

アジア・モンスーン地域の建築環境検討小委員会 話題提供

- 今年は特別研究期間ということでバンコクに2ヶ月住んで見ました。
- 5月～6月 バンコクは4月が猛暑期
- **BELDA** 進捗

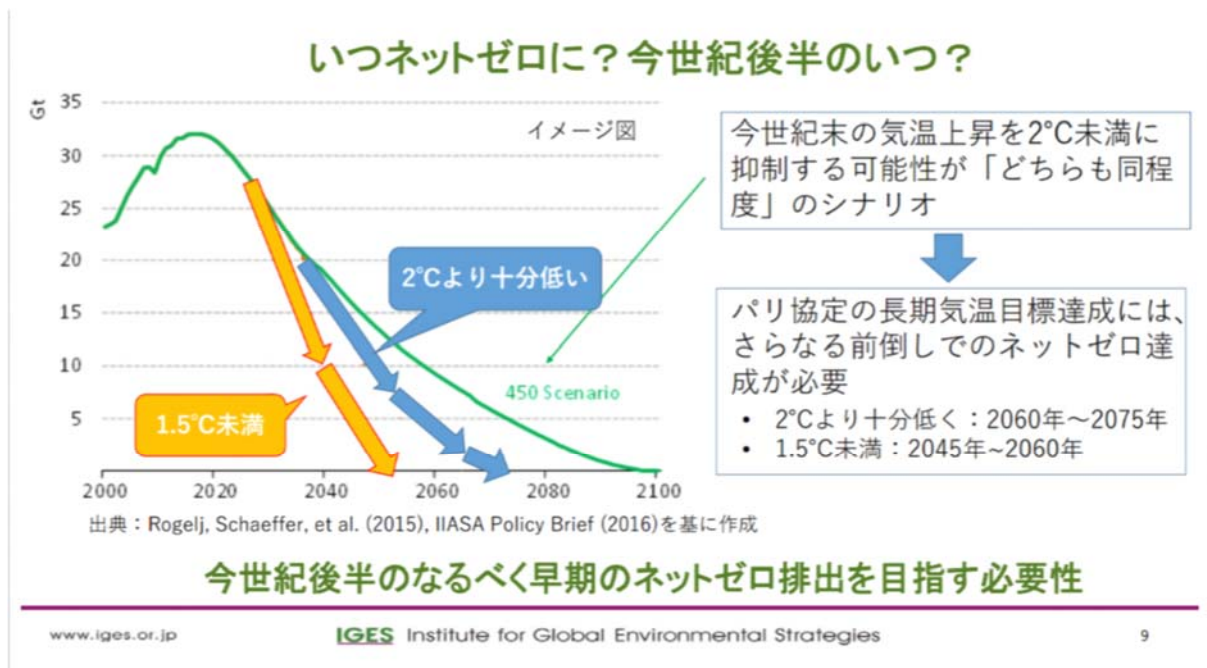
早稲田大学 高口洋人



WASEDA University
Department of Architecture, TAKAGUCHI Laboratory : Environmental Media Study



1



田村堅太郎 IGES COP22報告セミナー資料「パリ協定の実施状況、長期戦略策定に向けて」, 2016.12

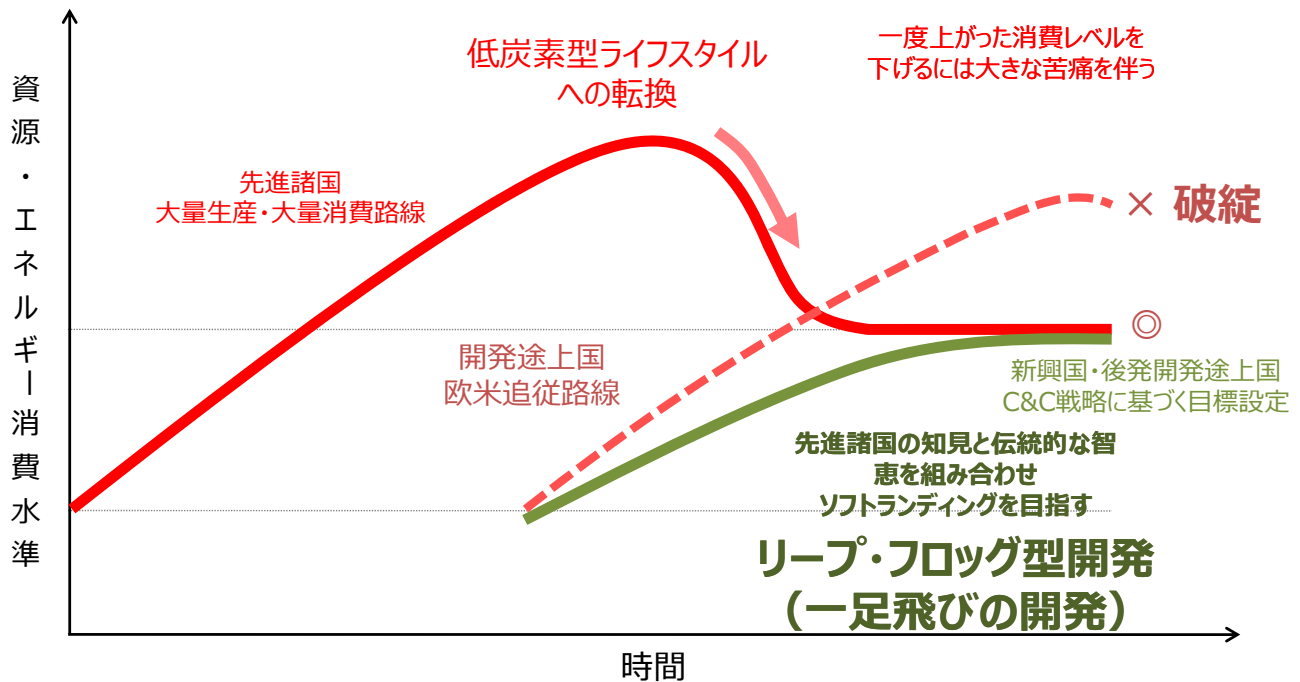


WASEDA University
Department of Architecture, TAKAGUCHI Laboratory : Environmental Media Study



2

開発途上国のリープ・フロッグ型開発を目指して



資源・エネルギー消費水準の経年変化

Proposed by Global Commons Institute [GCI] in the early 1990s



WASEDA University
Department of Architecture, TAKAGUCHI Laboratory : Environmental Media Study



今日のテーマは アジア的な暮らし方

リープフロッグ型開発において
アジア的な方法、暮らし方はあるのか？



欧米とは異なる



WASEDA University
Department of Architecture, TAKAGUCHI Laboratory : Environmental Media Study



COP21・パリ協定

途上国も削減目標の設定と削減努力義務付け

国	COP21 パリ協定 削減目標
日本	2030年までに2013年比で26%削減
ベトナム	2030年までに BAU比で8%削減 。国際的資金支援が受けられた場合25%削減
カンボジア	2030年までに BAU比で27% (3,100 GgCO ₂ eq)削減。このうちエネルギー部門で16%、産業部門で7%、運輸部門で3%、その他で1%の削減。
タイ	2030年までに BAU比で20% の削減。UNFCCC (国連機構変動枠組条約) の下、国際的資金支援が得られた場合25%。
マレーシア	2030年までに 2005年比で45%削減 。このうち35%は無条件、のこり10%については国際的資金支援が得られた場合の条件つき。
フィリピン	2030年までに BAU比 でエネルギー部門、運輸部門、森林・土地用部門、産業部門の4部門で 約70% の削減。
インドネシア	2030年までに BAU比で無条件で29% の削減
シンガポール	2030年までに 2005年比で36% の削減
インド	2030年までに 2005年比で33~35% の削減
スリランカ	2030年までに BAU比 で温室効果ガス排出量をエネルギー部門で 20%削減 。また、運輸部門、産業部門、森林・土地用部門で無条件付きで3%、条件付きで10%の削減。



WASEDA University
Department of Architecture, TAKAGUCHI Laboratory : Environmental Media Study

5

パリ協定への対応として各国はEEPを作成 (EEP : Energy Efficiency Plan)



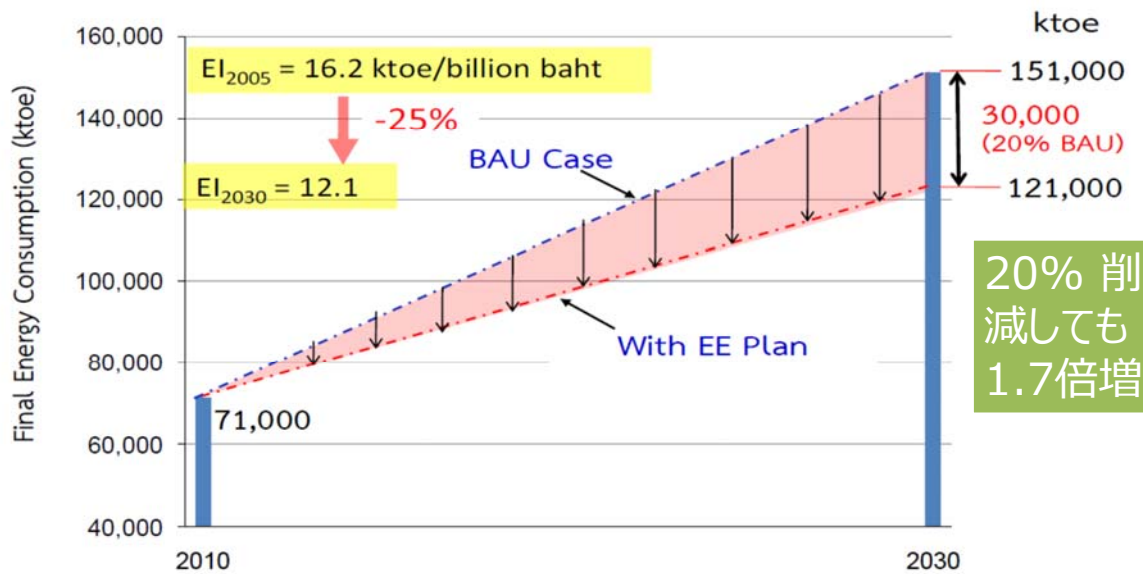
WASEDA University
Department of Architecture, TAKAGUCHI Laboratory : Environmental Media Study

6

Thailand EEP 2011

Energy Conservation Target in 20 Years

BAUは
2010年比
2.1倍



Thailand Energy Conservation Target

Thailand 20-Year Energy Efficiency Development Plan (2011 - 2030)

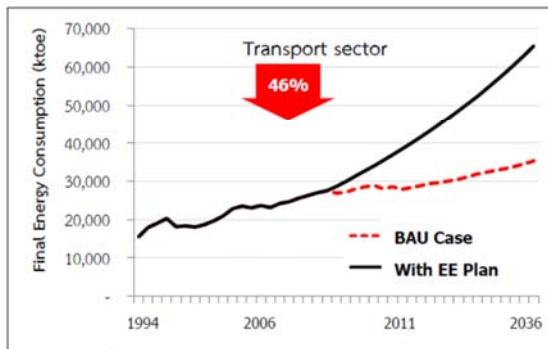
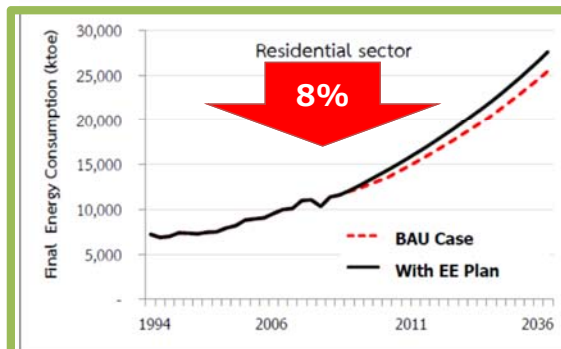
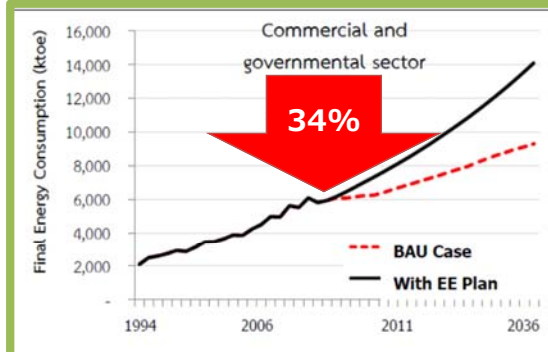
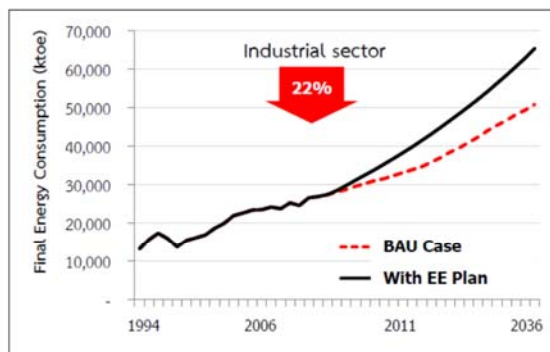


WASEDA University
Department of Architecture, TAKAGUCHI Laboratory : Environmental Media Study

7

Thai EEP 2015

Commercial Building



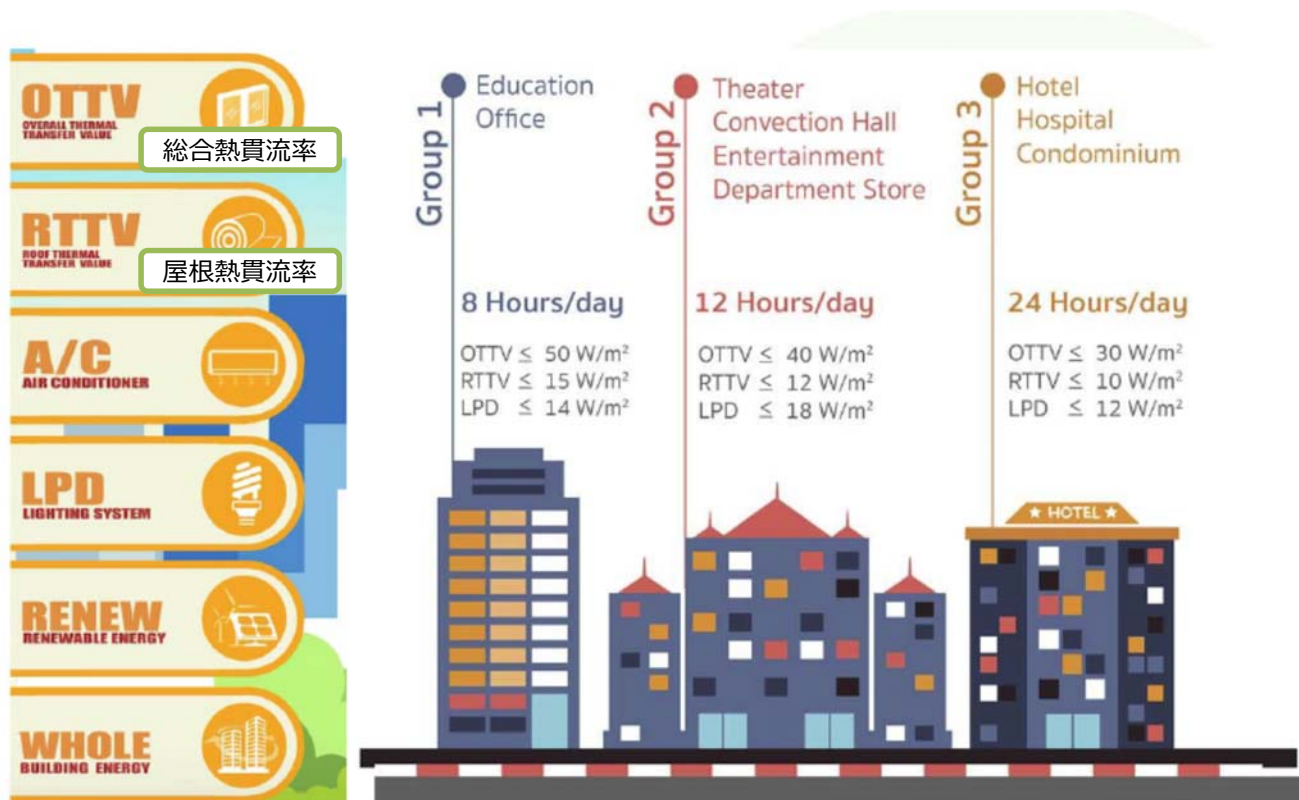
Residential Building

Thailand Energy Efficiency Development Plan (2015 - 2036)



WASEDA University
Department of Architecture, TAKAGUCHI Laboratory : Environmental Media Study

8



Source : The Status and Potential Issues of the Mandatory EE&C Building Code in Thailand (DEDE)

建築物のエネルギー消費量基準（タイ）

Table 3.4: Net Energy Consumption Derived from Modeling Each Building Type under Each Level of Energy Saving Capability.

