

建設技術研究開発費補助金総合研究報告書

1. 課題番号 第4号

2. 研究課題名 都市空間における雪氷災害に伴う費用軽減を目指した  
リスクマネジメントシステムの構築

3. 研究期間 平成20年度～平成21年度

4. 代表者及び研究代表者、分担研究者

|       |  |  |
|-------|--|--|
| 代表者   | 吉野 博   | 東北大学大学院工学研究科・教授  |
| 研究代表者 | 吉野 博   | 東北大学大学院工学研究科・教授  |
| 分担研究者 | 植松 康<br>上村 靖司<br>佐藤 威<br><br>高橋 徹<br>谷口 尚弘<br>堤 拓哉<br>寺内 義典<br>苫米地 司<br>富永 禎秀<br>中井 専人<br><br>沼野 夏生<br>根本 征樹<br><br>深澤 大輔<br>本間 義規<br>持田 灯<br>本谷 研<br>山崎 剛 | 東北大学大学院工学研究科・教授<br>長岡技術科学大学機械系・准教授<br>(独)防災科学技術研究所<br>雪氷防災研究センター・新庄支所長<br>千葉大学工学部・教授<br>北海道工業大学工学部・准教授<br>北海道立北方建築総合研究所・研究職員<br>国士舘大学理工学部・准教授<br>北海道工業大学工学部・教授<br>新潟工科大学工学部・教授<br>(独)防災科学技術研究所<br>雪氷防災研究センター・総括主任研究員<br>東北工業大学工学部・教授<br>(独)防災科学技術研究所<br>雪氷防災研究センター・任期付研究員<br>新潟工科大学工学部・教授<br>岩手県立大学盛岡短期大学部・准教授<br>東北大学大学院工学研究科・教授<br>秋田大学教育文化学部・講師<br>東北大学大学院理学研究科・准教授 |

5. 補助金交付総額 31,460,000 円

## 6. 研究・技術開発の目的

都市空間で発生する雪氷災害による経済的損失および対策費の軽減を図るため、「降積雪シミュレーション技術」と「雪氷災害リスク評価手法」を統合し、災害リスクを定量化する。さらに、その手法を用いて最適化された都市の防災・減災対策を「雪氷災害対策データベース」として整備し、それに基づく「雪氷災害リスクマネジメントシステム」を構築する。

## 7. 研究・技術開発の内容と成果

### 2008 年度の研究・技術開発の内容と成果

#### 1) 都市・建築空間のリアルタイム降積雪シミュレータの開発

都市空間の雪氷現象のモデリング手法について国内外の研究動向を整理した。モデリングの対象は、①風による雪の輸送・堆積現象の解明とその制御に係わるモデリングと②雪面の熱収支、積雪時の市街地表面の熱的特性の変化に係わるモデリングの2段階に分類される。検討の結果、我が国の雪氷現象モデリングの研究水準は非常に高く、これらの成果を組み合わせることにより、都市・建築空間の降雪シミュレータの構築が可能であるとの認識を得た。特に①の「風による雪の輸送・堆積現象の解明」に関しては、研究分担者が開発した各種の雪氷数値モデルの精度や適用範囲について、人工雪を用いた低温風洞実験や多岐にわたる数値実験によってモデル係数を最適化する等の検討を行った。さらには、研究分担者らにより開発された降積雪の各種物理過程のモデル間の必要な変数の受け渡し方法等の検討を進め、雪氷災害予測に利用可能な都市・建築空間の総合的降積雪シミュレータのプロトタイプを構築した。

