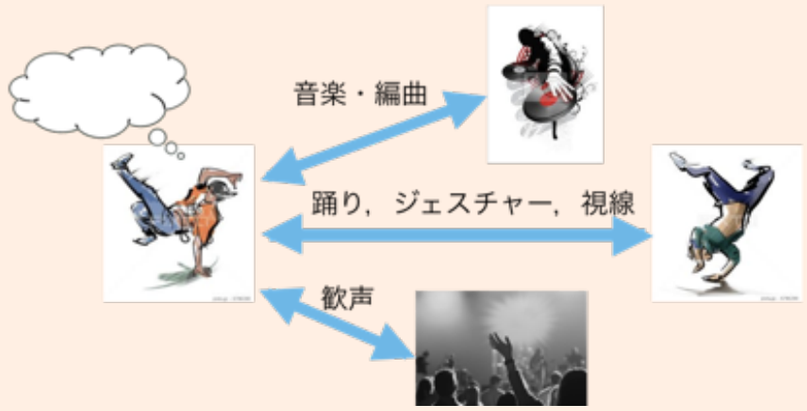
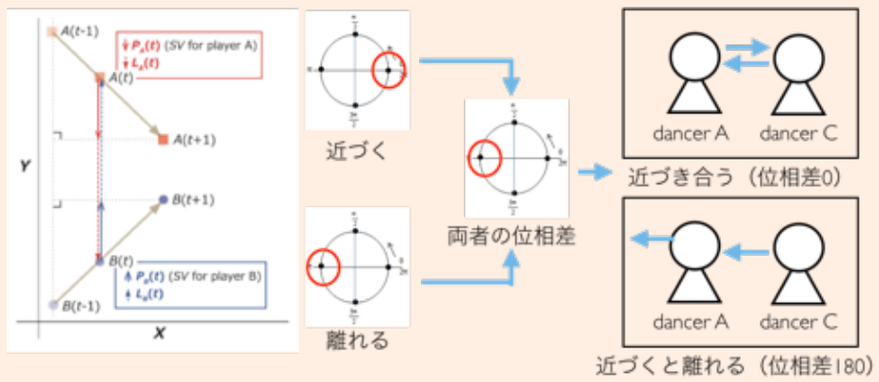
創造性における多角的なアプローチ
―認知・身体・他者―

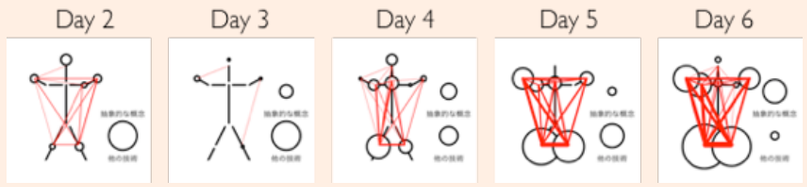
2020/01/31 パナソニックラボラトリー東京

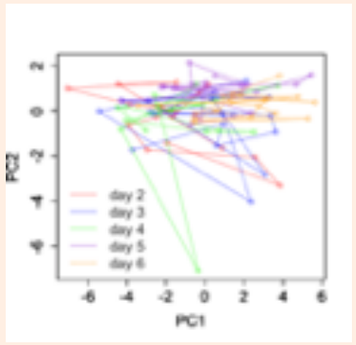
東京大学　清水大地

- 東京大学大学院教育学研究科　特任助教
- 専門：心理学、認知科学
- ダンス等の上演芸術における創作過程や複数名間の協調に関する基礎研究に従事
- 高次認知過程と他者を含む環境との相互作用に関心を抱いている







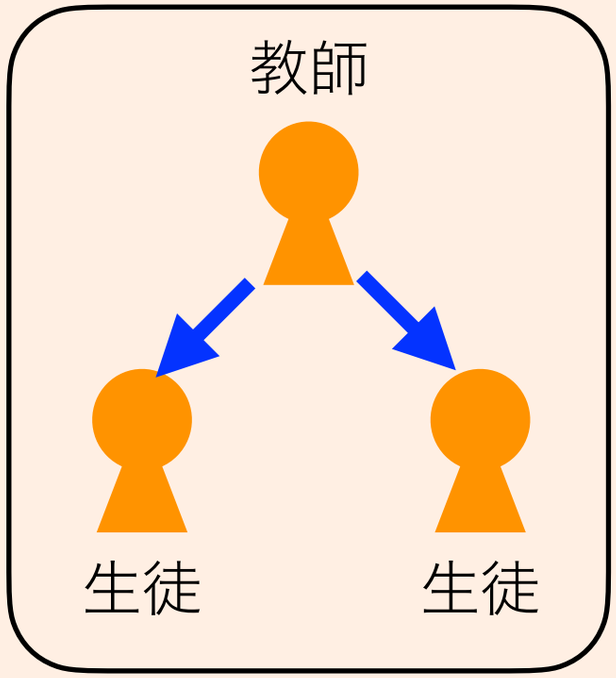


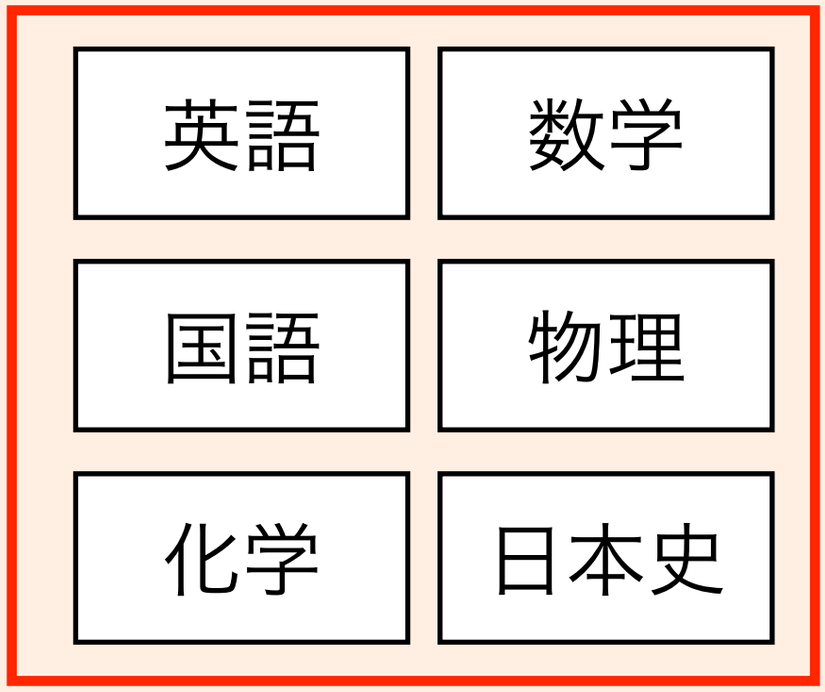
What is *Creativity*?

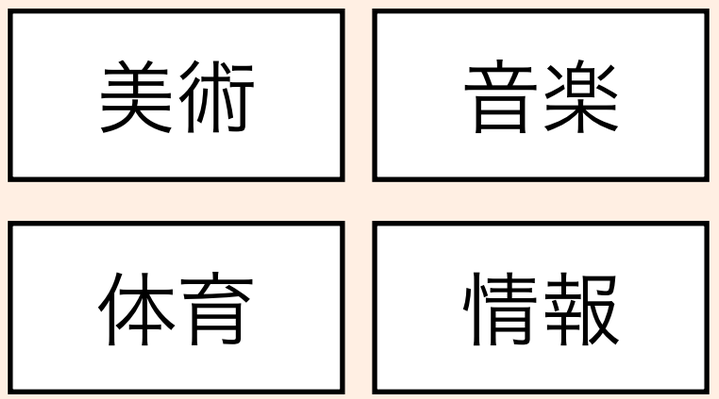
How do we acquire/achieve *it*?

How do we teach *it*?

評価の学習規定性

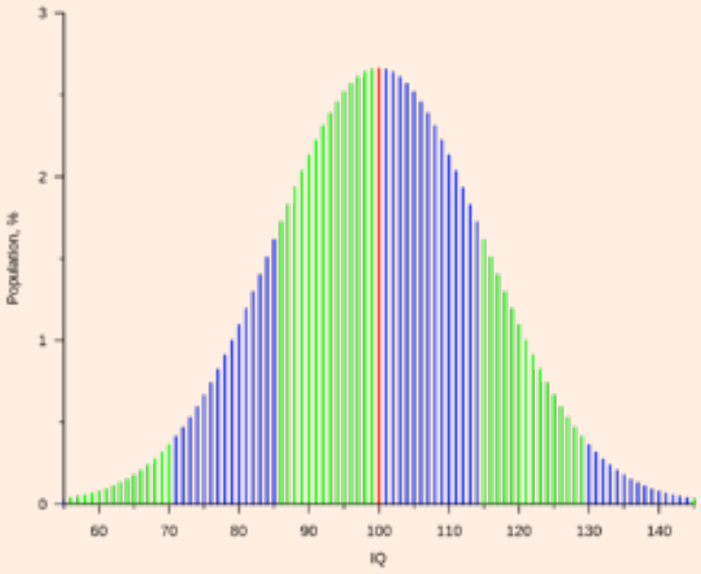






- どのように評価を行うのかという点が、学習者の行動を大きく変容させる（市川，1995, 1998）
  - 受験勉強における傾向と対策
  - フィギィアスケートにおける採点基準
- 学習・成長を見据えた教育目標・教育評価の設定
- 教育目標の明確化と達成度の適切な測定

知能と創造性



言語的知能

論理数学的知能

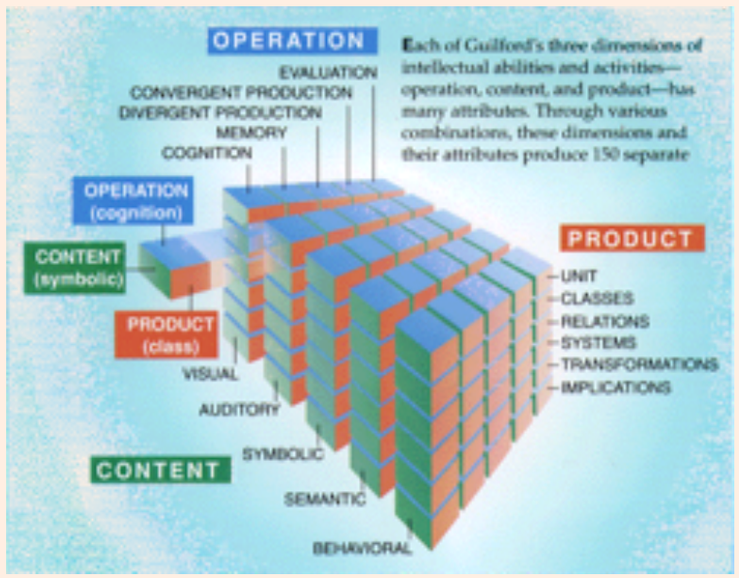
音楽的知能

身体運動的知能

空間的知能

対人的知能

内省的知能



https://bit.ly/2S415Yu

https://bit.ly/2QjEMie

- 知能指数（IQ: Intelligence Quotient）
- 多重知能理論（Gardner, 1983）
- 知能構造モデル（Guilford, 1956）

- 知能と創造性との差異とは？
- どのような側面が異なる？
- 共に高次認知かつ社会的必要性に関する強い主張（e.g., Batey, 2012; Sternberg & Lubart, 1999）

伝統的アプローチ

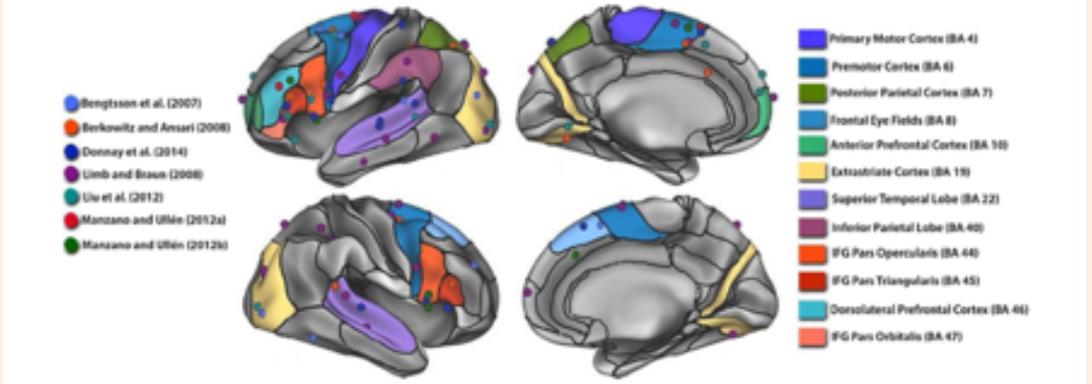
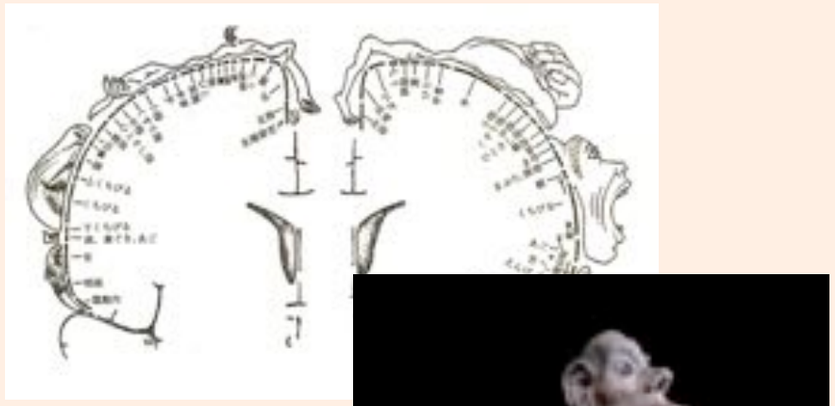


Fig. 1. Visualization of activation foci reported in select studies of improvisation. *Note*: Activation foci and Brodmann area borders were overlaid on an inflated brain using the Connectome Workbench. Highlighted regions indicate areas with activation reported in at least two of the seven studies included in the figure. For clarity, only positive activation foci are displayed. Studies that report only deactivations (Berkowitz and Ansari, 2010) and only functional connectivity results (Pinho et al., 2014) were not included.

Beaty (2015)

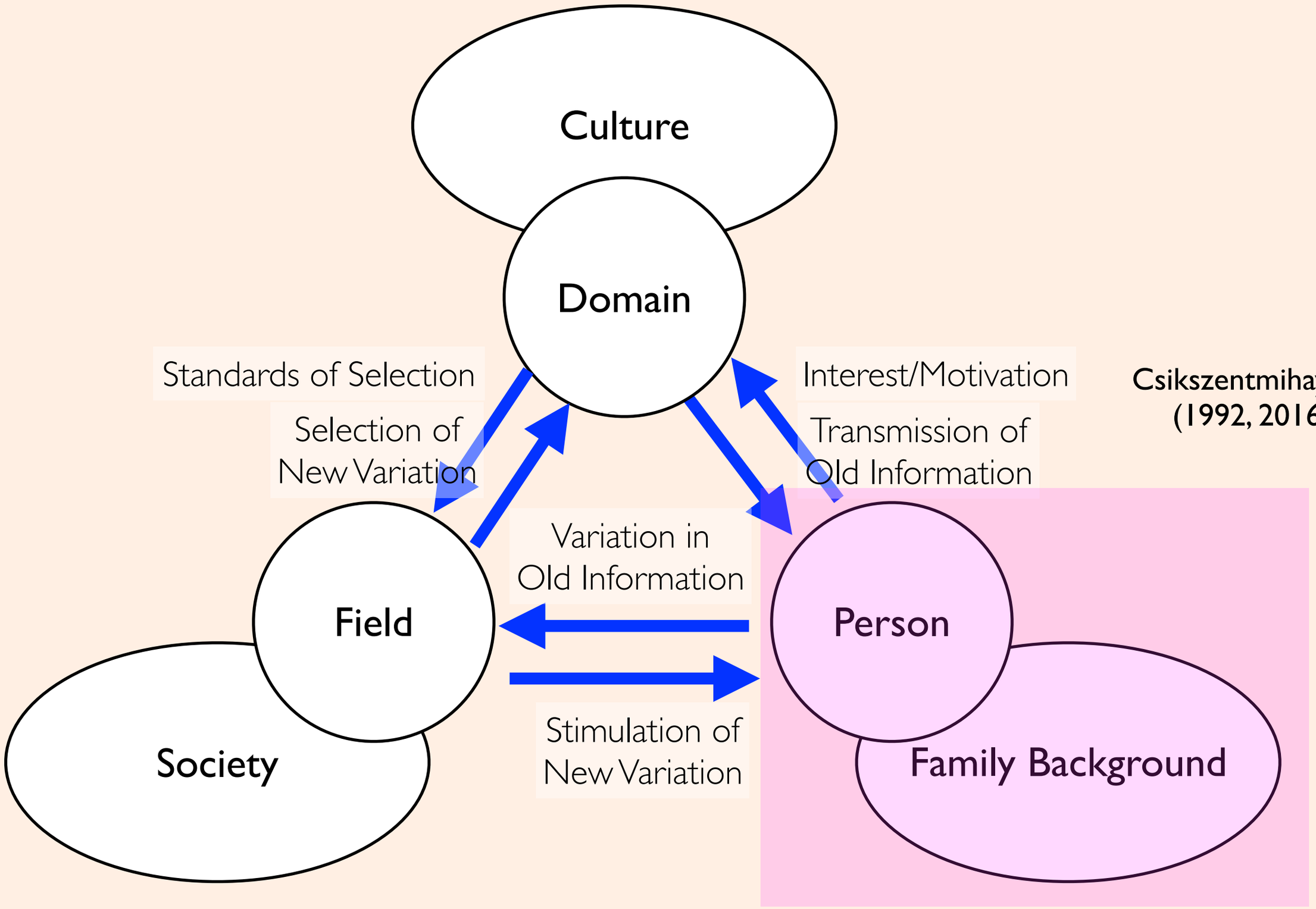
- 「アイデアの種が突然空から降ってきた」
- 上記を創造性神話（Myth of Creativity）として捉える（Weisberg, 1993）
- 個人（individual）の心理・認知過程に着目したアプローチ

心理学・認知科学によるIndividualへの着目



- 伝統的な西洋の価値観に基づく観点（e.g., Sternberg & Lubart, 1999）
  - 神による特定個人への啓示→個人内のdaimonの活動によるもの→個人の認知能力や性格特性に基づくもの
- 心理学における行動主義・認知主義アプローチの流行（1956年ダートマス会議、 1950年J. P. GilfordによるAPA会長就任講演）