Building Type	Energy Consumption under Each Level of Energy Saving Capability (kWh/m ² /y)				
	Reference	BEC	HEPS	Econ	ZEB
Office building	219	171	141	82	57
Department store	308	231	194	146	112
Retail & wholesale business facility	370	298	266	161	126
Hotel	271	199	160	116	97
Condominium	256	211	198	132	95
Medical center	244	195	168	115	81
Educational institution	102	85	72	58	39
Other general buildings	182	134	110	66	53

Source : Thailand 20-Year Energy Efficiency Development Plan (2011 - 2030)

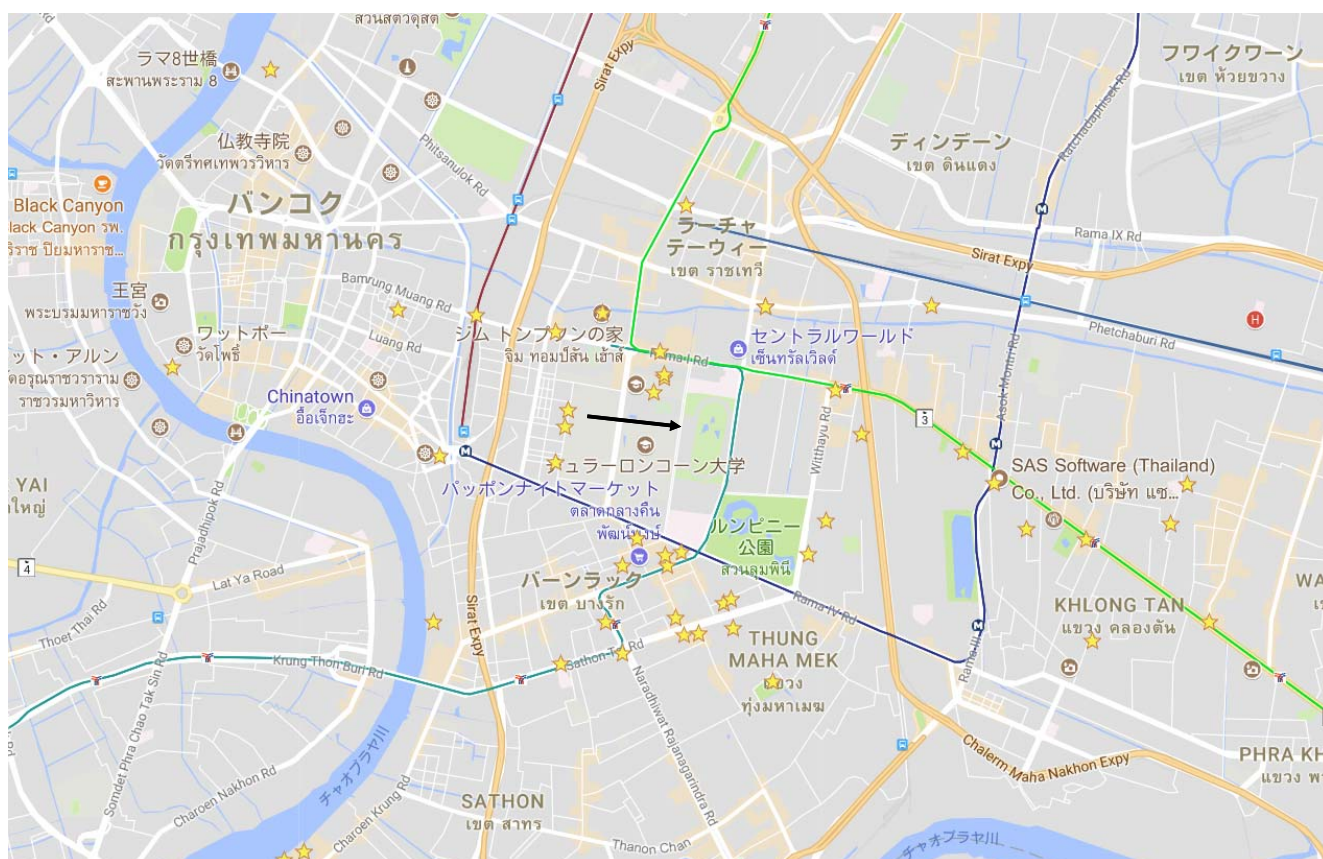




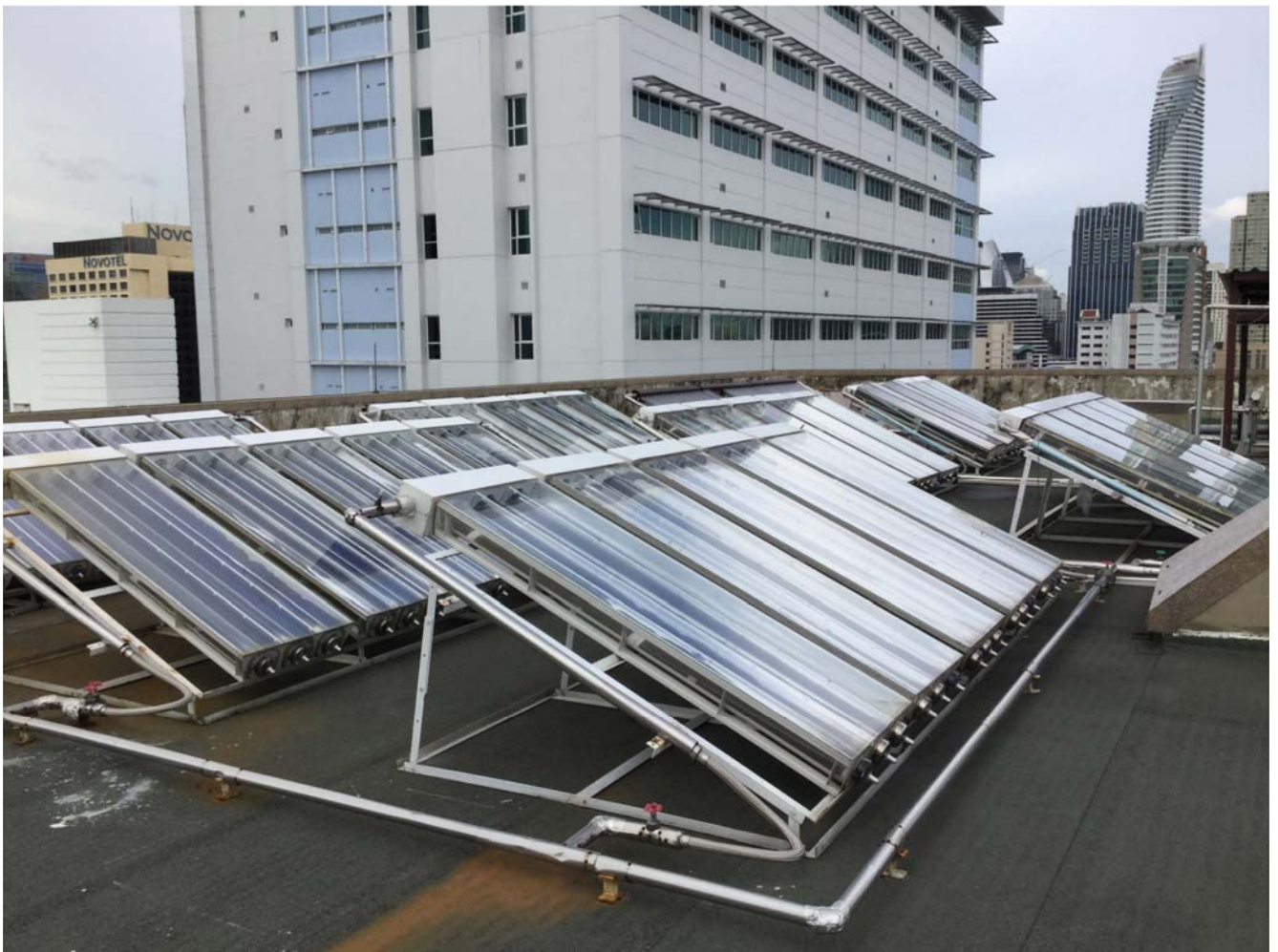
13

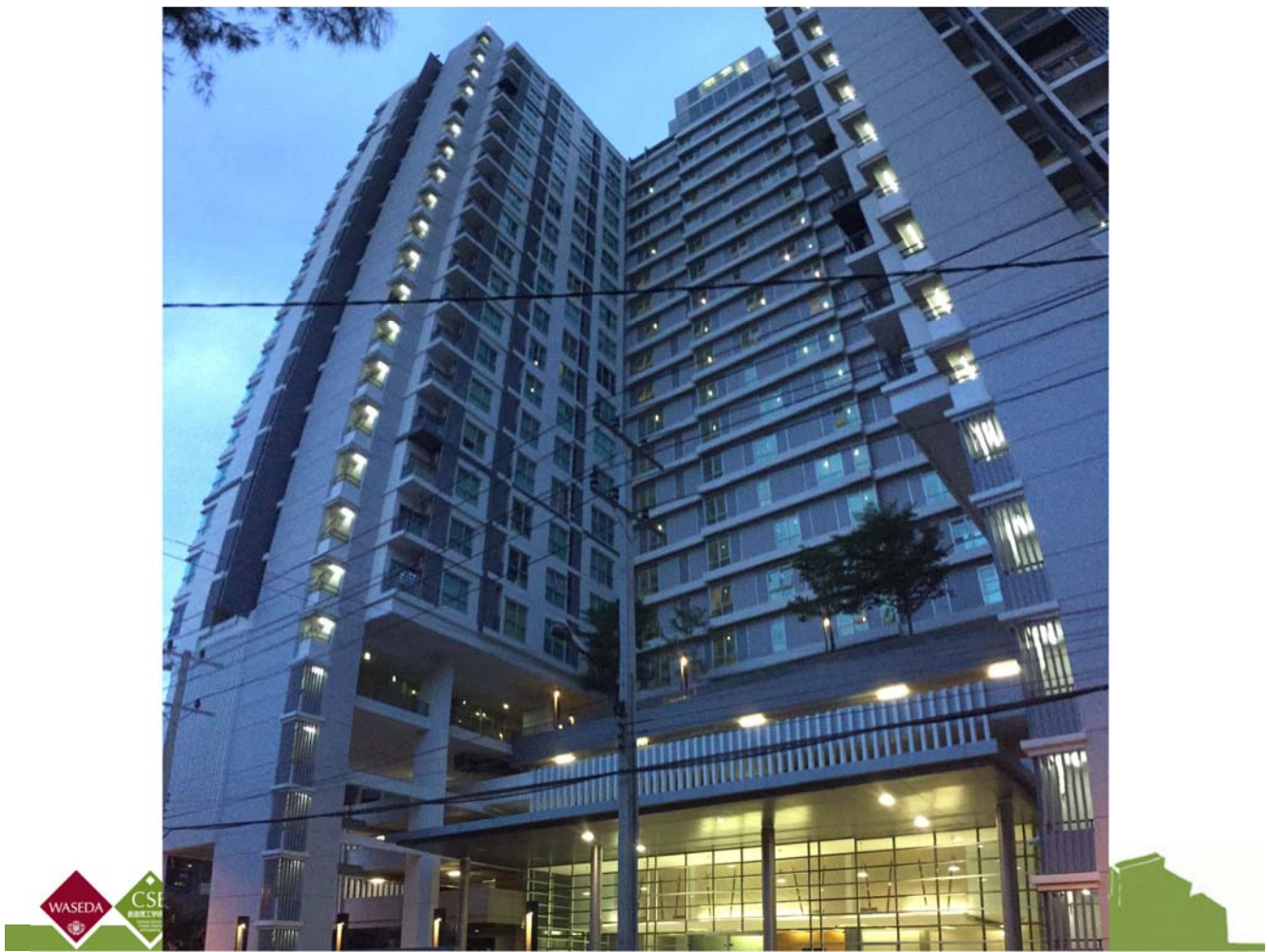


チュラロンコン大学 エネルギー研究所













バンコクの建築



WASEDA University
Department of Architecture, TAKAGUCHI Laboratory : Environmental Media Study



