

自動運転レベル3に関するナラティブ手法を 活用した動画教材の効果検証

新目真紀^{1,2} 合田美子² 半田純子^{1,2} 戸田真志²
松葉龍一² 周慧萍³ 伊藤誠³ 北崎智之⁴

概要: 運転自動化レベル3及び4相当の自動運転車に関し、運転者や歩行者等が習得すべき知識とその効果的な教育方法に関する研究は喫緊の課題である。自動運転に関する安全教育では運転技能以外にも危険予測力やドライバの役割に関する学習が必要となる。自動運転車とどう関わるかについての知識を習得する際には、個人差があると考えられる。本研究では、ナラティブ手法を用いた安全運転教育コンテンツを試作し、様々な対象者の学習データから教材の有効性を検証した。検証に際して、個人属性としてレジリエンスと学習スタイル等の個人属性に焦点を当て傾向スコアマッチングを行った。

キーワード: 自動運転レベル3, キャリアレジリエンス, ナラティブアプローチ, 傾向スコアマッチング

Verification of the Effectiveness of Learning Materials using Narrative for Automated Driving Level 3

Maki Arame^{1,2} Junko Handa^{1,2} Yoshiko Goda² Toda Masashi²
Matsuba Ryuichi² Huiping Zhou³ Makoto Itoh³ Satoshi Kitazak⁴

Abstract: It is important to consider to teach how to use the new technology safely. Especially, if the users do not learn well, the users will encounter a big trouble. In addition to driving skills, safety education on autonomous driving requires learning about risk prediction and the role of drivers. It is considered that there are individual differences in acquiring knowledge about how to relate to autonomous vehicles. In this study, safe driving education content using the narrative method was developed and verified by propensity score matching. In the verification, resilience and learning style were focused on as individual attributes.

Keywords: Automated Driving Level 3, Career Resilience, Narrative Approach, Propensity Score Matching

1. はじめに

運転自動化レベル3及び4相当の自動運転車に関し、運

転者や歩行者等が習得すべき知識とその効果的な教育方法に関する研究は喫緊の課題である[1]。ドライバは自動運転車の「ユーザ」とは限らない(図1)。ドライバとして、自動運転に関して知るべきことや、ドライバとして、自動運転車とどうかわるかについての知識を習得する際には、個人差があると考えられる[2]。

本研究では、個人特性の違いを吸収可能な安全運転教育コンテンツの試作し、その効果を検証する。安全運転教育コンテンツの効果検証では、動画教材の有効性が示唆されており[3]、動画教材に個人属性としてキャリアレジリエ

1 職業能力開発総合大学校
Polytechnic University, Kodaira, Tokyo, Japan

2 熊本大学
Kumamoto University, Kumamoto-city, Japan

3 筑波大学
University of Tsukuba, Tsukuba-city, Japan

4 産業技術総合研究所
National Institute of Advanced Industrial Science and Technology
Tsukuba-city, Japan

スや学習スタイルを吸収する効果があることを検証している[4]。本研究では、レジリエンス支援の有効性が示唆されているナラティブアプローチを用いた動画教材の有効性を検証した。

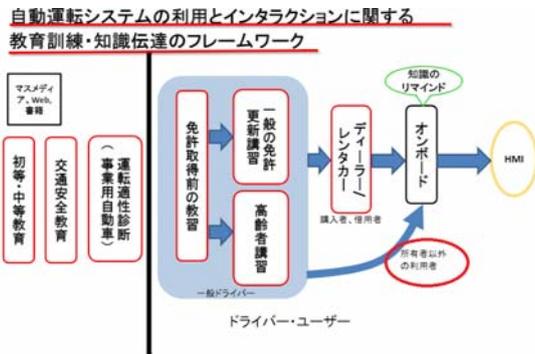


図 1 対象者の位置づけ
 Figure 1 Various target users.

