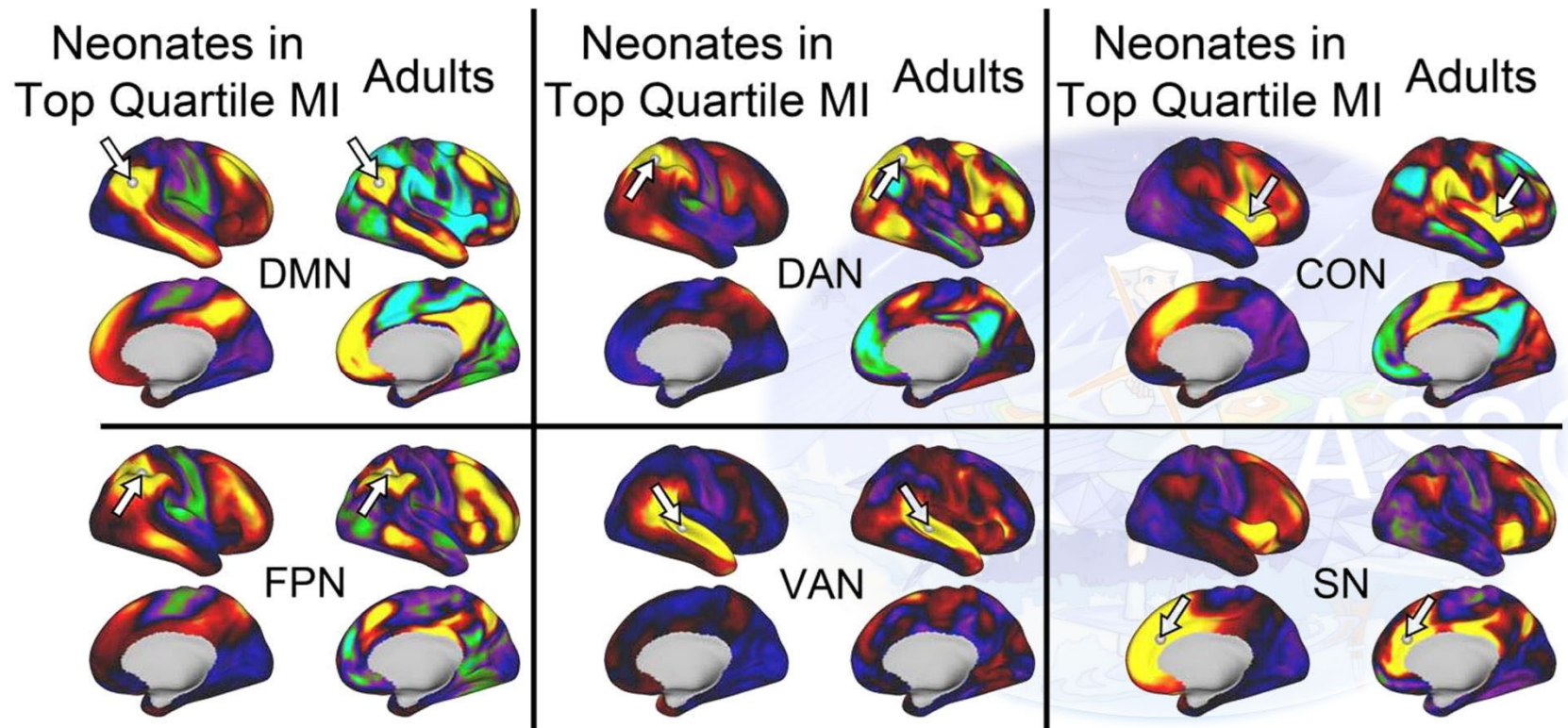
Maturation is heterogeneous across the brain, with high-level regions developing particularly slowly until adolescence

Assessing consciousness in infants (5)

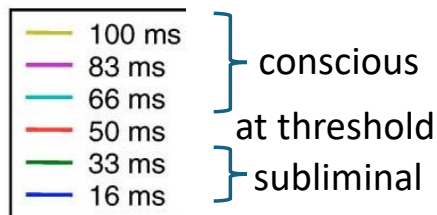
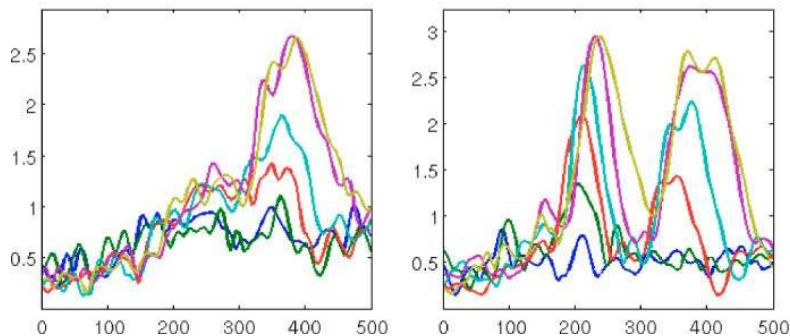
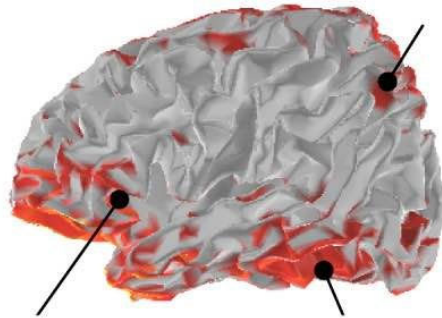
Functional connectivity is similar and network-selective across ages

Sylvester et al & Smyser, Cereb. cortex, 2023

Similar Topography of Positive Functional Connectivity in Neonates and Adults



Assessing consciousness in infants (9)



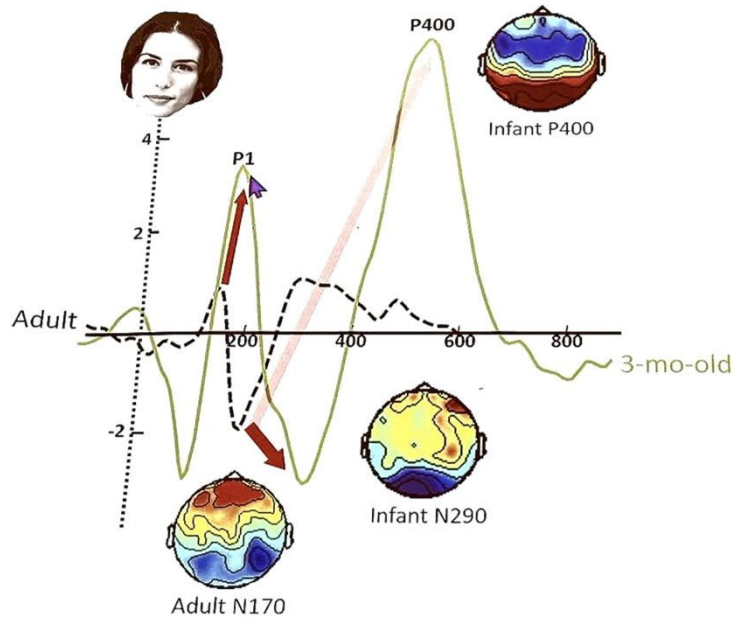
EEG: a powerful tool to study perceptual awareness notably the entrance into the global workspace

Del Cul, et al, PLOS Biology 2007; Gaillard et al., PLOS Biology, 2009

Two stages are clearly visible in electrophysiology

- 1) Early accumulation of evidence (linear, in relation with the stimulus features)
- 2) Late ignition which correlates with subjective perception (**non-linear, conscious**)

Assessing consciousness in infants (10)



ERP are slower in infants due to brain immaturity
Two stages are observed in the infant brain as in adults

Del Cul, et al, PLOS Biology 2007; Gaillard et al., PLOS Biology, 2009

- Early components (N290 P400) are in line with the stimulus
- A Late Slow Wave, which presents a non-linear profile parallel to the behavioral performances i.e. an on-off response similar to what is observed in adults when they report seeing a stimulus.
- but at a much later latency (1000 ms vs 300 ms in adults), that might be due to a slow access to the global workspace (immaturity of the fronto-parietal areas)

Understanding Structural Basis for Autonomy of Consciousness: A Synthetic Neurorobotics Study (1)



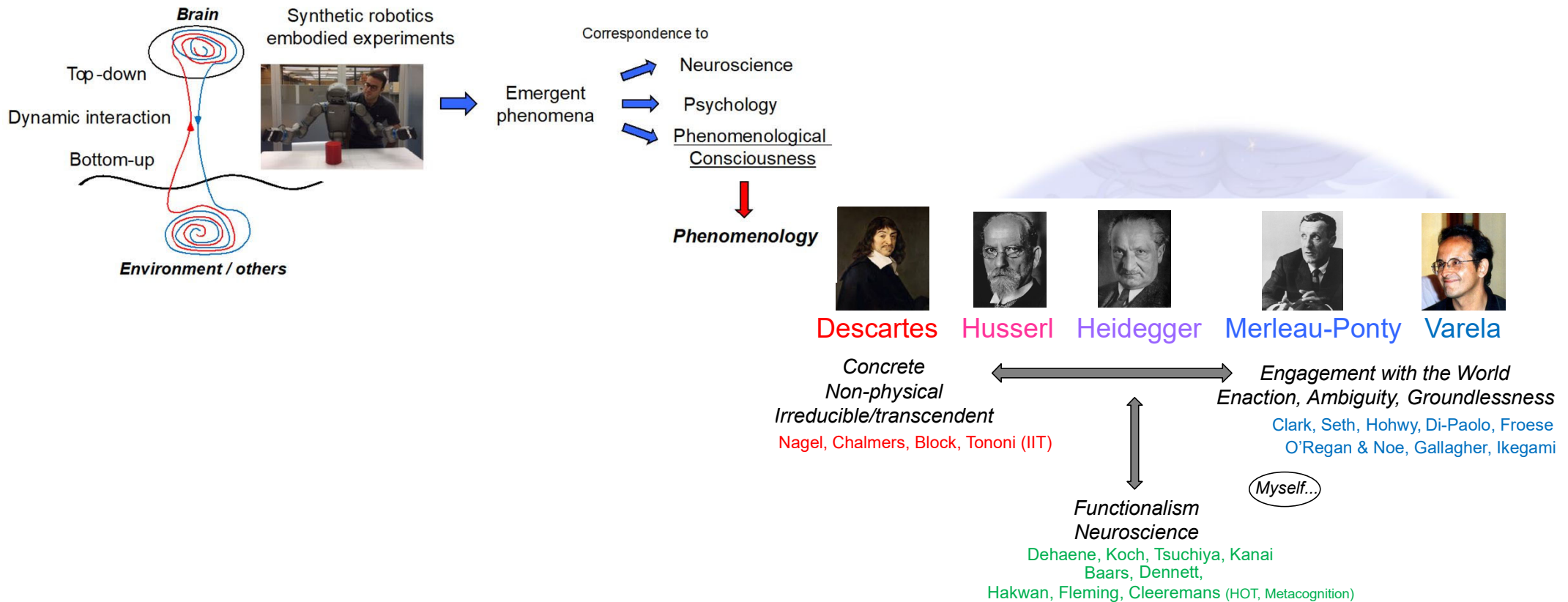
Jun Tani



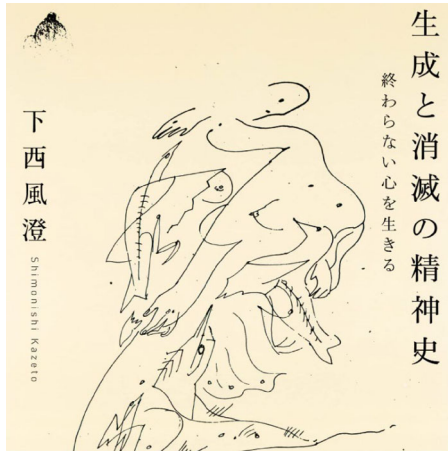
Understanding Structural Basis for Autonomy of Consciousness: A Synthetic Neurorobotics Study (3)

My Study

Embodied cognition

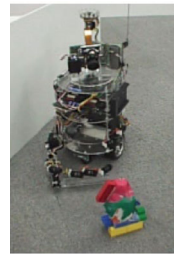


Understanding Structural Basis for Autonomy of Consciousness: A Synthetic Neurorobotics Study (4)

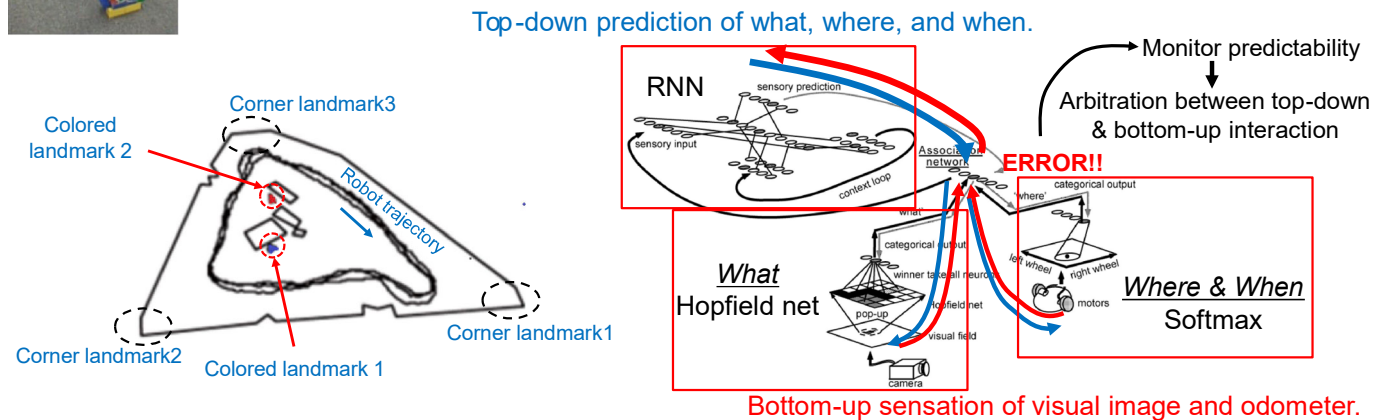


“History of Mind: Creation and Disappearance”
by Kazeto Shimonishi (2022)
Only in Japanese...

Mobile Robot Navigation Task (Tani, 1997,1998)

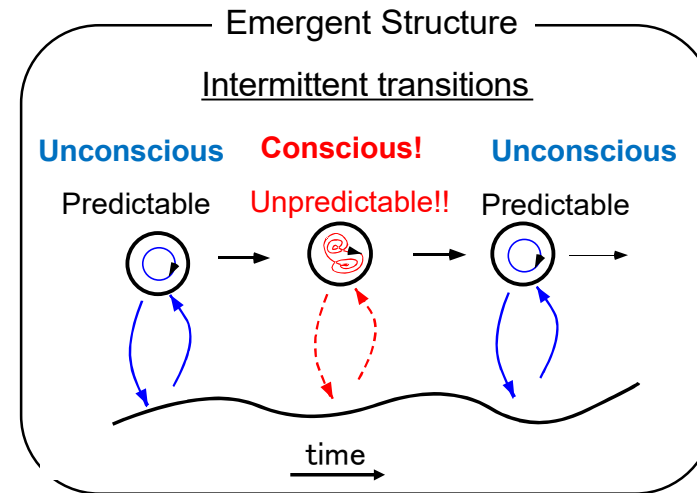
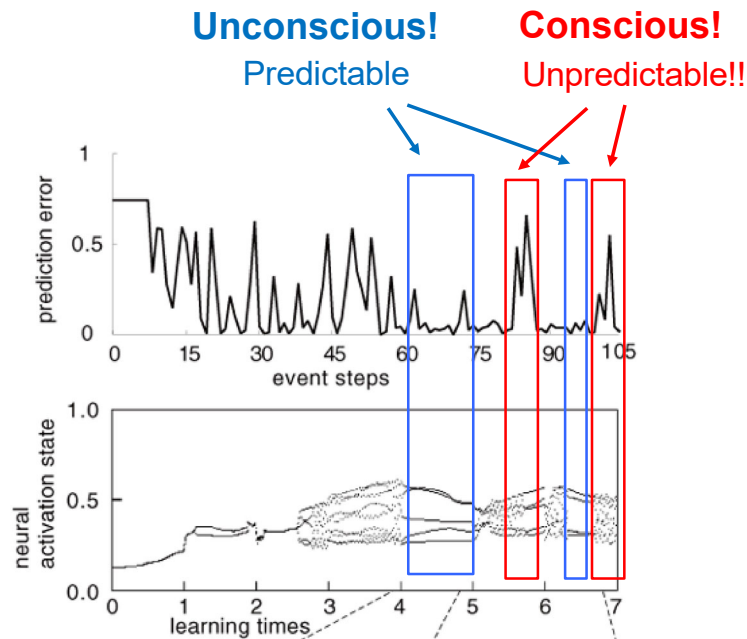


- There are 5 landmarks in the workspace.
- The robot incrementally learns to predict the next landmarks it will encounter, along with their visual images, directions, and timings.



