

B01-3 視覚系における質感情報表現の階層的情報変換

大澤 五住

田村 弘

佐々木 耕太

岡田 真人

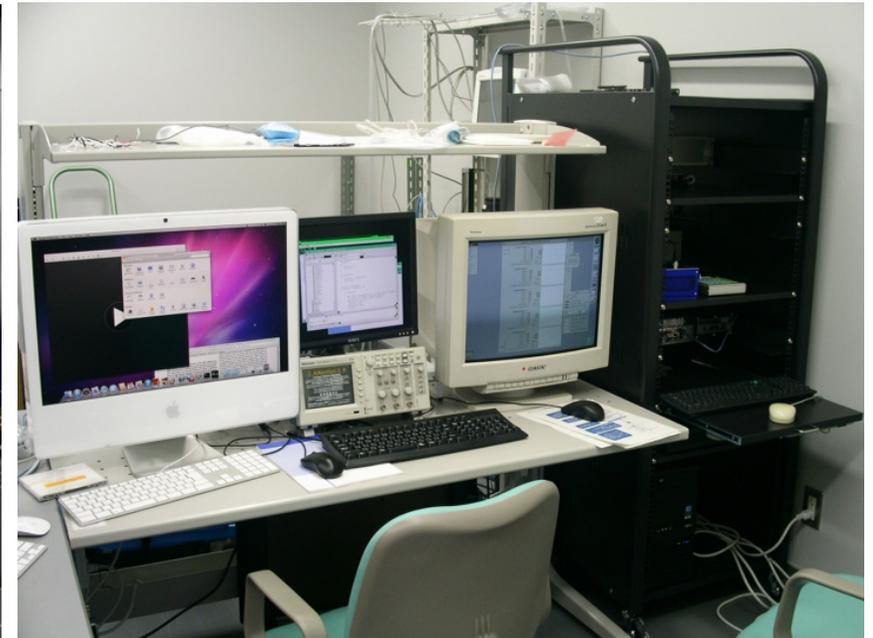
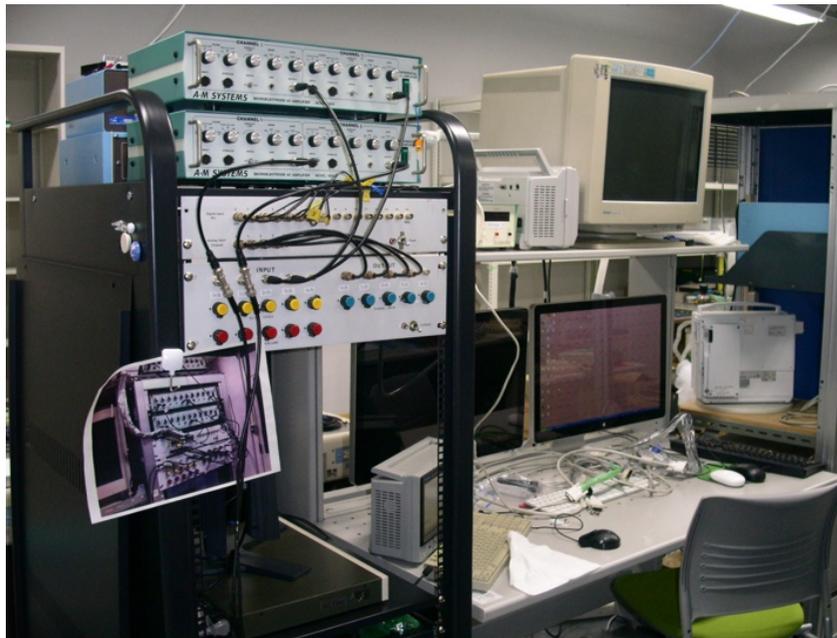
ohzawa@fbs.osaka-u.ac.jp

Osaka University

Graduate School Frontier Biosciences

CiNet (Center for Information and
Neural Networks)

科研費
KAKENHI



研究体制

B01-3 視覚系における質感情報表現の階層的情報変換

チーム：

研究代表者：大澤 五住 (阪大)

研究分担者：佐々木 耕太 (阪大)

研究分担者：田村 弘 (阪大：V4, 下側頭葉皮質)

連携研究者：岡田 真人 (東京大学・情報理論)

大学院生：本谷康平, 藤井健人

学部学生：脇谷海平、西功一郎

視覚系における質感情報表現の階層的情報変換

1. 脳の間段階における質感情報の担われ方は未知な点が多いため、マイニング的なアプローチを霊長類の視覚系に適用し、質感情報表現を明らかにする。

2. データ駆動のマイニング的なアプローチ

3. 視覚刺激

自然画像／テクスチャー画像

特定の仮説やモデルに強く特化しない視覚刺激（ランダムドット）

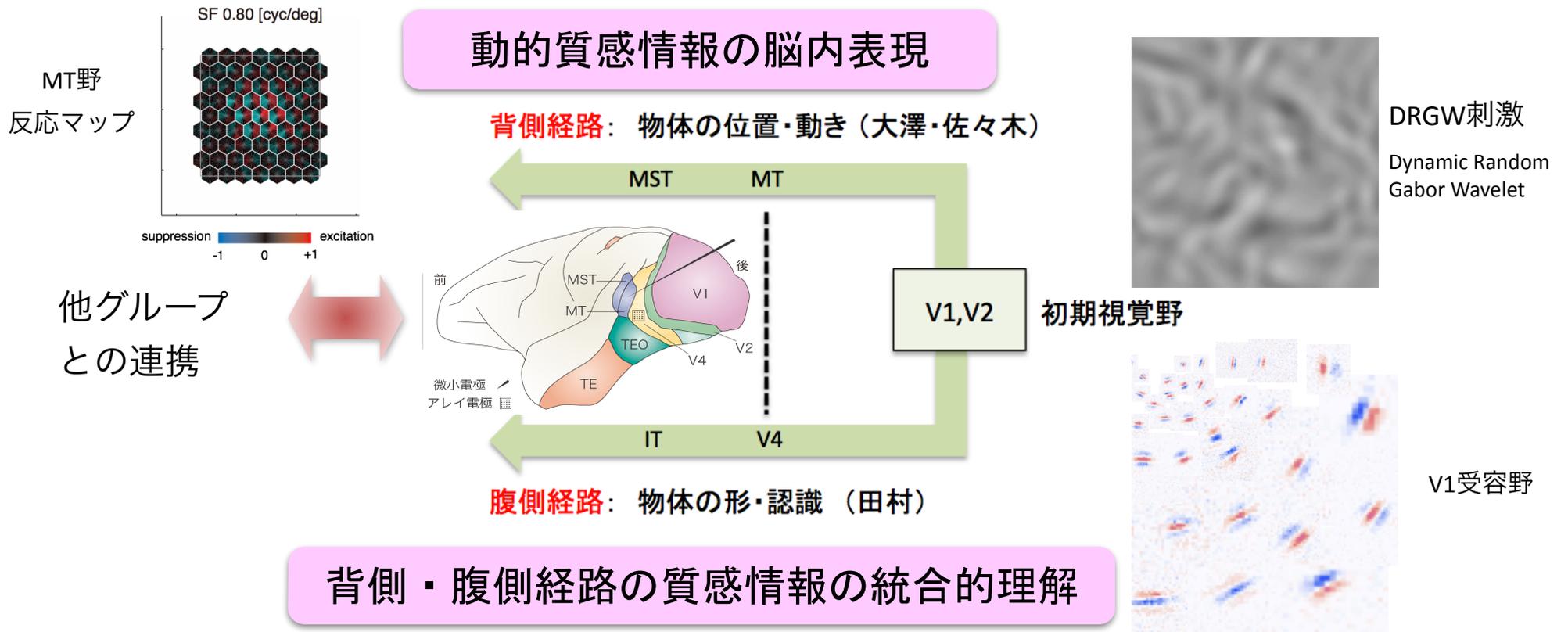
画像統計量を体系的に操作した刺激

視覚情報の起点である一次視覚野(V1)の細胞の情報の集合として生成したランダム人工刺激(大澤研究室で開発したDynamic Random Gabor Wavelet [DRGW]刺激等)