2. 先行研究の知見

2.1 レジリエンス支援に関する知見

近年、複雑なシステムのリスク低減手法としてレジリエンス力が注目されている。レジリエンスという言葉は、「弾力性」、「復元力」を意味する言葉である。E. Hollnagel(2014)は、レジリエンスを「システムが想定された条件や想定外の条件の下で要求された動作を継続できるために、自分自身の機能を、条件変化や外乱の発生前、発中中、あるいは発生後において調整できる本質的な能力」と定義している[5]。

変化が常態であるという認識を前提にする現代において、変化をすべて視野に入れた完全情報システムとしての意思決定は不可能であるから、社会・技術システムにおける意思決定は、不完全な情報しか得られていない条件下でなされることになる。不完全情報下において、人の気づきには限界がある。レジリエンスの補完要件では、気づき能力の制約を乗り越える支援方法として「過去に類似のことは起こらなかったか？」という時間的または経験参照的振り返りを支援するヒューリスティックの導入やナラティブアプローチの活用が推奨されている[6]。

2.2 ナラティブアプローチに関する知見

ナラティブアプローチとは、認知心理学が、計算主義的な情報処理論に依拠する狭量な研究の細分化に終始し、本来の人間研究から外れ他の人間諸科学から隔離されたことを批判し、認知科学が捨象してきた「意味」に焦点を当てる手法として登場したアプローチである[7]。ナラティブアプローチでは、人は、これまでに獲得した言語の使い方や、共同体での生活に必要な対人交渉の学習に身についた言語によって構成される時間構造や概念枠組を持ち、「もの語

り」の「ものの見方」を変換する効果を持つと考える。

安藤(2015)は、Bruner (1990) , Gergen and Gergen (1988)の先行研究を踏まえ①時間軸が存在しつながらのある話であること②要素間の関係が示され推測される因果関係が存在しているという 2 点の構造的な特徴を示している。更に Escalas (1998) の先行研究を踏まえ 5 点の測定尺度①一般論である、抽象論ではない②登場人物が明確である③時間的推移が明確である④起承転結がある⑤因果関係が明確の有効性を示している[8]。

自動運転車に関する学習時に、自動運転に関わるナラティブを導入することにより、学習者の気づき能力の制約を乗り越え、自動運転に関する新たな意味形成を支援できる可能性がある。

3. 研究の目的

交通安全の教育を担う者による一般市民向けの講習現場では、教授時間を 5 分程度で想定している。運転行動の階層モデルでは、スキルベースの教育のみならず、危険予測力や、運転計画性といったより上位の階層を目指した教育の必要性を指摘している。自動運転の教育も同様であり、より上位の階層に向けた動機付けが重要になると考えられる。しかしながらこれまでの安全教育の動機付け教材に関する研究では、教材媒体や教材内容の効果検証は手薄である。本研究では、自動運転時の学習を動機付けする教材を開発し有効性を検証すると共に、安全教育の動機付け教材開発方法について考察する。

4. 研究方法

教習所での教習、運転免許更新時の講習、高齢者教習等での教育内容(教則)を基に、運転自動化レベルの2~5の違い、ドライバの役割を学習できる動画教材と安全意識を醸成するナラティブ手法を活用した動機付け動画を開発し、動機付け動画の有無による効果の差を検証する。ナラティブ理論に関する先行研究の知見から、ナラティブ手法の動機付け動画有りのグループは、個人属性としてのレジリエンスの差を吸収できると考える。しかしながらレジリエンスや学習スタイルといった個人属性は、これまでの運転経験や学習経験に影響を受けることが想定される。本研究では被験者の年代別人数を同数にした上で、傾向スコアマッチングにより個人属性の影響を最小限に調整した上で動機付け動画の有効性を検証する。

4.1 調査項目

本研究で用いる調査データは、令和2年度10月にインターネットで実施された2790名の調査結果の内、2パターンの動画で学習した620名のデータを分析する。調査では、

年代、性別等の他に、回答者の基本属性として学習スタイル、キャリアレジリエンス特性を調査している。本研究では、自動運転レベル2-5に関する学習時に、自動運転車で家族旅行をするナラティブ型の動画（パターン A）と基本事項のみの動画（パターン B）で学習を行い、学習前後のテスト結果を基にナラティブ型の動機付け動画の有効性を検証する。

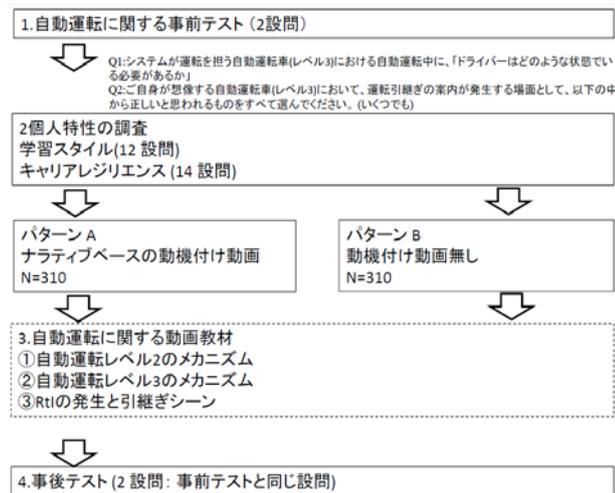


図 2 調査方法

Figure 2 Survey method.

