

「令和5年度補正グローバルサウス未来志向型共創等事業委託費」に係るマ
スタープラン策定等調査事業

チリにおける統合エネルギーマネジメントマスター プラン策定等調査事業

最終報告書

2026年2月

MRI 三菱総合研究所

電力・エネルギー本部

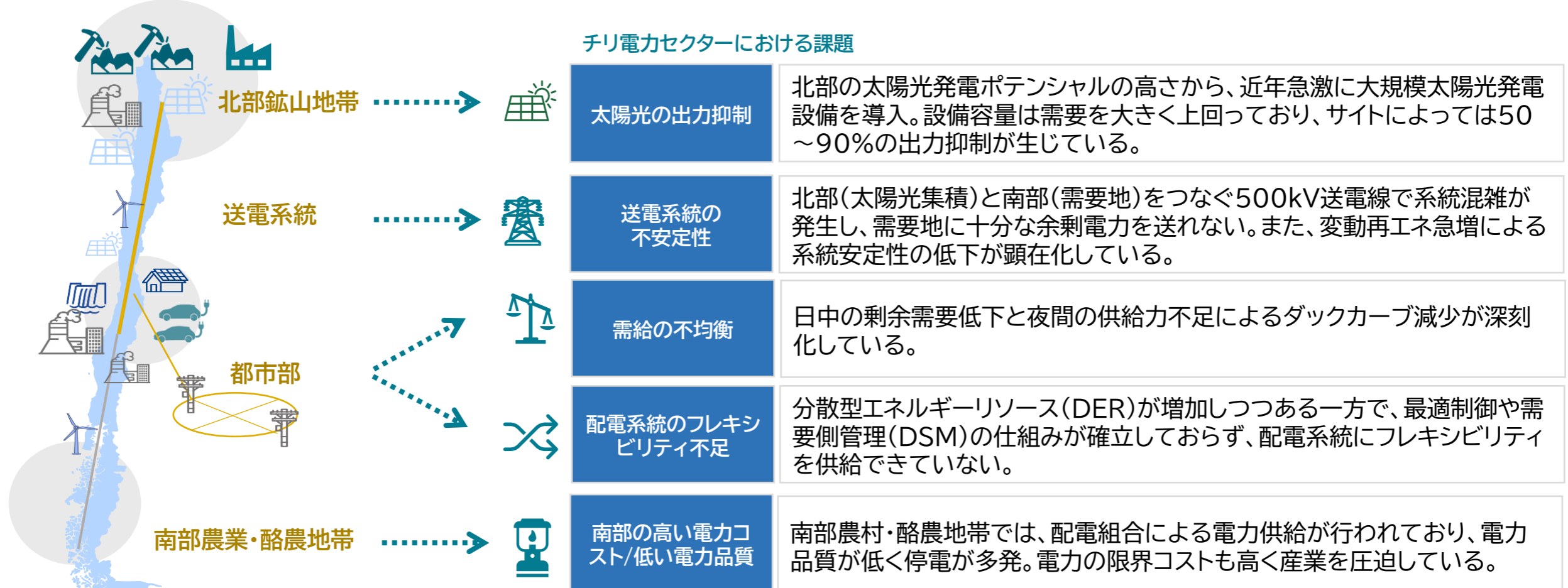
エグゼクティブサマリー

本事業の背景

- 本マスタープラン策定事業は、再生可能エネルギーの導入拡大が進むチリにおいて、**中長期的に顕在化している電力需給の不均衡、系統混雑、再生可能エネルギー出力抑制等の課題に対応し、電力供給の安定性を確保しながら脱炭素化を推進する方策を検討すること**を目的としている。
- 特に、蓄電池および需要家側リソースを活用したエネルギーマネジメントを重要な解決手段と位置付け、エネルギー供給効率の向上と系統運用の高度化に向けた方向性を整理する。
- 本事業では、発電事業者、送配電事業者、大口需要家、配電組合等の民間事業者から、エネルギー省をはじめとする政策当局・関係政府機関に至るまで、**幅広い現地ステークホルダーへの丁寧なヒアリングおよびディスカッションを重ねることを重視**している。現場レベルで認識されている課題や制約、制度運用上の実情を把握したうえで、**関係者との信頼関係を構築しながら、課題の本質を特定するアプローチ**を採っている。
- 事業者へのヒアリングを通じ、チリでは、北部地域における太陽光発電の大量導入に伴う出力抑制や、需要地との地理的ミスマッチ、需給の時間的不均衡の拡大、配電系統におけるフレキシビリティ不足など、再生可能エネルギー拡大に起因する複合的な課題が顕在化していることが明らかとなった。これらに対し、送電網増強等の従来型対策に加え、蓄電池や需要家側エネルギーマネジメントを活用した柔軟な需給調整手段が有効な選択肢となり得る一方で、**制度設計や事業性確保が導入の前提条件**となっている。
- 本マスタープランでは、現地ステークホルダーとの対話を通じて得られた課題認識を踏まえ、**日本がこれまで培ってきた制度設計、エネルギーマネジメント、蓄電池活用に関する知見を活かしつつ、日本とチリが協力して取り組むことが可能な対応策を整理・提案**する。日本側から解決策を押し付けるのではなく、チリの政策動向や市場環境を前提に、共に考え、共に具体化する協働型のプロセスとして本事業を位置付けている。
- あわせて、本事業はマスタープランを単なる計画策定にとどめるものではなく、**実証や事業検討を通じて得られる知見を将来の制度設計や市場形成につなげ、民間投資や事業化を段階的に促進することを目指すものである**。こうした取り組みを通じ、日本企業にとっての事業機会創出と、チリにおける持続可能な電力システムの構築の双方に貢献することが期待される。

チリにおける電力供給上の課題

- 本マスタープランの策定にあたって、チリの電力セクターが抱える構造的な課題を、現地のステークホルダーとの議論を通じて特定した。
- 具体的には、北部に集中する太陽光発電の急拡大と送電制約による出力抑制、需給の時間的不均衡の深刻化、配電系統におけるフレキシビリティ不足、さらには南部地域における高コスト・低品質な電力供給といった課題である。
- これらの課題が同時並行で顕在化しているとの問題意識を出発点として、本マスタープランでは、需要側エネルギーマネジメントや蓄電池、DSM・DRといった手段を通じた解決の方向性を検討することとした。



現地渡航における課題の収集

- 前頁での仮説に基づき、より現地の実態に沿ったマスタープランを策定すべく、2025年5月と11月に、それぞれ2週間ずつチリに渡航した。
- 第1回渡航にあたっては、チリの電力システムの様々なセクターの事業者・機関を訪問し、チリが抱える課題についてディスカッションを実施。
- 第2回渡航では政府機関や再エネ事業者、需要家等を招待したワークショップを複数開催し、本マスタープランの成果共有及び政策提言、今後の事業展開と協業可能性について議論を行った。

意見交換

政府機関		エネルギー省 電力・燃料規制庁 国家エネルギー委員会 Invest Chile
発電	大型IPP	5社
	中～小型IPP	1社
	業界団体	2団体
系統運用		国家電力調整機関(CEN)
変電		1社
需要家	鉱山	3社
	食品加工業	2社
	交通(EVバス)	1社
投資	蓄電池活用	1団体

ワークショップ開催実績

再エネ事業者向け	再エネ事業者・送配電事業者・研究機関等、 16団体
政府機関向け	エネルギー省 電力・燃料規制庁 国家エネルギー委員会 Invest Chile
農業・酪農事業者向け	農業組合・電力組合等、 10団体以上

Copiapo

チリ北部の中心都市
鉱山地域

Concepcion

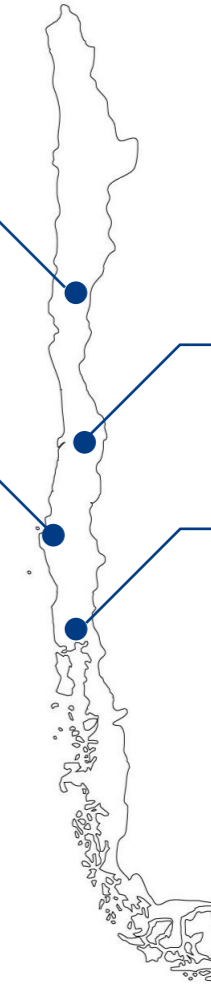
チリ第2の都市
水産加工業が集積

Santiago

チリの首都
政府機関等が集まる

Puerto Montt






チリ南部の中心都市
農業・酪農地域



本調査で明らかになったステークホルダーが抱える課題と対応策の方向性

■ 2回の渡航により見えた各セクターの課題から、マスタープランでの提案の方向性を整理した。

渡航で見えた課題

<p>発電</p> 	<ul style="list-style-type: none"> 出力抑制や安価な市場価格のために、構造的にIPPが十分に収益を得られない。 系統安定化サービスに寄与する蓄電池が、市場で十分な収益を得られない。
<p>送電・系統運用</p> 	<ul style="list-style-type: none"> インバータ電源の増加により系統安定性が低下。グリッドフォーミングなどの系統安定化機能の具備が急務。 北部で発電した電気を都市部に送るための送電線の増強にコスト・時間がかかる。
<p>配電</p> 	<ul style="list-style-type: none"> 配電規制が古く、フレキシビリティ調達に向けた改革が起こりにくい。
<p>需要</p> 	<ul style="list-style-type: none"> サンティアゴでは急速にEVバスの導入が進んでいるが、充電が非効率である。また今後発生すると見込まれる退役蓄電池の使い道の目途が立っていない。 ピークカットによる電気料金削減や環境負荷低減の観点から、需要家の蓄電池導入ニーズは高い。
<p>政府機関</p> 	<ul style="list-style-type: none"> DRやDSMに興味はあるが、チリで今度どのように展開していけばよいか悩んでいる。

マスタープランでの提言

- 市場化や系統安定化技術導入検討について、日本の事例を紹介していく。
- GFM技術はチリでも実証の必要性が提起されており、日本企業における関心を探る価値はあると思料。

本マスタープランでの重点施策

- ①バスの退役蓄電池を活用して、バスターミナル向けESSを構築する。
- ②退役蓄電池の受け皿として、工場等の産業需要家に蓄電池を導入する。
- ③日本におけるDSM・DRの制度の知見を共有し、制度設計を支援する。

事業化に向けたアクションプラン

- 本マスタープランにおける調査結果を基に、民間投資を促進しながらチリでエネルギーマネジメントを拡大し、蓄電池(特に将来大量に発生し得るEVバス退役蓄電池)を有効利用していくための、次期実証に向けたアクションプランを以下の通り提案。

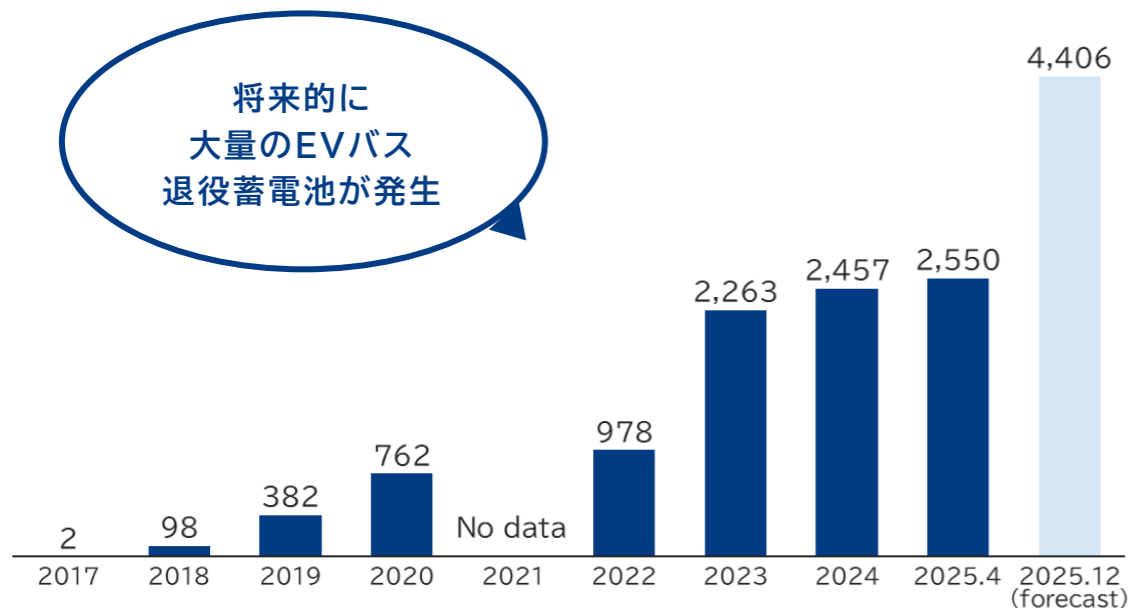
座組(想定)

<p>アクション ①</p>	<p>バス退役蓄電池を活用したバスターミナル向けESS構築</p> <p>EVバスから退役した蓄電池を活用し、バスターミナル向けESSを構築する。昼間の安価な電力で充電し、夜間のバス充電に活用することで、電力コスト削減および系統負荷の平準化を図る。 本取組を通じて、日本企業が強みを有するSoH評価技術、EMSによる最適充放電制御、蓄電池の再利用・システム統合技術の実装機会を創出する。また、実証で得られる運用データや経済性分析結果を活用し、退役蓄電池の性能基準やインセンティブ設計等、チリにおける制度整備への示唆を導出する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 日本企業(リース・ファイナンスサービス) • RedBus(バス運行) • 日本/現地企業(リユース蓄電池構築) • Project LIBR3(リユース蓄電池構築支援)
<p>アクション ②</p>	<p>リユースBESS拡大を見据えた工場向け蓄電池導入FS・実証</p> <p>将来発生するEVバス退役蓄電池(リユースBESS)の受け皿を確保するため、Camanchaca等の産業需要家において蓄電池導入ニーズおよび採算性をFS・実証により検証する。 ①と同様、本取組を通じて、日本企業が強みを有する技術の実装機会を創出するとともに、実証を通じて得られたデータ等から、チリにおける制度整備への示唆を導出する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 日本企業(リース・ファイナンスサービス) • 日本企業(蓄電池・EMSメーカー等) • Camanchaca(蓄電池導入先)
<p>アクション ③</p>	<p>チリにおけるDSM・DR導入支援(政府向け)</p> <p>日本の段階的な制度整備や事業者(需要家・小売・アグリゲータ)を巻き込む制度化プロセスの経験・知見を活かし、アクション①②で得られた実証データを起点に、料金メニュー設計や実証的な制度適用、スマートメーター等インフラ整備を含む政策パッケージとして、DSM・DR導入を支援する(制度輸出)。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 日本企業(制度設計コンサル) • InvestChile • CNE • CEN などチリ政府機関

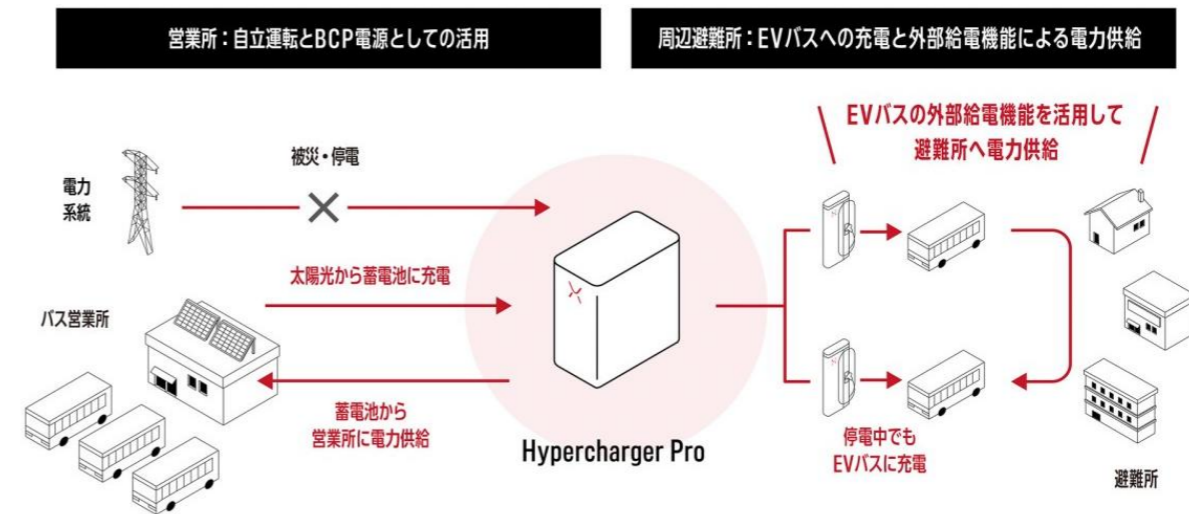
アクション①バス退役蓄電池を活用したバスターミナル向けESS構築

- サンティアゴのバス事業者へのヒアリングを通じ、退役後のバッテリーの活用方法や収益化については未整理であることが明らかとなった。バス運行事業者にとっても、退役蓄電池の行き場を確保し、価値化する仕組みが必要である。
- その解決策の一つとして、退役蓄電池を用いたバスターミナル向けESSを構築し、昼間の安価な電力で充電し、夜間にバス充電を行うモデルが考えられる。これにより、電力コスト削減と系統負荷低減の両立が期待できる。
- 日本企業への裨益としては、日本企業が有するEVバスの最適充放電制御EMS、系統連系制御技術、SoH評価・劣化診断技術の導入機会が見込まれるまた、日本商社が有するリース・ファイナンス機能と組み合わせることで、蓄電池単体にとどまらず、EVバス車両導入・ESS設備・EMS運用をパッケージ化したEモビリティ・リース事業として拡張可能である。

【 サンティアゴ市の電動バス導入台数推移 】



【 日本での実証例(バス営業所への蓄電池設置事例) 】

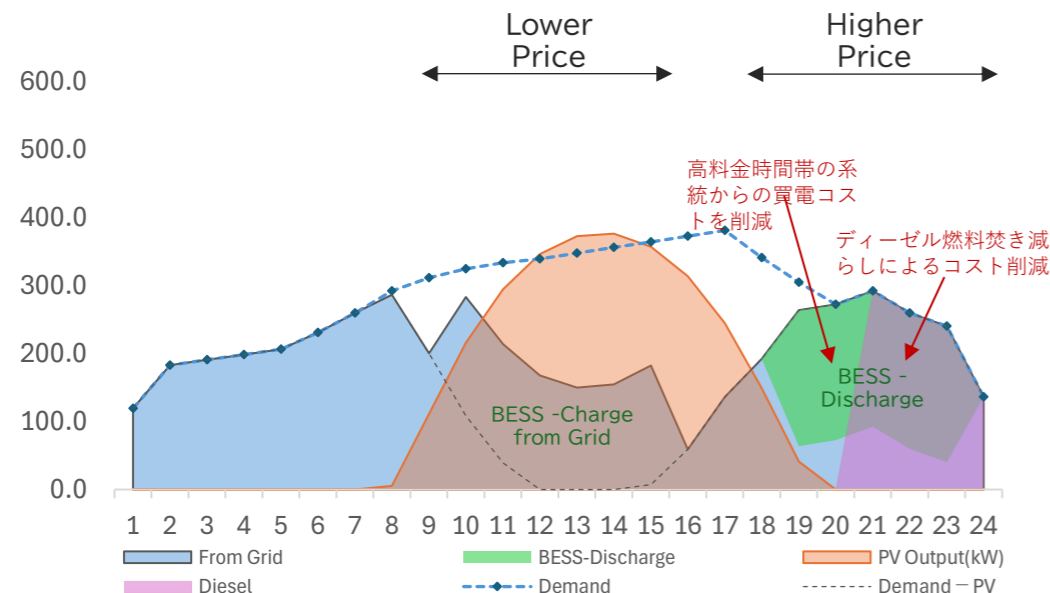


出所)GoGOEV, “パワーエックス 国際興業と蓄電池を活用したEVバス充電システムの展開で提携 停電時もEVバスの運用が可能に”. 閲覧日:2025年1月13日, <https://ev.gogo.gs/news/detail/1747721167>

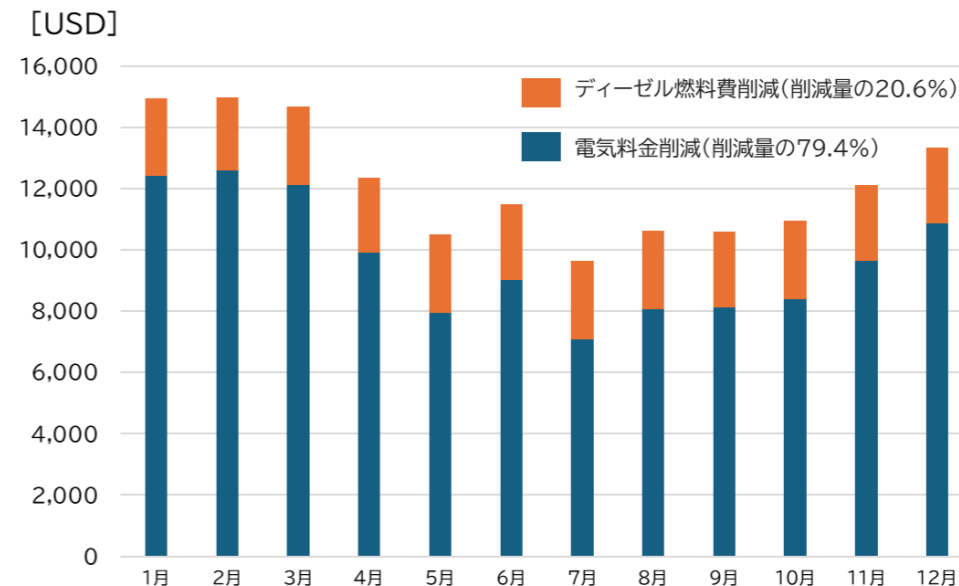
アクション②リユースBESS拡大を見据えた工場向け蓄電池導入FS・実証

- チリにおいては、EVバスの退役蓄電池活用に向けた関心が高まっており、電池のリユース・リサイクル分野における事業開発支援の枠組みも存在する。
- 一方で、現時点ではバス電池は稼働中であり、直ちにリユース蓄電池を活用したシステムを構築することは困難である。そのため、将来のリユース蓄電池の受け皿となり得る業務・産業需要家において、蓄電池導入ニーズや採算性を検証するFSおよび実証を先行して実施する必要がある。第2回渡航で分析したCamanchacaの事例では、蓄電池導入に十分なポテンシャルが確認されており、同社も工場敷地内での実証に強い関心を示している。
- 日本企業への裨益としては、将来的にチリにおいてリユース蓄電池事業が本格展開される際、我が国が強みを有するEMS、SoH評価の関連技術が活用される可能性がある。

[Camanchacaへの蓄電池導入によるロードカーブの変化]



[蓄電池導入による電力コスト削減量とその内訳(時間帯別料金)]



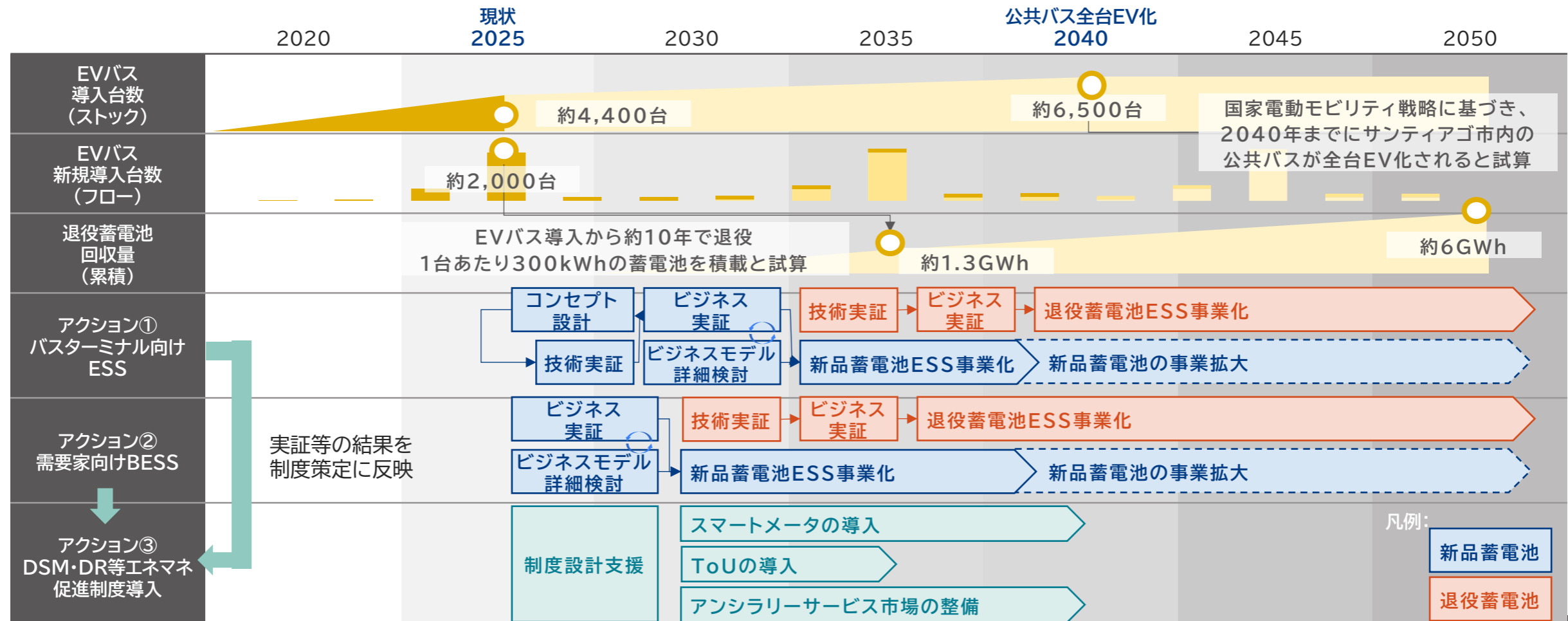
アクション③チリにおけるDSM・DR導入支援(政府向け)

- チリにおける事業者及び政府機関とのWSを通じ、チリでのDSM・DR拡大を目指すためにチリ側に示唆した点は以下の通り。
- 日本の経験が示しているのは、DRは単独の制度として突然立ち上がるものではないという点である。ヒートポンプや蓄電池といった機器の普及、スマートメーターやデータ基盤の整備、通信・計測・標準化、そして実証を通じた信頼形成を段階的に積み上げながら、関係者の役割とルールを明確化してきた結果として、DRやアグリゲータ制度が成立している。
- チリにおいても、今後必要なのは、「DSM、DRが必要かどうか」を議論することではなく、「どうすれば政策・規制・事業者・需要家を巻き込み実装に向けて一緒に動き出せるか」を設計することである。
- そのために、日本の制度設計の経験や、実証を起点に制度を作ってきた知見を活かしながら、チリの制度・市場・政治的文脈に即した形で、**DSMやDR導入の道筋を共同で描いていくプロジェクトを立ち上げていくことが重要**である。本取り組みは、単なる技術移転ではなく、合意形成を含めた「制度を作るプロセス」そのものを協働で設計する試みであり、それこそが、チリにおけるDR・DSMを実装段階へ進めるための鍵になると考えている。

テーマ	日本の対応	チリへの示唆(産業部門先行アプローチ)
1. フレキシビリティリソース	補助制度により家庭用ヒートポンプ・蓄電池を大量導入	家庭用需要家よりも、導入メリットが示しやすく、インパクトも大きい産業・業務部門DRから開始
2. 技術導入戦略	住宅用HP+蓄電池+HEMSを推進	産業用ヒートポンプ、産業蓄電池(1-10MWh)、HVAC、ヒートポンプ等を主な対象とする
3. 通信・相互運用標準	ECHONET Liteで住宅機器通信を統一	産業向け(BMS/EMS)実証から、必要なDR通信標準を整備
4. スマートメーターデータ	全国30分値でDR計測を可能に	既存AMIを活用し、産業・大口需要家を優先的にDR計測・精算対象に
5. 市場設計・アグリゲーション	アグリゲータ制度化、容量・調整市場にDR参入	産業需要家の協力を得てアグリゲーション実証を行っていく
6. インセンティブ設計	補助金、FIT、融資制度を活用	産業用HP・蓄電池向けにCAPEX補助・料金インセンティブを設定する
7. 家庭用DR(長期)	制度成熟後に家庭用機器によるDRを統合	家庭用機器でのDRを長期的目標とする(標準・スマメ・DR対応認証確立後)

チリ国家電動モビリティ戦略に基づくエネマネ導入施策のロードマップ

- チリにおけるEVバスの導入拡大とそれに伴う退役蓄電池の発生時期を踏まえ、技術実証・ビジネス実証・制度整備を段階的に整理した。
- 2030年頃までは、新品蓄電池を中心に技術・ビジネスモデルの実証と商用化を先行させ、その後、退役蓄電池の供給が本格化する2035～2040年頃を見据えて、リユース蓄電池を活用した事業を本格展開するという時間軸を示している。
- 同時に、スマートメーターの導入、時間帯別料金(ToU)、アンシラリーサービス市場の整備といった制度面の施策(アクション③)を、実証と並行して進めることで、事業の経済便益が拡大し、さらなる導入加速につながる。



本プロジェクトを通じて明らかになった課題・難所とその解決の方向性

- 本プロジェクトを通じ、チリ政府や再エネ事業者・需要家等とディスカッションした結果、チリにおける再生可能エネルギー大量導入の下では、**技術的な解決策の存在そのものよりも、「制度・市場設計」こそが最大のボトルネック**であることが明確となった。
- 蓄電池(BESS)や需要側エネルギーマネジメントは、出力抑制やダックカーブ、系統混雑といった課題に対して高い有効性を有する一方、現行制度下ではその価値が十分に評価・収益化されず、民間投資につながりにくい構造が確認された。
- 特に難所として顕在化したのは以下の点である。
 - 需要側リソース(BESS・DR・エネマネ)の**制度的位置付けが未成熟**であり、政策側の問題意識と民間の投資判断が乖離している点
 - 時間帯別料金(ToU)や需要側インセンティブが未整備なため、**需要家側蓄電池の経済合理性が顕在化しにくい点**
 - EVバス退役蓄電池について、「技術的には使える」一方で、**活用先・事業モデル・循環の仕組みが未整理**である点
- これに対し、本マスタープランでは、単に制度改革を提言するのではなく、**①実証を通じて運用データを蓄積し、②そのデータを根拠に制度・市場設計を議論し、③民間投資を段階的に呼び込むという実装を前提とした解決アプローチを整理した点に意義がある**と考える。
- 加えて、今回のマスタープラン事業がチリ国内で一定の注目を集めたことにより、**北部地域(再エネ集中地域)や南部地域(酪農・農村地帯)をはじめとする地方特有の課題やニーズについても、チリ側から積極的な問題提起がなされた**。具体的に、地域ごとに異なる系統制約、需要特性、電化の進展状況、産業構造等を踏まえた対応の必要性が共有された点は、本プロジェクトを通じて得られた重要な成果の一つである。
- 一方で、こうした地域別の多様な課題については、本マスタープランのスコップおよび限られた調査期間の中ですべてを網羅的に検討・解決することは現実的に困難であった。そのため、本マスタープランでは、全国的な共通課題への対応を優先し、蓄電池・エネルギーマネジメントを軸とした代表的な実装モデルと、制度・市場設計への示唆を整理することに注力した。
- しかしながら、今回チリ側から提示された地方レベルの課題・ニーズは、**今後の事業化フェーズにおいて重要な発展余地を有するテーマ**である。これらについては、地域特性に応じた技術・事業モデルを持つ日本企業を中心に、商社等の事業開発機能も活用しながら、**新たな実証・事業化の形で対応できないか、引き続き検討を深めていくことが有効**である。

波及効果を高めるために今後実施すべき事項

- 本マスタープランの成果を一過性の調査・提言にとどめず、実証・事業化を通じた日本・チリ双方の裨益へとつなげていくためには、**日本企業をいかに実効的に巻き込み、現地で「本気の実証」を進められる体制を構築できるか**が重要な鍵となる。
- チリには既に一定数の日本企業が進出しているものの、蓄電池(BESS)や需要側エネルギーマネジメント分野において、自らリスクを取り、実証を通じて事業性を検証していこうとする企業は必ずしも多くないのが実情である。その背景には、東京本社から見た際の地理的距離の遠さ、制度・市場の不確実性、初期段階における案件規模の小ささといった要因が存在する。
- こうした制約を踏まえると、**個別メーカを直接巻き込もうとするアプローチには限界があり、南米地域で既に大規模な投資活動や事業基盤を有する日本の商社等をハブとした巻き込み戦略が有効**である。
- 具体的には、南米全体を視野に入れてエネルギー・インフラ投資を行っている商社を中心に据え、商社が持つ現地ネットワーク、事業開発力、投資判断の柔軟性を活用しつつ、日本の蓄電池メーカ、EMSベンダー、システムインテグレーター等を段階的に組み合わせ、単体技術の輸出ではなく、「実証→事業化→横展開」を見据えた統合型スキームとして案件を形成するといった形での関与が現実的かつ効果的ではないか。
- このような枠組みを通じて、メーカ側にとっても、「遠いチリでの単発案件」ではなく、「南米市場全体への足がかりとなる実証」として位置付けることが可能となり、社内的な投資判断やリソース投入のハードルを下げる効果が期待できると考える。
- また、商社主導のもとで複数の日本企業が関与する形を取ることで、**個社単独では負担が大きい初期実証フェーズのリスクを分散しつつ、日本としてのプレゼンスを面的に確保**することが可能となる点も重要である。
- また、チリは中南米の中でも親日的な国として知られ、日本製品・日本企業に対する信頼が厚いという点も、日本企業を巻き込むうえでの重要な前提条件である。実際に、エネルギー・インフラ分野においても、日本の技術は「品質が高く、長期的に信頼できる」という評価が現地政府・企業の双方から共有されており、制度設計や実証段階から日本企業が関与することに対する心理的ハードルは比較的低い。

(参考)チリ・エネルギートランジションセミナーにおける講演

- 8月27日に開催されたセミナー「Energy Transition: The Importance of Renewable Energies and the Future Green Hydrogen」(Diego Pardowエネルギー大臣出席)において、本マスタープランでの取り組みについて発表。
- 本取り組みについては、エネルギー省、大使館、InvestChileに加え、民間事業者(ACERA、ACESOL、ACENOR等)からも強い関心を集めた。






OFFICIAL PARTICIPANT



The Chilean Embassy in Japan invites you to participate in a seminar in Tokyo, Japan:
 "Energy Transition: The Importance of Renewable Energies and the Future of Green Hydrogen"

August 27th 2025, 9:00 AM
 Location: Meiji Kinenkan, Suehiro Venue

The seminar aims to show the Chilean experience in clean energy, distributed energy resources, energy efficiency and nature-based solutions, linking these advances with human well-being and their applicability in international contexts such as Japan. The purpose is to promote spaces for technological, commercial and scientific cooperation between Chilean and Japanese actors.

