

報告

リージョナルステート研究委員会 平成 30 年度第 3 回研修会の報告

ブラックアウトを経験して、災害時に威力を発揮した独立分散電源

～地中熱利用と ZEB(ネット・ゼロ・エネルギービル)の可能性について～

滝澤 嘉史

1. はじめに

リージョナルステート研究委員会は、北海道に豊富に存在する自然エネルギーを有効活用して、地域内で必要なエネルギーを地域内で創出して使用するエネルギーの地産地消を前提とした資源循環型の地域社会を北海道に構築し、同時に地域に雇用を創出することで、豊かな北海道を実現することを目的に活動しています。また、この実現へ向けて我々ができること、技術士の役割を日々検討して、活動目的に向き合っています。

昨年、9月6日未明に発生した北海道胆振東部地震では、道内への電力供給の柱であった苫東厚真火力発電所がダウンし、北海道全域が全停電するブラックアウトに見舞われました。本研修会では、この経験を踏まえて、自然災害に強い独立分散エネルギーの有効性について考えることとしました。講師には、札幌市内に地中熱利用システムを有効活用したネット・ゼロ・エネルギービル(以下 ZEB という。写真-1 参照)の本社ビルを所有する株式会社アリガプランニングの伊藤様と鈴木様をお迎えしました(写真-2 参照)。



写真-1 平成 30 年 3 月に竣工した本社ビル

開催日は平成 31 年 2 月 1 日(金)、18:00～20:00 の日程で札幌エルプラザの環境研修室 1・2 で開催しました。参加者は 24 名です。以下に開催報告をさせていただきます。



写真-2 講師の伊藤様(左)と鈴木様(右)

2. 災害時に威力を発揮した地中熱利用システムを採用した ZEB

道内の大多数の企業が業務停止を余儀なくされていた胆振東部地震が発生した当日、札幌市中央区に位置する株式会社アリガプランニングの本社ビルでは、太陽光発電設備と蓄電設備を用いて携帯電話の充電やパソコン等の電気製品を利用していました。注目すべきは、本社ビルには非常用電源が備えられていないことです。

ZEB は、省エネルギーと創エネルギーにより建物内の年間一次消費エネルギーを基準値より削減したビルのことです。認定基準は 3 段階あり、50%以上の省エネを実現した ZEB Ready、75%以上の Nearly ZEB、そして 100%以上の省エネを実現した「ZEB」です。2019 年 1 月現在までに全国で 11 棟のビルが ZEB 認定を取得しています。本社ビルは全国で 5 番目に認定を受け、道内では唯一「ZEB」

の認定を取得しています。

本社ビルでは、エネルギー負荷を抑制するため、壁材をウレタン吹付 (A 種 2H、厚 125mm) で高断熱化し、窓ガラスに真空トリプル Low-E 複層ガラス (U 値 : $0.68\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{E}$ 、日射取得率 : 50%) を採用しています。照明は LED 照明とし、人感センサー、明るさセンサー及びタイムスケジュール設定により電力消費を抑えています。さらにグランデーションブラインドを使用して自然光を有効に取り入れる取組みを行っています。

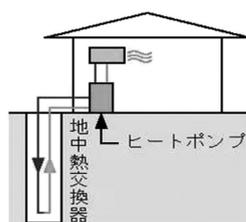
再生可能エネルギーの利用した創エネとして、屋上、南側壁面、西側壁面に合計 176 枚の太陽光パネルを設置し、総出力 50.88kW で年間エネルギー削減量 367.36GJ を見込んでいます。余剰電力は動力系統用 20kWh、電灯系統用 11.2kWh の蓄電池に蓄電しています。

これらに加えて、空調に地中熱利用システムを採用しています。地中熱は、我々のすぐ足元にあり、ほぼ無尽蔵に採取できる自然エネルギーです。夏に気温が 30°C を超えたとしても、冬に氷点下 20°C 以下になったとしても地中の温度は、一年中ほぼ 10°C で安定しています。これを利用するため、地下 100m ボアホールを掘削、採熱管を挿入し地中から熱を回収、放熱します。

