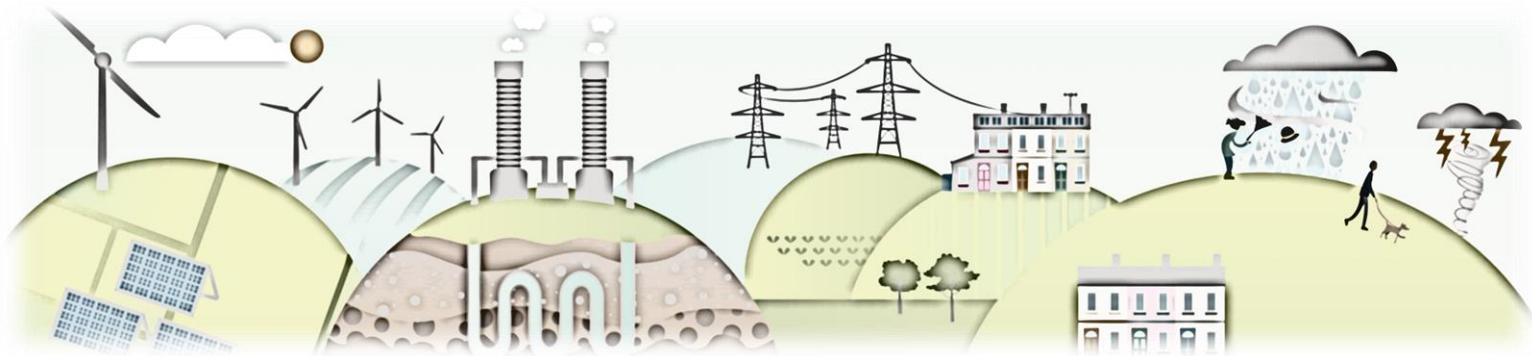




京都大学
KYOTO UNIVERSITY

エネルギー問題に発言する会の座談会
2018.4.19 於:原子力安全推進協会



A Study of Energy Literacy among Lower Secondary School Students in Japan (日本の中学生のエネルギーリテラシー研究)

Yutaka Akitsu, PhD

Social Engineering of Energy Research Group
Department of Socio-Environmental Energy Science
Graduate School of Energy Science, Kyoto University

ご挨拶

- ▶ 2010年 日本女子大学リカレント教育課程 6回生
 - ▶ 地球環境エネルギー産業講座 寄附講座 (株)千代田テクノル, 非破壊検査(株)
講師: 金氏 顯氏, 林 勉氏, 斎藤 修氏
受講レポート『低学年(幼児～小学校低学年)における放射線理解のための学習
会企画書』
 - ▶ 幼児向け放射線教育の始まり
 - ▶ 2011年 3月11日 東日本大震災
 - ▶ エネルギー環境教育絵本「はじめまして ほうしゃせん」(INSS, 2013, 改訂, 2018)
 - ▶ // 英語版「Hello! Radiation」(INSS, 2018)
 - ▶ 2013年 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(石原慶一教授) 修士課程進学
 - ▶ 2015年 // 博士後期課程進学
 - ▶ 2018年 // 課程修了 博士(エネルギー科学)
-



京大大学院エネルギー科学研究科 紹介

- ▶ 創設 平成8年(1996)
- ▶ 理念 エネルギー・環境に関連する様々な課題を克服するために、工学、理学、農学、経済学、法学などの多岐にわたる学問領域を結集し「理工系に人文社会系の視点を取り込みつつ、学際領域としてエネルギー科学の学理の確立をはかり、地球社会の調和ある共存に寄与する国際的視野と高度な専門能力をもつ人材を育成する」
- ▶ 専攻 エネルギー社会・環境科学
 - エネルギー基礎科学
 - エネルギー変換科学
 - エネルギー応用科学

エネルギー理工学研究所、原子炉実験所、人間・環境学研究科の協力のもとに、基幹講座22分野、協力講座17分野で構成

災害に強く環境にやさしい新しいエネルギーシステムの構築が求められる今日、社会に適応するエネルギーシステムの構築に向けて、それを支える基盤技術開発研究から、その導入を図るための経済や政策、教育といった社会的側面からの研究に至るまで、国際的な視野に立った最先端の研究を行いつつ、将来この分野で中心的な役割を演ずる人材の育成に努めている

京大大学院エネルギー科学研究科 紹介

- ▶ 創設 平成8年(1996)
- ▶ 理念 エネルギー・環境に関連する様々な課題を克服するために、工学、理学、農学、経済学、法学などの多岐にわたる学問領域を結集し「理工系に人文社会系の視点を取り込みつつ、学際領域としてエネルギー科学の学理の確立をはかり、地球社会の調和ある共存に寄与する国際的な人材の育成する」

- ▶ 専攻 エネルギー社会・環境科学
エネルギー基礎科学
エネルギー変換科学
エネルギー応用科学

エネルギー社会工学
エネルギー経済
エネルギーエコシステム学
エネルギー情報学
エネルギー環境学
エネルギー政策学
エネルギー社会教育学
エネルギーコミュニケーション論

エネルギー理工学研究所、原子炉実験所、
基幹講座22分野、協力講座17分野で構成

災害に強く環境にやさしい新しいエネルギーシステムを開発・導入するための研究を推進し、社会に適應するエネルギーシステムの構築に向けて、それを支える基盤技術開発研究から、その導入を図るための経済や政策、教育といった社会的側面からの研究に至るまで、国際的な視野に立った最先端の研究を行いつつ、将来この分野で中心的な役割を演ずる人材の育成に努めている

エネルギー社会工学分野（石原慶一研究室）

エネルギー社会工学分野では、地球環境調和型社会システムの構築を目指し、エネルギーや資源の有効利用と評価システムの体系化に関する研究を行っています。具体的には、資源生産性の向上、すなわちできるだけ少ない資源(エネルギー資源、鉱物資源、土地資源など)で、できるだけ豊かな暮らしを提供するためにはどうしたらよいか？を目的として、以下のような研究を進めています。

● 材料科学からのアプローチ

「機能性材料・新素材(エコマテリアル)の開発」と「新しいプロセス(エコプロセス)の開発」の2つを軸とし、材料という観点から地球環境に優しい資源の有効利用を研究しています。

- ▶ 酸化チタンを中心とした高機能光触媒材料の開発
- ▶ 高効率エネルギー利用を目指した窒素吸蔵合金の開発
- ▶ 磁場を利用した材料およびプロセスの高機能・高効率化
- ▶ 太陽光と酸化鉄を用いた二酸化炭素固定プロセスの開発
- ▶ 繰り返し圧縮圧延、ボールミルを用いた材料開発プロセス

● 社会分析・評価からのアプローチ

LCAや産業連関分析法によって既存もしくは新しい製品、プロセスおよびシステムの環境影響評価を行い、地球環境との調和について研究しています。

- ▶ リサイクルを含めた環境影響評価指標の開発
- ▶ 産業連関分析法によるエネルギー生産性評価
- ▶ 京都市のモーダルシフトによる二酸化炭素排出量削減効果
- ▶ ヘドニック地価関数による原子力事故の影響評価

● 教育からのアプローチ

将来の私たちの社会においてエネルギー環境教育の果たす役割やその重要性について研究を行っています。

- ▶ アンケートと実践に基づいたエネルギー環境教育のあり方に関する研究



Chapter 1 Introduction

はじめに

Energy



Acid rain 酸性雨

Air, water, soil pollution 大気, 水, 土壤汚染

Deforestation 森林破壊

Desertification 砂漠化

Global warming 地球温暖化

Ozone layer depletion オゾン層破壊

Resource depletion 資源枯渇

Climate change 気候変動



パリ協定



United Nations
Climate Change

- ▶ 2015年12月、第21回国連気候変動枠組条約締約国会議（COP21）は、京都議定書以来18年ぶりとなる新たな枠組みとして、途上国を含む全ての国が協調して温室効果ガス削減に取り組む「パリ協定」を採択し、2016年11月に発効されたこの協定には、国民の意識を高め、地球温暖化解決への参加を促す教育の重要性を明記した。
- ▶ エネルギー・環境問題の解決は、技術発展、政策、そして市民参加にかかっている。
- ▶ 中でも最大の潜在的資源は人々の...

エネルギーリテラシー

リテラシーの定義

リテラシー ≠ 知識 秋津ら(2016)

- ▶ 佐藤(2003)は、リテラシーを「書字文化による共通教養」と定義

リテラシーは、学校において教育される共通教養であり、社会的自立の基礎となる公共的な教養を意味するとしている。

したがって今日様々な用語とともにもちいられるリテラシーとは、単に知識を有するだけでなく、与えられた課題を社会の中で広く議論するために、必要な情報や知識を選択し判断する能力を指す。

そして解決すべき課題が広範な分野と繋がりを持ち、社会や経済発展の関係の中で成り立っていることを理解し、課題に対し関心や目的をもって発信、決断、行動へと結びつけていく能力としている(佐藤2003, UNESCO 2004)。



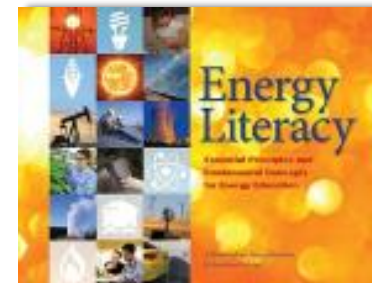
- ▶ これをエネルギーリテラシーに適用すると、エネルギーの課題に取り組むために必要な能力がエネルギーリテラシーであり、その能力はエネルギー問題解決の主体者となる社会構成員の基礎として、教育によって育まれる公共的な教養と考えることができる。

エネルギーリテラシーの定義例

▶ 米国エネルギー省 (DOE)

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



▶ DeWaters & Powers (2011)

▶ 橋場 et al. (2010)

▶ エネルギー環境教育ガイドライン (2013)

本研究のエネルギーリテラシーの定義

▶ エネルギーリテラシーがある人とは：

- ✓ エネルギーの生産から輸送, 貯蔵, 変換, 分配, 廃棄に至るまでの包括的なエネルギープロセスを認識し；
- ✓ エネルギー選択が経済効率, エネルギー安全保障, 環境に及ぼす影響を理解し；
- ✓ 持続可能な社会のためのエネルギー関連の問題解決のための, 個々の貢献の必要性と有効性を認識し；
- ✓ ひとりひとりの知識, スキル, エネルギー関連情報を理解する能力を向上させるために努力し；
- ✓ エネルギー関連の問題解決に取り組むすべての人と協力し；
- ✓ 省エネルギーのための適切な行動を続ける人.

エネルギー教育の概観

▶ Background

1960s-1970s 環境破壊の原因となる人間活動による急速な発展

1973 **オイルショック**

1975 ベオグラード憲章

1977 トビリシ宣言

→ 環境教育へとつながる

1979 **オイルショック**

1980s **オゾン層破壊
地球温暖化**

→ 持続可能な社会(開発)

持続可能な社会(Brundtland et al., 1987)

将来世代の欲求を満たすことを損なうことなく
現在の世代の欲求も満足させるような開発

1992 UNCED → Education for sustainable development (ESD)
持続可能な開発のための教育

2002 UN → Decade for ESD 2005-2014 (UNDESD)
国連持続可能な開発のための教育10年

2006 日本 中央教育審議会(CEC) エネルギーに関する問題を環境教育の重要な課題として提示

2008 日本 中教審 エネルギーに関するトピックスは、環境教育の重要な部分として明確に位置付けられた

2014 UNESD あいち・なごや宣言

エネルギー教育の概観

▶ Background

1960s-1970s 環境破壊の原因となる人間活動による急速な発展

1973 **オイルショック**

1975 ベオグラード憲章

1977 トビリシ宣言

→ 環境教育へとつながる

1979 **オイルショック**

1980s **オゾン層破壊
地球温暖化**

→ 持続可能な社会(開発)

1992 UNCED → Education for sustainable development (ESD)
持続可能な開発のための教育

2002 UN → Decade for ESD 2005-2014 (UNDESD)
国連持続可能な開発のための教育10年

2006 日本 中央教育審議会(CEC) エネルギーに関する問題を環境教育の重要な課題として提示

2008 日本 中教審 エネルギーに関するトピックスは、環境教育の重要な部分として明確に位置付けられた

2014 UNESD **あいち・なごや宣言**



もう少し詳しく

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
2014	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の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

エネルギー教育の概要

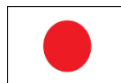
▶ 学校教育におけるエネルギー教育例



- ✓ エネルギー消費，環境への影響を抑えるために，国民がエネルギー効率の良い家電やサービスを選択する認識を高める (European commissions)
- ✓ エネルギー効率と再生可能エネルギーに関する生徒の意識向上のために，学校でのエネルギー教育向上を促進する (EGS)



- ✓ エネルギー教育教材を開発したり，教師，学生のエネルギーに関する意識を高めるために専門家とのネットワークを構築する (NEED)
- ✓ 国民の経済発展と環境の未来に対する市民のエネルギーリテラシーを向上させることを目的とし，学校におけるエネルギー教育の充実，普及，発展に努める(KEEP)



- ✓ 地域の人材開発のために学校における原子力教育を支援 (MEXT)
- ✓ エネルギー教育モデル校事業 (METI)
- ✓ 理論的・実践的研究の推進を通じて、国内外のエネルギー環境教育に関するネットワークを構築し情報を提供する (JAEEE)

エネルギー教育の概要

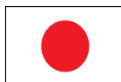
▶ 学校教育におけるエネルギー教育例



- ✓ ヨーロッパ人の多くは、エネルギーに関する問題の責任は、個人よりもむしろ政府にあり、政府がエネルギー効率の改善を支援すべきと考えている [1].
- ✓ エネルギー効率と再生可能エネルギーに関する学生の意識向上のために、学校でのエネルギー教育向上を促進する (EGS)



- ✓ 国民の知識の欠如は経済的、技術的な問題より深刻であり、国家をつまづかせるかもしれない [2].
- ✓ 国民の経済発展と環境の未来に対する市民のエネルギーリテラシーを向上させることを目的とし、学校におけるエネルギー教育の充実、普及、発展に努める (KEEP)



- ✓ 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[3], 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[4].
- ✓ エネルギーリテラシーの評価方法は未だない
- ✓ 2011年の原子力災害以降, 原子力を他のエネルギー源と共に扱いながらエネルギー教育をおこなうことが難しい。

[1] European Commission, Directorate --General for Climate--, Special Eurobarometer 409. Climate Change 409, 2017

[2] NEETF2005, Energy Learning Curve 2009

[3] M. Eda, 3. Nihon no Energy Kankyo Kyoiku no Genjo to Kadai, Jizoku Kano na Shakai no tameno Energy and Kankyo Kyoiku --Ohbei no Senshin Jirei ni Manabu--, Kokudoshya co.,ltd., 34-43, 2008.

