

1 北海道の農村・自然域における無電柱化

令和3年10月21日
第11回北海道景観行政団体等連携会議



国立研究開発法人土木研究所 寒地土木研究所
地域景観チーム 大部 裕次

CERI 寒地土木研究所 地域景観チーム
https://scenic.ceri.go.jp

2 農村・自然域における無電柱化

魅力的な景観を有する農村・自然域は、重要な観光資源
世界遺産、国立公園、日本風景街道・SBW北海道「秀逸な道」など

世界遺産知床を望む
景観への電線電柱の影響



無電柱化(地中化)による
景観向上効果
【フォトモンタージュ】



“電柱さえなければ”というニーズ
→ 無電柱化により、飛躍的に景観向上、観光資源の価値が向上

CERI 寒地土木研究所 地域景観チーム
https://scenic.ceri.go.jp

3 寒冷地における無電柱化の課題

「寒冷地」では、寒さ・凍結による影響の技術的課題があり、
効率的な施工に支障

羊蹄山と尻別岳



無電柱化(地中化)による
景観向上効果
【フォトモンタージュ】



コスト縮減が求められる
→ 寒冷地でも地中管路を浅く埋めたい(浅層埋設の実現)

CERI 寒地土木研究所 地域景観チーム
https://scenic.ceri.go.jp

4 主要都市無電柱化率の海外との比較

市街地ではある程度無電柱化が進んだが、まだ海外に遅れる



都市	ケーブル延長ベース (%)
ロンドン・パリ	100%
香港	100%
シンガポール	100%
台北	96%
ソウル	50%
東京23区	8%
大阪市	6%

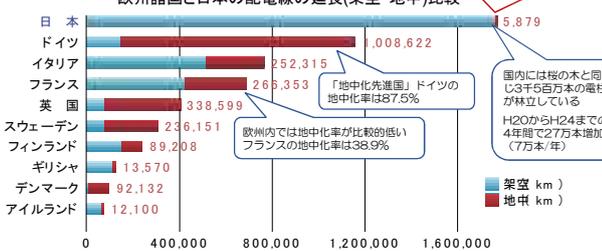
← ケーブル延長ベースでも半分以下

※1 国土交通省国土利用政策課「都市景観調査」2018-19による2018年の状況(ケーブル延長ベース)
※2 海外電力調査会調べによる2004年の状況(ケーブル延長ベース)
※3 香港は国際建設技術協会調べによる2004年の状況(ケーブル延長ベース)
※4 シンガポールはPOWER QUALITY INITIATIVES IN SINGAPORE. QRED2001.
Singapore, 2001による2001年の状況(ケーブル延長ベース)
※5 台北は台北市道路管線情報センター資料による台北市の2015年の状況(ケーブル延長ベース)
※6 ソウルは韓国電力統計2019による2018年の状況(ケーブル延長ベース)
※7 日本(上段)は、国土交通省調べによる2019年度末の状況(道路延長ベース)
日本(下段)は、電気事業連合会調べによる2019年度末の状況(ケーブル延長ベース)
参考：東京23区：53%、大阪市48% NTT調べによる2018年度末の状況(ケーブル延長ベース)
国土交通省HP

5 日本と欧州諸国の無電柱化状況の比較

特に国土全体で見ると、日本の地中化は最も遅れている
→ 国土全体での無電柱化推進が必要

日本の配電線延長は長い、地中化延長は最も短い。
地中化率はたったの0.3%



国	架空 km	地中 km
日本	5,879	18
ドイツ	252,315	220,000
フランス	265,353	220,000
英国	338,599	220,000
スウェーデン	236,151	220,000
フィンランド	89,208	220,000
ギリシャ	13,570	220,000
デンマーク	92,132	220,000
アイルランド	12,100	220,000

国内には桜の木と同じ3千5百万本の電柱が林立している
H20からH24までの4年間で27万本増加(7万本/年)

