

日 本 大 学 工 学 部 紀 要

第 60 卷 第 2 号

平成 31 年 3 月

日 本 大 学 工 学 部
工 学 研 究 所

目 次

論 文

- 高等学校工業基礎学力テストの施行実施結果の一考察
..... 石井 末勝・中村 和生・棟方 克夫・齋藤 浩一 (1)
- Self-Directed Language Learning Practices of a Group of College Students in Japan
..... John Fiedeldy・麦倉沙耶子・島崎のぞみ (9)

総合論文

- 2011年東北地方太平洋沖地震により被災した国道橋梁や高速道路盛土のフラジリティ特性
..... 中村 晋 (25)

論文

高等学校工業基礎学力テストの試行実施結果の一考察

石井 末勝*・中村 和生**・棟方 克夫***・齊藤 浩一****

A consideration for trial result of high school industrial grounding test.

Suekatsu ISHII*, Kazuo NAKAMURA**, Katsuo MUNAKATA*** and Koichi SAITOU****

Abstract

The National Association of Principals of Technical Senior High Schools has advanced the development of "High school industrial grounding test". In this text, this test is considered about the outline, the content, the evaluation, and use, etc. This test was executed to a machine and an electric field by 48 nationwide schools in March, 2018. We think the contribution of "This test" in the future to effective achievement of "Curriculum management" enhancement of All Japan industry system high school.

Key words: Viewpoint, nature, ability, and curriculum management of high school industrial grounding test and evaluation

要 約

全国工業高等学校長協会は「高等学校工業基礎学力テスト」の開発を進めてきた。本稿では、工業基礎学力テストの開発の趣旨、試験内容、評価の観点、活用にあたっての考え方等について、平成30年3月に実施した全国48校での、機械分野、電気分野の試行結果を中心に考察する。今後「高等学校工業基礎学力テスト」は全国の工業系高等学校の「カリキュラム・マネジメント」の実現に貢献すると考える。

キーワード：高等学校工業基礎学力テスト、評価の観点、資質・能力、カリキュラム・マネジメント

1. はじめに

文部科学省は、2018年（平成30年）3月6日に「高校生に求められる基礎学力の確実な習得」と「学習意欲の喚起」を図るため、文部科学省が一定の要件を示し、民間の試験等を認定する「高校生のための学びの基礎診断」（以下「基礎診断」という。）を創設した¹⁾。

高等学校については、進学率の高まりとともに、生徒の興味・関心、能力・適性等の多様化に対応して、教育内容の多様化が進められてきた。一方で、学習意欲が低い者も含め、基礎学力が不足している者も見られる。また、大学入学者選抜機能の低下が進むなどの状況も重なり、全ての生徒が共通に身に付けるべき資質・能力を確実に育み、生徒の学習意欲の喚起、学習改善を図ることが課題として認識されている。

このような背景の下、高大接続システム改革会議の「最終報告」で提言された「高等学校基礎学力テスト（仮称）」については、有識者による検討を経て、平成29年7月13日に名称も新たに「高校生のための学びの基礎診断」としての実施方針が文部科学省より示された。

特に職業系専門学科については、高校生のための基礎診

断Q&Aの中で「職業系専門学科については、学習意欲の喚起を図りつつ、多面的な評価を推進する観点から、校長会等が実施する農業、工業、商業等の検定試験、その他の各種検定試験等を含めた多様な学習成果を測定するツールについて、必要に応じてこれらを組み合わせながら活用していくことが期待される。」²⁾とある。

全国工業高等学校長協会（以下「全工協会」という。）は平成27年4月より「高等学校工業基礎学力テスト（以下「工業基礎学力テスト」）の開発を進めてきた。本稿では、工業基礎学力テストの開発の趣旨、試験内容、活用にあたっての考え方等について、機械分野、電気分野の試行結果を中心に報告する。

2. 開発の趣旨

全国の高等学校で平成31年度から、基礎学力の定着度合いを測るための試験「高校生のための学びの基礎診断」が始まる。国語、数学、英語の3教科について認定された民間の試験を受け、高校が指導の改善に繋げる仕組みとなっている。基礎学力定着に向けたPDCAサイクルの中のC（評価）に位置付けられるものであるが、専門科目は対象となっていない。

そこで全工協会は、工業の教育課程を有する高等学校（以下工業系高校）として、工業科目の指導や教育課程の改善に繋げるためのC（評価）の必要性から「工業基礎学力テスト」を開発した。工業系高校では、自校の生徒に3年間

平成31年1月10日受理

*公益社団法人全国工業高等学校長協会事務局

**公益社団法人全国工業高等学校長協会事務局

***日本大学工学部総合教育

****日本大学工学部総合教育

で身に付けさせる資質・能力を目標に掲げ日々の授業に取り組んでいる。PDCAサイクルによる検証を行う時に、どのような観点で評価するのか等、全国共通の到達目標を設定する必要があると考えた。

3. マトリックス評価の開発

工業基礎学力テストの開発は、「工業数理基礎」「機械分野」「電気分野」「建築分野」「土木分野」「設備分野」「材料分野」「繊維分野」「化学分野」の1科目8分野で開発している。テスト内容を一定の基準で作成するためにマトリックス評価を開発した。マトリックス評価は、大問題(単元)、問題例、評価の観点から構成されている。観点別評価の導入を考慮し、観点別の評価規準が達成できたかどうかを見取ることができるように配慮した。

3-1 評価の観点

特に学びの診断を分かり易くするために、「評価の観点」と「専門分野の能力」についての観点を開発した。「評価の観点」は共通とし、「専門分野の能力」については分野ごとに作成している。本稿では試行実施した「機械分野」「電気分野」についての報告である。

(1) 「評価の観点」

- ① 知識・理解力：習得すべき知識や重要な概念等が身に付いているか。
- ② 思考・判断力：分野の内容等に即して思考・判断する力が身に付いているか。
- ③ 数学的技能力：分野の内容等について数学的に技能が身に付いているか。

(2) 「機械分野の能力」

- ① 測定力：ノギスやマイクロメーターなどの測定器を正しく使う力が身に付いているか。
- ② 機械工作力：溶接，切削加工，鑄造，材料試験等，機械工作の方法と原理が身に付いているか。
- ③ 機械設計力：応力とひずみ，反力とモーメント，材料の強さ等，機械設計の理論と方法が身に付いているか。
- ④ 材料加工力：結晶構造，熱処理等の加工方法の理論と方法が身に付いているか。
- ⑤ 図面作成力：図面を作成する理論と方法が身に付いているか。

(3) 「電気分野の能力」

- ① 原理法則を活用する力：電気に関する原理と法則を活用する方法が身に付いているか。
- ② 回路設計力：直流回路、交流回路、三相交流等、

回路設計の理論と方法が身に付いているか。

- ③ 電気測定力：電気計測の理論と方法が身に付いているか。
- ④ 電気活用力：電気を活用する理論と方法が身に付いているか。
- ⑤ 情報活用力：数値の表現方法，論理回路，流れ図等の情報を活用する方法が身に付いているか。

全国の工業系高校が同一分野におけるテスト問題の共通化を図ることは、組織的な授業改善を進めるための有効な方法となる。学校は、学習の到達度を正確に知ること、より充実した学習指導に取り組むことができる。

3-2 マトリックス評価表

開発した工業基礎学力テストのマトリックス評価表を次に示す。

表1 工業基礎学力テストのマトリックス評価表（機械分野）

[illegible]

表2 工業基礎学力テストのマトリックス評価表（電気分野）

大問題		問題例	評価項目	得点	評価の観点				専門分野の能力			
					① 知識・理 解力	② 思考力・判 断力	③ 数学的技 能力	④ 原理・法則 を活用する 力	⑤ 回路設計 力	⑥ 電気測 定力	⑦ 電気活 用力	⑧ 情報活 用力
1	電気の基礎	1-(1)単位と接頭語	3	○		○	○				○	
		1-(2)電力、電力量、熱量	3	○		○	○	○				
		1-(3)導体の抵抗	4	○	○		○	○	○	○		
2	直流回路	2-(1)オームの法則	3	○			○	○	○		○	
		2-(2)回路の計算方法	3	○			○	○	○		○	
		2-(3)キルヒホッフの法則	4	○	○	○	○	○	○			
3	磁気	3-(1)電流と磁界	3	○	○		○	○			○	
		3-(2)電磁力と磁気回路	3	○	○	○	○	○			○	
		3-(3)電磁誘導と電磁エネルギー	4	○	○	○	○				○	
4	静電気	4-(1)静電力と電界	3	○			○	○			○	
		4-(2)コンデンサの構造と性質	3	○	○		○	○			○	
		4-(3)コンデンサ回路の計算方法	4	○	○	○	○	○	○		○	
5	交流回路	5-(1)正弦波交流の波形	3	○	○						○	○
		5-(2)RLCを組み合わせた回路のインピーダンス	3	○		○		○	○			
		5-(3)RLCを組み合わせた回路の電圧や電流の求め方	4	○		○		○	○			
6	三相交流	6-(1)三相交流の性質	3	○	○		○			○	○	
		6-(2)△結線とY結線の電圧、電流の求め方	3	○		○		○	○			
		6-(3)三相交流電力の求め方	4	○				○	○			○
7	電気計測	7-(1)測定器の取扱い	3	○						○		
		7-(2)指示電気計器	3	○	○					○		
		7-(3)基礎量の測定方法	4	○		○	○		○			
8	情報基礎 (数値の表現方法)	8-(1)データの表現方法	3	○		○	○	○				○
		8-(2)基数変換	3	○	○	○	○	○				
		8-(3)2進数の計算方法	4	○	○	○	○	○				○
9	情報基礎 (論理回路)	9-(1)基本的な論理回路	3	○		○	○	○				○
		9-(2)ブール代数	3	○		○	○	○				○
		9-(3)論理回路の応用	4	○	○	○	○	○	○			
10	情報基礎 (流れ図)	10-(1)流れ図用の図記号	3	○								○
		10-(2)基本的なアルゴリズム	3	○	○	○	○					○
		10-(3)流れ図の制御構造	4	○	○	○	○	○				
		得点・達成率			100	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

4. 試行実施結果

平成30年3月に機械分野14校、電気分野34校で試行テストを実施した結果を示す。

4-1 機械分野

表3 機械分野正答率、平均点

大問題	小問題	正答率 (%)	平均点 (満点 10)	大問題	小問題	正答率 (%)	平均点 (満点 10)
1	(1)	67.6	5.2	6	(16)	47.4	3.3
	(2)	58.8			(17)	36.2	
	(3)	35.3			(18)	20.7	
2	(4)	68.6	4.6	7	(19)	52.7	3.4
	(5)	47.9			(20)	30.5	
	(6)	26.4			(21)	22.8	
3	(7)	82.8	5.3	8	(22)	26.5	3.4
	(8)	66.1			(23)	35.1	
	(9)	20.6			(24)	37.8	
4	(10)	79.1	6.4	9	(25)	37.9	3.1
	(11)	37.4			(26)	38.2	
	(12)	72.9			(27)	20.1	
5	(13)	50.1	4.1	10	(28)	44.1	3.3
	(14)	39.9			(29)	30.7	
	(15)	35.5			(30)	25.9	

表4 機械分野学習到達度別人数

学習到達レベル		得点	人数 (人)
S	S 1	95~100	1
	S 2	90~94	2
A	A 1	85~90	4
	A 2	80~84	8
B	B 1	70~79	22
	B 2	60~69	60
C	C 1	40~59	324
	C 2	0~39	370

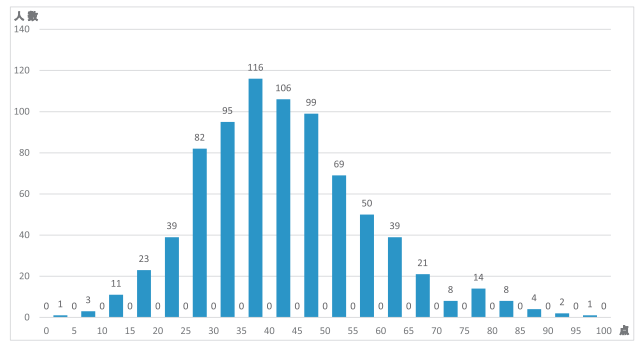


図1 機械分野成績分布

4-2 電気分野

表5 電気分野正答率、平均点

大問題	小問題	正答率 (%)	平均点 (満点 10)	大問題	小問題	正答率 (%)	平均点 (満点 10)
1	(1)	75.1	7.8	6	(16)	27.1	3.4
	(2)	67.0			(17)	46.3	
	(3)	88.8			(18)	29.5	
2	(4)	63.3	6.0	7	(19)	72.7	4.3
	(5)	44.8			(20)	38.8	
	(6)	69.5			(21)	23.9	
3	(7)	43.1	3.4	8	(22)	16.1	2.5
	(8)	30.8			(23)	24.1	
	(9)	28.5			(24)	32.3	
4	(10)	39.3	4.1	9	(25)	73.1	5.8
	(11)	22.8			(26)	64.2	
	(12)	56.8			(27)	41.5	
5	(13)	43.3	5.1	10	(28)	29.6	4.5
	(14)	60.7			(29)	47.5	
	(15)	49.6			(30)	55.7	

表6 電気分野学習到達度別人数

学習到達レベル		得点	人数 (人)
S	S 1	95~100	3
	S 2	90~94	12
A	A 1	85~90	14
	A 2	80~84	34
B	B 1	70~79	133
	B 2	60~69	251
C	C 1	40~59	841
	C 2	0~39	678