Understanding Structural Basis for Autonomy of Consciousness: A Synthetic Neurorobotics Study (8)

The Structure of Consciousness (Tani, 1998)



Intermittent transition between unconscious/conscious phases emerges by means of the indeterminacy developed.

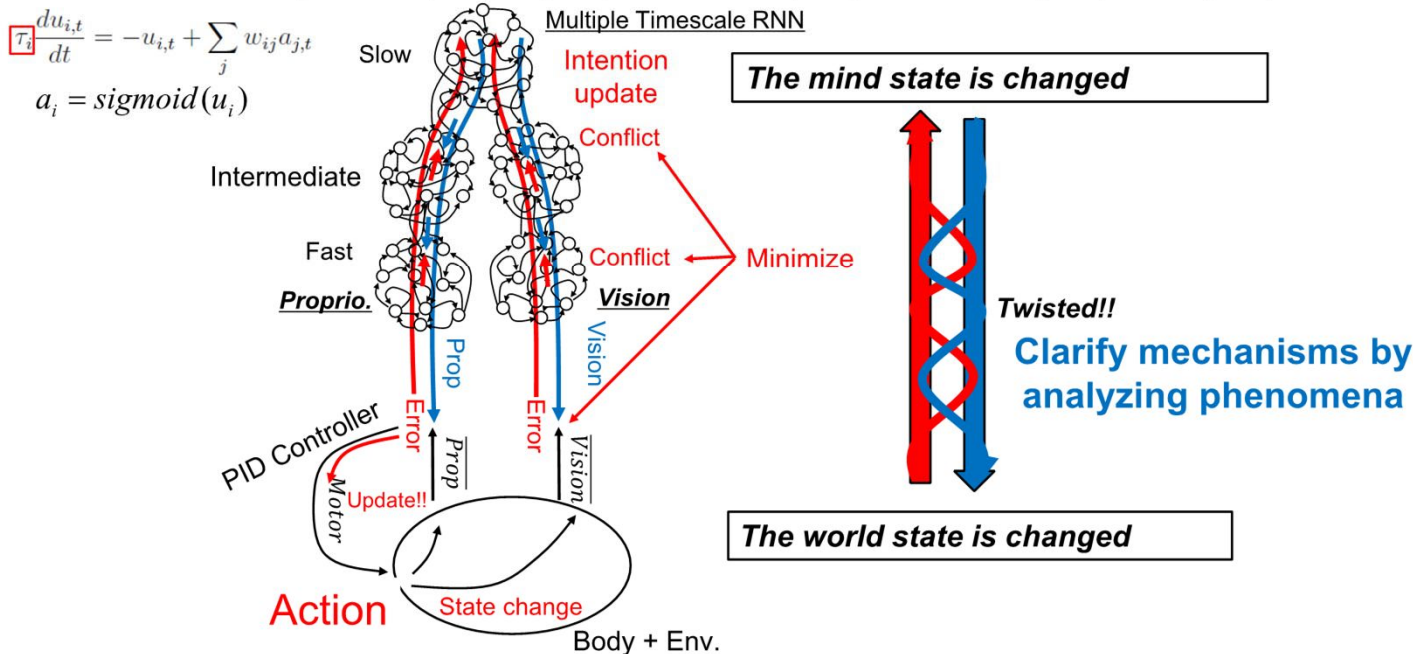
↓
Structure of consciousness

“Alternation of flights and perchings in a bird’s life“ (William James)

Understanding Structural Basis for Autonomy of Consciousness: A Synthetic Neurorobotics Study (10)

Neurobotic Study Using RNN Models Based on Predictive-Coding and Active Inference

(Tani & Nolfi, 1998; Tani, 2003; Yamashita & Tani, 2008; Nishimoto & Tani, 2009; Arie et al., 2009)



However, the RNN is deterministic...

Probabilistic modeling approach
 Formal probabilistic models are necessary.



Deterministic dynamic sys approach
 Probabilistic sequences can be embedded in deterministic chaos

Can we bridge the gap between the two?



Free Energy Principle (Karl Friston)!!
 Phenomenological origin of probability?

Understanding Structural Basis for Autonomy of Consciousness: A Synthetic Neurorobotics Study (5)

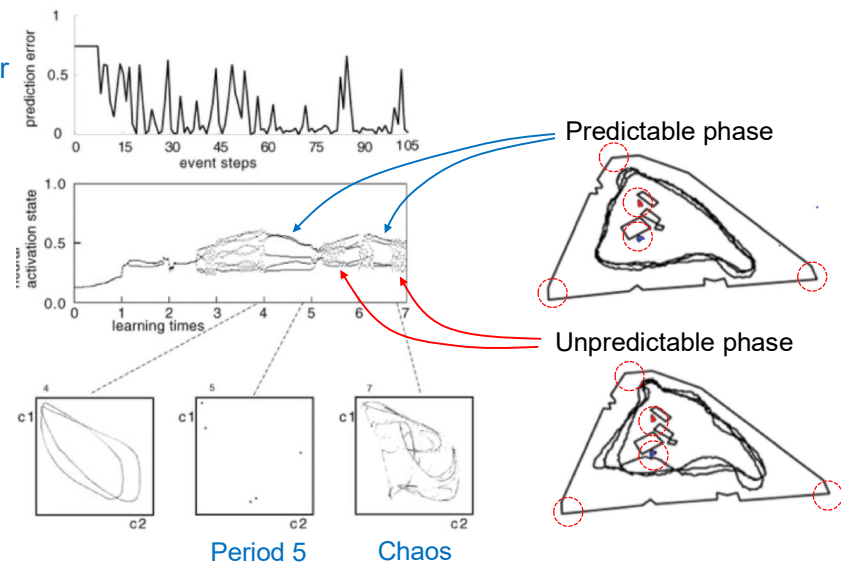


Visual sensation

Predicted image

Predicted travel vector to next landmark

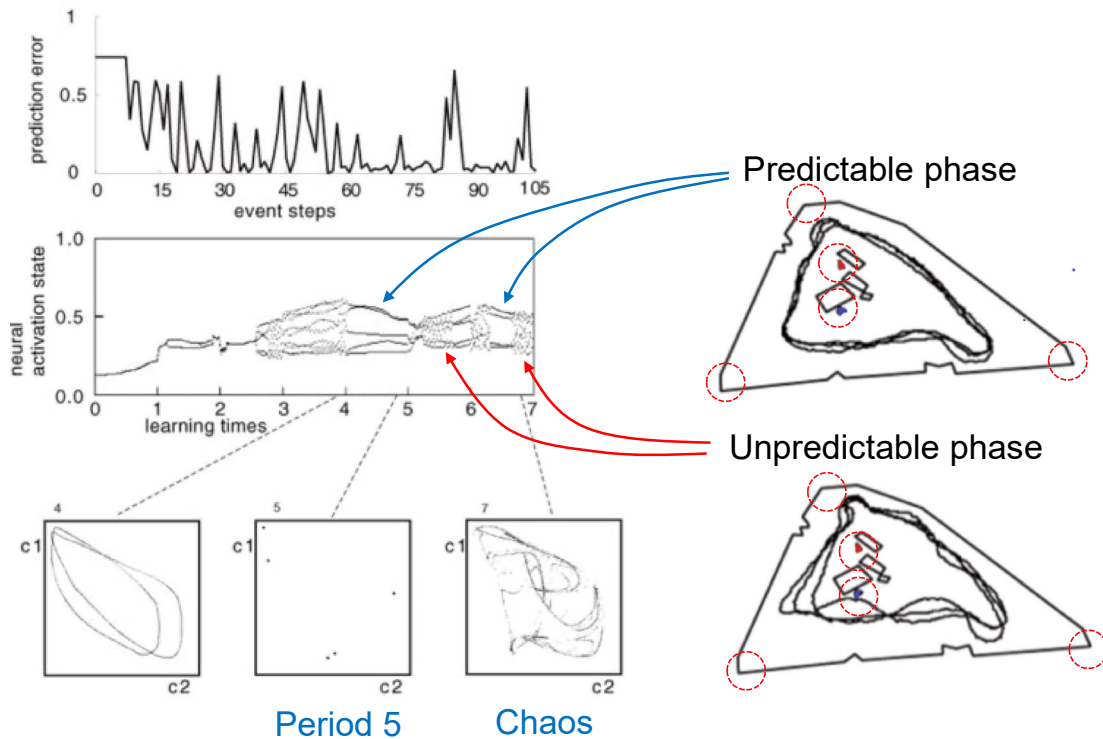
The results: time-development of the system during successive learning while exploring



Spontaneous shifts between predictable & unpredictable phases.

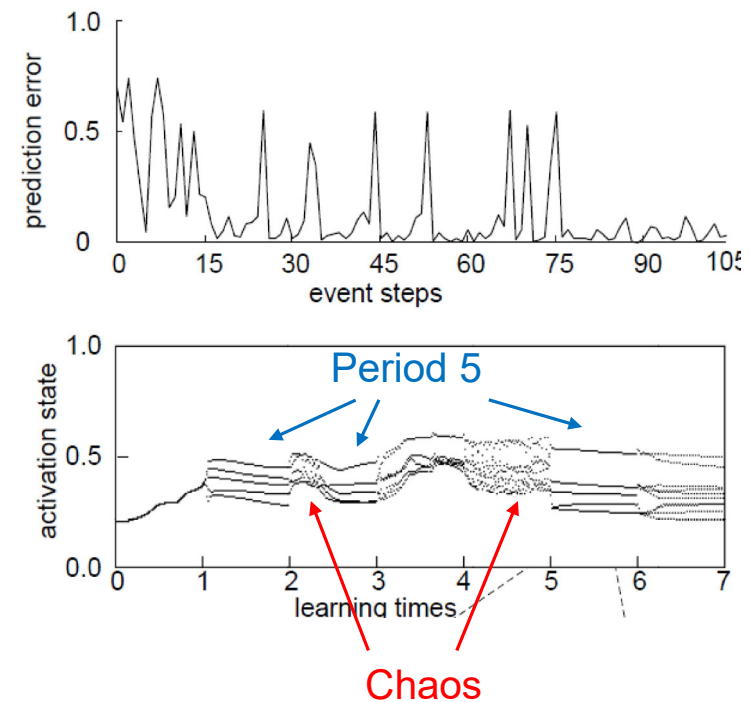
Understanding Structural Basis for Autonomy of Consciousness: A Synthetic Neurorobotics Study (6)

The results: time-development of the system during successive learning while exploring



Spontaneous shifts between predictable & unpredictable phases.

Another trial



Understanding Structural Basis for Autonomy of Consciousness: A Synthetic Neurorobotics Study (7)

Why did it happen?

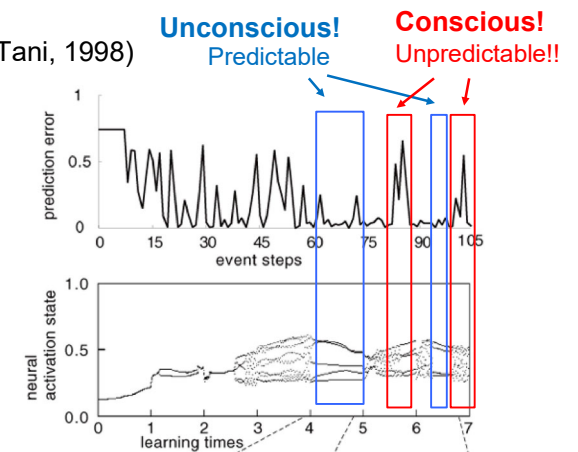
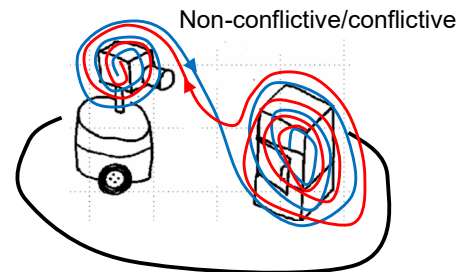
- Circular causality developed in the enactment loop.

- Circular loop
- Sometimes prediction goes wrong.
 - Because of the conflict between the top-down prediction and bottom-up sensation, perception could take longer time.
 - Prolonged perception for an attended visual landmark could make wall-following unstable.
 - Instability of maneuvering could cause the next landmark to be overlooked.
 - Learning of wrong landmark sequence.

- Indeterminacy develops because of the circular causality

- Two types of vector flows coexist:
 - One for convergence by minimizing the error.
 - The other for divergence due to circular causality by enactment.
- Unsteady phase and steady phase iterate intermittently.

The Structure of Consciousness (Tani, 1998)

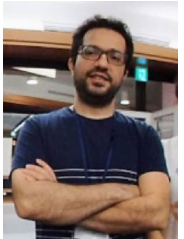


Heidegger (*Being and Time*, Section 15)

- When everything goes smoothly and automatically in hammering, the carpenter, hammer, and nail constitutes wholeness. ➡ Unconscious

- When something goes wrong with carpenter's hammering, then the independent existence of the subject (carpenter) and the object (hammer) is noticed. ➡ Conscious about "self" and "objects"

Understanding Structural Basis for Autonomy of Consciousness: Synthetic Neurorobotics Study (11)



Ahmadreza Ahmadi

Introduction of **PV-RNN** as a Variational Recurrent Neural Network Model Using the Free Energy Principle (Ahmadi & Tani, 2019)

Predictive-Coding-Inspired Variational Bayes RNN (PV-RNN)

(Ahmadi & Tani, 2019)

Min. free energy

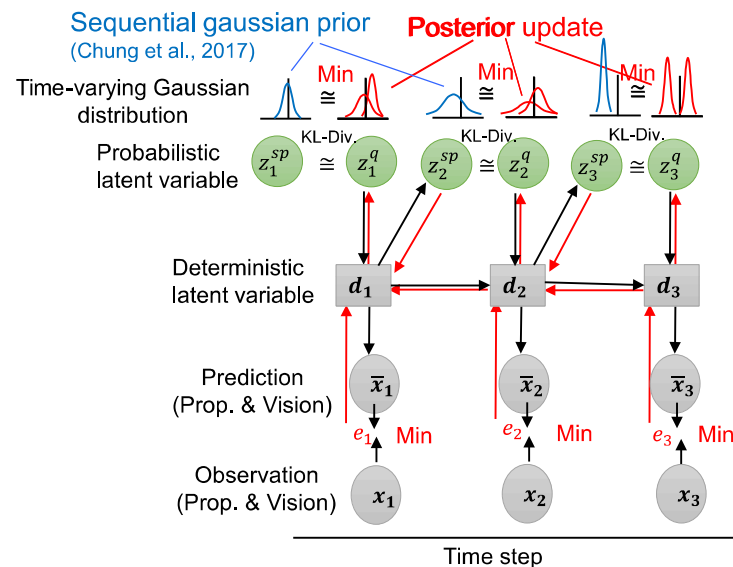
$$F = \sum_{t=1}^T E_{q_{\phi}(Z_{1:t}|x_{t:T})} \left[-[\ln P_{\theta,x}(x_t|d_t)] + w \cdot KL[q_{\phi}(Z_t|x_{t:T}) || P_{\theta,z}(Z_t|d_{t-1})] \right]$$