B01-3 視覚系における質感情報表現の階層的情報変換

データ駆動型アプローチにより質感情報処理を単一細胞の神経活動と対応づける

質感マイニング：脳の情報処理法の探索で可能性の制限をできるだけ少なく



代表：大澤五住
分担：田村 弘
分担：佐々木耕太
連携：岡田真人

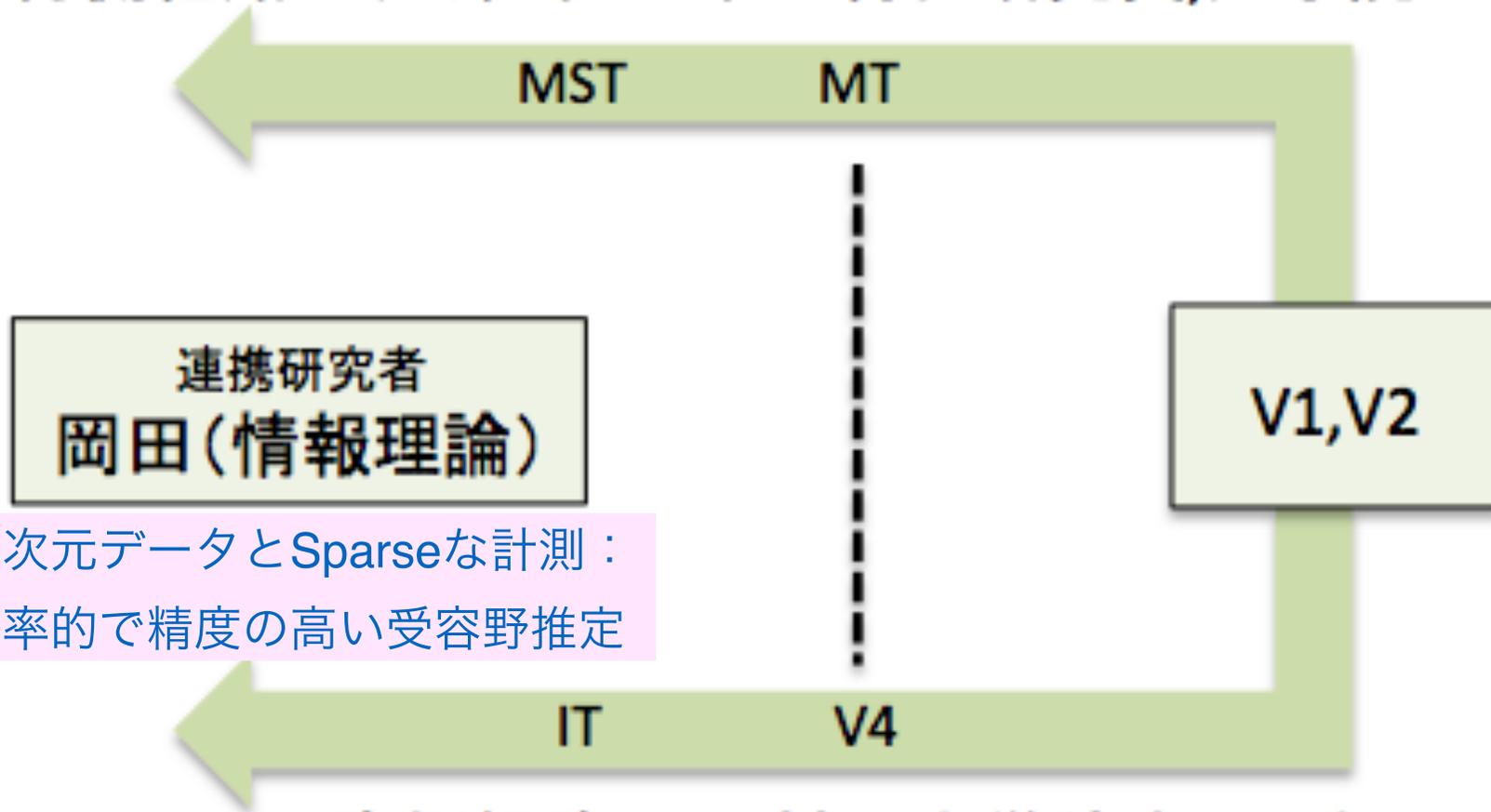
これまでの関連研究実績

- 視覚テクスチャーの変化や境界を表現する神経機構の解明
- 初期視覚野、MT野における細胞特性の精密計測法を開発
- 両眼立体視の神経機構の解明
- V4野における質感情報表現（田村）
- 高次視覚野細胞が低次視覚野から受ける投射の分析法を開発

