

者が居ないために、暖房熱に伴う屋根雪の融雪・落雪が期待できず、また雪下ろしなどの継続的な管理が行われない場合があることから、屋根雪の荷重による建物の構造劣化が急速に進行し、損傷や倒壊といった危険性が高まるといった懸念が生じている。

表 1. 下川町の気象条件

年平均気温	2月平均最低気温	年平均風速	累積降雪量	平均最大積雪量
5.1℃	-16.6℃	2.5m/s	925cm	約120cm

こうした背景から、空き家における積雪リスクを所有者に知らせ、適正管理等を促すことが必要となるが、こうしたリスクは数値化されておらず、また積雪量等、地域性によって異なる要素が含まれることから、具体的な危険性を把握する方法に乏しいのが現状である。

そこで、本事業では空き家における積雪荷重の及ぼすリスクを簡易な方法で評価する手法（プログラム）を開発し、これをわかりやすいアウトプットで「見える化」することによって所有者へ適正管理等を働きかける（コーディネートする）取り組みを実施した。リスク評価にあたっては、簡易な操作でリスクを「見える化」できるソフトウェアを製作し、これをリアルタイムに操作しながらコミュニケーションを取ることによって、雪下ろしなどの対策で期待される効果を実感させることで、効果的なコーディネートを展開した。

この取り組みは、積雪寒冷地域において共通の課題となっている積雪による空き家の構造劣化を抑え、今後の空き家の活用を促進していく上で重要であり、こうしたリスクを見える化した上で所有者へ働きかけを行う試みはこれまでに例がないことから、他地域への高い波及性や先導性が期待されると同時に、空き家の管理が促進されることによって、地域の除排雪事業者の利用促進や建物改修の検討のきっかけが生まれ、地域への経済波及効果も期待される。

（2）事業手順

本事業を実施するに当たって、以下の手順にて取り組みを行った。

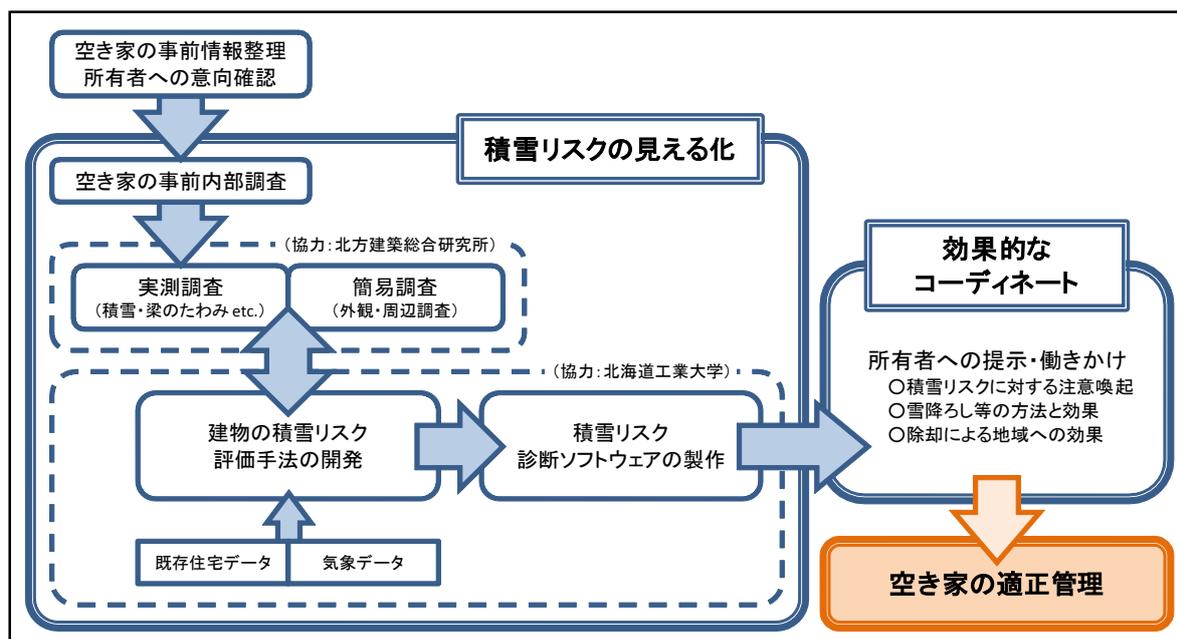


図 2. 事業手順フロー図

(3) 事業内容

1) 空き家調査に関する事前調査

下川町内の空き家に関する情報整理については、平成23年度に実施した資料がある。このデータは町内の空き家の建物所在地の整理と建物の状態を外観から判別し、居住可～居住不可（廃屋）までの5段階で整理したものである。本調査ではまず、このデータを元に、空き家の状況等を修正・再整理し、除却された物件や新たに空き家となった物件、売却された物件等を追加する作業を行った。さらに、空き家の活用意向などを確認するため、所有者に関する情報を整理し、所有者連絡先の明らかな空き家については電話や面会などの方法で建物の活用意向についての確認を行い、この結果から建物の活用状況を整理した。次の表に、これらの整理結果および、空き家の分布の例をマップで示す。

表2. 事前調査結果

昨年度把握分 89 件 + 新規把握分 20 件 = 町内空き家（事業時把握分）109 件					
空き家			除却済	使用中	売却済
調査 実施可	調査 実施不可	連絡不通			
18 件	48 件	23 件	8 件	9 件	3 件

