

令和2年度

質の高いエネルギーインフラの海外展開に向けた

事業実施可能性調査事業

(ASEAN諸国等における無電化／弱電化地域及び島嶼
部への分散型スマートインフラ導入マスタープラン策定
及び水平展開に関する調査)

報告書

令和3年3月

双日株式会社

略語表

略語	Complete Name	日本語名称
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
ASEAN	Association of South - East Asian Nations	東南アジア諸国連合
DRD	Department of Rural Development	農業・畜産・灌漑省 地方開発局
EC	Electrification Committee	電化委員会
EMS	Energy Management System	電力管理システム
ESE	Electricity Supply Enterprise	ミャンマー配電公社
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
JCM	Joint Crediting Mechanism	二国間クレジット制度
MaaS	Mobility as a Service	モビリティ・アズ・ア・サービス、マース
MOALI	Ministry of Agriculture, Livestock and Irrigation	農業畜産灌漑省
MOEE	Ministry of Electricity and Energy	電力・エネルギー省
NEP	National Electrification Plan	国家電化計画
NLD	National League for Democracy	国民民主連盟
O2O	On-line to Off-line	オーツーオー
SHS	Solar Home System	家庭用太陽光発電システム（太陽光発電による小型の発電設備）
SME	Small and medium-sized enterprises	中小ビジネス
SPC	Special Purpose Company	特別目的会社
USF	Universal Service Fund	ユニバーサル・サービス・ファンド

目次

第1章. 調査の概要	1
1.1. 調査の背景・目的.....	1
1.2. 調査対象国.....	1
1.3. 調査項目	3
1.4. 調査の実施体制	4
1.5. 調査の実施方法	5
1.6. 検討するマスタープランの骨子.....	5
1.7. 2021年クーデターについて	8
1.8. その他.....	8
第2章. 分散型スマートインフラ導入マスタープラン策定ニーズのある 無電化／弱電化地域或いは島しょ部の特定に関する調査	9
2.1. 分散型スマートインフラ導入マスタープランの策定ニーズのある無電化／弱電 化地域或いは島しょ部に関する基本情報（人口分布や産業構造等）の収集	9
2.1.1 人口	10
2.1.2 宗教と民族グループ.....	10
2.1.3 産業構造.....	11
2.2. 当該地域の電力の供給信頼度、需給安定化及び電化率の向上に向けた目標と施策 の把握.....	14
2.2.1 電化政策の概況.....	14
2.2.2 グリッド接続エリアの延伸.....	17
2.2.3 オフグリッドエリア	19
2.2.4 村落開発計画.....	20
2.3. 当該地域の通信網の整備状況及び整備計画の把握.....	23
2.3.1 通信網の概要.....	23
2.3.2 携帯電話網の整備に関する政策	24
2.3.3 edotcoの通信タワー事業.....	25
2.4. 当該地域における生活水準向上サービスの顕在的及び潜在的ニーズの把握	28
2.4.1 生活水準サービスの整理	28
2.4.2 現地調査.....	32
第3章. マイクログリッドシステムの導入に向けた調査	41
3.1. 技術的な検討.....	41
3.1.1 マイクログリッドの概要	41
3.1.2 電力負荷の想定	42

3.1.3	構成機器の概要	42
3.2.	当該システム構築に要するコストシミュレーション	43
3.3.	マイクログリッド事業のスキーム	44
3.4.	事業性評価.....	44
3.4.1	前提条件の整理.....	44
3.4.2	事業評価.....	46
3.4.3	感度分析.....	46
第4章.	通信網等デジタルインフラ及び当該デジタルインフラを活用した生活水準向上サービスの導入可能性に関する調査	49
4.1.	通信インフラの技術的な検討	50
4.2.	通信インフラ構築に要するコストシミュレーション	51
4.3.	デジタルインフラを活用した生活水準向上サービスの具体的内容の検討	51
4.3.1	公共サービス.....	51
4.3.2	決済サービス.....	52
4.3.3	SME（中小ビジネス）	53
4.3.4	包括的なビジネス	54
4.4.	パイロット事業の実施	55
4.4.1	実施サイト	55
4.4.2	デジタルインフラの整備状況	56
4.4.3	パイロット事業活動概要	56
4.4.4	パイロット事業活動詳細	58
4.4.5	パイロット事業活動成果	61
4.4.6	総論	68
4.5.	当該サービスからの収益モデルの構築.....	69
4.5.1	ビジネスモデル	69
4.6.	料金徴収システムの提案.....	72
4.6.1	初期投資と収入.....	72
第5章.	分散型スマートインフラ導入マスタープラン策定、適用可能な日本企業の技術、知見に関する調査	76
5.1.	分散型スマートインフラ導入マスタープラン	76
5.1.1	マスタープランの目的.....	76
5.1.2	マスタープランの対象エリア	78
5.1.3	マイクログリッドの概要	79
5.1.4	通信の概要	80
5.1.5	生活水準向上サービス	81

5.1.6	ファイナンス、キャッシュフロー	82
5.1.7	既存政策との連携、補助金	83
5.1.8	ドナーの役割	84
5.2.	日本企業が有する関連技術や取組み状況の調査	84
5.2.1	マイクログリッド	84
5.2.2	通信	85
5.2.3	生活水準向上サービス	85
5.2.4	サービス同士のシナジー	87
5.3.	日本企業が参入可能となる仕様・条件の上記マスタープランへの反映に向けた調査	87
第 6 章.	マスタープランの A S E A N 諸国等の他地域への水平展開の可能性調査	89
6.1.	分散型スマートインフラ導入対象地域の選定条件の検討	89
6.2.	分散型スマートインフラ導入の可能性のある地域や島の可能性調査・選定	91
第 7 章.	マスタープラン等の実現性を高めるための提案	98
7.1.	ミャンマーにおけるマスタープラン等の実現性を高めるための提案	98
7.1.1	提案マスタープランの特徴	98
7.1.2	NLD との協議	98
7.2.	A S E A N 諸国における展開	99

図表目次

図 1	ASEAN 諸国の電化率と系統電力の質（2019 年）	2
図 2	現地調査実施サイト	5
図 3	分散型スマートインフラ導入マスタープランの骨子	6
図 4	ミャンマーの州、地方域	9
図 5	ミャンマーの農業ゾーニング	14
図 6	2030 年の 100%電化に向けたロードマップ	15
図 7	NEP に示された系統接続の優先順位	16
図 8	ASEAN 諸国における停電と送配電ロス率	18
図 9	固定ブロードバンド加入数及び加入率（2015-2018 年）	23
図 10	移動電話加入数及び加入率（2014-2018 年）	24
図 11	固定電話加入数及び加入率（2014-2018 年）	24
図 12	左：通信タワーのイメージ、右：出資ストラクチャー	26
図 13	通信タワーの電力供給源	27
図 14	分散型スマートインフラ導入マスタープランの骨子 ※再掲	28
図 15	現地調査実施サイト	32
図 16	隣村の通信タワーとディーゼル発電機	34
図 17	ディーゼル発電機を有する僧院	34
図 18	左：雑貨店（パパママショップ）、右：精米所	34
図 19	学校	35
図 20	住居	35
図 21	通信タワー	37
図 22	受電設備	37
図 23	商店と食用油用の圧搾機	37
図 24	住宅	38
図 25	学校	38
図 26	診療所（クリニック）	40
図 27	学校	40
図 28	マスタープラン骨子における、第 3 章の位置づけ	41
図 29	マイクログリッド事業スキーム	44
図 30	事業・運営権対応型無償資金協力の仕組み	47
図 31	マスタープラン骨子における、第 4 章各項の位置づけ	49
図 32	典型的な通信タワーのイメージ	50
図 33	デジタルインフラを活用した「遠隔地スマートビジネス」のイメージ	54
図 34	遠隔教育を実施する Kyaung Gyi Parahitta Monastery の場所	55

図 35	ZOOM によるオンライン研修の様子	58
図 36	ファシリテーターが指導するすらら E ラーニング授業の様子	59
図 37	規律の指導：教室がある行動に入る前に必ず手洗いをするルール	59
図 38	規律指導の一例：学習ツールの準備、挨拶、授業内のルールの指導	60
図 39	自立学習指導の一例：生徒が自身の学習を記録、管理するツールを提供	60
図 40	修了証を手にする参加児童の様子	61
図 41	全体スコア伸長率（全学年）	63
図 42	スコアの分布（全学年）	64
図 43	スコアの分布（5 年生）	64
図 44	計算分野別の正答率	65
図 45	分野ごとの正答率	65
図 46	マス計算学習ログデータ（足し算）	66
図 47	マス計算学習ログデータ（引き算）	67
図 48	マス計算学習ログデータ（掛け算）※全学年	67
図 49	マス計算学習ログデータ（掛け算）※5 年生	68
図 50	遠隔教育のビジネスモデル	70
図 51	分散型スマートインフラ導入マスタープランの骨子	76
図 52	NEP に示された系統接続の優先順位	78
図 53	マイクログリッド発電部分のイメージ	79
図 54	通信インフラのイメージ	80
図 55	生活水準向上サービスの構成	81
図 56	分散型スマートインフラ導入マスタープランの骨子 ※再掲	82
図 57	デジタルインフラを活用した「遠隔地スマートビジネス」のイメージ ※再掲	87
図 58	アジア諸国の電化率	89
図 59	無電化エリアの人口	90
図 60	ASEAN 諸国の電化率と系統電力の質（2019 年）	91
図 61	ラオスの移動電話加入数及び加入率（2014-2018 年）	93
図 62	フィリピンの電化率	94
図 63	フィリピンの電化方針	95
図 64	インドネシアの地方電化率（2017 年）	96
図 65	インドネシアの通信タワー保有者と保有数	97

表 1	調査項目	3
表 2	州、地方域ごとえの人口密度と人口推移	10
表 3	産業別 GDP の構成	11
表 4	ミャンマーの経済概況	12
表 5	ミャンマーの農業ゾーニングと農業特性	12
表 6	世界銀行による電化プロジェクトの目標と実績	17
表 7	村落開発法（The Rural Development Law）の内容	21
表 8	通信タワーへの電力供給方法	27
表 9	公共サービスの整理	29
表 10	ミャンマーにおける主要な決済システム	30
表 11	公共サービス	31
表 12	Bago 訪問サイトの概要	32
表 13	Magway 訪問サイトの概要	35
表 14	Magway 訪問サイトの概要	38
表 15	初期費用	43
表 16	初期費用	45
表 17	維持管理費用	45
表 18	収益	45
表 20	事業評価	46
表 21	パイロット事業実施スケジュール	57
表 22	パイロット事業実施期間中の学習量（全期間）	62
表 23	パイロット事業実施期間中の学習量（週当たり）	62
表 24	遠隔教育の収入想定	72
表 25	遠隔教育の事業採算性（ユーザー3,000 人）	75
表 26	遠隔教育の事業採算性（開発補助 2000 万円、ユーザー500 人）	75
表 27	提案マスタープランのステークホルダー	77
表 28	ASEAN へのマスタープラン展開可能性	92
表 29	提案マスタープランに関連するステークホルダー	99

第1章. 調査の概要

1.1. 調査の背景・目的

ASEAN 諸国をはじめとした新興国の都市部においては、急速な都市化による渋滞や大気汚染等社会課題の発生と中間層の拡大による生活水準向上ニーズの顕在化により、デジタルサービスを活用して社会課題を解決し、生活の質を向上させるスマートシティ開発に大きな関心が寄せられている。同様に、新興国の村落部や島しょ部においても、所得水準の向上に伴って、生活水準の向上に向けて、電化や通信網の整備等が急速に進みつつあり、これに伴うエネルギー需要の増大が見込まれている。

2019 年 10 月の第 44 回経協インフラ戦略会議においてもスマートシティの海外展開がテーマとして取り上げられ、各省連携してスマートシティの海外展開を推進していくことが確認されたところ、都市部におけるスマートシティ開発とパラレルに発生し得る、村落部や島しょ部における電化・デジタル化に伴うエネルギー需要の増大への対応を、スマートシティの海外展開とパッケージとして検討していく必要がある。

ASEAN 諸国をはじめとした新興国の無電化／弱電化村落部や島しょ部では、旧式のディーゼル発電機による発電が主力となっており、発電コストが高額となると同時に環境負荷も高いため、ESG 投資といった観点から今後、再生可能エネルギー等の導入が期待されている。一方で、新興国の無電化／弱電化村落部や島しょ部は、大きな系統と接続するためには山間や海底送電線の設置コスト等を要するため採算性がとれない場合も多い。そのため、本調査では、日本企業の知見や技術を活かして、太陽光や風力等の再生可能エネルギーと蓄電池、さらにはスマートメーター等の遠隔監視システムを組み合わせたマイクログリッドシステムの導入可能性を調査するとともに、通信網の整備等デジタル化及び当該デジタルインフラを活用した生活水準向上サービスの導入可能性についても調査し、これらマイクログリッドシステムやデジタルインフラの導入コストを回収するための料金徴収システム等の提案を行い、無電化／弱電化地域及び島しょ部への分散型スマートインフラ導入マスタープラン策定を実施する。併せて、同マスタープランの水平展開の可能性についても調査する。

また、相手国政府（中央政府及び地方政府）のエネルギー政策やインフラ整備計画への提言も検討し、これらの調査を通じて、ASEAN 諸国等での再生可能エネルギーの導入促進やエネルギー利用高度化を支援することを目的とする。

1.2. 調査対象国

調査対象国については、ミャンマーとし、将来的には ASEAN 諸国への展開を図るものとする。ミャンマーを選んだ理由は3点である、すなわち、1. 双日が出資している通信

タワー会社がデジタルインフラの整備に意欲的、2. ミャンマーにおける生活水準向上サービスの展開を検討している株式会社すららネットの協力を得ることができる、3. ASEAN 中最も電化率が低くデジタルインフラの潜在市場が大きい、という点である。

1. について、双日が出資しているミャンマーの通信タワー事業者 edotco Myanmar Limited（以下、edotco）は通信タワーの電源としてディーゼル発電機を使用しているが、コスト削減を志向し、再エネの導入等を検討しているほか、電力をコミュニティへ給電することによる、生活水準向上サービスの展開にも興味を示している。

2. については、小中高生向けクラウド型学習システム「すらら」の開発・販売等を行う（株）すららネットと協力し、ミャンマーでの事業展開を検討する。今回の調査の一環として、ヤンゴン近郊でのデモンストレーションを実施し、ミャンマーにおける遠隔教育を始めとした生活水準向上サービスを検討する。

3. について、国全体の電化率がようやく 50%を超えた状態であり、電化率が低いがゆえに、デジタルインフラや生活インフラサービスの潜在的な市場が大きいといえる。電力へのアクセスが可能であっても、停電等が頻発している、弱電化地域が多いことも特長である。下図から、ASEAN 内における電化率の低さと、電力の質の悪さが分かる。

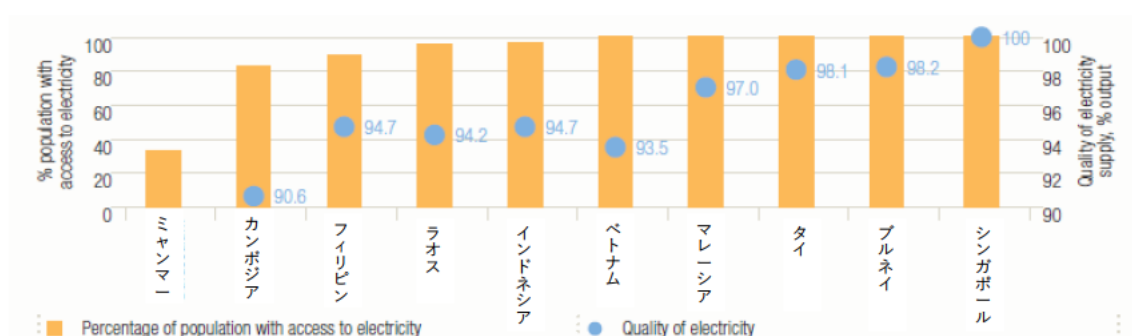


図 1 ASEAN 諸国の電化率と系統電力の質（2019 年）¹

黄色は電力へのアクセス率、青は電力の質を示す。

電化率が低く、地方部に置いてはインフラの未整備という悪条件下のミャンマーの村落部・島しょ部で展開可能なビジネスやマスタープランは、より条件がよいと想定される ASEAN 諸国の村落部や島しょ部にも適用可能となる可能性が高いと考えられる。本報告書では、ミャンマーにおいてマスタープランの骨子を検討した後に、ASEAN 諸国への適用可能性を検討する。

¹ United Nations, Regional Energy Trends Report 2020 Tracking SDG 7 in the ASEAN Region, 2020

1.3. 調査項目

本調査の調査項目を下表に示す。6つの大項目を設定し、その下に中項目を設定している。大項目のうち、(1)から(4)についてはミャンマーにおける調査結果を記載する。

(5)については、検討したマスタープランのASEAN諸国における適用可能性を検討し、(6)についてはミャンマーへの普及を念頭とした提案を検討し、ASEAN諸国に対する提案可能性も整理する。

表 1 調査項目

調査大項目	調査中項目
(1) 分散型スマートインフラ導入マスタープラン策定ニーズのある無電化／弱電化地域或いは島しょ部の特定に関する調査	A) 分散型スマートインフラ導入マスタープランの策定ニーズのある無電化／弱電化地域或いは島しょ部に関する基本情報（人口分布や産業構造等）の収集 B) 当該地域の電力の供給信頼度、需給安定化及び電化率の向上に向けた目標と施策の把握 C) 当該地域の通信網の整備状況及び整備計画の把握 D) 当該地域における生活水準向上サービスの顕在的及び潜在的ニーズの把握
(2) マイクログリッドシステムの導入に向けた調査	(1) で収集した情報を考慮しつつ、太陽光や風力等の再生可能エネルギーと蓄電池、さらにはスマートメーター等の遠隔監視システムを組み合わせたマイクログリッドシステムに関する A) 技術的な検討 B) 及び当該システム構築に要するコストシミュレーション
(3) マイクログリッドシステムの導入と併せて実施する通信網等デジタルインフラ及び当該デジタルインフラを活用した生活水準向上サービスの導入可能性に関する調査	(1) で収集した情報を考慮しつつ、(2) のマイクログリッドシステムで運用される通信網等のデジタルインフラの整備に関する A) 技術的な検討 B) 及び当該インフラ構築に要するコストシミュレーション C) デジタルインフラを活用した生活水準向上サービスの具体的内容の検討 D) 当該サービスからの収益モデルの構築

	E) 料金徴収システムの提案
(4) 分散型スマートインフラ導入マスタープラン策定、並びに(2)及び(3)のシステム導入に当たって適用可能な日本企業の技術、知見に関する調査	A) (2) 及び (3) の調査結果を踏まえた分散型スマートインフラ導入マスタープラン策定（無電化／弱電化村落部或いは島しょ部） B) (2) 及び (3) の調査分野における日本企業が有する関連技術や取組み状況の調査 C) 日本企業が参入可能となる仕様・条件の上記マスタープランへの反映に向けた調査
(5) 上記マスタープランのASEAN諸国等の他地域への水平展開の可能性調査	A) 分散型スマートインフラ導入対象地域の選定条件の検討 B) 分散型スマートインフラ導入の可能性のある地域や島の可能性調査・選定
(6) 上記マスタープラン等の実現性を高めるための提案	A) ASEAN諸国政府等へのエネルギー政策やインフラ整備計画への提言に関する検討 B) 分散型スマートインフラ導入に向けた公的基金設置等のファイナンス手法の提言に関する検討

1.4. 調査の実施体制

調査業務は双日株式会社を主体として行った。現地調査については、ヤンゴン支店からも協力を得て実施した。

外注先として、edotco Myanmar Limited（以下、edotco）、株式会社すららネット、株式会社NTTデータ経営研究所の協力を得た。

edotcoは通信タワー事業会社であり、双日は2019年11月にedotcoに出資参画している。同社は、ミャンマーの大手携帯電話事業会社4社と通信タワーの長期リース契約や電力供給を含めたサービス契約を締結し、既に約2,000塔の通信タワーを管理運営している。調査において、edotcoは通信網等デジタルインフラに関する現地ヒアリングや検討を支援したほか、将来的な事業のステークホルダーとして収益モデルの検討等にも協力した。

すららネットは、小中高生向けクラウド型学習システム「すらら」の開発・販売等を展開している。既に、スリランカ、インドネシア、インドで事業を展開しており、学習機会に恵まれない子どもたちや、学力差を埋めるための基礎学力強化という点で貢献している。ミャンマーでの事業展開も視野に入れており、今回の調査事業の一環として、コミュニティにおけるデモンストレーションを実施し、実現可能性を確認した。

NTTデータ経営研究所は、基本情報の調査、各種検討に必要な政策調査を担当したほ

か、ヒアリング実施支援等を実施した。

1.5. 調査の実施方法

現地調査について、双日ヤンゴン支店及び、edotco の現地スタッフによって実施した。サイトは、Bago、Mandalay、Magway となる。また、Yangon 近郊ではすららネットによる遠隔教育のデモンストレーションを実施した。

その他、日本及びミャンマーにおける公的機関、民間企業等を中心に、テレカンファレンスによるヒアリングを実施した。

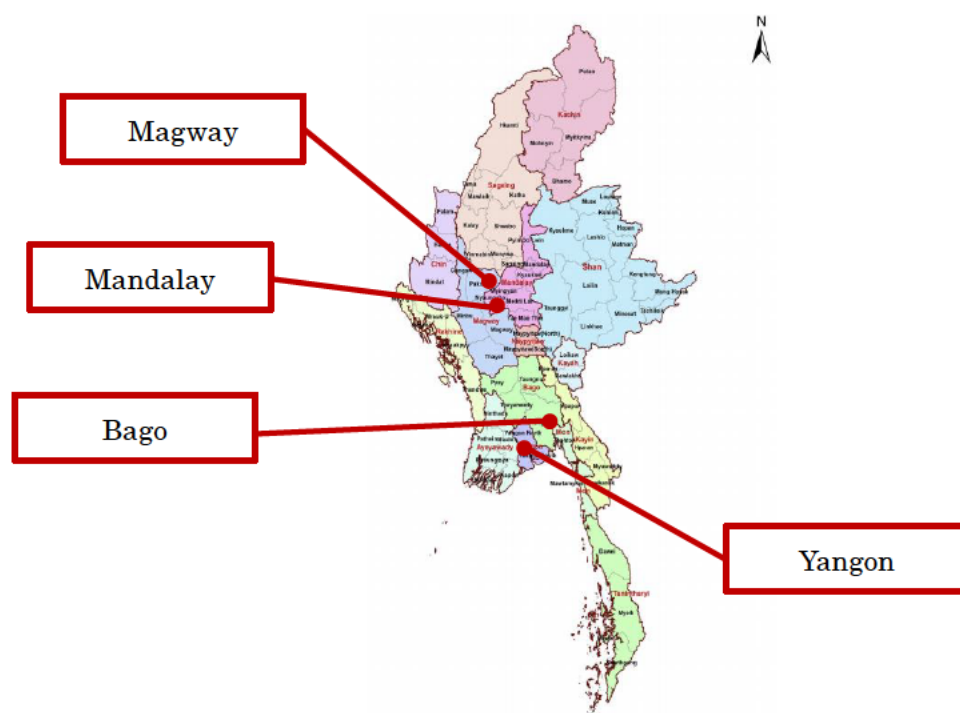


図 2 現地調査実施サイト²

1.6. 検討するマスタープランの骨子

論点先取となるが、以下に検討したマスタープランの骨子を示す。グレーの矢印は提供

² Department of Population Ministry of Immigration and Population , The 2014 Myanmar Population and Housing Census の地図を基に作成

サービス、黄色の矢印は料金・費用の動きを示している。

マスタープランが対象とするエリアは、無電化エリア、またはナショナルグリッドが到達しているものの電力供給が不安定な弱電化エリアとなる。いずれの場合も、マイクログリッドによる電力供給が必要となる

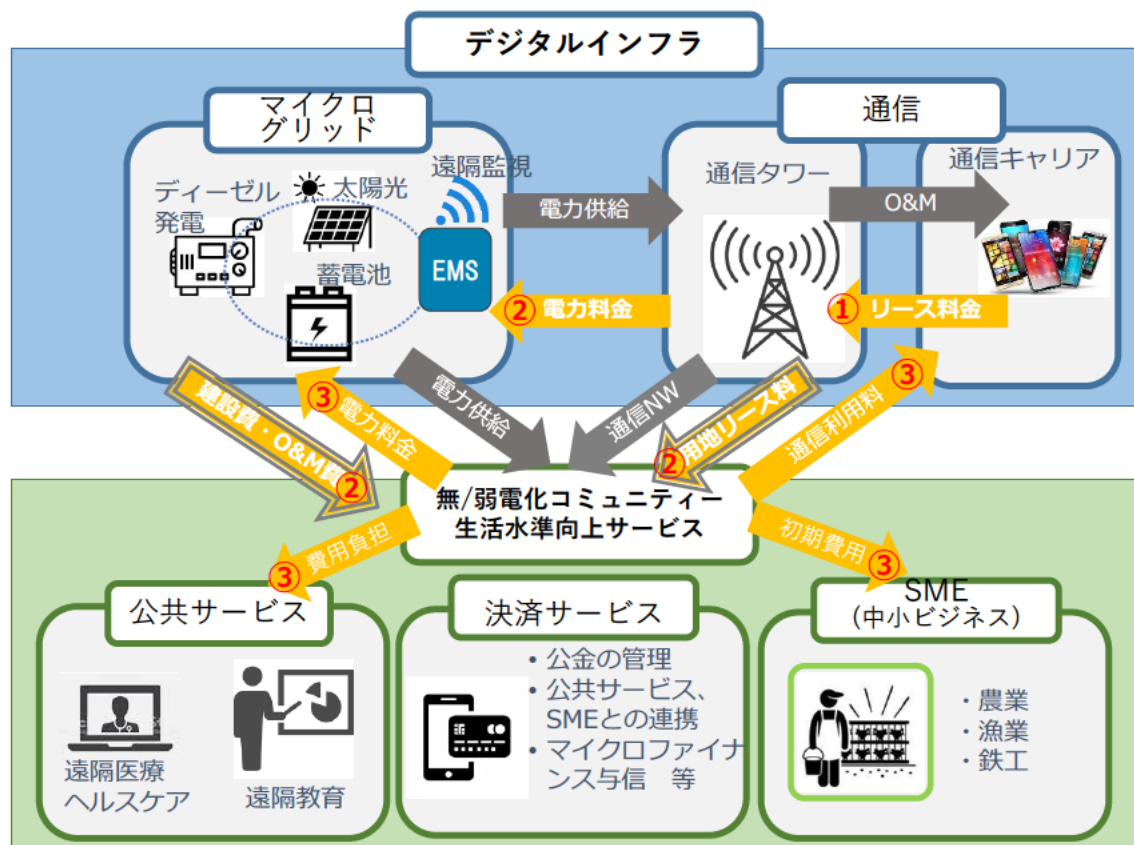


図 3 分散型スマートインフラ導入マスタープランの骨子

デジタルインフラ（電力と通信）

デジタルインフラは、電力を供給するマイクログリッドと、電力のアンカーテナントである通信タワーから構成される。

マイクログリッドについて、現状は通信タワーに搭載された通信機器が必要とする電力はディーゼル発電機が供給している。ここに、再生可能エネルギーや蓄電池、遠隔監視が可能なシステムを設置し、燃料費用の削減を実現させる。ディーゼル発電機については、悪天候が続く等、太陽光発電の稼働率が低下した際のバックアップとして使用する。電力の供給・販売先は、通信タワーとコミュニティとなる。

通信に目を移すと、双日が出資している edotoco 等の通信タワー事業が主なプレイヤーとなる。通信タワーは、通信キャリアの通信設備を搭載しており、機器の維持管理費を請け負っている。通信キャリアからは、機器の設置、維持管理費用をリース料金として得て

いる。

生活水準向上サービス

生活水準向上サービスについては、「公共サービス」「決済サービス」「SME（中小ビジネス）」の3つに分けて整理を行う。

「公共サービス」については、医療や教育等「BHN：Basic Human Needs」を満たすようなサービスとなる。政府等が担うことが期待されるが、新興国において不十分であることも多い。当調査においては、すららネットと協力して、デジタルインフラを活用した遠隔教育のデモンストレーションを実施する。

「決済サービス」について、無電化・弱電化エリアにおけるコミュニティでは、決済は現金や現物に依存している。デジタルインフラへのアクセスが可能となると、ICカードや携帯電話ネットワークを活用した決済サービスを導入することが可能となる。こうした決済サービスの利用履歴から、消費動向等を把握することができ、新たなビジネスを創出できる可能性がある。また、決済履歴は与信情報となり得るために、マイクロファイナンス等の利用可能性を拡大することができる。

「SME（中小ビジネス）」は **Small and medium-sized enterprises** を意味し、無電化・弱電化エリアにおける中小規模、時にはきわめて小さな「マイクロ規模」のビジネスを指す。SMEが発展しなければ、デジタルインフラが到達してもコミュニティの所得は上昇せず、生活レベルも向上しないことになる。同時に、こうしたSMEは電力、通信といったデジタルインフラの主要なニーズとなる。

一方、ビジネスの規模が大きくなれば、相応の初期費用が必要となる。加えて、サプライチェーンの整備等、コミュニティ外とのやり取りも発生する。

マスタープランの特色

マスタープランの特色は、「生活水準向上サービスを展開するための財源」を考慮している点にある。上図では、黄色矢印の②で示しているが、通信タワー会社はコミュニティの公共用地にタワーを建設し、用地のリース料金を支払う。また、ミニグリッド事業者は配電等における土木工事の一部や、維持管理業務をコミュニティに発注し、その対価を支払う。リース料金や対価をコミュニティにおける原資として、公共サービスに必要なPCやタブレット等の初期費用や維持管理費用にあて、SMEについては事業の開始に必要な資金を提供することができる。

このように、無電化・弱電化エリアにおける主要なインフラである「通信」と「電力」からコミュニティへの資金の流れを作ることによって、実現可能性の高いモデルを実現している点が特色となる。

ミャンマーでは、「地方電化施策としての独立型ミニグリッドの初期費用拠出」、「通信

インフラへのアクセス向上を目的としたファンド」が存在しており、さらに 2019 年 12 月に成立した村落開発法に基づく、「村落開発基金」の制定が進められている。提案マスタープランを、こうした地方開発に関する政策や支援制度を包括的に実現することができるものとして検討、提案する。

1.7. 2021 年クーデターについて

2021 年 2 月 1 日に発生したクーデターの影響については、現時点で論じることは困難である。特に断りがない限り、クーデター前後で事業環境に変化がないという前提で調査を進めるものとする。

1.8. その他

レートは、特に記載がない限り、1 ミャンマーチャット＝0.075 円として換算した。

ミニグリッドとマイクログリッドの使い分けについて、特に記載がない限り、DRD による 60:20:20 モデルによって建設される、独立型の再生可能エネルギーを導入した発電、送配電設備をミニグリッド、マスタープランで示す同様の機能を持つ設備をマイクログリッドと称する。

