

内部モデルを持つ主体による階層組織モデル

兼田敏之
名古屋工業大学

木谷忍
東北大学

本研究では、内部モデルを持つ意思決定主体の数理モデルとして提案したモデル参照意思決定問題をもとに、階層システム論の枠組により階層化したモデル参照意思決定問題（以下、階層型MDP）を定式化する。そして階層型MDPが、内部モデルを持つ主体により構成される階層組織の簡潔なモデルとなることを示す。

このモデルは、内部モデルを関係概念で表現して不確定性を扱うことにより、認知上の合理性制約を数値例を用いて扱うモデルである。その上、これら内部モデルを可変パラメータとして考えることにより、組織状況や組織学習の類型化や、組織学習過程における意思決定パフォーマンスの非単調性を検討することができる点に特徴を持っている。

A Mathematical Model of Hierarchical Organization composed by Cognitive
Decision-Makers

Toshiyuki KANEDA
Nagoya Institute of Technology

Shinobu KITANI
University of Tohoku

In this study, Hierarchical Model-referenced Decision Problem (HMDP) is formulated by extending Model-referenced Decision Problem which is a model of decision-maker who has each internal cognition. HMDP is shown to be a simple model of a hierarchical organization composed by these cognitive decision-makers.

In this model, uncertainty can be dealt with by representing relationship as internal cognition, so bounded rationality inside organization can be discussed. Moreover, considering internal cognitions as parameters, characterizations of organizational situations and organizational learning are formed, and non-monotonic behaviours on monotonic learning of organizations are studied.

1: 研究の背景と目的

本研究では、内部モデルを持つ意思決定主体の数理モデルとして既に提案したモデル参照意思決定問題 (Model referenced Decision Problem:MDP) [2]をもとに、階層システム論[4]の枠組により階層化したモデル参照意思決定問題 (以下、階層型MDP) を定式化する。そして階層型MDPが、内部モデルを持つ主体により構成される階層組織の簡潔なモデルとなることを示す。

階層組織モデルとしての階層型MDPは、内部モデルを関係概念で表現して不確定性を扱うことにより、Simon以降の組織論者が論じてきた組織内主体の制約された合理性[5][6]のうち、認知上の合理性を数値例を用いて扱うモデルである。その上、これら内部モデルを可変パラメータとして考えることにより、組織状況や組織学習の類型化や、組織学習過程における意思決定パフォーマンスの非単調性を検討することができる点に特徴を持っている。

2: モデル参照意思決定問題の階層化

2.1. 主体の意思決定モデルとしてのモデル参照意思決定問題 (MDP)

最初に、ひとつの主体が、操作対象についての内部モデルを参照しマクシミン基準を用いて意思決定を行う状況を、モデル参照意思決定問題として定式化する。

「定義1」主体 i のMDP

主体 i の内部モデルを、 D_i を入力事象集合、 X_i を出力事象集合、 S_i を推測因果関係としたとき、 $m_i = \langle D_i, X_i, S_i \rangle$ とする。ただし、 $S_i \subseteq D_i \times X_i$ 。また、主体 i の利得関数を $g_i: D_i \times X_i \rightarrow R$ とする。このとき、主体 i のモデル参照意思決定問題MDP $_i$ を次に与える。

$$\begin{aligned} \text{MDP}_i(m_i, g_i): \\ \text{find } d_i \in D_i \text{ s.t. } \max_{d_i \in D_i} \min_{(d_i, x_i) \in S_i} g_i(d_i, x_i) \end{aligned} \quad (1)$$

次に、2つの主体 i, j の意思決定が相互作用する全体問題を以下に与える。

「定義2」全体問題のMDP表現

全体問題における入力事象集合 $D_w = D_i \times D_j$ ($d = (d_i, d_j)$)、出力事象集合 $X_w = X_i \cup X_j$ 、全体内部モデル $m_w = \langle D_w, X_w, S_w \rangle$ (ただし、全体因果関係 $S_w \subseteq D_w \times X_w$) とし、全体問題での利得関数 g_w を g_i, g_j の対関数 (ここでは $g_w(d, x) = g_i(d_i, x_i) + g_j(d_j, x_j)$) とする。このとき全体問題は以下に定義できる。

$$\begin{aligned} \text{MDP}_w(m_w, g_w): \\ \text{find } d_w \in D_w \text{ s.t. } \max_{d_w \in D_w} \min_{(d_w, x_w) \in S_w} g_w(d_w, x_w) \end{aligned} \quad (2)$$

