渲影医析 Lab 实战案例（1）T1 图像配准和标准化

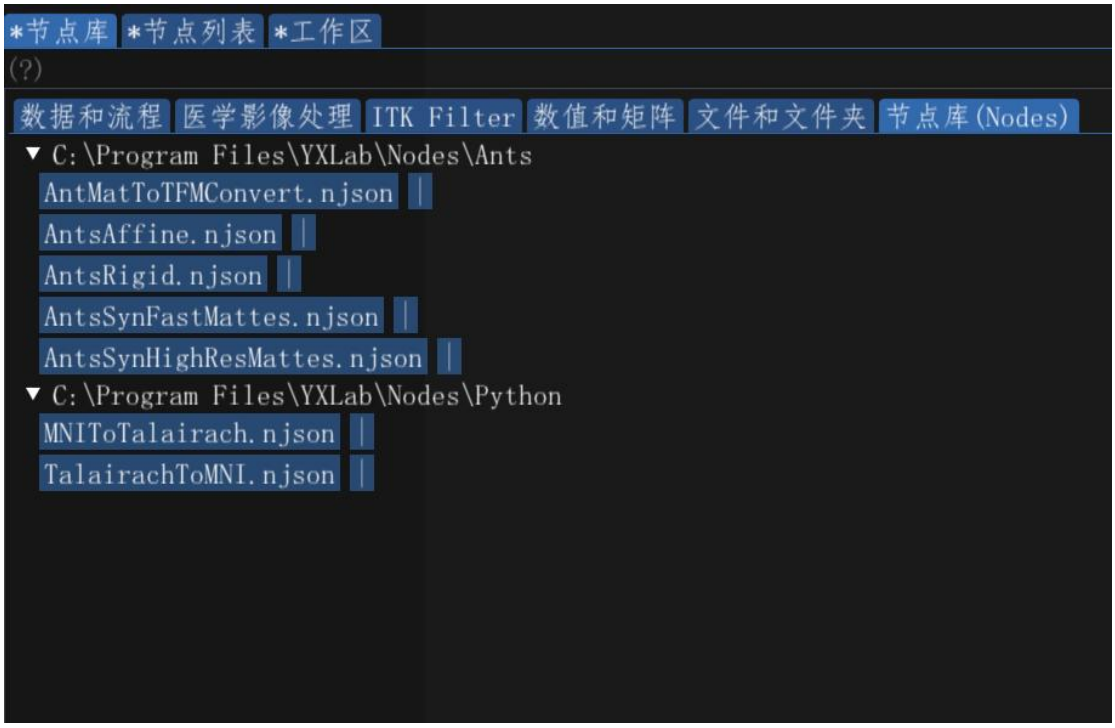
医学图像处理中经常会遇到各种类型的数据匹配问题，不同模态的数据之间进行匹配，不同的数据需要不同的处理流程。实战案例系列文档旨在通过实际的数据处理流程设计帮助用户理解和掌握数据流程的设计方法。

T1 结构像非线性配准到脑模板，进而实现一组影像标准化的过程是脑影像成组分析的基础操作，大量分析手段依赖于这一过程的准确执行。然而在实际工作中经常会出现一些图像无法匹配、图像配准过程中造成区域缺失、配准效果不佳的问题。医析 Lab 针对这些问题提供了各种方便的工具节点，形成多种流程化的方案。尤其是在需要批量处理一组病例的 T1 脑影像时，允许用户进行快速的批量实验，最终一次执行得到整组配准结果。本文详细介绍如何构建 T1 配准流程。

Ants 节点库介绍

Ants 是非常强大的开源配准软件包，详情参考：
GitHub - ANTsX/ANTs: Advanced Normalization Tools (ANTs)

渲影医析 Lab 提供了调用 Ants 的快捷节点库，安装了第三方软件包后可以就直接调用相关节点。

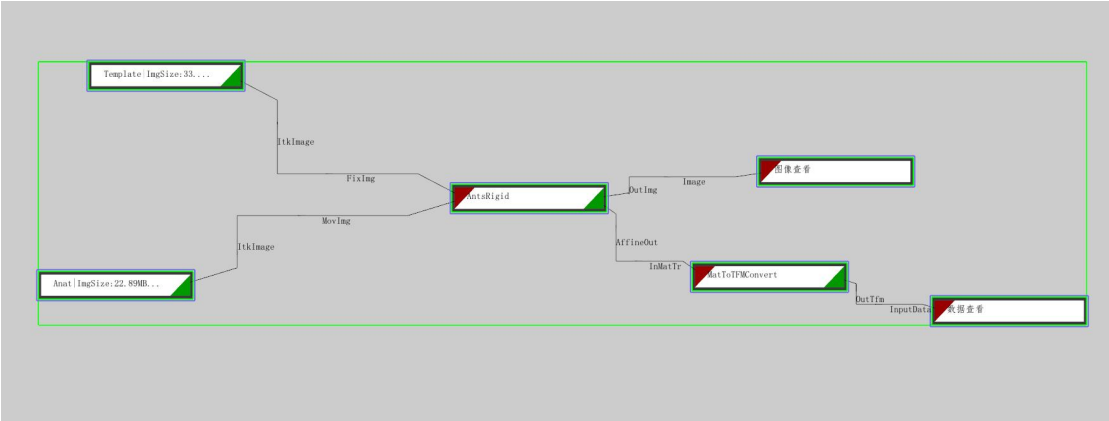


Ants 节点位于节点库-> 节点库(Nodes)。
其中包括：

- AntsRigid:利用 Ants 进行刚体配准
- AntsAffine:利用 Ants 进行仿射配准
- AntsSynFastMattes:利用 Ants 进行非线性配准(低精度配准，速度快)
- AntsSynHighResMattes:利用 Ants 进行非线性配准(高精度配准，速度慢)。
- AntMatToTFMConvert：将 Ants 生成的矩阵转换成医析 Lab 中 ITK 兼容的形式。



每个节点都有配套的图例，点击图例可以将图例加载到设计图中。



加载 AntsRigid.njson | ->rigid.njson 图例

刚体配准图例

在开始自主设计工作前用户应该充分熟悉基础图例（每个节点的右侧都有相关图例）。强烈建议用户在充分熟悉基础图例以及每个节点的功能和性能之后再开始构建自己的设计流程。本图例中包含 6 个节点：

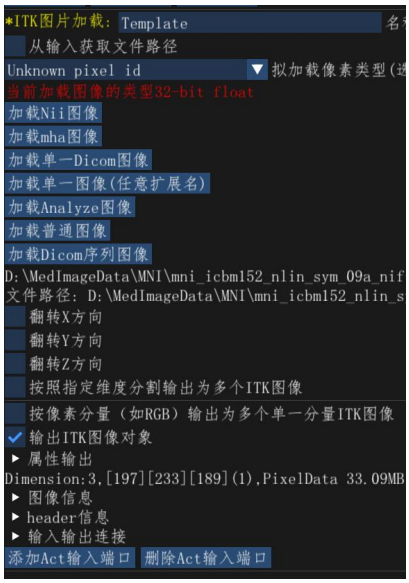
- Template、Anat 的图像加载器（节点名称用户可自己编辑）：负责影像文件加载和输入。
- AntsRigid 节点：调用 Ants 的图像配准器（刚体配准）。
- 图像查看节点：接收配准节点输出的配准后影像。
- MatToTFMConvert 节点：将配准生成的变换矩阵转换为 ITK 可接受的形式。
- 数据查看节点：查看配准后变换矩阵数值。

下面介绍如何使用这张子图：

配准图像输入

选择 Template 图像加载节点->加载 nii 图像：在 Template 节点中选择加载 MNI 模板文件，

Anat 节点选择 T1 图像。





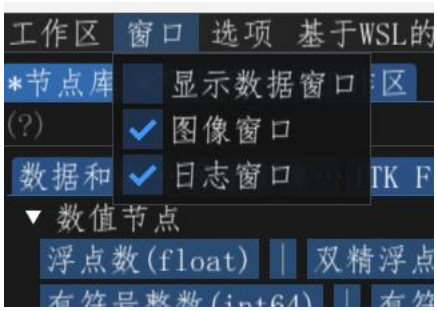
图像加载节点可以查看到选定图像的信息，header 信息，指定多种输出模式以及是否需要进行图像反转操作等。

配准前建议将两张图像的“拟加载数据类型”设置为相同，例如本例中 Anat 图像为 16-bit unsigned integer，Template 则为 32-bit float。当“拟加载数据类型”设置为 unknown pixel id 时将加载图像为文件自身的数据类型。对于图像的数据类型不太了解的用户可以简单理解：图像数据格式分为两个部分位宽（如 16-bit，32-bit）和数值类型（unsigned integer、float），位宽越大文件尺寸越大能够表达的体素数值范围和小数精确度也就越高，数值类型中 unsigned/signed 表示数值是否包含负数，integer、float 则表示数值是整数还是小数，32 位小数一般称为 float，64 位小数则称为 double。



一般用户如果不了解每种数据类型的范围可以在医析 Lab 的数值节点中查询，或者在节点执行报错之后再处理也不迟，通常而言两张图像数据类型不一致是造成错误的主因，此时只要将冲突图像统一加载为“范围较大”的浮点数据类型即可。本案例中即使不处理数据类型的选择也不会影响配准的进行。

