

九州共立大学総合研究所紀要

2014年3月

Journal of Kyushu Kyoritsu University Research Institute

第7号

目 次

【 審査付論文 】

経済学教育の比較研究 —上海海洋大学経済管理学院と九州共立大学経済学部—	森 祐司、高橋 宏幸	1
---	------------	---

【 研究論文 】

社会人適応能力診断検査の開発に関する予備的研究	本多 芙美子、森部 昌広	11
北九州市立小中学校における道德教育推進教師の役割	川野 司	17
ピアジェ理論を踏まえた幼稚園教員養成算数科教育概論 シラバス	藤淵 明宏	27
「心の理論」発達を測定する課題を5事例から再考する	小沢 日美子	37
伊藤野枝とイブセン『人形の家』—『青鞥』の女たち(1)—	荻原 桂子	43
洞海湾における造成干潟の地形変化	小島 治幸、鄒 曙光	47
自然エネルギーを用いたモビールの教材への応用	山口 静夫、宮入 嘉夫	57
将来を見据えたエネルギーの取り組み	宮入 嘉夫、山口 静夫	61
メタンプラズマ・シース中で成長する炭素粒子の温度	長井 達三、中山 泰輔、長友 和輝、 菅 祐志、内藤 正路、生地 文也	69

九州共立大学総合研究所

(九州共立大学 九州女子大学 九州女子短期大学)

経済学教育の比較研究

—上海海洋大学経済管理学院と九州共立大学経済学部—

森 祐司、高橋 宏幸
九州共立大学経済学部

Comparative study of economics education:
Shanghai Ocean University: College of Economics and Management and Kyushu Kyoritsu University:
Faculty of Economics

Yuji MORI and Hiroyuki TAKAHASHI

Abstract

This is a comparative study of the educational content and methods in Japan and China. As space is limited, we will concentrate on the following example: Faculty of Economics, Kyushu Kyoritsu University and College of Economics and Management, Shanghai Ocean University. Both of the universities offer unique lectures in addition to the basic subjects. As an educational method, the former emphasizes on small-group instruction and provides some experiential educational programs. The latter develops human resources through a variety of events, contests and programs offered by the enterprises.

Key Words: Educational methods, Economics, Management, Marketing, Finance

1. はじめに

九州共立大学と上海水産大学(現上海海洋大学)は、日本国と中華人民共和国との友好関係を促進するとともに、教育的な交流を円滑に進めるために、2005年11月21日に協定を締結した。具体的には、以下の項目についての交流を行うこととしている。

- ① 学生の入学及び派遣交流
- ② 教職員の派遣交流
- ③ 教育情報の交流
- ④ その他双方が必要と認める交流事業

本稿は、本協定の「教職員の派遣交流」に基づく特別教育研究「経済学の教育内容と教育方法の改善に関する日中共同研究」による調査研究の成果である。実際の調査は2012年10月および2013年10月に九州共立大学経済学部教員による上海海洋大学への視察・交流、2013年3月における上海海洋大学経済学部教員による九州共立大学への視察・意見交換によって行われた。本稿は、それらから得られた調査結果に基づいて上海海洋大学における経済学教育の現状について報告し、九州共立大学の経済学教育と比較することで、日中の経済学教育方法のそれぞれの特徴について検討し、今後の課題を考察することを目的

とする¹⁾。

2. 上海海洋大学における経済学教育

2.1 上海海洋大学の概要

上海海洋大学は1912年に設立された水産学校を起源としている。1985年に上海水産大学と校名を変更し、2008年に現在の上海海洋大学となっている。現在、8つの学院(日本における学部に対応)があり、水産与生命学院(水産ライフサイエンス学部)、海洋科学学院(海洋学部)、食品学院(食品学部)、信息学院(情報学部)、経済管理学院(経済経営学部)、工程学院(工学部)、人文学院(人文学部)、外国語学院(外国語学部)で専門教育が行われている。スクールモットー(学校校訓)は、「勤朴忠実」で、日本語では「勤勉忠実」といったところであろう。

経済管理学院では、大学院は博士コース1つ、修士コース3つで、修士には社会人向けコースが1つある。上海海洋大学の特徴を生かして、海洋経済・漁業経済・食品経済の3つが中心的な研究のテーマとなっている。

経済管理学院には学部生は1学年580人の定員であるが実際には600人程度在籍して全学年で約2,500人、大学院生は約100人が在籍して

表-1 上海海洋大学経済管理学院の単位の配分

種目	卒業	総合教養科目		学科教育		専門教育科目			
		必修	自由選択	必修	自由選択	必修	自由選択	関連	実践研修
最低修得単位数	167	46	9	43 (37)	8	30 (28)	11 (16)	10 (12)	10 (11)

(注) 表中の数字は金融学系、()はマーケティング学系の単位である。

(出所) 上海海洋大学[2012]より筆者作成

いる。教員は85名が所属している。

経済管理学院には現在7つの専攻(コース)がある。农林经济管理系(農業経済・経営学)、会计学系(会计学)、金融学系(金融学)、市场营销系(マーケティング学)、国际经济与贸易系(国際経済・貿易学)、物流管理系(物流管理学)、工商管理系(経営学)である。

2.2 金融学系・マーケティング学系の概要

本節では具体的な経済学教育の実践について検討するにあたり、金融学系(金融学専攻)およびマーケティング学系(マーケティング専攻)を取り上げ、その教育課程、単位の配分、コース科目の標準的な選択モデル等を考察する。尚、本節においては、特にことわりのない限り、上海海洋大学(2012)²⁾を参考としている。

2.2.1 金融学系のコース概要

(1) 金融学系コースの目標

金融学系における育成目標は「通貨・金融に関する理論的な基礎を踏まえ、現代的な経営知識・銀行・証券・投資・保険等の関連業務に従事するプロフェッショナルとなるように養成し、他の経済管理部門の知識も具備し、外国語と実践的なスキルを高いレベルを持つ人材となることを目指す」というものである。具体的には、本専攻の教育課程を履修する中で、以下のような金融分野の基本的な能力を持つようになることを学習目標として掲げている。

- ① 金融学の基礎理論及び基礎知識を習得する。
- ② 銀行・証券・投資と保険などの方面の業務の基本的な方法を習得する。
- ③ 自立して知識を増やすことができるようになること。コンピュータ等の情報処理能力を備え、秀逸なプレゼンテーションと文章能力を身につけ、実際の問題解決のための分析と組織調整などの基本能力を備えるようになること。
- ④ 我が国の金融政策、法律と法規を理解すること。

⑤ 金融学の理論の最先端と金融実務の動向を理解すること。

⑥ 少なくとも一つの外国語の能力(聞く、話す、読む、書く能力)を持つこと、そして文献検索、データ収集の基本的な方法、科学研究上の能力と実務的能力の開発。

主な授業科目は、ミクロ経済学、マクロ経済学、統計学、財政学、国際貿易、国際金融、通貨銀行学、投資学、保険学、商業銀行業務と経営となっている。実践的教育を行うにあたり、実験室でのシミュレーションのほか、専門の調査研究、銀行専攻実習、卒業論文作成がある。

九州共立大学経済学部においては現在金融コースが設置されているが、その中で履修すべきコース科目も上海海洋大学と同様の科目が設置されており、大きな相違はないように見られる。また、実践的教育では専門演習も設置されているため、この面も同様の教育形態・手法をとっていると見てよいであろう。

(2) 金融学系の単位の配分

金融学系における最低修得単位数は、167単位となっている(表-1参照)。科目は「総合教養科目」・「学科教育」・「専門科目教育」の3つに区分される。単位は、1年間を前後期に分け、「1学時=45分間」の授業を相当な時間数を受けるとによって、各科目で設定する単位数が取得できるようになっている。たとえば学科教育の必修科目である「ミクロ経済学」は、「48学時・3単位」となっている。これは九州共立大学の形態に翻訳すると、24回の授業で3単位を取得できるということになる。総合教養科目は、日本の大学教育における教養科目と同様の位置づけ・内容となっている。科目は政治・英語・パソコン・体育・基礎で構成され、46単位取得が必要で、自由選択科目も9単位が必修となっている。

学科教育は経済管理学院で共通する科目で、必修43単位、自由選択8単位である。専門教育科目は金融学系で必要とされる専門科目群で、必修30単位・自由選択11科目・関連10単位・実践

表-2 学期授業スケジュール

学年	一			二			三			四	
学期	1	2	短 I	3	4	短 II	5	6	短 III	7	8
総合教養科目	政治	3 (48)	4 (64)				5 (80)				
	英語	4 (64)	4 (64)		4 (64)	4 (64)					
	パソコン	3 (54)									
	体育	1 (32)	1 (32)	2 (16)	1 (32)	1 (32)					
	基礎	1 (32)									
	自由選択	必修単位：9 (時間を除く)									
学科教育	1 (時間を除く)										
	最低修得単位数：8										
	必修	7 (112)	9 (169)		13 (208)	11 (176)		3 (48)			
自由選択							4 (64)	5 (80)			3 (48)
最低修得単位数：8											
専門教育科目	必修		3 (48)		3 (48)	11 (176)		3 (48)			2 (32)
	自由選択							4 (64)	5 (80)		8 (128)
	関連							4 (64)	7 (112)		14 (224)
	実践研修					2 (32)					
最低修得単位数：10											
						1 (2週)				1 (2週)	8 (16週)

(注) 括弧前は単位、括弧内は限目の回数、実践研修中括弧内は週数。

短は短学期を示す。

(出所) 上海海洋大学[2012]

研修 10 単位となっている。

(3) 金融学系の授業スケジュール

金融学系における標準的な授業スケジュールは表-2 のようになる。1 年間で前後期に分け 1 年生の前期から順に 1, 2, … というように学期を教え、4 年生の後期の 8 学期で構成される。総合教養科目の標準履修年次は 1・2 年次で、1 年次でそのほとんどの単位を修得する。

学科教育は 1 学期から必修科目はスタートし、自由選択科目は 4 学期から履修可能である。専門教育科目は 2 学期からスタートし、自由選択・関連の多くは 3 年次からとなっている。尚、ほとんどの専門教育科目・学科教育は 4 年次の前期にあたる 7 学期で修了するように予定され、8 学期は専門教育科目の実践研修を 16 週間にわたり履修することになる。中国においても 4 年生は就職活動があるために学生は多忙であるらしく、上海海洋大学は上海市中心から 1 時間半程度の郊外にあるため 4 年生はあまり来なくなるという。

表-2 にある各学年の終わり（夏休み期間）に短学期が 3 年生まで設置されている。これは、いわゆる集中講義期間である。日本の場合と異なり、通常スケジュールの中に当初から設置されたものとなっている。その主な内容は、短学期 I では、学科の発展と専門課程の体系の紹介などのほか、軍事理論と訓練、著名な先生を招いての講座などがある。短学期 II では、学科の最先端の講座、専

攻実習、実験室での金融のシミュレーションと専門の調査研究等である。短学期 III では、銀行や、保険会社、証券会社などの金融機関での専門的な実習となっている。

九州共立大学経済学部における総合教養科目、専門教育科目の構成・配置と比較すると、大同小異だと言えよう。ただし、必要とする単位数は上海海洋大学では圧倒的に多い。1 年間で履修する時間数も多く、学生も教員も疲労感があるようで、少し減らすように検討されているという。

(4) 金融学系の学科教育

金融学系における学科教育は、経済管理学院で共通する専門教育であり、経済学・経営学の基礎的内容をその科目構成としている（表-3）。1・2 学期で「高等数学」を 128 学時も設定していることに注意されたい。経済・経営学の教育において数学が基礎にあるということを徹底していることが窺われる。またその次に履修時間が多いのはプログラミングであり、パソコン教室で 64 学時受けるようになっている。

学科教育の必修科目の中では、ミクロ経済学・確率論と数理統計（48 学時を 3 学期）・マクロ経済学（48 学時を 4 学期）などのような科目もある一方、財政学や経済法といった科目も設定されている。経済法まで必修となっているのは日本の大学ではあまり見られないであろう。

表-3 学科教育：最低修得単位数：51(必修：43 自由選択：8)

科目区分	科目名	単位	学時	学時の分配				学期	条件	その他
				教室	実験室	PC教室	その他			
必修	高等数学C	8	128	128				1,2		
	会計学基礎	3	48	44	4			1		
	プログラミングB	3	64	32		32		2		
	財政学	2	32	30			2	2		
	経済法	3	48	44			4	3		
	ミクロ経済学	3	48	44			4	3		
	確率論と数理統計	3	48	48				3	高等数学 線形代数学	
	政治経済学	2	32	32				3		
	データベースの基礎	2	32	24		8		3		
	マクロ経済学	3	48	44			4	4		
	線形代数学B	2	32	32				4		
	統計学	3	48	44			4	4		
	マーケティング	3	48	44			4	4		
	経営学概論	3	48	44			4	5		
	合計	43	704	634	4	40	26			
自由選択	コンピュータネットワーク基礎	2	32	24				5		
	オペレーションズ、リサーチ	2	32	30			2	5		
	高等数学I	3	48	48				6		
	経済学特講	2	32	30			2	6		
	外国語(日本語)	3	48	48				7		
合計	12	192	180	8		4			最低修得単位数：8	

(出所) 上海海洋大学[2012]

(5) 金融学系の専門教育科目

金融学系における専門教育科目は、表-4 のようになる。保険学は1年次(2学期)から履修可能であるが、主に3年次から履修科目が集中する構成となっている。専門教育であるため、基礎的な科目を習得した上で履修した方がよいために、このような構成になっていると見られる。またさらに履修条件も設定されるなど、教育の積み上げ効果を重視・徹底していることが窺える。科目を見ると、不動産金融、国際クレジット、銀行の会計、通貨金融史などのような日本の大学では極めて専門的で大学院で設定されるような科目もあり、相当な深い内容まで4年次で履修可能となっていることが分かる。これらの科目は、九州共立大学でも設定されていないが、専門的な内容の深さ、修得すべき科目数の多さから、学生はかなりの学習が要求されよう。

(6) 証券投資学にみる専門教育

本節では具体的に表-4における「証券投資学」を取り上げ、その教科書の張絶貨・王・張海玉(2011)の内容から専門教育を考察しよう。「証券投資学」は6学期(3年次の後期)に48学時

行われ、そのうち32学時は教室で、16学時は実験室で行われる。実験室では証券投資に関するシミュレーションなどを行うと見られる。張絶貨・王・張海玉(2011)³⁾は、教室での授業(いわゆる座学)のときに、使用される教科書である(A4版・294頁)。主要な内容は第1篇「証券」で、株式、債券、金融派生商品の解説、第2篇「証券市場」で、証券発行市場、証券流通市場、第3篇「証券投資」で株価指数や証券投資価値分析などを取り上げている。

証券投資の教科書としては、日本の一般的な教科書と照らし合わせても、標準的な内容である。その水準は、数式による解説は必要最低限にとどめて、初歩的な部分についてことばで解説したものとなっている。たとえば、利回り計算については数式も記述され、数値例もあるが、オプション取引の解説では、ペイオフ・ダイアグラム(図)のみで、ブラック＝ショールズ式はなく、記述もほとんどないといった具合である。

九州共立大学においては「証券投資論入門」・「証券投資論」で同内容は指導されている(各週1回・全15週)。ほぼ同じ内容・水準の教科書(二

表-4 専門教育科目:最低修得単位数:61(必修:30 自由選択:11 関連:10 実践研修:10)

科目区分	科目名	単位	学時	学時の分配				学期	条件	その他
				教室	実験室	PC教室	その他			
必修	保険学	3	48	44			4	2	通貨銀行学	
	通貨銀行学	3	48	44			4	3	欧米の経済学	
	国際金融(中国語と英語)	3	48	44			4	4	通貨銀行学	
	国際貿易	3	48	44			4	5	欧米の経済学	
	投資学	3	48	44			4	5	欧米の経済学	
	金融専門英語	3	48	44			4	5	大学英語	
	計量経済学	2	32	28			4	6		
	証券投資学	3	48	32	16			6	投資学	
	商業銀行業務と経営	3	48	44			4	6	通貨銀行学	
	国際決済	2	32	28			4	6	国際金融	
	会社の財務	2	32	28			4	6	会計学基礎	
	合計	30	480	424	16		40	7		
自由選択	不動産金融	2	32	28			4	5	通貨銀行学	最低修得単位数:11
	国際クレジット	2	48	44			4	5	国際金融	
	国際金融市場	3	48	44			4	6	国際金融	
	金融工学	3	48	44			4	6	国際金融	
	国際投資学	3	48	44			4	6	投資学	
	通貨金融史	2	32	28			4	7	通貨銀行学	
	銀行の会計	2	32	28			4	7	会計学基礎	
	証券投資分析	2	32	20	12			7	投資学	
	投資銀行の概論	2	32	20	12			7	投資学	
合計	22	352	300	24		28				

(出所) 上海海洋大学[2012]

上・代田(2011)⁴⁾を使用しており、初歩的な部分についてことばで解説するなど、教育方法も同様のものとなっている。ただし、情報処理教室での実習は講義期間の都合もあり、実施せず、ゼミ等で対応しているという相違点もある。

(7) 金融学系での卒業論文指導

金融学系では7名の専門教員が在籍する。各テーマは学生が選び(金融学系であれば金融に関連する内容ならいずれも認められるという)、テーマに沿って各先生の指導を仰いで卒業論文を執筆することになる。各教員には8名程度の学生がつくという。

最終報告会では、3人の金融学系の教員のまで学生が発表し、採点を受けるという。学生が執筆した卒業論文の例としては、①為替、②農村金融、③消費者の金融(自動車金融など)、④上海国際金融センターの建設、⑤海運の金融、などがあるという。

2.2.2 マーケティング学系のコース概要

(1) マーケティング学系コースの目標

マーケティング学系における基本的な育成目標は、金融学系のそれと変わらない。そのうえで、

マーケティング学独自の目標として、経済に関する基礎的な知識・理論をしっかり身につけ、法律に精通し、マーケティングに関する専門知識を習得し、市場調査能力、マーケティング能力、現代社会に適応する能力を持つ人材を育成することが掲げられている。卒業後は国内外の企業や政府機関において、製品の販売、マーケティング計画の立案、広報、宣伝・広告、ビジネス交渉などに従事することを念頭に置いている。

また学習面に関しては、マネジメント、経済学およびマーケティングの基礎理論、マーケティングの定性・定量分析、市場原理、政策や規制を含めた国際的なマーケティング上の慣行やルール、文献検索法、外国語、情報リテラシーなどの知識・能力の獲得が求められる。

(2) マーケティング学系の学科教育および専門科目

まずマーケティング系における学科教育は、経済管理学院で共通する専門教育であり(表-3)、その特徴は2.2.1(3)で述べた通りである。

次にマーケティング学系の専門科目における最大の特色は専門性の高さと、語学や数学に関連

表-5 専門教育科目(つづき)

科目区分	科目名	単位	学時	学時の分配				学期	条件	その他
				教室	実験室	PC教室	その他			
専門教育科目	海運の金融概論	2	32	32				4		最低修得 単位数： 10
	プロジェクト管理	2	32	28			4	5		
	英会話	4	64	64				5,6		
	財務会計	3	48	44			4	6	会計学基礎	
	国際貿易の練習	2	32	28			4	6		
	国際マーケティング	2	32	28			4	5		
	情報管理システム (MIS)	2	32	20	12			7		
	監査学	2	32	28			4	7		
	現代物流管理	2	32	28			4	7		
	資産評価学	2	32	28			4	7		
	国際商法	2	32	28			4	7		
	マーケティング計画	2	32	24			8	7		
	合計	27	432	348	12		40			
実践研修	金融の実験室の模擬 と専門の調査研究	1	2週					短2		
	銀行専攻実習	1	2週					短3		
	卒業論文	8	16週					8		
	合計	10	20週							

(出所) 上海海洋大学[2012]

した科目設定である。例えば、マーケティングデータ分析やブランドマーケティングなどは九州共立大学ではマーケティング論の1項目として扱うが、上海海洋大学では1つの科目としてそれぞれ必修、選択科目となっている。不動産マーケティングや水生マーケティングなどは、九州共立大学も含め日本の大学ではほとんど設定されておらず、その意味で非常にユニークな科目と言える。また、語学系の科目は九州共立大学では基本的に2年次までの配置であるのに対し、上海海洋大学の場合は4年次にも設定されている。数学に関しても確率論、線形代数、高等数学など専門性が高い科目が設定されている。

他方、上海海洋大学には演習のような少人数教育や学外研修などの体験型学習が設定されていない。その代わりに、企業が講座を提供する形で人材育成を行ったり、ビジネスモデルやデザインの設計を目的とした各種のコンテスト・イベントが開催されている。また学生の実験能力が重視されているのも特色の1つである。

(3) マーケティング学系での卒業論文指導

指導の進め方は先述の金融学系と同じである。マーケティング学系の学生が執筆した卒業論文の例としては、①マーケティング戦略、②ブランド、③宣伝・広告、④消費者心理、⑤製品分析などがあるという。

中国の企業を対象としたものが大半であるが、中には任天堂や資生堂など日本企業を取り上げたものもある。

2.3 近年における経済学教育の改革

本節では上海海洋大学で行われた経済学教育改革について取りあげる。改革の目的・具体的な改革内容は上海海洋大学の学生や教育の特徴をよく表していると見られるからである。尚、本節においては、平瑛(2013)²⁾を参考としている。

(1) 改革の目的と概要

経済管理学院では、専攻の教育課程強化を通して、実践的教育をより充実させ、革新的な人材育成を目的に改革を行ってきた。特に2011年に「上海市大学重点改革プログラム」に採択され、改革プロセスは加速して進むようになったという。

具体的な改革内容は、①学習発展センターの各専攻での設立：課外実習の強化に役立てる、②オーダー式の育成クラスの設置：一般企業の協力を得て、学生による発表コンテストによる体験型の学習を促進、③科学技術革新のプラットフォームの構築、の3つである。

(2) 具体的改革内容：学習発展センター

改革の目的は学生の革新的能力を引き出すことである。そのために、学部の下に教育管理のための組織(いわゆる学科に相当)と、学生指導のための組織である学習発展センターを設置した。

表-6 マーケティング学系の専門教育科目:最低修得単位数:67(必修:28 自由選択:16 関連:12 実践研修:11)

科目区分	科目名	単位	学時	学時の分配				学期	条件	その他
				教室	実験室	PC教室	その他			
必修	国際貿易	3	48	42			6	4		
	市場調査・予測	2	32	22			10	5	応用統計学	
	消費者行動学	2	32	22			10	5		
	広告学	2	32	28			4	5	マーケティング	
	国際金融	3	48	44			4	5		
	ビジネス英語	3	48	32			16	5		
	マーケティングデータ分析	2	32	16		12	4	5	応用統計学	
	Eコマース	2	32	16	16	12	4	6		
	国際マーケティング	2	32	20			12	6	マーケティング	
	財務管理	3	48	32		10	6	6	会計学基礎	
	シミュレーション	2	32	8		22	2	6	マーケティング	
マーケティング計画	2	32	20	4		12	7	マーケティング		
合計	28	448	302		56	90				
自由選択	経営心理学	2	32	28			4	3	管理原則	
	ビジネス交渉	2	32	24			8	4		
	マーケティングチャンネル管理	2	32	26			6	5	マーケティング	
	サービスマーケティング	2	32	24			8	5	マーケティング	
	ブランドマーケティング	2	32	24			8	6	マーケティング	
	ネットワーク販売	3	48	30		18		6	マーケティング	
	マーケティングエンジニアリング	3	32	24		20	4	6	マーケティング	
	マーケティングケース	2	32	16			16	6	応用統計学	
	不動産マーケティング	2	32	20			12	7	マーケティング	
	MIS	2	32	14		16	2	6	マーケティング	
	起業家精神	2	32	26			6	7		
水生マーケティング	2	32	20			12	7	管理原則		
合計	26	416	276		54	86				

(出所) 上海海洋大学[2012]

最低修得単位数: 11

教育管理システムでは、教育組織の責任者、専攻責任者、学科リーダーの3種類の主導的教員の養成を行うことも兼ねている。

学習発展センターでは、講義しない指導員(いわゆるチューター)と、講義を行う教員が協力して学生指導にあたる。具体的には、①各専攻のコンテスト・イベントを発案・運営、②科学技術革新プログラムの申請、審査、③企業との交流を企画、を主に行うというものである。

学習発展センターは、4~5年前から準備を行ってきて2011年に本格的に始動したものである。上海市教育委員会からも評価を受け、さらに改善するように努力しているという。

学習発展センターの指導員(チューター)のは、10人を配置している。チューターは入学後から学生の授業出席や期末試験前の勉強まで管理する。中国の大学は全寮制がほとんどであり、現在の学生気質を鑑み、寮生活まで指導することは不可欠となっており、このようなチューターの存在は重要だという。講義を行う教員は学生が非常に多いため、顔まで覚えられないが、チューター

は覚えており、効果的な教育指導ができるという。チューターは大学院生(心理学専攻が多いという)から募集し、学生と年齢差がなく、会話のしやすい若い教員が中心なようである。

日本の大学においては、学生気質が過去から変化してきているため、カウンセラーを常時待機させ、学生の生活面も含め指導するようになってきている。九州共立大学においても、カウンセラーが指導に当たっているが、生活指導面での教育が中心となっている(逆に言えば、それが最優先の課題でもある)。上海海洋大学では、後述する実践的教育やコンテストまで関与するなどより専攻教育面の要素も多い。このような内容の相違は優劣を意味するものではなく、各大学における学生気質の相違に対応したものだと考えられよう。

(3) オーダー式育成

オーダー式育成は、大学と企業が連携して新しい人材育成のモデルを創出することを目的とする。具体的には、上海の飲料メーカー「上海申美飲料食品有限公司」と連携して食品経済管理専攻に「コカコーラ申美クラス」を設立したという。

表-7 マーケティング系学の専門教育科目(つづき)

科目区分	科目名	単位	学時	学時の分配				学期	条件	その他
				教室	実験室	PC教室	その他			
専門教育科目	応用ライティング	2	32	26			6	2		最低修得 単位数： 12
	製品紹介	2	32	24			8	2		
	国際ビジネス法	2	32	28			4	3		
	広報	2	32	32				3		
	現代物流管理	2	32	20			6	4		
	国際貿易の練習	3	48	40			8	5	国際貿易	
	ERP机上シミュレーション	2	32	6			4	5		
	口語英語	4	64	24			40	6-7		
	証券投資テクニカル分析	2	32	20			2	7		
	税務管理	2	32	28			4	7		
	プロジェクト管理	2	32	28			4	7	管理学原	
合計	25	400	276			86				
実践研修	市場調査	1.5	3週					短2		
	企業経営シミュレーション	1.5	3週					短3		
	卒業論文	8	16週					8		
	合計	10	22週							

(出所) 上海海洋大学[2012]

産学共同で、人材育成プランを作成し、指導にあたるというもので、教育の形式も授業や実習など多様なものとなっているという。

(4) コンテスト・イベントの企画・運営

学習発展センターでは各種のコンテストを企画し、運営を行っている。学習成果を発表し、学生の学習意欲を引き出すことに役立っているという。実践的な提案を考えさせるコンテストであるため、専攻での理論的な学習と応用・実践を有機的に結合することになるため、教育効果は明らかに改善できたという。コンテストの具体例としては、①「Lenovo」マーケティング企画大会、②「用友杯」全国大学生創業プランとERP模擬経営コンテスト、③物流シミュレーション実例のデザインコンテストが行われたという。

改革の効果としては、2011年から2012年にかけて経済管理学院の学生の科学技術革新プログラム(学生による政策提案や特許等)が38採択されたという(国レベルが2、上海市レベルが21であったという)。

経済管理学院の改革により、学生に対するきめ細かな指導と、実践的な応用力を身につけさせる効果が上がっているようである。

九州共立大学における実践的指導においては、一般企業や公務員で実践的な活動を行う実務家を招いての講演会の開催、学外の企業や様々な施設を訪問する学外研修、海外研修など、教室の中での授業だけではない実践的な活動も行っている。また学生が研究してきた成果を発表する学生研究発表会も開催するなど、上海海洋大学と

同様の企画を設けているともいえる。しかし、大学内の企画にとどまり、コンテストを通して他大学との交流や競争を行うまでは至っていないため、その点は上海海洋大学の成果を参考にすべきであろう。

3. 九州共立大学における経済学教育

3.1 九州共立大学の概要

九州共立大学は1965年4月に開設され、当時は経済学部経済学科のみであった。後に工学部、大学院工学研究科も設置されたが、現在は経済学部経済・経営学科、スポーツ学部スポーツ学科で専門教育が行われている。学是は「自立処行」、すなわち「自分で自分を律する。如何なることも誤ることなく処する。事に処する力は、自律の正しさ、智慧による」のであり、日常生活即道場と考える教養人の自己内省を意味する。

2013年5月1日時点の学生数は2,208名であり、このうち176名が留学生である。経済学部には1,098名が在籍しており、上海海洋大学経済管理学院の約4割ほどである。また経済学部の専任教員数は34名である(2013年6月1日時点)。

3.2 経済学部のコース概要

九州共立大学経済学部におけるコースは表-8に示すように、(1)経済戦略コース、(2)金融コース、(3)国際・地域経済コース、(4)環境・産業マネジメントコース、(5)ビジネスコミュニケーションコース、(6)スポーツビジネスコース、(7)経営管理コース、(8)会計・情報コース、(9)起業・後継者コースの9コースが設定され

表-8 九州共立大学経済学部のコースとその特徴

コース名	学びの特徴
経済戦略コース	経済の動きを読むために必要な経済理論やデータの見方を学ぶ。
金融コース	金融取引の基礎、市場を支える制度などを総合的に学ぶ。
国際・地域経済コース	国際経済、地域経済における諸問題の解決法などを学ぶ。
環境・産業マネジメントコース	環境や品質と経済活動の関係を学ぶ。
ビジネスコミュニケーションコース	ビジネスに役立つ資格を取得し、実務能力を身につける。
スポーツビジネスコース	基礎を経営学におき、スポーツビジネスの分野を学ぶ。
経営管理コース	経営管理の知識や技能を身につけ、資格を取得する。
会計・情報コース	企業の家計簿といわれる「財務諸表」について学ぶ。
起業・後継者コース	起業家、後継者としてのリーダーシップを学ぶ。

(出所) 九州共立大学編[2013]

表-9 九州共立大学経済学部の要卒業単位数

履修区分		最低修得単位数	要卒業単位数
キャリアデザイン科目		6単位以上	6単位 ※1
総合教養科目	教養コア科目	ことばと文化	12単位以上
		歴史と社会	
		人間と環境	
		総合科目	
	言語教育科目	外国語 ※1	8単位以上
		日本語文章表現法	
		新修外国語研修	
情報教育科目	2単位以上	30単位 ※3	
健康教育科目	実技科目		2単位以上
	講義科目		
専門教育科目	共通科目	導入科目	6単位
		基幹科目	4単位以上
		関連科目	10単位以上
	コース科目	20単位以上	76単位 ※2
	他コース科目	10単位以上	
演習科目	12単位以上		
自由選択科目	社会教育主事関連科目	12単位以上	30単位 ※3
	教職課程関連科目		
	自学部で履修した要卒業単位数を超える科目、および他学部で履修した科目 ※2		
合 計			124単位

(注) ※1 外国語は英、独、仏、中、韓、日(留学生のみ)があり、1つの言語についてI～IVまで修得が必要。

※2 他学部の科目履修については、各学部から示される「学部推奨科目一覧表」から選択履修。

※3 要卒業単位数を超えて履修した単位は、自由選択科目区分に算入される。

(出所) 九州共立大学経済学部教務委員会編[2013]、p.15

ている。(1)～(4)が経済学系のコース、(5)～(9)が経営学系のコースである。

学生は2年次後期からいずれかのコースに分かれて、より専門的な学習を行っていくことになる。なお各コースは、多岐にわたる経済・経営の分野の中から一定のテーマに絞って履修することで、より現実に即した事情を学べるように設けられている。コース選択にあたっては、2年前期に配当されている「コース演習入門」を履修し、進みたいコースを決定する。

3.3 経済学部の目標・特色

学部の主たる目標は、伝統的な「経済・経営」や現代社会における「経済・経営」を学び、環境や消費者保護、企業倫理などの公共の視点に立ち、

社会におけるさまざまな問題を解決していうことができる人材を育成することである。

学部の特色として以下の5点が挙げられる。

- ① 経済学・経営学の基礎知識および一般教養の取得(1年次～2年次前期)
- ② 自分の特性、将来の進路に沿ったコースに分かれ、専門知識、技能の習得(2年次後期～)
- ③ 少人数で一人ひとりに手厚い指導(1年次～)
- ④ 企業のトップ、実業家からの授業や体験教育プログラムにより実践力を育成(2年次～)
- ⑤ 3年次までに、経済学検定、経営学検定⁶⁾いずれかを受験、万全の就職支援体制(1年次～3年次)

学部で取得できる免許・資格としては中学校教諭一種免許状「社会」、高等学校教諭一種免許状「商業」・「地理歴史」・「公民」・「情報」、ビジネス実務士、情報処理士、プレゼンテーション実務士、環境マネジメント実務士などがある。このほか、公認会計士、税理士、ファイナンシャルプランナー、日商簿記検定1～3級、サービス接客検定、ビジネス実務マナー検定、中小企業診断士、宅地建物取引主任者、1～3級販売士、イベント検定、スポーツイベント検定、語学検定、TOEICなどの資格取得に対して支援を行っている。

3.4 金融コースの教育

金融コースでは、マクロ・ミクロ経済学・金融論・統計学・会計学入門を基幹科目として基礎をおさえ、コース科目では「金融論」、「銀行論」、「証券経済論」をはじめ、金融に関連する科目を中心に、財務会計や経済政策等、ミクロ・マクロ両面から金融を学んでいく体系となっている。また金融論特講(A～D)では、フィナンシャルプランナーを招聘してのFP対策講座なども開講され、実践的かつ資格取得に対する試験対策を行う科目も設定されている。

日本の経済学部で金融を専門とする学生が学ぶべき内容をほとんど網羅する一方、他コースや経営学系の講義も関連科目等で履修できるなど、学生がより幅広く選択できるようになっている。この点は上海海洋大学にもあまりない点ではなかろうか。その一方で、上海海洋大学では不動産金融など、日本の学部レベルでは学習することがない専門的な科目もあり、より深い学習ができるという点で特徴があると言えるだろう。

3.5 経営管理コースの教育

上述のように、九州共立大学の経営系のコースは5コースあるが、ここではマーケティングをはじめ企業の経営管理を中心に学ぶ経営管理コースについて取り上げる。経営管理コースでは、コース科目として企業の経営資源(人、モノ、金、情報)の管理に関わる科目を中心に、組織、戦略、ガバナンスなどを学ぶようになっている。

具体的には、「経営学」、「マーケティング論」、「経営管理論」、「経営戦略論」、「流通管理論」、「情報管理論」、「企業ガバナンス論」、「経営組織論」、「財務管理論」、「国際経営論」など15科目がコース科目に設定されている。このほか「経営管理特講(A～D)」があり、先述の経営学検定の試験対策を行ったり、外部から講師を招きより実

践的な内容を扱う。なお、これらの科目は他コースの学生も履修でき、上海海洋大学より広く浅く学べるような工夫が施されている。

4. まとめ

上海海洋大学の教育の特徴は、①語学、数学、プログラミングの履修時間が長い、②専門的な内容が深く、科目数も多い、③各種コンテスト、イベント、専門の調査研究がある。

九州共立大学の教育の特徴は、①他コースの講義も幅広く選択できる、②少人数教育や体験型学習を重視している、③資格取得を支援する体制が整っている。

紙幅の関係で分析できなかった点も多いが、それらについては残された課題として筆者らに残されている。

脚注および参考文献

- 1) 本論作成にあたり、上海海洋大学の平瑛経済管理学院長、李欣氏、陳延貴氏をはじめとする教員の方々、九州共立大学経済学部前学部長の横川洋氏、船戸高樹現学部長に貴重な資料の提供とアドバイスを頂いた。記して感謝申し上げたい。尚、残される誤りはすべて筆者の責任である。
 - 2) 上海海洋大学(2012)「中日経済学教育方法と教育内容検討会」上海海洋大学経済管理学院。
 - 3) 張絶賢・王曉伝・張海玉(2011)『証券投資学』東北大学出版社。
 - 4) 二上季代司・代田純(2011)『証券市場論』、有斐閣。
 - 5) 平瑛(2013)「人材育成方法の改革と実践—学生革新能力の増強を目指して—」上海海洋大学経済管理学院。
 - 6) 学習成果(ラーニングアウトカム)を確認する目的から3年次に、経済学系のコースに所属する学生は経済学検定(特定非営利法人 日本経済学教育協会)、経営学系のコースに所属する学生は経営学検定(特定非営利法人 経営能力開発センター)の受験を義務づけられる。
- 1) 九州共立大学編(2013)『学校法人 福原学園 九州共立大学 2014 大学案内』九州共立大学。
 - 2) 九州共立大学経済学部教務委員会編(2013)『平成25(2013)年度 九州共立大学履修ガイド 経済学部』九州共立大学教務課。
 - 3) 齊藤毅憲(2001)「低年次生における経営学教育の課題」(『横浜市立大学論叢』第52巻第3号)。
 - 4) Weick, K. E. (1976) "Educational Organizations as Loosely Coupled Systems", *Administrative Science Quarterly*, Vol.21, March, pp.1-19.
 - 5) Weick, K. E. (1989) "Theory Construction as Disciplined Imagination", *Academy of Management Review*, Vol.14, No.4, pp.516-531.

社会人適応能力診断検査の開発に関する予備的研究

本多芙美子*、森部 昌広**

*鹿屋体育大学キャリア形成支援室、**九州共立大学経済学部

The Preparatory Study for Developing the Diagnostic Inventory of Member of Society Ability

Fumiko HONDA and Masahiro MORIBE

Abstract

This study aims to explore potential factors concerning students' adaptability as members of society, to prove internal consistency among the factors, and to compare differences between sexes and among their years. Through the analysis, 7 factors ("motivation to carry out a strategy (MCS)", "ability to express oneself (EO)", "ability of positive thinking (PT)", "ability to take good care of a team (TGT)", "ability to work on duty positively (WDP)", "foreseeability (FA)", "fortitude (FT) ") have been extracted and they are internally consistent. T-test shows that "MCS", "TGT" or "FA" is different between sexes. Also, "TGT" is different among years.