Systems Model of Creativity

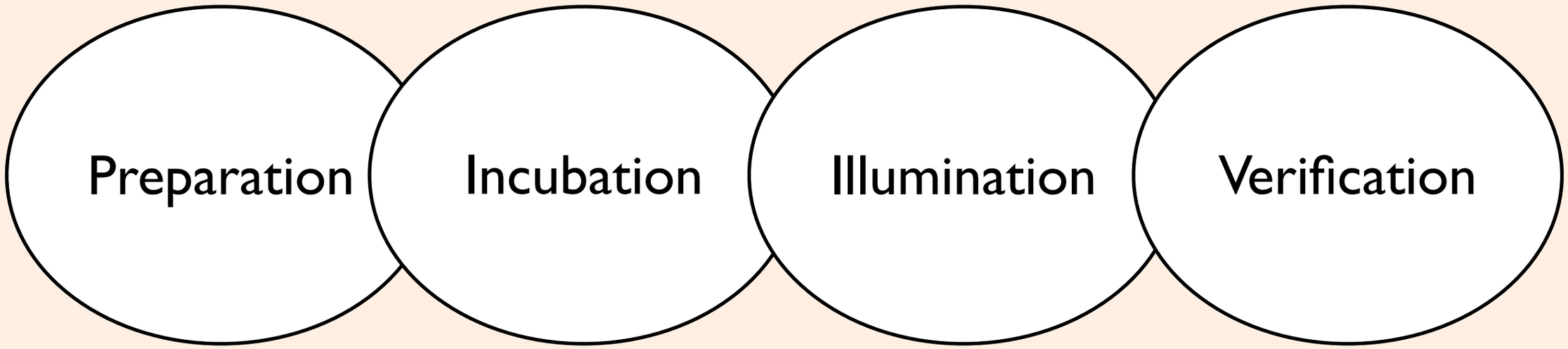


Csikszentmihayli (1992, 2016)

Cognitive Model of Creativity

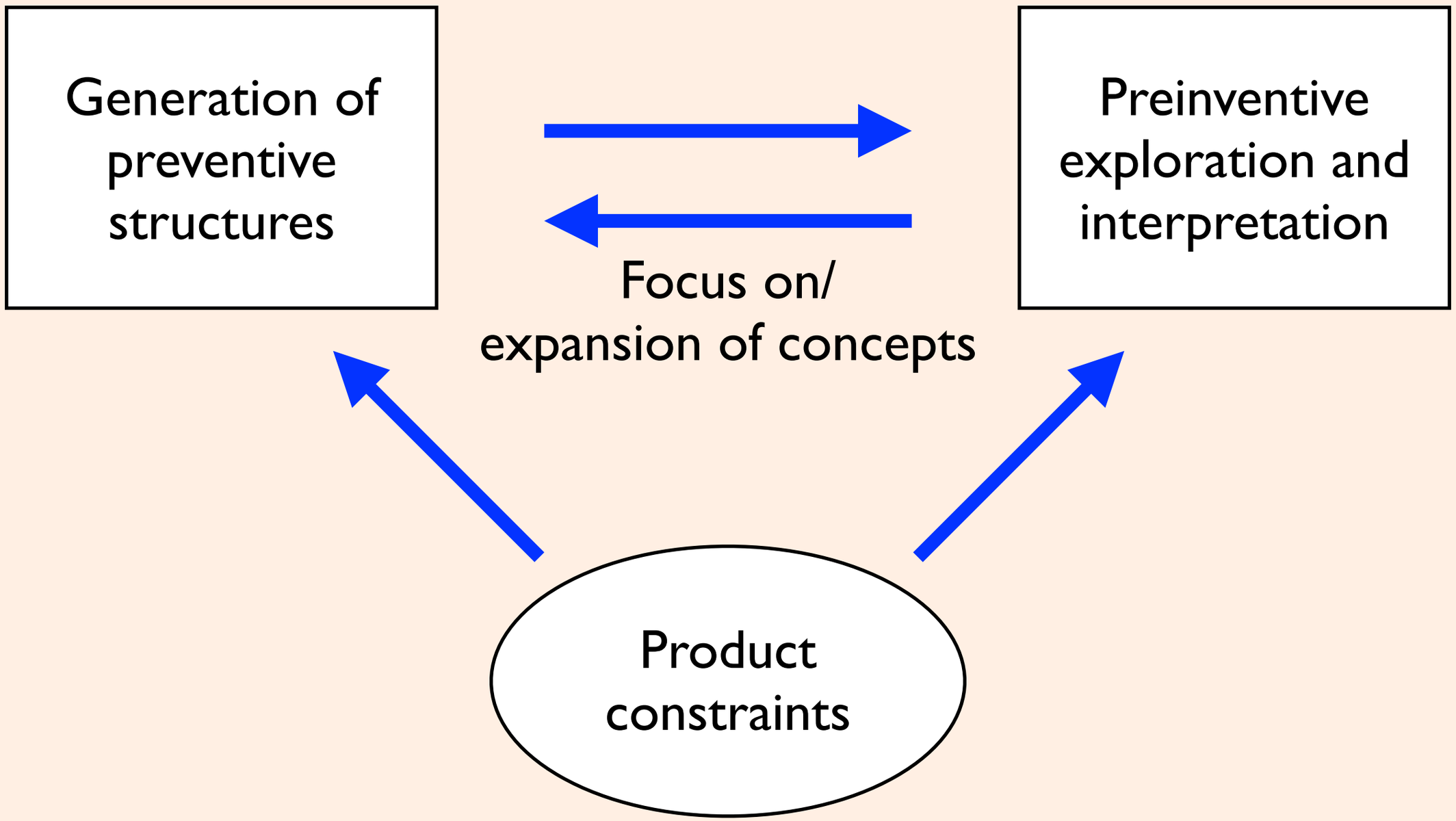
- 創造性
  - 新奇かつ有用なものを生み出す能力・過程（e.g., Finke et al., 1992; Mumford, 2003）
  - Novelty, Resolution, Elaboration & Synthesis（e.g., Besemer & O'Quin, 1989）
- 創造性の認知モデル
  - Four-stages Model of Creativity（Wallas, 1926）
  - Geneplore Model（Finke et al., 1993）
  - General Model of the Creative Process (Zeng et al., 2011）

Four-stages model of creativity



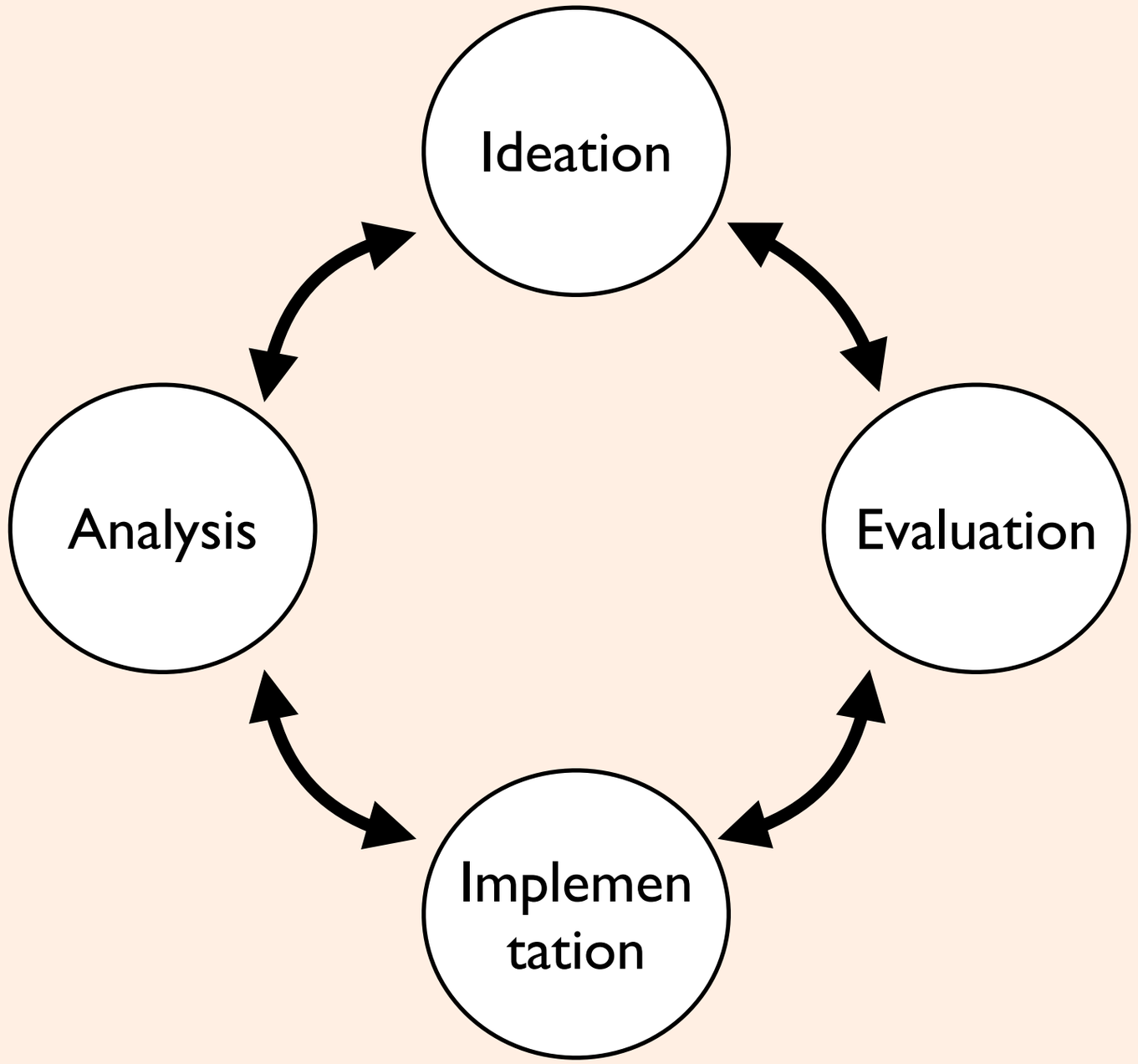
Wallas (1926)

Geneplore model



Finke et al. (1993)

General model of the creative process



Zeng et al. (2011)

Ideation/Generation

- アイデアを拡散的に生成する過程の重要性
- ゴール（正解）を満たす単一の解を求めていく収束的な思考過程とは異なる
- Guilford (1950, 1967)
  - 創造過程における拡散的思考の重要性に関する指摘
  - Divergent Thinking Testの作成（TTCT, SOI, WKCT, GJCT）
  - TTCT (Torrance Test of Creative Thinking, Torrance, 1966)

レンガの色々な使い方を考えてみてください。「出来るだけ多くの使い方」を考えるようにしてください。時間はI分間とします。

靴下の色々な使い方を考えてみてください。「出来るだけ多くの使い方」を考えるようにしてください。時間はI分間とします。

Divergent Thinking Test

- どれだけ多様で異なるアイデアを思いつくことが出来るか？
  - 世界中で活発に利用、ビジネス場面等における利用
- fluency（数）, flexibility（異なるカテゴリーの数）, originality（他者と重複しない数）, elaboration（追加された要素数）
- 実世界の創造性を反映・抽出可能かという点に関する議論（Sternberg & Lubart, 1996）
  - アマチュアにおける一定の相関、プロフェッショナルにおける弱い相関（e.g., Feldhusen & Goh, 1995）
  - 領域固有性・領域における熟達の考慮の必要性（Zeng et al., 2011）

Default mode network (DMN)

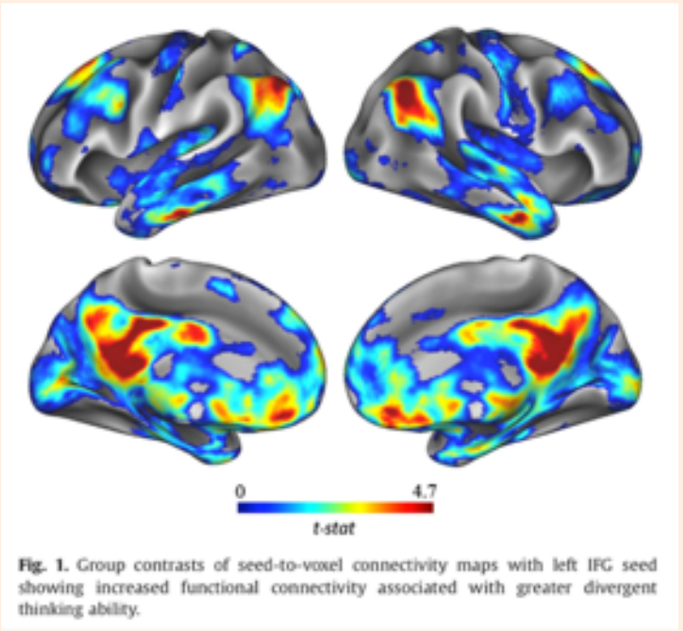
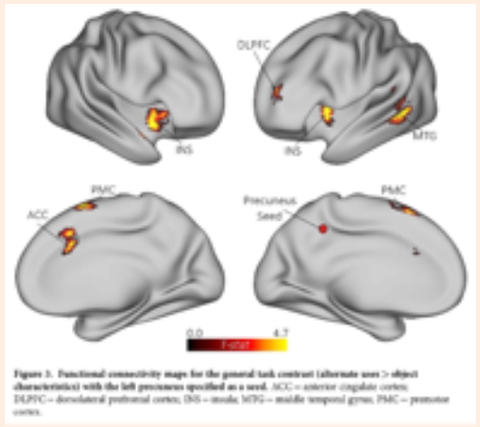
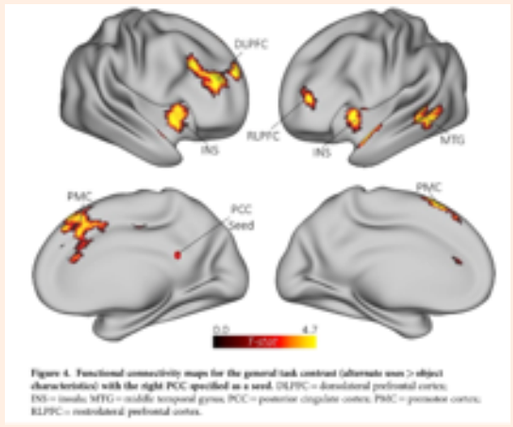
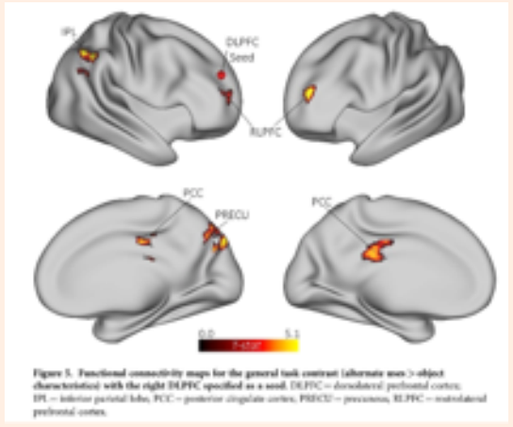


Fig. 1. Group contrasts of seed-to-voxel connectivity maps with left IFG seed showing increased functional connectivity associated with greater divergent thinking ability.

高創造性グループと低創造性グループとの比較（Beaty et al., 2014)







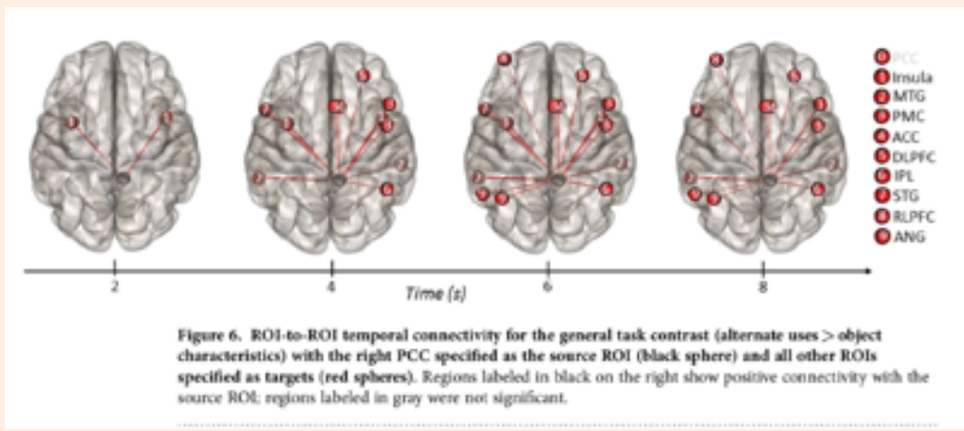


Figure 6. ROI-to-ROI temporal connectivity for the general task contrast (alternate uses > object characteristics) with the right PCC specified as the source ROI (black sphere) and all other ROIs specified as targets (red spheres). Regions labeled in black on the right show positive connectivity with the source ROI; regions labeled in gray were not significant.

