

推进旧证据问题的逻辑学习方案研究： 一种新视角

杨佳睿

中山大学哲学系，广东 广州

收稿日期：2026年7月27日；录用日期：2026年8月18日；发布日期：2026年8月28日

摘 要

由格里默最先提出的旧证据问题是对贝叶斯确证理论所提出的最关键的挑战之一。诸多贝叶斯主义者针对该问题提出了不同的解决方案。其中的一种标准回应是允许逻辑学习，即逻辑学习方案。但逻辑学习方案也面临着许多问题，从而造就了逻辑学习方案的不同版本，它们都各有特点与优势。其中一个较新的版本是由伊娃和哈特曼于2020年提出的。该版本继承哈特曼和菲特森的思路，主张放宽原子命题、引入理论间的竞争关系，并创新地使用理论对证据的解释效力优势刻画确证关系，这都是以往版本所不曾考虑到的。这些观点都颇为符合实际，但仍旧有其缺陷，即忽略确证活动中背景证据所发挥的作用以及理论、证据、背景证据之间的动态关系，而这是与理论解释效力优势密切相关的。然而，当我们引入背景证据，就会发现推进逻辑学习方案的另一种视角，这也将成为看待旧证据问题本身的新视角。并且，在这种视角中，逻辑学习方案的一些版本以及另一些解决旧证据问题的方案也可免于部分批评。

关键词

贝叶斯认识论，贝叶斯确证理论，旧证据问题，逻辑学习方案

Advancing Research on a Logical Learning Approach to the Old Evidence Problem: A New Perspective

Jiarui Yang

Department of Philosophy, Sun Yat-sen University, Guangzhou Guangdong

Received: July 27, 2026; accepted: August 18, 2026; published: August 28, 2026

文章引用：杨佳睿. 推进旧证据问题的逻辑学习方案研究：一种新视角[J]. 哲学进展, 2026, 15(9): 65-74.

DOI: 10.12677/acpp.2026.159421

Abstract

The old evidence problem, first proposed by Glymour, is one of the most critical challenges to Bayesian confirmation theory. Many Bayesians put forward different solutions to this problem. One of standard responses is to allow logical learning, naming logical learning approach. However, logic learning approach also faces many problems, thus creating different versions of logic learning approach, which have their own characteristics and advantages. One of the newer versions was proposed by Eva and Hartmann in 2020. This version inherits the ideas of Hartmann and Fitelson, advocating relaxing the atomic propositions, introducing competitive relationship between theories, and innovatively using the superiority of theory's explanatory effect on evidence to depict the confirmatory relationship, which has not been considered in previous versions. These viewpoints are quite in line with reality, but they still have their defects; that is, they ignore the role played by background evidence in confirmation activity and the dynamic relationship between theory, evidence and background evidence, which is closely related to the superiority of theory's explanatory effect. However, when we introduce background evidence, we will find another perspective to advance the logic learning approach, which will also become a new perspective to look at the old evidence problem itself. In addition, in this perspective, some versions of logical learning approach and other solutions to old evidence problems can also be exempted from partial criticism.

Keywords

Bayesian Epistemology, Bayesian Confirmation Theory, The Problem of Old Evidence, Logical Learning Approach

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

在贝叶斯认识论中, 贝叶斯确证理论被用于刻画证据与理论之间的支持关系。标准贝叶斯确证理论认为, 证据能否确证理论取决于其是否提高主体对理论的置信度, 即证据 E 在时间 t 确证理论 H , 当且仅当 $P'(H) = P(H|E) > P(H)$; 反之, 当 $P'(H) = P(H|E) < P(H)$ 时, E 否定 H 。这一刻画建立在贝叶斯认识论的条件化原则之上: 主体获得新证据 E 后, 应根据 $Cr_j(H) = Cr_i(H|E)$ 更新原有置信度, 其中 Cr 表示主体的置信度。

然而, 贝叶斯确证理论面临一个著名的困难, 即旧证据问题。格里默(Clark Glymour)指出, 如果证据 E 是在理论 H 被提出之前就已经是主体知识的一部分, 那么条件化似乎无法说明二者间的确证关系。他以水星近日点轨道异常为例: 这一异常在相对论提出之前就被长期观测, 而爱因斯坦后来发现相对论能够解释这一现象, 并将其作为支持相对论的重要依据。问题在于, 这一证据在理论提出之前已经为科学共同体所知, 因而标准贝叶斯确证理论难以解释其在新理论形成过程中所发挥的确证作用[1]。也可以通过贝叶斯公式更加清晰地说明这一问题。根据贝叶斯确证理论, 证据 E 确证理论 H 当且仅当理论 H 的后验概率 $P'(H)$ 高于其先验概率 $P(H)$ 。根据贝叶斯定理, 二者关系可表述为:

$$P'(H) = P(H|E) = P(H)P(E|H)/P(E)$$

但在上述例子中, 在理论 H 提出之前, 证据 E 就是已知的了, 因而始终有 $P(E)=1$ 。又由于理论 H

蕴含证据 E ，那么也有 $P(E|H)=1$ 。结合贝叶斯定理得到：

$$P'(H) = P(H|E) = P(H)$$

这意味着，根据标准贝叶斯确证理论，证据 E 并未提高主体对于理论 H 的置信度，因此不具有确证作用。

由此，旧证据问题揭示了标准贝叶斯确证理论中的一个重要局限。标准贝叶斯确证理论主要描述主体如何通过获得新的经验信息更新置信度，而对于主体已有知识背景中的证据如何在理论转换过程中重新获得确证意义缺乏充分说明。在前面的案例中，爱因斯坦并非简单地通过获取新的经验数据提高了对相对论的置信度，而是在新的理论框架下重新理解已有证据的意义。由此，旧证据问题所揭示的或许不仅是 E 与 H 之间的概率关系问题，更涉及证据进入主体知识背景后整体证据结构的变化。

实际上，旧证据问题可以区分为不同层次。伊尔斯(Ellery Eells)区分了三种情形：(1) 主体在理论 H 被创建之后获得证据 E ，但当主体根据 $P(E)=1$ 更新了我们的置信度之后，主体仍旧会说 E 确证了 H ；(2) 主体在获得证据 E 之后创建了理论 H ，(2a) 但在获得证据 E 和发现 E 确证 H 之后，主体仍旧会说 E 确证了 H ；(2b) 但贝叶斯确证理论要求的是主体在已知 H 的情况下于某一时间 t 获取 E 从而确证 H 。那么，在理论 H 被创建的时刻我们就不能说 E 确证了 H [2]。其中，(1)和(2a)属于静态旧证据问题，关注已有证据与理论之间的持续支持关系，(2b)属于动态旧证据问题，关注主体如何在已有证据不变的情况下转变其理论态度。

针对上述问题，贝叶斯认识论者提出了不同的修正方案。静态旧证据问题主要通过反事实方案和特定确证函数方案处理，而动态旧证据问题则主要由逻辑学习方案处理。下文将以逻辑学习方案为重点，并简要介绍前两种方案。本文尤其关注的是：现有方案虽然从不同角度修正了 E 与 H 之间的确证关系，却较少讨论证据进入主体知识背景后所形成的整体证据结构及其变化。这也构成了下文分析的出发点。

2. 静态旧证据问题的解决方案

如前所述，静态旧证据问题关注的是：当主体已经将证据 E 纳入自身知识背景之后，为什么仍然能够认为证据 E 支持理论 H 。针对这一问题，现有研究主要提出了反事实方案和特定确证函数方案。

反事实方案的支持者如豪森(Colin Howson)和乌尔巴赫(Peter Urbach)主张引入主体的信念背景 K ，通过从 K 中移除 E 及其逻辑相关信念，以反事实方式评估 E 对 H 的确证作用：若移除 E 降低 H 的置信度，则 E 确证 H ；若提高 H 的置信度，则 E 否认 H ；若不产生影响，则 E 与 H 之间不存在确证关系[3]。这一方案避免了旧证据问题，因为反事实评价并不要求 E 或 H 在某一特定时刻被主体获得。然而，该方案面临两个主要批评：第一，我们几乎无法将 E 与同它“不相关”的信念完全分离开来，尤其是当 K 是一个演绎闭合集时，移除 E 可能导致整个 K 被移除[4]。其二，若 E 本身正是促使主体提出 H 的异常证据，那么从 K 中移除 E 也就可能同时消除了主体产生和评价 H 的认知背景[5]。后一点尤其表明，旧证据问题的关键并不只是 E 与 H 之间的确证关系，而在于 E 相对于主体既有背景证据的特殊地位。

特定确证函数方案则试图通过修改确证函数来规避旧证据问题。克里斯滕森(David Christensen)提出 $s(H, E) = P(H|E) - P(H|\neg E)$ ，当 H 蕴含 E 时， $\neg E$ 也蕴含 $\neg H$ ，从而可使该函数在一定条件下保持正值。不过，当 $P(E)=1$ 时， $P(\neg E)=0$ ，相关条件概率将面临技术困难。同时，由于该方案依赖 $\neg E$ ，因此也具有反事实方案所面临的部分问题([6]: pp. 448-454)。

