



マルチレベル分析の特徴と HRM に関するレビュー ——HLM を中心に

小川 悦史

(大阪経済大学准教授)

I はじめに

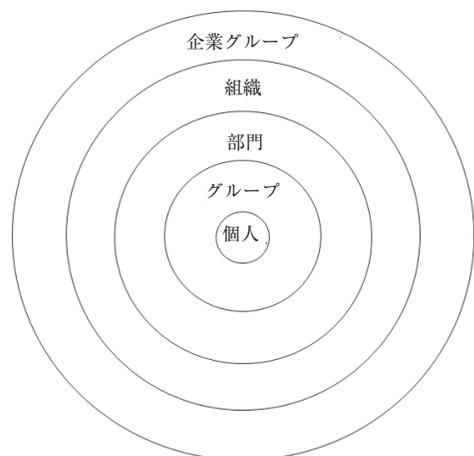
本稿は、近年わが国でも使用されることが増えたマルチレベル分析 (multilevel analysis) に関して、最も基本的な考え方と先行研究の展望を通して、その概要を説明するものである。マルチレベル分析は、階層線形モデル (hierarchical linear model: 以下, HLM) あるいは線形混合モデル (linear mixed model), 集団・個人レベル相関分析, さらにはマルチレベル構造方程式モデリング (multilevel structural equations modeling: マルチレベル SEM) などの種類に分けることができる (清水 2017)。これらはいずれも階層的なデータを扱うという点において、同様の分析モデルといえる。本稿では、マルチレベルモデルの中でも最も有名な HLM (Garson 2013; 清水 2017) に基づいて説明を行う。

HLM の大きな特徴は、階層的なデータ (hierarchical data) を扱うことにあり、HLM はそうした階層的なデータを適切に分析するための手法である (Kozlowski, and Klein 2000; Raudenbush, and Bryk 2002)。階層的なデータとは、構造化された2段階以上のデータである。たとえば企業を対象とした場合に、その分析対象を組織のみや個人のみのように特定の対象だけに絞らず、構造化された複数の対象 (階層) を踏まえたデータのこ

とである。こうしたデータの抽出を多段階抽出と呼ぶ (清水 2014) が、これに基づく階層的なデータの一例として、Hitt et al. (2007) は以下のように示している。

図 階層データの分類

パフォーマンス環境全般



出典: Hitt et al. (2007) を一部修正

上記の図では、階層データが中心に向かうほど (「個人」に近づくほど)、ミクロなデータになることを意味している。また、階層間の関係は構造的であり、データはマクロな水準にネスト (nest) ¹⁾

されている点が特徴である。個人はグループにネストされ、グループは部門にネストされるように、階層的なデータはより大きな組織体にネストされることを意味している²⁾。

近年では、マルチレベル分析による研究が社会科学の分野を中心に広まっており、特に教育学などの分野は、Raudenbush and Bryk (2002) などにも取り上げられているように非常に盛んである。こうした中で、経営学における人的資源管理 (human resource management : 以下 HRM) や組織行動 (organizational behavior) の領域においても、マルチレベル分析の研究に注目が集まっている。わが国でも『組織科学』(2011年 Vol. 44 No.4) においてマルチレベル分析に関する特集が生まれ、2017年から2018年における同誌でのマルチレベル分析を使用した論文も3編が掲載されている。

II マルチレベル分析の必要性

マルチレベル分析の大きな特徴は、異なるレベルのデータを適切に分析することができるという点にある。これは、階層的なデータを従来の分散分析や回帰分析などの手法で分析すると、推定の精度が正しく評価されなくなる可能性を意味している (清水 2017; Gonzalez and Griffin 2000; Hox and Kreft 1994)。

1 独立性の仮定への違反

階層的なデータを従来のモデルに基づいて分析することの問題点として、データが独立性の仮定に違反している可能性を挙げることができる (清水 2014; Hox and Kreft 1994)。これは、特定のグループ内で観測されたサンプル同士は、ランダムに収集されたサンプルよりも似通っていることが考えられるためである。