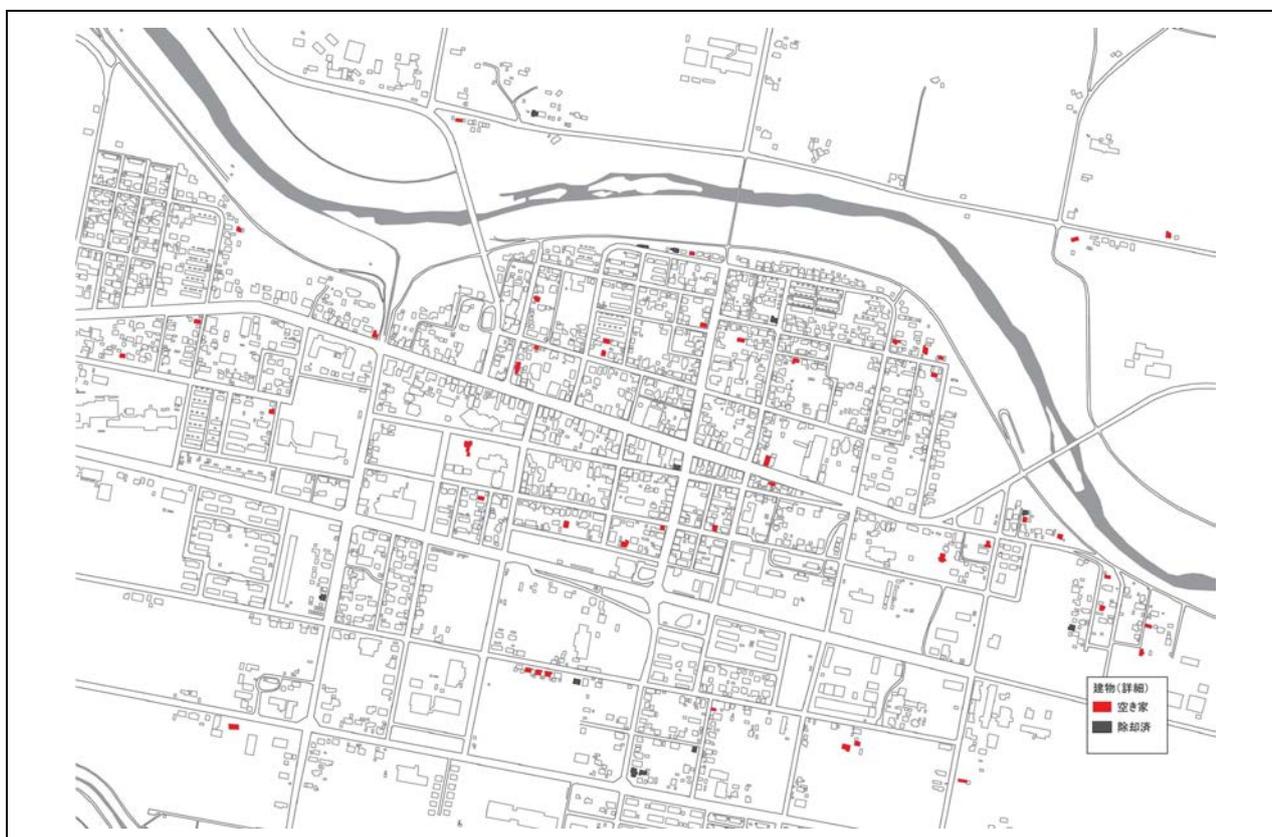


図3. 空き家マップの例（図は下川町中心市街地付近）

意向の確認の段階で、所有者から本事業への協力を得られた物件については、後述の実測調査等を実施する対象とする物件を選定するための内部調査の実施についての日程調整などを行い、これを実施した。内部調査は建物の内部検査業を行なっている事業者へ依頼し、調査にあたっては職員が同行して確認を行った。内部調査で確認を行ったのは、建物の構造や傾き、部材の劣化状況、断熱材の有無等の建物の状況を総合的に判断するための項目である。

内部調査を実施した物件については、下記の通りである。なお、空き家コードとは、下川町内の空き家を整理する際に与えた空き家のコードである。また、一部の建物は昨年度までに外観による分類がされている。(居住可～廃屋(居住不可)までの5段階。)

表 3. 内部調査を実施した空き家一覧

空き家コード	内部調査実施	外観評価	空き家コード	内部調査実施	外観評価	空き家コード	内部調査実施	外観評価
01-05	11月9日	-	01-06	11月9日	-	01-07	12月15日	-
								
空き家コード	内部調査実施	外観評価	空き家コード	内部調査実施	外観評価	空き家コード	内部調査実施	外観評価
02-25	12月15日	居住可	02-26	11月9日	要改修	02-27	11月9日	要改修
								
空き家コード	内部調査実施	外観評価	空き家コード	内部調査実施	外観評価	空き家コード	内部調査実施	外観評価
02-31	11月22日	-	02-32	11月22日	-	02-37	12月3日	-
								

空き家コード	内部調査実施	外観評価	空き家コード	内部調査実施	外観評価	空き家コード	内部調査実施	外観評価
02-38	12月3日	-	02-39	12月15日	-	06-03	12月3日	廃屋
								

空き家コード	内部調査実施	外観評価	空き家コード	内部調査実施	外観評価	空き家コード	内部調査実施	外観評価
08-04	11月22日	-	08-08	12月15日	-	12-02	11月22日	廃屋
								

空き家コード	内部調査実施	外観評価	空き家コード	内部調査実施	外観評価	空き家コード	内部調査実施	外観評価
16-01	12月3日	-	16-02	12月14日	-	16-03	12月14日	-
								

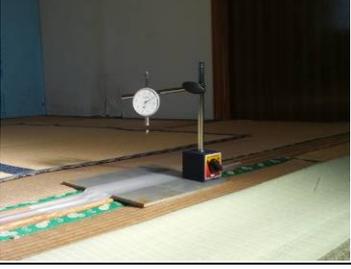
写真. 内部調査の様子



2) 空き家の実測調査・簡易調査

内部調査の結果をふまえて所有者との協議を行い、空き家の実測調査を実施する建物を選定した。これらの建物には梁のたわみを測定する計測機器（ダイヤルゲージ）および一定間隔で継続的にゲージの目盛を撮影するためのインターバルカメラを設置した。また、実際の積雪重量を確認するため、地上積雪および屋根雪の回収を行った。以下に実測調査を実施した建物を示す。

表 4. 実測調査の対象物件

空き家コード	ゲージ設置日	機器設置状況	備考
01-05	11月9日 1台設置		木造2階建、4寸勾配 12/18 地上積雪サンプル採取 1/15 屋根雪・地上積雪サンプル採取
01-07	12月18日 1台設置		木造平屋建、3寸5分（マンサード屋根） 12/18 地上積雪サンプル採取
02-27	11月9日 1台設置		木造2階建、5寸勾配 12/18 屋根雪・地上積雪サンプル採取 1/26-29 屋根雪除雪の実施
02-31	12月18日 1台設置		木造2階建、3寸5分勾配 12/18 地上積雪サンプル採取 1/15 屋根雪・地上積雪サンプル採取
02-32	11月28日 1台設置		木造平屋建（小屋裏2階）、5寸勾配 12/18 屋根雪・地上積雪サンプル採取 1/25 屋根雪除雪の実施

06-03	12月18日 1台設置		木造2階建、1F：3寸勾配、2F：5寸勾配 12/18 地上積雪サンプル採取 1/15 屋根雪・地上積雪サンプル採取
12-02	11月28日 2台設置 (カメラ無し)		木造平屋建（小屋裏2階）、4寸勾配 12/18 地上積雪サンプル採取 12/23 屋根雪除雪の実施