Max. Accuracy term
Complexity term

Approx. posterior
Prior

Meta-prior

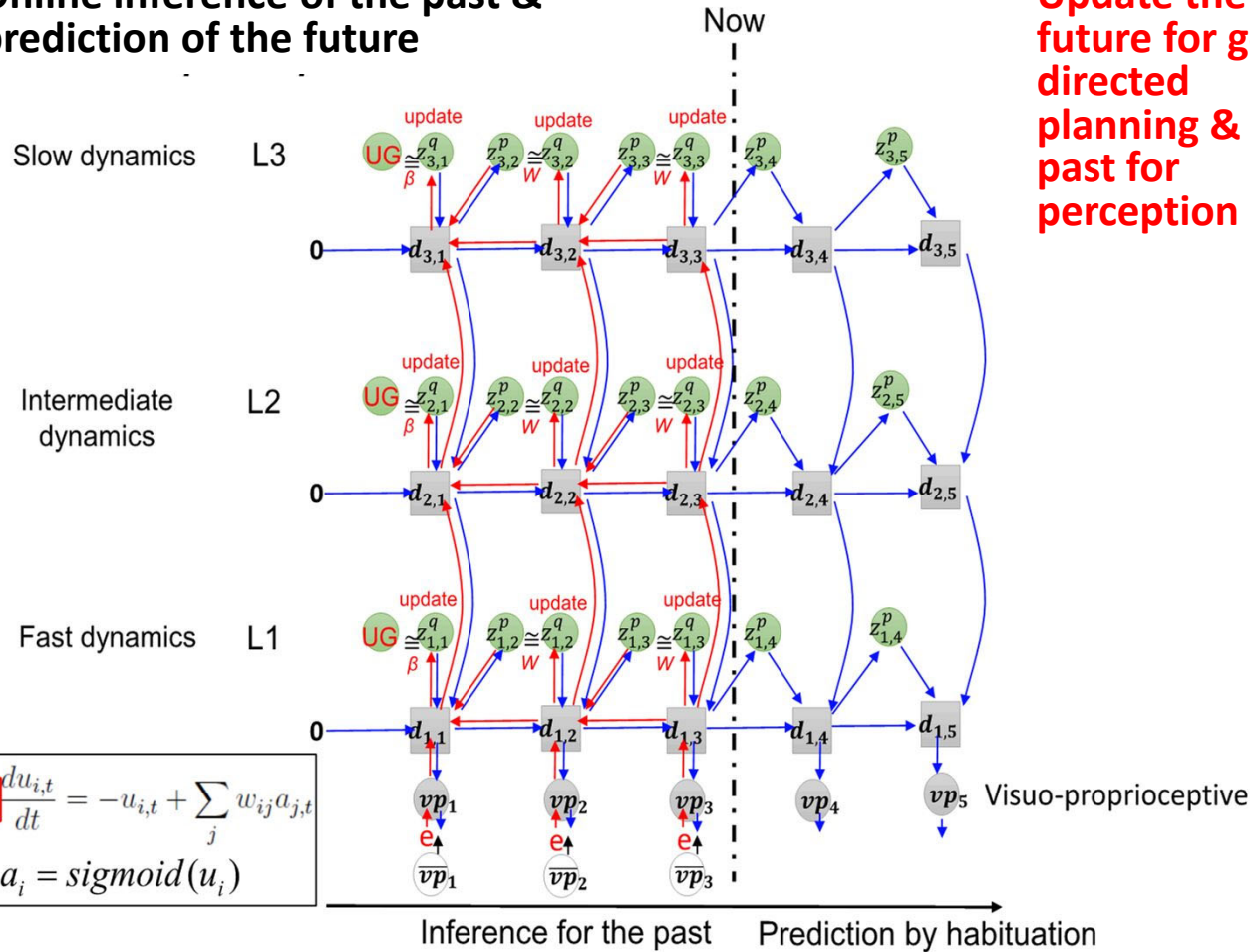
Prediction, inference, and learning of PV-RNN



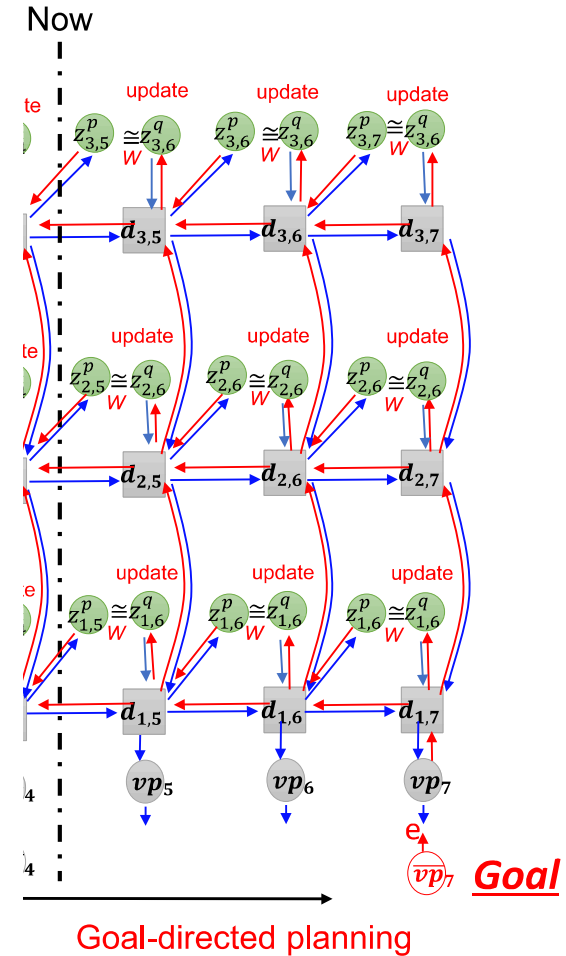
The setting of **w** affects development of the internal rep. in learning.

Understanding Structural Basis for Autonomy of Consciousness: A Synthetic Neurorobotics Study (12)

Online inference of the past & prediction of the future



Update the future for goal-directed planning & the past for perception



$$\tau_i \frac{du_{i,t}}{dt} = -u_{i,t} + \sum_j w_{ij} a_{j,t}$$

$$a_i = \text{sigmoid}(u_i)$$

Understanding Structural Basis for Autonomy of Consciousness: A Synthetic Neurorobotics Study (13)

Predictive-Coding-Inspired Variational Bayes RNN (PV-RNN)

(Ahmadi & Tani, 2019)

Min. free energy

$$F = \sum_{t=1}^T E_{q_{\phi}(Z_{1:t}|x_{t:T})} \left[-\ln P_{\theta,x}(x_t|d_t) + w \cdot KL[q_{\phi}(Z_t|x_{t:T}) || P_{\theta,z}(Z_t|d_{t-1})] \right]$$

Max. Accuracy term

Complexity term

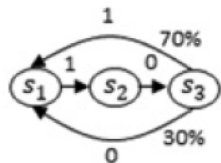
Approx. posterior

Prior

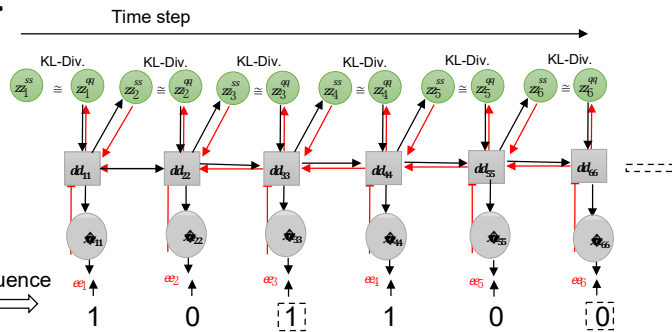
Meta-prior

How does w affect development of the internal representation in learning?

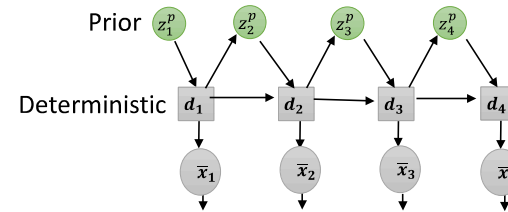
A simple experiment:
Learning with Probabilistic FSM



Target P-FSM to be learned



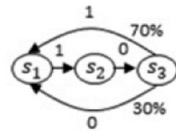
Training with a large w and a small w .



Training with a large w and a small w .

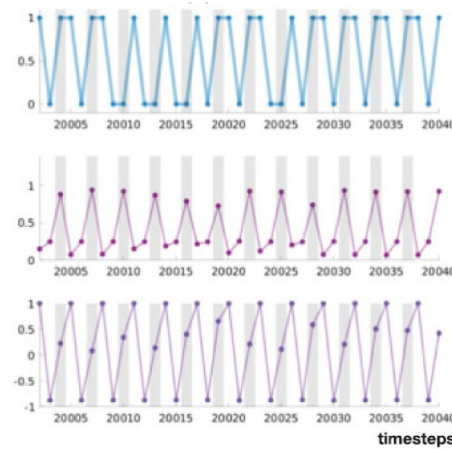
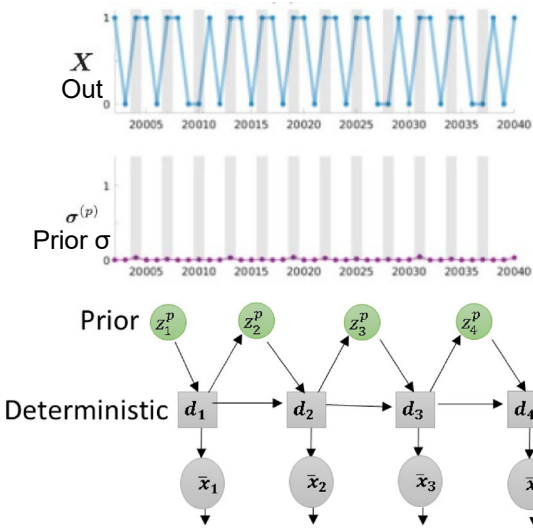
Understanding Structural Basis for Autonomy of Consciousness: A Synthetic Neurorobotics Study (14)

Test generation after training with different values of W



Deterministic dynamics (positive Lyapunov exp.)

Stochastic dynamics



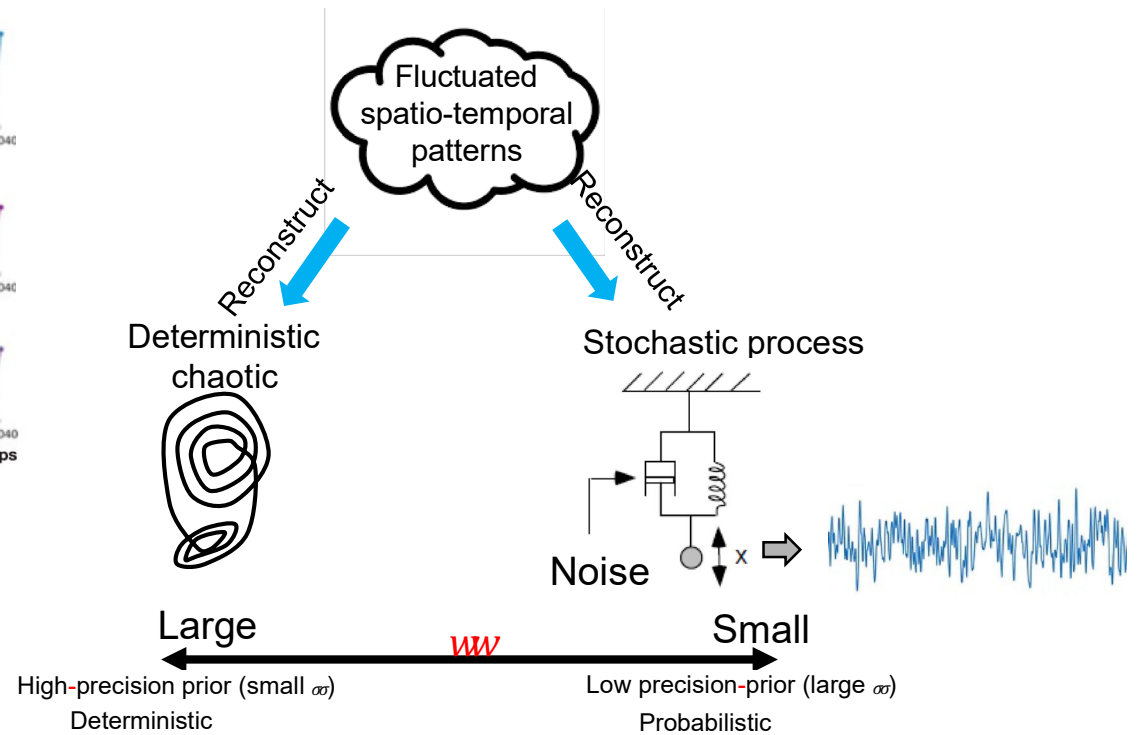
$W=0.025$ (small)

Different Structures Self-Organized Depending on W through Learning (Ahmadi & Tani, 2019)

$$\mathcal{H}(\theta, \varnothing) = - \sum_{t=1}^{\pi} \mathbb{E}_{q_{\theta}(z_t | \bar{d}_{t-1}, x_{1:t})} [\log p_{\theta, x}(x_t | \bar{d}_{t-1}, z_t)] + \sum_{t=1}^{\pi} \mathbb{E}_{q_{\theta}(z_t | \bar{d}_{t-1}, x_{1:t})} [\log p_{\theta, z}(z_t | \bar{d}_{t-1})]$$

Min. Reconstruction error
Min. KL div. between posterior and prior

Meta-Prior



Understanding Structural Basis for Autonomy of Consciousness: A Synthetic Neurorobotics Study (15)

Which aspects in humans' embodied cognition can be accounted by this *w-dependent structural development* shown in PV-RNN?


Robot-Robot Imitative interaction (Wirkuttis & Tani, 2021)



6024

IEEE ROBOTICS AND AUTOMATION LETTERS, VOL. 6, NO. 3, JULY 2021

Leading or Following? Dyadic Robot Imitative Interaction Using the Active Inference Framework

Nadine Wirkuttis and Jun Tani 

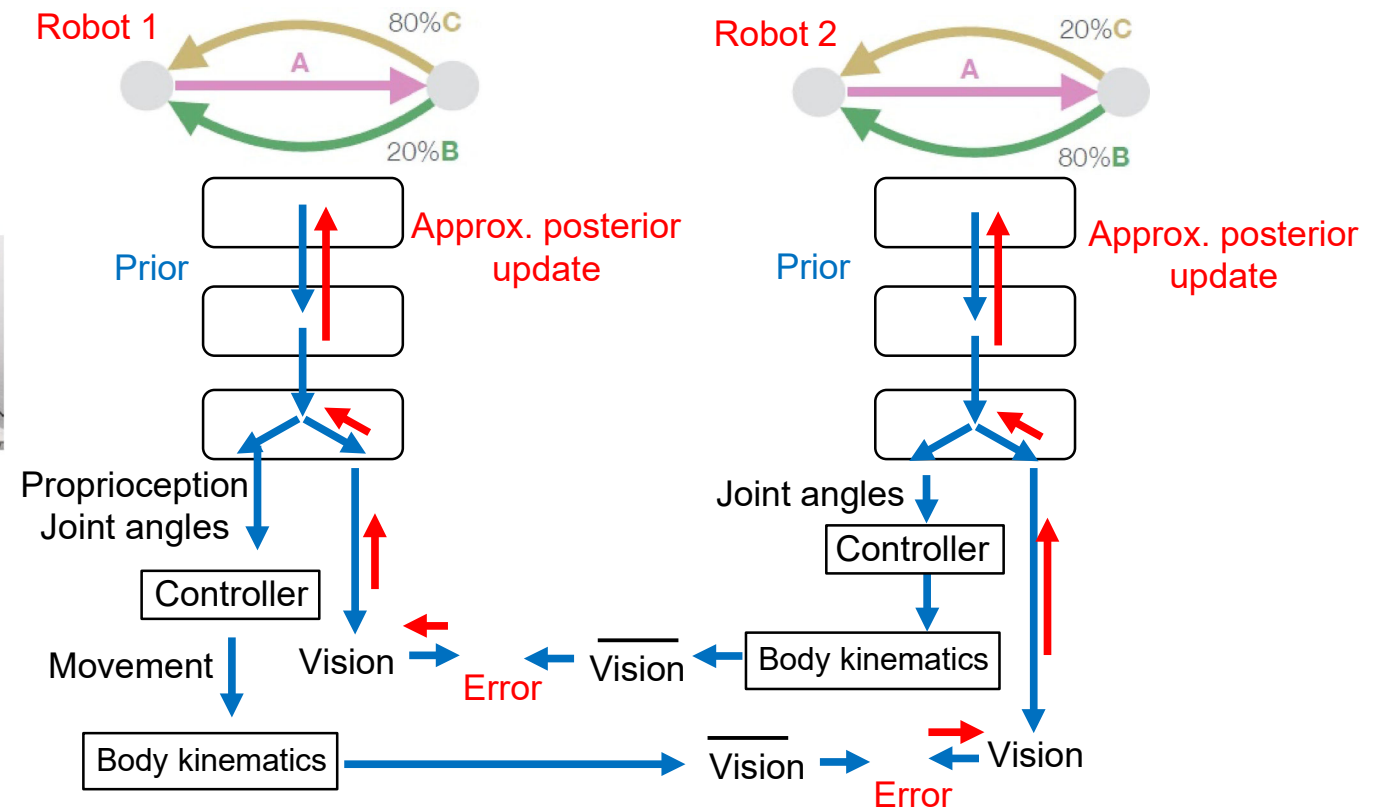
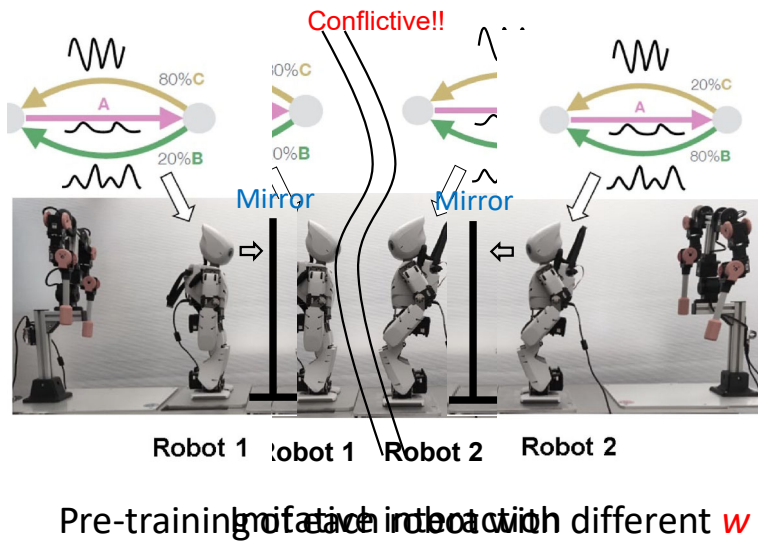
When one robot trained with tighter regulation and another trained with looser regulation interact, the latter tends to lead the interaction by exerting stronger action intention, while the former tends to follow by adapting to its observations. The study confirms that the dyadic imitative interaction becomes successful by achieving a high synchronization rate when a leader and a follower are determined by developing action intentions with strong belief and weak belief, respectively.

