

スーパーシティ化事業展開と既設鉄塔内自立型縦型風力発電装置設置及び IoT・AI 道路維持管理システム等実装化国内外プロジェクト統合評価の考察

MCSCC 監事・前衆議院議員三重大特任教授 ○正員 桜井 宏
 ニセコ環境(株)社長 古谷和之
 中晋会(中部地区衆議院議員安倍晋三講演会)会長 伊藤秀雄
 MCSCC 代表理事前慶応大学特別招聘教授 豊崎禎久
 前衆議院議員政策秘書北見工大技術職員 正員 岡田包儀
 日本大学前客員教授 正員 鈴木明人
 北海道大学名誉教授 フェロー 佐伯昇
 KYB・MCSCC 客員研究員 高松伸一
 KYB・MCSCC 客員研究員 岡村 淳
 KYB・MCSCC 客員研究員 首藤 悠

1. はじめに 1.1 背景 i) 社会基盤維持管理等行政効率化とスーパーシティ化推進 我が国は現在政府自治体等産官学一丸で公共 DX 政策推進し、道路、鉄道、空港、港湾等交通、河川、海岸、山岳斜面等防災施設等膨大都市地域社会基盤・防災施設等維持管理を确实効率的迅速な運営管理等目指し統合的推進検討が必要である。

ii) 規制改革とイノベーション 安全衛生、情報活用、地球環境脱 CO₂ 再生エネルギー、経済財政等を一元化したスマートシティ化や各地域の特性適応し統合的スーパーシティ化実現が重要で、規制改革とイノベーション等政策課題 (R 2 年 5 月特区法改正) を解決中である。

1.2 目的 本研究は我が国の①近年人材財源不足下でも通年安全衛生確保し防災社会基盤維持管理を積雪寒冷他全地域統合的スーパーシティ化推進②環境健康調和型実装の既存施設活用の再エネ発電システム開発促進や社会基盤運営維持道路管理 IoT・AI 等支援実装試験等③システム技術開発と実装等効果統合評価検討等考察を行う。

2. 検討方法 以下①④政府・産官学等最先端公開資料等分析、現地踏査・各地域行政や産業、技術研究者、政府中枢政策担当者等ヒアリング等を通じて調査検討し、②実装を統括的効果的導入する概念手法検討、各実装事例をスーパーシティプロジェクトへ取込む手法とその統括的な定量可能な評価について検討する。実装例とし②風力発電等の再生エネルギー技術開発導入実装評価③社会基盤維持管理例の道路管理実装モニタリング技術や④最近の IoT・AI 等性能信頼性、スーパーシティ化の位置付けと技術導入等効果定量評価手法を検討する。

3. 検討結果検討及び考察

3.1 検討結果 1) スーパーシティプロジェクト意義と統括手法及び各実装手法の方向性 ①スーパーシティ推進は都市地域住民生活の安全衛生確保と快適な日常生活と運営の財政経済の安定を担う都市地域の構成する全基盤と各構成ハード・ソフトウェアシステム統合的構築評価効率定量化と位置付け②都市運営維持管理状況が定量的効率的常に把握可能③暫時開発優れた実装システム容易導入し統合化評価する理論体系と定量化手法が必要で、本プロジェクトは実装統括評価例を以下考察する。

2) 地球環境対策の実装事例 プロジェクトへの導入実装を仮定、①地球環境対策技術の既設鉄塔内への風力発電装置設置方法(特 6701425、令和 2 年 5 月 8 日 登録)例にする。本工法は高圧線既設鉄塔に外力負担しない構造で、特許技術で、狭い山地現場等でも十分施工可能な工法等を開発し他工法と優位性を調査し、仮定都市地域内で実装すると二酸化炭素を α%削減できると仮定すると炭素課税に直すと Cα 円に相当し、設備費に対し

効率は P(Cα) と評価され、次項評価式に導入する。

図A 我が国の国際的に著しく低い炭素課税(左)
・排出権取引価格状況(右) 最近のJETRO(日本貿易振興機構)情報(2021年9月10日)
(我が国将来急激増加計算)