PROGRAM:
 TIME - ACTIVITY

08:30 - 09:00	Registration
09:00 - 09:05	Welcome Remarks, Mr Ricardo Rojas, Ambassador of Chile to Japan
09:05 - 09:10	Opening Remarks, Japanese Representative
09:10 - 09:30	Keynote Speaker: Mr Diego Pardow, Ministry of Energy, Chile.
09:30 - 10:30	Panel 1: Energy transition in Chile, achievements, new challenges, and opportunities for new business. Panelist: Chilean Authorities of Renewable Energy, Solar Energy, Energy Efficiency Associations and Nido Company.
10:40 - 11:00	Japanese Speaker #1: Smart grids or building efficiency, TBC
11:00 - 11:10	Coffee Break
11:10 - 12:10	Panel 2: Unlocking the challenges for a green hydrogen industry in Chile. Panelists: EDF, HIF, ACCIONA & NORDEX, COLBUN, CIP
12:10 - 12:20	Q&A
12:20 - 12:35	Japanese Speaker #2: Hydrogen, biomethane, or waste-to-energy solutions, TBC
12:35 - 12:40	Closing Remarks
12:45 - 14:00	Networking Brunch

RSVP: protocol.echile@minrel.gob.cl





(参考)チリ南部視察・WS開催についての現地メディアによる報道

- 本マスタープランのチームによる南部地域(Los Lagos)の訪問については、複数の現地メディアが報道し、日本とチリのステークホルダーが「エネルギー分野での協力強化に向けた対話を実施した」「地方政府や産業関係者との意見交換および現地での事業機会を検討した」といった点が取り上げられた。
- このように、チリ側からの関心の高さや、電力インフラ・需要側エネルギーマネジメントに関連する協働の可能性が、地元にとっても重要なテーマとして認識されていることを示すものと捉えている。



[Delegación japonesa del Mitsubishi Research Institute visita la Región de Los Lagos para fortalecer cooperación energética y productiva | El Heraldo Austral](https://www.eha.cl/noticia/local/delegacion-japonesa-del-mitsubishi-research-institute-visita-la-region-de-los-lagos-para-fortalecer-cooperacion-energetica-y-productiva)

出所) El Heraldo Austral, 閲覧日: 2026年2月16日, <https://www.eha.cl/noticia/local/delegacion-japonesa-del-mitsubishi-research-institute-visita-la-region-de-los-lagos-para-fortalecer-cooperacion-energetica-y-productiva>

本編

目次

CONTENTS

1. 事業目的
2. 実施体制
3. 実施内容
4. 進捗状況
5. マスタープラン策定事業全般への示唆

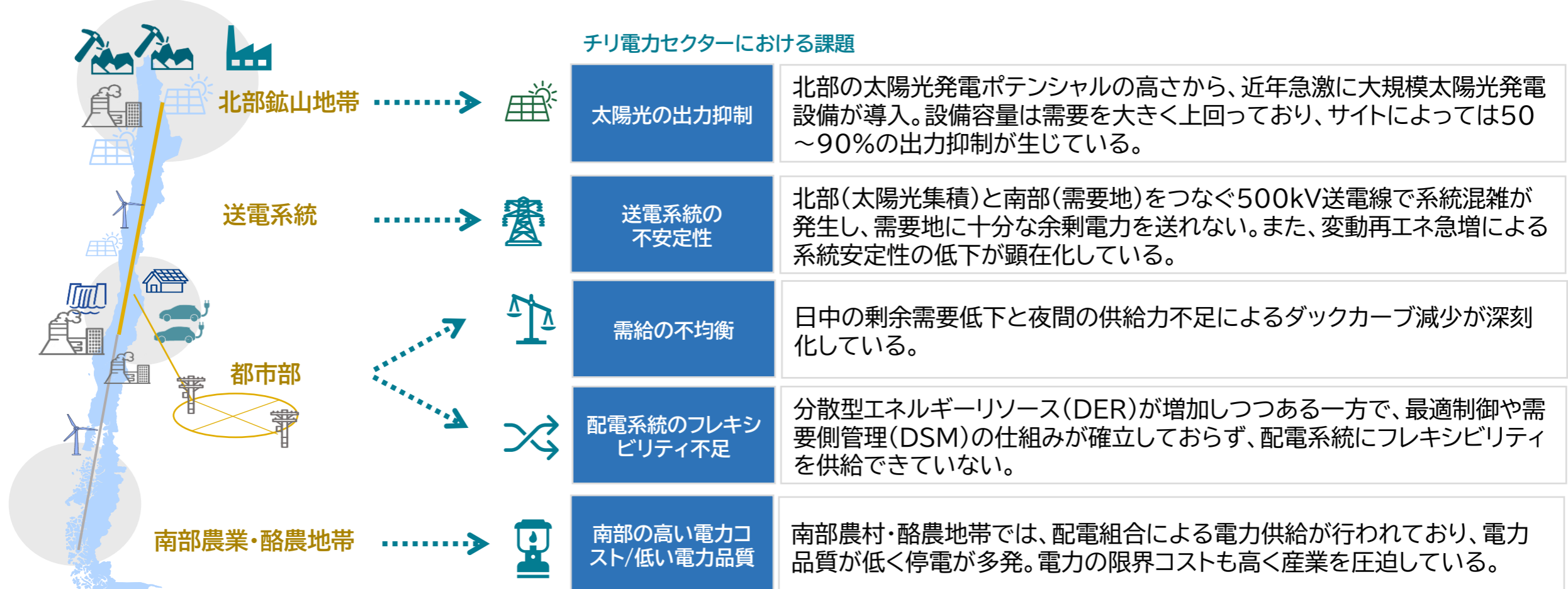
1. 事業目的

本事業の背景

- 本マスタープラン策定事業は、再生可能エネルギーの導入拡大が進むチリにおいて、**中長期的に顕在化している電力需給の不均衡、系統混雑、再生可能エネルギー出力抑制等の課題に対応し、電力供給の安定性を確保しながら脱炭素化を推進する方策を検討すること**を目的としている。
- 特に、蓄電池および需要家側リソースを活用したエネルギーマネジメントを重要な解決手段と位置付け、エネルギー供給効率の向上と系統運用の高度化に向けた方向性を整理する。
- 本事業では、発電事業者、送配電事業者、大口需要家、配電組合等の民間事業者から、エネルギー省をはじめとする政策当局・関係政府機関に至るまで、**幅広い現地ステークホルダーへの丁寧なヒアリングおよびディスカッションを重ねることを重視**している。現場レベルで認識されている課題や制約、制度運用上の実情を把握したうえで、**関係者との信頼関係を構築しながら、課題の本質を特定するアプローチ**を採っている。
- 事業者へのヒアリングを通じ、チリでは、北部地域における太陽光発電の大量導入に伴う出力抑制や、需要地との地理的ミスマッチ、需給の時間的不均衡の拡大、配電系統におけるフレキシビリティ不足など、再生可能エネルギー拡大に起因する複合的な課題が顕在化していることが明らかとなった。これらに対し、送電網増強等の従来型対策に加え、蓄電池や需要家側エネルギーマネジメントを活用した柔軟な需給調整手段が有効な選択肢となり得る一方で、**制度設計や事業性確保が導入の前提条件**となっている。
- 本マスタープランでは、現地ステークホルダーとの対話を通じて得られた課題認識を踏まえ、**日本がこれまで培ってきた制度設計、エネルギーマネジメント、蓄電池活用に関する知見を活かしつつ、日本とチリが協力して取り組むことが可能な対応策を整理・提案**する。日本側から解決策を押し付けるのではなく、チリの政策動向や市場環境を前提に、共に考え、共に具体化する協働型のプロセスとして本事業を位置付けている。
- あわせて、本事業はマスタープランを単なる計画策定にとどめるものではなく、**実証や事業検討を通じて得られる知見を将来の制度設計や市場形成につなげ、民間投資や事業化を段階的に促進することを目指すものである**。こうした取り組みを通じ、日本企業にとっての事業機会創出と、チリにおける持続可能な電力システムの構築の双方に貢献することが期待される。

チリにおける電力供給上の課題

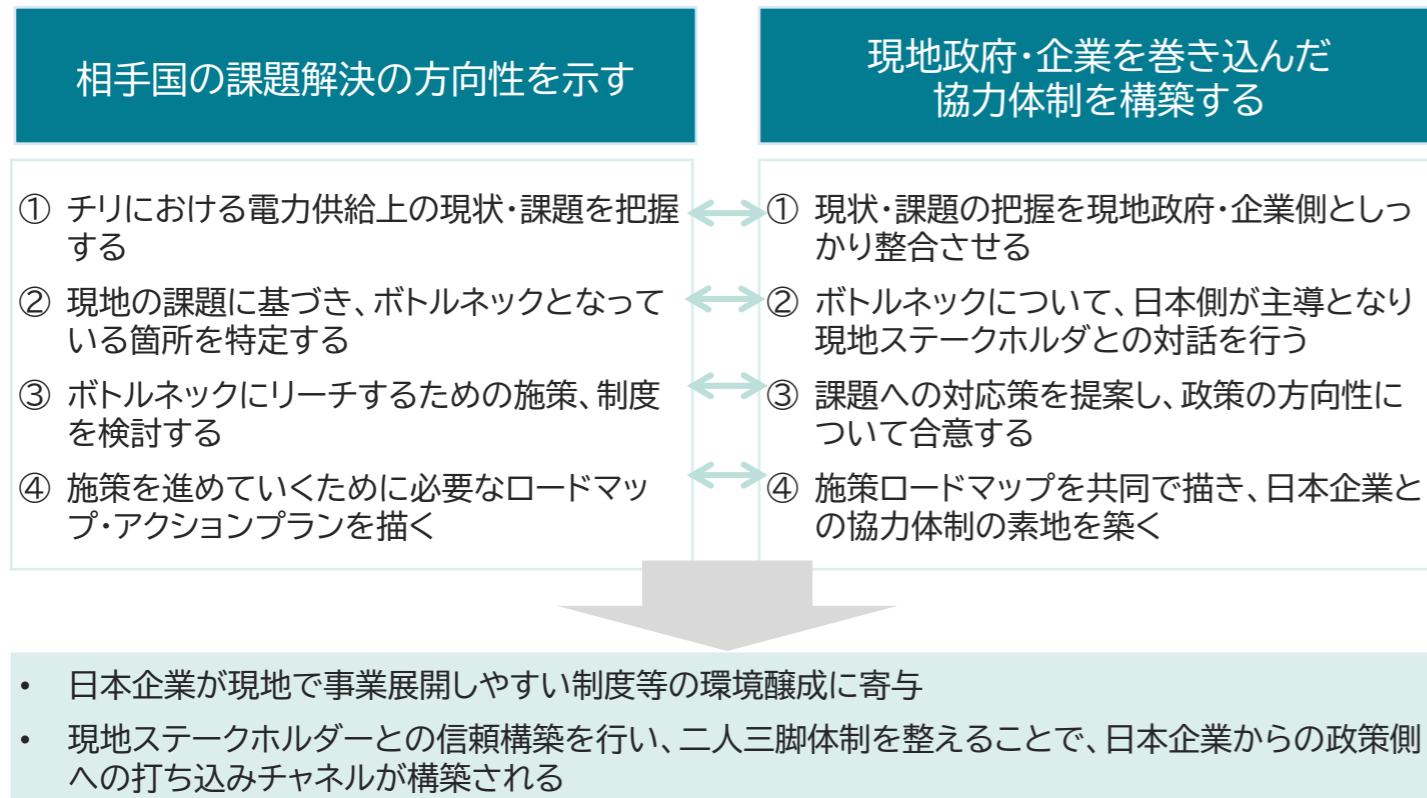
- 本マスタープランの策定にあたって、チリの電力セクターが抱える構造的な課題を、現地のステークホルダーとの議論を通じて特定した。
- 具体的には、北部に集中する太陽光発電の急拡大と送電制約による出力抑制、需給の時間的不均衡の深刻化、配電系統におけるフレキシビリティ不足、さらには南部地域における高コスト・低品質な電力供給といった課題である。
- これらの課題が同時並行で顕在化しているとの問題意識を出発点として、本マスタープランでは、需要側エネルギーマネジメントや蓄電池、DSM・DRといった手段を通じた解決の方向性を検討することとした。



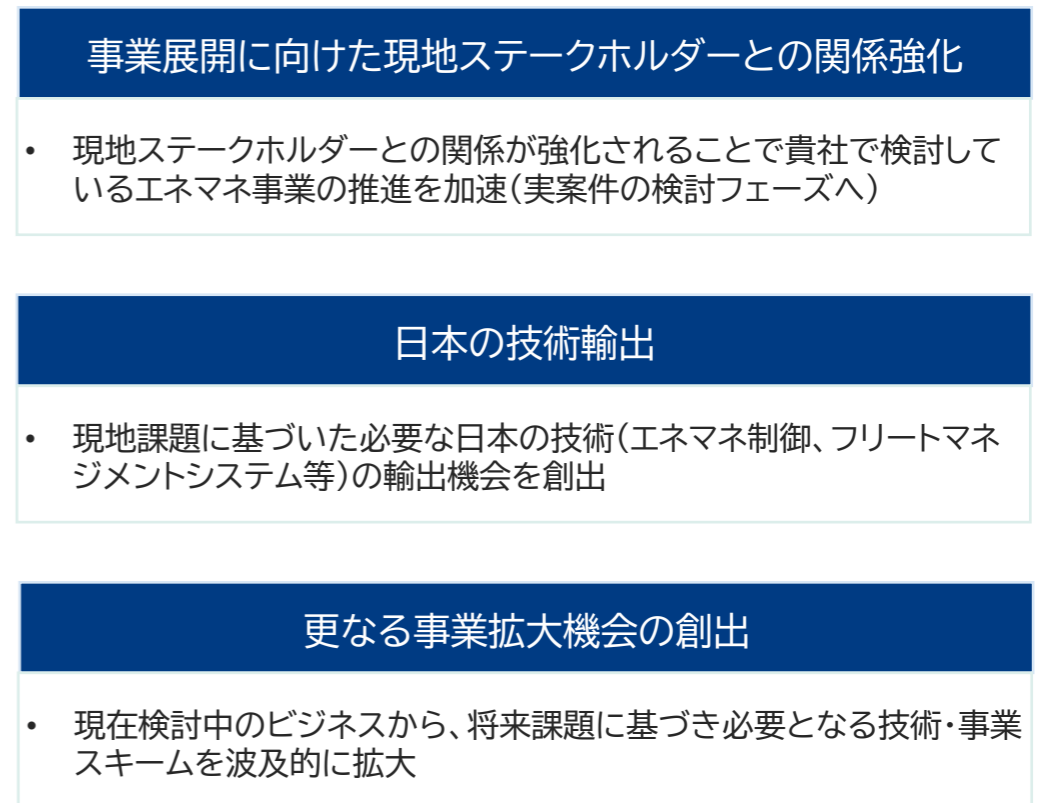
事業化に向けた計画 —MP策定時及び策定後に期待できる効果—

- MP策定においては、まず相手国の課題解決の方向性を示し、現地政府・企業を巻き込んだ協力体制を構築することで、日本企業が現地で事業展開しやすい制度等の環境醸成に寄与するとともに、現地ステークホルダーとの信頼構築を行い、二人三脚体制を整えることで、日本企業からの政策側への打ち込みチャンネルが構築されることが期待できる。
- 相手国の課題・ニーズを踏まえた検討をおこなうことで、日本の民間企業の投資活動や政府間連携に波及効果を生むことが期待される。

マスタープラン作成時のステップと期待できる効果



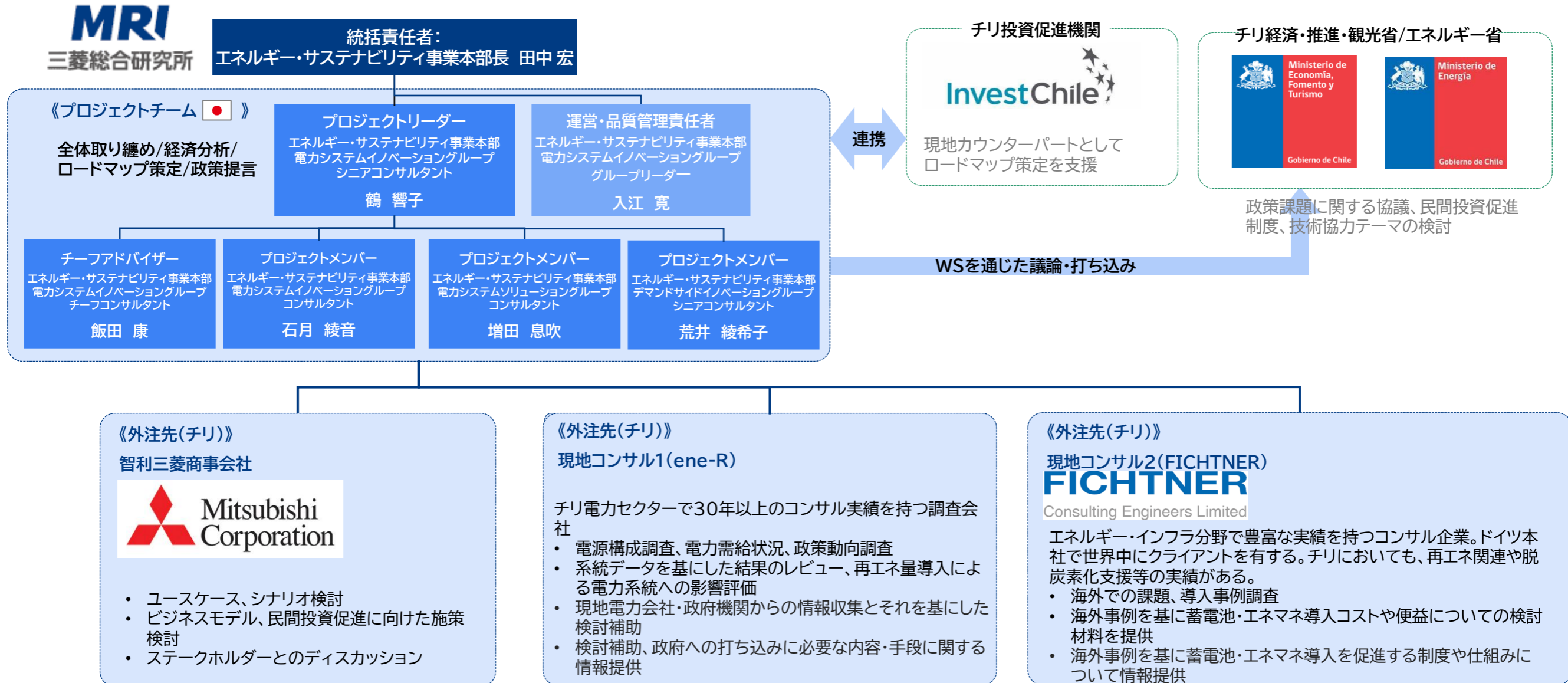
マスタープラン後の波及効果



2. 事業体制

実施の体制 ー全体像ー

- 以下の体制で本事業を遂行した。



3. 実施内容

- 3-1 市場/事業の理解
- 3-2 相手国と日本の課題及び事業機会の特定
- 3-3 事業モデルの評価
- 3-4 具体的戦略の策定

3-1. 市場/事業の理解

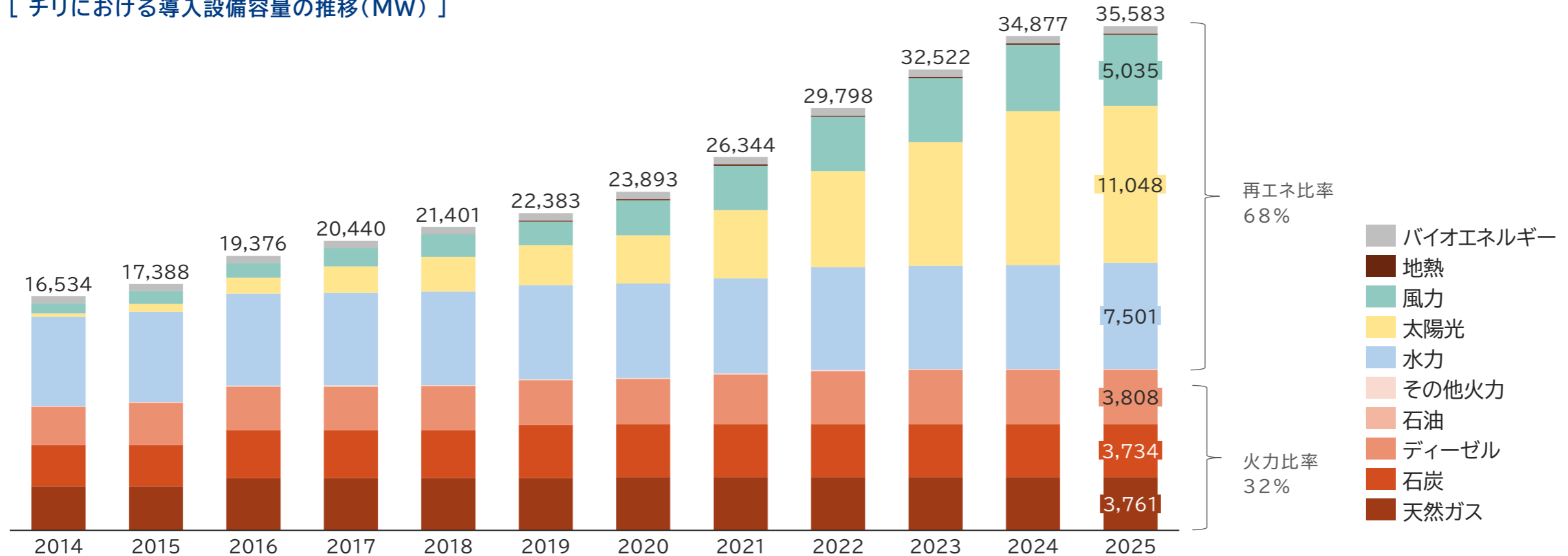
本章のまとめ

- 本章では、チリにおける蓄電池および需要家側エネルギーマネジメントの導入を検討する前提として、電力セクターの制度・市場構造と、需給・系統インフラの現状を整理した。発電、送電、系統運用、配電・小売、ならびに関連するエネルギー・モビリティ政策を俯瞰することで、チリ特有の課題構造と、蓄電池・需要側リソースが果たし得る役割を明確化することを目的としている。
- チリでは2010年代後半以降、太陽光・風力を中心とした再生可能エネルギーの導入が急速に進展し、特に北部地域に発電設備が集中している。一方で、需要地は中部以南に偏在しており、送電容量の制約から出力抑制や系統混雑が恒常化している。限界費用に基づく卸電力市場では、昼間の価格がゼロ近傍まで低下し、夜間に高騰するダックカーブ現象が顕在化しており、再エネ事業者の収益性低下や投資意欲の減退が課題となっている。
- 系統運用面では、再エネ比率の上昇に伴い、周波数・電圧安定性の確保や慣性低下への対応が重要性を増している。蓄電池はアービトラージ、容量ペイメント、アンシラリーサービスといった複数の価値を提供し得るが、現行制度ではアンシラリーサービスにおける評価が限定的であり、蓄電池の特性が十分に収益化されていない。一方で、昼夜の価格差拡大を背景に、卸電力市場でのアービトラージや、再エネ併設型・スタンドアロン型蓄電池の導入は着実に進みつつある。
- 政策面では、国家エネルギー計画において2030年・2050年に向けた蓄電池導入目標が明確に掲げられ、エネルギー貯蔵・電気自動車促進法の施行により、スタンドアロン型蓄電池の市場参加やEVの系統連系(V2G)が制度的に位置付けられた。また、国家電動モビリティ戦略や都市レベルの取り組みにより、サンティアゴを中心に電動バスの導入が世界有数の規模で進展している。
- 需要側に目を向けると、産業需要家ではエネルギー効率化法に基づくエネルギーマネジメント体制(ISO50001対応)が進展している一方、蓄電池を活用したピークカット・ピークシフトや需給調整の取り組みは限定的である。また、EVバスの普及に伴い、充電の同時集中によるピーク負荷増大、バッテリーコストの高さ、運行・充電の非効率性といった新たな課題も顕在化している。
- 以上より、チリの電力セクターは、再エネ大量導入を背景とした需給・系統の構造的課題を抱える一方で、蓄電池および需要家側エネルギーマネジメントの活用余地が大きい市場環境にあることが確認された。本章で整理した制度・市場・需給・系統の実態は、以降の章において検討する「将来課題」「ユースケース」「導入シナリオ」を、チリの実情に即して具体化するための基盤となる。

【発電】チリにおける導入設備容量の推移

- チリでは2010年代後半から太陽光と風力の導入が急拡大している。
- 2025年時点で、太陽光は11GW、風力は5GW、水力は7.5GWが導入されており、それぞれ総設備容量に占める割合は31%、14%、21%である。

[チリにおける導入設備容量の推移(MW)]

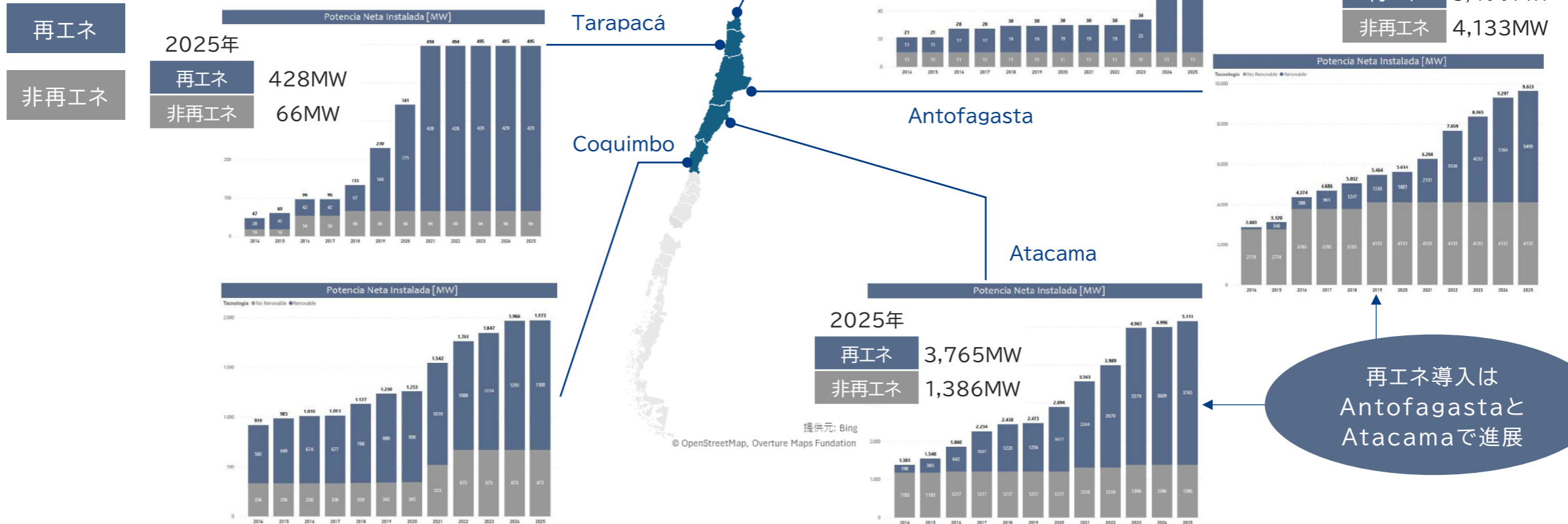


出所)外注先提供資料より三菱総研作成

【発電】地域別導入量量(北部)

- チリ北部における地域別再エネ・非再エネの導入量推移を示す。
- 設備容量(MW)に注目すると、特にAntofagastaと Atacamaで再エネの導入が進んでいる。

[発電設備の導入量推移(MW)]

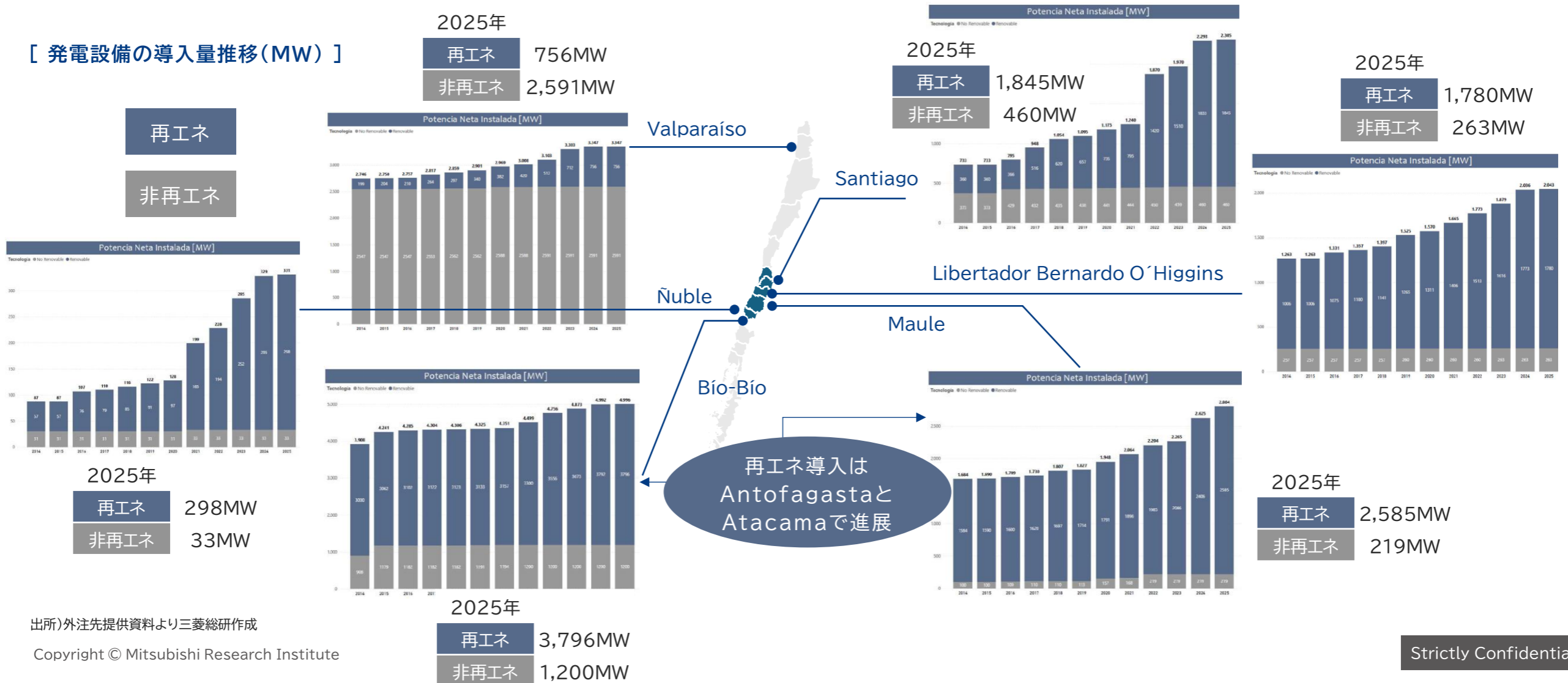


出所)外先提供資料より三菱総研作成

【発電】地域別導入量量(中部)

- チリ中部における地域別再エネ・非再エネの導入量推移を示す。
- 設備容量量(MW)に注目すると、特にMauleやBío-Bíoで再エネの導入が進んでいる。
- 一方Valparaisoでは再エネの導入はあまり進んでおらず、非再エネの割合が高い。

[発電設備の導入量推移(MW)]

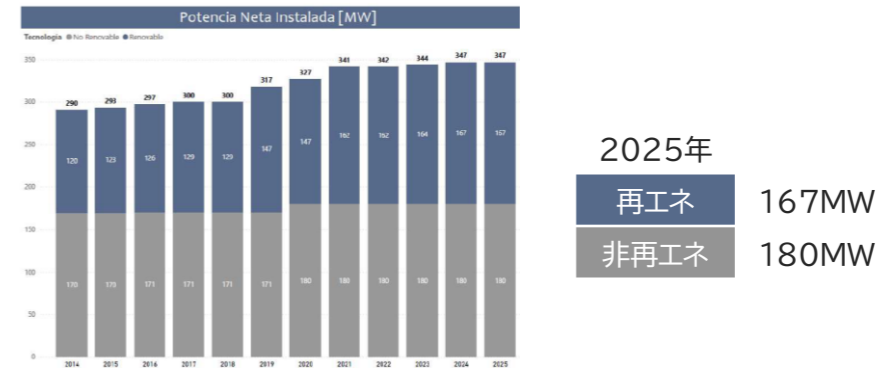
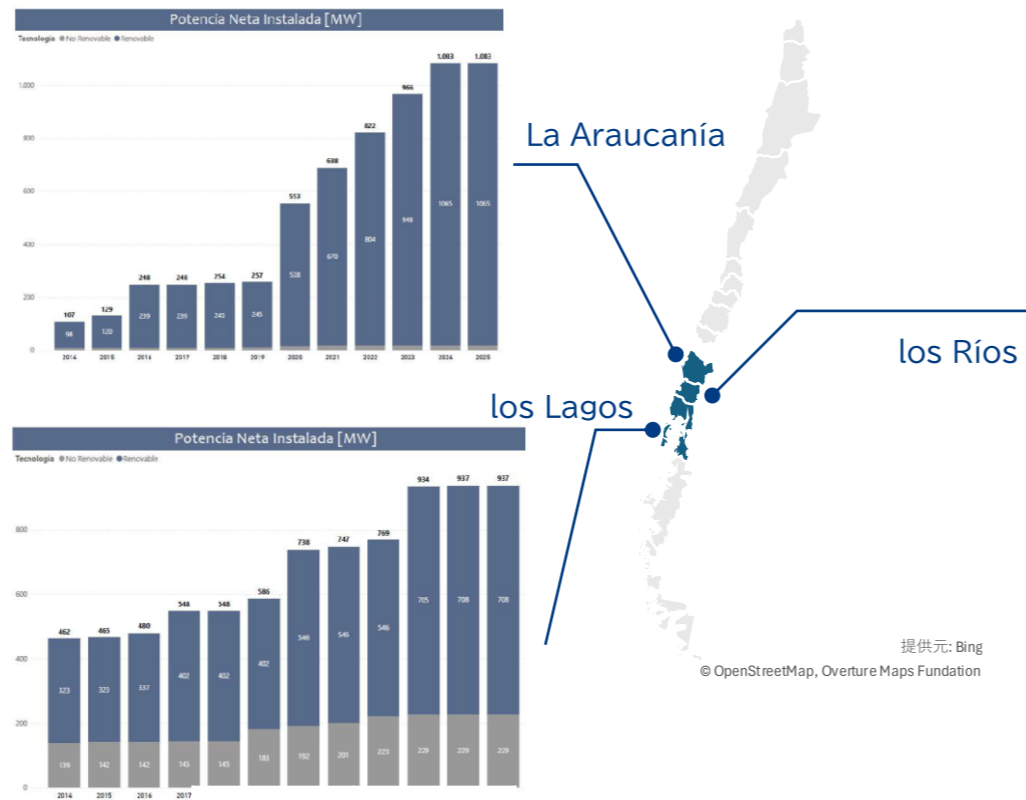
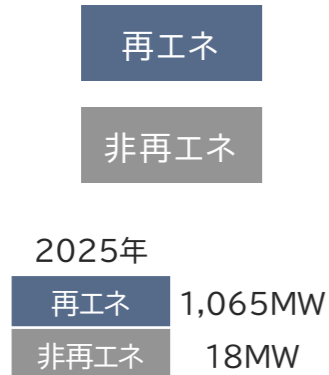


出所)外注先提供資料より三菱総研作成

【発電】地域別導入量(南部)

- チリ南部における地域別再エネ・非再エネの導入量推移を示す。
- 南部は他地域と比較して、再エネ・非再エネを問わず発電設備の導入量自体がそれほど多くないが、La Araucaníaでは2025年時点で1MW程度の再エネが導入済みである。

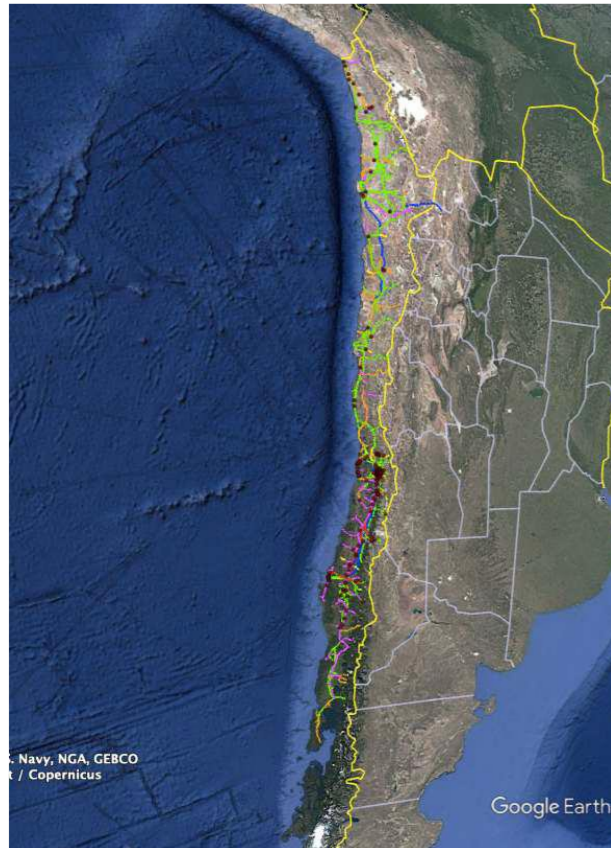
[発電設備の導入量推移(MW)]



【送電】チリの送電システムの概要

- チリでは送電システムへのオープンアクセスが法律で定められており、技術的・経済的条件を満たす場合に第三者による送電システムの利用が可能である。送電システムの全長は40,000kmにも及び、これらをCoordinador Eléctrico Nacional(CEN)が中央集権的に運用している。
- 送電システムは電圧やその用途から、全国送電・地域送電・専用送電・開発拠点の4種類に分類される。

[送電システムの概要]



全長	40,071km
変電所	1243か所
参加事業者	213事業者

送電システムの分類	概要
全国送電 Transmisión Nacional	全国的な市場統合を実現するための送電システムであり、各地域と相互接続している。主に220kV以上の送電線で構成。
地域送電 Transmisión Zonal	各地域における規制顧客(主に配電事業者)への供給に重点を置いた送電システム。地理的な位置によって6つのゾーンに分類される。主に110~154kV程度の送電線で構成。
専用送電 Transmisión Dedicada	特定の発電事業者と自由契約の顧客などとの個別接続を目的とした送電システム。
開発拠点 Polos de Desarrollo	再エネが集中的に導入可能な地域としてエネルギー省が指定するエリア及びエリア内の送電システム。長期送電計画(PELP)や開発拠点発電プロジェクト(PDGE)と連携し、効率的に全国送電システムに接続する。

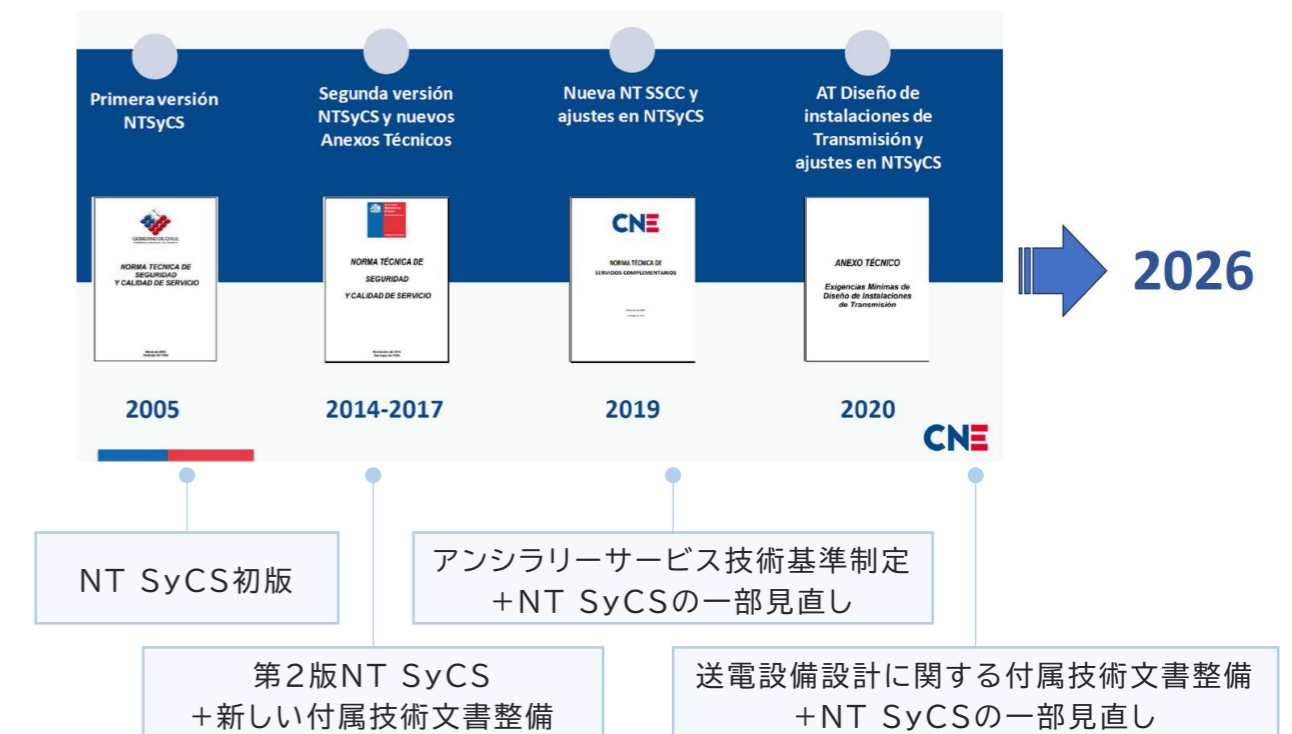
【送電】系統の信頼性の担保

- 国家エネルギー委員会(CNE)は送電系統の信頼性を担保するために、2005年に「供給の安全性及び品質に関する技術基準(Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio; NT SyCS)」を策定した。
- CNEはたびたびNT SyCSを改定しており、例えば2020年には送電線や変電所設計の最小要件を定める付属文書を追加した。現在は、エネルギー転換に対応するために基準の見直しを進めており、これらは2026年に公表される予定である。

【 NT SyCSの内容 】

1.用語と一般要件	基準本文で使用される略語や定義、および技術付属書(Anexos Técnicos)の説明。
2.権能、権限、義務	システムオペレータ(CEN)の役割と責任、および義務を定義。
3.設備設計における最小要件	送電事業者や発電等の接続希望者がSEN(国家送電系統)へ接続するための技術要件。
4.情報通信システムの最小要件	通信標準(データ交換・信号送信など)に関する基準。
5.安全性・品質に関する基準	3つの運用状態(通常・警戒・緊急)に分け、それぞれに適用されるサービス品質基準を定義。
6.安全性と品質の計画的評価	システムオペレータが実施すべき技術的評価の要件。
7.安全性・品質管理	SENの運用限界、サービス回復計画(Plan de Recuperación)を含む管理方針の定義。
8.設備の整備およびモニタリング	市場参加設備に対する技術監査・モニタリング要件。
9.経過措置	SEN内の各変電所における一時的な設備停止の許容限界など。

【 NT SyCSの改定タイムライン 】



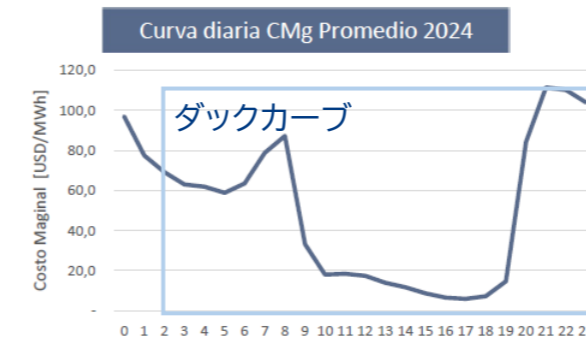
出所)外注先提供資料より三菱総研作成

【系統運用】限界費用市場

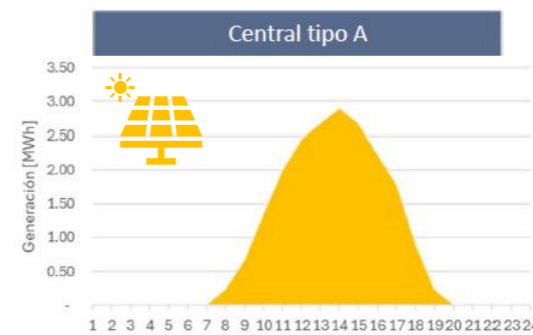
- チリでは、各電源が提出する監査済みの限界費用(≒燃料費)に基づき、CENがメリットオーダーを作成し、市場価格を決定している。
- 各電源は限界費用での入札が求められるため、限界費用がほぼゼロの太陽光発電が大量に稼働する昼間には市場価格が非常に低くなり、夜間には価格が高騰する、「ダックカーブ」現象が生じている。昼間の市場価格の低下は、太陽光発電事業者の収益性に大きな影響を及ぼしている。
- なお、チリの電力市場改革に関する整理では、今後10年程度は現在の限界費用に基づく市場(限界費用市場)を維持し、各電源が自由に入札価格を設定するオファー市場への移行は想定されていない。