VI野→V4野→IT野

VI野→...→MT野

背側経路: 大澤・佐々木 + 特任研究員, 大学院生 ~2名



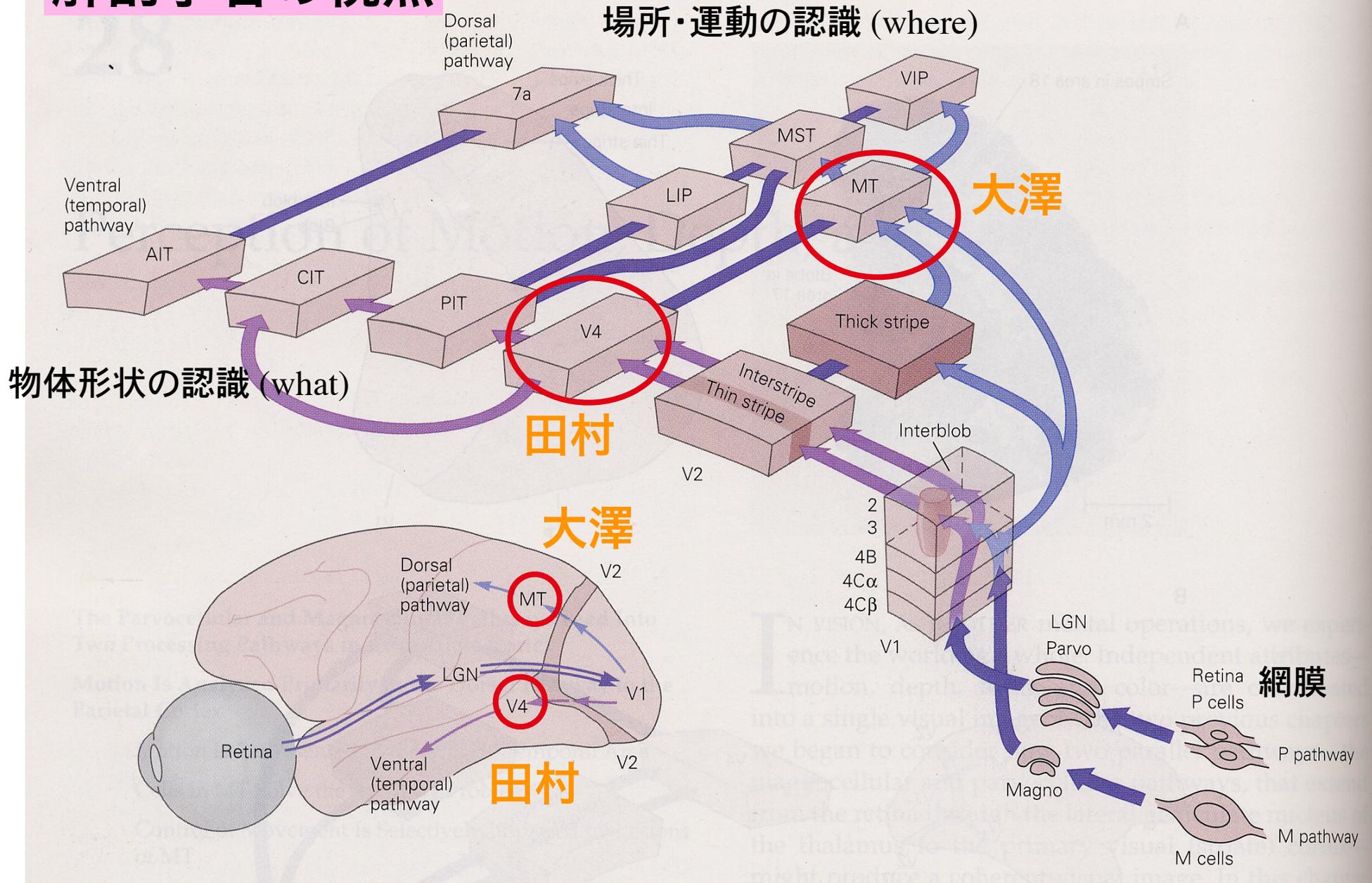
高次元データとSparseな計測:
効率的で精度の高い受容野推定

腹側経路: 田村 + 大学院生 ~2名

大脳視覚系の領域間接続の概略

Interconnections between visual cortical areas

解剖学者の視点



生理学者の視点

領野間 階層構造と

情報統合

田村

高次

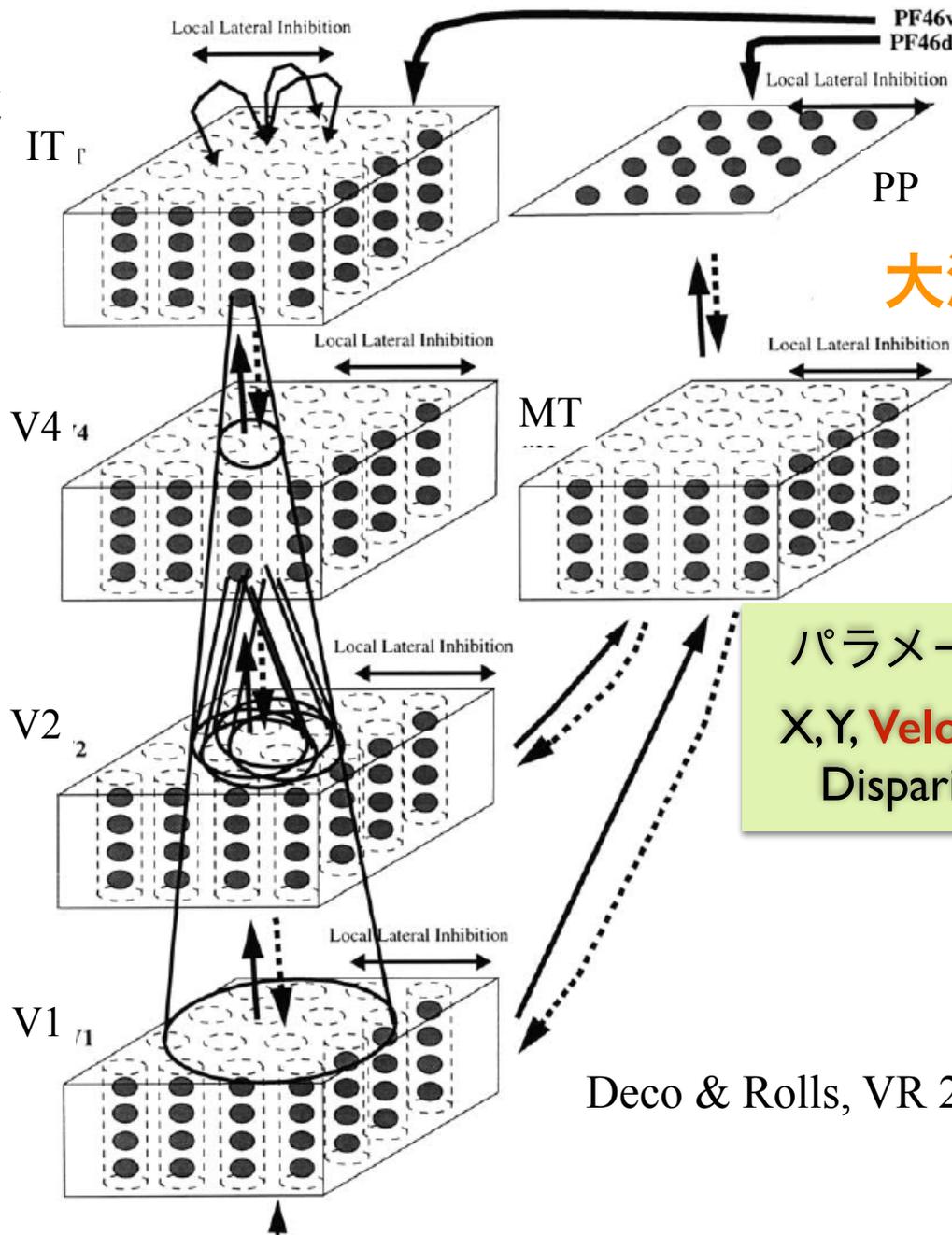


パラメータ
X, Y, 曲率, Disparity

パラメータ
X, Y, SF, 方位, Disparity

What-Pathway
(Recurrent Pyramidal Receptive Field Structure)

