《中国海洋大学学报》(社会科学版)　2007 年第 1 期
JOURNAL OF OCEAN UNIVERSITY OF CHINA (Social Sciences Edition)　NO. 1. 2007

因果关系的类型和概率分布*

赵心树
(北卡来罗纳大学 新闻与传播学院 ,美国 北卡来罗纳州)

摘　要:当原因事件多次重复的时候 ,部分原因是最常见甚至唯一常见的因果类型;传统理论所承认的三种类型 ,即必要原因、充分原因和充分必要原因 ,只有在原因事件很少重复的特定情况下才会出现。在美国和中国学者关于“部分原因 ”的研究的基础上 ,本文做了两项工作 ,一是检验修正包括“部分原因 ”在内的因果分类体系 ,建立一个既包容、又互斥的完整体系;二是计算各类因果类型出现的概率。本文认为 ,我国各级学校的语文、逻辑、哲学和思想方法教学中普遍忽视部分因果、部分原因、部分条件 ,这与部分因果在日常生活和重大决策中的常见性、重要性相矛盾。这种状况应予改变。本文建议 ,在决策思维中 ,在科学研究中 ,在各级各类教育中 ,都应大大加强对部分原因、部分因果和部分条件的重视和投入。

关键词:原因;结果;因果;部分原因;部分因果;部分条件;因果分类;决策;概率
中图分类号:B815.3　**文献标识码**:A　**文章编号**:1672-335X(2007)01-0032-13

一、引言

传统因果分类理论中明确承认三种原因(条件)类型 ,即“充分原因 ”、“必要原因 ”和“充分必要原因 ”,并隐含承认第四种原因类型 ,即“非原因 ”。①旅居加拿大的澳大利亚哲学家麦基(John Mackie)提出了第五种类型 ,定义为:“a condition C is a cause of E just in case it is an Insufficient , but Necessary , component of an Unnecessary , insufficient but necessary part of a condition which is itself but Sufficient for the result , ”英文缩写为 INUS ,[1] 张小天将之翻译为“非充分且非必要条件原因 ”。[2]

其后 ,从中文文献特别是关于形式逻辑的中文著作出发 ,赵心树的《部分原因》一文也推出了第五种原因 ,称为“部分充分部分必要原因 ”,简称为“部分原因 ”,英译为“partial causes ”。根据此文的定义 ,当“有甲未必有乙 ,且不必有甲亦可有乙 ,但甲的有或无影响乙的有或无 ”的时候 ,甲为乙的“部分原因 ”。[3] 麦基把第五种原因说成主要是充分原因的一部分 ,而《部分原因》一文则对充分原因和必要原因一视同仁 ,强调第五种原因既是充分原因的一个必要部分 ,同时也是必要原因的一个必要部分。

作者当时不了解麦基和张小天的工作。但是 ,除了上述的几个不同 ,即名称、推理过程 ,定义表述和侧重点不同外 ,“部分原因 ”及“partial causes ”与麦基笔下的 INUS 及张小天笔下的“非充分非必要条件原因 ”基本上内容重合 ,可以被看作是同一个概念的不同命名。考虑“非充分非必要 ”的相对冗长和否定语义 ,本文将用“部分原因 ”(及英文 partial causes)来指称这一概念。

在英文文献中 ,不同领域的学者都开始关注部分原因。②在日常生活中 ,“部分原因 ”的例子更是举目皆是。灌溉系统不是农作物丰收的必要原因 ,因为雨量充足或耐旱的作物都可能使灌溉系统成为不必要;灌溉系统也不是农作物丰收的充分原因 ,因为肥料、土壤、种子、技术、劳力等不到位都可能导致歉收。但是 ,如果我们由于传统逻辑的影响而得出灌溉系统与农作物丰收无关的结论 ,就显然偏颇。掌握了部分原因的概念 ,我们就可以说 ,灌溉系统很可能是农作物丰收的一个重要的部分原因。合理的工资奖励制度不是企业成功的必要原因 ——常有一些员工纯粹出于非经济的原因努力为企业工作 ,也不是企业成功的充分原因 ——如果没有资金、产品、售价、营销等等各

* **收稿日期**:2006-05-18
作者简介:赵心树(1955-　),男 ,原籍上海 ,美国北卡来罗纳大学新闻与传播学院教授 ,新闻与传播研究中心主任 ,主要从事哲学与政治学研究。

种配合,企业就不会成功。但是,我们不应该由此而作出工资奖励制度与企业成功无关的结论。掌握了部分原因的概念,我们就可以说,合理的工资奖励制度是企业成功的一个重要的部分原因。

但是,部分原因这一概念却没有引起中国学界和教育界的关注。根据我们的文献搜索,除了极少数例外,几乎没有其他中文作者引用麦基、张小天的工作或《部分原因》一文;③中国各领域的著作和教科书在讨论因果条件分类时继续只谈传统的三类原因或三类条件,而忽略部分原因或部分条件,似乎除了传统的三类之外,就只有非原因或非条件了。

为什么会有这一现象呢?为了帮助回答这一问题,我们在清华同方的中国学术期刊全文数据库(China Academic Journal Full Text Data Base,缩写CAJ)中对有关术语进行了搜索统计,结果见表1。

表1:2002 - 2004年间使用有关原因或条件术语的学术文章的数量

右:发表年	2002	2003	2004	三年总计
下:作为搜索关键词的术语(在引号内)				
用到"必要原因"的文章数	9	10	17	36
用到"充分原因"的文章数	32	32	39	103
用到"充分必要原因"或"充要原因"的文章数	2	0	2	4
用到任何一种上述传统"原因"术语的文章数	38	41	52	131
用到"必要条件"的文章数	15711	17316	15608	48635
用到"充分条件"的文章数	2257	2541	2383	7181
用到"充分必要条件"或"充要条件"的文章数	919	1022	1198	3199
用到任何一种上述传统"条件"术语的文章数	16807	18531	16746	52084
用到"部分原因"的文章数	757	854	809	2420
用到"部分条件"的文章数	150	173	121	444

搜索始于2002年,即《部分原因》一文发表的那一年,止于2004年,即本文投稿前的最后一年。搜索的结果显示,在发表于这三年的学术文章中,有2400多篇使用了"部分原因"一词,400多篇使用了"部分条件"一词。但这些文章却并不同时提到"Mackie"、"张小天"、"赵心树"或他们的著作。抽读这近两千九百篇文章中的一部分,可以很快发现,这些作者都把"部分原因"或"部分条件"当作一个日常用词而随意使用,而不是当作一个有严格定义的因果概念,更不是一个严格的因果分类体系中的一部分。换言之,在这些作者的心目中,他们笔下的"部分原因"或"部分条件"与"充分"、"必要"、或"充分必要"不属于同一个理论或分类体系,也与麦基、张小天或赵心树的工作无关。

更重要的是,在同样的三年内,有52000多篇文章使用"充分条件"、"必要条件"、"充分必要条件"或"充要条件"。这个数目相当于使用"部分条件"或"部分原因"的文章的18倍多。类似的差别也存在于每一年内,说明这是常见现象。于是有这样的问题:为什么会有这么大的差别?

