

胚性詞仮説

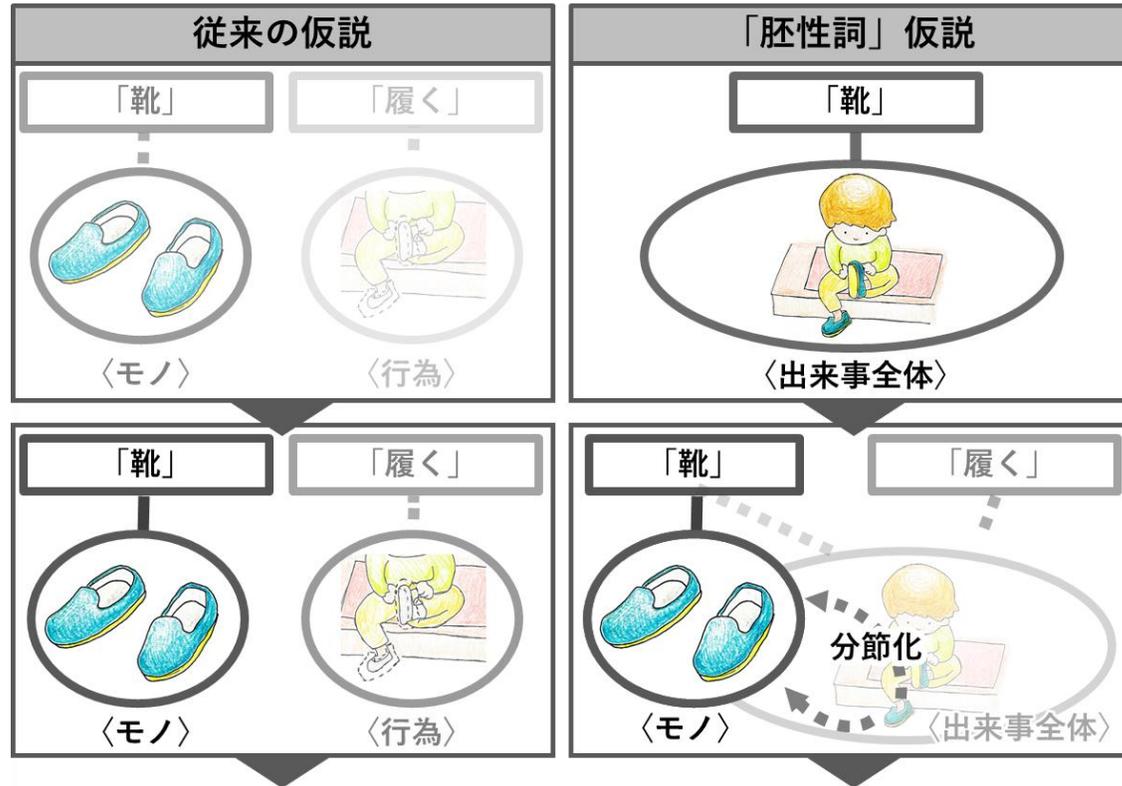
H.Hagihara, M. Sakagami Journal of Experimental Child Psychology 190 104710 2020

H.Hagihara, H.Yamaomoto, Y.Moriguchi, M.Sakagami, Cognition 226 105177 (2022)

水谷天智^B, 萩原広道^C, 山本寛樹^D,
京大情報^B 東大国際高等研^C, 北陸先端大^D,

ダイナミックシステムアプローチ

E.テーレン, L. スミス
発達へのダイナミックシステム・アプローチ 新曜社



アトラクター（散逸構造）の形成と分岐という文脈で人の発達を記述する

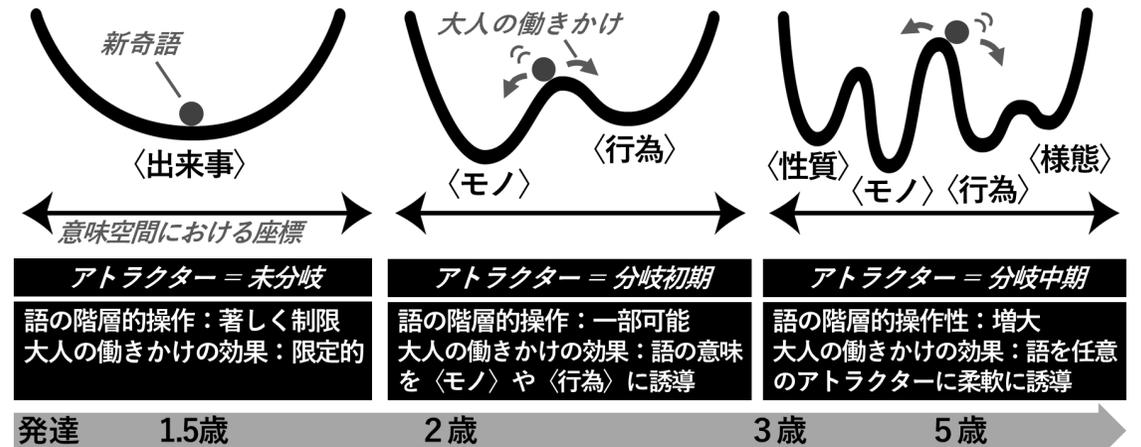


図1 語の意味分化 (=アトラクターの分岐) の発達模式図

月齢：16～30, 3646名
5520回分

縦断データ
1349名, 3223回分

月齢	人数	調査回数	人数
16	956	1	2297
17	273	2	1053
18	442	3	185
19	328	4	56
20	274	5	26
21	203	6	16
22	200	7	4
23	262	8	2
24	583	9	3
25	333	10	3
26	181	11	1
27	195		
28	797		
29	198		
30	295		

CDI の22分類と語彙数

A～V で 680 語

no	22分類	語彙数
1	a-sounds	12
2	b-animals	43
3	c-vehicles	14
4	d-toys	18
5	e-food_drink	68
6	f-clothing	28
7	g-body_parts	27
8	h-household	50
9	i-furniture_rooms	33
10	j-outside	31
11	k-places	22

no	22分類	語彙数
12	l-people	29
13	m-games_routines	25
14	n-action_words	103
15	o-descriptive_words	63
16	p-time_words	12
17	q-pronouns	25
18	r-question_words	7
19	s-locations	26
20	t-quantifiers	17
21	u-helping_verbs	21
22	v-connecting_words	6