4.2 ナラティブの概要

動機づけ教材では、一般市民が自動運転と聞いて想像するレベル 5 とこれから実現されるレベル 3 とのギャップを意識させ、注意喚起すると共に、家族での自動運転車での移動し Rti の引継ぎが発生し、自動運転から引継ぎが発生するというストーリー性のあるシナリオを用いて自身との関連を感じてもらった内容とした。動機づけ教材は、ARCS 評価項目[9]を使用した事前評価で有効性が検証されている。

4.3 調査項目

キャリアレジリエンスの尺度は児玉（2015）を参考に 4 因子（「因子 1：チャレンジ」「因子 2：新奇・多様性」「因子 3：未来志向」「因子 4：援助志向」）14 設問で調査した[10]。回答は各項目について「とてもそう思う（5 点）」から「全くそう思わない（1 点）」の 5 段階評定で求める。

学習スタイルは、Felder の提唱したモデルを参考に 4 因子 16 設問で調査した[11],[12]。Felder は、学習者に対して質問形式で調査を行い、その特性を 4 対の項目（ACT-REF, SEN-INT, VIS-VRB, SEQ-GLO）で示している。

表 1 学習スタイルの概要

Table 1 Learning style overview.

分類	2対	
ACT_REF	ACT	ディスカッションや他の人への説明す

		ることを好む
	REF	学習内容を短くまとめたり、ノートを整理したりすることを好む
SEN_INT	SEN	事実を学ぶことを好む
	INT	変化に富んでいることを好む
VIS_VIR	VIS	写真、図、フローチャート、タイムライン、動画、デモなど自分で見たものをよく覚える
	VIR	書面や口頭での説明など、言葉を通して学習する。
SEQ_GLO	SEQ	解決策を見つけるのに論理的なステップを踏んでいく傾向にある
	GLO	個々の関係をみないでランダムに内容を学習し、突然、学習内容の本質をつかむようになったりする

4.4 分析方法

自動運転に関する理解は個人属性による差があると想定される。パターン A とパターン B の被験者の学習スタイルとキャリアレジリエンス等の基本属性別に事前事後テストの結果を比較する。次に学習前後のテストで得点が上昇した群と非上昇の群に分け、影響が想定される変数群を独立変数としてロジスティック回帰分析を行う。このことで複数の独立変数が 2 値の従属変数に影響を与える確率を算出する。これにより、複数の独立変数のどれがどの確率で従属変数に影響を与えるかが判明する。従属変数に与える影響は、各人ごとに 1 つの数値にまとめることができる。本研究では、算出された数値（傾向スコア）の差が少ない者を上昇群と非上昇群から選び出し、上昇群と非上昇群の属性や特徴を均一にした上で動機づけ教材の有効性を検証する。

5. 基礎データの分析結果

5.1 パターン別事前事後テストの結果

表 2 は被験者の基本的な属性である。表 3 はパターン別に事前事後テストの結果を比較した結果、パターンによらず学習後のテスト結果が有意に高い。事前事後の得点上昇率はパターン A が 1.18 倍、パターン B が 1.15 倍となった。

表 2 被験者の基本属性

Table 2 Subject's basic attributes.

	全体		パターン A		パターン B	
年代	男性	女性	男性	女性	男性	女性
-39	62	62	31	31	31	31
40-49	62	62	31	31	31	31
50-59	62	62	31	31	31	31
60-69	62	62	31	31	31	31
70-	62	62	31	31	31	31
合計	620		310		310	

半数以上の得点が上昇していることから、パターンによらず一定の学習効果があることが確認された(表3)。

表3 パターン別事前事後テストの結果

Table 3 Results of pre-posttest by pattern.

		事前得点	事後得点
パターン A (N=310)	平均値	7.05	8.32
	標準偏差	2.14	2.24
パターン B (N=310)	平均値	7.31	8.44
	標準偏差	2.13	2.23

5.2 キャリアレジリエンスの比較

レジリエンスの因子別の α 係数を算出したところ因子1: チャレンジ($\alpha=0.80$), 因子2: 新奇・多様性($\alpha=0.78$), 因子3: 未来志向($\alpha=0.88$) 因子4: 援助志向($\alpha=0.78$)となり内部一貫性に問題はなかった。キャリアレジリエンス4因子の平均得点をパターン別に比較した結果、パターンAとBに有意差は見られなかった(表4)。

表4 パターン別レジリエンス

Table 4 Resilience score by pattern.