シミュレータの基本構成を図1に示す。

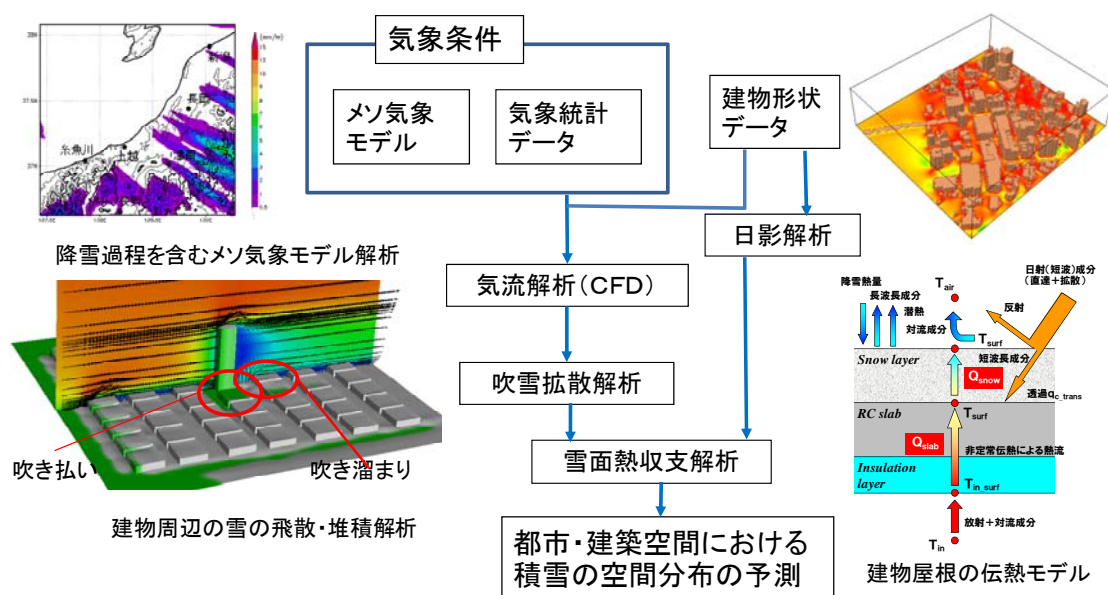


図1 都市・建築空間の総合的降積雪シミュレータの基本構成

メソ気象スケールから屋根の伝熱スケールまでを包含した多スケールの計算を可能とするとともに、計算の負荷を極力減らすことにも留意している。さらに、シミュレータを学術的な研究用途だけでなく、例えば降雪地域における建築設計への適用といった一般的用途への適用することを想定し、シミュレータのユーザーインターフェースや意匠面についての検討も行った。また上記の作業と並行して、積雪深算出モジュールの精度検証用データの取得を目的として、札幌で建物周辺の積雪分布の長期観測を行った。

## 2) 都市における雪氷災害リスク評価手法の構築 (図 2 参照)

建築物のリスクに関して、平成 18 年豪雪をはじめとする過去の災害記録(昭和 38、52、56、59 年、平成 17、18 年)と気象条件の整理を行った。その結果、平成 18 年豪雪では、初冬に大量の降雪が連続したため、大きな被害発生に繋がったことを明らかにした。また、平成 18 年豪雪による主要被災地(8 道県、8 市町村)にて現地調査を行い、建築物等の被害の実態を把握すると共に、被害内容の地域性を明らかにした。これらの調査結果を踏まえ建築物のリスク分析を進めた。また、屋根雪事故のリスクに関して、屋根雪関連事故および落雪の危険度評価手法の検討を行い、同手法の有効性を確認した。人身雪害リスクに関しては、平成 19 年冬季に起きた雪害による犠牲者(本人、家族)を対象としたヒアリング調査(延べ 165 件)を行い、平成 18 年度(豪雪年)および 19 年度(小雪年)における積雪関連の人的被害と住家被害の実態を把握した。調査結果を踏まえ、FTA(Fault Tree Analysis)を用い住民を対象とした雪氷災害リスクの分析を進めた。さらに都市の雪氷災害リスク評価に関する基礎資料を整備するため、豪雪地帯 542 市町村を対象とした雪氷災害リスクに関するアンケート調査を行い、各自治体における雪氷災害の発生状況とその内容を把握した。