[4]T. Hashiba et al., Journal of INSS 18, 2011

既往研究

▶ 知識[1]

- ✓ エネルギーや資源に関する科学的基礎知識の欠如.
- ✓ エネルギー形態は比較的理解しているが、エネルギーの保存は難しい. しかし教育投入, 学年進行にしたがって理解を増す.

▶ 男女差[2,3]

- ✓ 男子は女子よりもエネルギーに関連する知識が高い傾向にある.
- ✓ 女子は男子よりもエネルギー問題や省エネについて肯定的な態度を示す傾向にある.
- ✓ エネルギーに関する環境問題の知識レベルの差は, 理科(科学)の履修数に依存することが考えられる.(高校生)

▶ 地理的条件[4]

- ✓ 自然災害の経験やエネルギー立地といった地理的条件によってエネルギーリテラシーは異なる.

▶ 家族の影響[5]

- ✓ 母親の教育レベルや家族の省エネ態度, 行動が彼らの子ども達のエネルギーリテラシーに影響する.

▶ エネルギー教育

- ✓ 効果的なエネルギー教育プログラムは, 子ども達の態度や省エネ行動を改善し, さらに彼らの学びは両親の態度や行動に波及効果をもたらす[6].
- ✓ 小・中・高校生が受けているエネルギーに関する学校授業は, 児童生徒のエネルギーに関する総合的な判断、知識・関心に対する効果は大きくない可能性が高く、児童生徒のエネルギー問題に対する実態として、知識に乏しく関心・意欲が低いこと、また判断は有しているが行動に結びついていない[7].

▶ 社会規範, 価値観[8]

- ✓ エネルギー関連の技術的, 社会的問題に対する生徒の考えは, 属性によって異なる. 評価のための前提は, 多様な文化の中で育まれた社会的背景と経験によって形成される.

[1]Barrow1989, Bittle2009, Curry2007, Farhar1996, Gambro1996, Herrmann-abel12011, Holmes1978, NEETF2005, Opitz2015

[2]Ayers1976, Barrow1987, Barrow1989, ChenS2015, DeWaters2011, Dwyer2011, Lawrenz1985

[3]Gambro1999, Hayes2001, Kuhn1979

[4]Barrow1987, Barrow1989, Fukuyama2008

[5]Peer2007, Tanabe2006

[6]Craig2015, Hiramatsu2014, Zografakis2008

[7]Misaki & Nakajima, 2005、2005a

[8]Yuenyong & Jones2008, Ajzen2008,

既往研究

▶ 知識[1]

- ✓ エネルギーや資源に関する科学的基礎知識の欠如.
- ✓ エネルギー形態は比較的理解しているが、エネルギーの保存は難しい. しかし教育投入, 学年進行にしたがって理解を増す.

▶ 男女差[2,3]

- ✓ 男子は女子よりもエネルギーに関連する知識が高い傾向にある.
- ✓ 女子は男子よりもエネルギー問題や省エネについて肯定的な態度を示す傾向にある.
- ✓ エネルギーに関する環境問題の知識レベルの差は, 理科(科学)の履修数に依存することが考えられる.(高校生)

▶ 地理的条件[4]

- ✓ 自然災害の経験やエネルギー立地といった地理的条件によってエネルギーリテラシーは異なる.

▶ 家族の影響[5]

- ✓ 母親の教育レベルや家族の省エネ態度, 行動が彼らの子ども達のエネルギーリテラシーに影響する.

▶ エネルギー教育

- ✓ 効果的なエネルギー教育プログラムは, 子ども達の態度や省エネ行動を改善し, さらに彼らの学びは両親の態度や行動に波及効果をもたらす[6].
- ✓ 小・中・高校生が受けているエネルギーに関する学校授業は, 児童生徒のエネルギーに関する総合的な判断、知識・関心に対する効果は大きくない可能性が高く, 児童生徒のエネルギー問題に対する実態として、知識に乏しく

これらは調査目的ごとに異なる質問範囲・項目で調査され, 異なる視点から評価されているため, 結果を直接比較することは困難である.



この前提は, 多様な文化の中で育まれた社会的背景と経験によって形成される.

[1]Barrow1989, Bittle2009, Curry2007, Farhar1996, Gambro1996, Herrmann-abel12011, Holmes1978, NEETF2005, Opitz2015

[2]Ayers1976, Barrow1987, Barrow1989, ChenS2015, DeWaters2011, Dwyer2011, Lawrenz1985

[3]Gambro1999, Hayes2001, Kuhn1979

[4]Barrow1987, Barrow1989, Fukuyama2008

[5]Peer2007, Tanabe2006

[6]Craig2015, Hiramatsu2014, Zografakis2008

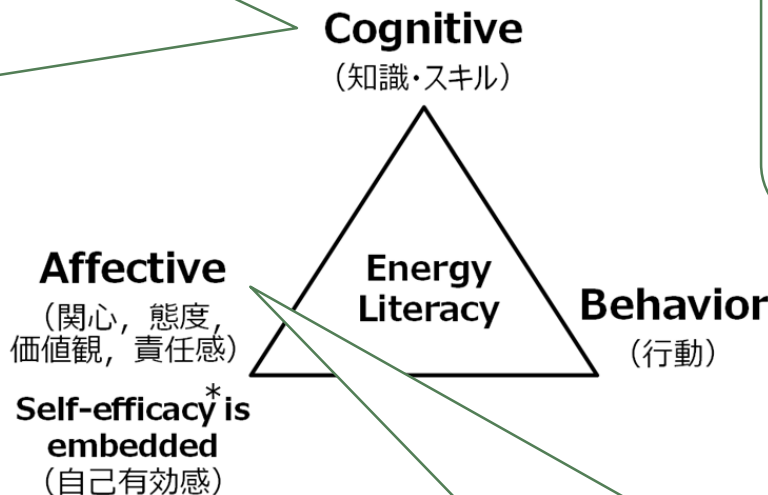
[7]Misaki & Nakajima, 2005, 2005a

[8]Yuenyong & Jones2008, Ajzen2008,

エネルギーリテラシーフレームワーク

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

- 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 自己効力感とは、自分の知識と経験を効果的に働かせる能力を意味する。エネルギーに関する課題に対する自己効力感とは、個人がエネルギー関連の問題を解決するためにどれくらい効果的に貢献できると考えているかをいう。

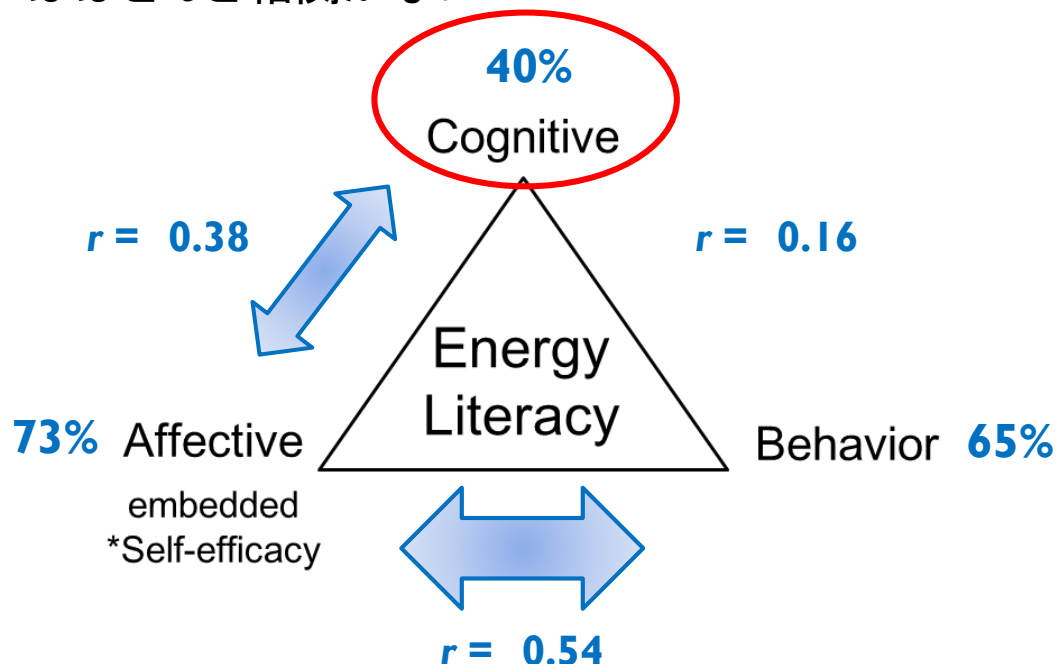
DeWaters, J., Powers, S.: Energy Policy, **39**, 1699-1710 (2011)

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

エネルギーリテラシー評価

Middle school students in US (NYS)

- ▶ Middle school (US)の生徒は、関心・態度尺度のスコアは高い一方で、知識尺度は低い。
- ▶ 関心・態度vs.行動の相関は、関心・態度vs.知識の相関よりも強い。
- ▶ 知識vs.行動にはほとんど相関がない。



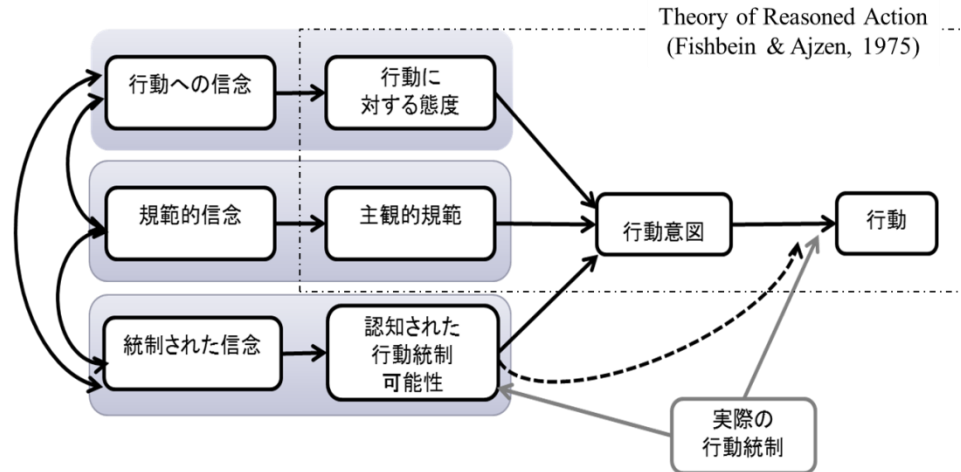
エネルギーリテラシーの尺度レベルや相関は比較できるようになったが、エネルギーリテラシー概念構造はまだ報告がない。



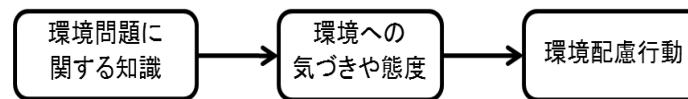
社会心理学における概念モデル

計画的行動理論

The Theory of Planned Behavior (TPB) (Ajzen 1991)

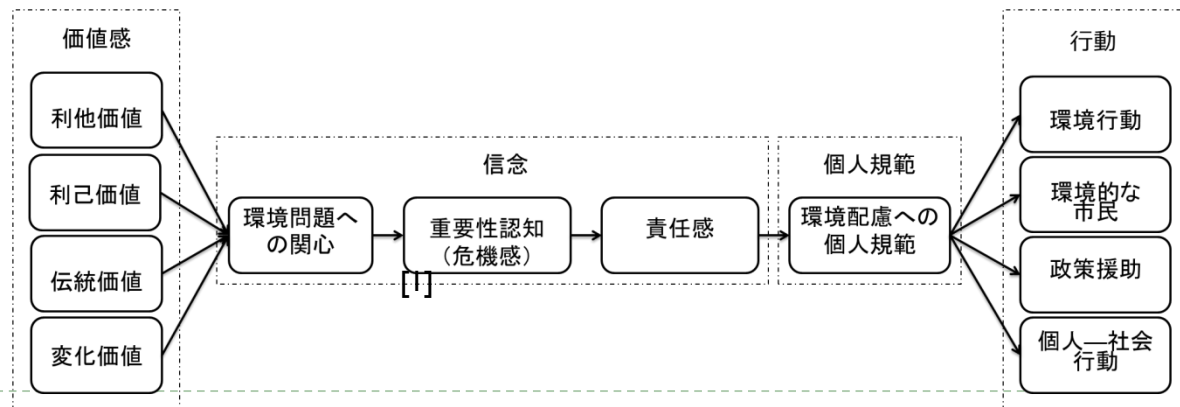


環境配慮行動に関する仮定 (Hungerford and Volk 1990)



価値信念規範理論

The Value-Belief-Norm Theory (VBN) (Stern et al. 1999)



