

—千里ライフサイエンス新適塾—
「脳はおもしろい」第18回会合

「脳内シミュレーション」の神経回路
を可視化する

講 師： 銅谷 賢治 (どうや けんじ)
沖縄科学技術大学院大学
神経計算ユニット 教授

日 時： 2017年 9月19日(火) 17:30~20:00

場 所： 千里ライフサイエンスセンタービル

講演会 6階 千里ルーム A (17:30~19:00)

懇親会 6階 千里ルーム B (19:00~20:00)

講演・懇親会ともに参加費無料

コーディネーター

山本 亘彦 大阪大学大学院生命機能研究科・教授

古川 貴久 大阪大学蛋白質研究所・教授

主 催： 公益財団法人千里ライフサイエンス振興財団

〒560-0082 大阪府豊中市新千里東町1丁目4番2号

千里ライフサイエンスセンタービル20階

E-mail:tkd@senri-life.or.jp Tel:06-6873-2001

財団ウェブサイト <http://www.senri-life.or.jp>

講演要旨：

人間の日常の行動の大半は直感的、無意識的なものだが、新たな状況や目標のもとでは、さまざまな行動の結果を予測し評価した上で選択する「脳内シミュレーション」が重要な役割を果たす。行動による身体や外界の状態変化を予測する内部モデルが、脳のどの場所の、どのような神経回路で実現されているのかは、今日の神経科学の重要な課題である。本講演ではその解明に向け行った、ヒト機能的MRI実験とマウス2光子イメージング実験の知見を紹介する。

MRI実験では、キー押しに応じたカーソルの動きの内部モデルを予め学習しておき、新たなターゲットに到達するためのキー押し系列を探索発見する、という課題を用いた。ターゲット提示からキー押し開始までの、脳内シミュレーションが行われていたと考えられる期間中の脳活動の解析により、頭頂葉、運動前野、前頭前野などの皮質部位だけでなく、小脳外側部、大脳基底核背内側部の関与が明らかになった (Fermin et al., 2016)。

2光子イメージングでは、音響仮想空間においてゴール位置を示す音響フィードバックが間欠的に与えられる課題を用いた。後頭頂葉のニューロン活動のイメージングとデコーディングにより、音響フィードバックがない状態でも行動に応じたゴール位置の予測が行われ、音響フィードバックがある状態では推定の分散が縮小するという、動的ベイズフィルタに類似した動態が明らかになった (Funamizu et al., 2016)。

Fermin AS, Yoshida T, Yoshimoto J, Ito M, Tanaka SC, Doya K (2016) Model-based action planning involves cortico-cerebellar and basal ganglia networks. *Scientific reports*, 6:31378.

Funamizu A, Kuhn B, Doya K (2016) Neural substrate of dynamic Bayesian inference in the cerebral cortex. *Nature neuroscience*, 19:1682-1689.

講師紹介：

学歴・職歴

- 1986. 3 東京大学大学院工学系研究科計数工学専攻 修士課程修了
- 1986. 4 東京大学工学部計数工学科 助手
- 1991. 7 カリフォルニア大学サンディエゴ校生物学科 客員研究員
- 1991. 9 東京大学大学院工学系研究科 博士（工学）
- 1993. 10 ソーク生物学研究所 研究員
- 1994. 10 ATR 人間情報通信研究所 主任研究員
- 1995. 4 奈良先端科学技術大学院大学 客員助教授
- 1999. 11 科学技術振興事業団 戦略的基礎研究推進事業「脳を創る」領域 研究代表者
- 2003. 5 ATR 脳情報研究所 計算神経生物学研究室 室長
- 2004. 4 沖縄科学技術大学院大学 先行研究 神経計算ユニット 代表研究者
- 2006. 4 奈良先端科学技術大学院大学 客員教授
- 2010. 4 京都大学大学院 情報学研究科 連携教授
- 2011. 7 新学術領域研究「予測と意思決定」領域代表者
- 2011. 11 沖縄科学技術大学院大学 神経計算ユニット 教授
- 2011. 12 沖縄科学技術大学院大学 副プロボスト（研究担当）
- 2012. 9 Scientific Technical Committee, Italian Institute of Technology
- 2011. 7 新学術領域研究「人工知能と脳科学」領域代表者