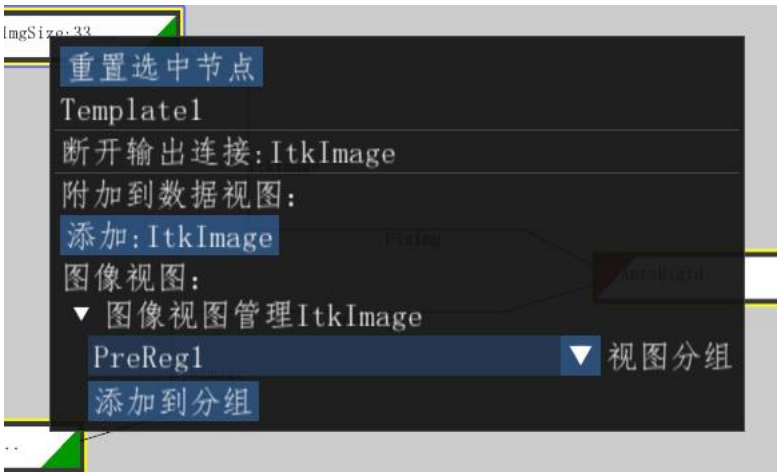
预先对比配准前图像



打开窗口->图像窗口

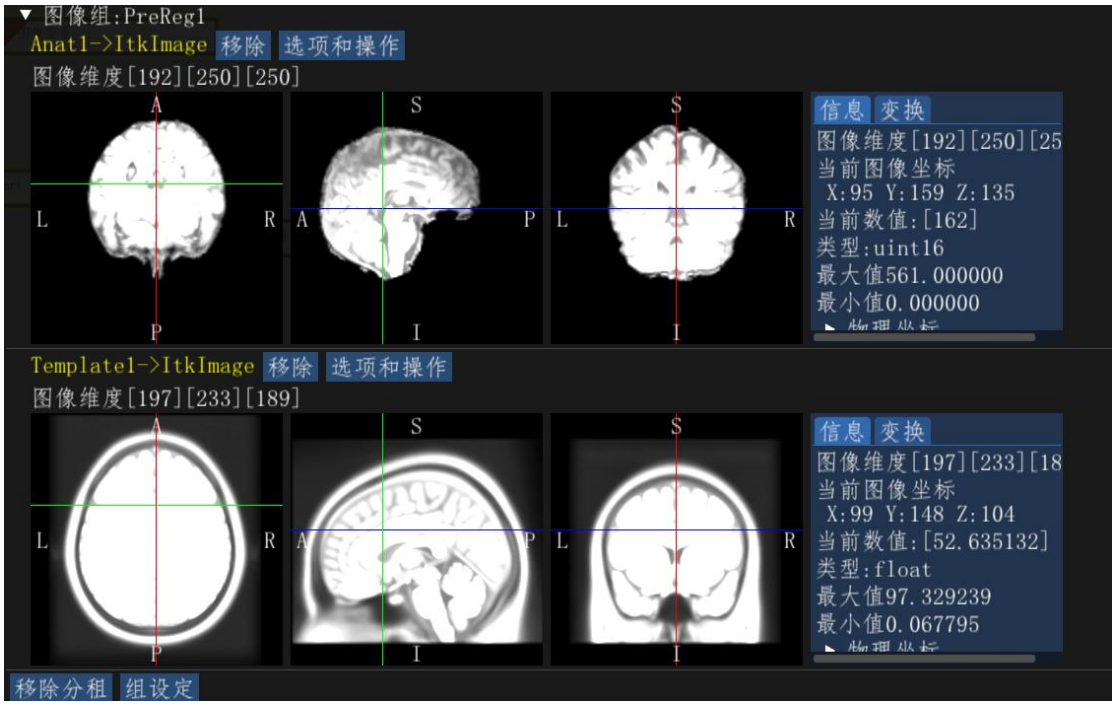


图像视图->分组管理->创建分组

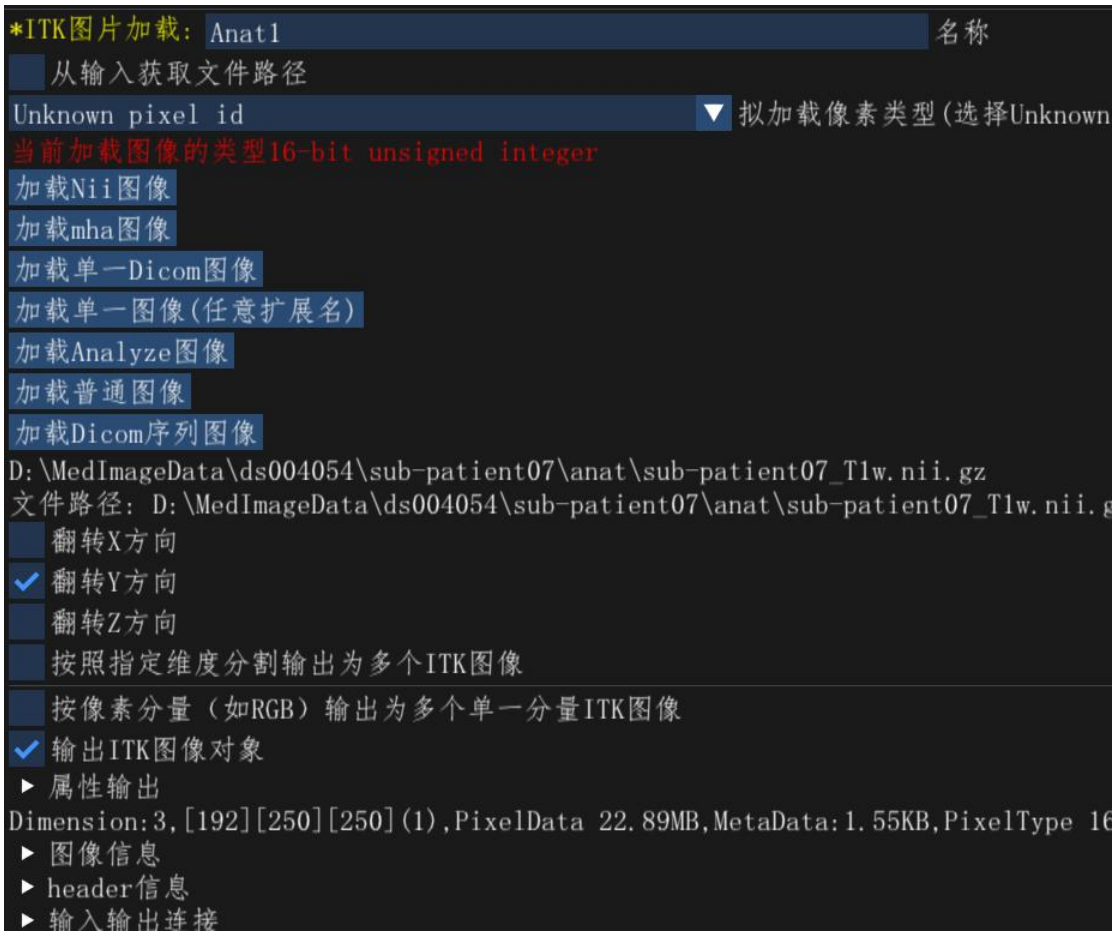


选中 Template 节点和 Anat 节点->右键添加到 PreReg1 分组

执行 Template1 节点和 Anat1 节点（选中节点后按 F7 或执行控制台上点击“执行当前节点”）后，即可在图像视图中对比观察两个结点的输出结果：

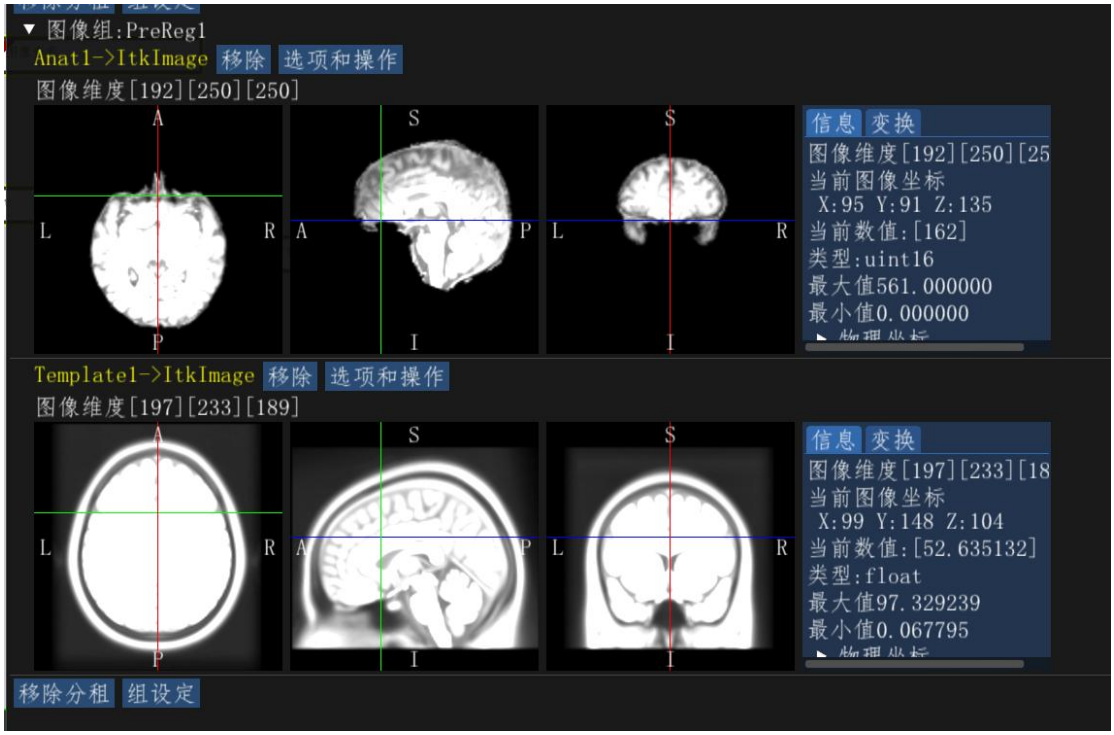


可以看到该病例和 MNI 空间存在明显问题：前后方向反了



解决：Anat 加载节点中开启翻转 Y 方向

