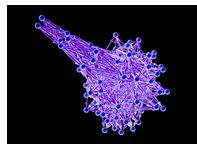


究竟有什么存在？形而上学与规则宇宙

February 4, 2026

沃尔弗拉姆研究所最近从泰勒顿世界慈善基金会获得了" [计算形而上学](#) "项目的资助。我撰写这篇文章部分是为了作为与传统哲学专家讨论的出发点。

将形而上学从哲学转向科学



"究竟有什么？"一直被视为哲学或神学的一个根本性问题——尽管是个棘手的问题。但经过两千多年的讨论，我认为可以公平地说，在这方面取得的进展甚微。但也许，就在此刻，情况可能会改变——基于我们最新科学努力的惊人新想法和新结果，终于有可能取得真正的进展，并最终建立起一种形式化的、科学的形而上学方法。

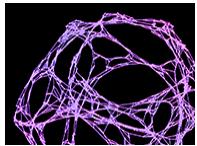
这一切都围绕着我称之为"规则海洋"的终极基础构造展开——以及像我们这样的观察者，身处其中，必然如何感知它。这是一个关于像我们这样的观察者如何必然涌现出空间、时间、数学、自然法则以及客观现实等基本概念的故事。

关于形而上学问题的传统哲学思考常常极化为强烈对立的观点。但我们将在这里看到的一个显著现象是，借助我们从科学中学到的知识，我们常常能够将这些对立的观点统一起来——通常是以相当意想不到的方式。

我需要强调的是，我的目标是就此总结基于我们近期在科学方面的进步，我们现在能够对形而上学说些什么。将这些观点与哲学和神学中的历史立场和历史思想联系起来会非常有价值——但这并非我在此尝试要做的事情。我还应该说，我将专注于人们可以视为一种新的形而上学科学方法的主要思想脉络；我所涉及的科学的技术细节，我大多已经在[其他地方](#)讨论过。

物理学基础

我们将从讨论物理学的传统目标开始：寻找能够描述我们在物理世界所观察和测量的



抽象理论。从物理学的历史来看，我们已经习惯于这样的理论最终最多只能是连续的近似。但我们的物理学项目提出的新可能性是，我们现在可能终于达到了终点：一个真正基本的物理学理论，它为我们宇宙最低层次的"机器代码"提供了完整的描述。

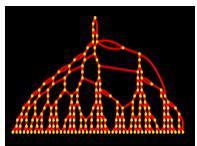
早在古代，就出现了宇宙究竟是一个连续体还是由离散的原子元素构成的问题。到十九世纪末，终于确立物质至少是由离散元素组成的。很快人们也清楚地认识到光也可以用同样的方式来理解。但空间呢？自欧几里得以来，人们一直假设空间是一个连续体。二十世纪初试图探索空间是否像物质一样可能是离散的努力并未成功。

但一个世纪后，基于新的、受计算启发的理念，我们的物理学项目开始于空间并非简单连续体的概念。相反，它是一个复杂的离散结构，实际上代表了宇宙的各个方面——既包括我们通常认为的空间，也包括其中的所有事物。人们可以想象出多种描述这种结构的方式。其中一种便捷的方式是说，它由大量离散的内在相同的"空间原子"组成——这些原子可以被看作是脱离几何形态的点——除了彼此不同之外，它们唯一的属性就是它们如何与其他空间原子抽象地相关联。换句话说，我们设想用空间原子之间的关系模式来描述整个宇宙的结构。而将其表示为超图是便捷的，其节点是空间原子，超边则定义了它们之间的关系。（如果关系仅存在于节点对之间，这就变成了普通图。）

我们从使用计算机的实际经验中获得的一个重要直觉是，可以用比特来表示我们处理的一切。但当我们还想表示空间结构时，最好不采用某种预排列的比特，而是采用由超图定义的更低层次、更灵活的"数据结构"。

那么，我们通常感知到的宇宙如何从中涌现呢？这非常类似于物质发生的情况。例如，尽管水这样的物质由离散的分子组成，但它们的集体效应却产生了看似连续的流体行为。然而——仍然由相同的底层分子构成——我们可以在流体中形成离散的涡流，在空间的情况下，这类似于电子（或者，就此而言，黑洞）这样的粒子。

时间与时空



如果存在一个作为宇宙终极"数据结构"的超图，那么应用于它的算法是什么？正如我们将数据结构想象为由离散元素组成一样，我们也设想对其的变更通过离散事件发生。目前，我们可以假设存在某种固定规则来决定这些基本事件。例如，该规则可能是每当超图的某个部分具有某种特定形式时，它就应该被替换为具有另一种特定形式的超图部分。

我们可以将这种规则的应用视为对应于从前一个状态到"下一个状态"的宇宙计算。如果该规则被反复应用，它将生成一系列完整的更新后的宇宙状态。然后，我们可以将这些状态的进展视为对应于

宇宙中时间的进展。

值得注意的是，在此设定中，空间和时间至少在最初是不同类型的事物。空间与超图的结构相关联，而时间则与在超图上的计算相关联。

尽管超图定义了空间原子之间的关系，我们也可以想象一个因果图来定义事件之间的"因果关系"。任何特定事件都可以被看作是将某些空间原子集合作为"输入"，并产生其他空间原子集合作为"输出"。但这又意味着事件之间存在因果关系：任何使用另一个事件产生的空间原子作为输入的事件，都可以被视为"因果依赖于"那个其他事件。

所有这些因果关系的整体模式最终定义了宇宙中所有事件的因果图——它在某种意义上编码了宇宙在空间和时间中的结构。

但给定这样的因果图，我们能从中重建一系列超图吗？我们可以将这样的超图视为代表连续的"空间瞬时状态"。而且——就像在相对论中那样——结果发现并不存在唯一可能的此类状态序列。相反，存在许多不同的序列，它们都与底层的因果图一致——并且在传统物理学学术语中对应于不同的相对论参考系。

因此，我们可以将因果图视为关于宇宙信息的"真实表示"。任何特定的"重建"超图序列都不可避免地涉及任意选择。

当我们引入因果图时，我们讨论了如何从一个特定的超图开始构建它，然后观察应用规则后的效果。但关键是，在超图以及如何应用规则方面存在很多选择，但（由于因果不变性现象的结果）本质上所有选择都会引导我们得到相同的因果图。

我们可能曾想象，给定一个物理学的基础理论，我们应该能够问宇宙在某种意义上"静态地是什么"。但我们发现的是，我们应该转而讨论宇宙中发生的过程——这些过程由因果图表示。

我们可以将时间的流逝识别为因果图中事件的进展。但为什么会有空间这样的东西？最终发现，这实际上是因果图中不同事件序列"纠缠"的反映——其结构本质上是对这些事件序列之间关系的映射（这种结构可以方便地用超图表示）。

想象从因果图中的一个事件开始，然后追踪依赖于它的一系列事件。我们可以认为这些连续的事件随着时间的推移而相继发生。但是，对于一个给定事件的两个直接后续事件呢？它们之间有什么关系？关键在于，尽管这些"兄弟事件"发生在"同一时间"，它们仍然被分离——在我们可以称之为空间的概念中。