27



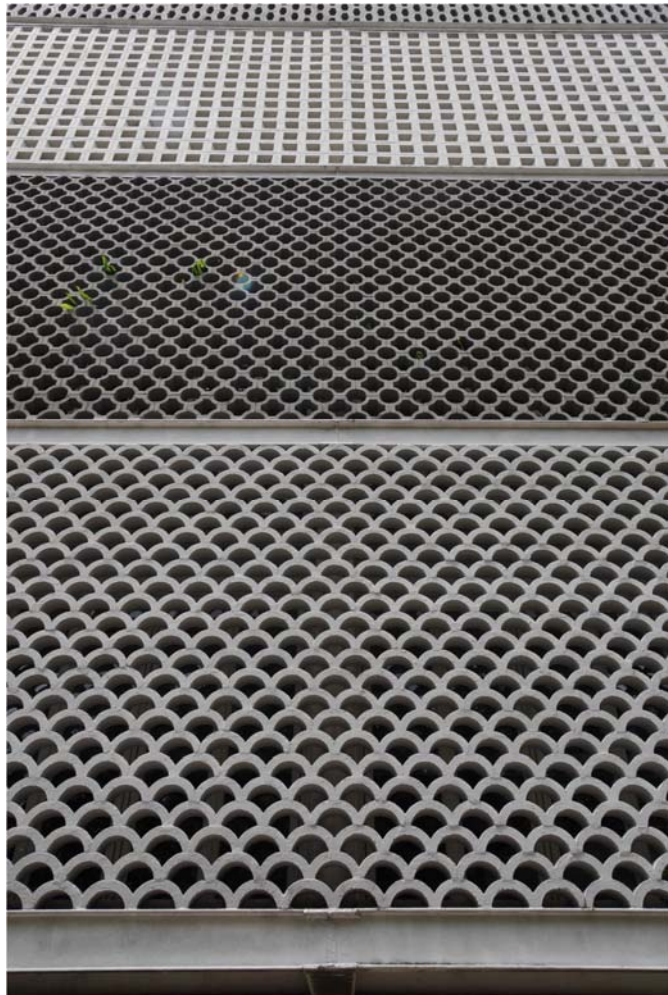


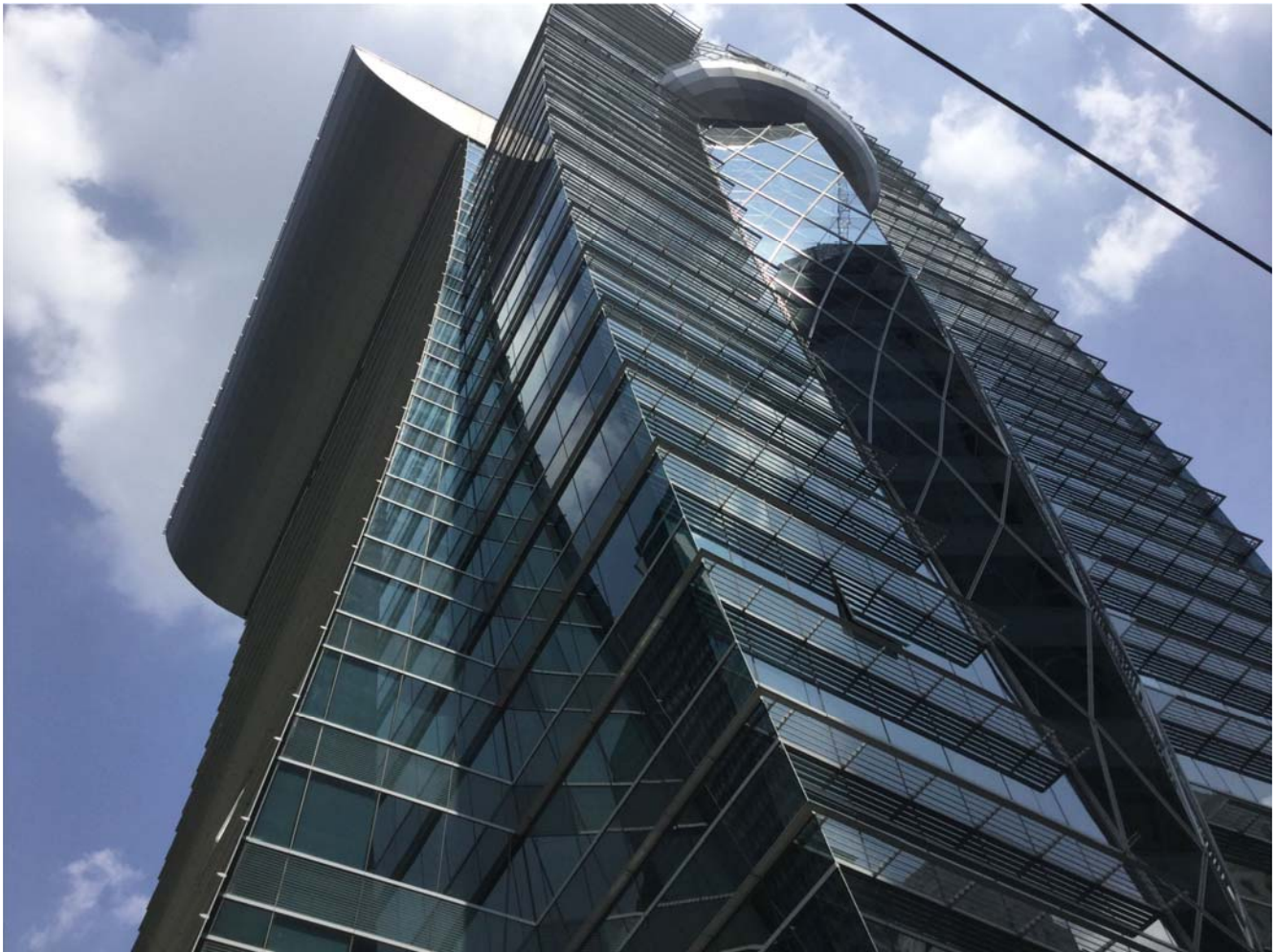






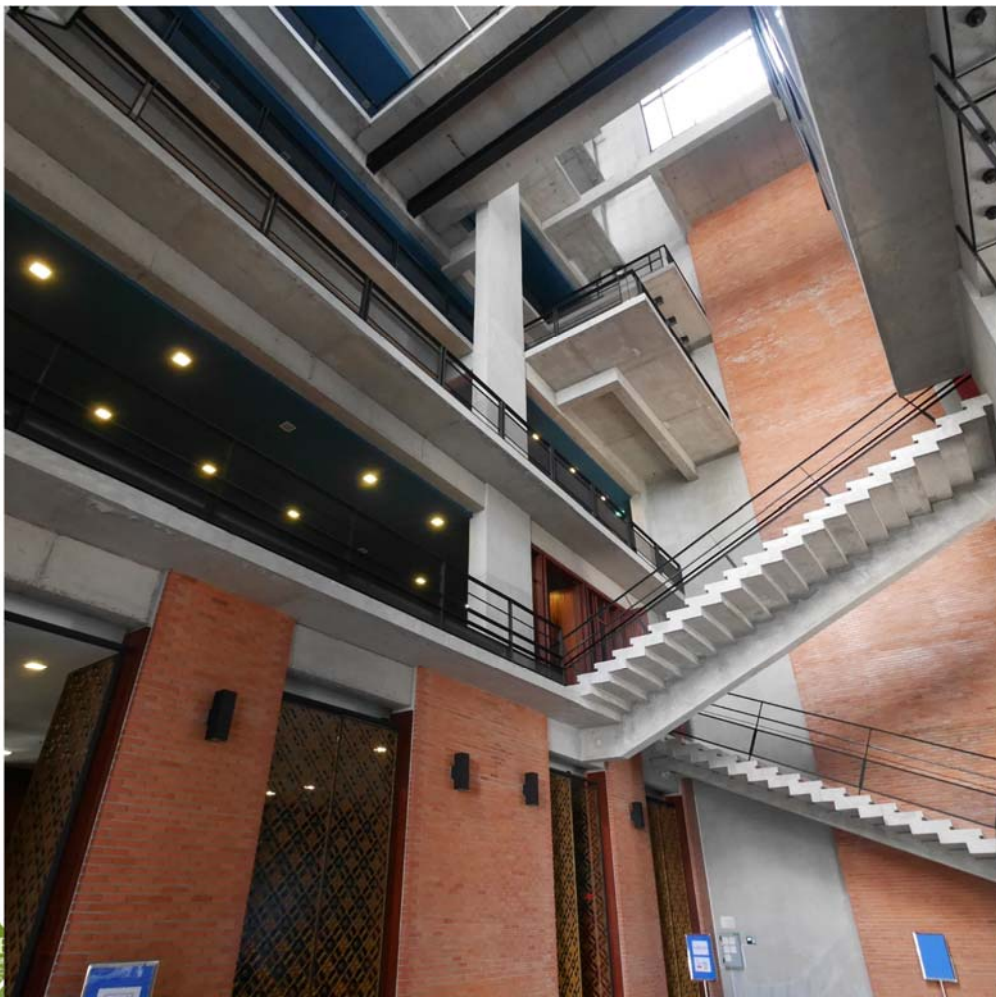
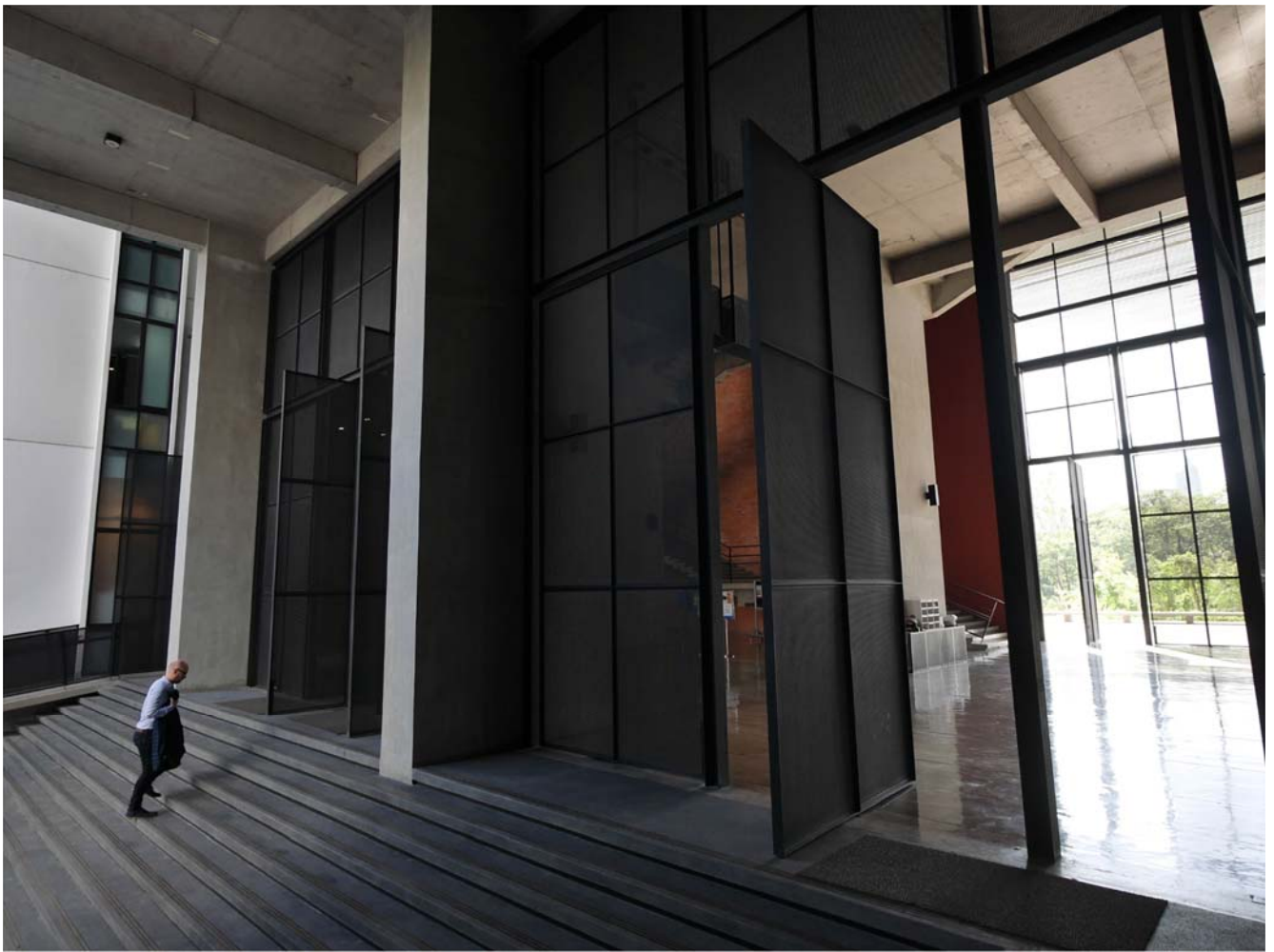


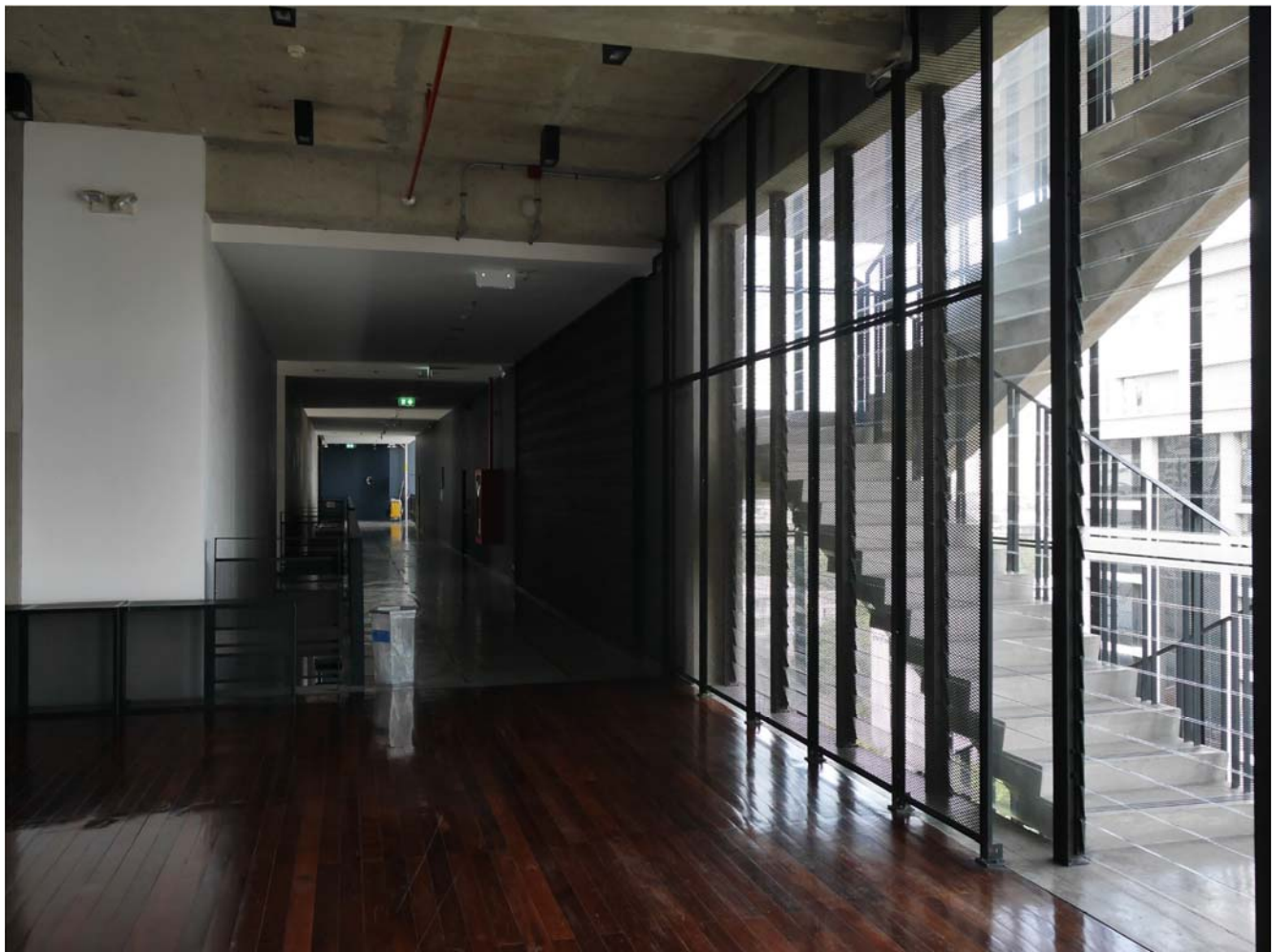
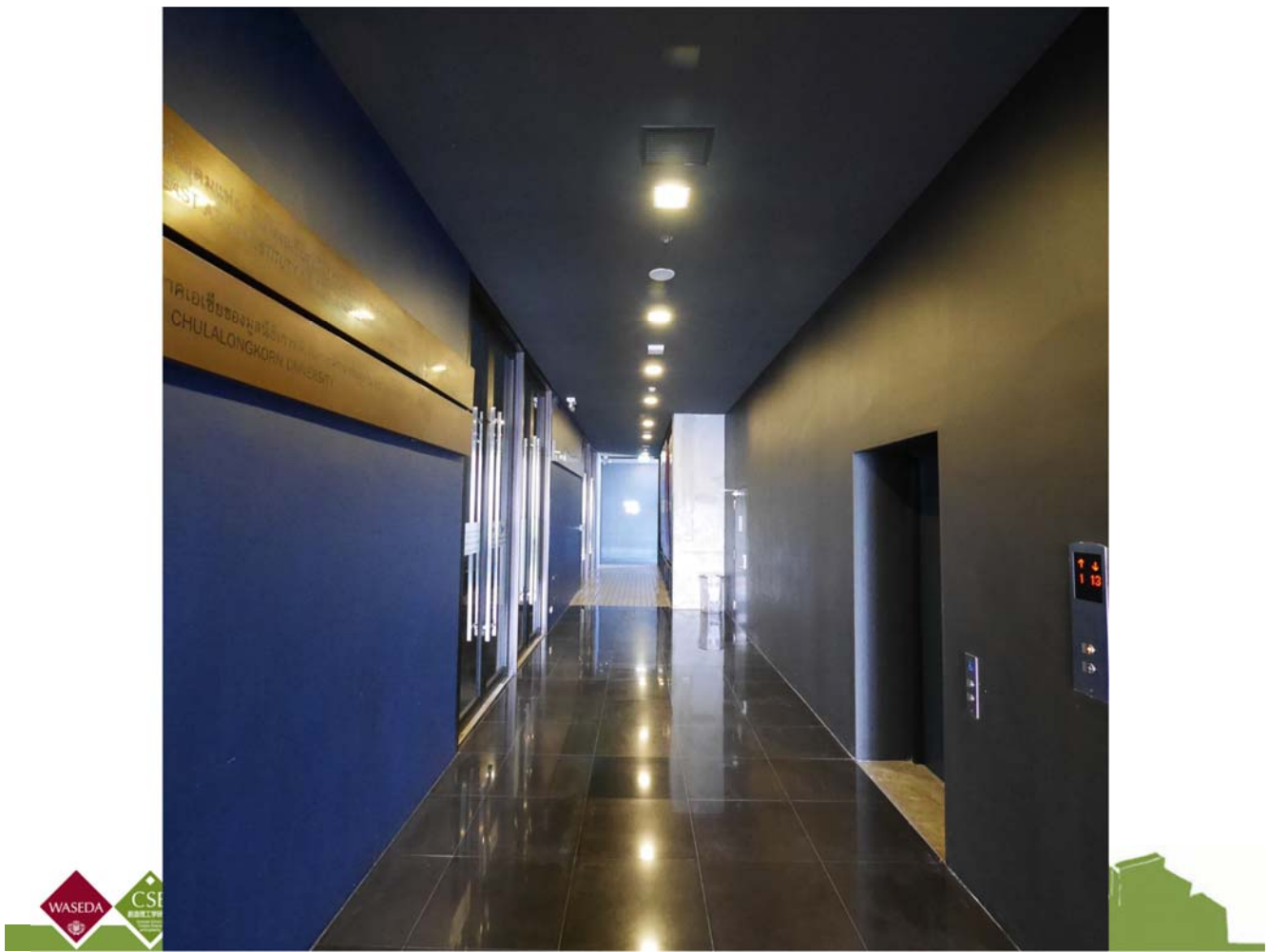


