

平成27年度

アジアの低炭素社会実現のための
JCM 案件形成可能性調査事業委託業務

(シエムリアップにおける JCM を活用した
低炭素観光都市開発支援調査事業)

最終報告書

平成28年3月

株式会社日本開発政策研究所
一般社団法人海外環境協力センター
アジアゲートウェイ株式会社

目次

目次	2
図表目次	5
略語解説	7
要 約	8
本 文	11
1. カンボジアの概況	12
1.1. 一般的情勢	12
1.1.1. 政治情勢	12
1.1.2. 経済情勢	12
1.1.3. 電力事情	13
1.2. エネルギー政策	16
2.2.1. エネルギー政策	16
1.2.2. エネルギー構成	17
1.2.3. 価格政策	18
1.3. 気候変動政策	19
1.3.1. 関連政策・計画	19
1.3.2. 関連組織体制	21
1.3.3. 再エネ事業の促進策	21
2. 調査概要	22
2.1. 調査の背景と目的	22
2.1.1. 調査の背景	22
2.1.2. 調査目的	23
2.2. 調査の内容と手法	24
2.2.1. 調査内容	24
2.2.2. 調査手法と実施概要	26
2.2.3. 調査体制	29
2.2.4. 調査スケジュール	30

3.	ルーフトップ太陽光発電事業化に向けた事業実施の検討	32
3.1.	ルーフトップ太陽光発電事業の市場調査	32
3.1.1.	産業用ルーフトップ太陽光発電の市場	33
3.1.2.	A-Hotel	33
3.1.3.	B-Hotel	35
3.2.	ルーフトップ太陽光電池の技術特性と優位性	37
3.2.1.	旭硝子製超軽量太陽光電池ライトジュールの特徴	37
3.2.2.	京セラ製ハイブリットシステムの特徴	41
3.3.	現地子会社の設立準備	45
3.3.1.	事業計画	45
3.3.2.	事業リスクと分析	46
3.4.	ルーフトップ太陽光発電の MRV 方法論の構築	46
3.4.1.	適用範囲	46
3.4.2.	適格性要件	46
3.4.3.	リファレンス排出量	47
3.4.4.	プロジェクト排出量	47
3.4.5.	温室効果ガス排出削減量の算定手法	47
3.4.6.	モニタリング手法	47
3.5.	経済効果	48
3.5.1.	ルーフトップ太陽光発電導入による効果	48
3.5.2.	その他経済効果	51
4.	JCM ポテンシャル事業ニーズ調査の結果と今後の取組み	54
4.1.	籾殻バイオマス発電事業	54
4.1.1.	バイオマス発電の技術優位性	54
4.1.2.	バイオマス発電で期待できる GHG 排出削減量の投資対効果.....	55
4.1.3.	シェムリアップ州における都市廃棄物と籾殻の混焼型バイオマス発電事業 の案件形成可能性調査の必要性	56
4.1.4.	バタンバン州における籾殻バイオマス発電事業の案件形成可能性調査の 必要性	60
4.2.	アモルファス変圧器普及事業	61
4.2.1.	アモルファス変圧器の技術優位性	61
4.2.2.	アモルファス変圧器で期待できる GHG 排出削減量の投資対効果.....	63

5. 神奈川県とシェムリアップ州の自治体間連携の意義と活動方針.....	64
5.1. 自治体間連携の目的.....	64
5.2. キャパシティ・ビルディング.....	64
5.2.1. 日本への招聘.....	64
5.2.2. 現地ワークショップ.....	64
5.2.3. ハノイにおける環境都市開発ハイレベル会議での発表.....	64
5.3. 今後の活動方針.....	64
6. 政策提言.....	66

図表目次

表

表 1-1 : カンボジアの電力需要予測	17
表 1-2 : MV 電力価格の削減計画 (単位 : US\$/kWh)	18
表 1-3 : CCCSP の概要	20
表 1-4 : 主要な産業セクターにおける気候変動への対応策策 (2030 年までの削減量)	20
表 3-1 : チラー停止時間	45
表 3-2: リファレンス排出量の試算に用いるデフォルト値	47
表 3-3: モニタリングが必要な値とモニタリング方法	48
表 3-4 : 収支シミュレーションの結果	50
表 3-5 : 年間運用シミュレーション結果	51
表 3-6 : 総事業費 (VAT 含まず)	52
表 4-1 : シェムリアップ州の精米所の経営状況	56
表 4-2 : シェムリアップ州の精米所の電力消費の例	58

図

図 1-1 : GDP および FDI 流入額の推移	12
図 1-2 : 電力供給の状況	13
図 1-3 : 電力供給量の推移	14
図 1-4 : 電源構成	14
図 1-5 : 電力設備容量の構成	15
図 1-6 : セクター別の電力消費量	15
図 1-7 : 電力消費地	16
図 1-8 : 2030 年までのエネルギー構成別の電力供給量の見通し (GWh)	18
図 1-9 : 低炭素社会の実現に向けたカンボジアの戦略	19
図 3-1 : A-Hotel の航空写真	33
図 3-2 : A-Hotel の外観	34
図 3-3 : A-Hotel の屋根裏	34
図 3-4 : A-Hotel の場所(出典 Google map)	35
図 3-5 : 建屋航空写真	35
図 3-6 : 本館屋上	36
図 3-7 : 別棟	36
図 3-8 : ディーゼル発電機	36

図 3-9 : 系統/発電機切替盤	36
図 3-10 : 主幹電力計測結果	37
図 3-11 : 超軽量 太陽電池モジュール「ライトジュール®」と従来品との違い	38
図 3-12 : モジュール単体の重量と 1m ² 当たりの積載荷重	39
図 3-13 : 化学強化特殊ガラスの製造イメージ	40
図 3-14 : PID (Potential Induced Degradation) 試験の結果	40
図 3-15 : PV・ディーゼルハイブリッドシステムの概念 1 (通常連系運転時)	41
図 3-16 : PV・ディーゼルハイブリッドシステムの概念 2 (系統停電時)	42
図 3-17 : 太陽電池モジュール配置図	43
図 3-18 : システム構成図	44
図 3-19 : A-Hotel における太陽光パネルの設置レイアウト	48
図 3-20 : 建物①の部分(太陽光パネル 600 枚設置)における発電シミュレーション	49
図 3-21 : 建物②の部分(太陽光パネル 256 枚設置)における発電シミュレーション	49
図 3-22 : 収支予想	53
図 4-1 : カンボジアのコメ生産量 (粳ベース)	54
図 4-2 : タイへの粳穀輸出と販売価格	55
図 4-3 : シェムリアップ州での粳穀・廃棄物混焼発電事業の候補地	60
図 4-4 : バッタンバン州での粳穀発電事業の候補地	61
図 4-5 : アモルファス変圧器の構造	62
図 4-6 : アモルファス変圧器と従来型変圧器のコスト比較①	62
図 4-7 : アモルファス変圧器と従来型変圧器のコスト比較②	63

略語解説

C2CC	City-to-City Collaboration（都市間連携）
CDM	Clean Development Mechanism（クリーン開発メカニズム）
ISPP	International School of Phnom Penh（プノンペン国際学校）
JCM	Joint Crediting Mechanism（二国間クレジット制度）
WTE	Waste to Energy（廃棄物発電）

要 約

本プロジェクトは、カンボジア王国シェムリアップ市における JCM を活用した低炭素観光都市開発支援の調査事業である。

本調査事業は、シェムリアップ州と神奈川県との「自治体間連携」（または、「都市間連携」という。以下、C2CC (City-to-City Collaboration) という) の枠組みに基づき、2015 年 11 月 5 日に「シェムリアップ州の低炭素観光都市づくりに向けた神奈川県とシェムリアップ集の協力関する覚書」締結を実施し、シェムリアップ市においてエネルギー起源二酸化炭素削減を見込んだ面的な展開や継続的な案件形成を通じて“都市の低炭素化”実現をめざすことを目的としている。クリーンな観光都市を開発するコベネフィットとして、環境保全による世界遺産の保全に直結し、観光振興に貢献する。

主な調査対象として、シェムリアップ市で経営されている既存の 5 ツ星ホテルの屋根を利用した太陽光発電（ルーフトップ太陽光発電）の設置可能性と事業採算性を調査し、「平成 27 年度二国間クレジット制度（JCM）を利用したプロジェクト設備補助事業」に向けた案件形成可能性調査を行った。また、“都市の低炭素化”を推進する新たなプロジェクトとして、①廃棄物（都市ゴミ）と籾殻を利用した混焼型バイオマス発電、②送電ロス削減をめざした高効率変圧器（アモルファス変圧器）の普及促進の JCM ポテンシャル事業のニーズ調査を実施した。さらに、平成 26 年度に実施した「エコモビリティ事業（電動ルモータ（ツクツク）の導入）」との連携可能性、つまりホテルのルーフトップ太陽光発電の電気を使って走行するモデルが実用的かどうかの検討を行った。

本調査事業の結果と実績は以下のとおりである。

- ① シェムリアップ市の 3 つの 5 ツ星ホテル（A Hotel、B Hotel、C Hotel）を対象に JCM 設備補助に応募を行う準備が整い、「平成 28 年度二国間クレジットクレジット制度」資金支援事業のうち設備補助事業に応募する。その概要は下表のとおりである。

タイトル	3 つの 5 ツ星ホテルへのルーフトップ太陽光発電導入
JCM 事業の内容	当該対象ホテルにおいて、合計で約 2.2MW のルーフトップ太陽光発電システムを現地業者に EPC と O&M を委託する。
対象技術	ルーフトップ太陽光発電システム
概算事業費	約 4.5 億円

	※4 千万円/200kW (VAT 除く) を想定
MRV 方法論	カンボジアにおける超軽量 PV パネルを用いた発電 (附属資料 1)
温室効果ガス排出削減量	約 2,101 tCO ₂ e/年
コベネフィット	ディーゼル発電代替による電気代の節約と騒音対策

- ② 混焼型バイオマス発電事業とアモルファス変圧器の普及促進事業は、平成 28 年度に JCM 案件形成可能性調査を独自に実施する予定である。
- ③ 本調査事業の派生プロジェクトとして、プノンペン首都に位置するプノンペン国際学校 (ISPP) を対象として「平成 27 年度二国間クレジットクレジット制度 (JCM) を利用したプロジェクト設備補助事業」に応募し、ルーフトップ太陽光発電事業の採択の内示を受け、その交付申請を行った。その概要は下表のとおりである。

タイトル	ISPP へのルーフトップ太陽光発電導入
JCM 事業の内容	当該対象ホテルにおいて、合計で約 200kW のルーフトップ太陽光発電システムを現地業者に EPC と O&M を委託する。
対象技術	ルーフトップ太陽光発電システム
概算事業費	約 4 千万円 (VAT 除く)
MRV 方法論	カンボジアにおける超軽量 PV パネルを用いた発電 (附属資料 1)
温室効果ガス排出削減量	約 191 tCO ₂ e/年
コベネフィット	電力公社 (EDC) の高額な電気代とディーゼル発電代替による電気代の節約と騒音対策

- ④ シェムリアップ州と神奈川県は C2CC 覚書を 2015 年 11 月に締結し、シェムリアップ市の都市低炭素化を図ることを目指すことを決定した。シェムリアップ州政府とシェムリアップ市は、キャパシティ・ビルディングと低炭素化に向けたマスタープランの策定、及びパイロットプロジェクトの実施の支援を日本政府・神奈川県に公式要請している。少なくとも向こう 3 年間に渡って、技術供与、行政ノウハウ提供、経済協力などの取り組みを通じて、具体的な成果を出すことが重要であると考えている。

- ⑤ この C2CC に基づき「エネルギーの地産地消推進」を行う事業実施をめざす。「エネルギー地産地消推進事業」とは、創エネと省エネによるエネルギー地産地消とそれをコントロールするシステムから構成される。具体的には、ホテルや州・市政府保有施設を対象としたルーフトップ太陽光発電と廃棄物バイオマス発電を創エネとして推進を図り、二重ガラスの省エネ型建築ガラスを推奨し、エアコンや照明も高効率な設備に切り替える省エネ推奨を実施することである。そして、レドックスフロー蓄電池と系統電源との連携によるスマートグリッドシステム(ADS: Automated Distribution System 等)の導入によりエネルギー供給自立化を推進する。国際観光客のモビリティを、電動車両を使用して低炭素化を推進し、“地消”の政策としてその消費電力は再エネを充電源とする「EV 観光」事業を推進する。さらに大型ホテルにおける省エネ設備の導入と市政府と協力した CEMS (Community Energy Management System) の導入を図り「都市まるごと創エネ・省エネ見える化」と CEMS 導入による効果およびホテルにおける省エネ効果をモニタリングする。この事業実施により都市の低炭素化を図り、アンコール遺跡保全と観光振興を促し地域経済活性化を図る。

今後、都市間連携に基づき、JCM を含む日本政府の事業支援資金スキームを活用し、日本の自治体による技術協力や民間企業の技術導入を行うことで、シェムリアップ市の課題解決と都市の低炭素化を推進することができると考えられる。

本 文

1. カンボジアの概況

1.1. 一般的情勢

1.1.1. 政治情勢

カンボジアでは、1998 年以來、フンセン首相率いる人民党が安定政権を維持している。2013 年 7 月に実施された前回の国民議会総選挙では、与党が再選を果たしたと発表された後に、選挙に不正があったとの指摘が野党救国党から持ち上げられ、野党が再選挙等を求めて断続的にデモを行うなど、政治・社会情勢の混乱を招く結果となった。最終的には、最低賃金引き上げ等の野党側の意向を勘案する形で与野党が合意し、フンセン首相が正式に再任され、人民党がさらに 5 年間政権を獲得している。次期総選挙は 2018 年に予定されており、政財界から今後の両党の動向が注視されている状況である。

1.1.2. 経済情勢

経済面では、過去の半世紀に亘る内戦や内政混乱後、ASEANやWTO加盟に伴い投資および経済関連の法整備を推進したことにより、外国直接投資の誘致に成功している。2005～07年のGDP成長率は二桁台、2008年のリーマンショック後の2010年以降も5～7%と堅調な成長を維持し、2016年以降も7%の成長率を見込んでいる¹。また、外国投資流入額は、2009年には、5億ドルと落ち込んだものの、それ以降は、増加傾向にあり、2014年は18億ドルに達している。今後も、ASEAN自由貿易協定による関税障壁の撤廃の動きが段階的に実現することにより、さらに域内経済の活性化が期待できる。

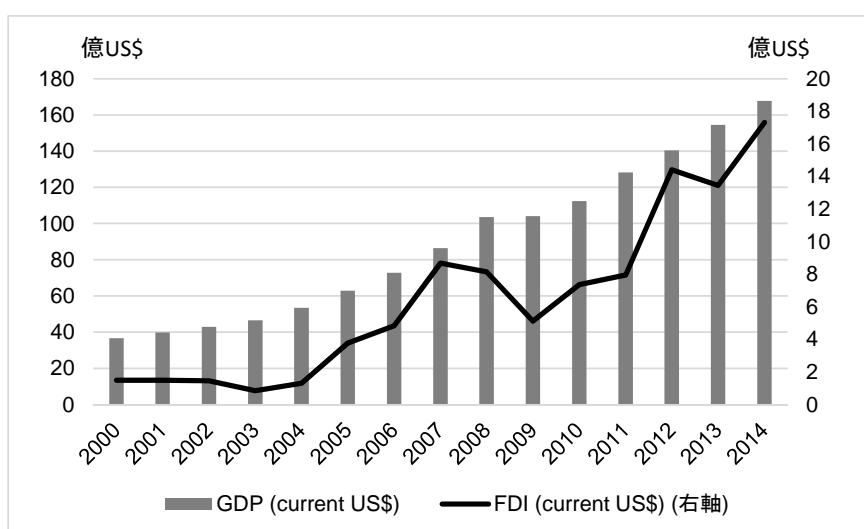


図 1-1 : GDP および FDI 流入額の推移

(出所 : World Development Indicators, World Bank 2015)

¹ ADB Key Indicators Cambodia 2015

カンボジアの産業構成は、GDP への貢献額ベースでは、農業 30%、製造業 27%、サービス業 42%となっている。直接投資額ベースでは、近年は近隣諸国からカンボジアへの生産拠点分散化が進んだことも影響し、これまでの観光業および縫製業に加え、自動車部品や農業製品加工などへの投資も増加し、産業の多様化が進みつつある。他方で、2014 年の実績では、全体の投資額の 24.8%が観光業に向けられており、国際観光客数は 2014 年に 450 万人を超え、引き続き観光業が経済産業成長の牽引役となるという動向も確認できる²。

1.1.3. 電力事情

上述のとおり、近年の持続的な経済成長により産業分野で電力需要が増加し、人口も社会経済の安定を背景に年率1.5%程度の伸び率で増加し、都市住民の生活水準の向上も電力需要を押し上げる要因となっている。しかしながら、カンボジアにおける電力インフラ整備の状況は、周辺諸国と比較しても脆弱であり、特に電力供給能力の不足と送電網整備の遅れが課題となっている。その結果、自家発電を含む既存設備の大半は小型ディーゼ発電に依存しているため、電力料金は域内でも突出して高いものとなっている。

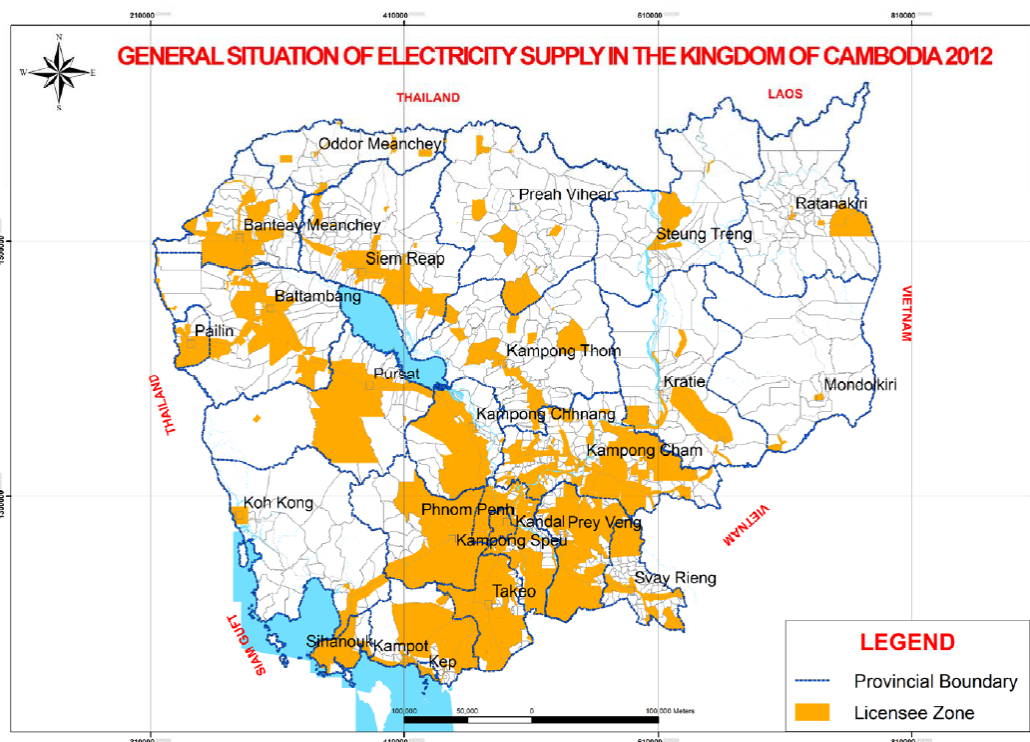


図 1-2 : 電力供給の状況
(出所：EAC年次報告書2012年)

² JETRO 世界貿易投資報告 2015 年度版

カンボジアにおける発電電力量は、輸入電力を含めて、約5000GWhである。輸入電力は、2007年からタイ、2009年からベトナム、2010年からラオスから供給が開始され、2010年には電力発電量の約6割を輸入電力が占める状況であった。近年は、国内電力の増強を積極的に進めており、2014年時点での輸入電力は全体の4割程度となっている。

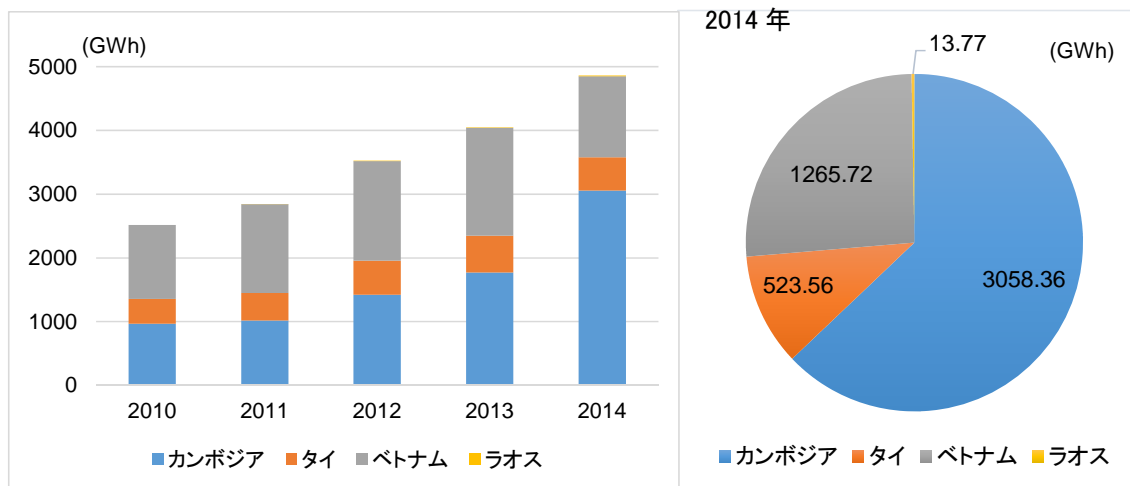


図 1-3：電力供給量の推移
(出所：EAC 年次報告書 (2005-2014))

自国発電電力量における電源構成を見ると、2011年以前は、ほぼ全量をディーゼル発電に依存していた。近年は、旺盛な電力需要を賄うため、200～300MW程の大規模な水力発電および火力発電の電源開発が促進され、稼働開始されてきたことから、2014年は、水力発電が6割、石炭火力が3割、ディーゼル発電が1割という構成となっている。

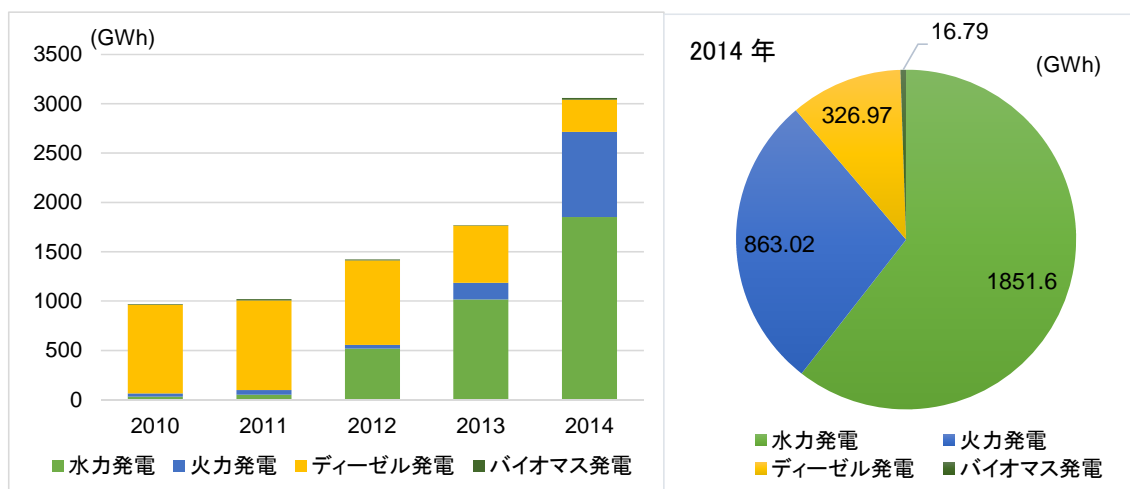


図 1-4：電源構成
(出所：EAC 年次報告書 (2005-2014))

なお、カンボジアの電力供給は、主に国営電力会社（EDC：Electricite Du Cambodge）、独立系電力事業者（IPP：Independent Power Producers）と輸入電力からの供給となっている。そのうち、電力設備容量の内訳を見ると、約76%をIPPが占め、EDCが4%、輸入電力が20%となり、IPP事業の果たす重要性が確認出来る。

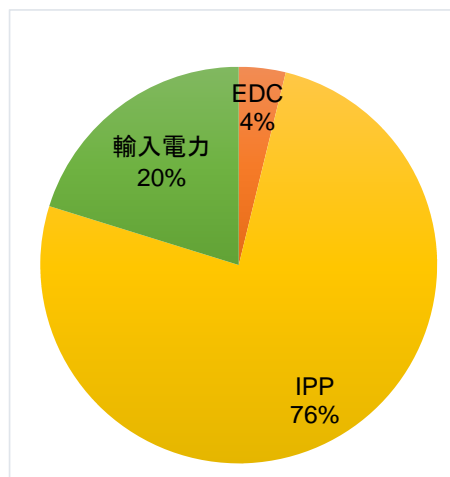


図 1-5：電力設備容量の構成
(出所：EAC 年次報告書 2014)

電力消費量は、2010年以降は年間平均20%で増加している状況であり、過去5年間で倍増し、2014年には4,152GWhとなっている。セクター別の電力消費量を見ると、2014年では、住宅、商業、産業、配電業者用がそれぞれ20-30%を占めている。2010年から比較すると、系統電力が接続されていない地域の電力消費が拡大していることが確認出来る。

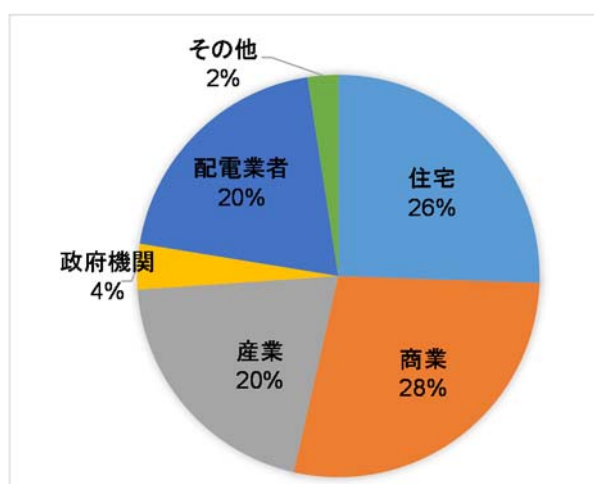


図 1-6：セクター別の電力消費量
(出所：EDC2014 年次報告書)

また、電力消費地は、主要都市に集中しており、プノンペン都の一極集中が顕著である。EDCの電力販売量ベースでは、プノンペン都が年間 2955,61GWhであり、全国の電力販売量の71%を占め、続いてシェムリアップ州が8%、その他の州が21%となっている。

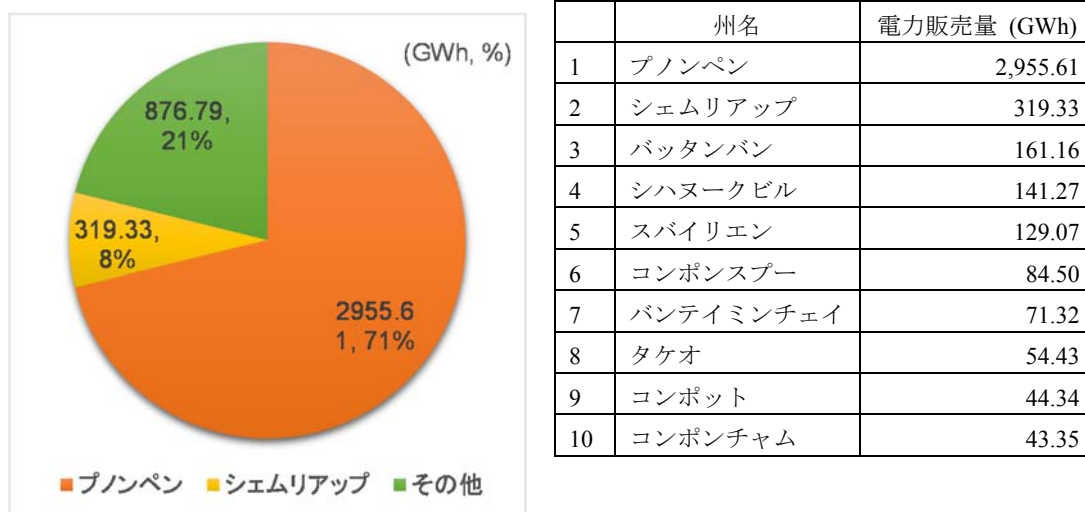


図 1-7：電力消費地

(出所：EDC2014 年次報告書)

シェムリアップ地域を見ると、電力容量は90.50MW、ピーク需要は59.39MW、電力供給量は346.46GWhである。電力の供給源は、系統電力、タイからの輸入電力、ディーゼルによる自家発電となっている。なお、現在は大型水力発電と送電網が接続されたことから、系統電力からの電力供給量は確保できる状況であるとの情報を得ている。しかしながら、系統電力に接続されていない地域においては、引き続き独立系配電業者を経由した電力供給が行われており、高額な電力価格が課題である。

1.2. エネルギー政策

1.2.1. エネルギー政策

カンボジア政府によるエネルギー戦略としては、電力セクター戦略 (Power Sector Strategy 1999-2016) が策定されており、その政策目標としては以下が掲げられている。

1. カンボジア全土に適正価格で電力供給を行う
2. 投資誘致および経済開発を促進する安定的で安価な電力供給を実現する
3. 環境的・社会的に受け入れられるエネルギー資源の開発の推進する
4. 環境への影響を最小限に抑えた効率的な電力利用の推進する

また、エネルギー政策の中では、地方電化が重要項目と位置づけられ、2007年に再生エネルギーによる地方電化政策（Rural Electrification by Renewable Energy Policy）が策定された。地方電化の目標としては、2020年までに全村落が電力にアクセス出来ること、2030年までに全家庭の70%がグリッド接続と同様のサービスを受けることが可能になること、が掲げられている。

電力開発計画としては、2020年までの電源開発計画および送配電網整備マスタープランが毎年更新されている。現在、鉱業エネルギー省（MME）により電力マスタープランが改訂され、改訂版が閣議に提出されている状況である。現状の需要の伸びが大きいことから、改訂マスタープランでは、2030年までの需要予測のハイケースをベースケースとして考える方向にあるとの報告を受けている。現時点で公式発表されている、電力需要予測のベースケースは、以下とおり。

表 1-1：カンボジアの電力需要予測

ベースケース	2014	2020	2025
全国のピーク電力需要 (MW)	887	1,681	2,678
全国の電力量需要 (GWh)	4,954	9,406	14,951

注：2014年の数値は、実績を示したものの。

（出所：EDC2014年次報告書）

1.2.2. エネルギー構成

今後は、輸入電力を低減させ、2020年頃には電力自給率100%を達成する方針を掲げている。エネルギー構成としては、積極的に水力発電を増強し、乾季の不安定な電力供給量を補完する形で石炭火力発電を開発していく計画となっている。2024年以降に天然ガスが調達可能であれば、天然ガス発電が石炭火力発電を代替するようなエネルギー構成が検討されている。

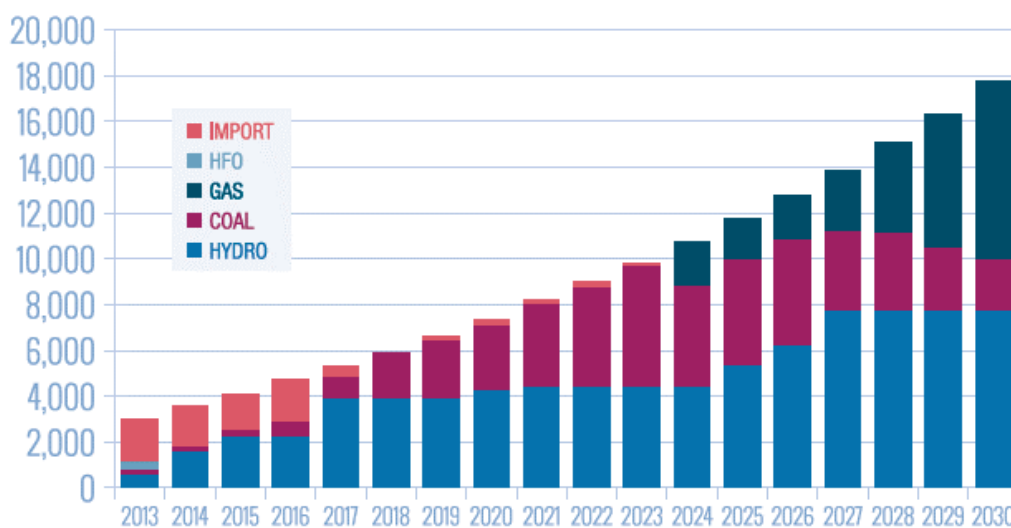


図 1-8：2030 年までのエネルギー構成別の電力供給量の見通し (GWh)

(出所：MME、2015 年 9 月)

再生可能エネルギーの関連では、水力発電に偏重しており、太陽光やバイオマスを含む発電源の開発については、農村電化政策の中でその役割の重要性が認識されている。今後は、乾季における電力の安定供給を目的として、水力以外の商業規模レベルの再生可能エネルギーの開発も促進する協議が行われている。カンボジア政府は、ドナー等との協議の中で、特に太陽光発電を増強し、既存のピーク電源の 10%となる約 100MW をターゲットとして検討可能との考えを示している。

1.2.3. 価格政策

カンボジア政府は、外国投資の誘致および経済産業開発を促進するため、電力料金の低減に努めている。水力発電の増強および今後の計画を見越し、下図表の通り、段階的な料金低下の計画を発表している。さらに、2020 年までに都市部と農村部の電力価格の格差をなくす方針で、最終的なエンドユーザーの販売価格は、750 リエルを目標として設定している。

表 1-2：MV 電力価格の削減計画 (単位：US\$/kWh)

	2015	2016	2017	2018	2019	2020
変電所から直接接続 (産業・商業)	0.129			0.126		
プノンペン・カンダルグリット	0.177	0.172	0.167	0.165	0.163	0.162
プノンペングリット以外	0.1725	0.1675	0.165	0.164		

(出所：CDC Presentation 2015 年 2 月)

1.3. 気候変動政策

1.3.1. 関連政策・計画

カンボジアでは、低炭素発展に向けた国内法の整備や政策の立案を行ってきた。四辺形戦略 III および国家戦略的開発計画 2014-2018 年を根幹の戦略とし、グリーン開発に係る国家政策及び国家戦略計画 2013-2023 年およびカンボジア気候変動戦略計画 2013-2023 年が中心的な計画となっている。なお、具体的な実施スキームの中には、JCM や CDM も位置付けられている。

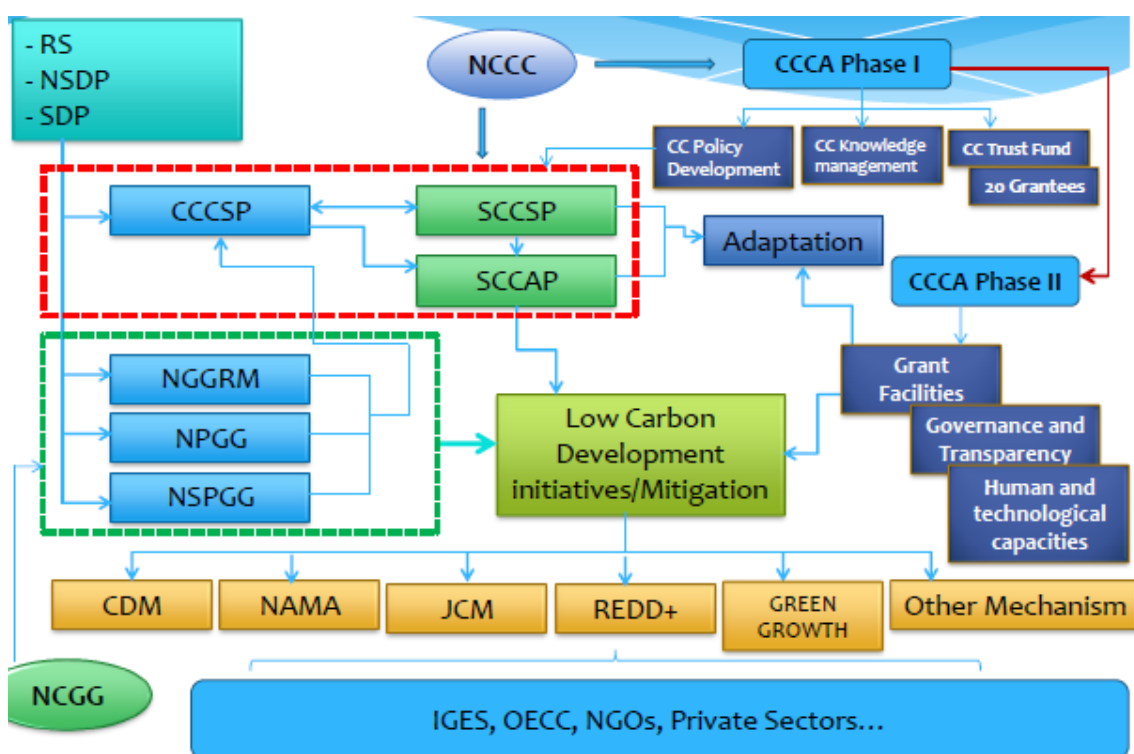


図 1-9：低炭素社会の実現に向けたカンボジアの戦略

(出所：Towards Low Carbon Strategy in Cambodia、2014年LoCARNetセミナー資料)

2013年3月に策定された「グリーン開発に係る国家政策及び国家戦略計画2013-2023年 (National Policy on Green Growth and National Strategic Plan on Green Growth (NGGSP) 2013-2030)」では、経済開発の取り組みと環境保護、文化保全、社会的安定や自然資源の持続的な消費とのバランスを重視する方針が打ち出されている。また、NGGSPでは、グリーン技術を活用するグリーン投資の推進も挙げられている。

また、2013年10月には気候変動対応のための政策として、「カンボジア気候変動戦略計画2014-2023年（Cambodia Climate Change Strategic Plan（CCCSP）2014-2023）」が策定され、国家政策の中に位置づけた。この計画は、国家の開発と気候変動への影響を考慮し、国際社会と強調する形で、GHGを削減し、低炭素開発に寄与することを目的としている。CCCSPの概要は以下のとおり。CCCSPの実施計画における各省庁の行動計画は、現在作成中であり、現時点では具体的な計画は策定されていない。

表 1-3：CCCSPの概要

戦略的な目的	実施フェーズ
1. 食料、水、エネルギー安全保障の向上による気候変動への対応力強化	短期（2013-2014） <ul style="list-style-type: none"> CCCSPの実施のために必要な組織的、資金的な調整を行う モニタリングと評価の枠組みおよび指標の設定 各省庁の行動計画（2014-2108）策定 中期（2014-2108） <ul style="list-style-type: none"> 気候変動対応基金やグリーン気候基金の認定 研究、知識の共有、能力強化 気候変動行動計画の優先プロジェクトの実施 長期（2019-2023） <ul style="list-style-type: none"> 成功事例のスケールアップを目的とした研究と学習 国家、地域のプログラムにおける気候変動の主流化
2. 産業、地域、ジェンダー別の気候変動に対する脆弱性を削減	
3. 重要な生態系（トンレサップ湖、メコン川、沿岸、高地）や文化遺産の保護	
4. 持続可能な開発を支援するための低炭素計画と技術の促進	
5. 気候変動対応能力、知識、意識の向上	
6. 気候変動による被害や損失を低減するため社会的保護、参加型アプローチを推進	
7. 気候変動対応のための国家の組織と連携の枠組みの強化	
8. 地域および世界的な気候変動対応への積極的な参加と連携の強化	

（出所：カンボジア気候変動戦略計画2014-2023年）

なお、直近の動きとして、UNFCCCの枠組みの中でカンボジア政府としてCOP21に提出された、気候変動に対する具体的な対応策は以下の通り。対象セクター別の優先的なアクションが明記され、CO₂削減量の数値目標も示されている。

表 1-4：主要な産業セクターにおける気候変動への対応策策（2030年までの削減量）

セクター	優先的なアクション	GgCO ₂ eq削減量（2030年比）
エネルギー産業	<ul style="list-style-type: none"> 再生可能エネルギー（太陽光、水力、バイオマス、バイオガス）とナショナルグリッドおよび地方グリッドとの接続 	1,800（16%）

	<ul style="list-style-type: none"> 住宅用太陽光発電システム、小水力発電などのオフグリッドの電力 利用者の電力利用効率の向上を推進 	
製造業	<ul style="list-style-type: none"> 縫製工場、精米所、レンガ窯における再生エネルギー利用とエネルギー効率化の採用を推進 	727 (7%)
輸送産業	<ul style="list-style-type: none"> 大量公共交通機関の推進 自動車の検査やエコドライブによる車両の運営維持管理の向上、ハイブリッド車や電気自動車・自転車の利用率向上 	390 (3%)
その他	<ul style="list-style-type: none"> ビルのエネルギー効率の向上、より効率的な調理用ストーブの促進 バイオダイジェスターや水フィルター等の利用による廃棄物からの排出量の削減 灌漑や家庭用ランプでの再生可能エネルギーの利用 	155 (1%)
合計		3,100 (27%)

(出所：2015年COP21提出書類：Intended Nationally Determined Contribution to the UNFCCC)

1.3.2. 関連組織体制

上記の政策および戦略の実施部隊として、当初は、National Council of Green Growth (NCGC) と National Council of Sustainable Development (NCSDD) が設立されたが、業務の重複等の課題が顕在化したことにより、現在は、気候変動の施策および実施に関する機関は NCSDD に統合される形となっている。NCSDD は、省庁横断型の組織として、議長をフンセン首相と環境大臣とし、構成員としては、MOE、MME、EDC、EAC、MOEF 等の関係省庁が含まれている。

1.3.3. 再エネ事業の促進策

再生可能エネルギー事業への優遇措置として、2009 年に太陽光発電設備の輸入関税が 30%から 7%に削減された。しかしながら、再エネ事業の普及のためには、さらなる政策的支援が必要であり、現在はドナー機関等が主導となり、再エネ関連設備の輸入関税免税に関する議論が行われている状況である。また、FIT 制度の導入に関する議論も継続的に行われているが、カンボジア政府としては、制度導入による国家メリットを具体的に検討した上で、慎重に検討する必要があるという認識である。

2. 調査概要

2.1. 調査の背景と目的

2.1.1. 調査の背景

アンコール遺跡はカンボジア王国北西部のシェムリアップ市(人口約 256,018 人、2015 年)近郊に位置する遺跡群である。9 世紀～14 世紀に栄えたクメール王朝の首都の建築物・美術品が残されており、1992 年に国際連合教育科学文化機関 (UNESCO) の世界文化遺産に登録されている。年間約 502 万人 (2014 年) の観光客 (うち、約 235 万人が国際観光客) が訪れるカンボジアの主要な観光地であり、GDP の約 1 割以上を観光業が占めるカンボジア経済をけん引する存在となっている。

他方でシェムリアップ市及びアンコール遺跡地域は、人口及び観光客の急増に伴い上水道・電力・道路等のインフラ整備や廃棄物処理・排水処理等の環境対策の遅れが課題になっている。また、排ガス対策・整備が不十分な車両からの汚染物質の排出、ホテルで使用する大型ディーゼル発電機、集積廃棄物の野焼き等に起因する大気汚染が深刻化している。シェムリアップ市が観光都市として持続的に発展をしていくためには、環境に配慮した低炭素型社会への移行が不可欠である。

シェムリアップ州知事及びシェムリアップ市長は、シェムリアップ市が、アジアを代表する「低炭素観光都市」として発展していくために、「環境」、「交通」、「貧困層の不法居住」に重点を置いて都市マスタープランを改定し、個別計画を策定・実施している。これらの計画策定・実施に際して、知見を持つ日本の地方自治体・民間企業からの支援に期待が寄せられている。

一方、日本国政府は、優れた低炭素技術・製品の途上国への普及等を積極的に推進して、世界規模での地球温暖化対策を進めていくため、「クリーン開発メカニズム CDM(以下、CDM: Clean Development Mechanism)」を補完する制度として、「二国間クレジット制度(以下、JCM(Joint Crediting Mechanism))」の構築を行っている。日本国政府は、既に、2016 年 2 月現在、アジアやアフリカ諸国等 (合計 16 か国) との間で JCM 制度に関する二国間文書に署名し、カンボジア王国も具体的な運用を開始しつつあり、JCM 制度を活用した優れた低炭素技術の普及に期待が寄せられている。

また、本プロジェクトの調査期間中、2015 年 11 月 30 日から 12 月 12 日まで、フランス・パリにおいて、国連気候変動枠組条約第 21 回締約国会議(COP21) が開催された。丸山環境大臣を筆頭とする日本政府代表団は、COP21 で、法的枠組みである「パリ協定」を含む COP 決定が採択されたことを発表し、我が国としては、すべての国が参加し、公平かつ実効的な枠組みとなることを高く評価した。

「パリ協定」においては、

- 世界共通の長期目標として2°C目標のみならず1.5°Cへの言及
- 主要排出国を含むすべての国が削減目標を5年ごとに提出・更新すること、共通かつ柔軟な方法でその実施状況を報告し、レビューを受けること
- JCMを含む市場メカニズムの活用が位置付けられたこと
- 森林等の吸収源の保全・強化の重要性、途上国の森林減少・劣化からの排出を抑制する仕組み
- 適応の長期目標の設定及び各国の適応計画プロセスと行動の実施
- 先進国が引き続き資金を提供することと並んで途上国も自主的に資金を提供すること
- イノベーションの重要性が位置づけられたこと
- 5年ごとに世界全体の状況を把握する仕組み
- 協定の発効要件に国数及び排出量を用いるとしたこと
- 「仙台防災枠組」への言及(COP決定)

が含まれている。

2.1.2. 調査目的

以上の背景の下、「平成27年度アジアの低炭素社会実現のためのJCM案件形成可能性調査事業委託業務 シェムリアップにおけるJCMを活用した低炭素観光都市開発支援調査事業」(以下、本プロジェクト)では、下記を調査目的とした。

- シェムリアップ市においてエネルギー起源二酸化炭素削減を見込んだ面的な展開や継続的な案件形成を通じて「都市の低炭素化」の実現を目指す
- カンボジア王国の中央政府を対象に「低炭素観光都市」構築に向け相手国ニーズの把握とJCM事業化ポテンシャルの調査を実施
- JCMクレジット獲得を狙い、シェムリアップ市の5つ星ホテルのルーフトップ太陽光発電(屋根置き太陽光発電)事業を対象に事業化の準備
- 二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金(リープフロッグ型発展の実現に向けた資金支援事業のうち、二国間クレジット制度を利用したプロジェクト設備補助事業(以下、JCM設備補助事業))の平成27年度二次募集に応募するための準備
- JCMポテンシャル事業ニーズ調査として、「靱殻バイオマス発電(再エネ分野)」と「高効率送配電設備(アモルファス変圧器)(省エネ分野)」、さらに「観光都市交通整備」のニーズとJCM案件形成可能性を調査

