

# 第 105 回 SNJ 定例会（オンライン形式）議事録

- ◎ 件 名 第 105 回 SNJ 定例会（オンライン形式）議事録
- ◎ 日 時 令和 4 年 2 月 4 日（金）13:40-17:30
- ◎ 出席者 26 名（非会員含む）

各位

日本大学	中村			労働安全衛生総合 研究所	菅
	高橋				
北陽電機	竹内			JR 東日本	川野
大同信号	寺田			大同信号	吉富
	中野				
東京理科大学				海洋研究開発機構	眞砂
海上・港湾・航空技 術研究所	柚井			有人宇宙システム	野本
					酒見
日本ヒューマン フ ァクター研究所	本江			株式会社コア	
コレムラ技研	是村			西日本電気テック	上田
村田機械株式会社	今枝			長岡技術科学大学	北條
電通国際情報サービ ス	齊藤			ピルツジャパン	リジベル
					太田
ピルツジャパン	日比野				
	杉原				

## I 講演1「自動車の電子制御における、信頼性・安全性向上の取り組み」(齊藤) 抜粋

- ・ 齊藤氏は、自動車メーカーで安全のシステム開発を主に担当し、燃焼や爆発の危険のある水素開発、並びにリチウムイオン電池の開発に携わった。
- ・ 個人的に自動車事故に多く遭ったことがあり、自動車の危険性を認識していた。
- ・ 自動車事故の苦い経験はあるが、自動車の必然性を同時に感じていたため、安全で公害のない社会を作ること为目标として、大学で制御理論を学び、自動車メーカーに入社した。
- ・ 自動車の安全性・信頼性は当初機械部品で担保されていたが、社会的要求とエレクトロニクスの進化によって電子制御が大幅に増えたため、電子制御の信頼性・安全性が重要になった。
- ・ 1970年代の自動車排気ガス規制(通称マスキー法)の登場が、自動車の電子化のきっかけとなった。
- ・ 排気ガス規制により、空燃比制御が登場し、排気ガス中の一酸化炭素、炭化水素、窒素酸化物を従来の10分の1以下にしなければ販売できなくなった。
- ・ 空燃比制御とは、電子制御によって排気ガスをクリーンで燃費がよいようにすること。
- ・ 信頼性とは、ユーザが期待した通りの機能や性能を提供すること。
- ・ 安全性とは、システムが意図しない動作を防ぐことによって、ユーザを危険な状態にしないこと。
- ・ 自動車の「走る」と言う機能は最初は機械が行っていたが、今は電子化されているため、電子制御ユニットの動作が止まったり、間違いによって自動車が走行できなくなることがあり、信頼性が欠如する。
- ・ 電子制御ユニットの間違いによって急加速して前方車に衝突すると、安全性が欠如する。
- ・ ハードウェア部品(エンジン、アクセルペダルなど)には故障、劣化が生じる。
- ・ ソフトウェア部品には開発段階のミス(バグ)が発生する。
- ・ 1990年から2000年ごろまでソフトウェアの中心であった組み込みソフトウェアは、開発段階と市場段階で、試験、分析、プロセス改善などを行って品質マネジメントを行った。
- ・ 品質マネジメントを徹底したにもかかわらず、2000年ぐらいから市場で、急な発進などの品質問題が急増した。
- ・ この品質問題の原因として以下の3つの問題が考えられる。 ①開発期間の短縮(4年→3年へ) ②電子制御システムのソフトウェア依存度の急増 ③電子制御ユニットのネットワークの複雑化
- ・ 2005年から2015年までの10年間で、ソフトウェアのサイズは150倍、工数は60倍となり、指数関数的に増加した。
- ・ また、自動車は、排気ガス規制強化への対応や自動運転の対応などの性能への要求だけでなく、サイバーセキュリティへの対応など、社会的要求も増えている。
- ・ 2011年より車載電子制御システム向け機能安全規格ISO26262が策定および運用された。
- ・ ISO 26262は、100%の安全を目標とするのではなく、障害が起きるリスクを社会的に許容されるレベルまで下げることが目的としている。
- ・ ソフトウェアは、設計から検証までいろいろな視点で確認することで設計ミス(バグ)を未然防止する。
- ・ 計算機の積極的な活用によって、試作の費用削減、試験費・人件費削減、期間短縮のメリットがある。
- ・ 部品の代わりにモデルを会社間で流通させることで開発全体を効率化し、試作車のさまざまな評価を計算机上(バーチャル)で行うことで開発期間の短縮を実現した。
- ・ 計算機の活用による信頼性・安全性の担保は、そもそも試行錯誤をベースにしたやり方なので限界があり、複雑化したシステムに対応できない場合がある(点火タイミング制御など)。