一种可能的解释是:在客观世界中,部分原因或部分条件比较罕见,而充分、必要和充要条件或原因比较常见,后者出现的频率相当于前者的十多倍近二十倍。这一差别影响着作者们的选题和用词,造成了我们文献搜索中所发现的巨大差别。

另一种解释截然不同:文献中的巨大差别并不反映两种因果或条件在客观世界中的频率差别,而只反映了我国各级学校教育对两者的不同处理。由于课本、教案、讲义、试卷乃至整个教育过程不承认"部分原因"和"部分条件"的存在,造成许多学者和作者的思维盲点,使他们对部分原因和部分条件视而不见,从而造成文献中这些词语的稀缺。在自己的存在未获承认的情况下,"部分原因"和"部分条件"还是顽强地冒头至少两千八百多次,恰恰说明了客观世界中这种现象的常见。

于是有这样的问题:在日常生活或重大决策中,遇到"部分因果"的机率究竟有多大?遇到其他四类传统的因果类型的机率又有多大?这是非常重要的问题,因为经常出现的现象显然值得人们更多的注意。于是有本文的目的之一,即计算各种因果类型出现的机率。

但是,为了计算各类因果关系包括部分因果出现的机率,我们首先必须确认,由上述五种因果关系所构成的因果分类体系是否"完整"?这实际上包含了两个问题:

1、这个体系是否包容(inclusive 或 exhaustive)?[4]即,这个体系是否已包含了所有应当包含的因果关系种类?如果有遗漏,当然就应当补入。

2、这个体系是否互斥(mutually exclusive)?即,这个体系内部的五个种类之间有无相互重合?如果有,当然就应当消除。

根据被普遍接受的分类理论,一个分类体系必

须满足包容与互斥这两个条件才是完整的,才能作为进一步精密分析、推理、计算的可靠基础。[4]

在一个完整的分类体系的基础上,我们就可以回答这样的问题:在已知的五种因果类型中,哪几种经常出现?哪几种较少出现?我们能否计算它们出现的概率呢?如果我们发现某一种或一些因果类型出现的概率特别高,我们在分析决策的时候就应特别注意我们所面对的是不是这一类因果类型。由于“部分原因”是一种新近发现的因果类型,它还未曾出现在大、中、小学和各类师范学校的教科书中,所以,我们应当特别关注,部分因果出现的概率有多大?如果经常出现,我们就应努力将有关这一类因果的教学融入各级各类教育中去。

因此,本文的目的有二:一是检验、改进上述因果分类体系,使其尽可能完整。二是计算各类因果类型出现的概率。

二、寻求包容

首先,让我们明确五种因果关系的具体涵义。循统计学中的惯例,让我们用 X 表示因,以 Y 表示果,并将五种因果关系的简称、定义等列在表 2 中。

表 2:一个不包容、不互斥的因果关系分类体系

简称	因果关系类型	定　　义
1.充分因	X是 Y的充分原因。	有 X时,必有 Y。
2.必要因	X是 Y的必要原因。	有 X时,才有 Y。(即,无 X时,必无 Y。)
3.充要因	X是 Y的充分必要原因。	有 X时,才有 Y;且,有 X时,必有 Y。
4.部分因	X是 Y的部分原因。	有 X时,未必有 Y;不必有 X,亦可有 Y;但,X的有无影响 Y的有无。
5.非因	X不是 Y的原因。	有 X时,未必有 Y;不必有 X,亦可有 Y;且,X的有无不影响 Y的有无。

观察表 2,可以发现,第 1 至 3 行的三种原因的定义来自于形式逻辑教科书中关于假言推理的传统理论。④由于传统形式逻辑只是隐含地承认非因但没有对非因给出明确定义,表 2 第 5 行只能从传统假言推理的理论中推论出非因的定义。表 2 第 4 行关于部分因的定义则直接来自《部分原因》一文。[5](P170)

以包容性的标准来审视表 2 所展示的分类体系,我们发现这个体系中缺漏了“负因”的概念。我国逻辑学界对“负因”的概念并不完全陌生。例如吴家国等出版于 1979 年的形式逻辑教科书中讨论“求因果五法”(实际上就是“穆勒法”,⑤又称归纳五法”[6])中的“共变法”时已介绍了“异向共变”的概念,⑥也就是本文所说的负因。但是,可能是因为不关注因果分类的问题,或是因为没有意识到假言推理理论实际上也是一个因果分类的理论,这些教科书并没有把“负因”的概念引入关于假言推理的阐述,更没有利用“负因”概念来完善因果分类的体系。

《部分原因》一文大量运用了两个例子,一是养猪与积肥的关系,二是利率与股价的关系。我们这儿也用这两个例子来说明“负因”的概念。

若养猪引致积肥增加,养猪是积肥的因。若养猪引致积肥减少,养猪也是积肥的因,但因作用方向相反,我们称之为负因。若利率上升引致股价下降,利率是股价的负因;若利率上升引致股价上升,利率就是股价的正因。实际上,五种原因中除非因以外的四种都有正、负之分,而表 2 的前三行只列出了其中的“正因”的定义。因此,这个体系需要修正。

同时,表 2 中关于部分因和非因的定义中有“影响”一词,虽未必错,但不够明确。作为定义的一部分,似应修改以使更为精确明细。表 3 展示修正后的体系。

表 3:一个包容但不互斥的因果关系分类体系

简称		因果关系类型	定　　义
1 充分因	1.1 正因	X是 Y的充分正因。	有 X时,必有 Y。
	1.2 负因	X是 Y的充分负因。	有 X时,必无 Y。
2.必要因	2.1 正因	X是 Y的必要正因。	无 X时,必无 Y。
	2.2 负因	X是 Y的必要负因。	无 X时,必有 Y。
3.充要因	3.1 正因	X是 Y的充分必要正因。	有 X时,必有 Y;无 X时,必无 Y。
	3.2 负因	X是 Y的充分必要负因。	有 X时,必无 Y;无 X时,必有 Y。
4 部分因	4.1 正因	X是 Y的部分正因。	有 X时,未必有 Y;不必有 X,亦可有 Y;但,有 X时 Y出现的概率大于无 X时 Y出现的概率。
	4.2 负因	X是 Y的部分负因。	有 X时,未必有 Y;不必有 X,亦可有 Y;但,有 X时 Y出现的概率小于无 X时 Y出现的概率。
5.非因		X不是 Y的原因。	有 X时,未必有 Y;不必有 X,亦可有 Y;且,有 X时 Y出现的概率等于无 X时 Y出现的概率。

审视表 3,不见有概念的遗漏。看来,表 3 所列出

的这个系统是包容的。现在让我们来看它是否互斥。

三、寻求互斥

不难看出,表3中前三个传统概念的外延有交集。即,"充要正因"的全部外延均是"充分正因"与"必要正因"这两个概念外延的重合部分:充要正因同时也是充分正因,且同时又是必要正因。

不仅如此,我们注意到,下列状况既符合表3中充分原因的定义,也符合非因的定义:"有X时有Y,无X时亦有Y,X的有无不影响Y的有无"。这意味着,在传统的分类体系下,充分原因与非因之间也有一个重合的交集。

我们还注意到,下列状况既符合表3中必要原因的定义,也符合非因的定义:"有X时无Y,无X时亦无Y,X的有无不影响Y的有无。"。这说明,在传统的分类体系下,必要原因与非因之间还有一个重合的交集。

利用我们下文将要引入的一些表格,以上观察可以表述得更为精确一些。在传统定义下,实际上共有四个交集,各由表5至表10中四个角上的四个小表格中的一个所代表。一是充分正因、必要正因与充必正因三者之间的交集,占右上角;二是充分负因、必要负因与充必负因三者之间的交集,在左下角;三是充分正因、必要负因、非因三者之间的交集,据左上角;四是必要正因、充分负因与非因三者之间的交集,处右下角。

这就是说,表3所代表的分类体系不具"互斥"性,因而必须予以改造。

为此,让我们对充分原因与必要原因这两个概念的定义加以限制,使所有五个概念相互没有重合。这样改造以后的五大类、九小类的原因定义见表4。

表4:一个互斥且包容的因果关系分类体系

简称		因果关系类型	定义
1.充分因	1.1 正因	X是Y的充分但非必要正因。	有X时,必有Y;无X时,Y有无相兼。
	1.2 负因	X是Y的充分但非必要负因。	有X时,必无Y;无X时,Y有无兼有。
2.必要因	2.1 正因	X是Y的必要但非充分正因。	无X时,必无Y,有X时,Y有无相兼。
	2.2 负因	X是Y的必要但非充分负因。	无X时,必有Y,有X时,Y有无兼有。
3.充要因	3.1 正因	X是Y的充分必要正因。	有X时,必有Y,无X时,必无Y。
	3.2 负因	X是Y的充分必要负因。	有X时,必无Y,无X时,必有Y。
4.部分因	4.1 正因	X是Y的部分正因。	有X时,Y有无相兼;无X时,Y有无相兼;但,有X时Y出现的概率大于无X时Y出现的概率。
	4.2 负因	X是Y的部分负因。	有X时,Y有无相兼;无X时,Y有无相兼;但,有X时Y出现的概率小于无X时Y出现的概率。
5.非因		X不是Y的原因。	有X时Y出现的概率等于无X时Y出现的概率。