再次 F7 执行两个加载节点

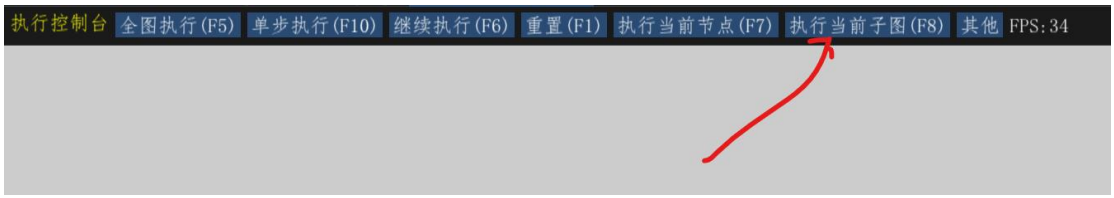


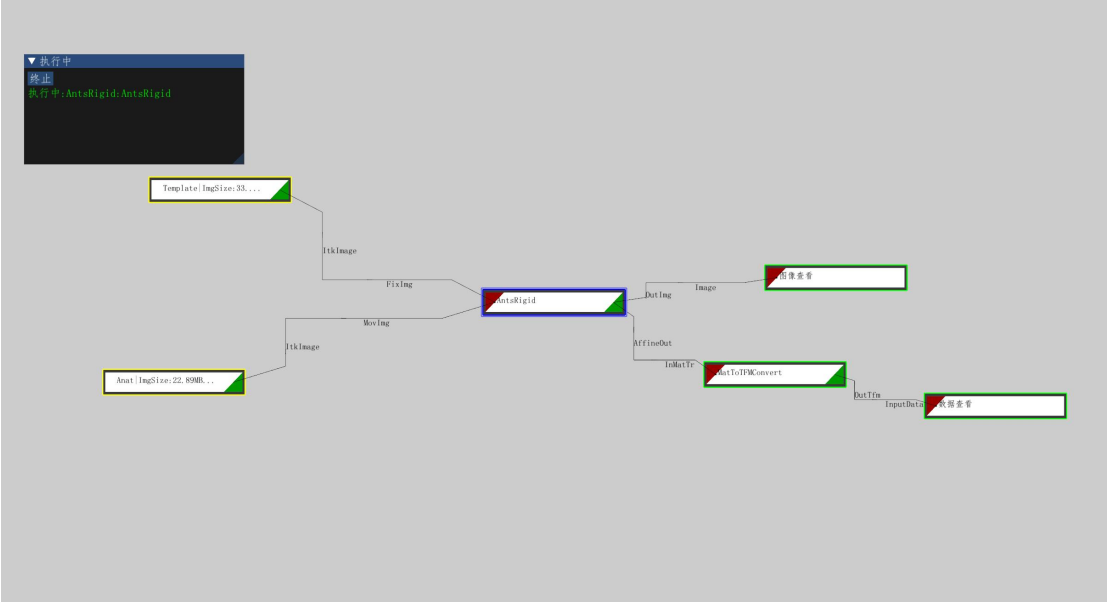
可以看到方向已经转变过来了

接下来可以执行实际配准操作

配准执行

对于已经经过测试的图例可以直接自动执行这个设计子图：选中图中任意节点按 F8 或执行控制台上的“执行当前子图(F8)”即可完整运行选中子图。

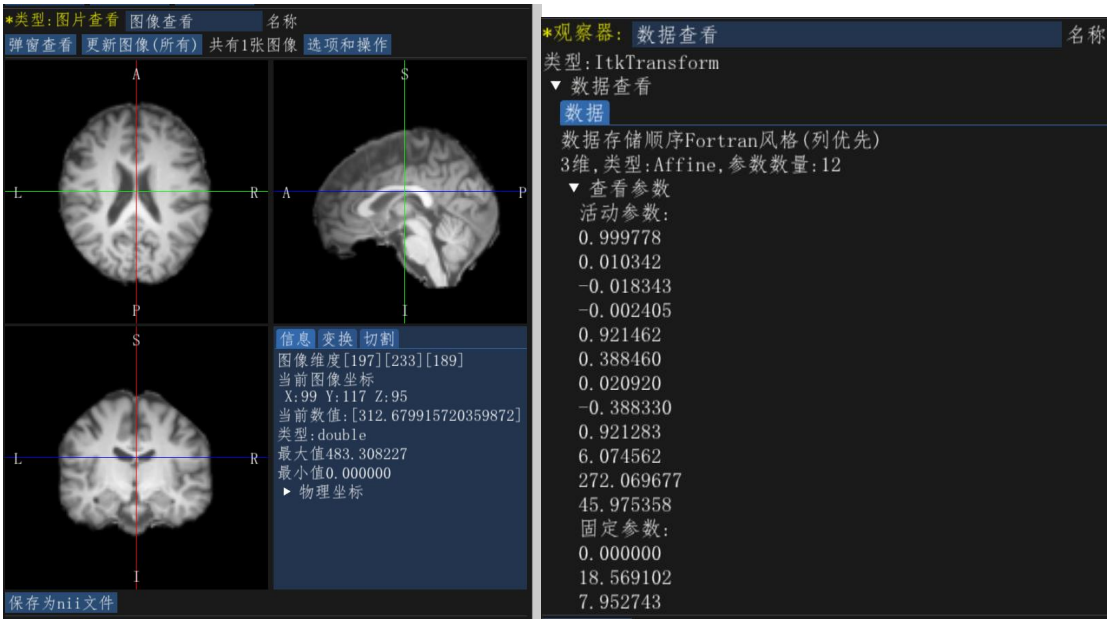




执行过程中，蓝色节点表示正在执行，如果出现红色节点则表示执行出错。

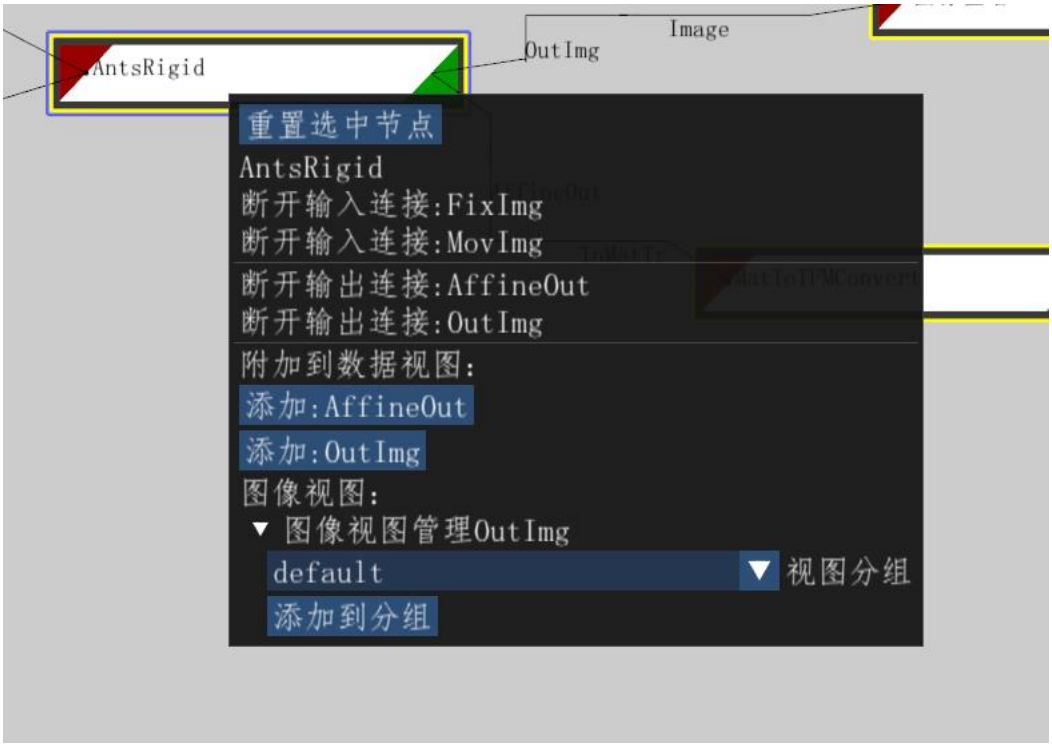
此时只有进一步调试查看节点的输入输出数据是否正确以及执行日志中是否出现了错误提示。

