

課業の分離と下請*

鳥 居 昭 夫

1. マルチタスク・エージェントと下請委託

プリンシパル・エージェント・モデルを用いて、エージェンシー構造に付随する問題は数多く分析されている。この論文では、これらの問題にさらに一項目を加えようと試みるわけではない。エージェンシー構造をとることによる利点で、まだ指摘されていない項目についてその可能性を求めようとするものである。一般に、エージェントの何らかの行動をプリンシパルの利益のために制御しようとしても、エージェントに非対称情報が発生している場合、何らかのコストを支払わねばプリンシパルにとって望ましい行動は期待し得ないことがよく知られている。このエージェント・モデルには、エージェントが複数存在する場合、プリンシパルが複数存在する場合、エージェントの行動をモニターできる可能性がある場合、モラルハザードを導入したモデル等々数多くのバリエーションがあるが、どれもエージェントの行動を制御することの難しさを物語っている。それでもなお、多くの経済活動は現実にはエージェントに委ねられ続けている。それらエージェントに依存した組織が、必ずしも「統合を目指しているが、何らかの障害によって、それが妨げられている」のでエージェントに依存しているというわけではない。むしろ、エージェントに何らかの課業を委託することは、一定の目的を持って行われている意思決定の結果であると考えられる。エージェントへの委託が積極的に行われるためには、委託に付随する何らかの経済的利益があるはずである。この経済的利益のうち、まだ挙げられていないが、重要な点があると考え、ここではその可能性を分析する。

一般に、何らかの課業を委託し、プリンシパルの行動をその課業から引き離すことの利点としては、

1. プリンシパルをしてコアのビジネスに集中させる効果
2. 独立採算制の強化によって内部相互補助を抑制させる効果、および収益性の低いビジネスを顕在化させる効果
3. 地域別あるいは業種・業態別に異なる雇用形態の導入を可能とする
4. リスク分散
5. 大規模経営による間接部門の肥大化、情報連携の阻害、親会社の統制の緩み等に起因す

* 本稿は2008年度～2010年度科学研究費補助金基盤研究(C)20530232および基盤研究(B)22330128の成果の一部である。記して感謝したい。

る管理費用の増大の回避

等が指摘されている¹。ただし、これらは、課業を分担させることの利点というよりも、大規模経営のデメリットを回避するために経営を分離する、どちらかという消極的な理由となっている。本稿の目的は、あえて異なる企業間で課業を分担することによって実現されるが、統合された組織によっては実現されない、課業分担のメリットを探ることである。

エージェントに対する請負契約としての特性の中で、ここで注目するのはマルチタスク・エージェントとしての下請である。エージェントに明示的に委託される課業には、その課業に付随する課業が存在し、委託された課業にあわせて達成することが必要であることがある。それらの付随する課業は、契約に明示されないことが多い。ここで、これらの課業は必ずしも独立したものである必要はない。一方が他方の特性となっていることもある。たとえば、部品の供給を下請に委託する場合、コスト条項を契約に含むことは多いが、供給される部品に期待される品質には、契約に明記できない特性を含むことがある。この品質を維持することを課業と考えることができる。契約に明示される部分と、明示することが難しい部分とが、エージェントの同じ資源を使用する場合、これらの課業間に競合が発生する。このとき、エージェントには明示的に契約されている課業を、明示的に契約されていない課業に優先するインセンティブが生じる。たとえ、明示的に契約されていない課業をより高い水準で実現することがプリンシパルの利益となる場合であっても、エージェントは自己の利益の最大化を図るべく資源を配分するだろう。これが、マルチタスク・エージェントの問題として知られている問題である。

マルチタスク・エージェントに関する優れたサーベイ論文である Dewatripont, Jewitt, and Tirole [2000] には、マルチタスク・エージェント問題の発生例が分類され紹介されている。そこでは以下のような例が示されている。

1. 数字で評価される分野だけ重点的に教育する教師 (Holmström and Milgrom [1991])
2. 強いインセンティブの下では従業員間の協力が阻害される (Itoh [1991], Auriol et al. [1999])
3. 規制産業において費用削減の強いインセンティブ・スキームの下では品質の維持がおろそかになる (Holmström and Milgrom [1991] 等)
4. 短期利益に依存するインセンティブ・スキームの下で従業員が長期的利益を尊重しない (Laffont and Tirole [1991] 等)

下請契約も請負契約の一種であり、不完備契約とならざるを得ない (浅沼 [1998] 等)。たとえば、対象となる財ないしはサービスの特性すべてを契約に記述できるわけではない。これら契約に記述できない特性には、取引に際して観測できるものと観測できないものがある。観測できるが記述されない特性は、取引される財の一般的評価など、数値化できない主観的評価でありながら、取引する双方が関関が高い評価を持つものである。主観的評価に基づくかぎり、法廷において立証できないので契約に明記することの意味がない。一方、取引の当事者の少なくとも一方が取引時点で観測できず、したがって契約に明記することができない特性は、観測に長い時間がかかるもの、特定の環境の下でないと特性が発現されないものなどである。財の耐久性を検証するためには、長期に渡る観測を必要とする。また、特定の環境の下で発動され

¹ 分社化の議論については、伊藤・林田 [1997]、伊藤・菊谷・林田 [1997] 等を参照されたい

る契約には、保険契約などコンティンジェンシーに基づく契約がある。

下請契約に取引価格以外の項目を設定することは可能であるし、むしろその方が一般的である。たとえば財の品質のうち、数値化することが可能であり、したがって観測可能なものは多いし、納期など取引に伴う付随的性質を明記することもできる。しかしその一方で、産業分野によって観測可能であるかないかによらず、契約に明記できない特性が多いこともある。観測可能であるが立証不能であるために契約に明記できないものは、長期継続的取引など財の取引において何らかの工夫をほどこすことによって、間接的にコントロールすることが可能となろう。立証不能であるので、1回限りの取引において、その内容を法廷に持ち込んで判断を仰ぐことは難しいかもしれないが、繰り返しゲームの枠組みの中で「評判」メカニズム等を用いて、一定の特性を維持することは可能である²。

しかし、取引時点で観測できず、そのために契約にも明記できない特性の場合、その特性の変動は、取引を通じないで直接プリンシパルのパフォーマンスの変動を生起してしまう。財の売り手がその水準を把握できる場合には、財の買い手が観測可能となる精度とそれまでにかかる時間に応じて、その特性に影響を与える資源の配分を、自己の利益を高めるように選択するインセンティブが存在するだろう。その結果、プリンシパルのパフォーマンスの変動は、提供される財の特性の変動を反映することになる。もし、財を供給するエージェントがこの特性について、何らかの影響を与えることがなければ、プリンシパルのパフォーマンスは財の特性の変動をそのまま反映した変動を示すであろう。この場合、プリンシパルの技術非効率の水準は比較的高いこととなる。もし、財を供給するエージェントが財に何らかの作用を施すことによって当該特性の変動を財の引き渡し時に低いものとすることができれば、制御の程度に応じて、プリンシパルのパフォーマンスの変動の大きさも変化し、技術非効率の水準も抑制されるであろう。このように、下請取引において観測されず、契約可能でない品質の重要性が大きいと、下請取引の形態がプリンシパルである元請企業の技術効率性に影響を与えると考えられる³。

一般に、下請取引においてマルチタスク・エージェントの問題は以上のような効果を持つと考えられる。それではなぜ、パフォーマンスの低下の可能性があるにもかかわらず、下請取引、ないしはそれに類した契約関係が、産業界で一般的に観測されるのであろうか。下請契約によって、契約の対象とならない部分がほぼ確実に生じ、そのような契約の対象とならない特性が、プリンシパルの生産性の決定において重要である場合には、技術非効率の上昇ないしは直接に生産性の低下を来す。元請企業と下請企業との密接なコミュニケーションの実現など、下請契約を工夫することによってかなりの程度、これらの効果で生じる生産性の低下を補うことができるだろう。しかし、それらの制度上の工夫によっても、生産性の目立った低下が発生しているおそれのある産業は少なくはない。それにもかかわらず、下請関係は、一般的に観測される。この問題を考察する場合に重要な要因となる可能性のある問題について、本論文では1つの仮説を提示する。プリンシパルエージェント問題のさらにもう1つの側面である。

