

# 戦略的プロセス安全マネジメント フレームワークの重要性

## ーストラトジック PSM 研究会活動の紹介ー

横浜国立大学 IMS 客員教授 / ストラトジック PSM 研究会代表

田邊 雅幸 Masayuki Tanabe

### 1. はじめに

ストラトジック PSM 研究会 (SPSM) は、横浜国立大学先端科学高等研究院 (IAS) の下、産官学の有志によりリスクベースアプローチを用いたプロセス安全管理を国内産業界で導入する際の効果的な導入方法について2020年から研究活動を行ってきた。研究成果を2022年末に「高度保安導入ガイドライン」<sup>1)</sup>として公開し、2024年2月から合同会社ストラトジック PSM 研究会として、横浜国立大学認定ベンチャーとしてこれまでの研究活動に加え実務者向けのプロセスセーフティエンジニア (PSE) 教育の提供を開始した。

リスクベースアプローチ、プロセス安全マネジメントを組織内で行うことの重要性は言わずもがなであるが、一方で組織のプロセス安全実践の場においてはプロセス安全技術 (PS 技術) や PSM 理論のような基本的な技術体系では説明しきれない難しさがある。それは PS 技術や PSM 理論のような基本的な技術体系で説明できることと操業の現場において考えるべき・対処すべき内容の複雑さとの間にどうしても乖離ができてしまうためである。

このような状況に対して、SPSM では各組織が自組織の特徴などを踏まえて戦略的にプロセス安全マネジメントを導入する戦略的プロセス安全マネジメントフレームワークを提唱するとともに、リスクベースアプローチを

駆使してプロセス安全を達成するプロセス安全エンジニア (PSE) を組織内に育成することが重要であると考えている。

本稿では、SPSM の提唱するリスクベースアプローチを用いるプロセス安全管理とそれを実践するための PSE 教育の在り方について紹介する。

### 2. リスクベースアプローチの広まり

国内安全規制の基本形は安全設備の仕様を与える仕様規制型となっており、これに上乗せする形の自立高度保安として自主的にリスクベースアプローチの適用を進める事業者が少しずつ増えてきている状況である。国際的にはリスクベースアプローチはプロセス安全分野以外にも広く浸透し始めている。代表的な例にはプロセス安全とも関連の深い安全計装設備の設計・管理規格である IEC 61508<sup>2)</sup> や IEC 61511<sup>3)</sup> が機械安全や自動車産業などにも拡張されてきていることが挙げられるが、また、一般建屋の火災安全や労働安全に関しても一部の国ではリスクベースアプローチの導入が始まっている。この国際的なトレンドからも日本国内においてリスクベースアプローチの導入は遅かれ早かれ必要な取り組みとなることが予想される。

### 3. プロセス安全管理とリスクベースアプローチ

操業プラントでのリスクベースアプローチを導入したプロセス安全管理として参照されることが多いのが米国 AIChE CCPS の RBPS (Risk Based Process Safety) 20エレメント<sup>4)</sup>ではなかろうか。実際には組織のプロセス安全管理のフレームワークにはいろいろなものが存在しており、RBPS 20エレメントはその内の一つとなる。表1にそれぞれのフレームワークの特徴をまとめる。そもそもプロセス安全管理と労働安全衛生などの安全管理を分けられないものを一般安全マネジメントシステムと定義し基準としている。米国安全衛生局の PSM はリスクベースではないが操業業務でプロセス安全管理上重要な要素14個を特定しそれぞれを強化していく仕様規定型とも言える型である。それを CCPS がリスクベース化したものが 20エレメント型となる。同様にリスクベースの仕様要求型ではあるがプラント設備のライフサイクルを起点に要件を定義しているのが英国化学工学

会安全センターの6ピラー型<sup>5)</sup>となる。ライフサイクル型でかつ事業者の説明責任を明確にしている自律型が英国では法規になっているセーフティケース型となる。ただここまでの PSM フレームワークは一般的なマネジ

