

# “不適切な「介入」”の可能性

— 高リスク組織研究との関連から —

齋 藤 靖

## 1 問題設定

本稿の目的は、組織において逸脱現象が生じるひとつの論理を提示することにある。逸脱現象が生じる論理を提示するにあたり、高リスク組織に関する代表的な2つの研究を検討した上で、既存研究の枠組みを活用しつつも、それとは異なる論理的な可能性が存在する点について言及する。また、本稿で展開される主張の適合事例として、1999年9月30日に茨城県東海村にある株式会社ジェー・シー・オー（以下、JCO）東海事業所の転換試験棟で発生した臨界事故を取り上げる。

何らかの事故が発生した場合に組織内外に大きな影響を及ぼす組織（以下、高リスク組織）に関する代表的な研究として、(1) normal accidentに関する研究（Perrow 1982, 1984, 1986, 1999, 2001）と(2) 高信頼性組織（High Reliability Organization, HRO）に関する研究（LaPorte and Consolini 1991; Roberts 1989, 1990a, 1990b, 1993; Roberts, et al. 1994; Rochlin 1989; Weick and Roberts 1993; Weick and Sutcliffe, 2001）が存在する。これらの研究では、組織内における作業システムの構造が類型化され、作業システムの構造的特徴と事故の可能性との関係性についての主張が展開されており、高リスク組織における事故現象を説明するひとつの説明枠組みとして重要な示唆を与えている。

しかしJCO臨界事故は、既存の説明枠組みからすると必ずしも事故の起こる

可能性が高くない作業システムで発生した。事故の可能性が低い作業システムであるにもかかわらず、なぜ事故が発生してしまったのだろうか。このような問題意識のもと、本稿では、このような作業システムでも十分に事故が生じうることを示す。とりわけ、事故に至る逸脱現象について既存研究がどのような論理を想定しているのかを明らかにし、事故の発生可能性が低いと考えられている作業システムでも事故に至る逸脱現象が生じる論理を提示する。

以下では、次の順序で議論を行う。第2節では、高リスク組織に関する代表的な2つの研究を検討した上で、事故の発生可能性が低いと考えられている作業システムで事故に至る逸脱現象が生じる論理を提示する。第3節では、第2節で展開した論理に基づいて、JCO臨界事故の事例を解釈する。最後に第4節では、まとめと今後の研究課題を述べる。

## 2 既存研究の検討

### 2-1 高リスク組織に関する代表的研究

高リスク組織に関する代表的な研究として、次の2つの研究が存在する。第1の研究は、Charles Perrowによるnormal accident研究（以下、NA研究）である（Perrow 1982, 1984, 1986, 1999, 2001）。第2の研究は、Karlene Robertsを中心とした高信頼性組織（high reliability organization; HRO）研究（以下、HRO研究）である（LaPorte and Consolini 1991; Roberts 1989, 1990a, 1990b, 1993; Roberts, et al. 1994; Rochlin 1989; Weick and Roberts 1993; Weick and Sutcliffe, 2001）。これら2つの研究は、何らかの事故が発生すると組織内外に大きな影響を及ぼすような、高リスク組織を研究対象としている点で共通しているものの、それぞれ異なる目的を持っており、対照的な現象に注目している。

PerrowによるNA研究では、過去に事故を引き起こした組織を分析対象として取り上げ、事故の原因を明らかにしようとしている。彼は、1979年にアメリカ合衆国のスリーマイル島で発生した原子力発電プラントの事故などを分析し

た。それに対して、Robertsを中心としたHRO研究では、事故の危険性が高いにもかかわらず長期にわたって信頼性（安全性）を維持してきた組織を高信頼性組織（high reliability organization; HRO）と呼び、HROの分析を通じて、高リスク組織において事故を防止するための重要な点を明らかにした。具体的な事例として、彼女らは原子力航空母艦や航空管制塔などの組織を分析した。

これら2つの研究で展開される主張も対照的である。NA研究では、組織内の行為者たちが事故を防ぐような管理を行っていたとしても、長期的には悲劇的な事故が起こってしまうと主張している。それに対して、HRO研究では、組織内の行為者たちが適切な組織設計や管理技法を採用すれば長期にわたって悲劇的な事故を防ぐことが可能であると主張している。

このように、NA研究とHRO研究の研究目的や調査対象、展開される主張は対照的であるけれども、以下で示すように、事故が発生する可能性が高い組織の特徴と事故の発生メカニズムに関して同一の想定をしている。

## 2-2 事故発生確率を高める作業システム

NA研究とHRO研究は、展開される主張は異なるものの、背後に想定している事故発生メカニズムは同一である。これら2つの研究では、作業システムの構造的特徴が事故の発生確率を決めていると考えている。とりわけ、作業システムに関して次の2つの特徴を持つ組織で事故の発生する確率が最も高くなるとしている。

第1に、作業システムを構成する要素間が複雑に相互作用しているという特徴である。たとえば、作業システム全体が要素Aから要素Dまでの4つから構成されていると考えよう。構成要素が複雑に相互作用しているとは、要素Aが他の要素B、C、Dのどの要素と関係しているのかが作業システムの行為者には把握困難であることを意味する。

第2に、作業システムを構成する要素間の結びつきが強いという特徴である。構成要素間の結びつきが強いとは、要素間での影響の関連性が高く、かつその影響が素早く伝播するということを指す。上述の例で考えれば、要素Aの作業に何らかの変動が発生したときに、その影響が要素B→要素C→要素Dへと即座

に波及するということを意味する。このような作業システムには余剰資源（スラック）は存在しない。

作業システムを構成する要素間の相互作用が複雑であり、かつ強く結びついている組織の具体例としては、原子力発電所組織や原子力航空母艦組織、航空管制組織などを挙げることができる。ここで、Robertsらが調査した「世界で最も危険な4.5エーカー」とも呼ばれる原子力航空母艦組織を例に、作業システムの2つの特徴を説明すると次のようになる（ディスカバリーコミュニケーションズ 2002; Roberts 1993; Weick and Sutcliff 2001）。

第1に、構成要素間の複雑性についていえば、原子力航空母艦の甲板には最高80機のジェット戦闘機が並んでいるばかりでなく、多数の作業員が多数の機械設備や電子機器、膨大な作業マニュアルを用いて作業を行っている。Robertsらが調査した原子力航空母艦では、約6000名が作業に従事しており、約2000台の電話や10億個以上のトランジスタやダイオード、それに伴う膨大な作業マニュアルが存在した。作業内容に関しても、戦闘機の離発着作業と並行して甲板では100名から200名の作業員が戦闘機に給油や武器・弾薬の搭載、保守点検などを行っている。このように狭い甲板上に多数の戦闘機や設備が存在し、そこで多数の人間が多様な業務を行っている状況では、特定の要素で何らかの変動が生じた場合にそれが他のどの要素に影響を与えるかを事前に予測することは困難である可能性が極めて高い。

第2に、構成要素間の結びつきの強さについていえば、原子力航空母艦では48～60秒の間隔で戦闘機の離発着が行われており、離陸と着陸が同時に行われる状況すら存在する（Roberts 1993; Weick and Sutcliff 2001）。このように、狭い甲板上でジェット戦闘機の離発着が頻繁に行われる作業状況では、特定の作業に何らかの変動が生じた場合に、即座に別の作業へと連鎖的に波及する可能性が極めて高い。

このように構成要素間の複雑性が高く、結びつきが強いという作業システムの特徴を持つ原子力航空母艦組織について、ある元海軍兵は次のように述べている。

大都市の空港がうんと小さくなって、とても混雑している様子を思い浮かべてほしい。滑走路は短いものが1本だけ、タラップやゲートも一つずつしかない。複数の飛行機を横揺れする滑走路に普通の空港の半分の間隔で同時に離発着させるんだ。朝発進した機はすべてその日のうちに来艦させなければならないし、空母の各種装備も戦闘機自体もシステムとしてギリギリの状態であって余裕などまったくない。それから、敵に発見されないようにレーダーのスイッチを切り、無線に厳格な統制を課し、エンジンをかけたままの戦闘機にその場で給油し、空中にいる敵には爆弾やロケット弾を命中させる。海水と油ですっかり覆われた甲板に、20歳前後の若いクルーたちを配備する。半分は飛行機を間近で見たことのない連中だ。ああ、それからもうひとつ、死者を一人も出さないようにするんだ。(Weick and Roberts 1993: 357)。

既存研究では、原子力航空母艦組織のように構成要素間の複雑性が高く結びつきが強い作業システムの場合に事故発生の可能性が最も高いと考えている。反対に、構成要素間の複雑性が低く結びつきも弱い作業システムの場合には事故発生の可能性が最も低いと考えている。このようにNA研究とHRO研究は、事故発生の可能性が最も高い作業システムを持つ組織に注目して研究を行っている点で共通しているのである。

### 2-3 「介入」不可能性

作業システムに関するこれら2つの構造的特徴が事故の発生確率を高めると2つの研究が考えるのは、作業システムの構造的特徴から導かれる2つのメカニズムを想定しているからである。第1に、作業システムを構成する要素間の複雑性が高いために、作業システムに関わる行為者には予測できない逸脱の連鎖が生じることで事故が発生する可能性が高くなるというメカニズムである。第2に、作業システムを構成する要素間が強く結びついているために、事故の兆候となる特定の要素の逸脱が即座に別の要素へ連鎖することで事故が発生する可能性が高くなるというメカニズムである。これら2つのメカニズムが同時

に生じることによって事故が発生してしまうと考えているのである。つまり、特定要素の逸脱が別の要素の逸脱を“即座に”しかも“予測できない”形で“連鎖的に”引き起こすということが生じることによって、結果的に事故を発生させるのである。

以上の点を組織的な観点からさらに検討すると、「集権化と分権化のジレンマ」という問題として考えることができる。すなわち、構成要素間の複雑性が高く、結びつきの強い作業システムを管理するためには、ある側面から見ると集権化が進められると同時に、他の側面から見ると分権化も同時に進められるということが必要である（Perrow 2001; Roberts 1989）。しかし、実際には、このような集権化と分権化の同時達成は非常に困難である。

構成要素間の相互作用が複雑な作業システムの場合、通常とは異なる手順によって問題解決を行わなければならない状況に直面することが多くなる。この場合、組織階層の下位に属する現場の作業者に権限を委譲するような、分権的な組織構造が適切に機能するという側面がある。現場の作業者は、日々の業務経験によって深い専門的知識を蓄積している。したがって、何らかの不測の事態が生じた場合には、現場作業者が蓄積してきた深い知識を利用することによって、その場の状況に合った適切な対応がとれることが多い。

しかし、構成要素間の結びつきが強い作業システムの場合、構成要素間の相互依存性が高いために、特定の要素における逸脱が即座に別の構成要素に影響してしまう。このような場合、集権的な組織構造のほうがより適切に不確実性に対処できるという側面がある。なぜなら、特定の要素がその他の多くの要素に即座に影響を与えるため、現場にいる個々の作業者による判断がローカルには適切であるとしても、全体としてみると不適切になる可能性があるからである。したがって、このような状況では、組織階層の上位に属する管理者が作業システム全体の見地から判断することによって、適切な対応をとれることが多い。

