

社会科学量化研究方法系列

张厚粲先生作序推荐

阶层线性模型 的原理与应用

温福星 著

 中国轻工业出版社

社会科学量化研究方法系列

阶层线性模型 的原理与应用

温福星 著

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

阶层线性模型的原理与应用 / 温福星著. — 北京: 中国轻工业出版社, 2009.2

(社会科学量化研究方法系列)

ISBN 978-7-5019-6749-0

I. 阶… II. 温… III. ①线性模型—理论②线性模型—应用 IV. O212

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 186387 号

总策划: 石 铁

策划编辑: 徐 玥

责任编辑: 徐 玥

责任终审: 孟寿萱

责任监印: 吴维斌

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印刷: 北京天竺颖华印刷厂

经 销: 各地新华书店

版 次: 2009 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 787 × 1000 1/16 印张: 31.25

字 数: 480 千字

书 号: ISBN 978-7-5019-6749-0 定价: 58.00 元

咨询电话: 010-65595090 65262933

读者服务部邮购热线电话: 010-65595091 65241695 传真: 85111730

发行电话: 010-65128898 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

E-mail: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社读者服务部 (邮购) 联系调换
81033J6X101ZYW

■推荐序

统计方法的进步,在计算机技术发达的今天尤其神速,新的理论与方法不断被提出。这不但丰富了统计科学本身,更扩展了社会科学等应用研究者的视野。一些基于不同原因而无法跟随当代技术与与时俱进的研究者们,则逐渐落后于创新的步伐,逐渐退出学术的舞台。与其说这是社会进化发展的一种现实,不如说是整个学术界得以蜕变跃进的关键契机。

就我在大学讲台授课以来的一甲子光阴中,确实见证了这个变迁的脉络。以统计学来说,从最简单的次数分布表与百分比,到平均数的 t 检验与实验方法所依据的方差分析,一直到多元变量的因素分析与回归分析,这些方法与技术虽已逐渐成为国内高校教材中的标准课题,但更高级的统计模型原理与技术也应纳入学生学习的范围。另外就测验领域来说,传统以经典测量理论所发展出来的测验编制技术,也逐渐扩展得更精细、更宏观(如项目反应理论、结构方程模型等)。尤其是 20 世纪 70 年代所发展出来的结构方程模型,到今天已经是一套完整的统计模式,能够整合潜变量的界定与测量,分析复杂变量结构,处理多重抽样结构数据,可以有效解决研究者面对不同研究课题的多样性需求,从而被视为一门统计方法学,在过去几十年间独领风骚。关于结构方程模型的原理与应用,邱皓政教授的书中有详细的说明。近年来,结构方程模型结合非线性模型与多层次模型的概念,正向着更一般化的方向发展。

在教育与管理领域进行的研究,除了面对潜变量测量与分析之外,另一个现实是研究者所面对的总体带有层级结构,例如教育系统中的学生-教师-学校-省市-国家,管理研究中的员工-主管-部门-公司-地区-产业,因此研究者在规划研究课题时,就必须具备多层次数据分析的思维与设计,注意样本的独立性假设是否成立。善用这种模型的研究者,将可以从同一批数据中有更多的发现,有兴趣的读者可以在温福星教授的著作中得到这方面的详细说明。

对于一门新兴学问的生根发展,除了研究人员深入持续的基础研究、探索、验证外,还要能够与教育实践相结合,加以推广。因此,教材发展可以说是重要的工作。过去多

年来,在邱教授积极热心地不断努力下,台湾统计方法学学会的核心成员多次来访,进行讲学、座谈与合作研究,产生了很大的影响。在课堂中,邱教授和温教授与师生的交流是面对面的,如今,邱教授《结构方程模型的原理与应用》与温教授的《阶层线性模型的原理与应用》两本书的出版,使得知识的传递与影响更加广泛。

