

年报
2001

视觉信息加工重点实验室

LABORATORY OF VISUAL
INFORMATION PROCESSING



中国科学院生物物理研究所
Institute of Biophysics
Chinese Academy of Sciences

中国科学院生物物理研究所

视觉信息加工重点实验室

2001 年年度报告

目 录

前言	1
机构设置.....	5
室务委员会.....	6
学术委员会.....	6
研究课题	8
研究进展及今后研究方向.....	11
刁云程, 李兵: 视皮层的功能组织.....	11
王书荣: 视觉信息加工的神经回路、细胞和分子基础.....	14
汪云九: 视觉时空信息表达和处理.....	17
郭爱克: 视觉运动神经网络.....	20
沈钧贤: 听觉信息加工的神经机理.....	23
赫荣乔: 分子神经发育生物学.....	24
刘力: 果蝇脑的分子遗传学结构及其功能的研究.....	27
刘纛: 脊椎动物视觉系统发育的基因调控.....	29

刘伟: POU 转录因子 qBrn-2 在胚胎发育中的作用	31
李朝义: 视皮层神经元整合野的结构、功能和脑光学成象的研究. ...	33
孙复川: Oculomotor 系统的视觉信息加工.....	35
寿天德: 视皮层细胞对形状和运动信息的整合.....	38
周逸峰: 猫外膝体细胞双眼反应特性及方位、选择性的研究.....	40
李东风: 鸟类发声和习鸟回路的关系及其调控模式.....	43
赵保路: 一氧化氮自由基在视神经发育过程的作用及天然抗氧化剂预防 PD 的分子机理	44
获奖情况	47
人才培养	49
● 毕业博士生	49
● 在学博士生	50
● 在读硕士生	52
学术交流	53
2001 年在研项目表	58
课题申请指南与申请办法.....	64
● 研究课题申请指.....	64
● 课题申请办法.....	65
科研设施.....	66
学术委员会会议纪要.....	70
发表论文与著作目录.....	72

前 言

视觉信息加工重点实验室建于1989年,是由中科院直接领导的重点实验室。前实验室主任分别为王书荣、刁云程研究员,学术委员会主任郭爱克、赫荣乔研究员。现有固定人员17人,客座人员约10人,研究生、博士后38人。实验室主任赫荣乔研究员,学术委员会主任李朝义院士。

本室采用多学科手段研究视觉信息加工的回路、细胞和分子基础;视觉系统的生长发育及其基因调控;视觉计算神经科学,最终目标是揭示视觉的神经基础,从一个侧面揭示脑的结构和功能,同时通过研究脑的网络模型,为信息等技术科学提供参考。主要研究内容有中脑视觉神经回路,递质和受体;视皮层的功能组织;视知觉组织和视觉学习记忆;视觉系统时空信息神经表达与处理;视觉系统的基因调控;视听感知高级整合神经网络研究等。

本实验室组织国家基金委和中国科学院重大、重点基金项目7项,完成其中课题17个,国家攀登课题2个。完成了“七五”、“八五”国家自然科学基金重大项目“视觉信息加工研究”、“神经网络理论模型及应用方法研究”;重点项目“视中枢神经元对视觉信息特征抽取、整合及相关回路”、“主动视觉的神经网络方法及其计算神经科学探索”;中国科学院重大项目“神经科学前沿课题的开拓”,这些项目验收都被评为优秀。本室近五年总计完成和正在承担课题53项,其中“模拟微重力条件下的细胞三维培养”863计划课题;973计划合作课题“老年痴呆(AD)的发病机理和防治基础”;攀登计划:视觉感知的神经计算和自组织原理,脑的高级功能及分子和细胞基础,果蝇视觉学习记忆的分子与细胞机制的研究等3项;由王书荣研究员为主持人的国家自然科学基金重大项目“视觉信息加工的神经基础”,

在此项目中本室固定人员和客座人员承担了全部 6 个课题：

1. 鸟类加工图形和运动信息的神经回路
2. 猫外上雪氏皮层的功能组织
3. RF 模型和视觉特征组织的计算神经科学研究
4. 视皮层神经元整合野的结构、功能和脑光学成像的研究
5. 眼运动控制在图形及运动信息处理中作用
6. 视皮层对形状和运动信息的整合

承担 3 项国家自然科学基金重点项目：“视中枢神经元对视觉信息特征抽取、整合及相关回路研究”，验收被评为优秀；“主动视觉及其计算神经科学基础”，验收被评为优秀；“视觉信息的群体动态时空编码和选择性注意机制”正在执行。同时承担国家自然科学基金面上基金 21 项，青年基金 2 项，国家基金委主任基金 1 项。承担其他基金 13 项及横向协作和中国科学院百人计划特别支持。

