

2023年9月・2024年4月入学試験

大学院創造理工学研究科修士課程

総合機械工学専攻

専門科目表紙（専門共通科目）

◎問題用紙が 3 ページあることを試験開始直後に確認してください。

◎解答用紙が 1 枚綴りが 1 組あることを試験開始直後に確認してください。

注意事項（Notice for Examinees）

解答方法（How to Answer）

解答は解答用紙のおもて面に記入すること。裏面の記入は採点対象としない。

(You should write the answers to the front(printed) side of the sheet. If you write the reverse side of the sheet, that could not be evaluated.)

2023年9月・2024年4月入学試験問題

大学院創造理工学研究科修士課程総合機械工学専攻

科目名： 小論文

問題番号 1

以下（（社）日本機械学会誌，Vol.125，No.1243，pp12-16，2022より抜粋 原文のまま）を読んで設問に答えなさい。

機械技術者のリスク管理

向殿 政男

まえがき

機械技術者にかかわるリスクには、実は二つの面があることを忘れてはならない。一つは、他者に与えるリスクであり、もう一つは、自分自身に降りかかるリスクである。ここで、他者とは、機械技術者が関係した機械設備を直接使用する利用者、導入して事業を行っている企業であり、さらに機械設備をインフラとして利用している一般の人や社会のことである。一方、自分自身に振りかかるリスクとは、他者に与えるリスクが顕在化して危害が発生した場合の責任である。本稿では、安全に関する常識を確認した後に、国際安全規格や労働安全衛生法に見る機械技術者の責任について解説し、機械技術者のものづくりにおけるリスク管理について概観する。最後に、新しい技術が出てきた場合の安全に関する機械技術者の役割と責任について述べる。

安全の常識

機械技術者にとって必要最低限としての安全の常識を、ものづくりを念頭に、整理しておこう。安全は、リスクを経由して定義され、リスクは危害の頻度とひどさによって定義される。危害とは、守るべき対象とそれを脅かす危険源に関係していて、守るべき対象に危険源によって生ずる可能性のある傷害や損害などのことである。＜略＞

注目すべきことは、安全は「許容不可能なリスクがないこと」すなわち、安全とは「許容可能なリスクしか残っていない」状態を意味していることである。＜略＞

国際安全規格に見る機械技術者の役割と責任

＜略＞。リスクアセスメントとは、事故の未然防止を目的に、機械設備を安全に設計するための手順である。＜略＞最初に設計・製造しようとする機械設備の使用条件、例えば、誰が使うのか、寿命は、使用環境は、等々を明確にしなければならない。＜略＞次に、設計しようとしている機械設備に存在する危害を及ぼすと想定されるすべての危険源を見出す。次にその危険源ごとにそのリスクの大きさ、すなわちその危険源が原因で発生し危害の頻度とひどさを見積もる。そして、その頻度とひどさの組み合わせからリスクの大きさを評価する。評価した結果、そのリスクが小さくて許容可能なリスクを達成されていれば、すなわちリスクが適切に低減されたとすれば、その危険源については安全であるとする。もし達していなかったならば、リスク低減策を施して、再度、この手順を繰り返す。すべての危険源について、許容可能なリスクが達成されたならば、その機械設備は安全であるとして、設計してよろしい、製造してよろしい、使用してよろしい、ということになる。そして、施した対応の過程を文章として残しておくことが要請される。このように、リスクアセスメントとは、＜略＞事故が起きてから原因をつぶしていく再発防止とは根本的に異なっている。＜略＞

次に、スリー・ステップ・メソッド＜略＞について説明しよう。安全な機械設備を設計・製造するには、まず、本体そのものを安全に設計せよというのが、ステップ1の本質的安全設計である。すなわち、危険源を（ a ）したり、事故が起きた時の（ b ）を小さくするために機械のエネルギーをできるだけ小さくしたり、修理のために（ c ）と機械設備が一緒にならなくて済むように信頼性高く作ったりすることである。次に、それでも残っているリスクに対して、＜略＞ステップ2の安全防護策であ

2023年9月・2024年4月入学試験問題

大学院創造理工学研究科修士課程総合機械工学専攻

科目名： 小論文

る。それでも残ったリスクに対しては、ステップ3の使用上の情報として、正しい使用法や注意事項などを使用者に提供し、使用者自身に安全の確保をゆだねることである。＜略＞

国際安全規格は、安全な機械設備を設計・製造して使用者の安全を守る“他の人のリスク管理”のためであるのは事実であるが、実は、設計者自身のリスク管理にもなっている。それは、明示的には記述されていないが、国際安全規格に従い設計したならば、それ以降に起きる事故に関しては、責任を負う必要はないということを目指しているのである。リスクアセスメントの過程を文書で残しておくとは、やるべきことをやったという証拠とすることを意識してのことでもある。このように、国際安全規格は、他人のリスクだけでなく、機械技術者自身のリスクの管理も対象としていると考えるべきである。

