

NEDOエネルギー・地球環境分野成果報告会2026

プログラムNo.A1-3-20

二国間クレジット制度(JCM)等を活用した低炭素技術普及促進事業/低炭素技術による市場創出促進事業(定量化フォローアップ事業)

ICTを活用した送電系統の電圧・無効電力オンライン最適制御(OPENVQ)による送電系統運用の低炭素化・高度化事業(タイ)

発表：2026年7月23日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

発表者名 本澤 純

団体名 (株) 日立製作所

問い合わせ先 (株) 日立製作所

https://www.hitachi.co.jp/products/it/control_sys/ems/openvq.html

<地球温暖化政策に係る両国の背景>

- タイでは2005年を基準年として、2030年までにBAUレベルと比較し30～40%のGHG排出量の削減、また2050年までにカーボンニュートラルの達成、2065年までにGHG排出のネットゼロを実現するため、様々な努力を継続する。(国連気候変動枠組条約第26回締約国会議(COP26))
- 我が国では、NDC（国が決定する貢献）において、二国間クレジット制度（JCM）により官民連携で2030年度までの累積で1億 t-CO₂の国際的な排出削減を目指す。
(令和3年地球温暖化対策計画)

<タイのエネルギー部門の課題>

- 経済発展に伴う電力需要の伸長により、隣国からの電力購入や、水力および太陽光発電所などの新たな電源の新設が検討されている。
- 現状の系統運用では、さまざまな電源が接続した送電系統の電圧を最適化する仕組みがないため、送電ロスの抑制と安定的な電力供給の両立が難しいという課題がある。

タイおよび周辺国



<事業の意義>

- 送電系統への最適電圧制御技術の適用による送電ロス低減に伴うGHG排出削減
- 系統安定化により再生可能エネルギーの導入量拡大へ寄与

事業背景・内容

- タイでは経済発展に伴う電力需要の伸長により、隣国からの電力購入や、水力および太陽光発電所などの新たな電源の新設が検討されている。
- 現状の系統運用では、さまざまな電源が接続した送電系統の電圧を最適化する仕組みがないため、送電ロスの抑制と安定的な電力供給の両立が難しいという課題がある。
- そこで、電力系統の設備・計測データや発電計画、気象予測などの外部情報から将来の系統潮流・需給バランスを予測し、オンラインで電圧・無効電力を最適制御するOPENVQシステム※次ページ参照を導入し、送電ロス低減および再エネ導入量拡大を目指す。
- また、JCMのMRV (Measurement, Reporting and Verification) 方法論を開発し、実証事業におけるCO2排出削減量をクレジット化することで、日本とタイ両国のCO2削減に貢献することを目指す。

実証概要・目標

<実証概要>

EGATの送電系統にOPENVQシステムを導入し、以下の効果を評価する。

- ①直接的効果：送電ロス低減。JCM方法論によるCO2排出削減量のクレジット化。
- ②間接的効果：再エネ導入に寄与する送電可能容量の拡大。

<実証エリア>

実証地域：タイ北東部の送電系統

システム導入サイト：北東給電所NEC (NorthEastern Area Control Center)

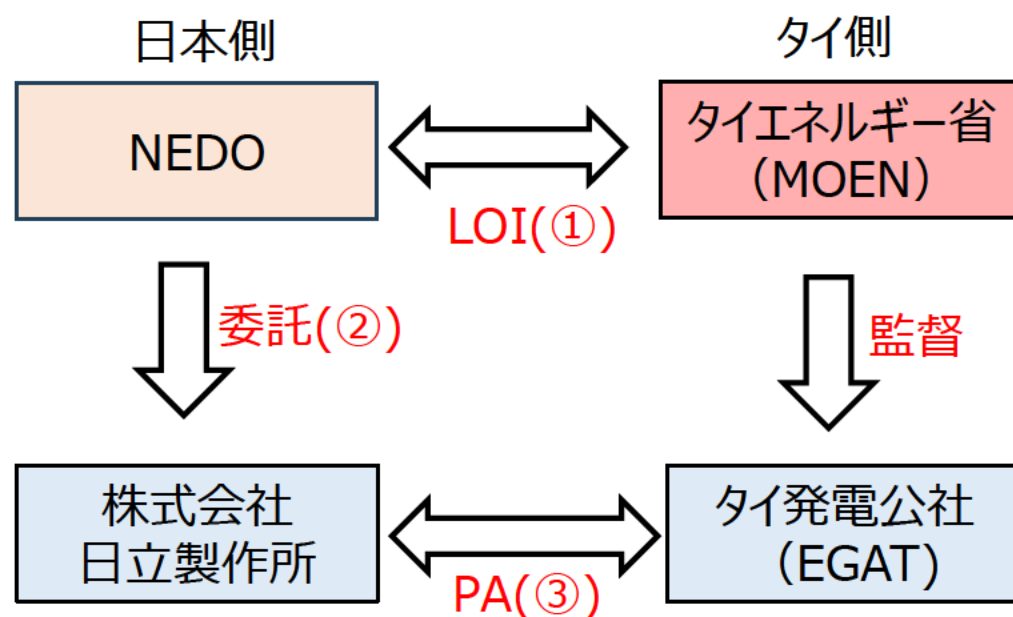
<目標>

CO2排出削減のクレジット量：年間10,000(t-CO2)