2.2. 調査の内容と手法

2.2.1. 調査内容

本プロジェクトでは、シェムリアップ市の「低炭素観光都市化（JCM を活用した低炭素観光都市形成）」をめざし、シェムリアップ州と神奈川県との自治体間連携を実現し、神奈川県 の指導のもと、「地域分散自立型再生可能エネルギー事業（以下、再生可能エネルギー設備導入事業）」と「観光都市交通整備事業」の2つのセクターを対象として、JCM 設備補助事業への交付申請を諮った。特に、再生可能エネルギー設備導入事業は、「太陽光発電設備導入事業」を対象にした。

そこで、シェムリアップ市都市マスタープランのうち、エネルギー分野・交通分野を中心として改定の状況と今後の計画のレビューを行い、低炭素化に向けた戦略を立案した。しかし、本プロジェクトの実施は、近隣州のみならずカンボジア全土を見据えた面的な考察も不可欠であり、シェムリアップ州以外の案件にも派生した。その結果、プノンペン都、バッタバンバンにおける JCM 案件形成可能性調査の活動も行った。

株式会社日本開発政策研究所（以下、JDI）の子会社であるアジアゲートウェイ株式会社（以下、AG）は、本プロジェクトの目的であった JCM 設備補助事業の平成 27 年度二次公募に応募し、2015 年 12 月 18 日に、公益財団法人地球環境センター（GEC）に太陽光発電設備導入事業の交付申請を行った。さらに、AG は太陽光発電設備導入事業をシェムリアップ州はもとよりカンボジア国内で実施するために、AG のカンボジア子会社の設立準備を諮った。

以上の調査の方針に基づき、本プロジェクトの調査内容をまとめると、以下の通りである。

(1) 太陽光発電設備導入可能性調査（以下、ルーフトップ太陽光発電事業化調査）

- 2014 年度の太陽光発電事業者の発掘を踏まえ、調査先はシェムリアップ市の 5 ツ星・4 ツ星ホテル、学校等の公共施設を対象とした。
- 当該事業を、ルーフトップ太陽光発電の据付・設置・保守事業と独立系発電事業 (IPP: Independent Power Producer) に分け、民間による事業化の準備（事業計画の策定、財務計画の策定、資金調達、現地子会社設立等）を実施した。
- 調査先の太陽光発電のニーズを把握し、設置場所の視察、機材の性能比較、調達先・据付・設置業者選定、設備導入の投資対効果を算定、資金調達と支払い条件の整理、導入に向けた提案と導入スケジュールの作成等を実施した。
- JCM 設備補助事業を実施するために、カンボジア国内の企業の中から太陽光発電

の EPC（Engineering, Procurement and Construction）と O&MM（Operation & Maintenance, Monitoring）業者を選定し、パートナーシップの樹立を図った。

- 現地 EPC/O&MM 業者との協業を前提にした AG のカンボジア子会社の設立に向けて事業計画・数値計画の策定と資金調達を行った。現在、その子会社設立に向けて起業登記中である。当該子会社は、日系企業とカンボジア現地企業との合弁会社として、ルーフトップ太陽光発電事業を主に営む予定である。
- カンボジアにおけるルーフトップ太陽光発電のニーズ調査とカンボジア政府の再生可能エネルギーへの取り組み調査を実施した。その調査結果に伴い、プノンペン都におけるルーフトップ太陽光発電施設の導入見込み先の発掘も行った。

(2) JCM ポテンシャル事業ニーズ調査

- 「籾殻バイオマス発電設備導入事業」のポテンシャルを調査するために、大規模な米産地であるシェムリアップ州の近隣州、バタンバン州とバンテイミンチェイ州、そしてカンボジア国境に近いタイ側の調査を実施した。
- 「都市廃棄物と籾殻の混焼型バイオマス発電設備導入事業」のポテンシャルを調査するために、シェムリアップ市の都市廃棄物集積場を視察し、その再利用の可能性を調査し、シェムリアップ州の籾殻集約可能性とその集約量を調査した。
- 「高効率送配電設備（アモルファス変圧器）導入事業」のポテンシャルを調査するために、電力公社のニーズ調査と既存変圧器の販売ルート进行调查した。その結果、カンボジア国内で新たにアモルファス変圧器の組み立てを行う方向を模索することになった。
- 「観光都市交通整備事業」分野調査として、2014 年度実施した JCM 案件形成可能性調査の電動車両（電動ルモート（カンボジアのパラトランジット車両））導入による外国人観光客のモビリティ向上を狙う「アンコールモビリティサービス」の事業化のための資金調達と運営会社の設立を準備した。「観光都市交通整備事業」の補完政策として下記のポテンシャル調査を実施した。
 - ✓ 電動バイクの普及促進の可能性調査
 - ✓ シェムリアップ市の都市交通整備の可能性調査

(3) 自治体間連携の実現

- 低炭素社会形成のためのノウハウを有する本邦自治体である神奈川県とシェムリアップ州は、2015 年 11 月 5 日「シェムリアップ州の低炭素観光都市づくりに向けた神奈川県とシェムリアップ州の協力に関する覚書」を締結し、自治体間連

携を実現した。この提携の趣意と目的を広く発信するために、現地でキックオフ会議とセミナーを実施し、今後の活動方針について整理した。

- ・ 神奈川県及び県内市町村の協力を得て、再エネ・省エネ分野の技術を活用した低炭素観光都市づくりの支援と日本の法制度・技術の相手国への導入可能性を模索した。

2.2.2. 調査手法と実施概要

本プロジェクトで用いた調査手法と実施概要は主に以下の通りとなる。

(1) ルーフトップ太陽光発電事業調査

ルーフトップ太陽光発電事業は、AG と AG のカンボジア子会社が事業実施をしていくことを目標に調査を行った。下記がその実施した概要である。

- ① 電力公社、鉱業・エネルギー省、電力庁等へのヒアリングを通して、カンボジア国内とシェムリアップ市のエネルギー供給に関する既存のプロジェクト・今後の計画のレビュー・太陽光発電のグリッドへの接続条件、売電価格、その他法制度に関するヒアリングを実施
- ② シェムリアップ市のホテル等の敷地・屋上への太陽光発電設備の設置可能性の検討・発電見込量のシミュレーションを実施。屋上図面のレビュー及び実地調査を通して、設置場所の現状の確認、取付け工法と建築構造物への耐荷重検討を行い、太陽光発電設備の設置可能性を調査した。また、グリッド接続した場合の問題点を検証し、導入可能な太陽光発電設備の仕様及び発電量を見込んだ。
- ③ JDI、AG 及び一般社団法人海外環境協力センター（以下、OECC）は、神奈川県とシェムリアップ州との「自治体間連携」を支援し、2015年11月5日にMOU（Memorandum of Understanding）を締結した。
- ④ この連携により、神奈川県の経験をシェムリアップ市に紹介し、シェムリアップ市が敷地・屋上等に太陽光発電設備の設置を推進する方針を決定したことを確認した。
- ⑤ JCM 設備補助事業を効率的に実施・推進する組織として国際コンソーシアムの形成を行った。
- ⑥ 現地のEPCパートナー候補企業を複数比較し、Solar Partners Asia (Cambodia)（以下、SPAC）を選定した。また、AG のカンボジア子会社の設立を検討し、資金調達を行い、設立準備を行った。
- ⑦ AG のカンボジア子会社と SPAC の業務提携を推進し、ルーフトップ太陽光発電

事業の事業計画・資金計画等を検討し、JCM 設備補助事業の準備を行った。

- ⑧ AG が国際コンソーシアムの代表事業者になり、AG は補助事業を的確に遂行するに足る実績・能力・実施体制を構築し技術的能力の研鑽を積んだ。
- ⑨ AG のカンボジア子会社の太陽光発電事業の事業計画（案）を作成した。ルーフトップ太陽光発電設備の設計・据付・保守事業モデル（以下、インストーラー事業）だけではなく、ルーフトップオーナー工場などへの IPP(独立発電事業者：Independent Power Provider)型の運営維持管理を含めた直売電事業モデル（以下、IPP 直売電事業）、さらには、電動車両への給電を含めた事業モデル（以下、インテグレート事業）の検討を行い、国内関係企業へのヒアリング、現地関係企業へのヒアリングを通して、事業計画（案）の実現可能性の検討、事業リスクと対策の検討、財務計画（案）・資金計画（案）の作成を行った。
- ⑩ AG による JCM 設備補助事業実施に向けた資金調達活動を行った。
- ⑪ インストーラー事業・IPP 直売電事業・インテグレート事業ともに環境省が保有するプロジェクトの資金支援スキーム（JCM 設備補助事業、JICA 等プロジェクト連携、ADB の JFJCM(Japan Fund JCM)）の活用可否につき検討した。
- ⑫ OECC が中心となり、JCM の MRV 方法論（案）、プロジェクト設計書（案）の作成を行った。作成した JCM の MRV 方法論（案）にもとづきプロジェクトへの想定補助額に対するエネルギー起源二酸化炭素の排出削減量の効果を試算した。MRV 方法論（案）については、本調査終了時に環境省からの指示があれば速やかに JCM 合同委員会へ提案できるよう英文で準備した。また、PDD（案）については、本調査終了時に環境省からの指示があれば速やかに JCM 合同委員会が選定した第三者機関又は左記に準ずる者が妥当性を確認できるよう英文で準備した。

(2) JCM ポテンシャル事業ニーズ調査

当プロジェクトは、上述したように、シェムリアップ市においてエネルギー起源二酸化炭素削減を見込んだ面的な展開や継続的な案件形成を通じて「都市の低炭素化」の実現を目指す。「JCM ポテンシャル事業ニーズ調査」は、ルーフトップ太陽光発電事業以外の再エネ・省エネ事業を探索し、来年度の JCM 案件形成可能性調査と JCM 設備補助事業への応募をめざした。

そのために、シェムリアップ市のエネルギー、環境、交通等に関する既存のプロジェクトと今後の計画のレビューを行い、下記の領域を対象にニーズ調査を行った。

- ① 籾殻バイオマス発電設備導入事業

- ② 都市廃棄物と籾殻の混焼型バイオマス発電設備導入事業
- ③ 高効率送配電設備（アモルファス変圧器）導入事業
- ④ 観光都市交通整備事業

以下に、それぞれのポテンシャル事業に対してニーズ調査の手法をまとめる。

(ア) 籾殻バイオマス発電設備導入事業の JCM 案件形成可能性の検討

すでに、籾殻バイオマス発電所はカンボジア国内で複数稼働しているが、籾殻集約量が不足し、また年間を通じて集約量に大きな変動があり、籾殻バイオマス発電事業の収益性は悪く、新規の事業参加が進んでいなかった。従って、当該プロジェクトでは、シェムリアップ州とその近隣州（バットンバン州、バンテアイミンチェイ州）の精米所から生産される籾殻を、シェムリアップ州の西側県境の一箇所に集約し、そこで籾殻バイオマス発電所を開発し、シェムリアップ市にその電力を供給するという仮説を立てて、現地調査に臨んだ。また、本邦技術（籾殻バイオマス発電設備等）の技術の優位性を調査し、導入可能性を検討した。

上記の検討を踏まえ、籾殻バイオマス発電設備事業の事業実施の可能性を検討した。資金調達の難易度が高いと判断されたため、籾殻バイオマス発電事業に参画意欲がある現地会社と事業化を目指し合弁事業化の可能性を調査した。そして、調査結果をシェムリアップ州及び近隣州政府に報告し、これらの州の電力状況の改善への貢献度を確認するとともに、事業化に向けて必要な支援を得た。

(イ) 都市廃棄物と籾殻の混焼型バイオマス発電設備導入事業の JCM 案件形成可能性の検討

シェムリアップ市長と複数回にわたり、都市マスタープラン策定の進捗と今後の計画についてヒアリングした。250 トン/日の廃棄物が発生し、それが年々急速に増えており、今日、シェムリアップ市の都市廃棄物の分別と収集の運営、及び保管と処分に多大な課題があることが判明した。廃棄物収集運搬業者と面談し、現状課題と課題解決に向けた動きを整理し、籾殻との混焼型バイオマス発電設備導入を提案した。また、混焼型バイオマス発電設備の日本製システムの検討を行い、実現可能性調査を行った。

(ウ) 高効率送配電設備（アモルファス変圧器）導入事業の JCM 案件形成可能性の検討

現地調査を通して、カンボジア王国の送配電設備への本邦技術（高効率変圧器のコア等）の導入可能性を検討した。カンボジアには、ABB、Thai Patanakit、THIBIDI など複数のメーカーが通常の変圧器を電力公社に納めている。

(エ) 観光都市交通整備事業の JCM 案件形成可能性の検討

電動ルモーターを大規模に導入し、それをドライバーに貸出を行い、運行管理とモビリティサービスの向上を図る事業準備を行った。特に、電動ルモーターで利用する電動バイクの購入のための資金調達を図った。また、ドライバー協会とともに優良ドライバーを選出し、モビリティサービス内容を審議した。

(オ) JCM ポテンシャル事業の事業計画（案）の作成・JCM の MRV 方法論（案）、プロジェクト設計書（案）の作成

収集した情報を活用して、JCM ポテンシャル事業の事業計画（案）を作成した。国内関係企業へのヒアリング、現地関係企業、近隣国（タイ等）関係企業へのヒアリング、開発援助機関（国際協力機構（JICA）、アジア開発銀行（ADB）等）へのヒアリングを通して、環境省が保有するプロジェクトの資金支援スキーム（JCM 設備補助事業、JICA 等プロジェクト連携、ADB の JFJCM）の活用可否及び事業計画（案）の実現可能性の検討を行った。

(カ) 高効率送配電設備導入事業者の発掘

上記の検討を踏まえ、高効率送配電設備の導入スケジュールを作成した。また、高効率送配電設備導入事業に参画意欲がある会社と翌年度の事業化を目指し事業化の可能性を調査した。

2.2.3. 調査体制

(ア) 実施機関

カンボジア シェムリアップ州政府、シェムリアップ市役所

側：

日本側： (株) 日本開発政策研究所（JDI）、アジアゲートウェイ（株）（AG）、
（一社）海外環境協力センター（OECC）

(イ) 関係機関

カンボジア カンボジア電力公社、シェムリアップ精米協会

側：

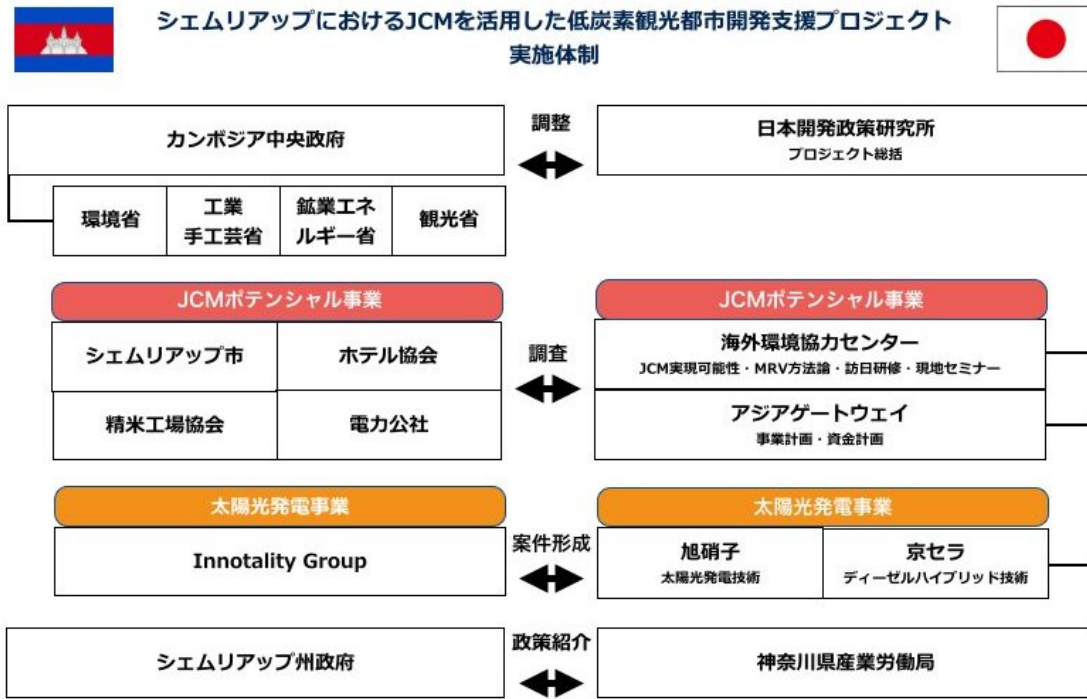
(ウ) 協力自治体

神奈川県産業労働局産業・エネルギー部

(エ) 関係ドナー

(独) 国際協力機構（JICA）、国際連合教育科学文化機関（UNESCO）

プロジェクトの実施体制を以下に示す。



2.2.4. 調査スケジュール

年月	JCM 案件可能性調査	政策・制度に関する 現地セミナー・訪日 研修開催	環境省指定の会議に おける発表等
5月 (第一回出張)	<ul style="list-style-type: none"> ・ JCM を活用した低炭素観光都市形成に係る戦略の検討 ・ 関係機関協議・調査計画合意 ・ シェムリアップ市都市マスタープランの改定の状況・今後の計画のレビュー ・ シェムリアップ市の電力供給に関する既存のプロジェクト、今後の需給見込み・計画のレビュー ・ 太陽光発電のグリッドへの接続条件、売電価格、その他法制度に関するヒアリング 		
6月	<ul style="list-style-type: none"> ・ 調査結果中間とりまとめ 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 現地キックオフセミナー・訪日研修準備 	—
7月 (第二回出張)	<ul style="list-style-type: none"> ・ シェムリアップ市のホテルの敷地・屋上への太陽光発電設備の設置可能性の検討 ・ 発電見込み量のシミュレーション 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 現地キックオフセミナー開催 	—
8月	<ul style="list-style-type: none"> ・ 調査結果中間とりまとめ 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 訪日研修開催 	—

9月	<ul style="list-style-type: none"> ・太陽光発電事業の事業計画（案）の作成 ・MRV 方法論（案）、PDD（案）の作成 	<ul style="list-style-type: none"> ・セミナー・訪日研修結果取りまとめ 	—
10月	<ul style="list-style-type: none"> ・国内関係企業へのヒアリング 	<ul style="list-style-type: none"> ・アジアスマートシティウィークにおける招へい対応 	<ul style="list-style-type: none"> ・アジアスマートシティウィークにおける発表
11月 (第三回出張)	<ul style="list-style-type: none"> ・現地関係企業へのヒアリング ・事業リスクと対策の検討 ・財務計画（案）・資金計画（案）の作成 	<ul style="list-style-type: none"> ・現地最終セミナー準備 	—
12月	<ul style="list-style-type: none"> ・調査結果最終取りまとめ 	<ul style="list-style-type: none"> ・現地最終セミナー準備 	
2016年1月 (第四回出張)	<ul style="list-style-type: none"> ・事業化に向けた関係機関協議 	<ul style="list-style-type: none"> ・現地最終セミナー開催 	—
2月	<ul style="list-style-type: none"> ・報告書作成 		

3. ルーフトップ太陽光発電事業化に向けた事業実施の検討

太陽光発電は、従来から CO2 削減対策として有望なものと考えられてきた。太陽光電池モジュールによる発電については全て CO2 排出量がゼロであり、電力系統と系統連系することで余剰電力を逆潮流できるため、発電した電力は全て有効利用することが可能である。また、太陽エネルギーについては、他の再生可能エネルギーと比べて地域間格差が小さく、カンボジア全国各地での利用が可能であり、大きな導入ポテンシャルがあると考えられている。

我が国の新成長戦略においては、個々の機器、設備の納入のみでなく、設計・建設から維持・管理までを含めてインフラやシステムを統合的に受注する「インフラ・システム輸出」を政府全体で推進すべく、インフラ・システム輸出を重要施策として位置づけている。

JDI は、子会社の AG を通じて、インフラ・システムの海外展開を官民が連携して強力に推進しており、太陽光発電設備導入事業はその第一弾である。太陽光発電設備導入事業は、急速に発展するアジア、アフリカ、南米等の新興国、ひいては世界全体の低炭素社会実現・環境問題への貢献を可能とすると同時に、我が国の産業戦略上においても極めて重要な取り組みといえる。

AG は、カンボジアから太陽光発電設備導入事業を推進する。太陽光発電設備の導入は、野立て、屋根置き、水上の 3 種類のスペースを活用して行われる。AG は地価が高騰している都市部における屋根置き太陽光発電（ルーフトップ太陽光発電）を対象とし、商業施設、ホテル、学校、病院、公共施設などの屋根貸しを狙う。また、経済特区や工業団地の工場ルーフトップも大きなポテンシャルを有す。AG は、JCM 設備補助事業への交付申請を目指し、国際コンソーシアムの幹事事業社としての責務を全うすべく事業体制の整備を図り、AG の子会社をカンボジアに設立した。以下は、AG と AG のカンボジア子会社が担う太陽光発電設備導入事業に関する事業実施の検討をまとめた。

3.1. ルーフトップ太陽光発電事業の市場調査

太陽光発電システムの導入対象は、一般的にユーティリティスケール(電力業者による売電を目的とした大規模太陽光発電所)、コマーシャル(ホテル、工場やビルなど、オーナーが自家消費や売電を目的としたもの)、レジデンシャル(一般家庭など、オーナーが自家消費や売電を目的としたもの)、の 3 点に分類される。本件ではコマーシャルの中でも 5 ツ星、4 ツ星ホテルや、経済特区や工業団地の管理運営会社と連携し、団地内にある工場ルーフトップを導入スペースとして対象にする。

3.1.1. 産業用ルーフトップ太陽光発電の市場

電気が必要とされる地域で、使われていない屋上や駐車場を使ったルーフトップ太陽光発電は、大規模発電所や送電網を増設することなく、エネルギーの地産地消を進めることができる。

3.1.2. A-Hotel

A-Hotel はシェムリアップ市内中心部まで徒歩 20 分、アンコール寺院、シェムリアップアンコール国際空港まで車で 10 分の距離にある高級ホテルである。客室数は 188 室、敷地面積は 5,600m² である。

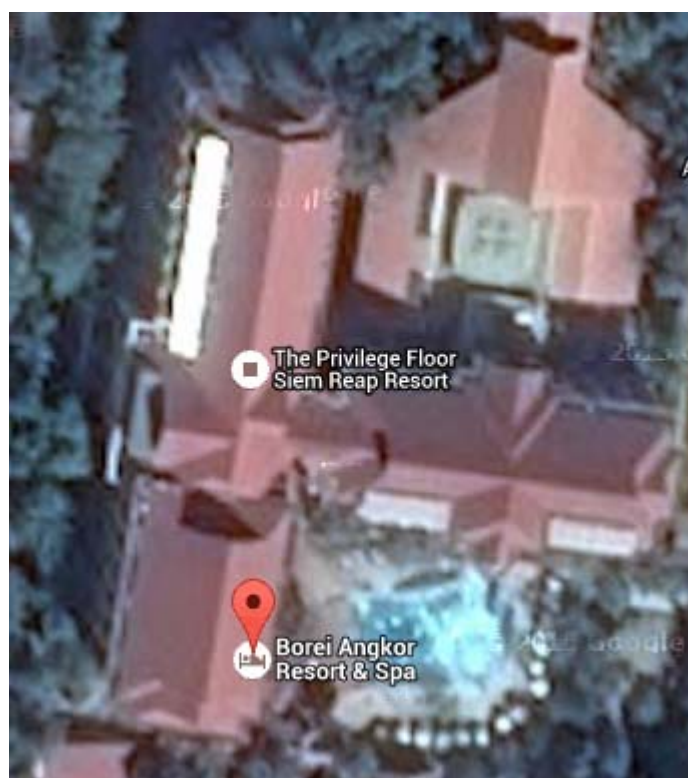


図 3-1 : A-Hotel の航空写真

(出典 Google map)

<https://www.google.co.jp/maps/place/Borei+Angkor+Resort+%26+Spa,+%230369+NR6,+Krong+Siem+Reap,+%E3%82%AB%E3%83%B3%E3%83%9C%E3%82%B8%E3%82%A2/@13.3596786,103.8671143,19z/data=!3m1!1e3!4m2!3m1!1s0x311017760bafa6f9:0x1612fb73509bff6f>

電力は、EDC の系統から 11KV で受電し 550 の kVA 変圧器 2 台と 320kVA の変圧器 1 台で降圧してホテル内の設備へ供給している。発電機は、停電時のバックアップとして設置さ

れている。

年間の電力消費量は約 3,700,000kWh であり、金額にして約 662,147USD となっている。



図 3-2 : A-Hotel の外観



図 3-3 : A-Hotel の屋根裏

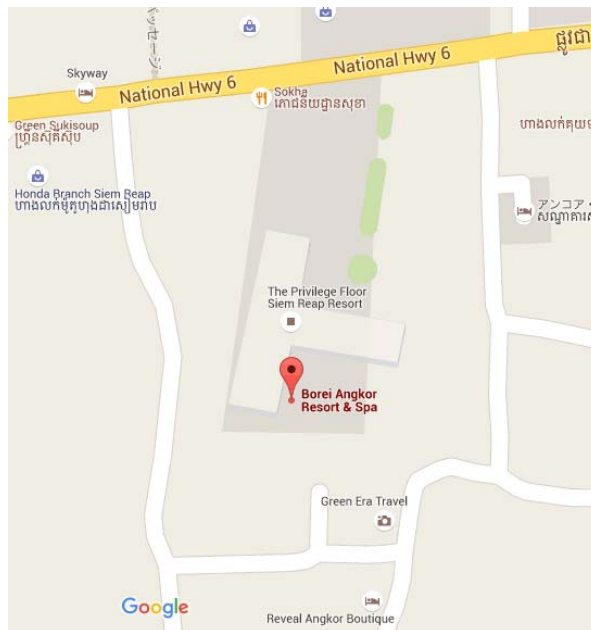


図 3-4 : A-Hotel の場所(出典 Google map)

<https://www.google.co.jp/maps/place/Borei+Angkor+Resort+%26+Spa,+%230369+NR6,+Krong+Siem+Reap/@13.3596786,103.8671143,18z/data=!4m2!3m1!1s0x311017760bafa6f9:0x1612fb73509bff6f>

3.1.3. B-Hotel

B-Hotel は Charles de Gaulle 通り沿いの、アンコールワット遺跡観光の玄関口に位置する高級リゾートホテルである。オーナーはタイの Thai Beverage Plc.、運営は Starwood Hotels & Resorts Worldwide, inc である。

本館建屋は中庭を設けた回廊型で、屋上は陸屋根形状となっている。配電設備、ディーゼル発電機等の電力設備、及びボイラー、チラー等の空調設備は別棟に設置されている。



図 3-5 : 建屋航空写真

(出典 : Yahoo 地図 <http://map.yahoo.co.jp/>)



図 3-6 : 本館屋上



図 3-7 : 別棟

電力は通常は EDC の系統から 22kV で受電し、三相 4 線 400/230V へ降圧して使用されている。また、1000kVA のディーゼル発電機を 2 台保有しており、系統停電時に自動的に切り替わるように運用されている。



図 3-8 : ディーゼル発電機



図 3-9 : 系統/発電機切替盤

2014 年における、年間の使用電力量は 3,243,200kWh(電気料金：約 567,000USD)であり、年間燃料使用量は 33,891L(燃料代：約 35,600USD)となっている。

下図に 2015 年 9 月 9 日～9 月 12 日の主幹電力計測結果を示す。電流（三相）のみの測定であったため、電圧変動は無いと想定した皮相電力である。また、この期間において、客室は満室であった。

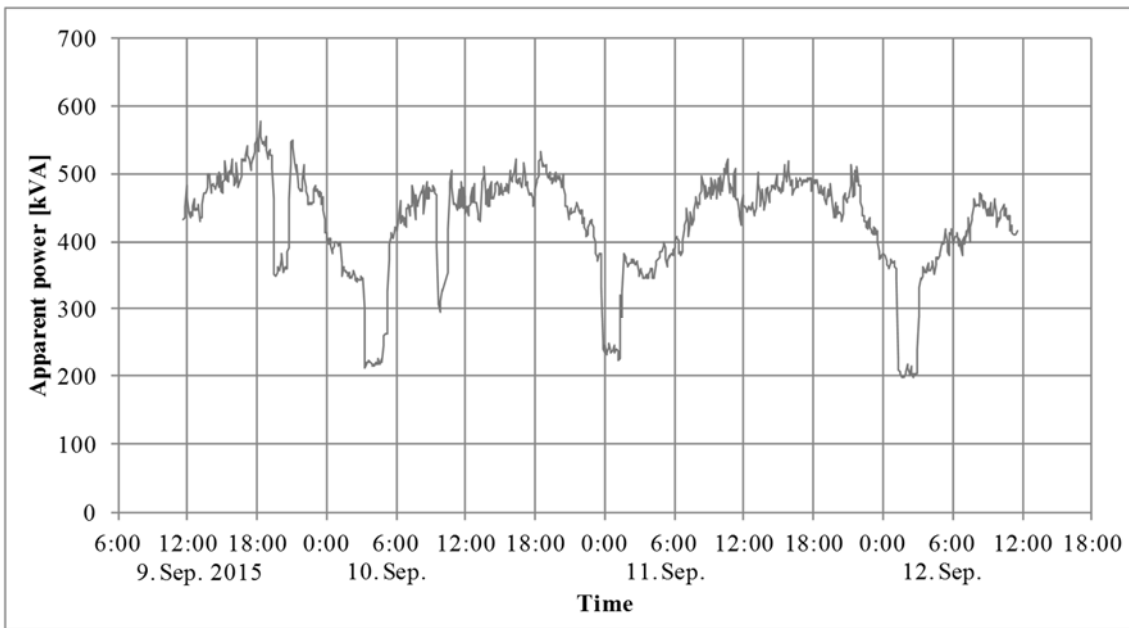


図 3-10：主幹電力計測結果

これによると、明け方の電力需要が最も小さく、夕方 18 時～20 時あたりにピークとなることが読み取れる。1 日に 1～2 回、急激に需要が低下する原因は、節電を目的として手動にてチラーを停止させているためである。

今回の電力計測及びホテル技術者へのヒアリングから、1 日の最大電力需要は約 600kVA、最低需要は約 200kVA であることが確認された。

本調査結果より、本館屋上に太陽光発電設備を、別棟電気室に燃料削減コントローラを設置することで、PV・ディーゼルハイブリッドシステムを導入することが可能と判断する。

3.2. ルーフトップ太陽光電池の技術特性と優位性

ルーフトップ太陽光発電システムの基本機器構成は以下のとおりである。

3.2.1. 旭硝子製超軽量太陽光電池ライトジュールの特徴

超軽量太陽電池 ライトジュール®は、従来型のソーラーパネルに比べて重さを約半減した超軽量ソーラーパネルである。薄くて強い化学強化特殊ガラス“Leoflex®”をカバーガラスとして使用することで大幅な軽量化を実現した。この特長が高く評価され、財団法人新エネルギー財団（東京、会長：近藤隆彦）主催の平成 26 年度新エネ大賞において、「新エネルギー財団会長賞」を受賞している。

ライトジュール®の特長としては、次の3点が挙げられる。

- ・ 従来型のソーラーパネルに比べて重さを約半減
(従来型：17.0kg/枚 → ライトジュール：9.5kg/枚)
- ・ 耐荷重不足のためソーラーパネルの設置が難しい建物にも、補強工事をすることなくパネルを設置できる可能性が広がる
- ・ 持ち運びが楽なため、ソーラーパネル設置の作業効率が上がる

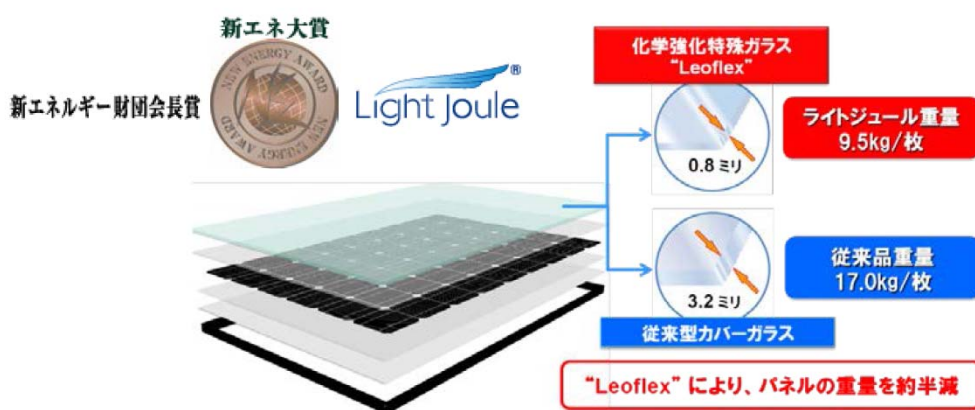


図 3-11：超軽量 太陽電池モジュール「ライトジュール®」と従来品との違い

超軽量 太陽電池モジュール「ライトジュール®」により、工場や倉庫、店舗、カーポート等の折板屋根、二次的建物（駐輪場、バス停留所）など、構造物への耐荷重等により今まで設置が難しかった建物に対して設置の可能性が広がることとなった。

旭硝子の化学強化特殊ガラス「Leoflex®」を採用することにより、超軽量化を実現しながら 2400Pa の耐積雪・風圧荷重をクリアしている。またガラスや太陽電池モジュール製造の最新テクノロジーを集結したことで、世界トップクラスの高品質を実現した。

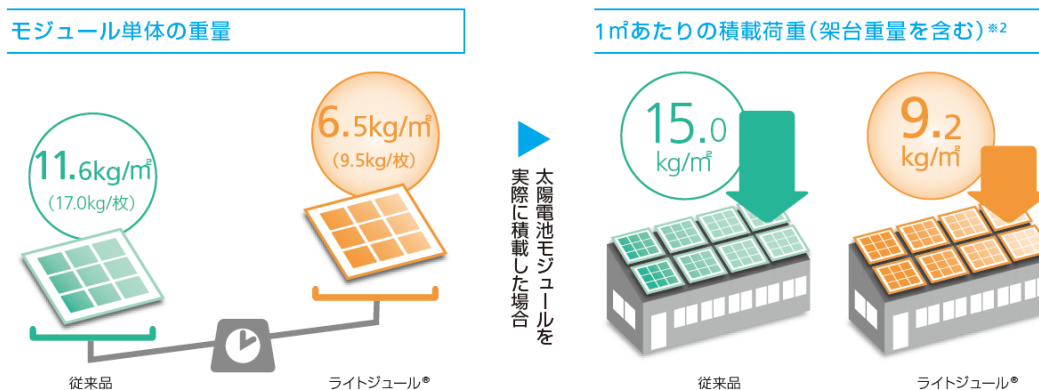


図 3-12 : モジュール単体の重量と 1m² 当たりの積載荷重

日本企業の持つ得意分野として、品質があるが IEC (International Electro technical Commission : 国際電気標準会議) が定める品質基準 (IEC 規格) に基づいた認証試験をクリアしている。過酷な耐久試験で、安全性を含む総合品質が認められ、IEC 規準の認証「TUV 認証」を取得している。長期の使用のためには、設置後の安全、安心も必要であり、出力保証期間はモジュール 20 年を実現した。

化学強化の方法とそれに付随する特徴

超軽量 太陽電池モジュール「ライトジュール®」には、旭硝子が製造販売する化学強化特殊ガラス「Leoflex® (レオフレックス)」が採用されている。「Leoflex®」は通常のソーダライムガラス (物理強化処理ガラス) よりも高い強度が得られ、薄くしても割れにくいため、ガラスの軽量化が可能である。化学強化特殊ガラスである「Leoflex®」は、ガラス表面付近に含まれる Na⁺イオンを、よりイオン半径が大きい溶液中の K⁺イオンに交換させることでガラス強度を増加させた。従来の物理強化処理ガラスで実現出来なかった薄さや強度が実現可能となった。化学強化特殊ガラスである「Leoflex®」は、ガラス表面付近に含まれる Na⁺イオンを、よりイオン半径が大きい溶液中の K⁺イオンに交換させることでガラス強度を増加した。従来の物理強化処理ガラスで実現出来なかった薄さや強度が実現可能となった。

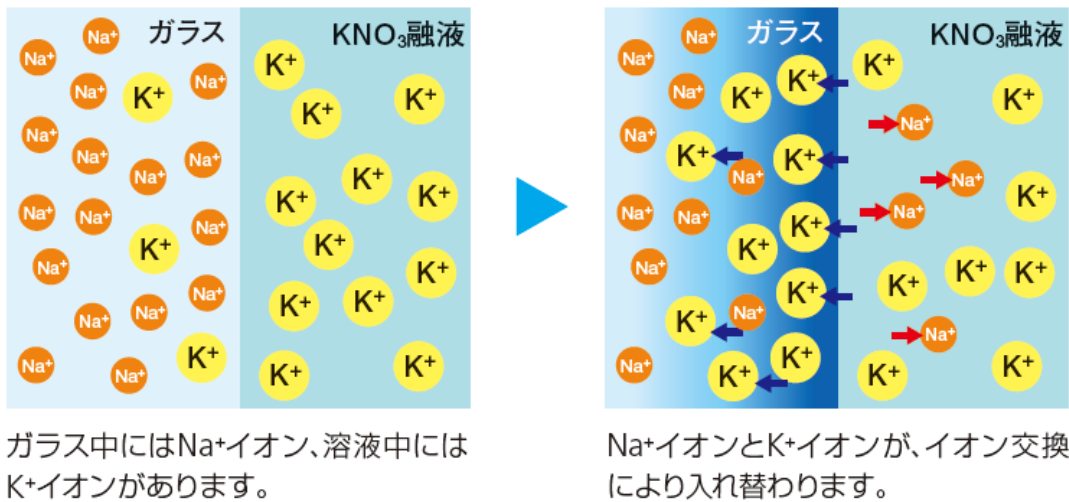
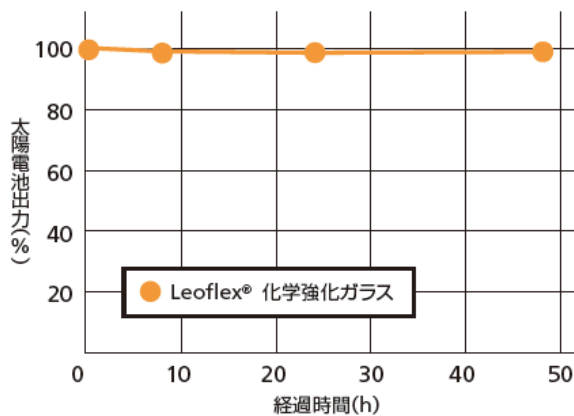


図 3-13 : 化学強化特殊ガラスの製造イメージ

PID (Potential Induced Degradation) とは、高温高湿及び高いシステム電圧の影響で、太陽電池モジュールの電気出力低下が起こる現象である。いくつかの発生原因があり、ガラス表面の Na⁺イオンが拡散されてしまうことも一つの要因と考えられる。「Leoflex®」の表面にはもともと Na⁺イオンの量が少なく、太陽電池モジュールに使用された場合に、拡散量が少ないため PID 抑制効果がある。現在、フラウンホーファー (欧州最大の研究機関) の基準をもとに耐 PID 試験を実施し、さらにより厳しい基準の試験を行い、出力低下がほとんどないことを確認している。

PID試験の結果比較



注1. 試験条件

- ①太陽電池モジュールの構成: カバーガラス-EVA(封止材)-セル(4個)-バックシート、周辺を金属製フレームで囲んだミニモジュール(実験用)にて実施。
- ②試験条件: 60度85%の環境条件で、ミニモジュールのカバーガラスの一面が水に浸かるようにし、セルとフレーム間に-1000Vをかけた状態で、48時間経過後に出力を測定。

試験後の出力 ▶ Leoflex® **99%**

図 3-14 : PID (Potential Induced Degradation) 試験の結果

3.2.2. 京セラ製ハイブリッドシステムの特徴

(1) コンセプト

シェムリアップ市のリゾートホテルの多くは、不安定な系統電力のバックアップとして、ディーゼル発電機を保有しており、偶発する停電に対する非常用電源として用いられている。当該ホテルにおいても同様な対策を講じており、ディーゼル発電機を稼働させる際のエネルギーコスト（燃料代）は、系統電力の購入費用と並び、経営課題の一つとなっている。

他方、シェムリアップ州知事及びシェムリアップ市長が「低炭素観光都市」として発展させていく意向を示している中、ディーゼル発電機から排出される温室効果ガスを削減することは、喫緊の課題となっている。

本FS事業においては、それらの課題に対応するため、再生可能エネルギーである太陽光発電と燃料削減コントローラを組合せて、既存のディーゼル発電機に連系し、ハイブリッド運用するシステムを提案する。

本システムは、蓄電池を導入せずにディーゼル発電機に対する太陽光発電の導入比率を最大 60%まで向上させる技術である。具体的には、ディーゼル発電機の発電電力と需要電力のバランスを監視し、効率的にディーゼル発電機を運用するように太陽光発電の出力を制御することで、燃料削減を行うものである。制御対象は太陽光発電のみであるため、既存の発電設備に対して改造・更新の必要がない点もこのシステムの特長である。

また、系統電力が正常なときは、一般的な系統連系型太陽光発電システムとして稼働することにより、自家消費を推進し、系統からの購入電力を削減することが可能である。

図 3-15 及び図 3-16 に、本システムの概念図を示す。

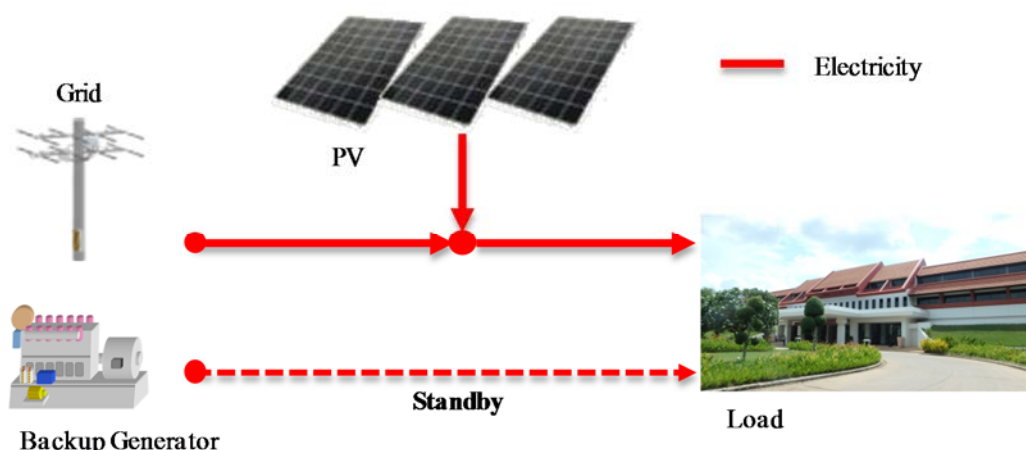


図 3-15 : PV・ディーゼルハイブリッドシステムの概念 1（通常連系運転時）

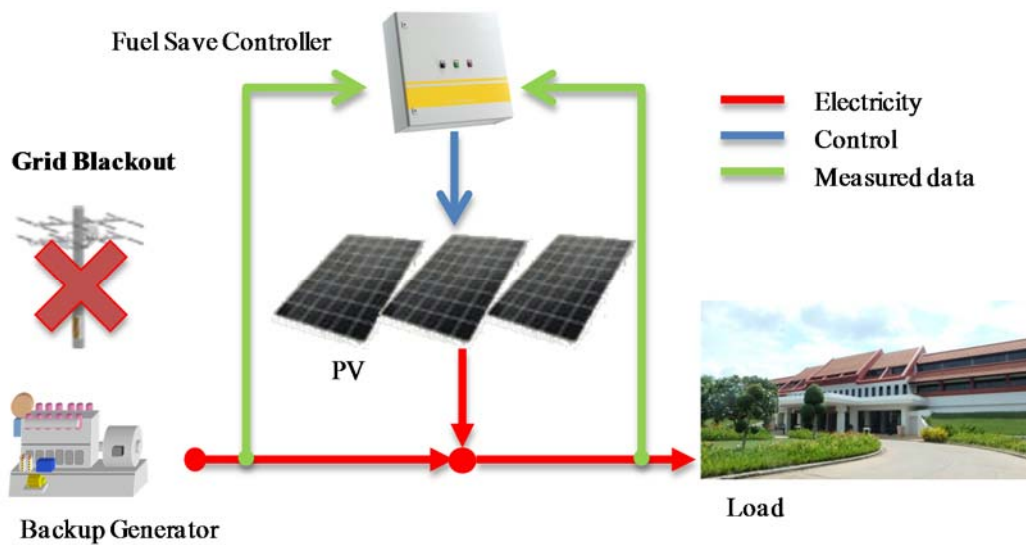


図 3-16 : PV・ディーゼルハイブリッドシステムの概念 2 (系統停電時)

(2) システム構成

太陽電池モジュールはホテル本館屋上設置とし、既設配管、排気口、ダクト、太陽熱温水器等の障害物、及びそれらの影の影響を検討し、設置可能最大容量は合計 149.46kW (定格容量 265W の太陽電池モジュールを 564 枚) である。

太陽電池モジュールの配置図 (案) を下図に示す。(詳細は別添参照)

