



技術システムの安全と組織理論

原, 拓志

(Citation)

国民経済雑誌, 201(3):49-66

(Issue Date)

2010-03

(Resource Type)

departmental bulletin paper

(Version)

Version of Record

(JaLCD0I)

<https://doi.org/10.24546/81006919>

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/81006919>



技術システムの安全と組織理論

原 拓 志

国民経済雑誌 第201巻 第3号 抜刷

平成22年3月

技術システムの安全と組織理論

原 拓 志

技術システムの安全形成に関する理論的枠組みには、技術システムと組織との関係について整理する必要がある。本稿では、その理論的基軸をもとめて、主要な先行研究を吟味した。そこには、技術システム特性を実在として把握し、組織との関係を論じる本質主義的アプローチと、技術システム特性は、組織プロセスによって構築されるとする構築主義的アプローチが見出された。本稿では、決定論を回避できる後者のアプローチを基本にしつつも、技術システム特性と組織特性の具体的関係についての前者のアプローチからの多くの示唆を生かすことのできる「技術の構造化モデル」の論理と、安全形成の理論構築上のそのモデルの有益性とを明らかにした。

キーワード 安全, 技術, 組織, 技術の構造化モデル

1 開 題

現代社会の骨組みである高度技術システムのネットワークの安全¹⁾を形成するためには、それと組織との関係を考えることが不可欠である。現代社会における各種の高度技術システムの開発・生産・運用が、企業をはじめとする組織によって担われているからである（原2008）。これまで、組織論の領域において、技術システムの安全の問題を正面から取り扱った議論は必ずしも多くはない。しかし、より一般的に、技術と組織との関係を論じた先行研究は少なからずあり、これらの議論を見ることは、高度技術システムのネットワークの安全形成を考えるうえで有意義だと思われる。本稿では、これらの先行研究から、技術システムの安全問題に直接言及しているものや、この問題に対して間接的に意義が大きいと思われるものについて、技術システムの実在として捉える議論と、社会的構築として捉える議論とに分けて吟味し、それを踏まえて、高度技術システムの安全形成を考えるための、技術システムと組織との関係についての理論的枠組みを論じる。

2 本質主義的アプローチ

技術と組織との関係についての既存の議論を大きく分けるとすれば、技術の特性を客観的

に捉えられるものとして、それが組織構造などの組織特性とどのように関係しているか論じた本質主義的 (essentialism) アプローチと、技術を組織内の成員間や組織間において、いわば間主観的に、構築されているものと見て、その相互作用の関係のうちに捉えようとする構築主義的 (constructivism) アプローチとに分けられる。まず、本質主義的アプローチとしては、技術の複雑性と組織の官僚制化に関する経験的研究であるウッドワードの研究 (Woodward 1965) や組織構造を規定する環境要因の一要素として技術を位置づけるコンティンジェンシー理論 (たとえば Lawrence and Lorsch 1967) などもあるが、ここでは、安全²⁾ に関して直接の言及をしているペロー、および技術と組織との関係について理論的に詳しく論じたトンプソンの所説について検討する。

2.1 技術システムの特性と安全

ペロー (Perrow 1984) は、技術システムの特性を、要素間の相互作用関係の複雑性と、要素間の連結関係の緊密性の2軸から類型化し、それにもとづいてシステムの危険性を論じている。このうち、要素間の相互作用関係については、線型的か複雑かというスケール上で把握される。線型的な相互作用というのは、基本的に、予想され熟知された順序にしたがって相互作用が起こり、たとえ計画されていないことが起こっても、それが認識できるというものを指している。これに対して、複雑な相互作用とは、基本的に、よく知られていない順序で、あるいは、計画も予想もされていない順序で、相互作用が起こり、それが起こったときに認識できないか、あるいは、すぐには理解できないようなものを指している。なお、システムの物理的な構造が単純か複雑かということとは別問題である (p.78)。たとえば、研究所は、工場に比べると、システムとしての物理的構造は単純であるかもしれないが、相互作用関係においては非線型的で複雑だということになる。また、航空システムや高度医療システムにおける相互作用は、鉄道システムのそれに比べると、より複雑であり、航空システムの中では、航空機システムは空路管制システムと比べると、より複雑となる (p.97)。要素間の相互作用関係が可視的で予測可能であれば、システムの要素の失敗は、他に波及する前に食い止められる可能性が高い。しかし、予測不可能で不可視的であれば、システムの全て、あるいは大きな領域へとダメージが広がり、結果としてシステムが機能不全に陥りシステム事故となる可能性が高くなる。したがって、要素間の相互作用関係が複雑なシステムであるほどシステム事故の危険性は高くなる (pp.70-86)。

要素間の連結関係については、強連結 (tight coupling) と弱連結 (loose coupling) とを結ぶスケール上で把握される。強連結においては、進行を遅延させることが不可能で、順序を入れ替えることもできない。目標達成手段において代替案がなく、資源における余裕 (slack) もほとんどない。バッファ (buffer) や冗長性 (redundancy) は、予めビルトイン

されたものだけであり、資源の代替も予め組み込まれた限られたものだけしかない。これに対し、弱連結では、進行の遅延も順序の変更も可能である。代替的な方法を使うことができ、資源の余裕があって、想定外のバッファや冗長性の利用、代替案の採用が可能である。原子力発電システム、航空システム、鉄道システム、化学プラントシステムなどは、強連結のシステムであり、自動車交通システム、金属加工の工場システムは相対的に弱連結のシステムだとされる (Perrow 1984, p. 97)。弱連結はリカバリーが効かせやすい (p. 160) ため、システム事故を回避できる可能性が高い。強連結になるほど、想定外の事態に対する対処が困難であり、システム事故に結びつく可能性が高くなる。

以上から、ペローは、構成要素間の相互作用関係において複雑で、連結関係において緊密であるシステムは、システム事故に陥る可能性が最も高く、事実上、不可避であるとまで主張する。これらにおけるシステム事故は、確率から見て、至極当たり前の帰結であるから、「通常」事故 (normal accidents) というわけである。こうしたシステムとして、彼は、原子力発電システム、遺伝子組み換えシステム、航空機システム、化学プラントシステムなどを挙げている (Perrow 1984, p. 97)。