[1] Dunlap, Van Liere, Mertig & Jones, 2000

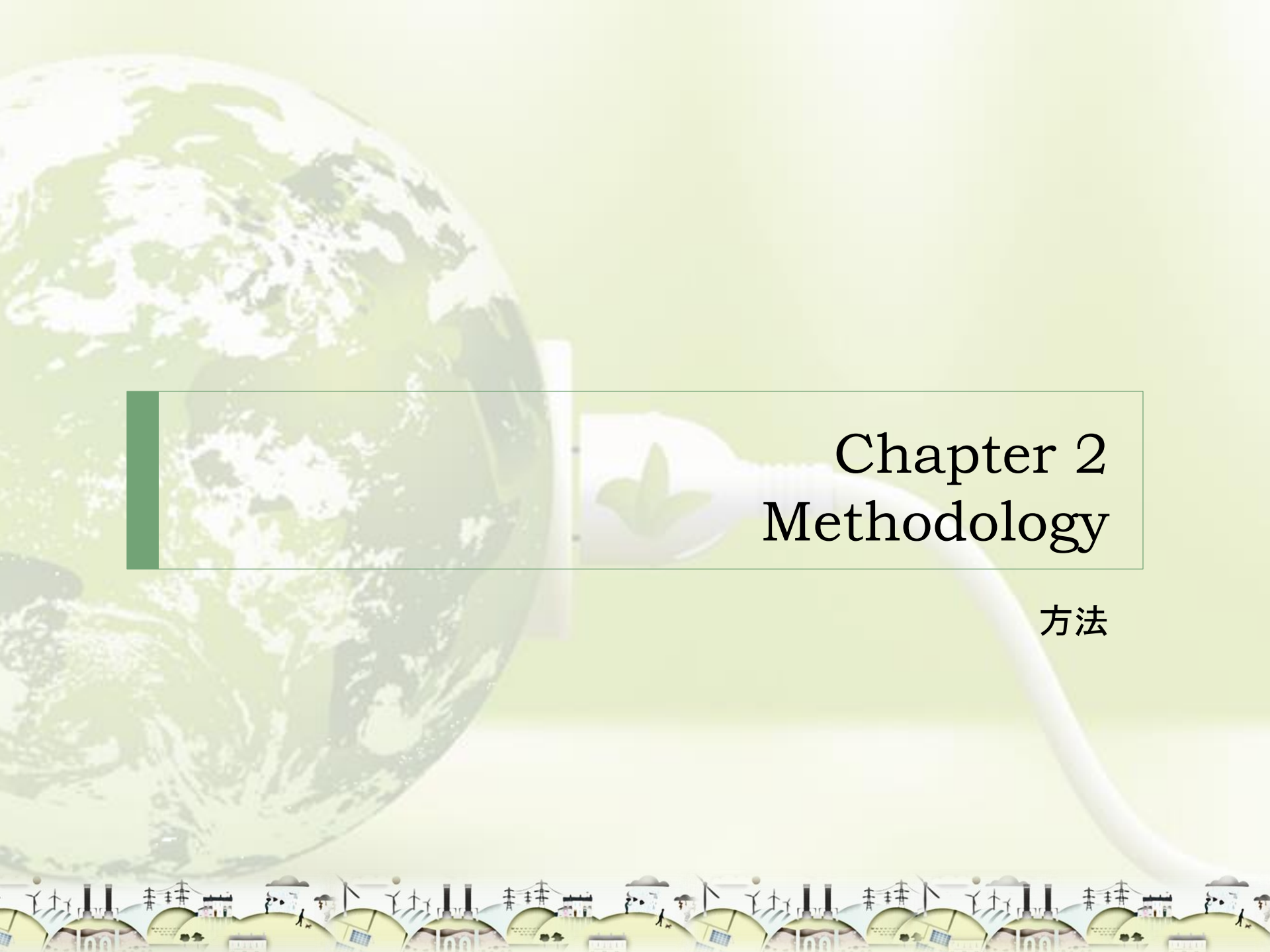
研究目的

- ▶ 日本の中学生のエネルギーリテラシー並びに、その概念構造モデルを調べる (grades 7th, 8th, and 9th, ages of 13-15).

- ▶ 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
 - 他のエネルギーリテラシー研究と比較することが比較的可能である
 - エネルギー使用, 選択, 行動を通じて, 直接的かつ間接的に将来のエネルギーに関する決定に影響を及ぼす世代のエネルギーリテラシーを理解することは, 効果的なエネルギー教育開発のための手がかりを得ることが期待できる

Contents

- ▶ Chapter 1 はじめに
- ▶ Chapter 2 方法
- ▶ Chapter 3 エネルギーリテラシー調査と日米比較
- ▶ Chapter 4 エネルギーリテラシー概念モデルの検討
- ▶ Chapter 5 計画的行動理論と価値信念規範理論を統合した
エネルギーリテラシー構造モデル
- ▶ Chapter 6 エネルギーリテラシー評価
- ▶ Chapter 7 まとめ



Chapter 2 Methodology

方法

調査票とデータ分析



調査票

- ▶ 書面によるアンケート用紙を作成 (調査1, 2, 3)
- ▶ 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 (性別, 年齢, 学年, 居住地域, 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つけの有無, 家庭でのエネルギーに関する会話の有無)

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
- ▶ 調査1(2014) $N = 1316$; 調査2(2016) $N = 1070$; 調査3(2017) $N = 635$ (Thailand), 信頼度95%, 誤差 $\pm 3 \sim 4\%$

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, Kruskal-Wallis Test
- ▶ 相関係数: Spearman's rank order correlation coefficient (rho)
- ▶ 共分散構造分析: Amos™ Ver. 24
- ▶ Conditional Process Analysis: PROCESS 2.13.2²
- ▶ ソフトウェア: IBM® SPSS® Ver. 24

1. 生徒が自己評価する項目4問: エネルギーに関する知識, エネルギー使用パターン, エネルギーに関する家族での会話の有無, エネルギー問題を理解するための最も有効な情報源について自己評価
2. Hayes, A. F. (2014). PROCESS for SPSS. The Ohio State University, Release 2.13.2.

Statistical methodology 統計分析 1 / 3

▶ Item analysis 項目分析

✓ Item difficulty (D_f) 項目難易度分析

- 生徒がすでにその質問項目を認識しているかどうかを示す指標
- 5選択肢からなる知識尺度の場合 $D_f > 0.7$ (70% 正答) が望ましい

✓ Item discrimination index (D) 項目識別指数

- 質問項目が上位27%と下位27%のグループを識別できる程度
- $D < 0.2$ 差し替え
- $D < 0.15$ 削除

✓ Standard error of measurement (SE) 測定の標準誤差

- 応答されたスコアの許容可能な誤差の範囲
- 複数の尺度で構成される調査票の場合, 各尺度のSEは, $SE < 7.5\%$ が望ましい

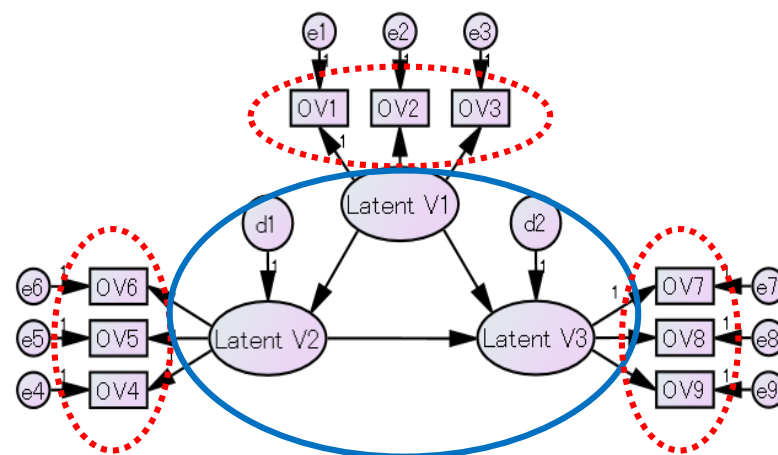
Statistical methodology 統計分析 2/3

▶ 共分散構造分析

Structural equation modeling (SEM)

- ✓ SEMは、直接観測できない潜在変数を導入し、その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で、因子分析と多重回帰分析(パス解析)の拡張である。

潜在変数とは、心理学や社会学でいう「構成概念」を数学的に表現したもの(森安, 2007)



- ✓ 複数のモデル適合度指数でモデル選択

GHI, AGHI, NHI, CFI > 0.95

SRMR < 0.05

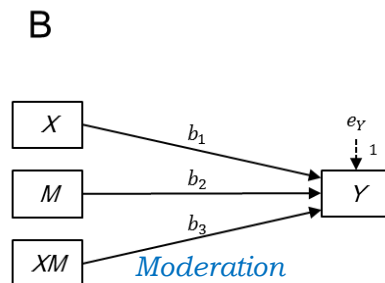
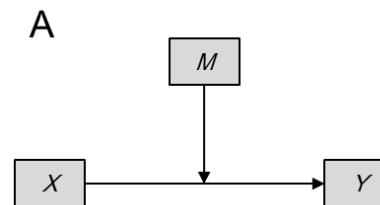
RMSEA < 0.08

AIC... smaller is better

Statistical methodology 統計分析 3/3

▶ Conditional process analysis

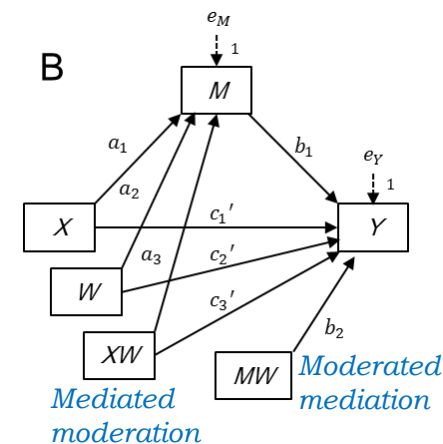
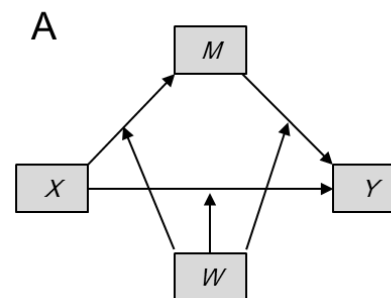
- ✓ Panel A: 調整変数(M)は, 予測因子(X)と結果(Y)の関係の方向や強さを変える変数



$$\text{Conditional effect of } X \text{ on } Y = b_1 + b_3M$$

- ✓ Panel B: 媒介変数(M)は, 予測因子(X)と結果(Y)の関係を説明

本研究では, 3つのすべてのパスが調整変数(W)によってなんらかの影響があると仮定して, すべての媒介モデルについて調べた。

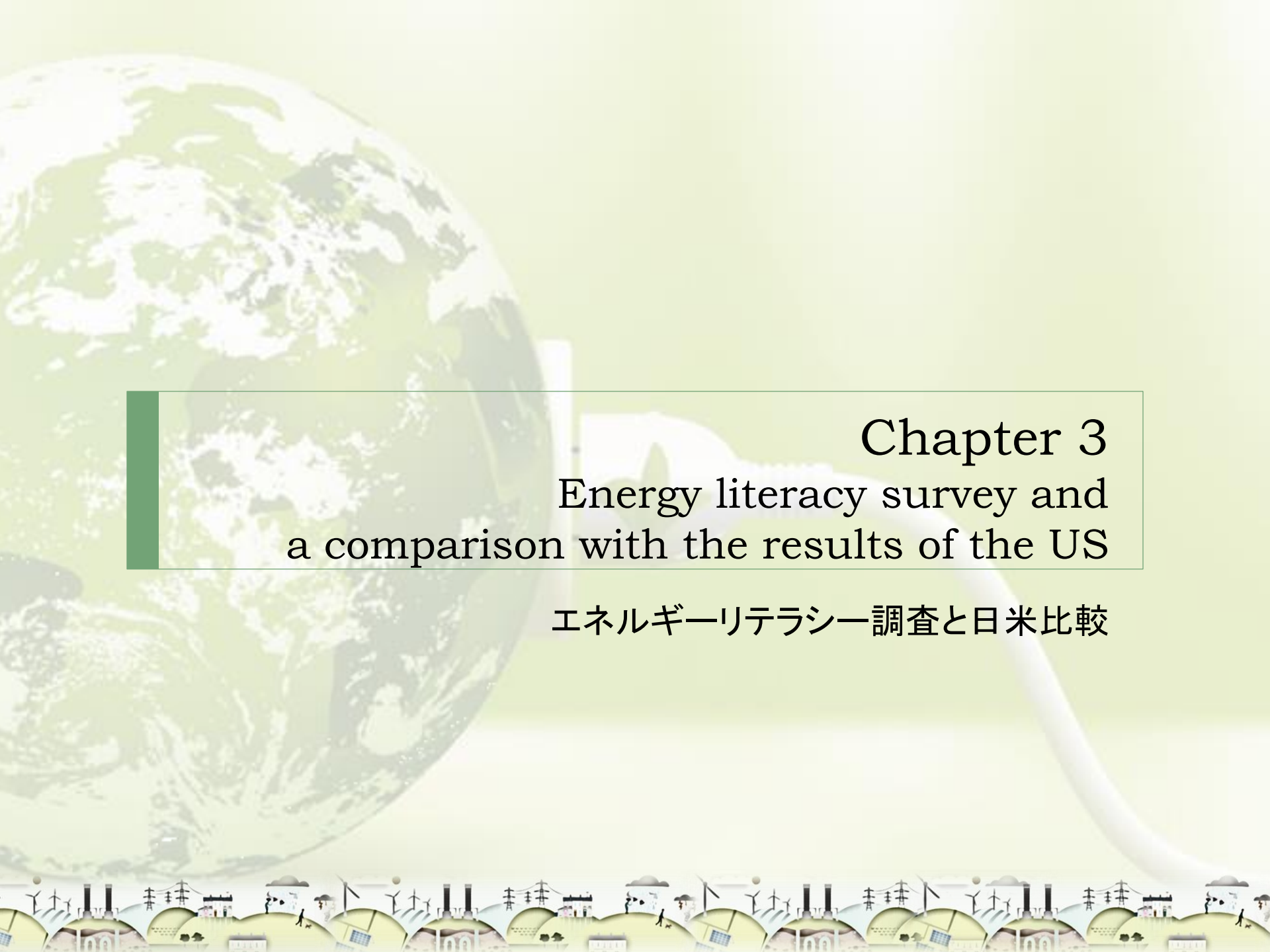


$$\text{Conditional indirect effect of } X \text{ on } Y \text{ through } M = (a_1 + a_3W)(b_1 + b_2W)$$

$$\text{Conditional direct effect of } X \text{ on } Y = c'_1 + c'_3W$$

X: Predictor; Y: Outcome; M, W: Moderator; M (below): Mediator

Gender	Family discussion
School years	Home discipline in energy-saving
Regions	Civic scientific literacy
Energy education	Critical thinking ability
Facility tour	New ecological paradigm



Chapter 3

Energy literacy survey and a comparison with the results of the US

エネルギーリテラシー調査と日米比較



Questionnaire, sampling & data calculation

質問紙 I

- ▶ 知識, 関心・態度, 行動尺度の74 項目に自己評価, 属性質問を合せて全90項目

質問紙の内的整合性

- ▶ Cronbach's alpha values* : 0.66 - 0.78 の73 項目を選択

サンプリング

- ▶ 2014年3月実施
- ▶ 6校からの有効調査票1316 を分析



データ集計

- ▶ 地域を3グループに分割
- ▶ 自己評価項目は肯定的, 否定的の2グループに分割し, 尺度「3」を選択した回答は削除した

* A Cronbach's alpha value is a measure of internal consistency, that is how closely related a set of items are as a group, which ranges in value from zero to one.

