

Constructing language: a framework for explaining acquisition

Caroline F. Rowland¹, Gert Westermann², Anna L. Theakston³, Julian M. Pine⁴, Padraic Monaghan², and Elena V.M. Lieven³

1 Max Planck Institute for Psycholinguistics and Donders Institute for Brain, Cognition and Behaviour

2 Lancaster University

3 University of Manchester

4 University of Liverpool

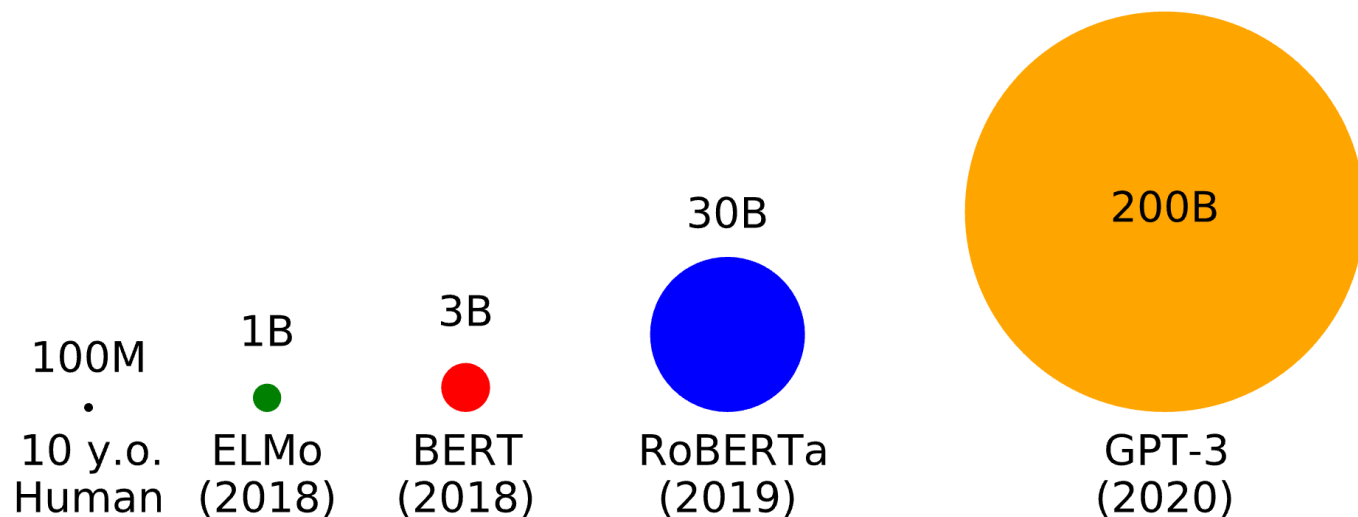
(Trends in Cognitive Sciences)

レビュー論文専門の論文誌
本論文もポジションペーパー的な内容

読み手：東京大学宮尾研究室 博士課程1年 神藤駿介

乳幼児の言語獲得： なぜ、人間はわずかな言語資源で自然言語を扱えるようになるのか

- 近年の自然言語処理システムは大規模化の一途を辿る [1]
- 一方、人間は遥かに少ない資源量で自然言語を扱えるようになる [2]
 - LLMほど知識豊富ではないかもしれないが
- かように効率的な乳幼児の言語獲得の機序はどうなっているのか？
 - それ自体が楽しい探求であり、応用面でも役に立つかもしれない



[1] Sutton (2019) bitter lesson
[2] Warstadt and Bowman (2022)

乳幼児の言語獲得： なぜ、人間はわずかな言語資源で自然言語を扱えるようになるのか

言語獲得研究の伝統的な方法論

- 乳幼児が「何を」知っているかを実験的に調べる
 - 行動実験、脳波分析、eye-trackingデータ、...
- しかしこれだけでは「どのように」それを獲得したか説明できない

乳幼児の言語獲得： なぜ、人間はわずかな言語資源で自然言語を扱えるようになるのか

言語獲得研究の伝統的な方法論

- 乳幼児が「何を」知っているかを実験的に調べる
 - 行動実験、脳波分析、eye-trackingデータ、...
- しかしこれだけでは「どのように」それを獲得したか説明できない

