

ヒューマンファクターズ基本概念理解の重要性

『なぜ、人は誰でも間違えるのか？』

(株)安全マネジメント研究所
代表取締役 所長
工学博士 石橋 明*

小誌では、今まで車両系建設機械・荷役運搬機械に起因する数多くの災害事例を紹介してきましたが、その発生要因として、運転員・作業員等の間違い、勘違い、近道行為、横着行為といった人為的な要素が大きく占めています。

そこで、「何故そのようなヒューマンエラーが起き、また繰り返されるのか？」といったことから「どうやれば予防できるか」といったことまで、今回から『ヒューマンファクターシリーズ』と題して(株)安全マネジメント研究所の石橋所長に10回シリーズで分かりやすく解説していただくことにしました。

これを参考にして頂き、労働災害の低減及び整備・検査作業の品質の向上に役立ててください。

1. はじめに

建設荷役車両分野で活躍されている皆さんは、特殊機材を操作するプロフェッショナルとして夫々の国家資格を保持して専門性の高い作業に従事しています。

そのため、日頃専門技術の錬磨に余念がなく、技量と知識に自信をもって任務を遂行されていると思います。

しかし、現場で起こっている事故やインシデントを詳しく調べてみますと、機械の欠陥や故障など設備上の欠陥、あるいは機材の操作や知識など作業側側の技術的な問題だけが

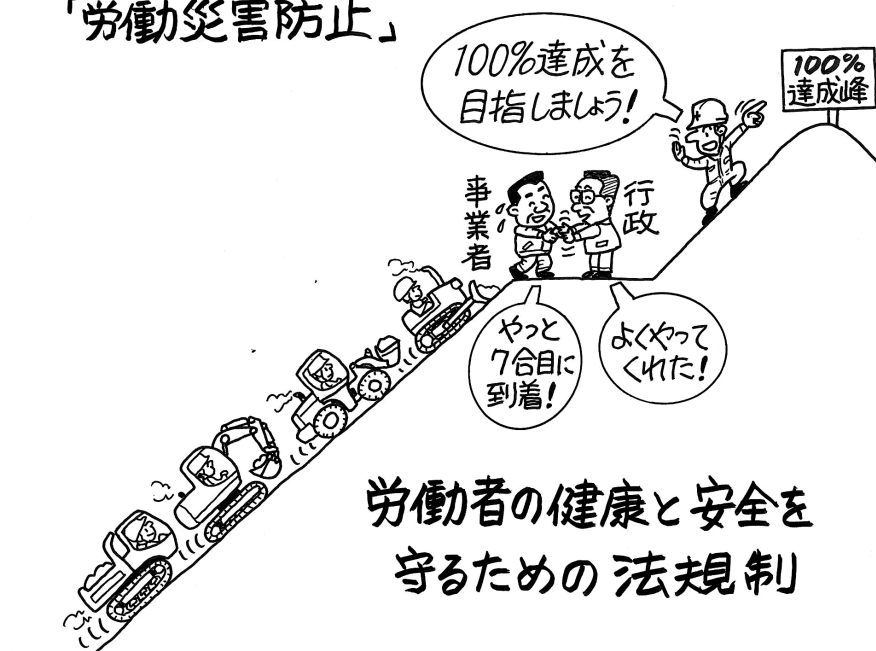
原因ではないことが分かってきました。高度な技術を身に付けている技術者でもしばしばエラーを冒してしまうのはなぜでしょうか？

このシリーズでは、「なぜ、人は誰でも間違えるのか？」について検討し、「どのように間違いを少なくして、事故やインシデントを防ぐか」というこれまであまり議論されなかった専門技術以外の問題を考えて参ります。

2. 安全対策の歴史的考察

18世紀後半、イギリスに始まった産業革命以来、労働災害が急増し、作業者の安全を守

「労働災害防止」



労働者の健康と安全を守るための法規制

るために、工場法などの法律で機械や作業環境の整備を義務付け、労働時間を制限するなど、工場や雇用者側を規制する方式がとられてきました。国の監視施策によって、労働者の安全と健康を守ろうとしたのです。

しかし、ある程度の成果は挙げたものの、このような法規制だけでは労働災害を根絶することができないことが分かってきました。

国家権力による法規制では、事業者は100%（實際上 必要な安全対策の70%程度しかカバーできません）の規制を達成すれば、監督官庁のお墨付きを得ることとなりますが、現場ではそれ以上の安全対策が必要となるケースも多く事業者は、そのための努力を怠る傾向にあることが分かったのです。そこで法的規制に加えて「自主対応」という考え方が提言されて、普及することとなりました。