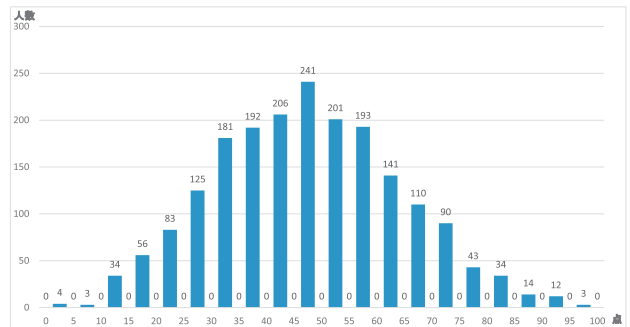


図2 電気分野成績分布

5. S-P表分析 (Student-Problem Score Table Analysis)

平成30年3月に実施した、工業基礎学力テストの機械分野、電気分野について学習状況と問題について分析を行うために、S-P表³⁾を作成した。

5-1 A工業系高校 機械分野についての分析

No.	男女	13	4	8	15	24	2	10	7	12	14	16	3	1	17	19	20	5	28	29	6	25	21	23	27	26	30	11	18	22	9	%	c.s			
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	29	96.7	0.254	良好	
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	26	86.7	0.425	良好	
20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	26	86.7	0	良好	
21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	26	86.7	0	良好	
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	23	76.7	0.261	良好	
10	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	23	76.7	0.729	注意	
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	23	76.7	0.472	良好	
19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	23	76.7	0.113	良好	
30	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	23	76.7	0.381	良好
31	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	23	76.7	0.261	良好	
35	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	23	76.7	0.311	良好	
5	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	22	73.3	0.494	良好	
39	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	22	73.3	0.123	良好	
2	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	22	73.3	0.555	注意	
34	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	21	70	0.373	良好	
36	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	21	70	0.2	良好	
37	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	21	70	0.236	良好	
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	20	66.7	0.114	良好	
13	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	20	66.7	0.378	良好	
18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	20	66.7	0.194	良好	
29	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	20	66.7	0.387	良好	
33	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	20	66.7	0.387	良好	
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	19	63.3	0.542	良好	
23	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	19	63.3	0.379	良好	
28	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	19	63.3	0.284	良好	
32	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	19	63.3	0.481	良好	
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	18	60	0.35	良好	
38	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	18	60	0.188	良好	
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	17	56.7	0.086	良好	
7	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	17	56.7	0.394	良好	
8	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	17	56.7	0.523	不安定	
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	16	53.3	0.172	普通	
22	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	16	53.3	0.292	普通	
25	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	16	53.3	0.447	普通	
26	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	16	53.3	0.361	普通	
27	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	16	53.3	0.309	普通	
17	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	11	36.7	0.516	不安定	
1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	33.3	0.136	普通	
24	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	770	33.3	0.64	不安定
		38	37	37	37	36	34	34	33	33	33	33	33	30	29	28	28	27	26	26	25	23	22	21	20	17	16	15	14	8	8	2				
%		97.4	94.9	94.9	94.9	92.3	87.2	87.2	84.6	84.6	84.6	84.6	76.9	74.4	71.8	69.2	66.7	66.7	64.1	59	56.4	53.8	51.3	43.6	41	38.5	35.9	20.5	20.5	5.1	65.8					
c.p		0.924	0.909	0.967	0.921	0.708	0.42	0.672	0.456	0.76	0.71	0.177	0.221	0.896	0.344	0.526	0.439	0.767	0.469	0.539	0.361	0.211	0.31	0.376	0.663	0.288	0.622	0.689	0.438	0.78	1.031					
		検討	正しい	検討	検討	検討	正しい	検討	良好	良好	不良	良好	良好	不良	良好	良好	検討	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	検討	良好	検討	検討	良好	不良	不良					

図3 機械分野S-P表分析

(1) 生徒の状況分析

- ・No 6の生徒は難易度の低い問題を的確に正解している。
- ・No 8の生徒の正答率が高いが、難易度の低い問題に不正解が見られる。集中力に課題があると考えられる。
- ・No10の生徒は難易度の低い問題に不正解が見られ、うっかりミスが散見される。
- ・No17の生徒は生徒注意指数 (C.S) が0.5以下で正答率が30%である。学習面で不安定な面がある。
- ・No24の生徒は生徒注意指数 (C.S) が0.5以下で正答率が30%である。正答率も低く、学力不足、努力を要する。

(2) 問題についての分析

- ・No 5の問題は達成度の高い生徒と低い生徒共に正解している。出題内容について検討が必要である。
- ・No 1, No14の問題は問題の注意係数 (C.P) が, 0.6

以上で正答率が55%を超えている。問題について検討が必要である。

- ・No 9, No22の問題は問題の注意係数 (C.P) が, 0.6以上で、正答率が20%以下である。難しい問題で再考が必要である。

5-2 B工業系高校 電気分野についての分析

No.	男女	25	3	4	30	2	6	19	14	1	15	26	13	12	17	5	29	18	23	7	10	27	20	21	28	11	16	24	9	8	22	%	c.s			
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	24	80	0.201	良好	
17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	22	73.3	0.105	良好	
27	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	22	73.3	0.057	良好	
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	21	70	0.194	良好	
21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	21	70	0.132	良好	
23	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	21	70	0.132	良好
37	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	21	70	0.282	良好
30	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	20	66.7	0.371	良好	
35	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	20	66.7	0.552	良好	
38	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	20	66.7	0.313	良好	
29	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	19	63.3	0.46	良好	
40	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	19	63.3	0.577	注意	
10	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	18	60	0.333	良好	
20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	18	60	0.333	良好	
25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	18	60	0.037	良好	
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	17	56.7	0.276	普通	
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	53.3	0.197	普通	
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	16	53.3	0.374	普通	
28	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	16	53.3	0.245	普通	
39	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	16	53.3	0.517	普通	
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	50	0.067	普通	
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	50	0.06	普通	
8	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	50	0.193	普通	
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	15	50	0.12	普通	
16	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	15	50	0.48	普通	
19	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	15	50	0.34	普通	
32	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	50	0.24	普通	
34	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	15	50	0.247	普通	
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	14	46.7	0.235	努力	
18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	46.7	0.392	努力	
24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	46.7	0.039	努力	
33	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	14	46.7	0.412	努力	
1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	13	43.3	0.523	努力	
7	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	13	43.3	0.307	努力	
15	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	13	43.3	0.837	不安定	
22	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	13	43.3	0.392	努力
26	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	13	43.3	0.406	努力	
31	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	12	40	0.507	努力	
6	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	11	36.7	0.739	不安定	
36	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	30	0.233	努力	
		39	38	37	36	35	35	35	34	33	32	32	27	25	22	19	19	16	16	15	15	14	13	12	12	11	9	9	8	7	3	658				
%		97.5	95	92.5	90	87.5	87.5	87.5	85	82.5	80	80	67.5	62.5	55	47.5	47.5	40	40	37.5	37.5	35	32.5	30	30	27.5	22.5	22.5	20	17.5	7.5	94.8				
c.p		0.805	0.155	0.576	0.337	0.247	0.454	0.886	0.036	0.967	0.173	0.549	0.765	0.472	0.791	0.354	0.726	0.571	0.744	0.297	0.734	0.539	0.626	0.875	0.779	0.679	0.705	1.001	0.495	0.434	0.751					
		検討	易しい	易しい	易しい	易しい	良好	良好	易しい	良好	不良	良好	良好	不良	良好	不良	良好	検討	良好	検討	良好	検討	検討	不良	検討	不良	不良	良好	良好	易しい						

図4 電気分野S-P表分析

(1) 生徒の状況分析

- ・No 6, No15, の生徒は難易度の低い問題に不正解があり、難易度の高い問題にも正解している。集中力に課題がある。
- ・No24の生徒は難易度の低い問題に正解が多く、難易度の高い問題は不正解が多い。今後指導が必要である。
- ・No40の生徒は難易度の低い問題に不正解がある。難易度の高い問題に正解が所々ある。注意を要する。

(2) 問題についての分析

- ・No 1, No13, No17問題は、問題の注意係数 (C.P) が、0.6以上で、正答率が55%を超えている。出題内容について検討が必要である。

6. 採点集計システムの概要

試験実施から実施結果完成までの流れを示す。

- ① 予め採点集計システムに、以下のデータを入力して

おく。

◇全分野・科目共通の到達レベルごとの評価コメントデータ

◇分野・科目別の評価項目データ

◇分野・科目別の設問データ

◇分野・科目別および評価項目別の達成度ごとの評価コメントデータ

◇分野・科目別の正答データ

- ② 試験終了後マークシートを回収する。

- ③ 回収したマークシートをデータ化 (以下、解答データ)。

- ④ 解答データを採点集計システムに取り込む。

- ⑤ 採点集計システムが、取り込んだ解答データを予め入力しておいた正答データと照合し、採点を行う。

- ⑥ 採点結果のデータを基に、個人の評価マトリックスおよび評価コメントを記載した個人成績表 (図5に示す)、生徒個別の試験結果を分野・科目別に学校単位・学級単位で一覧にした生徒個別の試験結果一覧を、採点集計システム上で作成。

- ⑦ 個人成績表および生徒個別の試験結果一覧を受験校

ごとに印刷し、試験結果として各受験校へ返却する。
(受験校ごとにまとめて印刷データを出力する部分は、
採点集計システムが行う)。

- ⑧ 採点結果のデータを基に、採点集計システムが実施結果用のデータを作成。
- ⑨ まとめ用のことばを実施結果用のデータに追記し、実施結果が完成する。

7. 生徒個人成績表

生徒個人に返却される個人成績表を示す。学習状況結果を把握し易いようにマトリックス評価表を示した。さらに、レーダーチャートを取り入れ、学習状況が視覚的にわかるように工夫し、受験した生徒の励みとなるように、個人のコメント欄を設けた。

平成29年度 高等学校工業基礎学力テスト《機械》 個人成績表

学校番号	学年	2	組	01
番号	16	得点	97	学習到達度
				S1

1 評価マトリックス

大問題		問題例	評価項目	得点	評価の観点			専門分野の能力				
					①知識・理解力	②思考力・判断力	③数学的 技能力	④測定力	⑤機械 工作力	⑥機械 設計力	⑦材料 加工力	⑧図面 作成力
1	力の合成・モーメント	モーメント	3	○		○			○			
		力の合成（直角）	3	○		○			○			
		力の合成（斜角）	4	○		○			○			
2	仕事と動力	仕事量	3	○		○			○			
		動力	3	○		○			○			
		滑車	4	○		○			○			
3	測定	測定（ノギス）	3	○			○					
		測定（マイクロメーター）	3	○			○					
		測定（ダイヤルゲージ）	4	○			○					
4	製図	製図の基礎（図面）	3	○	○						○	
		製図の基礎（線）	3	○	○						○	
		製図の基礎（寸法公差）	4	○	○						○	
5	応力とひずみ	圧縮応力	3	○		○			○			
		縦ひずみ	3	○		○			○			
		縦弾性係数	4	○		○			○			
6	反力と曲げモーメント	梁の反力（両端片持梁）	3	○		○			○			
		曲げモーメント（両端支持梁）	3	○		○			○			
		曲げモーメント（片持梁）	4	○		○			○			
7	材料の強さ	安全率	3	○		○			○			
		せん断応力	3	○		○			○			
		許容応力	4	○		○			○			
8	機械材料の性質	結晶構造	0	×	×						×	
		加工性	3	○							○	
		熱処理	4	○	○						○	
9	溶接・切削・鋳造	溶接の種類	3	○	○			○				
		工具材料	3	○	○			○				
		鋳造の種類	4	○				○				
10	材料試験	引張試験	3	○				○				
		硬さ試験	3	○				○				
		衝撃試験	4	○				○				
得点・達成率				97	97%	87%	100%	100%	100%	100%	70%	100%

2 コメント

◎学習到達度：S1《とても頑張っています。工業の基礎学力は十分身につけており、極めて高いレベルです。》

◎評価の観点

①知識・理解力

基礎的・基本的知識が十分身に付いています。

②思考力・判断力

思考力・判断力が十分身に付いています。

③数学的技能力

数学的に処理する技能が十分身に付いています。

◎専門分野の能力

④測定力：測定方法の理解が十分にできています。

⑤機械工作力：工作の原理と方法が十分に理解できています。

⑥機械設計力：設計の理論と方法が十分に理解できています。

⑦材料加工力：機械材料の加工方法が理解できています。

⑧図面作成力：図面を作成する能力が十分にありま。

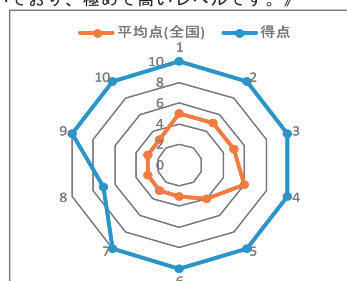


図5 個人成績表

8. おわりに

今、各学校は、生徒の実態や地域の実情等を踏まえて、各学校が設定する学校教育目標を実現するために、学習指導要領等に基づき教育課程を編成し、それを実施・評価し改善していくことが求められている。これが新しい学習指導要領の理念となっている「カリキュラム・マネジメント」である。「カリキュラム・マネジメント」の実現に向けては、全ての教職員が必要性を理解し、日々の授業等についても、教育課程全体の中で位置付けを意識しながら取り組む必要がある。このような観点からも「工業基礎学力テスト」の開発が急務であると考えた。平成31年2月には、「工業基礎学力テスト」が本格実施となり、全国202校、24,628人の参加の下に工業系高校で実施される。工業系高校生の資

質・能力の向上、今後の指導計画の作成と実施、授業改善の一助になることを確信している。

今後「高校生のための学びの基礎診断」は大学入試の補助的なものになることも考えられる。その時には、「工業基礎学力テスト」と併せた活用が重要であると考ええる。

私たちは、これからも多くの関係者とコミュニケーションをとって、研究活動に取り組んでいく所存である。

参考文献

- 1) 文部科学省 産業と教育 (H30) 5月号P 2 『高校生のための学びの仕組みの構築について』 産業教育振興中央会
- 2) 文部科学省「高校生のための基礎診断」Q&A
- 3) 佐藤隆博著『教育実践文庫③ S-P表の入門』 明治図書

Self-Directed Language Learning Practices of a Group of College Students in Japan

John FIEDELDY*, Sayako MUGIKURA**, Nozomi SHIMAZAKI***

Abstract

This study examines the ways in which students of foreign languages in Japan make use of self-directed learning skills. Self-report data is collected prior to semester long courses, and again at the completion of their courses. The subjects of this study are first, second and third year English and German foreign language students undertaking classes at the College of Engineering, Koriyama Japan.

The data analysis is based on two questionnaires, with quantitative data being collected from a pre-semester questionnaire, and both quantitative and qualitative data from a post-semester questionnaire. Teacher observations of autonomous learning practices are also described.

At the beginning of the semester, the students reported moderate practice of autonomous learning skills outside the classroom. In combination, these activities constitute a steady exposure to foreign languages and skills use. In the post-semester questionnaire, a significant number of students expressed a desire to continue foreign language learning, for the purposes of travel, employment and enjoyment. However many students reported facing difficulties in classroom learning, namely having trouble with listening comprehension, coping with difficult content and being dependent on the teacher for translating difficult content.

For those students who intend to continue language learning after they complete their college studies, it is essential that instructors equip them with the autonomous learning skills needed to pursue their long-term objectives.

1. Introduction

The ability to employ self-directed learning skills is crucial in successfully acquiring a second language. However Japanese foreign language students are often regarded as being unable to fully and effectively learn independently. Although students may be highly motivated, often they are unaware of, or do not have the time to fully employ the opportunities to engage in meaningful independent second language (L2) learning. In this context, this study examines how frequently college students employ self-directed skills for this purpose. It aims at making instructors and course providers aware that the benefits of developing autonomous learning skills can extend well beyond the students' college courses.

The participants in this study are first, second and third year English as a foreign language (EFL) and German as a foreign language (GFL) students at the Nihon University College of Engineering, Koriyama Japan. The range of subjects undertaken include English conversation, English reading, TOEIC preparation and German language study. Most of the students are aged between 20 and 22, with more than ninety percent being male. Self-reported quantitative data is collected at the beginning of the semester which relates to how frequently autonomous learning skills are used. Quantitative and qualitative data is also collected at the end of the semester, and this examines how students view their courses and describes their future study intentions. In analyzing this, the study poses the following questions:

1. To what extent do second language college students use self-directed learning skills?
2. What is the likelihood that students will continue to study a second language after they complete their college studies?

Received September 25, 2018

* Part-time Lecturer / Lecturer (Part-time), College of Engineering, Nihon University

** Part-time Lecturer / Lecturer (Part-time), College of Engineering, Nihon University

*** Former Part-time Lecturer / Lecturer (Part-time), College of Engineering, Nihon University

This study examines theoretical aspects of self-directed learning in the context of foreign language learning. The term *foreign language* is defined as a language outside its native country and not used in daily communication or survival (Richards 1993). Three language instructors conducted classes in the present study. They included a native English speaker, a native Japanese speaker conducting EFL classes and a native Japanese speaker conducting German classes. English language study was mandatory. German language study, on the other hand, was an elective. The students were grouped in classes on the basis that they shared similar proficiencies, however a wide range of proficiencies was observed. For the purposes of this study, the terms *self-directed learning* and *autonomous learning* are used interchangeably.