	限界費用市場	オファー市場
約定イメージ		
価格決定	各電源の監査済み限界費用 (CENが算定)	各電源(事業者)による入札 (事業者が戦略的に提出*)
市場参加者の裁量	小さい	大きい
市場操作リスク	低い	高い
採用国	チリ・ペルーなど	日本・米国・欧州など

*市場操作を防止するため、一定の発電量を超える事業者に対しては限界費用での入札を求める場合もある

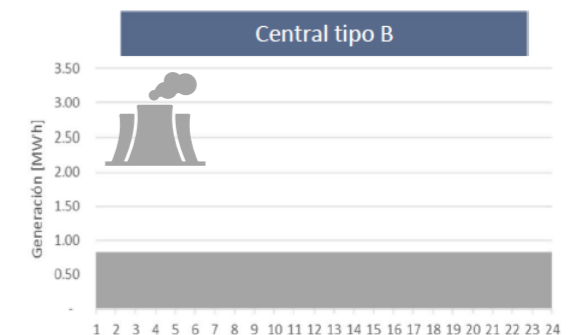


2024年のある1日の
市場価格推移



太陽光の発電プロフィール

⇒収入:354\$/日



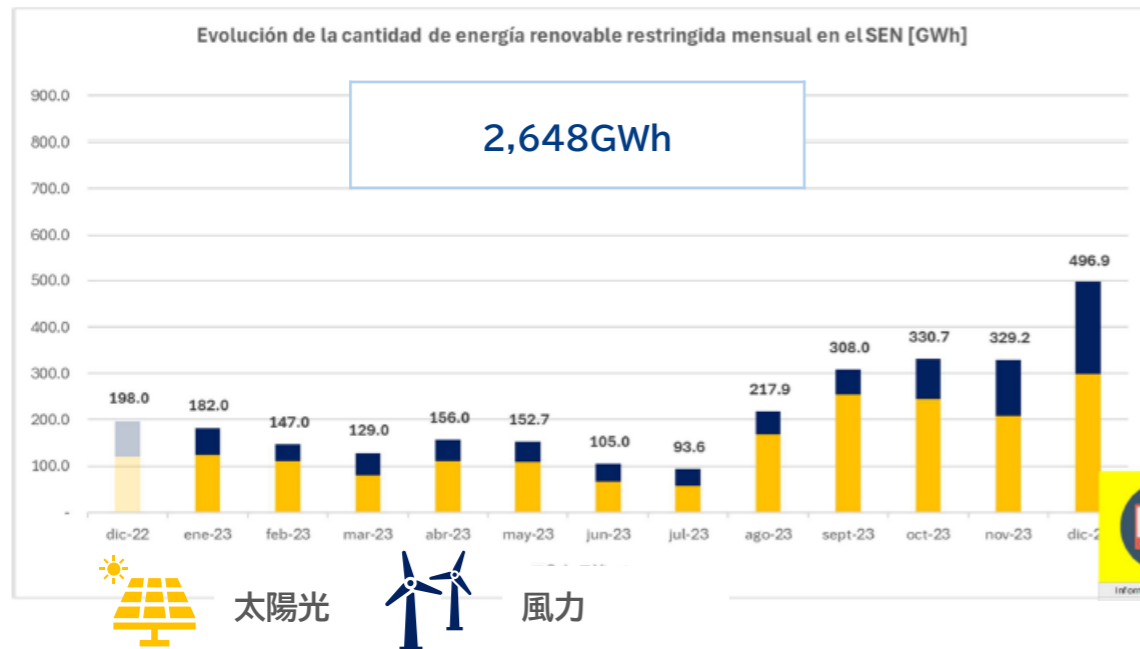
火力の発電プロフィール

⇒収入:1,018\$/日

【系統運用】再エネの抑制

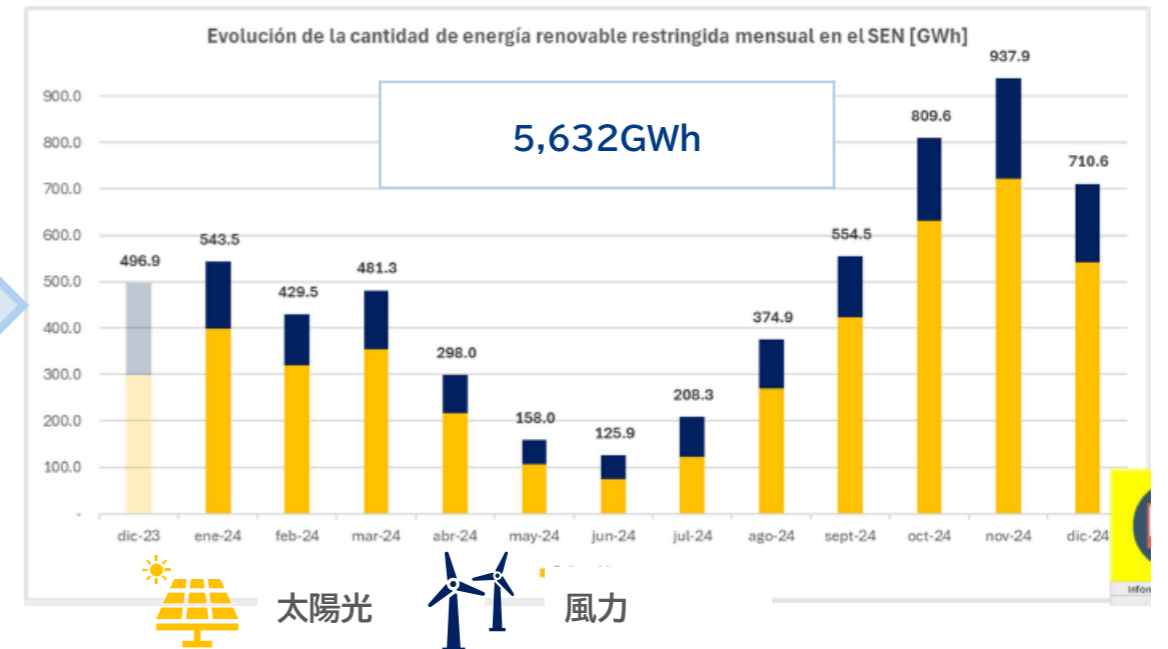
- 送電線に流すことのできる電力量には上限があるため、この上限を超過して発電する可能性がある場合には、電源の出力を制限(抑制)する必要がある。
- チリでは、主に太陽光による発電が盛んな日中に出力抑制が頻発している。抑制された電力量は年々増加しており、チリ北部から中部にかけてのSEN地域では、2024年の抑制量は2023年比で2.12倍となった。

[SEN地域の2023年の抑制量(GWh)]



2.12倍

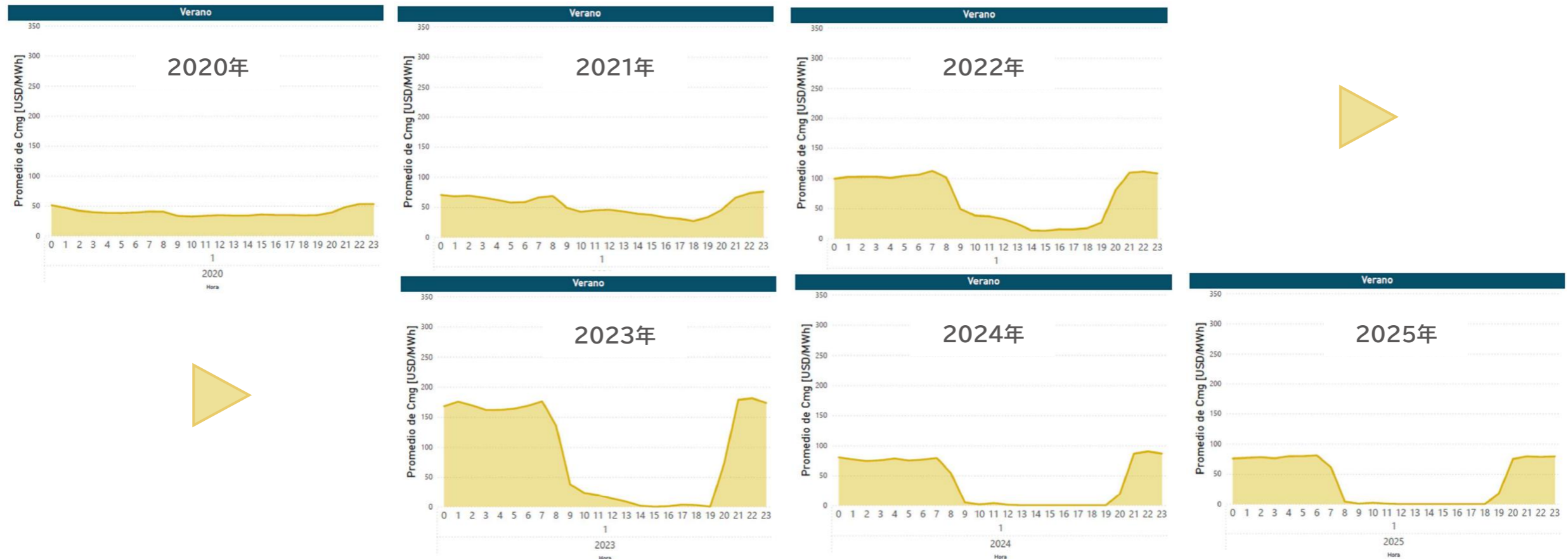
[SEN地域の2024年の抑制量(GWh)]



【系統運用】限界費用の推移

- コピアポ地域のCumbre変電所における、2020年から2026年までの夏季(1月)の限界費用価格の推移を示す。
- 2022年頃からダックカーブ現象が現れ始め、2024年以降は太陽光が出ている時間帯(9時~18時)において、価格がほぼ0 USD/MWhで推移していることが分かる。

[1月のCumbre変電所の月平均限界費用価格の推移]



出所)外注先提供資料より三菱総研作成

Copyright © Mitsubishi Research Institute

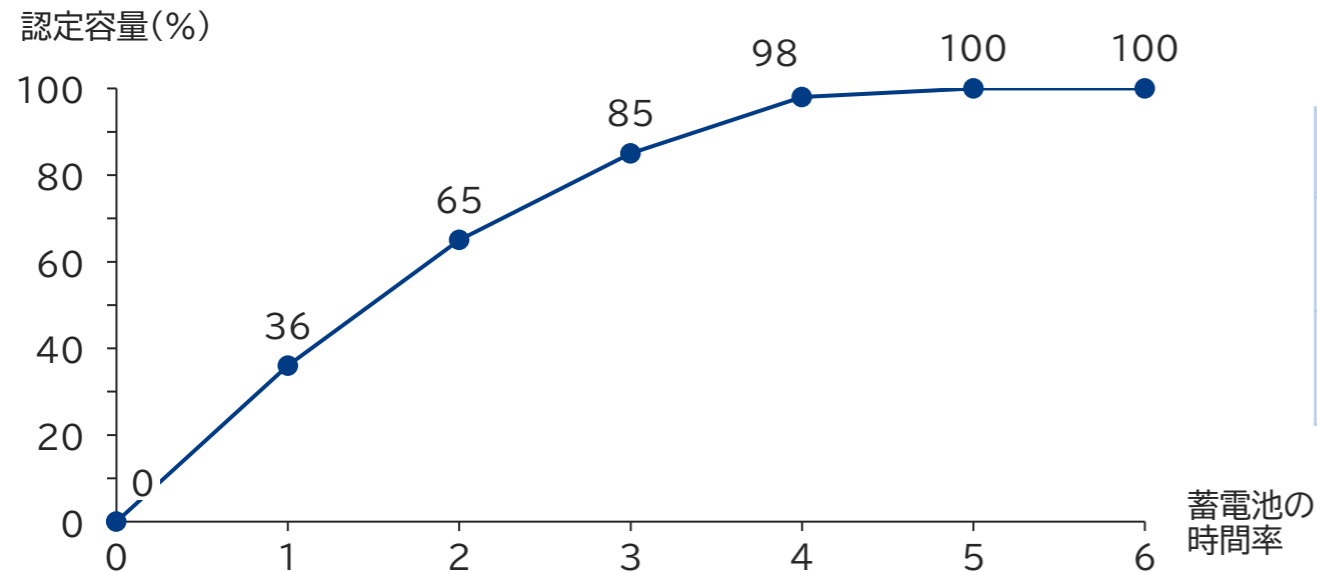
Strictly Confidential

36

【系統運用】容量支払い

- チリでは、ピーク需要を確実に満たすため、発電所の設備容量(kW)に基づく容量支払いによる追加報酬が支払われている。
- 容量支払いでは、発電設備が提供できる容量の信頼性が高いほど、認められる容量(=容量支払いの対象となる割合)が大きくなる。また、その支払額はCNE(国家エネルギー委員会)が4年ごとに算定する固定価格で決定される。
- 2016年の容量支払いに関する法改正により再エネ併設蓄電池が、2022年の法改正により単独の蓄電池(非再エネ併設)も対象に追加された。これにより、蓄電池も容量支払いに参加可能となった。
- 蓄電池の認定容量は「放電可能時間(時間率)」に応じて異なる。5時間以上の長さを持つ場合は100%と認定され、5時間を超えても評価は変わらない。そのため、容量支払いの観点では6時間以上の長時間蓄電池を導入しても追加インセンティブはない。

【容量支払いにおける蓄電池の認定容量】



例) 2MWの蓄電池に対して支払われる容量支払い(例)固定価格: 10\$/kW)

時間率	認定容量	支払額
3時間	2MW×85%=1.7MW	10\$/kW×1,700kW=17,000\$
5時間	2MW×100%=2MW	10\$/kW×2,000kW=20,000\$

(参考)各国の容量メカニズム

- ピーク需要を満たすため、すぐに発電できる設備に報酬を与える「容量メカニズム」は、チリ以外の国でも導入されている。
- チリでは、容量支払いとしてCNEが半年ごとに定める固定価格が支払われるが、日本でも導入されている容量市場は、市場メカニズムによって価格が決まる仕組みである。
- そのほか、ドイツでは休廃止した発電設備を「戦略的予備力」として系統運用者が確保している。また、容量への直接的な支払いではないが、テキサスやオーストラリアでは供給力が一定水準を下回ると卸電力市場価格にプレミアムを上乘せし、緊急時に稼働できる設備にインセンティブを与えている。

[各国で導入されている容量メカニズム]

容量市場	発電事業者が保有する設備容量に対して、 小売事業者が、市場メカニズムで決まった価格 を容量に応じて支払う制度	<ul style="list-style-type: none"> • 日本 • イギリス • フランス • アメリカ(一部州)
容量支払い	発電事業者が保有する設備容量に対して、 公的主体が、予め定めた価格 を容量に応じて支払う制度	<ul style="list-style-type: none"> • チリ など
戦略的予備力	公的主体が決定した、緊急時に不足すると見込まれる電源容量を、 系統運用者が予め確保 するための制度	<ul style="list-style-type: none"> • ドイツ • スウェーデン
価格スパイク	供給力が一定値以下になると、予め設定された需要曲線に沿って卸電力市場価格が高騰する制度	<ul style="list-style-type: none"> • アメリカ(テキサス) • オーストラリア

【系統運用】アンシラリーサービス

- チリでは、CENが中心となり、各種アンシラリーサービスを集中的に調達している。
- 調達方式には、年次～数十年程度の長期契約を結ぶ公募形式と、日次・週次の短期スパンで実施されるオークション形式(Pay as Bid)の二つがある。いずれの方式においても蓄電池の参加は認められているものの、報酬の大部分は実際の起動費等に基づく市場外でのサイドペイメントが大半を占めるため、起動費がそれほどかからない蓄電池にとって参加のインセンティブが低いのが現状である。
- また、現行の制度では、蓄電池の持つ高速応答や瞬時の調整力といった特性を十分に評価できる商品が少なく、さらに長時間率の蓄電池が正當に評価されにくい環境にある。そのため、蓄電池の活用拡大や事業性向上の観点から、蓄電池事業者は制度改革を望んでいる。CEN自身もこうした課題は認識しており、今後改善に向けた検討が進められる見込みとのことであった。

【チリのアンシラリーサービス】

	調達サイクル	調達方法	価格決定方法	調達商品
長期	年次～数十年	相対	個別調整	無効電力・電圧制御・短絡容量など
短期	日次・週次	市場 (オークション)	入札価格	周波数

【蓄電池目線でのアンシラリーサービス市場の課題】

①蓄電池にとって参加の金銭的インセンティブが薄い

報酬の大半は起動費等に紐づく市場外での支払いのため、起動費がそれほどかからない蓄電池はその報酬を十分に享受できない。

②蓄電池の特性に適合する商品設計が不足している

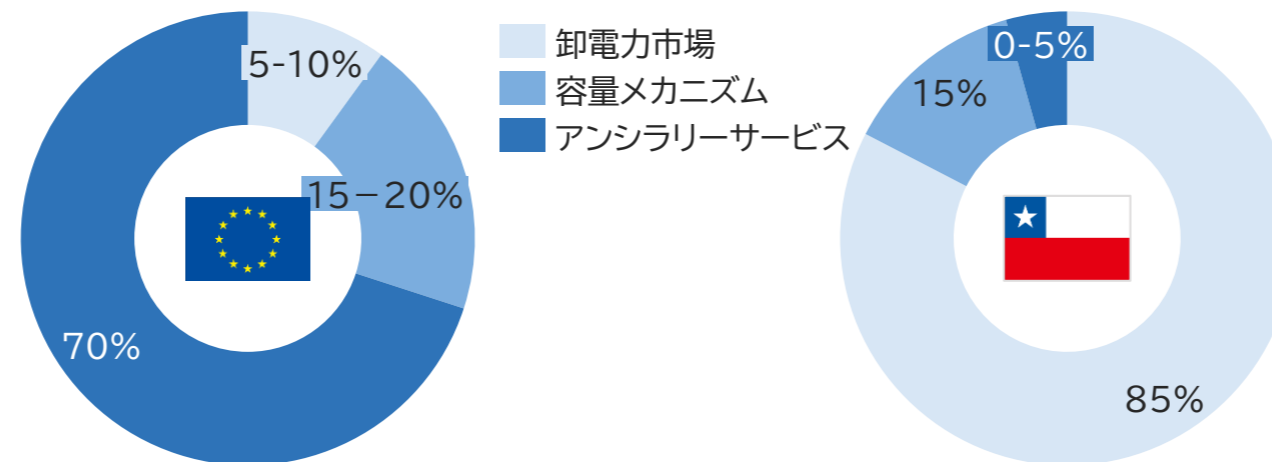
高速応答や長期間充放電可能な蓄電池の特性が生かせる商品がなく、蓄電池としての差別化要素がない。

【系統運用】系統用蓄電池の収益

- 系統用蓄電池の主な収益源は、①卸電力市場における値差(アービトラージ)、②再エネ発電と組み合わせたPPA(電力購入契約)、③容量メカニズム、④アンシラリーサービスの四つに大別される。
- このうち、④アンシラリーサービスについては、前述の通りチリでは蓄電池の特性を十分に評価できる制度設計が整っていないため、収益機会は極めて限定的である。
- 一方で、太陽光発電の大量導入により顕著になった「ダックカーブ」によって昼夜の卸電力価格差が大きく拡大しており、①卸電力市場での値差(市場価格が安いときに充電し、高いときに放電する)は蓄電池にとって大きな収益源となっている。
- また、太陽光発電事業者は、蓄電池を組み合わせることで夜間にも電力を供給することで24時間対応型の②PPAを構築し、収入の安定化を目指している。

【再エネ非併設型蓄電池*の収益の欧州とチリの比較】

*再エネ併設でないスタンドアロン型蓄電池が対象のため、PPA契約による収入は対象外



アンシラリーサービス市場が発展しており、収入の柱となっている

昼夜の電力価格差が大きく、卸電力市場におけるアービトラージ収益が中心

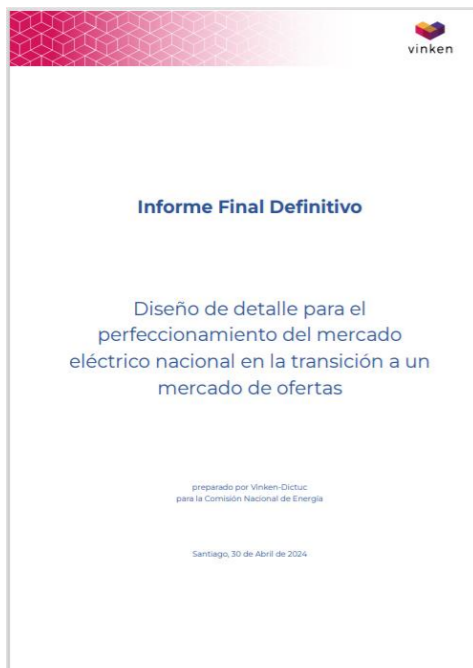
出所)Americas Market Intelligence, "WILL CHILE'S BOOMING ENERGY STORAGE BUBBLE BURST?", 閲覧日:2025年9月19日, <https://americasmi.com/insights/energy-storage-in-chile/> より三菱総研作成

Copyright © Mitsubishi Research Institute

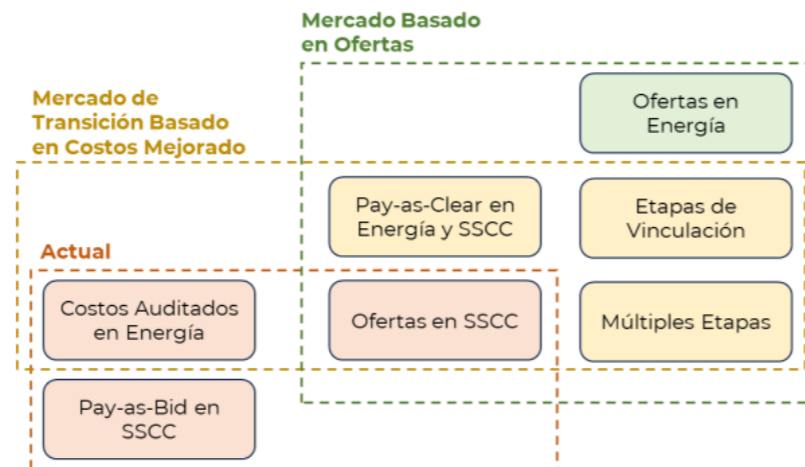
【系統運用】CNEによる市場改革検討

- 国家エネルギー委員会(CNE)は卸電力市場及びアンシラリーサービス市場の改革にあたり、チリのエネルギーコンサルティング会社であるVinkenに対し「オファー市場への移行に向けた国内市場の詳細設計に関する研究」の実施を委託した。
- 報告書の中でVinkenは段階を踏みながら卸電力市場をオファーベースに移行すること、またアンシラリーサービス市場をPay as Clear(市場約定価格で精算)に移行することを提案している。
- しかしながらCNEは、卸電力市場に関しては少なくとも10年間は限界費用市場を維持すると結論付けている。

[委託報告書]



[市場改革に向けたロードマップ]



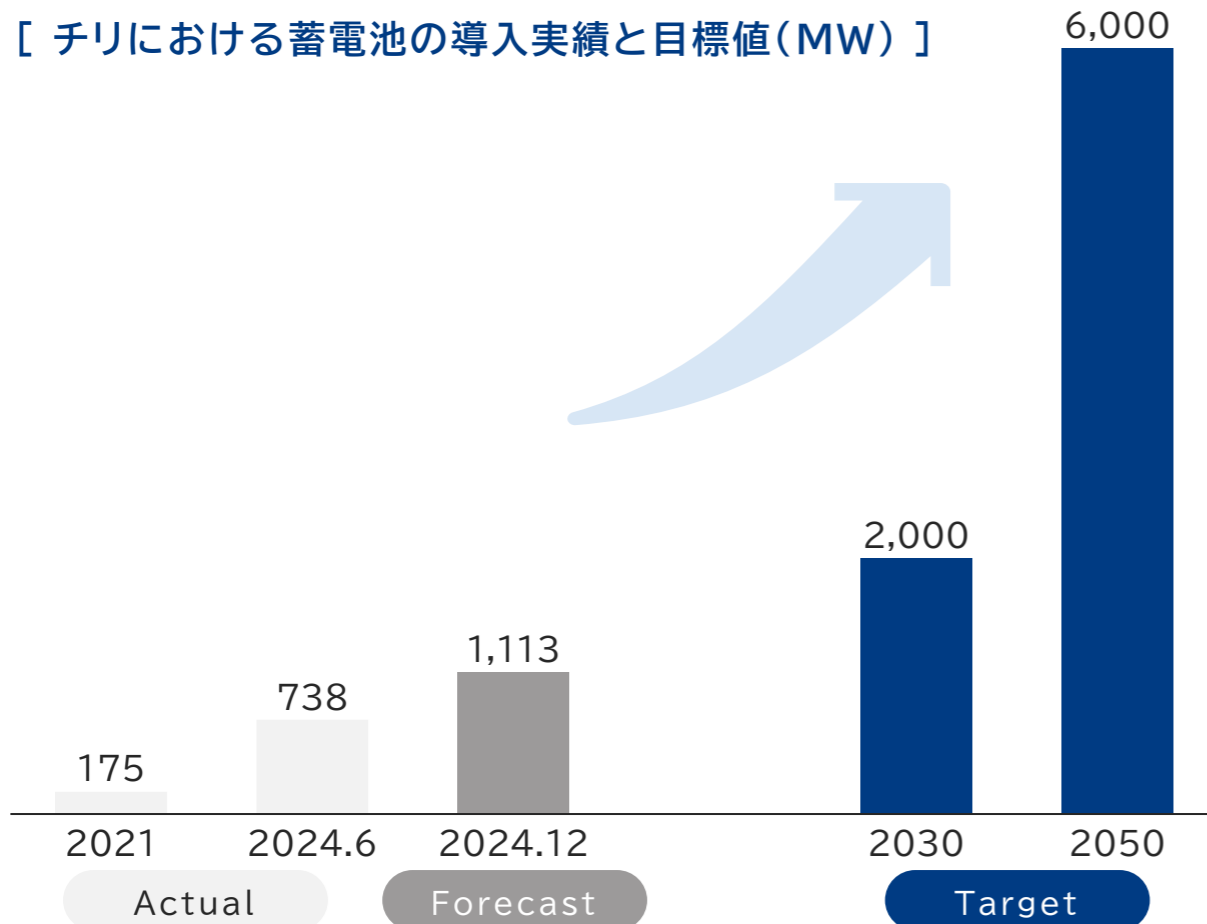
	卸電力市場	アンシラリーサービス市場
現在	<ul style="list-style-type: none"> 監査済み費用ベース Pay as Clear 	<ul style="list-style-type: none"> 参加者のオファーベース Pay as Bid
ステップ①	<ul style="list-style-type: none"> 監査済み費用ベース Pay as Clear 	<ul style="list-style-type: none"> 参加者のオファーベース Pay as Clear
ステップ②	<ul style="list-style-type: none"> 参加者のオファーベース Pay as Clear 	<ul style="list-style-type: none"> 参加者のオファーベース Pay as Clear

Pay as Clear:市場約定価格で精算(シングルプライス)
 Pay as Bid:事業者の入札価格で精算(マルチプライス)

【政策】国家エネルギー計画/Transición Energetica de Chile

- 2022年に7年ぶりに改定された国家エネルギー計画では、再生可能エネルギーへの移行を推進する一方で、電力システムの信頼性を維持するための蓄電池の重要性が強調された。
- これを受けて、2030年までに2,000MW、2050年までに6,000MWの蓄電システム導入が目標として掲げられた。2021年末時点で既設の蓄電容量は175MWにとどまっていたが、これはその十数倍に相当する規模である。もっとも、2022年以降は蓄電池の導入が急速に進み、2024年末には1,113MWが接続される見通しとなっている。

【チリにおける蓄電池の導入実績と目標値(MW)】



国家エネルギー計画(Transición Energetica de Chile)

2015年に策定された最初の国家エネルギー政策において明記されたとおり、**信頼性が高く安全なエネルギーシステムの確保は、我が国の政策における基本的な目標の一つ**である。現在、私たちは使用するエネルギー源の性質、気候予測、自然災害の頻度と激しさといった面で変化の時代に直面している。

私たちは、(中略)、**信頼性(安全性および供給力)とレジリエンスに優れた堅牢なエネルギーシステムの構築を推進し、現在および将来の需要に対応するとともに、再生可能エネルギーに基づく発電とエネルギー自立に向けたエネルギー移行を後押しする。**

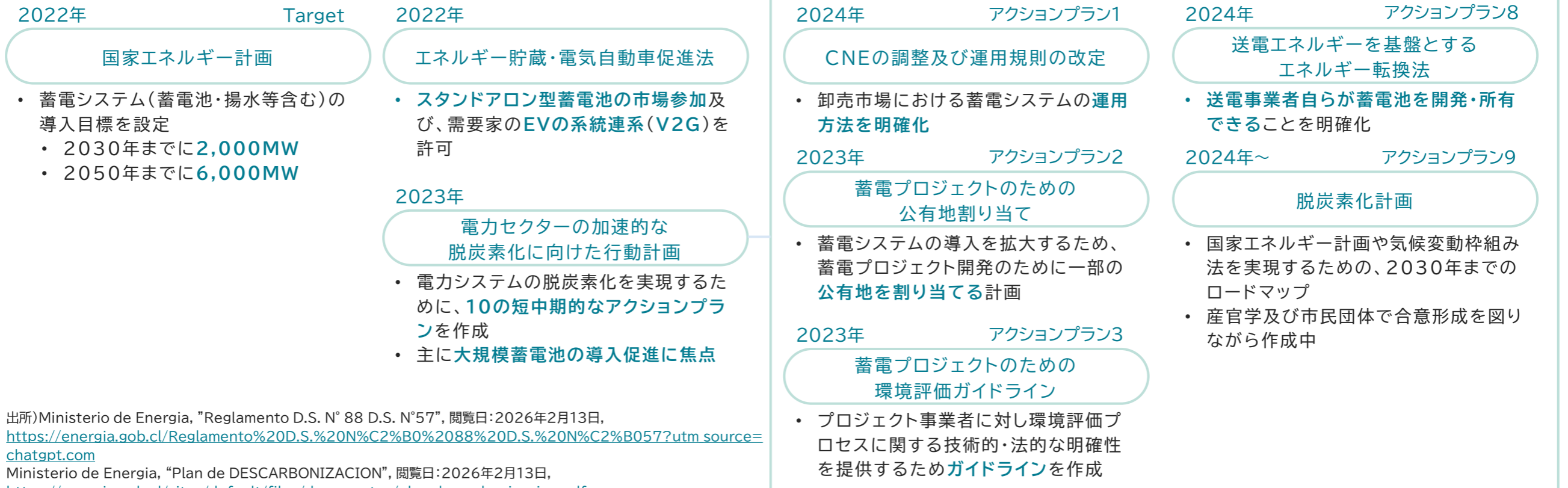
(中略)

これを実現するには、必要な柔軟性、送電インフラ、再生可能エネルギーの活用を最大化する技術の導入に加え、燃料インフラによる支援も確保する必要がある。**蓄電システムは再生可能エネルギーの本質的な補完手段となり、変動する運用条件の下でも、安全かつ強靱なシステムを維持するための支えとなる。**

【政策】蓄電池に関する既存の導入目標・導入施策

- チリ政府は2022年に国家エネルギー計画を更新し、2050年までに電力システムの脱炭素化を実現するため、2030年までに2,000MW、2050年までに6,000MWの蓄電システム導入を目標に掲げた。
- 2022年には、エネルギー貯蔵・電気自動車促進法において、スタンドアロン型蓄電池の卸売市場への参加とEVの系統連系(V2G)を認めた。
- また2023年には、2050年を見据え、短期的に実施すべき10の具体的なアクションプランを策定した。蓄電池に関しては、主にスタンドアロン及び再エネ併設型の蓄電池の導入拡大に焦点が置かれ、市場での位置付けの明確化、公有地の割り当て、環境評価ガイドラインの整備などが進んでいる。

蓄電池に関する政策動向



出所)Ministerio de Energia, "Reglamento D.S. N° 88 D.S. N°57", 閲覧日:2026年2月13日,
https://energia.gob.cl/Reglamento%20D.S.%20N%C2%B0%2088%20D.S.%20N%C2%B057?utm_source=chatgpt.com

Ministerio de Energia, "Plan de DESCARBONIZACION", 閲覧日:2026年2月13日,
https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/plan_descarbonizacion.pdf
 Copyright © Mitsubishi Research Institute

【政策】EVに関する既存の導入目標・導入施策

- チリ政府は2021年に国家電動モビリティ戦略を改定し、2035年までに国内で販売される新車をすべてゼロエミッション車に、また2040年までにすべての公共バスを電動化することを目標に掲げた。これらの目標と整合するかたちで、エネルギー効率化法やエネルギー貯蔵・電気自動車促進法において、EV導入を促進するための各種インセンティブが規定されている。
- 政府の取り組みに加え、サンティアゴ市は運輸部門の脱炭素化を目的としたC40 Citiesの「Fossil-Fuel-Free Streets」宣言に署名しており、同イニシアチブの一環であるZEBRAプロジェクトの支援を受けて、電動バスの導入を急速に進めている。2025年末までに計4,406台の導入を目指しており、世界有数の電動バス保有都市となる見込みである。

EVに関する政策動向



【政策】エネルギー貯蔵・電気自動車促進法

- 2022年に施行されたエネルギー貯蔵・電気自動車促進法は、再エネ活用とEV導入の加速を目的に、一般電気サービス法に複数の改正を加えた。
- これにより、スタンドアロン型の蓄電システムも卸売市場・容量市場に単独で参加可能となり、EVを含む需要家に接続された蓄電池からの逆潮流も認められた。

[エネルギー貯蔵・電気自動車促進法 (PROMUEVE EL ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y LA ELECTROMOVILIDAD) における主な改正点]

1) スタンドアロン型エネルギー蓄電システムの市場参加容認

本法律は、蓄電池等の蓄電システムが独立した電力供給源として電力系統にエネルギーを供給(放電)することを初めて認めた。これにより蓄電システムは卸電力市場及び容量市場におけるプレイヤーとして位置付けられ、発電所と同様に扱われることになった。

また、9,000kW以下の小規模蓄電システムには市場価格ではなく固定価格で売電できる選択肢が与えられた。

2) 需要家による蓄電エネルギーの再供給(逆潮流)の許可

本法律は、最終需要家が自ら設置した蓄電システムに蓄えた電力を配電系統に逆潮流させて販売できることを明確に規定した。これには電気自動車に搭載された蓄電池も含まれるため、EVによる逆潮流(V2G)も容認された。

3) 自家発電・消費システムの法的立場の明確化

本法律は、「発電・需要(Generación-Consumo)システム」を新たに定義した。これは再生可能エネルギーによる自家発電設備を持ちつつ、電力系統と単一の接続点を通じて電力の購入や余剰電力の供給が可能な大口需要設備を指す。これらのシステムは、発電事業者と自由契約ユーザーの両方として法的に位置付けられた。

4) EVの導入支援

本法律は、EVの普及を促進するため以下の措置の導入を決定した。

- **自動車通行許可税の免除・軽減**: EV等について、最初の2年間は自動車通行許可証(パーミソ・デ・シルクラシオン)税を全額免除し、その後6年間は段階的に減免税率を適用する。
- **企業向けの加速償却**: 企業が購入する新規EVについては、加速償却(早期減価償却)を認め、会計上の減税メリットを付与する。

【政策】電力セクターの加速的な脱炭素化に向けた行動計画 / Plan de DESCARBONIZACION

- 2050年のカーボンニュートラル実現に向けた長期戦略を補完するため、チリ政府は2020年代に優先的に取り組むべき短・中期の具体的なアクションを特定した。その中で「蓄電システムの促進」は4つの主要な柱の一つとされ、関連アクションプランが以下のとおり整理された。なお、本アクションプランでは、蓄電システムの中でも特に系統用蓄電池をターゲットとしていると推察される。

〔蓄電池に関するアクションプラン(抜粋)〕

1)蓄電システムのための国家電力システムの調整及び運用規則改正

アクション: 調整及び運用規則を改正する。

目的: 蓄電システムの運用方法を明確化し、卸売市場での約定価格に関する予測可能性を高める。

ステータス: 2024年施行

2)蓄電システムのための国有地割り当て

アクション: 長期エネルギー計画に従い戦略的に特定した変電所の周囲の国有地を、蓄電システム開発のために提供する。

目的: 蓄電システム及び送電インフラの統合的な発展を促進する。

ステータス: 2023年施行

3)蓄電プロジェクト向け環境評価ガイドラインの策定

アクション: 環境評価サービス(SEIA)と協力し、蓄電プロジェクトの環境評価に関する技術文書を策定する。

目的: プロジェクト事業者に対し、環境評価プロセスに関する技術的・法的な明確性を提供する。

ステータス: 2023年施行

8)エネルギー転換法の提出

アクション: エネルギー転換法案を国会に提出する。

目的: 電気事業法を改正し、特に送電セクターをエネルギー転換の中核と位置付ける。特に第3の柱として蓄電システムの導入促進を支援し、送電事業者による蓄電システムの開発を認める。

ステータス: 2024年施行

10)脱炭素計画の策定

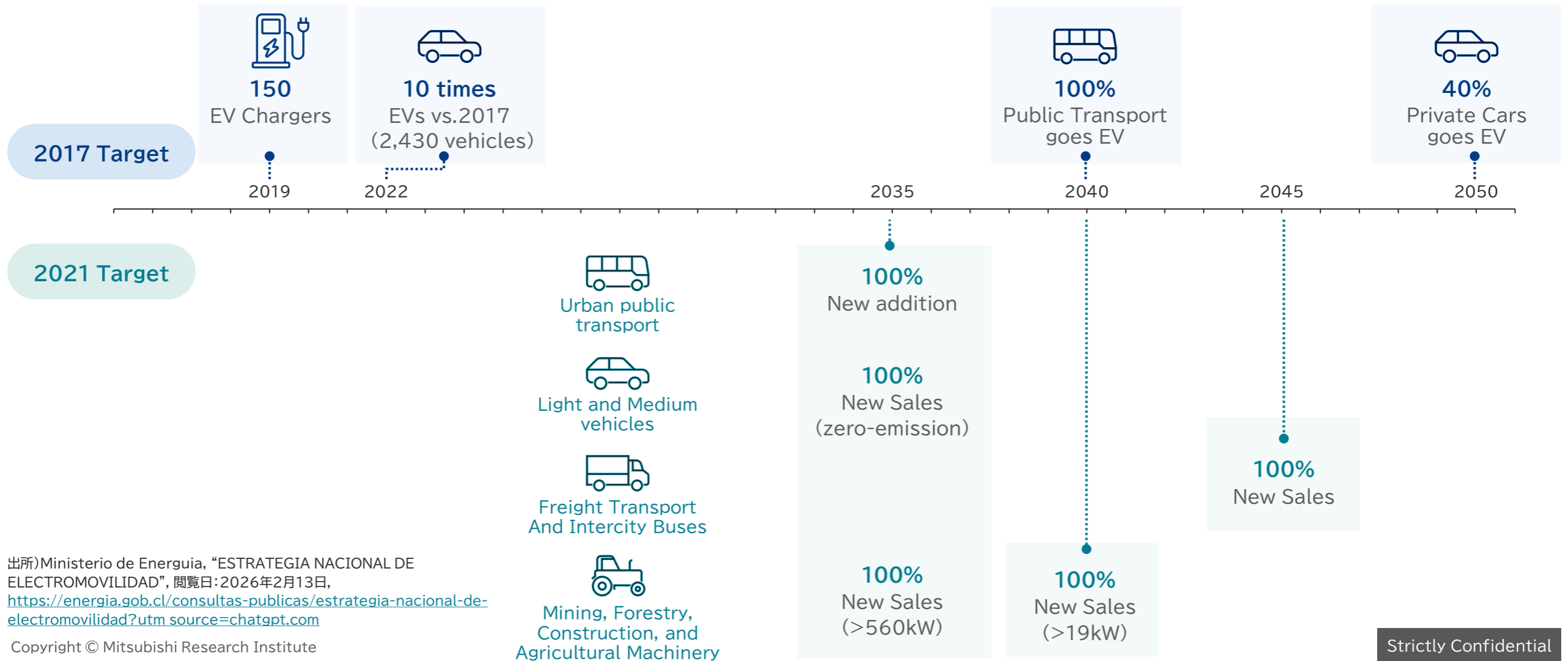
アクション: 2030年までのロードマップを策定し、脱炭素化を進めるための規制及び技術的措置を整備する。

目的: 2020年代における優先施策を特定し、加速的なエネルギー転換を推進する。また官民・学会・市民社会の合意形成に基づき政策を策定する。

ステータス: 作成中

【政策】国家電動モビリティ戦略

- チリ政府はEV導入拡大に向け、2017年に国家電動モビリティ戦略を策定し、2050年に向けた導入目標を掲げた。
- 2021年にはこれを改定し、新車販売に関する目標を追加した。これにより、2035年までに都市公共交通、小型・中型車、560kW超の農工業車の新規販売・導入を100%EV化(小型・中型車のみゼロエミ化)する方針が示された。



【政策】C40 Cities:Fossil Fuel Free Streets Commitment

- C40 Citiesは、パリ協定の目標達成に向けて、世界の大都市が連携して気候変動に取り組むために設立された国際的な都市ネットワークである。世界各地から約100の都市が加盟しており、サンティアゴ市も2009年に参加した。
- 2017年、C40 Citiesは「Fossil-Fuel-Free Streets」宣言を採択し、署名都市は「2025年以降に導入するバスをすべてゼロエミッション(電動)とし、2030年までに都市中心部の主要エリアをゼロエミッションゾーンとする」ことを目指している。サンティアゴ市は2018年にこの宣言に署名した。

【 FFFSを達成するためのサンティアゴ市の取り組み 】

1)Procure, with our partners, only zero emission buses from 2025.