总体而言，两种方案虽然分别从反事实关系和确证函数入手修正了标准贝叶斯理论，但主要关注如何形式上恢复 E 与 H 之间的确证关系，而没有直接解释主体为何会在已有证据不变的情况下改变理论态度。换言之，静态旧证据问题最终仍指向动态旧证据问题：真正需要解释的，是主体为何会从旧理论转

向新理论。逻辑学习方案正是在这一点上区别于上述方案。它允许主体学习新的逻辑关系，并通过引入 $H \vdash E$ 和 $H \vdash \neg E$ 等原子命题刻画主体对理论与证据关系的认识，由此将关注点从单纯的证据获取转向主体理论态度的变化，并成为解释动态旧证据问题的重要路径。

3. 消解动态旧证据问题的逻辑学习方案

较之于静态旧证据问题，动态旧证据问题提出了更为根本的问题：如果证据 E 在理论 H 被提出之前就已经属于主体的知识背景，那么主体为何会在某一时刻改变对于理论的态度，并认为 H 能够解释 E ？

消解动态旧证据问题的标准方案是允许逻辑学习。逻辑学习方案与上述方案不同，并不试图通过重新定义证据与理论之间的概率关系来解决旧证据问题，而是关注主体如何获得关于理论与证据关系的新知识。传统贝叶斯认识论中的理想化概率模型通常预设主体能够处理其信念系统中的逻辑关系，而这一预设导致了对认知主体逻辑全能(logical omniscience)的预设。然而事实并非如此，现实中不存在逻辑全能的认知主体。并且，倘若认知主体是逻辑全能的，那么就不会存在证据 E 何以确证理论 H 的问题了，因为在提出 H 的那一时间点主体就该明确它与 E 的关系了。由此，逻辑学习方案要求允许逻辑学习，并引入一系列原子命题刻画逻辑学习。不过，不同的贝叶斯主义者对原子命题的解释有分歧，由此我们可以将逻辑学习方案的不同版本划分为“逻辑蕴涵”类和“充分解释”类。前者以严格逻辑蕴涵关系为核心，后者则认为严格蕴涵关系过于理想化，应当以理论对于证据的充分解释能力取代该解释。对各版本的具体介绍和评论如下。

伽伯(Daniel Garber)最早提出了逻辑学习方案的基本形式。他认为主体在进行确证活动时并非在用证据 E 本身去确证理论 H ，而是在学习到 H 与 E 的蕴含关系即 $H \vdash E$ 这一命题后更新自己对 H 的置信度分布。因此 $H \vdash E$ 被作为一个新的原子命题引入，以类似 $H \vdash E$ 命题的逻辑学习方案模型就旨在于通过对主体学习类似 $H \vdash E$ 命题后增加或减少对 H 置信度的刻画来展现 H 与 E 的确证关系。确证于是就要求 $P(H|H \vdash E) > P(H)$ 。此外，伽伯还加上了肯定前件推理的信念封闭性条件： $P(E|H, H \vdash E) = 1$ 与 $P(H, E, H \vdash E) = P(H, H \vdash E)$ ，以此保证主体在具有 E 和 $H \vdash E$ 的情况下能合理地相信 H 。由此，在 $P(E) = 1$ ， $0 < P(H \vdash E) < 1$ 的情况下，由 $P(H|H \vdash E) = P(H \vdash E|H)P(H)/P(H \vdash E)$ ，可得出 $P(H|H \vdash E) > P(H)$ [7]。

伽伯的这一版本为逻辑学习方案提供了存在性证明，但并未对如何“学习 $H \vdash E$ 确证 H ”做出具体描述。杰弗里(Richard Jeffrey)在这一方面作了补充。另外，杰弗里认为 $H \vdash E$ 仍旧带有逻辑全知的意味，因此他又引入了否证的“理论 H 拒斥证据 E ”，也即 $H \vdash \neg E$ 作为原子命题。他通过一系列假设推出 $P(H|H \vdash E) > P(H)$ ，其中最关键的是条件(d)： $P(H|(H \vdash E) \vee (H \vdash \neg E)) \geq P(H)$ ，即主体在得知 H 蕴含或拒斥 E 后提高对 H 的置信度。埃尔曼(John Earman)认为条件(d)会造成技术困难。当主体不知道 H 究竟蕴含还是拒斥 E ，即 $P(H \vdash E) = P(H \vdash \neg E)$ 时，可以推出 $P(H \vdash E) \geq 2P(H)$ ，从而要求主体对 H 的先验置信度不能超过0.5。这意味着先验概率较高的理论无法得到确证，这无论如何都是无法为我们所接受的[8]。施普林格(Jan Sprenger)进一步认为，这不仅是技术问题，更涉及哲学上的混淆。杰弗里以牛顿研究万有引力理论 G 与潮汐现象的关系为例说明(d)，但施普林格认为，这种关系只是理论建构过程中的方法论假设，而非真正的确证证据。理论建构的方法与证据本身不应混为一谈。同时，增加经验假设也未必会提高理论的可信度([9]: pp. 389-390)。