- 創造性課題におけるDefault mode network, Executive control network, Salience networkの結びつきの重要性（e.g., Beaty, 2015, 2016）
  - 高創造性グループと低創造性グループにおける差異（Beaty et al., 2012）
  - 時間経過によるネットワークの結びつきの動的変化
- Cognitive controlとSpontaneous thoughtとの接続の重要性に関する指摘（Beaty et al., 2015）

Prediction of creative ability from brain functional connectivity

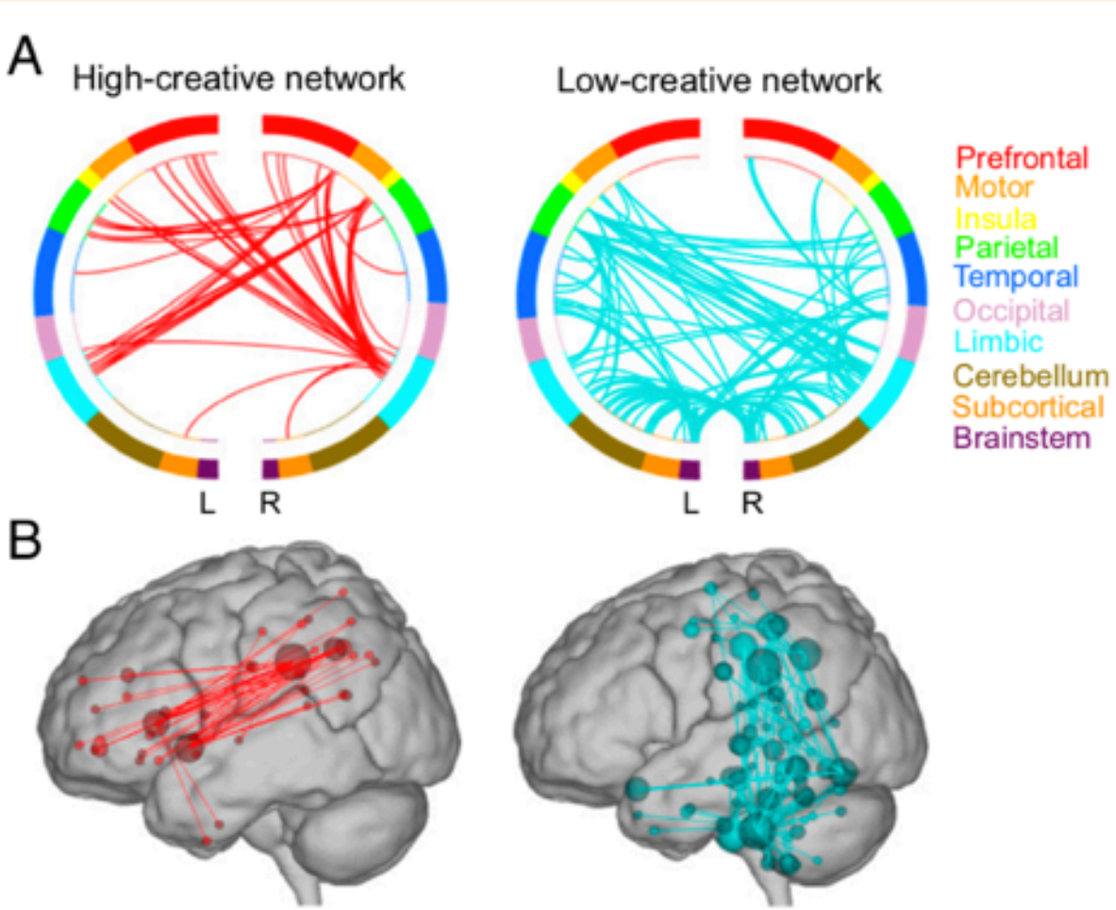


Fig. 1. Depictions of the high- and low-creative networks. Circle plots (*A*) and glass brains (*B*) were thresholded to show the highest degree (*k*) nodes in the networks (high-creative $k = 10$, low-creative $k = 18$). Colors within the circle plots correspond to lobes of the brain. L, left hemisphere; R, right hemisphere.

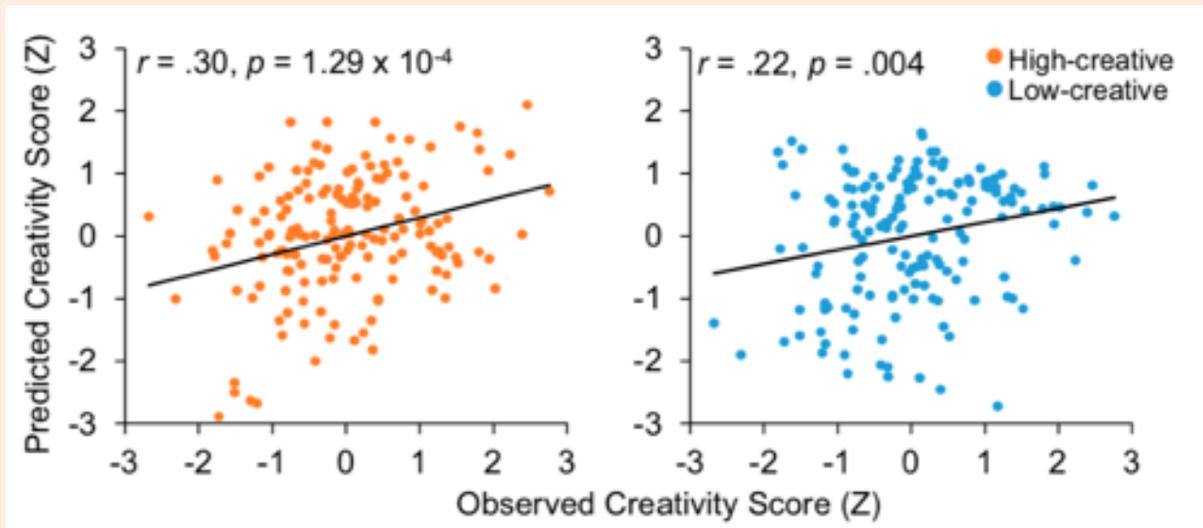


Fig. 2. Correlation between predicted and observed creativity scores, standardized for visualization.

- 上記のネットワークに基づいた創造性スコアの予測

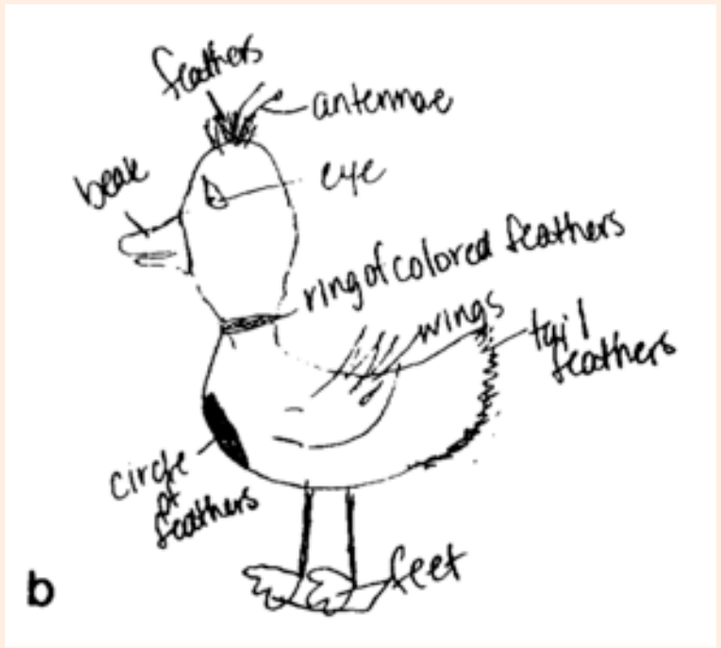
Beaty et al. (2018)

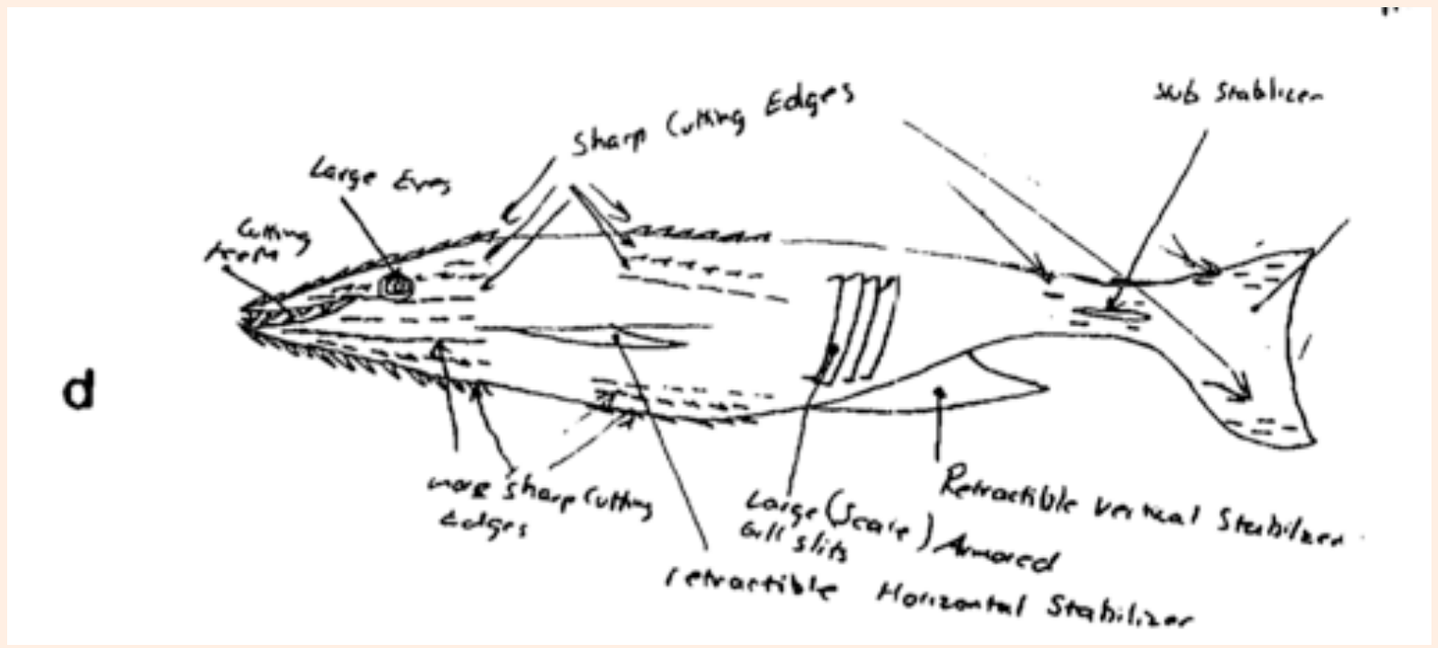
Imagination

斎藤（2010）

Inoue and Matsuzawa（2007）

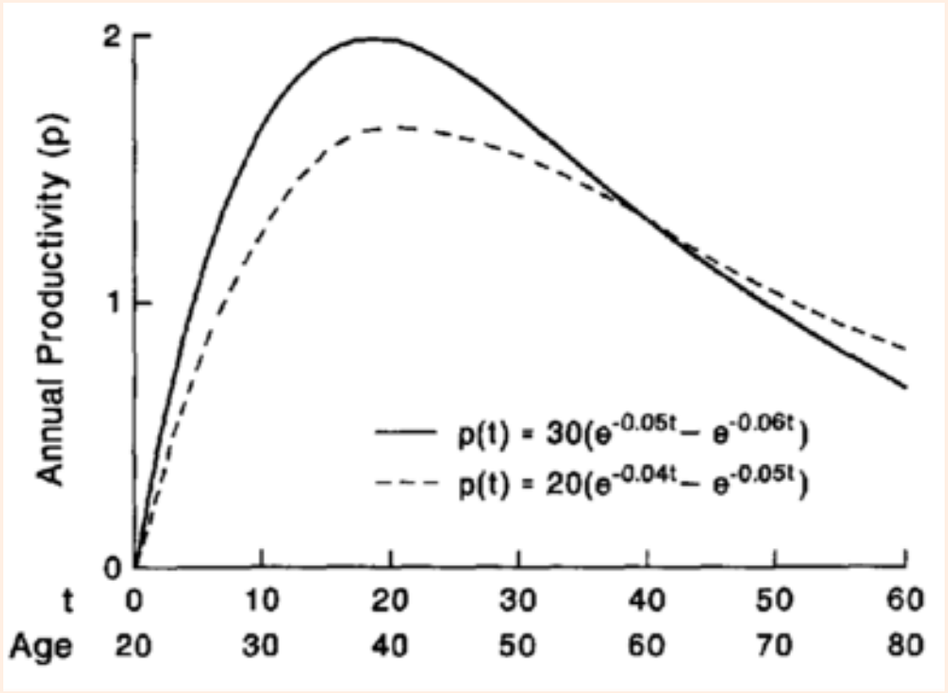
Structured Imagination





- 地球外の惑星に住む生物の創作（Ward, 1994; Ward & Sifonis, 1997）
  - 目、足、口など、地球の生物の多くが有する特徴を持つ生物を生成する傾向
- 空を飛ぶ生物の創作
  - 羽や羽毛等の特徴を含める傾向
  - 嘴等の飛ぶことと関係ない鳥の特徴を含める傾向
- 想像が各自の有する知識に強く依拠して営まれる

創造性における過学習



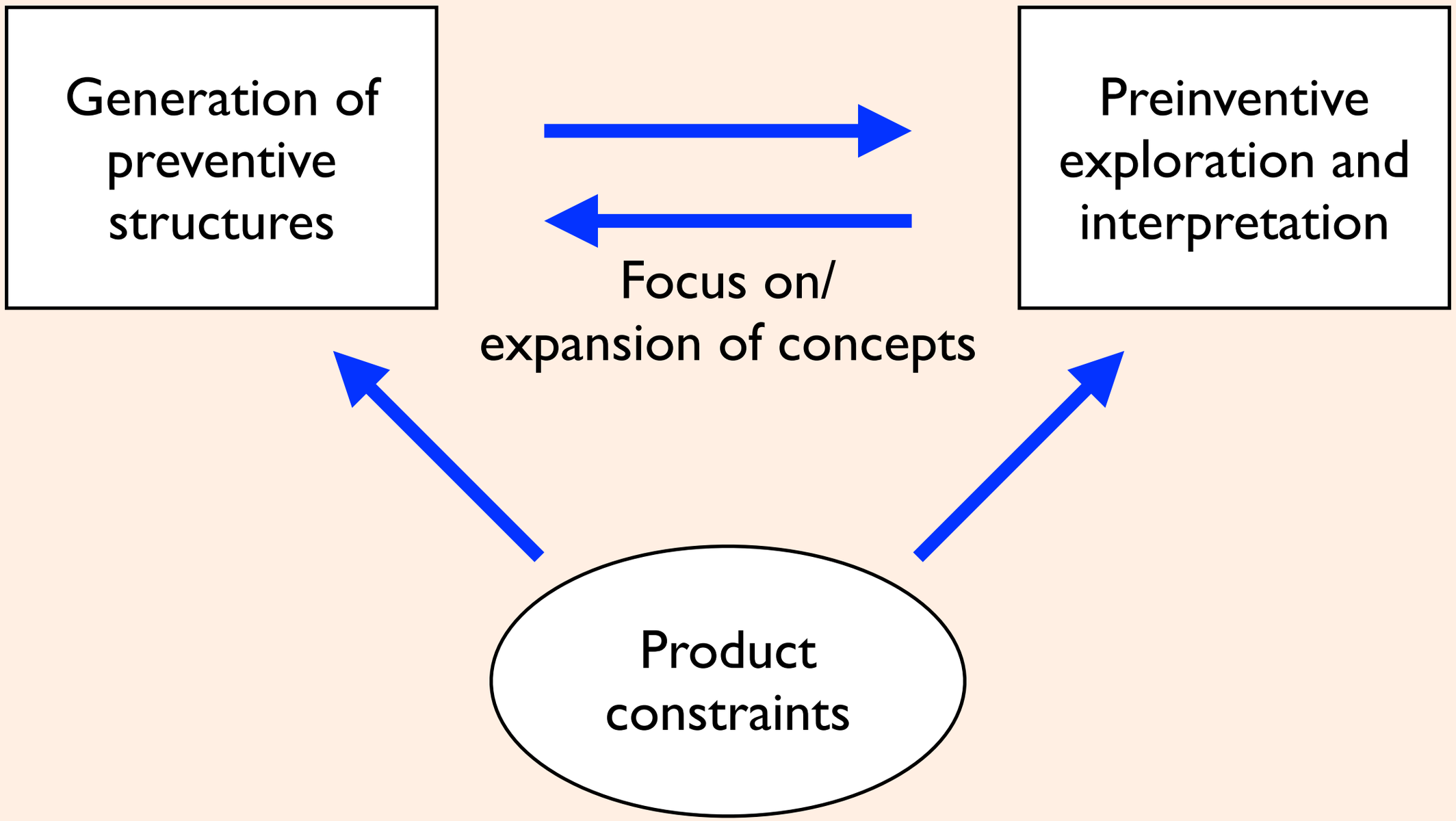
Ages at First, Best, and Last Work and at Death by Scientific Discipline

	First work			Best work			Last work				Death			
Discipline	*M*	*SD*	Range	*M*	*SD*	Range	*M*	*SD*	Range	*N*	*M*	*SD*	Range	*N*
Mathematics	27.3	8.5	14–60	38.8	10.7	19–68	53.4	15.0	21–81	117	63.4	15.3	21–95	133
Astronomy	30.5	8.7	17–73	40.6	11.2	18–77	56.0	14.0	20–84	162	70.5	14.0	22–98	150
Physics	29.7	7.8	15–66	38.2	9.1	19–70	52.3	13.3	25–90	327	69.5	14.0	27–102	277
Chemistry	30.5	8.1	14–72	38.0	9.0	18–74	51.1	13.2	22–102	425	70.8	12.2	30–103	394
Biology	29.4	7.2	17–64	40.5	11.0	18–77	57.8	13.7	29–87	187	72.0	13.2	31–95	176
Medicine	32.3	8.2	17–62	42.1	10.4	22–81	54.5	14.0	27–92	280	69.5	13.3	31–98	271
Technology	31.6	9.5	11–60	39.7	10.8	20–80	53.1	14.9	21–93	229	69.9	12.9	27–100	233
Earth sciences	30.9	8.2	17–59	42.5	12.1	17–78	58.2	13.8	27–85	85	71.3	13.2	30–94	89
Other	33.4	11.0	20–67	41.6	11.1	23–69	55.2	14.4	23–86	72	68.7	13.8	28–101	102

Simonton (1991, 1997)

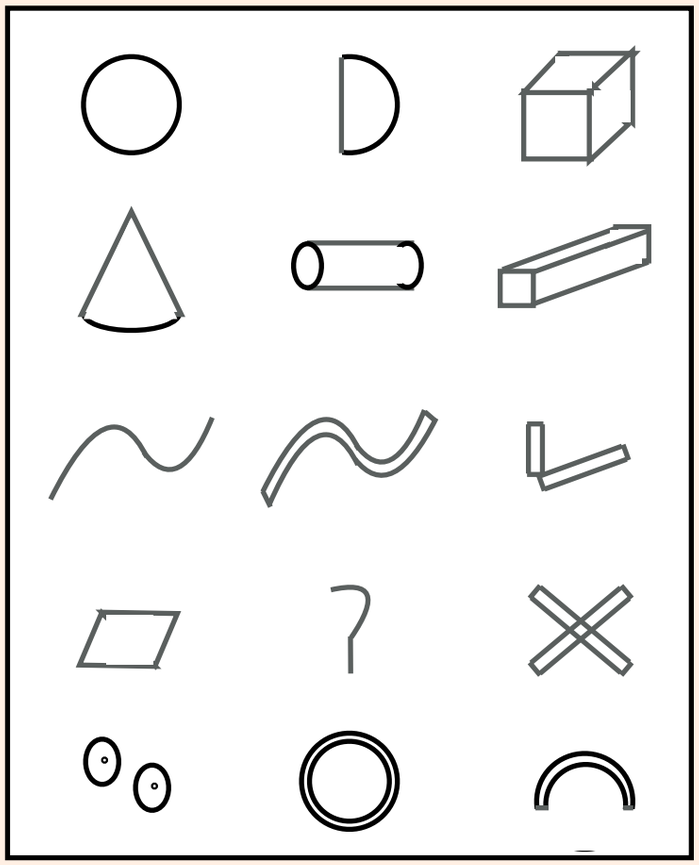
- Simonton (1984, 1991, 1997)
  - 領域経験と創造的達成（論文の産出量）との関係性
  - 基本的に逆U字の形を描く（chronological ageよりもcareer ageとの関係性が強い）
- 創造活動における過学習
  - 知識量・経験量とそれによる制限（岡田，2005; Simonton, 2000; Sternberg, 1999）
  - 領域経験を積み「過ぎる」ことによる創造的達成の減少

