

# WBA ハンズオン - 言語野のモデルを作ろう説明会 資料

01/Sep./2018(Sat)

- 山川宏 (全脳アーキテクチャ)
- 武藤淳 (藤田保健衛生大学, 慶應義塾大学脳精神外科)
- 村西幸代 (君津中央病院)
- 浅川伸一 (東京女子大学)
- 協賛: フィールズ株式会社
- 協力: オフィスムディタ, 坂井尚行 (WBA), 荒川直哉 (WBA), 門前一馬 (WBA,FRONTEO), 岩井健二, 田中美博

# 本日おしながき

- ① 開会の辞
- ② 神経病理レクチャー (武藤 淳先生) 20 分+質疑応答
- ③ 失語の実際 (村西 幸代先生) 10 分+質疑応答
- ④ 失読症の計算モデル (浅川 伸一) 15 分程度+質疑応答
- ⑤ 今回のハンズオンの狙い 15 分程度
- ⑥ ハンズオン当日の説明 10 分程度
- ⑦ 告知

# ご注意

- 会場の関係で画面下が見づらいので、ポインタの使用やスライドの言及にご配慮をお願いします
- 質問、コメントはご気軽にどうぞ。いつでも、何でも。
- 多様な背景の方が参加されています。専門用語、省略語の使用にご注意
  - IT は情報工学ではありません
  - ROI は投資のリターンではありません

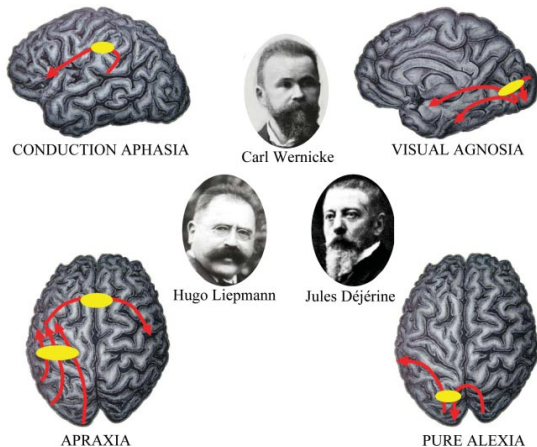
# 自己紹介



ma

Figure 1: 師匠ジェフ・エルマンと UCSD キャンパスにて

東京女子大学情報処理センター勤務。早稲田大学在学時はピアジェの発生論的認識論に心酔する。卒業後エルマンネットの考案者ジェフ・エルマンに師事，薫陶を受ける。以来人間の high cognitive functions をシミュレートすることを通して知的であるとはどういうことかを考えていると思っていた。著書に「Python で体験する深層学習」(コロナ社,2016),「ディープラーニング，ビッグデータ，機械学習あるいはその心理学」(新曜社,2015),「ニューラルネットワークの数理的基礎」「脳損傷とニューラルネットワークモデル，神経心理学への適用例」いずれも守一雄他編「コネクショニストモデルと心理学」(2001) 北大路書房など



**Figure 2:** 古典的離断症候群。図中赤線と黄楕円で繊維連絡と損傷病変を示す。ウィルニッケ領野は、伝導失語 **conduction aphasia** (ブローカ領野とウィルニッケ領野の離断) と 連合失認 **association agnosia** (視覚領野から他の領野への離断) に関与。リープマン Liepmann は、左側運動野から他領域への連絡離断による失行。デジャリン Dejerine は視覚野と視覚言語中枢への離断による純粹失読を指摘。Catani & ffytche (2005) Fig. 2 より