送電ロス低減率：6.0%

<実証体制>

- ① NEDO/タイ・エネルギー省間でLOI（Letter of Intent）を締結し、主に実証事業の実施に必要な国政府機関の協力事項を規定した。
- ② NEDO/株式会社日立製作所間で実証事業委託契約を締結した。
- ③ 株式会社日立製作所/タイ発電公社間でPA（Project Agreement）を締結し、実証事業に係る詳細や権利義務関係を規定した。

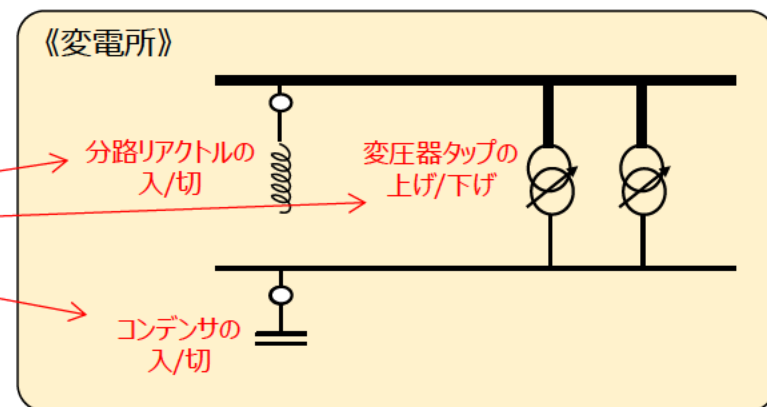
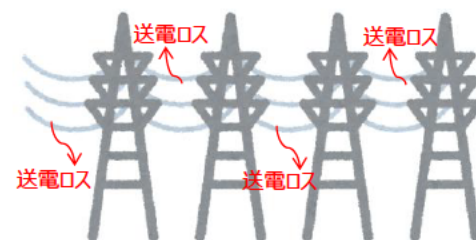
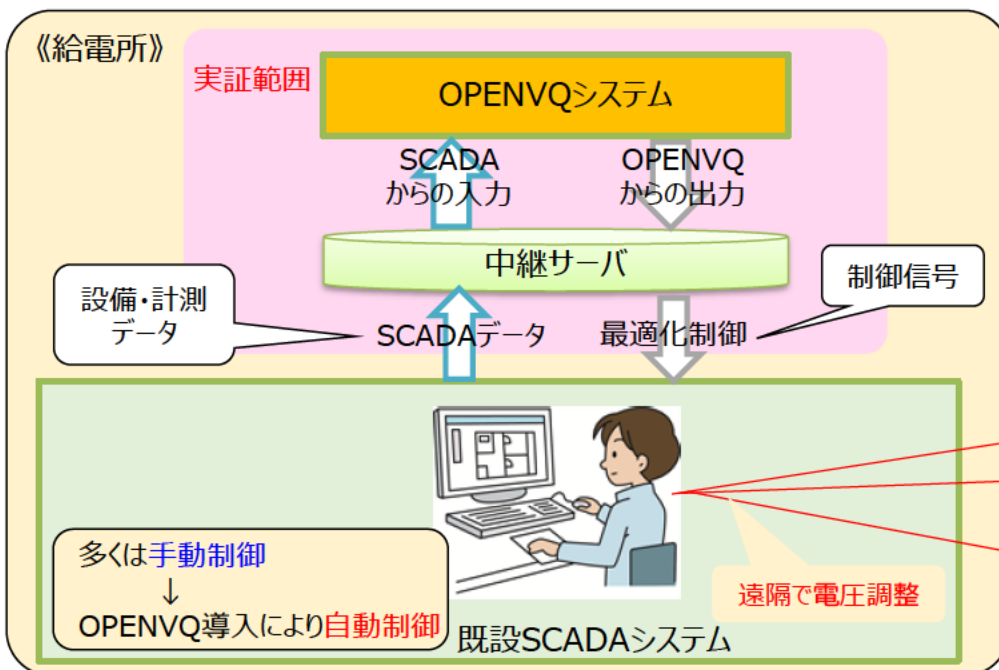