2. Literature Review

The following literature review focuses on the concept of self-directed learning and the ways in which it relates to foreign language learning. In particular, this review examines the following areas:

- a. The meaning of self-direction as it applies to general education and learning;
- b. The role of self-directed learning as a strategy in foreign language acquisition;
- c. The degree to which Japanese college students are able to learn foreign languages independently and effectively.

2.1 Self-Directed Learning

In any kind of learning situation, the ability to facilitate and orchestrate one's own learning experience is crucial. Grow (1991:128) defined 'self-directed learning' as the degree of choice that learners have within an instructional situation. As this is so fundamental, one of the goals of the educational process to produce self-directed, lifelong learners. In Grow's (1991:129-134) *Staged Self-Directed Learning Model*, learners advance through stages of increasing self-direction:

1. *Learners of low self-direction*. These are dependent learners who need to be directed on what to do, how to do it and when.
2. *Learners of moderate self-direction*. These learners are interested in learning and are willing to do learning tasks they can see the purpose of. They may, however, be largely ignorant of the subject of instruction.
3. *Learners of intermediate self-direction*. These learners have skills and knowledge in a subject matter area, and they see themselves as participants in their own education. They like to be involved with teachers and other learners and be respected for what they can do. They work well with the teacher and with others in the design and implementation of learning experiences.
4. *Learners of high self-direction*. These learners set their own goals and standards. They are both able and willing to take responsibility for their own learning and direction. They exercise skills in time management, project management, goal setting, self-evaluation and information gathering.

As students become adult learners, invariably their learning styles change. Knowles (1975) claimed that adult learning is characterized by self-directed rather than teacher-directed learning. Adult learners need to develop a capacity to be self-directing as an essential component of maturing (1975:20). Their life experiences are a rich resource and these should be exploited. Furthermore, adults develop a readiness to learn when they have to cope with life problems. Their orientation towards learning is problem or task centered. Additionally, adult learners become motivated by internal incentives, such as the desire to achieve and the satisfaction of accomplishment.

The strategies that learners employ will in large part be determined by their learning styles, the subject matter being learned, and by their perception of the demands of the situation (Svensson cited in Candy 1991:281). In a teacher-directed learning mode, approaches to learning are implicit in the instructional situation and are largely determined by the curriculum. In self-directed learning, the learner must decide how to deal with the subject matter and ideas, relevant to their area of inquiry. Learners have to make decisions on the basis of what seems most natural and map out their own course of inquiry (Candy 1991:281, 283).

2.2 Self-Directed Language Learning

The ability to employ self-directed learning strategies allows students to become effective foreign language learners. These characteristics are identified in Rubin's (1975) definition of 'a good language learner'. These include being a willing and accurate guesser, having a strong drive to communicate, not being inhibited and practicing (1975:45-48).

Oxford (1993:178-179) suggested that successful language learners are more capable of orchestrating their use of language learning strategies and demonstrate greater creativity than do less effective learners. They tend to use more and better learning strategies, and are also able to combine strategies more effectively. Strategies used by less effective learners are often non-communicative or uncreative. Furthermore less effective learners are less likely to know what strategies they need to employ.

Ingram (1978:659) identified the importance of social context in second language learning. Rich experience of the language is essential, with the learner being actively involved in interacting with the native speaking community in real-life situations. With this, the key process of rule acquisition takes place, both formally and informally.

Ingram (1978:182-183) argued that most adult learners attempt to develop practical language skills not as an end in itself, but as a means to some other purpose. Often advanced language learners enter tertiary institutions with their own expectations of how to go about learning a language. L2 learners who have chosen to enter a college or university in order to achieve an educational or vocational goal are favorably motivated, capable of disciplining themselves to achieving long-term objectives, and are able to recognize those skills in which they need to develop (1978:182).

Through self-directed learning, L2 students are able to create a learning environment which is realistic and meaningful. The benefits which arise can be explained through language learning models. Krashen (1981:1) proposed that language acquisition requires meaningful interaction in the target language, or natural communication, in which speakers are concerned not with the form of their utterances but with the messages they are conveying and understanding.

Foreign language students who are better able to teach themselves independently both inside and outside the classroom, are more likely to develop a wide range of learning strategies than those who simply confine themselves to restricted and formalized settings. This in turn may become critical in their objective of successfully acquiring L2 proficiency. Skehan (1989:97) contended that the learner's choice of strategies do not necessarily determine their L2 proficiency. Instead, one of the benefits of a higher proficiency may be their capacity to use a wider range of strategies.

Du (2013) examined how students of Chinese as a second language view the benefits of self-directed learning. With self-report data collected from focus groups, Du concluded that self-directed learning leads to improvements in second language knowledge, meta-cognitive skills and motivation. Du also argued that 'implementing SDL requires a set of paradigm shifts for the instructor on issues such as the provision of resources, assessment, the shift between the roles of knowledge transmitter and facilitator and the management of students' affective attitudes' (Du 2013:14).

Recent research studies concerning self-directed language learning, have examined the use of emerging technologies, namely the Internet, computers and mobile digital devices. The Internet has been described as being both a teaching tool, and a primary media of literacy and communication. Indeed the overlap between learning and the development of electronic literacy is especially pronounced (Shetzer and Warschauer, 2000:171). By using the Internet as a tool, teachers can encourage students to be autonomous learners, who learn to communicate, conduct research, and present ideas effectively. For this to occur, teachers may start with teacher-directed projects, providing guided assistance for beginning Internet users, to student-directed projects (Shetzer and Warschauer 2000:171, 181).

Yau (2012) argued for the wider use of self-access language learning centers (SALLECs) in Malaysian

universities. Such facilities would employ online tutors who could provide individual online consultations, with the objective of improving specific language skills such as listening, speaking, reading, writing, and study skills. In order for SALLECs to be effective tools for facilitating English language learning, Yau recommended that university students:

1. become conscious of the importance of self-learning;
2. change their attitude of learning, from teacher-centered to self-centered;
3. change their role from passive to active self-directed learners. (2012:165)

Hayta and Yaprak's (2013) study of self-directed EFL skills of Turkish university undergraduates looked at self-awareness, autonomous learning and the role of computers in language learning. Questionnaire results revealed that the students had developed a high degree of self-awareness of their language learning abilities. Being able to plan their own learning activities and organize the time to practice English was also rated favorably. Autonomous learning activities that were most commonly undertaken included taking notes and making summaries of lessons and reading extra material for courses in advance. In regards to computers, most students used audio-visual material to develop speech skills, and the Internet to study English.

In another study which focused on the use of computer applications in language learning, Whitaker (2016) investigated the effectiveness of self-directed English language learning on Thai college students. In an experimental study, two groups of students were initially pretested. They then participated in EFL classes under similar conditions. The students in the experimental group however, received a CD containing a computer application for learning English. They used this software to supplement their studies by learning in a self-directed manner. Upon completion of the experiment, both groups were then post-tested. The results revealed that students in the experimental group had outperformed those in the control group. Though these results need to be treated with caution, the benefits of self-directed computer applications outside of class may be significant. Whitaker (2016:12957) added that in order for this approach to be effective, teacher support and feedback is required to help maintain learner focus and motivation.

With the rise of mobile digital technologies, the potential uses of portable devices, both inside and outside the classroom, is just beginning to be understood. In an investigation of the use of smart phones and tablets, Demouy, Jones, Kan, Kukulska-Hulme and Eardley (2015) found that students who reported using mobile devices in language learning displayed high levels of curiosity and knowledge. They felt more in control of their own learning, and understood the merits of exposure to the target language.

2.3 Foreign Language Learning of Japanese Students

English language education at the school level in Japan aims at encouraging students to actively learn and use practical English in a communicative way in the classroom. In 2009 the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT) requested that high school English classes be conducted in English from 2013 "to enhance the opportunities for students to be exposed to English, transforming classes into real communication scenes" (MEXT 2010:3).

Great interest has been generated in how students can improve their English ability by participating in various communicative activities in class. For instance Masuyama and Mision (2017:132, 134) suggested that Karuta, a traditional Japanese card game, could be adapted for use as an English learning activity, which could increase "language production or processing from the student's perspective". They also advised that learner based activities be conducted in the target language. Takeuchi (2003) examined various strategies for foreign language learning which can be used in Japan, where English is learned as a foreign language, and showed that the learning environment may greatly affect what strategies learners may choose and employ (Takeuchi 2003:69).

Kato (2010) investigated the preferred learning styles of Japanese university students in regards to formalized English education. Using the results of student surveys, Kato (2010: 50-52) concluded that students preferred learner-centered classes. Participating in such classes could boost their appetite to study English harder. Kato (2011)

also researched the effects of learner-centered English classes, and described how this leads to an improvement in English communication ability. Learner-centered and communicative English language learning is now demanded in the classroom.

Pennington (2011) analyzed the problems that Japanese college students have in English learning and concluded that it is necessary for the teacher in the classroom to teach students explicit language learning strategies aimed at fostering self-directed learners (Pennington 2011: 12–13). Pennington (2011) claimed that it is difficult for students to secure the time needed for both mastering English in class and continuing long term learning after their studies are completed. Lee and Heinz (2016) investigated English language learning strategies used by 20 graduate students with high English proficiencies in Korea, where English is learned as a foreign language as in Japan. They claimed that “autonomous and self-directed learning is crucial in the EFL context” (Lee and Heinz 2016:69). Although there have been many studies and actual examples of how English can be learned in a communicative way in class, it is doubtful whether or not Japanese students are really successful English language learners, even if they have communicative experience at school.

2.4 German Education in Japan

Based on the Common European Framework of Reference for Languages (CEFR), German language education in Japan has seen a movement towards a communicative approach. Little (2010) argued that the CEFR was developed to provide an action-oriented approach, with language learning outcomes being described in terms of language use and competencies. In recent times, this has influenced German language education in universities, and has become the subject of research among educators dealing with teaching methods.

Despite this shift, Arich and Mayer (2015:84) claim that German foreign language learning in Japan is still centered on grammar translation, and that German language education in universities is very much teacher-centered and based on the grammar translation reading method “Grammatik-Übersetzt-Methode”. Tanaka (1998) has also highlighted previously the influence of English education in junior and senior high schools, with students developing a reliance on Japanese translation.

Promoting autonomous German language learning in Japan often faces obstacles. For instance, in Europe, a common approach known as “tandem” promotes independent learning by pairing students with different L1 speakers. This approach can then be extended to autonomous learning activities outside the classroom. However, because Japan has relatively few international students, the “tandem” method has limited local appeal. To facilitate autonomous learning, some universities have introduced video conferencing systems. For example, to promote conversation practice, Kobe University started using a remote video conference system which connects German and Japanese learners at a German university (Hayashi 2015). Through this medium, students can gain valuable language learning experience by communicating with one another. In comparison to English language education, there are few teaching materials to promote autonomous German learning. Nevertheless, students are now able to take advantage of smart phone applications, watch movies with subtitles, and use Internet sites that offer “tandem” like experiences.

The way in which college students use their self-directed learning skills will be the basis of investigation in the present study.

3. Data Collection Methodology

Students were given questionnaires at the beginning and at the completion of the semester (see Appendices A and B). Both quantitative and qualitative self-report data were collected to give an insight into the students’ autonomous language learning practices, and intentions for continuing learning after their university studies are completed.

Data was collected from a subject sample of four hundred and eighty-three students at the College of

Engineering, Nihon University. The students were enrolled in English Communication, Reading, TOEIC and German courses. They were first, second and third year undergraduate students. At this point in their studies, English language study was mandatory, with English Communication, Reading and TOEIC being available subjects. German was an elective subject.

The English Communication and German courses covered all four language skills, namely listening, speaking, reading and writing. The Reading course placed emphasis on reading and translation skills, while TOEIC covered listening and reading. The students' majors included engineering, information technology, biochemistry and architecture. Two of the teachers were native Japanese speakers, giving limited bilingual instruction in English Communication, Reading and German. A native English speaker conducted English Communication classes in English, and TOEIC bilingually.

3.1 Data Collection Instruments

Pre-semester questionnaire: The students were asked to rate how often they engaged in out-of-class language learning activities. The question items included watching foreign language videos, L2 reading, Internet searching and reading in L2, listening to and singing songs, text messaging, practicing conversation and preparing for the TOEIC. They were also asked to describe their views and practices on asking questions, preferences toward bilingual instruction and language study in class. With the exception of the final item, responses were in a four point scale, with "1" being the least self-directed and "4" being the most. Mean scores were then calculated in Excel for the first ten items in scores of 1 to 4. Question 11 "How much English/German do you practice in class?" contained two responses only, thus the mean score is between 1 and 2. The pre-semester questionnaire was also translated into Japanese.

Post-semester questionnaire: Upon completion of the semester, English Communication, TOEIC and German students were asked to describe their future language learning intentions. Reading students were not surveyed. The first part of the survey asked the students what aspect of foreign language study interested them most, and if they intended to continue studying English/German for future employment, travel or overseas academic study. For each of these items the students could choose one response only. The second part of the questionnaire asked the students to write comments (in Japanese) about their course, and how it could be improved.

4. Analysis of Data

The findings of this study are described in terms of the quantitative data from the pre-semester and post-semester questionnaires, and qualitative self-report data generated in the post-semester questionnaire. Relevant teacher observations of student learning behaviors are also described.

4.1 Pre-Semester Questionnaire Results

At the beginning of the semester, the students were asked to rate how frequently they use a second language, both informally and in structured learning. Mean scores for a broad range of activities were then calculated and are described in Table 1. For each particular activity, mean scores were typically low. However, these activities should not be regarded in isolation. When interpreted as employing a combination of L2 practicing activities, an argument can be made that the students were actively engaged in self-directed language learning.

The most frequent out-of-class second language activities that students took part in included "Listening to English, American or foreign music or singing songs", "Using the Internet" and "Watching television, movies and videos". These results reflect previous findings (e.g. Demouy, Jones, Kan, Kukulska-Hulme and Eardley 2015). "Studying TOEIC at home" was a less popular autonomous activity. This result could, in part, be attributed to the fact that TOEIC was already an official course at the university. "Speaking English or a foreign language with other people" also returned relatively low scores, which could be explained by the lack of opportunities to meet people who are L2 proficient. Language activities which returned the lowest scores were "Sending and receiving text messages and Emails" and "Reading books and magazines". Limited opportunities and negative views towards reading and

writing may have accounted for these results.

A range of in-class views and behaviors relating to how active students are in learning, were also examined. When asked “If I don’t understand words and sentences, I ask the teacher questions”, most students responded by choosing “Never” or “Sometimes” as opposed to “Often” or “Always”. They tended to prefer having the “Teacher explain everything” in class, rather than teaching themselves. The students also generally preferred restricting their language practice to what the teacher asked them to do, and to not go beyond that point. These results indicate that the students were somewhat passive in class and not inclined to be self-directed.

