
単線結線図の不具合事例

～付随する電気設備の周辺課題について～

野原産業(株)
事業開発部 盛田直樹

本日の話題

- 自己紹介
- 単線結線図で分かること
- 単線結線図で分からないこと
- 問題を読み解く
- 中長期視点で考える
- 課題解決に向けた方法論
- 本日のまとめ
- 参考例から読み解く

簡単な自己紹介

- 複数社の設備技術者経験
- 特別高圧受電設備の監督経験
- ガスタービン発電設備の電気設備等の監督経験

主な資格

- 技術士(電気電子部門)
 - 第2種電気主任技術者
 - 第一種電気工事士
 - エネルギー管理士
 - iNARTE EMC Engineer
 - テクニカルエンジニア エンベデッドシステム
 - ボイラー技士1級
 - 他...
- 知識・実務もできる電機・電気・電子の専門
- ノイズ・電磁波障害に関する専門
- 組み込みエンジニアとしての能力
- プラントエンジニアとしての能力
(ボイラー取扱作業主任者の経験)

単線結線図からわかること

- 接続されている電気機器類・保安用品とその関係
 - 設備容量・電線の径(図面によっては種類)
 - 保護リレーと種類、保護が**適切**に多重化されているか？
- 各設備の評価に最低限度必要な要件を満足するか？
 - 電気的な容量・大きさ・太さ・電圧
 - 方式・機能の実装方法
- 設計思想、業者の癖
 - 設計者が意識的・無意識的に配慮した結果の蓄積
 - 最も**重要な箇所**だが、多種の設備経験が無ければ解読困難

単線結線図からは見えないもの

- 保護協調が適切であるか？
 - 正しい順序で適切な保護がされるか？
 - 保護は何の目的で設置したか？
- 施工業者の能力はいかほどか？
 - 施工業者が図面どおりに施工する保証は無い
 - 図面に出ない施工技術を担保するものではない
- 保守と整備は適切に実施可能か？
 - 設備の構造に依存する関係性
 - 定期の保守と整備が適切に実施可能かどうかは読み取れない

問題の少ない発電所を確立するためには？

- 運開前
1. 単線結線図で事前に問題の候補を抽出
 2. 図面で保護協調の確認
 3. 図面で詳細を調べ、問題がないことを確認
- 運開後
4. 現地確認で施工状況の確認
 5. 問題の継続的な対策、業者対応の実施
 6. 施工状況から想定される点検整備が正しく行われていることを確認 = **O&Mの内容**

O&Mで行うことを最小限にしなければ収益が上がらない

既に運用を開始されている皆様へ

実際によくある例から問題を読み解く

パワーコンディショナーと変圧器容量の関係性

トランスの容量＝パワーコンディショナーの容量ではないか？

- 本来のあるべき姿
 - トランスの容量 × **0.5~0.7** = パワーコンディショナーの容量
- 技術的背景
 - 変圧器の最大負荷設計温度は周辺温度が25度の時
 - 変圧器の**最高効率**は**40%の負荷近辺**
 - 力率は1.0ではないため、電力(÷√3)÷電圧＝電流 ではない
- 問題のある設計である場合に推定される問題
 - 夏場の過熱による出力制限 (意図的にストリングを切り、出力を下げないと運転ができない)
 - 変圧器の期待寿命低下と絶縁油の早期交換の必要性
 - 定常的な収益性の低下

ケーブルの選定基準

パワーコンディショナの出力＝電線の最大負荷
 になっていないか？

- 本来のあるべき姿
 - 電線に規定された**最大負荷の1.5～2.0倍の安全率**
- 技術的背景
 - 設計温度は周辺温度が25度または40度かつ1条敷設の時
 - 10度上昇で化学的寿命は半分
- 問題のある設計である場合に推定される問題
 - 夏場の電線過負荷・熱収縮による絶縁体損傷
 - 電線の擦れによる損傷の誘発
 - 20年では不要であるはずのケーブル張替えの必要性が発生

ブレーカーの選定基準

ブレーカーの遮断できる電流は？
 ブレーカーの定格電流＝電線の最大負荷
 になっていないか？

- 本来のあるべき姿
 - 事故発生時に遮断ができること
 - 電線の許容最大電流の**1/1.5～1/2.0倍の安全率**
- 技術的背景
 - 設計温度は最大周辺温度が40度の時の定格値
 - 温度上昇により、遮断する電流値が変化
- 問題のある設計である場合に推定される問題
 - 故障時に正しく遮断されない・短期で故障して投入できない