		A N=310	B N=310
因子1:resi チャレンジ	M	2.65	2.69
	SD	0.55	0.53
因子2: 新奇・多様性	M	2.79	2.75
	SD	0.63	0.62
因子3: 未来志向	M	2.32	2.39
	SD	0.69	0.69
因子4: 援助志向性	M	2.81	2.82
	SD	0.62	0.60

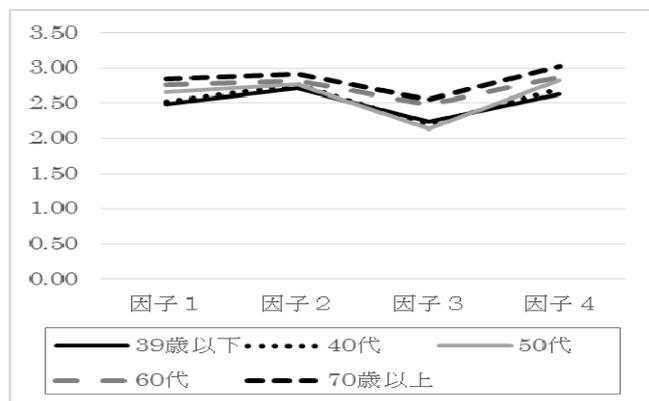


図3 パターンAの年代別キャリアレジリエンス得点

Figure 3 Age-Specific Career Resilience Score.

年代別にキャリアレジリエンスを比較した結果、パターン

A, パターンB共に年代が高い程キャリアレジリエンス得点が高い傾向があり、因子1, 因子3, 因子4は70代以上と39歳以下に1%水準で有意差が見られた。図3はパターンAのキャリアレジリエンス得点を年代別に表したものである。

因子1, 因子3, 因子4は未婚と既婚, 子供有無で有意差が見られ、既婚未婚と子供有りが有意に高い結果であった。図4はパターンA, Bの結婚歴有無のレジリエンス得点を比較したものである。因子2以外のレジリエンス因子は、人生経験、結婚や出産といった転機の経験によって高まる可能性がある。

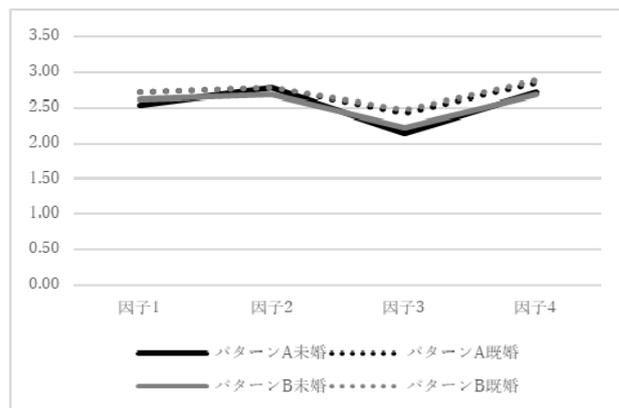


図4 既未婚別パターン別キャリアレジリエンス得点

Figure 4 Resilience score by pattern by married&unmarried.

5.3 学習スタイルの比較

学習スタイル4因子の平均得点をパターン別に比較した結果、有意差は見られなかった(表5)。平均点は1に近いほど、対項目の左項目の得点が高いことを示す。両パターン共にACTよりREFを好み、INTよりSEN, VIRよりVIS, GLOよりSEQを好む傾向がある。図5はパターンAの4因子2対の構成比を示したものである。年代別の比較ではSEN_INT因子のSENとVIS_VIR因子のVISは年代が高い程高まる傾向があり、70代以上と39歳以下に5%水準で有意差が見られた。

表5 パターン別学習スタイル得点

Table 5 Learning style score by pattern.

