

MAISアプローチによる東海村JCO臨界事故の分析 : 臨界に至るまで

その他のタイトル	An Analysis of the JCO Criticality Accident in Tokai-mura by the MAIS Approach : Before the Criticality
著者	原 拓志
雑誌名	關西大學商學論集
巻	67
号	4
ページ	59-80
発行年	2023-03-10
URL	http://doi.org/10.32286/00027979

MAISアプローチによる東海村JCO臨界事故の分析： 臨界に至るまで

原 拓 志

I 序

研究方法としてのMAISアプローチ（原 2018）による事故プロセスの詳しい記述と分析は、現代の経営組織が関わる技術システムの安全形成や崩壊のダイナミクスの深い理解と実践面での新たなインプリケーションの獲得に役立つことが期待される。原（2022）では、信楽高原鉄道事故の分析にMAISアプローチを用いることで、一つの実例を試みた。しかし、事例ごとに固有の諸要因の相互作用関係と、一定の時間的・空間的状况において共通する相互作用関係とを峻別して、技術システムの安全形成プロセスについての理解を深めるためには、同じ研究アプローチを用いて事例研究を重ねていく必要がある。本論文は、そのためのものであり、事例として1999年9月30日に発生した東海村JCO臨界事故を取り上げる。この事故も、信楽高原鉄道事故の事例と同様に、多くの行為主体、物的存在、制度的・構造的要因が関わっており、複雑で多様な相互作用関係があったことが知られている。したがって、MAISアプローチが有効な分析フレームワークとなることが期待される。事故調査や裁判を経て事故のプロセスに関して、かなり詳しく公開されており、文献情報も多く存在している¹⁾。これらをもとに、事故に関わる物的存在、行為主体、制度的・構造的要因の相互作用について、信楽高原鉄道の事故と同程度に詳細に分析することが可能だと考えられた²⁾。以上の理由から、この事例を選択した。なお、東海村JCO臨界事故のプロセスは、即発臨界にいたるまでのプロセスと即発臨界後から

1) この事例研究においてプロセスの再構成の軸として利用した文献は、事故に関する多くの文献の中で比較的後に公刊され、それまでに明らかになった情報や先行文献を踏まえ、事故についての最も詳しい経過や背景を記述していると思われる日本原子力学会JCO事故調査委員会（2005）と七沢（2005）である。なお、前者はどちらかといえば日本原子力学会という原子力行政の体制に近い立場にあり、後者はNHK取材を主導したジャーナリストによるものでそれに批判的な立場にある。追加的に、可能な限り両文献のみならず本事故に関わる刑事裁判記録や他の文献も照合し事例構築に利用している。

2) この研究を実施した2022年は新型コロナウイルス感染症のパンデミックが続いており、出張や面会を伴う調査研究が困難な時期であったことや、信楽高原鉄道事故と研究アプローチを揃えるという意図が、研究対象や調査方法の選択に影響した。

遅発臨界終息までの対応プロセス³⁾との大きく二つのプロセスに分けられる。それぞれに詳しい吟味が必要であることから、後者は別稿にゆずり、本論文では前者のプロセスに限定する⁴⁾。

II 東海村JCO臨界事故の概要

東海村JCO臨界事故は、1999年9月30日10時35分頃、ウラン加工を行う株式会社ジェー・シー・オー（以下JCOと略記）東海事業所の転換試験棟において発生した臨界事故である（日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 3-6頁；七沢 2005, 202-206頁）。臨界事故とは、後述するが、放射性物質の核分裂が制御されていない状況で起こり、大量の放射線が環境に放出され被害を与える事故である（斎藤 2011, 80-81頁；読売新聞編集局 2000, 50-56頁）。

JCOの転換試験棟においては、核燃料サイクル開発機構（以下サイクル機構と略記）（旧・動力炉・核燃料開発事業団）の高速実験炉「常陽」用核燃料の原料として高濃縮⁵⁾かつ高濃度の硝酸ウラニル溶液が製造されていた。事故発生時、二人の作業員が、沈殿槽というタンクに、安全確保のために認められていた1バッチ（溶液量で約6.5リットル、ウラン量で2.4キログラム）の7倍の量（輸送単位である1ロット＝溶液量で40リットルを超える量）の硝酸ウラニル溶液を混ぜるために注ぎ込んだ。沈殿槽は、臨界を防ぐための形状的な措置がとられていなかったため、臨界が発生し、二人の作業員は被曝、それぞれが82日後、210日後に死亡した。隣の部屋にいた作業員も被曝した（日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 3-6, 9, 56-57頁；七沢 2005, 202-207頁）。

当初、事故原因は、JCOの発表をもとに、作業員の「重大な手順違反」（朝日新聞1999年10月2日朝刊1面）、「逸脱」（日本経済新聞1999年10月2日朝刊1面；読売新聞1999年10月2日朝刊39面）、「単純な人為的ミス」（毎日新聞1999年10月2日朝刊3面）と発表された。その後の事故調査においては、作業員の手順違反や逸脱を防げなかったJCOの安全軽視の組織体制に主たる原因があるとされつつも、監督的立場にある国（当時の監督当局である科学技術庁）および原子力安全委員会にも問題があるとされた（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, III26-III37頁；読売新聞編集局 2000, 245-247頁）。また、発注者であるサイクル機構についても責任が問われた（読売新聞編集局 2000, 219-220頁；古川 2000, 37-38頁）

刑事裁判（2003年3月3日判決）では、JCOに罰金100万円が課され、JCOの長年にわたる

3) 東海村JCO臨界事故では、1999年9月30日午前10時35分頃に発生した即発臨界（約99%の中性子が放出される）のあと約20時間、残った中性子が放出され続ける遅発臨界状態が持続していた（日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 4, 67, 90-91頁）。

4) 本論文において、「臨界」とのみ表記している場合は、即発臨界のことを指している。

5) 核分裂性のウラン235の含有割合を天然ウランよりも増やしたウランを指す。

安全軽視の姿勢や歴代幹部の責任も認定したうえで、JCO東海事業所長、製造部長、製造部計画グループ長、製造部製造グループ職場長、製造部計画グループ主任、スペシャルクルー副長（職名はいずれも事故当時）に執行猶予付きの禁固刑が言い渡された（水戸地方裁判所2003；日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 68頁；七沢 2005, 10-14頁）。他方、行政当局については、JCO側による行政当局の責任は軽視できないという主張に対して、「行政当局の監督が十分でないことを論難するのは自らの責任を他に転嫁するに等しいというべき」として退け、サイクル機構についても「無理な発注を行っていたとの事実は認められず、むしろ、被告人会社の方で重要な顧客であるサイクル機構の意向にできる限り沿うべく無理を承知の上で受注していたとの事実が認められる」として、法的責任はないという判断がなされた（水戸地方裁判所2003, 41-42頁；七沢 2005, 13-14頁）。

この事故について社会心理学の立場から分析を加えた代表的な研究（岡本 2003）においては、事故の主たる原因は手順違反を重ねてきたJCOの組織文化や組織管理にあるとしている。この事故を事例として取り上げた経営学の多くの研究においても、作業員の逸脱とJCOの組織文化や組織管理に事故原因を求めるものが多い（斎藤 2005; 斎藤 2004; 清水 2003）。

他方、日本の原子力政策に批判的な立場からは、行政やサイクル機構の責任を問う言説が展開されている（七沢 2005；栗野 2001, 206-208頁；館野・野口・青柳 2000, 38-48頁；古川 2000；海渡 2000；伊東 2000a；伊東 2000b）。また、経営学の研究においても、これらの批判的立場からの議論を踏まえつつ、行政やサイクル機構の責任に言及した研究もある（関岡 2005）。

本論文では、先行研究を踏まえ、事故に関わった核分裂性物質や設備などの物的存在、JCOの作業員や管理者、JCOという企業組織、科学技術庁、動燃／サイクル機構などの行為主体、JCOの社内外にあった制度的・構造的要因のそれぞれに意識的に目を向けながら、臨界事故に至るまでのプロセスを明らかにしていきたい。

Ⅲ MAISアプローチについて

本論文で事例として扱う事故発生までのプロセスの分析に用いる方法はMAISアプローチである。MAISアプローチとは、社会現象の形成や再形成、崩壊のプロセスやメカニズムを分析において関係する様々な物的存在（Material entities）、行為主体（Actors）、制度的・構造的要因（Institutional/Structural factors）の間の相互作用に着目する方法である（原 2018；原 2022）。