查看配准结果

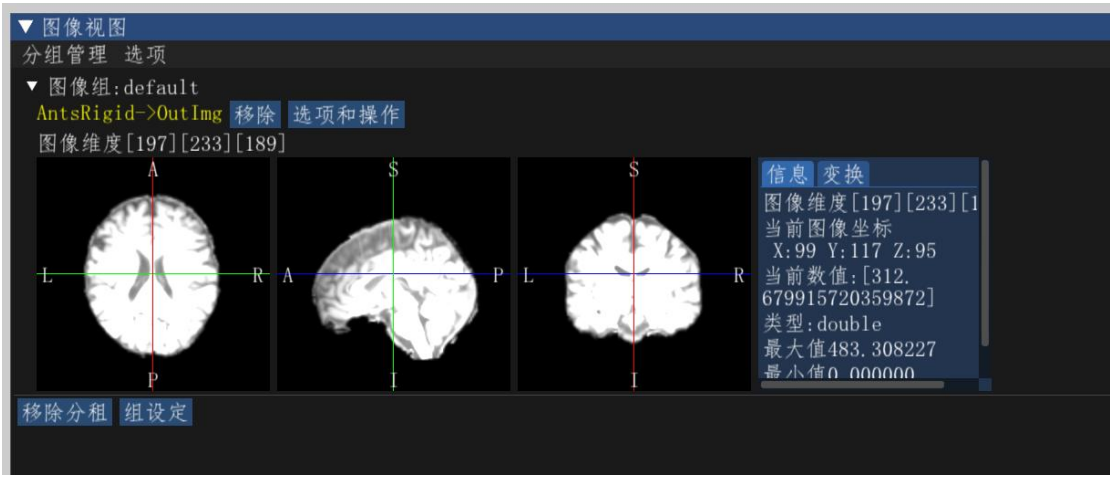


选择图像查看节点后可以查看刚体配准后的图像。

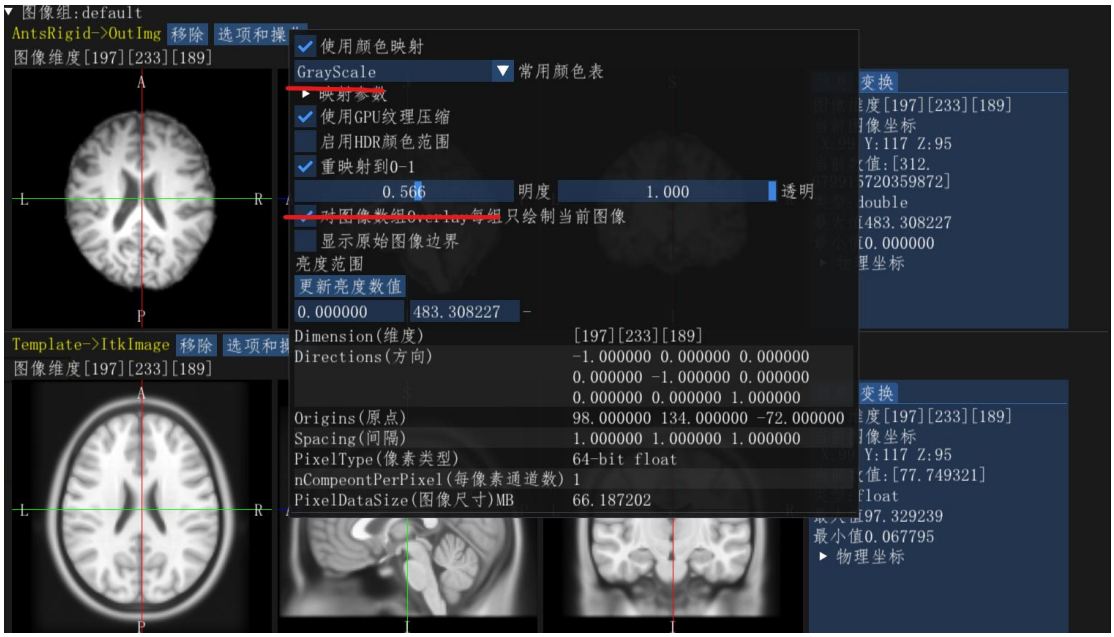
选择数据查看节点可以查看配准后的刚体变换矩阵，该矩阵在本案例中并未使用，后面的案例中进行同病人 T1->PET 配准时会进一步介绍配准矩阵的使用。通常配准结束后用户会希望对照查看配准前后的结果。



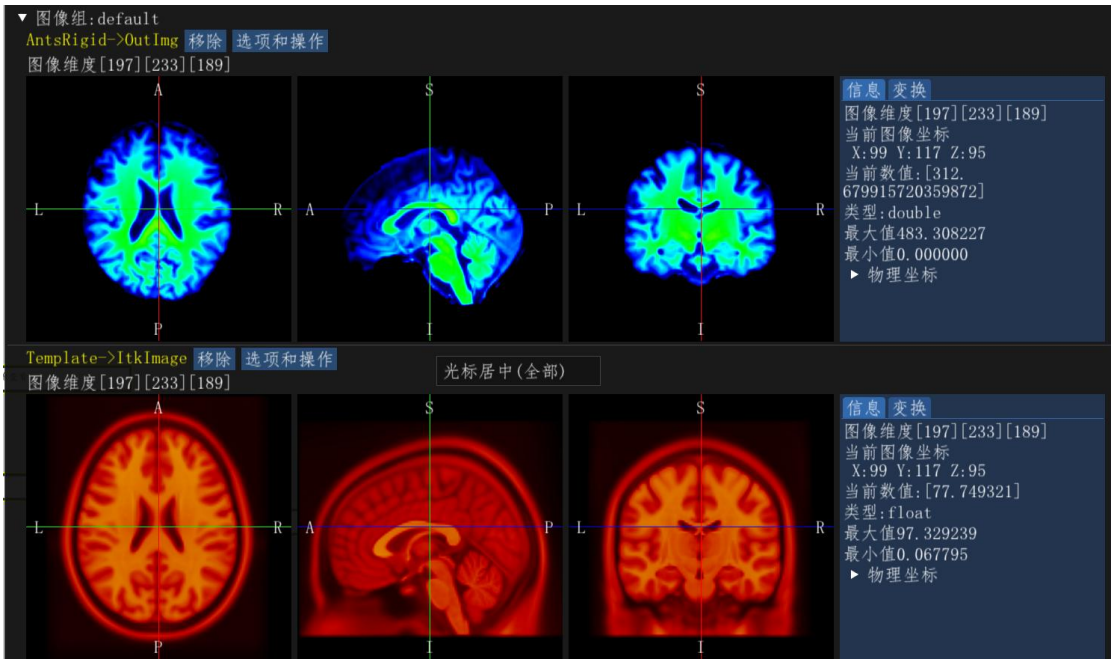
*选择 **AntsRigid** 节点->右键菜单->图像视图管理 **OutImg**->添加到分组，将配准后图像添加到图像视图。*



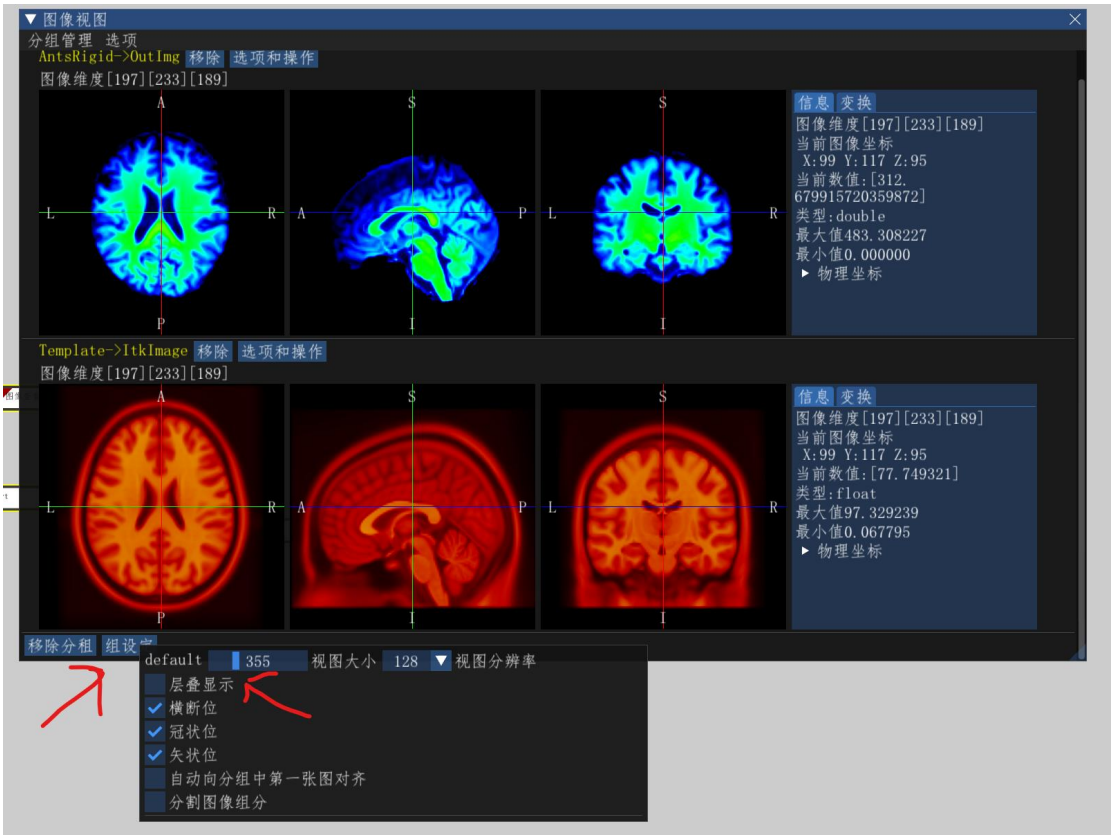
同样选择 Template 节点将模板添加到同一个图像分组（同一个图像分组中的图像可以用鼠标左键同步进行光标移动查看，也可以 Ctrl+鼠标滚轮进行当前视窗的 Slice 切换）：

