

品質機能展開 (QFD) による札幌市の除雪計画とアウトカム指標選択に関する研究

Application of QFD to the Planning of Urban Snow Removal and Selection of Outcome Indicators for Sapporo

山本千雅子*

Chigako Yamamoto

1. はじめに

札幌市は都市規模からみると世界でも稀有な豪雪地帯にあり、年平均降雪量はしばしば5メートル近くに達する。周辺人口を加えると250万人が居住し、経済活動も盛んである。平成14年度の札幌市の雪対策費は約152億円で多額を投入しているが、市政世論調査では市民が求める行政サービスとして「除排雪」は26年連続一位で、市民要望は非常に高い。しかし今後の財政事情から冬期道路維持管理レベル全体を上げることは困難であるため、より効果的な除雪の実施で利用者満足度を改善しなければならない。

本研究は、こうした背景から現状の予算規模を変えずに利用者満足度を改善する除雪計画を検討するため、品質工学で使われている品質機能展開 (QFD) を用いて、市民要望を満たす除雪の計画方法を検討する。また、この検討過程で都市除雪の成果指標 (アウトカム指標) の選択を試みる。

2. 品質機能展開(QFD)

(1) 概要

戦後、日本では、化学工業において統計的品質管理が多く実施されたが、この場合一度プラントが設置されると、製造段階のSQCで品質が確保できたので、品質保証活動の重点は製造におかれてきた。60年代の高度成長期で自動車に代表される産業が急成長し、絶えずモデルチェンジが行なわれ、製造品質の確保に止まらず、設計品質の段階からの品質保証活動が必要とされ、統計的品質保証から全社的品質管理へと移行した¹⁾。

このような流れの中で品質展開の試行が開始さ

れ、新製品開発の設計的アプローチの手法としてブリジストンタイヤ等で実施された。そして、開発・設計の源流から始まるすべてのプロセスで品質を確保する仕組みとして、水野滋と赤尾洋二(1978年)が「品質展開」で理論的な構築を発表し、QFDが提唱されるに至った。日本では、三菱重工、小松製作所、松下電器など各社で広く採用されている。米国においても1983年に米国品質管理学会誌で発表され、セミナーが開催されて以来、QFD (Quality Function Deployment)として広く普及し、自動車製造業のビッグスリーにも標準として採用されてきた。

(2) 定義

QFDの定義は、「ユーザーの要求を代用特性(品質特性)に変換し、完成品の設計品質を定め、これを各種機能部品の品質、さらに個々の部品の品質や工程の要素に至るまで、これらの間の関係を系統的に展開していくこと」である¹⁾。

QFDは、「品質の展開(QD)」と「業務機能の展開(JFD)」の総称である。QDは、顧客が要求する商品の品質を明らかにして生産面の留意点などを明確にする。JFDは、QDで明らかにされた品質を、企画・設計・購買・生産・サービスなどの各業務機能(職能)別に品質を確保する「仕組み」を明確にする。つまり、製品やサービスに要求される品質を明らかにして、それを実現するための業務の仕組みを構築していく考え方がQFDである²⁾。

設計段階から、最終製品やサービスの品質確保(品質保証)を図ることがQFDの重要な特徴である。

(3) 分析方法

a) 品質表

要求品質と品質特性を二元表(品質表)で表す品質表の定義は、「真の品質(客先の求める)を機能中心に体系化し、この機能と代用特性である品質特性

キーワード: 公共事業評価法、計画手法論

*正員、北海道大学大学院工学研究科博士課程

(札幌市北区北13条西8丁目、TEL:011-706-6864 FAX011-706-6216)

の関連を示したものである²⁾。図1の左側、「要求品質展開表」は、顧客の世界で、顧客の声から求められる品質(要求品質)を明らかにする。上部の「品質特性展開表」は技術の世界で、品質表は「顧客の世界から技術の世界への変換」を図るものである。品質特性は、品質評価の対象となる性質・性能で計測可能なものを選択し、品質要素とする。