Cronbach's alpha values should be at least **0.70** for a set of items in social science scales (Benson 1982) and can be as low as **0.60** for educational assessment scales (Linn 2000, Morioka 2001, Qaqish 2005, Zaiantz 2016).





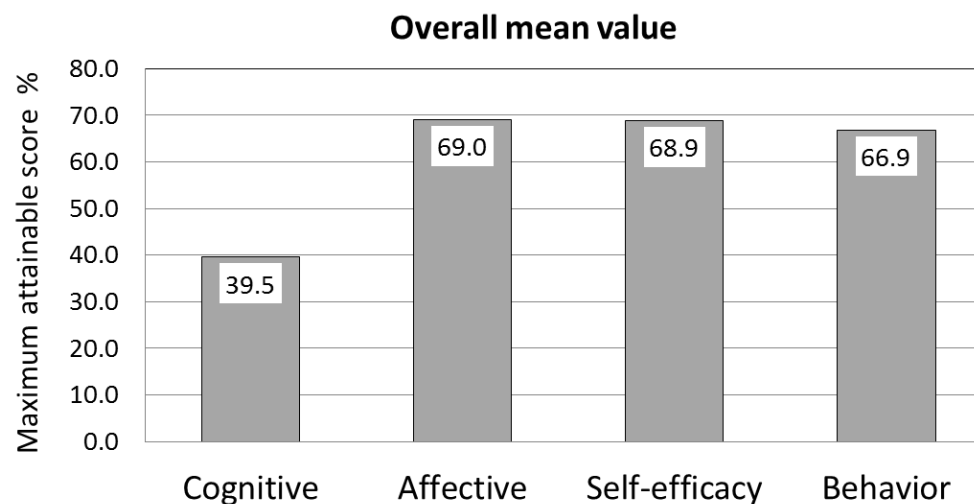
Results

結果

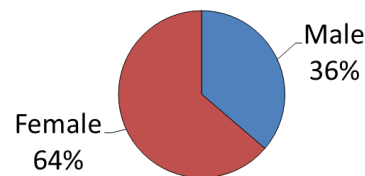
平均值: 全体 (TS73, $N = 1316$)

TS73 ($N = 1316$)	Ideal index	Cognitive	Affective	Self-efficacy*	Behavior
Median %		38.53	68.42	70.00	67.27
Mean %		39.53	69.02	68.89	66.86
SD %		14.32	7.51	12.67	10.61
Average item difficulty (Df)	> 0.7	0.40	—	—	—
Average discrimination index (D)	> 0.15--0.20	0.25	0.17	0.27	0.24
Reliability (α)	> 0.7 (0.6)	0.78	0.66	—	0.68
Standard error of measurement (SE) %	< 7.5%	6.66	4.39	—	5.97

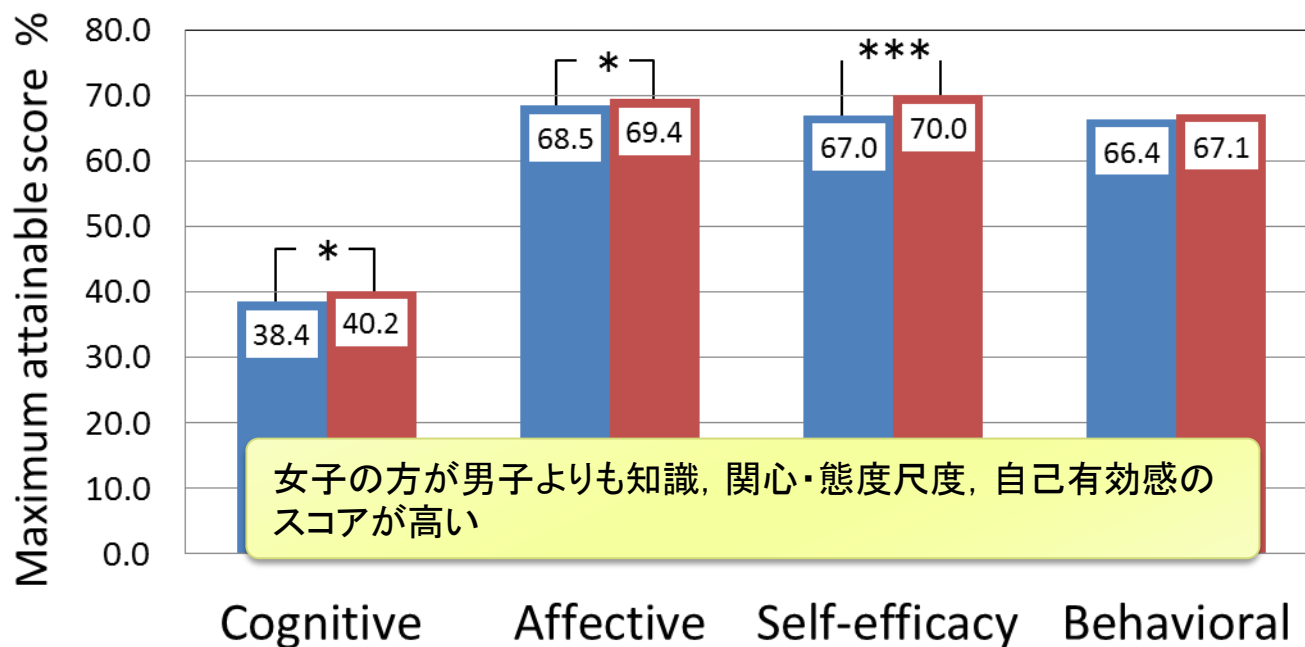
* The 4 self-efficacy items are embedded within the affective subscale.



平均値: 男女

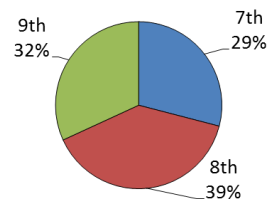


■ Male (N = 477) ■ Female (N = 839)

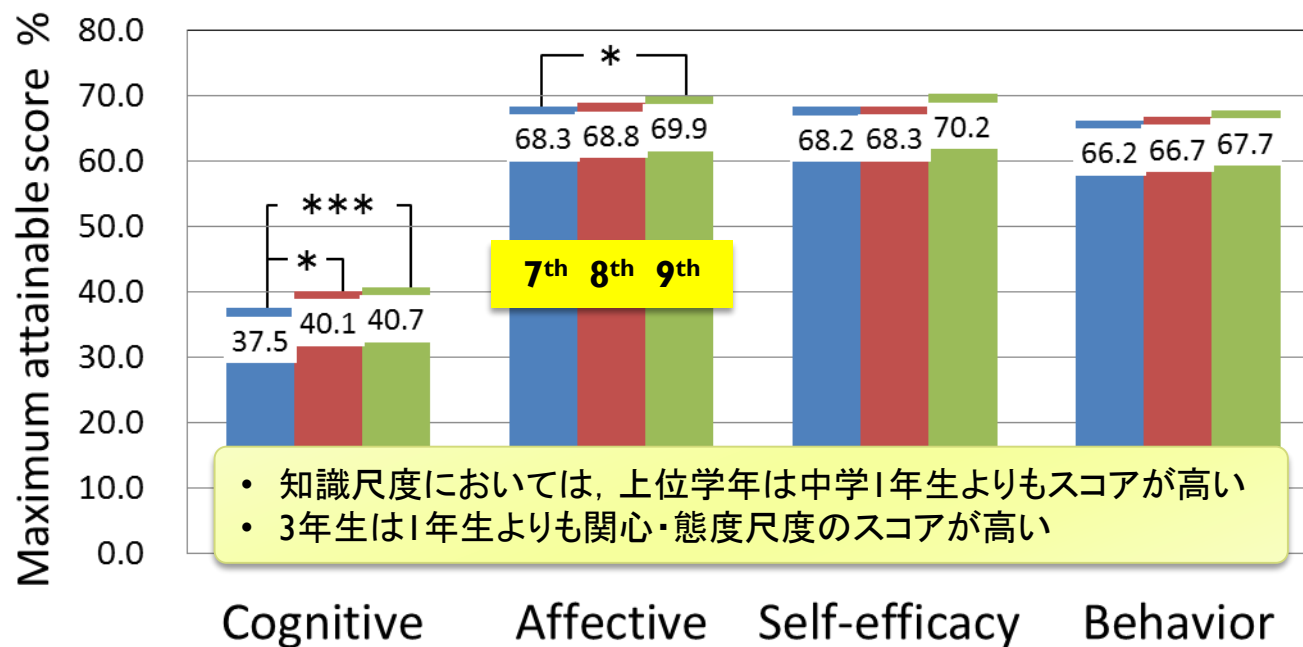


* $p < .05$, *** $< .005$

平均値：学年

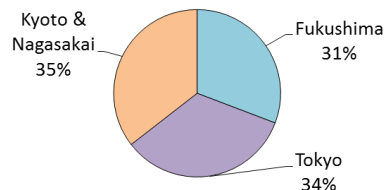


■ 7th (N = 382) ■ 8th (N = 515) ■ 9th (N = 419)

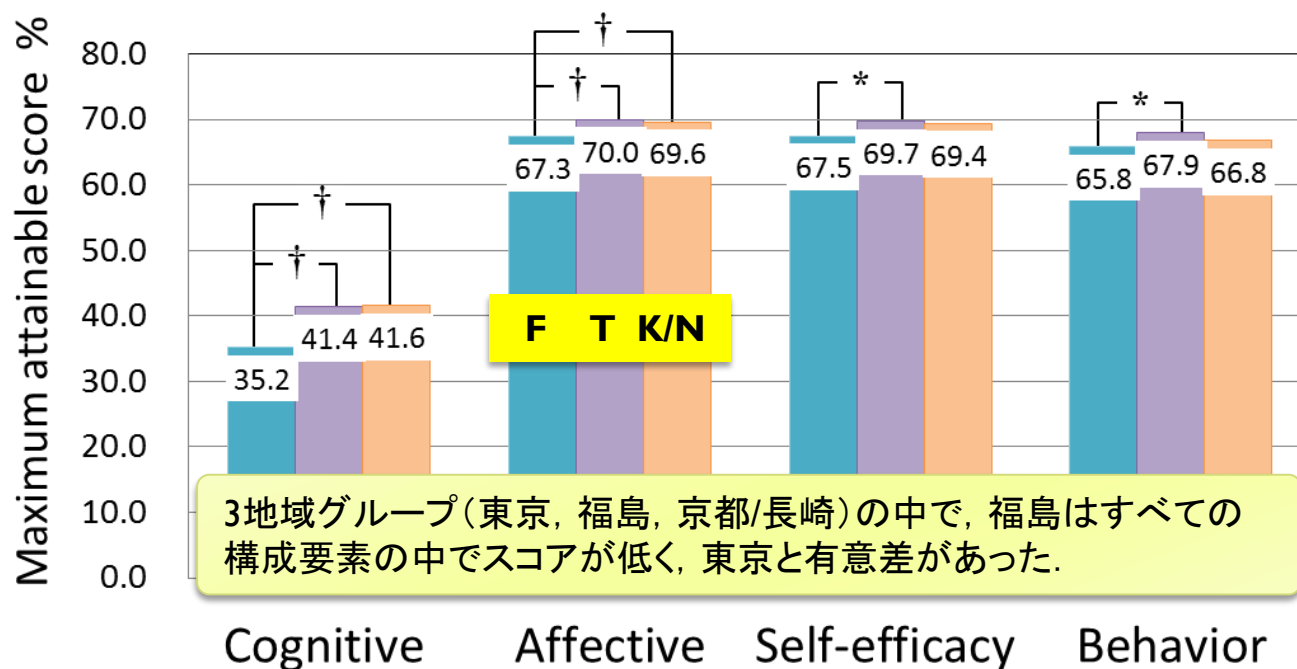


$p < .05$, *** $< .005$

平均値: 地域



■ Fukushima (N = 405) ■ Tokyo (N = 444) ■ Kyoto & Nagasaki (N = 467)