欧州内では地中化率が比較的低い
フランスの地中化率は38.9%

CERI 寒地土木研究所 地域景観チーム
https://scenic.ceri.go.jp

6 地域景観チームでの取組み

「北海道(寒冷地)」及び「農村自然域(郊外部)」に適した無電柱化の研究

- ・景観向上効果の高い、多様な無電柱化手法の提案
- ・低コストで合理的な地中化の設計・施工
ミニマムな断面設計(寒冷地での浅層埋設を実現)
専用機械(トレンチャー)による施工速度向上の試験施工
- ・地中化で設置される地上機器の景観対策
- ・防災対策としても地中化の推進が必要(事例)

CERI 寒地土木研究所 地域景観チーム
https://scenic.ceri.go.jp

7

景観向上効果の高い、多様な無電柱化手法

景観向上効果の高い、多様な無電柱化手法

民地：道路敷地

専攻土木研究所 地域景観チーム
<https://scenic.ceri.go.jp>

8

電線類地中化を含む“多様な景観対策手法”

地中化以外でも多様な無電柱化を提案してきた
 →場所に応じて、いずれも高い景観向上効果が得られる

④セツバックと
樹木による遮蔽

③片寄せ

②配線ルート
変更
および裏配線

⑤電線電柱の工夫

①地中化

民地：道路敷地

図- 電線類地中化を含む“多様な景観対策手法”

専攻土木研究所 地域景観チーム
<https://scenic.ceri.go.jp>

9

景観向上効果が高く、取り組みやすい事例

①沿道のビューポイントなど（スポット対策）

倶知安町ビューポイントパーキング
【対策前】

専攻土木研究所 地域景観チーム
<https://scenic.ceri.go.jp>

10

景観向上効果が高く、取り組みやすい事例

①沿道のビューポイントなど（スポット対策）

倶知安町ビューポイントパーキング
【対策後】

専攻土木研究所 地域景観チーム
<https://scenic.ceri.go.jp>

11

景観向上効果が高く、取り組みやすい事例

②観光ルートなど（線的な対策）

北海道美瑛町 ケンとメリーの木
（フォトモンタージュ）

専攻土木研究所 地域景観チーム
<https://scenic.ceri.go.jp>

12

景観向上効果が高く、取り組みやすい事例

②観光ルートなど（線的な対策）

北海道美瑛町 ケンとメリーの木

専攻土木研究所 地域景観チーム
<https://scenic.ceri.go.jp>

13 景観効果が高く、取り組み易い事例

③観光エリアなど（面的な対策）



CEERI 専攻土木研究所 地域景観チーム
https://scenic.ceeri.go.jp

14 景観効果が高く、取り組み易い事例

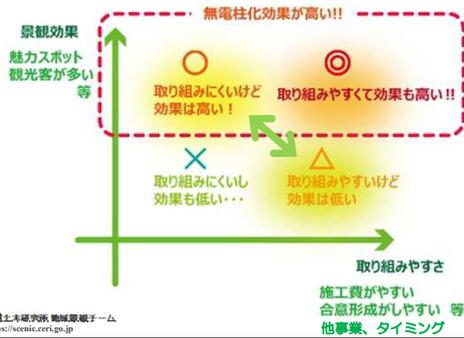
③観光エリアなど（面的な対策）



CEERI 専攻土木研究所 地域景観チーム
https://scenic.ceeri.go.jp

15 無電柱化の優先度の考え方

無電柱化の目的に照らし、“効果”と“取り組みやすさ”から、どこから、どのように進めれば良いか、優先順位を決めることが重要



CEERI 専攻土木研究所 地域景観チーム
https://scenic.ceeri.go.jp

16 低コストで合理的な地中化の設計・施工

ミニマムな断面設計（寒冷地における浅層埋設）
専用機械（トレンチャー）による施工速度向上の試験施工

CEERI 専攻土木研究所 地域景観チーム
https://scenic.ceeri.go.jp

17 低コストで合理的な地中化の設計・施工

<現状>

- これまで電線類地中化は、都市部を対象とした電線共同溝がほとんど
→農村・自然域(郊外部)の地中化は、事業の対象となりにくかった

<課題>

- 都市部では、需要密度が高く(埋設条数が多い)、道路保全の制約がある
→環境に対応した手法が確立(電線共同溝マニュアル)
- 郊外部では、需要密度が低く(埋設条数が少ない)、敷地に余裕がある
→本来安くできるはずだが・・・
適した基準が無く、高コスト・非合理的となる恐れ