考虑到杰弗里方案的问题，埃尔曼提供了两种替代方案。第一种是以如下式子替代(d)： $P(H|H \vdash E) > P(H|(H \not\vdash E) \wedge (H \not\vdash \neg E))$ 。但这个式子只是说，主体知道 H 蕴含 E 比主体不确定 H 是否蕴含 E 对 H 的置信度更高。这同我们所要证明的非常相近。第二种方案是： $P((H \vdash E) \vee (H \vdash \neg E)) = 1$ 。这一条件又要求过高。它是说主体在创建 H 时必须明确 H 蕴含 E 或是否证 E 。科学史中不符合这一条件

的例子并不少见([6]: pp. 455-460)。

除了上述版本之外,施普林格又结合反事实方案提出了一种新的学习方案版本。在以下式子中, Π 是一个反事实函数,表示主体在不知道 E 的情况下的置信度, R 表示原子命题 $H \vdash E$:

- (1) $\Pi(E|H, R) = 1$
- (2) $\Pi(E|\neg H, R) = \Pi(E|\neg H, \neg R) > 0$
- (3) $\Pi(E|H, \neg R) < \frac{1 - \Pi(R|\neg H)}{\Pi(R|\neg H)} \frac{\Pi(R|H)}{1 - \Pi(R|H)}$

其中, (1)是 E 、 H 和 $H \vdash E$ 之间基本推演关系的反事实改写。(2)来自于一个洞见:如果主体已经知道了理论 H 不成立,那么主体无论在学习到 $H \vdash E$ 或是 $\neg(H \vdash E)$ 都不会对 E 有任何置信度上的改变。(3)则更为复杂一些,式子左侧表示主体在 H 成立,但 $H \not\vdash E$ 的情况下对 E 的置信度,右侧是 $R \vdash \neg H$ 与 $R \vdash H$ 的贝叶斯因子的除。这一式子的成立可分两种情况,当 R 和 H 呈正相关或是不相关时, $P(R|H) \geq P(R|\neg H)$, 式子右侧大于等于1,不等式成立;当二者呈负相关时,该不等式要求 $R \vdash \neg H$ 与 $R \vdash H$ 的贝叶斯因子相近,并且左侧不太接近1 [9]。然而,施普林格虽据此顺利地得出了结论,但(3)式右侧的确切含义并不明确,并且左侧可能会非常接近1。因此该方案仍旧存在一定问题([10]: pp. 7-9)。

以上方案都是建立在 $H \vdash E$ (以及 $H \vdash \neg E$) 的原子命题上的,但一般当我们看到逻辑上的蕴含关系时,我们总会想它是否太过严格。另外,我们又不能说蕴含关系中的前件后件是固定的,如果有其它理论 H' 蕴含证据 E 我们又该怎么办呢?考虑到以上问题,哈特曼(Stephan Hartmann)和菲特森(Branden Fitelson)在考察逻辑学习方案时,提出了该方案的两个缺陷。首先, $H \vdash E$ 和 $H \vdash \neg E$ 太过严格,因此两个原子命题需要被重新解释。他们认为我们需要关注的不是 H 是否严格蕴含或拒斥 E , 而是 H 是否能充分解释 E , 这样更符合科学研究的实际状况($H \vdash E$ 和 $H \vdash \neg E$ 可用 X 、 Y 指代):

X : H 可充分解释 E

Y : 其它备选理论如 H' (而非 H) 最能解释 E

其次,他们也认为传统逻辑学习方案的置信度约束太过严格,例如 $P(E)=1$ 要求认知主体赋予 E 以完全的置信度。实际上,没有人会真正说自己完全相信某证据 E 。因此,他们要求以如下四个条件取代以往的置信度约束:

- (1) $P(H|X \wedge \neg Y) > P(H|\neg X \wedge \neg Y)$
- (2) $P(H|X \wedge \neg Y) > P(H|\neg X \wedge Y)$
- (3) $P(H|X \wedge Y) > P(H|\neg X \wedge Y)$
- (4) $P(H|X \wedge Y) \geq P(H|\neg X \wedge \neg Y)$