在表4中,我们在不改变其内涵外延的前提下重新组织了若干定义中有关"有""无"的语句,以便读者与下文将列出的一些表格对照。

细察表4这个分类体系后,我们没有发现概念的遗漏或重合。看来,这个分类系统是包容且互斥的,因而是完整的,可以用作进一步分析和计算的基础。

四、计算概率的方法

计算事件出现的概率,通常有两种方法。一是调查,包括普查(census)和抽查(sampling,即抽样调查)。例如,要知道新出生的婴儿中的男女比率,我们可以依赖人口普查得来的数据,也可以通过均机抽样(randomsampling)[⑦]抽查医院、诊所里新生婴儿的男女比率。又如,要知道某次有奖销售中某区的消费者得奖的概率是多少,我们可以均机抽选时间与该区的商店,再在选中的时间派调查员去选中的商店均机抽样调查那儿的消费者,计算得奖者占参与抽奖的消费者的比率,以此估算得奖概率。再如,要知道掷色子(骰子)时红色面朝上的概率是多少,我们可以想法均机抽样选取天下掷色子的人、地点和时间,然后派人观察红色面朝上的次数与黑色面朝上的次数,据此计算概率。

调查的方法有许多优点,但也有两个重要的局限。[⑧]一个局限是,调查的具体范围、时间、地点、环境、所使用的调查人员、所采取的技术手段等各种具体因素都会显著地影响调查结果,于是调查的结果往往难以适用于另外一个时间、地点、范围,等等。

另一个局限是,作为调查对象的母本也就是集(类)概念与子概念必须能被极为清晰地界定,否则普查或抽查就根本无法进行。例如,"在中国大陆居民中进行一次均机抽样"在理论上是可能的,因为"中国大陆居民"是一个界定相当明确的集(类)概念,"其中的一个居民"也是一个界定相当明确的子概念,这两个明确是均机抽样的前提。"从二车间今天生产的灯泡中进行一次均机抽样"在技术上可行,因为集(类)概念"二车间今天生产的灯泡"及子概念

“其中的一个灯泡”都界定清楚。

但是,“对中国天上的云进行一次抽样调查”就很困难。“天”从哪里开始?黄山的半山腰算不算天?山谷呢?上海街道上离地一厘米的雾汽,算不算天上的云?离地一米呢?两米?十米?子概念是是什么?是“一朵云”吗?那么怎样形状的云算“一朵云”呢,怎样又算“两朵”、“三朵”?有心的读者可以试着想一想,“对世界上的风进行一次抽样调查”该有多难。

“因果关系”也属于“风”、“云”这一类难以界定因而难以抽样的对象。“世界上所有的因果现象”是一个无穷大的集(类),因此我们不可能对所有的因果现象进行普查。在这个集(类)中,“一个因果现象”又是一个界定很不明确的子概念。这样,在有关概念的基础“细释”工作尚未完成之前,有效、有意义的抽样调查显然也是难以进行的。[9]

在这种情况下,我们可以考虑采用第二种方法,即计算理论概率的方法。譬如要了解某次有奖销售中某区的消费者得奖的概率是多少,我们可以不去商店调查消费者,而根据该商品在该区的计划销售的总数及计划发奖的数目来推算理论概率。又如,要知道掷色子时红色面朝上的概率是多少,我们可以不必抽样调查,而根据一般色子的性状而计算理论概率:由于中国传统的色子为六面见方的立方体,其中四面黑色,两面红色,所以红色面朝上的可能性为三分之一。再如,要知道新生婴儿的男女比例,我们可以不进行调查,而根据精子、卵子的构造以及受精、怀孕的机制计算出男女大致各 50 %的理论概率。

本文以下所要介绍的,就是五种不同因果类型出现的理论概率。为计算色子的红色面朝上的理论概率,我们需要计算一个色子共有多少面,其中有多少是红色的。类似地,为计算某一种类型的因果关系出现的理论概率,我们需要计算各种因果关系共有多少种排列形式,其中多少种属于该因果类型。

需要说明的是,所谓“某事件的概率”,不仅取决于该事件的性质,同时也取决于观察人对该事件及其相关因素的了解程度。假如我们全面彻底地了解决定某种事件的所有的因素(原因),我们就可以精确地指出或预测该种事件,而不必计算概率了。我们之所以要计算概率,正是因为有未知因素。[10]

本文所讨论的“在自然与社会中的某一因果类型(如部分原因)”是一个极为广泛的,包罗万象的概念。因而我们在计算其概率时必须把有关因素诸如时间、地点、环境、自变量的所有性质、因变量的所有性质、其他可能变量的可能影响等等全都看作是未知因素。这样得出的概率在最一般的,涵盖最广的范围内有效。但是,这一概率在任何一个较为具体的范围内未必是最精确的。“较为具体”意味着一个或多个未知因素变为已知,在这个基础上计算的新概率自然是更为精确。但这个“更为精确”只在这个“较为具体”的小范围内有效。

五、排列各类因果

现在,让我们假想一场试验,[11]其中包括自变量 X 和因变量 Y。每个变量只能处于“有”或“无”的状态。[12]我们使自变量 X 处于“有”的状态,然后观察因变量 Y 的“有”或“无”。我们另使自变量 X 处于“无”的状态,然后观测因变量 Y 的“有”或“无”。

表 5:一次试验(n = 1)的所有可能结果的排列

非因

Y \ X	无	有
有	s	s
无		

充正必因

Y \ X	无	有
有		s
无	s	

充负必因

Y \ X	无	有
有	s	
无		s

非因

Y \ X	无	有
有		
无	s	s

这一套程序只进行 1 次,即 n = 1(n 取自英语 number,次数)。每一次试验的结果只能是 X 与 Y 的“有”、“无”状态的排列组合中的一种(详见表 5)。用 T(total,总数)表示这些排列组合总数,我们有:

$$T = (n + 1)(n + 1) = 2 \times 2 = 4 \qquad \text{(公式 1)}$$

表 5 用四个小表格来展示这 4 种可能性。例如,左上角的“非因”小表格中左上的“s”表示,当 X 处于“无”状态时,Y 处于“有”状态。“s”取自“是”的拼音。同一小表格中右上的“s”表示,当 X 处于“有”状态时,Y 同样处于“有”状态。此小表左下的空格表示,没有出现“无 X 亦无 Y”的状况。此小表右下的空格则表示,没有出现“有 X 但无 Y”的状况。换言之,在左上角这个小表格所显示的这项小试验中,Y 总是处于“有”状态,它出现的概率在有 X 的时候是 1,在没有 X 的时候也是 1,两者完全相等。换言之,Y 的“有”或“无”完全不受 X 的“有”或“无”的影响。按照前述定义,这种关系属于“非原因”。于是我们把左上角这个小表格标为“非因”。

类似地,表 5 中右上角的小表格显示另一小试验,得出“充分必要正原因”的结果。左下角的小表

格显示,第三个小试验得出"充分必要负原因"的结果。最后,右下角的小表格显示,第四个小试验得出"非原因"的结果。

在这四场小试验中,出现"非因"的可能性有 2 种,概率为 2/4 = 50 %;出现"充必(正或负)因"的可能性也是 2 种,概率也是 2/4 = 50 %。如表 5 所示,当 n = 1 时,其他三种原因根本没有机会出现;也就是说,出现这三种原因中的任何一种的可能性是 0,概率为 0 %。