本社ビルでは、クローズドループ方式と井水を利用するオープンループの 2 つの方式を導入しています (図-1 参照)。これは 2 つのシステムを比較しながら運用の検証をするためです。これらをヒートポンプの熱源とし、建物内の冷暖房を行っています。地中熱利用システムとしてボアホール ($\phi 25\text{mm} \times 100\text{m}$) 6 本、井水熱源システムとして揚水井 ($100\text{A} \times 50\text{m}$) 1 本と還元井 ($150\text{A} \times 50\text{m}$) 2 本を設置しています。ヒートポンプの能力は冷房で 34.3kW、暖房で 33.5kW です。使用した実績から 7 月頃はヒートポンプを運転せず、地中熱をそのまま利用するフリークーリング運転をすることで中間期の空調をまかないました。当初設計では省エネルギー計算上反映されない、このような運転方法で更なる省エネ効果を得られたとのこと。

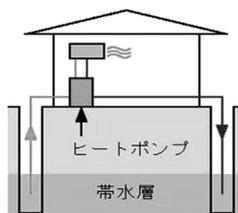
換気システムは、全熱交換器 (熱交換率 : 70 ~

クローズドループ方式



地中熱交換器に、不凍液を循環させ、ヒートポンプで熱交換
→地中から、熱だけを探ってくる

オープンループ方式



井戸から揚水した地下水を、ヒートポンプで熱交換
→実際に水を汲み上げ、熱を探る

図-1 地中熱利用システムの熱利用方式の概要
地中熱利用促進協会ホームページ「地中熱利用形態」より

77%) と空調機を使用しています。

設備システムの効率化は、エネルギー見える化システムで建物全体のエネルギー利用状況を把握して運用の最適化を図ることを行うとともに、BEMS (ビルエネルギーマネジメントシステム) で設備毎の運転管理とエネルギー管理を行って効率的に設備を稼働させることで実施しています。

以上により、本社ビルの一次エネルギー削減量を創エネ含まず 56%、創エネを含めて 106% としています (ZEB の認定基準値 : 創エネ含まず 50% 以上かつ創エネ含む 100% 以上、図-2 参照)。

ZEB 認定後は、取得時の省エネ化率の維持と更なる省エネ化へ向けた改善が求められます。

社屋の新設や既存社屋の更新を行う場合は、積雪寒冷地という地域特性に熟知した ZEB プランナーへ相談して「ZEB」、Nearly ZEB、ZEB Ready を検

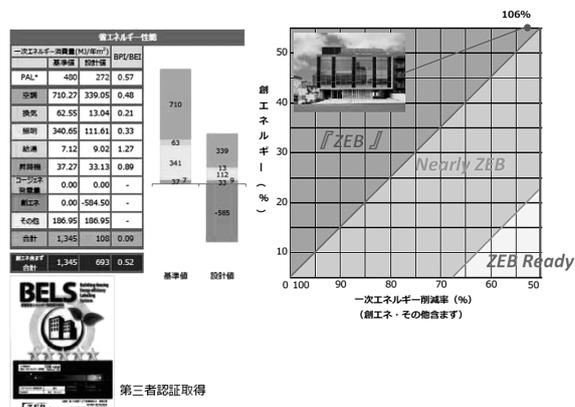


図-2 本社ビルの ZEB 認定の概要図

討することが重要と考えられます。イニシャルコストは高機能断熱材やガラス、BEMS等は通常の設備導入と比較すると割高になりますが、建物の省エネルギー効果によりランニングコストを抑えることができ、自然エネルギーを部分的に使用して省エネ化するよりも導入しやすいと考えています。