夏場温度が上がると遮断する
 設置目的は故障時の保護

300Vを超える電路の施工について

漏電時に稼動する適切な遮断装置

が取り付けられているか？

- 本来のあるべき姿
 - 対地電圧が150Vをこえる場合は一部を除き設置が必要
労働安全衛生規則 第五章 第三百三十三条
 - 使用電圧が300Vを超える低圧の電路への設置義務
電技解釈第36条第2項
- 法的背景
 - 漏電時の死傷事故の削減目的
- 問題のある設計である場合に推定される問題
 - 電気事業法 違反
 - 労働安全衛生規則 違反

➡ 法令NGが問題化すれば、
認定取消

太陽光発電所ならではの特例措置

地絡遮断器を取り付けなくても良いと認められる場面

機械器具を太陽電池モジュールに接続する直流電路に
 施設し、かつ、次に適合する場合

- ① 直流電路は、非接地であること。
- ② 直流電路に接続する逆変換装置の交流側に絶縁変圧器を施設すること
- ③ 直流電路の対地電圧は、**450V以下**であること。

つまり、非接地であることの保障(点検・整備)と、

1線地絡時の早急な対策が必須

漏電の検出と保護装置について

漏電検出器＋保護装置の搭載が必須である要件

- 本来のあるべき姿
 - DC450Vを超える場合はJIS C 60364に準じた機器の搭載
 - 高圧＝DC750Vを超える場合は専用品
- 省令第4条、電技解釈第272条他
- 法的背景
 - 電気火災、漏電事故、波及事故などの削減目的
 - 問題のある設計である場合に推定される問題
 - 電気事業法 違反
 - 電気設備技術基準 違反
- 法令NGが問題化すれば、
認定取消

DC750Vを超える電路(高圧)の施工について

高圧電気工事が正しく施工されているか？

- 本来のあるべき姿
 - 高圧電気の配線は、低圧のものとは異なり**専用設計**

省令第4条、第5条第2項、第6条、第21条、第57条第1項、他

 - 厳しい条件の下に設計された**専用の敷設設備**が必要
- 省令第9条第1項、第12条第1項、他
- JIS C 3667
- 法的背景
 - 電気火災、漏電事故、波及事故などの削減目的
 - 問題のある設計である場合に推定される問題
 - 電気事業法 違反
 - 電気設備技術基準 違反
 - 内線規程 違反
- 法令NGが問題化すれば、
認定取消

接地線・保護が正しく実装されているか？

- 本来のあるべき姿
 - 接地線の太さは、**故障時の電流に耐えうる**ものか？
 - 接地線の太さは法的な規制にも対応できるものか？
 - 図面どおりに**正しく施工**されているのか？
 - 法的背景
 - 電気設備の技術基準の解釈 第17条、第19条、第24条他
 - 問題のある設計である場合に推定される問題
 - 電気事業法 違反
 - 故障時の保護が動作しない
 - 電気火災・感電事故の誘発
- ▶ **法令NGが問題化すれば、
認定取消**

施工現場状態も確認しましょう

- 図面どおりの**適切な太さの接地線**であるか？
 - A種接地が5.5mm²(技術基準)に満たない電線径もありました
- 敷設した電線管に**水抜きが施工**されているか？
 - 水が抜けないと、ケーブルの劣化が促進(水トリーの進行)
- 絶縁防水パテ(ネオシール)の施工が適切か？
 - 小動物対策、可能な限りの防水対策が万全か？
- 敷設された**電線に伸縮の余裕**があるか？
 - ケーブルはかなり伸縮します
- 電線近傍に**鋭利な突起・構造部が無い**こと
 - ケーブル伸縮時に絶縁部が剥がれ、地絡をした例があります