那么"整体空间"是如何形成的呢？从根本上说，它是一种非常动态的东西。实际上，正是宇宙中事件的持续发生"编织"出了空间的结构。没有这种"活动"，我们就无法连贯地将其视为"空间"。

在空间原子层面，宇宙中没有什么是永恒的；在每个基本事件中，空间原子都会被摧毁，新的原子则会不断创造。但不知何故，在聚合层面上，所呈现出的东西具有一定的稳定性。这再次有点类似于流体的情况，即大量底层分子的微观运动在聚合层面上导致了流体力学的规律。

那么，从大量超图更新中涌现出的总体规律是什么呢？值得注意的是，它们几乎不可避免地恰好是[爱因斯坦方程](#)：这些方程似乎支配着时空的大尺度结构。因此，尽管"底层存在"的只是我们可能视为"抽象"的空间原子及其关系重写规则，但涌现出的东西却能重现我们所认为的"物理现实"中的熟悉元素。

计算不可约性现象



如果存在一条能够最终重现宇宙行为的规则，那么这条规则需要有多复杂？我们传统的直觉——比如来自工程经验——是，如果想要产生复杂的行为，就需要一条复杂的规则。但我在[80年代初的重大发现](#)是，情况并非如此——事实上，即使对于极其简单的底层规则（如[我钟爱的"规则 30"](#)），也完全有可能产生极其复杂的行为。

但为什么最终会发生这种情况呢？我们可以将运行规则比作运行程序，换句话说，就像进行计算。但这项计算有多复杂呢？我们可能曾认为不同的规则会执行截然不同的计算。但[通用计算的存在](#)——一个世纪前被发现——意味着实际上存在一类通用规则，能够有效地模拟任何其他规则（这就是为什么软件成为可能的原因）。

但实际上还有更多可以阐述的内容。特别是我的[计算等价原理](#)表明，每当人们看到一个行为不显然简单的系统时，该系统实际上在进行某种意义上尽可能复杂的计算。换句话说，复杂的计算并非专门设置的"类计算机"系统的特征；它是普遍存在的，即使在具有简单基础规则的系统中也是如此。

那么这意味着什么？科学的一个常见目标是能够预测系统的行为。但要做出这样的预测，在某种意义上需要能够"超前于"系统本身的行为。但计算等价原理告诉我们，这在一般情况下是不可能的——因为我们试图预测的系统与用来预测它的系统在计算复杂性上往往是相当的。这一结果导致了[计算不可约简现象](#)的出现。

你总是可以通过明确地一步步运行系统的规则来找出系统会做什么。但如果系统在计算上是不可约化的，那么就没有通用的方法可以绕过这个过程，并以更少的计算量找到结果。

计算不可约性是将底层规则与其产生行为不可约地分开的原因。它也是即使简单规则也能产生无法"解码"的行为的原因，除非付出不可约的大量计算努力——因此，对于具有有限计算能力的观察者来说，这种行为将被视为随机的。

计算不可约性在某种意义上也使时间变得"真实"。我们前面讨论过，时间的流逝对应于计算规则的逐步应用。计算不可约性使这个过程"累积成某种有意义的东西"。而计算等价原理告诉我们，存在一种我们可以称之为时间的东西，它实际上是"纯粹、不可约的计算"，独立于我们正在研究的系统。

空间的情况也基本相同。计算不可约性通常会导致超图结构中产生某种"均匀有效随机性"，这使我们能够想象存在一个确定的"substrate independent"（与底层无关）的空间概念。

这里有一个与流体中发生的情况的紧密类比。在分子层面，存在大量分子碰撞。但关键是这是一个计算不可约化的过程——其最终结果产生了足够的"均匀有效随机性"，使我们能够有意义地讨论流体的"整体"属性，将其视为一个独立的事物，而无需提及它是由分子构成的。

那么，这一切与我们最初关于"终极存在是什么"的形而上学问题有何关联呢？计算不可约化引入了一个观点，即"纯计算"具有某种稳健性和不变性——这种特性不依赖于"实现"该计算的细节。或者换句话说，在某种意义上，有意义地谈论事物"由计算构成"是合理的。

观察者的意义



在谈论诸如代表空间及其万物的超图时，我们某种程度上是在从外部对宇宙给出客观描述。但最终对我们重要的是那些"原则上存在"的事物，而是我们实际感知到的事物。事实上，我们可以将科学首先视为一种寻找叙事描述的方式，这些描述能够契合我们对某些外部事物的认知。

但考虑到计算不可约性，这为什么甚至可能？为什么会有"自然法则"之类的东西，让我们能够对事物做出预测，即使我们有限的大脑只能进行有限量的计算？

答案与计算不可约性中一个不可避免且根本性的特征相关：在任何计算不可约的过程中，必然存在无限多的可计算约简区域。换句话说，尽管计算不可约性使得我们无法约简地说明一个系统将做的所有事情，但总会存在一些可约简区域，使我们能够对其做出某些说明。正是这些可约简区域，我们的感知过程和科学得以利用。

我们再次可以流体动力学为例。尽管流体中底层分子运动的详细模式在计算上是不可约化的，但仍

然存在流体流动的计算上整体定律——我们可以将其视为与计算可约化的口袋相关联。并且从我们作为计算受限的观察者的角度来看，我们倾向于将这些视为流体的定律。

换句话说，我们归因于一个系统的定律取决于我们作为观察者的能力。考虑热力学第二定律，并设想从某个简单配置开始，比如气体分子。这些分子的动力学通常对应于一个计算不可约化的过程——对于我们这样的计算能力有限的观察者来说，这个过程的结果将显得“越来越随机”。当然，如果我们不是计算能力有限的，那么我们就能够“解码”整个潜在的计算不可约化过程，我们就不会相信存在看似不断增加的随机性，或者，就此而言，热力学第二定律。但是——无论任何细节——一旦我们计算能力有限，我们就会立即感知到热力学第二定律。

我们可能曾假设第二定律是某种自然的基本规律——直接与终极存在的事物相关。但我们看到的是，第二定律是因为我们以及我们作为观察者的特性而涌现出来的，特别是我们计算能力的有限性。

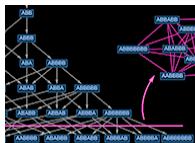
还有其他事物也以这种方式运作——例如，我们对空间连贯概念的信念。在最基本的层面上，我们想象存在一个离散的超图，通过本质上计算不可约的过程进行更新。但作为计算能力有限的观察者，我们只能感知某些聚合特征——这些特征实际上对应于与我们简单、连续的空间感知相关联的计算可约性区域。

当我们思考时空时——例如推导其相对论属性时——我们作为观察者的另一个特征也被证明很重要：我们假设自己在时间上是持续存在的这一事实，以及尽管我们在时间的每个连续时刻可能由不同的空间原子构成，但我们仍然能够将连续时刻的感知成功编织在一起，形成单一的经验线索。在某种意义上，这是我们的计算局限性强加给我们的“简化”。但在许多方面，这也处于我们意识概念的核心（这是我在其他地方已详细探讨过的主题）。