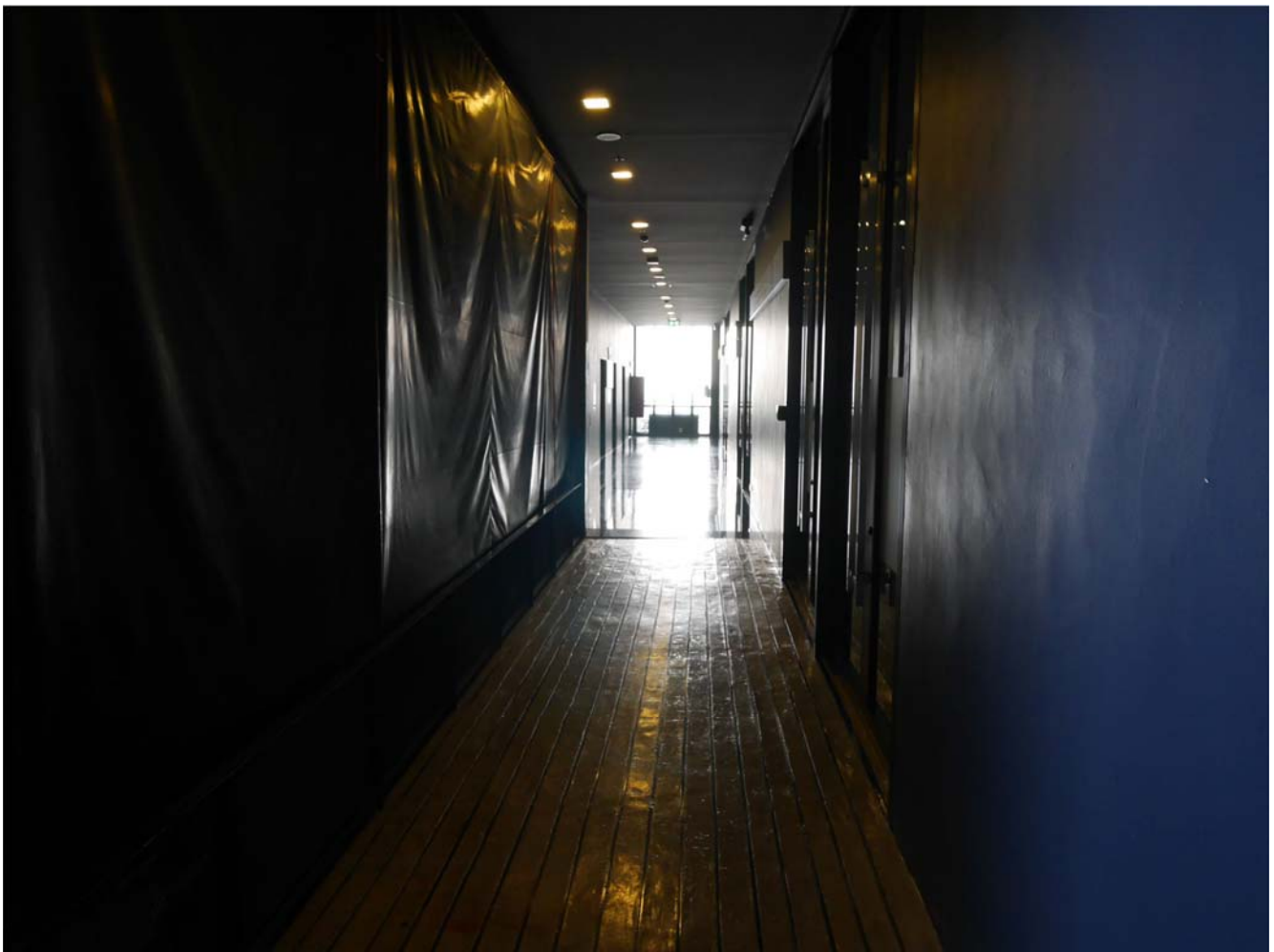


One Bangkok



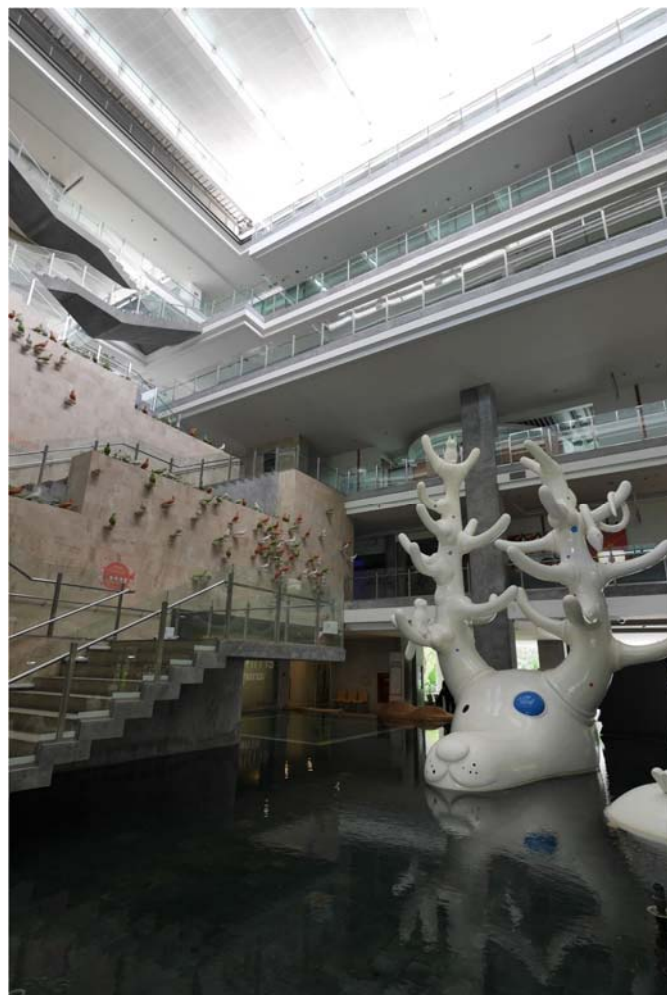




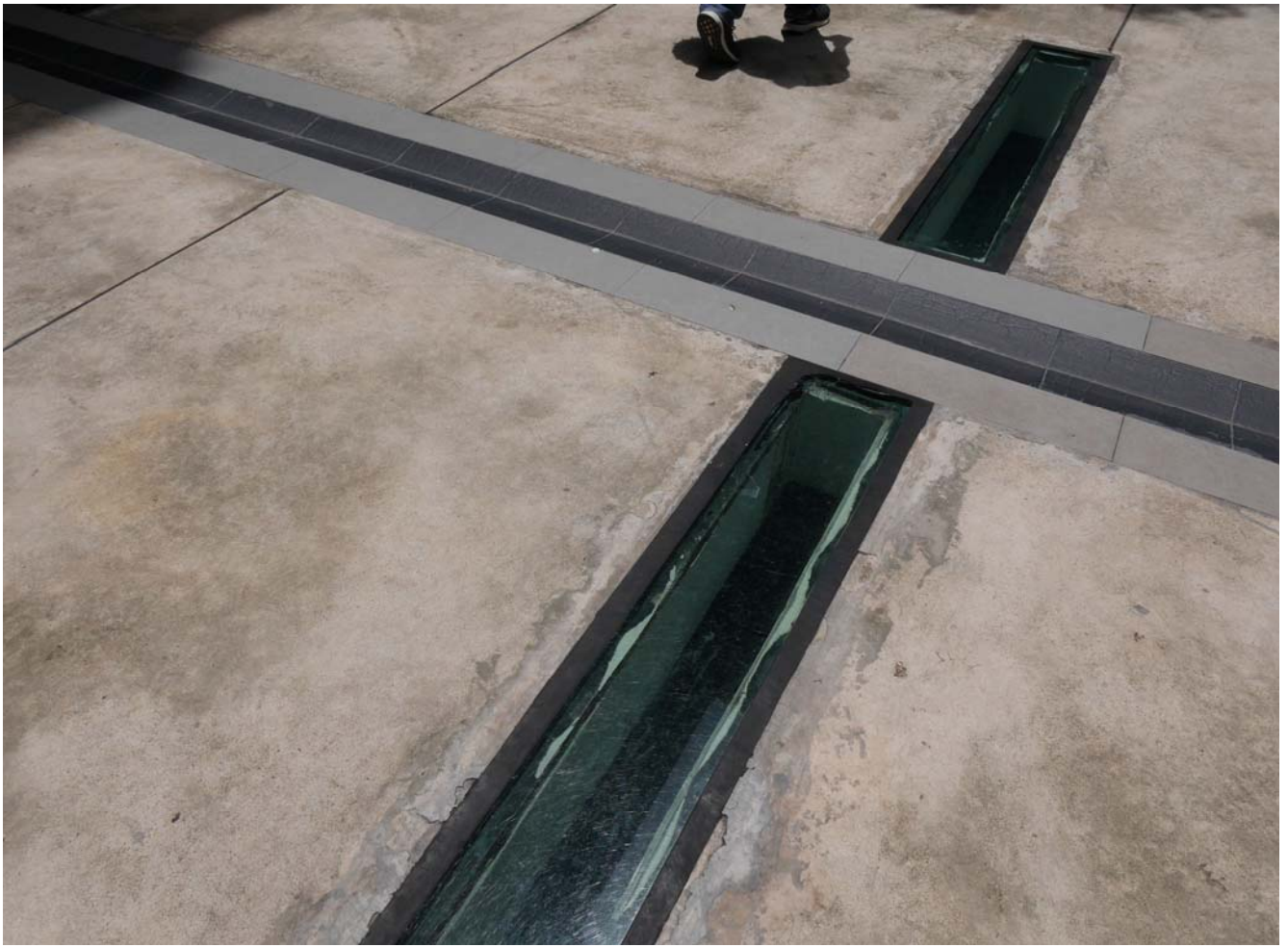




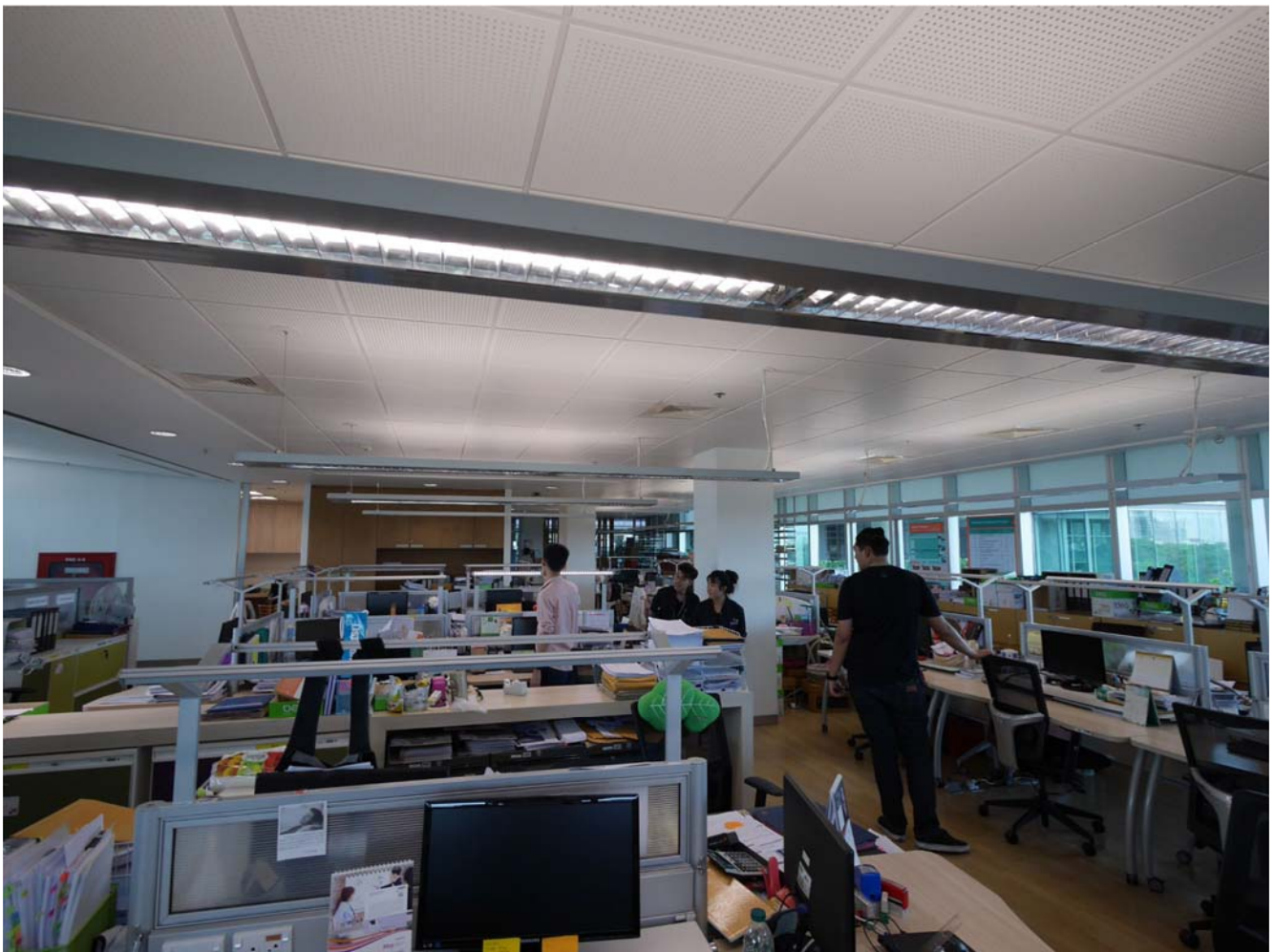




















Building Physics

Roof:
Mineral Wool
(10 cm, $U < 0,3$
 W/m^2K)

Wall:
Mineral Wool
(5 cm, $U < 0,6$ W/m^2K)

**External
Shading**

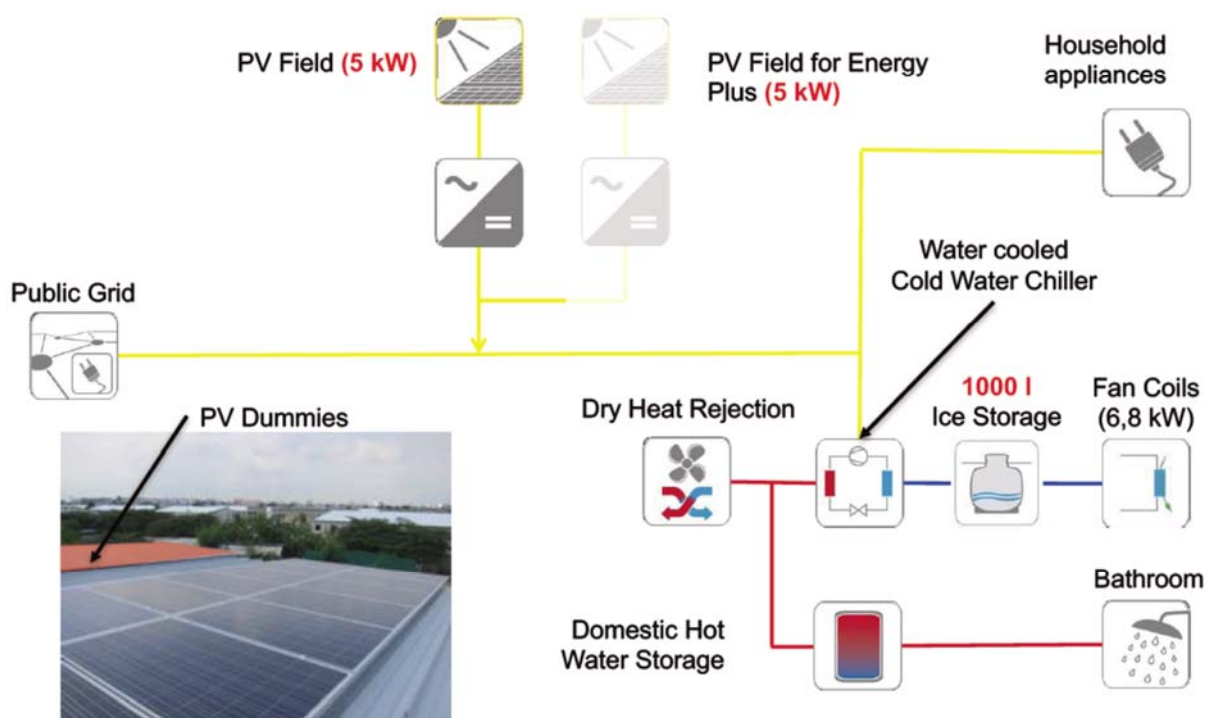
Window:
Glazing: $U_g = 1,7$ W/m^2K ; $g = 0,33$; $\tau = 0,66$
Frame: $U_f = 1,7$ W/m^2K



© EGS-plan . Pruksa+ House . 18.10.2016

10

Energy Supply with 5 kW PV field and 1000 l ice storage



© EGS-plan . Pruksa+ House . 18.10.2016

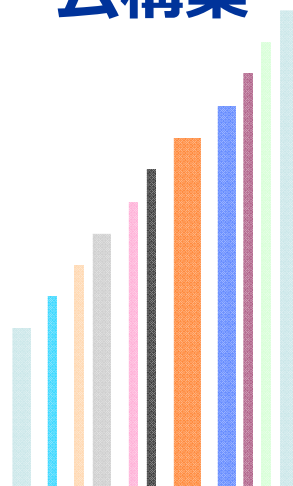
24



平成27～29年度 環境研究総合推進費

アジアの民生用エネルギー需要構造と 将来予測に関するプラットフォーム構築

(株)住環境計画研究所
早稲田大学



■ 研究の背景

- 世界の二酸化炭素の排出量は依然として増加傾向にあり、その中の40%は民生部門からの排出である。また今後とも大きな伸びが予測されている。
- 東南アジアの民生部門における二酸化炭素排出削減方策を検討するには、発展段階に応じたエネルギー需要の実態を詳細に把握した上で、具体的な方策を提案していく必要がある。
- 一方で、東南アジア諸国におけるエネルギー需給に関するデータ、特に需要側のエネルギー消費量に関するデータ整備は遅れている。

■ 研究の目的

- 本研究では、東南アジアにおける民生部門のエネルギー消費実態に関するデータベースを開発し、さらに二酸化炭素排出量を削減するためのシナリオと、発展段階に応じた方策の効果検証ができるプラットフォームを構築することを目標とする。

77

研究計画（3年間:2015～2017年度）

①民生部門のエネルギー需要構造の収集と分析（データベース構築のためのフィールド調査）

- 家庭用エネルギー消費把握のための実態調査(2015年度)
- 住宅及び主要家電製品の電力消費・ロードカーブ把握のための計測調査(2016～2017年度)
- 住宅の住まい方、家電製品の使い方、環境調整行動、温熱環境、快適感・満足度(クオリティ・オブ・ライフ)に関するインタビュー調査(2016年度)
- 業務用年間エネルギー消費実態調査(2016年度)



相互作用

②プラットフォームの構築と活用に関する研究（データベースの構築と運用）

- プラットフォーム共同活用に関する方針、形式等の定義(2015年度)
- 将来予測のための推計モデルを開発(2016～2017年度)
- Webベースでのデータベース、プラットフォーム構築(2016～2017年度)
- 連携する国際研究者ネットワークの構築と情報発信(2015～2017年度)
- 国際研究者ネットワークによる国別対策の共同提言(2017年度)

継続的な情報提供および収集

ネットワークの強化

③研究者ネットワークの構築

研究参画

継続的な情報更新

調査対象国:タイ、ベトナム、カンボジア

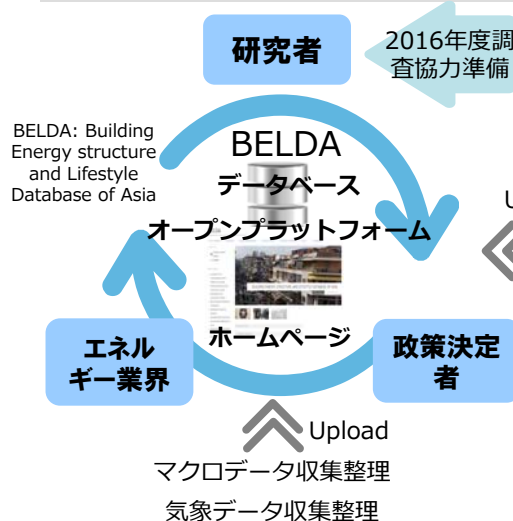
78

進捗状況(2015年度)



Waseda University
JYUKANKYO RESEARCH INSTITUTE INC.

サブテーマ1



サブテーマ2(カンボジア)／3(タイ、ベトナム)

家庭用エネルギー消費実態調査

カンボジア

プノンペン：210世帯

カンダル：100世帯

タイ

バンコク：200世帯

サムットサコーン：150世帯

ベトナム

ハノイ：110世帯

ホーチミン：110世帯

ホアビン：110サンプル

計990世帯

注(1) MECON (New Modern Energy Consumer)：メコン河流域のタイ、ベトナム、カンボジア、ラオス、ミャンマで低収入層(2～5ドル/人・日)を対象にイギリスの補助金で実施された調査。

既存調査結果収集

MECONプロジェクト⁽¹⁾、タイ家庭用エネルギー消費調査

環境政策への貢献

- ・ 東南アジアの民生部門温暖化対策立案に資するデータ整備を実施。
- ・ 民生部門の二酸化炭素排出実態に関するデータベースとプラットフォーム構築を実施。
- ・ 発展段階に応じた二酸化炭素削減方策の立案に貢献する。
- ・ 東南アジアの二酸化炭素削減に関する我が国の高効率技術移転に貢献する。

79

サブテーマ①：【プラットフォームの構築と活用に関する研究】の進捗状況 現地専門家とのネットワーク構築



Waseda University
JYUKANKYO RESEARCH INSTITUTE INC.

- ・ 調査目的：①プロジェクトの内容説明、②類似研究や既存データに関する情報収集
- ③H28年度の共同研究体制構築（図中青字は2016年度共同研究機関）

訪問国/地域	大学	研究機関・コンサルタント	エネルギー事業者	政府
ベトナム (ハノイ)	・ ハノイ建築大学 Hanoi Architectural University (HAU)	・ ベトナムエネルギー研究所 Institute of Energy (IE)	・ ベトナム電力公社 Vietnam Electricity (EVN)	・ 商工省 Ministry of Industry and Trade (MOIT)
	・ ハノイ工科大学 Hanoi University of Science and Technology (HUST)			
	・ ベトナム電力大学 Electric Power University (EPU)			
タイ (バンコク、チェンマイ)	・ チュラロンコン大学エネルギー研究所 Chulalongkorn University, Energy Research Institute (ERI)	・ エクセレントエナジーインターナショナル Excellent Energy International (EEI)	・ タイ電力公社 Electricity Generating Authority (EAGT)	・ エネルギー省(代替エネルギー開発・効率化局) Department of Alternative Energy Development and Efficiency, Ministry of Energy, Thailand (DEDE)
	・ エネルギー・環境連合大学院(JGSEE) / モンクット王工科大学(KMUTT)			
	・ Joint Graduate School of Energy and Environment (JGSEE), King Mongkut's University of Technology Thonburi (KMUTT)			
	・ タマサート大学 Thammasat University (SIIT)			
	・ アジア工科大学 Asian Institute of Technology (AIT)			
カンボジア (プノンペン)	・ チエンマイ大学 Chiang Mai University (CMU)	-	・ カンボジア電力公社 Electricité Du Cambodge (EDC)	-
	・ カンボジア工科大学 Institute of Technology of Cambodia (ITC)			
	・ 王立芸術大学 Royal University of Fine Arts (RUFA)			

- ・ 既往研究の情報収集：①MECONプロジェクトの調査概要（3カ国）、②家庭用エネルギー消費に関する既存調査
- ③業務用エネルギー消費データ、他多数

80

調査対象地域と収集サンプル数

- ・ ベトナム（都市部）：ハノイ110世帯、ホーチミン110世帯
- ・ ベトナム（近郊農村部）：ホアビン110世帯（ハノイから西へ約80km）
- ・ タイ（都市部）：バンコク200世帯
- ・ タイ（近郊農村部）：サムットサコーン150世帯（バンコクから西へ約30km）
- ・ カンボジア（都市部）：プノンペン210世帯
- ・ カンボジア（近郊農村部）：カンダル100世帯（プノンペンから南西へ約25km）
- ・ 対象条件：家計を把握している人（世帯主またはその配偶者など）、過去数ヶ月の電気使用量を把握できる人

調査方法

- ・ 調査員による訪問調査（事前リクルートによる訪問面接調査）

	調査項目
世帯属性	世帯員の構成、職業、年間収入、屋の在宅の有無
住宅属性	住宅の種類・構造（壁、天井、屋根）、部屋数、延床面積、築年
暖冷房器具・家電機器	冷暖房、給湯、厨房設備、主な家電製品の保有状況及び容量（大きさ）
機器の使い方	冷房使用期間、時間帯、家電製品・給湯（シャワー）の使用時間
省エネ機器の購入意向	機器購入時の重視点、購入・買換え意向、高効率機器選択の可能性
エネルギー消費量	月別・年間エネルギー種別光熱費支出及び種別エネルギー消費量
ライフスタイル	採涼方法、室内環境への満足度、省エネ行動実施状況

81

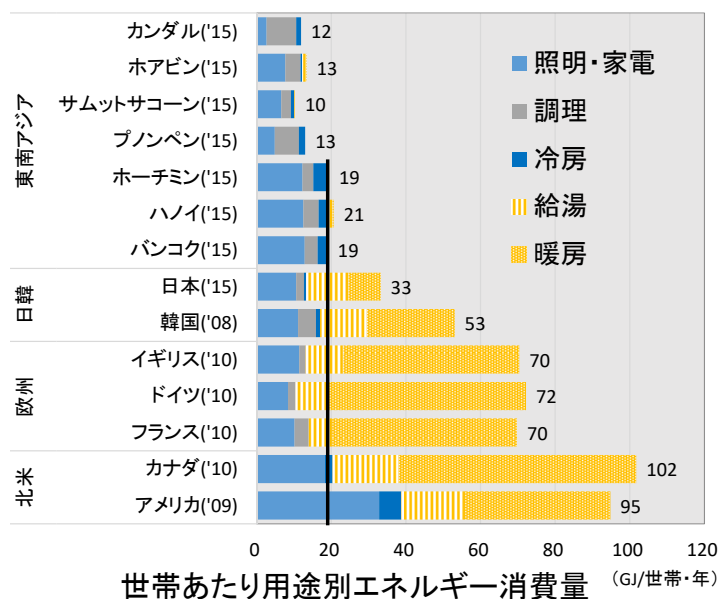
サブテーマ②③：【エネルギー需要構造の収集と分析に関する研究】の進捗状況 家庭用エネルギー消費に関する先進国の「誤解」