Where-Pathway



大澤

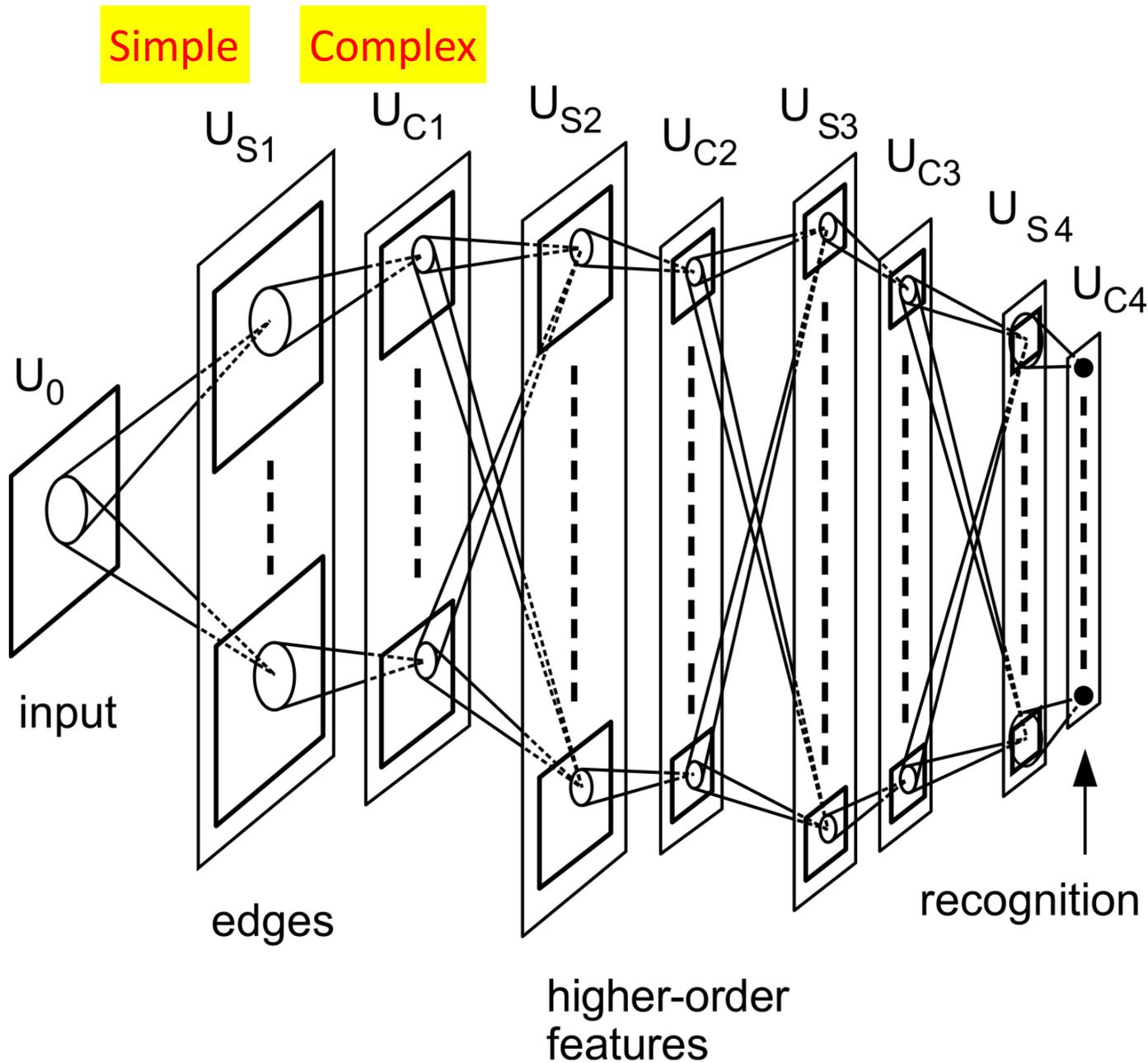
パラメータ
X, Y, Velocity
Disparity

Deco & Rolls, VR 2004

網膜-視床からの入力

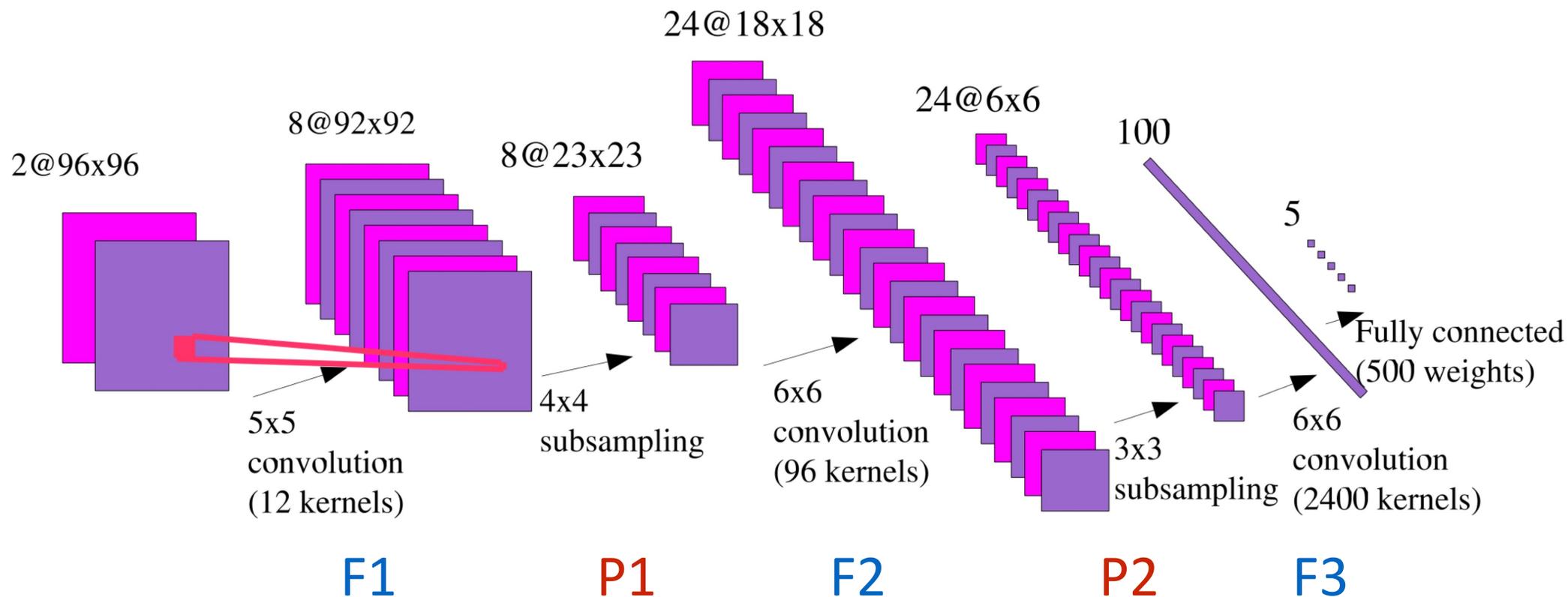
エンジニアの視点

ディープニューラルネット：Neocognitron（福島1980）



ディープニューラルネット : Huang and LeCun, CVPR 2006

Large-scale Learning with SVM and Convolutional Nets for Generic Object Categorization