たとえば、組織のデータとそこで働く従業員たちのデータからなる階層的データがあったとする。このときに、組織ごとの特徴について個人に回答してもらうようなときに、組織単位 (各組織ごと) で類似する回答が集まりやすくなることが十分に考えられる。このような階層的データを、同じサイズのランダムなデータと比べると、階層

的データはどうしても情報量が少なくなってしまう (情報が似通った状態になってしまう)。これに従来的な分析手法を適用すると、情報量が少ないためにサンプルサイズを過大に見積もることへとつながり、標準誤差が過小に推定されてしまうようになる。類似した階層的データに従来的な手法で分析を行うと、実際には有意ではないのに、誤って有意と判断する第一種の過誤 (type I error) を犯しやすくなるのである。

しかし、情報が類似していないデータであれば、たとえネストされた階層的なデータであっても問題は生じないだろう。清水 (2014) が指摘するように、問題はデータが階層的であることではなく、データが類似することで非独立性を生じさせてしまうことである。

2 解釈上の問題点

階層的なデータを従来の手法によって分析を行った場合には、解釈上の問題も生じるとされている (清水 2014, 2017; Gonzalez and Griffin 2000)。

たとえば、複数の企業とそこに所属する従業員それぞれからサンプリングし、営業成績と通勤時間 (1時間以上を1, 1時間未満を0) との関係明らかにしようとしたとする。t検定で営業成績の平均値を比較した結果、仮に1時間未満の従業員の成績の方が、1時間以上の従業員よりも有意に高いことが明らかとなった。この場合、従来の解釈では「通勤時間の短い従業員の方が、長い従業員よりも営業成績が良い」ようになる。しかし、今回のように階層的なデータでかつ企業間に差があったとすると、必ずしもそうとはいえない。すなわち、上記のような個人単位の解釈にくわえて、「通勤時間が短い企業の方が、営業成績が良い」のような企業単位での解釈も考えられる。

階層的なデータを従来の手法で分析した場合、これらいずれの解釈が適切なかを判断することはできないのである。解釈の基準を誤れば、結果そのものも誤ったものになってしまう。つまりこれが解釈上の問題点であり、これに対応するのがHLMのようなマルチレベル分析である。

Ⅲ マルチレベル分析における仕組み

1 級内相関係数

HLMを行う際にまず考慮しなければいけないことが、その分析モデルが本当にマルチレベルモデルで分析を行うべきデータかどうかという点である。たとえ階層性を有するデータであったとしても、既に述べたように、データが独立性の仮定に違反するものでなければ、マルチレベル分析は推奨されないだろう。逆に言うと、データが独立性の仮定を満たしているようであれば、従来の分析手法が推奨される。

そこで、データの独立性を識別するために集団内の類似性を評価するための指標として、級内相関係数 (intra-class correlation coefficient: 以下, ICC³⁾) がある (Kreft and De Leeuw 1998: Klein and Kozlowski 2000)。ICCは、結果変数の分散のうち、集団が占める分散の割合を示すものである (Raudenbush and Bryk 2002)。集団レベルの分散が0 (集団の効果がない状態) であればICCも0となり、集団の効果は見られないということである (Garson 2013)。逆に全分散が集団レベルで説明されるものであれば、ICCは1となる。ICCが0であれば、データは個人レベルのものでしかないため、従来の分析手法を選択することとなる。

ICCでデータの階層性を判断するための基準として、清水 (2014) は3点を挙げている。第1にICCが有意であること、第2にICCが0.1 (あるいは0.05) を超えていること、第3にデザインイフェクト (design effect: DE)⁴⁾ が2以上の場合である。いずれかにあてはまればいいが、これらの基準は様々な限界があるため、清水 (2014) はデータにあわせて柔軟に判断する必要があるとしている。

また、ICCはこうした集団内の類似性を評価する指標であるとともに、信頼性を示す指標 (以下, ICC (2)) でもある。ICC (2) とは、Cronbachの α 係数と同じように、データの信頼性 (内的一貫性) を示す指標である (Klein and Kozlowski 2000)。信頼性は、回答者間の回答の一貫性を意