機械技術者のリスク管理における役割と責任について

ここで機械技術者のリスク管理における役割と責任の考え方について要約しておこう。機械技術者のリスク管理とは、危ない機械設備を作らないという他人に対するリスクの管理であり、かつ、そのために設計の段階からやるべきことをやっておくという安全の責任に関する機械技術者自身のためのリスクの管理である。ここで、安全の責任とは、事前にどれだけ危険源を想定して、どこまで安全の方策を施したかという事前の責任である。基本的には、未然防止に対する責任であって、事故が起きた後の結果責任ではないはずである。一方、どのような機械設備であっても、リスクゼロはあり得ない。残留するリスクの大きさをもって、価値判断のもとに、安全である、安全でないということを決定することになる。そこには、ゼロにならないリスクをどこまで下げたら安全といえるのかという問題が生ずる。その答えが、前述したように「許容不可能なリスクが存在しないこと」という安全の定義である。＜略＞

一般的に、人命にかかわるような機械設備に関しては、前もって安全を判定するための仕様に基づく安全基準や安全規格（仕様基準）によって決められている場合が多い。このような場合には、機械技術者はそれを満たすように設計・製造することになる。しかし、構造的、確定論的に決められている仕様基準の代わりに、最近では、あるべき姿を定性的に定めたりするいわゆる性能基準などに基づく形に変わりつつある。＜略＞

また、リスクがゼロにならない以上、最終的に安全の確保を使用者に委ねざるを得ないので、使用者にどのようなリスクが残留しているかの情報を提供するのにも機械技術者としての役割である。

機械技術者が事前にやるべきことをやっても、リスクがゼロでない以上、事故は起こり得て、事故が起これば被害者が発生する。その場合の責任はどうするのか、被害者に対する補償はどうするのか、という問題が現実には存在する。国際安全規格での考え方は、機械技術者が事前にやるべきことをやったら、責任は設計者にはさかのぼらないという考え方であると述べた。その背景には、責任追求ではなく原因を探究して再発防止につとめることを優先し、被害者に対しては二度と同じような事故を起こさないことを誓うと共に、被害に関しては保険で補償するという考え方が基本にあると考えられる。したがって、多くの人が使う危険を伴う機械設備に関しては、許容可能なリスクレベルの決定に、保険関係者が参加することが望ましい。

新しい技術にまつわる責任問題

新しい技術に対して、社会はどのようなレベルに達したら利用を認めるのかという点で、最も大事なものは、安全に関する面である。過去に多く使われ、事故の経験もある機械設備の場合には、時間をかけて自然に許容可能なリスクレベルが決まってくる場合が多い。一般の消費者製品であれば、安全基準は存在していなくても、消費者期待基準として、自ら決まってくるものである。しかし、新しい技術に対しては、事故例も少なく、どの程度安全かの実績もないので、通常、新しい技術の導入に対しては、不安のため、保守的になる傾向がある。安全化が可能な良い技術であっても、市場への導入の機会を失する可能性が多々ある。こういう時にこそ、機械技術者の活躍の場であろう。リスクアセスメントに基づき、許容可能なリスクをステークホルダーの合意の下で決め、それを広く情報開示する役割である。

現在、AI（人工知能）、IoT、画像処理、ビッグデータ、ロボットなどの新しい最近のICTに関する技

2023年9月・2024年4月入学試験問題

大学院創造理工学研究科修士課程総合機械工学専攻

科目名： _____ 小論文 _____

術を安全機能の発揮そのものに適用する Safety 2.0<略>が提案されている。この Safety 2.0 を用いることで、モノ、環境、人間がデジタル情報を共有して、協調しながら全体的な安全を実現するという協調安全<略>という新しい安全の考え方が提案されている。これらの技術は、これまで機械と人間が一緒になって仕事をするしかなかった安全の分野、例えば、建築・土木や農業、介護福祉などの分野での安全確保に盛んに使い始められている。自動車の自動運転は、Safety 2.0 の技術を用いた協調安全の典型例であろう。

自動車の自動運転が実現すれば、運転者の過失に起因する事故が例えば 1/10 以下に減少すると予想されても、人がいないのは心配であるとか、事故が起きた時の責任問題が明確でないとかの理由で新しい技術の導入をためらうのは、合理的なのであろうか。<略>

以上。

[設問]

1. 下線部のリスクアセスメントとはどのような考え方か。詳しく説明せよ。
2. 下線部の(a), (b), (c) に入る言葉を記載せよ。
3. 下線部のステップ2の安全防護策としてどのようなことが考えられるか。2つ記載せよ。
4. 性能基準の場合に機械技術者に求められることを100字以内で簡潔に述べよ。
5. なぜ、保険関係者が参加することが望ましいと考えられるのか。180字以内で述べよ。
6. 合理的なのであろうか。とあるが、筆者は、自動車の自動運転を社会に導入するためには、どのような課題があり、技術者はどのようにしていくことが必要と考えているのか。200字程度で述べよ。