行政や事業者自らが安全推進ガイドラインを構築して、それを100%達成するような努力を払うべきであるという考え方です。この発想法は、たちまち世界中に普及して参りました。（石橋、2010）

しかし、それでも労働災害は、根絶できませんでした。そこで労働者側の視点から労働安全推進策が検討されることになったのです。「人は、誰でも間違える」ことに注目して、「なぜ間違えるのか」を研究したのです。その結果作業現場の「ヒューマンファクターズ」という概念が確立されることとなりました。

3. ヒューマンファクターズとは

20世紀に入ると人間科学、つまり認知心理学や安全人間工学など人の心と社会システムを研究する学問が盛んになりました。人間の

能力とその限界を心理的側面や生理的側面から考察する研究指向が高まり、人間の持つ基本的特性や、行動を起こすまでの情報処理プロセスを詳細に研究するようになりました。

ヒューマンファクターズの定義をみてみましょう。「ヒューマンファクターズ学とは、機械やシステムを安全にしかも効率的に機能させるために必要とされる人間の能力や限界、基本的特性などに関する知見や手法を研究する学問である」(黒田、2001)。

これらの研究成果が、「なぜ、人は誰でも間違えるのか?」を解明するために役立ちました。ヒューマンエラーは好き好んで起こされる訳ではなく、人間が本来持っている「人間の基本的特性」や行動を起こすための「情報処理プロセス」において、本人の意思に反して誘発されていることが分かってきました。(石橋、2003)

ここで、ヒューマンエラーを誘発する様々な要素を考察してみましょう。

(1) 人間の基本的特性

直立二足歩行を始めて以来、ヒトの永い進化過程において、伝統的に培われてきた特性で、人間であれば誰でも持っています。しかし、人間以外の動物には見られない特性です。幾つかの例を見てみましょう。

① エネルギー温存の法則

仕事をする場合に、自分の力を温存しておいてなるべく少ない力でより良い結果を得ようとする特性です。ヒトの進化過程で道具を使い始めたのは、正にこの

動機からであったと考えられています。道具から機械を生み出し、やがて巨大生産システムが創り上げられることとなったのです。



この特性のお蔭で今日のように技術が進歩してきたと考えられています。

この素晴らしい特性が、時として手抜きや省略などを誘発するという側面も忘れる訳にはいきません。

② 情報処理系がシングルチャンネル

人間の脳は、一度に一つの情報しか処理できないように設計されています。ですから、欲張って、同時に複数の情報を処理しようとするとは必ず間違えてしまいます。古い諺に「二兎を追うもの一兎を得ず」と言われています。兎狩りで、同時に二羽出てきたので両方とも一度に捕獲しようとしたところ別々の方向に逃げられてしまい一羽も捕獲できなかった、というシーンです。



そこで知恵を出して参ります。優先順位をつけて一つずつ順番に処理していけばこのような失敗を避けることができます。

不注意という概念があります。これは、ほかの対象物に注意を向けていて、注意すべき対象物に注意が向いていない現象をいいます。注意配分の問題です。脇見運転で先行車に追突するという「不注意」が典型的な事例です。

注意を強制的に集中させる手法として、「指差呼称」があります。これは、注目したところにしか視力を発揮できない特性を理解して、指を差し、声を出して呼称することによって必要な対象物に注目しつつ注意力を集中するための知恵です。

③ 人間は昼行性の動物

人間は太陽が出ている明るいいうちに行動するように設計されています。従って、夜になって暗くなると視機能が低下して、何も見えなくなってしまいます。これは、「夜間には安全なところで休みなさい」ということなのです。従って、夜

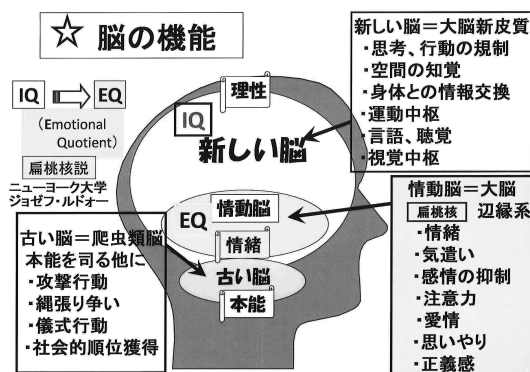
になると視機能だけでなくあらゆる機能が低下してしまいます。実は、これを自覚することが大変難しいのです。