Geneplore model

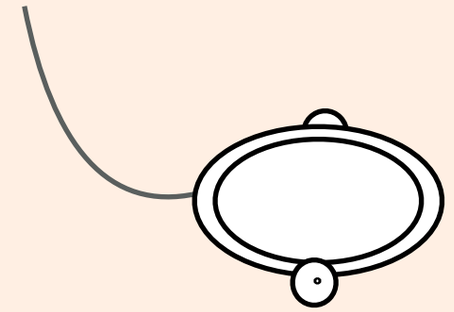


Finke et al. (1993)

Constraints（外的制約）の重要性



カテゴリ	部品
工具用具	取っ手、正方形の板、半球
武器	ワイヤ、チューブ、車輪一対
科学器械	鈎、円筒、球
家具	リング、球、チューブ
家庭電気器具	円錐、球、円筒
工具用具	取っ手、円錐、チューブ
家具	半球、十字、円筒
玩具とゲーム	鈎、半球、直方体
家庭電気器具	円筒、円筒、正方形の板
輸送	球、円筒、チューブ

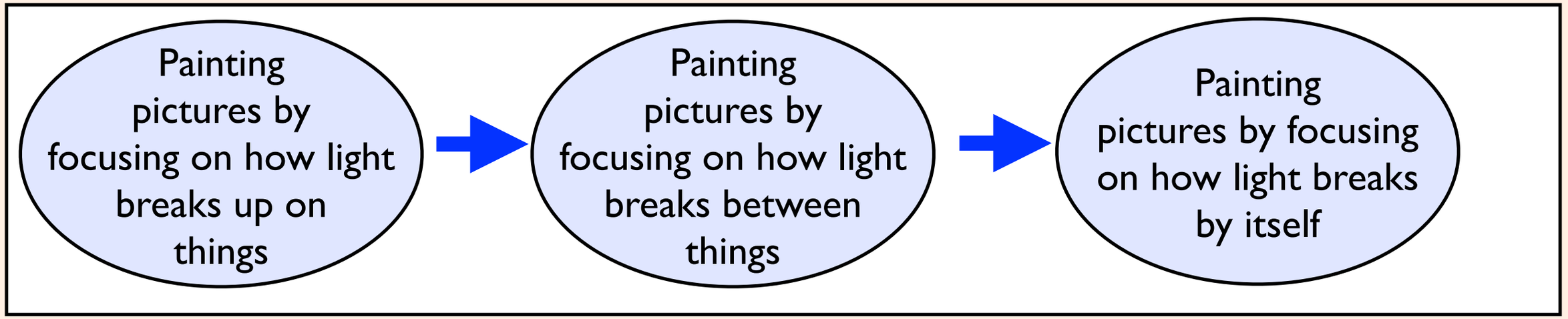


Finke（1990）

- 外的制約による創造性の促進（Finke, 1990; Finke et al., 1993）
- 部品の強制選択条件＞自由選択条件
- カテゴリの事後提示条件＞事前提示条件
- 典型的に行われやすい知識想起・分類を逸脱した創造過程

Constraints（内的制約）の重要性

Artistic creation: Creation of Monet



Stokes（2001, 2005）に基づいて作成

OA Public Domain

Constraints（内的制約）の重要性

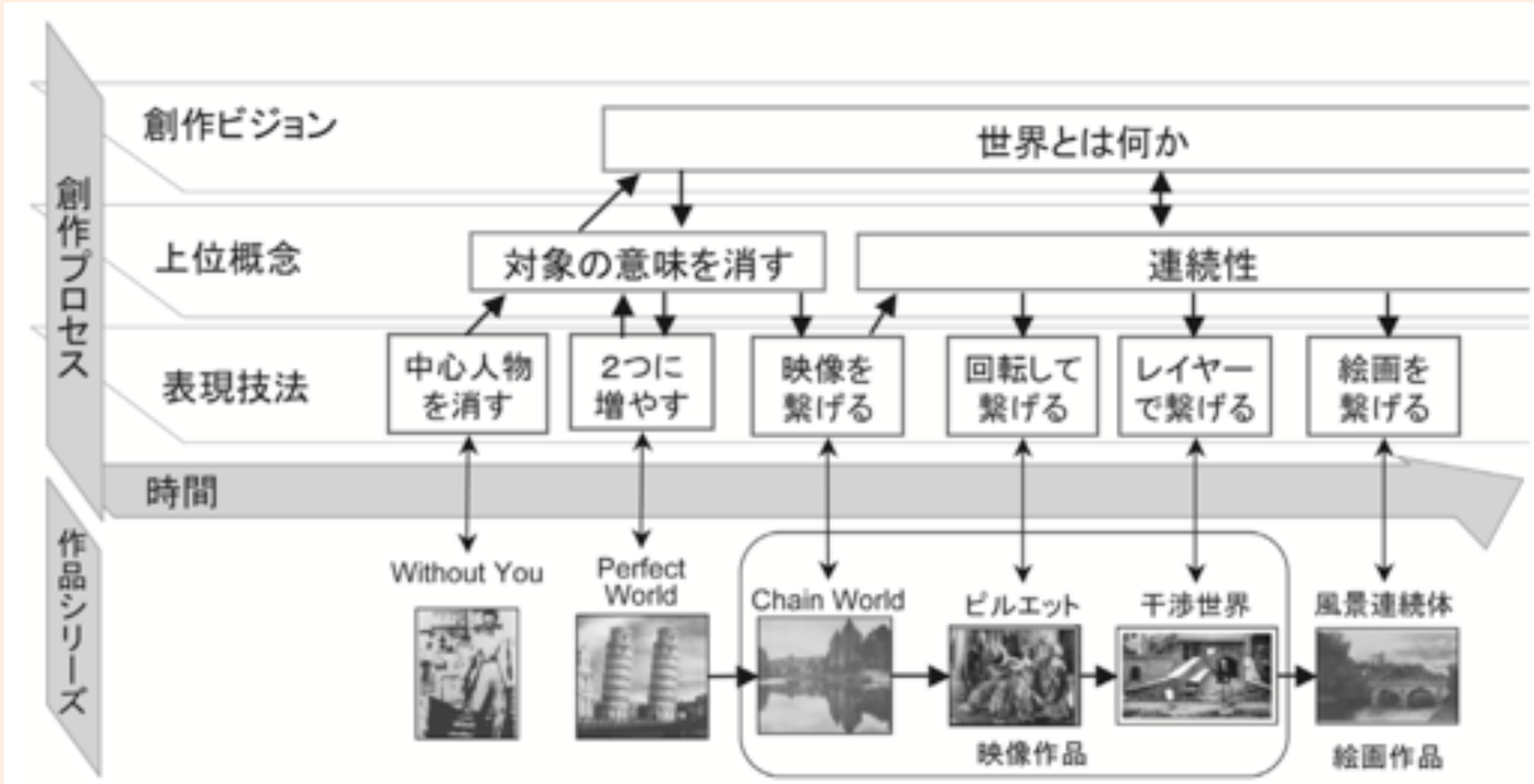
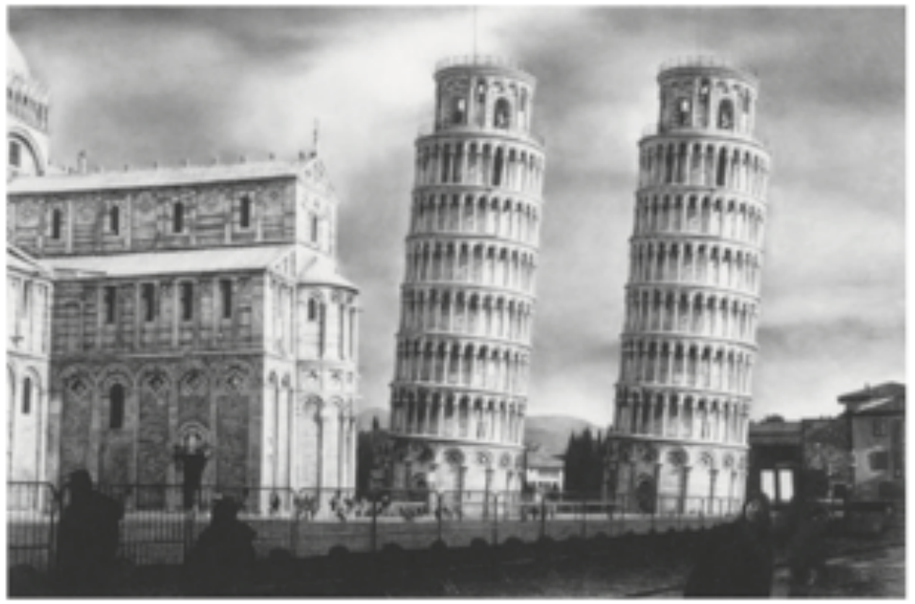
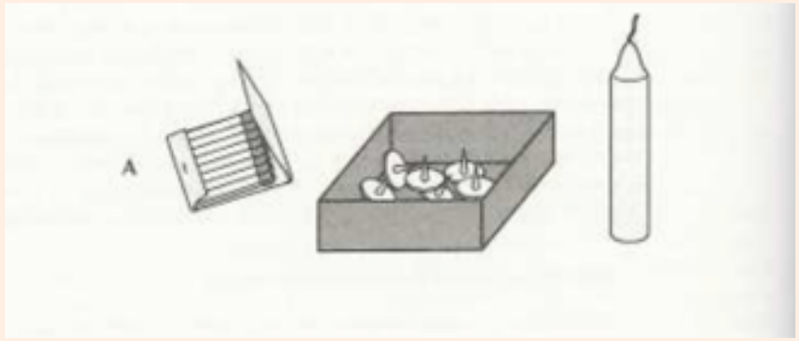


図 2　小川氏の作品シリーズの変遷と創作プロセス



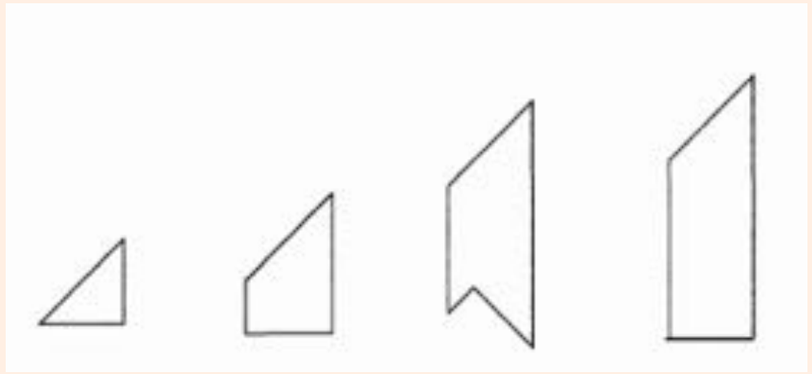
岡田ら（2007）より抜粋

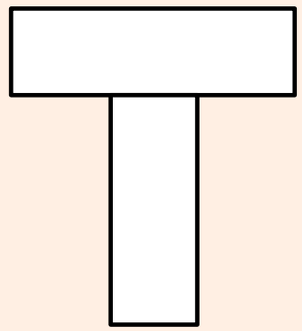
Reframing/Reorganization



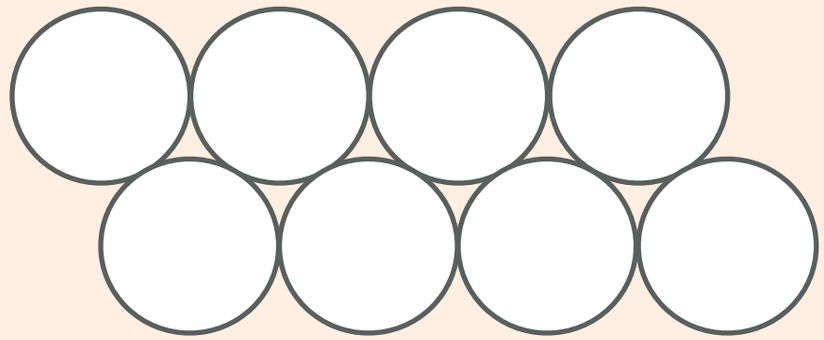
Duncker's (1945) Candle Problem The subjects are asked to attach a candle to the wall and are given a box of tacks, candles, and matches, as shown in panel A. The solution is shown in panel B.

ろうそく問題（Duncker, 1945）





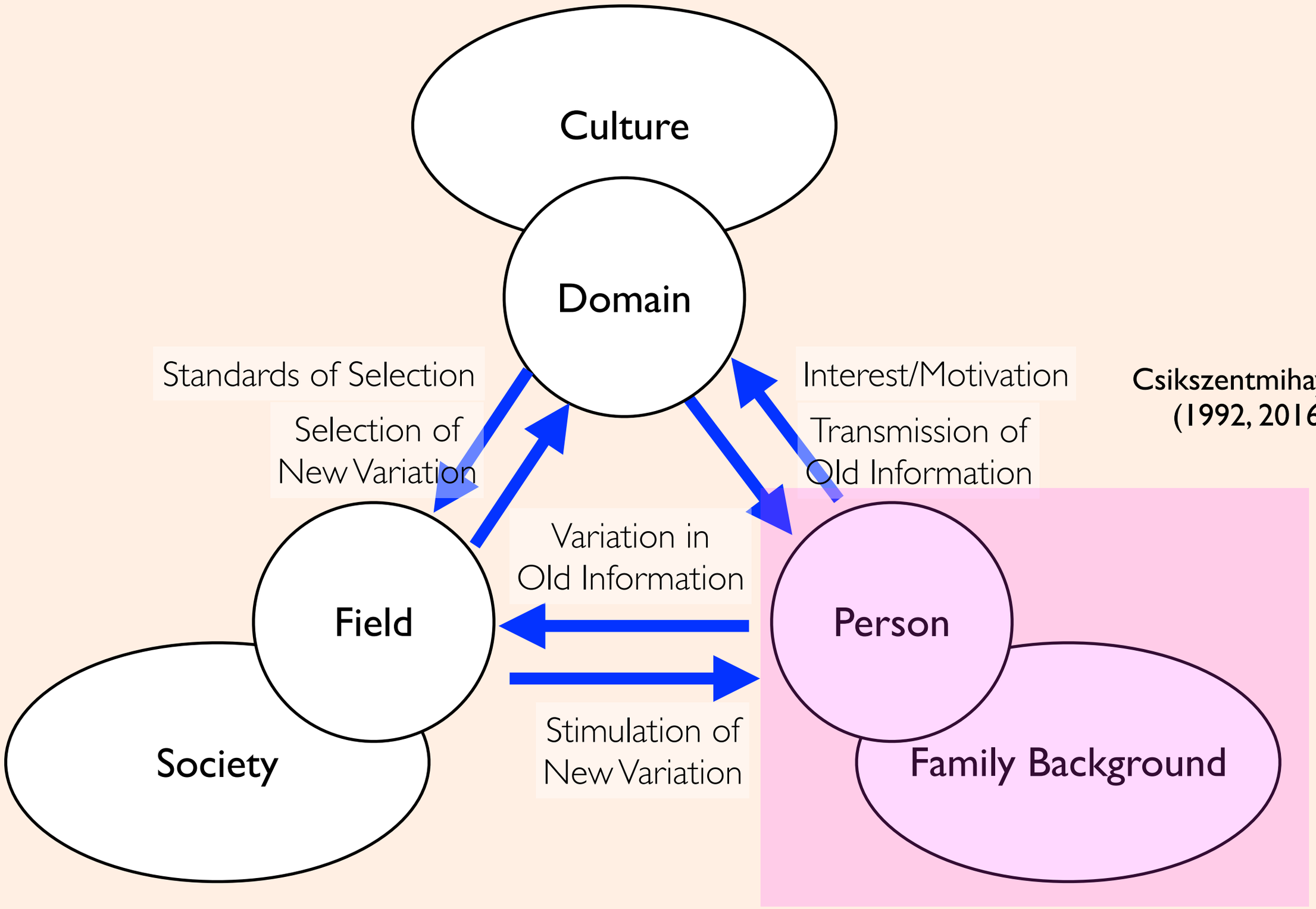
Tパズル



9枚コイン問題

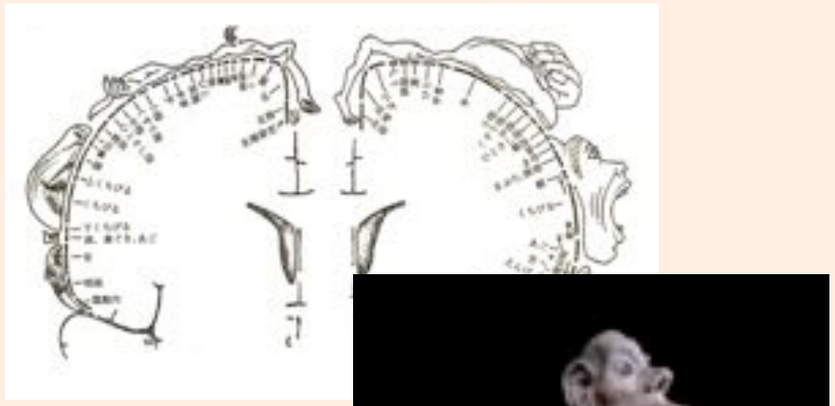
- 関連する知識の着目点やそれらから導かれる方略の変更
- 意図的な変更の困難さ（Ohlsson, 1992; Knoblich et al., 1998）
- 失敗の蓄積による上記の知識・方略の動的緩和（開・鈴木, 1998）