いま説明のために、全体内部モデル m_w が操作対象 (ターゲットモデル m_r) と一致し、かつ個々の主体の内部モデル m_i, m_j が m_r とモデル間整合 (定義1参照、自らの認識する範囲において m_w を最良に近似していることを意味する。 m_r がターゲットモデルのときは m_{ir}, m_{jr} もターゲットモデルと称する) であるとする。一般に、主体 i, j 各々の個別解 $d^* = (d_i^*, d_j^*)$ は、全体問題の解 $d^* = (d_i^*, d_j^*)$ に一致しない。

図1は、この状況を数値例として示した。主体 i, j が各々直面している個別問題が左側に示されている。この場合、主体 i は、 d_{i1}, d_{i2}, d_{i3} の三つの選択肢と $x_1 \sim x_5$ の5つの結果事象の間で考えられる因果関係 (アミ開い) と利得関数 (数値) のもとでマクシミン基準で選択肢を選ぶ問題である。結果、主体 i は d_{i3} を、主体 j は d_{j2} を選択し、利得は各々6と6になると考える。しかし実際には、この選択肢

mi	x1	x2	x3	x4	x5	
di1	8	9	4			4
di2			5			5
di3			6	7	8	6
mj	x1	x2	x3	x4	x5	
dj1	8	7	5	7		5
dj2		8	7	6	9	6

主体iの個別解(di3,x3) 利得6
主体jの個別解(dj2,x4) 利得6

ms	x1	x2	x3	x4	x5	
di1 dj1	8,8	9,7				16
di1 dj2		9,8	4,7			11
di2 dj1			5,5			10
di2 dj2			5,7			12
di3 dj1			6,5	7,7		11
di3 dj2				7,6	8,9	13