MAISアプローチについての詳しい説明は上記の論文を参照されたいが、ここで再確認しておきたいこの分析アプローチの重要な点は、①それぞれに異なる利害関心や意思を有し、同じ物的存在や制度的・構造的要因にそれぞれに異なる意味を付与して構築したり再構築したり改変したりする多様な行為主体（個人や組織）と、②そうした意味構築を超越する質量やエネルギー

ギーなどの物性をそれぞれに有している諸々の物的存在と、③行為主体によって共同的・相互作用的に構築された構造化・パターン化された社会的関係でありつつ行為主体や他の制度的・構造的要因や物的存在の構築を制約したり促進したりする様々な制度的・構造的要因とは、④互いに影響しあって形成されるものであるけれども、⑤いずれも他の要因に還元できない特性を有しており、⑥社会現象は、行為主体、物的存在、制度的・構造的要因の相互作用から形成されていると見なすことである。そして、社会現象について、関係する物的存在、行為主体、制度的・構造的要因を識別したうえで、それらの詳しい相互作用関係を明らかにすることで理解を深めることが、MAISアプローチの基本的な方法である。

ただし、これらの要因の区別はあくまでも相対的なものであり、それぞれの存在がそれらの相互作用関係に基づいて立ち現れるものであるため、独立して実在している要因ではない。物的存在についても社会的プロセスにおいて立ち現れるものについては、あくまでも異なる行為主体によって異なる意味を与えられている社会的存在でもあり、その意味は、さまざまな制度的・構造的要因との関連においてのみ成立する。MAISアプローチによる事例研究において取り上げられる様々な物的存在、行為主体、制度的・構造的要因は、あくまでも人と人との関係に基づく社会的な相互作用関係において捉えられているものである。

次節以降では、MAISアプローチを用いて東海村JCO臨界事故のプロセスを、関係する物的存在、行為主体、制度的・構造的要因のそれぞれに主眼をおきながら、同時にカテゴリーの異なる他の要因との相互作用関係にも注目して、詳細かつ分析的に見ていく。

IV 物的存在から見た事故プロセス

物的存在から見ると、この臨界事故は、制御できていない状況で臨界が発生し、近くにいた作業員に致命的なダメージを与え、さらに周辺の人々や自然環境も被曝したものである。臨界とは、核分裂の連鎖反応が維持する状態である。原子力発電においては、臨界は制御された状況で維持される。しかし、制御されていない状況で臨界が起ると、中性子線などの極めて有害な放射線が環境に放出され多大な被害をもたらす事故となる（斎藤 2011, 80-81頁；読売新聞編集局 2000, 50-56頁）。

核分裂で発生した中性子が、他の原子核に衝突する可能性が高まると、臨界を引き起こす可能性が高まる。特に中性子のスピードが遅い「熱中性子」は、原子核にぶつかりやすいとされる（鳥居・小豆川・渡辺 2012, 54-56頁）。したがって、核分裂性のウラン同位体であるウラン235が近距離に多く存在し、さらに、減速・散乱を引き起こす水などがあると、臨界の危険性が増す。つまり、核分裂性物質の量が多いこと、互いに近接していること、中性子を跳ね返す水などに取り囲まれていることが、臨界が起りやすい条件だといえる。たとえば、ウラン235を含む溶液の場合には、濃縮度が高く（ウラン235の割合が多く）、溶液の濃度が高く、溶

液量が多く、溶液を入れる容器が球形に近い形状であって、溶液の表面からの中性子の逃げが少ない場合（中性子を反射する水などの物質に取り囲まれているなど）に、臨界は起こりやすくなる（日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 91頁）。

臨界事故を防ぐには、上記の条件が揃わないようにすることが必要となる。そこで、制度的・構造的要因でもあるが、質量管理、濃度管理、形状管理などの方策が施される。臨界が起こるために必要な量（臨界質量）の核分裂性物質を一緒に集めないように扱うのが質量管理である。核分裂性物質が溶液内にあるときは、それらが互いに連鎖反応が起こらないところまで十分な距離を取って分散していれば臨界は避けられる。これを利用するのが濃度管理である。核分裂性物質の溶液を保持する容器の直径が一定値以下だったり溶液の厚さが一定値以下だったりすると中性子が容器から逃げて臨界が起こらなくなる。そのように容器の形状や寸法を定めることを形状管理という。そして、これらを総称して「臨界管理」という（日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 91-93頁）。

では、事故が起きたJCOの転換試験棟における臨界管理はどのように措置されていたのか。天然ウランにしめるウラン235の割合は0.7%であるが、核燃料にするには、臨界を起きやすくするため、その割合を高める必要がある。これを濃縮という（鳥居・小豆川・渡辺 2012, 55頁；斎藤 2011, 92頁）。軽水炉で使用される核燃料の濃縮度は5%程度であり、JCOの他の加工ラインで扱われていたウラン燃料もそうであった。しかし、事故があった転換試験棟で作られていたウラン燃料は、高速実験炉「常陽」で使用するMOX燃料（プルトニウム・ウラン混合酸化物）製造用の濃縮度が約19%と高いウラン粉末ないし溶液であった（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, 参考資料60-61頁）。さらに硝酸ウラニル溶液の場合には、溶液中の核燃料物質の濃度も問題となる。事故当時、転換試験棟で扱われていた硝酸ウラニル溶液の濃度は380グラムU／リットルで、他の加工ラインで扱われていた100グラムU／リットルに比べると極めて高い濃度の溶液であった（七沢 2005, 41, 193頁；日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 50-51頁）。この高濃度の硝酸ウラニル溶液の製造が必要になった背景には、安全保障に関する制度的・構造的要因が絡んでいる。1977年に、アメリカ合衆国から、日米原子力協定に基づき、日本での核燃料の再利用に際しプルトニウム単体を抽出することを認めずウランとの混合抽出をすることが求められた。これを受けてサイクル機構の前身である動力炉・核燃料開発事業団（以下、動燃）は、混合抽出の代替的方法としてマイクロ波を利用した混合転換法を開発した。この混合転換法では、硝酸プルトニウム溶液と混ぜるための380グラムU／リットルという高濃度の硝酸ウラニル溶液が必要とされた（七沢 2005, 28-31頁；日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 9-10, 23-25頁）。

濃縮度20%のウランの最小臨界質量約5.5キログラムUをもとに、JCOでは安全質量を2.4キログラムUとし、これを1回の加工最大処理量として1バッチとした。これを、380グラムU／リットルで換算することで溶液では6.5リットルが1バッチとされた（七沢 2005, 42頁；日本原子

力学会JCO事故調査委員会 2005, 50-51, 215頁；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, 参考資料54頁)。

JCOの転換試験棟で取られた主要な臨界管理の一つは、形状管理である。事故を起こした沈殿槽⁶⁾以外の装置やそれらをつなぐパイプは、内部の太さや厚さが形状制限値を超えないように作られた(七沢 2005, 19頁；日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 92頁)。1983年11月に提出された加工事業変更許可申請書において、形状制限が施されていない沈殿槽のみは1バッチの質量制限で臨界管理を行うとされていた。しかし、安全審査の段階で、2つ以上の方法による臨界管理が求められ、もしも、沈殿槽に1バッチ以上が流れ込んだらということが問題となった。そこで生まれた考えが、沈殿槽に至るまでの全ての工程で「1バッチ縛り」を行うという「理屈」であった。つまり、工程そのものに1バッチしか存在しなければ、間違っても臨界質量に達する溶液が沈殿槽に流れ込むことはないという「理屈」であった。この考えは、科学技術庁の安全審査官の提案をJCOが承認する形で取り入れられたといわれる(七沢 2005, 42頁, 71-76頁；日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 33-43頁；読売新聞編集局 2000, 190頁)。しかし、それでも実質上は、沈殿槽の臨界管理は、「1バッチ縛り」を前提とした質量管理だけであった⁷⁾。

事故はどのような経緯で起こったのか。物的存在に視点を置いて事故発生から遡るように辿っていきたい。事故は、形状制限がなされていなかった沈殿槽に作業員が7バッチ分もの高い濃度で高濃度の硝酸ウラニル溶液を注ぎ込んだことで発生した。その目的は、それだけの量の溶液を均一化することであった。

その理由には、制度的・構造的要因と物的存在が絡んでくる。この溶液の発注元であるサイクル機構は、その前身である動燃の時代から硝酸ウラニル溶液の輸送単位(ロット)を輸送効率の観点から40リットル(臨界管理のため4リットルの製品容器10本から構成される)とすることでJCOと合意していた。その際、動燃からは、検査効率の観点から、その1ロットの溶液を均一化することが求められた。容器付着等によるロスを考慮すると1ロットを構成するには溶液7バッチ分を必要とするが、この均一化を一度に行うと、そのウラン量は最小臨界質量の