Systems Model of Creativity



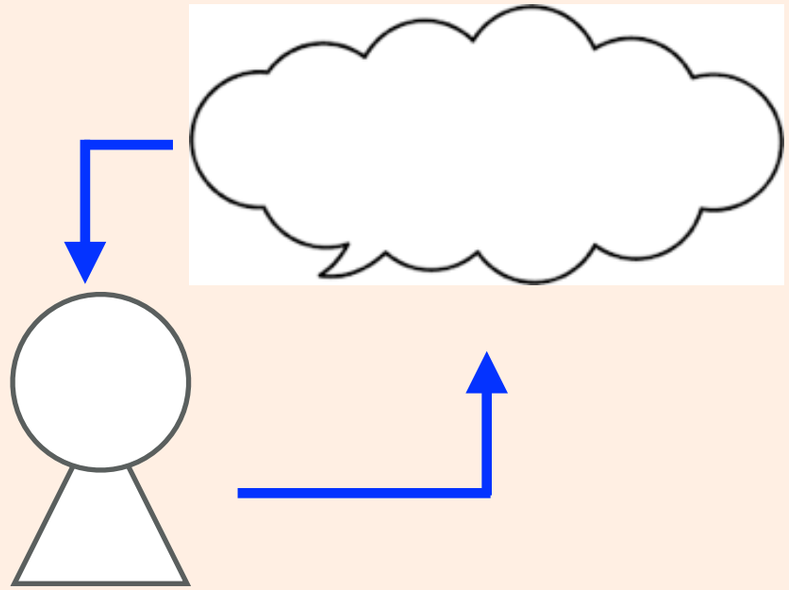
Csikszentmihayli (1992, 2016)

心理学・認知科学によるIndividualへの着目



- 伝統的な西洋の価値観に基づく観点（e.g., Sternberg & Lubart, 1999）
  - 神による特定個人への啓示→個人内のdaimonの活動によるもの→個人の認知能力や性格特性に基づくもの
- 心理学における行動主義・認知主義アプローチの流行（1956年ダートマス会議、 1950年J. P. GilfordによるAPA会長就任講演）

身体性認知（Embodied Cognition）



- 認知と身体との関係性に着目する近年盛んに行われているアプローチ（e.g., Clark, 1997; Torrance, 1996）
- 高次認知との関係性の示唆
  - 手にしている物の温度変化による対人印象評定・他者に与える報酬の変化（e.g., Williams & Bargh, 2008）
  - 荷物を持った際の坂路の傾斜推定の変化（e.g., Bhalla & Profitt, 1999）

Iowa Gambling Task

A

利益：100×10

損失：250×5

利得：-250

B

利益：100×10

損失：1250×1

利得：-250

C

利益：50×10

損失：50×5

利得：250

D

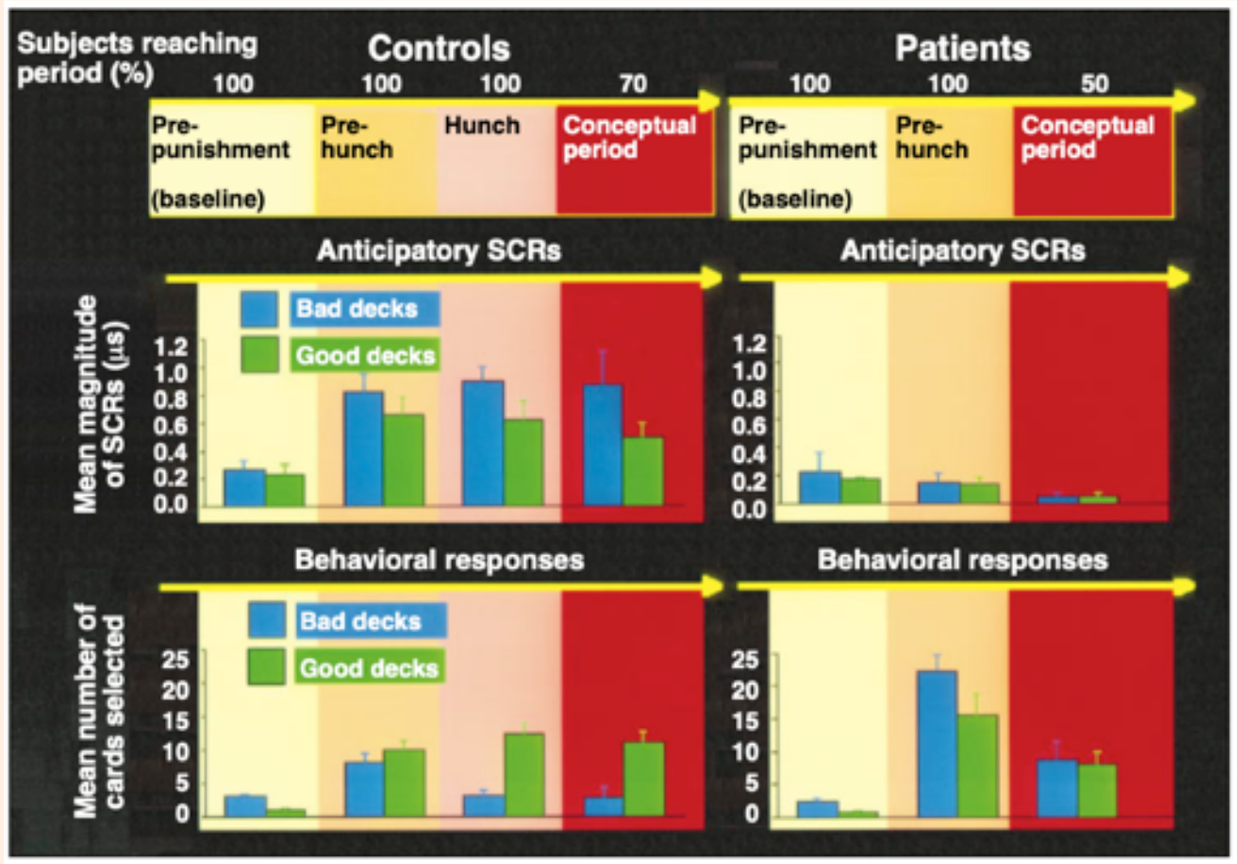
利益：50×10

損失：250×1

利得：250

Bad

Good



Bechara et al. (1994, 1997)

- 利益・損失が未知の選択を繰り返す
- 健常者における損失の大きい選択肢の回避、直前のSCR反応の増大、前頭前野損傷患者における行動・反応の差異（Bechara et al., 1994, 1997）
- 高次認知におけるSomatic markerとしての情動反応（Damasio et al., 1994）

創造性における身体

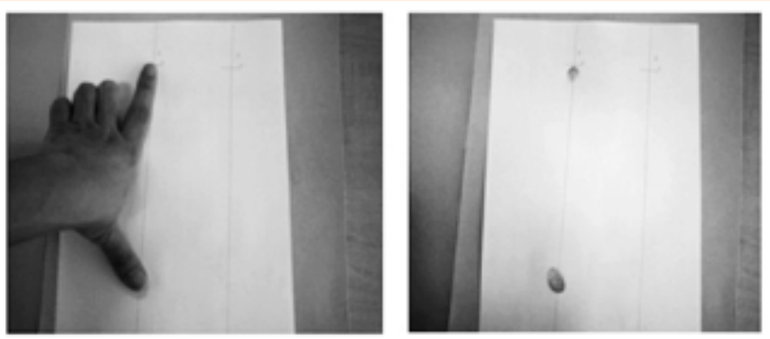


表 2　各群に占める変形案提案者数と通常案提案者数（単位：人）.

	変形案	通常案
no object 群	7	34
12cm 群	17	39
14cm 群	23	34
21cm 群	8	29

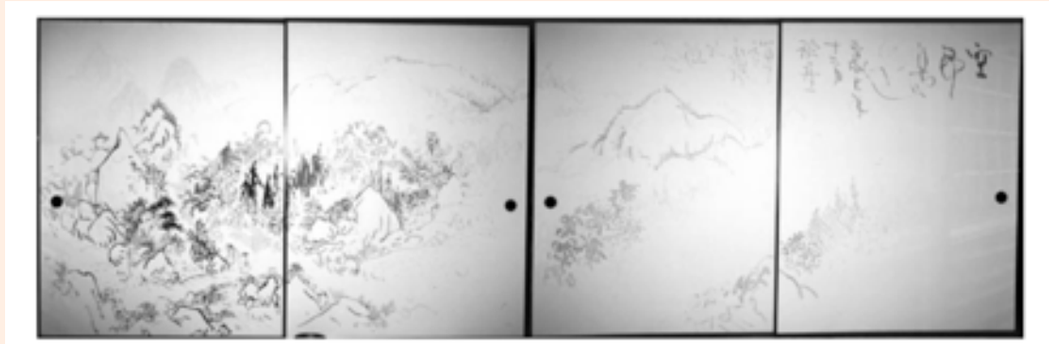
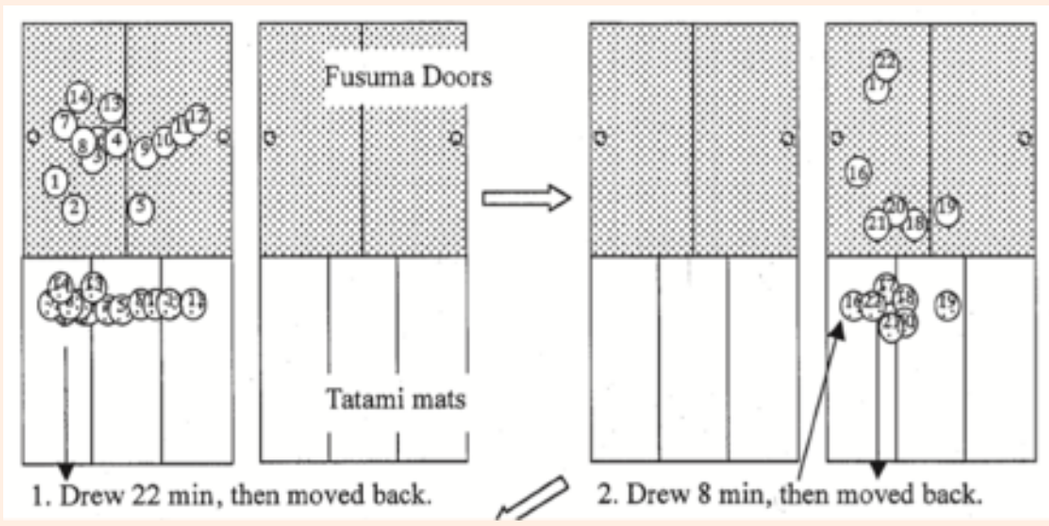


Figure 1. *Picture on fusuma doors at temple X. This painting was drawn by Mr. K on sliding doors in temple X, December 1998. The painter has the copyright of this painting. Mr. K grants the publisher of Creativity Research Journal the permission to reprint this painting.*

表 3　各群の通常案提案者と変形案提案者の手のサイズの平均（単位 cm, 括弧内は標準偏差）.

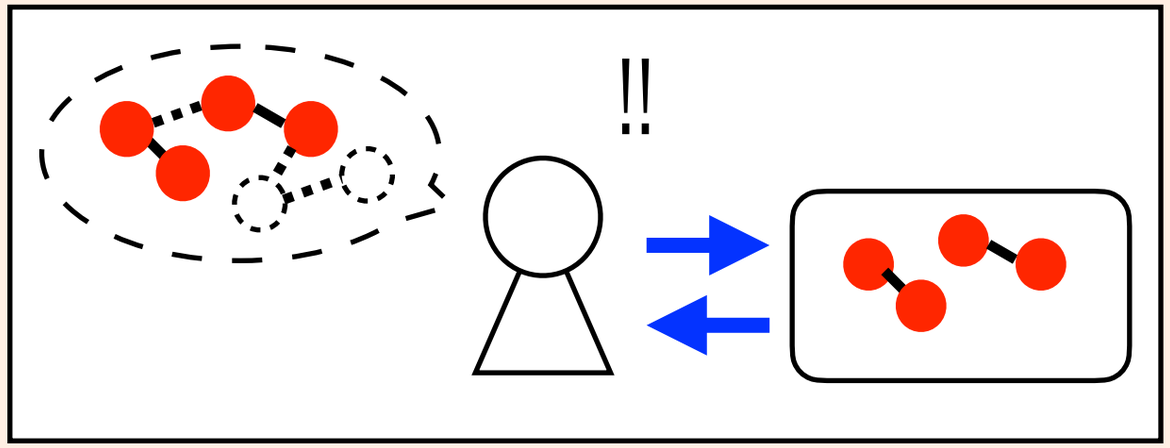
	no object	12cm 板	14cm 板	21cm 板
通常案提案者	17.24(1.54)	17.24(1.32)	17.08(1.26)	16.78(1.38)
変形案提案者	16.74(1.26)	16.54(0.88)	17.62(1.09)	18.16(1.57)
各群全体	17.15(1.49)	17.03(1.24)	17.30(1.22)	17.08(1.52)



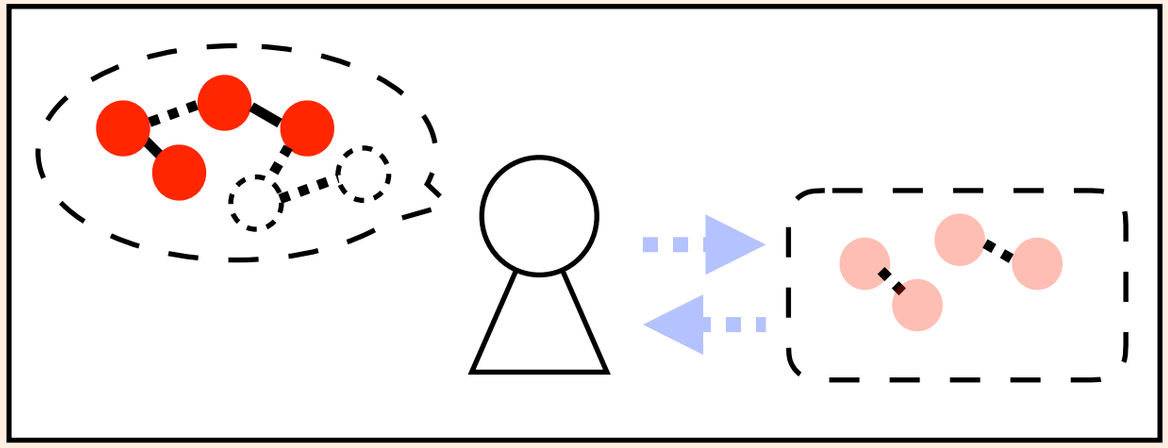
- 阿部（2010）
  - 正方形のプラスチック板の多様な使い方（Divergent Thinking Test）
  - 創造的アイデアの生成頻度が、手と板の大きさの相対比に依拠する
    （板の潜在的に可能な扱い方）
- 水墨画家の空書によるイメージの拡張過程（Yokochi & Okada, 2005）
  - 視覚痕跡のフィードバック、体性感覚フィードバック

アイデア生成

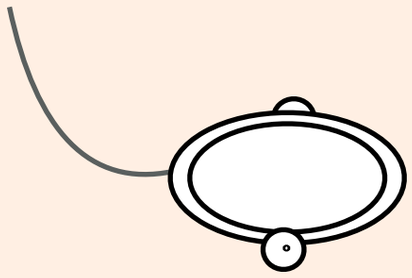
Interactive condition



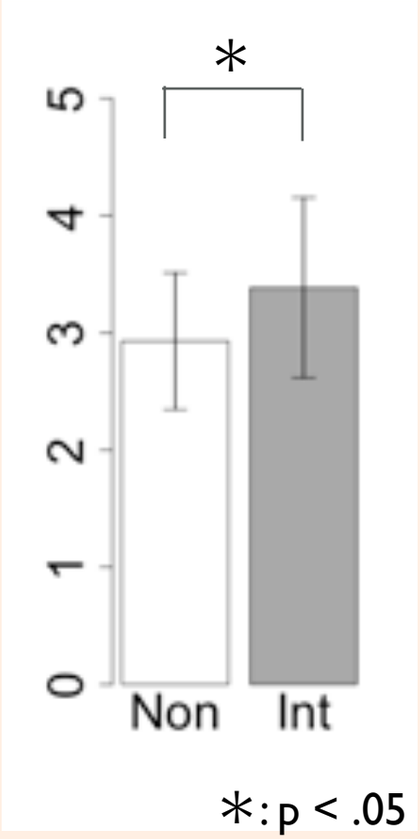
Non-interactive condition



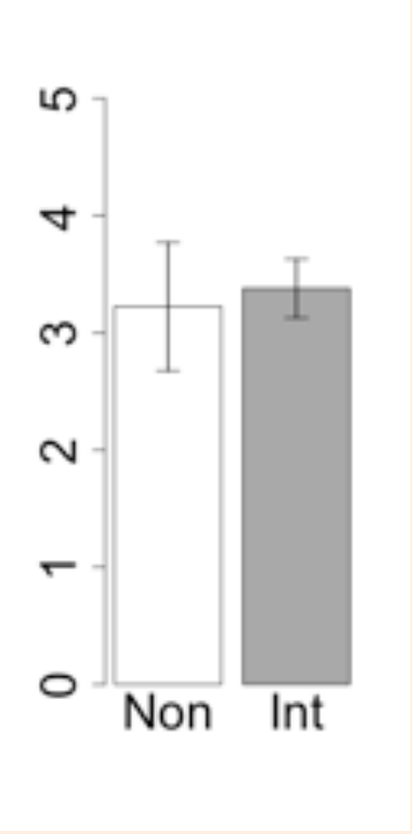
Category	Sets of parts
Tools and Utensils	Handle, Flat square, Half sphere
Weapons	Wire, Tube, Wheels
Scientific instruments	Hook, Cylinder, Sphere
Furniture	Ring, Sphere, Tube
Apliances	Cone, Sphere, Cylinder
Tools and utensils	Handle, Cone, Tube
Furniture	Half sphere, Cross, Cylinder
Toys and games	Hook, Half sphere, Rectangular block
Appliances	Cylinder, Cylinder, Flat square
Transportation	Sphere, Cylinder, Tube



