

# 初等理科教育における中日比較

—学力に影響する要因分析から—

孟 令 紅

(2001年9月28日受理)

Comparative Study on Elementary Science Education in China and Japan  
— An Analysis on Structure of Factors Affecting Achievement —

Linghong Meng

The purposes of this study are to examine the structure of factors that affect elementary science achievement in China and Japan, and to propose some strategies for elementary science education reform in China. The study hypothesized that science achievement was influenced by seven factors: (1)parental support, (2)classroom environment, (3)attitude toward science leaning, (4)peer environment, (5)study hour, (6)parents' interests in science, (7) parents' expectations in science teaching. The study revealed that the instrument had some validity in the measurement of each construct variable. In addition, the analysis in the Structural Equation Modeling indicated that the effects of positive attitude toward science study and class environment were influential factors to science achievement in Japan. On the other hand, in China, the effect of positive attitude toward science teaching is the only influential factor to science achievement.

Key word: elementary science education, factors affecting science achievement, comparative study between China and Japan

キーワード：初等理科教育、学力に影響する要因、中日比較

## 1. はじめに

1980年代までの中国における初等教育では、国語及び算数が重要な教科（主教科）であり、理科はあまり重要ではない教科（副教科）とされていた。しかし、世界で科学技術が急速に発展する中、中国においても現代化の推進と共に科学教育の重要性が認識されるようになった。そして、初等教育において国民の素質を高めるためには、国語及び算数のみを重視した今までの教育では不十分であるという認識が広がった。このため、1990年代初頭には初等教育においても理科が国語及び算数と同じ重要な科目であると考えられるよう

になった。このような変化に伴い、1980年代まで工業や農業に関する知識を重視してきた初等理科の教育内容が、系統的な科学的知識へと変化してきた(李 1993)。

中国において9年間の義務教育が開始されたのは1986年である。このため、日本の学習指導要領に相当する教学大綱は義務教育への移行時に改訂されて以降改訂されていないため、まだ試用段階にある。よって、系統的な初等理科教育を定着させ実りあるものにするためにも、中国の初等理科教育の現在の問題点を明らかにし、更なる改善を行う必要がある。

一方、第二次大戦の敗戦から急速な経済発展を遂げた日本では、戦後6回の学習指導要領改定が行われ、教育水準の向上が図られている。その結果過去3回にわたって行われた IEA 国際数学・理科調査では、学力が世界的にみても上位にある（国立教育研究所1998）。上述した中国と日本の状況から、両国の初等理科教育のカリキュラム、教科書、指導書、指導方法などを比

本論文は、課程博士候補論文を構成する論文の一部として、以下の審査委員により審査を受けた。

審査委員：角屋重樹（指導教官）、秋山幹雄、池田秀雄、池野範男、落合洋、柴一実

較することで、中国の初等理科教育の改革に資する有益な示唆を得ることができると考える。

これまでに行われてきた、中日間の理科教育に関する比較研究は、その多くがカリキュラム、教科書などの学習内容を比較したものである(董・中村 1995、陳・戸北 1998、孟・藤島 1998、孟・藤島 1999、孟・杉本等 1999、孫 2000、陳・戸北 2000など)。そこで、これらを概観するために、校種別に各研究の概要をまとめた。その結果を以下の表1に示す。

表1 先行研究の概要

校種	内容
高等学校	・物理教学大綱(中国)と理科学習指導要領物理分野(日本)において、教科科目、教育目標、教育内容などを比較。
中学校	・中国の物理と日本の理科1分野の物理領域において、授業時間数、教学目的(教科目標)、教育内容などを比較。
小学校	・自然の教学大綱(中国)と学習指導要領理科(日本)において、授業時数、教学目的(教育目標)、教科内容を比較。 ・中日両国の教科書において、内容や記述方法の比較。