サンティアゴ市は、2025年からバッテリー式または水素燃料電池式のゼロエミッションバスのみを導入することを約束。またMetropolitan Regional Governmentは52の自治体に通達を出し、業務車両や公用車の調達時に電動または低排出者を第一の選択肢とするよう依頼した。

2)Ensure that a major area of our city is zero emission by 2030.

サンティアゴ中心部にゼロエミッションゾーンを設置することを目的に、「大気汚染防止・大気浄化計画(PPDA)」においてGreen Zone of Transportationに対するインセンティブを定めている。また、PPDAは本プロジェクトの準備において環境省がサンティアゴ市を支援することも明記している。

出所)C40 Cities, “Green & Healthy Streets”, 閲覧日:2025年5月8日, <https://www.c40.org/what-we-do/scaling-up-climate-action/transportation/green-and-healthy-streets/>

【 FFFS署名都市 】



- London
- Birmingham
- Liverpool
- Oxford
- Manchester



- Berlin
- Heidelberg



- Barcelona
- Madrid



- Milan
- Rome



- Amsterdam
- Rotterdam



- Paris



- Oslo



- Warsaw



- Auckland



- Austin
- Los Angeles
- Seattle
- Honolulu
- Santa Monica
- West Hollywood



- Vancouver



- Mexico City



- Bogotá
- Medellín



- Santiago



- Quito



- Rio de Janeiro



- Tokyo



- Seoul



- Jakarta



- Cape Town

【政策】ZEBRA Project

- ZEBRA Projectは、「ラテンアメリカの将来のバスをすべてゼロエミッションにする」ことを目的に、C40 Citiesと国際クリーン交通委員会(ICCT)が共同で主導しているイニシアチブである。
- 本Projectは、ラテンアメリカのコア都市(サンティアゴ、サンパウロ、メキシコシティ、メデジン)のコミットメント支援やバス業界との連携、資金調達支援、知識共有と能力構築に取り組んでいる。

[ZEBRA Projectの取り組み]

1)都市のコミットメント支援

本プロジェクトのコア都市として、サンティアゴ、サンパウロ、メキシコシティ、メデジンの4都市を選定し、各支庁が電動バスの普及に向け大胆な転換目標を掲げるよう働きかけた。これらの都市が具体的な戦略やビジネスモデルを策定するのを支援した。

2)バス業界との連携

中国や欧米のバスメーカー各社に対して、ラテンアメリカ市場に適した電動バスの投入と供給拡大を働きかける。その結果、14以上のメーカーが同地域向けにゼロエミッション車を提供・生産することを約束した。

Example)



3)資金調達支援

本プロジェクトでは民間金融機関からの投資を促進するため、金融メカニズム設計や投資案件組成を行った。その結果2021年のCOP26会期中に、Enel XやAMPキャピタル、Copec Voltexなど複数の投資家が総額10億ドル以上を投資することを表明した。

4)知識共有と能力構築

諸都市の実務者が参加する地域ワーキンググループを設置しE-bus普及のためのベストプラクティスを共有している。また参加都市のバス事業者向けに研修プログラムを提供し、電動バスの運行・整備に関する知見を深めている。

出所)C40 Cities, “Accelerating Electric Bus Deployment in Latin America and Africa”, 閲覧日:2025年5月8日, <https://www.c40.org/what-we-do/scaling-up-climate-action/transportation/zero-emission-rapid-deployment-accelerator-zebra-partnership/#:~:text=The%20ZEBRA%20partnership%20is%20co.Growth%20Institute%2C%20and%20World%20Resources%20Institute>

3-2. 相手国と日本の課題および事業機会の特定

- 3-2-1 チリのステークホルダーが抱える課題
- 3-2-2 事業機会の可能性

3-2-1. チリのステークホルダーが抱える課題

本章のまとめ

- 本節では、現地ヒアリングおよびワークショップを通じて、チリの電力セクターに関わる主要ステークホルダーが直面している課題を整理した。再生可能エネルギーの急速な導入拡大と電化の進展により、発電・系統・需要の各領域で構造的な課題が顕在化している。
- 発電事業者(IPP)にとっては、北部を中心とした太陽光発電の集中導入により、送電容量不足や出力抑制、昼間の市場価格低迷が常態化している。蓄電池は有効な対策と認識されているものの、アンシラリーサービス市場において蓄電池の価値が十分に評価されておらず、収益性の確保が課題となっている。また、再エネ比率の上昇に伴う系統安定性の低下に対し、グリッドフォーミング技術の必要性は共有されているが、制度整備やコスト負担の整理が進んでいない。
- 送電・系統運用の面では、送電線増強に時間とコストを要する一方で、発電設備の増加が先行し、「発電しても送れない」状況が生じている。系統用蓄電池による混雑緩和や安定化への期待は高いものの、従来型のインフラ整備を前提とした制度が中心であり、蓄電池の位置付けは明確とは言えない。
- 需要家側では、電力コストが事業収益に大きな影響を与えており、再エネや蓄電池を活用したコスト削減への関心は高い。一方で、既存 PPA 契約による制約や制度面のハードルにより、蓄電池を含む高度なエネルギーマネジメントの導入は限定的である。
- 都市部の公共交通分野では、電動バスの導入が急速に進んでいるものの、夜間一斉充電によるピーク負荷増大や充電インフラ増強コスト、バッテリーの高コストといった課題が顕在化している。また、将来的に発生する退役バッテリーの活用方針は未整理であり、循環型の電池活用モデルが求められている。
- 政府・規制当局においては、再エネ・蓄電池導入を後押しする政策が整備されつつあるが、需要側リソースやフレキシビリティを制度的に評価・活用する枠組みは発展途上にある。
- 各ステークホルダーが抱える課題を踏まえ、蓄電池および需要家側エネルギーマネジメントを中核とした統合的な対応が求められている。

現地におけるステークホルダーとの連携実績

- 前頁での仮説に基づき、より現地の実態に沿ったマスタープランを策定すべく、2025年5月と11月に、それぞれ2週間ずつチリに渡航した。
- 第1回渡航にあたっては、チリの電力システムの様々なセクターの事業者・機関を訪問し、チリが抱える課題についてディスカッションを実施。
- 第2回渡航では政府機関や再エネ事業者、需要家等を招待したワークショップを複数開催し、本マスタープランの成果共有及び政策提言、今後の事業展開と協業可能性について議論を行った。

意見交換実績

政府機関		エネルギー省 電力・燃料規制庁 国家エネルギー委員会 Invest Chile
発電	大型IPP	5社
	中～小型IPP	1社
	業界団体	2団体
系統運用		国家電力調整機関
変電		1社
需要家	鉱山	3社
	食品加工業	2社
	交通(EVバス)	1社
投資	蓄電池活用	1団体

ワークショップ開催実績

再エネ事業者向け	再エネ事業者・送配電事業者・研究機関等、 16団体
政府機関向け	エネルギー省 電力・燃料規制庁 国家エネルギー委員会 Invest Chile
農業・酪農事業者向け	農業組合・電力組合等、 10団体以上

Copiapó

チリ北部の中心都市
鉱山地域

Santiago

チリの首都
政府機関等が集まる

Concepción

チリ第2の都市
水産加工業が集積

Puerto Montt

チリ南部の中心都市
農業・酪農地域



各分野におけるステークホルダーの関心事項(1/2)

大分類	小分類	ヒアリング先	主な関心事項
発電/小売	大型IPP	<ul style="list-style-type: none"> Engie EDF Colbun AES Innergex 	<ul style="list-style-type: none"> 再エネの他、火力・水力等豊富な発電ポートフォリオを持ち、大型顧客向けに24時間PPAでの供給が可能。 出力抑制の観点からBESS導入を推進。基本的に卸売市場でのアービトラージやPPAで収益を得ている。 BESS導入を進めるためにアンシラリーサービスの早期市場化を求めている。 系統安定性に課題を感じており、規制等によるグリッドフォーミング技術の導入に期待。
	中～小型IPP	<ul style="list-style-type: none"> WEG 	<ul style="list-style-type: none"> 再エネをメインにしており、プロジェクトファイナンス型のため、BESS導入のための資金調達に課題。 PPAは時間帯別ブロックで提供することが多く、24時間PPAを求める鉱山等の大口PPA顧客の獲得が困難。
	業界団体	<ul style="list-style-type: none"> ACESOL ACERA 	<ul style="list-style-type: none"> 脱炭素化目標を達成するには更なる電化(運輸・産業部門)が必須。電力需要拡大に向けた統一的施策と認識合わせが必要。政策変更には長期の政治プロセスと利害調整が必要。 配電規制が古いままであり、独占状態。フレキシビリティ調達に向けた自由化・改革が必要。 蓄電池という新技術に対する制度構築が不十分でグレーな領域が多い。
系統運用		<ul style="list-style-type: none"> CEN 	<ul style="list-style-type: none"> グリッドフォーミング機能を持つBESSを活用したアンシラリーサービス制度を導入することで、系統の脆弱性を早急に改善する必要があると認識。 少なくとも9MW規模の専用パイロットプロジェクトが必要。障害発生時の試験や実証的な復旧プロトコル(理論ではなく実務に基づく)を構築することが不可欠としている。
変電		<ul style="list-style-type: none"> TEN 	<ul style="list-style-type: none"> 500kV(最大容量800kV)変電所を保守・運用(一部デジタル化) 北部から都市部への送電増強の必要性は感じているが、時間とコストが膨大なため、蓄電池(GW規模)導入で資産投資繰延べ効果を期待。

各分野におけるステークホルダーの関心事項(2/2)

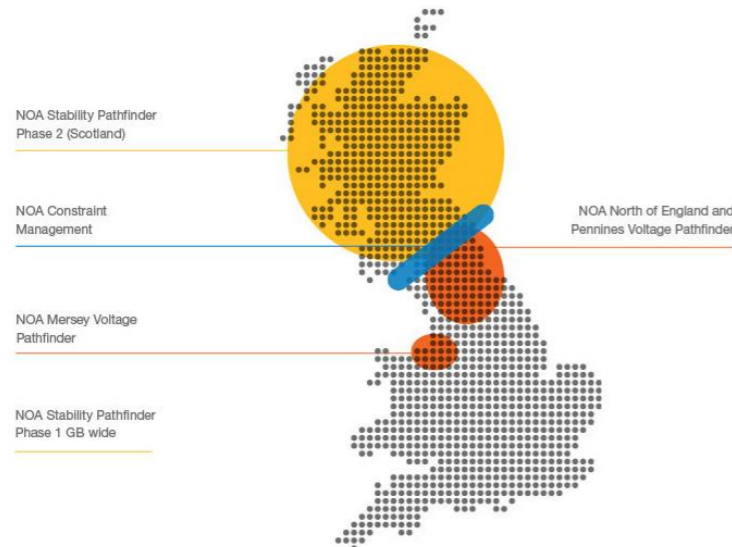
大分類	小分類	ヒアリング先	主な関心事項
需要家	鉱山会社 (中～小)	<ul style="list-style-type: none"> PUCOBR Santiago Metals Nittetsu Mine 	<ul style="list-style-type: none"> 電気料金が総コストの10%以上を占め、電気代効率化が課題。 PPA契約はToUではなく定額料金(石炭価格ペッグ)が主流(ToU料金の検討も)。 Solarや蓄電池のInhouse運用を希望しているが、3MW以上は環境規制があり困難。また既存のPPAでは自家発が規制されていることが多い。 100%再エネ由来のCobre Verdeを強みにしている(SM)。
	食品加工	<ul style="list-style-type: none"> Camanchaca S.A. Aconcagua Foods 	<ul style="list-style-type: none"> 春から夏にかけて気温が上がることで冷蔵設備などで電力消費が増加。 秋から冬にかけて、電力会社により設定されるピーク時間帯は、ディーゼル発電機を稼働させることで電気代の削減を図っている。 蓄電池の導入には大きな興味がある。
	交通 (EVバス)	<ul style="list-style-type: none"> REDBUS 	<ul style="list-style-type: none"> 現在の電気料金は昼が安く夜が高い2区分であるため、できる限り安価な昼間に充電したい。 冬季は系統制約が厳しく、一定時間帯に充電が不可能になる。 将来的に大量の退役蓄電池が発生すると見込まれるが、二次利用先はまだ決まっていない。何かしら活用できないか興味を持っている。
政府機関		<ul style="list-style-type: none"> Ministry of Energy(エネルギー省) 	<ul style="list-style-type: none"> DSM・DRは再エネ大量導入下で必要不可欠であり、日本の段階的アプローチに強い関心あり。 家庭向けDSMは政治的争点になりやすく、当面は大口需要家を対象としたい。 2020-22年に日智地熱人材交流の協力実績もある。ぜひDSMでも官官協力を検討したい。
		<ul style="list-style-type: none"> SEC(電力・燃料監督庁) 	<ul style="list-style-type: none"> DSMを促す料金制度の必要性は認識しているが、現行規制では対応が難しい。 CNEが設計する料金メニューを実証的に適用できる枠組みが必要。 国際協力案件であれば規制上も重要な運用が可能。METIの枠組みやJICA・JBICを活用したパイロット事業に関心がある
		<ul style="list-style-type: none"> CNE(国家エネルギー委員会) 	<ul style="list-style-type: none"> 電気料金設計を担っているが、DSMを明示的に促す仕組みは未整備。 スマートメーターの導入も一度は挫折したがあきらめていない。導入率が非常に高い日本の政策プロセスに関心がある。 日本がどのように事業者(需要家・小売・アグリゲータ)を巻き込み制度化してきたかを知りたい。

大型IPPは系統安定性に危機感。グリッドフォーミング技術(GFM)の導入を期待

- チリはPPAが主体であるがために発電＝小売が一体的。停電が起こればダイレクトに収支に影響するため、現在の脆弱な系統とインバータ電源（IBR）の増加によるさらなる系統安定性の低下を懸念している。
- グリッドフォーミング（GFM技術）。ただし、導入コストが高額かつ国全体としての導入が必要なため、グリッドコードによる導入義務化が必要。
- 英国では系統慣性や電圧安定性を改善するための方策を検討するStability PathfinderプロジェクトにおいてGFM型蓄電池や同期調相機の必要導入量が分析され、分析結果に基づいてGFM機能付き蓄電池の公募調達を実施された。

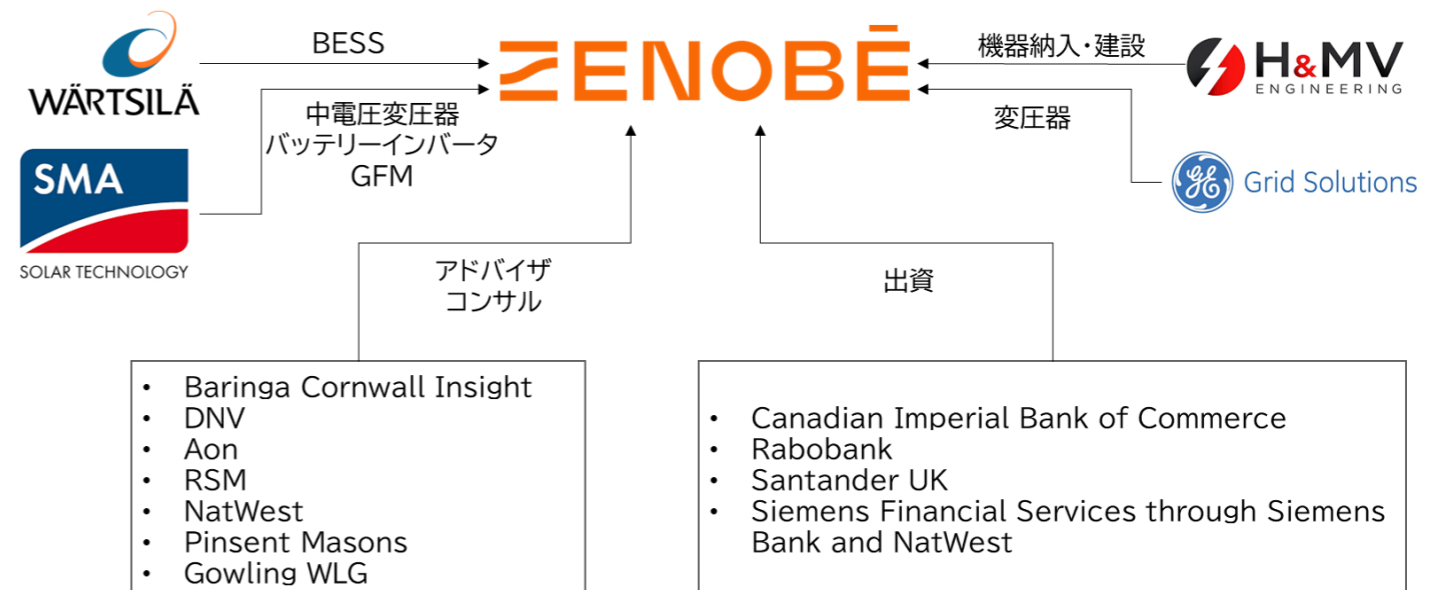
【英国のStability Pathfinderの概要】

- Phase1:英国全体で系統慣性を高めるために最も費用対効果が高い方策を検討する。(完了)
- Phase2:スコットランド地域の短絡容量を高める方策を検討する。(完了)
- Phase3:イングランド地域とウェールズ地域で系統慣性と短絡容量を高める方策を検討する。(完了)



【ZONOBÉによるGFM機能付きBESSの導入プロジェクトのステークホルダー】

- 公募調達においては再エネ事業者ZENOBÉの合計1GWのGFM機能付きBESSが落札され、2026年には全てのBESSが稼働開始予定である。



チリでもグリッドフォーミング技術(GFM-BESS)の導入に向けた検討が進められている

- ヒアリングにおいて、複数のIPPがチリの電力系統におけるグリッドフォーミング技術の必要性について言及した一方、どのステークホルダーがコストを負担するかが課題との認識を示した。
- Coordinadorはグリッドフォーミング機能付きBESSが送配電系統に接続する際に満たすべき機能を定めた技術要件の検討を進めており、2024年11月に素案を発行している。
- 現在、Coordinadorではグリッドフォーミング技術を含めた系統安定化対策の必要性を定量的に評価するための分析が行われている。

[Coordinadorにより発行されたGFMに関する技術要件素案]



第7章 CONCLUSIONES (和訳)

Grid-Forming (GFM) 技術は、チリのエネルギー構成の脱炭素化を推進するうえで不可欠な要素として位置付けられており、IBR (インバータベースリソース) が支配的な100%再生可能エネルギー系統への安全かつ信頼性の高い移行を実現するための鍵となる。

本書では、IBR GFMの最低限の技術要件とともに、この技術の特性や機能を検証・確認するための試験フレームワークを提案している。特に、SEN (国家電力系統) の送電系統に接続される新規のBESS (蓄電池システム) については、本書の第3章で示されたGFMの基本的な機能 (core capabilities) と要件を満たすことが推奨され、これらがNTSyCS (送電系統と補助サービスに関する技術基準) に組み込まれることが望ましい。

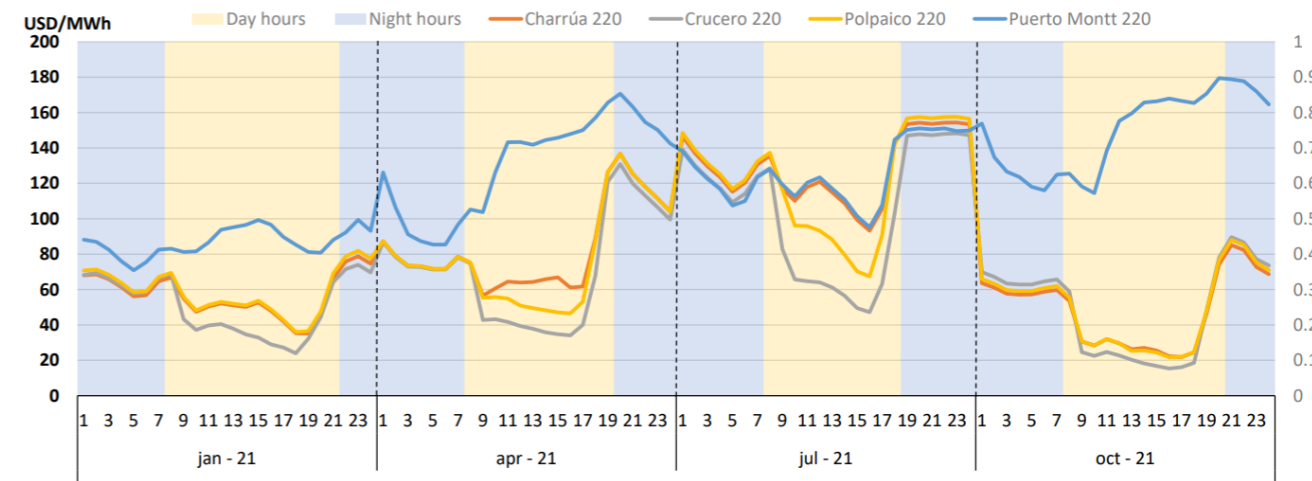
一方で、追加的な能力や、定格電流の上限を超えるような過大設計を要する機能については、必須とはせず、任意のものとして扱うことが提案されている。これらは、自発的に導入されるか、または電力システムのニーズに応じて補助サービス市場を通じて実装されることが想定される。今後のステップとして、Coordinador (系統運用者) のロードマップに沿って、高い割合の再エネと蓄電を含むSEN全体の大規模EMTモデル (電磁過渡モデル) 上でのGFM技術の検証が予定されている。また、実際の設備を用いた実証プロジェクトを通じて、この技術の導入・性能確認を進めることが見込まれている。

InnergexはPVプラントの一部を撤去してBESSを導入

- 発電事業者Innergexは、蓄電池(BESS)の導入を積極的に行っている。
- 北部アタカマ砂漠のSan Andresプラントでは、太陽光発電に加え35MWの蓄電池を併設し、市場での値差(アービトラージ)収益を得ている。
- 現在は既設PVを撤去し、新たに42MWの蓄電池を建設中である。太陽光発電が90%程度出力抑制を受ける現状では、撤去・建設コストを考慮しても蓄電池の方が収益性が高いと判断している。

[卸電力市場における取引価格の日時推移]

Real hourly marginal costs for a typical day in selected months of year 2021



昼間は安く、夜は高い。
この値差(アービトラージ)を利用して、蓄電池は収益を得ることができる。



InnergexのSan Andresプラント。
蓄電池は日本企業がEPCを担当。既存太陽光の一部を蓄電池に転換中。

蓄電池の収入源の肝となるアンシラリーサービス料金はチリでは極めて低い

- 再生可能エネルギーの導入拡大が進む中、電力システムの安定化を図るうえでアンシラリーサービスの確保はますます重要になっている。
- 蓄電池はさまざまなアンシラリーサービスを提供できるため、その提供に対する対価は蓄電池事業の主要な収益源となり得る。
- しかしチリでは、サービスへの対価が市場外でのコスト補償にとどまっておき、蓄電池事業者にとって十分な収益が見込めず、参入インセンティブが働きにくい。政府に対し対価の設定方法を見直すよう働きかけることが、蓄電池導入を促進する重要な鍵となる。
- とりわけ、プロジェクトファイナンスに課題を抱える小規模IPPにとっては、蓄電池単体で収益を上げられる環境が整えば、導入へのハードルは大きく下がる。

[アンシラリーサービスとは]

アンシラリーサービス: 電力システムの安定運用を支える補助的なサービス

①周波数制御(Frequency Controle)

システムの周波数(50Hz, 60Hzなど)が乱れないように、発電機や蓄電池の出力を調整し、常に需給のバランスを一致させるサービス

②予備力(Reserve)

突発的な供給不足や需要超過に備え、予め発電機等の発電余力を確保しておくサービス









③電圧制御(Voltage Controle)

送配電システムの電圧を維持するため、電圧に寄与する無効電力の供給・吸収を行うサービス

④系統復旧(Black Start)

大停電発生時に、電力システムを復旧させるために外部電源無しで起動が可能な発電機を用意するサービス

[アンシラリーサービスへの対価]

分類	概要	導入国
コスト補償型	サービス提供者が実際に要した追加費用(燃料費・摩耗など)に基づいて補償される方式	 
インセンティブ型(マルチプライス)	事業者が自ら価格を提示(入札)し、その価格で採用された場合に対価が支払われる方式	   
インセンティブ型(シングルプライス)	市場で入札された価格のうち、採用された中で最も高い価格を全員に適用する方式	 



蓄電池は燃料費がかからないので、コスト補償型の仕組みでは対価がほとんど得られず、アンシラリーサービス市場に参入するインセンティブがない。

InnergexのBESSには既にGFM機能が搭載されているが活用できていない

- 発電事業者InnergexのBESSのインバータには既にグリッドフォーミング機能が搭載されている。
- しかし、現在のチリの市場制度ではグリッドフォーミング技術による周波数安定化機能や電圧安定化機能を提供することにより収益を獲得できるアンシラリーサービス市場の枠組みが整備されていないため、現在は機能がオフにされている状態である。
- 同技術の導入促進のためには技術要件の整備だけでなく、同技術導入のための市場整備(インセンティブ設計)を並行して進める必要がある。



送電線増強せずとも系統用蓄電池の導入による系統混雑解消が可能

- 北部から都市部への送電容量が不足していることも出力抑制の一因。現地のコンサルティング会社へのヒアリングによれば、送電線増強は期間もコストも膨大となるため、過去には蓄電池により送電容量を拡大させるという方策も検討されていた模様。
- 海外では系統増強の繰り延べや再エネ抑制量の低減を目的とし、送配電系統への蓄電池導入が進められている。

【諸外国における系統用蓄電池導入による系統混雑解消の事例】

プロジェクト名が赤字が商用段階、黒字が実証段階であることを示す

	プロジェクト名	混雑発生電圧	蓄電システム容量 (特定の蓄電システムを 調達している場合)	調達目的
市場型	Piclo Flex Flexible Power	11~132kV	—	・系統増強繰り延べ・工事等による一時的な過負荷の回避 ・系統増強完了までの混雑回避・再エネ抑制量の低減・事故時復旧
	Enera	~110kV	—	・再エネ抑制量の低減(再給電への補償削減)
募集型	Constraint Management Pathfinder※	275~400kV	49.95MW(一例)	・再エネ抑制量の低減とそれに伴う火力炊き増しの回避(再給電への補償削減)
	Grid Booster	220~380kV	250MW / 100MW×2(一例)	・系統事故時の有効電力供出による送電線の空き容量解放 ・再エネ抑制量の低減(再給電への補償削減)
	Ternaパイロットプロジェクト	150kV	12MW×2 / 10.8MW	・再エネ抑制量の低減(再給電への補償削減) ・系統増強繰り延べ
	Ringo	63~90kV	12MW×3	・系統増強繰り延べ
	バルト諸国バッテリープロジェクト	330kV	50MW×4(リトアニア) 80MW(ラトビア)	・系統事故時の有効電力供出による単独系統の維持
	Non-wires Alternative	4.8~34.5kV	20MW(一例)	・系統増強繰り延べ
	SIPS	88~500kV	300MW(一例)(うち250MWを調達)	・系統事故時の有効電力供出による送電線の空き容量解放

【ドイツ Grid Boosterプロジェクトにおける系統用蓄電池導入規模】

TSO	設置場所	蓄電システム規模	完成予定
Transnet BW	Kupferzell (ドイツ南部)	250MW	2025年
TenneT	Audorf-Sued (北海付近)	100MW	2025年
	Ottenhoffen (ドイツ南部)	100MW	2025年
Amprion	Schwaben (ドイツ南部)	250MW	2025年



- Ottenhofen変電所(380kV)において系統用蓄電池を導入
- 北部の再エネ大量導入エリアから南部の需要地に送電している基幹系統の系統混雑を緩和

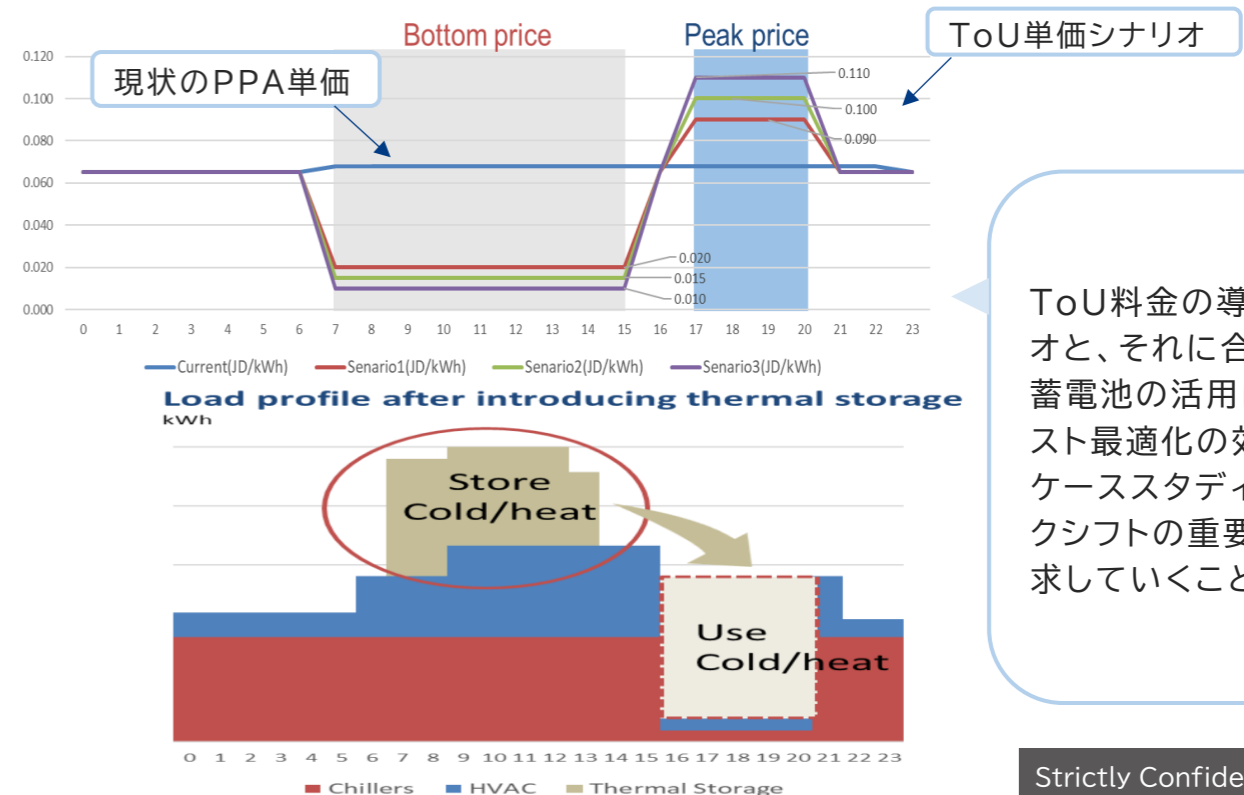
出所)経済産業省, “定置用蓄電システムの普及拡大に向けた調査調査報告書: 令和5年度エネルギー需給構造高度化対策調査等事業”, 閲覧日:2025年5月21日, <https://ndlsearch.ndl.go.jp/books/R100000002-I033631230>, Energy Storage News, “Fluence bags second German ‘Grid Booster’ project, with TSO TenneT”, 閲覧日:2025年5月21日, <https://www.energy-storage.news/fluence-bags-second-german-grid-booster-project-with-tso-tennet/> より三菱総研作成

鉱山では電力コストが収益性に直結。自家発電導入には複数のハードルが存在

- 今回訪問した中小規模の鉱山業者では、総オペレーションコストの約30%を電気代が占めていた。今後、チリ政府の脱炭素政策に沿ってディーゼル廃止や駆動系の電化が進めば、電力コストの比重はさらに増加すると見込まれる。
- 現行のPPAでは、電気料金の大部分を託送料金が占めており、需要家が系統外で自家発電(オフグリッド)を行うことで、大きなコスト削減効果が得られる。このため、太陽光発電や蓄電池の導入意欲は非常に高い。
- しかし、多くの既存PPA契約には「自家発電の導入禁止」が盛り込まれており、これが再エネ導入の大きな障壁となっている。新規鉱山開発やPPA契約の更新のタイミングを捉えて、発電事業者との交渉を試みている状況である。
- さらに、3MW以上の発電設備を導入する場合には環境許認可の取得が必要となるため、大規模設備の導入には制度上のハードルがある。



PUCOBREのSan Joseプラントに併設された3MWの太陽光発電。発電事業者と粘り強く交渉し何とか設置にこぎつけたとのこと。ただし環境許認可の制約上、更なる増設は難しい模様。



ToU料金の導入シナリオと、それに合わせた蓄電池の活用によるコスト最適化の効果をケーススタディし、ピークシフトの重要性を訴求していくことが重要

配電セクターはフレキシビリティ調達や運用高度化インセンティブが低い

- チリの配電規制は従来型の設備投資・コスト回収モデルを前提としており、フレキシビリティ調達や運用高度化を促す制度設計になっていない。
- その結果、再エネ大量導入や系統混雑対応に必要な分散型リソース活用が進みにくい構造となっている。
- こうした配電規制は1980年代以降本質的には改正されておらず、現在上院や市場関係者の間で構造的な見直しの必要性が議論されている。

制度面の課題

- 配電計画の制度化不足:
長期的な配電網計画の法定化とデータ公開の枠組みが未整備
- 柔軟性資源活用のための規制基盤の欠如:
フレキシビリティ市場、蓄電池・DR調達のルール整備が遅延

運用面の課題

- 投資インセンティブの歪み:
TOTEX型アプローチの欠如により、非資産ソリューション(DR/フレキシビリティ)より設備投資が優遇される構造
- データ開示・透明性の不足:
混雑管理やホスティング容量に関する情報公開が限定的で、市場参加への障壁となっている

改革推進のための検討事項

規制機関(CNE)の能力強化と専門性向上
 ステークホルダー協議プロセスの改善
 国際経験の導入と国内状況への適応
 デジタル時代に適した系統監視・評価手法の確立
 蓄電・DR・VPPなどの新技術の標準化と接続基準

等

都市部ではEVバスが普及も、運行や電池の活用に非効率な部分が多い

- サンティアゴの公共交通は「Red Movilidad」という統一制度の下、約6社の事業者が路線バスを運行している。
- 各路線の運行パターンは朝夕のラッシュに集中して長時間走行するものが多く、日中に運転手の休憩や待機を挟みつつ夕方まで運行。
- 充電方式は主に夜間の車庫でのプラグイン充電で、Enel X社など電力会社が充電インフラを整備。具体的には80kW級のAC充電器や150kW級の高速DC充電器が車両基地に設置され、深夜帯に一斉充電する形態。
- 一斉充電のため高圧受電設備や変電所増強には1拠点あたり約300万ドルもの費用がかかった例もある。
- 課題として、バス本体価格の約40～50%を占めるバッテリーコストが事業者の初期負担となっていること、路線によっては1日走行距離が電池容量を上回り途中充電が必要になるケースや、夏場の空調使用増大で想定より早く電欠に近づくケースも指摘。仮に日中に急速充電を挟む場合、20～40分程度の停車が必要でダイヤ編成の柔軟性を損なう。今後車庫スペースや充電設備容量不足、同時充電によるピーク負荷増大などが懸念されている。








夕方に充電切れとなってしまう街中で停止したままになっているバス

指標	数値・状況
サンティアゴの電動バス保有数(2025)	約2,555台(首都圏バスの60%) electrive.com
2025年末の電動バス比率(見込み)	約68%(1,800台増備予定) electrive.com electrive.com
電動バス1kmあたり運行コスト(試算)	約0.10 USD/km(対ディーゼルバスで1/4以下) chargedevs.com
充電インフラ投資	80kW充電器×100基導入、車庫2箇所の系統増強に各300万ドル chargedevs.com chargedevs.com
太陽光発電比率(2025年1月)	発電量の29%(月間最高記録) theprogressplaybook.com
再エネ出力抑制量(2024年)	約5.9 TWh(太陽光・風力発電量の20%相当) pv-tech.org pv-tech.org

本調査で明らかになったステークホルダーが抱える課題と対応策の方向性

■ 2回の渡航により見えた各セクターの課題から、マスタープランでの提案の方向性を整理した。

渡航で見えた課題

<p>発電</p> 	<ul style="list-style-type: none"> 出力抑制や安価な市場価格のために、構造的にIPPが十分に収益を得られない。 系統安定化サービスに寄与する蓄電池が、市場で十分な収益を得られない。
<p>送電・系統運用</p> 	<ul style="list-style-type: none"> インバータ電源の増加により系統安定性が低下。グリッドフォーミングなどの系統安定化機能の具備が急務。 北部で発電した電気を都市部に送るための送電線の増強にコスト・時間がかかる。
<p>配電</p> 	<ul style="list-style-type: none"> 配電規制が古く、フレキシビリティ調達に向けた改革が起こりにくい。
<p>需要</p> 	<ul style="list-style-type: none"> サンティアゴでは急速にEVバスの導入が進んでいるが、充電が非効率である。また今後発生すると見込まれる退役蓄電池の使い道の目途が立っていない。 ピークカットによる電気料金削減や環境負荷低減の観点から、需要家の蓄電池導入ニーズは高い。
<p>政府機関</p> 	<ul style="list-style-type: none"> DRやDSMに興味はあるが、チリで今後どのように展開していけばよいか悩んでいる。

マスタープランでの提言

- 市場化や系統安定化技術導入検討について、日本の事例を紹介していく。
- GFM技術はチリでも実証の必要性が提起されており、日本企業における関心を探る価値はあると思料。