名詞



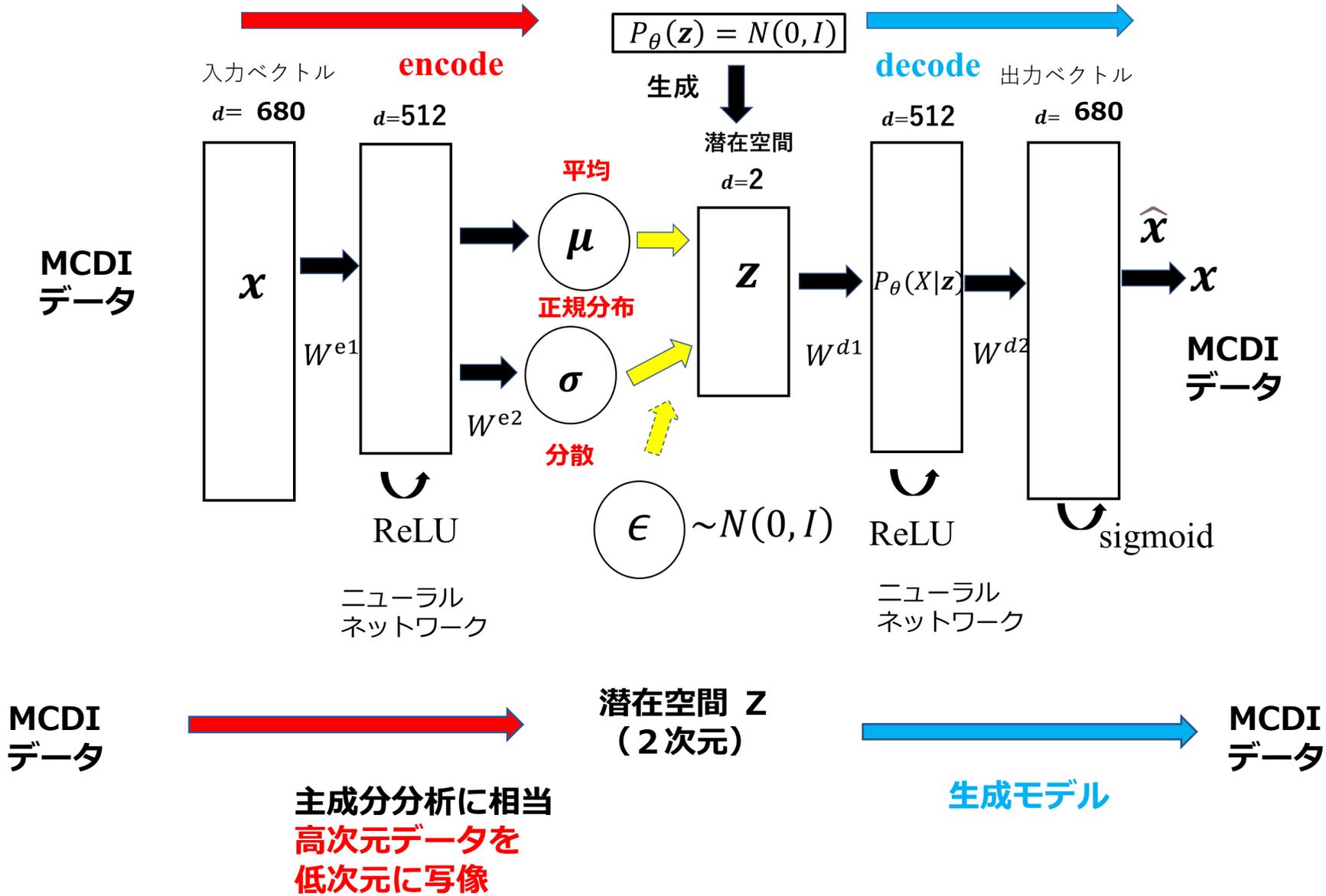
動詞・形容詞



sound

前回（日本語）171名, 187回分
 胚性詞実験とスケールエラー実験におけるJCDIs データ

Variational AutoEncoder (VAE)による解析

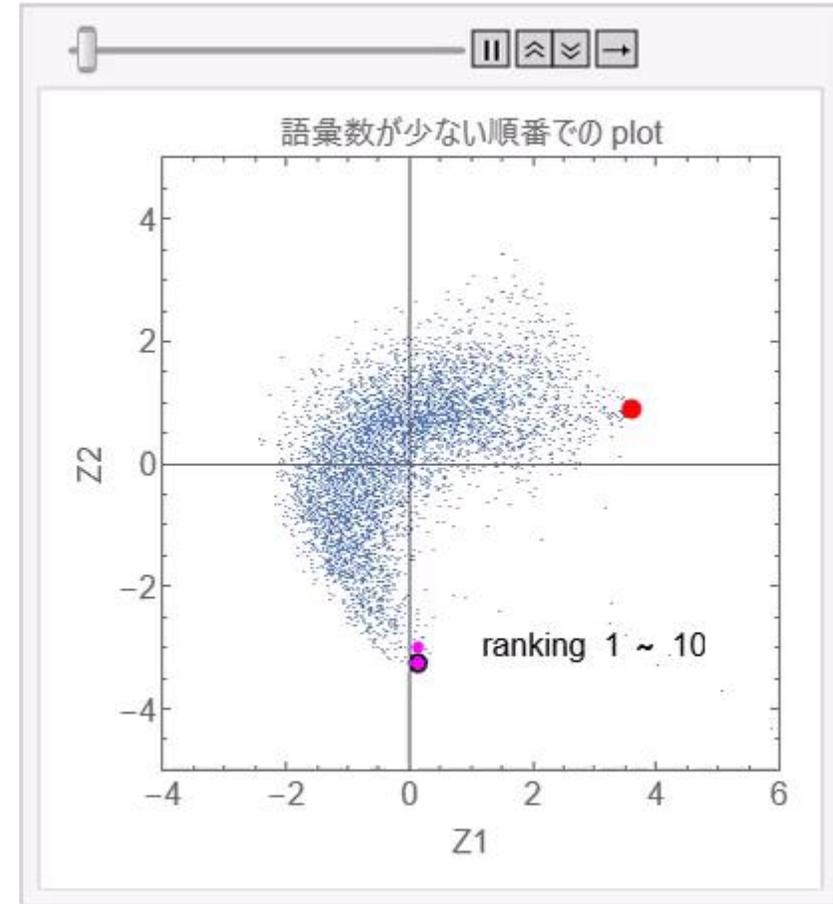
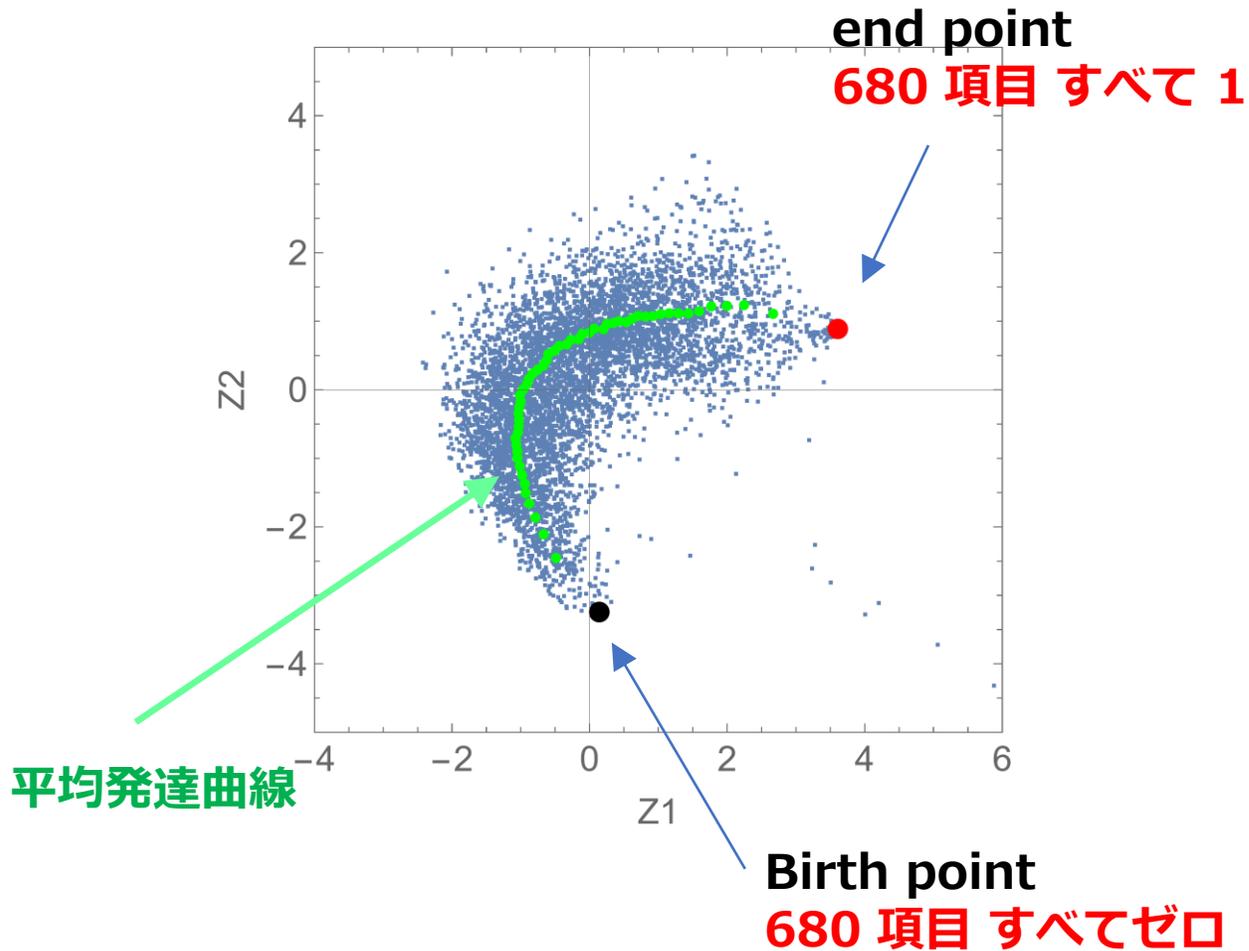