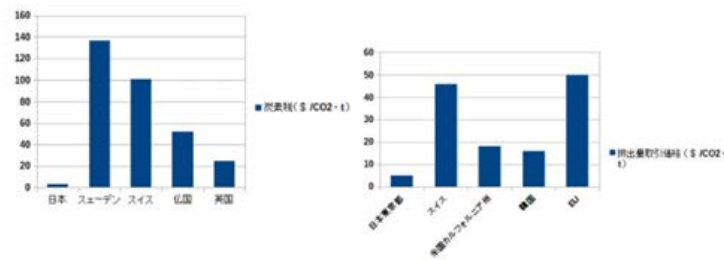


図1 今後高額化する各国炭素課税状況及び取引状況

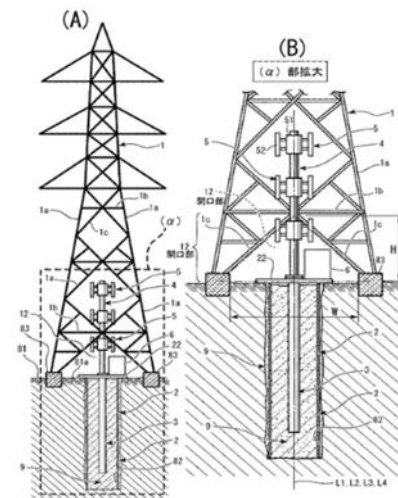


図2 既設鉄塔内自立型縦型風力発電装置の設置方法概略

表1 既設鉄塔内風力発電装置設置工法コスト等比較

装置種類	本システム (既設鉄塔内風力発電)	洋上風力発電	太陽光発電
事業投資金額 (1装置1施設当たり送電・蓄電施設含まず)	約2500万円	約30億円	約1000万円~
年間発電量 (平均風速6m/s)	約3.5万kwh	2087万kwh	約4.9万kw~
年間発電金額 (供給出力、政策により発電価格変動)	約72万円~200万円	約1億~2.8億円	約100万円~ (未確定)
備考	18kwh/装置 (風in型6台使用)	9525kwh/機	

尚、事例①本システム導入の経済評価は、再エネが世界的急務状況下、JETRO(日本貿易振興機構)情報(2021年9月10日)では温室効果ガス(GHG)排出削減のための一政策ツールで今後義務化されコスト負担になる。スーパーシティの導入推進の際の評価としての観点定義や評価定量化を評価し、同時に技術開発した高圧線既設鉄塔に外力を負担させない構造を検討し、特許技術であり、

狭い山地現場等でも十分施工可能な工法等を開発し他工法との優位性を調査中である。

3) 社会基盤維持管理への実装 実装事例②我が国内外で実証試験を進める Iot・Ai 道路維持管理システム事例
技術開発実装一連のスーパーシティ化プロジェクト中の位置づけと評価法を検討考察し、都市地域内で効果総括定量的評価の為に基礎的検討を行う。筆者らが抽出調査したスーパーシティ化を目指す地方都市社会基盤の維持管理スマート(DX)化事例として、島根県益田市社会基盤管理部門御指導御協力の下、ヒアリング等通じ、道路維持管理に必要な路面モニタリングと診断技術を Iot・Ai 等実装と課題を検討考察する。我が国内外で実証試験を進める Iot・Ai 道路維持管理システム事例は、職員労務負担軽減し、従前より大幅安価で広域調査可能な道路路面良否や劣化判定の為に、データ計測、収集蓄積、分析解析判定評価及び結果出力等を構成するサブシステムを構築連動し、道路路面維持管理用のスマート道路モニタリングシステム(図3)を開発した。各サブシステムの主な機能は **i)**データ測定収集システム:道路パトロール車両に各種センサ装着パトロール中経緯度座標と路面性能劣化評価用車両挙動データ収集 **ii)**データ転送システムで各市庁舎と KYB 分析拠点と高度安全性信頼性クラウドネットワーク構築し、相互にデータ送受信(昼夜2回) **iii)**データ分析評価システム:益田市等受信データで経緯度座標毎路面性状を分析診断し、診断結果を作図出力可能(見える化)スマート道路モニタリングシステム構築し路面状況等精度の国内外差を実測確認する。