図：実証事業の実施体制

導入システム

<OPENVQシステム>

OPENVQ(Optimized Performance Enabling Network for Volt/var (Q)) は、電力系統の監視・制御を行うSCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) システムと連携し、**将来の電力の流れおよび電圧の変動を予測。電圧品質を維持しつつ、送電ロスを低減する制御信号をSCADAシステムに出力し、送電系統運用の低炭素化・高度化を実現。**



- ・最新ICTの活用により、送電ロスの低減や再生可能エネルギーの導入拡大を支援
- ・既存の送電システム(SCADA等)の活用により、多大な設備投資が不要

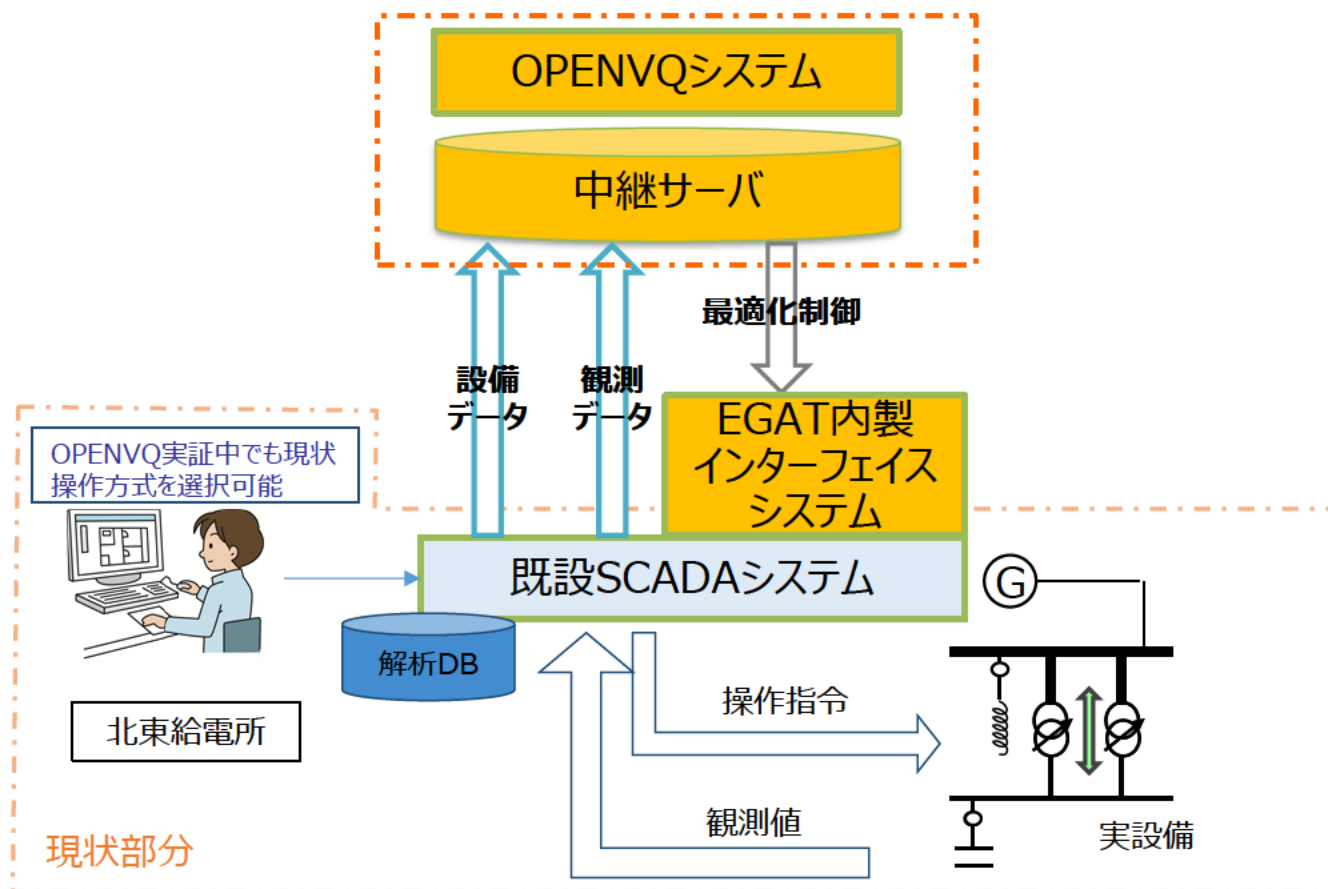
- COVID-19により、タイ国内に緊急事態宣言が発令（2020年3月26日）され、現地への渡航が制限される中、リモート会議等を活用し、要件定義や機能設計等の打合せ、およびシステム開発作業を実施。
- しかし、世界的な半導体不足が影響し、ハードウェアレンタルが困難となり**当初計画より1年契約延長**し、2023年2月より実証運転開始。
- 実証運転開始後も、現地渡航やオンライン会議等でコミュニケーションを密にして情報共有を図り、諸問題の早期解決と是正に努めた。
- フォローアップ事業の開始にあたっては、タイEGATの予算承認のタイミングにより、事業開始が10ヶ月ほど後ろ倒しになったが、その後は継続運転している。