6) ウラン濃縮工程で六フッ化ウランから二酸化ウランに再転換するADUという方法において住友金属鉱山/JCOが開発した方式は品質のよいウラン粉末が得られるが、その工程で必要とされたのが、この形の沈殿槽であったという(七沢 2005, 23-24頁；日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 34-35頁)。

7) 沈殿槽について質量管理と濃度管理が施されていたとの主張もあるが、濃度管理という概念は均一な体系を前提としているから、沈殿操作によって不均一かつ非均質となる沈殿槽の臨界管理で用いるのは不適切であるとされる(日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 37頁)。なお、通常の工程でこの沈殿槽に投入される溶液の濃度は60~80グラムU/リットル程度であったという(日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 37頁)。この程度の濃度であれば大量に投入されても沈殿されなければ臨界には達しなかったとされる(日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 92-93頁)。しかし、事故時に作業員が沈殿槽に注いだ硝酸ウラニル溶液の濃度は、380グラムU/リットルという高濃度であったため、均一な溶液であっても臨界に達したのである。

3倍を超える約16.8キログラムとなり臨界を起こす可能性が高い。そこで、4リットルの製品容器10本から10本の輸送用製品容器に0.4リットルずつ小分けするクロスブレンディングという方法をとることが合意された。ただし実際に1986年11月に転換試験棟で硝酸ウラニル溶液の製造が開始されたときには、1バッチ約6.5リットルの容器7本から、10本の輸送用製品容器に約0.65リットルずつ小分けがされる方式が取られた（日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 51-53, 194-195頁；七沢 2005, 44-50頁）。なお、この均一化工程は、監督機関である科学技術庁には届け出されていない（七沢 2005, 52, 81頁；日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 31頁）。

クロスブレンディングは、極めて無理な姿勢で細心の注意を必要とする作業を70回も繰り返さなければならない方法であった（日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 194-196頁；七沢 2005, 49-50頁）。1995年10月に、動燃からのさらなるロットサイズ拡大の要求に対応するため（ロットサイズの拡大そのものは実現しなかったものの）、クロスブレンディングに代えて、形状管理された細長いタンクである貯塔に仮設配管を加え循環させて、目的外使用である混合均一化に使う方法が考案され実装された（日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 54, 201-202頁；七沢 2005, 50-51, 132-138, 付録図6-8頁；古川 2000, 89-96頁）。これは、形状制限されている設備を頼りに、高濃縮で高濃度の硝酸ウラニル溶液を最小臨界質量の3倍を超える量でまとめて混合する極めて危険な方法であった。

貯塔での混合均一化は形状管理が効いていたため臨界は起こらなかった。しかし、貯塔での作業は仮設配管を設置しなければならないうえに、溶液が滞留するデッドスペースが多く、取り出し口の位置も低すぎて、効率が悪かった。そこで、臨界管理についての知識に欠けていた現場作業員たちは、より作業しやすい沈殿槽で混合均一化を図ることを提案し、それが品質保証担当の主任に承認されたことで、形状管理がされていない沈殿槽に最小臨界質量の3倍を超える高濃度の硝酸ウラニル溶液を注ぎ込んだ。そして、臨界事故が発生した（日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 206-208頁；七沢 2005, 181-200, 202-204, 付録図6-8頁）。

物的存在の扱いでこの事故の発生を防ぐことのできた可能性はいくつか考えられる。たとえば、高濃縮で高濃度の硝酸ウラニル溶液の最小臨界質量を超える量での混合均一化工程をなくすか、それを可能にする形状制限などを施した専用設備を設置することである⁸⁾。混合均一化工程については1ロットをどれだけの量にするかに関わる問題であった。実際、JCOは、1986年5月の硝酸ウラニル溶液の製造計画段階において当初1ロットを安全な1バッチ分とすることを考えていたようである。それに動燃側が難色を示して、両者は輸送効率や検査効率の観点

8) 臨界が起こる可能性があり潜在的に危険な硝酸ウラニル溶液製造を動燃で行うことや、危険な混合均一化を動燃が適切な装置を用いて行うという選択肢もあったが、前者については、ウラン加工は民間委託すべきという科学技術庁の政策的判断により、後者については商習慣に則り、いずれの安全策も取られることはなかった（日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 10-11頁）。

から1ロットを最小臨界質量を超える40リットルに定めた(七沢 2005, 44-46頁; 日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 51, 194-196頁)。これは、物的存在の危険な特性を鑑みると、明らかに安全よりも効率を優先した意思決定であり、関係行為主体によって構築された制度的・構造的要因である。1ロットが40リットルに定められたために、その量の製品溶液の混合均一化工程が必要となった。さらに言えば、それまでクロスブレンディングが曲がりなりにも行われていた作業が、1995年10月に貯塔で一度に全量を混合均一化するという工程へと変更された契機も、従来の2ロット分を1ロットにするという動燃の構想であった。それ自体は作業可能性をシミュレーションして無理と判断したJCOが断ったことで頓挫したが、そのときに考案された貯塔による混合均一化は作業条件や作業効率を改善するものとして採用されることになった(七沢 2005, 127-129頁; 日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 54, 201-202頁; 水戸地方裁判所 2003, 13頁)。

次なる回避方法は、混合均一化工程を安全に実施するための専用設備を設置することである。それはなぜ実現しなかったのか。これには、溶液製造やその輸送という問題が、設備の変更許可取得後に具体化していった経緯が絡んでいる。もともと転換試験棟においては、濃縮度12%の二酸化ウラン粉末の製造がなされていた。1983年に動燃はJCOに対し転換試験棟の改造を依頼している。1985年以降に見込まれる濃縮度20%程度の二酸化ウラン粉末製造に対応した形状管理を図るためであった。しかし、その一方で、動燃が開発したMOX燃料製造のための混合転換法では、前述したように硝酸ウラニル溶液を必要とするため、粉末を再溶解して溶液化することが必要であった。しかし、JCOが科学技術庁に提出した加工事業変更許可申請書には、溶液の製造工程は記載されていなかった。動燃からの溶液製造についての調達計画や濃度などの製品スペックが明確に示されなかったためとされている。動燃がなぜそれらを示さなかったのかについては東海再処理工場の不調などが挙げられているが確かな理由は明らかにされていない(七沢 2005, 52-55, 58-66頁; 日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 215頁; 水戸地方裁判所 2002e, 15-17頁)。

結局、溶液製造の専用設備という物的存在は設置されないまま、最小臨界質量をはるかに超える量の溶液の混合均一化が実施されることとなった。JCO転換試験棟における臨界管理の砦として考案された「1バッチ縛り」やクロスブレンディングであったが、前者は実施されることがなかった幻の対策であり、後者もJCOの組織の中で崩れ去っていった。

V 行為主体から見た事故プロセス

次に、関係行為主体の意思決定や行為、彼らが置かれていた状況に着目しながら事故のプロセスを遡って見ていくこととする。沈殿槽に溶液の注ぎ込みを行ったのは事故で曝露して210日後に死亡した作業員S氏と82日後に死亡した作業員O氏であった。沈殿槽には、前日に4バ

ッチ分の溶液が注ぎ込まれており、当日は残りを注いでいて7バッチ目に達したときに臨界が発生した。壁一枚隔てた隣室にいた作業員のリーダーである副長Y氏も被曝した（七沢 2005, 199-200, 202-207頁；日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 56-57, 207-208頁）。

このような行為を作業員たちは、なぜ行ったのか。臨界事故が起こるとは彼らは想像もしていなかっただろう。その訳を見ていきたい。彼らは社内で「スペシャルクルー」と呼ばれる組織に属していた。スペシャルクルーというのは、1996年1月にその年から始まったJCOのリストラチャリング（以下、リストラ）で生み出された雑多な業務を担当する作業班であった。彼らの仕事は、転換試験棟におけるウラン加工作業以外に、放射性廃棄物の焼却作業、容器の定期検査の補助などであった。（七沢 2005, 152-162頁）。転換試験棟の作業は、動燃／サイクル機構から受注があったときのみ断続的に発生する不定期のものであったため⁹⁾、彼らの仕事に組み入れられた。のちに副長となるY氏は1996年8月に配属された。

