

第3章 安全へのアプローチ

安全へのアプローチは、安全とは何かを知ることから始まる。これ以外に、安全を実現する方法はない。そして、安全へのアプローチとはリスクを適切に減らすことによって安全を実現できるとする“安全への道筋”である。

3.1 安全とリスク

安全とリスクという用語は今日私たちの生活に頻繁に現れる。誰に聞いても“安全は大切だ”と言う。安全と危険は単純に対句として理解している。そして、リスクについては危害や損害をもたらす危険なものとだけ理解している。その一方で“リスクを取る”，“リスクを取らない”などと話すことがあるが、その言葉の意味を深く考えたことがあるだろうか。もしも、私たちの安全やリスクについての理解が間違っていたら、それこそ安全を実現できることになる。

リスク（risk）は比較的新しい言葉であり、17世紀に現れた概念である。ちょうど同じ時期に契約（contract）という言葉も現れている。また、英国のロイド社に端を発する損害保険が現れたのが17世紀末であるから、産業革命直前の欧州の経済発展の中で生まれた概念ともいえる。

これに対し、危険（danger）という言葉が欧州に現れたのは13世紀ころだとする説もあり、安全（safety）という言葉も同じころ現れたと考えられるが、日本において安全という言葉がいつごろ現

れたのかは定かではない。

また、リスクという言葉が日本において一般化したのはここ20年から30年のことであるが、riskにはいまだに日本語の訳語がなく、カタカナがあてられている。

(1) “安全”と“危険”

安全と危険の用語の定義はどうなっているのかを、日本の辞書と英語の辞書で調べてみた。日本語の辞書では、安全とは“安らかで危険のないこと”となっている、安全についての十分な議論がなされているように思えないところもある。

(1.1) 日本語の辞書に見る“安全”と“危険”

1969年版の広辞苑では、安全とは“安らかで危険のないこと”となっている。では、危険はどのように定義されているかと調べてみると、危険とは“危害または損失の生ずるおそれがあること、危ないこと”となっている。

この危険の定義を使って安全を定義し直すと、安全とは“危害または損失の生ずるおそれがないこと、危なくないこと”となり、この定義の方が安全の定義としてはふさわしい。

安全確認型の安全

もし、“安全を危険でないこと”と定義すると、危険でも安全でもない状態（リスクがある状態）が安全に含まれることになるため、大変に危険な事態を招く。

いいかえれば、“安全とは安全であること、安全が確認できていること”と定義するのでなければ、安全を実現できない。これが後述する“安全確認型の安全”である。

れたのかは定かではない。

また、リスクという言葉が日本において一般化したのはここ20年から30年のことであるが、riskにはいまだに日本語の訳語がなく、カタカナがあてられている。

(1) “安全”と“危険”

安全と危険の用語の定義はどうなっているのかを、日本の辞書と英語の辞書で調べてみた。日本語の辞書では、安全とは“安らかで危険のないこと”となっている、安全についての十分な議論がなされているように思えないところもある。

(1.1) 日本語の辞書に見る“安全”と“危険”

1969年版の広辞苑では、安全とは“安らかで危険のないこと”となっている。では、危険はどのように定義されているかと調べてみると、危険とは“危害または損失の生ずるおそれがあること、危ないこと”となっている。

この危険の定義を使って安全を定義し直すと、安全とは“危害または損失の生ずるおそれがないこと、危なくないこと”となり、この定義の方が安全の定義としてはふさわしい。

安全確認型の安全

もし、“安全を危険でないこと”と定義すると、危険でも安全でもない状態（リスクがある状態）が安全に含まれることになるため、大変に危険な事態を招く。

いいかえれば、“安全とは安全であること、安全が確認できていること”と定義するのでなければ、安全を実現できない。これが後述する“安全確認型の安全”である。

(1.2) 英語の辞書に見る“安全”と“危険”

THE RANDOM HOUSE College Dictionary (1973)によれば、safety（安全）は“freedom from the occurrence or risk of injury or loss；傷害や損失の発生またはそのリスクからの解放”，“the quality of averting or not causing injury or loss；傷害や損失を回避、発生させない性質”となっている。また、safe（安全な）を引くと“free from hurt, injury, danger, or risk；傷、傷害、危険、リスクから解放された”となっており、安全とは傷害、損失、危険、リスクのないことと定義されている。

一方、danger（危険）は“liability or exposure to harm or injury, risk, peril；危害、傷害、リスク、危険にさらされること（liability, exposureは同義語）”となっている。

いいかえれば、safe（安全）は危害、傷害、リスク、危険にさらされていないことであり、danger（危険）は危害、傷害、リスク、危険にさらされていることと定義されており、どちらも定義として明確である。

(1.3) 日本語と英語の“安全”と“危険”

日本語と英語の安全と危険の定義を整理してみると、次のようになる。

日本語の安全：安らかで危険のないこと。

危害または損失の生ずるおそれがないこと、危なくないこと。

日本語の危険：危害または損失の生ずるおそれがあること、危ないこと。

英語の安全：傷害や損失の発生またはそのリスクから解放されていること。

英語の危険：危害、傷害、リスク、危険にさらされていること。

日本語の安全の定義“安らかで危険のないこと”は論理的な緻密さに欠けているが，“危害または損失の生ずるおそれがないこと”は英語の“傷害や損失の発生またはそのリスクから解放されていること”とほぼ同義であり、論理的にも明快である。なお、この安全の定義は今日の機械安全の ISO/TC に引き継がれている。

(2) 安全確認型の安全

2001年9月11日、ニューヨークにあるワールド・トレーディング・センター（WTC）にハイジャックされた2機の旅客機が突っ込み、WTCで働いていた人たち、救出にあたった消防隊員、ハイジャックされた航空機に乗り合わせた乗客と乗務員など7000人近くの人が亡くなる事件が起きた。

(2.1) 北棟から避難して助かる

午前8時45分ころ、1機目のハイジャック機が時速500km以上のスピードで北棟の96階から103階付近に突っ込んだ。WTC北棟の48階から50階にあった邦銀の副支店長は日本との電話中にこの事故に遭遇している。ドーンという大きな音と強烈な振動を感じ、地震かと思ったが、すぐにビルから避難勧告があり職員全員を退避させたため全員が無事であったという。

(2.2) 南棟は安全だ？

このとき、WTCの南棟では“南棟は安全だ！”という館内放送が流れたため、いったん逃げようとしていた人たちが戻って来てしまったという。その後、南棟の87階から93階付近に別のハイジャック機が突っ込んだため、北棟に比べると多くの行方不明者や死者を出すことになった。

確かに、午前8時45分の段階では南棟には直接的な被害は出でおらず、さしあたっての危険も発生していない。しかし、この段階

で管理センターが“南棟は安全だ！”という情報を流したことは正しい判断であったか否かが問題である。

南棟に別のハイジャック機が突入したから言うのではない。南棟にハイジャック機が突入しなかったとしても、“南棟は安全だ！”とアナウンスすることは誤りである。なぜなら、南棟の安全を誰も確認していなかったからである。

(2.3) 間違うなら安全側に

北棟にハイジャック機が突っ込んで大きな音と振動が起こったとき、南棟にいた多くの人たちから同棟の管理センターに“何があった？”，“どうすればいい？”と問合せが殺到し、管理センターは何らかの対応を迫られた。

しかし、管理センターも北棟で何が起きたのかは正確に把握できなかった。南棟が安全であるとの確認もできなかった。

このような安全を確認できない状況で対応を求められたら、管理センターは“避難してください！”と人々を安全側に誘導しなければならない。“安全です！”とアナウンスすることは、危険側への誘導になる。

“避難してください！”とアナウンスして、何も起こらなかったら、避難先から帰って来た入たちは“馬鹿野郎！”，“疲れたよ！”と苦情や嫌味を言うかも知れないが、死傷者は出ない。安全を確認できずに間違うのであれば、“退避！”と安全側に間違うことが重要である。

(2.4) 安全確認型の安全

“安全を危険でないこと”と定義すると大変に危険な事態を招く。これが安全確認型の安全を考える出発点になる。

安全と危険の定義について、図3.1を使って考えてみたい。“安全とは危険でないこと”と定義すると図の“不適切な安全の定義

危 險	安全か危険かわからない状態 リスクがある状態	安 全
危険が確認できる		安全が確認できる
不適切な安全の定義 (1)		
危 險	安全 (=危険でない)	
適切な安全の定義 (安全確認型の安全) (2)		
危険 (=安全でない)	安全 (=安全)	

図 3.1 安全の定義

(1)" のようになり、安全か危険かわからない状態（リスクがある状態）”が安全に入り込む。

これに対し、“安全とは安全が確認できている状態”と定義すれば、図の“適切な安全の定義（安全確認型の安全）(2)”のように安全か危険かわからない状態が安全に入り込むことはない。安全とは安全が確認できている状態を言うのである。

(3) リスク

リスクは危害や損害をもたらす危険なものと考えられているが、“リスク”という言葉の定義を正しく言える人は少ないのでないかと思う。また，“リスクが大きい”，“リスクがある”，“リスクを取る”，“ハイリスク，ハイリターン”などのリスクには危害や損害をもたらす危険なもの以外の利益のような意味も見え隠れしている。

(3.1) 日本語の辞書に見る“リスク”

広辞苑（1969年版）には、リスクとは“①危険、②保険者の責任、被保険物”と出ている。また、研究社新リトル英和・和英辞典では、リスクとは“危険、冒険、危険分子、（保険などの）危険率、

保険金額、被保険物・被保険者”となっており、広辞苑とほぼ同じ内容である。

このように、私たち日本人はリスクを危険と同義語として理解していたようであり、また、リスクという用語は保険制度との関係で理解されたようである。このためか、企業でも一般社会でもリスクマネジメントというと“保険”を思い浮かべる人が多い。

(3.2) 英語の辞書に見る“リスク”

THE RANDOM HOUSE College Dictionary (1973)によれば、risk（リスク）は “exposure to the chance of injury or loss ; a hazard or dangerous chance ; 傷害や損失の機会（危険源や危険な機会）にさらされること”，Insurance（保険用語）として “(a) the hazard or chance of loss ; 危険源や損失の機会, (b) the degree of probability of such loss ; 損失の起きる可能性の度合い, (c) the amount that the insurance company may lose ; 保険会社が被る損失額, (d) a person or thing with reference to the hazard involved in insuring him or it ; 保険に付保した人またはモノについての危険源にかかる人またはモノ, (e) the type of loss against which an insurance policy is drawn ; 保険が支払われた損失” となっている。

やはり、英語のリスクでも保険制度にかかる記述が多く、リスクという用語が保険制度を前提とするものであったことが理解できる。ただ、英語のリスクの定義では、1973年ころには“リスクとは傷害や損失の機会（危険源や危険な機会）にさらされること”という現在のリスクの原型となる用語の定義が現れていることが大きな特徴としてあげられる。

(3.3) 日本語と英語の“リスク”

日本語と英語のリスクの定義を整理すると次のようになるが、安

全の定義のときと同じく日本語の定義の方が論理的な緻密さに若干欠けるきらいがある。

日本語のリスク

- ① 危険
 - ② 保険者の責任、被保険物。
- 英語のリスク
- ① 傷害や損失の機会（危険源や危険な機会）にさらされること。
 - ② 保険における危険源や損失の機会、損失の起きる可能性の度合い。
 - ③ 保険会社が被る損失額。

なお、日本語も英語もリスクを“保険”的用語として扱っているという共通点があるが、近年、リスク概念は金融・保険分野にとどまらず、機械安全の分野、経営のリスクマネジメントの分野で取り上げられるようになってきている。