表：実証事業のスケジュール（計画/実績）

年度	FY2019	FY2020	FY2021	FY2022	FY2023	FY2024	FY2025	FY2026
計画								
実績								

実証方式の検討

OPENVQは既設SCADAの更新を伴わずに実装して自動運用を実施し、送電ロス低減効果をモニタリングした。EGATはSCADAを更新しなかったが、最適化制御信号を利用する場合の制限などを独自に設計し、自社内でコントロールするインターフェイス環境を構築した。これにより、アドオン方式の有効性を確認した。将来的に他国へ展開する際は、相手国電力会社のSCADAシステムに応じたシステム間インターフェイスを構築する必要がある。



実証成果：送電ロス低減量・CO2排出削減量（1）

表：実証事業における各月のCO2排出削減量・送電ロス低減率・実効稼働率

月	送電ロス低減量 (MWh)	CO2 排出削減 量(t-CO2)	送電ロス低減 率(%)	実効稼働率 (%)
2023年2月	0.7	0.3	7.1	0.1
3月	341.2	150.1	7.3	14.2
4月	37.5	16.5	7.6	1.1
5月	672.7	296.1	7.5	17.5
6月	1894.0	833.5	7.6	55.2
7月	3263.6	1436.3	6.6	94.7
8月	1509.6	664.4	4.8	46.1
9月	-	-	-	-
10月	0.6	0.2	0.22	0.3
11月	467.3	205.7	5.9	19.7
12月	2015.8	887.1	5.8	69.8
2023年2- 12月計	10202.9	4490.3	6.3	29.0
2024年1月	2009.0	884.2	8.0	57.3
2月	2241.7	986.6	7.9	62.0
3月	1732.9	762.7	7.0	46.8
2024年1-3 月計	5983.7	2633.4	7.6	55.3

CO2排出削減量
目標 10,000t/年
実績（実績/年換算）
4,490t/4,898t(2023年)
2,633t/**10,532t**(2024年)

送電ロス低減率
目標 6.0%
実績 6.3%(2023年2月-12月)
7.6%(2024年1月-3月)

・ CO2排出削減量 = 送電ロス低減量
× Emission Factor (0.4401t-CO2/MWh)
・ 実効稼働率は(OPENVQが運転し、かつ、
制御出力を出した時間)/(運転期間)で算出

