



京都大学
KYOTO UNIVERSITY

BECC JAPAN 2017, September 5-6
第4回 気候変動・省エネルギー行動会議
JA共済ビル カンファレンスホール

日本の中学生の エネルギーリテラシー構造モデル調査

京都大学大学院エネルギー科学研究科
エネルギー社会・環境科学専攻
エネルギー社会工学分野
○秋津 裕 (D3), 石原慶一, 奥村英之

内容

はじめに

- ▶ エネルギーリテラシー
- ▶ 日本のエネルギー教育の概要
- ▶ 既往研究の紹介

日本の中学生のエネルギーリテラシー構造モデルの検討

- ▶ TPBとVBNを拡張した仮説モデル
- ▶ 方法
- ▶ 結果
 - ・ グループ比較によるサンプルの特徴
 - ・ エネルギーリテラシーモデルの提案
 - ・ Moderation analysis
 - ・ 結果のまとめ
- ▶ 考察

まとめ



はじめに

▶ 地球の問題

- 資源の枯渇
- 温室効果ガス排出
- 気候変動
- 環境破壊



▶ 地球規模のエネルギー問題に対処するための最大の潜在的な資源は…

Energy literacy

エネルギーリテラシー

- ▶ 安全なエネルギーの未来と、持続可能な社会を支える重要な政策とエネルギー開発のために、政府と産業に力を与えるのは**市民**だからである^{1,2}
- ▶ エネルギーリテラシーは、エネルギー教育によって促進され向上する能力³

1. DeWaters, J., Powers, S.: *Energy Policy*, 39, 1699–1710 (2011)

2. DeWaters, J., Powers, S.: *J. Env. Edu.*, 44(1), 38–55 (2013), 44(1), 56–78 (2013)

3. DOE: Department of Energy, <https://energy.gov/eere/education/energy-literacy-essential-principles-and-fundamental-concepts-energy-education>

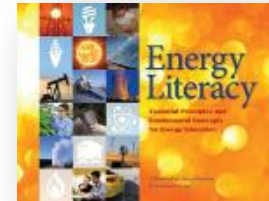
エネルギーリテラシーとは？

リテラシー ≠ 知識

米国エネルギー省 エネルギーリテラシーの定義：

宇宙と我々の生命におけるエネルギーの性質と役割を理解し、その理解を以て疑問に答え問題を解決する能力

- ▶ エネルギー・システムの観点でエネルギー使用量を認識し
- ▶ エネルギーに関する情報の信頼性を評価でき
- ▶ 有意義な方法でコミュニケーションをとり
- ▶ エネルギーが及ぼす影響と結果の理解に基づいたエネルギー選択の意思決定をし
- ▶ 生涯を通じてエネルギーを学び続ける人



さらにエネルギーリテラシーは

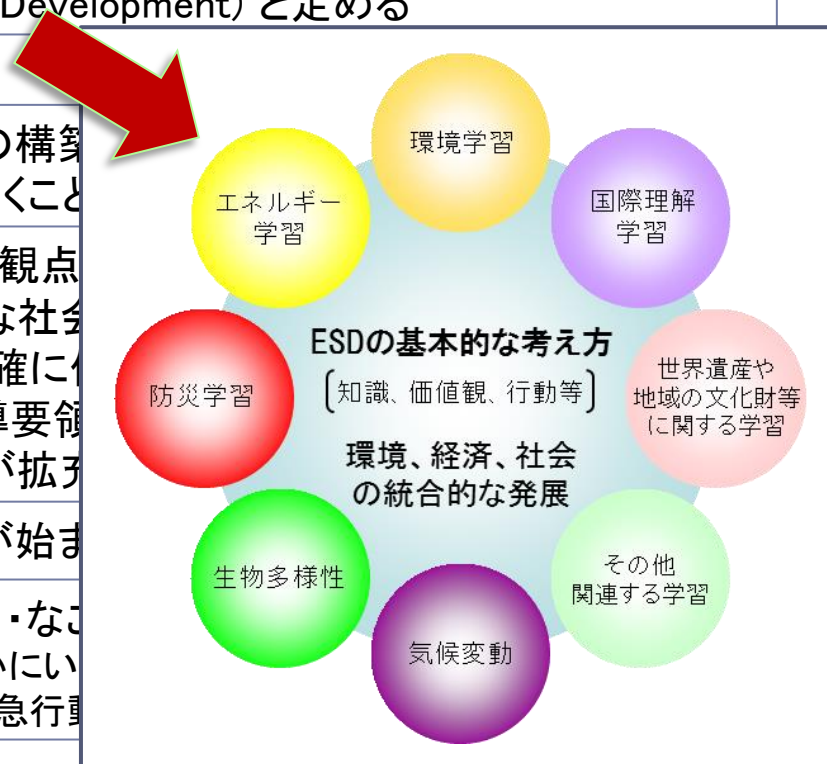
- ▶ エネルギー関連の問題を解決するための潜在的なリソースであり
- ▶ エネルギー教育によって促進され向上する能力

日本のエネルギー教育の背景

年	日本のエネルギー教育のながれ
2002	ヨハネスブルグサミットで我が国が提案した、持続可能な開発のための教育 (Education for Sustainable Development) が採択される
2005-14	国連は10年間を「国連持続可能な開発のための教育10年」(United Nations Decade of Education for Sustainable Development) と定める
2005	日本エネルギー環境教育学会発足
2006	中央教育審議会は持続可能な社会の構築という観点から、環境教育の中の重要な内容としてエネルギーを扱っていくことを認識
2008	中教審答申「社会の変化への対応の観点から教科等を横断して改善すべき事項」の「環境教育」の項で、持続可能な社会構築の観点から、エネルギー問題が環境教育の中で重要な内容として明確に位置付けされる 2008年告示の小・中学校新学習指導要領において、原子力、放射線を含む、エネルギー、資源、環境に関する内容が拡充される
2014	中学校理科第一分野で放射線教育が始まる
2015	UNDESD世界大会で採択され「あいち・なごや宣言」が採択される 人々が持続可能な開発の真ただなかにいることを認識し、持続可能な開発のための教育のさらなる強化と拡大のための緊急行動を求める

日本のエネルギー教育の背景

年	日本のエネルギー教育のながれ
2002	ヨハネスブルグサミットで我が国が提案した、持続可能な開発のための教育 (Education for Sustainable Development) が採択される
2005-14	国連は10年間を「国連持続可能な開発のための教育10年」(United Nations Decade of Education for Sustainable Development) と定める
2005	日本エネルギー環境教育学会発足
2006	中央教育審議会は持続可能な社会の構築に必要な内容としてエネルギーを扱っていくこと
2008	中教審答申「社会の変化への対応の観点」の「環境教育」の項で、持続可能な社会環境教育の中で重要な内容として明確に 2008年告示の小・中学校新学習指導要領 エネルギー、資源、環境に関する内容が拡充
2014	中学校理科第一分野で放射線教育が始まる
2015	UNDESD世界大会で採択され「あいち・なご」 人々が持続可能な開発の真のただなかに 教育のさらなる強化と拡大のための緊急行動



日本のエネルギー教育の背景

年	日本のエネルギー教育のながれ
2002	ヨハネスブルグサミットで我が国が提案した、持続可能な開発のための教育 (Education for Sustainable Development) が採択される
2005-14	国連は10年間を「国連持続可能な開発のための教育10年」(United Nations Decade of Education for Sustainable Development) と定める
2005	日本エネルギー環境教育学会発足
2006	中央教育審議会は持続可能な社会の構築という観点から、環境教育の中の重
2008	<ul style="list-style-type: none"> 日本ではエネルギー教育は環境教育の一部として認識されている エネルギー教育の具体的な学習指導要領は未だなく(江田2008), 教師からは, 位置づけが不明確, 難しい, わからない, 教材・費用がない, 助成手続きが面倒, といった課題が指摘されている (橋場2011)⁽¹⁾ エネルギーの課題は、限られた専門分野の研究者や教師による教育、研究、実践にとどまる傾向が強く、小・中・高等学校と大学・研究機関等との連携も不十分(JAEEE 2005)という指摘もある^(1, 2)
2014	
2015	<ul style="list-style-type: none"> エネルギーリテラシーの評価方法は未だない

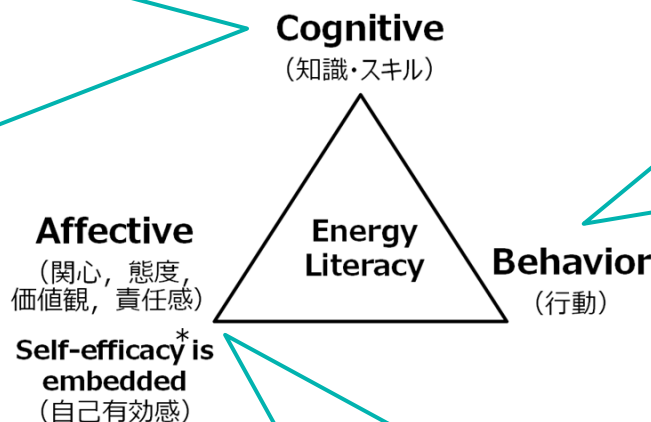
(1) 秋津裕, 石原慶一, 奥村英之, 山末英嗣, (2016). 日本の中学生のエネルギーリテラシー調査: 知識、関心、行動の評価と日米比較, *エネルギー環境教育研究*, 10(2), 15-28. <http://ci.nii.ac.jp/naid/40020901298>

(2) Akitsu Y., Ishihara K. N., Okumura H., & Yamasue E. (2017). Investigating energy literacy and its structural model for lower secondary students in Japan, *International Journal of Environmental & Science Education*, 12 (5), pp. 1067-1095, Article Number: ijese.2017.072.

Energy Literacy Framework

Clarkson Univ. (NYS, US) DeWaters et al. (2013)

- エネルギー源と資源にかかわる問題についての知識
- 個人や社会が機能するためのエネルギー利用の重要性の認識
- 自国および世界のエネルギー資源供給と利用における一般的な傾向についての知識
- エネルギー資源の開発と利用が社会に与える影響についての理解
- エネルギー資源の開発と利用が環境に与える影響についての理解
- エネルギー資源の開発と利用にかかわる個人と社会の意思決定が、将来のエネルギー需要を効果的に満たすという社会の能力に影響するという知識
- エネルギー問題を考えるうえでの技能(スキル)



行動傾向

- A 省エネルギーに向けて努力する意欲の傾向
- B 思慮深く、効果的な意思決定の傾向
- C 新たな知見に対してオープンな姿勢

行動

- D 省エネルギーに向けて努力する意欲
- E 他者への働きかけ

- 世界のエネルギー問題への認識・関心・責任感
- 様々なエネルギー開発に対する態度と価値観
- エネルギー問題に対する自己有効感

* Self-efficacy means the ability to work effectively with one's knowledge and experience. Energy-related self-efficacy, specifically, is related to how effectively the individual feels they can contribute toward solving energy-related problems.

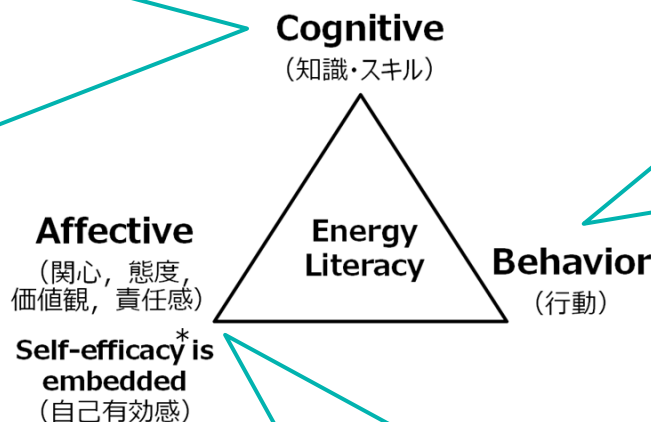
DeWaters, J., Powers, S.: Energy Policy, **39**, 1699–1710 (2011)

DeWaters, J., Powers, S.: J. Env. Edu., **44**(1), 38–55 (2013), **44**(1), 56–78 (2013)

Energy Literacy Framework

Clarkson Univ. (NYS, US) DeWaters et al. (2013)

- エネルギー源と資源にかかわる問題についての知識
- 個人や社会が機能するためのエネルギー利用の重要性の認識
- 自国および世界のエネルギー資源供給と利用における一般的な傾向についての知識
- エネルギー資源の開発と利用が社会に与える影響についての理解
- エネルギー資源の開発と利用が環境に与える影響についての理解
- エネルギー資源の開発と利用にかかわる個人と社会の意思決定が、将来のエネルギー需要を効果的に満たすという社会の能力に影響するという知識
- エネルギー問題を考えるう技能(スキル)



行動傾向

- A 省エネルギーに向けて努力する意欲の傾向
- B 思慮深く、効果的な意思決定の傾向
- C 新たな知見に対してオープンな姿勢

行動

- D 省エネルギーに向けて努力する意欲
- E 他者への働きかけ

日本の中学生のエネルギーリテラシーは？

対象(中学生)選択理由

- 義務教育の中でもエネルギーに関する単元が充実している
- 米国との比較が可能
- UNESDの教育期間と合致している(2014年調査時点)
- 次世代の様態を知ることは、将来社会の姿を予測することになる など