第2章. 分散型スマートインフラ導入マスタープラン策定ニーズのある無電化／弱電化地域或いは島しょ部の特定に関する調査

2.1. 分散型スマートインフラ導入マスタープランの策定ニーズのある無電化／弱電化地域或いは島しょ部に関する基本情報（人口分布や産業構造等）の収集

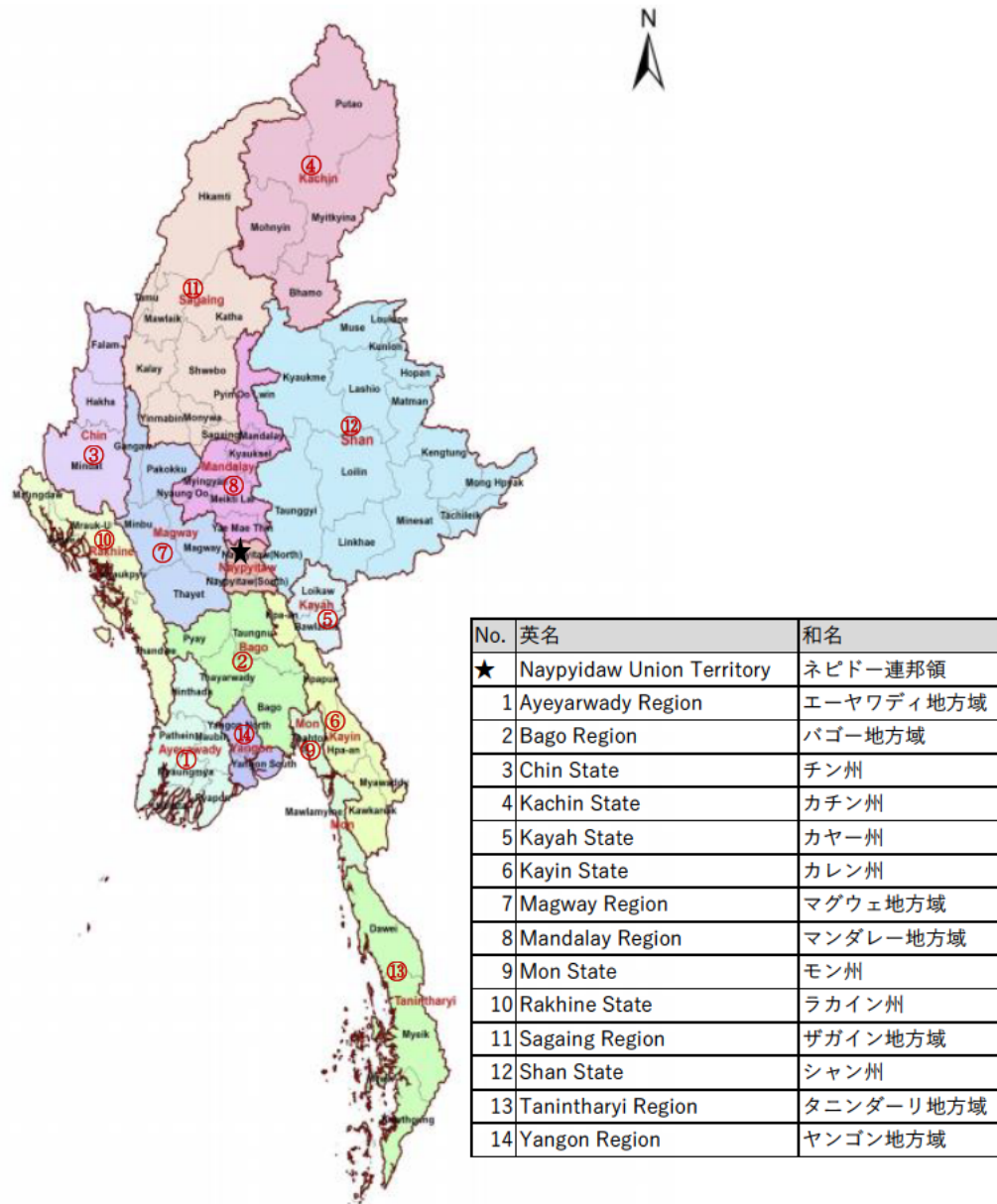


図 4 ミャンマーの州、地方域³

³ Department of Population Ministry of Immigration and Population , The 2014

2.1.1 人口

ミャンマーが正式にセンサスを実施したのは、1983 年度と 2014 年度であり、下表にある 2019 年度の人口も含めて、2014 年以降の数値は推定値である。2019 年度の人口は約 5,400 万人であり、2014 年度からの年間平均人口増加率は約 1.00%となっている。

州ごとの人口増加率を見ると、Yangon、Kachin、Kayah では 2%台で比較的高い一方で、Mon ではマイナス 0.58%であり人口が減少している。州ごとの割合としては、Yangon が最も高く、Mandalay、Shan、Ayeyawady、Sagaing 等が続く。特に Yangon は 2014 年度は 14.3%であったが、2019 年度には 15.2%となっており、中心地への人口集積が進んでいることが伺える。

表 2 州、地方域ごとえの人口密度と人口推移⁴

州 地方域	面積	人口密度 (2019 年)	年間平 均 人口成 長率	2014 年度の人口 (実績値)		2019 年度の人口 (推定値)	
	Km2	人/km2	%	1,000 人	%	1,000 人	%
Ayeyawady	35,032	179	0.28	6,184,829	12.0	6,272,913	11.6
Bago	39,404	125	0.27	4,867,373	9.5	4,934,428	9.1
Chin	36,019	14	1.54	478,801	0.9	516,752	1.0
Kachin	89,042	21	2.18	1,689,441	3.3	1,881,362	3.5
Kayah	11,732	27	2.24	286,627	0.6	320,216	0.6
Kayin	30,383	53	0.40	1,574,079	3.1	1,605,697	3.0
Magway	44,821	88	0.10	3,917,055	7.6	3,937,278	7.3
Mandalay	30,888	210	0.99	6,165,723	12.0	6,477,740	12.0
Mon	12,297	162	-0.58	2,054,393	4.0	1,995,068	3.7
Naypyidaw	7,057	180	1.81	1,160,242	2.3	1,269,188	2.3
Rakhine	36,778	90	0.84	3,188,807	6.2	3,325,116	6.1
Sagaing	93,702	59	0.83	5,325,347	10.3	5,550,389	10.3
Shan	155,801	41	1.69	5,824,432	11.3	6,332,188	11.7
Tanintharyi	43,345	34	0.98	1,408,401	2.7	1,479,086	2.7
Yangon	10,277	798	2.19	7,360,703	14.3	8,203,832	15.2
合計	676,577	80	1.00	51,486,253	100	54,101,253	100

2.1.2 宗教と民族グループ

宗教

情報ソースにより細かな数値の違いはあるが、ミャンマーの主要な宗教は仏教である。JETRO によると、仏教は 87.3%、キリスト教が 6.2%、イスラム教が 4.9%、ヒンドゥー教が 0.5%となっている⁵。

Myanmar Population and Housing Census の地図を基に作成

⁴ Department of Population Ministry of Immigration and Population , The 2014 Myanmar Population and Housing Census, 人口成長率及び人口割合は調査チーム計算

⁵ JETRO ウェブサイトより

https://www.jetro.go.jp/world/asia/mm/basic_01.html

民族グループ

ミャンマーは多民族の国であり、国際協力銀行の資料によると、ビルマ族が約 70%を占め、その他に、シャン族、カレン族、カチン族等 130 以上の少数民族が居住していると言われている⁶。

また、ヤンゴンの中央政府の統治に抵抗する少数民族勢力が存在しており、その数は約 20 グループに達している。ラカイン州には、ロヒンギャと呼ばれるイスラム教徒が居住している。近年、仏教徒との衝突が起これ、バングラデシュ等の近隣諸国へイスラム教徒の難民が流出し、国際問題となっている。

2.1.3 産業構造

産業別の GDP 構成比

2010 年度から 2016 年度にかけて名目 GDP は年間 7%程度の成長を記録している。産業別 GDP の構成を比較すると、第一次産業が減少し、第二次、第三次産業の割合が増加していることがわかる。2016 年には第三次産業が GDP 構成で最も高くなり、中でも運輸・倉庫/情報・通信の割合が大きく進捗したことがわかる。第二次産業を見ると、全ての業種でシェアを伸ばしているが、中でも製造業と建設業の GDP が進捗している。第一次産業は GDP としては伸びてはいるものの、他セクターの伸び率には及んでいないために、GDP シェアの中では大きく落ち込んでいる。

コロナウイルスもミャンマー経済に大きな影響を与えている。2020 年 6 月に公表された世界銀行のミャンマー経済モニターによると、ベースラインシナリオでの経済成長率は、18/19 年度の 6.8%から 2019/20 年度にはわずか 0.5%に低下すると予測されている。

表 3 産業別 GDP の構成⁷

金額：1,000 億チャット

項目	名目 GDP			構成比		
	2010	2016	年率	2010	2016	差分
全体	397.8	597.9	7.0%	100.0%	100.0%	0.0%
第一次産業	146.6	162.4	1.7%	36.9%	27.2%	-9.7%
第二次産業	105.3	184.8	9.8%	26.5%	30.9%	4.4%
鉱業	3.7	6.5	10.1%	0.9%	1.1%	0.2%
製造業	79.0	136.6	9.6%	19.9%	22.8%	3.0%
公益業	4.2	7.7	10.6%	1.1%	1.3%	0.2%

⁶ 国際協力銀行「ミャンマーの投資環境／2018 年 8 月」

https://www.jbic.go.jp/ja/information/investment/images/inv_myanmar01.pdf

⁷ 国際協力銀行「ミャンマーの投資環境／2018 年 8 月」

https://www.jbic.go.jp/ja/information/investment/images/inv_myanmar03.pdf

	建設業	18.4	33.9	10.7%	4.6%	5.7%	1.0%
	第三次産業	145.9	250.7	9.4%	36.7%	41.9%	5.3%
	卸売・小売/ホテル・フードサービス	79.7	110.0	5.5%	20.0%	18.4%	-1.6%
	運輸・倉庫/情報・通信	49.3	106.0	13.6%	12.4%	17.7%	5.3%
	銀行・保険	0.4	3.0	41.4%	0.1%	0.5%	0.4%
	公務・国防・社会保障	9.2	15.7	9.4%	2.3%	2.6%	0.3%
	その他のサービス	7.4	15.9	13.6%	1.9%	2.7%	0.8%

1 人当たり GDP

2016 年から 2018 年からの堅調な GDP 成長の影響もあり、1 人当たりの名目 GDP も成長している。しかしながら、2018 年度で 1,300 ドル弱程度であり、アセアン 10 カ国の中で最も低い数値である。ミャンマーの失業率は、4.0%とかなり低いが、これはインフォーマルセクターの存在によって低く抑えられていると推定されており、仮の数値が記載されていると想定される。

表 4 ミャンマーの経済概況⁸

項目	単位	2017 年	2018 年	2019 年
1 人当たりの名目 GDP	ドル	1,166	1,300	1,245
消費者物価上昇率	%	4.57	6.87	8.83
失業率	%	4.0	4.0	4.0

農業ゾーニングと農業特性

JICA が 2013 年に実施したミャンマー国農業セクター情報収集・確認調査によると、ミャンマーの農業は地形や気候に合わせて、1) 丘陵山岳地域、2) 中央乾燥地域、3) デルタ地域、4) 沿岸地域の 4 つに分類されている。それぞれの特性に合わせた作物を生産しており、デルタ地域は農業生産に問題ない地域とみなされており、コメの生産量は全国の約 60%を占めている。その一方で丘陵山岳地域は肥沃な平野がないために大規模農業に営まれず、焼畑農業等から土壌侵食等様々な問題が生じている。

表 5 ミャンマーの農業ゾーニングと農業特性⁹

名称	ゾーン 1 丘陵山岳地域	ゾーン 2 中央乾燥地域	ゾーン 3 デルタ地域	ゾーン 4 沿岸地域
行政区域	- Kachin State - Kayah State - Chin State - Shan State	- Sagaing Region - Magway Region - Mandalay Region	- Ayeyarwaddy Region - Yangon Region - Bago Region	- Mon State - Tanintharyi Region - Rakhine State

⁸ JETRO ウェブサイトより

https://www.jetro.go.jp/world/asia/mm/basic_01.html

⁹ JICA 「ミャンマー国農業セクター情報収集・確認調査」

気候	・ 雨期（5 月中旬～10 月中旬） ・ 乾期（10 月中旬～5 月中旬） ・ 年間降雨量 1,000～2,000mm	・ 夏（3～5 月） ・ 雨期（5 月中旬～10 月） ・ 冬期（11～2 月）年間降雨量 700～1,000mm	・ 雨期（5 月中旬～10 月中旬） ・ 乾期（10 月中旬～5 月中旬） ・ 年間降雨量 2,200～28,000mm	・ 年間降雨量 3,000～5,000mm
地形／耕地の特性	・ 高山、山脈、森林地帯 ・ 多雨量地域があり、河川が発達 ・ 溪谷地帯で作物栽培、丘陵部は焼畑農業	・ 平坦地形で半乾燥、乾燥地域 ・ 灌漑水による稲作。天水田各所で見られる。	・ Ayeyarwaddy デルタと Sittaung デルタから成る低平地 ・ 面積 310 万 ha、稲作中心の単作農業	・ 耕地は Mon、Tanintharyi、Rakhine 沿岸部に展開
主要農産物とポテンシャル	・ コメ、小麦、トウモロコシ、ソルガム、野菜、サトウキビ ・ 土壌、地形からアグロフォレストリーに適している	・ コメ、ラッカセイ、ゴマ、豆類、油糧種子等多品目作物栽培	・ コメ、豆類 ・ コメ生産量は全国の 60%を占める	・ コメおよびゴム、オイルパーム等の永年作物 ・ コメ自給地域 ・ ゴム、ココナツ、オイルパーム開発ポテンシャル高い
農業生産性の課題	・ 林地は焼畑耕作で劣化、土壌侵食、堆砂、水資源の枯渇が見られる。 ・ 肥沃な平野がなく、大規模農業が営まれない。	・ 農作物の増産は灌漑施設の改良と水路の維持管理 ・ ゴマ収量は気象条件により左右される ・ コメの不足地域	・ 農業生産にとって問題ない地域とされているが、洪水対策、排水改良が必要	・ 洪水対策、排水改良が必要

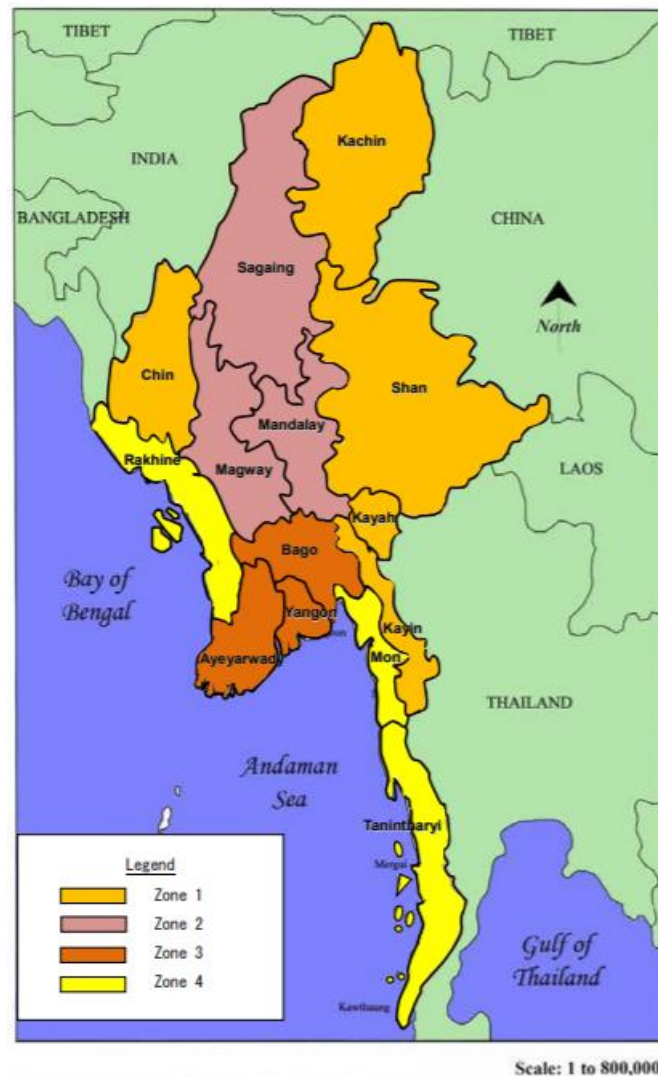


図 5 ミャンマーの農業ゾーニング¹⁰

2.2. 当該地域の電力の供給信頼度、需給安定化及び電化率の向上に向けた目標と施策の把握

2.2.1 電化政策の概況

地方電政策と国家電化計画

提案マスタープランは、電力供給が不安定な弱電化エリア、電力へのアクセスが全く整備されていない無電化エリアにおける展開を志向している。こうした、弱電化・無電化エ

¹⁰ JICA ミャンマー国農業セクター情報収集・確認調査

リアに関する政策を整理すると共に、その実態を調査した。

2021 年時点のミャンマーの電化率は世界銀行によると 66.3%¹¹、ミャンマー政府は 2021 年 1 月に電化率が 58%に達したとしている¹²。ただし、都市部と地方部との電化率には大きな乖離があり、都市部では Yangon では 80%近いものの、地方では 20%程度といわれている。

2014 年に、ミャンマー全体の電化率向上を目的に、世界銀行、ESE(Electricity Supply Enterprise、ミャンマー配電公社)、DRD(Department of Rural Development、現：農業・畜産・灌漑省 地方開発局) の 3 者は National Electrification Plan(NEP、国家電化計画¹³)を策定した。計画によると、2030 年には電化率を 100%にするという目標が掲げられている。下図は、2030 年までのロードマップとなる。

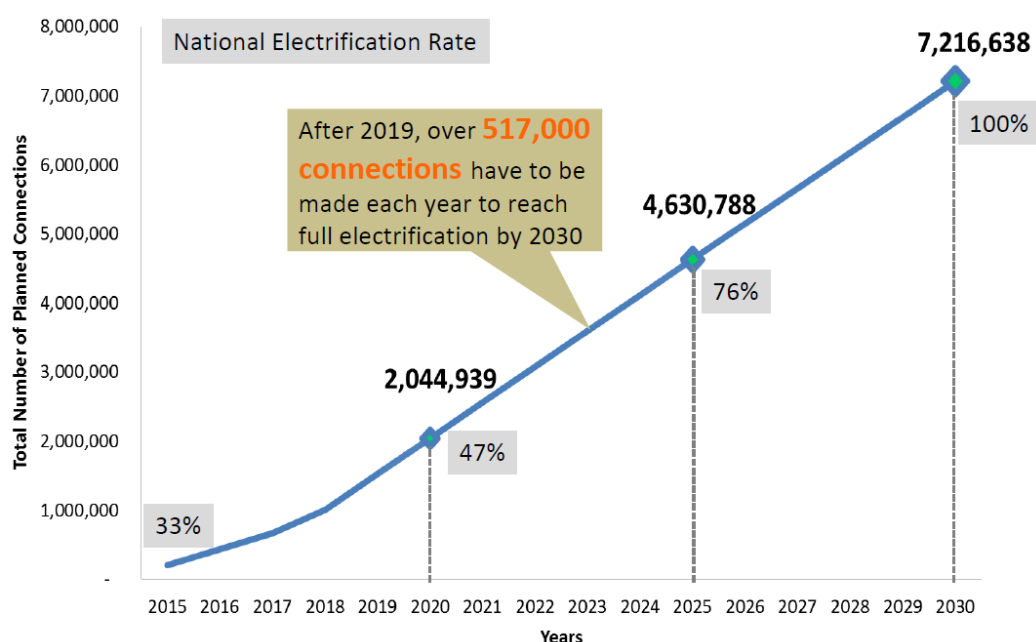


図 6 2030 年の 100%電化に向けたロードマップ¹⁴

図 7 は系統接続の優先順位を示している。2030 年までには、ナショナルグリッドの整備による電化率 100%の達成が計画されているものの、近年ではナショナルグリッドの到

¹¹ Access to electricity (% of population)

<https://data.worldbank.org/indicator/EG.ELC.ACCS.ZS?locations=MM>

¹² Myanmar Times

<https://www.mmtimes.com/news/whole-myanmar-be-powered-national-grid-2030.html>

¹³ Columbia University, Earth Institute, *National Electrification Planning for Myanmar (NEP): National Geospatial, Least-Cost Electrification Plan*, August 2014;

¹⁴ NEP より

達優先順位の低い地方部において、再生可能エネルギーを導入した独立型のミニグリッドを整備することの必要性も認識されつつある。なお、ミャンマー政府における担当分けとして、ナショナルグリッド接続エリアは電力・エネルギー省(MOEE : Ministry of Electricity and Energy)、オフグリッドエリアの電化は、農業畜産灌漑省(MOALI : Ministry of Agriculture, Livestock and Irrigation)の地方開発局 (DRD : Department of Rural Development) が担当している。

系統接続の優先順位

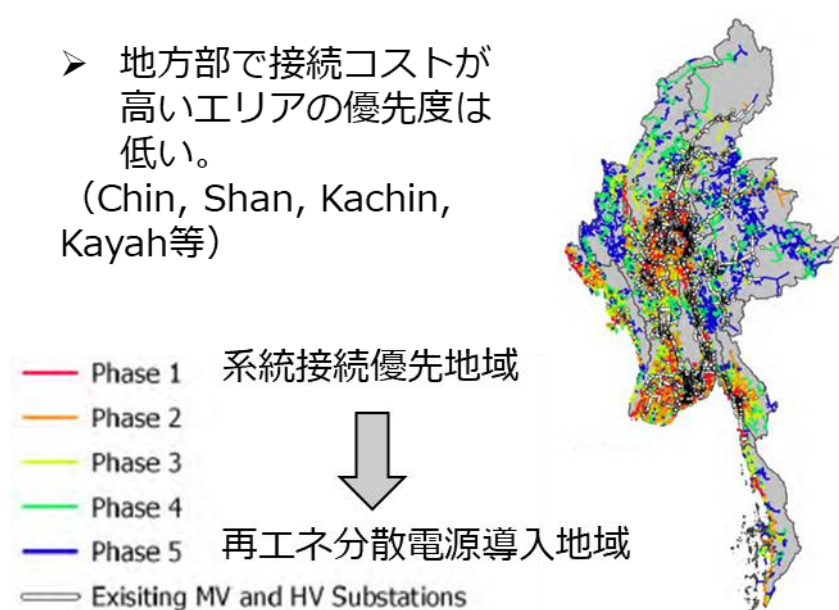


図 7 NEP に示された系統接続の優先順位¹⁵

世界銀行による支援

2030 年までに電化率を 100%とする NEP の目標達成のために、世界銀行は 2015 年から 2021 年までに総計 4 億ドルを投じるプロジェクトを実施している。その内訳はナショナルグリッドの整備に 3.1 億ドル、ナショナルグリッドに接続しない「オフグリッドエリア」の電化に 0.9 億ドルとなる。

表 6 は、世界銀行による 2021 年 3 月末までとなるプロジェクトの目標と、2020 年 12 月時点での進捗状況となる。いずれも、電力を利用することができるようになった人数を示している。「グリッド接続」は文字通りナショナルグリッドの延伸による電化である。「ミニグリッド (再エネ)」は再生可能エネルギーのみを利用したミニグリッドであるが家庭の電化に使用される SHS (ソーラーホームシステム) を含んでいる点に注意が必要となる。「ミニグリッド (ハイブリッド)」は、ディーゼル発電機等再エネ以外の電源を含

¹⁵ NEP より

むものである。ミニグリッド（再エネ）のイメージは、安価な SHS を普及させることで電化率を向上させようとするものであるが、SHS では照明と携帯電話やスマートフォンを充電する程度の需要を満たすのみである。提案マスタープランについては、達成率が低いミニグリッド（ハイブリッド）を拡充するものとして期待されるであろう。

表 6 世界銀行による電化プロジェクトの目標と実績¹⁶

	目標(人) (2021年3月末)	実績(人) (2020年12月)	達成率	備考
グリッド接続	3,212,500	1,638,311	51%	
ミニグリッド (再エネ)	2,282,500	1,837,850	81%	再エネのみ ソーラーホームシステム含む
ミニグリッド (ハイブリッド)	177,500	65,780	37%	再エネとディーゼルとのハイブリッド含む
総合計	5,672,500	3,542,930	62%	

2.2.2 グリッド接続エリアの延伸

今後のグリッド整備に対する支援

前項で整理したように、2030 年までにナショナルグリッドの延伸によって電化率を 100%にするという目標があり、それを促進するものとして世界銀行によるプロジェクトも実施されている。さらに、2020 年 12 月には、アジア開発銀行がナショナルグリッドの整備に 1.71 億ドルのローンを拠出することが発表された¹⁷。資金は Kayin、Ayeyarwady、Bago、Magway を対象エリアとし、44 か所の変電所と約 1,000km の送電網の整備に使用され、2,815 か所のコミュニティにおいて、40,300 世帯を電化することが計画されている。

一方、ナショナルグリッドの延伸が順調ではないことは、世界銀行プロジェクトの進捗状況から伺い知ることができる。

¹⁶ The World Bank, *Disclosable Version of the ISR - National Electrification Project - P152936 - Sequence No : 11* を基に作成
<https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/815361610079110143/disclosable-version-of-the-isr-national-electrification-project-p152936-sequence-no-11>

¹⁷ アジア開発銀行ニュースリリース”171 Million ADB Loan to Help Expand Electricity Access in Myanmar”
<https://www.adb.org/news/171-million-adb-loan-help-expand-electricity-access-myanmar>

電力品質

ミャンマーにおいてナショナルグリッドに接続されている場合でも、その電力品質が非常に低いという点に留意すべきである。下図は、ASEAN 諸国における、企業における停電経験率と（青）、送配電ロス（黄）を示している。停電経験率は 90%、ロス率は 16% を超えており、ASEAN 諸国の中でも電力品質が非常に低いことが分かる。その理由は、送配電網が脆弱であることと、水力発電への依存度が高く、乾季になると供給不足が発生することが挙げられている。こうした電力品質は地方部においては更に悪化していると想定される。地方部においては、ナショナルグリッドに接続していても、ディーゼル発電機等のバックアップ電源に依存している弱電化エリアは相当数に上ると想定される。

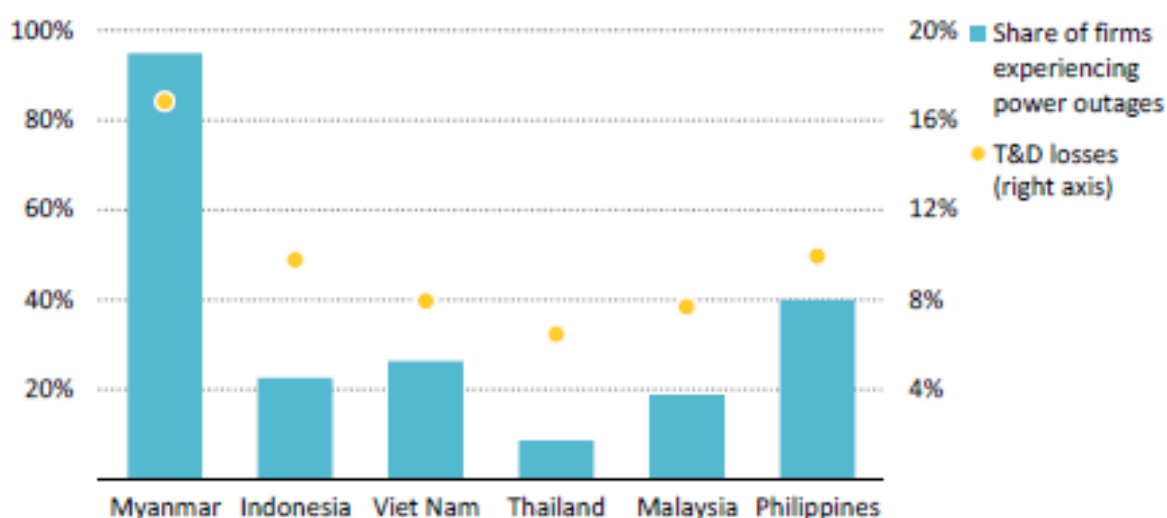


図 8 ASEAN 諸国における停電と送配電ロス率¹⁸

ラストワンマイル

電力へのアクセスがあっても、電気を利用できるようになるためには費用が必要である。時に、電化率は電力アクセスを意味することがあり、電力アクセスが可能であっても、すべてのコミュニティや世帯が電力を利用できる状態ではないこともある。こうした、「電力へのアクセスは可能であっても、コミュニティや家庭では電力が利用できていない」ような状況は、ラストワンマイルの課題といわれている。その原因は、電力をコミュニティに引き込むためのトランス等の設置工事が進まないこと、コミュニティが必要な費用を負担することができないこと等が挙げられる。費用負担については、ナショナルグリッドへの接続について、世帯当たり 350,000 チャット（約 26,000 円）の負担が必要であり、決して少なくはない負担を強いられる。

ヒアリングによると、JICA は電化率の向上プロジェクトとして、ラストワンマイルの課題を改善する取り組みを検討している。一方、前述の通り、ナショナルグリッドの品質

¹⁸ IEA, *Southeast Asia Energy Outlook 2017: WEO Special Report*

が悪い場合、安定的に電力を使用するためにはバックアップ電源等を確保する必要がある。

2.2.3 オフグリッドエリア

分散型電源へのニーズ

NEP によると、電化率向上に向けて以下のとおり分析結果が示されている。2030 年にグリッド接続によって電化率を 100%にするという目標があるものの、オフグリッド電化については、分散型電源の導入が謳われている。ミニグリッドについては、将来的にはナショナルグリッドと接続することも可能である。

- ・ 2030 年までに電化率 100%を目指すロードマップを示しているが、オフグリッド地域のグリッド化にはまだ長い時間を要し、また送電線敷設のコスト効率の観点から、オフグリッド地域における分散型電源導入が提唱されている。
- ・ オフグリッド地域の電化のために 2.5～3.0GW の新たな分散型電源が必要である。
- ・ 具体的には、ミニグリッド（太陽光発電、ミニ水力発電、風力発電、ディーゼル発電と再エネのハイブリッドなど）と、家庭用太陽光発電システム（SHS）の導入が想定されている。

世界銀行による支援

前述の通り、NEP の策定を受け、世界銀行はオフグリッド地域の電化のために 9100 万米ドルを拠出している。オフグリッド地域の電化を担当するのは、農業畜産灌漑省（MOALI）の地方開発局（DRD）である。

具体的な支援は、オフグリッドエリアにおける再生可能エネルギーを活用した独立型ミニグリッドの建設支援であり、「60 : 20 : 20 モデル」と呼ばれる資金提供プログラムとなる。ミニグリッド建設に必要な初期費用について、60%が世界銀行の拠出を財源として DRD が負担し、残り 20%をミニグリッドの事業者（デベロッパー）、20%をコミュニティが負担するというスキームである。

表 6 で世界銀行による支援の進捗を示したように、独立型のミニグリッドは「ミニグリッド（ハイブリッド）」であり、2016 年の開始から 2020 年 12 月までの進捗率は 40%に満たない状況にある。2016 年、2017 年ころまではミニグリッドの建設実績は年間 20 カ所に満たない状態であったが、2018 年～2021 年にかけては各年 100 カ所においてミニグリッドの建設が実施される見込みである。とはいえ、進捗率をみると目標の達成は厳しいと言わざるを得ない。