<解決に向けて>

- 郊外部に適した設計・施工技術の提案
→施工断面を“浅く”“小さく”する設計の考え方
→トレンチャー掘削機械の活用

CEERI 専攻土木研究所 地域景観チーム
https://scenic.ceeri.go.jp

18 (参考) 新たな無電柱化推進計画

<解決に向けて>

- 郊外部に適した設計・施工技術の提案
→施工断面を“浅く”“小さく”する設計の考え方
→トレンチャー掘削機械の活用



新たな無電柱化推進計画 (R3.5)

<取組方針>

- 徹底したコスト削減を推進し、限られた予算で無電柱化実施延長を延ばす

<コスト削減の推進>

- 山間部・島嶼部等の需要や需要変動が少ない区間では条数に応じた構造、新たな掘削機械の活用など安価で簡便な無電柱化を導入する。

CEERI 専攻土木研究所 地域景観チーム
https://scenic.ceeri.go.jp

郊外部の沿道環境と埋設管路の想定

沿道利用に応じ電線本数も少なくなる。また、埋設箇所は選べるようになる。

都市部 地方部 農村・自然域 山間・海岸域

多 ← 沿道土地利用 → 少
多 ← 電線本数 → 少

都市から離れるほど、想定される埋設管路条数も少なくなる。

大 ← 埋設管路条数 (想定) → 小

専攻土木研究所 地域戦略チーム
https://cenic.ceri.go.jp

これまでの設計の場合の問題

＜歩道下に埋設＞

寒冷地の土被り
= 凍上深(120cmになる場合も)
→ 土留め有り/大きく深い断面
(コスト/施工時間増、転落防止措置等)

管路材
→ 曲げ管、管枕等が必要

保護土(砂)
→ コスト増

断面を“浅く”“小さく”する必要
※近年、低コスト化に向け、見直しは進んでいる

専攻土木研究所 地域戦略チーム
https://cenic.ceri.go.jp

郊外部に適したミニマムな断面設計

＜土工部に埋設＞

寒冷地の浅層埋設が可能※
= 土被り: 30cm(舗装下では60cm以上)
※寒冷地でも浅層埋設が可能なることを、室内試験・試験施工により明らかにした

→ 土留め不要/小さく浅い断面
(コスト/作業時間減、管路敷設作業性向上、転落防止措置不要等)

→ 掘削深1m以下: 断面の開放可
(日々復旧/掘り返しの削減等)

低コスト材の導入
(角型FEP管: 軽量・合理的構造・可とう性、安価、施工断面縮小)

保護土不要(発生土有効活用)

施工断面をミニマムにする: コスト/効率が飛躍的に改善

専攻土木研究所 地域戦略チーム
https://cenic.ceri.go.jp

(参考) 従来設計とミニマム設計の比較

都市部 地方部 農村・自然域 山間・海岸域

▼これまでの設計

高い ← 工事費 (概算) → やや高い

約0.5億円/km

▼合理化設計(案): 浅層埋設により施工断面は大幅に縮小可能。縮小することで全ての施工効率化→大幅にコスト削減。

※ 工事費は、標準断面の当たり単価×経費率2倍で試算。事業費ベースでは更に高減となる。

専攻土木研究所 地域戦略チーム
https://cenic.ceri.go.jp

郊外部に適したミニマムな断面設計

- 埋設する管路条数は少ないため、本来安価に施工できる
- 施工断面全体を“浅く”“小さく”することが、省力化に非常に重要
 - 寒冷地における浅層埋設の導入は可能
 - 角型FEP管は、北海道でも導入が始まっている
 - 土工部への埋設で、管路保護のスペックを下げられる
 - トレンチャーの活用が可能に