この表1が示すように、中日間の理科教育の比較に関する研究は、カリキュラムや教科書を比較しただけのものが中心である。このため、カリキュラムや教科書と学力の関係という視点から比較、分析した研究は見られない。また、カリキュラム以外の要因である教授方法、児童の理科に対する考え、保護者の理科に対する考えといった要因と学力との関係を明らかにしたものも見られない。なお、本稿では、カリキュラムに基づいた基本的な知識・理解を学力と規定する。

一方、学力の国際比較を行う場合は、例えば Bracey (1996), Hess & Azuma (1991), Jaeger (1992) などは、文化的な相違点からくる家庭環境や教育文化環境などの「潜在的カリキュラム(hidden curriculum)」の重要性を指摘している。このような家庭環境や教育文化環境と学力の関係に関する学力構造モデルについては、Reynolds & Walberg (1991) が体系的かつ組織的なものを提案している。このモデルは、学力を潜在要因である学習者の動機、家庭環境、友人環境、クラス環境などから構造的に説明している。そこで、本研究ではこのモデルを援用して、文化的に異なる中日間での潜在要因の構造を明らかにしようとした。

## 2. 研究の目的

本研究では、前項で述べた中国と日本それぞれにお

いて理科の学力に間接的に影響を及ぼすと考えられる要因の構造を検討し、得られた構造を比較することで中国の初等理科教育改善へ向けた示唆を得ることを目的とした。

## 3. 研究の方法

### (1) 調査問題の構成

本研究では、家庭環境や学級環境など潜在要因と学力との関係を構造的に明らかにするため、初等理科の学力を測定する調査(以下、調査Iとする)項目及び理科の学力に影響を及ぼす潜在要因を測定する調査(以下、調査IIとする)項目を構成した。これらの各調査項目は以下に示す手続きによって作成した。

調査Iにおいては、まず、中国の1992年版小学自然教学大綱と日本の平成元年版小学校学習指導要領理科において扱われている学習内容の比較を行った。その結果、特に物理分野において共通の学習内容が多いことが明らかとなった。このため、両国の比較が容易となる物理分野の共通な内容を学力を測定する調査項目に用いることにした。なお、調査項目作成においては、日本標準及び文溪堂が作成したテスト問題を参考にした。

また、理科の学力に影響を及ぼす潜在要因の抽出は、前述した Reynolds & Walberg が挙げた要因を参考に

表2 調査項目の構成

		領域/要因	項目数
調査I		・空気と水	4
		・燃焼	2
・熱		6	
・力		11	
・電磁気		18	
・グラフ		6	
		計	47
調査II	児童用	① 保護者のサポート	7
		② 学級環境	5
		③ 理科学習の積極性	6
		④ 友人環境	3
		⑤ 学習時間	3
		計	24
調査II	保護者用	⑥ 保護者の科学に対する関心	2
		⑦ 保護者の理科授業への期待	8
		計	10

行った。このため、調査Ⅱでは被験者である児童及びその保護者を対象に、2種類の質問紙を作成した。なお、各要因の調査項目作成においては、Reynolds & Walberg 及び Miller (1992) が用いた項目を参考にした。これら作成した調査項目の要因とそれらを構成する項目数を前頁の表2に示す。

(2) 調査対象及び調査時期

調査は、中国においては、協力が得られた北京市の小学6年生196名及びその保護者162名を対象に行った。また、日本における調査は、広島県、神奈川県、東京都の小学6年生524名及びその保護者452名を対象に行った。調査は中国及び日本共に2001年3月に実施した。なお、有効回答者数は中国では児童108名及びその保護者108名であり、日本では児童223名及びその保護者223名であった。

4. 分析方法と結果

調査Ⅰの総得点の平均値を算出し、t検定を行った。その結果を表3に示す。この表3に示したように、総得点の平均値は日本の方が高く、両国の間に有意な差が認められた。

表3 平均値の比較 (中国 N=108、日本 N=223)