² たとえばMilgrom and Roberts [1992] 第8章等を参照せよ

³ 以上の内容は鳥居 [2011] の要約である。

2. 企業における課業と成果

2.1 活動と課業

企業においてこれ以上細分化が難しい仕事の最小単位を活動と名付ける。個々の活動を a_j とし、その全体の集合を A とする。 A の要素である活動からなり、それらの活動に一定の遂行順序を指定した活動の連続をここでは作業と名付ける。ある特定の作業を、

$$[a_1, a_2, a_3, \dots, a_j, \dots, a_N]$$

のように表す。 N 個の活動の連続からなる作業を、長さ N の作業と呼ぶ。企業のすべての可能な作業の集合を W と名付ける。

ある作業 w_i はその要素 a_j^i (w_i の j 番目の活動) に対して一般には対称であろう。ここで対称であるというのは、 w_i を構成する要素には順番がつけられておらず、たとえば $\{1, 1, 2, 3\}$ と $\{1, 2, 3, 1\}$ に区別はない、ないしは等しいという意味で用いている。製品 A を 3 台、製品 B を 2 台製造することと、製品 B を 2 台、製品 A を 3 台製造することに違いがないのは当然である。

しかし、それぞれの活動が遂行される手順が重要な場面も、企業には多いのではないかと考える。研究開発や新製品の導入にあたっての諸過程においては特に、これらの手順が重要である。多くのプロジェクトでは、数多い活動を一つ一つないしは並行して走らせ、何らかの段階で統合が行われる。これらの活動の遂行が適切に調整されないかぎり、高い生産性を望むことはできない。

最初に定義した各作業は、任意な諸活動の連続にすぎないから、必ずしも、企業にとって意味のあるものとは限らない。作業に、一定のコストが対応し、しかも企業にとって意味のある収入などが対応するものを課業と名付ける。課業 t_i とコスト c との対応を示す関数を $c(t_i)$ とおく。同様に、課業 t_i と収入との対応を示す関数を $r(t_i)$ とおく。企業の目的が利潤を最大化することであるとした場合、課業 t_i を適切に選択することによって、 $r(t_i) - c(t_i)$ として与えられる利潤を最大にするよう行動すると考えることができる。

以下では当面の間、課業はすべての活動が実行されてはじめて、何らかの収益を生むことができるかと仮定して、どの活動まで実行すべきかという問題を捨象して考える。課業の中断についての決定の問題は最後の節において考察される。

2.2 1次元の課業

最初に、できるだけ単純な課業について考える。この課業 t^0 は n^0 の活動 $\{a_1^0, a_2^0, \dots, a_{n^0}^0\}$ からなるが、これらの活動は $a_1^0, a_2^0, \dots, a_{n^0}^0$ の順に行われた場合に限り、 $c(t^0)$ の水準の費用を発生させる。これを 1次元課業と呼び、

$$t^0 \equiv [a_1^0, a_2^0, \dots, a_{n^0}^0]$$

と表現する。また、課業を構成する活動の数を課業の長さとして名付け、この対応を関数 $d(\cdot)$ で、 $d(t^0) = n^0$ と表す。

ここで、1次元の課業は必ずしも任意の2つの課業に分離して考えることができるとは限ら

ないし、費用関数は加算的であるとも限らないことに注意しなければならない。すなわち、ある課業

$$[a_1^0, a_2^0, \dots, a_{i-1}^0, a_i^0, a_{i+1}^0, \dots, a_n^0]$$

は、

$$[a_1^0, a_2^0, \dots, a_{i-1}^0] \text{ および } [a_i^0, a_{i+1}^0, \dots, a_n^0]$$

の2つの作業に分離したとしてもそれぞれを意味のある1次元課業として考えることが常に可能とは限らない。また、もしこれらの分離された作業がそれぞれ課業として意味を持ったとしても、一般には

$$c(t^0) \neq c(t^1) + c(t^2)$$

である。ここで、 t^1 および t^2 は、それぞれ分離された作業を示している。

以上のように、ここでは、1つの1次元課業を2つの1次元課業に分離することは、一般に可能ではないと想定する。その理由は、1次元課業においては順序が重要であると想定しているからである。順序が重要であるということは、その活動が行われる前に何が行われているかという履歴が重要となることを意味している。もし分離が可能だとすると、履歴に意味がなくなり矛盾してしまう。このように、課業の1部分に意味を見いだせないのは、部分では履歴の情報を維持できないからである。この例外は、課業の一部ではあるが、ある時点までの活動の履歴をすべて維持する部分集合である。

長さ n^0 の課業 t^0 と、同じ活動が同じ遂行順序で表れる長さ $j < n^0$ の作業を考える。これは、課業 t^0 を活動の連続としてみた場合、その中途までの活動の連続による作業であり、中途課業と名付ける。課業 t^0 の長さ j の中途課業を t_j^0 とおく。

$$t_j^0 \equiv [a_1^0, a_2^0, \dots, a_j^0]$$

である。この中途課業に限り、課業の一部からなる作業が意味をなし、対応する費用を定義できる。この費用は課業そのものと同じ関数 $c(\cdot)$ で示すことにする。

以上の準備のもとで、個々の活動に対するコストを定義することができる。すなわち、 k 番目の活動にともなうコストは、中途課業のコストの増分として、

$$c(t_k^0) - c(t_{k-1}^0) \quad \text{for } k \geq 1$$

と定義される。一般に、特定の活動に伴うコスト、ここでは $a_k^0 = t_k^0 - t_{k-1}^0$ (ただし、 $A - B \equiv A \cap B^c$ ($B \subset A$ であり B^c は B の補集合とする)) と同一の活動に伴うコストは、属する課業およびその遂行順位に依存する。すなわち、企業活動としてたとえ同じ作業が行われていたとしても、それが、異なる課業の中で異なる遂行順位の活動として行われた場合には、同じコストの増大をもたらすとは限らない。属する課業が異なるか、ないしは遂行順位が異なるれば、当然、前作業が異なるか、従事するものの経験が異なるか、使用可能な資源が異なるか等、何らかの

相違が発生するだろう。特に学習効果が存在する場合には、相違による効果は小さくないと予想される。むしろ、常に一定のコストが発生することの方が特殊であると考えなければならない。もし、この課業の遂行が何らかの原因により不可能であるとすれば、そのことはどこかの段階 k で $c(t_k^0) - c(t_{k-1}^0)$ が禁止的に大きくなることを意味している。

このように、1次元の課業は、課業内の各活動の順序が重要であり、たとえ課業を構成する各活動が全く同じであっても、指定されている順序が異なる場合には、異なる課業であり、得られる成果も異なることになる。この意味において、課業が1次元であると表現されている。

ここまで、構成要素である各活動は離散的であり、整数で表すことができると仮定してきた。しかし、活動は必ずしも常に離散的である必要はない。実数上で定義された連続関数 $a(u)$ 、 $u \in [0, n]$ によって1次元課業を示すことも可能である。ここで、各活動は実数空間上のある部分空間の領域上のスカラー量で示ことができると仮定し、実数関数 $a(u)$ は、実数領域 $[0, n]$ からこの実数空間上の部分空間への写像であり、この領域において意味のある活動が割り当てられているものとする。離散時間の場合と同様に、課業 $a(\cdot)$ が定義されている区間の長さ n をこの課業の長さと呼ぶ。

また、領域 $[0, n]$ の部分である $[0, n']$ ($n' < n$) 上で定義された $a(u)$ 、 $u \in [0, n']$ によって中途課業を考えることができる。この中途課業を実数関数 $a_{n'}(u)$ で表し、課業 a の長さ n' の中途課業と呼ぶ。このとき、ある実数 ($x \in [0, n]$) で示される活動による費用は

$$\left. \frac{d}{dz} c_a(z) \right|_{z=x}$$

で表される。ただし、 $c_f(x)$ は $f(\cdot)$ という活動の長さ x の中途課業に対応する費用である。

もし、利益などの成果を考慮して、最適な課業を模索する行動をとると考えるなら、 $r_a(x) - c_a(x)$ ないしは、その微分、 $r'_a(x) - c'_a(x)$ をモニターしながら、最適な終了点をさがす行動を想定すればよい。ただし、 r_f は、 $c_f(x)$ と同様に、 $f(\cdot)$ という活動を $[0, x]$ の範囲で課業として実行した場合に獲得される成果とする。

