

2020

多重抽象关系类比复杂度的神经基础

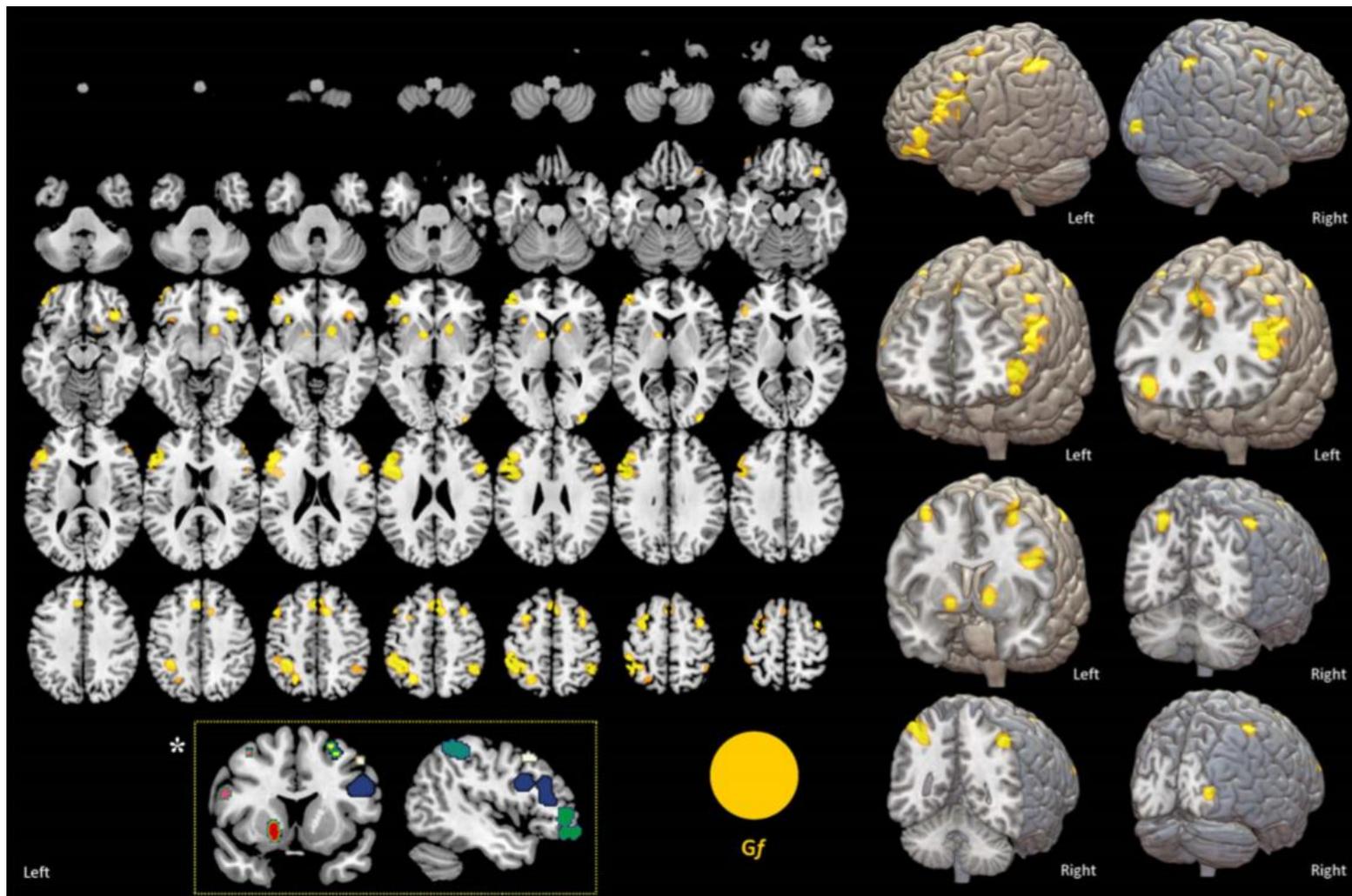
Neural Substrates for Analogical Complexity of
Multiple Abstract Relations