両者の個別解(di3,dj2) 利得13
最適解(全体問題の解)(di1,dj1) 利得16

図1 個別の意思決定問題と全体の意思決定問題

mir	x1	x2	x3	x4	x5	
di1	8	9	4			4
di2			5			5
di3			6	7	8	6

mi(a)	x1	x2	x3	x4	x5	
di1	8	9	4			8
di2			5			5
di3			6	7	8	6

mi(b)	x1	x2	x3	x4	x5	
di1	8	9	4			4+3
di2			5			5
di3			6	7	8	6

mjr	x1	x2	x3	x4	x5	
dj1	8	7	5	7		5
dj2		8	7	6	9	6

mj(a)	x1	x2	x3	x4	x5	
dj1	8	7	5	7		7
dj2		8	7	6	9	6

mj(b)	x1	x2	x3	x4	x5	
dj1	8	7	5	7		5+2
dj2		8	7	6	9	6

(a) イメージ修正(c1)の例

(b) ゴール修正(c2)の例

図2 下位主体への統合操作の例

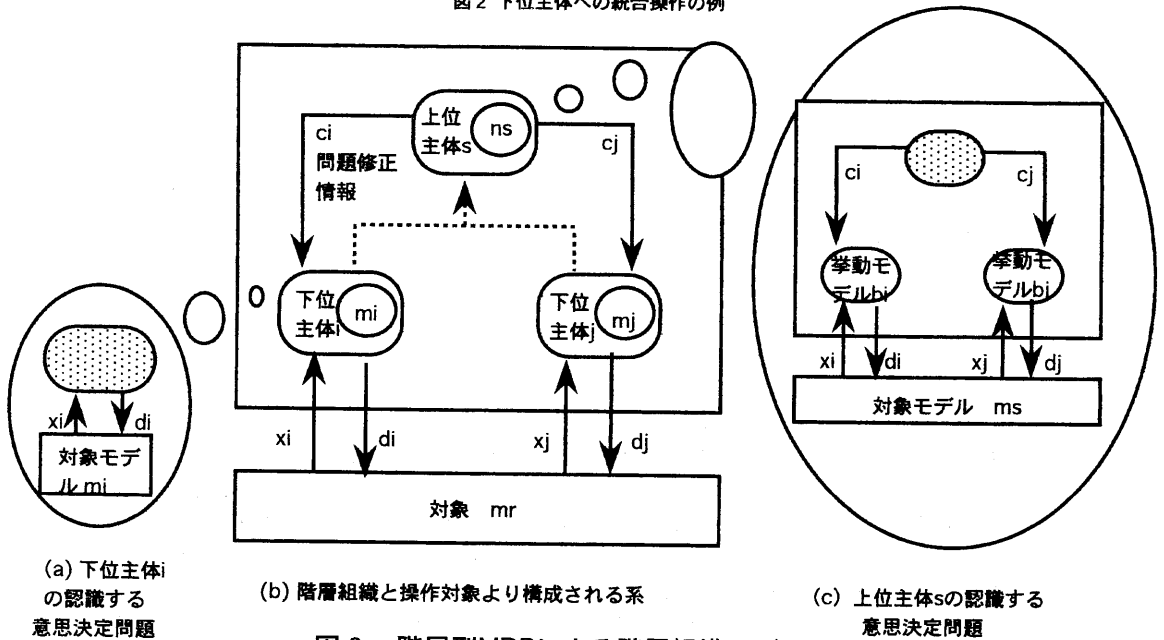


図3 階層型MDPによる階層組織モデル

bi(1)	di1	di2	di3
ci0		V	
ci1		V	
ci2			V
:			

選択統合変数 ci2
選択解 (di1, dj2)
実績利得 11

bi(2)	di1	di2	di3
ci0		V	V
ci1		V	V
ci2		V	V
:			

選択統合変数 ci0
選択解 (di3, dj2)
実績利得 12

bir	di1	di2	di3
ci0			V
ci1		V	
ci2		V	
:			

選択統合変数 ci1 or ci2
選択解 (di1, dj1)
実績利得 16

図4 下位主体挙動モデルの同定過程における「組織スラックの減少」

(d_{i3}, d_{j2})が全体問題に入力されたとき、 x_3 の発生は回避されるので、利得は7と6になる。この時の全体問題を同じマクシミン基準で解くならば、最適解は d_{i1} と d_{j1} を選んだときの8、8あるいは9、7となる。利得が加算可能で別払い可能のときは、利得の和を考えればよく、個別解の利得が13なのに対し、最適解の利得は16となる。この状況は、個別の主体が、他主体の利得や選択肢などを考慮しながら意思決定問題を解くと考えるならば、ゲーム理論における非協力解と協力解に相当する[3]。しかし、各主体が他主体をまったく考慮しないまま、個別解を改善しようとするのであれば、全体問題を専ら解き、他主体の意思決定問題を修正するメカニズム、すなわち統合メカニズムを導入する必要がある。このため、次に、階層型意思決定問題を定義する。

2.2. 階層型意思決定問題 (階層型MDP)

この階層型MDPは、調整を行うことを主務とする「上位主体」を設け、先の各々の主体（「下位主体」と称する）の意思決定問題を修正するよう作用する統合メカニズムを定式化したものである。これは、上位主体は、全体問題を擬した上位問題を解き、修正情報を下位主体に与え、下位主体は、受容した情報により変形した各々の下位問題を解くものである。2階層3主体を例に以下に定義を与える。

「定義3」階層型MDP

上位主体の意思決定問題を、入力事象集合 D_s 、出力事象集合 X_s 、上位主体の内部モデル $n_s = [m_s, b_i, b_j]$ 、対象モデル $m_s = \langle D_s, X_s, S_s \rangle$ 、推測対象因果関係 $S_s \subseteq D_s \times X_s$ 、下位主体 i への問題修正情報 $c_i = [m_{oi}, g_{oi}]$ ($m_{oi} = \langle D_{oi}, X_{oi}, S_{oi} \rangle$, $g_{oi} : D_{oi} \times X_{oi} \rightarrow R$)、下位主体 i の挙動モデル $b_i \subseteq C_i \times D_i$ 、(主体 j も同様)としたとき、

$$\begin{aligned} \text{MDP}_s(n_s, g_w): \\ \text{find } c = [c_i, c_j] \text{ s.t. } \max_{c \in C} \min_{(d,x) \in S_s} g_w(d, x) \quad (3) \\ (c_i, d_i) \in b_i, (c_j, d_j) \in b_j \end{aligned}$$