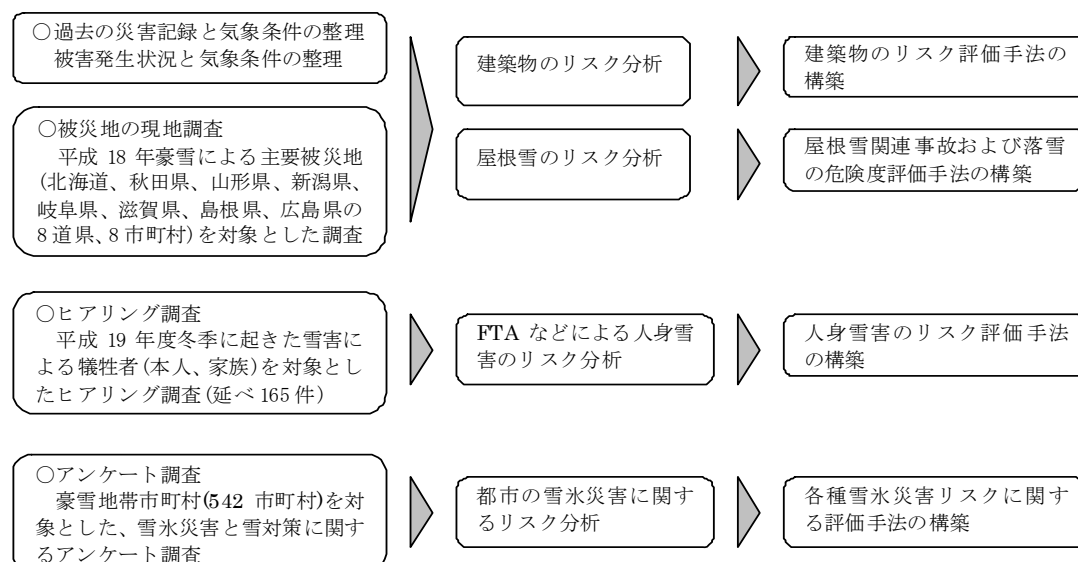


図 2 都市における雪氷災害リスク評価手法の分類と構築イメージ

### 3) 雪氷災害リスクマネジメントシステムの構築

雪氷災害リスクマネジメントシステムの構成要素である雪対策データベースの構築を行った。まず、データベースの基盤データとなる雪対策に関する情報を整備するため、既存の対策手法を整理した。基盤データの整備にあたっては、過去の災害記録を精査すると共に、北海道、東北、北陸などの地域性を考慮した。以上を踏まえ、データベースとしての適応性、応用性を考慮しながら、雪対策データベースの基本フォーマットを整備した（図3参照）。データベースで示される雪対策は「自治体の対策」、「住民の対策」、「企業の対策」に分類され、適用対象に応じた雪対策情報が検索できるようにした。さらに、雪対策に関する具体的情報と過去の災害時の状況を写真と新聞記事により参照できるようにした。



図3 雪対策データベースの基本フォーマット

## 2009 年度の研究・技術開発の内容と成果

### 1) 研究開発項目：都市・建築空間のリアルタイム降積雪シミュレータの開発

昨年度にプロトタイプを構築した都市空間の降積雪分布を予測するシミュレータについて、札幌や新庄において実施した積雪観測結果を活用しながら、その予測精度を向上させた。リスクマネジメントシステムにおけるシミュレータは、①短期的な予測に用いるリアルタイムシミュレータ、②豪雪時の防災計画に用いる長期の雪害対策シミュレータ、の 2 つの利用法を想定している。リアルタイムシミュレータとして用いる場合には、ある程度の予測精度を確保しつつも、計算時間を短縮する必要があるため。そこで、モジュールの構成は同じで、計算を一部簡略化し、高速化する方法についての検討も行った。図 4 はシミュレータにより予測した実測を行った建物モデル周辺の積雪分布を示す。またシミュレータの操作性、連結性を向上させるとともに、降雪地域における建築設計への適用といった一般的用途への適用することも想定し、シミュレータのユーザーインターフェースや意匠面についての検討も行った。図 5 は操作画面のインターフェースの一例である。

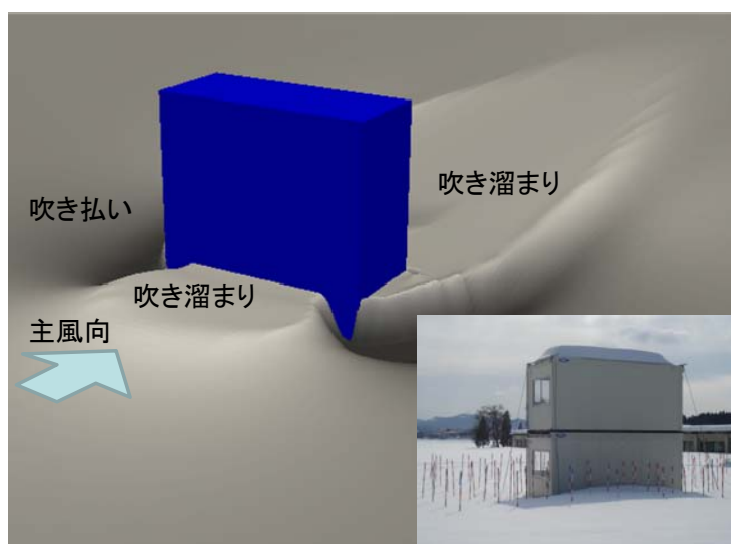


図 4 シミュレータにより予測したモデル建物周辺の積雪深分布



図 5 シミュレータの操作画面

## 2) 研究開発項目：都市における雪氷災害リスク評価手法の構築

雪氷災害リスク評価手法として、①雪氷災害の被害関数の導出、②屋根雪事故発生率の分析、③吹き溜まりの除雪に関する費用算定、④降雪による道路交通の遅れ時間の推定法の検討、⑤雪下ろしのリスク回避手法の提案を行った。図6は、平成18年豪雪を対象に市町村別の負傷率と様々な指標(年最大積雪深、高齢者率、人口、年最大増分積雪深等)との関係による雪氷災害の被害関数の分析結果である。豪雪による負傷率と年最大7日増分積雪深の間に[負傷率(×10<sup>4</sup>)=6×年最大7日増分積雪深(m)<sup>2</sup>]という一定の関係性があることなどを見出した。また、図7に示す流れに従い、野外観測結果に基づく雪害発生条件の推定および気象資料の分析と除雪に関する費用算定から、雪害リスクの試算を行った。