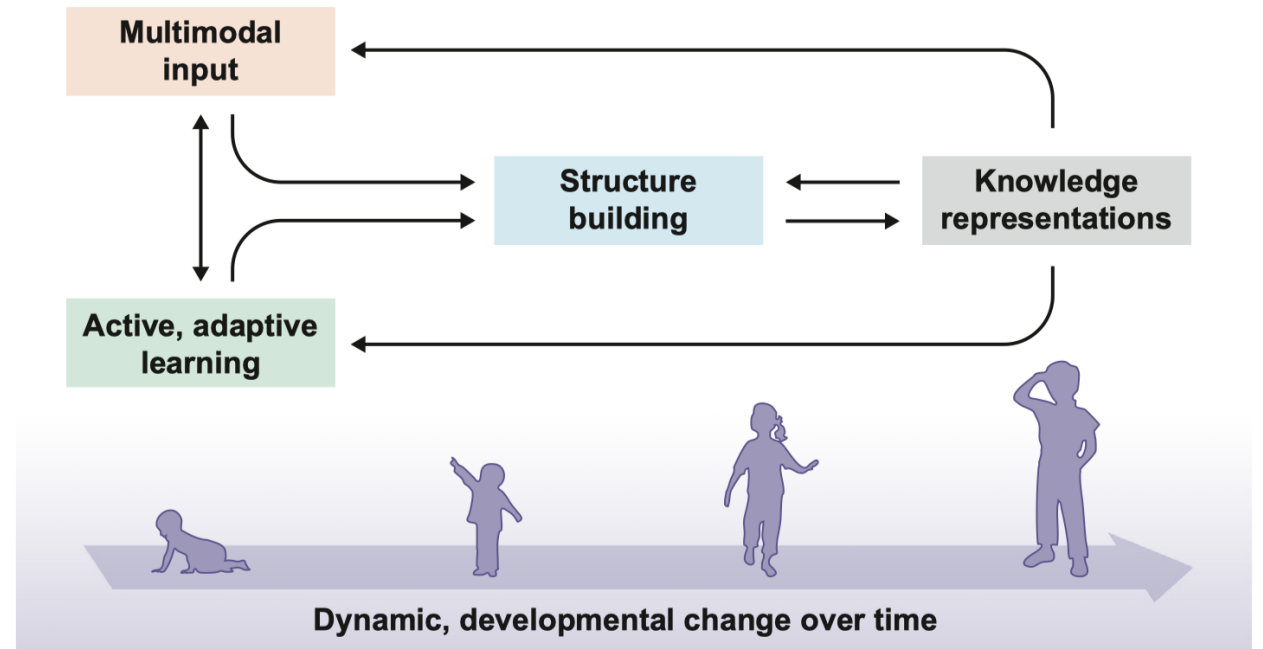
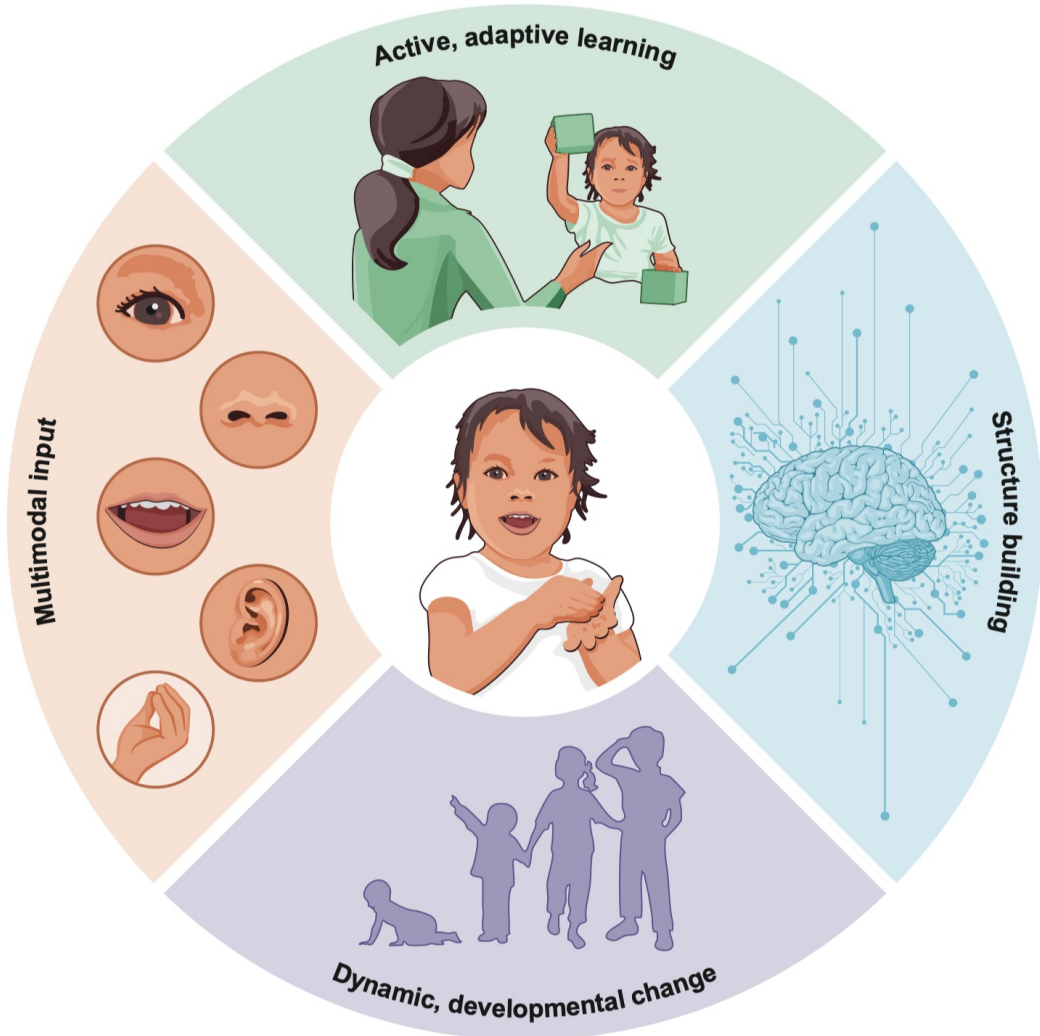
Constructivism



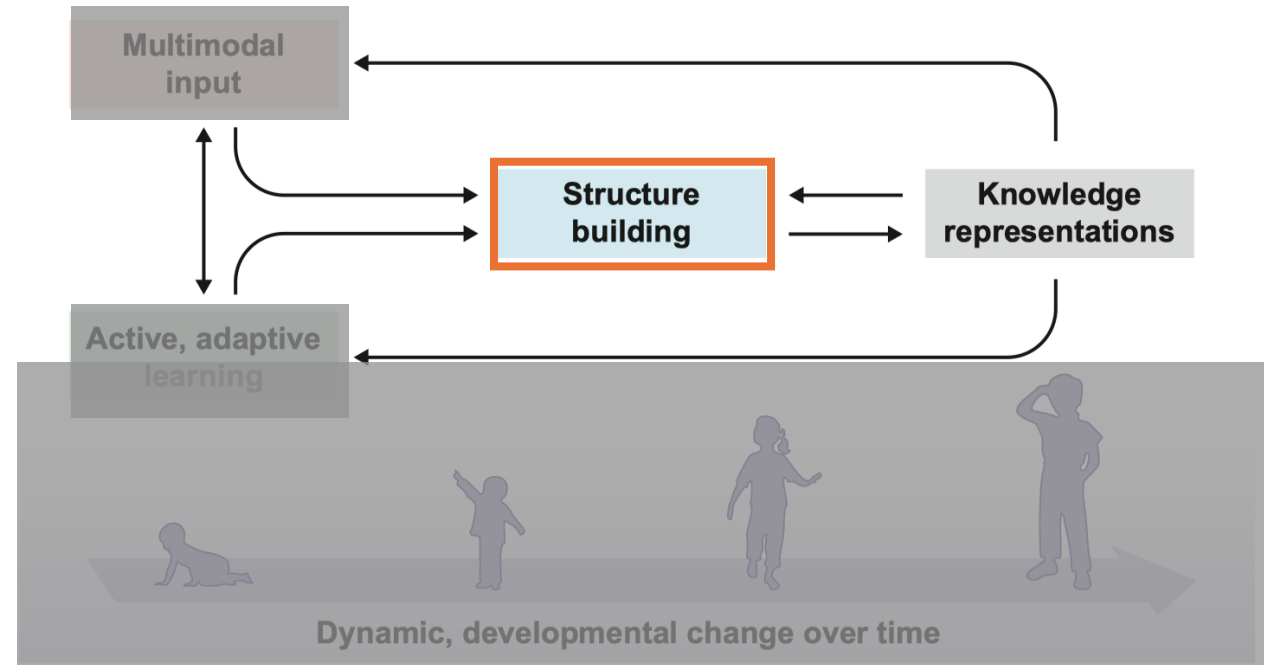
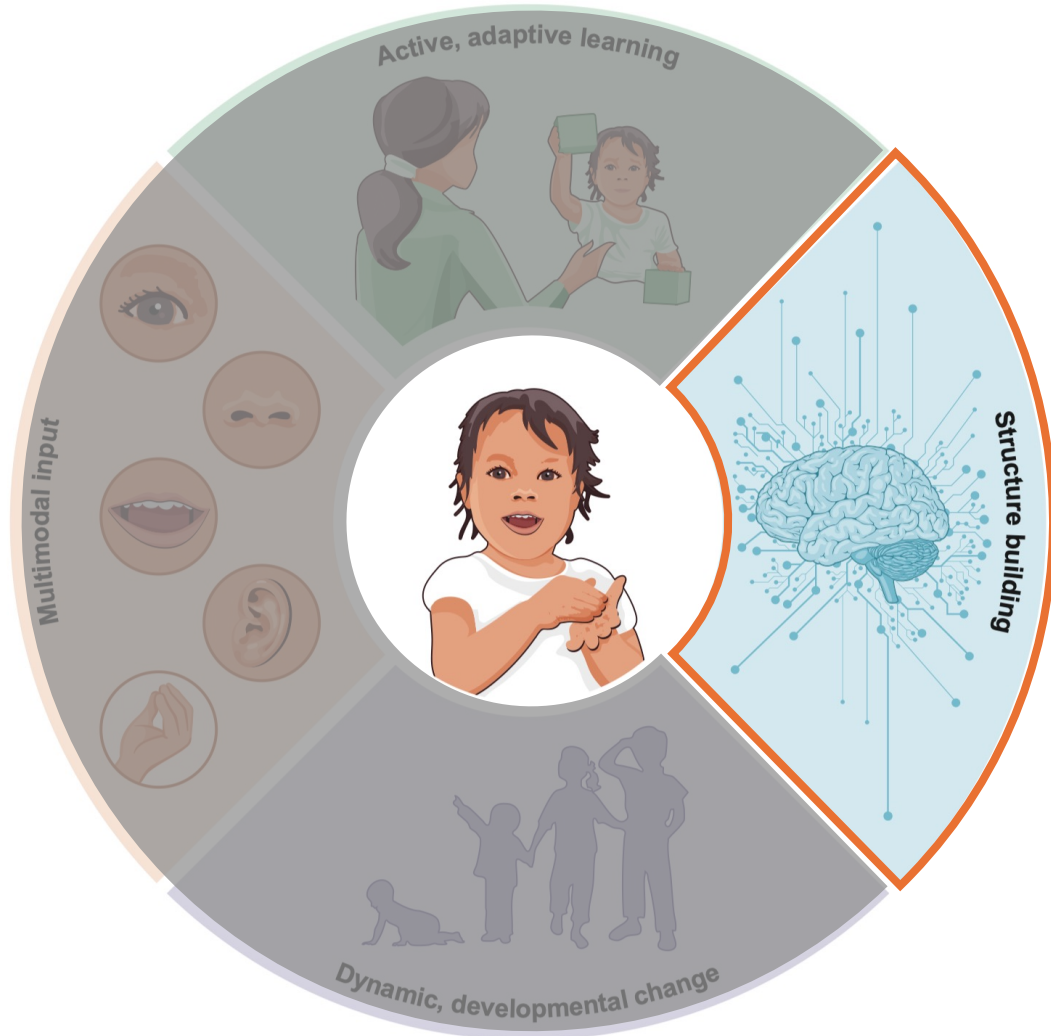
本研究：言語獲得の“構成主義的”理論のフレームワークを提案