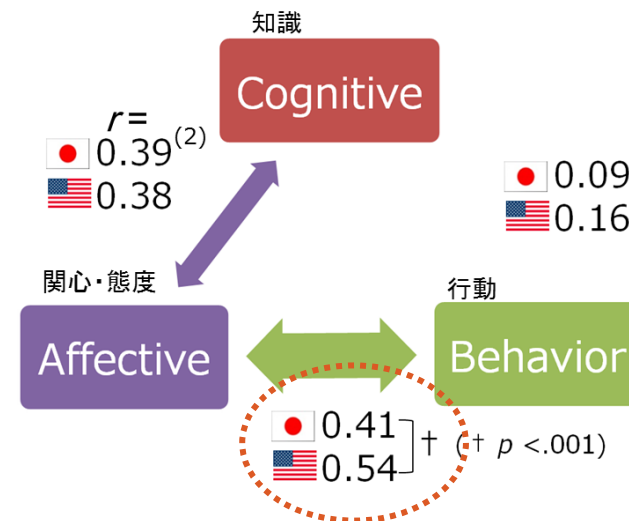
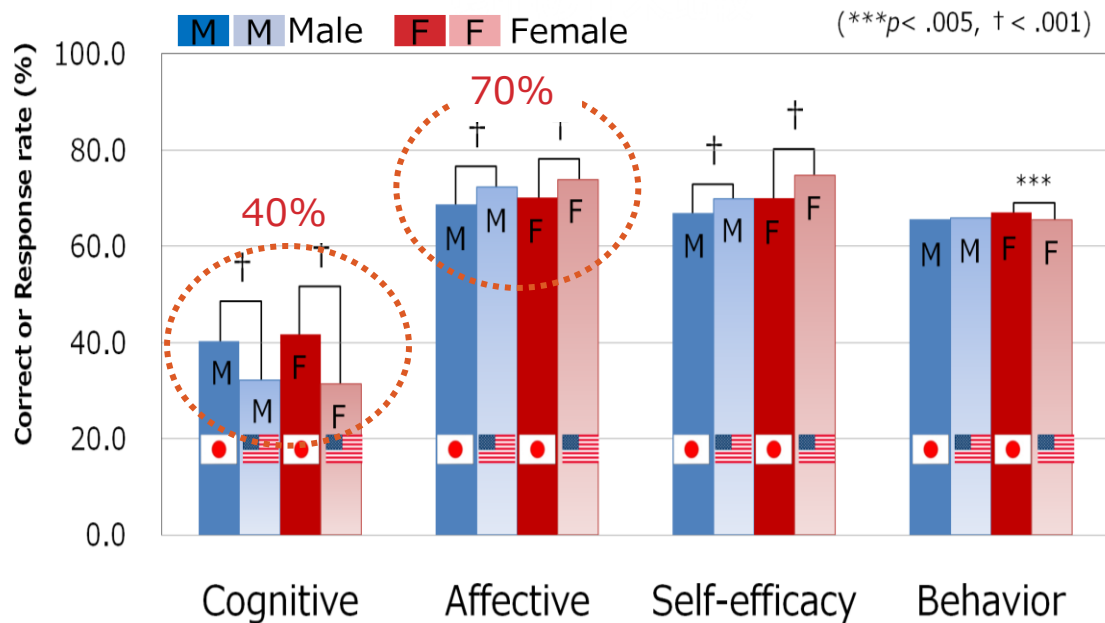
* Self-efficacy means the ability to work effectively with one's knowledge and experience. Energy-related self-efficacy, specifically, is related to how effectively the individual feels they can contribute toward solving energy-related problems.

DeWaters, J., Powers, S.: Energy Policy, **39**, 1699–1710 (2011)

DeWaters, J., Powers, S.: J. Env. Edu., **44**(1), 38–55 (2013), **44**(1), 56–78 (2013)

日米比較⁽¹⁾

Survey information: Conducted in March, 2014
6 schools in Fukushima, Tokyo, Kyoto, Nagasaki
N = 1316: Male 477(36%), Female 839(64%)
Welch *t*-test, Spearman's rank correlation (ρ)



- 日本は知識が高く、米国は態度と自己有効感が高い
- 相関では、関心と行動が最も強く、米国は日本よりも有意に強かった
- 一方、知識と行動にはほとんど相関はない
- 尺度間の因果関係は未だわかっていない

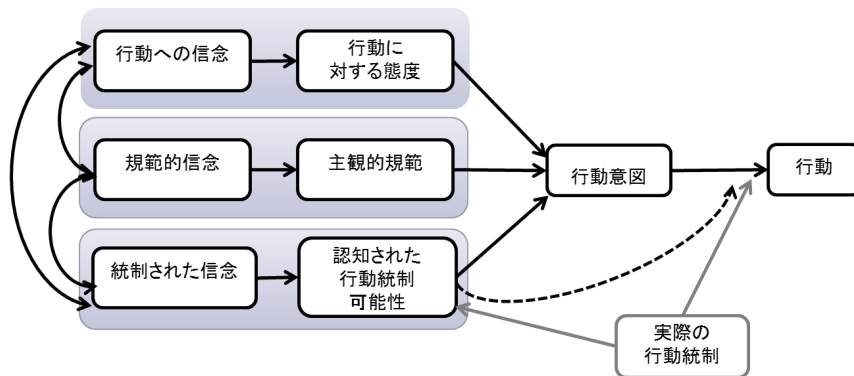


(1) 秋津裕, 石原慶一, 奥村英之, 山末英嗣, (2016). 日本の中学生のエネルギーリテラシー調査: 知識、関心、行動の評価と日米比較. *エネルギー環境教育研究*, 10(2), 15-28.
<http://ci.nii.ac.jp/naid/40020901298>

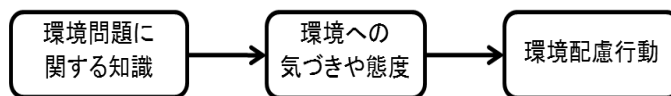
(2) The correlation coefficients are different from Japan's result by using 55 question items extracted from the original questionnaire (73) due to compare with the U. S.

社会心理学行動理論モデルの援用

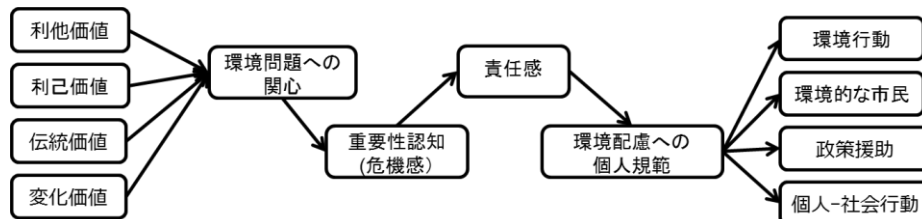
The Theory of Planned Behavior (Ajzen 1991) 計画的行動理論



Traditional assumption on Pro-environmental Behavior (Hungerford and Volk 1990) 環境配慮行動の仮定

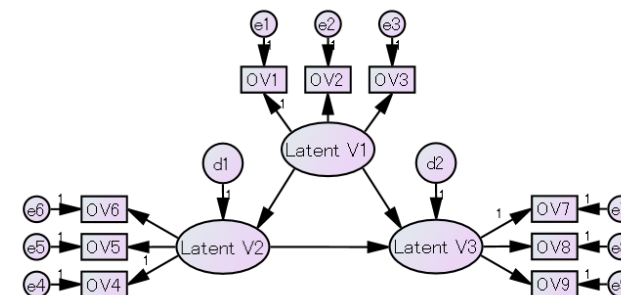


The Value-Belief-Norm Theory (Stern et al. 1999) 価値信念規範理論



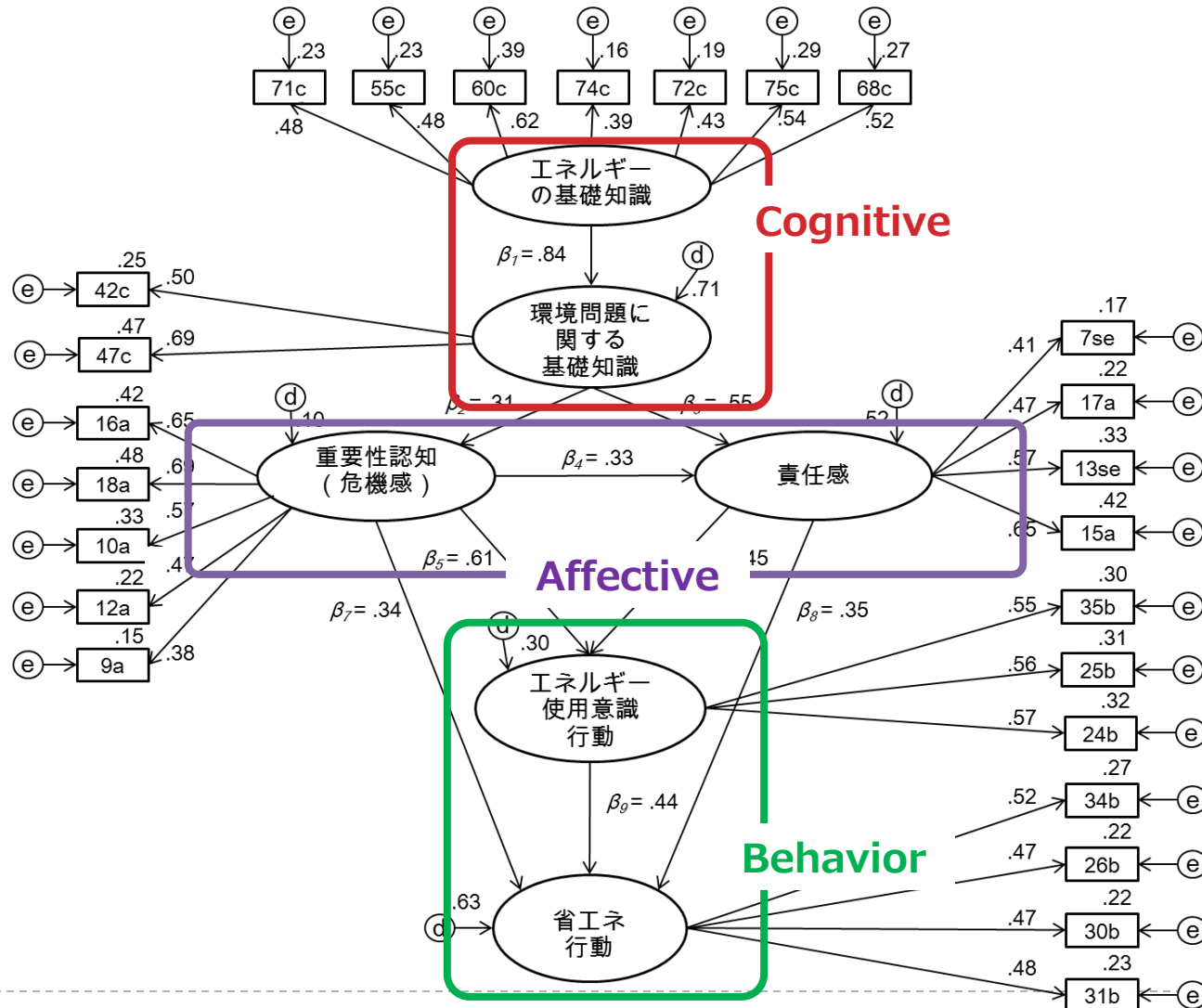
▶ 共分散構造分析 (SEM)

直接観測できない潜在変数を導入し、潜在変数と観測変数との間の因果関係を同定することにより、社会現象や自然現象を理解するための統計的アプローチ。因子分析と多重回帰分析(パス解析)の拡張。



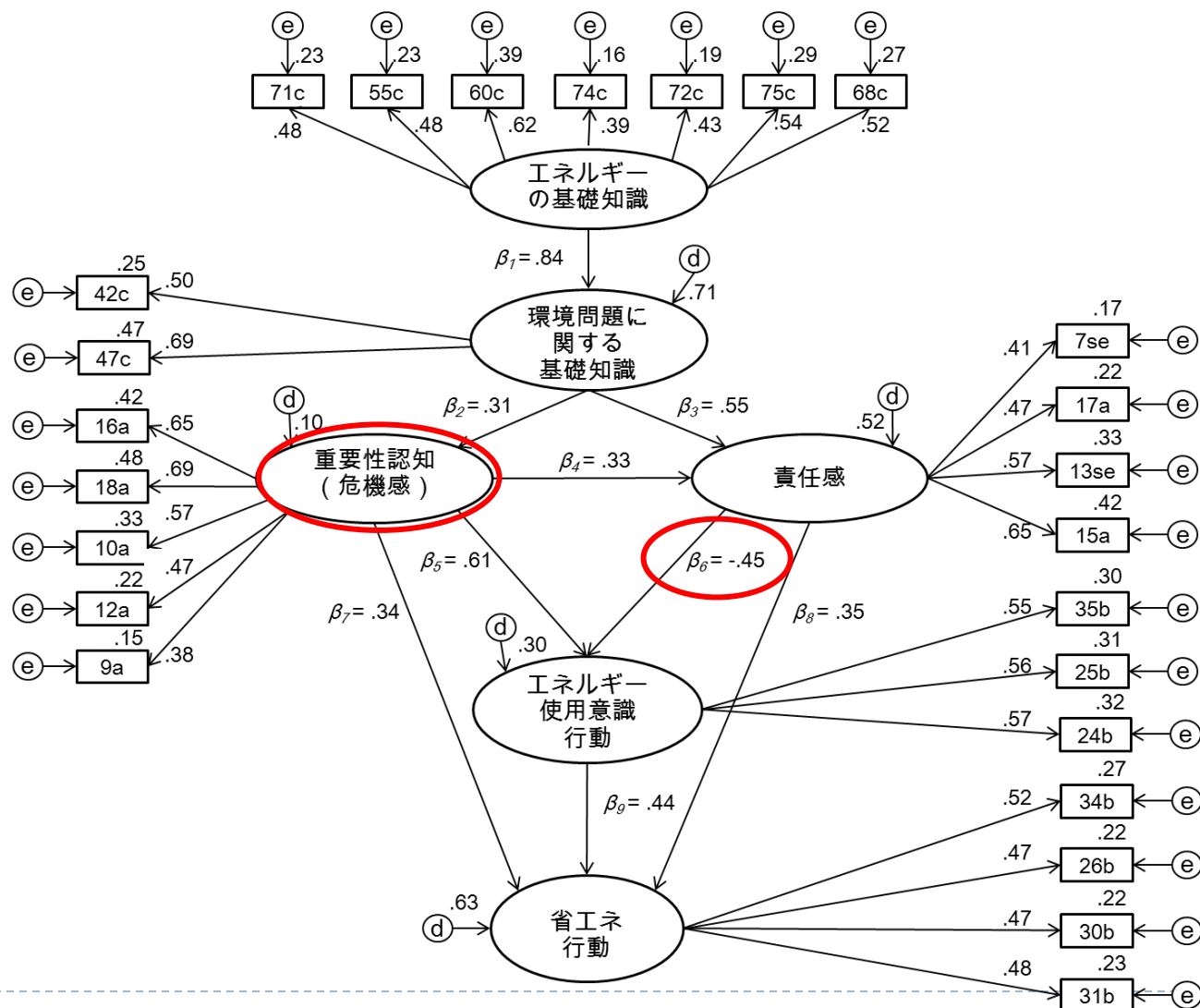
エネルギーリテラシー構造モデル

Statistics methodology:
Exploratory Factor Analysis
Confirmatory Factor Analysis
Structural Equation Modeling