Table 1 : Pre-Semester Questionnaire
Self-Rating of Language Learning Behaviors

Survey of English Communication Students <i>N</i> = 234			Survey of TOEIC Students <i>N</i> = 40		
	Mean	Std. Dev.		Mean	Std. Dev.
1 Television and Movies	1.61	0.89	1 Television and Movies	1.55	0.64
2 Books and Magazines	1.20	0.51	2 Books and Magazines	1.15	0.43
3 Use of L2 Internet	1.80	0.79	3 Use of L2 Internet	1.58	0.64
4 Music and Songs	2.14	0.92	4 Music and Songs	2.08	0.76
5 Text Messages	1.24	0.54	5 Text Messages	1.03	0.16
6 Conversation Practice	1.39	0.82	6 Conversation Practice	1.30	0.56
7 TOEIC Study	1.53	0.82	7 TOEIC Study	1.50	0.82
8 Teacher Explanation	1.98	0.76	8 Teacher Explanation	1.93	0.73
9 Ask Questions	1.51	0.65	9 Ask Questions	1.43	0.59
10 Prefers L2 in Class	2.26	0.75	10 Prefers L2 in Class	2.13	0.61
11 Unrestricted Learning	1.15	0.36	11 Unrestricted Learning	1.10	0.30

Survey of Reading Students <i>N</i> = 170			Survey of German Language Students <i>N</i> = 39		
	Mean	Std. Dev.		Mean	Std. Dev.
1 Television and Movies	1.62	0.82	1 Television and Movies	1.51	0.79
2 Books and Magazines	1.21	0.56	2 Books and Magazines	1.21	0.57
3 Use of L2 Internet	1.79	0.74	3 Use of L2 Internet	1.77	0.81
4 Music and Songs	1.88	0.82	4 Music and Songs	1.95	0.83
5 Text Messages	1.23	0.50	5 Text Messages	1.26	0.50
6 Conversation Practice	1.22	0.60	6 Conversation Practice	1.13	0.34
7 TOEIC Study	1.35	0.76	7 TOEIC Study	1.21	0.61
8 Teacher Explanation	1.98	0.75	8 Teacher Explanation	1.49	0.68
9 Ask Questions	1.43	0.51	9 Ask Questions	1.54	0.55
10 Prefers L2 in Class	1.92	0.62	10 Prefers L2 in Class	1.59	0.64
11 Unrestricted Learning	1.12	0.33	11 Unrestricted Learning	1.10	0.31

Across all course subjects when asked, “What language should the teacher speak when explaining new words?”, the most common response was “Mostly Japanese”. Acceptance for the teacher’s use of L2 was highest in the English Communication and TOEIC classes, which were mostly conducted by the native English speaker. This indicates that the students were reaching a level of spoken and listening proficiency that made them feel comfortable when communicating and learning new words independently.

A slightly greater preference for the teacher’s use of L1 was observed in the Reading and German classes. Possible reasons for this difference include being exposed to more difficult content in Reading than in English Communication, emphasis on accuracy in reading comprehension, and less experience in German language learning than in English learning at school. Other than this, no significant differences were observed between the course subjects.

4.2 Post-Semester Questionnaire Results

The post-semester survey examined which aspects of second language learning interested the students the most, and if they wished to continue learning after they graduated from college (see Table 2 for the post-semester questionnaire results).

The results revealed that there was genuine interest and willingness to continue language learning beyond the students’ college studies. 49.7 percent of the respondents indicated that they planned to continue second language learning (19.0 percent did not wish to, 31.3 were unsure). To understand their motivations, 60.0 percent of the

respondents wished to continue language learning for overseas travel and overseas employment, 49.5 percent wished to continue for their future careers, and 48.4 percent because they thought language learning was interesting. On the other hand, only 22.7 percent indicated that they had any plans to study overseas.

Table 2 : Post-Semester Questionnaire Results
Language Learning Interests and Intentions

N = 310

1. L2 Learning Most Interested In					
	NSE	NNSE	NNSG	Total	Per.
L2 Conversation	37	9	8	54	17.5
Technical L2	13	3	4	20	6.5
L2 Reading and Writing	40	6	5	51	16.5
L2 Music, TV and Movies	108	18	13	139	45.0
Social Media	18	5	2	25	8.1
Not Interested in L2	10	4	6	20	6.5
Total	226	45	38	309	

2. Plans to Continue Learning L2 Post University					
	NSE	NNSE	NNSG	Total	Per.
Yes	126	17	11	154	49.7
No	44	7	8	59	19.0
Not sure	57	20	20	97	31.3
Total	227	44	39	310	

3. Wants to Learn L2 for Work					
	NSE	NNSE	NNSG	Total	Per.
Yes	116	20	17	153	49.5
No	56	8	7	71	23.0
Not sure	54	16	15	85	27.5
Total	226	44	39	309	

4. Wants to Learn L2 for Travel					
	NSE	NNSE	NNSG	Total	Per.
Yes	148	18	20	186	60.0
No	45	12	11	68	21.9
Not sure	34	14	8	56	18.1
Total	227	44	39	310	

5. Plans to Learn L2 for Overseas Study					
	NSE	NNSE	NNSG	Total	Per.
Yes	59	4	7	70	22.7
No	117	26	22	165	53.4
Not sure	50	14	10	74	23.9
Total	226	44	39	309	

6. Wants to Continue Learning L2 Because It's Interesting					
	NSE	NNSE	NNSG	Total	Per.
Yes	120	14	15	149	48.4
No	51	11	10	72	23.4
Not sure	55	18	14	87	28.2
Total	226	43	39	308	

NSE = Native Speaker Teaching English
 NNSE = Non-Native Speaker Teaching English
 NNSG = Non-Native Speaker Teaching German

When asked to choose which aspect of language use and learning interested them the most, 45.0 percent of the respondents chose "Music, television and movies". 17.5 percent selected "English or foreign language conversation", 16.5 percent "Reading and writing", while 6.5 percent chose "Technical words". As in previous studies, the students did not generally use "Social media" as a means of language learning. Overall, these results indicate that many students were more interested in second language exposure outside the classroom, namely through entertainment and leisure, than in formalized language learning inside the classroom.

When comparing the results of the native English speaking (NSE) teacher's classes and the non-native foreign language speaking (NNS) teachers', similar trends were observed, with a few minor exceptions. A greater proportion of students in both NNS teachers' classes expressed interest in second language conversation practice than in the NSE teacher's classes. On the other hand, more students were interested in learning a second language for overseas travel or overseas work in the NSE teacher's classes, than in the NNS teachers' classes. One of the NNS teachers commented that though many students did not wish to travel overseas, they were still interested in the entertainment and popular culture of English speaking countries.

In analyzing these results, many students possessed an intrinsic motivation for long-term language learning and a desire to know more about the cultural aspects of language. Even though many felt that they would probably not use English, German or even technical L2 words in their future careers, they were genuinely interested in acquiring practical language and communication skills.

4.3 Student Feedback and Teacher Comments

Throughout the course of the semester a number of strategies were used to facilitate student-centered learning. These included taking part in interactive pair and group activities, games and puzzles, and completing task oriented handouts. In Part 2 of the post-semester questionnaire, the students were asked to comment on the effectiveness of this approach and suggest ways that the course could be improved.

In one English Communication class, most of the students commented that they liked their course and enjoyed the interactive activities. However some students encountered problems when participating in pairs and groups. Some felt frustration with pair work activities when their partners were uncooperative. Others thought they were being partnered with the same students too often. The teacher of this class commented that more attention should have been given to the way students were being grouped. Despite this, the teacher felt this approach encouraged a greater degree of student autonomy. Students would be encouraged to make and write their own English conversations, using the phrases and vocabulary learned in the lesson. In turn, this activity could improve the students' English speaking and writing abilities. The teacher remarked, "they like to learn English spontaneously while working together with cooperative classmates with some help from the class instructor."

Many of the English Communication students commented that they liked learning English vocabulary and expressions through crossword puzzles or playing the game Sugoroku in class. But some thought the crossword puzzles were very difficult to solve, making them aware of their lack of vocabulary knowledge. Because of this, they recognized the necessity for learning more English vocabulary. Others commented that expressing their thoughts and opinions in English without preparation was very difficult when answering the instructor's questions or doing other activities in English. However the teacher felt these situations helped to motivate the students to study English harder. Other students remarked that they didn't have enough time to practice speaking English in class. One wrote that he wanted to learn in a small class. With this in mind, the teacher acknowledged the problem of conversation practice in large classes.

Many English Communication students wrote that the most difficult aspect was completing listening exercises in class. Despite this, as seen in the post-questionnaire results in Table 2, interest in learning English language music, television and movies was high. This suggests that they were eager to improve their listening comprehension skills and find an effective learning strategy to achieve this. However the teacher commented that students were often unable to work independently to improve their poor listening comprehension. Instead they seemed to always expect some form of help from their instructor. Furthermore they wanted the instructor to give them Japanese translation handouts and explanations so that they could deepen their understanding of the contents of the lesson. In this regard, the teacher felt that the students were too dependent on the instructor in class.

The TOEIC course aimed at developing the students' listening and reading comprehension skills and at expanding their English vocabularies. To promote autonomous learning, the students were given task based handouts which could be completed individually or in groups. These required searching for answers in textbooks, reference materials or in the teacher's blackboard notes. When asked to describe what they liked about the TOEIC course, some respondents commented that they liked listening to authentic English at its natural pace. One student remarked that he could see he was making progress, as he was becoming more successful at completing tasks. Some students liked practicing specific parts of the test such as the picture test. Several students appreciated the teacher's bilingual explanations of difficult TOEIC content. Others liked the consistency between the content taught in the lessons and the final exam.

The problems expressed by TOEIC students included being unable to understand the listening questions,

reading questions being too difficult, and memorizing vocabulary. Some felt that not enough time was allocated for handout completion, and that the teacher wiped the blackboard too quickly. Some students expressed frustration with other students who did not bring textbooks to class and the disruption this caused. When TOEIC students were asked how the course could be improved, many commented that they would have liked the teacher to provide greater bilingual instruction, provide Japanese translations of the printed material, and explain the content more clearly. The teacher observed a wide variety of self-directed learning abilities, with the student's language proficiency and motivation being determining factors.

When the German language students were asked to describe their general impressions, many liked the atmosphere of the class, the use of audio visual material and the enjoyment and curiosity of learning a new language. Some commented that studying German was made easier because of their previous experience of studying English. Many liked learning about the cultures of Germany and Austria through the use of DVDs. The instructor attempted to facilitate self-directed learning through collaborative activities, such as games. The most difficult aspect for the students was listening to German in class. Others found particular aspects of German grammar difficult, particularly grammar points which differed from English.

Upon completion of the semester the teacher of German was uncertain whether the students had developed sufficient autonomous learning skills to become successful long-term learners. In particular, the time spent studying German outside the classroom varied from student to student. In separate surveys carried out by the teacher which compared the hours overseas and Japanese GFL students spent studying German outside the class, overseas students studied significantly longer hours than those of the subject sample of the present study. To promote more effective autonomous learning in future, the teacher suggested introducing student portfolios based on self-assessment. This would allow students to monitor their own progress, and to be aware that they were achieving their learning objectives.

5. Conclusions

The present study found a wide range of self-directed learning practices within a group of second language students, with motivation, future plans, language proficiency and time constraints all being important elements. In relation to the research questions, the study found the following:

1. To what extent do second language college students use self-directed learning skills?

The students were found to possess a diversified range of autonomous learning skills. Those who could be described as *learners of high self-direction* as in Grow's (1991) model, often created opportunities to practice using a second language outside the classroom, and were not dependent on the instructor during lessons. Most students reported moderate exposure to authentic second language usage, in the form of watching television and movies, listening to music and using the Internet. In combination these activities provide a constant learning experience. These students tend to be highly motivated and constantly strive to improve their proficiency.

On the other hand, *learners of low self-direction*, rarely participated in authentic language use outside the classroom. In classes they tend to restrict their learning experiences to the teacher's instructions or course requirements. They often prefer the teacher's use of L1, and that instructional material be translated. These students would benefit greatly with independent learning skills training, provided that the motivation exists to do so.

2. What is the likelihood that students will continue to study a second language after they complete their college studies?

In the present study much interest was reported in taking up long-term learning, with many students indicating that they wished to learn for enjoyment, overseas travel and work, and for their careers. This interest was observed

in all of the courses surveyed. The implications of this are that those wishing to pursue life-long language learning need to develop the skills to use the resources around them, create opportunities for interaction and monitor their own progress. As Skehan (1989) and Oxford (1993) have argued, learners who organize and use a range of learning strategies will be the most successful in achieving their objectives.

5.1 Recommendations

In a number of areas, further detailed and targeted investigation of autonomous learning skills is needed. As language education in Japan continues to place increasing emphasis on developing communicative skills, the teaching of social skills and strategies needs to be closely examined. In addition, ways of overcoming obstacles to independent learning, such as lack of time, requires closer attention. Skehan (1989) argued that successful learners require ample time for learning and interaction. However this remains a challenge for many college students, who already face heavy academic workloads.

Another area requiring further investigation, is how digital and mobile technologies can be utilized. Previous studies have shown that students enjoy using these devices for real and meaningful second language communication. The ways in which these technologies can be formally incorporated into language courses represents an exciting area of potential research.

Provided that students have a specific purpose for language learning, the motivation, the availability of time and opportunities for meaningful interaction, developing self-directed learning skills is essential. It is therefore incumbent on instructors and educational providers to consider this when planning courses and providing ongoing student support. In turn this will equip students with the skills needed to become life-long learners.

Reference List

- Arich O. and Meyer O. (2015) *Mündliche Kommunikation im Deutschunterricht in Japan. Ein didaktischer Ansatz basierend auf konstruktivistischer Lerntheorie und Erkenntnissen aus der Neurowissenschaft*. 『愛知教育大学研究報告 人文・社会科学編』, 64, Aichi University of Education, 81-87.
- Candy P. (1991) *Self Direction for Lifelong Learning*, San Francisco: Jossey-Bass.
- Demouy V., Jones A., Kan Q., Kukulska-Hulme A. and Eardley A. Why and How Do Distance Learners Use Mobile Devices for Language Learning? *The EUROCALL Review*, Volume 23, No. 2, September 2015.
- Du, Fengning (2013) Student Perspectives of Self-Directed Language Learning: Implications for Teaching and Research, *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, Vol. 7: No. 2, Article 24.
- Grow G. (1991) Teaching Learners to be Self-Directed. *Adult Education Quarterly*, 41 (3) : 125-149.
- Hayashi R. (2015) 「グローバル時代の外国語教育と情報発信 —ICTを用いた遠隔共同授業の実践を通して—」 『コンピュータ & エデュケーション』 Vol. 39, 一般社団法人 CIEC, 32-38.
- Hayta F. and Yaprak Z. (2013) Learner Autonomy and Computer Technology as a Facilitator of Autonomous Language Learning. *Journal of Educational and Instructional Studies in The World*, 3 (2) , 56-63.
- Ingram D. (1978) *An Applied Linguistic Study of Advanced Language Learning*. PhD Thesis, University of Essex, England.
- Kato S. (2010) 「日本人大学生における『学習者中心型の英語教育』についての一考察：英語授業の改善にむけて」 *Learner Centered Method in Japanese University EFL classroom*. 『千葉大学言語教育センター紀要：言語文化論叢』 (4) 45-55.
- Kato S. (2011) 「英語コミュニケーション能力の向上を目指した学習者中心型授業の実践的考察」 *Effects of Learner-Centered Method on the Improvement of English Communicative Language Competence of Japanese Students*. 『千葉大学言語教育センター紀要：言語文化論叢』 (5) 57-68.
- Knowles M. (1975) *Self-Directed Learning: A Guide for Learners and Teachers*. Englewood Cliffs: Cambridge Adult Education.
- Krashen S. (1981) *Second Language Acquisition and Second Language Learning*, Oxford Pergamon.
- Lee J. and Heinz M. (2016) English Language Learning Strategies Reported By Advanced Language Learners. *Journal of international Education Research-Second Quarter 2016*, Vol. 12: No.2, 67-76.
- Little D. (2010) *The European Language Portfolio and self-assessment: Using "I can" checklists to plan, monitor and evaluate language learning*. in Schmidt, M. G. (et al.) (Ed.), *Can do statements in language education in Japan and beyond – Applications of the CEFR –*, Asahi Press, Tokyo, 157-166.
- Masuyama Y. and Mision M. (2017) *Making the Classroom More Communicative*. 『松本大学研究紀要』 (15) 131-135.
- MEXT. (2010) 高等学校学習指導要領「英語」英訳版（仮訳）

http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/eiyaku/1298353.htm

Oxford R. (1993) Research on Second Language Acquisition. *Annual Review of Applied Linguistics*, 13: 175-187.