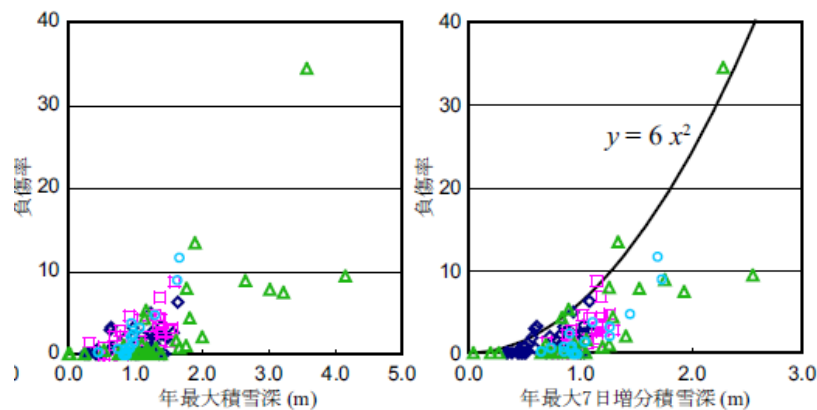


図6 負傷率と各種指標との関係性の検討

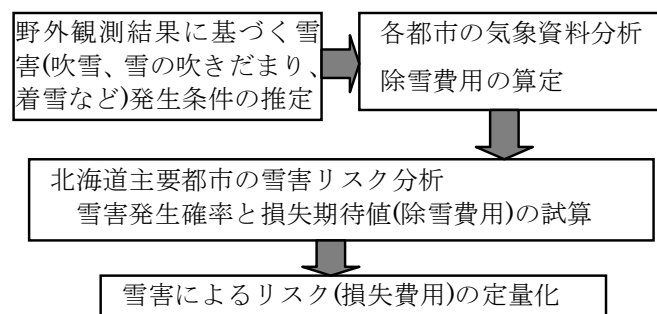


図7 雪害リスクの試算の流れ

## 3) 研究開発項目：雪氷災害リスクマネジメントシステムの構築

平成20年度に作成したフォーマットに基づいて雪対策データベースの整備を進めた(図8参照)。データベースは、住宅地・市街地・その他の3つのグループに分類し、雪害状況別に発生した被害や障害が閲覧できるようシートを整備した。データベースの該当箇所をクリックすることで、対策の写真や関連した新聞記事を表示できるようにしている。更に図9に示すとおり「降積雪シミュレータ」「リスク評価手法」「雪害データベース」の連結方法について検討すると共にリスクマネジメントシステムの基本構成を整理した。マネジメントシステムは、①再現期間の長い豪雪を対象とした長期的な「地域防災計画」、②明日の朝のような近い未来に起こるだろう豪雪を対象とした短期的な「災害応急対策」、の2つの用途で利用できるよう検討を進めた。