		パターン A N=310	パターン B N=310
LS1_ACT_REF	M	0.40	0.35
	SD	0.49	0.48
LS2_SEN_INT	M	0.69	0.67
	SD	0.46	0.47
LS3_VIS_VIR	M	0.69	0.65
	SD	0.46	0.48
LS4_SEQ_GLO	M	0.65	0.64
	SD	0.48	0.48

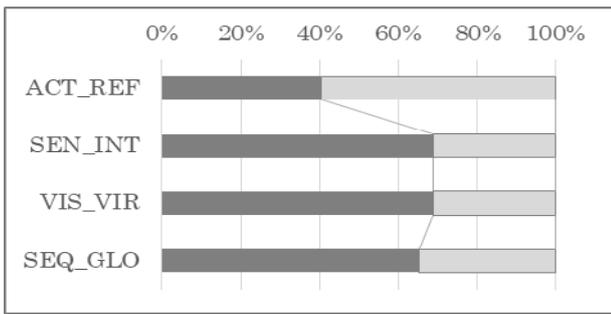


図 5 パターン A の学習スタイル得点
 Figure5 Pattern A learning style score.

性別の比較では、女性の SEN_INT 得点が 5%水準で有意に高く、子供の有無では有りの ACT_REF 得点が 5%水準で有意に高い結果となった。図 6 はパターン A, B の男女別学習スタイル得点を比較したものである。学習スタイルは、被験者の年代、性別、子供有無で異なる傾向を示しており、分析時に考慮が必要となる。

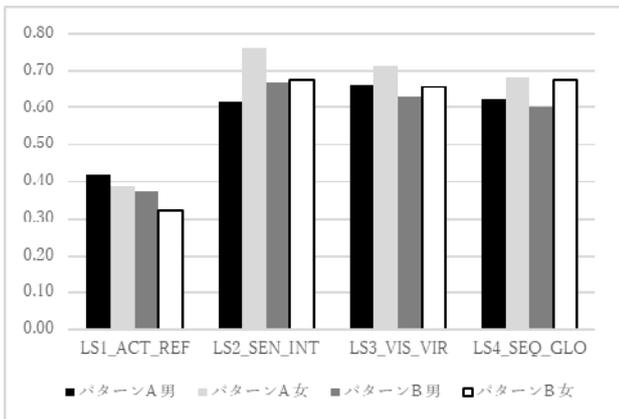


図 6 パターン別男女別学習スタイル得点
 Figure6 Gender-specific learning style scores by pattern.

5.4 レジリエンス 3 段階別比較

レジリエンスの合計得点を低中高の 3 段階に分け、事前事後の得点をパターン別にまとめたグラフが図 1, 図 2 である。

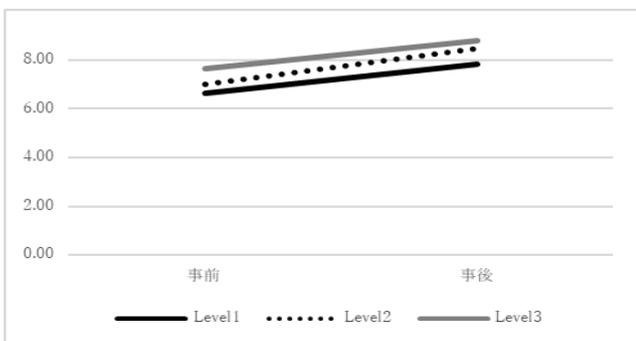


図 7 パターン A のレジリエンスのレベル得点
 Figure7 Pattern A score by resilience level.

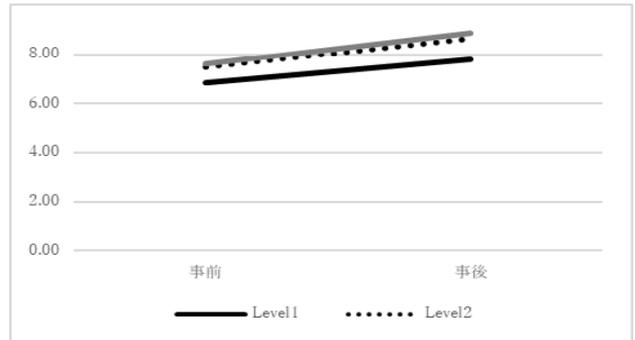


図 8 パターン B のレジリエンスのレベル得点
 Figure8 Pattern B score by resilience level.