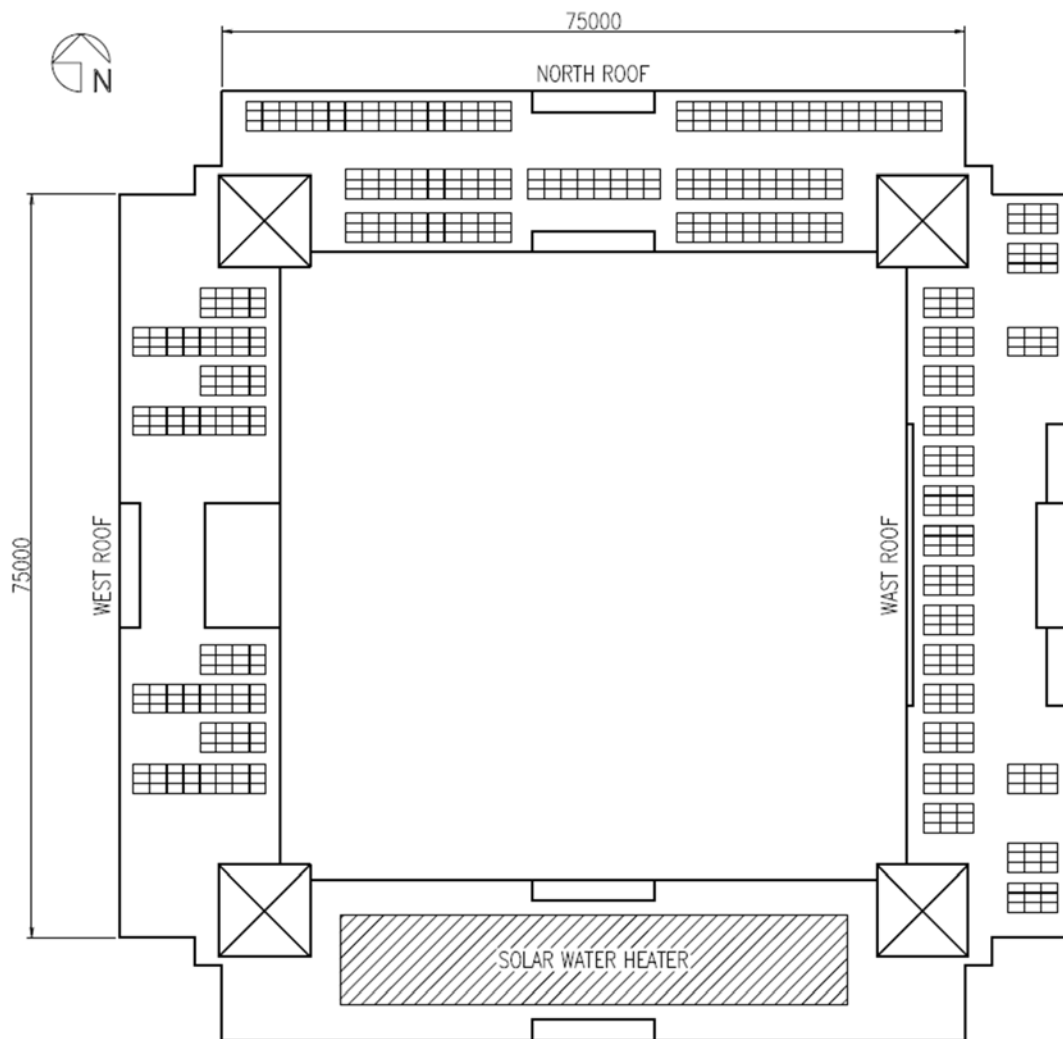


図 3-17 : 太陽電池モジュール配置図

パワーコンディショナは定格容量 20kW を 5 台、25kW を 2 台使用する。全数本館屋上壁面設置とし、交流出力は電力ケーブルを電気室まで敷設し、既設の配電盤に接続する。

燃料削減コントローラは電気室設置とし、データの収集及びパワーコンディショナの出力制御を行う。

また、日射計、気温計及び気象信号変換箱を本館屋上に設置し、気象データの計測、収集を行う。

下図にシステム構成図を示す。(詳細は別添の単線結線図参照)

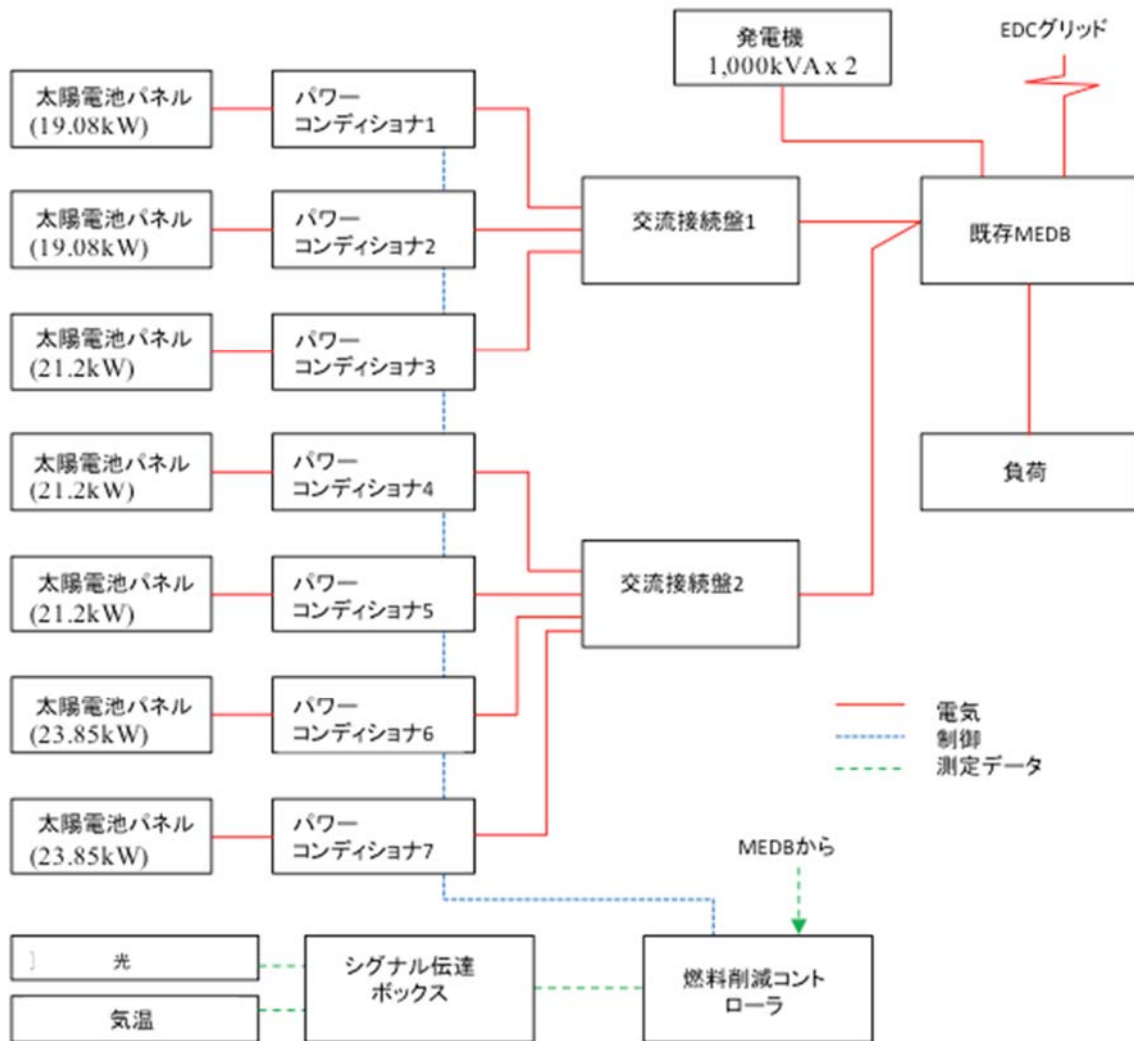


図 3-18 : システム構成図

(3) エネルギーマネジメントシステムの導入検討

電力使用量のさらなる削減のため、エネルギーマネジメントシステム (EMS) の導入による、電力の見える化、及び負荷の自動制御を検討する。

電力の見える化により、日本国内の実証結果からオーナー及び従業員に対する節電意識の啓蒙効果が期待できる。

自動制御対象の負荷は、現状手動にて ON/OFF を行っているチラーとし、その他の負荷は、宿泊客に直接的な影響があるものが多いため、自動制御対象外とする。

本調査期間中に電力計測を行った、2015年9月9日 12:00~9月12日 12:00の72時間において、表3-1の通り、計5回チラーが停止していた。

表 3-1：チラー停止時間

No.	Period	Time [h:m]
①	09. Sep 19:25 – 20:50	1:25
②	10. Sep 03:15 – 05:15	2:00
③	10. Sep 09:30 – 10:30	1:00
④	10. Sep 23:45 – 01:30	1:45
⑤	11. Sep 01:10 – 03:05	1:55
Total	-	8:05

1日平均2時間40分程度の停止を行っているが、手動における運用のため、日によるバラツキが大きいのが現状である。この状況に対しEMSを導入し、自動制御による平準化(1日3時間の停止)を行うことで、電力使用量の削減が期待できる。現状の手動制御と比較して、年間約18,250kWhの電力削減効果が期待できる。

3.3. 現地子会社の設立準備

3.3.1. 事業計画

AGのカンボジア子会社であるAsian Energy Solutions Inc. (以下、AES) は、ルーフトップ太陽光発電を東南・南アジアに向けて設計・施工・運転する分散型電源開発を指向する企業である。AESのビジネスモデルコンセプトは以下の通りである。

- (ア) 太陽光発電システム導入はホテル・学校・工場ルーフトップを対象
- (イ) ルーフトップ設置の施工技術(軽量かつ取付が容易な架台や治具を含む)を標準化し、現地の施工要員の施工品質を高める教育を実施
- (ウ) 日本製の太陽光発電機器やシステム(太陽光電池、パワーコンディショナー、インバーター、ハイブリッドシステム、蓄電池、モニタリングなど)のパッケージ販売とワンストップ保守サービスを実施
- (エ) オフ・グリッド(系統連系なし)の自家消費を主要な顧客として狙う
- (オ) 工場ルーフトップを対象にしたIPP直売電事業の場合は、別途、発電会社(SPC)を設立し、当該太陽光発電システムを一括所有し、グリッドに売電
- (カ) グリッドに対し分散電源連系由来系統不安定化への対策(アンシラリーサービス)を提供
- (キ) 希望に応じルーフトップオーナー工場への直売電(電力売買契約(PPA: Power Purchase

Agreement) を締結する)

(ク) 売電対象工場へのエネルギーマネージメントサービス提供と省エネ設備の販売

3.3.2. 事業リスクと分析

下記の事業リスクを想定し、その対策案を検討した。

(ア) 現地法政策、経済、技術、慣習などから、安定的なビジネス基盤が確保されるか

(イ) 太陽光・ユーティリティやその他再生可能エネルギーと棲み分け可能か

(ウ) ホテルや商業施設、学校、工場などのルーフトップオーナー、団地デベロッパーともに当該モデルからメリット享受可能か

(エ) 同モデルの後発参入者がある場合、差別化、競合可能か

3.4. ルーフトップ太陽光発電の MRV 方法論の構築

本調査事業では、シェムリアップ市のホテルへの超軽量太陽光発電システムの導入に係る MRV 方法論（案）（以下、本方法論）を作成した。本方法論の英文ドラフトを附属資料 1 に添付する。また、適用範囲、適格性要件、リファレンス排出量、プロジェクト排出量温室効果ガス排出削減量の算定手法、モニタリング計画・実施体制を以下に示す。

3.4.1. 適用範囲

本方法論は、カンボジア国内に超軽量太陽光発電システムを導入することにより、系統及び／またはディーゼル自家発電機の電力の消費量を削減し、温室効果ガス排出量を削減するプロジェクトに適用される。

3.4.2. 適格性要件

本方法論の適格性要件は以下とする。

要件① プロジェクトにより、太陽光発電システムが設置される。

要件② 太陽光発電システムはプロジェクトサイト構内の配電線及び／または系統に連系され、系統及び／またはディーゼル自家発電機の電力を代替する。

要件③ 太陽電池モジュールは性能認証（IEC61215 または IEC61646、IEC62108）と安全性認証（IEC61730-1 及び IEC61730-2）を取得している。

要件④ 太陽電池モジュールの変換効率は 15%以上、重量は 6.5kg/m² 以下である。

要件⑤ プロジェクトサイトに太陽光発電システムの発電量と日射量を監視する設備が設置される。

3.4.3. リファレンス排出量

本方法論のリファレンス排出量は太陽光発電システムにより発電された電力量が、既存のシステム（系統及び／またはディーゼル自家発電機）により供給された場合に発生したであろう温室効果ガス排出量とする。

3.4.4. プロジェクト排出量

本方法論のプロジェクト排出量は太陽光発電システムの温室効果ガス排出量（0 tCO₂/年）とする。

3.4.5. 温室効果ガス排出削減量の算定手法

温室効果ガス排出削減効果の算定式を以下に示す。

(ア) リファレンス排出量

$$RE_y = \sum_i EG_{i,y} \times EF_{RE}$$

(イ) プロジェクト排出量

$$PE_y = 0$$

(ウ) 排出削減量

$$ER_y = RE_y - PE_y = RE_y$$

表 3-2: リファレンス排出量の試算に用いるデフォルト値

パラメータ	内容	値	出典
EF _{RE}	系統及びディーゼル発電機由来の電力の排出係数	0.6257 tCO ₂ /MWh	系統電力の排出係数（オペレーティング・マージン）（カンボジア環境省、2011年）

3.4.6. モニタリング手法

設備所有者であるホテルが毎月1回、モニタリング機材により、太陽光発電システムから発電された電力量（kWh）のデータを確認・記録し、プロジェクト管理者であるAGが内容の点検とモニタリングレポートの作成、合同委員会への報告を行うことを想定する。

表 3-3: モニタリングが必要な値とモニタリング方法

パラメータ	内容	単位	出典
$EG_{i,y}$	y 年のプロジェクトで発電される電力量	MWh/年	設備所有者が毎月 1 回、モニタリング機材により、太陽光発電システムから発電された電力量 (kWh) のデータを確認・記録する。

3.5. 経済効果

3.5.1. ルーフトップ太陽光発電導入による効果

下記の前提で A-Hotel における発電のシミュレーションを行った。

- ・ A-Hotel 社より入手した図面にに基づき、日本の基準に則り、設置可能な範囲にレイアウトを実施
- ・ 建物強度は不明なので、積載可能の前提でレイアウトを実施
- ・ 発電シミュレーションは日本の計算方法(JIS C8907 2005 太陽光発電システムの発電電力推定方法)に準拠
- ・ 日射データ及び平均気温データは、「NASA Surface meteorology and Solar Energy –Available Tables」を使用

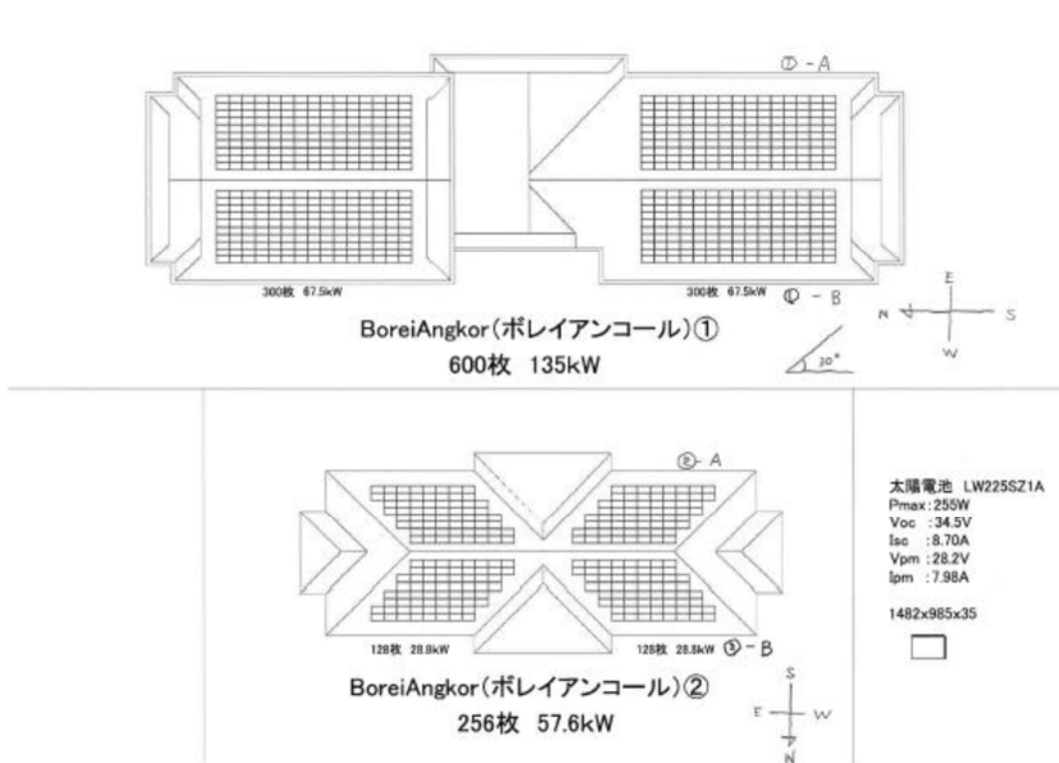


図 3-19 : A-Hotel における太陽光パネルの設置レイアウト

以下にそれぞれの部分の発電シミュレーション結果を示す。

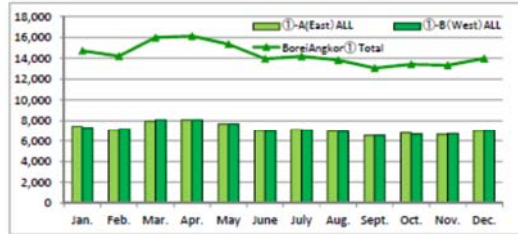
Annual power generation simulation of PV system

29-Sep-15

【Simulation conditions】

1 Property Name : BoreiAngkor
 2 Location : Siem Reap/Cambodia
 N.Lat. 13.21 E.Long. 103.51
 3 Angle : ①-A: Due East
 ①-B: Due West
 4 Angle : 30° degree
 5 Maximum output: ①-A: 33.75kW × 2
 ①-B: 33.75kW × 2

※All indices are calculated on the assumption that the shadow is not applied to the module.
 ※The data value is expected only and does not guarantee.



Direction	Name	Maximum OP	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Year total
East-West Roof-top	①-A(East)	33.75kW	3,719	3,533	3,969	4,040	3,841	3,495	3,559	3,463	3,267	3,381	3,312	3,493	43,072
	①-B(West)	33.75kW	3,642	3,567	4,025	4,024	3,836	3,482	3,533	3,448	3,267	3,331	3,354	3,499	43,008
	①-A(East)ALL	67.50kW	7,437	7,066	7,938	8,079	7,682	6,990	7,118	6,927	6,533	6,762	6,624	6,987	86,144
	①-B(West)ALL	67.50kW	7,285	7,134	8,050	8,047	7,672	6,965	7,066	6,896	6,533	6,662	6,708	6,998	86,016
	BoreiAngkor ① Total	135kW	14,722	14,201	15,989	16,127	15,354	13,955	14,184	13,823	13,066	13,423	13,333	13,985	172,160

【Various calculation methods】

Symbol	Calculation method	Symbol	Name	Param. value	Unit
K	$=K_{ND} \times K_{ED} \times K_{EA} \times K_{EA} \times \eta_{SD}$	K_{ND}	:Annual irradiation deviation factor	0.97	
T_{CR}	$=T_{AV} + \Delta T$	K_{ED}	:Efficiency deviation factor	1.00	
K_{ET}	$=1 + \alpha_{P_{max}} \times (T_{CR} - 25) / 100$	K_{EA}	:Array circuit correction factor	0.97	
K	$=K \times K_{ET}$	K_{EA}	:Array load matching correction factor	0.94	
H_{in}	$=H_t \times d$	η_{SD}	:Effective efficiency inverter	0.94	
E_{inv}	$=K \times P_{in} \times H_{in} / G_t$	$\alpha_{P_{max}}$:Maximum input voltage	-0.45	%/°C
		ΔT	:Ascent of weighted average solar	22	°C
		G_t	:The solar radiation intensity at	1.0	kWh/m ²
		P_{in}	:Array maximum input voltage	135,000	kW

【Bibliography】

- 1) Calculation method and various coefficient
 "JIS C 8907 : 2005 太陽光発電システムの発電電力量推定法"
 [Japanese Standards Association]
- 2) Solar radiation data
 "NASA meteorological data"
 [NASA's Applied Science Program]
- 3) Temperature data
 "NASA meteorological data"
 [NASA's Applied Science Program]

AGC SSBU

図 3-20 : 建物①の部分(太陽光パネル 600 枚設置)における発電シミュレーション

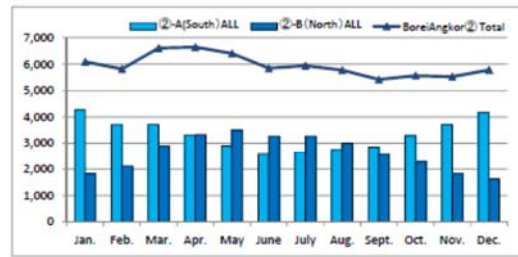
Annual power generation simulation of PV system

29-Sep-15

【Simulation conditions】

1 Property Name : BoreiAngkor②
 2 Location : Siem Reap/Cambodia
 N.Lat. 13.21 E.Long. 103.51
 3 Angle : ②-A: Due South
 ②-B: Due North
 4 Angle : 30° degree
 5 Maximum output: ②-A: 14.4kW × 2
 ②-B: 14.4kW × 2

※All indices are calculated on the assumption that the shadow is not applied to the module.
 ※The data value is expected only and does not guarantee.



Direction	Name	Maximum OP	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Year total
East-West Roof-top	②-A(South)	14.40kW	2,134	1,851	1,858	1,652	1,455	1,284	1,327	1,384	1,427	1,644	1,855	2,082	19,953
	②-B(North)	14.40kW	910	1,056	1,445	1,669	1,745	1,639	1,641	1,501	1,281	1,137	908	808	15,741
	②-A(South)ALL	28.80kW	4,268	3,702	3,715	3,303	2,911	2,568	2,655	2,769	2,854	3,288	3,709	4,163	39,995
	②-B(North)ALL	28.80kW	1,820	2,113	2,889	3,337	3,490	3,278	3,292	3,003	2,562	2,275	1,816	1,617	31,483
	BoreiAngkor ② Total	57.6kW	6,089	5,815	6,604	6,641	6,401	5,846	5,937	5,771	5,416	5,563	5,526	5,780	71,388

【Various calculation methods】

Symbol	Calculation method	Symbol	Name	Param. value	Unit
K	$=K_{ND} \times K_{ED} \times K_{EA} \times K_{EA} \times \eta_{SD}$	K_{ND}	:Annual irradiation deviation factor	0.97	
T_{CR}	$=T_{AV} + \Delta T$	K_{ED}	:Efficiency deviation factor	1.00	
K_{ET}	$=1 + \alpha_{P_{max}} \times (T_{CR} - 25) / 100$	K_{EA}	:Array circuit correction factor	0.97	
K	$=K \times K_{ET}$	K_{EA}	:Array load matching correction factor	0.94	
H_{in}	$=H_t \times d$	η_{SD}	:Effective efficiency inverter	0.94	
E_{inv}	$=K \times P_{in} \times H_{in} / G_t$	$\alpha_{P_{max}}$:Maximum input voltage	-0.45	%/°C
		ΔT	:Ascent of weighted average solar	22	°C
		G_t	:The solar radiation intensity at	1.0	kWh/m ²
		P_{in}	:Array maximum input voltage	57,600	kW

【Bibliography】

- 1) Calculation method and various coefficient
 "JIS C 8907 : 2005 太陽光発電システムの発電電力量推定法"
 [Japanese Standards Association]
- 2) Solar radiation data
 "NASA meteorological data"
 [NASA's Applied Science Program]
- 3) Temperature data
 "NASA meteorological data"
 [NASA's Applied Science Program]

AGC SSBU

図 3-21 : 建物②の部分(太陽光パネル 256 枚設置)における発電シミュレーション

以上の発電結果を元に収支シミュレーションを行った結果を下記に示す。

表 3-4 : 収支シミュレーションの結果

	Installed PV capacity (kw)			Power generation (kwh)			Unit price for install (c)	Initial investment (kUSD) d=a*c	Unit price for electric power (USD) (d)	Saving amount (kUSD/年) e =b*d	Collection period (year) c/e
	Area 1	Area 2	total(a)	Area 1	Area 2	total (b)					
Case 1	135	57.6	192.6	172.16	71.39	243.55	2.38	458	0.18	43.8	10.5
Case 2	135	57.6	192.6	172.16	71.39	243.55	2.38	298	0.18	43.8	6.8
Case 3	135	57.6	192.6	172.16	71.39	243.55	1.53	295	0.18	43.8	6.7

- ・"Saving amount" is based on "all generated electric power is consumed by the hotel."
- ・"Unit price for install" is based on past record of "Solar Partners Asia (Cambodia)"
- ・ In Case 1 & 2, PV module price changed "Lightjoule" from standard PV module price of "Solar Partners Asia (Cambodia)"

ケース 1

超軽量太陽光パネル「ライトジュール®」を載せて JCM スキームを利用しない場合

ケース 2

超軽量太陽光パネル「ライトジュール®」を載せて JCM スキームを利用した場合

ケース 3

超軽量太陽光パネル「ライトジュール®」を使わず日本製ではない標準パネルを利用した場合

よってケース 2 の「ライトジュール®」を載せて JCM スキームを利用した場合、投資回収年数は 6.8 年となり十分に実現可能となるため、今後の JCM の設備補助に向けてホテルのオーナーと協議を進めていく。今後の課題としては、下記が挙げられる。

- ・発電電力が 100%使えるかどうかの検証
- ・建物耐荷重上、耐えられるかどうかの検証
- ・取付方法の検証(取付詳細図の作成、パネルレイアウトの見直しの必要性の検証)
- ・施工計画(重機・足場の必要性、ホテル営業との兼ね合い等含めて)

3.5.2. その他経済効果

(1) システム運用シミュレーション

本システム導入後の運用効果試算のため、下記条件を設定する。

- ① ディーゼル発電機の最低運転電力 300kW を維持するよう、太陽光発電側の出力を抑制する。
- ② 停電時間は 2014 年に発生した時間を用いる。
- ③ ディーゼル燃料の価格は、2014 年の平均単価 1.05USD/Liter を用いる。
- ④ 系統電力の価格は、2014 年の平均単価 0.175USD/kWh を用いる。

表 3-5：年間運用シミュレーション結果

	Inclined irradiation [kWh/m ²]	Averaged ambient temp. [deg C]	PV Output [kWh]	Fuel reduction [Liter]	Fuel cost reduction [USD]	Electricity reduction [kWh]	Electricity cost reduction [USD]
Jan.	174.2	26.5	22,095	5	5	23,548	4,121
Feb.	150.0	28.2	18,941	15	15	20,037	3,506
Mar.	174.2	29.5	21,811	157	164	20,108	3,519
Apr.	158.4	29.7	19,939	28	30	20,847	3,648
May.	173.9	29.2	21,942	9	10	23,298	4,077
Jun.	154.5	28.4	19,789	9	9	21,105	3,693
Jul.	167.5	28.4	21,354	5	5	22,809	3,992
Aug.	151.4	28.2	19,450	28	29	20,417	3,573
Sep.	132.6	27.5	17,092	72	75	17,103	2,993
Oct.	139.0	27.8	17,952	15	16	19,188	3,358
Nov.	145.0	26.5	18,490	3	3	19,935	3,489
Dec.	161.8	26.2	20,637	6	6	22,065	3,861
Annual	1882.5	28.0	239,492	350	368	250,460	43,831

Meteorological data source: Meteonorm Ver. 7

上記シミュレーション結果により、燃料代、電気代を合わせて、年間 44,199USD の削減が見込まれる。

(2) システム価格の検討

本システムは京セラで設計を行うため、主要機器の調達は京セラにて行うこととした。工事費はカ国において PV 施工経験を有する「Solar Partners Asia (Cambodia) Ltd.」及び、「Khmer Solar」より入手した陸屋根設置型の平均的な工事費を元に算出した。

事業費細目は、①資機材費、②輸送費、③試運転調整技術費、④工事費とし、総事業費を下表に示す。

表 3-6：総事業費（VAT 含まず）

No.	項目	数量	価格
I	Equipment	-	\$338,000
1	PV Module	564 pcs.	
2	Power Conditioner	7 units	
3	AC Connection Board	2 units	
4	Fuel Save Controller	1 set	
5	Meteorological Observation Device	1 set	
6	Energy Management System	1 set	
II	Transportation	-	\$21,000
III	Supervisor	-	\$42,000
IV	Construction including -PV Mounting Structure -Cable and wiring materials	-	\$96,000
-	Total	-	\$497,000

(3) 投資回収予想

本システム導入の収支予想を下図に示す。これにより、約 11 年での投資回収が見込まれ、20 年間における効果金額（初期導入費用、電気代削減メリット及びディーゼル削減メリットに関する 20 年間の想定累積収支金額）は 386,980USD が見込まれる。

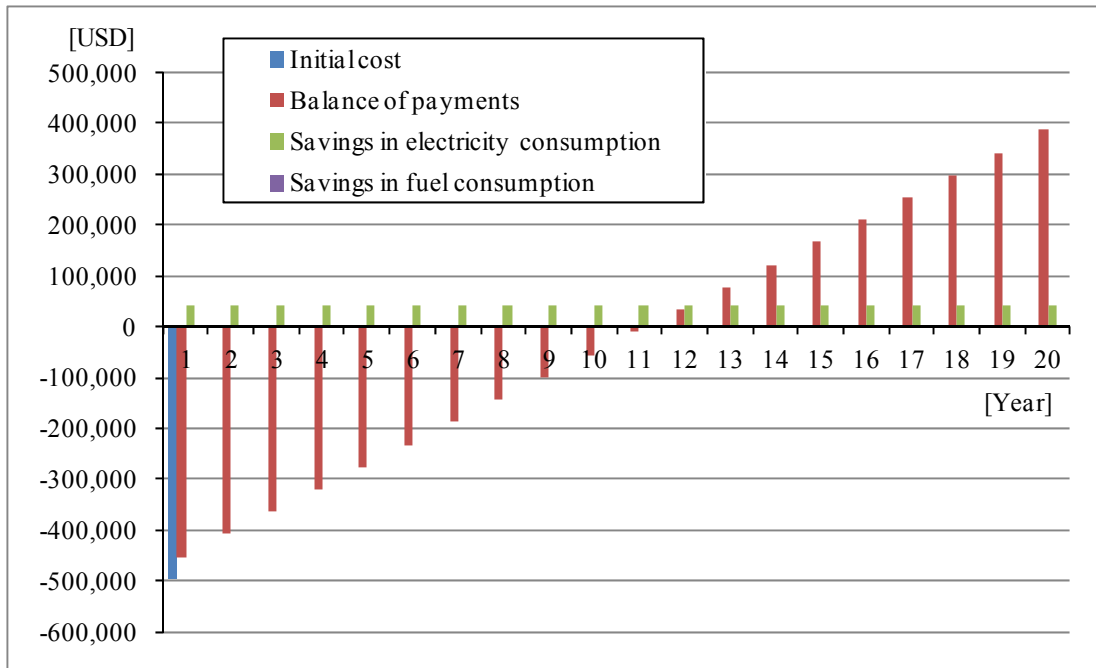


图 3-22 : 收支予想

4. JCM ポテンシャル事業ニーズ調査の結果と今後の取組み

4.1. 籾殻バイオマス発電事業

4.1.1. バイオマス発電の技術優越性

カンボジアはメコン川デルタやトンレサップ湖周辺の広大な沖積土地帯に恵まれ、有数のコメ産地であり、約 1,000 万トン（籾ベース）のコメを生産している。

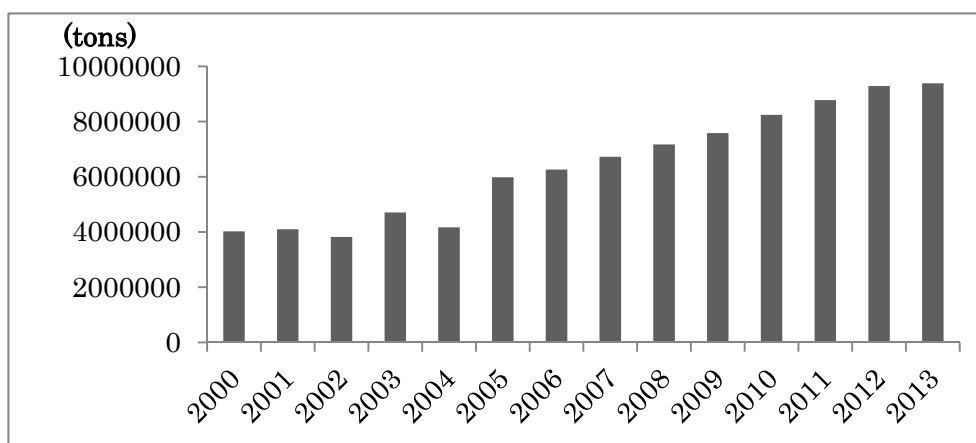


図 4-1：カンボジアのコメ生産量（籾ベース）

出典：FAOstat

生産される稲粃の重量に対して約 20-25%の籾殻が発生する。このため、カンボジア国全体としては潜在的に 200-250 万トンの籾殻資源が賦存する。1 MW のバイオマス発電に約 10,000 トン/年の籾殻が必要であるため、潜在的には 200-250MW の発電が可能である。

ただし、現在のコメ生産量のうち約半分は稲粃の状態タイ、ベトナムに輸出され、これらの隣国で精米処理されているため、多量のバイオマス資源が流出している状況である。さらに、2014 年頃からタイに近接する諸州ではカンボジア国内で発生した籾殻自体が、タイに輸出され始めている。以上により、潜在的な籾殻資源量の半分以上が国外に流出している。タイでの籾殻価格の相場は 1500 バーツ/トン（1 バーツ=0.028 ドルレートで 42 ドル/トン）と言われており、比較的低い価格で輸出している。

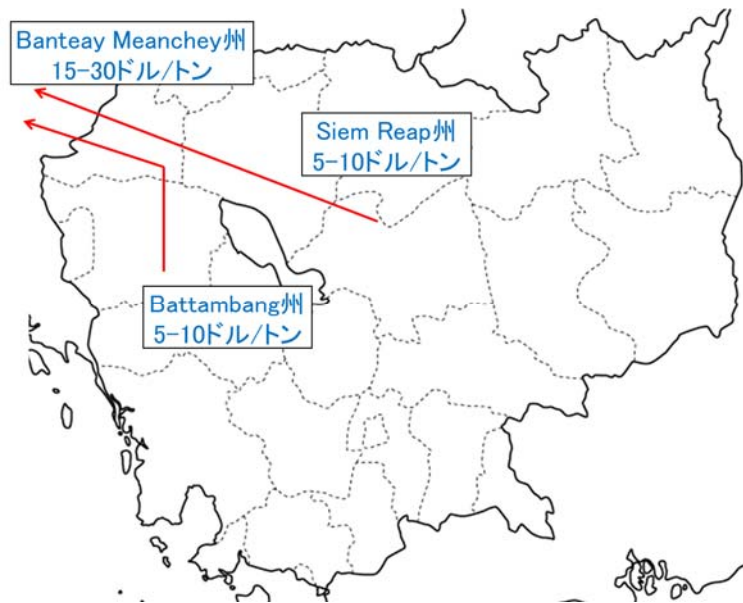


図 4-2：タイへの粳穀輸出と販売価格

他方、シェムリアップ州はタイからの輸入電力に依存しており、約 18 セント/kWh と比較的高い。

隣国のタイではバイオ発電に対する固定価格買取り制度が整備され、粳穀発電の実績も増えて、普及期にはいりつつある。本格的な粳穀バイオマス発電がほとんど普及していないカンボジアでは、粳穀の一部はレンガ工場などの燃料として利用されるものの、大部分は未利用である。カンボジアではタイと比較して精米産業の近代化、集中化、大規模化がまだあまり進展していないため、精米所で発生する粳穀を近距離圏内で効率的に収集できれば稲作地帯における重要な発電燃料源になりうる。ただし、粳穀供給の安定性、発電規模、発電技術、粳穀の価格・輸送費、などを最適化する適切な事業モデルが必要となる。

4.1.2. バイオマス発電で期待できる GHG 排出削減量の投資対効果

現時点では、検討するバイオマス発電所の規模やスペックは決定できないが、シェムリアップでの粳穀などのバイオマス燃料の調達可能性を考慮して、仮に 2MW のバイオマス発電を想定した場合、発電量は稼働率を 70% として約 12,264MWh の発電量となる。排出係数としては、カンボジア環境省の系統電力の排出係数 0.6257kg-CO₂/年(2011 年)を想定すると、7,673 トン/年の CO₂ 削減となる。

4.1.3. シェムリアップ州における都市廃棄物と籾殻の混焼型バイオマス発電事業の案件形成可能性調査の必要性

シェムリアップ州でのコメ生産は約 56 万トンであり、州別では全国 7 位の生産量である。州内には主に国道 6 号線沿いに中規模（精米処理能力 3-5 トン/毎時）の精米所が 10-15 か所前後ある。ただし、近年のタイ政府の在庫米放出など市況の悪化により稼働を止めている精米所も中には見られる。他方、精米処理能力 10 トン/毎時を超える大型の精米所は 1 か所ないし 2 か所に留まる。村レベルでは精米処理能力 1 トン/毎時を切る伝統的な精米機が多数みられるが、小規模で分散したこれらの精米機からの籾殻収集は、現実的でないため、本調査の対象から除外した。

本調査では州内の 8 箇所の精米所を訪問し、経営状況および籾殻の処分方法についてインタビューを行った。その結果を下表にまとめた。1 か所の中規模の精米所で発生する籾殻は平均で 740 トン程度と推定される。各精米所は帳簿を記録していないため、年間の精米処理量や籾殻販売量の正確なデータは入手不可であった。

表 4-1：シェムリアップ州の精米所の経営状況

精米所名	場所	精米処理能力 (トン/毎時)	年間精米処理 量 (トン/年)	籾殻発生量 (トン/年)	籾殻処分方法
精米所 A	Soutr Nikom 郡	3	3,000	600	ブローカー通 じてタイ輸出
精米所 B	Soutr Nikom 郡	0.5	200	40	国内で無償提 供
精米所 C	Kralanh 郡	6	10,800 (ただし過去 2-3 年休業)	2160	国内で販売
精米所 D	Bakong 郡	1.2	1,000	200	国内で販売(タ イ向け販売は 1 回のみ)
精米所 E	Soutr Nikom 郡	2.5	3,000	600	半量タイに輸 出
精米所 F	Soutr Nikom 郡	3	5,000	1000	国内で販売
精米所 G	Soutr Nikom 郡	1.5	600	120	国内で販売(タ イ向け販売は 1 回のみ)

精米所 H	Pouk 郡	4	6,000	1200	国内で販売(タイ向け販売は2回のみ)
-------	--------	---	-------	------	--------------------

出典：調査団による現地精米所でのインタビューに基づいて作成

注：年間精米処理量と粃殻発生量は、処理能力と年間稼働日に関するヒアリングにもとづく推定値。



写真：シェムリアップ州の精米所の例



写真：中型の精米機の例



写真：精米所から排出され山積された粃殻



写真：粃殻輸送用トラックへの積み込み

典型的な中規模精米所は、系統連結をしており、必要電力は 500kW 以下で、電力消費は平均 3 万 kWh/月程度である。下表はある中規模精米所の月々の電力消費の状況を示す。この精米所では 2013 年 10 月から 2014 年 11 月までの期間の平均月間電力消費は 29,949kWh で、最大消費の月は 47,520kWh、最少消費の月は 20,339kWh であり、大きな変動があることが分かる。電力価格は、近年低下傾向にあり、2013 年 10-12 月は 1200 リエル/kWh (\$ 0.30/kWh)であったが、その後徐々に低下し2015年11月は880 リエル/kWh(\$ 0.22/kWh)となっている。

表 4-2：シエムリアップ州の精米所の電力消費の例

	2013年											
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
消費電力量 (kWh/月)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20,339	28,062	47,520
電力価格 (\$/kWh)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.30	0.30	0.30
電力支出 (\$/月)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,102	8,419	14,256

	2014年											
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
消費電力量 (kWh/月)	41,546	29,180	29,015	24,686	28,002	28,072	26,054	25,133	28,233	34,268	29,173	-
電力価格 (\$/kWh)	0.29	0.29	0.29	0.28	0.28	0.28	0.26	0.26	0.26	0.25	0.25	-
電力支出 (\$/月)	11,944	8,389	8,342	6,789	7,701	7,720	6,839	6,597	7,411	8,567	7,293	-

	2015年											
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
消費電力量 (kWh/月)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19,422	-
電力価格 (\$/kWh)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.22	-
電力支出 (\$/月)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,273	-

出典：調査団による現地精米所でのインタビューに基づいて作成

以上のように、シエムリアップ州の精米所は大部分が中規模であり、まとまった量の粃殻を収集するためには複数の精米所から調達することが不可欠である。また、各精米所は必ずしも年間を通じて安定的な経営をしている訳ではないため、粃殻の安定調達のためには慎重な調達計画が必要となる。

他方、シエムリアップ州では、観光客の増加に伴い近年都市廃棄物が急速に増大している。現在は 1 日 270 トンの都市廃棄物が発生している。廃棄物収集業者である DEVENCO/GAEA 社は収集した廃棄物をシエムリアップ市から約 30km に位置する廃棄物集積場に搬入しており、現時点では分別されることなく野積みされている状況である。野積みされた集積場では数十人のウェストピッカーがペットボトルなどの販売可能な資源を手作業で収集している。現在の集積場は容量オーバーとなり、現在、DEVENCO/GAEA 社第 2 の集積場を整備中である。



写真：ゴミ集積場の様子



写真：ウェストピッカーの様子

上述の通り糶殻の安定調達には課題が残るため、増大する都市廃棄物（有機系廃棄物）を糶殻と混焼することで発電燃料の供給を安定させる可能性が考えられる。日本の技術として、比較的水分の多いバイオマス資源を使用したバイオマス発電の技術は確立されており、導入可能性があると考えられる。プラスチック系廃棄物については、現在は国内に RPF（Refuse Paper & Plastic Fuel）などのリサイクル産業やマテリアルサイクルが成立していないため、本件では対象としない。DEVENCO/GAEA は本提案に関心を持っているため、今後さらなる調査・検討が期待される。下図には、糶殻を主体として都市有機系廃棄物を混焼させると想定した場合のバイオマス発電所の候補地を概念的に示す（赤点線丸）。ただし、都市有機系廃棄物を主体として考える場合は、候補地はより廃棄物集積場に近接した場所が望ましい。

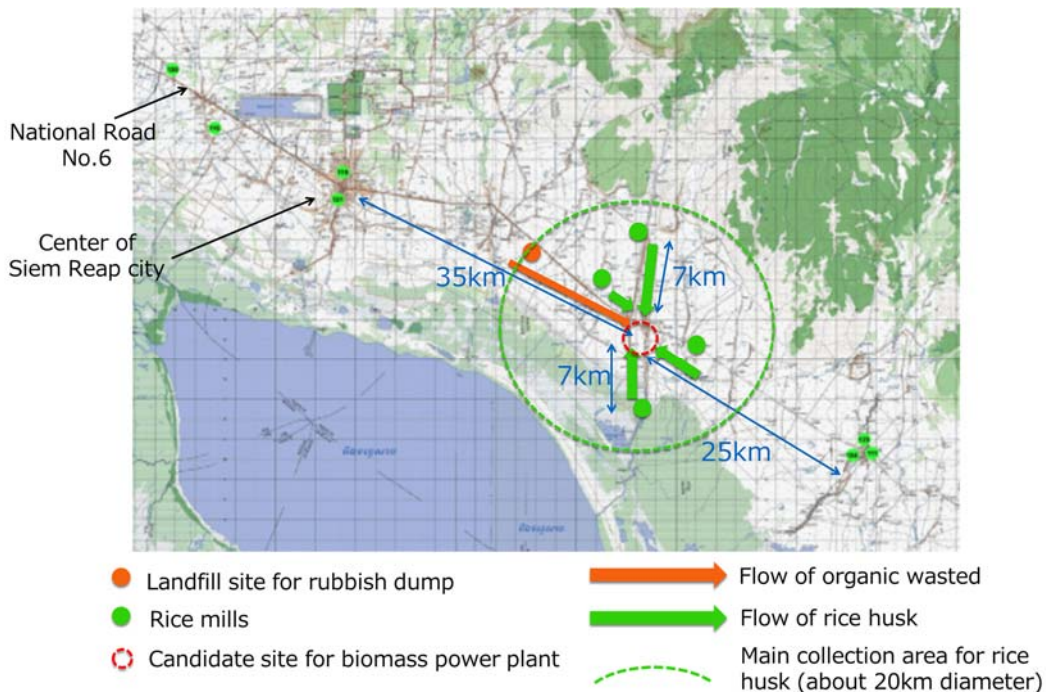


図 4-3：シエムリアップ州での籾殻・廃棄物混焼発電事業の候補地

出典：調査団

4.1.4. バッタバン州における籾殻バイオマス発電事業の案件形成可能性調査の必要性

本調査では、当初の仮説として、シエムリアップ州、バンテイミンチェイ州、バッタンバン州の3州の州境にバイオマス発電所を設置し3州から籾殻を集め、シエムリアップ州に電力供給することを想定していた。しかし、各州の精米協会と協議したところ、バイオマス発電自体は推進したい意向ではあったが、各州で発生する籾殻は各州で発電し各州の精米所で消費したいという意向であった。

カンボジア有数の米産地であり、とりわけ大規模の精米所が集積しているバッタンバン州は、籾殻の発生量は大きく、籾殻供給の安定性も他の地域よりも高いと言える。特に同州の Thmar Kol 地区（下地図参照）にはそれぞれ 1 MW 程度の電力を消費する大規模精米所が 10-15 社が集積する。バッタンバン州精米協会会長は、この地区をモデル地区として、日本勢と共同で詳細調査をすることに同意している。

バッタンバン精米協会会長としては、10MW 規模の大規模な発電所を希望しているが、調査段階としては 2MW ぐらいの小規模なものから徐々に拡大していくことが望ましいと考える。下図には、上記の Thma Koul 地区を対象とした場合のバイオマス発電所の候補地を概念的に示す（赤点線丸）。