- 構成主義：既存知識と経験を組み合わせ、言語知識を能動的に構築していく
- 伝統的な生得主義や経験主義とは異なる
 - 生得主義：知識は生まれつき備わっており、経験によって取捨選択される
 - 経験主義：生まれつきの知識など無く、全てが経験によって学習される

構成主義フレームワークを構成する四つの要素

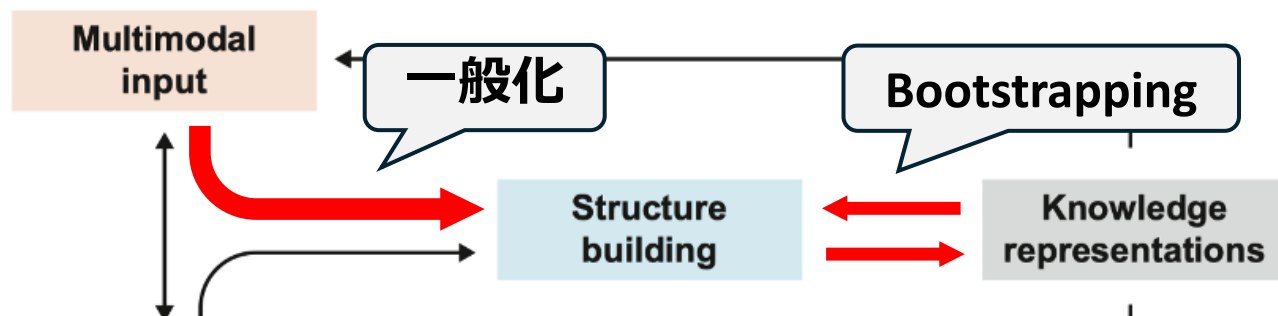


構成主義フレームワークを構成する四つの要素



Structure building

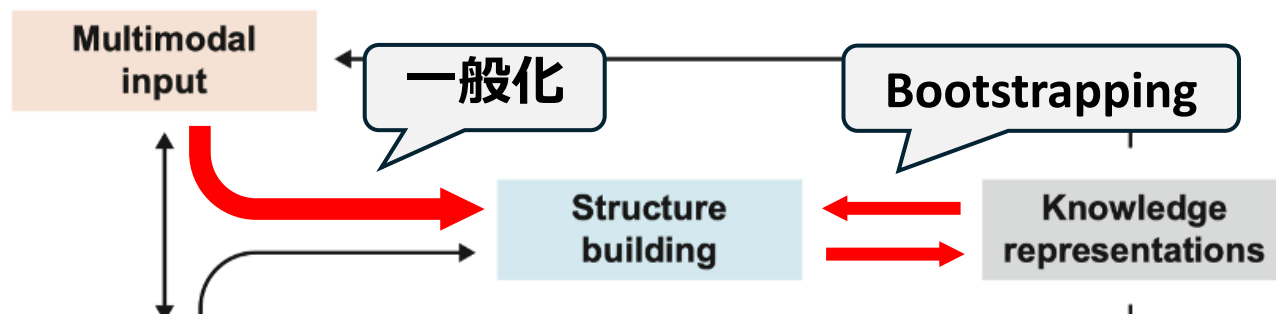
- Multimodal input 中にある法則を一般化し、新たな言語知識を長期記憶へ蓄積する
- 獲得した知識を利用して新たな知識を構築する
 - “Bootstrapping hypothesis”
- 例えば…
 - 音声 → (その言語の)音素の知識 [1]
 - 音声と視覚情報のマッピング → 単語の知識 [2]
 - 単語の分布や機能 → 品詞や意味 [3]



- [1] Feldman, N.H. et al. (2013)
- [2] Bhat, A.A. et al. (2022)
- [3] Brusini, P. et al. (2021)