上段：過去の豪雪時における雪害状況を表示  
 下段：様々な雪害への対策策を例示

図8 雪対策データベースの表示例

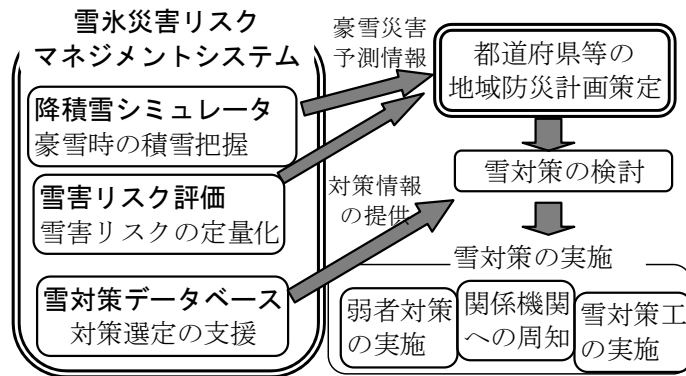


図9 リスクマネジメントシステムの利用イメージ

8. 研究成果の刊行に関する一覧表

| 刊行書籍又は雑誌名（雑誌のときは雑誌名、巻号数、論文名）   | 刊行年月日       | 刊行書店名  | 執筆者氏名                              |
|--|-------------|--------|------------------------------------|
| 雪氷研究大会（2008・東京）講演要旨集,建物周辺の非平衡流中の飛雪現象のモデル化（その1）Saltation 発達過程の境界層の飛雪流量の空間分布に関する風洞実験   | 平成 20 年 9 月 | 日本雪工学会 | 伊藤優,大風翼,持田灯,富永禎秀,根本征樹,吉野博,佐藤威      |
| 雪氷研究大会（2008・東京）講演要旨集,建物周辺の非平衡流中の飛雪現象のモデル化（その2）吹走距離と吹雪輸送量の関係について                      | 平成 20 年 9 月 | 日本雪工学会 | 大風翼,持田灯,富永禎秀,根本征樹,吉野博,佐藤威,伊藤優      |
| 雪氷研究大会（2008・東京）講演要旨集,建物周辺の非平衡流中の飛雪現象のモデル化（その3）雪粒子の流れ場へ及ぼす影響を組み込んだ新たな飛雪モデルの提案         | 平成 20 年 9 月 | 日本雪工学会 | 持田灯,大風翼,富永禎秀,吉野博,伊藤優               |
| 雪氷研究大会（2008・東京）講演要旨集,建物周辺の非平衡流中の飛雪現象のモデル化（その4）立方体建物モデル周辺の屋外観測結果との比較によるモデルの予測精度の検証    | 平成 20 年 9 月 | 日本雪工学会 | 富永禎秀,大風翼,持田灯,志田貴之,伊藤優,吉野博          |
| 日本建築学会大会学術講演梗概集 D-2,非平衡流れ場に適応可能な飛雪現象のモデリング（その1）発達過程にある吹雪境界層の飛雪流量の空間分布に関する人工雪を用いた風洞実験 | 平成 20 年 9 月 | 日本建築学会 | 伊藤優,大風翼,持田灯,富永禎秀,志田貴之,根本征樹,佐藤威,吉野博 |
| 日本建築学会大会学術講演梗概集 D-2,非平衡流れ場に適応可能な飛雪現象のモデリング（その2）実験結果に基づく吹走距離と吹雪輸送量の普遍的関係性の検討          | 平成 20 年 9 月 | 日本建築学会 | 大風翼,持田灯,富永禎秀,根本征樹,吉野博,佐藤威,伊藤優,志田貴之 |
| 日本建築学会大会学術講演梗概集 D-2,非平衡流れ場に適応可能な飛雪現象のモデリング（その3）雪粒子による浮力効果と乱れの消費機構を組み込んだ新たな飛雪モデルの提案   | 平成 20 年 9 月 | 日本建築学会 | 持田灯,大風翼,富永禎秀,吉野博,伊藤優,志田貴之          |



|   |          |                  |   |
|---|----------|------------------|---|
| 日本建築学会大会学術講演梗概集<br>D-2,非平衡流れ場に適応可能な飛雪<br>現象のモデリング (その4) 立方体建<br>物モデル周辺の飛雪観測との結果に<br>基づく予測モデルの検証   | 平成20年9月  | 日本建築学会           | 富永禎秀,大風翼,持<br>田灯,志田貴之,吉野<br>博,伊藤優   |
| 日本建築学会東北支部研究報告会報<br>告集(計画系),建物周辺における飛雪<br>現象予測のための既往の研究の調査  | 平成20年6月  | 日本建築学会東北支<br>部   | 大風翼,伊藤優,富永<br>禎秀,持田灯,吉野博,<br>志田貴之   |
| 日本建築学会東北支部研究報告会報<br>告集(計画系),非平衡流れ場を対象と<br>した吹雪風洞実験(その1) saltation<br>層発達過程の境界層流及び<br>front-facing step 周りの流れを対象と<br>した基礎的検討                   | 平成20年6月  | 日本建築学会東北支<br>部   | 大風翼,伊藤優,志田<br>貴之,富永禎秀,根本<br>征樹,持田灯,吉野博,<br>佐藤威  |
| CD proceedings of Snow<br>Engineering VI, MODELING OF<br>DRIFTING SNOW<br>DEVELOPMENT IN A<br>BOUNDARY LAYER AND ITS<br>EFFECTS ON WIND FIELD | 平成20年6月  | Snow engineering | Tsubasa<br>Okaze,Akashi<br>Mochida,Yoshihide<br>Tominaga,Masaki<br>Nemoto,Takayuki<br>Shida,Takeshi<br>Sato,Hiroshi<br>Yshino |
| CD proceedings of Snow<br>Engineering VI, CFD PREDICTION<br>OF SNOWDRIFT AROUND A<br>BUILDING MODEL   | 平成20年6月  | Snow engineering | Yoshihide<br>Tominaga,Tsubasa<br>Okaze,Akashi<br>Mochida,Takayuki<br>Shida,Hiroshi<br>Yshino                                  |
| 第20回風工学シンポジウム論文集,発<br>達過程の吹雪境界層における飛雪流<br>量の空間分布に関する風洞実験  | 平成20年12月 | 日本風工学会           | 伊藤優,大風翼,持田<br>灯,富永禎秀,根本征<br>樹,吉野博,佐藤威   |
| 第20回風工学シンポジウム論文集,雪<br>粒子の流れ場への影響を組み込んだ<br>新たな飛雪モデルの検討   | 平成20年12月 | 日本風工学会           | 大風翼,持田灯,富永<br>禎秀,吉野博,伊藤優  |
| 日本流体力学会年会2008講演要旨集,<br>発達過程にある吹雪境界層の飛雪流<br>量の空間分布に関する風洞実験及び<br>数値解析   | 平成20年9月  | 日本流体力学会          | 持田灯,大風翼,富永<br>禎秀,伊藤優,根本征<br>樹,吉野博,佐藤威   |
| 日本雪氷学会誌雪氷70巻6号,東北地<br>方における積雪水量の27年平均値と   | 平成20年11月 | 日本雪氷学会           | 本谷研   |