エネルギーリテラシー構造モデル

Statistics methodology:
Exploratory Factor Analysis
Confirmatory Factor Analysis
Structural Equation Modeling



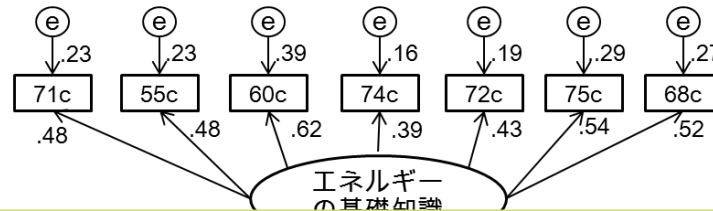
Model fit indices

Re-estimation

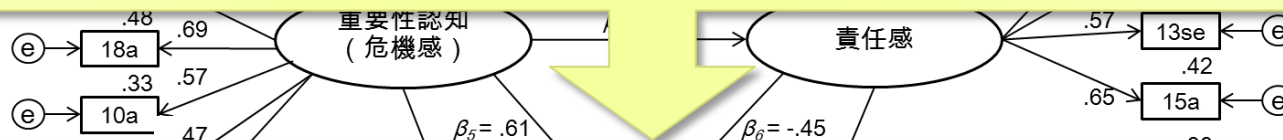
<i>N</i>	1316
Chi square	870.093
GFI	0.947
AGFI	0.936
RMR	0.042
RMSEA	0.042
NFI	0.847
CFI	0.888
AIC	988.093

エネルギーリテラシー構造モデル

Statistics methodology:
Exploratory Factor Analysis
Confirmatory Factor Analysis
Structural Equation Modeling

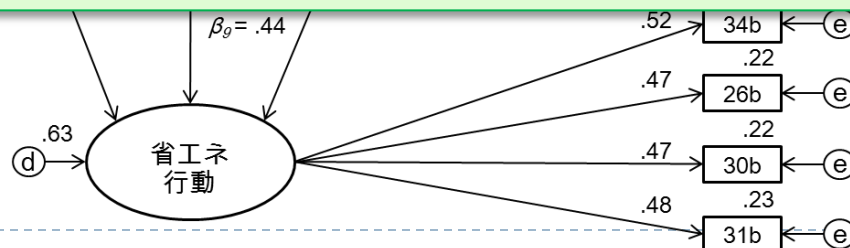


- 社会心理学行動理論モデルの規定因を満たしていない
- 規定因の内的整合性がやや低い (Cronbach's alpha values: 0.52–0.70)
- エネルギーリテラシーには, 科学リテラシー, New Ecological Paradigm, 批判的思考力も関係しているだろう



研究目的

社会心理学行動理論モデルを拡張し, 日本の中学生のエネルギーリテラシー構造モデルを提案し, さらなる分析をおこなう



Model fit indices	
	Re-estimated
N	131
Chi square	870.05
GFI	0.947
AGFI	0.936
RMR	0.042
RMSEA	0.042
NFI	0.847
CFI	0.888
AIC	988.093

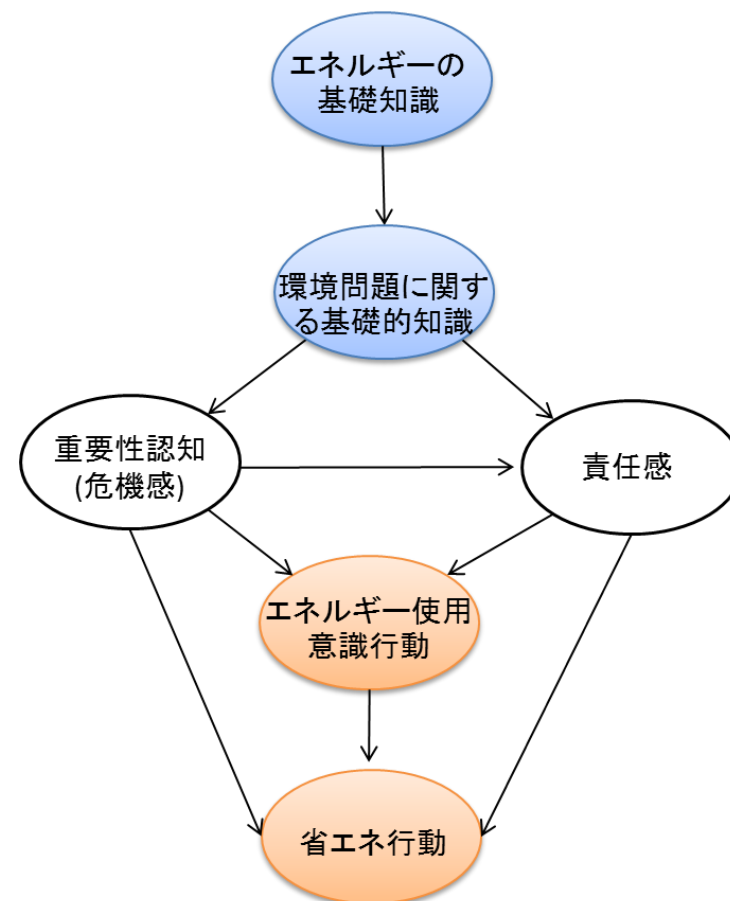
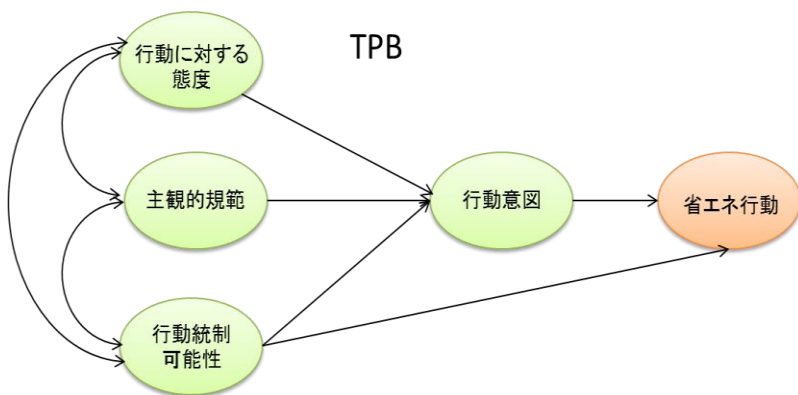
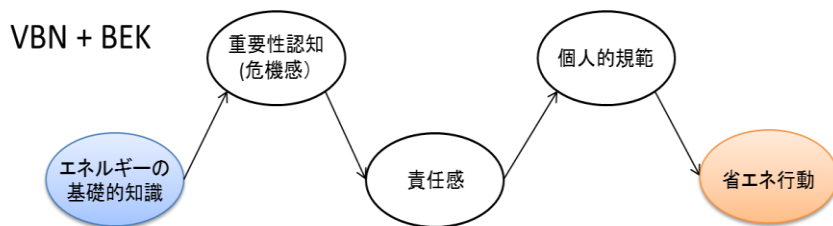


日本の中学生のエネルギーリテラシー 構造モデルの検討

Citation prohibited 引用不可

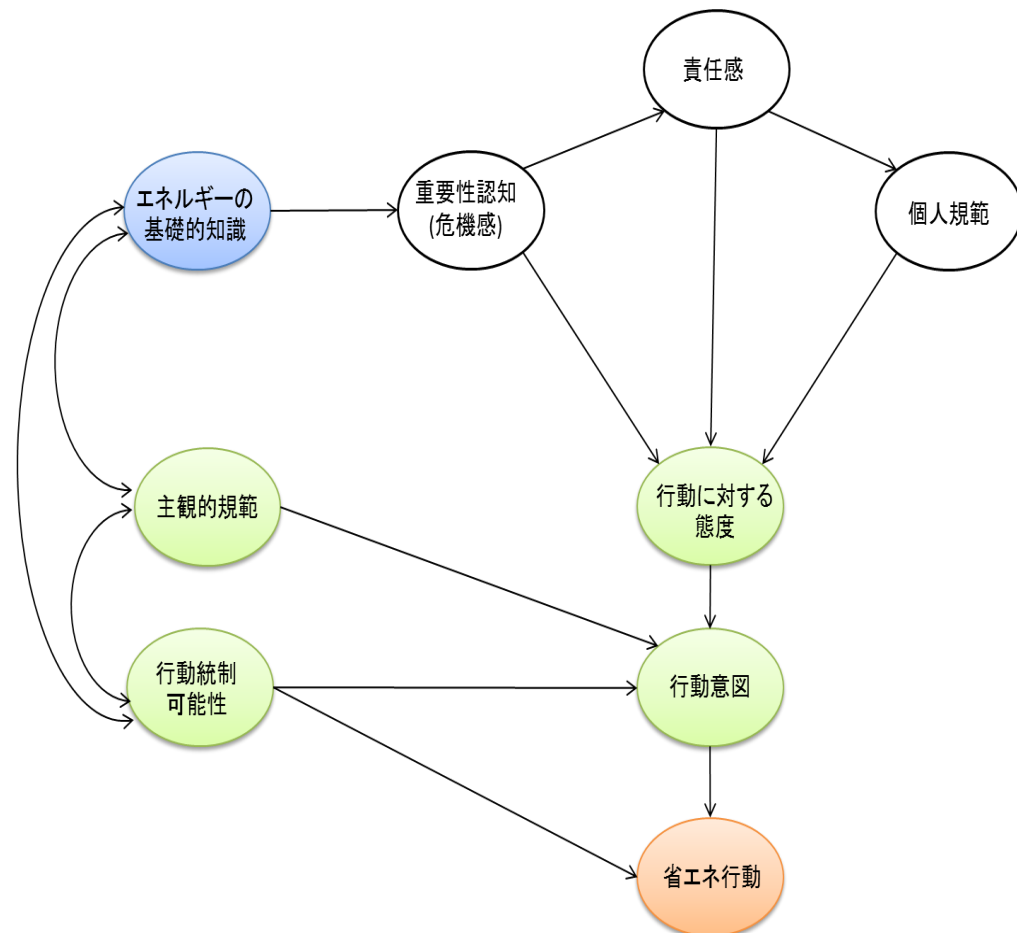
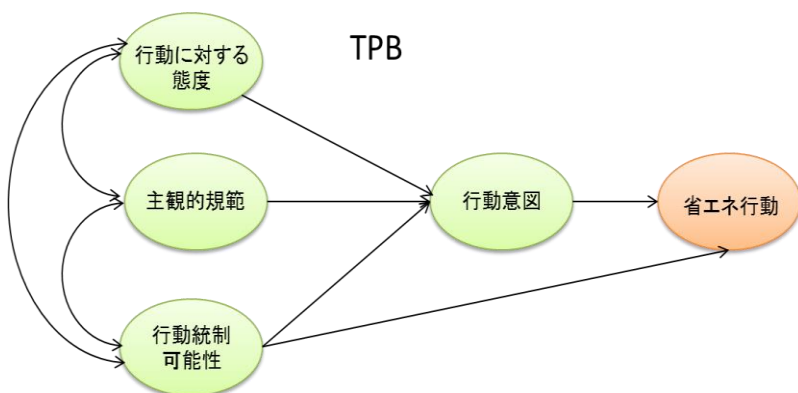
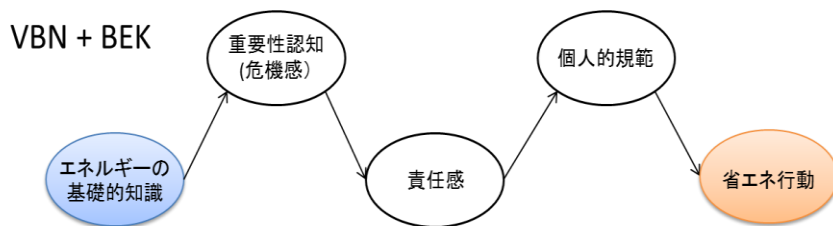
エネルギーリテラシー仮説モデル