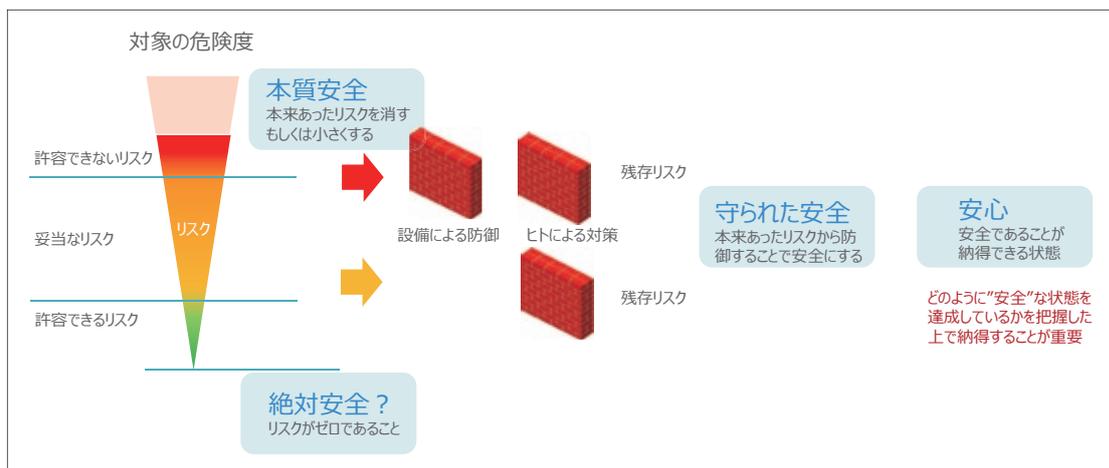
メントシステムで強調される PDCA モデル型とは違った視点での強化モデルになっているので、将来的に PSM と他マネジメントシステムを統合したり、昨今重要となっている持続的発展を達成するためのマネジメントシステムを志向する場合は、SPSM の提唱する RBPS 高度自律型を目指すことが重要である。

自律型高度保安を構築していく際に重要となるのが、マネジメントシステムの目指すゴールの設定である。その名の通り、法規等で定められたことを実施するのみでなく、自ら達成すべきゴールを定めることが必要である。SPSM ではこのゴールを、リスク指標をコミュニケーションのツールとして捉え、プラント安全を達成するために行っている努力を見える化し、プラント周辺の市民の皆様に

表1 プロセス安全管理フレームワークの整理

特徴	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4	レベル5
	一般安全 マネジメントシステム	PSM 仕様型	RBPS 仕様型	RBPS 自律型	RBPS 高度自律型
	法令遵守と労働安全を 実践している	労働安全とプロセス安全を明確に区別して扱っている 世界標準の法令に沿った PSM を実践している	リスクベースのプロセス安全管理として必要だと言われていることを実践している	リスクベースでプラントの操業が安全であることを自ら証明、説明できる管理をしている	周辺住民が安心安全であると納得してくれることをゴールとしてプラントの安全管理をリスクベースで実践している
一般安全型	一般安全 MS (PSM 概念なし)				
操業業務型		OSHA14エレメント	CCPS20エレメント		
ライフサイクル型			ISC6ピラー	セーフティケース	SPSM (他 MS との統合 & SDGs への展開を目指すレベル)
統合 PDCA 型					

図1 SPSM の目指すゴール (安全・安心)



説明を尽くすことで安心を得てもらうことと  
 考えている（図1）。すなわち、設備がも  
 ともと持っている「リスク」を削減するため  
 に自らが行っていることを説明し、そのリス  
 ク削減効果や残存リスクも含めて透明性を持  
 って説明を尽くすことで一般の皆様からの信  
 頼を得たり、安心をしていただくことにつな  
 げていくという考え方である。

## 4. リスクベースアプローチ を用いるプロセス安全マ ネジメントの実効性を上 げるポイント

リスクベースアプローチを組織のプロセス  
 安全マネジメントに導入する際、その実効  
 性を上げる上で重要になるポイントを紹介する。

### (1) マネジメントシステム型

RBPS20エレメントなどのフレームワーク  
 は良く知られているが、その前にマネジメ  
 ントシステムの型についても意識をすることが  
 重要である。本稿では OHSAS 18000シ  
 リーズと ISO 45000シリーズなど規格類  
 でのマネジメントシステムの文章説明で強調  
 されている”document”と”process”とい  
 う単語から