60：20：20 モデルの問題

独立型のミニグリッド建設に携わった団体、企業等へのヒアリングによると、60：20：20 モデルにはいくつかの問題点がある。以下に、指摘事項を整理する。

- ・ 最低限の電力需要が対象となり、将来的な需要増を見越した計画は了承されない。
- ・ 将来的に電力需要が増加し、発電システムを増設することになった場合でも、そのイニシャルコストは DRD スキームの対象外である。
- ・ 通信タワー等コミュニティ以外への給電を計画に入れていると計画が補助対象として認められない。ただし、ミニグリッド建設後に、通信タワー等への給電交渉や給電は可能である。
- ・ 申請、許認可プロセスにおいて、スピードが遅い。
- ・ DRD のミニグリッドチームは少人数であり、レスポンスが悪い。
- ・ 仕様変更が珍しくない。
- ・ 技術指導を行っているドナーとの調整や確認を行うこともあり、時間が掛かってしまう。
- ・ 年度の途中で予算が上限に達すると、新規の申請等ができなくなる。
- ・ このスキームを活用している事業者で、ビジネスとして適切な利益を得ているケースは少ないのではないかと。民間事業者の事業性は必ずしも確保されていない。
- ・ 発電だけでなく、電力の活用方法についてもスコープとすべき。
- ・ 電力を使用したビジネス、SME の育成も必要。

概ね、「申請手続きに時間が掛かる」「実施できるプロジェクトの数が少ない」「電化による人口増と電力需要増加を見越した計画が認められない」「発電だけでなく電力需要の創出も対象とすべき」という意見に集約することができる。世界銀行の拠出は 2021 年 9 月に終了するが、2030 年の電化率向上に向けては、こうした課題を改善した新しいスキームの導入が必要となる。

2.2.4 村落開発計画

概要

2019 年 12 月に村落開発法（The Rural Development Law）が制定された。制定を先導したのは DRD となる。法律は農村地域の社会経済の向上に資する持続的な活動を促進することを目的としている。全 12 章で構成されており、5 章に示されている具体的な活

動については「電化」「リボルビングファンド」、「SME 企業（中小企業）の支援」が含まれており、8 章は「農村電化サービス」に充てられている。

2020 年 11 月時点で、同報に基づく施行細則の制定と、村落開発基金（RDF：Rural Development Fund）の準備が進められていた。また、日本政府をドナーとし、世界銀行による RDF の拡充を含む技術支援が計画されていた。技術支援のミャンマーにおける実施主体は民間シンクタンクである MDI（Myanmaer Development Institute）となり、東京大学がコンサルティングを行う体制が構築されている。前項で述べた 60：20：20 モデルを継承するような価値で、地方電化を含む包括的なコミュニティ開発を目的としており、提案マスタープランとの親和性も高いと想定される。

具体的な内容

下表は村落開発法の概要となる。特に検討するマスタープランと親和性の高い部分に網掛けを付す。

電化については、60：20：20 モデルを改善しながら実効性の高い取り組みを検討することが予定されている。

リボルビングファンドについては、村落部における産業育成を目的としたローンを提供するイメージである。一方、村落部におけるローンの実効性は疑問であり、産業育成についても一定のグラントベースの補助金等が必要という意見もある。こうした議論を踏まえて、村落開発基金（RDF）が検討される予定である。

電化については、60：20：20 モデルが電力供給をスコープとしているのに対し、村落開発法は電化と電力による産業育成を含む包括的な取り組みを志向している点が特徴である。そうした点では、提案マスタープランとの親和性は非常に高く、同法に基づいて提案マスタープランの導入促進を図ることが可能と考えられる。

表 7 村落開発法（The Rural Development Law）の内容

章	タイトル	概要
1	タイトルと定義	本文中で使用する Rural Area、Revolving Fund 等の特定用語の定義が記載されている。
2	目的	本法律の目的を農村地域の社会経済開発、都市との経済格差の縮小、自然災害に強い、環境保全計画に基づく活動の実施等と定義している。
3	中央監督委員会の設置とその機能	- Central Supervisory Committee（中央監督委員会）の設置とその機能について記載されている。 - 農村開発政策とプログラムの採択、関係機関との調整、期限内の計画の完了、国際機関や諸外国との調整・財政的・技術的な支援を得ること等について記載されている。
4	監督委員会の設置とその機能	- Supervisory committee（監督委員会）の設置とその機能についての記載。 - 機能として、中央監督委員会の方針に従って、農村開発活動プログラムの採択、予算案の提出、プログラムを監督すること等

		が挙げられている。
5	部局の機能及び権限	• Department（部局）（農村開発局）の機能と権限についての記載である。 • 部局は、中央監督委員会及び監督委員会が採択した農村開発に関する計画を実施する。 • 具体的な活動としては下記の8項目の支援について挙げられている。飲料水、環境保護、電化、住宅建設、<u>リボルビングファンド</u>、<u>SME企業の支援</u>、関連組織との連携、<u>農村の人々による小規模なインフラ整備活動の奨励</u>等。
6	農村住人の責任と権利	• 農村住人の責任について規定されている。 • 責任の例として、インフラ維持、廃棄物の処理、融資時の契約書の実行等が挙げられている。 • 権利の例としては、農村開発活動の実施を政府に要請する権利、リボルビングファンドから融資を受けて、使用する権利等が挙げられている。
7	飲料水の供給と環境衛生サービス	• 飲料水の供給と環境衛生サービスに関して、部局が行うサービスを規定している。 • 具体的には、新たな給水サービスの提供、既存の農村部の給水サービスの維持・改善等である。 • 村の水利用者委員会を結成し、法律に基づいて水資源と飲料水供給サービスのための土地利用権の取得の支援等も挙げられている。
8	<u>農村電化サービス</u>	• <u>農村電化に関する部局の役割が記載されている。</u> • <u>村落電化委員会の結成について記載されている。</u> • <u>農村電化サービスを提供する場合は、許可が必要であり、承認を得た上で電気料金の徴収ができる。</u>
9	農村住宅の建設	• 部局が農村部の住宅を建設する場合の留意事項が記載されている。 • 具体的には、住民が自宅を入手できるように支援すること、災害に耐え、伝統や文化と調和していること、土地の所有権を定めること等である。
10	リボルビングファンドの設立	• 部局が中央監督委員会又は関連監督委員会の許可を得て、連邦政府予算、州政府予算、寄付、国際機関、NGO等からの寄付金を使って、<u>リボルビングファンドの設立</u>を定義している。 • 農村の貧困を軽減するための雇用機会の創出と家計の所得創出活動。 • 食糧確保のための自給自足農業の奨励。 • 不正に対する罰則についての記載がある。 • 農村住人はリボルビングファンドの資金を借りる権利がある。 • <u>ガイドラインに従って、農業、畜産、漁業、農村電化、村落生産、小口取引、その他の生計活動のためにファンドを活用することができる。</u>
11	資金の管理・監査	• 省及び部局は、財政規定に基づき、承認された予算を農村開発活動に使用しなければならない。 • 省は、関係省庁、政府機関及び非政府組織と連携し、政府の承認を得て、農村開発活動のために国内及び国際援助として受け取った外貨を含む金銭及び資産を受け入れ、管理し、使用しなければならない。
12	不法行為と罰	• 農村開発活動の実施に関して、法を犯した者の扱い（懲役、罰金等）についての記載がある。

13	その他	- 部局は農村住人に対する社会経済学の知識の普及を図る活動を行う。 - 村落開発委員会に女性を含まないといけない。 - 部局は寄付や資産の使用を公表しないといけない。 - 省は細則の発行が可能である。
----	-----	---

2.3. 当該地域の通信網の整備状況及び整備計画の把握

2.3.1 通信網の概要

下図に、ミャンマーにおける「固定ブロードバンド加入数及び加入率(2015-2018年)」、「移動電話加入数及び加入率(2014-2018年)」、「固定電話加入数及び加入率(2014-2018年)」を示す¹⁹。携帯電話やスマートフォンの加入率は100%を超えており、複数の端末を所有することは珍しくない。スマートフォンの普及率は80%程度とみられている。

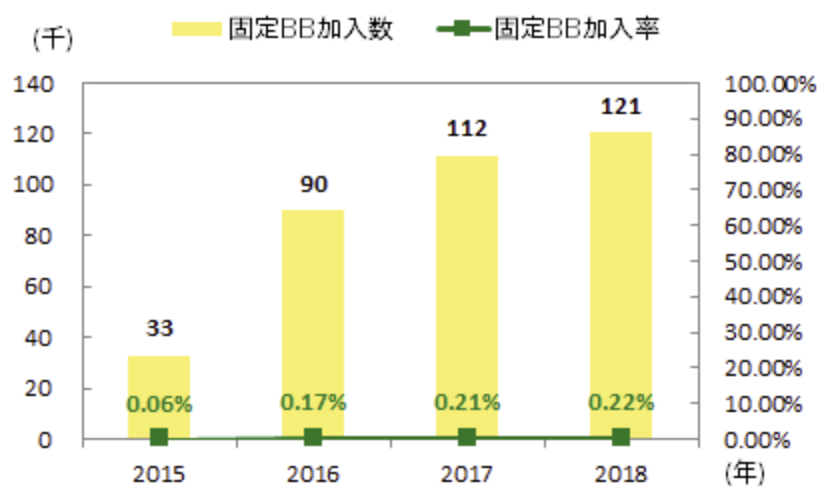


図 9 固定ブロードバンド加入数及び加入率 (2015-2018 年)

¹⁹ 総務省「世界情報通信事情 ミャンマー」

<https://www.soumu.go.jp/g-ict/country/myanmar/detail.html>

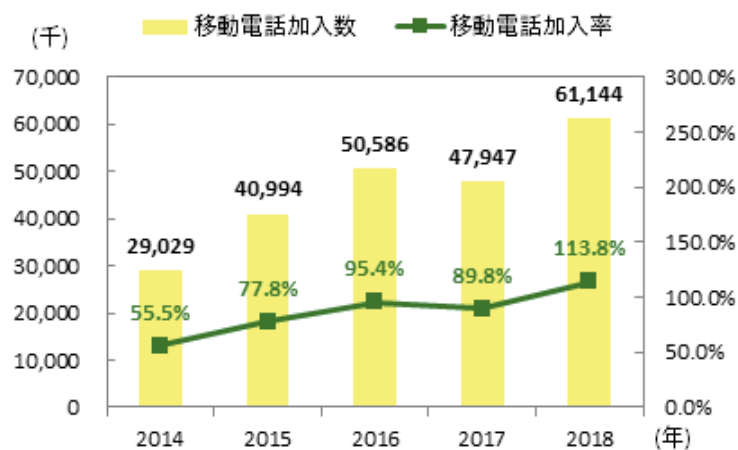


図 10 移動電話加入数及び加入率（2014-2018 年）

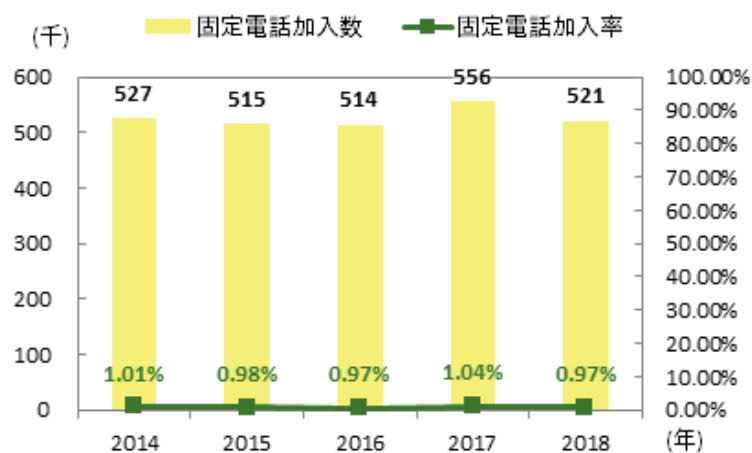


図 11 固定電話加入数及び加入率（2014-2018 年）

2.3.2 携帯電話網の整備に関する政策

概要

ミャンマーにおいて、通信は運輸・通信省が管掌している。携帯電話通信網の整備の計画について、事業者に見込みや計画をヒアリングしているようだが、具体的な目標等は存在していない。携帯電話事業については、2013 年頃より民間企業に携帯電話事業が開放され、3 事業者が参入し、現在は 4 事業者が存在している。事業者は、今後 5 年間における、カバー率目標を示す必要があり、「5 年以内に 3G 網のカバー率を 90%達成する」のような目標を示す必要がある。

ユニバーサル・サービス・ファンド (USF)

民間企業がサービスを実施するには人口が少ないようなエリアの携帯電話通信網の拡

充を目的に、ユニバーサル・サービス・ファンド（USF）という制度が導入されている。これは、通信事業者が得た収益の 2%をファンドに入れ、遠隔地の通信網の整備に使用するものである。具体的には、政府がサイトを選定し、入札を実施するもので、補助金ではなく政府調達に近い。入札は 2018 年から実施されており、対象とする 24 タウンシップ中、4 タウンシップにおいて入札が実施された。応札するのは通信タワー事業者ではなく、通信事業者である 4 社となる。

USF の制度設計に関しては、世界銀行の支援プロジェクトが実施され、専門のコンサルタントが対象となるタウンシップを選定した模様である。また、入札に対する予算についても、コンサルタントが定めたものの、事業者の想定よりも安価となっている。結果として、イニシャルコストが安く抑えられているにも関わらず、カバーする人口は少なく、事業者にとってはあまりメリットのない制度として捉えられている。

前述の通り、携帯電話の普及率が 100%を超えている中で、遠隔地の通信網を整備による普及率の貢献は数%と想定され、政策的な優先順位は低くなっているという声もある。一方、事業者の収益の 2%を財源とするファンドの資金は潤沢となっており、ファンドを別の用途に充てることも検討されている。

2.3.3 edotco の通信タワー事業

事業の概要

双日が出資する edotco は、ミャンマーの大手携帯電話事業会社 4 社と通信タワーの長期リース契約や電力供給を含めたサービス契約を締結し、すでに約 2,000 基の通信タワーを管理運営している。今後普及が見込まれる 5G 周波数帯は 4G 以上に多数の基地局が必要となり、edotco は現状の 2,000 基に加えて、新規 3,000 基を建設する見込みである。

edotco のミャンマーにおけるシェアは約 18%であり、ここから推計するとミャンマーにおいては 1 万基以上の通信タワーが存在しており、今後 1.2 万基のタワーが建設される可能性がある。

【ミャンマーの通信塔】



【出資ストラクチャー】

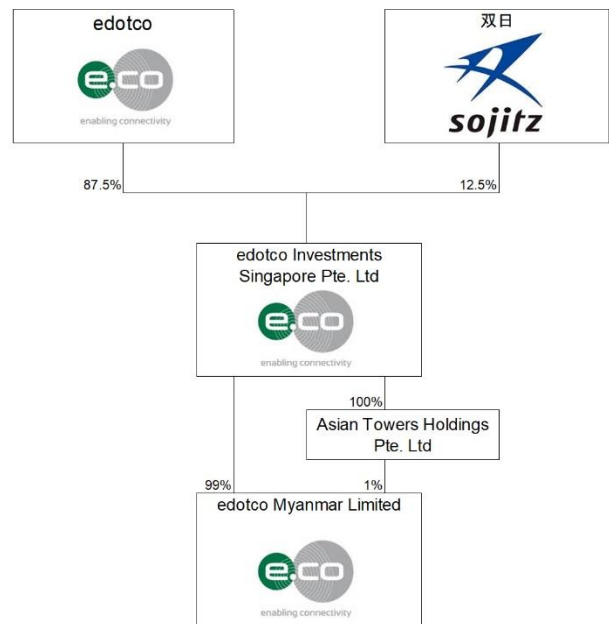


図 12 左：通信タワーのイメージ、右：出資ストラクチャー²⁰

タワーの電源構成

下図は、2000 基のタワーの電源構成を示している。Good Grid に分類されるのは 20% 強であり、3 分の 2 に当たるエリアが、Poor Grid や Off Grid、すなわち弱電化、無電化エリアに属することが分かる。

通信タワーにとっては、ディーゼル発電機の燃料コスト削減は積年の課題であり、ここに提案マスタープランへの需要がある。

²⁰ 双日ニュースリリース 2019 年 11 月 15 日

<https://www.sojitz.com/jp/news/2019/11/20191115-02.php>

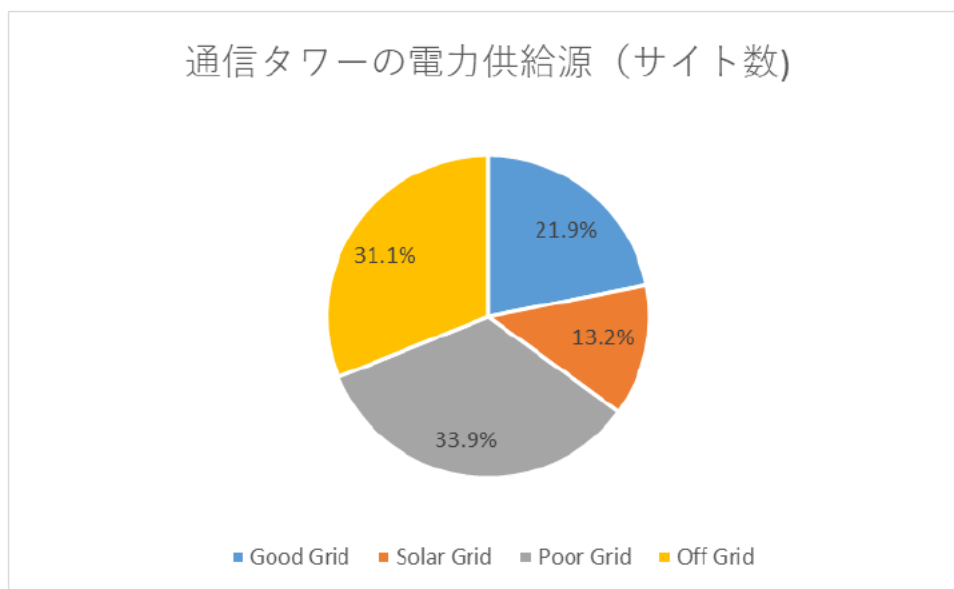


図 13 通信タワーの電力供給源²¹

表 8 通信タワーへの電力供給方法

表記	構成
Good Grid	ナショナルグリッド、蓄電池
Solar Grid	太陽光発電、ディーゼル発電機、蓄電池
Poor Grid	ナショナルグリッド、ディーゼル発電機、蓄電池
Off Grid	ディーゼル発電機、蓄電池

²¹ edotco 資料より調査チーム作成

2.4. 当該地域における生活水準向上サービスの顕在的及び潜在的ニーズの把握

2.4.1 生活水準サービスの整理

調査アプローチ

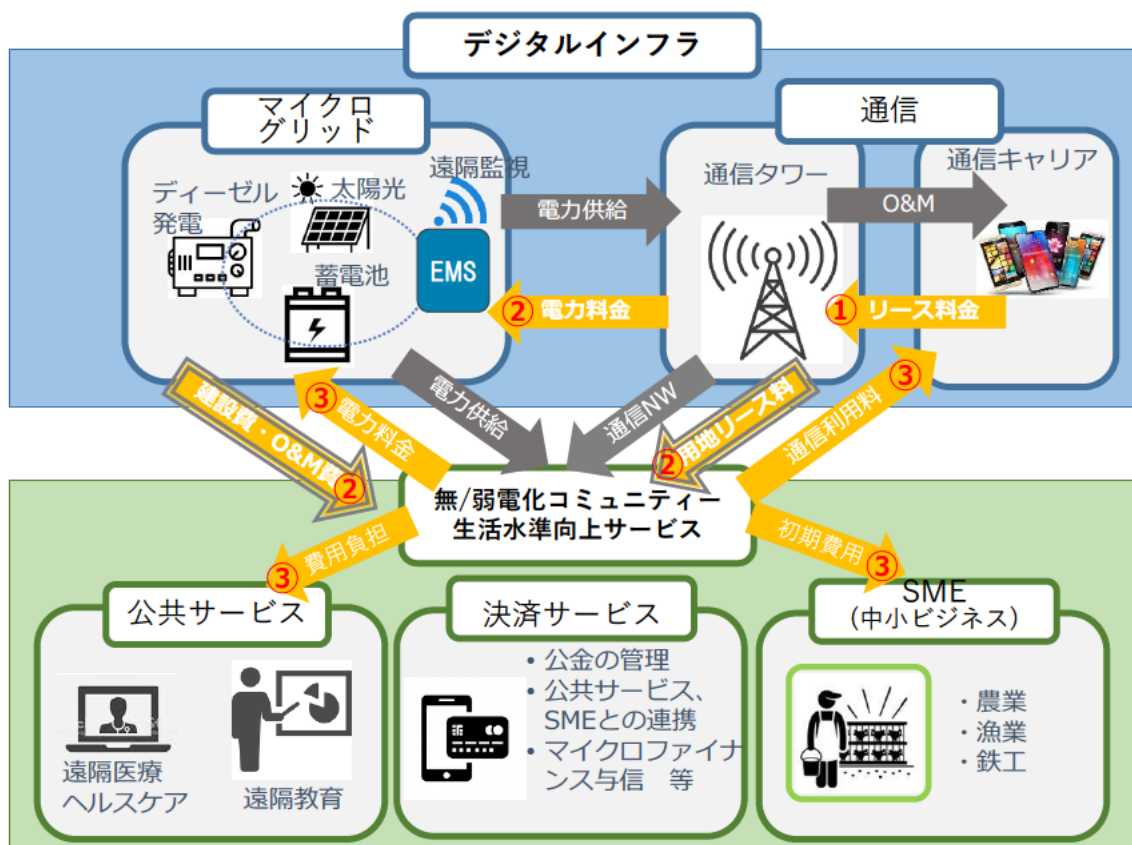


図 14 分散型スマートインフラ導入マスタープランの骨子 ※再掲

上図は、分散型スマートインフラ導入マスタープランの骨子を示しているが、下部の緑色が「生活水準サービス」を指している。第1章で整理したように、生活水準サービスを「公共サービス」、「決済サービス」、「SME（中小ビジネス）」に分けて記載をしている。こうした生活水準サービスについて、電力と通信から構成されるデジタルインフラとの関連があるという観点で、顕在的なものと潜在的なものに分けて、主にヒアリング調査を実施した。

公共サービス

公共サービスとして顕在化しているサービスは下表の通りとなる。電化初期の段階では、電力は各家庭に供給され、照明や調理、テレビの視聴等に使用されていることが分かる。また、電化当初は電力需要が少なく、電力消費量も少ないが、やがて電力需要は拡大する傾向がみられることが判明した。

教育については、小学校までは、ほぼ全員が通うことができています。いわゆる「塾」に近

い Tuition も一般的であり、遠隔地でも月謝を支払い Tuition に通うことは珍しくない。

表 9 公共サービスの整理

公共サービス 顕在化しているサービス
家庭への配電（冷蔵庫、照明、テレビ、炊飯器、IH 器具、）
街灯
遠隔教育、塾（都市部中心、新型コロナ対策として普及）
遠隔診療（都市部中心）
公共サービス 潜在的なサービス
遠隔問診、遠隔診療
遠隔教育 塾
上水・中水システム
下水処理（電力とは関連が薄い）

決済サービス

表 10 ミャンマーにおける主要な決済システム²²

カテゴリ	ブランド名	事業者	出資者など	サービス開始
通信キャリア系	Wave Money	Digital Money Myanmar Limited	Yoma Group 51/ Ant Financial 49 かつてはキャリアであるTelenorの出資	2016年9月
	M-Pitesan	Ooredoo Myanmar Fintech Limited	Ooredoo	2017年7月
	My Money (or Mytel Pay)	Mytel Wallet International Myanmar Company Limited	Mytel	2018年10月
	MPT Money	MPT Money Company Limited	MPT	2019年12月
金融機関系	MAB Mobile Banking	Myanmar Apex Bank	Myanmar Apex Bank	不明
	Ongo	Ongo	Myanmar Oriental Bank	不明
	CB Pay	CB Bank	CB Bank	不明
	myKyat	First Private Bank	First Private Bank	不明
	663 Mobile	Myanmar Citizens Bank (MCB)	MCB	不明
	KBZ Pay	KBZ Bank	KBZ Bank	2019年1月
	ConnectNpay	ConnectNpay	various banks	不明
	AGD Pay	Asia Green Development (AGD) Bank	AGD Bank	不明
その他	OK\$	Internet Wallet Myanmar Limited	Consumer Goods Myanmar Limited (Wholesale and Retail)	2017年8月

上表は、ミャンマーにおける主要な決済システムを整理したものである。弱電化、無電化エリアでは、携帯電話系が浸透している。特に、**Wave Money** については存在感が目立っている。**Wave Money** は携帯電話を使用した決済システム、送金システムのパイオニア的な存在である。かつては、ノルウェー系の **Telenor** が出資していたが、2020 年に **Alipay**（支付宝）を運営する **Ant Financial** の出資を受けている。地方部における主要なサービスは、送金機能であるが、今後、ペイメントサービスも浸透していく可能性がある。

弱電化エリア、無電化エリアでは現金決済が主流となっている。一方、携帯電話が利用できるエリアであれば、キャリアが展開する送金機能等の決済サービスを活用することができる。しかし、コミュニティの雑貨店が代理店を担っており、用意できる現金には限界がある点が問題視されている。例えば、コミュニティ外からの送金を受けるにも、金額が多額である場合は代理店に用意がなく受け取りができないケースがある。コミュニティの代理店が用意している現金は、多くても数万円ということがあり、現状のままでは、頻繁な商取引等に対応することは困難である。

²² 調査チーム作成

一方で、送金システムではなく決済サービスによりキャッシュレスが進むと、こうした現金を確保するという問題が一気に解決され、様々なサービスの利用や、商取引が進む可能性がある。

SME（中小ビジネス）

中小ビジネスについては、小規模の機器を使用したものがみられる。具体的には、乾燥機、脱穀機、精米機、冷蔵庫、冷凍庫を導入した小規模ビジネスである。漁業を営んでいるエリアにおいては、コールドチェーンを整備して、収穫した産物の価値を上げる取り組みがみられる。

一方、SMEを導入するための設備を購入するためのファイナンススキームが不足していることが分かった。こうした設備導入は、マイクロファイナンスでは賄いきれない金額であるが、商業銀行が扱うには少なすぎるものである。ファイナンスについては、後述するコミュニティへの支払いを組み込むことで、提供が可能と考えられる。

農作物のバリューチェーンを整備し、付加価値の高い商品作物を導入するようなアイデアも聞かれるが、実践できていないのが実情である。

今後の動向であるが、ICTやAIを活用したスタートアップが萌芽期を迎えており、地方部へ浸透していくことが期待される。

表 11 公共サービス

SME（中小ビジネス） 顕在化しているサービス
漁業（川魚の加工、冷蔵、冷凍、製氷）
農業関連（乾燥機、脱穀機、精米機、冷蔵庫、冷凍庫）
溶接機器
ポンプ（井戸のくみ上げ、灌漑）
小規模商店（パパママショップ）
公共サービス 潜在的なサービス
スマートアグリ（農業資材供給、作物の販売、バリューチェーン構築を含む）
Maas、カーシェアリング
コールドストレージ

コミュニティへの支払い

提案マスタープランにあるような、コミュニティに対する支払いについてはいくつかの事例がみられた。通信タワー用地を貸し出し、リース料金を公共利用する事例は見られたほか、学校を建設する際に労働力や資材を提供いただき、その対価を支払うという例も

見られた。こうした事例を参考に、コミュニティによる提案スキームへの貢献を促し、対価を支払うことを、マスタープランに組み込んでいくことができる。

2.4.2 現地調査

概要

現地調査について、双日ヤンゴン支店及び、edotco の現地スタッフによって実施した。サイトは、Bago、Mandalay、Magway となる。

なお、すららネットの協力を得て実施した、遠隔教育のデモンストレーションについては、別章で詳細を記載する。

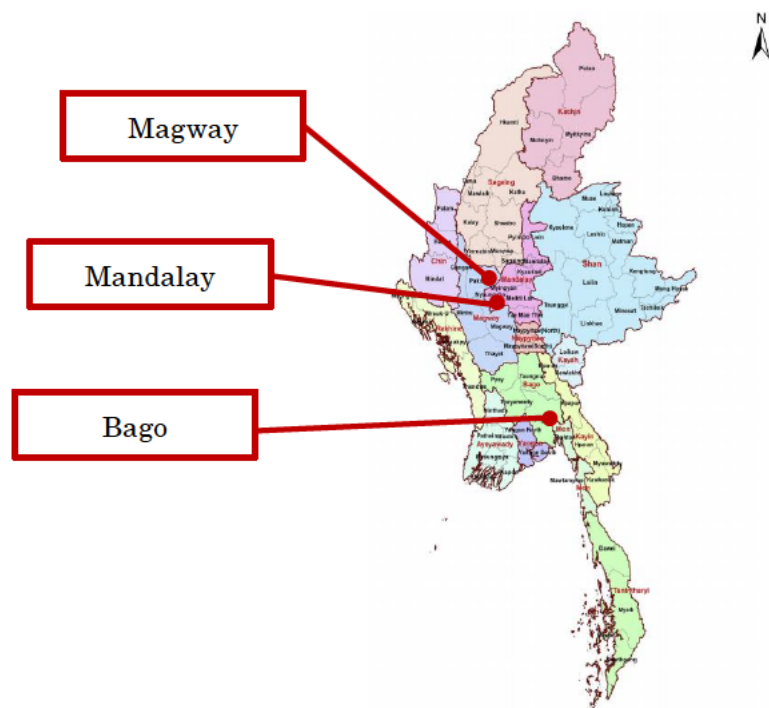


図 15 現地調査実施サイト²³

Bago のサイト

訪問サイトの基本情報を下表に整理した。

表 12 Bago 訪問サイトの概要

コミュニティ名	Set Su Village
住所	Set Su Village, Shwegyin Township, Bago Region

²³ Department of Population Ministry of Immigration and Population , The 2014 Myanmar Population and Housing Census の地図を基に作成

人口	880 人
世帯数	195
収入源	農業
電化状況	無電化（2022 年にグリッド接続予定）
電力需要	炊飯器、ポンプ。可能なら冷蔵庫、扇風機、エアコン。
通信状況	4G（スマートフォンが一般的、ネットワークは不安定）

電力

Set Su Village は、現在は無電化エリアである。僧院にはディーゼル発電機が設置されており、夜間のみコミュニティ内に配電されている。SHS を導入している世帯もある。

2022 年に政府による電化支援が行われる予定となっている。ナショナルグリッドからの送電とサブステーションの設置までは政府が担当し、サブステーション以降、世帯への配電はコミュニティが費用を負担する仕組みとなっている。

電力の使用用途については、照明、炊飯器、ポンプ、冷蔵庫、扇風機、エアコン等が挙げられている。グリッドに接続されたばかりであり、今後電力負荷は増加していくと考えられる。

通信

携帯電話について、MPT、Mytel、Telenor の 4G ネットワークを使用することができる。Ooredoo も限定的ではあるが使用可能である。

通信タワーは、隣村に設置されている。コミュニティ内の個人が所有する土地に設置されており、用地リース料は個人に支払われている。電源として、ディーゼル発電機に加えて太陽光発電システムが設置されている。