Encoder: MCDI 680項目 \rightarrow 2次元(μ 潜在空間) 発達を表す擬一次元構造

潜在空間 (2次元 μ) での、のべ5520名の分布

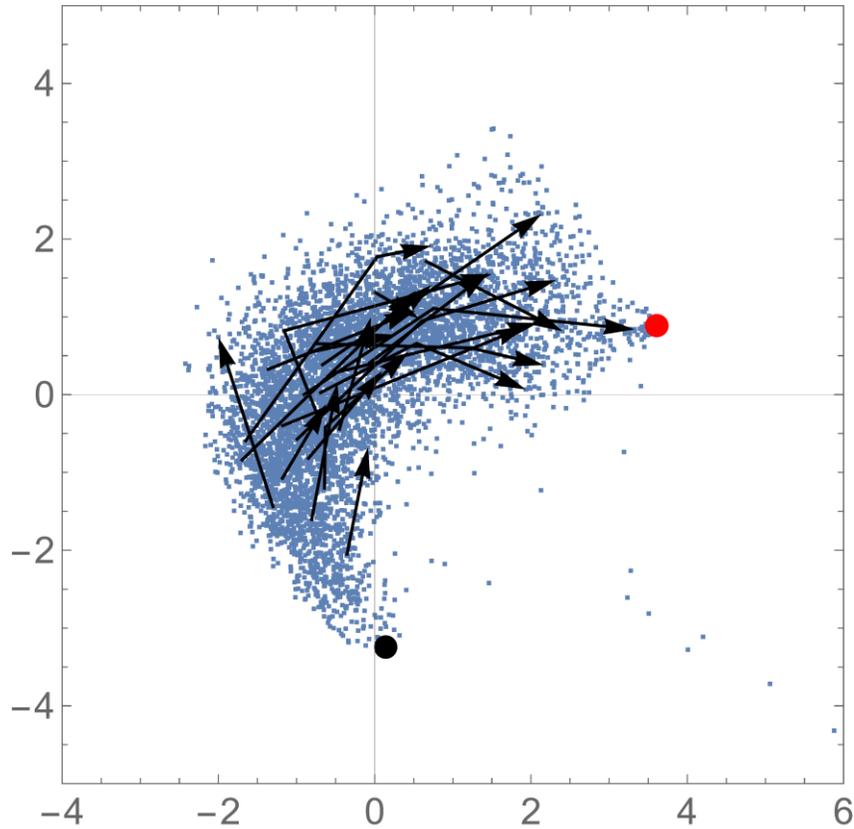
表出語彙数の順番に10名ずつプロット

擬1次元構造が存在 \rightarrow 表出語彙の発達

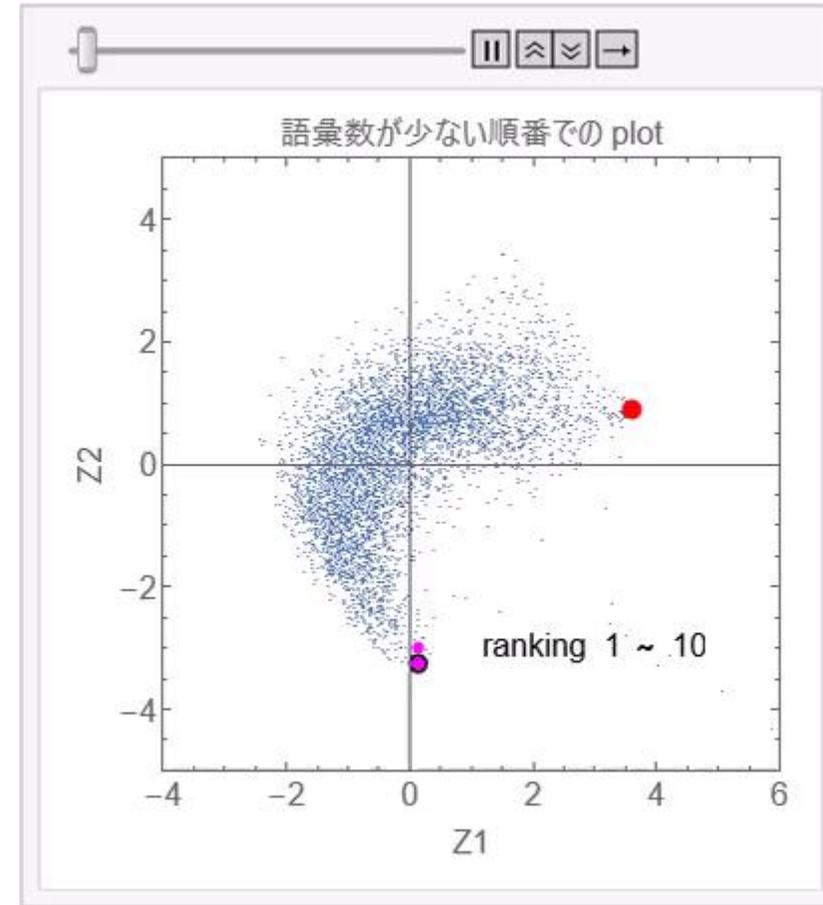


一次元構造に沿った発達 (表出語彙数の増加)