3.2 ISO/TC 199 の安全へのアプローチ

機械安全の国際規格を審議・制定する ISO/TC 199 では、1991 年の設立以来、“安全”，“リスク”などの用語の定義についての議論を繰り返してきた。

この専門委員会が発足した当初、委員の多くは安全や危険の定義については英語の辞書の定義に近い考え方を持っていたようであるが、議論を深めるにつれて“安全”を定義するために“危害発生のメカニズム”，“リスク”，“危険源”などの用語についての定義を固めていった。それが今日の機械安全の考え方の基盤となっている。

(1) 危害はどのようにして起きるか

(1.1) 危害発生のメカニズム

危険源（ハザード）とは危害を引き起こす潜在的根源であり、人や財産が危険源にさらされることで危険状態が発生する。この危険状態に適切に対応できないと非常事態が発生し、非常事態を回避できないときに危害・損害が発生する。この危険状態から危害・損害の発生までのメカニズムが危害発生のメカニズムであり、図 3.2 のように表すことができる。

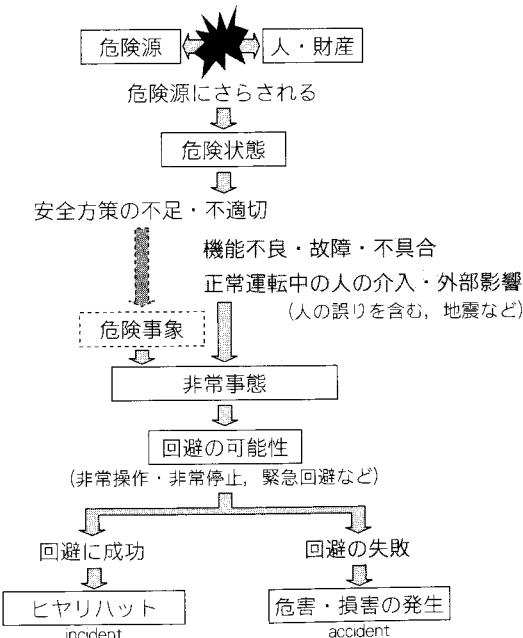


図 3.2 危害発生のメカニズム

(1.2) 用語の定義

(a) 危険源 (hazard) : 危害を引き起こす潜在的根源。

解説——機械設備には必ず複数の危険源が存在している。例えば、自動回転ドアには回転ドアと周囲のフレームの間のすき間がある。これが挟み込み、押しつぶし、巻き込まれの危険源である。回転ドアと床面のすき間も、挟み込み、巻き込まれの危険源である。

(b) 危険状態 (hazardous situation) : 人が少なくとも一つ以上の危険源にさらされる状況。

解説——危険源に暴露されることが、直ちにまたは長期間にわたり危害を引き起こす可能性となる。危険状態は危険源に人や財産がさらされて初めて発生する。いいかえれば、危険源のすぐ横に人がいても、遮蔽物のために危険源にさらされなければ危険状態は発生しない。

ここから、安全を次のように定義できる。“安全とは人や財産が危険源にさらされていない状態である。”したがって、安全を実現するためには危険源を除去するか、人間を危険源から隔離すればよい。これが“隔離の安全原則”である。

(c) 危険事象 (harmful event) : 危険状態から結果として危害に至る出来事である。

解説——人が危険状態に陥ったからといって、すぐに危険事象や危害が発生するわけではない。危険状態において、適切な安全方策を取ることができれば、危険事象も危害も発生することはない。逆に、適切な安全方策を取れないときに、危険事象や危害が発生するのである。(ISO 12100 では危険事象の用語は使われていない。)

ここから、安全を次のように定義できる。“危険状態から危

険源を除去するか、適切な安全方策によって危険事象が解消され、安全を実現できる。”

(d) 非常事態 (emergency situation) : 緊急に終了させるか、または回避することが必要な危険状態。

解説——非常事態は機械の正常な運転中にも現れ、機械の不良やいずれかの部分が故障することで現れる。危険事象と非常事態の違いは危害や損害が発生する蓋然性の差にある。危険事象の方が危害や損害が起きるまでに多少の時間的余裕があると理解されるが、もちろん、非常事態にも危害を回避する可能性は残っている。例えば、衝突しそうになったときに急ハンドルを切るなどの非常操作、非常停止、決められた場所に避難するなどの回避によって、危害や損害の発生を防ぐことができる。

(e) 危害 (harm) と損害 (damage) : 身体的傷害または健康障害、財産もしくは環境の受ける害。

解説——発生した非常事態を非常操作・非常停止・緊急回避などで回避できなかったときに危害や損害が発生する。

いいかえれば、非常操作・非常停止・緊急避難などで回避できないときに危害、損害が発生し、人は傷つき、財産は損害を受ける。一方、運良く回避できたときが“ヒヤリハット (incident)”である。

(1.3) 危害発生のメカニズムと“安全”的概念

危害発生のメカニズムが教示している安全の概念は、安全とは人や財産が危険源にさらされていない状態であり、また、危険源を除去するか適切な安全方策によって危険事象を解消した状態である。

(2) リスクの概念 (ISO/TC 199 の定義)

(2.1) リスクとは

機械安全の ISO/TC 199 は“リスクとは危害の発生確率と危害のひどさの組合せ”と定義した。

危害が起きる確率と危害のひどさの関数がリスクであり、危害や損害が起きる確率と危害や損害のひどさの掛け算と考えてもよく、次のように表すことができる。

$$\text{リスク} = \text{危害のひどさ} \times \text{危害の発生確率}$$

例えば、毎日 1 回（24 時間に 1 回）起きるのか、10 年に 1 回（87 600 時間に 1 回）起きるのかで発生確率は異なる。毎日 1 回の発生確率は非常に大きい。一方、10 年に 1 回の確率は非常に小さいのであるが、決してゼロではない。確率が小さくても、危害は明日起きるかも知れないのである。

一方、危害の“ひどさ”は、かすり傷程度の危害か、骨折程度の危害か、死亡する危害かといった危害の大きさや深刻さを表している。

したがって、リスクが大きいとは、危害が起きる可能性が高いか、ひどい危害が起きる可能性が高い状態である。これに対し、リスクが小さいとは、危害が起きる可能性が低いか、危害が起きても軽微な危害しか起きない状態である。

さらに言えば、危害が取るに足らないほど小さなものであれば、危害が起きたとも言わない。これがリスクの概念である。

(2.2) リスクと危険源

リスクとは個別の危険源についての概念であり、“……のリスク”と危険源を示した表現をしなければならない。例えば、押しつぶし

のリスク、感電のリスク、転倒のリスクのように危険源がわかるような使い方である。

したがって、ここで重要なことは“リスク”という言葉が使われたなら、そこには必ず特定の危険源が前提として存在しているという点である。特定の危険源がないのに、リスクという言葉が使われることはないのである。

(2.3) リスクのない状態はない

危害を受ける恐れもリスクもなければ、安全である。いいかえれば、安全とはリスクのない状態であると定義できる。

しかし、現実の世界には“リスクのない状態はない”のである。どんなに安全に努力しても、リスクがゼロの状態を作り出すことはできない。

実際、リスクのない生産現場など見たことがない。工場内をフォークリフトが走り、クレーンが走行している。機械設備には複数の危険源がある。感電の危険源や挟まれ・切断の危険源などである。そして、現場では人々が機械を操作し、忙しく立ち働いている。危険源を除去し、リスクのない状態を実現することなど不可能である。

私たちが暮らしている都市にも、リスクのない状態などありえない。送電線とガス管が地下をはい回り、道路が錯そうし、自動車や電車が走り、飛行機が飛び、高層ビルでは外壁をゴンドラで清掃し、建設現場ではタワークレーンが鋼材を吊り上げ、ショベルが土を掘っている。いつ危害が起きたとしても不思議のない光景である。

家の中も同じである。パンを焼くトースターには熱と感電の危険源がある。食材には食中毒の危険源があり、洗濯機には感電と巻き込まれの危険源があり、台所のガス設備には爆発の危険源がある。

企業にもリスクがゼロの状態はありえない。労使問題や従業員の引き抜き、役員の背任行為やインサイダー取引などの違反行為、取

引先の倒産や特許侵害、商品の瑕疵による損害賠償訴訟など様々な危険源とリスクがある。

(3) 安全の概念 (ISO/TC 199 の定義)

(3.1) 安全の定義

1999年にISO/IEC Guide 51^{*}が制定され、“安全”を次のように定義している。

安全 (safety) : 受容できないリスクがないこと。

ISO/IEC Guide 51は“人、財産、環境またはこれらの組合せ（例えば、人だけ、人と財産との組合せ、人、財産及び環境の組合せ）に関するすべての安全側面に適用される”規格として制定された。

(3.2) 安全へのアプローチ

安全の定義には紆余曲折がある。危害の恐れも、リスクもなければ安全である。しかし、現実にはリスクのない状態はありえない。どのようなリスクであれ、リスクは必ず存在する。そこで、そのリスクを減らしていくことで、安全を実現できる。それが安全へのアプローチであるとISO/TC 199は考えたのである。

(a) リスクを減らせば安全になる リスクを減らしていくけば安全を実現できるという考え方、安全へのアプローチとしては間違いない。例えば、危害のひどさが取るに足りないほど小さくなったり、危害は危害でなくなり、安全と呼んでも差し支えなくなる。安全へのアプローチとは、受容できないリスク（受け入れ不可能なリスク）を、取るに足りないリスクにまでリスクを減らして、安全を実現することである。

(b) 受容可能なリスク 安全へのアプローチでは、受け入れ不

* 75ページの脚注を参照。

可能なリスクからリスクを減らしていくとき、受け入れ不可能なりスクが取るに足りないリスクに変わるポイント（ある幅を持っていく）がある。そのポイントを超えてリスクが下がると“受容可能なリスク”と判断される。

すなわち、受け入れ不可能なリスクを、受け入れ可能なレベルにまで低減させることができれば、安全は実現できる。これが機械安全のISO規格の安全へのアプローチについての考え方であり、この考え方を図式化したものが、図3.3である。

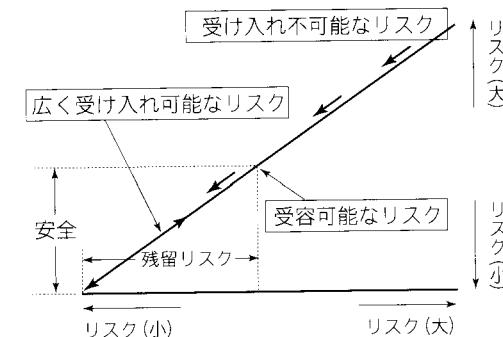


図3.3 安全へのアプローチ

(c) 広く受け入れ可能なリスク 機械安全の場合は、危害のひどさと発生頻度によって受け入れ可能なリスクか、受け入れ不可能なリスクかを判断している。例えば、現在の一般的な職場であれば、たまに起きる小さな切り傷やすり傷なら“広く受け入れ可能なリスク”，治療が必要であっても通院が不要な傷害や打撲傷程度であれば“受け入れ可能なリスク”と判断している。これに対し、死亡災害、後遺症の残る危害、骨折、手術や入院が必要になる傷害などは受け入れ不可能なリスクと考えている。

何を受け入れ可能なリスクと判断し、何を受け入れ不可能なリス

クと判断するかは、社会の経済状態、価値観、文化、技術レベルなどによって変化する。わかりやすくいえば、その時代・社会の人々が“この程度のリスクなら、受け入れざるを得ない”と考えるリスクのレベルであり、時代が変われば受け入れるリスクのレベルが変わる。時代と社会に暮らす人々の総意と言えるものであり、“パブリック・アクセプタンス”と呼ばれるものである。

したがって、時代の変化とともに、受け入れ可能なリスクを見直す必要がある。特に技術とコストの両面で開発が進み、リスクを大幅に低減できる改善が経済的に実現可能になったときには見直しが必要である。

ISO 規格から消えた用語“安全”，“危険”

ISO/IEC Guide 51 と用語“安全”