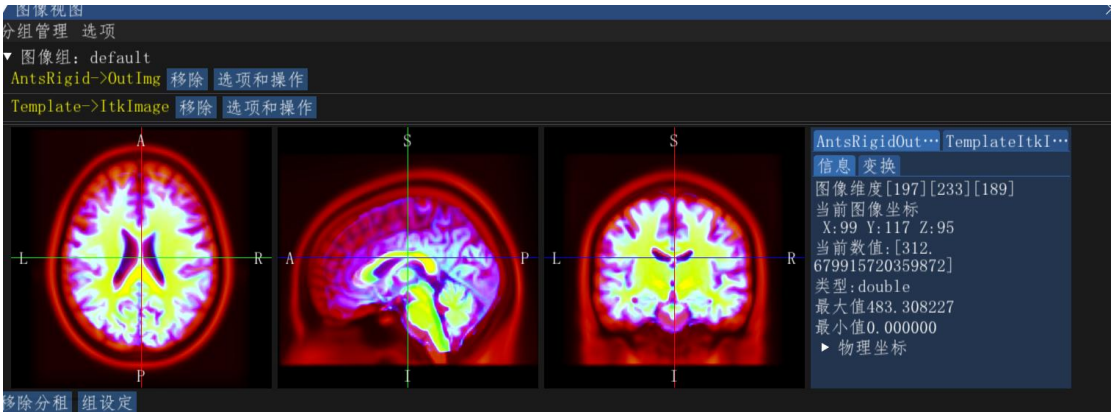


模板和配准后影像放置到一个图像分组中查看。



可以分别为图像设置不同的明度、透明度、颜色映射模式。

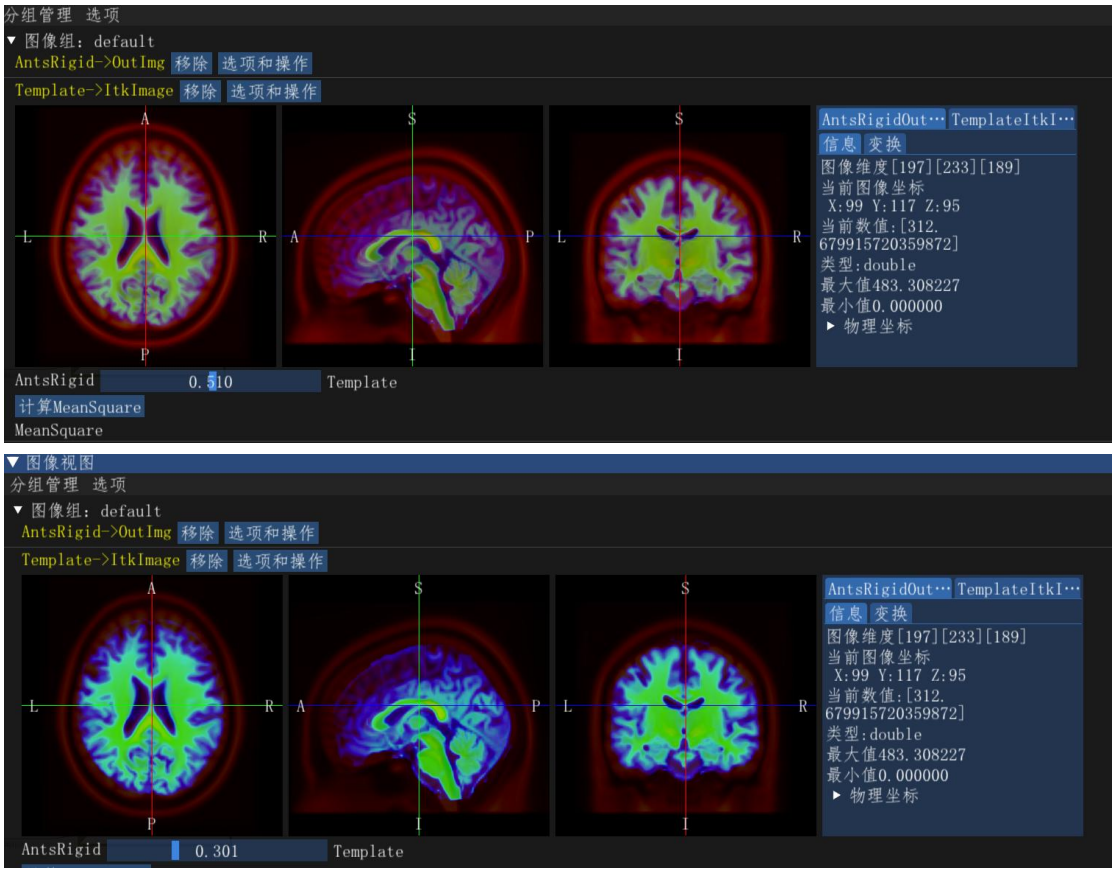




组设定中可以一组中的所有图像层叠到一起查看。



双图对照模式，可以对分组中的图像两两层叠进行查看。

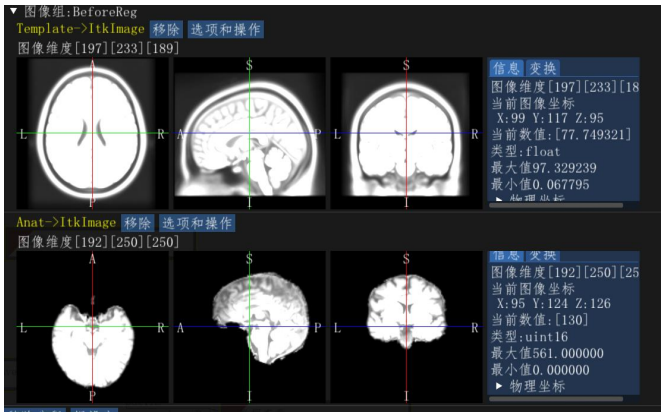


双图对照模式会创建一个滑条，在两个图像之间进行无缝切换。

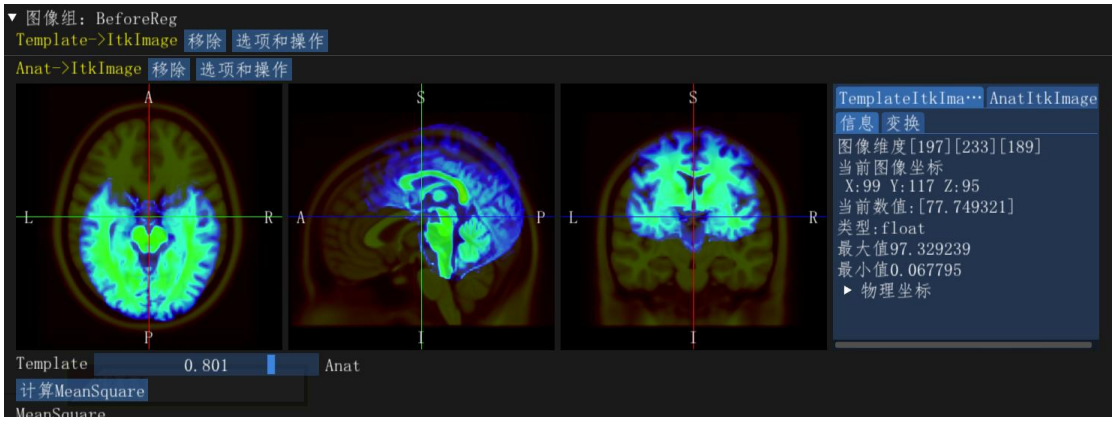
为了更好的看出配准操作的效果我们有创建了一个新的图像分组：



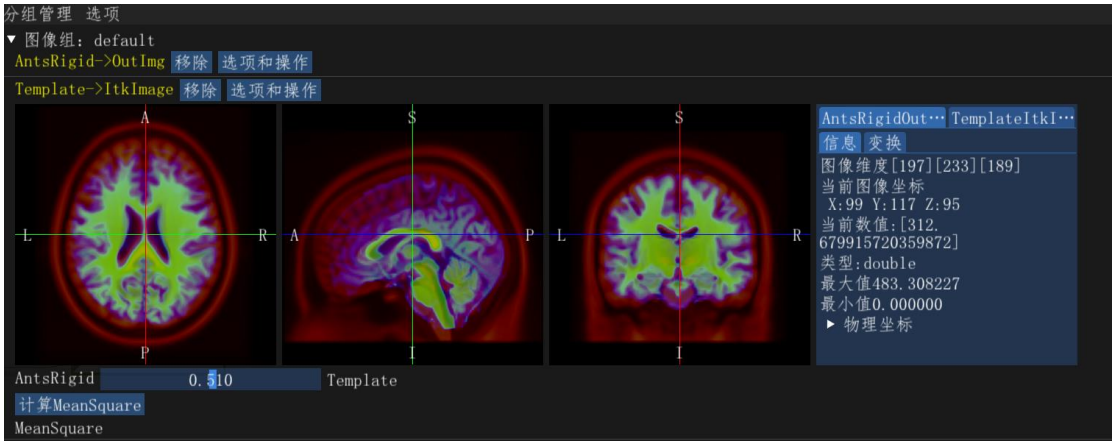
图像分组->分组管理创建分组 BeforeReg



配准前图像分辨率是不同的



刚体配准前

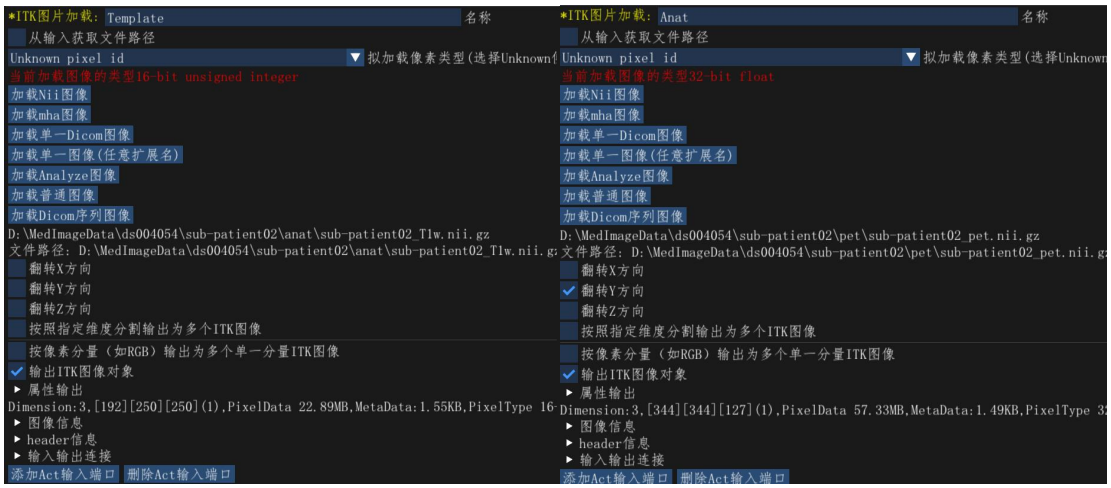