计算等价性原理意味着复杂的计算无处不在——当然并非大脑所特有。事实上，大脑实际上专注于一种特定的——并且在许多方面受限的——计算形式。它们接收大量感官数据，并有效地将其压缩，最终为我们提炼出一条稀薄的行为流。在生物学层面，我们大脑中数十亿神经元上始终存在着各种活动。但我们的大脑似乎经过特殊构造，能够将所有这些活动集中到本质上是一条单一的思想、行动和“体验”的线索上。正是这种单一性的事实似乎给了我们连贯存在的意识，实际上，也就是意识本身。

量子力学与多路系统

传统的经典物理学谈论宇宙中确定发生的事情——比如一个抛射体遵循确定的路径，由其运动定律



决定。但量子力学则谈论多条路径被同时遵循——只为其各种结果指定概率。

在物理学的历史中，量子力学是一种"附加物"。但在我们的物理学项目中，它是立即必要的，且不可避免的。因为我们定义的规则只是说，每当有一个超图片段匹配特定模式时，它就应该被转换。但通常会有许多这样的匹配——每个匹配产生不同的转换，每个转换实际上都在启动我们可以视为不同历史路径的过程。除了这种分支，还可能发生合并——当不同的转换最终产生相同的超图时。

我们可以用我所谓的"多路图"来表示所有这些分支和合并的历史路径。我们可以将这样的多路图视为对宇宙中"发生什么"的完整描述。

但正如我们上文所讨论的，像我们这样的观察者只维持着单一的经验线索。这意味着我们无法直接感知整个多路图。相反，我们必须从中有效地选出一条路径。但会是哪条路径呢？在量子力学形式体系或我们的物理项目层面，我们只讨论所有路径的完整集合。因此，必须有其他因素来决定这条路径。

在物理空间中，我们习惯于认为作为观察者的我们处于特定位置，只能直接感知我们周围的事物。在整个物理空间中，有大量的事情正在发生。但由于我们恰好所处的位置，我们只能直接感知其中的一小部分样本。

在从多路图中选择历史路径时，是否也发生了类似的情况？似乎是。如果我们沿着时间轴在多路图上取一个切片，我们会得到许多历史路径的"悬空端点"，每个端点都与宇宙的不同状态相关联。但不可避免的是，这些状态之间存在着许多关联。（例如，两个状态可能有一个共同的直接祖先。）事实证明，我们可以将这些状态布局在我们可以称之为"分支空间"的空间中。

就像在物理空间中一样，我们可以预期我们作为观察者在分支空间中是局域化的。这意味着尽管在某种程度上存在许多不同的历史路径，我们只能感知到"我们所在位置"周围的那些。就像没有"理论"能告诉我们自己在物理空间中的位置（在哪个星球、哪个星系等），在分支空间中也是如此。有一天我们或许会有某种方式来描述自己在分支空间中的位置，但目前我们只能说它是"随机的"。

我相信，这就是为什么量子力学中的结果在我们看来似乎是随机的。整个多向图是完全确定的（即使在量子力学的标准形式中，波函数等也是如此）。但作为观察者，我们采样多向图的哪一部分取决于我们在分支空间中的位置。

我们可以预期，正如我们在物理空间中彼此接近一样，我们在分支空间中也是如此。这意味着，尽管在抽象层面上，某个特定量子测量的结果可能看起来是"随机的"，但所有人类观察者——因为在

分支空间中彼此邻近——往往会就那个结果达成一致，至少在他们之间，会有一些他们可以视为"客观现实"的东西。

《Ruliad 的概念》



我们物理项目的惊人之处在于，整个宇宙及其所有丰富性，可能仅仅源于一个简单基础规则的反复应用。但这是怎样的规则？它又如何被选择？

规则宇宙(ruliad)的概念在于，想象无需任何选择——因为所有规则都在被使用。而规则宇宙就是由此产生的结果：所有可能计算过程的纠缠极限。

我们在量子力学的背景下讨论过，一个给定的规则可以以多种方式应用，导致多条历史路径。规则宇宙将这一理念推向极限，不仅以一种规则的所有可能方式应用，而且以所有可能规则的所有可能方式应用。

我们可以想象用一个巨大的多向图来表示规则宇宙——其中存在代表任何可设想特定计算的路径。而从根本上赋予规则宇宙结构的是，这些路径不仅可以分支，还可以合并——当不同状态导致等价结果时，在多向图中发生合并。

起初，我们可以将 ruliad 视为由我们物理项目中的所有可能超图规则构建而成。但计算等价原理表明，实际上我们可以使用任何类型的规则作为基础：由于 ruliad 包含了所有可能的计算过程，其最终形式将是相同的。

换句话说，无论我们最终如何表示它， ruliad 的内在形式仍然是相同的。一旦我们有了计算（或遵循规则）的概念， ruliad 就是不可避免的后果。在某种意义上，它是计算概念的终极封闭：封装了所有可能的计算过程及其之间必然关系的独特对象。

我们通过思考物理学以及我们物理宇宙的终极基础设施而接触到 ruliad。但 ruliad 比那要普遍得多。它是一个抽象对象，捕捉了所有可计算形式化的内容，以及这些东西之间错综复杂的关系结构。

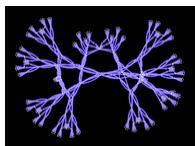
当然， ruliad 能够描述我们实际物理宇宙的观点最终只是一个假设——尽管我们的物理学项目的成功强烈支持了这一假设。

怎么会是错的呢？嗯，我们的宇宙可能涉及超计算——而这无法被规则有限地捕捉。我们或许需要考虑一个完整的可能超规则层次结构。（尽管正如我们将要看到的，任何由此产生的影响都可能超出像我们这样的观察者所能感知的范围。）

但假设规则是一切事物的终极基础设施，我们就可以问它是由什么构成的。在某种程度上，我们可以说它是由抽象的计算过程构成的。但这些过程操作的对象又是什么呢？同样，是抽象的事物。但我们可以想象将这些抽象事物分解。虽然不可避免地会有不同的分解方式，但通常想象它们由终极的、不可分割的对象之间的关系构成会更为方便——我们可以将其描述为“存在的原子”，或我称之为“emes”的东西。

在我们的物理学项目中，我们将 emes 与空间的原子等同起来。但在普遍讨论 ruliad 时，我们可以将它们视为“存在的终极原材料”。emes 自身没有结构。实际上，关于 emes 唯一可以说的内在特性就是它们是不同的：在某种意义上，它们是身份的基本单位。然后我们可以认为，正是它们之间的关系构建了 ruliad——以及它所 underlying 的一切。