ペローの議論は、基本的に技術システムの特性が上の2軸のマトリックスで分類可能という前提で理論構成されているが、決してスタティックな分類だけに終わっているわけではない。さまざまな高度技術システムの具体的な事例研究において、環境変化によって、技術システムの特性が変化するダイナミクスについても論じている。たとえば、化学プラントシステムを見た場合、近年、その相互作用関係はより複雑になってきているという。それには、規模の拡大、原料の複雑化、設備の密集化、都市化の進展、コンピュータ化の進展などが関わっているという (Perrow 1984, pp. 121-2)。これらの環境変化によって、当初は想定されていなかった相互作用関係が潜在的に生じてきている。すなわち、設備間の近接や、工場と居住区との近接が、トラブル時に本来関係のないはずのシステム間での相互作用を誘発し、システム事故に結びつく危険性が増してきている。規模の拡大や原料の複雑化も、想定外の反応や事故を招く可能性を増し、これもまたシステム事故を誘発する可能性がある。コンピュータ化は、操作者への依存を軽減するかもしれないが、だからといってシステムに対する理解を高めるものではない (p. 122)。コンピュータ・ソフトの小さなバグが予想できないシステムの暴走を招くかもしれない。つまり、見かけ上の操作を簡単にするコンピュータ化も、システムの複雑性を高めることはあっても低めることはない。さらに、このような化学プラントシステムにおける相互作用の複雑性の増大の背景には、企業間のコスト競争、製品差別化競争、土地価格の上昇など様々な社会的要因がある。すなわち、社会的な要因によって、技術システムの特性は変化する。なお、社会的要因といっても経済的な要因だけではない。文化的な要因も関わっている。たとえば、船舶システムにおいて、船員の社会組織には、

伝統的な権威主義的文化が大いに関わるとされる。また、産業の特殊な構造、保険システム、国家のあるいは国際的な規制という制度的な要因もまた、社会的要因として挙げられる (p. 176)。

技術システム特性のダイナミクスは、社会的要因だけがもたらすわけではない。自然的要因によっても、あるいは、自然的要因と社会的要因とのダイナミクスによっても、もたらされる。制御されない環境下で機能する航空機システムにおいては、自然がもたらす影響は、相当に制御された環境下で機能する化学プラントシステムに比べると大きい (Perrow 1984, p. 122)。さらに、航空機システムへの自動操縦システムの導入は、システムにおける相互作用に新たなダイナミクスをもたらした。ペローは、自動操縦の導入が、複雑性の軽減ではなく、むしろ、専らシステム効率の向上に利用され、複雑性を高める方向に作用している点を指摘する。つまり、スピードの向上、フライト密度の増大、悪天候でのフライトの増加、燃料マネジメントへの要求強化など (p. 131) によって、異システム間の近接を高めたばかりでなく、厳しい自然環境との相互作用を増やし、操縦士の心理的負担 (人間の内なる自然との相互作用) を増大させている。厳しい自然環境との相互作用の選択自体は社会的なものではあるが、自然的要因も、技術システムの特性格化に関係していることには留意する必要がある。

以上のように、ペローによれば、経済的、制度的あるいは文化的な要因からなる社会的要因と自然的要因の作用によって、技術システムの特性格化は変化していく。したがって、ペローの技術システムの把握は、この部分で取り上げた議論に限っていえば、構築主義的である (本稿注2参照)。彼によれば、特に資本主義の競争圧力のもとでは、システム間の近接性は高くなり、スラックの量は削減されていく。その結果、システムの相互作用関係は複雑になり、連結関係は緊密になる。システム事故の可能性も高くなるのである (Perrow 1984, p. 184)。また、技術システムの特性格化は、従来のサブシステムに不適合をもたらすこと、新たな危険性をもたらすこともある。たとえば、現在のハイテク船舶システムにおいて、相変わらず権威主義的な船長—船員システムは、不適合を引き起こす可能性がある (p. 230)。

他方で、従来からの本質主義的な見方を引き継いで、ペローは、技術システムの特性格化と組織特性との間には、状況適合的な (contingent) 関係があるとした。すなわち、強連結のシステムには集権的な組織が適合しており、弱連結のシステムには分権的な組織が適合しているとされた。また、予測可能性が高い線型的な相互作用関係には、集権的な組織が適合しており、予測可能性が低い複雑な相互作用関係には、分権的な組織が適しているとされた。したがって、強連結で線型的な相互作用関係を有するとされる鉄道システムなどには、集権的な組織が、弱連結で複雑な相互作用関係を有する研究所などには、分権的な組織が適していることになる。そして、弱連結で線型的な相互作用関係を有するシステムは、集権的でも分権的

でもよいが、強連結で複雑な相互作用関係を有するシステムでは、強連結には集権的組織が、複雑な相互作用への対処には分権的な組織が適しているため、両立が不可能となる (Perrow 1984, pp. 331-2; cf. Perrow 1967)。すなわち、こうしたシステムについては、組織がいかにあろうと、システム事故のリスクを低減することは困難だという結論になる。もっとも、ペローは、品質管理や訓練などの組織のマネジメントが適切になされているかどうかもまたシステム事故の可能性に作用するとしている (p. 343)。したがって、ここでも彼は組織における安全形成の構築的なプロセスを認めてはいる。しかし、総じて、彼の注目は、技術システムの特性と組織構造との関係、それらと潜在的なシステム事故の可能性との関係にある。そして、これらを論じる彼の立場は、技術システムを実在として見る本質主義的立場にある。

2.2 攪乱要因からの技術システムの隔離

技術システムの特性と組織特性との関係について詳しく論じたもう 1 人の論者であるトンプソンは、技術や環境がもたらす不確実性、問題のパターンが、組織の行為におけるパターンをもたらすという図式を示している。彼は、技術システムのタイプを長連結型 (long-linked technology)、媒介型 (mediating technology)、集約型 (intensive technology) に分類する。長連結型システムは、連続的な相互依存関係を含んでおり、行為 Z は行為 Y を完了した後にのみ遂行することができ、さらに行為 Y は行為 X に基づいているというような意味での連続的な相互依存性をもったものである (Thompson 1967, pp. 15-6; 邦訳 19-20 頁)。これはペローの分類で言えば、強連結の線型的システムに当たるといえる。次に媒介型システムであるが、銀行や保険会社のように相互依存関係の形成を望んでいる顧客同士を結びつける技術システムだとされる。そこには標準化された手続きや展開可能性が要求される (Thompson 1967, pp. 16-7; 邦訳 20-1 頁)。これは、ペローの分類で言えば、弱連結の線型的システムに当たるといえる。最後に集約型システムでは、ある特定の対象に対して変化をもたらすために、さまざまな専門的技法が寄せ集められる。たとえば、病院や建設工事などである (Thompson 1967, pp. 17-8; 邦訳 21-2 頁)。これは、ペローの分類で言えば、弱連結の複雑な相互作用関係のシステムであるといえる。