现在让我们扩大这一试验,把 X 在每一种状况下的试验次数增加到 2 次,也就是 n = 2。这样的试验的所有结果的排列组合的可能种数为:

$$T = (n+1)(n+1) = (2+1)(2+1) = 9 \quad \text{(公式 2)}$$

表 6:两次试验(n = 2)的所有可能结果的排列

非　因

Y \ X	无	有
有	s s	s s
无		

充　分
正　因

Y \ X	无	有
有	s	s s
无	s	

充　必
正　因

Y \ X	无	有
有		s s
无	s s	

必　要
负　因

Y \ X	无	有
有	s s	s
无		s

非　因

Y \ X	无	有
有	s	s
无	s	s

必　要
正　因

Y \ X	无	有
有		s
无	s s	s

充　必
负　因

Y \ X	无	有
有	s s	
无		s s

充　分
负　因

Y \ X	无	有
有	s	
无	s	s s

非　因

Y \ X	无	有
有		
无	s s	s s

表 6 显示这 9 种可能的结果。从表 6 可以看到,非因的可能排列有 3 种,概率为 3/9 = 33.33 %。充分必要(正或负)因、充分(正或负)因、必要(正或负)因的可能性各有 2 种,概率各为 2/9 = 22.22 %。部分(正或负)因的可能性为 0,概率为 0/9 = 0.00 %。将这些结果与一次试验(表 5)的结果相比较,可以看到,当实验次数 n 从 1 增加到 2 时,非因或充分必要因出现的可能性(概率)减少了。充分因或必要因从不可能出现变为可能出现。而部分因则仍无出现的可能。

表 5 与表 6 中的小表格是按照一个固定的程序排列的:从第一列第一行(左上)的小表格开始,我们先把所有的"s"放在上面的两格中。以后,每往右移动一个小表格(例如表 6 中从左上的非因格移动到中上的充分正因格)时,我们就把左上格中的一个"s"移到左下格中去,而右格中的"s"一个也不动,如此重复往右,到本行的最右边的小表格时,左上格中所有的"s"都已移到左下格;同时,每往下移动一个小表格(例如表 6 中从左上的非因格移动到左中的必要负因格)时,我们就把右上格中的一个"s"移到右下格中去,而左格中的"s"一个也不动;如此重复往下,到本列最底下的小表格时,右上格中所有的"s"都已移到右下格了;用同样的规则来安排所有的其他小表格中的"s",当我们移到最后一行最后一列(右下角)的小表格时,所有的"s"都被移到下面两格中了。

按统一的规则来安排表格,可以保证所有的可能性都被列出且只被列出一次,还可以帮助发现可能的规律。果然,统观表 5 与表 6,可以发现以下规律:

1、充分必要(正与负)因占据右上、左下两角。

2、非因占据左上、右下两角及连接两角的对角线。

3、正因占据该对角线以上、以右(不含对角线本身)的所有区域。

4、负因占据该对角线以下、以左(不含对角线本身)的所有区域。

让我们观察,当试验次数(即 n)增加时,这些现象是否继续出现。现在让我们把试验次数增加到 3 次,即 n = 3。这时

$$T = (n+1)(n+1) = (3+1)(3+1) = 16 \quad \text{(公式 3)}$$

我们把这 16 种可能结果仍然按前述的规则在表 7 中排列出来。请注意,部分(正或负)因出现在表 7 中,其可能性有 2 种,概率为 12.5 %。

表 7:三次试验(n = 3)的所有可能结果的排列

非　因

Y \ X	无	有
有	s s s	s s s
无		

充　分
正　因

Y \ X	无	有
有	s s	S s S
无	s	

充　必
正　因

Y \ X	无	有
有	s	s s s
无	s s	

充　必
正　因

Y \ X	无	有
有		s s s
无	s s s	

必　要
负　因

Y \ X	无	有
有	s s s	s s
无		s

非　因

Y \ X	无	有
有	s s	S s
无	s	S

部　分
正　因

Y \ X	无	有
有	s	s s
无	s s	s

必　要
正　因

Y \ X	无	有
有		s s
无	s s s	s

必要负因

X Y	无	有
有	s s s	s
无		s s

部分负因

X Y	无	有
有	s s	S
无	s	s s

非因

X Y	无	有
有	s	s
无	s s	s s

必要正因

X Y	无	有
有		s
无	s s s	s s

充必负因

X Y	无	有
有	s s s	
无		s s s

充分负因

X Y	无	有
有	s s	
无	s	S s S

充分负因

X Y	无	有
有	s	
无	s s	s s s

非因

X Y	无	有
有		
无	s s s	s s s

可以看到，前述的四种规律也体现在表 7 中。同时，统观表 6 与表 7，我们可以看到另外几条规律：

5、充分（正与负）因占据排除四个角以后的上、下两边行。

6、必要（正与负）因占据排除四个角以后的左、右两边行。

7、部分（正与负）因占据除四边及左上至右下对角线以后所剩下的右上、左下两个三角地区。

请分析我们安排表 5、表 6、表 7 时所遵循的规则，并与我们表 4 中五种因果关系的定义相对照。可以看出，只要我们继续遵循这些规则与定义，那么，无论我们如何增加试验次数，上述七种规律仍将成立。

另外，统观表 5 至表 7，公式 1 至公式 3，可以发现，对任意正整数 n，我们有：

$$T = (n+1)(n+1) = (n+1)^2 \qquad \text{(公式 4)}$$

作为一个例子，现在让我们把试验次数增加到 4，即 $n = 4$。这时，根据公式 4，

$$T = (n+1)^2 = (4+1)(4+1) = 25 \qquad \text{(公式 5)}$$

我们把这 25 种可能结果仍然按前述的规则在表 8 中排列出来。

表 8：四次试验（n = 4）的所有可能结果的排列

非因

X Y	无	有
有	s s s s	s s s s
无		

充分正因

X Y	无	有
有	s s s	s s s s
无	s	

充分正因

X Y	无	有
有	s s	s s s s
无	s s	

充分正因

X Y	无	有
有	s	s s s s
无	s s s	

充必正因

X Y	无	有
有		s s s s
无	s s s s	

必要负因

X Y	无	有
有	s s s s	s s s
无		s

非因

X Y	无	有
有	s s s s	s s s
无	s	s

部分正因

X Y	无	有
有	s s	s s s
无	s s	s

部分正因

X Y	无	有
有	s	s s s
无	s s s	s

必要正因

X Y	无	有
有		s s s
无	s s s s	s

必要负因

X Y	无	有
有	s s s s	s s
无		s s

部分负因

X Y	无	有
有	s s s	s s
无	s	s s

非因

X Y	无	有
有	s s	s s
无	s s	s s

部分正因

X Y	无	有
有	s	s s
无	s s s	s s

必要正因

X Y	无	有
有		s s
无	s s s s	s s

必要负因

X Y	无	有
有	s s s s	s
无		s s s

部分负因

X Y	无	有
有	s s s	s
无	s	s s s

部分负因

X Y	无	有
有	s s	s
无	s s	s s s

非因

X Y	无	有
有	s	s
无	s s s	s s s

必要正因

X Y	无	有
有		s
无	s s s s	s s s

充必负因

X Y	无	有
有	s s s s	
无		s s s s

充分负因

X Y	无	有
有	s s s	
无	s	s s s s

充分负因

X Y	无	有
有	s s	
无	s s	s s s s

充分负因

X Y	无	有
有	s	
无	s s s	s s s s

非因

X Y	无	有
有		
无	s s s s	s s s s

可以看到，前述的七种规律也符合表 8 的情况。

六、各类因果出现的概率

根据上述的七种规律,我们可以引入计算五种因果类型出现概率的一般公式:

1、非因。非因在表 5 至表 8 及按同样规则的表格排列的任何其他表格中占据左上、右下两角及连接两角的对角线,因此,其种数为

$$F = n + 1 \quad (公式 6-1)$$

出现其中一种的概率为:

$$P_F = \frac{F}{T} = \frac{(n+1)}{(n+1)^2} = \frac{1}{(n+1)} \quad (公式 6-2)$$

F 取自“非”的汉语拼音首字母,P 为 probability(概率)。当 $n = 4$ 时,非因的排列组合有 $4 + 1 = 5$ 种。出现其中任何一种的概率为 $5/T = 5/25 = 20\%$。