なお、これらの建物については定期的に内部に立ち入り、内部状況および外部の積雪状況等を確認、記録する作業を行った。さらに、一部の建物については屋根雪の除雪を行い、積雪荷重の除去によって変位の回復状況を確認する調査を実施した。また、主に外観から空き家の積雪耐性について簡易に評価するための簡易調査を行い、後述の積雪リスク診断プログラムにおけるチェック項目を検討、整理した。

これらの調査の実施および結果の分析に関しては、北海道立総合研究機構北方建築総合研究所の協力のもとで行うと同時に、診断プログラム構築を依頼する北海道工業大学千葉准教授からの指導も受けながら実施した。

写真．実測調査・簡易調査の様子



3) 積雪リスク診断プログラムおよび簡易な診断ソフトウェアの開発

空き家の積雪リスクを数値化することによって危険度判定を行うための理論を建物の積雪診断プログラムとして整理し、北海道における住宅の構造に関するデータおよび下川町の気候条件を主なバックグラウンドとする積雪リスクの算定式を数式化した。また、所有者へのコーディネートに活用するため、これを組み込んだ簡易な積雪リスク診断ソフトウェアを制作した。

住宅の構造に関するデータについては、西暦 2000 年以前に北海道で建築された在来軸組構法住宅を対象として、耐雪性能に大きく関わる小屋梁および垂木の断面およびスパンを平面図や矩計図を用いて収集したものが使用されている。これらは主に 1980 年～2000 年以前の建物が大半となっており、屋根形状に関しても無落雪屋根および勾配屋根の比率は概ね 1:1 である。このデータを元に、小屋梁の耐雪性能および垂木の耐雪性能を評価するための力学モデルを検討し、それぞれの部材にかかる応力を想定することによって、小屋梁あるいは垂木が積雪荷重で損傷する際の損傷積雪深を算定するスキームとなっている。

さらに、木材の強度特性値および、部材の断面欠損や劣化に関する検討も同時に行い、数式化に含めている。このデータの整理の結果、損傷積雪深は建築年に依存するわけではなく、屋根上積雪深から倒壊・損傷確率を算定することが可能であることが示されたことから、さらにこれを元に積雪深と倒壊・損傷確率との間の確率分布に関する検討を行い、この分布関係を定式化した。すなわち、屋根上積雪深を算定することによって、建物の倒壊・損傷危険性を簡易的に算定することができる。

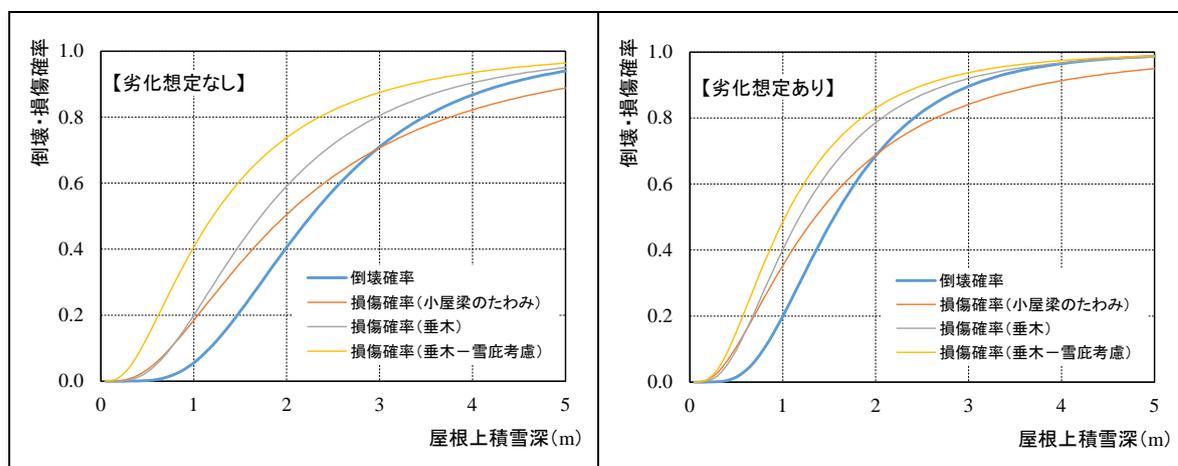


図 4. 屋根上積雪深と倒壊・損傷確率との関係

屋根上の積雪深の想定に当たっては、下川町における気象観測データ（アメダス）での地上積雪深および風速に関するデータを整理した結果を用い、プログラム内に組み込む形となっている。

積雪深については、アメダスの地上積雪深のデータを整理し、統計・確率的手法を用いて過去の気象観測データに基づいた極値統計を行うことで積雪深の再現期待値を算定した。ここで、積雪深の再現期待値とは、〇年再現期待値が「〇年に一度の豪雪」に相当する積雪深となる概念である。なお、2 年再現期待値は、平均値に相当する。

表 5. 下川町における年最大積雪深の再現期待値

再現期間				
2年(平年値)	15年	30年	50年	100年
1.24m	1.64m	1.76m	1.85m	1.97m

地上積雪深から屋根上積雪深を算定するにあたっては、屋根形状、屋根上での吹きだまりや吹き払いを考慮した係数、ならびに融雪に関する影響を考慮した係数を組み込んだ定式化を行い、建物の条件や気象条件に応じた地上積雪深と屋根上積雪深との関係を算定する。

この算定式のパラメータは前述の簡易調査で確認される項目であり、これらを条件入力することで積雪リスクがアウトプットされる診断プログラムである。さらに、この処理をリアルタイムに実行可能とし、空き家所有者とのコミュニケーションを図ることを念頭に、簡易な診断ソフトウェアを制作した。このソフトウェアは MS-Excel ベースの診断シートであり、シート自体は次頁の表 6 に示すものである。

シートでは、はじめに診断する住宅の概要を記述し、外観等の写真を挿入できるようになっている。次に、市町村を選択するが、これによって指定した市町村に対応した気象条件データ（地上積雪深および風速に関するデータ）がプログラムにロードされる。ただし、現時点では下川町のデータのみが参入されているため、他の市町村は選択できない。

地上積雪深に関しては前述の積雪深再現期待値に応じて平年値、15年に一度の豪雪、30年に一度の豪雪、50年に一度の豪雪、100年に一度の豪雪を選択することが可能となっており、豪雪の度合いに応じた損傷・倒壊確率を算定し提示することができる。