東南アジアの家庭用エネルギー消費は低い。

温熱需要を除くと都市部は世界のトップレベルの消費になっている。

共働きが多く、厨房用消費は低い。

大家族制が残っており、屋の在宅割合が高く、厨房用消費は高い。



注）我が国の値は、環境省「家庭からの二酸化炭素排出量の推計に係る実態調査 全国試験調査」（平成26年10月～平成27年9月実施）による。以下同様。

82

家庭用エネルギー消費に関する先進国の「誤解」



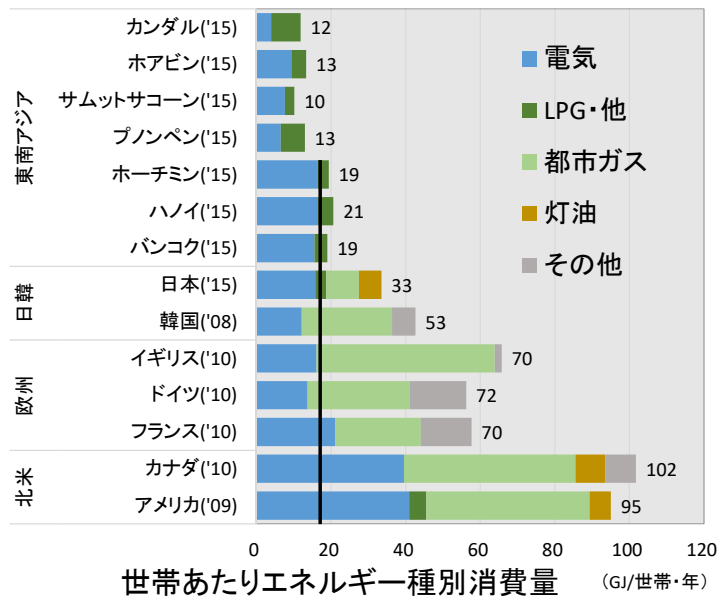
東南アジアの家庭用エネルギー消費は低い。

↓
温熱需要を除くと都市部は世界のトップレベルの消費になっている。

共働きが多く、厨房用消費は低い。

↓
大家族制が残っており、昼の在宅割合が高く、厨房用消費は高い。

↓
同様に、都市部の電気の消費は世界のトップレベルの消費になっている。



注) 我が国の値は、環境省「家庭からの二酸化炭素排出量の推計に係る実態調査 全国試験調査」(平成26年10月～平成27年9月実施)による。以下同様。

家庭用エネルギー消費に関する先進国の「誤解」



東南アジアの家庭用エネルギー消費は低い。

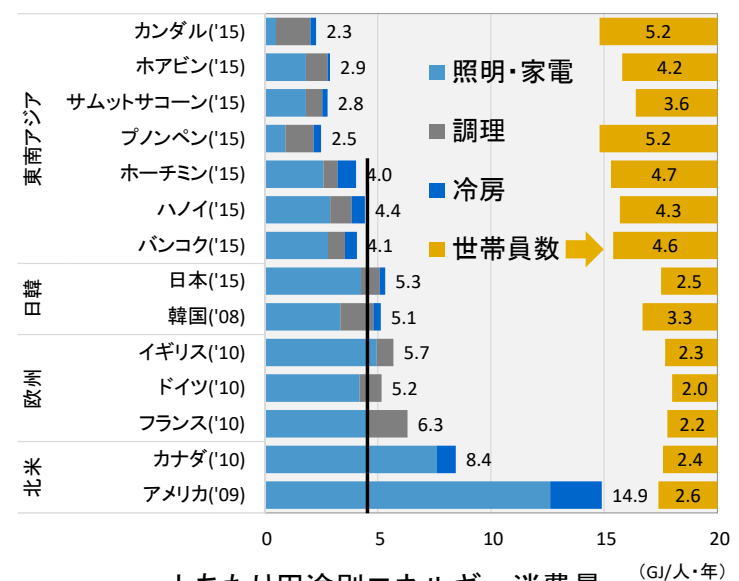
↓
温熱需要を除くと都市部は世界のトップレベルの消費になっている。

共働きが多く、厨房用消費は低い。

↓
大家族制が残っており、昼の在宅割合が高く、厨房用消費は高い。

↓
同様に、都市部の電気の消費は世界のトップレベルの消費になっている。

↓
一人当たり消費は先進国をやや下回る程度で、エネルギー効率改善が先進国以上に急務。



注) 温熱需要を含まない。米・加は照明・家電に調理を含む。

注) 我が国の値は、環境省「家庭からの二酸化炭素排出量の推計に係る実態調査 全国試験調査」(平成26年10月～平成27年9月実施)による。以下同様。

サブテーマ②③：【エネルギー需要構造の収集と分析に関する研究】の進捗状況 二酸化炭素排出量



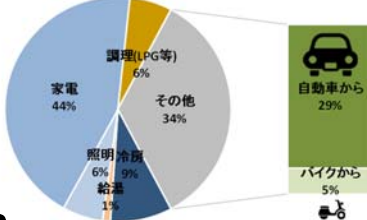
Waseda University
JYUKANKYO RESEARCH INSTITUTE INC.

- タイ、ベトナムは家電・運輸中心。近郊農村部では調理が大きくなる。
- カンボジアは運輸が大きく、給湯・調理も大きい。
- タイは乗用車からの排出が大。他はバイク中心。

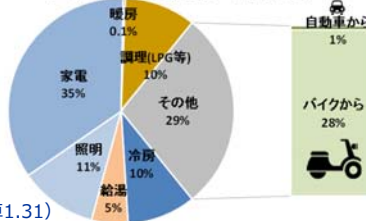
都市部

日本：4.8t-CO₂/世帯・年（家庭内3.49+自動車1.31）

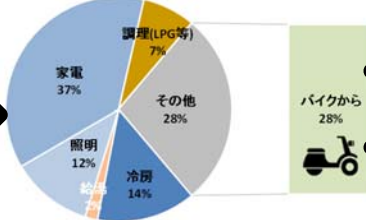
バンコク（3.7 t-CO₂/世帯・年）[n=199]



ハノイ（2.6 t-CO₂/世帯・年）[n=110]



ホーチミン（2.5 t-CO₂/世帯・年）[n=110]

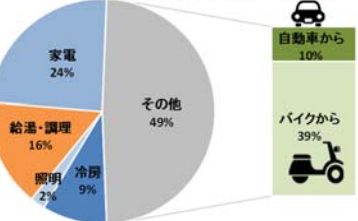


電気の二酸化炭素排出係数(g-CO₂/kWh)

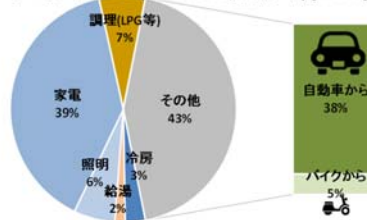
タイ	510
ベトナム	353
カンボジア	379

- タイはLNG中心。他は水力が多い。
- ベトナムは石炭火力拡大の計画。7th Power Development Plan

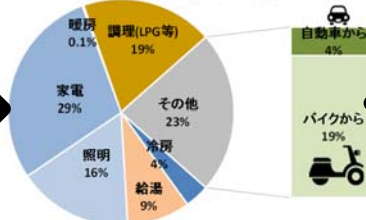
プノンペン（1.9 t-CO₂/世帯・年）[n=208]



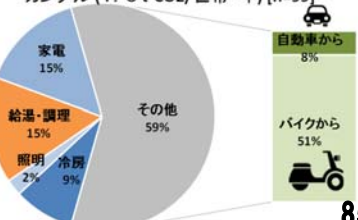
サムットサコーン（1.9 t-CO₂/世帯・年）[n=147]



ホアビン（1.4 t-CO₂/世帯・年）[n=110]



カンダル（1.6 t-CO₂/世帯・年）[n=99]



近郊農村部

85

サブテーマ②③：【エネルギー需要構造の収集と分析に関する研究】の進捗状況 世帯・住宅の特徴



Waseda University
JYUKANKYO RESEARCH INSTITUTE INC.

- 世帯員数は、都市部で5人/世帯前後、近郊農村部はやや低い。
 - 大家族制が残っており、3世代同居が都市部では5割を超える。
 - この結果、平日昼はほとんどの家庭に誰かが在宅している。
- 有職者数は、カンボジアは2人/世帯以上、タイ・ベトナムはバンコクの1.7人/世帯以外は1.5人/世帯以下。
 - 一般に、東南アジアはほとんどが共働きという認識とは異なる。
- 世帯月収は、タイ>ベトナム>カンボジア。都市部>近郊農村部。先進国との開きは大きい。
- エネルギー価格は安い。電気価格：タイ・ベトナム：10セント/kWh
カンボジア：20セント/kWh

照明・家電用エネ消費が高い要因

調理用エネ消費が高い要因

電気の消費が高い要因

- 住宅面積は、都市部は90m²/戸前後。我が国と極端な開きはみられない。但し、一人当たり住宅面積は日本40m²/人に対し15~28m²/人と狭い。

		世帯員数(人)	昼の在宅(ほぼ毎日)	有職者数(人)	世帯月収(万円/月)	住宅面積(㎡)
都市部	バンコク(n=200)	4.6	93%	1.7	15.1	107
	ホーチミン(n=110)	4.7	96%	1.4	6.5	85
	ハノイ(n=110)	4.3	77%	1.4	7.2	96
	プノンペン(n=210)	5.2	78%	2.8	5.5	80
農村部	サムットサコーン(n=150)	3.6	83%	1.2	8.8	98
	ホアビン(n=110)	4.2	70%	1.3	4.9	118
	カンダル(n=100)	5.2	94%	2.5	4.8	78
日本		2.5	53%	1.2	47.8	100

86

サブテーマ②③：【エネルギー需要構造の収集と分析に関する研究】の進捗状況

家電製品の普及状況・涼のとり方と快適感

Waseda University
JYUKANKYO RESEARCH INSTITUTE INC.



➢ ハノイは日本並に普及、バンコク・ホーチミンは約50%。特にカンボジアは低普及率。近郊農村部は低い。扇風機は一家に3台前後。

➢ 昼、ACはほとんど使わない。通風と扇風機で過ごす。夜は過半がAC使用。

➢ AC設定温度は25℃強（日本は26.4℃）

➢ 冷房は控えめに使用しているが、不快には感じていない。ACの有無で快適感に差はない。バンコクは70～80%は満足、ハノイは40～60%。

➢ 都市部のAC使用時間は約10時間/日。日本よりやや長い。近郊農村部は日本と同等。



➢ 薄型TVが急速に普及。日本＝ベトナム>タイ>カンボジア。一方でブラウン管TVがタイ・カンボジアに多く残っている。



➢ TV視聴時間は日本と同等。ホーチミンのみ長い。

➢ 冷蔵庫はカンボジア以外はほぼ100%普及、容量は都市部で200リットル強（大型化が進みつつある）。



➢ 炊飯器はカンボジア以外はほぼ100%。先進国とほぼ同様の水準。



➢ PCはベトナム都市部は日本と同様。他は50%を下回る。

➢ 携帯は一家に一台。日本（一人一台強）との差は大きい。

冷房用消費が大きく伸びる可能性がある



「東南アジアの冷房は文化だ！」は誤解か？



家電用エネ消費が高い要因

冷蔵庫の大容量化に伴い高効率化が必要



今後の普及拡大に注意

P19へ...87

サブテーマ②③：【エネルギー需要構造の収集と分析に関する研究】の進捗状況

家電製品の普及状況

Waseda University
JYUKANKYO RESEARCH INSTITUTE INC.



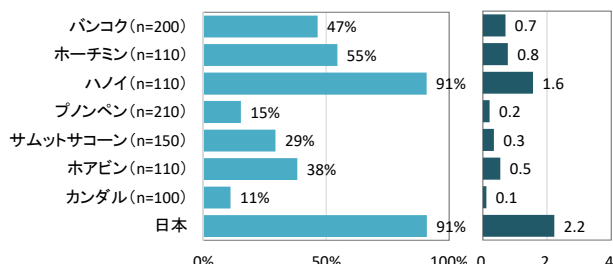
➢ エアコンは、ハノイは日本並に普及、バンコク・ホーチミンは約50%。近郊農村部は低い。特にカンボジアは低普及率。扇風機は一家に3台前後。

冷房用消費が大きく伸びる可能性がある

エアコン

<世帯普及率>

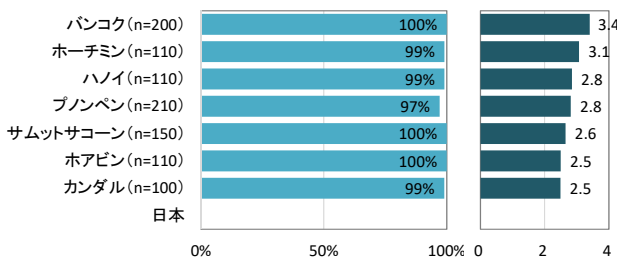
<台数普及率>



扇風機

<世帯普及率>

<台数普及率>



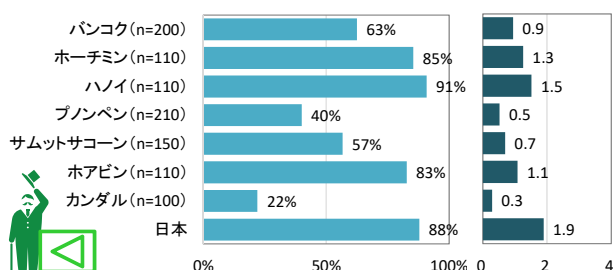
➢ 薄型TVが急速に普及。日本・ベトナム>タイ・カンボジア。一方でブラウン管TVがタイ・カンボジアに多く残っている。

家電用エネ消費が高い要因

薄型TV

<世帯普及率>

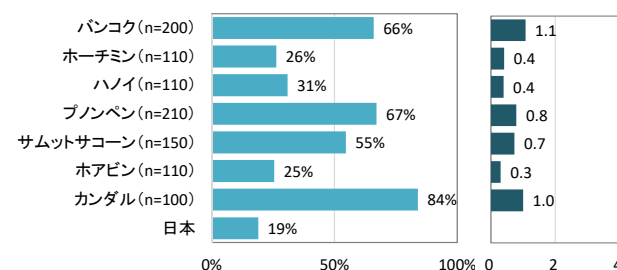
<台数普及率>



ブラウン管TV

<世帯普及率>

<台数普及率>



サブテーマ②③：【エネルギー需要構造の収集と分析に関する研究】の進捗状況 家電製品の普及状況

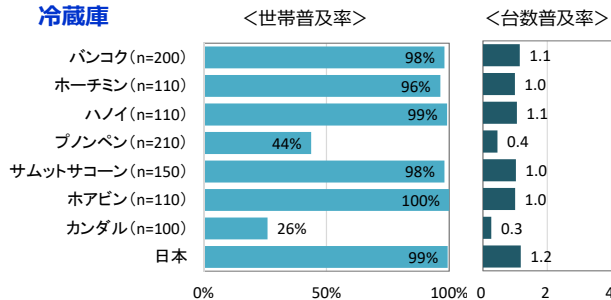


Waseda University
JYUKANKYO RESEARCH INSTITUTE INC.

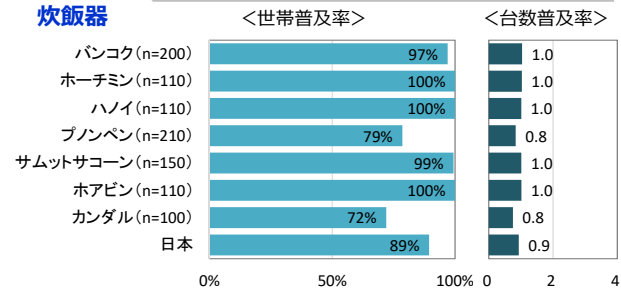
- 冷蔵庫はカンボジア以外はほぼ100%普及、容量は都市部で200リットル。炊飯器はカンボジア以外はほぼ100%。先進国とほぼ同様の水準。

冷蔵庫の大容量化に伴い高効率化が必要

冷蔵庫



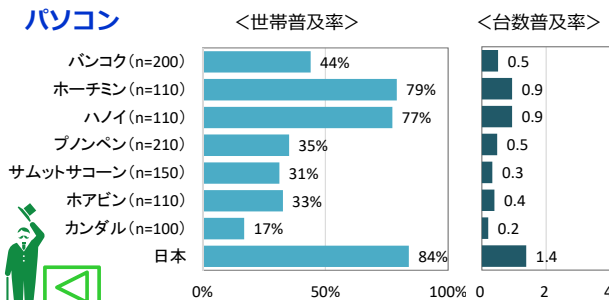
炊飯器



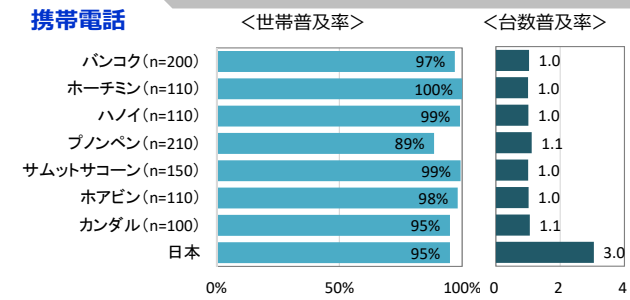
- パソコンはベトナム都市部は日本と同様。他は50%を下回る。携帯電話は一家に一台の水準。日本（一人一台強）との差は依然として大きい。

今後の普及拡大に注意

パソコン



携帯電話



89

サブテーマ②③：【エネルギー需要構造の収集と分析に関する研究】の進捗状況 涼のとり方と快適感

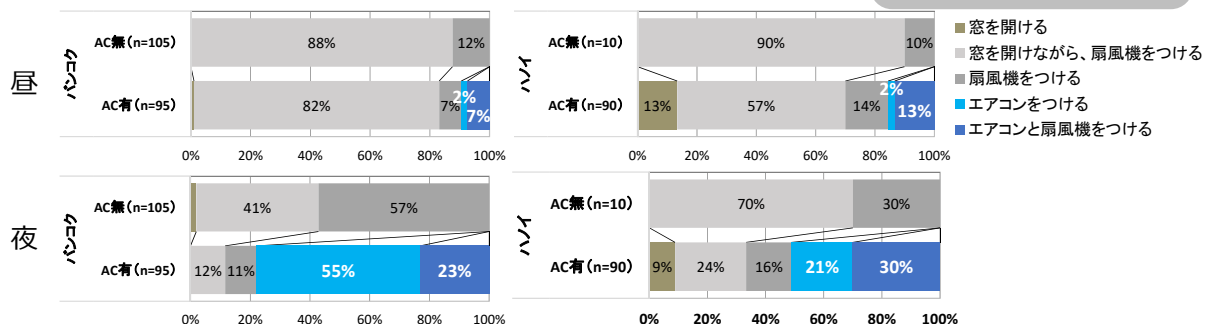


Waseda University
JYUKANKYO RESEARCH INSTITUTE INC.