トンプソンは、技術システムの特性に応じた合理的な組織設計について提示する。彼は、組織構造として組織内部の相互関係から 3 つのタイプを示す。第一が、集団共有的相互依存関係 (pooled interdependence) であり、互いに独立した各パートが全体に個別の貢献を果たし、全体は各パートをサポートする。第二は、連続的相互依存関係 (sequential interdependence) であり、各パートが全体に貢献を果たし、全体が各パートをサポートするのであるが、相互依存関係は特定の逐次的・一方向的であって、対称的ではないことが特徴である。第三は、互酬的相互依存関係 (reciprocal interdependence) であり、各パートのアウト

トプットが他のパートのインプットとなっている関係であり、集団共有的な側面と連続的な側面とを内包していながらも、各関係の双方向性が特徴的である (pp. 54-5; 邦訳 69-70頁)。トンプソンによれば、すべての組織には集団共有的相互依存関係があり、より複雑な組織になると、集団共有的なものとともに連続的な相互依存関係が存在し、最も複雑な組織になると、集団共有的、連続的、互酬的な相互依存関係が見られる。それとともに調整もより困難となる (p. 55; 邦訳 70-1頁)。技術システムとの対応関係を考えると、媒介型システムなら集団共有的相互依存関係だけで済むかもしれないが、長連結型システムになると連結的相互依存関係が、集約型になると互酬的相互依存関係が必要になる。調整には、標準化や計画、相互調節 (mutual adjustment) などの方法があるが、集団共有的相互依存関係には標準化が、連続的相互依存関係には計画が、互酬的相互依存関係には相互調節が適しており、後者になるほど、コミュニケーションと決定の頻度が増大する (p. 56; 邦訳 72頁)。増大する調整コストの低減のために部門化・自律化が図られ階層化が導入される。これらによっても吸収できない問題については、委員会、タスクフォース、プロジェクトチームによって調整が図られる (p. 65; 邦訳 83頁)。こうして、技術システム特性に合理的に適合した組織構造が得られることになる。

また、トンプソンは、組織を取り巻く環境と、組織が保有する技術的中核 (technical core) との関連に対応するための、合理的な組織設計についての仮説も提示している。組織は、本質的に環境と資源のやり取りをしなければならないため、環境と相互依存関係を持たざるをえない (pp. 19-20)。そこで、環境の影響から技術的中核を隔離するための様々な対策が採られる。たとえば、バッファを備えることによる緩衝化 (buffering) (pp. 20-1; 邦訳 24-5頁)、環境要因の変動を均すことによって減少させる平滑化 (smoothing)・平準化 (leveling) (p. 21; 邦訳 26-7頁)、環境変動を予知して適応しようとする予測 (forecasting) (pp. 21-2; 邦訳 27-8頁)、これらのいずれもが環境変動から技術的中核を守れない場合に優先順位をつけて妥協的な処理を図る割当て活動 (rationing) (pp. 22-3; 邦訳 28-9頁)である。

さらに、トンプソンは環境をより具体的に論じるために「タスク環境」という概念を導入している。それは、(1) 顧客、(2) 原材料・労働力・資本・設備・作業空間の供給者、(3) 市場および資源供給における競争者、(4) 政府・労働組合・業界団体を含む規制団体という主要なセクターから構成される (Thompson 1967, pp. 27-8; 邦訳 34-5頁)。これらのタスク環境との相互依存関係の中では、代替的な方法の保有によるタスク環境の要素のパワーの最小化 (p. 32; 邦訳 40頁) や、その要素に関連した自身のパワーの獲得 (p. 34; 邦訳 42-3頁) が重要になる。⁴⁾ パワーの獲得については、タスク環境を構成している他組織もまたそれ自体のタスク環境との相互依存関係にあるということを利用する。たとえば、長

連結型技術をとる合理的組織は垂直統合を通してドメインを拡大しようとし (Thompson 1967, p. 40; 邦訳 50頁), 媒介型技術をとる合理的組織はサービスを受ける人々の数を増やすことでドメインを拡大しようとし (p. 42; 邦訳 52頁), 集約型技術をとる合理的組織は, 働きかける対象を囲い込むことによってドメインを拡大しようとする (p. 43; 邦訳 53頁)。さらに, 異質なタスク環境に直面した場合, それを同質なセグメントに分けて, それぞれに対応する組織構造が構築され, すなわち分化 (differentiation) が図られる。また, 変動が大きく予測不可能な環境には, 局所化された単位組織によって, 環境がモニターされ, 対応が計画される。つまり下位分割および分権化 (decentralization) が図られる (pp. 70-3; 邦訳 90-4頁)。このようにトンプソンは, 技術およびタスク環境の状況に応じた合理的な組織設計のあり方についての論理を提示している。彼が提示した, 環境の攪乱から技術的中核を隔離する論理からは, 安全形成のための組織設計に対する一定の含意を得ることができる。ただし, 彼の立場は, 技術的中核の特性を与件として把握している点で, 本質主義的であり, 実証主義の立場からの経験的研究に備えた形式をとっている。

2.3 小括

ペローとトンプソンはいずれも技術システムの特性を, 組織とは独立して在って, 客観的に把握できるものとして類型化し, それに適合した組織構造を提示している。技術システムの安全という観点について, ペローは直接的に, またトンプソンも, システムの正常な機能を含意する合理性という概念や, 環境の攪乱からの隔離という概念を用いて間接的に, いかに安全を確保するか, あるいは, それが困難であるか, について論じた。本質主義的立場からは, ガルブレイスも, 不確実性の処理について, 4つの基本的な組織戦略を提示している (Galbraith 1973, p. 15)。そのうち2つは, 情報処理のニーズを低減しようとするものであり, 一つは資源のスラックを増やすことであり, もう一つは, 自己充足的なタスクに編成しなおすことである。これらについては, すでに見たように, ペローやトンプソンも言及している。残りの2つの戦略は, 情報処理能力を増すというものであり, 一つは垂直的な情報システムに投資すること, もう一つは水平的な連絡組織を作り出すことである。このうちの前者については, ペローは批判的である。つまり, 情報技術の導入自体が新たな不確実性をもたらす可能性を指摘していた。後者についてはトンプソンが同様の指摘をしていた。