一日24時間の交通事故発生率を調べてみますと、夜が更けるに連れて次第に高くなり夜明け寸前にピークが現れます。そして太陽が昇ってくると次第に発生率が低下してくると言われていますが、これは正に、人間の「夜間の機能低下」を雄弁に物語っています。本来ならば眠っているべき時間帯に活動することが原因なのです。

止む無く夜間勤務を行う場合には、成るべく間違え易い仕事は昼間に回すなどの工夫がなされています。

④ 二つの脳の葛藤

人間の基本的特性を調べてみますと、脳の中に本能を司る「古い脳」と、人類の進歩に伴って発達してきた理性を司る「新しい脳」の二種類が存在することが分かってきました。夫々の脳が、我々が行動を起こす場面ですばしば葛藤するとされています。



Copyright© 2014 Capt. A. Ishihashi Ph.D.

具体的にどのような場面なのかを考えてみますと「会議中に居眠りをしている」場面が好例です。

本能を司る古い脳が、「せっかく仕事から離れて、椅子や机が準備されていて、エアコンまで完備されているのだから、ここで一眠りしよう」と提案するのです。

ところが、理性を司る新しい脳が「こんな大事な話をしている時に居眠りをしている訳にはいかない、我慢するのだ!」といって、二つの脳が葛藤をはじめます。

しかし、いつも古い脳の方が強く思わず上の脳と下の脳が合わさってしまいます。

これが居眠りなのです。極自然な現象なのです。ですから、居眠りしている人を叱ってはいけません。このような特性をもっていること自覚することによって、予め対応策を用意することが可能となります。

例えば、疲れた体で家族サービスのため夜間長距離運転を行うような場面では、連続運転を行えば遅かれ早かれ二つの脳が葛藤を起こして、居眠り運転事故の可能性が高まる訳ですから、続けて運転しなければ良いのです。計画的に1時間毎に休憩して、二つの脳が葛藤する場面を避けることによって、この特性を逆に応用することが可能となります。

最近脳神経科学が急速に進歩して、新しい脳の機能が分かってきました。注目すべき成果は、大脳辺縁系の扁桃核とい

う部位が果たしている機能です。古い脳と新しい脳の中に位置していると考えられているのですが、大脳新皮質の新しい脳が頭で考えるのに対して「心で感じる」機能を発揮しています。情動脳とも言われていますが、感情や情動をコントロールして、社会的な協調性や人間関係を維持推進する機能を発揮すると考えられています。

この機能をEQ (Emotional Quotient) と呼びます。そして今欧米では、「IQ (Intelligence Quotient) からEQへ」という議論が起こっています。(Daniel Goleman 1995)。

我が国では、昔から「修身」という科目が義務教育で教えられてきたために余りこの議論は注目されていないようです。

この他にも人間の基本的特性に関しては、様々な学問分野で研究されていますが、ここでは、次に人間の行動特性に注目してみます。

(2) 人間の行動特性

我々が行動を起こす場面では、次のような情報処理プロセスを踏んでいると言われています。(黒田、2001)。

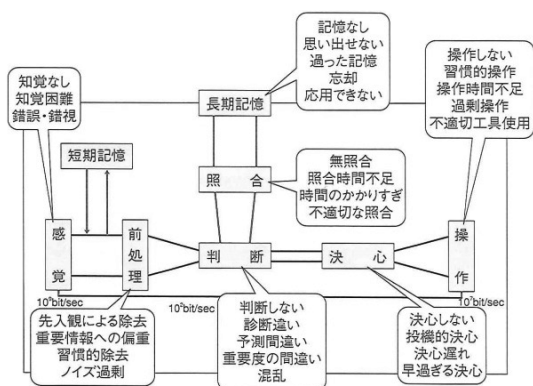


図1 情報処理プロセスにおけるエラー誘発要因

外界の情報を五感で感知し、入力を一時的に短期記憶にストックしておいて処理する順番を決めます。これを「前処理」と言います。順番が決まると長期記憶と照合して何が起きているかを判断して、決心を行い行動に移す、というプロセスを踏みます。起こされた行動の信頼性がどのように決まるかといえば、全体に関わっている意識水準によってきまると言われています。意識水準とは、「覚醒度」のことで、どれだけ目覚めているかということです。次の5段階に区分されています。(橋本、1984)