Originality



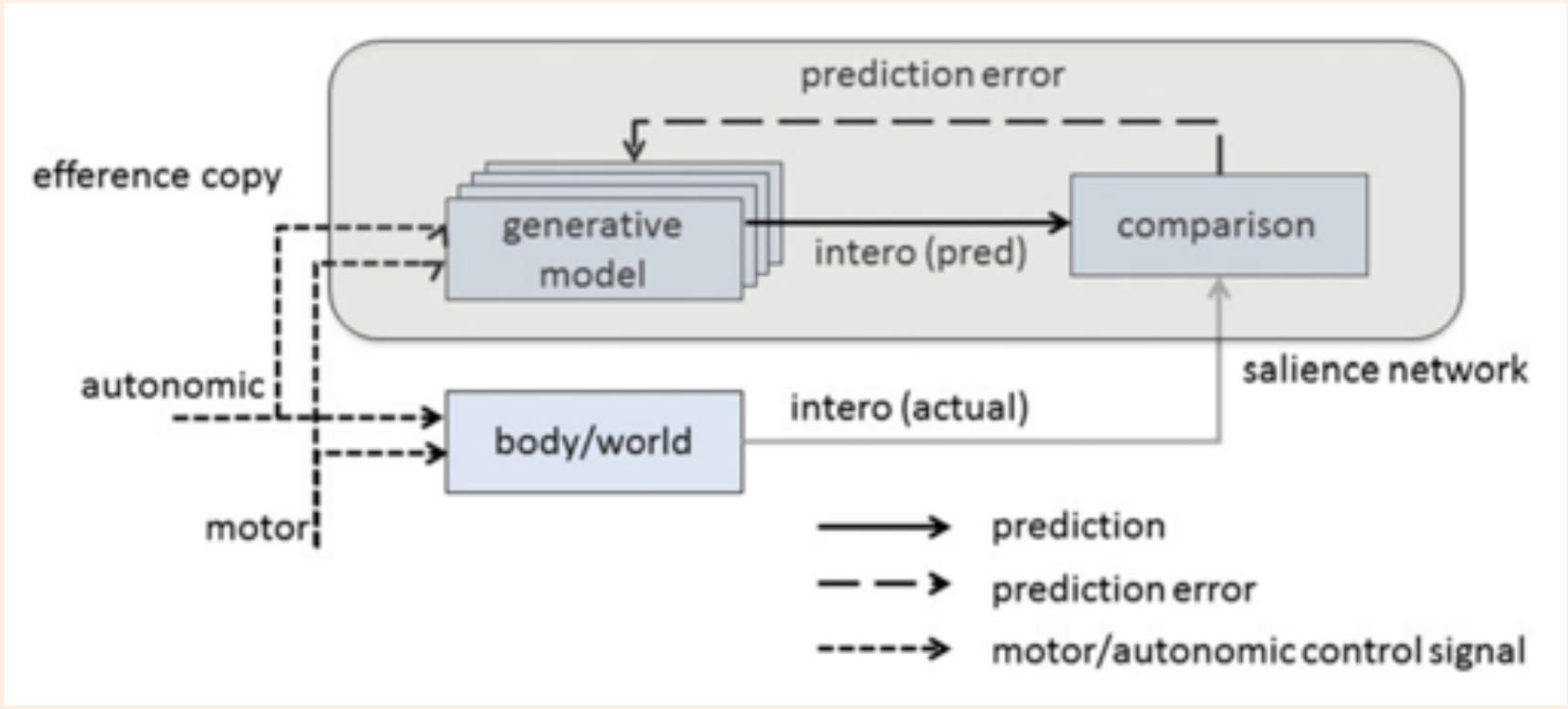
Usefulness



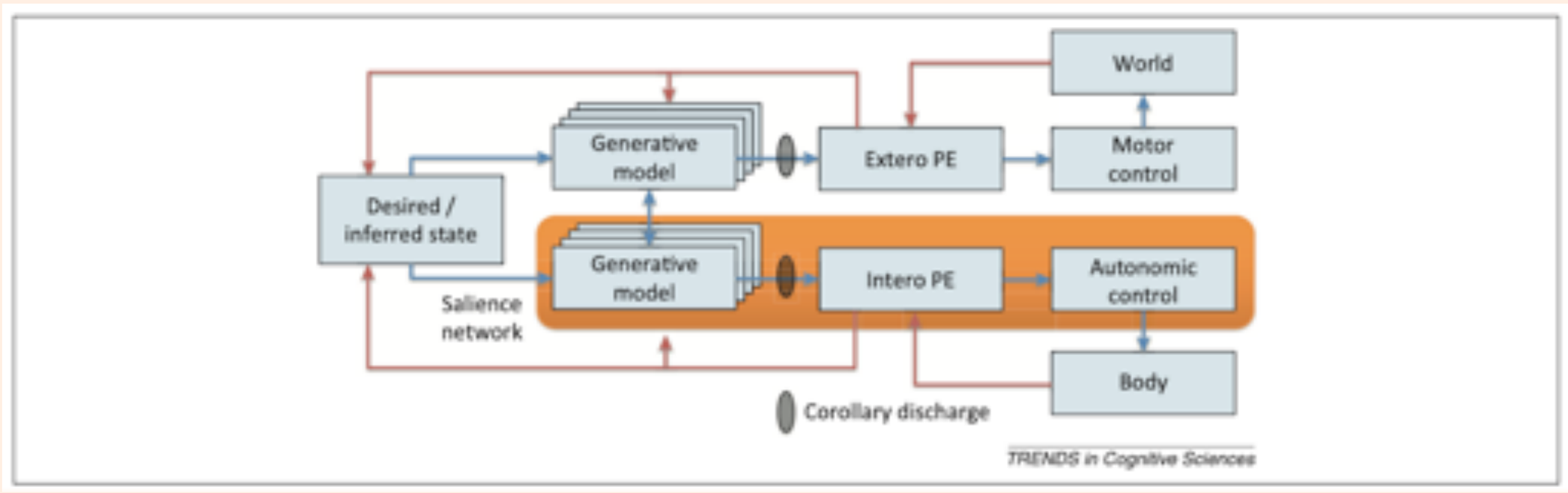
*: p < .05

Shimizu and Okada (2019)

情動生起・運動学習のモデル

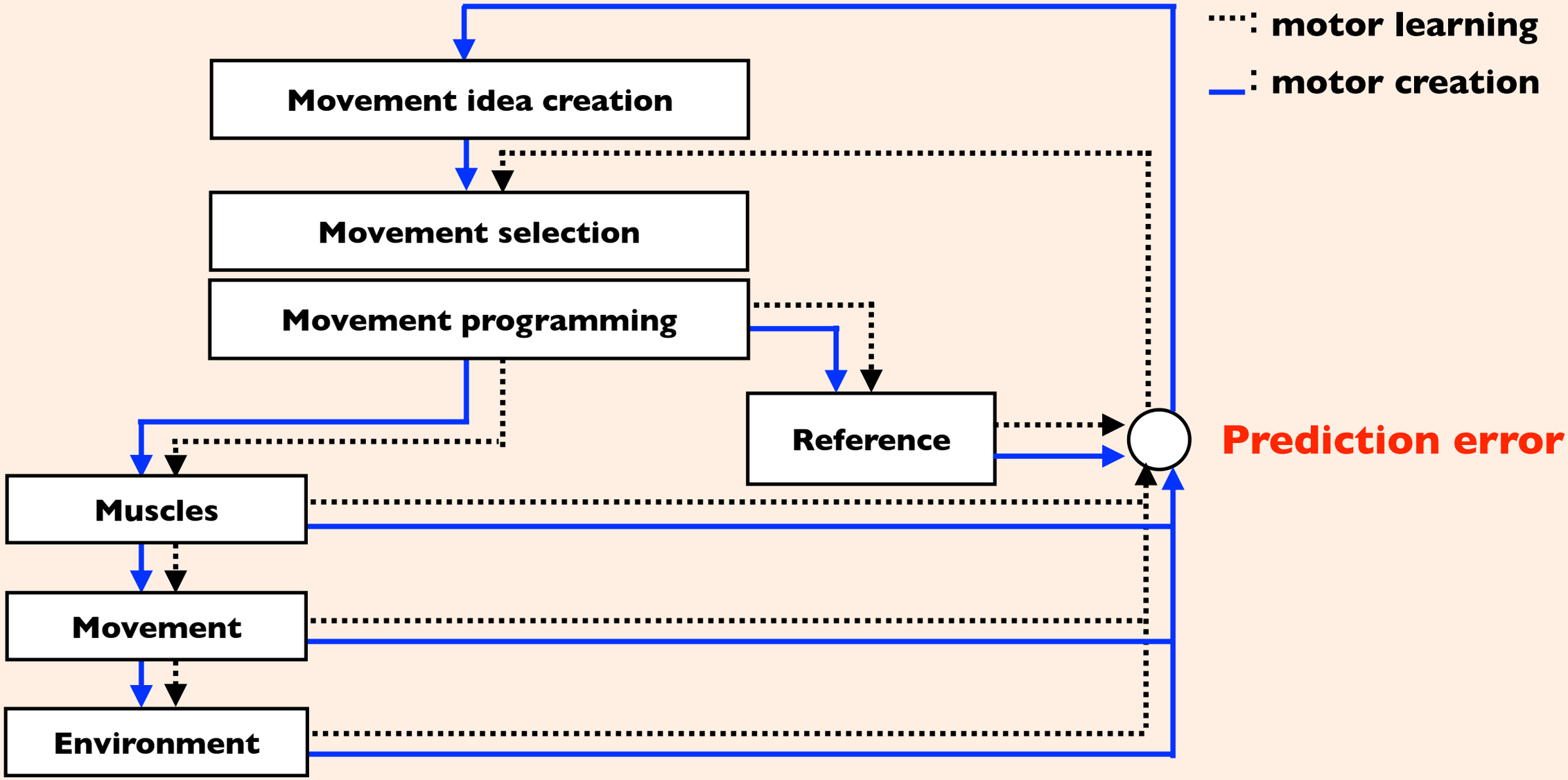


Seth (2013a)



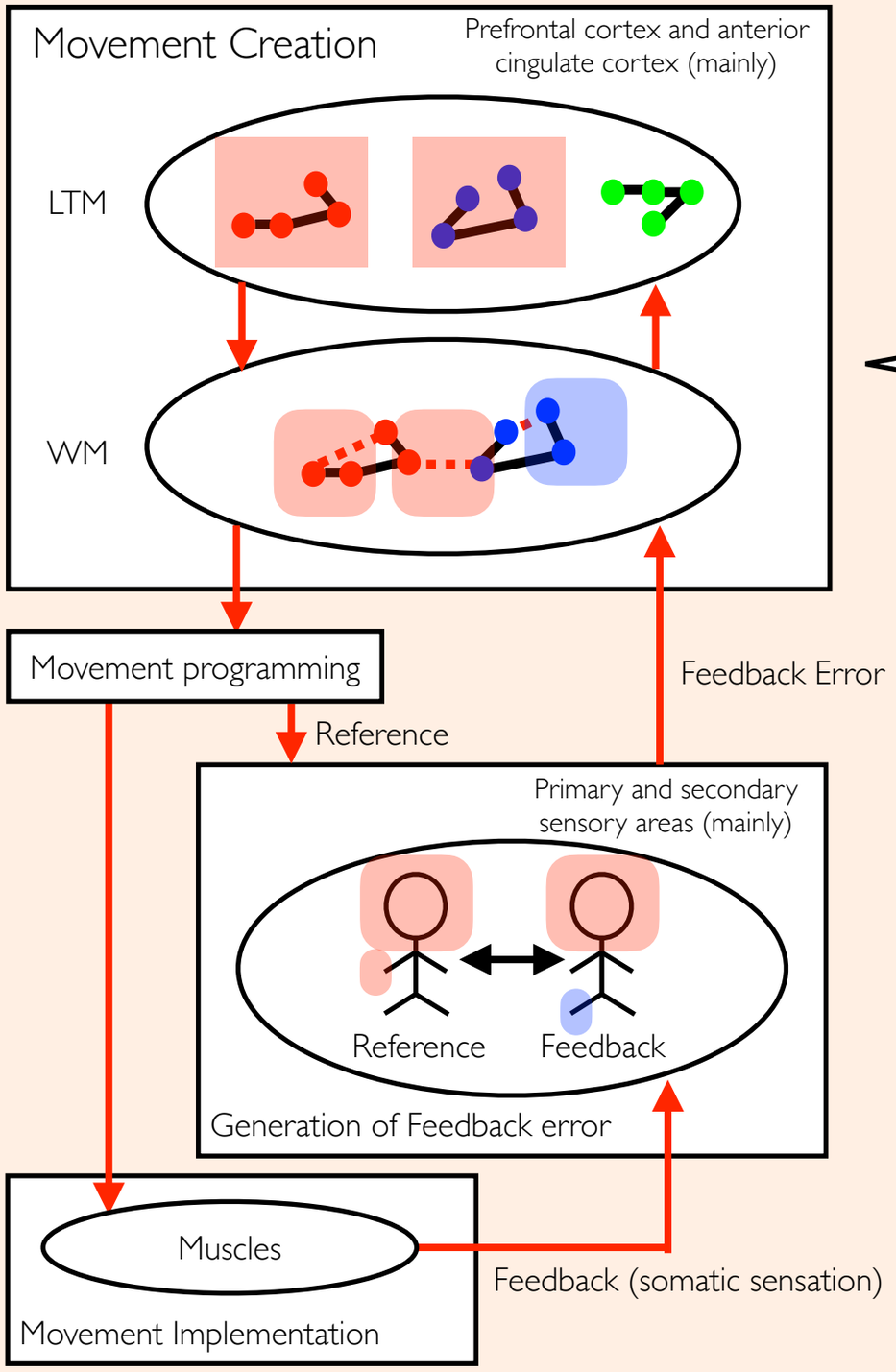
Seth (2013b)

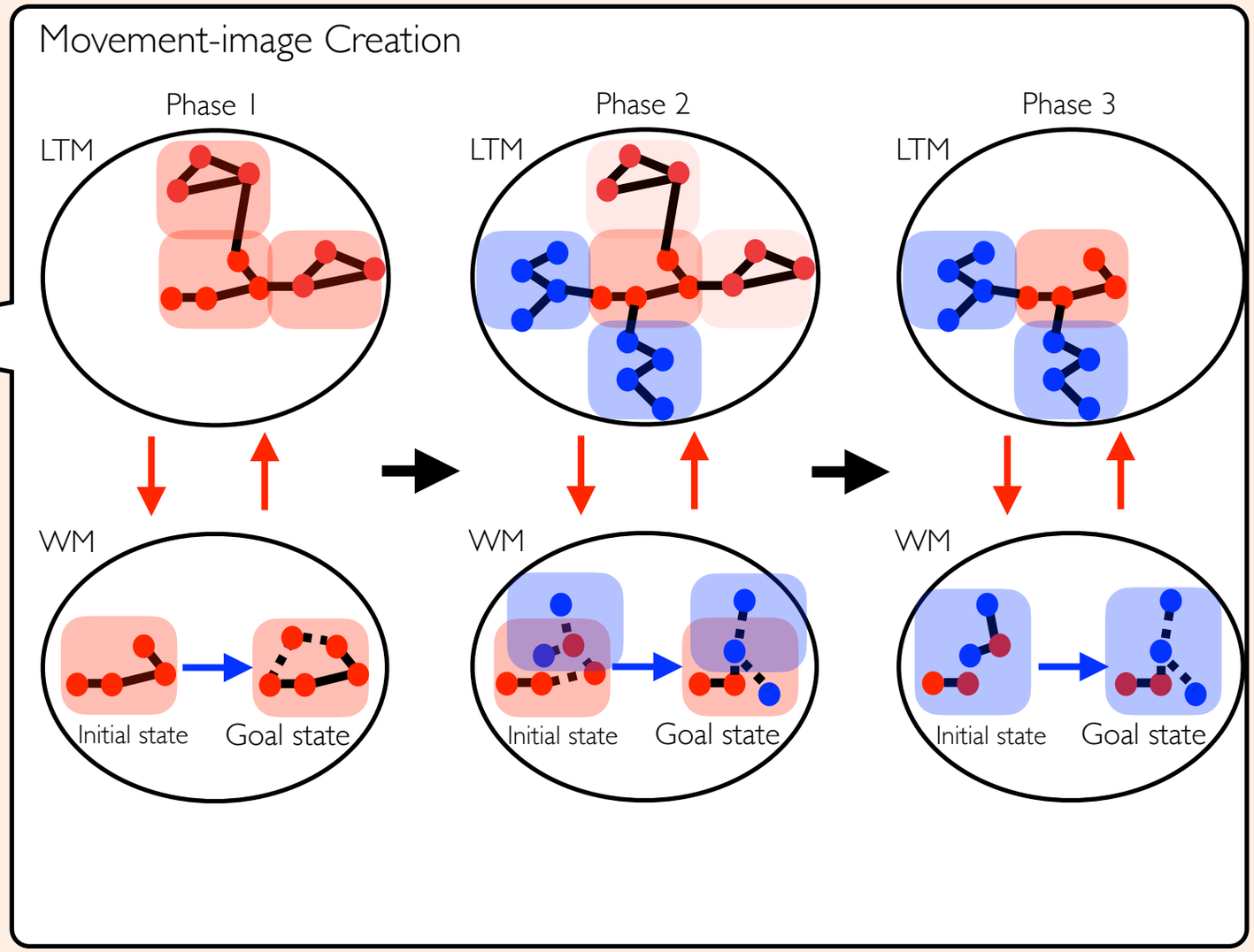
身体を伴った創造のモデル



Shimizu and Okada (2019)

身体を伴った創造のモデル

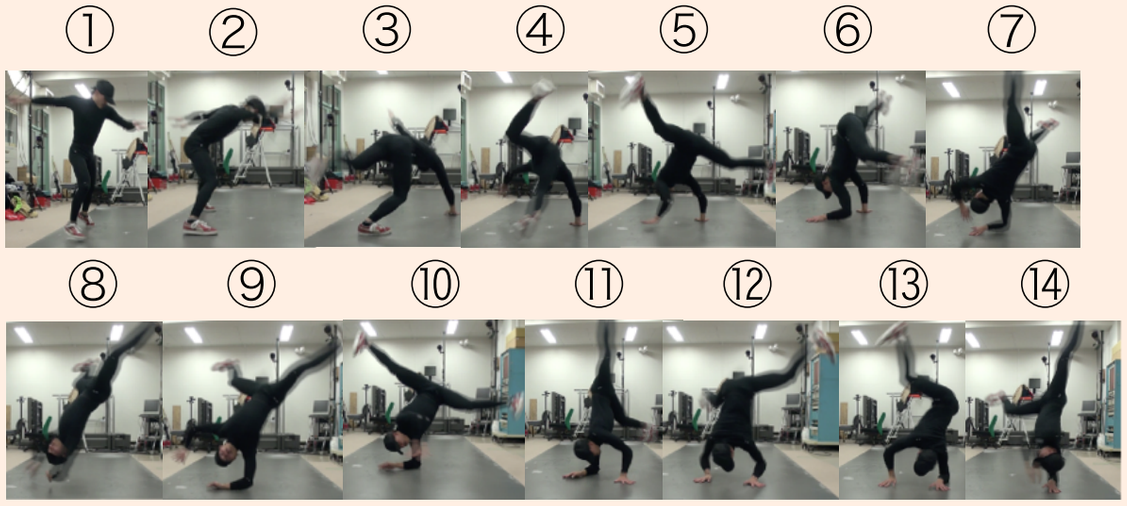




Shimizu and Okada (2019)