パターンによらずレジリエンス合計得点が高い順 (Level3 > Level2 > Level1) に事後得点が高いことがわかる。パターン B は、レジリエンス合計得点のレベルによって交互作用が見られることから、学習時にレジリエンスが影響すると考えられる。

5.5 レジリエンス 3 段階別比較

ロジスティック回帰分析では共変量として、事前得点、キャリアレジリエンス、学習スタイル、性別、既婚未婚、子供の有無、年代を確認した。モデルの適合度から、パターン A の共変量として事前得点、学習スタイル (SEN) を抽出した。表 6, 7 は共変量の影響を比較したものである。パターン A はパターン B と比較してレジリエンスや年代の影響を吸収している一方、学習スタイル (SEN) の影響を受けていることがわかる。即ちナラティブベースの動機付け教材を利用することで、個人属性としてレジリエンスや年代の差を吸収できる可能性がある。

表 6 パターン A のロジスティック回帰分析

Table 6 Pattern A logistic regression analysis.

	B	Sig	Exp(B)	EXP(B) の 95% 信頼区間	
				下限	上限
事前得点	-0.87	0.00**	0.42	0.29	0.61
LS2_SEN_INT	1.00	0.00**	2.72	1.60	4.62
新規・多様性	0.27	0.20	1.31	0.87	1.96
年代	0.02	0.87	1.02	0.85	1.22
定数	1.08	0.11	2.95		

*p<0.05 **p<0.01 Cox-Snell R²0.10

N=310

表 7 パターン B のロジスティック回帰分析

Table 7 Pattern B logistic regression analysis.

	B	Sig	Exp(B)	EXP(B) の 95% 信頼区間	
				下限	上限

事前得点	-0.87	0.00**	0.42	0.29	0.60
LS2_SEN_INT	0.44	0.10	1.55	0.92	2.63
新規・多様性	0.57	0.01**	1.77	1.18	2.67
年代	0.24	0.01**	1.27	1.06	1.52
定数	-0.19	0.76	0.83		

*p<0.05 **p<0.01 Cox-Snell R²0.10

N=310

6. 傾向スコアマッチングの分析結果

パターン A の動機付け効果を確認するために、傾向スコアによるマッチング後に、非上昇群と上昇群で事前得点と学習スタイル (SEN_INT) 得点が似たものを選び出し (= 傾向スコアの数値が同じか極めて差が小さいものを選び出し)、再度事前事後の得点を比較したのが表 8 である。事前得点は両パターンで上昇したが、事後得点はパターン A のみが増加した。

表 8 傾向スコアマッチング後の事前事後得点

Table 8 Pre- and post-scoring after matching.

		事前得点	事後得点
パターン A (N=249)	平均値	7.61	8.51
	標準偏差	1.84	2.26
パターン B (N=175)	平均値	8.22	8.38
	標準偏差	1.87	2.45

6.1 マッチング後の個人属性別分析

マッチング後の男女別の学習スタイル得点を比較したのが図 9 である。マッチング前と比較してパターン A 女性の SEN_INT の得点差が減少していることがわかる。平均点の比較においても有意差がない結果であった。

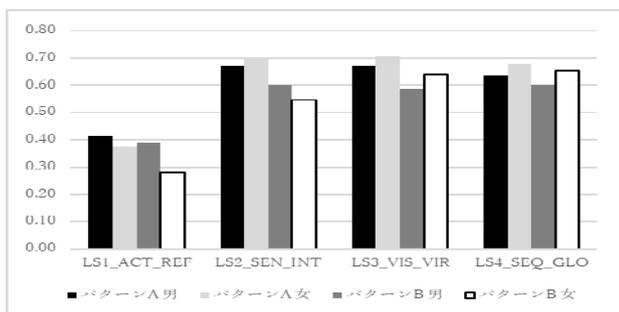


図 9 マッチング後のパターン別男女別学習スタイル
 Figure 9 Learning style by pattern by pattern after matching.

6.2 マッチング後の事前得点別分析

事前得点を低中高の 3 段階に分け、事後得点と比較したものが図 8 である。マッチング前にはパターン A, B に有意差が見られなかったが、マッチング後は、低中段階でパ

ターン A の事後得点が有意に高い結果となった。またパターン A は各段階とも事前得点より事後得点が高いが、パターン B は低段階の得点上昇が見られなかった。これよりパターン A はパターン B と比較して、事前得点が低いグループの学習に寄与したと考えられる。