|  |             |   |  |
|--|-------------|---|--|
| 豪雪・寡雪  |             |   |  |
| 東北の雪と生活 23号,積雪と森林着雪モデルの現状  | 平成 20 年 8 月 | 日本雪氷学会東北支部  | 山崎剛  |
| Applicability of CFD prediction to three-dimensional snowdrift around a cubic building model | 平成 21 年 6 月 | CD proceedings of The seventh International Conference on Urban Climate | Yoshihide Tominaga, Tsubasa Okaze, Akashi Mochida, Hiroshi Yoshino, Yu Ito |
| 非平衡流れ場に適用可能な飛雪現象のモデリング(その5) 発達過程にある吹雪境界層の飛雪流量に関する風洞実験結果の再現性及び一般性の確認                          | 平成 21 年 8 月 | 日本建築学会大会学術講演梗概集 D-1(東北)   | 伊藤優, 富永禎秀, 持田灯, 根本征樹, 大風翼, 吉野博, 佐藤威  |
| 非平衡流れ場に適用可能な飛雪現象のモデリング(その6) 発達した吹雪境界層中の雪粒子が乱流エネルギーへ及ぼす影響の検討                                  | 平成 21 年 8 月 | 日本建築学会大会学術講演梗概集 D-1(東北)   | 大風翼, 伊藤優, 富永禎秀, 持田灯, 根本征樹, 佐藤威, 吉野博  |
| 建物周りの雪害に対するリスクマネジメント   | 平成 21 年 8 月 | 日本建築学会大会学術講演梗概集 B-1(東北)   | クンサナ・ドゥアンマラ, 高橋徹   |
| 実大スケールモデルを用いた建物周囲における吹きだまりの観測  | 平成 21 年 8 月 | 日本建築学会大会学術講演梗概集 B-1(東北)   | 堤拓哉, 苫米地司, 千葉隆弘  |
| Numerical modeling of drifting snow around buildings   | 平成 21 年 9 月 | CD proceedings of Turbulence, Heat and Mass Transfer 6                  | T.Okaze, Y.Tominaga, A.Mochida, Y.Ito, M.Nemoto, H.Yoshino, T.Sato         |
| 建物周辺の非平衡流中の飛雪現象のモデル化(その5) Saltation 発達過程の境界層の飛雪流量の空間分布に関する風洞実験結果の一般性の確認                      | 平成 21 年 9 月 | 雪氷研究大会(2009・札幌)講演要旨集  | 伊藤優, 富永禎秀, 持田灯, 根本征樹, 大風翼, 吉野博, 佐藤威  |
| 建物周辺の非平衡流中の飛雪現象のモデル化(その6) 吹雪境界層中の吹雪粒子が乱流エネルギーへ及ぼす影響の検討                                       | 平成 21 年 9 月 | 雪氷研究大会(2009・札幌)講演要旨集  | 大風翼, 伊藤優, 富永禎秀, 持田灯, 根本征樹, 佐藤威, 吉野博  |
| 除雪作業中の事故の F T A 分析   | 平成 21 年 9 月 | 雪氷研究大会(2009・札幌)講演要旨集  | 上村靖司, 五明田優希  |
| 東北地方における自治体の雪対策の現状と課題  | 平成 21 年 9 月 | 雪氷研究大会(2009・札幌)講演要旨集  | 沼野夏生   |
| 実大モデルを用いた建物周囲における吹きだまりの観測  | 平成 21 年 9 月 | 雪氷研究大会(2009・札幌)講演要旨集  | 堤拓哉, 苫米地司, 千葉隆弘  |
| 雪面の侵食・堆積のモデル化に関する基礎的検討 CFD による建物周辺の飛雪現象の数値予測   | 平成 21 年 9 月 | 日本建築学会環境系論文集  | 富永禎秀, 大風翼, 持田灯, 志田貴之, 吉野博  |