	総得点平均値	t 値
中国	28.35	2.78**
日本	30.65	

注：47 点満点，\*\*：p<0.01

次に、調査Ⅱの項目の妥当性を検討するために、要因ごとに因子分析及び信頼性係数の算出を行った。但し、要因1、2は回答が2値であるため、数量化Ⅲ類による分析を行った。この結果、各要因において想定した調査項目がまとまりを示した。そこで、要因ごとに合成変量を形成し、構造方程式モデリング (Structural Equation Modeling : SEM) を用いて各要因と学力の関係を明らかにした。分析には SPSS 10 及び Amos 4 を使用した。分析方法と結果を(1)調査項目の妥当性と信頼性の検討と(2)子どもの学力と影響要因の關係の解明に分けて以下に示す。

(1) 調査項目の妥当性と信頼性の検討

まず、回答が2値である①保護者のサポート、②学級環境は数量化Ⅲ類によって分析を行った。そして、カテゴリースコアの絶対値が1以上の項目を抽出した。その結果を次頁の表4に示す。表4に示すように、要

因①においては、中国は項目1、2、3、4、5が、日本は項目1、2、3、4、6、7が抽出された。また、要因②においては、中国は項目1、2、3、4、5が、日本は項目1、2、3、5が抽出された。このようにして抽出された項目をそれぞれ①、②の各要因構成項目とした。

次に、因子分析 (主因子法) によって③理科学習の積極性、④友人環境、⑤学習時間、⑥保護者の科学に対する関心、⑦保護者の理科授業への期待の各要因をそれぞれ分析し、因子負荷量が0.50以上の項目を因子構成項目とした。また、各要因における信頼性係数 (Cronbach  $\alpha$ ) を算出した。これらの結果を次頁の表5に示す。表5に示すように、要因③においては、中国は項目1、2、3、4、5、6が、日本は項目1、3、4、5、6が抽出された。要因④～⑦においては、両国ともに同じ項目で構成されている。したがって、④～⑦の各要因において、それぞれ3項目、3項目、2項目、8項目が抽出された。このようにして抽出された項目をそれぞれ③、④、⑤、⑥、⑦の各要因構成項目とした。また、信頼性係数の値は日本の要因⑥のみ0.40とやや低いが、他の要因の信頼性係数は $0.57 \leq \alpha \leq 0.83$ である。したがって、信頼性があると考えることができる。

(2) 子どもの学力と影響要因の關係の解明

子どもの学力 (物理領域) を、前項で述べた分析により抽出した各要因である①保護者のサポート、②学級環境、③理科学習の積極性、④友人環境、⑤学習時間、⑥保護者の科学に対する関心、⑦保護者の理科授業への期待の7要因で説明するモデルを作成した。その結果を次々頁の図1 (中国)、図2 (日本) 及び表6に示す。

まず、表6に示した中国の結果から次のことがいえる。図1に示した中国の子どもの学力に影響及ぼす要因構造のモデルの適合度の検討を行った結果、カイ2乗の値は18.968であり、df = 19、p = 0.459であった。また、モデルの適合度指標 (GFI) は0.958、修正適合度指標 (AGFI) は0.920、RMSEA は0.000である。このことから、作成した図1のモデルと標本データが十分適合しているといえる。但し、得られたモデルの子どもの学力に対する決定係数 (R-Square) が0.05と小さい。このため、本モデルの学力に対する説明率は低いといえる。

次に、表6に示した日本の結果から次のことがいえる。図2に示した日本の子どもの学力に影響及ぼす要因構造のモデルの適合度の検討を行った結果、カイ2乗の値は12.476であり、df = 15、p = 0.643であった。

表4 数量化Ⅲ類による分析結果

要因	調査項目	カテゴリースコア	
		中国	日本
①保護者のサポート	○私の家族のだれかは…、		
	1.私に理科ができるようになることを期待している。	-3.02	2.40
	2.理科は大事だと思っている。	-2.64	1.21
	3.理科をがんばるようはげましてくれる。	-2.42	2.86
	4.「あなたはやればできる」とよく言ってくれる。	-1.94	-1.30
	5.学校での生活についてよくたずねる。	-1.52	(-0.96)
	6.よい成績(せいせき)をとったときほめてくれる。	(0.35)	-1.98
7.よい成績(せいせき)を取ったらごほうびをくれる。	(-0.15)	1.70	
②学級環境	○私の学級の友達		
	1.他のクラスメートの発言のじゃまをしている。	1.87	2.18
	2.予習して、授業をうけている。	-1.57	(-0.94)
	3.理科の授業中退屈そうにしている。	1.40	1.43
	4.理科の授業中熱心に先生の話聞いている。	-1.26	1.34
5.理科の授業中よくふざけている。	1.19	1.39	