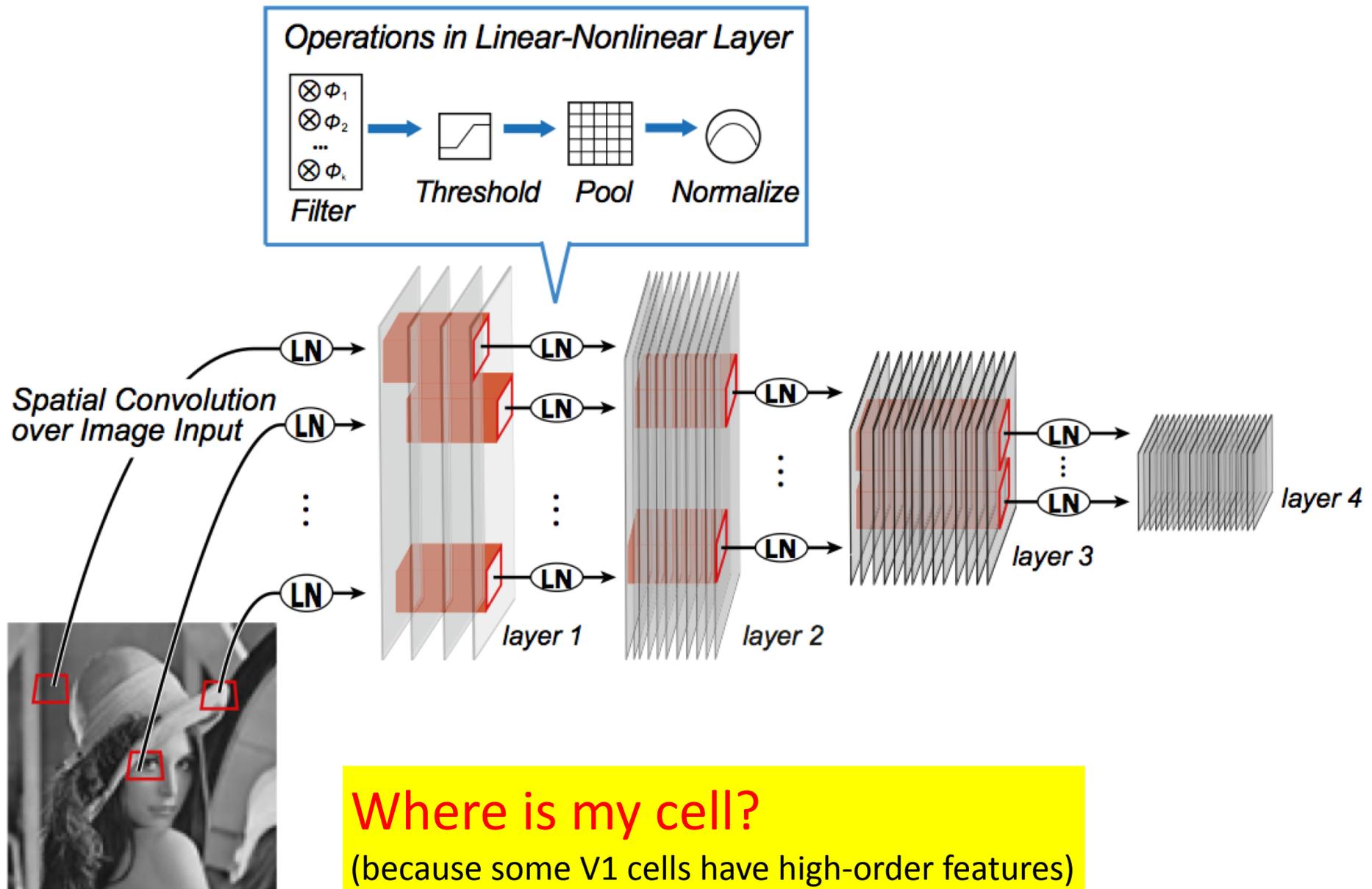
F = Filtering

P = Pooling

フィルタリングとプーリングが情報統合の鍵

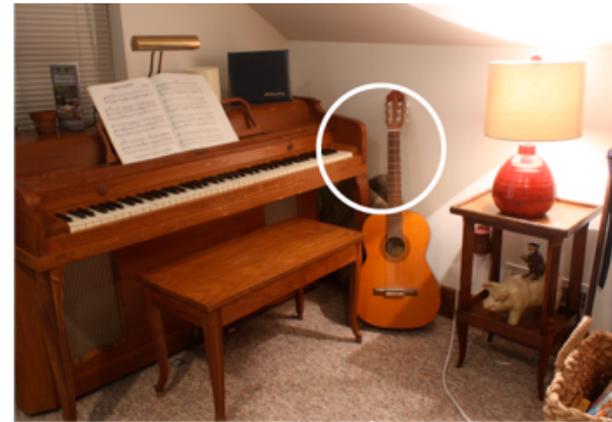
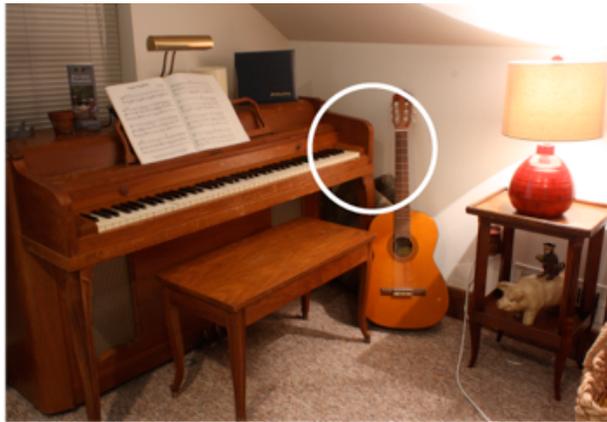
ディープニューラルネット：DiCarloら, 2014 PNAS

フィルタリングとプーリングの繰り返し

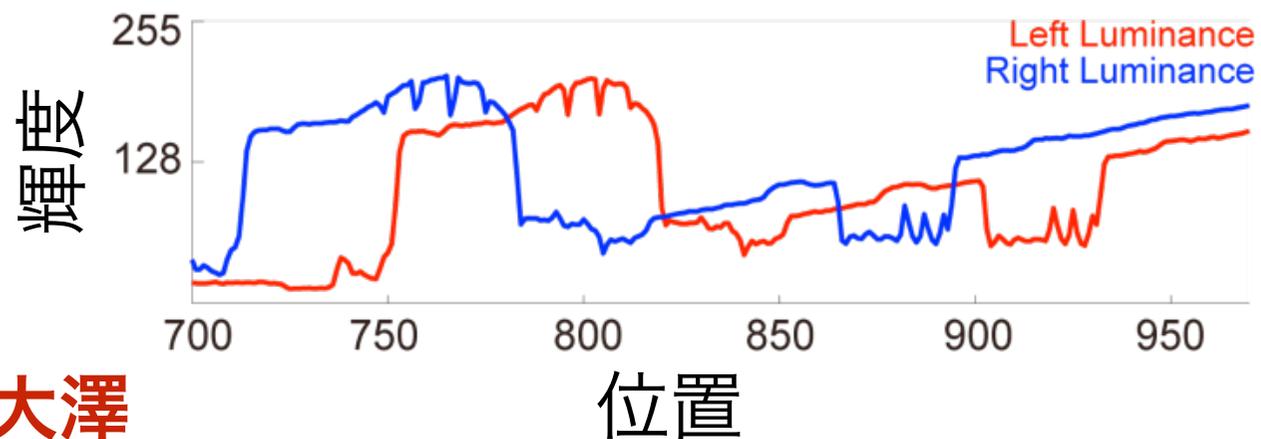


両眼視差：奥行き推定の手がかり

Baba M, Sasaki KS, Ohzawa I.
J Neurosci. 35(27):10025-10038, (2015)