承担中科院重大（点）项目课题 3 项：

1. 鸟类神经发育 Homeobox 基因研究生物学（重点）
2. 脑智科学研究（创新交叉重大）参加
3. 弱磁空间对脑功能的影响（创新重大）

发表研究论文 357 篇，其中国际刊物 94 篇。论著 3 部。获国家科技进步三等奖 1 项，院科技重大成果奖 1 项，自然科学或科技进步二等奖 4 项，其它奖励多项。五年中，在国内外核心学术刊物上发表原始研究论文 252 篇，其中国际期刊论文 102 篇，<<中国科学>>和<<科学通报>>46 篇。2001 年发表论文 45 篇，其中国际期刊论文 21 篇，<<中国科学>>和<<科学通报>>等国内核心期刊 19 篇。国际刊物 IF>2 的文章逐年增加，由 1997 年 2 篇，1998 年 3 篇，1999 年 5 篇，2000 年 7 篇，直至 2001 年 10 篇，其中不乏

Pro. Nat. Sci. USA IF~9、TINS IF~18、NeuroScience IF~4、European. J. Neuroscience. IF~3.9、Biochem. Biophys. Acta IF>2、Biochem. J. IF>4 Mechanisms of Development, IF>5 等权威刊物的文章, 受到国际学术界的重视和好评。青年学术骨干和研究生作为第一作者的论文数量大幅度增加, 由 1996 年约占总数的 50%, 到 2001 年已占到 80%以上。

本室有国内外先进的仪器设备和实验设施, 包括 LSM-10 型共聚焦激光扫描显微镜系统, MS-31 型显微图像追踪分析系统, EPC-9 型离子通道研究系统, BSC-BU 型离子脑片实验装置, 图象工作站及各种电生理仪, 以及 1000 余平米的实验室用房。

本室一直注重开放、流动和国内外学术交流, 与美、欧、澳州, 以及日本、香港等 10 多个国家、地区的实验室有经常而广泛的交流和合作, 并获得了显著的效果, 进一步推进了其研究水平。

实验室根据国内外神经科学的发展和我们的特点调整了研究方向, 将研究方向调整为感知觉的神经基础。侧重于对感知觉、学习记忆、意识、控制等与信息加工、存储和利用有关的脑高级功能的交叉学科研究。

确立了新的研究目标, 研究工作更具有原创性, 在国际权威刊物上发表更多的高质量研究论文。在此基础上形成两方面高科技应用技术, 即基因水平研究神经系统重大疾病的发病机理及其防治的专利技术; 同时为新一代计算机, 即“脑风格”计算机提供生物模型。

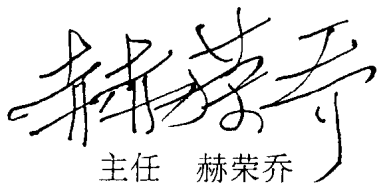
本实验室领导班子非常重视青年人才的培养, 多次讨论人才培养的问题以及解决问题的具体措施。使上下都认识到, 人才是立室之本。五年来的队伍建设工作收到了良好的效果。实验室为吸引优秀人才、培养青年骨干、稳定现有青年研究队伍的采取了多项具体措施, 如建立青年基金, 积极进行“百人计划”人才的引进工作。

经过十多年的建设，本实验室在视觉信息加工领域已成为国内一流、国际较为先进、设备较为完备的实验室，同时也是此领域国内唯一的多学科交叉的综合实验室。

2001 年生命科学国家重点实验室、部门开放实验室评估专家组对视觉信息加工开放实验室进行了现场评估。评估专家组认真听取和审查了赫荣乔研究员所做的实验室主任工作报告，以及分别由王书荣研究员、李兵副研究员、刘伟副研究员所做的三个学术报告。通过现场评估和复评，视觉信息加工开放实验室在本次生命科学 56 个国家重点实验室和部门开放实验室的评估中位于第九名，在 23 个部门开放实验室当中位于第三名。评审专家认为“在学术梯队和人才建设方面，该实验室有一批学术背景好，在本领域已做出较好成绩的优秀中青年学术骨干。研究实力强，并已建立良好的实验室运行与管理机制。国际国内学术交流活跃。这些成绩表明，该室的研究工作对揭示感知觉信息加工的神经基础研究起了重要的推动作用，达到国际先进水平。”