表5 因子分析の結果と信頼性係数

要因名	調査項目	中国		日本	
		因子負荷量	信頼性係数	因子負荷量	信頼性係数
③理科学習の積極性	1.理科は将来いい仕事につくためには大切である。	0.74	0.82	0.58	0.79
	2.理科は日ごろの生活に役に立つ。	0.73		0.73	
	3.大人になったら理科で学んだことをたくさん使う。	0.68		0.76	
	4.理科は楽しい。	0.63		0.70	
	5.私は理科の授業で先生が何をいっているか、または何をすればいいのかがよくわかる。	0.60		(0.49)	
	6.私は理科が得意だ。	0.57		0.55	
④友人環境	1.一緒に遊ぶ友達中で理科ができる子はどのくらいいると思いますか。	0.59	0.57	0.66	0.63
	2.一緒に遊ぶ友達中でまじめな子はどのくらいいると思いますか。	0.57		0.67	
	3.一緒に遊ぶ友達中で大学に行こうとしている子はどのくらいいると思いますか。	0.52		0.50	
⑤学習時間	1.学校の授業がある土曜日に宿題や塾に行く時間も含めて、一日に家で何時間くらい勉強していますか。	0.89	0.64	0.86	0.72
	2.学校の授業がない日曜日に宿題や塾に行く時間も含めて、一日に家で何時間くらい勉強していますか。	0.84		0.89	
	3.月曜日から金曜日まで宿題や塾に行く時間も含めて、一日に家で何時間くらい勉強していますか。	0.59		0.70	
⑥保護者の科学に対する関心	1.テレビの科学番組(NHK特集など)をどのくらい見ますか。	0.73	0.68	0.50	0.40
	2.科学雑誌(日経サイエンス、ニュートンなど)をどのくらい読みますか。	0.73		0.50	
⑦保護者の理科授業への期待	○学校の理科の授業で次の能力を伸ばすことについて先生にどの程度望みますか。		0.83		0.83
	1.科学実験の論理や計画について学ばせる。	0.73		0.66	
	2.科学実験の操作や技能を高める。	0.69		0.55	
	3.日常での科学の重要性に気づかせる。	0.63		0.62	
	4.科学的知識や概念を学ばせる。	0.60		0.68	
	5.科学的に表現する能力を高める。	0.57		0.66	
	6.問題解決や探究能力を育成する。	0.57		0.57	
	7.子どもたちの科学に対する興味・関心を高める。	0.56		0.56	
8.観察能力を育成する。	0.55	0.60			