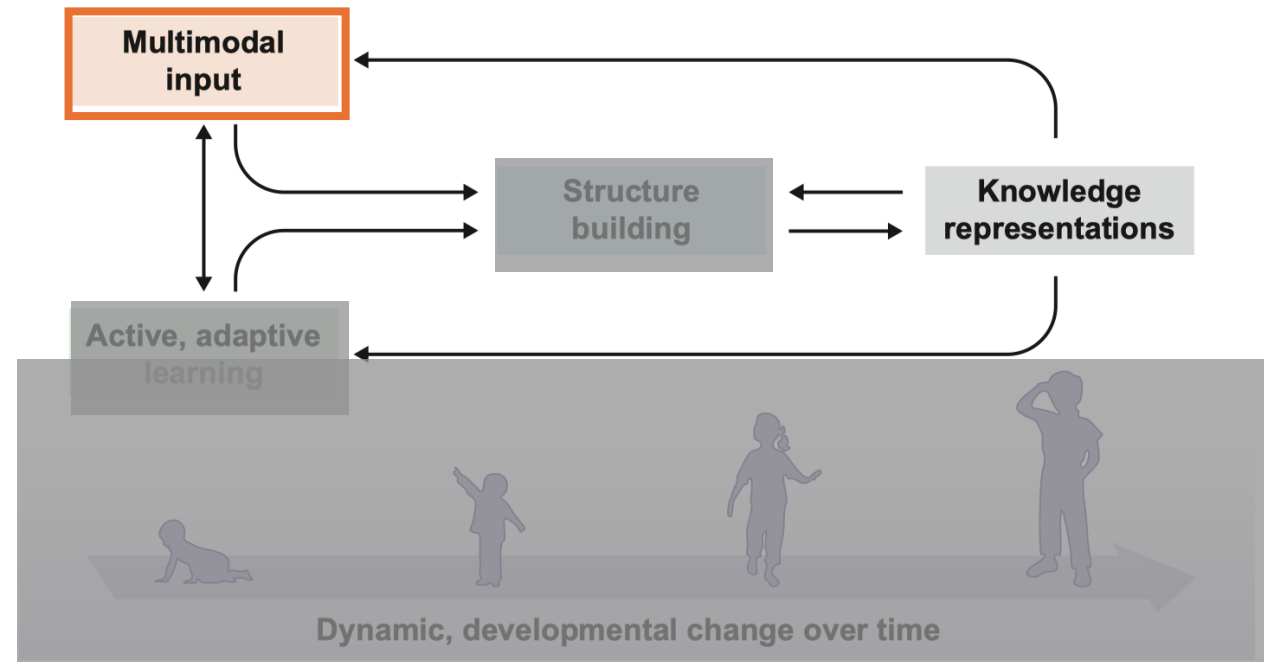
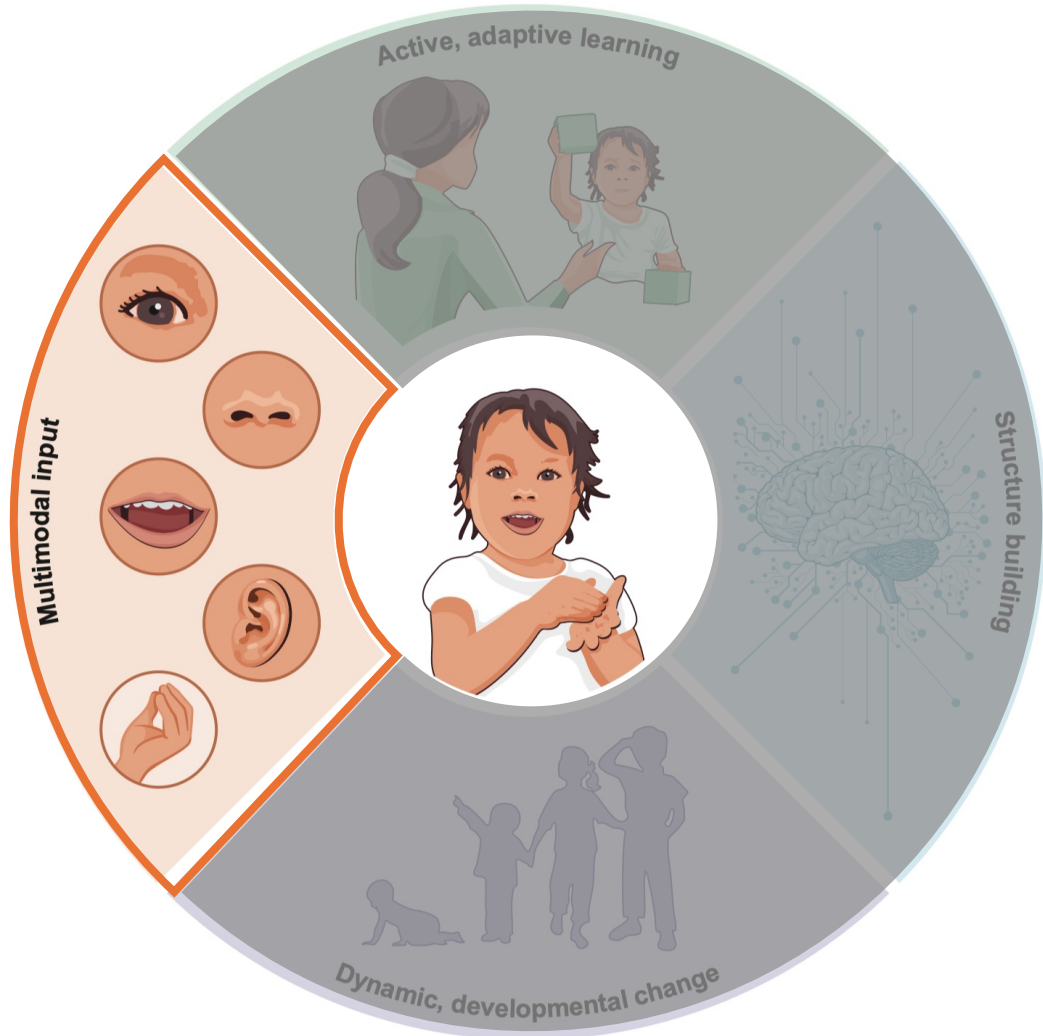
Structure building

- 構成主義の立場：“一般化”と“Bootstrapping”の能力は生得的
 - cf. 伝統的な生得主義「人間は生まれつき自然言語一般の知識を持っており、刺激に基づいて獲得対象言語の知識へと絞り込まれていく」
- さらに、ある種の“language-ready”な能力も生得的とみなす
 - 非言語音より音声を選好 [1]、パントマイムより手話を選好 [2]
 - cf. 伝統的な経験主義「言語特有の能力など無く、人間の一般的な能力が言語獲得を可能としている」



- [1] Vouloumanos, A. and Werker, J.F. (2007)
- [2] Krentz, U.C. and Corina, D.P. (2008)