3. 地中熱利用システムを採用した積雪寒冷地型 ZEB の実現

ZEB は、2017 年 4 月以降、延床面積 2,000m² 以上の新築非住宅建築物は省エネルギー基準の適合義務化が始まり、省エネルギー基準に適合した建築物よりさらに一歩進んだ環境建築の一つとして注目されています。2018 年 7 月の閣議決定の第 5 次エネルギー基本計画の中で「非住宅建築物については 2020 年までに国を含めた新築公共建築物等で 2030 年までに新築建築物の平均で ZEB を実現することを目指す。」と記されています。

株式会社アリガプランニングは、地中熱利用システム、融雪システム、地中熱交換井工事を手がける株式会社有我工業所のグループ会社 (ARIGA グループ) です。株式会社有我工業所は、井戸・掘削工事業者として 1960 年に上富良野町で創業しました。土木工事、水道設備工事、冷暖房給湯衛生工事等へ事業を拡大し、これまでのノウハウを活かして 2001 年より地中熱利用に関する調査・研究に着手して株式会社アリガプランニングを設立しました。2017 年に ZEB プランナー登録を行い、2018 年に自社技術の粋を結集して ZEB の自社ビルを建設しました。地中熱利用システムの設計・施工に加えて、新設・建替えを検討している建築物等に対して、ZEB プランナーとしてビルの省エネ化等のアドバイスを行っています。

地中熱利用ヒートポンプは、冷暖房・給湯に使用する熱エネルギーの 75% を地中熱エネルギー、残り 25% を太陽光発電等の自然エネルギーで得た電気エネルギーで賄います。投入する電気エネルギーを 1 とすると、4 倍の電力に相当するエネルギーが得られるということになります。化石燃料は一切使用せず、必要最小限の電力を使用して、年間を通じ

て安定した冷暖房・給湯エネルギーが得られるクリーンなシステムです。

以上より、地中熱利用システムは、冬期間に暖房の熱源として化石燃料を大量消費する積雪寒冷地において、早急に普及しなければならない技術の一つであると言えることができると考えます。

4. パッシブエネルギー 100% ヒートパイプ融雪システム

また、冬期間の積雪寒冷地では、暖房の熱源の他に除排雪の課題を抱えていますが、暖房と同様に融雪にも地中熱を利用することができます。

ヒートパイプ融雪システムは、ボアホールを削孔し (削孔深さ 20m 程度、70cm 程度の間隔)、4 インチ程度の SGP 管でケーシングを行った内部にヒートパイプを設置して、地中より回収した熱エネルギーを融雪に利用するものです (図-3、写真-3 参照)。

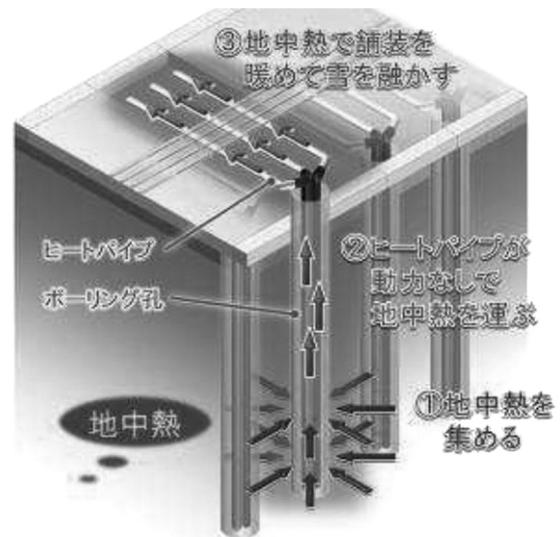


図-3 ヒートパイプ融雪システムの概要図



2018年11月23日 早朝

2018年11月22日 夜

写真-3 本社ビル駐車場の融雪状況

全ての熱源を地中熱で賄うため、CO₂の排出がなく、ランニングコストが0であり、高温を発生しないため舗装コンクリートの劣化が遅く、ボイラー等の燃焼音がないことや降雪時のスイッチのON、OFFが不要、機械機器が不要なため設置スペースを必要としない等のメリットがあります。ただし、高温を発生しないため、大雪時は融雪に時間を要することとなります。