1999年にISO/IEC Guide 51が制定されたとき、安全は“安全とは受容できないリスクがないこと”と明確に用語として定義されていたが、ISO/TC 199は同じ規格の中で、安易に“安全”，“安全な”という用語を使わないことが望ましいと次のように警告している。

Guide 51 4.“安全”及び“安全な”という用語の使用

“安全”及び形容詞としての“安全な”という用語は、言外に有益ないかなる情報をも意味するわけではないので、使用を避けることが望ましい。これらの用語は、リスクがないことを保証していると誤解されやすいためである。

“安全”及び“安全な”という用語を使用する場合、目的を示す表現に置き換えることが望ましい。例を次に示す。

- 例 — “安全ヘルメット”ではなく“保護ヘルメット”
- “安全インピーダンス”ではなく“保護インピーダンス装置”
- “安全材料”ではなく“滑り防止床材”

ISO 12100-1 から用語“安全”が消えた

そしてなぜか、2003年に制定された機械安全の基本規格であるISO 12100-1の用語の定義のどこを探しても“安全”という用語は見つからず，“安全”は定義の中から忽然と姿を消したのである。

実は、この前兆は1999年ごろにあった。その一つが上述したISO/IEC Guide 51の4.“‘安全’及び‘安全な’という用語の使用”的問題である。また、これとはまったく別の動きが委員会の中にあった。それは、ISO/IEC Guide 51の制定過程で、ISO/TC 199は既に用語“安全”的使用を避け、安全の代わりに“保護(protect)”を使う方がよいと主張し始めていたことである。その一つがリスクを低減させるための手段に“安全方策”という用語を使用しないで“保護方策(protective measure)を用いていることである。そして用語“安全”的代わりに“保護(protect)”という言葉が一般的に使われるようになってきている。

用語“危険”も見当たらない

一方、“安全”的対語である“危険”については、ISO/IEC Guide 51にもISO 12100-1にも定義された用語として現れていない。代わりにハザード(hazard)という用語が定義されている。ハザードとは危害を引き起こす潜在的根源であり、危険とハザードが同義語的に扱われている。また、危険という用語の代わりに危険状態(hazardous situation)という用語が定義されており、ISO/IEC Guide 51では“危険状態とは、人、財産又は環境が、一つ又は複数のハザードにさらされる状態”，ISO 12100-1では“危険状態とは、人が少なくとも一つの危険源に暴露される状況。暴露されることが、直ちに又は長期間にわたり危害を引き起こす可能性がある”と定義されている。

手垢のついた用語“安全”

ISO/TC 199が“安全”的用語を使いたがらないのは、安全が相対的な安全でしかなく、絶対的な安全など存在しないからである。リスクのない状態はないの裏返しである。現実はリスクであふれかえっているのに、安全な状態があるはずがない。そう言っている

るのである。

にもかかわらず、世の中には“安全……”とネーミングされた商品があり、“安全……”と名前をつけたシステムがある。これらの商品やシステムは本当に安全に責任を持っているのか疑問がある。“安全……”と名前をつける以上は安全が証明されていなければならぬ。

一昔前のことであるが、“安全かみそり”という商品があった。確かに、従来のかみそりに比べるとひげを剃りやすいし、ひげ剃りでケガをする頻度も減った。また、従来のかみそりであれば人を殺すことができたが、安全かみそりでは人を殺すことは不可能に近い。しかし、やはりひげ剃りで顔にケガをすることがある。また、“安全マッチ”という商品があった。従来の硫黄を使ったマッチは頻繁に火災事故を引き起こした。ところが、赤燐を使った安全マッチではそのような火災事故が減った。しかし、火災事故がゼロになったわけではない。

安全かみそりにしろ、安全マッチにしろ、相対的に安全を実現したのであって、安全を絶対的に実現したわけではない。人を傷つけることがあり、火災事故を引き起こすことがある。そのような商品に“安全……”という名前をつけることは人を混乱させ、だますことにつながる。このような安全には手垢がついている。

ISO/TC 199 が用語“安全”にこだわるのは、安全は人を裏切ってはならないからである。安全とはいかなる状況にあっても、安全でなければならない。また、ある特定の条件の下でだけ安全である場合には、そのことを明確に伝えなければならない。これが安全の原則である。

第4章 リスク

リスクは危害や損害をもたらす危険なものと考えられているが、リスクには利益や好ましい結果をもたらす場合もあり，“リスクを取る”，“ハイリスク、ハイリターン”的に使われるリスクの意味はそうである。

生産現場で安全を担当している“安全屋”は、リスクに異なる二つの考え方があることは混乱を招くだけだと議論することを嫌うが、“リスク”についての議論はまだ始まったばかりである。

リスクという概念を明らかにしていくことが、安全とは何かを明らかにすることにつながり、安全を実現する方法を明らかにすることにつながる。

ISO では、ISO/TC 199 が機械安全のリスク、リスクマネジメントについて真剣に検討を重ねており、また ISO/TMB（技術管理評議会）がマネジメントにおけるリスク、リスクマネジメントの用語について真剣な検討を重ねている。

ここで改めて“リスクとは何か”，“リスクアセスメントとは何か”，“リスクアセスメントとリスクマネジメントとは何が違うのか”，“リスクマネジメントと危機管理の違いは何か”などを明らかにする必要がある。

4.1 機械安全のリスクと組織運営のリスク

リスクには様々な種類がある。様々なものにかかるリスクがあると言った方がよいのかも知れない。私たちの社会や都市の中にリ

フト (cautious shift) を引き起こす。

リスキー・シフトとは、通常では考えられない過激な結論を決めてしまうような意思決定を引き起こす現象である。何人かで話し合うと、大きな声のメンバーにつられて、より大胆な方向へエスカレートして、より過激な結論を決定してしまう。もちろん、一人ひとりでは慎重であるのだが、集団になると個人が考えた結論とはまったく異なる結論を出すことがある。

これに対し、コーチャス・シフトとは、決めなければならぬと誰もがわかっているのに、また結論を出す必要があるとわかっているのに、意思決定を先延ばししてしまう現象である。何人かで話し合っても、リーダーの本音が積極的でないと見えると、結論は極端に慎重な方向に偏り、何も決めない方向へと導かれ、結論を先延ばしする。

集団的浅慮が引き起こした事故

M自動車のクレーム隠しとU乳業の食中毒は集団的浅慮によって引き起こされた典型的な事例である。どちらも、家族的な企業風土であり、長期にわたって同じメンバーが経営トップを占め、社内では経営トップに反論することはほとんどできなかった。このため、クレーム隠しや食中毒の発生を防止することができなかつばかりでなく、事件が起きた後のクライシス対応についても経営トップの意向を気にするあまり、消費者などの外部のステークホルダーへの対応を誤った。

2004年3月に起きた六本木ヒルズの自動回転ドアによる人身事故も集団的浅慮が引き起こした事故である。自動ドアを設計したメークは旧ライセンサが保有していたと思われる安全技術を継承することなく、また、欧州の自動回転ドアの安全規格を調べることもなく、自分たちによる自己流の安全技術を採用して事故を起こしている。また、ユーザ側の会社は自動回転ドアでの事故がたびたび起きていたにもかかわらず、事故防止の対策はほとんど取っていないかった。これも“お任せの安全”的な典型的なものであり、組織が集団的浅慮に陥った結果である。

第5章 リスクアセスメント

リスクアセスメントとリスクマネジメントは取り違えられることが多い。その原因は二つある。

一つはリスクアセスメントとリスクマネジメントの違いを正確に理解しないで、混同して使っていることが原因である。さらに言えば、実際に生産現場で用いられているリスクアセスメントのフォーム用紙にリスクの見積りとリスクの評価以外に、リスク対策の指針などが印刷されていることが多く、これがリスクアセスメントとリスクマネジメントを取り違える原因になっている。

他の一つは、ISO 14121 (JIS B 9702) の図1 “安全性達成のための反復プロセス” や ISO 12100-1 (JIS B 9700-1) の図2 “3ステップメソッドによる反復的リスク低減プロセス説明図” などに、リスクアセスメントとリスク対策が一緒に描かれていることにある。“リスク低減及び適切な安全方策の選択は、リスクアセスメントの一部ではない”とのただし書きがあるが、やはりこの図が誤解される原因になっていると思われる。

5.1 リスクアセスメントの目的

リスクアセスメントはリスクマネジメントの一部分であり、リスクアセスメントの目的はリスクの評価にある。

機械安全のリスクアセスメントは、機械設備に潜む危険源を探し出して特定し、特定した危険源にかかるリスクを見積もり、リスクが受け入れ可能か否かを評価する。これが機械安全のリスクアセ

スメントの目的である。

組織運営のリスクアセスメントの目的も機械安全のリスクアセスメントと同じである。組織や組織運営に潜むリスクを探し出して、リスクを見積もり、リスクが受け入れ可能か否かを評価する。これが組織運営のリスクアセスメントの目的である。

5.2 リスクアセスメントとリスクマネジメント

リスクを探し出して評価する。これがリスクアセスメントである。そして、受け入れられないリスクであれば、受け入れ可能なリスクになるまでリスクを低減する対策を取り、再度、受け入れ可能なリスクになったらリスクを評価する作業を繰り返し、リスクを低減させて安全な状態にすること。これがリスクマネジメントである。

すなわち、リスクを評価する“リスクアセスメント”とリスクを低減させる“リスク対策”とを組み合わせたものがリスクマネジメントであり、次のように示すことができる。

リスクマネジメント = リスクアセスメント + リスク対策 (ISO/IEC Guide 51)	(ISO 14121)	(ISO 12100)
(ISO/IEC Guide 73)	(—)	(—)

機械安全の ISO 規格では、リスクアセスメントについては ISO 14121 (JIS B 9702) があり、リスク低減などのリスク対策については ISO 12100-1, -2 (JIS B 9700-1, -2) があり、リスクマネジメントについては ISO/IEC Guide 51 がある。

一方、組織運営の ISO 規格では、リスクマネジメントについては ISO/IEC Guide 73 があるが、リスクアセスメントとリスク対策の規格はまだ整備されていない。

5.3 機械安全のリスクアセスメントの手順

機械安全のリスクアセスメントの手順は、図 5.1 のとおりである。なお、生産現場のリスクアセスメント、組織運営のリスクアセスメントの手順もおおむね図 5.1 と同じである。

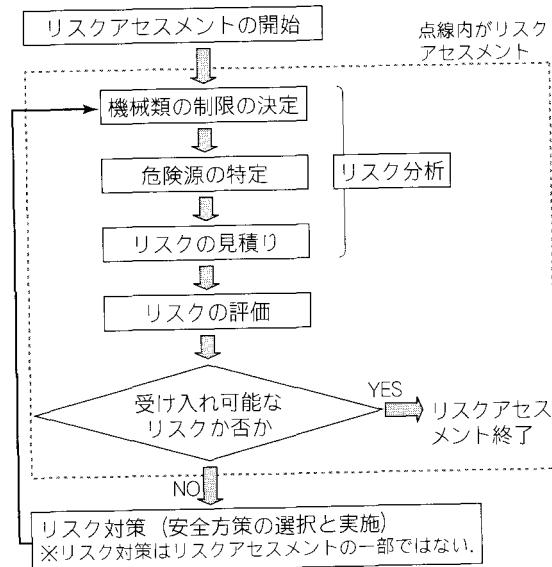


図 5.1 (ISO 14121 の図 1 をもとに作成)

(1) 機械類の制限の決定

リスクアセスメントでは、機械類の寿命、機械の意図する使用、人の予見可能な誤使用を含むすべての使用範囲、予見可能な使用者の経験や能力を考慮するよう求められている。

(1.1) 機械の意図する使用を明確にする

機械を設計する際に、機械がどのように設置され、どのような目的のために使われるかを想定したものが、機械の意図する使用である。機械の使用目的、使用される条件、設置のための条件などが明確にならない限り、リスクの分析、見積り、評価ができない。これがリスクアセスメントを始めるにあたって、機械の意図する使用を明らかにしなければならない理由である。