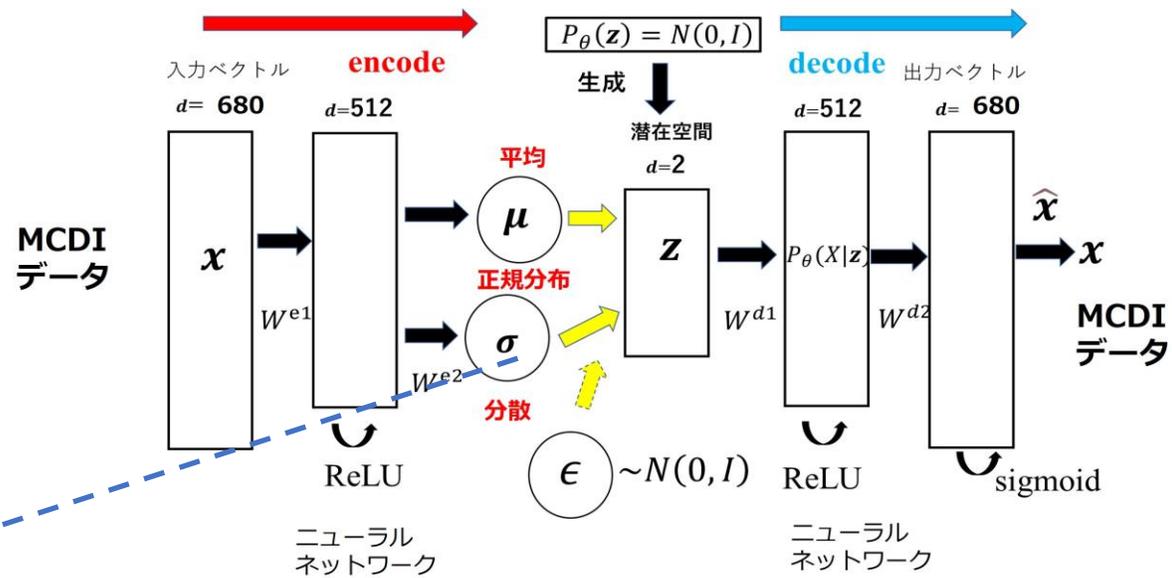
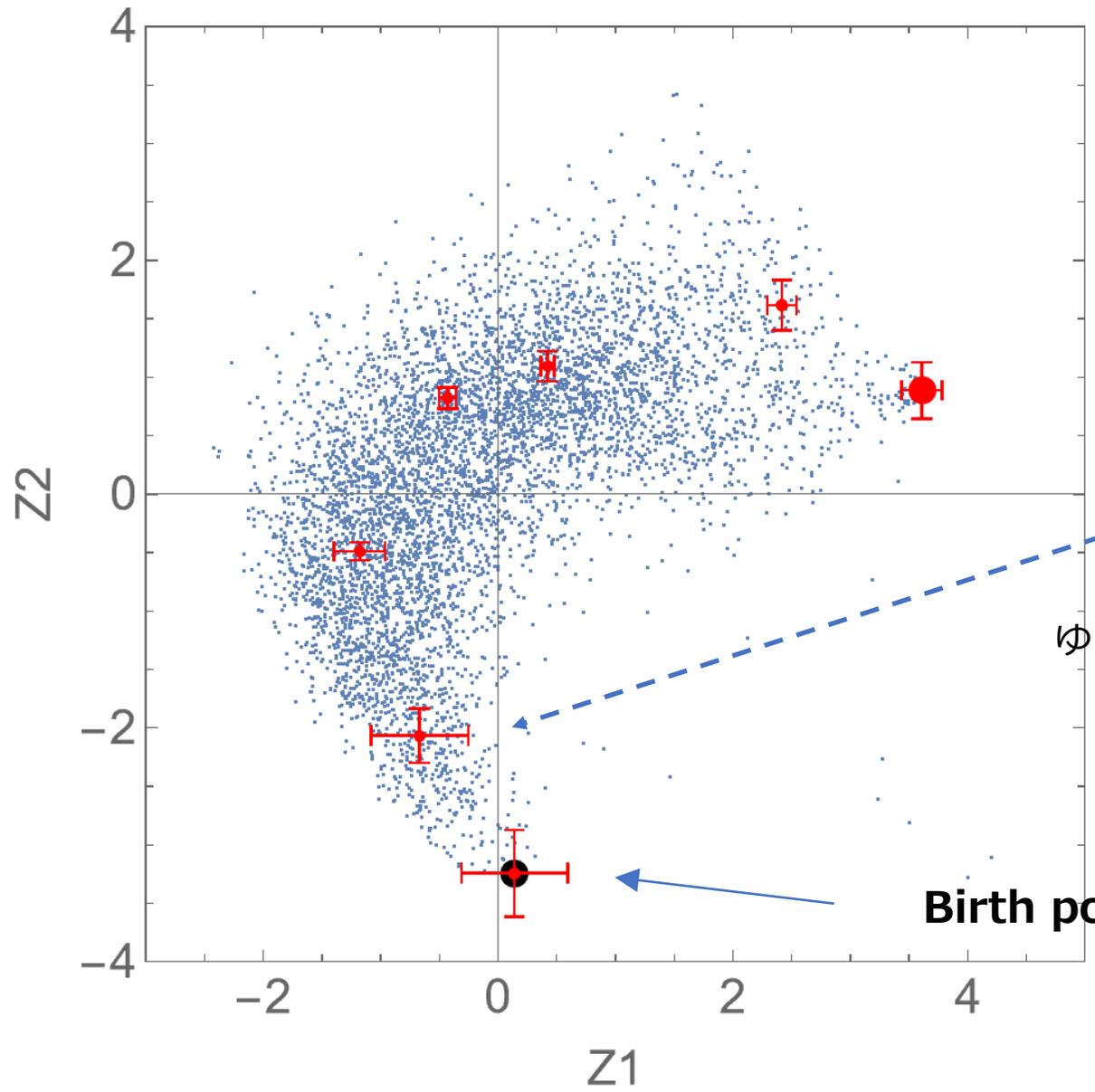
縦断データ (代表的23名) の発達
矢印 → 語彙数が増加する方向



表出語彙数の順番に10名ずつプロット



語彙発達の VAE 潜在空間での可視化 (Encoder)