次に、屋根勾配を入力する。勾配は一般的に屋根勾配を表現する場合に用いられる「寸」を入力値としているが、プログラム内部で角度に変換され、屋根上積雪深を算定する係数が決定する。次に、屋根葺材を選択する。屋根葺材の種別の選択によって、材質の平滑さに応じて屋根雪の滑落を考慮できるかどうか決定される。さらに、屋根葺材が劣化しているような場合は、屋根面からの漏水が想定されるため、垂木や小屋梁が劣化し積雪耐性を低下させる要因となる。したがって、「劣化あり」を選択すると、劣化を想定した場合の分布関数がプログラム内で適用され、これに応じた損傷確率および倒壊確率が算定される。

「滑落雪・融雪」は、勾配屋根で発生する屋根雪の滑落や室内の暖房熱の伝熱による屋根雪の融雪状況を判断する項目である。屋根面において滑落を阻害するような障害物がない場合は、滑落雪による屋根上積雪深の低減が考慮される。また、「屋根部の断熱が貧しい」を選択した場合には、内部に暖房などの熱源があり、これが使用された場合の屋根雪の融雪を考慮する。なお、「空き家である」を選択した場合には、室内で暖房を行わないことを想定した処理がプログラム内で行われる。

表 6. 在来軸組構法住宅における耐雪性能の簡易診断シート

在来軸組構法住宅の耐雪診断(簡易診断)シート

【建築物の概要】

ゾーンNo.	家屋番号	建築年	築年数	
特記事項				
				

【屋根上積雪深の設定】

市町村 下川町 地上積雪 50年に1度の豪雪 1.85 m

屋根勾配 11 寸 47.7 °

屋根葺材

塗装鋼板
 石粒付き屋根葺材
 スレート板
 瓦
 劣化あり

滑落雪・融雪

屋根面・形状が平滑である
 天井・屋根断熱が貧しい
 空き家である

吹きだまり・雪庇

平屋建て
 総2階建て
 雪庇ができる

周辺環境

建物周辺が樹木に囲まれている
 周囲の建物より低い

屋根上積雪深 0.67 m

雪下ろしの有無

雪下ろしなし
 1.0mで雪下ろし
 0.75mで雪下ろし
 0.5mで雪下ろし

【損傷・倒壊リスクの算定】

損傷確率 23%
 危険である
 損傷確率: 軒先が破壊する確率

倒壊確率 1%
 安全である
 倒壊確率: 屋根全体が破壊する確率

※ 0～5%:安全である, 5～20%:比較的安全である, 20～60%:危険である, 60%～:極めて危険である

「吹きだまり・雪庇」に関する項目については、まず建物の形状によって「平屋建て」あるいは「総2階建て」の場合にチェックを入れるようになっている。これらの住宅形状は階段上の屋根になり難いため、吹雪による屋根部への吹きだまりが発生しにくいと評価されることになる。これらにチェックが入らない住宅の場合は、階段状の屋根形状であると判断され、吹きだまりの影響が考慮される。なお、吹雪による吹き払いの影響の考慮については、1～2月の平均風速に基づいてプログラム内で自動計算される。また、「雪庇ができる」を選択した場合には、雪庇を考慮した垂木の損傷確率が算定される。

「周辺環境」に関する項目としては、「建物周辺が樹木に囲まれている」あるいは「周囲の建物より低い」として項目が用意されており、いずれかを選択した場合には、周囲の状況による積雪深の増大が考慮される。

「雪下ろしの有無」の選択項目は、一定の屋根上積雪深を上限として積雪を排除することを想定し、それぞれ1m、0.75m、0.5mでの雪下ろしを行った場合の結果を得られる仕組みとなっている。プログラム内では、屋根上積雪深を強制的に各積雪深に設定し、その場合の各種確率を算定する処理がなされる。

なお、プログラムにおいては、屋根上積雪深の想定を以下の定式によって行なっている。

$$d = d_0 \times k_{env} \times C \dots\dots\dots \text{式 1)}$$

$$C = C_e (\mu_b + \mu_d) \times C_t \dots\dots\dots \text{式 2)}$$

- ここに、 d_0 ：地上積雪深
- k_{env} ：環境係数
- C ：屋根上積雪深を推定する係数
- C_e ：露出係数
- μ_b ：基本となる屋根形状係数
- μ_d ：屋根上での吹きだまりを考慮した屋根形状係数
- C_t ：融雪係数

次頁の表7に、プログラムの入力・選択項目の各項目を選択した場合のそれぞれの係数等の挙動についてまとめて示す。

なお、同ソフトウェアでは損傷・倒壊確率が数値で出力されるが、数値のみでは理解が難しい面もあるため、数値によって危険度に表現をつけている。具体的には、確率0～5%の範囲では「安全である」、5～20%の範囲では「比較的安全である」、20～60%の範囲については「危険である」、60%を超える場合は「極めて危険である」との表現とし、直感的に理解しやすい形とした。これらのしきい値については、建築基準法における安全性のしきい値の設定や、実際の物件でのプログラムによる判定結果をふまえて設定した。

このプログラムおよびソフトウェアは、今回の取り組みにあたって、北海道工業大学の千葉隆弘准教授に依頼して開発したものである。また、実測調査ならびに簡易調査の実施に際しても千葉氏の確認・指導を受けて行った。

表 7. 診断プログラムへの入力・選択項目の詳細

入力・選択項目	屋根葺材			
	塗装鋼板	石粒付き 屋根葺材	スレート 板	瓦
市町村	各市町村に対応した地上積雪深 d_0 と 1~2 月の平均風速が選択される 1~2 月の平均風速から露出係数 C_e が計算される			
豪雪の度合い	平年値, および 15 年, 30 年, 50 年, 100 年再現期待値を選択する			
屋根勾配	屋根形状係数 μ_b の算定に使用される			
劣化あり	あり: 劣化を想定した倒壊・損傷確率が適用される なし: 通常設定されている倒壊・損傷確率が適用される			
屋根面・形状が平滑である	あり: 屋根葺材の係数 $C_m=1.2$ なし: 屋根葺材の係数 $C_m=1.0$	屋根葺材の係数 $C_m=1.0$		
天井・屋根断熱が貧しい	あり: 勾配 15° 以下 $\rightarrow C_t=0.8$ 勾配 15° 以上で $C_m=1.2$ $\rightarrow C_m=1.333$ なし: $C_t=1.0$, C_m は変化なし	あり: 融雪係数 $C_t=0.8$ なし: 融雪係数 $C_t=1.0$		
空き家である	あり: $C_t=0.8 \rightarrow C_t=1.0$ $C_m=1.333 \rightarrow C_m=1.2$ なし: 変化なし	あり: $C_t=0.8$ の場合 $\rightarrow C_t=1.0$ なし: 変化なし		
平屋建て	あり: 吹きだまり係数 μ_d なし なし: 下記の総 2 階建ても「なし」の場合は μ_d 考慮			
総 2 階建て	あり: 吹きだまり係数 μ_d なし なし: 上記の平屋建ても「なし」の場合は μ_d 考慮			
雪庇ができる	あり: 雪庇を考慮した垂木の損傷確率が適用される なし: 通常設定されている垂木の損傷確率が適用される			
建物周辺が樹木に囲まれている	あり: 環境係数 $k_{env}=1.2$ なし: 環境係数 $k_{env}=1.0$			
周囲の建物より低い	あり: 環境係数 $k_{env}=1.2$ なし: 環境係数 $k_{env}=1.0$			