|  |              |  |  |
|--|--------------|--|--|
| 「雪かき道場」を通じた雪害リスク軽減のシナリオ  | 平成 21 年 9 月  | 第 28 回日本自然災害学会講演要旨集  | 上村靖司, 諸橋和行   |
| PREDICTION OF SNOWDRIFT AROUND A CUBE USING CFD MODEL INCORPORATING EFFECT OF SNOW PARTICLES ON TURBULENT FLOW | 平成 21 年 11 月 | CD Proceedings of Asian-Pacific Conference on Wind Engineering VII                 | Yoshihide TOMINAGA, Tsubasa Okaze, Akashi Mochida, Masaki Nemoto, Yu Ito   |
| 越後雪かき道場 2009—予算なし それでも飛躍 3 年目  | 平成 21 年 11 月 | 寒地技術論文・報告集 25  | 諸橋和行, 上村靖司   |
| 建物周辺の飛雪現象の数値開発手法の開発 - 2 つの飛雪空間密度の輸送方程式を解く新たな飛雪モデルの提案 -   | 平成 21 年 12 月 | 第 23 回数値流体力学シンポジウム講演論文集  | 大風翼, 持田灯, 富永禎秀, 伊藤優, 吉野博   |
| 住宅配置形態と積雪分布の関係に関する CFD・熱収支解析   | 平成 22 年 1 月  | 日本建築学会環境系論文集   | 青木泰伸, 富永禎秀, 村田亨  |
| 機械除雪によって堆積された住宅前の堆雪処理を目的とした埋設型融雪槽の開発   | 平成 22 年 2 月  | 日本建築学会技術報告集  | 青木泰伸, 富永禎秀   |
| 「雪国日本」—建築設計において雪問題をどのように考えるか 2009 年度日本建築学会(東北)構造部門(荷重)パネルディスカッション資料  | 平成 21 年 8 月  | 日本建築学会   | 富永禎秀, 大風翼, 持田灯   |
| 秋田雪の会機関紙「雪輪」第 35 号   | 平成 21 年 12 月 | 秋田雪の会  | 本谷研  |
| 吹雪の発生・発達と空間構造  | 平成 21 年 12 月 | 日本流体力学会  | 佐藤威  |
| 吹雪に伴う居住環境障害  | 平成 21 年 12 月 | 日本流体力学会  | 堤拓哉  |
| 建物周辺の飛雪現象への CFD の適用  | 平成 21 年 12 月 | 日本流体力学会  | 富永禎秀, 大風翼, 持田灯   |
| CFD prediction of snowdrift around a cube using two transport equations for drifting snow density              | 平成 22 年 5 月  | Proceedings of The Fifth International Symposium on computational Wind Engineering | Tsubasa Okaze, Akashi Mochida, Yoshihide Tominaga, Y.Ito, Hiroshi Yoshino  |
| Development of system for predicting snow distribution in built-up environment                                 | 平成 22 年 5 月  | Proceedings of The Fifth International Symposium on computational Wind Engineering | Yoshihide Tominaga, Akashi Mochida, Tsubasa Okaze, Takeshi Sato, Masaki Nemoto, Hiroki Motoyoshi, Sento Nakai, Takahiko Uematsue, Masaya Otsukie |
| 吹雪モデルと融雪モデルを連成させ   | 平成 22 年 6 月  | 日本建築学会東北支  | 伊藤優, 佐々木康友, 大風翼, 持田灯,  |

|   |         |                         |   |
|---|---------|-------------------------|---|
| た市街地内における積雪分布の予測手法の開発   |         | 部                       | 富永禎秀, 吉野博                                       |
| 都市・建築空間における雪氷災害対策のための降積雪シミュレーションシステムの開発 その1 システムの概要と実大建物による精度検証 | 平成22年7月 | 日本建築学会大会学術講演梗概集 D-1     | 富永禎秀, 持田灯, 大風翼, 佐藤威, 根本征樹, 本吉弘岐, 中井専人, 堤拓哉, 吉野博 |
| 非平衡流れ場に適応可能な飛雪現象のモデリング その7 2つの飛雪空間密度の輸送方程式を解く新たな飛雪モデルの提案        | 平成22年7月 | 日本建築学会大会学術講演梗概集 D-1     | 大風翼, 持田灯, 富永禎秀, 伊藤優, 吉野博, 佐々木康友                 |
| 市街地内における積雪分布の予測手法の開発 その1 吹雪モデルと融雪モデルを連成させた積雪分布の予測手法の概要          | 平成22年7月 | 日本建築学会大会学術講演梗概集 D-1     | 持田灯, 伊藤優, 大風翼, 富永禎秀, 佐々木康友, 吉野博                 |
| 市街地内における積雪分布の予測手法の開発 その2 モデル街区における融雪を考慮した積雪分布の数値解析              | 平成22年7月 | 日本建築学会大会学術講演梗概集 D-1     | 佐々木康友, 伊藤優, 大風翼, 持田灯, 富永禎秀, 吉野博                 |
| 豪雪地帯市町村における雪害の実態とその対策に関する研究                                     | 平成22年7月 | 日本建築学会北海道支部             | 上井優, 苫米地司, 千葉隆弘, 堤拓哉                            |
| 実大スケールモデルを用いた建物周囲における雪の吹きだまりの実測                                 | 平成22年7月 | 日本建築学会北海道支部             | 堤拓哉, 高橋章弘, 苫米地司, 千葉隆弘                           |
| 建物群内における屋根上積雪深について  | 平成22年9月 | 日本建築学会大会学術講演梗概集 B-1(北陸) | 堤拓哉, 苫米地司, 千葉隆弘                                 |
| 豪雪地帯市町村における雪害の実態とその対策に関する研究                                     | 平成22年9月 | 日本建築学会大会学術講演梗概集 B-1(北陸) | 上井優, 苫米地司, 千葉隆弘, 堤拓哉                            |
| 平成18年豪雪の負傷率に基づく屋根雪処理法のコスト換算リスク評価                                | 平成22年9月 | 日本建築学会大会学術講演梗概集 B-1(北陸) | 高橋徹, 武市基義                                       |
| 都市・建築空間における雪氷災害対策のための降積雪シミュレーションシステムの開発—システムの概要と実大建物による精度検証—    | 平成22年9月 | 雪氷研究大会(2010・仙台)講演要旨集    | 富永禎秀, 持田灯, 大風翼, 佐藤威, 根本征樹, 本吉弘岐, 中井専人, 堤拓哉, 吉野博 |
| 融雪を考慮した積雪分布の予測手法の開発(その1)—吹雪モデルと融雪モデルを連成させた積雪分布の予測手法の概要—         | 平成22年9月 | 雪氷研究大会(2010・仙台)講演要旨集    | 持田灯, 伊藤優, 大風翼, 富永禎秀, 佐々木康友, 吉野博                 |