- ①バスの退役蓄電池を活用して、バスターミナル向けESSを構築する。
- ②退役蓄電池の受け皿として、工場等の産業需要家に蓄電池を導入する。

- ③日本におけるDSM・DRの制度の知見を共有し、制度設計を支援する。

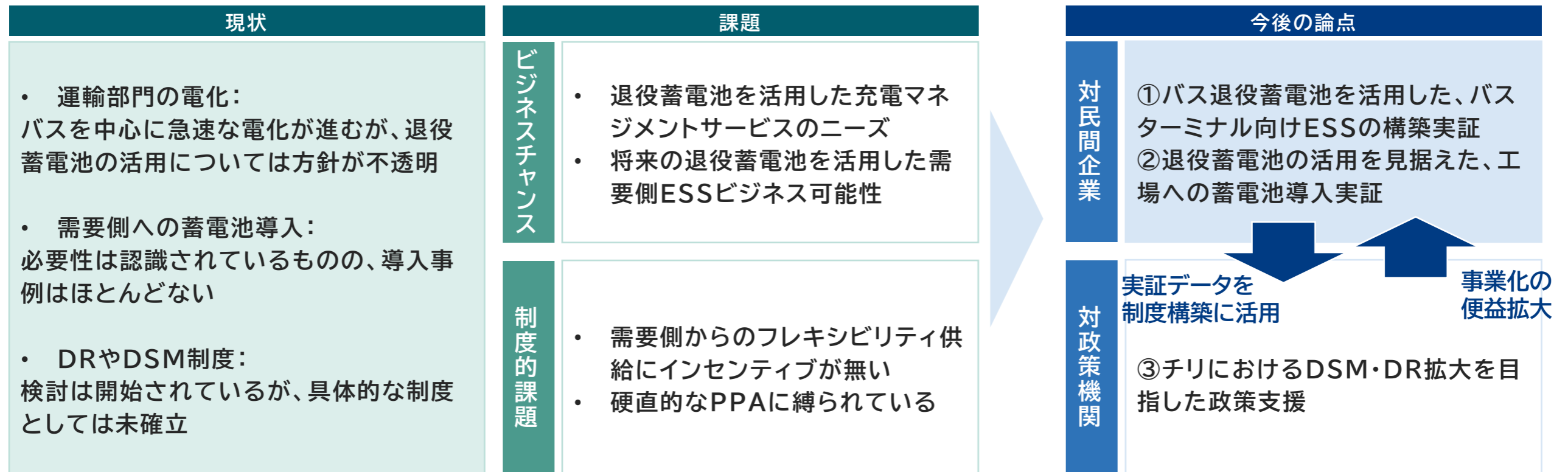
3-3-2. 事業機会の可能性

本章のまとめ

- 本章では、チリにおける電力需給構造およびステークホルダーの課題を踏まえ、蓄電池および需要側エネルギーマネジメントを軸とした具体的な事業機会を整理した。
- 特に、**サンティアゴ市を中心に急速に進展するEVバスの普及と、今後見込まれる退役EV蓄電池の大量発生を起点として、需要側におけるフレキシビリティ創出および資源循環型ビジネスの可能性が大きい**ことを確認した。
- 需要側エネルギーマネジメントの高度化は、EVバスの電化拡大や蓄電池導入を支える基盤であり、充電管理、フリート運用最適化、ピーク抑制を統合したサービスへのニーズが顕在化している。一方で、需要側リソースを制度的に評価・活用する仕組みは未成熟であり、実証を通じたモデル構築と政策対話の両面からのアプローチが求められている。
- また、EVバスの退役蓄電池は、定置用蓄電池として十分な性能を有する可能性があり、産業需要家におけるピークカット、需給調整、バックアップ用途などへの活用を通じて、新たな事業価値を創出する可能性がある。特に、鉱業、食品加工業、サーモン養殖業など、既にエネルギーマネジメントや再エネ導入が進展している産業分野では、退役蓄電池を活用した次の段階の省エネ・脱炭素手段としての導入余地が確認された。
- 以上より、本章で整理した事業機会は、EVバス、蓄電池、需要側エネルギーマネジメントを段階的かつ統合的に展開することで、チリのエネルギー転換と資源循環の双方に貢献し得るものであり、次章で検討する事業モデル評価・実装戦略の前提となる。

需要側のエネマネ促進の課題と今後の論点

- 需要側エネルギーマネジメントの高度化は、EVバスの電化拡大や蓄電池導入を持続的に進めるための重要な基盤であり、民間事業・政策の両面で事業機会が存在する。
- 現状、需要側蓄電池やDSM・DRの必要性は認識されつつも、具体的な制度設計や事業モデルは未確立であり、設備投資や行動変容を後押しする仕組みが不足している。こうした中、バスターミナルや工場を対象とした実証を通じて、蓄電池・制御による運用改善効果や経済性を定量的に検証し、その成果を事業化および制度設計に活用していくことが重要となる。
本章では、今後の論点のうち、特に対民間企業として整理した①バスターミナル向けESS構築実証および②工場向け蓄電池導入実証について、これらが有する事業機会の可能性について論じていく。

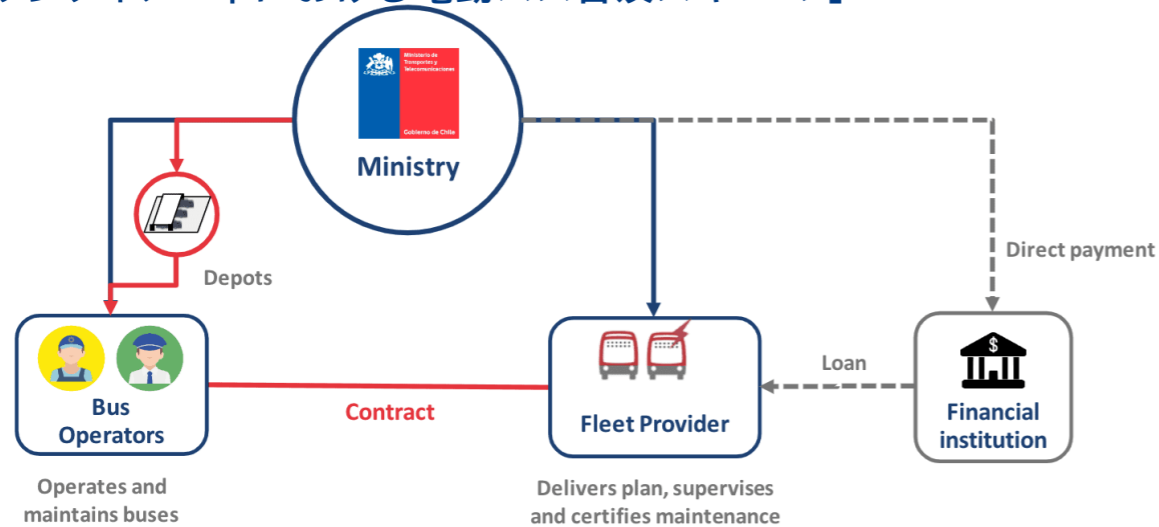


バス退役蓄電池を活用したバスターミナル向けESS構築 | 事業機会の背景

論点①

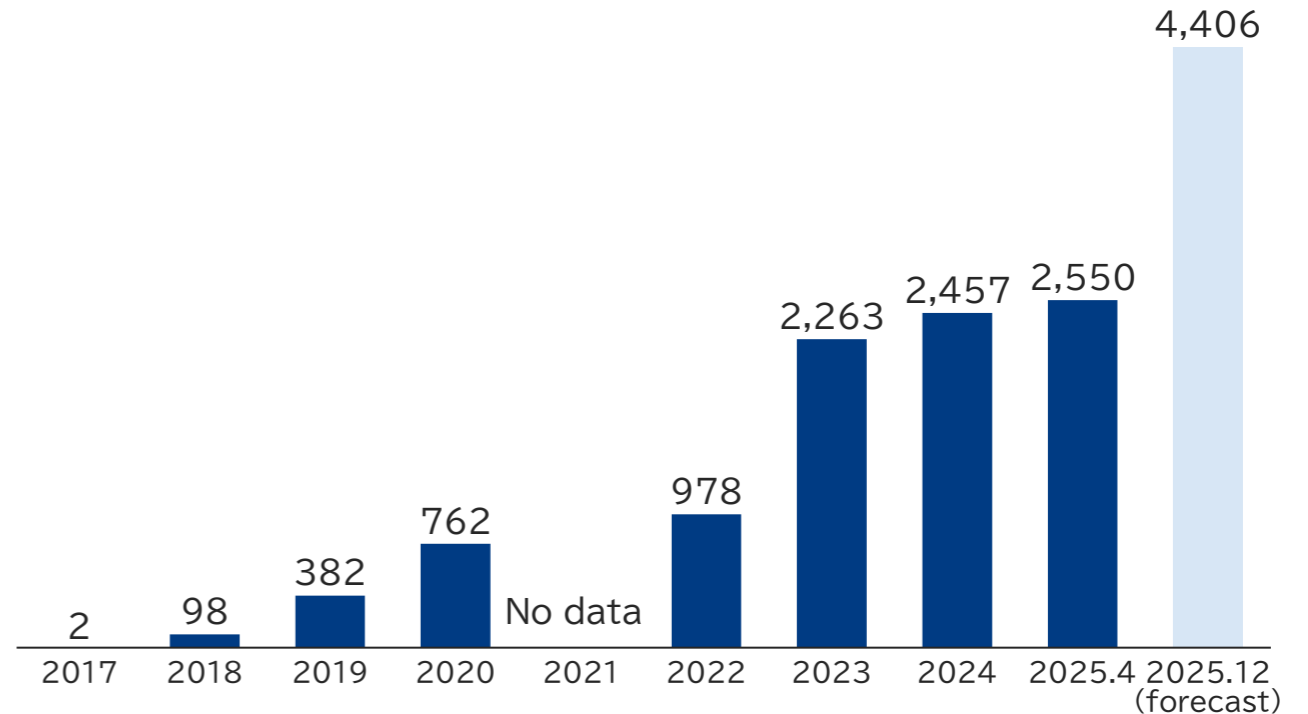
- サンティアゴ市では、ZEBRA Project等の支援を背景に、バスの所有権と運行権を切り離す官民連携のビジネスモデルを構築し、電動バスの導入が急拡大している。
- 2017年に2台の電動バスが導入されて以降右肩上がり成長しており、2025年4月時点で2,550台が導入されている。これは中国の北京や深センに続き世界3位の記録である。今後も導入量は拡大する見通しであり、首都圏公共交通機関総覧は2025年末までに4,406台の電動バスが導入予定と発表している。これはサンティアゴ市を走る全バスの68%を占める数字である。

[サンティアゴ市における電動バス普及スキーム]



サンティアゴ市ではバスの所有権とその運行・保守を分離しており、Fleet Provider(民間事業者)が公共事業者にリース契約を通じてバスを提供している(支払いは公共交通当局)。このリース契約により支払リスクを低減させ、銀行からの資金調達コストを抑えている。

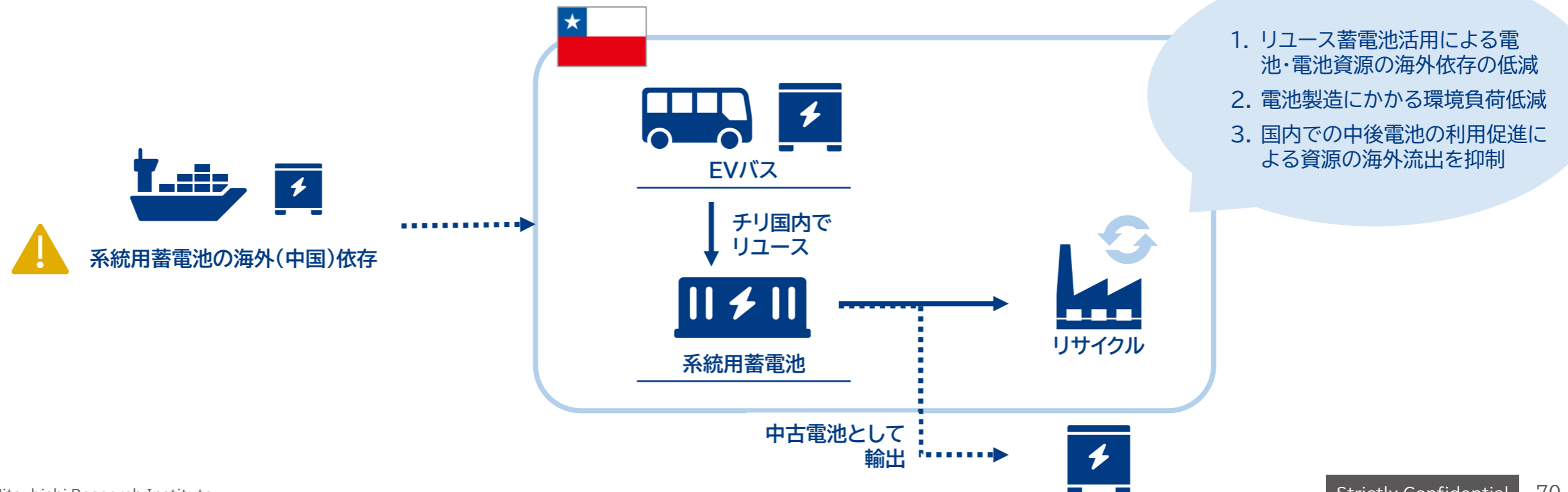
[サンティアゴ市の電動バス導入台数推移]



出所)E-Bus Radar, "Santiago", 閲覧日:2025年5月8日, <https://ebusradar.sinnapse.com.br/en/#analysis>

バス退役蓄電池を活用したバスターミナル向けESS構築 | 潜在的な課題

- EVバスの急速な普及は、脱炭素化に大きく貢献する一方で、退役蓄電池の大量発生や蓄電池供給の海外依存といった新たな課題を顕在化させている。
- 事業者へのヒアリング結果や、これまでのEVバス導入台数の推移、一般的なリース契約期間(約10年)を踏まえると、今後数年の間(2029年頃～)に、リース契約の満了に伴い退役蓄電池が集中的に発生する可能性が高いと見込まれる。
- 日々の運行により残容量が約80%程度まで低下した蓄電池は、航続距離や出力要件の観点からバス用途には適さなくなるが、定置用蓄電池としてはなお十分な機能を発揮し得る。
- 環境負荷の低減や資源の有効活用の観点からも、こうした退役蓄電池を再利用する仕組みを構築することは重要であり、今後の制度設計においても優先的に検討すべき課題である。

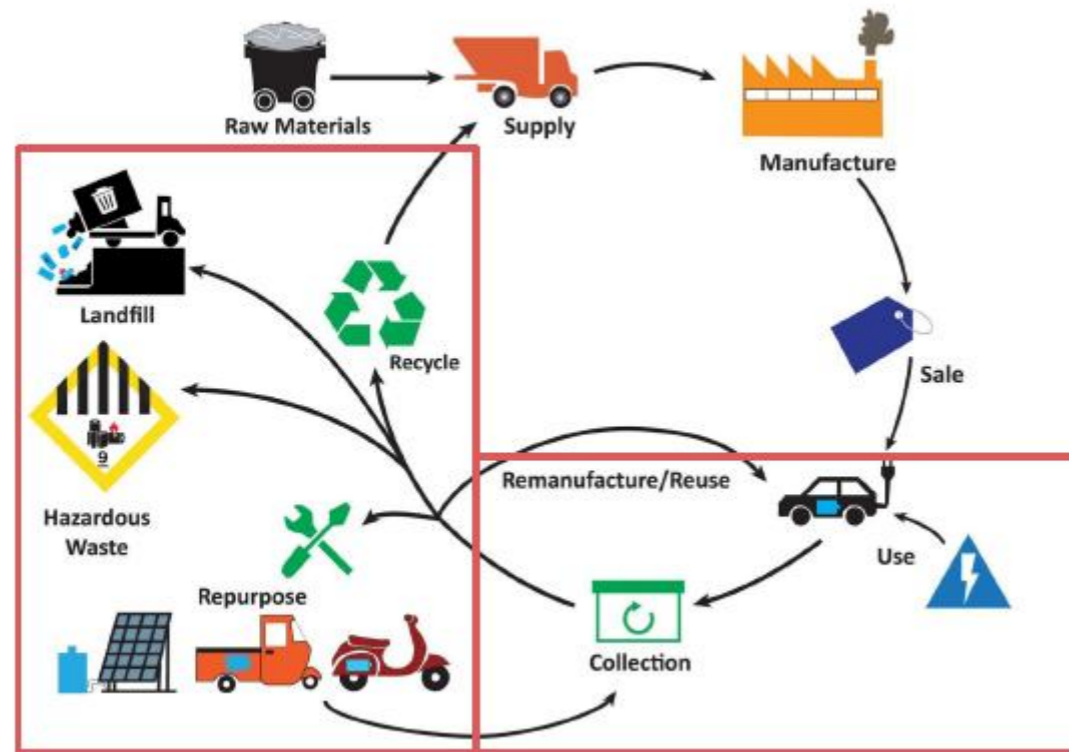


バス退役蓄電池を活用したバスターミナル向けESS構築 | 現地との協業①

論点①

- チリでは、退役蓄電池の二次利用に向けた実証・支援を目的とするコンソーシアム「Project LIBR3」が設立されており、技術面のみならず、制度設計やビジネスモデルの検討も含めて、事業化に向けた包括的な取り組みが進められている。
- こうした先行的な枠組みを有するProject LIBR3と連携し、実証事業を共同で実施することにより、現地制度や市場環境との整合性を確保しつつ、事業の実現可能性をより一層高めることが期待される。

[Project LIBR3のコンセプト]



Project LIBR3

チリの循環経済分野に特化した公的なテクノロジーセンターであるCircularTECが、CORFO(チリ生産振興公社)の資金提供を受け進めているプロジェクト。EV用リチウム電池のセカンドライフ活用を技術的・制度的に進める初めてのイニシアティブである。

Project LIBR3の具体的目標

- 1 電気自動車および電動バスから回収されたリチウム電池を再利用し、再生可能エネルギーの蓄電に活用できるようにするため、技術的および規制的側面を含む戦略的計画を実施する。
- 2 これまで電動モビリティ用途で使用されていたリチウム電池セルの健全性(SoH: State of Health)を評価するためのプロトコルを開発する。
- 3 適切な健全性(SoH)を有するセルをもとにモジュールやパックを再製造するための標準化設計を開発する。
- 4 これらのセカンドライフ電池を大規模に再生可能エネルギー貯蔵システムへ統合する場合の経済的および環境的な実現可能性を評価する。
- 5 プロジェクトの長期的な技術的・経済的持続可能性を確保できるビジネスモデルを開発する。

出所)PAIS CIRCULAR, "LiBR3: el proyecto de reutilización de baterías de vehículos eléctricos que promete transformar la industria", 閲覧日:2026年2月13日, [LiBR3: el gran proyecto de reutilización de baterías de vehículos eléctricos](#)

バス退役蓄電池を活用したバスターミナル向けESS構築 | 現地との協業②

論点①

- サンティアゴ北部・東部エリアでEV公共バスを運行するRedbus Urbanoは、2025年8月時点で264台のEVバスを運行している。あわせて、4か所の充電拠点を整備しており、ABB(現・日立エネルギー)社製の150kV級EVバス用急速充電器を含む計68基の充電設備が導入されている。
- このような大規模かつ実運用下にあるバスオペレータと連携することで、車両運行データや充放電データなどの実測に基づく生データを取得することが可能となり、実証を効果的に実施できると考えられる。

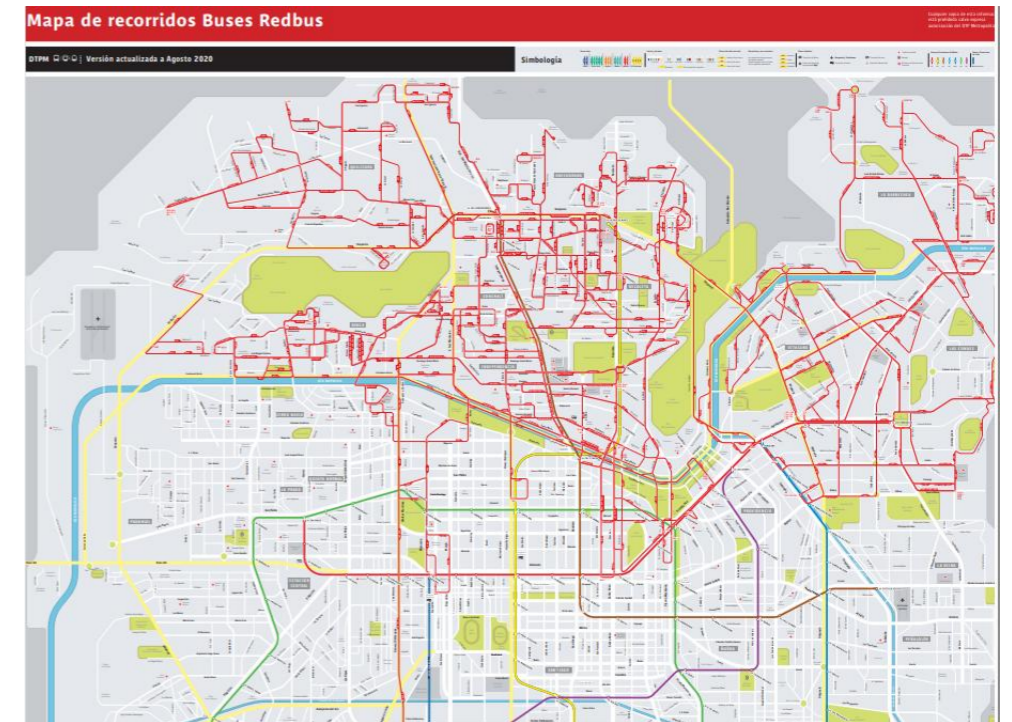
[Redbus Urbano社概要]

Redbus Urbano
by transdev

社名	Redbus Urbano
本社所在地	サンティアゴ
事業内容	<ul style="list-style-type: none"> ・ フランスの大手公共交通会社Transdevが親会社。 ・ サンティアゴで計930台のバスが運行しており、うち264台がEVバスである。 ・ 仏系投資機関NEoTの支援でEVバス実証導入を実施。



[同社がサンティアゴ市内で運航する公共バス路線]



出所)Transdev, “Redbus Urbano”, 閲覧日:2025年6月16日, <https://www.transdev.com/en/reseaux/redbus-urbano-2/>、Transporte Sostenible, “Destinan 35 nuevos buses eléctricos para transporte público”, 閲覧日:2025年6月16日, <https://transportesostenible.com.pe/chile-destinan-35-nuevos-buses-electricos-para-transporte-publico/> より三菱総研作成

リユースBESS拡大を見据えた工場向け蓄電池導入FS・実証 | 事業機会の背景①

論点②

- 2021年制定のエネルギー効率法(Law 21.305)では、年間エネルギー消費量が50Tcalを超える大口消費者に対し、エネルギー管理体制(SGE:Sistema de Gestión Energética)の構築および報告を義務付けている。
- SGEは、エネルギー消費の計測・分析、効率改善目標の設定、改善計画の策定・実行、モニタリングおよび継続的改善を行うマネジメント制度であり、ISO 50001に準拠することが求められる。
- これにより、大口需要家はエネルギー消費の削減やピーク負荷の抑制等に向けた具体的な対策を講じる必要がある。法令上、特定の設備導入が義務付けられているわけではないものの、電力使用の最適化や需要平準化を実現する手段として、EMSの高度化や蓄電池の導入が有効な選択肢となり得る。



出所) Ministerio de Energía, “Ley de Eficiencia Energética: artículo 2”, 閲覧日:2026年5月21日, https://energia.gob.cl/sites/default/files/guia_de_art_2_ley_de_ee.pdf

リユースBESS拡大を見据えた工場向け蓄電池導入FS・実証 | 事業機会の背景②

論点②

- 実際にチリの大規模需要家は、エネルギー効率化法に基づいた取り組みとして以下を実施している。
- セクターにより選択される手法は様々であるが、プロセス最適化や高効率モーター・可変制御型モーターの採用、設備稼働スケジュールの調整、自家発再エネの導入や蓄電池の導入など、共通する取り組みが確認された。

産業セクター	需要特性	主要な取り組み	取り組みを実施している企業(一例)
鉱業	粉碎・浮選、電解採取(EW)、海水淡水化と長距離揚水(SIAM)、鉱山用トラック(CAEX)等	<ul style="list-style-type: none"> • ISO 50001によるSGE(運転管理・KPI化・継続改善) • プロセス制御の最適化(粉碎・浮選・揚水の制御改善) • VSD/高効率モーター・回生 • 再エネPPAでの価格ヘッジ • 蓄電池導入によるピークカット等 	<ul style="list-style-type: none"> • Antofagasta Minerals • CODELCO • Minera Candelaria
食品加工業	冷凍冷蔵(コンプレッサ・デフロスト等)、ポンプ・搬送・包装、ボイラ等	<ul style="list-style-type: none"> • ISO 50001によるSGE(運転管理・KPI化・継続改善) • 冷凍冷蔵設備の省エネ化(CO₂冷媒活用、制御最適化) • ピーク回避運転(生産・冷却スケジュールの調整) • 再エネPPA/自家PVによる調達最適化 	<ul style="list-style-type: none"> • Agrosuper • Carozzi • PF Alimentos
養殖・水産物加工業(サーモン)	水循環設備、酸素供給設備、陸上加工の冷蔵・製氷等	<ul style="list-style-type: none"> • 陸上工場のISO 50001対応および省エネ改修 • ハイブリッド化(ディーゼル+蓄電池)で発電機の間欠/停止運転を実現 • 燃料・騒音・整備費を削減 • 浮体式太陽光+蓄電池の導入 • ピーク時間帯の自家発運転や需要回避 	<ul style="list-style-type: none"> • Mowi Chile • Salmones Austral • Camanchaca • AquaChile • Ventisqueros

リユースBESS拡大を見据えた工場向け蓄電池導入FS・実証 | 事業機会の背景③

論点②

- サーモン養殖分野では、再生可能エネルギー電源の導入や電源のハイブリッド化、ISO 50001認証の取得など、省エネルギーおよび脱炭素化に向けた多様な取り組みが進められている。
- 特に、一部の事業者では発電機と蓄電池を組み合わせたハイブリッド電源システムを導入し、太陽光発電と併用することで、電力コストの削減やCO₂排出量の低減に加え、停電時の電力確保といったレジリエンス強化にも取り組み始めている。

企業名	主要な取り組み	出所URL
Mowi Chile	チリ初の「浮体式ソーラー搭載ネットペン(太陽光+バッテリーの低排出サイト)」をLos Lagos州Isla Huar(Huar Norte)で稼働。AKVA group・Alotta Energy・Fjord Maritimeと連携し、給餌やセンサー負荷の一部を再エネで賄い、ディーゼル使用を削減	<ul style="list-style-type: none"> • First floating solar-powered fish farming pen in Chile - AKVA group • https://www.globalseafood.org/advocate/chile-s-first-solar-powered-net-pen-aims-to-cut-aquaculture-emissions-and-reduce-diesel-use/
Salmones Austral	Fjord Hybrid(蓄電池×発電機のハイブリッド)を給餌バージに複数導入。余剰発電でバッテリー充電→負荷側はバッテリー給電に切替でき、燃料・CO ₂ ・発電機の摩耗・騒音を低減	<ul style="list-style-type: none"> • https://www.salmonesaustral.cl/salmones-austral-recibira-sistemas-de-energia-hibrida-para-barcazas-de-alimentacion/
Camanchaca	全施設でISO 50001(エネルギー管理)の認証を取得し、総エネルギー消費の削減を公表。 海上ではハイブリッド給餌バージ(電池併設)の導入で燃料・CO ₂ 削減に取り組む	<ul style="list-style-type: none"> • https://www.salmonews.cl/camanchaca-hybrid-battery ; https://camanchaca.cl/wp-content/uploads/2024/07/Reporte-Integrado-2024.pdf
AquaChile	冬季のピーク時間帯に自家発100%再エネ電源を実施(ピーク回避)。 工場・事業所にエネルギー計測・監視システムを拡充(52台追加)し、ピーク管理・省エネKPIを強化	<ul style="list-style-type: none"> • https://es.aquachile.com/wp-content/uploads/2024/04/Reporte-Integrado-AquaChile-2023-17-web.pdf
Ventisqueros	養殖施設を100%再エネで運転(島嶼への再エネ実装)	<ul style="list-style-type: none"> • https://www.seafoodsource.com/news/environment-sustainability/ventisqueros-gets-chilean-salmon-farming-center-fully-running-on-renewable-energy

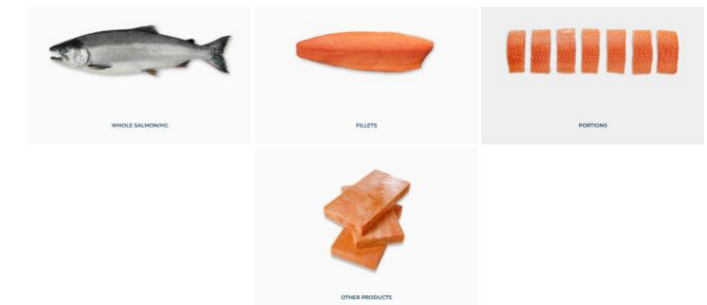
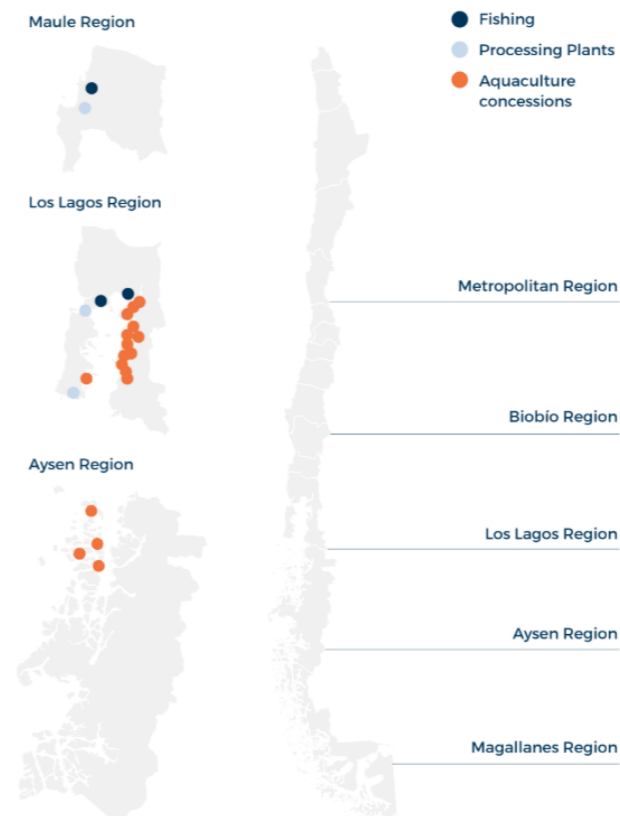
リユースBESS拡大を見据えた工場向け蓄電池導入FS・実証 | 現地との協業

- Camanchaca S.A.は、チリを拠点とする水産業の大手企業であり、サーモン養殖を中核に、漁業、加工、冷凍食品の製造までを含む多角的な事業展開を行っている。
- 同社は食品事業者の中ではエネルギー使用量も大きく、脱炭素化や電力コスト削減に向けた取り組み余地が大きいことから、蓄電池導入のファーストケースとして位置付け、実証を通じた事業機会の創出を検討することが有効と考えられる。

[Camanchaca S.A 事業概要]

拠点	サンティアゴ(本社) プエルトモン(精算・加工拠点)
製品群	<ul style="list-style-type: none"> ・ サーモン:アトランティックサーモン、コホサーモンの生産・加工(フィレ、ポーション、全魚など) ・ 漁業製品:ジャックマカレル(鯖)の缶詰・冷凍製品 ・ 魚粉・魚油:養殖業向けの飼料原料 ・ 貝類・甲殻類:ムール貝、ロブスターなど
生産規模	<ul style="list-style-type: none"> ・ サーモン:年産4.8万トン ・ ジャックマカレル(鯖):28.9万トン
販路	50カ国以上(アメリカ、ヨーロッパ、日本など)
品質認証	BAP、MarinTrust、IFS Foodなど
特徴	技術革新・サステナビリティ重視(対外輸出割合高)

[チリ国内拠点一覧]



出所)Camanchaca, "Our Business", 閲覧日2025年8月22日, <https://salmonescamanchaca.cl/en/the-company/our-business/>、Camanchaca, "Sostenibilidad", <https://salmonescamanchaca.cl/sostenibilidad/> より三菱総研作成

3-3. 事業モデルの評価

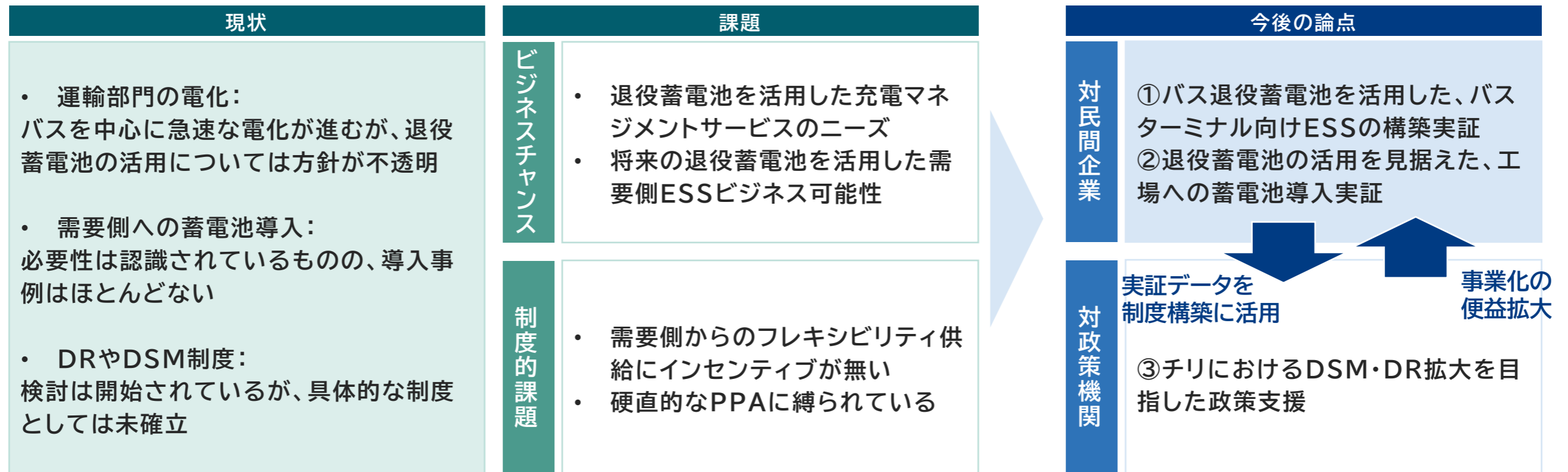
- 3-3-1 EVバスの退役蓄電池を活用した
充電システムの構築
- 3-2-2 産業需要家におけるEVバス退役蓄電池の
活用

本章のまとめ 事業モデルの評価

- 本章では、チリにおいて実装可能性の高い事業機会を踏まえ、民間投資を呼び込みつつエネルギーマネジメントを拡大し、蓄電池の有効利用を進めるための事業モデルを具体化し、その有効性と課題を評価した。
- 特に、EVバスの普及と将来的な退役蓄電池の大量発生を起点としたモデルと、産業需要家におけるエネルギーマネジメント高度化を起点としたモデルの二つを対象に、事業スキーム、関係主体、経済性の観点から検討を行った。
- 第一の事業モデルでは、サンティアゴ市内を走行するEVバスから、耐用年数を迎えた車載用蓄電池を回収し、日本企業の技術を活用して充電システム向け蓄電池として再利用する構想を検討した。蓄電池を併設した充電システムをバスオペレータ向けに販売・リースすることで、夜間の一斉充電によるピーク負荷を抑制し、系統制約を緩和しながら柔軟な充電計画を可能とする点に事業価値がある。現地バス事業者へのヒアリングにおいても、本モデルは運行効率改善やコスト削減の観点から高い関心が示されており、将来的な実証・事業化に向けたポテンシャルが確認された。
- 第二の事業モデルでは、EVバスの退役蓄電池を定置用蓄電池として産業需要家に導入し、ピークカット・ピークシフトやバックアップ電源として活用するモデルを検討した。水産加工業などの大口需要家を対象としたケーススタディでは、太陽光発電と蓄電池を組み合わせることで、電力コストの大幅な削減やディーゼル発電機の代替が可能となることが示された。また、エネルギー効率化法に基づくエネルギーマネジメント体制が既に整備されている産業分野では、蓄電池を組み込んだ高度なエネルギーマネジメントへの発展余地が大きいことが確認された。
- 検討した二つの事業モデルは、単体の蓄電池事業にとどまらず、エネマネ(需要側最適化)・フリート管理(充電計画)・ファイナンス(販売/リース)を組み合わせた統合型スキームとすることで、事業性と社会的価値の両立が図れる点が重要である。
- 本章での取り組みは、チリにおける電気料金制度と需要側蓄電池導入の関係性についても、今後の政策検討に資する重要な示唆を与えるものである。現在のチリの電力料金制度では、需要家向けに明確な時間帯別料金(Time-of-Use tariff)は導入されておらず、需要側における蓄電池(BESS)導入の経済的インセンティブは必ずしも十分とは言えない。
- しかしながら、本調査で実施したケーススタディが示すとおり、仮に時間帯別料金が導入され、ピーク時間帯の電力単価とオフピーク時間帯の単価差が拡大した場合、需要家側におけるBESS導入効果は大きく向上する。ピーク時間帯の電力使用を蓄電池放電で代替し、オフピーク時間帯に充電する運用が可能となることで、電力コスト削減効果がさらに高まり、需要家にとっての投資回収性は一層明確となる。

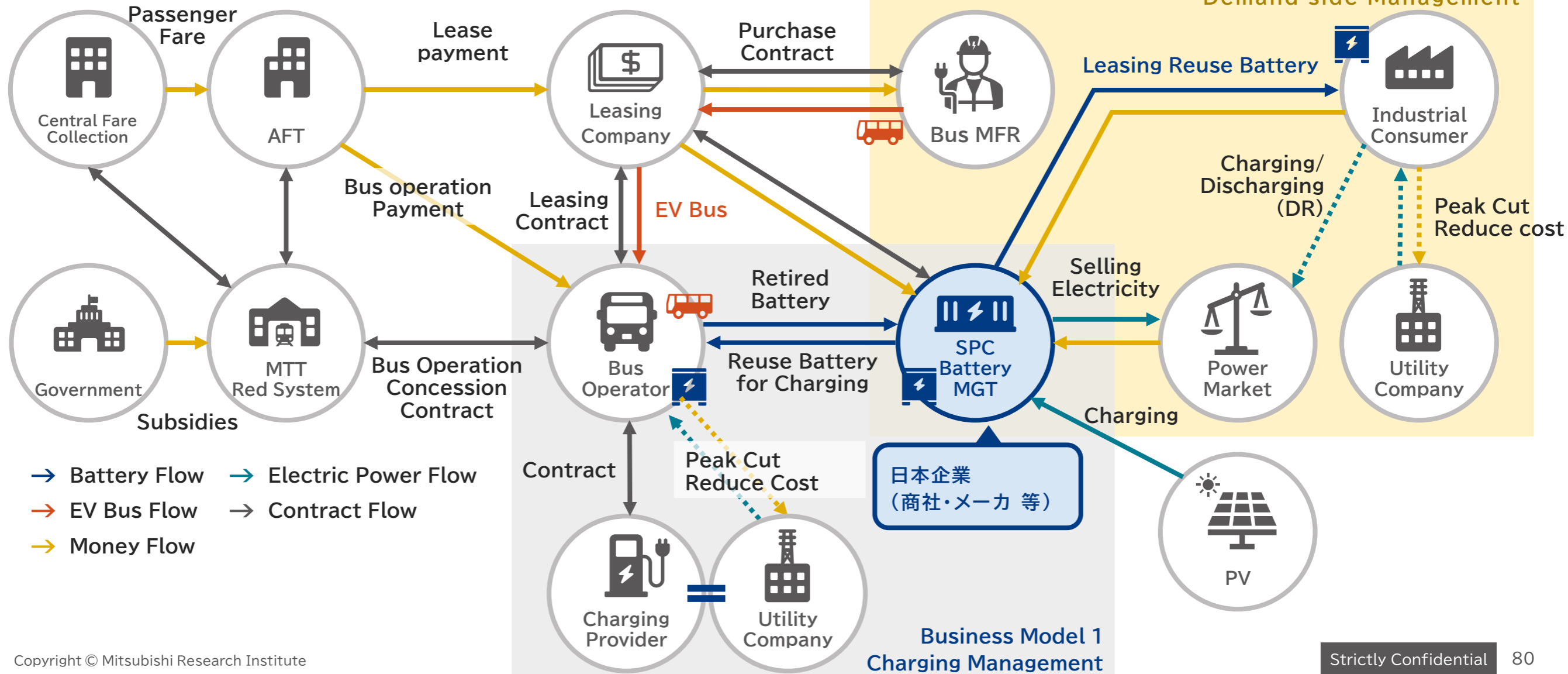
需要側のエネマネ促進の課題と今後の論点(再掲)