Key Words: *The diagnostic inventory of psychological competitive ability for athletes, Exploratory factor analysis, T-test, One-way analysis of variance*

1. はじめに

経済団体連合は2013年9月13日、政府の閣議決定「採用と選考に関する指針」に基づく要請を受けて、2014年度から大学3年生となる学生についての就職活動の解禁時期を現行の12月から翌年3月へと繰り下げた。産業界や企業を取り巻く環境は、業務のIT化やスピード化、グローバル化等の影響によって年々変化し、それに伴って社員に求められる仕事の質は高度化している¹⁾。これから就職を控えている若い人材は、刻々と変わる企業環境や就職活動に対し、迅速かつ柔軟な対応力が求められるようになるだろう。また、企業環境や就職活動の変化に並行して、教育環境の変化も求められているため²⁾、学生は産業界と教育界の2つの変化に対応していかなければならない時代になったとも言える。

元来、産業界と教育界における学びや教育に関する目的意識は、双方の認識を暗黙の了解とすることで現在に至ってきた³⁾。具体的には、産業界側は「教育」を人材育成のための手段として認識しているが、教育界側は「教育」を社会における自己実現を目指すための手段として認識している。ところが、産業界と教育界の「教育」観のこうした認識のズレは、人材の採用や選考の場面におい

て大きな問題である。何故なら、産業界や企業を取り巻く環境の変化に伴い、産業界や企業が即戦力はもちろんだが、グローバル化にも対応できるような伸びしろのある人材を必要とし始めているからである。そのような状況の現代社会において、過剰供給と言われている大学や大学院卒の中から⁴⁾産業界や企業のニーズに合った人材を探し出すことは容易ではない。

経済産業省⁵⁾は、以上のような問題要因を解消するため「社会人基礎力」を提唱している。社会人基礎力とは、「職場や地域社会で多様な人々と仕事をしていくために必要な基礎的な力（経済産業省HP：<http://www.meti.go.jp/policy/kisoryoku/>）」である。社会人基礎力を人材育成および自己実現目標として掲げることで、産業界並びに教育界に対し「教育」観を共有するよう働きかけている。その働きによって2009年には、9割以上の大学がキャリア教育科目の開設、社会人基礎力の向上を試みていることが報告されている⁶⁾。産業界と教育界の「教育」観のズレを解消するために提唱された社会人基礎力は、若い人材や高校生、大学生の能力評価に活用できるとして今後も広がっていくと考えられる。

一方で、社会人基礎力の普及には、評価方法の

あいまいさが大きな課題となっている可能性がある。社会人基礎力の評価は各実施機関に委ねられており、統一した評価方法が定まっていなかったからである。具体的には、経済産業省⁶⁾によって作成されたレベル評価基準を参考にしつつも、大学や高等学校などの実施機関が独自に面接や自己評価、他者評価等を行っているため、企業側から見た場合、どの評価を基準に判断すべきか解釈が難しい。

その理由の一つとして、社会人基礎力における構成要素の定義と例文の複雑さが挙げられる。社会人基礎力における12の構成要素を見ると、たとえば「主体性」の定義は「物事に進んで取り組む力」であり、例文は「自分がやるべきことは何かを見極め、自発的に取り組むことができる」、「自分の強み・弱みを把握し、困難なことでも自信を持って取り組むことができる」、「自分なりに判断し、他者に流されず行動できる」となっている。この例文では、判断力や課題発見力、実行力など多様な能力が求められており、「主体性」の本質を捉えにくい。ここで挙げられている定義や例文を参考に評価方法を作成すれば、回答者は混乱し、判断に迷うことで正確な回答ができなくなることが予想される。したがって、まずは経済産業省⁶⁾における社会人基礎力の概念や定義に捉われず、社会人として適応するために必要な能力要素を明らかにし、測定方法の検討、信頼性及び妥当性の確認を行うことが必要である。その後、経済産業省⁶⁾の社会人基礎力の概念と照らし合わせて、能力要素を精査していくことが必要な手順であると考えられる。

そこで本研究では、社会人として適応するために必要な能力（以下、社会人適応能力とする）に関する構成要素の探索、尺度化を予備的検討として試みた。社会人適応能力の構成要素を探索する際、徳永・橋本⁷⁾の作成した心理的競技能力診断検査（DIPCA.3 ; the Diagnostic Inventory of Psychological Competitive Ability for Athlete、中学生～成人用）を参考にした。DIPCA.3とは、スポーツの場面で言われる「精神力」を5つの因子と12の下位尺度に分けて診断する検査法である。感情をコントロールすることは、目標を達成するために必要なパワーとスタミナを維持し、ベストパフォーマンスを導くために重要なスキルである。レイヤー・マクラフリン⁸⁾によるとこのスキルは、スポーツに限ったものではなく、一般的な仕事（ソフトウェアの開発、写真撮影、マネジ

メント、経理など）にとっても重要であると指摘されている。

DIPCA.3は、調査項目が精査されており、調査結果をその場で本人にフィードバックできるなど、使用勝手が良く非常に便利であることから、多くのスポーツ関係者に用いられている。例えば徳島県では、2007年から国体出場選手へのメディカルチェックにDIPCA.3のマークシートリーダーを用いた処理システムを開発し、導入を試みるほど⁹⁾その有用性は評価されている。社会人適応能力も競技者の競技的心理能力と同様に、実施者が置かれている立場や時期、環境等によって日々変動する可能性が高い。このため、その評価方法を検討する場合、DIPCA.3は大いに参考になると考えている。例えば、DIPCA.3の「自信（第3因子）」で言うと、競技者がスランプ状態にあるかないによって「自信」得点には変動が生じる。それと同様に就職活動中である大学生が順調に選考を進んでいるかないかによって「自信」得点が変わると考えられる。その他にも、自己コントロール能力や集中力、予測力、協調性等、DIPCA.3の評価内容は、社会人としても重要な能力であると推察できる。以上の理由から、DIPCA.3を社会人適応能力の構成要素を探索するための参考尺度として用いることにした。

本研究では課題を2つ設定した。第1に、DIPCA.3を参考に作成した社会人適応能力に関する項目群を探索的因子分析によって因子抽出し、各因子における内的整合性を検討した。第2に、各因子と基本属性（性別、学年別）による分析を行い、得点の相違について検討した。

2. 方法

2.1 対象者および手続き

2つの大学に調査を依頼した。平成24年5月に開講された講座時の終了前を利用し、計185名にアンケート用紙を配布、記入終了後その場で回収した。回答に不備のあるものを除き、179名（96.8%）を有効回答数とした。

2.2.1 対象者属性

性、年齢、学年について尋ねた。

2.2.2 社会人適応能力に関する項目

調査項目は、DIPCA.3の構成因子を参考に場面設定を「競技会」から「就労業務」とし、内容を変更した。なお、就労業務において、心理的競技能力と異なる特殊な能力を必要とする可能性を考

慮し、内容の変更には企業経営責任者3名に協力を依頼した。

変更については、DIPCA.3の「苦しい場面でもがまん強く試合ができる」であれば、「苦しい状況

「失敗や困難を迎えても、それを経験やチャンスとして上手く気持ちを切り替えることができる」や「重要な仕事になればなるほど次々とひらめき、創造的になれる」など22項目を追加した。最終

表1 社会人適応能力の探索的因子分析表

	因子						
	1	2	3	4	5	6	7
⑤4 人に言われる前に行うべき業務が予測できる	.821	-.066	.205	-.038	-.156	.040	-.083
⑥45 仕事の流れを理解して、指示を受けなくても自分が行うべき正しい業務を遂行できる	.765	-.034	.126	-.076	.007	.000	-.068
⑥21 苦しい状況でも素早く判断することができる	.752	-.112	-.091	.030	-.059	.039	-.002
⑥44 上司に指示されなくても、自分が行うべき仕事を先読みして遂行することができる	.732	-.078	-.002	-.076	.115	.058	.021
⑥53 与えられた業務を問題なく遂行する自信がある	.701	.059	-.083	-.050	.077	-.113	.154
⑥60 大事な仕事になればなるほど、頭の回転が早くなる	.665	-.004	.156	-.114	.130	-.022	-.198
⑥33 苦しい場面でも冷静な判断ができる	.645	.020	-.035	.156	-.026	-.020	.025
⑥31 どんな場面でも自分の仕事ができる自信がある	.628	.230	.087	-.020	-.017	-.201	.013
⑥32 どうしたら仕事がスムーズに流れるかを予測して取り組むことができる	.576	.010	.113	.157	-.148	.007	.029
⑥19 自分の業務遂行能力に自信を持っている	.575	.064	-.228	.008	.094	.112	.219
⑥55 引くべきタイミングや内容を見極めることがうまく、大きな失敗をすることはない	.558	.071	-.109	.182	-.144	.039	-.041
⑥43 自分の業務やノルマを達成できる自信がある	.488	-.029	.003	.107	.317	.031	.002
⑥9 自分の判断力は優れている	.464	.063	-.096	-.046	.104	.368	-.001
⑥17 プレゼンター（発表者）になると精神的に動揺する(-)	-.104	.981	.061	-.001	.060	.094	-.026
⑥16 プレゼン（発表）になると緊張していつもの働きができなくなる(-)	.004	.902	.034	-.087	-.130	-.057	.114
⑥51 人前に立ち注目を浴びると、実力を発揮できない(-)	-.008	.755	.170	-.005	-.113	-.023	-.072
⑥30 プレゼンになると周りの人が気になって注意を集中できない(-)	-.062	.752	-.018	.050	.083	.058	-.068
⑥29 プレゼン前になると不安になる(-)	.081	.677	-.005	-.156	.064	-.006	-.090
⑥52 人の目や自分への評価が気になって、仕事に集中できないことがある(-)	-.054	.598	-.073	.132	-.080	.088	.017
⑥41 プレッシャーを感じやすい(-)	.173	.559	-.077	-.128	-.069	-.019	-.012
⑥18 冷静さを失いやすい(-)	.022	.525	-.244	.190	.137	-.073	.074
⑥59 失敗や困難を迎えても、それを経験やチャンスとして気持ちを切り替えることができる	.008	.094	.806	-.008	-.181	.032	.057
⑥35 どんな仕事であっても新しい情報を得ようという意欲がわく	-.026	.069	.734	.197	-.023	.050	-.162
⑥57 自分がやりたい仕事ではなくても、「自分の役に立つはずだ」と興味や好奇心を持って取り組むことができる	-.119	-.054	.697	-.113	.030	.106	.144
⑥47 何ごとにも興味や好奇心を持って仕事することができる	.006	.031	.685	.123	-.031	-.069	.034
⑥58 一度や二度失敗しても、あきらめずに別の方法を探し出そうとする	-.004	-.091	.579	-.070	.040	.017	.178
⑥61 自分なりの目標を持って仕事することができる	.063	-.048	.489	.057	.161	-.053	.068
⑥56 未経験の仕事でも怖がらずに前向きに取り組むことができる	.251	.013	.456	-.150	.176	-.100	.038
⑥27 成功するためにあらゆる作戦を考えている	.168	-.013	.400	.048	.052	.159	-.011
⑥22 チームや仲間と協力し合って仕事することができる	.072	-.118	-.098	.864	-.001	.023	.044
⑥34 自分には団結心がある	.108	-.017	.107	.777	-.048	-.005	-.028
⑥10 チームワークを大切にす	-.149	.038	.090	.761	.090	-.003	-.012
⑥46 チームの仲間やパートナーとうまく協力して仕事をする	.171	-.015	.056	.749	-.031	-.054	.066
⑥2 大きな仕事になればなるほどやる気が出る	-.045	-.030	-.095	.011	.976	.041	-.055
⑥38 大事な仕事になると精神的に燃えてくる	.057	-.001	.130	-.028	.817	-.064	-.056
⑥14 大きくて責任のある仕事ほどファイトがわく	.030	-.029	.133	-.013	.710	.031	.051
⑥39 自分なりの「やる気」がある	-.031	-.015	.353	.093	.493	-.072	-.067
⑥8 自分の予測は上手く的中する	-.069	.051	.087	.005	.082	1.002	-.036
⑥20 予測は上手く当たる	.272	-.006	.001	-.030	-.158	.689	.050
⑥13 忍耐力を発揮できる	.027	-.079	.041	.058	-.115	-.024	.872
⑥25 粘り強い仕事ができる	.007	-.014	.151	-.007	-.033	.036	.777
⑥1 苦しい状況に直面しても我慢強く仕事できる	-.069	.048	.125	.032	.271	-.028	.522

注：(-)逆転項目

に直面してもがまん強く仕事できる」など、「競技会」から「就労業務」の場面を想定し、文言を変更した。また、内容の変更が困難な13項目は削除した。新規作成については、ポジティブシンキングやプラス思考、創造力等は、「就労業務」を行う上で重要な要素であると指摘を受けたことから、

的に計61項目（ライスケール4項目含む）を用いて調査を行った。回答カテゴリーは、DIPCA.3と同様の「1. ほとんどそうでない(0~10%)」から「5. とてもそうである(90~100%)」の5段階評定尺度法を用いた。なお、逆転項目にはDIPCA.3同様、5段階評定を反転させた。

2.3 分析方法

統計処理にはSPSSプログラムパッケージ15.0 for Windowsを使用した。第1課題の評価項目の探索的因子分析については、主因子解・プロマックス回転によって初期固有値が1.00以上で、各因子を構成する項目の因子負荷量が0.40以上の因子構造を条件として分析を繰り返し行った。また、各因子における内的整合性の検討については、Cronbachの α 係数を算出して検討した。第2課題の各因子と基本属性（性別、学年別）による多変量解析では、性別による各因子の比較には対応のないt検定を実施した。学年別による各因子の比較については一元配置の分散分析を実施し、学年間に有意差が認められた場合には下位検定として多重比較（TukeyHSD法）を実施した。

3. 結果

3.1 探索的因子分析及び内的整合性の検討

社会人適応能力に関する61項目のうち、ライスケール4項目を除いた57項目を分析方法に沿って因子分析した結果、7因子42項目が抽出された（表1）。

第1因子は「人に言われる前に行うべき業務が予測できる」などの13項目で構成された。第2因子は「プレゼンター（発表者）になると精神的に動揺する」などの8項目で構成された。第3因子は「失敗や困難を迎えても、それを経験やチャンスとして気持ちを切り替えることが出来る」で8項目によって構成された。第4因子は「チームワークや仲間と協力し合って仕事することが出来る」で4項目によって構成された。第5因子は「大きな仕事になればなるほどやる気が出てくる」などの4項目で構成された。第6因子は「自分の予測は上手く的中する」など2項目で構成された。第7因子は「忍耐力を発揮できる」などの3項目で構成された。

各因子を構成する項目内容を吟味し、因子名を決定した。第1因子は、業務の予測や判断、業務への自信を表す項目で構成されたことから「戦略遂行意欲」因子とした。第2因子は、プレゼンテーションや自己表現に関する項目で構成されたことから「自己表現力」因子とした。第3因子は、ポジティブシンキングやプラス思考に関する項目で構成されたことから「プラス思考力」因子とした。第4因子は、チームワークに関する項目で構成されたことから「チームワーク力」因子とした。第5因子は、仕事に対するやる気や高い意欲を示す項目で構成されたことから「業務挑戦意欲」因子とした。第6因子は、予測力に関する項目で構成されたことから「予測力」因子とした。第7因子は、忍耐力や粘り強さといった項目で構成されたことから「忍耐力」因子とした。下位因子の下位因子間相関、平均値、標準偏差、内的整合性（Cronbach's α ）を算出し、表2に示した。内的整合性は、全ての因子で $\alpha=0.849$ 以上と十分な値が得られた。下位因子間相関について、「戦略遂行意欲」は、全ての因子と互いに有意な正の相関を示していた。「自己表現力」は、「戦略遂行意欲」及び「先見力」と有意な正の相関を示していた。「プラス思考力」は、「自己表現力」以外のすべての因子と互いに有意な正の相関を示していた。「チームワーク力」と「業務挑戦意欲」は、「プラス思考力」と「先見力」を除いた4因子間に有意な正の相関を示していた。「先見力」は「戦略遂行意欲」、「自己表現力」、「プラス思考力」と有意な正の相関を示していた。「忍耐力」は「自己表現力」と「先見力」を除いた4因子間に有意な正の相関を示していた。

3.2 下位尺度因子と基本属性（性別、学年別）による分析

3.2.1 性別による因子得点の比較

男女差の検討を行うために、社会人適応能力

表2 社会人適応能力の因子相関係数と内的整合性
(Cronbach's α)

	2	3	4	5	6	7	M	SD	α
1 戦略遂行意欲	.191**	.598**	.342**	.548*	.463**	.465**	2.926	.6796	.915
2 自己表現力		-.010	-.071	.027	.148*	.091	2.884	.9090	.898
3 プラス思考力			.445**	.672**	.192**	.569**	3.346	.7173	.867
4 チームワーク力				.422**	-.015	.487**	3.816	.8785	.899
5 業務挑戦意欲					.099	.573**	3.524	.8590	.886
6 先見力						.081	2.822	.9894	.888
7 忍耐力							3.450	.8922	.849

**P<.01 *p<.05

に関する7因子42項目についてt検定を行った。その結果、第1因子の戦略遂行意欲因子 ($t(177)=2.607, p<0.01$) と第6因子の先見力 ($t(177)=2.402, p<0.05$) について、女性よりも男性が有意に高い得点を示していた。一方で、第4因子のチームワーク力因子 ($t(177)=-2.020, p<0.05$) は男性よりも女性が有意に高い得点を示していた (表3)。

3.2.2 学年別による因子得点の比較

学年差の検討を行うために、社会人適応能力に関する7因子42項目について一元配置の分散分析を行った。その結果、第2因子の自己表現力因子 ($F(2,177)=3.871, p<0.05$)、第4因子のチームワーク力因子 ($F(2,177)=4.980, p<0.01$)、第6因子の先見力因子 ($F(2,177)=3.752, p<0.05$) に有意な群間差が認められた。TukeyのHSD法(5%水準)による多重比較を行ったところ、自己表現力因子では、有意傾向であるが1年生よりも3年生の得点が高かった。チームワーク力では、4年生よりも1年生の得点が高い傾向ではあるが3年生よりも1年生の得点が高い結果となった。先見力因子では、1年生よりも3年生の得点が高い傾向が高かった (表4)。

4. 考察

本研究の目的は、DIPCA.3を参考に社会人適応能力に関する構成要素を探索し、性別及び学年別による得点比較を行い、それらの尺度化について検討することであった。探索的因子分析の結果、7因子が抽出され、各因子の内的整合性は認められた。因子間の相関関係は、「戦略遂行意欲」と「プラス思考力」および「業務挑戦意欲」、「プラス思考力」と「業務挑戦意欲」および「忍耐力」、「業務挑戦意欲」と「忍耐力」の相関係数が、0.500以上と比較的高かった。業務遂行能力向上のために迅速な予測力や判断力は重要であり、それに伴い前向きに考える思考力が養われ、「もっとやってみよう」という気持ちになる可能性は大いに考えられる。また、前向きな気持ちには、困難な状況でも堪える我慢強さを発揮できる可能性も考えられる。社会人適応能力として本結果を考慮した時、このような相関関係は妥当であると言えるだろう。

次に、性別及び学年別による下位尺度因子の得点を比較した結果、「戦略遂行意欲」と「先見力」は女性よりも男性が有意に高く、「チームワーク力」では、男性よりも女性が有意に高かった。学年別では、1年生よりも3年生の方が「自己表現力」や「先見力」に高い評価をする傾向が見られた。この結果について、進級する過程でより多く

表3 t検定

	男性 (n=85)		女性 (n=94)		t 値	P
	平均	SD	平均	SD		
戦略遂行意欲	3.1	0.69	2.8	0.64	2.607	**
自己表現力	2.8	0.90	3.0	0.91	-1.468	n. s.
プラス思考力	3.4	0.70	3.3	0.72	0.378	n. s.
チームワーク力	3.7	0.98	3.9	0.74	-2.020	*
業務挑戦意欲	3.5	0.93	3.5	0.77	-0.147	n. s.
先見力	3.0	1.03	2.7	0.93	2.402	*
忍耐力	3.4	0.96	3.6	0.78	-1.493	n. s.

** $P<.01$ * $p<.05$

表4 一元配置の分散分析

	1年 (n=81)		3年 (n=85)		4年 (n=14)		F 値	P	多重比較
	M	SD	M	SD	M	SD			
戦略遂行意欲	3.0	0.65	3.0	0.69	2.7	0.76	0.605	n. s.	—
自己表現力	2.7	0.87	3.0	0.93	3.2	0.78	3.871	*	1年<3年†
プラス思考力	3.4	0.74	3.3	0.65	3.1	0.83	1.183	n. s.	—
チームワーク力	4.0	0.80	3.7	0.86	3.4	1.11	4.980	**	1年>3年†、4年*
業務挑戦意欲	3.6	0.83	3.5	0.82	3.2	1.11	1.894	n. s.	—
先見力	2.6	0.95	3.0	1.02	2.6	0.81	3.751	*	1年<3年†
忍耐力	3.5	0.85	3.5	0.89	3.3	0.94	0.395	n. s.	—

** $P<.01$ * $p<.05$ † $p<.06$

のカリキュラムや人生経験をこなしていること、また、就職活動時期が近い学年とまだ先のことと感している学年とでは自己表現力や先見力に差が出ることは想像できる範疇のことである。一方で、「チームワーク」では3年生や4年生よりも1年生の方が高い評価をする傾向が見られた。この結果については、今後慎重に検討する必要があるが、各学年が思い描くチームや仲間という表現に対して、理解が異なる可能性がある。例えば、大学1年生は大学生活よりも高校時代を身近に感じているならば、高校時代のクラスの仲間や部活動のチームメイトを想像して評価をするかもしれない。一方、大学3-4年生ともなれば、身近に迫っている就職活動や卒業後を想定してチームや仲間を想像し、評価するかもしれない。これらの点については、調査用紙に提示する指示文について議論を進めることを今後の課題とする。また、本研究では2年生回答者の欠如など、サンプルに偏りがあったことから、サンプルの均等化や数の確保も行っていく。さらに、社会人適応能力の変化との関連が予想される属性の調査を行い、得点の変動傾向を把握していくことも今後の課題としたい。

本研究における社会人適応能力の模索はまだ始まったばかりであり、今後どのように経済産業省の提唱する社会人基礎力と接点を見出していくか、議論の必要性は多様にある。しかし、この試みが発展していく可能性は十分にある。社会人基礎力が簡単で統一化された評価指標になることは、産業界および教育界の双方にとって有益である。例えば、教員は、開講授業における生徒や学生の成長度合いを統一基準で可視化することができる。また、産業界や企業は、社員教育において社員の社会人基礎力の変化を可視化することができる。さらには、従来の教育プログラムとキャリア教育を意識したプログラムによる能力変化の比較も可能となるため、教育プログラムの改善も的確になることが期待できる。以上のことから、今後も評価尺度の開発・改善に関わる検討を継続するとともに、新たな使用方法を見出す工夫についても考えていくこととしたい。

5. 参考文献

- 1) 経済産業省、社会人基礎力育成の手引き—日本の将来を託す若者を育てるために、2010.
- 2) 文部科学省、教育振興基本計画、2013.
- 3) 大久保幸夫、仕事のための12の基礎力—「キャ

リア」と「能力」の育て方—(第9版)、日経BP社、2009、p.13.

- 4) 経済産業省、社会人基礎力に関する研究会—「中間取りまとめ」—、2006.
- 5) ジョブカフェ・サポートセンター、キャリア形成支援/就職支援についての調査結果報告書、2009、p.8.
- 6) 経済産業省、今日から始める社会人基礎力の育成と評価—将来のニッポンを支える若者があふれ出す!—、2007.
- 7) 徳永幹雄・橋本公雄、心理的競技能力診断検査用紙(DIPCA.3、中学生~成人用)、トーヨーフィジカル、2000.
- 8) ジムレーヤー・ピーターマクラフリン(高木ゆかり訳)、ビジネスマンのためのメンタルタフネス(第22版)、阪急コミュニケーションズ、2011、p.34.
- 9) 小川智史・原妃斗美・賀川昌明、マークシートリーダーによる「心理的競技能力診断検査」の採点およびフィードバックシステムの開発、鳴門教育大学情報教育ジャーナル、4、11-17、2007.

(原稿受付 2014年1月)

北九州市立小中学校における道德教育推進教師の役割

川野 司

九州女子大学人間発達学科

The role of Teachers in Elementary and Junior High School
Moral Education Promotion Kitakyushu

Tsukasa KAWANO

Abstract

I made a survey of 70 elementary and junior high school moral for Kitakyushu, was for teachers to promote moral education. 91% of elementary schools do in the timetable of each school year, under the guidance of a time of morality, in junior high school and 96% had done in the time zone of the whole school at once. Many of the students felt that the "fun morality" moral "and" made for also. In the moral reality that you have to evaluate the merit of each individual, that we are cooperation with home and community, and we are working to ensure that the morality of the time were able to grasp.

Keywords:

1. 調査目的

小中学校では道德教育の重要性が説かれており、その要として道德の時間の指導が重要になっている。平成23年4月から新学習指導要領の完全実施に伴い、特に道德教育推進教師の役割が期待されている。そこで小中学校における道德教育推進教師のあり方や役割についての実態を把握するために、北九州市立小中学校における道德教育に関する調査研究を行うことにした。

一方、学校においては道德教育の大切さが認識されてはいるものの、道德教育の要である道德の時間の指導が十分に行われにくい要因も考えられる。道德の時間の指導が学校行事の準備や反省の時間に使われたり、学級活動や進路指導などの時間に流用される傾向も見られるようである。換言すれば、教育課程上は年間35時間の指導計画があり、教育委員会への届けが行われているものの、時にはこの時間が他の指導の時間に使われてしまう実態も散見される。現在、道德教育が重視される社会状況に照らし合わせても、そうした実態は改めていくことが必要である。

道德教育に関する実態を改善していくには、学校全体で組織的に取り組むことが必要である。そ

して道德担当者が学校の道德教育の重要性を自覚するとともに、組織的に道德の時間の確保とその実践を進める推進役を担うことが求められる。また道德に関する指導の実態と課題などを踏まえ、客観的資料を整えることで、各学校における道德教育を推進する役割が果たしやすくなることも考えられる。そこで、道德教育推進教師の役割に関するアンケート項目を作成し、各学校での道德教育の状況をまとめ、道德教育の推進に役立つ情報提供ができることを今回の研究目的とした。なお、アンケートの内容項目に関しては、以前に福岡市立中学校で実施したアンケート調査や文部省のアンケート調査を参考にして調査票を作成した。

2. 調査方法

(1) 調査時期と方法

- 平成23(2011)年6月～7月の2ヶ月間
- 道德教育に関する無記名の調査用紙を用いた(資料)。

(2) 調査対象

- 調査対象者は、北九州市立小学校131校と中学校63校の194校の道德教育推進教師(道

徳担当者)。

○ 回答を得た学校数は70校であった(回収率36.1%)。

3. 調査結果

(1) 調査対象の属性

① 道徳教育推進教師の性別

回答者の性別は、男性が21%(15人)、女性が79%(55人)であった。回答者の約8割が女性教師であった。

② 道徳教育推進教師の校種

回答者の校種は、小学校が61%、中学校が39%であった。回答者の約6割が小学校の道徳教育推進教師であった。

③ 道徳教育推進教師の担当学年

○ 小学校では、道徳教育推進教師の約3分の2が2年生と3年生を担当していた。

○ 中学校では、道徳教育推進教師の約半数が1学年担当であった。

○ 道徳教育推進教師は、男女とも小中学校合わせると、2年生と3年生を担当している割合が、約7割であった。

④ 道徳教育推進教師の経験年数

○ 道徳教育推進教師の約半数が、教職経験年数が21年以上であった。

○ 道徳教育推進教師の経験年数において、6～10年では男性教師が女性教師の約2倍で、11～20年では女性教師の方が男性教師の2倍であった。

(2) 道徳の時間の週時制

○ 道徳が行われている週時制について尋ねたところ、42%の学校が、時間割のなかで、同じ曜日の同じ時間帯に一斉に行っていた。

○ 学年毎に道徳の時間を決めて行っている学校が58%あった。

○ 一方、道徳の時間が、小学校では91%が学年の時間割のなかで行われていたのに対して、中学校では、96%が全校一斉の時間帯で行われていた。道徳の時間の実践に対して、小学校と中学校とでは、大きな違いがみられる。

(3) 道徳の時間を「楽しい」と感じている割合

○ 小中学校別、道徳の時間は楽しいかを調べた結果、「ほぼ全員」、「3分の2ぐらい」、「半分ぐらい」の3つのカテゴリーを込みにして考えると、小学校では約88%の児童が、中学校では約79%の

生徒が、道徳の時間は楽しいと感じていると言える。しかし「半分ぐらい」のカテゴリーを楽しくないというカテゴリーに含めて解釈すれば、小学校では、約32%の児童が道徳の時間を楽しくないと感じているのに対し、中学校では、約78%の生徒が道徳の時間を楽しくないと感じていると言える。これは、「道徳の時間は楽しいか」と感じている児童生徒数が「半分ぐらい」いるという結果は、逆に言えば「道徳の時間は楽しくない」という児童生徒数が「半分ぐらい」いると解釈することもできる。中学校では、「半分ぐらい」の割合が56%であり、この割合がこうした解釈に大きく影響していると思われる。

○ 児童生徒が道徳の時間を「楽しい」と感じているかを尋ねた道徳教育推進教師の性別についてまとめると、児童生徒が道徳の時間を「楽しい」と感じているかを尋ねたカテゴリーの中で、「ほぼ全員」と回答した女性教師は約13%であったのに対し、男性教師は0%であった。

「ほぼ全員」と「3分の2ぐらい」を込みにすると、女性教師は52%が、男性教師は、約27%が「楽しい」と感じていると認知していた。

(4) 道徳の時間を「ためになる」と感じている割合

道徳教育推進教師に、児童生徒が道徳の時間を「ためになる」と感じているかを尋ねたところ図1の結果が得られた。小中学校全体では、「ほぼ全員」、「3分の2ぐらい」、「半分ぐらい」の3つのカテゴリーを込みにすると、約91%の児童生徒が、道徳の時間を「ためになる」と感じている結果だった。

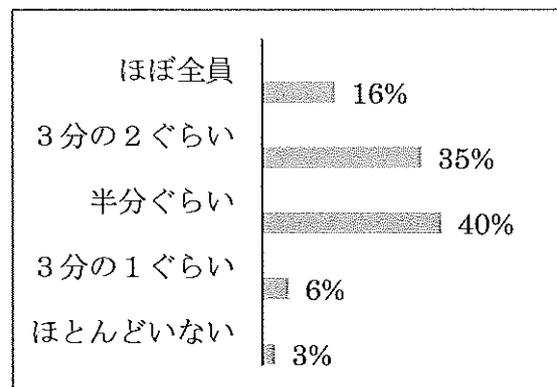


図1 「ためになる」割合

次に、小中学校別、道徳の時間は「ために

なるか」をまとめた結果、図2のようになった。「ほぼ全員」、「3分の2ぐらい」、「半分ぐらい」の3つのカテゴリーを込みにして考えると、小学校では約97%の児童が、中学校では約82%の生徒が、道徳の時間は「ためになる」と感じていると言える。

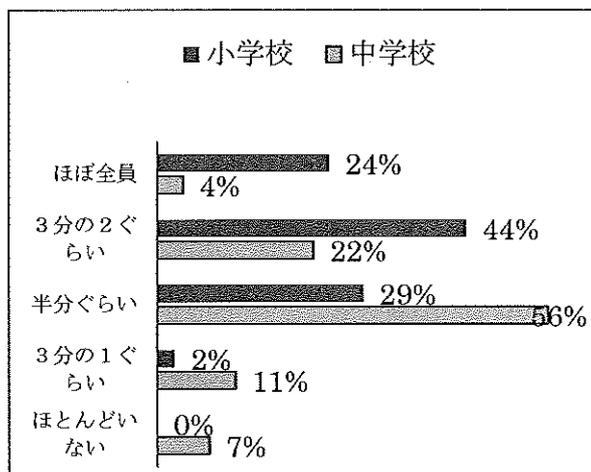


図2 校種別の「ためになる」割合

「ほぼ全員」と「3分の2ぐらい」を込みにして考えると、小学校では68%の児童が、中学校では26%の生徒が道徳の時間は「ためになる」と感じている。この結果は、問3の小中学校別での道徳の時間は「楽しい」かを尋ねたのと同様な結果になっていた。逆な見方をすれば、「3分の1ぐらい」と「ほとんどいない」を込みにして「道徳はあまりためにならない」と考えた場合、小学校ではあまりためにならないと感じている児童はわずか2%であるのに対し、中学校では18%の生徒が道徳の時間はあまりためにならないと消極的に感じていると言える。

さらに児童生徒が道徳の時間を「ためになる」と感じているかを尋ねた道徳教育推進教師の担当学年別についてまとめた結果が、図3である。特に小学校5、6年生担当では、道徳の時間を「ためになる」と感じている割合が「ほぼ全員」と回答している割合は、それぞれ57%、50%と他に比べて特に高かった。

(5) 道徳の時間の指導充実のために教師に求められるもの

道徳の時間の指導充実のため教師に求められるものをまとめた結果が図4である。

道徳の時間を充実するために、教師に求められる上位3項目は、「教材の分析、魅力ある教材選

定及び開発・活用の工夫」(24%)、「児童生徒の悩みや心の揺れなど考えていることの把握や理解」(15%)、「ねらいや主題構成の工夫」(14%)であった。

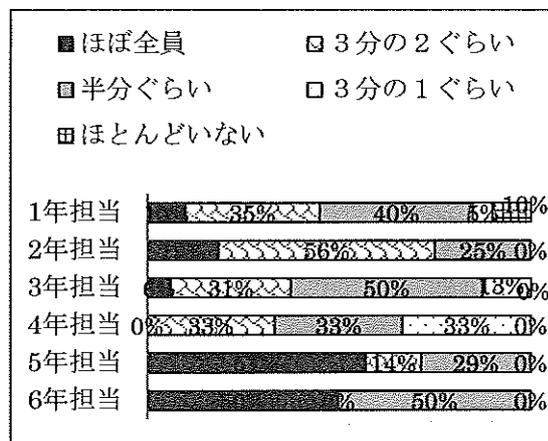


図3 学年別「ためになる」割合

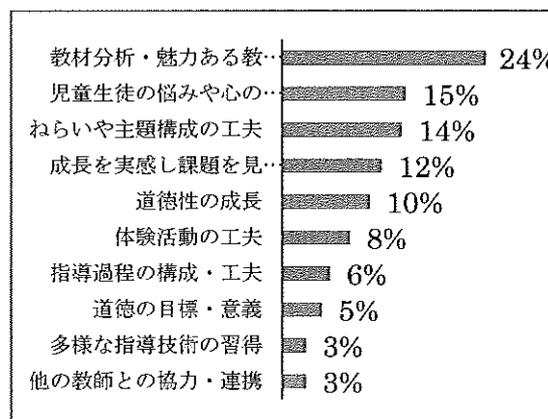


図4 指導充実に求められるもの

(6) 道徳の時間の充実のための実践

道徳の時間の指導充実のために、実際に行っている結果をまとめたのが図5である。学校で実際に道徳の時間を充実するために、教師が行っている上位3項目は、「教材の分析、魅力ある教材選定及び開発・活用の工夫」(22%)、「ねらいや主題構成の工夫」(14%)、「児童生徒の悩みや心の揺れなど考えていることの把握や理解」(14%)、「道徳教育の目標や道徳の時間の役割などの基本的なことについての理解」(13%)であった。「道徳教育の目標や道徳の時間の役割などの基本的なことについての理解」(13%)は、学校で実際に行われている3番目に重視されている内容であったが、道徳教育推進教師が道徳の時間の充実のために重視する項目ではなかった。この項目は10項目中の8番目(5%)であり、低い位置にあった。

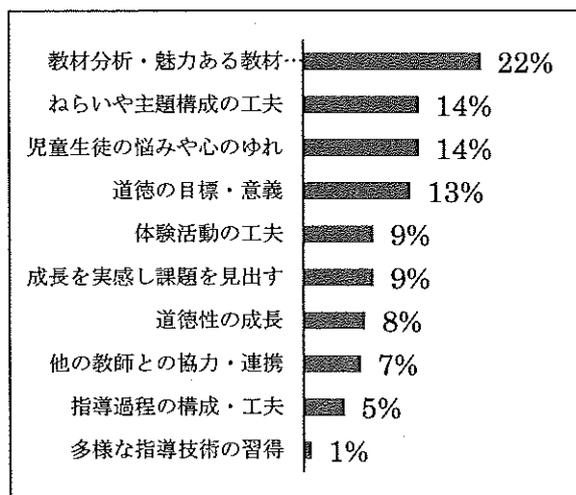


図5 実際の指導内容

(7) 道徳の時間の担当者

道徳の時間を実際に担当している者を調べた結果が図6であった。道徳の時間を担当しているのは、学級担任が60%、道徳担当者が30%であった。

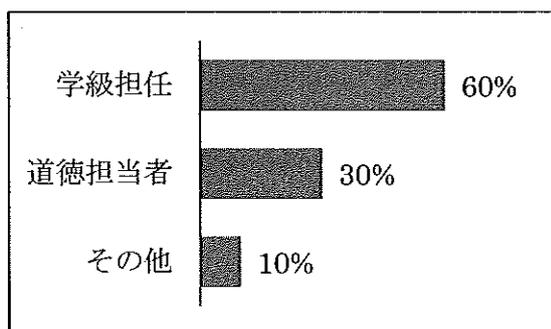


図6 道徳の時間の担当者

また実際に小中学校で道徳の時間を担当している者の割合を調べたものが図7であった。小学校では、学級担任が道徳の時間を担当しており(86%)、学級担任外の道徳担当者が道徳の時間を指導している割合は5%であった。一方、中学校では、学級担任が道徳の時間を担当している割合は27%であり、道徳担当者が65%を担当していた。中学校では学級担任以外の者が道徳の時間を担当していることが分かった。これは、中学校では指導が教科担任制なので、道徳の指導においても学級担任以外の教師が教えている実態がうかがわれる。

(8) 道徳の時間の流用

道徳の時間を他の時間の指導に使っているかどうかを調べたのが、図8である。小中学校では、道徳の時間を他の指導の時間に使用している割合

は68%であった。多くの小中学校では、道徳の時間を他に流用している実態があった。

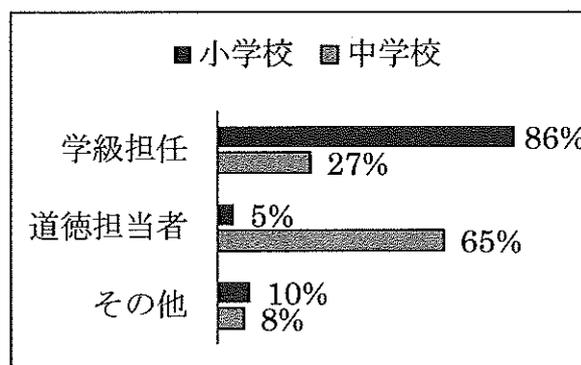


図7 校種の道徳の時間の担当者

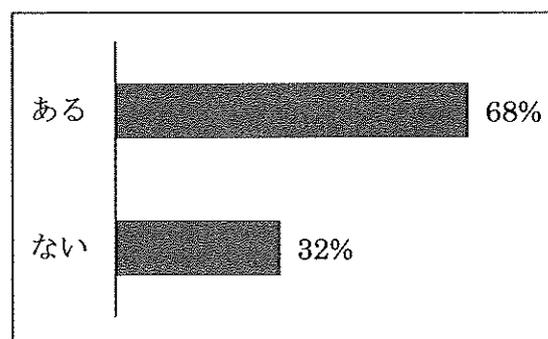


図8 道徳の時間の流用

校種による道徳の時間の流用を調べると、小学校では67%、中学校では70%が道徳の時間を他の指導に使っている実態が明らかになった(図9)。

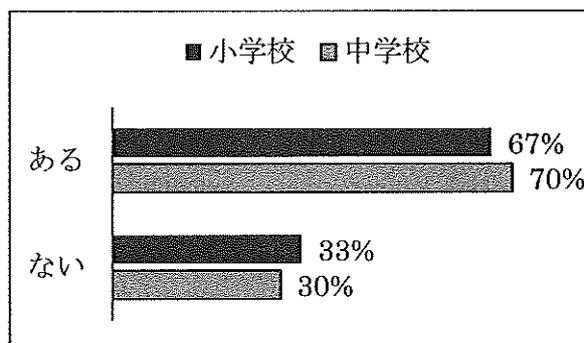


図9 校種による道徳の時間の流用

また道徳の時間を他の指導に使用している具体的内容は図10であった。道徳の時間を他の指導の時間に使用している上位3つは、「学級活動」が29%、「学校行事の準備や反省」が23%、「総合的な学習の時間」が14%であった。

(9) 道徳の時間の教材

道徳の時間に使用している具体的な教材内容は図11であった。道徳の時間に使用している上位3つ

の教材は、「民間読み物資料」が24%、「心のノート」が19%、「文科省読み物資料」が17%であった。

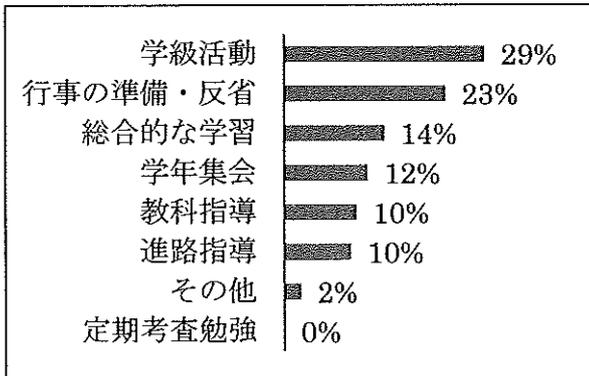


図10 道徳の時間の流用内容

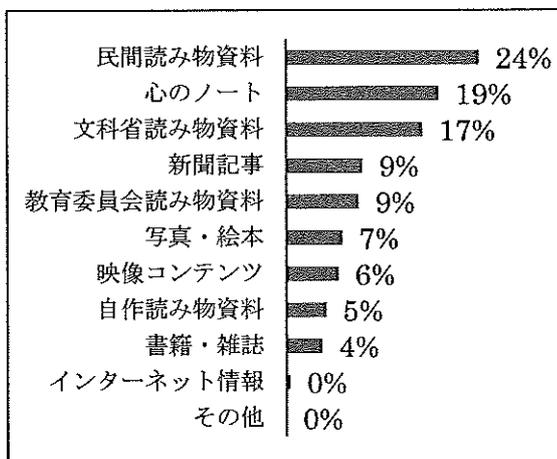


図11 道徳の時間の教材内容

(10) 道徳教育の指導の重点

児童生徒の実態や教育上の課題を考慮して、道徳教育の指導の重点や方針が示されているかどうかをまとめたものが図12であった。「そうになっている」が39%、「大体そうになっている」が60%であり、99%の学校が、児童生徒の実態と教育課題を踏まえて道徳教育の方針を示している。

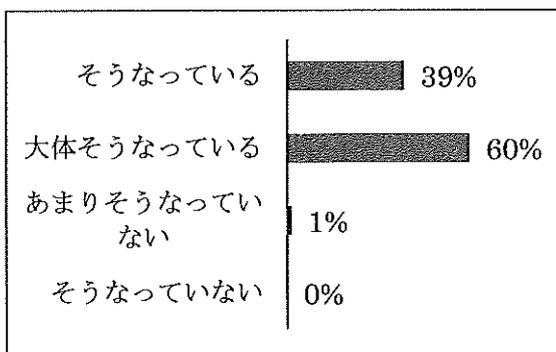


図12 道徳教育の指導の重点

(11) 道徳の時間と各教科等との関係

道徳の時間と各教科等の関係をまとめたものが図13である。「そうになっている」が27%、「大体そうになっている」が50%、「あまりそうになっていない」が23%であり、77%の学校が、道徳の時間と各教科等との関係を踏まえた指導をしている。

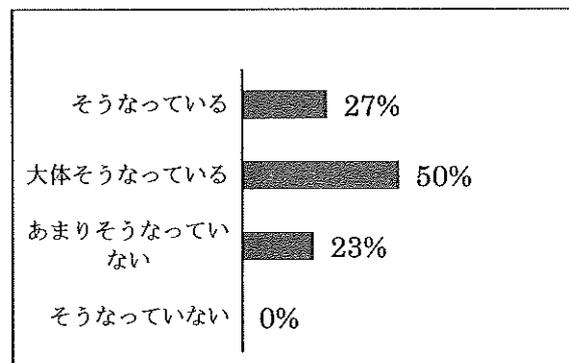


図13 道徳の時間と各教科等の関係

また校種における道徳の時間と各教科等との関係を見ると、小学校では、「そうになっている」と「大体そうになっている」を込みにした83%が道徳教育の要としての道徳の時間の指導方針と、各教科・領域との有機的な関連が図られていた(図14)。中学校では、「そうになっている」と「大体そうになっている」を込みにした66%が道徳教育のかなめとしての道徳の時間の指導方針と、各教科・領域との有機的な関連が図られており、また、「あまりそうになっていない」が33%あった(図14)。