学会活動

- 1999-2002 日本神経回路学会 理事（2001-2002 副会長）
- 1999-2003 神経情報科学サマースクール ディレクター
- 2004- Okinawa Computational Neuroscience Course オーガナイザー
- 2007, 2016 International Conference on Neural Information Processing (ICONIP)
プログラム委員長
- 2008- Neural Networks 共同編集長
- 2009-2011 International Neural Network Society 理事
- 2010 第33回日本神経科学大会（Neuro2010）プログラム委員長
- 2011 日本神経回路学会第21回全国大会（JNNS2011）実行委員長
- 2013 College of Fellows, International Neural Network Society
- 2017 日本神経科学学会 理事

受賞歴

- 2000, 2003, 2005, 2006 日本神経回路学会 論文賞
- 2007 第3回日本学術振興会賞, 第21回塚原伸晃記念賞
- 2012 平成24年度文部科学大臣表彰・科学技術賞
- 2008, 2010, 2014 全日本トリアスロン宮古島大会 年代別3位入賞

主要業績

- Fermin AS, Yoshida T, Yoshimoto J, Ito M, Tanaka SC, Doya K (2016). Model-based action planning involves cortico-cerebellar and basal ganglia networks. *Scientific Reports*, 6, 31378.
- Funamizu A, Kuhn B, Doya K (2016). Neural substrate of dynamic Bayesian inference in the cerebral cortex. *Nature Neuroscience*, 19, 1682-1689.
- Ito M, Doya K (2015). Distinct neural representation in the dorsolateral, dorsomedial, and ventral parts of the striatum during fixed- and free-choice tasks. *Journal of Neuroscience*, 35, 3499-3514.
- Elfwing S, Doya K (2014). Emergence of polymorphic mating strategies in robot colonies. *PLoS One*, 9(4), e93622.
- Miyazaki KW, Miyazaki K, Tanaka KF, Yamanaka A, Takahashi A, Tabuchi S, Doya K (2014). Optogenetic activation of dorsal raphe serotonin neurons enhances patience for future rewards. *Current Biology*, 24(17), 2033-2040.
- Elfwing S, Uchibe E, Doya K, Christensen HI (2011). Darwinian embodied evolution of the learning ability for survival. *Adaptive Behavior*, 19, 101-120.
- Miyazaki K, Miyazaki KW, Doya K (2011). Activation of dorsal raphe serotonin neurons underlies waiting for delayed rewards. *Journal of Neuroscience*, 31, 469-479.
- Ito M, Doya K (2009). Validation of decision-making models and analysis of decision variables in the rat basal ganglia. *Journal of Neuroscience*, 29, 9861-9874.
- Doya K (2008). Modulators of decision making. *Nature Neuroscience*, 11, 410-416.
- Morimoto, J., Doya, K. (2005). Robust reinforcement learning. *Neural Computation*, 17, 335-359.
- Samejima K, Ueda K, Doya K, Kimura M (2005). Representation of action-specific reward values in the striatum. *Science*, 301, 1337-1340.
- Tanaka SC, Doya K, Okada G, Ueda K, Okamoto Y, Yamawaki S (2004). Prediction of immediate and future rewards differentially recruits cortico-basal ganglia loops. *Nature Neuroscience*, 7(8), 887-893.
- Doya K (2002). Metalearning and neuromodulation. *Neural Networks*, 15, 495-506.
- Doya K., Samejima K., Katagiri K., Kawato M. (2002). Multiple model-based reinforcement learning. *Neural Computation*, 14, 1347-1369.
- Morimoto J., Doya K. (2001). Acquisition of stand-up behavior by a real robot using hierarchical reinforcement learning. *Robotics and Autonomous Systems*, 36, 37-51.
- Doya K. (2000). Reinforcement learning in continuous time and space. *Neural Computation*, 12, 219-245.
- Doya K (1999). What are the computations of the cerebellum, the basal ganglia, and the cerebral cortex. *Neural Networks*, 12, 961-974.
- Doya K., Selverston A.I. (1994). Dimension reduction of biological neuron models by artificial neural networks. *Neural Computation*, 6, 696-717.
- Doya K., Yoshizawa S. (1989). Adaptive neural oscillator using continuous-time back-propagation learning. *Neural Networks*, 2, 375-386.