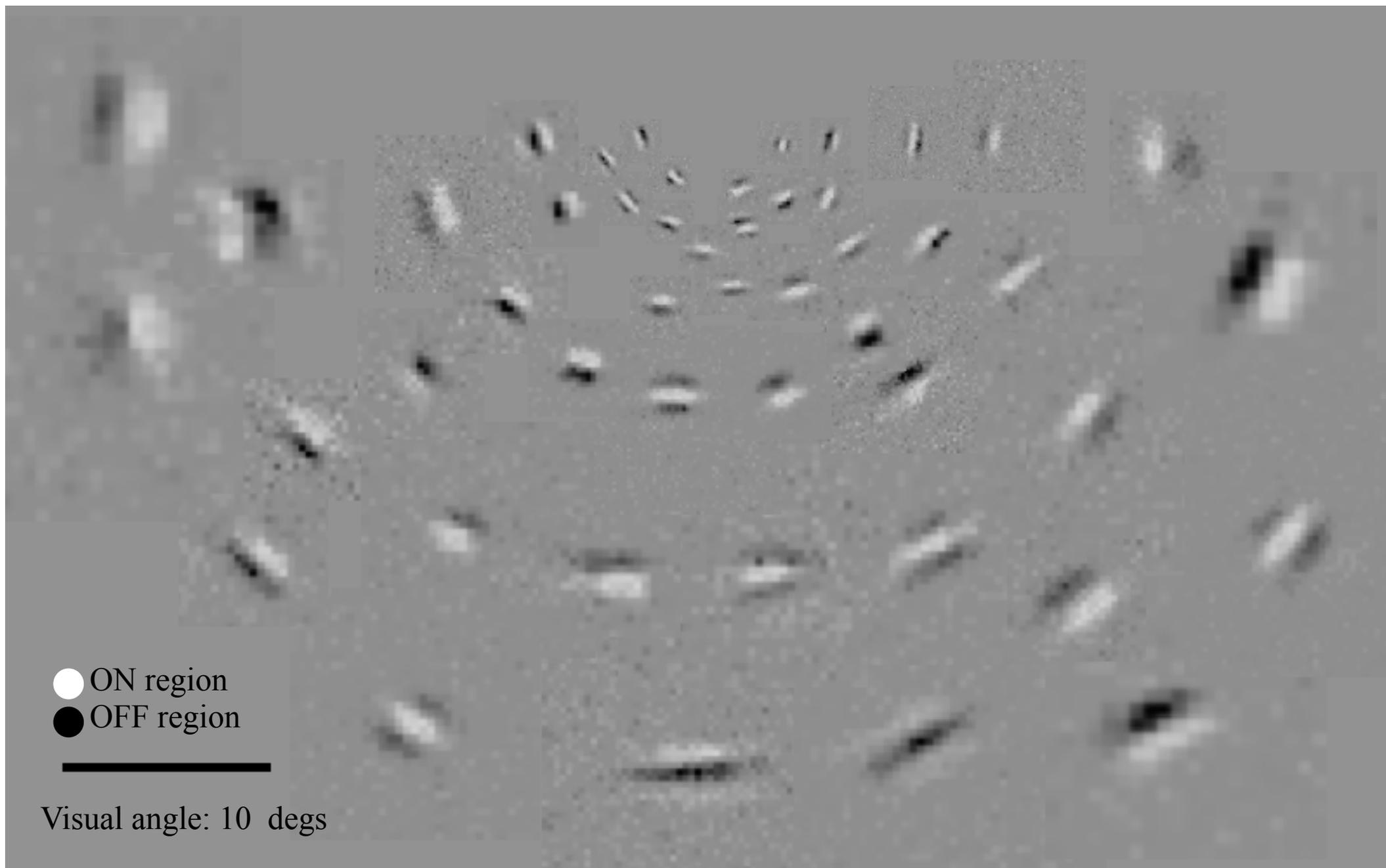
両眼視差の検出は初期視覚野からはじまる

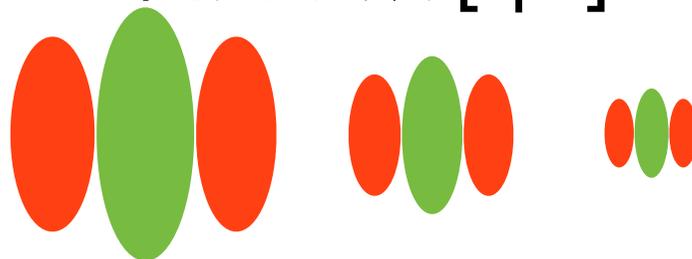
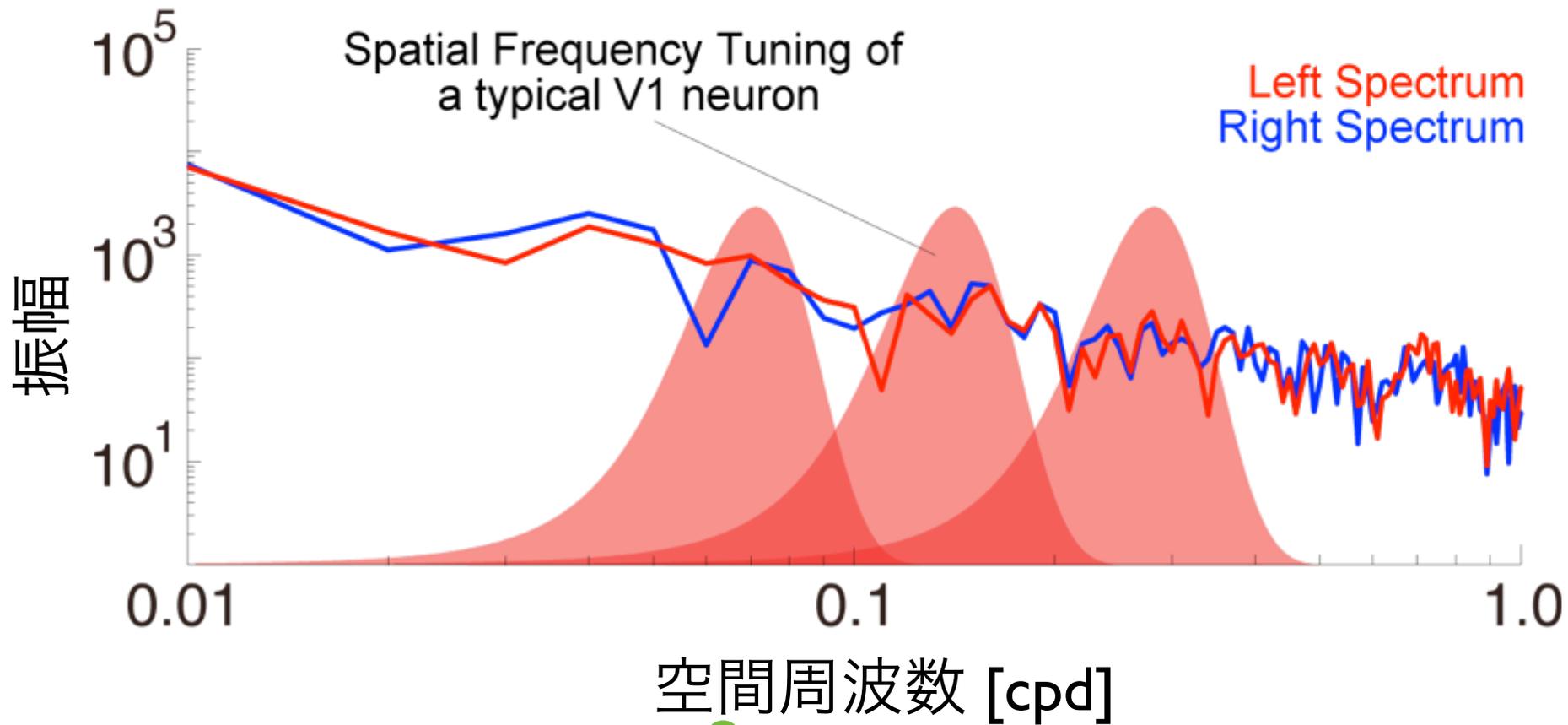
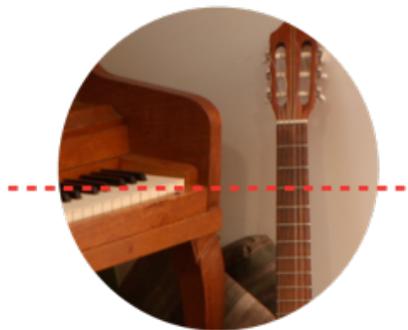


馬場, 佐々木, 大澤

V1細胞の受容野 (cats)

Collected in Ohzawa lab 2004-2009

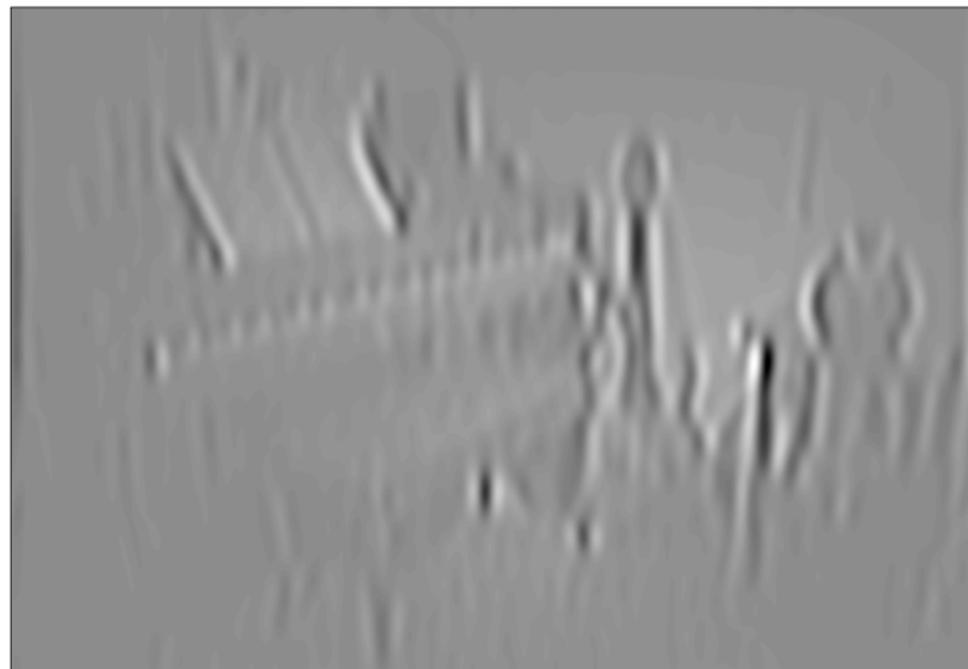
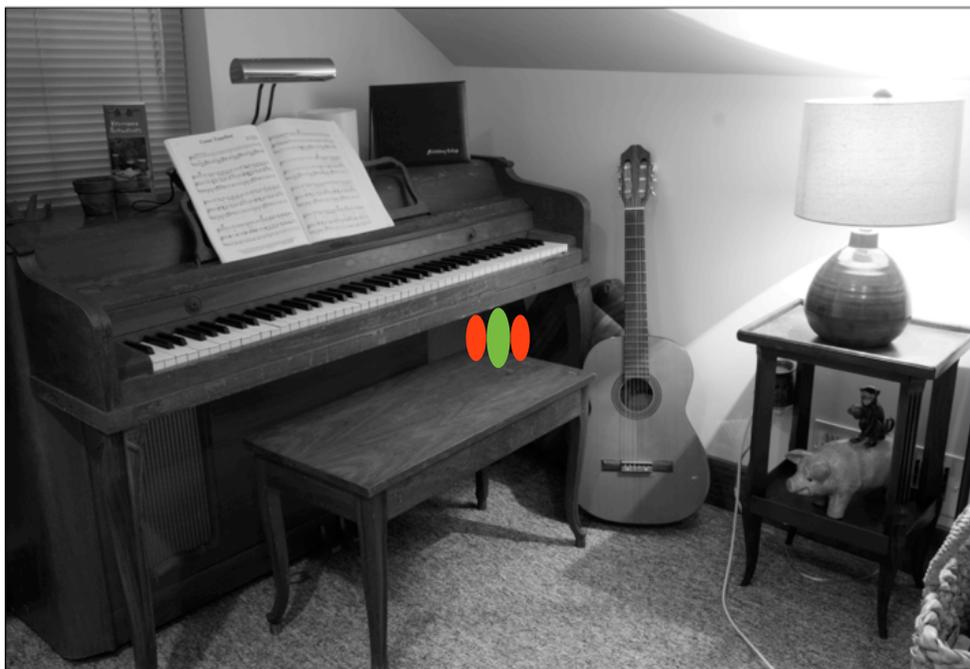