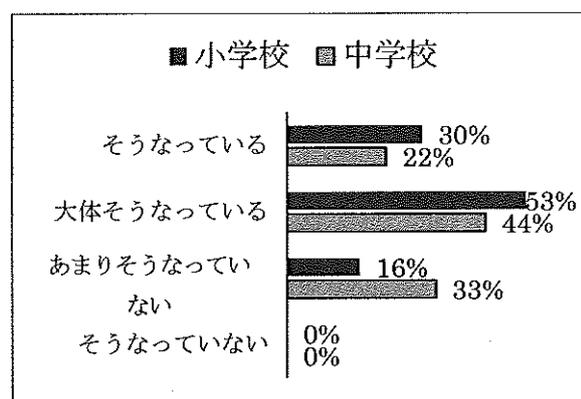


図14 校種による道徳の時間と各教科等の関係

(12) 学校や地域の特色を生かした道徳教育

「そうになっている」と「大体そうになっている」を込みにすると、73%が学校や地域の特色を活かした教育活動や体験活動などが効果的に位置づけ

られていた。

小学校では「そうになっている」と「大体そうになっている」を込みにすると74%が、中学校では71%が、学地域の特色を活かした教育活動や体験活動などが効果的に位置づけられていた(図15)。

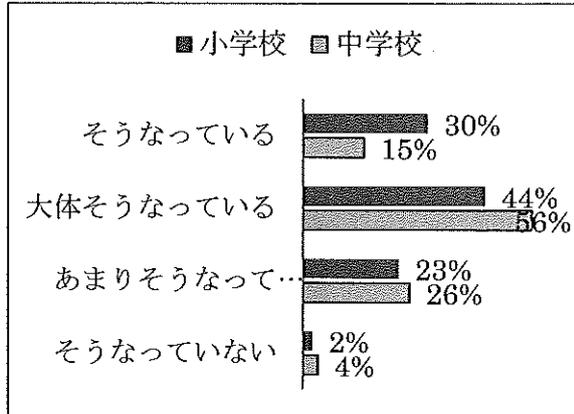


図15 校種による特色を生かした道徳教育

(13) 「心のノート」の使用

学校における「心のノート」の使用についてまとめたものが図16である。学校における「心のノート」の使用割合が高い上位の3つは、「道徳の時間」が43%、「その他の学校生活」が19%、「特別活動」が17%であった。

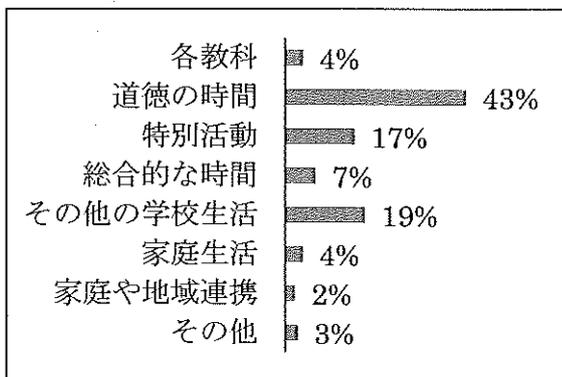
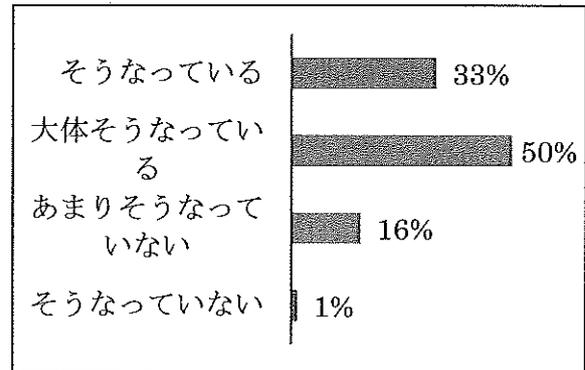


図16 「心のノート」の使用

(14) 学級における道徳の指導計画

日常的な学級経営を充実させるために、学級における道徳の具体的な指導計画が示されているかどうかを調べた結果が図17である。「そうになっている」と「大体そうになっている」を込みにすると、学級における具体的な指導計画があるのは、83%であった。

図17 学級における道徳の指導計画



また小中学校において、日常的な学級経営を充実させるために、学級における道徳の具体的な指導計画が示されているかどうかを調べた結果が図18である。小学校では、「そうになっている」と「大体そうになっている」を込みにすると、学級における具体的な指導計画があるのは91%であったが、中学校では70%であり、学校での指導計画が十分に整備されている状況とはいえない。

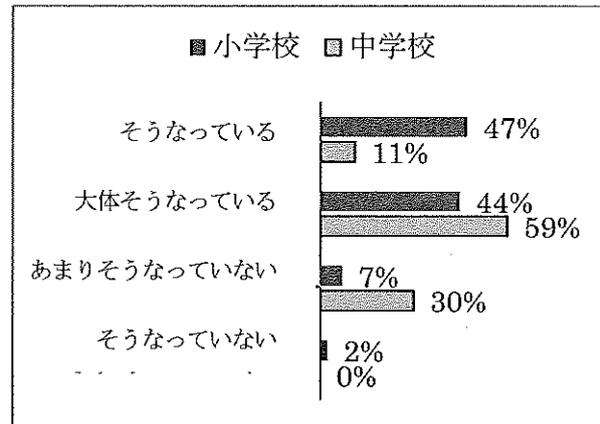


図18 校種による学級における道徳の指導計画

(15) 道徳の校内研修

道徳教育の校内研修の実施が、年間何回ぐらい行われているかをまとめたものが図19である。学校では、年に1～2回の道徳の校内研修が行われている割合が76%であった。

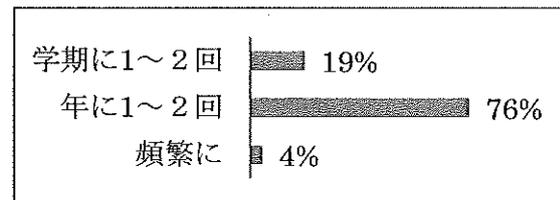


図19 道徳の校内研修

小中学校では、学期に1～2回の校内研修を実

施している割合が約 20%、年間で1～2回の校内研修を実施しているのが約 70～80%であった(図 20)。また小学校では、頻繁に道徳の校内研修を行われている学校が7%あった。

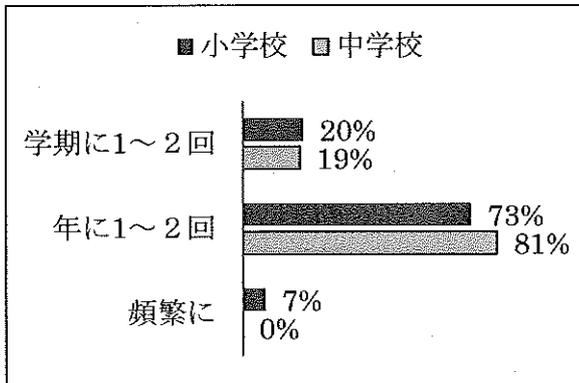


図 20 校種による道徳の校内研修

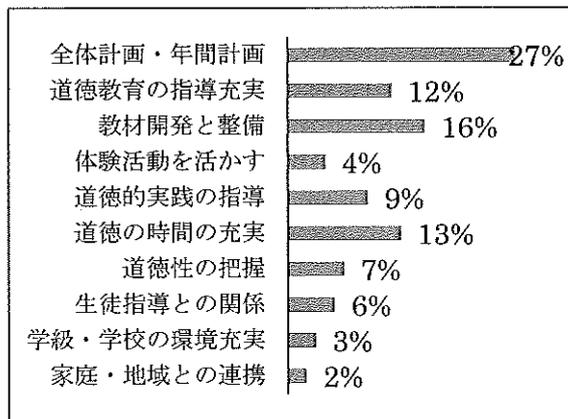


図 21 校種による校内研修内容

小中学校における道徳教育の研修内容をまとめたものが図 21 である上位 3 項目は、「全体計画・年間計画」では小学校が 29%、中学校が 22%、小学校では、「道徳教育の指導充実」、「教材開発と整備」、「道徳の時間の充実」が共に 15%、中学校では、「教材開発と整備」が 19%、そして小学校では「道徳的実践の指導」が 9%、中学校では「道徳の時間の充実」が 11%であった。

また道徳教育の研修内容をまとめたものが図 22 である。上位 3 項目は、「全体計画や年間計画などの適切な作成や改善」が 27%、「魅力的な教材の開発と整備、活用」が 16%、「授業実践を踏まえた道徳の時間の指導の充実改善」が 13%であった。

平成 23 年 4 月から実施の学習指導要領では、道徳教育に関して「道徳教育推進教師」という新しい文言が使用され、道徳教育を推進する要として

の役割が期待されている。これは学校における道徳教育の一層の推進が重要になっているからであ

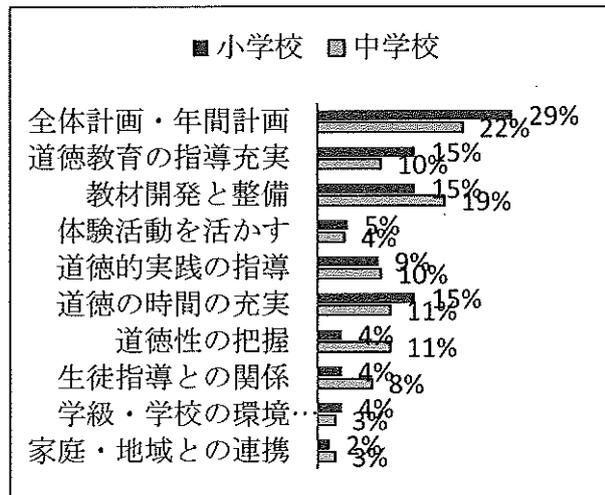


図 22 研修内容

る。

4. 調査のまとめ

今回、北九州市立小中学校の道徳に関する調査を行い、小中学校における道徳の時間を中心にした実態把握ができた。平成 23 年度学習指導要領解説道徳編では、道徳教育推進教師の役割として、次のような事柄が例として示されている。ア道徳教育の指導計画の作成に関すること、イ全教育活動における道徳教育の推進、充実に関すること、ウ道徳の時間の充実と指導体制に関すること、エ道徳用教材の整備・充実・活用に関すること、オ道徳教育の情報提供や情報交換に関すること、カ授業の公開など家庭や地域社会との連携に関すること、キ道徳教育の研修の充実に関すること、ク道徳教育における評価に関することなどである。

今回の調査では道徳教育推進教師を対象にした調査であり、実際に校内の道徳教育推進を担っている教員の率直な回答が得られた。道徳教育推進教師として学校の道徳教育の推進に尽力している一方、思うように校内の推進体制が整っていない学校も浮かされた。そうした教員の生の声として自由記述の一部を掲載し、調査のまとめにかえたい。

「道徳教育の評価をどのようにしているか」についての回答では、「道徳教育全般では、日々の生活や学習の中での子どもの成長や道徳的価値に対する変化を見とり、子どもや全体への声掛け指導をしている。道徳の時間の学習では、実態から価値の主體的自覚がどのようにされているかを見

ている。さらに学習時間でのつぶやき、発言、感想も評価の対象にしている。」

「授業前後の行動や記述したものをみて判断している。日常生活の中では、価値ある言動を目にした時、その場で認めたり、誉めたりして子どもたちに意識づけるようにしている。良い点は通知表に記載し、改善して欲しい点は、その場で指導し、個人懇談で保護者に伝えるようにしている。」「授業の中で主要発問における児童の発言や記述。心のノートに書いていること。普段の日記や感想、行動等多様な面から心の成長を見えています。」など、一人ひとりの児童生徒に視点をあてた対応が多かった。

「道徳教育で家庭や地域との連携をどのようにしているか」の回答では、「地域のゲストティーチャーを学習に招いたり、道徳通信を発行したり、授業参観で道徳の学習を公開し、懇談会を開いている。」「できるだけ、地域の行事などに参加するように呼びかけ、地域の人たちとの交流を通して、連携するようにしています。また家庭とも連絡を取ったり、学校での様子をお伝えすることで（通信等も含め）連携を図っています。」「家庭、地域とは、各学年からの「学年だより」「学級通信」さらに「学校だより」に様々な取り組みを載せ、理解、支援、および連携を図っている。」などの回答が多かった。

「道徳教育推進教師として、現在、先生が力点を置いていること」の回答では、「道徳の時間の学習を各学級が確実に行ってくれるように授業に取り組みやすい環境づくり。」「ただ、資料を読んで書くという時間にならないよう教材選びに時間をかけ、早めに担任の先生に渡すようにしています。」「同学年の教師に、自分の実践を話し、授業をできるだけするよう話す。テーマなので、テーマ推進委員長と一緒に話し合う。」などであった。

「道徳教育を推進する際に、難しいと思われること」の回答では、「先生方の中には道徳の時間と道徳教育の関係がゴチャゴチャになっていることが多く、せつかくの指導が一貫性がなく効果がうすくなっていることに残念だと思う。」「指導要領の改訂もあり、指導内容も研修等の時間も増え、日々膨大な仕事に追われる中では、道徳の授業で黒板に貼る挿絵一つ作る時間がないというのが実情です。道徳の時間の確保を、指導の充実を…と言っても、貼り物ひとつ作る時間がない

状況では、授業時数の確保はできても中身を充実させることは難しいと感じています。」「他教科の学習内容や学校行事が多く、道徳の時間を十分に確保することが難しくなっていることです。学校の全体計画や研修をもう少しきちんと位置付けられたらと思います。」「忙しい毎日の中、教科に対する時数確保に必死になっている先生方に対して、週1時間の道徳の時間の確保をお願いすることが精一杯の現状です。」などであった。

小中学校における道徳教育の推進に関して成果を上げ、児童生徒の道徳性を育成していくには、道徳教育推進教師を中心に、学校が組織体として一体となり、全教師が力を発揮できる指導体制を整えることが大切になっている。

資料 道徳教育に関する調査票

問1 最初に先生の性別、校種、担当学年、経験年数についてお尋ねいたします。該当するものに○を付けてください。

- ①性別（男性・女性） ②校種（小学校・中学校）
③担当学年（1年・2年・3年・4年・5年・6年）
④経験年数（1～5年・6～10年・11～20年・21年以上）

問2 道徳の時間は週時制のどこに位置づけてありますか。書いてください。

- ①学校全体で一斉の時間帯に行っている。
（ ）曜日（ ）限目
②学年毎の時間割で行っている
1学年（ ）曜日（ ）限目 2学年（ ）
曜日（ ）限目 3学年（ ）曜日（ ）
限目 4学年（ ）曜日（ ）限目 5学年
（ ）曜日（ ）限目 6学年（ ）曜日
（ ）限目

問3 道徳の時間は「楽しい」と感じている児童生徒は、どのくらいの割合いると思いますか。1つ選んでください。

- ①ほぼ全員 ②3分の2くらい ③半分くらい
④3分の1くらい ⑤ほとんどいない

問4 道徳の時間は「ためになる」と感じている児童生徒は、どのくらいの割合いると思いますか。1つ選んでください。

- ①ほぼ全員 ②3分の2くらい ③半分くらい
④3分の1くらい ⑤ほとんどいない

問5 道徳の時間の指導を充実させるために、教師に求められると思うものを3つ選んでください。

- ①徳教育の目標や道徳の時間の役割などの基本的

なことについての理解 ②ねらいや主題構成の工夫 ③教材の分析、魅力ある教材選定及び開発・活用の工夫 ④児童生徒の悩みや心の揺れなど考えていることの把握や理解 ⑤指導過程の適切な構成方法の工夫 ⑥体験活動を生かす工夫 ⑦多様な指導技術の習得 ⑧児童生徒が自らの成長を実感し、課題や目標を見いだせるような支援 ⑨児童生徒の道徳性についての成長を把握し指導に活かす工夫 ⑩他の教師との協力的な指導や連携のあり方

問6 実際に、学校として重点を置いて取り組んでいることを、問5①～⑩のなかから3つ選んでください。

問7 実際に、道徳の時間はどのように実践されていますか。1つ選んでください。

①学級担任に任せている ②学年の道徳担当者が資料や指導略案を準備している

③その他()

問8 学年でローテーション授業を取り入れて、副担任も道徳の授業を行っていますか。(注)ローテーション授業とは、中学校での教科指導のように、同じ資料と略案を使って、順次他のクラスで同じ主題名の道徳をすることです。

① 行っている ②行っていない

問9 道徳の時間を他の時間の指導に使うことがありますか。①ある ②ない

問10 問9で「ある」と回答の場合、どのような指導に使っていますか。該当するもの3つ選んでください。

①学級活動 ②総合的な学習の時間 ③進路指導
④教科指導 ⑤学年集会 ⑥行事の準備や反省
⑦定期考査勉強 ⑧その他()

問11 道徳の時間の教材として該当するものを3つ選んでください。

①文部科学省で発行した読み物資料
②教育委員会で開発・発行した読み物資料
③民間の教材会社で開発・発行した読み物資料
④自作(学校作成を含む)の読み物資料
⑤文部科学省の「心のノート」
⑥新聞記事 ⑦写真や絵本 ⑧書籍・雑誌(随筆、評論、小説、詩、伝記など) ⑨映像コンテンツ(テレビ、ビデオテープ、DVD、スライドなど)
⑩インターネットで得られた情報 ⑪その他()

問12 道徳用副読本について該当するものを1つ選んでください。

①児童生徒が各自で副読本を持っている
②学校備え付けにして使用している
③学校にも備え付け、児童生徒にも持たせている
④使用していない

問13 児童生徒の実態や教育上の課題を考えて、道徳教育の指導の重点や方針が示されていますか。1つ選んでください。

①そうになっている ②大体そうになっている
③あまりそうになっていない ④そうになっていない

問14 道徳教育のかなめとしての道徳の時間の指導方針と各教科、領域との有機的な関連が図られていますか。1つ選んでください。

①そうになっている ②大体そうになっている
③あまりそうになっていない ④そうになっていない

問15 学校や地域の特色を活かした教育活動や体験活動などが効果的に位置づけられていますか。1つ選んでください。

①そうになっている ②大体そうになっている
③あまりそうになっていない ④そうになっていない

問16 心のノートは、どのようなとき使用していますか。下の該当するもの3つ選んでください。

①教科 ②道徳の時間 ③特別活動 ④総合的な学習の時間 ⑤上記①～④以外の朝の会など学校生活場面 ⑥家庭での生活 ⑦家庭や地域との連携 ⑧その他()

問17 日常的な学級経営を充実させるために、学級における道徳の具体的な指導計画が示されていますか。1つ選んでください。

①そうになっている ②大体そうになっている
③あまりそうになっていない ④そうになっていない

問18 道徳教育の校内研修の実施は年間何回ぐらい行われていますか。1つ選んでください。

①学期に1～2回ぐらい ②年に1～2回ぐらい
③頻繁に

問19 道徳教育の研修内容はどのようなものですか。下の該当するもの3つ選んでください。

①全体計画や年間計画などの適切な作成や改善
②各教科、特別活動、総合的な学習の時間における道徳教育の指導の充実改善 ③魅力的な教材の開発と整備、活用 ④体験活動を活かした指導の工夫
⑤道徳的実践の指導 ⑥授業実践を踏まえた道徳の時間の指導の充実改善 ⑦児童生徒の道徳性の把握と指導への生かし方 ⑧道徳教育と生徒指導との関連 ⑨学級、学校の環境の充実・整備 ⑩家庭、地域社会との連携の工夫、

問20 道徳教育の評価をどのようにしているか書い

てください。

問 21 道徳教育で家庭や地域との連携をどのようにしているか書いてください。

問 22 道徳教育推進教師として、現在、先生が力点を置いていることを書いてください。

問 23 道徳教育を推進する際に、難しいと思われることを書いてください。

ご協力、ありがとうございます

(原稿受付 2014 年 1 月)

ピアジェ理論を踏まえた幼稚園教員養成算数科教育概論シラバス

藤 淵 明 宏
九州共立大学総合研究所 客員研究員

Silabus of Arithmetic Subject for Kindergarten Teacher Trainings on the Basis of Piagetian Theory
Akihiro FUJIBUCHI

Abstract

In the university in Japan, there were few silabuses which this study demanded. The silabus is the instruction plan of an arithmetic subject in the infant garden teacher training course.

Therefore, in this study, I made a 15-hour class design (silabus) based on Piagetian theory. And I practiced it. With it, I aimed at planning assembling (Instruction based on the life) of the instruction to get closer to an aim from life, the play of the infant.

As a result, the prospect that could make silabus in the future was possible. With it, I seemed to be able to find structure of the scholastic ability in this subject.

Keywords: Infant, Arithmetic, Subject, Kindergarten Teacher Trainings, Silabus, Piagetian Theory, Instruction based on the life (play)

1. 研究の前提

1.1 はじめに

大学における幼稚園教員養成において、九州女子短期大学は、「算数科教育概論」を必須化しているが、当科目を必須化している大学・短期大学は、極めて少ない。

実は、これまでの本大学では、小学校二種免許状及び幼稚園教諭免許状取得のための初等教育科を改組して、平成24年度より幼稚園教諭養成のみに1本化した。

改組前の初等教育科における科目「算数科教育概論」シラバスは、小学校教員養成課程を中心に小学校学習指導要領「算数科」をベースにして展開されていた。そのため、幼稚園教諭を目指す学生は、小学校教育内容と展開案・授業設計を如何に作成し実践するかに重心を置いていた。しかし、当大学から公表はされていないが、多くは幼稚園及び保育園教員に就いていたようである。

そのことに鑑みるとき、幼稚園教育及び保育所(園)の場に立っている本大学出身者は、幼児の数量概念の育成をほとんど学んでいないため、試行錯誤的な教育・指導が行われてきたのではないかと予想している。しかしこうした問題点が全く表に提出されることはなかったと捉えている。

ではそうした問題点は何かをここで挙げておくことが求められてくるだろう。

1.2 これまでの算数科教育概論

表1-1は、筆者が初等教育科において受け持ってきた15時間構成の「算数科教育概論」シラバスである。これは正に小学校教員養成にシフトしていることが一目瞭然であろう。これは、

表 1-1 初等教育科時のシラバス

週	テーマ	授 業 内 容
1	オリエンテーション	本講座の目的
2	数概念育成の基礎	「数概念の豊かにする」とは
3	算数科教育の目的	「算数を教える」とは
4	A 数と計算 1	「命教法と配教法」(歴史、分数の意味など)
5	A 数と計算 2	「たし算とひき算」(筆算の基礎など)
6	A 数と計算 3	「かけ算とわり算」(等分除と包含除など)
7	A 数と計算 4	「小数・分数」(小数倍・分数倍の意味など)
8	B 量と測定	「量と測定」の指導(ピアジェと量の実存性、推移律など)
9	C 図 形 1	「面積と体積」(ガバリエリの定理など)
10	C 図 形 2	「面積・体積の公式」
11	D 数量関係 1	「式」(フレーズ型・センテンス型など)
12	D 数量関係 2	「統計と確率」(統計は問題解決の道具など)
13	算数科と問題解決	「問題解決」(算数科は問題解決)
14	算数科教育の今後	「算数科教育の変遷と新学習指導要領の改訂点」
15	ま と め	まとめと確認(計算・図形等の問題を含む)

本大学における当科目、及び全国の教員養成系の算数科教育にかかわるシラバスを参考として筆者が授業設計したものである。

しかし、先述したように、本大学の卒業生の多くは幼児教育関係の教職及びその他企業となっていたようである。そのような卒業生の進路先であろうとも、本科目は小学校教員養成目的に展開してきた。しかし、表1-1の2回と3回において、筆者が幼稚園にの幼児対象にした「数量の高まりの調査研究」結果を説明したり、ピアジェの理論の一部に基づいた数量概念の取得のプロセスの理解を図ったりした。それらは全体の時間数の中のごく一部であり、小学校算数科指導要領を体とした展開をしていった。

平成23年度、小学校教員養成目的の初等教育科から幼稚園教員養成のための「子ども健康学科」に改組された段階で、幼児教員養成に特化した当科目の内容改編が迫られた。

1.3 幼児教員養成を前提とした算数教育

乳幼児は生活のいろいろな場面で数量と関わり理解していく。それを援助するには、まず教師は彼らがどのようにして数量を学びとっていくのかを知らなければならない。なぜならば教師や学生が乳幼児期にどうやって理解したか、また「ピアジェの理論」「数の保存性」「数の保存のスキーマの獲得」の過程の認識に乏しく、さらに乳幼児が数量を学ぶ機会が特別な状況ではなく、日常生活に埋め込まれているからである。そこで乳幼児が数量の知識を獲得していく過程を概観し、それを助ける大人、保育者のはたらきかけを考察してみる必要があると考えた。

私たちは日々の生活のさまざまな場面で、教

量を使っている。たとえば食事の準備をする際には人数を考慮して、材料の個数、量を決め、テーブルには食器を人数分に見合った個数だけ並べるし、調理の過程では調味料を量り、加熱時間を計測する。子どもはそうした数量のある環境に生まれ育ち、それを大人が処理する様子を見ながら、数量を理解していく。また数字は時計、テレビのチャンネル、電話のダイヤル、カレンダー、車のナンバーなど子どもが興味を示す身近な物に使われており、子どもの多くが幼児期に字形と名称を覚えて読んだり、書いたりするようになる。乳幼児が日常経験を通して獲得する数量の知識をインフォーマル算数といわれるが、この知識は小さな数を処理できても大きな数では誤ったりと数操作に一貫性がなく論理的でもなかったりして必ずしも役立つとは限らない。そこで数量の知識は大人が教えなければ理解できないとして幼児期での積極的な指導の必要性が主張されてきた。指導の主な内容は日本ではピアジェによる数量概念の研究結果が1960年代に翻訳され、算数指導に大きな影響を与えた。それ以前は、小学校算数を引き下ろした伝統的な数唱を暗記し、数えるという計算技能であった。

ピアジェの研究は集合の系列化や対応、数の保存といった幼児期からの子どもの数量認識の過程を追究した理論である。ピアジェ理論に基づいて1960年代後半から1980年代にかけてさまざまな幼児向けの教育プログラムが考案され、数多くの指導書、解説書が出版されて教育理論の主流となった。これにはピアジェ理論に基づく指導法への批判もあるのは事実である。

しかし、幼児が数量に強い関心をもち、それを理解していくのは確かであり、数量指導の肯定論も否定論も子どもの実態に基づかない、大人中心の考えによる主張といえる。指導は乳幼児のためになされるのだから、彼らが興味にしたがって始めた自発的行動を尊重し、そこでの学

表 1-2 幼児教員養成のための算数科教育概論シラバス

週	テーマ	授 業 内 容	
1	数量概念育成の基礎1	「プロローグ」「保育の教育理念」	
2	数量概念育成の基礎2	「子どもの数の理解」「命数法と記数法」	
3	数量概念育成の基礎3	「子どもの数量・図形感覚」(幼児の数量感覚調査から)「ゼロの発見」	
4	数量概念育成の基礎4	「数・量の連続的遊び」「幼稚園・保育所の数量感覚育成への環境」	
5	「ピアジェの理論」1	「ピアジェの理論」「数の保存性」「数の保存のスキーマの獲得」	
6	「ピアジェの理論」2	「1対1対応遊び」(差、類化、類化の操作)「類化の操作」	
7	「ピアジェの理論」3	「直線と曲線」「図形・量感覚の高め遊び」「一筆書き」	
8	「ピアジェの理論」4	「面積・量の保存性遊び」「保存性と協応操作」	
9	「ピアジェの理論」5	「数量感覚高め遊び」(系列のスキーマ)「黄金比・白銀比」	
10	数量・形の性質と遊び1	「集合数と順序数の理解」「集合づくり遊び」	○折り紙
11	数量・形の性質と遊び2	「演習・集合づくり遊び」	○折り紙
12	数量・形の性質と遊び3	「集合遊びの発達段階」「なかまわけ集合遊び」	○折り紙
13	数量・形の性質と遊び4	「共通集合遊び」「正多面体」	○折り紙
14	数量・形の性質と遊び5	「推論遊び」「まとめ」	○折り紙
15	まとめ	「試験」	

びを援助するのが基本となる¹⁾。

2. 算数科教育概論のシラバスと展開

表1-2のような本科目のシラバスを設定した。それは図2-1のような流れになっている。

シラバスは図2-1のように基礎→理論→応用の三段階構成になっている。その中で応用段階は、幼児教育実際場面に対応する技法の要を展開する。

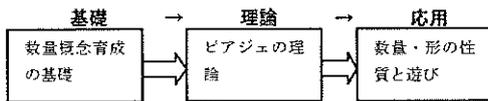


図2-1 本科目の流れ

そのより詳細な流れは表2-1である。そこでは、本科目で授業媒体はプレゼンテーションソフトを用いた。スライドは全体で159枚。その中は、動画、アニメ、ミュージックなどで構成している。その中から数枚取り出すなどして段階を追って次に説明をしたい。

2.1 基礎段階

基礎段階は、これから「算数科教育概論」を学ぶが、学生の中には「幼稚園・保育士を目指しているのに、なぜ算数科を学ばなくてはならないのか」と疑問を持っている学生も少なくない。とくに幼児に算数？それは小学校での科目

表2-1 算数科教育概論プレゼンスライド159枚 14時間分

回	領域	内容	画面	曲	回	領域	内容	画面	曲	回	領域	内容	画面	曲
0		事前テスト			67		直線の感覚の解説	アニメ		118	集合遊びの発達段階・遊びを通して			
1	はじめに	1 教科名 はじまるよ	イラスト	曲	68		直線と曲線の遊び1	アニメ		119	集合遊びの発達段階説明・3～4歳児			
		2 十人のインディアン	イラスト	曲	69		直線と曲線の遊び2	アニメ		120	集合遊びの発達段階説明・5～6歳児			
		3 Seven steps from	動画	曲	70		量の保存・量の実験遊び1	アニメ		121	集合遊びの発達段階説明・6～7歳児			
		4 幼稚園児とALTとの交換風景	動画		71		量の保存・量の実験遊び2	アニメ		122	集合遊び演習1(なままわけ)	アニメ		
		5 本科目のシラバス	表		72		一筆書きの説明	アニメ		123	集合遊び演習2(なままわけ)	アニメ		
		6 幼児の回りには多くの数量が	アニメ		73		72の練習	アニメ		124	集合遊び演習の集約1(なままわけ)問	アニメ		
		7 幼稚園・保育園の指導要領・指針			74		一筆書きの決まり発見演習	アニメ		125	124の答	アニメ		
		8 7の幼保比較			75		「ケーニヒスベルグの橋」演習	アニメ		126	集合遊び演習の集約2(なままわけ)問	アニメ		
		9 「生活による教育化」説明	一冊動画		76		面積の保存性の遊び1(長方形)	アニメ		127	126の答	アニメ		
		10 「教育の生活化」「生活の教育化」精選	動画2		77		量の保存性の遊び2(三角形)	アニメ		128	集合遊び演習の集約(大小なままわけ)問	アニメ		
2	幼児の数の理解とは	11 保育は個から出発	アニメ		78		量の保存性の遊び(高さと同様)	アニメ		129	128の答え	アニメ		
		12 数はどこから来たのだろう	イラスト		79		78の応用遊び	アニメ		130	演習(折り紙)・ふうせん	アニメ		
		13 数の表示の歴史	イラスト		80		まとめ・保存性と協応操作	アニメ		131	130の続き	アニメ		
		14 数法と記数法の意味			81		長さの保存性獲得遊び1	アニメ		132	演習(折り紙)・紙でつぼう	アニメ		
		15 小1年の十進数の導き方	アニメ		82		長さの保存性獲得遊び2(縦横長さ)	アニメ		133	演習(折り紙)・へび	アニメ		
		16 十進数と2・3・5進数との比較			83		量の保存性の実験方法・異同図	アニメ		134	133の続き			
		17 16の練習			84		形の合成遊び1	アニメ		135	共通集合の遊びの発展1	アニメ		
		18 順序数と集合数の意味			85		形の合成遊び2・演習	アニメ		136	136の続き	アニメ		
		19 18の理解促進のためのレース	アニメ		86		数の学習(5歳児)数と遊び	動画		137	136の答え	アニメ		
		20 2の感知	アニメ		87		ピエールの構造(順序数)	イラスト		138	まとめ・共通遊びのポイント	アニメ		
3	基本	21 自動車をレース遊び	アニメ		88		ピエールの構造(序数)	アニメ		139	共通集合の遊びの発展2・色別	アニメ		
		22 21の学生による遊び			89		88の遊び	アニメ		140	139の続き	アニメ		
		23 小1の小1算数教科書教材の時から	写真		90		89の答え	アニメ		141	共通集合の遊びの発展2・順番の遊び方	アニメ		
		24 明治5年小1算数教科書コピー(1枚)	写真		91		ピアジェの序説明・大小の判断・練習	アニメ		142	142の続き	アニメ		
		25 本科学生事前調査結果一覧表	グラフ		92		2ピアジェの序説明の4段階発達説明	アニメ		143	結びりに・幼児教育に数量指導の必要			
		26 18歳児発達検査結果の形遊び調査結果	表		93		ピエールの構造(序数)	アニメ		144	143の続き			
		27 26のクラスター分析結果表示	図		94		黄金比			145	松井公男氏の素数事例体験1	アニメ		
		28 26の因子分析結果表示	図		95		黄金比と白銀比の事例1			146	松井公男氏の素数事例体験2	アニメ		
		29 26から遊びと数量感覚のクロス図1	図		96		黄金比と白銀比の事例2			147	松井公男氏の素数事例体験3	アニメ		
		30 26から遊びと数量感覚のクロス図2	図		97		数え歌「日本語版」	動画	曲	148	演習(折り紙)・正四面体	アニメ		
31 26から年齢と数字書きクロス図	図		98		数感覚遊びは集合数から・説明	アニメ		149	演習(折り紙)・正四面体	動画				
4	数の遊び	32 数値の発達段階(機械的記憶から)	アニメ		99		数感覚遊びにおける集合遊びの意識1	アニメ		150	本科試験結果のヒストグラム	アニメ		
		33 正しく保たてられる5つの原理	アニメ		100		集合数高めの遊び・問	アニメ		151	推論遊びとその遊び方1	アニメ		
		34 12345678910になるものが分かるには	アニメ		101		集合数高めの遊び・答え	アニメ		152	推論遊びとその遊び方2	アニメ		
		35 数の順序遊び1(1対1対応の応用)	アニメ		102		数感覚遊びにおける集合遊びの発展2と問	アニメ		153	推論遊び(待しい物)とその遊び方3	アニメ		
		36 数の順序遊び2(同数にする例通り)	アニメ		103		102の答え	アニメ		154	推論遊び(待つある数)とその遊び方4	アニメ		
		37 36の練習1			104		演習・○△□を描こう			155	154の続き	アニメ		
		38 36の練習1			105		演習(折り紙)・犬の顔			156	映画「七人の侍」の一場面「村の横」			
		39 「ゼロ」概念づくり遊び	アニメ		106		演習(折り紙)・うさぎ			157	演習(折り紙)・つる			
		40 量の連続的関係の遊び	アニメ		107		演習・集合遊び・問1	アニメ		158	幼児教育における遊びのいろいろ	動画集		
		41 40の練習1			108		演習・集合遊び・問2	アニメ		159	本科目の「参考文献」一覧			
5	ピアジェの理論	42 40の練習2			109		108の答え							
		43 40の遊びのまとめ	アニメ		110		107の洋服の色で分けよう・問3	アニメ						
		44 数の連続的関係の遊び1	アニメ		111		107の男女に分けよう・問4	アニメ						
		45 数の連続的関係の遊び2	アニメ		112		107の男の子と女の子に分けよう・問5	アニメ						
		46 数の連続的関係の遊び3	アニメ		113		112の答え	アニメ						
		47 引き算・加算の原理	アニメ		114		演習(折り紙)・だまし給							
		48 図形幼稚園での数量感覚育成環境	動画		115		演習(折り紙)・ふきごま							
		49 ピアジェの均衡化理論の説明	アニメ		116		演習(折り紙)・ひこき							
		50 数の保存・シエマの獲得とは解説	アニメ		117		演習(折り紙)・ひこき							
		51 数の保存・シエマの獲得とは練習	アニメ											
52 ピアジェ理論における発達段階														
53 数の保存・シエマの獲得とは解説	アニメ													
54 数の保存・シエマの獲得とは練習	アニメ													
55 53の「見かけの判断」解説														
56 53の数の保存・概念成立への3段階														

ではないのか？といったようにこの科目の目標を感じ取っていない学生が多いととらえた。

たしかに学生にとって本科

目の設置目的を理解することは難しいこと

だと考え、学生に「実は、小学校だけでは算数

の習得は無理である。幼児時代に実質の算数の学びがあるし、算数・数学への土台づくりでもある」と説いた。そこには、今後の授業を学んでいく過程で本科目は幼児教育において要の科目であると認識するようになりたいと展開していった。

内容に入り、我々の身のまわりは、原始時代の昔から数や量の世界に取り囲まれている。これらの生活から生まれた知恵を、数や量という範囲で体系的に整理したものが、数や量の世界であると説いた。

そこで、例えば、表2-1のスライド6において、身のまわりには、人通りが多い・少ない、山は、高い・低い、この品物は値段が、高い・安い、お部屋が、広い・狭い、この荷物は、重い・軽い、市場へ買い物に行くのは、遠い、近い、時間がたつのが早い・遅い、などや、古い・新しい、急ぐ・ゆっくり、などの言葉でも、時間の概念が、その意味の中に含まれているというように、日常の生活の中には、いたるところに数や量が満ちあふれていることに気付かせた。

「さあ、数の勉強をしましょう」と身構えなくても、少し注意すると、たくさんの数の世界が落ちているので、工夫すれば、楽しい会話や遊びの中で、数の基礎的判断力は育っていくことを理解させるように仕向けて行った。その後、参考に幼稚園教育要領解説編や保育所保育指針解説書に目を通しておくようにも求めた(スライド7)。

学生たちに、より本科目の目的を理解させるために、角度を変えて幼児に風呂場で「1から10まで数えなさい」と言って丸暗記させることが、数の理解につながると考えている学生もいるかも知れないが、これは、わけも分からずに記憶に頼ってお経を読むのと同じことに近い。幼児たちはその意味が理解できないから、数の世界が嫌いになってしまうこともあるので留意するように説いた。

700-7

たくさんの数の世界が落ちているので、工夫すれば、楽しい会話や遊びの中で、数・量・図形の感覚(概念)は育っていきます。



幼稚園教育要領解説(p120) (文部科学省) の3の1の(3)から

身近な事象を見たり、考えたり、扱ったりする中で、物の性質や数量、文字などに対する感覚を豊かにする。

事象：実際の出来事や状況
保育所保育指針解説書(p81) (厚生労働省) のウの(7)の①から

身近な事象を見たり、考えたり、扱ったりする中で、物の性質や数量、文字などに対する感覚を豊かにする。

事象：ものごと

さらに、数の世界は、楽しい、創造的な世界である。記憶に頼る頭脳の働きには限界があり、という考えを基調として基礎段階を進めた。

基礎段階において、「幼児教育の保育理念」スライド9のように展開した。そこには、「生活による教育化」を詠っている。得てして学生たちは、教科書などに沿って一つの型から出発する指導方法に成りがちだが、普段の遊び・生活からの素材を基に展開することを求めていった。

それを明確にするために、小学校では、先に目標・内容が決まっています、その後その教育効果を上げるために児童の生活場面からの素材を使うことがパターン化されていると捉えている。

そこで本研究及び実践では、小学校では「教育の生活化」と称し、先述の幼児教育においては、先の捉えから「生活の教育化」と称して小学校教育と幼児教育の指導のパターンの異なりをコントラスト化させた²⁾(スライド10・11)。

700-9 保育の教育理念

ただ遊ばせるだけでは、何をやっても育たない。

先生と一緒に考えて、その遊びを高めるということが面白いとわかってくれば、当然子どもは遊び込むようになる。

生活として、その中に絵をかき、音楽、歌のある生活もあるし、遊んだらそれには必ず片づけるということも生活としてある。

「生活による教育化」



3'30"

こうして、学生に染みついているであろう小学校における「教育の生活化」の私扶を図った。しかしその達成の目指すには、この後の第二・三段階に委ねることになる。

700-10 保育の教育理念

小学校「教育の生活化」
教育の生活化というのは、指導する目標・内容が先に決まっています、それを子どもが興味をもつように動機づけていく方法として、後(うしろ)に生活を題材にもってくる。

幼稚園「生活の教育化」
ところが幼稚園は生活(遊び)そのものが題材である。子どもが丸ごと生活(遊び)することが、即教育である。



7分



44分



5分

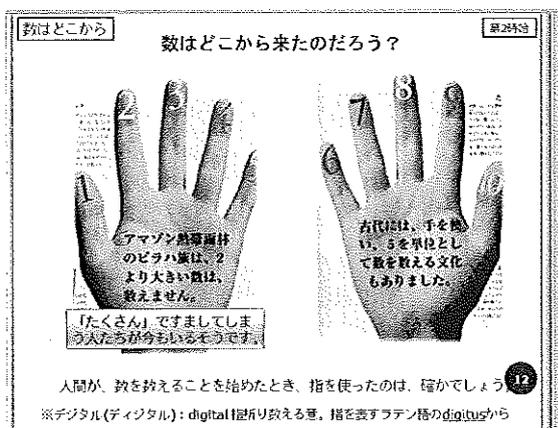
この段階では、学生に「遊び」の教育的価値についての理解を図ることも大きな目標であっ