除了研究著说的成就,邱教授与温教授两位最值得称道之处,是能够不断保持学习与创新。每一年他们到北京来时,总能带来一些新东西、新想法或新作品,他们自己戏说是来“交作业”,但重要的是做学问的人总要不断进取,成果才能质量兼备。两位教授身上所体现的做学问的态度,是任何做学问者的必要特质。两位教授今日的成就与影响力,除了两位本身的天赋之外,更是这些特质所造就的。所以,当两位来找我为他们的著作写序时,我欣然同意。但愿我的几句话能够对他们有些许帮助,对中国年轻一代的学术发展有所启发。同时也期望他们乃至其他台湾学者有更多的优秀作品在大陆问世,为华人的学术发展做出贡献。

张厚粲

2008年11月10日

于北京师范大学

■ 自序

自 2005 年与北京师范大学心理学院和中国科学院心理所有了交流以来，了解到大陆同学那份求知若渴与奋力不懈追求知识的心态，以及张厚粲、王二平、陈毅文、刘虹云等老师那样教学不厌、诲人不倦的精神，让我感动在心。在许多老师与朋友的鼓励之下，除了持续的讲演外，希望能够更进一步和大陆的老师与同学相互学习成长，“万千心理”给了个人千载难逢机会，这本书方能在大陆出版。

这本书的缘起是，一群台湾的学者在 2005 年创办了台湾统计方法学学会，主要是推广高阶统计方法，当时除了 SEM 外也将 HLM 作为未来推广的重要支柱。在时任理事长邱皓政与其他理监事们的支持下，个人开始着手 HLM 文章与书籍的搜集，当然也开始评估与采购 HLM 的统计软件。在学会的努力推广下，不管是在台湾的讲座，或在北京的课程，HLM 这本专著好像势在必行。个人深深认为，在现今统计软件包盛行的时代，要学好统计、用对统计方法甚至正确解读结果，必须从最基础的统计原理与假设着手。因此，本书的写作也就是从这个角度切入，希望能将 HLM 的原理、方法与应用由简至繁介绍给大家。

个人认为，HLM 除了是个统计技术，也是个方法论。这个方法虽然理论层次在 20 世纪 90 年代左右已经成熟，但在应用层次则拜赐于计算机科技的迭代技术，进入学术的殿堂也是到 2000 年后才大放异彩，几乎各个领域，诸如心理、教育、发展、临床辅导、社会、政治、公卫、医学、管理、组织、休闲、观光与运动等都有相当多的文章刊登。根据台湾统计方法学学会前理事长邱皓政教授的预测，HLM 可能在 SEM 后要领风骚十年。而个人则认为，可比拟 SEM 为倚天剑，HLM 为屠龙刀，有望成为未来社会科学研究的利器。

写这本书最大的收获绝对是自己，因为我将 HLM 的原理从头到尾证明了一遍，这就是我所说的将这个方法的原理引进与介绍的原意。因为，在我阅读国外的原著或文章时，我没办法弄懂这个方法的来龙去脉，当然他们也不会将推演过程详细地写下来。

IV 阶层线性模型的原理与应用

基于满足自己的需求,本书有不少部分是属于数理统计的推导,希望能够对有需要的人有所帮助。

如果要读这本书,且读好、读懂这本书以学好、学通 HLM,是有快捷方式的,单若从这本书内容的安排依序学习则是有点生涩与难懂。首先是从前言开始,理解了第一章回归与阶层线性模型的差异后,进行第二章原理的探究,然后根据第三章的模型搭配第九章的范例说明则可以透彻了解阶层线性模型的原理与方法。当然在进行第九章的应用之前,第十章的操作手册则是必备的工具。当您慢慢了解到 HLM 的精神之后,对各种的模型参数设定的疑问则可以从第四章估计、第五章检验以及第八章议题讨论中得到答案。第四章与第五章有详细的数理统计推导过程,让您学习 HLM 原理一次到位。当您熟悉横断面的连续数据 HLM 后,对于类别数据结果变量以及追踪数据的应用,则可以参考第六章与第七章。