実証成果：送電ロス低減量・CO2排出削減量（2）

表：フォローアップ事業における各月のCO2排出削減量・送電ロス低減率・実効稼働率

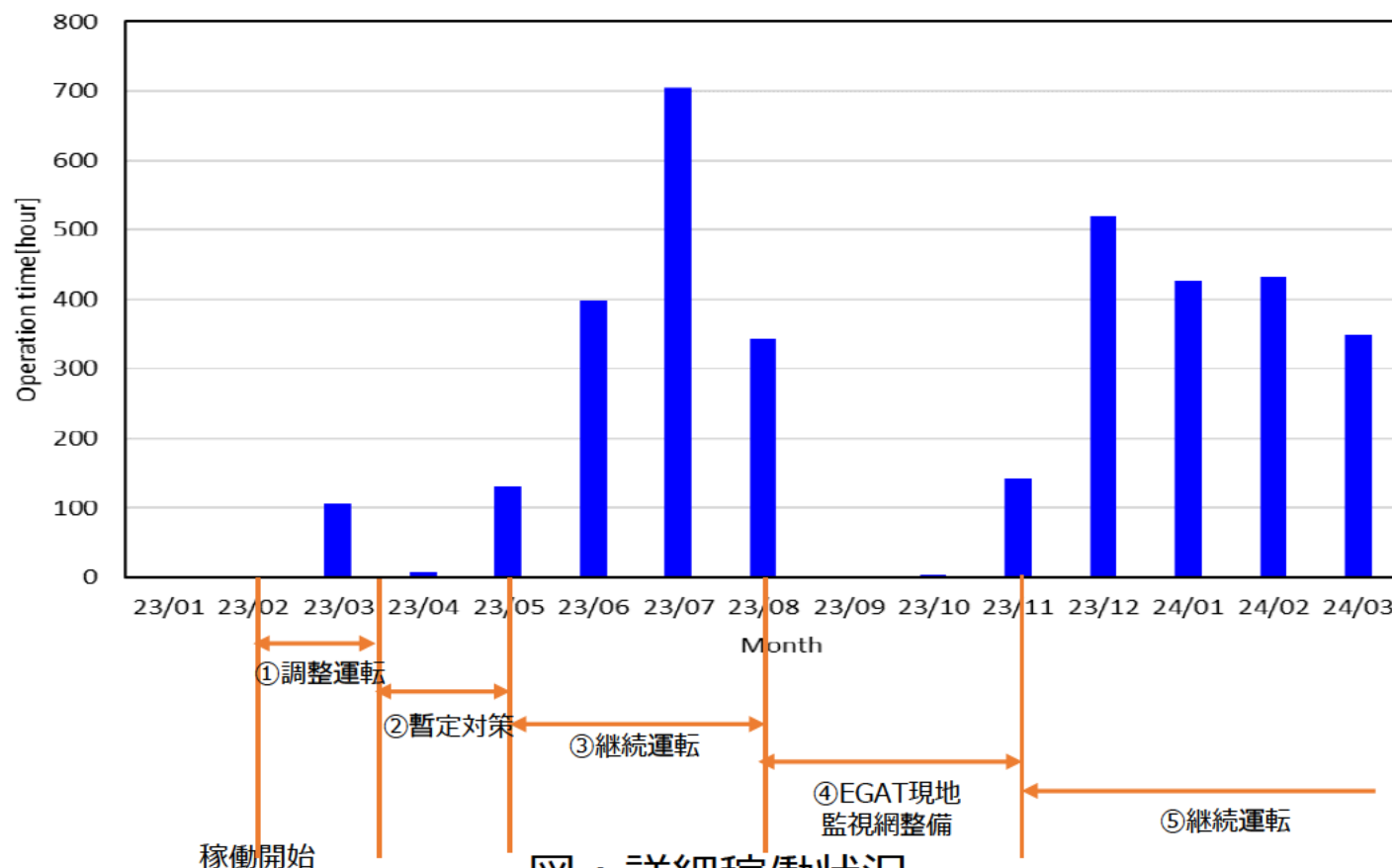
月	送電ロス低減量 (MWh)	CO2 排出削減 量(t-CO2)	送電ロス低減 率(%)	実効稼働率 (%)
2025年2月	152.3	67.0	8.2	-
3月	1196.9	526.8	6.3	-
4月	-	-	-	-
5月	370.4	163.0	3.7	-
6月	1166.7	513.5	3.6	46.4
7月	2372.7	1044.2	4.0	68.2
8月	1469.7	646.8	2.3	57.7
9月	1022.4	450.0	1.9	53.6
10月	1348.5	593.5	2.5	59.6
11月	518.2	228.1	2.7	27.6
12月	1568.2	690.2	5.8	56.7
2025年2- 12月計	11186.3	4923.2	4.1	52.8
2026年1月	1511.2	665.1	5.5	64.2
2月	1607.2	707.3	5.7	70.5
3月	1416.7	623.5	8.6	50.8
2026年1-3 月計	4535.1	1995.9	6.6	61.8

・ CO2排出削減量 = 送電ロス低減量
× Emission Factor (0.4401t-CO2/MWh)
・ 実効稼働率は(OPENVQが運転し、かつ、
制御出力を出した時間)/(運転期間)で算出

※ 2026年の数値は暫定値

2023年2月21日にJCMプロジェクト定義要件を満足する状態で運用を開始

- ①：EGAT/日立で結果の妥当性確認を行いながら調整運転と課題抽出
- ②：予測断面作成に必要なデータ（発電計画データ）の精度不足に対して、実証では暫定対策として、予測断面無しで運転できる対策（リアルタイムの制御のみで運転）（※）を日立にて実施
（※）恒久対策にはEGATによる中給からの発電計画データ連係が必要。全系展開時にEGATにて対応予定。
- ③：暫定対策後、自動運転を継続（但し、運用者の理解不足による停止操作あり）
- ④：自動運転時に発生した24項目の課題解決に向けて対応を鋭意協議（EGAT側の観測監視デバイス不良）
- ⑤：EGAT側の対策が完了し、11月15日から自動運転再開（24年3月末まで継続運転）



[補足]
運転時間(Operation Time)はOPENVQが運転し、かつ、制御出力を出した時間である。OPENVQ運転中に制御できる機器が足りない場合や、運用者がSCADA側の出力を手動で止めた時間等は運転時間に含まない。