た。「生活の教育化」の概念と背中合わせの関係にある。まさに同義であろう。そこまでの学生の理解を求めることをねらった。どの程度達成できたかは、後の事前・事後評価結果などの分析とおして示されることになる。

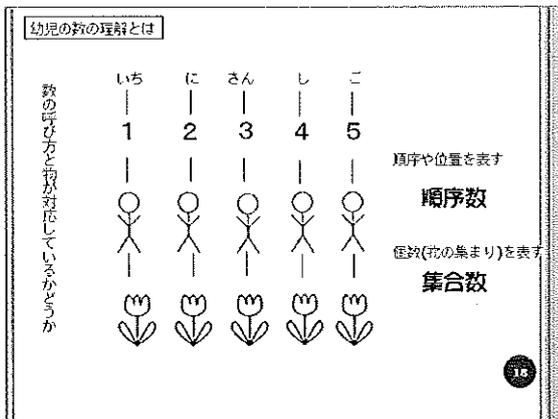


第3・4時に入り、数概念育成指導への基礎づくりを始めた。乳幼児が数概念づくりへの端緒になる一つに、自分の身体をとおして導かれることも多い。

例えば、まずはスライド12のように指の形状から数は生まれていることも説明した³⁾。



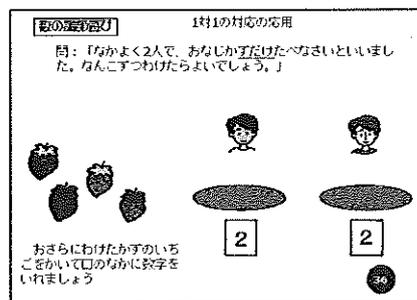
加えて、数の呼び方と物が対応しているか(1対1対応)をも扱った(スライド18)。



それらの遊びの例をできるだけ学生に示し、その遊びを体験させていった。例えば、実際の場面を想定し、スライド36にあるような場面で苺を切り離させ、学生相互で遊びの中で数を学んでいった。また、数を生活の中から数概念を高めていく中で、パネルシアターを行う学生をいた(写真2-1)。

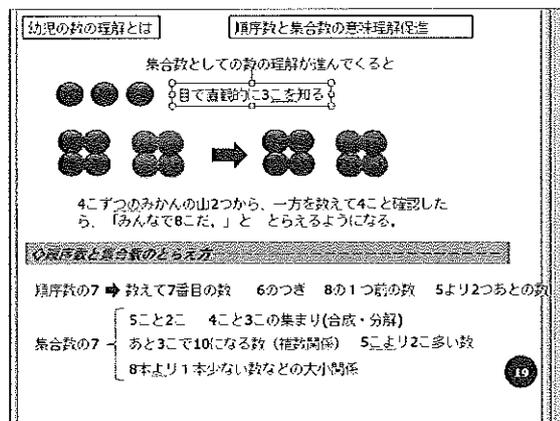


写真 2-1 模擬授業

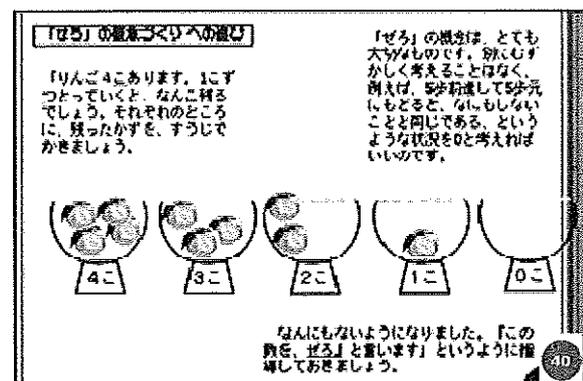


さらに、順序数・集合数や合成・分解の理解とそ

の遊びの基本形を示し、学生相互で模擬遊びを行わせていった(スライド19等)。



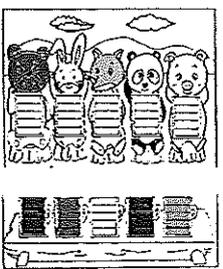
加えて、零(0)の概念づくりを、スライド40のように展開し、幼児教育の中で、また遊びの中でさりげなく進める指導の態勢づくりを進めていった。



数概念とともに、量概念、図形概念育成のための遊びの基礎を学ばせていった。これらも学生相互でこれらのキャラクターを缺で切り離したりして遊びのポイントを体得させるようにしていった（スライド41等）。

第47号

量の連続的関係の遊び



幼児には、ざら概に左図と同じものを描き、減しておきます。

○「くまさんは、ジュースを1目盛り分のみました。※どれだけのんだか、おなかの目盛りに色をぬり、残ったコップのジュースの目盛りにも色をぬりましょう。」

○「うさぎさんは、ジュースを4目盛り分のみました。※

○「きつねさんは、ジュースを全部のみました。※

○「パンダさんは、ジュースを2目盛り分のみました。※

○「ぶたさんは、ジュースを3目盛り分のみました。※

保護者や教師が実験を試みせるときは、はじめに、その量の変化を予想してからコップのジュースを注ぎます。

2.2 理論の段階

これまでに小学校算数指導の構えから幼児教育への構えの更なる基礎づくりを目指した。

しかし、幼児に数量概念を高める鍵として、その発達段階の特性を認識しなければ、教育方法が成立しないことを学生に説いた。本科目の基盤には、J. ピアジェの発達理論の習得が必要であると考えたからである。

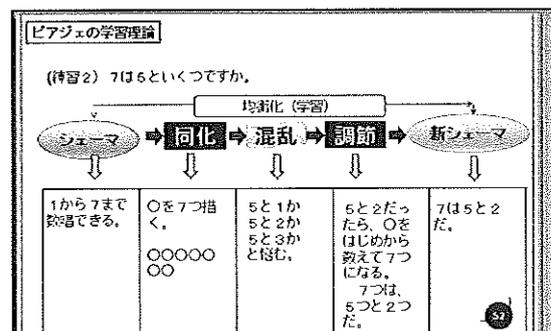
私たちは「自動車・りんご・コート・三角形」といった言葉から、瞬時に精神内界に表象（内的イメージ）を形成することができ、その心の中にある表象を操作して思考することができるが、こういった表象を使って論理的に考える「形式的操作」は青年期以降の人にしか出来ないことが多い。

ピアジェは人間の思考の発達段階を、大きく乳児期の「感覚運動的段階」と幼児期以降に到達する「表象的思考段階（前操作的段階・操作的段階）」に分けたが、それらは更に以下のような発達段階に分類して理解することができる。ピアジェが「操作(operation)」と言っているのは、物事を空間的・時間的に順序立てて思考することであり、端的に言えば、筋道の通った整合的な考え方をしているということで「操作＝論理的思考」と解釈することができる。

感覚運動的段階（0歳～2歳頃まで）…乳児期の思考段階で、五感の感覚や運動の動作によって外界を触感的・体感的に理解しようとしている段階。

前操作的段階（自己中心的段階、2歳～7歳頃まで）…幼児期の思考段階で、2～4歳頃までは客観的根拠のない「象徴的思考」がメインとなり、4～7歳頃では言語機能は発達するものの概念（知覚できない一般的な概念）を用いた論理的思考はできず、知覚した事物を中心に考える「直観的思考」がメインとなる。この段階の幼児は、他者の視点・立場から物事を考えることが難しく、その意味を込めて「自己中心的段階」と呼ばれることもある。

操作的段階・具体的操作期（7歳～12歳頃まで）…7歳以上の児童期になると、論理的思考である操作ができるようになるが、「具体的な事物・状況」がないと論理的思考を行う事はできない。これは「保存概念」の発達と関係しているが、児童期の段階でも「物事の考え方・視点」という意味でまだ完全に自己中心性を抜け切れていないのである⁴⁾。

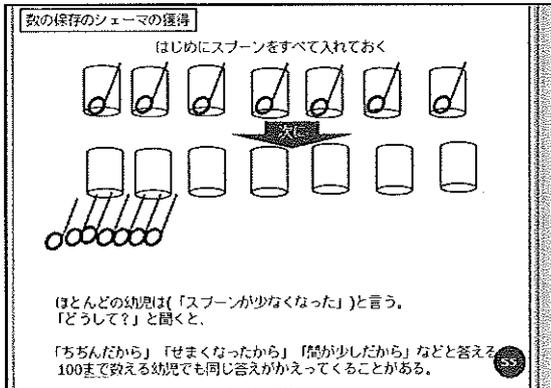


そのピアジェの理論の捉えの下、学生にその理論を説く過程で、ピアジェの発達論は、内的世界と外的世界の相互的作用を中核として考えられていて、発達には「内界と外界の同化と調節の作用による均衡化」の過程として定義されるということ。これを「均衡化説」と説明した。その中で、「同化」とは、内界にある認知の枠組みシエマを使用して外界にあるものを取り入れる心的作用を意味していること。「調節」とは、外界の条件や制約に適応する形で内界にある認知の枠組みであるシエマを変容させていく心的作用であること。

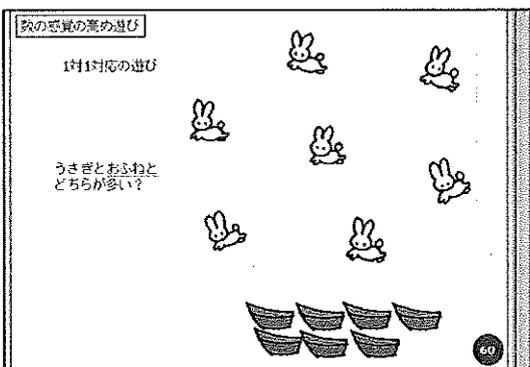
そこで、スライド52の均衡化(学習)理論を把握させるように努めた。その一つの工夫がそのスライドである。先の同化、調節の概念の意味説明後に、シエマと新シエマを提示しておいてその間の同化等の空白を埋めさせていく解決課題であった。

さらに、スライド55において、アニメーション

ン技法を用いるなどして、ピアジェを基にした保存のシェーマの獲得の意味合いと遊びを通じた指導の基本を示していった。

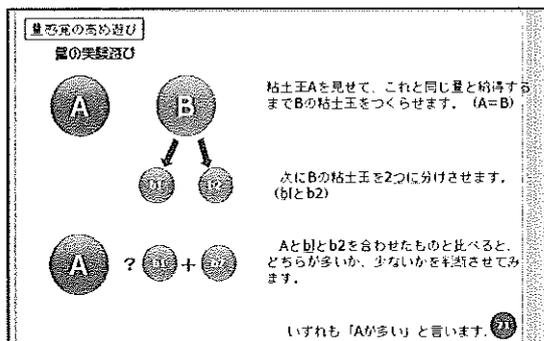


さらに、数の1対1対応の考えを幼児に育成することが、その後の数概念の育成の基になるとの考えからスライド60のような遊びを行った。そのスライドでは船を切り離し、兎の図の上に重ねて行くといった遊びを学生間で工夫させた。



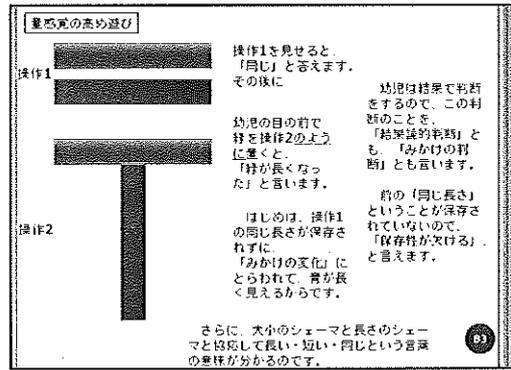
こうして、幼児が1対1の対応の概念をしっかり確保させることになり、その後、船が一艘足りなかったり、多かったりした場合の遊びなどを学生から発想させることができた。

量の保存の概念をつかませるための遊びのモデルを進めていった。その事例がスライド71と83である。

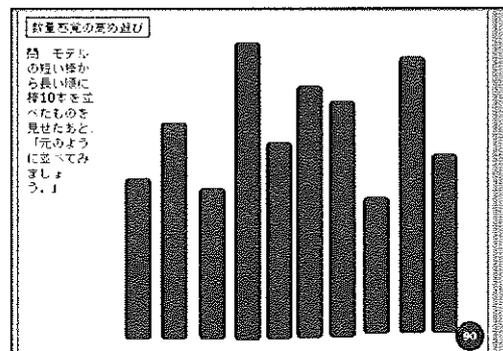


幼児には、保存の概念とともに大事な系列のシェーマの獲得もスライド90などを用いて学生

に考えさせた。「私たち成人はこの図を見て一瞬

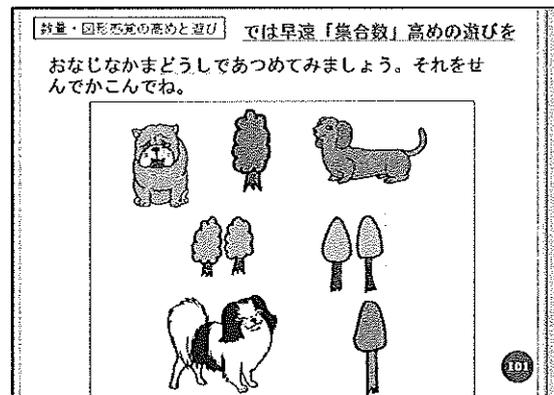


にその棒の高低をイメージ化するものだが、幼児はその並び替えの概念(シェーマ)が不十分であり、それを遊びの中で作っていかないといいけない」として、この図の棒状を切り離し、幼児の気持ちに置き換えさせて体験させていった。

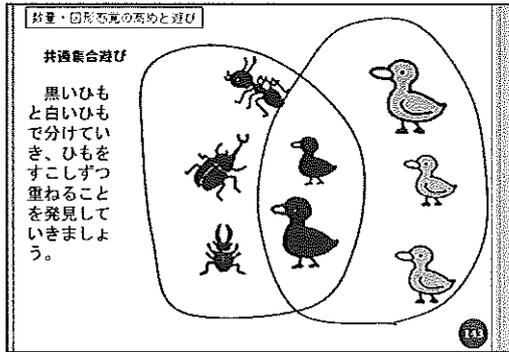


2.3 応用段階

このようにしてピアジェの学習理論の理解を高めた後、第10回から第三段階「応用」(数量・形の性質と遊び)の領域に入り、ピアジェの発達理論に踏まえながら、集合数の感覚の育成を図るための様々な遊びを進めていった。そのうちの例をスライド2枚である、その中の数概念を高めるために集合数高めの遊びがスライド101である。



実際の幼児を通しての遊びを行いたいところであったが、表2-1のように可能な遊びを学生相互で取り入れていった。その1例がスライド143である。



3. 授業成果の分析と考察

3.1 事前・事後テストの内容

学生たちが、小学校、中学校の「教育の生活化」の感覚から脱皮し、幼児教育が求める「生活の教育化」のシェーマを獲得し、更に実際の幼児教育の現場に対応する基礎的な力を収めているかを分析しようとした。

本論文において具体的な授業展開を余り示していないが、その一端ともいえよう本科目の事前テスト及び一部問題を付加してまとめた事後テストを参照していただきたい(図3-2・3)。

図3-2の間1~29までが事前テストと同一に対応している。図3-3の間30~41は、事後テストに付加したものである。

3.1 事前・事後テストの比較

表3-1のように、事後テストは3「算数科は得意か」を除いて全て高くなり、その中で間1と7を除いて、有意を示している。間3結果が事前より下がっているのは、本科目において、十進数の理解を深めるために、他進数を扱ったり、黄金比を計算させたりしたこともあり、しかも間11及び32のように事後を伸びているものの正答率50%に満たず成績は良くない。そのために算数に対する抵抗感が増したものと考えられる。救われるのは、「算数科は好きか」は50%

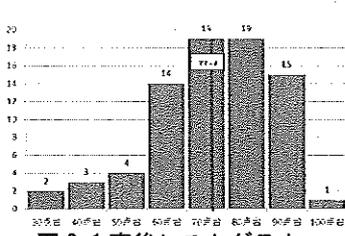


図3-1 事後ヒストグラム

だが、12ポイントほど高くなっている。

さて、事後テストの平均正答率は、図3-1のように77.3%を示し、その柱に付近に度数分布が集まっている

No.	1~10までの質問と選択肢の番号に一つだけ○を付けてください。その後、右の□の中にその番号記入を必ずお願いたします。	回答欄 ○の番号を 記入
1	幼稚園の算数科の得意さは ① 是なりでない ② できればなりたい ③ 余りなりたくない ④ なりたくない	□
2	あなたは、小学生時代、算数科は好きでしたか ① 大いに好きだった ② 少し好きであった ③ 余り好きではなかった ④ 嫌いだった	□
3	あなたは、小学生時代、算数科は得意でしたか ① 得意であった ② 少し得意であった ③ 余り得意でなかった ④ 苦手であった	□
4	幼児(1歳~6歳)への算数科としての役割は必要ですか ① 必要である ② 少し必要である ③ 余り必要ではない ④ 必要ではない	□
5	あなたは幼児の算数の感覚を主に「遊びを通して身につく」という観点に対して ① そのとおりだと思う ② そのとおりとは思わない ③ わかっていない ④ ちがう	□
6	この科目「算数科教育資格」の受講の感想は ① 良かった ② やり残った ③ あまり良くなかった ④ 良くなかった	□
7	幼稚園の指導の備えは次のどれを選びますか ① 幼児の発達をまずとらえる ② 算数科の考えを説明しそれに沿わせる ③ 幼児に教える ④ 教員の考えを述べた後子どもに教える	□
8	幼稚園の「算数の役割」は次のどれが最もふさわしいと思いますか ① 決まった得意な活動に仕組む ② 幼児の得意活動をつなぐ ③ 望む活動を与える ④ 教材のように系統立てて仕組む	□
9	幼児への算数の感覚を教えるには、何、全体どちらを大切にしたいでしょうか ① 一人ひとりから出発する ② 全体で一斉に計算などを導く ③ どちらともいえない ④ ちがう	□
10	数の数を教える段階に2までしか教えない種族が少いることをあなたは ① 感じない ② 感じる ③ どちらともいえない ④ ちがう	□
11	二進数の101は、十進数では ① 3である ② 5である ③ 7である ④ ちがう	□
12	「数の基礎的な感覚(概念)の育成は小学校から十分である」請へば ① 小学校から十分 ② に相当から十分 ③ 生まれてからその環境を ④ ちがう	□
13	ゼロ(0)の数字の概念は、いつごろ確立されたかと思われるか ① 3万年頃 ② 2100年頃 ③ 1400年頃 ④ わかっていない	□
14	ジャン・ピアジェ(Jean Piaget)の領域として最もふさわしいのは ① 算数科 ② 地理科 ③ 心理科 ④ ちがう	□
15	右図で「縦線と横線の長さどちらが長いか」と聞かれたとき ① 明らかに縦が長い ② 横が長いだろう ③ 縦横の長さは同じだろう ④ ちがう	□
16	そのピアジェがいう「シェマ(シェーマ)の獲得」で下記の説明で最もふさわしいのは ① 数を分類すること ② 数に質を認めること ③ 数の意味を認めること ④ 数科が認められること	□
17	右図は、「一筆書き」ができると思いますか ① できない ② できる ③ 正解とできる ④ ちがう	□
18	幼児は、図Aの水を容器Bに入れてしまうと、とちがう「少なくなった」という、感じるか ① ありえない ② 感じる ③ ちがう ④ ちがう	□
19	幼児はマッチ棒を四角に並び替えると「四角が長い」ということがある、ありえるか ① ありえない ② ありうる ③ ちがう ④ ちがう	□
20	右図は幼児の共通集合遊びの結果です。下の意味で最も正しいのは ① 集合3要素、第2要素は共通 ② 集合とアヒルは 同じ要素 ③ 集合とアヒル2要素は同じ要素 ④ ちがう	□
21	右図のような立体を正四面体と見ます。さて正四面体は何種類あるか? ① 8種類 ② 5種類 ③ わかっていない ④ ちがう	□
22	あなたは、折り紙は好きですか ① 好きである ② やり残である ③ 余り好きでない ④ 嫌い	□
23	デジタル(デジタル)の語源はラテン語と聞かれていますが、その意味は ① 複製のこと ② 複製のこと ③ 複製の数を表すこと ④ 複製のこと	□
24	算数科第(1, 2, 3, 4, ...)の生まれはどの地域からでしょう ① アラビア ② ヨーロッパ ③ インド ④ ちがう	□
25	長方形で電線が通る。1+√2のとき、長さが同じといわれています。その長さはどのくらいか ① 1:2 ② 1:1.6 ③ 1:2.1 ④ ちがう	□

図3-2 事前・事後テスト問題(1)

26	「人は生まれたときから数の感覚が少くある」という説がありますが、あなたはどう思いますか ① 全くない ② 少しある ③ わかっていない ④ もはわからない	26
27	本科目「算数科教育概論」の授業目的はわかっていますか ① 全く知らない ② 少しわかっている ③ 十分理解している ④ もはわからない	27
28	そのピアジェという「量の保存性の獲得」は一般的に何歳くらいまでかかりますか ① 10歳くらい ② 6歳くらい ③ 2歳ころまで ④ もはわからない	28
29	十進数での9は、三進数では ① 3である ② 30である ③ 100である ④ もはわからない	29
30	「生活の教育化」を強調しているのは ① 幼稚園である ② 小学校である ③ どちらでもない	30
31	古代に、1, 2, 5, 10を「単位」と記したのは ① 日本 ② エジプト ③ インド ④ ローマ	31
32	十進数も三進数で表すと ① 9 ② 10 ③ 12 ④ 15	32
33	幼児への数の理解のためには、算数と親交があるか、どちらを先に教えるか ① 算数を中心にすれば良い ② どちらが先とも思えない ③ 算数を中心にすれば良い ④ もはわからない	33
34	あなたは「幼児の算数の感覚は主に遊びを通して育つ」という説に対して ① そのとおりだと思う ② そのとおりとは思わない ③ わかっていない ④ もはわからない	34
35	次のグラフから、折り紙の経路が多いほど、経路にもなって数の感覚は？ ① 高まらない ② どちらとも思えない ③ 高まっていく ④ 高まりながら下がっていく	35
36	2+3が6になることがわかるようになるには、まず幼児は ① 5は2と3に分母できること ② 2と3の大きさの数字がわかること ③ 5は2と3の合計であること ④ そんなことはない	36
37	リング3つ、あかんがらつきのとき、共通の3としてのとらえのシマをピアジェは何と答えたか ① 算数 ② 類化 ③ 共通 ④ 無まり	37
38	右図のように、スプーンをコップから出してすみに並べると、幼児は「スプーンが少なくなった」ということがある。このことを、ピアジェは何と答えたか。 	38
39	左図のように、あるものが並んでいるとき、高性の順序に並べようとする意識が生じると考える。このシマを、ピアジェは何と答えたか。 	39
40	右は、ピアジェという「シマの獲得」するまでの図解です。 高化、逆転、橋渡し シマの獲得に必要とされる1-5の数の感覚を高めるための「数化の遊び」をしてください。 下の枠の記号に先生と幼児が遊んでいる様子を文字だけで自由に記述してください。 行書えをきちんとしましょう。 なわ、筋書のみで数字は教えないものとします。 	40
41	(例)あなたが保育者の立場になり、1人の3~4歳児を対象にし、右の図を参考に10個のピースを利用して、1-5の数の感覚を高めるための「数化の遊び」をしてください。 	41

図3-3 事前・事後テスト(2)

ことから、目標にほぼ達していることがうかがわれる。

事後テストにおいて、問30「生活の教育化を信条にしているのは、幼稚園・小学校の何れか」の正答率は81%とそれほど高くない。幼児教育への意識の転換がうまくいっていない学生の存在がうかがえる。

これを裏付けるものとして、問41において、それまでの選択肢解答から記述式に変え、具体的な幼児教育の遊びにおいて、本科目の目指す幼児の数量感覚の高めをねらう教育実践の感覚がどの程度備わったかをみようとした。実践媒体は「1~5の数感覚を高めるための類化の遊び」でもって行った。

その間の評価の観点は、遊びという枠の中で、幼児をこの図柄の中に如何に引き込むか(導入)、幼児に似たもの同士があることを気付かせるか(見出し)、如何に似たもの同士を集めていく手助けをしていくか(支援)、幼児にできるだけ数を言わせるか(数唱)、これらを幼児主体として展開する概念をつかんでいるかをみようとした。その結果は正答率58%と良いとは言えない。

これは、幼児主体にして個の遊びから出発して、幼児の生活の素材をその箱の中から引き出していくという「生活の教育化」を如何に実践できるかであった。学生が主になって引っ張り誘導する態勢が強すぎる傾向がまだ見られている。

表3-1 事前・事後テスト結果比較

調査項目	正答率(%)		T検定 **<0.01 *<0.05 P値(両側)
	事前	事後	
1 幼稚園教師希望度	85	86	0.80
2 算数科は好きか	38	50	0.03 *
3 算数科は得意か	35	23	0.03 **
4 幼児算数科授業必要か	3	66	0.00 **
5 算数感覚は「遊び」で育つ	70	95	0.00 **
6 算数科教育概論期待度は	82	96	0.01 *
7 幼稚園の指導の構え	92	99	0.06
8 幼稚園教師の役割	68	91	0.00 **
9 算数感覚高めには個、全体からか	41	91	0.00 **
10 2までしか数えない種族があることを	30	89	0.00 **
11 二進数での111は、十進数では	5	30	0.00 **
12 数感覚の育成は小学校から	7	78	0.00 **
13 ゼロは、いつごろ確立されたか	15	86	0.00 **
14 ジャン・ピアジェの領域は	58	97	0.00 **
15 図の縦棒と横棒の長さ	73	100	0.00 **
16 シェマの獲得の説明では	73	89	0.01 *
17 「一筆書き」ができるか	26	80	0.00 **
18 水を別の容器に移すと「少なくなった」	51	91	0.00 **
19 「図1が長い」という。ありえるか	47	89	0.00 **
20 共通集合遊び最も正しいのは	72	95	0.00 **
21 正多面体は何種類あるか?	32	92	0.00 **
22 折り紙は好きか	74	88	0.02 *
23 デジタルの意味は	3	80	0.00 **
24 算用数字の生まれはどこから	16	86	0.00 **
25 黄金比の値は	14	91	0.00 **
26 人は生まれたとき数の感覚は	55	91	0.00 **
27 算数科教育概論の授業目的は	38	92	0.00 **
28 液量の保存性の獲得はいつか	43	93	0.00 **
29 十進数での9は、三進数では	5	76	0.00 **

表3-2 事後テスト追加問題結果

調査項目	正答率(%)
30 「生活の教育化」を信条としているのは	81
31 古代に12510をI II III 〇と記数したのは	78
32 十進数5を三進数で表すと	48
33 集合数と順序数どちらを先に	55
34 算数の感覚は主に遊びを通して育つ	97
35 グラフから、折り紙の経験が多いほど、	80
36 2+3が5になることがわかるようになるには	60
37 リンゴ3つ、みかんが3つとき、共通の3として	57
38 スプーンが少なくなったということが	96
39 高低の順序に並べようという意識	51
40 シェマの獲得過程	88
41 類化の遊びと数感覚	58

幼児における数量指導の要であると位置づけてきた33の間の正答率は55%と良くない。集合数に関する遊びから出発するほうが数感覚を高めやすいことを説いていたにも関わらず、その考えが行き渡っていないといえる。

3.2 観点による分析

問41個を似たもの同士で集め表3-3のよう

表3-3 事前・事後テストからの観点

観点	項目
1 意欲・態度	1 幼稚園教師希望度は
	2 算数科は好きか
	3 算数科は得意か
	6 算数科教育概論期待度は
2 幼児保育構え	22 折り紙は好きか
	27 算数科教育概論の授業目的は
	4 幼児教育に算数科授業必要か
	5 算数感覚は「遊び」で育つか
3 技	7 幼稚園の指導の構えは
	8 幼稚園教師の役割は
	9 算数感覚高めには個からか、全体からか
	12 数感覚の育成は小学校からか
	30 「生活の教育化」を信条としているのは幼稚園か
	34 算数の感覚は主に遊びを通して育つか
	11 二進数での1111は、十進数では
	17 「一筆書き」ができるか判断できるか
	20 次図で共通集合遊びとして最も正しいのは
	21 正多面体は何種類あるか?
4 ピアジェ理解	25 黄金比の値は
	29 十進数での9は、三進数では
	32 十進数5を三進数で表すと
	35 グラフから、折り紙の経験が多いほど、
	36 2+3が5になることがわかるようになるには
	41 類化の遊びを使っての数感覚の伸ばし方
	15 図の縦棒と横棒の長さの比較
	16 シェマの獲得の説明ができるか
	18 水を別容器で「少なくなった」信じるか
	19 「図が長い」という。ありえるか
5 知識・理解	28 液量の保存性の獲得はいつか
	37 リンゴ3つ、みかんが3つとき、共通の3として
	38 スプーンが少なくなることがあるか
	39 高低の順序に並べようという意識は
	40 シェマの獲得過程を説明できるか
	10 2までしか数えない種族がいる信じるか
	13 ゼロは、いつごろ確立されたか
	14 ジェン・ピアジェの専門領域は
	23 デジタルの意味は
	24 算用数字の起源はどこから
26 人は生まれたときの数感覚を有するか	
31 古代に12510をI II III 〇と記数した国は	
33 幼児に集合数と順序数どちらを先に教えるか	

表3-4 観点相互の相関

	1	2	3	4	5
1		0.22	0.18	0.32	0.34
2	0.22		0.48	0.42	0.62
3	0.18	0.48		0.56	0.58
4	0.32	0.42	0.56		0.57
5	0.34	0.62	0.58	0.57	

な1~5の観点で括り、それぞれの学生の回答を対応させて、クラスター分析を行った。

その結果、表3-4で、相互の関係の強さを表し、それを図化したのが図3-4のデンドログラムである。

図3-4から、2幼児保育構えと5知識・理解との関係が最も強く、3技能と4ピアジェ理解が次に強いことを表している。

1意欲・態度の観点は、表3-4から

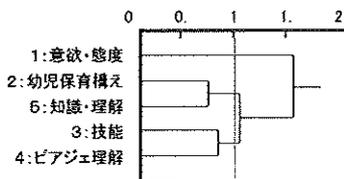


図3-4 デンドログラム

もその2つのグループとの関係が弱いといえる。そこで、図3-5のように最も関係があった知識・理解と幼児保育構えが核になり、その外回りに次に関係があった技能、ピアジェ理解があり、意欲・態度が周りを囲っている。

この図化から、数量概念を高めるには、その指導にかかわる知識・理解、幼児保育の構えが大切であり、それを支えていくのは、数学的な計算技能であり、ピアジェ理解であるといえよう。その周囲を意欲・態度があり、学生に求められる。それらは、広岡亮蔵の学力構造と類似している⁵⁾。



図3-5 本科目学力構

4. 分析のまとめ

- (1) 「生活の教育化」という本研究の命題は、十分に達成することはできなかった。
- (2) 幼児教育指導者のための観点「知識・理解」は観点「幼児保育の構え」と強い関係があった。
- (3) 観点「ピアジェ理解」がその周りにあり、観点「技能」と関係があった。その周りに観点「意欲・態度」が弱く位置していた。

5. 研究のまとめ

- (1) ピアジェ学習理論を中心とした幼児教育における算数科教育概論のシラバスを構築できる素地ができたようである。
- (2) 小学校算数科指導からの構えの脱皮を試みたが十分とは言えなかった。

主な参考文献

- 1) 無藤隆編, 幼児の心理と保育, ミネルヴァ書房, pp.125-142, 2001.
- 2) 松井公男, 幼児の「教遊び」, 明治図書, 1994.
- 3) ジョニー・ポール, 目で見る数学, さ・え・ら書房, pp.10-11, 2006.
- 4) J・ピアジェ, 量の発達心理学, 国土社, 1965.
- 5) 学習論—認知の形成, 広岡亮蔵, 明治図書, p46, 1973.
- 6) 藤淵明宏, 幼児と響き合う幼稚園教員育成のための大学科目実践研究, 九州共立大学総合研究所研究紀要6号, pp.35-44, 2013.

(原稿受付2014年1月)

「心の理論」発達の測定課題を5事例から再考する

小沢 日美子

九州女子短期大学 子ども健康学科

Reconsideration of tasks measuring the development of "theory of mind" through 5 case studies

Himiko OZAWA

Abstract

In this report, the objects of measurements in "theory of mind" tasks that has been used in developmental research are reconsidered from two perspectives, typical tasks used in "theory of mind" research, and tasks used in the developmental theory of Piaget. Then, five case studies with these two types of "theory of mind" tasks were analyzed and problems for future research were proposed. The motion of leading to an understanding of the process through experience and problem solving was considered to be important for the development of "theory of mind." The possibility that the dynamism of life was important for participation in the essence of problem solving was considered to be the understanding of the process that differentiates the state of mind of the self and others.

Key words: "Theory of mind", False-belief task, Intention-understanding task,
Understanding about other people, young childhood

はじめに

本報告では、発達研究において「心の理論」課題が測定するものに関して、「心の理論」研究の代表的な成果、及び Piaget の発達理論の成果によって検討し、それを5つの事例とともに再考して、今後の「心の理論」課題を提案することである。そのため最初に「心の理論」の発達に関する基本的な事柄を他者理解研究の流れから検討し、その後、発達における自己と他者の心の理解の発達指標としての「心の理論」課題についての今後の検討課題を、5つの事例とともに分析・考察する。

乳幼児期の認知発達と「心の理論」

これまでも子どもの発達の变化を生み出す重要な心理的機能・構造については、多様な方法によって研究されてきている。その中で、乳幼児期を通して子どもが持つようになる世界に関する知識の表象はどのようなものか、そして、そのような知識表象を学習するメカニズムはどのようなものか。これについては、Piaget 理論は発達段階説を示し、特に乳幼児期から児童期にかけての発達期ごとの認知的特徴を明示している。そこでの他者理解に関連する流れを引き継ぎ、René Descartes 以来の間である他者の心の存在に関する問題（「我々は心

的状態の帰属をどのように行っているのか」「我々は、心的状態についての知識を初めにどのようにして獲得するのか）を発達心理学領域で引き継いだのは、1980年代以降、追試的変更研究が盛んに行われている「心の理論」研究の流れであろう。Premack,&Woodruff (1978) は、「心の理論 (theory of mind)」を持つということは、「自己及び他者の知識 (knowledge)、信念 (belief)、思考 (thinking)、疑念 (doubt)、推論 (guessing)、ふり (pretending)、好み (liking)、目的 (purpose)、意図 (intention) の内容を理解すること、もしくは、他者に心的状態 (mental states)」を帰属させること」と定義している。このような他者の行動に心的状態を帰属させるのに用いるシステムや、直接観察できない状態を推論するシステムを問題にするため「理論」という用語を必要としたという。「理論」という用語を用いる際には、それは単なる知識の集まりではなく、3つの特徴（知識の一貫性、存在論的区別、因果的説明の枠組み）を持つとされる (Wellman,1988)。これは、世界を一つの体系的なものとして捉えることと言い換えられる。たとえば、子どもは認知発達の過程において、世界の因果的構造を表象し、その学習には、かなり強いタイプ（連合学習ではない）の因果推論を用い

ている。幼児期では5歳児後半頃から、単純な物語ならば、ストーリーを逆から推論する可逆的な操作ができるようになるが、これは因果推論が可能になってきた表れであるとされる(内田,1985)。

「心の理論」課題の機能・構造

「心の理論」は、自己と他者の心の理解に関する理論だが、その機能・構造はどのようなものなのだろうか。これまでも多数の「心の理論」研究があるが、「心の理論」発達を測定する誤信念課題の基本的な構造に関して述べた代表的なものとして、哲学者 Dennett によって提案された「心の理論」の仮想的実験手続きとなる測定するフォーマットがある。

1. AはEがpということを信じていると信じている。
2. AはEがqということを願っていると信じている。
3. Aは、12の信念からEがxを行うと推論するので、Eがxを行うことを予測し、
4. Aはyを行う、なぜならば
5. AはEがxを行い、Aがyを行わないならば、Aは自身が望むものを得られない、もしくは避けたい何かを得ることになるだろう、と信じているからである。

具体的な課題実施の過程では、子どもは、各課題の具体的手順・手続きに沿い、情報処理(取捨選択)を行うことで、このフォーマット全体が意味する知識を捉え、正答に至ると考えられる。また、現在、「心の理論」の発達を測定する課題は多様に開発されているが、最もよく知られた代表的な課題は、誤信念課題(false-belief task)である。これは、Xはaがbにあると誤って信じていると、Yは思っているという内容の問題である。回答者である子どもは、Xの(aをbにあるとする)心的状態を推論するYの立場に立って答えることを求められる。そして、このような課題構造を持つ「心の理論」課題である誤信念課題として、位置変換課題(change-of-location tasks)と、予期しない内容課題(unexpected-contents tasks)が挙げられている。これらの課題内容では、ターゲットとなる事物と、(子どもに提示されるストーリーの)主人公が期待する位置(e.g., 二者択一)、あるいは、事物を包含する器との関係(一致、不一致)が焦点になる。子どもには、ターゲットとなる事物(e.g., ボール、ペン)の包含関係に関する知識と、主人公の心的状態の知識の両者を知っていることが求められる。空間的な位置関係について語るならば、二者択一(Wimmer&Perner,1983)の解決方略であったり、ターゲットと器との関係の二者関係(包含関係)の知識であったりである。ここで必要とされるのが空間認識のみ

ならば、Piagetによる他者視点の理解が求められる三山問題(e.g., Piaget, 1948)のモデルで測定される三者間の空間関係よりも平易だと考えられる。二者関係の比較に留まり、難度がより高いとは考えられない。実際に誤信念課題の一般的な通過は4歳頃からとされているのに対して、三山問題の通過は概ね6歳以降とされる。それにもかかわらず、誤信念課題が、今日、発達研究領域において他者理解のよく知られた発達指標とされているのは、自閉症児研究における成果と関連する。Baron-Cohen(1985)は、言語性IQ5歳半の自閉症児($n=12$ 歳)を対象とした実験により、語信念課題の通過率が20%に過ぎないことを示している。そして、「物の理論」と「心の理論」の独立性を示唆している。また、誤信念課題の通過には、言語能力はある程度影響するが、全てではない可能性についても示唆している。定型発達児は、直観的に理解して解決するが、自閉症児は知的に理解して解決に至る(Happe, 1995; 別府・野村,2005)といわれ、そこでは文脈の情報を統合させて意味を読み取ることの障害などが論じられている(Happe,1997)。

「心の理論」課題通過の発達の要素

Piagetの三山問題のモデルによる幼児期の空間関係の認知発達の流れからの他者視点取得研究では、まず自己と異なる立場に立つ二人称的他者視点を認め、さらに自己と他者とをその関係を含めて捉える三人称的他者視点へと向かうことになると考えられる。ここでは、他者(三山問題では、代理「視点」と呼ぶ)によるイメージ操作や他者や実験状況との相互作用との関連において、他者視点の概念構築、他者の意図性の理解、表象構成の促進などが発達に関連すると考えられている。しかし、「心の理論」を軸とした誤信念課題の通過が始まるのは、幼児期に自己と異なる他者の心の存在を知り、また自己と他者の心の理解が異なることを知り正答する過程では、三人称的他者視点の概念構築までには至っていない年齢である。そこで求められるのは、自己の知っていることとは異なる他者のつもりであり、他者についての意図理解と関連するともいえるだろう。したがって、「物の理論」と「心の理論」の差異を生む重要な要素の一つが、意図であると考えられる。そして、また、誤信念課題は信念の真偽を問う構造だが、「心の理論」の理解では感情の本質や原因を理解することも一部であるとされる(Wellman,&Banerjee, 1991)。そこで、ここでは、「心の理論」発達において、意図理解(感情の本質や原因の理解を含む)の発達との関連にも焦点を当て、つぎの5つの事例に関する検討を加えたい。そのために、

これまで述べてきた誤信念課題の他に、「心の理論」の課題の一つとして捉えられている意図理解に関する課題を用いる。加えて、Piaget 理論による認知的発達との関連を検討するために、発達検査の結果も加えて考察する。

事例

「心の理論」の発達に困難さをもつといわれる PDD 圏内であるという診断を受けた幼児の5事例について、初めに、事例の幼児の発達を理解するために発達検査の結果を述べる。続いて、「心の理論」の発達を測定する課題として誤信念課題と意図理解課題の結果を踏まえて、事例の幼児の発達について、人（自己・他者）や物との関係を中心に述べる。各事例で取り上げた幼児は、PDD（疑いを含む）と診断されたことがある幼児で、年齢は4歳から6歳までである（A～Dの男児4人、Eの女児1人）。

つぎに取り組んだ課題について、①「心の理論」課題：誤信念課題（cf., Wimmer & Perner, 1983）、②「心の理論」課題：意図理解課題（cf., Happe, 1997）。③発達検査（新版 K 式）、発達検査の結果を記し、分析・考察する。

※ なお、事前に調査者が幼児が参加する小集団に参加観察者として加わるなど、幼児との親和的関係を充分取れるように工夫・配慮を施した。幼児が調査に使用した部屋に入室した際には、挨拶など関係作りに努め、また、これから行う活動の説明をして了解を求めた。

