

ておく必要があるということです。安全への見込みを明確に検討せずに消費者が製品を購入したり、使用者が製造物を利用したりすることがあるからといって、考えなくていいというわけではありません。

事故を起こした福知山線の列車運行システムは、乗客の合理的な期待を満たしていたといえるのでしょうか。この三条件を当てはめてみましょう。まず、列車が制限速度を超えるのを防ぐ技術として、新型のATSという技術がすでにありました。第二に、新型ATSは在来線列車の基本的な特徴や運行の仕方を変更せずに導入できるものだったのです。そして、乗客は自分が乗る列車が安全かどうかを事前にチェックしたりはしないものですが、自分が乗っている列車は脱線などしないはずだ、という暗黙の期待を持っているといってよいでしょう。こう考えると、当時の福知山線の列車運行システムは、安全性に対する合理的な期待を満たしていたとはいえません。「日勤教育」の内容はこうした期待に応えるものではありませんでした。新型のATSの導入こそが急がれるべきでした。これは経営の判断にもかかわることですから、経営者と技術者によって、乗客の期待に応える企業風土がつけられることが求められています。

#### 4 プロフェッショナルの技術者が果たすべき役割

福知山線脱線事故は、使用者の安全がないがしろにされ、技術者がその責任を果たすことに失敗した例でした。ここでは、このように人々の安全・健康・福祉を大きく損なう技術事故の背景にある「技術的逸脱の常態化」という現象を指摘し、それを防止するために技術者が重要な役割を担っていることを確かめておきます。扱う事例は、東海村・JCOで起こった臨界事故です。この事故の被害者は、現場の作業員から地域住民まで幅広いので、必ずしも「少し見えにくい人たち」に限られるわけではありませんが、安全という観点がクローズアップされたこの段階で扱っておくことにします。

##### 事例5：東海村・JCO 臨界事故

1999年9月30日、茨城県東海村にある核燃料加工会社ジェー・シー・オー（JCO）の東海事業所で、日本で初めての臨界事故が起きました<sup>12)</sup>。



臨界とは、ウランなどの核分裂性物質が一ヶ所に一定量以上集まることによって、核分裂反応が連鎖的に継続する状態のことを指します（稼働中の原子炉の中は臨界状態になっています）。この事故では、高濃縮ウラン溶液（硝酸ウラニル溶液）を製造していた時<sup>13)</sup>に臨界が起きました。作業を行っていた3名の作業員が大量の放射線を浴び、うち2名が数ヶ月後に死亡しています。さらに、東海事業所内にいた社員や外部から派遣された防災業務従事者、周辺の住民などあわせて663名が被曝しました。事故の影響を受けたのはこれだけではありません。東海村によって周辺地区の住民約150人に避難措置が実施され、茨城県は半径10km圏内の31万人の住民に屋内退避を要請しました。これに加え、事故後に起きた風評被害は農畜産業だけでなく商工業や観光産業にも及んでいます<sup>14)</sup>。

### (1) 技術的逸脱の常態化

この事故について、原子力安全委員会に設けられたウラン加工工場臨界事故調査委員会による調査が行われました。その調査によれば、事故は高濃縮ウラン溶液を製造する工程に逸脱が繰り返された末に起きています。以下では、

- 12) この事例については次の文献を参照しています。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』（1999）；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）；樋口晴彦『組織行動の「まずい!!」学——どうして失敗が繰り返されるのか』祥伝社（2006）；田辺文也、山口勇吉『JCO 臨界事故に係わる生産システムと工程の分析』、『日本原子力学会誌』43(1)（2001），pp. 48-51；齊藤靖『JCO の発生とその影響』、『西南学院大学商學論集』52(4)（2006），pp. 209-239；原子力資料情報室『臨界事故 隠されてきた深層——揺らぐ「国策」を問い直す』岩波書店（2004）。
- 13) ウラン原料の中のウラン 235 の割合を示す濃縮度が 18.8% のウラン溶液を製造する作業を行っていました。
- 14) JCO は旧・動力炉・核燃料開発事業団（核燃料サイクル開発機構を経て現・日本原子力研究開発機構）の高速実験炉「常陽」の燃料用の高濃縮ウラン溶液を製造していました。ウラン溶液の直接の使用者は核燃料サイクル開発機構です。しかし、この機構が日本のエネルギーの安定確保のための原子力の研究開発を行っていることからすれば、事故の直接的な影響を受けた東海村を含む茨城県の人々はもちろん、この国の住民も広い意味で JCO の製品の使用者といえるでしょう。もちろん、事故から影響を受けた人々は「3・3 かなり見えにくい人たち」で扱われる地域の人々でもあります。



「技術的逸脱の常態化」という視点を採用し、ウラン溶液の製造工程が逸脱していったことを確認していきましょう<sup>15)</sup>。「技術的な逸脱」とは、製品の製造工程が元々の定められた工程とは異なることを意味します。想定通りの工程に沿って製品が作られていなければ、製造工程の安全性が損なわれているかもしれません。にもかかわらず、リスクはまだ受容可能な範囲にあると判断して、製造工程の変更を認め逸脱を容認することを技術的逸脱の常態化と呼びます。