Understanding Structural Basis for Autonomy of Consciousness: A Synthetic Neurorobotics Study (16)

Synchronized Imitative interaction

(Wirkuttis & Tani, 2021)

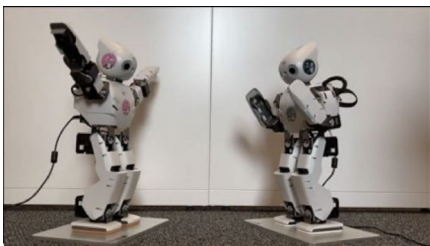
Generating own action while inferring that of the counterpart



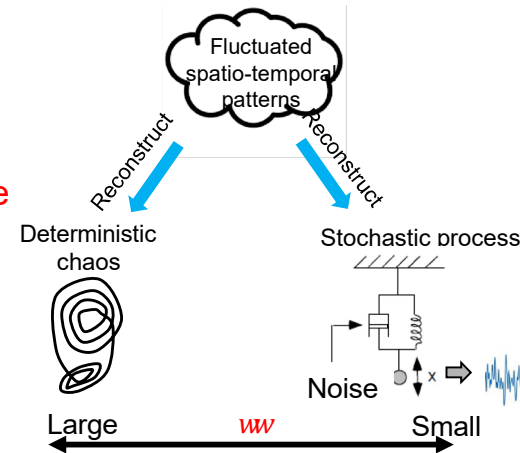
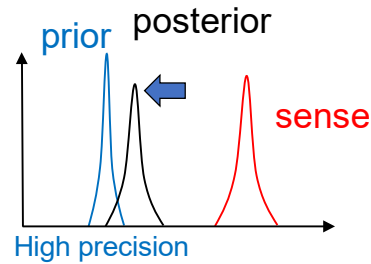
Understanding Structural Basis for Autonomy of Consciousness: A Synthetic Neurorobotics Study (17)

How does w affect the nature of dyadic interactions?

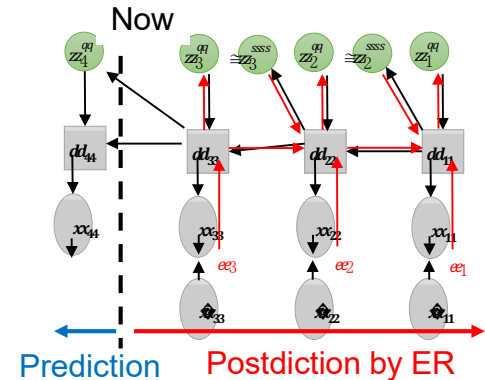
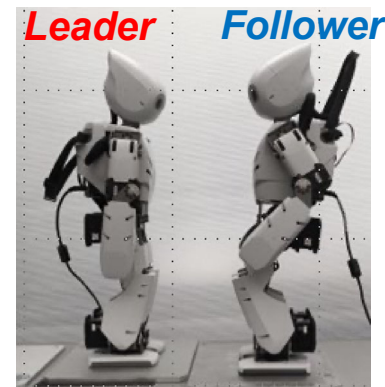
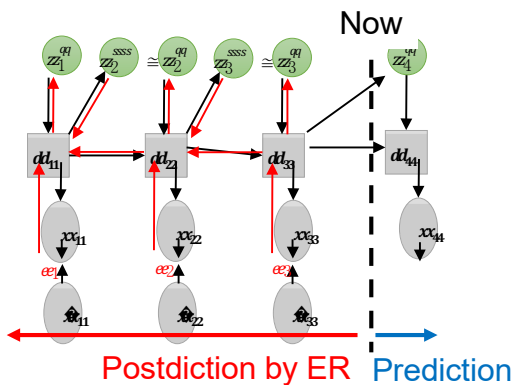
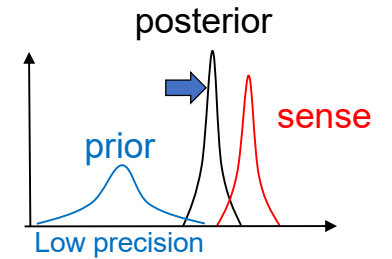
Let's look at a robot simulation experiment!!



Strong Prior $w=3.4$



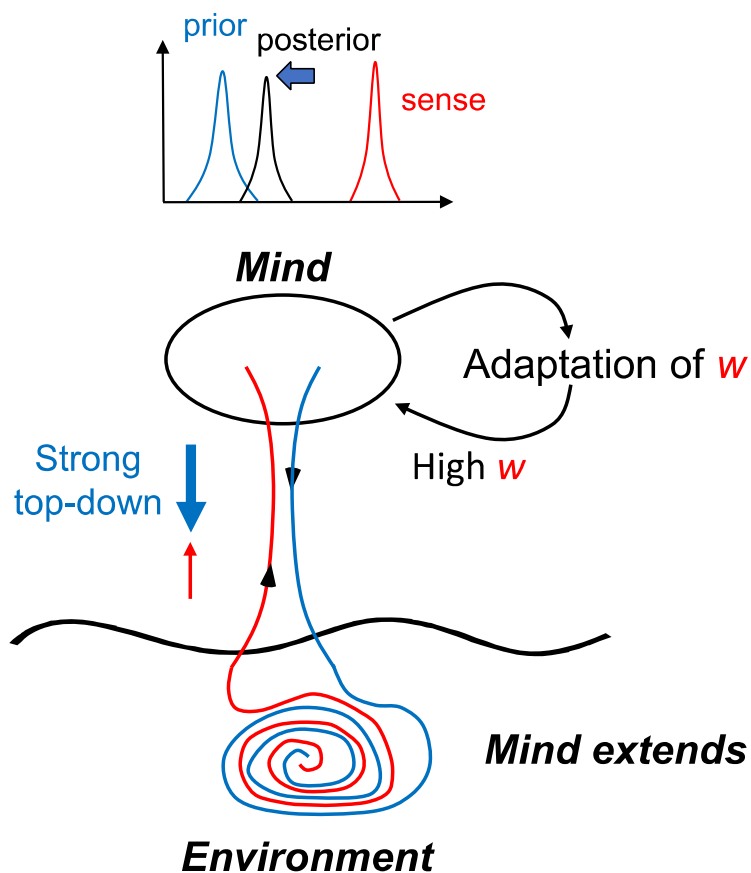
Weak Prior $w=0.005$



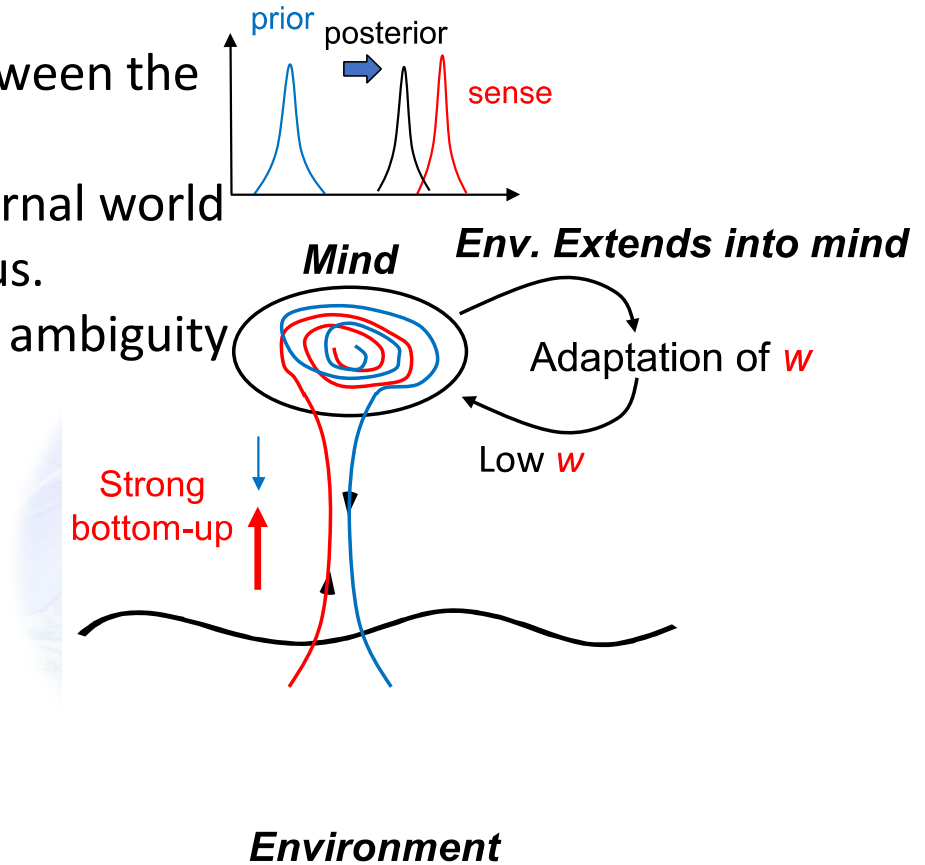
Dominate

Understanding Structural Basis for Autonomy of Consciousness: A Synthetic Neurorobotics Study (22)

Adapting w Depending on Situations



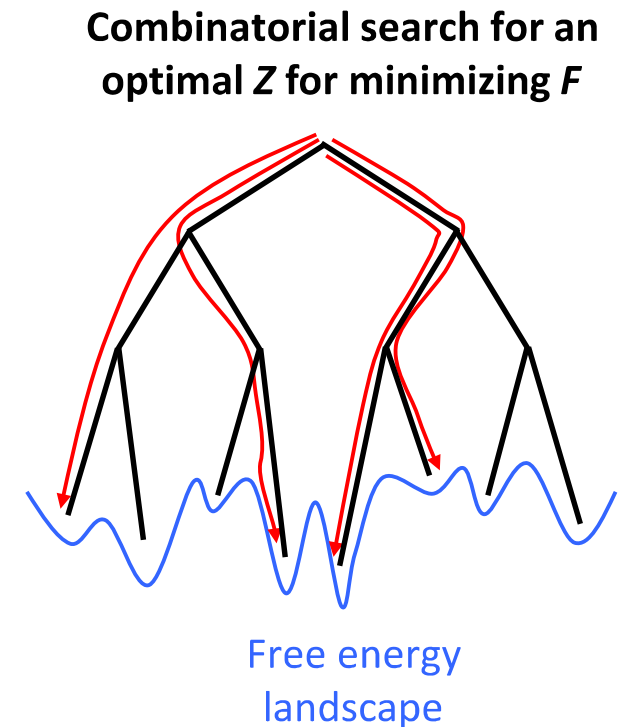
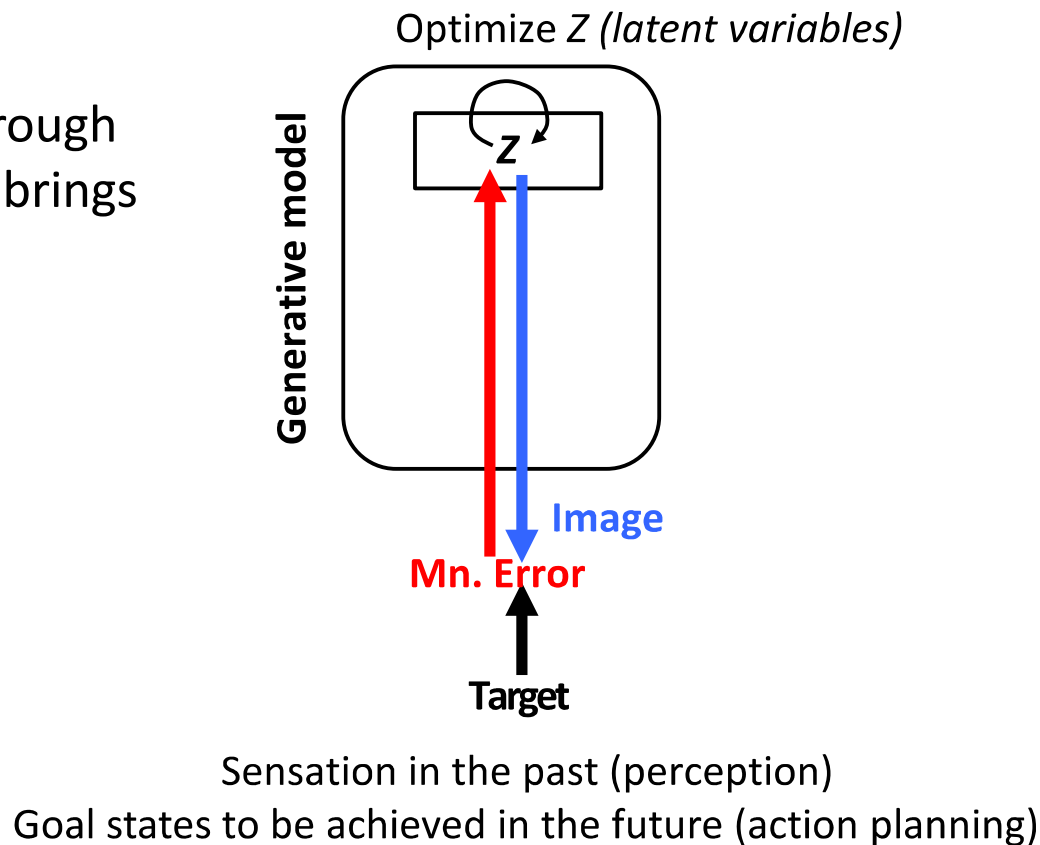
The boundary between the subjective mind and the external world become ambiguous. Analogous to “the ambiguity of minds” by Merleau-Ponty & Varela



Understanding Structural Basis for Autonomy of Consciousness: A Synthetic Neurorobotics Study (23)

Phenomenological Consciousness (Tani & White, 2020)

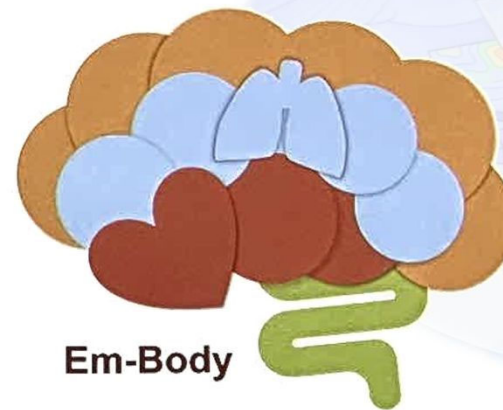
This effort for minimizing F through iterative search brings consciousness