スペシャルクルーが転換試験棟の作業をするようになった時点で、混合均一化を貯塔で行う工程が採用されていた。これは許認可に違反した工程であったが社内では承認されていた。このほかにも、当時のJCOの組織では、「1バッチ縛り」を守らない、溶解工程に溶解塔ではなくステンレス製「バケツ」状容器を利用する、過剰な溶液の流入を防ぐ貯塔の定量ポンプのインターロックを解除するなど、許認可に違反する工程や設備の変更が社内では認められており、許認可に違反しても構わないとする組織文化が醸成されていた（七沢 2005, 132-138頁；日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 53-54, 198, 200頁）。さらに許認可に違反した工程の作業手順書が「裏マニュアル」として社内秘とされて存在していた（古川 2000, 89-96頁；読売新聞編集局 2000, 199頁；七沢 2005, 144頁）。

1998年2月にスペシャルクルーのF主任が定年退職し、転換試験棟での作業経験のない製造部製造グループ職場長のW氏が主任を兼務、Y氏とともにF主任からの業務引継ぎがなされた。その際、低濃縮度ウランの再転換加工を常時行っていたJCOの中核プラントであった第一加工施設棟（1P）および第二加工施設棟（2P）（七沢 2005, 154頁；日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 3頁）と、転換試験棟における臨界管理の違いについての説明はなされなかったという（七沢 2005, 165頁；水戸地方裁判所 2002a, 3-4頁；水戸地方裁判所 2002c, 30-33頁）。1998年7月に、JCOにおけるリストラの一環として主力事業の2P集中化が実施された。それに伴い、スペシャルクルーの職務に排水処理作業などが加えられた。この排水処理作業には三交代制での対応が必要となったため、持病のあるベテランの作業員N氏がスペシャルクルーを外れ、同年8月にY氏が副長となり、その下にS氏やO氏ら新たなメンバー3名を含む4人の作業員がつく新体制となった（七沢 2005, 165-166頁；日本原子力学会JCO事故調査委員会

9) 転換試験棟の操業は、1985年8月の操業開始時から事故発生時までの14年間2カ月の間に12回、延べ6年10カ月（溶液製造については内5回、延べ1年8カ月）というものであった（日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 191-203頁）。

2005, 222-223, 239-240頁；水戸地方裁判所 2003, 15-16頁)。職制上はスペシャルクルーの主任であったW氏は1P, 2P, 転換試験棟のすべての監督業務を兼務していて、転換試験棟についてはY氏にほぼ任せきりであった(七沢 2005, 195-197頁；日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 211-212頁；水戸地方裁判所 2002a, 59-69頁；水戸地方裁判所 2002c, 16-23頁)。N氏が抜けたことで、スペシャルクルーのうちY氏ともう一人が二酸化ウラン粉末の製造を一度経験したことがあるだけで、溶液製造については誰も経験がない状態となった(七沢 2005, 166-167頁；日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 209頁)。

1999年8月中旬に転換試験棟で9月13日から硝酸ウラニル溶液製造を始めることが職場長W氏からY氏に伝えられた。「溶液はやったことないよな」「溶液はやったことないけど、溶かして混ぜて抜くだけだから、手順書を見ればできると思います」というようなやりとりがあったという(水戸地方裁判所 2003, 22頁)。

JCOでは、現場作業員を対象とした臨界管理についての集合教育は事実上行われていなかったうえに、現場作業員の臨界管理についての知識を確かめる制度もなかった(七沢 2005, 157-158頁；日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 220-221頁；読売新聞編集局 2000, 211頁)。Y氏は、住友金属鉱山から1980年代半ばにJCOに1P作業員として転入したときに新人研修で臨界について教育を受けた記憶があるという程度で、臨界管理の理解は不足していた(七沢 2005, 187頁；水戸地方裁判所 2002a, 45, 55-58頁)。裁判においても、1Pなら転換試験棟の沈殿槽よりも大きな形状制限していないタンクに溶液をいっぱい貯めていたので、7バッチの溶液で臨界が起これとは全然思わなかったと証言している(水戸地方裁判所 2002a, 28頁；七沢 2005, 188頁)。「ウランは溶液であれば臨界にならない」とも理解していたとされている(水戸地方裁判所 2003, 16-17頁；日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 210-211頁)。Y氏は、濃度管理という概念を認識していなかった。高濃度の溶液だと臨界が起これやすくなるという原理的な理解も欠如していたと思われる。

しかし、臨界管理についての知識が乏しいY氏が、独断で均一化工程を貯塔から沈殿槽に変更する決定をしたわけではない。転換試験棟におけるウラン転換加工操業は、1年3カ月ぶり(溶液製造としては2年10カ月ぶり)の作業であった。しかも、前述のように、当時のスペシャルクルーにとっては、初めての溶液製造であった。操業開始は1999年9月13日の予定であったのだが、9月10日に前倒しとなった。しかし、それはY氏が準備を指示しただけであったのに、O氏ら作業員が自主的に製造作業を始めたことによるものであった(七沢 2005, 177-178頁；日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 206頁)。当時、JCOでは、実施済み改善提案など仕事に対する積極的態度が評価される組織文化があったといわれる(水戸地方裁判所 2002d, 34頁；七沢 2005, 133-134頁)。他方で、前述の通り、許認可を遵守することや社内ルールや職制にしたがって行動することについては意識が希薄な組織文化でもあった(七沢 2005, 108-118, 132-138, 140-145, 166, 179, 194-198頁；日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 211-212,

238-239頁)。

精製工程を9月28日に終えて中間製品である八酸化三ウラン粉末が26バッチ分製造された。Y氏ら作業員は、再溶解工程の準備を始めるとともに均一化工程のために貯塔への仮設配管の接続をするが、一部の仮設配管を取り付けずに元々ついていたバルブを使おうとして作業性の悪さとデッドスペースが生じることが問題となった（水戸地方裁判所 2003, 24頁；日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 209-210頁）。ここで、作業員の中から均一化工程に沈殿槽を使ってはどうかという意見が出た。これにY氏も沈殿槽が起こらないように洗浄を徹底すれば問題はないと同意した。Y氏は、均一化工程に沈殿槽ではなく貯塔が使われていたのは、臨界管理上の理由ではなく品質管理上の問題だと思い込んでいた（七沢 2005, 180-184頁；日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 207, 210頁；水戸地方裁判所 2002a, 18頁；水戸地方裁判所 2003, 25頁）。そのため、Y氏は品質保証担当の製造部計画グループ主任のT氏に相談した。9月29日昼休みにY氏はT氏に会い、沈殿槽での均一化を相談した。T氏は、品質上問題はないと判断して、昼休み後に電話で沈殿槽を使ってよいと返事をした（七沢 2005, 188-192頁；日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 207-208頁；水戸地方裁判所 2002b, 42-45頁；水戸地方裁判所 2003, 26頁）。

大学院で原子核工学を専攻し核燃料取扱主任者の資格も有していたT氏は、臨界管理についても考慮した。まず、沈殿槽で沈殿が起こると臨界の危険性があると考え、Y氏に沈殿を起こすアンモニアが決して入らないようにバルブを閉めておくことを指示した（水戸地方裁判所 2002a, 36頁；水戸地方裁判所 2002b, 45頁）。「沈殿の時に臨界の危険があるが溶液のままなら大丈夫」ということも伝えた（七沢 2005, 192頁；水戸地方裁判所 2003, 26頁）。このためY氏らも自信をもって、その通りに作業を始めたものと思われる。専門家であるはずのT氏が臨界管理について判断を誤ったことについては、認知上の枠組みが関わっていたとされている。通常、濃縮度の低いウラン加工をしている1Pや2Pでの品質保証に携わっていたT氏は、転換試験棟については、中に入ったこともなく実態を知らなかった（水戸地方裁判所 2002b, 26, 36頁）。しかも、職務として臨界管理への意識は希薄で品質ばかりに目がいていたと証言している（水戸地方裁判所 2002b, 27-28頁）。T氏はY氏とは違って、1Pや2Pの巨大な貯槽では濃度管理が図られていることを知っていた。そして、沈殿槽では沈殿しても投入ウラン質量が制限されているので臨界は起こらないと考えていた。しかし、転換試験棟の沈殿槽での異なる臨界管理をT氏は知らなかった。1Pや2Pでの通常業務の認知枠組みで、転換試験棟の臨界管理について間違った判断を下してしまったという（七沢 2005, 192-194頁；日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 211頁；水戸地方裁判所 2002b, 46-49頁）。