ネオシールは正しい施工ですか？

OKの例 **雨の向き** **NGの例**



ケーブルは劣化が飛躍的に促進される水分を極端に嫌います
上向の開口を避けなければなりません

単線結線図の有効利用のまとめ

1. 単線結線図で設計業者の癖を知る
2. 実際の施工確認で施工業者の癖を知る
3. 癖を知った上で、総合的な判断を行う



危険箇所の抽出と改善優先順位の策定を行う

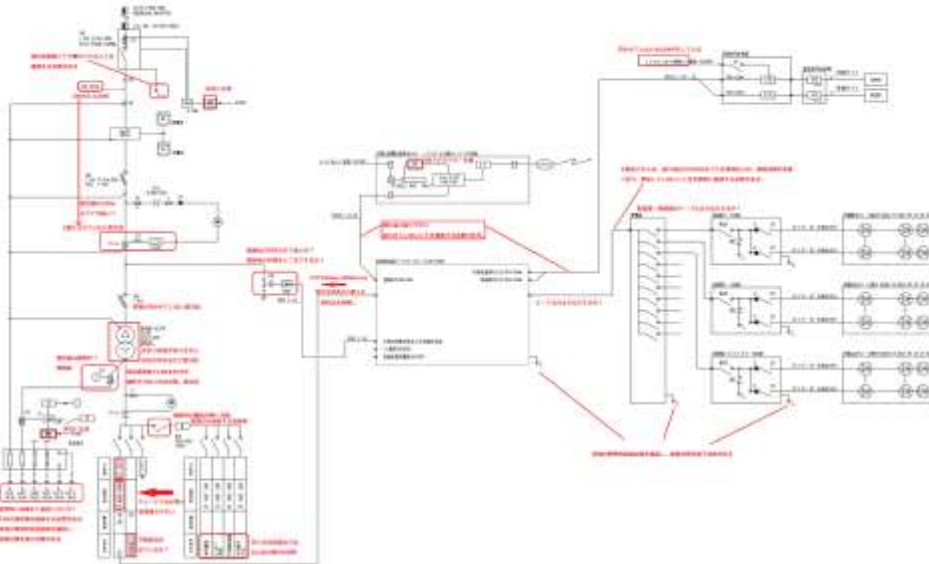


適切な予防保全と、不要な過剰投資を抑えながら、正しい運用へ...