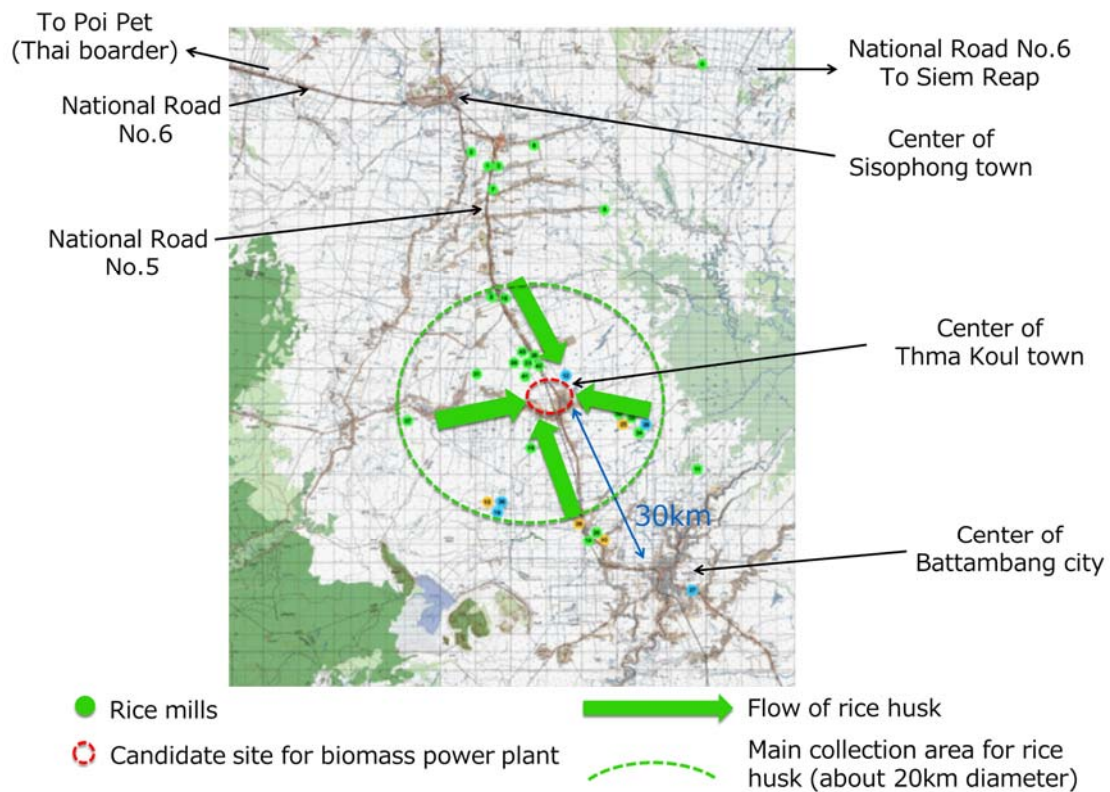


図 4-4 : バッタバン州での籾殻発電事業の候補地

出典：調査団

以上のように、籾殻発電に限ればシェムリアップ州よりもバッタンバン州でより規模の大きい発電ポテンシャルがあると言えるが、プロジェクト実現のためには今後さらなる詳細調査が必要となる。

4.2. アモルファス変圧器普及事業

4.2.1. アモルファス変圧器の技術優位性

アモルファス変圧器は、コア部分に標準的な仕様であるケイ粗鋼ではなく、アモルファス合金を用いた変圧器である。アモルファス変圧器は、日本のトップランナー基準を上回る省エネ性能を有しており、一般に使用されるシリコン型の変圧器に比べて無負荷損を約 60%低減できる。このため、電力の送電ロスを低減し供給可能電力量の増加に寄与する。

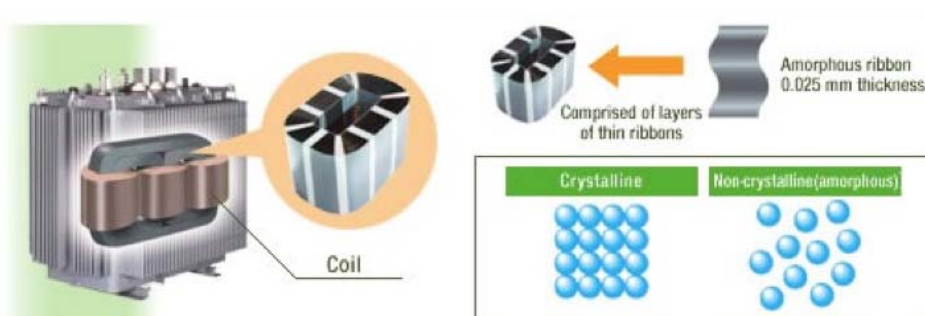


図 4-5 : アモルファス変圧器の構造

アモルファス変圧器は、従来のシリコン型の変圧器に比べて無負荷損を約 60%低減できる。Schneider Electric のレポートによると、図 4-6 のとおり、従来変圧器の耐用年数期間の無負荷損コストが 4,880 ユーロ、負荷損コストが 4,600 ユーロであることに対して、アモルファス変圧器の耐用年数期間の無負荷損コストが 1,600 ユーロ、負荷損コストが 4,600 ユーロである。アモルファス変圧器は、従来型変圧器と比べて無負荷損による費用損失が少ない。

アモルファス変圧器は、従来型変圧器と比べて性能が高い反面、価格が高い。他方で、図 XX のとおり、総コストで比較すると費用損失が少ない分、投資対効果が高い。

アモルファス変圧器のコア部品であるアモルファス合金は、日立金属が世界のシェアの約 90%を占めている。アモルファス変圧器は、省エネ性能が高く、日本メーカーの優位性が高い技術といえる。

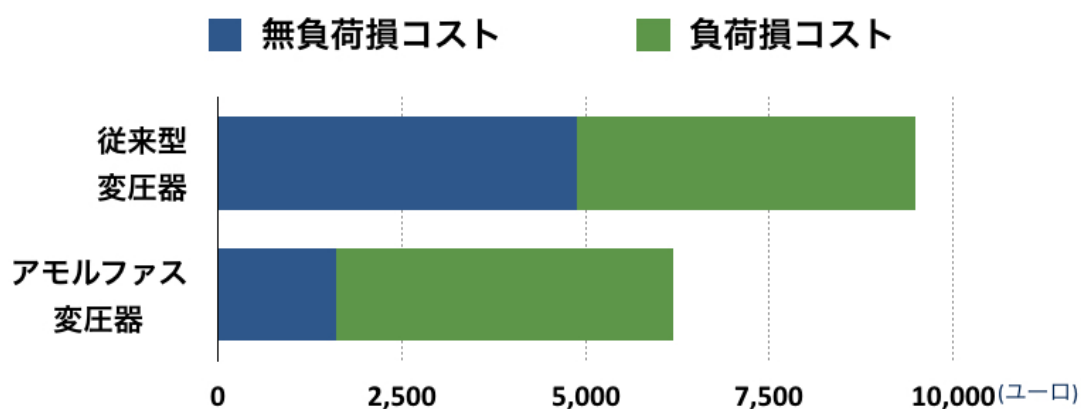


図 4-6 : アモルファス変圧器と従来型変圧器のコスト比較①

(出典 : <http://bit.ly/lovArXN>)

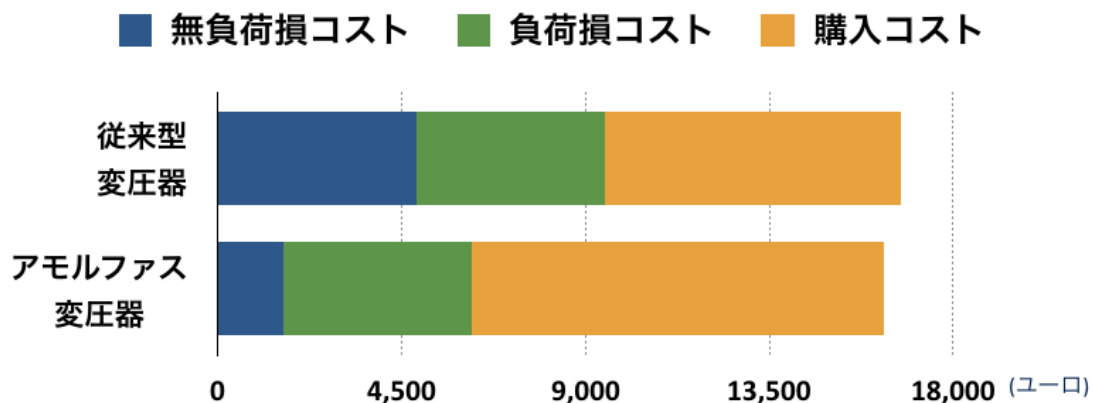


図 4-7：アモルファス変圧器と従来型変圧器のコスト比較②

(出典：http://bit.ly/lovArXN)

4.2.2. アモルファス変圧器で期待できる GHG 排出削減量の投資対効果

カンボジアにおけるアモルファス変圧器導入の GHG 削減量の投資対効果を算定するためには、以下のデータが必要である。アモルファス変圧器導入に係る MRV 方法論（案）を附属資料 2 に示す。

- ①現在導入されている変圧器の無負荷損失
- ②導入される高効率変圧器の無負荷損失
- ③年間停電率
- ④導入される高効率変圧器の台数

現状、カンボジアに導入するアモルファス変圧器の無負荷損失や台数は検討中であり、投資対効果は算定できないが、他国の事例では GHG 排出削減量に関する事業費の費用対効果は約 4 万円/トン CO₂ である。

5. 神奈川県とシェムリアップ州の自治体間連携の意義と活動方針

5.1. 自治体間連携の目的

【目的】

シェムリアップ州における低炭素観光都市づくりを通じて、相互理解と友好関係を深めながら、両都市の発展に向けて協力して取り組む。

【主な合意内容】

- ・ シェムリアップ州：再生可能エネルギーの活用や省エネルギー設備等の導入検討。
- ・ 神奈川県：低炭素観光都市づくりの推進に関する助言。特に、太陽光発電など再生可能エネルギーの導入促進、エネルギー利用の効率化、電動車両の導入促進。
- ・ 両地域の民間企業の経済交流に対する支援。

(以上、<http://www.pref.kanagawa.jp/prs/p975449.html> から引用)

5.2. キャパシティ・ビルディング

5.2.1. 日本への招聘

2015年11月3日から7日において、神奈川県の制度を習熟し将来的にシェムリアップ州で適用することを目的として、カンボジア実施機関のキーパーソン5名を日本に招へいし、神奈川県・箱根市において4泊5日の研修を行った。研修では、神奈川県産業労働局産業・エネルギー部との意見交換のほか、県営の太陽光発電所「愛川ソーラーパーク“さんてらす TOBISHIMA”」の視察等を行った。

5.2.2. 現地ワークショップ

神奈川県の制度紹介を目的として、カンボジア関係機関（シェムリアップ州政府、シェムリアップ市役所、アプサラ機構等）を対象として、シェムリアップ市において現地セミナーを開催した。キックオフセミナーを2015年7月14日に、最終セミナーを2016年1月25日に実施した。それぞれ半日開催し、参加者は各50名程度であった。

5.2.3. ハノイにおける環境都市開発ハイレベル会議での発表

2016年3月3日から4日、ハノイにおいて、第7回環境的に持続可能な都市ハイレベルセミナーにおいて、発表を行い、本プロジェクトの取組を国内外に周知した。（発表資料は付属資料7を参照）

5.3. 今後の活動方針

- ・ 神奈川県とシェムリアップ州の自治体間連携の締結により、今後期待される具

体的な活動は以下の通りである。

(ア) JICA の草の根技術協力事業への応募

- ✓ 観光都市丸ごと低炭素化を目的としたコミュニティの開発
- ✓ コミュニティを実施・運営する人材開発
- ✓ 神奈川県は、自治体としてエネルギー（再エネと省エネ）と観光都市交通のセクターにおける政策開発とそれを定着させるための行政指導のノウハウを、シェムリアップ州政府側担当者に伝授
- ✓ シェムリアップ州政府担当者を神奈川県に招聘し、政策開発と行政指導の実務トレーニングの実施

(イ) シェムリアップ市マスタープランの策定の支援

- ✓ エネルギー（再エネと省エネ）と都市観光交通の両セクターに関し、現在のマスタープラン策定の進捗状況を把握し、神奈川県からの助言を行う。
- ✓ 策定における課題解決に向けたプロジェクト化案件の発掘

6. 政策提言

シェムリアップ州は、主に4つのカテゴリーに分けられる生活・居住者地域がある。シェムリアップ市を中心とする市街地地域、アプサラ機構が管轄するアンコール世界遺産地域、それらの周りに広く広がる農村地域、そしてトンレサップ湖岸の漁業地域である。シェムリアップ州は無電化地域が多く、土地は肥沃ではなく農業開発も必要で貧困格差が深刻である。これら、4つの地域カテゴリーに共通する主要課題として、①都市交通インフラの未整備、②環境とエネルギー政策の未整備、③貧困層の所得向上策の未整備がある。本 C2CC では、①と②にフォーカスしており、その解決策として「エネルギーの地産地消推進」を提言している。

JCM Proposed Methodology Form

Cover sheet of the Proposed Methodology Form

Form for submitting the proposed methodology

Host Country	The Kingdom of Cambodia
Name of the methodology proponents submitting this form	Japan Development Institute
Sectoral scope(s) to which the Proposed Methodology applies	1. Energy industries (renewable-/non-renewable sources)
Title of the proposed methodology, and version number	Displacement of Grid and Captive Genset Electricity by Ultra-lightweight Solar PV System, Ver 01.0
List of documents to be attached to this form (please check):	<input type="checkbox"/> The attached draft JCM-PDD: <input type="checkbox"/> Additional information
Date of completion	XX/XX/2016

History of the proposed methodology

Version	Date	Contents revised
01.0	XX/XX/2016	First Edition

A. Title of the methodology

Displacement of Grid and Captive Genset Electricity by Ultra-lightweight Solar PV System,
Ver 01.0

B. Terms and definitions

Terms	Definitions
Solar photovoltaic (PV) system	An electricity generation system which converts sunlight into electricity by the use of photovoltaic (PV) modules. The system also includes ancillary equipment such as inverters required to change the electrical current from direct current (DC) to alternating current (AC).

C. Summary of the methodology

Items	Summary
<i>GHG emission reduction measures</i>	Displacement of grid electricity and/or captive electricity using diesel fuel as power source by installation and operation of the solar PV system(s)
<i>Calculation of reference emissions</i>	Reference emissions are calculated on the basis of the AC output of the solar PV system(s) multiplied by the conservative emission factor of the grid and captive electricity.
<i>Calculation of project emissions</i>	Project emissions are the emission from the solar PV system(s), which is assumed to be zero.
<i>Monitoring parameters</i>	Quantity of the electricity generated by the project solar PV system

D. Eligibility criteria

This methodology is applicable to projects that satisfy all of the following criteria.

Criterion 1	The project installs solar PV system(s).
Criterion 2	The solar PV system is connected to the internal power grid of the project site and/or to the grid for displacing grid electricity and/or captive electricity at the

	project site.
Criterion 3	The PV modules have obtained a certification of design qualifications (IEC 61215, IEC 61646 or IEC 62108) and safety qualification (IEC 61730-1 and IEC 61730-2).
Criterion 4	The PV modules have more than 15% of module conversion efficiency and less than 6.5 kg/m ² of weight.
Criterion 5	The equipment to monitor output power of the solar PV system and irradiance is installed at the project site.

E. Emission Sources and GHG types

Reference emissions	
Emission sources	GHG types
Consumption of grid electricity and/or captive electricity	CO ₂
Project emissions	
Emission sources	GHG types
Generation of electricity from solar PV system(s)	N/A

F. Establishment and calculation of reference emissions

F.1. Establishment of reference emissions

In the absence of the project, the power from the grid or the captive genset will continue to be used. The reference emissions are the AC output of the solar PV system(s) multiplied by the conservative emission factor of the grid and captive electricity.

The emission factor of the grid and captive electricity is set to 0.5631 tCO₂/MWh. This is derived by multiplying the grid emission factor of the Phnom Penh electricity grid published by the Ministry of Environment, Cambodia and Institute of Global Environmental Strategies (IGES) in 2011 by 0.9. The emission factor of the grid and captive electricity is set this way to ensure the achievement of net emission reductions.

F.2. Calculation of reference emissions

$$RE_p = \sum_i EG_{i,p} \times EF_{RE}$$

RE_p : Reference emissions during the period p [tCO₂/p]

$EG_{i,p}$: Quantity of the electricity generated by the project solar PV system i during the period p [MWh/p]

EF_{RE} : Reference CO₂ emission factor of the grid and captive electricity [tCO₂/MWh]

G. Calculation of project emissions

$$PE_p = 0$$

PE_p : Project emissions during the period p [tCO₂/p]

H. Calculation of emissions reductions

$$\begin{aligned} ER_p &= RE_p - PE_p \\ &= RE_p \end{aligned}$$

ER_p : Emission reductions during the period p [tCO₂/p]

RE_p : Reference emissions during the period p [tCO₂/p]

PE_p : Project emissions during the period p [tCO₂/p]

I. Data and parameters fixed *ex ante*

The source of each data and parameter fixed *ex ante* is listed as below.

Parameter	Description of data	Source
EF_{RE}	The emission factor of the grid and captive electricity is derived by multiplying the grid emission factor of the Phnom Penh electricity grid by 0.9	Ministry of Environment, Cambodia and IGES, March 2011, Grid Emission Factor of the Phnom Penh Electricity Grid.

JCM Proposed Methodology Form

Cover sheet of the Proposed Methodology Form

Form for submitting the proposed methodology

Host Country	The Kingdom of Cambodia
Name of the methodology proponents submitting this form	Japan Development Institute
Sectoral scope(s) to which the Proposed Methodology applies	2. Energy distribution
Title of the proposed methodology, and version number	Installation of energy efficient transformers in a power distribution grid, Version 1.0
List of documents to be attached to this form (please check):	<input type="checkbox"/> The attached draft JCM-PDD: <input type="checkbox"/> Additional information
Date of completion	XX/XX/2016

History of the proposed methodology

Version	Date	Contents revised
01.0	XX/XX/2016	First Edition

J. Title of the methodology

Installation of energy efficient transformers in a power distribution grid, Version 1.0

K. Terms and definitions

Terms	Definitions
Power distribution grid	The portion of the electric system that is dedicated to delivering electricity to the end-users.
No-load losses	Losses of electricity due to transformer core magnetizing or energizing. These losses occur whenever a transformer is energized and remain constant regardless of the amount of electricity flowing through it.
Load losses	Losses of electricity due to resistance in the electrical winding of the transformer. These losses include eddy current losses in the primary and secondary conductors of the transformer. These losses occur when the electricity flows through the transformer.

L. Summary of the methodology

Items	Summary
<i>GHG emission reduction measures</i>	Installation of energy efficient transformers (transformers with amorphous metal core) in a power distribution grid reduces no-load losses by transformers, which leads to reduction of losses for grid electricity, thus reduction of GHG emissions.
<i>Calculation of reference emissions</i>	Reference emissions are calculated by no-load losses of the reference transformer, blackout rate and CO ₂ emission factor of the grid.
<i>Calculation of project emissions</i>	Project emissions are calculated by no-load losses of the project transformer, maximum allowable uncertainty for the no-load losses of the project transformer, blackout rate and CO ₂

	emission factor of the grid.
<i>Monitoring parameters</i>	Energizing time of the project transformer

M. Eligibility criteria

This methodology is applicable to projects that satisfy all of the following criteria.

Criterion 1	Single-phase and/or three-phase oil-immersed transformer with amorphous metal core is installed in the distribution grid.
Criterion 2	Load losses of the project transformer determined in line with IEC 60076-1 or national/industrial standards complying with IEC 60076-1 is equal or smaller than the standard values or specification values of load loss, required by the power company of the grid where the project transformer is installed, corresponding to its capacity and number of phases.

N. Emission Sources and GHG types

Reference emissions	
Emission sources	GHG types
No-load losses of grid electricity by reference transformers	CO ₂
Project emissions	
Emission sources	GHG types
No-load losses of grid electricity by project transformers	CO ₂

O. Establishment and calculation of reference emissions

F.1. Establishment of reference emissions

Transformer with silicon steel core is commonly installed in Cambodia. On the one hand transformer with amorphous metal core has been installed to a very limited extent. Also, power companies in Cambodia have the standard or set tender specifications for no-load losses when procuring transformers, and such no-load losses is set on the premise of transformer with silicon steel core.

Therefore, transformer with silicon steel core is assumed to be reference transformer in this methodology.

Reference emissions are mainly determined by no-load loss of the reference transformer, however, blackout rate also affects the calculation of reference emissions. Blackout rate varies among the regions, and it is improving year by year. To achieve net emission reductions, default value of blackout rate in Cambodia is set in a conservative manner.

Blackout rate is set in line with the general principle of conservative calculation methodology for GHG emission reduction. A rate closer to 0% reflects shorter blackout hours, since the more electricity is distributed, the greater the energy saving. Therefore, it is required to avoid an underestimated blackout rate in order to achieve conservative reduction estimates. However, Cambodia's blackout rate is not publicly available at the moment. Tentatively, a blackout rate in Vietnam is set in this methodology, as Vietnam is one of the transporter power suppliers for Cambodia (Data obtained from JCM Approved methodology JCM_VN_AM005_ver01.0 (originally from the power companies in Vietnam)).

The emission factor of the grid is set to 0.5631 tCO₂/MWh. This is derived from the grid emission factor of the Phnom Penh electricity grid published by the Ministry of Environment, Cambodia and Institute of Global Environmental Strategies (IGS) in 2011, which is multiplied by 0.9 in this methodology, in order to achieve GHG emission reduction calculation in a conservative manner.

F.2. Calculation of reference emissions

The reference emissions, RE_p , during the period p are given by:

$$RE_p = \sum_i (NLL_{RE,i,j,k} \times H_{i,p}) \times (1 - Br_p) \times EF_{grid} \times 10^{-6}$$

Where:

- RE_p : Reference emissions during the period p [tCO₂/p]
- i : Identification number of the reference transformer
- j : Identification number of the power company where the transformer i is installed
- k : Index which represents type of the reference transformer defined by its

	capacity and number of phases
$NLL_{RE,i,j,k}$: No-load losses of the reference transformer i of capacity category k for the power company j [W]
$H_{i,p}$: Energizing time of the project transformer i during the period p [hour/p]
Br_p	: Blackout rate during the period p [fraction]
EF_{grid}	: CO ₂ emission factor of the grid [tCO ₂ /MWh]

P. Calculation of project emissions

The project emissions, PE_p , during the period p are given by:

$$PE_p = \sum_i [NLL_{PJ,i,j,k} \times (1 + UNC_i) \times H_{i,p}] \times (1 - Br_p) \times EF_{grid} \times 10^{-6}$$

Where:

PE_p	: Project emissions during the period p [tCO ₂ /p]
i	: Identification number of the project transformer
j	: Identification number of the power company where the transformer i is installed
k	: Index which represents type of the project transformer defined by its capacity and number of phases
$NLL_{PJ,i,j,k}$: No-load losses of the project transformer i of capacity category k for the power company j [W]
UNC_i	: Maximum allowable uncertainty for the no-load losses of the project transformer i [fraction]
$H_{i,p}$: Energizing time of the project transformer i during the period p [hour/p]
Br_p	: Blackout rate during the period p [fraction]
EF_{grid}	: CO ₂ emission factor of the grid [tCO ₂ /MWh]

Q. Calculation of emissions reductions

The emission reductions, ER_p , during the period p are given by:

$$ER_p = RE_p - PE_p$$

Where:

ER_p	: Emission reductions during the period p [tCO ₂ /p]
RE_p	: Reference emissions during the period p [tCO ₂ /p]
PE_p	: Project emissions during the period p [tCO ₂ /p]

R. Data and parameters fixed *ex ante*

The source of each data and parameter fixed *ex ante* is listed as below.

Parameter	Description of data	Source
$NLL_{RE,i,j,k}$	No-load losses of the reference transformer i of capacity category k for the power company j . The no-load losses of the reference transformer i are determined <i>ex ante</i> by applying the lower value of the latest standard for no-load losses or the specification value of no-load losses where applicable, required by the power companies where the project transformer is installed, corresponding to the capacity and number of phases of the project transformer i .	The latest standard for no-load loss required by the power companies, or the specification value of no-load losses set by the power companies
$NLL_{PJ,i,j,k}$	No-load losses of the project transformer i of capacity category k for the power company j .	Manufacturer's performance test report measured at the time of pre-delivery inspection
Br_p	Blackout rate during the period p . Default value: 1.87% (tentative)	Data obtained from JCM Approved methodology JCM_VN_AM005_ver01.0 (originally from the power companies in Vietnam)
UNC_i	Maximum allowable uncertainty for the no-load losses of the project transformer i .	Manufacturer's performance test report measured at the time of pre-delivery inspection

EF_{grid}	<p>The emission factor of the grid and captive electricity is derived by multiplying the grid emission factor of the Phnom Penh electricity grid by 0.9</p>	<p>Ministry of Environment, Cambodia and IGES, March 2011, Grid Emission Factor of the Phnom Penh Electricity Grid.</p>
-------------	---	---

A black and white photograph of two men in business suits. The man on the left is wearing glasses and a striped tie. The man on the right is smiling and holding a large document. They are shaking hands over the document. The background is a blurred office setting.

City-to-City Cooperation (C2CC)

Japan Development Institute Ltd.,
January 25, 2016



Siem Reap in Cambodia and Kanagawa in Japan

Sep. 30, 2013



Nov. 19, 2014

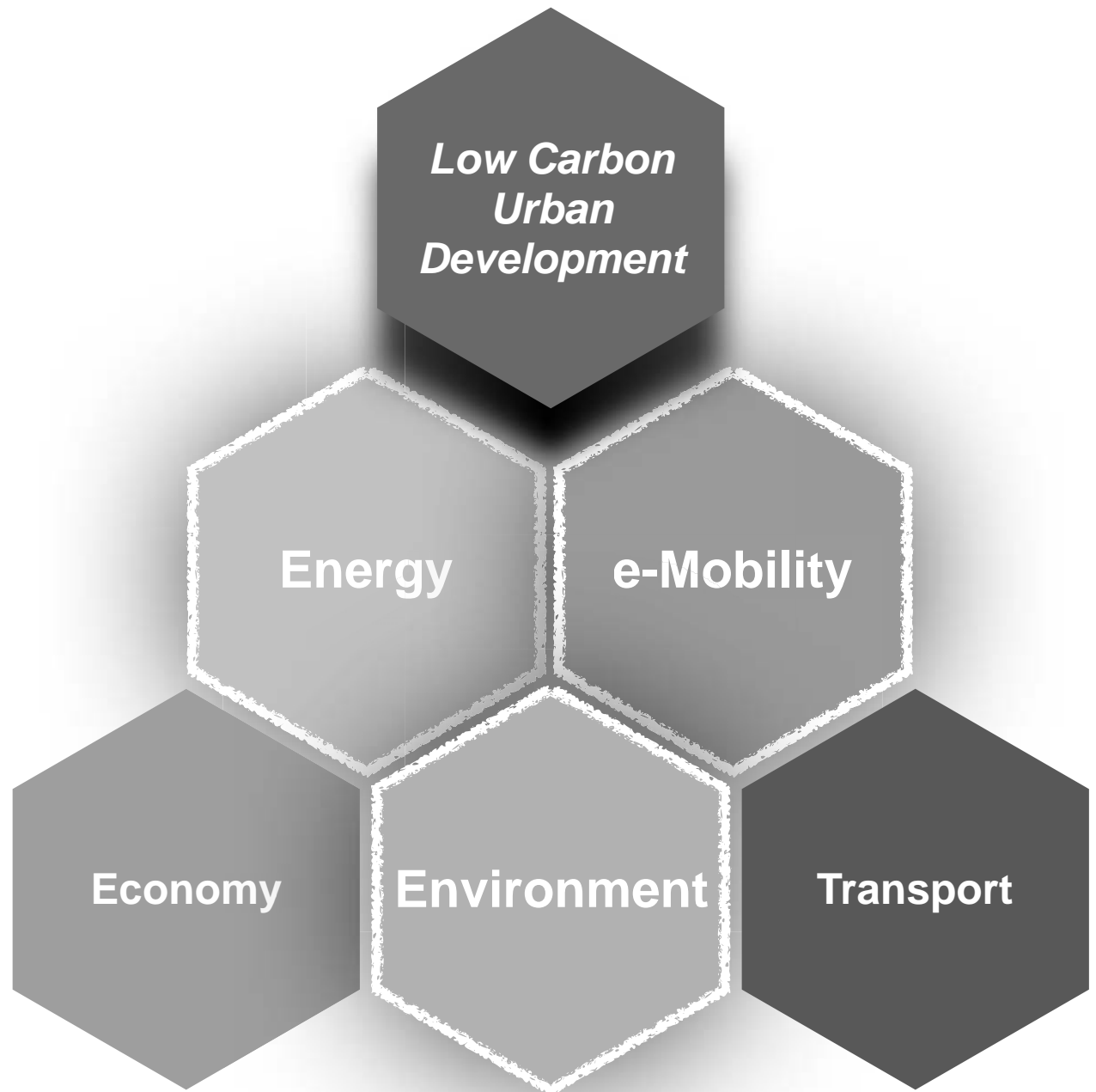


Nov. 5, 2015



Objectives

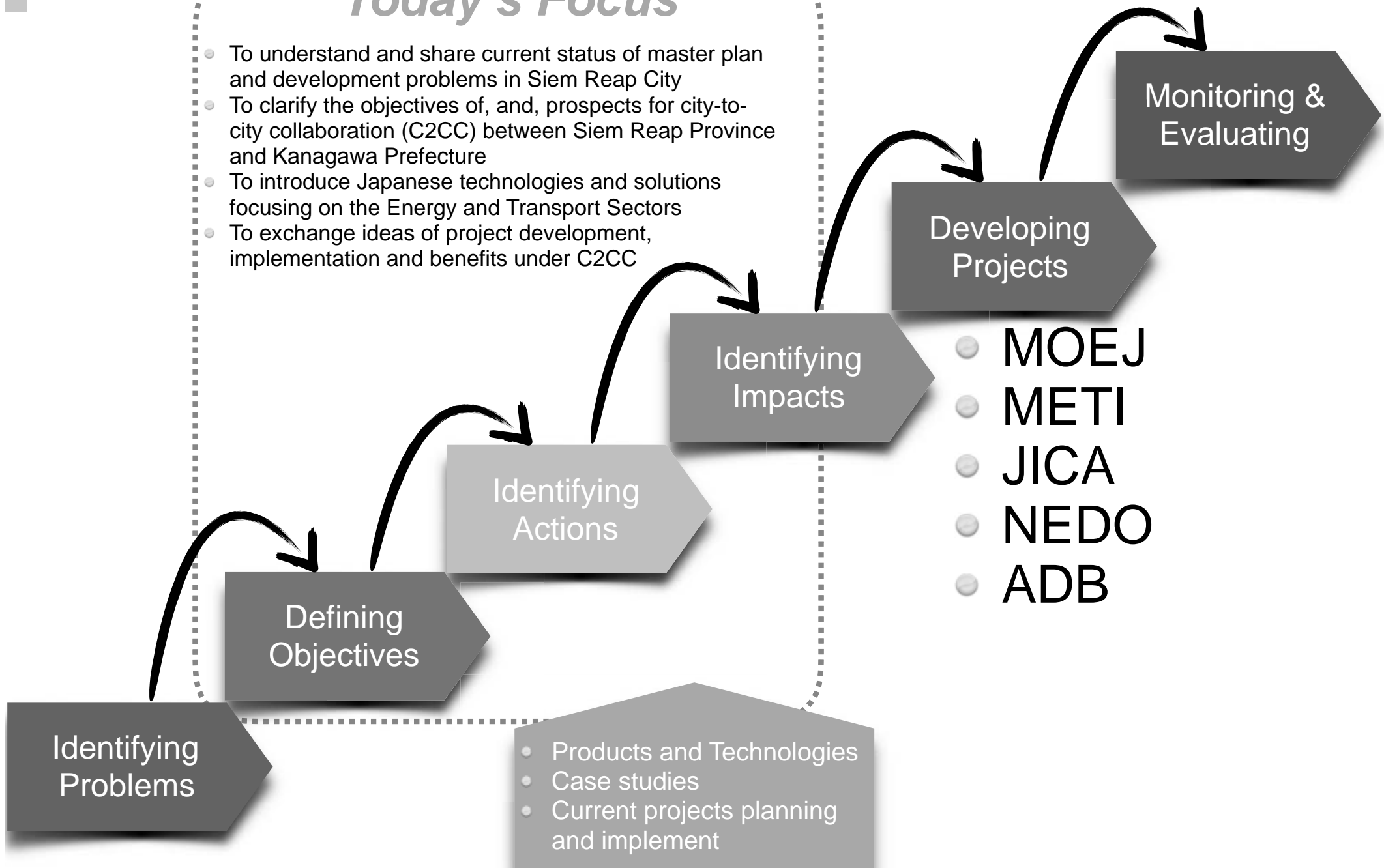
- Creating low-carbon tourism city development in Siem Reap Province;
- Benefitting from the results of Feasibility Studies on Joint Crediting Mechanism Projects;
- Aiming to promote mutual understanding and friendship; and,
- Undertaking development of the two regions in collaboration



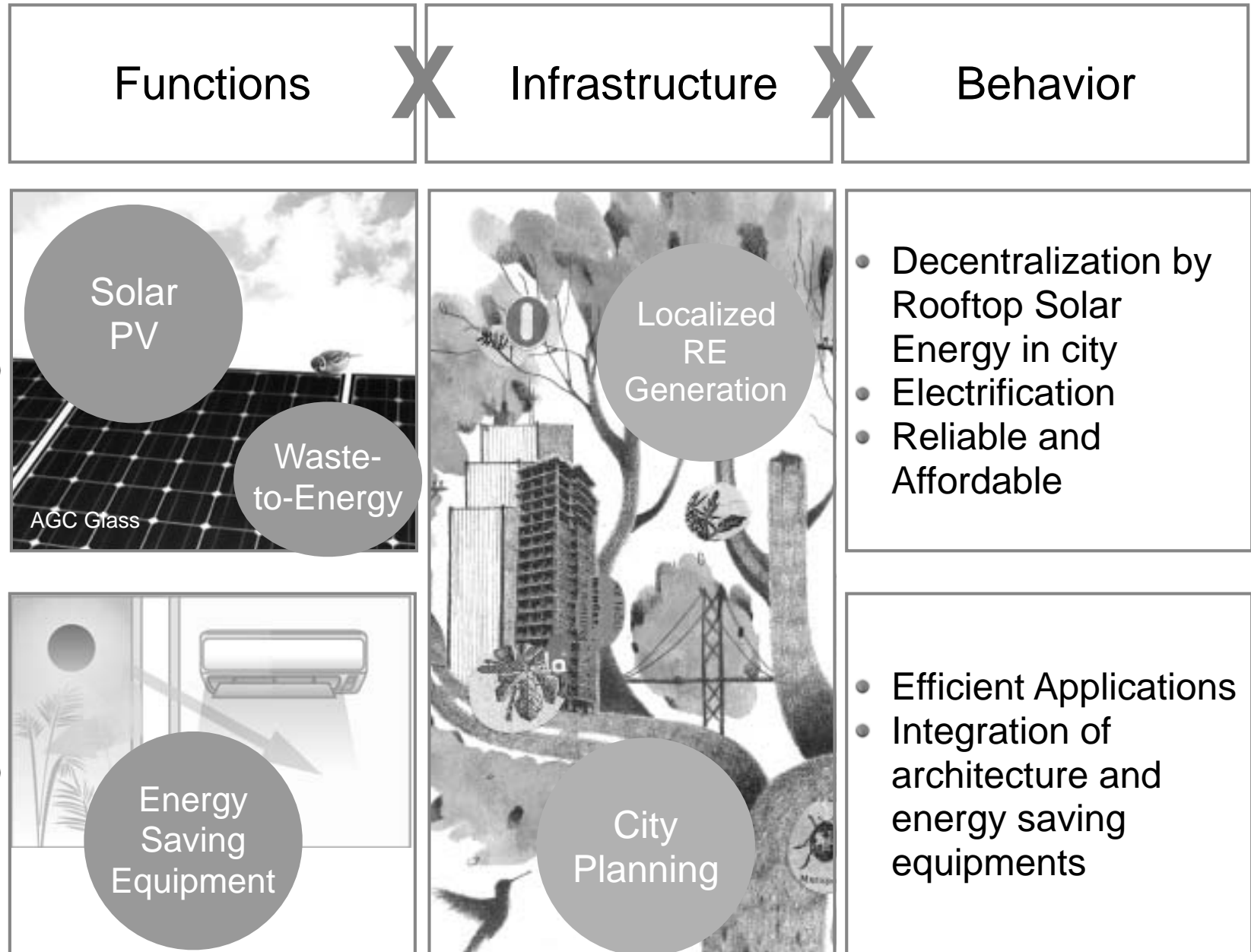
Strategical Steps for C2C Cooperation

Today's Focus

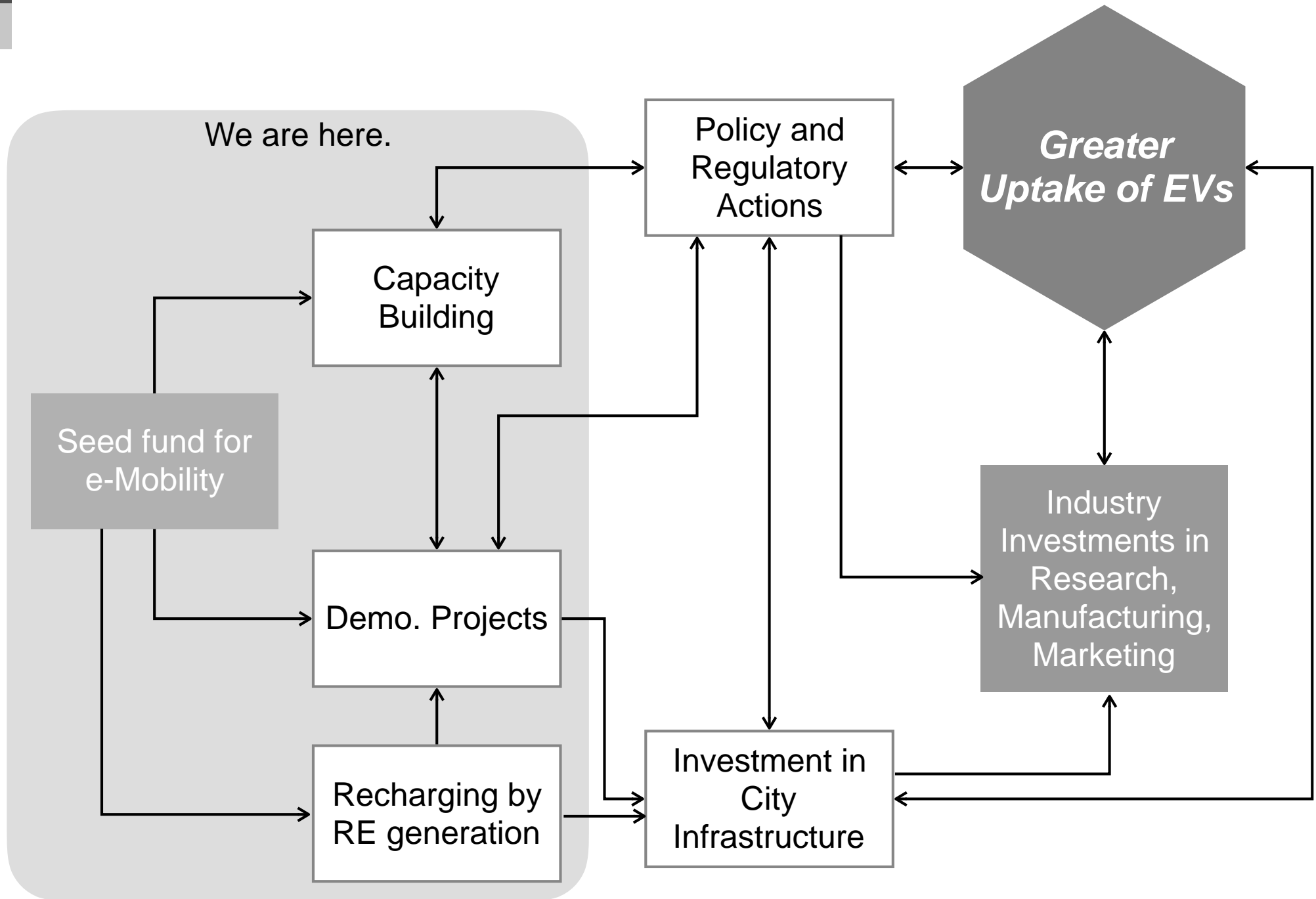
- To understand and share current status of master plan and development problems in Siem Reap City
- To clarify the objectives of, and, prospects for city-to-city collaboration (C2CC) between Siem Reap Province and Kanagawa Prefecture
- To introduce Japanese technologies and solutions focusing on the Energy and Transport Sectors
- To exchange ideas of project development, implementation and benefits under C2CC



Identifying opportunities in the Energy Sector



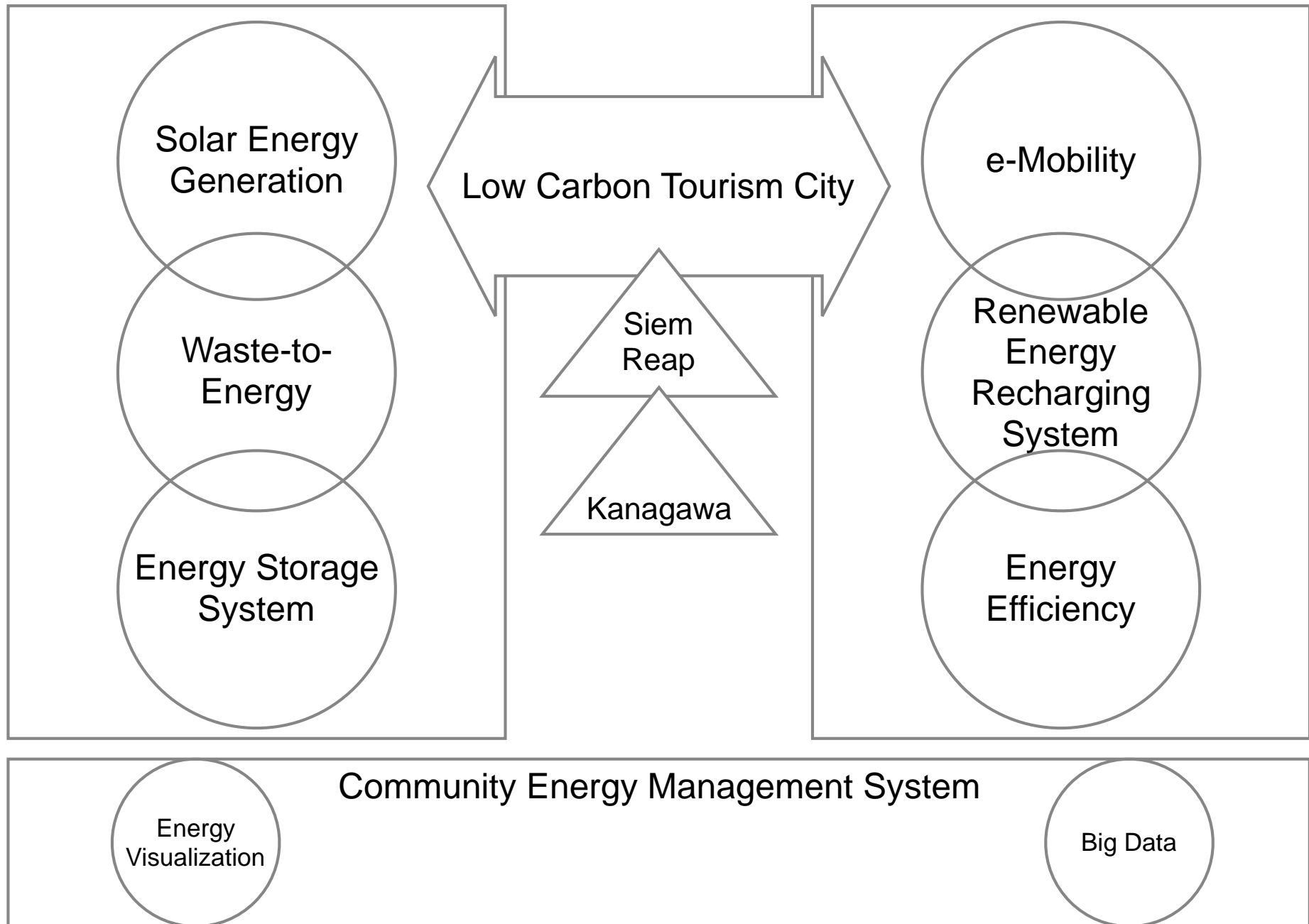
Identifying Opportunities in the e-Mobility Sector



Energy LP4LC (Local Production for Local Consumption)

Local Production

Local Consumption





We would like to hear from you and answer any questions that you might have.
kimura@jditokyo.com

No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or for any purpose without the express permission of Asian Gateway Corporation. The information contained herein may be changed without prior notice.

© 2016 Asian Gateway Corporation. All Rights Reserved.