また、T氏はY氏の職制上の上司でもなかった。Y氏の上司は、スペシャルクルーの主任を兼務していた職場長W氏である。しかし、W氏は事故発生まで均一化工程における沈殿槽使用を知らされていなかった（水戸地方裁判所 2002c, 39頁；七沢 2005, 195-198頁；日本原子力学

会JCO事故調査委員会 2005, 211頁)。混合均一化における貯塔の使用は品質上の理由だと理解していたY氏は、品質のことは計画グループが上位と考え、上司である職場長には事後に連絡すれば十分と思ひ、W氏ではなくT氏に相談したという。転換試験棟の業務については普段からW氏へは月末の実績報告だったという（水戸地方裁判所 2002a, 59-61頁）。

続いて、JCO東海事業所の安全管理を担っていた行為主体である管理者の行為（「しない行為」も含む）に目を移そう。事故の原因として、JCOの管理者たちが、転換試験棟に安全な溶液製造の専用設備を設置しなかったという行為がある。転換試験棟の加工事業変更許可申請には、溶液製造の工程は示されていなかったが溶液製造についての言及はされていた。二次審査で委員からその指摘を受けて一次審査を担当した科学技術庁の安全審査官はその見落としに気づき、手書きで工程図に再溶解／溶解装置という溶液製造工程を書き加えたとされる（七沢 2005, 35-41頁；日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 39-40頁）。この申請について、事故当時の事業所長で、転換試験棟の改造時には技術課長であったKO氏は「申請に取りかかるときに、先々動燃から溶液の発注があるかもしれないというお話を聞いて、『粹取り』だけはおこうということを入れたと思います」と証言している（水戸地方裁判所 2002e, 15-17頁）。しかし、申請上で将来を考えて「粹取り」をしたのであれば、設備的にも「粹取り」をしておくのが当然であろう。そして、現実化したときには専用設備を設置するというのが、安全を重視した行為である。そうしていないということは、そう「しない行為」を選んだといえる。

また、1995年9月8日にJCO東海事業所において、安全専門委員会が開催された。この会議には、当時、技術部長だったKO氏や製造部長のKA氏らJCO東海事業所の幹部が出席しており、議題の一つには「転換試験棟の臨界管理について」が含まれていた。30分程度で終わった会議では、転換試験棟の臨界管理については、ポリバケツでのウラン溶液の貯蔵が問題になっただけで、ステンレス製「バケツ」状容器での溶解工程も、貯塔を使った混合均一化も追認されてしまった（読売新聞編集局 2000, 198-199頁；七沢 2005, 139-144頁；水戸地方裁判所 2003, 18頁）。当時の核燃料取扱主任者でもあったKO氏は、次の溶液製造の操業が迫っていたので、貯塔を混合均一化に使うことや「バケツ」の使用も新たに許認可を取り直す余裕がなかったとしている（七沢 2005, 143頁；水戸地方裁判所 2002e, 52頁）。KO氏は裁判において、検察官に「納期と安全性では納期の方を取られたということになるんですか」と問われ「納期のことが強く頭にあったということでございます」と答えている（水戸地方裁判所 2002f, 10頁）。しかし、その操業が終わった1996年1月以降も、その次の溶液製造の操業（1996年8月～1996年11月）以降も、事故が起こった1999年の溶液製造の操業に至るまで、何ら対処されていないことから、時間以外の理由、たとえば経済的理由（七沢 2005, 58-59頁）から「しない行為」が選択されたと見なされる。

さらに、KO氏は裁判で「通常は、私も職制上のある部門（技術部）の担当の責任者でありましたから、ほとんどの時間はそういう自分の職務上の業務で物事を考え、（中略）核燃料取

扱主任者ということで頭を切り替えて、その目で、自分の任務を果たすべきところが抜けてしまいました」（水戸地方裁判所 2002f, 20頁）と証言している。危険な転換試験棟の安全に無関心だったことを自ら認めているのである。

JCOの管理者たちが、安全を重視していないことは、その組織構造を見ても明らかである。まず、1983年の加工事業変更許可申請書には、臨界管理主任者という職があり、「核燃料物質の臨界安全性を管理する。変換工程および貯蔵の臨界管理が、定められた管理方法通りにおこなわれているか第三者的にチェックする」と規定されていたものが、1992年の組織変更で廃され、代わりに安全管理統括者をおいて「加工施設の放射線管理、臨界管理に関する業務を指導管理する」ということで安全管理室長がつとめることになった。「臨界管理を第三者的にチェックする」という役割が曖昧になった。あるいは実態に合わせたのかもしれない。さらに、1997年8月にリストラの一環として実施された組織改編では、それまで現業部門から独立した位置づけにあった安全管理室が、安全管理グループに格下げされ、技術部の傘下に入った。この組織改編においては、各部門長の兼務も進められた。技術部長は事業所長が兼務、製造グループ長は製造部長が兼務、安全管理グループ長は品質保証グループ長が兼務と、事業所長を含め10個の部門長の職務は7名で担われることになった。格下げされた安全管理グループ長は専任ですらなくなり、実際に兼務した品質保証グループ長は、放射線や臨界に関する知識がほとんどなく、品質保証に仕事のウェイトを置いていたと証言している（七沢 2005, 158-161頁；日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 234-237頁；水戸地方裁判所 2003, 19頁）。

JCOの管理者は、許認可違反の工程変更に率先して加担もしている。1992年12月からの溶液製造の操業においては、溶解と再溶解の2つの工程で1つしかない溶解塔を使うことが、許認可通りなら必要であった。しかし、洗浄しての使い回しは、納期が短く設定された当時の状況では不可能であった。そこで生じた解決策が、ステンレス製「バケツ」状容器を用いることであった。この変更には当時、製造課長であったKA氏（のちに製造部長）も関わっていた。作業員の前で作業の実演を行ったのは、KA氏であった（七沢 2005, 111-114頁；日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 198頁；水戸地方裁判所 2002d, 41-45頁）。さらに、製造部長となったKA氏は、転換試験棟の主任の考案した貯塔での均一化工程を承認し1995年10月から実施している（七沢 2005, 135-138頁；日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 201-202頁；水戸地方裁判所 2003, 13頁；水戸地方裁判所 2002d, 47-51頁）。

しかし、以上のようなJCOの管理者の行為あるいは「しない行為」は、彼らが自分たちの利益のために自ら進めていったというよりも、彼らの顧客である動燃／サイクル機構という組織主体の要請に対応したという面が見受けられる。

原子力発電所の使用済み核燃料を再び核燃料に転換して循環的に使用する核燃料サイクル（原子力・量子・核融合事典 編集委員会 2014, III-146頁）の実現を目指して、動燃が設立されたのは1967年10月であった（動燃三十年史編集委員会 1998, 7頁；吉岡 2011, 124-128頁）。し

かし、動燃は、核不拡散問題をめぐる国際圧力、電力業界との緊張関係、関係施設での事故や不具合、反原発運動への対応などの要因により、操業も経営も不安定で、JCOへの発注も断続的かつ短納期で、製品の形態（粉末か溶液か）もスペックも発注量も毎回異なるものであった（日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 173-203頁；七沢 2005, 90-132頁）。

主要顧客である動燃のこうした発注の状況が、いかにJCOの経営を振り回したかについては具体的事例で見ていくと明らかである。そもそも、転換試験棟の改造そのものが、前述のとおり動燃からの依頼に基づいたものであった（七沢 2005, 28-35頁；日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 23-27頁）。臨界事故の原因となった混合均一化工程も、ロットサイズを40リットルとしたうえで輸送・検査効率の観点からロット毎の溶液を均一化してほしいという動燃の要求から必要になった（七沢 2005, 44-50頁；日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 195-195頁）。溶解工程におけるステンレス製「バケツ」状容器の使用も、動燃の発注が急に粉末から溶液となり、納期も早める要求があったことに起因する（七沢 2005, 93-97, 111-114頁；日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 197-198頁）。さらにロットサイズの倍化という動燃の要求はJCOから断られたものの、貯塔での混合均一化が考案される契機となった（七沢 2005, 127-129, 135頁；日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 54, 201-202頁）。以上から、動燃がJCOに対し時に無理のある要求をし、それにJCOが従わざるを得なかった状況が垣間見える。事故当時、動燃／サイクル機構との契約交渉の担当者であったJCO東京事務所営業担当部長であったMI氏は、交渉のスタンスについて「我々、動燃とは非常に長い期間、お仕事をしています。そういう意味で、お客様の希望に何とかこたえなきゃいけないということ、それから、ジェー・シー・オーの転換試験棟というのは、ある種、常陽の扱っている高い濃縮度のウランを扱う専用工場でございましたので、動燃の希望については、何とか達成をしたいという気持ちで交渉に当たりました」と証言している（水戸地方裁判所 2001a, 5頁）。