(1.2) 予見可能な誤使用を明確にする

機械は設計者にとって予想外の使われ方をすることがある。それが誤使用であり、ミスやエラーによる誤使用と意図的な誤使用がある。

例えば、エスカレータや自動回転ドアで遊ぶ子供がいるが、子供にとってはエスカレータや自動回転ドアは遊園地の遊具と同じである。また、閉まりかけたドアに飛び込んで行く子がいる。このようなことはメーカーが意図しない使われ方であるが、メーカーにも十分に予想できることであり、自動回転ドアのリスクアセスメントをきちんと実施していれば、挟まれ事故は防ぐことができる。

そのためには、機械を設計する際に予見可能な誤使用をすべて洗い出す必要がある。これが予見可能な誤使用を明確にすることである。

(2) 危険源探し

機械設備であっても、生産現場であっても、危険源を見つけさえすれば、リスクの見積りと評価、リスク低減などのリスク対策は可能である。

リスクマネジメントおよびリスクアセスメントにとって、“危険源探し”が最初の一歩である。

(2.1) リスクと危険源

機械設備に潜んでいる危険源は一つではない。例えば、洗濯機には充電部と回転体の危険源がある。そして、個々の危険源に対してリスクがある。感電のリスク、巻き込まれのリスクである。このように、リスクは危険源に対応するものであり、どのような危険源があるかがわからなければ、どのようなリスクがあるかがわからない。このため、危険源を探し出し、特定することが重要になる。

また、生産現場に潜んでいる危険源も一つではない。機械設備、建屋、作業環境ばかりではなく、作業標準、生産管理方針、作業服などにも危険源は潜んでいる。

その危険源を見つけ出しさえすれば、リスク評価、リスク対策も可能である。

ところが、どこにどのような危険源があるかわからない。危険源を見落とし、人が危険源にさらされていることに気がつかないで、事故や災害が起きる。例えば、自動回転ドアのドアと外枠のすき間やドアと床のすき間には挟み込み・巻き込み・押しつぶしなどの危険源があり、ドアの回転速度は転倒やつまずきの危険源であるが、これらの危険源は比較的容易に探し出すことができる。しかし、閉まりかけたドアに飛び込む心理的な危険源は容易には見つからない。

(2.2) 危険源探しの落とし穴

主な危険源、目立つ危険源だけを探し出しただけでは、いつまでたっても事故はなくなるらない。機械設備や生産現場の事故を防ぐためには、すべての危険源を探し出すことが重要である。

“安全対策に力を入れているのに、事故が起きる！”，“重点対策を決めて、安全対策に取り組んでいるのに、事故が起きる！”と相談されることがあるが、たいていは危険源探しに問題がある。事故を起こしている工場は、主な危険源、目立つ危険源だけを探し出す

重点対策方式を採用している。意地悪な見方をすれば、すべての危険源を洗い出す努力をしないで、目立った危険源と対策の取りやすい危険源だけを探し出している。これでは、次々に思わぬところで事故が起きるのは当然である。

すべての危険源を洗い出さずに、目立った危険源だけを探し出し、安全対策は万全と安心していると、探し出させなかった危険源が新たな事故を引き起こす。これが危険源探しの落とし穴である。

機械設備や生産現場に潜む“すべての危険源”を探し出すこと、それが“安全の棚卸し”である。

(2.3) 危険源を探し出す方法

すべての危険源をもれなく探し出すにはどうすればよいか？ やり方は三つある。一つは危険源をまとめたチェックリストを準備して、危険源の有無を確認する方法がある。また、一つは業務分析を通じて、機械設備の構造やシーケンスを見ながら、体系的、論理的に分析的にリスクを探し出す方法がある。ワット・イフ分析法(What-if法)やフォールトツリー分析法(FTA法)などの“ハザード分析”である。もう一つの方法は危険源探しの制度を作って組織の全員で探すやり方である。目的はすべての危険源をもれなく探し出すことである。

(a) 危険源のチェックリスト 危険源探しのために、どのような危険源があるかのチェックリストを準備しておいて、それをベースに確認する方法である。この方法は機械設備と生産現場の危険源探しにも、組織運営の危険源探しにも有効である。

機械設備に潜む危険源については、リスクアセスメントの規格ISO 14121 (JIS B 9702) の附属書A “危険源、危険状態及び危険事象”的一覧表をチェックリストとして使用できる。

(b) ハザード分析 ハザード分析（危険源分析）にはいろいろ

な方法があるが、機械設備だけでなく生産現場と組織運営の危険源探しにはワット・イフ分析法(What-if法)が最適であり、事故の再発防止策の分析にはフォールトツリー分析法(FTA法)が最適である。

1) ワット・イフ分析法(What-if法) 機械、システム、プロセスの特性、設計、運転操作、検査、保全作業など業務に精通しているメンバーを集め、What-if法に精通している質問者が分析的、系統的に質問を繰り返すことで、危険源を探し出す方法である。

例えば、機械の設計、据え付け、運転、保全などの各段階において“こんなことが起きたら、どうなるか？”，“高圧クーラーのチューブが破損したら？”，“原料が詰まつたら？”などと質問して、機械の故障や作業手順にエラーが起きた場合などを体系的・論理的に分析し、危険源（ハザード）を見つけ出し、対策を検討するのであるが、質問がすべての作業をカバーしているか否かが大変重要な点である。

そのため、分析作業に必要な情報（機械、システム、プロセスのデータ、運転マニュアル、保全マニュアル、危険場所分類図・リスクマップ）収集が欠かせず、機器、プロセス、システムにかかる故障や不具合や保全業務などの業務分析が必要になる。

2) フォールトツリー分析法(FTA法) 対象となる機械やプロセスについて経験と知識のある者とFTAハザード分析を熟知している者がペアになって分析を進めるやり方であり、最低2名を一組として分析作業を行う。

具体的には、事故から、事故防止対策を突き詰めていく分析方法で、“どうしたらこんな事故を防ぐことができるか？”と演绎的に原因を追究し、危険源を探し出す手法を取るので、事故の再発防止策の分析に最適である。

(3) リスクの見積り

(3.1) リスクの見積り方法

先に述べたように、リスクとは危害の発生確率と危害のひどさの組合せであり、“リスク = 危害の発生確率・頻度 × 危害のひどさ”のように表される。

したがって、リスクを見積もるためには、危害が発生する確率・頻度を見積もり、危害のひどさを見積もった上で、確率とひどさの組合せとしてリスクを見積もることになる。

すなわち、危害の発生確率・頻度と危害のひどさを別々に見積もり、表の縦軸と横軸に頻度とひどさをとって、マトリックスとしてまとめることでリスクの大きさを見積もる方法が取られる。このリスクの見積りの手順を図示すると、図 5.2 のようになる。

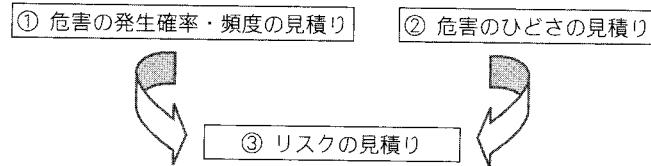


図 5.2 リスクの見積りの手順

なお、リスクの見積りには定量的な表現をすることが難しいとか、単位の異なる危害の発生確率とひどさの組合せをどのように理解し、リスクの単位をどのように考えればよいのかなどといった問題がある。

(3.2) 危害の発生確率・頻度の見積り

事故や危害の発生する確率や頻度を定量的に%表示などの数字として表現することは難しい。このため、一般的には 4 段階か 5 段

階にランク分けして見積もる方法が取られる。例えば、1週間に1回ぐらいの日常レベル（頻繁）、数か月に1回（ときどき）、数年に1回（たまに）、数十年に1回（まれに）にランク分けして、各危険源についての危害の発生確率・頻度を見積もることになる。

このランク分けを MIL 規格（米国軍用規格）のように、頻繁 ($X > 1/10$)、可能性多い ($1/10 > X > 1/100$)、ときどき発生 ($1/100 > X > 1/1,000$)、可能性わずか ($1/1,000 > X > 1/100$ 万)、可能性ほとんどなし ($X > 100$ 万) と数値で表示するケースもあるが、これも概略的なランク分けであることには変わりがない。

ここでは、最も一般的な 4 段階にランク分けした“危害の発生確率・頻度の見積り”の例を示す（表 5.1）。

表 5.1 危害の頻度

発生の可能性	ランク	発生頻度
頻繁 (日常レベル)	4	絶えず経験する (可能性が高い)
ときどき発生 (数か月に1回)	3	ときどき起きる (可能性がある)
たまに発生 (数年に1回)	2	起きる可能性がある (可能性が低い)
まれに発生 (数十年に1回)	1	ほとんど起きない (可能性はゼロではない)

(3.3) 危害のひどさの見積り

危害のひどさの見積りも、危害の発生確率・頻度と同じく定量的に表現することが難しい。このため、一般的には 4 段階か 5 段階にランク分けして見積もる方法が取られる（表 5.2）。

例えば、MIL 規格では、致命的、重大、限界的、無視可能という 4 段階にランク分けしている。また、破局的、重大、軽微、無視可能というランク分けもある。

表5.2 危害のひどさ

ランク	危害の大きさ	被害の大きさ
4	重大災害	死亡・後遺症 1~7 級 重大災害（3人以上の死傷）
3	重 傷	休業・後遺症 8~14 級
2	軽 傷	不休業災害
1	軽 微	赤チン災害（不休業災害に至らない程度のケガ）

いろいろなランク分けの方法があるが、労働安全衛生法の労働災害の傷害のランク分けを援用して、重大災害（死亡、後遺症1~7級の災害、3人以上の死傷）、重傷（身体の一部の切断や骨折などの休業災害、後遺症8~14級の災害）、軽傷（不休業災害）、軽微（不休業災害に至らない程度の赤チン災害）にランク分けする方法が理解しやすく、使いやすいと思われる。

危害のひどさを細かく10段階に分けることも可能であるが、危害のひどさや危害の発生頻度のランク分けを幾つにするかは、最終的な目的であるリスクの見積りを行なうかで決まってくる。一般的には、リスクの見積りは頻度とひどさのランク分けと同じく4段階か5段階にランク分けされているため、危害のひどさだけを10段階のように細かく見積もる必要はない。

(3.4) リスクの見積り

リスクの見積りとは、危害の発生確率・頻度の見積りと危害のひどさの見積りの組合せとして見積もることになる。

現在、一般に行われているリスクの見積り方法は、危害の発生確率・頻度を縦軸に取り、危害のひどさを横軸に取ってリスクを見積もる方法である。このやり方であれば、リスクとは危険源について

の（特定の危険源ごとの）危害の発生確率・頻度と危害のひどさの組合せとするリスクの定義にも合致する。見積りフォームの一例を表5.3に示す。

表5.3 リスクの見積りフォーム

危険の発生頻度 危害のひどさ	数十年 まれに	数年 たまに	数か月 ときどき	日常 頻繁
赤チン災害				
軽 傷				
重 傷				
死亡・重大				

リスクの見積り方法には縦軸と横軸の数値を足し算する“加算法”，掛け算する“乗算法”，マトリックスのマス目にリスクの小さいほうから順に順番をつけていく“マトリックス順番法”，リスクを“許容できない・重大な問題あり・問題あり・許容できる・広く受け入れ可能”などとランク分けしてリスクを見積もる“リスクマトリックス法”などの方法がある。また、このような見積りの方法とは異なる“リスクグラフ法”もある。

(a) 加算法と乗算法 加算法は縦軸の危害の発生確率のランクの数字と横軸の危害のひどさのランクの数字を足し算して、マトリックスの表に埋めていくことで作成するリスクの見積りである（表5.4）。なお、各ケースの足し算の結果を見比べて、妥当性を評価する必要がある。