(別途検討している設計のポイント)

- 地上機器は地上に残る
 - 道路利用者の安全・快適や道路景観を優先し、路外に誘導
- 特殊部は引き込み需要に応じて設置
- メンテナンスも踏まえた省力化設計

「(仮) 郊外部に適した電線類地中化の手引き」発行予定

専攻土木研究所 地域戦略チーム
https://cenic.ceri.go.jp

トレンチャー掘削機械の活用

掘削速度の向上が期待できる、トレンチャーの国内現場適用性を検証

【国内におけるバックホウによる掘削】

▲ バックホウと人力による施工
▼ 工程ごとの日あたり作業延長

掘削の遅さが課題

掘削 埋め戻し タンパ締固

【諸外国におけるトレンチャーによる施工】

▲ ケーブル埋設用掘削機械(トレンチャー)を使用して非常に速いスピードで施工

India, Crema (Italy), Chaumont (France), Boulogne-Billancourt (France), France, Seine-et-Marne (France)

専攻土木研究所 地域戦略チーム
https://cenic.ceri.go.jp

海外の電線類地中化技術

25

トレンチャーのメーカー

※写真：各社ウェブページより

イギリス: [AFT], [AARDVARK]
 スウェーデン: [Delltron]
 ドイツ: [Steht]
 アメリカ: [Vermeer], [Ditch Witch], [Caterpillar]
 フランス: [BIVARD]
 [MARAS]
 [UNAC]
 イタリア: [SIMEX], [TESMEC]
 オーストラリア: [DIGGA], [Bobcat]

電線土木研究所 地域販管チーム
<https://scenic.ceri.jp>

海外の電線類地中化技術

26

トレンチャーの種類①

※写真：各社ウェブページより

機的方式	専用機械	アタッチメント型
	専用のベース車両に作業装置が一体的に装備されているもの	トラクター、スキッドステアローダなどの汎用機械に装着して使用するもの

▼作業形態
掘削のみ
+ ケーブル敷設
+ 埋戻し
+ 掘削土除去、

▼掘削幅
25mm~1,020mm
掘削深
100mm~3,050mm

▼掘削可能な土質
レキ質土、砂質土、粘性土、コンクリート舗装、アスファルト舗装等

掘削機構	ホイール式	チェーン式
	ディスク状のホイールの円周上に掘削用の刃が付いたもの	楕円状のチェーンに掘削用の刃が付いたもの

電線土木研究所 地域販管チーム
<https://scenic.ceri.jp>

海外の電線類地中化技術

27

トレンチャーの種類②

※写真：各社ウェブページより

運転方法	搭乗式	ハンドガイド式	リモコン式
	掘削のみ	土砂積み込み	ケーブル敷設

電線土木研究所 地域販管チーム
<https://scenic.ceri.jp>

技術資料

28

ケーブル埋設用掘削機械（トレンチャー）を活用した施工の手引き（案）【寒地機械チーム】

機種の特長

メーカー	機種名	掘削幅	掘削深	全長	全高	全幅	自重	最大掘削深	最大掘削幅
Vermeer	RTX750SOC	25mm~1,020mm	100mm~3,050mm	8,850mm	2,450mm	2,310mm	7,000kg	1,000mm	610mm
Vermeer	RTX550	25mm~1,020mm	100mm~3,050mm	5,375mm	2,545mm	1,971mm	4,228kg	1,200mm	305mm

トレンチャー仕様一覧

機種	掘削幅	掘削深	全長	全高	全幅	自重	最大掘削深	最大掘削幅
Vermeer RTX750SOC	25mm~1,020mm	100mm~3,050mm	8,850mm	2,450mm	2,310mm	7,000kg	1,000mm	610mm
Vermeer RTX550	25mm~1,020mm	100mm~3,050mm	5,375mm	2,545mm	1,971mm	4,228kg	1,200mm	305mm