ところで, ペローもトンプソンも, 技術システムと組織との関係について, 決して静的な捉え方をしているわけではない。組織や環境とのダイナミックな相互作用についての言及はみられる。その意味では, 技術の構築的側面を全く無視しているわけではない。しかし, 彼らの関心は, 技術の具体的特性と組織の具体的特性との関係, 両者とシステム成果との関係にあり, それらを論じている立場は, 概して本質主義的である。これに対して, 構築主義的

な立場から、技術システムと組織との相互作用的なプロセスに注目する議論がある。次節において、その中でも、安全の問題に直接的に言及しているワイクの所説と、構造化理論を援用しつつ、社会的に構築された技術の解釈柔軟性と技術が行為主体に与える作用との両面を論じたオリコウスキーの議論を見る。

3 構築主義的アプローチ

3.1 組織的意味形成プロセスの産物としての安全

技術システムの特性を組織の外にある実在として見なす本質主義的アプローチの諸研究に対して、技術システムの特性は一義的には決められず、関与する組織および組織成員との関係において相互作用のプロセスによって構築されているものと見なして議論を展開するのが、構築主義的アプローチである。その代表的存在であるワイクによれば、技術システムにおける複雑性の増大は認知される不確実性を高める。要素の数や多様性の増加によって要素間の相互作用や相互依存が増大するからである。こうした複雑性に対処するために、組織においてはルーチンが探索され、それに依存するようになる。ところが、複雑なシステムでは想定していない事象の連鎖が生じる可能性があり、ルーチンに頼っている組織は、それを解決できず、ペローのいう「通常」事故につながっていく。つまり、意味形成 (sensemaking) のプロセスに注目するワイクによれば、危険性はシステムに内在するのではなく「信じられないものは見えもしない」ことにある。したがって、組織内で信じられることのレパートリーが豊かであればあるほど、多様な事態への組織の対応能力も高くなる (Weick 1995, p. 87; 邦訳 118-9 頁; cf. Weick 1988)。つまり、組織の性質によって技術システムの危険性の程度も変わってくるといえる。

ここで重要になるのは、複雑で強連結の技術システムが事故に繋がるまでには、組織のルーチン形成と成員のそれへの過剰といえる依存、それに伴う「異常事態」の認識能力の低下などの組織のプロセスがあることをワイクが明確に示唆していることである。また、組織の特性 (たとえば、信じられることのレパートリーの豊かさ) が、技術システムの特性をも変えるという側面を指摘していることである。技術システムの特性にしても、その危険性にしても、組織とは別に一義的に決められるものではなく、組織化プロセスや組織の特性との相互作用によって構築されるという彼の見方こそ、ここで最も注目すべき点である。

たとえば、カナリア諸島テネリフェ島ロス・ロディオス空港における航空機衝突事故のように、両機の乗員や管制官などの関係者の強度のストレス下にあっては、いつもはどちらかといえば線型的でさほど緊密ではない連結を備えた技術システムだとされる空路管制システムが、より複雑で緊密な連結のシステムになった (Weick 1990a, pp. 586-7)。一般に、ストレスとシステム特性、システム成果の間の関係について、ワイクは、ストレスが高まるにつ

れて、システムの特性は弱連結から強連結になり、さらにストレスが高まると、線型的な相互作用も複雑な相互作用へと変容するとしている。そして、これらによって、システムの成果は一定程度まで高まる傾向にある。しかしながら、ストレスが極度に高まると、システムの要素間の連結は壊れ、複雑な相互作用のままで弛緩した連結となる。システムの成果も低下してしまう (Weick 1990b, pp. 29-30)。また、もともと、複雑な相互作用と緊密な連結を備えているシステムは、こうしたストレスの高まりに対しての耐性があるが、平常時に他の特性をもつシステムは、こうした変化に対応できないことがあるとされる (Weick 1990b, p. 31)。他に、ボパールの化学工場における有毒ガス漏れ事故のように、コスト削減が要素間関係を緊密にし複雑にする場合もある (Weick 1990a, pp. 586-7)。したがって、ペローが本質的に複雑で強連結のシステムが最も危険であるとしていたのに対し、ワイクは、通常は、相対的に線型的で弱連結の技術システムであっても、制度的要因 (たとえば、コスト競争に作用する時間短縮、乗員の勤務時間超過によって機長にペナルティを課す制度など)、自然的要因 (たとえば、非常に濃い霧の発生)、非ルーチン的な作業 (たとえば、普段は離着陸のない大型旅客機を含む多数の飛行機の管制) などによってもたらされる強度のストレス下における組織化プロセスによって、非常に危険なシステムへと変容するかもしれないことを示唆している⁵⁾。

組織化プロセスにおいて、特に重要となるのが、組織における意味形成のプロセスである (Weick 1979; Weick 1995)。ワイクは、ペロー (Perrow 1986) に基づき、組織のコントロール形態を第一次 (直接的な監督)、第二次 (プログラムやルーチンによるコントロール)、第三次 (自明視されている仮定や定義による、つまり文化によるコントロール) に分けたい。技術システムの要求が非ルーチン的であるほど (つまり複雑性が高いほど) 第三次コントロールの必要性が高まるとしている (Weick 1995, pp. 113-4; 邦訳 153頁)。命令、監視、ルール、専門化、標準化などからなる第一次コントロールと第二次コントロールを利用するためには、タスクが良く理解され細分化されていなければならない。それが不可能か望ましくない場合には、仕事を安定化し、秩序立てるために、第三次の前提コントロールが必要となる (Weick 1995, p. 116; 邦訳 156頁)。この点はペローやトンプソンの議論とも共通点が見出されるが、ワイクの議論の注目点は、この第三次のコントロールを可能にするのは、ルーチンを相互に連結する集主観性 (generic subjectivity) と解釈を相互に強化する間主観性 (intersubjectivity) と継続的なコミュニケーションによってこれらの2形態の間で繰り返される組織の意味形成のプロセスだとしていることである。彼によれば、組織の意味形成においては、議論 (対話)、予期、コミットメント、操作というプロセスを通じて働く集主観性によって管理構造が作り出され、そして、この構造によって、人々は世界の意味を理解し、物事をコントロール可能であると思えるようになる (Weick 1995, p. 170; 邦訳 225-6頁)。