其中, (1)和(2)共同要求:当 H 是唯一能够充分解释 E 的理论时,主体对 H 的置信度应高于其他情况。(3)要求当 H 与 H' 均能解释 E 时, H 的置信度高于仅 H' 能够解释 E 的情况;(4)则排除在存在可解释 E 的理论时, H 的置信度反而低于不存在任何理论能够解释 E 的情况。四个条件最终得出: $P(H|X) > P(H|\neg X)$ 与 $P(H|X) > P(H)$ [11]。

伊娃(Benjamin Eva)和哈特曼在考察了逻辑学习方案的几种版本之后,认为哈特曼和菲特森的版本最为合理,因为较之于其它几种版本,它放宽对 X 和 Y 的严格逻辑解释与对竞争理论的考量更为符合实际。不过,伊娃和哈特曼认为该版本仍旧具有一个缺点:未能成功刻画 $P(H|X \wedge \neg Y) \geq P(H)$, 即当得知没有其它备选理论 H' 能够像 H 一样充分解释 E 时,主体应当提高对 E 的置信度。因此他们修改了(4):

$$(4^*) P(H|X, Y) = P(H|\neg X, \neg Y)$$

(4*)表示在 H 与 H 的竞争理论 H' 都能充分解释 E 或都不能充分解释 E 的情况下, H 的概率并没有区别。这是上述洞见的另一种表达。通过(1)至(3)与(4*),可得出 $P(H|X) > P(H)$, $P(H|\neg Y) > P(H)$ 和

$P(H|X \wedge \neg Y) > P(H)$ 。当我们扩展这一洞见就会发现它相当能够揭示旧证据问题的本质：我们之所以要寻求一种新理论 H 来解释证据 E ，就是因为以往的理论无法充分解释 E ；我们之所以认为 E 在很大程度上确证了 H ，就是因为 H 具有其它理论所不具有的解释效力。产生旧证据问题的关键就在于认知主体理论态度的转变，而这一态度转变源于充分解释 E 的需要。因此，伊娃和哈特曼认为，旧证据问题中确证活动真正重要的是主体认识到 H 比其它理论更能充分解释现有证据。于是他们提出了以下条件：

A: H 是唯一能充分解释 E 的假设。

A1: $P(H|A) > P(H|\neg A)$

并结合杰弗里条件化提出一种新的信念更新模式：

$$P^*(H) = P(H|A)P^*(A) + P(H|\neg A)P^*(\neg A)$$

这样就得出： $P^*(H) > P(H)$ ，表明 H 是唯一能够充分解释 E 的理论。这样就可以说， E 确证了 H ([10]: pp. 9-12)。

总体而言，逻辑学习方案相较于反事实方案和特定确证函数方案的重要进展在于，它不再试图单纯调整证据 E 与理论 H 之间的概率关系，而是将主体对于二者关系的认识过程纳入分析。因此，它能够更直接地回应动态旧证据问题，即主体为何会在已有证据存在的情况下改变理论态度。然而，这些方案主要关注的是主体对于理论与证据间关系的学习。但旧证据问题中的关键还在于已有证据 E 如何改变主体原有的背景证据结构 K 。主体并非仅仅发现了 H 与 E 的关系，而且是在新的理论框架下重新理解了 E 在整体知识体系中的位置。因此，逻辑学习方案虽然推进了对动态旧证据问题的解释，但仍未充分说明证据与背景证据之间的动态关系。这正是后文进一步分析的重点。

4. 旧证据问题中的背景证据结构

正如伊娃和哈特曼在2020年所评论的那样，哈特曼和菲特森提出的以往逻辑学习方案版本的缺陷及改进方法是十分合理的，即要求放松两个原子命题对 H 和 E 之间关系的约束，从严格的逻辑演绎关系转变为充分解释关系，以及通过引入不同竞争理论以放松对主体置信度的约束。他们也改进了该版本的一个条件，使其能刻画主体在理论 H 较之其它理论能更好解释证据 E 时提高对 H 置信度的情况。

然而，伊娃和哈特曼的改进虽然更加符合实际科学研究中的理论选择过程，但其理论框架同时暴露出一个值得进一步讨论的问题。伊娃和哈特曼指出：“在旧证据证实的情况下，真正重要的是认识到 H 在解释现有证据方面比其竞争对手做得更好……。理论选择本质上是一种竞争博弈。如果一个理论的解释性优点不能将其与竞争理论区分开来，那么它在很大程度上是无关紧要的。” ([10]: p. 10) 明显地，伊娃和哈特曼认为在旧证据证实中，主体之所以提高对新理论(以下将新理论记作 H_{new} ，与之相对的是旧理论，记作 H_{old}) 的置信度，是因为它能解释以往理论解释不了的旧证据 E 。但是，这一解释仍然留下两个问题：