一方、乗算法は縦軸の危害の発生確率のランクの数字と横軸の危

表5.4 リスクの見積り（加算法）

危険のひどさ 危険の発生確率	無視可能 1	軽 微 2	重 大 3	致命的 4
可能性なし	2	3	4	5
可能性わずか	3	4	5	6
ときどき発生	3	4	5	6
可能性多い	4	5	6	7
頻 繁	5	6	7	8

↓
2+3=5

害のひどさのランクの数字を掛け算して、マトリックスの表に埋めていくことで作成するリスクの見積りである。加算法と同じようなものなので、ここでは省略する。

(b) マトリックス順番法 マトリックス順番法では、危害のひどさを縦軸に危害の発生頻度を横軸にとった先の表5.3の空いたマスにリスクの小さいほうから順に1, 2, 3……と番号を振っていく。これがマトリックス順番法のリスクの見積り方法である。この順番の番号が同時にリスクの重みとなり、リスクの見積りとなる。

このマトリックス順番法の一例を表5.5に示すが、番号の振り方に規則性がないことがわかる。あえて言えば、このリスク順番法は危害のひどさにより大きく評価している点に特徴があるが、これは主観的な評価によっている。

このようにして振られた番号（これがリスクの見積りである）を“許容できない”，“重大な問題あり”，“問題あり”，“許容できる”，“広く受け入れ可能”のグループに分ける。それがリスク評価である。

表5.5 リスクの見積り（マトリックス順番法）

危険の発生頻度	まれ 1/数十年 ほとんどない	たま 1/数年 低い	ときどき 数か月 たまに	頻繁 日常 高い
軽微 (赤チン災害)	1	2	4	7
軽 傷	3	5	9	11
重 傷	6	10	13	15
重 大 (死亡他)	8	12	14	16

(c) リスクマトリックス法 リスクマトリックス法は、リスクを見積もる前に“許容できない”，“重大な問題あり”，“問題がある”，“軽微なリスク（許容可能）”，“些細（広く受け入れ可能）”などと4段階または5段階にランク分けしたリスクの評価基準を準備しておくことに特徴がある。

例えば、表5.5のマスにリスクの評価基準のI～Vを入れていくことで、リスクを見積もる方法である。一例を表5.6に示す。

このリスクマトリックス法によるI～Vの評価の記入にも規則性が見られない。ここでも、危害のひどさに重点を置いて評価しようとする主観的な判断が見られる。

(d) リスクグラフ法 リスクの見積りには先に紹介した危害の発生確率・頻度と危害のひどさのマトリックスによる見積り方法以外に“リスクグラフ”による見積り方法がある。

このリスクグラフでは、先に“危害のひどさ”によって重傷と些細なケガに分ける。そして、些細なケガについては、リスク評価基準のうち一番小さいリスクであるランクIに分類する。次に、重傷

表 5.6 リスクの見積り（リスクマトリックス法）

危険の発生頻度	まれ 1/数十年 ほとんどない	たま 1/数年 低い	ときどき 数か月 たまに	頻日 高 繁常い
危険のひどさ				
軽微 (赤チン災害)	I	II	II	III
軽傷	II	III	III	IV
重傷	III	IV	IV	V
重大 (死亡他)	IV	V	V	V

については、危害の発生頻度によって“まれ”と“頻繁”に分け、両方とも危害発生の回避の可能性によってリスクの大きさを分ける。これを図示したものが、図 5.3 のリスクグラフである。

危害の発生頻度は低く、危害発生を回避できる可能性が大きければ、リスクは小さいと判断できる。逆に、危害の発生頻度が高く、危害発生を回避できる可能性が小さければ、リスクは最も大きい。

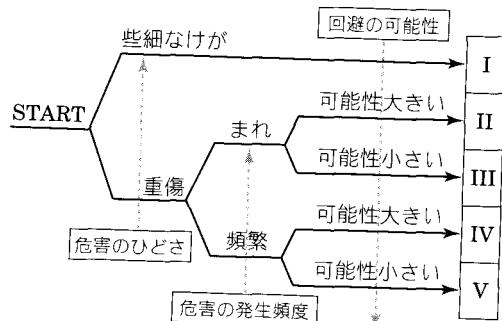


図 5.3 リスクグラフ

ただ、このリスクグラフ法にも、危害がひどい場合に、発生確率は小さく回避の可能性が小さい場合と、発生確率が大きく回避の可能性が大きい場合のリスクはどちらが大きいかは正確には不明であり、どちらのリスクが大きいかは評価する人の主観的判断に頼らざるを得ないという問題がある。マトリックス法と同じ問題がリスクグラフ法でも起きている。

リスクの見積りの問題点

リスクの定義（リスク = 危害の発生確率 × 危害のひどさ）には、安全方策を立てやすいというメリットがある半面、リスクの見積りと評価を人の主観的判断に頼らざるを得ない部分があるという問題がある。

この原因は、リスクが危害の発生確率と危害のひどさという異なる概念の組合せでありながら、リスクと危害の発生確率とひどさの間に有意性のある相関関係が見られないことがある。

例えば、人の身長と体重を組み合わせて“身長重（パワーの大きさ）”という新しい概念を作ったとしよう。“身長が高ければ、体重が重い”，“体重が軽ければ、身長が低い”とは必ずしも言えないが、身長重、身長、体重の間にはある程度の有意性のある相関関係が見える。この相関関係が身長重の概念をとらえやすくしてくれるのであり、概念に客觀性を与えるのである。

ところがリスクの概念の場合は、主に危害のひどさがリスクの大きさを決定しており、危害の発生確率にはリスクの大きさを決定するほどの力がない。すなわち、リスク・危害のひどさ・確率の間に有意性のある相関関係が見られない。危害がひどければリスクが大きいと言えるが、危害の発生確率が高ければリスクが大きいとは必ずしも言えず、危害の発生確率はリスクの大きさを決定する際の補正要素として働くだけである。これが“リスク”という概念を不明確なものにしている原因である。

このリスク概念の不明瞭さが、リスクの見積りや評価の際に、評価者の主観的判断が入り込む原因になっており、同時にリスクの見

積りや評価のための客観的な手法を確立できない原因になっているのである。

表5.7はリスクの見積りをマトリックス順番法で行ったもの（算用数字）と、リスクマトリックス法で行ったもの（ローマ数字）を同じマスに記入したものであるが、例えば、“頻繁×重傷 = V (15)”と“たま×重大 = V (12)”が同じリスクレベル（V）であることを客観的に導き出すことは難しい。また、表5.6の“頻繁×重傷 = V”と“たま×重大 = V”が同じリスクレベルであることを客観的に導き出すことは難しい。順番法で番号を付ける場合でも、付け方に $7 \rightarrow 8$, $11 \rightarrow 12$, $14 \rightarrow 15$ 等に見られるように明確な法則性が見られない。いいかえれば、ランク分けのための順位付けは危害のひどさに重みづけをするなどのリスクを見積もる人の主観的評価に頼らざるを得ない部分がある。これがリスクの見積りの最大の問題であり、課題である。

表5.7 リスクの見積り
(マトリックス順番法・リスクマトリックス法)

危険の発生頻度	まれ 1/数十年 ほとんどない	たま 1/数年 低い	ときどき 数か月 たまに	頻繁 日常 高い
危険のひどさ				
軽微 (赤チン災害)	I (1)	II (2)	II (4)	III (7)
軽傷	II (3)	III (5)	III (9)	IV (11)
重傷	III (6)	IV (10)	IV (13)	V (15)
重大 (死亡他)	IV (8)	V (12)	V (14)	V (16)

(4) リスク評価

リスクは、“リスクが大きい”, “リスクが小さい”, “リスクがない”と表現されるのが一般的であるが、リスクアセスメントの目的は“リスクは受け入れ可能か否か”を評価することにある。しかし、

実際のリスク評価にあたっては、リスクを4, 5段階のランクに分けて評価するのが一般的であり、リスクを低減させる安全方策を選択することと、受け入れ可能なりiskであるか否かの判断を同時に行おうとするものである。

(4.1) ランク分けによるリスク評価

リスク評価にあたってのランク分けは、“許容できない”, “重大な問題あり”, “問題あり”, “許容できる”, “広く受け入れ可能”などと、4, 5段階にするのが普通である。

なお、“許容できる”はときとして、軽微なリスクと表現されることもある。また、“広く受け入れ可能”はときとして、“対策不要”, “些細”などと表現されることがあるが、いずれにしろ、4, 5段階のリスクのランク分けであることには変わりはない。

リスクアセスメントのためだけのリスクの評価であれば、“受け入れ可能”, “受け入れ不可能”的二つのランクがあれば十分であるにもかかわらず、リスクを4, 5段階にランク分けする目的はリスクに対応するための安全方策を選択することにある。

例えば、“許容できない”, “重大な問題あり”と評価されれば、機械設備を本質的安全設計の段階から見直すことが必要とされ、“問題あり”と評価されれば、安全柵などの安全防護を見直す必要があるとするものである。

このようなリスクのランク分けとリスクへの対応の指針をまとめたものが表5.8と表5.9である。

(4.2) リスクアセスメントのリスク評価

リスクアセスメントのためだけのリスク評価であれば、“受け入れ可能”, “受け入れ不可能”的二つのランクがあれば十分であるが、どのようなリスクが受け入れ可能であり、どのようなリスクが受け入れ不可能であるかの基準が明らかになっていなければならない。

表 5.8 マトリックス順番法のランク分けの評価基準の例

ランク	評価点	評価基準	安全対応の指針
A	16~14	許容できない	直ちに中止 設備の構造変更／根本的改善
B	13~11	重大な問題あり	設備の構造の見直し、 または作業方法の改善が必要
C	10~6	問題がある	チョコ停の原因究明 実施可能な安全対策を取る
D	5~2	許容できる	警告表示（使用上の情報） 作業標準に注意を明記
E	1 以下	広く受け入れ可能	対策不要

表 5.9 リスクマトリックス法のランク分けの評価基準の例

ランク	評価基準	安全対応
V	許容できない	本質安全設計による対応 安全防護の実施
IV	重大な問題あり	本質安全設計・安全防護による対応 使用上の情報だけの対応は不可
III	問題がある	安全防護・安全対策による対応 チョコ停の原因究明
II	軽微なリスク (許容可能)	安全管理が必要 使用上の情報による対応も可（警告）
I	些細 (広く受け入れ可能)	安全対策不要

(a) 労働災害の傷害のランクによるリスク評価 労働災害の傷害のランク分けを援用して、受け入れ不可能なリスクと受け入れ可能なリスクに分けることができる。

受け入れ不可能なリスクは明確である。重大災害（死亡、後遺症1~7級の災害、3人以上の死傷）、重傷（身体の一部の切断や骨折などの休業災害、後遺症8~14級の災害）などが受け入れ不可能なリスクであり、死亡災害は受け入れられないリスクの典型である。

5.3 機械安全のリスクアセスメントの手順

また、後遺症の残る休業災害も受け入れられないリスクである。

これに対し、軽傷（不休業災害）、軽微（不休業災害に至らない程度の赤チン災害）などが受け入れ可能なリスクであり、すり傷や切り傷のような軽微な不休業災害、軽微なチョコ停災害なども受け入れ可能なリスクである。

ところが、判断に苦しむリスクがある。回復が可能な休業災害で、手術などの入院治療を必要とする災害と、手術などを必要としない災害について、どのように評価すればよいのかの問題がある。一般的には、入院治療を必要とする災害は受け入れ不可能なリスクと考えるべきであり、入院や手術などを必要としない災害であればギリギリ受け入れ可能と考えてもよいのではないかと考える。

なお、このような判断の根拠はその社会の持つコモンセンス（常識）のようなものであり、国によって、時代によって、その社会の経済状況によって異なる。

(b) 死亡率によるリスク評価 安全の分野には死亡率を比較して“受け入れ可能なリスク”か“受け入れ不可能なリスク”を判断する方法がある。“FAFR率（Fatal Accident Frequency Rate）”，“各種要因別死亡率”などといい、死亡率を比較する方法である。