※1: 「あり」はチェックあり, 「なし」はチェックなしを表す。

※2: 周辺環境に関する 2 項目の両方にチェックを入れた場合においても, 環境係数 k_{env} は 1.2 となる。

4) 空き家等活用コーディネーター

作成したソフトウェアを活用し、所有者に対して空き家の積雪リスクを伝えると同時に雪下ろしなどの対策の効果が見える化し、建物の適正管理を促すコーディネーターを実施した。

まず、その手順を述べる。

①まず、診断ソフトウェアにコーディネーターを行う空き家の写真および各種パラメータを基礎情報として入力しておく。なお下川町内の建物では、雪庇ができるのがごく一般的であることから、「雪庇ができる」の項目については最初からチェックを入れておくのが現実的である。また、当初入力しておく積雪深については平年値を選択しておくのが理解しやすいと考えられる。

②診断ソフトを立ち上げたPCを持参して所有者と面会し、画面を見ながらソフトの説明、入力した諸条件の説明を行い、最終的に算定された屋根雪による損傷リスクおよび倒壊リスクの結果を提示する。また、積雪深を平年値から各種豪雪へ変化させ、積雪深によって損傷・倒壊リスクが増大することを確認してもらう。

③続いて、リスクを低減させるための方策をソフトを操作しながら模索する。方策にはいくつかの選択肢があるが、

- ・（「雪庇ができる」のチェックを外すことで）雪庇を落とす事によってどの程度の効果が見込めるかを確認する
- ・（屋根に劣化のある場合）屋根葺材の葺き替えなど、劣化の改善によってどの程度の効果が期待できるかを確認する
- ・（「空き家」のチェックを外すことによって）空き家を住居として活用し、中で暖房が使用されることでどの程度の効果が期待できるかを確認する
- ・（「雪下ろしの有無」の各項目を選択することで）どの程度の目安で雪下ろしを実施すれば効果があるかを確認する

といったチェックを実施することができる。

どの項目を操作するのが効果的かについては物件によって異なるが、軒先の損傷確率が建物の倒壊確率よりも高く評価されるため、判定結果を確認する際には、まず軒先の損傷確率に注意が向かう。そこで、雪庇の除去によって大きく損傷確率が低下する場合は、雪庇の除去だけでも行うことで、大きな効果が期待できるという、小さな負担で大きな効果を期待できる対策として提示することができる。

また、かなり危険度が高いと評価される物件であっても、屋根雪の除去を行うことで一定以下の屋根上積雪深を維持すれば大きな効果が期待できるため、所有者が効果を実感しやすい対策と言える。

屋根部に劣化があるが、今後建物を活用したいという意向が所有者にあるような場合は、屋根葺材の改修によってリスクを大幅に低減させることができるため、効果的であるという結果の提示が可能である。あるいは、賃貸や売却・譲渡など、今後住居

としての活用の可能性があるような住宅については、暖房による融雪効果がどの程度あるのかを示すことが効果的かもしれない。

今後の活用の困難な空き家に関しては、これを除却した跡地を雪捨場として活用する場合の近隣の除排雪の負担軽減効果を試算した。試算にあたっては、平成 23 年度に下川町内で実施された空き地の排雪利用に関する実証試験の成果を活用した。

この成果によれば、住宅密度の高い市街地域で、住宅（8 戸）から道路へ堆積された雪を、近隣の未利用地（空き地）へ排雪する場合と、ダンプトラックによって近隣区域ではない排雪地へ輸送して排雪する場合とを比較した結果、前者のコストが 2,615 円/戸、後者が 8,852 円/戸となり、トラックによる域外への運搬を伴う場合の排雪費用が大きな負担となることが明らかとなった。したがって、近隣に空き地があり、かつこれを排雪場所として利用可能である場合には、一回の排雪費用を 7 割程度削減できるとの結果が得られたことになる。

下川町の市街地を都市計画区域と考えると、このエリア内に空き家は 36 戸把握されており、うち外観から「廃屋」と評価されている建物は 15 戸（約 4 割）である。

対して、都市計画区域には下川町の人口の 7 割が居住していることから、世帯数 1,700 世帯についても同様に 7 割が都市計画区域内にあるものと仮定する。また、町内の建物の戸建・集合住宅の戸数は平成 23 年度のデータによれば戸建 1,219 戸、集合 483 戸であり、戸建の割合が約 7 割である。したがって、都市部（都市計画区域）に居住している戸建世帯の数は、 $1,700 \text{ 世帯} \times 0.7 \text{ (都市部居住)} \times 0.7 \text{ (戸建居住)} \approx 830 \text{ 戸}$ となる。

さらに、昨年度下川町で除雪に関して実施された意識調査によると、雪を捨てる場所が無く困っているとの意向を持つ世帯は約 1 割であったことから、先の 830 戸のうち 1 割、80 戸程度がこうした意識を抱えていると考えられる。この世帯が自らの費用拠出で排雪を依頼していると想定すると、単純平均で約 80 戸に対して区域内の廃屋が 15 戸であるから、排雪需要のある世帯およそ 5 世帯あたり 1 戸の廃屋があることになる。

仮に、住宅密集地に排雪需要のある世帯が 5 世帯あり、近隣に排雪できる空き地がなく廃屋が新たに除却され、跡地を排雪地として活用できれば、これらの世帯は域外への排雪を低減できると期待される。平成 23 年度の聞き取り調査によれば、排雪を依頼する回数は大半が年間 1 回ないし 2 回であり、下川町の排雪費用補助が利用できるのが年間 2 回までであることも考慮すれば、多く見積もっても年間 2 回の実施が一般的であると考えられる。平成 23 年度の実証では公共施設跡地を空き地として活用したため、複数回の実施にも耐えられる堆積容量があったと考えられるが、空き家の除却跡地はそれほど十分な面積が確保できるわけではないため、1 回分の排雪地として跡地を活用することを想定すれば、年間 2 回のうち 1 回の排雪費用を 7 割削減できると想定されるため、この 5 世帯は年間の排雪費用を 3 割以上削減できる可能性があることになる。