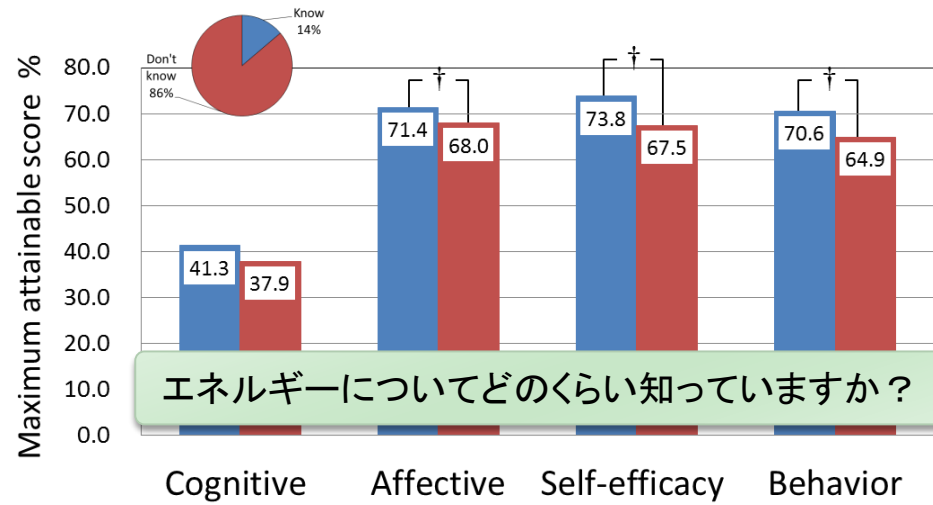


* $p < .05$; † $p < .001$

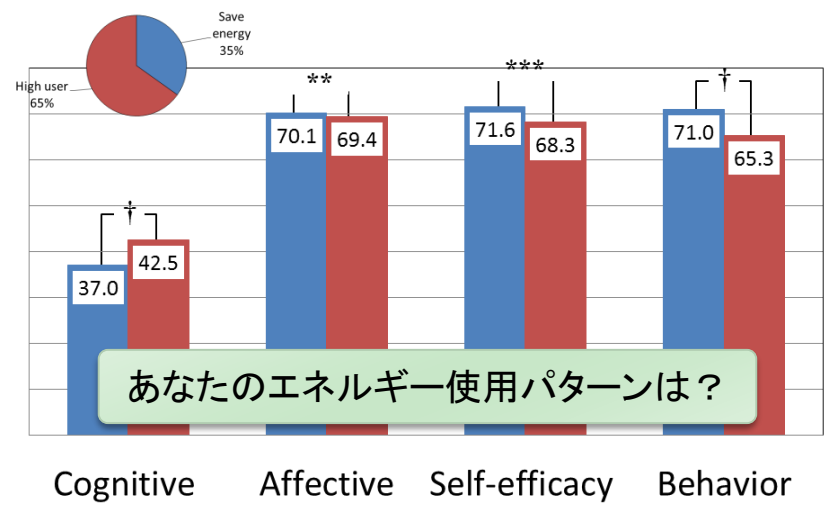
自己評価項目

- 肯定的回答群は否定的回答群よりもスコアが高い傾向
- 家族の態度や行動は生徒のエネルギーリテラシーに影響を与えている可能性がある

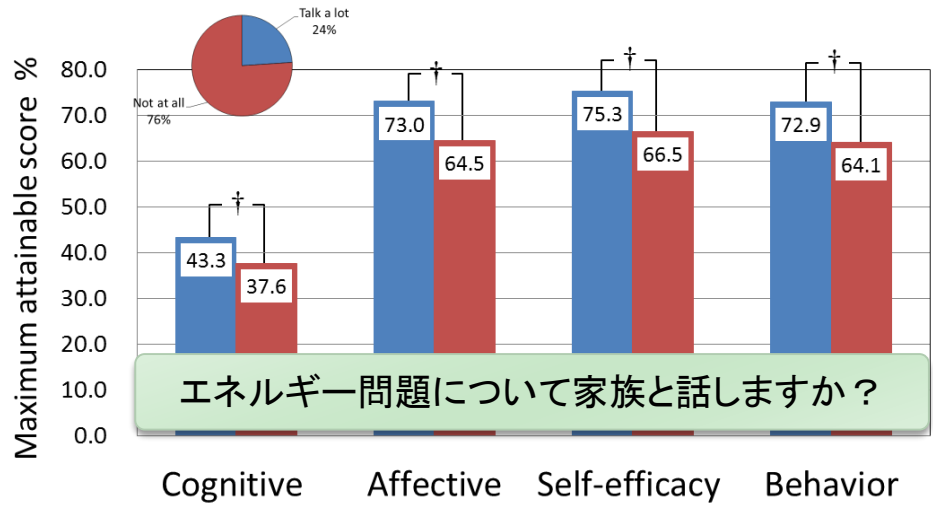
■ Know (N = 111) ■ Don't know (N = 693)



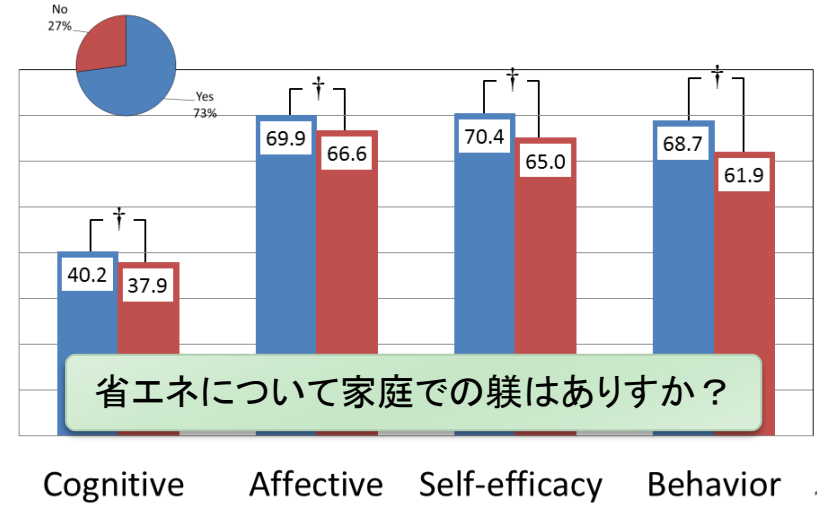
■ Save energy (N = 227) ■ High user (N = 425)



■ Talk a lot (N = 223) ■ Not at all (N = 708)

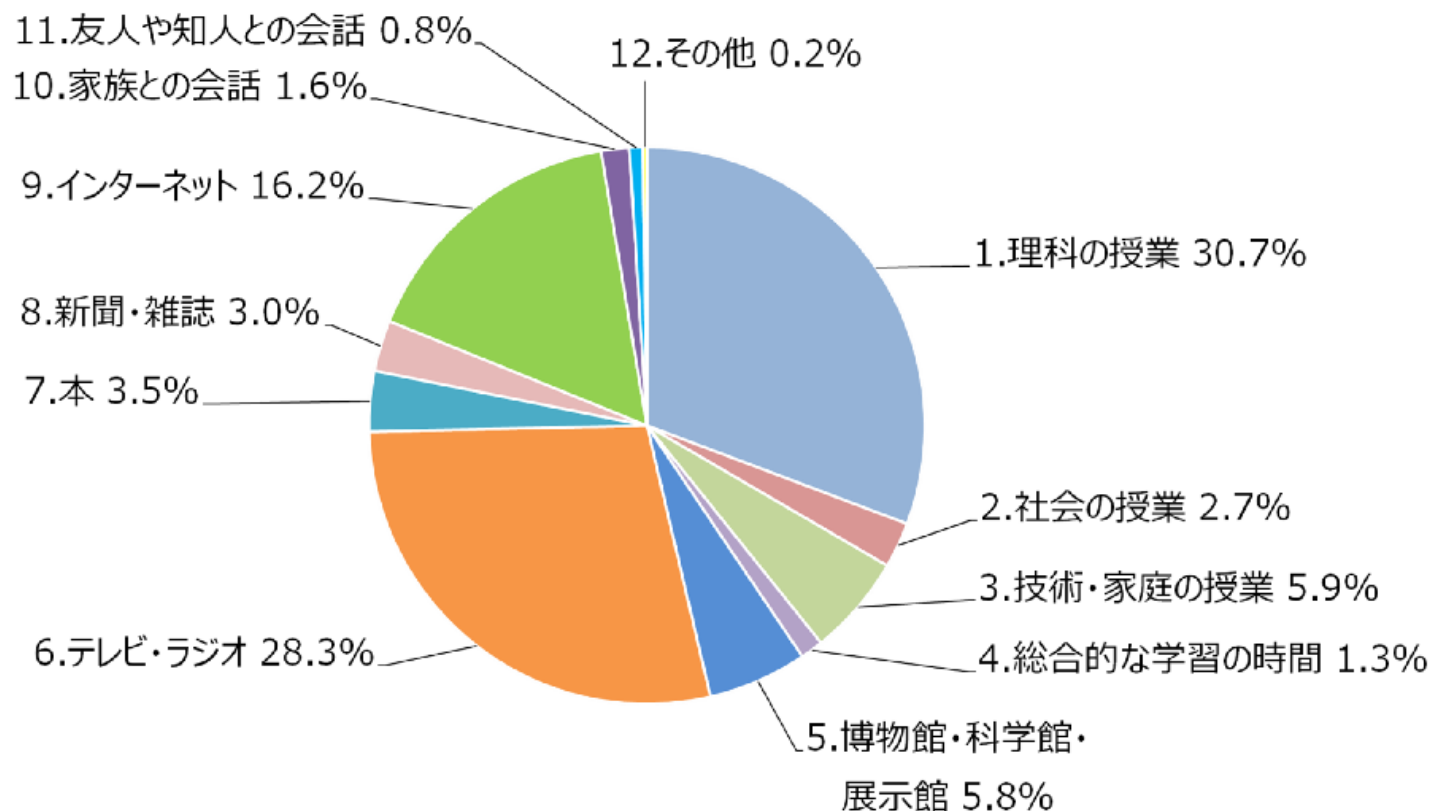


■ Yes (N = 630) ■ No (N = 356)

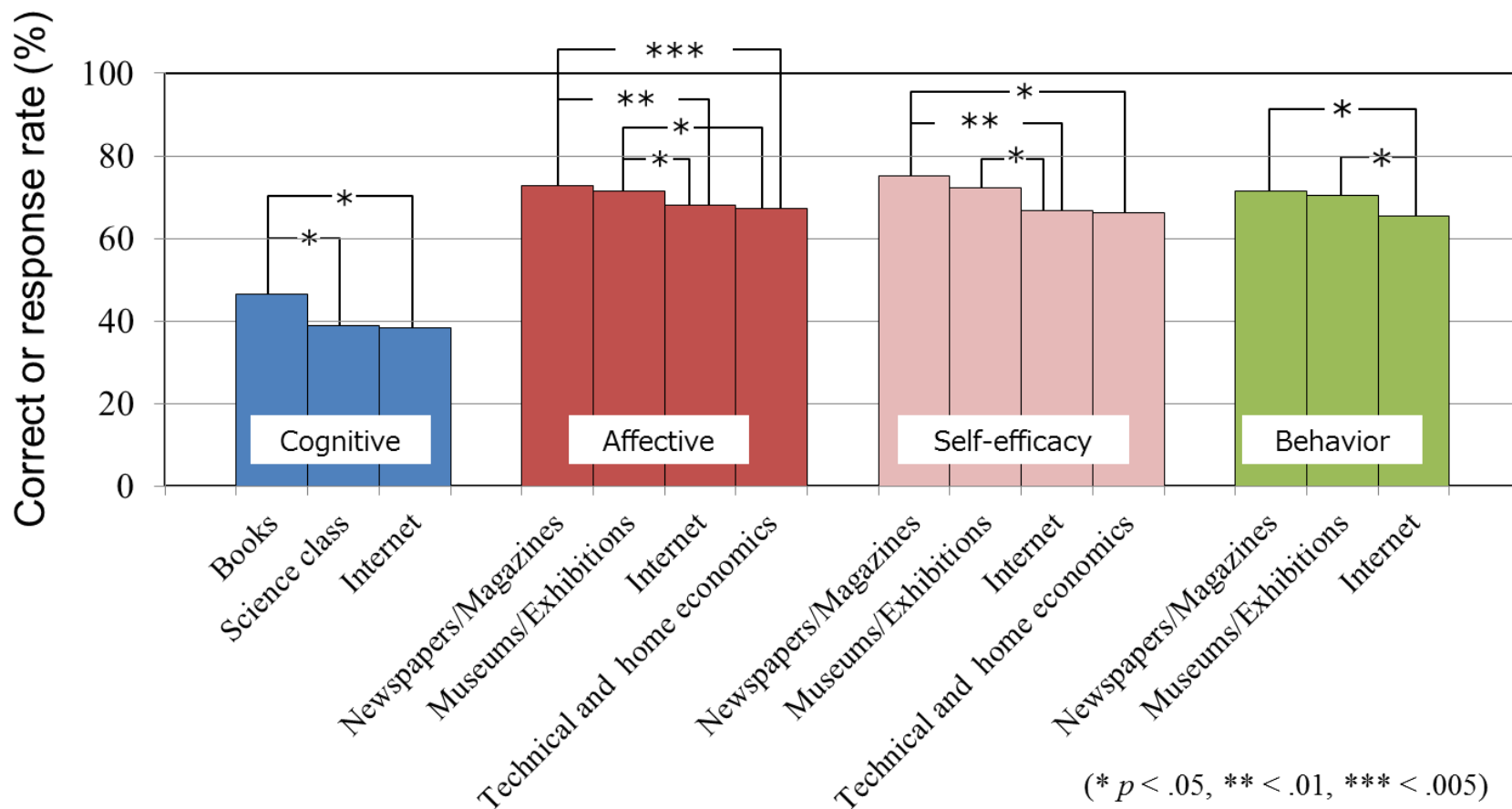


** p < .01, *** < .005, † < .001

エネルギーを知る最も有効な情報源は？ (N = 1282)

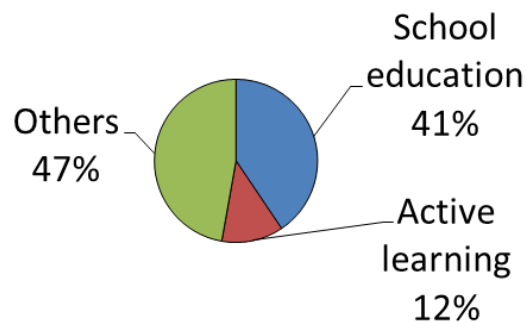


エネルギーを知る最も有効な情報源は？ (N = 1282)