この組織的意味形成のプロセスによる管理構造の構築という見方こそが、ワイクの議論を構築主義的だとする根拠である。

ワイクは組織的意味形成にとって、現在、重要な問題となりつつあるものとして情報技術の進展を挙げている。情報技術のスピードと複雑さと、情報技術のアウトプットを理解する人間の能力との間の不均衡を問題視している。この情報技術は行為合理性や物語合理性よりも意思決定合理性によって主導されており、それを信奉する設計者が技術の中に組み込んでしまうと、行為の現場から遠く離れた上層部の意思決定を、行為の現場で覆すのは容易ではなくなる。かくして、情報技術は事象間の連結を緊密にする傾向がある。それによって技術システムの相互作用の複雑性と「通常」事故の可能性がさらに高まる（Weick 1995, pp. 177-9; 邦訳 234-7頁⁶⁾）。このように、特定の制度のもとで開発される情報技術の浸透は、意味形成のプロセスを経て、技術システムの特性に作用を与える。これもまた技術システムの特性が本質的に備わったものではなく、様々な要素の相互作用の結果として構築されたものであることを示唆している。

換言すれば、組織化プロセスを通じて、技術システムの緊密化や複雑化を回避できたり、遅延できたり、緩和できたりすれば、あるいは、有事に行動パターンを変えられるよう人々が訓練されていたりインセンティブを与えられていたりすれば、失敗は小さく局所的なものにできる（Weick 1990a, p. 589）。つまり、組織化プロセスのあり方を通じて、連結の緊密さや複雑性が増した技術システムであっても、安全を維持できるということになる。ちなみにワイクとサトクリフは、そのように、つねに過酷な条件下で活動しながらも、事故発件数を標準以下に抑えている組織を高信頼性組織と名づけて分析している。高信頼性組織は、不測の事態を萌芽段階で察知し拡大を防ぎ、拡大を食い止めるのが難しい場合には抑制を図り、抑制も利かないときにはシステムの速やかな復旧を図ろうとする（Weick and Sutcliffe 2001, pp. 3-4; 邦訳 5-7頁）。高信頼性組織を支える「注意深さ」(mindfulness)⁷⁾として、彼らは、①失敗から学ぶ、②単純化を許さない、③オペレーションを重視する、④復旧能力を高める、⑤専門知識を尊重する（あるいは、専門知識の在り処を変えることの利用⁸⁾）の5項目を挙げている（Weick and Sutcliffe 2001, p. 10; 邦訳15頁）。以上のように、ワイクたちは、技術システムの特性は技術システムに内在しているのではなく、それに関与する組織や組織成員の相互作用から構築されるものであると見ており、したがって、技術システムの安全性（危険性）も、技術システムそのものに内在しているのではなく、組織的意味形成プロセスによって構築されるものであると見なしている。この見方が、技術システムの安全性は、組織の「注意深さ」によって構築できると論じることを可能にしている。

3.2 技術の二重性と解釈多様性に基づく「技術の構造化モデル」

オリコウスキー (Orlikowski 1992) は、技術システムが組織化プロセスを通じて異なる解釈がなされ、異なる作用を組織に与える一方で、組織化プロセスにおける解釈の柔軟性を用いて技術システムの特性自体を変化させようという両面性について論じている。彼女は、技術概念の範囲を物的な人工物（ハードウェアとソフトウェアとの様々なコンフィギュレーション）に限定し、技術の物的な性質とそれを設計したり使用したりする人間行為とを区別したうえで、技術の役割に関する既存の理論的アプローチを類型化し、(1) 技術を社会にとって外的な実在として捉え、組織への一方的・決定論な作用を与えるものとして把握するもの、(2) 逆に、技術を組織の戦略的選択および社会的行為の結果として把握するもの、(3) 技術と組織を相互作用するものと捉えた上で、組織の構造的変化を引き起こすトリガーとして技術を把握するものに分けた。最後者のアプローチについては、バーリー (Barley 1986⁹⁾) を参照している。ただし、彼女は、バーリーが、技術を使用のコンテキストで意味が決められる社会的対象として理解しながらも、その物理的な態様や機能については使用時に変わらぬものとしていることに難点を見出している。特に情報技術においては、利用者によって使用時に特性を変えることが可能であり実際にそうなされることもある。そこで、彼女は、技術そのものの構造についても社会的に構築されているものであって使用時においても所与のものとしては見ないのである。

こうした把握を理論的に定式化するため、彼女はギデンスの構造化理論を援用する。彼女は、組織の構造的特性と行為主体との関係を次のように語る。すなわち、

知的能力を有し内省的な行為主体たちの日常行為を通して、相互作用のパターンは組織の標準化された実践方法として確立していく。たとえば、製品の製造方法、会議の調整、従業員の評価などである。次第に、そのような実践方法の習慣的な利用は、結果的に制度化され、組織の構造的特性となる。これらの構造化された、あるいは制度化された特性（構造）は、人々の継続的な相互作用（エージェンシー）において利用され、さらにそうした利用によって、今度は、その制度化された特性が強化される。(Orlikowski 1992, p. 404)

オリコウスキー (Orlikowski 1992, pp. 405-7) によれば、技術もまた、それを開発したり使用したりする組織の構造的特性の一種¹⁰⁾であって、人間行為によって生み出され変えられる一方で、人々がそうした行為を達成するためにも使われる。これを彼女は「技術の二重性」と呼ぶ。つまり、技術は、社会的コンテキストの中で活動している様々な行為主体によって物理的に構築され、また、様々な行為主体による意味づけがなされ、強調されたり利用されたりすることで特徴づけがなされることで社会的に構築されている。他方で、いったん開発されて配置されると、技術は、具象化され制度化され、それを構築したり意味を付与したり

した人間主体から離れ、組織の客観的な構造的特性であるかのように現れる。ただし、行為主体と構造とは独立ではない。技術を客体化し制度化しているのは技術を習慣的に利用している人間主体の継続的行為にほかならない。もし、行為主体が技術を利用するたびに物的にしても解釈的にしても変えていけば、制度化に必要とされる安定性や当然視は失われるであろう。もっとも、常にこのような変化する相互作用を技術との間でしていると、技術を使うことによる利点は失われてしまう¹¹⁾。