SME（中小ビジネス）、決済

中小ビジネスとして挙げられるのは、パパママショップと呼ばれる雑貨店であり、コミュニティ内に 5 軒が存在している。その他、精米機を有する精米所があり、発電機を使用して精米機を稼働させている。決済方法として使用されるのは主に現金となっている。

医療

コミュニティ内には診療所等はなく、最寄りの医療施設との距離は 4 マイル（6.4km）である。

教育

小学校、中学校への通学率は 100% である。高校は隣村にあり、進学率は 90% 程度。遠隔教育について興味があるものの、通信状況、電力アクセスの問題がある上、PC を用意

する必要があり利用できないと感じている。



図 16 隣村の通信タワーとディーゼル発電機

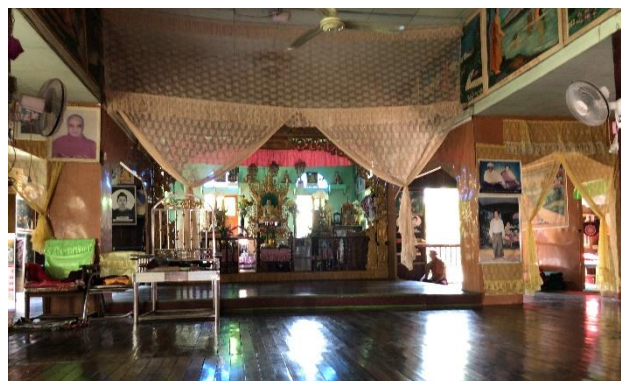


図 17 ディーゼル発電機を有する僧院



図 18 左：雑貨店（パパママショップ）、右：精米所



図 19 学校



図 20 住居

Magway のサイト

訪問サイトの基本情報を下表に整理した。

表 13 Magway 訪問サイトの概要

コミュニティ名	Tae Gyi Village
住所	Tae Gyi Village Group, Myaing Township, Magway Region
人口	1,500 人
世帯数	430
収入源	農業
電化状況	グリッド接続（2020 年 12 月）
電力需要	テレビ、炊飯器、照明
通信状況	3G

電力

訪問した Tae Gyi Village は、2020 年に電化されたばかりのサイトである。通信タワーには、ディーゼル発電機が設置されている。

電力について、コミュニティ内に電化委員会（EC:Electrification Committee）が組織されており、配電設備の整備や維持管理を担当している。2020 年 12 月の電化に際して、グリッドからコミュニティに配電線を引き込み、各家庭に配電するための費用として、350,000 チャット（26,250 円）を各世帯が負担した。こうした費用の管理は、電化委員会が担当している。

グリッド接続後、電力料金は、電力エネルギー省が定める 30 チャット/kWh（2.25 円/kWh）に設定されている。ミャンマーでは、消費電力量に応じて電力料金が設定されており、上記の金額は、最も電力使用量が少ない世帯に設定された料金となる。グリッド接続後も、停電は発生している。そのため、通信タワーが設置されているディーゼル発電機も一定程度稼働していると想定される。

電力の使用用途については、テレビ、炊飯器、照明となっている。グリッドに接続されたばかりであり、今後電力負荷は増加していくと考えられる。

通信

携帯電話について、MPT、Telenor、Ooredoo の 3G ネットワークを使用することができるが、最も安定しているのは MPT である。スマートフォンの世帯普及率はおよそ 85%であった。

通信タワーの用地リース料は村長に支払われている。金額は 20 万チャット/月（15,000 円/月）程度であり、道路の補修等に使用されている。

SME（中小ビジネス）、決済

中小ビジネスとして挙げられるのは、パパママショップと呼ばれる雑貨店と、食用油用の圧搾である。

決済方法として使用されるのは主に現金であるが、Wave Money、Wave Pay も使用することができる。

医療

コミュニティ内には診療所等はなく、最寄りの医療施設より 4 マイル（6.4km）離れている。

教育

小学校への通学率は 100%であるが、高等教育に進むことができるのは 25%程度ということであった。遠隔教育について興味があるものの、PC やタブレットが高価というイメージを持っている。



図 21 通信タワー



図 22 受電設備



図 23 商店と食用油用の圧搾機



図 24 住宅



図 25 学校

Mandalay のサイト

訪問サイトの基本情報を下表に整理した。

表 14 Magway 訪問サイトの概要

コミュニティ名	Kyaung Su Village
住所	Talaing Kan Village Group, Kyauk Padaung Township, Mandalay Region
人口	1,200 人
世帯数	235
収入源	農業、畜産
電化状況	無電化、ディーゼル発電機あり
電力需要	テレビ、照明
通信状況	4G、ただし不安定

電力

Kyaung Su Village には、ナショナルグリッドが到達していない。また、ミニグリッドの

建設に対する地方電化支援策も受けていない。通信タワーが所有するものを除くと、ディーゼル発電機も保有していない。一部の世帯では、ソーラーホームシステム (SHS) を導入し、照明等に使用している例もある。SHS の導入費用は、300,000 チャット (22,500 円) 程度である。

電力へのアクセスが確保された場合に、使用してみたい用途についてヒアリングしたところ、照明やテレビへという回答が多かった。電力を使用した中小ビジネス (SME) についてのアイデアはなかった。恐らく、電化された暮らしを想像することが困難であるためと想定される。

通信タワーへの給電については、ディーゼル発電機が使用されている。用途は通信タワーに限られており、コミュニティへの配電は行われていない。

通信

携帯電話について、MPT、Mytel、Ooredoo の 4G ネットワークを使用することができるが、通信はあまり安定していない。スマートフォンの世帯普及率はおおよそ 66%であった。

通信タワーは個人の私有地に設置されており、用地リース料は地主に支払われている。

SME (中小ビジネス)、決済

中小ビジネスとして挙げられるのは、Magway と同様にパパママショップと呼ばれる雑貨店と、食用油用の圧搾である。

決済方法として使用されるのは主に現金であるが、Wave Money を使用することが可能である。

また、農機具のレンタルサービスが利用可能である。サービスを提供しているのはコミュニティ外の事業者となる。

医療

コミュニティ内に診療所が存在しているが、医師、看護師等の専門スタッフではなく、政府から派遣される事務員が常駐している。

教育

小学校への通学率は 100%である。遠隔教育について興味があるものの、PC やタブレットが高価というイメージを持っている。



図 26 診療所（クリニック）



図 27 学校

第3章. マイクログリッドシステムの導入に向けた調査

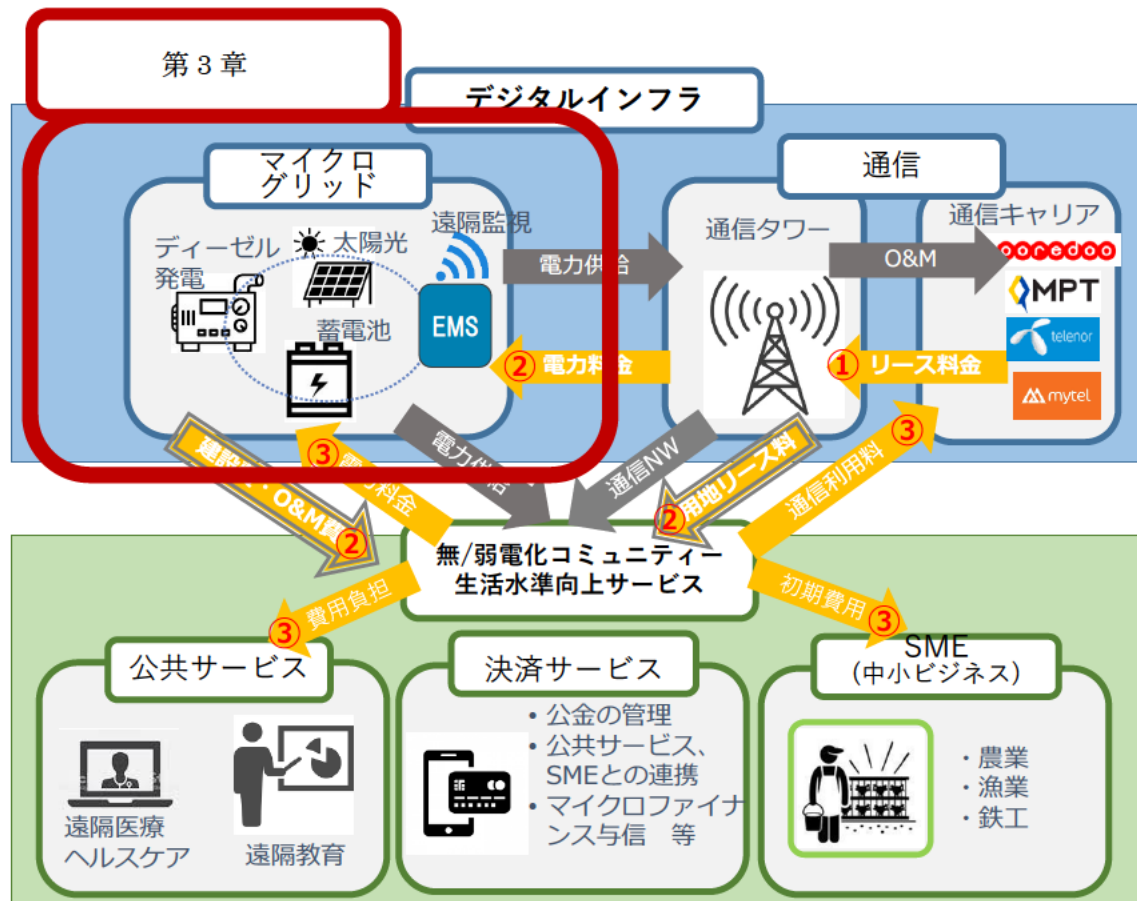


図 28 マスタープラン骨子における、第3章の位置づけ

上図は、マスタープラン骨子における、第3章の位置づけとなる。第3章においてはマイクログリッドの技術的な検討、コストシミュレーション、ビジネスプランの検討、事業評価等を行う。マイクログリッド事業については、上記の中で双日が新たに事業化を検討しているパートとなる。

3.1. 技術的な検討

3.1.1 マイクログリッドの概要

構成概要

本項では、第2章で収集した情報を考慮しつつ、太陽光や風力等の再生可能エネルギーと蓄電池、さらにはスマートメーター等の遠隔監視システムを組み合わせたマイクログリッドシステムを検討する。

電力需要については、タワーが1か所、コミュニティの世帯数は400としている。厳密に言えば、サイトごとに電力需要は異なるものの、電力需要は将来的には増加することも織り込んでおり、サイトの「現状」に合わせて細かく構成を変えるのではなく、同じ仕様のユニットを複数のサイトにおいて展開する。

3.1.2 電力負荷の想定

電力負荷については、通信タワーとコミュニティの2種類を想定した。通信タワーの電力需要は、平均すると3kW程度の規模であり、24時間、365日稼働することが求められる。

コミュニティについては、400世帯を想定している。家庭への配電のほかに、灌漑ポンプ、脱穀機、精米機、製氷機、溶接機、電動のこぎり、灌漑・井戸汲み上げ用のポンプが導入されることを想定している。

こうした需要から、太陽光発電システムの容量は400kW、蓄電池の容量は200kWhという構成となっている。

3.1.3 構成機器の概要

太陽光発電システム

太陽光発電システムは、ヒアリング調査を踏まえ、400kWを想定している。厳密には、サイトによって電力負荷は異なるものの、中長期的に見れば電力需要は増加していくと想定されるため、正確に電力負荷を予想することは困難である。こうした将来的な需要増も見越して、規模を400kWとして全体システムを類型化することで、設計コスト、調達コスト、維持管理コストを低減させることができる。

蓄電池

蓄電池の容量は200kWhとなることを想定している。蓄電池の容量も、サイトの電力負荷に合わせるのではなく、200kWhにてパッケージ化することを想定している。太陽光発電との組み合わせに最適化された、既存のリチウムイオンバッテリーを使用する。

ディーゼル発電機

バックアップ電源として、60kVAのディーゼル発電機を導入する。通信タワーに既存のディーゼル発電機が備え付けてある場合は、既存の発電機を活用することも検討する。また、タワーには専用の無停電電源装置（UPS）を導入することも検討する。

ハイブリッドインバーター

全体の電力制御については、独立型のミニグリッド、マイクログリッドを対象に、太陽光と蓄電池、ディーゼル発電機の活用を前提としたハイブリッドインバーターを導入する。既製品を活用できるため、新規の開発等は不要である。

制御・監視システム

需要側にはスマートメーターが設置されており、電力の使用状況を監視することができる。ハイブリッドインバーターも遠隔制御、監視に対応している既存製品を活用する。ミャンマーにおいても、ミニグリッドにはこうした既存製品を活用した制御、監視システムを導入することが一般的に行われている。

3.2. 当該システム構築に要するコストシミュレーション

400 世帯のコミュニティと、1 基の通信タワーに給電するモデルを検討した。

表 15 初期費用

項目	内容
太陽光発電システム 400kW	- モジュール
	- チャージコントローラー
蓄電池 200kWh	- リチウムイオン電池
	- バッテリーチャージャー
インバーター	- ハイブリッドインバーター
EMS	- 制御管理システム
	- 遠隔監視システム
バックアップ電源	- ディーゼル発電機(60KVA)
	- タワー用蓄電池
配電設備	- 配電盤
	- 送配電線
	- 家庭への配電線
工事費	- 設置費用
	- 土木工事
	- 運搬費
管理費	
合計	非公開

3.3. マイクログリッド事業のスキーム

下図は、マイクログリッド事業のスキームを示している。ミニグリッド事業者となるのは、中央に位置する Project Co.となる。

まず、双日と日系の電力会社等がミャンマー、あるいはシンガポール等に中間特別目的会社（SPC）を設立する。中間 SPC とミャンマーにおけるミニグリッド事業者の出資により、提案マスタープランによる事業に特化した事業会社である Project Co.を設立する。ミャンマーのミニグリッド事業者は複数存在しており、DRD によるミニグリッドへの初期費用支援制度等を活用して、ミニグリッドの建設等を手掛けている。

コミュニティにおいては、電化委員会（EC）が設立され、事業会社は EC を介してコミュニティとの連携を図る。

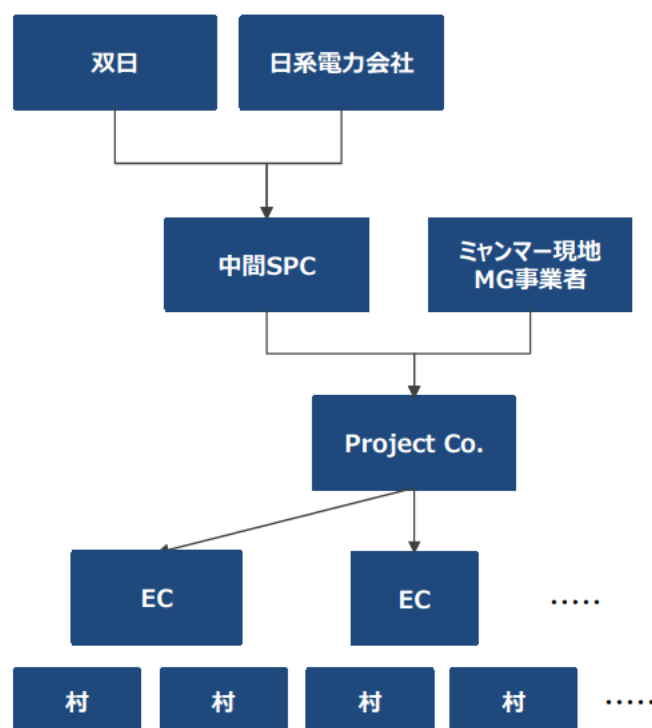


図 29 マイクログリッド事業スキーム

3.4. 事業性評価

3.4.1 前提条件の整理

初期費用

初期費用については、前項で検討した結果を用いている。

表 16 初期費用

項目	内容
太陽光発電システム	- モジュール
	- インバーター・チャージャー
蓄電池	- リチウムイオン電池
	- バッテリーチャージャー
EMS	- 制御管理システム
	- 遠隔監視システム
バックアップ電源	- ディーゼル発電機
	- タワー用蓄電池
配電設備	- 配電盤
	- 送配電線
	- 家庭への配電線
工事費	- 設置費用
	- 土木工事
	- 運搬費
管理費	
合計	非公開

維持管理費用

ランニングコストについては、複数のミニグリッド事業者のヒアリングから得たものである。一般的な太陽光発電システムと比較すると、初期費用の3%は高額に見える。しかし、本件は、遠隔地である可能性もあること、バックアップディーゼル発電機の燃料コストが含まれていること等を踏まえて、以下の条件を設定した。

表 17 維持管理費用

項目	内容
維持管理費	1年あたり初期費用の3%
合計	非公開

収益

※収益に関する記載は非公開

表 18 収益

項目	内容
売電(タワー、コミュニティ)	非公開
合計	非公開

3.4.2 事業評価

上記の前提条件を基に、事業評価を行った結果を示す。

表 19 事業評価

項目	内容
IRR (15 年)	15.23%
初期費用回収年数	5.8 年
累積キャッシュフロー (15 年)	非公開
NPV	非公開

IRR はキャッシュフローから算出したものであり、金利や税金等は勘案していない。事業実施の IRR ハードルレートについては、ミャンマーにおける国債の利回り 8%~9% や為替リスクを織り込み、最低で 15%と想定しているが、算出条件においては最低限の事業性があるといえる。一方、今後検討を詰めていくにあたっては、上記条件においては、IRR として 20%を確保しておく必要があると考えられる。

3.4.3 感度分析

売電価格と補助金率

前提条件での試算を基に「売電価格円/kWh」と「補助金率%」を対象とした感度分析を行った。

事業の実施に当たっては、IRR20%を実現させるためには、最低でも初期費用の 30%をカバーするような補助金が必要となる。

補助金の考え方

遠隔地の電化については、補助金的な支援は不可欠と考えられる。先進国でも、電力料金に含まれるサーチャージやユニバーサル・サービス料金によって、遠隔地や島しょ部の電力インフラの整備が行われている。新興国においても、電力料金に、地方電化の財源としてサーチャージを上乗せすることは珍しくない。

ナショナルグリッドの延伸を見ても、グリッドの延伸に必要な費用は政府や電力会社等が負担している。グリッドの延伸に係る費用を、直接的に無電化エリアの人が負担しているのではないことを鑑みると、ミニグリッドの運営事業者に一定の補助金を付与することには不公平感はないと考えられる。電力アクセスを確保するためのコストという観点では、地方部においてはナショナルグリッドの延伸よりも、ミニグリッドへの補助金の方が有利という意見も聞かれる。

一方で、現状のミャンマーにおけるミニグリッドの支援スキームは、世界銀行からの拠出

に依存しており、持続可能性という点においては疑問が残る。当マスタープランの導入においては、ミャンマー政府にドナー依存ではなく、電力料金に付加するサーチャージやユニバーサル・サービス料金を導入し、ミニグリッドへの補助金、支援金の財源とすることを提言していく必要がある。

補助金を低減させる施策として、ミニグリッドビジネスの展開によって、初期費用にはスケールメリットが生じるとみている。感度分析を行った結果、初期費用を 15%削減することができれば、補助金率を 40%としても利益を確保することができる。15%の削減は、ビジネスの展開によって成し遂げることが可能である。

補助金のまとめとしては、ミニグリッドの建設には一定の補助金や支援が必要であるという認識の上で、ドナー依存ではない地方電化の財源を確保することが必要であること、初期費用を低減させることで補助金額を低減させることができることを指摘しておきたい。こうした点は、マスタープランにも盛り込んでいくことになる。

利用できるスキーム

マイクログリッドについて、外務省による「事業・運営権対応型無償資金協力」を活用し、複数のマイクログリッドを展開することが可能と考えている。

事業・運営権対応型無償資金協力とは、「開発途上国が実施するインフラ事業のうち、商業資金のみではファイナンスが困難な場合に、当該事業に必要な施設・機材・その他サービスに必要な資金を供与する。資金は途上国政府を通じ、事業を担う特別目的会社等に支払われる」²⁴というものである。その趣旨を鑑みると、マスタープランに基づく事業展開と、非常に親和性が高いことが分かる。

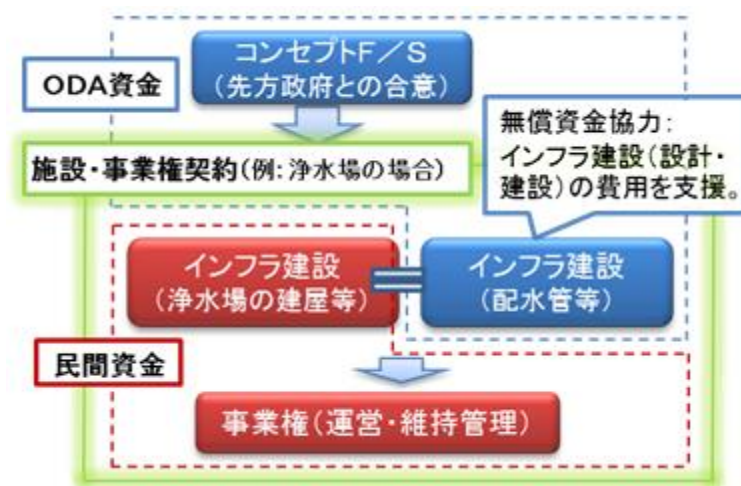


図 30 事業・運営権対応型無償資金協力の仕組み

例えば、マイクログリッドの発電部分に ODA 資金を充て、送配電部分については双日も出資するマイクログリッド事業会社が負担するようなイメージである。複数のマイクロ

²⁴ 外務省ホームページ

https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/about/kanmin/page23_000777.html

グリッドをまとめて一つのプロジェクトとし、素早くマスタープランに基づく事業展開が可能となる。

当スキームを活用するには、ミャンマー政府と日本政府の合意が必要であり、ミャンマー側の政策優先度を高めることが必要となる。提案マスタープランを実現するための第一歩として位置づけ、ミャンマー政府の協力を得ながら、事業・運営権対応型無償資金協力による複数のマイクログリッドの展開を進めることが可能である。

第4章. 通信網等デジタルインフラ及び当該デジタルインフラを活用した生活水準向上サービスの導入可能性に関する調査

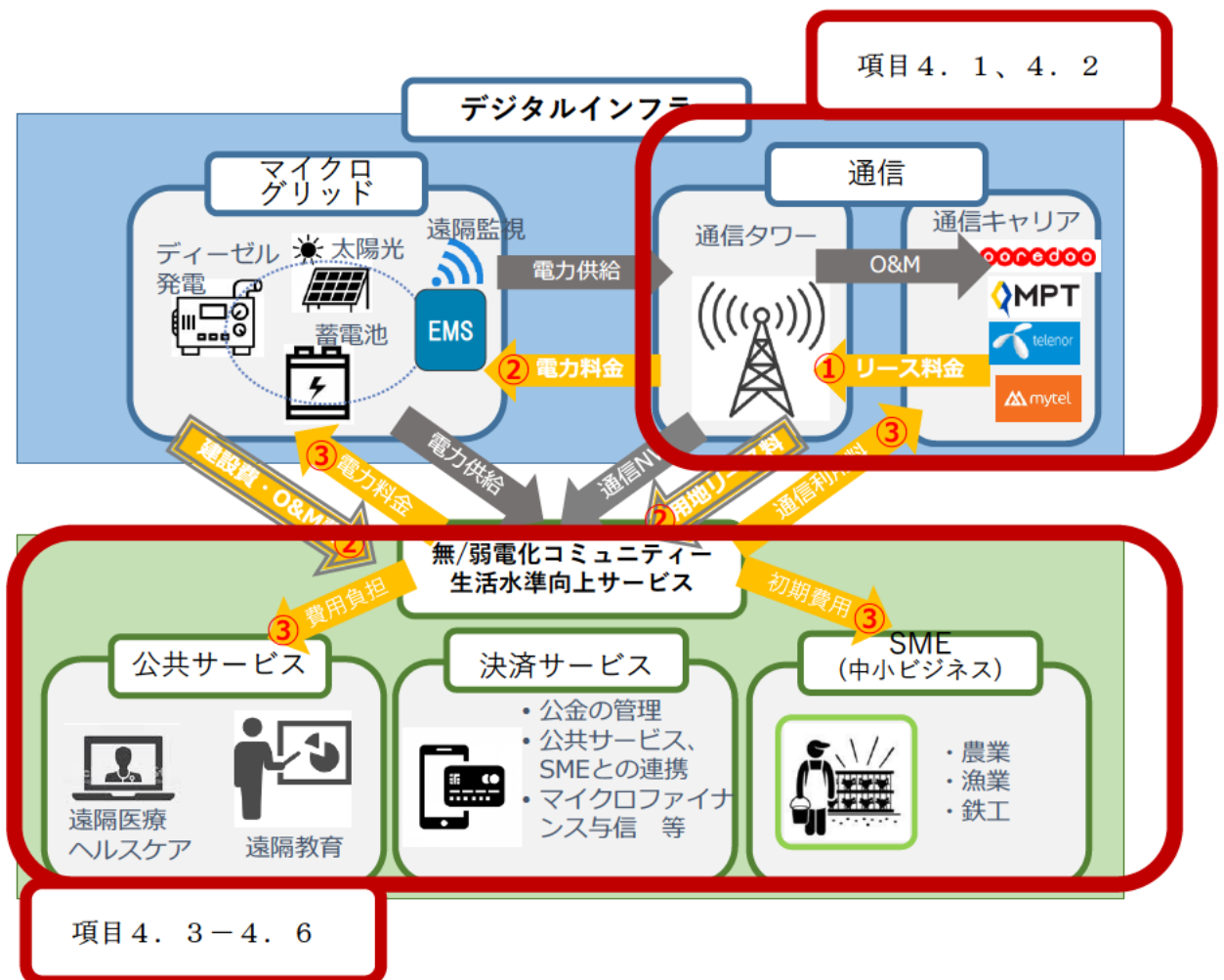


図 31 マスタープラン骨子における、第4章各項の位置づけ

上図は、マスタープラン骨子の中で、第4章において扱うパートを図示したものである。4.1項、4.2項においては通信インフラの検討を行う。4.3項から4.6項においては、具体的な生活水準向上サービスを検討する。

通信については、双日は通信タワー事業者である edotco に出資している。また、生活水準向上サービスについて、すららネットと協力して遠隔教育のデモンストレーションを実施し、デジタルインフラを活用した生活水準向上サービスの実現可能性を調査した。

4.1. 通信インフラの技術的な検討

通信インフラの課題



図 32 典型的な通信タワーのイメージ²⁵

本項では、これまで収集した情報を考慮しつつ、前項で運用される通信網等のデジタルインフラの整備に関する技術的な検討を行う。

通信については、ある種確立した分野であり、マスタープランの骨子を実施するにあたり、技術的な課題は存在していない。もっとも、日本等の先進国における通信事情と比較すると、弱電化・無電化エリアでは「携帯ネットワークと接続していても通信速度が遅い」、「ユーザーが多い時間帯になると通信状態が悪化する」等、通信品質の問題が発生する。しかし、こうした課題は、通信ネットワークが拡大しており、ユーザーも増加傾向にある新興国、特に地方部においては珍しくない現象であり、短期間では解消しない課題でもある。まず、通信ネットワークが到達し、その後に需要に応じて通信品質が改善されるという過程にあり、通信品質については技術的ではないところに課題がある。

edotco へのヒアリングによると、弱電化・無電化エリアにおける通信タワーの展開について、通信キャリアからも特に技術的な問題は指摘されておらず、edotco としても大きな課題はないと認識している。弱電化・無電化エリアであっても、電力さえ確保できれば技術的な課題はないという状態である。現状では、弱電化・無電化エリアにおいてはディーゼル発電機によって安定的な電力を供給している事例が多く、そうした発電インフラと運用コストは edotco が負担しているが、発電事業をミニグリッド事業者にアウトソース

²⁵ edotco Structure Catalogue

すべく、各社に要請を行っている。

4.2. 通信インフラ構築に要するコストシミュレーション

通信タワーの経済性

通信タワーの設置サイトは、通信キャリアの意向に応じて決定される。エリア展開戦略を基に、キャリアからタワー事業者に設置リクエストとする「キャリア主導」の場合と、タワー事業者がキャリアの需要がありそうなエリアに計画を策定し、応じるキャリアと交渉する「タワー主導」の場合がある。タワーには、複数キャリアの通信機器を搭載することが多い。

タワーについては、複数サイトをまとめて検討しており、厳密に1サイト当たりに対して経済性を見極めることはない。概ね、IRR10%をハードルレートとして、事業性が確保できるサイトに、タワーを設置することになる。

4.3. デジタルインフラを活用した生活水準向上サービスの具体的内容の検討

4.3.1 公共サービス

遠隔教育

すららネットによるデモンストレーションの報告は後述するが、遠隔教育とデジタルインフラの親和性は非常に高い。提案マスタープランについては、4G 又は 5G のサービスが展開されるエリアであり、問題なく遠隔教育を実施することができる。また、ミャンマーの公共教育における算数について、JICA が技術協力として「初等教育カリキュラム改訂プロジェクト支援」²⁶を実施しており、日本のカリキュラムが導入される可能性が高い。すららネットも日本の算数カリキュラムに準拠しているために、今後のミャンマーにおける算数分野との親和性が高くなることが想定される。

問題点は、公共教育への参入である。現在、新型コロナウイルス感染症の影響により小学校が閉鎖されている状態にある。遠隔教育の導入は、パンデミック対策としても有効であると考えられるものの、政府は、遠隔教育の実施には PC やタブレットが必要であり、地方部では用意ができないとして、導入には後ろ向きである。政府は、テレビを通じた教育番組の放送を検討していると想定される。このような場合、すららネットがとる方策は現地で Tuition と呼ばれる塾に限定される。

公共教育分野への参入については、現地のスタートアップ企業との連携等が考えられ

²⁶ 初等教育カリキュラム改訂プロジェクト

<https://www.jica.go.jp/project/myanmar/014/outline/index.html>

る。具体的には、360ed との連携を検討することを想定している。詳細は事項以降で記載するが、360ed は無料教育アプリの開発についてミャンマーの教育省と覚書を締結しており、理科と英語についてアプリの開発を進めている。360ed と連携し、算数、数学についてはすららネットの教材を公教育に提供することで、相互補完関係を構築することが可能と考えられる。

遠隔医療

遠隔医療に関して、チャットやビデオ電話による会話が中心となる遠隔問診のようなサービスには大きなニーズがあり、デジタルインフラとの親和性は高い。この分野については、ゼロベースでサービスを立ち上げていくよりも、2 章でヒアリングを行った企業のように、既存のスタートアップ等と連携していくことができる。事業のイメージは、遠隔問診サービスによって地方部への展開を図り、その後所得が向上するにつれて、より高度な診療を受けることができるサービスへと発展させていくモデルである。また、遠隔問診と他のサービスを組み合わせることによるシナジー効果を生むような仕組みも効果的だと考えられる。

