## 複雑コミュニケーションサイエンス に向けた理論研究からのアプローチ

#### 寺前順之介 大阪大学大学院 情報科学研究科 teramae@ist.osaka-u.ac.jp











noise-induced phase synchronization ノイズ同期

(Teramae and Tanaka 2004)





#### 膨大な数の神経細胞 からなるネットワーク

大脳皮質だけで数百億個, それぞれ数千の入出力を持つ



"Brainbow"



pyramidal neuron



### 大脳皮質では入力がなくても活動が持続

自発的持続発火活動(spontaneous ongoing activity)



### 自発活動と脳の応答

#### Arieli et al. 1996

#### 

#### 脳の応答 = <mark>自発活動</mark> + 感覚入力

#### Kenet et al. 2003



## Question

## 揺らぎの起源は何か?

## その機能は何か?

## スパイク発火による情報伝達



#### つながりの強さ:興奮性シナプス後電位(EPSP)

### 神経ネットワークの数理的な記述

単一の神経細胞の記述

$$C\frac{dv}{dt} = -g_{L}(v - E_{L}) - g_{Na}m^{3}h(v - E_{Na}) - g_{K}n^{4}(v - E_{K}) + I_{ext}$$

Hodgikn – Huxley equation



#### 神経ネットワークのモデルは 自発揺らぎを説明できなかった



活動が持続しない か 爆発してしまう 神経ダイナミクスの大問題

## なぜか?

ニューロンは多数の弱入力を積算する多数決素子



# 多数の入力が, ほぼ同時に 入る必要がある

### 多数の弱い結合+稀な強い結合

S. Song, P. J. Sjoestroem, M.Reigl, S. Nelson, D. B. Chklovskii PLoS Biology, 2005, 3(3) 0507-0519









### ゆらぎの機能は何か?



#### 確率共鳴:Stochastic resonance



#### 確率共鳴:Stochastic resonance



# 大脳皮質は、内部ダイナミクスで 確率共鳴を自己組織化



# *In vitro* dynamic-clamp experiment for real cortical neurons



by Yasuhiro Tsubo



#### **Complex Communication Science**



#### **Complex Communication Science**

input, operation, control output, response, outcome

#### **Complex Communication Science**

We need to develop new math for input-output relationship of high-dim dynamical systems