他方で、動燃はJCOのために便宜も図っている。JCOの製造効率を高めるため、倉庫が満杯であった動燃は工程の中にそれを一時的に貯蔵するという対応をしたという。これについてMI氏は「ジェー・シー・オーが早く製品を納入できるように、（中略）（動燃が）そこまでしてくれるとジェー・シー・オーとしても、（中略）一所懸命納期の短縮と言いますか、早く納入するように努力せないかなと思いました」と証言している（水戸地方裁判所 2001a, 39-40頁）。動燃／サイクル機構とJCOとが強く連携して事業を進めていたことが窺い知れる。

科学技術庁による安全審査に関わる諸主体の行為も見ておこう。JCO転換試験棟の改造の審査に当たったのは動燃から出向していた同庁核燃料規制課の安全審査官YO氏であった。YO氏は一次審査の途中で「1バッチ縛り」をJCOに提案する。それは、沈殿槽に溶液を誤って1バッチ以上入れてしまう危険性を専門家から指摘されたために捻出した苦肉の策であった。それをYO氏はJCOに「これでやれという形で言いました」と証言している（水戸地方裁判所 2001b, 23頁）。JCO側はそれを受け容れた。当時の技術課長であったKO氏は「許可を取るのは

必須ということを考えていたと思います。それで、安全審査の過程で出てきた1バッチ縛りを受け入れるのもやむなしというふう考えた」と証言している（水戸地方裁判所 2002e, 11-15頁）。しかし、JCOは、はなから無理だということで、転換試験棟改造後の最初の操業から1バッチ縛りを実施していない（七沢 2005, 71-75頁；日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 12頁）。YO氏は、現場の作業状況を軽視して、机上論で安全審査をした。本来の意味での安全審査であれば、時間を掛けてでも安全な製造設備を構築するよう求めることもできたはずである。しかしYO氏は、実現困難な方策をJCOに無理強いしてまで、動燃側から求められていた期間内で審査を通した（七沢 2005, 66-80頁）。

最後に原子力安全委員会¹⁰も事故に関わる組織主体として見ておきたい。転換試験棟の加工事業変更許可申請の二次審査を担った核燃料安全専門審査会第八部会は原子力安全委員会の下に置かれている（七沢 2005, 37頁；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, Ⅲ-53頁）。二次審査においては、一人の委員から当初の工程図に溶液製造の工程が記載されておらず後から手書きで追加されたことを取り上げ審議の差し戻しの意見も出たものの認められず、三回の会合で申請を通した（七沢 2005, 37-41頁；日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 41頁）。また、原子力安全委員会は、事故後にウラン加工工場事故調査委員会を立ち上げたが、その委員のうち2名がサイクル機構の成員であった（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, 付-2頁；読売新聞編集局 2000, 183-185頁）。そして彼らは、動燃／サイクル機構の責任問題になると反論したことも報じられている（読売新聞編集局 219-220頁）。実際、1999年の同委員会による報告には、事故原因を形成する要因の中にサイクル機構／動燃は一切含まれていない（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, Ⅲ26-Ⅲ37頁；読売新聞編集局 2000, 246-247頁）。また、原子力安全委員会は総理府の機関ではあるが、その事務局は科学技術庁原子力安全局に置かれ（読売新聞編集局 259-260頁）、科学技術庁に対して十分な牽制を効かせられたか疑わしい（新藤 2017, 25-46頁）。

VI 制度的・構造的要因から見た事故プロセス

本節においては、制度的・構造的要因に着目して東海村JCO臨界事故のプロセスを見ていく。しかし、ここまでの節において、事故プロセスに関わる主要な制度的・構造的要因は既に姿を見せていた。

今回の事故の原因になったウランなどの放射性物質は、放射線を放出して人体に有害な影響

10) 原子力安全委員会とは、1978年に設置された総理府（現・内閣府）管轄の行政機関で原子力行政を安全面から規制する役割を有していた。しかし、JCO臨界事故や福島第一原子力発電所の事故を防ぐことができなかった機能不全を理由に2012年に廃止されて、その役割は原子力規制委員会に引き継がれた（読売新聞編集局 2000, 256-263頁；新藤 2017）。

を及ぼす特性を有するとともに、原子力発電の燃料にも核兵器の原料にもなるという特性を有している。このことが、健康安全と国家安全保障という二種類の安全に関わり規制の対象となっている。さらに、国家安全保障上の意義には、エネルギー面と軍事面がある。特に、今回の事故に関わる日本の核燃料サイクル開発には、エネルギー輸入国としての経済的な安全保障問題が関係している。その下で、既述のように動燃という組織的行為主体が誕生した(吉岡 2011, 111-116, 124-133頁; 動燃三十年史編集委員会 1998, 7-8, 25-56頁)。

しかし、核燃料サイクル開発においては、原子力発電所の使用済み核燃料からのプルトニウムの抽出が必要とされ、軍事面の国家安全保障に関わってくる。そこで、既述の通り1977年に核不拡散という観点からアメリカ合衆国から干渉を受ける。それが、JCOにおける硝酸ウラニル溶液の製造につながったことも既に述べたとおりである(吉岡 2011, 174-176頁; 七沢 2005, 28-31頁; 日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 23-24頁)。

このように日本の原子力行政には、一方で国家安全保障の観点からの推進力と他方で健康被害を防ぐための規制とが共存していた。1974年の原子力船「むつ」の放射線漏れ事故などを契機に、原子力安全管理体制の強化が求められるようになり、1978年に原子力安全委員会が原子力委員会から分離独立する形で発足した(吉岡 2011, 152-160頁; 読売新聞編集局 2000, 256-259頁; 新藤 2017, 25-32頁)。しかし、原子力安全委員会は、既にみたように、JCOの転換試験棟の無理な臨界管理を認め、事故後の調査においてもサイクル機構の責任を明らかにすることもできなかった。事務局が科学技術庁にあって、安全審査や事故調査の委員会に動燃/サイクル機構など当事者で推進側のメンバーを選任するなど、ガバナンスの観点からも独立性や中立性について疑問視せざるを得ない(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, 付-2頁; 読売新聞編集局 2000, 183-185, 219-220頁)。

また、JCOの安全管理体制は、既に見たように、1997年8月のリストラ後は、現業部門の下に置かれ、その責任者は臨界管理の知識に乏しい品質保証の責任者が兼務するという、形だけのものになっていた。従業員に対する臨界管理についての教育も疎かにされており(水戸地方裁判所 2003, 20頁; 日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 220-222頁; 七沢 2005, 157-158頁)、許認可に違反する工程が、管理者の関与のもとで形成され、承認され、標準化され、現場ではそれすら守られていなかった。

さらに、関係する制度的・構造的要因として、動燃/サイクル機構、JCO、科学技術庁、原子力安全委員会の組織間関係が挙げられる。動燃は、核燃料サイクル開発という国家のエネルギー安全保障プロジェクトと結びついて発足した組織であり、日本の原子力行政の一翼を構成していた科学技術庁グループの一員である¹¹⁾。また、原子力安全委員会も、科学技術庁を事務

11) 科学技術庁グループを構成する主な組織は、科学技術庁と動燃のほかに、日本原子力研究所、理化学研究所、放射線医学総合研究所などである。もう一翼が、通産省と電力会社、原子力産業メーカーからなる電力・通産連合である。(吉岡 2011, 19-23頁)

局とする機関であった（吉岡 2011, 25, 64-67, 84-85頁；読売新聞編集局 2000, 256-259頁；新藤 2017, 25-32頁）。事例で見受けられた人事交流から、これらの組織間の密接な関係や、推進と規制とが実質上未分離となっている構造が明らかである。また、動燃／サイクル機構はJCOの主要顧客であり、既述のように、JCOに対する取引上優位な立場を利用した動燃の要求行為がJCOの許認可違反行為や不安全的な製造工程という物的存在の形成に関わっている。その動燃の要求の背景には、国の核燃料サイクル開発への強い意向や国際的な核不拡散への圧力など多くの制度的・構造的要因も絡んでいた。国策の下に、原子力産業を構成する企業や研究所などの組織が共同体的に活動するという日本の原子力産業の構造（吉岡 2011, 19頁）が、ここにも見い出される。それは、平等な共同体ではなく、権力的に不均等な階層構造であることにも注意したい。