Pennington W. (2011) 「自律した学習者育成に向けた学習ストラテジー指導プログラムの効果 —アクションリサーチの結果報告—」『西南大学言語教育センター紀要』(1) 12-27.

Richards J., Platt J. and Platt H. (1993) *Dictionary of Applied Linguistics*, London: Longman.

Rubin J. (1975) What the 'Good Language Learner' Can Teach Us. *TESOL Quarterly*, 9, 1: 41-51.

Shetzer H. and Warschauer M. (2000) An Electronic Literacy Approach to Network-Based Language Teaching. In M. Warschauer and R. Kern (Eds.), *Network-Based Language Teaching: Concepts and Practice*, (pp. 171-185). New York: Cambridge University Press.

Skehan P. (1989) *Individual Differences in Second-Language Learning*, London: Edward Arnold.

Takeuchi O. (2003) 『より良い外国語学習法を求めて—外国語学習成功者の研究』東京：松柏社.

Tanaka T. (1998) 「大学2年生のドイツ語運用能力 —授業改善と大学改革—」『言語文化論究』No. 9, Department of Language and Culture, Kyushu University, 173-183.

Whitaker J. T. (2016) Evaluating the Effectiveness of Computer Applications in Developing English Learning. *International Journal of Environmental & Science Education*, VOL. 11, NO. 18, 12947-12958.

Yau Hau Tse A. (2012) Self-access Language Learning for Malaysian University Students. *English Language Teaching*, Vol. 5, No. 12; 163-167


Appendix A: Pre-Course Questionnaire



Survey of Foreign Language Learning Students

How do you learn English? Read each sentence, then choose the best answer by filling in the box. CHOOSE ONE ANSWER only.

Subject: _____

Q1. I watch English language television, videos and movies.	1. Never 2. Once a month 3. About once a week 4. Nearly every day	 <input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4
Q2. I read English language books and magazines.	1. Never 2. Sometimes 3. Often 4. Nearly every day	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4
Q3. I search for information on the Internet in English.	1. Never 2. Sometimes 3. Often 4. Nearly every day	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4
Q4. I listen to and sing English and American songs.	1. Never 2. I just listen to songs. 3. I often sing songs. 4. I learn many songs.	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4
Q5. I write English text messages to friends by email and social media.	1. Never 2. Sometimes 3. Often 4. All the time	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4
Q6. Outside of class, I practice speaking English with other people.	1. Never 2. Once a year 3. Once a month 4. Once or twice a week	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4
Q7. At home, I study for the TOEIC test.	1. Never 2. Once a month 3. Once a week 4. Nearly every day	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4
Q8. In class, I like the teacher to explain everything.	1. Yes, all the time. 2. Yes, usually. 3. I sometimes want to teach myself. 4. I always want to teach myself.	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4
Q9. If I don't understand words and sentences, I ask the teacher questions.	1. Never 2. Sometimes 3. Often 4. Always	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4
Q10. What language should the teacher speak when explaining new words?	1. Japanese only 2. Mostly Japanese 3. Mostly English 4. English only	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4
Q11. How much English do you practice in class?	1. I only practice what the teacher asks me to do. 2. I always try to practice more English than the teacher asks.	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2



外国語学習をする学生に関する調査

普段、どのように英語を学習していますか。

各設問を読み、最もよくあてはまる回答の四角部分を（鉛筆・シャープペンシルで）塗りつぶしてください。
設問に対する回答は、それぞれひとつのみ選んでください。

科目（授業名）

Q1. 英語でテレビ、ビデオ、映画を観る。	1. 全く観ない 2. 月に1度程度観る 3. 週に1度程度観る 4. ほぼ毎日見る
Q2. 英語で本や雑誌を読む。	1. 全く読まない 2. 時々読む 3. よく読む 4. ほぼ毎日読む
Q3. インターネットを使って英語の情報を得る。	1. 全くしない 2. 時々する 3. よくする 4. ほぼ毎日する
Q4. イギリスやアメリカの歌を聴いたり、歌う。	1. 全くしない 2. 歌をただ聴く。 3. 歌をよく歌う。 4. たくさんの歌を覚える。
Q5. メールやソーシャルメディアを通して、友人に英語でメッセージを書く。	1. 全く書かない 2. 時々書く 3. よく書く 4. いつも書いている
Q6. 授業外で、他の人と英語で話す練習をする。	1. 全くしない 2. 年に1度程度する 3. 月に1度程度する 4. 週に1, 2度する
Q7. 家で、TOEICの勉強をする。	1. 全くしない 2. 月に1度程度する 3. 週に1度程度する 4. ほぼ毎日する
Q8. 授業では、先生が全て解説してくれるのがよいと思う。	1. はい、常にそうしてほしい。 2. はい、たいていはそうしてほしい。 3. 時々は自分で調べて学習したい。 4. いつも自分で調べて学習したい。
Q9. もしわからない単語や文章があれば、先生に質問する。	1. 全く質問しない 2. 時々質問する 3. よく質問する 4. いつも質問する
Q10. 新出単語の説明をする際に、先生はどの言語で話すべきか。	1. 日本語のみ 2. ほぼ日本語 3. ほぼ英語 4. 英語のみ
Q11. 授業中にどのくらい英語を練習しますか。	1. 先生から求められることだけを練習する。 2. いつも先生から求められる以上に英語をもっと練習しようとする。

Appendix B: Post-Course Questionnaire

English Language Learning Survey

Part 1. What are your future plans? Choose one answer only.

1. What kind of English learning are you most interested in?

- ☐ English conversation
- ☐ Technical English
- ☐ English reading and writing
- ☐ English for music, TV and movies
- ☐ Social media (Internet, Facebook, Twitter or Instagram)
- ☐ I'm not interested in English.

2. I plan to continue learning English after I graduate from college.

- ☐ Yes, I do. ☐ No, I do not. ☐ I'm not sure.

3. I want to learn more English for my future job.

- ☐ Yes, I do. ☐ No, I do not. ☐ I'm not sure.

4. I want to learn more English because I want to travel or work in another country.

- ☐ Yes, I do. ☐ No, I do not. ☐ I'm not sure.

5. I plan to learn more English because I want to study at a university in another country.

- ☐ Yes, I do. ☐ No, I do not. ☐ I'm not sure.

6. I want to continue learning English because it's interesting.

- ☐ Yes, I do. ☐ No, I do not. ☐ I'm not sure.

Part 2. What were your impressions of English Communication I and II. Please write your answers in Japanese.

1. English Communication で一番好きだったことは何ですか。

2. English Communication で一番苦手だったことは何ですか。

3. 今後の English Communication の授業改善のために、みなさんからの意見を参考にしたいと思いますので、率直な意見を書いてください。

総 合 論 文

2011年東北地方太平洋沖地震により被災した 国道橋梁や高速道路盛土のフラジリティ特性

中村 晋*

FRAGILITY CHARACTERISTIC OF NATIONAL ROAD BRIDGE AND EXPRESSWAY EMBANKMENT DAMAGED BY THE 2011 OFF THE PACIFIC COAST OF TOHOKU EARTHQUAKE

Susumu NAKAMURA*

Abstract

Focused on the data of bridges and expressway embankments as the infra-structures damaged by the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, the analysis in this report was carried out to make clear the relationship between the damage features and the structural characteristics, and the intensity of earthquake ground motion. The records obtained at 517 points observed in 6 prefectures in Tohoku region with the surrounding 4 prefectures of Niigata Prefecture, Gunma Prefecture, Tochigi Prefecture and Ibaraki Prefecture were used to estimate the intensity of earthquake ground motion such as the peak ground acceleration (PGA) and the peak ground velocity PGV by Spline interpolation method.

As the damage mode of bridge, there are the most subsidence behind abutments. There is much collapse of shoe. Moreover, damage about failure of a bridge pier or abutments is few. The damage behind abutments has few differences according to bridge type. Failure of shoe has occurred in a steel bridge mostly. It is found that the damage probability of subsidence behind abutments becomes more than 30% around 30cm/s of PGV, and that the damage of shoe has the high correlation with the component of velocity of an earthquake ground motion, but that it also has relationship with acceleration.

As the damage mode of expressway embankment, it is found that the collapse of the sliding type occurred at the intensity of the earthquake ground motion of PGV with more than 30cm/s as well as PGA with more than 400Gal. Furthermore, it is found that it might be applicable to the damage estimation caused by other earthquakes because the damage characteristics of the expressway embankment due to the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake was at the same level of the damage rate with the 2004 Niigata Chuetsu earthquake of the near-field earthquake.

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震により多くの社会基盤施設が被災した。甚大な被害は、岩手県、宮城県および福島県の3県を含む広い地域に生じたため、高速道路網の速やかな復旧は、広域にわたる被災地の復旧、人や物資の輸送に大きな役割を果たした。一方、2003年の新潟県中越地震では高速道路の盛土にすべり破壊による崩壊や橋台背面の段差などが生じ、復旧に時間を要した。国道などの道路構造物、特に橋梁には落橋が生じるような被害は生じていないが、被災程度に応じて補修や補強のために交通規制が実施され、復旧のみならず地域活動に大きな影響を及ぼすことになった。道路構造物は地震被害の復旧にも重要な役割を担っており、この地震被害の特徴を総合的かつ定量的に評価し、来るべき巨大地震に備えることが必要となる。そのためには、地震動強さに応じた被害確率

の関係を表す被害のフラジリティ特性を分析し、それを用いた道路構造物の被災想定による耐震補強の優先順位の設定や、地震後の復旧対応に利活用することが望まれる。ここでは、東北地方太平洋沖地震による道路構造物のうち国道の橋梁に関する被害、高速道路の盛土を対象とし、フラジリティ特性の評価を行う。以下に、それら構造物のフラジリティ特性評価に関する既往の研究、それに基づく研究の目的を示す。

1) 対象構造物のフラジリティ特性評価に関する既往の研究

まず、橋梁に関するフラジリティ特性の評価として、評価に用いる被災データに応じ、地震による被災データに基づく研究、数値解析に基づく研究がある。さらに、それらデータより得られたフラジリティ特性を関数に近似し、フラジリティ曲線を推定するための統計解析手法に関する研究がある。

統計解析手法に関する研究として、米国における原子力発電所のリスク評価手法を発展させ、橋梁の被災データや

数値解析データに基づきフラジリティ曲線を推定する手法を示した篠塚らの研究¹⁾がある。この研究は、被災データによらず、それが有する不確定性の影響を定量的に考慮してフラジリティ特性を対数正規分布関数に近似する統計解析手法を示したものである。

地震による被災データに基づく研究として、1995年兵庫県南部地震による高速道路の橋梁に関する被災データに基づく被災度と地震動強さの関係に関する山崎ら²⁾、中村ら³⁾の研究がある。山崎らは日本道路公団の橋梁、中村らは阪神高速道路公団の橋梁を対象としている。いずれも、橋梁の被害データは橋脚に着目した被災度区分AsからDの橋梁を対象とし、地震動強さには橋梁地点周辺で推定したPGAまたPGVを用いている。示されたフラジリティ曲線は、橋梁の倒壊などが多く発生した1995年兵庫県南部地震による被害をベースとしていることもあり、橋脚の損傷が主に着目されており、橋梁を構成する他部位の被災状況は評価の対象となっていない。さらに、被災した橋梁の設計年代や構造型式などとの関係に関する情報が示されていないため、他地震への適用性に関する課題が残されている。数値解析に基づく研究として、地震応答解析による橋脚の応答変位を被災度と関係づけ、橋脚の設計基準の年代に応じた被災度と地震動強さの関係を表すフラジリティ特性を求めた中村ら⁴⁾の研究がある。個別構造物の部位に応じたフラジリティ特性の推定、また被災データに基づくフラジリティ特性に含まれる設計年代などの個別構造物の様々な特性の影響を把握する上で有用である。これら被災データに応じたフラジリティ特性を踏まえ、行政機関による防災計画策定に必要な地震被災想定を行うためのシステムとして、FEMAはHAZUS⁵⁾を構築し、橋梁やトンネルなどの道路構造物のフラジリティ曲線も示している。橋梁のフラジリティ曲線は防災のための損失推定に用いられるため部位毎ではなく、被災度に応じて設定され、地震被害に基づく経験的な特性と数値解析に基づく特性を総合的に評価することにより設定されている。

このように、橋梁のフラジリティ特性に関する従来の研究は、被災データによらず橋脚、また橋梁の被災に着目した研究が多い。また、現存する橋梁は、新旧様々な設計基準の年代により構築されたものが混在しており、耐震性能の異なる設計年代に関する情報はフラジリティ特性の合理的な評価に重要である。さらに、橋梁の機能は橋脚の損傷のみにより損なわれるのではないため、橋台背面地盤の沈下も含む橋梁の機能に影響を及ぼす部位の被災データに関する評価が必要になる。

盛土のような土構造物のフラジリティ特性の評価に関する研究として、地震被害に基づく研究や数値解析に基づく研究が行われている。後者の研究は、特定地点における盛土のすべり破壊の発生、すべり破壊による残留変位が許容限界を超える状態を限界状態とし、その被災確率に対するフラジリティ曲線を数値解析により求めようとするものであり、中村ら⁶⁾、吉田ら⁷⁾の研究など多くの研究が行われている。一方、前者の研究として、2003年新潟県中越地震

により生じた被災の形態、例えばすべり破壊に起因した崩壊などの単位道路延長当たりの被害の発生数に対するフラジリティ曲線を求めた丸山ら⁸⁾の研究があるものの、少ないのが現状である。

2) 研究の目的

東北地方太平洋沖地震による国道の橋梁の被災は広域にわたり生じ、岩手県、宮城県および福島県の3県で被災した橋梁は960橋に及ぶ⁹⁾。津波以外の地震動により被災した橋梁の被災部位と被災数の関係より、主要な被災部位を明らかにする。さらに、東北地方太平洋沖地震により被災した東日本高速道路株式会社管内の盛土の被災概要を示す。