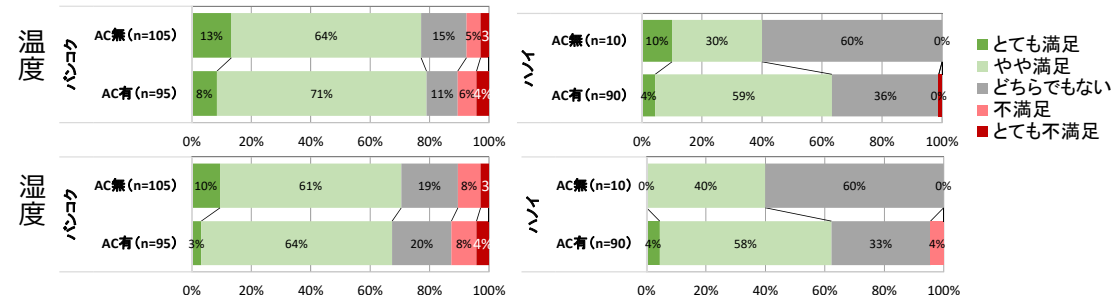
- 昼、ACはほとんど使わない。通風と扇風機で過ごす。夜は過半がAC使用。
- ACの有無で快適感に差はない。バンコクは70～80%は満足、ハノイは40～60%。

冷房は控えめに使用しているが、不快には感じていない。「東南アジアの冷房は文化だ！」は誤解か？

涼のとり方



屋内快適感

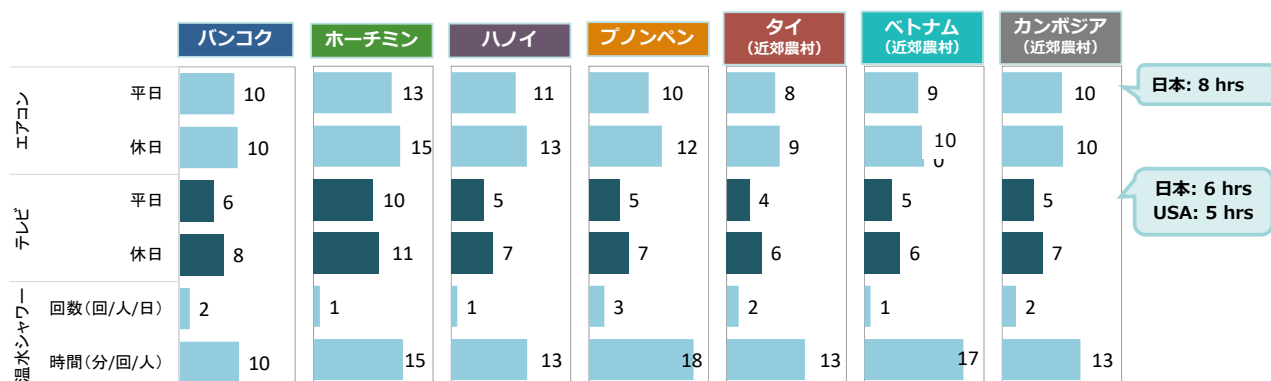


90

家電機器の使用状況



Waseda University
JYUKANKYO RESEARCH INSTITUTE INC.



ベトナムでは白熱灯がまだ多く使われている。

照明		都市部				農村部	
		バンコク	ホーチミン	ハノイ	プノンペン	タイ (農村部)	カンボジア (農村部)
普及率	白熱灯	5%	86%	51%	5%	1%	28%
	蛍光灯	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	LED	5%	7%	21%	3%	0%	30%
点灯時間	白熱灯	2	17	4	6	1	3
	蛍光灯	4	6	6	4	4	9
	LED	3	4	4	2	0	10

91

詳細調査概要



Waseda University
JYUKANKYO RESEARCH INSTITUTE INC.

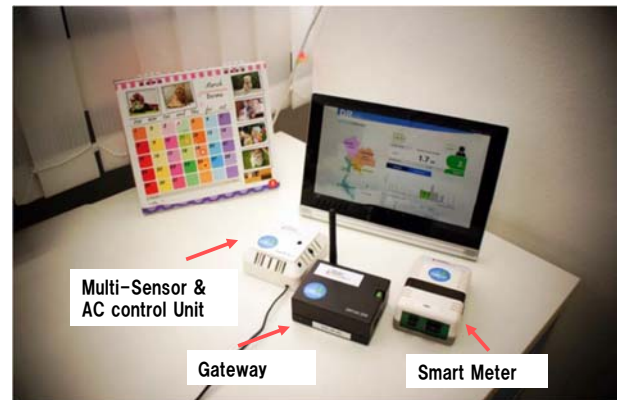
目的：住宅全体及び主要家電製品の電力消費ロードカーブを把握

	タイ	ベトナム	カンボジア
対象地域	バンコク	ハノイ	プノンペン
対象世帯数	30世帯	15世帯	10世帯
調査期間	2016年9月～	2016年12月～ (一部2017年1月～)	2017年1月～ (一部2017年2月～)
調査世帯の 選定方法※	一般公募	エネルギー研究所内での公募	一般公募及びカンボジア工科大学関係者から選定
調査協力機関	チュラロンコン大学	エネルギー研究所	カンボジア工科大学

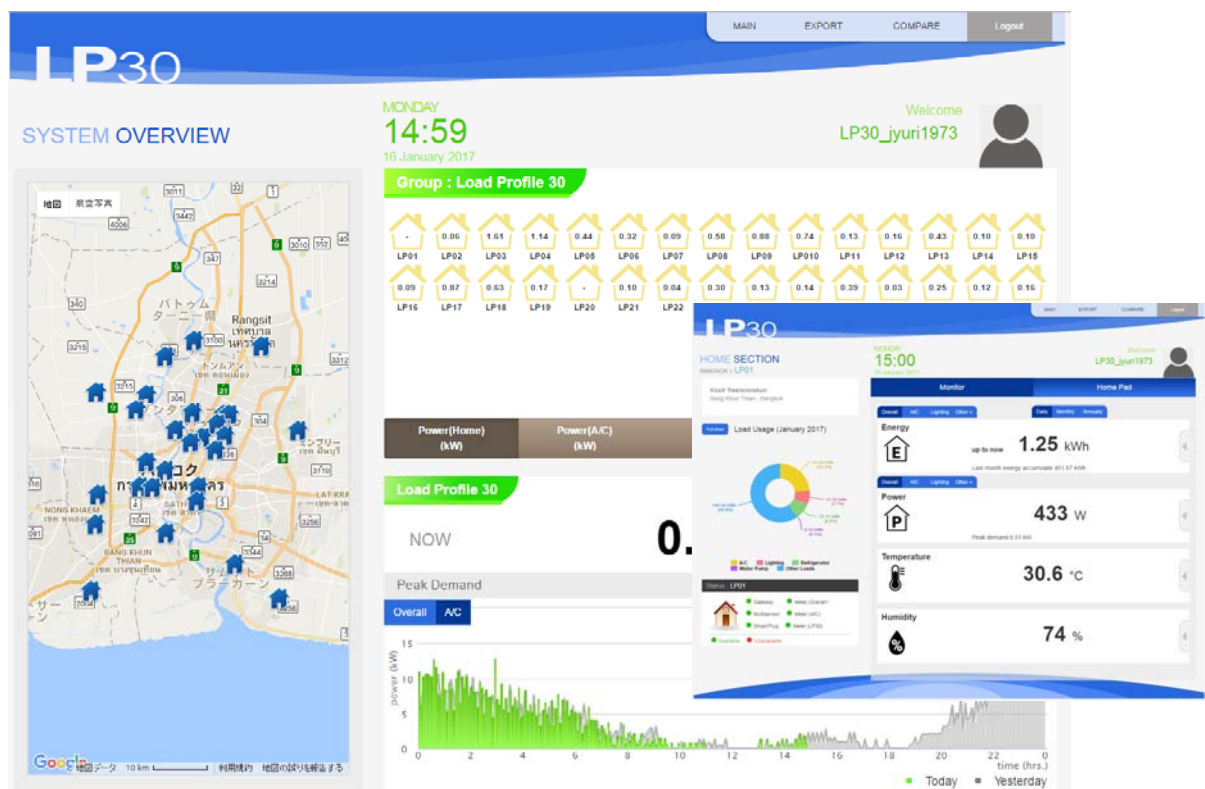
※エアコンを1台以上を使用している世帯

92

- Dr.Kulyosが開発した計測器を使用
 - 電力計測（分電盤に設置）：Smart Meter
 - 電力計測（コンセントに設置）：Smart Plug
 - 温度・湿度計測：Multi-Sensor & AC control Unit
- 計測間隔
 - 電力：1分間隔
 - 温度・湿度：1分間隔
- データはインターネット経由で収集



93



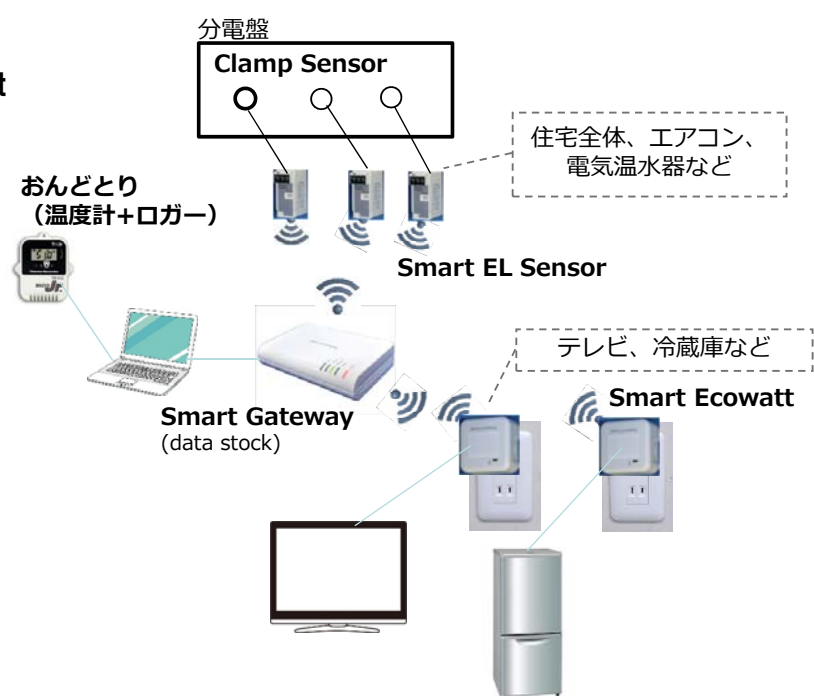
94



95

計測方法（ベトナム）

- 電力計測はエネゲート社のSmart Gateway、Smart EL Sensor、Smart Ecowattを使用
- 室温はT&D社のおんどとりを使用
- 計測間隔
 - 電力: 30分間隔
 - 温度: 30分間隔
- データは毎月各世帯を訪問し収集



計測システム図

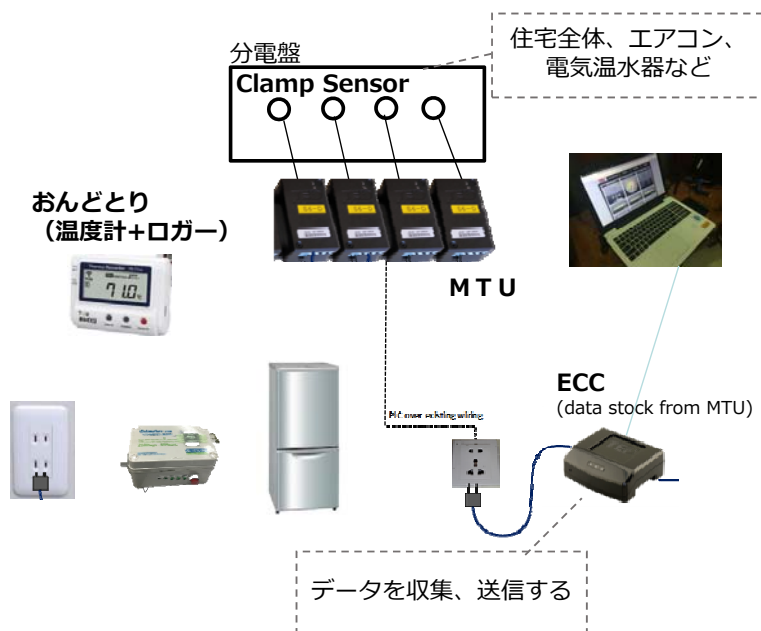
96

計測方法（カンボジア）



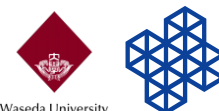
Waseda University
JYUKANKYO RESEARCH INSTITUTE INC.

- 電力計測はEnergy社のTEDを使用
/GH2Power社のプラグインレコーダー
を併用
- 室温はT&D社のおんどりを使用
- 計測間隔
 - 消費電力:30分間隔
 - 温度:30分間隔
- データは毎月各世帯を訪問し収集



97

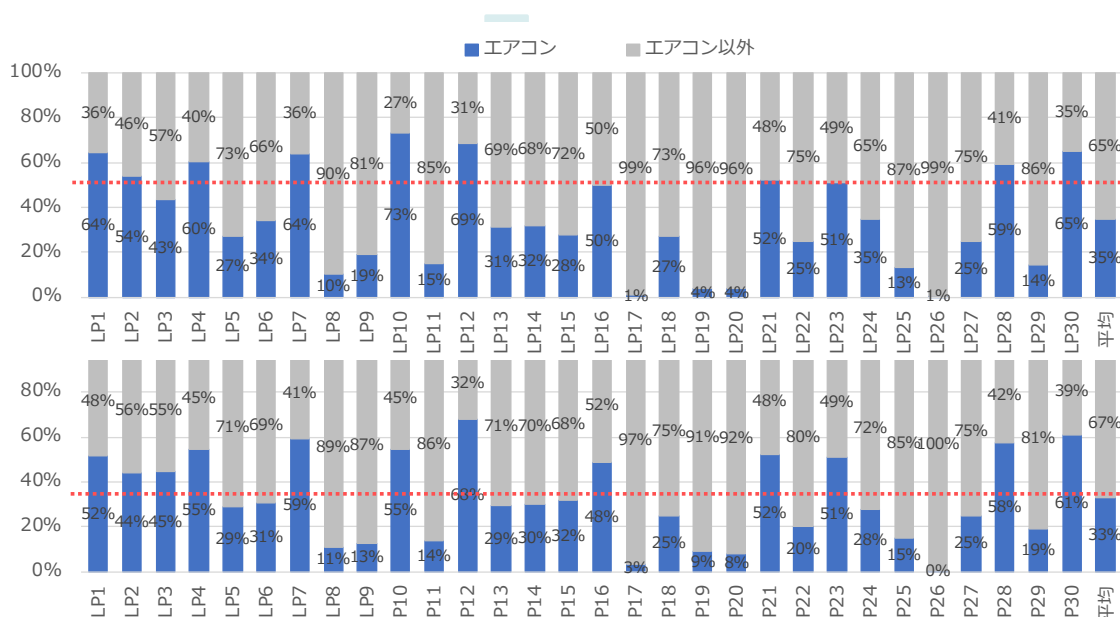
住宅全体に占めるACの割合（タイ）



Waseda University
JYUKANKYO RESEARCH INSTITUTE INC.

- 住宅全体の消費電力量に占めるACの割合は平均で30%強だが、50%以上を占める世帯もいる

9月



10月

98

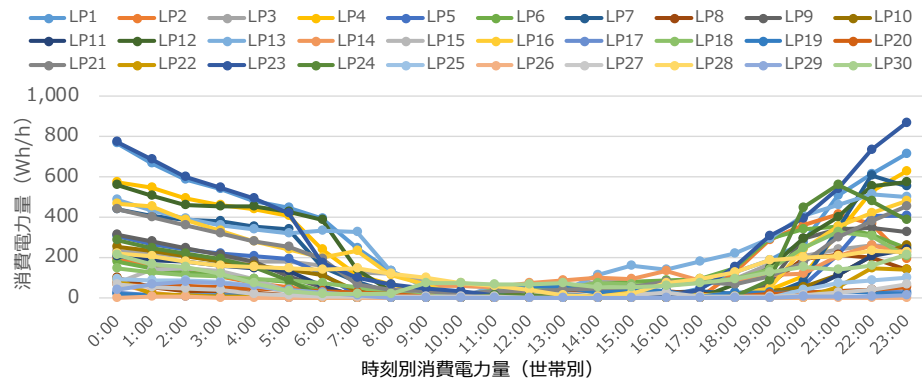
エアコンの時刻別消費電力量（タイ）



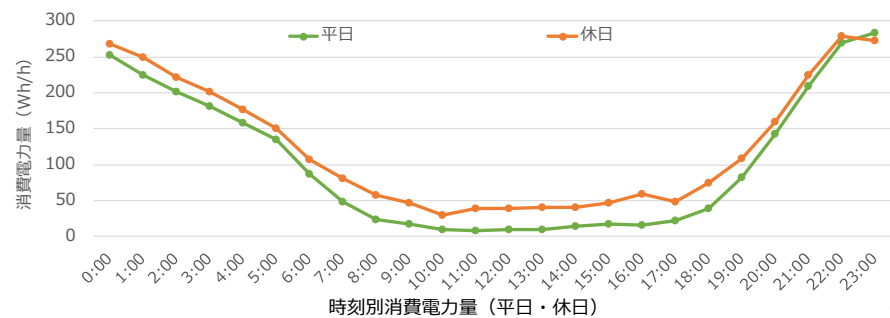
Waseda University
JYUKANKYO RESEARCH INSTITUTE INC.