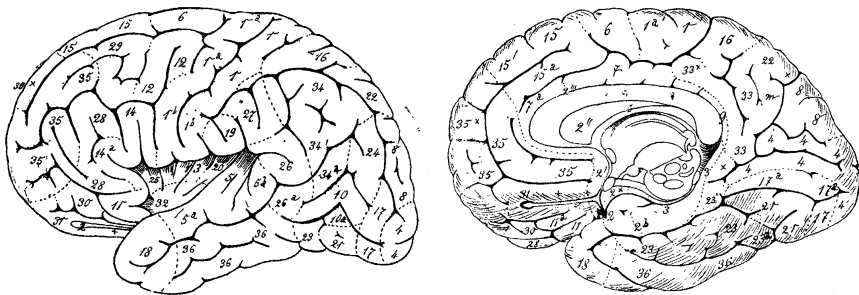
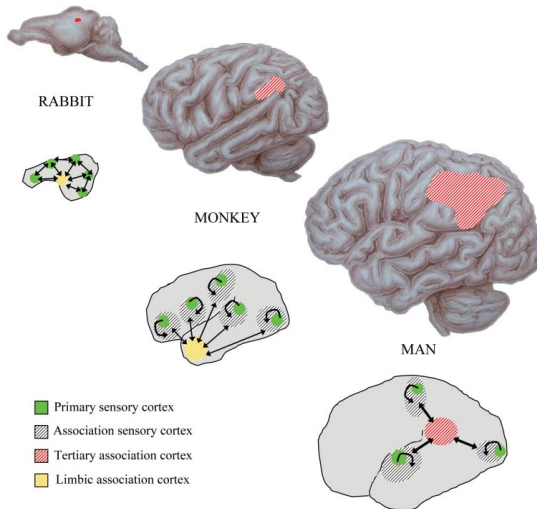
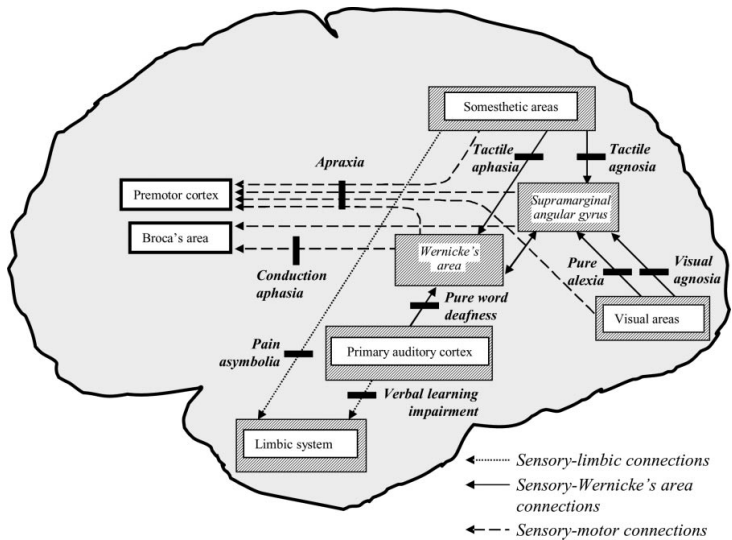


Figure 3: フレツツイツヒ Flechsig の細胞構築学的皮質地図。番号は発生的順に付番されている。Flechsig (1901)

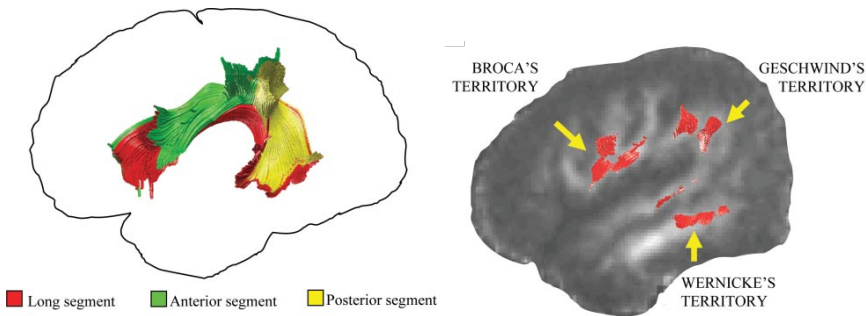


**Figure 4:** ゲシュヴィンドに基づくモダリティ間連合の進化。図上方の脳は上からウサギ、サル、ヒトの頭頂葉下部の言語連合野 (図中ピンク)。図下方はウサギではゲシュヴィンド領域は感覚入力相互に結合が存在。サルでは各一次感覚入力野が辺縁系 limbic system への結合を有する。ヒトでは、さらに加えて高次連合野に主要な媒介領域が存在する  
 Catani & ffytche (2005) Fig. 4