そこで、この試算結果をコーディネートの際に紹介し、除却の効果として提案することとした。

2. 成果

(1) コーディネートの実施①

一回目のコーディネートは 2/10 に行った。実測調査対象となっている所有者が同一の 02-27、02-32 および、内部調査のみ実施した 01-06 の 3 件について、ソフトウェアを活用してコーディネートを実施した。

表 8. コーディネート物件と入力値

ゾーンNo. - 家屋番号		屋根勾配			
01-06		2寸			
屋根材	塗装鋼板	石葺付き	スレート板	瓦	劣化
	○				
屋根面・形状が平滑		天井・屋根断熱:貧		空き家	
		○		○	
平屋建		総2階		雪庇	
		○		○	
周辺が樹木に囲まれている		周辺の建物より低い			
		○			
					
損傷確率(半年)	52%	危険である			
倒壊確率(半年)	12%	比較的安全である			
損傷確率(15年)	47%	危険である			
倒壊確率(15年)	27%	危険である			
損傷確率(30年)	52%	危険である			
倒壊確率(30年)	32%	危険である			

表 9. コーディネート物件と入力値

ゾーンNo. - 家屋番号		屋根勾配			
02-27		5寸			
屋根材	塗装鋼板	石葺付き	スレート板	瓦	劣化
	○				
屋根面・形状が平滑		天井・屋根断熱:貧		空き家	
		○		○	
平屋建		総2階		雪庇	
		○		○	
周辺が樹木に囲まれている		周辺の建物より低い			
		○			
					
損傷確率(半年)	56%	危険である			
倒壊確率(半年)	16%	比較的安全である			
損傷確率(15年)	69%	極めて危険である			
倒壊確率(15年)	33%	危険である			
損傷確率(30年)	72%	極めて危険である			
倒壊確率(30年)	38%	危険である			

表 10. コーディネート物件と入力値

ゾーンNo. - 家屋番号		屋根勾配			
02-32		5寸			
屋根材	塗装鋼板	石葺付き	スレート板	瓦	劣化
	○				
屋根面・形状が平滑		天井・屋根断熱:貧		空き家	
		○		○	
平屋建		総2階		雪庇	
		○		○	
周辺が樹木に囲まれている		周辺の建物より低い			
		○			
					
損傷確率(半年)	40%	危険である			
倒壊確率(半年)	5%	比較的安全である			
損傷確率(15年)	54%	危険である			
倒壊確率(15年)	14%	比較的安全である			
損傷確率(30年)	57%	危険である			
倒壊確率(30年)	17%	比較的安全である			

写真. 実施状況



この所有者は、中長期的には建物を賃貸物件として活用する意向があるが、いずれの物件も何かしらの改修が必要であると考えており、また改修を実施する余力がないといった理由で空き家を保有している状況にある。これら空き家への積雪に関するリスクに関しては特に意識的に対策を施すことはなかったという。

ソフトウェアへの入力の結果、いずれの物件も平年積雪深から軒先の損傷確率が「危険である」との評価となったが、いずれも雪庇のチェックを外すことによって、20%前後リスクを低減させることができることを具体的に操作して説明した。また、今年度の積雪は平年よりも多く、15年に一度の豪雪規模であったことをふまえ、この条件下で軒先の損傷確率が6割を超え、「極めて危険」水準にあった02-27については特に注意すべきである旨のやり取りを行うことができた。この建物は、周囲が木で囲まれていること、屋根葺材の劣化が進んでいることが主な懸念材料であるため、屋根葺材の更新が効果的な対策となりうる旨も伝えることができた。

(2) コーディネートの実施②

二回目のコーディネートは2/12に行った。実測調査対象となっている建物06-03である。所有者の職場に出向いて行った。

表 11. コーディネート物件と入力値

ゾーンNo. - 家屋番号		屋根勾配			
06-03		5寸			
屋根材	塗装鋼板	石粒付き	スレート板	瓦	劣化
	○				○
屋根面・形状が平滑		天井・屋根断熱:貧		空き家	
		○		○	
平屋根		総2階		雪庇	
				○	
周辺が樹木に囲まれている			周辺の建物より低い		
					
損傷確率(平年)	56%	危険である			
倒壊確率(平年)	28%	危険である			
損傷確率(15年)	71%	極めて危険である			
倒壊確率(15年)	47%	危険である			
損傷確率(30年)	74%	極めて危険である			
倒壊確率(30年)	53%	危険である			

写真. 実施状況



この所有者は、近年この建物を譲り受けたが、現状では空き家のままで放置しており、特に活用していない。長期的には個人の趣味の絵画製作のアトリエとして利用したいと考えているが、建物の損傷が進行している状況であることから、自らが利用できる段階になった時に利用できる状況かどうかは憂慮している。これまで、この建物の屋根雪の除雪など、積雪に関する対策は何らとってきていない。

建物の条件としては、屋根葺材の劣化が進行していることから、積雪深が平年程度でも比較的高い危険度が出力されている。今年度程度の大雪（15年に一度の豪雪）ならば、軒先の損傷確率は「極めて危険」水準に達する。しかし、この物件についても雪庇の除去によって

2割程度それぞれのリスクが軽減されるため、対策として効果が大きいことを実演した。また、雪下ろしを実施すればこれらのリスクは確実に除去できることを「見える化」し、屋根雪が1m程度になるまで積雪させても、その段階で除雪を行えばリスクは大幅に軽減することを伝えることができた。

(3) コーディネートの実施③

三回目のコーディネートは2/14の実施である。実測調査対象となっている建物12-02である。所有者が弊社事務所に出席し、診断結果を確認した。

表 12. コーディネート物件と入力値

ゾーンNo. - 家屋番号		屋根勾配			
12-02		4寸			
屋根材	塗装鋼板	石粒付き	スレート板	瓦	劣化
	○				○
屋根面・形状が平滑		天井・屋根断熱: 貧		空き家	
		○		○	
平屋建		総2階		雪庇	
				○	
周辺が樹木に囲まれている		周囲の建物より低い			
○					
					
損傷確率(平年)	68%	極めて危険である			
倒壊確率(平年)	43%	危険である			
損傷確率(15年)	81%	極めて危険である			
倒壊確率(15年)	64%	極めて危険である			
損傷確率(30年)	83%	極めて危険である			
倒壊確率(30年)	69%	極めて危険である			