5. 地中熱利用システムの普及状況

株式会社有我工業所では、釧路北部消防事務組合 弟子屈消防署、マテック発寒店、南富良野小学校、幾寅保育園、当別町道の駅等の冷暖房として地中熱空調システムを数多く設置した実績を有しています。また、地中熱ヒートポンプ融雪システムも道内で広く採用されており、同社では、上富良野町の旭川信用金庫の駐車場、札幌もなみふれあいパークの駐車場、コープさっぽろ(倶知安店、小樽南店)の駐車場、北海道神宮の駐車場、江別駅前広場の歩道等に設置した施工実績を有しています。

国内では、2015年までにクローズドループ方式で1,946件、オープンループ方式で270件、併用方式で14件の地中熱ヒートポンプシステムが設置され、2013年時点での設備容量は85MWtとなっています。海外では日本に比べて地中熱利用ヒートポンプ普及が進んでいます。日本と同程度の面積のドイツや、面積の小さいスイス等でも日本の10倍

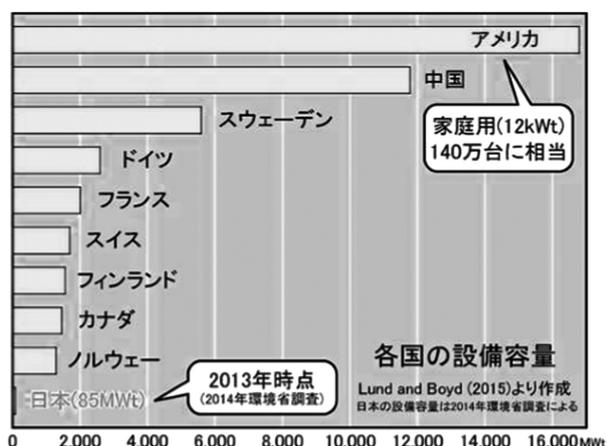


図-4 地中熱利用ヒートポンプ設備容量(海外との比較) 環境省「地中熱利用にあたってのガイドライン改訂増補版」より

以上の設備容量が導入されています(図-4 参照)。中国では、大型商業施設等に地中熱利用ヒートポンプシステムを大規模に導入し、施設内で使用する冷暖房を賄っているとのこと。

6. おわりに

今回経験したブラックアウトでは、道内の社会インフラの脆弱性が露呈されたこととなりました。土木技術者をはじめとする社会資本整備や維持管理の社会的役割を担う道内の全ての技術者にとって非常に耐え難い事態であったものと感じています。再びこのような事態とならないように、本研修会が一步先を行く社会資本ストックを構築し、マネジメントするためのヒントになれば幸いです。

FIT や東日本大震災後の再生可能エネルギーの普及拡大により、太陽光発電等が広く設置されていたので、停電が生じてもある程度の期間は緊急用電源として機能するものと考えていました。しかし、送電線に接続されているメガソーラーは使えず、蓄電設備を備えていない家庭用太陽光発電は夜間使えないということがはっきりしました。売電を主目的とした電源は、災害時の独立分散電源として機能しないことがわかりました。「この状況で、厳冬期の同じ時間帯に同規模の地震が起きていたら」暖房が使えないことで2次災害が拡大し、積雪が救急救命活動に支障をきたし死者が生じ、物流が停滞、緊急物資の輸送や復旧活動にも大きな影響を与え、これらに伴って避難生活の長期化が予想されます。

本研究委員会では、自然エネルギーを主体とした生活へ転換するには、冬期の暖房の熱源確保が生命に係る重要な課題と認識していました。自然エネルギー由来の暖房が確保できれば、冬期災害の強力な味方にもなるはずで、その解決策の一つに地中熱エネルギーがあると考えています。

滝澤 嘉史 (たきざわ よしふみ)

技術士(建設/総合技術監理部門)

リージョナルステート研究委員会 代表
水素・循環システム研究分科会 座長
伊藤組土建株式会社

