

事業名： 産官学による厳寒期における移動式仮設住宅の日常的整備に基づく性能評価に関する研究

事業報告：

■ 研究のねらい

近年、我が国では地震や水害、台風など自然災害における甚大な被害が繰り返されている。また、こうした災害時における大規模停電などは、社会的影響が大きい。昨今では、地元住民のみならず、観光で訪問中のインバウンド客などが被災することなどもあり、自治体などは幅広い災害対応が求められているところである。過去、本学が主催する国際フォーラムで CIF やオープンサイエンスパークにおいても、こうした災害時対応をテーマ積極的に取り上げ、千歳市など自治体の対応について市民らと知見の共有を図ってきた。CIF20 の SNC セッションにおいて、本学と同じく、千歳市に拠点を置くアーキビジョン 21 社が、同社の移動式ハウス「スマートモデュール」を用いて、北海道胆振東部地震はもとより、日本全国各地の被災地に迅速に対応できる仮設住宅支援を行い、成果を挙げていることが示された。

本事業は、こうした本学の取り組みなどを踏まえ、千歳市総務部危機管理課を含む産官学による災害時対応に関する取り組みであった。本研究を通じて、厳寒期における移動式仮設住宅の性能評価と、災害対策を意識した準備に基づく移動式仮設住宅の利用に関する情報の収集を行った。厳寒期における同種製品の災害時使用における性能評価は例がなく、地元大学である本学が産官学で行う研究として意義深いものがあった。

■ 厳寒期における移動式仮設住宅の体感実験

スマートモデュールは1月14日にアーキビジョン 21 社工場のある千歳市向陽台からトレーラで本学の研究・実験棟に搬送した。トレーラへの積み込みから設置まではおおよそ二時間ほどを要した。

今回の実験では、千歳市総務部危機管理課や千歳市防災学習交流センターの協力や見学（令和2年1月24日）などを通じて、厳冬期における避難を想定した備品を検討・準備し、移動式仮設住宅内で使用した。一例を挙げると、電源には、先の震災後比較的手軽に入手できるようになった市販の家庭用リチウムイオンポータブル蓄電池と太陽光発電を電源として購入し使用した。これは、防災意識のある一般的な市民が準備できる環境であると判断したことによる。太陽光パネルと蓄電池の性能評価は本学の吉田特任教授が担当した。太陽光パネルは快晴時に太陽光に直面した状態で、概ね 100W に近い発電量を示した。この状態で蓄電池に蓄電すると、概ね二日間ほどで満充電できることになるが、実際に運用することを考えると、蓄電池を二個ほど用意した方が無難であると考えた。また、蓄電池は保護回路が設定されているのか、太陽光パネルの発電量がピーク近くになると蓄電がカットされるケースが見られた。

防寒対策として、低消費電力のパネルヒーターと市販品のアルミ保護シートを準備した。しかし、今回の実験でも得られた最も重要な知見の一つは、厳寒期においては、屋内の空間温度を上げるためには多くの電力が必要であり、防災学習交流センターで教えられたように、むしろ命を守るためには、抹消温度を保つことが重要であることを実感した。特に、今回はトレーラー荷台に乗った状態のため、床温

度が下がることがわかった。そこで、簡易的なスリッパを準備しウレタンを敷くなどを試みた。赤外線温度計を用いて、ウレタンとフローリングの温度差を計測するとその差は僅かに2度ほどで実際の温度は3度未満であったが、比熱の違いにより体感的には抹消である足下が随分と暖かく感じた。

移動式仮設住宅の利用状況などはクラウドにアップする防犯カメラを設置して記録を残した。移動式仮設住宅を実際に使用するために、内部には机などを設置した。実験監視用にWi-Fi対応の監視カメラを設置し、利用状況の記録と併用する。このように、本実験を実施するためには、胆振東部地震のブラックアウト時における知見を活かすことが重要であり、この点は千歳市総務部危機管理課の助言を参考にして実験を行った。

他に、段ボールベッドや空気ベッドを購入した。段ボールベッドは、千歳市防災学習交流センターでも紹介され、メディアなどでも取り上げられる機会も増えてきた。実際に購入してみると、価格は空気ベッドのほうが安価であり、軽量であることがわかった。空気ベッドは手押しポンプ式の空気入れも購入したが、合計してもダンボールベッドより安価であった。空気ベッドは風船と同様、ものに引っかかり破損することが予想される。

この冬一番の寒さを記録した2月8日から9日朝にかけての状況を観察する。2月8日、日中は太陽が出るなど、比較的気温が上がった。最高気温は屋外が2月8日13時52分時点で5度を記録。この時点でのスマートモジュールの室温は14.4度にもものぼる。室温はその後も上がり続け、14時7分に最高温度15.3度を記録し、これを14時12分まで維持している。その後外気温は低下を続け、0度に達したのは最高気温記録から僅か1時間に満たない14時42分であった。この時点での室温は13.2度だった。

室温が氷点下になったのは、2月9日午前0時13分のこと。つまり、スマートモジュールは、外気温が氷点下になってから概ね10時間はプラスの室温を維持したことになる。外気温は2月9日午前5時34分に最低気温である、氷点下20.5度を記録した。この時の室温は氷点下5.1度と外気温より15度あまり高い温度であった。その後も室温は低下し続け、室内の最低気温は午前7時31分に氷点下6.6度を記録した。

以上を総合的に判断すると、スマートモジュールは蓄熱効果が高いことがわかる。一方で、厳寒期の最低気温時において暖房がない場合、スマートモジュール内の温度は氷点下6度ぐらいまで低下することもわかった。これは、防寒対策を持たない人間にとっては生存が困難な状況であると想像される（未確認）。これをどのように判断するのが難しいところである。

例えば、スマートモジュールを被災地に設置した当初は電気などが通じていても、その後何がしかの原因で停電などが発生し、暖房が行き渡らなくなる状態が想定できる。あるいは、当初から電気がない状況がわかっていた場合は、スマートモジュールを配置しない、という判断も考えられる。しかし、その際に、吹雪や寒波の襲来などの天候の悪化が予測できる場合であればどうだろうか。今回の実験で2月3日に以下の記録がある。

2月3日は、夕べから一日中氷点下の真冬日となった。その結果、室内も一日中氷点下の厳しい1日となった。最高気温は午後3時15分の時点で氷点下1.7度。その後低下し始め、午後9時時点で氷点下2.4度である。ただし、外気温は氷点下4.2度だが体感温度は氷点下12度である。

このように、厳寒期の寒冷地では体感気温が実気温より8度も低い状況が起こりうるということがわかった。スマートモジュールはこれを防ぐことができる。

今回の実験から、寒冷地の厳寒期においては、被災後スマートモジュールを速やかに派遣するが、収容者に対しては氷点下6度ほどの室温になることを示した上で、使用してもらい、かつ、氷点下6度の中で数日間耐えられるような装備、ソナエールでの議論で学んだように、特に末梢を保温するようなも

の提供・付属させておくことが前提である。

このように、真冬の状況下における災害時を想定した今回の実験から多くの課題や知見を見出すことができた。今後、協力会社、団体と共に、こうした知見を市民と共有する機会を検討したい。

今回は、北海道内で小型 EV 車の開発や販売を手がける光源舎より EV 車を借用し蓄電池として実験に利用した。他に、パネルヒーターをジェイベック株式会社より借用するなど、多くの企業の賛同を得て実験を行うことができたことに謝辞を表す。