2014 model



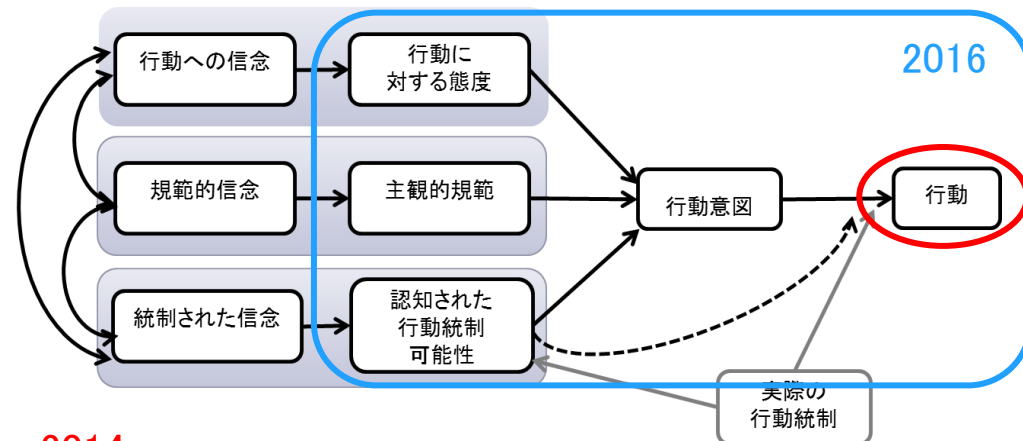
エネルギーリテラシー仮説モデル

2016 hypo. model

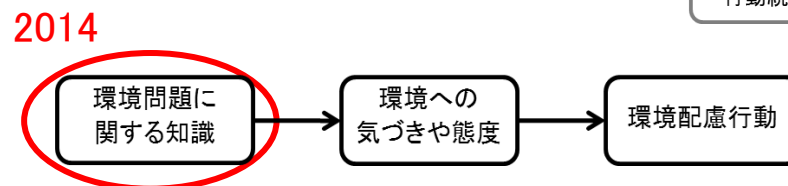


エネルギーリテラシーモデルの規定因

The Theory of Planned Behavior (Ajzen 1991)
計画的行動理論

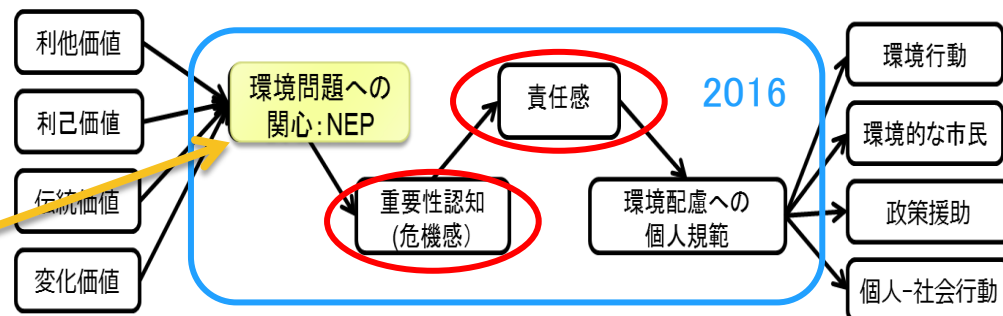


Traditional assumption on Pro-environmental Behavior
(Teksoz et al. 2011, adapted from Hungerford and Volk 1990)
環境配慮行動の仮定



The Value-Belief-Norm Theory (Stern et al. 1999)
価値信念規範理論

- + 科学リテラシー: CSL
- + 批判的思考: CTA
- + New ecological paradigm: NEP



Citation prohibited 引用不可

方法：質問項目

- 12規定因 133項目をもちいて調査をおこなったのち、質問項目の内的整合性を調べた結果、0.71-0.87の範囲となった、117項目を分析対象とした。
- その他、自己評価質問 4, 属性質問 12を用意した。
- 知識とそれ以外の尺度を分けて、質問項目を無作為に並べた。

	Reference Model *	Predictors	Abbr.	Japanese	No. of items Selected/ All	Cronbach's α values
1	EL	Basic energy knowledge ¹	BEK	エネルギーの基礎的知識	16 / 20	0.756
2	EL, VBN	Awareness of consequences ²	AC	重要性認知(危機感)	9 / 11	0.860
3	EL, VBN	Ascription of responsibility ³	AR	責任感	6 / 7	0.735
4	VBN	Personal norm ⁴	PN	個人的規範	4 / 5	0.710
5	TPB	Attitude toward the behavior ⁵	ATB	行動に対する態度	6 / 7	0.734
6	TPB	Subjective norm ⁵	SN	主観的規範	9 / 9	0.793
7	TPB	Perceived behavior control ⁵	PBC	認知された行動統制可能性	4 / 7	0.784
8	TPB	Intention ⁵	INT	行動意図	4 / 5	0.722
9	EL	Energy-saving behavior ⁶	ESB	省エネ行動	11 / 13	0.727
10	SL	Civic scientific literacy ⁷	CSL	科学リテラシー	18 / 18	0.751
11	ML	Critical thinking ability ⁸	CTA	批判的思考力	22 / 22	0.870
12	VBN	New ecological paradigm ⁹	NEP	環境問題への関心 ¹⁰	8 / 9	0.711
Total					117 / 133	

* EL: Energy literacy, VBN: Theory of Value-Belief norm, TPB: Theory of planned behavior, SL: Scientific literacy, ML: Media literacy

1 Akitsu et al., 2016, 2017, DeWaters et al., 2013

2 Akitsu et al., 2016, 2017; DeWaters et al., 2013, López-Mosquera, & Sánchez, 2012; Stern et al., 1999

3 DeWaters et al., 2013; López-Mosquera et al., 2012

4 López-Mosquera et al., 2012; Stern et al., 1999

5 Ajzen homepage, Constructing a Theory of Planned Behavior Questionnaire.

6 Akitsu et al., 2016; Ajzen Homepage 1, 2; DeWaters et al., 2013; Cabinet office survey, 2009

7 Miller, 1998; Kawamoto et al., 2008; NESTEP, 2001; Kusumi & Hirayama, 2013; Mun et al., 2015

8 Hiramatsu et al., 2004

9 Dunlap et al., 2000; Cordano et al., 2003; López-Mosquera et al., 2012

10 早瀬百合子(2008), 環境教育の波及効果, ナカニシヤ出版, p.13

方法：調査票とデータ

調査票

- ▶ 書面によるアンケート用紙を作成
- ▶ 知識尺度：5つの選択肢から正しい答えを1つ選択
- ▶ 科学リテラシー：正しい、まちがっている、わからないの3択から1つ選択
- ▶ 自己評価¹，態度・規範，行動尺度：5段階尺度から1つを選択（例：全くそうではないーそのとおりだ）
- ▶ 属性質問²（性別，年齢，学年，地域，エネルギー教育経験，施設見学経験，家庭での省エネのしつけの有無，家庭でのエネルギーに関する会話）

データ収集

- ▶ アンケート用紙を各校へ送付
- ▶ 各教師によって教室で実施
- ▶ アンケート用紙を回収，データ入力



データ集計

- ▶ 知識と科学リテラシー尺度には正答に1pt，誤答に0ptを，その他の尺度は本調査の好ましい回答から順に5～1ptを付与し，獲得スコアの割合(%)で比較
- ▶ 規定因は観測変数の合計で表した

統計分析

- ▶ 平均値比較： Munn-Whitney U test, Tukey's honestly significant differences (HSD)
- ▶ 相関係数： Spearman's rank order correlation coefficient (rho)
- ▶ 共分散構造分析： Amos™ Ver. 24
- ▶ 調整媒介分析： PROCESS 2.13.2³
- ▶ ソフトウェア： IBM® SPSS® Ver. 24

1. Self-rating items are that students assess by themselves regarding amount of energy and environmental knowledge, everyday energy use, existence for family discussion about energy issues, and the most effective information to obtain energy issues.

2. Collecting demographic information will enable you to cross-tabulate and compare subgroups to see how responses vary between these groups.

3. Hayes, A. F. (2014). PROCESS for SPSS. The Ohio State University, Release 2.13.2. WWW.afhayes.com, documentation in Appendix A of Hayes (2013), WWW.guilford.com/p/hayes3, Accessed Dec. 15, 2015.

サンプル情報

- ▶ 調査時期： 2016年7月
- ▶ 中学校： 6地域 8校
 福島, 東京 2, 福井
 京都, 大阪 2, 長崎
- ▶ 対象： 中学1年生～3年生
- ▶ サンプルサイズ： $N = 1070$

回収1776(回収率95%)内, 60%に
 当たる欠損値なしの1070を分析



参考: 誤差3%, 信頼度95%, 母比率50%とすると, $N = 1068$ となる。

	人口	中学生の人口					
日本	126,730,000 ¹	3,465,215 ² (age 13-15)					
国	有効サンプル N ³ / 回収サンプル N	有効サンプル % / 回収サンプル %	男子	女子	7年生	8年生	9年生
日本	1070 / 1776	60 / 95	348	722	352	251	467

1. MIACSB 2016 ed.

2. MEXT 2016 ed.

3. No missing values



結果

グループ比較によるサンプルの特徴

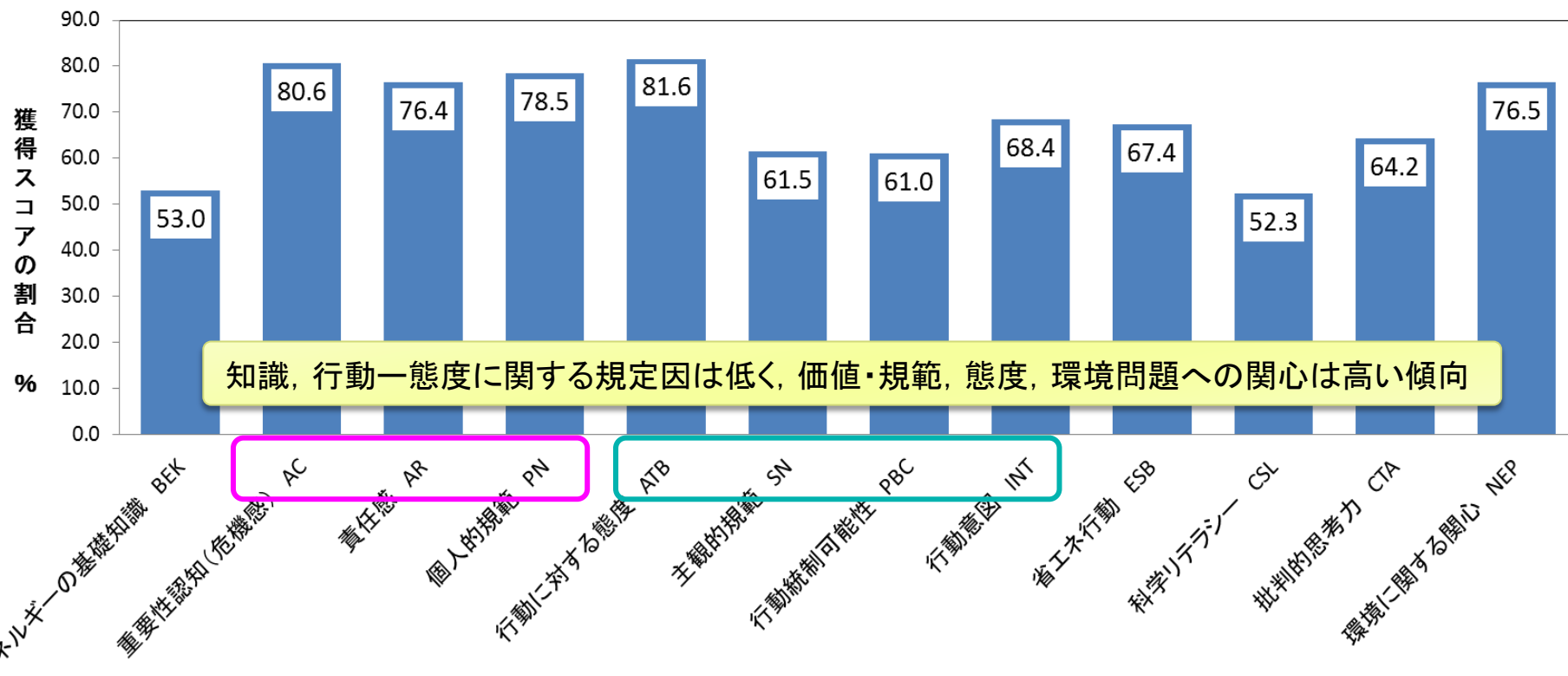
Citation prohibited 引用不可



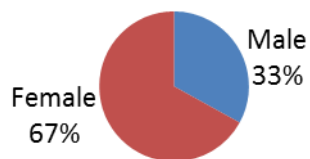
規定因の平均値

Overall

■ (N = 1070)

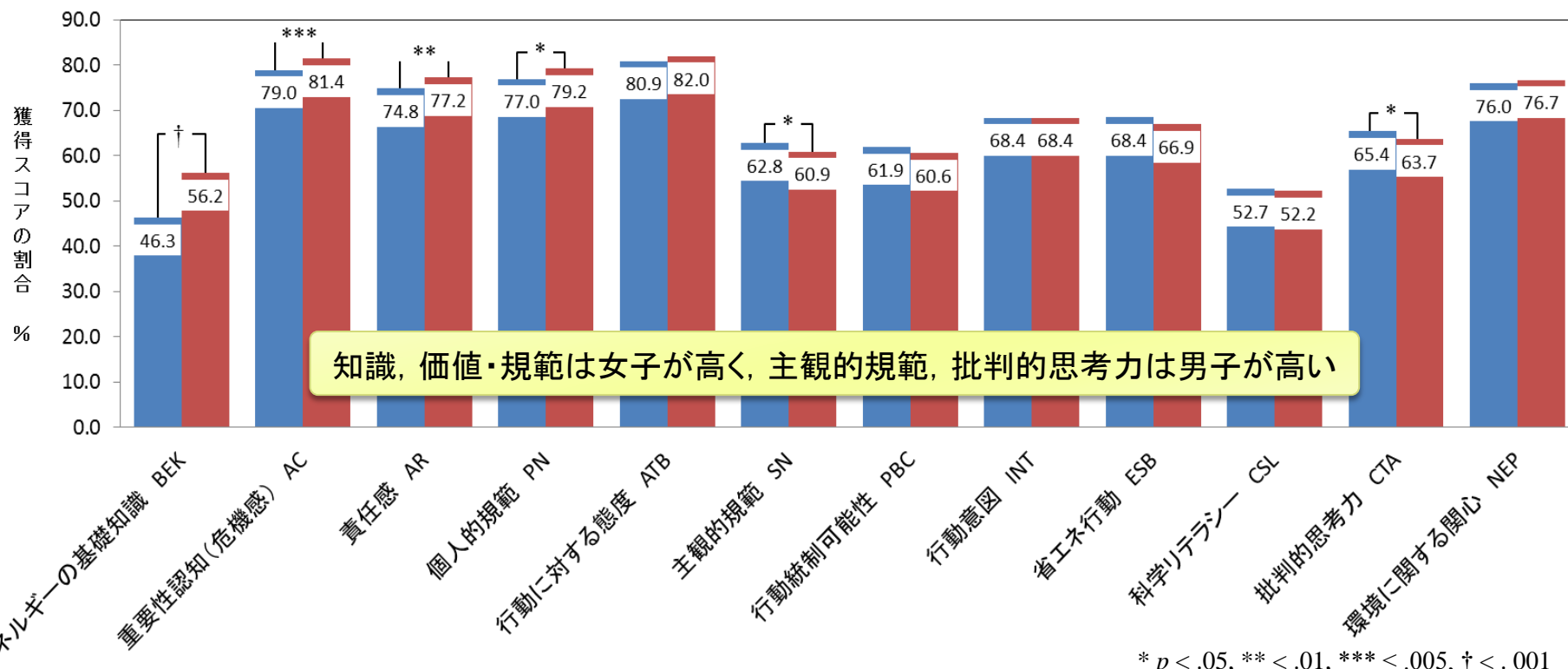


男女比較



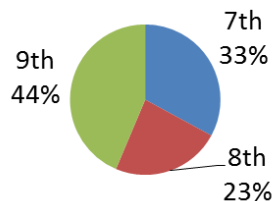
Gender

■ Male (N = 348) ■ Female (N = 722)