一方、下位主体 i の意思決定問題は、問題修正情報 c_i を受け入れて以下に変更される(主体 j も同様)。

$$\begin{aligned} \text{MDP}_i(m_i, g_i; c_i): \\ \text{find } d_i \in D_i \text{ s.t. } \max_{d_i \in D_i} \min_{(d_i, x_i) \in S_i, x_i \in X_i} g_i(d_i, x_i) + g_{oi}(d_i, x_i) \quad (4) \\ m_i := m_i * m_{oi} \end{aligned}$$

なお、 $*$ をモデル合成演算、 g_{oi} を内部インセンティブ/ペナルティと称する。

下位主体の問題修正に説明を加える。問題修正情報には2通りあり、ひとつは目標関数の変形である。ここでは、 g_i に内部的なインセンティブやペナルティを表す関数を加えることとする。下位主体は、上位主体より強制的に修正を受けるが、 g_{oi} の強度には制限があると考えるのが普通である。もうひとつは、モデル修正の要求である。下位主体は、自分の内部モデルとモデル修正要求を合成して、新しい内部モデルをつくる。この合成をここではモデル合成演算[1]として表現している。一般に上位主体が下位主体の内部モデルを的確に誘導できるとは限らない。

2.3. 階層システムとしての階層型MDPの性質

この問題修正情報は、階層システム論でいう統合変数である。統合変数の各項の意味は、 m_{oi} : 内部モデル修正要求、 g_{oi} : 内部インセンティブ/ペナルティ付与であり、これらは階層システム論におけるイメージ修正とゴール修正に相当する。更にこの定式化の特徴として、 m_{oi} 、 g_{oi} の要素である D_{oi} と

X_{oi} に、各々意思決定権限とモニタリング責任の割り付けという意味を与えることができ、後述のモデ

ル拡大過程やモデル具体過程を論じる上で意味を持つ。

図2は、図1の2つの下位主体の問題（左側）に対し、上位主体がイメージ修正とゴール修正を施した例である。図1の全体問題を見れば分かるように、 $(di1, dj1)$ に対し結果 $x3$ は考えられないとするならば、両者に $di1, dj1$ を選ばせることを狙って、 $x3$ の可能性を排除するよう通告するのがイメージ修正である（中側）。両者とも修正された内部モデルを受容したときには、最適解が選択される。また、 $di1, dj1$ が選択されるように、内部的なインセンティブを付加する（ $di1, dj1$ を選択すると無条件に2, 3が加えられるとする：右側）のがゴール修正である。この場合も結果として $di1, dj1$ すなわち最適解が選択される。

イメージ修正において、仮に上位主体が下位主体の内部モデルを常に的確に誘導できるのであれば、このとき上位問題は下位問題に対して可制御である。同様に、ゴール修正では、下位主体に与えることのできるインセンティブ／ペナルティの強度が無制限であれば、やはり可制御である。そして、この状況では単体問題である全体問題と同じパフォーマンス、すなわち最適解を得ることができる。

図1, 2の例では、すべての内部モデルがターゲットモデルで固定されているので、この定式化は、上位主体の問題、下位主体の問題、全体問題の関係が一貫性の公理を満たしている。

この例を考える限り、上位問題が全体問題よりも複雑となっているため、階層システム設計上最大のメリットである「簡潔な統合原理」を取り込んだものではない。むしろ、「下位主体の能力制限」のもとで「統合者の合成」を行うモデルに相当している。しかし、この階層型MDPを階層組織モデルたらしめているのは、内部モデルの不確実性やその可変性である。これらについて次節で言及する。