Solar Power Promotion and Tourism Promotion using EV ～Activities of Kanagawa Prefecture～



Energy Department, Industry and Labor Bureau,
Kanagawa Prefectural Government

World-famous Tourism Resources

Old capital:
Kamakura



Hot spring spot:
Hakone



World-famous Tourism Resources



Night view of Yokohama

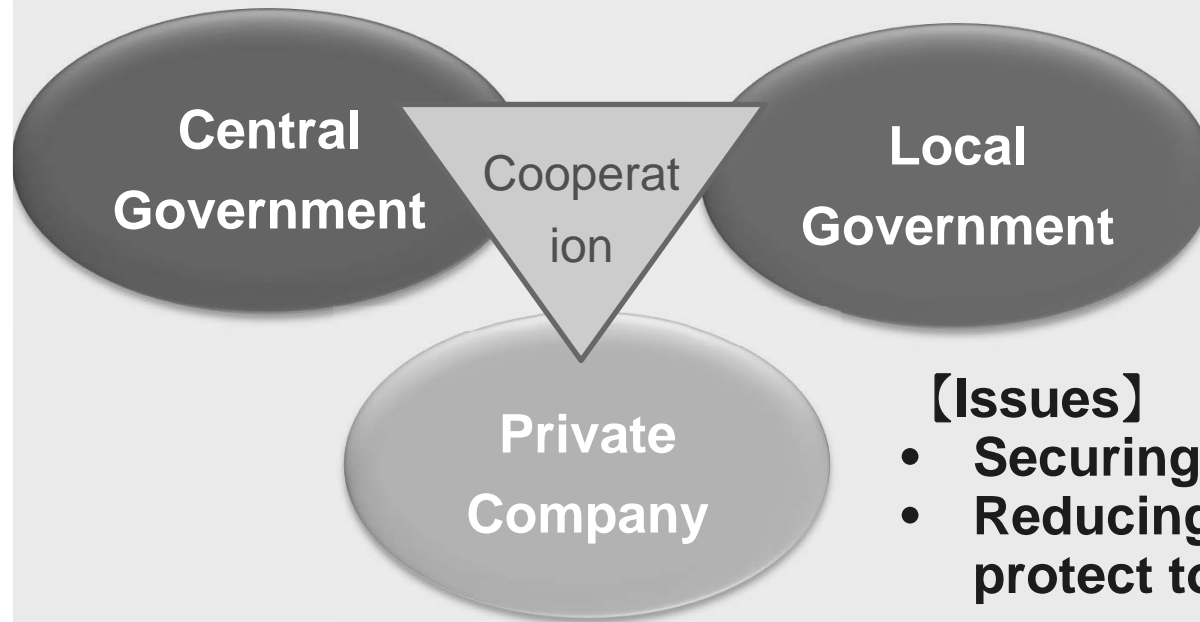
Giant elevator
crossing the floor



Rolling outage implemented after the earthquake (March 2011)



Low carbon tourism urban development and the role of local government from the perspective of energy sector



【Issues】

- Securing stable and reliable energy
- Reducing environmental impact to protect tourism resources



【Role of local government】

- Cooperation with the central government
- Effective planning which is suitable for the region
- Raising public awareness on the environment



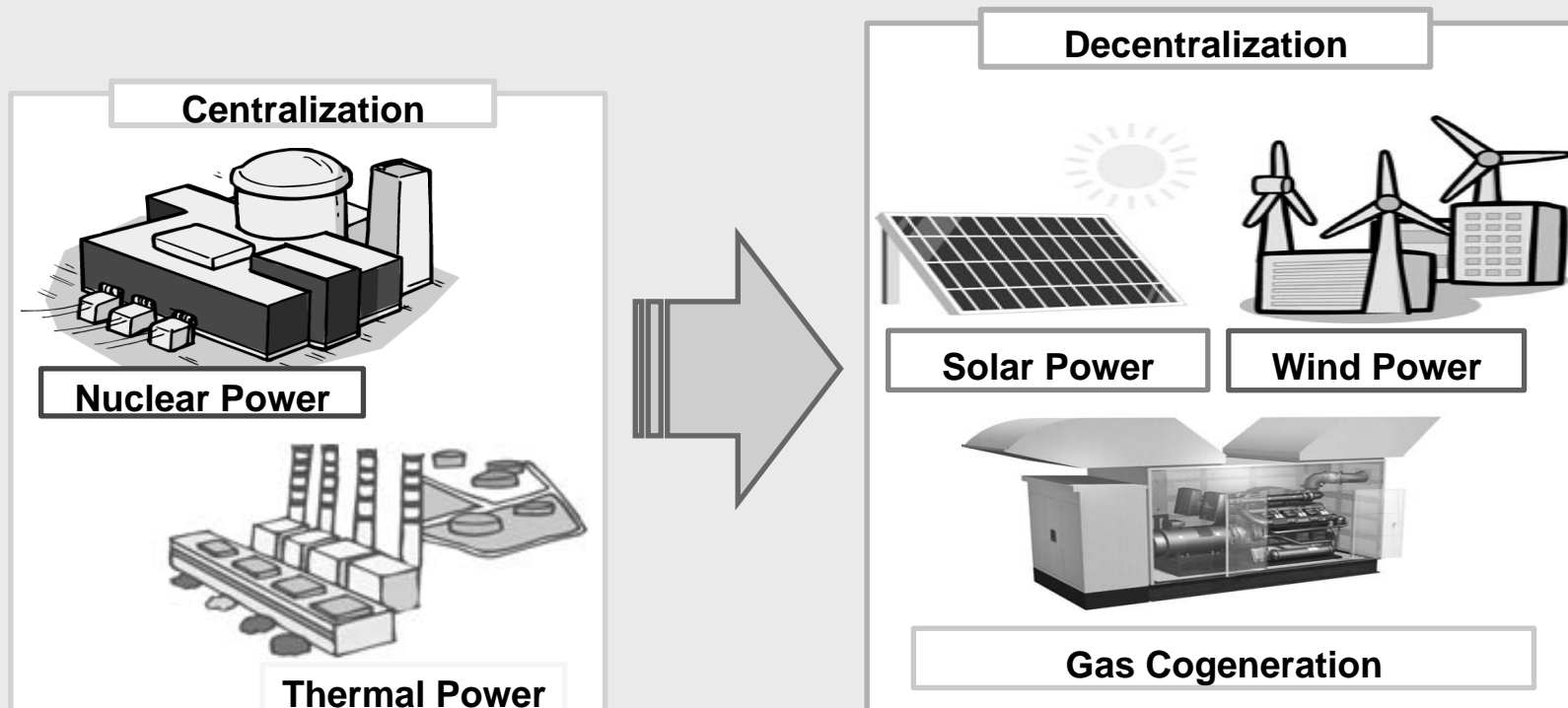
Kanagawa Smart Energy Plan

○ Background

The plan was formulated as a basic plan of the energy policy based on “Ordinance on promoting renewable energy in Kanagawa (July, 2013)”

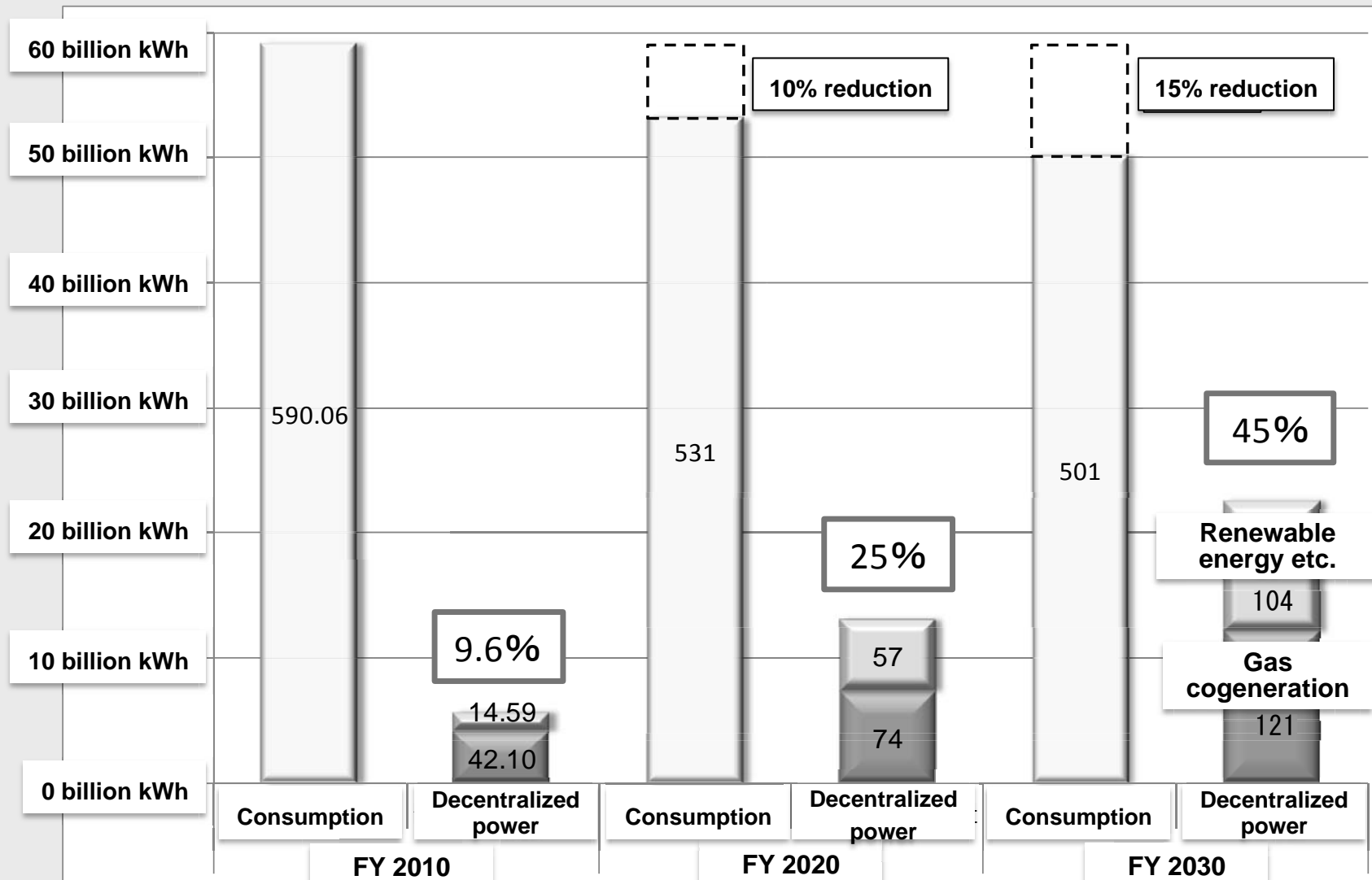
Three Principles

- Less dependence on nuclear power
- Consideration for environment
- Promote local production for local consumption

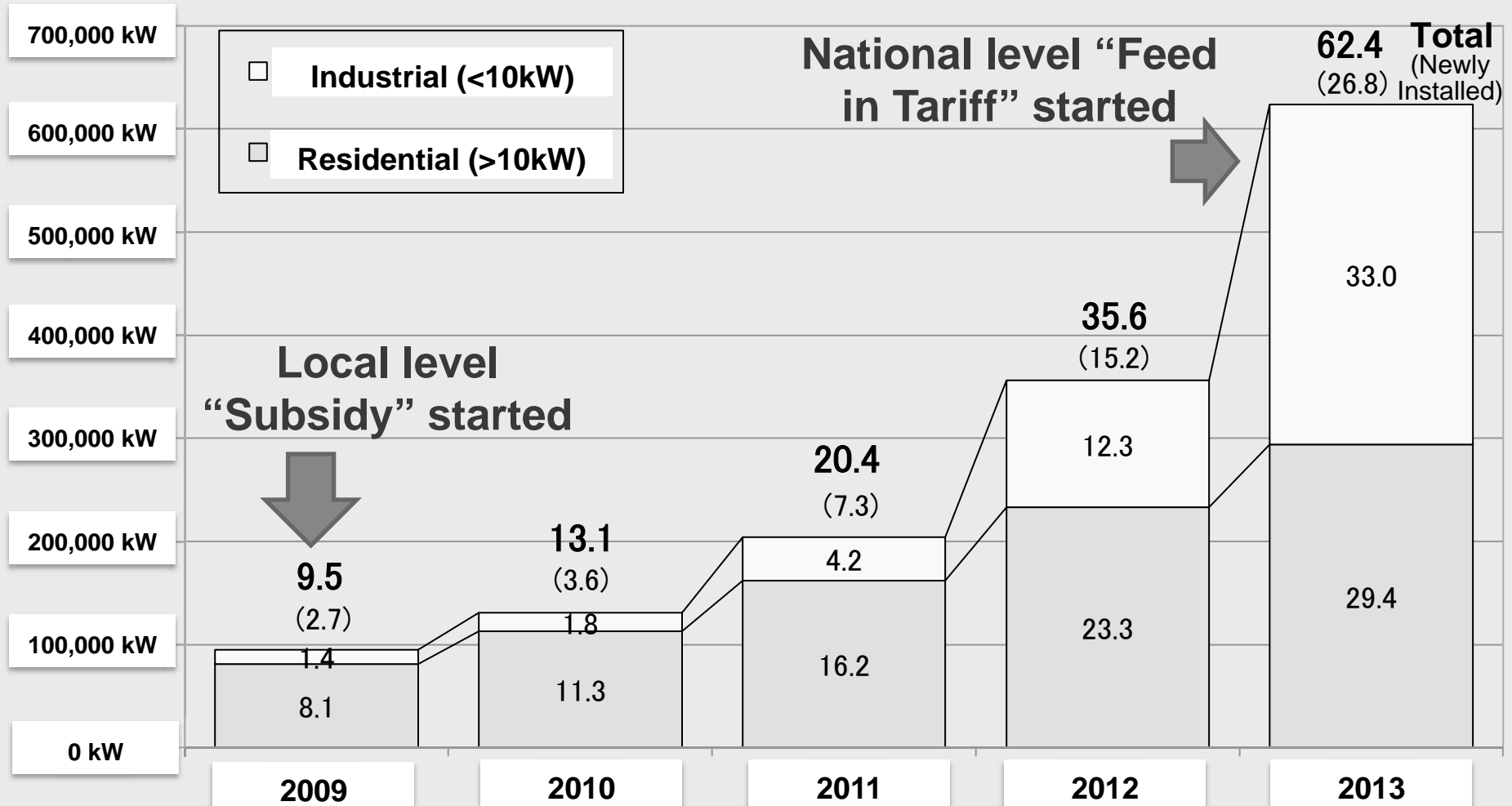


Kanagawa Smart Energy Plan

Electricity consumption and decentralized power generation in Kanagawa prefecture (Target)



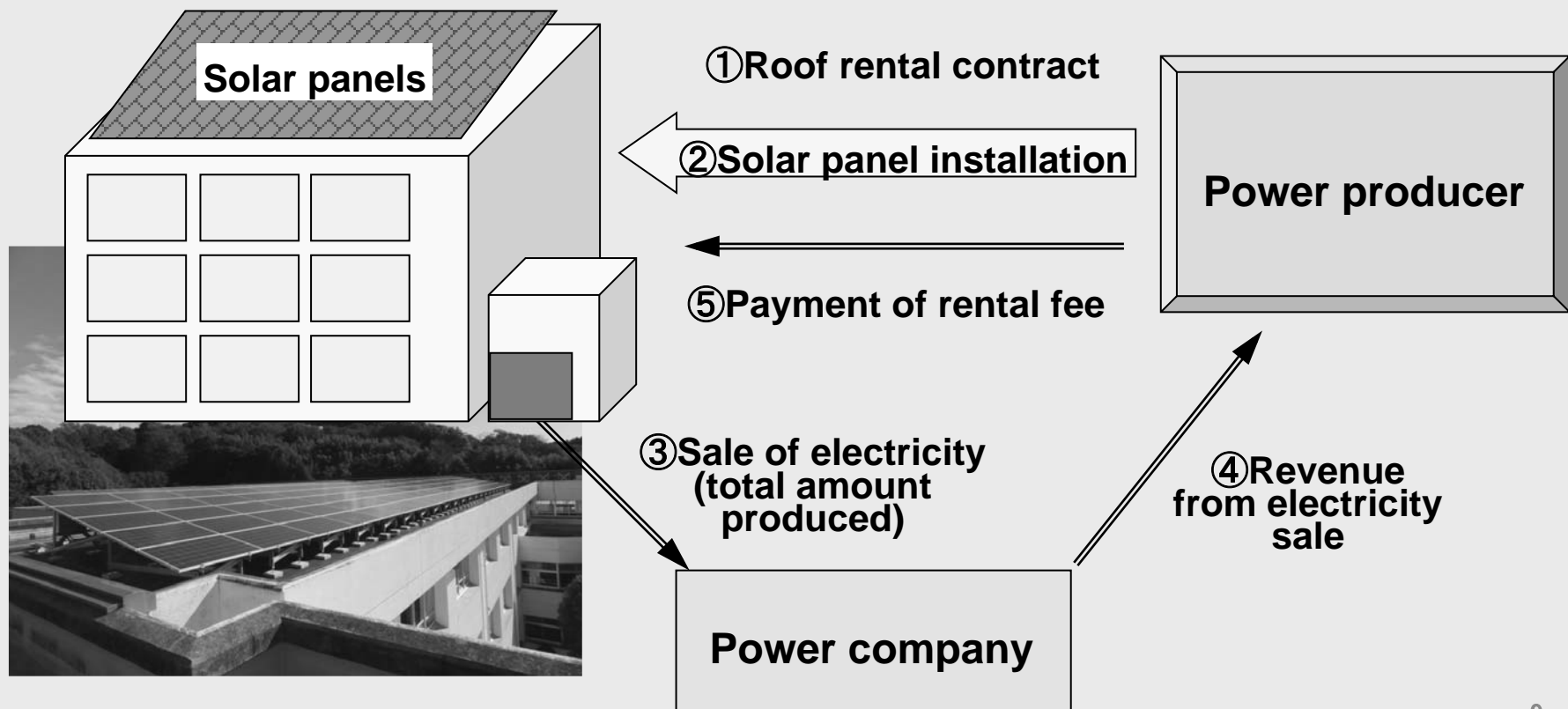
Solar power installed capacity in Kanagawa Prefecture



(Source) Regional Energy Department, Industry and Labor Bureau, Kanagawa Prefecture

“Roof Rental” Solar Power Project

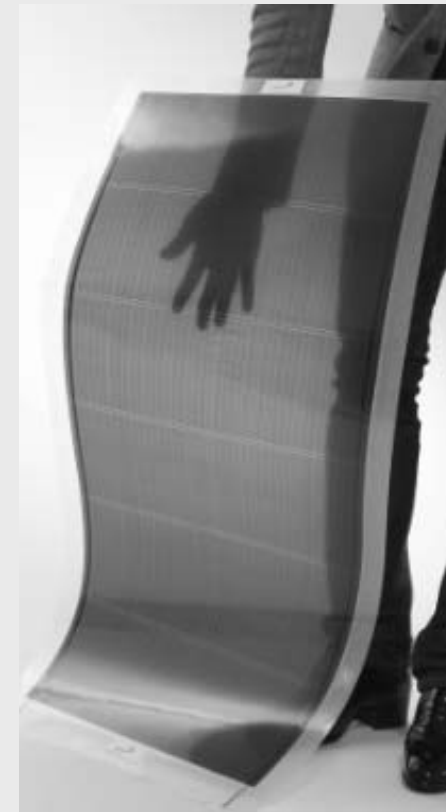
The “Roof rental” solar power project is a solar power generation project, where the owner of a building leases a space such as roofs while a power producer rents the space for installing solar panels and produce power based on the “Feed-in-tariff”. The building owner benefits from rental fee etc.



Yokohama Sakae High School

Thin Film Solar Cells

Thin film solar cells, which are lighter and thinner than conventional solar cells, can be installed on places such as factory roofs, slopes of railways/roads, inside of glass windows of office buildings, handrails of balconies of apartments, where conventional solar cells could not be installed.



Thin Film Solar Cells Dissemination

Factory roof before installation



Factory roof after installation



Light weighted solar cells are installed on corrugated slate roof of the factories.

Railway slope before installation



Railway slope after installation

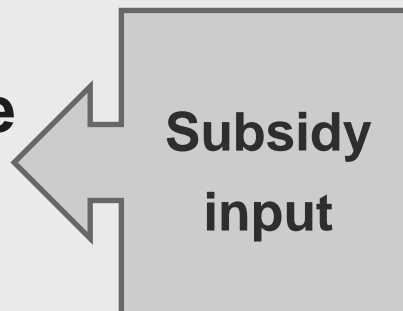


Solar cells which are integrated in an anti-weed sheet, are installed on railway slope.

Challenge for EV Dissemination

【 Initiative KANAGAWA 】

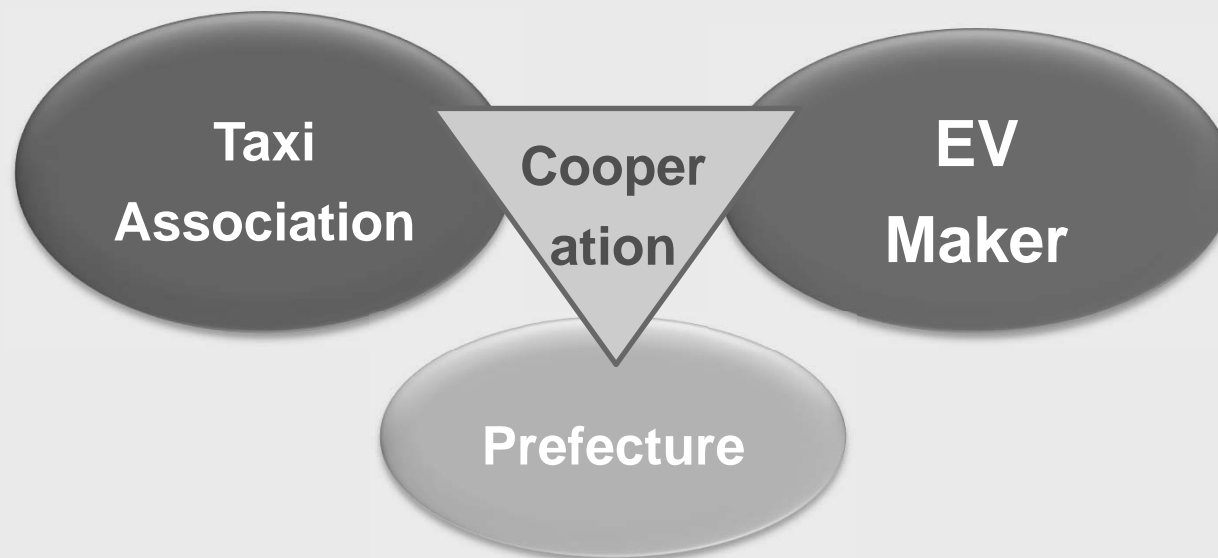
- Creating initial demand
- Promoting infrastructure development
- Enhancing people's awareness



Target year	Item	Target	Result (end of 2014)
FY 2014	No. of EV registration	3,000 cars (0.1% of all cars)	6,855 cars
	No. of fast chargers	100 unit	362 unit

Highest in Japan

EV Taxi Project

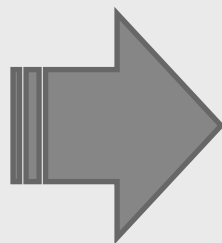


(EV taxi shared stand)



【Issue】

- Installation cost
- Cruising distance
- Promote usage
- Lack of drivers



【Efforts by Prefecture】

- Provided subsidy to install vehicles and charger
- Developed EV priority stand
- Organized events to promote the use of EV
- Assisted training of EV drivers

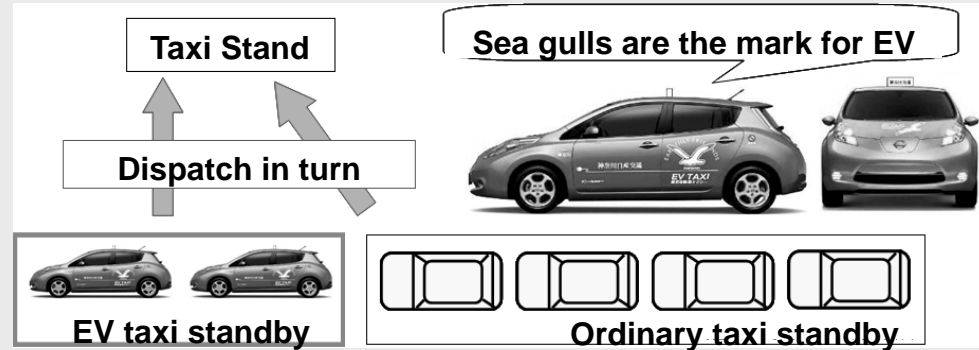
EV Taxi Project



EV Taxi departure ceremony



Exhibition and Test drive event



Mixing EV taxi and ordinary taxi

地球と人に優しい

EV タクシーをご利用ください!

EVタクシーは統一デザイン。ブルーのボディとカモメが目印

利用者の声

- EVタクシーがもっと増えて欲しい **83%**
- 乗り心地が良い **55%**

EV900への転換による1時間でのCO2削減量は、ガソリン車の約550半分、年間CO2削減量は約1.5t!

EV70001

EVタクシーに乗っていただくだけで、CO2削減に貢献できます。まずは、お気軽にご利用ください! (連絡先は裏面をご覧ください)

Distribution of coupons for EV taxi as a campaign

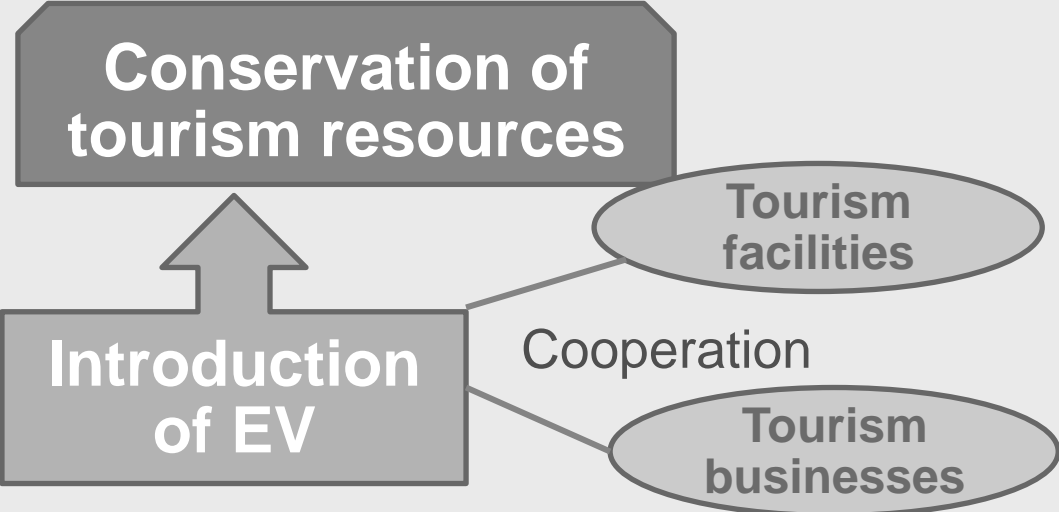
かながわEVタクシープロジェクト

EVタクシークーポン ¥700-

EV70001

クーポンは発行できません。また、ご利用回数、ご利用日数に制限はありません。発行日より、EVタクシークーポンの発行から1年以内にご利用いただけます。クーポンを有効にした場合、お乗車料金が異なります。

EV Tourism Model

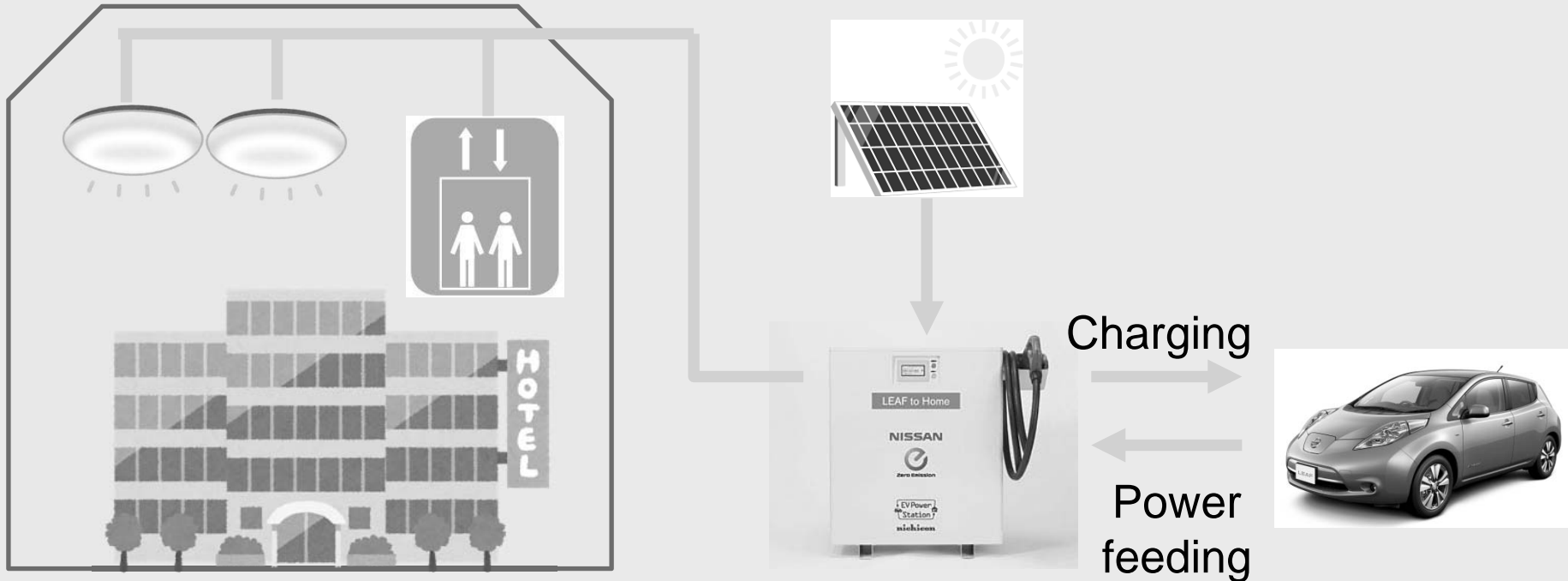


(Coupon can be used for tourism facilities)



(EV motorbike test drive)

Utilization of EV as Storage Battery

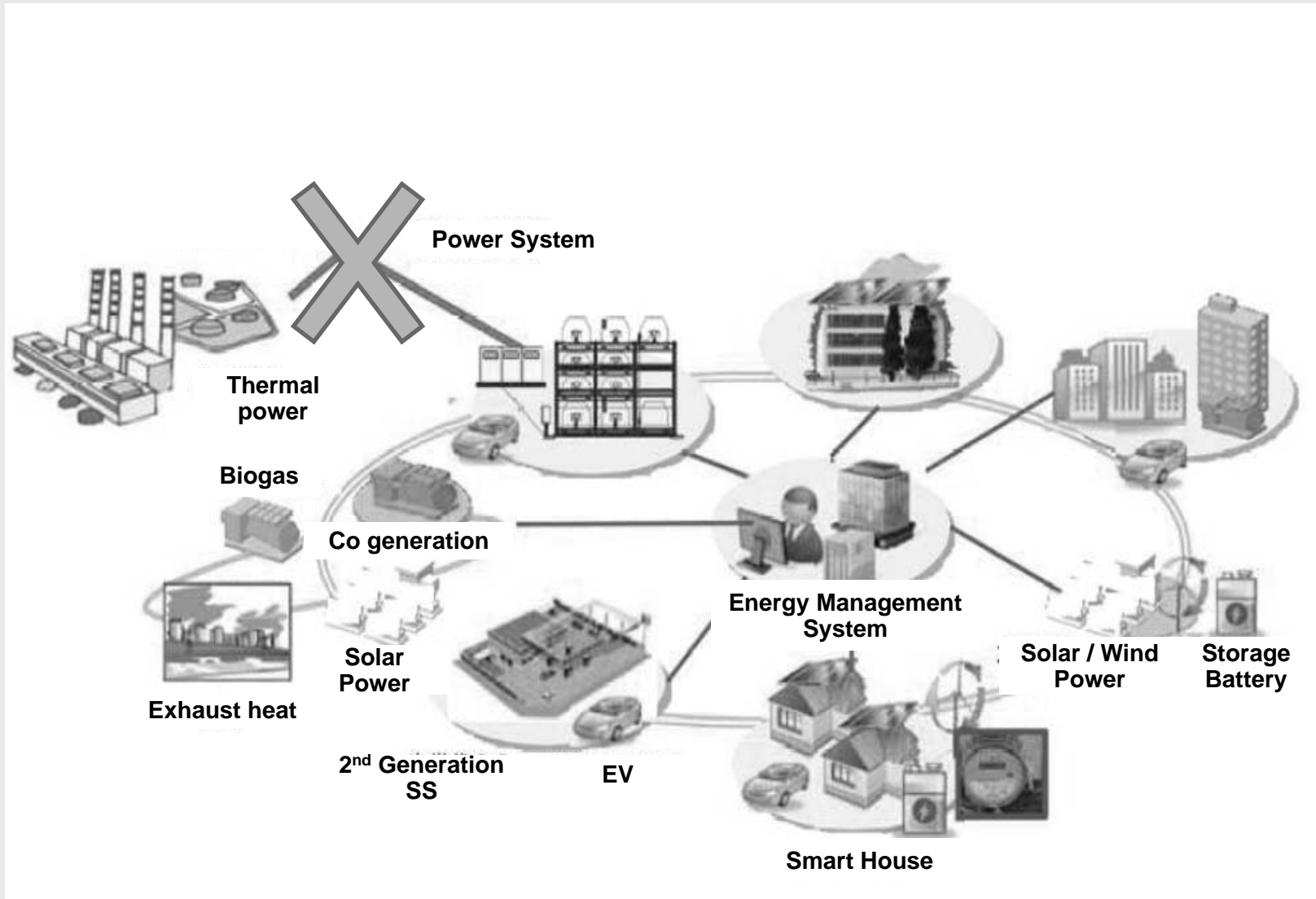


To supply power to institution

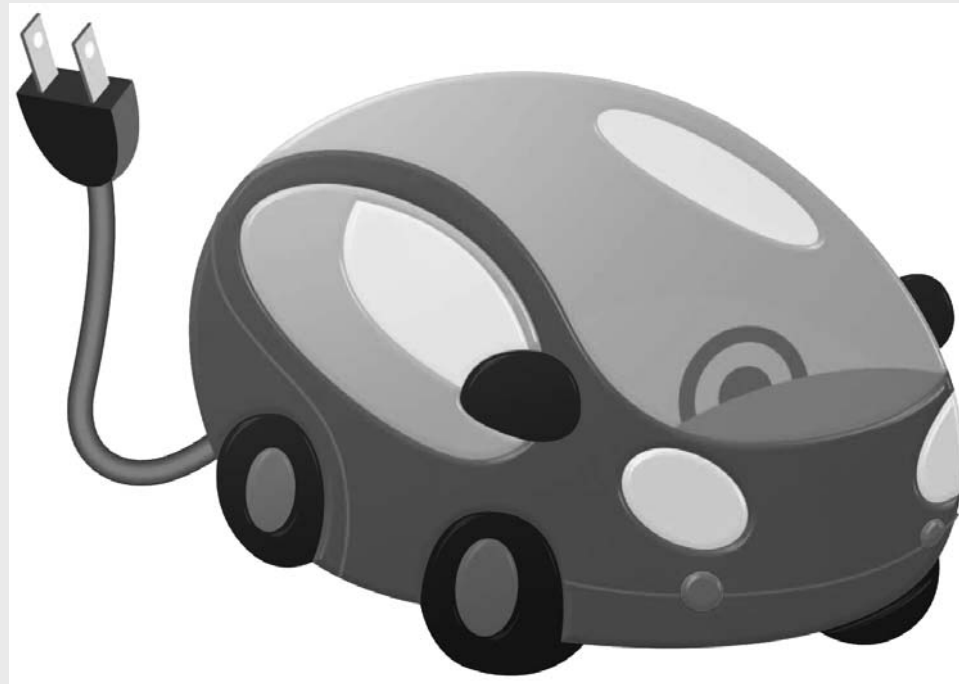


To supply power to factory

Centralized power system to Decentralized system of local production for local consumption



Thank you for your attention !



AGC

付属資料 5

Environmentally friendly products



Takeshi Kawanobe

Director, Lightweight PV Group, System Solution BU,

AGC Glass Japan/Asia Pacific

Asahi Glass Co., Ltd.

Jan. 2016

AGC

Light Weight Solar Module


Light Joule



※1

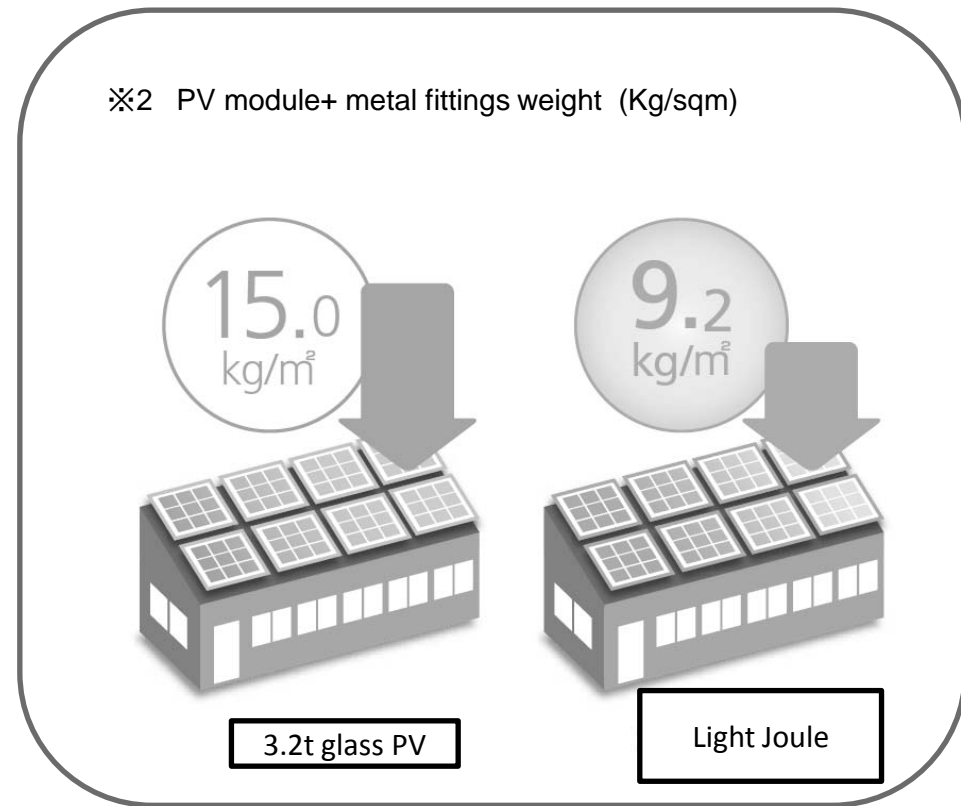
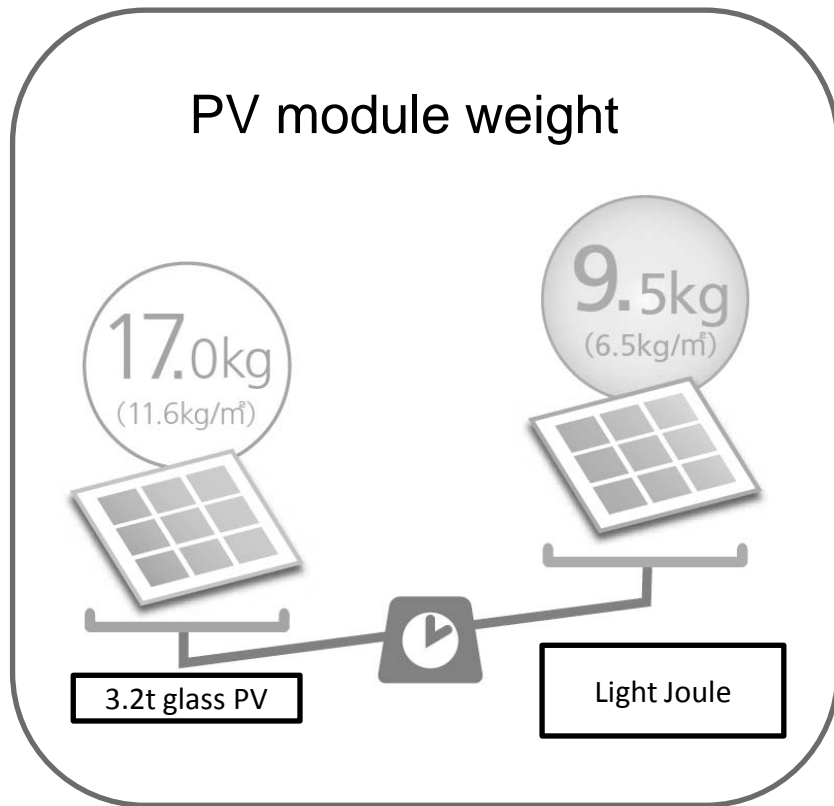


※1 製造元フジブレームが取得

AGC 旭硝子

Needs for Light Weight Solar Module

Light joule decrease the load on the building.



※1) 54 cell type comparison

※2) This weight is changeable depending on rooftop design.

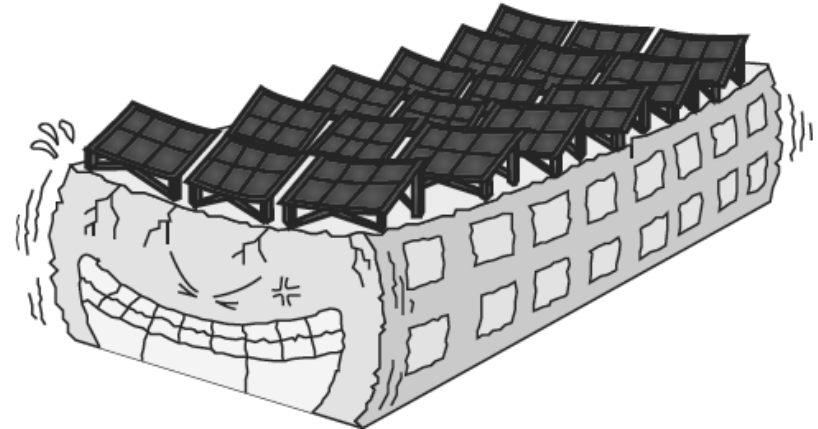
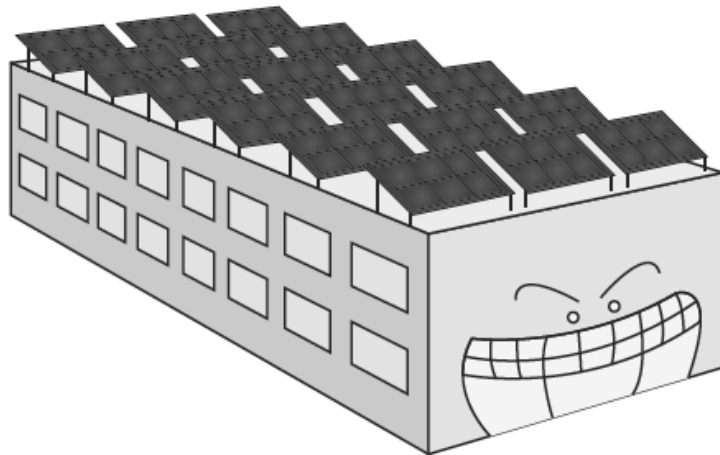
AGC ASAHI GLASS

Merit for Lightjoule

太陽電池パネルを軽量化すれば、
建物への負荷を減らすことができます。



Lighter-weight solar panels will reduce
the weight load on the building.



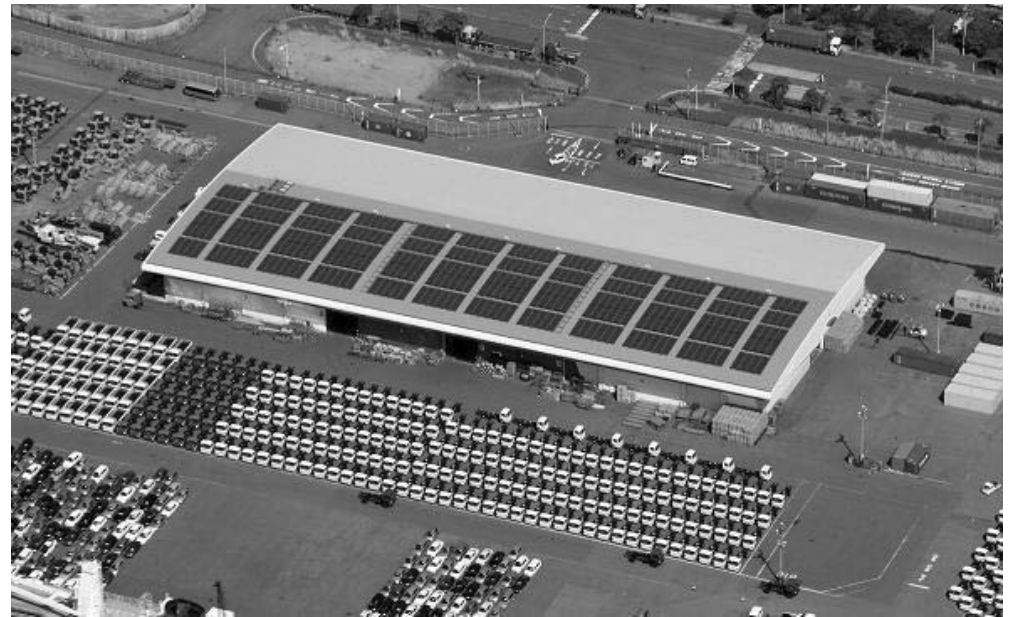
Light joule can be installed where standard modules can not be installed due to building structures.

Lightjoule

Lightjoule is an ultra-lightweight solar panel.



AGC Kansai Factory (Roof Top)

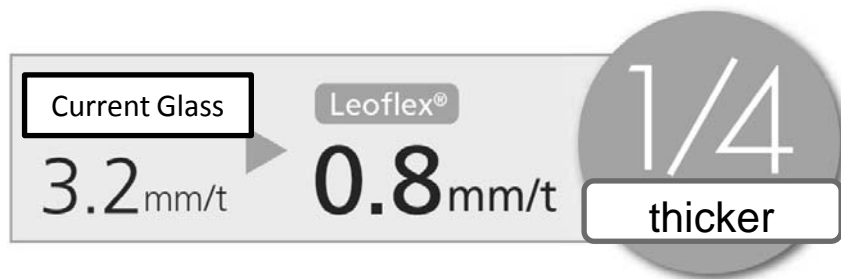


Daikoku Pier T-4 Transit shed,
Port of Yokohama, Kanagawa Pref.

Why is Lightjoule so light?