健康安全のための臨界管理も、事故に関わる制度的・構造的要因である。しかし、稼働開始へのスケジュールや審査のスピードが重視された結果、JCO転換試験棟の改造においては、明らかに実施困難な質量管理である「1バッチ縛り」が認められ、それに基づいて安全な溶液製造設備を備えない工程が物的存在として出現した。実際に安全かどうかを見極めなければならないはずの安全審査で、書面と現状の設備（作業ではなく）の視察をもとに申請が許可された（日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 44頁）。その後の安全を担保するには、実際の作業についての科学技術庁の巡視が有効なはずであるが、それも形式的で表面的なものであったようであり（七沢 2005, 145-147頁；日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 56, 232頁）、実際に許認可違反を見つけたり、是正したりすることはなかった¹²⁾。JCO転換試験棟における臨界管理とその監視体制は、形骸化していたのである。

また、放射性物質の輸送に際してロット毎に濃度や重量などの分析や容器充填についての立会検査を行うという制度も、安全確保のための制度的・構造的要因ではあるのだが、それを効率化するためにロットサイズの拡大を求める動燃の要求につながり、結果的に事故が起こった混合均一化工程を生み出す遠因となった（七沢 2005, 44-47頁）。これは、安全のための制度的・構造的要因である検査制度がもたらした、意図せざる作用といえるかもしれない。

JCO転換試験棟内にも事故に関係した多くの制度的・構造的要因が見られる。クロスブレンディングという作業方法も、混合均一化工程を安全に行うために考案された制度であった。しかし、この制度は続かなかつた。作業効率と作業負荷が大きかったからである。それに代わった、貯塔を使った混合均一化は、「裏マニュアル」と呼ばれた社外秘の作業手順書に標準化された。しかし、その作業手順書も守られずに、沈殿槽での混合均一化が図られたのである。JCOにおける臨界管理のための制度は、次々と変更され、次第に機能を失っていった。関係者

12) JCOによる隠蔽工作もあったようである（七沢 2005, 114, 145, 178, 186頁）。日本原子力学会JCO事故調査委員会による調査報告は、科学技術庁がJCOの違反を検知できなかったことに対して擁護的である（日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 212-213頁）。

の臨界管理への無関心と無知が、その形骸化のプロセスを推し進めた。

許認可違反を繰り返してまでの効率化の追求の背景にあった制度的・構造的要因は、JCOの経営状況の悪化とそれに基づくリストラであった。JCOは、コスト競争の厳しい環境下においても設備増強・増産によるコストダウンなどによって1994年までは堅調に業績を伸ばしていた。しかし、1995年前半、急激な円高によって電力会社が核燃料の海外調達志向を高め、国内の加工業者へのコスト圧力も増したことで、JCOの主力事業である商業用軽水炉向け二酸化ウラン粉末製造事業が打撃を受け、業績が急速に悪化した。(住友金属鉱山社史編纂委員会 2015, 247-248, 263-264頁; 高井 2002, 51頁; 西尾 2000, 244頁; 読売新聞編集局 2000, 214-215頁)。それが、1996年からのリストラ(七沢 2005, 152-167頁; 日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 223-224)につながっている。このリストラによって、JCOの安全管理組織は脆弱になり、転換試験棟の現場組織は多忙になり熟練を失った。ここにも、連鎖的に形成されたり変更されたりする制度的・構造的要因の態様と関係行為主体の選択が見受けられる。

転換試験棟の操業に無理を生み出した制度的・構造的要因として、動燃/サイクル機構の危機も挙げられる。動燃は、1970年代半ばから高まった反原発運動(吉岡 2011, 149-162頁)、1977年の核不拡散問題をめぐる国際圧力(吉岡 2011, 175-176頁; 七沢 2005, 28-30, 97-101頁)、核燃料サイクル開発プロジェクトの資金面での電力業界への引き継ぎ問題の難航(吉岡 2011, 33, 162-171, 234-243頁)、1995年の「もんじゅ」におけるナトリウム漏出事故や1997年のアスファルト固化処理施設の火災・爆発事故などの事故や施設不具合による頻繁な運転停止(動燃三十年史編集委員会 1998, 57-64頁; 吉岡 2011, 250-255, 268-272頁; 日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 176頁)、これらの事故に関連する虚偽報告による騒動など、社内外のさまざまな要因によって、「常陽」や東海再処理工場などの関連施設の操業も動燃の経営も不安定となり、それにともないJCOへの発注も不規則で予測困難なものとなった(日本原子力学会JCO事故調査委員会 2005, 173-203頁; 七沢 2005, 90-132頁)。

Ⅶ 総合的考察

ここまで、MAISアプローチを用いて、JCO東海事業所の臨界事故の発生までのプロセスを見てきた。それを、総合的かつ概括的に述べると以下の通りになる。この事故は、核分裂性物質であるウランという物的存在が引き起こす臨界という現象を、制御されていない状態で、作業員という行為主体が引き起こしたものである。しかし、彼らは、それを防ぐための安全な設備という物的存在がない状況で、それをしてはならないというルールなどの制度的・構造的要因もない状況で、さらに効率化や納期などの制度的・構造的要因からの圧力が働く状況で、その行為に踏み切ったのである。こうした状況を生み出したのは、JCOのこれまでの管理者という行為主体の選択の蓄積であり、組織主体としてのJCOであった。しかし、これらの行為主体

に働きかけていたのは、発注者である動燃／サイクル機構という組織主体であり、そのJCOに対する要求の内容や出し方という行為が、JCOに不安全な物的存在や制度的・構造的要因の状況に作用した。さらに、動燃／サイクル機構のこうした行為の背景には、核燃料サイクル開発の実現という国家プロジェクトや、核不拡散の国際圧力、事故や不具合などの制度的・構造的要因があった。JCOには、円高や電力会社の海外調達などがもたらした業績悪化という制度的・構造的要因が作用し、それがリストラという制度的・構造的要因を介して、JCO管理者の不安全を招く行為や、不安全な制度的・構造的要因の形成につながっていたことも明らかとなった。こうした、不安全な状況の形成を規制するはずの、科学技術庁や原子力安全委員会による安全審査も機能しなかった。そこには、核燃料サイクル開発プロジェクトを推進する科学技術庁や、その役割を担う組織である動燃、科学技術庁が事務局を担う原子力安全委員会による独立性や中立性を欠いた安全審査という制度的・構造的要因が関係していたからだと思なされる。

以上を踏まえると、事故原因について、第Ⅱ節に示した広く行き渡っている見方とは異なる見解に辿り着く。まず、「作業員の手順違反や逸脱」についてである。作業員の行為は、確かに手順書と異なる行為であり、公式の上司である職場長の承認なしに行われた行為であった。しかし、手順自体がそもそも許認可違反の「裏マニュアル」であった。さらに、手順を変更するにあたって、当時、現場から見てのオーソリティであった計画グループ主任の許可を得ている。職場長への事後報告は、それまでの日常であった。溶液製造は、作業員にとって初めての作業であり、教育も、上司からの指導もない中で、自分たちで考えた沈殿槽を使った混合均一化は、効率を高める「改善」と見なされる行為であった。この行為の結果、作業員2人が亡くなり、1人は刑事被告人となった。しかし、彼らが置かれていた制度的・構造的要因の状況、物的存在の状況を鑑みると、違反や逸脱というような表現を使うことは適当とはいえない。

次に「JCOの安全軽視の組織体制」である。これについては、確かにその通りだといえる。溶液製造のための安全な専用設備を設置しなかった。工程や作業手順の変更について監督官庁への許認可を取らなかった。工程や作業手順の安全な実施を巡視で確かめていなかった。従業員に安全教育を十分に実施していなかった。従業員の臨界管理についての知識を定期的に確かめていなかった。安全管理部門の独立性を維持しなかった。安全管理の責任者を兼務にした。工程や作業手順における不安全な状態を知りながら承認した。不安全な工程や作業手順を管理者自らが加担して実演した。潜在的に危険な作業を未経験の作業員だけにさせた、など。以上のように、JCOは安全な物的存在や制度的・構造的要因を構築しなかったばかりか、不安全な制度的・構造的要因を構築していた。しかし、JCOとその管理者の行為だけが事故の原因ではない。

原因は、動燃／サイクル機構の行為にもある。裁判では責任はないとされたが、動燃／サイクル機構は明らかに事故原因に関わった行為が主体である。何度も述べてきたように、動燃／サイクル機構が、発注について短い納期や急な変更や困難な要求をJCOに課したことが、JCOや