※ 発達検査は、「新版 K 式発達検査 2001」を用いている。：「K 式発達検査」は、1951年、京都市児童院（現京都市児童福祉センター）より、ビネー『知能測定尺度』、ゲゼル『発達診断』、ビューラー『発達検査』を基に開発・標準化された乳幼児発達検査法として発表されている。

事例 A

（生活年齢 5 歳 9 ヶ月、発達年齢 3 歳 1 ヶ月）

●●「心の理論」課題（誤信念課題・意図理解課題）は不通過。

※ 『心の理論』課題の各事例の先頭に示した丸2つについて；一つ目の丸は、誤信念課題、二つ目の丸は意図理解課題に関して、通過の場合、不通過の場合、それぞれ白丸、黒丸で示す。以上は、事例 A～E に共通とする。

発達検査の課題では、お手本として積んだ積木を見ることで、少し複雑な形でも真似をして積み重ねることができた。しかし、同じように真似をしての作業でも閉じた円を描くことはできない。また、お手本がないときに

四角の形を構成する課題はできなかった。人の図柄を完成させる課題では、腹部に英文字を記入した後に、人の全体をぐるっと囲むような描線で課題を完結する。また、絵の単語を尋ねる問いには応じられるが、姓名などを尋ねる問いには応じられない。複数の積み木から特定の数を取り出すのが難しい（園では自転車遊びが好き、自転車で山の上を一生懸命にこいだりを良くするということがあった）

＜考察＞具体物と自己との二者関係のかかわりでは、取り組みに工夫も多く認められ応じることができる。ただ、自己身体の周囲全体の空間認識を求める課題には応じきれていない。求められている関係が、物と物とで閉じている場合にはよいが、それに自己との関係が加わると応答が難しくなりやすい。また、取り組みのプロセスで教示への注意の集中の弱さ、課題の枠組みの認識の弱さが見受けられる。

事例 B（生活年齢 4 歳 9 ヶ月、発達年齢 3 歳 2 ヶ月）

○●「心の理論」課題の誤信念課題は通過、意図理解課題は不通過。

発達検査の課題で、枠組みの中に物を重ねていくようにして入れ子の作業をするような課題に円滑に取り組んだ。また、折り紙では、作成のし方のお手本を見ての真似は年齢相応にできる。人物の図柄の完成課題は通過できなかった。また、絵や色の単語など事物と知識の関係が決まるものは応答できる、ただし、姓名などは言えない。しかし、指さしでの自己身体の指示はできるようになって来ている。短文を繰り返すなどはまだである。また、全体からの数選び、順列が変化する順での物の指示は苦手のようなようだった。

＜考察＞課題提示者の動作を見ながらの物との関係を問う課題では積極的であるが、まだ文脈の理解を要するような言語的な指示にはのりにくく、自分を中心とした物との関係もこれからというところだった。

事例 C（生活年齢 6 歳 3 ヶ月、発達年齢 3 歳 8 ヶ月）

●○「心の理論」課題の誤信念課題は不通過、意図理解課題は通過。

発達検査の課題では、積み木を自分なりに工夫して積んだり、多角形の図の弁別をしたり、丸を描いたりなどできる。ただ、しばしば取り組みの過程で試行錯誤している姿も見られたり、思わず慌てて描くような姿も見られたりする。また、それぞれ少し複雑な課題になるとまだできないこともある。そして、2つの三角形で四角い形を組み合わせて作る課題はお手本の直後ならばできた。折り紙は試行錯誤しながら二段階目まで通過した。

人物の図柄を完成させる課題はできなかった。一方、姓名、年齢、性の区別の課題は応答できた。短文の復唱や生活の了解事項に関する課題は最初の方の段階のものには応えられた。また、絵や色の単語など対応関係が決まっている場合は応答可能で、複数の積み木からの指定された数を選ぶ課題、順列の数を唱えながら4つの事物を指し示す一対一対応の原理による課題にも応答できた。そして、13個の丸を数えてそれが全体でいくつあるかという基数の原理を踏まえた応答ができた。また、日常生活の中で使用する50円玉以外の硬貨の名称を応えたりすることができた。

<考察>物の操作では、注意の転導からか試行錯誤する場面が比較的多く、事物を用いた教示の意味理解が充分にはされていないようだ。しかし、お手本の後ならば取り組み易いようだ。本児の場合、人物の図柄を完成する視覚的な課題はできないが、一方で姓名、年齢、性の区別などの言語的な課題には応ずることができており、生活場面において他者との関係における自己を意識することが刺激となっていると考えられる。また、唱えながら指で教えた事物が全体で幾つあるかも答えられるなど、部分と全体との関係を把握することが可能になっている。

事例D（生活年齢5歳4か月、発達年齢4歳0か月）

●●「心の理論」課題（誤信念課題・意図理解課題）は不通過。

誤信念課題の実施時には、ボールの移動を目で追っていたが、発達検査の課題では、積み木を用いた課題に積極的で、お手本をよく見て取り組む。2つの三角形によって四角を構成する課題はお手本の直後ならば、動作を真似るような工夫もしながら成功した。人物の図柄を完成させる課題は通過できなかった。お手本を見て丸を描いたり、四角、三角も描いたりできる。しかし、順を唱えながら積み木を指示する課題は通過できない。姓名、年齢、性別、色の名称などの課題には応じられる。短文の復唱も可能である。しかし、左右の弁別、指の数など自己身体周囲の空間認識に関する課題の通過は未だである。13個の丸を順に数えるが全体で幾つかは分からない、与えられた数の積み木を全体から選ぶなどは6個までできる。硬貨の名称はすべて応えられた。

<考察>お手本のあるものや、お手本の動作の直後などの課題に円滑に取り組む。しかし、対の関係があっても、その時に応じた認知的枠組みの把握が求められると難しいようだ。たとえば、姓名、年齢、性別などに応じられているものの、「心の理論」課題という課題の枠組みを捉える理解は不十分である可能性がある。一つひとつ

ならば、数えることができるが全体ではいくつかが答えられないことにも関連すると思われる。なお、全体の中から必要な個数のある数（6）まで選ぶことはできていた。

事例E（生活年齢5歳0ヶ月、発達年齢5歳2ヶ月）

●●「心の理論」課題（誤信念課題・意図理解課題）は不通過。

発達検査の課題で、積み木を積む際にはきちんと面を合わせる。また、横・縦線、正円、十字、正方形、三角形などいずれも描けた。ただし、十字では紙面をはみ出したりした。また、正方形、三角形は繰り返し描きながらバランスを取っていくようにして、3回目の試みで十分に描けた。人物の図柄の完成課題は通過できた。その際に、髪・洋服などに関する知覚的特徴を明示していたが、目や眉はなかった。与えられた順に番号がふられた積み木をある程度の数まで叩くことができる。また、姓名、年齢、性の区別、色の名称などの課題に応じることが出来る。最も短い方の短文を復唱したり、4数の復唱、また4つの積み木を数えたり、13個の丸を数え全体の数を言ったり、指の数を左右全て言えたりする。しかし、積み木で（テーブルを）叩いた時の打数を数えることはできなかった。10個の積み木の中から8個を選ぶことはできた。自己身体の左と右の弁別課題は通過した。ただし、5以下の数の加算、また、日常の生活場面における具体的な了解事項、そして、一枚の絵を見てそれを叙述する課題は通過しなかった。

<考察>基本的な問いならば教示を理解することができ、また、応答もできていたので生活年齢相応の発達年齢を示すことができた。ただ、提示された課題の知覚的特徴に囚われたり、全体の状況に添うよりも特定の視覚的情報により注意が集中し易い傾向が認められた。そのために取り組みに円滑さが不足したり教示理解の全般で、教示の言葉をそのまま繰り返したり言い換えたりしながら確認する姿が見受けられた。ただし、直観的には課題の意図や要求に反応し難い時も、自分から確認することで知的に整理して課題の枠組みを理解していることが考えられる。

5つの事例からの考察

1. 姓名、年齢、性別などに応じられるかどうかは、特に自己意識の育ちに関連すると考えられる。ここでは、事例Aと事例Bがこれらの問いに応じられなかった。ただし、事例Bは、「誤信念課題」に通過している。これには、年齢なりの恥ずかしさ、また検査の状況での戸惑いの強弱の影響も考えられるだろう。そして、発達検

査の課題の枠組みでは、事例 A も事例 B も同じように言葉では表現ができなくとも、それぞれの「心の理論」発達に関する内面的な認識の育ちが異なる場合があるという仮説が成り立つだろう。

2. 丸が描けたり、人物の図柄が完成できたりは、自己意識の確立と関連深いといわれる。ただし、「意図理解課題」を通過した事例 C は、姓名、年齢、性の区別の課題は応答したものの、丸は描いたが人物の図柄を完成させる課題はできていなかった。事例 C は、「意図理解課題」の通過/不通過に、人物の図柄の完成課題の通過が付帯しないことがあることを示唆する例である。したがって、「意図理解課題」の通過は、自己像の発達とゆるやかに関連するという仮説が考えられる。

3. 一方、丸も描け、人物の図柄の完成課題にも通過した事例 E だったが、「心の理論」課題はいずれも通過しなかった。とくに、事例 E の場合は、提示された課題の内容に含まれている知覚的要素に注意が集中し易い傾向が認められる。このような特徴をもつ場合は、丸が描けたり、人物の図柄を完成できる個々の課題の通過が目安にならないことが考察される。したがって、視知覚優位の反応が顕著な場合、特定の課題通過が目安となるというよりも複数の課題を群としてみなすことがより適切であるという仮説が考えられる。

4. 事例 C と事例 D はともに、姓名、年齢、性別の区別の間に応じられ、また、13 個の丸を教えることができた。ただし、事例 D は、13 個の丸の一つひとつ指さして数を唱えた後に、それが全体として幾つになるのかの問いには応えられなかったが、事例 C は、答えることができた。事例 C は、「意図理解課題」に通過している。そこで、対の関係では捉えることはできても、全体で何を示すかを捉える力が意図理解課題の通過と関連するのではないかという仮説が考えられる。

5. 「誤信念課題」を通過した事例 B と「意図理解課題」を通過した事例 C ではともに人物の図柄の完成課題は通過していないことが共通している。その他に、それぞれの取り組みの特徴を挙げるとすると、事例 B は、作成のお手本を見て折り紙を三段階目まで正答した。事例 C は、試行錯誤しながら二段階目までについて課題と自己との関係を調整しているようで、特に動作しながら課題解決を図っているようすも伺えた。そのためか少し複雑な課題は通過できなかった。そこで、「心の理論」課題のもつ課題としての枠組みの理解において、「誤信念課題」では、視覚的な情報を継次的に追跡すること、「意図理解課題」では、比較してより、動的なあるいは体験的な問題解決の姿勢をもっていることが、各々の課題通過と関連するののかという仮説が考えられる。

今後の課題

今後の検討課題については、「5つの事例からの考察」に、5つの仮説として示した。「心の理論」課題として、それぞれ捉えられている「誤信念課題」「意図理解課題」の両者はどのように関係しているのだろうか。誤信念（あるいは信念）の概念は、4歳以降の発達を待って獲得されると考えられている。一般的には、姓名を名乗ったりして自己を他者との関係の中で表現することを、自他の区別がついている兆候として捉え易い。「心の理論」の発達も、3歳児における自我意識の芽生えを土台とするだろう。しかし、人物の図柄を十分に完成させるなどの自己像全体の理解を待つというだけではなく、自己と他者の心のあり方の差異をプロセスの中で理解することが関連しているのではないだろうか。たとえば、ボールは既にこちらの箱にあることを知っていても、それを知らない他者がいたことを再度想い出して答えることができるから、目に着き易い状況から自己を切り離して距離を置くことができると考えることも可能である。モジュール説の代表的研究者である Leslie らが、心の理論メカニズムの発達途上で抑制制御に基づく選択のプロセスが加わることで、信念内容に対する推論を正しく行えるようになるモデルの提案をしているが、それとの関連も今後の課題としたい。

また、「意図理解課題」の通過では、日常生活を送る上で必要となる幼児期における人間関係での自制心の発達も、他者の情動的な心の理解の発達と関連しているのではないだろうか。つまり、知的な理解の側面からだけでなく、生活上の多様な要素が課題解決に関与していると考えられる。これについての理解では、言語的に表出され得ない課題への取り組みの過程に関しても今後検討する必要があると考える。

そして、ここでは、5つの事例を取り上げたが、個々の事例に即しての検討では、幼児期における自己意識、自己制御が、それぞれの発達の中でどのような育ちとしてなされているのか、それぞれ子どもの発達の全体像の把握に基づいた「心の理論」発達の理解が重要であると考えられる。

引用・参考文献

- ・ Baron-Cohen, S., Leslie, A., and Frith, U. (1985). Does the autistic child have a "theory of mind"? *Cognition*, 21, 37-46.
- ・ 別府哲・野村香代. (2005). 高機能自閉症児は健常児とは異なる「心の理論」をもつのか: 「あやまった

- 信念」課題とその言語的理由づけにおける健常児との比較。発達心理学研究, 16 (3), 257-264.
- Carlson, S. M., and Moses, L. J. (2001). Individual differences in inhibitory control and children's theory of mind. *Child Development*, 72 (4), 1032-1053.
 - Carlson, S. M., Moses, L. J., and Claxton, L. J. (2004). Individual differences in executive functioning and theory of mind: An investigation of inhibitory control and planning ability. *Journal of Experimental Child Psychology*, 87, 299-319.
 - Happé, F. (1995). The role of age and verbal ability in the theory of mind task performance of subjects with autism. *Child Development*, 66, 843-855.
 - 東山薫 (2012). 「心の理論」の再検討 - 「心の理論」多面性の理解とその発達の関連要因 -, 風間書房.
 - Hogrefe, G. J., Wimmer, H., and Perner, J. (1986). Ignorance versus false belief: A developmental lag in attribution of epistemic states. *Child Development*, 57, 567-582.
 - 子安増生・木下孝司. (1997). <心の理論>研究の展望. *心理学研究*, 68 (1), 51-67.
 - Leslie, A. M., Friedman, O., and German, T. P. (2004). Core mechanism in 'theory of mind'. *Trends in Cognitive Sciences*, 8 (12), 528-533.
 - Leslie, A. M., German, T. P., and Polizzi, P. (2005). Belief-desire reasoning as a process of selection. *Cognitive Psychology*, 50, 45-85.
 - 木下孝司. (2005). “心の理解”研究の新しいかたち. 遠藤利彦 (編). *心理学の新しいかたち 第6巻 はたつ心理学の新しいかたち*. 東京: 誠信書房. pp. 159-185.
 - Moses, L. J. (2001). Executive accounts of theory-of-mind development. *Child Development*, 72 (3), 688-690.
 - Perner, J., and Lang, B. (1999). Development of theory of mind and executive control. *Trends in Cognitive Trends*, 3 (9), 337-344.
 - Perner, J., Lang, B., and Kloo, D. (2002). Theory of mind and selfcontrol: More than a common problem of inhibition. *Child Development*, 73 (3), 752-767.
 - Piaget, J. & Inhelder, B. (1948) 『La représentation de l'espace chez l'enfant.』, Presses Universitaires de France. (Translated by F.J.Langdon & J.L. Lunzer, 'The child's conception of space.' Routledge & Kegan Paul, 1956).
 - Premack, D., and Woodruff, G. (1978). Does the chimpanzee have a theory of mind? *Behavioral and Brain Sciences*, 4, 515-526.
 - Russell, J., Mauthner, N., Sharpe, S., and Tidswell, T. (1991). The "windows task" as a measure of strategic deception in preschoolers and autistic subjects. *British Journal of Developmental Psychology*, 9, 331-349.
 - 杉村伸一郎・竹内謙彰・今川峰子 (1992). 他者視点取得課題の要因についての分析的研究, *教育心理学研究* 40 p340-349.
 - 竹内謙彰 (2007). 発達指標としての「心の理論」課題—実行機能の役割に焦点を当てて—, *愛知教育大学研究報告*, 56 (教育科学編), 88-94.
 - 渡部雅之 (1987). 空間表象の変換能力に関する発達研究 —下位能力との関連から—, *教育心理学研究* 35 p107-115.
 - 渡辺雅之, 他 1998 空間に生きる 空間認知発達研究会 北大路書房.
 - Wellman, H. M. (2002). Understanding the psychological world: Developing a theory of mind. In U. Goswami (Ed.). *Blackwell handbook of childhood cognitive development*. pp. 167-187.
 - Wellman, H. W., Cross, D., and Watson, J. (2001). Meta-analysis of theory-of-mind development: The truth about false belief. *Child Development*, 72 (3), 655-684.
 - Wimmer, H., and Perner, J. (1983). Beliefs about beliefs: Representation and contrasting function of wrong beliefs in young children's understanding of deception. *Cognition*, 13, 103-128.

(原稿受付 2014年1月)

伊藤野枝とイブセン『人形の家』—『青鞥』の女たち(1)—

荻原 桂子

九州女子大学人間科学部人間発達学科人間基礎学専攻

A Study on Noe ITO and Henrik Ibsen, *A Doll's House*—Women of "Seito"(1)—

Keiko OGIHARA

Abstract

From position placed women's current, I consider the status of women in Japan a century ago. The magazine "Seito" was first published by Hiratsuka Raicho September 1911, she sang the awakening of women for the first time in Japan. It was performed "there is a new way of women to new women" and Ito Noe took over "Seito" from Raicho. In addition, "A Doll's House" playwright Ibsen of Norway is staged by the literary association of Tsubouchi Shoyo at the same time as the "Seito" launched, "Seito" was featured as "Appendix Nora".

Keywords: Gender, Sexuality studies, Women's studies, Seito

1. はじめに

2013年度版「ジェンダー・ギャップ指数」(The Global Gender Gap Report 2013)によると、日本の順位は調査対象136カ国のうち105位で前年より4位下がった。世界経済フォーラム(WEF)の男女格差報告は2006年から始まり、性別による格差を地域、所得層、経年により比較できる。

指数は、(1)経済活動の参加と機会(労働力の男女比、類似の労働における賃金の男女比、推定勤労所得の男女比、管理的職業従事者の男女比、専門・技術職の男女比)、(2)教育(識字率の男女比、初等教育就学率の男女比、中等教育就学率の男女比、高等教育就学率の男女比)、(3)政治的エンパワーメント(国会議員の男女比、閣僚の男女比、国家元首の在任年数の男女比)、(4)健康と生存(出生時の男女比、平均寿命の男女比)からなる経済、教育、政治、健康の4分野14の変数から総合して女性の地位を順位づける。最高のスコアは1(平等)、最低のスコアは0(不平等)であり、日本は識字率や高校までの教育水準では世界1位であるが、女性の管理職や政治家の割合が少ないことで全体の順位を下げているという¹⁾。

本論では現代から1世紀前の日本の女性の地位について考察する。1911年9月、日本ではじめて女性の覚醒をうたった雑誌『青鞥』が平塚らいてう(1886~1971)によって創刊された。『青鞥』には全国各地から集まった個性豊かな女性たちが登場する。彼女たちは封建的家族制度や良妻賢母主

義と闘い、さまざまな論争を巻き起こした。「新しい女」と呼ばれた『青鞥』の女たちのなかでも、伊藤野枝(1895~1923)は「新しい女には新しい女の道がある」と頭角をあらわし、らいてうから『青鞥』を引き継いだ。また、ノルウェーの劇作家イブセンの『人形の家』は同時期に坪内逍遙の文芸協会によって上演され、『青鞥』も「付録ノラ」として特集した。「和製ノラ」と呼ばれた『青鞥』の時代を生きた女性たちの放った熱いメッセージを現代に生きる女性たちの直面する問題とむすびつけてとらえなおす。

2. 伊藤野枝

伊藤野枝は、1895年1月福岡県糸島郡今宿に伊藤亀吉、ムメの長女として生まれた。海産問屋並びに廻漕業を営んでいたが亀吉の代で事業は失敗し、翌年長崎に住む叔父代準介叔母キチのもとに行く。1908年(13歳)東京に越した叔父を頼って上野高等女学校編入のため上京、上野根岸の代家に入る。1910年(15歳)上野高女4年の編入試験に合格するが、卒業をまたず、1911年(16歳)郷里の末松福太郎と仮祝言を行う。1912年(17歳)3月上野高女を卒業し今宿に帰郷するが、4月婚家末松家を逐電し東京に舞い戻り、上野高女時代の英語教師辻潤(1884~1944)宅に入り同棲し、10月青鞥社に入る。末松福太郎と離婚が成立し、18歳で長男一を出産する。1913年(19歳)大杉栄(1885~1923)と出会う。1915年(20歳)1月平

塚らいてうから『青鞥』を引き継ぎ、辻潤との婚姻届を出し、二男流二を出産する。1916年(21歳)3月『青鞥』は廃刊となり、9月大杉栄と同棲を始めるが、11月葉山日蔭茶屋で伸近市は大杉栄を刺す(日蔭茶屋事件)。1917年辻潤との離婚が成立し、大杉栄との間に長女魔子をはじめ二女エマ、三女エマ、四女ルイズ、長男ネストルを出産するがすべて婚外子である(二女エマは養女に出される)。1918年(23歳)大杉栄と「文明批評」、1919年(24歳)「労働運動」を創刊する。1921年(26歳)社会主義婦人団体赤瀾会で発表、顧問となる。野枝は山川菊枝と共に精力的に赤瀾会活動に奔走し、「婦人問題の難関」「職業婦人に就いて」など、活発に啓蒙活動に参加した。1923年(28歳)9月1日関東大震災の混乱のなか16日大杉栄、棚橋宗一とともに甘粕正彦ら憲兵隊に虐殺される(矢野寛治『伊藤野枝と代準介』弦書房2012)。

野枝は、28歳という若さで社会主義者大杉栄とともに無残な死を遂げた。最初の夫からは8日に出奔し不倫を堂々と公にし、戸籍上の夫辻潤を捨て、大杉栄と妻、愛人との四角関係を繰り広げる一方、人工中絶、売買春、貞操などといった婦人解放運動に取り組み、多くの評論、翻訳を手掛けた。17歳で飛びこんだ青鞥社で、野枝は自分の生き方を遮二無二模索する。高学歴の先輩にまじり、辻潤の指導を受けながら、『青鞥』第3巻1号付録(1913年1月)で「新らしき女の道」と題して次のように述べている。

新しい女は今までの女の歩み古した足跡をいつまでもさがして歩いては行かない。新しい女には新しい女の道がある。新しい女は多くの人々の行止まった処より更に進んで新しい道を先導者として行く。

新しい道は古き道を辿る人々若しくは古き道を行き詰めた人々に未だ知られざる道である。また辿ろうとする先導者にも初めての道である。(中略)

先導者は開拓しつつ進む間には世俗的のいわゆる慰安などは些もない。始終独りである。そして徹頭徹尾苦しみである。悶えである。不安である。時としては深い絶望も襲う。ただ口をついて出るものは自己に対する熱烈な祈禱の絶叫のみである。故に幸福、慰安、同情を求むる人は先導者たる事はできない。先導者たるべき人は確たる自己に活きる強き人でなくてはならぬ。

先導者としての新しい女の道は畢竟苦しき努力の連続に他ならないのではあるまいか。

恋と革命に生きた野枝の熱い思いは、その言葉のなかに今でも生き活きと息衝いている。辻潤との間に2男、大杉栄との間に4女1男をもうけ、合わせて7人の母でもあり、婦人運動活動家でもあった野枝の生涯は想像を絶するバイタリティーに富んだものであった。28年という短い生涯に野枝の書いた著書は多数あり、全集として『定本伊藤野枝全集』上・下(学藝書林1970)、『伊藤野枝全集』(『叢書女性論23』大空社1996)、『定本伊藤野枝全集』全4巻(学藝書林2000)がある。伝記小説には瀬戸内晴美(寂聴)『美は乱調にあり』(文芸春秋社1966)、『諧調は偽りなり』(文芸春秋社1984)などがある。

3. イブセン『人形の家』

イブセン(Henrik Ibsen 1828~1906)はノルウェーの劇作家で、薬局の見習いをしながら戯曲を書いた。その後、ベルゲンの劇場の座付き作家となり、自作上演の機会を得た。ノルウェーの民話を題材とした喜劇『ペール・ギュント』(1867)で人気を博した。さらに社会劇『人形の家』(1879)、『幽霊』(1882)など、社会問題を追求した作品を発表し、欧米諸国で評価された。また、『野鴨』(1884)、『ヘッダ・カブラー』(1890)などのすぐれた性格劇も書いた。

イブセンの名は、1889年森鷗外によって初めて日本に伝えられた。鷗外は最初イブセンをゾラのような自然主義文学者と捉えて嫌っていたが、『ブランド』(1866)と『ジョン・ガブリエル・ボルグマン』(1896)を翻訳した段階でイブセンの思想を吸収し、『幽霊』『人形の家』(鷗外訳「ノラ」)を翻訳する過程でイブセンを評価するようになった²⁾。

1906年イブセンが亡くなってイブセン熱が再燃し、翌1907年には主として自然主義の作家、評論家たちが中心になって、柳田国男、岩野泡鳴らが「イブセン会」を発足、その新しい思想が議論され、高山樗牛、田山花袋、島崎藤村、夏目漱石など多くの文学者がイブセンを読んだ。1909年小山内薫の自由劇場が『ジョン・ガブリエル・ボルグマン』(鷗外訳)を上演、センセーションを巻き起こし、日本の社会全般に影響を与えた。

『人形の家』の翻訳には1893年の高安月郊訳があるが、1906年の島村抱月訳で1911年9月文芸

協会によって早稲田研究所で上演され、同年11月には帝国劇場で再演された。この公演では、松井須磨子のノラが評判となり社会的話題となった。1913年「ノラ」という表題をつけた鷗外訳も発表され、同年近代劇協会によって大阪近松座で上演、翌年東京有楽座で演じられた。

鷗外はヘルメルに対して「ノラの目前で、えらそうな夫の偶像が認識の雷火に打ち崩れた」（『ノラ』解題）と書くが、妻しげは『青鞥』創刊号に与謝野晶子に続いて2番目に「死の家」（小説）を執筆している。森しげは鷗外の2番目の妻であり、短期間ではあるが、『スバル』や『青鞥』に小説を執筆している。鷗外の「半日」では家族制度と個の矛盾に悩む女性として描かれている。

封建的家族制度と良妻賢母主義を女子教育の指標としていた時代にあつて、ノラの覚醒は衝撃的であつた。『青鞥』のメンバーはイプセン劇に強い関心を示し、創刊号からイプセン劇についての議論を展開してきた。メレジコウスキー「ヘッダ・ガブラー論」（1巻1号）、「ヘッダ、ガブラー合評」（1巻2号）、「幽霊を論ず」（2巻3号）、「ゴーストを読む」（同）と続けて論じ第2巻1号では「附録ノラ」を特集し彼女たちは「和製ノラ」と呼ばれるようになった³⁾。

圧倒的ノラ支持の社員の文章として上野葉「人形の家」より女性問題へ、加藤みどり「人形の家」、上田君「人形の家」を読む、保持研「人形の家」について」があるが、らいてうは「ノラさんに」で「ノラさん、あなたのように徹頭徹尾、本能的な盲目的な女が十四、五の小娘なら知らず三人の母親としてあろうとは日本の女にはちょっと信じられません。（中略）ノラさん、あなたがほんとに自覚なさるのはこれからです」と冷静にノラに語りかけ、ノラよりもヘッダ・カブラーの強烈な自我に共感を持った⁴⁾。

4. 『青鞥』の女たち

らいてうの創刊の辞に続いて、創刊号の巻頭を飾ったのは、与謝野晶子「そぞろごと」であつた。

山の動く日来る。
かくいへども人われを信ぜじ。
山は姑く眠りしのみ。
その昔において
山は皆火に燃えて動きしものを。
されど、そは信ぜじともよし。
人よ、ああ、唯これを信ぜよ。

すべて眠りし女今ぞ目覚めて動くなる。

らいてうの「元始女性は太陽であつた」と晶子の「山の動く日来る」は、女性解放の代表的マニフェストとして広く知られている。「青鞥社には連日熱烈な手紙が届き、入社や購読の申し込みが続いて、らいてうたち五人の発起人（中野初、保持研、木内錠、物集和）を驚かせ、奮いたたせた」⁵⁾が、野枝が『青鞥』創刊号を読んだのは、上野高等女学校5年のときであり、卒業後、婚家を出奔し上京するにあつて、らいてうに自分の身の上を説明する手紙を送り、旅費を用意してもらっている。入社後初めて載ったのは詩「東の渚（『青鞥』2巻11号）で尾竹紅吉がカットを描いた。

らいてうに『青鞥』発刊をすすめた生田長江は、賛助員として有名女性作家を迎えるようにアドバイスした。長谷川時雨、岡田八千代、国木田治子、小金井君子、森しげなどが賛同して原稿を投じた。

らいてうは、鷗外が「まことの詩人」と絶賛した樋口一葉に対しても「一葉には一葉自身の思想がない。問題がない。創造がない」と否定した。家父長制度と闘い貧困のなかで死んでいった一葉を真っ向から批判するのである。一葉とらいてうの生年は6年しか違わないが、「新しい女たち」の風は吹き荒れ、『青鞥』発刊は波紋をひろげ、他のメディアも巻き込みながら根本的に男女のあり方を変えようとしていた。今から1世紀前という時代に『青鞥』の女たちが繰り広げたさまざまな評論や運動が現代の女性とどうかかわっているのか、現代の社会状況のなかで捉えなおしてみることが重要である。らいてうの創刊の辞の終わりには悲壮な決意が述べられている。

よし、私は半途にして斃るとも、よし、私は破船の水夫として海底に沈むとも、なお麻痺せる双手を挙げて「女性よ、進め、進め」と最後の息は叫ぶであろう。

意気揚々と掲げられた冒頭句とは対照的な文言である。米田佐代子は「あきらかにらいてうは『青鞥』が容易ならぬ荒波のなかへの旅立ちであることを予感していた」と述べ、らいてうの真意について指摘する⁶⁾。

「潜める天才」をもちながら、「劣った性」とされてむなしく「潜在」し続け、ついに「潜在能力」を獲得できない状態に置かれてきた女性の現状に挑むことが、いかに鋭い矛盾をはらんだたかいかをらいてうは知っていた。

らいてうのノラや一葉に向けた冷めた視線には、らいてうの禪修業によって得られた諦観がある。掉尾を飾る「烈しく欲求することは事実を産む最も確実な真原因である」は自己内面の深化に自己実現の可能性があるというらいてうの胸中の吐露ではないだろうか。

5. おわりに

「The Global Gender Gap Report (グローバル・ジェンダー・ギャップ・レポート) 2013」によると1位は5年連続アイルランドで、最も男女が平等に近い国となった。2位フィンランド、3位ノルウェー、4位スウェーデンと続く。日本は、教育および政治への関与において前年度よりスコアを下げている。北欧圏で男女格差が小さいのは、イブセン『人形の家』の影響があるのではないか。

イブセン『人形の家』は、発表から130年以上たった現在でも世界各地で上演されている。2013年11月27日から12月15日にかけては「現代イブセン演劇祭 2013」が東京で開催され、「世界に及ぶ『人形の家』の現代性」というテーマのもと実施された。「現代イブセン演劇祭」の芸術監督である毛利三彌は『人形の家』について「イブセンの現代的上演の波はますます高まってきているが、その衝撃のしぶきは、これまでのイブセン上演の中心を占めていた西ヨーロッパをこえて、全世界に及んでいる。(中略)イブセン劇のもっとも人口に膾炙した劇だが、その解釈は様々でも、現代社会に対してもっとも先鋭な表現を突きつける」と述べている⁷⁾。

現在「フェミニズム運動の高潮が去り、その成果の一つとして、女性学がアカデミズムの中で地歩を固めた」⁸⁾といわれ、男性中心の視点によって研究が行われてきた哲学、社会学、心理学、歴史学、政治学、文学などを女性の視点からとらえ直す女性学という学問領域での研究が活発になってきている。伝統的な学問分野を女性の視点からとらえ直し、視点の偏りを正そうとするものである。現在の女性がおかれている現状は、1世紀前の『青鞥』に参加した「新しい女たち」の闘いによって得た既存の地位や権利のうえに成り立っている。そこには、与謝野晶子、平塚らいてう、長沼(高村)智恵、神近市、伊藤野枝といった有名人とは別に数多の「新しい女たち」による悪戦苦闘があった。世界経済、政治の問題が深刻度を増すなか、現代にも続く時代の閉塞は男女が共同し

て打開していかなければならないものである。

引用・参考文献

- 1) 内閣府男女共同参画局 Gender Equality Bureau Cabinet Office『共同参画』2013.12.
 - 2) 長島要一「口語文章体と西洋思想の日本化」『森鷗外文化の翻訳者』岩波新書2005, p.83, p.107.
 - 3) 山本博子「ヨーロッパ近代劇の父イブセン」らいてう研究会編『『青鞥』人物事典110人の肖像』大修館書店2001, p.206.
 - 4) 堀場清子「ノラをめぐる」馬場清子編『『青鞥』女性解放論集』岩波文庫1991, p.33.
 - 5) 堀場清子編同掲書 p.10.
 - 6) 米田佐代子「時代が生み出した『青鞥』」米田佐代子・池田恵美子編『『青鞥』を学ぶ人のために』世界思想社1999, p.18.
 - 7) 毛利三彌「世界に及ぶ『人形の家』の現代性」「現代イブセン演劇祭2013」Norway the official site in Japan, 2014.1.8.
 - 8) 茂木ゆり子「女性学か、フェミニズム女性学か」女性学研究所編『現代のエスプリ別冊』『女性学ブックガイド』至文堂1988, p.397.
- *『青鞥』引用文は堀場清子編前掲書に拠った。

(原稿受付2014年1月14日)

洞海湾における造成干潟の地形変化

小島 治幸*・鄒 曙光**

*九州共立大学 総合研究所特別研究員, **武漢科技大学 資源環境工程学院教授 (元九州共立大学工学部講師)

Beach Transformation of the Artificial Tidal Flats in Doukai Bay

Haruyuki KOJIMA and Shuguang YAN

Abstract

Dokai Bay of Kitakyushu City, located in the north eastern part of Fukuoka Prefecture, probably had the most polluted coast in all of Asia at one time, caused by massive land reclamation and high concentrations of toxic substances poured from heavy and chemical industries. This gave Dokai Bay a shameful nickname as the "sea of death". In the late 1960 efforts were made to clean up Dokai Bay, including dredging the toxic sea bottom sediment and wastewater treatment, and the water quality has improved remarkably. However, eutrophication problems, leading to red tides and oxygen depletion, still remain. To solve the problems, creation of artificial tidal flats has been carried out on the top of stone mound in front of the reclamation land. The objectives of this study are to understand transformation of beach configuration and sediment grain size of the artificial tidal flats through beach surveys. Two different beach profiles of the flats are compared.

Key Words: Dokai Bay, artificial tidal flat, beach transformation, sediment transport mechanism, sediment grain size, sand capping

1. はじめに

北九州市の洞海湾は、福岡県北東部に位置し、北九州市若松区・八幡西区・八幡東区・戸畑区に囲まれた湾で、幅約0.3~1km、湾奥方向に約7kmあり、北東部は関門海峡の西口の若松航路に繋がっている(図-1)。洞海湾は、数千年前にその原型がつくられ、東西20km、南北が2kmという非常に細長い形状で水深1.5m~2.0mの遠浅の内湾であった。湾内は藻が繁茂し、湾岸は美しい景観を呈していたと考えられる。洞海湾の埋め立ては、15世紀、農耕のための干拓が

始まりである。20世紀には重化学工業地帯の産業港湾として機能するために埋め立て、浚渫が繰り返されて、図-2¹⁾に示すように、東西に細長い水路のような形となった。航路水深は10m程度に維持され、2万トン級の大型船舶の航行が可能となった。

工業用地としての埋め立てや工場からの排水などにより環境の悪化が進み、1968年には、川崎、名古屋および大阪のようなより大きな工

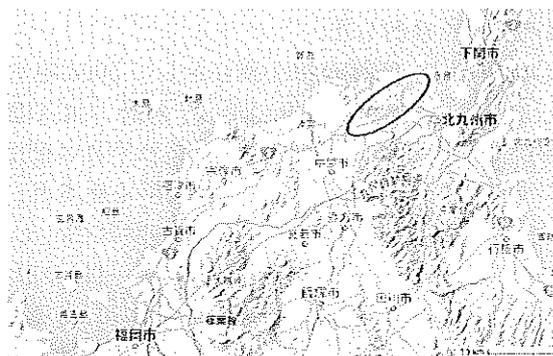


図-1 洞海湾の位置図

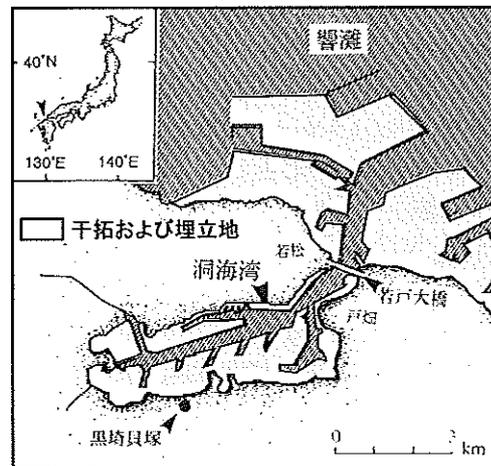


図-2 洞海湾の干拓・埋立による地形変化¹⁾

業都市でも化学的酸素要求量(COD)は約 10mg/L 程度だったが、北九州市では 74.1mg/L に達しており、さらに、シアニド、カドミウム、ヒ素および水銀濃度の合計は日本において最も高かった²⁾。このように、洞海湾は、水質汚濁が著しく進行し、魚影がほとんど認められない「死の海」と呼ばれるに至った。

1960年代後半から市民、企業、行政が一体となり、旧水質2法「公共用水域の水質の保全に関する法律」および「工場排水等の規制に関する法律」に基づく水質浄化対策と浚渫など底質浄化対策が次々と展開された結果、湾内環境は著しく改善され、生産者から高次消費者に至る内湾生態系の諸生物群も多量復帰するまでに回復した³⁾。しかし、富栄養化状態は解消されておらず未だに赤潮・貧酸素水塊の発生がみられる。また、洞海湾周辺では市民が水辺で親しむ空間がほとんどないのが現状である。これらの課題を解決する方法として人工的な擬似干潟を創り、干潟が持つ価値や機能を生かすことが考えられる。造成擬似干潟の可能性を調べるために、北九州市は、平成19年(2007年)3月に若松区の二島地区(図-3の黒の枠線)で、埋め立て地の護岸前面に設けられた捨石上に沿岸距離30m、沖合距離13mの覆砂実験海浜(市実験区と呼ぶ)を施工した(図-4)。また、国土交通省九州整備局は、市実験区からの成果を取り入れて、平成22年(2010年)1月に新たに覆砂実験海浜(国実験区と呼ぶ)を施工した。本研究は、これら覆砂による造成干潟の地形変化と底質の粒度変化について現地調査により明らかにする。

2. 北九州市による覆砂実験

2.1 現地調査の概要と調査方法⁴⁾

(1)海岸測量:測量に用いた基点は1級基準点と街区三角点(図-5)であり、測点は、この2つの基点間にNo.1~No.27の点を2006年12月に設け、市実験区を中心として、No.3~No.13までを10m間隔とし、No.1~No.3とNo.13~No.23を25m間隔、No.23~No.27を50m間隔とした(図-5)。2007年3月の市実験区の施工以降、覆砂海浜とその周囲の測量を、4月から10月までは毎月1回行い、その後、12月および2008年3月に行った。覆砂海浜の変形を正確に調べるためにNo.10とNo.11の間に新たにNo.10.1の測点を設けた。測量は、測点から沖に伸ばした測線



図-3 造成干潟の位置図



図-4 北九州市覆砂実験区の海浜

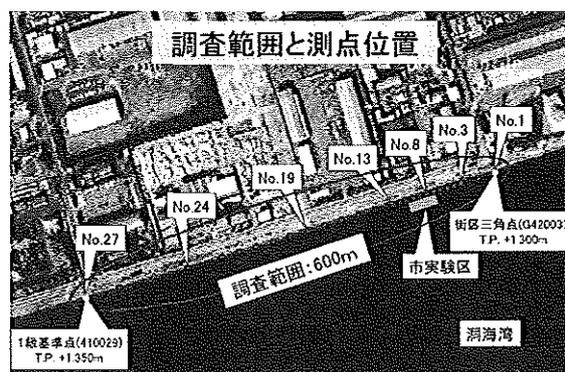


図-5 市実験区と測量測点の位置図

上の海浜勾配変化点で距離と地盤高を計測する方法とトータルステーションを用いて岸沖および沿岸方向に3m~10m間隔で位置と地盤高を計測する2つの方法で行われた。これらの海浜測量データをもとに地盤高変化や土量変化などの海浜変形を検討した。

(2)底質調査:底質の特性調査として2006年12月にNo.1, 3, 8, 13, 19, 24, 27の計7測点(図-5)から沖に伸ばした測線上に、それぞれ3箇所ずつ合計21点の底質を採取し、同年4月、5月、6月、7月、8月、10月、12月には市実験区(No.8, 9, 10, 10.1)とその周辺(No.6, 7, 11, 12)の底質を採取した。これら試料の含水比、密度、粒度を求め比較分析した。それにより覆砂海浜における底質の変化や動きを推定した。

2.2 市実験区の結果と考察⁵⁾

(1) 地形変化

覆砂実験区の施工場所とその周辺の海浜断面を図-6に示す。標高0mの汀線近傍は平均的な断面(太実線)の勾配が1/24であるが、それよりも沖側ではそれが1/12と急になっている。図-7は、既存海浜の等深線図で、図中の灰色の部分で覆砂実験区の施工箇所である。等深線は、凹凸はあるが、T.P.0m近傍ではほぼ平行な等深線となっている。