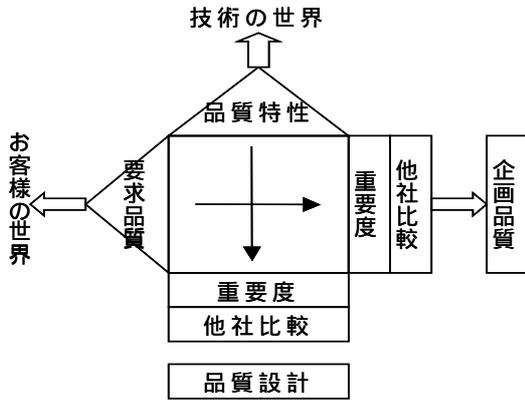


図1 品質表¹⁾

b) 言語データ

顧客の声は、直接数値で得ることはできない。QFDでは統計的QC手法とは異なり、言語データを主に取り扱う。アンケートや聞き取り調査で得た顧客の声を言語データとして用い、顧客の言葉を「報告の言葉」に翻訳する²⁾。そしてKJ法を用いて集約し「代表言語」とする。

c) 企画品質の設定

要求品質項目ごとにユーザーニーズ(重要度)を明らかにする。重要度は、顧客の声(アンケート)の代表言語の重複度数を用いることができる。

次に戦略上のポリシーも考慮してセールスポイントを設定する。セールスポイントは、特に重要なものはで示される(図2、図3)。

要求品質重要度を(重要度)×(レベルアップ率)×(セールスポイント)と設定する(図3の絶対ウエイトとして求められる)。ここで、を1.5、を1.2とするがこれは経験則によるものである。レベルアップ率は目標値に対する現状値の割合である。

d) 魅力的品質と当たり前品質

品質には二側面性がある。過去の商品やサービスがすでに満たした品質項目の中には顧客が当たり前と考え、アンケート等で要求項目とならないものがある。たとえば、プレハブ住宅において、「土台がし

っかりしている」ことは当然と考えられ顧客の要求項目とはなりにくい、実際の製造では重要である。このように、当たり前品質要素と呼ばれ、それが充足されれば当たり前と受け取られるが、不充足であれば不満を引き起こす品質要素を、重要度決定の際に考慮しなければならない。

| 品質要素 | 要求品質 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 重要度 | ウエイト(%) |
|-----------------|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | | |
| 交通量増加に対応した道路 | 3 | 0 | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | △ | ○ | △ | ○ | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 4.8 | 6.0 |
| 都心部の交通流がスムーズ | 2 | 0 | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | △ | ○ | △ | ○ | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 2.8 | 1.0 |
| 交通量を妨げず駐車車両が可視 | 3 | 0 | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | △ | ○ | △ | ○ | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 3.8 | 4.5 |
| 幅員確保 | 4 | 0 | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | △ | ○ | △ | ○ | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 9.8 | 10.0 |
| 道路幅が十分確保 | 5 | 0 | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | △ | ○ | △ | ○ | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 4.8 | 3.2 |
| 雪山が大きな雪が降りた道路 | 6 | 0 | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | △ | ○ | △ | ○ | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 3.8 | 5.4 |
| 除雪機が十分な雪が降りた道路 | 7 | 0 | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | △ | ○ | △ | ○ | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 3.8 | 4.5 |
| 交差点でも幅員 | 8 | 0 | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | △ | ○ | △ | ○ | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 3.8 | 2.2 |
| 停車・発進がしやすい交差点 | 9 | 0 | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | △ | ○ | △ | ○ | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 6.8 | 3.6 |
| 道路がスムーズな交差点 | 10 | 0 | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | △ | ○ | △ | ○ | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 3.8 | 1.5 |
| 道路の水雪が凍結を招かない路面 | 11 | 0 | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | △ | ○ | △ | ○ | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 11.8 | 13.4 |
| 路上に新雪が降りた路面 | 12 | 0 | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | △ | ○ | △ | ○ | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 7.8 | 4.6 |
| 融けた雪が除去された路面 | 13 | 0 | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | △ | ○ | △ | ○ | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 2.8 | 1.0 |
| 凹凸・段差のない路面 | 14 | 0 | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | △ | ○ | △ | ○ | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 6.8 | 7.1 |
| 十分な摩擦を確保した路面 | 15 | 0 | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | △ | ○ | △ | ○ | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 8.8 | 11.9 |
| 除雪作業の実施日時の検討 | 16 | 0 | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | △ | ○ | △ | ○ | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 1.8 | 1.2 |
| 除雪中でも先が分かる道路 | 17 | 0 | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | △ | ○ | △ | ○ | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 1.8 | 0.5 |
| 公共交通が滞りない道路 | 18 | 0 | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | △ | ○ | △ | ○ | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 5.8 | 9.9 |
| 駐車機にすぐ入れる情報提供 | 19 | 0 | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | △ | ○ | △ | ○ | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 1.8 | 1.0 |
| 歩きやすい交差点と車道 | 20 | 0 | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | △ | ○ | △ | ○ | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 1.8 | 0.8 |
| 除雪機、除雪した歩道 | 21 | 0 | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | △ | ○ | △ | ○ | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 5.8 | 2.5 |
| 融けた雪を除去した歩道 | 22 | 0 | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | △ | ○ | △ | ○ | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 1.0 | 0.5 |
| 凍りにくい歩道 | 23 | 0 | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | △ | ○ | △ | ○ | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 6.7 | 3.3 |
| 水溜りのない路面・交差点 | 24 | 0 | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | △ | ○ | △ | ○ | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 1.8 | 0.5 |
| 重要度 | 85 | 61 | 68 | 82 | 74 | 81 | 75 | 81 | 82 | 91 | 82 | 84 | 88 | 94 | 88 | 84 | 83 | 85 | 84 | 14 | 14 |
| ウエイト(%) | 85 | 61 | 68 | 82 | 74 | 81 | 75 | 81 | 82 | 91 | 82 | 84 | 88 | 94 | 88 | 84 | 83 | 85 | 84 | 0.05 | 0.05 |