3：階層組織モデルとしての階層型MDPの特徴

3.1. 内部モデルの不確実性として表現された認知上の合理性制約

この定式化は、近代組織論で論じられてきた、組織内主体の合理性制約を内部モデルにおける不確実性として表現する点に特徴がある。

図3はこの統合メカニズムによる組織的意思決定を略示したものである。上位主体は、対象モデル m_s と、各下位主体に対する統合入力とその意思決定との関係として表現された挙動モデル b_i, b_j の2種類の内部モデルを用いて、統合変数を決定する。下位主体は、統合変数を受容することにより修正された問題において、自らの意思決定とその結果しか見ることができない対象モデル m_i, m_j の下で意思決定を行う。このとき、上位主体は、対象モデルの不確実性と、下位主体の挙動についての不確実性の両方に直面している。下位主体は、他の下位主体との相互作用が読み取れないために生じる対象モデルの不確実性に直面することになる。

上位主体、下位主体とも、不確実な内部モデルに対して、マクシミン基準で意思決定を行うため、古くから組織的意思決定が満足化基準により特徴づけられるという主張[5]を、本研究では、内部モデルの不確実性として表現している。

3.2. 可変パラメータとしての内部モデル

関係表現された内部モデルは、不確実性を扱うのみならず、その可変性を一種の「パラメータ」として捉え、その単調変化過程を学習過程として考え、組織学習における意思決定パフォーマンスを考察対象とすることができるため、ここで内部モデル（例として主体 i の m_i ）を例に挙げ、ターゲットモデル m_r との近さを表わす3種類のモデル間順序関係を直観的に説明する（詳しくは定義2参照）。これら順序関係を辿って、ターゲットモデルに至るモデルの鎖を本研究では（単調）学習過程と称する。

(1) モデル同定順序（学習過程）：入力事象集合、出力事象集合がターゲットモデルと等しい2つの内部モデルにおいて、すべての因果関係の有無がターゲットモデルのそれらとどれだけ一致しているか、によって順序づけられる関係。この順序を辿るモデルの鎖は、不確実性の同定を含む、因果関係の同定についての単調学習過程を表す。

(2) モデル拡大順序（学習過程）：2つのモデルの入出力事象集合に着目した際、一方のモデルにおけるそれらが、他方のそれらの部分集合になっているが、両者の推測因果関係が部分恒等写像で結び付け

られるモデル間関係。この関係は、推測因果関係を保存したまま、事象集合対を拡張する半順序関係である。この順序に添ったモデルの鎖は、入出力事象の発見、受容による単調学習過程を表す。

(3) モデル具体順序 (学習過程) : 2つのモデルの入出力事象集合を比べたとき、一方の事象要素が、もう一方の集合では複数の要素に弁別されているとき、事象集合間の具体性を意味する半順序関係が定義できる。このとき、この2つのモデルにおいて、弁別された要素に係わる推測因果関係がひとつ以上あるならば、対応する要素に係わる推測因果関係があるとき、前者のモデルは、後者のモデルの具体化を意味する半順序関係。この順序に添った鎖は、学習に伴うモデルの具体化、精緻化を表わす。

3.3. 独立学習過程に伴う意思決定パフォーマンス

「例1」上位主体の下位主体挙動モデルの学習過程「組織スラック減少」(図4)

モデル同定順序を辿って挙動モデルの改善される過程の選択解(組織解)の変化を図4に示す。ms, mi, mjがターゲットモデルで不変(モデル間整合), bjがターゲットモデルという条件で, biの変化と選択される統合変数, 選択解や利得の推移を示したものである。この例ではbiが正しいモデルに近づくにつれて, 単調に利得が増加している。この状況を上司と部下よりなる人間組織に見立てると, 上司が部下の挙動を把握してゆく学習にあたる。組織論者が言及する組織学習のうち組織スラックの減少を示している。ここではモデル同定過程を示したが, 上位主体にとって常に可制御ならば, 単体問題と同様に実現利得を得る。モデル同定過程では, 多くの場合, 組織パフォーマンス(実現利得)が単調に増加する。

「例2」上位主体の対象モデルの学習過程「着任上司と熟練部下」(図5)

次のタイプは, 下位主体の対象モデルと, 上位主体の挙動モデルがターゲットモデルで固定されているとしたときの, 上位主体の対象モデルの変化と選択解の変化を示すものである。この状況は, 熟練した部下のいる部署に, 部下の扱いは心得ているものの, 新対象については要領を得ない上司の着任に喩えられる。ここでは, モデル具体過程を示したが, 上位主体にとって常に可制御ならば, 単体問題でのモデル具体過程と同様に, 実現利得(組織パフォーマンス)が単調に変化する。