- ・ 近年は、SOTIF や STAMP などのシステム思考による安全設計を用いて、上流設計に工数をシフトしようとしている。
- ・ 齊藤氏は、SDGs やサーキュラーエコノミー（製品や構成材を回収し、リサイクルして再利用することを前提とした経済政策）へのシフトに見られるように、世界のルールが変わり、持続可能な社会へシフトしているのに、日本が従来の考え方に固執していることに危機感を感じている。
- ・ また、開発プロセスにおいても、海外のアジャイル開発に比べ、日本のすり合わせ開発は、市場投入までに時間がかかり、競争力が低下する上、製品の長寿命化や CO2 削減の観点からも不利である。
- ・ 社会課題の解決のため、技術と社会が協力し、海外のよいところから学ぶことも大切ではないか。

## II. 質疑応答

- ・ Q1. 自動運転は完全には実用化されていないが、今の自動運転の技術の方が高齢ドライバーが運転するより安全性が高いのではないかと思う。実際は、どうなのか？
- ・ A1. 日本の場合には自動運転の実用化はまだ先ではないかと思う。石橋をたたいてわたる日本人の特性からすると、実用化はまだまだ難しいのではないかと考える。
- ・ Q2. 技術の進歩で作業者の環境も変わっていく中で、現場では変化に付いていく人と、付いていけない人に二極化しているように感じている。これについてご意見を伺いたい。
- ・ A2. 労働環境として、以前は実際にエンジンを回したり部品の評価を人間がやっていた。そうすると回転体などがあり、かなり危険だったため、労働環境が大事だった。逆に、今はモデルベースでバーチャルテストが入ってきた。その場合、物が飛散するというような事故は起きにくい。それより、ひたすらクリックするなどの単調な作業によるメンタルの問題が重要になっている。
- ・ Q3. テスラのようなアジャイル型の開発は、自動車の認証にはなじみづらくないのか？
- ・ A3. スマホのようなアジャイル型はなじまない。アメリカも論理的にどうなのかと言う部分は AI 以外で検証して認証を取得している。
- ・ Q4. 今の自動車は思っていた以上に電子制御が多い。二輪車の方はまだ機械制御の方が電子制御より多いように思う。これはなぜか？
- ・ A4. 2017 年ごろに排気ガス規制が二輪車でも四輪車と同じになったため、現時点では二輪車も四輪車と同じになっている。機能安全、排気ガス規制をクリアするにはコストがかかるため、規制がかかる前はこれらに対応していなかった。

## III. 講演2「安全領域における協調安全と作業者のWell-beingの融合」（北條）抜粋

- ・ 北條氏は、助産師などの多彩な経験を持つが、行動分析学をライフワークとして研究している。
- ・ 行動分析学でフォーカスするのは人間の行動。行動がよければ強化し、悪ければ弱化する。
- ・ 産業分野で行動分析学を使って、作業者の安全行動を強化して、不安全行動を弱化する取り組みを行っている。この学問を産業安全行動分析学と呼ぶ。
- ・ 行動分析学では先行刺激（きっかけ、合図）の結果が行動を起こすかどうかに影響を及ぼし、結果が報酬であれば行動が増え、罰であれば行動が減る。
- ・ 産業安全行動分析学では、安全行動を標的行動に落とし込んで、定量評価を行う。
- ・ 安全行動とは何かをまず考えて、標的行動（ヘルメット着用など）を定義し、それを定量評価する。