次に、フラジリティ特性の評価に必要な被災地点の地震動強さはPGA、PGVを指標とし、東北および関東北部地域の強震観測データの空間補間により推定を行った。次に、これまでフラジリティ特性の評価対象となった橋脚の被災は、後述するように少ない。ここでは、橋梁の主要な被災部位に関するフラジリティ特性を設計基準の年代に係わる情報を含めて構築するための基礎資料として、地震動強さと被災した主要部位の損傷確率との関係を求めるため、次に、被災橋梁位置において地震動強さPGA、PGVを推定し、主要な被災部位に関する被災橋梁位置の地震動特性として、地震動強さPGAとPGVの関係を示す。また、ここで対象とする主要な被災部位の損傷に影響を及ぼす橋梁の構造的な特徴を明らかにするため、橋梁の形式、設計基準の年代などについて分析する。最後に、主要な被災部位を対象として、フラジリティ特性の評価を行う。

最後に、被災地点の被災形態に応じた被災度ランクに関するデータに基づき、被災形態に応じた被災度ランクに応じたフラジリティ曲線の評価を行い、新潟県中越地震による関越自動車道の盛土被災に関する被災率⁸⁾との比較を行う。

2. 国道の橋梁に関する被害概要

岩手県、宮城県及び福島県に位置する国道の橋梁1572橋のうち被災した橋960橋について、その位置を図-1に示す。そのうち津波の被害を受けた橋梁は141橋あり、写真-1に示した国道45号の歌津大橋のように橋脚が圧壊するなどの甚大な被害が発生した。

ここでは960橋のうち津波による被害を除く819橋を検討の対象とした。まず、橋梁の被災部位に応じた被災件数の比較を図-2に示す。図より、橋台背面の地盤沈下による段差などの被災件数が最も多い。その一例として、福島県の国道6号線に位置する鮫川橋で生じた段差を写真-2a)に示す。次いで、支承の被災が多く発生している。支承の被害にはBP支承、ゴム支承、鋳鉄支承といった種類によらず、いずれも被災している。鋳鉄支承の被災事例として、福島県の国道4号線に位置する釈迦堂川橋の支承の破断事例を写真-2b)に示す。一方、橋脚や橋台の被災件数が5橋と少ないのも特徴である。ここでは、橋台背面地盤の段差と支承の被害に着目して、構造的な特性や地震動強さ

との関係、およびそれら部位のフラジリティ特性について分析する。

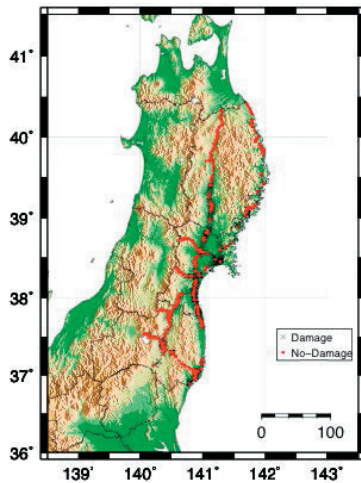


図-1 岩手、宮城および福島県の国道橋梁1572橋のうちで被災した960橋(図中×)と無被災橋梁の位置(図中●)



写真-1 津波により被災した国道45号線の歌津橋

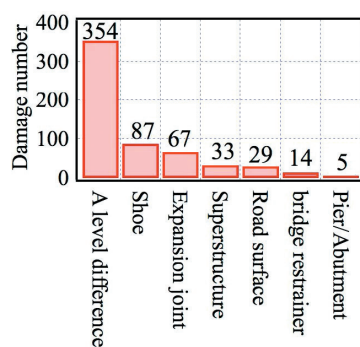


図-2 被災橋梁の主要な被災部位数の比較



a) 鮫川橋

b) 釈迦堂橋

写真-2 橋台背面の段差、支承の被災事例

3. 高速道路盛土の被災状況⁹⁾

東北地域で被災した高速道路の路線(東日本高速道路株式会社東北支社管内)は、太平洋側の東北自動車道、三陸自動車道、仙台北部道路、山形自動車道、磐越自動車道や常磐自動車道の6路線である。その路線で生じた盛土の被害は、形態に応じて図-3に示すように3種類に分類できる。それらは、路面に生じたクラック、すべり破壊に起因した段差、盛土と他の硬質な構造物や地盤との境界に生じたクラックや段差などである。全路線に対するすべての形態の被害は、図-4に示す位置に生じた。被災がみられた3県の被災総件数を比較した結果、宮城県が1658件、福島県が507件、岩手県が151件の順になっている。この被害には、余震の影響も含まれており、岩手県では、4月7日に生じた余震(Mj=7.1)の影響が本震に比べて大きいものの、件数が多くないことから、東北地方太平洋沖地震による被害として扱うことにする。図中の赤丸は路面に生じたクラックの発生位置、黒丸はすべり破壊他の被害を示している。クラックの被害は広域に発生しているが、盛土崩壊に至る可能性のあるすべり被害は限られた地域に生じている。

すべり破壊の起因した段差の発生位置に着目し、その被害の発生位置を図-5に示す。さらに、図-3に示した被害の程度に応じた発生件数を表-1に示す。これより、宮城県における被害の件数は多いものの、法面における小段の被害が多い。路面に影響を及ぼす重大な被害(EとGを合わせた被害数)は福島県と同程度となっている。被害の状況として、すべり破壊による被害の大きかった福島県の事例を写真-3に示す。写真-3a)に示した被害は東北自動車道の須賀川IC付近で生じた約40mにわたり路面が沈下するとともに遮音壁が倒壊するというものであった。写真-3b)に示した被害は東北自動車道の国見IC付近で生じ、約40mにわたり走行車線に大きくクラックと段差が生じた。須賀川IC付路の盛土は旧河道跡を埋めた比較的強度の低い地盤の上に構築され、東北自動車道の国見IC付近の盛土もやや軟弱な地盤上に構築され、揺れの増幅により比較的大きな変形を生じたものと考えられる。

Collapse mode	Tension crack	Sliding Collapse	Crack and step at boundary between embankment and other hard structure
Image of collapse			
Type of collapse (depend on a part of embankment and mode etc.)	A: Shallow crack B: Deep crack at slow lane C: Deep crack at passing line	D: Step of embankment F(+E): Slow lane including shoulder of road G: Passing lane	H: Crack I: Step including crack

図-3 盛土の破壊形態の分類

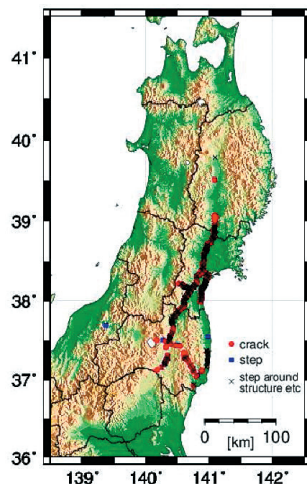


図-4 高速道路盛土の破壊形態に応じた被災地点の空間分布

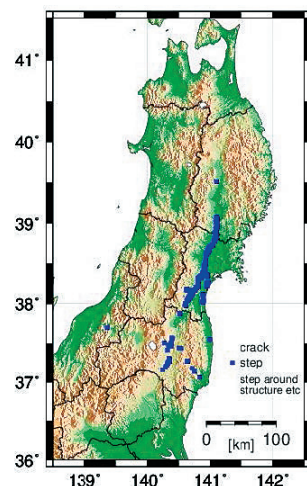


図-5 高速道路盛土の破壊形態のうちすべり破壊が生じた被災地点の空間分布

表-1 被災3県における高速道路盛土の破壊形態に応じた被災地点数の比較

Failure type	Fukushima Prefecture	Miyagi Prefecture	Iwate Prefecture
D	25	123	18
F(+E)	43	28	4
G	18	35	1
sum	86	186	23



a) 須賀川IC周辺の被害

b) 国見IC周辺の被害

写真-3 高速道路盛土の被災事例

4. 検討に用いた被災地点の強震動特性

フラジリティ特性の評価には、橋梁および盛土の被災地点における地震動強さが必要となる。その指標の評価には、構造物への慣性力作用の影響、構造物に蓄積されるエネルギー量また地盤のひずみとの関係を踏まえ、最大加速度 (PGA)、最大速度 (PGV)、またスペクトル強度 (SI 値) などが用いられている。また、東北地方太平洋沖地震による地盤の災害には、継続時間が長いという地震動の特徴との関係からアライアス強度との関係も指摘¹⁰⁾ されている。ここでは、橋梁の対象部位や盛土の被災に及ぼす地震動の影響、さらに前述の既往の被災データに基づくフラジリティ特性の評価との対応をふまえ、PGAとPGVを強度指標として用いる。東北地方太平洋沖地震による地震動の特徴の一つである継続時間の影響は、得られた被災と地震動強さとの対応を踏まえ別途検討を行うものとする。

被災地点における地震動強さの指標を評価するためには、各地点における地盤の特性を考慮することが望ましい。しかし、被災地点における地盤情報は十分に把握できていないために個別に評価することは困難である。ここでは、被災地点の地震動強さに関する第一近似値として、被災地点の周辺を含む既往の強震観測記録より求めた地震動強さより、スプライン補間法を用いた空間補間により推定された値として求めた。

補間に用いた地震観測記録として、まず、防災科学研究所が構築した強震ネットワーク (K-NET)、基盤強震観測網 (KiK-net) で観測された記録のうち、東北6県と、新潟県、群馬県、栃木県、茨城県にて観測された369地点で得られた記録を用いた。さらに、東日本高速道路株式会社 (E-NEXCO) の高速道路網における61箇所のICで観測された強震記録、あわせて国土交通省より公開されている87箇所の施設で観測された記録の合計517地点の強震記録を用いた。図-6にそれらの観測点配置および空間補間により得られた東北6県と隣接県のPGA、PGVの空間分布を示す。

橋台背面地盤の段差と支承 (沓座の被害含む) の被害が生じた橋梁で推定されたPGAとPGVの関係を図-7に示す。両被害とも比較的小さなPGA、PGVより生じており、2つの支承を除くとPGAが300Gal以上、PGVが15kine以上で生じている。

次に、橋台背面地盤の段差は地震動の等価卓越周期 ($=2\pi \text{ PGV/PGA}$) が0.1秒と短周期の揺れに対しても生じていることが分かる。橋台背面地盤の段差、支承の被災した橋梁位置における等価卓越周期について、0.1秒から1.0秒までを対数軸上で10等分し、1.0秒以上についても同じ周期区間についての頻度分布を図-8に示す。まず、橋台背面地盤の段差が生じている地点において推定された地震動の等価卓越周期は、周期0.5秒から0.63秒にて最頻値、平均値はその区間の0.57秒となっている。支承の被災が生じている地点において推定された地震動の等価卓越周期は、周期0.79秒から1.0秒にて最頻値、平均値は0.67秒となってい

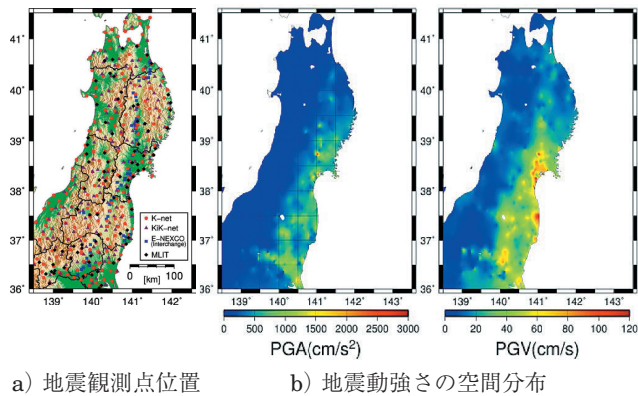


図-6 地震観測点位置と地震動強さPGA, PGVの空間分布

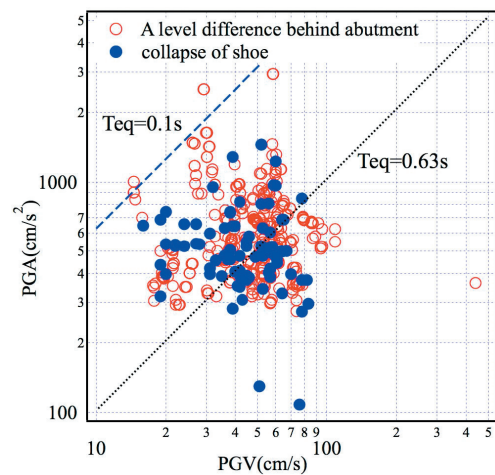


図-7 被災した橋梁位置におけるPGAとPGVの関係

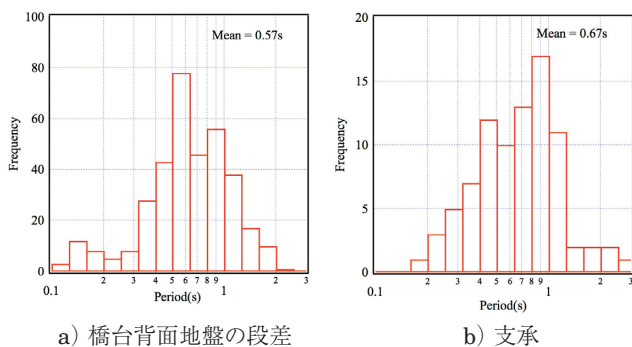


図-8 橋台背面地盤の段差、支承の被災地点にて推定した地震動強さに基づく等価卓越周期の頻度分布

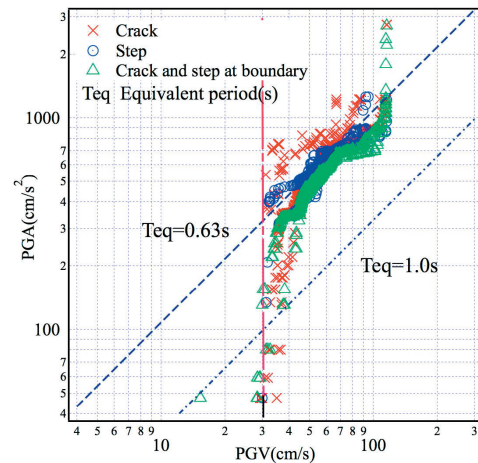


図-9 高速道路盛土の被災地点におけるPGAとPGVの関係

る。

最後に、盛土の被災地点で推定されたPGAとPGVの関係を図-9に示す。各被害モードはほぼPGVが30cm/s以上にて生じている。すべり破壊に起因した被害や盛土との境界部の被害は等価周期 ($=2\pi \text{ PGV/PGA}$) がほぼ0.63秒より長い周波数特性を有する地震動により生じていることが分かる。

5. 橋梁の部位に応じた被災と地震動強さ、構造的な特徴との関係

ここでは、橋台背面地盤の段差と支承（沓座の被害含む）の被害と、地震動強さPGAおよびPGV、橋梁の種類、橋長との関係、さらに準拠基準と被災件数の関係について検討を行う。

1) 橋台背面地盤の段差に関する分析

まず、橋台背面地盤の被災と橋梁の準拠基準との関係を表-2に示す。ここで、準拠基準との関係は、古い橋梁については分からないものもあるため、被災データに明記されている257橋を対象としたものである。橋台背面地盤