**Figure 5:** ゲシュヴィンドの離断症候群。矢印はゲシュヴィンドによる 3 分類: 点線は感覚入力ー辺縁系離断。ダッシュ線は感覚入力ー運動系離断。実線は、感覚入力ーウィルニッケ野離断。Catani & ffytche (2005) Fig. 5





**Figure 6:** 周シルビウス裂の言語ネットワーク:図左:周シルビウス裂繊維連絡の3次元復元図。図右:繊維終端の矢状断復元。Catani & ffytche (2005) Fig. 7

requirement.txt

- python  $\geq$  3.6
- numpy  $\geq$  1.4
- scipy
- pandas
- matplotlib
- six
- gensim
- fasttext

# 表層失読, 音韻失読, 深層失読

## ① 音韻失読 phonological dyslexia

- 実在単語の読み ○
- 非単語の書き取り ○
- 言われた単語を復唱 ○
- 非単語の読み ✕ must は読むことができて非実在語 nust の発音 ✕

## ② 表層失読 surface dyslexia

- 規則語や非単語の読み ○
- 低頻度の例外語（出現頻度が低く、かつ、読みが書記素音韻対応規則に従わない） ✕
- 視覚性の誤り（dog を dot と言ったりする）
- 意味の誤りはない

## ③ 深層失読症 deep dyslexia

- 音韻失読の患者と同じく非単語を読むことができない
- 錯読。dog を cat と言う
- 視覚性の誤りを示すことがある。

# トライアングルモデル

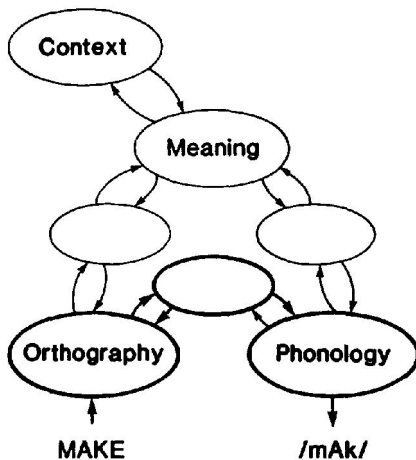


Figure 7: Seidenberg & McClelland (1989b) Fig.1

# What's wrong about Triangle

- ① 単音節語のみ
- ② 意味が未実装
- ③ 労働分割が曖昧

# What's wrong about Triangle

- ❶ 単音節語のみ → LSTM SOTA, Greff, Srivastava, Koutník, Steunebrink, & Schmidhuber (2015); Hochreiter & Schmidhuber (1997)
- ❷ 意味が未実装 → word2vec, Mikolov, Yih, & Zweig (2013)
- ❸ 労働分割が曖昧 → gating, Yang et al. (2017)

- Phonology

- onset s S C z Z j f v T D p b t d k g m n h l r w y
- vowel a e i o u Â Ê Ì Ò U W Y
- coda r l m n N b g d ps ks ts s z f v p k t S Z T D C j

- Orthography

- onset Y S P T K Q C B D G F V J Z LM N R W H CH GH GN PH PS RH SH TH TS WH
- vowel E I O U A Y AI AU AW AY EA EE EI EU EW EY IE OA OE OI OO OU OW OY UE UI UY
- coda H R L M N B D G C X F V Ĵ S Z P T K Q BB CH CK DD DG FF GG GH GN KS LL NG NN PH PP PS RR SH SL SS TCH TH TS TT ZZ U E ES ED

- grapheme units: 105

- hidden units: 100

- phoneme units: 61 (onset= 23, vowel= 14, coda= 24, total= 23 + 14 + 24 = 61)