鲁利亚德中的观察者与自然定律



我们最初的形而上学问题是：“最终存在的是什么？”在某种程度上，我们的科学现在已经引导我们找到了答案：规则宇宙（ruliad）是最终存在的一切。

但对我们而言，存在的是什么呢？换句话说，在我们所感知和体验的事物中，最终存在的是什么？不可避免地，作为观察者的我们必须是规则宇宙的一部分。我们的“内在体验”也必须在规则宇宙中得到体现。但仅凭这一点本身，并不能告诉我们太多关于这些体验可能是什么的信息。我们可能会想，要弄清楚这一点，我们需要了解我们构造的许多特定细节，以及我们在规则宇宙中的位置。

但近几年来出现的情况是，在许多重要方面，我们并非如此。相反，只要了解我们作为观察者的一些粗略特征，就已经暗示了我们必然体验到的许多内容。特别是，如果我们假设自己是计算能力有限的观察者，并且相信自己在时间上是持续存在的，那么我们就认为，我们必然会感知到某些定律在运作——而这些定律恰好就是二十世纪物理学的三大核心定律：广义相对论、量子力学和热力学第二定律。

这是一个非凡的论断：我们所观察的物理定律并非偶然如此；对于我们这类具有普遍特征的观察者而言，这些定律是必然的。在底层 ruliad 的层面上，我们可能观察到的物理定律并非确定的。但一旦我们了解了作为观察者的自身特性，我们就必然会得到我们所熟悉的物理定律。

从这个意义上说，我们所体验的物理定律之所以如此，是因为我们作为观察者也具有我们所是的特性。我们已经在第二定律的案例中讨论过这一点。尽管我们尚不知道所有细节，但基本结论是，通过将 ruliad 的抽象结构与我们对观察者特性的假设相结合，我们能够从二十世纪推导出所有三个熟

悉的物理学核心定律。

值得强调的是，我们能立即推导出的在某种意义上是"普遍规律"。我们知道时空具有某种整体结构，其动力学满足爱因斯坦方程。但是，例如，我们并不清楚为什么我们所感知的宇宙具有（至少近似）3个空间维度——尽管我的猜测是，许多观测物理学的这类特征最终可以追溯到我们作为观察者的方式特征。

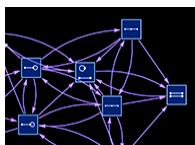
那么不像我们的观察者呢？他们仍然是鲁利亚德的一部分。但从某种意义上说，他们以不同的方式对其进行采样。他们可能会感知到完全不同的物理定律。

我们感知宇宙遵循相当简单的定律，这是关于我们宇宙的一个非常基本的观察。但从某种意义上说，这也只是我们作为观察者的本性特征。因为考虑到我们的计算局限性，我们无法真正利用——甚至无法识别——任何在某种意义上不简单的定律。

简单定律的存在可以被视为任何计算不可约过程中必然存在计算可约性区域的反映。但正是我们作为观察者的计算局限性使我们能够识别出这些简单定律。如果我们没有计算局限性，我们就可以在原始计算不可约性的层面上运作，也就无需识别任何简单定律了。

起初，我们可能会想象物理定律在某种程度上是"究竟存在什么"这一问题的根本。但我们看到的是，实际上这些定律在某种意义上是更高层次的构造，其形式取决于我们作为观察者的特征。要回到我们最初的形而上学问题，我们必须"深入探究"我们所感知的物理定律，到达它们的"计算基础设施"，并最终一路深入到规则宇宙。

客观现实的问题



当我们追问最终存在什么时，我们在某种意义上隐含地假设实际上存在某种确定的东西——或者说，存在一个单一的终极"客观现实"。但事情真的如此运作吗，还是每个观察者实际上"拥有自己的现实"？

在我们的方法中，答案相当微妙。在最底层，存在一个将一切联系在一起的单一终极客观现实——那就是规则宇宙。但同时，不同的观察者在原则上可以体验到不同的事物。但一旦我们处理的是与我们大致相似的观察者（从他们共享我们的计算有限性，以及对我们自身持续性的信念这个意义上说），我们已经论证他们必然会像我们一样体验到核心的物理定律。换句话说，这些定律实际上代表了一个单一的客观现实——至少对于那些与我们大致相似的观察者而言是这样。

但我们体验中的更细致特征又如何呢？毫无疑问，其中一些我们能够基于我们识别出的所有"像我

们这样的观察者"所共有的特征进行"客观推导"。但在某种程度上，不同的观察者总会拥有不同的体验——这不仅仅是因为，例如，他们通常在空间中的不同位置运作，而且实际上一般也在规则空间中的不同位置。

然而，我们的日常印象是，尽管不同的人观察同一场景的详细体验可能有所不同，但这些体验仍然可以合理地被视为都源自于同一个"潜在客观现实"。那么，为什么会这样呢？我认为，本质上这是因为人类观察者在"规则宇宙"（ruliad）中都非常接近——因此在某种意义上，他们都在采样规则宇宙的同一微小部分。

在规则宇宙中不同位置的观察者实际上采样了遵循不同规则的历史线程。但计算等价原理告诉我们——就像总是可以从一种通用计算系统转换到另一种通用计算系统一样——最终总是能够转换观察者在规则宇宙不同位置采样所得到的结果。

然而，转换的难度取决于在规则宇宙中试图走多远。接触相似知识、文化等的人类思维彼此接近，相对容易转换。动物思维则距离更远，转换更困难。而当涉及到像天气这样的现象时，尽管原则上计算上是等价的，但在规则宇宙中需要走的距离足够大，以至于转换变得非常困难。

在莱利德（ruliad）中不同位置之间的翻译，在某种意义上只是物理空间中翻译的推广。而在物理空间中移动的过程，就是我们所说的运动。但[运动究竟是什么](#)？实际上，它是指某物移动到空间中的不同位置，同时仍然"是同一个东西"。然而，在我们的物理项目中，如果某物位于空间中的不同位置，它必须由不同的空间原子构成。但不知何故，必然存在某种空间原子的模式——有点类似于流体中的涡流——人们可以说它在不同位置代表了"同一个东西"。

而且人们或许可以将粒子——比如电子或光子——视为在某种意义上的"纯粹运动的载体"：能够运动而不发生改变的最小物体。

但在规则宇宙中，这更普遍地是如何运作的？什么可以在观察者之间或心智之间"移动"而不改变？本质上，这似乎是概念（通常以基本形式由词语表示）。例如，在一个人类大脑中，一个思想对应于某种复杂的神经活动模式。但使其能够"移动"到另一个大脑的是将其"打包"成一个可以被另一个大脑"解包"的"概念"。在某种程度上，正是这种沟通方式"对齐了观察者"，使他们拥有相似的内在体验——以至于他们可以被看作反映了一个共同客观现实。

但所有这些在某种程度上都预设了存在许多观察者——他们的经验可以被看作是"三角测量"到一个共同的客观现实。然而，如果只有一个观察者，就没有三角测量可做，人们可能会想象，唯一重要的是那个单一观察者的内在体验。