表1 意識レベルのフェーズ理論

フェーズ	意識のモード	生理的状態	
0	無意識	睡眠、脳発作	x
I	意識ボケ	疲労、居眠り、酒に酔う	Δ
II	ふつう	休息時、定例作業時	○
III	明晰	積極活動時	◎
IV	過緊張	あわて→パニック	Δ

フェーズゼロでは無意識、つまり睡眠中で

すので信頼性はゼロです。フェーズⅠでは、意識ボケ程度で、居眠りをしているような場合で、未だ信頼性は低い段階です。フェーズⅡになると、普通のリラックスしているような状態で信頼性はかなり高まってきます。

フェーズⅢになりますと、最も冴えている段階で最高の信頼性が期待できます。ところがフェーズⅣになってしまいますと緊張しすぎて慌てたり、パニックに陥っている状態となり信頼性が急に低下してしまいます。

従って、我々プロフェッショナルは、何事が起こってもフェーズⅢの状態を保って、冷静に状況認識を行い最適な判断をできるように普段から錬磨する必要があります。このために、厳しい資格管理システムを運用していると考えるべきです。

例えば、定期航空会社の機長の資格期限はわずか半年です。半年ごとに資格更新のための実地試験が行われています。この試験に合格しなければ翌日から乗務できなくなるのです。何のためにこのような過酷な資格制度が運用されているかといえば、「飛行中何事が起こってもフェーズⅣに落ち込んでパニックになってしまうことはなくフェーズⅢの状態を保って冷静に対処して最適な判断を下せる」ためなのです。ハドソン川に不時着水して全員無事に生還させたUSエアールのサレン・バーガー機長は、離陸後1000メートルも上昇しないうちに両方のエンジンに大型渡り鳥を吸い込んでしまい推力を失ったが、冷静な判断のもとに無事不時着水に成功し、全員生還の快挙を遂げました。彼は、終始フェー

ズⅢの状態を維持することができたのです。高い意識レベル維持の重要性が理解できます。

行動特性を考える時、情報を入手する手段のおよそ9割を、視力に頼っていることに注目する必要があります。「目は口ほどにものを言い」などという諺がありますが、この視機能には、多くの特性があります。

皆さんの「視力」は、ある一点を注視した時に初めて発揮できます。その点から僅か10度ずれても視力は低下し、文字など読めるものではありません。ここで、前述の「指差呼称」が効果を発揮するのです。注視すべきところを指差すことによって、そこに注視できます。さらに「〇〇よし！」と声を出すことによって期待通りの状態になっているかを、確実に確認することが可能になります。

視機能には、さらに視野の問題があります。視野は真横よりも後ろの方まで見えるのですが、動いている物体が現れますと気がつきませんが静止しているものには気がつきません。空中でやがて衝突する二つの物体は相互位置関係が一定で動きません。視野に入っている筈なのに気が付かないのです。空中衝突はこのような状況のもとで起こるのです。

視機能の特性で最も身近に悪さをしてくれるのが、「錯視」です。諸説があります。

☆ 視機能の特性

情報入手の9割を分担する

左上に傾斜している、注目して下さい

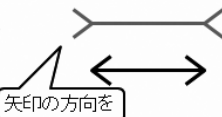
二つの三角形に注目して下さい

錯視のいろいろ

1. ジャストローの錯視



3. ミュラー・リヤーの錯視



Copyright© 2014 Cagis A. Ishihara Ph.D.

図2 錯視のいろいろ

同じ大きさの図形が違った大きさに見えたり、同じ長さの線分が違って見えるような現象です。周囲の僅かな変化で我々の目を騙してしまいます。視機能はこのような騙され易いのです。見間違いが起こるのは、日常茶飯事なのです。

さらに、人間の行動特性として考えなくてはならないのは、「行動の起こし方」の問題で

① 知識ベースの行動（ナレッジベース）

一々知識に頼って行動を起こすパターンで、初心者レベルの行動を想定して下さい。ぎこちなく余裕がなく操作も遅れます。

② 規則ベースの行動（ルールベース）

少し慣れてきて一定のパターンができてやや効率的に作業が進みます。一定の操作の順序ができて、手足がスムーズに動きはじめる、注意配分が少し良くなります。しかし、傍から話し掛けると乱れる状態です。