刚体配准后

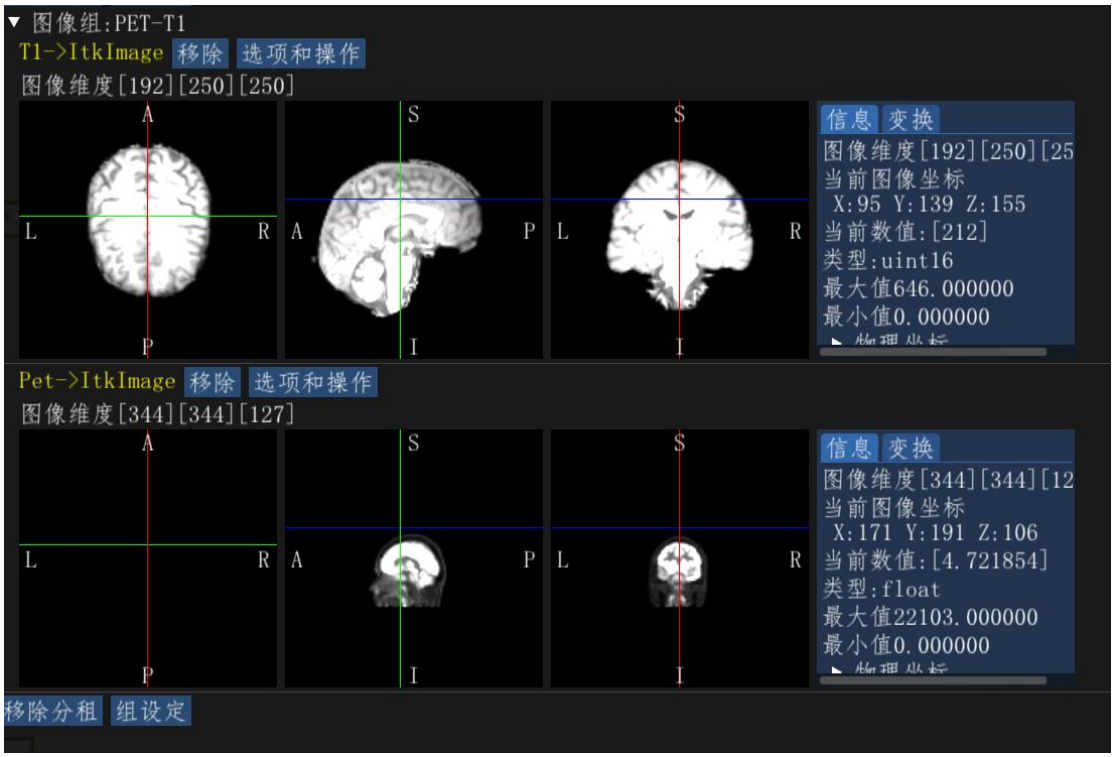
可以清晰看出，图像配准操作不仅对齐了图像的空间位置，也将图像的分辨率和图像参数全部统一。由于刚体配准只包含了 6 个自由度的变换（位移 x，y，z,旋转 x，y，z），并不能将两张图像完全匹配，接下来还会尝试仿射配准（12 个自由度）、非线性配准（形变场表达的每个 voxel 变换）。

同病人 T1-PET 配准

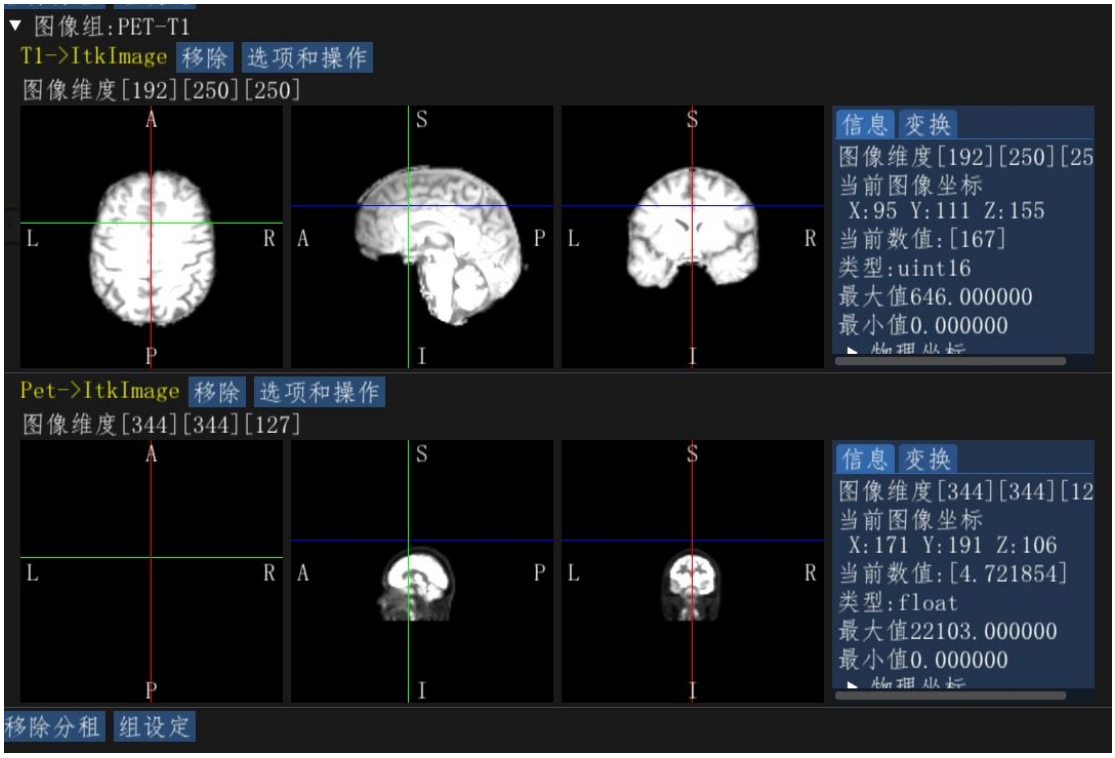
实际应用中刚体配准往往被用于同病人的 PET->T1 配准，下面将输入数据替换成 ds004054 数据集中 sub-patient02 文件夹中的 PET/Anat 文件：



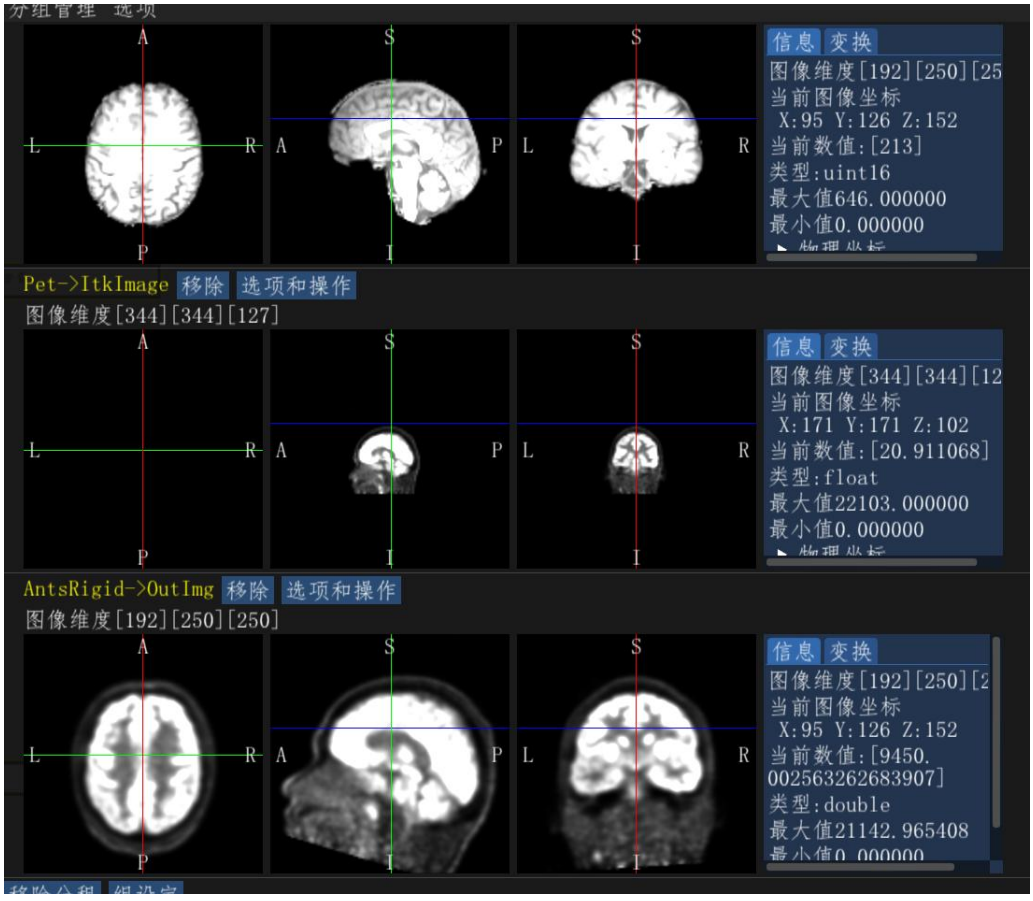
如上图，将 T1 图像加载到 Template 节点（作为 FixImage 传入配准节点），Pet 节点加载到 Anat 节点（作为 MovImg 传入配准节点）。