陈路遥 博士

luyaochen@bnu.edu.cn

流体智力的神经基础

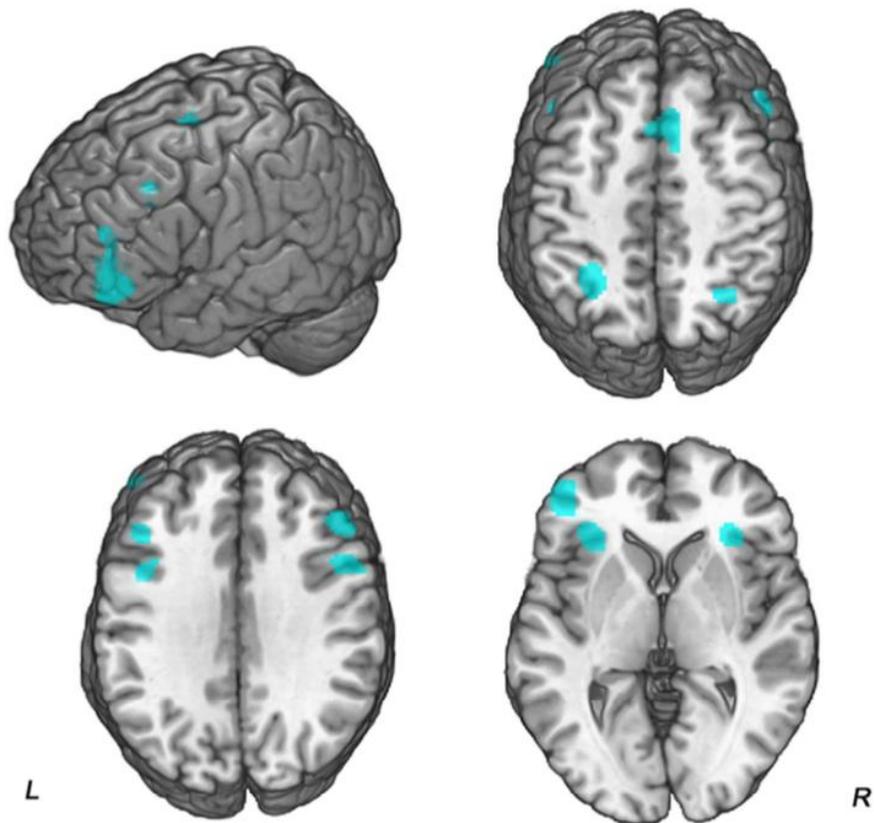
- 流体智力：涉及抽象思维，学习、推导、解决问题；包含类比思维



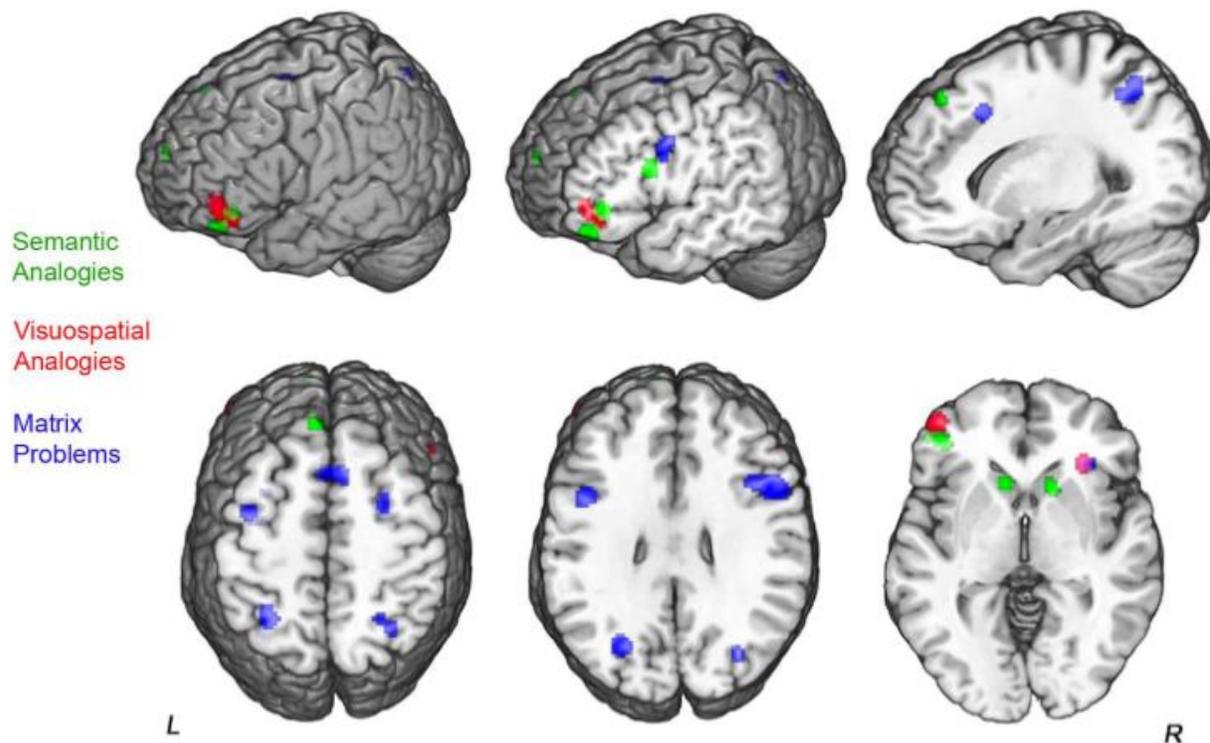
主要包含额——顶与皮层
下脑区

(Emiliano Santarnecchia
et al., 2017)