Decoder により潜在空間の任意の点からMCDI 680次元データが生成できる

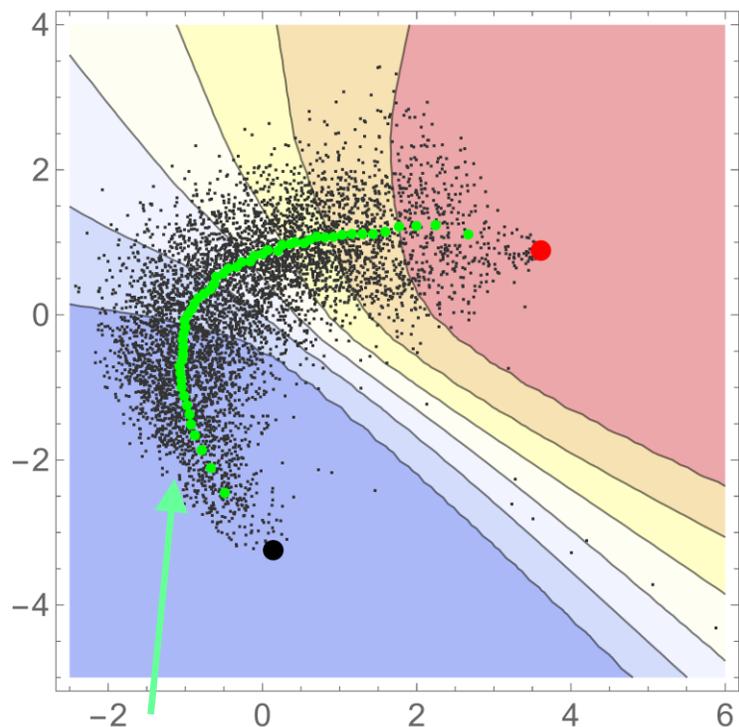
Birth point 680 項目 すべてゼロ



Decoder: 潜在空間（2次元） → MCDI 680項目を生成

VAE 生成モデル 潜在空間で入力データのない場所についても MCDIデータを生成できる

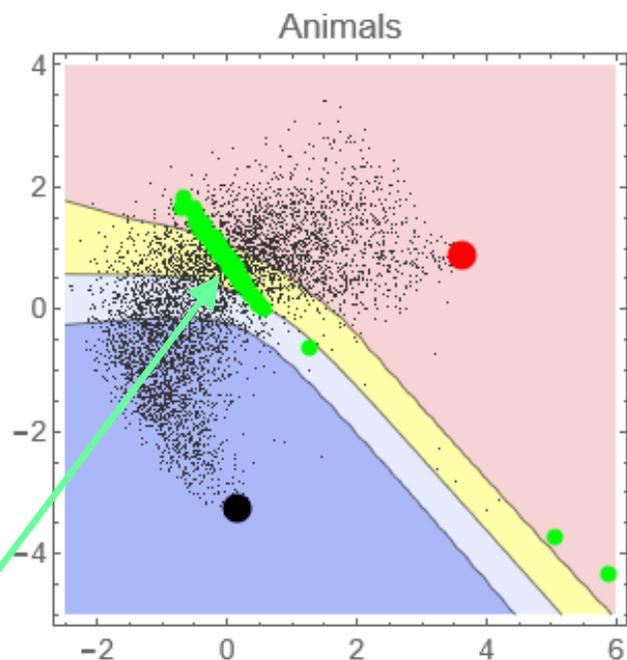
総語彙数の等高線



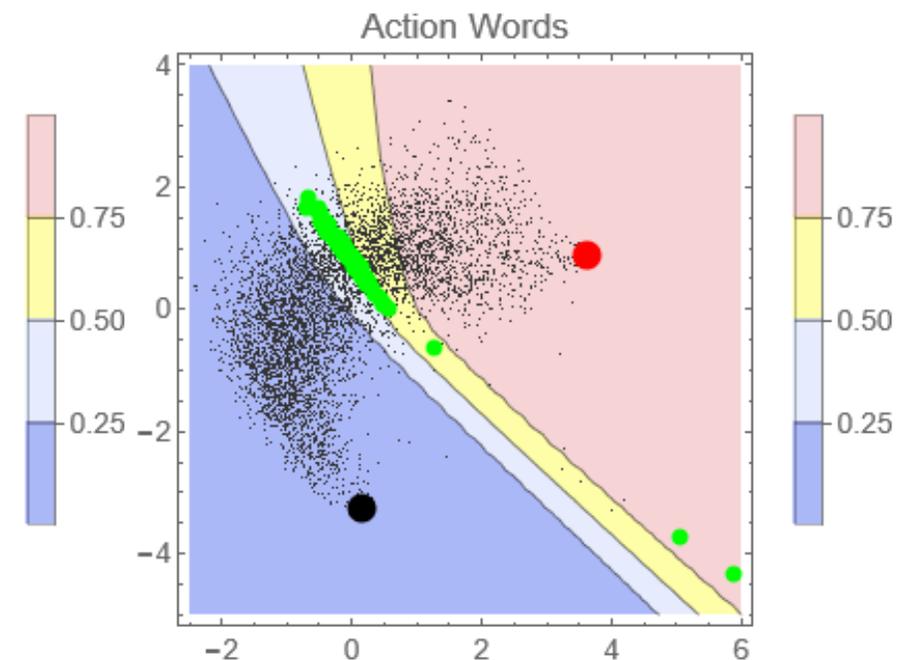
平均発達曲線

総語彙数330~350語のデータ点

名詞(animals)の表出確率



動詞の表出確率