- ・ ヘルメット着用的人数、安全通路を通る時間の増減などで定量評価する。
- ・ ゴールを達成するために、スモールステップで数を数えていく。
- ・ 毎回報酬があるより、報酬が不規則の方が行動の出現が多い（毎回報酬があると慣れてくるため）。
- ・ 今までは機械安全は停止と隔離の原則に基づいていたが、最近は機械と人が同じ空間で作業する場面が増えてきた。
- ・ ウェルビーイングとはもともと心理学から出てきた用語であり、ハピネス（幸福）との違いは、ビーイングウェル＝よい状態にいること。
- ・ ウェルビーイングとは、短期的なものではなく、持続的・健康的幸福、健康寿命、快適・幸福な作業現場を意味する。
- ・ ウェルビーイングには2種類ある。1つは、安全だと感じられる安心感。もう1つは、ハードルを越えた時感じる幸せ（やりがい、自己実現）。
- ・ 作業者が安心だと思う幸福感と、自分の作業が自己実現につながるという実感を持つときの幸福感に分けて調査している。
- ・ 調査では、アンケートのみならず、バイタルサインも測っている。
- ・ 1998年にマーティン・セリグマンがポジティブ心理学を提唱した。心理学は、病的状態の人が問題なしの状態にする手助けをするものだったが、そうであっても幸せな状態であるとは限らない。よりよい状態にする（持続的によい状態が続く）ための心理学がポジティブ心理学である。
- ・ ポジティブ心理学は健康な状態からのスタートであり、健康な作業者をよりよい状態にすることを目標とする。
- ・ 2008年にスタートした日本人の「しあわせと健康」調査(MIDJA)によると、日本人は客観的に自分が幸せな状態であっても自分の周りの人（パートナーなど）が幸せでなければ幸せと感じることができないという特徴がある。
- ・ ウェルビーイングには主観的な幸福感と心理的幸福感の2種類がある。
- ・ 主観的幸福感(SWB)とは、快楽主義的であり、たとえばおいしいものを食べたときの幸福感。
- ・ 心理的幸福感(PWB)とは、幸福主義的であり、やりがいに近い。
- ・ 心理的幸福感は自立性、他者との肯定的な関係など、6種類に分かれている。
- ・ 環境によってSWBとPWBの割合は異なり、相関関係は単純ではない。新興国ではまずSWBを先に満たす必要があり、PWBはおそらくその後になる。
- ・ ウェルビーイングは長い目で自分の人生を見るような尺度で考える必要があり、ちょっとやそっとじゃ動かないと今まで言われていた。
- ・ 建設業とコラボして産業安全行動分析学の実験を実施した。トンネルなどで土木作業を行う社員100人にウェルビーイングのSWBおよびPWBに関する設問、ストレスに関する質問などで構成される全部で2ページのアンケートに回答してもらった。
- ・ 質問に答えた後で、PWBの6つの構成要素（自立性など）に合わせたテーマの6種類のビデオから、1つのビデオを選択して視聴してもらった。その後、もう一度同じ質問に答えてもらった。
- ・ この実験によって、作業者がどのビデオを選んだかによって関心がある項目を確認し、ビデオ視聴後の質問の回答が変化するか確認したかった。
- ・ 作業者100人のうち、自立性、他社との肯定的関係のビデオが最も見られたため、この2つに対する関心が最も高かったと言える。
- ・ この実験結果から、短時間でもPWBは動くことが実証された。
- ・ 今までは労働安全はネガティブなものだったが、今後はポジティブリスクも研究するべきで