味するものであり、これが十分でないと、グループ特性を表す値として信頼することができない (北居 2014)。

以上のように級内相関係数は、集団内の類似性とデータの信頼性を評価することができる。

2 固定効果と変量効果

マルチレベル分析の仕組みとして、固定効果 (fixed effect) と変量効果 (random effect: ランダム効果とも呼ばれる) を同時に推定する点も挙げることができる (清水 2014: 鳶島 2014: Garson 2013: Raudenbush and Bryk 2002)。

清水 (2014) によれば固定効果とは、推定されるパラメータが定数として得られる値のことである。これは固定された値として表される効果であり、回帰分析における切片や回帰係数などがそれである。一方、変量効果とは、定数として推定値が得られるわけではなく、確率的に効果変動するものである。通常の回帰分析などでは固定効果しか推定されず、そこから変動する分散成分としての変量効果までは推定されていない。しかし、マルチレベル分析では、切片や回帰係数に集団間の変動 (ばらつき) が存在することを仮定している。つまりこれは、切片や回帰係数に対して変量効果を設定するということであり、そのばらつきを分散の形で表すことを意味している (鳶島 2014)。このとき切片の分散はランダムインターセプト (random intercept)、係数の分散はランダムスロープ (random slope) と呼ばれる。

ランダムインターセプトのみに基づく考え方では、切片に集団間の変動があると仮定し、回帰係数はすべての集団で等しいと考える。一方、ランダムスロープのみに基づく考え方では、回帰係数に集団間の変動が仮定され、切片には集団間の変動は仮定しない。さらには、切片と回帰係数の両方に変量効果を仮定する場合、それぞれに集団間のばらつきがあることを推定している。

マルチレベル分析では集団を単位に、サンプル全体の固定効果と集団ごとの変量効果を両方同時に推定することで、集団ごとの回帰式を1つのモデルとして表している (清水 2014)。

IV マルチレベル分析による先行研究

1 直接効果と調整効果

Kozlowski and Klein (2000) は、マルチレベルモデルの基本的な分析タイプについて、直接効果 (direct effects) と調整効果 (交互作用効果) (moderator effects) を挙げている。直接効果とは、集団レベル変数 (レベル2) の個人レベル変数 (レベル1) に対する直接的な効果である。一方、調整効果とは、2つの個人レベル変数間に対する集団レベルの効果、あるいは集団レベルと個人レベル間に対する他の個人レベル変数の効果である。以下では、直接効果と調整効果に関する先行研究を概観していく。

まず直接効果におけるマルチレベル分析の一例として、竹内・竹内・外島 (2007) を挙げることができる。竹内ら (2007) は、医療・介護関連職員に対して、組織レベルのHRM施策と従業員レベルのP-E fit (個人-環境適合) 等が情動コミットメントなどに及ぼす影響をHLMで分析した。分析対象は、37の医療・介護関連施設と876名の正規従業員である。情動コミットメントに対する分析の結果、Null Model⁵⁾において残差分散 (residual variance) の χ^2 値が有意となり、施設間の違いで情動コミットメントが説明されることが明らかとなった。またICCが0.12であったことから、情動コミットメントの分散のうち、12%が施設間 (between establishments) の違いによって有意に説明されることが示唆された。また、HRM施策を投入したモデルでは、施設レベルの効果 (between level effect) が.20で、施設間の差異によって説明される分散のうち、HRM施策によって20%の分散が説明されることが明らかとなった。このような、わが国のHRM領域におけるHLM分析は、竹内・竹内・外島 (2007) がその先駆けといえるだろう。

つづいて調整効果に関する先行研究として、Chang, Wang and Huang (2013) を挙げる。Chang et al. (2013) は、台湾を基点とする21のホームセンター (マネージャー144名) と従業員1149名を対象にHLM分析を行った。店舗レベルの変数

にHR施策などを設定し、従業員 (個人) レベルの変数に退職意思を設定した。HR施策はマネージャーからの回答である。Null Modelの結果から、切片の店舗間分散が有意であり ($\tau_{00} = .012, p < .01$), ICCは0.16を示した。これにより退職意思の分散のうち16%が店舗間 (between stores) の違いによるものであり、従業員間 (within stores) の違いは84%であることがわかった。また、店舗レベルから従業員レベル (退職意思) の直接効果としては、報酬施策と変革型リーダーシップの効果が見られた。しかし、調整効果についてはほとんどみられず、教育訓練の効果がわずかに示唆されたのみである。