初等理科教育における中日比較

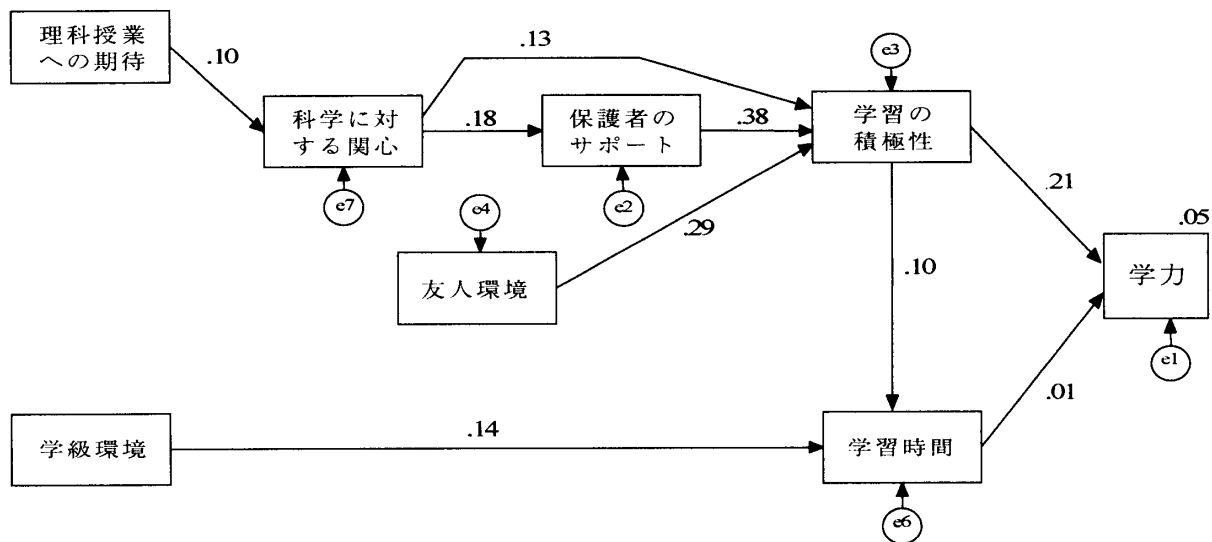


図1 中国の子どもの学力に影響を及ぼす要因の構造

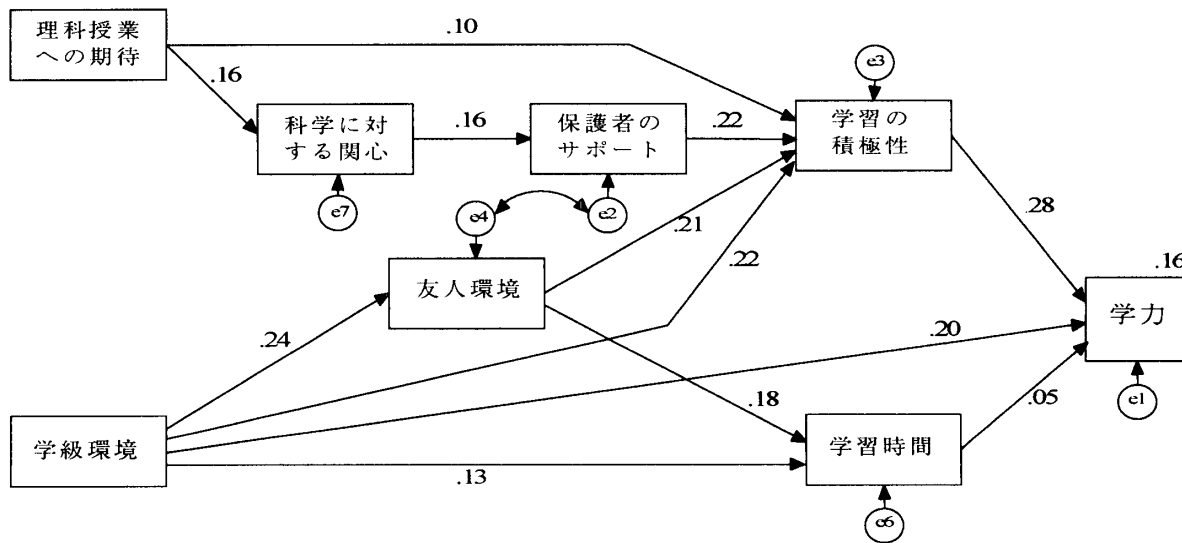


図2 日本の子どもの学力に影響を及ぼす要因の構造

表6 モデルの適合度指標

モデル名	カイ2乗検定			GFI	AGFI	RMSEA	N
	$\chi^2$	自由度	p値				
中国	18.968	19	0.459	0.958	0.920	0.000	108
日本	12.476	15	0.643	0.986	0.967	0.000	223

また、モデルの適合度指標（GFI）は0.986、修正適合度指標（AGFI）は0.967、RMSEAは0.000である。このことから、作成した図2のモデルと標本データが十分適合しているといえる。但し、得られたモデルの子どもの学力に対する決定係数（R-Square）が0.16とやや小さい。このため、本モデルの学力に対する説明率はあまり高くないといえる。