写真. 実施状況



この建物は郊外に位置しており、周囲には建物がない孤立した立地状況で、比較的近距離に林地および河川が存在している。かつては居住者がいたが、現在の所有者に所有が移ってからは居住用途としては使用されておらず、居住に適する状況でもない。現状では、音楽練習などで利用されてきたが、暖房がないことや虫害など環境面で快適とは言い難く、近年はあまり使用されていない状況だとのことである。

診断の結果は、かなり危険度が高い結果となっている。要因としては、以前の居住者が植えたと思われる樹木が高木になっており、建物周囲を囲むように位置していること、屋根の劣化が激しいことが主な要因であるとみられる。この物件については、雪庇を除去しても7%程度しか損傷確率の数値が改善せず、依然として「極めて危険」水準を維持するため、雪庇を除去するだけでは対策として不十分である。このため、具体的な対策としては、屋根葺材の改修、あるいは定期的な屋根雪の除雪を提案し、それぞれの効果をソフトウェアを使用して実演した。この物件では、今冬の積雪によって実測調査のダイヤルゲージが計測できるたわみの量を超えるたわみが発生したとみられ、現実にかかなり危険性が高いとみられる旨も説明し、建物を活用する場合には、特に何らかの対策をとるべきだろう、という形でのコミュニケーションを行った。

(4) コーディネートの実施④

四回目のコーディネートは2/25に行った。対象は、実測調査を実施した建物02-31である。所有者の職場に出向いて行った。

表 13. コーディネート物件と入力値

ゾーンNo. - 家屋番号		屋根勾配			
02-31		3寸			
屋根材	塗装鋼板	石粒付き	スレート板	瓦	劣化
	○				
屋根面-形状が平滑		天井-屋根断熱:貧		空き家	
		○			○
平屋建		総2階		雪庇	
					○
周辺が樹木に囲まれている		周辺の建物より低い			
					
損傷確率(平年)	51%	危険である			
倒壊確率(平年)	11%	比較的安全である			
損傷確率(15年)	64%	極めて危険である			
倒壊確率(15年)	25%	危険である			
損傷確率(30年)	68%	極めて危険である			
倒壊確率(30年)	30%	危険である			

写真. 実施状況



この空き家は、所有者の親族が数年前まで一人で居住していたが、居住者が亡くなり、それ以降は誰も居住していない状況が継続している。現在も家具などが残っているが、大半は片付けており、今後必要な改修などを施して住宅として賃貸利用するか、あるいは売却、除却するかを検討したいとの意向である。この物件では、雪庇の除去によって軒先の損傷確率が2割程度改善するため、これが効果的な管理の一つとなる。しかし、雪庇を除去しても評価としては危険水準であることから、より確実には1m程度で雪下ろしを行うことが確実であるという結論となった。所有者はすぐ近隣に居住しているため、今後の活用の検討によっては、様子を見ながら雪下ろしなどの対策を講じるのがよいだろうという意向を得た。

上記報告のとおり、本事業を通じて、典型的な積雪寒冷地である下川町の地域特性を踏まえ、屋根雪への積雪荷重による空き家の危険性を「見える化」し、所有者に対して提示するとともに、ソフトウェアをリアルタイムに操作しながらコミュニケーションを図りながら効果的な対策を提示し、より効果的な活用に結びつけていく空き家活用コーディネートが実現した。

(5) 除却跡地活用シミュレーション結果の活用

前述のコーディネートを実施した空き家および所有者はいずれも直近の除却の意向はなかったため、先に試算した除却跡地の排雪地利用の効果については補足的に提示する形をとったが、除却を検討すべき物件を対象とする際には、提示すべき地域のメリットの一つとなることが期待される。

(6) 実測調査の結果

実測調査では、ダイヤルゲージの観測の結果、積雪と梁の挙動の関係が明らかでなかった物件もあるが、良好な応答が得られた物件については、梁のたわみの大きさは部材スパンに対して 1/1,400 程度であったことが確認され、木造軸組工法住宅の許容応力度設計に関する一般的な許容値である 1/200 を下回っていることから、プログラムを構築する前提のデータとなっている既存の住宅に関するデータを適用可能であることが確認できた。さらに、これらの変位は雪下ろしや滑落による屋根雪荷重の除去を反映して回復したことも確認できた。

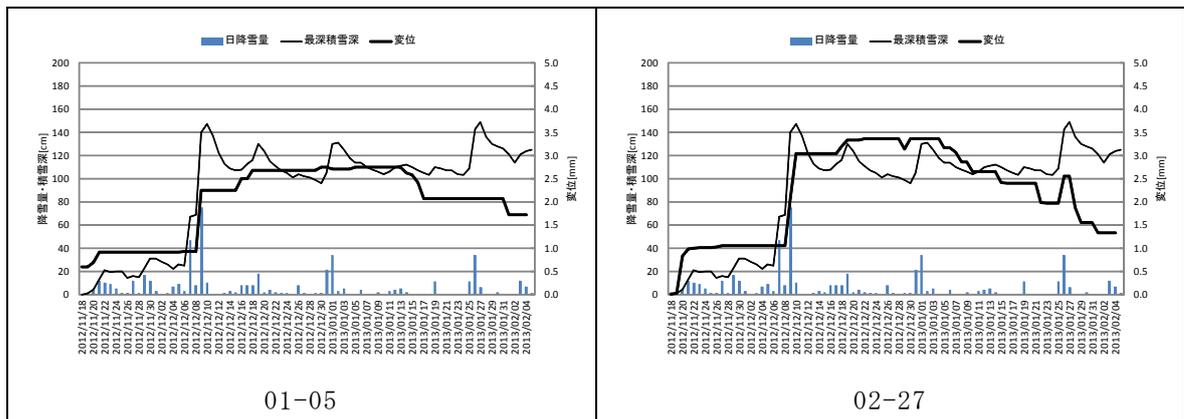


図 5. ダイヤルゲージ値の推移と降雪量・積雪量の推移例

また、12-02 については、12 月 7 日、9 日の大雪直後に変位が急激に上昇する状況が見られ、積雪の影響により部材が大きく変形していることが確認できるが、12 月 23 日に実施した雪下ろしの後も変位の回復が見られないため、部材や躯体が劣化しており、これらの復元力が失われている可能性があると考えられ、通常よりもリスクが大きい可能性があることが想定された。