オリコウスキー (Orlikowski 1992, pp. 407-9) が、技術の構造化プロセスの理解において、技術の二重性とともな前提にしているのが、技術の解釈柔軟性 (cf. Pinch and Bijker 1987) である。技術の解釈柔軟性は、技術の開発行為と使用行為との時間的・空間的隔絶においてしばしば顕在化する。技術を使用するとき、利用者は、関係する人的あるいは社会的要素によって影響を受けながら、技術を様々に解釈し、充当し、操作する。つまり必ずしも設計者の解釈に従うとは限らない。ただし実際には、技術の二重性のうちの構造的側面の働きによって、自由な技術の解釈やそれへの働きかけの機会があるにも関わらず、技術について硬直的でルーチン化した見方や相互作用が定着することも少なくない。このような制度化された見方や相互作用であっても、実は、技術と組織との相互作用の結果であって、決して技術の特性に本来的に内在しているわけではない。(Orlikowski 1992, p. 408) したがって、必ずしも顕在化するとは限らないが、技術の解釈柔軟性の機会は常に存在している。

技術システムの安全形成との関係で重要なこととして、技術の解釈柔軟性は、複雑な相互依存関係や予期せぬ出来事、現場の偶発的状況に対処するために技術の利用者が公式ルールから逸脱した方法で技術と相互作用することを理解する概念装置となる (p. 408)。また、さらに重要なことに、技術の解釈柔軟性が、人工物の特性、人間主体の特性、社会的コンテクストの特性によって影響を受けることをオリコウスキーは指摘している。したがって、特定の技術に関する解釈柔軟性は決して無制限ではない。そこには物的特性による制約や制度的コンテクストによる制約があるからだ (p. 409)。

「技術の二重性」と「技術の解釈柔軟性」という前提に基づいたオリコウスキーの「技術の構造的モデル」の構成要素は、(1) 技術の設計者、利用者、意思決定者などの「人間主体」、(2) 職場における仕事の実行を媒介する人工物などの「技術」、(3) 構造的配置、事業戦略、イデオロギー、文化、統制メカニズム、標準的作業手順、分業、専門性、コミュニケーション・パターンなどの組織特性や、政府の規制、競争力、供給者の戦略、職業規範、技術についての知識水準、社会経済的状況などの環境圧力を含む「組織の制度的特性」からなる (p. 409)。これらの間には、以下の局面からなる動的な関係がある。

(a) 「技術」は「人間主体」の行為の成果である。その際、技術の解釈柔軟性が、設計段階と使用段階とそれぞれにおいて存在する。使用段階において、利用者が共有された意味

を技術に宛がうと、設計者の解釈図式や資源、規範を適用することとなり、仕事の実行においてそれらの影響を受ける。しかし、この作用は、制度的なものであって、技術そのものに内在するものではない。常に利用者は、その技術を使わないという選択も、設計で意図されたものとは異なる使い方を選ぶことも可能である (pp. 409-10)。

(b) 「技術」は「人間主体」の行為の媒介手段である。ただし、技術は、人間主体の社会的行為に対して条件を与えるだけであって「決定」することはできない。また、特定の社会実践を、促進する場合もあれば、制約する場合もある (pp. 410-1)。

(c) 組織における「人間主体」の行為の特性は「組織の制度的特性」によって形成される。人間主体が、技術を用いる際に、それが設計であろうと充当であろうと、あるいは修正であろうと抵抗であろうと、組織の制度的特性によって影響を受ける。つまり、「人間主体」と「技術」との相互作用は「組織の制度的特性」によって条件付けられている。バーリー (Barley 1986) は、まさにこの点を強調的に示した (Orlikowski 1992, p. 411)。

(d) 「人間主体」による「技術」の使い方は「組織の制度的特性」に影響を及ぼす。多くの場合、それは既存の制度的特性を強化する方に作用するが、逆にそれを変化させる方法に作用することもある。これに関して必ずしも人間主体、特に利用者は自覚的ではない。無意識のうちに制度強化に加担していることが多い。しかし、もし利用者が設計者の意図に従わない方法で技術を使用する場合、彼らは、それに埋め込まれた規範や資源を崩し、ときに変えてしまうこともある。つまり、技術の制度的コンテキストや、設計者やスポンサー、導入者などの戦略的目的を、崩したり変えたりするかもしれない (pp. 411-2)。

3.3 小括

以上のように、技術システムの特性が、行為主体（個人，組織）の間の相互作用によって構築されているものと見なす構築主義的アプローチでは、組織化（ワイク）や構造化（オリコウスキー）という社会的プロセスが重視される。技術システムの特性は、技術に内在しているのではなく、社会的プロセスの中で構築されるものであり、したがって、技術システムの危険性（安全性）についても、社会的プロセス（とりわけ組織プロセス）によって理解すべきであるということになる。その典型的な帰結が、ワイクとサトクリフが示したような組織の「注意深さ」の重視である。他方で、オリコウスキーは、技術システムが行為主体によって社会的に構築される側面だけでなく、構築された技術システムが行為主体を制約して特定の行為を制度化する側面にも注目した。その結果、オリコウスキーの枠組みには、本質主義的なアプローチを部分的に包摂する余地が生じている。さらに、彼女の用語での「技術」は、筆者の用語でいうところの「人工物」であり、筆者の用語における「技術システム」は、彼女の用語での「技術」¹²⁾、「人間主体」、「組織の制度的特性」の組合せからなっているという

ような、用語上の相違はあるものの、彼女の「技術の構造化モデル」は、筆者の「技術の社会的形成」アプローチ（原 2007；原 2008）と親和的である。オリコウスキーの議論の重要な点は、技術の設計と使用との時間的・空間的な隔絶によって、しばしば利用者には、技術が与件として映り、その無反省的で習慣的な使用が、既存の制度的特性を強化する一方で、技術システム特性の安定性の源になることを示したことである。また、技術の解釈柔軟性にしたがって、もし利用者が支配者や設計者と異なる解釈にしたがって技術を使用し続けられれば、既存の制度的特性を崩したり変えたりできることも示したことである。これらの論理は、技術システムの安全形成を考えるうえで大きな意義を有する。