3.4. 連動学習過程における意思決定パフォーマンス

「例3」下位主体の対象モデルと上位主体の挙動モデルの連動学習過程「教育」(図6)

下位主体の対象モデルが変化する際にその挙動は当然変化するので, 上位主体の挙動モデルが追従してターゲットモデルを保つのであれば, これは連動学習過程である。この状況は, 緊密なチームワークを学ぶ, 監督と選手の関係に喩えられるので, 「教育」と名付けた。ここでは, モデル拡大過程を示したが, この場合においても, 上位主体にとって常に可制御ならば, 単体問題におけるモデル拡大過程と同様になる(この図では組織解が最適解に一致しているが, 一般にはこうならない)。なお2種類の内部モデルが連動していないときには, 単体問題とは異なるパフォーマンスを示し, 一般には非単調になる。

「例4」上位主体と下位主体の対象モデルの連動学習過程「研究」(図7)

上位主体と下位主体の双方が対象モデルの学習を行う状況である。ここでは, モデル間整合を満たした学習過程とそうでない学習過程について触れる。左側[ms, mi, mj]の状況では, 個別解の利得が13, 最適解の利得が16, ゴール修正の結果, 組織解の利得が最適解と一致しているとす。msとmjのモデルが整合性を持って具体化された状況[ms', mi, mj']では, 個別解が最適解と一致し, 利得が19となる(右側)。この時, 適切な統合変数が選択されていれば(この場合はc0), 最適解は達成される。しかしmsとmjが整合性を持たずに具体化された場合には, 例えば, mjはmj'に具体化されるが, msが具体化されない場合には, 上位主体の統合操作はc2のままなので, 中側に示すように, 結果として(di1, dj22)が選択され利得が14に下がってしまう。ここで主体jへのゴール修正の強度が大きい(加算される値が2ではなく5)場合には, 組織解そのものは不変で利得は16のままであるが, いずれにせよ, 最適解を選択できない。このように, 上位-下位主体間のモデルが整合的に学習しない場合には, 統合に失敗することがある。