また、屋根上積雪深と地上の積雪深との関係は建物毎の差が大きく、両者の比は 0.64～1.08 の間にあったことが確認できた。この差は吹きさらしや樹木の影響などの立地条件によるものとも考えられ、今回開発したプログラムに含めるファクターとして重要であることが確認できた。また、屋根上の積雪重量についても地上積雪重量の 0.55～0.81 の範囲で、一般的な落雪屋根の仕様においても地上の半分以上の積雪重量があったことが確認され、居住者のいない空き家での屋根雪荷重は大きくなるとみられる。また、図 6 に示すように、屋根勾配が増大すると積雪重量および積雪深比（屋根上/地上）が減少する傾向にあることが確認でき、屋根勾配が屋根上積雪重量に影響をおよぼすことも確認できた。

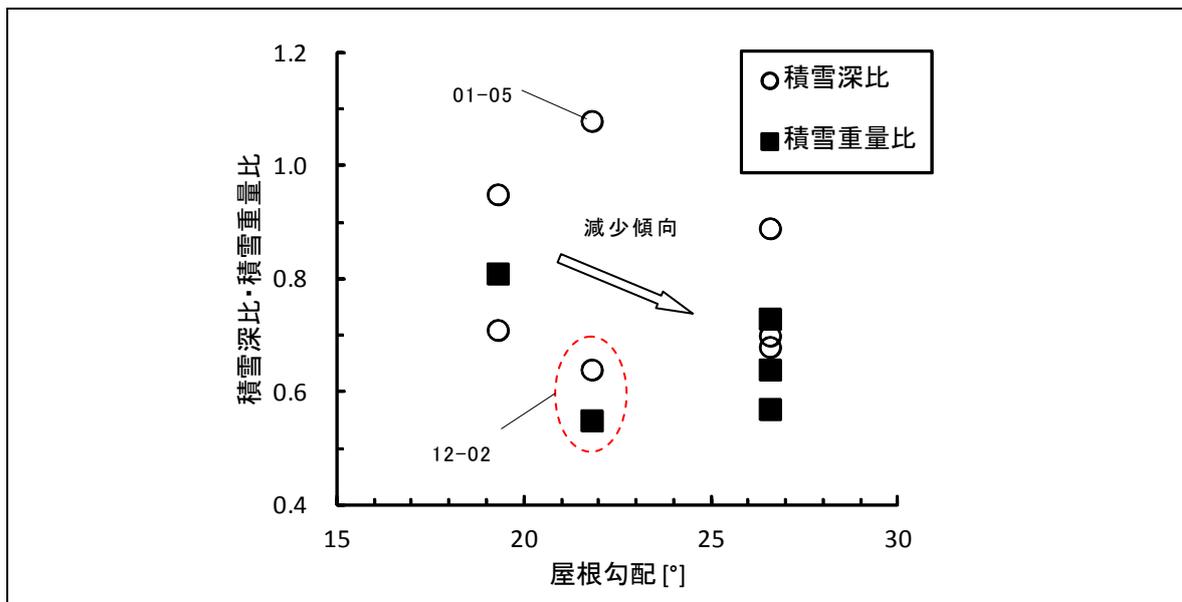


図 6. 屋根勾配と積雪深比・積雪重量比との関係

3. 事後評価

作成されたソフトウェアを用いて、内部調査を実施した下川町内の 18 件の空き家について、積雪リスクの診断を行うことができた。外観レベルの確認から簡単に項目入力が可能となったことによって、当初の目標診断件数である 4 件を大幅に上回る実績となった。

また、診断結果およびソフトウェアを用いて所有者と直接コミュニケーションを図り、リスクの提示と適正管理の働きかけを行う事ができた件数は 6 件（所有者 4 名）で、こちらも当初の目標値を達成した。この働きかけを行う際に、空き家の除却跡地の排雪地利用した場合の負担軽減効果の試算結果も提示した。今回の試算では、雪捨場がなく排雪を依頼せざるを得ない世帯の排雪に要する費用を 3 割程度削減できる可能性があるという試算結果が得られ、当初想定した 2 割を上回る結果となった。このため、倒壊危険性の高い空き家についてはこの結果を地域における新たなメリットとして位置付けることで、危険家屋の除却促進への効果が期待できる。

さらに、中長期的には、様々な主体がこのソフトウェアを活用して積雪リスクをふまえた適正管理の働きかけを行う事により、損傷や倒壊の危険を未然に防ぐため、自主的な除雪などの対策を講じる他に、地域の除排雪事業者等を利用するニーズが生まれ、現状では下川町内で 2 事業体しか実施していない屋根雪下ろし事業の市場が拡大し、新たなビジネスチャンスへとつながる効果が期待できる。また、適正な管理が浸透することにより、建物の活用可能期間が延びることにより、居住可能な良質な住宅ストックの充実に寄与する。さらに、屋根改修などのみならず、建物の有効活用のための住宅改修などを検討する契機となることによって、地域の工務店などの受注増に波及する効果も期待できる。

また、本事業で構築したプログラムおよび作成したソフトウェアは北海道内であればアメダスの統計データを活用することで各地域の地域特性を反映したリスク評価を行うことが可能となるため、今後、他地域へ波及し、活用されることが期待される。

4. 今後の課題

作成したソフトウェアについては、現状では下川町および札幌市の気象データしか含まれていないため、他の市町村で活用するためには、これらのデータをロードできるように、アメダスのデータを整理する必要がある。

また、このソフトウェア自体は簡易的にリスクを診断した上でコミュニケーションを図りながら対策の効果などを同時に「見える化」するものであり、こうしたソフトウェアの特性を理解した上で活用する必要がある。特に、診断されるリスクは絶対的な数値ではなく、あくまでも目安として捉え、適正な管理を促すためのコミュニケーションツールとして活用することが重要となる。今後、新たな担い手によってこのソフトウェアが活用されるにあたっては、この点についての相互理解を十分に図っていく必要がある。

5. 今後の展開

下川町内を対象に、リスク診断プログラムについての周知を図り、建物の積雪リスクに不安を感じている所有者や危険度の高い建物の把握を進めていく。また、ソフトウェアについては何らかの形で公開することを前提に、広く一般に活用していただけるようにデータの整理等を行っていく。

■事業主体の概要・担当者名			
設立時期	昭和 57 年 3 月 31 日		
代表者名	理事長 山下邦廣		
連絡先担当者名	福田 陽一朗		
連絡先	住所	〒098-1206	北海道上川郡下川町幸町 95 番地
	電話	01655-5-2770	
ホームページ	http://www.shimokawa-zaidan.jp/		