因此，从某种意义上说，我们能够有效地谈论客观现实这一概念本身，是存在许多相似观察者的结果。当然，在我们人类这个特定情况下，确实有数十亿我们这样的人。

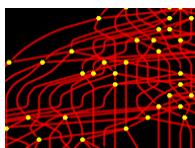
但从根本上说，为什么应该存在许多相似的观察者，甚至任何观察者呢？正如我们上文所讨论的，**观察者的核心抽象特征**是其能够将许多可能的输入等价化，以产生少量可能的输出。而且——尽管我们还不知道如何实现这一点——我们可以想象，在规则化中必然存在一定密度的能够完成这一任务的结构。是否必然存在足够多的相似观察者，从而能够合理地三角测量到一个客观现实？

如果我们以**生物学**（或现代技术）为例，似乎在生成大量相似观察者方面，关键在于某种形式的复制。因此，尽管这似乎是如此基本的现象，但令人惊讶的是，我们对客观现实存在的印象实际上与相当实用的生物现象——自我复制——紧密相关。

那么，我们最终应该如何思考客观现实呢？我们或许曾设想，拥有一个关于宇宙的科学理论会直接意味着某种客观现实。确实，在规则极限（ruliad）的层面上，这是成立的。但我们看到的是，即使要得到我们熟悉的物理定律，也需要一个“解析”原始规则极限的观察者。换句话说，没有观察者，我们甚至无法讨论物理学中的基本概念。但关键在于，对于范围广泛且与我们大致相似的观察者来说，观察者的许多细节并不重要；某些事物——比如核心物理定律——会不可避免地且“客观地”浮现出来。

但是物理定律并不能决定观察者感知的一切。有些事情不可避免地由观察者的特定情况所决定：他们在空间中的位置，在规则海洋中的位置等等。但现在关键在于，观察者——就像我们人类——在空间、规则海洋等方面足够接近，以至于我们的感知在很大程度上是一致的，因此我们可以再次将它们归因于我们可以视为外部客观现实的事物。

时间的开始与结束



在思考最终存在什么时，一个显而易见的问题是，无论存在什么是否一直存在并将永远存在，或者实际上时间有一个开始和结束。

正如我们上文所讨论的，在我们的计算范式中，**时间的流逝与宇宙连续状态的逐步计算相关联**。但关键在于这些状态包含了所有内容——包括任何潜在的观察者。因此，永远不会出现观察者能够说“宇宙尚未开始”的情况——因为如果宇宙尚未开始，观察者也不会存在。

但宇宙为何会开始？我们将在后面详细讨论这一点。但在此只需说明，规则本质（ruliad）实际上包含了所有可能的抽象计算，每个计算都由一系列相互关联的步骤组成。没有任何东西需要“主动启动”这些链条：它们只是抽象的构造，不可避免地源于规则本质的定义。

不过，每条链都会有一个起点。但规则宇宙包含了所有可能的起点，或者说，所有可能的计算初始状态。人们可能会疑惑，考虑到所有这些，规则宇宙如何还能保持任何形式的连贯结构。答案如我们上文所讨论的，在于不同计算线程的纠缠：这些线程并非相互独立，而是通过等价状态的融合而相互关联。

当然，人们可以接着问为什么等价状态实际上会被合并。这立即就涉及到了观察者的故事。人们可以想象一种原始的构建方式，在这种方式中，每条不同的计算线程独立分支。但只要在不同线程中生成的状态是相同的，任何观察者都会将它们视为等价。这意味着对于任何观察者来说，这些线程都会被合并——而在规则宇宙中实际上会出现纠缠。

我们已经说过，时间的流逝对应着计算的进展。基于这一点，我们可以想象规则宇宙是“通过时间”构建起来的，通过逐步应用适当的规则。但实际上我们不需要这样思考。因为一旦定义了构建规则宇宙的程序，规则宇宙的整个结构至少在原则上就不可避免地被立即确定了。

换句话说，我们可以想象通过时间逐步构建出整个 ruliad。或者我们可以认为 ruliad 在某种意义上是“已然存在”的。但关键在于，对于计算能力有限的观察者来说，这两种情况基本上是等价的。在第一种情况下，观察者被“无论如何都在发生”的不可约计算“拉着前进”，以推进 ruliad 的“前沿”。在第二种情况下，观察者某种程度上必须主动探索“已然形成”的 ruliad，但由于观察者的计算能力有限，只能以一定的有限速率进行探索——这样再次出现了与时间流逝相对应的现象，并将其与计算不可约性联系起来。

但如果考虑到在规则化中存在从所有可能初始状态开始的计算线程，情况又会如何呢？一个有界的观察者只能以某种有限的速率探测所有这些状态及其行为。因此，即使“从规则化之外”（如果能够置身其中）可能会看到宇宙的无限多种不同开端，任何嵌入在规则化中的有界计算观察者只会感知到有限集合。而且，实际上，根据所涉及尺度的不同，观察者很可能能够将这些有限的可能性融合为对宇宙单一有限开端的感知——尽管在整个规则化底层，实际上发生了更多的事情。

（人们可能会想的一个问题是：既然规则包含所有可能的规则，为什么不能只是一个极其复杂的规则，一步就创造出整个宇宙？答案是原则上确实可以存在这样的规则。但我们这类计算能力有限的观察者永远无法感知到它；我们对宇宙的“叙述”可能涉及计算上受限的步骤。）

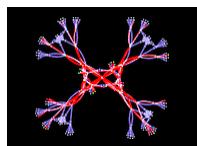
另一个微妙之处在于时间与状态等价之间的关系。想象在规则利（或者实际上只是在因果图中）当应用规则时，某个状态被反复生成。我们可以预期观察者会将这些不同的状态实例视为等价——从而在状态进展中形成了一个循环。很可能这样的循环与量子场论中的现象相关。但对于我们这样的观察者来说，这些循环将在“低于”感知时间的层面上发生。

我们讨论了时间的开端。那么终点呢？如果时间的流逝是计算的进展，计算是否可以简单地停止？对于任何特定的计算，答案是肯定的。例如，某个特定的规则可能在给定的超图中任何地方都不适用。这意味着实际上该超图的时间停止了。事实上，[这大概就是黑洞中心发生的情况](#)（至少在最简单的情况下）。

但是整个规则宇宙（ruliad）呢？即使其中的一些计算线程停止，它的一部分也必然会“持续运行”。但问题是观察者会感知到什么。

通常我们想当然地认为观察者会永远做他们做的事情。但实际上，作为嵌入规则宇宙的存在，观察者在某种程度上必须“导航计算不可约性”来维持自身。无论是生物观察者的死亡，还是观察者最终落入黑洞，我们可以预期个体观察者的实际体验范围是有限的，这实际上为观察者定义了时间的终点，即使不是整个规则宇宙的终点。

为什么任何事物实际存在？



在我们对最终存在什么的讨论中，一个明显的问题是为什么最终会有任何东西存在。或者，更具体地说，[为什么我们的宇宙存在](#)？为什么是有而不是无？

人们可能会想象，在科学框架下，对这些问题无法做出任何解释。但事实证明，在 ruliad 的背景下，实际上有很多可以说的内容。

关键点在于，ruliad 可以被看作是一个必然的抽象对象。一旦定义了其元素，它就必然具有其所具有的结构。这是没有选择余地的。这就像在数学中：一旦定义了 1、+ 等， $1 + 1 = 2$ 就是一个必然的结果。这不是一个需要谈论鹅卵石或硬币或其他什么的陈述；它是一个抽象且必然的形式陈述。