- 本章では、前章で示した「今後の論点」のうち、特に対民間企業として整理した2つの論点①バスターミナル向けESS構築実証および②工場向け蓄電池導入実証について、事業モデルの評価を行う。



ビジネスモデル概観

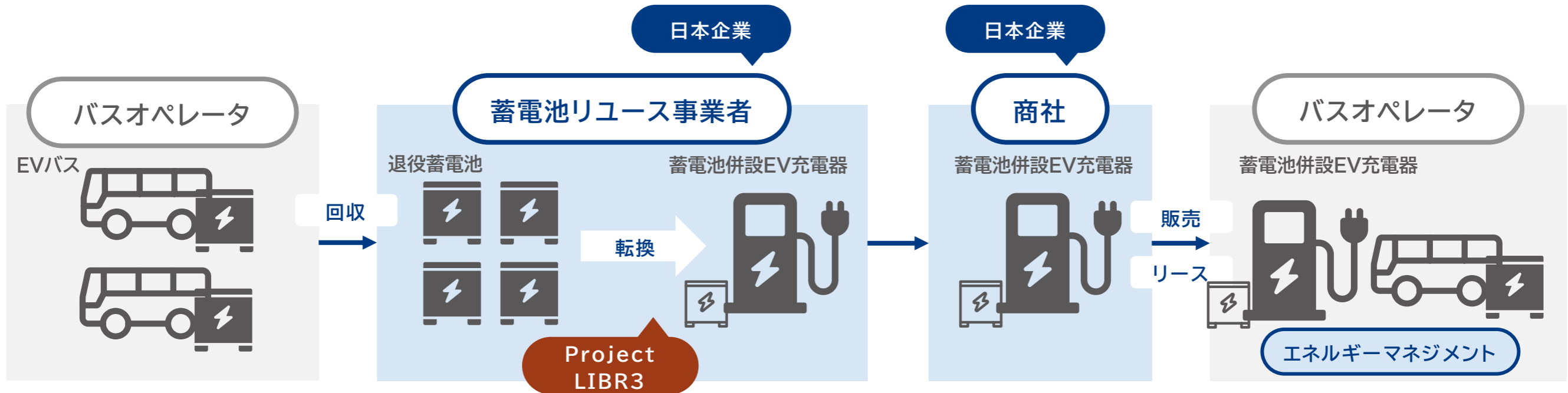
- EVバスの退役蓄電池による充電マネジメントと、産業需要家向けの退役蓄電池の二次利用を組み合わせることで、チリの電力セクター全体に貢献するビジネススキームを構築する。



3-3-1. EVバスの退役蓄電池を活用した 充電システムの構築

EVバスの退役蓄電池を活用した充電システムの構築

- ビジネスモデル1では、バスオペレータから回収したEVバスの退役蓄電池をEV充電器併設の蓄電池に転換し、再びバスオペレータに提供するスキームを検討する。
- 蓄電池リユースや蓄電池の販売・リースは日本企業の強みを持つ分野であり、日本とチリとの連携が期待される。



- サンティアゴ市内を走行するEVバスから、耐用年数を迎えた**車載用蓄電池**を回収
- EV導入開始から約10年が経過する2029年頃以降、**退役蓄電池が大量に発生**すると見込まれる

- 回収した車載用蓄電池を、**日本企業の技術を活用して充電システム向け蓄電池へ転用**
- チリにおいて蓄電池二次利用の社会実装を目的とする**Project LIBR3と連携**することで、実証資金獲得やリユース構築・実装技術の向上を期待できる

- チリ国内でのファイナンススキーム構築に強みを持つ**商社**が、バスオペレータ向けに蓄電池を併設した充電システムや、それに対応した日本製のEMS(ソフトウェアを含む)を**販売・リース**
- バスオペレータは蓄電池の活用により充電量の**ピークカット**ができるほか、システムの制約を考慮せず**柔軟な充電計画の策定**が可能となる

関係者の意見 - RedBus

- EVバス蓄電池の再利用についてニーズを確認するため、サンティアゴ市でEVバスを運航するRedBus社と意見交換を行った。
- 退役蓄電池の二次利用に関心があり、もし日本と協力してEVバスに関する実証を行うのであればデータの提供が可能ということを確認した。

開催日程	11月18日14:00-15:30
出席者	<ul style="list-style-type: none"> • REDBUS:サンティアゴにおいて、258台のEVバスを運行するバス事業者(総運行台数:930台) <p><事務局></p> <ul style="list-style-type: none"> • 三菱総合研究所 等



現状の充電スキームは夜7割、昼3割であり、可能な限り昼間に充電したい

バスの運行制約上、現状では充電の約70%を夜間、30%を昼間に実施している。電気料金は昼間が安く夜間が高い2区分料金であるため、**できる限り安価な昼間に充電したい**意向がある。過去には太陽光発電の設置も検討したが、立地制約により、バス充電用の発電設備を設置することは困難と判断した。

冬場は系統制約により充電できない時間帯が発生する

冬場は系統制約が特に厳しく、**一定時間帯に充電が不可能**となる。このような時間帯の充電不足を補う手段として、蓄電池を活用できれば大きな魅力である。

バス蓄電池の二次利用に関心あり

サンティアゴでは多数のEVバスが運行しており、数年後には退役蓄電池が大量に発生すると見込まれる。こうした**蓄電池を定置用として二次利用することに関心**がある。例えばこうした二次利用の蓄電池を充電ターミナルに設置すれば、昼間の安価な電力を充電して電気料金を削減する効果に加え、特に冬場における充電のフレキシビリティを高めることができる。

フィージビリティスタディには協力可能

FSにおいて蓄電池設置の必要性が認められれば、REDBUSとしても交通当局への説明が行いやすくなる。**FS実施に必要なデータについては、NDAを締結したうえで提供可能**である。

関係者の意見 -Project LIBR3

- チリにおける蓄電池二次利用のモチベーションについて確認するため、Project LIBR3代表と意見交換を行った。
- Project LIBR3 はCorfo(チリの国家イノベーション機関)のI+D 競争資金により採択された7つのプロジェクトの一つであり、約4,180万USDの資金を原資に活動している団体。
- Project LIBR3もEVと蓄電池を組み合わせた実証に関心があり、今後の実証パートナーとなり得ることを確認。

開催日程	11月17日16:00-17:00
出席者	<ul style="list-style-type: none"> • LIBR3:蓄電池の二次利用を推進するコンソーシアム。非営利の団体であり、蓄電池に関する助成や実証等の申請等を行っている。 <p><事務局></p> <ul style="list-style-type: none"> • 三菱総合研究所 等

LIBR3では商用に直結する実証を検討している

LIBR3は、蓄電池の二次利用を本格的に普及させるため、制度およびビジネスモデルの確立を目的として活動している。特に現在の最大の課題は、使用済み蓄電池の価値を客観的に評価するための**SoH(State of Health)認証の仕組みが不足**している点であり、これをどのように制度化・事業化するかが重要な論点となっている。この課題に対応するため、LIBR3では現在、商用展開を見据えた実証を3件検討中である。これらの実証を通じて、制度面・技術面・事業面の要件を整理し、将来の市場形成につなげることを目指している。

EVバス×蓄電池等を組み合わせた実証を構想中

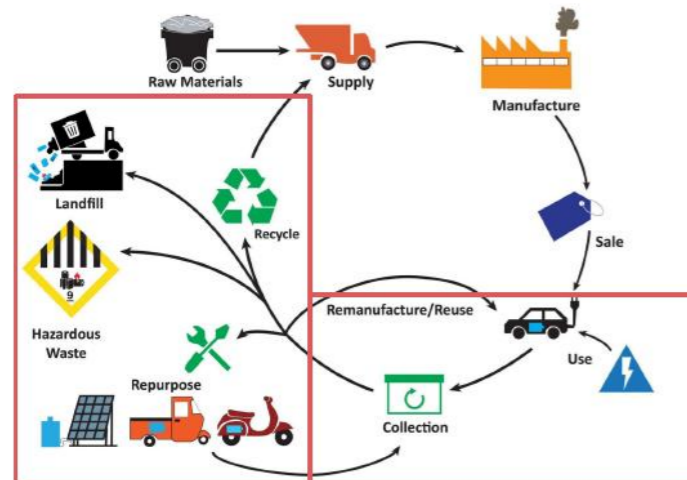
二次利用する蓄電池の供給源としては、EVバスの退役蓄電池に注目しており、すでに交通当局とも協議を進めている。退役蓄電池は、容量面ではまだ十分使用可能であると考えられる。一方で、現時点ではチリ国内で退役バス電池の発生量が限られているため、当面の実証は新品電池を用いて実施する可能性が高い。

重要なのは、**個々の電池ではなく、システムとしてどのように機能するかを先に検証**することである。まずは新品電池でシステム全体の挙動や事業性を確認し、将来的に二次利用電池へスムーズに置き換えられる準備を整えることが不可欠である。

日本との実証に関心あり

こうした実証については、**日本とも共同で取り組みたい**という意向がある。日本が有するSoH評価や蓄電池活用に関する知見を取り入れながら、日智協力の形で実証を進めることで、二次利用蓄電池市場の早期立ち上げにつなげたい。

[蓄電池二次利用のイメージ(LIBR3)]



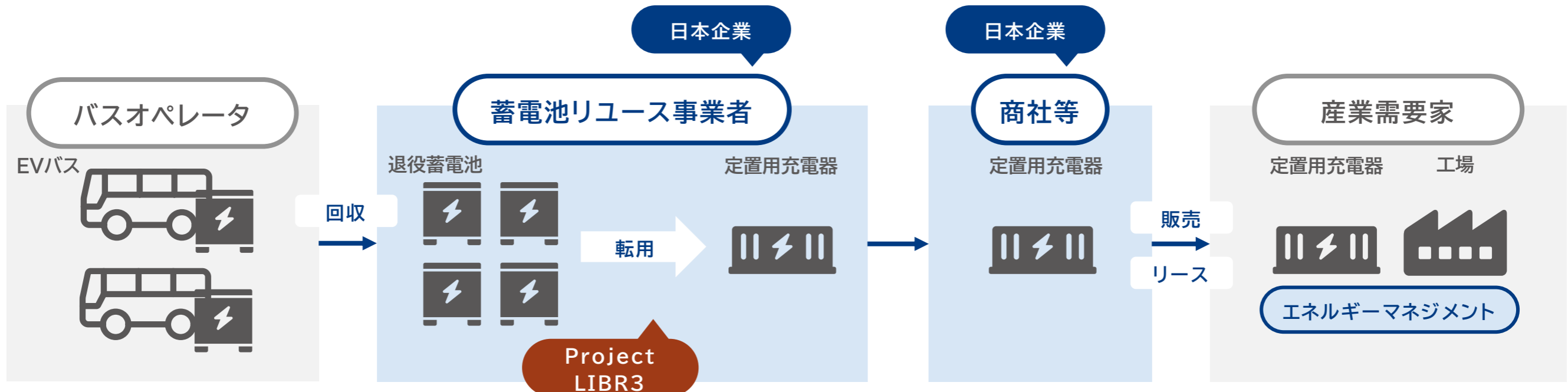
ビジネスモデルの評価

- 本事業構想について、サンティアゴ市内でEVバスを運行するRedBus社に紹介したところ、**運行効率の向上や電力コスト抑制、将来的な退役蓄電池の有効活用といった観点から高い関心が示され、前向きな評価を得た。**
- 特に、夜間の一斉充電によるピーク負荷の増大や、充電インフラ増強に伴う初期投資負担といった同社が抱える課題に対し、蓄電池を併設した充電システムによるピークカットおよび充電計画の柔軟化が有効な解決策となり得る点が評価された。
- 経済性については、**実際の運行データや充電パターン、電力料金体系等に大きく依存**することから、今後の実証フェーズにおいて、**RedBus社から提供される実績データを活用し、導入コスト、運用コスト削減効果、投資回収期間等を含めた詳細な経済性評価を実施することが望ましい。**これにより、本事業モデルの実装可能性を定量的に検証するとともに、将来的な事業化・横展開に向けた検討を進めることをRedBus社と確認した。
- 加えて、本事業については、チリにおける**蓄電池二次利用の社会実装を目的とするProject LIBR3**の枠組みを活用し、同プロジェクトの一環として共同研究・実証として組成する可能性についても意見交換を行った。LIBR3は、蓄電池二次利用を本格的に普及させるため、制度およびビジネスモデルの確立を目的とした実証を検討しており、本事業はその趣旨と高い親和性を有する。
- 具体的には、**Project LIBR3が資金を拠出する形で、日本側および現地関係者と共同で実証を実施**し、退役蓄電池(将来)および新品蓄電池(当面)を用いたシステム全体としての挙動確認SoH評価手法や運用データの蓄積制度・技術・事業面の課題整理を行うことが想定される。
- LIBR3側からは、商用化に直結する実証を志向しており、**日本が有するSoH評価や蓄電池活用に関する知見を取り込みながら、日本と共同で実証を進めたい**との意向が示された。
- 本実証は、チリにおける蓄電池の二次利用市場の早期立ち上げに資するとともに、DSM・DR制度設計に必要な蓄電池の信頼性評価手法および経済性データを創出し、DSM・DRの進展を政策的に支援することを目的とする。

3-3-2. 産業需要家における 蓄電池導入

産業需要家におけるEVバス退役蓄電池活用

- ビジネスモデル2では、バスオペレータから回収したEVバスの退役蓄電池を定置用蓄電池に転換し、食品加工業や鉱業等の需要家に提供するスキームを検討する。
- 蓄電池リユースや蓄電池の販売・リースは日本企業の強みを持つ分野であり、日本とチリとの連携が期待される。



- サンティアゴ市内を走行するEVバスから、耐用年数を迎えた**車載用蓄電池**を回収
- EV導入開始から約10年が経過する2029年頃以降、**退役蓄電池が大量に発生**すると見込まれる

- 回収した車載用蓄電池を、**日本企業の技術を活用して定置用蓄電池へ転用**
- チリにおいて蓄電池二次利用の社会実装を目的とする**Project LIBR3と連携**することで、実証資金獲得やリユース構築・実装技術の向上を期待できる

- チリ国内でのファイナンススキーム構築に強みを持ち、多様な業種との幅広いネットワークを有する商社が、**産業需要家向けに定置用蓄電池を販売・リース**
- 産業用需要家は定置用蓄電池の活用により、**ピークカット・ピークシフトを実現し電気料金の削減が可能**。また**バックアップ電源**としての**ディーゼル発電機**の機能を代替可能

ケーススタディ Camanchaca S.A

- ビジネスモデル2のケーススタディとして、チリの水産加工事業者Camanchaca S.A.に蓄電池を導入した場合の経済性分析を実施した。
- Camanchaca S.A.は、チリを拠点とする水産業の大手企業で、サーモン養殖、漁業、加工、冷凍食品の製造などを手掛ける多角的な事業展開を行っている。
- 特にサーモン養殖の分野では1980年代に事業開始以降、生産拡大を推し進めており、現時点で5つの淡水養殖場、73の海上養殖場、2つの加工工場を運営している。

[Camanchaca S.A 事業概要]

拠点	サンティアゴ(本社) プエルトモン(精算・加工拠点)
製品群	<ul style="list-style-type: none"> ・ サーモン:アトランティックサーモン、コホサーモンの生産・加工(フィレ、ポーション、全魚など) ・ 漁業製品:ジャックマカレル(鯖)の缶詰・冷凍製品 ・ 魚粉・魚油:養殖業向けの飼料原料 ・ 貝類・甲殻類:ムール貝、ロブスターなど
生産規模	<ul style="list-style-type: none"> ・ サーモン:年産4.8万トン ・ ジャックマカレル(鯖):28.9万トン
販路	50カ国以上(アメリカ、ヨーロッパ、日本など)
品質認証	BAP、MarinTrust、IFS Foodなど
特徴	技術革新・サステナビリティ重視(対外輸出割合高)

[チリ国内拠点一覧]



出所)Camanchaca, "Our Business", 閲覧日:2025年8月22日、<https://salmonescamanchaca.cl/en/the-company/our-business/>、Camanchaca, "Sostenibilidad", 閲覧日:2026年2月13日
<https://salmonescamanchaca.cl/sostenibilidad/> より三菱総研作成

ケーススタディ –サステナビリティ

- 同社はサプライチェーン全体のサステナビリティを推進しており、同社の養殖場及び加工場はエネルギー効率管理の国際認証であるISO50001を取得している。
- 具体的な取り組みとしては加工場の設備を改修して可変速稼働を可能とし、エネルギー管理システム(Wenuwork)により加工場の各工程別・設備別の電力・ガス等の消費プロファイルを可視化し、総エネルギー消費が抑えられるよう設備稼働タイミングや稼働量を最適化している。
- また、水力発電所を運用する再エネ事業者Hidro Elena Ensenadaと提携してPetrohué孵化場を始めとした主要事業拠点における再エネ利用を推進している。

【GHG排出量の推移】

GHG EMISSIONS IN TCO ₂ E (SCOPE 1 AND 2)			
2022	2023	2024	2025
≤ 30,210	≤ 23,086	≤ 21,860	≤ 20,634

【年間電力消費】

ENERGY CONSUMPTION DJSI 2.2.2 ; GRI 302-1						
ENERGY CONSUMPTION WITHIN THE ORGANIZATION	UNITS	2020	2021	2022	2023	2024
Total fuel consumption from non-renewable sources:	MWh	118,561	67,735	73,788	67,988	65,496
Gasoline	MWh	-	3	-	4	4
Diesel	MWh	108,614	58,928	63,141	58,919	54,294
LPG	MWh	9,947	8,804	10,647	9,065	11,198
Total electricity consumption from renewable sources:	MWh	7,540	13,927	13,631	24,123	25,007
Total electricity consumption from non-renewable sources:	MWh	11,469	4,199	4,077	3,594	3,972
Total energy consumption within the organization from non-renewable sources	MWh	130,030	71,934	77,865	71,581	69,469
Total Energy Consumption from Renewable Sources within the Organization	MWh	7,540	13,927	13,631	24,123	25,007
TOTAL ENERGY CONSUMPTION	MWh	137,570	85,861	91,496	95,704	94,475

*Data coverage corresponds to 100% of the operation.

出所)Camanchaca, “Our Business”, 閲覧日:2025年8月22日, <https://salmonescamanchaca.cl/en/the-company/our-business/>、Camanchaca, “Sostenibilidad”, ”, 閲覧日:2025年8月22日, <https://salmonescamanchaca.cl/sostenibilidad/>、Camanchaca, ”2024Annual Report”, ”, 閲覧日:2025年8月22日, <https://salmonescamanchaca.cl/en/wp-content/uploads/2025/05/SC-Annual-Report-2024.pdf> より三菱総研作成

ケーススタディ – 電力消費の概要

- Camanchacaのアンケート結果から、メインの電力消費は冷凍に使用するコンプレッサーであることが分かった。
- 主要なコンプレッサーの定格電力と、日・月平均電力消費量は以下の通り。
- また、月平均電気料金は季節ごとに異なり、春が最も高くなる。これは、操業サイクルや外気温の変化が電力消費に影響を与えているのではないかと推定される。

[アンケート結果: 電力消費の大半を占める主要な機器]

	Equipment type	Rated	Daily average consumption (kWh)	Monthly Average (kWh)
		capacity (kW)		
1	Compresor F42WB	75	1800	54,000
2	Compresor F160VLD	140	3360	100,800
3	Compresor N6WA	45	1080	32,400
4	Compresor N62WB	110	2640	79,200
TOTAL		370	8,880	266,400

[アンケート結果: 季節別月平均電気料金]

	Electricity fee (USD/m)
Spring	30,303
Summer	24,244
Autumn	17,382
Winter	23,830

季節により電力消費が異なる(春に高くなる)理由の仮説

操業サイクルの山(処理量・氷需要)

チリのサーモン養殖では、春は出荷/処理の立ち上がりで、冷凍・冷蔵・氷製造の負荷が増える傾向。庫内ドア開閉・搬入出も増え、外乱熱侵入が増大。

外気温・海水温の上昇期

夏ほど極端ではないが、春は日中の外気温上昇+日較差が大きく、コンデンサー側の凝縮圧力上昇でコンプレッサー仕事量が増える。
加えて海水取水温の上昇(水冷コンデンサー)や冷却水温の変動が効率を押し下げやすい。

デフロスト頻度の増加

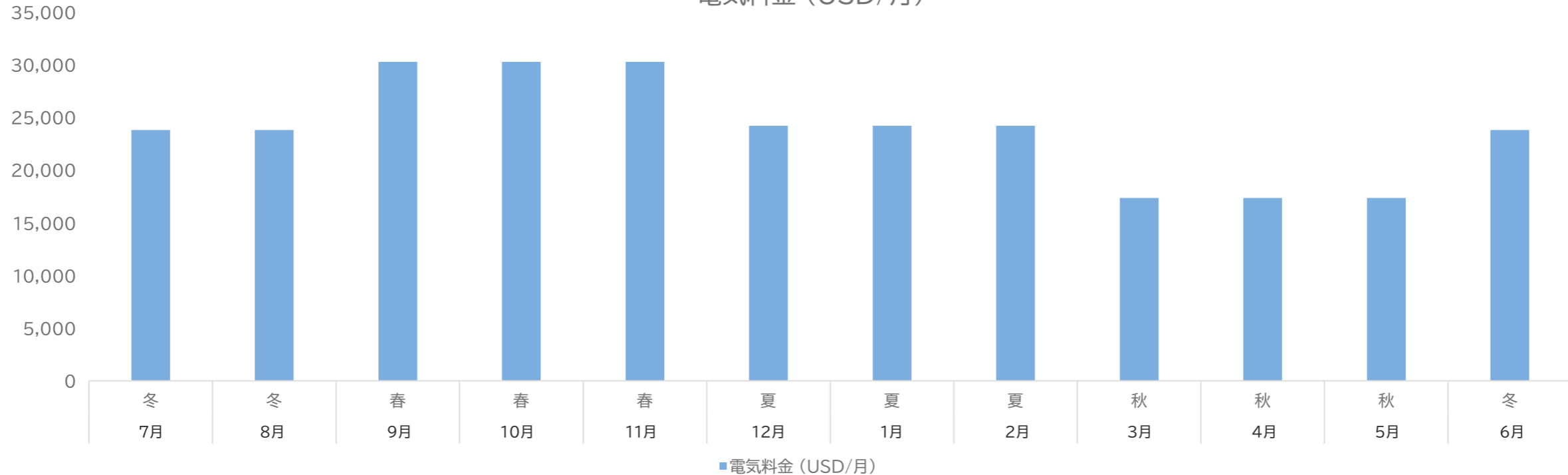
湿度が高くなる移行期は着霜が増え、デフロスト回数・時間が増加 → その間の暖房負荷+再冷却負荷で余分な電力を消費。

ケーススタディ - 月別電気料金

- 1年を通しての電気代は、アンケート結果から、春が最も高く、秋が最も低くなる。
- Camanchacaの電気料金体系は季節・時間帯に関係なく従量料金は0.13USD/kWhとなっており、月別の電気料金総額は主要機器の電力消費量とおおよそ比例しているものと想定される。

[主要機器の月別電気料金(仮説)]

電気料金 (USD/月)



外気温低くコンデンサー効率良いが、養殖現場でブライン凍結・氷製造が増えるため負荷上昇。稼働率は春夏の中間。

サーモン処理シーズン開始。外気温・湿度上昇、霜取り頻度増加、搬入出多くピーク重なり。効率低下+稼働時間増で最も電力消費が大。

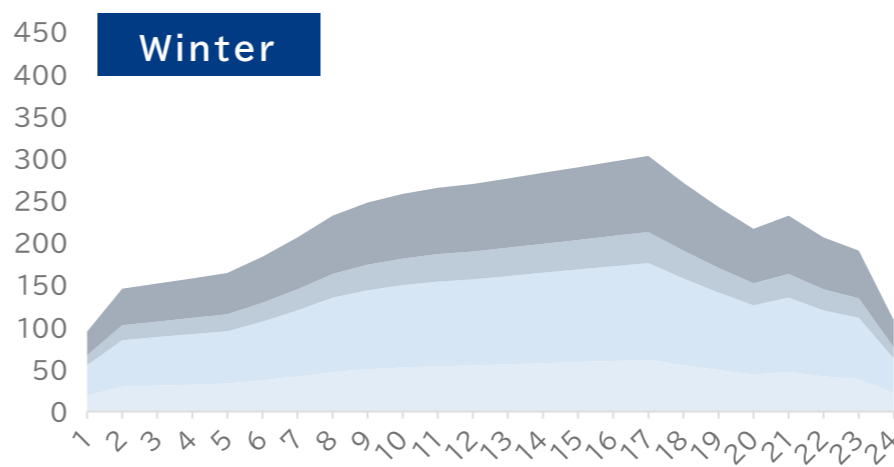
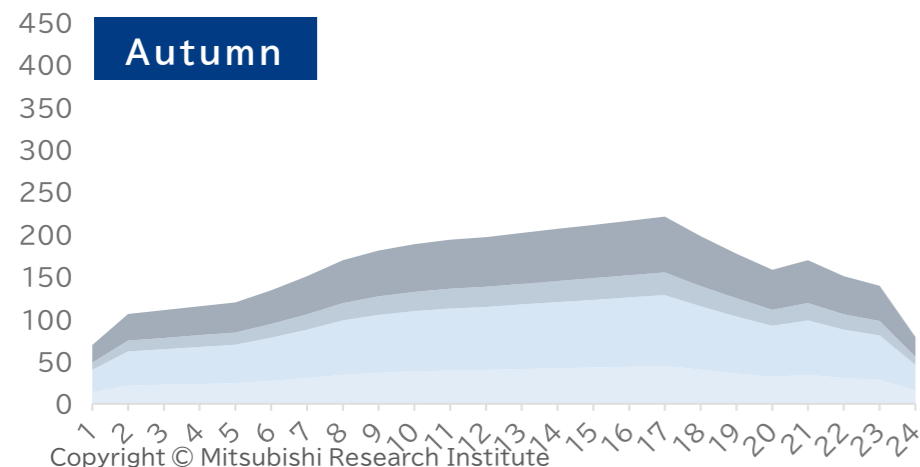
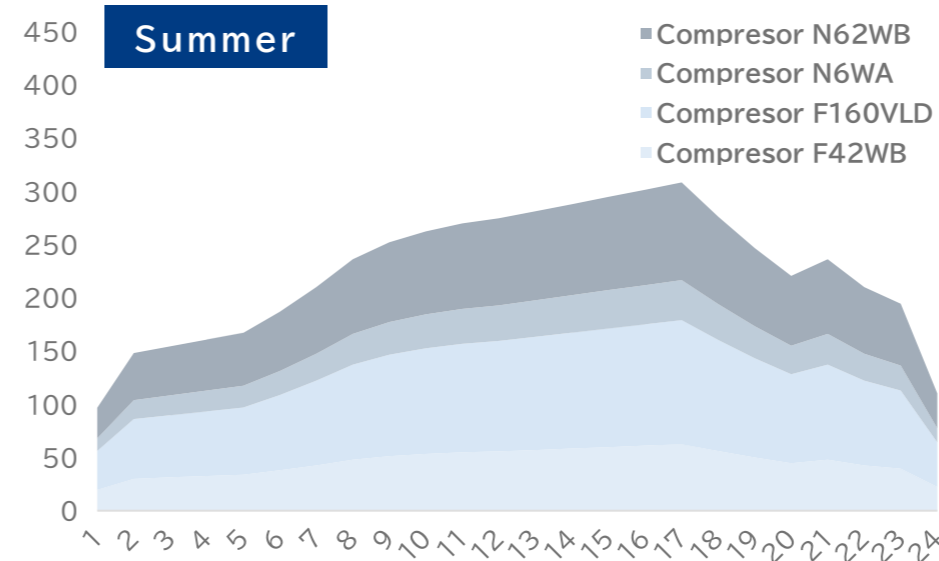
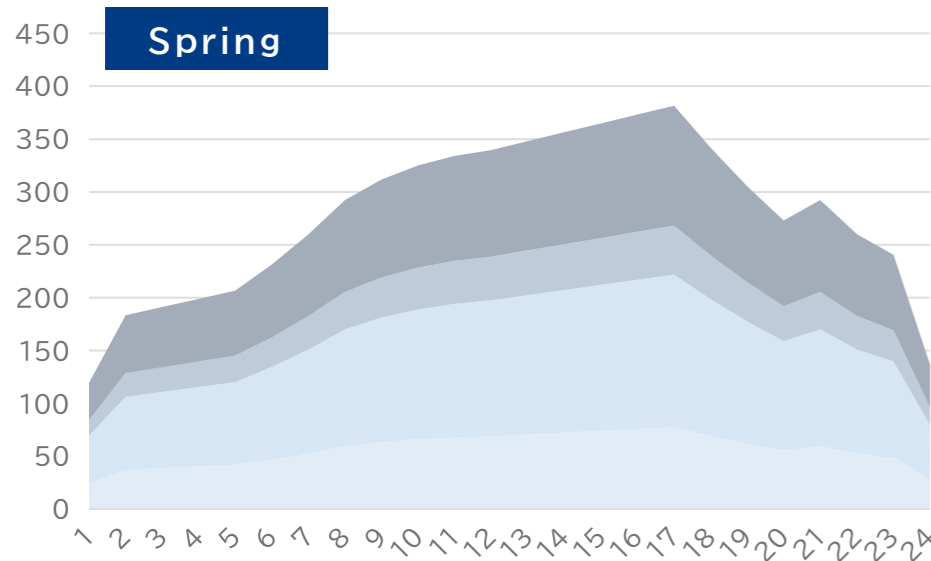
外気温は高いが操業負荷分散・夜間稼働抑制で抑え込み。日射時間長いが冷却負荷は一定。

気温・湿度低下、処理量も減少。冷凍機は間欠運転中心。電力消費最小。

ケーススタディ - 季節別ロードカーブ

- また、1日を通してコンプレッサの消費電力は変動すると考えられる。時間ごとの詳細なデータがないため、あくまでも仮定を置いたうえで、各季節のロードカーブを描いてみた。このカーブに近い運用と仮定したうえで、PVや蓄電池の導入効果を検討する。

[主要機器の1日のロードカーブ(仮説)]



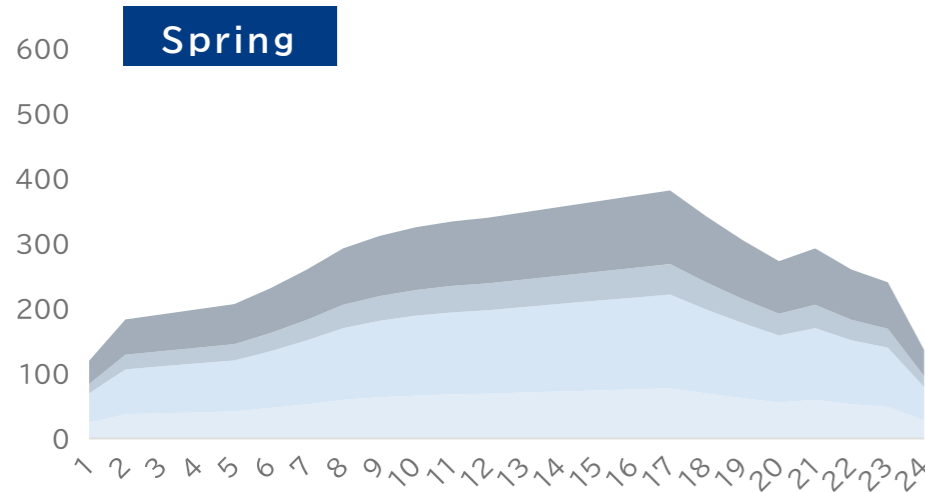
1日の中の付加変化(仮定)
 0:00-6:00 夜間:
 低負荷、周囲温度低く負荷小(平均40~60%)
 6:00-10:00 朝:
 搬入開始、冷凍室開閉で負荷急上昇
 10:00-18:00
 昼間ピーク:最大電力域(80~100%)
 18:00-22:00 出荷後:
 徐々に負荷減少
 22:00-0:00 夜間安定:
 部分負荷または停止時間多め

0-6時・22-24時は40-60%、6-10時は70-90%、10-18時は80-100%、18-22時は60-80%の範囲で時々刻々の値を割り当て。

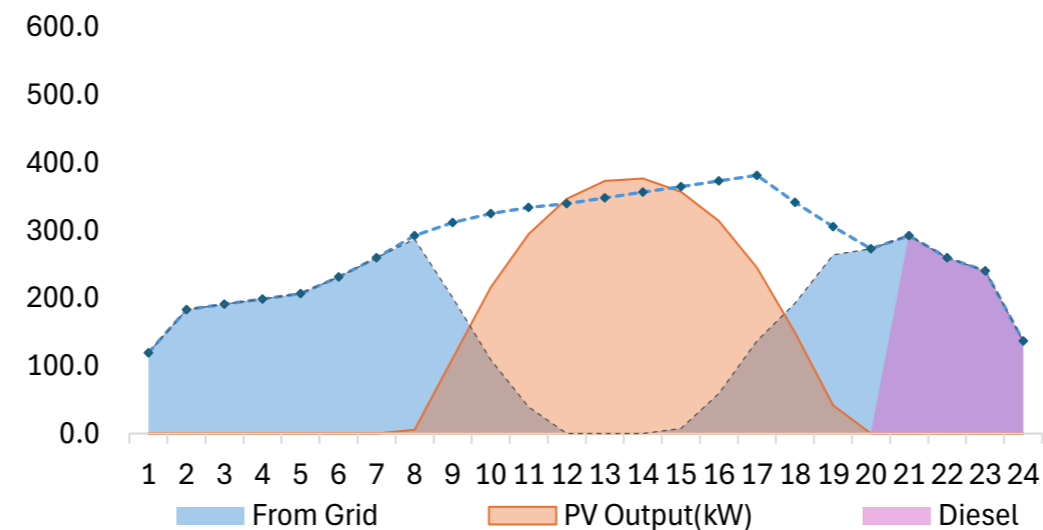
ケーススタディ -PV導入の効果(快晴日の一例)

- 同社は、500kW規模のPV導入を検討中との回答があった。仮に電力消費の多い10月の快晴日※においては、500kWのPVを導入したと仮定すると、日中の電力消費の多くがPVで賄われるため消費量ベース(kWh)で48%、最大需要ベース(kW)で25%の節電が期待できる。
※一例として2016年10月2日(快晴日)の日照条件に基づくPV発電出力予測結果から分析した結果
- 他方で、500kW太陽光の場合、日射条件の良い快晴日でもPV発電の余剰はあまり発生しないことが明らかとなった。

【主要機器の1日のロードカーブ(仮説)】



【太陽光導入後のロードカーブイメージ】



- PV:500kW
- PV出力:2016年10月2日(快晴日)の日照データに基づきPV出力を推計
- ディーゼル発電最大出力:500kW
- ディーゼル発電運用想定:アンケートの回答内容に基づき、電気料金の高い夜間の4時間のみ稼働するものとして想定した

【10月のある1日(快晴日)における買電電力量削減効果】

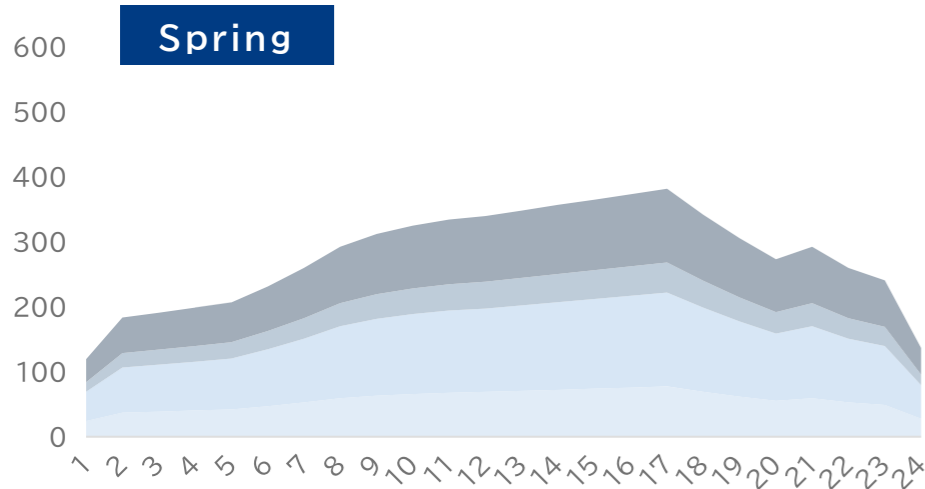
指標	導入前	導入後	削減率
1日買電量(kWh) ※ディーゼル除く	5,737	約 2,957 kWh	-48%
最大需要(kW)	約 381 kW	約 287 kW	-25%

ケーススタディ -PV導入の効果(曇天日の一例)

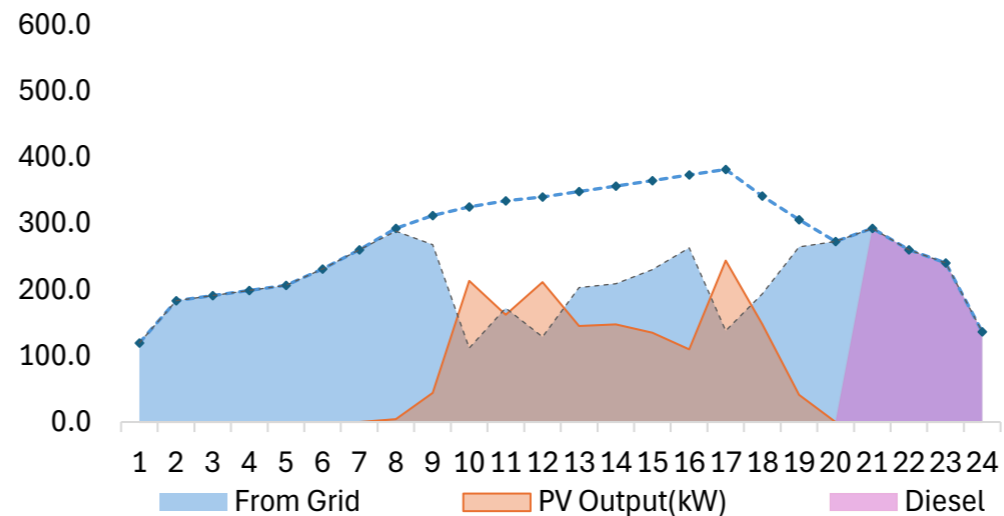
- 日射条件の悪い曇天日※では、相対的に系統からの買電電力量削減効果が小さくなる。

※一例として2016年10月1日(曇天日)の日照条件に基づくPV発電出力予測結果から分析した結果

[主要機器の1日のロードカーブ(仮説)]



[太陽光導入後のロードカーブイメージ(曇天日)]



- PV:500kW
- PV 出力:2016年10月1日(曇天日)の日照データに基づきPV出力を推計
- ディーゼル発電最大出力:500kW
- ディーゼル発電運用想定:アンケートの回答内容に基づき、電気料金の高い夜間の4時間のみ稼働するものとして想定した