③ 熟練ベースの行動（スキルベース）

熟練者レベルの行動で、手足が自然に動く、余裕を持って周囲に注意を払う、腕に過度な自信を持ち始める、緊張感が低下する。

という3つの行動の起こし方があります。

何れにも長所短所があり、ヒューマンエラーが誘発され易さをもっています。例えば、

① 初心者の陥り易いエラー

- ・ 知覚情報の取捨選択がうまくいかない
- ・ 知覚情報が過剰になり混乱してしまう
- ・ 知覚感度が低い
- ・ 記憶量が少なく、円滑に引き出せない
- ・ 決心がつかずに迷う、また予測の幅が狭い
- ・ 外部からの割り込みで全体の手順が乱れる
- ・ 最悪の状態になってから気が付く
- ・ 操作が遅れ、円滑さを欠き、慌てる

などが指摘されます。しかし、これらは初心者ならではの問題点であり、熟練するに連れて自然に解決して参ります。

では、熟練すればすべて解決して安全で効率的な作業が可能になるかといえは必ずしもそうならないところに大きな悩みがあります。

② 熟練者の陥り易いエラー

- ・ 同じ仕事を長年繰り返している
 - …型にはまり慣れすぎる
- ・ 仕事の内容をよく知っている
 - …憶測に陥る
- ・ 苦勞せずに実施できる

…割り込みに弱い

・ 巧みに実施できる

…自惚れが生ずる

・ 誤りが少ない

…誤っても気が付かない

・ 速い速度で出来る

…操作の抜けが生ずる

・ 余裕がある

…遊びが多い

・ 不必要の仕事はしない

…心配りが悪くなる

・ 体が覚えている

…巧く教えられない

・ その仕事だけに興味がある

…他のことは嫌い、狭視野になる（変人になる？）

☆ 熟練者の陥り易いエラー

熟練に伴って新たな傾向が

- ・ 同じ仕事を長年繰り返している—型にはまり慣れすぎる
- ・ 仕事の内容をよく知っている—憶測に陥る
- ・ 苦勞せずに実施できる—割り込みに弱い
- ・ 巧みに実施できる—自惚れが生ずる
- ・ 誤りが少ない—誤っても気が付かない
- ・ 速い速度で出来る—操作の抜けが生ずる
- ・ 余裕がある—遊びが多い
- ・ 不必要の仕事はやらない—心配りが悪くなる
- ・ 体が覚えている—巧く教えられない
- ・ その仕事だけに興味がある—他のことは嫌い、狭視野になる（変人？）



「熟練」について熟慮しよう！

Copyright© 2014 Capt. A. Ishihashi Ph.D.

人間の行動パターン ーラスムッセンのSRKモデルー

- 1) 知識ベースの行動 **K**: 初心者、初めての行動
一々考えながら行動する、ごちない、一点集中、操作が遅れる、焦るとメタメタになる
- 2) ルールベースの行動 **R**: 熟練途上
一定の操作の順序ができ手足がスムーズに動きはじめる、注意配分が少しくなる、話し掛けると乱れる
- 3) スキルベースの行動 **S**: 熟練者
手足が自然に動く、余裕を持って周囲に注意を払う、腕に過度な自信を持ち始める、緊張感が低下する

夫々に短所長所があり間違いを誘発しやすい

Copyright© 2014 Capt. A. Ishihashi Ph.D.

このように次々と新たな問題に直面します。従って、我々は、「熟練」について「熟慮」することが大切です。

(3) 培った能力発揮の段階で直面する問題

ここまでは、「人間の特性」に注目しましたが、せっかく培った能力を発揮する段階で阻害する事由がたくさん存在します。それらをヒューマンファクターズの6Pと言います。

- ① 病理的要因 (Pathological Factors)
頭痛、腹痛など、心筋梗塞、脳梗塞、糖尿病、胃潰瘍、心身症、など。
- ② 生理的要因 (Physiological Factors)
疲労、眠気、欠食、二日酔い、過緊張、意識ボケ（意識水準の低下）など。
- ③ 身体的要因 (Physical Factors)
腕力、リーチ、経年劣化（視力、聴力、体力、運動機能など）身長・寸法など人間工学の基本。
- ④ 薬剂的要因 (Pharmaceutical Factors)
副作用など、降圧剤などの薬の効き過ぎ、風邪薬の副作用など。

⑤ 心理的要因 (Psychological Factors)

心にかかるストレスなど、心配事、悩み事、焦り、おごり、恐怖、外圧など。

⑥ 社会心理的要因 (psychosocial Factors)