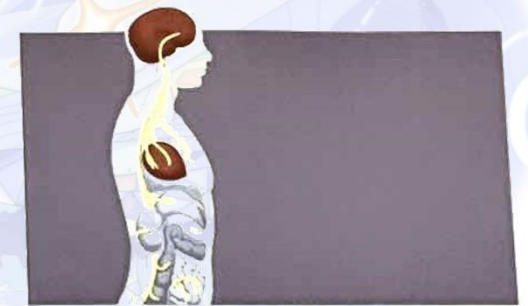
Dimensions of Interoception and Conscious Experience (1) by Sarah Garfinkel



- 意識的な体験は、内受容感覚を通して脳と身体の内部信号がダイナミックに統合されることによって形成される。
- 内受容感覚とは、神経系が身体内部のシグナルを感知し、解釈し、統合するプロセスであり、意識レベルと無意識レベルにまたがる身体内部の風景の一瞬一瞬のマッピングを提供するものと定義される。
- 内受容感覚は、求心性信号の性質、それらを感知する精度、神経シグネチャーなど、さまざまな階層的次元に分けることができる。
- 本講演では、経験的研究に基づき、これらの相互知覚の次元が、記憶、情動、痛みなど、知覚、認知、情動のさまざまな過程にどのように選択的に影響を及ぼすかについて詳述する。
- 脱人格化・脱実在化障害、機能的神経障害、統合失調症などの臨床群では、相互受容メカニズムの変化が症状発現に関係している。
- このような相互受容の違いの本質と、それが意識体験に及ぼす影響を理解することは、将来の治療目標につながる可能性がある。



Em-Body



Clinical & Affective Neuroscience

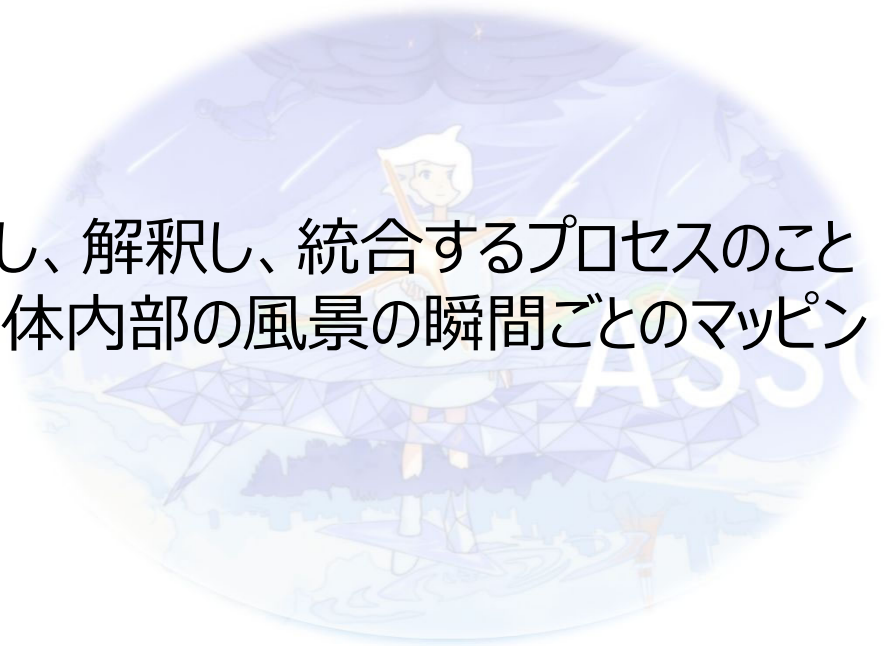
Dimensions of Interoception and Conscious Experience (2) by Sarah Garfinkel

Interception

- refers to the process by which the nervous system senses, interprets, and integrates signals originating from within the body, providing a moment-by-moment mapping of the body's internal landscape across conscious and unconscious levels (Khalsa et al., 2018).

内受容感覚

- とは、神経系が体内から発信される信号を感知し、解釈し、統合するプロセスのことであり、意識レベルと無意識レベルを横断する身体内部の風景の瞬間ごとのマッピングを提供する（Khalsa et al., 2018）

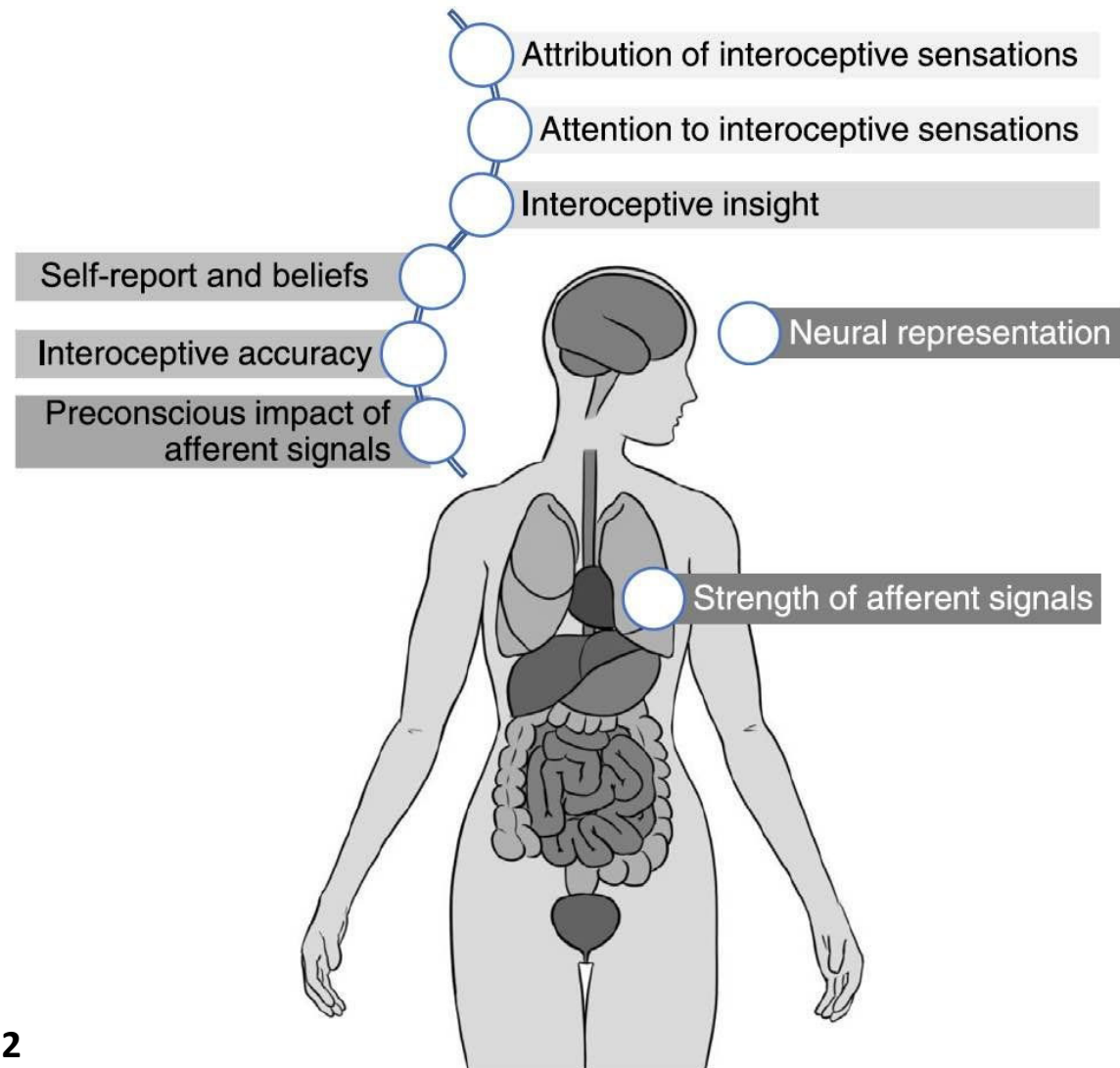


Dimensions of Interoception and Conscious Experience (3) by Sarah Garfinkel

内受容感覚の次元。内受容感覚の完全な特徴付けには、以下の要素が含まれる。(中枢)神経による求心性信号の表現、求心性信号の強さと性質、求心性信号の前意識的な影響、行動テストによって確かめられる内受容の正確さ、内受容の適性、経験、感覚に関する意識的および無意識的な信念の測定、自己報告（例：自信）と行動測定

（例：正確さ）の一致を示すメタ認知的な内受容洞察、内受容感覚への注意（例：外受容的な注意との相対的な比較）、および内受容感覚の帰属（例：知覚される脅威）である。

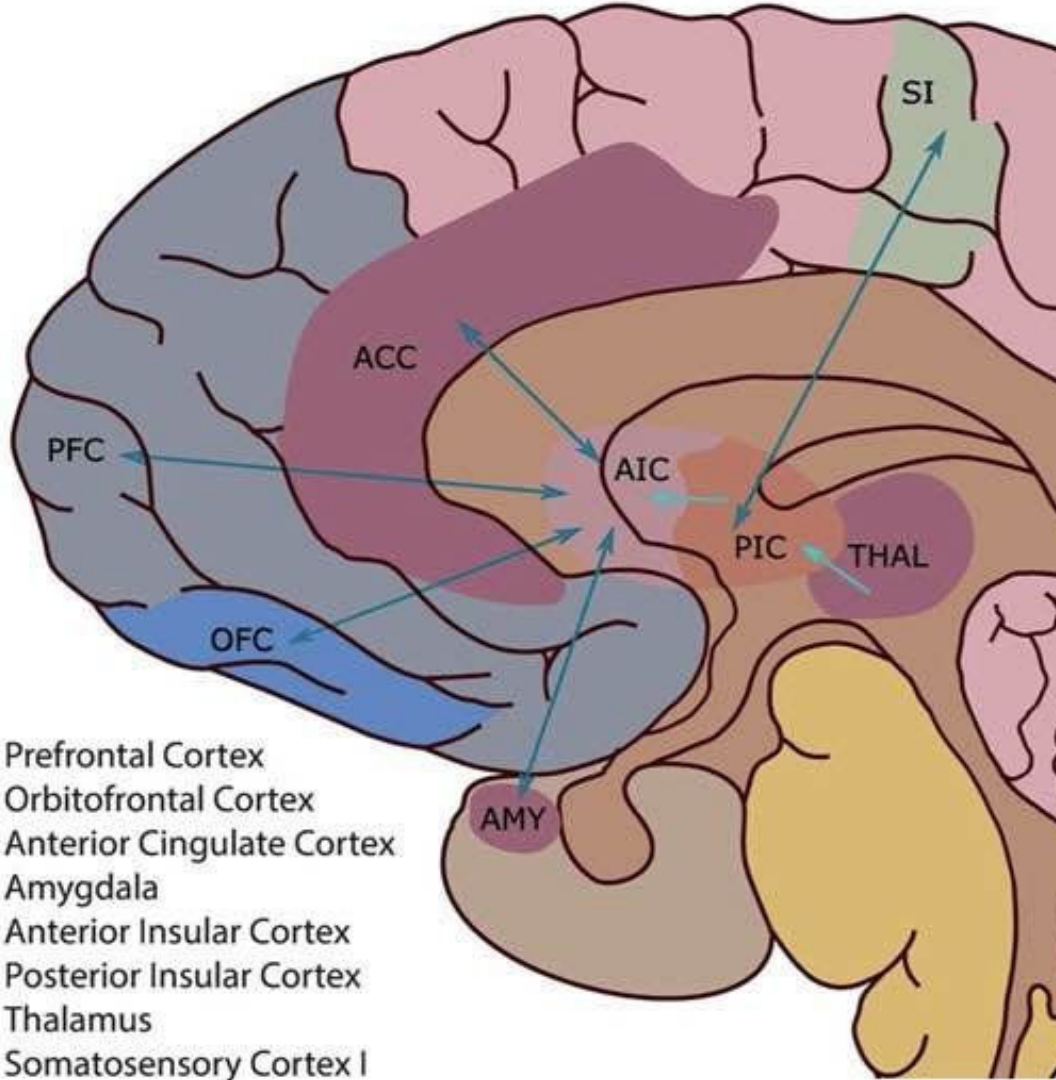
Suksasilp & Garfinkel 2022



Dimensions of Interoception and Conscious Experience (4) by Sarah Garfinkel

島皮質の接続図。島皮質は後部島皮質（PIC）と前部島皮質（AIC）に分かれます。PICは視床（THAL）から求心性入力を受け取り、一次体性感覚野（SI）と相互接続している。島皮質内では、PICは内受容情報をAICに投射します。AICは前帯状皮質（ACC）、扁桃体（AMY）、前頭前皮質（PFC）、および眼窩前頭皮質（OFC）と双方向に強く接続し、機能的なネットワークを形成している。

Quadt, Critchley & Garfinkel 2018

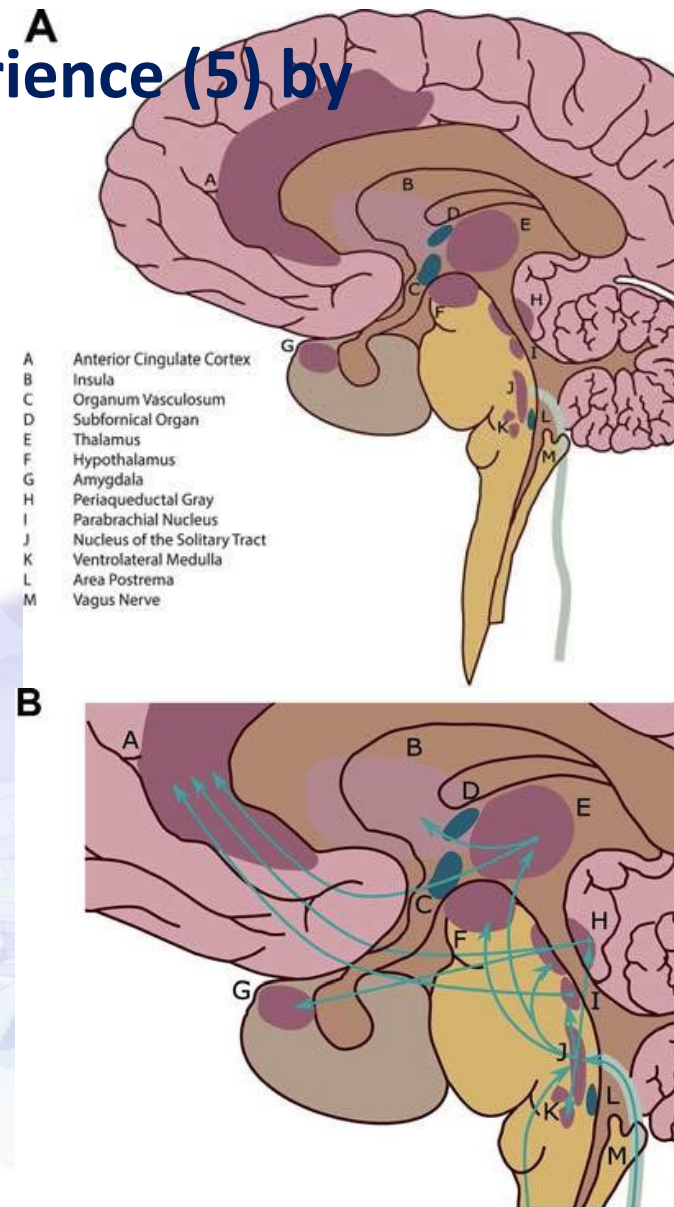


PFC	Prefrontal Cortex
OFC	Orbitofrontal Cortex
ACC	Anterior Cingulate Cortex
AMY	Amygdala
AIC	Anterior Insular Cortex
PIV	Posterior Insular Cortex
THAL	Thalamus
SI	Somatosensory Cortex I