構成主義フレームワークを構成する四つの要素

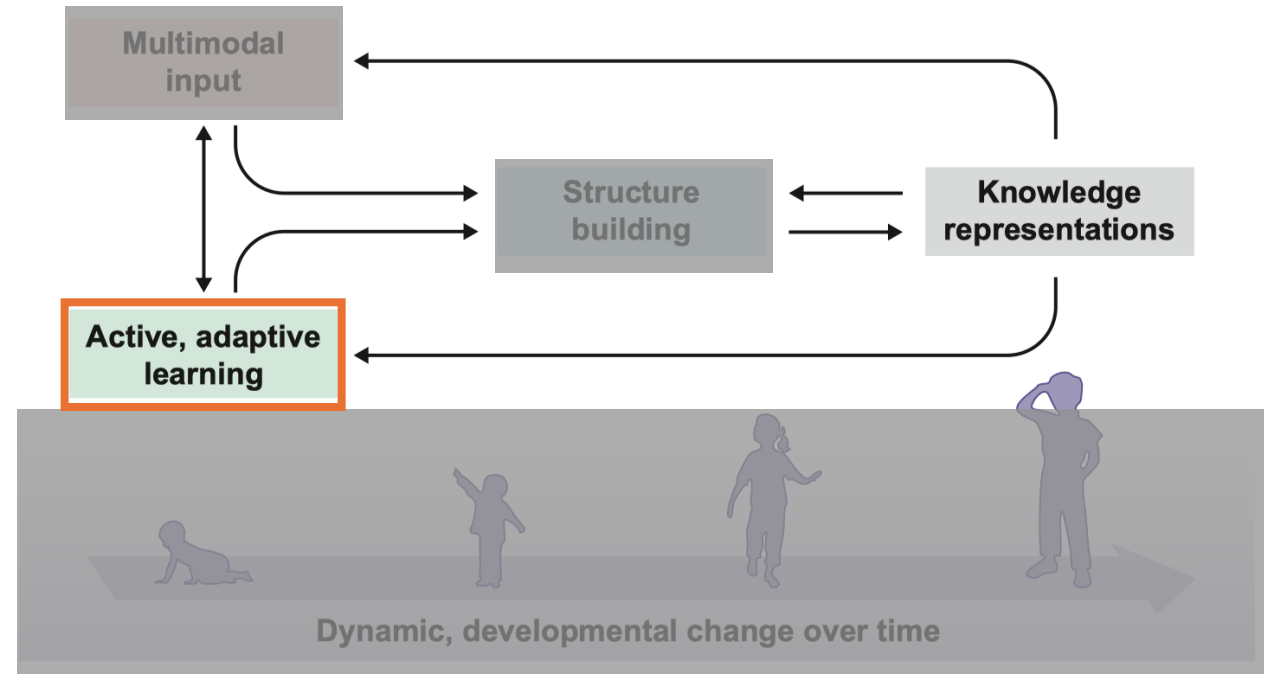
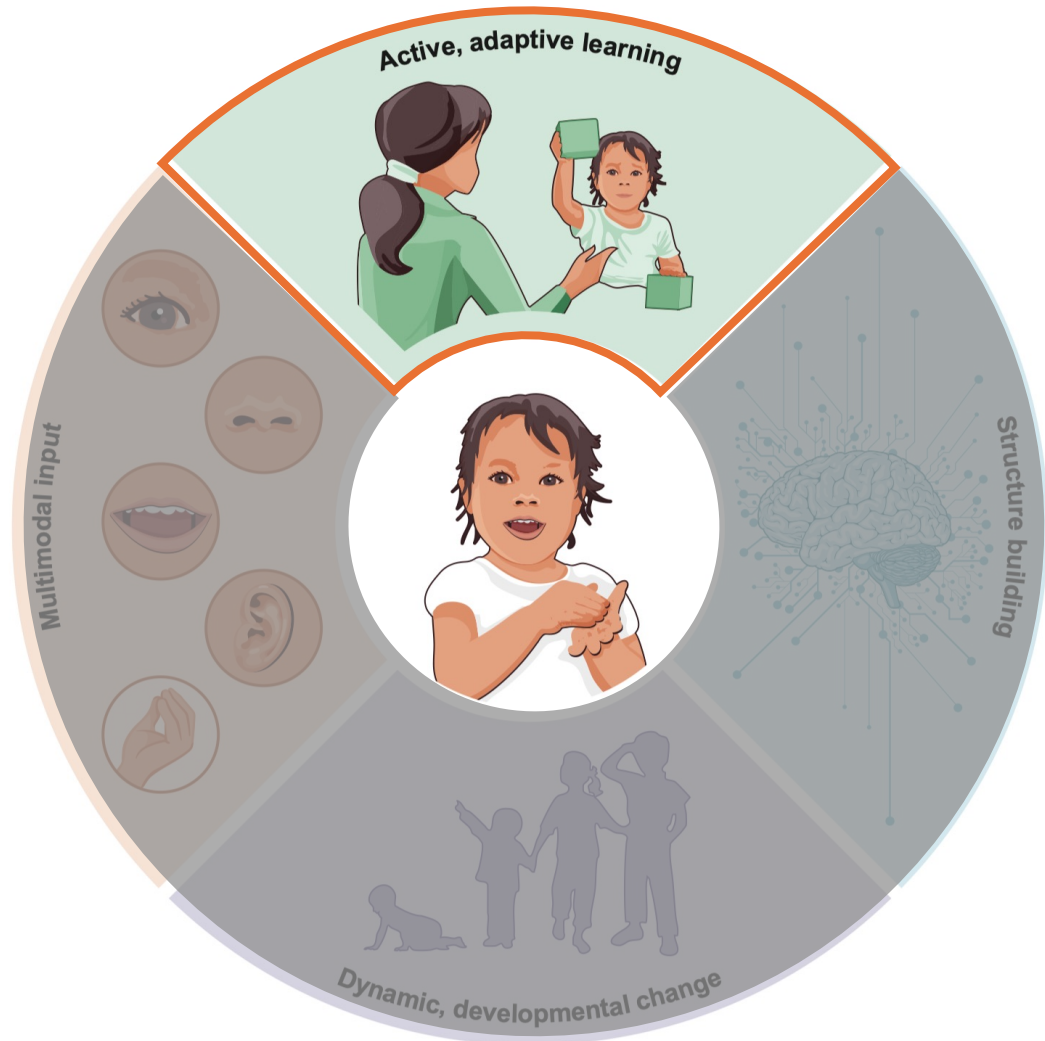


Multimodal input

- 乳幼児は五感を使って様々な刺激を受け取っている
- 「統計的には獲得できない」と思われていた知識も、Multimodal input を仮定すれば可能となり得る
- 例「単語分割」と「品詞カテゴリの学習」
 - 「単語分割」は統計的にできるが、「品詞カテゴリの学習」は「単語分割」ができるようになってからでないと不可能と思われていた
 - 実際には、生後16ヶ月児は十分に Multimodal input が与えられれば両者を同時に学習できる [1]

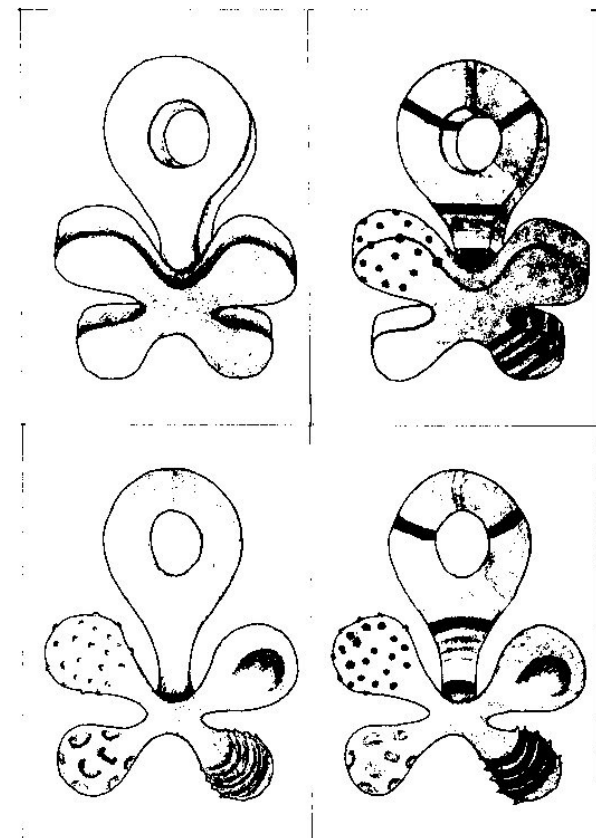
[1] Frost, R.L.A. et al. (2020)