2.3 2次元の課業

1次元の課業の場合、課業 t^0 が遂行されるためには、各活動が示された順序にしたがって実行されなければならない。ないしは、 $a(x)$ に応じた活動が各 x において遂行されなければならない。この意味において、各活動の組み換えは許されない。各活動が異なる順序で遂行される場合には、前に述べたように異なる課業となる。

ある企業における1次元課業のうち、構成する各活動において、特定の可換性を許す場合、これを2次元の課業と定義する。2次元の課業では、それぞれの次元を構成する活動において、特定の可換性を許す。1つの課業を構成する活動が2種類にわかれる場合を考える。それぞれを $\{a_1^1, a_2^1, \dots, a_n^1\}$ および $\{a_1^2, a_2^2, \dots, a_n^2\}$ とする。この2つの集合をそれぞれプロセスと呼び、それぞれ t^{01} および t^{02} と表す。したがって、この場合には、1つの課業が2つのプロセスから構成される。それぞれのプロセスを構成する各活動の遂行順は1次元の場合と同様に維持されなければならない。しかし、それぞれのプロセスの進行は独立に進めることができる。すなわち、時間の流れにしたがって、たとえば a_2^1 と a_2^2 が同時に遂行される必要はなく、同時でも良く、前後してもよい。片方のプロセスの進行が、活動を数える単位に比して早くともよいし、遅く

とも良い。

このため、2つのプロセス、 t^{01} と t^{02} とによって達成される課業の遂行には非常に多数の可能性があることになる。時間が可算離散的であり、以下では単純化のため同一時点に1つの活動しか許されないと仮定する。時間の進行にしたがって、 $a_1^1, a_2^1, a_1^2, a_2^2, \dots$ と進んでいってもよいし、 $a_1^1, a_1^2, a_2^1, a_2^2, \dots$ と進んでいってもよい。ただし、1つのプロセス内の活動の遂行順序は維持されなければならない。1つのプロセス内では、遂行順序は引き続き重要である。

このとき、上の例で、 $a_1^1, a_2^1, a_1^2, a_2^2, \dots$ と進んでいく課業は

$$[0, 0, 1, 1, \dots]$$

と表し、 $a_1^1, a_1^2, a_2^1, a_2^2, \dots$ と進んでいく課業は

$$[0, 1, 0, 1, \dots]$$

と表すことができる。時間の進行を $[1, 2, 3, 4, \dots]$ と表した場合、それぞれの時間に、どちらのプロセスの活動が行われるかを示している。この1つの0と1の数列が1つの遂行順序を示している。上の例では、プロセス t^{01} の長さは n^1 であり、プロセス t^{02} の長さは n^2 であるので、 n^1 個の0と n^2 個の1からなる順列が1つの遂行経路を表している。したがって、長さ n^1 のプロセス t^{01} と、長さ n^2 のプロセス t^{02} によって実現される課業の遂行のされ方は、それぞれを構成する活動がすべて異なるかぎり、 $n^1 + n^2 C_n$ だけ存在する。 n^1 個の0と n^2 個の1からなる、ある特定の遂行順序を示す順列を $s(n^1, n^2)$ で表し、経路と名付ける。また1つの2次元課業において、可能な s 全体の集合、すなわち順列の全体を $S(n^1, n^2)$ のように表す。

2つのプロセスからなる課業が2次元であるとは、すべての経路について、総費用が等しいことを意味する。1つの2次元課業を、2つのプロセスと、経路の集合とで、

$$\{t^{01}, t^{02}, S(n^1, n^2)\} = \{t^{01}, t^{02}, S(d(t^{01}), d(t^{02}))\} \equiv T_2(t^{01}, t^{02})$$

のように表す。同様に、2次元課業 $T_2(t^{01}, t^{02})$ の1つの経路を

$$\{t^{01}, t^{02}, s(n^1, n^2)\}$$

と表す。

もっとも単純なケースとして、2つの活動 a および b からなる課業を考える。それぞれの活動が一つずつでプロセスをなすかどうかを考察する。 a のみからなるプロセスを A 、 b のみからなるプロセスを B と名付ける。ここでもし、最初にプロセス A の活動 a が実行され、次にプロセス B の活動 b が実行されたとき、すなわち経路 $[0, 1]$ と、最初にプロセス B の活動 b が実行され、次にプロセス A の活動 a が実行されたとき、すなわち $[1, 0]$ とで、費用が異なるとする。このとき、2つの遂行順序が異なる課業はそれぞれ異なる1次元の課業として考えるのが適切である。順序が重要であるからである。これらの異なる1次元の課業には優劣が存在することになるだろう。2次元の課業であるとは、遂行順序が異なる課業が同じ課業であると考えられる場合である。

同じ課業であり、発生する総費用に差がない。これが2次元の課業という意味である。

しかしながら、課業が2次元で表現できるからと言って、必ずしも2つのプロセスが独立であるというわけではないことに注意しなければならない。特定の課業とその部分集合である課業において、それらの総費用が経路に依存しないからといって、必ずしも、それぞれのプロセスを構成する活動の費用は経路に依存しないというわけではない。上の例では、2次元の課業をどちらの順序で実現するかによって、各活動によって発生する費用が異なる可能性は十分にある。最終的な総費用が同一であるだけであり、それぞれの活動で発生する費用は経路によって異なるのが一般的である。これが2次元の課業の考え方である。

ある2次元課業を構成する2つのプロセスをそれぞれ1次元課業と仮想的にみなすことができる。こうして1次元課業とみなした各プロセスの中途課業、すなわち同じ順序の活動からなるが途中で停止する活動の一連の遂行を、それぞれ想定することができる。こうして作成された2つの中途課業を各プロセスとする、1つの2次元課業を構成できると考えてよいだろうか。一般には、任意の1次元課業2つから2次元課業を構成することはできない。2次元課業には、それぞれのプロセスが、あらかじめ与えられた遂行順序で実行される限り、総費用が経路に依存しないという特性が必要であると考えた。任意の2つの1次元課業をプロセスとして2次元課業を構成した場合に、こうした経路独立性を示すかどうかは一般にはわからない⁴。

ある2次元課業 t^0 がプロセス t^{01} および t^{02} とから構成されるとする。それぞれのプロセスの長さはそれぞれ n^1 、 n^2 とする。これらのプロセスをそれぞれ1次元課業とみなし（ただし、対応する費用を考えることには意味がない）、それぞれについて、長さ k_1 および長さ k_2 の中途課業 $t_{k_1}^{01}$ 、 $t_{k_2}^{02}$ を考える。この2つの中途課業の組み合わせによる、作業の集合

$$\{t_{k_1}^{01}, t_{k_2}^{02}, S(k_1, k_2)\}$$

を考え、 t^* と置く。ここで、ある特定の $s(n^1 - k_1, n^2 - k_2)$ を1つ考え、これを s^* とする。 t^* の1つの経路

$$\{t_{k_1}^{01}, t_{k_2}^{02}, \hat{s}(k_1, k_2)\}$$

について、 $\hat{s}(k_1, k_2)$ の後に s^* を付加した順列を $\hat{s}(k_1, k_2) + s^*$ と表す。このとき、

$$\{t^{01}, t^{02}, \hat{s}(k_1, k_2) + s^*\}$$

は、2次元課業 t^0 の1つの要素である。したがって、任意の $\hat{s}(k_1, k_2)$ について、こうして作られた t^0 の経路は同一の総費用をもたらすはずである。

そのため、 t^* のすべての要素

$$\{t_{k_1}^{01}, t_{k_2}^{02}, \hat{s}(k_1, k_2)\}$$

⁴ もちろん含まれる活動に関連が無く完全に独立な2つの1次元課業から、1つの2次元課業を仮想的に構成する場合には、この限りではない。しかしその場合には2次元課業を考察する意味がない。

は、同一の費用をもたらすと考えるのが自然である。すなわち、ある2次元課業を構成する2つのプロセスの、それぞれの中途課業を組み合わせることによって、ひとつの2次元課業を構成できると考えるのが適当である。2次元課業であるから、経路によらないある特定の費用が対応する。この費用を $c(t^*)$ と表す。このように想定するのは、付加した特定の経路 s^* について、それらの活動で発生する費用が、従前の t^* の各経路 $s(k_1, k_2)$ によらず等しいと仮定することと同じである。ないしは、付加した経路 s^* で発生する費用は、従前の t^* の課業を構成する諸活動が、各プロセス内の遂行順序を除いて、どのような順序で実行されるかに依存しないということ仮定するのに等しい。