写这本书是个插曲,但无论如何,从小到大我能够获得比别人多的资源、接受高等教育,在这个社会里,真的是得之人者多、出之己者少。希望这本书能对需要的人有一点点帮助,也期待对两岸学术研究有小小的贡献。

温福星

2008 年秋

于台湾内湖

目 录

041	第一章 回归模式与阶层线性模型	1
041	第一节 回归模型	7
124	第二节 阶层线性模型的方法论	20
100	第二章 阶层线性模型原理	31
128	第一节 阶层线性模型概念	32
	第二节 阶层线性模型原理	41
	第三章 阶层线性模型的各种模型	49
	第一节 阶层线性模型的主要模型	50
	第二节 阶层线性模型的一般式	78
	第四章 阶层线性模型的参数估计	83
	第一节 具随机效应的单因素方差分析 τ_{00} 与 σ^2 的估计	85
	第二节 具随机效应的单因素协方差分析 τ_{00} 与 σ^2 的估计	97
	第三节 最大似似估计法	108
	第四节 EM 算法	127

第五章 阶层线性模型的参数检验	139
第一节 简单回归分析的回归系数检验	140
第二节 阶层线性模型的参数假设检验类型	154
第三节 阶层线性模型的参数检验	160
第四节 模式拟合度的概似比检验	185
第六章 广义阶层线性模型	191
第一节 广义线性模式介绍	192
第二节 逻辑斯回归与概率回归	194
第三节 多项逻辑斯回归或多项逻辑模型	197
第四节 次序概率回归分析或累积逻辑斯回归	201
第五节 泊松回归	204
第六节 广义线性阶层模式	205
第七章 纵贯面资料分析	217
第一节 纵贯面数据的类型	218
第二节 横断面与纵贯面数据的关系	226
第三节 线性成长模式	232
第四节 第一层自变量的中心化问题	237
第五节 误差项的假设	239
第六节 混合模型	243
第七节 成长模式的系数解读问题	244
第八章 阶层线性模型假设与一些重要议题	257
第一节 HLM 的基本假设	258

第二节 中心化议题	260
第三节 固定效应与随机效应的选择	272
第四节 样本大小的决定	275
第五节 残差分析	287
第六节 决定系数的计算	293
第七节 缩动与信度的意义	297
第九章 阶层线性模型的应用实例	305
第一节 基本数据概述	306
第二节 零模型 (具随机效应的单因素方差分析)	312
第三节 具随机效应的单因素协方差分析	319
第四节 随机回归系数模型	327
第五节 以平均数为结果变量模型	337
第六节 情境模型	341
第七节 完整模型	348
第十章 阶层线性模型的软件操作介绍	355
第一节 HLM6.02 的操作	356
第二节 SPSS 的 Mixed 模块	435
第三节 SPSS Mixed 语法	473
后记	477
参考文献与进阶阅读文章	481

将数据输入到下面的表格中，并填写相应的数据。

学校编号 (School ID)	年级 (Grade)	性别 (Gender)	身高 (Height)	体重 (Weight)	视力 (Vision)	成绩 (Score)	总分 (Total)
1111	101	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	102	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	103	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	104	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	105	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	106	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	107	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	108	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	109	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	110	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	111	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	112	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	113	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	114	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	115	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	116	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	117	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	118	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	119	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	120	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	121	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	122	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	123	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	124	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	125	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	126	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	127	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	128	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	129	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	130	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	131	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	132	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	133	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	134	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	135	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	136	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	137	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	138	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	139	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	140	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	141	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	142	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	143	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	144	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	145	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	146	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	147	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	148	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	149	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	150	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	151	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	152	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	153	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	154	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	155	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	156	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	157	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	158	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	159	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	160	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	161	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	162	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	163	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	164	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	165	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	166	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	167	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	168	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	169	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	170	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	171	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	172	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	173	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	174	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	175	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	176	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	177	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	178	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	179	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	180	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	181	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	182	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	183	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	184	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	185	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	186	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	187	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	188	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	189	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	190	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	191	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	192	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	193	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	194	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	195	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	196	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	197	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	198	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	199	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70
1111	200	1	1.70	45.0	4.8	4.5	1.70