図3 実装事例②国内外展開道路維持管理実装システム

4) スーパーシティ化実現改善のための各項目成果

効率を指標化定量化し都市地域等機能改善のためには、各項目成果効率は指標化し定量化する必要がある。

1) スーパーシティ化評価各指標 DX 化率(前述事例)に、自治体等総予算に対する各事業予算執行が DX 化された比率)、エフィシエンシー(効率)、効果目標(100%)を上回る水準のイノベーション率、災害時復旧速度を表す強靱化率(レジリエント曲線)等指標化定量化等の提案一例として、筆者等提案した環境対策例等での効率の指標を基に定量化を示す。環境対策例の効果を評価するために、対策(対策技術等)効果 (P) は式で与えられる。環境対策効果評価式:

$$P = A1X1 + A2X2 + \dots + AnXn \text{ 式 (1)}$$

ここで、Ai:評価に適用される重みづけ、Xi:各対策の評価(施行目標完全達成:100%、体系的全体的な施行実施:75%、施行実施:50%、施行着手・調整中:25%、施行必要性確認中・未着手:0%)なお、目標100%上回った場合はDXの革新が起こったとしイノベーション率 Inv (実績を目標完全達成率:100%で除す)で示す。なお、①従来の改善により既にDX化確保の場合でも、



写真1左益田市山道路面、右インドネシア植生非排水路改善対策存在の場合、各評価点が次の費用限られた条件で可能な限り大きい対策、規制、重み付け、経済状況や予算制約等後述の各制約下で最大効果 Pmax 取得が可能。
ロ) 対策総コスト各環境等評価項目対策に必要な費用コスト:C は次の式で定義される。

$$\text{コスト評価式: } C = B1W1 + B2W2 + \dots + BnWn \text{ 式 (2)}$$

ここで、Bi:各対策評価項目(アイテム)のコストの重み付け(またはボリューム、面積、数量等) Wi:手続き手段の費用、単価など、一方別手順で大きな効果期待できる場合でも、Cmax の予算上制限コスト内で可能だ。

ハ) 効率(エフィシエンシー)の指標化定量化

適切な効果の指標化・定量化は当然要求され、対策の効率は次のように定義され、

$$\text{エフィシエンシー(効率)評価式: } E = P / C \text{ 式 (3)}$$

優れた効率的対策は経済期にも持続可能で、対策効果や新たな対策技術を常に調査する必要がある、効率は常に高水準を目指す必要がある。事例①②共にEを増加する。

ニ) スーパーシティ化の各効果の指標の定量化 統合的スーパーシティ化に関わる効果の指標は環境の他目指す以下各分野等の防災、市民の健康感染対策、教育、福祉、インフラ維持管理、財政(予算、税収、基金や財政赤字等)、他等である。これらを同様に指標化し、定量化と総合算化し定量的な総合評価が理論的に可能である。

ホ) スーパーシティ化進捗状況定量化と経時的把握 可視化(時系列曲線グラフ)限定予算内線形計画の最大化前述事例同様に、限定予算配分とその効率で表し、全て理論的に標準化し合算総合化でき、スーパーシティ化進捗指標化が可能だ。各都市に政策的にどの分野を重み付けるか政策目標項目を統括可能な関数モデル化可能。各効果P合計最大化し、合計ΣPを最大化する。また各効果Pを各予算Cで除すエフィシエンシー: Eや最大値Pmax 設定し比較し、ΣCと各予算Cを調整し、以下の様に無時限標準化: 0~1(最大値)もしくは0~100%で、目標達成する各都市の設定期間の年によるスーパーシティ化時系列曲線グラフ作図視覚化所謂「見える化」し進捗状況の定量的把握可能で線形計画の最大化を計る。

4. 今後の課題

- ①我が国政府方針のDX実装 取り込み総合評価は可能。
 - ②実装例発電潜在力調査と発電効率向上 実証試験計画中で電力建設等技術プロジェクト推進中である。
 - ③我が国内外実証試験 Iot・Ai 道路維持管理 システムは実装技術展開と評価可能で国内外路面で精度向上可能。
 - ④統合的かつ定量評価 エフィシエンシーで統括評価し、財政的かつ効率的に、常に検証する事が重要である。
- 謝辞:**本研究に指導頂いた我が国政府自治体産官学各位、インドネシア政府等に深謝します。参考桜井宏他:我国積雪寒冷地全地域スーパーシティ;寒地技術シンポ2020