エントリー戦略としての公共サービス

遠隔教育や遠隔医療については、地方部におけるデジタルインフラを活用した事業展開の「エントリー戦略」と位置付けることができる。遠隔教区や遠隔医療は、地方部におけるニーズが高く、導入に必要なのは、PC、タブレットやスマートフォンである。タブレットやスマートフォンは 100 ドル程度で入手できるようになっており、遠隔教育や遠隔医療の活用によってデジタルインフラへのリテラシーの向上に寄与する可能性がある。タブレットやスマートフォンの活用方法に関するリテラシーが向上し、支払いのキャッシュレス化が進むと、他の SME 等のサービスを利用することは容易になる。遠隔医療や遠隔教育については、それ自体の事業性を注視しながらも、エントリー戦略として位置づけることで、デジタルインフラを活用したビジネスのマーケット拡大を図ることができる。

4.3.2 決済サービス

決済サービスの位置づけ

ミャンマーでは、既に複数の決済サービスが登場しており、大手財閥のヨマグループやアリペイを展開するアントグループが出資する Wave Money は地方部にも展開している。地方部におけるデジタルインフラを活用したスマートビジネスに特化した新たなサービスをゼロベースで立ち上げることにメリットはないと考えられる。

現状では、パパママショップ等と呼ばれるコミュニティの雑貨店が代理店となり、住民

は事前に現金を代理店に支払うことで、携帯電話を通じた送金サービスや支払いサービスを活用している。送金を受ける場合、携帯電話経由で送られて来る支払い状況を基に代理店へ赴き、現金を得ることができる。送金サービスが中心であり、支払いサービスの利用は限定的であると想定される。

決済サービスについて、重要な点は「支払い状況を把握する」ことである。コミュニティにおける支払い状況は与信情報となるだけでなく、AI 等を活用し、支払い傾向等を分析することで、既存のビジネス同士のシナジーを図ることや、新たなビジネスチャンスを創出できる可能性がある。

例えば、通信と電力を中心としたデジタルグリッドが到達するエリアでは、決済関連のアプリが入ったタブレットやスマートフォンを使用できるようになる。その際に、決済システムについても導入を進め、支払い状況を把握することができる仕組みを導入できる可能性がある。例えば、決済システム自体は既存の仕組みを活用するものの、複数の決済システムを利用できる「決済ゲートウェー」のようなアプリを展開し、デジタルインフラが到達するエリアに導入することが可能だろう。

4.3.3 SME（中小ビジネス）

中小ビジネスに関して、現地調査やヒアリングを通して、様々な立場の方から意見を伺うことができた。初期費用の問題、バリューチェーンを構築することの難しさもあり、目立った実績を上げている実例が少ないことが分かった。

一方、スタートアップに目を転じると、いくつかの注目すべきサービスがある。例えば、農家と、農業分野の専門家をスマートフォン（アプリ）で繋ぐ取組を始めているスタートアップが存在している。まずは農家と農業分野を囲い込み、今後は農業資材や作物等を通してマネタイズすることが可能となる。

一つの戦略として、ゼロベースで SME の立ち上げを検討するよりも、既存のスタートアップと連携していくことが有効と考えられる。農業分野等、地方部との親和性が高い分野に注目し、電力と通信によるデジタルインフラが到達することで導入が可能となるサービスを提供するスタートアップとの連携を進めていく。理想的には複数のスタートアップに参画し、そのネットワークを活用することで、農業分野以外へのビジネスの展開を図るというようなスキームは実現可能と考えられる。

その他、双日はミャンマーにおいて、現地の食品・生活消費財卸売会社であるプレミアム・ディストリビューション社との共同出資により、プレミアム・双日・ロジスティクス社（PSL）を設立し、冷蔵冷凍保存トラックによるロジサービスを展開している。こうしたロジサービスを地方部にも展開することは可能である。例えば、遠隔問診で必要となる薬品等、農業アプリが推奨する資材、肥料、種子等を都市部から運び、戻り便で作物を運ぶような、O2O（On-line to Off-line）型の物流ネットワークを構築することは可能であ

る。O2O ネットワークを構築できれば、家電等のサブスクリプションモデルを導入することも可能となる。

繰り返しとなるが、一つ一つの SME をゼロベースで立ち上げることは、多大な時間的、経済的コストが発生する。デジタルインフラと親和性の高い既存のスタートアップと連携していくことで、短期間でマーケットを構築していくことが必要である。

4.3.4 包括的なビジネス

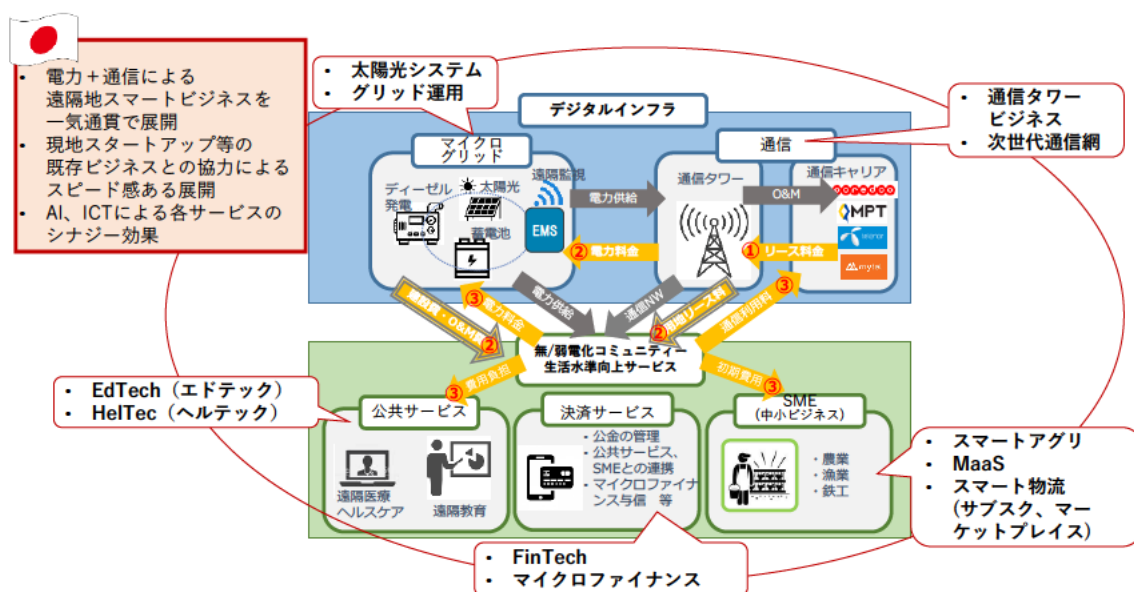


図 33 デジタルインフラを活用した「遠隔地スマートビジネス」のイメージ

上図は、これまでの議論を踏まえて、電力と通信によるデジタルインフラが可能とする、遠隔地スマートビジネスのイメージである。

双日は、マイクログリッド事業と、通信タワー事業については主体的にビジネスに参画していくが、生活水準向上サービスについては、ゼロベースでの立ち上げではなく、既存のビジネス、新規スタートアップの取組等との連携を図っていく。

ポイントは、上図で示すように、デジタルインフラによって生まれる様々なビジネスやサービスを取り込んで行く点である。そして、複数サービスを包括する「プラットフォーム」を構築し、AI や ICT によってサービス同士のシナジーを生むような、遠隔地スマートビジネスを展開することができる。

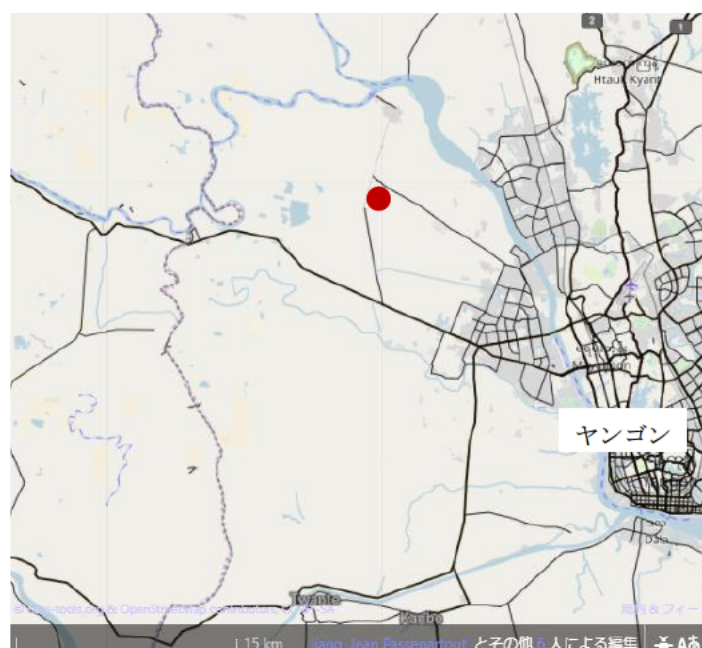
具体的なイメージは、電力と通信を中心としたデジタルグリッドが到達したエリアでは、「プラットフォームアプリ」が導入されたタブレットやスマートフォンを利用いただく。プラットフォームアプリから、遠隔教育、遠隔問診、農業分野の支援アプリ、サブスクリプションやマーケットプレイス等へのアクセスが可能となる。アプリには決済機能

も搭載されている。アプリは物流とも連動しており、O2O も可能となる。こうしたサービスの利用状況や支払い状況は可視化できるようになっているほか、複数分野におけるO2O との連動も可能である。ICT や AI を活用することで、複数のサービスのシナジーを期待することができる。与信情報と消費動向等を分析すると、新しいビジネスが生まれる可能性もある。

新規に遠隔地にエントリーしたいサービスにとっても、こうした仕組みがあればアプローチは容易となる。これまで遠隔地の課題であった、情報や物流からの閉鎖性や、ファイナンスへのアプローチといった課題を解消しながら、遠隔地におけるスマートビジネスを展開することが可能となる。

4.4. パイロット事業の実施

4.4.1 実施サイト



(C) OpenStreetMap contributors

図 34 遠隔教育を実施する Kyaung Gyi Parahitta Monastery の場所

遠隔教育を実施したのは、Htantabin 郡区に属する Ywar Thit である。世帯数は約 4,000 でヤンゴン市内より車で約 1 時間の距離に位置する。遠隔教育の実施に当たっては、僧院 (Kyaung Gyi Parahitta Monastery) を使用することとなった。

4.4.2 デジタルインフラの整備状況

電力

パイロット事業を実施した僧院を含め、当該コミュニティにはナショナルグリッドが到達しており、電力を使用することができる。電力の安定性については、停電が発生することもあり、僧院にはバックアップ電源として 22 馬力 (16.4kW) のディーゼル発電機が設置されている。パイロット事業の実施中にも、10 分から 15 分程度の停電が発生することがあったが、パイロット事業には影響がなかった。

通信インフラ

すららネットが推奨する E ラーニングについて、日本国内では 20Mbps を目安とし、海外の場合は 13Mbps の確保が望ましい。一方、すららネットの海外における経験から、8 Mbps~10Mbps 程度の環境でも運用することは可能である。13Mbps を下回ると、読み込みに多少時間がかかるものの、より高速なネットワークへのアクセスはできず、比較対象がないために、ユーザーである子供からは不満の声は上がっていない。また、通信の容量として、430KB/15 分を推奨している。

当該コミュニティでは、Mytel、MPT、Telenor、Ooredoo といった携帯電話キャリアを使用することができた。

FTTH (Fiber To The Home、光ファイバー) については、MPT のみ対応が可能だが、費用が 2 年間で 60 万円となり、現実的な選択肢ではないことが確認できた。

パイロット事業に当たっては、速度のみならず、通信の安定性も加味し、最も通信が安定していた Ooredoo の 4G 携帯電話ネットワークを使用し、4 台の Wifi ルーターを設置した。結果として、通信速度、通信容量、通信の安定性という点から、サイトにおける携帯電話ネットワークを活用し、十分な環境を用意することができた。

4.4.3 パイロット事業活動概要

パイロット事業の名称を「ミャンマーにおける児童の数学学力達成度強化のためのデジタル教育促進実証事業」とし、以下を実施した。

すららネットが国内で展開する、E ラーニングシステム「すらら」の海外版として小学生向けに開発された「Surala Ninja!」を使い、加減乗除の四則演算を学ぶ算数授業を実施した。対象となったのは公立小学校に通う 22 名であり、内訳は、4 年生が 6 名、5 年生が 9 名、6 年生が 7 名であった。パイロット事業の実施期間は、2020 年 11 月~2021 年 2 月とした。

学力到達度が非常に低いと思われる児童も含め、学力のばらつきが大きい 22 名の小学高学年の参加児童に、概念理解・根本理解を促すレクチャーと多くの演習問題にチャレンジできるドリルを提供した。通常は完全個別学習にて提供するが、今回は現地語ではなく

英語版の Surala Ninja ! を提供したため、英語が理解できる教員役のファシリテーターがプロジェクターでレクチャーを映し、翻訳してミャンマー語で説明する形で各単元の授業を実施。レクチャーを学んだ後は生徒が 1 人 1 台の PC を使い、個別で同単元の演習問題を学習した。パイロット活動中は授業開始時に実施した Baseline テストの結果を元に、すららネットが予め設計した授業計画に沿ってファシリテーターが 1 回 90 分の授業を週に 3 回実施した。生徒たちは授業時間を含め週に約 16 時間のすららを使った自己学習時間を確保できた。

具体的なスケジュールを下表に整理した。表に記載の通り、2021 年 2 月 1 日に発生したクーデターの影響によって、通信環境が著しく悪化したために、2 月に予定していた授業の一部を中止せざるを得なかった。一方、パイロット事業としては後述するように大きな成果を挙げる事ができた。

表 20 パイロット事業実施スケジュール

活動準備	
10 月下旬	現地調整 (教員確保、ファシリティ準備、授業オペレーションの設計)
11 月上旬	教室準備 (PC 設置、ネットワーク準備、教材準備)
11 月 19 日	教員候補者との初打合せ (授業実施日の調整、研修日程調整)
11 月 26 日～27 日	ファシリテーター研修 ※オンライン
12 月 3 日	フォローアップ研修 (初回授業のシミュレーション)
プログラムの実施	
12 月 3 日	生徒向けオリエンテーション
12 月 4 日	授業開始
12 月 10 日	Baseline テスト実施 ※その後 90 分授業×週 3 日続ける
2 月 6 日、18 日	Endline テスト実施
2 月 18 日	パイロット活動終了式 ※2 月 1 日に発生したクーデターの影響によりネットワークの遮断が断続的に続き、予定していた 2 月中の授業は断念。 また、2 月 6 日に予定していた参加児童のための「マス計算コンテスト」のイベントも開始直前に突然インターネットが遮断され、中止。

4.4.4 パイロット事業活動詳細

ファシリテーター（教員）研修

本活動にて、僧院での授業を運営するファシリテーターとして、パイロット活動の拠点となった寺院出身の大学生 2 名と、サポーターとして同寺院に住む高校生 5 名が参加した。ファシリテーター研修では、個別学習の重要性、教材である「Surala Ninja!」の操作方法、授業運営のフロー等を学んでもらった。なお、新型コロナウイルス感染症による渡航制限により、すららネットのメンバーによる現地渡航が実現出来なかったため、双日の支援により、研修はすべてオンラインで実施した。

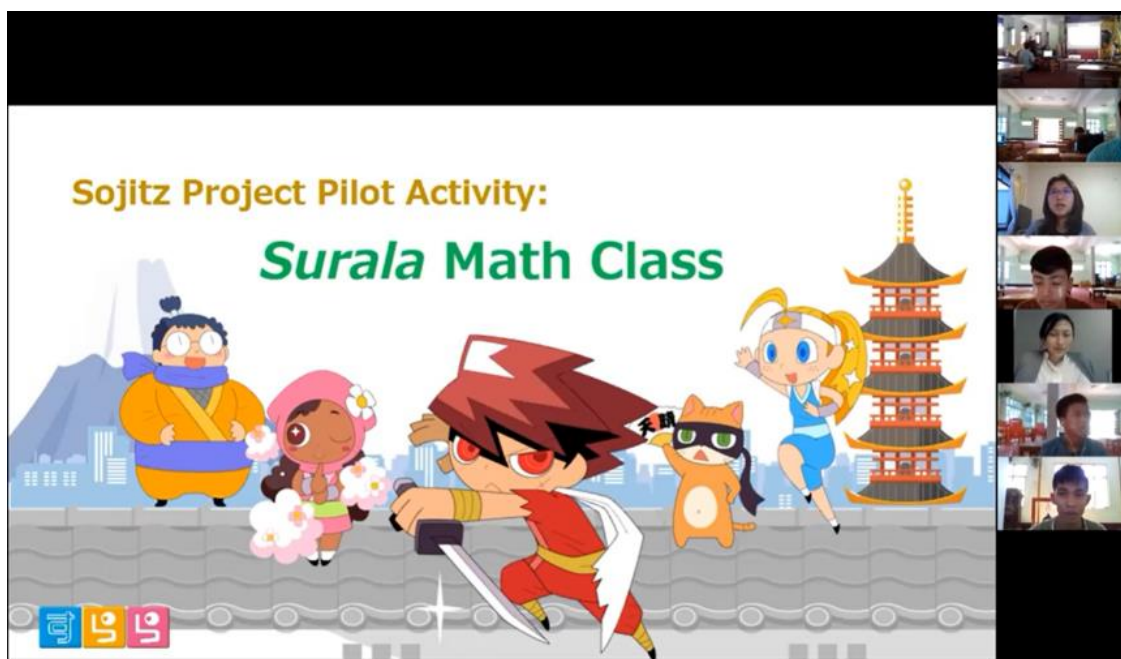


図 35 ZOOM によるオンライン研修の様子

Surala Class（すらら E ラーニング授業）

教務経験が全くない学生が 3 日間の研修のみで、すららネットの E ラーニング授業を運営出来た理由は主に以下の 2 点が挙げられる。すなわち、「概念理解を進めるスモールステップのレクチャー」と「生徒に対する規律・自立学習の指導」である。

「概念理解を進めるスモールステップのレクチャー」については、Surala Ninja! のレクチャーは低学力の生徒にも理解しやすいスモールステップで作られており、かつ丁寧に概念理解・根本理解が進む説明がなされているため、ファシリテーターが直接「教える」必要が無く、教務経験が無いファシリテーターが授業を行っても混乱が無かった。

「生徒に対する規律・自立学習の指導」については、すららネットの E ラーニング授業は、既にインドネシアやスリランカ、フィリピンといった国でも展開されており、生徒全体の学力の底上げを実現するために、現地ではまだ馴染みの薄い「個別最適化教育」を

実践している。教員 1 名が 25 名～30 名の生徒を指導する学校教育現場で「個別最適化教育」を実現するためには生徒自身が自立的に学習できる必要があり、「すらら授業」では規律・自立学習の指導に注力している。本パイロット活動でも他国同様、すららネットが設計した授業オペレーションの中にどのように規律・自立学習の指導を行うかも盛り込まれており、またその指導ステップも研修で教えているため、ファシリテーター自身の経験値や教務力に寄らずに生徒の指導が進められた。

教員の確保が課題となっている新興国においては、こうしたすららネットの教材が持つ優位性を活用することで、教員の負荷を減容しながら、教育効果を向上させることができることが判明した。弱電化、無電化エリアは地方部に位置することが多く、こうした優位性を活用し、事業展開が可能となる。



図 36 ファシリテーターが指導するすらら E ラーニング授業の様子

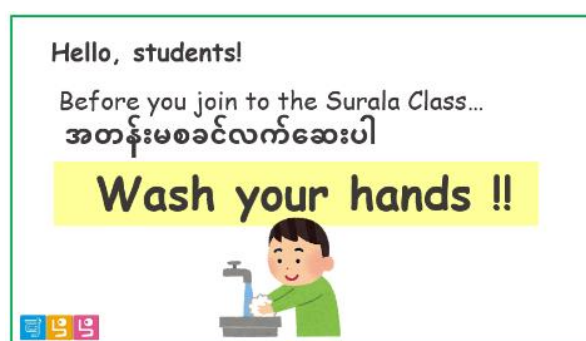


図 37 規律の指導：教室がある行動に入る前に必ず手洗いをするルール



図 38 規律指導の一例：学習ツールの準備、挨拶、授業内のルールの指導

Rules of Surala Class:

- 1) Wash your hands before we start Surala Class
အတန်းမစခင်လက်ဆေးပါ
- 2) Do not chat when teacher talk.
စာသင်နေချိန်စကားမပြောရ
- 3) Raise your hand when you want to call teacher.
မေးစရာရှိလျှင်လက်ထောင်ပါ
- 4) DO NOT eat and drink during Surala Class.
စာသင်ချိန်တွင်မုန့်မစားရ အချိုရည်မသောက်ရ

How to fill in "My Learning Plan"?
“ကျွန်ုပ်၏လေ့လာသင်ယူမှုအစီအစဉ်” ကိုဘယ်လိုဖြည့်ကြမလဲ

図 39 自立学習指導の一例：生徒が自身の学習を記録、管理するツールを提供

修了式





図 40 修了証を手にする参加児童の様子

本パイロット事業では参加生徒達が非常に多くの学習を経験したが、それは同時に多くの「努力をした」とも言える。すららネットのプログラムは、生徒に「努力の足跡」を実感させるため、成績の結果だけに注目するのではなく、学習時間やクリアしたユニットの数を常にトップ画面に表示させる等、プロセス重視の仕様になっている。これは学習した生徒に努力と結果（成果）の因果関係を実感させることを目指している。別の言い方をすると、生徒の「非認知能力」を養うための工夫でもある。

海外の生徒においては、特に個別に演習を経験できることが少なく、成功体験も得にくい。そのため、特に数学や算数については苦手意識が高いケースが圧倒的に多い。そのため、すらら授業の中では、プログラム内の工夫に加えて生徒へ成功体験／実感を持たせる工夫を授業オペレーションの中でも実践している。

本パイロット活動においても、すららネットの E ラーニング授業で多くの努力をした結果を成功体験としてより実感してもらい、数学（算数）に対する自信を深めてもらう目的で、活動終了時にその結果を記載した「修了証」を渡すセレモニーを実施した。

4.4.5 パイロット事業活動成果

生徒の学力向上を実現するために必要なことは「学習量の確保」と「学習の質の確保」である。今回のパイロット活動の実施期間は実質 2 か月間という短期間ではあったが、新型コロナウイルス感染症の影響で、児童が通う公立学校は完全に休校状態が続いていたため、週 4.5 時間（90 分授業×週 3 日）を含め週に約 16 時間すらら授業の時間を確保することができた。

また、教材である「Surala Ninja！」はアニメーションの忍者のキャラクターが生徒に話しかけるように算数を教えるレクチャーがあり、演習問題（ドリル）の結果をランキン

グ形式で表示したり、成績に応じて金メダルがもらえたりといった、「ゲーミフィケーション要素」があり、楽しく学べる＝集中して学習を進めることができた。実際、当初は授業時間が長すぎるのではという危惧もあったが、ファシリテーターが終了の合図をしても生徒が「まだやりたい!」と続けてしまう場面が多く、生徒たちが好んでプログラムを学習する状況が見て取れた。

加えて、ファシリテーターの2名の大学生は寺院の児童たちにとって、既に信頼関係がある「お兄さん」的な存在であり、また熱心に指導をしてくれたことも、参加児童たちの学習意欲を高めることに大きく貢献したことも特筆しておきたい。

パイロット事業成果：学習量

表 21 パイロット事業実施期間中の学習量（全期間）

	完了ユニット数	学習時間
全体平均	488.2	22.8
6年生平均	598.1	22.5
5年生平均	503.9	28.4
4年生平均	336.3	14.6

表 22 パイロット事業実施期間中の学習量（週当たり）

全学年の平均	
平均学習ユニット数(LP)	44.2 units
平均学習時間	3 時間 26 分

12月初旬から授業に参加した5年生、6年生は平均で500ユニット以上のプログラムを学習した。他国の生徒は学校の通常授業を受けながらSurala Ninja!を学習するため、週平均で10～20ユニットを学習している場合が多いが、本パイロット活動に参加した生徒の学習量は通常の2倍から4倍の量に相当したと言える。

なお、上表に記載した学習時間は、システム上に記録されたSurala Ninja!の学習時間であるが、これはレクチャーを学習している時間とドリルの問題を解いている「純粋な学習時間」のみを記録しているおり、実際に机に向かっていた時間はそれ以上となる。

また、この学習時間は生徒が個々にSurala Ninja!にログインしてドリルを学習した時間のみをカウントしており、ファシリテーターが集合形式で各単元を教えたレクチャーの学習は含まれていない。4年生は12月最終週から遅れた学習を始めているため、5、6年生に比べると学習期間が短かったため、学習量もその分少なくなった。

この学習結果からも、すらら授業に参加した生徒達が単に「決められたから」ではなく、意欲を持って E ラーニング学習に取り組んでいた様子が見て取れる。

パイロット事業成果の評価方法

本活動の学力向上成果を以下の 2 点、「Baseline/Endline テスト」と「学習ログデータ分析」で評価した。

「Baseline/Endline テスト」については、学校のシラバスに応じた、学年相当の学力（今回は計算力）に到達しているかどうかを測るための診断テストを、授業開始時に Baseline として、終了時に Endline として実施し、両テストの結果を比較した。

「学習ログデータ分析」について、すららネットには、学校及び教員向けの学習管理システムがあり、すべての ID を持つ生徒の学習記録が確認できる。そのため、今回はすららネットのプロジェクトメンバーが東京にいらながらもパイロット活動の詳細を把握し、現地をサポートすることもできた。学習ログデータの中でも、今回は特に「100 マス計算」の演習結果を分析し、基礎計算力を測るための計算の「正確さ」と「速さ」の改善状況を分析した。

学力向上成果（１）Baseline/Endline 比較

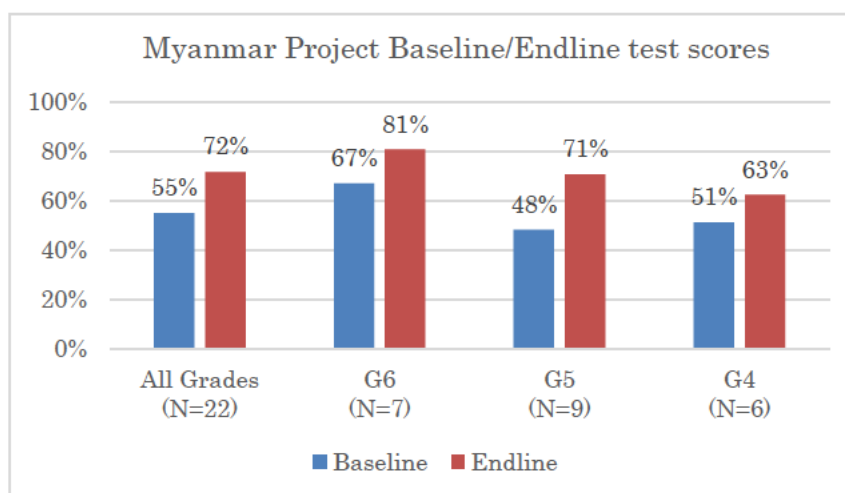


図 41 全体スコア伸長率（全学年）
G6＝6 年生、G5＝5 年生、G4＝4 年生を示している

上図は、全体スコアの伸びを示している。全体平均で正答率が 17% 向上し、全ての学年において改善が見られた。特に Baseline では正答率が低かった 5 年生の正答率は平均で 22% 向上した。

Baseline/Endline 比較において全体の上位 3 割（7 名）の生徒の平均伸長率を見ると 32% となっており、その生徒の Surala Ninja！の学習実績は平均で「27.3 時間」だった。一方下位 3 割（7 名）の生徒の平均伸長率は 2% となっており、Surala Ninja！の学習実績は平

均で「18.6 時間」と、大きな学力向上を見せた生徒と開きがあった。前述の通り Endline は非常に不安定な状況下で受験されたため、一概にその結果を比較はできないが、それでも学習量が成果に影響していることは見て取れる。

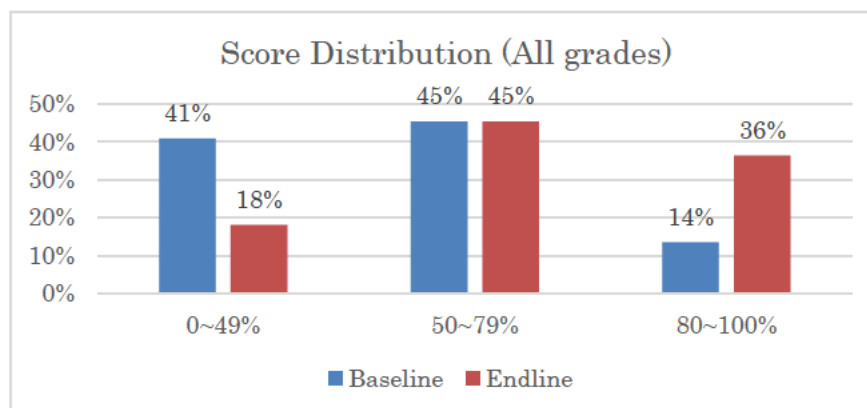


図 42 スコアの分布（全学年）

上図は、スコアの分布を示している。Baseline においては全体の 41% の生徒が正答率 5 割以下であったが、Endline においては 18% と大幅に減少。低学力層の底上げが見て取れる。一方、正答率 8 割以上の好成績を取った生徒の割合は 14% から 36% へと大幅に増加した。

なお、主に 5、6 年生の Endline はクーデター後の 2 月 18 日にネット環境が非常に不安定な混乱下で実施したため、9 名中 7 名の 5 年生の生徒が誤って 6 年生の Endline を受験していた。従って、Baseline と同じ内容のテストを受験していた場合はさらに大きな改善結果が出ていたと推察される。

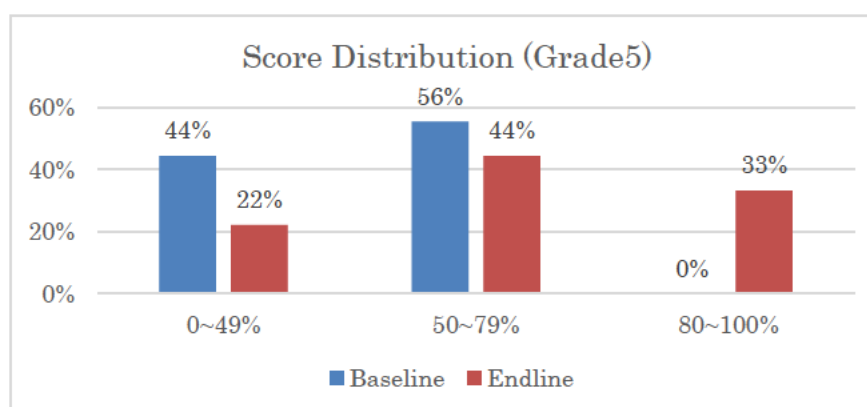


図 43 スコアの分布（5 年生）

上図は、特に伸長度の高かった 5 年生のスコアの分布を示している。Baseline において 44% の生徒が正答率 5 割以下であったのに対し、Endline においては 22% と半減し