以上のように、2つの研究が対象としている作業システムで何らかの問題が発生した場合に、作業システム全体の見地による集権的な問題解決と問題が発生している現場における分権的な問題解決を同時に追求しなければならないというジレンマが存在する。この種の作業システムで事故の発生確率が高いのは、

集権的な問題解決と分権的な問題解決の同時追求が困難であり、短い間で連鎖的に発生する不測の事態に対して「介入」できないからである。特定の要素での逸脱が従来では想定できなかった要素の逸脱を引き起こす。それに対する「介入」を行うためには、作業経験を蓄積した現場作業者が問題解決を担当したほうが良い。しかし、このような逸脱の連鎖が広範囲に生じるため、作業システム全体を把握できる管理者が問題解決を担当したほうが良い。短期間でこの矛盾を乗り越えることは困難であるため、結果として事故の発生確率が高まるのである。

#### 2-4 「介入」の二面性：“不適切な「介入」”の可能性

「介入」が不可能な逸脱の連鎖によって発生する事故を想定した2つの研究は、高リスク組織を管理する実践家に対して重要な示唆を与えている。Perrowは、実践上の示唆として、要素間の相互作用の複雑性が低く、結びつきが弱い作業システムを設計することによって、事故を減少させることは可能であると述べている (Perrow 1999)。

たしかに、要素間の相互作用の複雑性を減少させ、結びつきの弱い作業システムを設計することによって、2つの研究が想定するタイプの事故の可能性は低下する。作業システムに関わる行為者は逸脱の連鎖に対する「介入」の余地が存在することによって事故を防ぐことが可能になるからである。しかし、作業システムに関わる行為者による「介入」には、2つの研究が想定しているような、逸脱の連鎖を制御するという意味での“適切な「介入」”の側面のみが存在するわけではない。それとは反対に、「介入」の余地が存在することによって、かえって事故へ導くような逸脱の連鎖を、作業システムにかかわる行為者みずから引き起こすという、“不適切な「介入」”の側面も存在する。ここで重要なのは、“不適切な「介入」”という場合の「介入」とは、逸脱の連鎖を制御する意味での「介入」ではなく、逸脱の連鎖をみずから引き起こす意味での「介入」だということである。“適切な「介入」”を可能にするような作業システムに関する2つの構造的特徴が、同時に次のような“不適切な「介入」”をも促進する可能性を高めるため、結果として事故の可能性を高めることにも

なりかねないのである。

第1に、構成要素間の相互作用の複雑性が低い作業システムでは、作業システムに関する知識を十分に獲得可能である。つまり、作業システムの中のどの要素に逸脱が現れるかに関する予測や、特定の逸脱が別のどの要素の逸脱を引き起こすかに関する予測、あるいは各要素（間）でどの程度の逸脱が生じたら事故が発生するかに関する予測などが可能になる。しかし、作業システムに関する十分な知識を持っているからこそ、作業システムに関わる行為者は、安全上決められた作業手続きからどの程度まで逸脱が可能であるかに関することも十分に予測することが可能となる。その結果、多少の逸脱であればそれを容認し実行するという“不適切な「介入」”の可能性も存在するのである。

第2に、構成要素間の結びつきが弱い作業システムの場合では、特定の要素で何らかの逸脱が生じたとしても、別の要素へ即座に連鎖することはない。製造工程を例に考えると、工程の流れ自体がゆっくりと進行していたり、工程の途中で遅延・待機モードにすることも可能なのである。したがって、工程の特定の場所で何らかの逸脱が生じたとしてもそれが工程の別の場所に即座に波及することはないのである。しかし、特定の要素の逸脱が即座に他の要素の逸脱を生じさせることがないということは、ある時点において特定の要素で生じた逸脱のみでは事故が生じないことを意味する。個々の要素レベルでは事故を防止するための規則から逸脱しているにもかかわらず、事故が発生しなかったという事実によって、逸脱を容認するという“不適切な「介入」”の可能性も存在するのである。

これら2つのメカニズムは、高リスク組織に関する2つの研究からすれば事故を抑制できると考えられていた作業システムでも事故が発生しうることを示すものである。作業システムに関して十分な知識を持ち、特定の要素の逸脱が別の要素の逸脱を即座に生じさせるわけではないため、事故を防止するための規則からの逸脱が容認・実行されるのである。特に、構成要素間の相互作用の複雑性が弱く、結びつきが弱いような作業システムの場合には、特定要素に対する“不適切な「介入」”が生じる可能性が高い。特定の要素の逸脱が即座に別の逸脱を連鎖的に引き起こすという意味で事故を発生させることはないため、



特定の要素で“不適切な「介入」”を行っても問題ないと考えがちになる。さらに、どの程度までなら逸脱しても事故には至らないという作業システムに関する知識も（もちろん作業システムを構成する個々の要素に関する知識も）十分に持っているため、特定の要素に対して、確信を持って事故に至らない程度の“不適切な「介入」”を行うことができるのである。

### 3 事例分析：JCO臨界事故

#### 3-1 JCOの事業概要<sup>1)</sup>

臨界事故が発生したJCOは、住友金属鉱山株式会社（以下、住友金属鉱山）の100%出資子会社として、1980年に日本核燃料コンバージョン株式会社という名称で設立された。JCOは、原子力発電用燃料製造の中間工程であるウラン燃料の再転換加工業務を請け負っていた。具体的に言えば、前の工程であるウラン濃縮工程で濃縮された六フッ化ウランや粗八酸化三ウランを二酸化ウランに転換し、最終的な燃料を製造する企業に納入するという業務を行っていた。

臨界事故が発生したJCO東海事業所の転換試験棟は、JCOの前身である日本核燃料コンバージョン株式会社が、住友金属鉱山から設備や人員、技術などを引き継いだ施設である。1980年11月に濃縮度12パーセント（以下、%）のウラン粉末を製造するために核燃料物質の使用許可を取得し、1984年6月から濃縮度20%未満のウラン粉末やウラン溶液の製造も可能な加工施設に変更許可された。濃縮度12%のウラン製品は、最終的な原子力燃料を製造する原子燃料工業株式会社や日本ニュークリア・フュエル株式会社を納入先としていた。それに対

---

1) JCOの事業概要については、『冒頭陳述書』2001.4.23のほか、原子力資料情報室（1999, 2004）、『平成12年（わ）第865号 判決』2000.3.3、JCO臨界事故総合評価会議（2000）、核事故緊急取材班・岸本（2000）、七沢（2005）、日本原子力学会「原子力安全」調査専門委員会（2000）、日本原子力学会JCO事故調査委員会（2005）、臨界事故の体験を記録する会（2001）、清水（2000, 2003）、『捜査報告書』2000.2.21、『捜査報告書』2000.5.8、住友金属鉱山株式会社（1970）、館野ほか（2000）、植田・JCO臨界事故調査市民の会（2003）、読売新聞編集局（2000）を参考にした。

して濃縮度12～20%のウラン製品は、旧動力炉・核燃料開発事業団（現日本原子力研究開発機構、以下、旧動燃）を納入先とし、旧動燃が所有する高速増殖実験炉「常陽」で使用されていた。

### 3-2 再転換加工工程の構造的特徴

上述したように、臨界事故が発生したJCO東海事業所内の転換試験棟では、原子力発電の原料となるウランの再転換加工業務が行われていた。一般に再転換加工では、イエローケーキと呼ばれるウラン精鉱を六フッ化ウラン（ $UF_6$ ）に転換して濃縮し、それを原子炉の燃料として使用可能な状態にするために再度二酸化ウラン（ $UO_2$ ）に転換する<sup>2)</sup>。JCOでは、固体状の六フッ化ウランのほか、粉末状の粗八酸化三ウラン（ $U_3O_8$ ）<sup>3)</sup>を原料として再転換加工を行い、製品として粉末状の二酸化ウラン（以下、二酸化ウラン粉末）や溶液状の硝酸ウラニル（ $UNH$ 、 $UO_2(NO_3)_2$ 、以下、硝酸ウラニル溶液）を製造していた。原料の違いや製品形態の違いによって再転換加工工程は若干異なる。図1は、JCOの再転換加工工程を示したものである。再転換加工工程は、加水分解あるいは溶解工程→溶媒抽出工程→沈殿工程→仮焼工程→還元あるいは再溶解工程→混合・均一化工程から構成されている。以下では、図1にしたがって、JCOでの再転換加工工程の具体的な説明を行う<sup>4)</sup>。

---

2) 原子力資料情報室（1999: 25）、科学技術振興機構（2004）、日本原子力学会JCO事故調査委員会（2005: 3）。

3) 八酸化三ウランはイエローケーキに含まれる一つの化合物である。この化合物はウラン化合物のなかで最も化学的に安定しているため、JCOは六フッ化ウランとともに再転換加工の原料として使用していた。八酸化三ウランが化学的に最も安定していることの意味は、酸素が存在する場所で加熱すれば最も八酸化三ウランになりやすいということである。鉄を空气中に放置すれば徐々に酸化鉄になるのと同様に、ウランも空气中に放置すれば徐々に八酸化三ウランになることから、自然界では最も多く存在する化合形態であるといえる（『捜査報告書』2000.2.21: 添付資料）。

4) 再転換加工プロセスの説明については、原子力安全委員会ウラン加工工場臨界事故調査委員会（1999）のほか、『実況見分調書』2000.2.18、『実況見分調書』2000.6.8、科学技術振興機構（2004）、『検証調書（甲）』2000.2.10、『検証調書（甲）』2000.11.1、日本原子力学会JCO事故調査委員会（2005）、『捜査報告書』2000.10.29を参考にした。