(1) 为什么仅凭证据 E 我们就能将理论 H 从它的竞争对手中挑选出来？

(2) 为什么证据 E 能够产生推动理论转变的认识论作用？

第一个问题实际上涉及理论评价的范围。在科学理论的发展中，有时新理论虽在解释证据 E 上能比其竞争对手做得更好，并最终被证明能够解释现有证据整体，不过它仍有一个从被提出到被证明能够解释证据整体的过程。在这一时间段内，我们还是会说 H_{new} 是唯一能够充分解释 E 的理论， E 使我们提高了对 H_{new} 的置信度，认为 E 确证了 H_{new} 。但是，我们此时并不能完全地认为 H_{new} 从它的竞争理论中胜出了，因为它毕竟还未完成对其它证据解释效力的论证。进一步地，我们甚至可以想象存在不同理论具有不一样的解释性优点，或许 H_{new} 能够解释 E ，但却而无法解释我们现有证据整体中的某些证据，那么此时我们便难以在其中作出抉择。(当然，最终或许会有一种理论能够解释现有证据整体。)这说明，确证过

程不仅仅关系到证据与理论，还关乎背景证据。我们不是仅要求理论 H_{new} 能够充分解释 E ，还要求它能够为以往的证据提供充分解释。因此，仅仅考察“ H_{new} 能够充分解释 E ”并不能充分说明主体为什么选择 H_{new} 。换言之，理论选择并不是单纯发生在理论与某一特殊证据之间，而是在理论与主体已有证据结构之间展开。因此，旧证据问题不能仅仅被理解为：

$$H_{new} \rightarrow E$$

而必须进一步考虑：

$$H_{new} \rightarrow K_{new}$$

其中 K_{new} 主体在接受证据 E 后形成的新证据整体。

第二个问题，即证据 E 为什么能够推动理论更新，需要进一步分析旧证据本身的特殊性。在旧证据问题中，证据 E 并不是一个新出现的经验事实。恰恰相反，它通常早已属于主体知识背景的一部分。问题在于，虽然该证据早已存在，却长期无法在旧理论 H_{old} 的框架内得到充分解释。也就是说，证据 E 本身连同其相关证据应当是同与旧理论 H_{old} 所能解释的证据整体 K_{old} 难以相容的，否则无法促进理论更新。在旧证据问题的经典案例中，证据 E “水星近日点轨道异常”引发了从经典牛顿力学到相对论的理论革命。牛顿力学能够充分解释那些与 E 不相吻合的证据 K_{old} ，但却无法充分解释 E ，正是水星近日点轨道的“异常”促进了理论的更新。对此，库恩(Thomas Kuhn)有更深刻的理解。他认为科学范式更新的动机正是在于前一范式内所发生的反常(anomaly)。并且，他对这一过程的另一洞见则颇有旧证据问题的意味：

“……导致理论崩溃的那些问题都是那些早已被认识到了的问题。早先的常规科学实践有各种理由认为它们已经解决或全都能解决，这就有助于解释为什么一旦遭受失败，这种失败的感觉会显得如此之强烈……，这些范例还具有同一个共同特征，可能使人们对危机作用的印象更加深刻：造成危机的每个问题的解，在相应的科学中危机还未出现时，至少已经部分地被预见过” ([12]: p. 69)。

库恩的这一洞见提醒我们，旧理论都曾试图解释引发理论更新的证据 E ，甚至其解释还一度被接受，但在这个过程中， E 逐渐显示出它超出 H_{old} 与其相符的证据整体 K_{old} 的特性，逐渐变成 H_{old} 解释效力范围内的大难题，从而促使主体建构新理论。旧证据之“旧”就体现在它难以被原有理论解释，直到新理论 H_{new} 出现才成功被解释这一点上。倘若某一证据在被纳入主体信念系统能直接被 H_{old} 解释它也就不能成为“旧证据”了，它会直接确证 H_{old} ，这是符合传统贝叶斯条件化的。

这样的观点引向了对证据的关注，以往的逻辑学习方案都把主要关注点置于理论或理论 H_{new} 上，从 H_{new} 的角度出发再去考虑 H_{new} 与 E 的关系。这种关注的偏向几乎是无法避免的，因为逻辑学习方案引入的原子命题就是 $H \vdash E$ 以及“ H 可充分解释 E ”，这是该类型方案的立足之处。但是，由于没有对 E 、 K_{new} 、 K_{old} 的关注，导致 H_{new} 与 E 的关系仍处于晦暗不明之中。为明确这一点，考虑如下案例：“(哥白尼天文学的)先驱者——托勒密体系，在公元前后两个世纪的四百年间首先发展起来时，它在预言恒星和行星的位置变化方面是极为成功的。”但是“在有关行星位置和岁差两方面，托勒密体系所作的预言与当时的最佳观测值之间从未获得完全的一致。进一步缩小这些细小的不一致，就成为许多托勒密的后继者从事常规天文学研究的重要问题……有段时期，天文学家们有一切理由假定，这些企图是成功的……但随着时间的推移……天文学的复杂性极其快速地增加，远远超过其准确性的增加，而且这种不一致在一处纠正了，很可能又会在另一处出现。” ([12]: p. 63)