例えば、労働災害の発生確率をどの程度引き下げたら安全と言えるのかについて、登山などの死亡率、ガンの死亡率、交通事故による死亡率と比較する方法であるが、この考え方は明らかにおかしい。交通事故で死ぬ確率より労働災害で死ぬ確率は小さいから、労働現場は安全であるとは言えないからである。

2006年1月に米国の高官が記者会見で“狂牛病の発生確率は交通事故の発生確率より小さいから米国の牛肉は安全である”と説明したことに日本人は怒った。論理的な根拠のない説明、都合のよい手前勝手な論理ととらえたのである。ガンで死ぬ確率より小さいか

ら安全だと言わても、明日死ぬかも知れないのである。これでは説得力のある説明にはならない。

(c) ALARP の原則によるリスク評価 ALARP の原則とは、As Low As Reasonably Practical の略で、リスクを合理的に実行可能な範囲でできるだけ低減しなければならないとするものであり、先述した図 3.3 (p.69) とほぼ同じ内容のものである。

ALARP の原則の特徴は、死亡事故や身体の一部の切断や骨折などのようにいかなる理由があっても正当化されないリスクを“受け入れ不可能な領域”とし、軽度の火傷やすり傷などを“広く受け入

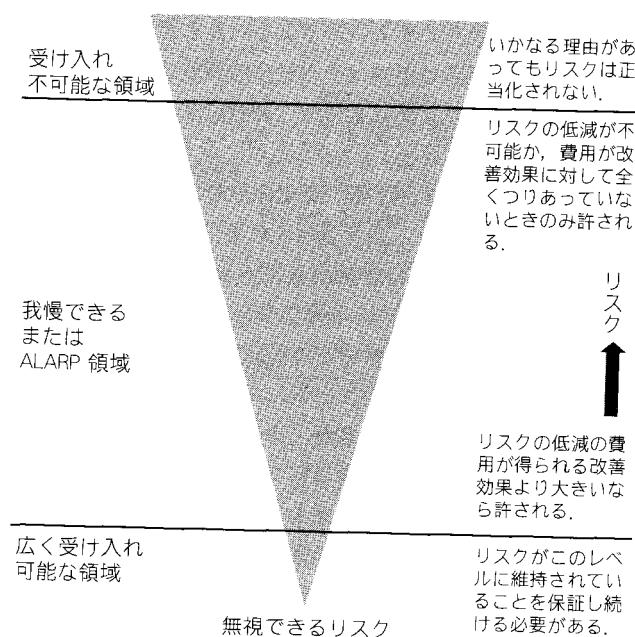


図 5.4 ALARP の原則

れ可能な領域”とし、受け入れ不可能な領域と広く受け入れ可能な領域の間にある領域を“ALARP 領域（受け入れ可能領域）”として、ALARP 領域のリスクをできる限り低減させることを求めていくことがある。

この ALARP 領域の一つの例が“回復可能な休業災害”である。骨折や手術を必要とする災害でも、リスク低減の対策の取りようがない場合やリスクを低減させるための安全方策に膨大な費用が必要とされる場合は、回復可能であれば受け入れ可能なリスクと認めるよう求めている。

これが現時点の ALARP 領域についての考え方であるが、生産現場を守る安全屋は経済性と取引するような考え方にはついていけないと主張している。

(4.3) リスクアセッサーによるリスク評価

“リスクアセッサー”という公的な資格はないが、リスクアセッサー制度を自ら創設して採用している企業がある。公的な資格がないにもかかわらず、リスクアセッサー制度を採用している理由には三つある。一つはリスクアセスメントには専門的な知識、経験、技量などが必要とされると判断したからである。他の一つは社内外に対しリスクアセスメント、リスクマネジメントへの取組みを明確にできるからである。

生産現場に機械設備と作業についてリスクアセスメントを実施できるリスクアセッサーのような資格者がいなければ、安全な設備、安全な作業環境、安全な作業を実現することは難しい。また、不安全行動を見つけ出して、何が問題なのかの説明を明確に行うことができないため、“リスクアセッサー”的な資格制度が必要とされるのである。

(a) リスクアセッサーの役割 リスク探しとリスク評価が主な

業務である。設備・建屋・ヤードなどに潜む危険源、現場作業に潜む危険源を探し出し、リスクを見積もり、リスク評価を行い、リスク低減のためのリスク対策を実行する。

また、生産現場での安全にかかる情報を集約し、現場のトップ工場のトップへ伝達し、工場のトップからの安全方策についての指示を受け取って実行に移すことができるなど、リスクアセッサーを介して生産現場と工場トップを結ぶ安全のための指揮命令系統が生まれることになり、安全を実現する上で大きな力を発揮するものと期待される。

(b) リスクアセッサーの要件 現場を熟知し、作業標準・動作標準・安全指示書などを作成できる能力、機械安全のリスクマネジメント、3ステップメソッドなどについて熟知していることを求められる。特に、危険源探しとWhat-if法やFTA法などのハザード分析についての専門知識や技量が要求される。

5.4 組織運営のリスクアセスメント

これまで機械安全の分野におけるリスクの見積りとリスクの評価について述べてきたが、組織運営、組織のマネジメント分野におけるリスクの見積りとリスクの評価も基本的な考え方は同じである。

組織運営のリスクアセスメントの対象には建物、設備などが含まれているため、建物、設備などについては機械安全のリスクアセスメントを適用し、組織運営については“組織運営のリスクアセスメント”を適用することになる。

(1) 組織運営のリスクアセスメントの特徴

組織運営に潜んでいる危険源も一つではない。先の表4.1に示し

たように、企業などの組織にも様々なリスクがある。

組織や組織運営に潜むリスクを探し出して、リスクを見積もり、リスクが受け入れ可能か否かを評価する。これが“組織運営のリスクアセスメント”である。

(2) 組織運営の“リスク”的定義

“組織運営のリスクアセスメント”的考え方と手順は、機械安全のリスクアセスメントと同じである。ただ、リスクが引き起こす結果(事象)に好ましい結果と好ましくない結果があるため、使用される用語が多少異なる。繰り返しになるが、組織運営のリスクは次のように定義される。

$$\text{リスク} = \text{事象の結果} \times \text{事象の発生確率}$$

(3) リスクアセスメントの手順

“組織運営のリスクアセスメント”では危険源(リスク因子)探しが大変な作業になる。組織運営の場合、業務が生産現場のような繰返し作業ではないため、危険源探しを含めリスク分析は容易ではない。例えば、販売業務の場合、リスクは客先によって異なり、また契約条件によっても異なるなどの問題がある。そのため、すべての危険源を探し出すためのリスク探しの手法の開発が必要になる。

また、リスクアセスメントのためには業務分析が不可欠であり、すべての業務を分析し、標準化していく作業が必要になる。

(4) 危険源探し

組織を運営していくとき、組織のどこにどのようなリスクが潜んでいるかが容易にわからない。そのため、すべての関係者を巻き込

んで、全員でリスク探しをすることが必要である。その仕組みが7.4節(2)で後述する“リスク探しのリスクヘッジシステム”である。

この仕組みの特徴は密告制度とは異なるオープンなシステムにある。組織にたった一人のリスクマネジャーを置き、組織のトップから末端までの全員が探し出したリスクをリスクマネジャーに連絡することで、リスクをヘッジし、報告したリスクが引き起こす損失の責任を問われないようにするシステムである。

(5) リスクの見積り

危害のひどさにあたる“事象の結果”には好ましい結果(プラス)と好ましくない結果(マイナス)の両方の結果がある。プラスの結果は受け入れ可能であり、マイナスの結果は受け入れ可能か不可能かの判断が必要になり、リスクの見積りが必要になる。

機械安全のリスクの場合は危害のひどさと発生確率をマトリックス表示にしてリスクを見積もったが、組織運営のリスクの場合は事象の結果(危害のひどさに相当)にプラスとマイナスがあり、ある確率で異なる結果が出るため、事象の結果の組合せを見積もり、評価する必要がある。

例えば、あるリスクを取る決断をする場合、-10という結果と+5という結果が同じ確率または異なる確率で起こる場合のリスクの見積りをどうするかである。

(a) 同じ確率で結果が起きる場合 事象の結果を利益と損失を大きさで四つのランク(大、中、小、ゼロ)に分けて、マトリックスでリスクを見積もると表5.10のようになる。

(b) 異なる確率で結果が起きる場合 マイナスの結果(損失)が起きる確率とプラスの結果(利益)が起きる確率が異なる場合は、

表5.10

事象の結果のリスクの見積り(I) 例: 加算法				
利益の大きさ	ゼロ	小	中	大
損失の大きさ				
ゼロ	±0	+1	+2	+3
小	-1	±0	+1	+2
中	-2	-1	±0	+1
大	-3	-2	-1	±0

※同じ確率で利益と損失が発生する場合。

事象の結果を利益と損失を大きさで四つのランク(大、中、小、ゼロ)に分けて、マトリックスでリスクを見積もると、表5.11のようになる。

プラスの結果とマイナスの結果が同じ確率で発生するのであれば、利益と損失のマトリックスによる見積りに影響を与えないもの、特別な配慮はいらない。

問題はプラスの結果とマイナスの結果の発生確率が異なる場合であるが、この場合は、表5.11のように発生確率を要素として加えた上で、マトリックスの表を加算法で作成すれば、リスクの見積り

表5.11

事象の結果のリスクの見積り(II) 例: 加算法					
利益の大きさ / 確率 30%	ゼロ	小	中	大	
損失の大きさ / 確率 50%					
ゼロ	±0	+1	+2	+3	
小	-1	-0.5	-0.2	+0.1	+0.4
中	-2	-1	-0.7	-0.4	-0.1
大	-3	-1.5	-1.2	-0.9	-0.6

となる。

(6) 組織運営のリスク評価

評価するリスクには経済的なリスクばかりではなく、政治的リスク、社会的リスクなどの様々なリスクがあり、経済的リスクであれば定量化は比較的容易であるが、政治的リスクや社会的リスクの定量化は難しい。しかし、このようなリスクであっても、リスクをランク分けすることによってリスクの見積り・評価が可能になる。

例えば、上述した事象の結果のリスクの見積り(I)（表5.10）、事象の結果のリスクの見積り(II)（表5.11）は、社会的・政治的リスクの見積りにも適用できる。

また、リスクアセスメントの目的は受け入れ可能なリスクか、受け入れられないリスクかを評価することにあるが、リスク対策を検討するためにはリスクを何段階かにレベル分けして評価する方法が取られる。その一例が表5.12のリスク評価のランク分けである。

なお、ランク分けの場合、受け入れ可能なリスクを表5.12のA～Dまでとするか、A～Cまでとするかは、評価対象の状況を勘案して評価することになるが、そこには評価者の主観による判断が入ることになる。

表5.12

評価ランク	評価基準	リスク対応の指針（検討順位）
A	利益 大	保有
B	利益 小	保有
C	ゼロ	保有
D	損失 小	①最適化、②軽減、③移転、④保有
E	損失 大	①回避、②軽減・最適化、③移転

第6章 リスク対策

受け入れ不可能なリスクは、リスクを解消するか低減して安全を実現しなければならない。そのための方策が機械安全のISO 12100-1, -2に示されている“3ステップメソッド”であり、組織運営のISO/IEC Guide 73に示されているリスクコントロール（回避・最適化・移転・保有）である。

6.1 機械安全のリスク対策

“3ステップメソッド”が具体的にどのような安全技術から構成されているかはISO 12100-1, -2（JIS B 9700-1, -2）に詳しいので、ここでは“3ステップメソッド”的基本概念と安全方策の要件について述べることにする。