に対する設計上の配慮は、1964年道路橋下部構造設計指針（日本道路協会）にて初めて規定された。規定は、構造細目として示され、十分に締め固めることを要求として示した上で、多少の沈下はやむを得ないことも合わせて示された。さらに、背面盛土の施工直後に舗装する場合には踏掛版を橋台背面に設け、沈下による走行性や車両による橋台への作用を緩和するように留意することが示された。1975年道路協示方書の下部構造編でも、構造細目として規定され、排水に関する留意事項は加わったものの、基本的な考え方は1964年指針と同じである。1990年、1994年の示方書改訂では、設計事項に規定されているが、内容は1975年版と同じである。地震による影響に対する配慮は、1995年兵庫県南部地震後の1996年示方書の改訂にて初めて示された。地震の振動や液状化による沈下が生じる可能性があるため、盛土の施工のみならず、踏掛版の設置が望ましいと規定された。被災した橋梁はその準拠基準が1994年以前の古いものが多いが、最近の準拠基準による橋梁も含まれている。橋台背面地盤への対応について規定された1996年以降の最近の基準に準拠して設計された橋梁に着目すると、準拠基準の明らかな被災橋梁が31橋、無被災橋梁が59橋であ

表-2 橋台背面の段差の生じた被災橋梁に関する設計に用いた規準発行年と被災橋梁数の関係

Revised year of standard		Number of damaged bridge
Before 1963		69
1964	(1964-1974)	88
1975	(1975-1989)	55
1990	(1990-1993)	7
1994	(1994-1995)	7
1996	(1996-2011)	31

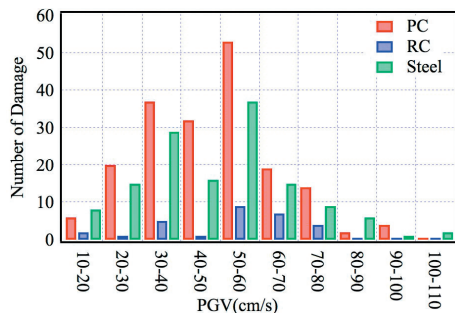


図-10 被災した橋梁地点におけるPGVと構造材料に応じた橋梁数の関係

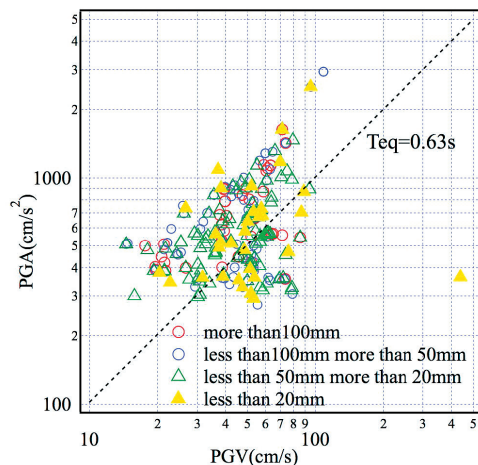


図-11 橋台背面地盤の段差量と地震動強さの関係

り、被害が生じた橋梁は全体の34%と比較的大きな割合となっている。作用地震動の強さには準拠基準年代による差は認められなかった。

次に橋台背面地盤の段差について地震動強さと構造的な特性との関係について示す。最初に、図-7に示した被災位置におけるPGAとPGVの関係より、PGVの増加とともに被災件数が多くなっていることを踏まえ、PGVと橋種に応じた被災件数との関係について図-10に示す。被害が生じた橋梁の形式は支承と異なり、PC、RC形式の橋梁が鋼橋に比べて少し多い程度であり、橋種との明確な関係は認められない。また、被害はPGVが30cm/sから70cm/sに至る広い範囲で多く生じている。

最後に、橋台背面地盤の段差量と地震動強さの関係を図-11に示す。段差量は定量的に調査されているものの、

20mm未満、20mmから50mm未満、50mmから100mm未満および100mm以上の4区分に分けた情報として残されているため、各区分における被災地点で推定された地震動強さPGAとPGVの関係として示す。また、図-7に示した段差の被害が生じた地点すべてについての段差量情報は残されていないため、図-7とは若干異なっている。これより、段差量と地震動強さとの間に明確な関係性が認められないことが分かる。

2) 支承の被害分析

まず、支承の被災と被災した橋梁の準拠基準との関係を表-3に示す。ここで、支承部の設計は、1956年鋼道路橋設計示方書にて細目規定が設けられ、1964年の改訂で、新たな使用鋼材や鋳鉄が追加された。さらに、1972年に道路橋耐震設計指針が発行され、支承に要求される耐震機能として地震時に落橋を生じさせないことが明確に示されたとともに、設計地震力をはじめとする構造細目が規定された。1978年宮城県沖地震の際には1964年以前の指針による橋梁の支承部が被災していた。1980年の道路橋示方書の改訂では宮城県沖地震の調査結果をもとに改訂を行った。被災した橋梁の準拠基準として1980年代以前のものが多く、特に1956年、1980年の基準により構築された橋梁の被害が多かった。ここで示した設計基準年代との関係は構築後の経

表-3 支承の被災橋梁に関する設計に用いた規準発行年と被災橋梁数の関係

Revised year of standard		Number of damaged bridge
Before 1955		2
1956	(1956-1963)	10
1964	(1964-1963)	20
1972	(1972-1977)	11
1980	(1972-1979)	15
1983	(1980-1982)	1
1993	(1993-)	7

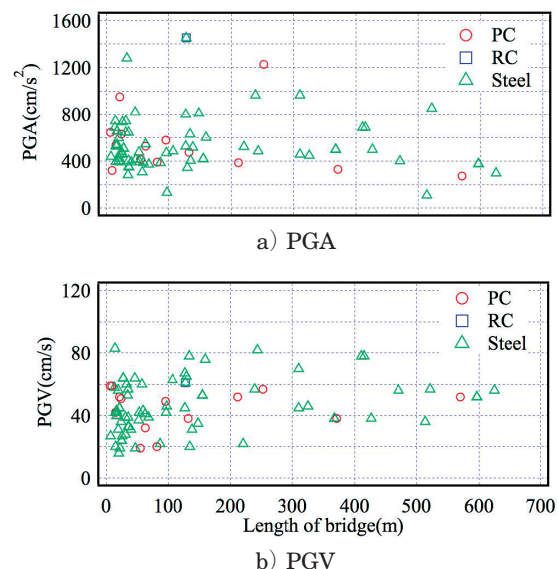


図-12 橋梁の構造材料に応じた支承に被災の生じた橋梁の橋長とPGA、PGVの関係

過時間とも関係し、築後30年から50年以上経過している支承部に被災が多いことから、設計で考慮している性能の経年的な変化との関係についても留意することが必要であることは言うまでもない。しかし、ここではその経年変化による影響を含む被災データとして支承の被災データを取り扱う。

次に、支承が被災した橋梁位置における地震動強さと橋種、橋長さといった構造的な特性との関係を図-12に示す。これより支承の被災地点においては鋼橋が最も被災件数が多いことが分かる。これは、鋼橋が阿武隈川や北上川などの川幅の広い河川が東北地域に多く存在するためと考えられる。また、橋長100m以上の橋梁においては橋長が長くなるにつれて小さなPGAに対する被災件数が増える傾向が認められる。これは橋長さが長くなるにつれ、支承への作用慣性力が増加するためと考えられる。

6. 高速道路に沿った地震動強さと被災形態との関係

被災地点で推定した地震動強さPGA、PGVと被災形態とを関係づけた一例として、図-13に、東北自動車道の起点(Starting point)からの被災位置と地震動強さの関係

を示す。これより、盛土の被災のうち、アンダーパスなどの構造物との境界、切盛り境界位置にある路面の亀裂(H; 図中▼)や段差(I; 図中◆)が全域で生じていることが分かる。また、すべり破壊、特に追越し車線までのすべり破壊(F+ (E); 図中■)に起因した被害が生じる位置は、PGA、PGVともに大きいことが分かる。しかし、路肩や小段のすべり変状(D; 図中▲)が生じる位置はPGAが比較的大きなところで生じている。

次に、東北地域において被災した高速道路全区間を対象として、地震動強さに応じた盛土の被害延長と被災形態に応じた被災件数の関係を表-4に示す。この表はフラジリティ特性の評価に用いるため、地震動強さPGA、PGVはその大きさに応じた区間を対象と被災件数との関係としてまとめている。PGAの大きさ区間は100Gal毎、例えば100Galから200Gal区間における被災地点のPGAの平均をその区間の代表値、PGVについては10cm/s毎、例えば10から20cm/s区間における被災地点のPGVの平均をその区間の代表値とした。すべり型の破壊はその形態によらずPGAが400Gal以上、PGVが30cm/s以上にて生じている。また、構造物や切盛り境界におけるクラック(H)や沈下(I)は小さなPGAで生じ、沈下はPGAが300Gal以上、

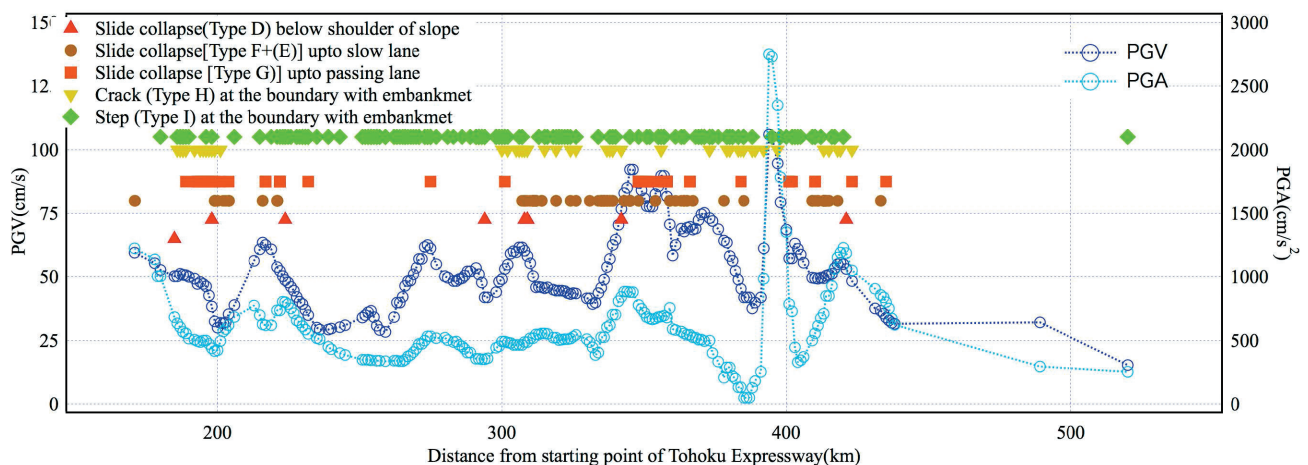


図-13 東北自動車道に沿った被災地点位置における破壊形態と地震動強さPGA、PGVの関係

表-4 地震動強さとその強さを有する区間長における破壊モードに応じた被災件数の関係

a) PGA

Average PGA(Gal)	Distance of embankment (km)	Type of slide collapse(number)			Type of boundary with embankment(number)	
		Shoulder(D)	Slow lane(F)	Passing lane(G)	Crack(H)	Step(I)
60.4	2.1	0	1	0	3	12
151.4	3.4	0	0	1	5	4
273.4	28.9	0	1	0	4	20
351.6	43.1	12	0	1	3	122
453.9	64.0	11	17	19	30	105
560.5	68.5	6	55	16	41	150
661.3	51.3	12	33	18	40	152
743.8	44.6	3	30	19	4	60
843.7	18.7	8	26	0	3	23
951.9	14.8	1	0	0	1	10
1124.1	18.6	1	3	1	3	15
2537.9	4.4	0	0	0	1	3
sum	362.4	54	166	75	138	676

b) PGV

Average PGV(cm/s)	Distance of embankment (km)	Type of slide collapse(number)			Type of boundary with embankment(number)	
		Shoulder(D)	Slow lane(F)	Passing lane(G)	Crack(H)	Step(I)
27.1	16.6	0	0	0	0	12
36.2	76.3	4	10	6	8	73
46.3	88.3	9	37	31	25	128
55.2	91.6	22	41	13	39	161
64.4	47.9	6	34	6	25	126
75.5	16.7	1	16	3	9	70
86.5	13.7	0	14	16	9	47
93.7	4.0	3	14	0	8	17
104.9	4.2	4	0	0	8	16
113.5	3.2	5	0	0	7	26
sum	362.4	54	166	75	138	676

PGV が30cm/s以上で急増している。このように、盛土との境界位置で生じた被害は比較的小さな地震動強さに対して生じていることが分かる。

7. 被災部位ごとの橋梁のフラジリティ特性

まず、橋台背面地盤の段差に関する損傷確率とPGAおよびPGVとの関係を図-14に示す。ここで、損傷確率は、ある地震動強さ区間における被災した橋梁の数に対するその被災した橋梁数と無被災の橋梁数との和の比率と定義した。さらに、損傷確率に対する地震動強さは、損傷確率を求めた地震動強さ区間における被災した橋梁および無被災の橋梁地点における地震動強さの平均値とした。前述の篠塚らの研究も含め橋梁のフラジリティ曲線の評価には対数正規関数が用いられおり、その関数が損傷確率と地震動強さとの関係であるフラジリティ特性を近似表現できる程度は両者を対数で表したときの両者の増加関係の程度により定性的に評価することができる。このことから、図の各軸は両対数で表すことにする。

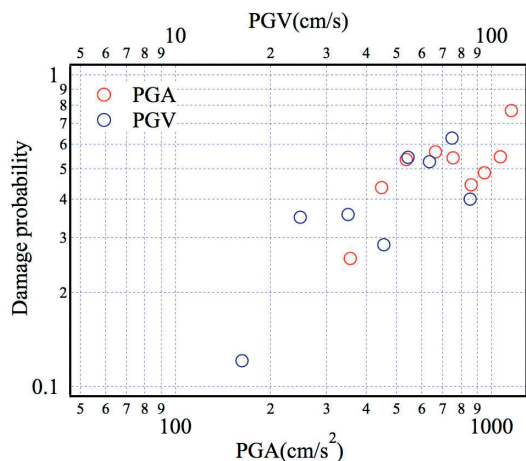


図-14 橋台背面の段差被害が生じた橋梁について、地震動強さ区間に応じた平均地震動強さと被災確率の関係

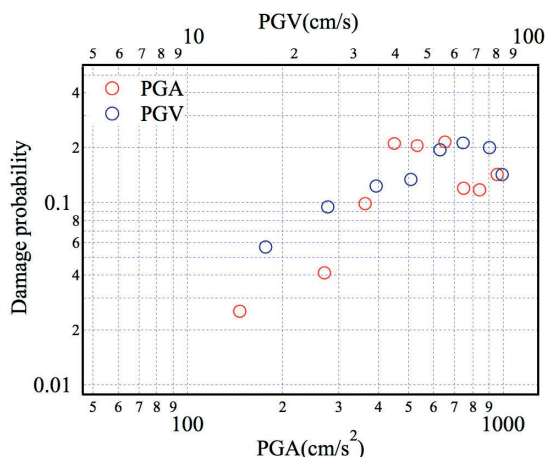


図-15 支承の被害が生じた橋梁について、地震動強さ区間に応じた平均地震動強さと被災確率の関係

まず、表-5に地震動強さ区間毎の、平均地震動強さ、被災橋梁数、無被災橋梁数を示す。PGAについては、損傷確率が300Galから600Galにかけて増加しているが、それ以上のPGAに対して損傷確率がPGAの変化に応じて増加する傾向を示していない。一方、PGVについては、24.8cm/sと45.6cm/sを除くと、10cm/sから70cm/sの広い区間で損傷確率が増加している。地盤の沈下が被害原因であることを踏まえると、ばらつきは大きく定性的ではあるものの、PGVは地震動強さの広い範囲で橋台背面地盤の段差と関係性を有していると考えられる。また、地震動強さに応じて段差被害の生じる割合が大きくなる要因として、橋台背面地盤の締め固めの程度、背面地盤深さ、橋台支持地盤の特性などが考えられるが、それらの影響の程度の評価については今後の課題とする。