電線土木研究所 地域販管チーム
<https://scenic.ceri.jp>

トレンチャーを用いた施工試験 道路路肩の掘削

29

掘削試験の概要

トレンチャーによる、路体(未舗装部)の掘削試験を実施

期間：2018年、2020年
 場所：寒地試験道路（苫小牧市）
 方法：トレンチャーを使用した掘削試験

電線土木研究所 地域販管チーム
<https://scenic.ceri.jp>

トレンチャーを用いた施工試験 使用機械

30

掘削機械	VERMEER社 (RTX750SOC)	掘削機械	VERMEER社 (RTX550)
機械構成	専用機械	専用機械	専用機械
ベースマシン	専用機械	ベースマシン	専用機械
掘削機構	チェーン式	掘削機構	チェーン式
装置取付位置	車体後方	装置取付位置	車体後方
全長	8,850mm	全長	5,375mm
全高	2,450mm	全高	2,545mm
全幅	2,310mm	全幅	1,971mm
車両総質量	7,000kg	車両総質量	4,228kg
最大掘削深	1,000mm	最大掘削深	1,200mm
最大掘削幅	610mm	最大掘削幅	305mm

電線土木研究所 地域販管チーム
<https://scenic.ceri.jp>

施工試験状況 路肩掘削

31

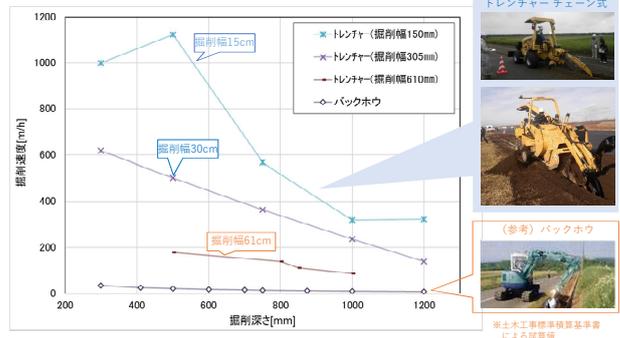


CEERI 専攻土木研究所 地域農機チーム
https://cenic.ceeri.go.jp

設定掘削深と掘削速度の関係

32

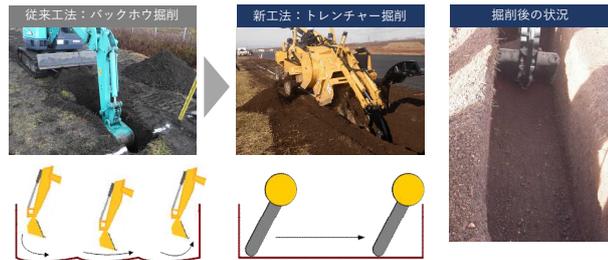
試験施工で、幅60cm・深さ1mまでの掘削能力、速度向上を確認



CEERI 専攻土木研究所 地域農機チーム
https://cenic.ceeri.go.jp

施工試験状況 バックホウ掘削との比較

33



- ▶ 一定の掘削幅と深さで連続的に施工が可能
- ▶ 掘削断面がきれいに仕上がるため、床均しなどの作業が不要になる
- ▶ オペレーターの熟練度に左右されないきれいな仕上がり
- ▶ 旋回などの動作がないため安全性に寄与

CEERI 専攻土木研究所 地域農機チーム
https://cenic.ceeri.go.jp

トレンチャー掘削のポイント

34

- ▶ 諸外国では、ケーブル埋設用掘削機械としては主にトレンチャーが使用されて、非常に速い施工が行われている
- ▶ トレンチャーを用いた路体(未舗装部)で掘削試験を実施
- ▶ トレンチャーはバックホウに比べ大幅に速く、十分な掘削能力がある
- ▶ トレンチャー掘削による掘削断面の平坦性があることを確認
- ▶ トレンチャー掘削幅の拡大により、多様な配管埋設が可能となる
- ▶ トレンチャーの特長を活かすためには、施工箇所や施工条件も含めた検討が必要