このようにしてある2次元課業について、その中途課業を定義する。すなわち、ある2次元課業 $\{t^{01}, t^{02}, S(d(t^{01}), d(t^{02}))\}$ について、作業の集合

$$\{t_{k_1}^{01}, t_{k_2}^{02}, S(k_0, k_1)\}$$

を2次元課業 t^0 の長さ (k_1, k_2) の中途課業と名付け、 t_{k_1, k_2} で示す。

ある特定の2次元課業 t^0 において、そのすべての中途課業に対して特定の費用水準が対応する。この対応関係を同じ費用関数 $c(\cdot)$ で表す。この費用関数について、

$$(k_1^*, k_2^*) > (k_1, k_2) \text{ なら } c(t_{k_1^*, k_2^*}) > c(t_{k_1, k_2})$$

を仮定する。

こうして、費用関数を2次元課業の中途課業まで拡張すると、課業を構成する各活動に対応する費用を特定することができる。課業 t^0 を構成するプロセス t^{01} に属する活動が k 番目まで終了し、プロセス t^{02} に属する活動が j 番目まで終了していることを、課業 t^0 が (k, j) まで達成されていると表現する。このとき、課業 t^0 が (k, j) まで達成されていると、課業のプロセス t^{01} の $k+1$ 番目の活動にともなうコストは、中途課業のコストの増分として、

$$c(t_{k+1, j}) - c(t_{k, j}) \quad \text{for } k \geq 1$$

と定義される。同様に、プロセス t^{02} の $j+1$ 番目の活動にともなうコストは、中途課業のコストの増分として、

$$c(t_{k, j+1}) - c(t_{k, j}) \quad \text{for } k \geq 1$$

と定義される。

連続時間を仮定しても、同様の設定を構成して2次元課業を示すことも可能である。ある2次元課業が2つのプロセスからなると考える。各プロセスで実行される活動は、それぞれ関数 $a^1(\cdot)$, $a^2(\cdot)$ で表すものとする。関数 $a^1(\cdot)$, $a^2(\cdot)$ は、実数 $[0, 1]$ 上で定義される。1次元課業の場合と同様に、各活動は実数空間上のある部分空間の領域上のスカラー量で示すことができると仮定する。関数 $a^1(\cdot)$, $a^2(\cdot)$ は、実数 $[0, 1]$ からこの実数空間上の部分空間への写像である。

ある課業が時間 $[0, w]$ 内に遂行されるとする。 $[0, w]$ 上で定義され、

$$((u, v) \mid 0 \leq u \leq 1, 0 \leq v \leq 1)$$

の値を取るある単調増加関数を $(s_u(\cdot), s_v(\cdot))$ とする. この関数が, 課業の1つの経路を表す. たとえば, 時間 $w_1 (0 \leq w_1 \leq 1)$ においては, プロセス a^1 について, 活動 $a^1(s_u(w_1))$ が, プロセス a^2 について, 活動 $a^2(a_v(w_1))$ が実行されていることを表す. 関数 $(s_u(\cdot), s_v(\cdot))$ の集合を $S(w)$ で表す.

同様に, ある課業を構成するプロセスがそれぞれ関数 $a^1(u) (0 \leq u \leq 1)$, $a^2(v) (0 \leq v \leq 1)$ で表されているとき, プロセス $a^1(u) (0 \leq u \leq n_u < 1)$ および $a^2(v) (0 \leq v \leq n_v < 1)$ によって構成される課業を長さ (n_u, n_v) の中途課業と呼ぶ. この中途課業の費用は $c_a(n_u, n_v)$ で表す.

また, 関数 $a^1(u)$ で示されるプロセスが x_u まで終了し, 関数 $a^2(v)$ で示されるプロセスが x_v まで終了していることを, 課業 $\{a^1(u), a^2(v)\}$ が (x_u, x_v) まで達成されていると表現する⁵.

このとき, 課業 $\{a^1(u), a^2(v)\}$ がそれぞれ $(u, v) = (x_u, x_v)$ まで達成されていると, 課業のプロセス a^1 の x_u における活動にともなうコストは, 中途課業のコストの偏微分として,

$$\left. \frac{\partial}{\partial u} c_a(u, v) \right|_{(u, v) = (x_u, x_v)}$$

と定義される. 同様に, プロセス a^2 の x_v における活動にともなうコストは,

$$\left. \frac{\partial}{\partial v} c_a(u, v) \right|_{(u, v) = (x_u, x_v)}$$

と定義される. したがって, 課業が意味を持つためには, コスト関数が厳密な増加関数であることを必要とする.

3. 課業の実行

本節以後では課業の実行について考察する. 本節および次節においては, 中途課業には特定の成果を考えない. 課業はすべて実現されてはじめて一定の成果を発生させる場合を考察する. 中途課業においても成果を考えることができる場合には, 中途課業のどこまで到達するかの意志決定の問題を考察しなければならない. この場合には, 単なる課業の実行に比べてより考慮しな

⁵ 以上の設定は, この稿で離散時間の場合に設定した方法に対応していない. 離散時間と連続時間のそれぞれで記述の便が異なるので, あえて異なる形で記述している. 本文で行った連続時間の設定に対応するためには, 離散時間における設定で, 2次元課業 t の1つの経路を示すために, $\{0, 1\}$ を要素とする順列 $s(d(t^{01}), d(t^{02}))$ ではなく, その累積を示す数列で表現すればよい. たとえば, 順列 $s(d(t^{01}), d(t^{02}))$ の1つの要素を $s_i(z)$ とする. $z = 1, 2, \dots$ であり $s_i = 0$ or 1 である. これを, z 番目の要素が

$$\left(\sum_{k=1}^z E(s_i(k)), \sum_{k=1}^z E(s_i(k)-1) \right)$$

である非負の整数を要素とする数列に置き換えればよい. ただし, ここで, $E(\cdot)$ は

$$E(z) = \begin{cases} 1 & \text{when } z = 0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

となる関数である.

ればならないことが増える。この場合の問題については次々節以後で考察する。

3.1 1次元課業の実行

まず、1次元課業の実行について考える。1次元課業においては、各活動の遂行順位は定まっているので、この点において調整は必要ない。ただし、実行の時間的流れにおいて裁量の余地がある。

1つの連続時間の上で定義された1次元課業 $a(u)$, $u \in [0, n]$ を考える。この1次元課業は、時間 $[0, n]$ の上で実行される。ここで、 $[0, n^*]$ の上で定義された、ある単調増加連続関数 $g(\cdot)$

$$g(0) = 0, \quad g'(v) \geq 0 \quad \text{for } 0 \leq v \leq n, \quad g(n^*) = n$$

を考える。この関数を用いて1次元課業を変換して得た活動の流列、

$$a(u) = a(g(v)) = \bar{a}(v)$$

すなわち作業は、1次元課業としての性質を持つ。長さは n^* である。もとの1次元課業と同じ活動が行われ、総費用も同一である。この課業を以下では課業 a を $g(\cdot)$ で変換した課業と呼ぶ。

変換された課業がもとの課業と異なるのは、各活動にともなうコストである。1次元課業 $\bar{a}(v)$ において、ある実数 $x^*(g(x^*) = x)$ で示される活動による費用は

$$\left. \frac{d}{dz} c_{\bar{a}}(z) \right|_{z=x^*} = \left. \frac{d}{dz} c_a(z) \right|_{z=x} \cdot g'(x^*)$$

であり、一般にもとの1次元課業 $a(u)$ において実数 x で示される活動に帰属する費用

$$\left. \frac{d}{dz} c_a(z) \right|_{z=x}$$

とは異なる。

現実にはこの費用の差は、活動 x を実行する速さの差に起因する費用の差である。早く実行すればするほど時間あたりに発生する費用が大きくなるのは当然である。総額が同じである限り、早く課業を遂行するかゆっくり遂行するかの差は、それほど大きな問題とはならないかもしれない。ただ、企業の資源に制約がある場合、この差は企業にとって問題となることがある。企業が利用可能な労働資源などに制約があれば、たとえ課業遂行の変換 $g(v)$ が形式的に可能であっても、実現はできないかもしれない。たとえば、1次元課業 $a(u)$ の実行において、すべての活動についてその活動に帰属する費用が Λ を超えることができないという制約が課されれば、その条件を満たす特定の $g^*(v)$ を設定し、課業の実現に支障が発生しないようにしなければならない。もし、このような課業の変換が可能であれば、1次元課業の実行には大きな問題はない。言い換えると、課業を実現するのに必要な時間の制約(納期等)の問題がなければ、課業を資源制約の範囲内で実行することだけが、1次元課業において遂行すべき課題である。注意しなければならないのは、任意の変換が常に可能であるというわけではないことである。活動によっては、それを実行する速度を調整したとしても、時間あたりの費用に変化がないこともあろう。