从公式 6-2 可以看出,非因的概率 P_f 随着试验重复次数 n 的上升而下降。当 n 趋向无穷大时,P_f 趋向零。

2、充分必要因。充必因在表 5 至表 8 及按同样规则的表格排列的任何其他表格中占据右上、左下两角。所以,对任何正整数 n,此类排列组合种数为:

$$Q = 2 \quad (公式 7-1)$$

出现其中任何一种的概率为:

$$P_Q = \frac{2}{T} = \frac{2}{(n+1)^2} \quad (公式 7-2)$$

在所有原因类型中,充分必要原因是最强的。Q 就是取自“强”的汉语拼音首字母。

当 $n = 4$ 时,出现充必因排列组合的概率为 $2/T = 2/25 = 8\%$。

从公式 7-2 可以看出,充分必要因的概率 P_Q 随着试验重复次数 n 的上升而迅速下降。当 n 趋向无穷大时,P_Q 趋向零。

3、充分因。充分因在表 5 至表 8 及按同样规则的表格排列的任何其他表格中占据排除四个角以外的上、下两边行。[3] 这类排列组合种数有:

$$C = 2(n-1) \quad (公式 8-1)$$

出现其中任何一种的概率为:

$$P_C = \frac{C}{T} = \frac{2(n-1)}{(n+1)^2} \quad (公式 8-2)$$

C 取自“充分”的汉语拼音首字母。当 $n = 4$ 时,充分因的排列组合有 $2(4-1) = 6$ 种。出现其中任何一种的概率为 $6/T = 6/25 = 24\%$

从公式 8-2 求极值可知,充分因的概率 P_c 在 $n = 3$ 时达到最高值 25%,此后则随着 n 的上升而下降。当 n 趋向无穷大时,P_c 趋向零。

4、必要因。必要因在表 5 至表 8 及按同样规则排列的任何其他表格中占据排除四个角以外的左、右两边行。这类排列组合种数有:

$$B = 2(n-1) \quad (公式 9-1)$$

出现其中任何一种的概率为:

$$P_B = \frac{B}{T} = \frac{2(n-1)}{(n+1)^2} \quad (公式 9-2)$$

B 取自“必要”的汉语拼音首字母。当 $n = 4$ 时,必要因的排列组合有 $2 \times (4-1) = 6$ 种。出现其中任何一种的概率为 $6/T = 6/25 = 24\%$。

公式 9-2 与公式 8-2 是完全相同的。也就是说,充分因与必要因在概率上说是等值的。同充分因的概率一样,必要因的概率 P_b 在 $n = 3$ 时达到最高值 25%,此后则随着 n 的上升而下降。当 n 趋向无穷大时,P_b 趋向零。

5、部分因。部分因在表 5 至表 8 及按同样规则排列的任何其他表格中占据排除四边及左上至右下对角线以后所剩下的右上、左下两个三角地区,其排列种数为:

$$U = (n-1)(n-1) - (n-1) = (n-1)(n-2) \quad (公式 10-1)$$

出现其中任何一种的概率为:

$$P_U = \frac{U}{T} = \frac{(n-1)(n-2)}{(n+1)^2} \quad (公式 10-2)$$

U 取自“部分”的汉语拼音的第二个字母。当 $n = 4$ 时,部分因的排列组合有 $3 \times 2 = 6$ 种。出现其中任何一种的概率为 $6/T = 6/25 = 24\%$。

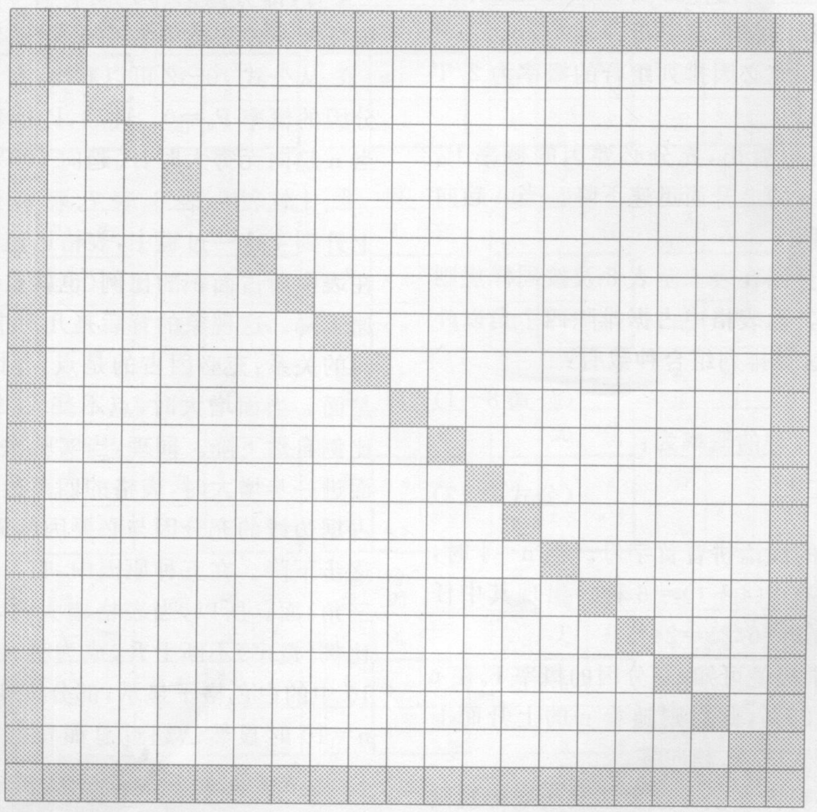
从公式 10-2 可以看出,在 $n = 1$ 或 $n = 2$ 时,部分因的概率 $P_u = 0$。此后,P_u 随着 n 的上升而上升。当 n 趋向无穷大时,P_u 趋向 100%!

比较表 5、表 6、表 7、表 8,可以看出,在 n 从 1 上升到 4 这一过程中,表格迅速增大,非因与充必因在表中所占面积的比例(也就是他们出现的概率)迅速下降。这现象的背后是几何中简单的点、线、面之间的关系:充必因占的是点,非因占的是线,而表格是面。当面增大时,点不变大,线不变宽,所占面积比例自然下降。同理,当实验次数进一步增加,表格面进一步增大时,表格的四条边线也不会变宽,所以占据边线的充分因与必要因的面积比例(概率)也会逐步下降。在五种原因中,唯有部分因占的是(两个三角)面。所以,当表格增大时,部分因所占的面积比例(概率)不断上升,成为唯一的受益者。表 9、表 10 中的白色格子显示,部分因所占的面积(概率)在 $n = 10$ 时显然已超过总面积的二分之一,而在 $n = 20$ 时则已超过三分之二了。

表 9：十次试验(n=10)的所有可能结果的排列

非因	充分正因	充分正因	充分正因	充分正因	充分正因	充分正因	充分正因	充分正因	充分正因	充必正因
必要负因	非因	部分正因	部分正因	部分正因	部分正因	部分正因	部分正因	部分正因	部分正因	必要正因
必要负因	部分负因	非因	部分正因	部分正因	部分正因	部分正因	部分正因	部分正因	部分正因	必要正因
必要负因	部分负因	部分负因	非因	部分正因	部分正因	部分正因	部分正因	部分正因	部分正因	必要正因
必要负因	部分负因	部分负因	部分负因	非因	部分正因	部分正因	部分正因	部分正因	部分正因	必要正因
必要负因	部分负因	部分负因	部分负因	部分正因	非因	部分正因	部分正因	部分正因	部分正因	必要正因
必要负因	部分负因	部分负因	部分负因	部分正因	部分正因	非因	部分正因	部分正因	部分正因	必要正因
必要负因	部分负因	部分负因	部分负因	部分正因	部分正因	部分正因	非因	部分正因	部分正因	必要正因
必要负因	部分负因	部分负因	部分负因	部分正因	部分正因	部分正因	部分正因	非因	部分正因	必要正因
必要负因	部分负因	部分负因	部分负因	部分正因	部分正因	部分正因	部分正因	部分正因	非因	必要正因
充必负因	充分负因	充分负因	充分负因	充分负因	充分负因	充分负因	充分负因	充分负因	充分负因	非因

表 10：二十次试验(n=20)时部分原因所占面积



随着表格的增大,表格的四边线及对角线相对地显得越来越细,最后在面积比率上显得微不足道。在他们包围之中的白色地带则显得越来越大,最后几乎占据了整个表格。传统逻辑关于因果关系的分类注意了外围的四条线,隐含地承认了一条对角线,却偏偏遗漏了广大的中间地带!