9月1日～10月31日の平均値

- 就寝時に使用している世帯が多い
- 日中の使用は少ない



- 平日と休日を比較すると、休日は日中の使用が多い



99

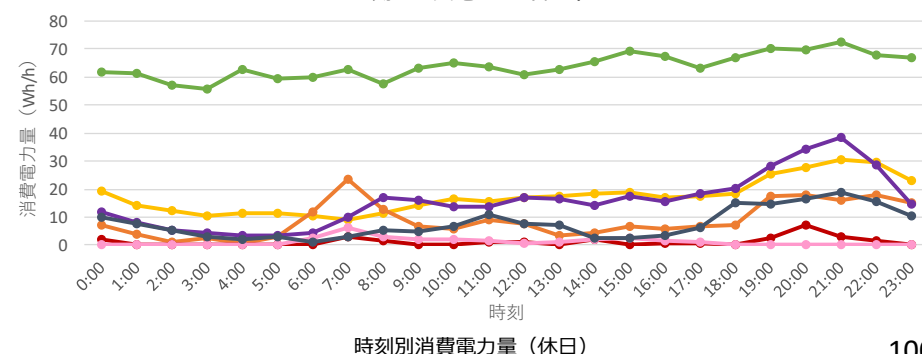
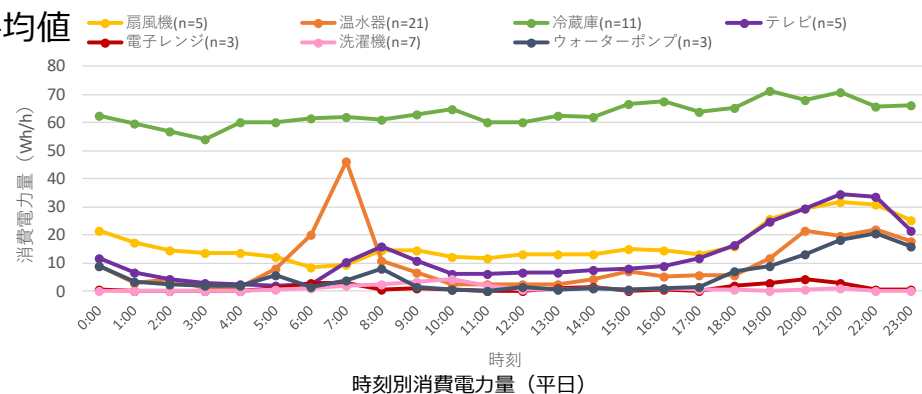
その他家電の時刻別消費電力量（タイ）



Waseda University
JYUKANKYO RESEARCH INSTITUTE INC.

9月1日～10月31日の平均値

- 最も消費電力量が大きいのは冷蔵庫
- 扇風機は24時間使用している世帯が多く、特に就寝時の使用が多い
- 温水器は朝と夜に使用している
- テレビは平日は夜の使用が多く、休日は日中の使用も増える



100

詳細インタビュー調査概要



Waseda University
JYUKANKYO RESEARCH INSTITUTE INC.

国名	地域名	対象世帯数	調査期間	調査方法	調査協力機関
タイ	バンコク	100世帯	2016年7月～8月	調査員による訪問面接調査 (ヒアリング)	モンクット工科大学
	アトン（バンコク近郊）	104世帯	2016年8月～9月		
ベトナム	ハノイ	84世帯	2016年9月～11月		ベトナムエネルギー研究所
	ホーチミン	75世帯			
	メリン（ハノイ近郊）	70世帯			
カンボジア	プノンペン（都市部＆近郊部）	70世帯＆70世帯	2016年9月～11月		カンボジア工科大学
	コンポンチャム（都市部＆近郊部）	20世帯＆20世帯	2016年9月～11月		
	バットバン（都市部＆近郊部）	20世帯＆10世帯	2016年9月～11月		

3ヶ国、11地域、652世帯

- ✓ データは全て回収済
- ✓ データの確認・審査中

101

調査項目と分析方法



Waseda University
JYUKANKYO RESEARCH INSTITUTE INC.

基本属性

- ・世帯員の構成
- ・職業
- ・世帯収入
- ・昼間の在宅状況
- ・住宅の種類
- ・住宅の構造
- ・部屋数
- ・延床面積
- ・築年
- ・機器の保有状況
- ・機器の使い方
- ・採涼方法
- ・室内環境への満足度
- ・省エネ行動実施状況
- ・省エネ機器の購入意向
- ・月別エネルギー消費量
- ・年間エネルギー消費量
- ・月別光熱費支出
- ・年間光熱費支出

家庭用
エネルギー消費量

生活の質

- ・全体的満足度
- ・全体的幸福度
- ・全体的心配事
- ・ライフスタイル
- ・経済的ゆとり
- ・教育
- ・健康
- ・宗教
- ・人間関係
- ・仕事
- ・政治
- ・余暇・娯楽
- ・老後への不安
- ・省エネ意識
- ・将来への希望
- ・住まいへの満足度
- ・近隣関係
- ・地域活動
- ・周辺環境

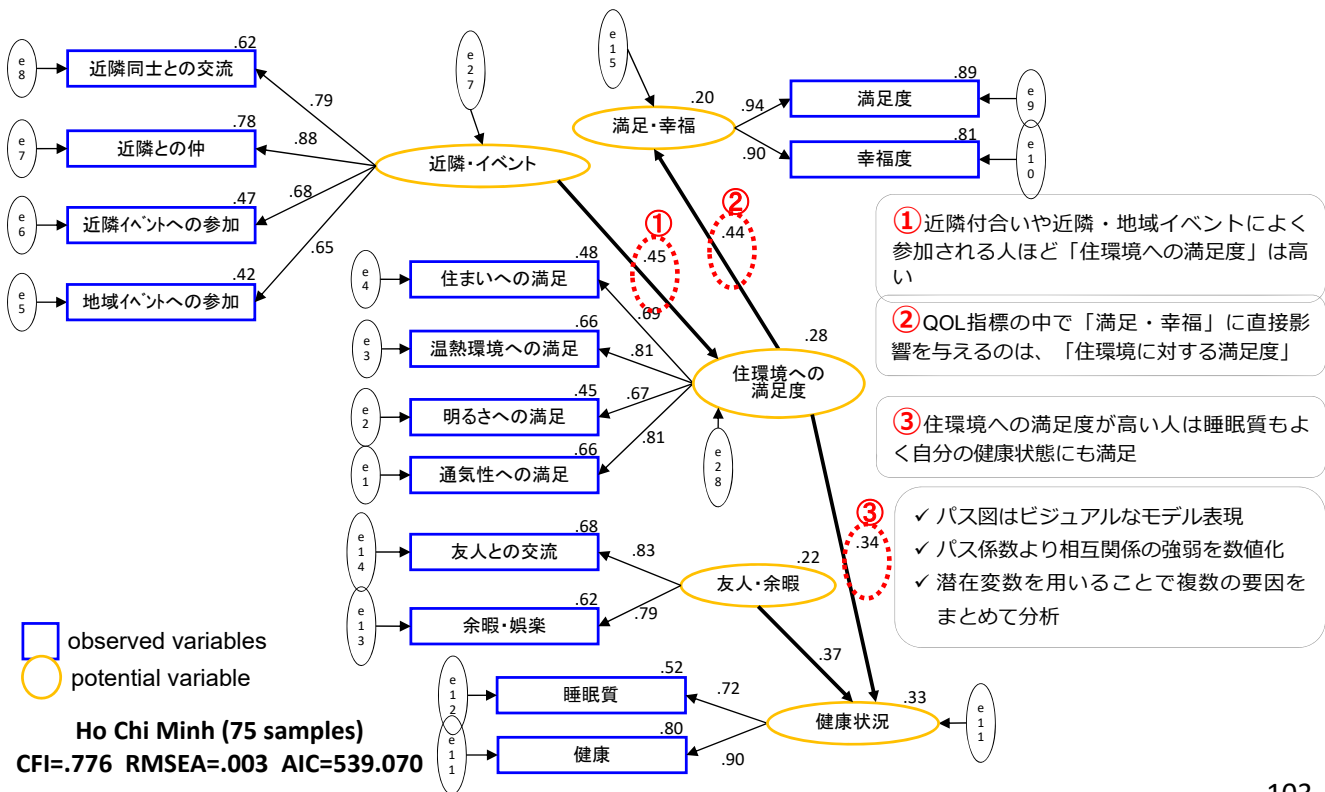
【重回帰分析】

- ・説明変数：各種基本属性
- ・目的変数：エネルギー消費量
- ・分析方法：ステップワイズ法
- ・投入・除去基準P値：0.01・0.05
- ・予測値の区間推定信頼度：95%

【クラスター分析】

- ・分析に用いる生活の質に関する変数（水色枠参照）
- ・階層型クラスタリング手法（ワード法）
- ・ユークリッドの距離
- ・クラス数：3つ

102

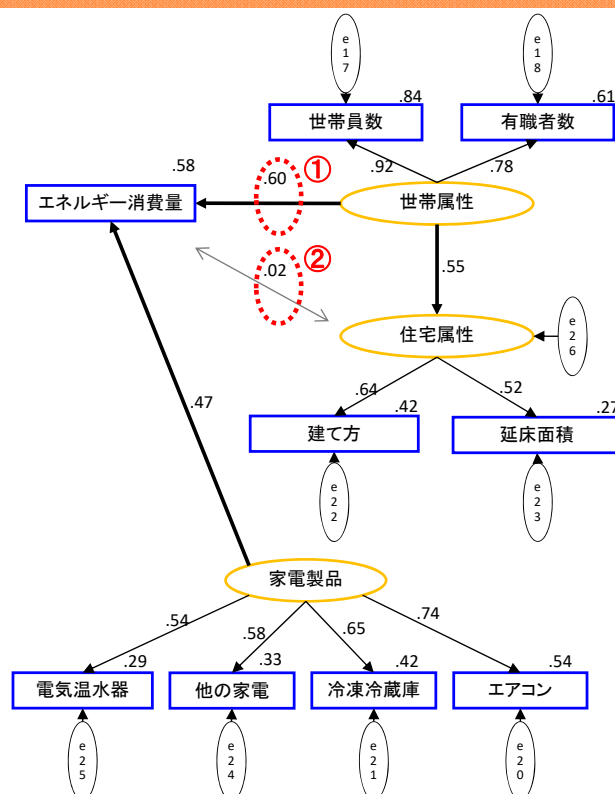


① 「世帯属性」がエネルギー消費量の増減を左右する最も重要な要因で、次ぐのは「家電製品」の台数

② 「住宅属性」はエネルギー消費量に対し、非常に弱い正の影響 (0.02)

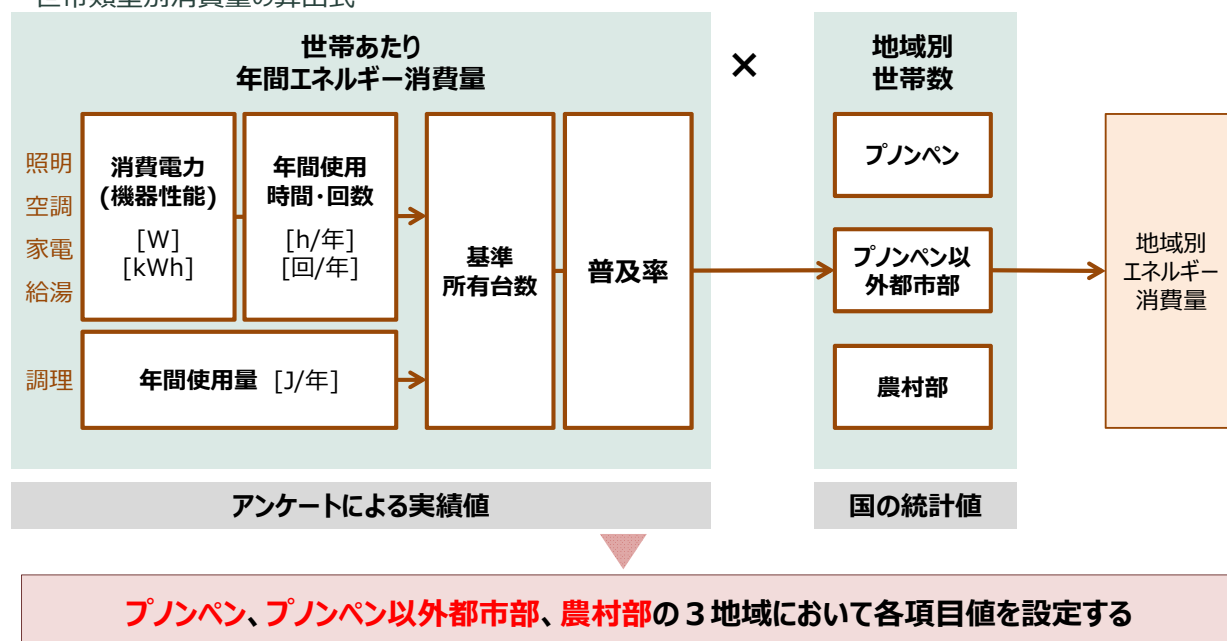
□ observed variables
 ○ potential variable

Ho Chi Minh (75 samples)
 CFI=.776 RMSEA=.003 AIC=539.070



- カンボジアは地域別にエネルギー消費構造が大きく異なるため、地域別の推計を行う必要がある

世帯類型別消費量の算出式



107

- カンボジア各地で実施されたエネルギー消費・生活実態調査を元に設定値を決定

表 既往実態調査 概要

	調査① 2)	調査② 3)	調査③ 4)	調査④ 5)	調査⑤ 6)
調査年	2010年	2014年	2014年	2014年	2015年
対象地域	プノンペン シエムリアップ	プノンペン	タケオ州 (農村部)	全国	プノンペン カンダル州
有効回答	207件	316件	23件	503件	300件
調査方法	アンケート配布式	調査員訪問式	調査員訪問式	調査員訪問式	調査員訪問式
実施者	高口研究室	高口研究室 住環境計画研究所	高口研究室	カンボジア・ イギリス研究者	高口研究室 住環境計画研究所
調査項目	① 世帯属性・住宅属性 ② エネルギー消費量 (用途別、エネルギー種別) ③ 耐久消費財 (照明器具、家電製品、調理・給湯機器、自動車など) ④ ライフスタイル (機器使用状況、省エネ行動など)				



調査員への説明



調査の様子

108

最終エネルギー消費の推計手法 ボトムアップ式①地域の設定

■ 住居形態、電化率にもとづいて3つの地域に分類



プノンペン

(コンドミニアム、タウンハウス)

プノンペン以外都市

(タウンハウス、戸建)

●表 居住地域の定義

居住地域	プノンペン	プノンペン以外都市部	農村部
定義	—	プノンペン以外の電化地域	非電化地域
電化状況*	電化	電化	非電化
生活実態設定の基準とした調査	<ul style="list-style-type: none"> ■ 2014, 2015年 ■ プノンペン 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 2015年 ■ カンダル州 (プノンペン近郊) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 2014年 ■ タケオ州 (農村部)

●*CSES (カンボジア社会経済調査) における照明用エネルギーに占める電力の割合

109

最終エネルギー消費の推計手法 ボトムアップ式②機器消費電力の設定

■ 全31種類の機器別エネルギー消費を設定する (類型によらず定数)

表 主な機器のエネルギー消費 (量)

用途	機器	消費電力 (量)	単位	根拠
照明	蛍光灯	15	W	標準値*
	LED	7.5	W	標準値*
空調	エアコン	500	W	2015年宿泊施設調査 ¹¹⁾
	省エネ型エアコン	300	W	標準の60%*
	扇風機	40	W	標準値*
家電	テレビ (箱型)	72	W	調査⑤ ⑥)
	冷蔵庫	83.76	W	調査④ ⑤)
	省エネ型冷蔵庫	40	W	標準値*
	炊飯器	300	W	標準値*
給湯	電気温水器	15.68	MJ/時間	2009年実測調査 ¹²⁾ 調査⑤ ⑥)

*日本における一般的な値

消費量急増抑制策の検討のため今後**導入が予想される高効率機器**も設定

110

- 機器あたりの年間使用時間・回数を設定

$$\text{年間使用時間・回数} = \text{1回あたり使用時間} \times \text{年間使用回数} \quad \text{or} \quad \text{1日あたり使用時間} \times 365\text{日}$$

表 主要機器の単位使用時間 [時間 or 回/日]

機器	単位	プノンペン	プノンペン 以外都市
蛍光灯	時間/日	3.9	3.2
エアコン		8.2	7.2
テレビ		6.1	4.1
炊飯器	回/日	2.4	2.3
温水器		2.8	0.0

※農村部ではこれらの家電普及率が0のため省略

- 調理用燃料は、エネルギー種別の年間消費量を設定

表 調理エネルギー源別の使用機器、年間使用量（都市部）

エネルギー源*	機器	年間使用量 [GJ/年]
電気	IHコンロ	5.4
LPG	ガスコンロ	6.4
薪	かまど	5.9
木炭	七輪	4.1

*灯油は、2015年度調査で普及率0%のため考慮しない

都市部でも、薪や炭を使う世帯が存在する



図 一般的な住宅で使われる
ガスコンロ・ガスボンベ



図 農村部で調理燃料として使われる薪



実態調査より「**所有世帯の所有台数**×普及率＝平均所有台数」となる数値を算出

「**基準所有台数**」として設定

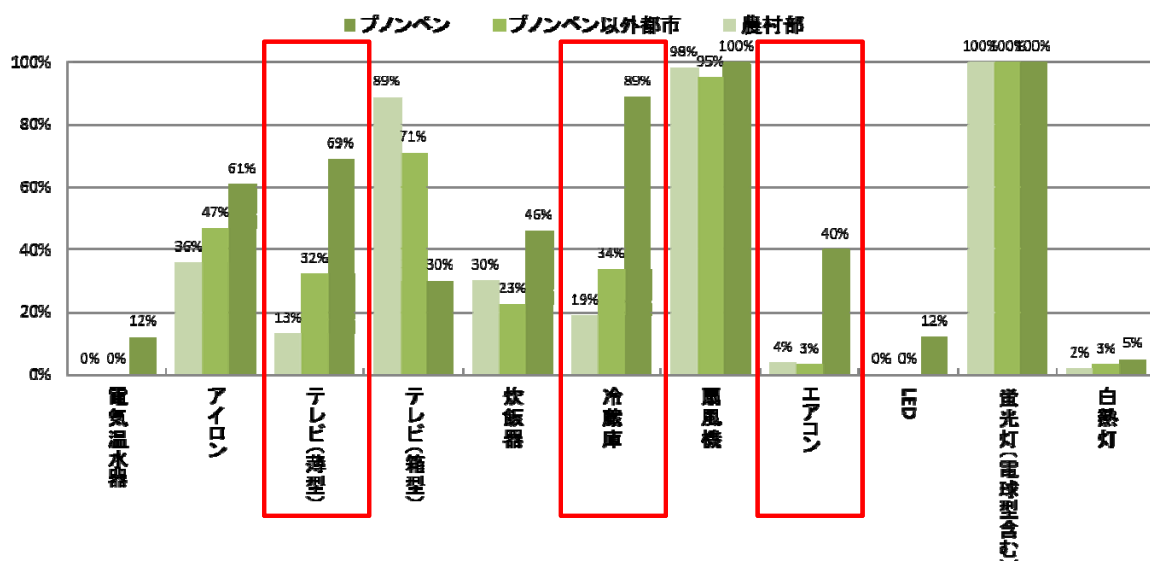
表 エアコン 世帯類型別の基準所有台数

		所得レベル			
		低所得 -400\$	中所得 400-500\$	高所得 500-800\$	超高所得 800\$-
居住地域	プノンペン	1.0	1.3	1.5	2.3
	プノンペン 以外都市部	1.0	1.0	1.0	-
	農村部	0	0	-	-