ある（これについて労働安全衛生総合研究所の清水氏より、今後予定されている SNJ の定例会で発表があると思う）。

- ・ 明治大学名誉教授の向殿先生は「ポジティブ安全学」で明るい安全を目指す。
- ・ ロボットが今後人の動作を見て行動する未来があり得る。その場合、そこで働く作業員が幸せかどうか考える必要がある。
- ・ ロボットの支援は人のニーズに合っているようにしていかなければならない。
- ・ 脊髄損傷の患者さんに機械で能動的に歩行を介助するロボットを使ったプロジェクトに参加した。患者さんは感覚がないので、圧力がかかり過ぎてもわからず危険なため、医療現場では機械に特化した多数の作業療法士が対応する必要があった。北條氏は専門的な知識がなくても利用できる MR（複合現実）を使用した現実場面のトレーニングプログラムを開発した。
- ・ 機械安全ではリスクアセスメントとリスク低減方策が共通言語となっていることに感銘を受け、これを医療に応用したいと考えた。
- ・ 崩落の危険がある建設作業現場で 6 人の作業員が働いている現場があるが、日本では、作業を監視する責任者を置かなければいけないと法律で決まっている。行動分析学でこの作業を図式化（見える化）した。
- ・ その結果、同じ時間に人と機械が同じ空間に居ることがなかった（人と人の重複はあった）。
- ・ この作業現場で Work（製品）が一時間あたり 6 以上の場合、交差回数が増えることがわかった。
- ・ この結果を踏まえて、製品をコンスタントに流すことと、一時間以内に 6 個以上の製品を流さないようにした。
- ・ このように、作業現場で人と機械の行動を解析して、危険を回避する活動を行っている。

#### IV. 質疑応答

- ・ Q1.1 講演の前半で出てきたロボットと人の協調作業の表にある cooperation とコラボレーションの違いについて教えて欲しい。
- ・ A1.1 両者とも作業分離がない。時間的な重複もある。作業部位は cooperation は異なるが、コラボレーションは全く同じ。
- ・ Q1.2 機械も間違えるが、人の誤差を考えると、cooperation も部位の差（距離感）、コラボレーションになると、ロボット側が人の行動を見ながら行動するということか？
- ・ A1.2 人は回数が増えると疲労する。疲労に対してロボットがフォローするのがコラボレーション。
- ・ Q2. 先ほどのトンネル作業はマン・マシン作業の生産スタイルの中のどれになるのか？
- ・ A2. トンネルはそもそも空間分離がない。また、作業ラップ、作業タイミングも同じとなる。トンネル作業はこれらが適用されない例外的な業種である。
- ・ Q2.2 重なり合う場所で人がロボットと重なり合わないよう作業しているということか？
- ・ Q2.2 その通り。作業員がものすごい注意力でやっている。現在無人でトンネルを掘る機械が開発されていて、それが安全上はベストである。しかし、日本では地形上それが使えない場所がある。監視員が匂いや山の様子などを見て、大規模な土砂災害を防いでいる状態。現在、AI搭載の機械でこの感覚に頼る作業ができないか開発中。
- ・ Q2.3 今、船の研究をしているが、船長さんも匂いが重要と言う。いいラーメン屋さんでおじさんと皿洗いが言葉もなく、絶妙な作業をするのと似ている。将来、ロボットと人間がそのようなことを実現できるのか？
- ・ A2.3 ちょっとずつ職人技をデータとして取り込み、ニーズにあったサービスを提供すると

言う兼ね合いが難しいが、今後必要となっていくはず。

- ・ Q3. トンネルの行動分析の実験の目的は？内的な（心理的な）何を測っているのか？
- ・ Q3. 作業者の安心感。トンネルで危険を回避して上手く作業しているという安心感を持って作業しているかどうかを確認したかった。実験の結果、作業者は実際に危険を回避して、安心感を具現化して行動していることがわかった。

#### V. 審議事項

なし

以上