図：詳細稼働状況

【送電ロスに対する分析】

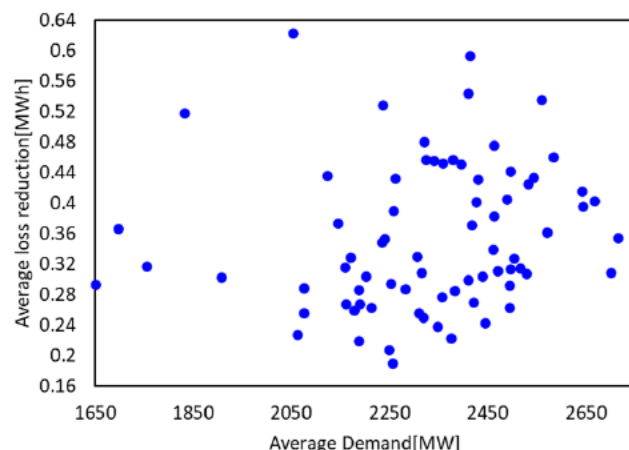
送電ロス低減率の定義

$$RR_p = \frac{PL_{RE,X,lines,p} - PL_{PJ,X,lines,p}}{PL_{RE,X,lines,p}}$$

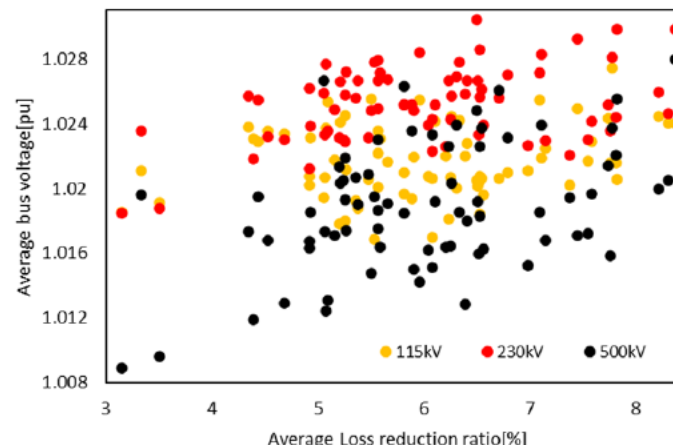
RR_p : p 月の送電ロス低減率(%)

$PL_{RE,X,lines,p}$: p 月の地域X内送電系統のリファレンス送電線ロス(MWh)

$PL_{PJ,X,lines,p}$: p 月の地域X内送電系統のプロジェクト送電線ロス(MWh)



図：総需要と送電ロス低減量



図：系統電圧と送電ロス低減率

(左図) 総需要増大に伴いOPENVQによる送電ロスが低減する傾向がみられた。

(右図) 母線の基準電圧(115kV/230kV/500kV)と比べて、高い電圧で運転した方が、送電ロス低減率が高い傾向がみられた。

実証期間における課題と対策

表：実証期間における課題と対策

	項目	課題	対策
1	観測データ精度	・EGAT側の観測デバイス不良やDB(データベース)定義不良による演算精度悪化	・実証では、 <u>観測デバイス不良やDB定義不良は概ね対策済み</u> 。 ・全系展開時には、観測機器の高精度化が必要であることをEGATに提示し活動を支援予定。
2	予測断面精度不足	・発電計画のデータ精度が悪く、予測断面の精度が不足する	・実証では、 <u>暫定的に予測断面無しで運転できる対策(リアルタイムの制御のみで運転)</u> を実施。 ・全系展開時には、中給からのデータ取り込み等の対策をEGATに提案済。
3	運用ルールの整備	・北東給電所では発電機端子電圧を制御する権限が無く最適制御が困難。 ・制御対象機器が限定されていて時間帯により電圧対策制御できないことがある。	・実証では、 <u>調相機器のみ制御することでチューニング</u> を実施して対応。 ・全系展開時には、制御対象機器を見直して最適制御ができるルール作りをEGATに提案済。
4	外部系統模擬	・北東給電所と接続するEGAT他地域やラオス系統のオンラインデータが無く、外部系統モデルで模擬しているが、精度悪化の原因となっている。	・実証では、EGATと共に <u>外部系統モデルのチューニング</u> を実施済。 ・全系展開時には、外部系統模擬を行わず、全系のオンラインデータを適用することが必要であることをシミュレーションし、EGATに提案済。