〔(2) - 1〕 中国

図1のモデルから以下のことがいえる。

- 1) 子どもの学力には、子どもの理科学習の積極性がやや影響し、学習時間はあまり影響していない。
- 2) 子どもの理科学習の積極性には、保護者のサポート、友人環境、保護者の科学に対する興味が影響している。
- 3) 子どもの学習時間には、学級環境と理科学習の積極性がやや影響している。

〔(2) - 1〕 日本

図2のモデルから以下のことがいえる。

- 1) 子どもの学力には、子どもの理科学習の積極性、学級環境が影響しており、学習時間はあまり影響していない。
- 2) 子どもの理科学習の積極性には、保護者のサポート、学級環境、友人環境、保護者の理科授業への期待が影響している。
- 3) 子どもの学習時間には、友人環境と学級環境がやや影響している。
- 4) 友人環境には、学級環境が影響している。

以上の結果をもとにして、中国と日本の比較を行うと、次のようになる。まず、共通点としては、子どもの学力には、子どもの理科学習の積極性がやや影響し、学習時間はあまり影響していない。また、子どもの理科学習の積極性には、保護者のサポート、友人環境が影響している。さらに、子どもの学習時間には、学級環境がやや影響しているという点が挙げられる。次に、相違点としては、次の4点を挙げるができる。

- i. 子どもの学力には、日本では子どもの理科学習の積極性、学級環境が影響している。しかし、中国では子どもの理科学習の積極性だけがやや影響している。
- ii. 子どもの理科学習の積極性には、中国では保護者のサポートと友人環境が影響している他に、保護者の科学に対する興味がやや影響している。これに対して、日本では保護者のサポートと友人環境が影響する他に、保護者の理科授業への期待がやや影響し

ている。

- iii. 子どもの学習時間には、中国では学級環境が影響している他に、理科授業の積極性がやや影響している。これに対して、日本では学級環境の他に、友人環境がやや影響している。
- iv. 友人環境には、日本では学級環境がやや影響している。しかし、中国では、このような関係は見られない。

## 5. まとめと結果の含意

本研究は、中国と日本それぞれにおいて理科の学力に影響を及ぼす要因の構造を検討し、得られた構造を比較することで中国の初等理科教育改善へ向けた示唆を得ることを目的とした。このため、まず、子どもの学力（物理領域）と①保護者のサポート、②学級環境、③理科学習の積極性、④友人環境、⑤学習時間、⑥保護者の科学に対する関心、⑦保護者の理科授業への期待の7要因の関係をSEMを用いて明らかにした。その結果、両国の間には前項のi～ivに示した違いが見られた。これらの結果を総合すると、中国は日本よりも子どもの理科学習の積極性、友人環境、学級環境、学習時間と学力との関連が弱いといえる。この原因としては、中国では初等理科教育の重要性がまだ十分に認識されていない、日本の授業形式には仲間とかかわり合い、学び合うという特徴があるなどの点を挙げるができると考える。

但し、両国共に得られたモデルの理科の学力に対する説明率（決定係数；R-Square）が小さく、特に、中国においてきわめて小さかった。この原因として、特に中国においては、想定した潜在要因の他に、理科の学力に大きく影響を及ぼしている要因が存在すると想定できる（繁樹ら 1999）。

なお、今後は今回で扱っていない、初等理科教育のカリキュラム、教科書、指導書、指導方法などの学習内容に直接的に関連のある要因を取り上げ、それらと学力との関係を詳細に検討する必要があるといえる。

## 6. おわりに

本研究において対象とした中国では、日本と異なり小学校においても、地域差などによる学校間格差が大きい。そのため、今回における中国の結果が中国の平均的な値であると判断することは危険である。しかし、中国の初等理科教育の改善へ向けた研究という視点からはある一定の示唆が得られたと考える。