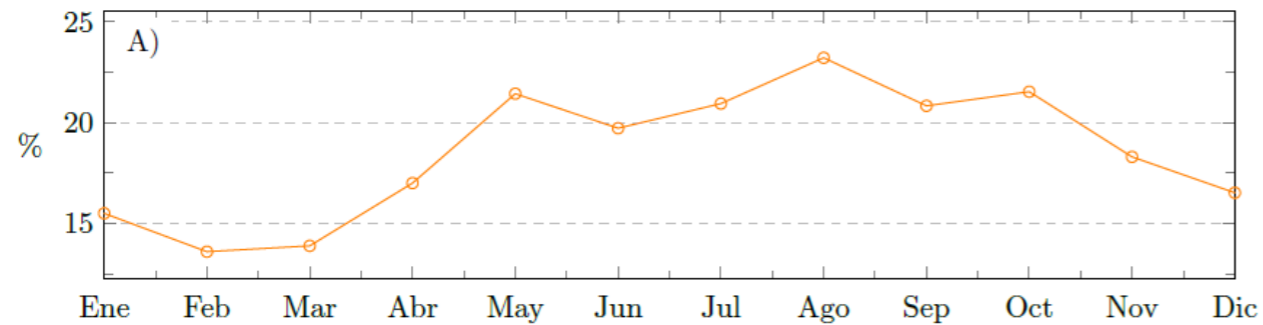
[10月のある1日(曇天日)における買電電力量削減効果]

指標	導入前	導入後	削減率
1日買電量 (kWh) ※ディーゼル除く	5,737	約 4,132 kWh	- 28 %
最大需要 (kW)	約 381 kW	約 288 kW	- 25 %

(参考) Camanchaca周辺の月別・時間帯別の日照条件

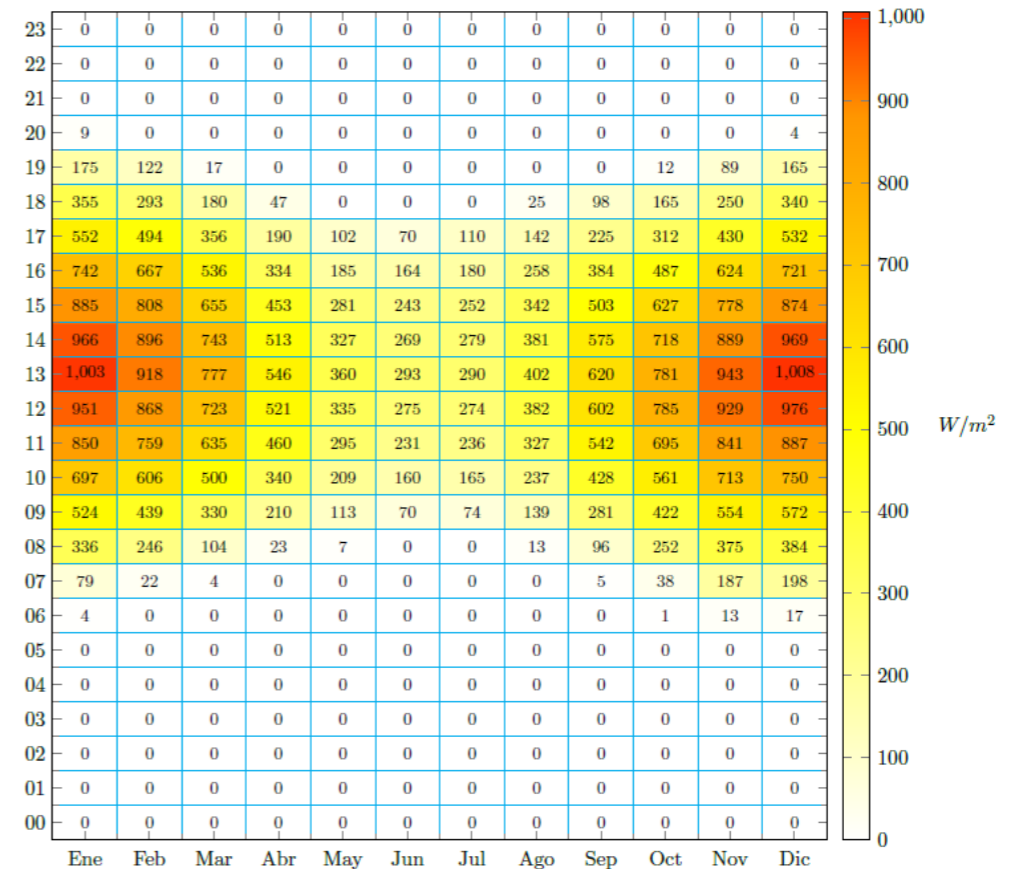
- Camanchaca周辺の月別・時間帯別の平均日射強度(日射量)は下記の通り。
- 3月～8月は日照時間は短く、正午付近の日射強度も相対的に低い。
- 季節ごとに日射条件が異なるため、24時間・365日の日射量に基づくPV出力推計に基づき、PVおよびBESSの導入効果を分析した。

【月別の日の出～日の入りまでの曇りの割合】



出所)Explorador Solar, “”, 閲覧日:2025年9月2日,
<https://solar.minenergia.cl/fotovoltaico> における分析結果よ
 り抜粋

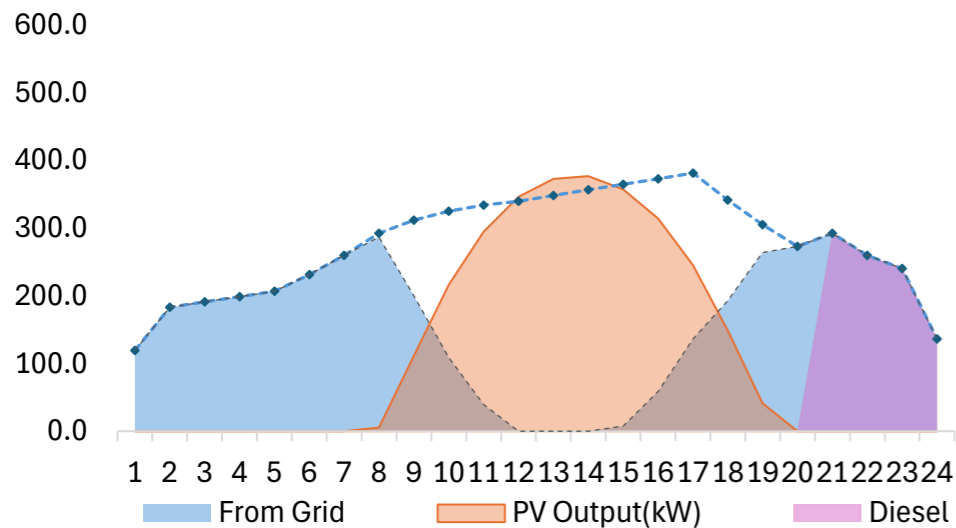
【月別・時間帯別の日照条件】



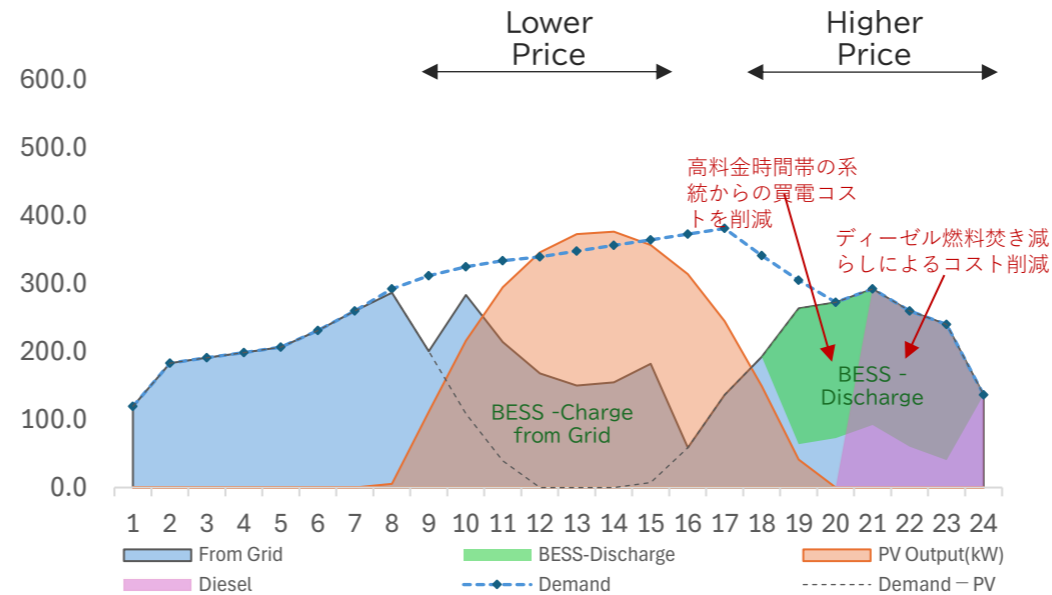
ケーススタディ -PV+BESS導入の効果(快晴日の例)

- PVの余剰発電分を利用してエネルギー貯蔵を行い、夜間に活用(蓄電池から放電)することでさらなる買電電力量削減とディーゼル焼き減らし効果が見込まれる。
- 500kWのPVを導入し、さらに300kW/1.5MWhの蓄電池を導入すると、10月の快晴日※における系統からの買電量は624kWh減少する。 ※一例として2016年10月2日(快晴日)の日照条件に基づくPV発電出力予測結果から分析した結果

[太陽光導入後のロードカーブ]



[太陽光+BESS導入後のロードカーブ]



[BESS充放電仮定]

時間帯	想定する充放電量	備考
0-9 h	0	放電無し(容量不足)
9-16 h	0-300 kW	充電
16-19h	0	充放電なし
19-24 h	0-300 kW	放電

- PV:500kW
- PV出力:2016年10月2日(快晴日)の日照データに基づきPV出力を推計
- ディーゼル発電最大出力:500kW
- ディーゼル発電運用想定:電気料金の高い夜間の4時間のうち、BESSによる供給え賄えない分をディーゼル発電で補う運用方法を想定

[10月のある1日(快晴日)における買電電力量削減効果]

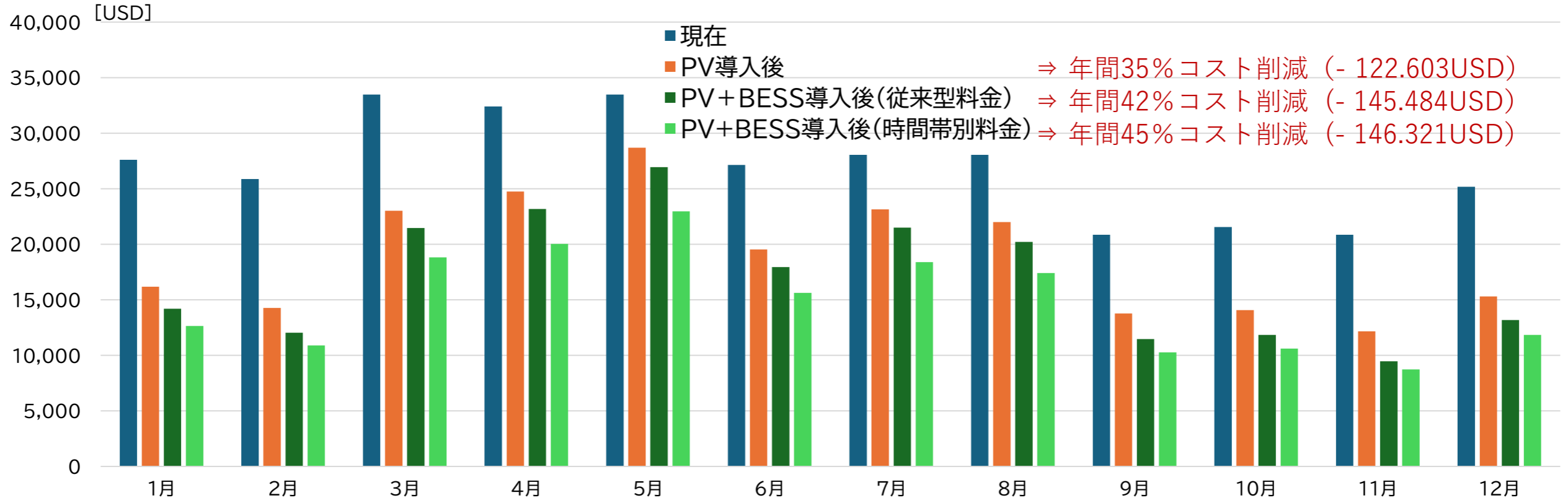
指標	導入前	導入後	削減率
1日買電量 (kWh)	6,666	約 2,724kWh(買電分)	-59 %
最大需要 (kW)	約 381 kW	約 287 kW	-25 %

ケーススタディ -PVおよびBESS導入の効果

- 季節別需要カーブと24時間365日分のPV出力予測データ(定格500kW)から、月別のPV・BESS導入前後の年間電力コストを比較した。
- 時間帯別料金体系の下でPV+BESSを導入することで年間14.6万USD(従来比45%減)の電力コストの削減効果を見込むことができる。
 - Camanchacaの従来型料金体系は時間帯に関係なく電気料金は0.13USD/kWhであり、370kWのピーク需要制限を超えた場合にはピーク超過ペナルティ2,311USD/hが発生する。東京電力エナジーパートナーの工場向け高圧電力および高圧時間帯別電力の料金メニューを参照し、非時間帯別メニューの従量料金単価に対する時間帯別メニューの昼間料金と夜間料金の比率(それぞれ+12%、-17%)を参考として、Camanchacaの非時間帯別料金単価0.13USD/kWhに対する時間帯別料金を昼間(8時~18時)0.11USD/kWh、夜間(18時~翌7時)を0.15kWhと仮定して試算した。

出所)東京電力エナジーパートナー, “電気料金プラン一覧 高圧・特別高圧”, 閲覧日:2025年9月2日, https://www.tepco.co.jp/ep/corporate/plan_h/index-j.html を参考として条件設定

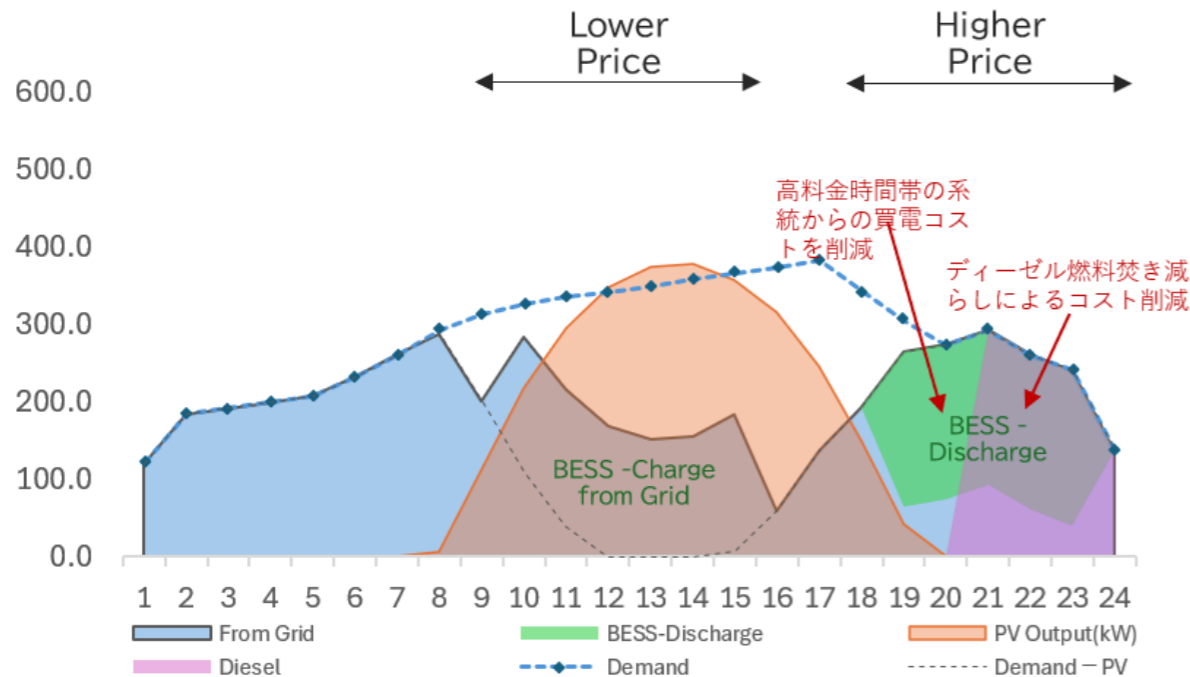
[PV・BESS導入前後の年間総電力コスト(電気料金+ディーゼル燃料費)の比較]



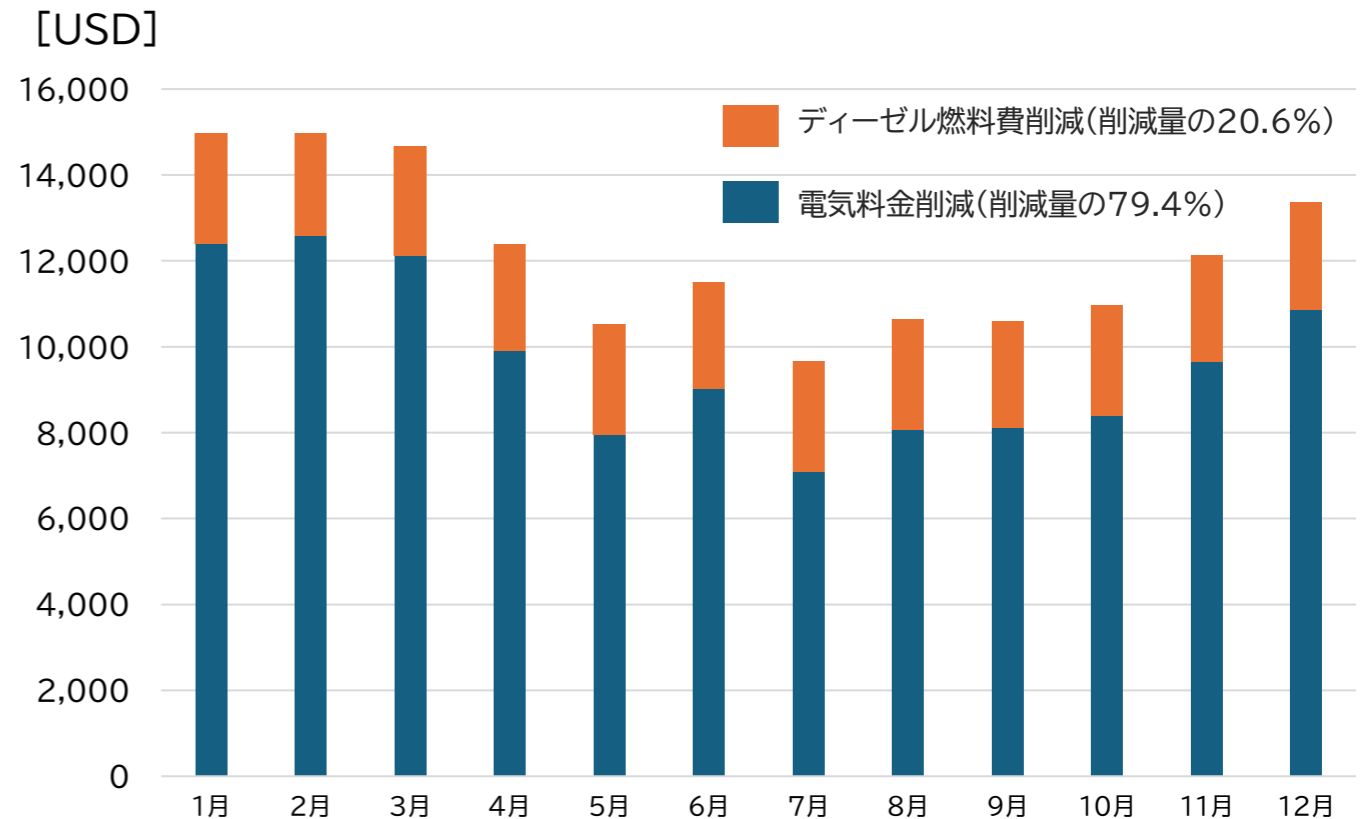
(参考)PV+BESS導入時の電力コスト削減効果の内訳

- PV+BESS導入による電力コスト削減量のうち、20.6%がディーゼル燃料費削減による効果、残り79.4%が電気料金削減による効果である。
- 今回はディーゼル発電機の運用方法としては、Camanchacaのアンケート回答内容から月曜～金曜の夜間19時～23時の4時間稼働で想定したが、日によってはBESS導入により焚き減らしできた燃料を使って深夜0時以降にディーゼル発電機を稼働させ、系統からの買電コストをさらに削減するようなオペレーションも想定される。

[再掲:PV+BESS導入効果イメージ]



[PV+BESS導入による電力コスト削減量とその内訳(時間帯別料金)]

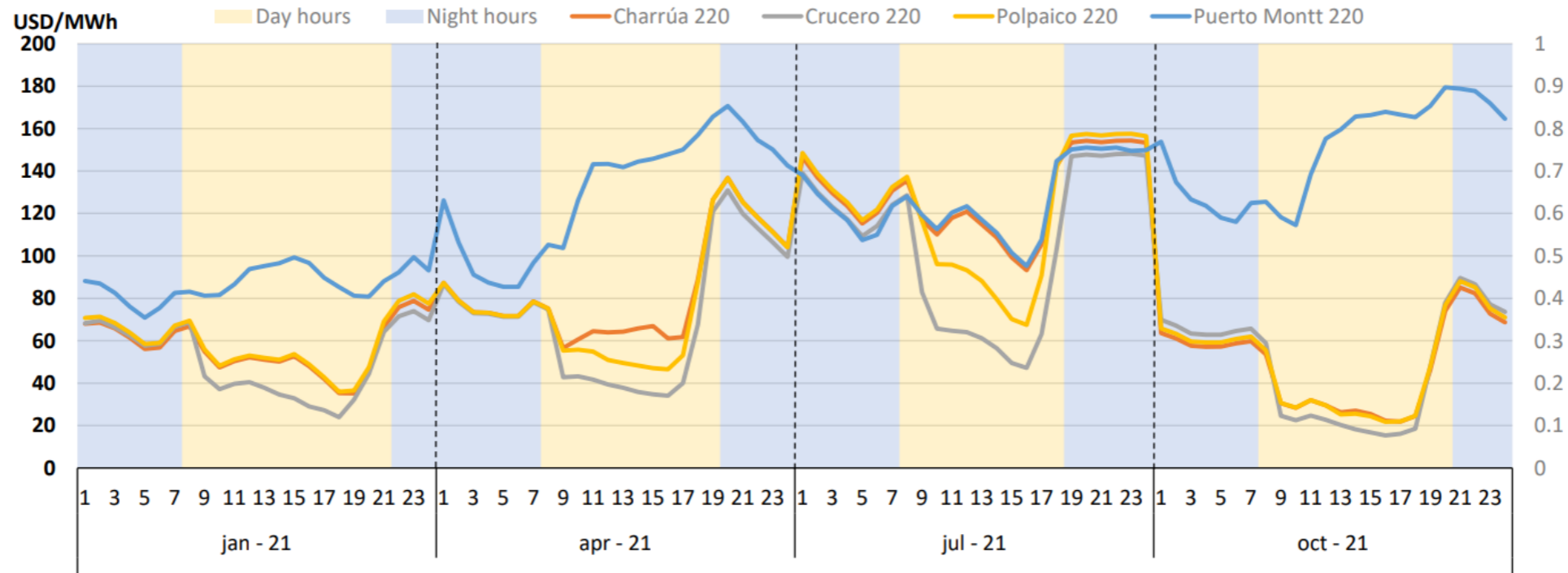


(参考)チリ卸電力市場における取引価格の日時推移

- 18時～翌7時にかけての電気料金が高額となっている。

[卸電力市場における取引価格の日時推移]

Real hourly marginal costs for a typical day in selected months of year 2021



関係者の意見 - Camanchaca

- 水産加工事業者への蓄電池導入のニーズを確認するため、Camanchacaと意見交換を行った。
- 蓄電池によるピークシフト・ピークカットに強い関心を示していただき、積極的に導入したいとのコメントをいただいた。

開催日程	11月21日10:00-11:30
出席者	<ul style="list-style-type: none"> ・ Camanchaca:チリを代表する海洋水産業(漁業・養殖)の大手企業。主に魚・貝類の漁獲・養殖・加工・輸出を実施。 <p><事務局></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 三菱総合研究所 等

現状はディーゼルを活用

当該工場では、春から夏にかけての気温上昇により、圧縮機や冷凍設備の負荷が増大し、電力消費が大きくなる。
また、現行の電力契約では秋から冬にかけて**平日のピーク時間帯が設定されており、この時間帯にディーゼル発電機を稼働させることで電気料金の削減**を図っているが、電気代の削減余地はさらにあると考えており、現在PVの導入を検討中。

蓄電池導入への興味

太陽光発電(PV)と蓄電池を組み合わせたピークシフトおよびピーク削減に関心がある。特に電力消費が増加する春から夏にかけての活用に期待している。
実証事業で効果検証することは歓迎。まずは冷凍庫施設で実証し、蓄電池導入に経済性が認められる場合には、他のプラントにも積極的に導入したい。

工場と蓄電池の親和性

現在、施設全体の更新を計画しており、電気設備や各区画のパネル等を含めて刷新が必要な状況にある。更新に伴い電力消費が増加する可能性があるため、**太陽光発電や蓄電池の導入を検討する好機と捉えている**。
また、海産物加工を行う工場であることから、コンテナや設置スペースに余裕があり、**蓄電池との親和性は高い**と考えられる。

[Camanchacaの養殖場]



ビジネスモデルの評価

- 今回、サーモン養殖会社のデータを活用したケーススタディを行い、産業需要家におけるPVおよび蓄電池導入効果を前項に示す仮定に基づき試算したところ、**一定の電力コスト削減効果をもたらすことが確認された**。ただし、太陽光発電(PV)のみを導入した場合でも、自家消費による電力量削減効果は大きく、現行の電力料金体系下においても一定の経済便益を得られる可能性が高い。
- 蓄電池(BESS)を併設した場合の追加的な経済性については、電力料金体系や制度条件に大きく依存することが明らかとなった。ケーススタディに示したとおり、PV+BESSの導入によりピークシフト・ピークカットを行うことで、年間電力コストの削減効果は拡大し得るが、その効果は**時間帯別料金(TOU)等の価格シグナルが存在する場合により顕在化する**。
- 現状のチリの料金制度では、需要側が出力調整や負荷制御を行っても、その行動に対する明確なインセンティブが十分に設計されていない。このため、蓄電池を導入しても、蓄電池本来の価値を十分に収益化することが難しい構造となっている。
- Camanchaca社へのヒアリングにおいても、現時点ではディーゼル発電機を活用したピーク対応を行っているが、電気料金削減余地は依然として存在すると認識されている。一方、PVおよび蓄電池の導入については、まずはPV単独での効果を確認しつつ、蓄電池については実証を通じて経済性を見極めたいという慎重かつ合理的な姿勢が示された。
- 以上を踏まえると、今後の実証フェーズでは以下の観点が重要となる。
 - どのような電力料金体系(特に大口需要家向けTOU等)であれば、蓄電池導入の経済性が顕在化するのか
 - 現行の料金体系下において、PVと蓄電池の最適な容量・構成(PV+BESSの組み合わせ)は何か
 - 需要側の出力制御・ピーク抑制に対して、どのような制度的インセンティブがあれば、蓄電池導入が合理的な投資判断となるか
- これらについて、実際の運用データ(負荷プロファイル、PV出力、充電・放電パターン等)を用いた実証を行いながら検証していく必要がある。本事業では、単に設備導入の可否を評価するにとどまらず、**将来的なDSM・DR制度導入を見据え、どのような料金・制度設計の下でPV+蓄電池が最大の効果を発揮するかを明らかにすること**を目的として、段階的な実証・分析を進めていくことが重要。

3-4. 具体的戦略の策定 相手国関係者等への提案 事業化に向けたアクションプラン

本章のまとめ 相手国関係者への提案

■ 本章では、これまでに特定した事業機会を踏まえ、「民間投資を促進しながらチリでエネルギーマネジメントを拡大し、蓄電池(特に将来大量に発生し得るEVバス退役蓄電池)を有効利用していく」ための、具体的な提案と次期実証に向けたアクションプランを整理する。

■ 今回の検討では、①モビリティ(EVバス)起点、②産業需要家(工場)起点、③政策・制度(DSM・DR)起点の3つのアプローチを並行して設計。

■ アクション①:バス退役蓄電池を活用したバスターミナル向けESS構築

サンティアゴのバス事業者ヒアリングを通じて、退役後バッテリーの活用方法や収益化は未整理であり、退役蓄電池の「行き場」を確保し価値化する仕組みが必要であることが明らかになった。これに対し、退役蓄電池を用いたバスターミナル向けESSを構築し、昼間の安価な電力で充電、夜間のバス充電に活用することで、電力コスト削減と系統負荷低減の両立を狙うモデルを提案する。

■ アクション②:リユースBESS拡大を見据えた工場向け蓄電池導入FS・実証

現時点ではバス電池が稼働中で直ちにリユース蓄電池を組成しにくい点を踏まえ、将来の受け皿となり得る産業需要家において、蓄電池導入ニーズと採算性をFS・実証で先行検証するモデルを提案する。これらを通じて、エネマネ(EMS)や蓄電池関連技術に加え、リース・ファイナンス等の事業知見も組み合わせ、電池単体にとどまらない統合型スキームとして事業化可能性を高める。

■ アクション③:チリにおけるDSM・DR導入支援(政府向け)

官民対話の場では、チリ政府側よりDSM・DRの必要性は認識しつつも、政策への落とし込みや民間企業の巻き込み方が未検討であること、過去の導入失敗を背景にスマートメーター普及が停滞していること等が共有された。

日本の段階的な制度整備や事業者(需要家・小売・アグリゲータ)を巻き込む制度化プロセスへの関心も示されている。そこで、実証データを起点に、料金メニュー設計や実証的な制度適用、スマートメーター等インフラ整備を含む政策パッケージとして、DSM・DR導入支援を提案する。

■ 特に、現状チリには時間帯別料金制度がないが、時間帯別料金が導入されれば、需要家側でのBESS導入効果・インセンティブがさらに高まり、需要側蓄電池の普及を通じてダックカーブ等の系統課題の緩和にもつながる。よって本章の提案は、単なる個別案件の形成にとどまらず、**実証データをもって制度・政策の重要性を訴え、官民連携で市場を立ち上げるための「事業化に向けた実行計画」**として位置付ける。

事業化に向けたアクションプラン

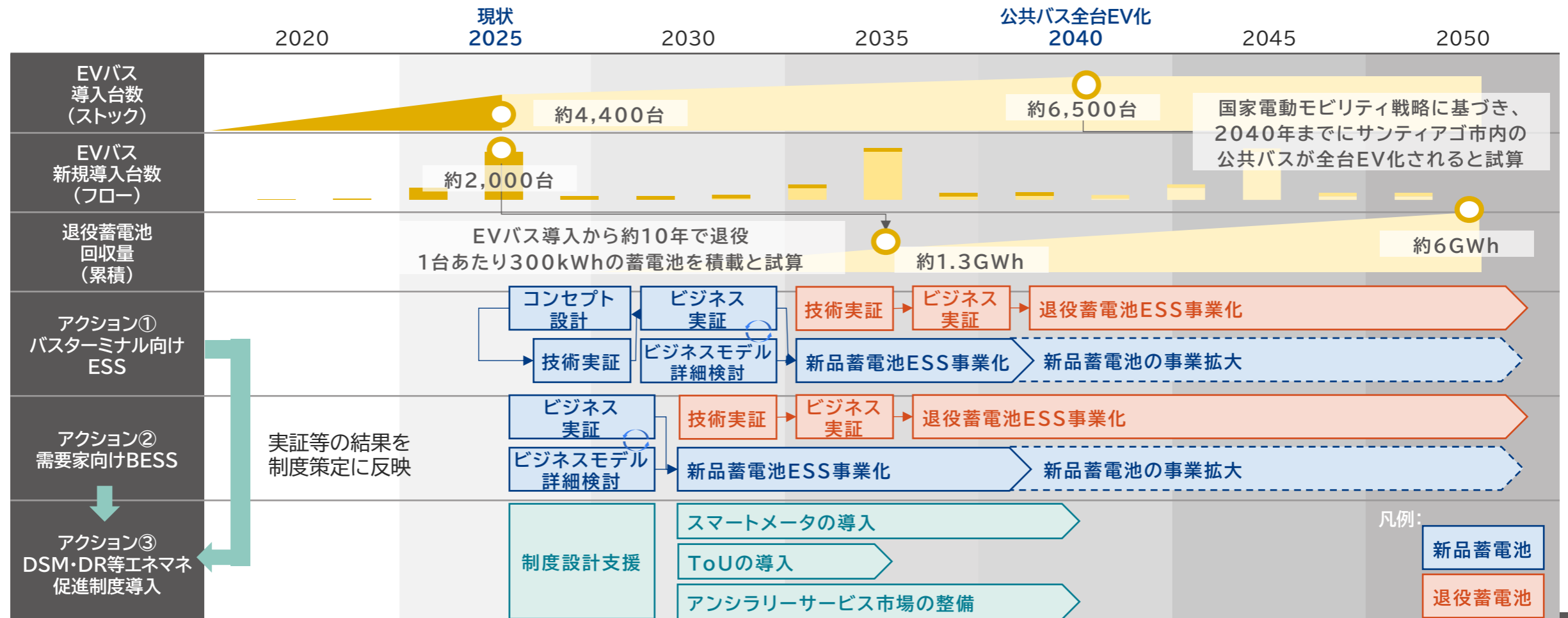
- 本マスタープランにおける調査結果を基に、民間投資を促進しながらチリでエネルギーマネジメントを拡大し、蓄電池(特に将来大量に発生し得るEVバス退役蓄電池)を有効利用していくための、次期実証に向けたアクションプランを以下の通り提案。

座組(想定)

<p>アクション ①</p>	<p>バス退役蓄電池を活用したバスターミナル向けESS構築</p> <p>EVバスから退役した蓄電池を活用し、バスターミナル向けESSを構築する。昼間の安価な電力で充電し、夜間のバス充電に活用することで、電力コスト削減および系統負荷の平準化を図る。 本取組を通じて、日本企業が強みを有するSoH評価技術、EMSによる最適充放電制御、蓄電池の再利用・システム統合技術の実装機会を創出する。また、実証で得られる運用データや経済性分析結果を活用し、退役蓄電池の性能基準やインセンティブ設計等、チリにおける制度整備への示唆を導出する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 日本企業(リース・ファイナンスサービス) • RedBus(バス運行) • 日本/現地企業(リユース蓄電池構築) • Project LIBR3(リユース蓄電池構築支援)
<p>アクション ②</p>	<p>リユースBESS拡大を見据えた工場向け蓄電池導入FS・実証</p> <p>将来発生するEVバス退役蓄電池(リユースBESS)の受け皿を確保するため、Camanchaca等の産業需要家において蓄電池導入ニーズおよび採算性をFS・実証により検証する。 ①と同様、本取組を通じて、日本企業が強みを有する技術の実装機会を創出するとともに、実証を通じて得られたデータ等から、チリにおける制度整備への示唆を導出する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 日本企業(リース・ファイナンスサービス) • 日本企業(蓄電池・EMSメーカー等) • Camanchaca(蓄電池導入先)
<p>アクション ③</p>	<p>チリにおけるDSM・DR導入支援(政府向け)</p> <p>日本の段階的な制度整備や事業者(需要家・小売・アグリゲータ)を巻き込む制度化プロセスの経験・知見を活かし、アクション①②で得られた実証データを起点に、料金メニュー設計や実証的な制度適用、スマートメーター等インフラ整備を含む政策パッケージとして、DSM・DR導入を支援する(制度輸出)。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 日本企業(制度設計コンサル) • InvestChile • CNE • CEN などチリ政府機関

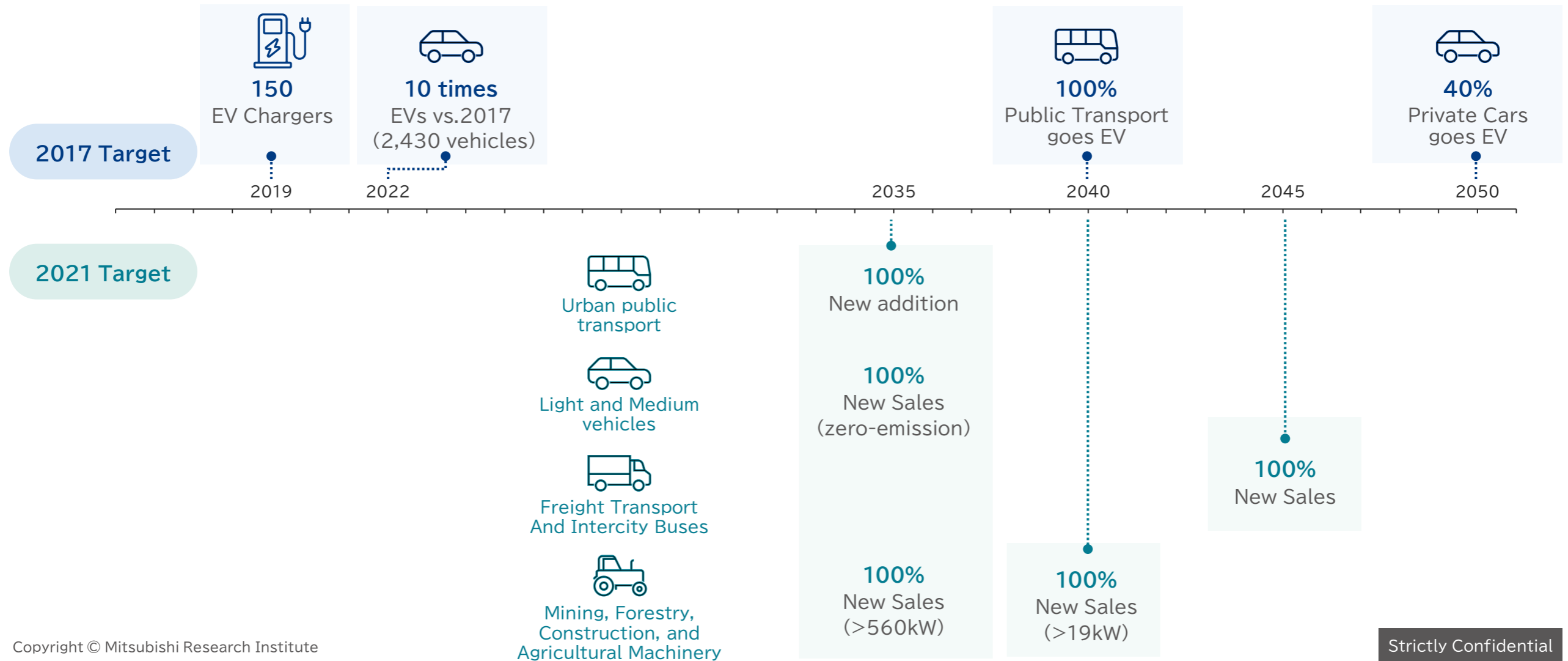
チリ国家電動モビリティ戦略に基づくエネマネ導入施策のロードマップ

- チリにおけるEVバスの導入拡大とそれに伴う退役蓄電池の発生時期を踏まえ、技術実証・ビジネス実証・制度整備を段階的に整理した。
- 2030年頃までは、新品蓄電池を中心に技術・ビジネスモデルの実証と商用化を先行させ、その後、退役蓄電池の供給が本格化する2035～2040年頃を見据えて、リユース蓄電池を活用した事業を本格展開するという時間軸を示している。
- 同時に、スマートメーターの導入、時間帯別料金(ToU)、アンシラリーサービス市場の整備といった制度面の施策(アクション③)を、実証と並行して進めることで、事業の経済便益が拡大し、さらなる導入加速につながる。