図2 札幌市除雪の品質表

| 品質要素 | 重要度 | 比較分析 | 他社 | | | | 重要度 | レベルアップ率 | セールスポイント | 絶対ウエイト | ウエイト(%) |
|-----------------|-----|------|----|----|----|----|-----|---------|----------|--------|---------|
| | | | 社 | X社 | Y社 | Z社 | | | | | |
| 交通量増加に対応した道路 | 1 | 4 | 1 | | | 3 | 3.0 | | 12.0 | 6.0 | |
| 都心部の交通流がスムーズ | 2 | 2 | 2 | | | 2 | 1.0 | | 2.0 | 1.0 | |
| 交通量を妨げず駐車車両が可視 | 3 | 3 | 1 | | | 3 | 3.0 | | 9.0 | 4.5 | |
| 幅員確保 | 4 | 9 | 6 | | | 9 | 1.5 | ◎ | 20.3 | 10.0 | |
| 道路幅が十分確保 | 5 | 4 | 3 | | | 4 | 1.3 | ○ | 6.4 | 3.2 | |
| 雪山が大きな雪が降りた道路 | 6 | 3 | 1 | | | 3 | 3.0 | ○ | 10.8 | 5.4 | |
| 除雪機が十分な雪が降りた道路 | 7 | 3 | 1 | | | 3 | 3.0 | | 9.0 | 4.5 | |
| 交差点でも幅員 | 8 | 3 | 2 | | | 3 | 1.5 | | 4.5 | 2.2 | |
| 停車・発進がしやすい交差点 | 9 | 6 | 5 | | | 6 | 1.2 | | 7.2 | 3.6 | |
| 道路がスムーズな交差点 | 10 | 3 | 3 | | | 3 | 1.0 | | 3.0 | 1.5 | |
| 道路の水雪が凍結を招かない路面 | 11 | 9 | 4 | | | 8 | 2.0 | ◎ | 27.0 | 13.4 | |
| 路上に新雪が降りた路面 | 12 | 7 | 3 | | | 4 | 1.3 | | 9.3 | 4.6 | |
| 融けた雪が除去された路面 | 13 | 2 | 2 | | | 2 | 1.0 | | 2.0 | 1.0 | |
| 凹凸・段差のない路面 | 14 | 6 | 5 | | | 8 | 1.6 | ◎ | 14.4 | 7.1 | |
| 十分な摩擦を確保した路面 | 15 | 8 | 4 | | | 8 | 2.0 | ◎ | 24.0 | 11.9 | |
| 除雪作業の実施日時の検討 | 16 | 1 | 1 | | | 2 | 2.0 | ○ | 2.4 | 1.2 | |
| 除雪中でも先が分かる道路 | 17 | 1 | 1 | | | 1 | 1.0 | | 1.0 | 0.5 | |
| 公共交通が滞りない道路 | 18 | 5 | 3 | | | 8 | 2.7 | ◎ | 20.0 | 9.9 | |
| 駐車機にすぐ入れる情報提供 | 19 | 1 | 1 | | | 2 | 2.0 | | 2.0 | 1.0 | |
| 歩きやすい交差点と車道 | 20 | 1 | 3 | | | 5 | 1.7 | | 1.7 | 0.8 | |
| 除雪機、除雪した歩道 | 21 | 4 | 4 | | | 5 | 1.3 | | 5.0 | 2.5 | |
| 融けた雪を除去した歩道 | 22 | 2 | 2 | | | 1 | 0.5 | | 1.0 | 0.5 | |
| 凍りにくい歩道 | 23 | 4 | 3 | | | 5 | 1.7 | | 6.7 | 3.3 | |
| 水溜りのない路面・交差点 | 24 | 1 | 2 | | | 2 | 1.0 | | 1.0 | 0.5 | |