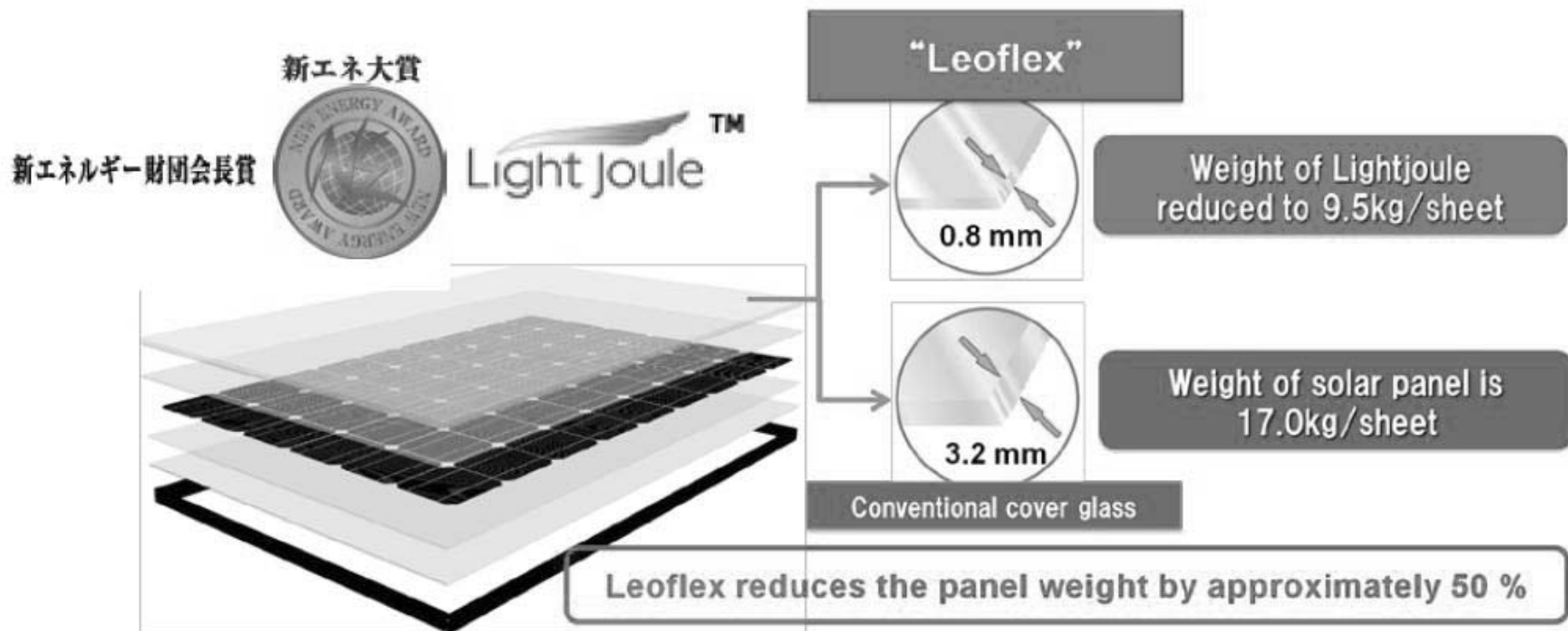
Lightjoule uses「Leoflex」 Glass, made by AGC

「Leoflex」 Glass is Chemically Tempered Glass ,
glass technology for “Smart Phone”
the thickness of glass is 0.8mm



AGC ASAHI GLASS

Structure of Lightjoule



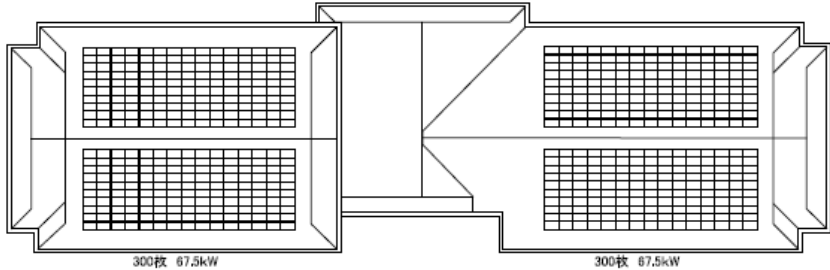
Kanagawa lightweight photovoltaic penetration project



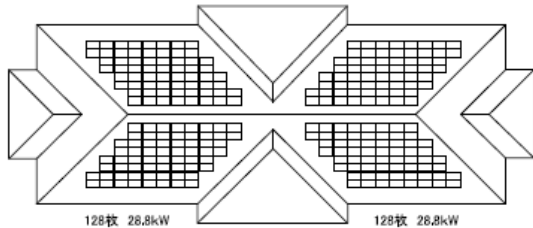
About 2MW nominated projects
within 2015 FY using Lightjoule

1. AGC Namamugi Warehouse rooftop :645kW
2. KIRIN Yokohama Factory rooftop : 700kW
3. Shonan Gakuen (school) rooftop: 330kW

Borei Angkor



BoreiAngkor(ボレイアンコール)①
600枚 135kW



BoreiAngkor(ボレイアンコール)②
256枚 57.6kW

太陽電池 LW225SZ1A
Pmax:255W
Voc :34.5V
Isc :8.70A
Vpm :28.2V
Ipm :7.98A

1482x985x35



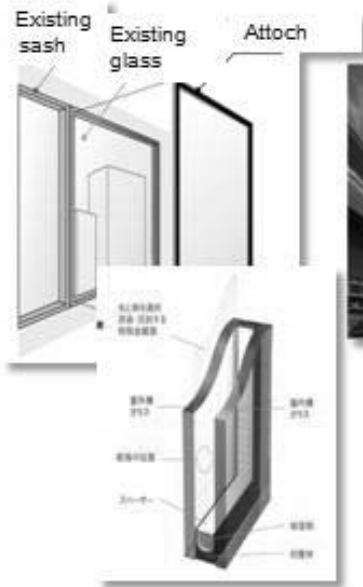
856pcs estimated
Mounting



6.4 ton reduction
vs. normal module

AGC

Other products for sustainability



Architectural glass



GIPV



Fluoropolymer resin for coating



ETFE Film
(Tetra fluoroethylene-ethylene copolymer)

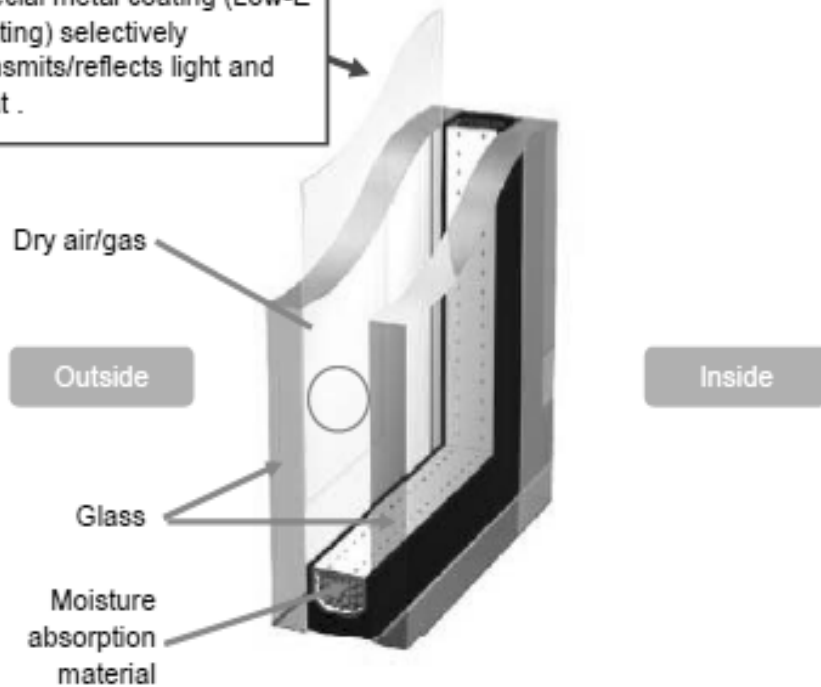


Ceramic color aggregate

Low-E Insulated Glass Units

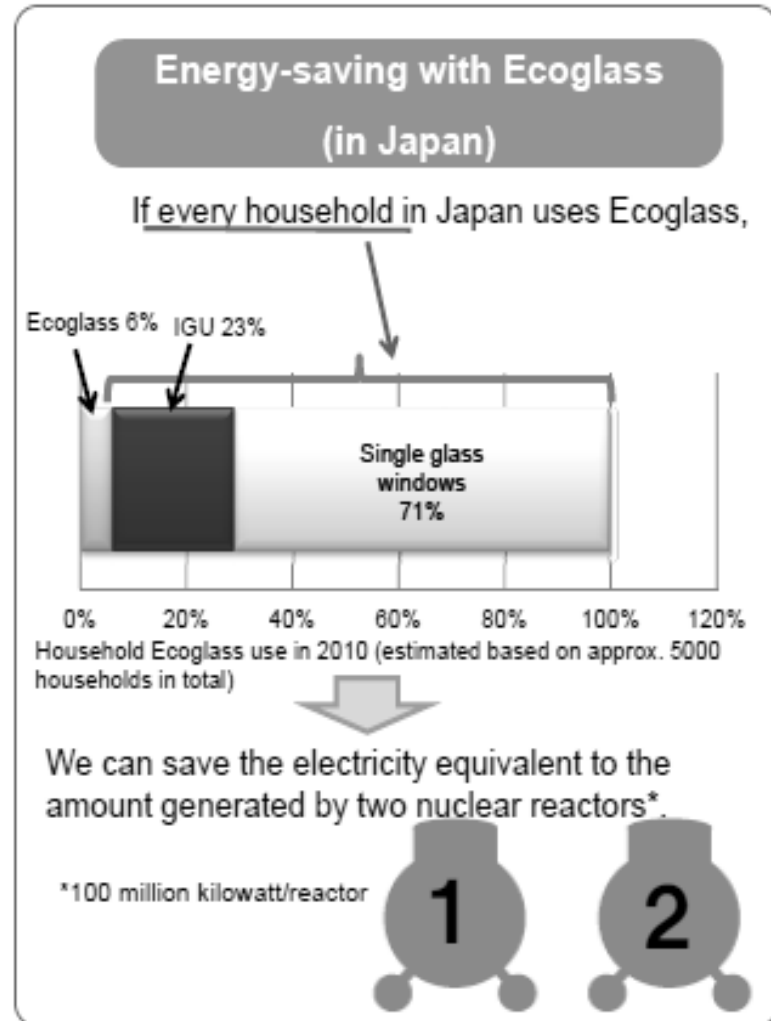
Ecoglass

Special metal coating (Low-E coating) selectively transmits/reflects light and heat.

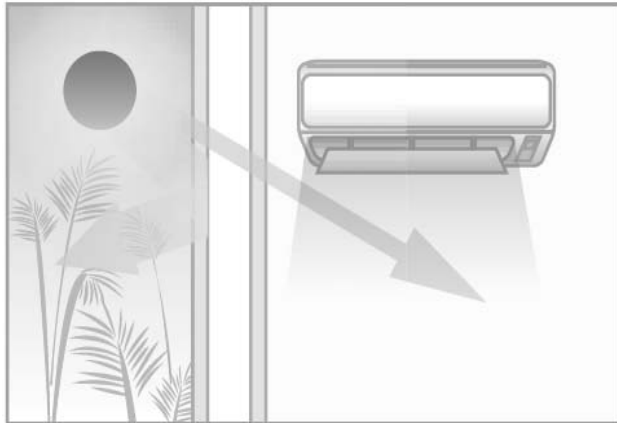


A greater heat insulating/shielding performance achieved with a special metallic coating (Low-E coating) between the IG unit.

AGC

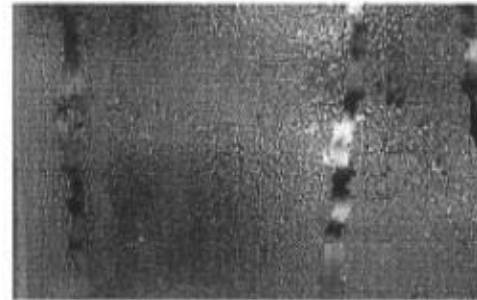


Benefits of Low-E Insulated Glass Units

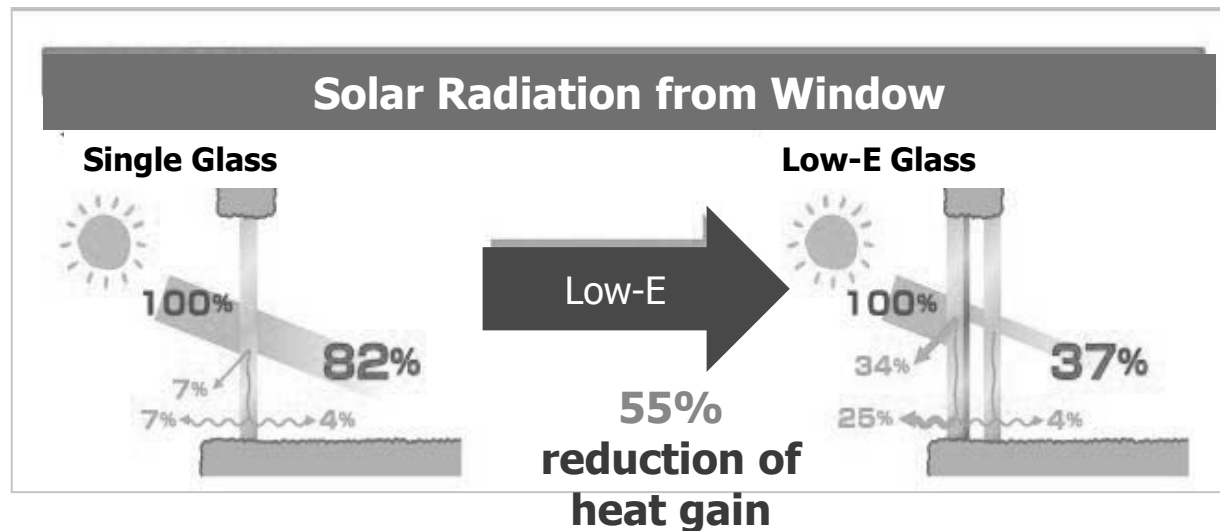


Cuts down direct sunlight and protects guests and building from UV

Halves the heat from the sun, and reduces 55% of air conditioning load



Contributes to providing spectacular riverside view to hotel guests



Corporate Profile

AGGC

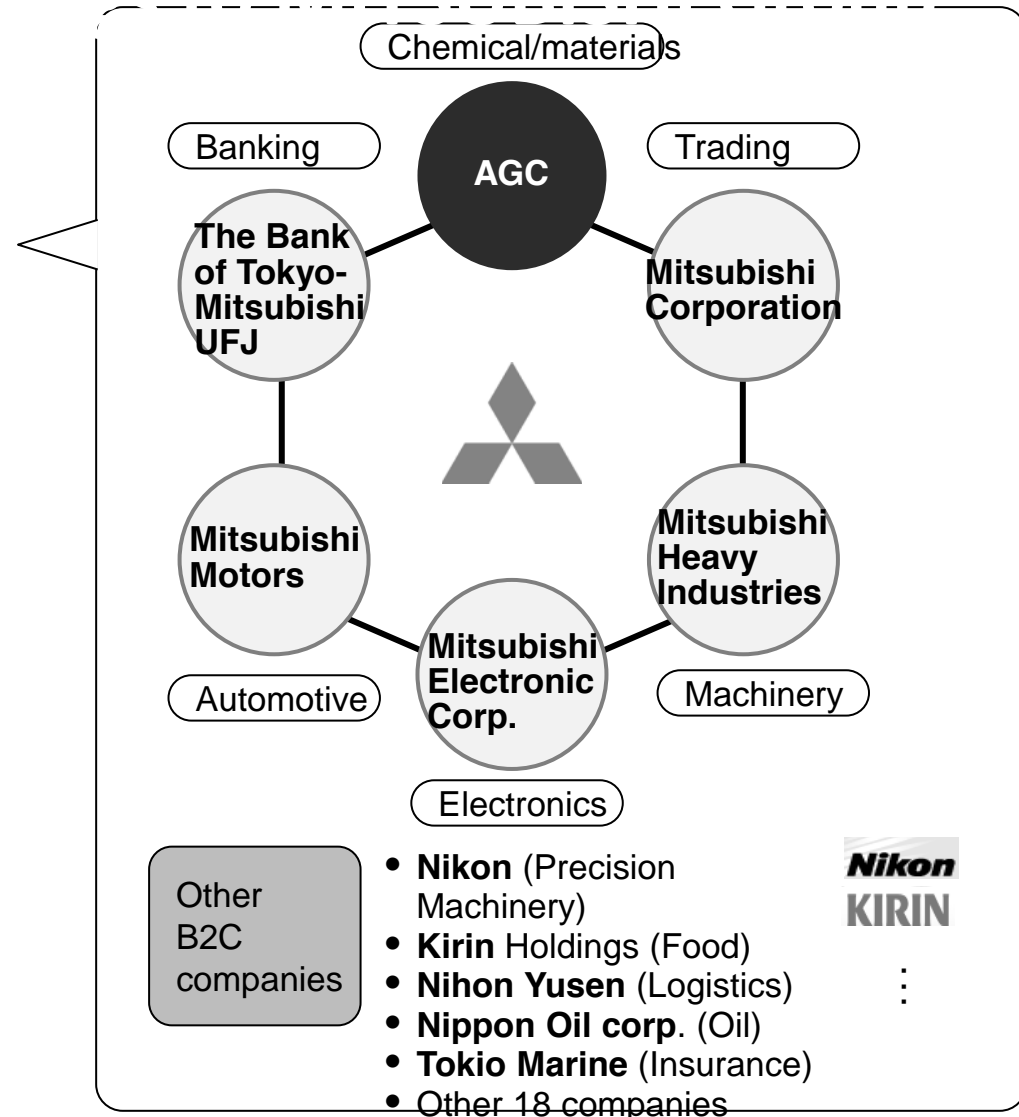
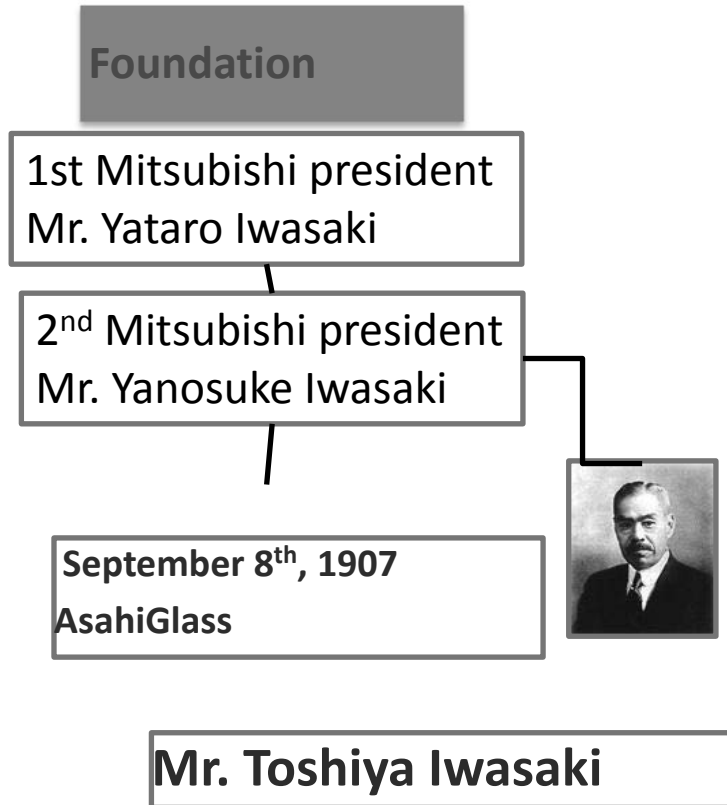
Corporate Information

As of March 27, 2015

Trade Name	Asahi Glass Co., Ltd.
Head Office	〒100-8405 Shin-Marunouchi Bldg., 1-5-1Marunouchi, Chiyoda-ku, Tokyo, JAPAN Tel : +81-(0)3-3218-5741 Corporate Communications & Investor Relations Div. (Shin- Marunouchi Bldg. 31F) Tel : +81-(0)3-3218-5603 Fax : +81-(0)3-3201-5390
Incorporated	June 1, 1950 [Founded : September 8, 1907]
President & CEO	Takuya Shimamura
Book closing date	December 31
Capital	90,873 million yen [Number of shares outstanding : 1,186,705,905 shares] (as of December 31, 2014)
Subsidiaries	Subsidiaries:219 including 175 companies overseas (Consolidated subsidiaries 194 including 156 companies overseas) Affiliate companies: 46 including 32 companies overseas
Employees of consolidated companies	51,114

AGC ASAHI GLASS

AGC belongs to MITSUBISHI Group



AGC Group's Global Network

The Group operates in approximately 30 countries and regions in the world.

Total 194 consolidated subsidiaries (38 in Japan/156 overseas)

As of December 31, 2014

Europe
89

Japan/Asia
86

Americas
19

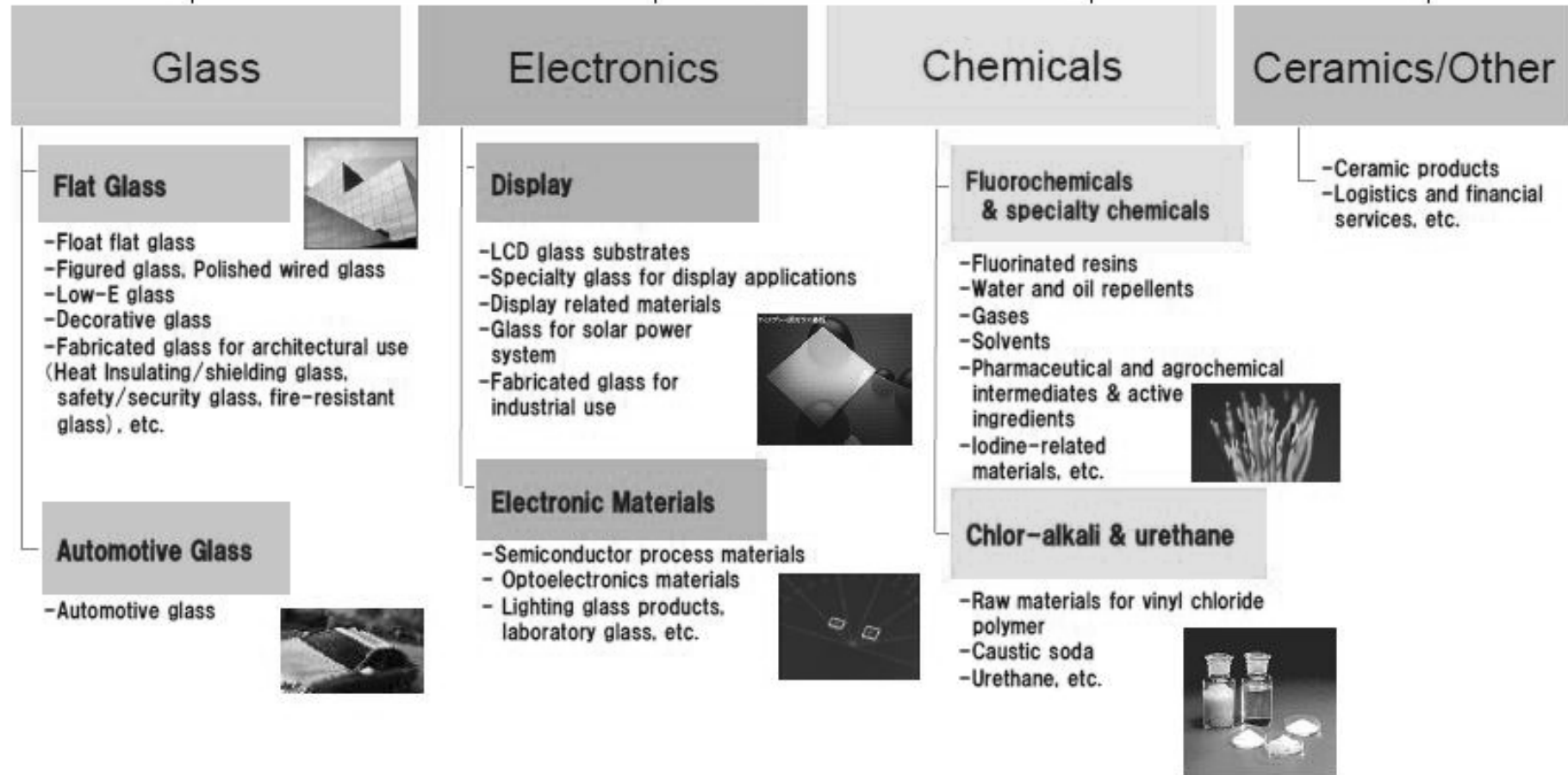
Major subsidiaries

Europe		Japan/Asia		Americas	
Company	Country	Company	Country	Company	Country
AGC Glass Europe S.A	Belgium	AGC Glass Products Co., Ltd.	Japan	AGC Glass Company North America	The United States
AGC Automotive Europe S.A.	Belgium	AGC Glass Kenzai Co., Ltd.	Japan	AGC Glass Brazil, Inc.	Brazil
AGC Flat Glass Czech a.s., clen AGC Group	Czech Republic	AGC Techno Glass Co., Ltd.	Japan		
AGC Flat Glass Klin LLC	Russia	AGC Display Glass Yonezawa Co., Ltd.	Japan		
OJSC AGC Bor Glassworks	Russia	Ise Chemicals Corporation	Japan		
		AGC Ceramics Co., Ltd.	Japan		
		Asahi Glass Fine Techno Korea Co., Ltd.	Korea		
		AGC Display Glass Taiwan Co., Ltd.	Taiwan		
		PT Asahimas Chemical	Indonesia		
		AGC Flat Glass (Thailand) Public Co.,Ltd	Thailand		

AGC ASAHI GLASS

Business Overview

AGC Group



AGC ASAHI GLASS

Market Position in Global

※FY2014 company estimates

Flat Glass

No.1	AGC Group	} 65%
No.1	Saint-Gobain + Central Glass	
No.1	Nippon Sheet Glass Group	
No.4	Guardian	
:		

* Exclude China

Automotive Glass

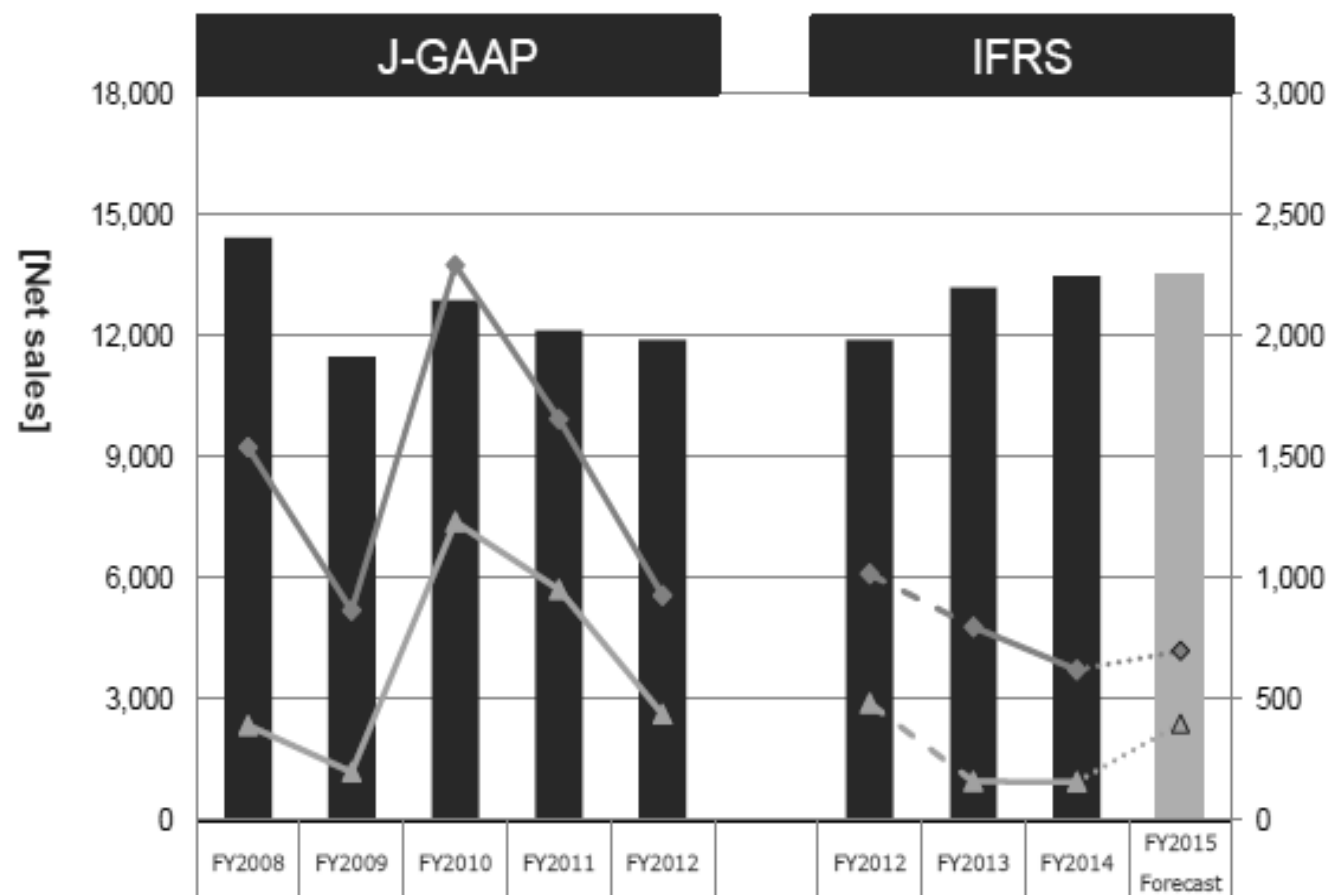
No.1	AGC Group	} 65%
No.1	Saint-Gobain + Central Glass	
No.1	Nippon Sheet Glass Group	
:		

Glass Substrate for TFT-LCD

No.1	Corning
No.2	AGC Group
No.3	Nippon Electric Glass
:	

Changes in the Financial Results

(100 million yen)



[OP, Profit for the year attributable to owners of the parent]

■ Net sales	14,443	11,482	12,889	12,147	11,900		11,900	13,200	13,483	13,550
—◆— Operating profit	1,540	867	2,292	1,657	929		1,018	799	621	700
—△— Profit for the year attributable to owners of the parent*	392	200	1,232	953	438		484	161	159	400
Operating profit margin	10.7%	7.5%	17.8%	13.6%	7.8%		8.6%	6.1%	4.6%	5.2%
Dividend per share	¥24	¥16	¥26	¥26	¥26		¥26	¥18	¥18	¥18



* Net income in J-GAAP.

PV Hybrid System

Proposal of Fuel Save Solution

KYOCERA Corporation
Solar Energy Group


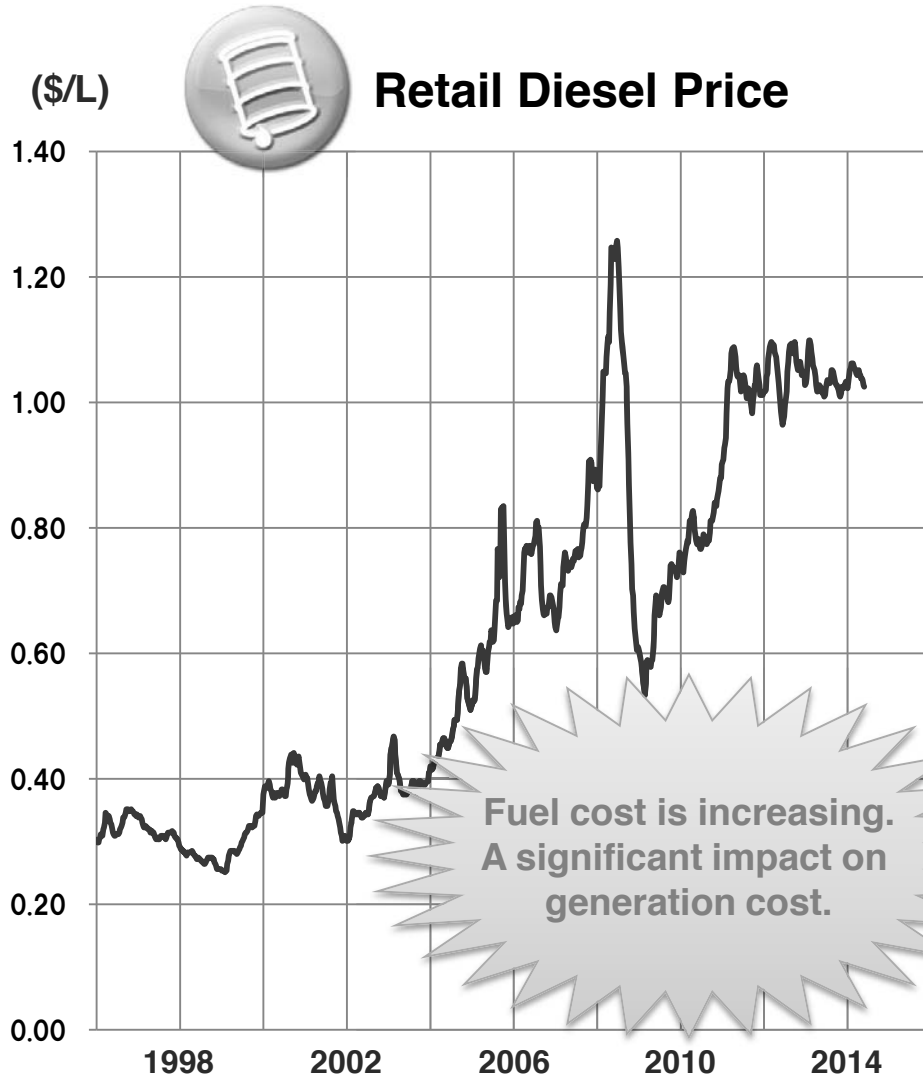
京セラは、技術力で
エネルギーを変える。



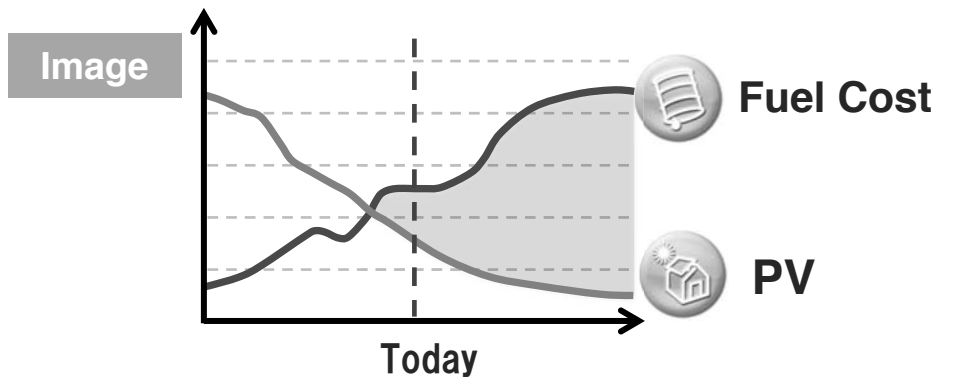
1. Why PV Hybrid System ?
2. What Fuel Save Controller Does ?
3. Maximization of PV Penetration
4. Diesel Fuel Saving — Simulation
5. Benefits of Kyocera Proposed Hybrid System

1. Why PV Hybrid System?

Background

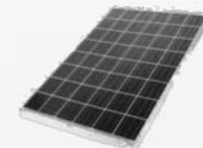


PV price ; Decreasing



In order to reduce fuel consumption,

Diesel Gensets(Exsiting) + PV system



※Max capacity of PV was 20% to diesel gensets capacity

1. Why PV Hybrid System?



Advantage of PV Hybrid System

	Diesel Gensets	PV	Gensets+PV Hybrid System
Elec. Stability	○	X	○
Load Tracking	○	X	○
Generation Cost	△	○	△
Environmental Free	X	○	△

➤➤ Need to reduce more diesel consumption.....



In order to increase PV...

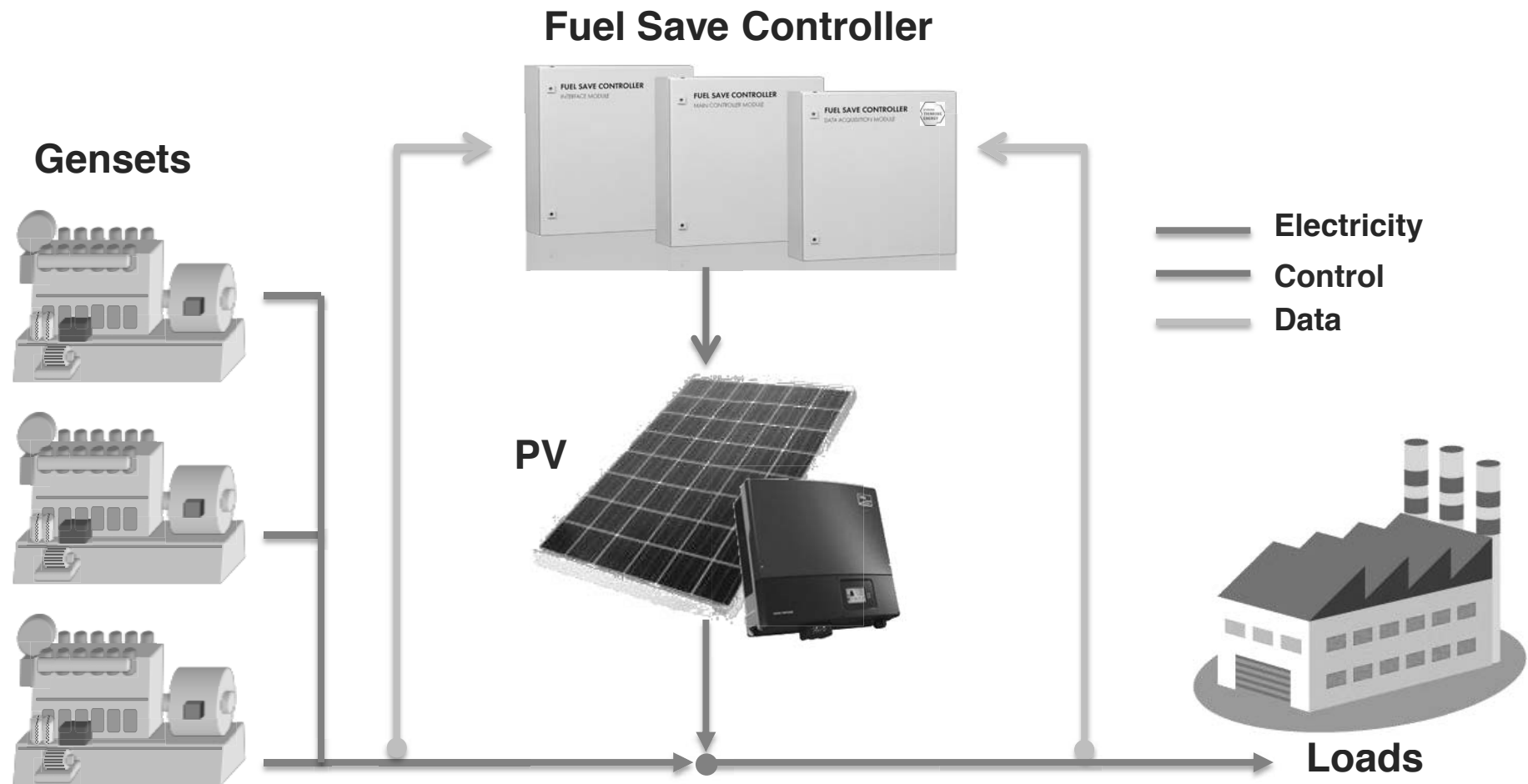
Diesel Gensets + PV + Fuel Save Controller

Fuel Save Controller can increase

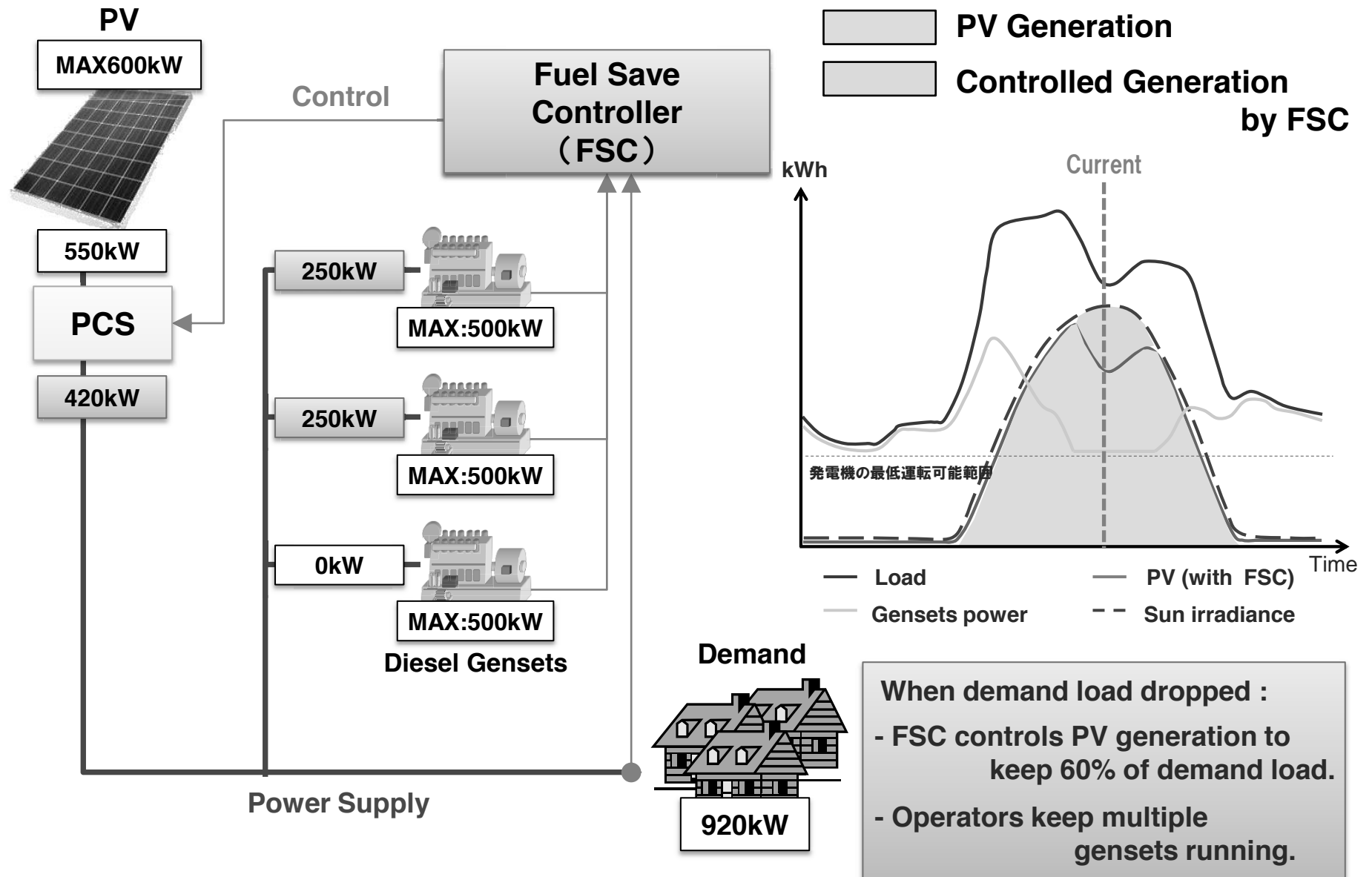
PV penetration from 20% to 60%

2. What Fuel Save Controller Does?

1. Data Gathering
2. PV Generation Control



3. Maximization of PV Penetration



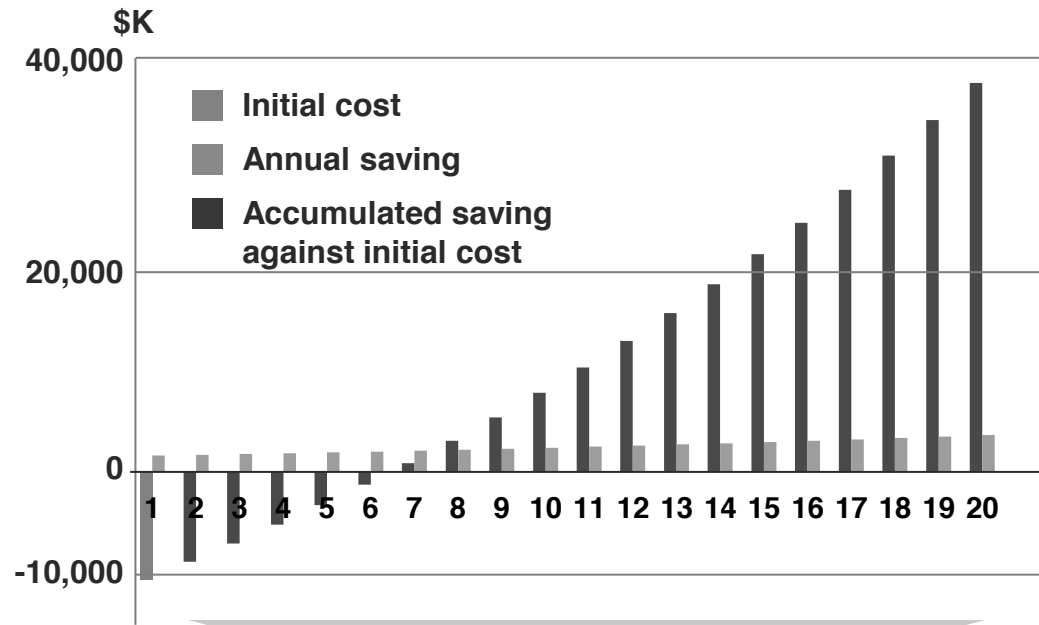
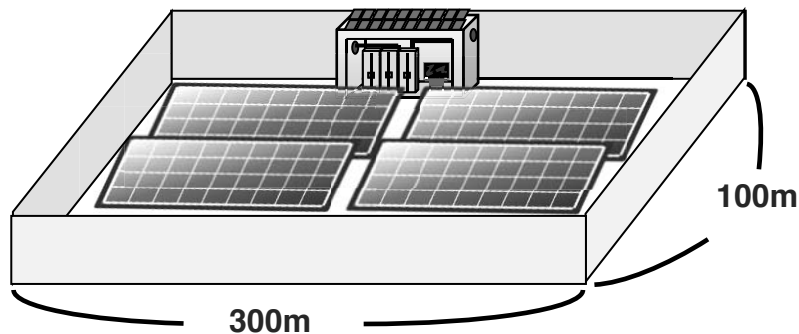
4. Diesel Fuel Saving — Simulation



Assumptions

Site type	Mining
Solar irradiation	1,814kWh/m ²
Peak load	3,150kW
Gensets Capacity	1,000kVA x 5
Gensets efficiency	3.77kWh/L
Fuel cost	\$1.20/L
PV size	3,000kW
PV system layout	Below

* Annual Inflation Rate ; 5%



- Pay Back Time : 7years
- Total saving for 20years : \$50,000,000--
- Annual Fuel Saving : 1,300,000L
- Annual CO² Emission Saving : 3,600t

Detailed simulation to be provided, on your further info.