但是,正如图一显示的,在试验次数很少(如 n <3)的简单情况下,部分因极少或完全不出现。在表5、表6中,只有传统逻辑所承认的四种因果种类。两千多年前的古希腊逻辑学家没有现代概率论与科学实验方法论的帮助,他们的分析仅限于因变量重复次数很少的简单情况,忽略了简单情况下不常见的部分因,是可以理解的。

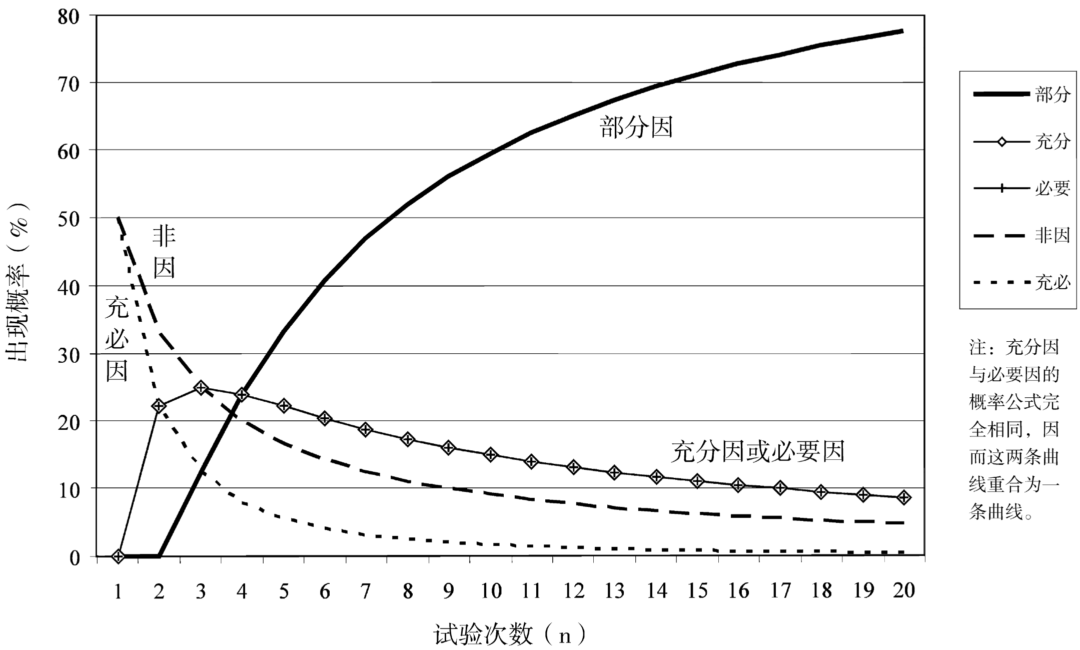


图1:各原因类型在不同试验次数下出现之概率

表11:各因果类型的种数与出现概率

实验次数 (n)	非因种数	非因概率(%)	充必因种数	充必因概率(%)	充分因种数	充分因概率(%)	必要因种数	必要因概率(%)	部分因种数	部分因概率(%)	总和 (T)	总和概率(%)
1	2	50.00	2	50.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	4	100
2	3	33.33	2	22.22	2	22.22	2	22.22	0	0.00	9	100
3	4	25.00	2	12.50	4	25.00	4	25.00	2	12.50	16	100
4	5	20.00	2	8.00	6	24.00	6	24.00	6	24.00	25	100
5	6	16.67	2	5.56	8	22.22	8	22.22	12	33.33	36	100
6	7	14.29	2	4.08	10	20.41	10	20.41	20	40.82	49	100
7	8	12.50	2	3.13	12	18.75	12	18.75	30	46.88	64	100
8	9	11.11	2	2.47	14	17.28	14	17.28	42	51.85	81	100
9	10	10.00	2	2.00	16	16.00	16	16.00	56	56.00	100	100
10	11	9.09	2	1.65	18	14.88	18	14.88	72	59.50	121	100
11	12	8.33	2	1.39	20	13.89	20	13.89	90	62.50	144	100
12	13	7.69	2	1.18	22	13.02	22	13.02	110	65.09	169	100
13	14	7.14	2	1.02	24	12.24	24	12.24	132	67.35	196	100
14	15	6.67	2	0.89	26	11.56	26	11.56	156	69.33	225	100
15	16	6.25	2	0.78	28	10.94	28	10.94	182	71.09	256	100
17	18	5.56	2	0.62	32	9.88	32	9.88	240	74.07	324	100
20	21	4.76	2	0.45	38	8.62	38	8.62	342	77.55	441	100
30	31	3.23	2	0.21	58	6.04	58	6.04	812	84.50	961	100

40	41	2.44	2	0.12	78	4.64	78	4.64	1,482	88.16	1,681	100
50	51	1.96	2	0.08	98	3.77	98	3.77	2,352	90.43	2,601	100
70	71	1.41	2	0.04	138	2.74	138	2.74	4,692	93.08	5,041	100
100	101	0.99	2	0.02	198	1.94	198	1.94	9,702	95.11	10,201	100
200	201	0.50	2	< 0.01	398	0.99	398	0.99	39,402	97.53	40,401	100
500	501	0.20	2	< 0.01	998	0.40	998	0.40	248,502	99.00	251,001	100
1,000	1,001	0.10	2	< 0.01	1,998	0.20	1,998	0.20	997,002	99.50	1,002,001	100
2,000	2,001	0.05	2	< 0.01	3,998	0.10	3,998	0.10	3,994,002	99.75	4,004,001	100
5,000	5,001	0.02	2	< 0.01	9,998	0.04	9,998	0.04	24,985,002	99.90	25,010,001	100

然而,如图 1 和表 11 所显示的,当试验次数(n)达到 4 以上以后,部分因出现的概率急剧上升,很快超过了所有其他因果类型。当 $n = 2$ 时,部分因出现的概率还是零;但当 $n = 4$ 时,这一概率(24 %)已在五种因果关系并列第一。当 $n = 5$ 时,这一概率(33 %)已远远超过了任何其他种类而为唯一的第一。当 $n = 8$ 时,这一概率已达到 52 %,超过了所有其他所有因果种类的概率的总和。

从公式 6 - 2,7 - 2,8 - 2,9 - 2,及 10 - 2 求极值,可以发现,当重复试验次数不断增加时,传统逻辑所承认的四种原因出现的可能性不断下降,以至于接近完全不可能;而被传统逻辑所忽略的部分因出现的可能性不断上升,渐成几乎唯一的可能!