た。また、Baseline においては正答率 8 割以上を獲得できた生徒はいなかったが、Endline においては 33%に大幅増となり、大きな改善が見られた。

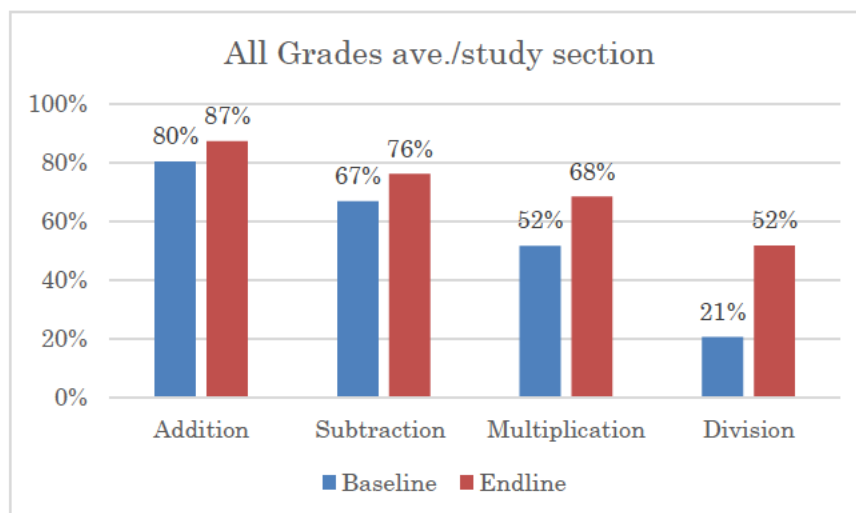


図 44 計算分野別の正答率

Addition=足し算、Subtraction=引き算、Multiplication=掛け算、Division=割り算

上図は、計算分野別の正答率を示している。本テストは、足し算、引き算、掛け算、割り算を難易度別に出題していたが、その分野別のテスト結果を見ても、すべての分野で正答率が伸長している。とりわけ、Baseline では平均で 21%と非常に低い正答率だった割り算範囲は、Endline においては 52%の結果となり、31%も伸長した。

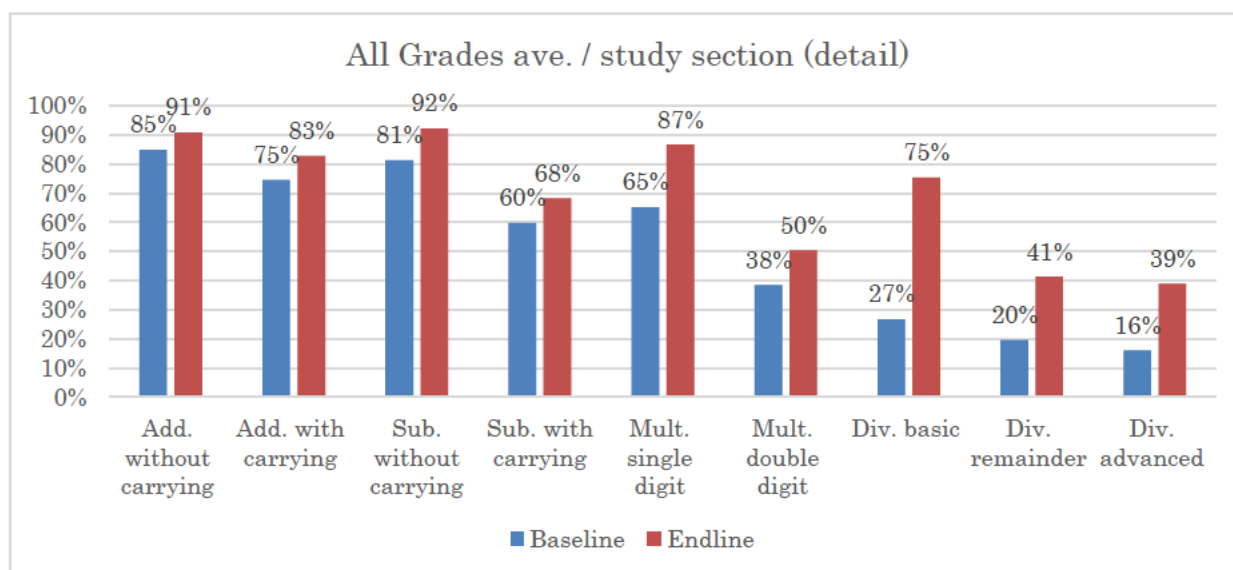


図 45 分野ごとの正答率

分野別にさらに「一桁の繰り上がり無し足し算」、「桁の多い繰り下がり有る引き算」等、分野別に細かく見ると、特に掛け算の「九九」や割り算範囲等、パイロット活動の開始時は苦手分野だった範囲が大きく改善しているのが見て取れる。

特に **Baseline** では割り算九九で解ける単純な割り算問題でもほとんどの生徒が何も回答できていなかったのが、**Surala Ninja!** で一から割り算を学び、**Endline** では正答率が2倍以上に伸長したことは印象的だった。

学力向上成果（2）学習ログデータ分析

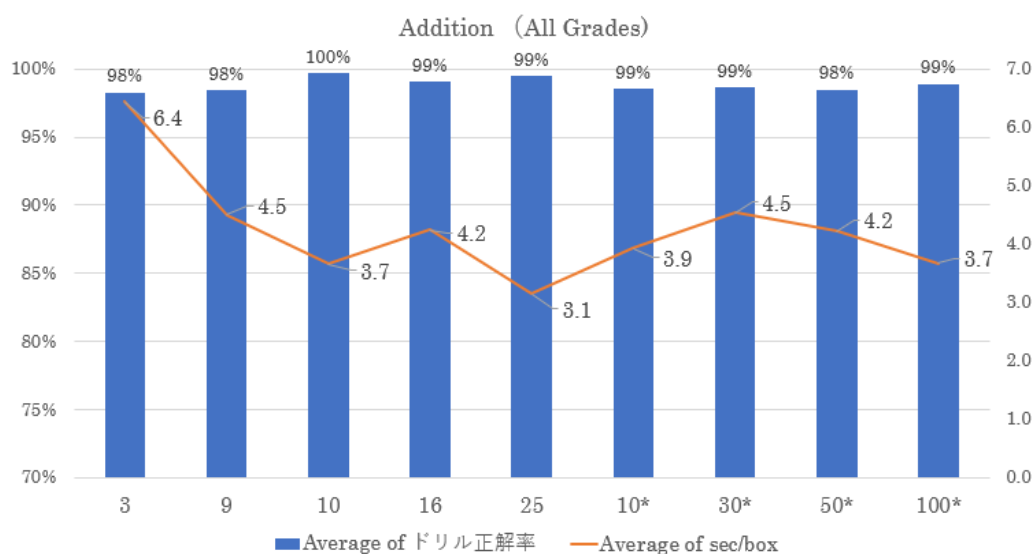


図 46 マス計算学習ログデータ（足し算）

上図は、足し算のマス計算学習によるログデータを比較したものである。右に行くにつれマスの数が増え、最終的には100マス計算を行う。生徒の基礎計算力を強化するため、暗算力を高める「マス計算」ユニットによる単純計算の反復学習を行った。学習開始当初は1回の学習あたり3マス、9マスと少ないマス数（問題数）から始まり、慣れるにしたがい30マス、50マス、100マスとマス数を増やしていった。

開始当初から正答率は高かったが、計算スピードに課題があった。当初は1問あたりの回答に6.4秒かかっていたが、100マスにチャレンジ出来るようになるころには3.7秒と4割以上もスピードが向上した。上図にて「*」つきのマス数は繰り上がり「あり」の足し算となるため、難易度が上がっているが、それでも100マス、つまり100問の計算をより速いスピードで解けるようになっている。

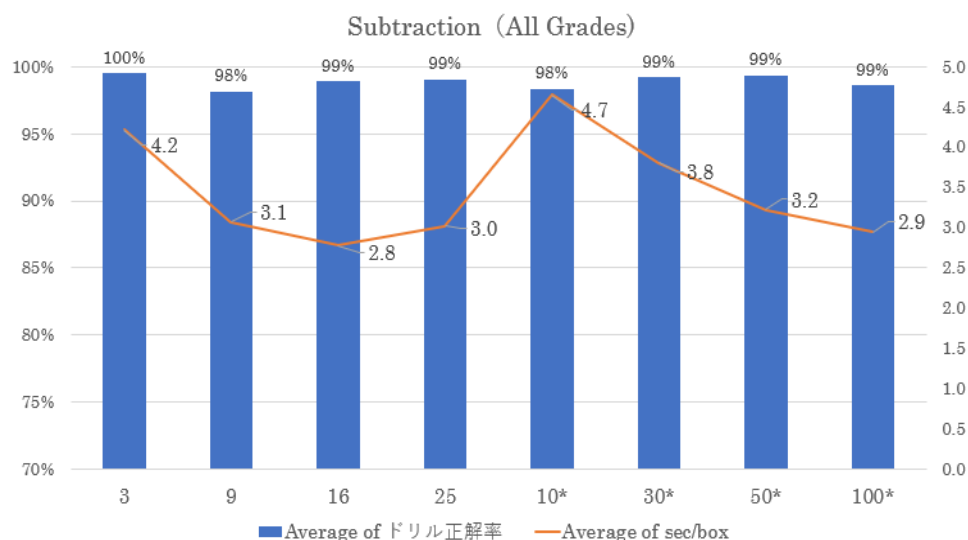


図 47 マス計算学習ログデータ（引き算）

上図は、引き算のマス計算学習によるログデータである。引き算においても、すべての学年において計算スピードの改善が見られた。特に、上手で「*」を付した、多くの生徒が苦手とする繰り返し下りの引き算について、一旦大きく計算時間が遅くなったが、100マスへ進むころには1問あたりの回答時間が4.7秒だったのが2.9秒と大きく改善した。

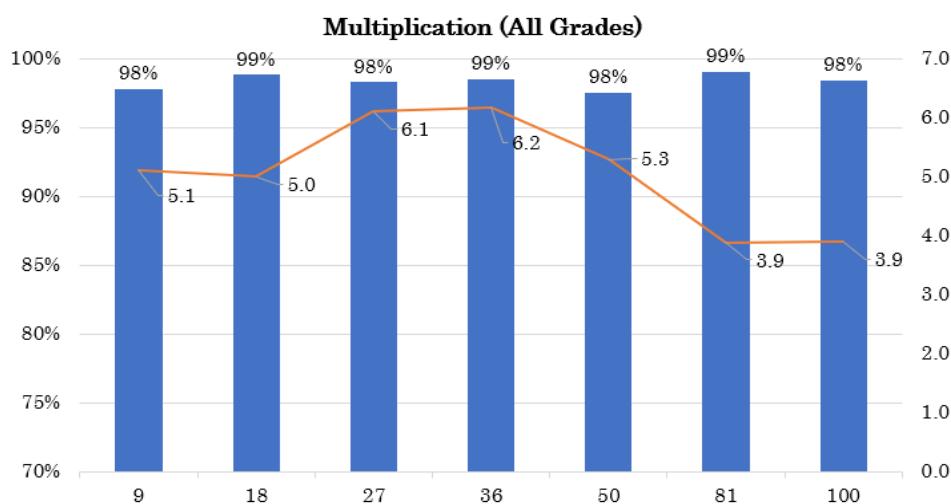


図 48 マス計算学習ログデータ（掛け算）※全学年

※9マス=2の段のみ/18マス=2、5の段のみ/27マス=2、3、5の段のみ/36マス=2～9の段の内4種のみ

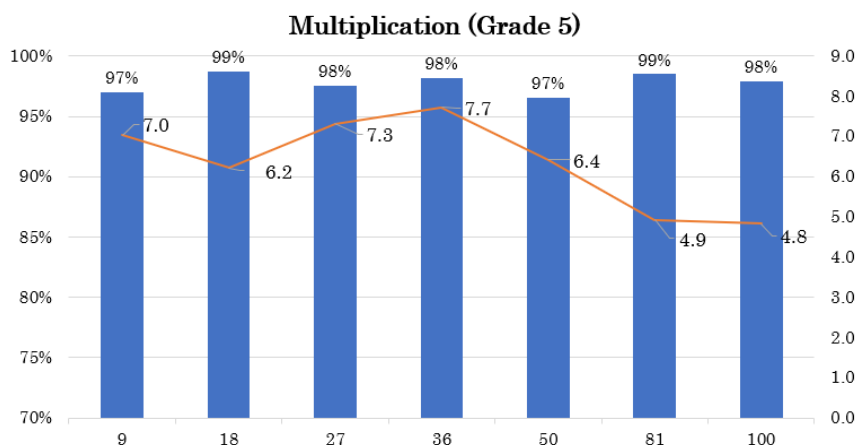


図 49 マス計算学習ログデータ（掛け算）※5 年生

上図は、掛け算のマス計算学習による全体のログデータと、5 年生のログデータを整理したものである。

掛け算のマス計算ユニットは 5、6 年生のみを対象とした。学習開始当初は、九九も十分に暗記していない生徒も多く、計算にも時間がかかっていたが、1 つの段を学習するごとにマス数が増え、九九を全て学習したところには 81 マス、100 マスで全部の九九の計算が出題されるにも関わらず計算スピードが速くなっており、習得が進んだことが伺える。

5 年生の結果を見ると、九九が十分定着していない生徒が多く見られたものの、演習を重ねた結果、学習開始時は 2 の段でも 1 問あたりの回答時間が平均 7 秒かかっていたのに対して、九九をすべて学び直し、100 マスをチャレンジするところには 1 問あたりの回答時間が平均で 4.8 秒と大きく改善した。

4.4.6 総論

遠隔教育パイロット事業としての評価

本パイロット事業活動期間中は、参加児童は学校に一切通っておらず、また遠隔指導も受けていなかったが、純粋に「すらら授業のみ」で、大きな学力向上成果を上げてくれた。このことは、Surala Ninja！による算数学習が公教育の代替になり得ることを示唆している。本活動を通じて特に大きな収穫となったのがこの点である。

基礎計算力は数学を学ぶ上で欠かせない絶対的な土台であり、数学力の必要性はますます世界的に高まっており、どの国においても重要度の高い科目となっている。計算方法の学び方はどの国でも大きくは変わらないが、国のシラバスによって指導内容が異なる点もある。ミャンマーにおいては 2016 年の国民民主連盟（NLD）による政権が誕生後、大規模な教育改革が始まっており、現在も旧制度から新制度への移行期であるため、数学（算数）科目を含む初等教育においても混乱が続いている。旧制度の指導の不十分さと、

新制度への移行の混乱があり、本来小学 2 年生で学習が始まる割り算を高学年の生徒がろくに理解できていない、という状況が生まれていると推察する。

このような公教育の現場においても課題が多い中で、Surala Ninja! の活用は有効だと思われる。本プロジェクト活動で示したように、教務経験の無いファシリテーターが指導しても大きな学力向上成果を創出できており、また各単元の教示法の違いが一部あるとしても、生徒が混乱せずに順調に学習を続けているのは学習ログデータを見ても明らかである。デジタル教育の導入は、教員不足の問題の解消に繋がるだけでなく、学力強化、国全体の初等教育の底上げに繋がっていく。

クーデターの発生と共に学校教育の再開の見通しもさらに不透明になっており、多くの子供たちの「失われた学び」の問題はさらに深刻化すると思われる。その状況下だからこそ、すらら授業のようなデジタル教育を柔軟に活用し、リカバリーに役立てていただきたい。

デジタルインフラを活用した生活水準向上サービスとしての評価

上記のように、ミャンマーの地方部における遠隔教育の有効性を実証することができた。安定した電力と、携帯電話ネットワークというデジタルインフラが活用できるエリアにおいては、今回のデモンストレーションの再現性は高いと考えられる。また、ミャンマーにおける教育へのニーズは高いと考えられることから、デジタルインフラによる恩恵として遠隔教育を挙げて、マスタープランの展開を促進していくことが可能である。

遠隔教育を、デジタルインフラを活用した生活水準向上サービスのエントリー戦略と捉えることも可能である。遠隔教育を通して、タブレット操作等を習得できるほか、必要な料金の支払い等のリテラシーが高まることで、他のサービスを利用することへの障壁が取り除かれていくと想定される。

4.5. 当該サービスからの収益モデルの構築

4.5.1 ビジネスモデル

概要

下図は遠隔教育のビジネスモデルを示している。

事業実施者として、すららネット等の国内の E ラーニング事業会社、双日に加えて、ミャンマーにおけるパートナーが出資し、SPC（特別事業会社）を設立することを想定している。

SPC は、リース会社、通信ネットワークを提供するキャリアとの契約を締結し、遠隔教育の実施に必要な機器や通信インフラを確保する。

遠隔教育の対象については、次項で整理するが、1. 塾としての展開と、2. 公共教育

との連携を想定している。

収入については、ユーザーから徴収することを想定している。都市部と農村部の費用に濃淡をつけて、農村部の負担を軽くすること、寄付を募ること、公共教育や地方開発のからの費用を得ることも考えられる。収入についても次項以降で整理する。

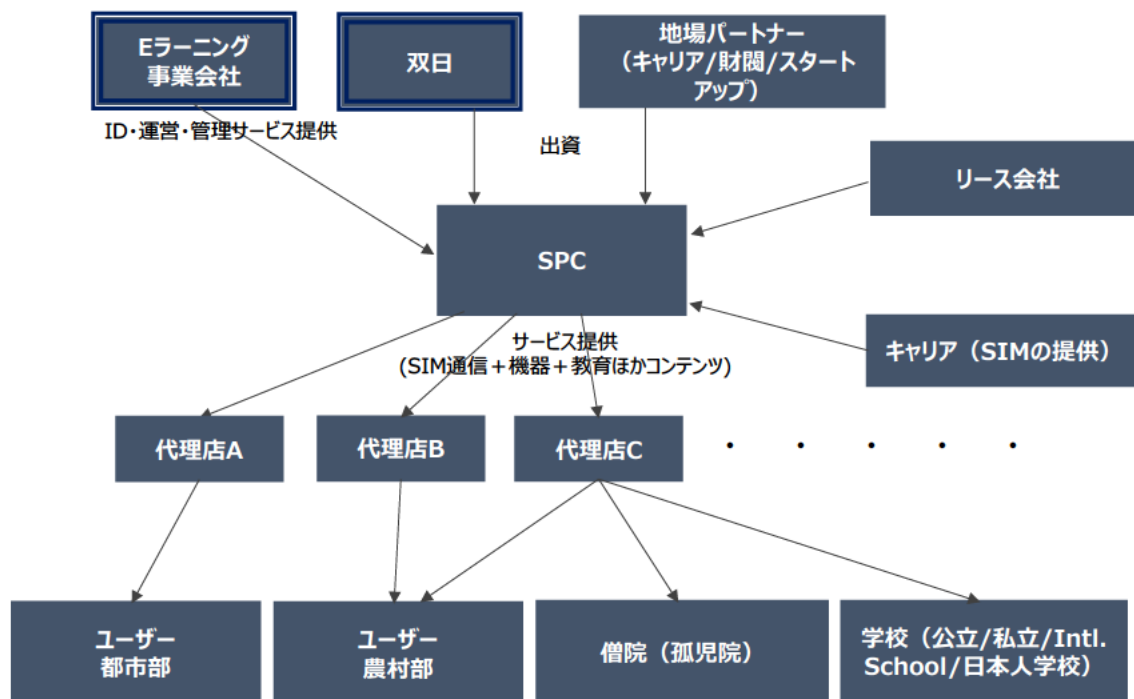


図 50 遠隔教育のビジネスモデル

事業主体

E ラーニング事業会社と双日に加えて、現地パートナーとの連携も必要と考えている。現地パートナーと連携する理由は次の 4 点である。

1. ミャンマー全土へのネットワーク
2. 管理・運営能力
3. 政府とのコネクション
4. 機器コスト負担

1. ミャンマー全土へのネットワークについては、E ラーニング事業会社、双日のみでは、ゼロベースで展開サイトを開拓していく必要があるが、ミャンマーにおいてビジネスを展開している現地パートナーと提携することで、実施サイトを素早く拡大することが可能となる。

2. 管理・運営能力については、1. とも関連するが、事業実施サイトにおけるプログラ

ム管理・運営へのフォローである。基本的には、各サイトに専門のスタッフを派遣することは想定していないが、導入初期の指導、トラブル時の対応等のケアが必要である。

3. 政府とのコネクションについては、まず、許認可申請や手続きに際して、現地パートナーの支援が不可欠と考えられる。次に、教育政策との連携である。日本の「塾」のような公教育を補完するような民間による教育事業をミャンマーでは **Tuition** と呼ぶが、塾の展開について許認可等はさほど必要ないと想定される。一方、公共教育の一環として実施する場合は、現地企業とのパートナーとの連携が不可欠となる。

4. 機器コスト負担については、特に地方部における展開について、現地企業の CSR 活動、または SDGs への貢献として、PC やタブレット等の導入費用を拠出いただくことを想定している。ミャンマーには、寄付文化が浸透しているといわれ、地方部において僧院や公共インフラ整備に寄付金が活用されていることも一般的である。

教育分野におけるスタートアップとの連携

遠隔教育について、前述の通り 1. 塾(**Tuition**)としての展開と、2. 公共教育との連携の可能性がある。

1. 塾 (**Tuition**) について、ミャンマーでは都市部、地方部を問わず、教師等が放課後に自宅等で特定科目を教えるような **Tuition** が浸透している。農村部であっても、1000 円~2000 円程度の月謝を支払い、**Tuition** に通うことも珍しくない。こうした **Tuition** を遠隔教育で代替することができると想定している。

2. 公共教育との連携については、E ラーニング事業会社、双日だけでなく、現地企業との連携が必要である。ミャンマーの公教育については、既述の通り JICA が支援を行っていることもあり日本の教育プログラムが参考にされる可能性がある。その場合すらネットが提供するプログラムにも優位性が生まれる。一方、公教育に民間企業が主導する遠隔教育を導入するためには、政府との交渉等が必要となり、現地パートナーとの連携が必要となる。

ミャンマーでは、教育分野におけるスタートアップも登場しており、公共教育との連携も検討され始めている。算数はすらネット、他の教科は現地スタートアップというような連携によって、公共教育を対象とした事業展開も可能となる。

具体的な連携先

具体的な連携先について、現地財閥、通信キャリア、教育関連のスタートアップを想定している。

現地財閥については、具体的な接触は行っていないものの、地方部へのビジネスに興味があり、CSR や SDGs に理解を示す企業が候補となる。また、後述する、通信や教育分野における連携を進める上で、関連する財閥系企業に出資やリソース提供を含めた連携協議が可能と考えている。

通信キャリアにとって、遠隔教育に参画するメリットは 1. 新規顧客の獲得、2. 安定的

な通信料金の徴収、3. 他サービスの展開となる。通信キャリアにとって、地方部への展開は、消費される通信量（トラフィック）が少なく収益も小さいという点がネックであった。遠隔教育が地方部に浸透することで、こうした課題の解決につながるほか、遠隔教育をきっかけに地方部におけるリテラシーが向上し、遠隔診療、e コマース等のサービスが浸透することも十分に考えられる。

現地財閥や通信キャリアにとっては、通信教育への参画が、地方部へのエントリー戦略となることを訴求し、連携することができる。

教育関連については、スマートフォンによる教育アプリの開発を行っているスタートアップ企業、360ed との連携が可能と考えている。同社は既に、2018 年に教育省と覚書を締結し、新たな教科書に準拠した無料教育アプリの開発を開始している。これまでに英語 4 学年分、理科 1 学年分を公開したという²⁷。今のところ、同社のアプリには算数が含まれておらず、ミャンマー教育プログラムの策定には JICA が支援を行っていることから、すららネットとの連携は検討可能と考えている。

4.6. 料金徴収システムの提案

4.6.1 初期投資と収入

初期費用

国内の E ラーニング事業会社の遠隔教育教材については、既存のものを現地化することが必要となる。具体的には、ミャンマー語への翻訳と、言語の表示特性に基づくレイアウトの変更等となる。こうした現地化工程に 5000 万円程度が必要となる。

公共教育との連携を図る場合は、プログラムそのものの変更が必要となり、応分の費用が発生する。

加えて、遠隔教育を実施するためには、パソコンやタブレットを準備する必要があり、初期費用と通信費用についても検討する必要がある。

収入

収入については、以下のような想定をしている。

表 23 遠隔教育の収入想定

ユーザー/費用負担者	費用
塾 (Tuition)	
都市部ユーザー	● 40~50 ドル/月

²⁷ 日本経済新聞(電子版) 2021 年 1 月 26 日付「ミャンマーの学び、AR で彩り 国を巻き込み教育改革」

	※PC やタブレットの費用、通信費用は自己負担 ※リースの場合はタブレット 3~4 ドル/月、通信料 2~3 ドル/月
地方部ユーザー	● 20~30 ドル/月 ※PC やタブレットの費用、通信費用は自己負担
個人寄付金 企業寄付金	● 地方部における利用料金、PC やタブレットの費用を寄付金で負担する
公共教育	
公共教育	● プログラム開発費用、維持管理費用、ライセンス料
その他の支援	
開発支援	● ミャンマー版の開発費用の一部

塾（Tuition）については、都市部のユーザーについては、40~50 ドル/月の収入を想定している。これは、現状、都市部で展開する企業による Tuition の相場を反映したものである。プログラムを受講するために必要な PC やタブレットは、自己手配となることを想定している。

地方部の塾については、プログラムの利用料金を抑えている。10 ドル~20 ドルという金額間は、地方部における実態を反映したものである。不足分は、都市部からの収入と、寄付金で補うことができる。

寄付金については、個人と企業に分けている。個人は、地方の篤志家を想定している。財を成した篤志家が僧院の整備や、公共の図書館の建設等に寄付を行うことは一般的であり、教育の拡充を目的とした寄付を募ることは可能とみている。

次に、企業の寄付金であるが、これは CSR 活動、あるいは SDGs の取組と考えることができる。また、遠隔教育をきっかけとして、通信インフラへのリテラシーが向上することで、新たなサービスを展開できる可能性がある。PC やタブレットを遠隔教育専用ではなく、通信インフラを活用したサービスのゲートウェーと捉えれば、その配布にかかる費用負担はやがて回収できるものとして訴求することができる。

公共教育との連携では、少なくとも赤字事業にはならない。一方で、商業的な利益を得ることに反発がある可能性もある。公共教育との連携によって最低限の利益を確保し、公共教育における知名度、レピュテーションを基に塾を展開する効果も期待される。

料金徴収

料金徴収については、通信インフラを活用した決済システムを活用する。現金決済が中心の地方部において、遠隔教育を契機に決済システムの浸透を図ることの意義は多くある。

まず、決済ゲートウェーが整備できる点を指摘したい。毎月の支払いについて、決済システムを活用して支払うことで、利用者の決済リテラシー、ひいては通信インフラを活用するリテラシーが向上する。遠隔教育をきっかけとして、多分野で電子決済を進めることができる。

次に、こうした決済の記録が与信となる。例えば、マイクロファイナンスを利用する場合や、将来的なサブスクリプションモデルで家電や農機具を購入する際に、遠隔教育における支払い実績等を与信情報として活用することができる。

つまり、遠隔教育に必要な支払いに、通信インフラを活用した決済システムの導入を、決済のエントリー戦略と位置付けることができる。こうした点をアピールすることができる。PC やタブレットの配布に必要な初期費用を負担する企業を募ることができるだろう。

事業性の検討

上記の整理に基づき、事業性の検討を行った。その結果を下表に示す。一つの検討ポイントは、どれくらいの人数の生徒を獲得すれば事業として成立するかという点である。下表においては、都市のユーザーと地方部のユーザーに対する料金設定を変えている。収入水準が高い都市部の収益により、地方部の収益性の低さを補おうとするものである。システムの開発費は全体の初期費用として考慮しているほか、タブレットの導入はリースを活用することとしており、通信代も考慮している。また、代理店である学校や塾への手数料も試算に含めている。

その結果、都市部 1,500 人、地方部 1,500 人の規模になれば、事業の IRR として 15% を確保できることが判明した。

表 24 遠隔教育の事業採算性（ユーザー3,000 人）

	単位:円	
	ケース①都市(学校向け)	ケース②郊外(10人程度の塾・教室)
1IDあたりの売上	5000	2500
タブレット代/月	400	400
SIM使用料/月	300	300
Eラーニング会社へのRoyalty Fee/月	500	250
1IDあたりの代理店(学校・塾)の収入	750	1000
無形固定資産償却/月	250,000	250,000
諸管理費	500	250
IRR	24.2%	6.9%
事業IRR		15.5%

開発費用への支援等を得ることができれば、更に小規模のスケールであっても事業性を確保することができる。開発費用は、主に既存の英語版をビルマ語に翻訳することを想定しているが、そのほかの現地化が発生することを見越して、開発費用を 2000 万円、人件費を 1000 万円、合計 3000 万円と想定している。そのうち、純粋な開発費用にあたる 2000 万円への支援を得ると仮定して、下表の試算を行った。結果、ユーザー数が都市部 250 人、地方部 250 人、合計 500 人の規模であっても、最低限の事業 IRR を確保することができる。

補助金等を得た事業として素早く事業を立ち上げ、中長期的にユーザーを増やしていくことで事業性を確保することが、現実的な方針であると考えられる。

表 25 遠隔教育の事業採算性（開発補助 2000 万円、ユーザー500 人）

	単位:円	
	ケース①都市(学校向け)	ケース②郊外(10人程度の塾・教室)
1IDあたりの売上	5000	2500
タブレット代/月	400	400
SIM使用料/月	300	300
Eラーニング会社へのRoyalty Fee/月	500	250
1IDあたりの代理店(学校・塾)の収入	750	1000
無形固定資産償却/月	250,000	250,000
諸管理費	500	250
IRR	12.8%	3.0%
事業IRR		7.9%

第5章. 分散型スマートインフラ導入マスタープラン策定、適用可能な日本企業の技術、知見に関する調査

5.1. 分散型スマートインフラ導入マスタープラン

下図で示すマスタープランについて、これまでの検討結果を基にその構成要素である「マイクログリッド」「通信（携帯電話ネットワーク）」「生活水準向上サービス」の方向性を整理する。