“図書型”と“プロセス型”という言葉を用  
 いて説明する。一般安全マネジメントシステ  
 ムを中心に以前は表2の図書型（規範型）が  
 用いられてきた。これはポリシー・プラン・手  
 順書といった図書体系を整備し組織メンバ  
 ーがそれに従うというモデルであった。昨今  
 多くの基準や国際規格がリスクベース型に移  
 行してきているが、その場合これまでの図書  
 型ではなくプロセス型（リスクベース型）の  
 マネジメントシステム確立が求められるよう  
 になってきている。これをSPSMではゴール・  
 ストラトジー・プロセス型とも呼んでいるが、  
 リスクを最小限にするというゴールを達成す  
 るために、組織の内的・外的要因を踏まえ  
 たうえで戦略を立案し、リスクマネジメント  
 プロセス（危険源の同定→リスクアセスメント  
 →リスク削減案。機能要求の確認→ALARP  
 (As Low As Reasonably Practicable) の確認）  
 というプロセスを組織のメンバーひとりひと  
 りが自ら考えて実行していくというモデル  
 である。当然リスクベース型の際にはこちら  
 の型の方が合うわけであるが、実際には既  
 存の図書型安全マネジメントシステムがあ  
 るわけで、そこにこのゴール・ストラトジー  
 ・プロセス型を融合させていくことが重要  
 となる（図2）。単純に融合させるだけで  
 なく、その

実効性を上げるためには、組織のメンバ  
 ー全員を啓発しリードするリーダーシッ  
 プと複雑なリスクマネジメントプロセスを  
 導入する際に利便性を高めるデジタルツ  
 ールの導入も重要なポイントとなる。

### (2) 技術的要件定義

昨今のITプログラ

表2 マネジメントシステムの型

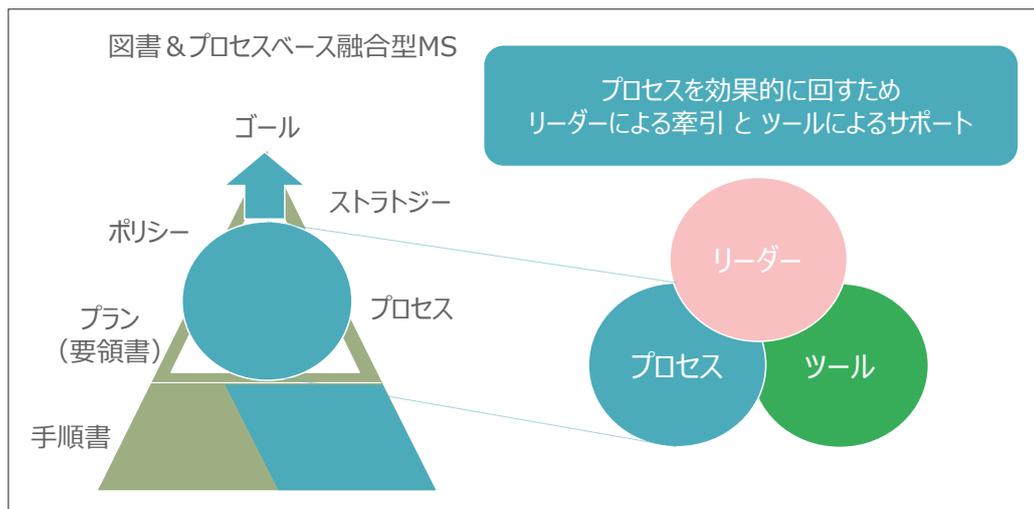
	図書型（規範型）	プロセス型（リスクベース型）
イメージ		
適用状況	日本従来型 労働安全マネジメント	- プロセス安全マネジメント向き
特徴	手順書を準備すべき項目が明確な対象 の場合、必要最低限のルール設定が可能	ストラトジーに合わせてプロセス、組 織を設定、手順は考えさせる 手順を設定すべき項目出しが難しい対 象向き
RBPS 対応での マッチング	×	○

ム開発では設計要件を明確にする作業ステップのことを「要件定義」と呼んでいる。マネジメントシステムの設計を行う上でもこの「要件定義」を行うステップが重要となる。このマネジメントシステムの要件定義には組織管理上の要件とプラント設備に対する技術的な要件（技術要件）とが存在する。特に技術要件として重要になるのが

リスク削減を達成するために必要な機能性を定義する機能要求となる。図3に安全計装の国際規格 IEC 61511で示されるライフサイクルマネジメントプロセスを示す。これはプラントライフサイクルにおいてリスクベースアプローチを実装する際の流れを示すコンセプト図であるが、リスクマネジメントプロセスの中でこの要件定義ステップを置くことが推奨されているとともに、具体的にはリスクを削減するための機能要求を定義することが求められている（図3右側の注釈参照のこと）。これはHAZOPやLOPAを実施するだけでなく、リスクを発生させる機器、もしくはリスクを削減させる安全装置に対して