構成主義フレームワークを構成する四つの要素



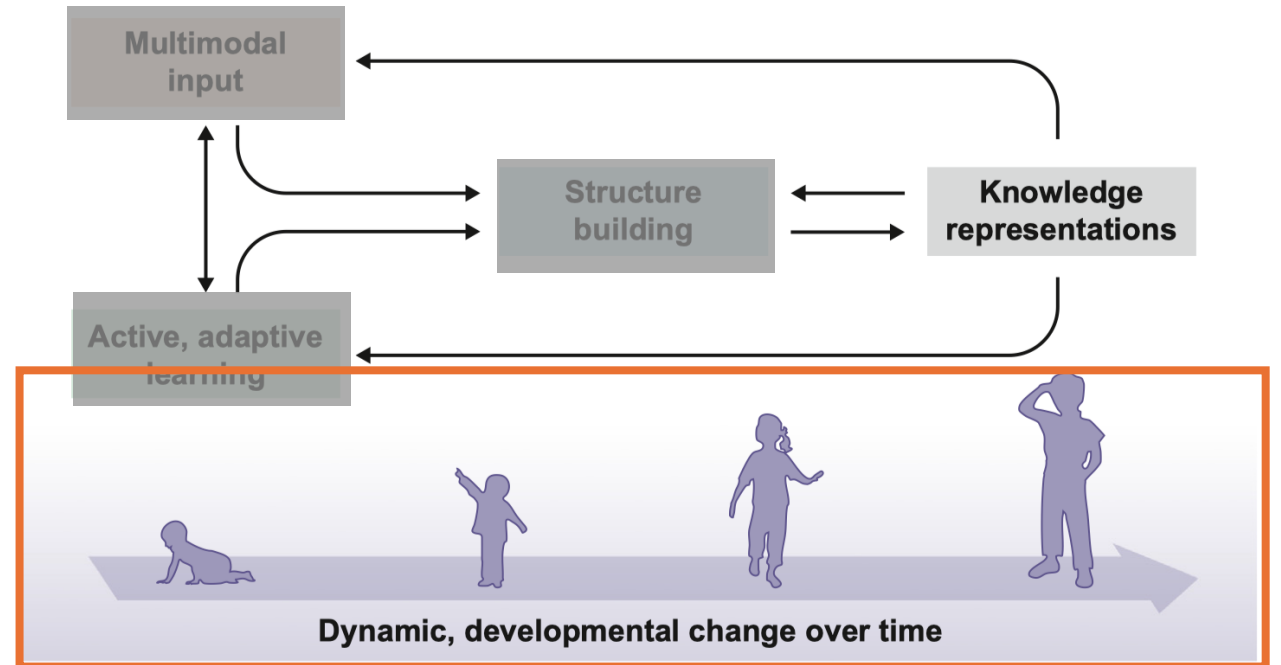
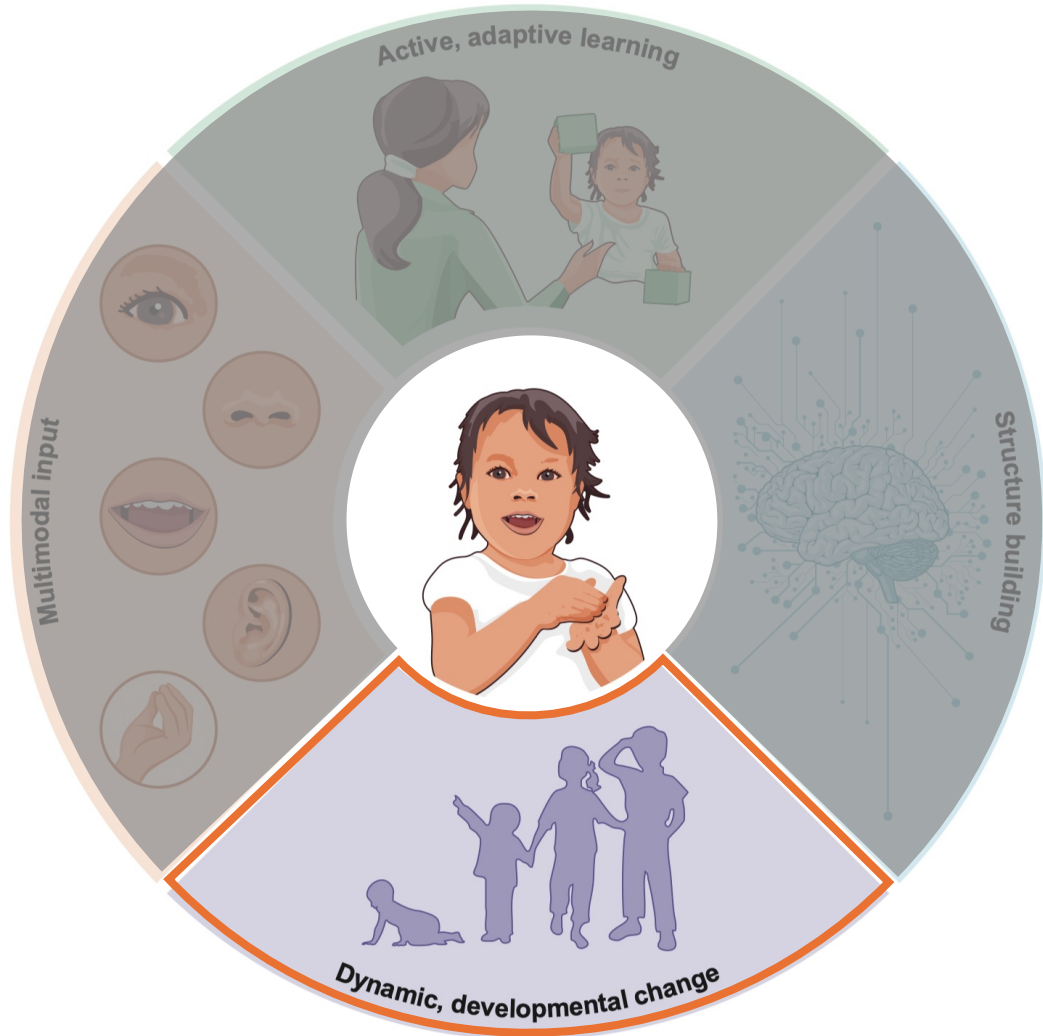
Active, adaptive learning

- 受動的に感覚刺激を受けるだけでなく、自分から学びに行く
- 未知の物体を前にすると境界を探るように操作する [1]
- 曖昧な状況に置かれるとより探索的に遊ぶ [2]
- 自発的に発話する
 - 喃語が初めて発せられた時期や喃語の頻度によって以降の言語能力をある程度予測できる [3,4]



- [1] Kidd, C. et al. (2012)
- [2] Needham, A. (2000)
- [3] McGillion, M. et al. (2017)
- [4] Wu, Z. and Gros-Louis, J. (2014)