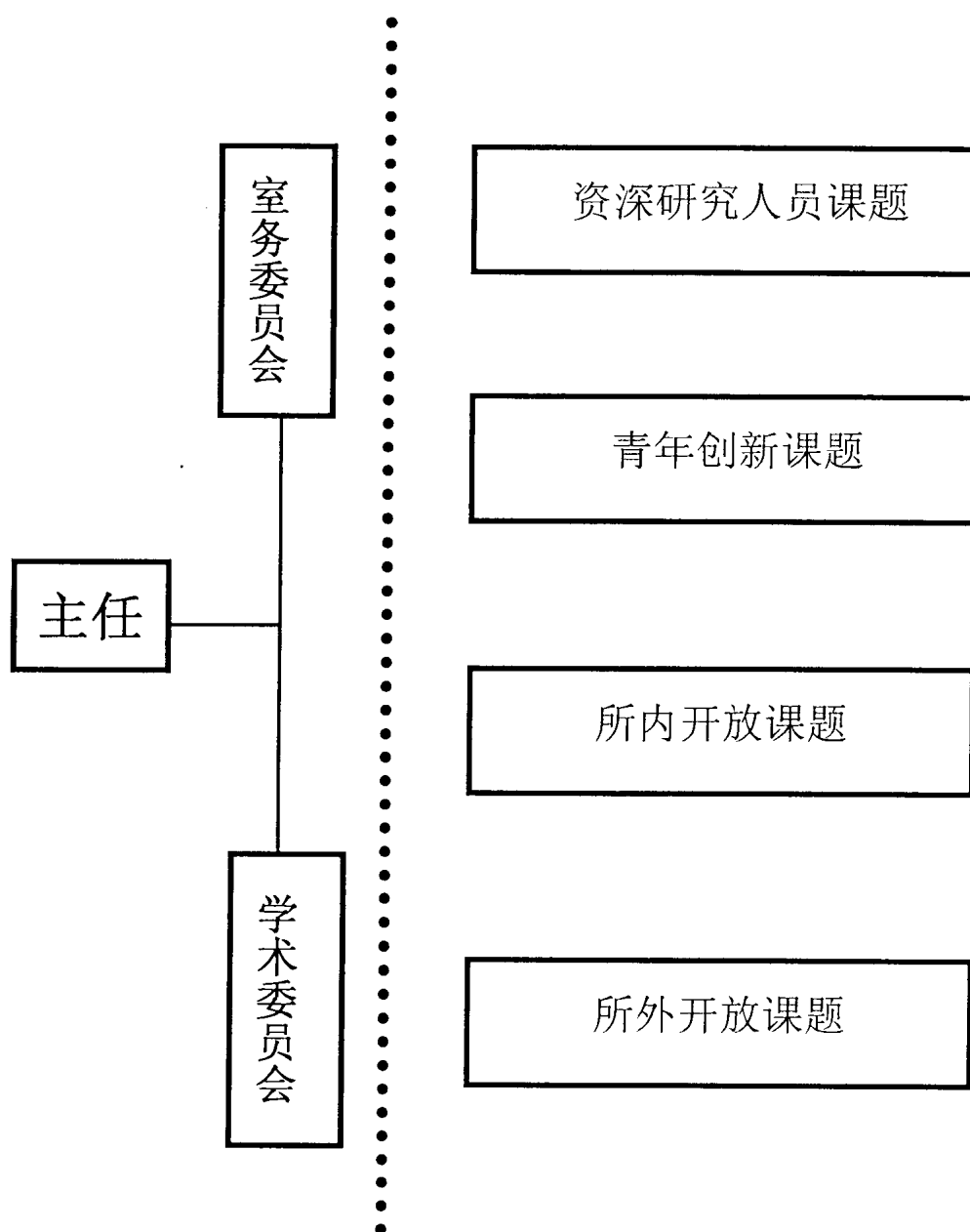
中国科学院生物物理研究所

视觉信息加工重点实验室



主任 赫荣乔

实验室机构设置



室务委员会

赫荣乔：实验室主任

李 兵：实验室副主任

刘 力：学术委员会副主任

吴梅英：学术委员会秘书

学术委员会

● 主 任

李朝义

中国科学院上海神经科学研究所

● 副主任

刘力

中国科学院生物物理研究所

陈惟昌

中日友好医院临床医学研究所

● 委 员（以姓氏笔画为序排列）

刁云程

中国科学院生物物理研究所

王书荣

中国科学院生物物理研究所

王晓民	北京大学神经科学研究所
王涌天	北京理工大学光电工程系
孙复川	中国科学院上海生理研究所
寿天德	上海复旦大学生命科学学院
汪云九	中国科学院生物物理研究所
苏国辉	中国科学院院士 香港大学解剖学系
罗跃嘉	中国科学院心理研究所
范明	军事医学科学院基础研究所
唐孝威	中国科学院院士 浙江大学
郭爱克	中国科学院生物物理研究所
谢佐平	清华大学生物科学与技术系
赫荣乔	中国科学院生物物理研究所
吴梅英	中国科学院生物物理研究所