発生する費用が、活動する時間だけに依存する場合も多いだろう。総費用を変えない変換は、むしろ限定されていると考えるべきである。

3.2 2次元課業の実行

次にある2次元課業 t^0 を考える。前節で定義したように、2次元課業 t^0 は、2つのプロセス t^{01} および t^{02} からなる。1次元課業の実行においては、活動を実行する速度が時間あたりの費用を決定するので、それら時間あたりの費用が企業の資源制約に抵触しないようにすることが課題であった。2次元課業の実行においては、それぞれのプロセスを実行する際に同様の課題が生じる。それぞれのプロセスを実行する速度によって各活動に帰属する時間あたりの費用が異なるので、企業が利用できる資源に時間と関連する制約がある場合、それぞれのプロセスにおいて変換の可能性を考慮しなければならない。

さらに、2次元課業の実行においては、1次元課業と異なる課題がある。それは、2つのプロセスを実行するタイミングの調整において、2次元課業の実行には1次元課業の実行とは異なる裁量の余地が残っていることから生じる。2次元課業においては総費用は諸活動が実行される経路に依存しないと仮定しているが、2つのプロセスは互いに独立であると設定しているわけではない。各活動に対応するコストは、その活動が実行されるまでに遂行されている中途課業に依存する。すなわち、履歴に依存する。このため、それぞれのプロセスを実行するためのコストは、経路に依存する。

活動が連続空間で示される2次元課業 $t \equiv \{t^1(u), t^2(v)\}$ を考える。 $[0, w]$ 上で定義され、

$$((u, v) \mid 0 \leq u \leq 1, 0 \leq v \leq 1)$$

の値を取るある単調増加関数の集合を $S(w)$ とおく。 $S(w)$ の1つの要素を $s^\alpha(w)$ とする。 $s^\alpha(w)$ がこの2次元課業の1つの経路を表す。この中途課業のコスト関数を $c_t(u, v)$ とする。以下では、 w を仮に固定して考察し、表記を簡略化する。すなわち、1つの経路は集合 S の1つの要素 s^α で示される。

プロセス $t^1(u)$ に属する活動 $t^1(w)$ ($0 \leq w \leq 1$)の費用は

$$\frac{\partial}{\partial u} c_t(u, v)$$

で表せるから、プロセス全体の費用は、選択される経路 s^α に応じて

$$\int_{s^\alpha} \frac{\partial}{\partial u} c_t(u, v) du$$

で示される。同様に、プロセス $t^2(v)$ 全体の費用も、

$$\int_{s^\alpha} \frac{\partial}{\partial v} c_t(u, v) dv$$

で示される。すべての経路 s^α について、

$$\begin{aligned}
 & \int_{s^\alpha} \frac{\partial}{\partial u} c_t(u, v) du + \int_{s^\alpha} \frac{\partial}{\partial v} c_t(u, v) dv \\
 &= \int_{s^\alpha} \left(\frac{\partial}{\partial u} c_t(u, v) du + \frac{\partial}{\partial v} c_t(u, v) dv \right) \\
 &= \int_{s^\alpha} \frac{d}{dz} c_t(s_u^\alpha(z), s_v^\alpha(z)) dz \\
 &= c_t(t^1(1), t^2(1))
 \end{aligned} \tag{1}$$

である。

このように、経路に依存して各プロセスにおいて生じる費用には差が生じる。これが2次元課業の性質である。また、経路の違いによって、当然各活動において発生する個々の費用にも差が生じる。プロセスを実行する速度だけではなく、プロセスを実行する相互のタイミングによって各活動に起因する費用にも差が生じるので、企業が利用できる資源に制約がある場合、この制約も考慮しなければならない。

この点をもう少し詳しく考える。今、最も単純なケースとして、離散時間を仮定し、ある2次元課業 t^0 を構成する2つのプロセス t^{01}, t^{02} が、それぞれ1つの活動 a_1, a_2 からなるケースを考える。費用関数は、

$$c(1, 0) = 1, \quad c(0, 1) = 2, \quad c(1, 1) = 4$$

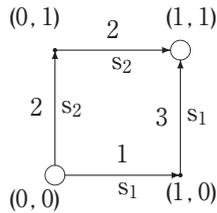


図1 単純な例

であるものとする。

この課業は $s_1 = [0, 1]$ と $s_2 = [1, 0]$ という2つの経路によって、実現される。経路 s_1 が選択された場合、活動 a_1 に帰属する費用は1であり、活動 a_2 に帰属する費用は3である。一方、経路 s_2 が選択された場合には、活動 a_1 に帰属する費用は2であり、活動 a_2 に帰属する費用も2である。もし、この企業が1活動に費やせる費用に利用可能な資源の制約があり2以下でなければならぬとすると、経路 s_1 は実現できない。経路 s_2 でのみこの課業は実現可能である (図1参照)。

上の例で端的に現れているように、2次元課業の場合には、選択する経路によって各活動に帰属する費用が影響されるから、資源制約がある場合には、経路のすべての点においてこの制約を満たすかどうか確認しなければならない。特に、費用構造に不確実性があり、模索しながらそれぞれのプロセスを実行しなければならない場合には、この課題は大きな問題となる。

連続時間においても同様の例を考えることができる。たとえば、費用構造が

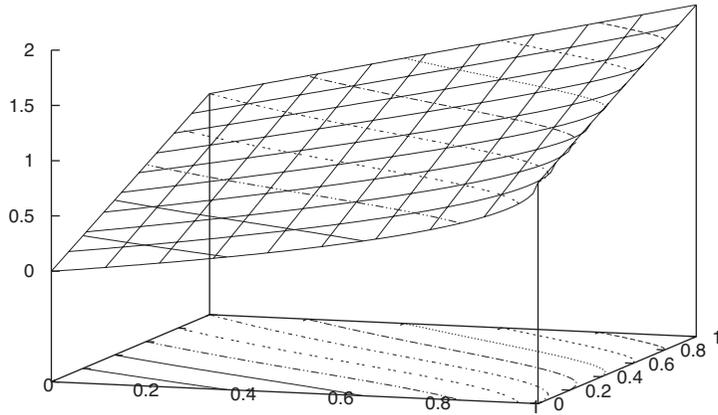


図2 ある2次元課業の費用構造

$$c(x, y) = 1 + xy - \sqrt{1-x}(1-y) \quad (2)$$

で示される2次元課業 t^0 について考える(図2)。個々の活動に対する費用はそれぞれのプロセスにつき、プロセス t^{01} では、

$$\frac{\partial}{\partial x} c_t(x, y) = y + \frac{1-y}{2\sqrt{1-x}} \quad (3)$$

プロセス t^{02} では、

$$\frac{\partial}{\partial y} c_t(x, y) = x + \sqrt{1-x} \quad (4)$$

であり、 $\{(x, y) | 0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1\}$ の領域で正である。

ここで、この2次元課業の実行において、それぞれのプロセスの実行について変換が許されない場合を考える。それぞれのプロセスにおいて変換が許される場合には、1次元課業の場合と同様に、それぞれ適切な課業に変換すれば、プロセスの実行に問題が生じないからである。

さらに、当該企業の資源制約により、各活動に対応する費用が1.2を超えることができないと仮定する。このとき、2次元課業 t^0 の遂行のために可能な経路のうち、この制約により実現できない経路が発生する。図3において、斜線で示した領域ではプロセス t^{02} の活動のための費用が1.2を超え、網がけした領域ではプロセス t^{01} の活動のための費用が1.2を超える。したがって、図の太い実線で示した部分を通過する経路は、この太い実線部分において、プロセス t^{01} も、プロセス t^{02} も実行できなくなる。