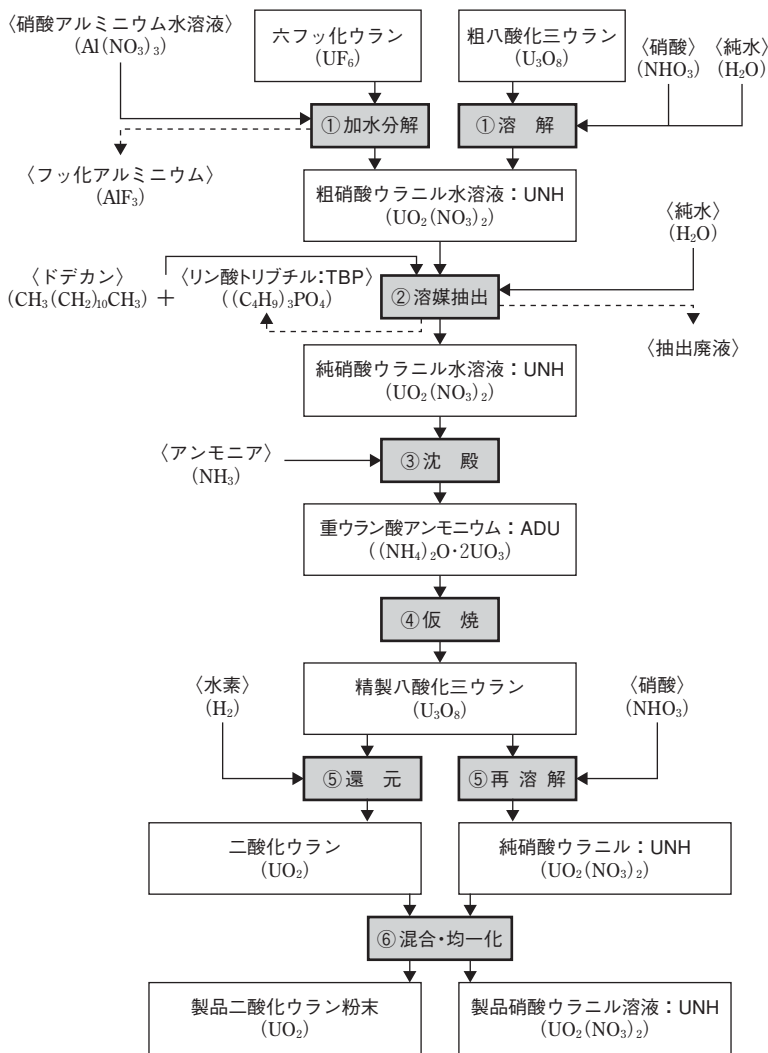


図1 JCO再転換加工プロセス

出所：日本原子力学会JCO事故調査委員会（2005:4），  
 『捜査報告書』2000.10.29；添付資料をもとに著者が作成。

### a 加水分解工程・溶解工程

固体状の六フッ化ウランが原料として使用される場合には、加水分解作業が行われる。常温において固体である六フッ化ウランは、摂氏100度（100℃）近くで気化するという性質を持っている。加水分解作業ではまず、この化学的性質を利用することによって、六フッ化ウランをシリンダ加熱器で加熱して気体状にし、加水分解塔へ送る。次に、気化した六フッ化ウランを加水分解塔内で硝酸アルミニウム水溶液（ $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ ）と反応させることによって、粗硝酸ウラニル水溶液とフッ化アルミニウム（ $\text{AlF}_3$ ）が生成される<sup>5)</sup>。

粉末状の粗八酸化三ウランが原料になる場合には、溶解塔で溶解作業が行われる。溶解作業では、粗八酸化三ウランに硝酸（ $\text{HNO}_3$ ）と純水（ $\text{H}_2\text{O}$ ）を加えて加熱することによって、粗硝酸ウラニル水溶液が生成される。

### b 溶媒抽出工程

加水分解作業あるいは溶解作業によって生成された粗硝酸ウラニル水溶液は、溶媒抽出工程へ送られる。溶媒抽出工程は抽出工程と逆抽出工程から構成されている。一連の工程では、溶媒を用いることによって粗硝酸ウラニル溶液からウランが抽出され、さらに不純物が分離されることによって純硝酸ウラニル水溶液が生成される。

抽出工程の抽出塔内では、粗硝酸ウラニル水溶液にリン酸トリブチル（TBP、 $(\text{C}_4\text{H}_9)_3\text{PO}_4$ ）とドデカン（ $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{CH}_3$ ）の混合溶媒を付着させることによって、ウランが付着したリン酸トリブチルと不純物を含んだ残りの抽出廃液を分離させる。ウランが付着したリン酸トリブチルは次の逆抽出工程へ送られ、抽出廃液は廃液を貯蔵する中間槽へ送られる。

逆抽出工程の逆抽出塔内では、ウランが付着したリン酸トリブチルに純水を加えて振動を与えることによって、リン酸トリブチルからウランが分離し、ウランが純水に溶けて硝酸ウラニル水溶液となる。この硝酸ウラニル水溶液には不純物が存在しないことから、純硝酸ウラニル水溶液と呼ばれる。純硝酸ウラ

---

5) フッ化アルミニウムは、溶媒抽出工程以降のプロセスで使用されることはない。JCOでは、東海事業所内のフッ化アルミ棟でフッ化アルミニウムを再利用していた（『捜査報告書』2000.10.29:添付資料）。

ニル水溶液は次の沈殿工程へ送られる前に純硝酸ウラン液貯塔（以下、貯塔）に送られる。また、ウランと分離したリン酸トリブチルはリン酸トリブチル貯塔へ送られる。

### c 沈殿工程～仮焼工程

貯塔に貯められた純硝酸ウラニル水溶液は沈殿工程へ送られる。沈殿工程では、沈殿槽内で2つの作業が行われる。第1に、純硝酸ウラニル水溶液にアンモニアガス（ $\text{NH}_3$ ）を反応させることによって、重ウラン酸アンモニウム（ADU,  $(\text{NH}_4)_2\text{O} \cdot 2\text{UO}_3$ ）を沈殿させる作業である。第2に、濾紙を取り付けた濾過機にスラリー（泥）状の重ウラン酸アンモニウムを入れ、真空ポンプで液分を取り除くことによって重ウラン酸アンモニウム粉末にする作業である。

粉末状の重ウラン酸アンモニウムは次の仮焼工程へ送られる。仮焼工程では、仮焼炉に送られた重ウラン酸アンモニウムを約600°Cで熱分解することによって、精製八酸化三ウラン粉末が生成される。

### d 還元工程・再溶解工程

仮焼工程で精製された八酸化三ウランがそのあとに辿るプロセスは、最終製品の形態に応じて異なる。最終製品が二酸化ウラン粉末の場合には、精製八酸化三ウラン粉末は還元工程へ送られる。それに対して、最終製品が硝酸ウラニル溶液の場合には、精製八酸化三ウラン粉末は再溶解工程へ送られる。

還元工程では、還元炉に送られた精製八酸化三ウラン粉末に水素ガス（ $\text{H}_2$ ）が吹き込まれることによって、二酸化ウラン粉末に還元される。それに対して、再溶解工程では、溶解工程と同様の作業が行われることによって純硝酸ウラニル溶液が生成される。溶解工程と再溶解工程で唯一異なるのは、溶解する八酸化三ウラン粉末に不純物が含まれているかいないかという点である。溶解工程では不純物が含まれた粗八酸化三ウラン粉末を使用しているのに対して、再溶解工程では精製済みの純八酸化三ウラン粉末を使用している。

### e 混合・均一化工程

還元工程、あるいは再溶解工程によって生成された二酸化ウラン粉末や純硝酸ウラニル溶液は、最終工程である混合・均一化工程へ送られる。還元工程を経た二酸化ウラン粉末は、酸化防止と粉末の均一化を目的としてミキサーで混

合される。混合・均一化された二酸化ウラン粉末は、ポリ袋に入れられ、輪ゴムでポリ袋をしっかりと閉じて円筒状の容器に封入されたあと、各種検査を受けて出荷される。再溶解工程を経た純硝酸ウラニル溶液も溶液の均一化を目的として混合・均一化され、専用の容器に封入されたあと、各種検査を受けて出荷される。

ウラン再転換加工工程の構造的特徴を検討してみると、高リスク組織に関する2つの研究が分析の対象にした作業システムと比較して構成要素間の相互作用の複雑性が低く、結びつきも弱いと考えることができる。図2は、再転換加工工程と設備との関係を示したものである。以下では、この図と図1を参考にして、再転換加工工程の構造的特徴についてRobertsらが調査した原子力航空母艦と比較しながら詳細に検討する<sup>6)</sup>。

---

6) ウラン再転換加工業務における作業システムの特徴については、原子力安全委員会ウラン加工工場臨界事故調査委員会（1999）のほか、『実況見分調書』2000.2.18、『実況見分調書』2000.6.8、科学技術振興機構（2004）、『検証調書（甲）』2000.2.10、『検証調書（甲）』2000.11.1、日本原子力学会JCO事故調査委員会（2005）、『捜査報告書』2000.10.29を参考にした。また、原子力航空母艦の業務の構造的特徴の比較については、ディスカバリーコミュニケーションズ（2002）のほか、Roberts（1993）、Weick and Roberts（1993）、Weick and Sutcliffe（2001）を参考にした。

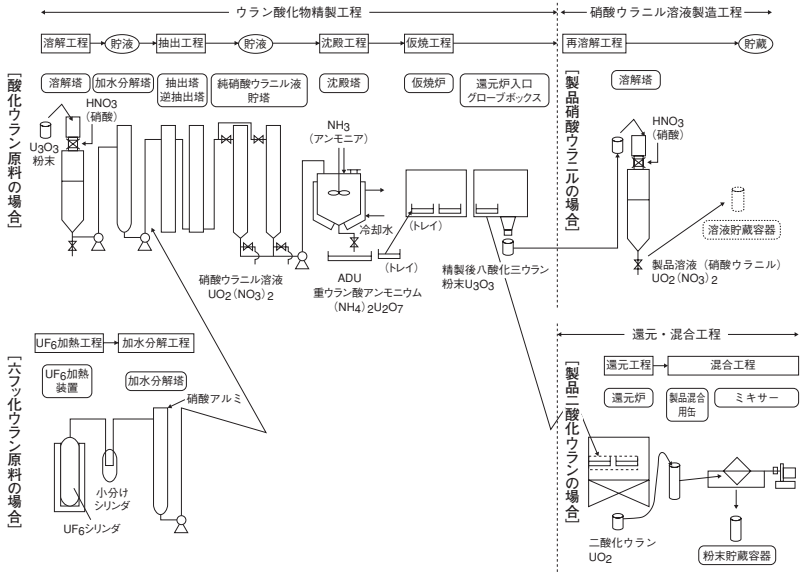


図2 再転換加工工程と設備

出所：日本原子力学会JCO事故調査委員会（2005：46）。

作業システムを構成する要素間の相互作用の複雑性についていえば、JCOの再転換加工工程は比較的単純な構成になっていると考えることができる。比較的単純であると考えることができるのは、次の2つの理由からである。第1に、要素間が単線的に結びついている。図を見てもわかるとおり、再転換加工工程は加水分解あるいは溶解工程から混合・均一化工程までがひとつの流れとして単線的に結びついており、ウラン原料はこの単線的な流れに沿って最終的に製品へと加工される。それに対して原子力航空母艦の甲板上では、ジェット戦闘機の離発着や、ジェット戦闘機に対する給油業務や保守点検業務、武器・弾薬の搭載業務、艦上航空管制業務、母艦の動力源となる原子炉の管理業務などが複雑な関係性を持って並行して行われている。

第2に、要素数が少ない。再転換加工工程は、5つの工程から成り立っており、特定の現場作業者が再転換加工工程全体を担っている。つまり、加水分解

あるいは溶解工程から混合・均一化工程までの全ての業務を同じ現場作業者が担当しているので、彼らは全ての工程についての知識を持っている。それに対して原子力航空母艦の業務は上述したように多岐にわたり、それぞれの業務を担当している者は異なっている。したがって、再転換加工工程の場合と比較して、特定の業務を専門に行っている者が別の業務に関する詳細な知識を持っている可能性は低く、担当外の業務で生じることやそれが自分の業務にどのような影響を与えうるかに関して予測することも困難である可能性が高い。