Dimensions of Interoception and Conscious Experience (5) by Sarah Garfinkel

人間の脳における内受容脳センターと経路の概略図。概略図には、内受容脳センター (A) および内臓感覚経路 (B) が示されている。脳室周囲器官の後部 (L)、血管器官 (C)、および中脳器官 (D) は、血流中の化学物質が脳にアクセスするための通路を提供。内臓の求心性 (青い矢印) は脊髄 (層1) と脊髄視床路に入り、孤束核 (NTS; J)、傍小脳核 (I)、および中脳水道周囲灰白質 (H) で出力し、最終的には視床 (E) に終わる。内臓感覚入力 (緑の矢印) は主に迷走神経 (M) から上行し、孤束核 (J) に終わる。NTSは、腹外側延髄 (K)、傍小脳核 (I)、中脳水道周囲灰白質 (H)、および視床 (E) に投射し、そこからの入力 (緑とオレンジの矢印) は視床下部 (F)、扁桃体 (G)、島皮質 (B)、および前帯状皮質 (A) に中継される。

Quadt, Critchley & Garfinkel 2018



Dimensions of Interoception and Conscious Experience (6) by Sarah Garfinkel

Three distinct dimensions of interoception, as initially proposed by Garfinkel and Critchley (2013), and further refined in Garfinkel et al., 2015

	内受容の正確性	内受容の感受性	内受容の気づき
定義	内部の身体感覚を検出する際の客観的な正確性	内面的に自己に集中し、内受容的に認識する傾向の自己認識	内受容正確性に関するメタ認知的意識
例	あなたは正確に心拍を報告できますか？	内部の身体感覚に集中し、それを検出しているかどうかの程度信じていますか？	心拍のタイミングを正確に評価しているかどうかを「知って」いますか？
評価方法	内受容正確性の客観的テストを通じて評価	知覚される能力を調べる主観的な自己報告手段を通じて評価	客観的なパフォーマンス（内受容正確性）とパフォーマンスに対する意識の関係
例	心拍検出/メンタルトラッキング課題中の行動パフォーマンスの正確性	Porges Body Perception Questionnaireのようなアンケート、または平均自信度のような全体的な自己報告手段	自信を正確性に対応させるROC曲線の下での面積

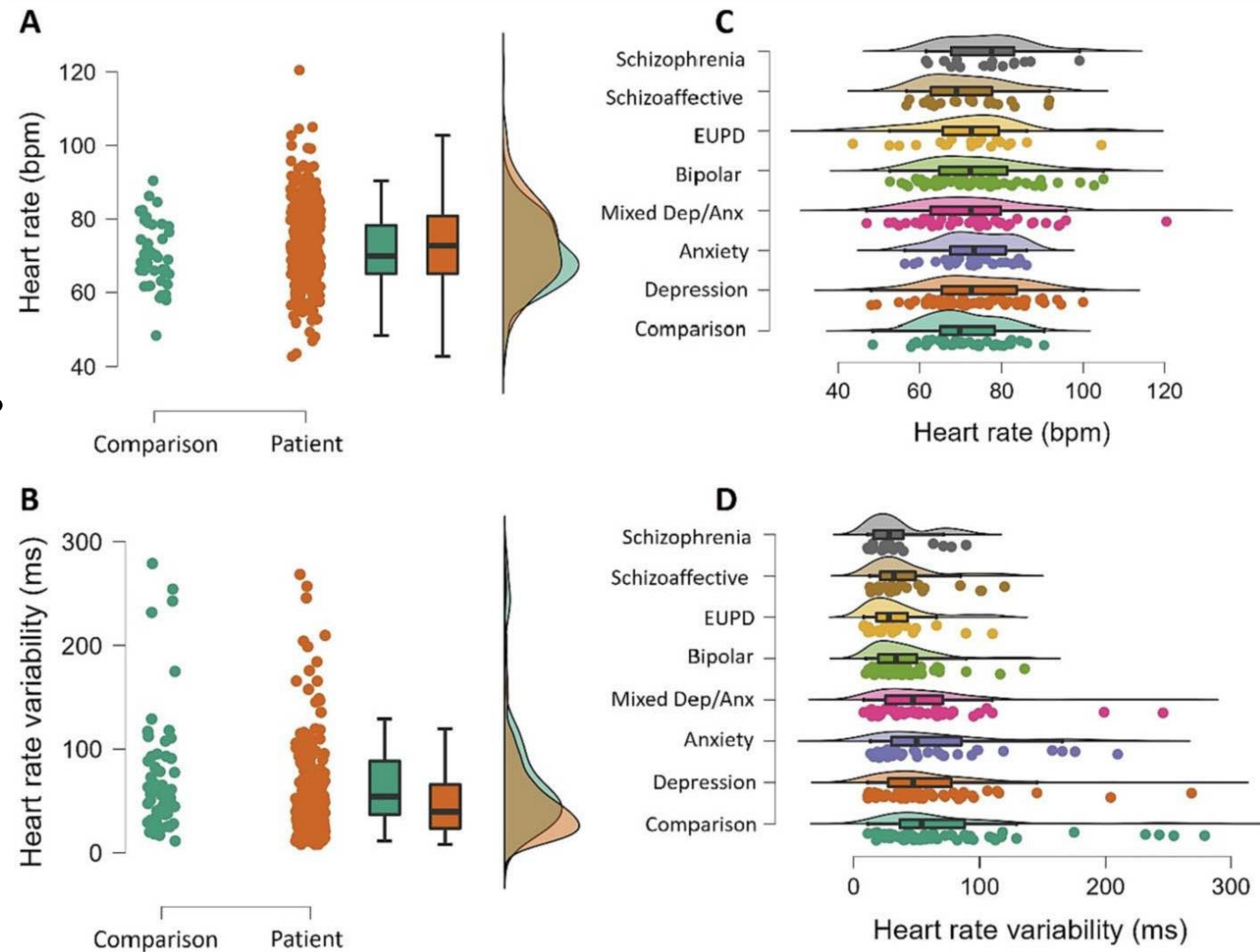
Dimensions of Interoception and Conscious Experience (7) by Sarah Garfinkel

Cardiac interoception in patients accessing secondary mental health services: A transdiagnostic study

各グループごとの心臓生理学的測定値の分布が示されています。

(A) 比較群と患者群の心拍数。
(B) 比較群と患者群の心拍変動。
(C) 診断群ごとの比較群と患者群の心拍数。
(D) 診断群ごとの比較群と患者群の心拍変動。

Critchley et al., Garfinkel, 2023

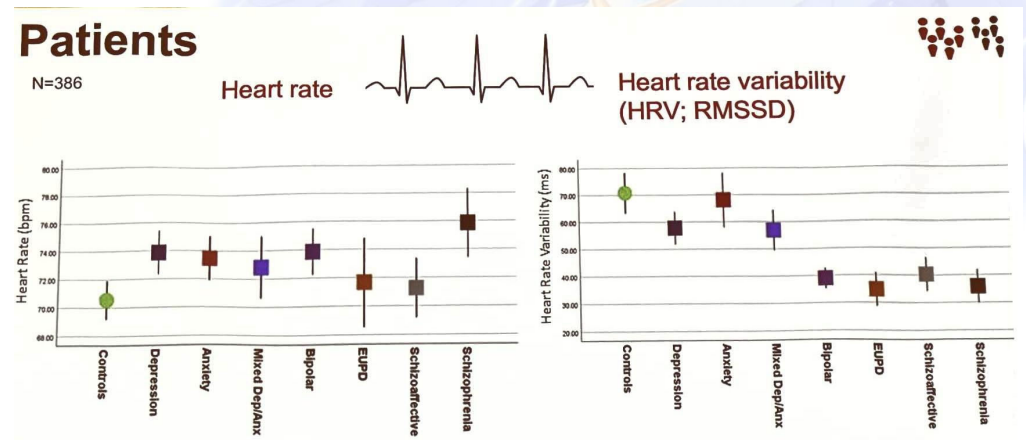


Dimensions of Interoception and Conscious Experience (8) by Sarah Garfinkel

結果：患者は、心拍識別の正確性と自信、および心拍追跡の自信が比較群に比べて低いことが示された。患者において、より高い不安と抑うつは、より高い自己報告された内受容感受性およびパフォーマンスの正確性と感受性の間のより大きな不一致を予測した。この効果は比較群には見られなかった。心拍変動（HRV）については、患者グループ間で有意な差が観察されたが、多重比較の補正後の事後比較では有意ではなかった。最後に、統合失調症の心拍追跡の正確性は、他の診断グループと比較して有意に低いことが示された。

結論：ここで示された多層的な特性は、精神症状および診断に関連する特定の生理的および内受容的な違いを明らかにした。したがって、内受容メカニズムの臨床的な階層化と治療ターゲティングは、特定の精神疾患の治療に潜在的な価値がある。

Critchley et al., Garfinkel, 2023



Dimensions of Interoception and Conscious Experience (9) by Sarah Garfinkel

Modulation of the human nociceptive flexion reflex across the cardiac cycle Edwards et al., 2001

概要：この研究は、36人の健康な若年成人を対象に、心周期中の動脈圧受容体の活動変動が痛みの客観的指標である疼痛屈曲反射（NFR）に与える影響を調査。研究の目的は、動脈圧受容体刺激が疼痛感受性に与える影響を明らかにすること。

方法：参加者は心電図（ECG）のR波から300ms後（R+300ms）および600ms後（R+600ms）の2つの異なるタイミングで、電気刺激を受けた。これにより、心周期の収縮期と拡張期の違いを評価した。NFR閾値は、各タイミングでの筋電図（EMG）活動を測定することで決定された。

結果：NFR閾値: R+300msではR+600msに比べてNFR閾値が有意に高く、収縮期の方が拡張期よりも疼痛感受性が低いことが示された。

刺激強度評価: 刺激強度の主観的評価は、R+300msとR+600msの間で有意な差なし。

Dimensions of Interoception and Conscious Experience (10) by Sarah Garfinkel

考察：動脈圧受容体刺激：**収縮期における自然な血圧上昇による動脈圧受容体刺激が、疼痛感受性を抑制することが示唆**された。

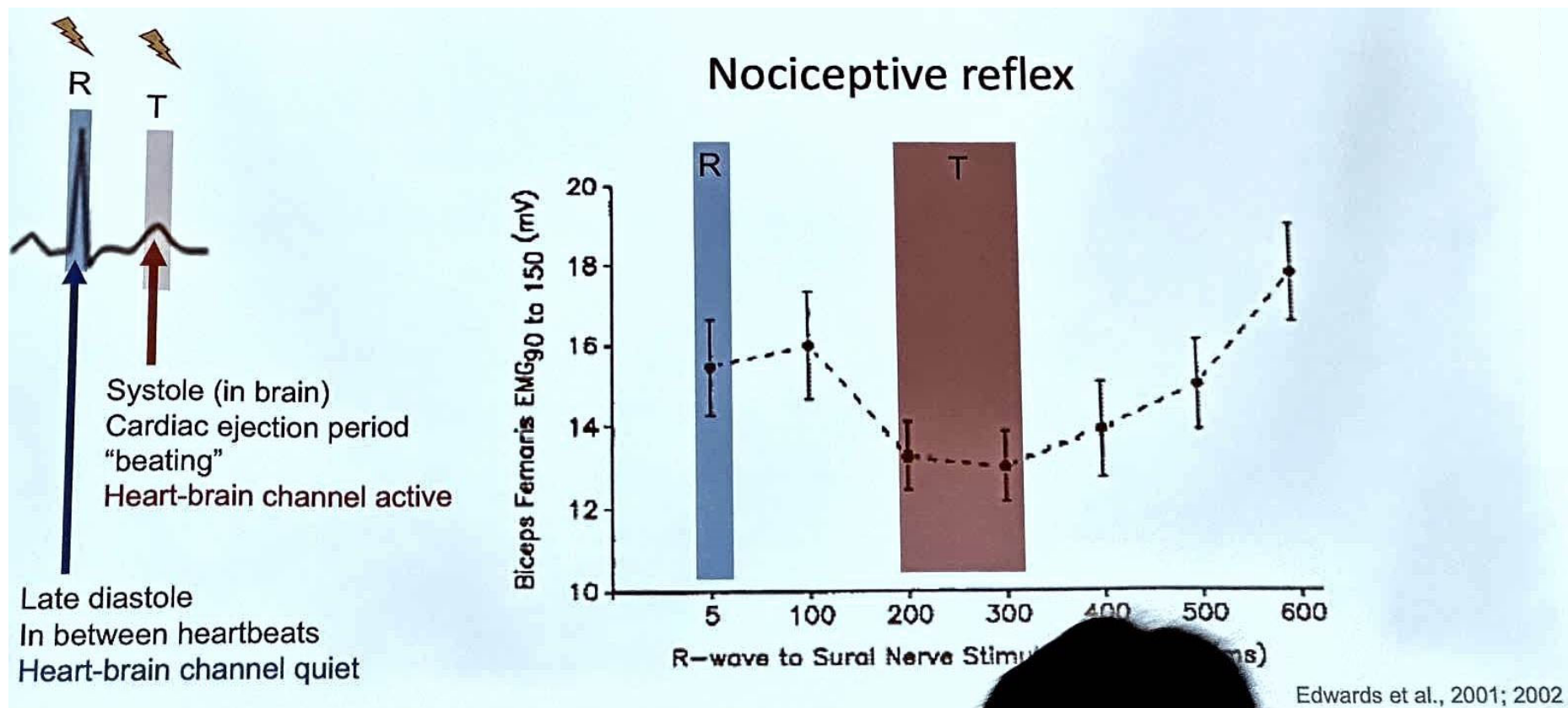
中枢バロレフレックス経路：収縮期におけるNFR活動の減少は、中枢バロレフレックス経路が脊髄の痛み伝達を抑制することによる可能性が高いと考えられる。

結論：この研究は、心周期における動脈圧受容体の活動変動が疼痛感受性に影響を与えることを示し、バロレフレックス機構が高血圧に関連する疼痛低下（低痛覚）を説明する一因である可能性を支持している。



Dimensions of Interoception and Conscious Experience (11) by Sarah Garfinkel

Preconscious impact of cardiac signals



Dimensions of Interoception and Conscious Experience (12) by Sarah Garfinkel

What the Heart Forgets: Cardiac Timing Influences Memory for Words and Is Modulated by Metacognition and Interoceptive Sensitivity

精神機能は生理的覚醒の状態によって影響を受ける。収縮期の動脈バロレセプターからの求心性神経活動は、個々の心拍の強さとタイミングを脳に伝える。

我々は、心周期の異なる段階に同期させた状態で限られた注意資源のもとで単語を提示し、自然なバロレセプター刺激が単語の検出およびその後の記憶に影響を与えるという仮説を検証した。

収縮期に提示された単語の記憶は、拡張期に提示された単語と比較して減少。この収縮期の有害な記憶効果は、低い自信度で検出された単語に対してより大きく、心拍数カウントタスクを用いて測定された内受容感覚が低い個人では増幅。