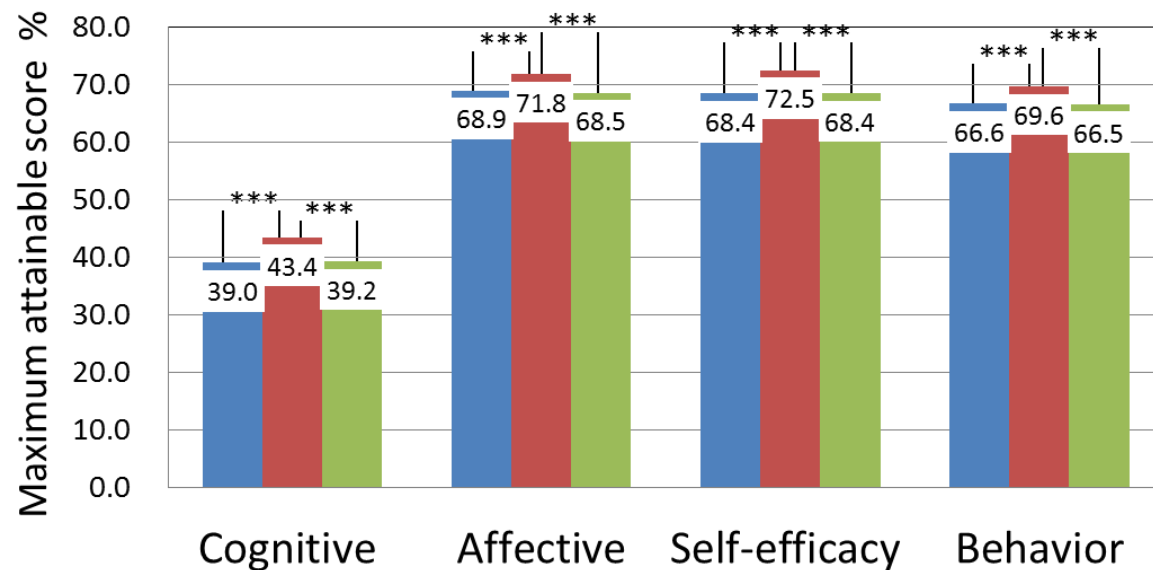


エネルギーを知る最も有効な情報源は？ (N = 1282)

- 学校教育(理科, 社会科, 技術家庭科, 総合的な学習の時間)
- アクティブラーニング(本, 新聞/雑誌, 博物館/展示など)
- インターネットを含む上記以外の情報源



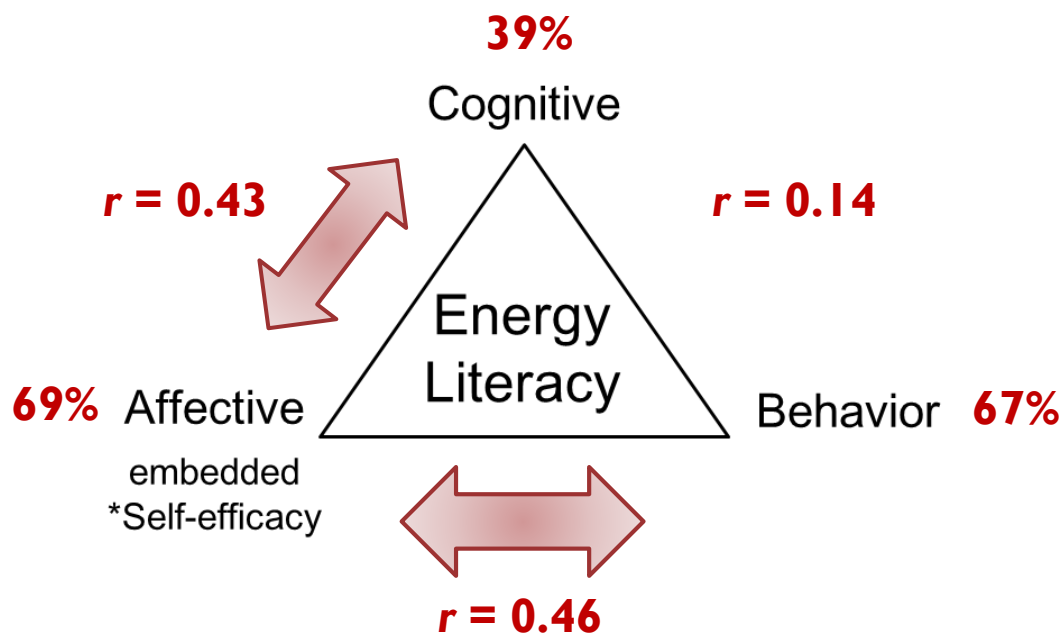
■ School education (N = 520) ■ Active learning (N = 157) ■ Others (N = 605)



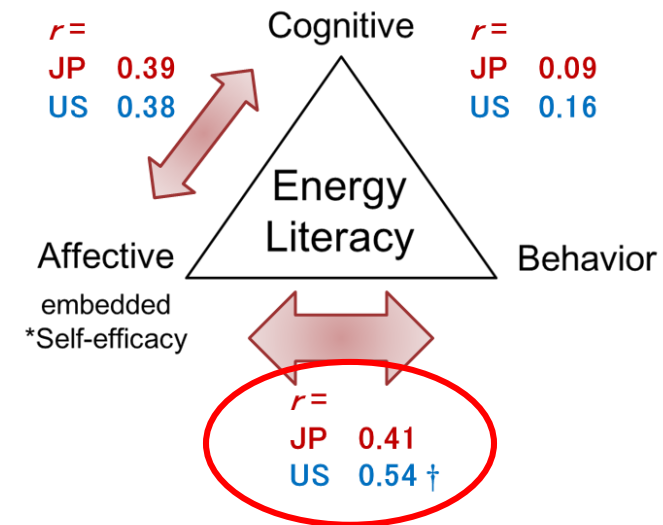
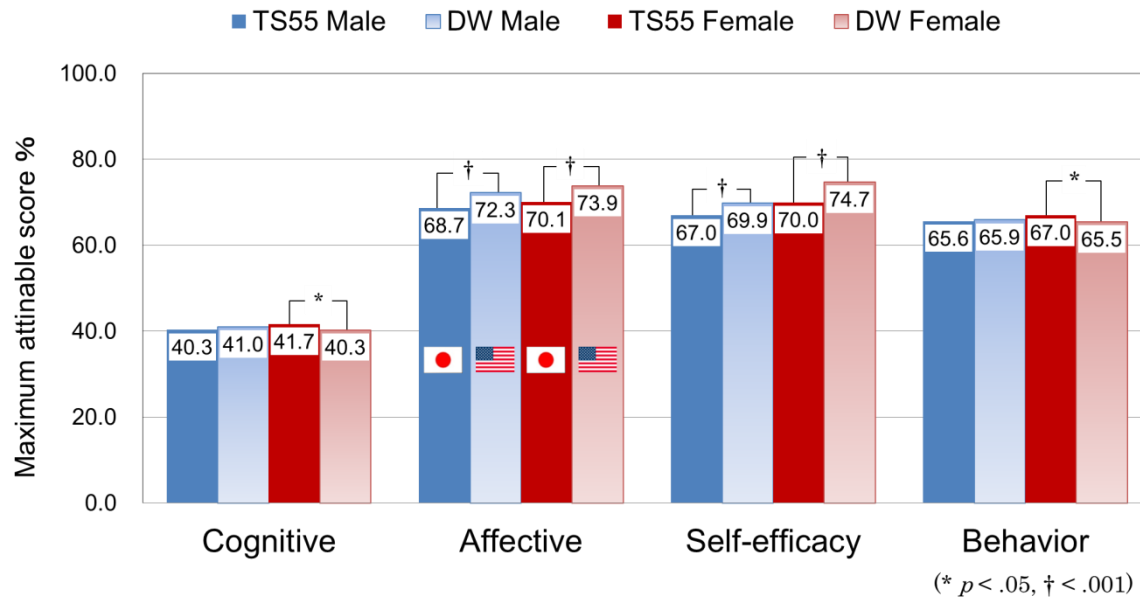
- 能動的に得る情報源は生徒のエネルギーリテラシーに影響していることが考えられる
- 現行の学校授業は, エネルギーリテラシーにあまり影響がないことが考えられる。これは三崎 & 中島の報告からほとんど変わっていない (Misaki et al. 2005, 2005a)

*** p < .005

相関



日米比較 (TS55*)



- 日本の中学生の知識の量が他の尺度に影響していないことが考えられる
- 米国の関心・態度尺度, 自己有効感のスコアの高さが, 関心と行動の相関を強めていることが考えられる

日米比較

Table 3.7. Mean Comparison of Energy Literacy between *TS55* (JP) and the U. S. (US).

Subscale	Contry	<i>N</i>	Mean (%)	<i>p</i>	<i>SD</i> (%)
Cognitive	JP overall	1316	41.17	†	14.86
	US overall	2038	40.17		14.86
	JP male	477	40.34		15.91
	US male	1007	41.01		15.84
	JP female	839	41.65	*	14.21
	US female	950	40.30		13.69
Affective	JP overall	1316	69.58		8.06
	US overall	2339	73.03	†	10.45
	JP male	477	68.70		8.25
	US male	1144	72.28	†	10.99
	JP female	839	70.08		7.91
	US female	1099	73.90	†	9.74
Self-efficacy	JP overall	1316	68.89		12.67
	US overall	2339	72.06	†	16.26
	JP male	477	66.98		12.79
	US male	1144	69.85	†	16.87
	JP female	839	69.98		12.47
	US female	1099	74.74	†	15.09
Behavior	JP overall	1316	66.51	*	11.67
	US overall	2309	65.57		15.23
	JP male	477	65.64		11.65
	US male	1126	65.94		15.45
	JP female	839	67.01	*	11.66
	US female	1089	65.45		14.87

* $p < .05$, † $< .001$

Chapter 3: 考察 1/2

1. 知識尺度における男女差について

男子 38% < 女子 40%, ($p < .05$)

- ✓ 関西地方で学力の高い女子中学校が女子全体のスコアを上げていることが考えられる。
 - 男子が女子よりもエネルギーに関する知識が高いという報告があるが[1], 性差というよりも, 学力レベルとの関係が示唆される.

2. 福島と他の地域との相違について

福島はすべての尺度において他の地域よりもスコアが低かった.

- ✓ 福島は2011年の震災以前から, 全国学力テストにおいて順位が低い傾向にある[2].
- ✓ さらに震災, 原子力災害は, 生徒の日常生活や学習環境を大きく変えた.
 - これら災害の影響は, 福島の生徒の学業成績をさらに停滞させ, 他地域との差を広げることとなったかもしれない.

[1] Gambro et al. 1999

[2] MEMORVA

Chapter 3: 考察 2/2

3. 知識尺度における日米比較

米国 40% < 日本 41%, ($p < .001$)

- ✓ 日米の知識の相違は, PISA 2012 (OECD), TIMSS 2011 における成績の相違で説明できる.
- 知識尺度における日本の生徒の成果は、科学、数学リテラシー、読解等の基礎学力によって引き出されている可能性が高い。

4. 関心・態度, 行動尺度における日米比較

関心・態度: 米国 73% > 日本 69%, ($p < .001$)

自己有効感: 米国 72% > 日本 70%, ($p < .001$)

- ✓ 関心・態度尺度における米国のスコアの高さは、行動尺度との相互関係を強化することに寄与し、日本との有意差を生んだことが考えられる.
- 日本の生徒の知識量は、エネルギーリテラシーにおける他の領域に必ずしも影響するとは限らない。

Chapter 3: Conclusion

[The current status of energy literacy]

1. The knowledge level was discouragingly low.
2. Female students scored higher than the males on the cognitive subscales.
3. The 8th and 9th graders scored higher than the 7th graders on the cognitive subscale.
4. The affective and behavioral subscale did not necessarily increase with the school year progression.
5. Students in Fukushima scored low on all subscales among the surveyed regions: Tokyo and the western regions (Kyoto and Nagasaki).
6. The results of students' self-rating were almost consistent with their energy literacy.
7. Students who positively responded to the existence of family discussion of energy-related issues, home discipline in energy-saving scored significantly higher on all subscales than their counterparts.
8. Information sources selected actively may affect students energy literacy.
9. School classes seem not to affect significantly students energy literacy.
10. The intercorrelation between the affective and behavioral subscales was rather close, while there was little correlation between knowledge and behavioral subscales.

[US comparison]

1. Japanese students scored significantly higher than the US students on the cognitive subscale.
2. The US students scored significantly higher than Japanese students on the affective subscale and self-efficacy.
3. The US intercorrelation between the affective and behavioral subscales was stronger than that of Japan.
4. **The amount of knowledge may not necessarily affect other domains in energy literacy of Japanese students.**

Chapter 3: Conclusion

[The current status of energy literacy]

1. The knowledge level was discouragingly low.
2. Female students scored higher than the males on the cognitive subscales.
3. The 8th and 9th graders scored higher than the 7th graders on the cognitive subscale.

4. The amount of knowledge may not necessarily affect other domains in energy literacy of Japanese students.
 5. Students' self-efficacy and behavioral intention are significantly correlated with their energy literacy.
 6. The US students scored significantly higher than Japanese students on the affective subscale and self-efficacy.
 7. Students' self-efficacy and behavioral intention are significantly correlated with their energy literacy.
 8. Information literacy is significantly correlated with energy literacy.
 9. School and family environment are significantly correlated with energy literacy.
 10. The correlation between knowledge and behavioral subscales is stronger in the US than in Japan.
- 日本の中学生のエネルギー関連知識は低いが、米国よりも高かった。
 - 米国の関心・態度のスコアは日本よりも高く、行動との相関は、日本よりも強い。
 - 日本の中学生の知識の量は、必ずしもエネルギーリテラシー全体に影響するとは限らない。
 - 家族の態度や行動は、生徒のエネルギーリテラシーに影響を与えていることが考えられる。

little

correlation between knowledge and behavioral subscales.