作業システムを構成する要素間の結びつきについていえば、JCOの再転換加工工程は工程間の結びつきが比較的弱いと考えることができる。つまり、特定の工程における作業と次の工程における作業の間で、作業の流れを遅らせたり止めたりすることが可能だということである。上述のように、ウラン再転換加工の工程間は単線的に結びついているけれども、各工程間にバルブが設置されており、特定の工程での作業が行われている間は前後の工程との間のバルブが閉じている。バルブは当該工程の作業が終了した後に開けられ、ウランが次の工程に送られるのである。また、溶媒抽出工程と沈殿工程の間で純硝酸ウラン溶液が一時的に貯塔に貯められる。これらのことから、現場作業者がウランを特定の工程から次の工程へ送るタイミングを遅らせたり、ウランを次の工程へ送っている途中で止めることも可能だということがわかる。

それに対して原子力航空母艦の場合では、非常に狭い甲板上に多くのジェット戦闘機が並び、多くの作業者が多様な業務を行っている。さらに、このような窮屈な甲板上で48～60秒ごとに離着陸が繰り返されているのである。このような作業システムでは、特定の要素における問題が他の要素に即座に影響を与えてしまう。たとえば、突風のような突然の天候変化によってジェット戦闘機が着陸に失敗して甲板上にあるジェット戦闘機に衝突し、衝突したジェット戦闘機が給油中であれば大爆発を起こして甲板上で業務を行っている多数の作業者が死亡してしまう、というように、原子力航空母艦全体にとっての大惨事になってしまう可能性もある。

JCOのウラン再転換加工工程が要素間の相互作用の複雑性が低く、結びつきも弱い作業システムであるということは、事故発生時の状況からも明らかであ



る。臨界事故は、ウラン再転換加工工程のなかの混合・均一化工程で発生した。つまり、一連の工程のなかの複数の工程間で複雑な相互作用が短期間のうちに連鎖的に生じたために事故が発生したわけではなく、特定部分の工程で逸脱が生じたために事故が発生したのである。

### 3-3 安全規則

通常、事故の危険を常に抱えている作業には、その作業が日々安全に実行されるための規則が課せられる。実際に、JCOが行っていた再転換加工工程にも事故の発生を防止するための様々な安全規則が定められていた。以下では、そのなかでも臨界安全管理に関連する5つの規則を説明する<sup>7)</sup>。5つの規則とは、「形状制限」と「質量制限」、「濃度制限」、「設備間の距離制限」、「工程の改良に伴う規則」である。

#### a 形状制限

形状制限とは、再転換加工を行うために使用される設備の形状に課される制限である。臨界が発生する可能性は、ウランを入れる設備の形によって異なる。一般に、同じ容積の設備の場合でも、表面積の広い設備のほうが臨界の発生する可能性は低い。たとえば、ウランを球形の設備に入れる場合と、縦に細長い円筒型の設備に入れる場合では、後者のほうが臨界の発生する可能性は低い。核分裂反応の際にウランの原子核から放出された中性子が設備の外に逃げやすいからである。

また、一般にウランが溶液状の場合に最も臨界の可能性が高くなるため、粉末状の場合よりも小さな形状の設備を使用することが求められる。ただし、必ずしも溶液中に占めるウラン濃度が高いほど臨界の可能性が高くなるわけではない。ウラン濃度が低い溶液でも、あるいはウラン濃度が高い溶液でも臨界の可能性は低くなる。水とウランが特定の比率で存在するときに臨界の可能性が最も高くなる。

7) 臨界安全管理に関する5つの規則の説明については、科学技術振興機構(2004)のほか、『供述調書：HQ』2000.5.26、日本原子力学会JCO事故調査委員会(2005)、日本核燃料コンバージョン株式会社(1994)、岡本(2001)、『捜査報告書』2000.2.17、館野ほか(2000)、ウィキメディア財団(2005)を参考にした。

さらに、ウランの濃縮度<sup>8)</sup>が高ければウランの質量が少なくても臨界の可能性は高くなるため、設備の形状としてより小さいものを使用することが求められる。以上のことから、形状制限では、特定のウラン濃縮度のもとで、仮に臨界の可能性が最も高くなる濃度のウラン溶液でも臨界事故が発生しない形状に設備の使用が制限される。

#### **b 質量制限**

質量制限とは、一度に取り扱うウランを一定量以下に制限することを定めた規則である。一度に取り扱うウラン量が多ければ、核分裂反応の際にウランの原子核から放出された中性子が別のウランの原子核に当たる可能性が高くなり、結果として臨界の可能性が高くなる。また、形状制限の場合と同様に、ウランの濃縮度が高いほど臨界の可能性は高くなるため、一度に取り扱うことのできるウランの質量は少なくなる。以上のことから、質量制限では、特定のウラン濃縮度のもとで仮に臨界の可能性が最も高くなるような設備の形状やウラン濃度を採用した場合でも、臨界事故が発生しない質量にウランの取り扱いが制限される。

#### **c 濃度制限**

濃度制限とは、ウランが溶液状の場合に、全溶液量に占めるウランの割合を一定量以下に制限することを定めた規則である。上述したように、ウランは固体より液体の場合のほうが臨界の発生する可能性が高くなる。したがって、ウラン溶液を取り扱う場合には、質量ではなく濃度でウランの安全性を管理することがある。その際に、仮に臨界の可能性が最も高くなるような設備の形状やウラン濃度を採用した場合でも臨界事故が発生しない濃度のウランを取り扱うことが求められる。

#### **d 設備間の距離制限**

通常、作業工程内には複数の設備が存在しており、それら複数の設備で同時にウランを取り扱う場合がある。設備間の距離制限とは、このような場合に、

---

8) 「ウラン濃縮度」と「ウラン濃度」は異なった概念である。「ウラン濃縮度」とは、ウランの全質量に占めるウラン235の割合を指すのに対して、「ウラン濃度」とは、全溶液量に占める全ウランの割合を指す（『供述調書：HQ』2000.5.26:39）。

複数の設備内にあるウランが相互干渉を引き起こして臨界が発生しないように、設備と設備の間を一定以上離して配置することを定めた規則である。複数の設備で同時にウランを使用することが想定される場合には、立体角<sup>9)</sup>法によって算出された数値以上の間隔で各設備を配置することが求められる。

#### e 工程の改良に伴う規則

工程の改良に伴う規則とは、何らかの理由によって作業の方法や使用する設備を変更しなければならない場合に、事前に規制官庁へその旨を申請して新たに認可を受けなければならないことを定めた規則である。作業方法や使用設備の変更がある場合に、上記 a から d の規則が継続的に守られているか否かについて、規制官庁から再度チェックを受けなければならないのである。

### 3-4 “不適切な「介入」”の存在

JCO臨界事故は、1999年9月30日にJCOの転換試験棟の現場作業者が、正規の方法から逸脱した作業方法でウランの再転換を行ったために発生した。この事実だけに注目すれば、事故当時の現場作業者の逸脱行為のみを問題視しがちになる。しかし実際には、高速増殖実験炉「常陽」向けウラン燃料の濃縮度が20%に引き上げられた直後である1985年の作業から既に逸脱作業が行われ、臨界事故が発生した1999年の作業までに様々な逸脱が積み重ねられてきた。臨界事故は、長い期間にわたり省みられることのなかった逸脱作業が積み重ねられた結果として最終的に発生したのである。表1は、1985年以降に行われた「常陽」向けのウラン再転換加工作業と、各作業において、どの工程で逸脱行為が行なわれたのかを示したものである。JCO内では、それぞれの作業のことを“「常陽」第3次操業”や“「常陽」第3次キャンペーン”のような名称で呼んでいた。以下では、特別な理由がない限り“「常陽」第3次操業”という名称を使用することにする。

9) 立体角とは、2次元における角(平面角)の考え方を3次元に拡張した概念である。具体的には、空間上の同一の点(以下、角の頂点)から出る半直線が動いてつくられる錐面によって区切られた部分のことを立体角という。角度は錐面の開き具合を指し、角の頂点を中心とする半径1の球から錐面が切り取った面積の大きさで表すことができる。立体角の単位にはステラジアン(sr)が使用される(ウィキメディア財団2005)。

表1 逸脱の歴史的展開

	溶解工程	溶媒抽出工程	沈殿工程	仮焼工程	再溶解工程	均一化工程
第3次						
第4次						
第5次						
第6次						
第7次						
第8次						
第9次						

出所：原子力安全委員会（1999）、日本原子力学会 JCO 臨界事故調査委員会（2005）をもとに筆者が作成した。

注：表中の塗りつぶされているセルは逸脱が行われた工程であることを示しており、色が濃くなっているセルは、それ以前の逸脱とは異なる逸脱がさらに行われたことを示している。

表1は、「常陽」向けのウラン燃料製造で取り扱われるウランの濃縮度が20%へ引き上げられたあとの「常陽」第3次操業から、事故発生時の「常陽」第9次操業までの作業と逸脱行為を示している。JCOでは、取り扱うウランの濃縮度が20%へ引き上げられる以前にも2度、濃縮度12%の「常陽」向けウラン燃料を製造している。「常陽」第1次操業、「常陽」第2次操業と呼ばれるこれら2度の作業は、住友金属鉱山から日本核燃料コンバージョンとして分離独立した1979年頃から、濃縮度が20%に引き上げられることに決まった1983年頃の間に行なわれた。その後、ウラン濃縮度20%の製造向けに転換試験棟の改造を行い、規制官庁による認可を受けた後に、「常陽」第3次操業が開始されることになった。以下では、この表にしたがって、逸脱行為の内容とその行為が上で述べたどの規則に違反しているのかについて具体的に説明する。

**a 「常陽」第3次操業：1985年8月～1986年8月<sup>10)</sup>**

取り扱うウランの濃縮度が20%に引き上げられてから初めての作業となる「常陽」第3次操業は、1985年8月末から1986年8月末に行なわれた。この作業

10) 「常陽」第3次操業での逸脱については、伴（2004b）のほか、『弁論要旨』2002.10.21、『冒頭陳述書』2001.4.23、原子力安全委員会ウラン加工工場臨界事故調査委員会（1999）、『平成12年（わ）第865号判決』2003.3.3、伊東（2005）、『供述調書：FJ』2000.10.26、『供述調書：FJ』2000.10.31、『供述調書：LR』2000.8.24、『供述調書：NH』2000.5.31、『供述調書：UX』2000.10.27、七沢（2005）、日本原子力学会JCO事故調査委員会（2005）、『論告要旨書』2002.9.2を参考にした。

では、溶解工程から溶媒抽出工程の間で逸脱行為が行われた。具体的には、再転換加工工程の初めの工程に質量制限値（以下、1 バッチ）のウランを投入してから、そのウランが最後の工程から出るまでの間に、更なるウランを工程内に投入することを禁じた「1 バッチ縛り」という質量制限規則に違反していたのである。実際には、4 バッチ分のウランが工程内に存在していたこともあった。しかし、工程内の1つの設備に複数バッチのウランが入れられていたということではなく、例えば、溶解塔に1 バッチ、2 本ある純硝酸ウラニル溶液貯塔に各1 バッチずつ、沈殿槽に1 バッチという形でウランを取り扱っていたり、あるいは1つの設備に複数バッチのウランを入れる場合でも形状制限を守った設備でウランを取り扱っていたため、臨界事故に至ることはなかった。