そもそも、元々の工程とはどのようなものだったのでしょうか。1984年にJCOは旧・科学技術庁（現・文部科学省）から硝酸ウラニル溶液を製造する認可を得ています。この工程は、原料である八酸化ウラン粉末（ $U_3O_8$ ）から精製ウラン粉末を精製するウラン酸化物精製工程と、最終製品である硝酸ウラニル溶液を製造する硝酸ウラニル溶液製造工程からなっていました。前半のウラン酸化物精製工程は、溶解工程と溶媒抽出工程、沈殿工程、仮焼工程からなります。後半の硝酸ウラニル溶液製造工程は再溶解工程でした。これが図3-2-3の「許可上の工程」です。これらの工程には臨界事故を防ぐ安全対策として質量制限と形状制限が施されています。質量制限とは、一定以上の質量が集まらなければ臨界が起きないという性質を利用して、一度に取り扱うウランの量を臨界質量以下の1バッチ（ウランの質量にして2.4kg）に抑えるという対策です<sup>16)</sup>。形状制限とは、ウランを収納する容器の形状によって臨界を防止するという対策です。ウラン溶液などを細長い容器に収納すれば、中性子が他のウラン原子核に当たる前に容器の外に出やすいので、臨界になることが避けられます。沈殿槽以外の貯塔などの設備がこの形状制限に従って設計されています。

1986年にJCOは、硝酸ウラニル溶液の発注者である旧・動力炉・核燃料開発事業団<sup>17)</sup>から、硝酸ウラニル溶液の濃度を均一にして納入するように要請されました。これに対応するため、JCOは製造工程の最後に混合均一化工程

15) 技術的逸脱の常態化とは、1986年のスペースシャトル・チャレンジャー号の爆発事故を分析するために社会学者のダイアン・ヴォーンが提示した考え方です。D. Vaughan, *The Challenger Launch Decision: Risky Technology, Culture, and Deviance at NASA*. The University of Chicago Press (1997).

16) これは濃縮度が16~20%のウラン原料の場合です。

17) 今では、核燃料サイクル開発機構を経て日本原子力研究開発機構となっています。



を加えています。図3-2-3の「当初の工程」です。具体的にはクロスブレンディング法という方法が用いられました。製造したウラン溶液を互いに混ぜ合せ、納入に用いる格納容器の成分を全て等しくする工夫です。このクロスブレンディング法の追加は科学技術庁には伝えられず、安全審査を受けていません。ここでまず、定められた工程からの逸脱が起きています。ただし、クロスブレンディング法では1バッチ以内の小分けでウラン溶液を扱っていたため、臨界は防がれていました。

1993年にはJCOは、作業効率を高めるため再溶解工程で、溶解塔に代えてステンレス容器を使用し始めました<sup>18)</sup>。図3-2-3の「93年頃」の工程です。ここでは形状制限に従って設計されている溶解塔が再溶解工程から外され、形状制限対策がないがしろにされています。ステンレス容器の使用は科学技術庁から許可を得た工程には含まれておらず、規定された工程からの逸脱となります。

1995年には、作業能率の向上のため、混合均一化工程をクロスブレンディング法に代えて貯塔を用いた攪拌・混合方法に変更しました<sup>19)</sup>。図3-2-3の「95年以降」の工程です。この工程では貯塔に7バッチ分のウラン溶液を入れ、一気に混合均一化を行います。これは質量制限からの逸脱です。しかし、貯塔には形状制限がなされているので臨界は起きませんでした。

このように、JCOではウラン溶液を製造する工程に逸脱が繰り返されていました。技術的逸脱が常態化し、臨界のリスクが高まっていたのです。そしてとうとう1999年9月、作業に当たる3名の作業員のリーダーは、混合均一化に貯塔を用いることは能率が悪いと考え、代わりに沈殿槽を用いることを提案しました。沈殿槽には形状制限がありません。臨界事故は、形状制限を受けていない沈殿槽に、質量制限を超える7バッチのウラン溶液を投入するという作業で起きたのです。これが図3-2-3の「事故時」の工程です。

18) ステンレス容器は事故の報道において「バケツ」と呼ばれ、製造工程の問題点を象徴するものとなりました。しかし、臨界事故はステンレス容器が用いられた溶解工程と再溶解工程ではなく、クロスブレンディング法が変更された混合均一化工程で起きています。

19) こうした作業の内容は社内で公式に手順書として発行されています。この手順書は事故後に「裏マニュアル」と呼ばれています。



## (2) JCO の問題点

JCO には次のような問題点を指摘することができます<sup>20)</sup>。第1に、科学技術庁から許可された工程からの逸脱を認めるという規則違反を繰り返していたことです<sup>21)</sup>。1995年に開かれた社内の安全専門委員会では、ステンレス容器を用いたウラン溶解を行っていること、貯塔を用いた混合均一化が行われていることが報告されています。しかし、これらの作業方法は安全上問題がないとして承認されました。つまり、JCO では工程の逸脱を企業として認識した上で認めているのです。