因此，对于规则宇宙（ruliad）也是如此。规则宇宙必然是其所是的样子。它的每一个细节都是抽象地确定的。或者换句话说，至少作为一个抽象对象，它必然存在。

但是，我们可能会问，它为何被实现？我们可以想象各种具有各种形式结构的系统。但为什么是规则宇宙被实现，从而为我们提供了我们所体验的物理世界？

这里的要点在于思考我们在操作意义上所说的“被实现”是什么意思。关键在于这不是某种绝对的东西；它依赖于我们作为观察者的存在。毕竟，我们最终能够了解的只有我们自己的内在体验。对我们而言，如果我们能够——如上所述——成功地“三角化我们的经验”，让我们认为它具有客观现实性，那么某物就是“被实现”的。

在某种程度上，规则宇宙是一个抽象的事物。我们的内在体验也是抽象的事物。我们说的是，这些事物的连接方式存在某种抽象的必然性。而描述我们物理世界的过程，作为这种连接中的必要中间步骤，实质上也是如此。

根据其定义，作为抽象对象，规则必然存在。但像我们这样的观察者呢？我们知道我们存在，因为我们有内在体验。但我们是否必然存在？或者换句话说，在规则中是否必然存在与我们观察者相对应的结构？

嗯，这是一个我们现在可以作为科学问题来研究的问题。最终，我们可以想象出规则中不同层次观察者密度的抽象推导。要达到像我们这样的观察者，正如我们上面讨论的，需要各种各样的细节，可能包括生物学特征，如自我复制。但如果只要求计算有界性和对持续性的信念，那么规则中无疑存在更多的“观察者结构”。

考虑分布在 ["ruliad" 中的外星心智](#) 是很有趣的。在传统的外星智能搜索中，人们试图跨越物理空间的距离。但很可能，ruliad 中的距离——在 rulial 空间中——要大得多。实际上，这些“心智”更加异类（就像“天气的心智”）——而与它们“交流”实际上需要一种翻译的努力，这涉及到大量不可约化的计算。

但对我们以及我们的科学而言，重要的是我们自己的经验。鉴于我们知道我们存在，ruliad 的存在似乎使得我们必须考虑宇宙存在成为必然。

需要提及的一个复杂情况是关于 ruliad 的推广。我们说过 ruliad 包含了所有可能的计算过程。但我们的意思是这些过程可以在我们传统的计算模型之一上实现——比如图灵机。但对于那些需要图灵机执行无限步骤的超计算呢？人们可以基于此想象一个完整的超 ruliad 层级。人们也可以想象观察者并非嵌入在普通的 ruliad 中，而是某个超 ruliad 中。那么这些观察者的体验会是怎样的？他们将永远无法感知到其超 ruliad 之外的任何事物，事实上可以预期，通过他们自己的超计算，他们对自身超 ruliad 的感知将本质上等同于我们对普通 ruliad 的感知——因此最终，处于 ruliad 和超 ruliad 之间没有可感知的区别：“同一个宇宙”，具有我们所知的相同物理定律，存在于两者之中。

当人们开始谈论宇宙在最低层面按照计算规则运行时，他们似乎有时会认为这意味着我们的宇宙最终必须“在计算机上运行”。但想象这一点基本上就是对整个理论科学概念的误解。因为理论科学中的理念是构建抽象模型，使人们能够重现系统行为的某些方面。并不是系统本身机械地实现了这些模型；而是这些模型抽象地重现了系统行为的某些方面。

我们的物理学模型也是如此。并不是在宇宙的“内部”某处有一台计算机在移动比特来重新排列超图。相反，抽象地重新排列超图只是一种（无疑不是唯一的）表示宇宙中发生事情的方式。

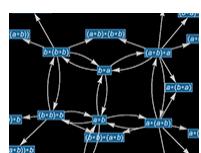
通常，科学中建立的模型只追求近似：它们捕捉了人们关心的系统中的某些方面，而将其他方面理想化。但我们的物理项目有所不同，因为其目标是建立一个模型——至少在原则上——能够完美地重现宇宙中发生的一切，无需近似或理想化。但我们所拥有的仍然只是一个模型：实际上，它是将宇宙中实际发生的事情与我们能够用本质上属于人类的术语描述的内容之间建立桥梁的一种方式。

关于整个 ruliad（规则宇宙），情况会稍微复杂一些。尽管 ruliad 是精确且完整的，但决定我们体验的采样过程取决于我们作为观察者的特征，而我们永远无法对这些特征做到完全精确。而且，正如我们已讨论过的，虽然 ruliad 是以抽象方式定义的，但对于像我们这样的观察者而言，它实际上是被具体化的——它提供了我们的物理学以及我们认为的客观现实。

但这一切是否可能仍然是以某种更低层次基础设施运行的"模拟"？从任何有意义的角度来说，都不是。当我们谈论"模拟"时，我们隐含地假设，实际上 ruliad 在一个地方运行，而其他事物在其他地方运行。但 ruliad 包含了所有计算过程的总和。因此，从这个意义上说，ruliad 之外没有空间容纳任何事物——而 ruliad 唯一能"运行于"其上的就是它自身。

尽管对于我们这样的观察者来说，我们只采样了整个规则宇宙的一小部分——而且在某种意义上，我们可以选择采样哪一部分。确实，只要我们认为自己拥有自由意志并自由选择进行哪些观察（或许还有我们自身的结构应该是什么），我们就能控制这个选择。然而，我们作为观察者的基本性质仍然会决定我们所体验到的某些内容——尤其是物理学的核心定律。但除此之外，正是我们作为观察者的选择有效地决定了我们在规则宇宙中"运行"的是"哪个可能的程序"。因此，如果我们将这些程序视为在规则宇宙上运行的"模拟"，那么似乎并没有某个外部实体在挑选这些程序；而是我们的本性和选择在起作用。

数学现实



我们已经深入讨论了在"具体"物理世界中最终存在什么。但"抽象"的数学世界又如何呢？规则宇宙最令人惊讶的一点是，它暗示了物理学和数学的终极基础之间有着惊人的紧密联系。

在我们的物理学项目中，我们必须首先发明一种用超图、重写规则等来表示物理世界的"机器码级别"表示法。在数学中，事实证明已经存在一种成熟的"机器码级别"表示法：即作为符号表达式表述的定理网络，并根据（基本上是结构性的）推理法则相互转换。

在这个描述层面上，任何特定的数学领域都可以被看作是从某些公理开始，然后构建一个完整的所有可能定理的多向图，这些定理都是这些公理所蕴含的。图中的路径对应着证明——不可判定性现

象表现为存在任意长的路径——而人类数学家感兴趣的定理则分布在图中各处。

那么，如果我们不是研究单个公理系统，而是研究所有可能的公理系统，会发生什么呢？我们将得到一个对应于所有可能证明的纠缠极限的结构——这些证明基于从所有可能公理系统导出的规则。但我们之前已经见过一个等价的结构：它就是规则宇宙！