一方、Shen, Tang and D'Netto (2014) は、37の中国企業と716名の従業員を対象に、ダイバーシティマネジメント (企業レベル) と知識の共有 (個人レベル) についてHLM分析を行った。Null Modelの結果から、残差分散の χ^2 値が有意であったため、企業間の違いによって知識共有の分散が説明され、企業への知識共有の分散のうち13%が企業間の差異によって有意に説明されることが示唆された (ICC = 0.13)。直接効果として、ダイバーシティマネジメントと知識共有との関係が認められた ($\gamma = .35, t = 10.37, p < .001$)。また、調整効果では、組織への信頼 (個人レベル) と知識共有との間における協力的規範の影響が認められた ($\gamma = .28, t = 6.63, p < .01$)。

わが国の研究においても、北居 (2014) や横山・尾形 (2018) などがあり、直接効果や調整効果はマルチレベル分析における本質といえる。

2 近年のマルチレベル分析

近年のマルチレベル分析における傾向として、従来の直接効果や調整効果の測定に加えて、媒介効果の測定や縦断的データを使用した分析などが多く見られる。ここではそれらの先行研究について、一部を表でまとめて紹介する。

全体的な特徴として、研究が多岐にわたり、より複雑だがしかしその分、現実を捉えた分析になっていることがうかがえる。分析対象が3つの階層にわたるケースや、長期的に複数回の調査が行われているケースなど、本稿で掲げた以外の先

表 近年のマルチレベル分析における先行研究

著者 (年)	主な分析内容	調査対象	主な分析結果
Lee et al. (2019)	媒介効果 (調査1・調査2に 基づく HLM 分析)	調査1 1: 個人 (285) 2: グループ (48) 調査2 1: 個人 (213) 2: グループ (54)	調査1: HRM システム (グループレベル) とプロアクティブ行動 (個人レベル) との関係を、役割に対する自己効力感・変革への責任・マネジメントへの信頼 (いずれも個人レベル) が媒介。 調査2: HRM システム (グループレベル) の調査後に、残りの変数を調査。HRM システムとリーダー評価に基づくプロアクティブ行動との関係を、役割に対する自己効力感・変革への責任・マネジメントへの信頼 (いずれも個人レベル) が媒介。
Zhang et al. (2018)	調整効果, 間接効果 (HLM 分析)	1: 個人 (397) 2: グループ (84) 3: 組織 (21)	マネージャーによる目標適合度 (グループレベル) は、組織の HPWS (高業績型ワークシステム: 組織レベル) と従業員の HPWS (個人レベル) との関係を調整し、目標適合度が高いほど従業員の HPWS 経験は増していく。組織の HPWS (組織レベル) とマネージャーの目標適合度 (グループレベル) の交互作用項は、HPWS 経験 (個人レベル) とメンバーとしての自尊感情 (個人レベル) を経て、職務パフォーマンス (個人レベル) や職務満足 (個人レベル) に影響。
Haines III, Patient and Marchand (2017)	媒介効果 (マルチレベル SEM)	1: 個人 (1,976) 2: グループ (89) 3: 組織 (60)	公正志向的な組織の価値 (組織レベル) と公正なグループ文化 (グループレベル) は、公正志向の HRM (グループレベル) を促進。 職務の裁量度 (個人レベル) や上司のサポート (個人レベル) は公正志向の HRM (グループレベル) とバーンアウト (個人レベル) との関係を媒介。
Chang (2015)	媒介効果, 調整効果 (HLM 分析)	1: ユニット 個人 (2,887) 上司 (536) 2: 企業 (58)	人的資本 (ユニットレベル: 個人) が高業績型 HRM システム (企業レベル) と組織の双面性 (ユニットレベル: 上司) との関係を媒介。 人的資本 (ユニットレベル: 個人) と組織の双面性 (ユニットレベル: 上司) との関係に対する社会的風土 (企業レベル) によるクロスレベルの調整効果。
竹内・竹内 (2010)	媒介効果 (縦断的階層データ に基づく HLM 分析)	調査1 個人 (723) →組織レベル 調査2 本人・上司 (286)	従業員の個人-職務適合知覚 (個人レベル: 調査2の本人評価) は、包括的教育訓練と行動柔軟性 (ともに組織レベル: 調査1) と従業員の役割内・役割外パフォーマンス (ともに個人レベル: 調査2の上司評価) との関係を媒介。
Snape and Redman (2010)	媒介効果 (HLM 分析)	1: 個人 (519) 2: 職場 (28)	HRM 施策 (職場レベル) と組織市民行動 (利他主義・順守) (個人レベル) との関係をジョブ・インフルエンス (個人レベル) が媒介。