図-8は、測線 No.8-No.10 における覆砂前(2006年12月)と覆砂直後(2007年4月)の海浜の断面図である。全体で約90m³の覆砂が投入され、沖合距離約9mまでで全体的に地盤高が0.3mほど高くなっている。護岸から約10mのところにある凸の部分は砂が逃げないように囲った石積護岸である。図-9は、市実験区のほぼ真ん中に位置する測線 No.9 の海浜断面の変化を表している。この測線では、地盤高の変化はそれほど大きくなく、最大でも10cm程度の低下にとどまっている。

図-10は、2007年4月と7月、12月および2008年3月の覆砂実験区とその周辺海浜の等深線図である。なお、図中の十字は測量地点を示している。覆砂部分は、地盤が近傍のそれよりも高いことが分かる。時間がたつにつれ、護岸(各図の下側)に近いところで覆砂実験区の外側の地盤が高くなり、覆砂された底質が両側に広がっていく様子がみとれる。

図-11~13は、2007年4月の地盤高を基準にして、各測量時の地盤高との差分を示した図で、上から2007年7月、2007年12月、2008年3月との地盤高差分図である。2007年7月の時点では4月と比べ(図-11)、覆砂海浜全体で地盤高の低下がみられ、護岸近傍の実験区の左右外側に底質が流出している。岸から10m~12mのところは覆砂を囲む石積護岸であるので、そこでの地盤高変化は無視されたい。2007年12月と4月との比較(図-12)では、覆砂海浜において7月からさらに地盤高が低下したところはあまりみられず、測線 No.10.1と11の岸側で堆積がみられた。実験区施工1年後の2008年3月(図-13)においては、覆砂海浜で地盤高の変化が小さくなっている。これは、一度実験区から流出した底質が戻ってきたこと、当初にはみられな

かった貝殻が多量に堆積したこと等が影響したと考える。また、実験区の左右外側で地盤高が

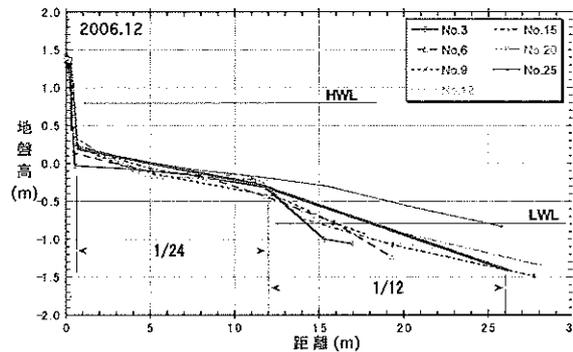


図-6 既存海浜の断面図(2006年12月)

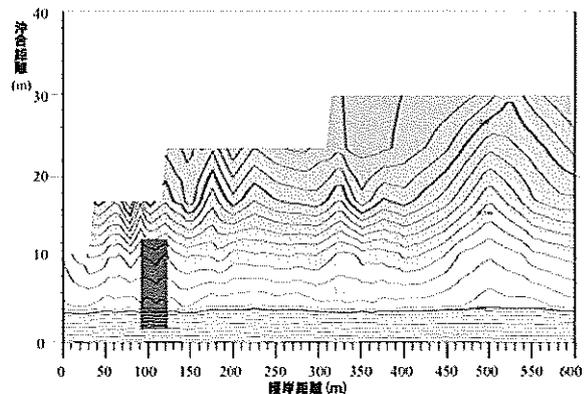


図-7 既存海浜の等深線図(2006年12月)

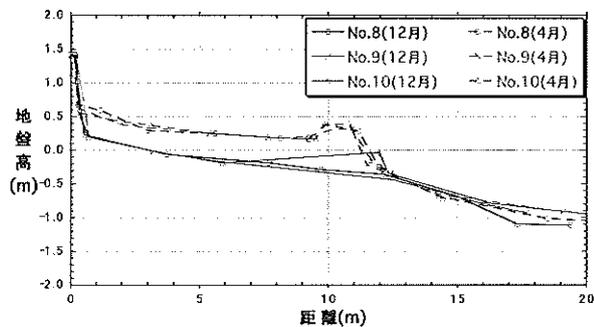


図-8 覆砂施工箇所の施工前後の海浜断面図

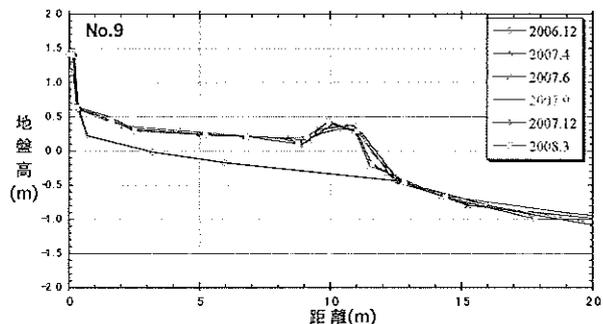


図-9 測線 No.9 の海浜断面の変化

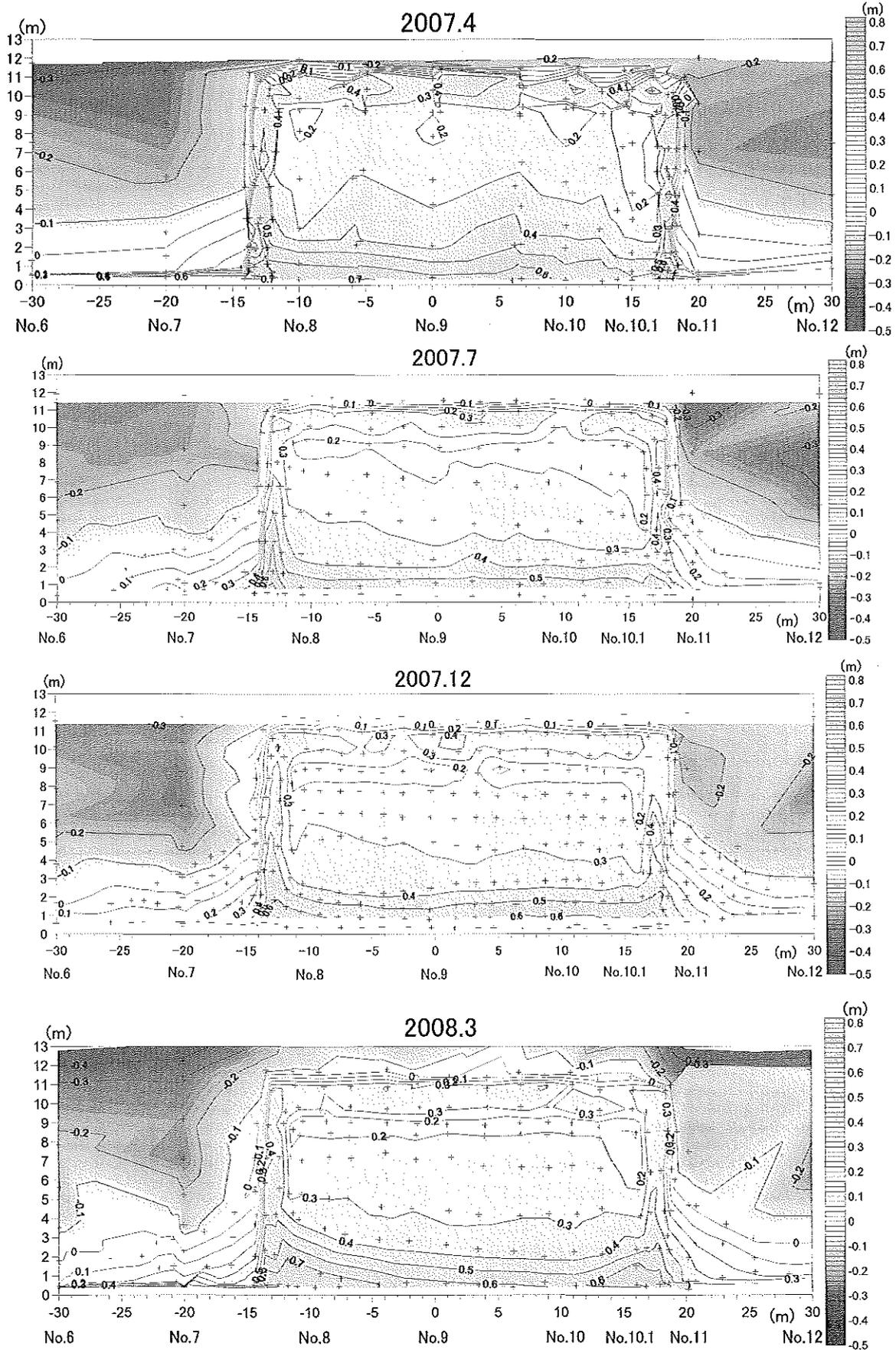


図-10 市実験区とその周辺海浜の等深線図 (2007年4月, 7月, 12月, 2008年3月)

上がっており、特に右側測線 No. 11 付近で顕著な堆積が見られる。

覆砂に用いられた底質が実験区の左右外側に流出する要因は、風波よりも洞海湾の航路を航

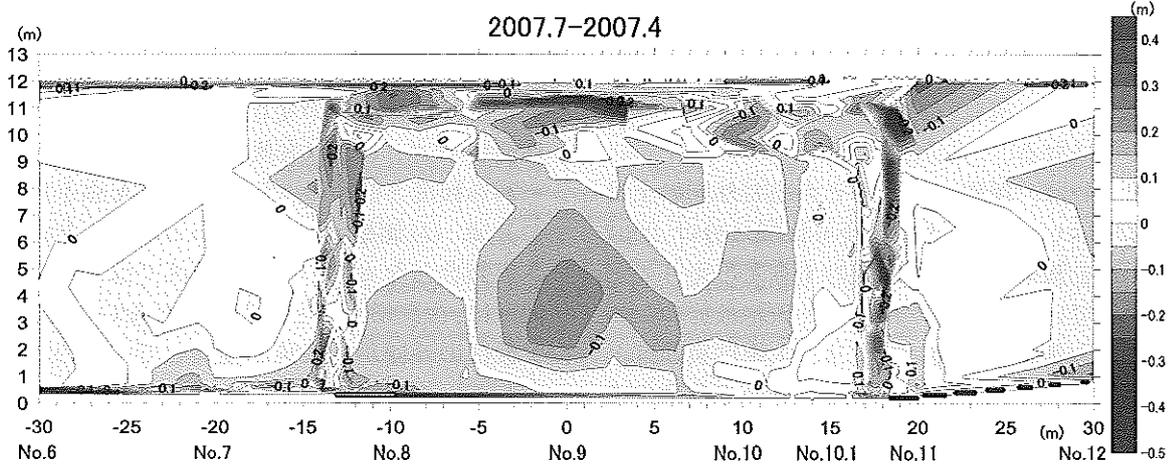


図-11 市実験区とその周辺海浜の地盤高変化 (2007年7月-2007年4月)

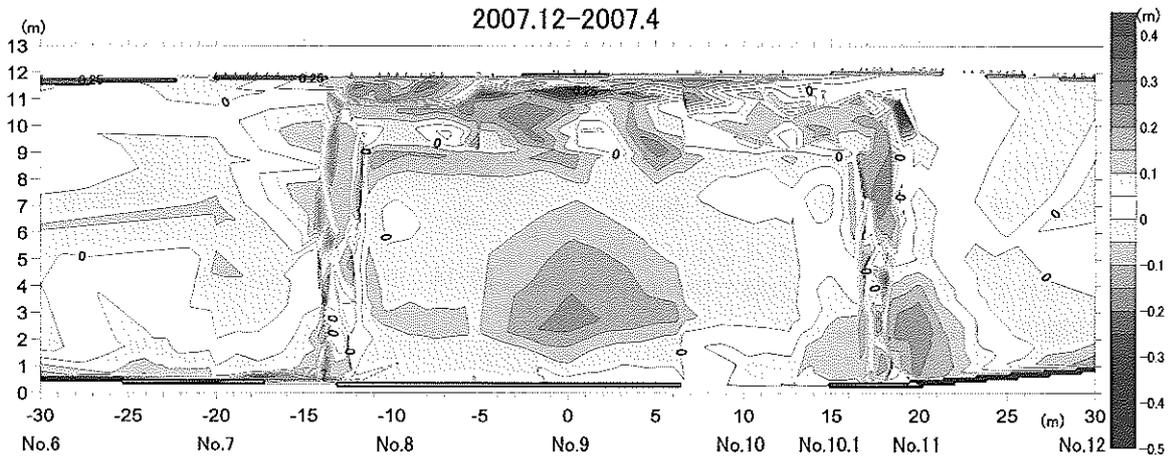


図-12 市実験区とその周辺海浜の地盤高変化 (2007年12月-2007年4月)

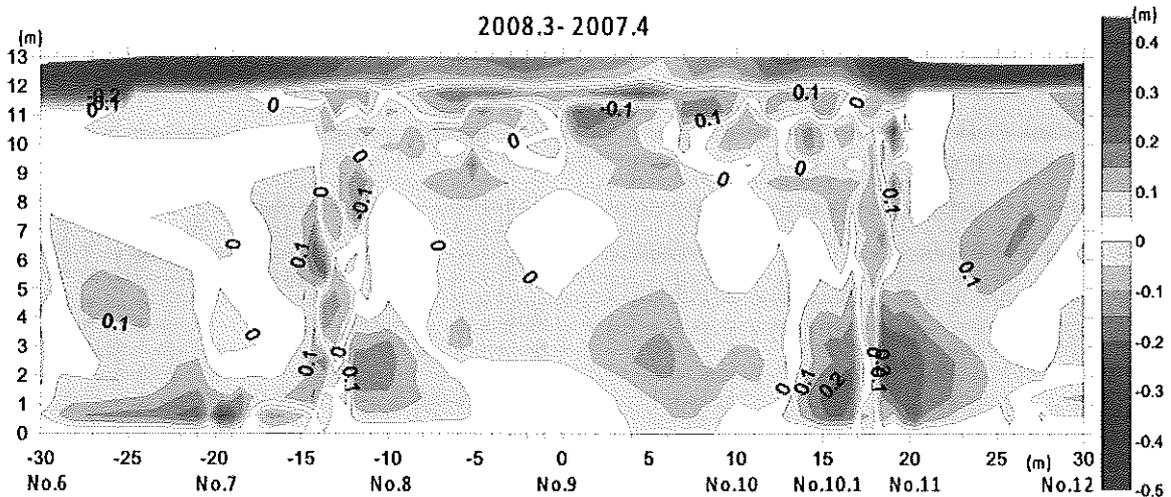


図-13 市実験区とその周辺海浜の地盤高変化 (2008年3月-2007年4月)

行する船舶による航跡波であると考えられる。船舶が湾奥（実験区からみて右手側）に航行する場合は、波峰が左から斜めに入射するので湾奥（右手）方向に流れが生じ、底質もその方向に移動する。湾口（左手側）方向に航行する場合は、逆に、湾口（左手）方向に底質が移動することになる。

図-14 は、覆砂実験区とその左右外側の土量変化を示しており、実験区を6区域に分け、2007年4月を基準として各区域の土量変化を月ごとに示している。実線は実験区、破線はその左右外側の土量変化を表しており、太線は実験区とその外側におけるそれぞれの合計の土量変化である。4月から7月にかけて実験区では全体的に急激に減少（約12m³）しており、特に①、③、④で顕著である。左右外側では逆に急激な増加（約6m³）が起こった。7月以降は、実験区で5m³程度の増減を繰り返して遷移しており、左右外側も同様に増減を繰り返しているが、増減幅は実験区と比べ小さい。2007年4月から2008年3月の1年間で実験区から約5.4m³の土量が減少し、流出した底質は上述したように、すぐ外側と石積み護岸付近に堆積している。新たな貝殻の堆積や測量誤差などのため月ごとに土量の収支は取れていないが、7月以降で平均的にみると実験区における約8m³の減少と外側におけるほぼ同量の増加が起こり、ほぼ収支が取れている。すなわち、この結果は、覆砂実験区から底質が沖側に流出していないことを示唆している。

(2) 底質粒度の変化

図-15 は、覆砂実験区（測線 No. 8, 9, 10, 10.1）とその左右外側（測線 No. 6, 7, 11, 12）における護岸直前のA点、海浜の中央（護岸から5.3m）のB点、沖側（護岸から9.2m）のC点の底質中央粒径の平均値を月ごとに表した図である。実線が覆砂実験区、破線がその外側の底質中央粒径を表している。覆砂実験区においては2007年5月以降、A点の中央粒径は0.5mm以下とB点、C点よりも若干小さくなっている。これは、風で飛ばされた粒径の小さい砂が護岸前面に堆積しているためと考えられる。中央のB点、沖側のC点では中央粒径が4月以降ほとんど変化しておらず、外側から粘土・シルトが覆砂実験区に入り込んでいないことを示している。覆砂実験区外側のA点は覆砂した砂

が外側へ流出した影響により5月以降粒径が小さくなっており、覆砂の中央粒径に近づいてきている。B点、C点では中央粒径は0.2mm前後で、特に7月以降は変化があまり見られない。図-16 は、同様に、シルト以下の底質の質量割合を示した含泥率の変化を示している。実験区外側のB点、C点（右側縦軸）の含泥率が25%～35%程度と高いのに比べ、外側A点と実験区の3点（左側縦軸）とも0.5%以下と非常に小さい割合となっている。実験区では、中央粒径同様に、含泥率もほとんど変化がないことから、実験区の外側から底質が流入していないことを示している。

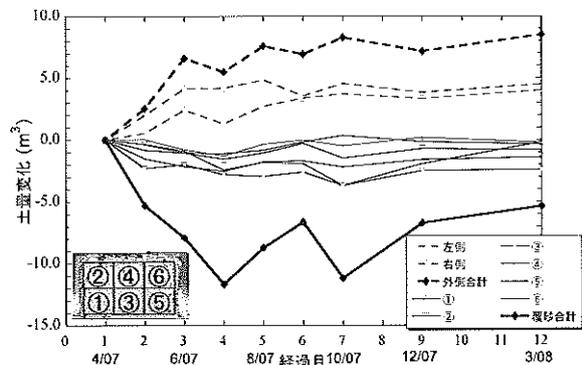


図-14 市実験区と左右外側の土量変化

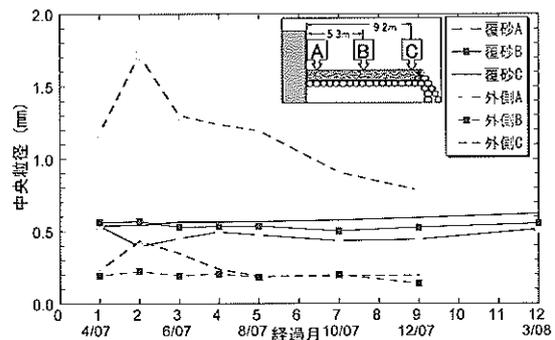


図-15 市実験区と左右外側の中央粒径

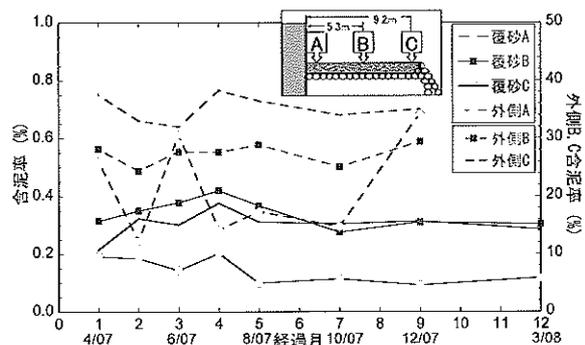


図-16 市実験区と左右外側の含泥率

3. 国による覆砂実験

3.1 覆砂実験施設と現地調査の概要

(1) 覆砂実験施設の概要⁶⁾

国による覆砂実験施設は、平成 22 年 (2010 年) 1 月に施工され、市により造成された覆砂実験施設の地盤高が高かったために生物相が貧弱である可能性が高いことから、図-17 に示すように、より沖合へ展開させ L.W.L 以深を含めた多様な水深帯を有する構造とした。その施設は、沿岸方向に約 30m、岸沖方向にも約 30m で約 0.35m 厚の覆砂が施され、沖の先端部に土留め堤が設置されている。平面的には、図-18 に示されるように、市実験区の端から湾奥側に約 50m 離れたところから幅 30m の覆砂が行われ、その土量は約 315m³ である。図-19 に覆砂施工終了時点の写真を示している。

(2) 現地調査の概要⁶⁾

現地調査は、図-18 に示されている 10m ピッチの測線上でレベル測量を行い、地盤高を計測した。測量は、国実験区施工 5 ヶ月後の平成 22 年 7 月から約 2 ヶ月ごとに平成 24 年 11 月 (2 年 9 ヶ月後) まで 15 回実施された。また、図-18 に●で示した地点で底質の採取を行い、底質粒度組成と中央粒径を求めた。採取測点は、国

実験区において陸側から沖に向け Stn. 1, Stn. 2, Stn. 3 とし、対象区において Stn. 4, Stn. 5, Stn. 6 としている。なお、市実験区の中央地点 (Stn. 0) においても底質の採取を行っている。

3.2 国実験区の結果と考察⁷⁾

(1) 地形変化

図-20 は、造成時の MWL (DL+0.8m) と接する点を初期汀線と定義し、時間経過による汀線位置の変化を初期汀線位置からの出入量で示したもので、初期汀線位置より前進すれば (+)、後退すれば (-) で表記している。造成時からの出入量は、国実験区内ではすべての測点、時期において後退しており、これまでで最大 9.2m



図-19 国の覆砂実験海浜

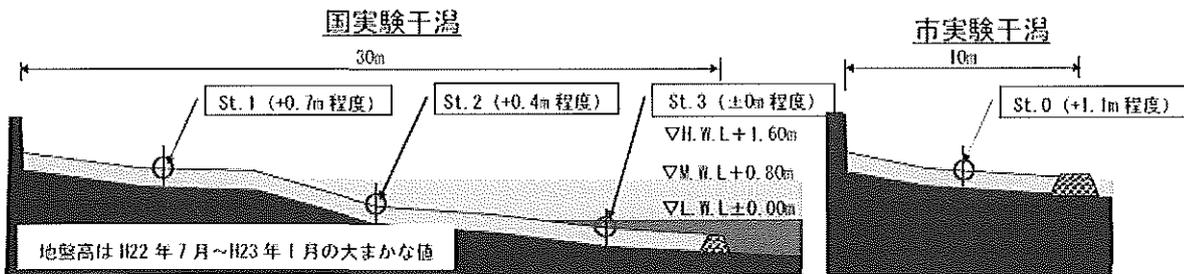


図-17 国による覆砂実験施設の断面図

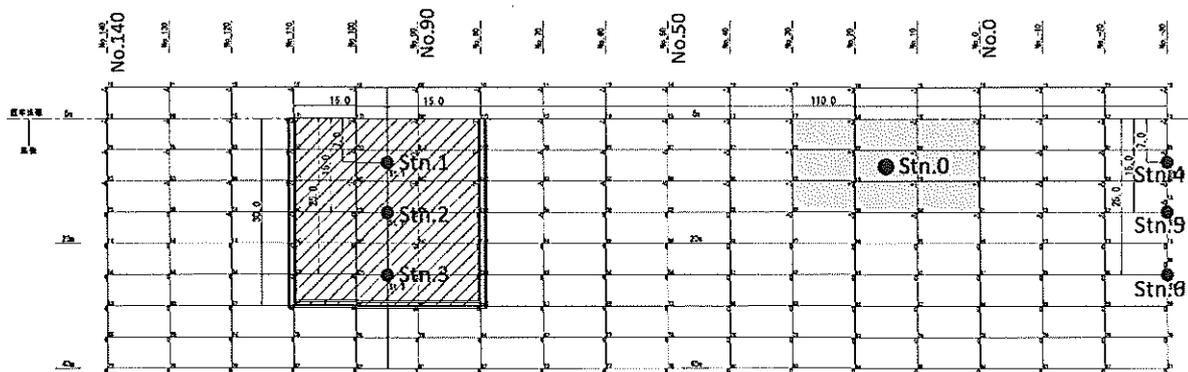


図-18 国実験区 (斜線部) と市実験区 (灰色部) および測線の位置図

(No. 100の2年7ヶ月後)後退した。また、国実験区外では、実験区から流出した砂が堆積し、汀線が前進している箇所が多く、市実験区からの流出砂の影響も考えられるが、これまでで最大 6.6m (No. 30+1.6mの1年後)前進した。

図-21 は、国実験区から流出した砂と現地盤(捨石マウンド)との境界線を示したもので、砂の流出範囲の変化を示している。国実験区外への砂の流出は、造成5ヶ月後(H22年7月)のモニタリング開始時点(灰色の点線)から確認されているが、例えば国実験区外の湾奥側(左側)の流出状況を見ると、造成1年9ヶ月後(緑色の実線)までは流出範囲が拡大しているが、1年11ヶ月後(うす紫色の実線)に縮小し、また2年3ヶ月後(橙色の実線)以降は拡大している。このように、時間経過により流出範囲が必ずしもどんどん拡大しているわけではなく、時期により拡大したり縮小したりする結果となった。

図-22 は、測線 No. 90 の断面図を示したもので、黒い実線が現地盤、黄土色の点線が造成時の干潟断面を示している。護岸からの距離が0m~14m付近までは、造成後の侵食による変化が顕著になっているが、14m付近より沖側では比較的变化が少なくなっている。また、侵食はまだ進行中で、護岸からの距離が3m~10m間付近では、2年9ヶ月後(H24.11)のうす緑色実線と黒色の現地盤線とがほぼ一致している。この結果は、市実験区における断面変化と異なる結果となっている。これは、市実験区では現地盤より0.7m高い天端(T.P.+0.3m)を持つ土留

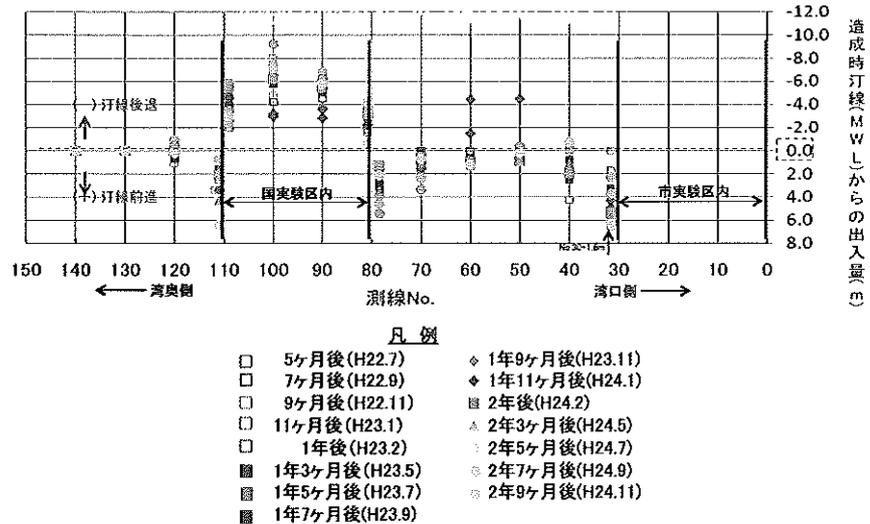


図-20 覆砂実験区と左右外側における汀線位置の変化

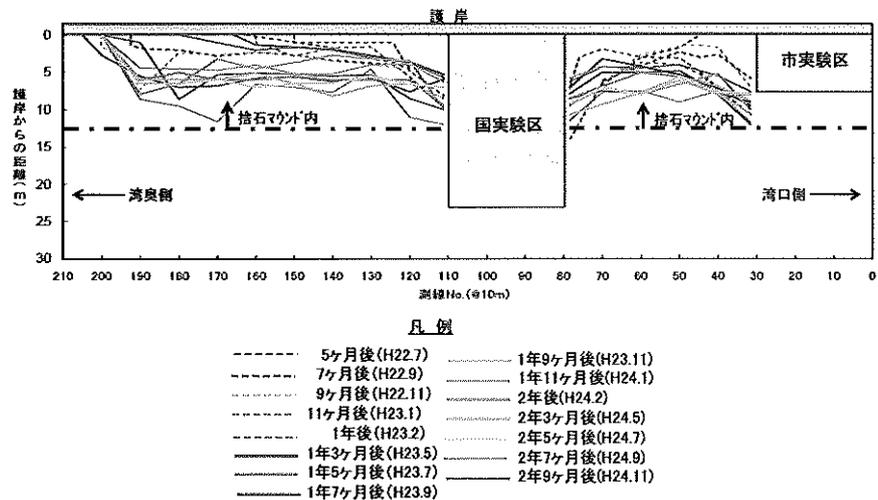


図-21 覆砂実験区外における流出砂と現地盤との境界線の変化

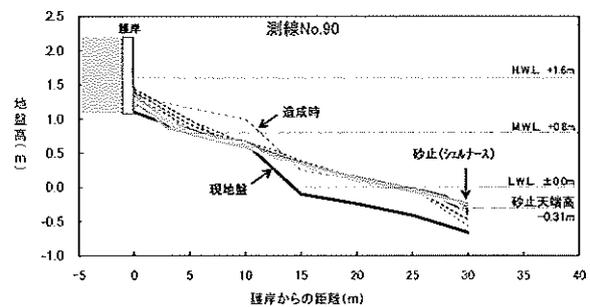


図-22 測線 No. 90 の海浜断面の変化

め堤が設置されているため、波の作用の低減効果があったことが要因として考えられる。

図-23 は、国実験区とその両端外側における土砂量を流出先別に区分して示している。この流出先の区分は、下の説明図のとおり、国実験

区外汀線方向の湾奥側と湾口側で区分しており、図中ではそれぞれ黄土色、緑色で示している。また、残りについては、測量範囲外に流出したものと推測され、不明な流出砂量とし赤色で示している。造成から1年後までは、測量結果から算出した国実験区内からの流出砂量と国実験区外の汀線両側の砂量がほぼ一致しているのですが、国実験区から流出した砂はほぼ実験区外の汀線両側近辺に留まっていると推測される。しかし、1年3ヶ月後以降は、汀線両側の土砂量だけでは収支があわないため、流出先を特定することは出来ないが、測量範囲外に流出したと推測され、土留め堤の沖側に流出した可能性がある。この不明な流出土砂量の割合は、2年9ヶ月後時点で、16%である。

(2) 底質粒度の変化

図-24 は、国実験区と対照区における粒度組成の経時的な変化を表している。国実験区（左図）では、全体的に砂質であり、シルト・粘土分の量は少ないが、徐々に増加している。沖側（Stn. 2, 3）に比べ、岸側の地点（Stn. 1）でこの傾向が高

い。一方、対照区（右図）では、シルト質が30~80%程度を占めており、若干の変動はあるものの概ね横ばいで推移している。

図-25 は、国の覆砂実験区（Stn. 1, Stn. 2, Stn. 3）と対照区（Stn. 4, Stn. 5, Stn. 6）における底質の中央粒径の経年変化を示している。覆砂実験区においては、一番沖側の Stn. 3 で2010年5月の時点で中央粒径が0.4mmと他の2測点と比べると小さくなっているが、その後時間が経過するにつれ、Stn. 1 と 2 の粒径も小さくなり、0.3mm 近辺で均一化している。対照区では、沖側の Stn. 6 から Stn. 5, 4 と順に粒径が大きくなっており、岸側の Stn. 4 で変化の激しい

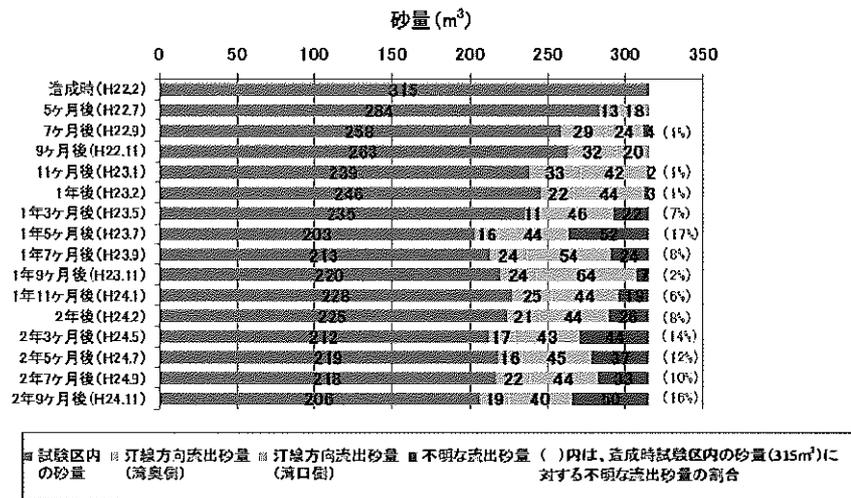


図-23 国実験区とその周辺における土砂量の変化

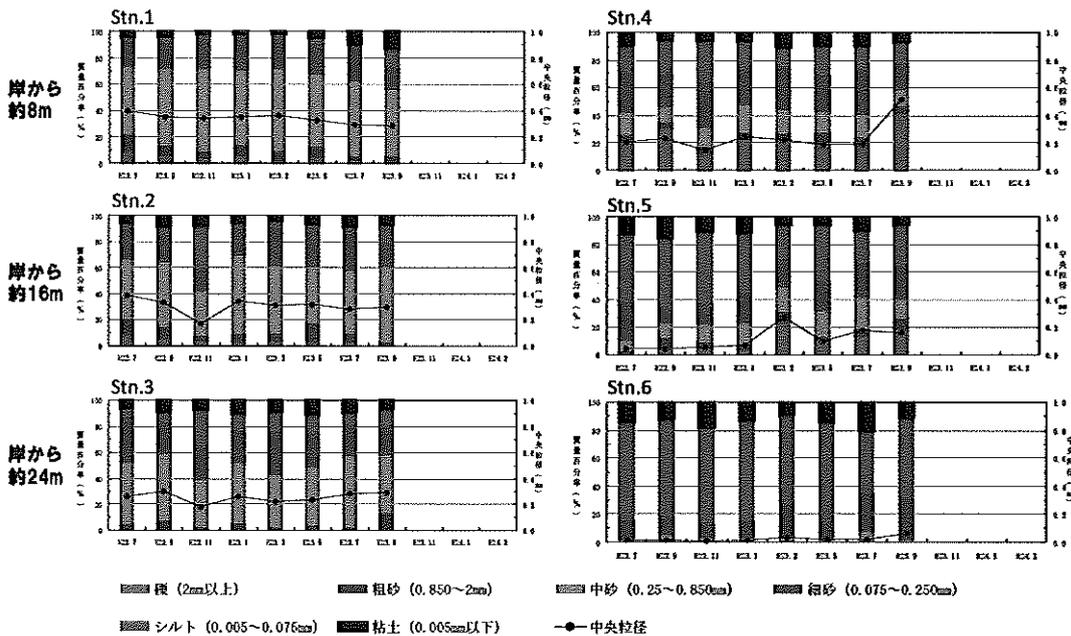


図-24 国実験区と対照区の粒度組成の変化

傾向がみられる。

4. まとめ

洞海湾における人工的な干潟創造のために北九州市と国土交通省九州地方整備局で実施された覆砂による造成干潟の地形変化と底質粒度変化に関して以下のことを明らかにした。

(1) 市実験区において、2007年4月から7月までの3ヶ月間で約12m³の侵食がみられ、覆砂の約13%が区外に流出した。この侵食土砂の半分程度は、護岸に近い実験区左右外側に堆積した。2007年7月以降は、実験区において堆積と侵食を繰り返し、2008年3月までの平均的な変化量は約8m³の侵食となり、実験区外側に流出した土砂量とほぼ等しくなった。これは、実験区から底質が沖側に流出していないことを示唆している。護岸に近い実験区左右外側に覆砂が流出する要因は、洞海湾を航行する船舶による航跡波が主であると考えられる。

(2) 底質調査によると、市覆砂実験区における4月以降の中央粒径および含泥率がほとんど変化していないことから、造成後1年経過した時点では周辺の粘土・シルトが覆砂実験区に入り込んでいない。

(3) 国実験区内においては、汀線が後退（最大時9.2m後退）しており、国実験区外で、流出した砂の堆積により汀線が前進し、最大6.6m前進している箇所がある。海浜断面は、護岸から14m程度まで侵食による変化が顕著で、その先の変化は比較的少ない。この侵食は、市実験区ではみられなかった特徴で、土留め堤の天端高の差異が影響したと考える。実験区外への流出土砂量は増加傾向で、造成後1年7ヶ月で約3割の砂が区外へ流出している。また、砂の流出先は造成後1年までは国実験区外の汀線両側近辺に留まっていたと推定されるが、1年3ヶ月後以降はそれ以外の箇所にも流出したと推測される。

(4) 国実験区の底質における粘土・シルト分の割合が若干増加する傾向にあること、中央粒径も減少がみられることから、実験区周辺の粘土・シルトが実験区の海浜に入り込んだ可能性がある。

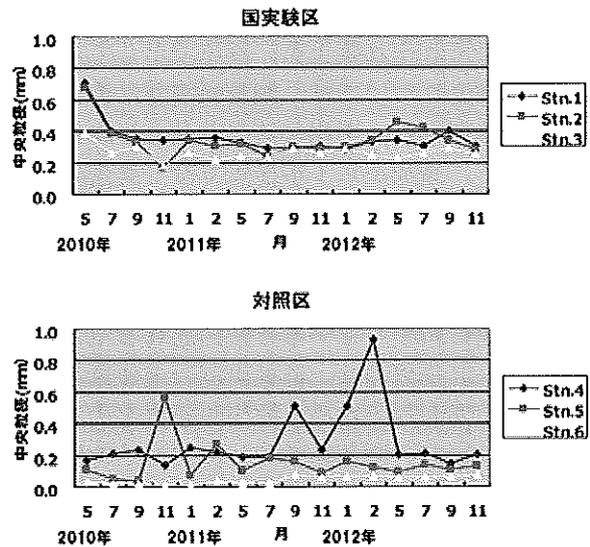


図-25 国実験区と対照区の中央粒径の変化

参考文献

- 1) 山田真知子, 田中和彦, 吉川ひろこ: 洞海湾における水環境の現状と生態学的環境修復, 全国環境研究会誌, Vol. 2, No. 2, pp. 95-101, 2004.
- 2) 北九州市: 北九州市環境政策ハンドブック, <http://pub.iges.or.jp/contents/76/jap/story/story12.htm>, 2013.
- 3) (社) 海外環境協力センター: 水環境保全技術研修マニュアル: 総論, pp. 225, 2008.
- 4) 北九州市港湾局: 平成19年度第2回洞海湾環境修復検討会資料, 2007.
- 5) 北九州市港湾局: 平成20年度第3回洞海湾環境修復検討会資料, 2008.
- 6) 国土交通省九州地方整備局北九州港湾・空港整備事務所: 第1回北九州港(洞海地区)環境修復検討委員会資料, 2009.
- 7) 国土交通省九州地方整備局北九州港湾・空港整備事務所: 第4回北九州港(洞海地区)環境修復検討委員会資料, 2013.

(原稿受付 2014年1月)

自然エネルギーを用いたモビールの教材への応用

山口 静夫, 宮入 嘉夫
九州共立大学総合研究所

An Application for a Teaching Material as the Mobile Using a Natural Energy

Shizuo YAMAGUCHI and Yoshio MIYAIRI

Abstract

Recently, global warming caused by burning of fossil fuel have been attributed to unusual weather conditions in the world. The solar power and the wind power have been interested in renewable energies such as an inexhaustible clean energy. The mobile is made with delicately balanced or suspended components which move in response to air currents. This paper proposes a teaching material as the auto-mobile operating on the propeller installed in DC motor driven by the solar cell suitable to address schoolchildren's. As a result, the auto-mobile C with two systems is operated on motion with great interest when the arms rotated 12-40 turn/min at intensity of illumination with about 80,000 lx of solar rays.

Keywords: Mobile, Air currents, Solar cell, Propeller, DC motor

1. はじめに

近年,世界的な電気エネルギーの不足に対して代表的な自然エネルギーである太陽光や風力などの再生可能エネルギーが再認識され,太陽電池や風車などの利用法に関心が集まっている¹⁾.

本研究では,小~中学生とその保護者を対象にして,自然エネルギーによる発電とその応用に慣れ親しむという観点から,左右のバランスをとり風などの空気の流れにより独特の動きをするモビルに注目した.具体的には,モビルに太陽電池を取り付け,これによって発電した電気によりDCモータに取り付けたプロペラを回転させる.これにより各アームを回転させてモビル全体を動かし,風がなくとも太陽光によって興味深い動きをするオートモビルについて述べる.

2. オートモビールの概要

一般的にモビルとは,1931年頃にアメリカの抽象派彫刻家のアレクサンダー・カルダー(Alexander Calder)が創始した動く抽象彫刻作品もしくは抽象芸術作品と呼ばれた現代美術の様式であるが²⁾,北欧ではそれより以前から,室内の装飾品の吊るし飾りとして普及していたようである.具体的にモビルとは,槌子の原理を用い

て種々の形状物を天秤のように組み合わせ,室内や屋外の空気の流れやその変化に対応してお互い微妙にバランスをとりながら独特な動きを表現するものといえる.モビールの設置形式としては,床置き式(Standing-mobile)と天井など上からの吊り下げ式(Hanging-mobile)に分類されている.

本研究では,従来からの空気の流れや風をはじめとするモビールの動作を基礎とし,これに太陽光の強度に基づくプロペラによる推進動作を複合させる形式の3種類のオートモビルA~Cについて以下に紹介する.