类比的神经基础



(Hobeika et al., 2016)



- domain-oriented regions:
inferior frontal gyrus for semantic tasks
middle frontal gyrus for visuospatial tasks
- domain-general region:
the **left rostralateral prefrontal cortex**
- visuospatial analogy vs matrix problem task:
distinct right and left cerebral networks, particularly separate areas within the left rostralateral prefrontal cortex.



研究问题

- 抽象关系：存在多种类型
 - 类比方式：存在不同的复杂度
 - 缺乏系统的神经基础研究

 - **核心问题：多重抽象关系的类比复杂度的神经基础为何？**
- 

研究设计

- 被试：在校健康汉语母语大学生
- 3 × 3 被试内设计, fMRI
- 自变量：（1）抽象关系类型：双信号相同，单信号相同，信号互补

> > | > > > > | > < > > | < <

(2) 类比的类型（复杂度）：严格相同，关系相似，关系互补

例如，> > | > > —— > > | > > （两个trial完全相同）

> > | > > —— < < | < < （两个trial关系相似）

> > | > > —— > > | < < （两个trial关系互补）

- 因变量：行为（正确率、反应时），神经（激活模式、脑网络……）

一个trial由“>”和/或“<”构成，如 >>|>>; “|”是为了明确信号对比

一个trial内部信号关系：“|”前后两个字符完全相同、仅一个字符相同、都不相同（对立互补）

trial之间的关系称为外部关系，也有三种：两个trial完全相同、仅关系相似以及关系互补

外部关系 / 内部信号	双信号相同	单信号相同	信号互补
严格相同	$\begin{array}{c} >> >> \text{ — } >> >> \\ \text{Trial 1 — Trial 2} \end{array}$	$>> >< \text{ — } >> ><$	$>> << \text{ — } >> <<$
关系相似	$>> >> \text{ — } << <<$	$>> >< \text{ — } <> <<$	$>> << \text{ — } << >>$
关系互补	$>> >> \text{ — } << >>$	$>> >< \text{ — } >> >>$	$>> << \text{ — } >> >>$

材料

>		<	
Trial1	Trial2	Trial1	Trial2
フ	ㄣ	ㄩ	ㄥ
ラ	ㄣ	せ	ム
ヲ	ㄣ	セ	去
ウ	マ	ㄩ	ㄥ

- 材料会进行counter-balance
- 实现规则迁移：trial1——trial2用不同的材料，实现抽象关系的类比
- 更像语言材料，close to language rules
- 丰富实验材料 (sample size of trials)

预期

- 前额叶，特别是IFG呈现类比复杂度主效应
- 前额叶，特别是IFG也存在类比复杂度与抽象关系类型的交互作用，如激活梯度：越复杂的互补类抽象关系可能会更加激活IFG后部（BA 44区，即句法加工区）
- 脑网络：额——顶网络？（如果近似语言规则，则可以估计额——颞网络）

- 思考与讨论：当前的类比推理对语言规则的学习或加工有哪些启示？

研究进展：类比的层次：第一层 vs 第二层

三种基本关系：顺时针、逆时针、相反

核心问题：多层类比的神经基础及其异同为何？

顺时针旋转	相反关系	逆时针旋转
$\wedge >$	$\wedge \vee$	$\wedge <$
$> \vee$	$\vee \wedge$	$< \vee$
$\vee <$	$< >$	$\vee >$
$< \wedge$	$> <$	$> \wedge$

层次：两组符号构成一个串

第一层：各组符号之间

$\wedge > | \vee <$ 中 $\wedge >$ 、 $\vee <$

第二层：两组符号之间

$\wedge > | \vee <$ 中 $\wedge >$ 和 $\vee <$ 的关系

设计

题干	层次	正确	错误
$\wedge > v <$ 顺 顺	第一层 顺 顺	$v < \wedge >$ 顺 顺	$< v \wedge >$ 逆 顺
	第二层 (顺 顺) 同	$\wedge v > <$ (反 反) 同	$\wedge v < \wedge$ (反 顺) 异
$> \wedge < >$ 顺 反	第一层 顺 反	$v < > <$ 顺 反	$v < \wedge >$ 顺 顺
	第二层 (顺 反) 异	$< v \wedge >$ (逆 顺) 异	$v < \wedge >$ (顺 顺) 同

谢谢大家