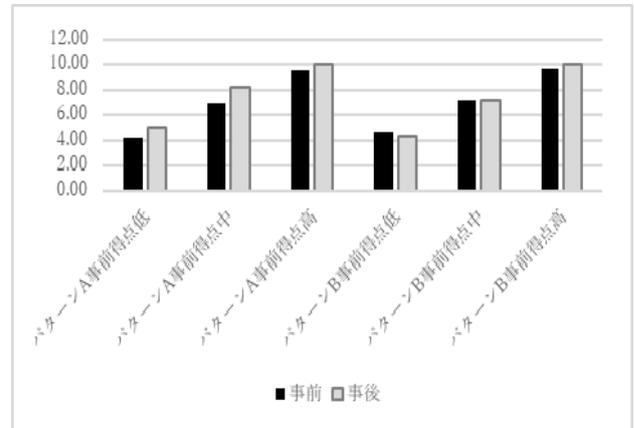


図 10 マッチング後のパターン別得点
 Figure 10 Score by pattern after matching.

6.3 マッチング後のレジリエンス得点別分析

レジリエンスの合計得点を低中高の 3 段階に別け、パターン別に比較したのが図 11, 図 12 である。

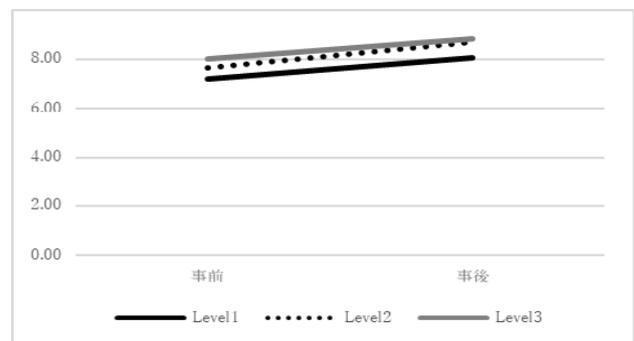


図 11 マッチング後のパターン A のレベル得点
 Figure 11 Scores by resilience level of pattern A after matching.

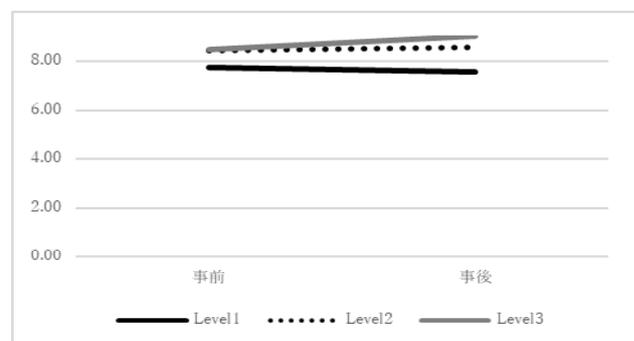


図 12 マッチング後のパターン B のレベル得点
 Figure 12 Scores by resilience level of pattern B after matching.

マッチング前と同様にレジリエンス得点が高い程事後得点が高いが、パターン B ではレジリエンス合計得点低群で事後得点が下がっていることがわかる。これよりパターン A はパターン B と比較して、レジリエンスが低いグループの学習に寄与したと考えられる。

6.4 マッチング後の個人属性分析

レジリエンス得点に有意な差が見られた既婚未婚、子供有無別に事前事後の得点を比較した結果パターン A の方が得点上昇率が高い結果となった。図 13 はマッチング後の既婚未婚別事前事後得点をパターン別に比較した結果である。パターン A はパターン B と比較して未婚者の事後得点の上昇割合が高いことがわかる。ナラティブ手法を活用した動画教材がレジリエンスが低いグループに有効であった可能性がある。

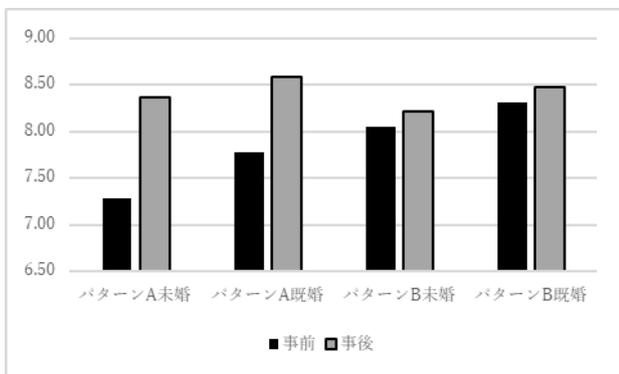


図 13 マッチング後のパターン別既婚未婚別比較
 Figure 13 Scores by married by pattern after matching.