#### b 「常陽」第4次操業：1986年10月～1988年3月<sup>11)</sup>

「常陽」第4次操業は、1986年10月17日から1988年3月29日に行なわれた。この作業では初めて溶液状の製品出荷が求められた。それまでは二酸化ウラン粉末の製品出荷のみを行っていたが、「常陽」第4次操業から初めて硝酸ウラニル溶液の製品出荷が開始された。既述したとおり、硝酸ウラニル溶液の製造は二酸化ウラン粉末の製造工程の仮焼工程で生成される精製八酸化三ウラン粉末を再び純水と硝酸で溶解することによってできる。逸脱行為は、この再溶解したあとに硝酸ウラニル溶液を混合・均一化する作業で行われた。具体的には、「クロスブレンド」と呼ばれる方法で硝酸ウラニル溶液の均一化作業を行っていた。「クロスブレンド」法を簡単に説明すると、再溶解することでできた硝酸ウラニル溶液を均一分量ずつ4 ℓの容器10本に入れることを何度も繰り返すことによって、各容器のウラン濃度などを均一化するという作業方法である。

11) 「常陽」第4次操業での逸脱については、栗野（2001）のほかに、伴（2000a, 2000b）、『弁論要旨』2002.10.21、『冒頭陳述書』2001.4.23、藤野（2005）、原子力安全委員会ウラン加工工場臨界事故調査委員会（1999）、『平成12年（わ）第865号 判決』2003.3.3、原子力資料情報室（2004）、古川（2000）、伊東（2000a, 2005）、『供述調書：FI』1999.10.30、『供述調書：FI』2000.5.16、『供述調書：FI』2000.10.5、『供述調書：FJ』2000.10.26、『供述調書：FJ』2000.10.31、『供述調書：LI』2000.10.12、『供述調書：LJ』2000.10.12、『供述調書：LS』2000.10.4、望月（2004）、七沢（2005）、日本原子力学会JCO事故調査委員会（2005）、『論告要旨書』2002.9.2、清水・野口（2000）、『捜査報告書』1999.12.20、『捜査報告書』2000.2.3、『捜査報告書』2000.6.6、『捜査報告書』2000.6.29、竹村（2003）、館野ほか（2000）、植田（2003）、読売新聞編集局（2000）を参考にした。

この作業では4ℓの容器を転換試験棟の床に並なければならない。4ℓ容器の間隔を規則通り離して置いていたとしても、容器が地面に固定されているわけではないため、地震等が発生した場合には容器間の距離が近くなるおそれがあるばかりではなく、現場作業者が誤って容器につまずいたりすることでウラン溶液が容器外へ出てしまう危険性もあるため、安全上認められない違法な作業である。しかし、実際の作業中に地震が生じたり現場作業者が容器につまずいたりすることはなかったため、臨界事故には至らなかった。

また、この「常陽」第4次操業でも複数バッチのウランを取り扱った操業が引き続き行われた。しかし、「常陽」第3次操業と同様の理由から臨界事故に至ることはなかった。

**c 「常陽」第5次操業：1988年7月～1989年6月<sup>12)</sup>**

「常陽」第5次操業は、1988年7月19日から1989年6月13日に行われた。「常陽」第4次操業が硝酸ウラニル溶液の製造であったのに対して、この作業は二酸化ウラン粉末の製造のみであった。したがって、「常陽」第5次操業ではクロスブレンドによる混合・均一化作業は行われず、複数バッチのウランを取り扱う1バッチ縛り違反のみが行われた。しかし、それ以前の作業と同様の理由により、1バッチ縛り違反という逸脱行為によって臨界事故が発生することはなかった。

**d 「常陽」第6次操業：1990年10月～1991年10月；1993年1月～1993年7月<sup>13)</sup>**

「常陽」第6次操業では、2度の作業が行われた。1度目の作業は、1990年

---

12) 「常陽」第5次操業での逸脱については、伴(2000b)のほかに、『弁論要旨』2002.10.21, 『冒頭陳述書』2001.4.23, 藤野(2005), 原子力安全委員会ウラン加工工場臨界事故調査委員会(1999), 『平成12年(わ)第865号判決』2003.3.3, 伊東(2005), 『供述調書：FI』2000.10.5, 日本原子力学会JCO事故調査委員会(2005), 『論告要旨書』2002.9.2, 『捜査報告書』1999.12.25を参考にした。

13) 「常陽」第6次操業での逸脱については、栗野(2001)のほかに、伴(2000b), 『弁論要旨』2002.10.21, 『冒頭陳述書』2001.4.23, 藤野(2005), 古川(2000), 原子力安全委員会ウラン加工工場臨界事故調査委員会(1999), 原子力資料情報室(1999, 2004), 『平成12年(わ)第865号判決』2003.3.3, 伊東(2000a, 2005), 核事故緊急取材班・岸本(2000), 『供述調書：DR』2000.5.23, 『供述調書：DR』2000.5.25, 『供述調書：FI』2000.5.16, 『供述調書：FI』2000.10.5, 『供述調書：FJ』2000.10.26, 『供述調書：FJ』2000.10.31, 『供述調書：JF』2000.9.29, 『供述調書：LX』2000.10.24, 『供述調書：LY』2000.10.22, 望月(2004), 七沢(2005), 日本原子力学会JCO事故調査委員会(2005), 清水・野口(2000), 『捜査報告書』2000.1.26a, 『捜査報告書』2000.1.26b, 『捜査報告書』2000.6.29, 館野ほか(2000), 植田(2003), 読売新聞編集局(2000)を参考にした。

10月から1991年10月に二酸化ウラン粉末のみの製造が行われた。2度目の作業は、1993年1月から1993年7月に硝酸ウラニル溶液の製造が行われた。

1度目の作業は「常陽」第5次操業と同様に粉末の製造だけであり、1バッチ縛りに違反するという逸脱行為が行われた。しかし、それまでの作業と同様に臨界事故が発生することはなかった。

2度目の作業では、新たに再溶解の工程で逸脱作業が行われた。具体的には、仮焼工程で生成される精製八酸化三ウラン粉末を再び純水と硝酸で溶解する際に、ステンレス製のバケツが用いられた。この方法での再溶解作業では複数のステンレス製バケツが転換試験棟の床に置かれることになる。この場合、「クロスブレンド」法での作業の場合と同様に、バケツが地面に固定されているわけではないため、地震等が発生した場合には容器間の距離が近くなるおそれがあるばかりではなく、現場作業者が誤って容器につまづいたりすることによってウラン溶液が容器外へ出てしまう危険性もあり、安全上認められない違法な作業である。しかし、実際の作業中に地震が生じたり現場作業者が容器につまづいたりすることがなかったため、臨界事故には至らなかった。

また、この2度目の作業では、粉末製造工程でも逸脱行為が行われた。溶媒抽出工程で生成された純硝酸ウラニル溶液が入った2本の貯塔に仮の配管を取り付け、純硝酸ウラニル溶液を攪拌することでウラン濃度等を混合・均一化するという逸脱行為である。これは、規制官庁に申請し認可を得ることなく仮配管を取り付けたという点で、許認可違反行為であるばかりでなく、2本の貯塔に合計で3バッチ以上4バッチ未満の硝酸ウラニル溶液を入れていたという点で、質量制限違反であった。しかし、純硝酸ウラニル貯塔は形状制限の守られている設備であったために、臨界事故には至らなかった。また、この作業でも1バッチ縛り違反行為が行われたが、それまでと同様の理由で臨界事故には至らなかった。

**e 「常陽」第7次操業：1994年8月～1994年9月；1995年6月～1996年5月<sup>14)</sup>**

「常陽」第7次操業でも、2度の作業が行われた。1度目の作業は、1994年

---

14) 「常陽」第7次操業での逸脱については、栗野(2001)のほかに、伴(2000b)、『弁論要旨』2002.10.21、『冒頭陳述書』2001.4.23、藤野(2005)、古川(2000)、原子力安全委員会ウラン加工工場臨界事故調査委員会(1999)、原子力資料情報室(2004)、『平成12年

8月23日から1994年9月29日に二酸化ウラン粉末のみの製造が行われた。2度目の作業は、1995年6月30日から1996年5月16日に二酸化ウラン粉末と硝酸ウラニル溶液の製造が行われた。

1度目の作業は二酸化ウラン粉末の製造のみであり、ここでは1バッチ縛りに違反したウランの取り扱いを行ったばかりでなく、それまで溶液製造のための再溶解工程のみで使用されていたステンレス製のバケツが、溶解工程でも使用されるようになった。しかし、この時の作業でもそれまでの作業と同じ理由から、臨界事故の発生には至らなかった。

2度目の作業では、1度目の作業同様に、1バッチ縛りに違反する逸脱行為や、溶解工程と再溶解工程でのステンレス製バケツの使用という逸脱行為が行われたが、これまでの作業と同様の理由で事故には至らなかった。さらにこの作業では、溶液製造において再溶解工程を経た硝酸ウラニル溶液を混合・均一化する際に、従来の「クロスブレンド」法によらず、貯塔に仮配管を取り付けた改造設備に硝酸ウラニル溶液を入れて攪拌混合・均一化するという方法が採用された。「常陽」第6次操業では、二酸化ウラン粉末を製造する途中の工程で2本の貯塔に仮配管を取り付けた方法が用いられたが、「常陽」第7次操業の2度目の作業では、溶液製造の途中の工程で1本の貯塔に仮配管を取り付けた方法が用いられた。このような若干の違いはあるものの、仮配管を取り付けた貯塔の使用は、「常陽」第6次操業の場合と同じ理由で安全上認められない違反行為である。しかし、貯塔は形状制限が守られた設備であるので臨界事故には至らなかった。

---

(わ) 第865号 判決』2003.3.3, 伊東 (2000a, 2000b, 2005), 核事故緊急取材班・岸本(2000), 『供述調書:DJ』2000.10.27, 『供述調書:FI』2000.5.16, 『供述調書:FI』2000.10.24, 『供述調書:FJ』2000.10.27, 『供述調書:FJ』2000.10.31, 『供述調書:JF』2000.9.29, 『供述調書:LR』2000.10.25, 『供述調書:LX』2000.10.24, 『供述調書:PR』2000.10.4, 『供述調書:TJ』2000.10.19a, 『供述調書:TJ』2000.10.19b, 『供述調書:UD』2000.5.19, 『供述調書:UD』2000.10.16, 『供述調書:UD』2000.10.24, 望月 (2004), 七次 (2005), 日本原子力学会JCO事故調査委員会 (2005), 清水・野口 (2000), 『捜査報告書』2000.1.12, 『捜査報告書』2000.6.29, 『捜査報告書』2000.10.28, 館野ほか (2000), 植田 (2003), 読売新聞編集局 (2000) を参考にした。