それぞれのプロセスにおいて変換が可能であれば、この障害を克服することは可能である。しかし、2次元課業の変換は、1次元課業の変換と比べると格段に難しいだろう。各活動に帰属する費用は、経路に依存すると仮定した。したがって、それぞれ互いのプロセスの進行によって必要な変換が異なることになる。すなわち、すべての中途課業の状態に対応した変換が必要になる。

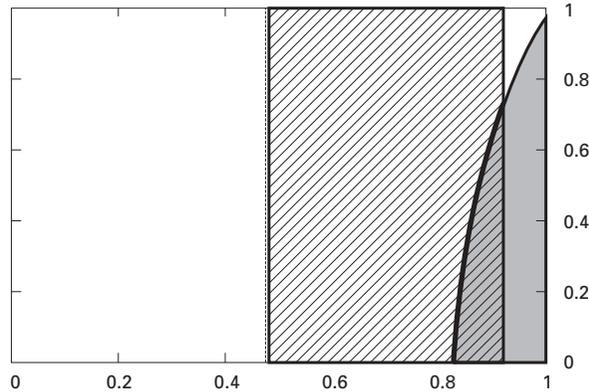


図3 活動の費用が1.2を超える領域

4. 2次元課業と下請委託

4.1 2次元課業と企業調整

以上の準備をもとに、下請委託の可能性について分析を行う。一般に、任意の2次元課業について、課業 t^0 を構成するプロセス t^{01} および t^{02} をそれぞれ別の主体が実行することは可能である。課業が成立するためには、個々のプロセスにおいて指定された遂行順序で活動が実行されればよく、プロセスにまたがっての調整は必要ではないと仮定しているからである。

また、2次元課業においては総費用は諸活動が実行される経路に依存しないと仮定している。これは、下請への委託の方法によらず、総費用は一定と仮定していることに対応する。この稿の冒頭で説明したように、既存の文献は下請委託をほとんど委託による何らかの費用節減で、ないしは広義の取引費用の多寡で説明しようとする。ここでは、それらの議論と独立に、下請利用による固有の費用節減が存在しない場合に、それでもなお何か下請利用の意義があるのかどうかを分析することを目的としているので、このような2次元課業を対象としている。2次元課業においては、1つのプロセスを下請に委託することによって、先験的な費用節減は存在しない。

それでは、2つのプロセスを同一企業内で実行する場合と、異なる企業で実行する場合とは何が異なるのであろうか。まず考えられるのは、異なる企業に委託した場合に、経路を適当に選択することによって、費用発生の配分をコントロールできる可能性である。すでに第3.2節で説明したように、2次元課業においては、経路の選択に応じて、プロセスで発生する費用が決定される。そのために、下請委託先の企業でなるべく大きな費用が発生させる経路を選択することによって、元請企業の費用発生を節減できる。しかし、このような戦略の効果は短期的なものに過ぎないだろう。2次元課業では総費用の変化を考えていないから、たとえ元請企業で発生する費用を節減できたとしても、下請への委託費用を考慮すると、費用節減を期待することはできない。費用が発生する場所を移動させたとしても、全体の効率化が図られなければ、長期的には総費用の節減を期待できないのである。

ここで、同一企業内で上記2つのプロセス t^{01} および t^{02} を実行する場合を考える。 (u, v) だけの活動がすでに終わっている時点における意思決定は、どのように行われるべきであろうか。プ

プロセス t^{01} の実行には、 $\frac{\partial}{\partial u} c_t(u, v)$ のコストがかかり、プロセス t^{02} の実行には、 $\frac{\partial}{\partial v} c_t(u, v)$ のコストがかかる。ここでは総費用は経路に依存しないと考えているので、2つのプロセスをどの形で組み合わせる方向に進んでも、最終的にかかる総費用は同一である。しかし、利用可能な資源が企業内で希少である場合、それぞれのプロセスを実行する部門への最適な資源の割り当てを考慮しなければならない。各時点において資源の割り当てを行うことは、それを利用するプロセスの実行を制御することになる。資源割り当ては経路を選択することに等しい。経路選択に応じて各プロセスに帰属する費用は異なるので、それぞれの部門に割り当てられる資源と費用も異なる。

もし、この2次元課業に対応する費用関数 $c_t(u, v)$ が分かっているとすれば、資源制約のために図3の太線で表されたような障害が起きないように経路を設定すればよい。問題は、費用関数が分からないまま経路を模索しなければならない場合である。課業 t^0 を達成するためにかかる総費用は固定されているから、その場合でも初期にできるだけ資源を割り当ててやるような道をたどることが出来れば、障害に遭遇する可能性が小さくなる。しかし、そのためには企業内で経路が中央集権的に指示できるような体制が必要である。

費用関数が分からないまま、模索を行わなければならないときには、問題がより難しくなる。マルチタスク・エージェントの理論が教えるように、企業は限られた資源をそれぞれのプロセスに割り当てなければならない。この時には、前例のように、できるだけ初期に資源配分をしなければならないということが十分に予想できる状況においても、それを実現することは難しいかもしれない。図2に示されるような費用関数の場合、原点に近い初期において、プロセス t^{01} にのみ割り当てる経路を選択することによって、費用を相対的に節減できる。この経路は活動に帰属する費用(3)が示すとおり、必ず資源制約に遭遇する。意思決定が分権的に行われず、経営陣による集権的な指示が可能であるとすれば、資源制約を見越して回避するため、初期に資源の割り当てを避けるような行動は選択されまいだろう。しかし、各部門の事情を考慮して、それぞれの部門に割り当てられる資源と費用を一定の基準で配分しなければならない状況では、必ずしもこうした長期的な視点にたって資源配分を行うことが難しいかもしれない。

ここで発生している問題はマルチタスク・エージェントの問題ではない。マルチタスク・エージェントの問題は、前述のとおり、各課業に資源を最適に配分することにおける困難である。ここでは、どちらのプロセスについても、活動を順調に遂行すること期待されている。資源の配分も偏りなく行うことが期待されている。むしろ、マルチタスクを実現することによって生じている問題である。いくつかプロセスが実行されているとき、どのプロセスについても資源が偏りなく配分されるよう配慮することによって、かえって選択可能な経路が限定されてしまう。ないしは、各部門間のバランスを考慮しなければならないために、全体のシステムにおいて最適な意思決定を行うことが難しくなるという問題である。

4.2 プロセスの下請委託

1つのプロセスを企業外の主体に委託する場合には、マルチタスク・エージェントのような資源配分の問題がない。マルチタスク・エージェントの問題は、実質的に複数の成果をあげることを期待する一方で、それらの成果の中で、部分的な成果についてしか明示的な契約の対象とならないときに発生する。ここで分析しているモデルにおいても、複数のプロセスが委託される一方で、それらのプロセスの内、限られたものしか明示的な契約の対象とならない場合に

はこの種の問題が生じるであろう。しかし、プロセスを1つだけ委託する場合には、下請企業内での資源配分の問題は生じない。ここでは、そのような場合に分析を限定する。

一般に、同一企業内に複数のプロセスが走っていると、不可避的にそれらへの資源配分を最適に行う課題が発生する。しかし、どちらかのプロセスを委託し、企業外で実行される場合には、そのプロセスに用いられる資源のバランスを考慮する必要性はずっと少なくなるであろう。プロセスを企業外に委託する際には、極端な場合、プロセスが独立になる場合が考えられる。プロセスが独立になるとは、この場合、各活動に帰属する費用が、当該プロセスの中の位置に依存するとしても、他のプロセスの進行の度合いには影響されないことをいう。したがって、1つのプロセスを1次元課業として実行することだけが課題となる。この場合、プロセス間費用配分の経路依存性も消失する。しかし、こうした変化は費用関数そのものの変化を伴う。費用関数は、プロセス間で加法的 (additive) となるはずである⁶。もしこのような変化を費用関数に認めることを許すのであれば、業務委託が、プロセスの独立性を高めることによって、プロセスの実行をより円滑にする機能を持つこととして理解することができる。

しかし、費用関数の変化を考えるということは、課業そのものが異なる課業に変化することを意味する。下請委託の利用が合理性を持つためには、このような費用関数の変化を必要とするかどうかを確認するため、ここでは委託にともない、何らの費用関数の変化もない場合を考察する。