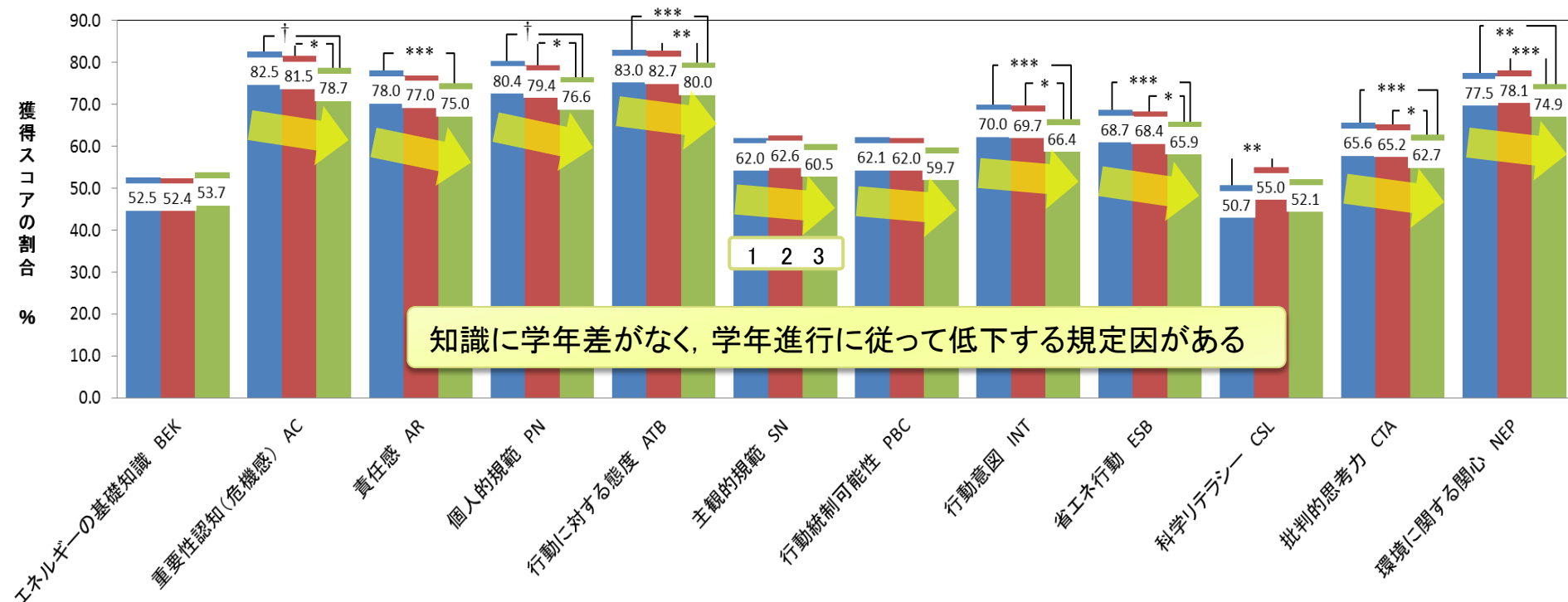
* $p < .05$, ** $< .01$, *** $< .005$, † $< .001$

学年比較



Grade

■ 7th (N = 352) ■ 8th (N = 251) ■ 9th (N = 467)

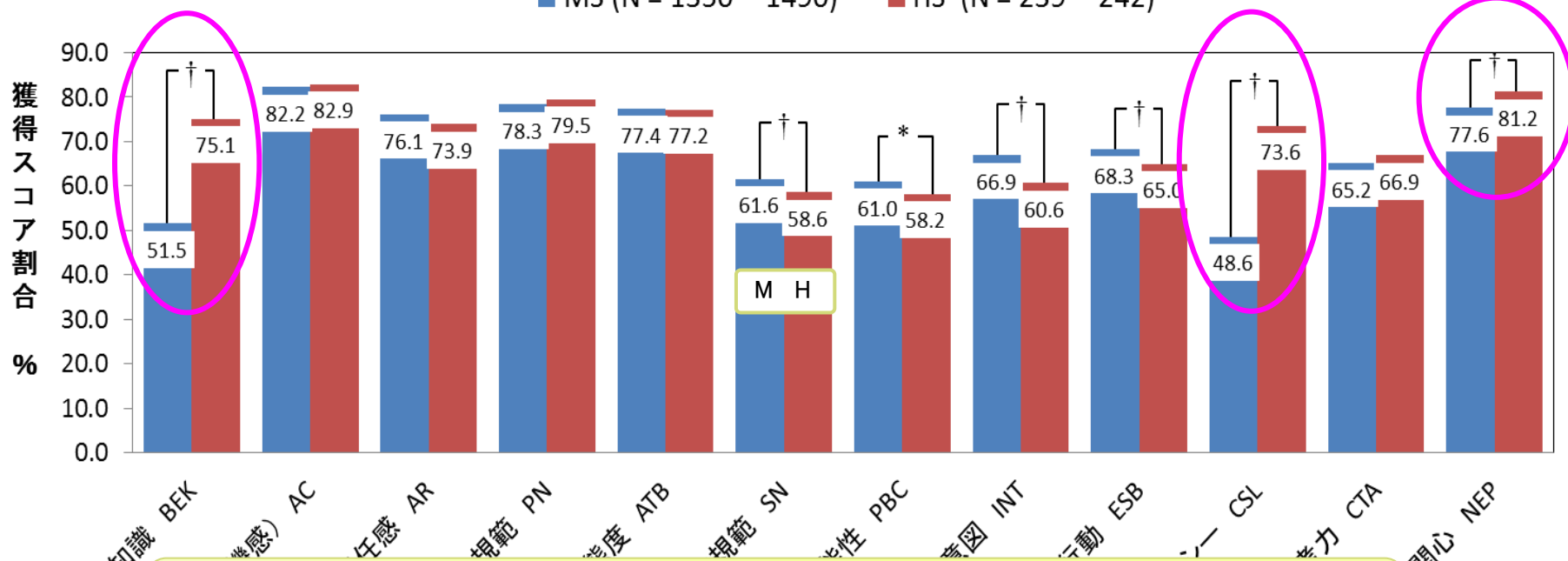


* $p < .05$, ** $< .01$, *** $< .005$, † $< .001$

【参考】日本の中高生の平均値比較

サンプルはすべてをもちいて、欠損データは規定因ごとにケースワイズで除去して分析

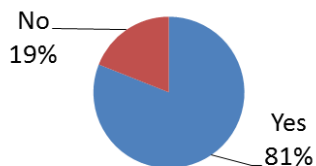
■ MS (N = 1350~1490) ■ HS (N = 239~242)



- 高校生は学習段階に従って高まると予想される、知識、CSL、NEPが有意に高いが、そのことが危機感や責任感、規範や態度に差をもたらしていない。
- 高校生は、行動を予測する規定因: SN, PBC, INT, ESBのスコアが中学生よりも低い。

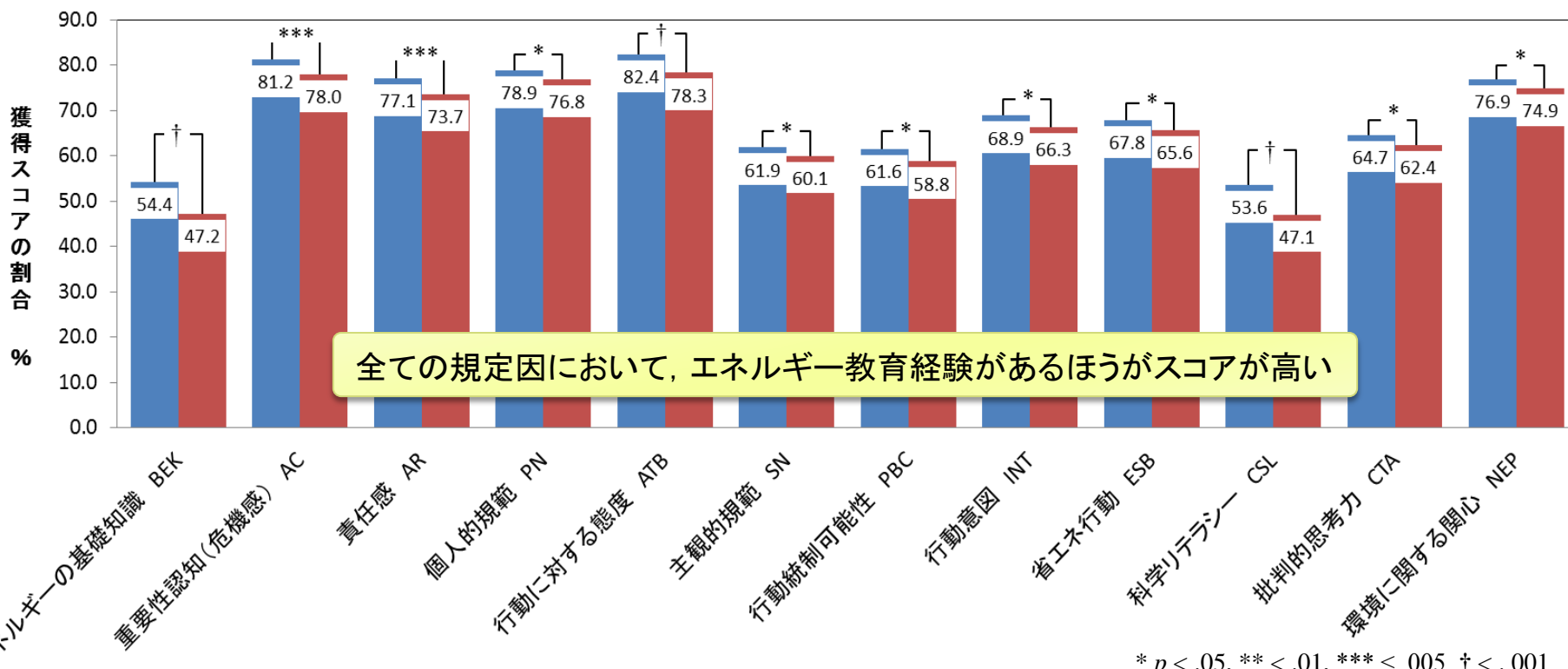
* $p < .05$, ** $< .01$, *** $< .005$, † $< .001$

エネルギー教育経験の有無比較



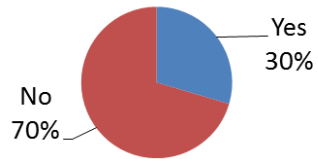
Energy education

■ Yes (N = 866) ■ No (N = 204)



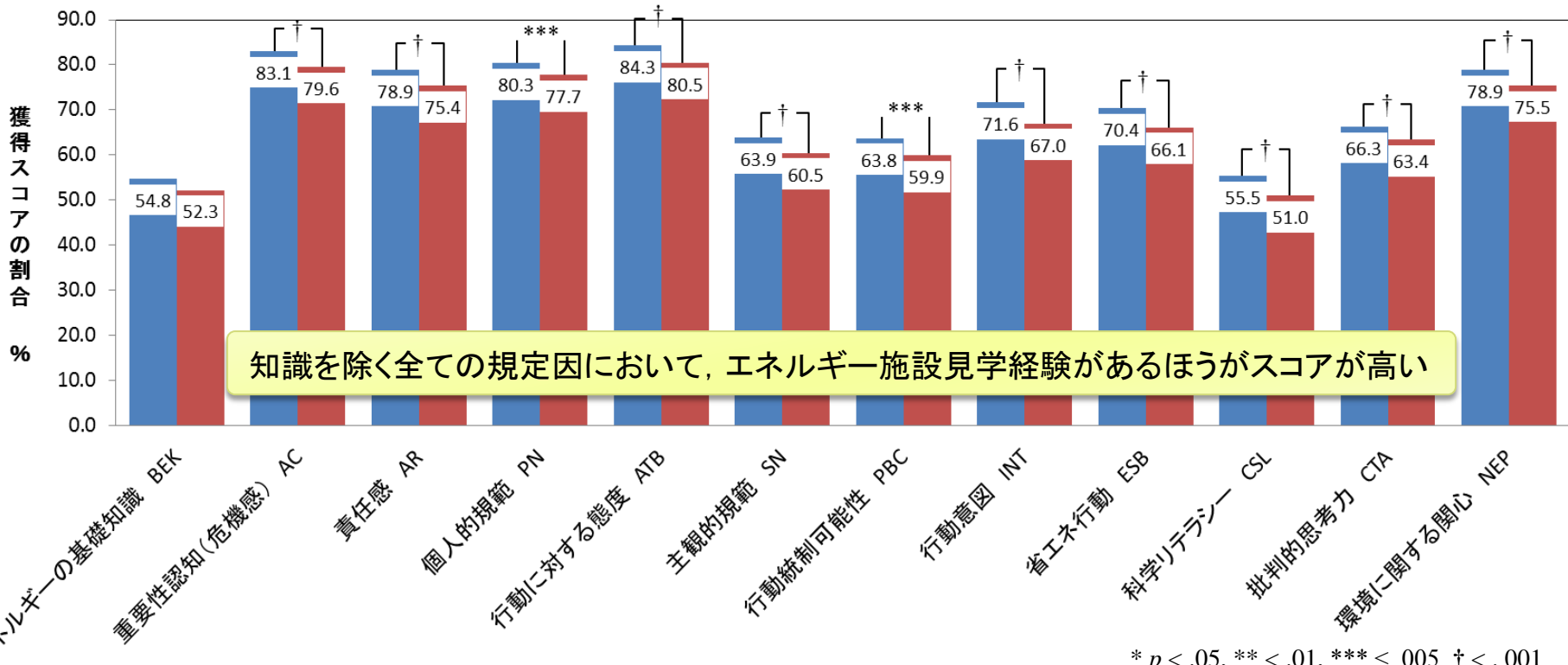
* $p < .05$, ** $< .01$, *** $< .005$, † $< .001$