2.1 オートモビルA

はじめに,床置き式のオートモビルAの外観をFig.1に示す.これから①太陽光を外形が62mm×66mmで定格が1.5V,0.25Aの②太陽電池に照射して発生する電圧で③DCモータ(ソーラーモータ,定格1.5-3V)を回し,その2φのシャフトに取り付けた回転径76φの④3枚プロペラを回転させる.その結果,飛行機のように前方への推進力を得て⑤支点を中心にして両端の長さが160mmで幅と厚さが16mm×0.5mmからなるアルミ板の⑥アームを上から見て⑦時計方向に回転させている.なお⑥アームは,280ml容量のペットボトルのキャップの上に3φのタッピン

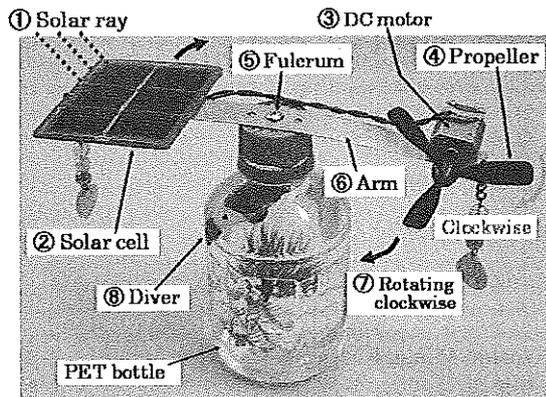


Fig.1 General view of the auto-mobile A with a pair of a solar cell and a propeller mounted to DC motor

グビスで⑤支点としてマウントし、その中には水と⑧浮沈子が入れている。ここで、水はペットボトルの転倒防止の重石とし、水の中の⑧浮沈子は子どもたちの気圧の変化に対する科学的現象への興味の啓発や視覚的に関心を持っていただくという観点から一例として用いている。

次に、アームが滑らかに回転するということに対して、そのサイズや材質について検討する。

アームの長さにおいて、これを長くするとアームの回転速度が遅くなるが回転力であるトルクは増大することになる。このことは、太陽電池の低い出力電圧で駆動する DC モータに取り付けられたプロペラで得られる推進力は通常小さいので、回転の起動時において有利に働くことになる。

しかしながら長くするとアームの回転径が大きくなり、回転時の安定性が失われるとともに子どもたちへの接触事故等に配慮が必要となる。

アームの幅においては、これを狭くしてペットボトルのキャップとの回転時の接触面積を減少させると滑らかに回転する。しかしこれに相反してアームの上には、太陽電池や DC モータが安定してマウントできるように考慮すると、ある程度の幅が必要となる。この幅は実験的に定めている。

アームのバランスにおいて、太陽電池と DC モータのアーム上の配置について検討する。はじめにアームの左側もしくは右側の任意の位置に太陽電池の中心を両面テープで取り付け、次にその反対側のアームの端に DC モータを両面テープで取り付ける。この際、アームの支点を中心にしてアーム上の左右のバランスがとれるように、DC モータの位置を左右に移動してお互いがバランスするようにマウントしている。

アームの材質においては、回転する際のキャッ

プとの接触摩擦を少なくして加工しやすい材料として薄板のアルミニウムが適している。

アームの支持体として今回はペットボトルを再利用したが、身の回りにあるもので安定感があり視覚的にも印象的なものが望まれる。

2.2 オートモビル B

床置き式のオートモビル B の外観を Fig.2 に示す³⁾。これからオートモビル A に比べて、上段側のシステム 1 と下段側のシステム 2 の 2 段階となっているので、システム 1, 2 が独立して同時に動作すると興味深い振る舞いが期待できる。

(1) システム 1

図の中に示す上段側のシステム 1 は、先に述べたオートモビル A に比べて⑤アーム 1 のサイズを大きくし、両端の長さや幅をそれぞれ 240mm×18mm と長くして、厚さは同様に 0.5mm としている。さらに③ 3 枚プロペラ 1 の回転径を 76~88φ と大きくして⑤アーム 1 の推進力を増加させている。使用した①太陽電池 1 と②DC モータ 1 はオートモビル A と同様の定格のものを用いた。アーム 1 の左右のバランスの取り方としては、図から見てアーム 1 の左側の下にシステム 2 が取り付けられていることから、左側のアームがより重たくなる。そのために左側に取り付ける①太陽電池 1 は、図に示すようにキャップの④支点 1 の近くにマウントする。次に⑤アーム 1 の右側には風鈴や任意の形状で構成されたモビールなどを吊り下げる。ここでシステム 1 の全体的なバランスは、⑤アーム 1 上の③プロペラ 1 を取り付け②DC モータ 1 の位置を左右に移動して、左右のバランスを確認しながら容易に行える。

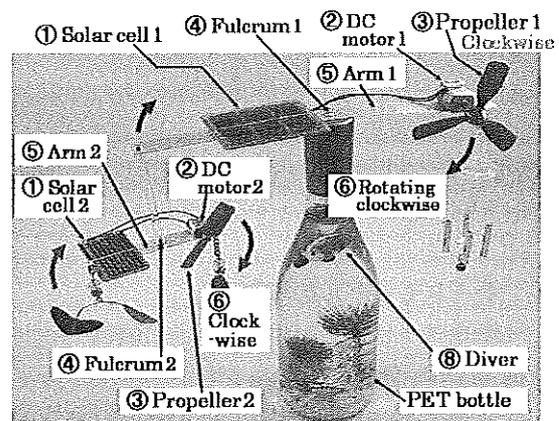


Fig.2 General view of the auto-mobile B with two pairs of a solar cell and a propeller mounted to DC motor

(2) システム 2

下段側のシステム 2 においては、外形が 60mm

×32mm で定格が 0.5V, 0.3A の①太陽電池 2 と定格 0.5V の②DC モータ 2 を用いて回転径 58φ の③2枚プロペラ 2 を時計方向に回している。その結果、オートモビル A と同様に④支点 2 を中心に、⑤アーム 2 を上から見て⑥時計方向に回転させている。⑤アーム 2 の左右のバランスの取り方は、システム 1 の⑤アーム 1 の場合と同様といえる。システム 1 の⑤アーム 1 とシステム 2 の⑤アーム 2 の④支点 2 の接続には、4φ×80mm のアクリル丸棒を用いて④支点 2 が自由に回転できるようにしている。

アームの支持体としては、ワイン等に使用されている高さ 287mm 程度の 750ml のペットボトルを再利用している。さらにその中には、オートモビル A と同様に水と⑧浮沈子を入れてある。

2.3 オートモビル C

吊り下げ式のオートモビル C の外観を Fig.3 に示す⁴⁾。この構成法はオートモビル B と同様に、上段側と下段側のシステム 1～2 の 2 段式となっているがアームの長さをより長くし、その左右に種々の形状を持つモビールを多く設けて全体のバランスを複雑化している。

(1) システム 1

図から上段側のシステム 1 において、⑥アーム 1 は 1mm 厚のアルミ板からなり、長さは 380mm、幅が 10mm となっており、その中心の⑤支点 1 を①針金や糸などで上から吊るようになっている。ここで、④3枚プロペラ 1 の回転径を 66～76φとしている。使用した②太陽電池 1 と③DC モータ 1 はオートモビル A～B と同様の定格のものを用いた。⑥アーム 1 の左右のバランスの取り方は、オートモビル B のシステム 1 の場合とほ

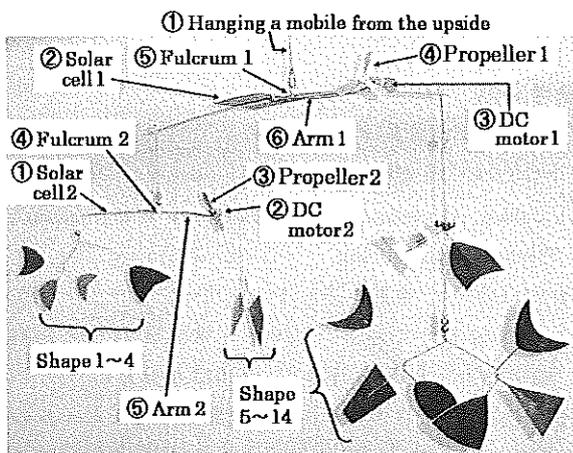


Fig.3 General view of the auto-mobile C with two pairs of a solar cell and a propeller mounted to DC motor using the hanging type

ぼ同様といえる。しかしながら、モビールが複雑になるに従い重くなり左右のバランスが取りにくいので、吊り下げているモビールの形状やその大きさを左右で変えるなど対応する必要がある。図の中で、⑥アーム 1 の③DC モータ 1 をマウントしている右側に吊り下げているモビールの数を増やし、その形状(Shape7~14)を大きくしている。

(2) システム 2

下段側のシステム 2 において、⑤アーム 2 の長さは 200mm、幅が 8mm となっている。使用した①太陽電池 2 と②DC モータ 2 はオートモビル B と同様の定格のものを用いている。ここで③2枚プロペラ 2 の回転径を 56φとしている。⑤アーム 2 の左右のバランスの取り方は、オートモビル B のシステム 2 の場合とほぼ同様といえるが、モビールの数が異なる場合にはその形状(Shape1~6)の大きさ等検討する必要がある。

吊り下げ式のアームを支持する⑤支点 1 と④支点 2 としては、⑥アーム 1 と⑤アーム 2 が自由に回転できる構造にしてある。

3. オートモビールの動作

本研究で試作したオートモビル A～C において、快晴時の太陽光と 100W のレフランプ光を照射したときの動作について以下に述べる。

3.1 オートモビル A

照度が快晴時で最大に近い 10 万ルクス程度の太陽光をオートモビル A に照射したときの動作風景を Fig.4 に示す。これから 3 枚プロペラが勢いよく回り、アームが上から見て時計方向に回転している状態を示している。この回転速度をストップウォッチで測定したところ、96 回/min 程度と速かった。次ぎに室内で AC100V, 100W のレフランプ光をオートモビル A に間隔 160mm の

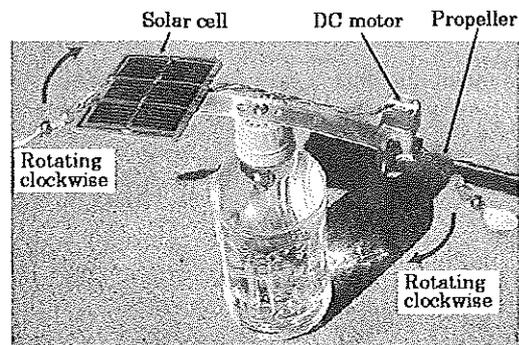


Fig.4 A view of operating as an auto-mobile A

9,300ルクス程度を照射したところ、23回/min程度のゆっくりではあるが滑らかな回転が得られた。その結果、小学生低～中学年向けの工作テーマとして、太陽電池とDCモータの接続をハンダ付けでなく接続端子などで行うことにより利用可能と思われる。

3.2 オートモビル B

Fig.5 は、太陽光の照射条件がオートモビル A と同じにしたときのオートモビル B の動作風景であり、アーム 1, 2 はいずれも時計方向に回転している。これからアーム 1 の回転速度は 48 回/min, アーム 2 の回転速度は 60 回/min 程度となった。さらに 100W のレフランプ光をシステム 1 に 21,500 ルクス程度を照射したところ 20 回/min, システム 2 に 11,500 ルクス程度を照射したところ 24 回/min 程度となった。今回は太陽光の強度が大きいので回転速度が速いが、レフランプ光の強度を調節することにより適切な速度の特性を得ることができる。これから工作テーマとしては、内容的に小学生高学年を対象としている。

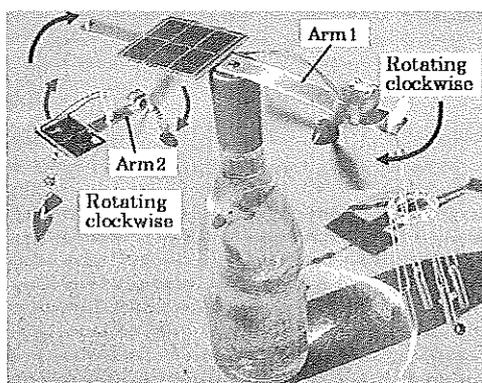


Fig.5 A view of operating as an auto-mobile B

3.3 オートモビル C

Fig.6 は、8 万ルクス程度の太陽光をオートモビル C に照射したときの動作風景であり、アーム 1, 2 はいずれも上から見て時計方向に回転している。このとき少し風の影響を受けたがアーム 1 の回転速度は 12 回/min, アーム 2 の回転速度は 40 回/min 程度となった。さらに 100W のレフランプ光をシステム 1 に 14,500 ルクス程度を照射したところ 16.5 回/min, システム 2 に 12,000 ルクス程度を照射したところ 25 回/min 程度となった。

工作时には、レフランプ光の照度を調節して適切な回転速度の特性を得ることができる。これから工作テーマとしては、内容的に小学生高学年～中学生を対象としている。オートモビル C の

動作には、設置場所によって ①太陽光, ②風および ③太陽光と風でそれぞれ動かすなど独特の動きが観測できる。設置場所としては、家の室内や軒下および風が弱いときの屋外が考えられる。

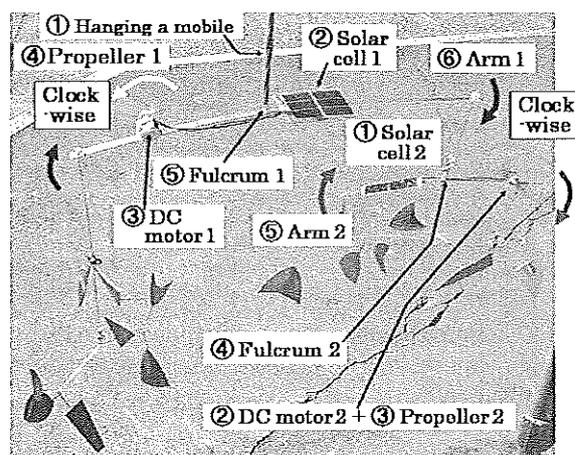


Fig.6 A view of operating as an auto-mobile C using the hanging type

4. まとめ

本研究では自然エネルギーの理解を目的として、従来のモビールに工学的なセンスを加えた「オートモビル」を小学生～中学生を対象に工作テーマとして提案し、その予備実験を行った。

その結果、以下の内容が得られた。

- (1) オートモビル A は、太陽光と風力を利用した入門の工作テーマで、ハンダ付けでなく接続端子の使用により小学生低学年向きといえる。
- (2) オートモビル B は、上記 A の 2 段階となりより複雑かつ全体的なバランス感覚が養えるので、小学生中～高学年向きといえる。
- (3) オートモビル C は、吊り下げ式で構成され種々の形状の作成や微妙なバランスを持たせる等、相当複雑になるので中学生向きといえる。

参考文献

- 1) 経済産業省資源エネルギー庁: "再生可能エネルギーについて" (2011 年 12 月).
- 2) Calder, Alexander: "An Autobiography With Pictures", Pantheon Books (1966).
- 3) 山口静夫: "自然エネルギーを用いたソーラープロペラの教材への応用", 2013 年秋季第 74 回応用物理学会学術講演会, 17a-P2-4 (2013 年 9 月).
- 4) 山口静夫: "自然エネルギーで動作するモビールの教材への応用", 2014 年春季第 61 回応用物理学会学術講演会, 発表予定 (2014 年 3 月).

(原稿受付 2014 年 1 月)

将来を見据えたエネルギーの取り組み

宮入 嘉夫 , 山口 静夫
九州共立大学総合研究所

Proposal for Realizing Renewable Energy Society

Yoshio MIYAIRI and Shizuo YAMAGUCHI

Abstract

Nowadays, a large quantity of fossil fuel such as oil, coal, natural gas is used mainly. Because fossil fuel is limited resources buried on the earth, We clarified these fuels would be used exhaustively in around 100 years. We preached the need of a premeditated and steady action toward production of the renewable energy. It was estimated the energy efficiency of electric vehicle and the fuel cell vehicle and showed former superiority. Because electricity production predominates in the future renewable energy society, electricity storage devices (batteries) and electric vehicles will become the leading role and proposed that the hydrogen-use-devices (including hydrogen stations, fuel cell vehicles) should be vice-position.

Key words: Renewable Energy, Fuel Cell Vehicle, Battery Vehicle, Hydrogen Society

1. まえがき

18世紀の後半にイギリスから始まった産業革命は瞬く間に世界に広がり、100万年前の原始人の生活の延長であった人間と家畜のエネルギー中心の社会の様相がこの250年余りの間に一変した。

石炭、石油等の化石燃料やウラン燃料などの地球に賦存するエネルギー資源を大量に使用して、動力や電力を生み出すことにより、我々現代人は高度な文化生活をたっぷりと享受している。生活と切り離せなくなった自動車、身近になった航空機の利用、快適な家庭生活は、地球に賦存するエネルギーなしには全く成り立たないところまで来てしまった。

このようにエネルギーを活用して高度な文化生活を築き上げ、今なお急速に進歩させている人類の叡知に対し、一人間として驚きを隠せないばかりか敬意を表したい。

しかし、我々の生活に不可欠となってしまった地球埋蔵資源を今のように使用し続けることは誰が考えても不可能である。100年、長くても数百年であろう。無限ともいえる太陽またはそれに起因するエネルギー(太陽光、太陽熱、風力、潮力、バイオマスなど)に依存する形態にシフトしソフトランディングして行かないと、人間社会の存続は非常に危ういと言わざるを得ない。

本稿では、まず地球に賦存するエネルギー資源量のおさらいをして、これらの資源に依存し続けることがいかに危ういかを確認する。そして、将来の太陽エネルギー利用社会への繋ぎ役を果たさなければならない現在において、政界・産業界が連携して今取り組んでいる燃料電池車を初めとする未来型水素社会の構築に向けた取り組みの是非についての議論を進めてみたい。最後に未来社会への繋ぎ役としての在り方についての私見を述べる。

2. 化石燃料の埋蔵量

現在の日本の消費エネルギーは、石油、石炭、天然ガスを合わせた化石燃料が約90%を占め、残りは原子力、水力などである。世界的にみても大差ない。この勢いで化石燃料を使い続けるだけの資源量は果たしてあるのだろうか。

そこで、BP統計レビュー等の資料を参考に、化石燃料(石油、石炭、天然ガス/NG、メタンハイドレート/MH)の(可採)埋蔵量(R)、年間生産量(P)、可採年数(R/P)および究極(原始)埋蔵量について整理したものを表1に示す。表の下部に示す資料間の統一性も十分とは言えず苦勞してまとめ、信頼に足る表になったと考えている。

各燃料で単位質量あたりの発熱量が異なるので石油換算(OE: Oil Equivalent)で比較すると

エネルギー量の多少を評価できる。究極埋蔵量は物理学・地質学的にみて地球に賦存する量で学問的に誤りがない限り不変の値である。

究極埋蔵量でみると、石油を100とすると、石炭は1,290、NGは84、SGは139、MHは84で、石炭は他の燃料に比べひと桁多い。可採埋蔵量でみると、石油100に対して他の燃料は79～204の間に入り、大差のないことが分かる。

表1 化石燃料の埋蔵量など(2011年末時点)

化石燃料	(可採)埋蔵量 R	年間生産量 P	可採年数 R/P	究極(原始) 埋蔵量
石油	1.65兆バレル (NGL,オイルサント, シェールオイル含) [100とする]	305億バレル [100とする]	54.2年	3.34兆バレル [100とする]
石炭	8,609億トン 4,430億トンOE 3.37兆バレルOE [204]	33.4億トンOE 254億バレルOE [83]	112年	6.7兆トン 43.1兆バレルOE [1,290]
天然ガス (NG)	208兆m ³ 1.45兆バレルOE [87.5]	3.28兆m ³ 228億バレルOE [75]	63.6年	404兆m ³ 2.81兆バレルOE [84]
シェールガス (SG)	400兆m ³ 2.6兆バレルOE (推定資源量) [158]	270億ft ³ /日 18.2億バレルOE (米国のみ) [6]		716兆m ³ 4.65兆バレルOE [139]
メタンハイド レート (MH)	200兆m ³ 1.3兆バレルOE (究極埋蔵量の 半分と仮定) [79]	商業生産の目 処は立っていない。	—	404兆m ³ 2.81兆バレルOE [84]

OE: 石油換算 NG, SG, MH: いずれもメタン(CH₄)が主成分

参考資料: (1) BP Statistical Review of World Energy June 2012 (2) 米国エネルギー情報局(EIA)資料(2011.4) (3) Wikipedia: メタンハイドレート (4) 資源エネルギー庁: エネルギー白書 2013 (5) 高度情報科学技術研究機構: 原子力百科事典(2013) (6) JXグループホームページ: 石油便覧(2012) (7) その他: インターネット情報など

年間生産量(P)は、石油を100とすると石炭が83、NGが75とほぼ同等であることが分かる。現状のまま採掘を続けると可採年数(R/P)で採掘が不可能となる。すなわち、石油は54.2年、石炭は112年、NGは63.6年で、約100年のうち、これらの燃料は市場から消えてしまうことになる。SGとMHは未だ市場を動かすほどの生産量レベルにないが、可採埋蔵量は石油に比べ、それぞれ1.58倍と0.79倍で多いと言えば多いが矢張り子々孫々までとは行かない。

以上より、現状レベルのまま生産を続けると120年後あたりには、すべての化石燃料が採掘され尽くしてしまうことになる。

この120年は、人類誕生以来200万年、日本史上1400年、からみてもあまりにも短すぎる。この120年の間に、いや50年のうちには有限な地

球埋蔵資源に頼るのではなく、降り注ぐ太陽から生産される永続的なエネルギー(再生可能エネルギー)へとバトンを受け繋いでいく必要がある。この将来に向けた計画的かつ着実な取り組みは「今でしょう!」。早すぎることはないことが理解できよう。

なお、石油埋蔵量については5節で詳細に触れるので参照されたい。

3. 再生可能エネルギーの着実な取り組みを

石油は万能ともてはやされ全エネルギー消費量の50%以上を占めていた日本に1970年代、2度にわたる石油危機が襲い、深刻な石油不足を経験した。当時1バーレル(159ℓ)当たり2～3米ドルの原油が10米ドル[現在95米ドル]に跳ね上がった。石油代替エネルギーのR&D(サンシャイン計画)に国家、企業を挙げて取り組む中、石炭液化の研究やオイルシェール(2～3%の油分を含む頁岩)からの油分回収技術などで欧州や米国に出掛けたことを懐かしく思い出す。あの頃の多額な国費、社費の投資はどうなったのか。波及効果はあったと思うが、代替石油を求めるR&Dの波は潮が引くように去った感否めない。

日本のエネルギー消費の推移を表2に示す。

表2 日本のエネルギー消費の推移¹⁾

暦年	1973	1990	2000	2010	2011
石油	77%	56%	52%	40%	43%
石炭	15%	17%	18%	23%	22%
天然ガス	2%	11%	13%	19%	23%
原子力	1%	10%	12%	11%	4%
水力	4%	4%	3%	3%	4%
自然エネルギー	1%	0%	0%	1%	1%
未活用エネルギー	0%	2%	2%	3%	3%
総量推移	100	127	147	143	136

表2、表3とも、総量推移は1973年を100とした。

1973年(石油危機前)と2010年(東日本大震災前)で比較すると、確かに石油依存度は77%から40%まで下がったが、天然ガス、原子力、石炭がそれをカバーする形で、石油代替等新エネルギーの実用化は数値に表れない程度にとどまっている。R&D成果は目に見える形にはなっていないことが分かる。

次に、全エネルギー消費の約40%を占める発電向けのを表3に示す。石油危機以前の石油べったりから、原子力、天然ガス、石炭への分散依存に変化しているが自然エネルギーの進展はほとんど見られない。

結局、この変化は、国家の方針、取り組みが影響したわけではなく、安価で入手しやすい方向へ、すなわち、世の情勢、経済原理、企業の努力に従って必然的に起きたものといえる。

表3 日本の発電向けエネルギー消費の推移²⁾

区分	1973	1990	2000	2010	2030
石油	73%	29%	11%	8%	2%
石炭	5%	10%	18%	25%	13%
天然ガス	2%	22%	26%	29%	11%
原子力	3%	27%	34%	29%	53%
水力	17%	12%	10%	8%	21%
自然エネルギー	0%	0%	0%	1%	
総量推移	100	195	248	267	265

表2に戻る。エネルギー資源の輸入国の日本として、石油の大幅依存から石油、石炭、天然ガスの三本柱に多様化していることは好ましいことではあるが、四本目の柱として、他国に依存しない国産の再生可能エネルギー(地熱、太陽光、太陽熱、バイオマス、風力等:日本はこの種の天然資源に非常に恵まれた国である)の計画的かつ着実な取り組みを政官民挙げて進めて行く必要がある。四本柱であれば一本が何らかの理由でショートしても互いに融通し合えると考えるからでもある。資源国からの甘い誘惑(価格が再生可能エネルギーより必ず低めに設定されること)もあるだろうが、資源小国日本の宿命と受け止め、敢えて国民への負担も覚悟で安定的な国産エネルギー増大に向けて、ぶれず着実に推進することが肝要である。

2011年の3.11のあの忌まわしい東日本大震災で原発の恐ろしさに直面し、政治家も国民も感情的になり即座の脱原発、卒原発を指向した。

これは上述の自国エネルギーの取り組み方向と合致するが、これは余りにも性急すぎはしないだろうか。

原発の稼働によって発生する放射性廃棄物の処理については将来開発されるであろう技術に頼ろうとしていたことは以前から指摘され、そ

れに対する専門家からの反論もなかったようである³⁾。このような状況で、この半世紀の間に世界で500基以上の原発が造られた。地球温暖化防止に対する一つの考え方としての追い風もあって、炭酸ガスの25%削減を唐突に国際公約した鳩山元首相だけではなく国際的にも原発の再評価が進んでいた。また、BRICs 諸国は「原発は将来エネルギーとして引き続き重要な地位を占める」として原発の新設計画を打ち出している。原発推進に慣性力がかかった現況で、日本が感情的に早期脱原発方針を熟慮せずに刹那の思いから公言することは、世界的な混乱を招くか、世界の潮流から取り残されることにもなりかねない。原発は、放射性廃棄物の消滅が出来ない限り再生可能エネルギーが軌道に乗るまでの短期か中期かは別として所詮ワンポイントリリースであるべきものであろう。ここは、原発の専門家、政界・経済界の要人の知恵と行動力に期待したい。原発先進国の米国、フランス等と連携して原発終息の方向で放射性廃棄物の処理を含めたロードマップを、国民の理解を得ながら明確にすべきと考える。

気がつけば、10~15年後の原子力依存度が現在の1/4~1/2になったが、この減少分を補うものが、再生可能なエネルギーでなく急伸中のシェールガスを含めた天然ガスになっていなければ良いが、と懸念している。天然ガスの中に日本近海のメタンハイドレートが含まれていればまだ我慢できるが、安穩とする状況にはならないことは言うまでもない。

4. 再生可能エネルギーの実用化が鍵

原子力エネルギーは電気という大量の資産を生み出すが、一方では放射性廃棄物という大量の負の遺産を伴うことも必定である。この負の遺産は、より高度な技術を有するはずの子孫に処理を任せればよいという専門家もいる。³⁾

現在消費している地球賦存エネルギー(石油、天然ガス、石炭、ウラン)は、高々100年、高速増殖炉が実現して200~300年になったとしてもいつときの猶予に過ぎない。人類生誕からの200万年を1年に短縮して考えると、それぞれ26分、52分~1時間19分しかもたないことになる。いずれにしても、人類が歩んできた時空に比べると、これらの地球賦存エネルギーの利用可能期間は余りにも短い。人類が今まで生息し

てきた時の長さと同じ200万年後の未来人から振り返ると、「200万年前頃は地球に埋蔵されていたエネルギーに頼って生活していたらしい」という会話になるであろう。その未来人は、太陽が持ち込んでくるエネルギー(全人類の現エネルギー消費量は太陽から到達する量の1万分の1と言われている)から随時造られる再生可能なエネルギーをごく当たり前を使ってエネルギーに何ら不自由しない快適な生活を送っている、そういうことになって欲しい。

図1を参照されたい。これは、産業革命が始まった200年余り前から400年後の未来にわたる世界のエネルギー需給量を定性的に描いたものである。

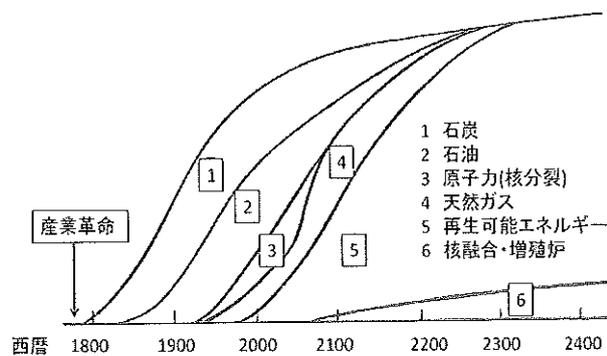


図1 世界のエネルギー需給量の定性図

とっさにはこのような図になろうとは思えない方が多いと思うが、ちょっと考えれば納得していただけることと思う。核融合炉が実現されていけば将来展望の様相はかなり変わり得るが、地球を破壊するような巨大エネルギーを造り出す一方、放射性廃棄物の発生も伴うので、人間の英知で核融合炉の使用は極めて限定的になるであろう。地球に降り注ぐ太陽エネルギーの多さを考えれば、この核融合エネルギーは人間社会持続のためになくってはならないものではない筈である。

ここで申し上げたいのは、人類の生誕から来し方を考えると、100年や200年、500年といえども、その歳月は極めて短い。この短期間しか利用できない地球埋蔵エネルギーに汲々としてはいけぬ。永続的な再生可能エネルギー造りの着実な第一歩を踏み出す最後ともいえる時期に来ている。このピンチの時期をチャンスに変えることこそが、人類にとって、とりわけ資源小国「日本」に課せられた宿命であろう。

5. 「原油はいつまでもある」の幻想

ここまで、再生可能エネルギーの実用化の必要性を述べてきた。一方では、30年前に原油埋蔵量はあと40年と言われ、30年後の今でもあと40年と言われ、逃げ水のように尽きないのではないか、との会話をよく耳にする。そうはならないことに触れておきたい。

表4に石油メジャーBP(British Petroleum)が毎年末に発表するデータの抜粋を示す⁴⁾。

「原油の可採埋蔵量はあと何年？」の話題となる数値である。

約30年前の1985年に可採年数が34.4年。2011年は54.2年である。この調子だと30年後には、可採年数が75年位もあり得る、と思える。そのようになれば、実は残念ながら言うか予想通りと言うか、石油がエネルギーの主役の座から下りる始まりである。

埋蔵量と可採埋蔵量は同意語で、これは、その時点での技術と原油価格を前提に採掘しても採算が採れる量で、2010年末は1.38兆バレル、2011年末は1.65兆バレルということである。この1年間で埋蔵量が0.27兆バレル増えたのは、油田の発見というより、原油価格の上昇で開発しても採算が取れる発見済みの油田の埋蔵量が増加されたことが大きな要因である。因みに既に消費された原油は0.8兆バレルと言われている。

更に話を進める。この(可採)埋蔵量に対し、採算に関係なく現有のあらゆる技術を駆使して回収できるものを究極埋蔵量と言う。これは3.34兆バレルと推算されており、(可採)埋蔵量の上限値と言える。現在の年間産油量が約300億バレルであるから現実問題として地球には100年程度の埋蔵量しかないと考えるのが妥当であろう。妙な話になるが、原油価格が上昇して使用量(産油量)が減ると相乗的に可採年数が増大し、100年にも、場合によっては500年にもなる。原油がエネルギーの主役の座から降りるときは皮肉にもこのように可採年数が増えてきたときなのである。我々が普段、会話する「可採年数」の感覚とは違って来る。本当はもっと複雑な意味を持つ数値で、油田の発見の有無にかかわらず株価のごとく変動があり、状況によっては余り意味のないことが分かる。

表4 世界の原油埋蔵量の推移(単位:10億バレル)

暦年	年末埋蔵量 (R)	年間産油量 (P)	可採年数 (R/P)
1985	707.6	20.6	34.4
1990	1,009.2	23.7	42.6
1995	1,016.9	23.8	42.8
2000	1,046.4	26.2	39.9
2005	1,200.7	29.6	40.6
2010	1,383.2	29.9	46.2
2011	1,652.6	30.5	54.2

6. 燃料電池車(FCV)か電気自動車(BEV)か

燃料電池車(FCV)のデモ車の登場は衝撃的で今でも記憶に新しい。政府の公用車として使用され、当時の小泉首相がFCVに乗り込んでいる写真を見てからもう10数年は経っただろうか。我々が親しんできた内燃機関エンジンとはまったく違い、350気圧の高圧ボンベに充填された水素を燃料電池で直接電気に変え、モータを駆動させて走行する。5kgの水素で500km走行できて、エネルギー効率は現状エンジン車比3倍の素晴らしさである。FCVの取り組みは、クリントン大統領が米国自動車産業の復権とクリーンな生活環境の実現に向け、燃費3倍の改善を目指した野心的プロジェクトとして1993年にスタート。先を越す勢いで1996年大阪開催の電気自動車シンポジウムでトヨタが米国に先んじてFCVを出品し大きな反響を呼んだ。

この燃料電池の素晴らしさは、元々は米国のデュボンが開発した固体高分子(フッ素系スルホン酸ポリマー)の電解質薄膜が内蔵されていることにある。これは、水素イオン(プロトン)しか透過しない高機能、高耐久性の優れモノである。このプロトン透過膜の卓越さが一挙にFCVの開発熱に拍車を掛けたのではないかと思っている。

当時の情報を見ると、2010年には「エンジン車は主役の座を下りる」とか「日本では5万台が市中を走行」などが目につく⁵⁾。が、その後の動きは鈍い。

試作段階でのコストは1億円と言われており、技術革新(白金触媒の代替化、水素吸蔵合金併用型水素容器の革新化)や量産効果を考慮しても1000万円を切ることは至難であろう。プリウ

ス、インサイトのようなハイブリッド車(HV)やリーフ、iミープ(MiEV)のような電気自動車(BEV)のように道路を走り回る世の中になるだろうか^{6,7)}。

FCVの一番の問題は、燃料が水素であることにある。未来は水素社会、と言われており、著者もこれに賛同したいひとりであるが、水素搭載型の自動車用燃料電池ということになると、なかなか難しい問題があるように思う。

水素は最も軽い気体で液化しにくく、爆発・引火性があり、取り扱いにくい物質であることに加えて、最大の難点は自然界にないことである。太陽エネルギーを直接または間接的に利用して製造する電力を主体とする再生可能エネルギーが将来の主流になることに疑いの余地はない。水素はこの電力を用いて水を電気分解して製造されることになる。したがって、FCVの燃料である水素を造るまでに相当のエネルギーを使ってしまうことになる。

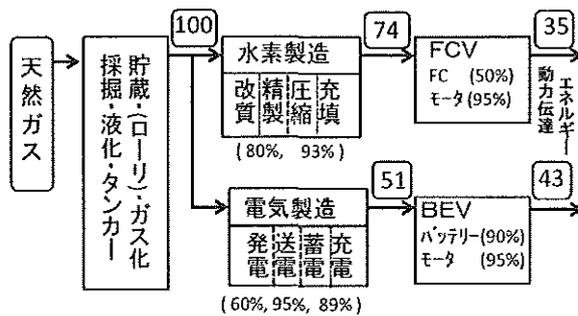
一方、電気自動車は電気エネルギーそのものを直接バッテリーに充電して動力を得るので水素を経由しない分、効率が高くなることは言を俟たない。

しかし、BEVとFCVのエネルギー効率を比較する場合、昨今のシェールガスやメタンハイドレートの出現が追い風になっているせいか、天然ガス(NG)が出発燃料として採用され、その結果、FCVの方がBEVよりエネルギー効率が高いと認識されている⁸⁾。

確かにNGを出発燃料とすると、FCVの場合はNGを水蒸気改質して水素を製造するので電力消費を伴う水の電気分解工程がない。一方、BEVの場合はNGを燃やして火力発電で電気を造りバッテリーに充電する必要がある。したがって、BEVの方がエネルギー効率的に不利になる可能性がある。

そこで、改めて両者のエネルギー効率について世の中の最新データに基づいて検討を試みた。その結果を図2に示す。図中の%表示はそれぞれの工程でのエネルギー効率で、いずれも最新技術による値を採用。天然ガスの発電は複合発電で60%とした。

再ガス化された天然ガスの保有エネルギーを100とした。FCV用の動力源である水素は、水素製造設備(水蒸気改質・ガス精製・圧縮)で70MPaに昇圧され、FCVに搭載された高圧ボンベ



()内数値:各工程のエネルギー効率, %
□内数値:保有エネルギー(ガス化後の天然ガスを100とする)

図2 FCVとBEVのエネルギー効率の比較
—天然ガスを出発エネルギーとした場合—

に充填される。そこまでの効率は74% (0.80×0.93)、FCVでの効率は47.5% (0.50×0.95)で、総合エネルギー効率は35%。自動車の動力となるエネルギーは35となる。

一方、BEV用の動力源である電力は、スチームタービンとガスタービンを用いた複合発電設備で製造され、充電スタンドまで送電、蓄電され、BEVに搭載されたバッテリーに充電される。そこまでの効率が51% ($0.60 \times 0.95 \times 0.89$)、BEVでの効率が86.5% (0.90×0.95)で、総合エネルギー効率は43% (0.51×0.865)。自動車の動力となるエネルギーは43となる。

以上のように最新の情報をベースに試算したところ、天然ガスを出発燃料にしても、BEVの方がFCVよりエネルギー効率が1.23倍 ($43/35$) 高い値となった。言い換えれば、FCVはBEVに比べ、同じ距離を走行するのに1.23倍の天然ガスが必要となる。世の中で認識されているものとは逆の結果が得られた。

将来、再生可能エネルギーが主役となるときには、出発エネルギーは天然ガスではなく電力になるので、更にその差は大きくなり、BEVのエネルギー効率はFCVのそれに比べ2.8倍であった(末尾の[補足]を参照されたい)。

エネルギー効率とは別に、現状のバッテリーの充電容量が少なく、1回の充電によるBEVの航続距離は200km程度であるため、短距離移動用はBEV、長距離用はFCVという棲み分けの議論もあるが、バッテリーの標準化、カセット化等の工夫による充電スタンドでの省力化やロボット化で給電所での短時間化が可能になると、FCVの存在意義は更に薄れて来よう。

BEVに使用するリチウム電池はリーフ等で実用化されている。1回の充電で200km走行可能、価格も200~300万円(補助金80~100万円を受けた場合)の域に達している。最近、旅客機(B787)でリチウムイオン電池が問題化されているが、充電量の高密度化、充放電の高速化、過充電による発熱・発火対策等、一層の改良も期待できる。

いずれにせよ、燃料電池もバッテリーも日進月歩の状況にあり双方に寄せる期待は大きい。自動車に対しては、価格面、エネルギー面から燃料電池の勝ち目はないように思える。いかがであろうか。

以上より、商用化時期、現状並びに将来の技術展望を見据えた見直しが必要な時期に来ているようである。政府主導で産学連携して早急な見直しを期待したい。

7. 燃料電池(FC)と水素社会への期待

FCは小容量でもコストディメリットが少ないが、当然、電気と熱の発生を伴うので双方の効率的活用がポイントとなる。電力は遠方まで少ないロスで送れるが熱はそうはいかないので、FCの将来性は何と言っても個別または集合住宅等分散型市場への発展が期待される。既にガス会社がエネファームと称して販売実績を伸ばしていることから理解できよう。

個々の家庭に至るまで、都市ガス網も電力網も張り巡らされており、インフラが整備されていることは大きな利点である。都市ガスはLNGで輸入した天然ガスが主力である。今後とも温暖化対策からの優位性、また、大量に埋蔵しているシェールガスやメタンハイドレードの将来的供給量の増大化を考えると、都市ガスとして天然ガスの供給、利用は100年安泰と思われる。

この都市ガスの効率的活用を考えた場合、天然ガスから水素を製造する改質器と水素から電気と温水を造る燃料電池を組み合わせた燃料電池システムを上手に運用することで60~80%の効率が可能とされている。最近の情報によると、パナソニック社のエネファーム(家庭用燃料電池システム)では発電効率が39%、JX社の電解質にセラミックを用いた固体酸化物型のエネファームでは47%を達成している^{9,10)}。発生温水の熱量は発生電気量より多いので、家庭の必要温水量に合わせてエネファームを運転し不

足する電力を送電線から補う形にすると、エネファームの総合効率は当然高くなり、94～95%の効率が達成できるとのことである。

燃料電池の優位性、有用性を記述してきたが、その根本は以下にある。地球に賦存する天然ガスの効率的利用法として燃料電池システム(改質器による水素の製造と燃料電池による発電と温水製造)が最も有効であるということであって、電気の貯蔵法として水の電気分解により電気を水素にして、その貯蔵した水素を燃料電池により電気(と温水)を造るということであれば話は別である。前節で記述したように水の電気分解で多量の電力を消費するため、燃料電池による効率的発電の有効性をカバーできないことは明らかである。電気はバッテリーで蓄電して再利用するのが遥かに効率的で理に叶っている。

水素社会の未来像は、電力から水素を造るのではなく、発電施設を含め各種製造工場の工程上発生してくる副生水素と燃料電池が主役となって、電力や自動車動力が供給され得る地域社会のことであろう。

たとえば、製鉄、石油、石炭、天然ガス等のコンビナートからの副生水素や核分裂炉、増殖炉、核融合炉等の除熱手段として熱化学分解法によって製造される水素など、今後の産業や電力界で相当量の副生や製造が期待されるこのような地域が対象になるのではないだろうか。水素を発生する産業と住環境を一体化させた未来型産学連携地域を構築し社会実験に取り組むことを期待したい。

8. おわりに

国はちょっとやそっとではブレない堅固な方針とロードマップを打ち立て、未来型エネルギー社会に向けて邁進する日本にして欲しい。技術革新も社会情勢も自然現象も劇的に変化する世の中ではあるが、目標と大局を見失うことのないようにして欲しい。そのためには、産学が連携して適切なエネルギー社会像を提案する必要がある、まさにその時期にあると考える。

温室効果ガスの「2020年までに1990年比25%削減」は前政権の国際公約であるが、「新生安部内閣は非現実的として撤回する」のニュースが昨年1月24日に流れた。時にはこのような勇気ある方針変更も必要であろう。温室効

果ガスの25%削減には、電力の原発依存を当時の30%から50%に上げることが必要条件であった。本件に触れることなく東日本大震災後はその原発を廃止する方向に動いた無責任さは非難されるべきである。国家の舵取りは慎重にお願いしたいものである。

燃料電池は素晴らしい技術である。が、住宅やオフィス向け、車載向け、水素社会向けで、位置づけ・役割が異なり、使い方によっては特長が十分発揮できないことを記述してきた。R&Dの取り組みに all or nothing はないが、燃料電池の位置づけ・役割は明確でない。特に、燃料電池と蓄電池の位置づけを明確化すべき時期にあると考える。

【補足】電力を出発点としたFCV対BEV¹⁾

この効率の違いを具体的に示すと図3のようになる。FCVの動力源は搭載する水素であり、その水素は電気分解で造られるとすれば二者の効率評価には電気を出発点に考えれば良い。

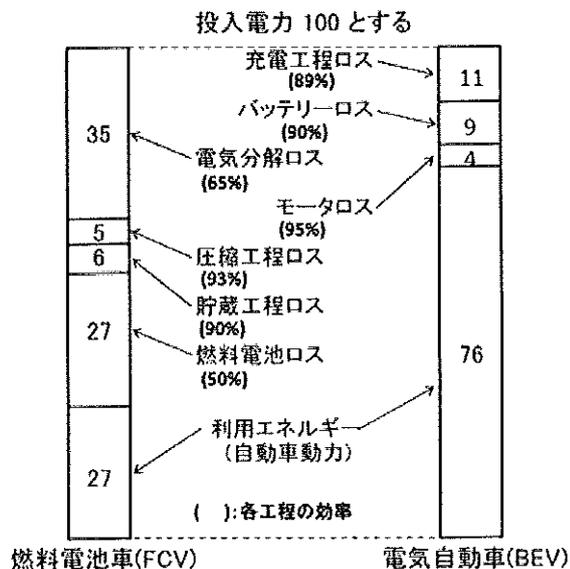


図3 FCVとBEVのエネルギー効率の比較
—電力を出発エネルギーとした場合—

投入電力を100とすると、FCVとBEVで利用される動力は、図に示す各工程でのエネルギー効率を考慮する¹²⁾と、それぞれ27(100×0.65×0.93×0.90×0.56)と76(100×0.89×0.90×0.95)になり、BEVの効率はFCVの2.8(76/27)倍となる。この大きな差は、図から分かるように、FCVの

場合は、水の電気分解、水素の圧縮、貯蔵および燃料電池の各工程でトータル76のロスが発生。BEVの場合は、充電、バッテリー、モータ併せて24のロスに止まっているからである。

言い換えれば、FCVはBEVに比べ、同じ距離を走行するのに2.8倍の電気エネルギーが必要となる。これが一般的評価である。

この差は極めて大きい。更に再生可能なエネルギーで造った安くない電気の使用を想定すると、わざわざ水素を経由させる意義はなおのこと認めがたいことになる。

記号

BEV : Battery Electric Vehicle 電気自動車
BP : British Petroleum 英国石油公社
BRICs : Brazil, Russia, India and China
ブリックス
FC : Fuel Cell 燃料電池
FCV : Fuel Cell Vehicle 燃料電池車
HV : Hybrid Vehicle ハイブリッド車(エンジンとバッテリー併用車)
LNG : Liquefied Natural Gas 液化天然ガス
NG ; Natural Gas 天然ガス
MH : Methane Hydrate メタンハイドレート
OE : Oil Equivalent 石油換算
SG : Shale Gas シェールガス

参考文献

- 1) 経済産業省資料(2012.10公表).
- 2) 閣議決定「エネルギー基本計画」(2010.6)他.
- 3) 槌田 敦:「エントロピーとエコロジー」、ダイヤモンド社(1986).
- 4) Statistical Review of World Energy June 2012.
- 5) 山本寛:「さようならエンジン燃料電池こんにちは」、東洋経済新報社(1999).
- 6) 三菱自動車のカatalog(2012).
- 7) 日産自動車のカatalog(2012).
- 8) 内山田竹志:トヨタ資料(2012).
- 9) 東邦ガス:エネファームの新製品紹介(2012).
- 10) JXホールディング:ニュースリリース(2013).
- 11) 宮入嘉夫:水素エネルギーシステムVol.38,151-155(2013).
- 12) 日本産業機械:調査報告/欧州における電気自動車の現状(その1)(2010).