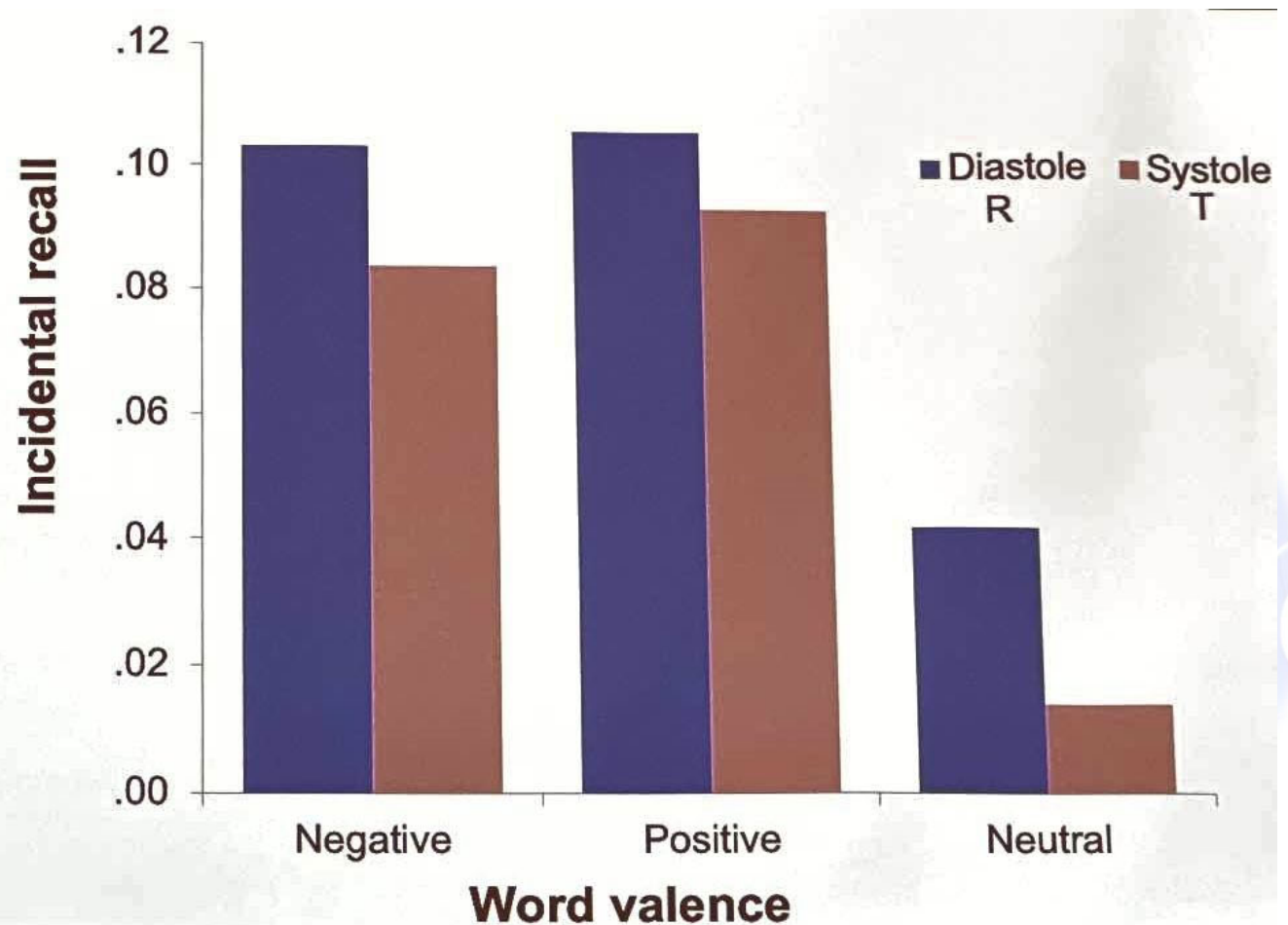
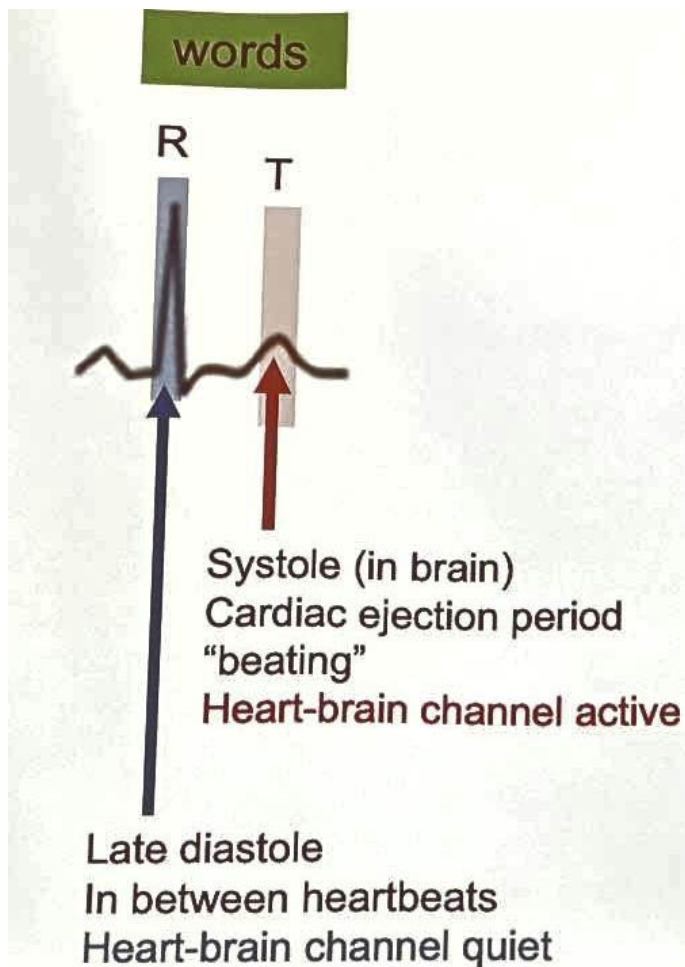
我々の観察結果は、自律神経の覚醒が認知機能に影響を与える重要な心血管チャネルを強調しており、その効果はメタ認知（知覚的信頼度）と内受容感覚によって緩和されることを示している。

Garfinkel et al., 2013 Psychophysiology

Dimensions of Interoception and Conscious Experience (13)

by Sarah Garfinkel

Garfinkel et al., 2013 Psychophysiology



Dimensions of Interoception and Conscious Experience (14)

by Sarah Garfinkel

Effects of stress on pain in females using a mobile health app in the Russia-Ukraine conflict

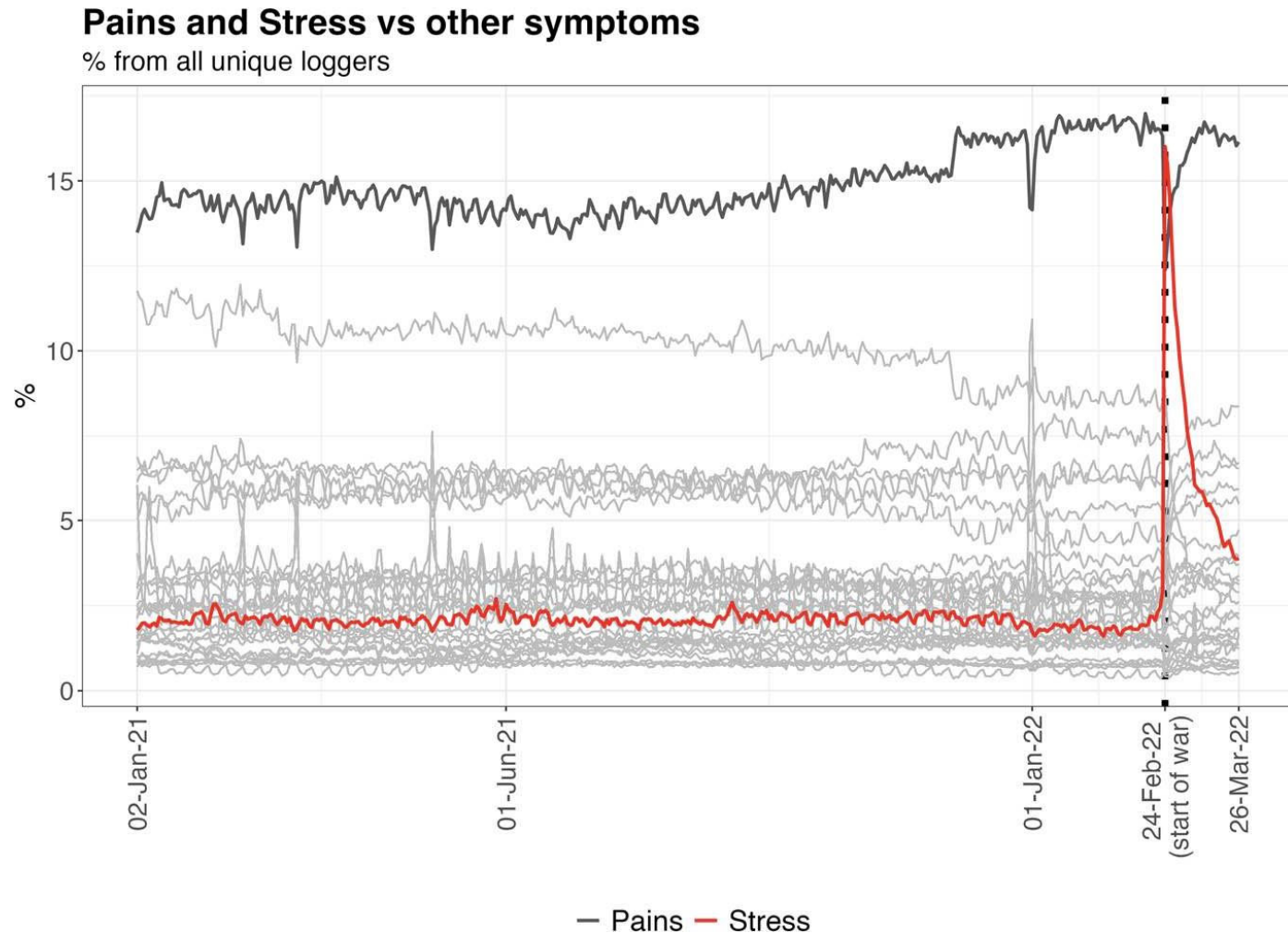
- ストレスの慢性および急性の影響は健康に対して異なる効果を持つ可能性。
- 長期的な影響は、身体的および精神的健康に対する有害な結果と関連するが、急性の影響は短期的には有益である場合がある。
- ストレス誘発性鎮痛、すなわちストレスによる痛みの知覚の減少は、よく知られた現象だが、生態学的条件下で体系的に調査されたことはない。
- Floという、世界中で月間アクティブユーザーが5700万人以上いる女性の健康とウェルビーイングアプリおよび生理周期トラッカーを使用して、ウクライナの女性がロシア・ウクライナ紛争の開始前後に報告したストレス、痛み、感情的症状を監視。
- 選択（離脱）バイアスや交絡バイアスを避けるため、戦争開始前後に複数の症状を積極的に記録していた87,315人のユーザーのサンプルに依拠。
- その結果、ストレスと痛みの間には逆の関係があり、高いストレス報告が低い痛みの発生率を予測することが判明。
- ストレスは他の生理的症状には同様の影響を与えず、他のどの症状も痛みに対して同様の効果を持たなかった。この関係は、ウクライナを中心とした周辺国では一般的にその強度が減少。これらの発見は、実世界の環境におけるストレスと健康の関係を特徴づけるのに役立つ。

Kazlou et al, 2024

Dimensions of Interoception and Conscious Experience (15) by Sarah Garfinkel

FlOアプリのユーザーによってログされた症状（全サンプル）を、1年間にわたって示したものの。症状の有病率は、毎日少なくとも1つの症状をログするユーザーの総数に対して報告されている。ストレスと痛み（他のすべての症状は薄い灰色で表示されています）を強調し、それらの逆の関係を詳細に示している。

Kazlou et al, 2024



Dimensions of Interoception and Conscious Experience (16)

by Sarah Garfinkel

Interoceptive pathways to understand and treat mental health conditions

- 脳と体が動的に結びついているという認識が高まる中で、精神健康状態に関する科学的理解が豊かに。
- 末梢信号は中央で相互作用し、私たちが考え感じる方法に影響を与え、体の内部状態の感覚を生み出す。このプロセスは内受容と呼ばれる。
- この内受容システムの障害は、不安、抑うつ、精神病などの臨床状態に寄与する可能性。
- このレビューでは、精神健康状態における内受容障害の性質を概観した後、既存および推定される精神健康治療の内受容経路に焦点。新たな臨床介入は、新しい末梢治療メカニズムをターゲットにする可能性。
- 将来の治療開発には、前向きおよび逆向きの翻訳が必要であり、他の要因をターゲットとする介入に対する有効性を明らかにするために、精神健康における特定の内受容プロセスを明らかにし、ターゲットにする必要。

Nord_Garfinkel2022

Dimensions of Interoception and Conscious Experience (17)

by Sarah Garfinkel

- 心血管 Sherrington, C. (1906) [12]
- 胃腸（食道、胃、小腸、大腸） Sherrington, C. (1906) [12]
- 膀胱 Sherrington, C. (1906) [12]
- 呼吸器 Sherrington, C. (1906) [12]
- 内臓痛 Sherrington, C. (1906) [12]
- 空腹 Craig, A.D. (2002) [13]
- 渇き Craig, A.D. (2002) [13]
- 疲労 Khalsa, S.S. et al., (2018) [15]
- 血液/血清（pH、浸透圧、グルコース） Khalsa, S.S. et al., (2018) [15]
- 内部温度 Craig, A.D. (2002) [13]
- 筋肉の緊張 Khalsa, S.S. et al., (2018) [15]
- かゆみ Craig, A.D. (2002) [13]; Khalsa, S.S. et al., (2018) [15]
- くすぐったさ Craig, A.D. (2002) [13]; Khalsa, S.S. et al., (2018) [15]
- 感情的な触覚 Craig, A.D. (2002) [13]; Crucianelli, L. et al., (2018) [129]; Björnsdotter, M. et al., (2010) [130]
- 炎症 Khalsa, S.S. et al., (2018) [15]
- 炎症性 / 機械的関節痛 Khalsa, S.S. et al., (2018) [15]
- 皮膚の温度 Craig, A.D. (2002) [13]; Khalsa, S.S. et al., (2018) [15]

内受容として認識される臓器と感覚の変化

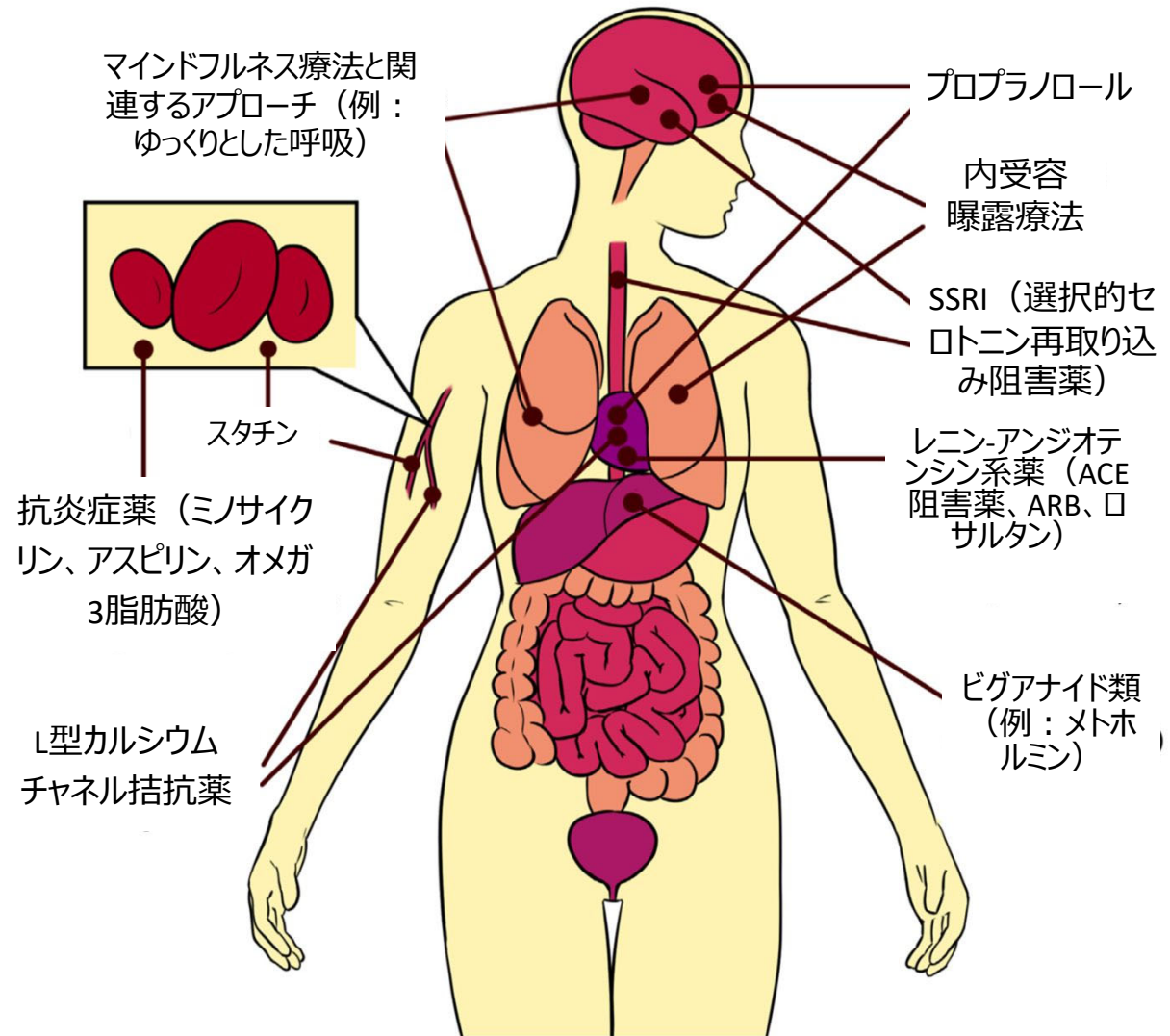
- 身体の臓器と感覚を内受容として分類することは、定義によって異なり、この分野では幅広い受け入れ度合いや論争が存在。
- 緑は、内受容として普遍的に認識されている臓器と感覚：これはSherringtonの元々の内受容の概念に含まれている内臓器官。
- 薄緑は、今日広く内受容として認識されているものの、元々の概念には含まれていないもの。
- 青色は、最近認識されるようになった、または定義によって一貫していない内受容情報の潜在的な供給源を示している。
- 赤は、より論争のある内受容の潜在的な供給源を示しており、これらは一部の研究者によって内受容と見なされるが、伝統的な定義からはしばしば除外される。