第2に、安全への意識が薄れていたことです。1992年の段階では、年に2回全体教育訓練が行われ、食堂で社員に15分間、臨界安全管理について講習が行われています<sup>22)</sup>。ここでは臨界と質量制限、形状制限などが説明されました。しかし、2年後の1994年に出席者がわずか2人の講義があったのをのぞくと、その後、作業員を対象とした臨界安全管理についての教育は一度も行われなかったのです<sup>23)</sup>。事故を起こした作業員のリーダーは、貯塔は形状制限されているので臨界にならずにすんでいるということを理解していませんでした。

では、どのようにすれば事故を防げたのでしょうか。そして、同様の事故を避けるにはどうすべきでしょうか。JCO で起きていた逸脱の常態化について指摘できるのは、逸脱が作業性の向上、すなわち経営の効率化のために意図的に行われていたということです。安全教育の縮小も経営効率の向上のためといえます。この事例から導かれる教訓は、経営を効率化しようとするのであっても、安全のための労力や費用は決しておろそかにしてはならない、ということ

20) 事故に至る全体像を理解するには、JCO だけではなく、JCO を規制する立場にあった科学技術庁や、JCO に高濃縮ウラン溶液を発注していた旧・動力炉・核燃料開発事業団も視野に入れる必要があります。しかし、ここでは視点を JCO に絞ることとします。

21) このことは、意図的な規則違反なしに、いつの間にか逸脱の常態化が進んでしまったスペースシャトル・チャレンジャー号の爆発事故と対照的です。チャレンジャー号事故については本書の第1版を参照してください。

22) 七沢潔『東海村臨界事故への道——払われなかった安全コスト』岩波書店 (2005), p. 157。

23) 同書, p. 157。



でしょう。さもないと事故へとつながり、結局は経営的な効率性も向上しないのです。現に、JCO は事故によって、住民の健康被害や避難の費用、出荷できなくなった農産物の損害賠償などに約 150 億円を支払っています<sup>24)</sup>。

### (3) 技術者が果たすべき役割

JCO の臨界事故では、東海村を含む茨城県の住民をはじめ製品の使用者の安全と健康、福祉が損なわれてしまいました。臨界事故を防ぐために同社では安全性のための労力と費用により重きが置かれるべきでした。最後に、人々の安全・健康・福祉の確保にプロフェッショナルの技術者が重要な役割を持っていることを確認しておきましょう。<sup>1</sup>実は、事故発生の前日の 9 月 29 日に、作業員のリーダーは核燃料取扱主任者の資格を持つ同社の技術者に混合均一化工程を沈殿槽で行ってよいかどうか尋ねています。この技術者は大学院で原子核工学を専攻していました。しかし、臨界管理について、沈殿槽にウランが沈殿物として溜まったときに初めて臨界の危険があり、溶液のままであれば沈殿槽に何バッチ入れても大丈夫だ、という誤った理解を持っていました。そこで、この技術者は、沈殿させないようにリーダーに指示した上で、沈殿槽の使用を許可してしまったのです。<sup>2</sup>確かに、臨界事故は会社ぐるみの逸脱の常態化と安全への取り組みの縮小によって起きたのであり、この主任者にだけ責任を問うことはできません。しかし、核燃料取扱主任者という国家資格を持っていることはプロフェッショナルの特徴の 1 つです<sup>25)</sup>。専門知識を持つプロフェッショナルとしての技術者は、この臨界事故のように、安全を確保する上で決定的といえる役割を果たすことがあるのです。

ウラン加工工場臨界事故調査委員会の報告書は、技術者の倫理に言及してい

24) さらに、2000 年に JCO は旧・科学技術庁によって、核燃料加工事業の許可を取り消されています。そして同社は、被害の損害賠償の対応や残された核物質の保管などの事故処理専門の業務を進める会社として存続しています。

法人として JCO は原子炉等規制法違反等により、東海事業所長と核燃料取扱主任者の資格を持つ技術者、3 名の作業のリーダーら計 6 名は業務上過失致死等により水戸地方検察庁によって起訴されました。2003 年に水戸地方裁判所によって JCO には罰金 100 万円の有罪判決が、6 名全員には執行猶予付きの有罪判決が下され、判決が確定しています。

25) 2-3 のプロフェッションとしての技術者を再度参照してください。

ます。「今回の事故については、意図的に法令に違反した手順書の作成や、国の許認可を受けた設備及び方法とは全く異なる作業の実施といった事実が明らかになっている。こうした行為による事故を防ぐためには、最終的な拠り所となるという意味では技術者各人の自覚、倫理の確立が重要である。」「いわば「諸刃の剣」ともいうべき技術を担う技術者には、一般人の道德規範とは別の、専門職としての高い倫理が求められる<sup>26)</sup>。」事故を防ぎ人々の安全と健康、福祉を守るためには、企業として安全への取り組みを重要視することだけでなく、技術者が高い倫理観を発揮して、技術的逸脱の常態化が起きていないかをつねにチェックすることが求められています。

---

26) 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』(1999), 「VI. 事故の背景についての考察 1. 企業・産業の在り方 (4) 原子力産業における事業者・技術者の社会的責任・倫理」。