|   |                        |                        |   |
|---|------------------------|------------------------|---|
|   |                        |                        |   |
| 融雪を考慮した積雪分布の予測手法の開発(その 2)ーモデル街区における融雪を考慮した積雪分布の数値解析ー          | 平成 22 年 9 月            | 雪氷研究大会 (2010・仙台) 講演要旨集 | 佐々木康友, 伊藤優, 大風翼, 持田灯, 富永禎秀, 吉野博                       |
| 建物周辺の非平衡流中の飛雪現象のモデル化(その 7)ー2 つの飛雪空間密度の輸送方程式による新たな飛雪モデルの提案ー    | 平成 22 年 9 月            | 雪氷研究大会 (2010・仙台) 講演要旨集 | 大風翼, 持田灯, 富永禎秀, 伊藤優, 吉野博, 佐々木康友, 一戸一慧                 |
| 建物周辺の非平衡流中の飛雪現象のモデル化(その 8)ー雪面から飛散した雪の積雪への寄与率を用いた吹き溜まり形成過程の分析ー | 平成 22 年 9 月            | 雪氷研究大会 (2010・仙台) 講演要旨集 | 一戸一慧, 大風翼, 持田灯, 富永禎秀, 伊藤優, 吉野博, 佐々木康友                 |
| 論文特集「都市空間における雪氷現象の予測と災害リスク評価」によせて                             | 平成 22 年 10 月<br>(掲載決定) | 日本雪工学会誌                | 吉野博, 持田灯, 富永禎秀  |
| 平成 18 年豪雪の被害データに基づく屋根雪処理方法のリスク評価                              | 平成 22 年 10 月<br>(掲載決定) | 日本雪工学会誌                | 高橋徹, クンサナ・ドゥアンマラ, 山口渉, 武市基義                           |
| 屋根雪関連事故を防ぐための注意基準についてー山形県を対象とした発生危険度の解析からー                    | 平成 22 年 10 月<br>(掲載決定) | 日本雪工学会誌                | 佐藤威   |
| 都市雪害の現状分析に基づく雪対策データベースの提案                                     | 平成 22 年 10 月<br>(掲載決定) | 日本雪工学会誌                | 谷口 尚弘, 苫米地司   |
| 実大建物モデルを対象とした吹きだまり観測  | 平成 22 年 10 月<br>(掲載決定) | 日本雪工学会誌                | 堤拓哉, 苫米地司, 千葉隆弘, 高橋章弘                                 |
| メソ気象モデルと CFD を接続した都市・建築空間の降積雪シミュレーションシステムの開発                  | 平成 22 年 10 月<br>(掲載決定) | 日本雪工学会誌                | 富永禎秀, 持田 灯, 大風 翼, 佐藤 威, 根本征樹, 本吉弘岐, 中井 専 人, 堤拓哉, 吉野 博 |
| CFD を用いた吹雪モデルと雪面熱収支解析に基づく融雪モデルの連成による都市・建築空間の積雪分布予測手法の開発       | 平成 22 年 10 月<br>(掲載決定) | 日本雪工学会誌                | 伊藤優, 大風翼, 持田灯, 富永禎秀, 吉野博, 佐々木康友                       |

#### 9. 研究成果による知的財産権の出願・取得状況

| 知的財産権の内容 | 知的財産権の種類、番号 | 出願年月日 | 取得年月日 | 権利者名 |
|----------|-------------|-------|-------|------|
|          |             |       |       |      |

#### 10. 成果の実用化の見通し

雪氷問題を専門とするコンサルティング会社である（株）雪研スノーイーターズ（札幌市）が、本マネジメントシステムを採用した雪氷災害防止のためのコンサルティング業務の実施を検討している。クライアントとして想定される行政の要望や実務としての汎用性などに関して、ヒアリング等を通じて情報収集を行っている段階である。

#### 11. その他