下請契約を受託した企業にとって、指定されたプロセスを課業として実行することが業務となる。委託されるのは2次元課業を構成するプロセスである。2次元課業の遂行においては、経路の選択が可能であると設定している。経路の選択は、ここでは何を意味するのであろうか。下請企業が受託したプロセスを課業として実行する際に発生する費用は、元請企業において実行されるプロセスの進行に依存するので、この点は重要である。

2次元課業における両プロセスが、同一企業内で実行される場合、異なる経路は、各プロセスにおいて指定されている活動が実行される際の、相対的な速度の比を表している。限られた資源の割り当てを調整することによって、プロセス i^{01} がプロセス i^{02} より速く実行されるとき、経路の進行方向はより右方へ回転していく。同様に、プロセスの1つが委託される場合にも、委託されるプロセスの進行において何らかの変換が可能であると仮定するのが適当であろう。下請企業は異なる企業であるので、委託されたプロセスは異なる資源制約に直面する⁷。

このとき、下請企業は、元請企業におけるプロセスの進行を観察し、自らの費用が最も小さくなるよう、活動の進行を計画するだろう。元請企業は必要と感ずる場合には、下請企業のプロセスの進行について、下請契約を締結する際に特定することが可能である。確かに、日本における下請関係においては、元請企業と下請企業の連絡が緊密であり、十分なコミュニケーションがとられていると報告されている。そのようなコミュニケーションの中で、プロセスの進行について調整が図られている可能性がある。しかし、不完備契約の仮定のもとでは、一般には、プロセスの進行の調整は困難と考えるべきである。

下請企業が元請企業におけるプロセスの進行を観察できないときには、下請企業は自らが請

⁶ ここで加法的とはある2次元課業の費用が、それらを構成するプロセスを1次元課業とみなした場合のそれらの費用の合計に等しいことを意味している

⁷ ただし、同一企業内で実行する際に変換はできないが、下請企業にプロセスを委託する際には変換ができるとする場合、下請制に先験的なアドバンテージを与えるのと同様な仮定を置くことになる。ここでは、元請企業のプロセス進行に対して相対的な進行を制御できる範囲内で変換を可能にするのが適当である。

け負ったプロセスの進行のみを課題とする。下請企業は、自ら利用可能な資源を考慮して、与えられたプロセスが1次元課業として実現が可能ないように、進行を調整する。このような、下請企業の行動を前提すると、元請企業は、下請企業におけるプロセスの進行を観察して、自らに残したプロセスの進行のみを考えることになる。

先に仮定した費用関数(2)の例を考える。この費用関数に対応する2次元課業を構成するプロセスは t^{01} と t^{02} である。このうち、プロセス t^{02} が下請企業に委託され、プロセス t^{01} が元請企業によって遂行される場合を考える。下請企業に委託されたプロセス t^{02} に帰属する費用は、式(4)で示されている。この関数は元請企業のプロセス t^{01} の進行を示す x の値にのみ依存し、 $x=0$ の近傍では x について単調増加である。したがって、プロセス t^{02} を請け負う下請企業はできるだけ速い速度でプロセスを進行させようとするだろう。

もし、元請企業も同様に帰属する費用を小さくすべく行動するとしたら、やはり $y=0$ の近傍において、プロセス t^{01} に帰属する費用は、式(3)で示されるように y について増加関数であるからできるだけ速い速度でプロセスを進行させようとするだろう(図4)⁸。結果的に、元請下請両者によって、より上方に向けた経路、すなわち x 軸方向に向かって左方向に回転した経路が選択される可能性が高い。このため、前節で問題とした、費用関数(2)に内在する、図3の太い実線で示した障害を回避できる可能性が高くなる⁹。

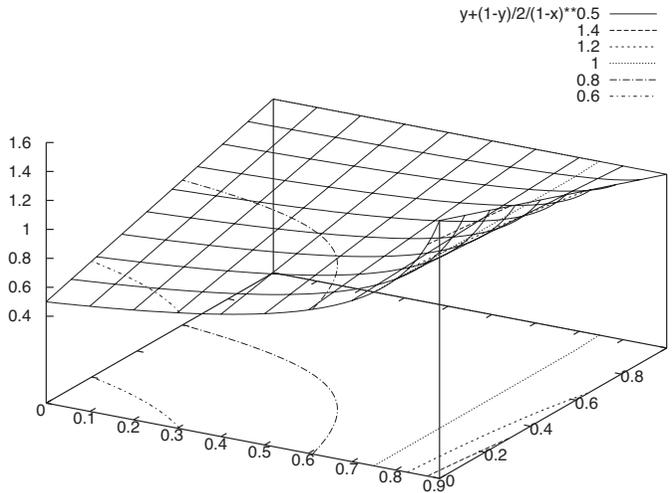


図4 プロセス t^{02} に帰属する費用

5. 最適点の模索と下請契約

ここまでは、課業の遂行において、収益要因を考えてこなかった。その理由は、課業はすべての活動が実行されてはじめて収益を生むと仮定していたからである。1次元課業および2次元課業において、それらの中途課業に何らかの収益が対応する可能性は十分にある。ただし、

⁸ ただし、前に議論したように、元請企業がこのように行動するための合理性はない。

⁹ 筆者はこの特性について、いまだ解析的に分析することに成功していない。しかし、プロセスを適切に下請に委託することによって、考えられる障害を克服できる可能性があることは確かであろう。

中途課業に収益が対応する場合は、全く異なる問題が出来る。本節では、この問題を分析する。

ここで、費用関数 $c_t(u, v)$ に対応した収益関数 $r_t(u, v)$ が共通情報 (common knowledge) として知られているとする。このときは、 $(u^*, v^*) = \operatorname{argmax}_{u, v} r_t(u, v) - c_t(u, v)$ となる (u^*, v^*) を終点とする課業を構成すれば、これまでの2次元課業の問題と同じ問題となる。したがって、興味が残るのは収益関数ないしは費用関数、またはその両者が不確実であり、企業がその経路を模索しなければならない場合である。

まず、1次元課業の場合には問題は比較的単純である。模索過程は、 $r_t(u) - c_t(u)$ を極大にすべく行動することによって最適化される。ここでは、このような局所的な最適性にしたがう模索を微分戦略と名付ける。ただし、この方法ではあくまで局所最適化しか可能ではない。収益関数や費用関数の凹凸が激しい (bumpy) 時には、大域的最大化を図ることは一般に困難である。

一方、2次元課業の場合には、経路の選択が問題となる。1次元課業と同様に、 $r_t(u, v) - c_t(u, v)$ を極大にする経路を各時点において経路を模索する微分戦略が考えられる。しかし、もし $r_t(u, v)$ が $c_t(u, v)$ に比べて単調で、 (u, v) の経路選択に対して収益の変動よりも費用の変動が大きい場合、この戦略では費用を極小にする経路がとられ勝ちとなる。このとき、前節での分析のとおり、資源制約による障壁が存在した場合、この障壁にとらえられる可能性が高くなる。ここでは資源制約は、収益関数と費用関数の相対的な関係に依存せず、費用関数の形態にのみ依存すると設定している。したがって、収益と費用の格差が拡大しより大きな利潤を期待できるような経路があったとしても、資源制約により多大な費用がかかり、経路の選択が不可能な状況が出来るかと考えている。

2次元課業を構成する1プロセスが下請に委託される場合、前節での分析のとおり、資源制約による障壁に遭遇する可能性が低くなる。この点で、下請への委託には、同一企業内で2次元課業を実行する場合に比べてアドバンテージがある。しかし、下請企業は与えられた契約のもとで、委託されたプロセスに帰属する費用を最小化すべく行動すると仮定したことを忘れてはならない。共同利潤を最大化すべく構成された契約であれば異なるかもしれないが、通常は自己の利益を最大にすべく、費用を最小化する経路を独立に模索するだろう。このとき、元請企業は下請企業のプロセスの進行をモニターしながら、自らの利益を最大にすべく、プロセスの進行を選択する。結果的に、利益を極大化するという目的においては、下請委託の場合は、同一企業内で2次元課業を実行する場合に比べ、劣った成果した達成できないか、もしくは同じ水準の利益をあげられたとしても、より時間がかかってしまうかもしれない。