また、中国の初等教育において理科が算数、国語と

同じ重要な科目であるとされたことが、教学大綱の段階で留まることなく現場で実施されるためには、現場の教師の考え方や保護者の意識などが変化するまで努力する必要がある。そして、テストで高い点数を取るための「応試教育」から資質・能力・創造力を重視し、質の向上を目指す「素質教育」へ転換するためには、授業の展開において、教師中心から子ども中心へと変革しなければならないと考える。今後は、中国における小学校の理科授業をより良いものへと改革してゆくために、中日の初等理科教育のカリキュラムや教科書、指導書、指導方法などと学力の関係の解明を通して有益な示唆を得ることが課題であると考えられる。

## 引用・参考文献

- 文溪堂 (2000年度)『理科 基礎・基本の評価』3・6 学年。
- Bracey, G.W. (1996). International comparisons and the condition of American education. *Educational Researcher*, Vol.25, No.1, pp.5-11.
- 陳連松・戸北凱惟 (1998)「中学校の理科教育についての比較—物理分野目標と内容を中心として—」『理科の教育』10月号, pp.65-59.
- 陳連松・戸北凱惟 (2000)「高等学校物理科目の中日比較」『理科の教育』9月号, pp.60-64.
- 董玉琦・中村敏弘 (1995)「中国と日本の小学校の自然(理科)のカリキュラムの比較考察」『日本理科教育学会研究紀要』Vol.36, No.1, pp.1-5.
- 永野重史・養老孟司ほか (2000年度)『理科』3・6 学年, 教育出版。
- Hess, R.D. and Azuma, H. (1991). Cultural support for schooling: contrasts between Japan and the United States. *Educational Researcher*, Vol.20, No.9, pp.2-8.
- Jaeger, R.M. (1992). Weak measurement serving presumptive policy. *Phi Delta Kappan*, Vol.74, pp.118-128.
- 国立教育研究所 (1998)『小学校の算数教育・理科教育の国際比較』東洋館出版社, p.268.
- 李培実 (1993)「小学自然課の改革と発展」『課程教材研究十年』人民教育出版社, p.125.
- 繁樹算男・柳井晴夫・森敏昭 (編著) (1999)『Q&A で知る統計データ解析: DOs and DON'Ts』サイエンス社, p.166.
- 孫新 (2000)「小課節《自然》、大単元《新理科》教科書の編写形式—中日小学《自然》、《新理科》教科書の編写形式違いの分析—」『小学自然教学』第1・2期, 湖北教育報刊社, pp.68-70.
- 文部省 (1989)『小学校学習指導要領』、大蔵省印刷局。
- Miller, J.D. (1992). *LSAY Codebook*. NORTHERN ILLINOIS UNIVERSITY.
- 孟令紅・藤島弘純 (1998)「初等理科教育に関する中日比較研究 (I) —自然教学大綱と小学校学習指導要領の比較を中心にして—」『鳥取大学教育学部研究報告』(教育科学)、第40巻, 第1号, pp.47-69.
- 孟令紅・藤島弘純 (1999)「中国小学自然と日本小学理科教育の比較」『小学自然教学』第7・8期, 湖北教育報刊社, pp.57-59.
- 孟令紅・杉本良一・藤島弘純 (1999)「初等理科教育に関する中日比較研究 (II) —小学校の教科書を中心にして—」『鳥取大学教育地域科学部紀要』(教育・人文科学)、第1巻, 第1号, pp.157-178.
- 日本標準 (2000年度)『理科 Super S テスト』3・6 学年。
- 人民教育出版社生物自然室等 (1992-1997)『九年義務教育六年制小学教科書 自然』(第一冊～第十二冊)、人民教育出版社。
- Reynolds, A.J. & Walberg, H.J. (1991). A Structural Model of Science Achievement. *Journal of Education Psychology*, Vol.83, No.1, pp.97-107.
- 中華人民共和国国家教育委員会 (1992)『九年義務教育全日制小学自然教学大綱 (試用)』人民教育出版社。
- SPSS® 10.0J, SPSS Japan Inc.
- Amos® 4.0J, SPSS Japan Inc.

(指導教官: 角屋重樹)