エネルギー関連施設見学経験の有無比較



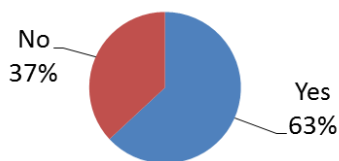
Energy facility-tour experience

■ Yes (N = 317) ■ No (N = 753)



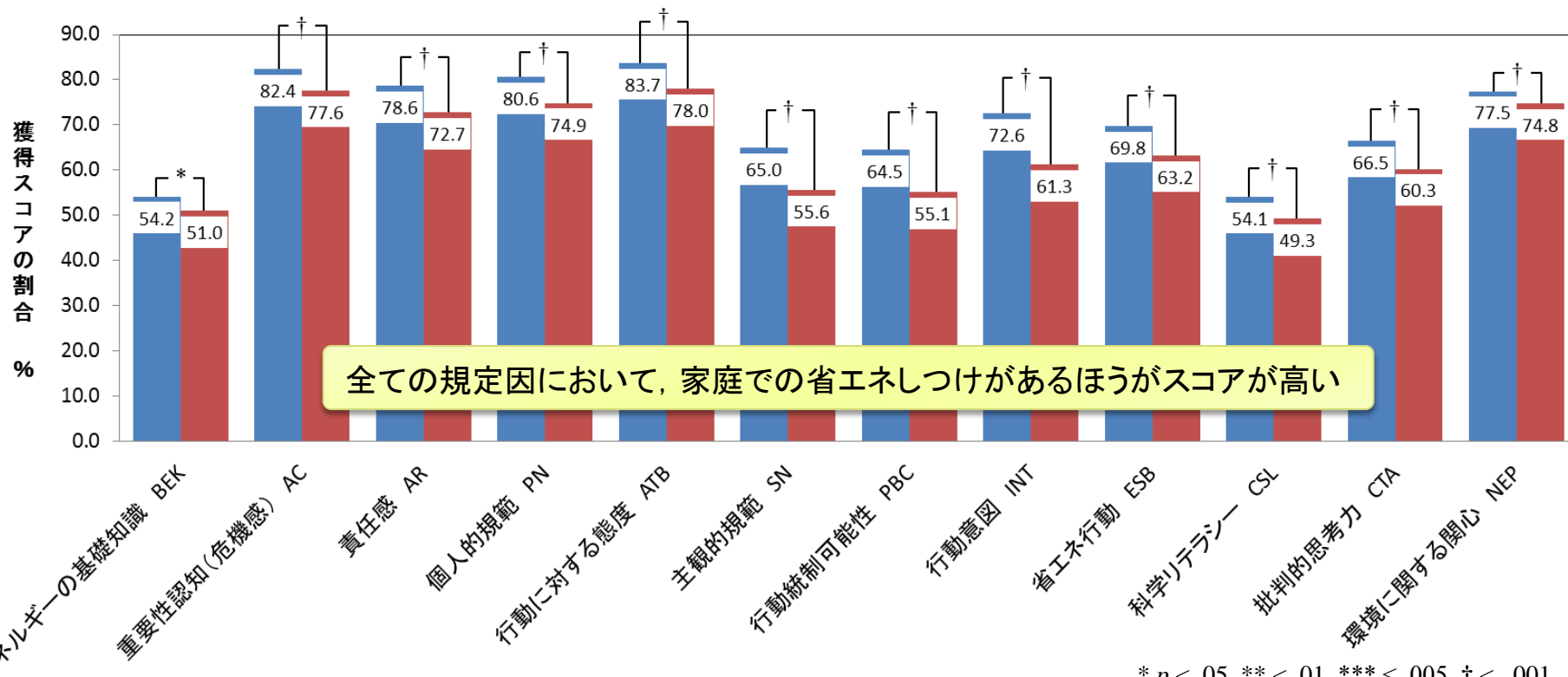
* $p < .05$, ** $< .01$, *** $< .005$, † $< .001$

家庭での省エネしつけの有無比較



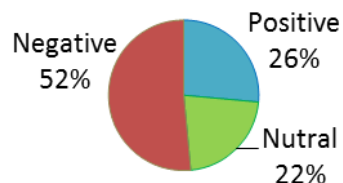
Home discipline for energy-saving

■ Yes (N = 675) ■ No (N = 395)



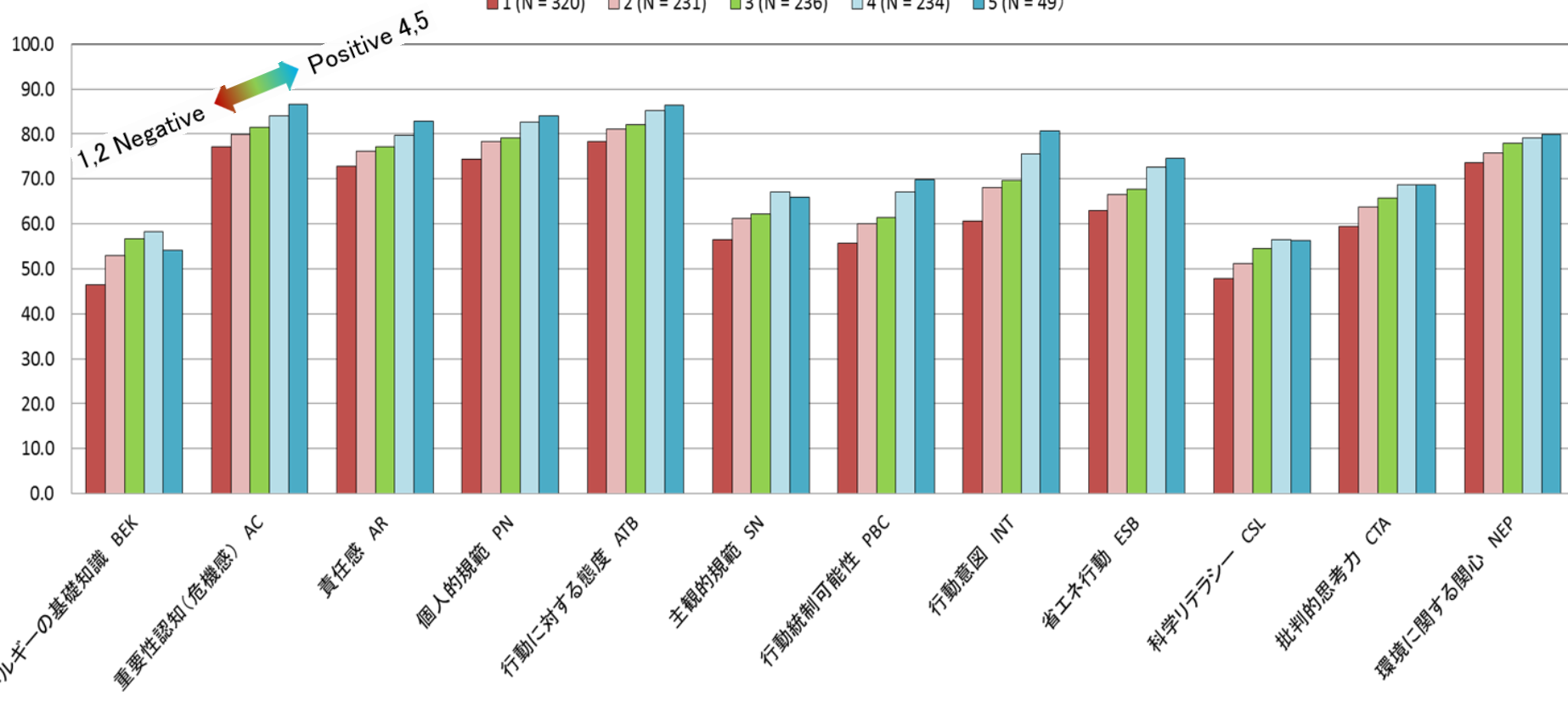
* $p < .05$, ** $< .01$, *** $< .005$, † $< .001$

家庭内でのエネルギーに関する会話の有無



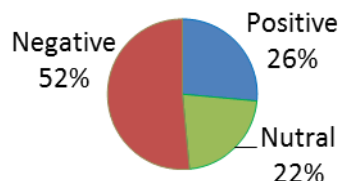
Home discussion about energy

■ 1 (N = 320) ■ 2 (N = 231) ■ 3 (N = 236) ■ 4 (N = 234) ■ 5 (N = 49)



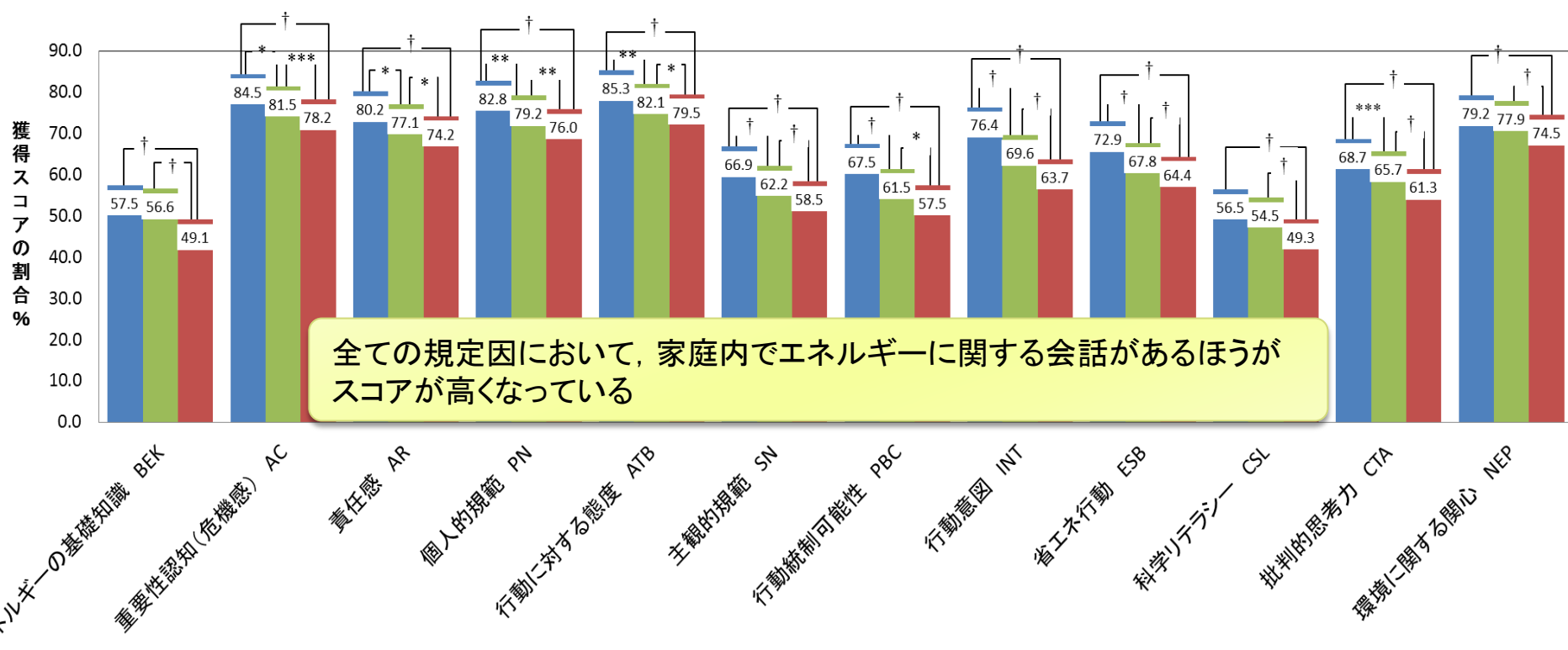
* $p < .05$, ** $< .01$, *** $< .005$, † $< .001$

家庭内でのエネルギーに関する会話の有無



Family discussion about energy issues

■ Positive (N = 283) ■ Neutral (N = 236) ■ negative (N = 551)



サンプルの特徴

- ▶ 全体は、知識、行動に関する規定因のスコアは低く、価値・規範、態度、環境問題への関心は高い傾向である。
- ▶ 知識、価値・規範は女子が高く、主観的規範、批判的思考力は男子が高い。
- ▶ 知識に学年差がない一方で、学年進行に従って低下する規定因がある。
- ▶ エネルギー教育経験、エネルギー関連施設見学経験(知識を除く)、家庭での省エネしつけ、家庭内でエネルギーに関する会話があるグループが、スコアが高い。

規定因の平均値と相関係数

Table 1

Descriptive statistics for predictors and moderators (CSL, CTA, and NEP) and Spearman's rho correlation matrix for path analysis

Predictors	M %	SD %	BEK	AC	AR	PN	ATB	SN	PBC	INT	ESB	CSL	CTA	
Basic energy knowledge	53.0	22.1	1											
Awareness of consequences	80.6	13.1	.41**	1										
Ascription of responsibility	76.4	13.3	.31**	.76**	1									
Personal norm	78.5	14.2	.32**	.76**	.73**	1								
Attitude toward the behavior	81.6	11.6	.30**	.73**	.68**	.69**	1							
Subjective norm	61.5	12.3	.03 ^{ns}	.29**	.39**	.34**	.37**	1						
Perceived behavioral control	61.0	18.3	.08*	.27**	.40**	.34**	.31**	.43**	1					
Intention	68.4	15.5	.15**	.47**	.56**	.54**	.54**	.61**	.59**	1				
Energy-saving behavior	67.4	11.7	.07*	.33**	.43**	.36**	.38**	.53**	.61**	.64**	1			
Civic scientific literacy	52.3	17.3	.51**	.47**	.36**	.39**	.35**	.15**	.09**	.21**	.13**	1		
Critical thinking ability	64.2	10.9	.24**	.45**	.48**	.41**	.45**	.43**	.31**	.52**	.43**	.42**	1	
New ecological paradigm	76.5	11.8	.47**	.72**	.58**	.61**	.55**	.15**	.15**	.28**	.18**	.51**	.39**	1