普及時の最適な形態

OPENVQをEGAT全系に導入した場合の送電ロス低減の効果をシミュレーション。

1. 全系導入時は、各給電所に個別にOPENVQを導入するのではなく、全系一括で導入する方が合理的。

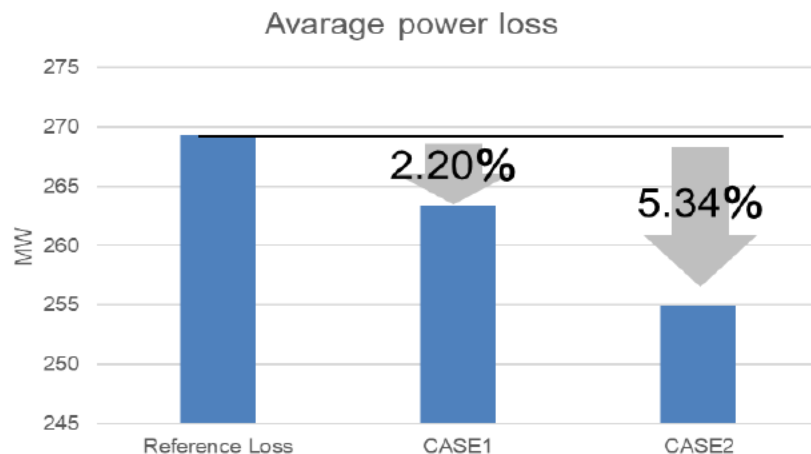
1) EGAT全系のように対象領域が大きくなると、解決策の選択肢が増えるなど、最適化の効果が得やすくなる。

【例】軽負荷時(夜間など)に電圧が上昇しても操作方策が限られることが多いが、隣接系統の制御が出来れば、操作の選択肢が増える。

2) 対象領域を分割して導入すると、分割した相互のシステムの影響を適切に反映できない。

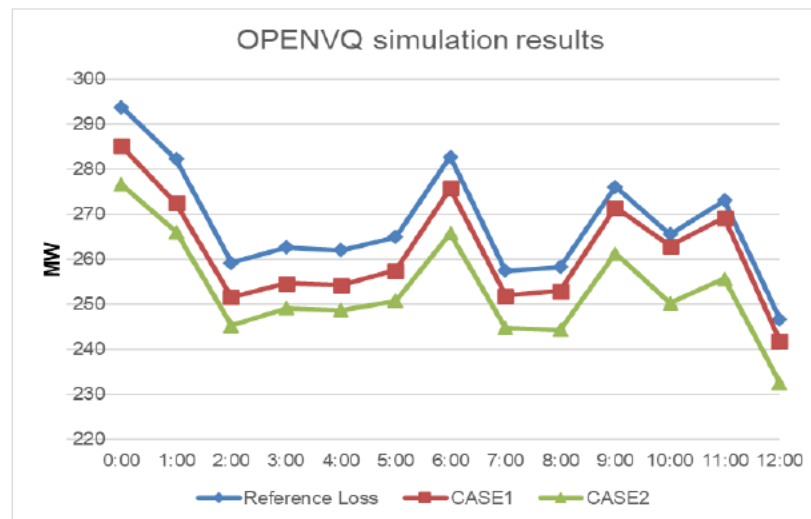
【例】外部系モデルをチューニングしても、断面によっては適切に模擬できないケースがある。

2. EGAT全系にOPENVQを一括導入することで、より高い送電ロス低減効果を得られることを確認した。



CASE1：北東給電所のみでOPENVQを導入した場合
(北東部以外は送電ロス低減無し)