表 テレビ 世帯類型別の基準所有台数

		所得レベル			
		低所得 -400\$	中所得 400-500\$	高所得 500-800\$	超高所得 800\$-
居住地域	プノンペン	2.5	2.9	3.3	4.1
	プノンペン 以外都市部	2.4	2.5	2.9	-
	農村部	0	0	-	-

所得が高いほど、都市化が進むほど基準所有台数は大きくなる



薄型テレビ、エアコン、冷蔵庫は先進国の生活必需品だが、現時点で普及率の差が大きい

生活水準向上と共に増加する可能性が高い

最終エネルギー消費の推計結果 ボトムアップ式の推計結果

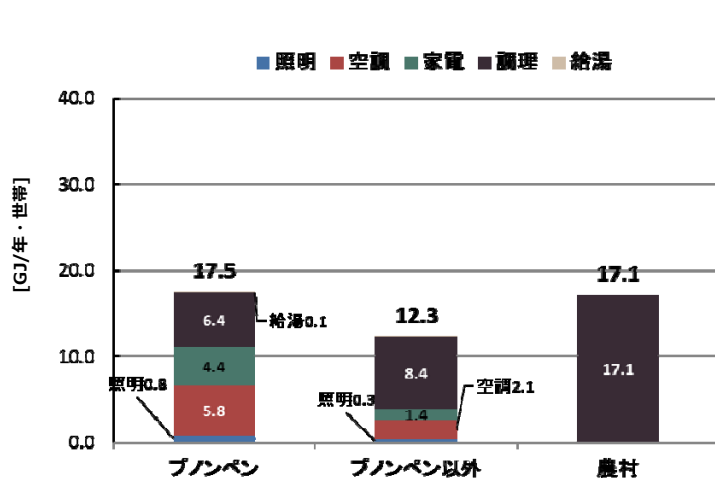


図 地域別用途別世帯当たりエネルギー消費量

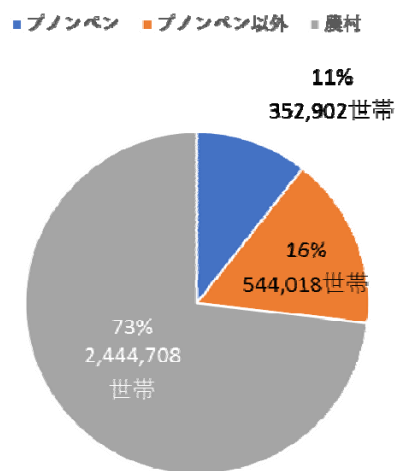
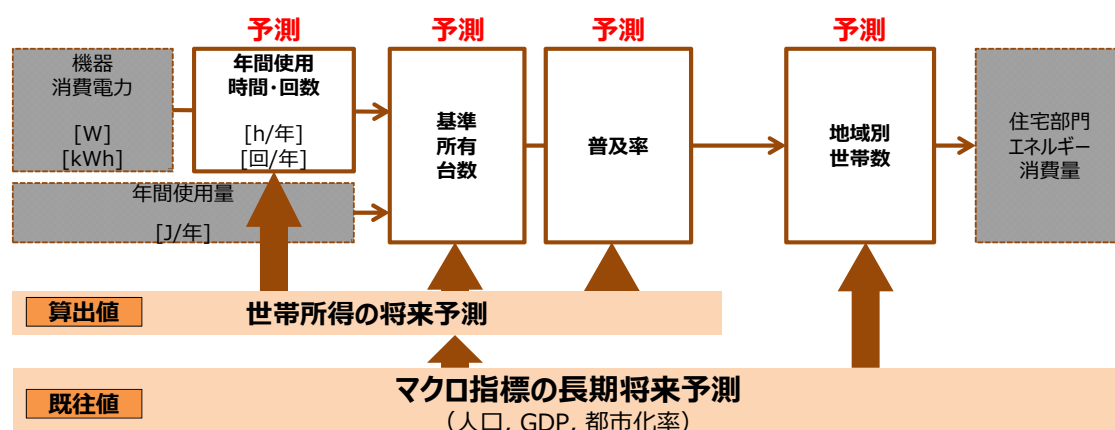


図 地域別世帯割合/世帯数

プノンペンでは**空調**の占める割合が大きい
プノンペン以外都市部、農村部では**調理**の占める割合が大きい

最終エネルギー消費の将来推計手法

地域別エネルギー消費量の将来予測手法



•表 使用するマクロ指標と将来予測値の出典

	推計・予測期間	出典
人口	1990年-2100年	国際連合 (UN) ⁸⁾
GDP(PPP)	1990年-2100年	アジア太平洋研究所 ⁹⁾
名目GDP	1990年-2020年	国際通貨基金 (IMF) ²⁾
電化率	1998年-2014年	カンボジア統計局 ⁷⁾
	2030年 (目標)	カンボジア計画省 ¹⁰⁾
世帯数	1998年-2014年	カンボジア統計局 ⁷⁾

- 世帯所得の増加に応じて、将来予測項目も増加する

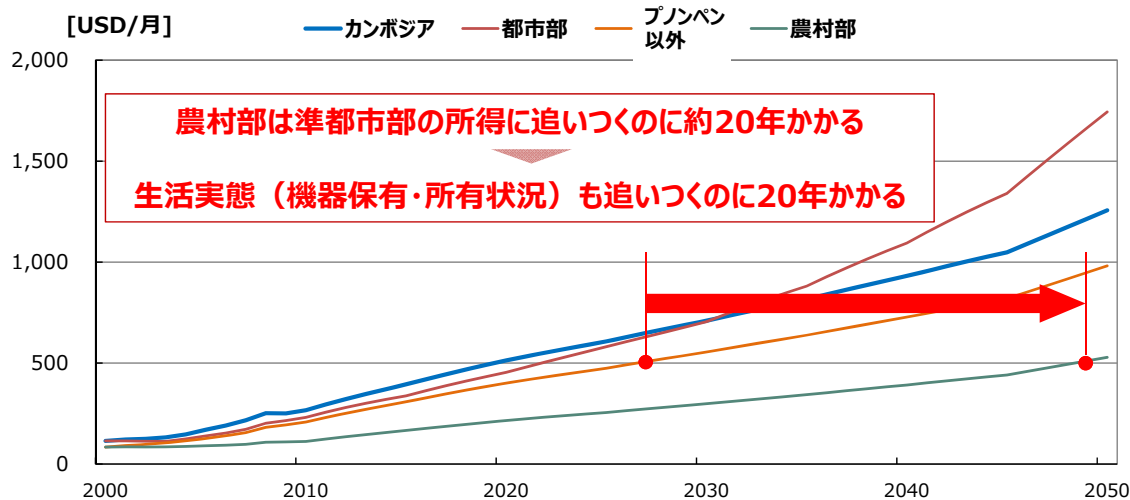
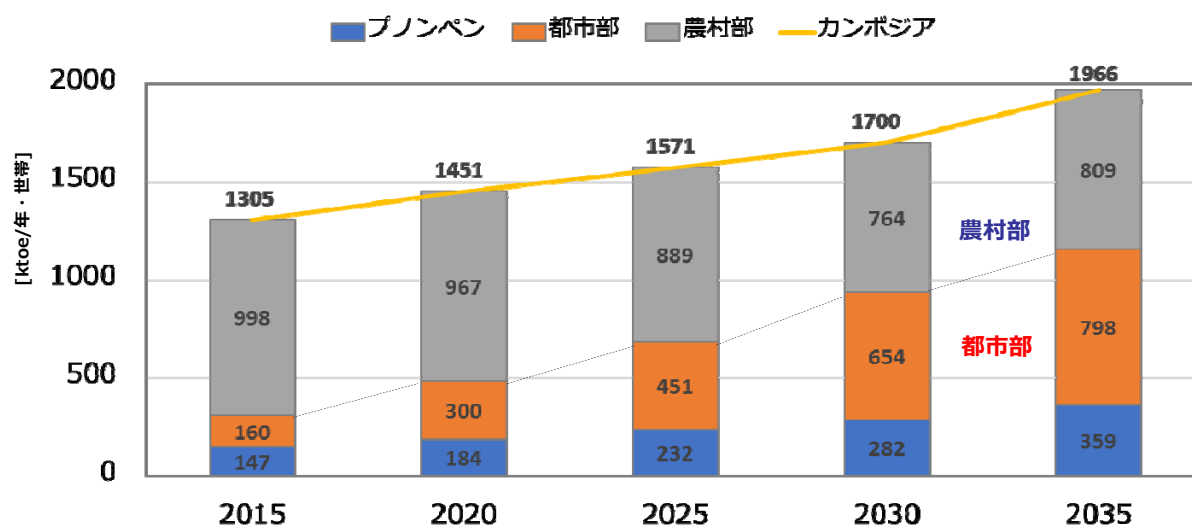


図 世帯予測の将来予測値

世帯所得が一つ上の所得分類に追いつくたびに
生活実態も一つ上の所得分類の設定値を用いる



2015年度から2035年度までに都市部の占める割合が大きくなる

最終エネルギー消費の将来推計手法-シナリオ比較

省エネ政策一覧

表 省エネ政策一覧

カテゴリ		メニュー	詳細
技術	1	断熱性能強化	遮熱材・断熱材を使用し、冷房負荷を削減する
	2	高効率機器	照明や空調に高効率機器を導入する
	3	再生可能エネルギーの利用	太陽光発電等を設置する
ライフスタイル	4	フィードバック	エネルギー消費量の見える化
	5	行動変容	自発的な省エネ意識向上
	6	朝型夜型	ロードカーブのピーク緩和
社会変化	7	世帯人数の制限	世帯人数に制限を設け、世帯数の増加を抑制する
	8	ソーシャルファイナンス	省エネにより一定の給付
規制策	9	排熱税	エアコンや自動車の排熱に税を設ける
	10	エネルギー価格上昇	外圧による省エネ意識向上

経済成長段階別、地域別において効果的な省エネ政策は異なる

→それぞれの効果検証が必要

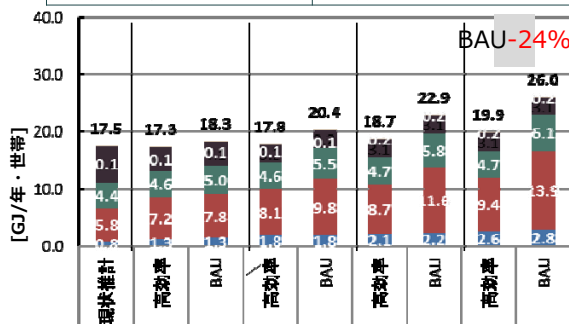
119

最終エネルギー消費の将来推計結果-シナリオ比較

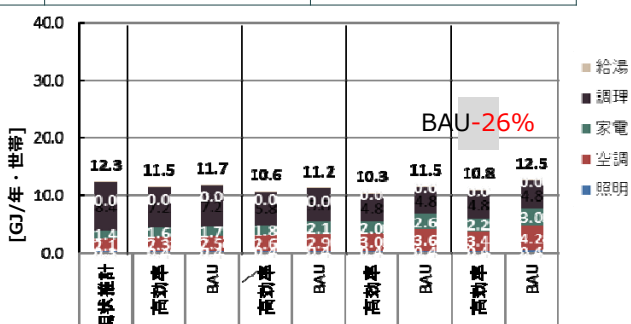
シナリオ1:高効率機器導入

•表 カンボジアにおいて導入を検討する高効率機器

高効率機器	機器性能	2035年までの目標普及率	
		都市部・準都市部	農村部
LED	消費量:蛍光灯の50%	50%	-
エアコン	消費量:標準の60%	50%	-
冷蔵庫	消費量:標準の50%	50%	-
かまど	使用量:標準の70%	-	50%
電気温水器	熱効率:0.9	50%	-



•図 プノムベン-高効率シナリオ用途別世帯あたりエネ消費



•図 プノムベン以外都市部-高効率シナリオ用途別世帯あたりエネ消費

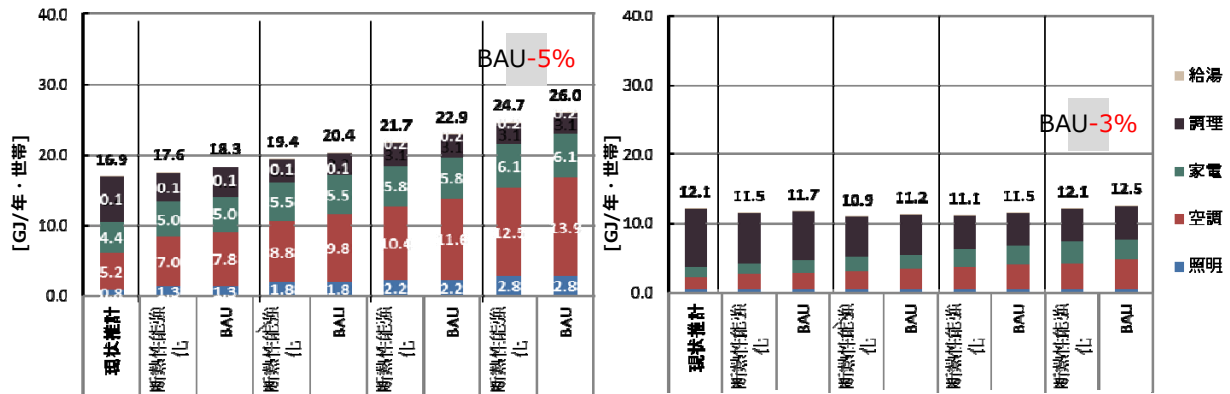
高効率機器の普及率はLEDが3%のみ（2015年度調査）

→各高効率機器の普及率を2035年までに50%とする

120

カンボジアでは壁や屋根への断熱対策が未整備

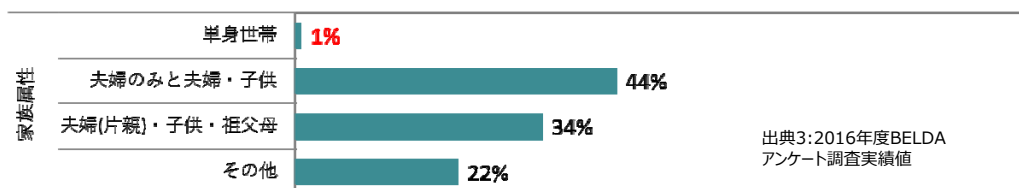
断熱材の導入により、世帯あたりの冷房負荷を抑える



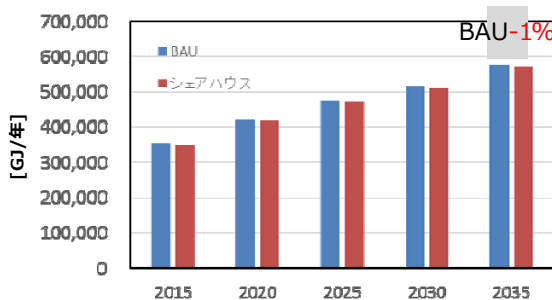
●図 プノンペン-冷房負荷削減用途別世帯あたりエネ消費

●図 プノンペン以外都市部-冷房負荷削減用途別世帯あたりエネ消費

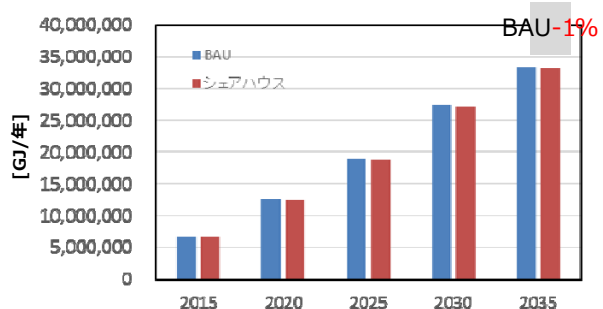
屋根材、壁材の断熱材利用により、
世帯あたり冷房負荷が10%軽減されると仮定



●図 プノンペンにおける家族属性の割合



●図 プノンペン-シナリオ別地域別最エネ消費



●図 プノンペン以外都市部-シナリオ別地域別最エネ消費

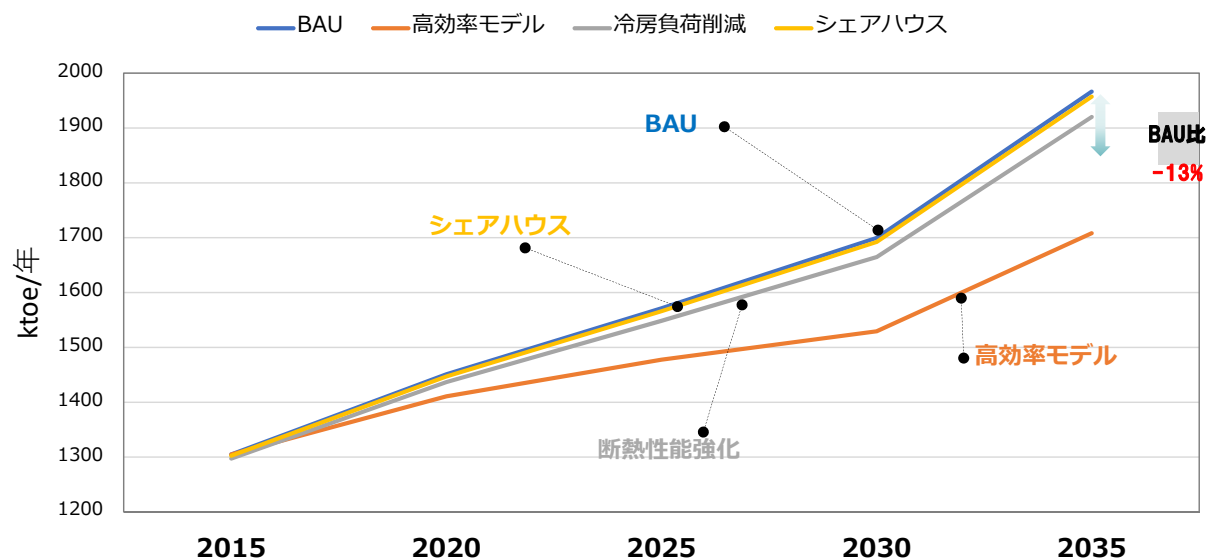
都市部・準都市部の世帯数約1割が単身世帯
→単身世帯を制限し、5人で集まって住んだ場合を想定

最終エネルギー消費の将来推計結果-シナリオ比較

地域別エネルギー消費量の将来予測手法



Waseda University
JYUKANKYO RESEARCH INSTITUTE INC.



最も削減率が高かったのは**高効率機器シナリオ**
→家電製品の普及率には地域差があり、地域別に省エネ施策の提案が必要