しかし、この点は必ずしも下請制の不利益とはならないかもしれない。下請企業は自らの費用を最小化すべく行動すると考えれば、選択される経路は、当然のことに、同一企業内で実行されるときに選択される微分戦略とは異なったものとなるだろう。すると、経路による利益の凹凸が激しく、局所最大点が散在している場合、それらの局所最大点にとらわれてしまう可能性がかえって低くなる。局所最適点にとらわれないということは、より大域的な最適点を達成できる可能性が高まることを意味する。下請委託の利用にはこのような利点が存在する。

6. 原子力産業における含意

6.1 原子力産業における技術開発

この節では、ここまで展開・分析したモデルを原子力産業の技術開発に応用することを試みる。

原子力産業の技術開発を1つの課業と見る。この課業の達成には不確実性が多い。しかも、非常に多大な資源の消費を国民経済に課す。この技術開発に成功すれば利得は大きい。その成果は事後的にしか評価できない。この技術開発に要する費用は大きく、しかも、費用は単なる資源の消費に限られない。無視できないリスクの発生を国民に課す。むしろ資源の消費よりも、潜在的リスクの方が国民経済への影響は大きいであろう。一旦リスクを被ると国民経済に壊滅的な打撃を与える可能性がある。したがって、選択する経路を誤って、国民経済を多大なリスクに晒すことがあってはならない。費用およびリスクの発生は選択する技術開発の経路に依存すると予想される。どの方向に進むべきかは先験的には分からず、模索を行わなければならない。

原子力の技術開発にかかるコストが大きいことによって、一旦技術開発をはじめてしまうとなかなか途中で停止することが難しくなる。投資によって技術開発にコミットしてしまうと、これらの費用は容易にサンクしてしまう。これらのサンクしたコストを前提にして、近視眼的に経路を模索した場合、それぞれの時点でとりあえず当面技術開発を継続することが最適であるように見えてしまうだろう。すなわち、ある種の慣性 (inertia) が存在することが予想される。この慣性が無視できない場合、多少のリスクが想定されたとしても技術開発を同一方向に進めることが選択されやすい。こうした選択を排除できるような行動選択の基準を持たねばならない。

以上のような特徴を持つと思われる原子力産業における技術開発は、ここまで展開した課業モデルを応用するのに適当であると思われる。以下では、その応用のための例を提示する。

6.2 技術開発という課業

原子力産業における最適技術開発経路を分析するため、ここでは2次元課業モデルを用いる。前小節で述べたように、技術開発の方向の選択を過たないことがこの技術開発において最も重要な課題であるからである。一般の製造業等における技術開発では、途中で技術開発が障害にぶつかり停止してしまうことを予測して、多くの開発プロジェクトを同時に走らせリスクを分散させることが可能である。しかし、ここで考えている原子力産業の技術開発の方向を模索するモデルは、そういった個々の特定の技術の技術開発ではなく、原子力の利用の可否を含めた、国民経済レベルの技術開発に適用されるモデルである。たとえば、核燃料サイクルの開発に取り組む、高レベル廃棄物処理に取り組むなどのオプションをどこまで進めるかなどの選択を指している。そうした意思決定においては、いくつかのプロジェクトを走らせてリスクを分散することは適切ではない。

技術開発がどのような成果をもたらすかは明らかではない。ある程度の技術開発で止めておくべきかもしれないし、究極まで進めて大きな成果が得られるのかもしれない。課業の成果はこのように非常に不確実である。一方、費用としてはその時点の資源の消費よりも、むしろリスクの大きさのほうが深刻である。ここでは、費用としてリスクの大きさを主に考える。

リスクは費用として考えるとき、収益ないしは成果との相対でとらえられる。通常の課業においては、費用の絶対値が高くとも、見込める収益が相対的に大きければ、より高い純利益を見込むことができる。しかし、原子力分野の技術開発の場合、たとえ高い純利益を見込むことができても、一定水準以上のリスクを国民ないし国民経済に与えることは許されない。すなわち、課業においては単に費用を超える収益をもたらすことだけでなく、費用がリスクとして常に一定程度以上にならない経路を選択することを目指さなければならない。この点が、通常の課業と異なる点である。

このような2次元課業の経路選択を考察する。すでに前節までの分析によって、2次元課業の経路選択においては、微分戦略があまり有効ではないことが分かっている。微分戦略の場合、常にその時点までの中途課業の成果を前提として、どの方向に進んでいくか、本節のモデルに即して考えると、どのような技術開発を進めていくことが有利かを、考えられるオプションについて、予想される成果と予想される費用の差を最大にすべく選択する。この場合、予想される成果については多くの情報を得ることが難しいので、予想される費用すなわち予想されるリスクの増加を最小にるように選択するよう偏るであろう。

2次元課業の遂行における微分戦略の問題は、経路全体を見通せない場合、こうした戦略では、何らかの時点で突然の費用増、すなわちリスクの増加に遭遇することが予想されることである。本節のモデルの場合、どこかの時点でリスクが急激に上昇する局面を予想しなければならないことを示唆する。通常の費用の場合、この費用増大は、より大きな資源の消費を意味し、その方向にそのまま進むに当たって文字通りの障壁となる。しかし、本節のモデルの場合、増大するのはリスクであり、その大きさを無視して無謀に進んでいくことは可能である。

さらに、微分戦略には、収益の変動が大きく、凹凸が激しい場合、局所最適点に囚われてしまいやすいという問題がある。本節が対象としている原子力分野の技術開発にかかる経路選択問題においては、長期的な最適経路を見出すことが課題である。そのための戦略としては問題が大きい。

それでは、前節までのモデルが示唆するように、技術開発の一部を異なる組織・主体に委託することは有効な戦略であろうか。前節までのモデルでは、一定の条件のもとで、ある程度独立な主体に委託することが、障壁、ここでは突然のリスク増加に遭遇することを避けるために有効な戦略となる。微分戦略が示唆するのは、進んでいく方向の得失がある主体が統一的に把握、評価して意思決定する戦略である。これは採用されやすい戦略であろう。それに対して、本稿で分析したように、課業の一部を他の主体に意図的に委ねることが有効となる可能性も十分に存在する。

微分戦略にしる、課業の委託戦略にしる、これらの性質は、長期的な経路選択の問題である。長期的な視点において選択を過たないという課題は、非常に困難な課題である。意図的な業務委託戦略のこの種の問題への有効性を検討してみる価値は十分に存在するだろう。

参 考 文 献

- Auriol, E., G. Friebel, and L. Pechlivanos [1999] 'Teamwork Management in an Era of Diminishing Commitment,' CEPR Discussion Papers 2281, C.E.P.R. Discussion Papers.
- Dewatripont, M., I. Jewitt, and J. Tirole [2000] 'Multitask agency problems: Focus and task clustering,' *European Economic Review*, Elsevier, vol. 44 (4-6), pp. 869-877.
- Holmstrom, B. and P. Milgrom [1991], 'Multi-Task Principal-Agent Analyses: Linear Contracts, Asset Ownership and Job Design', *Journal of Law, Economics and Organization*, Vol. 7, pp. 24-52.
- Itoh, H. [1991] 'Incentives to Help in Multi-agent Situations,' *Econometrica*, Econometric Society, vol. 59, No.3, pp. 611-636.
- Laffont, J.J., and J. Tirole [1991] 'Provision of quality and power of incentive schemes in regulated industries' in Barnett, W., B. Cornet, C. d'Aspremont, J.J. Gabszewicz, and A. Mas-Colell, Eds, *Equilibrium Theory and Applications: Proceedings of the Sixth International Symposium in Economic Theory and Econometrics* Cambridge University Press, Cambridge, pp. 161-196.
- Milgrom, P. and J. Roberts [1992], *Economics, Organization and Management*, Prentice Hall. (奥野 正寛・伊藤 秀史・今井 晴雄・西村 理・八木 甫訳『組織の経済学』NTT出版)
- 浅沼万里・菊谷達弥 [1997]『日本の企業組織 革新的適応のメカニズム－長期取引関係の構造と機能』東洋経済新報社。

伊藤秀史・林田修 [1997] 「分社化と権限委譲－不完備契約アプローチ」日本経済研究センター『日本経済研究』No.34, pp.89-117.

伊藤秀史・菊谷達弥・林田修 [1997] 「日本企業の分社化戦略と権限委譲－アンケート調査による分析」『通商研究レビュー』第10号.

鳥居昭夫 [2011] 「下請制における技術効率と品質維持」未定稿.

[とりいあきお 横浜国立大学大学院国際社会科学部教授]

[2011年8月16日受理]