CEERI 専攻土木研究所 地域農機チーム
https://cenic.ceeri.go.jp

R3実現場での試行

35

実現場で試行し、効果を検証(今後の報告)



CEERI 専攻土木研究所 地域農機チーム
https://cenic.ceeri.go.jp

地中化で設置される地上機器の景観対策

36

CEERI 専攻土木研究所 地域農機チーム
https://cenic.ceeri.go.jp

従来の電線共同溝のイメージ

・管路敷設は歩道下、地上機器は歩車道境界付近

専攻土木研究所 地域景観チーム
https://scenic.ceri.go.jp

地上機器の景観要素 (横断面の位置)

全国の地中化区間を調査した結果、地上機器は多くが歩車道境界に設置されていた。また、路外設置は約7%あった。

A 歩道幅員が狭く、車道側に設置 ※歩道側の積載部に設置する場合も含む
B 歩道幅員が広く、歩道中央に設置 ※歩道中の積載部に設置する場合も含む
C 路外に設置 ※歩道外に設置されているものを示す

専攻土木研究所 地域景観チーム ▲最も多かった歩車道境界の地上機器 ▲民地側に設置し歩道を広くすっきりとした工夫
出典 国土交通省HP
https://scenic.ceri.go.jp

地上機器の景観要素 (縦断位置：植樹等との通り)

・道路附属物や植樹・植樹帯等との通りを通すことが有効
・視線を遮らず、歩行の妨げともならない。

▲地上機器が歩行や見通しを阻害している例 ▲連続する植樹帯の中に設置され違和感が軽減

専攻土木研究所 地域景観チーム
https://scenic.ceri.go.jp

地上機器の景観要素 (大きさ：高さ、幅)

・地上機器の大きさに地域性有り (北海道：大、北陸：小・分割)
・「高さが低い」と「幅が狭い」ほど「目立たない」「圧迫感が無い」印象

▲複数基に分節のイメージ

専攻土木研究所 地域景観チーム
https://scenic.ceri.go.jp

地上機器景観対策の印象評価実験

・優先的に取り組む対策を把握するため、印象評価実験を実施

<小さな視点>
・配置 (車道側/路外)
・形状 (幅/低い)

隠れるもの多 評価③

<中心市街地>
・配置 (車道側/路外)
・通り (街路樹/植樹帯)
・形状 (幅/低い)
・ラッピング (前面/側面)

評価②

隠れるもの少

専攻土木研究所 地域景観チーム
https://scenic.ceri.go.jp

景観対策方法の違いによる評価結果

・「路外」に設置するのが最も高評価。幅狭、植樹帯内が次点。
・普通の位置は評価低い。ラッピングは更に評価を下げる。

評価が向上した対策

C路外設置 D幅を細くする F植樹帯内

評価が「歩道上」と同等・低下した対策

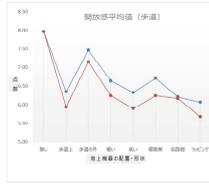
B歩道に設置 E高さを低くする Hラッピング

専攻土木研究所 地域景観チーム
https://scenic.ceri.go.jp

歩道幅の違いによる評価結果

43

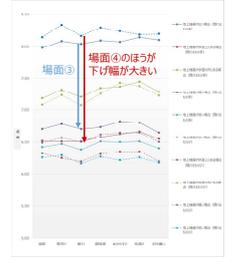
- ・地上機器の配置や形状に関わらず「狭い歩道」のほうが評価を下げる（狭い歩道の場合は歩道幅に占める地上機器の幅の割合が大きい）