CASE2：全系一括でOPENVQを導入した場合

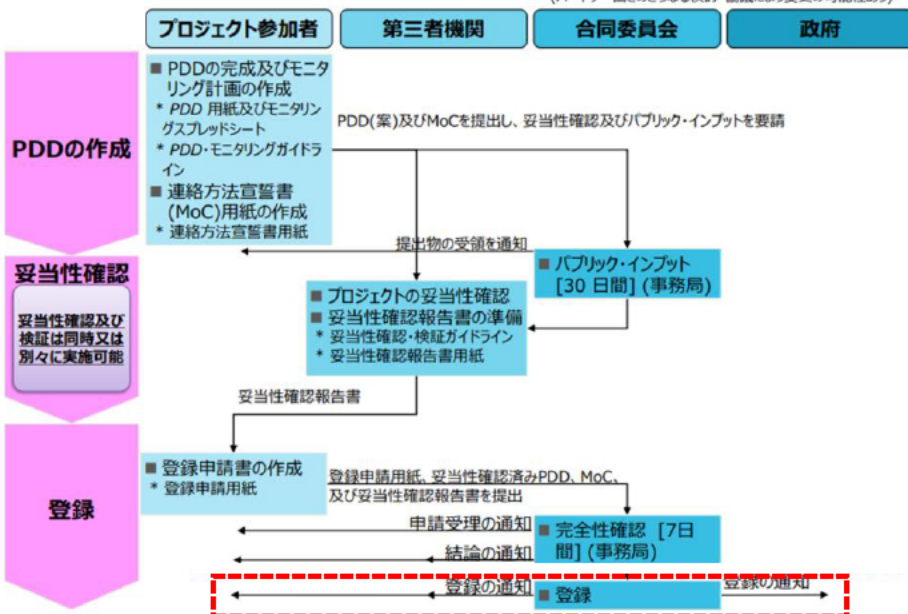


JCM方法論の手続き

プロジェクト登録は登録申請書類の完全性確認を完了し、合同委員会の登録手続き中。
クレジット発行手続きは、23,24年分の検証報告書を受領済。
プロジェクト登録後にクレジット発行申請予定。

JCMプロジェクト登録・クレジット発行手続 (1/2)

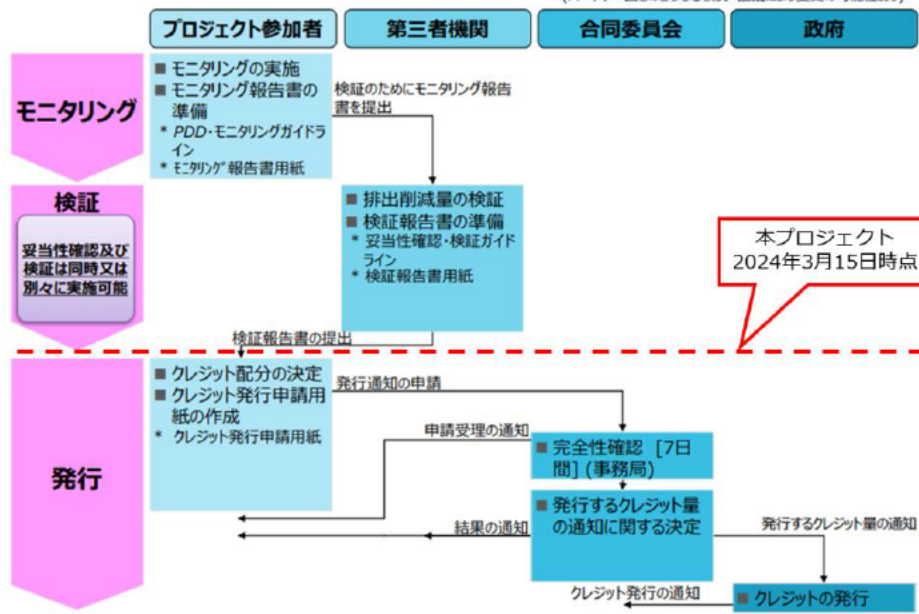
(パートナー国とのさらなる検討・協議により変更の可能性あり)



登録未完了。
(但し、実証期間中にモニタリング・検証まで実施完了)

JCMプロジェクト登録・クレジット発行手続 (2/2)

(パートナー国とのさらなる検討・協議により変更の可能性あり)



- ・CO2排出削減量、送電ロス低減率共に目標を達成。
- ・フォローアップ事業において、送電ロス低減の改善、CO2クレジット取得にむけて継続運転中。
- ・JCMに関して合同委員会の登録手続き中。クレジット発行手続きは、23,24年分の検証報告書を受領し、プロジェクト登録後にクレジット発行申請予定。

表：OPENVQ導入時の目標と実証の成果

項目	目標	成果	達成度	残課題
項目1 CO2排出削減量	・年間 10,000 t-CO2※1	2024年1-3月実績は 目標のCO2排出削減を達成 【実績】 2023年2-12月 4,498 t-CO2 (実効稼働率※2 29.0%) 2024年1-3月 2,640 t-CO2 ⇒年換算※3 10,560 t-CO2 (実効稼働率 55.3%)	○	無し
項目2 送電ロス低減率	導入前に比べて 6% の送電ロス低減	2023年2月-2024年3月実績は 目標の送電ロス低減率を達成 【実績】 2023年2-12月 6.3% 2024年1-3月 7.6%	○	無し

○：達成、△：達成見込み、×：未達

(※1)実証開始時のEmission factorは0.5664t-CO2/MWh。2023年11月にタイ温暖化ガス管理機構(TGO)から0.4401t-CO2/MWhに変更になった旨、連絡受領。これにより、変更後の削減目標は年間7,700 t-CO2となるが、目標値は当初の10,000t-CO2とした。なお、実績値は変更後のEmission factorで換算。

(※2) 実効稼働率は「(OPENVQ運転、かつ、制御出力時間)/(運転期間)」で算出。

(※3) 年換算は「(実績値) * 12/(運転した月数)」で算出。2024年は実績値の12/3倍換算。