[US comparison]

1. Japanese students scored significantly higher than the US students on the cognitive subscale.
2. The US students scored significantly higher than Japanese students on the affective subscale and self-efficacy.
3. The US intercorrelation between the affective and behavioral subscales was stronger than that of Japan.
4. **The amount of knowledge may not necessarily affect other domains in energy literacy of Japanese students.**



Chapter 4

Investigating energy literacy conceptual model

エネルギーリテラシー概念モデルの検討

概念モデルとは, DeWaters らが定義したエネルギーリテラシーの3つの次元、すなわち、知識, 関心・態度, 行動によって説明される因果モデルをさす.



モデリングの準備

- ▶ エネルギーリテラシー概念モデルはChap. 3 の結果をもとに検討。

1st step

探索的因子分析(EFA)(最尤法, プロマックス回転)

知識: 3 因子(14 観測変数)

関心: 5 因子(17 観測変数)

行動: 3 因子(11 観測変数)

2nd step

EFA を42観測変数でEFAをおこなう

6 潜在変数(25観測変数)

↳ 知識2因子, 関心2因子, 行動2因子

Last step

確認的因子分析 (CFA)をおこなう

エネルギーリテラシー概念モデルの構成要素の相関

Components (<i>N</i> = 1316)	Mean (%)	SD	BEK	AC	ECB	AR	ESB
Basic energy knowledge (c)	46.7	0.29					
Awareness of consequences (a)	73.6	0.13	.23 **				
Energy-use conscious behavior (b)	50.0	0.16	-.12 **	.22 **			
Ascription of responsibility (a)	72.8	0.13	.48 **	.48 **	-.06 **		
Energy-saving behavior (b)	76.1	0.14	.16 **	.55 **	.37 **	.39 **	
Cognition of Environmental Issues (c)	76.1	0.35	.51 **	.38 **	-.27 **	.52 **	.27 **

(a): affective, (b): behavior, and (c): cognitive are marked to each factor.

Coefficients are significant at the 1% level, two-tailed test.

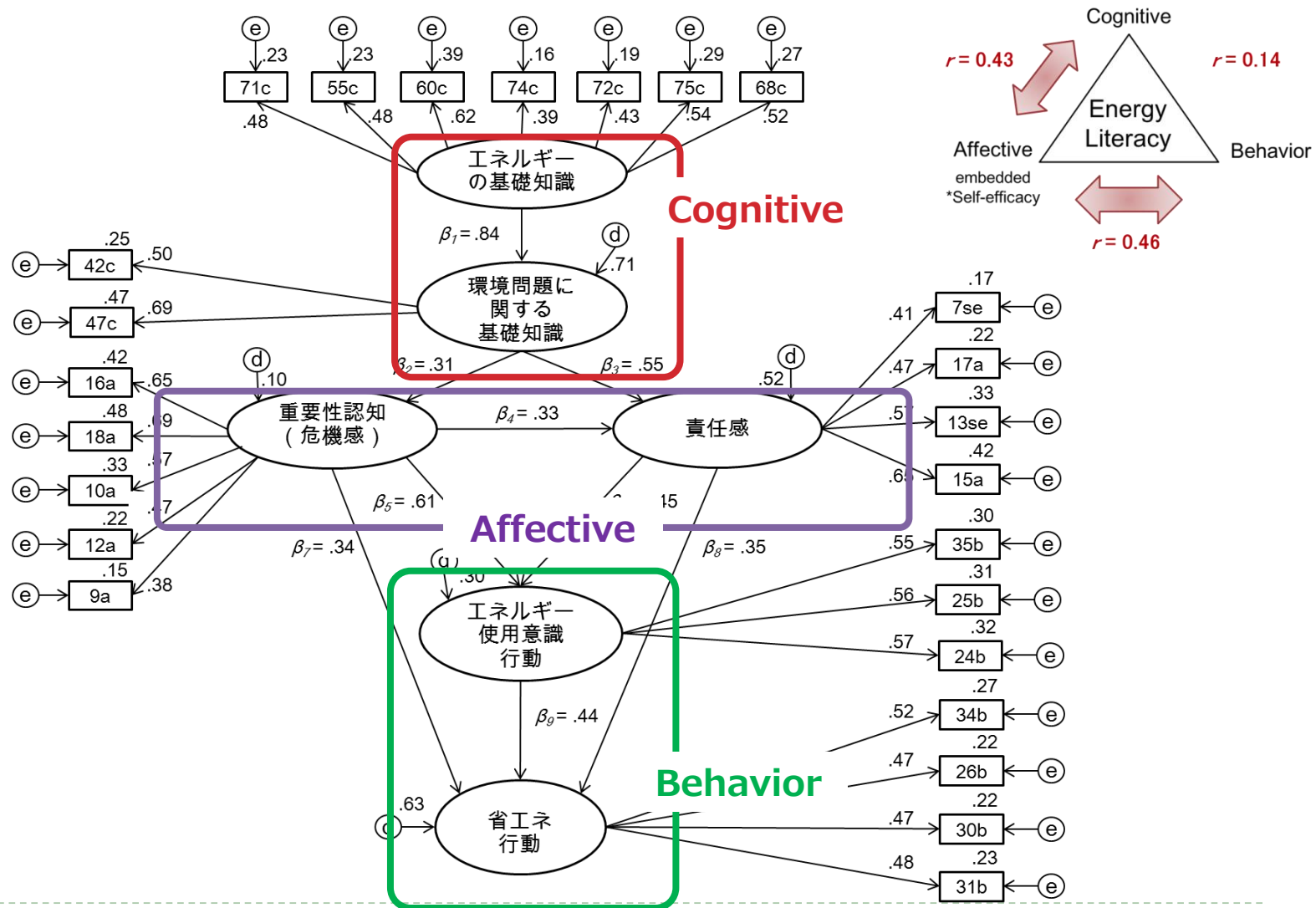


Results & Discussion

結果

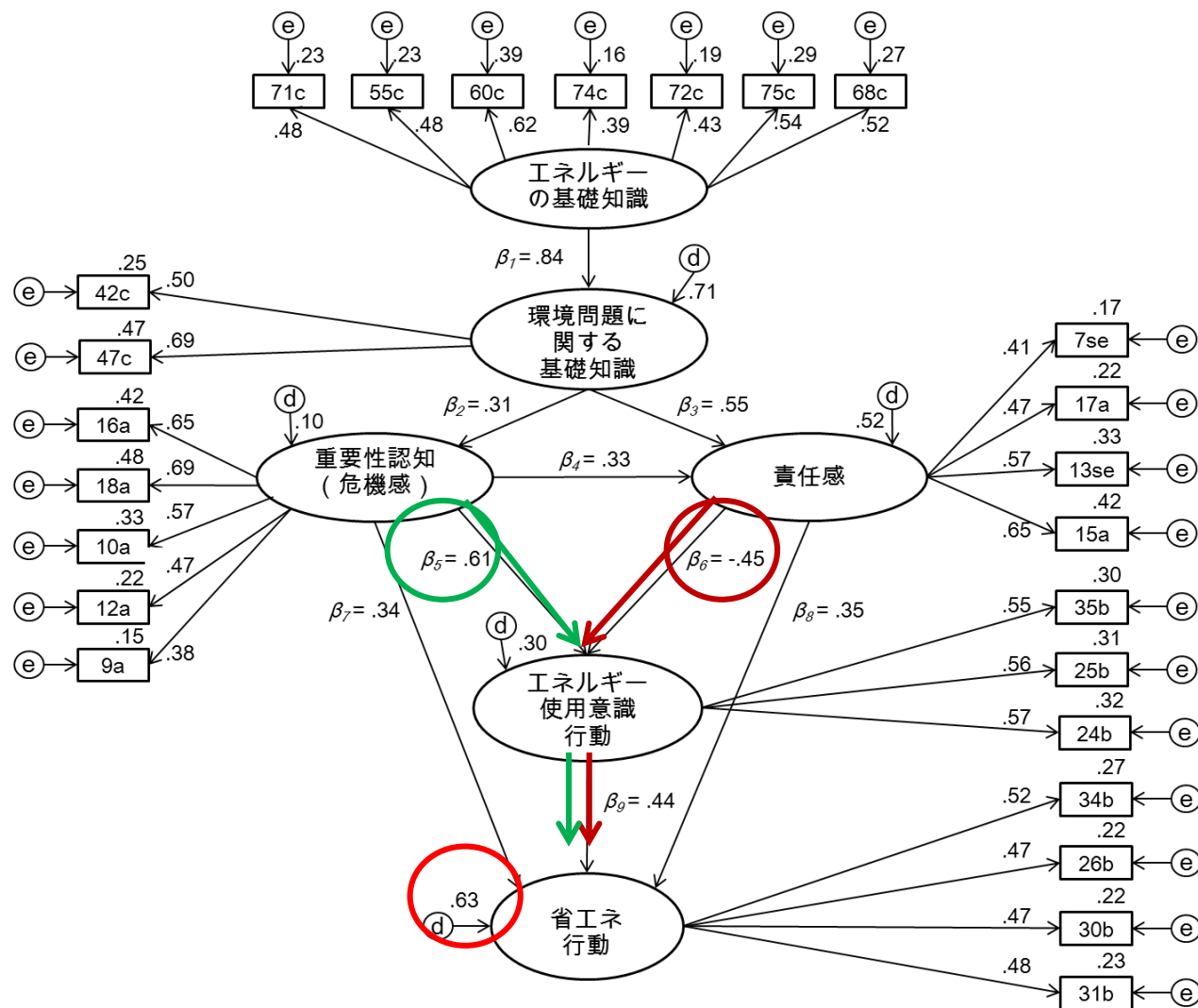
エネルギーリテラシー概念モデル

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



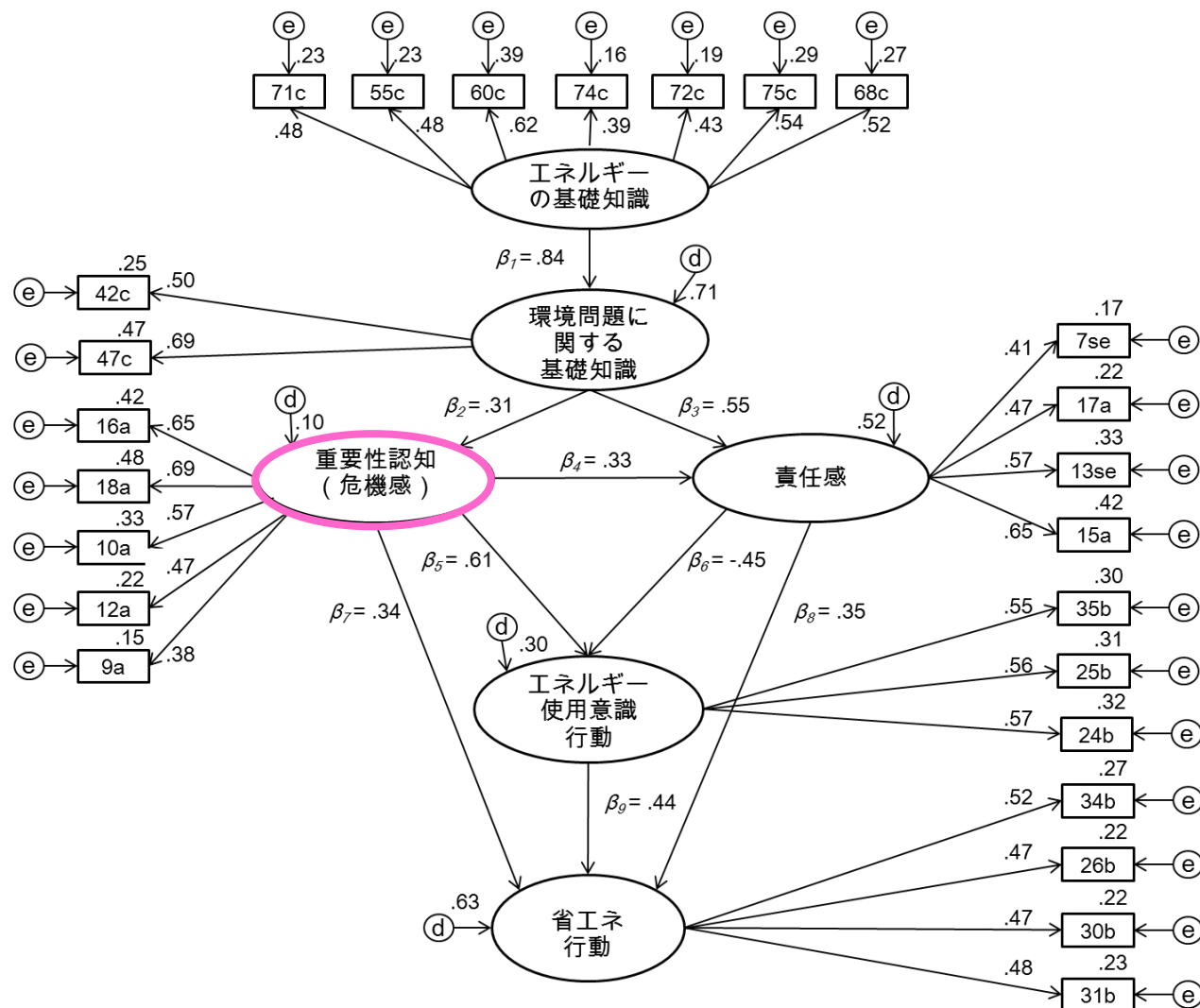
GFI = .947, AGFI = .936, NFI = .847, CFI = .888, SRMR = .048, RMSEA = .042.

エネルギーリテラシー概念モデル



GFI = .947, AGFI = .936, NFI = .847, CFI = .888, SRMR = .048, RMSEA = .042.

エネルギーリテラシー概念モデル




GFI = .947, AGFI = .936, NFI = .847, CFI = .888, SRMR = .048, RMSEA = .042.