**f 「常陽」第8次操業：1996年10月～1997年9月；1996年10月～1996年12月；  
1998年3月～1998年9月30日<sup>15)</sup>**

「常陽」第8次操業では、3度の作業が行われた。1度目と2度目の作業はほぼ同じ時期に行なわれ、それぞれ、1996年10月4日から1996年9月18日、1996年10月7日から1996年12月9日に行なわれた。3度目の作業は、1998年3月31日から1998年9月30日に行なわれた。製品の種類については、1度目と3度目の作業は二酸化フラン粉末の製造のみであり、2度目の作業は硝酸ウラニル溶液の製造であった。

「常陽」第8次操業の3度の作業では、「常陽」第7次操業と同様の逸脱行為が行われ、新たな逸脱行為は行われなかった。逸脱行為の結果に関しても、それまでの理由と同様に臨界事故にまでには至らなかった。

**g 「常陽」第9次操業：1999年9月10日～1999年9月30日<sup>16)</sup>**

「常陽」第9次操業は、1999年9月10日から1999年9月30日に行われ、9月30日に臨界事故が発生した。この作業では硝酸ウラニル溶液の製造が行われ、溶解、再溶解工程におけるステンレス製バケツの使用や1バッチ縛り違反の逸脱行為に加えて、新たに溶液製造プロセスにおける混合・均一化作業で逸脱行

- 15) 「常陽」第8次操業での逸脱については、伴 (2000b) のほかに、原子力安全委員会ウラン加工工場臨界事故調査委員会 (1999)、伊東 (2005)、『供述調書：PG』2000.10.21、『供述調書：PG』2000.10.24、『供述調書：PR』2000.10.4、『供述調書：TF』2000.5.24、『供述調書：TF』2000.9.14、『供述調書：TF』2000.10.21、『供述調書：PG』2000.10.31、『供述調書：TJ』2000.10.26、『供述調書：UD』2000.11.1、『供述調書：UG』2000.5.15、『供述調書：UG』2000.9.4、『供述調書：UG』2000.10.25、『供述調書：UG』2000.10.28、『供述調書：UG』2000.10.31、七沢 (2005)、日本原子力学会JCO事故調査委員会 (2005)、『捜査報告書』2000.1.17を参考にした。
- 16) 「常陽」第9次操業での逸脱については、粟野 (2001) のほかに、伴 (2000a, 2000b)、『弁論要旨』2002.10.21、『冒頭陳述書』2001.4.23、藤野 (2005)、古川 (2000, 2005)、原子力安全委員会ウラン加工工場臨界事故調査委員会 (1999)、原子力資料情報室 (1999, 2004)、『平成12年 (わ) 第865号 判決』2003.3.3、伊東 (2000a, 2005)、核事故緊急取材班・岸本 (2000)、『供述調書：DJ』2000.5.11、『供述調書：DJ』2000.9.2、『供述調書：DJ』2000.10.20、『供述調書：DJ』2000.10.23a、『供述調書：DJ』2000.10.23b、『供述調書：DJ』2000.10.25a、『供述調書：DJ』2000.10.25b、『供述調書：DJ』2000.11.1、『供述調書：FI』2000.5.16、『供述調書：LX』2000.10.18、『供述調書：LX』2000.10.24、『供述調書：LX』2000.10.28、『供述調書：PG』2000.10.18、『供述調書：PG』2000.10.24、『供述調書：PG』2000.10.26、『供述調書：PG』2000.10.28a、『供述調書：PG』2000.10.28b、『供述調書：PG』2000.10.29、『供述調書：PG』2000.10.30、『供述調書：PG』2000.10.31、『供述調書：SG』

為が行われた。具体的には、「常陽」第7次操業以来、仮配管を取り付けた貯塔を用いて硝酸ウラニル溶液の混合・均一化作業を行っていたが、「常陽」第9次操業では、沈殿工程で使用されている沈殿槽という設備を用いて混合・均一化作業が行われたのである。ステンレス製バケツによる溶解、再溶解作業では臨界事故にまでは至らなかったのだが、溶液の混合・均一化作業に沈殿槽を使用したことによって臨界事故に至ってしまった。理由は、形状制限の守られていない沈殿槽に7バッチ弱もの硝酸ウラニル溶液を投入してしまったためである。1バッチ縛りという質量制限と形状制限の双方に違反した作業を行ったために臨界事故が発生してしまったのである。

## 4 まとめと未解決の問題

### 4-1 まとめ

本稿では、高リスク組織に関する2つの代表的な研究を検討した上で、組織において逸脱現象が生じる新たな論理を提示した。また、JCO臨界事故の事例を用いることによって、本稿で主張された論理が妥当であることを示した。

高リスク組織に関する代表的な研究である、PerrowによるNA研究とRobertsを中心としたHRO研究では、異なる現象に着目し対照的な主張を展開している。しかし、これら2つの研究は、事故の発生する可能性が高い作業システムの特徴や事故発生メカニズムに関して同一の想定をしている。彼らは、要素間の相互作用が複雑で、かつ結びつきが強い作業システムを持つ組織では事故が発生しやすいと考えている。なぜなら、特定の要素における逸脱が別の

---

2000.5.18, 『供述調書：SG』2000.9.7, 『供述調書：TF』2000.2.23, 『供述調書：TF』2000.5.24, 『供述調書：TF』2000.9.14, 『供述調書：TF』2000.10.22, 『供述調書：TH』2000.5.26, 『供述調書：TH』2000.9.14, 『供述調書：TH』2000.10.23, 『供述調書：TI』2000.5.15, 『供述調書：TJ』2000.10.29a, 『供述調書：TJ』2000.10.29b, 『供述調書：TR』2000.6.21, 『供述調書：UG』2000.5.15, 『供述調書：UG』2000.10.25, 『供述調書：UL』2000.6.5, 望月 (2003, 2004), 七沢 (2005), 日本原子力学会JCO事故調査委員会 (2005), 清水・野口 (2000), 『捜査報告書』2000.1.27, 『捜査報告書』2000.3.9, 『捜査報告書』2000.3.13, 『捜査報告書』2000.3.17, 館野ほか (2000), 植田 (2003), 渡辺 (2003), 読売新聞編集局 (2000) を参考にした。

要素の逸脱を“即座に”しかも“予測できない”形で“連鎖的に”引き起こしてしまい、このような短い間で連鎖的に発生する不測の事態に対して「介入」することができないからである。反対に、要素間の相互作用の複雑性が低く、結びつきが弱い作業システムを持つ組織では、逸脱の連鎖に対する「介入」の余地が存在することによって事故を防ぐことが可能になると考えられている。

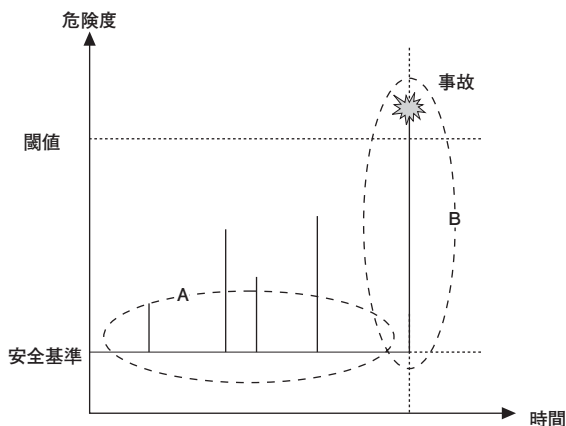
しかし、要素間の相互作用の複雑性が低く、結びつきが弱い作業システムでは、2つの研究が想定しているような、逸脱の連鎖を制御するという意味での“適切な「介入」”の側面のみが存在するわけではない。それとは反対に、「介入」の余地が存在することによって、かえって事故へ導くような逸脱の連鎖を作業システムにかかわる行為者みずから引き起こすという、“不適切な「介入」”の側面も存在するのである。要素間の相互作用の複雑性が低く、結びつきが弱い場合には、作業システムに関して十分な知識を持つことが可能で、特定の要素の逸脱が別の要素の逸脱を即座に生じさせるわけではないため、特定要素に対して事故が生じない程度の“不適切な「介入」”が生じる可能性が存在するのである。

本稿では、このような“不適切な「介入」”が生じることで結果的に事故が発生した事例として、1999年9月30日に発生したJCO臨界事故を取り上げた。茨城県東海村にあるJCO東海事業所の転換試験棟で行われていたウランの再転換加工工程は、高リスク組織研究が分析の対象としていた作業システムとは異なり、要素間の相互作用の複雑性が低く、結びつきも弱い作業システムであった。ウランの再転換加工工程である加水分解工程あるいは溶解工程から混合・均一化工程までの工程数は比較的少なく、しかも単線的に結びついている。また、工程間でウランの流れが一時的に止められるし、工程中にウラン原料を特定の装置に貯めるというプロセスも存在する。実際に、このような作業システムの特徴を持ったJCOでの作業では、“不適切な「介入」”が繰り返し行われた。しかも、この“不適切な「介入」”は、ある時は溶解工程で、別な時には再溶解工程で、さらに別な時には混合・均一化工程でというように、作業システムを構成する特定の要素において部分的に行われた。このことは、構成要素間の相互作用の複雑性が低く、結びつきが弱いような作業システムの場合には、逸脱を制御するような“適切な「介入」”の側面ばかりではなく、事故へ導くような逸脱の

連鎖を引き起こす，“不適切な「介入」”の側面も存在することを示すものである。

以上の議論に基づいて、高リスク組織に関する2つの代表的な研究が注目した事故発生メカニズムと、本稿で展開した主張から導かれる事故発生メカニズムをもう一度整理してみよう。図3は、高リスク組織に関する既存研究が想定する事故発生メカニズムと本稿で展開した主張から導かれる事故発生メカニズムを比較したものである。

(a) 高リスク組織に関する2つの代表的研究



(b) 本研究

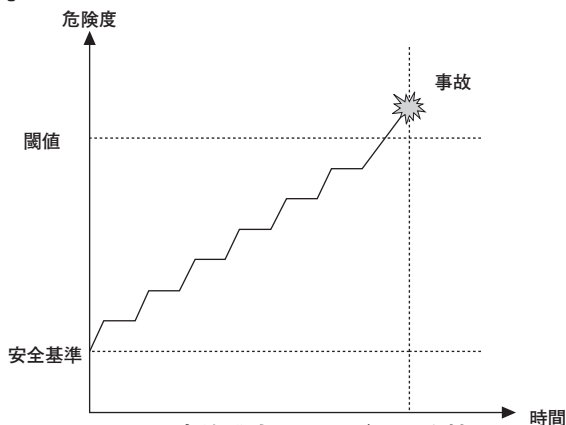


図3 事故発生メカニズムの比較

構成要素間の相互作用複雑性が高く、結びつきが強い作業システムで事故が生じやすいと考える既存の2つの研究では、特定の要素における逸脱が即座に別の要素の逸脱を連鎖的に引き起こすことで事故が発生するというメカニズムを想定している。つまり、事故の兆候が現れてから実際に事故が生じるまでの時間が短いようなタイプの事故を想定しているのである。ただし、既存の2つの研究では、事故発生の可能性やそのメカニズムに関して同一の想定をしながらも、相互に異なる現象に注目し、異なる主張を展開している。NA研究では、過去に事故が発生した組織を分析対象として取り上げ、構成要素間の複雑性が高く、結びつきが強い作業システムを持つ組織では、組織内の行為者が事故を防ぐような管理を行っていても長期的には事故が生じてしまうと主張している。それに対して、HRO研究では、構成要素間の複雑性が高く、結びつきが強い作業システムを持つ組織であっても、組織内の行為者が適切な組織設計や管理技法を採用すれば長期にわたって事故を防止することが可能であると主張している。