7. 結果の分析

本研究では、安全教育時に用いる動機付け教材の有効性について検討した。傾向スコアマッチングの結果、ナラティブ手法を活用したパターン A の学習効果は、動機付けなしの動画教材と比較し、個人のレジリエンス要因を吸収できる可能性が検証された。本検証の被験者において、レジリエンスの差が顕著な既婚未婚、子供有無の比較でもパターン A はパターン B より顕著に事後得点が上昇している。本調査では、以下 2 点が確認された。

1. ナラティブベースの動機付け教材を利用すれば、個人のレジリエンスの違いを吸収できる可能性がある。
2. ナラティブベースの動機付け教材を利用する場合には、個人の学習スタイルを考慮すると有効性を高められる可能性がある。

自動運転に関する安全教育をドライバ向けに実施する場合、これまでの運転経験が影響を及ぼす。動画教材を開発する際に、ARCS モデルのみならずナラティブ手法を活用す

ることで、性別や年代、既婚未婚、子供の有無といった個人属性の違いを吸収できる可能性がある。今後は更なる研究を継続し、学習支援方法を改善する予定である。

8. 本研究の限界と今後の課題

本調査では、個人属性として性別、婚姻状況、年代、学習スタイル、キャリアレジリエンス等を調査したが、学習後の自己効力感や教材の有用性に関する認識については調査しておらず、学習効果については限定的な分析に留まっている。

また学習効果を測定するテストに於いても、選択式で判定しており、より正確に理解度を調査する必要がある。更なる研究として、事前得点や学習スタイル、レジリエンス得点に応じて提示教材を変えた場合の学習効果についても検証する必要がある。

謝辞

この成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託業務「戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) 自動走行システム/大規模実証実験/HMI」の結果得られたものです。

参考文献

- [1] Zhou, H., Itoh, M., Kitazaki, S.. Long-term Effect of Experiencing System Malfunction on Driver Take-over Control in Conditional Driving Automation. Proceedings of The 2019 IEEE international Conference on Systems, Man, and Cybernetics, 2019, p. 1950-1955.
- [2] Okamoto, M., Nakahira, K., Kitajima, M.. The Measure towards the Improvement in Motivation of Safety Education using "Visualization" of Traffic Accident Damage", FIT2012, p.659-660, (2012).
- [3] 新目真紀, 秀島栄三, 神田幸治. プリペアドネス向上を目的とした参加型学習における動画教材の足場がけ効果に関する考察, 土木学会論文集 D3 (土木計画学) 68(5), 2012, p35-43.
- [4] Arame, M., Hand, J., Goda, Y., Toda, M., Matsuba, R., Zhou, H., Itoh, M., Kitazaki, S.. Learning Effects of Different Learning Materials about Automated Driving Level 3: Evidence from a Propensity Score Matching Estimator, Proceedings of Fifth International Congress on Information and Communication Technology, ICICT 2020, London, Volume2, p387-394.
- [5] エリック・ホルナゲル (著), 小松原明哲 (監訳). 社会技術システムの安全分析: FRAM ガイドブック, 2013, 海文堂.
- [6] Christopher P. N., Hollnagel, E. (編), 北村正晴 (監訳). レジ

リエンスエンジニアリング応用への指針: レジリエントな組織になるために, 日科技連出版社, 2017.

- [7] 今井康晴. ブルーナーのナラティブ論に関する一考察, 広島大学大学院教育学研究科紀要. 第一部, 学習開発関連領域 (59), 2010, p51-57.
- [8] 安藤和代. クチコミのナラティブ構造が受け手の評価に与える影響 ブログ記事へのナラティブトランスポートーション効果に注目して, 消費者行動研究, 21(1_2), 2015, p1_2_25-1_2_46.
- [9] Suzuki, K.. On the Framework of Designing and Developing "appealing instruction: The ARCS Motivation Model, Journal of Educational Media Research Vol(1), 1995, Issue1, p50-61.
- [10] 児玉真樹子. キャリアレジリエンスの構成概念の検討と測定尺度の開発”, 心理学研究 86(2), 2015, p.150-159.
- [11] Felder, R. M. & Silverman, L. K. Learning Styles and Teaching Styles in Engineering Education, Engr. Education, 1998, 78(7), p674-681.
- [12] Goda, Y., Arame, M., Hand, J., Toda, M., Matsuba, R., Zhou, H., Itoh, M., Kitazaki, S.. Development of a Short-Form Learning Style Inventory for Automated Driving Safety Education, IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering, 2020. (in press)