* $p < .05$, ** $< .01$

BEK	エネルギーの基礎的知識	PBC	認知された行動統制可能性
AC	重要性認知(危機感)	INT	行動意図
AR	責任感	ESB	省エネ行動
PN	個人的規範	CSL	科学リテラシー
ATB	行動に対する態度	CTA	批判的思考力
SN	主観的規範	NEP	環境問題への関心

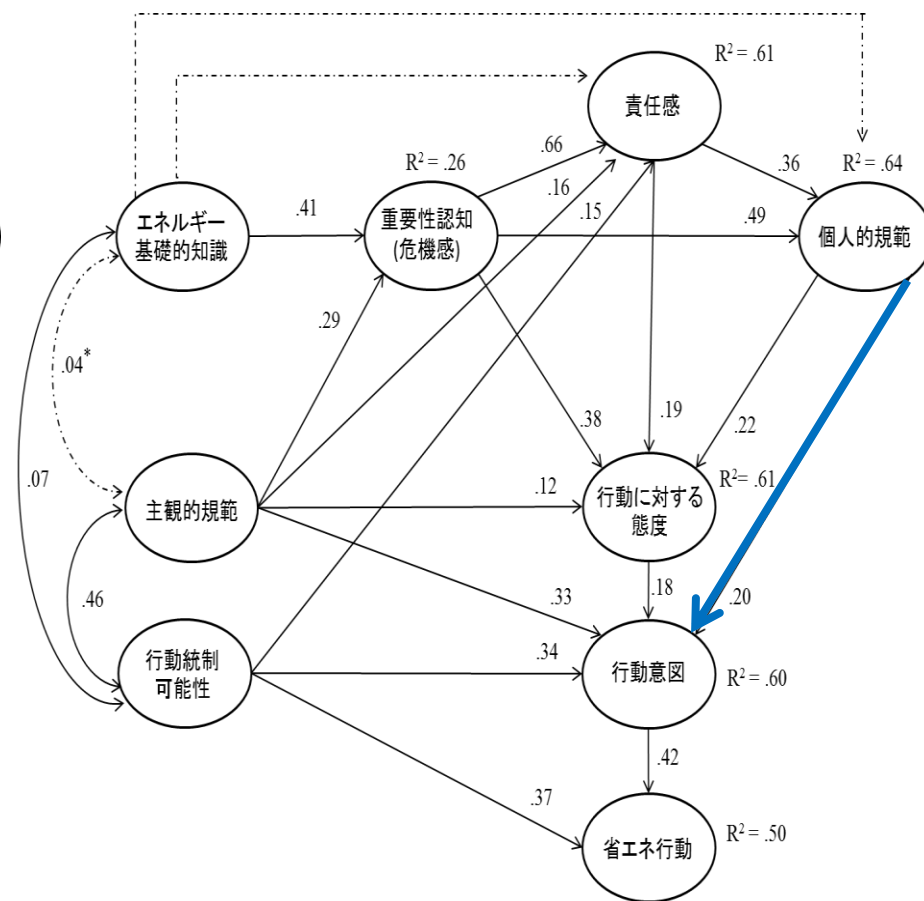
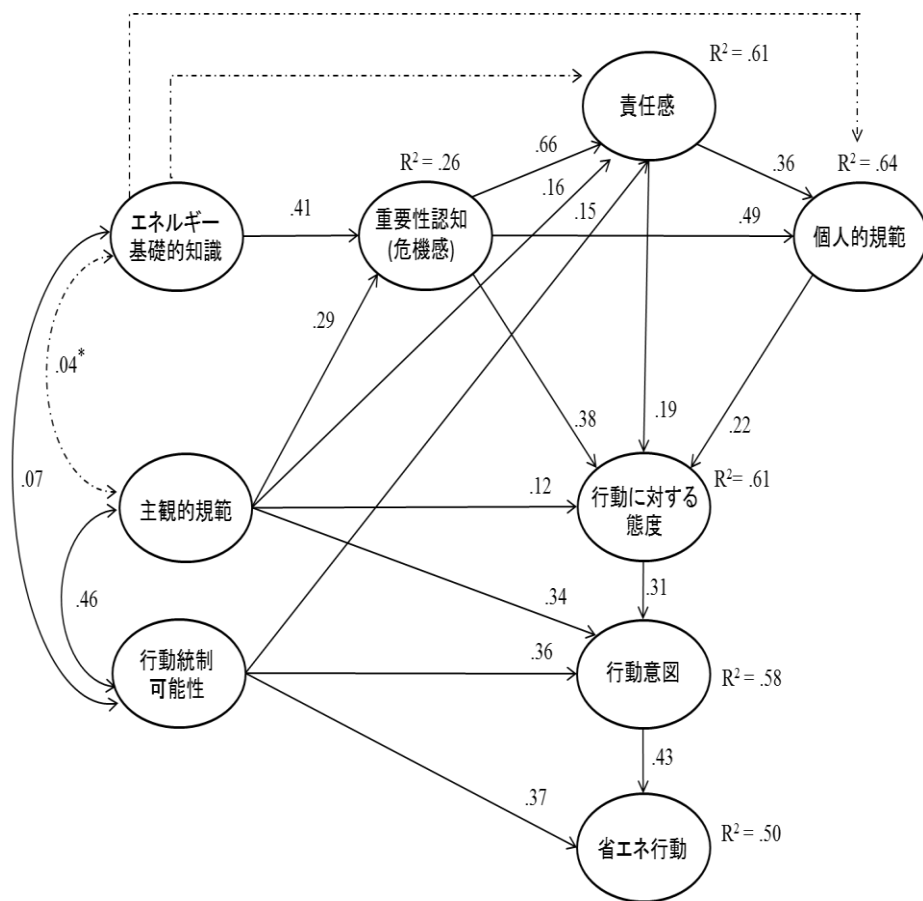


結果

エネルギーリテラシー構造モデル

エネルギーリテラシー構造モデル

(Standardized coefficients, *, ---> non-significant).



Model 1

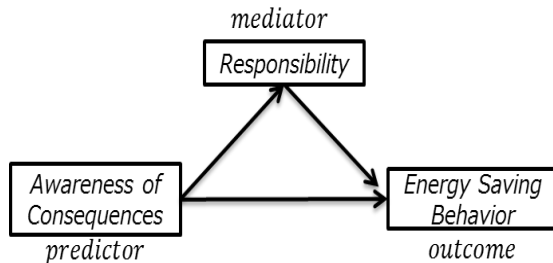
Chi square = 167.209, $df = 17$, GFI = .968, AGFI = .916,
SRMR = .064, NFI = .970, CFI = .973,
RMSEA = .091, AIC = 223.209

Model 2

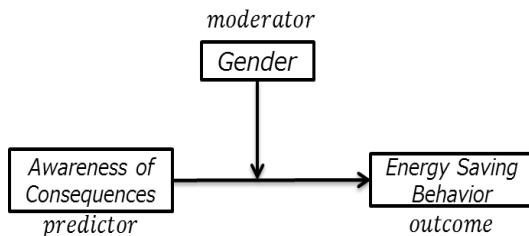
Chi square = 116.670, $df = 16$, GFI = .978, AGFI = .937,
SRMR = .053, NFI = .979, CFI = .982,
RMSEA = .077, AIC = 174.670

Moderation analysis (Hayes, 2013)

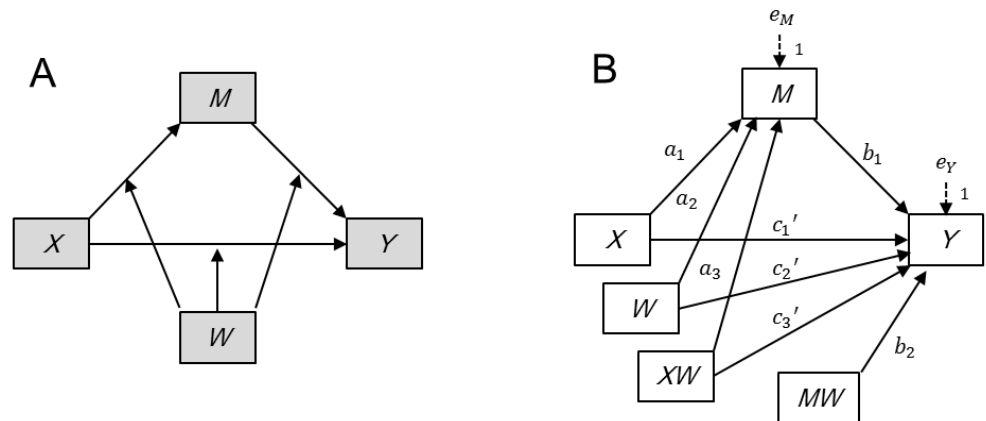
- ▶ A **mediator** variable explains the relationship between a predictor and outcome.



- ▶ A **moderator** as known interaction, is a variable that alters the direction or strength of the relationship between a predictor and outcome.



- ▶ A conceptual (panel A) and statistical (panel B) diagram representing a simple mediation model with all three paths moderated by a common moderator (adopted Hayes 2013, p. 410).



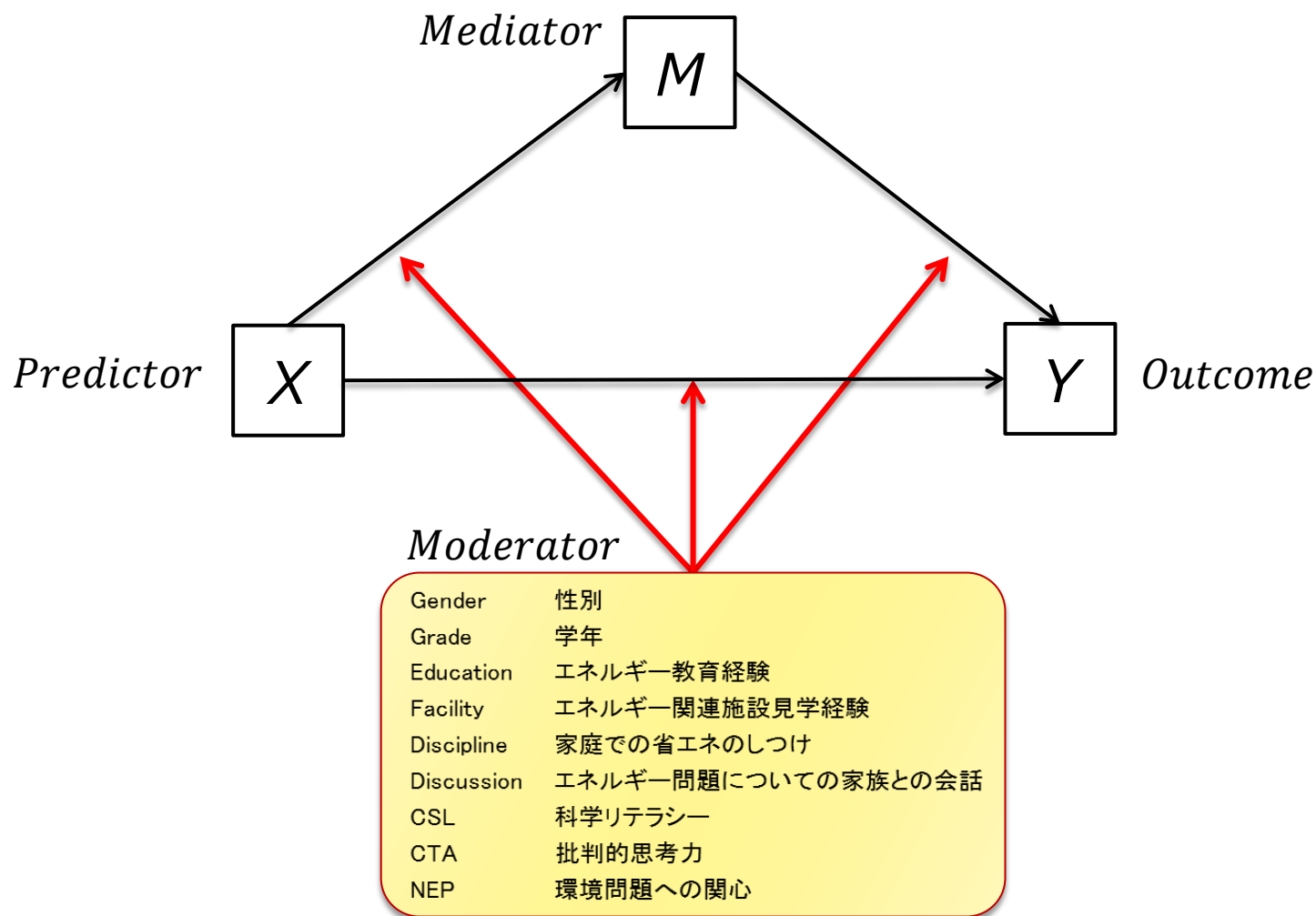
$$M = i_M + a_1 X + a_2 W + a_3 XW + e_M \quad (1)$$

$$Y = i_Y + c'_1 X + c'_2 W + c'_3 XW + b_1 M + b_2 MW + e_Y \quad (2)$$

$$\text{Conditional indirect effect of } X \text{ on } Y \text{ through } M = (a_1 + a_3 W)(b_1 + b_2 W) \quad (3)$$