(参考・再掲) 国家電動モビリティ戦略

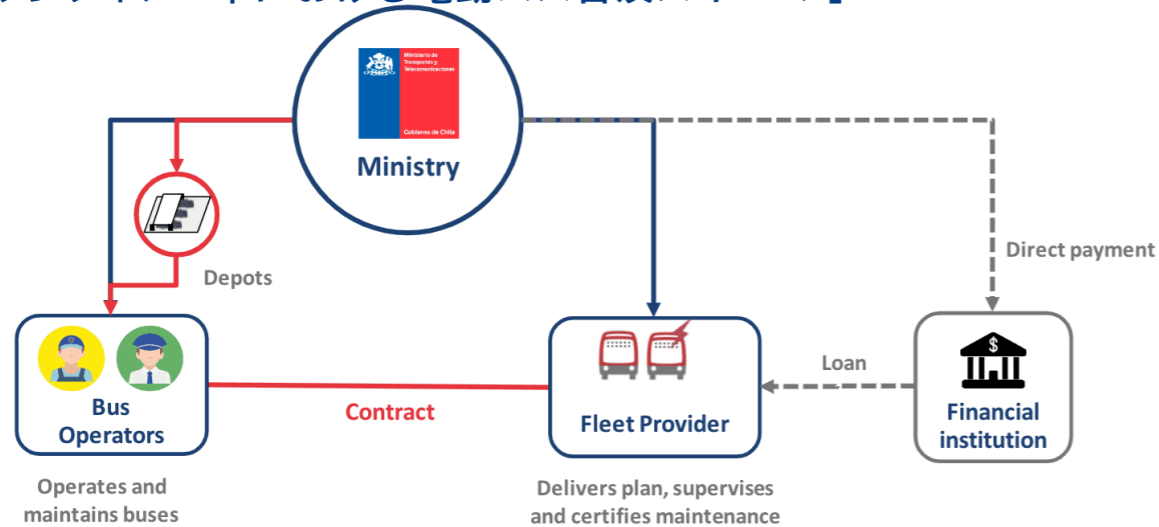
■ 国家電動モビリティ戦略において、目標として【2040年までに公共バスの全台EV化】が掲げられている。



(参考・再掲)サンティアゴ市内のEVバス導入推移

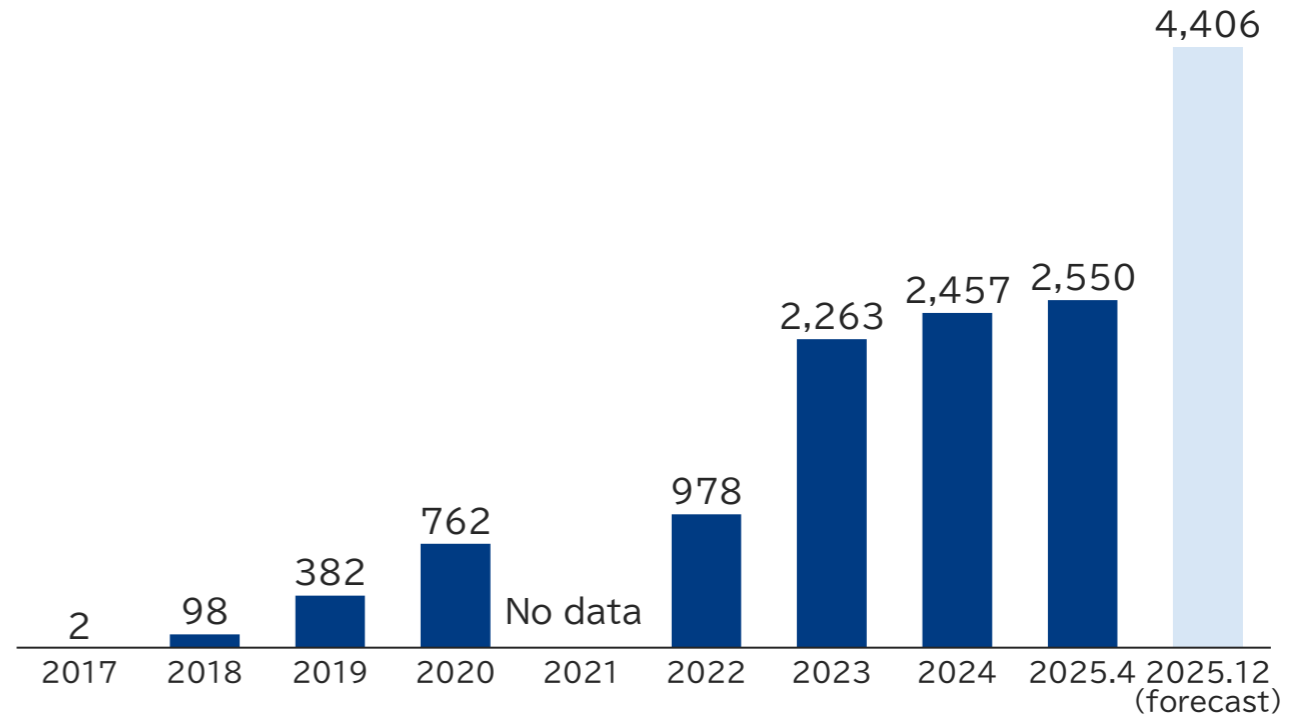
- サンティアゴ市では、2025年に新たに約2,000台のEVバスが導入され、EVバスの累計導入台数は約4,400台に達する見込みである。
- これは、市内を走行する全バスの約68%に相当するとされており、これらの数値から、サンティアゴ市内のバス運行台数は約6,500台(2025年)と推定される。
- 本分析では、2040年まで市内のバス総数は変化しないと仮定し、公共バスの100%EV化が達成された2040年時点のEVバス導入台数を約6,500台と想定した。

[サンティアゴ市における電動バス普及スキーム]



サンティアゴ市ではバスの所有権とその運行・保守を分離しており、Fleet Provider(民間事業者)が公共事業者にリース契約を通じてバスを提供している(支払いは公共交通当局)。このリース契約により支払リスクを低減させ、銀行からの資金調達コストを抑えている。

[サンティアゴ市の電動バス導入台数推移]

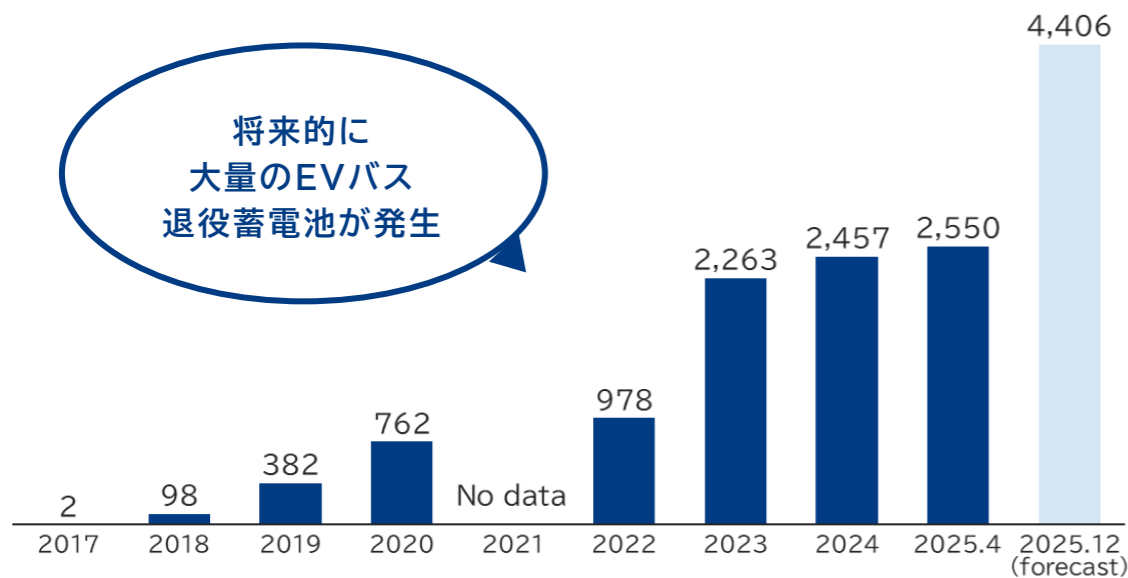


出所)E-Bus Radar, "Santiago", 閲覧日:2025年5月8日, <https://ebusradar.sinnapse.com.br/en/#analysis>

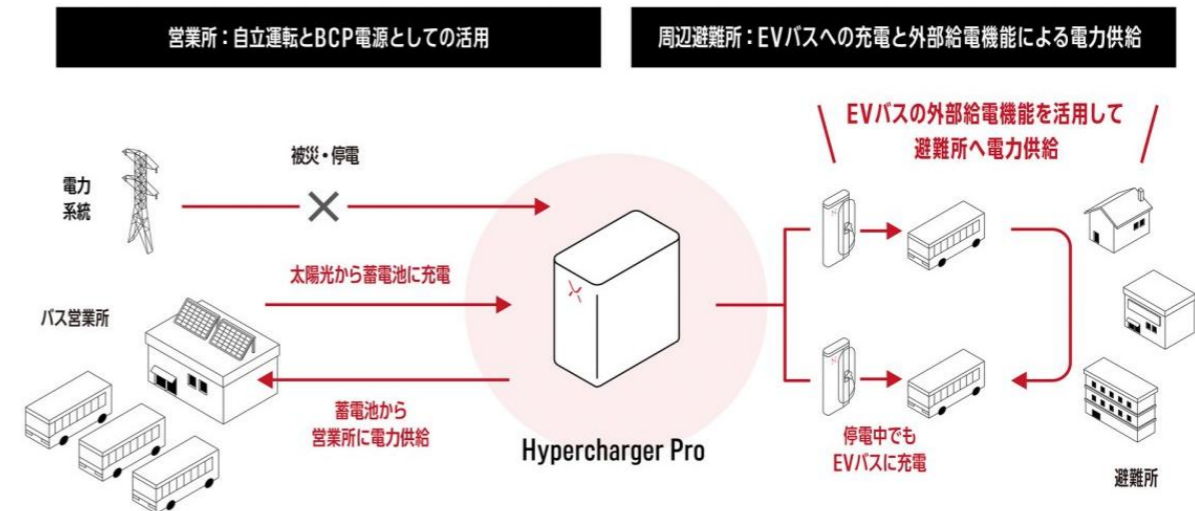
アクション①バス退役蓄電池を活用したバスターミナル向けESS構築

- サンティアゴのバス事業者へのヒアリングを通じ、退役後のバッテリーの活用方法や収益化については未整理であることが明らかとなった。バス運行事業者にとっても、退役蓄電池の行き場を確保し、価値化する仕組みが必要である。
- その解決策の一つとして、退役蓄電池を用いたバスターミナル向けESSを構築し、昼間の安価な電力で充電し、夜間にバス充電を行うモデルが考えられる。これにより、電力コスト削減と系統負荷低減の両立が期待できる。
- 日本企業への裨益としては、日本企業が有するEVバスの最適充放電制御EMS、系統連系制御技術、SoH評価・劣化診断技術の導入機会が見込まれるまた、日本商社が有するリース・ファイナンス機能と組み合わせることで、蓄電池単体にとどまらず、EVバス車両導入・ESS設備・EMS運用をパッケージ化したEモビリティ・リース事業として拡張可能である。

【 サンティアゴ市の電動バス導入台数推移 】



【 日本での実証例(バス営業所への蓄電池設置事例) 】

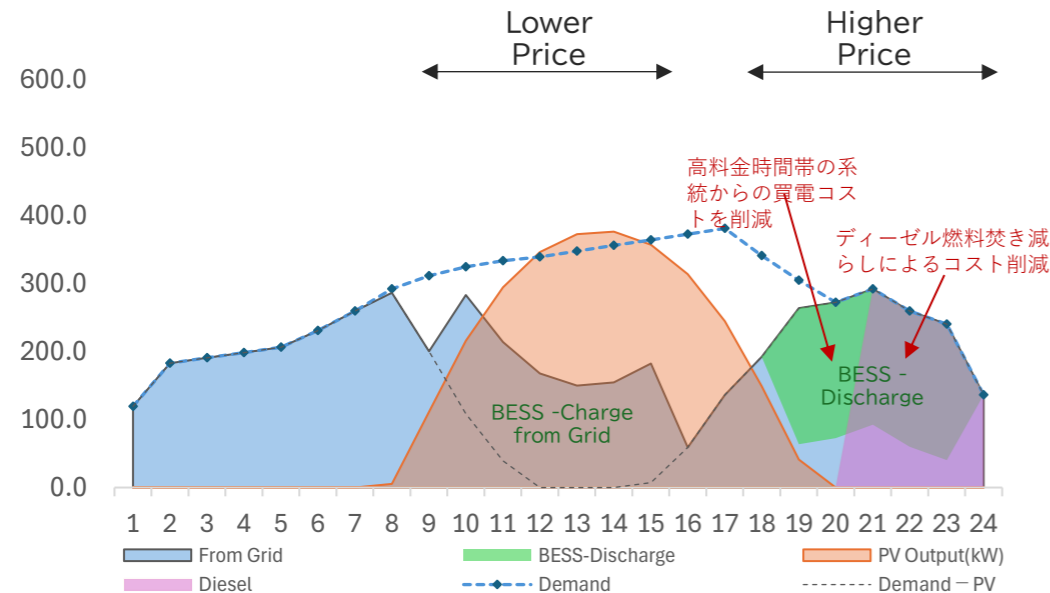


出所)GoGOEV, “パワーエクス 国際興業と蓄電池を活用したEVバス充電システムの展開で提携 停電時もEVバスの運用が可能に”. 閲覧日:2025年1月13日, <https://ev.gogo.gs/news/detail/1747721167>

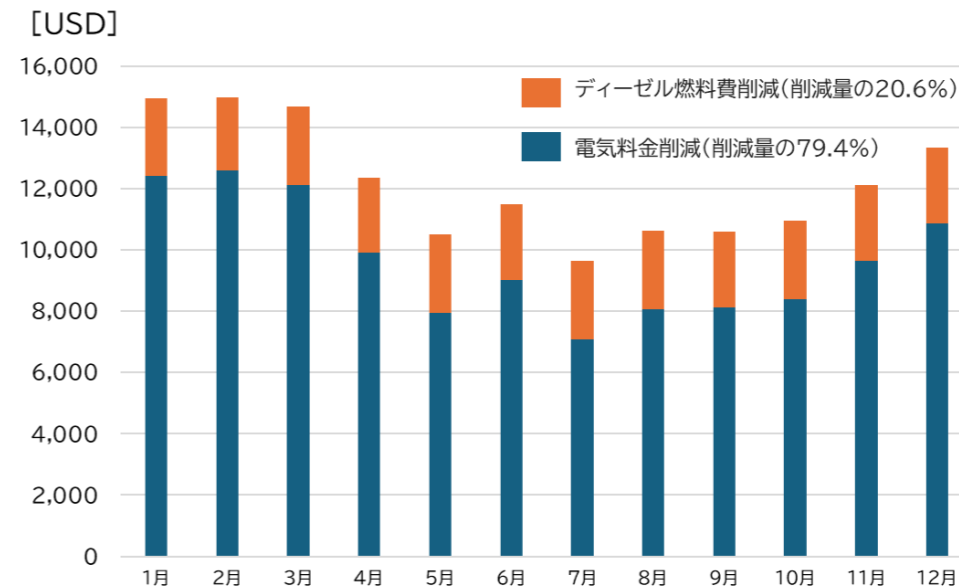
アクション②リユースBESS拡大を見据えた工場向け蓄電池導入FS・実証

- チリにおいては、EVバスの退役蓄電池活用に向けた関心が高まっており、電池のリユース・リサイクル分野における事業開発支援の枠組みも存在する。
- 一方で、現時点ではバス電池は稼働中であり、直ちにリユース蓄電池を活用したシステムを構築することは困難である。そのため、将来のリユース蓄電池の受け皿となり得る業務・産業需要家において、蓄電池導入ニーズや採算性を検証するFSおよび実証を先行して実施する必要がある。第2回渡航で分析したCamanchacaの事例では、蓄電池導入に十分なポテンシャルが確認されており、同社も工場敷地内での実証に強い関心を示している。
- 日本企業への裨益としては、単に蓄電池の供給にとどまらず、我が国が強みを有するEMS(エネルギーマネジメントシステム)やSoH評価技術等を実証に組み込むことで、退役蓄電池活用モデルの信頼性確保および制度化に資する技術基盤を構築できる点が挙げられる。これにより、将来的な事業展開に向けた足掛かりとすることが可能である。

[Camanchacaへの蓄電池導入によるロードカーブの変化]



[蓄電池導入による電力コスト削減量とその内訳(時間帯別料金)]



アクション③チリにおけるDSM・DR導入支援(政府向け)(1/3)

- 本のDR制度は、段階的かつ相互補完的なプロセスを通じて発展してきたといえる。
- チリでは、DRが系統安定化や再エネ統合にとって重要であること自体は、すでに十分に理解されている。DRの有効性や、将来的に入れていかなければならない施策であることについて、政策側・規制側の認識に大きなズレはない。
- 一方で、実際の制度導入に向けては、**行政上・政治上のハードルが高く、関係主体間のチーム組成や合意形成がうまく進んでいない**。料金制度、データ利用、責任分界、アグリゲータの位置付けなど、どれも個別には議論されているが、それらを一体の制度パッケージとして設計・実装する段階には至っていないのが現状である。

2000s-2010s



ヒートポンプ/
産業向け需給調整契約



2012-2016



HEMS・データ標準化
Home Energy Management
Systems
ECHONET Lite protocol



2012-2015



DR 実証
Recognized Demand-side
resources as dispatchable
deserve



2017-2019



アグリゲータ制度
System coordination



2021-



DRの市場参画
Market integration

- 2001年:エコキュート(ヒートポンプ給湯機)導入
- 2002-2010年:補助金+オール電化住宅政策によりヒートポンプが急速に普及
- 2014年:全国スマートメーター展開(30分データ)

- 2011-2013年:省エネ需要の高まりによりHEMSが注目
- 2014-2016年:ECHONET Liteが統一通信標準として確立

- 政府主導のDR実証により、ピークカット、蓄電池制御、アグリゲーションの有効性を確認
- 需要側フレキシビリティが「指令可能な調整力」として位置付けられた

- 系統運用者がアグリゲーションのルールを制度化
- アグリゲータの役割、調整機能、通信・セキュリティ・計測に関するガイドラインを整備

- 需要側資産が容量市場・需給調整市場における市場リソースとして認識
- 蓄電池の事業性が強化され、導入が加速

アクション③チリにおけるDSM・DR導入支援(政府向け)(2/3)

- チリにおける事業者及び政府機関とのWSを通じ、チリでのDSM・DR拡大を目指すためにチリ側に示唆した点は以下の通り。
- 日本の経験が示しているのは、DRは単独の制度として突然立ち上がるものではないという点である。ヒートポンプや蓄電池といった機器の普及、スマートメーターやデータ基盤の整備、通信・計測・標準化、そして実証を通じた信頼形成を段階的に積み上げながら、関係者の役割とルールを明確化してきた結果として、DRやアグリゲータ制度が成立している。
- チリにおいても、今後必要なのは、「DSM、DRが必要かどうか」を議論することではなく、「どうすれば政策・規制・事業者・需要家を巻き込み実装に向けて一緒に動き出せるか」を設計することである。
- そのために、日本の制度設計の経験や、実証を起点に制度を作ってきた知見を活かしながら、チリの制度・市場・政治的文脈に即した形で、DSMやDR導入の道筋を共同で描いていくプロジェクトを立ち上げていくことが重要である。本取り組みは、単なる技術移転ではなく、合意形成を含めた「制度を作るプロセス」そのものを共同で設計する試みであり、それこそが、チリにおけるDR・DSMを実装段階へ進めるための鍵になると考えている。

テーマ	日本の対応	チリへの示唆(産業部門先行アプローチ)
1. フレキシビリティリソース	補助制度により家庭用ヒートポンプ・蓄電池を大量導入	家庭用需要家よりも、導入メリットが示しやすく、インパクトも大きい産業・業務部門DRから開始
2. 技術導入戦略	住宅用HP+蓄電池+HEMSを推進	産業用ヒートポンプ、産業蓄電池(1-10MWh)、HVAC、ヒートポンプ等を主な対象とする
3. 通信・相互運用標準	ECHONET Liteで住宅機器通信を統一	産業向け(BMS/EMS)実証から、必要なDR通信標準を整備
4. スマートメーターデータ	全国30分値でDR計測を可能に	既存AMIを活用し、産業・大口需要家を優先的にDR計測・精算対象に
5. 市場設計・アグリゲーション	アグリゲータ制度化、容量・調整市場にDR参入	産業需要家の協力を得てアグリゲーション実証を行っていく
6. インセンティブ設計	補助金、FIT、融資制度を活用	産業用HP・蓄電池向けにCAPEX補助・料金インセンティブを設定する
7. 家庭用DR(長期)	制度成熟後に家庭用機器によるDRを統合	家庭用機器でのDRを長期的目標とする(標準・スマメ・DR対応認証確立後)

(参考)再エネ事業者は蓄電池普及のために制度の整備と技術実証を重要視

- アクション案①,②を踏まえ、エネルギー業界の事業者団体の代表者を一堂に集め、ワークショップを実施。蓄電池活用の観点で議論を行った。
- 参加者からは、蓄電池普及のためには蓄電池にインセンティブをもたらす制度整備と実際の運用に資する技術実証の必要性が指摘された。

開催日程	11月17日14:00-16:00
出席団体	<p><発電></p> <ul style="list-style-type: none"> • ACESOL:太陽光発電業界団体 • COPEC:チリ最大のエネルギー企業 再エネに投資 • Quintero Energia:発電事業者 <p><送配電></p> <ul style="list-style-type: none"> • EEAG:送配電事業者業界団体 • Transmisoras de Chile:送電事業者業界団体 • Transelec S.A.:チリ最大の送電事業者 <p><需要></p> <ul style="list-style-type: none"> • ACENOL:需要家業界団体 • Sonda S.A.:チリ最大のIT企業 データセンタを運営 <p><研究機関></p> <ul style="list-style-type: none"> • CENIA:チリ大学の研究機関 • CENTRA:アドルフ・イバニェス大学の研究機関 • CMS:交通分野の研究機関 <p><投資></p> <ul style="list-style-type: none"> • Fundacion Chile:チリ財団 • Invest Chile:チリ政府の投資促進機関 <p><その他></p> <ul style="list-style-type: none"> • Project LIBR3:蓄電池の二次利用のコンソーシアム <p><事務局></p> <ul style="list-style-type: none"> • 智利三菱商事 • 三菱総合研究所

発電・送電分野では蓄電池導入が進展、一方で配電・需要側は停滞

チリでは、蓄電池の導入は発電・送電分野を中心に進みつつある。特に太陽光発電事業者にとっては、蓄電池を導入しなければ出力抑制により収益機会を失う可能性があるため、明確な経済的インセンティブが存在する。

一方、配電・需要側では、蓄電池導入を促す規制やインセンティブ制度がほとんど整備されておらず、系統安定化のみを目的とした導入は進んでいない。電気料金削減など、需要家にとって直接的かつ分かりやすい経済メリットが示されなければ、導入は困難である。日本の事例を参考に今後の政策にも反映を試みたい。

フレキシビリティ活用は制度設計が課題だが、市場拡大の余地は大きい

現在、チリにおけるフレキシビリティは市場メカニズムを通じて評価されておらず、規制によって一律に料金が設定されている。しかし、その水準は低く、需要家の参加インセンティブを生み出していない。一方で、規制料金の対象外である自由料金の大口需要家は近年急増しており、フレキシビリティ活用の潜在的な供給源は拡大している。こうした需要家が価値を正に評価され、参加可能となるフレキシビリティ市場の設計が今後の重要な課題である。

市場設計にあたっては、日本のこれまでの取り組みが参考になるだろう。

制度整備を見据えた技術実証が有効なアプローチ

現行制度下においては、大口需要家、配電事業者、小売事業者が連携した蓄電池・フレキシビリティに関する技術実証が有効なアプローチとなる。特にEVバスターミナルは、発電、需要、蓄電が一か所に集約されており、系統への影響や経済性を同時に検証できる実証フィールドとして極めて適している。

(参考)政府機関はDRの普及について、これまでの日本の取り組みに高い関心

- アクション案③を踏まえ、チリ国政府とDR・DSMに関する制度設計について紹介するWSを実施。チリと日本での協力可能性について議論した。
- チリ国政府としては、DR・DSM導入に向けた課題を乗り越えるため、日本の制度設計の知見を活用し制度構築を行いたい旨表明。

開催日程	11月25日10:00-12:00
出席者	<p><政府系機関></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ministry of Energy:エネルギー省(政策策定等) • SEC:電力・燃料監督庁(規制機関) • CNE:国家エネルギー委員会(制度設計等)
	<p><事務局></p> <ul style="list-style-type: none"> • InvestChile • 三菱総合研究所



Ministry of Energy(エネルギー省:政策策定)

DSM・DRは再エネ大量導入下で不可欠であり、日本の段階的アプローチに強い関心あり。家庭向けDSMは政治的論点になりやすく、当面は大口需要家を主対象としたい。製造業は限定的だが、データセンター等の新需要が今後の成長ドライバーとなる。新設需要には初期段階からエネマネ・DSMを組み込む余地が大きい。2020-2022年の日チリ地熱人材交流の協力実績もある。DSMでも官官協力を検討したい。工場でのエネマネ効果分析について、今後も継続的に情報共有を希望。

SEC(電力・燃料監督庁)

DSMを促す料金制度の必要性は認識しているが、現行規制では対応が難しい。家庭向けより大口需要家・新設需要を対象とした実証が現実的。CNEが設計する料金メニューを実証的に適用できる枠組みが必要。国際協力案件であれば、規制上の柔軟な運用が可能。METIの枠組みや、JICA・JBIC等を活用したパイロット事業に関心。実証結果を踏まえた規制・制度改正につなげたい。

CNE(国家エネルギー委員会)

電力料金・タリフ設計を担っているが、DSMを明示的に促す仕組みは未整備。現行料金制度ではピーク抑制や需要調整へのインセンティブが弱い。スマメの導入も一度は挫折したがあきらめていない。日本の導入率は非常に高く、政策プロセスに関心。大口需要家向けの時間帯別料金や需給調整契約型メニューに関心。日本がどのように事業者(需要家・小売・アグリゲータ)を巻き込み制度化してきたかを知りたい。配電規制・小売制度との整合を含めた制度設計が課題。工場・事業所でのエネマネ・DSM効果の実データに基づく議論を希望。

(参考) 農業・酪農関係者はバックアップ電源としての蓄電池に期待

- 今回の事業化案の対象ではないが、今後の発展を見据え、南部の大規模需要家である農業・酪農関係者や、現地の配電組合を対象にWSを開催。
- 南部では停電対策用のバックアップ電源をディーゼル発電機に依存しており、これを一部蓄電池に転換したいとのニーズが示された。

開催日程	11月20日09:00-12:00
出席者	<ul style="list-style-type: none"> ・ チリ南部の地域配電組合 ・ チリ南部の農業組合 ・ 政府系投資機関 など <p><事務局></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ Agrollanquihue:ランキウエ県の農業組合 ・ EneR ・ 三菱総合研究所

チリ南部における配電の課題と蓄電池・マイクログリッドへの期待

チリ南部では、地域の電力協同組合が配電を担っており、送配電線が長距離かつ低密度であることから、配電ロスが大きく、停電も頻発・長時間化している。多くの需要家は既にディーゼル発電機を自家発として導入しているが、環境負荷が大きいことが課題である。このため、蓄電池を導入し、ディーゼル発電機と組み合わせたハイブリッド型バックアップ電源への移行を志向している。さらに、電力供給の信頼性向上に向け、マイクログリッド化への関心も高い。特に、日本における導入事例は参考としたい。



4. 進捗状況

進捗状況

- 当初の計画で想定したスケジュールに沿って遅延なく実施した。
- 2025年5月と11月に、それぞれ2週間ずつチリに渡航。第1回渡航ではチリの電力システムの様々なセクターの事業者・機関を訪問し、チリが抱える課題についてディスカッションを実施し、第2回渡航では政府機関や再エネ事業者、需要家等を招待したワークショップを複数開催し、本マスタープランの成果共有及び政策提言、今後の事業展開と協業可能性について議論を行った。

章	業務内容	2025年										2026年		
		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月			
1	現状及び今後の設備形成の分析	■												
2	先進国での課題と導入事例	■												
3	再エネ導入にかかる系統課題		■											
4	エネマネ導入シナリオの検討			■										
5	ビジネスモデルの検討			■										
5	民間投資促進に向けた施策					■								
6	政策提言作成	■												
6	現地企業・政府機関との協議		■											
	現地渡航		▲ #1								▲ #2			
			ニーズ調査 北部視察								ステークホルダーWS 政府機関WS 事業化に向けた議論		MPドラフト作成	

(参考)チリ・エネルギートランジションセミナーにおける講演

- 8月27日に開催されたセミナー「Energy Transition: The Importance of Renewable Energies and the Future Green Hydrogen」(Diego Pardowエネルギー大臣出席)において、本マスタープランでの取り組みについて発表。
- 本取り組みについては、エネルギー省、大使館、InvestChileに加え、民間事業者(ACERA、ACESOL、ACENOR等)からも強い関心を集めた。






OFFICIAL PARTICIPANT



The Chilean Embassy in Japan invites you to participate in a seminar in Tokyo, Japan:
 "Energy Transition: The Importance of Renewable Energies and the Future of Green Hydrogen"

August 27th 2025, 9:00 AM
 Location: Meiji Kinenkan, Suehiro Venue

The seminar aims to show the Chilean experience in clean energy, distributed energy resources, energy efficiency and nature-based solutions, linking these advances with human well-being and their applicability in international contexts such as Japan. The purpose is to promote spaces for technological, commercial and scientific cooperation between Chilean and Japanese actors.

PROGRAM:

TIME - ACTIVITY	
08:30 - 09:00	Registration
09:00 - 09:05	Welcome Remarks, Mr Ricardo Rojas, Ambassador of Chile to Japan
09:05 - 09:10	Opening Remarks, Japanese Representative
09:10 - 09:30	Keynote Speaker: Mr Diego Pardow, Ministry of Energy, Chile.
09:30 - 10:30	Panel 1: Energy transition in Chile, achievements, new challenges, and opportunities for new business. Panelist: Chilean Authorities of Renewable Energy, Solar Energy, Energy Efficiency Associations and Nido Company.
10:40 - 11:00	Japanese Speaker #1: Smart grids or building efficiency, TBC
11:00 - 11:10	Coffee Break
11:10 - 12:10	Panel 2: Unlocking the challenges for a green hydrogen industry in Chile. Panelists: EDF, HIF, ACCIONA & NORDEX, COLBUN, CIP
12:10 - 12:20	Q&A
12:20 - 12:35	Japanese Speaker #2: Hydrogen, biomethane, or waste-to-energy solutions, TBC
12:35 - 12:40	Closing Remarks
12:45 - 14:00	Networking Brunch

RSVP: protocol.echile@minrel.gob.cl




(参考)チリ南部視察・WS開催についての現地メディアによる報道

- 本マスタープランのチームによる南部地域(Los Lagos)の訪問については、複数の現地メディアが報道し、日本とチリのステークホルダーが「エネルギー分野での協力強化に向けた対話を実施した」「地方政府や産業関係者との意見交換および現地での事業機会を検討した」といった点が取り上げられた。
- このように、チリ側からの関心の高さや、電力インフラ・需要側エネルギーマネジメントに関連する協働の可能性が、地元にとっても重要なテーマとして認識されていることを示すものと捉えている。



[Delegación japonesa del Mitsubishi Research Institute visita la Región de Los Lagos para fortalecer cooperación energética y productiva | El Heraldo Austral](https://www.eha.cl/noticia/local/delegacion-japonesa-del-mitsubishi-research-institute-visita-la-region-de-los-lagos-para-fortalecer-cooperacion-energetica-y-productiva)

出所)El Heraldo Austral, 閲覧日:2026年2月16日, <https://www.eha.cl/noticia/local/delegacion-japonesa-del-mitsubishi-research-institute-visita-la-region-de-los-lagos-para-fortalecer-cooperacion-energetica-y-productiva>

5. マスタープラン策定事業全般への示唆

本プロジェクトを通じて明らかになった課題・難所とその解決の方向性

- 本プロジェクトを通じ、チリ政府や再エネ事業者・需要家等とディスカッションした結果、チリにおける再生可能エネルギー大量導入の下では、**技術的な解決策の存在そのものよりも、「制度・市場設計」こそが最大のボトルネック**であることが明確となった。
- 蓄電池(BESS)や需要側エネルギーマネジメントは、出力抑制やダックカーブ、系統混雑といった課題に対して高い有効性を有する一方、現行制度下ではその価値が十分に評価・収益化されず、民間投資につながりにくい構造が確認された。
- 特に難所として顕在化したのは以下の点である。
 - 需要側リソース(BESS・DR・エネマネ)の**制度的位置付けが未成熟**であり、政策側の問題意識と民間の投資判断が乖離している点
 - 時間帯別料金(ToU)や需要側インセンティブが未整備なため、**需要家側蓄電池の経済合理性が顕在化しにくい点**
 - EVバス退役蓄電池について、「技術的には使える」一方で、**活用先・事業モデル・循環の仕組みが未整理**である点
- これに対し、本マスタープランでは、単に制度改革を提言するのではなく、
①実証を通じて運用データを蓄積し、②そのデータを根拠に制度・市場設計を議論し、③民間投資を段階的に呼び込むという実装を前提とした解決アプローチを整理した点に意義があると考える。
- 加えて、今回のマスタープラン事業がチリ国内で一定の注目を集めたことにより、**北部地域(再エネ集中地域)や南部地域(酪農・農村地帯)をはじめとする地方特有の課題やニーズについても、チリ側から積極的な問題提起がなされた**。具体的に、地域ごとに異なる系統制約、需要特性、電化の進展状況、産業構造等を踏まえた対応の必要性が共有された点は、本プロジェクトを通じて得られた重要な成果の一つである。
- 一方で、こうした地域別の多様な課題については、本マスタープランのスコープおよび限られた調査期間の中ですべてを網羅的に検討・解決することは現実的に困難であった。そのため、本MPでは、全国的な共通課題への対応を優先し、蓄電池・エネルギーマネジメントを軸とした代表的な実装モデルと、制度・市場設計への示唆を整理することに注力した。
- しかしながら、今回チリ側から提示された地方レベルの課題・ニーズは、今後の事業化フェーズにおいて重要な発展余地を有するテーマである。これらについては、地域特性に応じた技術・事業モデルを持つ日本企業を中心に、商社等の事業開発機能も活用しながら、**新たな実証・事業化の形で対応できないか、引き続き検討を深めていくことが有効**である。

効果的な相手国への打ち込み・訴求方法に関する示唆①

- 本プロジェクトを通じて得られた重要な示唆は、**相手国に対する有効な訴求は、「完成された制度論」や「日本の成功事例の横展開」では成立しない**という点である。
- チリ側の政策当局・事業者との対話を通じ、以下のアプローチが特に有効であることが確認された。
 - ① 相手国が既に直面している課題(出力抑制、価格低迷、EV充電ピーク等)を起点に、「日本の技術がどう役に立つか」を具体的なユースケースで示すこと
 - ② 制度改革の必要性を抽象論で語るのではなく、**実証データに基づき「制度を変えると、需要家・系統・政府それぞれに何が起きるか」を可視化**すること
 - ③ 日本が主導する形で一方的に提案するのではなく、「共に検証し、共に設計するプロセス」そのものを協力の価値として提示すること
- 特に、EVバス退役蓄電池を活用したバスターミナル向けESSや、産業需要家向けBESSのFS・実証といった現場のニーズに基づく具体的案件の提案は、政策当局・事業者双方から高い関心を集め、政策対話の共通言語として機能した。
これは、日本企業にとっても、政策側への打ち込みチャンネルを構築するうえで極めて有効な入口となる。

効果的な相手国への打ち込み・訴求方法に関する示唆②

- 本プロジェクトにおいては、在日チリ大使館を起点とし、**チリ政府の投資促進機関である InvestChile を公式カウンターパートに据えたことが、相手国政府への効果的な打ち込みにつながった重要なポイント**であった。
- InvestChileは、チリへの外国投資誘致を担う政府機関であり、日本にも拠点を有していることから、日本側からのコンタクトが比較的容易である。また、単なる投資窓口にとどまらず、政府内関係機関との調整機能を有している点が特徴である。
- 本件では、InvestChile側が元エネルギー省出身者を本プロジェクトの担当として配置したことにより、エネルギー省および国家エネルギー委員会(CNE)との連携が円滑に進んだ。これにより、本調査・マスタープランが**METI主導の公式プロジェクトであることがチリ政府関係者に明確に認識され、政策検討レベルでの対話につながりやすい環境が整えられた。**
- 加えて、現地渡航前の段階から、InvestChileおよびチリ政府関係者とオンライン会議を通じた論点整理・方向性のすり合わせを重ねたことにより、現地訪問時には関係省庁・関係機関に対して広く声掛けが行われ、実務レベルから政策レベルまで幅広いステークホルダーとの意見交換が実現した。
- さらに、**大使館及びチリ政府が主催するセミナーの場において、エネルギー大臣に対して本マスタープランの内容を直接紹介する機会を得た**ことは、本プロジェクトの位置付けと意義を高いレベルで共有するうえで大きな成果であった。
- 以上の経験から、**在日大使館ルートを活用し、相手国の投資促進機関をカウンターパートとして据えるアプローチは、相手国政府への認知形成、政策部局との接点確保、関係機関の巻き込みを同時に進めるうえで極めて有効な手法**であることが示唆された。
特に、エネルギー分野のように制度・政策との接続が不可欠な案件においては、投資促進機関をハブとした官民横断的な打ち込みが、実証・制度対話・事業化へとつながる基盤形成に資する。

波及効果を高めるために今後実施すべき事項

- 本マスタープランの成果を一過性の調査・提言にとどめず、実証・事業化を通じた日本・チリ双方の裨益へとつなげていくためには、**日本企業をいかに実効的に巻き込み、現地で「本気の実証」を進められる体制を構築できるか**が重要な鍵となる。
- チリには既に一定数の日本企業が進出しているものの、蓄電池(BESS)や需要側エネルギーマネジメント分野において、自らリスクを取り、実証を通じて事業性を検証していこうとする企業は必ずしも多くないのが実情である。その背景には、東京本社から見た際の地理的距離の遠さ、制度・市場の不確実性、初期段階における案件規模の小ささといった要因が存在する。
- こうした制約を踏まえると、**個別メーカを直接巻き込もうとするアプローチには限界があり、南米地域で既に大規模な投資活動や事業基盤を有する日本の商社等をハブとした巻き込み戦略が有効**である。
- 具体的には、南米全体を視野に入れてエネルギー・インフラ投資を行っている商社を中心に据え、商社が持つ現地ネットワーク、事業開発力、投資判断の柔軟性を活用しつつ、日本の蓄電池メーカ、EMSベンダー、システムインテグレーター等を段階的に組み合わせ、単体技術の輸出ではなく、「実証→事業化→横展開」を見据えた統合型スキームとして案件を形成するといった形での関与が現実的かつ効果的ではないか。
- このような枠組みを通じて、メーカ側にとっても、「遠いチリでの単発案件」ではなく、「南米市場全体への足がかりとなる実証」として位置付けることが可能となり、社内的な投資判断やリソース投入のハードルを下げる効果が期待できると考える。
- また、商社主導のもと複数の日本企業が関与する形を取ることで、**個社単独では負担が大きい初期実証フェーズのリスクを分散しつつ、日本としてのプレゼンスを面的に確保**することが可能となる点も重要である。
- また、チリは中南米の中でも親日的な国として知られ、日本製品・日本企業に対する信頼が厚いという点も、日本企業を巻き込むうえでの重要な前提条件である。実際に、エネルギー・インフラ分野においても、日本の技術は「品質が高く、長期的に信頼できる」という評価が現地政府・企業の双方から共有されており、制度設計や実証段階から日本企業が関与することに対する心理的ハードルは比較的低い。

未来を問い続け、変革を先駆ける

MRI 三菱総合研究所