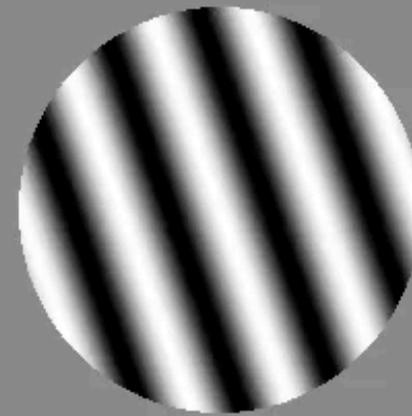
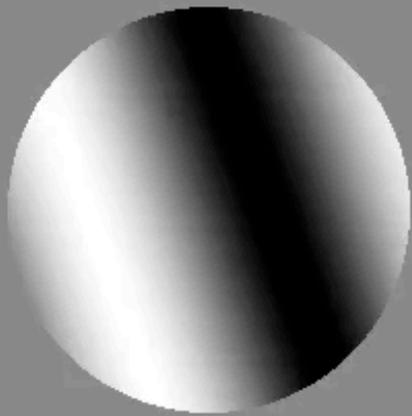


VI細胞1個分の周波数バンドが担う画像情報は、 全体のほんの一部

どこかで統合が必要

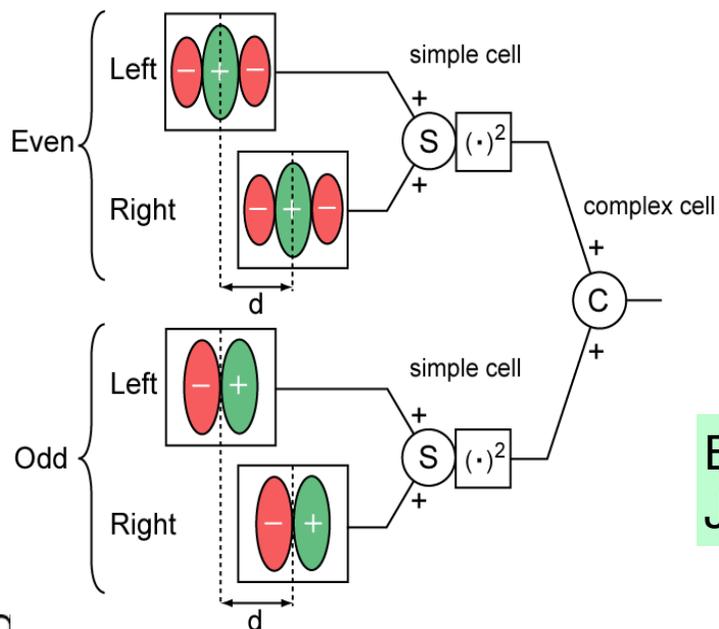
どの段階の細胞で、何がどの程度統合されるか？



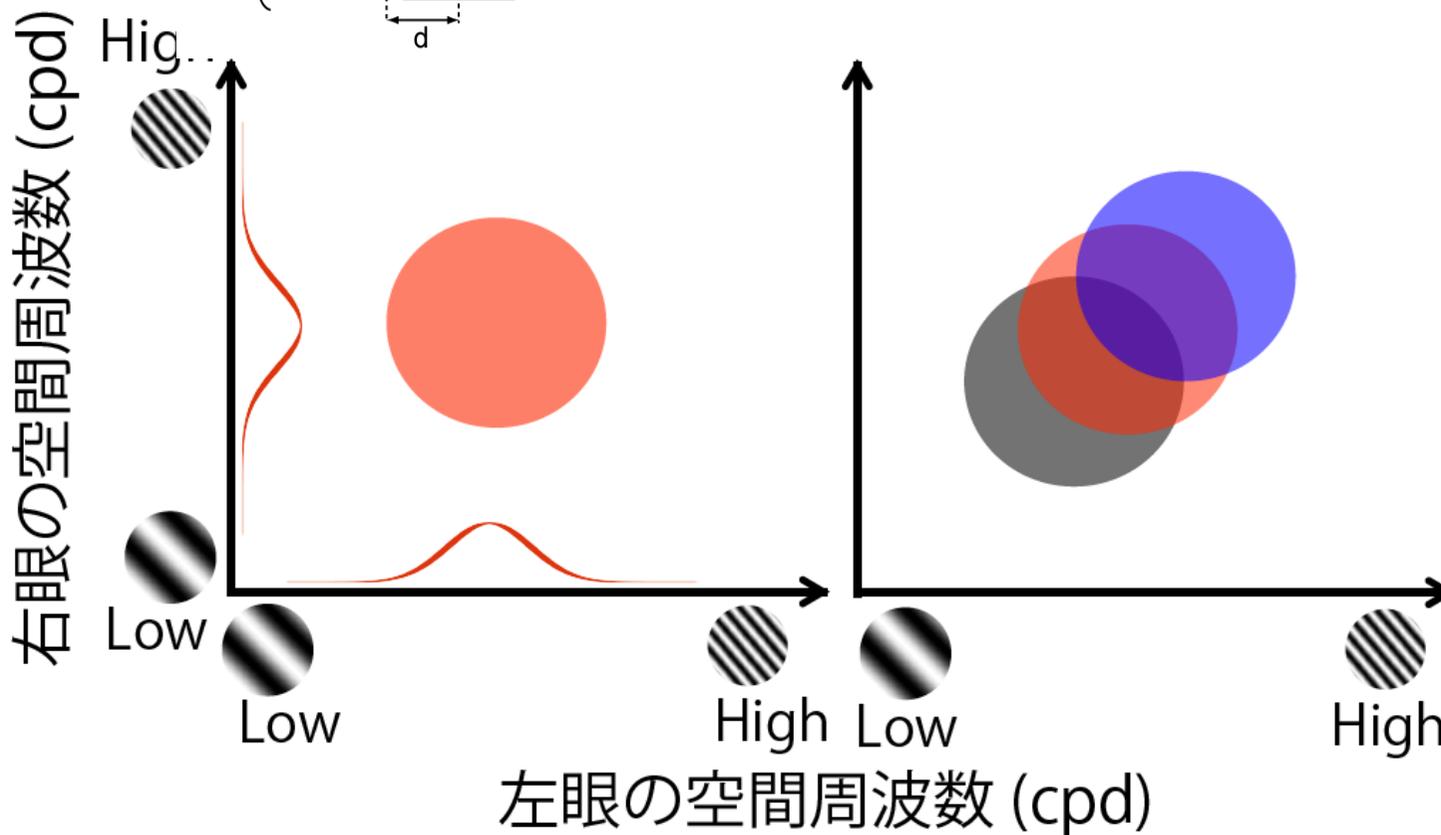


空間周波数領域における両眼視差情報のPooling?