5. Benefits of Kyocera Proposed Hybrid System



- 1. Simple System Configuration**
 - Can be hybrid with existing diesel gensets.**
 - Does not control gensets directly.**
 - Can operate without batteries.**
 - Expandable from smaller size to larger size.**

- 2. Solar generation is not additional to gensets generation.**
 - Can reduce fuel cost.**
 - Can reduce CO2 emission.**

- 3. Sunlight available everywhere**
 - Does not require transportation all the way to Customer's site.**

- 4. Cost of Sunlight Available for free & no risk of inflation.**

- 5. Can improve a penetration of solar generation against gensets capacity, from 20% (conventional) upto 60% (Kyocera)**

- 6. Kyocera as 39-year-experienced player in solar industry, as the pioneer !**

City-to-City Cooperation with Siem Reap and Kanagawa

Japan Development Institute Ltd.,
March 3, 2016



Siem Reap in Cambodia and Kanagawa in Japan

Sep. 30, 2013



Nov. 19, 2014



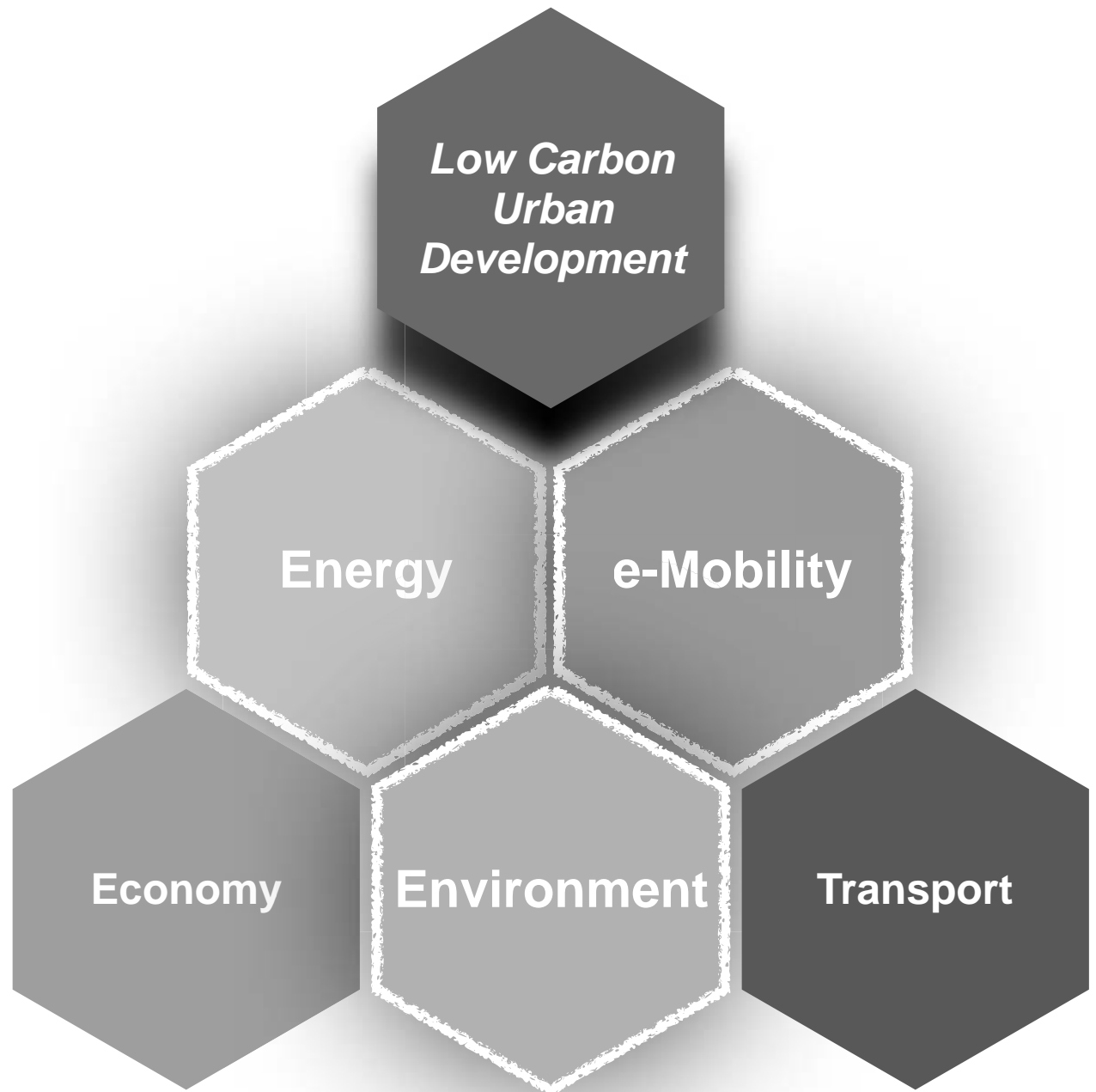
Nov. 5, 2015



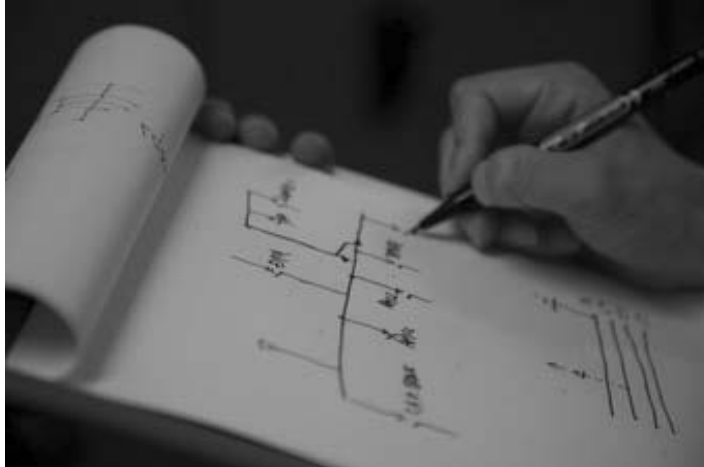
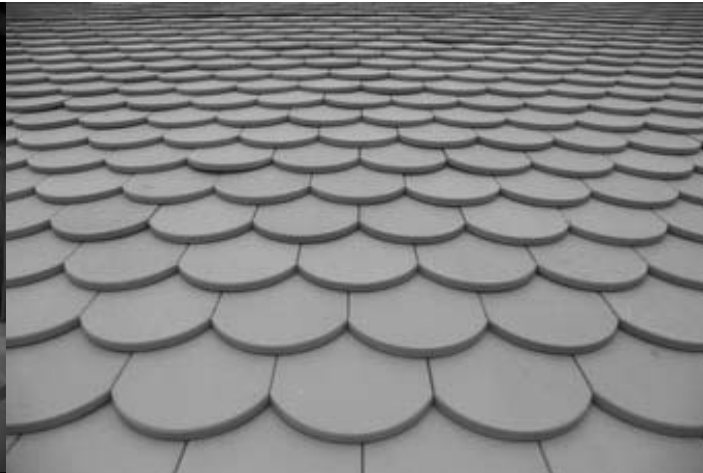
C2C Cooperation with Siem Reap and Kanagawa

Objectives

- Creating low-carbon tourism city development in Siem Reap Province;
- Benefitting from the results of Feasibility Studies on Joint Crediting Mechanism Projects;
- Aiming to promote mutual understanding and friendship; and,
- Undertaking development of the two regions in collaboration



Rooftop Solar Projects in the five stars hotels



Identifying opportunities in the Energy Sector

Functions



Infrastructure

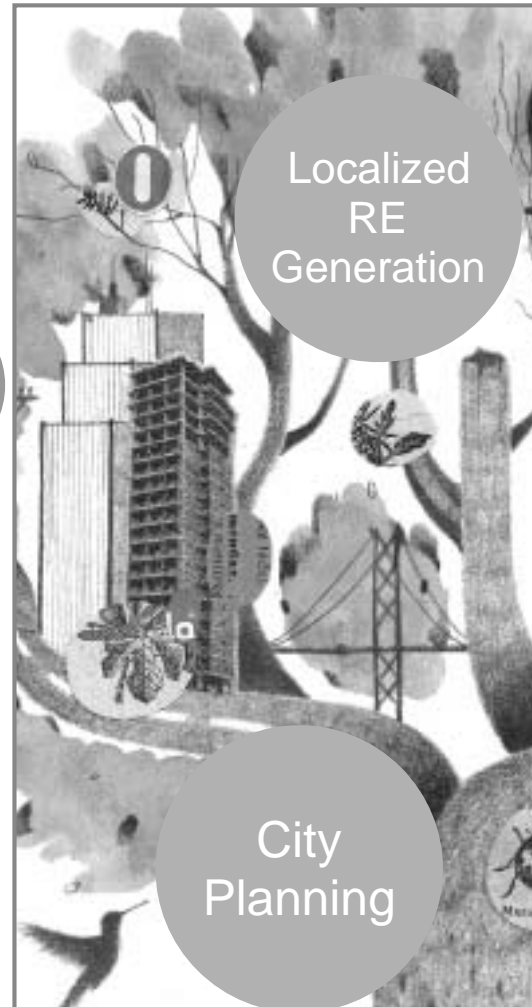
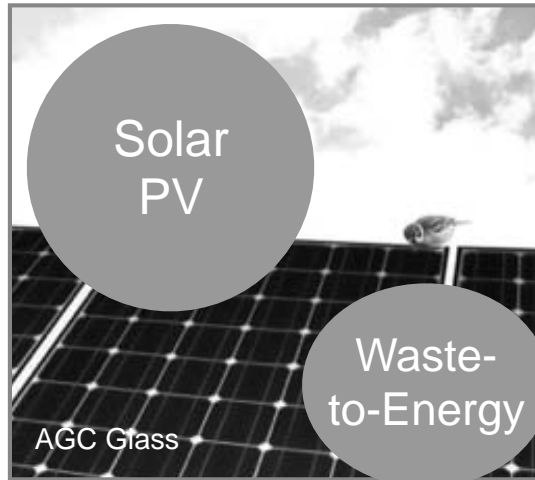


Behavior

Renewable Energy(RE)



Energy Efficiency & Conservation



- Decentralization by Rooftop Solar Energy in city
- Electrification
- Reliable and Affordable



- Efficient Applications
- Integration of architecture and energy saving equipments

e-Mobility using Electric Reumork-Moto

- ✓ **Improve the Angkor tourism experience with better mobility and less congestion.**
- ✓ **Reduce negative impacts on Angkor Heritage Park.**
- ✓ **Social contributions for current Reumork Moto drivers are lower fuel costs and higher income.**

Target-generated objectives for "Eco Mobility" as following key points are examining and making solutions by Japanese JCM (Joint Crediting Mechanism) Team in 2014;

Angkor Mobility like Kamakura-City's Tourism

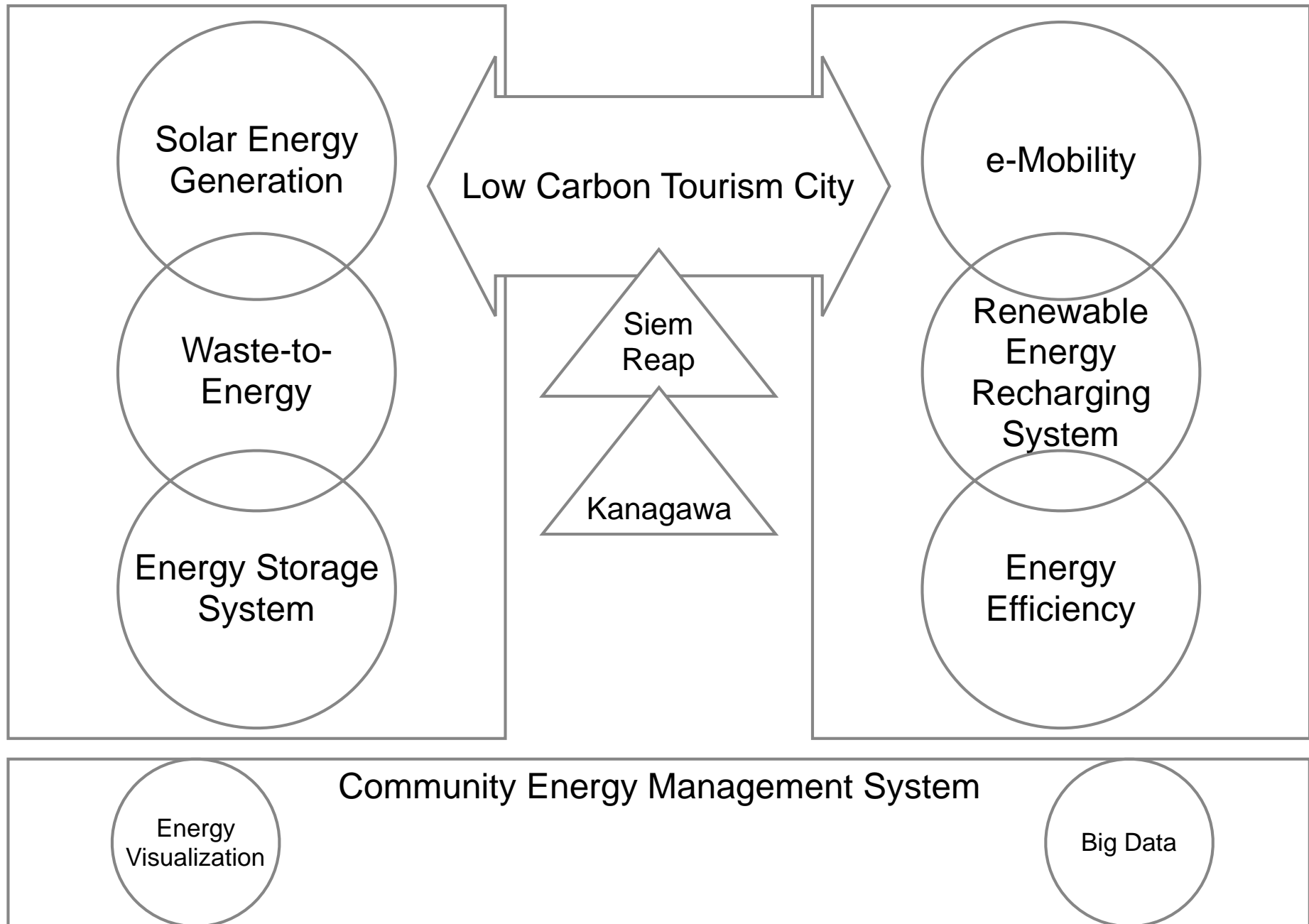


Special Experience Just For You!

Onsite Production for Onsite Consumption

Onsite Production

Onsite Consumption





**WORKSHOP ON LOW-CARBON
TOURISM CITY DEVELOPMENT
SIEM REAP. 25 JANUARY 2016**

**សិក្ខាសាលា ស្តីពីការអភិវឌ្ឍក្រុងទេសចរណ៍
ឱ្យមានកម្រិតកាបូនទាប
សៀមរាប ថ្ងៃទី ២៥ ខែ មករា ឆ្នាំ២០១៦**



We would like to hear from you and answer any questions that you might have.
kimura@jditokyo.com

No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or for any purpose without the express permission of Asian Gateway Corporation. The information contained herein may be changed without prior notice.

© 2016 Asian Gateway Corporation. All Rights Reserved.

Asian Gateway Corporation and Business Plan in Cambodia

Asian Gateway Corporation | February 2016



Contents

***Asian Gateway Corporation (AGC)
Tokyo based.***



Background and Objective in Establishing the Asian Gateway

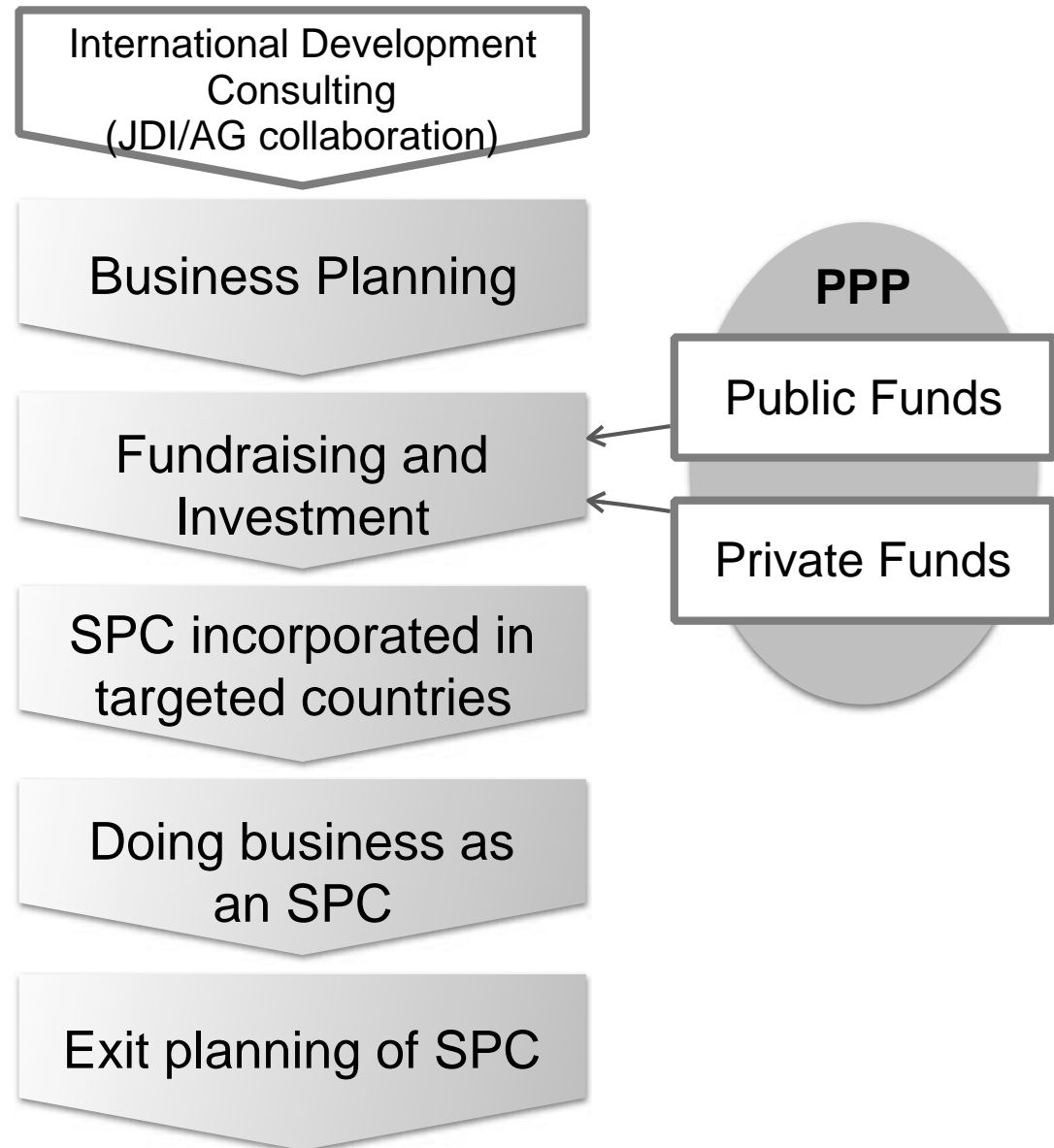
Asian Gateway (AG) was incorporated to promote “the Strategy of Japanese Infrastructure System Export” on March 10th of 2015.

Background

Systemic infrastructure export in Southeast and South Asia by Japanese companies has accelerated, and, the business promotion and fundraising by public-private partnerships (PPP) controls the degree of success of the endeavor.

Objective

AG provides international development consulting services in tandem with JDI - breeding projects leading to infrastructure systems export, and doing business after careful financial planning and focused fundraising



JDI; Japan Development Institute Ltd. (株式会社日本開発政策研究所)
SPC; Special Purpose Company (特別目的会社)

AG's domain for ISE = JDI's cultivated targets

AG focuses on the domain JDI has carefully cultivated for industrialization and composition for Infrastructure System Export (ISE).

The domain for ISE

Industrial Park or Special Economic Zone

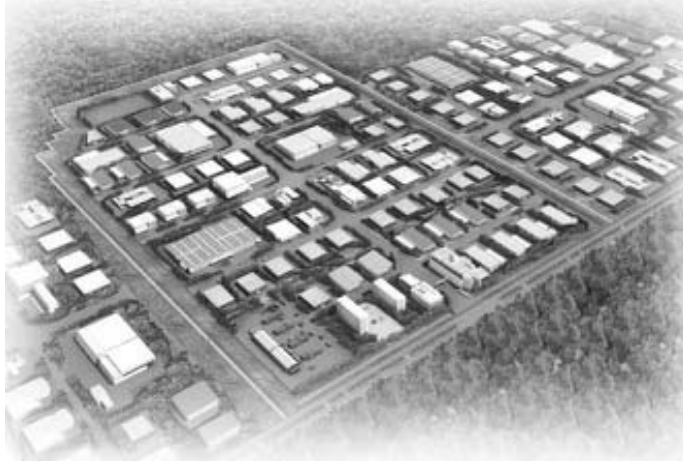
Urban Transportation and Mobility

Urban Development

Societal Eco-systems

Communication and Security

Agriculture Development



Corporate Philosophy

To contribute to the development of the social economy and concurrent prosperity of Asia.

Therefore, we orchestrate professional interventions to produce responsible yet robust outcomes in pursuit of coincident healthy profits for our country and a variety of host countries, while maximizing benefits to the local society.



Our Vision

**WITHOUT CONTINUOUS DEVELOPMENT AND PROGRESS,
SUCCESS LOSES MEANING**

Job Creation

Urban
Development

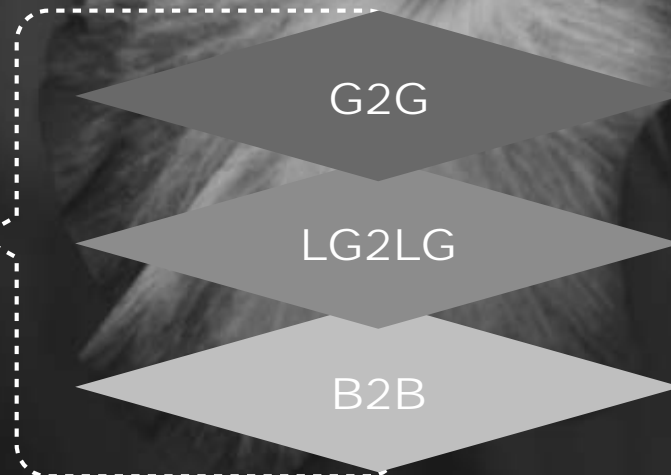
Environmental
Improvement

**Realization of sustainability in Asia's societal
environment**

PPP Initiative for doing business

Systemic infrastructure export in Southeast and South Asia by Japanese companies has accelerated; and, the business promotion and fundraising by public-private partnerships (PPP) controls the degree of success of the endeavor.

PPP Scheme



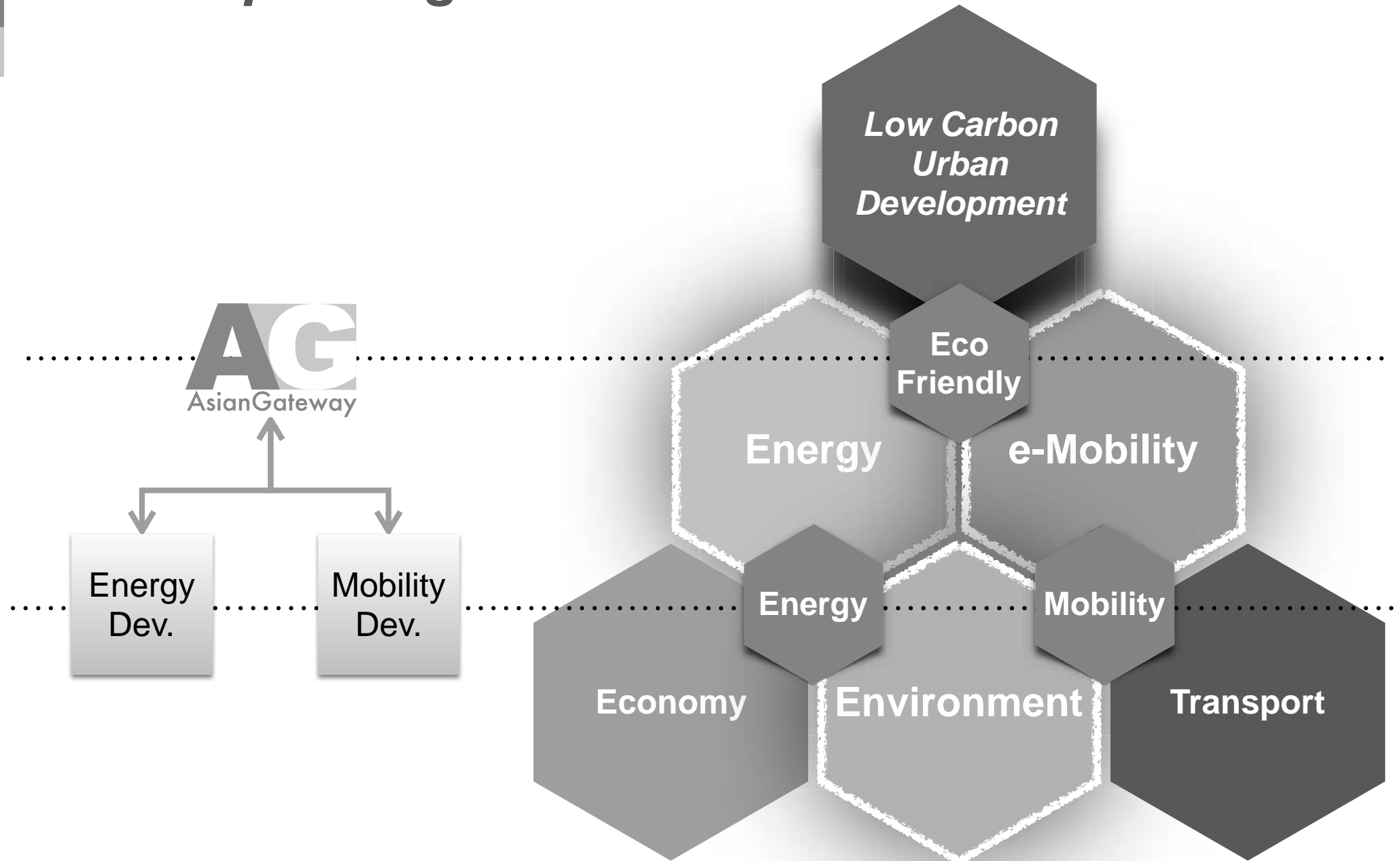
- National Strategic Development Plan
- Government Aid Policy
- JCM(Joint Crediting Mechanism)
-
- City to City Collaboration
- EV Tourism and RoofTop Solar
-
- International Consortium for JCM
- Business Partnership with Asian Gateway
- Consulting and Trading for Sustainable Energy

City-to-City Cooperation on November 5th of 2015

*Cooperation
towards Low-
Carbon Tourism
City Development
between Kanagawa
Prefecture of Japan
and Siem Reap
Province of the
Kingdom of
Cambodia*



AG Group's Target Domains



AG: Asian Gateway Corporation
 AGE: Asian Gateway Energy Inc.
 AGM: Asian Gateway Mobility Inc. (to be incorporated)

Electro mobility (or e-Mobility) represents the concept of using electric powertrain technologies, in-vehicle information, and communication technologies and connected infrastructure to enable the electric propulsion of vehicles and fleets. Powertrain technologies include full electric vehicles and plug-in hybrids, as well as hydrogen fuel cell vehicles that convert hydrogen into electricity. e-Mobility efforts are motivated by the need to address corporate fuel efficiency and emission requirements, as well as market demands for lower operational costs. (Source: Gartner)

Vision, Mission, and Activities

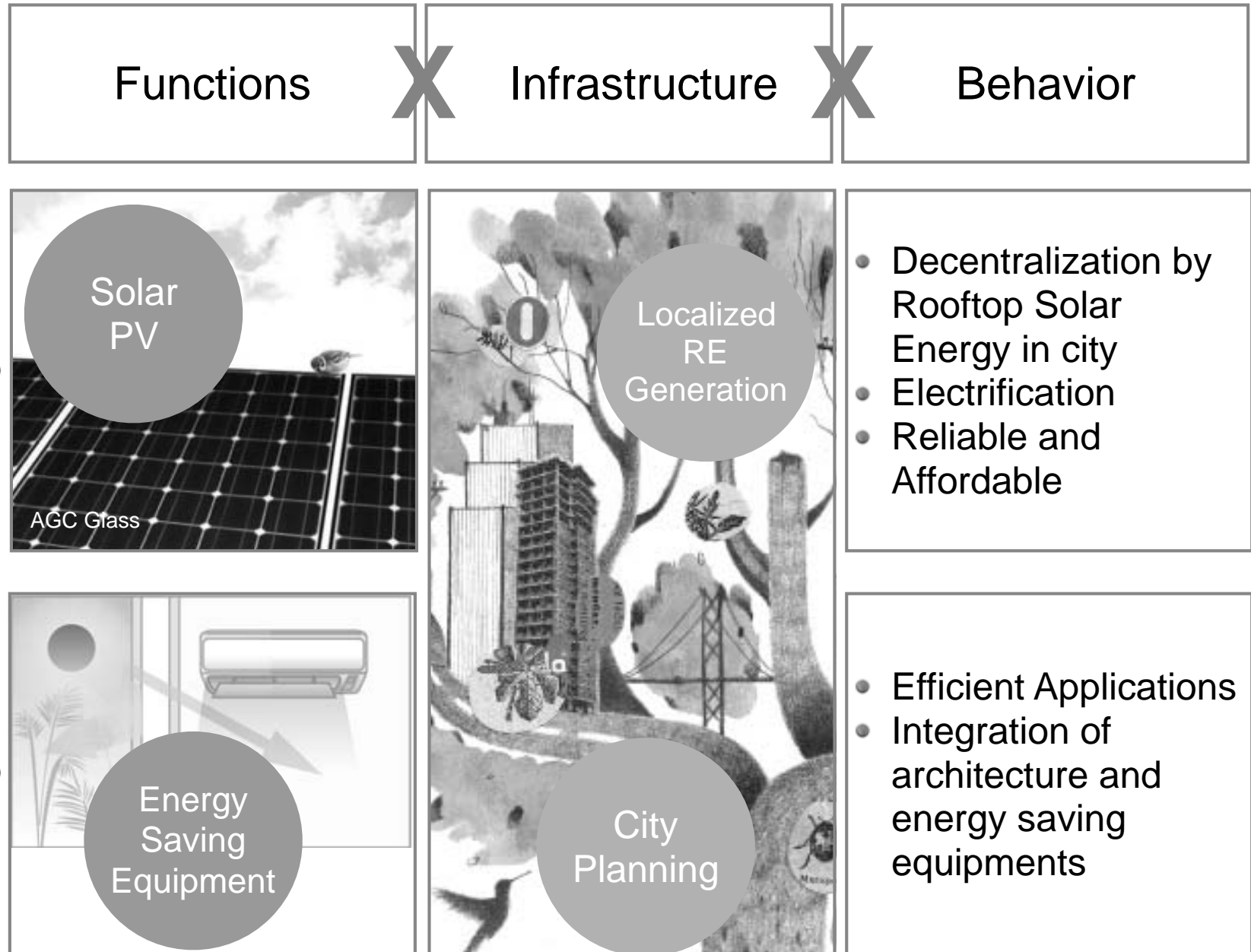
Asian Gateway (Cambodia)

	Energy Business	Mobility Business
Vision	<ul style="list-style-type: none"> Realize an inclusive and sustainable Low Carbon Compact City Achieve true economic impact to the province that contributes concurrent prosperity to the nation 	
Mission	<ul style="list-style-type: none"> Develop a Renewable Energy* industry as a major energy provider in Cambodia; Promote Energy Efficiency Improvement 	<ul style="list-style-type: none"> Promote Eco-Mobility* using Electric-bus and/or taxi in Cambodia; Reduce the negative impacts of the current transportation system to urbanized areas;
Activities	<ul style="list-style-type: none"> Develop Mega Solar Farms; Develop Rooftop Solar Installation at the commercial level; Develop Residential Solar Installation; Monitor Energy Consumption 	<ul style="list-style-type: none"> Angkor Mobility Service Fleet management with tracking and trace Promoting new market of Electric Passenger Vehicles, Electric Freight Vehicles, Electric Personal Urban Commuters(TBD)

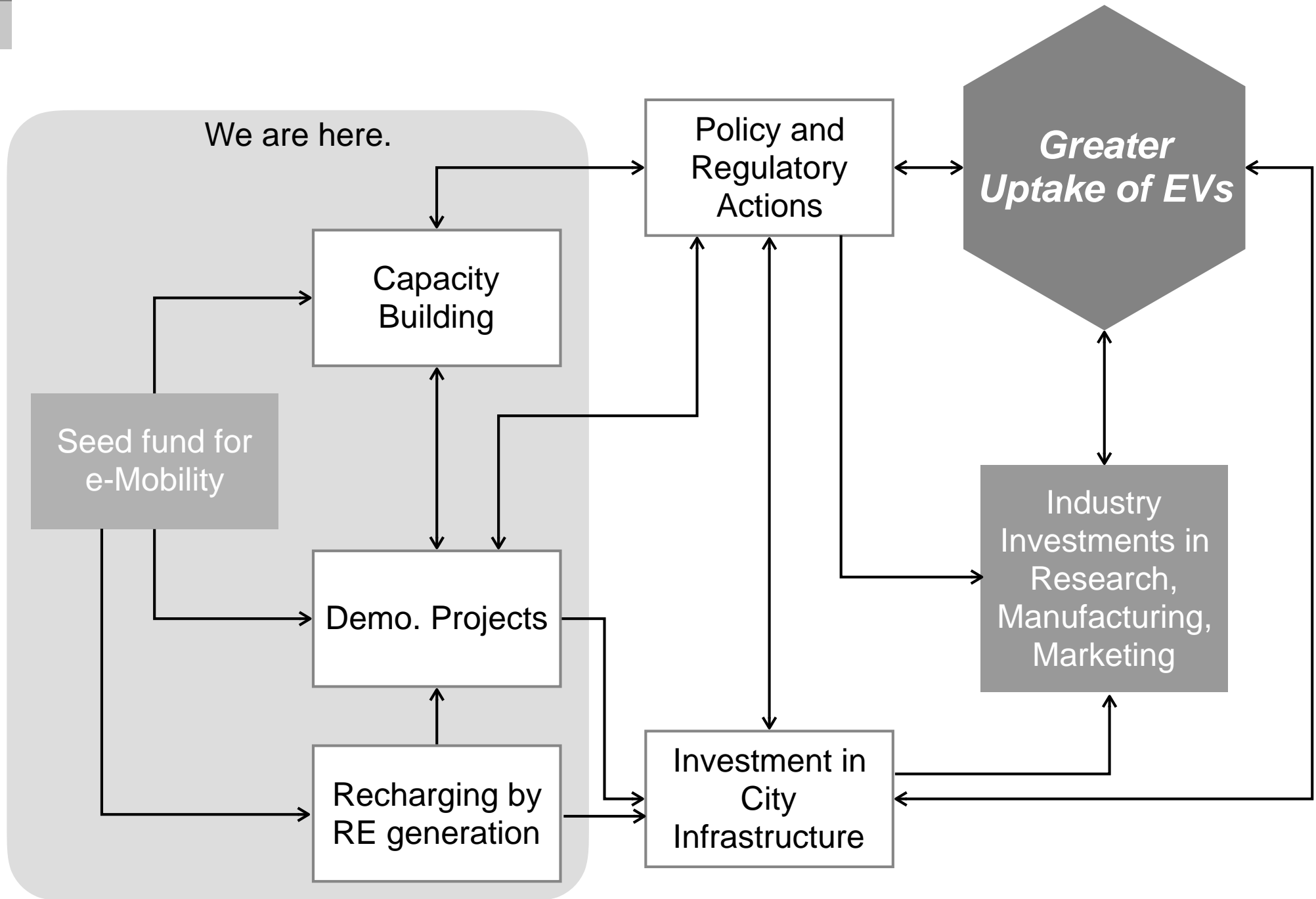
*1; **Renewable energy** is generally defined as energy that comes from resources which are naturally replenished on a human timescale, such as sunlight, wind, rain, tides, waves, and geothermal heat.

*2: **Eco-Mobility** is a term used to describe travel through integrated, socially inclusive, and environmentally friendly transport options, including and integrating walking, cycling, wheeling, and flying.

Identifying opportunities in the Energy Sector



Identifying Opportunities in the e-Mobility Sector



AG Board members

Name	Dr. Shoichi KOBAYASHI	Mr. Tomonori KIMURA	Mr. Koji TERADA	Mr. Yasuo IZUMI
				
Job Title	Chairman	CEO	CFO	Auditor
Another Office	CEO and Chairman of JDI	Senior Partner of JDI	Managing Director of Forval	Vice Chairman of JDI

Summary of Asian Gateway Corporation

Item	Corporate Profile of AG
Company Name	<i>Asian Gateway Corporation</i>
Establishment	<i>March 10th, 2015</i>
Board members	<i>Dr. Shoichi KOBAYASHI (Chairman) Mr. Tomonori KIMURA (CEO) Mr. Koji TERADA (CFO) Mr. Yasuo IZUMI (Auditor)</i>
Address	<i>Itsuro Build. 5F, 3-7-2, Kanda Nishiki Cho, Chiyoda-ku, Tokyo 〒101-0054</i>
Telephone	<i>81-(0)3-5280-7707</i>
Main Stockholders	<i>JDI Forval Shin-Fuji Shoji</i>
Subsidiary	<i>To be incorporated in Cambodia soon</i>

Company Logo and Colors



Contents

Asian Gateway (Cambodia) Corporation (AGCC)
Phnom Penh based.



Company name and Head office

Name

Asian Gateway (Cambodia) Corporation

To be established March of
2016

Head office

TBD

Company Logo



Domain Name

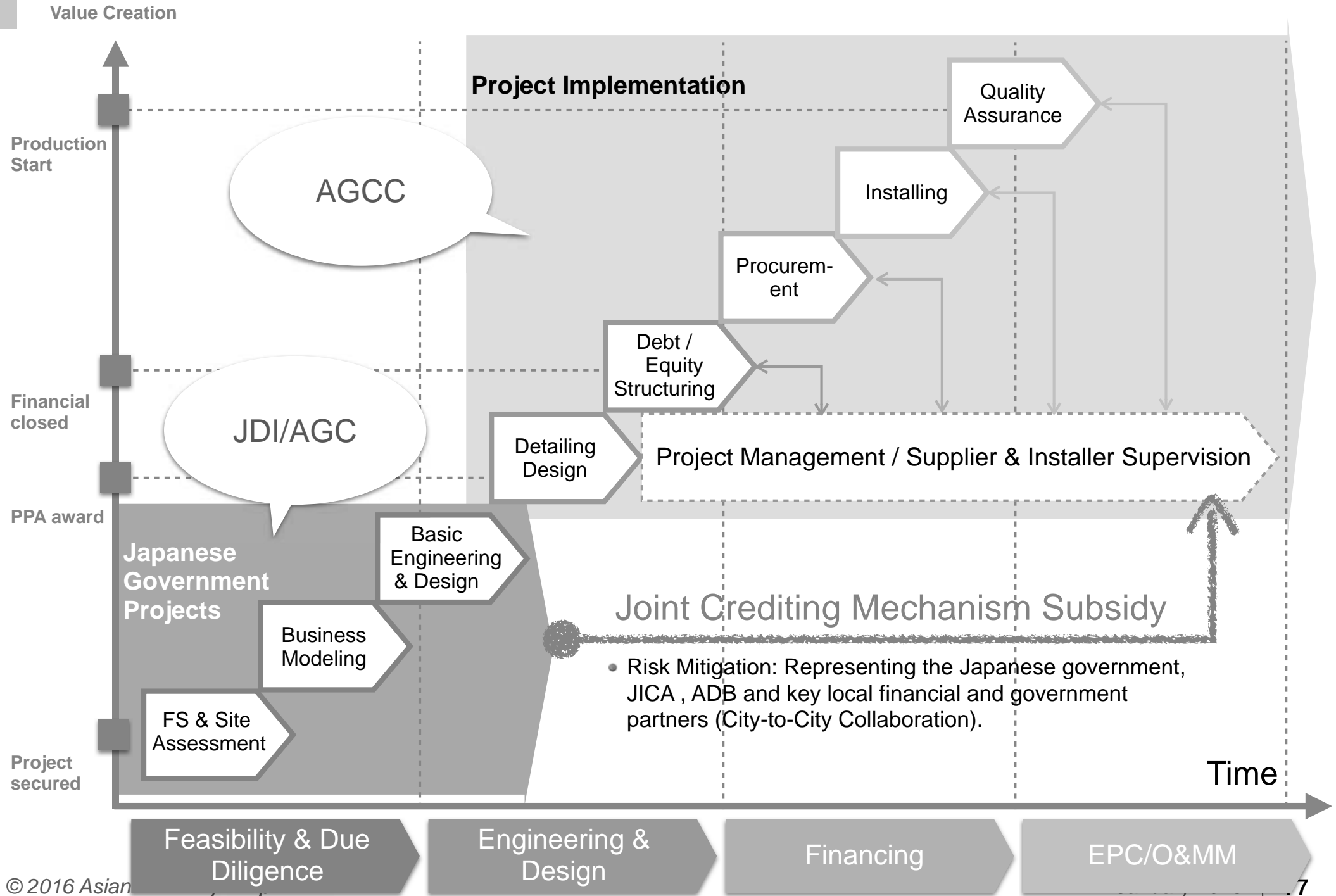
@asiangateway.co.jp



Business Objective:

**Realize an inclusive and
sustainable Low Carbon
Compact City**

Integrated approach captures the full project value



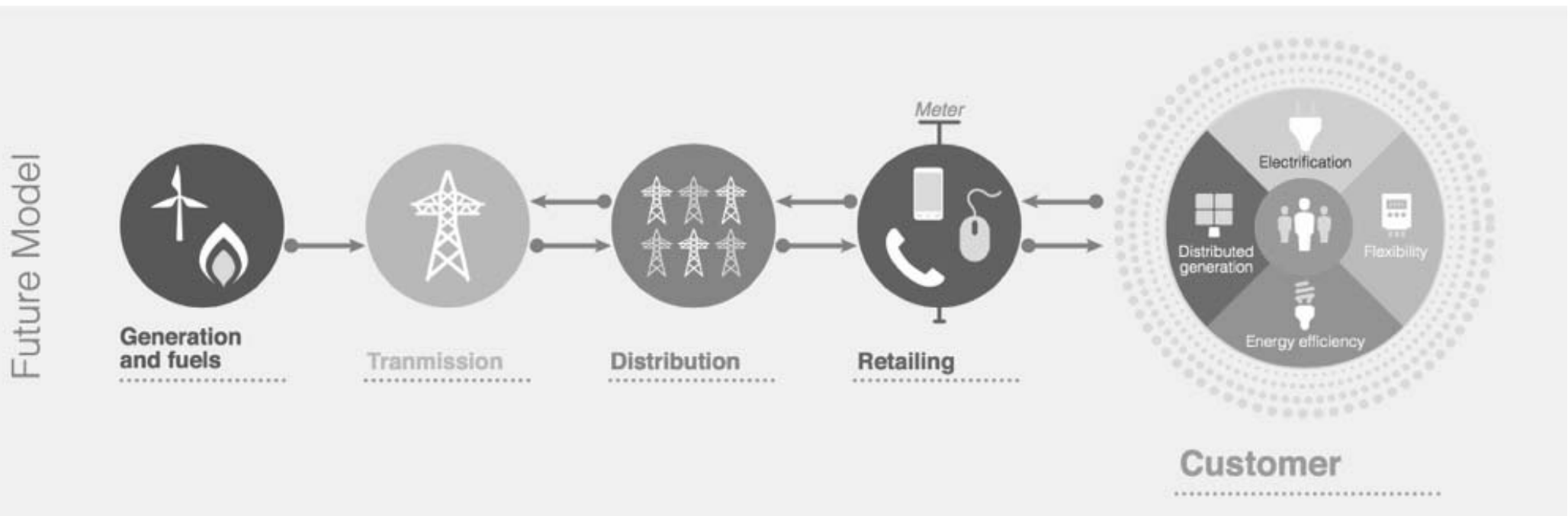
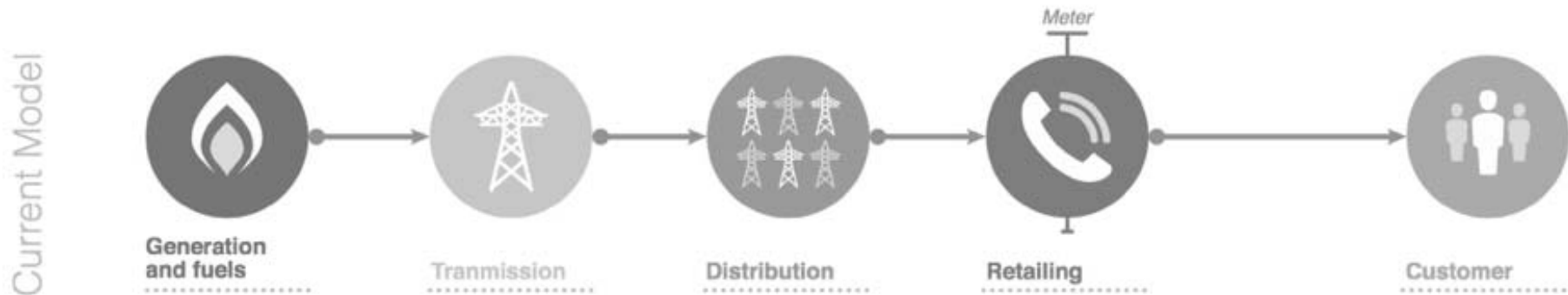
Contents

Energy Business by AGCC

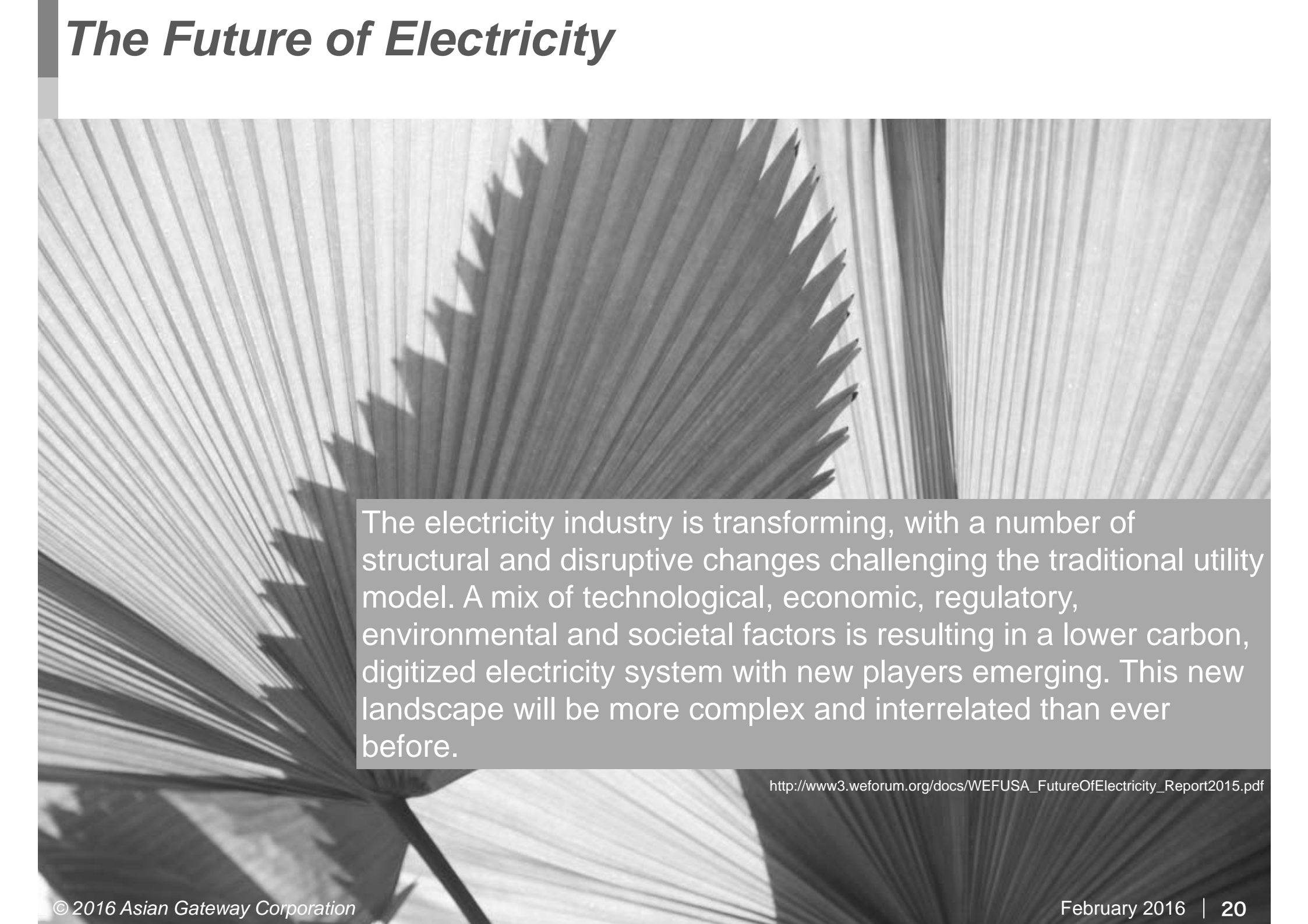


New business and investment models are required

New business and investment opportunities are emerging close to the customer



The Future of Electricity



The electricity industry is transforming, with a number of structural and disruptive changes challenging the traditional utility model. A mix of technological, economic, regulatory, environmental and societal factors is resulting in a lower carbon, digitized electricity system with new players emerging. This new landscape will be more complex and interrelated than ever before.

http://www3.weforum.org/docs/WEFUSA_FutureOfElectricity_Report2015.pdf

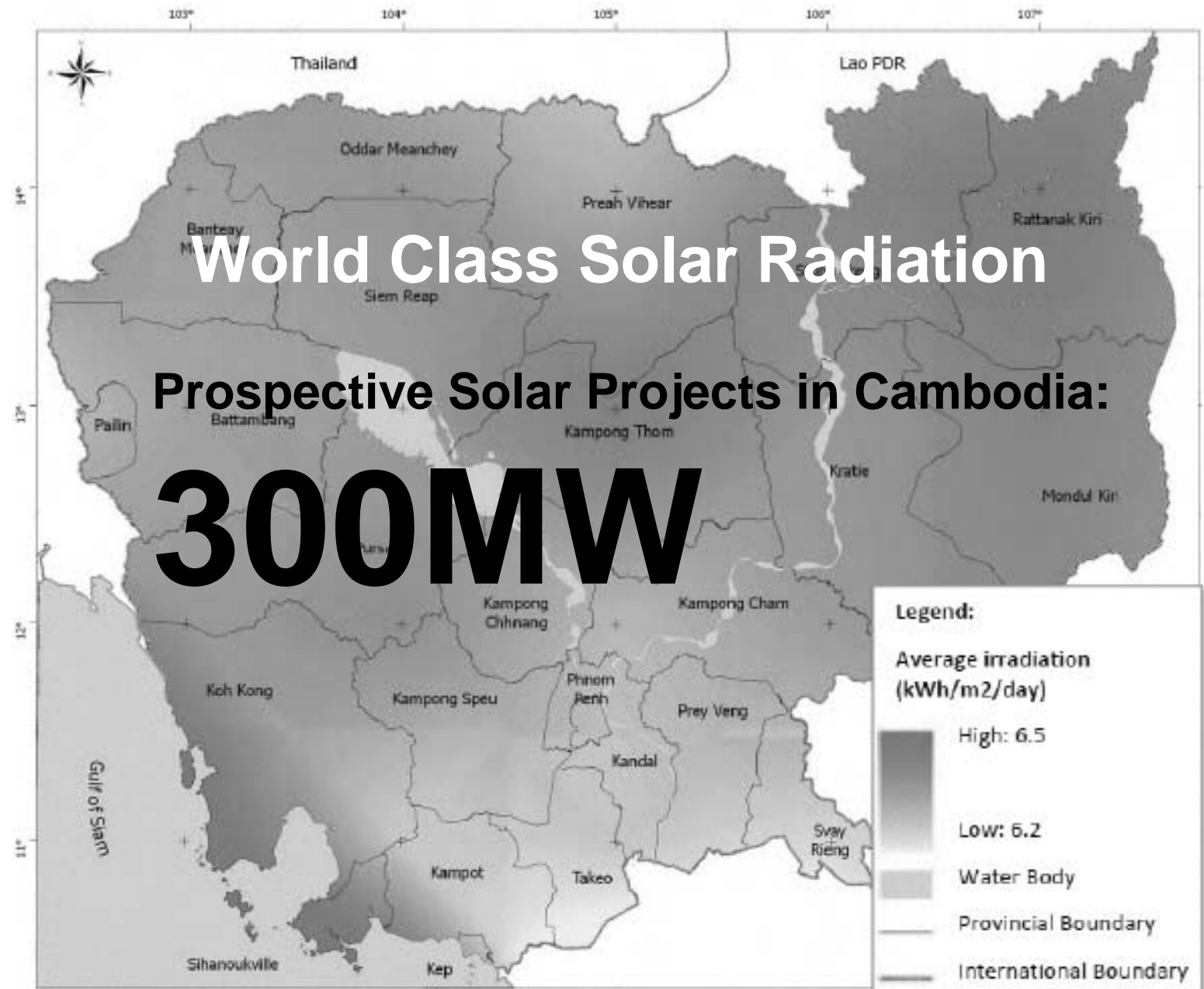
Why Develop Solar Energy Generating in Cambodia?