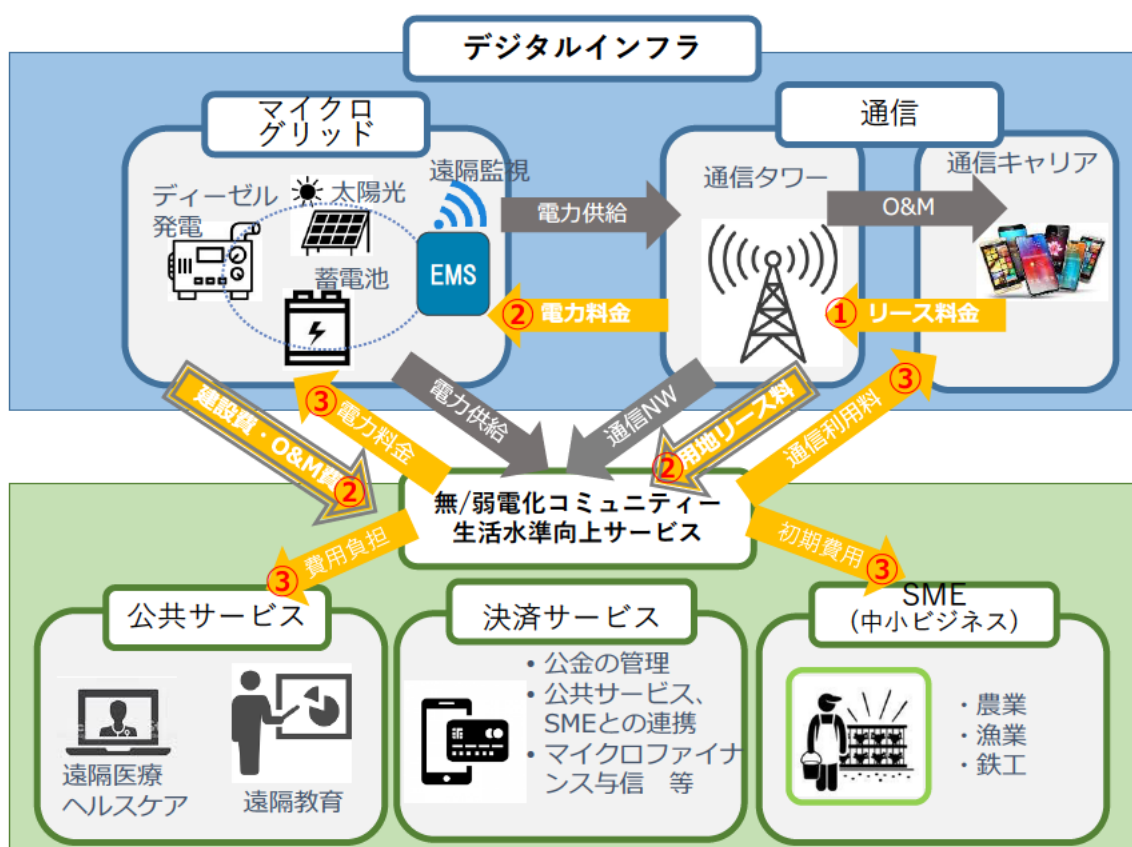


図 51 分散型スマートインフラ導入マスタープランの骨子

5.1.1 マスタープランの目的

策定目的

分散型スマートインフラ導入マスタープラン（以下、マスタープラン）は、電力へのアクセスがない無電化地域、電力を利用できるがその安定性が確保されていない弱電化地域を対象に、マイクログリッドから供給される電力と、その電力のアンカーテナントでもある携帯電話通信サービスから構成されるデジタルインフラを活用して、生活水準向上

サービスを展開することで、地方部の持続可能な発展に寄与することを目的とする。

ステークホルダー

下表に、関連するステークホルダーを整理した。政府に関しては、当マスタープランの詳細策定、普及に大きな役割を果たす。コミュニティにおいては、電化委員会や村落開発委員会を設立し、デジタルインフラを提供する事業者との協議・交渉の窓口となるほか、タワー用地のリース料金や、マイクログリッド建設への貢献によって支払われる対価を公金として管理することが求められる。民間企業は、デジタルインフラを活用したサービスを提供し、対価を受け取ることになる。

表 26 提案マスタープランのステークホルダー

分野	名称	役割
政府	国民民主連盟（NLD） 中央経済委員会	経済政策を始めとする政策立案
	国家経済調整委員会 （NECC）	経済政策を策定・実行
	財務省	財源の確保、補助金の制定
	電力・エネルギー省	グリッド延伸による電化推進
	農業畜産灌漑省 DRD	マイクログリッドによる電化推進 スマート農業の推進
	運輸・通信省	通信政策を管掌
	商業省	SME の育成 E コマースの推進
	地方政府	コミュニティの支援
コミュニティ	電化委員会	マイクログリッド事業者との折衝 マイクログリッドの建設支援 マイクログリッドの維持管理
	村落開発委員会	タワー用地の確保 リース料金の管理
民間企業	マイクログリッド事業者	マイクログリッドの建設 マイクログリッドの維持管理
	タワー事業者	タワーの維持管理（通信設備含む） リース代の支払い
	公共サービス事業者	遠隔教育、遠隔医療等
	決済サービスプロバイダー	決済サービスの導入 代理店機能

	SME サービスプロバイダー	小規模、中規模の事業を展開する
ドナー	日本政府	マスタープランの策定支援
	各国政府	地方開発に係る支援
	国際機関	地方開発に係る支援

5.1.2 マスタープランの対象エリア

対象となるのは、ミャンマーにおける無電化エリア、弱電化エリアとなる。

無電化エリアについては、国家電化計画において、系統接続の優先順位が低く、当面ナショナルグリッドが到達しないエリアが想定される。

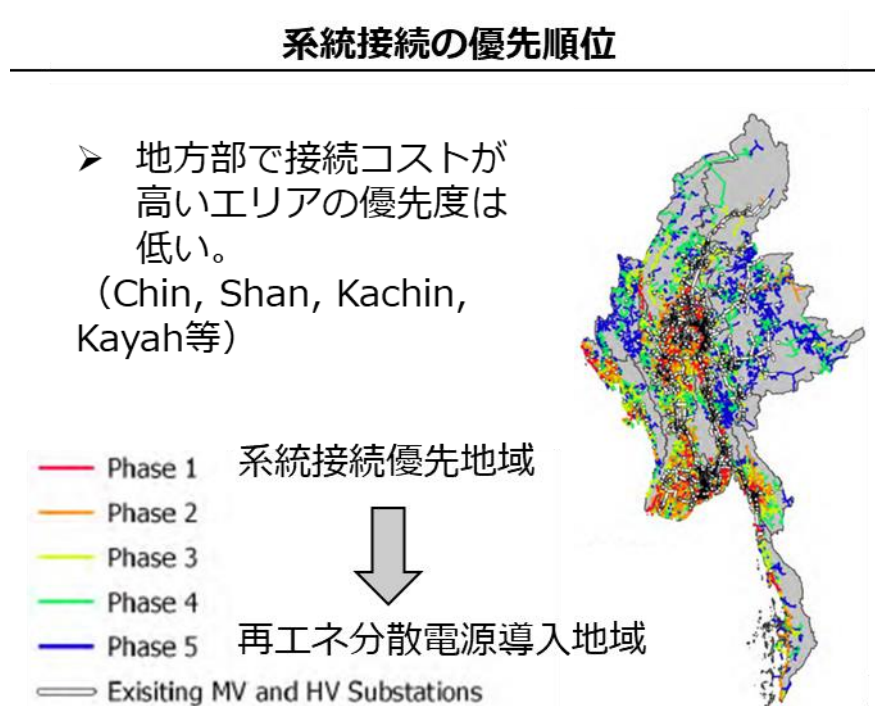


図 52 NEP に示された系統接続の優先順位²⁸

弱電化エリアに関して、その定義は明確ではないものの、「通信タワーにディーゼル発電機が備え付けられているエリア」と近い。タワー事業者はそのようなエリアを、弱電化地域 (Poor Grid) と分類しており、その分類を使用することができる。

²⁸ NEP より

5.1.3 マイクログリッドの概要

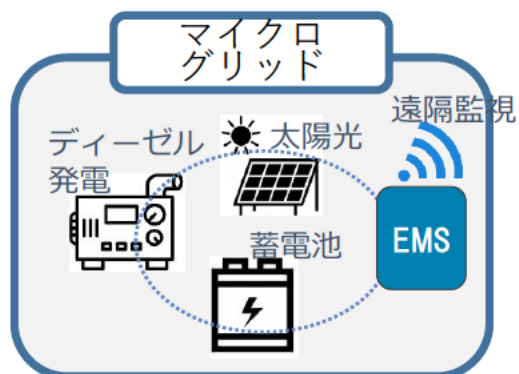


図 53 マイクログリッド発電部分のイメージ

構成

マイクログリッドは、大きく発電部分と、送配電部分に分けることができる。発電部分の構成要素は、太陽光発電システム、ディーゼル発電機、蓄電池、エネルギーマネジメントシステムとなる。太陽光発電については発電コストを引き下げるという観点からも、CO₂排出削減への寄与という観点からも導入を必須とする。地理的条件、気候条件が適していれば、風力発電、小水力発電等を導入することや、複数の再生可能エネルギーを導入することも可能である。EMSについては、適切な維持管理を行う上でも、CO₂排出削減効果をモニタリングするという観点からも、遠隔監視システムの導入を必須とする。

送配電網について、通信タワーへの給電については、マイクログリッド事業者と通信タワー事業者の契約に基づいて実施する。コミュニティにおける送配電網については、不公平感が出ないようにコミュニティの電化委員会と協議の上で方針を決定する。

マイクログリッドの規模については、通信タワーへの給電と、コミュニティへの給電に不足がないように設計する。通信タワーへの給電に出力を合わせて、コミュニティには余剰を配電する設計とした場合、電力ピーク時の需要に対応できなくなる点に留意する必要がある。

弱電化地域のみならず、無電化地域についても、将来的なナショナルグリッドの延伸が図られる可能性があるため、マイクログリッドはナショナルグリッドと接続できるように設計することが求められる。

運用主体

マイクログリッドについて、マイクログリッド事業者とコミュニティの電化委員会によって運用される。補助金の有無によって、運用主体が異なる場合も考えられる。例えば、マイクログリッド事業者は発電部分のみを所有・運用する、電化委員会が送配電部を所有・運用するというケースもあり得る。

マイクログリッド事業者は、建設時や維持管理に当たって、特殊な技能や技術が必要と

なる場合を除いて、可能な限りコミュニティから必要なリソースを得るように努める。

建設と維持管理

マイクログリッドの建設に当たって、コミュニティによる電力を活用した生活水準向上サービスの導入に必要な原資を確保するため、マイクログリッド事業者はコミュニティが提供可能なリソースを確認し、なるべく活用することを検討する。例えば、土木工事や基礎工事に必要な労働力の提供、石、木材の調達や加工等はコミュニティのリソースを活用し、対価を支払うことが推奨される。コミュニティの電化委員会は、こうした提供可能なリソースのとりまとめを行う。

維持管理についても、マイクログリッド事業者は、可能な限りコミュニティに業務を委託することを検討する。

建設時や維持管理にあたり、コミュニティから提供するリソースへの対価は、事業者から電化委員会や村落開発委員会に支払われ、委員会は公金として扱う。人件費についても、こうした委員会から配分される。

5.1.4 通信の概要

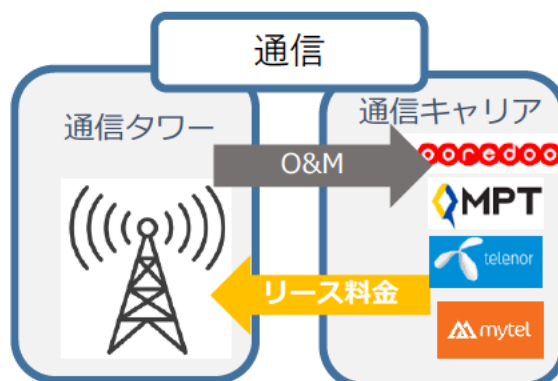


図 54 通信インフラのイメージ

通信タワーは、通信キャリアの通信設備を搭載しており、4G以上の携帯電話ネットワークを供給する。通信タワー事業者は、通信キャリアから通信設備の維持管理を請け負う。タワーの用地はコミュニティの共有地を活用し、用地のリース料金はコミュニティの村落開発委員会に支払われる。通信タワーの維持管理に必要な電力の調達については、マイクログリッド事業者にアウトソースする。

通信サービスについては、通常通りユーザーに通信料金を請求する。用地リース料金との相殺等を行わない。

5.1.5 生活水準向上サービス

概要

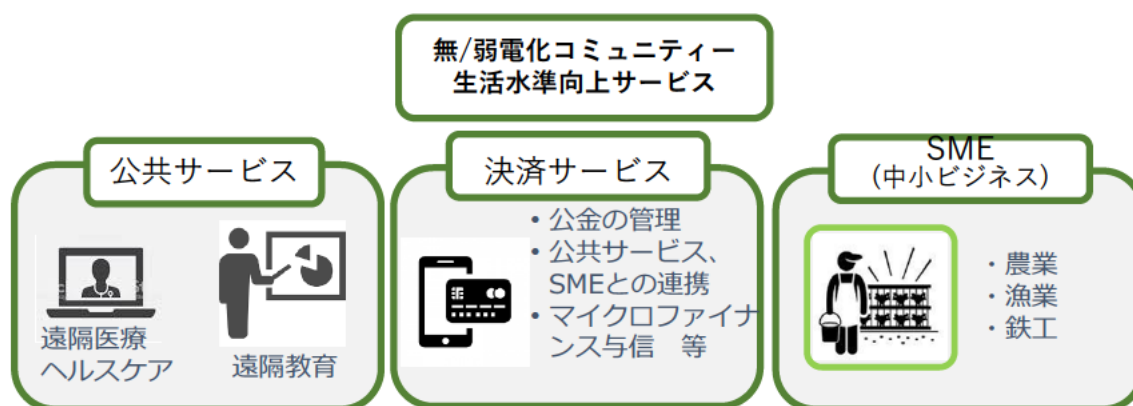


図 55 生活水準向上サービスの構成

電力と携帯電話ネットワークという通信インフラという、デジタルインフラを活用して展開する生活水準向上サービスに関して「公共サービス」「決済サービス」「SME（中小ビジネス）」に分類する。

公共サービス

公共サービスは医療や教育等「BHN : Basic Human Needs」を満たすようなサービスであり、導入に当たっては政府等との公共セクターとの協力、連携も検討する。代表的な事例であり、導入へのハードルが低いものが、遠隔教育や遠隔医療である。教育については公共教育と連動するものとして導入を推奨する。遠隔医療に関しても、クリニック等がコミュニティ内に存在しない場合は導入を推奨する。導入に必要な、PC やタブレット端末等を導入する初期費用、サービスを利用するための費用に関しては、公金として管理されるタワー用地のリース料金、マイクログリッドの建設や維持管理の対価を財源とすることができる。

生活水準向上サービス 2 決済

タワー用地のリース料金、マイクログリッドの建設や維持管理の対価を財源とする公金については現金ではなく、キャッシュレス決済システムを利用して管理することを推奨する。デジタルインフラを利用することで様々な決済システムを使用することができるに加え、決済システムを活用することで、公金の管理に関する透明性を確保することができる。また、コミュニティの住民にも決済システムの導入を推奨する。キャッシュレス決済を導入することで、様々なサービスを利用することができるほか、支払い状況が与信となり、マイクロファイナンス等を活用することが容易となる。

生活水準向上サービス 3 SME

デジタルインフラを活用することで、様々なサービスを活用することが可能となり、農業、漁業等の分野で、生産性の向上、製品の付加価値向上等が可能となる。コミュニティにおける村落開発委員会は、具体的なサービスの活用等を検討するとともに、必要な機器の調達に必要な資金、住民が農業資材や肥料、種子等を購入するための資金を提供するようなサービスを検討する。その財源となる公金として、タワー用地のリース料金、マイクログリッドの建設や維持管理の対価を活用する。

5.1.6 ファイナンス、キャッシュフロー

全体のキャッシュフロー

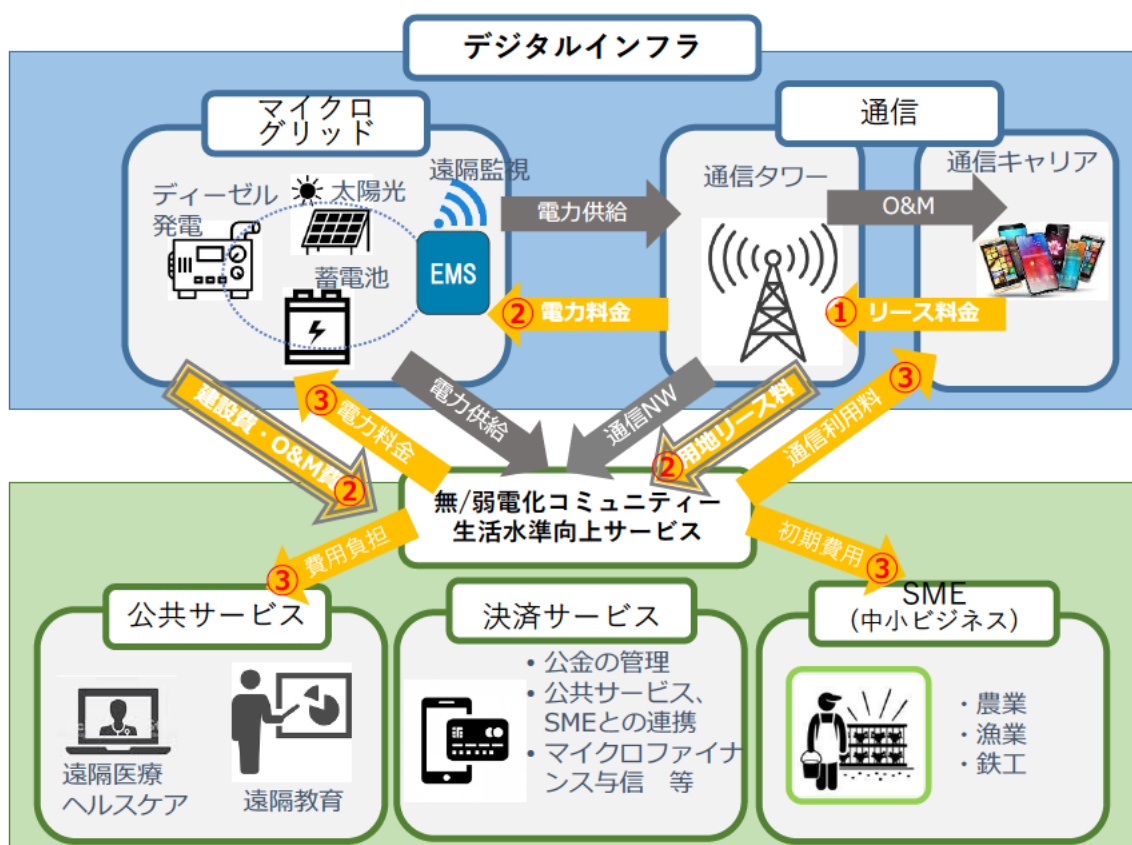


図 56 分散型スマートインフラ導入マスタープランの骨子 ※再掲

上図は、マスタープランの骨子を示しているが、黄色で示されている部分がキャッシュフローとなる。マスタープランの特徴は、上図では②で示されている、タワー用地のリース料金、マイクログリッドの建設や維持管理の対価をコミュニティに支払うことで、公金を確保している点にある。

これまで、生活水準向上サービスの最大の難点は、「収入が少ないコミュニティにおけ

る初期費用の捻出」であった。持続的な財源が確保された公金を活用することで、遠隔教育や遠隔医療といった公共サービスの活用が可能となり、中小ビジネスの展開も可能となる。結果として、コミュニティの生活水準は向上し、収入も増加していくことが想定される。

5.1.7 既存政策との連携、補助金

電力政策 60:20:20 モデル

マイクログリッドの建設については、既存の DRD による 60:20:20 モデルと呼ばれる、ミニグリッドの建設に必要な初期費用の補助金を活用することができる。一方、この支援制度については、スピード感等の点で問題があることが指摘されている。また、世界銀行からの拠出金を財源としているために、持続可能性という点では疑問が残る。60:20:20 モデルによって実現したミニグリッドの例を基に、後述する村落開発基金等に一本化する形で、ミャンマー政府の財源によるミニグリッドやマイクログリッド支援が実現することが望ましい。

第 3 章で述べたように、マイクログリッドを民間事業として実施することは経済的に困難である。電力アクセスの確保は政府や電力セクターの役割と考えられ、マイクログリッドの建設費に必要な費用に対して補助金を充てることに正当性はある。また、ナショナルグリッドの延伸に当面は経済性がないエリアでは、マイクログリッドの一部費用を公的セクターが負担しても、ナショナルグリッドの延伸よりもコスト面でのメリットが生じる。

通信政策 USF

通信政策においては、ユニバーサル・サービス・ファンド (USF) を活用することが考えられる。第 2 章で述べたように、通信事業者の利益を財源とする USF は遠隔地における通信インフラ整備にはあまり活用されておらず、資金としては潤沢化している。この資金を、マスタープランの普及に充てることも考えられる。例えば、提案している決済システムの導入については、将来的な徴税システムとの紐づけ等に活用できる可能性がある。徴税だけではなく、検討が進んでいるというミャンマー版マイナンバー制度と個人の SIM の紐づけ等においても、デジタルインフラの普及との親和性が高い。単なる通信アクセスの向上ではなく、通信を活用した行政システムの整備という観点から、デジタルインフラの整備に USF の資金の活用余地はありと考えられる。

村落開発法、村落開発基金

2019 年に成立した村落開発法に基づく、村落開発基金については、電化や SME の育成もスコープとしている。村落開発法とマスタープランの親和性が高いことは、NLD も認

めるところである。課題は、基金の財源であろう。理想的には、ミャンマー政府が用意する財源を村落開発基金に充て、提案マスタープランの導入に必要な資金、特にマイクログリッドの建設補助制度を導入することが必要となる。

財源については、電力料金に地方電化用のサーチャージを課す方法がある。これは一般的な電力政策であり、新興国において導入されているケースもある。デジタルインフラの浸透による効果を考えると、通信分野における USF を村落開発基金の財源の一部とすることも検討の余地がある。現状、様々な分野における補助金や基金のような仕組みを、村落開発基金の財源として一元化し、提案マスタープランの普及を促進することを、NLD 等に提案していきたい。

5.1.8 ドナーの役割

日本政府を含む、ドナーの役割としては、政策立案支援、パイロット事業実施、キャパシティービルディングによるマスタープランの政策への落とし込み、実現に向けた支援を継続的に行っていくことが必要となる。

世界銀行による 60:20:20 モデルのようなファイナンスの提供についても、初期段階においては有効であろう。もっとも、ドナーからの支援に依存しすぎることは持続可能性という観点から薦められない。理想的には、ミャンマー政府による財源確保が必要となるが、そのステージに到達するまでの支援はドナーの役割となろう。

具体的には、包括的な地方開発を目指す村落開発法と村落開発基金の成立に向けた支援を続け、導入初期段階にはファイナンスの提供も行うことが求められる。

5.2. 日本企業が有する関連技術や取組み状況の調査

5.2.1 マイクログリッド

適用可能な技術

マイクログリッドについて、太陽光発電モジュールには一定の競争力がある。中国ブランドとの価格差を数%程まで縮めた日本ブランドの太陽光モジュールメーカーも出てきている。

その他、インバーター、蓄電池、EMS 等は日本製品を取り扱う現地代理店も存在しておらず、維持管理体制も構築されていないため、現時点では参入可能性が低い。

マイクログリッド運営ビジネス

マイクログリッドを構成する機器については、太陽光発電モジュールを除くと導入可能性は低いものの、再生可能エネルギーを導入したグリッドを建設、保有し、運用するビ

ビジネスについては、実現可能性がある。東京電力と中部電力が参画し、アジアにおけるミニグリッド、マイクログリッドビジネスを展開している GREENWAY GRID GLOBAL (GGG) という具体例もあるほか、日本の電力会社もミニグリッドやマイクログリッド事業に興味を持っている。ミャンマーでは、京セラが現地企業との合弁企業を設立し、DRD のミニグリッド支援スキームを活用した地方電化に取り組んでいる。

地方部の電力料金は高額であり、電力需要の創出ができれば収益性の高いビジネスを展開できる可能性がある。

5.2.2 通信

通信設備

携帯電話については、ミャンマーだけではなく、グローバルな動向に左右される。アジアを中心に存在感を占める中国勢も攻勢を強めている。4G までの段階では、日本企業による参入可能性は低いと言わざるを得ないが、5G、6G 以降で日本の技術や製品が普及すれば、地方部に次世代の機器を導入することでスマート化を促進という文脈での展開の可能性はある。

通信タワー

通信タワー運営については、技術的な観点での参入可能性は低い。一方、双日の edotco への出資をベースとした本件のように、通信タワーの運用コストの低減等の改善サービスの提案は可能であり、日本企業の参入も可能である。通信タワー事業は、国境をまたいだ展開を見せている。例えば、edotco はマレーシア資本であり、ミャンマー以外にもマレーシア、バングラデシュ、カンボジア、スリランカ、パキスタンにおいてタワー事業を展開している。ミャンマー国内だけでなく、アジアにおける通信タワー事業の動向に注視する必要がある。

5.2.3 生活水準向上サービス

遠隔教育

デモンストレーションを行った、すららネットについては導入の必要があることが分かった。既述の通り、すららネット単独だと公共教育への進出はハードルが高いために、現地のスタートアップ等との連携が必要である。ミャンマーの公共教育については、JICA が支援を行っており、算数は日本のカリキュラムをベースにした検討が進められていることから、すららネットとの親和性が高い。360ed と連携して教育プログラムを策定し、算数はすららネット、英語と理科は 360ed というような役割分担を担うことが理想的である。このように、日本の支援活動を整理した上で、親和性の高い分野における生活水準

向上サービスの導入を図ることも可能である。

遠隔医療

現地のスタートアップは遠隔問診のレベルにある。所得の向上等に伴い、遠隔医療へとステップアップしていくと想定される。現時点では、日本で検討されている遠隔医療はオーバースペックであり、スタートアップ等への出資を行い、ニーズに応じて日本の遠隔医療技術の適用を目指すことになる。

遠隔医療については、新興国からの「リバースイノベーション」の可能性もある。条件の悪いミャンマーで発展する必要最小限、コストが安く、実装のハードルが低い、物流とも連携している遠隔問診モデルが、先進国の地方に適用できる可能性がある。

決済

銀行系、携帯電話系と様々な決済サービスが存在しており、新たな決済サービスを立ち上げるのは現実的ではない。

新たな視点として、複数の決済サービスのいずれも利用が可能な、地方部向けの決済ゲートウェイを構築することはできる。デジタルインフラが到達すると、まず決済ゲートウェイにアクセスし、様々な支払い等をキャッシュレスで行うようにする。コミュニティに支払うリース料金や、マイクログリッド建設に係る労務費等をこうした仕組みから支払うことで、円滑な導入を図ることができる。

将来的には、こうした仕組みを納税システムと連動させることで、より利用者を増加させることもできる。日本がミャンマーの納税システムの支援を実施することがあれば、連動することに現実味が出てくる。

いずれにしても、ゼロベースではなく、既存の決済サービスの付加価値を上げるような取り組みに、参入可能性があると想定される。

SME

前章で述べたように、ゼロベースでSMEを立ち上げることは現実的ではない。例えば、日系のスタートアップが存在感を示すマイクロファイナンスの業務改善ビジネスや、弊社が事業を行っている物流等を、遠隔地スマートビジネスに適用していくことは可能である。

SMEについては、スマートアグリ、物流等、地方におけるデジタルインフラと親和性の高いスタートアップが登場している。地方開発と親和性の高いサービスへの出資によるプラットフォーム作りが効果的と想定される。

5.2.4 サービス同士のシナジー

上記のようなサービスを「電力+通信+決済」をインフラとして、一気に通貫で展開するような「遠隔地スマートビジネス」を日本企業が主導することは可能と考えられる。概要は前章で紹介した通りであるが、こうした、複数の既存サービスを束ねる、ゲートウェーを構築するようなビジネスのアイデアについては、賛同いただく日系企業も存在している。ゲートウェーにつらなる複数のサービスを連携させ、AI、ICT によるシナジー効果の発揮を狙うというのが、日本企業が目指す姿だといえる。

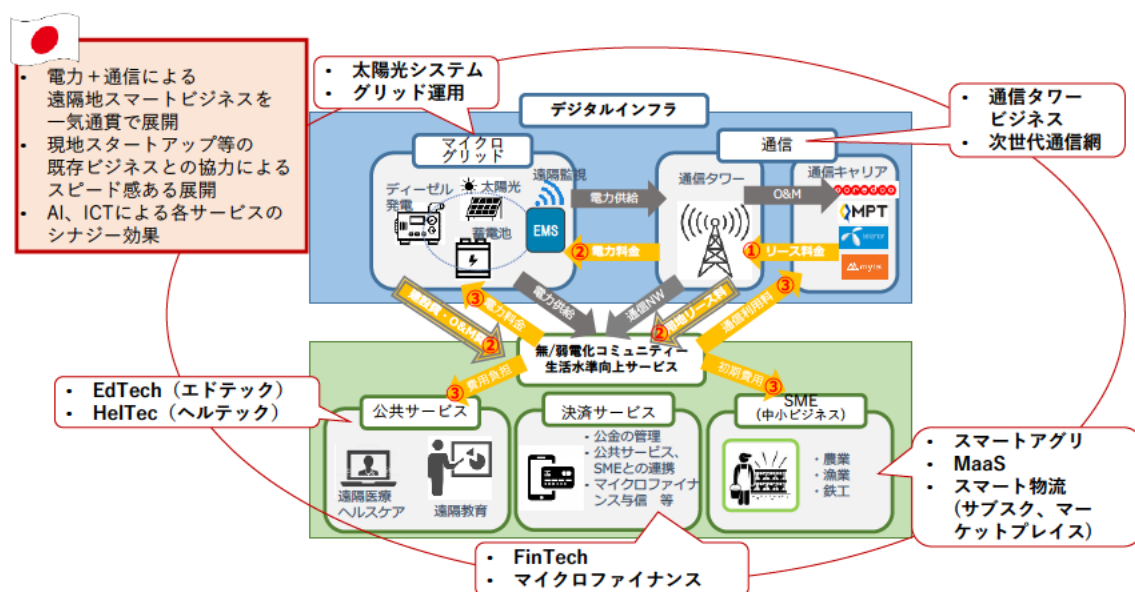


図 57 デジタルインフラを活用した「遠隔地スマートビジネス」のイメージ ※再掲

5.3. 日本企業が参入可能となる仕様・条件の上記マスタープランへの反映に向けた調査

概要

既に記載したマスタープランの骨子には、日本企業が参入可能となる点も含まれていた。マイクログリッドや通信タワーについては、双日がビジネス化するという構想を有していることから、生活水準向上サービスにおけるポイントを示す。

エントリー戦略としての遠隔教育

すららネットによるデモンストレーションを実施した遠隔教育については、ミャンマーにおける算数教育において日本のカリキュラムが参考にされるという点で、非常に親和性が高い。遠隔教育を盛り込むことで、すららネットによる事業展開は容易になると

想定される。また、遠隔教育は遠隔地スマートビジネスにおけるエントリー戦略となり得るものである。遠隔教育をきっかけに、様々なサービスを検討、導入することができるために、ここに日系企業が参画することに大きな意義がある。

決済システムの導入

マスタープランにおいては、公金の管理と、コミュニティの住民を対象としたキャッシュレス決済を推奨している。これは、前項で示した「複数の決済サービスのいずれも利用が可能な、地方部向けの決済ゲートウェイの構築」を意識したものである。既にキャッシュレス決済システムは確立された感があるが、それらを統合し地方向けにゲートウェイとして用意することを目指す。マスタープランの導入を見越して、ゲートウェイ的な仕組みを事前に作り上げ、実証事業等を行うことで優位性を発揮することができる。さらには、徴税システムとの紐づけ、マイナンバーとの紐づけ等ができれば、公共分野におけるビジネスに波及する可能性もある。

カーボンクレジット

CO2 排出削減量をモニタリングすることで、カーボンクレジットを創出することができ、ここに二国間クレジット制度（JCM）を活用できる可能性がある。具体的には、マイクログリッドにおいて、遠隔監視ができることを盛り込んでいるが、再生可能エネルギーの発電量を正しくモニタリングすることで、CO2 排出削減量に基づくクレジットを発行できる。ミャンマーと日本は JCM の構築に合意しており、提案マスタープランによる CO2 排出削減量を定量化し、JCM クレジット化することも可能となる。

