

解説2

協調安全 Safety2.0 に準じたロボットシステムの概要 —協働ロボットシステムを例に

IDEC 前田 育男*

*まえだ いくお：国際標準化・Safety2.0推進部Safety2.0推進グループ マネージャー

はじめに

ICT（情報通信技術）の発展に伴い、IoT（モノのインターネット）などによりさまざまなものがネットワークでつながり、AIやビッグデータなどのデジタル技術などを駆使し、最適化、効率化を実現する第4次産業革命時代を迎え、モノづくり現場もまた大きくグローバルに変革している。わが国日本においてもロボット革命、さらには、強みである高度な「技術力」や「現場力」を活かした、ソリューション志向の新たな産業社会の構築を目指す“Connected Industries”の実現に向け日々変化している。

そのような中、多様化する顧客の要求にタイムリーに対応するためには、人-ロボットの協働に代表されるフレキシブルかつ高生産性を実現する次世代のモノづくり現場（図1）の構築が求められており、その実現のためには、従来の安全の考え方に加え、次世代のモノづくり現場に対応した新たな安全の考え方「協調安全(Safety2.0)」が不可欠となってきており、その動向が注目されている。

本稿では、「協調安全 (Safety2.0)」を適用するに当たり、必要とされる人や機械(ロボット)の情報、IDECが提案する安全性を確保しつつ生産性向上を達成するためのシステムの指標、協調安全性能水準「Collaboration Safety Level(CSL)」の基本的な考え方を紹介し、協働ロボットシステムにおける、「Safety2.0」の適用事例を通じて、「Safety2.0」の考え方を盛り込んだシステム構築の進め方から、

その構成要素、安全性と生産性の両立のための要点などを解説する。

なぜ Safety2.0 が必要なのか

安全の考え方は、モノづくり現場の変革とともに変遷してきている。

当初は人の注意力・判断力のみ依存し安全を確保する「Safety 0.0」であったが、人は間違える可能性があるため「Safety 0.0」の考え方だけで安全を確保するのは実際には不十分であり、機械を安全に設計することで安全を確保する「Safety1.0」の考え方へと移行してきた。機械をさまざまなISO規格やIEC規格などの機械類の安全性に関する国際安全規格の技術要求事項に適合するよう設計し、機械が故障しても、あるいは人が誤操作しても安全側に作用する、いわゆるフェールセーフやフールプルーフに配慮された機械とすることで



図1 協働ロボットを用いた人-ロボット協調生産ラインのイメージ

安全を確保する。インターロック装置を備えた安全柵などを使用することによって、機械の動作中は危険な範囲に侵入できず、機械が停止して初めてその範囲に入ることができるというようなシステムによって安全を確保するという考え方である。すなわち、「Safety1.0」では、機械の安全原則「隔離と停止」により安全を確保する。

しかしながら、よりフレキシブルで高生産性を実現するためには機械(ロボット)をできるだけ止めず、図1に示すような、機械(ロボット)の動作範囲と人の作業範囲が接近し、それらが重なり合う、「協働エリア」での作業、いわゆる「協働作業」が求められるようになってきた。もちろん、人の注意力・判断力や「隔離と停止」の原則による安全確保が適切な場所や場面も残るであろうが、それら従来の安全の考え方だけでは実現するのが難しくなっている。人と機械(ロボット)が、安全柵で隔離されていない同じエリアで安全性を確保しながら作業することができ、しかも生産性のさらなる向上を可能とするためには、人と機械(ロボット)が高次元で協調し安全性と生産性の両立を実現する、新しい安全「Safety2.0」の考え方が求められる。^{1)~6)}

従来の安全の考え方

国際安全規格において、安全とは、「許容不可能なリスクが無いこと」と定義されており、リスクは「危害の度合い(ひどさ)と危害の発生確率の組み合わせ」で表される。機械類のリスクアセスメントでは、通常、機械設備の設計時や現場での設置時にその機械類で実施するタスクごとや危険事象ごとに想定される最大のリスクで見積り、その見積ったリスクが許容可能なものかどうかを評価する。そのリスク評価の結果に基づき適切な保護方策が実施される。しかしながら、通常その瞬間の実際のリスクに基づいた保護方策ではないため、想定したほどリスクが高くない瞬間でも安全を確保するために機械が止まってしまうことがある。もちろんこれは安全側であり、これまでのモノづくり現場では、機械の動きも人の作業も想定

から大きく変化しないため、リスクの変動も少なく、それほど大きな問題ではなかった。しかしながら、近年導入されてきているフレキシブルなモノづくり現場では、リスクの変動も頻繁で、安全を確保しながら生産性を向上するためには、できるだけ機械(ロボット)の止まっている時間を短くする必要があるため、止まらなくていい瞬間は可能な限り止めずに継続して動作させることが望ましい。それを実現するためには、動的な人と機械(ロボット)の状態変化を考慮したダイナミックなリスクアセスメントが必要となる。すなわち、時間的空間的により細分化したリスクアセスメントを行い、それに応じて機械が動作し、人が行動することができれば、安全を確保しながら機械(ロボット)を止めない、あるいは止まる時間を最小限にすることが可能となる。協調安全のためには、このダイナミックなリスクアセスメントが必要で、その時その時のリスクに応じて適切なリスク低減方策を提供することがシステムには求められる。

一方、既存のモノづくり現場では、メンテナンスや段取り替えなどの非正常作業時に事故が起りやすいといわれているが、「Safety1.0」では、技術による十分な対策が可能であったとはいえない。非正常作業時の安全は、ティーチング作業時のイネーブルスイッチなど一部の技術的方策があるものの、ほとんどが人の注意に依存した「Safety0.0」の考え方に基づいた安全確保であったといえるのではないだろうか。

協調安全で求められるダイナミックなリスクアセスメントを定常作業時だけでなく非正常作業時にも適用することで、それに基づく「協調安全 Safety2.0」の考え方や技術が既存のモノづくり現場での非正常作業時の安全性確保にも役立つと考えられる。

Safety2.0実現のために必要な要素

図2に示す通り、Safety2.0は人・モノ(機械・ロボット)・環境が協調して安全を構築するものである。すなわち、人の情報により機械を制御し、機械の情報により人に行動を促す。そして、人と