図3 札幌市除雪の関連表

3. 都市冬期維持管理計画への QFD の応用

道路交通のアウトカム指標の設定と測定は日本では平成 15 年度から試行・実施が始まった。積雪寒冷地の都市では、冬期維持管理は市民生活や産業を支える重要な事業であると同時に、支出のかなりの部分を占める。効率的・効果的な事業運営が求められ、適切なアウトカム指標の選択は重要課題である。

本研究では、冬期維持管理サービスの顧客である都市交通利用者にアンケート調査を行ない、QFD で用いる言語データの集約方法を使い、利用者の「代表言語」の重要度（重複度）を求めアウトカム指標とし、また、QFD の品質表の作成を用いた札幌市の除雪計画策定方法を提案する。

4. 冬期交通行動調査

(1) 調査概要

QFD に用いる顧客の声を調査するため、市民の中でも経済を担う企業の業務交通に焦点をあてて、次の交通行動調査を実施した。

- ・調査対象日：平成 16 年 2 月 25 日
- ・内容：家を出て会社に行き、帰宅するまでの交通行動をトリップ単位で記入。出発時間と到着時間、出発地、目的地、トリップ目的、利用交通機関、夏期に同じ目的地にトリップをする場合の所要時間、所要時間が夏期よりも多い場合は、その理由を記入。
- ・対象者：札幌市内の企業で通常、集金あるいは金融機関へ行く資金決済業務の担当者。（この職種は、業務上、対象日である五・十日と呼ばれる業務多忙日の交通行動は年間を通じて共通していることから、調査対象として選択した。）

平成 16 年 2 月 20 日(金)と 23 日(月)に郵送・手渡しで合計 613 通を配布したが、実際に送達された票数は 568 票である。回収は郵送で、合計で 255 通の回答があり、回収率は 45%であった。

分析にあたって、除雪計画業務の担当経験を持つ札幌市職員の協力を得て、要求品質の KJ 法によるまとめと技術の言語への変換、当たり前品質の検討を行なった。また、裏づけとして、各区の土木センターで測定した気象情報（調査日とその前 2 日間）、各区毎に実施した除雪作業についての情報を収集し、

正確を期して顧客の声を報告の言葉に翻訳した。

(2) 冬期業務交通の要求品質と品質特性

冬期交通の遅れ（夏期より多くかかった時間）の原因として利用者が記入した理由（言語情報）を分析した。重要度計算は、トリップベースとした。回答されたトリップ数 777 のうち 705 トリップで冬期遅れが算出でき、そのうち 348 トリップ（49.4%）で遅れが発生した。遅れた原因の記入があった 302 トリップを重要度算出の対象とした。図 4 にモード別に対象 707 トリップの遅れ発生状況を示す。