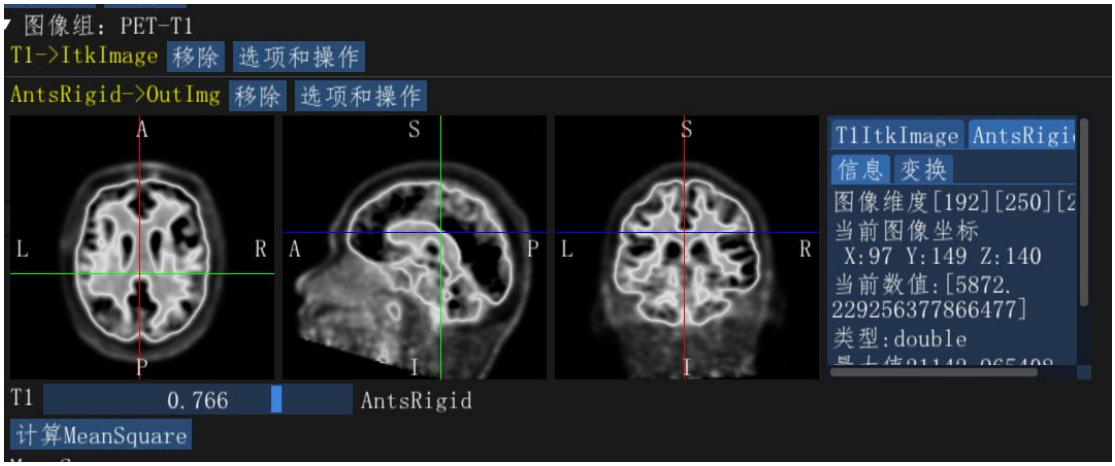
配准前查看，PET 方向正确，T1 不正确



翻转 T1 图像 Y 轴后方向正确

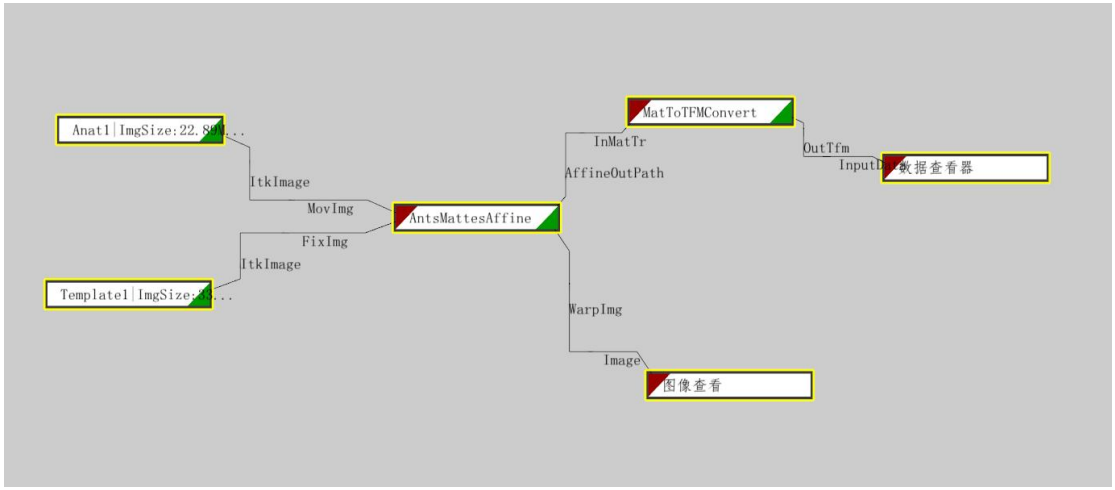


配准前后对比，最后一行是配准后结果

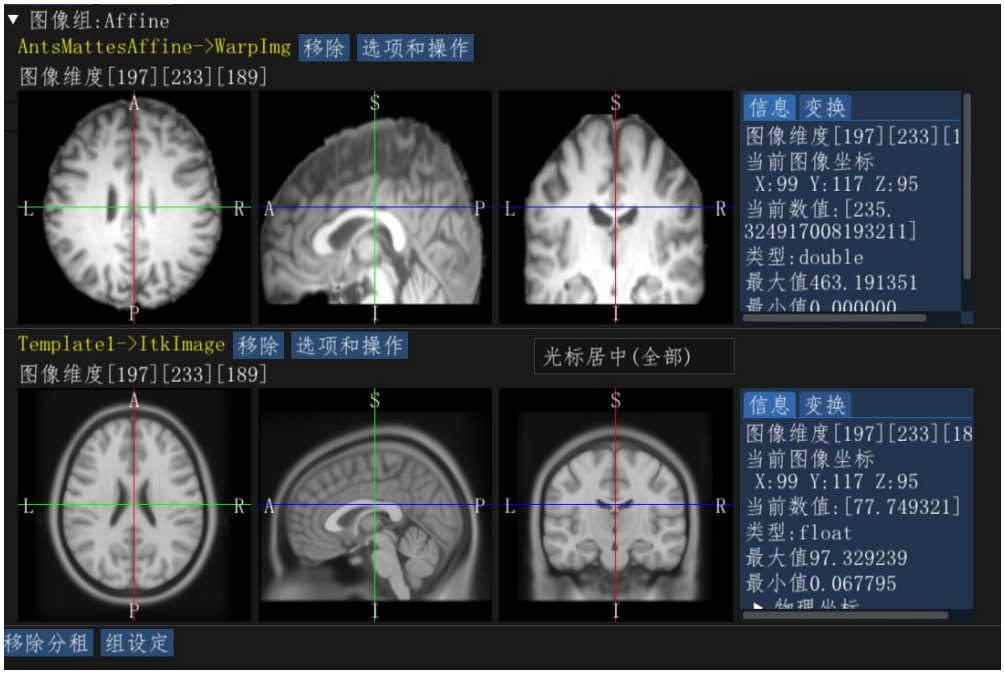


T1 和 PET 刚体配准结果叠加显示可以看到同病人 T1-PET 得到较好结果

T1-MNI 模板仿射配准



简单将 AntsRigid 替换成 AntsMattesAffine 即可

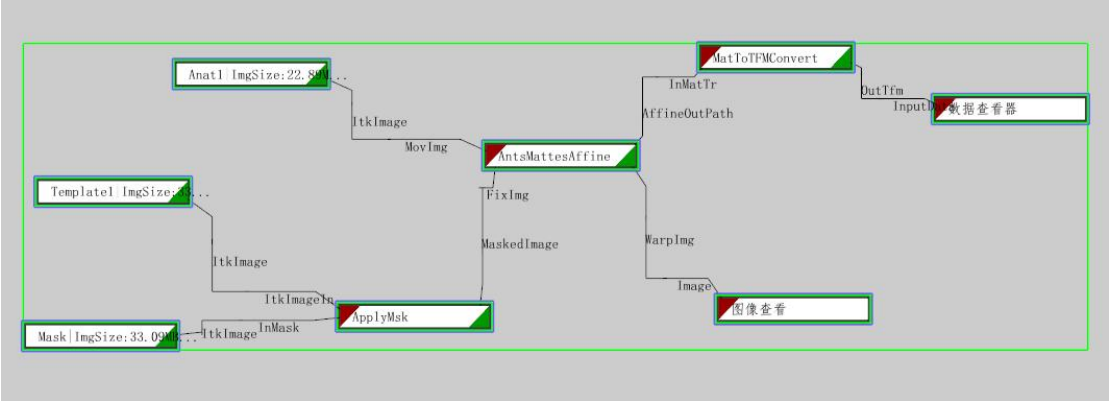


查看配准结果发现明显存在问题，Ants 错误的将不含颅骨的 T1 图像配准到了带有颅骨的模板上

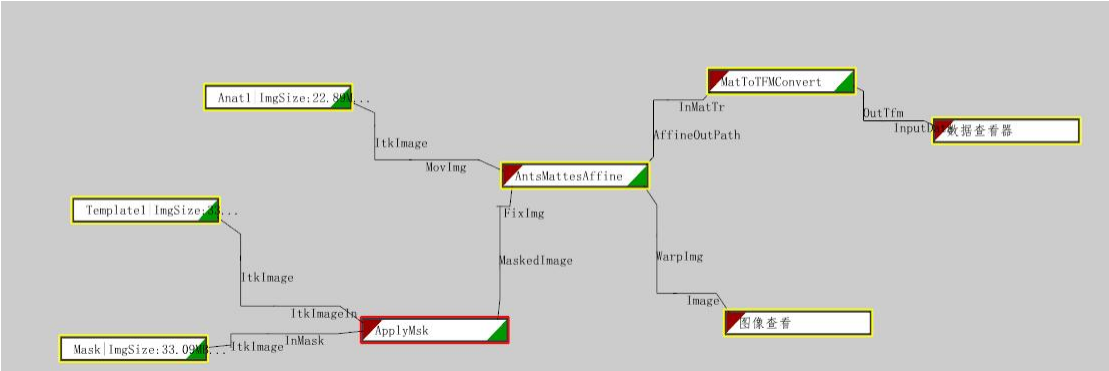
这就说明：对于原始数据不含颅骨时需要使用不含颅骨的模板文件，对于不同的数据需要设计出不同的处理流程。接下来对设计图做出更改：找到 MNI 模板对应的 Mask 文件用新的图像加载器加载。