注: 1) 「調査対象」の1はレベル1, 2はレベル2, 3はレベル3を表す。

2) 「調査対象」の () 内の数字は、分析対象の数 (人数や組織数など) を表す。

行研究からも同様の傾向が見られた。これらはマルチレベル分析の階層的なデータによる特徴を活かした研究ともいえるだろう。

V 結 語

本稿では、マルチレベル分析における基本的な特徴や考え方などについて、HLM をベースに説明を行った。しかし、具体的な計算式やソフト

ウェアの使用方法などについてはほとんど触れることができていない。また、説明そのものもあくまで基本的な部分にとどまり、マルチレベル SEM などについてもほとんど言及していない。その意味で本稿は、マルチレベル分析をこれから活用しようとする者を想定した内容といえる。

HRM 領域におけるマルチレベル分析は徐々に増えてはいるものの、その広がりはまだ十分とはいえない。分析手法として根付いているともまだ

言い難く、他の領域に比べて遅れているとも指摘されている (Peccei and Van De Voorde 2019)。

今後のさらなる研究の蓄積が求められるだろう。

- 1) ネストとは、入れ子構造のことである。集団と個人のデータが無関係ではなく、A という集団に所属する個人はA 集団のみに所属している状態である。A 集団からサンプリングする場合、個人データも A 集団のものでなければならない。
- 2) HLM では分析の際に、より小さな対象をレベル1 とし、それよりも大きな対象をレベル2 とする。たとえば、グループとそこに所属する個人であれば、個人はレベル1、グループはレベル2 ということになる。
- 3) $ICC = \tau_{00} / (\tau_{00} + \sigma^2)$
 τ_{00} : 集団レベルの分散
 σ^2 : 個人レベルの分散
- 4) 集団内の平均的な人数と ICC を考慮に入れた基準。
 $DE = 1 + (k^* - 1) ICC$
 k^* : 集団内の平均的な人数
- 5) 説明変数を投入しないモデルである。目的変数の集団間変動 (集団の影響) のみを推定するためのモデルである。

参考文献

北居明 (2014) 『学習を促す組織文化——マルチレベル・アプローチによる実証分析』有斐閣。

清水裕士 (2014) 『個人と集団のマルチレベル分析』ナカニシヤ出版。

清水裕士 (2017) 「二者関係データをマルチレベル分析に適用した場合に生じる諸問題とその解決法」『実験社会心理学研究』第56巻第2号 pp. 142-152。

竹内規彦・竹内倫和・外島裕 (2007) 「人的資源管理研究へのマルチレベル分析の適用可能性：HRM 施策と組織風土が職務態度・行動に与える影響の検討事例」『経営行動科学』第20巻第2号、pp. 127-141。

竹内規彦・竹内倫和 (2010) 「柔軟性志向の人材開発施策が従業員パフォーマンスに与えるクロスレベルの影響：適合理論の視点から」『国民経済雑誌』第202巻第1号、pp.95-112。

鳶島修治 (2014) 「マルチレベル分析」三輪哲・林雄亮 (編著) 『SPSS による応用多変量解析』オーム社。

横山斉理・尾形真実哉 (2018) 「マルチレベル分析を用いた店頭従業員の能力獲得に関する実証研究」『組織科学』Vol. 51 No. 3 pp. 69-86。

Chang, Y.-Y. (2015) "A Multilevel Examination of High-Performance Work Systems and Unit-Level Organizational Ambidexterity." *Human Resource Management Journal*, 25 (1) pp. 79-101.