研究课题及参加人员

1. 视皮层的功能组织;

课题负责人: 刁云程,

参加人员: 李兵, 王连红, 李宝旺*, 陈尧*, 徐颖*, 陈辉*

2. 视觉信息加工的神经回路、细胞和分子基础

课题负责人: 王书荣,

参加人员: 胡婧* 唐宗湘* 杨瑾* 王远*, 顾勇*, 曹鹏*

3. 视觉运动神经网络

课题负责人: 郭爱克.

参加人员: 冯春华, 唐世明, 李岩*, 王顺鹏*, 马宝生*, 张彬*, 徐诗宇*,

5. 视觉时空信息表达和处理

课题负责人: 汪云九,

参加人员: 李速*、李颖*、任立刚* 齐翔林 吴新年

6. 分子神经发育生物学

课题负责人: 赫荣乔,

参加人员: 华茜* 刘阳* 聂春来* 李莉* 吴岑 兰蕾*

7. 听觉信息加工的神经机理

课题负责人: 沈钧贤

参加人员: 徐智敏 夏艳芳* 齐占恒* 黄小英*

实验室青年创新课题

1. 果蝇脑的分子遗传学结构及其功能的研究

课题负责人：刘力，

参加人员：龚海韵，刘刚*

2. POU 转录因子 qBrn-2 在胚胎发育中的作用

课题负责人：刘伟

3. 猫视皮层对运动视觉信息的分析

课题负责人：李兵

参加人员：赵滨*

4. 脊椎动物视觉系统发育的基因调控

课题负责人：刘纓

参加人员：刘阳*

5. 突变体果蝇神经网络建模

课题负责人：武志华

开放课题

1. 视皮层神经元整合野的结构、功能和脑光学成像的研究

课题负责人：李朝义(上海神经科学研究所)

参加人员：徐杏珍，徐伟锋*，王 烨*，张 颖 *

2. Oculomotor 系统的视觉信息加工

课题负责人：孙复川(上海生理研究所)

参加人员：陈凌育, 赵信珍, 杨 青*, 田 敬*, 童剑亮*, 周经浩*, 王存国*

3. 视皮层细胞对形状和运动信息的整合

课题负责人：寿天德(上海复旦大学)

参加人员：黄洛秀*， 陈昕*， 孙超*， 沈威*

4. 猫外膝体细胞双眼反应特性及方位、选择性的研究

课题负责人：周逸峰(中国科技大学)

参加人员：李祥瑞， 贾凡， 金坚中， 余山

5. 一氧化氮自由基在视神经发育过程的作用及天然抗氧化剂预防 PD 的分子机理

课题负责人：赵保路(生物物理研究所)

参加人员：聂广军* 张月亭* 张德良* 焦鸿丽*

6. 鸟类发声和习鸟回路的关系及其调控模式

课题负责人：李东风（东北师范大学）

参加人员：赵静*

注：*研究生

研究进展及今后研究方向

视皮层的功能组织

课题负责人: 刁云程

参加人员: 李 兵, 王连红, 李宝旺*, 陈 尧*, 徐 颖*, 陈 辉*

研究进展

(1) 猫前内侧外上雪氏区(AMLS)神经元对模拟光流刺激的反应特性

实验发现: (1)绝大多数 AMLS 细胞对螺旋和平动刺激均有显著的兴奋性反应和较强的方向选择性; (2)偏好旋转刺激的细胞占较高比例, 而不是对由径向和旋转运动复合构成的螺旋空间均匀采样, 此点与以往在猴大脑纹外皮层各区得到的结果明显不同; (3)总体上偏好运动速度较快的光流刺激, 80%以上细胞的最优速度不低于 $60^\circ/\text{s}$ 。

结合本组前两年在 PMLS, PLLS, V1 区得到的结果, 我们认为, 猫视皮层多个视区均参与光流信息的传递和加工。平动信息在 V1 区被初步检测, 较为复杂的径向和旋转运动在外上雪氏皮层各视区得到一定程度的分析。各视区对不同光流模式的偏好有所不同, 如 PMLS 区无明显偏重, 可能主要起中继作用, PLLS 区相对较偏好径向运动, AMLS 区较偏好旋转运动。而方向组织更为复杂的螺旋、形变等复合光流信息可能须在更高级的纹外皮层被整合和识别。