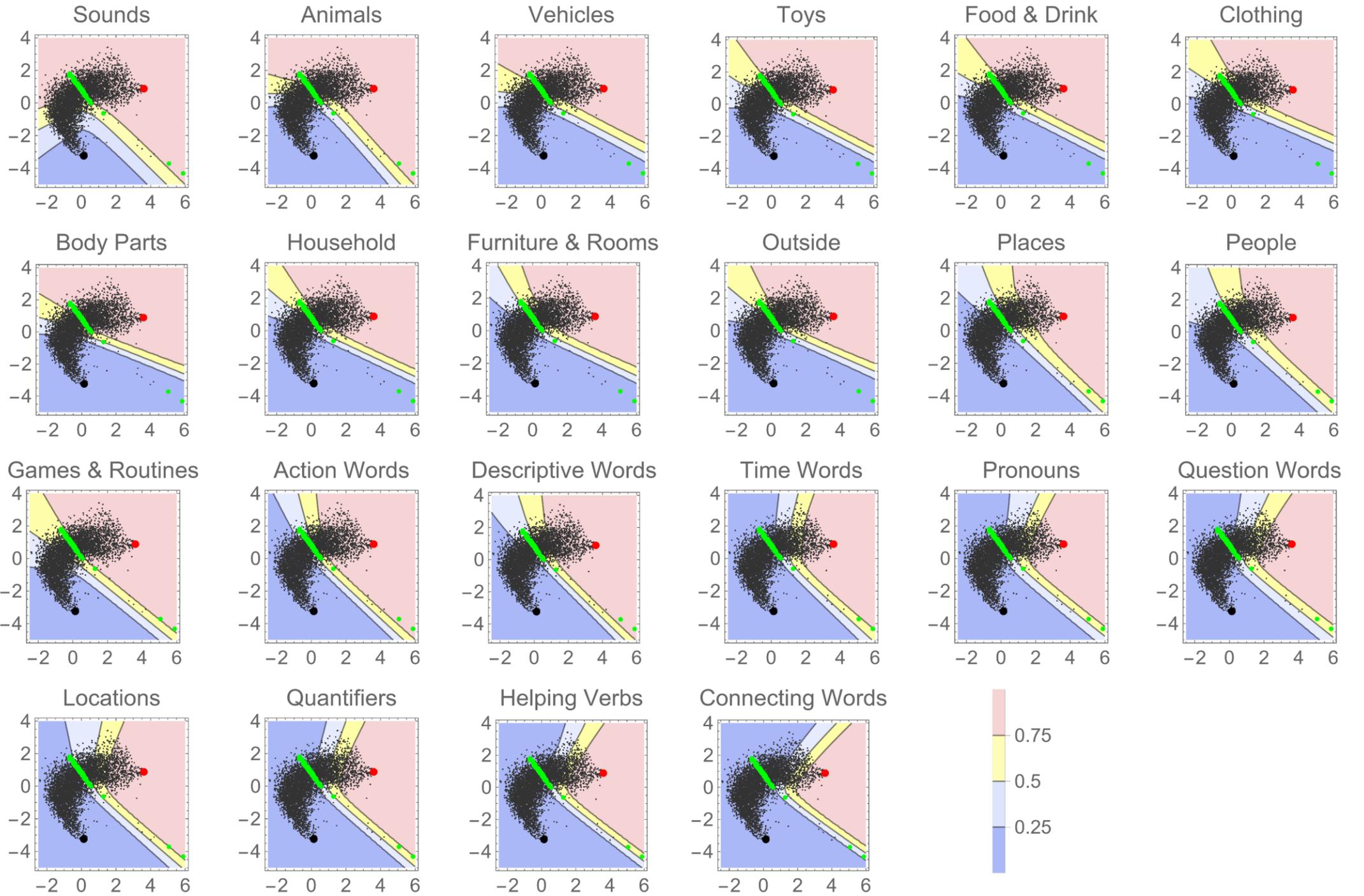


擬一次元構造の外側 名詞の発達が早い

擬一次元構造の内側 動詞の発達がやや早い

平均発達曲線上では、名詞が先に発達している

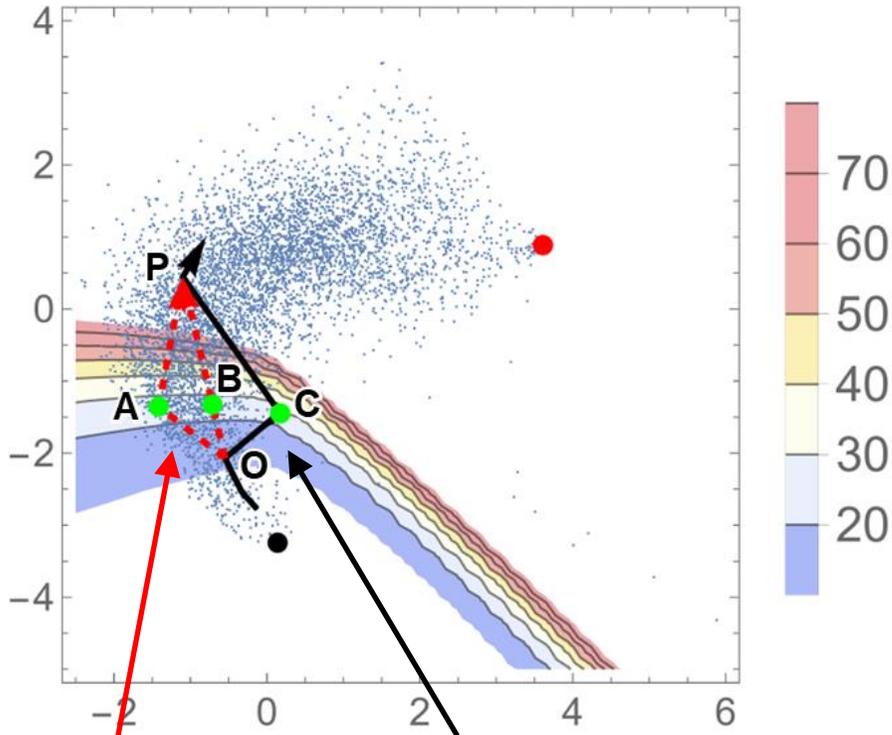
22カテゴリー の発達



Decoder: ケーススタディー

各発達経路における表出確率の増分が大きかった語彙項目 (上位10語)

実際の発達経路と仮想経路



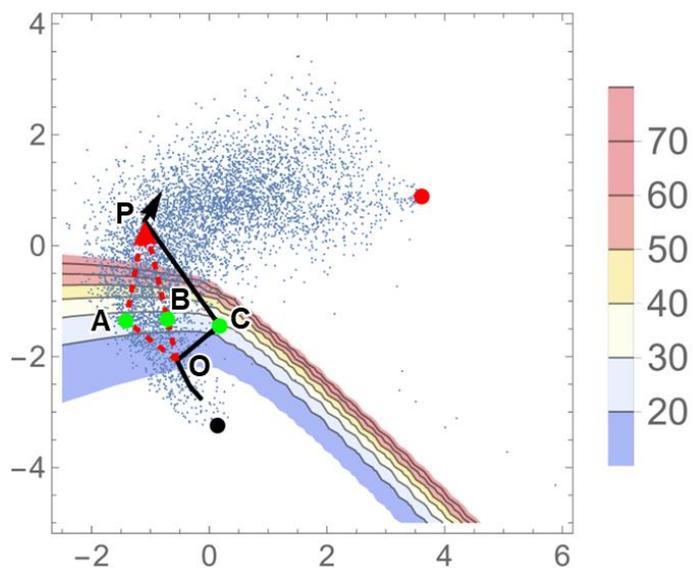
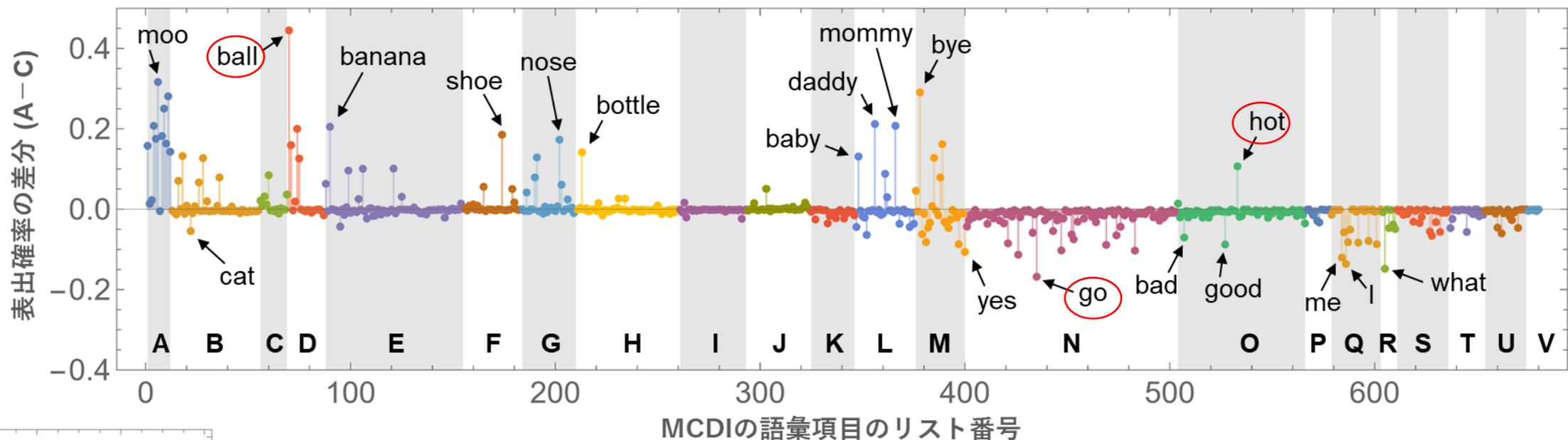
比較のための
仮想経路 (2種類)

ある幼児のデータ
(9回調査)