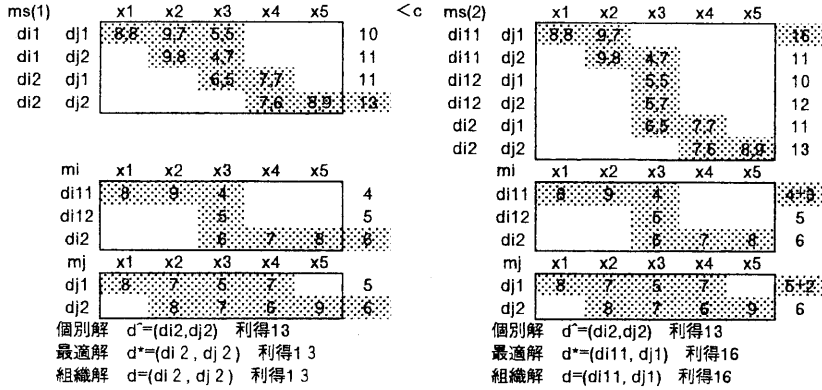


図5 上位主体の対象モデルのモデル具体過程「着任上司と熟練部下」の例

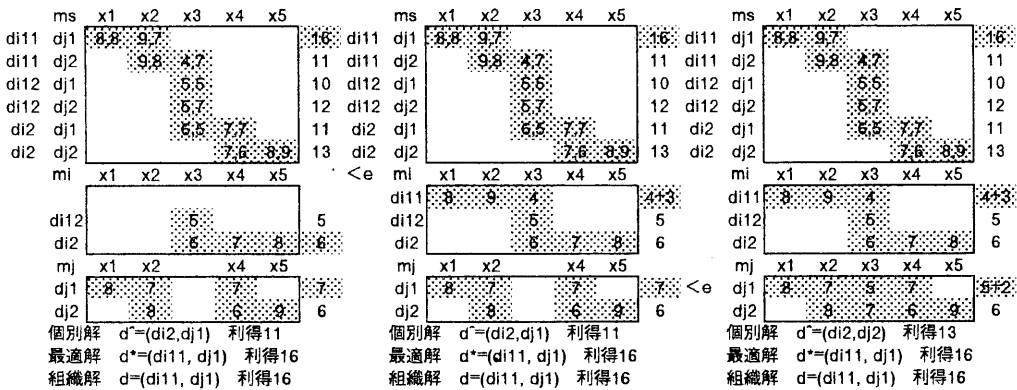


図6 下位主体の対象モデルのモデル拡大過程「教育」の例

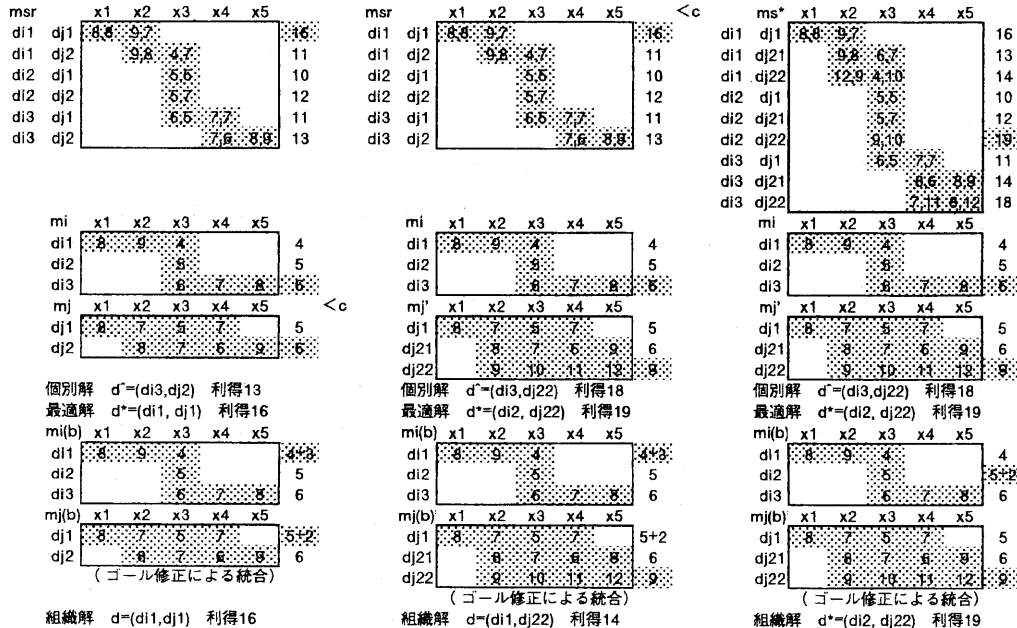


図7 上位下位主体の対象モデルについての運動学習過程「研究」(モデル具体化過程)における統合の失敗例

4：結語

階層型MDPは、満足化や制約された合理性の意味づけに、数値例を用いて考察することのできる簡便な階層組織モデルである。内部モデルをパラメーターとして用いることにより、「表情」豊かな組織状況ならびに組織学習を表現することができる。このモデルは、単調学習過程においても意思決定パフォーマンスが非単調に変化することがある「複雑系」である。

参加モチベーションを扱わないドライな組織モデルなので、マルチエージェントシステム研究との関連で何か得るものがあれば、本研究での発表に意義を感じることができる。社会組織においても、メカニカルな挙動をする組織、例えば、広域、狭域の都市計画における行政機構間の整合性保持の問題への適用が考えられる。この場合、両者の計画調査（内部モデル）の精粗の違いが予期せぬ結果をもたらす挙動の分析に用いたい。

付録：

「定義1」モデル間整合（上下間整合）

上位主体の対象モデル m_s 、下位主体 i,j の対象モデル m_i,m_j としたとき、これらが整合であるとは、すべての s_i,s_j,s_i について、 $s_i=\langle di,x \rangle \in S_i$ ならば ある $d_j \in D_j$ について、 $s=\langle di,d_j,x \rangle \in S$ 、かつ、 $s_i=\langle di,x \rangle \in \overline{S_i}$ ならば すべての $d_j \in D_j$ について、 $s=\langle di,d_j,x \rangle \in \overline{S}$ 、を満たすことをいう。