作業管理で参照できる技術的機能要求をしっかりと定めるステップが必要とすることを説明しているものである。

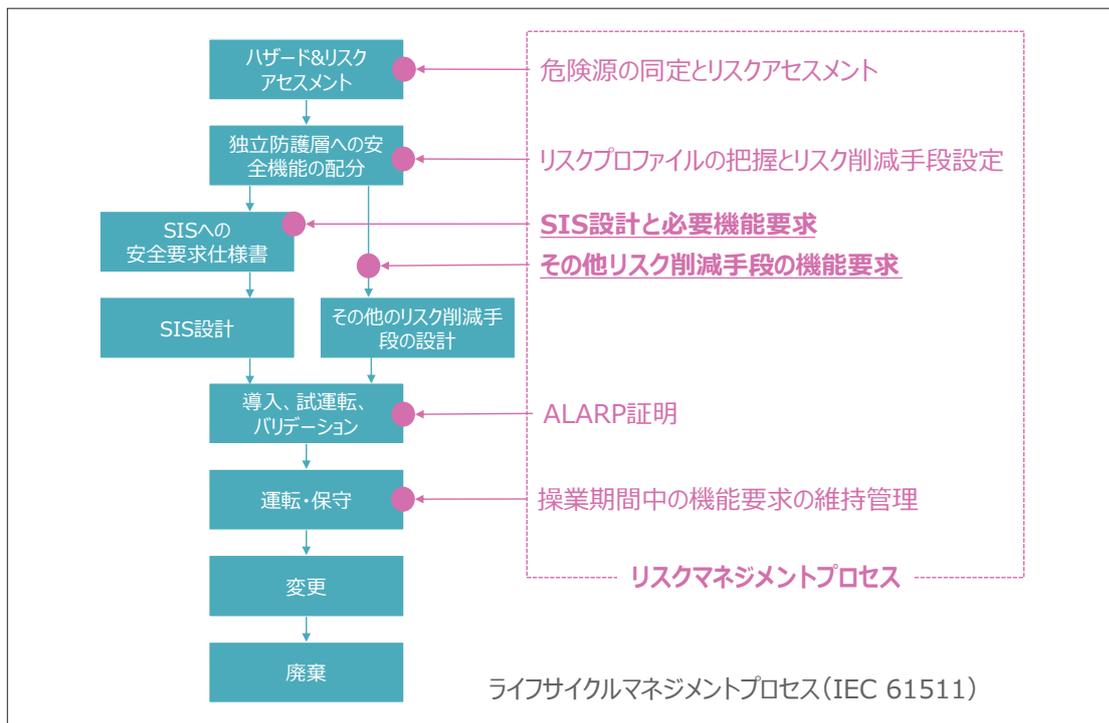
図2 ストラジック PSM モデル



### (3) マネジメントシステム要件定義と構築

前述の要件定義ステップでは技術的なものだけでなく、組織のマネジメントシステムとして必要なマネジメント要件の定義も必要となる。現状の組織の持つマネジメントシステムを踏まえた上で、改めて設定するマネジメントシステムのゴールを達成するためのギャップを認識した上で、必要な組織・管理要件を定めマネジメントプランという管理の