这些发现能帮助我们进一步理解表 1 所展示的一些现象:由于我国各级各类教育反复灌输"充分条件"、"必要条件"和"充要条件"的概念,所以各个领域的作者大量采用这些概念(52084 篇文章);由于现行教学经常忽略"充分原因"、"必要原因"和"充要原因"的概念,所以作者们就很少运用这些概念(131 篇文章);虽然现行教学完全排除"部分原因"和"部分条件"的概念,但是,由于部分原因和部分条件是客观世界中更为常见的现象,所以,不少作者还是发现有必要运用这些概念(2420 篇和 444 篇文章),虽然这种运用缺乏理论的指导和有意识的训练,因而往往是不自觉、无系统和相当粗浅的。

七、重复的意义

试验次数的重复,相当于自然和社会中自变量的多次重复取值,如〈部分原因〉[3]一文中六个农民增加养猪或利率六次提高的例子。在实际生活中,一般事件被重复的次数通常不止六次。例如成千上万的农民年复一年地增加或减少养猪,各国政府随着经济形势的变化而不时增减利率。此外,本文及〈部分原因〉[3]一文中提到的其他例子,如抽烟、工作、送礼、灌溉、发工资等,都是被成千上万人不断重复的事件。本文以上计算所得的的各种因果类型出现的概率告诉我们,这些不断重复的事件只有极小的可能成为任何其他重复事件(如积肥增减或股价涨落)的充分必要原因、充分原因、必要原因或非原因,而有极大的可能成为其他重复事件的部分原因。

由此推论,从生活、起居、休闲到工作、学习、研究以至政、法、经、军、外的决策,人们所经常面临(即重复出现)的因果关系的绝大多数都是部分因果。在这大千世界中,两个经常重复出现的事件相互之间完完全全彻彻底底绝对没有丝毫直接间接影响的可能性太小了,也就是说任何两事件之间互为非因的可能性太小了。另一方面,当甲事件重复十次、百次、千次时,"有甲必有乙"或"无甲必无乙"中的"必"字又太难满足,也就是说,一事件成为另一事件的充分或必要因的可能性太小了,更何论充必因。

部分因无处不在、无时不在。而深受传统逻辑学影响的人们却没有意识到部分因的存在,又不懂得或不习惯用概率统计方法全面地分析资讯数据。于是,在报刊文章、政策报告、会议讨论以致谈天闲聊中,人们经常经历类似〈部分原因〉[3]一文中所描述的那种辩论:张三举例证明甲不是乙的非因;李四举另外的例子证明甲不是乙的充分因;王五再举例证明甲不是乙的必要因。由于不明白部分因的存在,更不明白部分因的常见,这样的辩论往往从人人片面开始,以大家糊涂告终,进而促成非最优化的行为或决策。

在自然和社会中,也有许多事件可以被看作是一次性的或重复次数极少的事件。根据我们关于各因果类型的概率的计算,这一类事件成为非因、充必因、充分因、必要因的机率不小。例如,"吴三桂降清"是一个一次性事件,此前没有出现,至今没有重复,将来也几乎完全不可能再现。根据表 4,当可能的原因是一次性事件的时候,它或者是充必因,或者是非因,而没有第三种可能。因此,历史学家可以研究"'吴三桂降清'是不是后来'李自成败走'的充分必要原因?"为此,由于可能的因(X)与果(Y)都是历史上已经出现的事实(有 X 时有 Y)。因此,应当探问:"如果吴三桂不降清,李自成还会败走吗?"如果

回答是否定的(无 X 时无 Y) ,那意味着前者是后者的充必因;如果回答是肯定的(无 X 时有 Y) ,那说明前者不是后者的原因。

也可以扩大考虑范围,也就是扩大"因果域",假想让另一个原因条件改变取值,然后假想让"吴三桂降清"再重复一次,然后考虑此事属于哪一种原因。例如,假想李自成军及其部下攻入北京后没有骄奢松弛,加冕封官,然后在仓促中迎战吴三桂而对近在咫尺的清军毫无戒备,而是预计到吴三桂与清军合流的可能,重视李岩的劝戒,整军补员,巩固南方,备足粮草,等待有利战机。研究者可以探问两个问题,其一,在此条件下,当"吴三桂降清"(再次)发生的时候,李自成还会败走吗?其二,在同样的条件下,如果吴三桂不降清,结果又会如何?

这儿,我们实际是把"吴三桂降清"视为一个重复一次($n = 2$)的试验,其中的一次是历史上实际发生的情况,即"李自成骄奢轻敌"条件下的"吴三桂降清"或"不降清";另一次是假想的情况,即"李自成充分备战"条件下的"吴三桂降清"或"不降清"。根据这(2×2)四种情况下的结果(Y)的取值,即"李自成败走"还是"不败走",研究者可能会发现"吴三桂降清"是充分因、必要因、充必因或非因(参见表 6)。

但是,不管"吴三桂降清"是否"李自成败走"的充必因(或充分因,或必要因),都不能据此推出"本族重臣投敌是本族政权垮台的充必原因(或充分因,或必要因)",或"本族重臣投敌不是本族政权垮台的充分必要原因(或充分因,或必要因)"。"吴三桂降清"是个一次性事件,我们也可以把它假想成可以重复一次或数次的事件,但"本族重臣投敌"却是在古今中外被重复不下千百次,且可能在将来被继续重复的事件。既然可能的因是如此大量重复的事件,那么它成为充必因、充分因、必要因甚至非因的机率都非常小,无论从概率还是从史实来分析,"本族重臣投敌"更可能是"本族政权垮台"的部分原因。如果研究这个题目,重点应当是分辩它是怎样的一种部分原因:它是影响较大的那一种呢,还是影响较小的那一种?

八、结论

各类因果关系出现的概率因事件重复次数的不同而不同。在一次性的特殊事件中,因果关系要末是充分必要因,要末是非因,而没有其他因果类型出现的可能。当事件重复出现两三次时,充分、必要、充要和非因出现的概率都相当大,而部分因出现的概率较小或等于零。但是,随着事件重复次数的增加,部分因出现的概率迅速上升,而其他四种因果关系出现的概率则迅速下降。当重复次数为四时,部分因的概率已不亚于任何其他一种因果类型;当重复次数为五时,部分因的概率超过了任何其他一种因果类型;当重复次数为八时,部分因的概率超过了所有其他因果类型的概率的总和;当重复次数为五十时,部分因出现的概率高于 90 %,而其他四种因果类型中的任何一种的概率都低于 5 %;当重复次数为一百时,部分因出现的概率高于 95 %,而其他四种因果类型的概率的总和低于 5 %;当重复次数为五百时,部分因出现的概率达到 99 %。而其他四种因果类型的概率的总和仅为 1 %。

从条件语句的运用中,语言学家徐盛桓感到:"传统的形式逻辑将世界上复杂多变的各种条件归结为必要条件、充分条件、充要条件 …。在现实世界里,这三种条件的纯粹状态是很少的。"[6] 这一观察感受的背后,原来有统计概率的规律!

小到日常生活,大到政治、经济、社会、军事上的决策,我们大量面对的都是成百、上千或更多次重复的事件。本文的发现说明,在这类事件中,绝大多数甚至几乎全部的因果关系都是部分因果。传统的因果分类理论却恰恰忽略了这种最大量出现的因果关系。这种状况应予改变。在决策思维中,在科学研究中,在各级各类教育中,都应大大加强对部分原因、部分因果和部分条件的重视和投入。

注释:

①如 Earl Babbie: The Practice of Social Research, Seventh Edition; Belmont: Wadsworth Publishing Company Babbie, 1995, pp. 63 - 79. 参见赵心树:《部分原因与因果关系的分类》,《济南大学学报·社会科学版》第 12 卷第 3 期,总第 54 期, 2002 年 5 月,第 18-24 页。

②例如, Charles R. Twardyand Kevin B. Korb:"A criterion of probabilistic causation," Philosophy of Science, Volume 71, Issue 3, July 2004, pp. 241-262. 又如: Heidi M. Hurdand Michael S. Moore:"Negligence in the air," Theoretical Inquiries in Law, Volume 3, Issue 2, July 2002. 又如 Richard J. Ross:"Communications revolutions and legal culture: an elusive relationship. (examination of M. Ethan Katsh's 'The Electronic Media and the Transformation of Law' and 'Law in a Digital World')," Law and Social Inquiry, Volume 27, Issue 3, Summer 2002, pp. 637-684.