「定義2」モデル間順序

モデル同定順序： D, X を同じくするモデル $m_1 = \langle D, X, S_1 \rangle, m_2 = \langle D, X, S_2 \rangle$ において、 $m_1 \leq m_2 : \Leftrightarrow S_1^a \subseteq S_2^a$ s.t. $S^a = (S \cap Sr) \cup (\overline{S} \cap \overline{Sr})$ ($\overline{S}, \overline{Sr}$ は S, Sr の補集合)

モデル拡大順序： $m_1 = \langle D_1, X_1, S_1 \rangle, m_2 = \langle D_2, X_2, S_2 \rangle$ において、 $m_1 \leq m_2 : \Leftrightarrow D_1 \subseteq D_2, X_1 \subseteq X_2$ 、すべての $s \in D_1 \times X_1$ に対して、 $s \in S_1 \Rightarrow s \in S_2$ 、かつ、 $s \in \overline{S_1} \Rightarrow s \in \overline{S_2}$ 。（ $\overline{S_1}, \overline{S_2}$ は S_1, S_2 の補集合）

モデル具体順序： $m_1 \leq m_2 : \Leftrightarrow D_1 \subseteq D_2, X_1 \subseteq X_2$ 、すべての $(d_1,x_1) \in D_1 \times X_1$ に対して、 $(d_1,x_1) \in S_1 \Rightarrow (d_1,d_2, x_1 \alpha x_2) \in S_2$ が存在し、かつ、 $(d_1,x_1) \in \overline{S_1} \Rightarrow (d_1,d_2, x_1 \alpha x_2) \in \overline{S_2}$ 。（ただし $\leq x$ は事象集合間の具体順序）

参考文献：

- [1] 兼田, 木谷, 1994, シミュレーション&ゲーミングの学習システム論的基礎—チームによるモデリングにおけるモデル合成学習の検討, 日本シミュレーション&ゲーミング学会第5回大会予稿集, pp126-127. [2] 兼田, 木谷, 1995, モデル学習過程におけるモデル参照意思決定の挙動に関する理論的考察, シミュレーション&ゲーミングvol.5, no.1. [3] 兼田, 木谷, 1995, ハイパーゲーム上の学習に関する数理的接近, 情報処理学会第99回人工知能研究会, p15-22. [4] Mesarovic M.D. et al, 1970, Theory of hierarchical, multilevel, systems, Academic Press, NY. [5] Simon, H.A., 1956, Rational choice and the structure of the environment, Psychological Review, vol.63, pp129-38. [6] 占部, 坂下, 1975, 近代組織論 [II] マーチ=サイモン, 白桃書房.

	組織学習のニックネーム	上位主体対象モデル m_s	下位主体対象モデル m_i,m_j	上位主体挙動モデル b_i, b_j	単調学習過程におけるパフォーマンスの特徴
独立学習過程	「組織スラック減少」	ターゲットモデルで固定	ターゲットモデルで固定	ターゲットモデルに漸近	上位主体にとって常に可制御ならば、3種類いずれの単調学習過程において単体問題と同じ。すなわち、モデル同定過程；多くの場合、弱単調に利得が増加するが、しない例もある。選択解が最適解に一致するとき、学習過程上安定。モデル拡大過程；単調には利得は増加しない、学習上非安定。モデル具体過程；弱単調に利得が増加。学習空間上安定。
	「新任上司と熟練部下」	ターゲットモデルに漸近	ターゲットモデルで固定	ターゲットモデルで固定	上位主体にとって常に可制御ならば、3種類いずれの単調学習過程において単体問題と同じ。
連動学習過程	「教育」	ターゲットモデルで固定	ターゲットモデルに漸近	m_i,m_j に連動してターゲットモデルを保つ	上位主体にとって常に可制御ならば、3種類いずれの単調学習過程において単体問題と同じ。
	「研究」	ターゲットモデルに漸近	ターゲットモデルに漸近	m_i,m_j に連動してターゲットモデルを保つ	モデル間整合のとき；上位主体にとって常に可制御ならば、3種類いずれの単調学習過程において単体問題と同じ。モデル間整合でないとき；単体問題と異なる非単調な挙動