High
electricity
tariffs

Uncertain
fossil fuel
prices

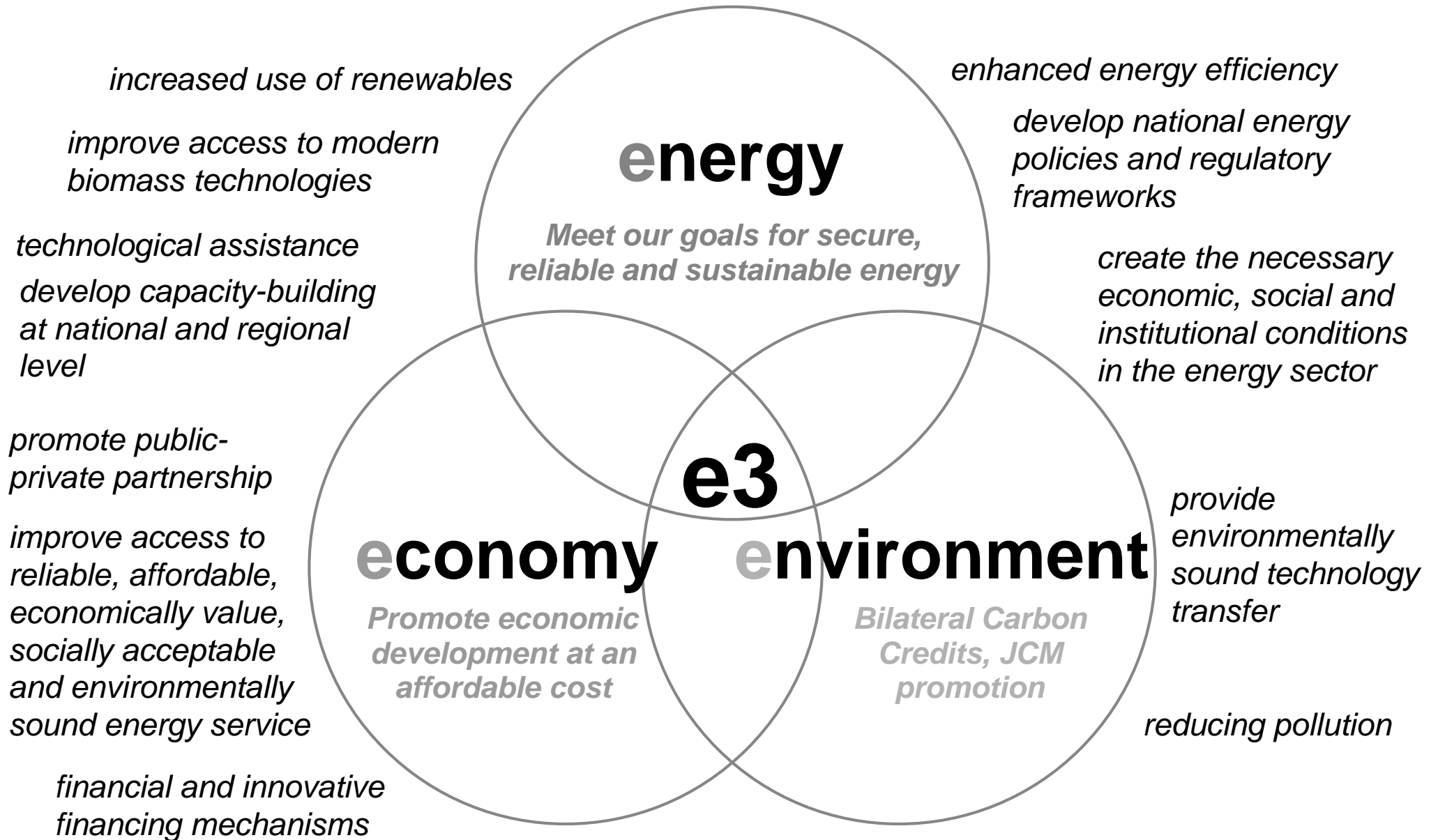
Low
rates of
electricity
access

Declining
costs of solar
PV

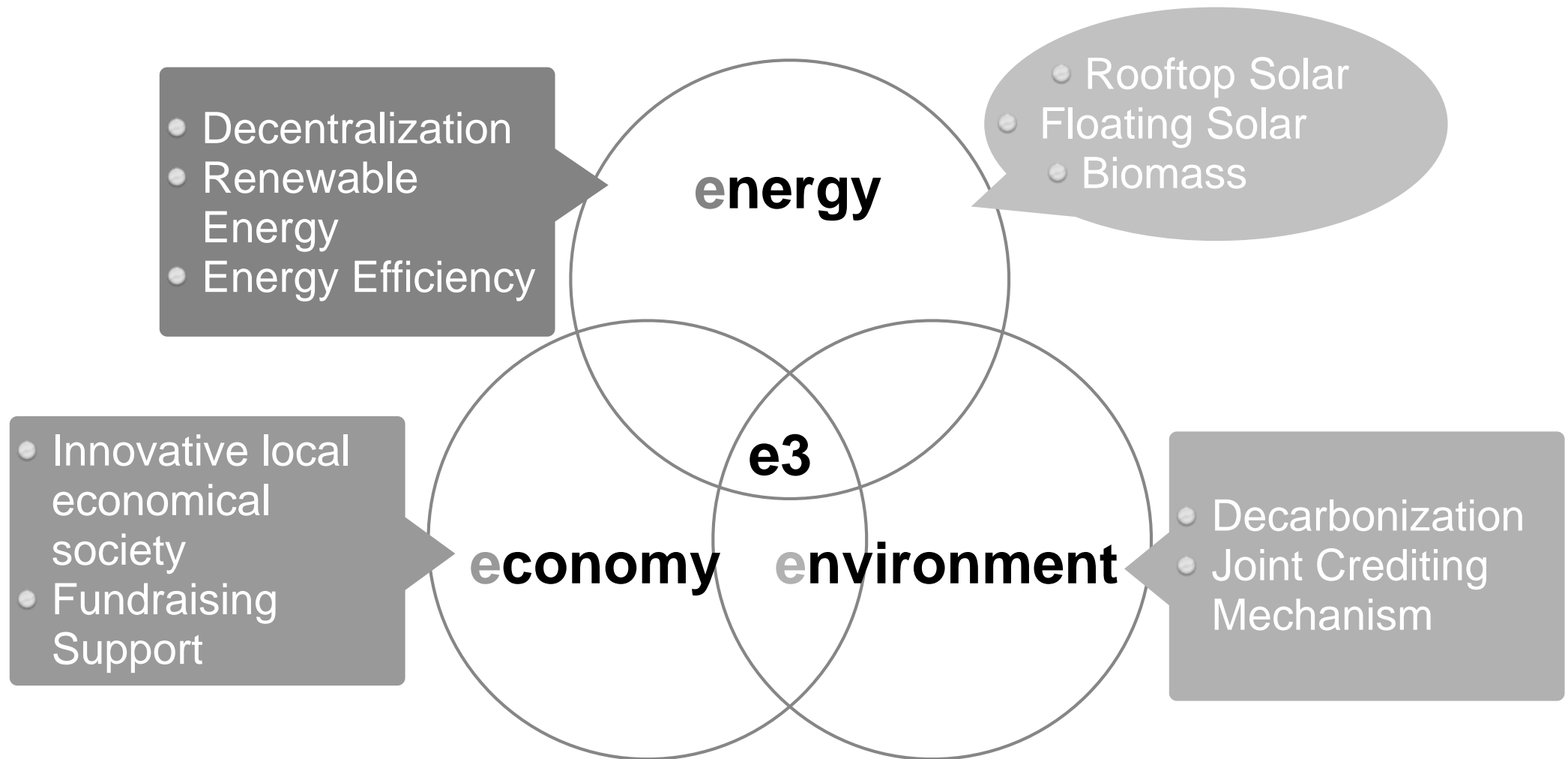


PV; Photovoltaic

AGCC provides “e3” solutions

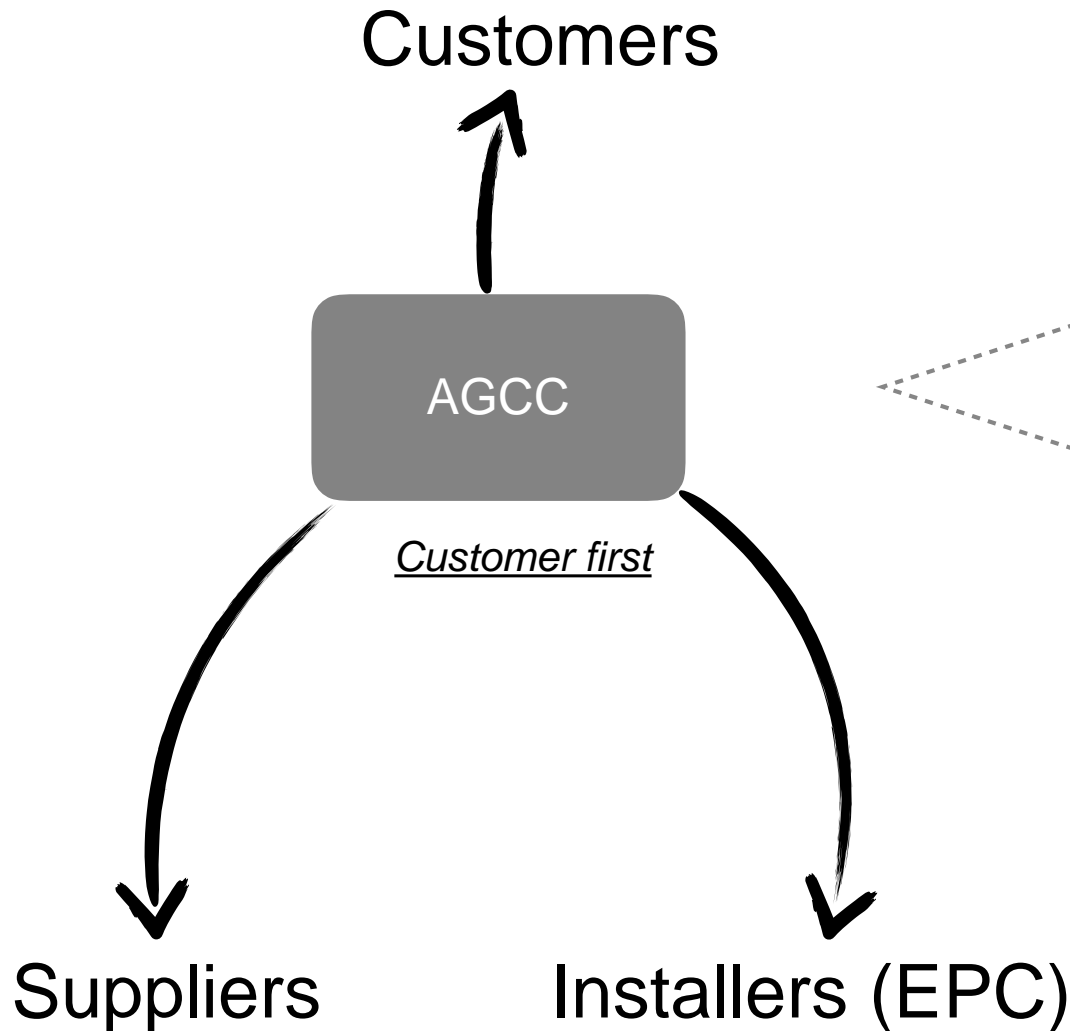


AGCC's valuable services



AGCC is an independent energy integrator and orchestrator using Japanese technologies from a base in Cambodia.

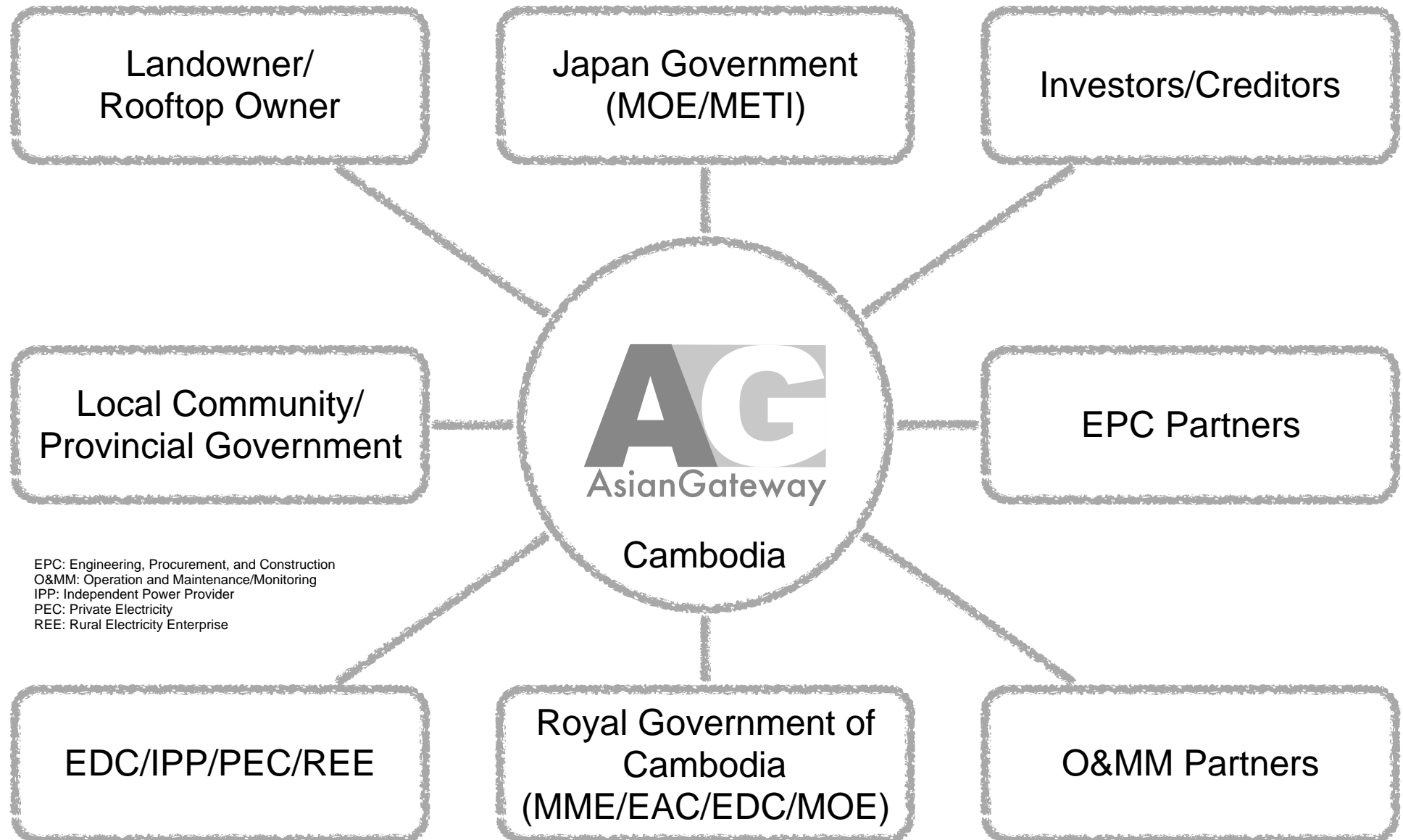
AGCC standpoint and advantages



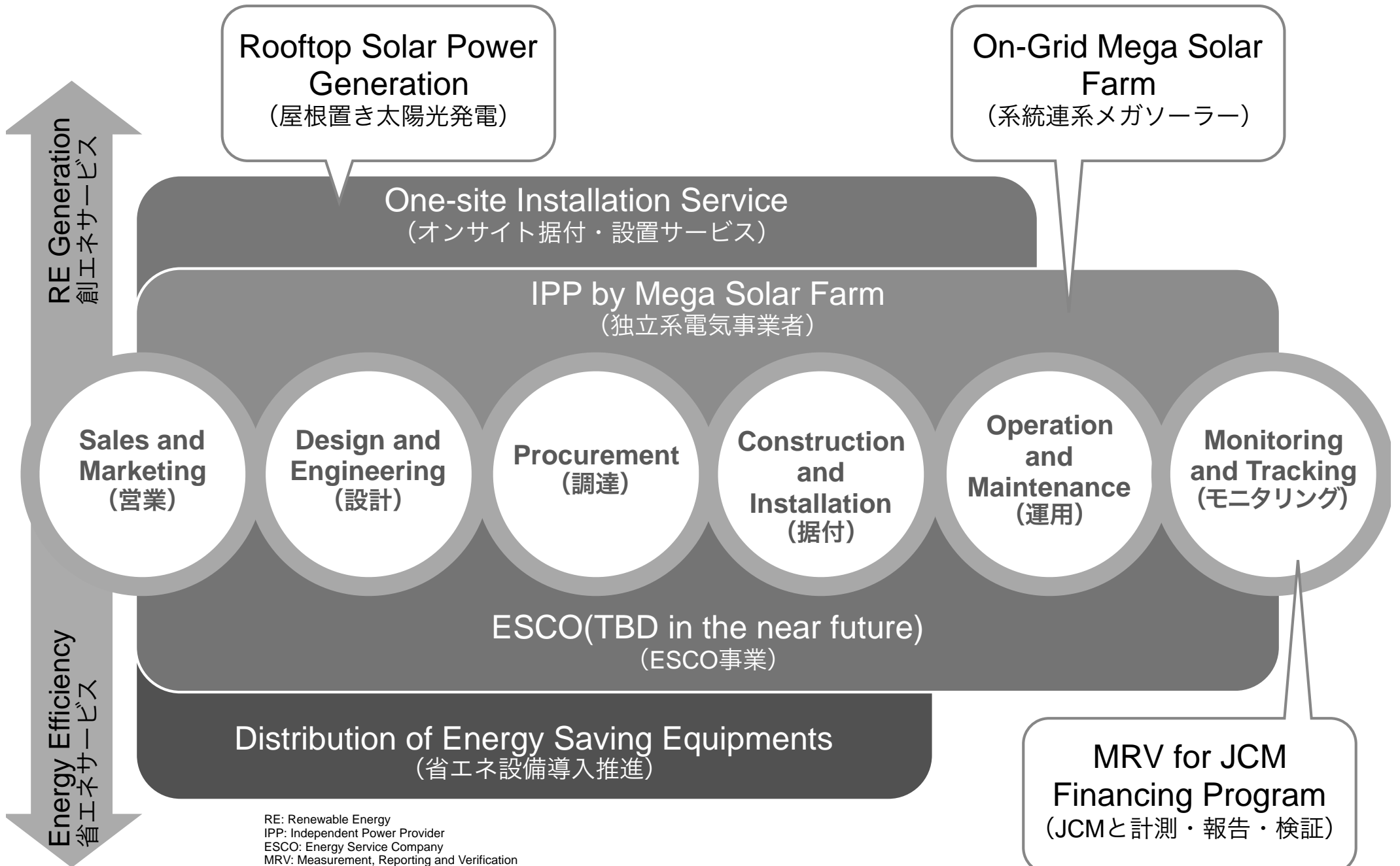
- **Consulting**
- **Joint Crediting Mechanism**
- **Government Relationship**
- **PPP Initiative**
- **Technological Assistant**
- **Select local installers**
- **Interventions**
- **Trading and Transfer Japanese Technologies**
- **Project Management (Project implementation progress)**
- **EPC's construction supervision program**
- **EMS**

Positioning of AGC Cambodia

Orchestration by AGC Cambodia from planning to operation.



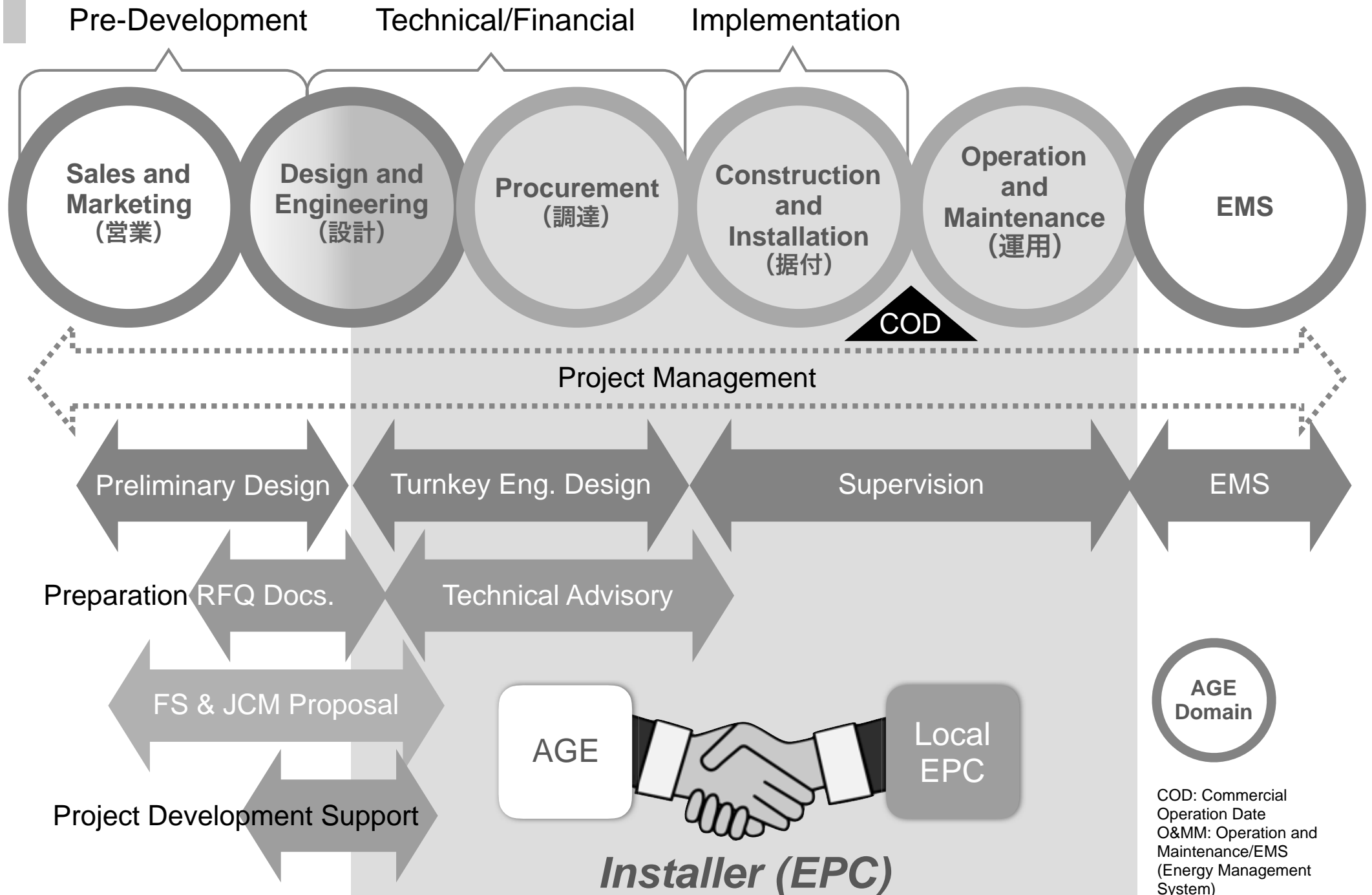
Energy Service



Our target Solar Power Generation Sites

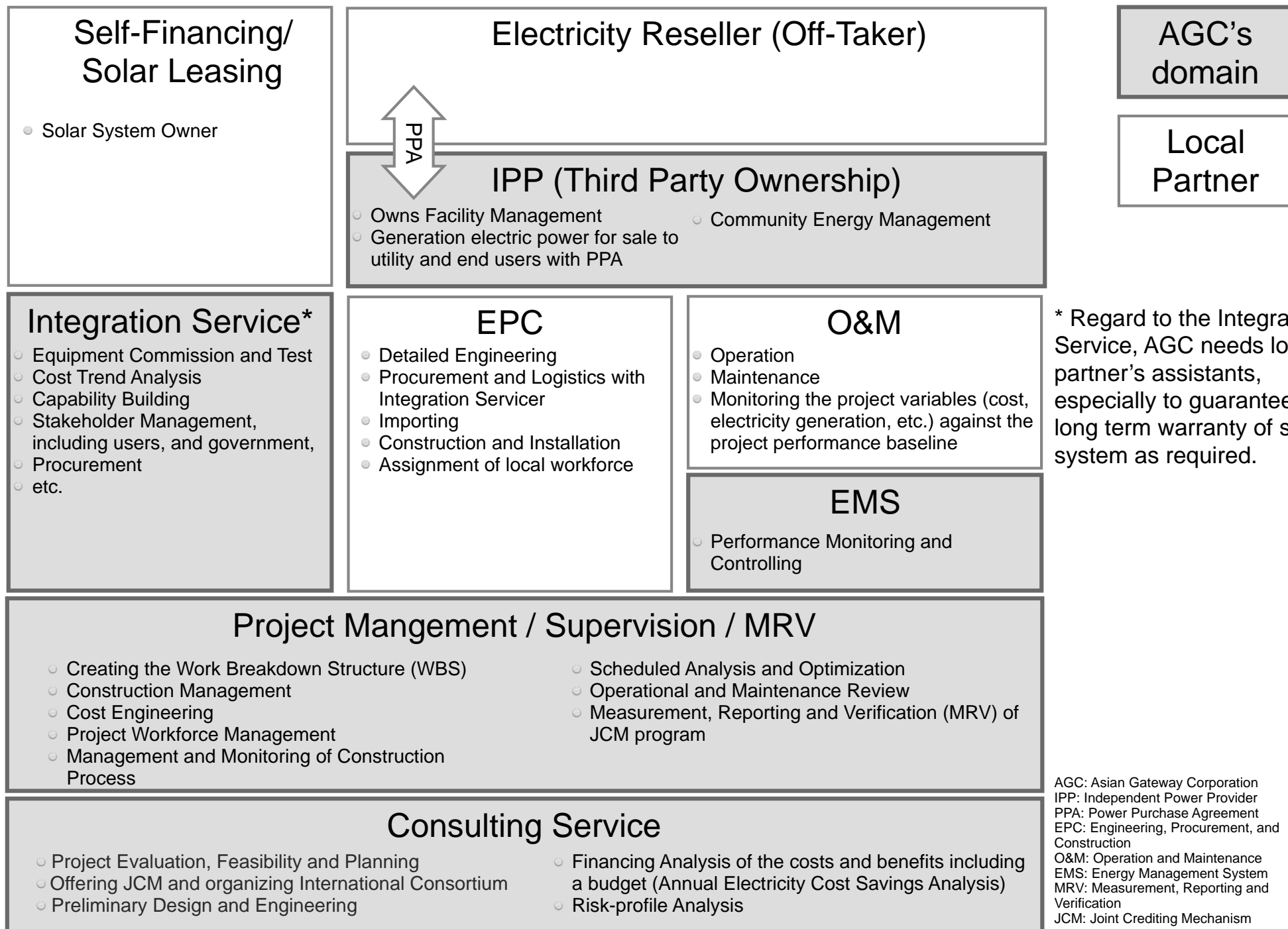
Installation Site	Commercial	Utility-scale	Residential
Rooftop	<ul style="list-style-type: none"> Hotels Hospitals Schools Factories Shopping Malls District Centers Restaurants Bus Stations Banks 	<ul style="list-style-type: none"> Factories inside Special Economic Zones Shopping Malls Airports Military Facilities Government buildings 	Not applicable below 200kW
Floating	<ul style="list-style-type: none"> Factories District areas 	<ul style="list-style-type: none"> Pondage Reservoir Lakes Dums 	Not applicable below 200kW
Ground-mounted	<ul style="list-style-type: none"> Used golf courses Idle places 	<ul style="list-style-type: none"> Wastelands Sharing Solar with agriculture 	Not applicable below 200kW

AGE's Service Scheme for Solar Projects



COD: Commercial Operation Date
 O&MM: Operation and Maintenance/EMS (Energy Management System)

Value Chain and Strategic Partnership



AGC: Asian Gateway Corporation
 IPP: Independent Power Provider
 PPA: Power Purchase Agreement
 EPC: Engineering, Procurement, and Construction
 O&M: Operation and Maintenance
 EMS: Energy Management System
 MRV: Measurement, Reporting and Verification
 JCM: Joint Crediting Mechanism

Contents



Mobility Service



The Future of Transportation

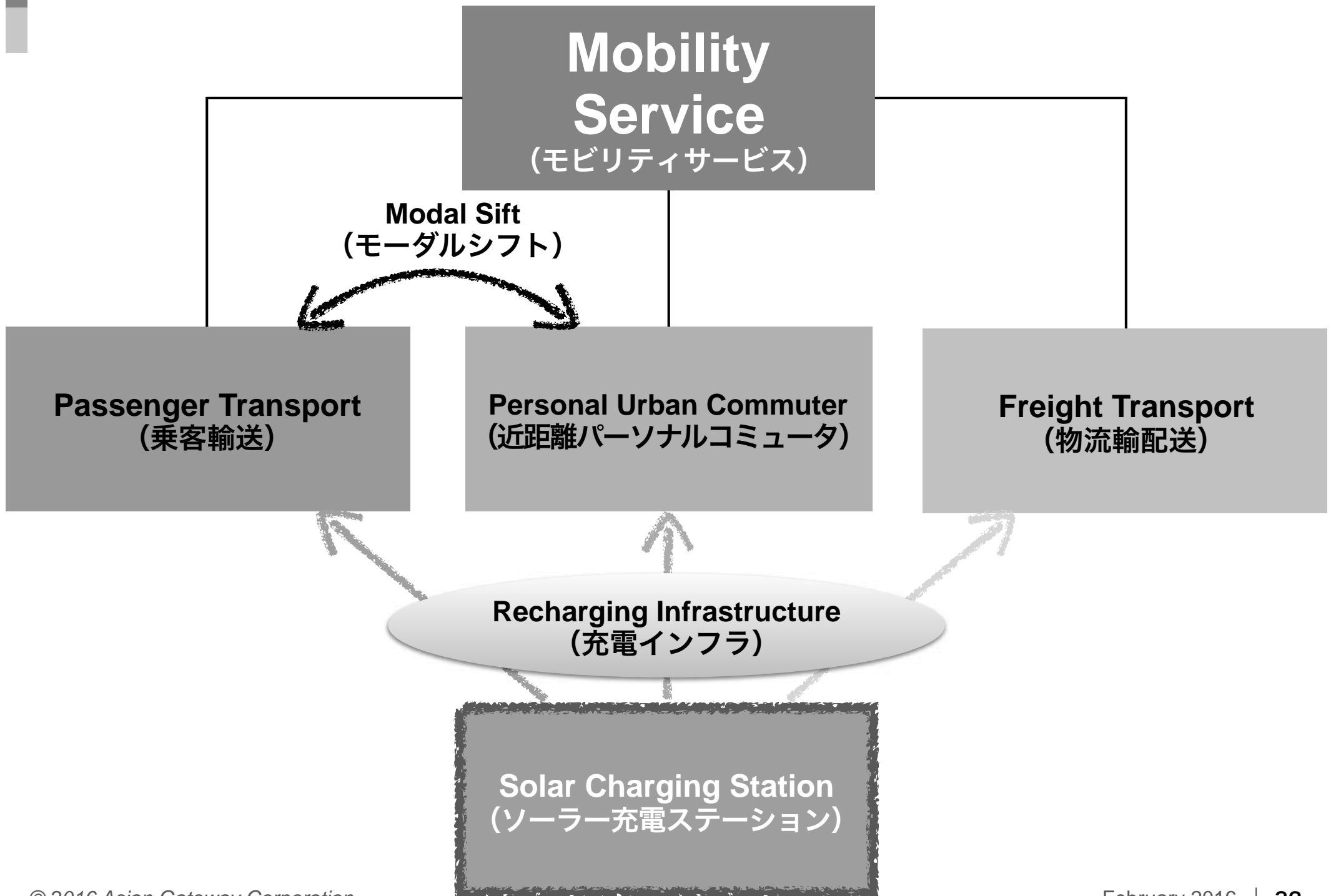


The power that drives vehicles will transition from oil to electric and later to binary power. Electric vehicles will start to make major market inroads around 2015 because of improved battery technologies and because of the fact that the electric infrastructure is already in place for rapid “refueling”. Hydrogen will make some inroads but will not become anything more than a niche industry.

By 2050 oil and gas will remain plentiful as demand drops precipitously with the emergence of alternative sources. Oil & gas will remain as an energy source, but will only be used in niche industries.

- **Low Carbon Transport Service**
- **Using Electric Vehicles**
- **Reduce Traffic Congestion by Fleet management**

Mobility Service and Solar Charging Station



Basis for targeted numbers of Reumork Motos

No. of International
Tourists Arrivals in Siem
Reap

Ratio of International
Tourists to use a
Reumork Moto

Market Share of
Reumork Moto in billable
units by AG Cambodia

- Year-over-Year Growth Rate of International Tourist is 5% from 2015 to 2020
- 33 % of International Tourists who use a Reumork Moto as a billable unit, based on our traffic volume survey.
- Average is 2 passengers for Reumork Moto
- 20 % available because of closed relationship with CLC-CIWA/CCDA, CHA, and CATA



Targeted # of
Reumork
Moto

Our Vision of Angkor Mobility Service



- ✓ Improve the Angkor tourism experience with better mobility and less congestion.
- ✓ Reduce negative impacts on Angkor Heritage Park.
- ✓ Social contributions for current Reumork Moto drivers are lower fuel costs and higher income.

Target-generated objectives for "Eco Mobility" as following key points are examining and making solutions by Japanese JCM (Joint Crediting Mechanism) Team in 2014;

AMS will be a main Angkor tourist attraction.



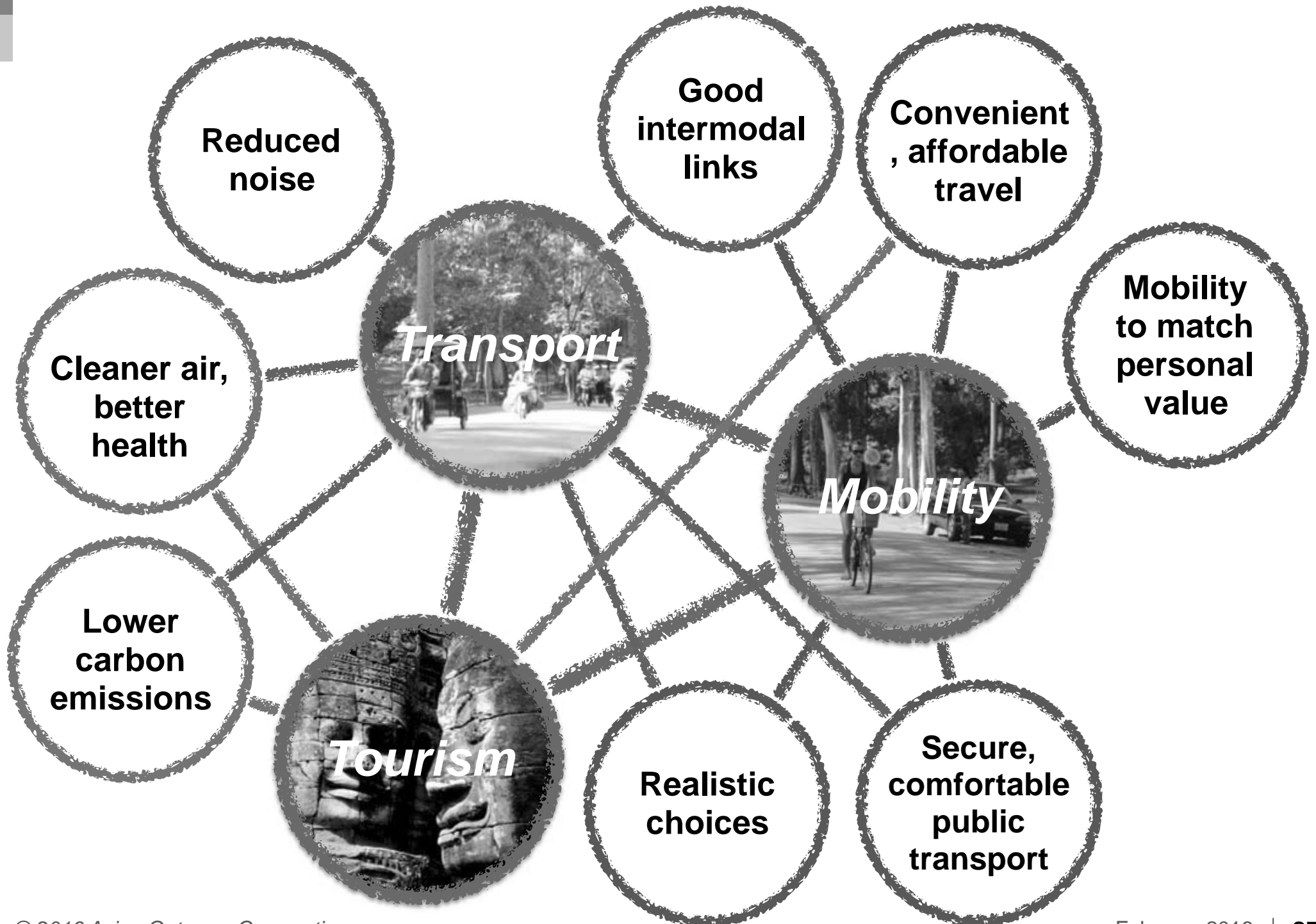
Special Experience Just For You!

AMS is the “Demand Responsive Mobility” Service

**"YOUR
PERSONAL
TRAVELING
CONCIERGE."**

- An advanced, user-oriented form of public transport
- Operating in shared-ride mode between pick-up and drop-off locations according to passengers needs
- AMS schemes may be fully or partially approved by the local authority such as APSARA National Authority and Siem Reap City

Objectives of Angkor Mobility Service



Eco Mobility to promote e-Moto Reumork

Gasoline traditional model



Pure electric base



Driving distance per US\$1 of fuel

22km

Driving distance per US\$1 electric charge

120km

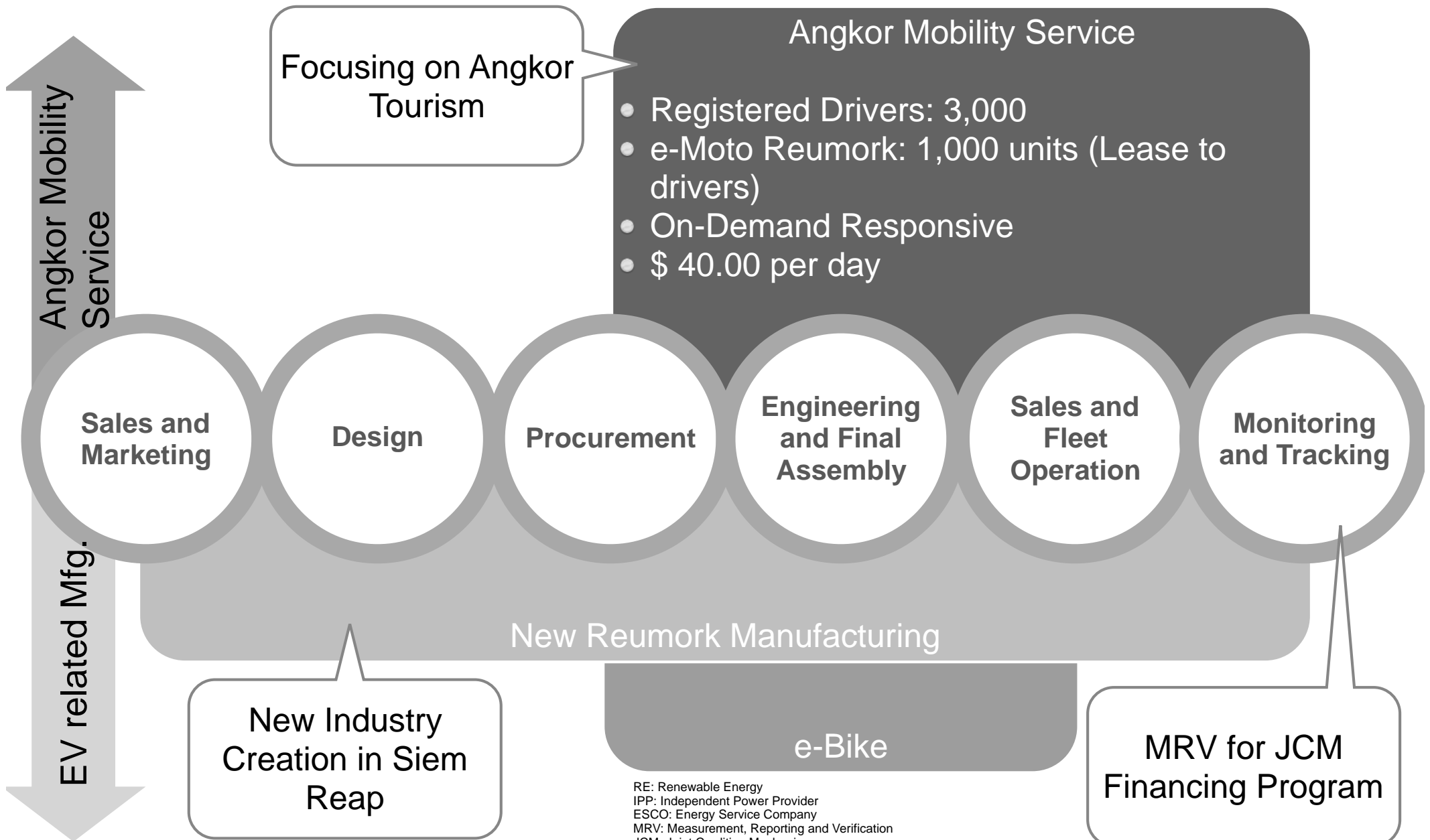
AMS is “Simple, Safe, delightful”

Angkor Mobility Service (AMS) is a simple, safe, and delightful way to experience the Angkor Complex.



Improve the Angkor tourism experience with better mobility and less congestion.

Mobility Service





We would like to hear from you and answer any questions that you might have.
kimura@asiangateway.co.jp

No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or for any purpose without the express permission of Asian Gateway Corporation. The information contained herein may be changed without prior notice.

© 2015 Asian Gateway Corporation. All Rights Reserved.