ダンス創作

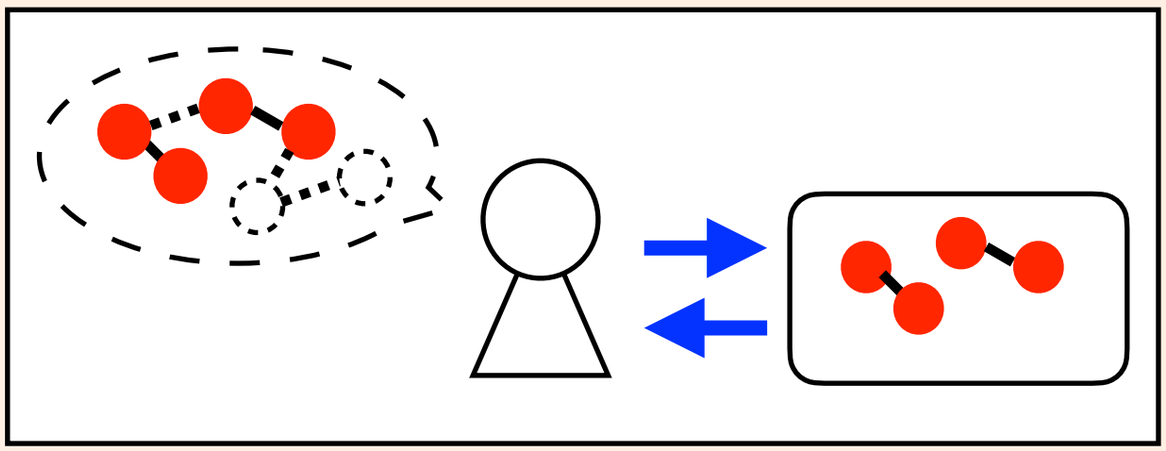
Domain expression (Elbow Air Trax: EAT)



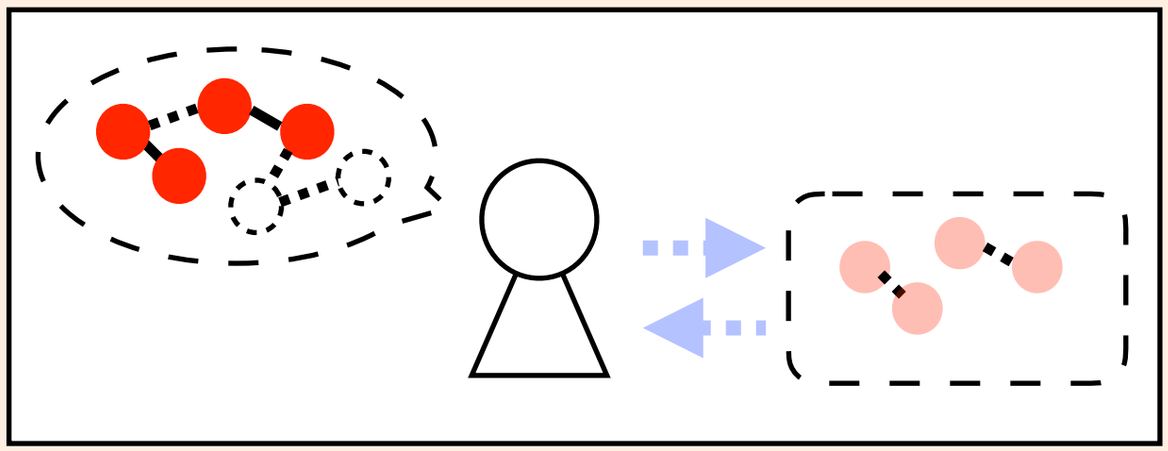
Dancer's original expression

Interactive condition

(Interaction between idea generation and idea externalization)



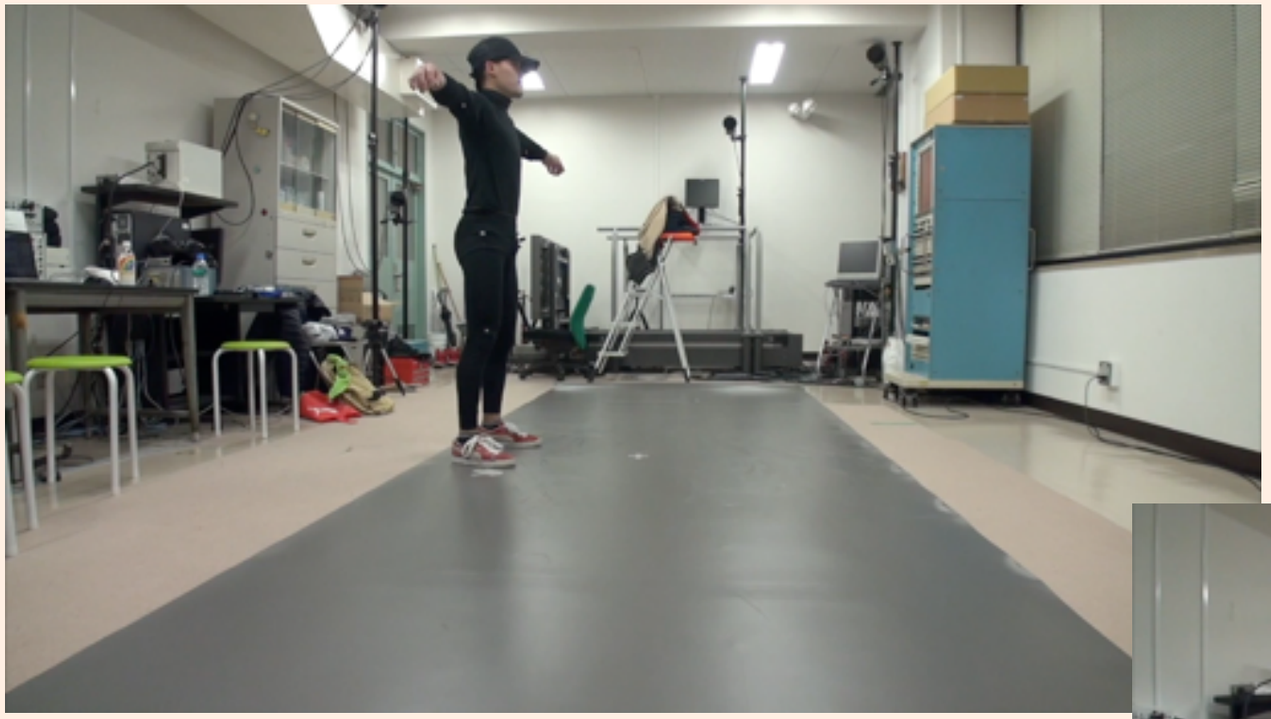
Non-interactive condition



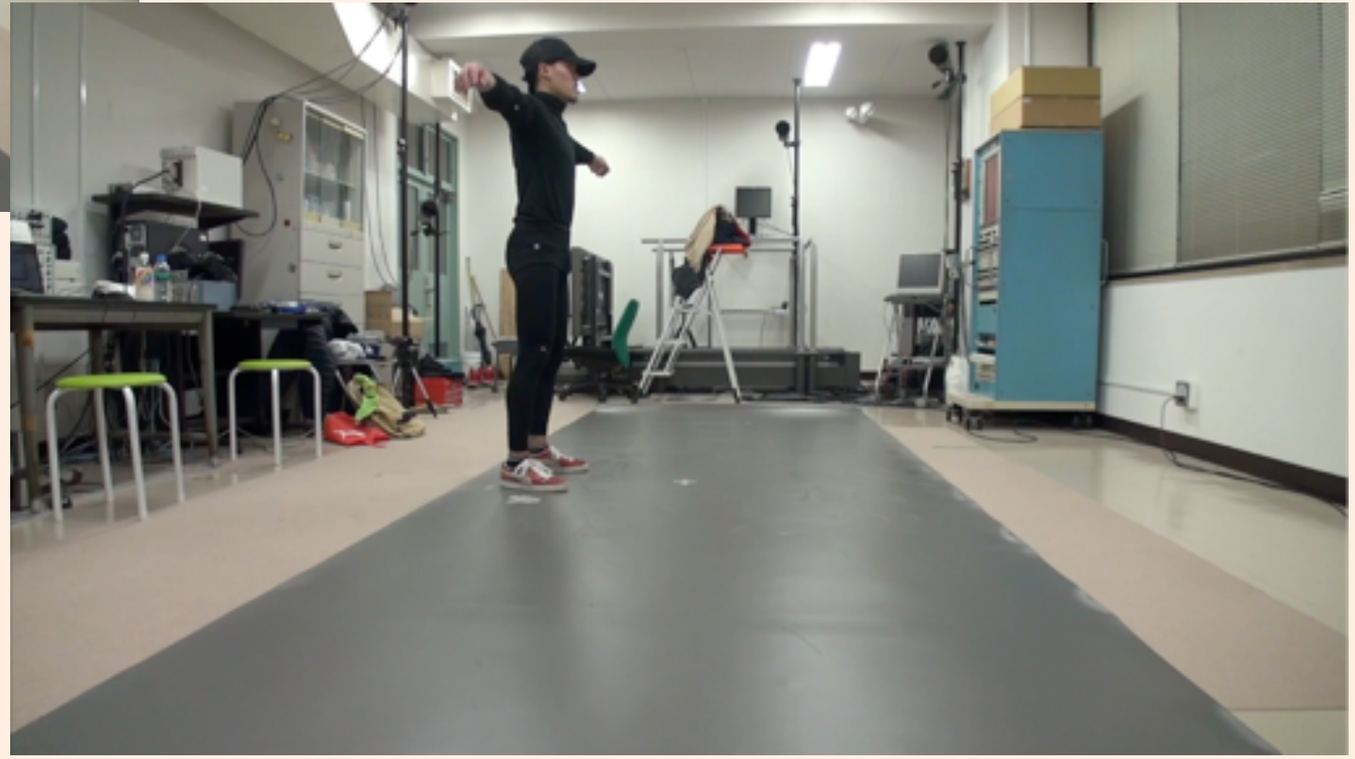
Shimizu and Okada (2019)

ダンス創作

Domain expression



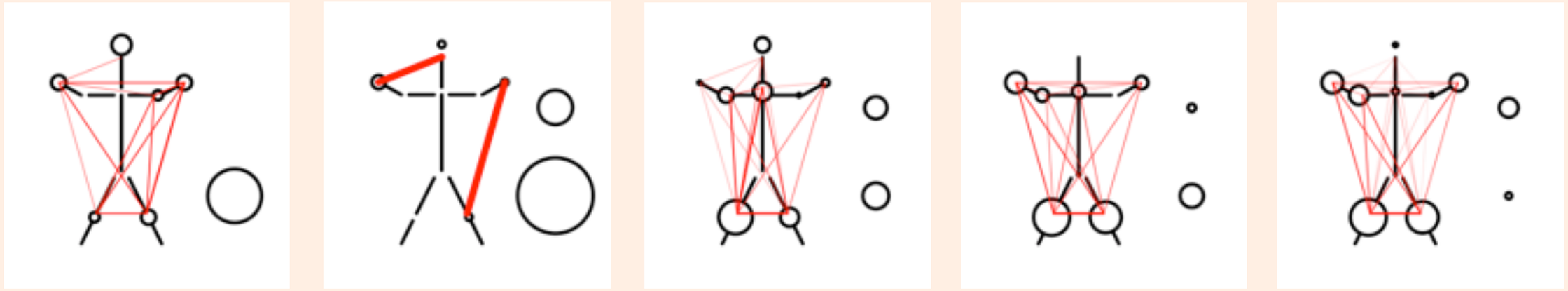
Dancer’s original expression
in interactive condition