但现在，我们不将 eme 解释为空间的基本粒子，而是将其解释为"数学的基本粒子"，或数学表达式的最低层级元素。而且，我们不将规则宇宙的切片解释为在极限情况下对应于物理空间，而是将其解释为定义元数学空间。

因此，规则宇宙不仅封装了所有可能的计算过程，也封装了所有可能的数学过程。但人类数学家——或者我们可以称之为数学观察者——如何"感知"这一点？他们如何提取他们认为有意义的数学？

物理观察者通过在时间中构建经验的线索来获得"对世界的看法"。数学观察者则通过从他们选择假设的一组定理（或公理）开始，然后"向外扩展"来构建更大的数学结果集合，从而获得"对世界的看法"。

原始的规则宇宙充满了计算不可约性。但在物理学和数学中，目标实际上都是找到可约性的口袋，让我们这样的观察者能够获得适合我们有限思维的摘要。在物理学中，这表现为识别空间等概念，然后识别必须适用于这些概念的定律。

那么数学中的对应物是什么呢？原则上，人们可以在公理层面（甚至更低层面）进行操作。但在进行欧几里得几何时，例如，完全可以从毕达哥拉斯定理的角度进行讨论，而不必总是追溯到最低层次的定义，比如实数的定义。这非常类似于物理学中的情况，在许多目的下，人们可以讨论流体流动之类的事物，而不必担心分子动力学层面发生了什么。

确实，正如物理学一样，数学由我们这样的观察者这一事实，立即对数学的本质产生了影响，或者实际上，对"数学定律"产生了影响。这些定律是什么？最重要的是，更高层次的数学是可能的：换句话说，数学家实际上可以在"流体动力学"层面成功地进行数学研究，而不必总是下降到公理及以下的原始"分子动力学"层面。

我们可以期待其他数学定律。例如，由 ruliad 结构 implied 的元数学空间的同质性意味着"纯元数学运动"应该是可能的，因此必然存在"对偶性"，允许人们将一个数学领域翻译到另一个领域。另一个例子是，元数学空间中应该存在广义相对论的类似物，其中类似黑洞的"时间停止"对应于可判定数学理论，在这些理论中，证明"总是停止"（从它们有有限长度的意义上来说）。

但是——就像物理学一样——从某种意义上说，我们从规则宇宙中获得的数学，是因为我们是这样的观察者。我们可能曾想象，只要建立一个适当的公理系统，就能随心所欲地发明任何数学。但关键在于，只有某些公理系统——或者说，规则宇宙的某些切片——[允许具有我们特征的观察者连贯地进行数学研究](#)。

我们对物理世界的日常经验给了我们一种"直接接触"许多物理学基础特征的印象，比如空间的存在和运动现象。但我们的物理学项目表明，这些在某种意义上并非"内在存在"的概念；它们只是当我们用像我们这样的物理观察者"解析"原始规则宇宙时涌现出来的东西。

在数学中，"直接接触"任何东西这一点不那么明显（至少对除了经验丰富的纯数学家以外的任何人来说都是如此）。但在我们对数学的这种观点中，它最终就像物理学一样——最终也根植于规则宇宙，但不是由物理观察者，而是由数学观察者来采样。

从这个角度来看，数学之下的"实在性"与物理学之下的实在性同样多。数学只是被采样方式略有不同——但我们绝不应因此认为它"根本上更抽象"。

当我们把自己视为规则宇宙中的实体时，我们可以构建出一个关于我们如何获得"物理学体验"的"完全抽象"描述。对于数学，我们基本上也可以做同样的事情。因此，如果我们常识性地认为物理世界"真实存在"，那么我们也必须对数学采取同样的观点。换句话说，如果说物理世界存在，那么我们也必须说，在某种根本意义上，数学也同样存在。

数学之下，如同物理学之下，是规则宇宙。因此，从某种意义上说，数学中最终存在的东西与物理学中最终存在的东西是相同的。数学不是我们人类"凭空创造"的东西；它来自规则宇宙，通过我们作为观察者的特定观察方式，由我们作为观察者的特定特征所定义。

规则宇宙浩瀚中的观察者



几个世纪以来，我们学到的一件事就是，与宇宙相比，我们是多么渺小。但现在我们意识到，与整个规则宇宙（ruliad）相比，我们仍然要渺小得多。不过，我们肯定没有可能达到的那么小。事实上，在某种程度上，我们实际上相当大，因为我们不仅由少数空间原子或就此而言的 emes 组成，而是由无数个这样的基本单元构成。

我们实际上在尺度上是中间状态：与 emes 相比我们是巨大的，但与整个规则宇宙相比我们又是微小的。我们作为观察者处于这个尺度这一事实，对我们如何体验宇宙和规则宇宙至关重要。

我们足够大，以至于在某种意义上能够持续存在并形成坚实、持久的体验，不会不断受到微观细节

变化的影响。但我们又足够小，以至于能够在规则宇宙中作为连贯、独立的实体存在。我们足够大，以至于可以拥有一定程度的"内在生活"；但我们又足够小，以至于规则宇宙的其他地方也有大量的"外部刺激"作用于我们。

我们也足够大，可以通常以连续空间而非空间原子来思考。我们可以以连续的量子振幅而非离散的多重路径来思考。但我们又足够小，可以在物理空间和分支空间中保持对"我们在哪里"的一致看法。我们人类观察者在物理空间和分支空间中足够紧密地聚集在一起，以至于我们基本上对"周围正在发生什么"达成共识——这构成了我们所认为的"客观现实"的基础。

当我们思考整个规则宇宙时，情况也是基本相同的。但现在"我们在哪里"实际上决定了我们将哪些规则归因于宇宙。我们的尺度使得这些规则既相当一致又相当明确。宇宙的某些特征——如广义相对论和量子力学的基本现象——仅取决于我们作为观察者的普遍特征。但其他特征——很可能是粒子的质量——取决于我们在规则宇宙中的"位置"。（例如，我们从传统物理学已经知道，像电子的感知质量这样的东西取决于我们用来探测它的动量。）

当我们追问终极存在是什么时，最引人注的一点是终极存在的数量有多么庞大。我们尚不清楚空间的离散尺度，[但可以想象它大约是 \$10^{-90}\$ 米](#)——这意味着在任何给定时刻，宇宙中可能有 10^{400} 个空间原子，而在宇宙迄今为止的历史中大约有 10^{500} 个。那么整个规则宇宙呢？emes 的总数呈指数级增长，可以想象其数量级为 $(10^{500})^{10^{500}}$ 。这是一个巨大的数字——但事实上我们甚至能够猜测这个数字，让我们感到我们可以开始具体思考终极存在是什么。