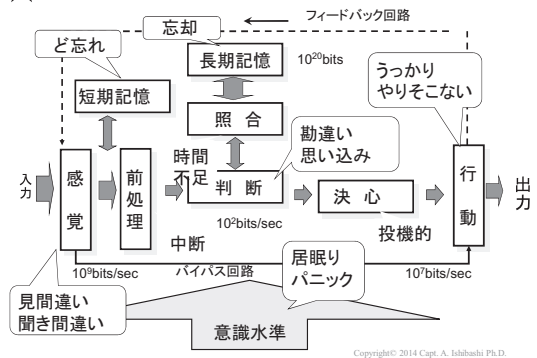
地域社会での異常な雰囲気、会社やグループ内での悩み、群集心理など。

この他にも行動形成因子 (PSF: Performance Shaping Factors) など、多くのエラー誘発要因が、様々な分野で論じられています。

(4) 人は誰でも間違える要因の整理

このようにして、エラーを誘発する要因は我々の周囲に多数存在しますが、それらをモデル化してみると次のようになります。

☆人は誰でも間違える仕組みー簡略図



Copyright© 2014 Capt. A. Ishihashi Ph.D.

図3 人が誰でも間違える仕組みのモデル

情報処理プロセスの各段階で我々は間違える要素を抱えています。このような仕組みを十分に理解することによって、ヒューマンエラー防止に活用することが可能になります。

次回は、ヒューマンエラーの正体とその防止方法について、検討致します。

【参考文献】

1. 石橋明、「航空分野における安全マネジメント手法の他産業分野への応用に関する研究」東北大学大学院工学研究科博士課程 2010
2. 黒田勲、「信じられない事故はなぜ起こる」、中災防新書 2001
3. 石橋明、「事故は、何故繰り返されるのか」中災防2003
4. Daniel Goleman “Emotional Intelligence” Brockman Inc. 1995
5. 橋本邦衛 「安全人間工学」中央労働災害防止協会1984

※著者プロフィール

石橋 明（いしばし あきら）工学博士（東北大学）

1939年生まれ。中央大学法学部卒。海上自衛隊対潜哨戒部隊飛行幹部を経て、1969年全日本空輸（株）入社。1972年機長。同社において、主として安全管理業務に従事。

YS-11、B-737、L-1011、B767型機などに乗務。およそ19,500時間の飛行時間を記録し、1999年12月定年退職。

1981年に官民パイロットを中心とした「航空運航システム研究会」設立に参画。1982年南カリフォルニア大学航空安全管理課程を修了。1995年から6年間、飛行勤務の傍ら早稲田大学大学院人間科学研究科においてヒューマンファクターズの研究に従事。1998年、ヒューマンファクター研究所を恩師らと設立し、研究開発室長兼事務局長に就任。

この間、全日空国際線主席機長などを務める傍ら、FSF日本支部事務局長、アジアパシフィック航空会社連盟テクニカルチェアマンなどを歴任したほか、（社）日本航空機操縦士協会常務理事安全技術委員長及び同顧問などを歴任。

定年退職後は、筑波大学客員研究員、早稲田大学、京都大学、東海大学などの非常勤講師、JR西日本安全諮問委員、JAXA有人サポート委員、中災防東京安全衛生教育センター講師、航空保安大学校部外講師などを歴任し、産業安全の研究に従事。

2008年東北大学博士後期課程へ編入学。技術社会システム専攻2010年9月工学博士取得により同課程終了。新たに「（株）安全マネジメント研究所」を設立、代表取締役所長に就任。産業界の安全推進活動を支援する研究に従事している。

学会では、日本人間工学会、日本原子力学会、計測自動制御学会、日本航空宇宙学会、ヒューマンインタフェース学会、プラントヒューマンファクター学会、国際経営文化学会、米国航空宇宙医学会などで幅広く活動し、失敗学会理事組織行動分科会長を務めるなど、

生涯現役をモットーに、産業安全の研究及び成果の普及に励んでいる。

著 書：「事故は、何故繰り返されるのか?」、「リスクゼロを実現するリーダー学」など。

近著では、「命を支える現場力」、「安全を支える組織力」（共著）などがある。

論 文：「VTA事故分析手法」など、国内・国際学会などで多数発表している。

その他：このほか、NHKや朝日新聞などで事故解説なども担当している。

ボランティア活動では、神奈川航空少年団長を務める。