ダンス創作

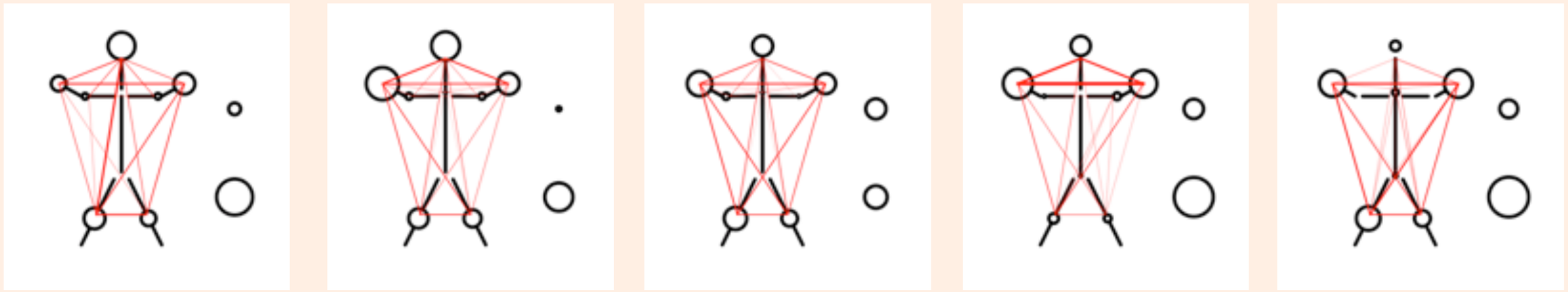
Interactive condition

Day 2 | Day 3 | Day 4 | Day 5 | Day 6



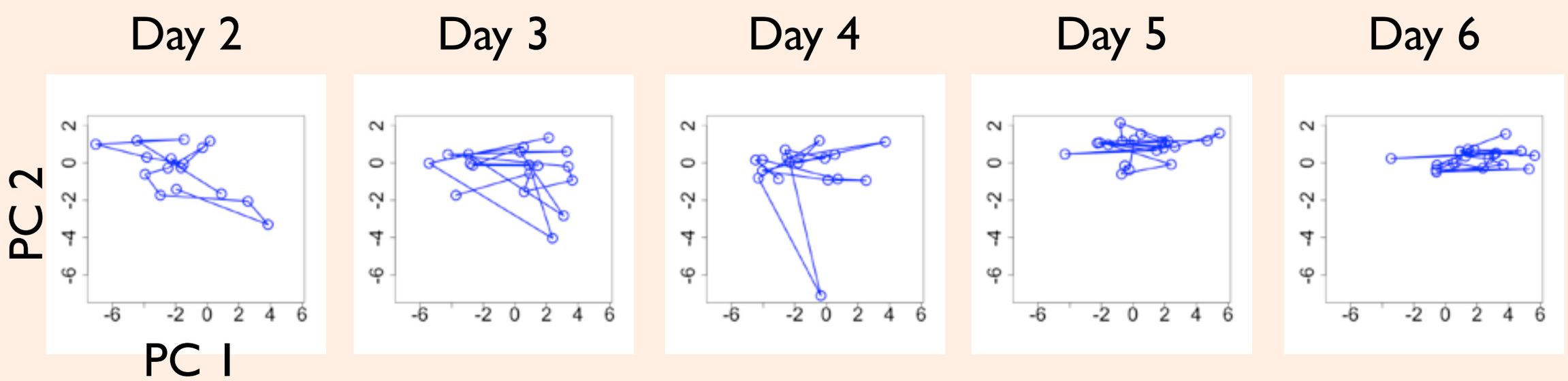
non-interactive condition

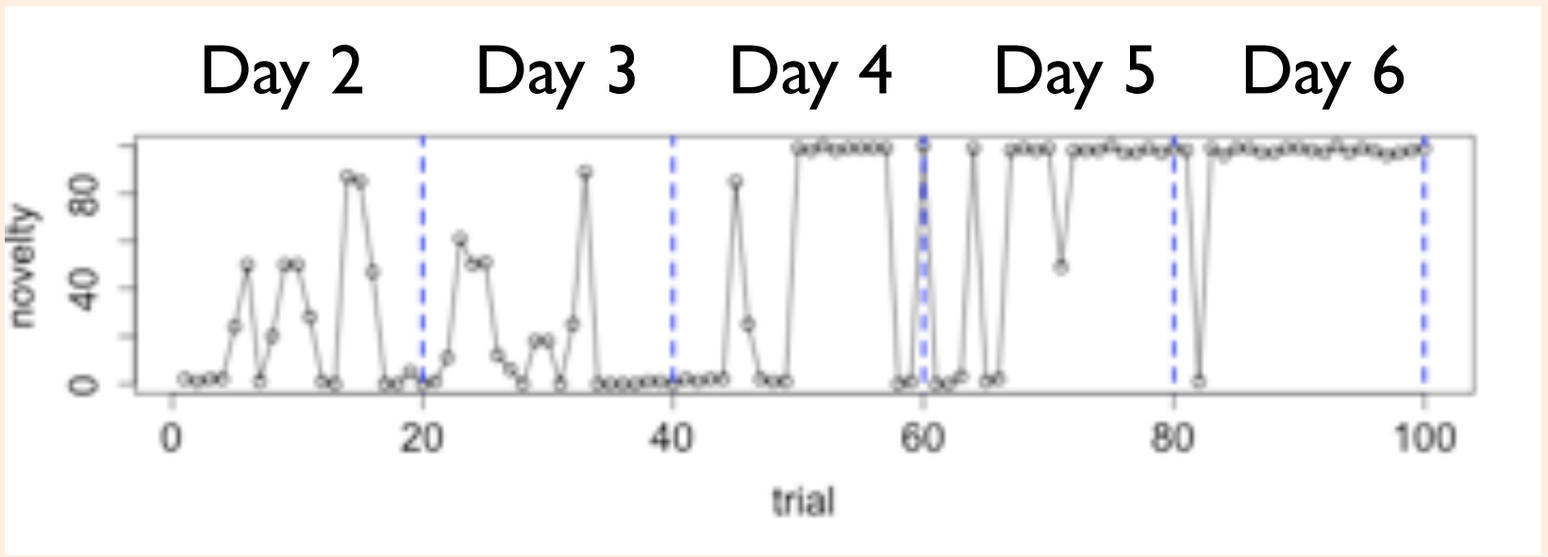
Day 2 | Day 3 | Day 4 | Day 5 | Day 6



ダンス創作

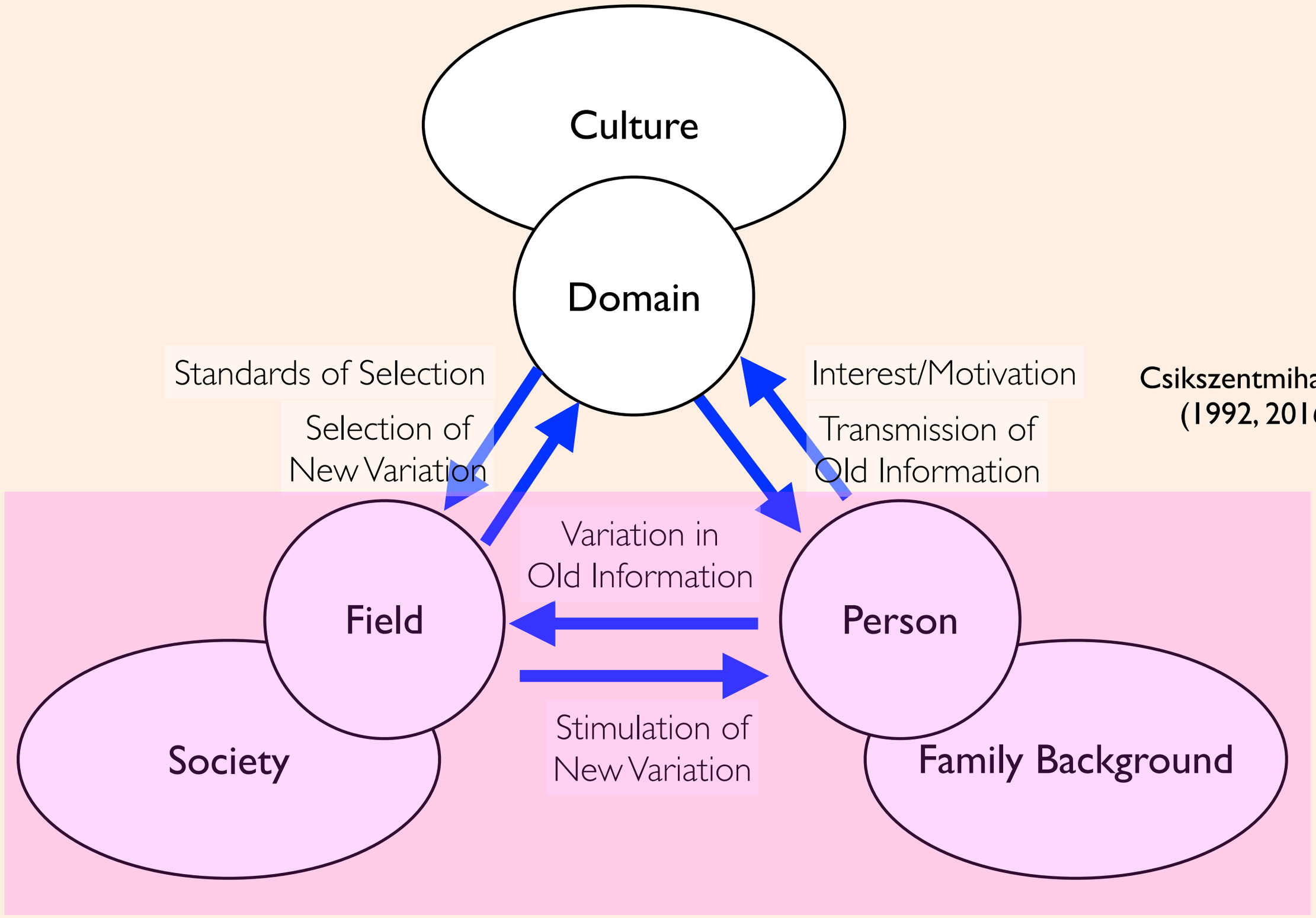
Interactive condition





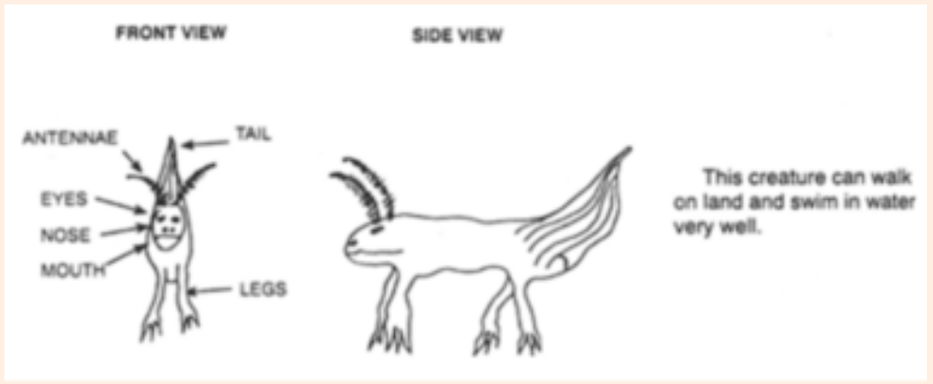
- 実施時の運動データをモーションキャプチャーシステムにより測定
- 運動データに主成分分析を実施し、説明力の高い2次元上で運動の特徴を表現（Kadone & Nakamura, 2007）

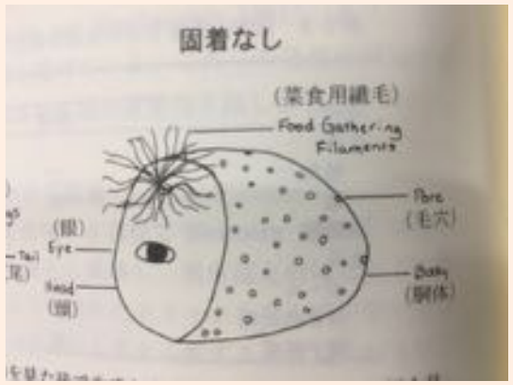
Systems Model of Creativity



Csikszentmihayli (1992, 2016)

他者との相互作用への着目



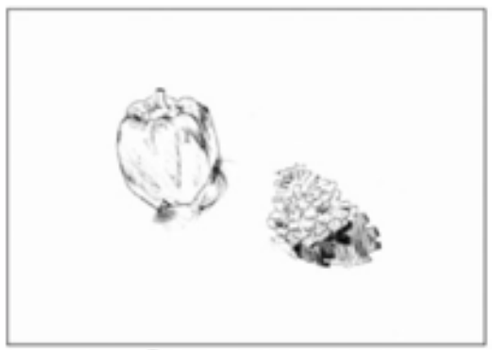


	Condition			
	Control		Examples	
	M	*SD*	*M*	*SD*
Toys				
No. of toys	2.82	1.06	2.90	1.31
Ball	.11	.23	.31	.35
Physical	.23	.28	.39	.34
Electronic	.30	.64	.35	.33
Overall conformity	.22	.23	.35	.23
Creatures				
No. of creatures	2.95	1.18	3.08	.94
Antennae	.05	.18	.17	.24
Tail	.15	.28	.37	.30
Four legs	.14	.24	.19	.23
Overall conformity	.11	.18	.24	.17
*n**	44		50	

*Number of subjects for each group.

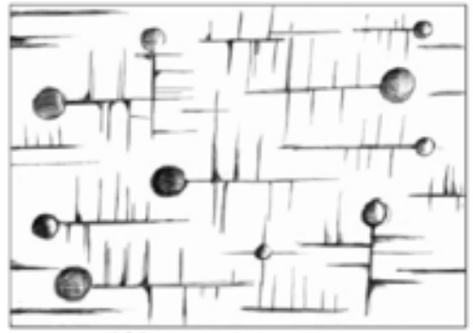
- 他者の創造物に触れることによる影響（e.g., Smith et al., 1993）
  - Constraining effects（固着効果）
  - 他者の創造物に依拠したプロダクトの創造
- 創造性に対してネガティブな影響？

他者との相互作用への着目



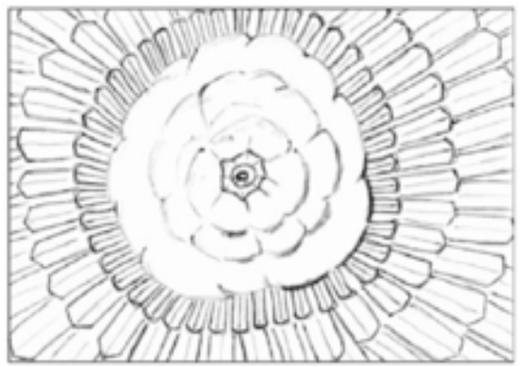
(A) ① Realistic sketch

モチーフ



(G) Model drawing
(a spiny woodcock)

模写（見本）



(F) ⑥ Combined pattern

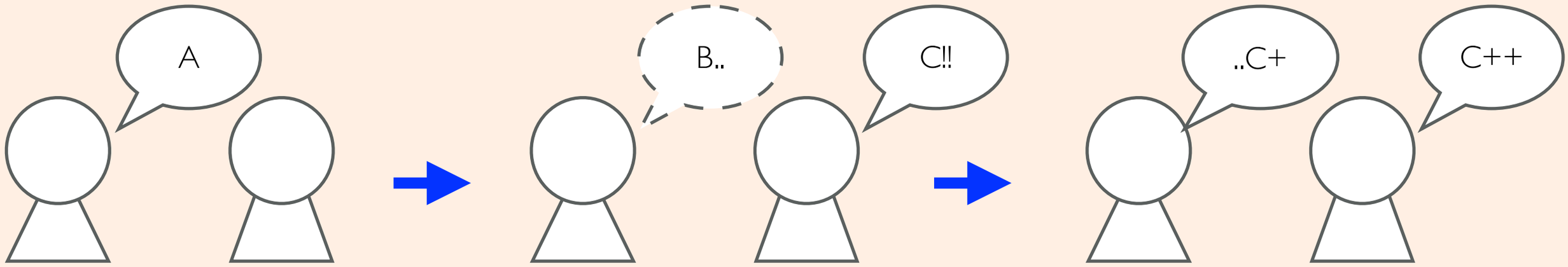
作品

Table 1
Mean (*SD*) scores of the subscale by expert rating

	Creativity	
	Pre-test	Post-test
Copy	8.7 (0.8)	11.4 (1.9)
Control	9.2 (1.6)	9.3 (2.0)
Reproduction	10.2 (2.1)	10.8 (1.1)

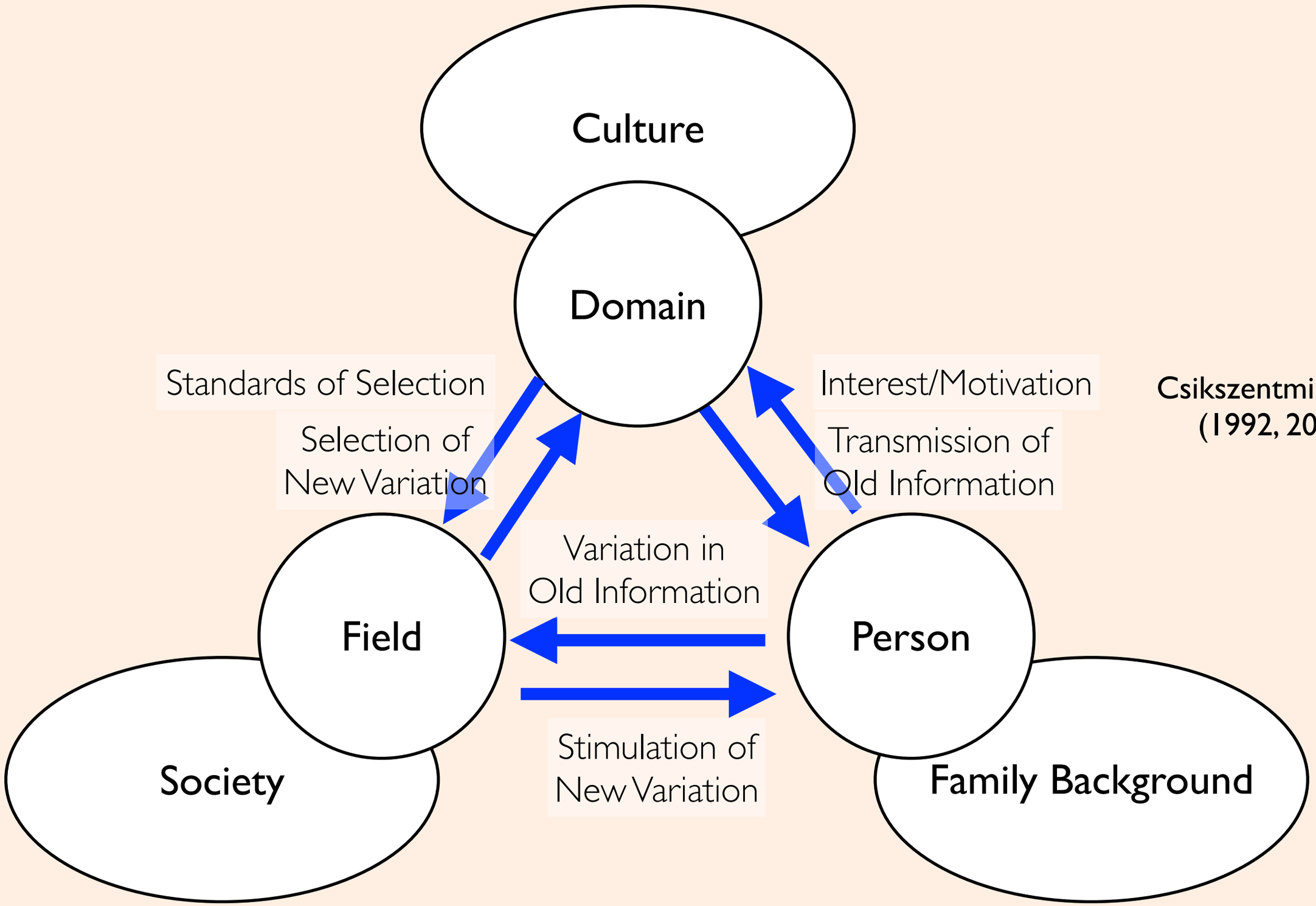
- 他者の創造物に触れることによる影響（e.g., Okada & Ishibashii, 2017）
  - 模写・長時間に渡る観察
  - 他者の創造物を発展させたプロダクトの創造
  - 創造性評価の上昇
- 創造性に対してポジティブな影響？

Situated Creativity



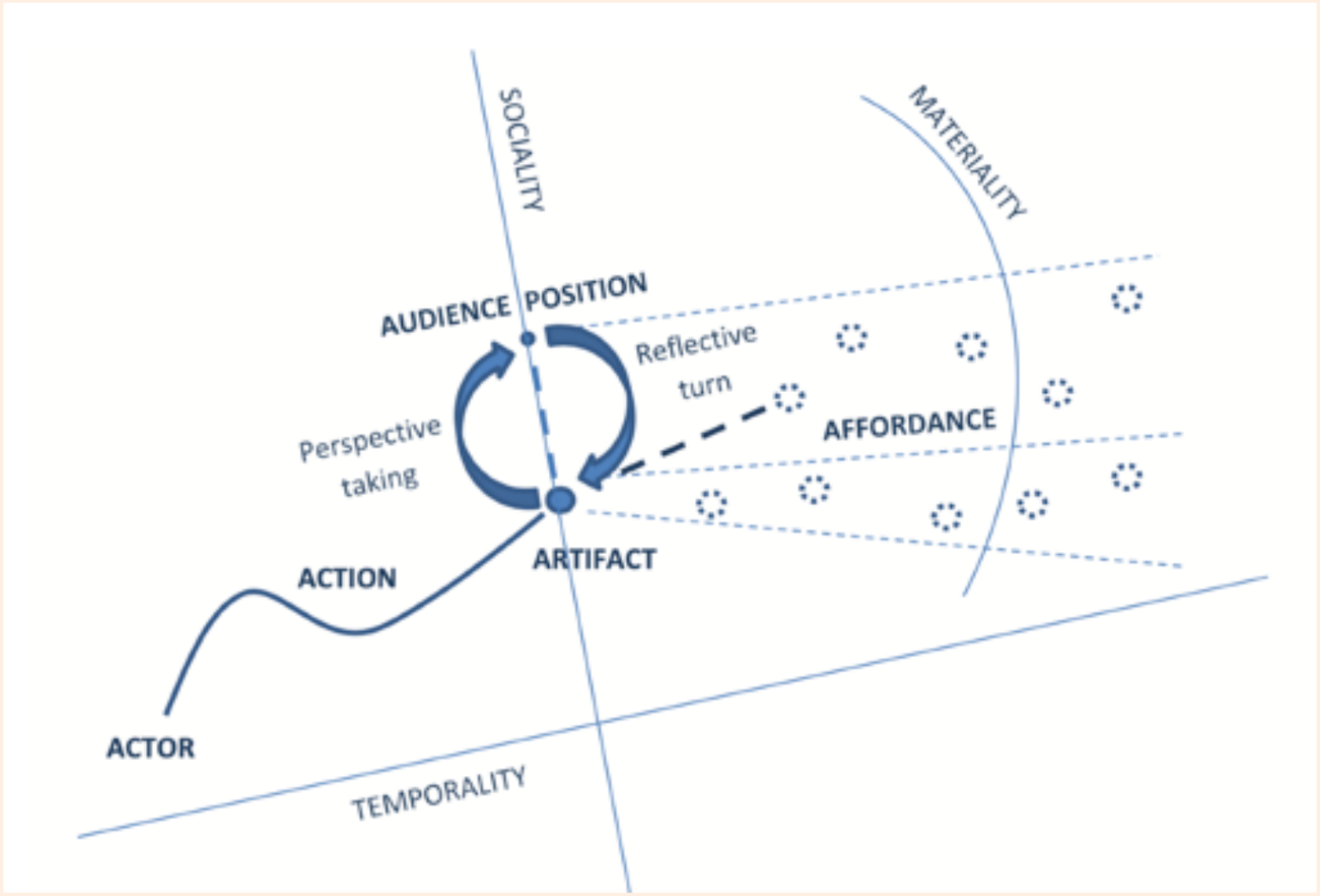
- 演劇の創作場面（e.g., Sawyer, 2006）
- 他者とのその場のやり取りを通した即興的な創作過程
  - 互いにやり取りを重ねる中で意図しない方向へ作品が展開する
  - その展開を利用した創造的な過程
  - 2名による予期しない方向への共創
- 心理学における状況主義アプローチの生起・流行（1980年代後半）

Systems Model of Creativity



Csikszentmihayli (1992, 2016)

5 A’s Approach



Glaveanu (2011)

- 他者、環境、社会との関係性（e.g., Csikszentmihalyi, 1999; Glaveanu, 2013）
- ５A: Actor-Action-Artifact-Audience-Affordance
- 創造性：上記の関係性の中から創発される

What is *Creativity*?

How do we acquire/achieve *it*?

How do we teach *it*?