导 言

这个表格中的变量包括：学校编号 (School ID)、年级 (Grade)、性别 (Gender)、身高 (Height)、体重 (Weight)、视力 (Vision)、成绩 (Score)、总分 (Total)。

“创意得分”：由创意得分和总分两个变量组成。创意得分 (X₁) 和总分 (X₂) 都是连续变量。

“性别”：由性别变量组成。性别 (X₃) 是一个分类变量，取值为“男”、“女”。

“身高”：由身高变量组成。身高 (X₄) 是一个连续变量，取值为 1.50, 1.60, 1.70, 1.80。

“体重”：由体重变量组成。体重 (X₅) 是一个连续变量，取值为 40.0, 45.0, 50.0, 55.0。

“视力”：由视力变量组成。视力 (X₆) 是一个连续变量，取值为 4.5, 4.8, 5.0, 5.2。

“成绩”：由成绩变量组成。成绩 (X₇) 是一个连续变量，取值为 4.5, 4.8, 5.0, 5.2。

“总分”：由总分变量组成。总分 (X₈) 是一个连续变量，取值为 4.5, 4.8, 5.0, 5.2。

“创意得分”和“总分”是两个连续变量，它们的取值范围是 4.5 到 5.2。它们的取值范围是 4.5 到 5.2。

2 阶层线性模型的原理与应用

当你碰到下面这样的数据资料时，会如何分析它？

School id	id	创意得分 Y	领导效能 X_1	组织理念 X_2	年龄	Z_1	Z_2	城乡 与否	公私 立否
1111	101	7	5.20	4.83	49.33	4.36	4.10	1	1
1111	102	7	4.20	4.67	40.83	4.36	4.10	1	1
1111	103	7	4.20	3.67	52.33	4.36	4.10	1	1
1111	104	6	4.20	3.67	32.17	4.36	4.10	1	1
1111	105	5	4.00	3.67	26.25	4.36	4.10	1	1
1112	201	6	3.40	3.33	49.17	4.16	3.80	0	1
1112	202	8	3.40	2.67	37.92	4.16	3.80	0	1
1112	203	7	6.00	5.33	45.08	4.16	3.80	0	1
1112	204	6	3.00	3.17	45.67	4.16	3.80	0	1
1112	205	5	5.00	4.50	32.50	4.16	3.80	0	1
1113	301	9	5.00	4.33	38.58	4.24	3.93	1	0
1113	302	9	4.00	3.83	39.92	4.24	3.93	1	0
1113	303	8	4.00	3.83	33.83	4.24	3.93	1	0
1113	304	6	4.20	4.17	.	4.24	3.93	1	0
1113	305	9	4.00	3.50	37.83	4.24	3.93	1	0
1123	401	9	5.00	4.33	33.33	5.20	3.96	0	0
1123	402	10	6.00	4.33	43.92	5.20	3.96	0	0
1123	403	9	6.00	4.50	40.58	5.20	3.96	0	0
1123	404	8	3.80	2.67	.	5.20	3.96	0	0
⋮									

这个表里的变量有学校编号 (school id)、受试教职员编号 (id)，因变量 Y 为教职员的“创意得分”，自变量有教职员对校长的“领导效能”知觉 (X_1)、对校长的“组织理念”知觉 (X_2)、受试教职员的“年龄”、“ Z_1 ”与“ Z_2 ”，以及教职员所属学校的特性“城乡与否”与“公私立否”等。“创意得分”是一个 10 点量表的得分，“领导效能” (X_1)、“组织理念” (X_2) 是经因素分析之后的因素分数，年龄是连续变量，“城乡与否”与“公私立否”很明显地是 0 与 1 的虚拟变数。值得注意的是，“ Z_1 ”与“ Z_2 ”是什么呢？感觉上好像和学校有关，因为在同一个学校代号下的数值都一样。综合观之，上表后面 4 个变量好像