那么这一切与人类尺度有何关联？我们知道，宇宙在物理空间上的体积大约是人类体积的 10^{80} 倍。而在任何特定时间，一个人类体内大约有 10^{300} 个原子空间；我们一生中的存在可能由大约 10^{400} 个 emes 所定义。我们还可以推测自己在分支空间中的范围——以及在整个 ruliad 中的范围。这些巨大的数字让我们能够理解，为什么我们在宇宙中观察到如此多看似确定的事物。实际上，这是因为我们"足够大"，以至于我们的"平均"感知非常精确，同时又"足够小"，以至于我们本质上处于 ruliad 中的一个精确位置。

[\(通过 emes 和 ruliad 进行思考的一个显著特点是，我们可以做一些诸如比较人类尺度的物理学和数学的"大小"之类的事情。粗略估计，人类历史上所有数学工作可能涉及了 \$10^{100}\$ 个 emes——这远远少于我们物理存在中所涉及的 emes 数量。\)](#)

我们可以将我们"大而小"的尺度视为使我们能够被视为在时间中持续存在的观察者的原因。在"空间中的持续性"方面，情况也非常相似。为了使我们能够进行"纯粹的运动"，即从一处移动到另一处，同时仍然"持续地是我们自己"，我们必须相对于 emes 的尺度足够大，而相对于 ruliad 的尺度

足够小。

在物理宇宙中移动时，我们知道"实际移动自己"（比如使用宇宙飞船）需要时间。但想象移动后的状态则可以抽象地快速完成。在规则宇宙（ruliad）层面也是如此。在规则宇宙中"移动自己"实际上需要从一组规则到另一组规则的明确计算转换，这需要（通常是不可简化的）计算工作量，因此需要时间。但我们仍然可以抽象地跳转到规则宇宙中的任何我们想要的地方。而这实际上我们在规则学（ruliology）中所做的事情——研究我们可以随机选择或通过枚举找到的规则。通过这种方式，我们可以发现各种有趣的事物。但从某种意义上说，这些事物——至少在最初——是陌生的东西，与我们通常在规则宇宙中的位置所熟悉的事物没有直接联系。

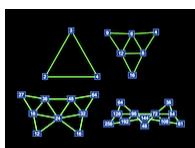
我们在数学中也能看到类似的情况。我们可以开始枚举一个庞大的可能定理网络。但除非我们能找到一种方法，将自身作为数学观察者或多或少整体性地传输到元数学空间中，否则我们将无法为大多数这些定理提供背景；它们对我们来说会显得陌生。

要直观理解"规则宇宙"中那些"异类"事物不容易。一种方法是使用生成式人工智能，比如制作图片，然后询问如果改变人工智能的参数会发生什么，这实际上相当于转向不同的规则，以及规则宇宙的不同部分。有时我们会得到一些可识别的图片，这些图片可以用某些概念来描述，比如与人类语言中的某个词汇相关联。但在绝大多数情况下，我们会发现自己处于"概念间空间"——一个尚未有现有人类概念被发明出来的地方。确实，在实际神经网络的实验中，我们熟悉的概念所能覆盖的规则宇宙这一微小角落的比例，可能只占总体的 10^{-600} 。换句话说，我们能够描述的事物，比如用人类语言描述的，代表了最终存在事物的绝对微小部分。

但如果我们发明更多概念会发生什么呢？从某种意义上说，我们在规则空间中随之扩展——使我们作为观察者能够覆盖规则宇宙的更大范围。或许我们可以将其视为科学和知识的某种终极目标，即在整个规则宇宙中扩展我们自己。

但这里有个问题。我们能够将自己视为确定的、独立的观察者，这取决于我们与规则宇宙相比是渺小的。如果我们能够扩展到填满规则宇宙，那么在某种意义上我们将是一切——但我们将是虚无，不再作为连贯的实体存在。

发展一门形而上学科学



形而上学历来被视为哲学的一个分支。但我在此所论证的是，随着我们从科学中获得的新成果和新见解，我们可以开始将形而上学不仅视为哲学，也视为科学——我们能够开始讲述一个关于终极存在是什么以及我们如何融入其中的真实科学故事。

过去，形而基本上必须纯粹建立在用词语构建的论证之上——或许这正是它常被认为有些模糊和脆弱的原因。但现在，通过我们在此讨论的内容，我们开始拥有建立形而上学的坚实、正式结构所需的一切，在这个结构中，我们可以逐步构建一个由确定结论组成的丰富塔楼。

有些需要说明的内容与规则宇宙有关，在某种意义上，它是纯粹抽象且不可避免的。但其他部分则与观察者的"主观"体验有关——对我们而言，基本上是人类观察者的体验。那么，形而上学是否需要以某种方式涉及生物学或心理学的所有细节呢？令人惊讶的是，它并不需要。因为科学表明，只要对观察者有非常粗略的了解（比如他们是计算有限的），就已经能够得出关于他们必须感知的某些特征和规律的精确结论。实际上，存在一种涌现的形而上学。

规则宇宙为抽象意义上最终存在什么提供了一种形式的答案。但要将其与我们"真正"存在的东西联系起来，我们需要了解我们本质上的特征。

研究鲁利雅的特征很大程度上是在进行纯粹的[鲁利学](#)研究——经验性地研究抽象简单程序的行为。讨论观察者则更多是一种[元建模](#)的练习——利用已知的世界模型，试图从中提取出正在发生的抽象本质。要使形而上学成为一门科学，某种程度上需要这两种方法。

但令人兴奋的是，基于计算范式和研究计算宇宙的直觉，我们正达到一个临界点，能够开始为形而上学问题提供明确的科学答案，这些问题在千百年间似乎只能进行争论，却无法得出结论。就像许多哲学分支一样，形而上学现在似乎注定要从纯粹的哲学问题转变为科学问题——最终为我们解答那个古老的问题：究竟存在什么。

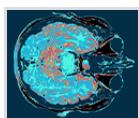
相关材料

关于此处探讨的其他观点讨论，请参阅我最近的[哲学著作](#) »

发布于：宏观视角，哲学，物理学

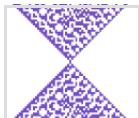


相关著作



如果我们拥有更大的大脑？想象超越人类的心灵

May 21, 2025



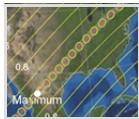
论时间的本质

October 8, 2024



日食究竟何时会发生？一个跨越数千年计算的传奇故事

March 29, 2024



计算日食：Wolfram 语言中的天文学

March 29, 2024

热门分类

人工智能

宏观视角

公司与商业

计算科学

计算思维

数据科学

教育

未来展望

目录

语言与交流

生活与时代

生命科学

Mathematica

数学

新科学

新技术

个人分析

哲学

物理学

元规则学

软件设计

Wolfram|Alpha

Wolfram Language

其他

按年份写作

[2026](#) | [2025](#) | [2024](#) | [2023](#) | [2022](#) | [2021](#) | [2020](#) | [2019](#) | [2018](#) | [2017](#) | [2016](#) | [2015](#) | [2014](#) |

[2013](#) | [2012](#) | [2011](#) | [2010](#) | [2009](#) | [2008](#) | [2007](#) | [2006](#) | [2004](#) | [2003](#) | [全部](#)

© Stephen Wolfram, LLC |

Open content:  (code:  W | [Terms](#) | [RSS](#)