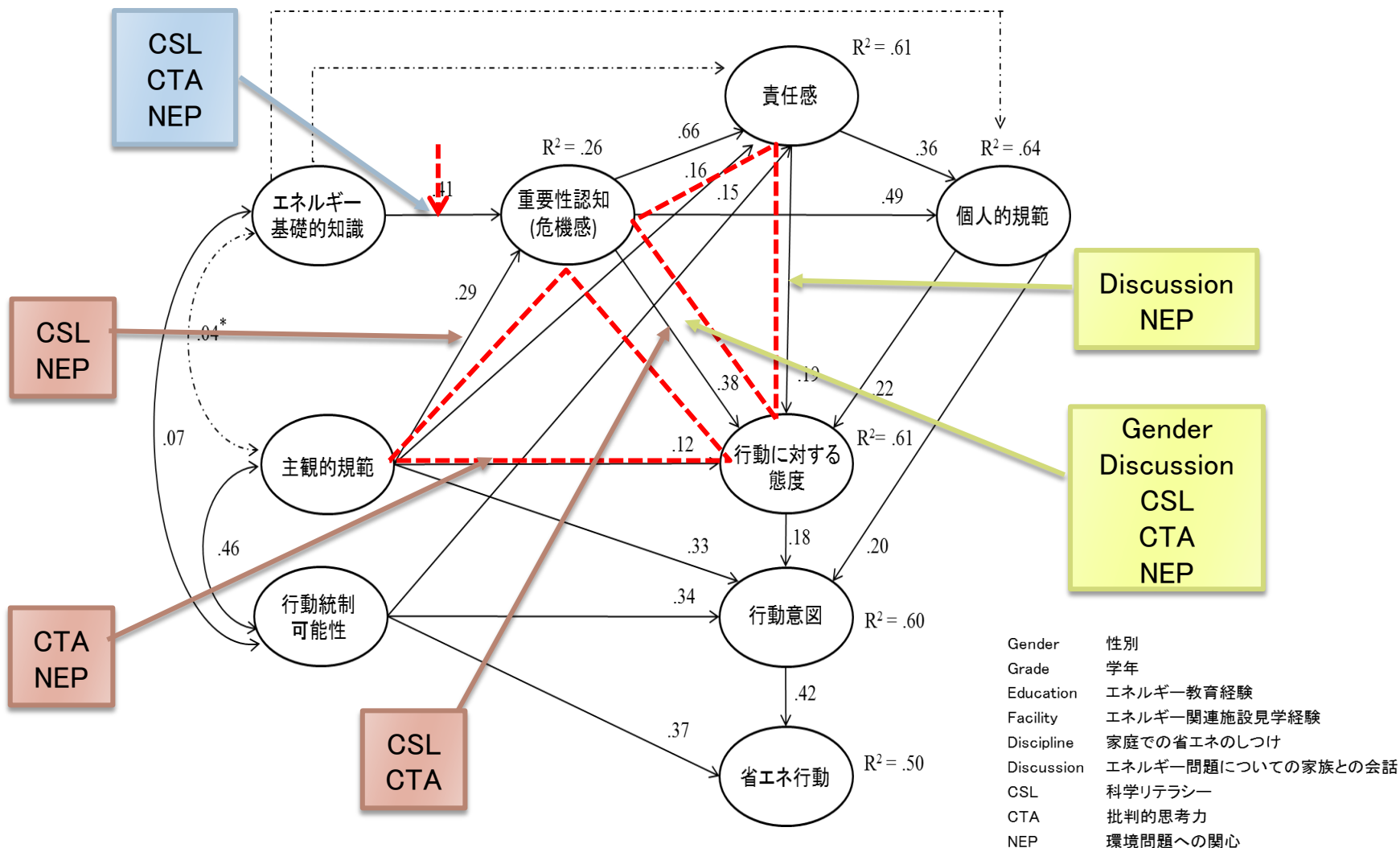
$$\text{Conditional direct effect of } X \text{ on } Y = c'_1 + c'_3 W \quad (4)$$

Moderation analysis



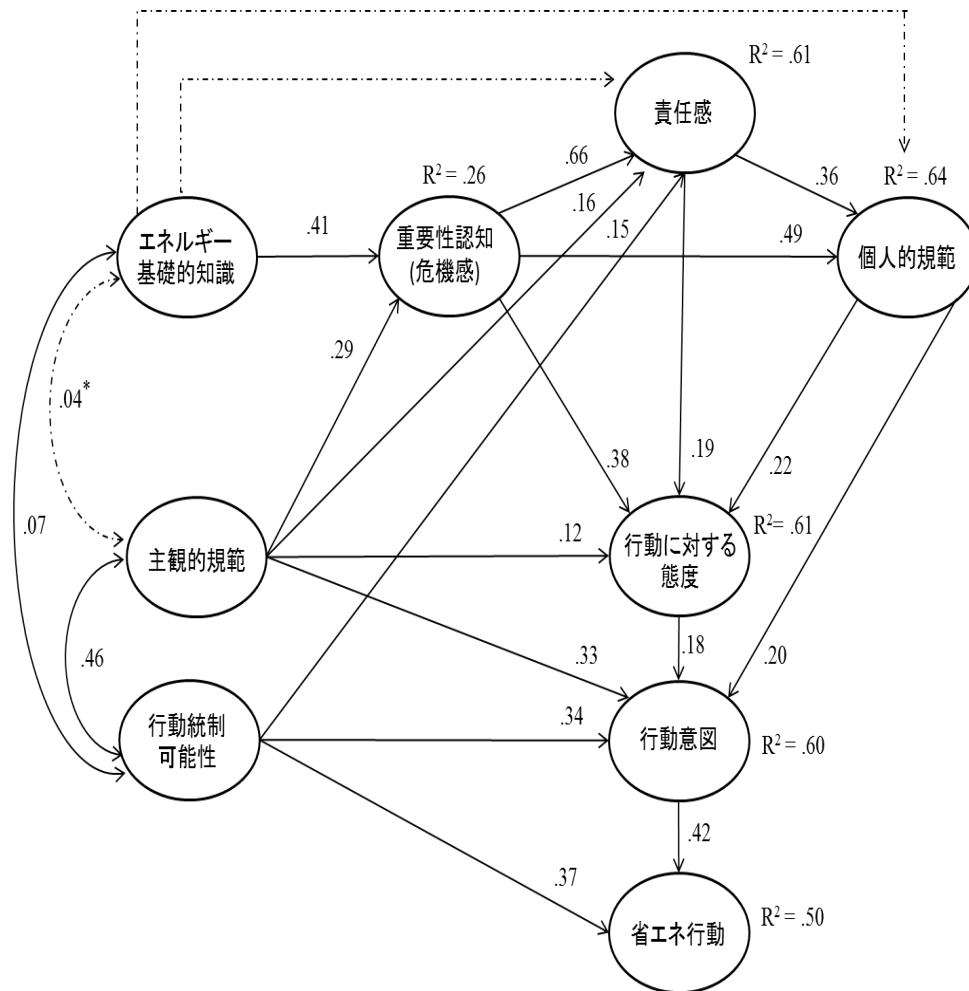
Moderation analysis

(Standardized coefficients, *, ---> non-significant).



Model 2: Chi square = 116.670, $df = 16$, $p = .000$, GFI = .978, AGFI = .937, SRMR = .053, NFI = .979, CFI = .982, RMSEA = .077, AIC = 174.670

結果のまとめ



- ▶ 省エネ行動は、行動統制可能性と行動意図によって50%説明された
- ▶ 行動意図はTPBの3つの規定因(ATB, SN, PBC)によって58%説明され(Model1) また、個人規範の予測を追加すると、説明力は60%となった
- ▶ 行動に対する態度は、重要性認知(危機感)によって最も予測された($\beta = .38$)
- ▶ エネルギーの基礎知識は、重要性認知(危機感)を最も予測する一方で、責任感、個人規範への予測は非有意であった。また、主観的規範、行動統制可能性ともほとんど共分散が認められなかった。
- ▶ 知識から重要性認知(危機感)への予測は、CSL, CTA, NEPによる調整効果に依存する
- ▶ 重要性認知(危機感)から行動に対する態度への直接/間接効果は、家族との会話とNEPに依存する。
- ▶ 重要性認知(危機感)を媒介とする主観的規範から行動に対する態度は、CSL, CTA, NEPに依存する

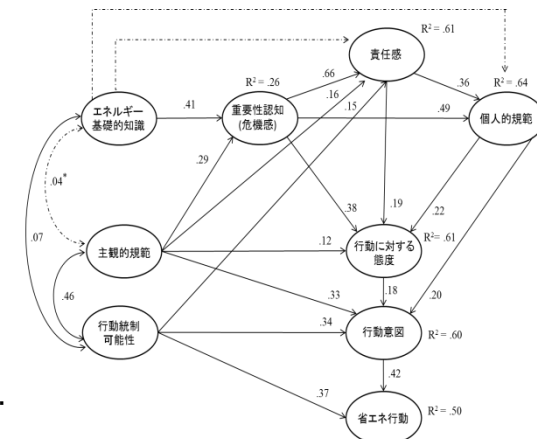
考察

社会心理学行動理論モデルを拡張し、日本の中学生のエネルギーリテラシー構造モデルを検討した。

- ▶ “エネルギーの基礎知識(以下, 知識)”が“省エネ行動”につながるためには, “重要性認知(危機感)”が要となっていることは, 既往研究¹と同様であった。
- ▶ “重要性認知(危機感)”を媒介とした“知識”は, エネルギー教育経験, 施設見学経験や家庭の影響等よりも, むしろCSL, CTA, NEPとの交互作用によって, “行動に対する態度”に効果をもたらしていることが示唆された。
- ▶ “重要性認知(危機感)”は, “責任感”, NEPとの相関が強く($r = .76, .72, p < .01$), “責任感”を介した“行動に対する態度”への効果が, “家族との会話”とNEPの調整効果に依存することから, 知識を得て現状に危機感をもち, 課題に対して責任感が醸成され, 環境問題への関心や家族との会話の影響を受けながら, 省エネ行動に対する態度が予測されることが考えられる。

したがって省エネ行動を促す, より効果的なエネルギー教育には,

- ① 単に“知識”だけではなく, “科学リテラシー”, “批判的思考力”, “環境問題への関心”を高めることも重要であり, これらによって“重要性認知(危機感)”が活性化するような学習が求められる。
- ② さらに, 省エネの態度形成において, “責任感”と“家族との会話”, NEPとの交互作用が示唆されたため, 環境問題に触れながら家庭と共にエネルギー問題に取り組むような活動を取り入れ, 課題の解決には自身の貢献も関与している²といった“責任感”にうったえる内容もあると考える。



1. Akitsu, Y., Ishihara, K. N., Okumura, H. & Yamasu, E., (2017). Investigating energy literacy and its structural model for lower secondary students in Japan, *International Journal of Environmental & Science Education*, 12(5), pp. 1067–1095, Article Number: ijese.2017.072. <http://www.ijese.net/makale/1867>

2. Cotton, D., Miller, W., Winter, J., Bailey, I., & Sterling, S. (2015). Developing students' energy literacy in higher education. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 16(4), 456–473. doi.org/10.1108/IJSHE-12-2013-0166

まとめ

- ▶ 6地域8校の協力のもと、全133項目の質問紙をもちいて、日本の中学生($N = 1070$)のエネルギーリテラシーを調べ、TPB, VBNを拡張したエネルギーリテラシー構造モデルを検討した。
- ▶ “省エネ行動”には、“エネルギーの基礎知識”によって予測された“重要性認知(危機感)”が要となっており、これが“行動に対する態度”をもっとも強く予測し、“行動意図”へとつながった。
- ▶ “エネルギーの基礎知識”から“重要性認知(危機感)”の予測には、“科学リテラシー”、“批判的思考力”、“環境問題への関心”との交互作用が働き、これが“行動に対する態度”を予測している。一方、エネルギー教育経験、施設見学経験や家庭の影響等による調整効果はみられなかった。
- ▶ “重要性認知(危機感)”から“行動に対する態度”への直接/間接効果は、いずれも“環境問題への関心”と“家族とのエネルギーに関する会話”に依存している。
- ▶ 以上より、生徒は、知識を得て現状に危機感をもち、課題に対して責任感が醸成され、環境問題への関心や家族との会話の影響を受けながら、省エネ行動に対する態度が予測されることが考えられる。

したがって、エネルギーリテラシー構造モデルを明らかにすることにより、省エネ行動につながるエネルギー教育には、

- ① 単に“エネルギーの基礎知識”を高めるだけではなく、“科学リテラシー”、“批判的思考力”、“環境問題への関心”を高めることも重要であり、これらによって“重要性認知(危機感)”が活性化するような学習が求められる。
- ② 環境問題に触れながら、家庭と共にエネルギー問題に取り組むような活動を取り入れ、課題の解決には自身の貢献も関与しているといった“責任感”にうたえる内容もあると考える。

まとめ

- ▶ 6地域8校の協力のもと、全133項目の質問紙をもちいて、日本の中学生($N = 1070$)のエネルギーリテラシーを調べ、TPB, VBNを拡張したエネルギーリテラシー構造モデルを検討した。
- ▶ “省エネ行動”には、“エネルギーの基礎知識”によって予測された“重要性認知(危機感)”が要となっており、これが“行動に対する態度”をもっとも強く予測し、“行動意図”へとつながった。
- ▶ “エネルギーの基礎知識”から“重要性認知(危機感)”の予測には、“科学リテラシー”、“批判的思考力”、“環境問題への関心”との交互作用が働き、これが“行動に対する態度”を予測している。一方、エネルギー教育経験、施設見学経験や家庭の影響等による調整効果はみられなかった。
- ▶ “重要性認知(危機感)”から“行動に対する態度”への直接/間接効果は、いずれも“環境問題への関心”と“家族とのエネルギーに関する会話”に依存している。
- ▶ 以上より、生徒は、知識を得て現状に危機感をもち、課題に対して責任感が醸成され、環境問題への関心や家族との会話の影響を受けながら、省エネ行動に対する態度が予測されることが考えられる。

したがって、エネルギーリテラシー構造モデルを明らかにすることにより、省エネ行動につながるエネルギー教育には、

- ① 単に環境問題に関する知識を伝えるだけでなく、“重要性認知(危機感)”、“環境問題への関心”を醸成させるような教育プログラムを開発し、実践する。
- ② 環境問題の解決には自身の貢献も関与しているといった“責任感”にうったえる内容も効果があると考えられる。

今後の課題

属性が異なる他国のエネルギーリテラシーに、本モデルが当てはまるかを調べ、よりユニバーサルなエネルギーリテラシーモデルを検討する



謝辞

本調査実施に当たり、諸先生方、生徒の皆様、他多くの方々のご協力に対し深く感謝申し上げます。