和学校有关，而前面四个变量好像跟受试者有关。

这样的数据结构，我们称为嵌套（nested）结构或是阶层（hierarchical）结构。换言之，是受试教职员嵌套于学校之下，因此影响教职员的创意得分，除了受教职员个人属性影响外，亦受到学校特征的影响。这些学校特征可以是大家对学校或校长的看法，例如 Z_1 是学校内的教职员对校长“领导效能”看法的平均数，代表校长在这方面的得分。

你会如何分析呢？你可以：

- (1) 不理睬后面四个变量 Z_1 与 Z_2 、城乡与否、公私立否，直接利用多元回归分析探讨“领导效能”、“组织理念”与“年龄”对“创意得分”的影响；
- (2) 将“领导效能”、“组织理念”、“创意得分”求各校平均之后，与 Z_1 、 Z_2 、“城乡与否”、“公私立否”，以及平均的“领导效能”、平均的“组织理念”来探讨对平均“创意得分”的影响。换言之，就是探讨学校之间的或是学校的“领导效能”、“组织理念”、 Z_1 、 Z_2 、学校平均教职员“年龄”以及学校的特性“城乡与否”与“公私立否”等变量对学校教职员整体“创意得分”的影响；
- (3) 将上面的变量通通放入回归方程式中，看看这些变量对受试者“创意得分”的影响。

(1) 的做法就是忽略教职员所属学校的特性对教职员“创意得分”的影响，如果学校间差异很大，这种做法就忽略了重要的学校属性变量，因为这些会影响到学校内每个教职员的“创意得分”情况。(2) 则是将教职员的分析层次提升到学校整体教职员的分析层级，不看个人教职员的特性对个人“创意得分”的影响，而是看整个学校的整体表现，学校的整体表现则是以所属的教职员各项属性数据平均加总而来。这样有一个很大的缺点，就是忽略了学校内教职员的个体差异。(3) 除了看教职员的个人属性——“领导效能”、“组织理念”与“年龄”——对其“创意得分”的影响外，也将教职员所属的学校特性—— Z_1 与 Z_2 、“城乡与否”与“公私立否”等——一起考虑进，以检视这些变量对教职员“创意得分”的影响。

第一种分析方法很明显可能忽略重要的自变量，就是学校的特征属性对教职员创意表现的影响，这种是属于遗漏重要自变量的方法。第二种分析方法是聚合（aggregated）方法，将个体研究层次提升到总体层次，从研究教职员提升到学校。第三种分析方法是属于解构（disaggregated）方法，将所有属于学校的特征属性一一指定到教职员层级作

4 阶层线性模型的原理与应用

为个体层次自变量,如同表上的数据结构进行分析。

上面的三种分析方法都采用回归分析方法,除此之外,是否还有其他的统计分析方法可以应用?上述这三种分析方法有什么不同?抑或各有什么优缺点?简单来说,分析的方法取决于研究者的研究设计,当然更决定于研究者的理论架构。统计方法只是分析工具,必须与方法学相结合,才能用来实践研究者所要建构的理论模型。所以,哪一个分析方法较好,主要的判断依据是研究者想进行什么样的理论架构分析。一旦理论架构的分析单位确定,分析的方法就被决定。当然,还有个统计因素的问题,即所搜集的数据到底是否符合所使用统计分析方法的假设。这些,都会影响研究所欲使用的统计分析方法。属于这样数据形态的研究,我们称为多层次(multilevel)研究。

如果仔细计算一下表上“领导效能”(X₁)与“组织理念”(X₂)的各校平均数,则Z₁是X₁的各校平均数,Z₂是X₂的各校平均数。我们称之为情境变量(contextual variable),用来描述各校内的教职员对校长的“领导效能”与“组织理念”的整体看法,属于一种共享的经验或是共识的看法,即用来代表各校校长在“领导效能”与“组织理念”上的表现。