Chapter 4: Conclusion

1. The energy literacy conceptual model was explained by six components.
2. The energy-saving behavior was predicted by both the awareness of consequences and the ascription of responsibility, which were activated by the cognition of environmental issues based on the basic energy knowledge.
3. The relatively high knowledge of energy and environment predicted a strong positive effect on the ascription of responsibility than the awareness of consequences.
4. The negative effect of ascription of responsibility on the energy-saving behavior through the energy-use conscious behavior was observed.
5. Even though students feel responsibility to energy-saving on a conceptual basis, they are possibly to ignore or underestimate energy-use consciousness in daily life if they do not know that the contributions of their behaviors are important and urgent to solve energy and environmental issues.
6. The positive effect of awareness of consequences predicted the energy-saving behavior through the energy-use conscious behavior.
7. **The awareness of consequences plays a vital role in bonding between energy-relevant knowledge and energy-saving behavior.**
8. A conditional process analysis elucidated that:
 - ① the direct effect of cognition of environmental issues on the responsibility depends on gender, and the magnitude of the interaction effect did not necessarily depend on the amount of knowledge;
 - ② the indirect effect of responsibility toward energy-related issues on energy-saving behavior through energy-use conscious behavior seems to decrease with the school year progression; and
 - ③ the indirect effect of the awareness of consequences on the energy-saving behavior through the energy-use conscious behavior depends on the regions.

Chapter 4: Conclusion

1. The energy literacy conceptual model was explained by six components.
 2. The energy-saving behavior was predicted by both the awareness of consequences and the ascription of responsibility, which were activated by the cognition of environmental issues based on the basic energy knowledge.
 3. The relationship between energy literacy and energy-saving behavior was mediated by the ascription of responsibility.
 4. The negative effect of energy literacy on energy-saving behavior was mediated by the ascription of responsibility.
 5. Even though the awareness of consequences was not directly related to energy-saving behavior, it was indirectly related through the ascription of responsibility.
 6. The positive effect of energy literacy on energy-saving behavior was mediated by the ascription of responsibility.
- エネルギーリテラシー概念モデルは、6つの構成要素によって構築された。
 - 省エネルギー行動は、重要性認知(危機感)に媒介されることで、エネルギー関連の知識によって肯定的に予測された。
 - 重要性認知(危機感)は、知識と行動を結びつける上で重要な役割を果たす。
7. **The awareness of consequences plays a vital role in bonding between energy-relevant knowledge and energy-saving behavior.**
 8. A conditional process analysis elucidated that:
 - ① the direct effect of cognition of environmental issues on the responsibility depends on gender, and the magnitude of the interaction effect did not necessarily depend on the amount of knowledge;
 - ② the indirect effect of responsibility toward energy-related issues on energy-saving behavior through energy-use conscious behavior seems to decrease with the school year progression; and
 - ③ the indirect effect of the awareness of consequences on the energy-saving behavior through the energy-use conscious behavior depends on the regions.



Chapter 7* Conclusion

まとめ

(* Chapter 5, 6は不掲載)

まとめ

本研究では、日本の中学生（13-15歳）のエネルギーリテラシーを調査し、以下について報告した。

- ▶ 生徒のエネルギーリテラシーの現況を報告 (Chapter 3)
 1. Low on the energy-related knowledge, but better than the US students.
 2. Weaker intercorrelation than the US between attitudes and behaviors.
 3. Influences of family attitudes and behaviors on their son(s)/daughter(s)'s energy literacy
- ▶ エネルギーリテラシー概念モデルを検討 (Chapter 4)
 1. Awareness of consequences playing an important role to link knowledge and behavior in the model.
 2. Interactions of gender, school years, and regions in the model.
- ▶ TPBとVBNを統合させたエネルギーリテラシー構造モデルを提案 (Chapter 5)
 1. Awareness of consequences that is a powerful predictor to the attitude toward the behavior.
 2. Effect of BEK on the AC by interactions of CSL, CTA, and NEP
 3. Interactions of NEP and family discussion about energy-related issues on the relationship between AC and ATB through the AR
- ▶ モデルの適用可能性と属性によるエネルギーリテラシーの相違について評価(Chapter 6)
 1. Applicability of the energy literacy model
 2. Score decline of Japanese students with the school year progression
 3. Strong effect of SN of Thai students in the energy literacy model

効果的なエネルギー教育とは、エネルギーや環境の課題について、現在の行為をこのまま続けていると、将来不利な結果をもたらすという気づき(重要性認知:危機感)を活性化するような知識を提供することが、適切な行動にもより繋がることを示唆している。

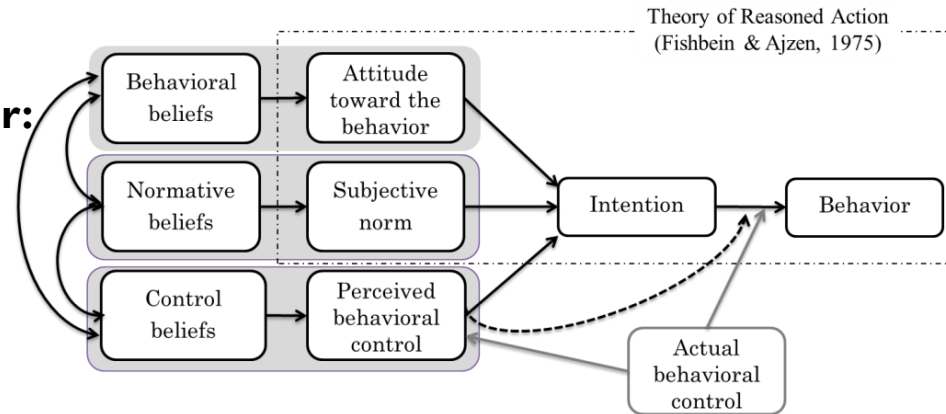
モデルの適用可能性をさらに検証するためには、広範囲の対象について調査する必要がある。



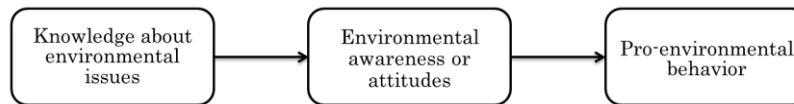
Appendix

Chap. 5 Social psychology approach of energy literacy structural modeling

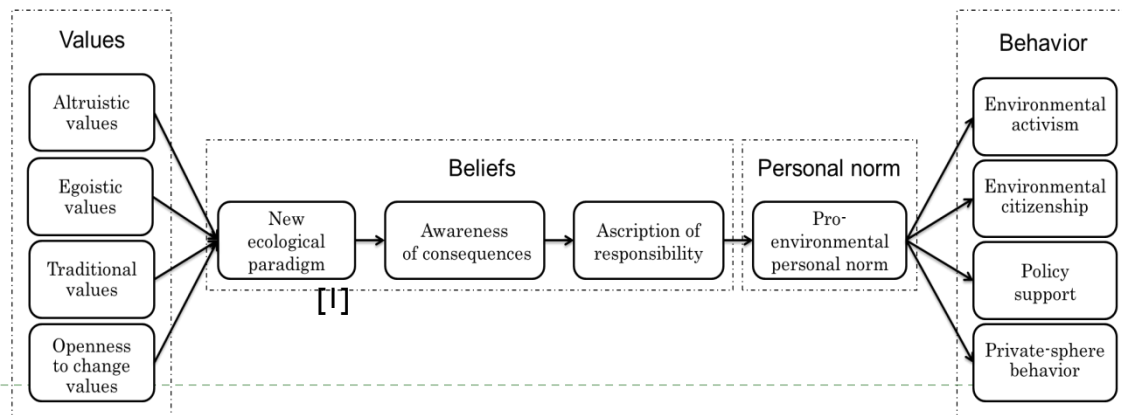
The Theory of Planned Behavior: TPB (Ajzen 1991)



Traditional assumption on Pro-environmental Behavior (Hungerford and Volk 1990)



The Value-Belief-Norm Theory: VBN (Stern et al. 1999)



Chap. 5 構成要素のまとめ

	Reference Model	Predictors	Abbr.	Japanese
1	EL	Basic energy knowledge ¹	BEK	エネルギーの基礎的知識
2	EL,VBN	Awareness of consequences ²	AC	重要性認知(危機感)
3	EL,VBN	Ascription of responsibility ³	AR	責任感
4	VBN	Personal norm ⁴	PN	個人的規範
5	TPB	Attitude toward the behavior ⁵	ATB	行動に対する態度
6	TPB	Subjective norm ⁵	SN	主観的規範
7	TPB	Perceived behavior control ⁵	PBC	認知された行動統制可能性
8	TPB	Intention ⁵	INT	行動意図
9	EL	Energy-saving behavior ⁶	ESB	省エネ行動
10	SL	Civic scientific literacy ⁷	CSL	科学リテラシー
11	ML	Critical thinking ability ⁸	CTA	批判的思考力
12	VBN	New ecological paradigm ⁹	NEP	環境問題への関心 ¹⁰

* 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

Components of Theory of Planned Behavior

➤ Behavior (ESB)

Behavior is the manifest, observable response in a given situation with respect to a given target. Single behavioral observations can be aggregated across contexts and times to produce a more broadly representative measure of behavior. In the TpB, behavior is a function of compatible intentions and perceptions of behavioral control. Conceptually, perceived behavioral control is expected to moderate the effect of intention on behavior, such that a favorable intention produces the behavior only when perceived behavioral control is strong. In practice, intentions and perceptions of behavioral control are often found to have main effects on behavior, but no significant interaction.

➤ Intention (INT)

Intention is an indication of a person's readiness to perform a given behavior, and it is considered to be the immediate antecedent of behavior. The intention is based on attitude toward the behavior, subjective norm, and perceived behavioral control, with each predictor weighted for its importance in relation to the behavior and population of interest.

➤ Attitude Toward the Behavior (ATB)

Attitude toward a behavior is the degree to which performance of the behavior is positively or negatively valued. According to the expectancy-- value model, attitude toward a behavior is determined by the total set of accessible behavioral beliefs linking the behavior to various outcomes and other attributes. Specifically, the strength of each belief (b) is weighted by the evaluation (e) of the outcome or attribute, and the products are aggregated, as shown in the following equation . $A \propto \sum b_i e_i$

➤ Subjective Norm (SN)

Subjective norm is the perceived social pressure to engage or not to engage in a behavior. Drawing an analogy to the expectancy-value model of attitude (see attitude toward the behavior), it is assumed that subjective norm is determined by the total set of accessible normative beliefs concerning the expectations of important referents. Specifically, the strength of each normative belief (n) is weighted by motivation to comply (m) with the referent in question, and the products are aggregated. $SN \propto \sum n_i m_i$

➤ Perceived Behavioral Control (PBC)

Perceived behavioral control refers to people's perceptions of their ability to perform a given behavior. Drawing an analogy to the expectancy- value model of attitude (see attitude toward the behavior), it is assumed that perceived behavioral control is determined by the total set of accessible control beliefs, i.e., beliefs about the presence of factors that may facilitate or impede performance of the behavior. Specifically, the strength of each control belief (c) is weighted by the perceived power (p) of the control factor, and the products are aggregated, as shown in the following equation. To the extent that it is an accurate reflection of actual behavioral control, perceived behavioral control can, together with intention, be used to predict behavior. $PBC \propto \sum c_i p_i$

➤ Actual Behavioral Control (ABC)

Actual behavioral control refers to the extent to which a person has the skills, resources, and other prerequisites needed to perform a given behavior. Successful performance of the behavior depends not only on a favorable intention but also on a sufficient level of behavioral control. To the extent that perceived behavioral control is accurate, it can serve as a proxy of actual control and can be used for the prediction of behavior.

Components of the Value-Belief-Norm Theory

- **Personal Norm (PN)**^①
Feelings of personal obligation that are linked to one's self-expectations
- **Ascription of Responsibility (AR)**^①
Perceived ability to reduce threat
- **Awareness of Consequences (AC)**^①
Perceived adverse consequences for valued objects
- **New Ecological Paradigm (NEP)**^{① ②}
The New Ecological Paradigm scale is a measure of endorsement of a “pro-ecological” world view. It is used extensively in environmental education, outdoor recreation, and other realms where differences in behavior or attitudes are believed to be explained by underlying values, a world view, or a paradigm.

Other components

- **Civic Scientific Literacy (CSL)**^{③④}
Shen suggested to categorize scientific literacy in three conceptualization, Practical scientific literacy, Cultural scientific literacy, and Civic scientific literacy. The level of understanding of science and technology is needed to function as citizens in a modern industrial society. Miller suggested three dimensions of Civic scientific literacy which is the most functional for citizens. They are ...
 1. a basic vocabulary of scientific terms and concepts,
 2. an understanding of the process or methods of science, and
 3. the awareness of the impact of science and technology on both individuals and society.

This conceptualization does not imply an ideal level of understanding, but rather a minimal threshold level, Miller suggested. Reviewing the last 15 years of empirical work in this area, there appears to be agreement that civic scientific literacy can be usefully conceptualized by these the first two-dimension.
- **Critical Thinking Ability (CSL) Media Literacy (ML)**^⑤
UNESCO defines Media Literacy elements or learning aims as:
 - Understand the role and functions of media in democratic societies,
 - Understand the condition under which media can fulfill their functions,
 - Critically evaluate media content,
 - Engage with media for self-expression and democratic participation,
 - Review skills (including ICTs skills) needed to produce user-generated content.

① Schwartz, S. H. (1977). Normative Influences on Altruism. In *Advances in Experimental Social Psychology* Norma (10th ed., pp. 221–279). New York, N.Y.: Academic Press

② Anderson, M. (2012). New Ecological Paradigm (NEP) Scale. *The Berkshire Encyclopedia of Sustainability*, 260–262. Retrieved from <http://umaine.edu/soe/files/2009/06/NewEcologicalParadigmNEPScale1.pdf>. R. C. Laugksch: Scientific Literacy : A Conceptual Overview, Science Education, (2000).

③ J. D. Miller: Public Understanding of Science The measurement of civic scientific literacy, *Public Understanding of Science* (1998).

④ J. D. Miller, J. a Hannah: in the 2007 annual meeting of the American Association for the Advancement of Science (2007).

⑤ UNESCO, <http://www.unesco.org/new/en/communication-and-information/media-development/media-literacy/>