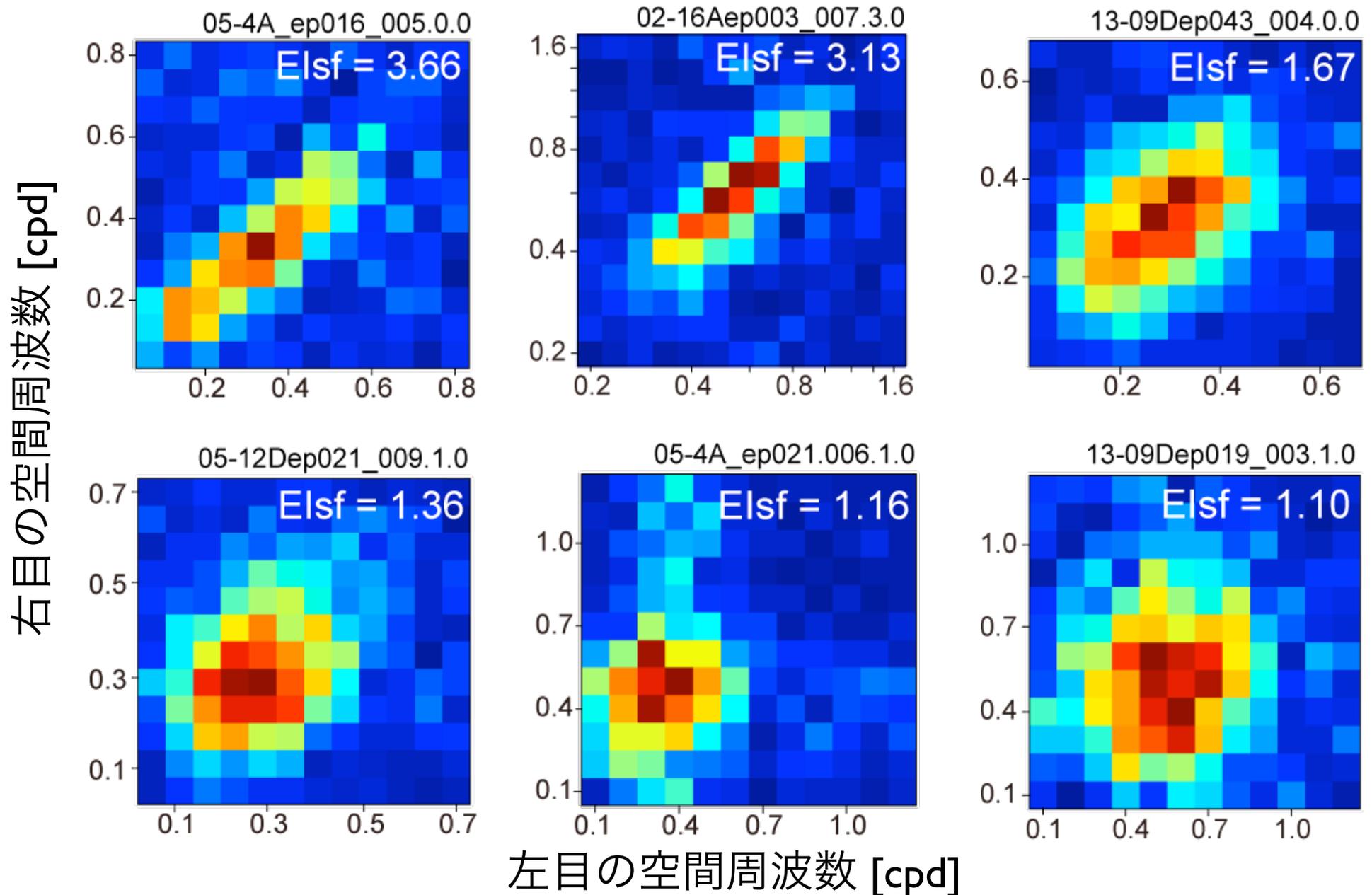
視差エネルギーユニット
= 視差検出器の最小単位



Baba M, Sasaki KS, Ohzawa I.
J Neurosci. 35(27):10025-10038, (2015)



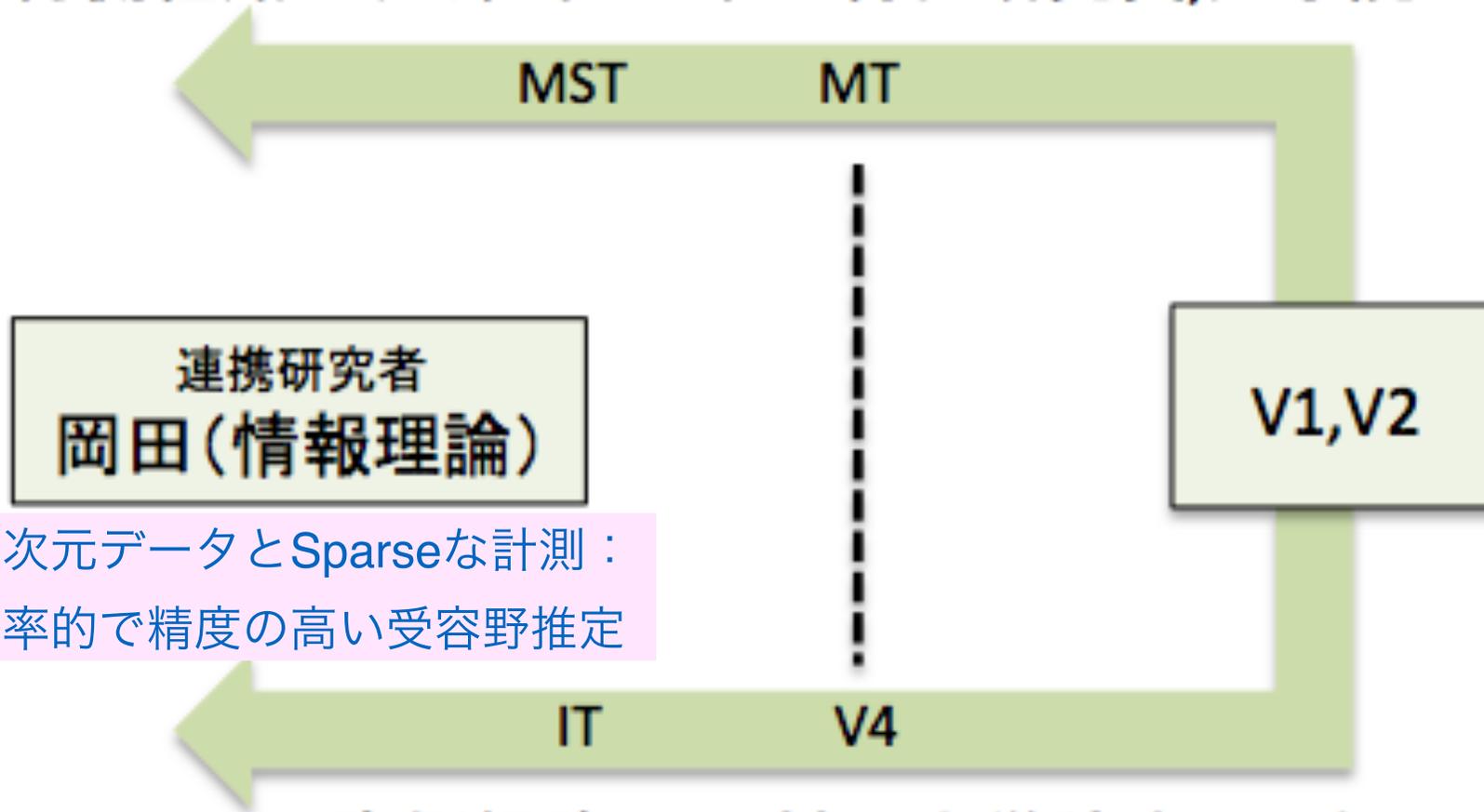
様々な伸び率を示す細胞がみられた



VI野→V4野→IT野

VI野→...→MT野

背側経路: 大澤・佐々木 + 特任研究員, 大学院生 ~2名



連携研究者
岡田(情報理論)

高次元データとSparseな計測:
効率的で精度の高い受容野推定

腹側経路: 田村 + 大学院生 ~2名

End