第一章

回归模式与阶层线性模型

从前言介绍的数据形态中,我们发现至少有三种分析方法可以使用。很明显地,从资料表中可以看出,数据至少来自两个层次:一个是个体层次(individual level),也就是来自受试的教职员个人数据,包含教职员的年龄与量表上的得分;另一个是群体层次(group level),也就是来自受试教职员所属学校的数据,包含学校的属性以及来自个体层次教职员量表得分的聚合分数。如果除了教职员本身的特性影响个体层次教职员“创意得分”之外,尚有教职员服务学校的一些属性也会影响他们的个人“创意得分”,那么第(1)种分析方法,很清楚地就是遗漏了重要自变量的回归分析,这个重要自变量就是教职员服务学校的属性与聚合分数。遗漏重要自变量的后果将在本章第一节介绍。

第(2)种的分析方法,我们称为聚合分析,意思是将分析的单位由个体层次提升到群体或总体层次,在此即是由研究教职员间的层次提升到研究学校间的层级。至于第(3)种的分析方法,则是将原本属于学校层级的变量指定给予所属的每一个教职员,作为教职员的属性之一,用来分析教职员层次的变量间关系。这种分析方法我们称为解构分析。这两种分析方法可能遇到的问题,会发生在方法论的总体推论上。当分析单位与研究欲推论的总体单位不一致时,就会有表 1-1 的推论谬误。

表 1-1 分析单位与欲推论总体单位不一致的推论谬误

推论总体 样本分析单位	研究所欲推论总体的单位	
	个体层次	总体层次
个体层次		原子谬误
总体层次	生态谬误	

在我们的研究中常常伴随这种数据形态,来自属于不同层级的资料。这种数据最大的特征就是具有嵌套或阶层结构的属性,而这种属性在统计上的表现就是相关。(2)与(3)的分析方法除了可能会有上面的推论问题外,另一个很重要的问题是:如何处理同在一所学校下的教职员各项属性变量彼此间可能存在的相似性或相关性问题。这不只是研究方法的问题,也是统计分析的问题,因为至少统计上的要

求是数据间要独立不相关,且须来自同一个随机分布的随机抽样结果,所以如何解决数据间的相关性亦在本章介绍。

表 1-1 是说当我们在抽样时,所得到数据属于个体层次的话,在将分析的结果推论回总体时,若推论的对象是属于总体的群体,则这种以小推大、以个体结果推论群体,所遭遇的方法论问题是“原子谬误”(atomistic fallacy)。反之,以样本群体的结果推论总体的个体结论,则犯了“生态/区位谬误”(ecological fallacy),这是样本分析单位与总体推论单位不一致的后果。本书所欲探讨的多层次研究,就牵涉到个体层次与总体层次的自变量对个体层次因变量的影响。

第一节 回归模式

一、回归模式的假设

回归分析(regression analysis)可以说是应用最广泛的统计分析技术,它主要是用来分析一群解释变量(或称自变量, independent variable)对被解释变量(或称因变量或应变量, dependent variable)的影响,不仅可以用在横断面的社会科学研究里,亦可以应用在纵贯面时间数列的分析上。在研究方法中,回归分析最常用在问卷调查的数据分析。除此之外,另一种研究范式——实验设计的数据分析,亦可以透过回归分析技术得到相同的方差分析结果。事实上,实验设计的方差分析(ANOVA)与回归分析是不同的研究方法,但是回归分析技术可以获得与 ANOVA 相同的统计结果。所以,一般而言,回归分析可说是一种一般的统计分析方法或技术,在此可称为回归模式(regression model)。

回归模式的应用非常广,它和一般线性模式(general linear model)一样,对于模式中的误差项假设或是因变量的假设是相当严格的。例如,以简单回归分析为例,如(1-1)式所示:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_i \quad (1-1)$$