Nord_Garfinkel2022

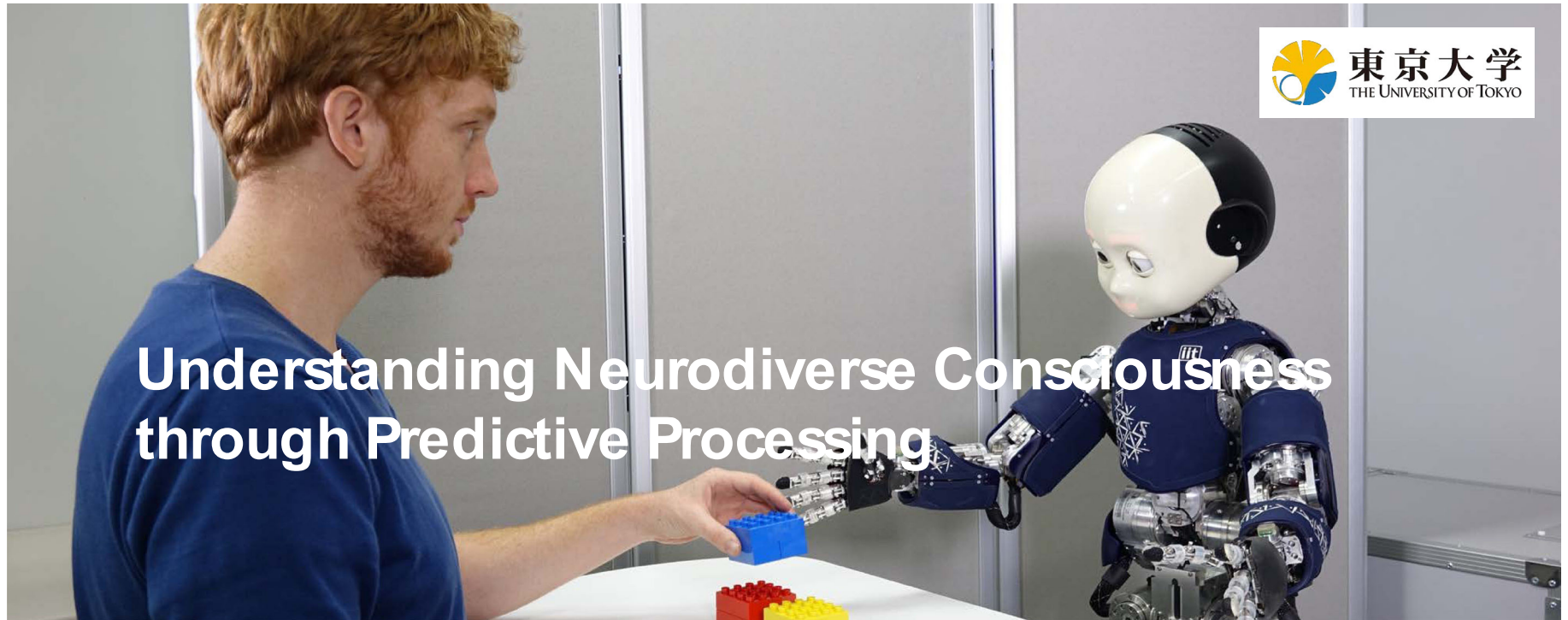
Dimensions of Interoception and Conscious Experience (18) by Sarah Garfinkel

既存または推定される精神健康
治療の内受容ターゲットの例

Nord_Garfinkel2022



Understanding Neurodiverse Consciousness through Predictive Processing (1) by Yukie Nagai



Yukie Nagai

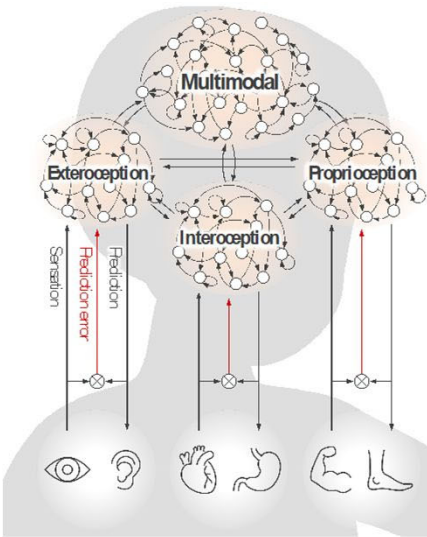
IRCN, The University of Tokyo

The 27th Annual Meeting of the Association for the Scientific Study of Consciousness @ Tokyo, Japan, July 2-5, 2024

Understanding Neurodiverse Consciousness through Predictive Processing (2) by Yukie Nagai

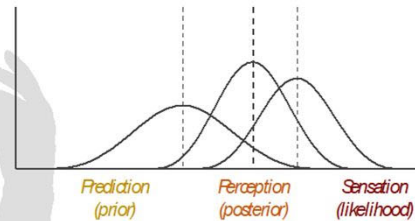
Predictive Processing: A Unified Theory of Human Brain

[Rao & Ballard, 1999; Friston et al., 2006; Clark, 2013]

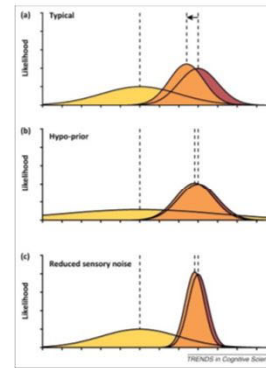


- The human brain perceives the world and acts on it to **minimize prediction errors**.
- Precision of predictions and sensations determines how strongly the brain relies on these signals.

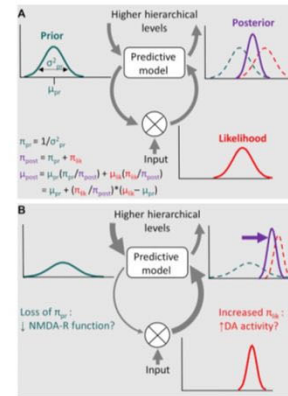
Bayes' theorem
 $Perception \propto Sensation \cdot Prediction$



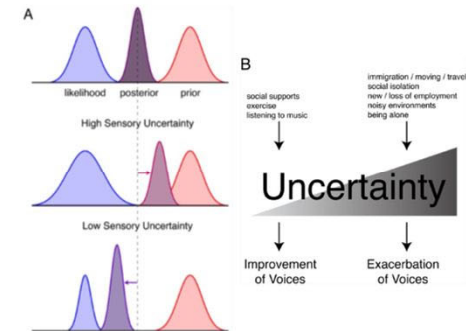
Aberrant Precision Account of Neurodiversity



Hypo-prior and reduced sensory noise [Brock, 2012]



Disrupted balance between predictions and sensations [Sterzer et al., 2018]



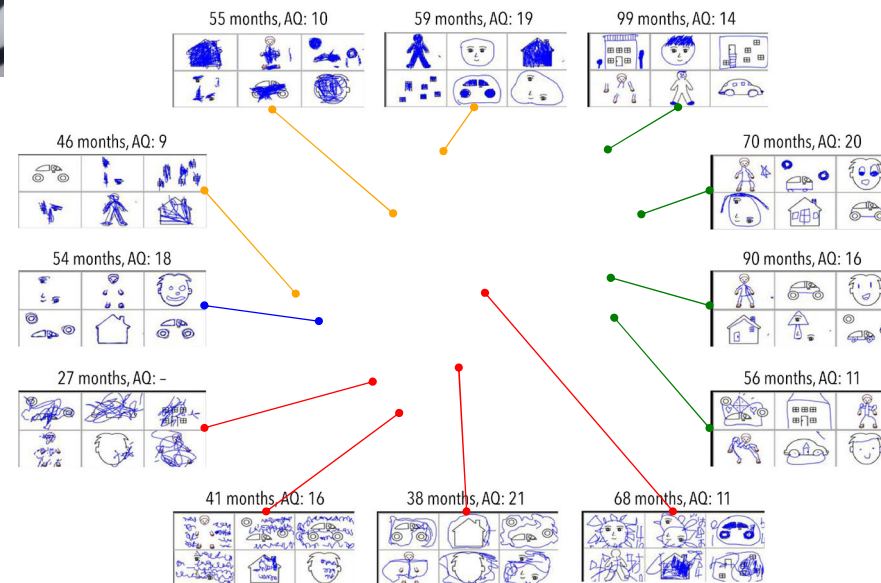
Hallucination caused by increased environmental uncertainty [Powers et al., 2018]

Understanding Neurodiverse Consciousness through Predictive Processing (3) by Yukie Nagai



Developmental Diversity in Children's Drawing

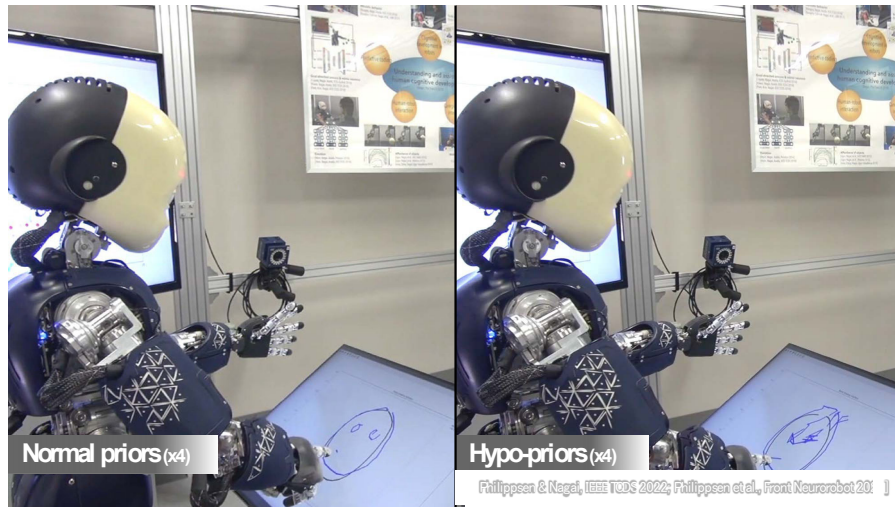
[Philippsen, Tsuji & Nagai, Front Psychology 2022]



Drawing style

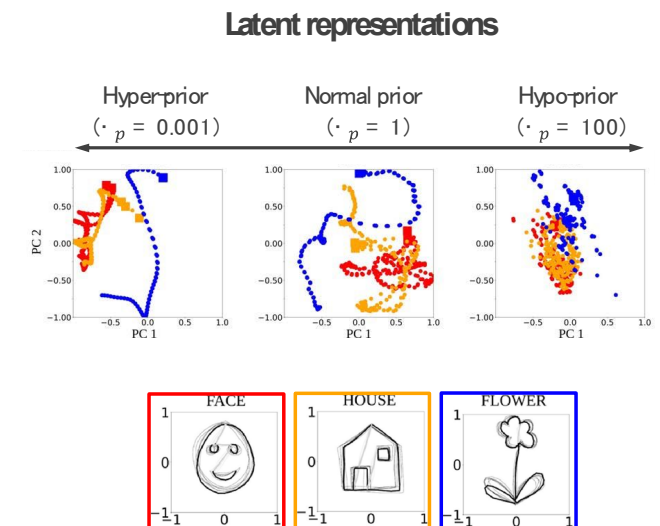
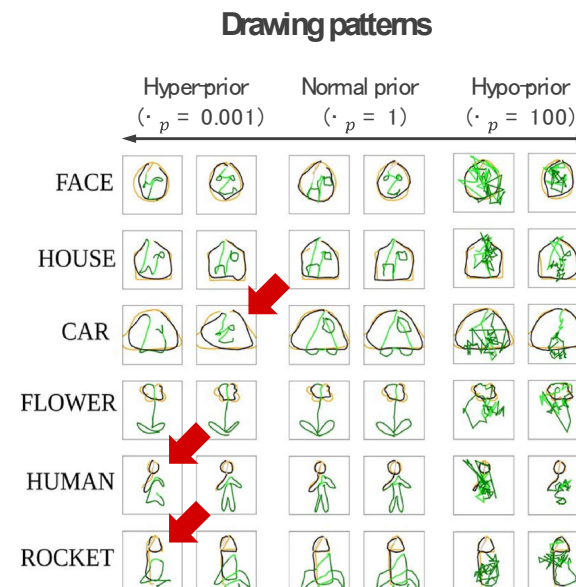
- Scribbling
- Coloring
- Tracing
- Completion

Understanding Neurodiverse Consciousness through Predictive Processing (4) by Yukie Nagai



Influences of Altered Predictions

[Philippen & Nagai, IEEE TCDS 2022]



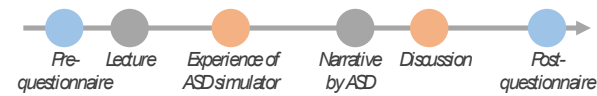
Understanding Neurodiverse Consciousness through Predictive Processing (5) by Yukie Nagai



Reduction of Stigma Through Experiences of ASD's Perception

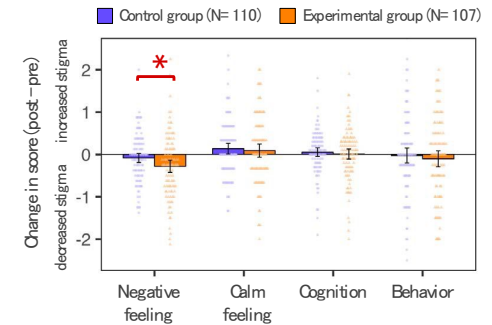
[Tsujiita, Homma, Kumagaya & Nagai, PLoS ONE 2023]

- To promote mutual understanding between people with and without ASD
- To **reduce social stigma** by experiencing ASD simulators



ASD simulator workshop

(55 workshops, more than 5,000 participants)



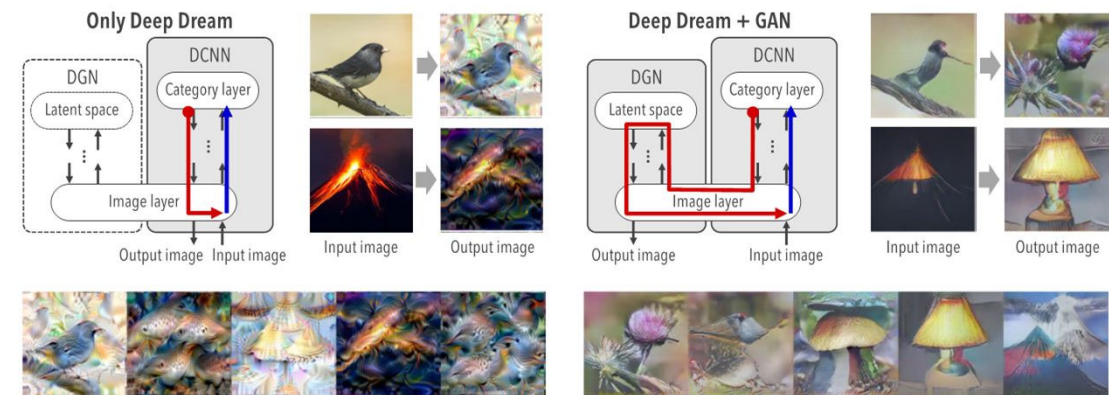
Diversity in Visual Hallucinations [Suzuki et al., Front Hum Neurosci 2024]

Induced by psychedelic drugs

(LSD, Psilocybin, DMT)

Neurodegenerative diseases

(Parkinson's Disease, Lewy Body Dementia)



Low reality & depending on input stimuli

High reality & independent from input stimuli

Understanding Neurodiverse Consciousness through Predictive Processing (6) by Yukie Nagai

CREST “Cognitive Feeling” (Period: 2021.10-2027.03)