図3 技術的要件定義の重要性

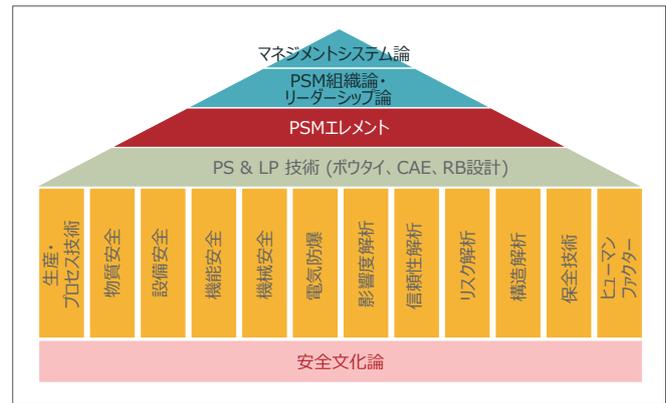


ためのベースラインを構築し、PDCAを回しながらゴールに向かっていくことで、マネジメントシステムを構築していくことが肝となる（図4）。

## 5. 実務者向け PSE 教育の重要性

リスクベースアプローチを採用する場合のプロセス安全マネジメントシステム構築におけるポイントを述べてきたが、プロセス安全マネジメントシステムを構築・維持するためには自組織内にリスクベースアプローチを良く理解したPSEを内製することも必須条件になる。自律型高度保安では自らリスクを最小化していることを説明できることが必要だが、その際にはマネジメントシステムの目指すゴールはSDGsに代表される社会に受け入れられるためのゴールであり、その取り組みについてリスクベースアプローチを用いて説明できる人財の重要性は増していくはずである。米国や英国ではすでにプロフェッショナルプロセスセーフティエンジニア（PPSE）の能力認証制度なども存在している。

図5 PSE 教育体系マップ



SPSMではPSE教育を考える際にまず全体の知識体系をしっかりと定義することを重視した。図5にPSE教育体系マップを示す。教育体系全体を理解した上で、自身の知識の過不足や強み弱みをしっかりと把握しながら学習を行うことで効率的にPSEに必要な知識を習得することが可能となる。また図6に示す通り、操業プラントにおける役職/ポジションにより担当すべき業務内容も変わるため、それぞれの担当業務に応じた必要な能力要件定義も示している（図の縦軸各項目の高さは学習ボリュームをイメージしている）。ポジション・役職というロールごとに対応すべきアクティビティを明確にし、そのアクティビティを実施するのに必要な能力要件を

定義する<sup>6)</sup>。これにより組織内のプロセス安全マネジメントに必要な職務ごとの人間が必要な教育を受けられるようになるため組織全体としてのプロセス安全コンピテンシーが維持できるようになる。

プロセス安全だけであれば、これまでのリスクアセスメン

図4 マネジメントシステム構築の流れ

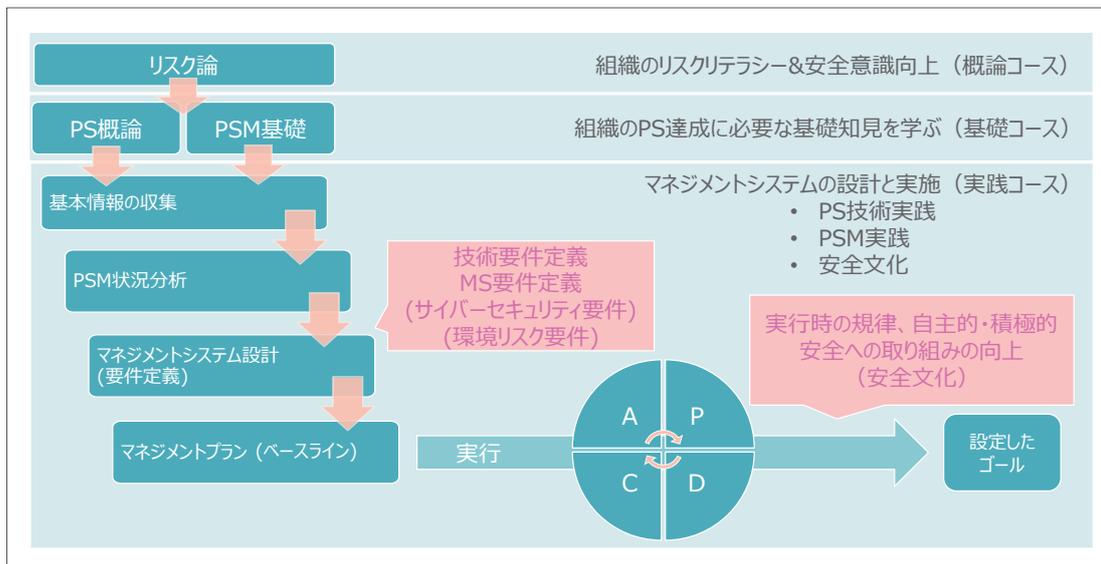
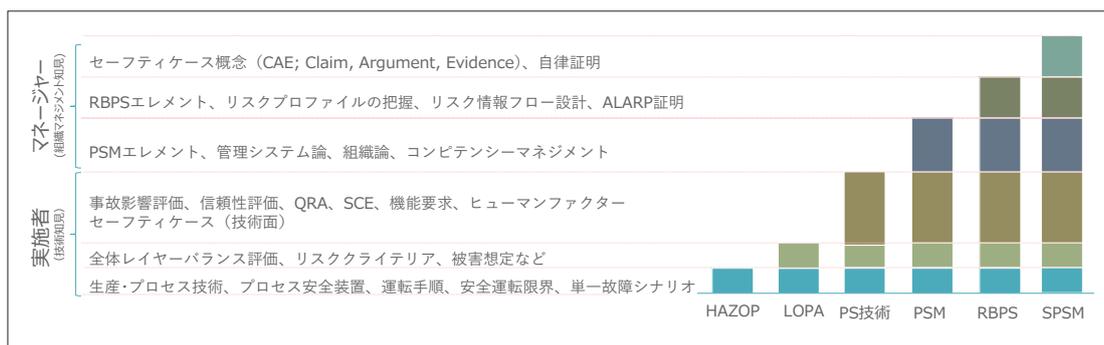