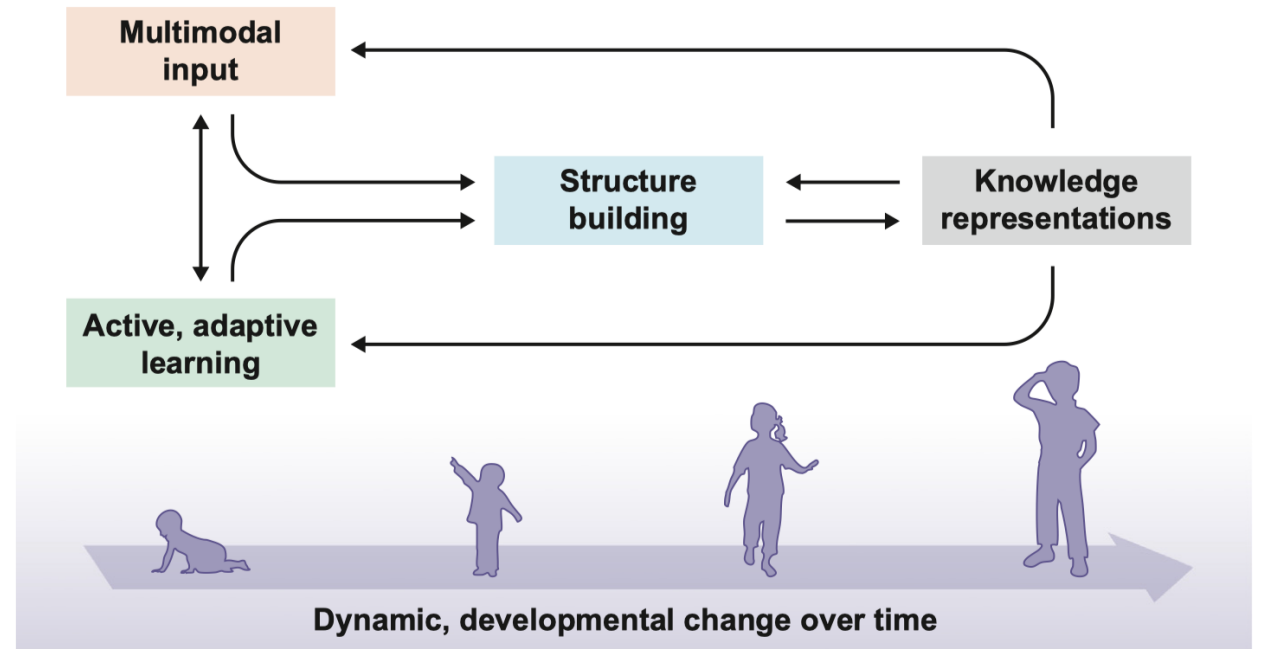
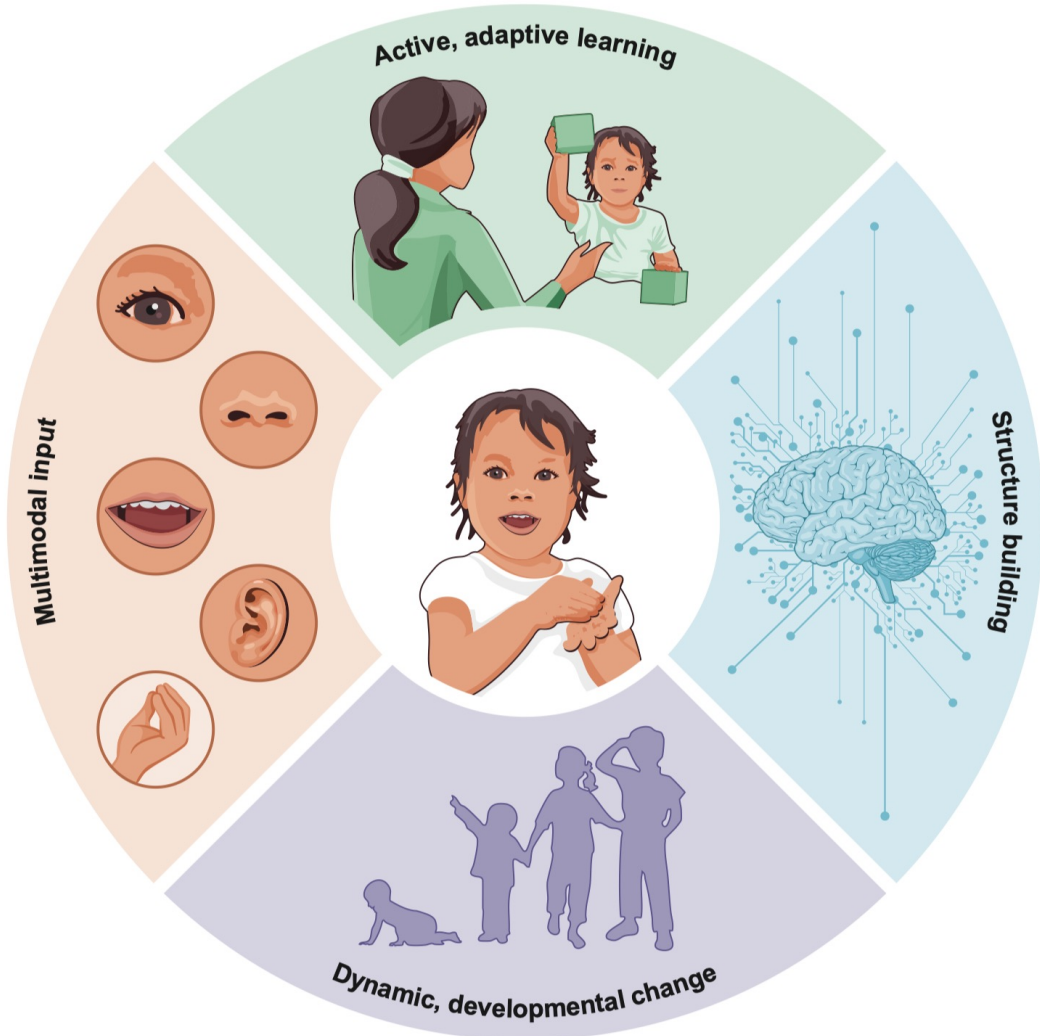
構成主義フレームワークを構成する四つの要素