③徐盛桓引用了《部分原因》一文,是少数例外之一。见徐盛桓:〈充分条件的语用嬗变 ——语言运用视角下的逻辑关系〉,载于《外国语》2004 年第 3 期,总第 151 期,第 11-19 页。

④例如,金岳霖、汪奠基、沈有鼎、周礼全、张尚水:《逻辑通俗读本》,北京:中国青年出版社,1964 年。又如,金岳霖主编:《形式逻辑》(高等学校文科教材),北京:人民出版社, 1979 年 10 月第 1 版。又如,吴家国、苏天辅、张巨青、马佩、李志才、彭漪涟、刘文君、罗剑辉、林铭钧、余式厚、且大有(《普通逻辑》编写组):《普通逻辑》,

上海:上海人民出版社,1979 年 10 月。又如,《逻辑学辞典》编辑委员会编:《逻辑学辞典》,吉林人民出版社, 1983 年第 1 版,第 175 - 181 页,第 298 - 304 页。

⑤英文:"Mill 's Methods",参见 Oliver A. Johnson:"John Stuard Mill," in Ian P. McGreal (ed.): Great Thinkers of the Western World; New York: Harper Collins Publishers, 1992, pp. 360-363. 又见 David Pears and Anthony Kenny:"Mill to Wittgenstein" in Anthony Kenny (ed.) The Oxford History of Western Philosophy; Oxford: Oxford University Press, 1994, pp. 239-274.

⑥如,吴家国、苏天辅、张巨青、马佩、李志才、彭漪涟、刘文君、罗剑辉、林铭钧、余式厚、且大有(《普通逻辑》编写组):《普通逻辑》,上海:上海人民出版社,1979 年 10 月,第 197 页。

⑦Random sampling 通常被译作"随机抽样"。这个选词是错误的。Random sampling 绝不意味着"随意抽样",或"机会随便的抽样",而是指"母本中每个个体都有完全均等的机会被选中"的抽样,所以应称之为"均机抽样"。

⑧关于抽样调查的基本理论与技术,英文读者可阅 William R. Dillon, Thomas J. Madden, and Neil H. Firtle: Marketing Research in a Marketing Environment; St. Louis, Missouri: Times Mirror / Mosby College Publishing, 1987, pp. 208 - 270。又见 Richard Maisel and Caroline Hodges Persell (1996): How Sampling Works; Thousand Oaks, California: Pine Forge Press, 1996。中文读者可见喻国明、刘夏阳:《中国民意研究》;北京:中国人民大学出版社, 1993 年 8 月, 306-320 页。

⑨关于"概念细释"的详细讨论,见赵心树:《选举的困境 - 民选制度及宪政改革批判》, 成都: 四川人民出版社,2003 年 3 月, 第二章,第 13 - 41 页。又见赵心树暨翁玮阳、赖俊卿著:《走出选举的困境 - 说历史故事,谈民主未来》, 台北: 亚太出版公司,2004 年 2 月初版,第二章,第 13 - 59 页。又见赵心树:〈The"合法"与"合法"的困惑及其他〉,载于中国人民大学国际关系学院政治学系、中国选举与治理网编:《政治文明与中国政治现代化国际研讨会论文汇编 ·(2) ·制度理论与改革实践》,2004 年 6 月,第 263-301 页。又见赵心树:〈细释冠名的十加一原则〉,载于罗以澄、秦志希、夏倩芳、王瀚东编:《新闻与传播评论》2004 卷,第 49 - 56 页;武汉出版社 2005 年 5 月第一次印刷。

⑩关于概率统计的基本理论与运用,读者可参阅吴天滨:《概率论与数理统计》("高等数学自学丛书"之一) 济南:山东教育出版社, 1983 年 1 月。

⑪关于现代科学试验的一般原理与程序,请参阅 Earl Babbie: The Practice of Social Research, Seventh Edition; Belmont: Wadsworth Publishing Company, 1995, pp. 232-254;又见贝弗里奇:《科学研究的艺术》;北京:科学出版社,1979 年 2 月,第 2 章, 14-27 页;陈捷译自英文原著,W. I. B. Beveridge: The Art of Scientific Investigation, London: William Heinemann Ltd., 1961。

⑫这也就是所谓二分取值。实际上,我们上文关于五种因果类型的定义中已经隐含了变量二分取值的假定。这同古希腊逻辑学的传统是一致的。传统逻辑学关于假言推理的讨论通常规定相关命题的取值限于"真假"(或类似的"有无"、"是否"等)。二分取值的优点是可以简化分析与解释。当然,自然与社会中有许多变量在许多情况下不能二分取值,而只能多分甚至连续取值。不过,我们关于五种因果类型的定义可以在适当修订后扩展到包含多分或连续取值的变量。修订后定义可以倚赖 X-Y (X 及 Y 均在 0-1 间取值) 分布图及统计学上相关系数 r 的概念:

一、非因:所有的点分布在一条绝对平行的线上,即 $r = 0.00$;

二 a、充必正因:所有的点分布在连接 (0,0) 及 (1,1) 两点的中央正斜直线上,此时 $0.00 < r < 1.00$;

三 a、充分正因:所有的点分布在中央正斜线或高于这条线的三角区域,也就是连接 (0,0)、(0,1) 及 (1,1) 三点的三条线上或三线所包围的三角区域中,至少有一个点高于中央正斜线,此时 $0.00 < r < 1.00$;

四 a、必要正因:所有的点分布在上述中央正斜直线或该线以下的三角区域,也就是连接 (0,0)、(1,0) 及 (1,1) 三点的三条线上或三线所包围的三角区域中,至少有一个点低于中央正斜线,此时 $0.00 < r < 1.00$;

五 a、部分正因:至少有一个点高于中央正斜线,且至少有一个点低于中央正斜线,且 $0.00 < r < 1.00$。

各类负因的定义可以比照颠倒构造:

二 a、充必负因:所有的点分布在连接 (0,1) 及 (1,0) 两点的中央负斜直线上,此时 $-1.00 < r < 0.00$;

三 a、充分负因:所有的点分布在中央负斜线或低于这条线的三角区域,也就是连接 (0,1)、(0,0) 及 (1,0) 三点的三条线上或三线所包围的三角区域中,至少有一个点低于中央负斜线,此时 $-1.00 < r < 0.00$;

四 a、必要负因:所有的点分布在上述中央负斜直线或该线以上的三角区域,也就是连接 (0,1)、(1,1) 及 (1,0) 三点的三条线上或三线所包围的三角区域中,至少有一个点高于中央负斜线,此时 $-1.00 < r < 0.00$;

五 a、部分负因:至少有一个点低于中央负斜线,且至少有一个点高于中央负斜线,且 $-1.00 < r < 0.00$。

在这些修定后的定义的基础上,可以证明,本文以后的主要结论对多分或连续取值的变量同样适用。

⑬Babbie(1995, 71 页) 也用了一个类似我们的小表格的 2X2 的表来表示充分原因。

⑭Babbie (1995, 70 页) 也用了一个类似我们的小表格的 2X2 的表来表示必要原因。

⑮John L. Mackie:"Causes and Conditions," American Philosophical Quarterly, 1965 (2), pp. 245-264. 又见 John L. Mackie:"Causes and Conditions," in Ernest Sosa and Michael Tooley (eds.) Causation. Oxford Readings in the Philosophy of Science. New York: Oxford University Press, 1993, pp. 33-55. 又见陈信勇、张小天:〈刑法因果关系理论的一个哲学基础〉,载于《法学研究》,1994 年第 1 期(总第 90 期),第 63-66 页。

参考文献:

[1] John L. Mackie:"Causes and Conditions," American Philosophical Quarterly, 1965 (2), pp. 245-264. 又见 John L. Mackie: "Causes and Conditions," in Ernest Sosa and Michael Tooley (eds.) Causation. Oxford Readings in the Philosophy of Science. New York: Oxford University Press, 1993, pp. 33-55.

[2] 张小天. 因果关系在相关关系上的表现:一个基于其含义的分析[J]. 浙江大学学报. 1994, (2):43-51. 陈信勇、张小天. 刑法因果关系理论的一个哲学基础[J]. 法学研究, 1994, (1):63-66.

[3] 赵心树. 部分原因与因果关系的分类[J]. 济南大学学报. 2002, (3):18-24.

[4] Earl Babbie: The Practice of Social Research, Seventh Edition; Belmont: Wadsworth Publishing Company Babbie, 1995, pp. 134-135.

[5] 周云之等. 中国历史上的逻辑家[M]. 北京:人民出版社, 1982.

[6] 徐盛桓. 充分条件的语用嬗变 ⁄语言运用视角下的逻辑关系[J]. 外国语. 2004, (3):11-19.

责任编辑:鞠德峰