4 ディスカッション

本稿では、高度技術システムのネットワークの安全形成に関する理論的基軸を作るうえで有用と思われる組織理論をレビューした。そこには、技術システムの特徴が、組織の制度的・構造的特性や組織成員の「外部」に在って、客観的に捉えうるものとして取り扱う本質主義的アプローチと、組織の制度的・構造的特性や組織成員と技術システムの相互作用から意味を付与されつつ構築されてくるものとして把握する構築主義的アプローチを見出すことができた。すなわち、前者は技術システムそのものに内在する特性を認め、後者はそれを認めない。特に安全に関して言えば、前者は、技術システムそのものに危険が内在するとみるが、後者は、そうではなく、技術システムと組織の制度的・構造的特性との相互作用や組織成員の技術システムとの関わりにおける行為の選択などの結果として危険は生じると考える。

しかし、先行研究を詳しく見ると、いずれの議論も徹底していずれかのアプローチを貫いているわけではなく、意識的あるいは無意識的に異なるアプローチを部分的に取り入れている。その中でも、特に意識的に理論的にそれを行っているのはオリコウスキーであって、その見方は、筆者の「技術の社会的形成」アプローチと親和的である。彼女は、構築主義的アプローチにしたがい、技術システムは、人工物と組織との相互作用から創発的に構築されるものとしながらも、他方で、人工物の物的制約や、制度的・構造的特性の慣性力によって、利用者はしばしば無反省的な使用を行い、そのことが既存の制度的・構造的特性の強化につながるという点を明確に指摘している。つまり、主体間相互作用に対する物的制約や制度的・構造的要因がもたらす制約を認めることによって、現実の相互作用が制度化・構造化されて相対的に安定的になることを示し、その結果、本質主義的アプローチの議論内容を活用できる機会を作り出している。本質主義的アプローチの議論は、その制約性や慣性力をいわば所与のものとして見なした上での議論であると条件付けることで成立するからである。もちろん、それは見かけ上だけのことであり、理論的には、構築プロセスは継続しており、技術の解釈柔軟性・再構築可能性は常に存在している。したがって、オリコウスキーは、たとえ

ば利用者の行為の変更およびそのパターン化によって、技術システムの特性は変更可能だと強調している。その意味で構築主義的アプローチの基本は崩していない。

オリコウスキーの見方は、このように構築主義的アプローチを基本にしながらも、その条件の下で、制度化・構造化されて「少なくとも当事者には決定的だと見える」安定的な状況の出現を想定することによって、その状況の続く限りにおいての、本質主義的アプローチの議論の活用を可能にしている。このことは、安全のような現実の実践的課題に直面するためには非常に有意義である。なぜなら、実践的課題に対する示唆を生み出すには、哲学的立場もさることながら、具体的な行動につなげるための内容が必要とされるからである。現実には、人々の状況の理解や行為は、通常きわめて習慣的であり、その結果、構築された技術システムの特性も、安定的で頑強なところがある。本質主義的アプローチは、こうした特性を所与として議論を展開しており、技術システム特性の変更可能性を軽視しているという難点はあるものの、社会的相互作用の結果として技術システムの特性が安定的な状態にあるときは（それは、ほとんど「いつも」であるが）、それらが論じている技術特性や組織特性、社会特性の間の関係についての具体的な分析内容は、実践において大変有用であると考えられる。たとえば、ペローの技術システムの特性に関する議論で指摘された、強連結で複雑なシステムの危険性が高いということは、ほとんど常にそうであって、実践的には、可能なかぎり回避すべきであろう。また、トンプソンが指摘したように、技術的中核が外的攪乱要因から少しでも保護されるように、緩衝化（たとえば、緩衝空間の設置や二重系）、平滑化や平準化（利用客の時間的分散）、予測化（集中時予測にもとづく要員応援体制の構成）などの仕組みを組み入れたり、ガルプレイスの議論にもとづいて、タスクを自己充足的な形で分けて組織内で分担することで個々の処理量を減らしたり、組織の水平的な情報処理能力を高めたりすることという諸策も、通常は、安全を高めるために有用な考えだといえる。もちろん、こうした人工物や制度的・構造的要因の配置だけで、技術システムの安全が確保できるわけではないし、危険が決まるわけでもない¹³⁾。技術システムは、組織化プロセスにおいて、つまり、組織成員と人工物および組織特性の間の相互作用において、その安全ないし危険が、構築されるものであって、安全形成のためには、構築主義アプローチが強調するプロセス面での対策も強化する必要がある。たとえば、ワイクラが「高信頼性組織」の特性として掲げた「注意深さ」の具体的内容である、失敗からの学習、多様な観点の確保、実践現場の重視、復旧能力の育成、専門的知識の機動性の確保と活用などのプロセスを通して、潜在的には危険と思われる技術システムを安全に運用できる可能性が高まる一方で、それらの欠如によって、安全なはずの技術システムが危険なものになる可能性にも注意しなければならない。

以上のように、技術システムと組織との関係について、オリコウスキーが提唱した「技術の構造化モデル」を理論的枠組みに据えることによって、さらに、それを「技術の社会的形