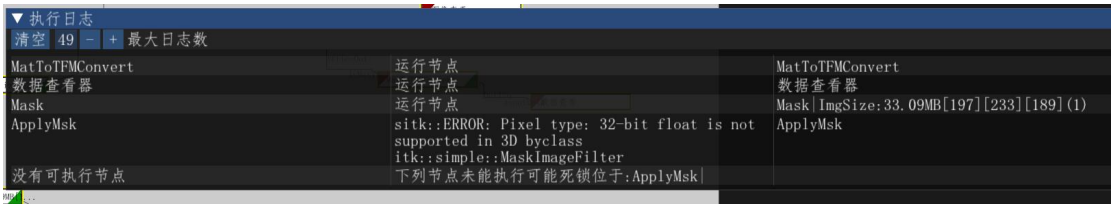
同时添加一个 ApplyMsk 节点



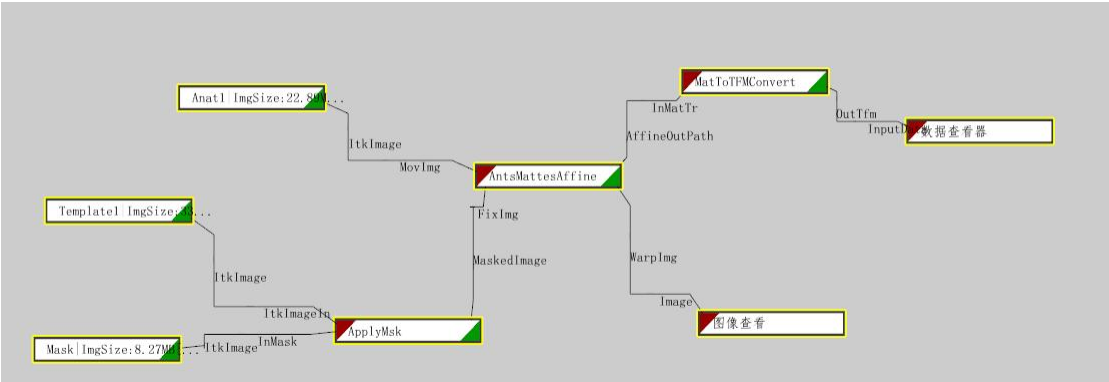
设计图修改如上



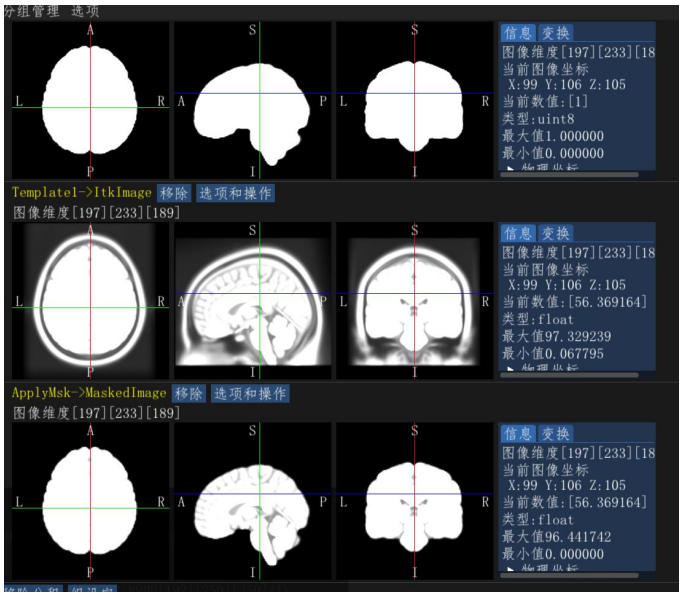
执行出现错误，某个节点执行报错是常见的需要通过执行日志判断错误原因



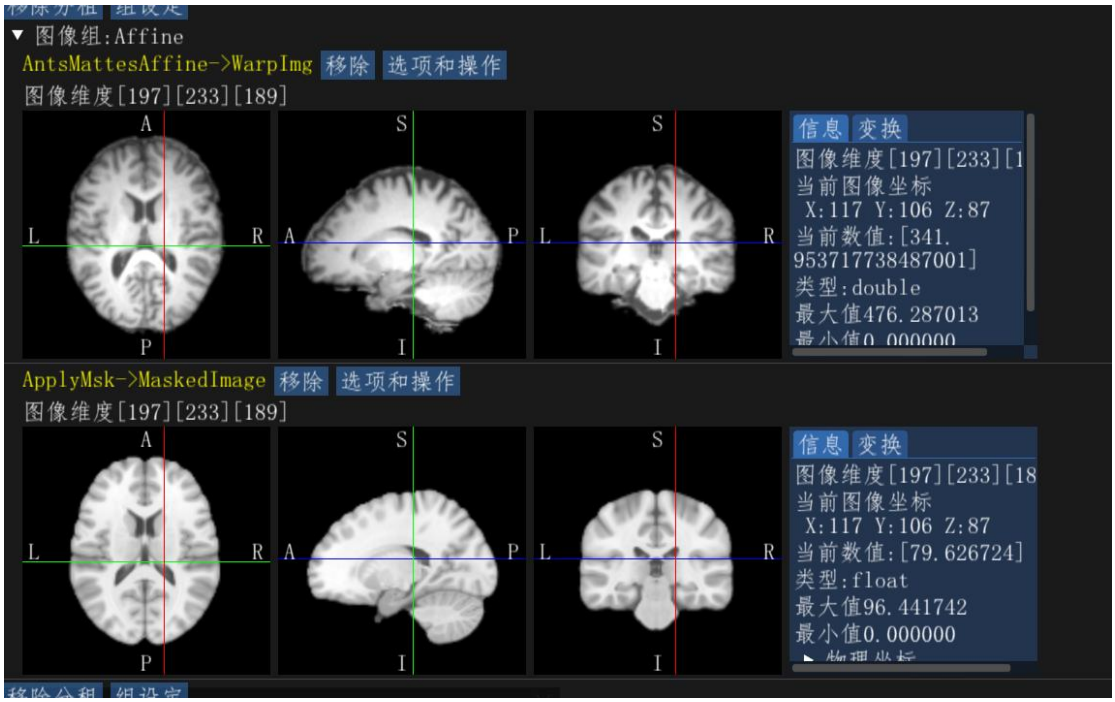
执行日志中可以看出报错原因是 mask 图像的类型不支持 32-bit float，修改 Mask 文件图像加载器的数据类型为 8bit unsigned int 即可



修改数据类型之后再次尝试执行正常通过



应用了 mask 之后的脑模板会继续输出到 Affine 配准节点

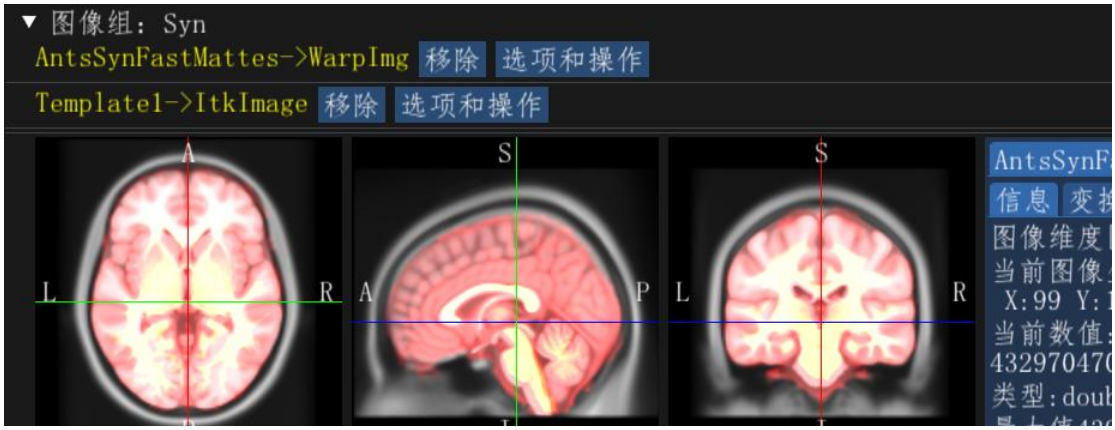


使用去颅骨后的模板进行配准的结果，说明不同数据应该对应不同的数据流程

仿射配准的速度是很快的，下面进行更加准确的非线性配准：



AntsSynFaseMattes 替换原图中 AntsMattesAffine 节点



在仿射配准成功的前提下，几乎可以确保非线性配准的准确

本文主要介绍了 T1 影像到模板的 Rigid、Affine、No-linear 配准流程，虽然实际应用中最终需要的是 No-linear 配准，在处理一大批病人图像的时候往往很难一次将图像成功配准到 MNI 模板。先批量的做一遍 rigid、affine 配准往往可以提前发现绝大多数图像的问题并正确处理到位，确保耗时较长的 no-linear 配准一次成功从而大幅度节约数据处理所需的时间。后续案例中我们将继续介绍如何快速的批量处理图像以及如何应用形变场进行多个模态的协同配准。