		O→A			O→B			O→C		
		外回り経路 (O→A)			中央経路 (O→B)			内回り経路 (O→C)		
順位	カテゴリー	語彙項目	表出確率の増分	カテゴリー	語彙項目	表出確率の増分	カテゴリー	語彙項目	表出確率の増分	
1	Toys	ball	0.526	Toys	ball	0.391	Action Words	go	0.225	
2	Games & Routines	bye	0.359	Clothing	shoe	0.280	Games & Routines	yes	0.204	
3	Clothing	shoe	0.339	Games & Routines	no	0.265	Games & Routines	thank you	0.177	
4	Sounds	moo	0.328	People	baby	0.254	Sounds	ouch	0.170	
5	Games & Routines	no	0.307	Games & Routines	bye	0.254	Pronouns	me	0.167	
6	Sounds	woof woof	0.299	Games & Routines	hi	0.200	People	baby	0.164	
7	People	baby	0.296	Food & Drink	banana	0.199	Pronouns	mine	0.155	
8	Toys	book	0.280	Toys	book	0.199	Clothing	shoe	0.154	
9	Sounds	uh oh	0.279	People	grandm a*	0.186	Games & Routines	shh/shush/ hush	0.151	
10	Food & Drink	banana	0.266	Descriptive Words	hot	0.185	Question Words	what	0.149	

VAE 生成モデル 各経路でのMCDIデータをdecoder で生成

Decoder: A と C での各語の表出確率の差分

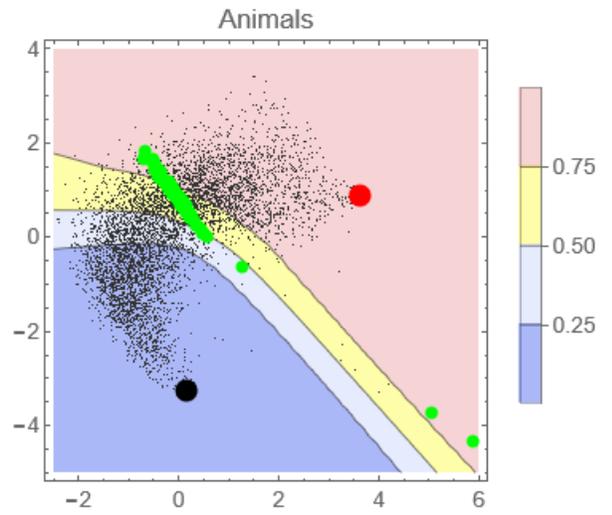
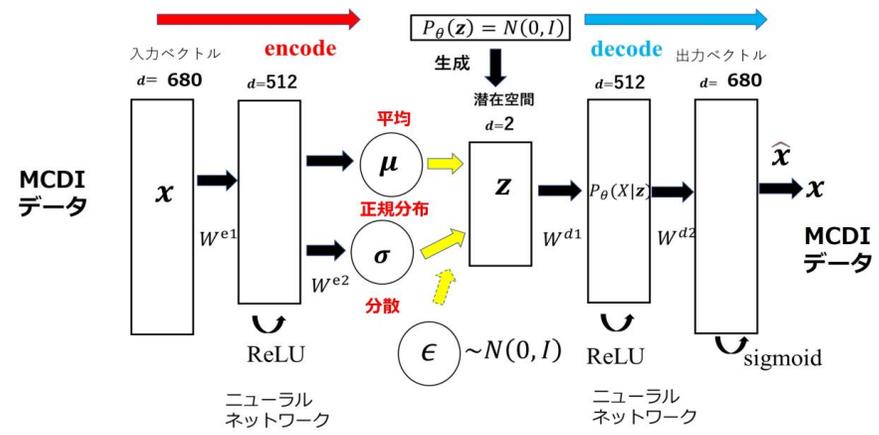
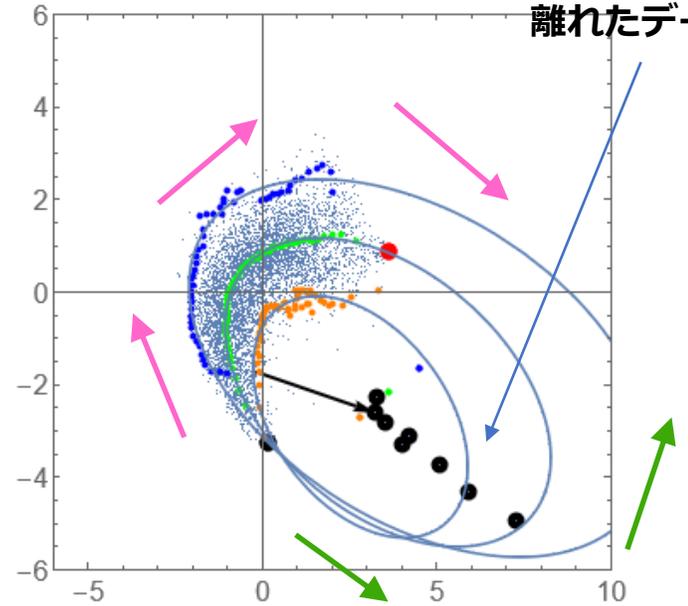


[図タイトル] MCDIを構成する各語彙項目の表出確率の差分

[キャプション] 外回り (O→A) の表出確率から、内回り (O→C) の表出確率を差し引いた。 A) Sounds, B) Animals, C) Vehicles, D) Toys, E) Food & Drink, F) Clothing, G) Body Parts, H) Household, I) Furniture & Rooms, J) Outside, K) Places, L) People, M) Games & Routines, N) Action Words, O) Descriptive Words, P) Time Words, Q) Pronouns, R) Question Words, S) Locations, T) Quantifiers, U) Helping Verbs, V) Connecting Words.

まとめとこれからの課題

擬一次元構造から離れたデータ



まとめ

1. のべ5520名のMCDI データ（英語）のVAE による解析
2. 18~30ヶ月の表出語彙の発達を記述するモデルが構築できた
3. 潜在空間, 擬一次元構造の意味: **外側 名詞優位 内側 動詞優位**

これからの課題

1. 行為アトラクター（反時計回り）の実証
2. 各680語の少数パラメーターでの特徴付け 品詞によらない分類
3. 中国語を含む多言語での解析と発達モデルの比較
4. 定型発達でない乳幼児データの収集と解析