次に、支承の被害に関する損傷確率とPGAおよびPGVとの関係を図-15に示す。図-14と同様の理由により、図の両軸を対数で表す。ここで、損傷確率および地震動強さの定義は、橋台背面地盤の段差と同じである。表-6に地震動強さ区間毎の、平均地震動強さ、被災橋梁数、無被災

表-5 橋台背面の段差被害が生じた橋梁についてPGA、PGVの地震動強さ区間に応じた平均地震動強さと被災、無被災橋梁数の関係

a) PGA			b) PGV		
Average PGA (Gal)	Number of damage	Number of non-damage	Average PGV (Gal)	Number of damage	Number of non-damage
150.6	0	77	8.1	0	8
275.7	7	70	16.2	16	116
357.0	60	173	24.8	36	67
448.3	66	86	35.1	71	128
536.2	67	58	45.6	49	123
662.6	52	40	54.3	99	83
754.2	26	22	63.4	41	37
860.6	24	30	74.8	27	16
947.0	17	18	85.4	8	12
1063.4	6	5	(94.9)	5	1
1153.3	10	3	(105.6)	2	1

表-6 支承の被害が生じた橋梁について、PGA、PGVの地震動強さ区間に応じた平均地震動強さと被災、無被災橋梁数の関係

a) PGA			b) PGV		
Average PGA (Gal)	Number of damage	Number of non-damage	Average PGV (Gal)	Number of damage	Number of no damage
69.1	0	2	8.1	0	8
146.1	2	77	16.4	7	116
271.2	3	70	25.1	7	67
363.4	19	173	35	18	128
450.9	23	86	44.4	19	123
532.9	15	58	54.5	20	83
654.1	11	40	63.8	10	37
749.7	3	22	76.4	4	16
841	4	30	83.4	2	12
953.7	3	18			

災橋梁数を示す。PGAが700Gal以上、PGVが70cm/s以上で、損傷確率は低下している。また、PGAが300Galから500Galにかけて、損傷確率はPGAの大きさとともに増加する傾向を有している。一方、PGVに対する損傷確率は20cm/sから70cm/sかけての広い範囲で、PGVとともに増加する傾向を有している。これより、支承の被害は、衝撃作用と関連する運動量の因子である地震動の速度成分との相関が高いものの、加速度との関係性も有していることが分かる。地震動強さに応じて支承に被害が生じる割合が大きくなる要因として、準拠基準年代に応じた抵抗力の差異、耐力の経年変化などを含む様々な不確定性の影響が考えられるが、それらの影響の程度の評価については、前述の段差被害と同様に、今後の課題とする。

8. 被災形態に応じた盛土のフラジリティ特性

地震動強さPGA、PGVそれぞれについて、地震動強さと被災形態に応じた被災率の関係を図-16に示す。ここで、被災率とは、地震動強さが100 Gal毎または10cm/s毎に対する盛土区間の延長(km)でその地震動強さ区間で生じた被災形態毎の件数を割った値と定義する。盛土延長および被災件数は東日本高速道路株式会社東北支社管内すべての高速道路を対象とした。ここで、後述する2003年新潟県中越地震による路面上の被害に関する被災率と比較を行うため、すべり型の破壊については、それによる影響を大規模な破壊の生じる可能性のある追い越し車線にまで影響が現れた形態G、それと走行車線まで影響が現れたFを合わせた被害、さらにそれら被害に法面の被害Dを加えた被害の3つに再整理し、それら被害の被災率を算出した。さらに、構造物や切盛り境界におけるクラック(H)や沈下(I)は、盛土との境界部に発生した路面上の被害としてまとめて被災率を算定した。さらに、地震動強さPGVについては2003年新潟県中越地震による関越自動車道や北陸自動車道の被害データに基づいた盛土法面および路面上の被害を対象とした関係も示している。

地震動強さ指標のうちPGVは被害と明瞭な相関を有し、構造物の境界や切盛りの境界における被害はPGVが40か

ら50cm/sにて顕在化している。また、被災件数としては東北地方太平洋沖地震の方が多いものの、被災率という観点では直下型地震の新潟県中越地震と同程度であることが分かった。

9. ま と め

ここでは、2011年東北地方太平洋沖地震によって被災した社会基盤施設として、まず、岩手県、宮城県及び福島県に位置する国道の橋梁数1572の内、津波の被害を除く819橋の被災データを使用し、被災の特徴とそれに及ぼす構造、地震動強さとの関係について検討を行った。次に、高速道路盛土の被災を今後想定される地震による被害想定への活用するために、その被災データを分析し、既往の地震被害との比較を行った。ここで、被災橋梁地点および被災盛土地点における地震動強さは、防災科学研究所、東日本道路株式会社および国土交通省により主に東北地域に設置された517地点の強震観測点で得られた本震記録のPGA、PGVをスプライン補間することにより推定した。橋梁については、主要な被災である橋台背面地盤の段差、支承の損傷に着目し、それらの設計基準の年代に係わる情報を含めたフラジリティ特性を構築するための基礎資料を得るため、地震動強さと被災した主要部位の損傷確率との関係を求めた。盛土については、被災形態に応じた破壊タイプに関するデータに基づき被災率と地震動強さの関係をフラジリティ特性として整理し、新潟県中越地震による関越自動車道の盛土被災との比較を行った。

橋梁について得られた主要な結果を示す。

- 1) 被害を受けた橋梁の被害形態に応じた数は橋台背面の段差、支承の破壊の順に多く、橋脚や橋台の被害が少ない。
- 2) 橋台背面地盤の段差が生じている地点において推定された地震動の等価卓越周期($=2\pi \text{PGV}/\text{PGA}$)の平均値は0.57秒、支承の被災が生じている地点の平均値は0.67秒である。
- 3) 橋台背面地盤の段差に関する被害は、橋梁形式による差異が少ない。また、被災した橋梁は準拠基準1980年代以前の古い基準により構築された橋梁のみならず、最近

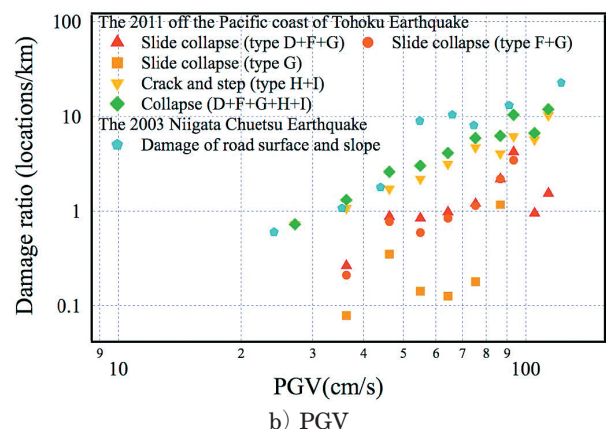
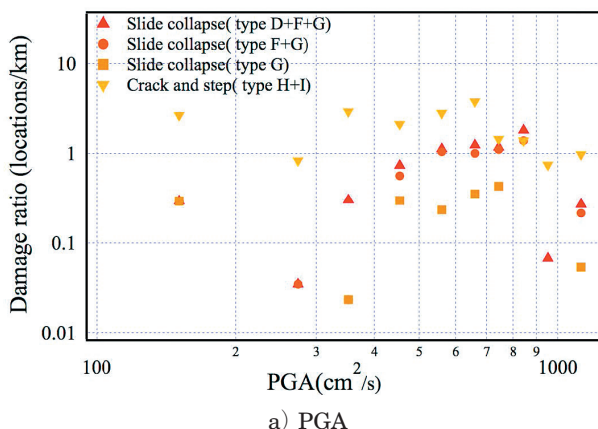


図-16 高速道路盛土の破壊形態に応じたフラジリティ特性

の基準による橋梁も含まれていた。橋台背面の段差に関するフラジリティ特性のうち、損傷確率はPGVが30cm/s前後で30%以上の大きな値を示している。ばらつきは大きいものの、その損傷確率はPGVの広い強さの範囲で増加していく傾向にあった。

- 4) 支承の被災は鋼橋に多く、橋長100m以上の橋梁において橋長が長くなるにつれて小さなPGAに対する被災件数が多い傾向が認められる。また、1980年代以前の古い基準により構築された橋梁の被災件数が多かった。支承の被害に関するフラジリティ特性は、地震動の速度成分との相関が高いものの、加速度との関係性も有していることが分かる。

次に、盛土について得られた主要な結果を示す。

- 1) すべり型の破壊はその形態によらずPGAが400Gal以上、PGVが30cm/s以上にて生じ、構造物や切盛り境界におけるクラックや沈下は小さなPGAで生じ、沈下はPGAが300Gal以上、PGVが30cm/s以上で急増していること。
- 2) 被災件数としては東北地方太平洋沖地震の方が多いものの、被災率という観点では直下型地震の新潟県中越地震と同程度であること。
- 3) 東北地方太平洋沖地震による被災の特性は、震源特性などが大きく異なる直下型地震の新潟県中越地震による高速道路盛土の被災率と同定度であることから、他の地震による被害想定に適用できる可能性があること。

ここで用いた橋梁の被災データは無被災のデータを含めて岩手県、宮城県および福島県の3県のデータである。茨城県や栃木県などの情報はいっていないことに留意する必要がある。東北地域における橋梁被災という観点でみると、地震動強さの比較的強い区間における3県の被災橋梁数や無被災橋梁数は概ね、表-5, 6に示すとおりであるが、地震動強さの小さな区間において無被災橋梁は青森県、秋田県および山形県などにも存在していると考えられる。このことから、ここで示した地震動強さの小さな区間における損傷確率は大きめの値になっていると考えられる。さらに、ここで示した部位、特に支承の損傷に関するフラジリティ特性を他地点における被災の推定に援用する際、表-2, 3に示す設計基準の年代に応じた比率のもとで得られたものであることに留意が必要である。

本論は、2011年東北地方太平洋沖地震により被災した国道橋梁のフラジリティ特性に関する土木学会論文集¹¹⁾および同地震により被災した高速道路盛土のフラジリティ特性に関する第8回構造物の安全性・信頼性に関する国内シンポジウム論文集¹²⁾に掲載された内容を統合し、構造形式の異なる社会基盤施設のフラジリティ特性としてとりまとめたものである。南海トラフ沿いで発生が想定されている巨大地震に対する地震防災に資することができれば幸いである。

謝 辞

この報告では、防災科学研究所のK-NETおよびKiK-NETで観測された地震記録を使用しました。さらに、東日本道路株式会社のインターチェンジ、および国土交通省の施設で観測された地震記録も使用しました。橋梁の被災データは、国土交通省東北地方整備局より提供されたものです。記して感謝の意を表する。

参 考 文 献

- 1) Masanobu Shinozuka, M. Q. Feng, Jong Lee, Toshihiko Naganuma: STATISTICAL ANALYSIS OF FRAGILITY CURVE, ASCE, Journal of Engineering mechanics, Vol.126, No.12, pp.123-1231, 2000.12.
- 2) 山崎文雄, 大西淳一, 田山聡, 高野辰雄: 高速道路構造物に対する地震被害推定式の提案, 第10回日本地震工学シンポジウム, pp.3491-3496, 1998.
- 3) 中村孝明, 長沼敏彦, 静間俊郎, 篠塚正宣: 統計解析による道路橋脚の地震時損傷確率に関する研究, 第10回日本地震工学シンポジウム, pp.3165-3170, 1998.
- 4) 中村晋, 秋山充良, 澤田純男, 安中正, 西岡勉: 被災度と関連づけたRC橋梁の被災確率の評価手法とその適用, 日本地震工学会論文集, Vol.6, No.2, pp.17-33, 2006.
- 5) FEAM, Multi-hazard Loss Estimation Methodology Earthquake Model HAZUS-MH Chapter 7 Direct Physical Damage to Lifelines - Transportation System, pp.7-1-7-17, 2003.
- 6) 中村晋, 澤田純男, 吉田望: 地震時における盛土の被災程度に応じたフラジリティ曲線の評価に関する一考察, 土木学会論文集C, Vol.65, No.4, pp.977-988, 2008.
- 7) 吉田郁政, 荒川武久, 北爪貴史, 大津仁史: 斜面の地震時確率的安定性評価に関する研究, 土木学会論文集, No.785/III-70, pp.27-37, 2005.
- 8) 丸山喜久, 山崎文雄, 要害比呂之, 土屋良介, 新潟県中越地震の被害データに基づく高速道路盛土の被災率と地震動強さの関係, 土木学会論文集A, Vol.64, No.2, pp.208-216, 2008.4.
- 9) 東日本大震災に関する東北支部学術合同調査委員会, 平成23年東北地方太平洋沖地震災害調査報告書 - 地震・地震動および社会基盤施設の被害 -, 2013.
- 10) 中村晋, 仙頭紀明, 梅村順, 大塚悟, 豊田浩史, 2011年東北地方太平洋沖地震による福島県中通りおよびいわき地域における地盤災害 - 造成盛土や自然斜面の崩壊と変状, および液状化 -, 地盤工学ジャーナル, Vol.7, No.8, pp.91-101, 2012.
- 11) 中村晋, 2011年東北地方太平洋沖地震により被災した国道橋梁のフラジリティ特性, 土木学会論文集A1 (構造・地震工学), Vol.71, No.4 (地震工学論文集第34巻), pp.I-159-I-166, 2015.9.
- 12) 中村晋, 2011年東北地方太平洋沖地震により被災した高速道路盛土の被災形態に応じたフラジリティ特性, 第8回構造物の安全性・信頼性に関する国内シンポジウム論文集, Vol.8, pp.529-534, 2015.10.

日本大学工学部紀要

第60巻第2号

平成31年3月25日 印刷

平成31年3月28日 発行

非 売 品

編集兼
発行者

日本大学工学部工学研究所

〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原1

Tel. (024) 956-8648

〈e-mail address〉 kenkyu@ao.ce.nihon-u.ac.jp

印刷者

共栄印刷株式会社

〒963-0724 福島県郡山市田村町上行合字西川原7-5

Tel. (024) 943-0001(代)

JOURNAL OF THE COLLEGE OF ENGINEERING
NIHON UNIVERSITY
Vol. LX, No. 2, 2019
CONTENTS

RESEARCH PAPER

A consideration concerning trial of high school industrial grounding test
..... Suekatsu Ishii, Kazuo Nakamura, Katsuo Munakata, Koichi Saitou (1)

Self-Directed Language Learning Practices of a Group of College Students in Japan
..... John Fiedeldy, Sayako Mugikura, Nozomi Shimazaki (9)

COMPREHENSIVE PAPER

Fragility Characteristic of National Road Bridge and Expressway Embankment Damaged
by the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake
..... Susumu Nakamura (25)