隠れる物の多さの違いによる評価結果

44

- ・歩道の上に柱等がないほうが評価が高い（すっきりしている）
- ・地上機器が設置されると大きく評価を下げってしまう（さらされてしまう）



（参考）郊外部の道路の場合

45

- ・路外へ設置は、特に郊外部の道路で効果が高い
- 景観向上効果と共に、安全性／メンテナンス性が向上

- ※景観印象評価（景観／歩きやすさ）が悪い
- ※郊外に行くとき車両速度が上がっている、危険性が増す
- ※サイド除雪などメンテナンスに障害

【従来】



【改善】



→左記の課題を解決

地上機器まとめ

46

- ・地上機器の横断面の配置は「路外に設置」を目指すことが最も効果的である。中でも幅員の狭い歩道や開放的な道路空間において、特に取り組みが必要である。
- ・「路外に設置」が困難で「歩車道間」に設置せざるを得ない場合には、その場合は「植栽帯の中に収める」など、歩行者の通行幅を一定かつ広く確保することが重要である。このほかに歩道幅員が広い場合には、歩道端部への設置も有効となる
- ・上記に併せ、地上機器のサイズを小さくすることが重要である。特に幅を狭めることが効果が高く、高さを抑えることだけではあまり効果が期待できない。
- ・広告等で高光度、高彩度のラッピングなど、他用途で使用する場合、景観を損ねる場合がある。期待する効果を十分検討の上行うものとし、必要最小限で色彩やデザインに十分留意する必要がある。

防災対策としても地中化の推進が必要（事例）

47

参考：令和元年台風15号に起因する停電の影響について

48

- ・千葉県を中心に最大約93万軒で停電。解消まで約16日間要した（9/9～9/24）
- ・高圧送電鉄塔(66kV)：2基倒壊、電柱：1,996本折損・倒壊等



◀千葉県市原市
2019.12.10撮影



◀千葉県君津市
2019.12.11撮影



▲千葉県君津市 2019.12.11撮影

参考：令和3年10月 東川町突風による電柱倒壊

- ・東川町では最大瞬間風速22.6メートルを記録。
- ・町内の電柱8本が倒れ、停電が発生。



CEERI 寒地土木研究所 地域景観チーム
<https://scenic.ceri.go.jp>

出典: NHK NEWS WEB

参考：無電柱化の必要性：防災(スウェーデンの事例)

- ・2005年の**暴風雨**により、約3万kmの電力線が倒壊し、66万世帯に**電気の供給が停止**。地方部では45日間電力が供給されなかった。
- ・一方、**地中化**により電力を供給している事業者の電力供給停止期間は短く、**被害は少なかった**

スウェーデン国内で「郊外部」でも電線地中化の議論が加速



CEERI 寒地土木研究所 地域景観チーム
<https://scenic.ceri.go.jp>

出典 (写真) 左/ Vislanda, 右/ Sveriges Radio

参考：無電柱化の必要性：防災(スウェーデンの事例)

- ・電力ネットワークの総延長53万8千km、地中化32万km（約6割）
- ・低電圧の配電線は、**都市部では早くから地中化が進められていたが、地方部や高圧電線の地中化は進んでいなかった**
- ・浅層化はケーブルから発熱による地表面の環境への影響や、凍結による影響が懸念
- ・**地中化に対するニーズの高まり**や、地中化による効率性（架空式に比べ送電中のロスが低い）等により地中化が進展



CEERI 寒地土木研究所 地域景観チーム
<https://scenic.ceri.go.jp>

出典 (写真) 左/Mining & Construction, 右/NetPort Energiklustur

ご清聴ありがとうございました

(問い合わせ先)
国立研究開発法人土木研究所 寒地土木研究所
〒062-8602 北海道札幌市豊平区平岸1条3丁目1-34
地域景観チーム <http://scenic.ceri.go.jp/>
(TEL) 011-590-4044 (FAX) 011-590-4054

CEERI 寒地土木研究所 地域景観チーム
<https://scenic.ceri.go.jp>