(1) 3ステップメソッド

(1.1) 3ステップメソッドの構成

3ステップメソッドは機械の安全を実現するために、設計者が実施すべき安全方策とその手順を定めたものであり、①本質的安全設計、②安全防護・付加保護方策、③使用上の情報からなり、この①②③の順に従って実施することを要求している。

(1.2) 3ステップメソッドの安全技術

(a) 本質的安全設計 危険源を除去すること、危害の発生確率とひどさを低減させることが本質的安全設計の目的である。例えば、

製品のとがった角は危険源である。面取りをすれば人を傷つけることはなくなる。自動回転ドアのドアと床面とのすき間やドアと外枠とのすき間をできる限り小さくすることで挟み込みの危害の発生確率を減らすことができる。このような物理的な対応にも本質的安全設計がある。さらに、自動回転ドアのドアを軽くし、回転する推力を小さくすることで、人に与える衝撃力は小さくなり、危害も小さくなる。このような設備の軽量化、スリム化、低速低推力化も本質安全設計の一例である。

(b) 安全防護策 本質的安全設計の実施後、残っているリスクが受け入れ可能なリスクになるように安全防護で対応する。代表的なものには安全柵、検知保護設備、安全装置がある。なお、安全柵や検知保護設備の設計に当たっては、生産現場で実際にどのような作業が行われるのかを明らかにする必要があるため、機械メーカーと使用者との間で連携が不可欠である。

① 安全柵：隔離の安全原則による安全の実現であり、この代表的なものが安全柵である。安全柵にはインターロック付き、

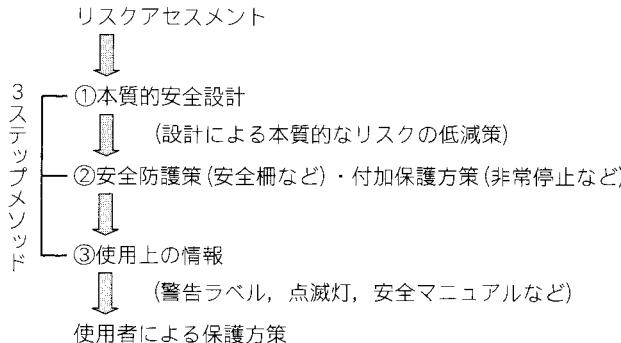


図 6.1 機械安全の 3 ステップメソッド

<3ステップメソッドの思想—ライオンを危険源として考える>

危害発生メカニズムの危険源を思い出そう。危険源がオスの大きなライオンであり、機械の中に危険源として潜んでいる。

① 本質的安全設計

危険源はライオンである。3ステップメソッドは最初に本質的安全設計で安全を実現するように要求している。ライオンを機械から追い出せば安全になる。または、ライオンに魔法をかけて子供のライオンに変えることができれば、危険源を本質的に安全にすることができる。

② 安全防護・付加保護方策

本質的安全設計で十分に安全にならなかった場合、ライオンを檻の中に入れてしまうか、ライオンが近づいたらライオンを麻酔銃で眠らせる安全装置を準備する。これが安全防護である。また、万が一、ライオンが人を襲ってきたときに備えて、人が逃げ込むシェルターやライオンを撃退する麻酔銃を持った狙撃手を準備する。これが非常停止である。

③ 使用上の情報

本質的安全設計、安全防護・付加保護方策によってライオン対策を取った後、“ライオンに注意！”と書いた標識を準備する。これによって、人に危険源を知らせることができる。

3ステップメソッドの仕組み

この三つのステップでライオンが潜んでいても安全を実現できることになる。しかし、これで万全というわけではない。そこで、防護服やヘルメットの着用を呼びかけ、襲われたときのために避難訓練や撃退訓練を行う。

ここにあげた“本質的安全設計→安全防護・付加保護方策→使用上の情報”の三つの安全のためのステップが3ステップメソッドである。

施錠式、安全柵に接触があると警報で知らせるものなどがある。

- (2) 検知保護設備：光カーテン、レーザ・スキャナー、トリップバー、トリップワイヤ、圧力検知マットなどの検知器によって、人が危険区域に接近し危険源にさらされることを検知すると、動力供給を遮断して安全を実現する。
- (3) 安全装置：機械を基礎に固定するアンカーボルト、機械的ストッパーなども安全装置の一種である。圧力や温度を制限する安全弁などの装置、加速度や減速度の制限装置、転倒境界の警報装置、ガス監視装置なども安全装置である。

(c) 付加保護方策 緊急避難対策である。3ステップメソッドは未然防止を目的としているが、付加保護方策は、非常停止、反転機能、回避操作などのクライシス対応である。例えば、自動回転ドアに人が挟まれるとタッチセンサが反応して自動回転ドアに急ブレーキをかける。ところが、非常停止させるだけではかえって危険なため、非常起動などでドアを反転させる機能を持たせる。これが回避操作である。

非常停止ボタン

非常停止ボタンには二つの問題がある。一つは非常停止ボタンを押しても、非常停止しないことが起きる。強制離脱機構をもたない非常停止ボタンが接点融着を起こして働かなくなるために起こる問題である。もう一つの問題は非常停止ボタンを押すタイミングにある。非常停止ボタンを押したにもかかわらず事故が起きると“遅い！”と叱られる。事故が起きなからしたら、“なんで押した！”と叱られる。これでは誰も非常ボタンを押さなくなる。安全を実現するためには、非常停止ボタンを押したからといって、叱ってはならない。

(d) 使用上の情報 本質的安全設計、安全防護・付加保護方策を施した後は、すべての危険源にかかるリスクは受け入れ可能なりiskにならなければならない。そして、どこにどのようなリスク（受け入れ可能なリスク）が残っているかを知らせるのが“使用上の情報（警告標示、標識、警報、点滅灯、安全マニュアル・附属文書など）”である。なお、使用上の情報で残っているリスクを機械の使用者に伝えたからといってリスクは減少しない。これが“使用上の情報”的特徴である。

(e) 使用者による保護方策 使用上の情報によって伝えられたリスク（受け入れ可能なリスク）を低減させるために、使用者のための安全教育、ヘルメット、保護めがね、安全靴、手袋などの保護具の着用などの保護方策が取られる。使用者が保護具を付けるなどの適切な保護方策をとれば、“受け入れ可能なリスク”を“広く受け入れ可能なリスク”にまで低減させることができる。これが使用者による保護方策の特徴である。

(f) 3ステップメソッドとリスク 上記の3ステップメソッドを図式化し、各ステップごとにどのようにリスクが減っていくかを図6.2に示す。

(g) 監視員の配備 本質的安全設計、安全防護策、使用上の情報、使用者による保護方策を実施することに努めたにもかかわらず、自動回転ドアのように安全を実現できない場合がある。このような場合には、監視員の配備を要求する場合がある。

(2) 安全方策の要件

安全技術の中には人を裏切る見せかけの安全技術がある。そのようなニセの安全技術を峻別するための要件が安全方策には必要である。

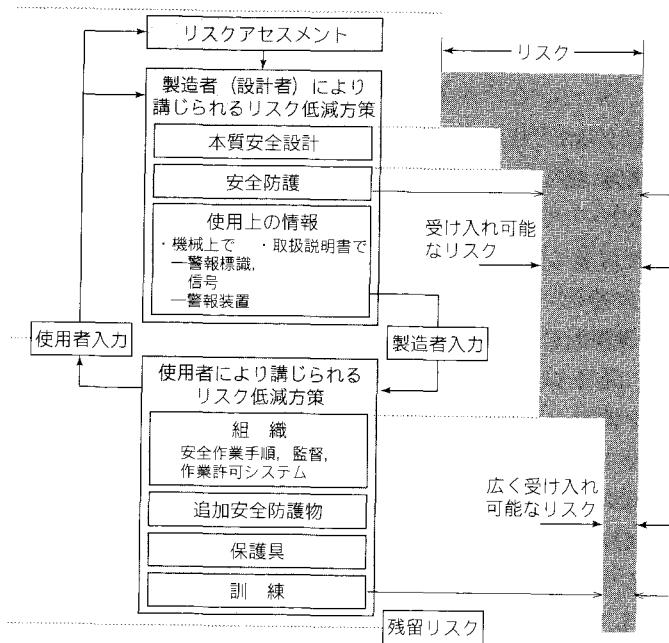


図 6.2 (ISO 12100-1 の図 1 をもとに作成)

(2.1) 論理的根拠

論理的根拠が明らかであることが、安全方策には必要である。

(a) 危険源の除去または隔離 安全方策は危険源を除去するか、危険源から人を隔離するものでなければならない。財産や環境についても、危険源にさらされないようにする方策が真の安全方策である。(隔離の安全原則)

(b) 頻度とひどさの低減 リスクとは危害の発生頻度・確率とひどさの組合せであるため、リスクを受け入れ可能なリスクにまで低減させるためには次の三つの方策がある。

- ① 危害の発生頻度・発生確率を下げる。
- ② 危害のひどさを下げる。
- ③ 危害の発生頻度・発生確率とひどさの両方を下げる。

(2.2) 証明された安全技術

安全技術は立証された技術でなければならない。安全技術として十分な実績があったとしても、立証されていない技術は安全だと言えないことがある。また、安全技術はいかなる状況にあっても安全にならなければならない。当然のことであるが、安全技術は人を裏切ってはならない。

欧州の CE マーキング制度は安全を立証することにこだわった制度である。CE マーキングは、製品が安全規格に適合していることを示すマークであり、製品上にこのマークがなければ EU 域内の流通は認められない。その製品に求められる規格を守っており、CE マーキングを貼り付けてもよい旨を証明しなければならない。

人をだます安全技術

安全にだまされる 補修のために、元電源のスイッチを切って安全柵を開けて中に入ろうとしたとき、“安全ランプが青になっているからといって、安心するな。電流が流れていることがある”と声が掛かったという。電源を落としたはずなのに、電気が流れていた。青ランプを信じて作業していたら感電していたところだ。このように、証明されていない安全技術は人をだますことがある。

安全と関係ない安全技術 オートロックの玄関だから防犯面で安全であると説明されることがある。しかし、オートロックシステムは不審者の進入を防ぐシステムではない。住民を認識して開け閉めするだけのシステムである。したがって、このシステムを安全であると主張できる根拠はどこにもない。

6.2 組織運営のリスク対策

組織運営のリスクが引き起こす結果には、プラス側の好ましい結果（利益）とマイナス側の好ましくない結果（損失）の両方がある。このため、組織運営のリスク対策は、回避、低減、最適化、移転、保有などのリスクコントロールになる。

(1) リスクコントロール

組織運営では様々な意思決定がなされるが、意思決定には常にリスクが潜んでいる。“新規事業への進出”，“新会社の設立・起業”，“新商品開発”，“技術の導入”，“企業買収”，“設備の新設”などがある。また，“設備投資”，“外貨予約”，“難工事の受注”，“新卒の採用”，“事務所の移転”，“予算の作成”，“商品の瑕疵とPL訴訟”など、企業としての通常の活動にもやはりリスクが潜んでいる。さらに、最近では“コンプライアンス”，“セクシャルハラスメント”，“情報漏えい”，“特許権侵害”，“CSと苦情対応”などの新たなリスク要因が加わってきた。これらのリスクはいずれもISO/IEC Guide 73が対象とするリスクである。

(1.1) リスクの回避 (risk avoidance)

リスクのある状況に巻き込まれないようにすることであり、リスク因子から組織と人を引き離すことである。好ましくない結果を引き起こさないための未然防止のための対策が中心となる。

(1.2) リスクの最適化 (risk optimization)

リスクに損失と利益の両方を引き起こす可能性があることに着目し、リスクが引き起こす好ましくない結果とその発生確率を最小化し、好ましい結果とその発生確率を最大化することで、損失のリスクを解消し、利益を期待すること。

(1.3) リスクの低減 (risk reduction)