その管理者の行為、JCOの転換試験棟における不安全的な物的存在、不安全的な制度的・構造的要因、不安全的な作業者の行為の形成に作用している。

裁判では責任を問われなかった、科学技術庁や原子力安全委員会も事故原因に関わった行為主体であった。それらは、安全審査において、実効的に安全な設備であるかを確かめることなく迅速に審査を通してしている。形式的には問題ないが、手続きさえ踏めばいいという、官僚制の逆機能ともいえるような姿勢も、関連する制度的・構造的要因だといえよう。

本研究は、動燃/サイクル機構、科学技術庁、原子力安全委員会という行為主体の事故プロセスへの関わりを明らかにしたが、これらには、さらに日本の原子力行政や原子力産業を構成する多様な制度的・構造的要因が関わっていることも見い出された。そこには関係する行為主体がさらにあるだろう。しかし、それらが何で具体的にどのように関わっているのかについては本研究は明らかにできなかった。それは、今後の研究課題としたい。

最後に、核分裂性物質の安全マネジメントをいかに守るべきかについての筆者の見解も示しておきたい。危険な核分裂性物質であるウランを扱わなければいいではないかという議論ここではしない。それを言ってしまうと、現実に使われているこの物的存在の安全マネジメントについて論じることができなくなるからである。核分裂性物質を扱うことを前提とすると、必要となるのが臨界管理である。それは物的存在、行為主体、制度的・構造的要因の特定の組合せで構成されている。たとえば、形状管理は、特に物的存在の形状に安全形成の多くを委ねるが、設計の想定を超えた質量の核分裂性物質が入る事態、作業者が間違った操作をする事態、地震等で設備が破損する事態なども想定すると、物的存在だけでは臨界管理の機能を果たせない。ましてや、質量管理や濃度管理は、行為主体や制度的・構造的要因により多く依存する臨界管理であるから、行為主体の意識的な取り組みや制度的・構造的要因の安全を志向した運用が必要となる。それを支援・補完・促進するためのフェイルセーフの仕組みなどの物的存在や、外部者による独立した安全監査などの制度的・構造的要因も動員すべきであろう。

さらに、臨界管理の実現には、関係行為主体の協力も必要であろう。それは、立場の弱い主体に負担を押し付けるのではなく、相対的に資源が豊かな主体が、技術システムの安全のために、より多くの資源を提供しようというような能動的な貢献意欲に基づく協力である。事例では、動燃とJCOとが、効率のために互いに便宜を図りながら協力していたことが見い出された。効率のために密接な連携ができるのであれば、安全のためにそれができないわけではないだろう。他方で、規制を担う行為主体については、独立性と中立性の確保が重要である(新藤2017)。

かくして、全ては、関係する行為主体の価値観に掛かっている。短期的効率よりも安全を優先すべきだという価値観への移行が必要である。安全を志向した物的存在や制度的・構造的要因の構築や運用は、関係行為主体の価値観によって支えられている。歴史を振り返ると、原子力行政や原子力産業に深刻なダメージを与えてきた要因は、多くが事故であった。安全確保と

事故防止こそが、原子力行政や原子力産業への社会の信頼を高め、結局は、その関係行為主体である自分たちの長期的効率にも結びつくものだと考えて、価値観を変えてもらいたい。

謝辞 本研究はJSPS科研費助成金（基盤研究（C））20K01880の助成を受けている。

参考文献

- 栗野仁雄『あの日、東海村でなにが起こったか：ルポ・JCO臨界事故』七ツ森書館，2001年。
- 動燃三十年史編集委員会『動燃三十年史 動力炉・核燃料開発事業団，1998年。
- 古川路明「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『JCO臨界事故と日本の原子力行政：安全政策への提言』七ツ森書館，2000年，49-101ページ。
- 原子力安全委員会ウラン加工工場臨界事故調査委員会『ウラン加工工場臨界事故調査委員会報告』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年。
- 原子力・量子・核融合事典 編集委員会『原子力・量子・核融合事典 第三分冊 原子力化学と核燃料サイクル』丸善出版，2014年。
- 原拓志「MAISアプローチ：技術の社会的形成から社会現象の過程分析へ」『国民経済雑誌』第217巻第3号，神戸大学経済経営学会，2018年，11-29ページ。
- 原拓志「MAISアプローチによる信楽高原鉄道事故の分析」『関西大学商学論集』第66巻第4号，関西大学商学会，2022年，13-34ページ。
- 伊東良徳「事故原因について」JCO臨界事故総合評価会議『JCO臨界事故と日本の原子力行政：安全政策への提言』七ツ森書館，2000年，121-128ページ。(a)
- 伊東良徳「核燃料サイクル開発機構（旧動燃）の責任について」JCO臨界事故総合評価会議『JCO臨界事故と日本の原子力行政：安全政策への提言』七ツ森書館，2000年，147-150ページ。(b)
- 海渡雄一「原子力安全行政の破綻と安全行政の独立のために」JCO臨界事故総合評価会議『JCO臨界事故と日本の原子力行政：安全政策への提言』七ツ森書館，2000年，129-145ページ。
- 水戸地方裁判所「平成12年（わ）第865号 第5回公判調書」，2001年7月16日。(a)
- 水戸地方裁判所「平成12年（わ）第865号 第8回公判調書」，2001年10月15日。(b)
- 水戸地方裁判所「平成12年（わ）第865号 第13回公判調書」，2002年2月18日。(a)
- 水戸地方裁判所「平成12年（わ）第865号 第14回公判調書」，2002年2月28日。(b)
- 水戸地方裁判所「平成12年（わ）第865号 第15回公判調書」，2002年3月11日。(c)
- 水戸地方裁判所「平成12年（わ）第865号 第17回公判調書」，2002年4月26日。(d)
- 水戸地方裁判所「平成12年（わ）第865号 第18回公判調書」，2002年5月13日。(e)
- 水戸地方裁判所「平成12年（わ）第865号 第19回公判調書（2件の被告人供述調書のうち後半）」，2002年5月27日。(f)
- 水戸地方裁判所「平成12年（わ）第865号 判決」，2003年3月3日宣告。
- 七沢潔『東海村臨界事故への道』岩波書店，2005年。
- 日本原子力学会JCO事故調査委員会『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，2005年。
- 西尾摸「原子力産業の現状とJCO臨界事故」JCO臨界事故総合評価会議『JCO臨界事故と日本の原子力行政：安全政策への提言』七ツ森書館，2000年，241-260ページ。
- 岡本浩一「1999年秋：JCO事故」岡本浩一・今野裕之（編著）『リスク・マネジメントの心理学：事故・事件から学ぶ』新曜社，2003年，3-36ページ。
- 齊藤勝裕『知っておきたい放射能の基礎知識』ソフトバンク・クリエイティブ，2011年。
- 齊藤靖「JCO臨界事故のマイクロ分析とその限界」『西南学院大学商学論集』第52巻第3号，西南学院大学，2005年。

189-224ページ。

齊藤靖「《研究ノート》JCO臨界事故の組織プロセス研究へ向けて—事故発生時における作業の考察—」『一橋論叢』第132巻第5号, 一橋大学一橋学会一橋論叢編集所, 2004年, 237-250ページ。

関岡保二「複雑なシステムにおけるヒューマンエラーの管理—東海村臨界事故を事例として—」『中央学院大学商経論叢』第17巻, 中央学院大学商経論叢編集委員会, 2003年, 51-70ページ。

清水洋「[ビジネスケース]茨城県東海村臨界事故:組織の危機管理」『一橋ビジネスレビュー』第50巻第4号, 東洋経済新報社, 2003年, 146-161ページ。

新藤宗幸『原子力規制委員会』岩波書店, 2017年。

住友金属鉱山社史編纂委員会『住友金属鉱山社史』住友金属鉱山, 2015年。

高井美智明「JCO臨界事故:JCO東海事業所ならびに住友金属鉱山(株)の財務状況からの一考察」『東海村臨界事故と地域社会(茨城大学地域総合研究所年報別冊)』, 茨城大学地域総合研究所, 2002年。

館野淳・野口邦和・青柳長紀『徹底解明・東海村臨界事故』新日本出版社, 2000年。

鳥居寛之・小豆川勝見・渡辺雄一郎『放射線を科学的に理解する』丸善, 2012年。

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

吉岡斉『新版 原子力の社会史:その日本的展開』朝日新聞出版, 2011年。