上例中的证据 E 即“行星位置和岁差的最佳观测值”。它虽然最终引发了理论变更，但就如同上例所说， E 在一段时间没能否证旧理论 H_{old} ，反倒确证了它。在这种时刻，逻辑学习方案要求的 $P(H|H \vdash E) > P(H)$ 或者 $P(H|A) > P(H|\neg A)$ 就未能奏效。因为此时天文学家通过对 H_{old} 的特殊调整使得 H_{old} 仍旧能够符合 E 。此时的 E 由于 H_{old} 的变动未能同真正符合 H_{old} 的证据整体 K_{old} 区分开来。我

们也就难以明确说此时的 E 就是那个引发理论更新的旧证据 E 。这就是说, H 、 E 总是处于变动中, 要想强调 E 是那个引发理论变更的证据, 我们就要强调 E 与 K_{old} 的不一致以及新的由于 E 的加入而更新的证据整体 K_{new} 。

5. 背景证据框架及其形式化表达

以上分析表明, 旧证据问题中的核心并不仅仅是证据 E 与理论 H 之间的关系, 而是证据 E 在主体背景证据结构中的作用。因此, 本文引入背景证据

$$K_{old}$$

以表示旧理论 H_{old} 所能充分解释的证据整体。并且, 当证据 E 被重新认识为旧理论无法充分解释的异常现象时, 主体的证据结构应当随之发生变化:

$$K_{new} = K_{old} \wedge E$$

而非仅考虑理论 H_{new} 与证据 E 。因此, 新理论的确证条件不应仅仅表示为:

H_{new} 充分解释 E

而应表示为:

A^* : H_{new} 是唯一能最大程度上解释现有证据整体 $K_{new}(K_{old} \wedge E)$ 的理论

也就是说, 新理论之所以获得支持, 不是因为它单独解释了某个旧证据, 而是因为它能够解释由该证据加入后形成的新证据整体。

基于上述分析, 我们可以对伊娃和哈特曼的方案进行修正。伊娃和哈特曼的核心条件是:

A : H 是唯一能充分解释 E 的假设

这一条件强调理论与证据之间的解释关系。然而, 在旧证据问题中, 真正需要解释的是为什么某一证据 E 会成为理论转变的契机。因此, 本文提出:

A^* : H_{new} 是唯一能最大程度上解释现有证据整体 $K_{new}(K_{old} \wedge E)$ 的假设

二者的区别在于, 伊娃和哈特曼关注 $H_{new} - E$, 即新理论是否能够解释某一证据。而本文关注的是 $H_{new} - K_{new}$, 也即新理论是否能够解释更新后的整体证据结构。由此, 主体的信念更新可表示为:

$$P(H_{new} | A^*) > P(H_{new} | \neg A^*)$$

并结合伊娃和哈特曼提出的更新方式:

$$P^*(H_{new}) = P(H_{new} | A^*)P^*(A^*) + P(H_{new} | \neg A^*)P^*(\neg A^*)$$

从而得到:

$$P^*(H_{new}) > P(H_{new})$$

这表明主体由于认识到 H_{new} 对更新后的证据整体具有最佳解释能力, 而提高对于 H_{new} 的置信度。

此外, 该框架也能够重新解释反事实方案。传统反事实方案要求从背景知识 K 中移除证据 E , 以考察 E 的确证作用。但这一要求面临一个问题, 即证据 E 往往无法从背景知识中完全分离。但结合以上的分析, 我们可以强调: 第一, H_{new} 在存在 E 加入后的证据整体 K_{new} 的条件下将会比在只存在 K_{old} 的条件下概率更高; 第二, 反事实方案的缺陷也可以被克服: 从 K_{new} 之中去除 E 并不会导致去除与 E 相关证据的要求, 因为我们强调的是 E 同 K_{old} 的不一致; 也不存在没有 E 时主体无法赋予 H_{new} 置信度的问题, 因为此时我们有 $P(H_{new} | K_{old})$, 它应当同 $P(H_{old} | K_{old})$ 相等。换句话说, 在本文框架中, 关键并不是简单移除 E , 而是比较证据加入前后的背景结构, 即