# 次単語予測課題

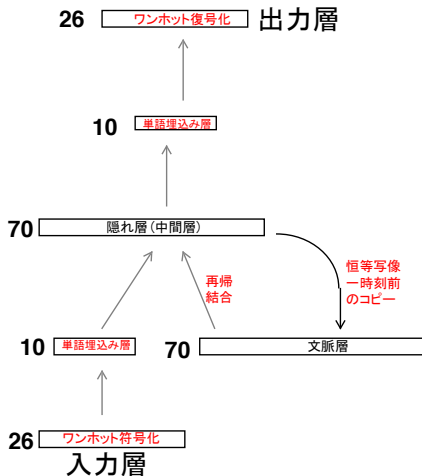


Figure 8: Elman Elman (1991) Fig.1 より



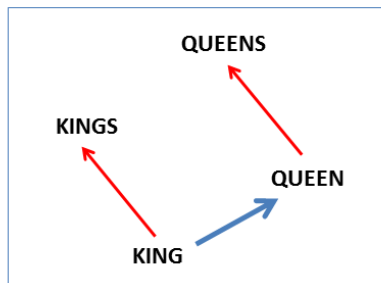
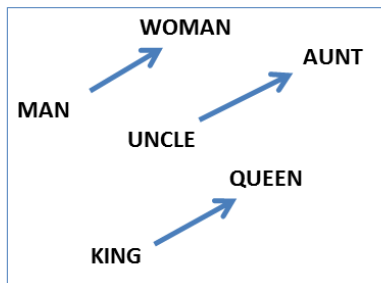


Figure 9: Mikolov et al. (2013) より

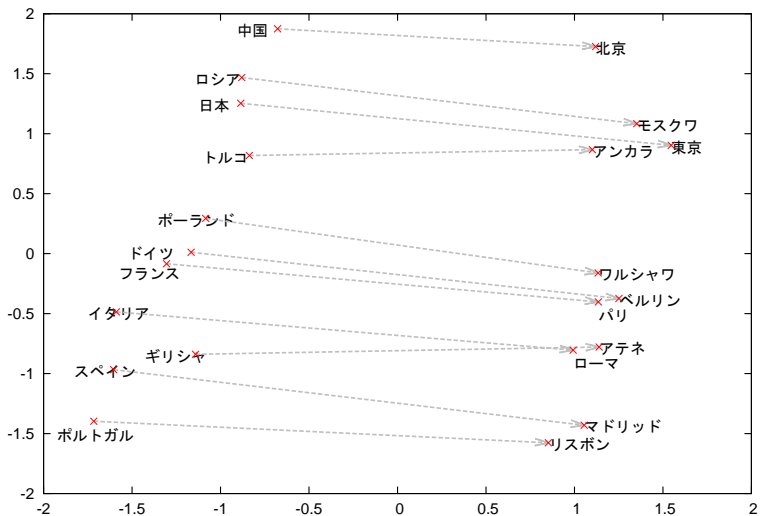
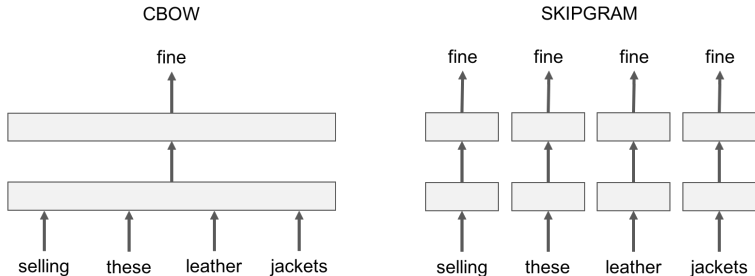


Figure 10: Mikolov et al. (2013) より



I am selling these fine leather jackets

Figure 11: 左:CBOW, 右:スキップグラム, fastText Tutorial より

本ハンズオンの各チームは、複数の言語課題を解くための計算モデルに損傷を加えることにより、失語症（失読症）患者の示す症状をシミュレートすることを目指します。具体的には、ニューラルネットワークによって構成された訓練済みの読字モデルを健常者の脳と捉え、このモデルを部分的に破壊することで3種類の失読症のタイプ（音韻失読、表層失読、深層失読）を再現することを目指します。入力は一語文字列とし、出力は音素系列とします。視覚野に提示された文字列が音声として出力される過程をシミュレートしたモデルに対して、(1) 一貫語と非一貫語（注1）、(2) 実在語と非実在語、(3) 高頻度語と低頻度語の区別、(4) 語のカテゴリ-特異性により課題成績に差が認められるか否かを検証することを目指します。