リスクが引き起こす損失を低減するか、損失が発生する確率を引き下げるか、または損失の低減と発生確率の引き下げの両方を行う対応策である。

(1.4) リスクの保有 (risk retention)

リスクの保有は、リスクが引き起こす損失を負担し、リスクが引き起こす利益を受け取ることである。いいかえれば、リスクが引き起こす損失と利益を誰とも共有しないことである。

[※ リスクの保有とは英語では risk retention であり、リスクの受容が risk acceptance である。リスクの受容とは、リスク対応策（低減、回避、最適化、移転、保有）などによって受け入れ可能になったりリスクを受け入れることである。]

(1.5) リスクの移転 (risk transfer)

契約などによって、リスクが引き起こす結果（損失と利益）を他者に移すことである。例えば、責任施工ベースの外注契約、損害保険・生命保険などの保険契約、共同企業体の設立などがリスクの移転である。

- 注 1. 外注契約や保険契約によってリスクを移転させても、危険源およびリスク因子は移転しないで残っており、製造物責任（PL）などから逃れられない。
2. 保険契約によるリスクの移転にはコストが必要であり、外注契約によるリスクの移転では期待できる利益も移転してしまう。にもかかわらず、製造物責任のような主契約者としてのリスクは移転しないで残る。このように考えると、移転させる範囲はできるだけ小さい方が好ましい。
3. 保険契約では危険源とリスク因子は明らかに移転せずに残っているため、保険契約の性格は単なる損失補てんである。

(2) リスクコントロールの適用

図6.3に示すように、リスクが引き起こす損失と利益の大きさとリスクの種類や状況によって、適用されるリスクコントロールの方策が決定される。

例えば、最近問題になっているコンプライアンスを例にとると、対応の基本は“リスクの回避”である。いかにしてコンプライアンスにかかわる問題を引き起こさないようにするかが重要であり、内部通報制度や相互牽制システムとチェック機構を設けることなどが具体的な回避策である。さらに、役員や職員他の関係者に対してコンプライアンス教育を行い、同時に誓約書や宣誓書の提出を求ることで“リスクの低減”を図ることになる。内部通報制度、教育、宣誓書などはコンプライアンス問題が起きた場合、組織として適切な対応を取っていたことを証明し、社会的信用や評価の下落などを防ぐための“リスクの低減”対策として有効である。なお、コンプライアンス問題ではリスクの最適化策、リスクの移転策は取ることができない。

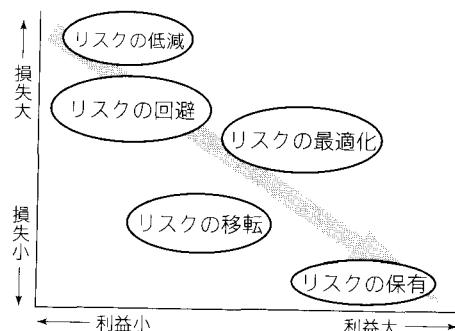


図6.3 リスクコントロールの適用

(3) 組織運営のリスク対策の特徴

危険源除去、リスク低減、危険源隔離は機械安全の安全方策である3ステップメソッドの基本原則であるが、組織運営のリスク対策であるリスクコントロールにも共通するものである。機械安全であろうが組織運営であろうが、安全（受け入れ不可能なリスクのない状態）を実現するための基本的な考え方は同じである。

ただ、3ステップメソッドはリスクが常に好ましくない結果だけを引き起こすため、確実にリスクを減らす方策になっているのに対し、リスクコントロールはリスクが好ましい結果と好ましくない結果の両方を引き起こすため、リスクをコントロールしようとする性格が強い。

なお、3ステップメソッドとリスクコントロールの対応策の対比を表6.1に示す。

(4) 組織運営のリスク対策と事例

組織運営のリスクへの対応方策にはリスクの回避、低減、最適化、保有、移転の五つの対策があるが、機械安全の非常停止に相当するような物理的・強制的な機能がない。

また、五つの対応策のどれを選択するかについての優先順位や対応手順が明確に決まっているわけではない。この点が機械安全の3ステップメソッドと大きく異なる。いいかえれば、リスクへの対応にあたっては、リスクの種類や状況を判断して五つの対策のどれを選択するかを決定することになる。

(4.1) リスクの低減の事例

リスクが主にマイナス側の結果である損失を引き起こすと予想される場合の対策である。

表 6.1 二つのリスク対応策

リスクコントロール (ISO/IEC Guide 73)	3ステップメソッド (ISO/IEC Guide 51)	備 考
リスクの低減	■■■	本質的安全設計 リスクの低減
リスクの回避 ※非常停止なし	■■■	安全防護 隔離の安全原則
		付加保護方策 回避・非常停止
		使用上の情報
		使用者による保護 方策
リスクの最適化	■■■	ISO/IEC Guide 73 の独特のリスク対 策
リスクの移転	■■■	同上
リスクの保有	■■■	同上

1) 契約交渉によるリスクの低減 売買交渉における価格、納期、品質や仕様、検収条件、保証期間、支払い条件などはリスクであるため、契約者の条件に適合するように交渉して決定することがリスクの低減である。例えば、買い手にとっては保証期間を長く決めることがリスクの低減であり、売り手にとっては短く決めることがリスクの低減である。

2) 合併方式によるリスクの低減 新規事業への単独参入はリスクが大きいと判断する場合、パートナーを探して合併会社を設立して共同で参入する方式を取る。事業のリスクを低減する方策である。

(※ 目的が参入にあるのでリスクの移転ではない。)

3) 技術導入によるリスクの低減 技術開発にはリスクがある。開発成功が約束されているわけではなく、人と時間と費用がかかる。

このため、他社から技術を買い入れて、技術を導入する方策を取ることがある。“金で時間を買う”などと表現されるが、これはリスクの低減策である。

4) インターンシップによるリスクの低減 大学卒業予定者を入社が内定している企業に研修生として送り出すインターン制度は、大学生にとっては自分の選択が間違っていないか、仕事は自分にあっているなどを確認できるよい機会である。また、企業にとっても採用内定者的人格や能力を見るよい機会になる。大学生と企業にとって、この制度はリスクを低減する効果を持っている。

(4.2) リスクの回避の事例

リスクが主にマイナス側の結果である損失を引き起こすと予想される場合の対策であり、損失を低減する有効な方策がない場合に取られるリスク対策である。

1) スキミングのリスクの回避 外国でホテルの宿泊代金を支払うとき、クレジットカードは使わない方がよいとアドバイスを受けた。理由はカードをスキミングされるとか、信じられない金額の請求書がくることがあるからという。とても真実とは思えない情報であるが、とりあえずアドバイスに従って現金で支払うこととした。“リスクの回避”である。

2) ギャンブルや投機のリスクの回避 ギャンブルにはリスクがある。損失を避けるにはギャンブルに手を出さない、巻き込まれないことである。競馬でも株取引でも同じである。安全を実現する最も確実な方法は“君子、危うきに近寄らず”である。

3) 審議委員会への責任ヘッジ 行政の政策決定、道路・橋梁建設などでは委員会が設置され、委員会で方針決定するケースが多い。これは行政が委員会に責任転嫁するリスクの回避の事例である。同じような委員会の仕組みを大学入試のために準備すれば、出題ミス

や採点ミスの責任を委員会にヘッジできるため、学長や学部長は責任を回避できる。

4) 契約書の裏面約款はリスクの回避 売買契約書や工事請負契約書の裏側に印刷された約款は、キャンセル条件、損害賠償、製造物責任などについて、契約書を発行する会社のリスクを回避する目的で準備されている。契約書を受け取る側は契約書の裏面約款によって相手からリスクをヘッジしていることを認識して、約款を修正する交渉を行う必要がある。交渉しなければ、リスクを回避できない。

(4.3) リスクの最適化の事例

リスクが引き起こす損失と利益がバランスしている場合、リスクへの対策によっては利益が損失を上回る可能性がある場合に取られる対策である。

1) 安全への投資によるリスクの最適化 生産現場では、危害が発生すると生産が減少し、品質に悪影響が出るリスクを抱えている。一方、生産（コスト）・品質・安全には有意性のある相関関係があるため、労働災害が引き起こす損失と生産の減少・品質不良が引き起こす損失に見合った安全への投資を継続すれば、労働災害が減少し、生産と品質に好ましい結果が出る可能性がある。これが安全への投資によるリスクの最適化である。

2) ポートフォリオ戦略によるリスクの最適化 株式投資などのポートフォリオ戦略などが“リスクの最適化”的典型的な例である。景気動向による株価の動きが異なるものを複数集めて予想される利益と損失をバランスさせ、その上で常に一定の利益を得ようとするリスクへの対策である。

3) 輸出入のバランスによるリスクの最適化 輸出金額に見合うだけの原材料を輸入することで、製品輸出の代金回収における通貨

の変動のリスクを解消できる。外貨収支バランスによるリスクの最適化である。

4) 相殺勘定によるリスクの最適化 企業間の売り買いバランスを取ることは、リスク対応策としても有効である。一つは売掛債権のリスクを買掛債務で解消できるリスクの最適化である。他一つは代金決済が相殺勘定になるため、銀行手数料の支払いを減少できる。これもリスクの最適化である。

(4.4) リスクの保有の事例

リスクが十分に小さい場合、体力を勘案して十分に受け入れ可能と判断できる場合に取られるリスクへの対策である。ただし、期待される利益の大きさによって、リスクの保有を決定してはならない。

1) 売買交渉におけるリスクの保有 新規の取引先との売買交渉において、取引先の支払い条件を受け入れることは、代金回収のリスクを保有することである。

2) 増産計画におけるリスクの保有 工場の増産に対応すべく計画を組んでいくと、要員を増やすか残業を増やす必要が出てきた。要員を増やさないと、労働問題が起きる。要員を増やすと恒常的な支出増加につながる。結局、残業を前提とする計画を採用したが、万が一のときは労働問題が起きる。

3) 投資のリスクの保有 新規事業への出資を依頼された。新規事業の成功確率は大きくないが、現在の取引を維持することを目的に、出資に応じた。

(4.5) リスクの移転の事例

リスクが主にマイナス側の結果である損失を引き起こすと予想される場合の対策である。

1) 保険によるリスクの移転 工場火災などのリスクを、火災保険や損害保険を契約することで移転させる。輸出の代金回収のリス

クを、輸出保険を契約することで移転させる。

2) 外注・請負契約によるリスクの移転 建設工事などでは責任施工による外注委託契約が一般的である。このため、困難で危険な工事を外注契約することで工事にかかわるほとんどのリスクを外注先へ移転させることができる。

6.3 リスク対策と安全

組織運営のリスクマネジメントには“リスクを取る”という言葉があるが、機械安全には“リスクを取る”という言葉はない。そればかりか、機械安全のISO規格は“安全”という言葉の使用を避けようとしている。

(1) リスクを取る

リスクには“リスクを取れるリスク”と“リスクを取れないリスク”がある。“リスクを取れるリスク”とは、経済的な損失や利益にかかわるリスクなどであり、ほとんどの場合が取り返しのつくりリスクである。

これに対し、“リスクを取れないリスク”とは、かけがえのない存在である人や環境に対する危害や被害である。重要文化財などへの損害もそうである。かけがえのない人や環境へのダメージは取り返しがつかない。失ったものは永遠に返ってこない。

(2) 安全という言葉

ISO規格では“安全”という言葉の使用をできるだけ避けている。安全は相対的に安全なだけで、絶対的な安全を実現できない。にもかかわらず、安全という言葉を使うと、人をだますことになる。

人をだます安全ほど恐ろしいものはないと考えて、ISO規格は“安全”という言葉の使用を避けている。

ISO規格のこのような考え方は、“安全”という言葉は、安全が証明できているときにだけ使用が許される”と考えているのと同じである。いいかえれば、“安全”とはかけがえのない存在を守るためにの言葉であり、リスクを取ることができない世界にだけ“安全”という言葉が存在する。