$$P(H_{new} | K_{new})$$

与

$$P(H_{new} | K_{old})$$

由此，我们也可以结合特定确证函数方案来表达这一思想：

$$K_{new} = K_{old} \wedge E$$

$$s^* = P(H_{new} | K_{new}) - P(H_{new} | K_{old}) > 0$$

该表达式不仅说明证据 E 提高了主体对于 H_{new} 的置信度，同时也说明这一置信度提高来自于证据结构的变化，即 E 使主体从 K_{old} 转向了 K_{new} 。这样，我们就不仅更清楚地描述了 E 对 H_{new} 概率的提升，也描述了 H_{new} 解释范围的扩展。由此，旧证据确证不再被理解为孤立的理论与证据关系，而被理解为 H_{new} ， E ， K_{old} ， K_{new} 之间的动态关系。

6. 结论

总而言之，本文梳理了旧证据问题的产生及分类，并指出其揭示了传统贝叶斯确证理论的一个重要限制：贝叶斯条件化能够刻画主体在获得新经验后如何调整信念，却难以解释主体如何基于既有证据重新评价并选择新的理论。旧证据问题涉及的并非单纯的经验获取，而是主体面对新的理论框架时如何重新理解已有证据并转变理论态度。针对这一问题，本文考察了现有解决方案，重点分析动态旧证据问题中的逻辑学习方案。相较于反事实方案和特定确证函数方案，逻辑学习方案的贡献在于通过刻画主体认识到理论与证据之间的关系后的信念变化，解释理论选择与更新过程。然而，现有方案主要关注理论 H 对证据 E 的解释能力，而较少考察 E 在主体整体信念结构中的特殊地位。

本文认为，旧证据之所以能够推动理论更新，不仅因为新理论 H 能够解释某一证据 E ，还因为该证据在原有理论框架下已经表现出与背景证据整体 K_{old} 之间的不融贯性。基于此，本文强调 E 相对于 K_{old} 的特殊地位，提出背景证据框架，并对伊娃和哈特曼的方案进行修正。本文将旧证据问题理解为从旧背景证据结构 K_{old} 到新背景证据结构 $K_{new} (K_{old} \wedge E)$ 的动态转变，并要求新理论 H_{new} 不仅能够解释 E ，而且能够在新的证据整体中提供最佳解释。由此，本文提出的视角既弥补了贝叶斯确证理论过分注重经验获取的缺陷，也补充了逻辑学习方案对证据 E 关注不足的问题，并进一步据此完善反事实方案和特定确证函数方案。

参考文献

- [1] Glymour, C. (1980) *Theory and Evidence*. Princeton University Press, 310-322.
- [2] Eells, E. (1990) Bayesian Problems of Old Evidence. In: Savage, C., Ed., *Scientific Theories, Minnesota Studies in the Philosophy of Science, Vol. XIV*, University of Minnesota Press, 207 p.
- [3] Howson, C. and Urbach, P. (2006) *Scientific Reasoning: The Bayesian Approach*. Open Court Publishing Company, 297-301.
- [4] Chihara, C.S. (1987) Some Problems for Bayesian Confirmation Theory. *The British Journal for the Philosophy of Science*, **38**, 551-560. <https://doi.org/10.1093/bjps/38.4.551>
- [5] Earman, J. (1992) *Bayes or Bust? A Critical Examination of Bayesian Confirmation Theory*. The MIT Press, 163-186.
- [6] Christensen, D. (1999) Measuring Confirmation. *Journal of Philosophy*, **96**, 437-461. <https://doi.org/10.2307/2564707>
- [7] Garber, D. (1983) Old Evidence and Logical Omniscience in Bayesian Confirmation Theory. In: Earman, J., Ed., *Testing Scientific Theories*, University of Minnesota Press, 101-127.
- [8] Jeffrey, R. (1983) Bayesianism with a Human Face. *Human Studies*, **10**, 133-155.
- [9] Sprenger, J. (2015) A Novel Solution to the Problem of Old Evidence. *Philosophy of Science*, **82**, 383-401.

- <https://doi.org/10.1086/681767>
- [10] Eva, B. and Hartmann, S. (2019) On the Origins of Old Evidence. *Australasian Journal of Philosophy*, **98**, 481-494. <https://doi.org/10.1080/00048402.2019.1658210>
- [11] Hartmann, S. and Fitelson, B. (2015) A New Garber-Style Solution to the Problem of Old Evidence. *Philosophy of Science*, **82**, 712-717. <https://doi.org/10.1086/682916>
- [12] 库恩. 科学革命的结构[M]. 金吾伦, 胡新和, 译. 北京: 北京大学出版社, 2003.