成アプローチ」と結びつけることによって、技術システムの安全形成のための実践上の選択肢が増すとともに、重層的な施策によって安全形成の確度を高めることが期待される。

注

- 1) 筆者の見方によれば、技術システムは、社会関係の中から生み出され、社会関係の中で社会の様々なサブシステムと分かちがたく結びつきながら機能している。したがって、技術システムは、正確には、社会—技術システムと呼ぶべきかもしれない。しかし、社会—技術システムではない技術システムというものは、そもそもありえず、また、「社会—技術システム・アプローチ」という、特定の社会研究アプローチ (Trist and Bamforth 1951) の特殊な視点や主張との混同を避けるために、あえて、社会—技術システムという表記をしないこととする。ただし、本稿における技術システムという概念は、人間と物との関係を第一義としていることに、注意を促しておきたい。
- 2) ペローは、もともと技術について明らかに本質主義的な立場、しかも技術決定論的立場を取っていた (Perrow 1967) が、本稿でとりあげている著作 (Perrow 1984) を出版した時点では、過去の自らの立場を否定し、構築主義的な立場から、技術を社会的に形成されるものとする見方を表明している (Perrow 1983)。しかしながら、これらの後期の著作においても、その議論の内容から判断すると、本質主義的といえる技術システムの把握がなされており、しかも、それに基づく分析内容こそが、本稿の議論においては重要な意義を有する。したがって、本稿においては、やはりペローの議論を、本質主義的なものとして取り上げる。
- 3) ペローは、システム事故とは、意図せざる出来事であり人間や物財の被害を伴いシステムの継続中ないし将来のタスク遂行に打撃を与えるものと定義している (Perrow 1984, pp. 63-66)。
- 4) この議論は、資源依存パースペクティブにおいて展開されている (Pfeffer and Salancik 1978)。
- 5) 前述のようにペローもこうしたダイナミクスについて述べているが、強調点が必ずしもここにあるわけではない。
- 6) 前述のようにペローも情報技術の安全性向上への寄与には懐疑的であった。
- 7) ワイクは、「注意深さ」の定義として、現状の予想に対する反復的チェック、最新の経験に基づく予想の絶え間ない精緻化と差異化、前例のない出来事を意味づけるような新たな予想を生み出す意志と能力、状況の示す意味合いとそれへの対処法に対する繊細な評価、洞察力や従来の機能の改善につながるような新たな意味合いの発見、といった要素の組み合わせとしたものとしている (Weick and Sutcliffe 2001, p. 42; 邦訳 58頁)。
- 8) 専門知識は、知識、経験、学習、直観の集合体であり、すべてが一個人に体化されることはめったにないとされる (Weick and Sutcliffe 2007, p. 78)。
- 9) バーリー (Barley 1986) は、同じ技術システムが異なる社会的コンテクストにおいて、異なる意味を与えられ、異なる社会的構造を生み出すことを、まったく同じCT スキャナーが二つの病院 (「都市部」と「郊外」) に導入された事例研究を通じて例証した。
- 10) この構造的特性は、創発的に構築されているものであって、決して人間行為の「外部」に存在する何か埋め込まれたものではない (Orlikowski 2000, pp. 406-7)。
- 11) 技術の利用は、本来、行為の現実性を希求するものだからである (宗像 1989)。

- 12) 技術システムが、目的合理的なシステムであるかぎり、その目的は人工物の構成だけでは達成できないということは、構築主義的アプローチの視点に適合する。したがって、技術（システム）概念を人工物だけに限定することは、たとえ分析操作上の便宜だとしても適切であるとは思えない。したがって、筆者はオリコウスキーとは異なる用語の使用法を採っている。
- 13) したがって、たとえば、ペローのように「通常」事故という悲観的な見方にならずとも、行為主体の意識的行動によって、技術システムの安全形成を考えることが可能となる。

引用・参考文献

- Barley, S. R. (1986), "Technology as an Occasion for Structuring: Evidence from Observations of CT Scanners and the Social Order of Radiology Departments," *Administrative Science Quarterly*, 31: 78-108.
- Galbraith, J. R. (1973), *Designing Complex Organization*, Reading, MA: Addison-Wesley.
- Lawrence, P. R. and J. W. Lorsch (1967), *Organization and Environment*, Boston, MA: Harvard Business School Press.
- Orlikowski, W. J. (1992), "The Duality of Technology: Rethinking the Concept of Technology in Organizations," *Organization Science*, 3: 398-427.
- Orlikowski, W. J. (2000), "Using Technology and Constituting Structures: A Practice Lens for Studying Technology in Organizations," *Organization Science*, 11: 404-428.
- Perrow, C. (1967), "A Framework for the Comparative Analysis of Organizations," *American Sociological Review*, 32: 194-208.
- Perrow, C. (1983), "The Organizational Context of Human Factor Engineering," *Administrative Science Quarterly*, 28: 521-541.
- Perrow, C. (1984), *Normal Accidents*, New York: Basic.
- Perrow, C. (1986), *Complex Organizations*, 3rd edition, New York: Random House.
- Pfeffer, J. and G. R. Salancik (1978), *The External Control of Organization: A Resource Dependence Perspective*, New York: Harper & Row.
- Pinch, T. J. and W. E. Bijker (1987), "The Social Construction of Facts and Artifacts", in W. E. Bijker, T. P. Hughes, and T. Pinch (eds), *The Social Construction of Technological Systems*, Cambridge, MA: MIT Press, pp. 17-50.
- Thompson, J. D. (1967), *Organizations in Action: Social Science Bases of Administrative Theory*, New York: McGraw-Hill. (高宮晋監訳『オーガニゼーション・イン・アクション』同文館, 1987年)
- Trist, E. L. and K. W. Bamforth (1951), "Some Social and Psychological Consequences of the Longwall Method of Coal Getting," *Human Relations*, 4: 33-38.
- Weick, K. E. (1979), *The Social Psychology of Organizing*, 2nd edition, Reading, MA: Addison-Wesley. (遠田雄志訳『組織化の社会心理学(第2版)』文眞堂, 1997年)
- Weick, K. E. (1988), "Enacted Sensemaking in Crisis Situations," *Journal of Management Studies*, 25: 305-317.
- Weick, K. E. (1990a), "The Vulnerable System: An Analysis of the Tenerife Air Disaster," *Journal of Management*, 16: 571-593.

- Weick, K. E. (1990b), "Technology as Equivoque: Sensemaking in New Technologies," in P. S. Goodman and L. Sproull (eds.), *Technology and Organizations*, San Francisco: Jossey-Bass, pp. 1-44.
- Weick, K. E. (1995), *Sensemaking in Organizations*, Thousand Oaks, CA: Sage. (遠田雄志・西本直人訳『センスメーカーキング・イン・オーガニゼーションズ』文眞堂, 2001年)
- Weick, K. E. and K. M. Sutcliffe (2001), *Managing the Unexpected*, San Francisco: Jossey-Bass. (西村行功訳『不確実性のマネジメント』ダイヤモンド社, 2002年)
- Weick, K. E. and K. M. Sutcliffe (2007), *Managing the Unexpected*, 2nd edition, San Francisco: Wiley.
- Woodward, J. (1965), *Industrial Organization: Theory and Practice*, 2nd edition, Oxford: Oxford University Press.
- 原拓志 (2007), 「研究アプローチとしての『技術の社会的形成』」, 『年報 科学・技術・社会』, 第16巻, 37-57頁。
- 原拓志 (2008), 「安全の社会的形成に関する予備的考察」, 『国民経済雑誌』, 第197巻第4号, 31-44頁。
- 宗像正幸 (1989), 『技術の理論』, 同文館。