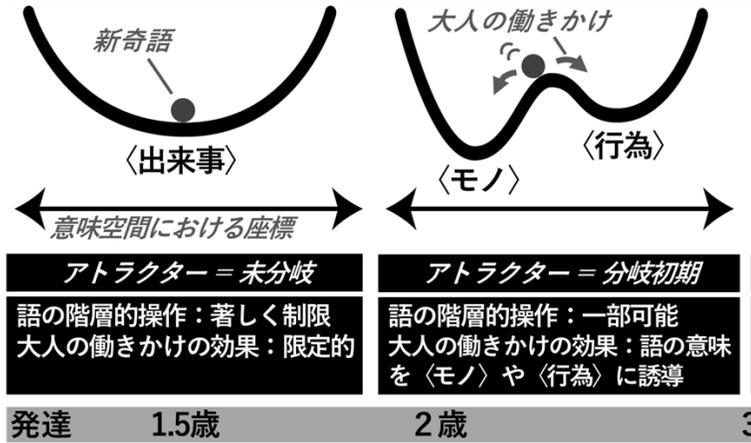
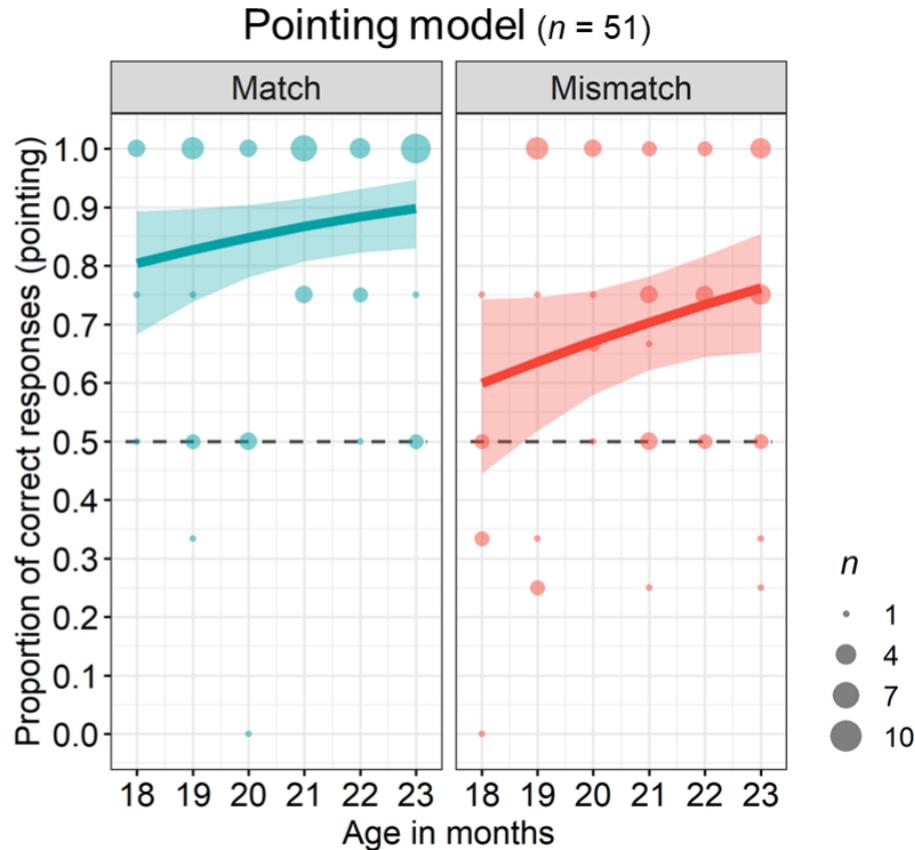


図1 語の意味分化 (=アトラクターの分岐) の発達模式図

選択されたモデル

月齢 × 条件の交互作用ナシ (= 主効果のみ) のモデル

指差し



〈モノ + 行為〉が一致の場合の語の意味判断

▶ 語の意味形成の程度を反映

Match condition

“Rubbing baskets”
vs. “Putting shoes on”

〈モノ〉 〈行為〉が不一致の場合の語の意味判断

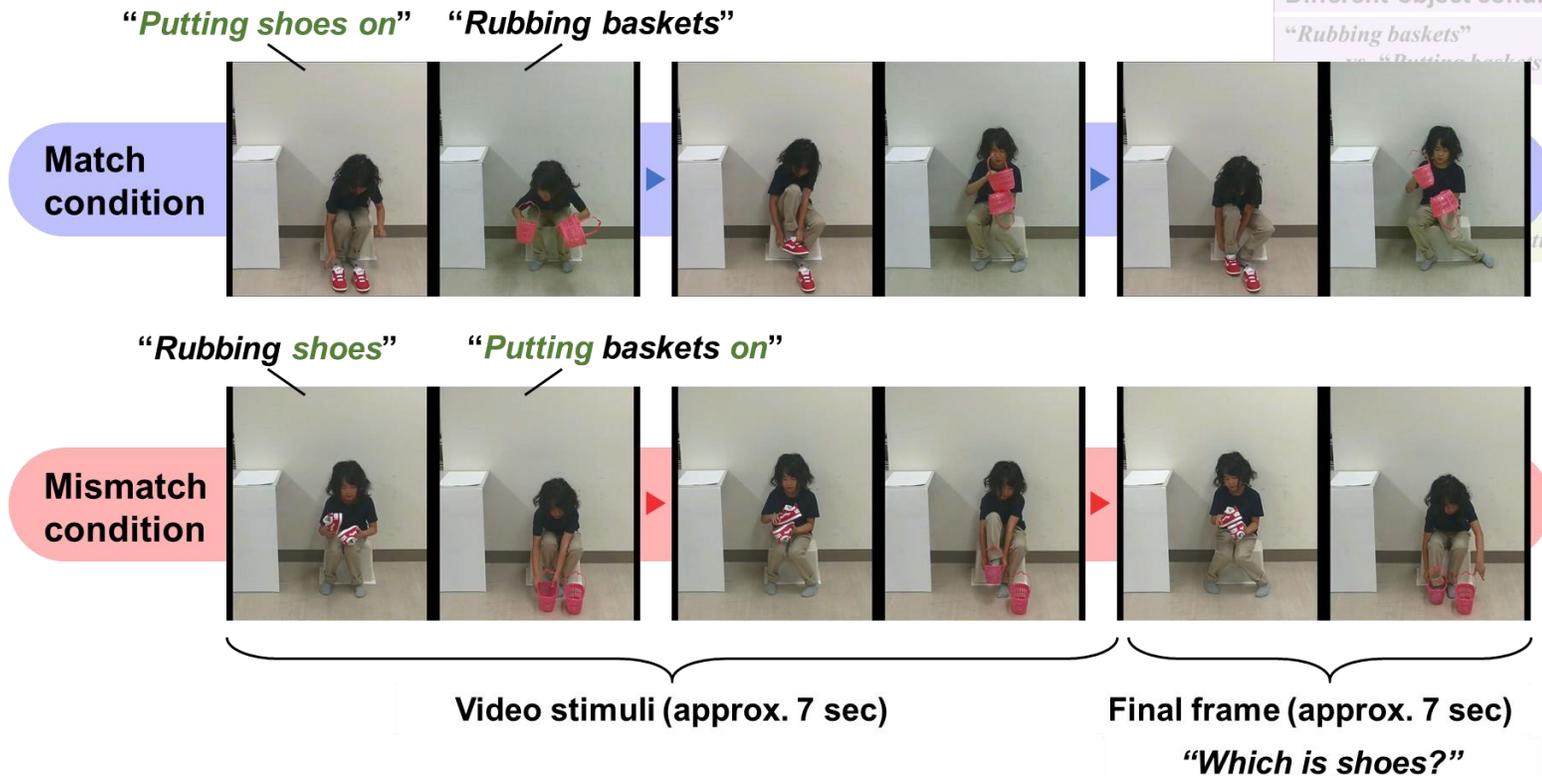
▶ 語の意味分化の程度を反映

Mismatch condition

“Putting baskets on”
vs. “Rubbing shoes”

Different-object condition

“Rubbing baskets”
vs. “Putting baskets on”



“Putting shoes on” *“Rubbing baskets”*

**Match
condition**



“Rubbing shoes” *“Putting baskets on”*

**Mismatch
condition**



Video stimuli (approx. 7 sec)

Final frame (approx. 7 sec)

“Which is shoes?”

“Putting shoes on” “Rubbing baskets”

Match condition



“Rubbing shoes” “Putting baskets on”

Mismatch condition



Video stimuli (approx. 7 sec)

Final frame (approx. 7 sec)

“Which is shoes?”