マスタープランを、脱炭素政策と位置づけ、その定量化に JCM を活用することができる点を訴求することで、日本のプレゼンスを発揮することができる。

事業・運営権対応型無償資金協力

最後にマスタープランの導入に当たって、日本企業の参入を促すという観点から、事業・運営権対応型無償資金協力等、日本政府による支援策を活用することも有効である。ミャンマーにおけるミニグリッドに関しては、現状でも世界銀行の資金による補助金制度が存在しているように、民間企業の資金のみでは事業の実現可能性が低い。既述の通り、理想的にはミャンマー政府による補助金等の制度を整備すべきではあるものの、初期段階においては、日本政府の支援を得て構想を現実化させていくことも有効な手法である。

第6章. マスタープランのASEAN諸国等の他地域への水平展開 の可能性調査

6.1. 分散型スマートインフラ導入対象地域の選定条件の検討 選定条件の概要

本マスタープランは、グリッドへのアクセスが可能であっても、グリッドの信頼度が低い弱電化地域、グリッドが到達していない無電化地域がターゲットとなる。ASEAN 諸国への展開を検討するにあたっては、電化率と電力の安定性という点からの検討が可能である。

電力という観点では、電力市場の開放性、閉鎖性も検討する必要がある。

もう一つは携帯電話ビジネスの構造である。提案マスタープランの特徴は、Tower co と呼ばれるタワー事業者が含まれる点にある。タワー事業が国営企業の独占になっているような国の場合は事業展開には不向きと考えられる。

電化率

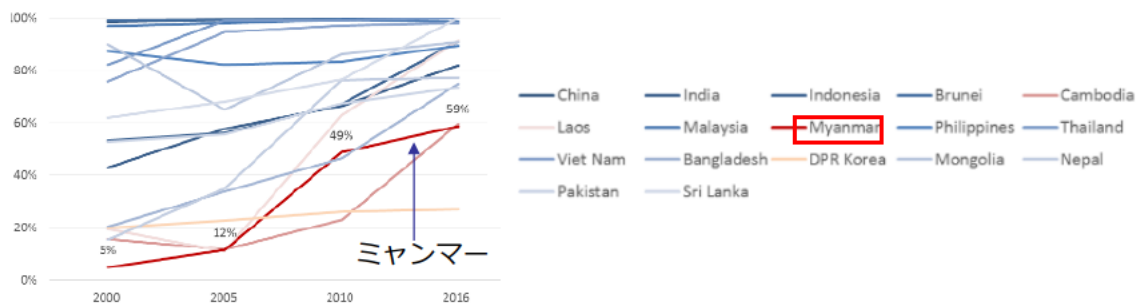


図 58 アジア諸国の電化率²⁹

上図は、ASEANN 諸国の電化率を示しているが、ミャンマーに加えて、ラオス、カンボジアの電化率が低いことが分かる。

²⁹ IEA, Energy Access Outlook 2017

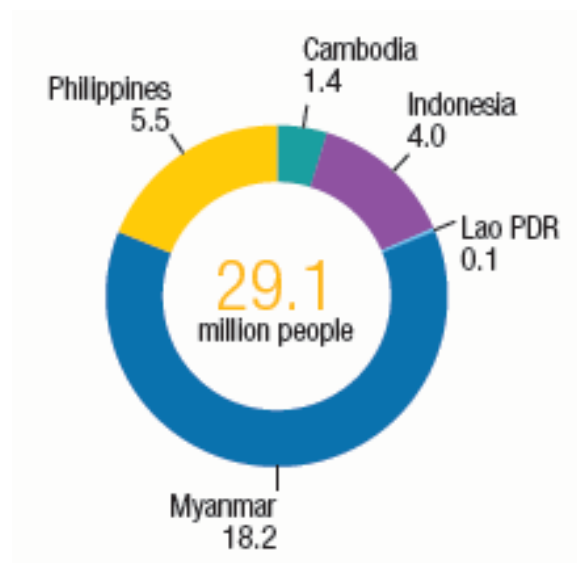


図 59 無電化エリアの人口³⁰

続いて、上図は ASEAN の無電化地域における人口を示している。ミャンマーにおける無電化地域の人口が突出していることが分かる。ラオスは人口が少ないために、無電化地域に住む人口も少なくなっている。フィリピンとインドネシアについては、島しょ部を中心に遠隔地に無電化地域が存在している。両国とも人口が多いため、マスタープランについては一定の受容性があると想定される。

ここで指摘しておきたいのが、無電化の定義である。ASEAN の遠隔地においては、SHS (Solar Home System) と呼ばれる、住居の屋根に数百 W の太陽光発電パネルを設置し、小型の蓄電池と組み合わせて LED による照明器具や携帯電話の充電が可能なキットを導入し、費用を電力料金として徴収することで、電化したとみなす例がある。こうした SHS には一定の生活水準向上効果があるが、機器の導入等を伴う SME の展開はできず、所得向上効果は限定的である。こうした、SHS のみが普及しているエリアにも、マスタープランの潜在的な普及可能性がある。また次に述べる弱電化地域も含めると、マスタープランの適用可能性は更に高いと想定される。

³⁰ United Nations, Regional Energy Trends Report 2020 Tracking SDG 7 in the ASEAN Region, 2020

電力の質

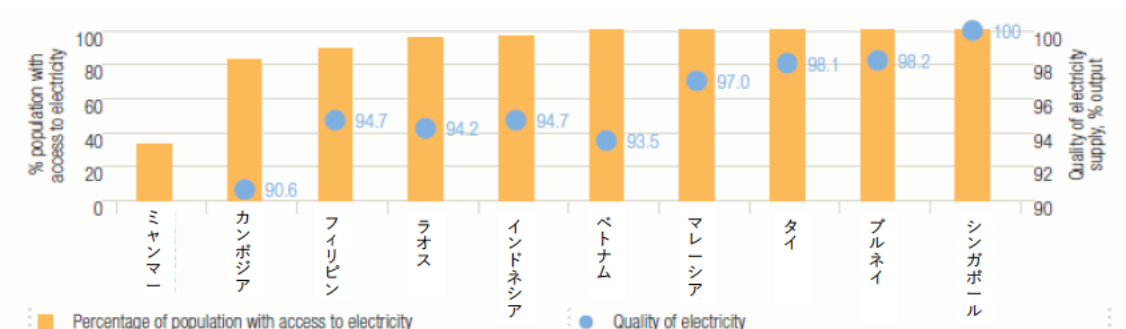


図 60 ASEAN 諸国の電化率と系統電力の質（2019 年）³¹

黄色は電力へのアクセス率、青は電力の質を示す。

上図は、ASEAN 諸国における電化率と、ナショナルグリッドの電力品質を示している。マレーシア、タイ、ブルネイ、シンガポールにおいては、停電等が発生する可能性は低いものの、カンボジア、フィリピン、ラオス、インドネシア、ベトナム等では、電化されていても安定した電力供給が受けられないエリアが、インフラ整備が行き届かない地方部には相当存在すると想定される。

携帯電話ビジネスの構造

ASEAN においては、複数キャリアの通信設備を搭載するシェア事業を行う通信タワー事業者の存在は一般的である。また、通信タワー事業者としてはエネルギーコストの削減、維持管理費の削減を目的に、電力供給再エネを導入する事業者にアウトソースする傾向にある。

ビジネス環境

弱電化エリアの場合、電力の配電について既存の電力会社との競合関係が発生する可能性がある。通信タワーやコミュニティにとって、弱電状態を補完するミニグリッドは歓迎すべきものであるが、既存の電力会社にとっては既得権益を侵す存在になる場合もある。特に、電力事業を国営企業等が独占的に実施している場合は交渉に時間が必要となる、新規事業の許認可を得ることが困難等の障壁が発生する可能性がある。

6.2. 分散型スマートインフラ導入の可能性のある地域や島の可能性調査・選定

前項で示した基準を基に、ASEAN において提案マスタープラン全体の電化率が低い国

³¹ United Nations, Regional Energy Trends Report 2020 Tracking SDG 7 in the ASEAN Region, 2020 より作成

は、ラオス、カンボジアであり、無電化地域における人口が多いのはフィリピン、インドネシアであった。この4か国における諸条件を下表に整理した。

表 27 ASEAN へのマスタープラン展開可能性

	無電化人口	電力事業環境	通信事業環境
カンボジア 評価：△	△ 140 万人	○ 日系企業が参入	△
ラオス 評価：×	×	△ EDL 独占	△
インドネシア 評価：△	○ 400 万人	△ PLN 独占	△ 外資規制あり
フィリピン 評価：○	○ 550 万人	○ 比較的 自由 外資規制あり	○ パートナー候補あり

カンボジア

カンボジアの特徴は、電力料金が低い上に不安定という点にある。電力料金が低いという点では、再生可能エネルギーの導入ビジネスにとっては追い風となる。無電化エリアの人口も、ミャンマー、フィリピン、インドネシアについて大きい。

カンボジアの電力セクターは、EDC（カンボジア電力公社）が中心であるが、EDC の供給エリア外では地方電気事業者（REE）と呼ばれる、民間電気事業者（PEC）や公営電気事業者（PEU）が供給している³²。電力セクターについては、日系電力会社も出資する Greenway Grid Global（GGG）がカンボジアにおける配電事業に乗り出したこともあり³³、日系企業の連携を基にしたマスタープランの導入も検討することができる。

携帯電話事業は外資にも門戸を開いており、携帯電話の加入率は100%を超えている状態にある³⁴。通信タワー事業についても、マスタープランのような仕組みに同意するパートナーを見つけることができれば、マスタープランの普及可能性が高まる。

ラオス

ラオスに関しては、マスタープランとの親和性が高くても、マーケットがかなり小さいことから優先順位としては低くならざるを得ない。電力政策に関しても国営企業である

³² 海外電力調査会「各国の電気事業（アジアの9か国・地域）カンボジア」より
<https://www.jepic.or.jp/data/asia02cmbj.html>

³³ Greenway Grid Global ウェブサイト
<https://www.greenwaygrid.global/ja/news002/>

³⁴ 総務省「世界情報通信事情 カンボジア」
<https://www.soumu.go.jp/g-ict/country/cambodia/detail.html#mobile>

EDL（ラオス電力公社）が独占しており、交渉が発生するとマスタープランの導入スピードは遅くなってしまう。

携帯電話について、加入率は 50%程度とかなり低くなっている。地方の通信制度を整備する財源として、電気通信開発基金という制度があり、今後、加入者が増加する余地が大きいという捉え方もある。一方、人口が少ないことに起因する市場規模の小ささという課題は通信事業にも当てはまり、やはり優先順位は下げざるを得ない。

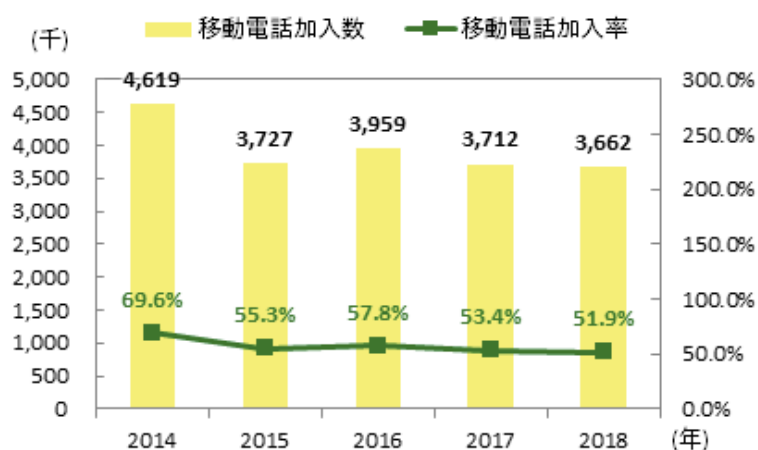


図 61 ラオスの移動電話加入数及び加入率（2014-2018 年）³⁵

フィリピン

フィリピンは、ASEAN 諸国の中では電力事業が比較的自由化されている国の一つである。一方、南部や島しょ部を中心に、ナショナルグリッドが到達していないエリアも存在しており、ミニグリッドや SHS 等による電化が進められているエリアもある。発電事業は、独立発電事業者（IPP）が中心であり、配電についても 250 の民間電力会社、120 の地方電化協同組合、8 つの自治体を実施している³⁶。一般的に、島しょ部を中心とした地方部の電力事業は事業化しにくく、地方電化共同組合は民間企業が参入しないようなエリアで設立されている。地方電化協同組合に対して、エネルギーコストを削減するような提案の受容性は高いと想定される。エネルギー事業に関する懸念点は、外資規制である。再生可能エネルギーによる発電、送配電事業の外資比率は 40%となっている。発電や送配電設備を、地方電化協同組合等にリースする手法等は検討可能とみているが、外資規制は大きな懸念点である。

また、ミンダナオ島等南部を中心とした地方開発は、政策優先度が高まっており、マス

³⁵ 総務省「世界情報通信事情 ラオス」

<https://www.soumu.go.jp/g-ict/country/lao/index.html>

³⁶ 海外電力調査会「各国の電気事業（アジアの 9 か国・地域）フィリピン」より

<https://www.jepic.or.jp/data/asia05phil.html>

タープランのようなモデルの受容性は高いと考えられる。

通信タワー事業者にとっても、島しょ部を中心とした遠隔地におけるエネルギーコストの削減は近年の課題であり、提案マスタープランとの親和性が高いと想定される。

フィリピンの携帯電話市場も、加入率は100%を超えている。現ドゥテルテ大統領の政策により、携帯電話市場を外資へ開放する動きがみられ、タワー事業についても外資の参入へのハードルが下がっている。ミャンマーにおけるパートナーである edocto がフィリピンに事業展開していることから、マスタープランとの親和性が高いといえる。

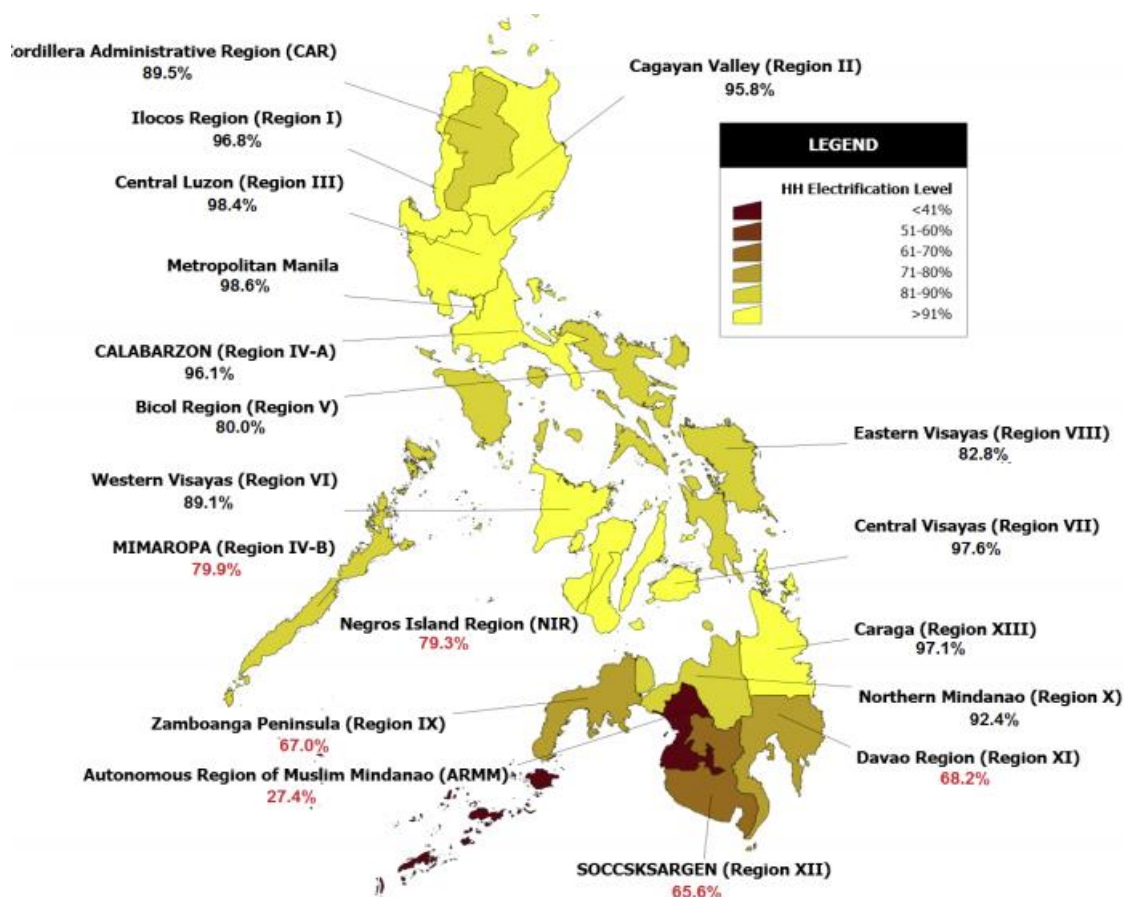


図 62 フィリピンの電化率³⁷
色が濃いエリアは電化率が低い

³⁷ Total Electrification Strategy for 100% Household Electrification of the Philippines by 2022

<https://iorec.irena.org/-/media/Files/IRENA/IOREC/2018/Presentations-side-events/IOREC2018SE9Total-Electrification-Strategy-for-100-Household-Electrification-of-the-Philippines-by-2.pdf?la=en&hash=8F8B69E8C23F035F595D39FBA49FED4F5B375D34>

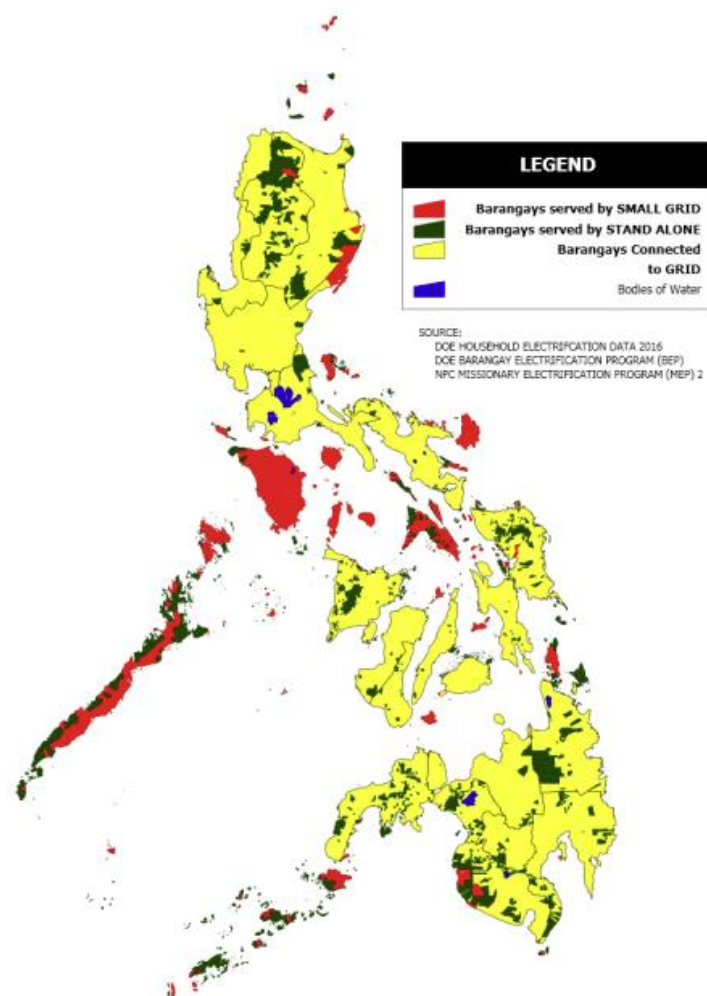


図 63 フィリピンの電化方針³⁸

赤色の部分は小規模グリッドを導入、緑色の部分は SHS 等を導入

インドネシア

インドネシアにおいては、パプア州、東ヌサトゥンガラ州等、東部の島しょ部において電化率が低くなっている。電力について、発電、送配電とも PLN（国営電力会社）による独占状態にある。電力の供給について、PLN との協議が発生すると、ビジネス化に向けた交渉が長期化するリスクがある。特に弱電化地域では、タワー事業者は PLN より電力供給を受けており、その既得権衛を侵すような提案については、様々な障壁が発生する

³⁸ Total Electrification Strategy for 100% Household Electrification of the Philippines by 2022

<https://iorec.irena.org/-/media/Files/IRENA/IOREC/2018/Presentations-side-events/IOREC2018SE9Total-Electrification-Strategy-for-100-Household-Electrification-of-the-Philippines-by-2.pdf?la=en&hash=8F8B69E8C23F035F595D39FBA49FED4F5B375D34>

可能性がある。

一方、電化率が低いエリアにおいては、PLN が SHS を配布することで電化率を高めようとする取り組みも行われている。既述の通り、SHS による生活水準向上サービスへの貢献は限定的であり、提案マスタープランが普及する余地はあると想定される。



図 64 インドネシアの地方電化率（2017 年）³⁹

インドネシアの携帯電話市場を見ると加入率は 100%を超えている。通信タワー事業者を見ると、Protelindo、Tower Bersama、Mitratel の 3 社が半分程度のシェアを有している。25%程度は通信キャリアが保有しているが、通信キャリアはタワー資産を売却する傾向にあるため、通信タワー事業者の存在感は高まっていくと考えられる。島しょ部を中心とした地方部の弱電化、無電化地域における通信タワーでは、ミャンマーと同様に電力コストの削減が課題となっていることが想定され、一定の受容性があると考えられる。マスタープランに賛同するようなタワー事業者と連携できるかどうかがかギを握る。また、インドネシアの通信タワー事業については外資の参入が禁じられている。こうした外資規制が緩和されていけば、インドネシアも有望な市場とみなすことができる。

³⁹ エネルギー鉱物資源省ウェブサイト

<https://www.esdm.go.id/assets/media/content/content-rasio-elektrifikasi.pdf>

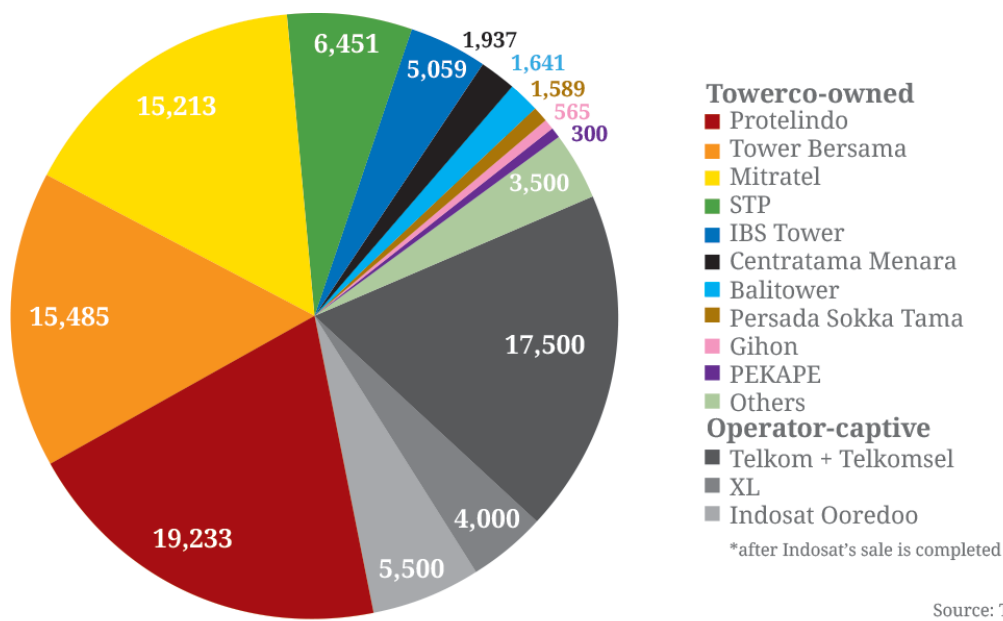


図 65 インドネシアの通信タワー保有者と保有数⁴⁰

⁴⁰ Tower Xchange ウェブサイト

<https://www.towerxchange.com/indonesia-is-hot-again/>

第7章. マスタープラン等の実現性を高めるための提案

7.1. ミャンマーにおけるマスタープラン等の実現性を高めるための提案

7.1.1 提案マスタープランの特徴

ミャンマーでは、地方電化における 60 : 20 : 20 モデル、通信政策における USF、村落開発法に基づく村落開発基金が検討されている。一方、こうした地方開発に関する政策の連携が課題となる。地方開発は電力、通信、社会開発が複合的に関連するものである。電化率を上げて、電力を活用したサービスや所得を向上させる取り組みが伴わなければ、経済発展にはつながらない。通信も同様、通信ネットワークを充実させるだけでなく、活用方法が伴わなければならない。既存の地方開発に欠如している点を、当マスタープランのような包括的な取り組みによってカバーすることができる。

村落開発基金は、日本が策定に携わっていることもあり、当マスタープランの導入に必要な基礎インフラや、生活水準向上サービスの導入に必要な初期費用の一部を支援すること等を盛り込むことは可能と考えられる。

7.1.2 NLD との協議

概要

2021 年 1 月にクーデター前に政権を担当していた国民民主連盟（NLD : National League for Democracy）において、村落開発法を担当する中央経済委員と協議する機会を得た。

提案マスタープランの骨子を示したところ、中央経済委員会からは村落開発法との親和性が高いという点では賛同を得た。ミャンマー側としては、村落開発基金（RDF）の資金についても日本からの拠出に期待していることも伺い知ることができた。また、提案マスタープランを、村落開発法のモデルケースとし、Ayeyarwady におけるパイロット事業の実施を強く推薦された。具体的なステップとして、ステークホルダーミーティングの実施を検討していくことも同意された。

ここで明らかになったのは、1. ステークホルダーの特定と、2. 基金の拠出を含めた日本政府からの支援である。

ステークホルダーの整理

1. ステークホルダーについては、NLD によると以下のような省庁、機関が想定される。こうした省庁や機関への説明機会を設けて、マスタープランに同意いただくことができれば、マスタープランの実現性は高まると考えられる。

表 28 提案マスタープランに関連するステークホルダー

名称	役割
国民民主連盟（NLD） 中央経済委員会	経済政策を始めとする政策立案
国家経済調整委員会（NECC）	経済政策を策定・実行
財務省	財源の確保、補助金の制定
電力エネルギー省	グリッド延伸による電化推進
農業畜産灌漑省 DRD	ミニグリッドによる電化推進 スマート農業の推進
運輸・通信省	通信政策を管掌
商業省	SME の育成 E コマースの推進

ファイナンス

2. 基金の拠出を含めた日本政府からの支援について、現状では村落開発法に基づく、同法の細則や村落開発基金の設立に向けた準備に対して日本政府が支援を行っている。こうした法制度等の整備支援を継続させていくことによって、マスタープランと村落開発法等との関連性、連携を深めていくことができる。また、世界銀行が農業畜産灌漑省の DRD と協力して、ミニグリッドの建設に係る初期費用の一部を提供しているような、補助金の財源を提供することも有効であると考えられる。補助金に依存した制度は持続可能性という点では疑問が残るが、地方開発の初期段階においては一定の意義もあることは確かである。第 3 章で指摘したように、電化に必要な費用は公的セクターが負担する性格のものであり、ミャンマー政府独自の財源による支援となるのが理想的である。こうした支援体制、制度の策定を促しながら、初期においては日本の拠出によってマスタープランを実現させていくことができる。例えば、事業・運営権対応型無償資金協力を活用し、複数のマイクログリッドを建設し、マスタープランに基づく事例を積み重ねていくことができる。

7.2. ASEAN 諸国における展開

ミャンマーに限らず、ASEAN の地方部においては、電化率の向上と地方開発は大きな課題となっている一方で、有効な支援策に乏しい状態にある。その原因の一つは、電化政策、通信政策、教育や医療等の社会開発政策が別々に実施されていることにあるだろう。

通信タワーをアンカーテナントとした、再生可能エネルギーを主体とする電力供給をベースに、無電化地域・弱電化地域に電力と通信によるデジタルインフラを導入し、生活水準向上サービスを展開するというモデルは、民間企業の参入を促しながら、包括的に地

方開発を実現できるものとして、ASEAN 諸国の地方部に導入することが可能である。

展開方法として、ミャンマーにおける実績を基に各国の実情に即したモデルを構築していくこともできるが、日本の主導によって、様々な国際機関等との連携可能性を図っていきたい。ASEAN 事務局やアジア開発銀行等と連携し、当マスタープランを ASEAN やアジア地域における地方部開発のベストプラクティスとして紹介し、ファイナンスを含めて導入支援策を展開することは可能である。もっとも、個別論としては、各国における通信タワー事業者や携帯電話キャリアの方策、政府の電化や通信インフラを含む地方開発方針を基に、慎重に事業展開を検討する必要があることは指摘しておきたい。が、ASEAN のような多国間枠組みや国際機関を通して、マスタープランの優位性等を訴求していくことには一定の効果があることには間違いない。

アジアだけではなく、南アジア、そして最後のフロンティアといわれるアフリカにおいても、当マスタープランの適応可能性は高いと考えられる。世界銀行、アフリカ開発銀行等の国際機関と連携したエリア的な広がり、GSMA や ITU（国際電気通信連合）等の通信分野における国際機関との連携、国連機関による地方開発プログラムとの連携によって、マスタープランを展開していくことができる。

例えば通信の業界団体である GSMA は「Mobile for Development⁴¹」というプログラムを実施しており、通信と開発との連携を志向している。こうした活動は SDGs 等の国際的な潮流と一致するものであり、通信タワー事業者や携帯電話キャリアにおいて、マスタープランのような取り組みへのニーズが高まっていくと考えられる。当マスタープランを、通信タワーをアンカーテナントとした好事例と捉えて、GSMA を通して通信タワー事業者にアピールすることが可能である。

また、ITU では ICT 産業が 2030 年までに温室効果ガスの排出量を 45%削減することを掲げている⁴²。通信業界においても、脱炭素を目指した取り組みがますます進展すると考えられるなか、無電化や弱電化地域におけるディーゼル発電機を再生可能エネルギーに代替していく動きは活発化すると想定される。GSMA と同様に、SDGs への貢献も注目されるであろう。

提案マスタープランは、こうした世界の潮流である、脱炭素、SDGs とも親和性が高い取り組みである。ミャンマーにおける展開をきっかけに、ASEAN そしてそのほかのエリアへと波及していく、ある種の普遍性を備えたものである。個別の国における事業環境を調査し、導入可能性を伺うとともに、国際機関等とも連携し、当マスタープランの価値を喧伝するような取り組みも進めていきたいと考える。

⁴¹ GSMA ウェブサイト

<https://www.gsma.com/mobilefordevelopment/m4dutilities/>

⁴² ITU ウェブサイト

<https://www.itu.int/en/mediacentre/Pages/PR04-2020-ICT-industry-to-reduce-greenhouse-gas-emissions-by-45-percent-by-2030.aspx>

二次利用未承諾リスト

報告書の題名 令和2年度質の高いエネルギーインフラの海外展開に向けた事業実施可能性調査事業（ASEAN諸国等における無電化／弱電化地域及び島嶼部への分散型スマートインフラ導入マスタープラン策定及び水平展開に関する調査）

委託事業名 令和2年度質の高いエネルギーインフラの海外展開に向けた事業実施可能性調査事業

受注事業者名 双日株式会社

[illegible]