既存の2つの研究に関する以上の議論は、図3-(a)のように整理することができるだろう。一般的には、これら2つの研究は対立した主張を行っているように考えられることが多いけれども、むしろこれらの研究は相互に補完的な議論であるとして解釈するほうがより適切だと考える。つまり、HRO研究が主張するように組織内の行為者が適切な組織設計や管理技法を採用することによって事故を発生させないような努力を継続することによって、たとえ短期的かつ予測できない逸脱の連鎖にもどうにか対応することができる時もある。図3-(a)のAの部分はHRO研究の議論に相当する。しかしながら、NA研究が主張するように、HRO研究が主張するような適切な組織設計や管理技法を採用したとしても、短期的かつ予測できない逸脱の連鎖を止められないということが生じることもあるのである。図3-(a)のBの部分はNA研究の議論に相当する。

既存の2つの研究が相互に対立した関係にあるというよりも、むしろ補完的な関係にあると考えることが可能であることについては、双方の研究のなかでも暗黙的に指摘されている。NA研究では、事故の発生確率が高いとはいうものの、元来まれにしか生じない事故という現象に注目しているのであって、そ

のような組織が長期にわたって信頼性を維持可能であるであることを否定しているわけではない。HRO研究でも、長期にわたって信頼性を維持している組織に注目しているからといって、そのような組織で事故を引き起こしてしまうことを否定しているわけではない。つまり、これら2つの研究では、事故の可能性に関してほぼ同程度の見積もりを持っている可能性が高く、同一の作業システムに対して、単に注目している側面が異なるだけであると考えることができる (Sagan 1993)。

高リスク組織に関する2つの代表的な研究に対して本稿で取り上げたJCO臨界事故は、これら2つの研究からすると事故の発生する可能性の低い作業システムで発生した事故であった。既存の議論では、要素間の相互作用の複雑性が低く、結びつきも弱い作業システムは事故の発生可能性が低いとして、事故発生メカニズムについてほとんど議論されてこなかった。なぜなら、特定の要素の逸脱に対して“適切な「介入」”をすることが可能だからである。しかし、上述したように、要素間の相互作用の複雑性が低く、結びつきも弱い作業システムであるからこそ、特定の要素に対して“不適切な「介入」”を行う可能性が存在するのである。

さらに、JCO臨界事故の事例から、特定の要素に対する“不適切な「介入」”が行われる場合には、図3-(b)のような長期にわたって徐々に逸脱が積み重ねられることにより事故が発生するというメカニズムが考えられる。“不適切な「介入」”を行う行為者は、どの程度の逸脱を行えば事故が生じてしまうのかについての知識を十分持っている。したがってその行為者は、事故が発生しない程度の“不適切な「介入」”を実行するのである。ただし、そのような“不適切な「介入」”が長期間にわたって徐々に積み重ねられることにより、結果的に事故が発生してしまうというメカニズムである。JCO臨界事故はまさに、このような“不適切な「介入」”が、14年間という長期にわたって徐々に積み重ねられることで発生したのである。

#### 4-2 未解決の問題

本稿では、要素間の相互作用の複雑性が低く、結びつきが弱い作業システム

において“不適切な「介入」”が起こる可能性があることを指摘し、実際にそのような特徴を持つ作業システムであるJCOのウラン再転換加工工程において“不適切な「介入」”が行われていたことが示された。また、JCO臨界事故の事例から、要素間の相互作用の複雑性が低く、結びつきが弱い作業システム場合には、長期にわたって徐々に逸脱が積み重ねられることによって事故が発生するというメカニズムが仮説的に提示された。

これまでの議論から、今後さらに解明すべき問題が新たに明らかになった。解明すべき問題は次の2点に集約される。第1に、「逸脱の漸進的増幅メカニズム」である。ここで「逸脱の漸進的増幅メカニズム」とは、“不適切な「介入」”が長期にわたって徐々に積み重ねられるメカニズムのことを指す。それに対して、既存の2つの研究が想定している事故発生メカニズムは、JCO臨界事故の場合とは対照的に「逸脱の急進的増幅メカニズム」と呼ぶことができよう。ここで、「逸脱の急進的増幅メカニズム」の場合には、逸脱の連鎖が予測できない形で短期的に生じることによって事故に至るため、作業システムの特徴が事故を発生させるという直接的な因果関係が成立する。PerrowによるNA研究の議論が行為者不在の技術決定論的な性格を帯びている（Manning 1998; Vaughan 1990）と言われる所以はこの点にあると考えることができる。したがって、既存の2つの研究が想定している事故メカニズムについて、これ以上解明すべき点は存在しない。

しかし、「逸脱の漸進的増幅メカニズム」については、さらに解明すべき点が残されている。なぜなら、“不適切な「介入」”は組織内の行為者による何らかの行為であり、その行為の背後には特定の意思決定が反映されているからである。つまり、「逸脱の急進的増幅メカニズム」は行為者不在のメカニズムであるのに対して、「逸脱の漸進的増幅メカニズム」は行為者の存在に注目することによって初めて明らかにすることができるメカニズムなのである。具体的には、次の2つの点について解明することが必要である。

ひとつは、なぜ逸脱（“不適切な「介入」”）が行われたのかという点である。本稿では、要素間の相互作用の複雑性が低く、結びつきが弱い作業システムを持つ組織では、“不適切な「介入」”が存在する可能性が指摘され、JCO臨界事

故の事例で、実際に“不適切な「介入」”が存在したことが示された。しかし、そのような“不適切な「介入」”が行われることになった理由については何ら明らかにされていない。今後、この点に関する論理を明らかにする必要があるだろう。

もうひとつは、なぜ一度行われた逸脱が省みられることなく維持されたのかという点である。JCO臨界事故の事例では、時間の経過とともに逸脱が積み重ねられることはあっても、そのような逸脱行為が再び安全規則に従った行為へと戻されることはなかった。JCO臨界事故の事例をさらに詳細に分析することによって、今後、この点に関する論理を明らかにする必要があるだろう。

今後、新たに解明されなければならない第2の点は、「事故発生メカニズム」である。事故発生時である「常陽」第9次操業での逸脱行為は、それ以前の「常陽」第3次操業から「常陽」第8次操業までの逸脱行為と同様に、作業システム内の特定の要素（工程）での逸脱（“不適切な「介入」”）であった。しかし、要素間の相互作用の複雑性が低く、結びつきが弱い作業システムにおける“不適切な「介入」”は、どの程度の逸脱を行ったら事故が発生してしまうかについての知識を十分持った上で行われているはずである。したがって、この論理にしたがうならば、事故が発生しない程度での“不適切な「介入」”は行われたとしても、事故が発生してしまうような“不適切な「介入」”は行われないはずである。しかし、JCOでの「常陽」第9次操業では、事故を発生させてしまうような“不適切な「介入」”が行われてしまったのである。なぜこのようなことが起こってしまったのだろうか。この疑問に答えるためには、「常陽」第8次操業までに行われてきた逸脱（“不適切な「介入」”）のメカニズム、つまり「逸脱の漸進的増幅メカニズム」とは異なるメカニズムを明らかにしなければならないだろう。



## [参考文献]

### (書籍・論文・資料)

- 相沢一正・丹野清秋編著, 2000, 『眠らない街：検証 東海村臨界事故』 実践社。
- 粟野仁雄, 2001, 『あの日, 東海村で何が起こったか』 七つ森書館。
- 伴英幸, 2000a, 「原子力施設の安全は何故保たれないのか：臨界事故を引き起こした構造」  
相沢一正・丹野清秋編著, 2000, 『眠らない街：検証 東海村臨界事故』 実践社, 136-157。
- 伴英幸, 2000b, 「序章」JCO臨界事故総合評価会議, 2000, 『JCO臨界事故と日本の原子力行政：安全政策への提言』 七つ森書館, 21-45。
- ディスカバリーコミュニケーションズ, 2002, 『Extreme Machine 航空母艦』。(DVD)
- Dunkerley, David and Graeme Salaman eds., 1982, *The International Yearbook of Organization Studies 1981*, London: Routledge and Kegan Paul.
- 藤野聡, 2005, 「プルトニウム政策と事故原因の形成」JCO臨界事故総合評価会議『青い光の警告：原子力は変わったか』 七つ森書館, 63-96。
- 古川路明, 2000, 「東海村臨界事故：経過と原因に関する考察」JCO臨界事故総合評価会議, 2000, 『JCO臨界事故と日本の原子力行政：安全政策への提言』 七つ森書館, 49-101。
- 古川路明, 2005, 「はじめに」JCO臨界事故総合評価会議, 2005, 『青い光の警告：原子力は変わったか』 七つ森書館, 1-5。
- 原子力安全委員会ウラン加工工場臨界事故調査委員会, 1999, 『原子力安全委員会 ウラン加工工場臨界事故調査委員会報告』 科学技術庁。
- 原子力資料情報室, 1999, 『恐怖の臨界事故』 岩波書店。
- 原子力資料情報室, 2004, 『臨界事故 隠されてきた深層：揺らぐ「国策」を問いなおす』 岩波書店。
- 伊東良徳, 2000a, 「あまりにも多いJCO事故の『なぜ』」相沢一正・丹野清秋編著『眠らない街：検証 東海村臨界事故』 実践社, 176-207。
- 伊東良徳, 2000b, 「事故原因について」JCO臨界事故総合評価会議, 2000, 『JCO臨界事故と日本の原子力行政：安全政策への提言』 七つ森書館, 121-128。
- 伊東良徳, 2005, 「JCO操業実態および国の責任」JCO臨界事故総合評価会議『青い光の警告：原子力は変わったか』 七つ森書館, 7-62。
- JCO臨界事故総合評価会議, 2000, 『JCO臨界事故と日本の原子力行政：安全政策への提言』 七つ森書館。
- JCO臨界事故総合評価会議, 2005, 『青い光の警告：原子力は変わったか』 七つ森書館。
- 科学技術振興機構, 2004, 「原子力百科事典 ATOMIC A」  
(<http://mext-atm.ist.go.jp/atomica/index.html>, 2005.1.27)。
- 核事故緊急取材班・岸本康, 2000, 『検証ドキュメント 臨界19時間の教訓』 小学館。
- LaPorte, Todd R. and Paula M. Consolini, 1999, “Working in Practice But Not in Theory:

- Theoretical Challenges of ‘High-Reliability Organizations,’ *Journal of Public Administration Research and Theory*, 1 (1): 19-47.
- Manning, Peter K., 1998, “Information, Socio-Technical Disasters and Politics” *Journal of Contingencies and Crisis Management*, 6 (2): 84-87.
- 望月彰, 2003, 「2003年3月3日 臨界事故, 刑事裁判判決の日:(2) 死者と被告の名誉のために」 植田敦・JCO臨界事故調査市民の会編著, 2003, 『東海村「臨界」事故: 国内最大の原子力事故・その責任は核燃機構だ』 高文研, 68-79.
- 望月彰, 2004, 『告発! サイクル機構の「四〇リットル均一化注文」』 世界書院。
- 七沢潔, 2005, 『東海村臨界事故への道: 私われなかった安全コスト』 岩波書店。
- 日本原子力学会「原子力安全」調査専門委員会, 2000, 『JCOウラン加工工場における臨界事故の調査報告』。
- 日本原子力学会JCO事故調査委員会, 2005, 『JCO臨界事故 その全貌の解明: 事実・要因・対応』 東海大学出版会。
- 日本核燃料コンバージョン株式会社, 1994, 『加工事業許可の内容』。
- 岡本浩二, 2001, 「核燃料臨界事故: 社会心理学的考察」 大山正・丸山康則編『ヒューマンエラーの心理学: 医療・交通・原子力事故はなぜおこるのか』 麗澤大学出版会, 53-77。
- 大山正・丸山康則編, 2001, 『ヒューマンエラーの心理学: 医療・交通・原子力事故はなぜおこるのか』 麗澤大学出版会。
- Perrow, Charles, 1982, “The Three Mile Island: A Normal Accident,” David Dunkerley and Graeme Salaman eds., *The International Yearbook of Organization Studies 1981*, London: Routledge and Kegan Paul, 1-25.
- Perrow, Charles, 1984, *Normal Accidents: Living with High-Risk Technologies*, New York: Basic books.
- Perrow, Charles, 1986, *Complex Organizations: A Critical Essay*, 3<sup>rd</sup> ed., New York: Random House.
- Perrow, Charles, 1999, “Organizing to Reduce the Vulnerabilities of Complexity,” *Journal of Contingencies and Crisis Management*, 7 (3): 150-155.
- Perrow, Charles, 2001, “Accidents, Normal,” N. J. Smelser and Paul B. Baltes, eds, *International Encyclopedia of the Social and Behavioral Science*, Pergamon, 33-38.
- 臨界事故の体験を記録する会, 2001, 『東海村臨界事故の街から: 1999年9月30日事故体験の証言』 旬報社。
- Roberts, Karlene H., 1989, “New Challenge in Organizational Research: High Reliability Organizations,” *Industrial Crisis Quarterly*, 3 (2): 111-125.
- Roberts, Karlene H., 1990a, “Some Characteristics of One Type of Highly Reliability Organization,” *Organization Science*, 1 (2): 160-176.
- Roberts, Karlene H., 1990b, “Managing High Reliability Organizations,” *California Management Review*, 32 (4): 101-113.

- Roberts, Karlence H., 1993, “Introduction,” Karlene H. Roberts ed., *New Challenges to Understanding Organizations*, New York: Macmillan Publishing Company, 1-10.
- Roberts, Karlene H. ed., 1993, *New Challenges to Understanding Organizations*, New York: Macmillan Publishing Company.
- Roberts, Karlene H., Denise M. Rousseau, and Todd R. La Porte, 1994, “The Culture of High Reliability: Quantitative and Qualitative Assessment Aboard Nuclear-Powered Aircraft Carriers,” *The Journal of High Technology Management Research*, 5 (1): 141-161.
- Rochline, Gene I., 1989, “Informal Organization Networking as a Crisis-Avoidance Strategy: US Naval Flight Operations as a Case Study,” *Industrial Crisis Quarterly*, 3 (2): 159-176.
- Sagan, Scott D., 1993, *The Limits of Safety: Organizations, Accidents, and Nuclear Weapons*. Princeton, N.J.: Princeton University Press.
- 清水洋, 2000, 『東海村臨界事故』—橋大学イノベーション研究センター。
- 清水洋, 2003, 「ビジネスケース 茨城県東海村臨界事故：組織の危機管理」『ビジネスレビュー』50 (4): 147-161。
- 清水修二・野口邦和, 2000, 『臨界被曝の衝撃：いまあらためて問う原子力』リベルタ出版。
- 住友金属鉱山株式会社, 1970, 『住友金属鉱山二十年史：創立二十周年記念』。
- 竹村英明, 2003, 「政府に質問したら矛盾だらけの回答：福島瑞穂質問主意書と答弁書」植田敦・JCO臨界事故調査市民の会編著, 2003, 『東海村「臨界」事故：国内最大の原子力事故・その責任は核燃機構だ』高文研, 83-94。
- 館野淳・野口邦和・青柳長紀, 2000, 『徹底解明 東海村臨界事故』新日本出版社。
- 植田敦, 2003, 「旧動燃が引き起こしたJCO臨界事故：パケツ作業だけなら臨界事故はなかった」植田敦・JCO臨界事故調査市民の会編著, 2003, 『東海村「臨界」事故：国内最大の原子力事故・その責任は核燃機構だ』高文研, 19-54。
- 植田敦・JCO臨界事故調査市民の会編著, 2003, 『東海村「臨界」事故：国内最大の原子力事故・その責任は核燃機構だ』高文研。
- Vaughan, Diane, “Autonomy, Interdependence, and Social Control: NASA and the Space Shuttle Challenger,” *Administrative Science Quarterly*, 35 (2): 225-257.
- 渡辺寿子, 2003, 「2003年3月3日 臨界事故、刑事裁判判決の日：(1) 臨界事故裁判は真実に迫ったか!？」植田敦・JCO臨界事故調査市民の会編著, 2003, 『東海村「臨界」事故：国内最大の原子力事故・その責任は核燃機構だ』高文研, 55-67。
- Weick, Karl E. and Karlene H. Roberts, 1993, “Collective Mind in Organizations: Heedful Interrelating on Flight Decks,” *Administrative Science Quarterly*, 38 (3): 357-381.
- Weick, Karl E. and Kathleen M. Sutcliffe, 2001, *Managing the Unexpected: Assuring High Performance in an Age of Complexity*. San Francisco, CA: Jossey-Bass, (=西村行功訳『不確実性のマネジメント：危機を事前に防ぐマインドとシステムを構築する』ダイヤモンド社, 2002。)
- ウィキメディア財団, 2005, 「フリー百科事典『ウィキペディア (Wikipedia)』」

(<http://ja.wikipedia.org/wiki/メインページ>, 2005.6.8)。

読売新聞編集局, 2000, 『青い閃光：ドキュメント東海臨界事故』中央公論社。

**(刑事確定訴訟記録)**

『弁論要旨』2002.10.21.

『冒頭陳述書』2001.4.23.

『平成12年(わ)第865号 判決』2003.3.3.

『実況見分調書』2000.2.18.

『実況見分調書』2000.6.8.

『検証調書(甲)』2000.2.10.

『検証調書(甲)』2000.11.1.

『供述調書：DJ』2000.5.11.

『供述調書：DJ』2000.9.2.

『供述調書：DJ』2000.10.20.

『供述調書：DJ』2000.10.23a.

『供述調書：DJ』2000.10.23b.

『供述調書：DJ』2000.10.25a.

『供述調書：DJ』2000.10.25b.

『供述調書：DJ』2000.10.27.

『供述調書：DJ』2000.11.1.

『供述調書：DR』2000.5.23.

『供述調書：DR』2000.5.25.

『供述調書：FI』2000.5.16.

『供述調書：FI』1999.10.30.

『供述調書：FI』2000.5.16.

『供述調書：FI』2000.10.5.

『供述調書：FI』2000.10.24.

『供述調書：FJ』2000.10.26.

『供述調書：FJ』2000.10.27.

『供述調書：FJ』2000.10.31.

『供述調書：HQ』2000.5.26.

『供述調書：JF』2000.9.29.

『供述調書：LI』2000.10.12.

『供述調書：LJ』2000.10.12.

『供述調書：LR』2000.8.24.

『供述調書：LR』2000.10.25.

『供述調書：LS』2000.10.4.

- 『供述調書：LX』 2000.10.18.
- 『供述調書：LX』 2000.10.24.
- 『供述調書：LX』 2000.10.28.
- 『供述調書：LY』 2000.10.22.
- 『供述調書：NH』 2000.5.31.
- 『供述調書：PG』 2000.10.18.
- 『供述調書：PG』 2000.10.21.
- 『供述調書：PG』 2000.10.24.
- 『供述調書：PG』 2000.10.26.
- 『供述調書：PG』 2000.10.28a.
- 『供述調書：PG』 2000.10.28b.
- 『供述調書：PG』 2000.10.29.
- 『供述調書：PG』 2000.10.30.
- 『供述調書：PG』 2000.10.31.
- 『供述調書：PR』 2000.10.4.
- 『供述調書：SG』 2000.5.18.
- 『供述調書：SG』 2000.9.7.
- 『供述調書：TF』 2000.2.23.
- 『供述調書：TF』 2000.5.24.
- 『供述調書：TF』 2000.9.14.
- 『供述調書：TF』 2000.10.22.
- 『供述調書：TF』 2000.10.21.
- 『供述調書：TH』 2000.5.26.
- 『供述調書：TH』 2000.9.14.
- 『供述調書：TH』 2000.10.23.
- 『供述調書：TI』 2000.5.15.
- 『供述調書：TJ』 2000.10.19a.
- 『供述調書：TJ』 2000.10.19b.
- 『供述調書：TJ』 2000.10.26.
- 『供述調書：TJ』 2000.10.29a.
- 『供述調書：TJ』 2000.10.29b.
- 『供述調書：TR』 2000.6.21.
- 『供述調書：UD』 2000.5.19.
- 『供述調書：UD』 2000.10.16.
- 『供述調書：UD』 2000.10.24.
- 『供述調書：UD』 2000.11.1.
- 『供述調書：UG』 2000.5.15.

- 『供述調書：UG』 2000.9.4.
- 『供述調書：UG』 2000.10.25.
- 『供述調書：UG』 2000.10.28.
- 『供述調書：UG』 2000.10.31.
- 『供述調書：UL』 2000.6.5.
- 『供述調書：UX』 2000.10.27.
- 『捜査報告書』 1999.12.20.
- 『捜査報告書』 1999.12.25.
- 『捜査報告書』 2000.1.12.
- 『捜査報告書』 2000.1.17.
- 『捜査報告書』 2000.1.26a.
- 『捜査報告書』 2000.1.26b.
- 『捜査報告書』 2000.1.27.
- 『捜査報告書』 2000.2.3.
- 『捜査報告書』 2000.2.17.
- 『捜査報告書』 2000.2.21.
- 『捜査報告書』 2000.3.9.
- 『捜査報告書』 2000.3.13.
- 『捜査報告書』 2000.3.17.
- 『捜査報告書』 2000.5.8.
- 『捜査報告書』 2000.6.6.
- 『捜査報告書』 2000.6.29.
- 『捜査報告書』 2000.10.28.
- 『捜査報告書』 2000.10.29.