# 審査基準

- **Functionally General** : 三種類の失語症を一つのモデルで説明できること
- **Biologically Plausible** : 脳に近い形での拡張は Welcome
- **Computationally Simple** : 必要以上に複雑化しないこと
- 深層失読については、動物と非動物の二重乖離の再現
- 一貫語と非一貫語の成績差の再現
- 実在語、非実在語の成績の再現
- 保続
- 再学習とリハビリテーション, 言語セラピーへの拡張, 適用可能性
- 人間の言語機能の特殊性に鑑みた試み, 人間に破壊実験はできない
- 理論, モデルの構築に向けての可能性
- 医療応用に向けた拡張, 応用可能性

# これからのプロジェクト

- WAB, SLTA 失語症検査, 前下位検査シミュレーションプロジェクト

- Catani, M., & ffytche, D. H. (2005). The rises and falls of disconnection syndromes. *Brain*, 128, 2224–2239.
- Chen, L., Lambon-Ralph, M. A., & Rogers, T. T. (2017). A unified model of human semantic knowledge and its disorders. *Nature Human Behaviour*, 1, 1–10.
- Elman, J. L. (1991). Distributed representations, simple recurrent networks, and grammatical structure. *Machine Learning*, 7, 195–225.
- Flechsig, P. (1901). Developmental (myelogenetic) localisation of the cerebral cortex in the human subject. *Lancet*, 2, 1027–1029.
- Gers, F. A., Schmidhuber, J., & Cummins, F. (1999). Learning to forget: Continual prediction with LSTM. In *Artificial Neural Networks ICANN 99. Ninth International Conference on* (Vol. 2, pp. 850–855). Edinburgh, Scotland.
- Geschwind, N. (1965a). Disconnexion syndromes in animals and man: Part II. *Brain*, 88, 585–644.
- Geschwind, N. (1965b). Disconnexion syndromes in animals and man: Part I. *Brain*, 88, 237–294, 585–644.
- Geschwind, N. (1970). The organization of language and the brain. *Science*, 170, 940–944.
- Greff, K., Srivastava, R. K., Koutník, J., Steunebrink, B. R., & Schmidhuber, J. (2015). LSTM: A search space odyssey. *arXiv:1503.04069*.
- Hochreiter, S., & Schmidhuber, J. (1997). Long short-term memory. *Neural Computation*, 9, 1735–1780.
- Lichtheim, L. (1885). On aphasia. *Brain*, 433–484.
- Mikolov, T., Yih, W. tau, & Zweig, G. (2013). Linguistic regularities in continuous space word representations. In *Proceedings of the 2013 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies NAACL*. Atlanta, WA, USA.
- Plaut, D., McClelland, J. L., Seidenberg, M. S., & Patterson, K. (1996). Understanding normal and impaired word reading: Computational principles in quasi-regular domains. *Psychological Review*, 103, 56–115.
- Seidenberg, M. S., & McClelland, J. L. (1989a). A distributed, developmental model of word recognition and naming. *Psychological Review*, 96, 523–568.
- Seidenberg, M. S., & McClelland, J. L. (1989b). A distributed, developmental model of word recognition and naming. *Psychological Review*, 96, 523–568.
- Tremblay, P., & Dick, A. S. (2016). Broca and wernicke are dead, or moving past the classic model of language neurobiology. *Brain & Language*, 162, 60–71.
- Ueno, T., Saito, S., Rogers, T. T., & Lambon Ralph, M. A. (2011). Lichtheim 2: Synthesizing aphasia and the neural basis of language in a neurocomputational model of the dual dorsal-ventral language pathways. *Neuron*, 72, 385–396.
- Williams, R. J., & Zipser, D. (1995). Gradient-based learning algorithms for recurrent networks and their computational complexity. In Y. Chauvin & D. E. Rumelhart (Eds.), *Backpropagation: Theory, architectures, and applications* (pp. 434–486). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associate.
- Yang, Z., Dhingra, B., Yuan, Y., Hu, J., Cohen, W. W., & Salakhutdinov, R. (2017). Words or characters? fine-grained gating for reading comprehension. In Y. Bengio & Y. LeCun (Eds.), *The proceedings of International Conference on Learning Representations (ICLR)*. Toulon, France.