(原稿受付2014年1月)

メタンプラズマ・シース中で成長する炭素粒子の温度

長井達三¹、中山泰輔²、長友和輝²、菅祐志³、内藤正路³、生地文也¹

¹九州共立大学総合研究所

²九州工業大学工学部

³九州工業大学大学院生命体工学研究科

Temperature of Carbon Particles growing in a Methane Plasma Sheath

Tatsuzo NAGAI, Taisuke NAKAYAMA, Kazuki NAGATOMO, Yuji SUGA, Masamichi NAITOH and Fumiya SHOJI

Abstract

The temperature of carbon particles with sizes of several 10 nm to several μ m growing in a gas phase in a DC methane plasma sheath is theoretically investigated, based on experimental findings. An equation for time evolution of the particle temperature is given assuming that the carbon particles gain radiation energy from the substrate according to the Stefan-Boltzmann law and that the particles lose energy according to Newton's law of cooling. The solution to the equation shows a rapid-exponential rise in the temperature and a saturation to the maximum temperature. The maximum temperature of the particle in the sheath region of methane plasma is estimated by using our experimental results. It is proposed from the analysis of shape of particles observed on a declined substrate that the particle has the visco-elasticity in the sheath region.

Keywords: Carbon particle, Methane plasma sheath, Radiation from substrate, Particle temperature, Visco-elasticity

1. 序論

この研究の目標目的

新しいナノスケールの物質を合成して、工業的利用を検討するとき、基本的に重要なことはその新物質の相状態と形態の制御法を確立することである。本研究の目的は、メタンプラズマを使ったCVD法により創生されたミクロンサイズの球状炭素粒子¹⁻³⁾の温度および相状態を明らかにして、その制御法を見出すことである。

プラズマ下での炭素粒子の合成と成長モデル

先に我々は、低圧下で鉛直方向に励起されたDCメタンプラズマ直下で作製した炭素薄膜中に多数のミクロンサイズの球状炭素粒子を観測した。¹⁾一例をFig.1に示す。高分解能SEM、EDS、高分解能TEMによる観察から、これらの粒子は約10nmサイズのグラファイトオニオンからなることが確認された。²⁾グラファイトオニオンは殻構造(オニオン様)をもち、高い機械的安定性を示すことが既に報告されている。⁴⁾

この球状炭素粒子の成長について、我々は次のモデルを提出した。³⁾この粒子は鉛直DCメタン

プラズマの最下層、プラズマシース領域(以下、プラズマ端近傍、プレシース、シースを含む領域をこう呼ぶことにする)で成長する。この領域は、プラズマ全体中で唯一、プラズマ内部から基板方向へ向く強い電界が存在する領域である。炭素粒子は直径が約100nmになると、周囲にある電子の急速な付着により負に帯電して、上向きの電界を受

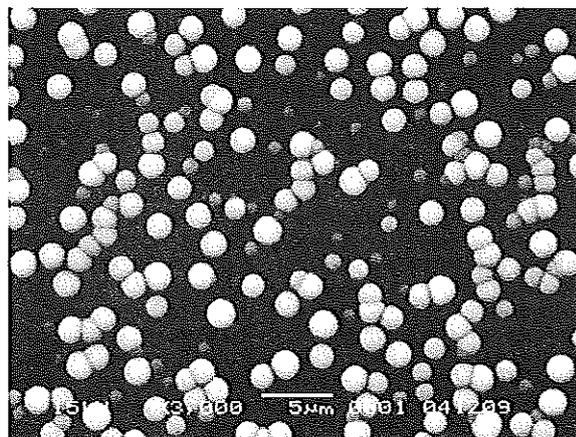


Fig. 1 熱Si(100)基板表面のSEM顕微鏡写真。²⁾メタン成分比14% (容積比CH₄/(Ar+CH₄))。基板温度を1100Kに保ち、プラズマ照射を2時間行った。バーは5 μ m、プラズマ励起圧は4 $\times 10^{-2}$ [Pa]。

け下向きの重力と釣り合って、シース領域に浮遊する。

この負帯電粒子はシース領域に留まる間に、周囲に浮遊する中性グラファイトオニオンまたは正帯電グラファイトオニオンを捕集して大きくなる。シース領域の電位は上に凸の曲線で、プラズマ端から緩やかに減少しシース端近傍で急になり基板に有限の角度で落ちる。したがって、炭素粒子の位置は成長するにつれてプラズマ端から次第に下方へ移動することになる。基板に落下するのは、重力が電気力に勝り釣合が取れなくなったときか、プラズマのスイッチを切ったときである。

このモデルによると、球状炭素粒子の直径は、時間の1乗で増大し、捕集できるグラファイトオニオンの減少と共に飽和の傾向を示す。我々の実験は初期の振舞い(時間の1乗で増大)を示している。³⁾

炭素粒子の形態形成

Fig. 1を見ると、炭素粒子は多様な形態をとることが分かる。独立した真球、2球の合体・融合、数珠状に連結した粒子、・・・など。このような炭素粒子或いは炭素粒子系の形態形成を明らかにすることがこの論文の目的である。

第一歩として、我々は、この形態形成を、初期微粒子が衝突し(以下、衝突過程とよぶ)、合体・融合して多様な形態をとる過程(以下、焼結過程と呼ぶ)と捉えた。⁶⁾ そこでは衝突過程と焼結過程の相対的割合が最終的な形態を決める。衝突時間(衝突の間隔)が焼結時間(2球衝突後融合して1球になるまでの時間)より長ければ最終状態は球状、短ければ非球状または集塊状になる。衝突時間は粒子気体の温度に、焼結時間は粒子自身の温度に強く依存する。これらの温度依存性から炭素粒子の最終形態に対する相図が得られた。この相図と実験結果を比較して、実験で得られた球状炭素粒子は、成長段階で1520K以上の高温であったと結論された。この高温の起源は未解決のまま残された。

この研究報告の目的

この論文では炭素粒子の高温の起源が熱基板からの輻射にあるという観点から、成長する炭素粒子の温度が時間と共にどのように変化する

るかを明らかにする。粒子温度が従う方程式を示し、その解から成長段階にある炭素粒子の温度を評価する。更に、傾斜基板上に観測された粒子の形状からその相状態を考察する。

2. 熱基板から輻射を受けて成長する炭素粒子

Fig. 2に、実験から得られた、基板から3mmの高さにおける温度 T [K]の経過時間 t [min]に対する変化を示す(詳細は付録A参照)。温度 T は、基板加熱後約300[K]上昇し、プラズマの励起後更に約30[K]上昇している。この事実から、基板から1mm程度の高さまで広がるプラズマ・シース領域において、炭素粒子は基板からの輻射を主要な熱源として成長するものと考えることができる。

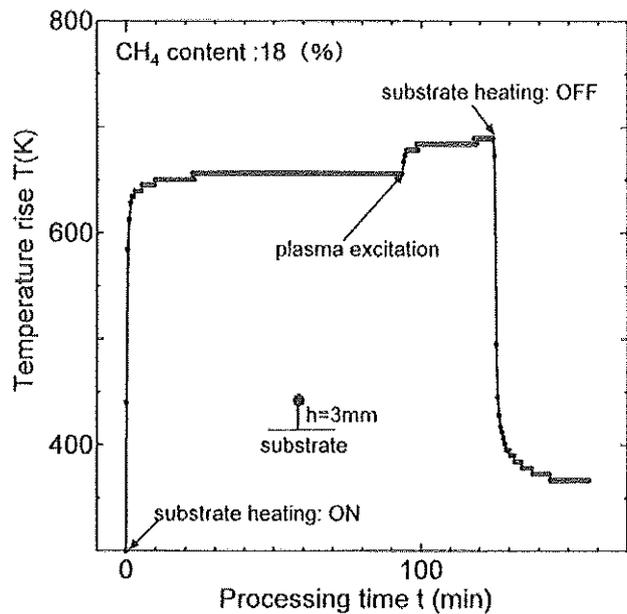


Fig. 2 熱基板表面近傍の温度
熱Si(100)基板表面上3mmに熱電対(W/Re 5-26 0.1 ϕ)を置き、その温度変化を計測した結果。基板温度設定値:1066 K。メタン濃度:18%。

熱基板(温度 T_s [K])の単位面積から単位時間に放射される輻射エネルギー \mathcal{R} [W/m²]は次のStefan-Boltzmannの法則で与えられる:⁶⁾

$$\mathcal{R} = \sigma T_s^4, \quad (2.1)$$

ここで、Stefan定数の値は

$$\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ [W/(m}^2\text{K}^4\text{)]}.$$

この式で、基板は炭素薄膜が堆積しているものとして、近似的に黒体と見なした。この輻射強度は

基板から離れると共に減少する。基板から高さ h [mm]にある基板と平行な単位面積に入射する輻射強度 Q は次式で与えられる。

$$Q = \mathcal{R} \left(1 - \frac{h}{\sqrt{R_s^2 + h^2}} \right) \quad (2.2)$$

ただし、基板は半径 R_s [mm]の円板と仮定した。

熱基板から高さ h [mm]のシース領域にある半径 r_p の球状炭素粒子が、式(2.2)の輻射を受けるとき単位時間当たり粒子温度は $QS/(Mc)$ だけ上昇する。ただし S は炭素粒子の断面積 $S = \pi r_p^2$ [m²]、 M [kg]は炭素粒子の質量、 c [J/(kgK)]は比熱である。ここでも、炭素粒子を黒体とみなして吸収率を1とした。この基板からの熱輻射を主要な熱源とすると、粒子温度 $T(t)$ [K]が従う方程式を次の様に書くことが出来る。

$$\frac{dT}{dt} = \frac{QS}{Mc} - \frac{A}{Mc}(T - T_0) \quad (2.3)$$

ここで、 A は正定数、 T_0 [K]は粒子を取り巻く環境の温度である。式(2.3)、右辺第2項は基板から受け取った輻射熱を周囲の環境に放出する項で、温度差に比例する。これはNewtonの冷却の法則と呼ばれる。⁷⁾ 冷却項の係数 A は粒子の表面積 $4S$ に比例するとし、 $A = \beta 4S$ とおき正定数 β を熱伝達率と呼ぶ。これは粒子が置かれた環境によって決まり、粒子そのものには強く依存しないものと考えられる。

式(2.3)で使った、Stefan-Boltzmannの熱輻射の法則とNewtonの冷却の法則は共にマクロな物体に対して成り立つ。ここで問題にする炭素粒子は数10nmから数 μ mのサイズをもつが、これは $10^9 \sim 10^{15}$ 個の炭素原子を含んでいる。この数は対象粒子をマクロな物体と見なすことが出来る許容範囲にあると考えられる。

式(2.3)の解は次式で与えられる。

$$T(t) = T_0 + \frac{Q}{4\beta} (1 - e^{-t/\tau}) \quad (2.4)$$

ここで、 $\tau \equiv Mc/A = \rho c r_p / (3\beta)$ により緩和時間 τ を導入した。 ρ [kg/m³]はグラファイトの密度である。

式(2.4)より、粒子温度は時間の経過と共に T_0 から単調に上昇し τ 時間程度で飽和値 $T_\infty = T_0 + Q/(4\beta)$ に達するということが分かる。詳しくは

後述(付録A)するが、Fig.2に示したプラズマシース近傍の温度の測定結果を使って、(2.4)式に含まれるパラメタは次の様に評価される。注目する粒子の半径を $r_p = 50$ [nm] とすると、

$$T_0 = 798 \text{ [K]}, Q = 6.95 \times 10^4 \text{ [W/m}^2\text{]}, \quad (2.5)$$

$$\tau = 0.060/\beta \text{ [s]}$$

ここで、実験条件を考慮して、 $h = 0.5$ [mm]及び $R_s = 9.8$ [mm]を採用した。

熱伝達率 β の値は、Fig.2で基板加熱切断後の温度 T の緩和から評価することが出来る。詳細は付録Bで示すが、結果は $\beta \approx 10$ である。これから炭素粒子の緩和時間は $\tau \approx 0.006$ [s] が得られる。

以上のパラメタを使って、(2.4)式のグラフを描くと、Fig.3のようになる。粒子の緩和時間がそのサイズが微小であること(熱電対の 10^{-4})を反映して、熱電対より4桁短いため、粒子温度は基板からの輻射が始まると同時に、急速に立ち上がり、 $t \approx 0.04$ s で $T_\infty \approx 2540$ K に飽和しその後は一定であることが分かる。

3. 成長する炭素粒子の粘弾性的振舞い

前節の結論は、プラズマシース領域で成長する炭素粒子は約2500[K]という高温の状態にある、ということであった。これは、この研究を開始してから今までに得られた、実験的結果、理論的結論のすべてと矛盾しない結論である。多くのSEM写真は、高温で流動的であったと推測されるもの、焼結して合体融合した粒子の繋がり、しかもある程度形を保っているもの、…等を示している。このように、弾性変形と粘性流動を併せもつ振舞いは粘弾性と呼ばれる。⁸⁾

Fig.4に新しい実験結果を示す。これは基板を水平面から70°傾け、プラズマを鉛直上方から照射して得られた炭素粒子のSEM像である。Fig.4(a)は基板面に対し斜め方向から見た像で、右側が鉛直上方である。Fig.4(b)は基板面の法線方向から見た像で、上側が鉛直上方である。側面図では粒子の鉛直上側が盛り上がり接触角が小さく、鉛直下側が窪み接触角が大きいように見える。これは、あたかも炭素粒子が炭素薄膜の中に潜り込んでいるようである。一方、上面図は鉛直方向に長い卵型をしている。像の明るさから判断すると、鉛直上側が下側に比べて反射が強い。

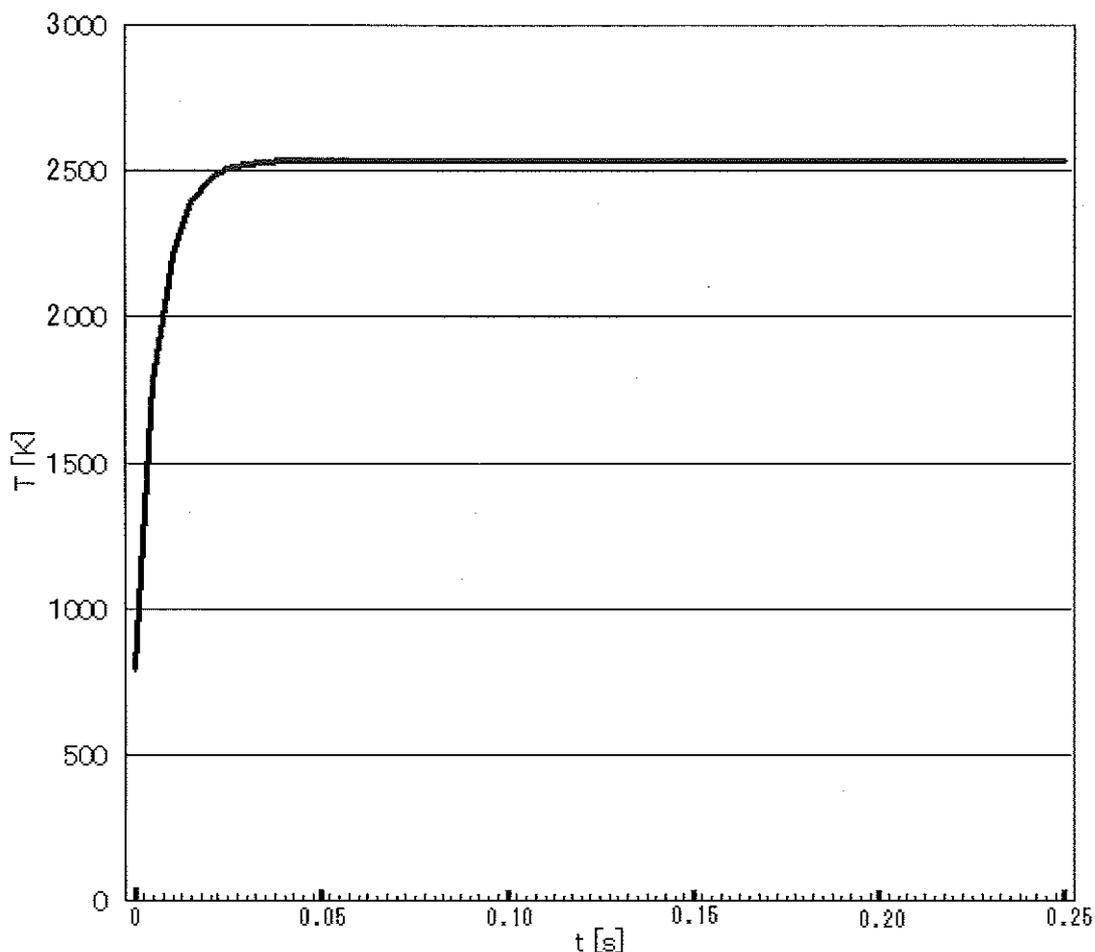


Fig. 3 炭素粒子の温度の時間変化

プラズマシース領域（基板表面上 0.5mm）に浮遊する炭素粒子（直径 100nm）の温度の時間変化。本文中(2.4)式。 $T_0 = 798\text{K}$, $Q = 6.95 \times 10^4 \text{W/m}^2$, $\beta = 10 \text{W}/(\text{Km}^2)$, $\tau = 6.0 \times 10^{-3} \text{s}$ 。基板温度は $T_s = 1066\text{K}$ 。

以上の観測結果を、粒子が粘弾性体であるものとして、それが傾斜基板に落下するとどのような平衡形をつくるかを考察する。重力は粒子の落下に効くのみであり、平衡形の形成には表面張力が主要な力で重力は無視してよい。これを見るには、次の式で与えられる毛管長 (capillary length) を計算してみればよい。⁹⁾

$$\kappa^{-1} = \sqrt{\frac{\sigma}{\rho g}} \quad (3.1)$$

ここで、 σ , ρ および g はそれぞれ、グラファイトの表面張力、密度および重力加速度である。問題にする物体のサイズが毛管長より短いとき、重力は無視することができる。逆に物体のサイズが毛管長より長いとき、重力が効くようになる。式(3.1)に各パラメタの値¹⁰⁾を代入すると、

$\kappa^{-1} \approx 4$ [mm]を得る。問題の炭素粒子のサイズは大きくても $10[\mu\text{m}] = 0.01$ [mm]である。したがって、粒子のサイズは毛管長に比べて十分小さいので重力は無視することが出来る。

以上の考察から、粘弾性体の球状粒子が傾斜基板面に落下すると、粒子の各微小部分は鉛直方向に積もるのみで、水平方向には滑らないものと考えてよい。すなわち、第一近似では、表面張力が勝っているので、基板面への衝突の際に受ける力の水平成分は無視することができる。この考えに従って、Fig. 5に示す座標系をとり、球の中心を通る面 ($x-y$ 平面) で、基板に落下してできた粒子を切断した平衡形は次の式で表される。

$$y = -\tan\theta(x - 2r_p) + 2\sqrt{r_p^2 - (x - r_p)^2} \quad (3.2)$$

ここで、 θ は基板と x 軸のなす角である。Fig. 5 は、(3.2)式で $\theta = 55^\circ$ の場合を示す。

この図は、角度は実験と合わせていないが、実験結果Fig. 4(a)を概略再現しているということが出来る。また、粒子の切断面を球の中心からずらしていくと、(3.2)式と同形の断面が得られる。その断面と基板の交点が描く軌跡は楕円になることが示される。傾斜基板面上に、落下前の球の中心を通る鉛直線と基板面の交点を中心として、斜面の上方向きに η 軸を、それに直角方向に ξ 軸 (水平方向) をとると、上面図形は次の式で表される。

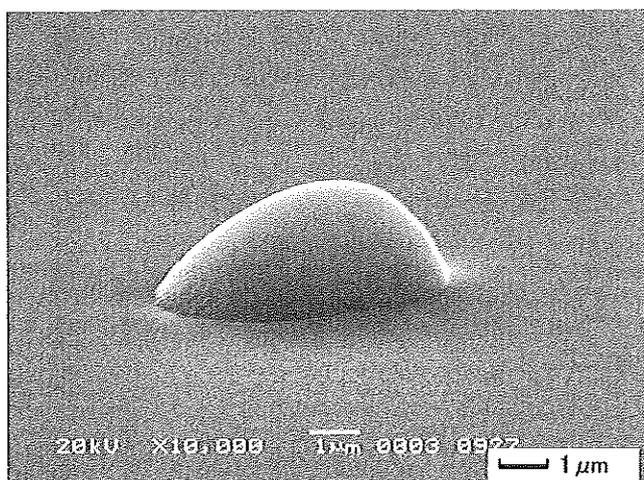
$$\frac{\xi^2}{r_p^2} + \frac{\eta^2}{(r_p / \cos\theta)^2} = 1 \quad (3.3)$$

この式は上向きに長い楕円であることを示している。この結果は、実験結果Fig. 4(b)の卵形を概略再現していると言うことが出来る。

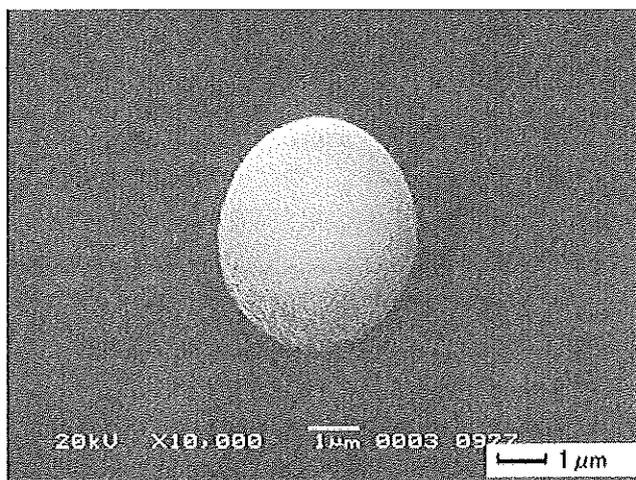
4. 結論

熱基板からの輻射を主要な熱源として、プラズマシースで成長する炭素粒子の温度を理論的に評価した。粒子温度は基板からの輻射を受けると同時に、急速に上昇して0.04s程度で飽和値、約2500Kに達する。これらの評価値は炭素粒子の冷却則に現れる熱伝達率 β に強く依存する。この報告では、 β を熱電対の緩和時間から評価したが、精度が不十分である。プラズマシース近傍で直径1mm程度の炭素球の β が測定できれば、より信頼度の高い炭素粒子の温度を求めることができる。

熱基板上3mmでの温度を熱電対を使って測定してFig. 2の結果をえた。基板加熱によりその温度が約300K上昇した。これはプラズマ励起による上昇約30Kの10倍であることが分かった。このことは炭素粒子の高温度の主原因が基板からの輻射にあるという考えを支持している。この測定ではプラズマ照射時間が短く、基板に十分な炭素膜が



4 (a)側面



4 (b)上面

Fig. 4 傾斜基板上で観測された炭素粒子

基板傾斜角 70° (基板面と水平面のなす角)。プラズマ照射条件: CH_4 濃度 18%, 基板温度 1054K, プラズマ照射時間 4h。

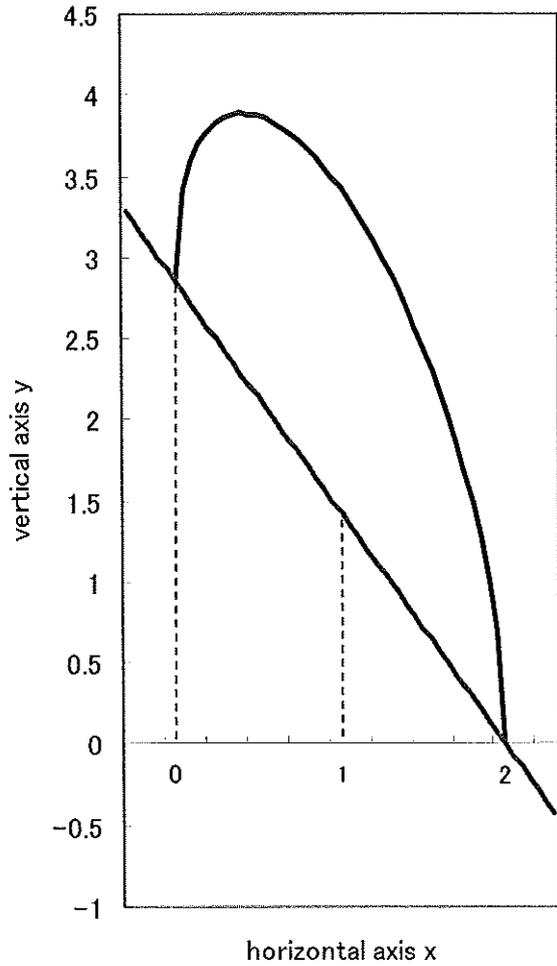


Fig. 5 傾斜基板上に落下した炭素粒子
落下前の球状粒子の中心を通る面で切断した
落下後の粒子の形状。本文中(3.2)式。
 x, y は r_p でスケールしている。 $\theta = 55^\circ$ 。

できていない状態であったと考えられる。これは放射率が1より小さく、測定した温度も低めになったと考えられる。同様に熱電対がタングステンで炭素粒子とは異なることも測定温度を低めにしたと推測できる。数時間のプラズマ照射時間の間に成長する炭素粒子は基板からの輻射をより効率よく受けているものと考えられる。

傾斜基板上に観測された炭素粒子の形状は、成長時の炭素粒子が粘弾性体であったということを示唆している。今回は詳細な理論的解析ができなかったが、それにより炭素粒子の物性がより明らかになるものと思われる。

付録A. 熱基板からの輻射によるプラズマシース近傍の温度 (Fig. 2)

Fig. 2 は、シース厚さ 0.5mm より少し上の領域であるプラズマ端近傍の温度を与える。この図において、横軸は基板を通电により熱し始めた時刻からの経過時間 $t[\text{min}]$ で、縦軸は基板上 3mm の高さでの温度 $T[\text{K}]$ である。この温度は、通电後 $t \cong 24[\text{min}]$ で極大値 $T_1 = 656[\text{K}]$ に達し、その後一定で $t \cong 94[\text{min}]$ にプラズマを励起すると上昇して最高値 $T_2 = 689[\text{K}]$ に達した。 $t \cong 125[\text{min}]$ に通电を切ると、温度は $t \cong 144[\text{min}]$ まで下降し、その後一定値 $T_3 = 367[\text{K}]$ に落ち着いた。

上記の各温度は、バックグラウンド (環境) の温度 T_b を含むものと考えると次の式が成り立つ。

$$T_2 = T_1 + T_3 - T_b$$

この式から $T_b = 334[\text{K}]$ と求まる。すなわち、基板加熱による温度上昇は $T_1 - T_b = 322[\text{K}]$ 、基板加熱とプラズマ励起による温度上昇は $T_2 - T_b = 355[\text{K}]$ 、プラズマ励起による温度上昇は $T_3 - T_b = 33[\text{K}]$ となる。

式(2.2)を $Q(h) = \mathcal{R}\chi(h)$ と書くと、基板からの高さによる部分は

$$\chi(h) = 1 - \frac{h}{\sqrt{R_s^2 + h^2}} \quad (\text{A.1})$$

実験における基板は、約 $30 \times 10 [\text{mm}]$ の長方形である。これと同面積の半径 R_s の円板で近似すると $R_s = 9.8 [\text{mm}]$ となる。炭素粒子の位置での輻射強度は $Q(0.5) = \mathcal{R}\chi(0.5)$ であるから、 $T_s = 1066 [\text{K}]$ として、 $\chi(0.5) = 0.95$ であるから、(2.5)式の Q の値が得られる。

T_0 の値は $h = 0.5 [\text{mm}]$ での温度に等しいものと考え、 $h = 3 [\text{mm}]$ での温度が測定されているから、それを内挿する。高さ h における基板からの輻射による温度 $T_{sub}(h)$ はそこでの輻射強度 $Q(h)$ に比例するものと仮定すると、

$$T_{sub}(0.5) = \frac{\chi(0.5)}{\chi(3)} T_{sub}(3) = 431 [\text{K}] \quad (\text{A.2})$$

ここで、先に求めた基板加熱のみによる温度上昇 $T_{sub}(3) = 322 [\text{K}]$ を使った。したがって、 $h = 0.5 [\text{mm}]$ におけるトータルの温度は、(A.2)の値に先に得たプラズマ励起による温度 $33[\text{K}]$ とバックグラウンド補正 $334[\text{K}]$ を加えて、

$T_0(0.5) = 798$ [K]となる。これが(2.5)式の T_0 の値である。

National Astronomical Observatory of Japan (in Japanese, Maruzen Co. Ltd., 2009).

(原稿受付 2014年1月)

付録B. 熱伝達率 β の値

熱伝達率 β の値はFig. 2に示される温度 T の緩和現象から求められる。この測定に使用した熱電対温度計(W/Re 5-26 0.1 ϕ)はプラズマシース領域の環境に近い状況で、加熱と冷却を受けて熱起電力の増加と減少を行った。Fig. 2を見ると、温度は $t=0$ [min]の基板加熱開始と共に立ち上がり、 $t=125$ [min]の基板加熱切断と同時に緩和している。この曲線を解析すると緩和時間 τ_1 が $\tau_1 = 1.1 \times 10^2$ [s]と得られる。熱電対の熱伝達率 β は測定値がないので、ここでは半径 r_1 のタングステンと同等であると仮定すると、その緩和時間は $\tau_1 \equiv M_1 c_1 / A_1 = \rho_1 c_1 r_1 / (3\beta)$ と書ける。タングステンの値を使うと $\rho_1 c_1 = 0.69 \rho c$ となり、炭素とほぼ同じ値である。¹⁰⁾両者で β は同じとすると、 τ_1 と τ の違いはサイズ r_1 と r_p の違いからくることになる。熱電対のサイズを考慮して、ここでは $r_1 \approx 1$ [mm]と仮定すると、緩和時間 τ_1 の観測値から $\beta \approx 10$ が得られる。

参考文献

- 1) F. Shoji, Z. Feng, A. Kono, and T. Nagai, Appl. Phys. Lett. **89**, 171504(2006).
- 2) Z. Feng, A. Kono, T. Nagai, and F. Shoji, Appl. Phys. Lett. **90**, 221503(2007).
- 3) T. Nagai, Z. Feng, A. Kono, and F. Shoji, Phys. Plasmas **15**, 050702(2008).
- 4) F. Banhart, T. Füller, Ph. Redlich, and P. M. Ajayan, Chem. Phys. Lett. **269**, 349(1997).
- 5) 長井達三, 生地文也, 九州共立大学総合研究所紀要, No. 6, pp. 53-58 (2013).
- 6) A. Beiser, Concept of Modern Physics (McGraw-Hill, Inc., New York, 1995).
- 7) 物理学辞典, 物理学辞典編集委員会編 (培風館, 1984).
- 8) 中川鶴太郎, レオロジー (岩波書店, 1990).
- 9) ドウジエンヌ, プロシヤール-ヴィアール, ケレ, (奥村 剛 訳) 表面張力の物理学 (吉岡書店, 2003).
- 10) *Chronological Scientific Tables 2010* ed. by

九州共立大学総合研究所紀要投稿規程

1. 投稿論文の内容は、福原学園の教員・職員（総合研究所客員研究員を含む）が行った研究、活動、並びに福原学園に反映される研究、教育、活動に関するものとする。
2. 投稿者は、福原学園の教員・職員（総合研究所客員研究員を含む）、及び福原学園に属する大学・短大の学生、並びに教員が紹介した者、および共同で研究を行った者とする。
3. 論文の種類は、査読論文、研究論文、研究報告、技術報告、解説、レビュー、研究応用および実用化の紹介、教育運営および管理に関する実践事例の紹介、その他とする。
4. 原稿は九州共立大学総合研究所事務室に提出するものとする。
5. 原稿の採否は、九州共立大学総合研究所紀要編集委員会が決定する。
6. 投稿論文の長さは、4頁以上、10頁までとする。
7. 投稿論文の受理年月日は九州共立大学総合研究所事務室が受理した日とする。
8. 原稿の作成は「原稿作成要領」に従って行うものとする。
9. 掲載された論文の著作権（著作権第27条及び第28条に規定する権利を含む）は九州共立大学に帰属する。また、著作者は論文に係る著作者人格権を行使しないものとする。ただし、著作者自身が自分の論文の全部または一部を複製、翻訳、翻案などの形で利用する場合、九州共立大学の許諾を求める必要はない。また、第三者から、論文の複製、転載などに関する許諾の要請があり、九州共立大学が必要と認めた場合は当該著作権の利用を許諾することがある。
10. この規程に定めるもののほか、投稿に関し必要な事項は九州共立大学総合研究所紀要編集委員会において決定する。

附 記

1. この規程は、平成21年6月30日から実施する。
2. 九州共立大学総合研究所紀要投稿規程（平成21年2月2日制定）は廃止する。

紀要発行に関する事

1. 九州共立大学総合研究所紀要は年1回発行する。
2. 紀要編集委員会は必要に応じ開催する。
3. 紀要編集委員会委員長は九州共立大学総合研究所長とする。
4. 紀要編集委員会の事務は総合研究所事務室において処理する。

九州共立大学総合研究所紀要 審査付論文の査読要領

1. 九州共立大学総合研究所紀要編集委員会(以下、紀要編集委員会)委員長は、紀要編集委員会を開催し、投稿された原稿に関連する査読者を割り当てる。査読者は、原則、原稿1編につき2名とする。
2. 査読者による査読は、原稿の内容、及び、新規性・発展性・独創性・実用性・信頼性のいずれかについて行なうものとする。
3. 査読者は査読を行なった原稿に対し「無条件使用」、「修正要求(コメント)あり」、あるいは、「不採用」のいずれかを決定し、査読報告書の所定欄に記入する。「修正要求(コメント)あり」の場合はコメント等を記入する。「不採用」の場合は、その理由を記入する。なお、査読報告書の査読者は、無記名とする。
4. 査読者は、別に定める査読報告締め切り日までに紀要編集委員会に査読報告書と査読を行なった原稿を提出する。
5. 紀要編集委員会委員長は、査読報告書と査読を行なった投稿原稿のコピーを投稿者に渡す。
6. 投稿者は別に定める日までに、修正した最終原稿(Word file とpdf file)と査読報告書に対する対応報告書を紀要委員会に提出する。
7. 紀要編集委員会は、論文の採否を決定する。

附 記

1. この規程は、平成21年3月12日から実施する。
2. 九州共立大学総合研究所紀要投稿規程(平成21年2月2日制定)は廃止する。

九州共立大学総合研究所紀要編集委員

委員長 牧角 龍憲

委員 森部 昌宏

委員 小島 治幸

委員 能智 紀台

委員 生地 文也

九州共立大学総合研究所紀要 第7号

平成26年3月31日発行

発行者 九州共立大学総合研究所
〒807-8585 北九州市八幡西区自由ヶ丘 1-8
TEL&FAX 093(693)3222
E-mail souken@kyukyo-u.ac.jp

印刷所 有限会社 照文堂製本

Contents

Refereed Paper

Comparative study of economics education:Shanghai Ocean University: College of Economics and Management and Kyushu Kyoritsu University:Faculty of Economics	Yuji MORI and Hiroyuki TAKAHASHI	1
---	----------------------------------	---

Research Paper

The Preparatory Study for Developing the Diagnostic Inventory of Member of Society Ability	Fumiko HONDA and Masahiro MORIBE	11
The role of Teachers in Elementary and Junior High School Moral Education Promotion Kitakyushu	Tsukasa KAWANO	17
Silabus of Arithmetic Subject for Kindergarten Teacher Trainings on the Basis of Piagetian Theory	Akihiro FUJIBUCHI	27
Reconsideration of tasks which measure development of "theory of mind" - by 5 cases -	Himiko OZAWA	37
A Study on Noe ITO and Henrik Ibsen, <i>A Doll's House</i> —Women of "Seito"(1)—	Keiko OGIHARA	43
Beach Transformation of the Artificial Tidal Flats in Doukai Bay	Haruyuki KOJIMA and Shuguang YAN	47
An Application for a Teaching Material as the Mobile Using a Natural Energy	Shizuo YAMAGUCHI and Yoshio MIYAIRI	57
Proposal for Realizing Renewable Energy Society	Yoshio MIYAIRI and Shizuo YAMAGUCHI	61
Temperature of Carbon Particles growing in a Methane Plasma Sheath	Tatsuzo NAGAI, Taisuke NAKAYAMA, Kazuki NAGATOMO, Yuji SUGA, Masamichi NAITOH and Fumiya SHOJI	69

Kyushu Kyoritsu University Research Institute

Kyushu Kyoritsu University
Kyushu Women's University
Kyushu Women's Junior College