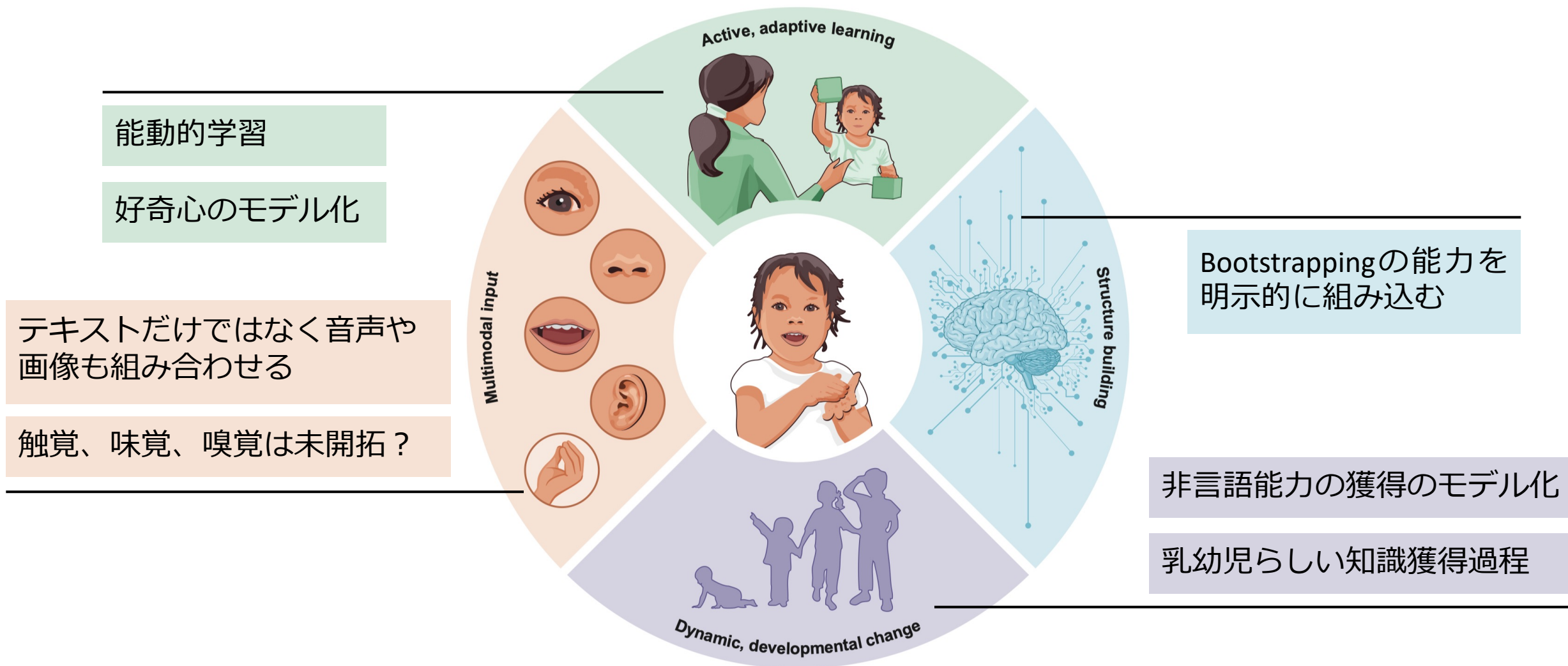
Dynamic, developmental change over time

- 子供は言語能力だけを身につけるわけではなく、むしろそれ以外の様々な能力の発達と連動して言語能力も発達する
 - 物体の名称を学ぶには、物体を認識する視覚システムの発達が必要
 - “I think that” 構文を学ぶには、心の理論の発達が必要
 - 指示語 he/that を学ぶには、相手との共通理解を認識する能力が必要
- 発達に従って知識の姿も変化していく
 - 知覚狭小化：日本人の乳幼児ははじめは [l] と [r] の違いが分かるが、だんだん区別しなくなる → 制約によって却って言語学習が促進される
 - 過剰一般化：“go” の過去形をはじめは “went” と覚えるが、「過去形は -ed を付ける」という一般化規則を習得すると “goed” と誤ってしまう

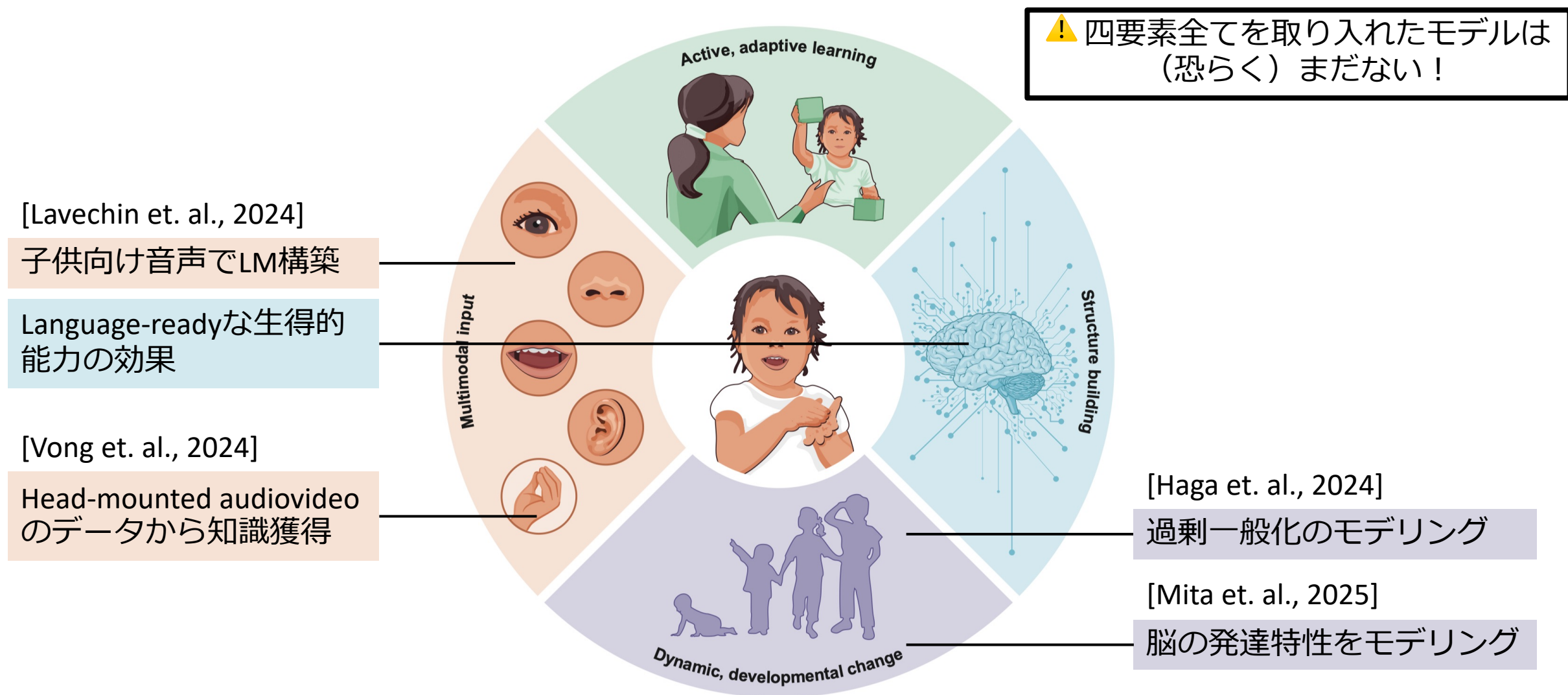
構成主義フレームワークを構成する四つの要素



LLMに欠けている要素は何か？ （“大規模化” から脱却できる可能性はどこにあるのか？）



萌芽的な取り組みの例



まとめと所感

- 乳幼児の言語獲得の機序を説明する構成論的枠組を提案
- 大規模化が正義となっている現代に、あえて人間に目を向けてみるのも良いのでは？その指針としてこの枠組は大いに役立つはず
 - 言語獲得のモデリング
 - 実用的なモデルに役立てる方法を考える
- 近年の研究潮流も追い風
 - マルチモーダルモデルの発展
 - Mechanistic Interpretability: モデルの機序を探求する道具立て