図6 担当ポジションによる必要能力要件の定義 (例)



ト手法 (HAZOP や LOPA など) を用いてリスクプロファイルを定義すれば良いが、昨今ではサイバーセキュリティ対応や、環境事故対応の高度化などより広範なリスクプロファイルを定義することが求められるようになってきている。SPSM では、通常の PSM や RBPS 対応だけでなく、サイバーセキュリティのリスクを把握するためのサイバーセキュリティ PHA/サイバーセキュリティ HAZOP/サイバーセキュリティ LOPA などの支援、また環境リスクマネジメント対応支援などもメニューとして準備し、さらなる高度な要求にも対応できるようなプログラムも別途準備している。

## 6. まとめ

世界的なトレンドとしてリスクを指標とした安全マネジメントシステム化への流れ、さらに事業者が自主的に安全を説明していくことの重要性が増してきている。その中でリスクを正しく把握し適切な対策を立て、かつ透明性のある説明を対外的に説明するため、リスクベースアプローチの実行力のある形での実装とマネジメントシステムを維持管理できる PSE の育成は業界共通の課題となってきた。SPSM の理論から実践につながるためのフレームワークおよびそれを組織内で実践できる PSE 人材教育はこうした流れに応えるだけでなく、リスクベースのプロセス安全

からさらに企業の持続的発展へと拡張していく際の礎を築くものとなる。業界内にリスクベースアプローチや RBPS を実践できる人材を育成していくことにより、国内産業のさらなる安全性向上に少しでも貢献できれば幸いである。

### 参考文献

- 1) ストラトジック PSM 研究会：自律型高度保安導入ガイドライン，2022。https://www.anshin.ynu.ac.jp/pdf/SPSM01 guide.pdf (参照日：2024年6月30日)。
- 2) International Electrotechnical Commission (IEC): IEC 61508 Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems - Part 1: General requirements. 2010.
- 3) International Electrotechnical Commission (IEC): IEC 61511 Functional safety - Safety instrumented systems for the process industry sector- Part 1: Framework, definitions, system, hardware and application programming requirements. 2017.
- 4) Center for Chemical Process Safety (CCPS): Guidelines for Risk Based Process Safety, Wiley, 2007.
- 5) IChemE Safety Centre (ISC): Process Safety and the ISC, 2014。https://www.icheme.org/media/1584/final-common-language-revised-6-6-14.pdf (参照日：2024年6月30日)。
- 6) Health and Safety Executive (HSE): Managing competence for safety-related systems, 2007.

### たなへ●まさゆき

1998年横浜国立大学博士課程前期を修了後、日揮株式会社 (現日揮グローバル株式会社) に26年間勤務し国内外の化学プラント、原子力関連設備の設備設計プロジェクトのプロセス安全マネージャーを経験、また2017年から国内事業者向けのプロセスセーフティマネジメント導入コンサルティングを実施している。勤務の傍ら2011年に横浜国立大学にて博士課程後期を修了、2013年からプロセス安全に関する講義の講師、2016年からISA (先端科学高等研究院) 客員准教授、2024年からIMS (高等学術研究院) 客員教授を務める。2019年から英国化学工学会のプロフェッショナルプロセスセーフティエンジニアとして登録。2019年英国化学工学協会グローバルアワードプロセス安全部門のファイナリストに選出される。また2023年から横浜国立大学での研究会活動をベースとする社会人向けプロセスセーフティエンジニア教育を提供する横浜国立大学認定ベンチャー合同会社ストラトジック PSM 研究会の代表を兼務する。