Chang, W.-J.A., Wang, Y.-S., and Huang, T.-C. (2013) "Work Design—Related Antecedents of Turnover Intention: A Multilevel Approach." *Human Resource Management*, 52 (1) pp. 1-26.

Garson, G.D. (2013) "Preparing to Analyze Multilevel Data." In G. D. Garson. (Eds.) *Hierarchical Linear Modeling: Guide and Applications*. California: Sage.

Gonzalez, R., and Griffin, D. (2000) "On the Statistics of Interdependence: Treating Dyadic Data with Respect." In W. Ickes., and S. Duck. (Eds.) *The Social Psychology of Personal Relationships*. New York: Wiley and Sons. (石盛

真徳 (訳) (2004) 相互依存性についての統計学——二者間データの慎重な取り扱い 大坊郁夫・和田実 (監訳) 『パーソナルな関係の社会心理学』北大路書房 pp. 221-256.)

Haines III, V.Y., Patient, D.L., and Marchand, A. (2017) "Systemic Justice and Burnout: A Multilevel Model." *Human Resource Management Journal*, 28 (1) , pp. 92-111.

Hitt, M.A., Beamish, P.W., Jackson, S.E., and Mathieu, J.E. (2007) "Building Theoretical and Empirical Bridges Across Levels: Multilevel Research in Management." *Academy of Management Journal*, 50 (6) pp. 1385-1399.

Hox, J.J., and Kreft, I. G. G. (1994) "Multilevel Analysis Methods." *Sociological Methods & Research*, 22 (3) pp. 283-299.

Klein, K.J., and Kozlowski, S. W. J (2000) "From Micro to Mesos: Critical Steps in Conceptualizing and Conducting Multilevel Research." *Organizational Research Methods*, 3 (3) pp. 211-236.

Kozlowski, S.W.J., and Klein, K.J. (2000) "A Multilevel Approach to Theory and Research in Organizations: Contextual, Temporal, and Emergent Processes." In K. J. Klein and S. W. J. Kozlowski. (Eds.) *Multilevel Theory, Research, and Methods in Organizations*. San Francisco: Jossey-Bass.

Kreft, I., and De Leeuw, J. (1998) *Introducing Multilevel Modeling*. London: Sage. (小野寺孝義 (編訳) (2006) 『基礎から学ぶマルチレベルモデル——入り組んだ文脈から新たな理論を創出するための統計手法』ナカニシヤ出版.)

Lee, H.W., Pak, J., Kim, S., and Li, L-Z. (2019) "Effects of Human Resource Management Systems on Employee Proactivity and Group Innovation." *Journal of Management*, 45 (2) pp. 819-846.

Peccei, R. and Van De Voorde, K. (2019) "The Application of the Multilevel Paradigm in Human Resource Management - Outcomes Research: Taking Stock and Going Forward." *Journal of Management*, 45 (2) pp. 786-818.

Raudenbush, S. W., and Bryk, A. S. (2002) *Hierarchical Linear Models: Applications and Data Analysis Methods, Second Edition*. Thousand Oaks: Sage.

Shen, J., Tang, N., and D'Netto, B. (2014) "A Multilevel Analysis of the Effects of HR Diversity Management on Employee Knowledge Sharing: The Case of Chinese Employees." *The International Journal of Human Resource Management*, 25 (12) pp. 1720-1738.

Snape, E., and Redman, T. (2010) "HRM Practices, Organizational Citizenship Behaviour, and Performance: A Multi-Level Analysis." *Journal of Management Studies*, 47 (7) pp. 1219-1247.

Zhang, J., Akhtar, M.N., Bal, P.M., Zhang, Y., and Talat, U. (2018) "How Do High-Performance Work Systems Affect Individual Outcomes: A Multilevel Perspective." *Frontiers in Psychology*, 9, pp. 1-13.

おがわ・えつし 大阪経済大学経営学部准教授。最近の主な著作に「人的資源管理施策が非正規従業員の職務態度及びリテンションに及ぼす影響——マルチレベル分析から」『大阪経大論集』(2016年3月) No. 66, pp. 127-142。人的資源管理論専攻。