(2) 猫后内侧外上雪氏区(PMLS)神经元对长时程光流刺激的适应特性

在 PMLS 区, 径向和旋转运动引发的适应及后效应显著强于使用平动刺激时, 且明显地影响神经元的方向选择性。当使用最优方向的径向或旋转刺激作长时程适应后, 大多数细胞对正反方向测试刺激的反应下降程度不同, 以至方向敏感性减弱, 甚至最优方向发生逆转; 而对平动刺激的适应未表现出方向专一性。这些结果表明 PMLS 区可能在对较复杂运动的适应中起重要作用。

(3) 猫 PMLS 和 V1 区神经元的方向调谐特性

在前两年工作的基础上, 同时用正弦网格和随机线条图研究 V1 区神经元的方向选择性, 发现对网格刺激表现为明显成分方向选择性的细胞, 在用随机线条图刺激时可能对图形中的取向因素不敏感, 甚至完全不受取向选择性影响。这从实验上说明网格刺激中的强取向因素可以掩盖非取向因素(如两组正弦光栅的交叉点)的作用, 为我们提出的“基于取向和不基于取向的两类机制相互竞争, 从而决定细胞方向选择性”的观点提供了进一步的支持。

获奖

陈 垚: 荣获 2001 年度地奥奖学金二等奖

徐 颖: 荣获 2001 年度生物物理研究所所长奖学金一等奖

本年度发表研究论文:

1. Li, B., Chen, Y., Li, B.-W., Wang, L.-H. and Diao, Y.-C. (2001) Pattern and

- component motion selectivity in cortical area PMLS of the cat. *European Journal of Neuroscience*, 14, 690-700.
2. Xu, Y., Li, B., Li, B.-W. and Diao, Y.-C. (2001) Adaptation of PMLS neurons to prolonged optic flow stimuli. *NeuroReport*, 12, 4055-4059.
3. 陈垚、李兵、李宝旺、刁云程 (2001) 猫初级视皮层神经元不依赖于图形取向的方向调谐. *中国科学 C 辑*, 31, 371-378.
4. (Chen Yao, Li Bing, Li Baowang and Diao Yuncheng (2001) Directional tunings independent of orientation in the primary visual cortex of the cat. *Science in China (Series C)*, 44, 513-523.)
5. 张月婷、徐颖、李兵、刁云程 (2001) 猫前内侧上雪氏区视神经元对运动随机线条的反应. *生物物理学报*, 17, 275-282.

视觉信息加工的神经回路、细胞和分子基础

课题负责人: 王书荣

参加人员: 胡婧 唐宗湘 杨瑾 王远, 顾勇, 曹鹏

研究进展

主要取得以下进展: 视顶盖与Imc和Ipc可能形成“胜者为王”回路: 本组揭示出两栖类视网膜利峡核传入维会聚到视顶盖细胞上有五种情况: (a) 53%顶盖细胞接受谷氨酸能视网膜输入, 和胆碱能峡核输入; (b) 17%顶盖细胞接受谷氨酸能视网膜输入, 和GABA能峡核输入; (c) 14%顶盖细胞从视网膜和峡核均接受胆碱能输入; (d) 12%顶盖细胞接受谷氨酸能视网膜输入, 和间接GABA能峡核输入; (e) 4%顶盖细胞接受胆碱能视网膜输入和间接GABA能峡核输入。此处的谷氨酸能突触由NMDA(N—甲基-D-天冬氨酸)受体介导, 胆碱能突触由蕈毒碱型受体介导, GABA能突触由GABA_A受体介导。在鸟类中, 峡核由Imc和Ipc两个独立的核团构成。在Imc施加乙酰胆碱, 顶盖细胞感受野抑制区减小, 兴奋区的视觉反应增强: 用利多卡因阻断Imc时, 兴奋区反应减弱, 或完全消灭。在Ipc施加NMDA, 感受野抑制区扩展, 以致最后使兴奋区消灭; 用利多卡因阻断Ipc时, 顶盖细胞感受野抑制区则消失。由此得出结论, Imc通过兴奋性谷氨酸能和胆碱能通路调控顶盖细胞感受野的兴奋性中心, 而Ipc则通过抑制性GABA能通路调控顶盖细胞感受野的抑制性外周。据此提出了视觉感受野的双核团调控模型, 表明视顶盖—峡核系统形成了一种“胜者为王”回路。这样, 在峡核的功能研究和视觉感受野的调控研究中取得重要进展。