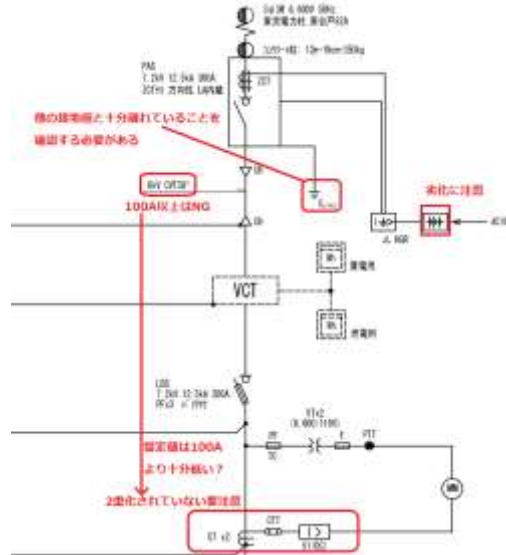
もし、確実な収益を望むのであれば、**経験の豊富な業者**を選びましょう

実際の単線結線図から、 どこに着目するか？を見てゆく

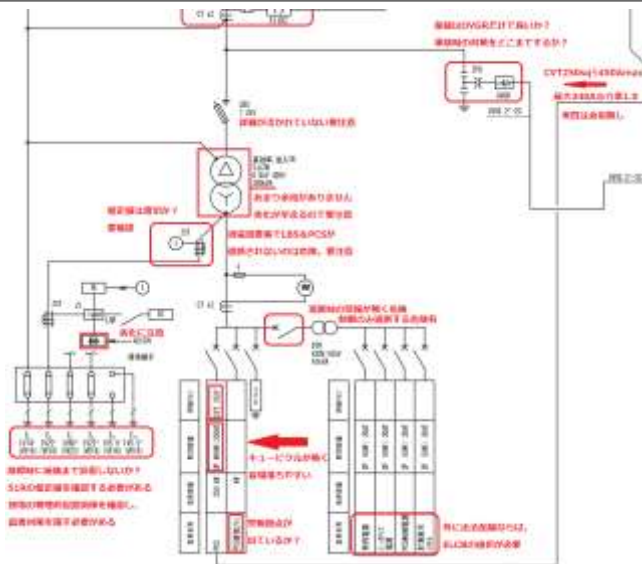
このような例を用意



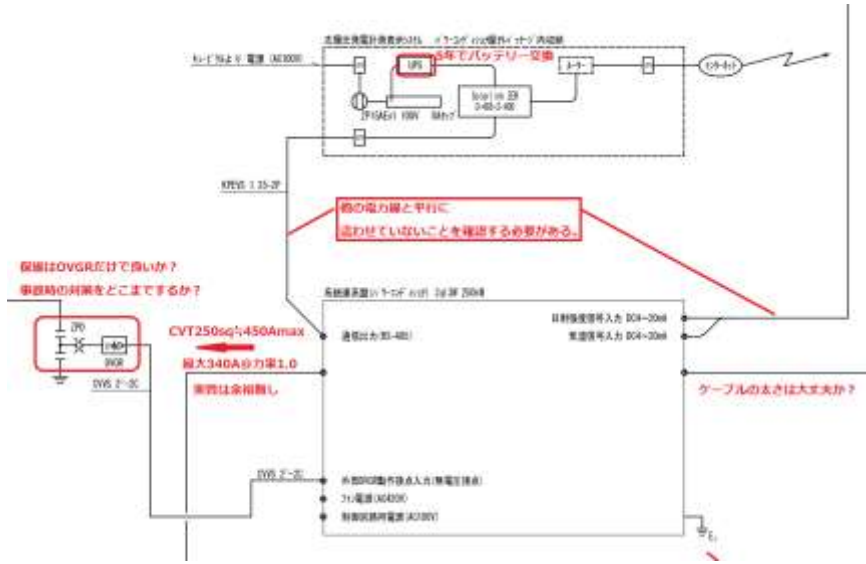
責任分界点近辺



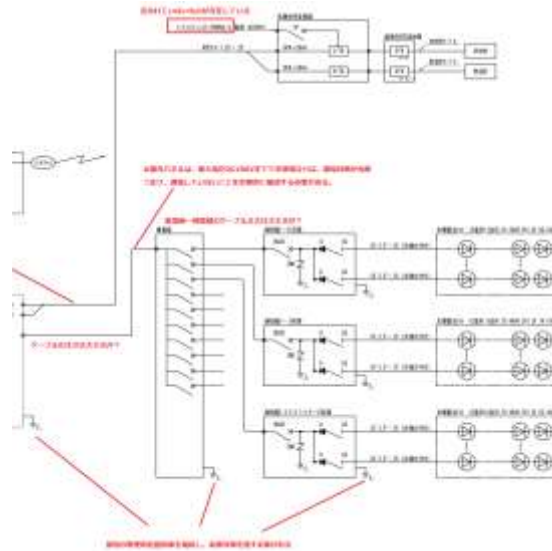
変圧器～低圧遮断器周辺



PCS周辺



パネル・気象変換装置近傍



実際に記載されていないことにも気を配る

- 雷害対策が実施されていない問題は？
 - 1次側(高圧側)にLA(避雷器)がない
 - 2次側(低圧側)の直流線に避雷器がない

適切な保護をしないと、
近くの雷が鳴っただけでも(誘導雷)でも壊れる

- 接地線の太さの計算根拠は？
 - A種の故障電流の根拠は？
 - B種の故障電流の根拠は？

送電業者のインピーダンスマップを入手して検討したか？

今ある資料から、未来を読み解く

- 簡単に見ただけで、この多さ
 - 現地・実地調査では、より問題が浮き上がります
(この例はあくまでも優良物件側です)
- 20年買取≠20年持てばいい
 - 自家消費(ピークカット用)という選択肢もあります
- 資料は有効活用しましょう
 - ただ持っているだけでは勿体無い

他にも課題と明確化すべき話題は山積み

- 高調波規制に適合するか？
→JIS C 61000-3-2、61000-6-3、-4、TS C 0058他
- ノイズ対策はできているか？
→CISPR11、IEC 62920などへの準拠
- 接地極の位置関係は？
- 保護協調は？保護設備のメンテナンス周期は？
- 設備の中長期メンテナンス計画は？
- 計量法に準拠していない監視装置の運用方法は？
- 帳簿の保存方法は？
- 教育の実施と記録は？

分からないところは各々の専門化へ

電気屋≠電気に関する全知全能

全てを知っている訳ではありません

発電設備、電気工事施工、保守業務、
メンテナンス計画、電磁波障害対策

これら全てが別々の技術分野です

お疲れ様でした

太陽光発電は、期待寿命20年以上の
エネルギー発電プラント(工場)です
このお話を通じて、少しでも電気設備に
気を配っていただければと思います

困ったときのご相談はこちらへ

野原産業株式会社 事業開発部

電話:03-3357-7761

FAX:03-3357-2568

E-mail:ssg20@nohara-inc.co.jp

web : <http://pv-om.nohara-inc.co.jp/>

土木・造成・緑化・動物・電気など、
何か困ったらお気軽にご相談ください