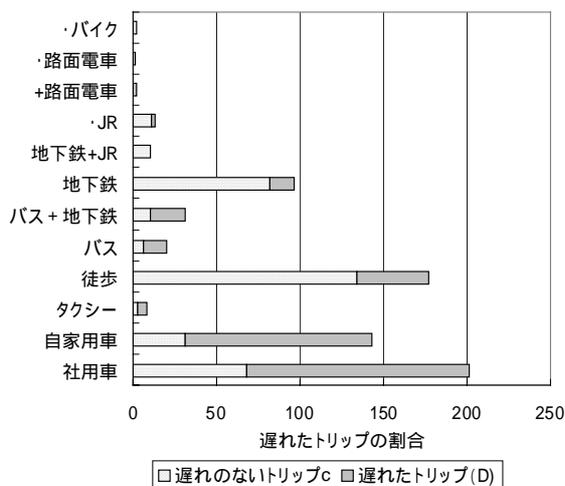


図 4 交通モード別冬期遅れの発生状況

表 1 代表言語（冬期遅れの理由）

| 要求品質 | 交通量増加 | 都心部渋滞 | 駐車車両 | 幅員不十分 | 車線減少 | 除雪狭路箇所 | 交差点難 | 雪山 |
|------|-------|----------|------------|-------------|---------|-----------|---------|------|
| 回答数 | 34.0 | 6.0 | 13.0 | 98.0 | 31.0 | 9.0 | 14.0 | 10 |
| (%) | 4.8 | 0.9 | 1.8 | 13.9 | 4.4 | 1.3 | 2.0 | 1.4 |
| 要求品質 | 交差点滑り | 右・左折車線なし | 雪氷路面 | 路上の雪 | スラッシュ | 不陸 | 滑りやすい路面 | 除雪作業 |
| 回答数 | 5.0 | 10.0 | 128.0 | 73.0 | 4.0 | 4.0 | 65.0 | 3.0 |
| (%) | 0.7 | 1.4 | 18.2 | 10.4 | 0.6 | 0.6 | 9.2 | 0.4 |
| 要求品質 | 視界不良 | 駐車場混雑 | バス・路面電車の遅れ | 歩みにくい交差点・路側 | 歩道除雪不徹底 | 歩道雪解け除雪なし | 歩道の滑り | 水溜り |
| 回答数 | 2.0 | 2.0 | 40.0 | 2.0 | 23.0 | 7.0 | 20.0 | 3.0 |
| (%) | 0.3 | 0.3 | 33.0 | 0.3 | 3.3 | 1.0 | 2.8 | 0.4 |

表 1 は、利用者の回答を集約した代表言語とその重複度である。要求品質としてこの代表言語の項目を用いた。

品質特性は顧客の声を満たす手段なので、その要素である品質要素は個々の除雪作業の結果得られる冬期道路状態である。（品質要素は図 2 参照）。

通常、除雪は作業する側の視点から車道除雪と歩道除雪に分けて議論されるが、利用者は実際には多

様な公共交通機関を利用しており、とくにバス・電車利用者の視点から除雪を考える必要性が示された。バス・電車利用の約70%に遅れが発生している。こうした遅れが低減されれば公共交通利用増加の可能性は否定できない。また、公共交通利用者は地下鉄を含めて、必ず「徒歩」を含めてトリップが成立しているため、徒歩環境向上の必要性が示唆された。

(3) 要求品質から抽出したアウトカム指標

表1の品質要素から、顧客ニーズの高いもの、即ち重要度の高いものからアウトカム指標として、「幅員」、「路上の雪」、「滑りやすさ」、「バス・電車の遅れ」等が考えられる。品質要素はもともと計測可能なものを選択することになっており、これらも直接、あるいは代替的に測定可能である。したがって適切な都市除雪のアウトカム指標と考えられる。

(4) 冬期業務交通の企画品質

図3は本研究で作成した関連表である。要求品質の重要度は、アンケート調査の回答の重複度から9段階に分けたものを用い、さらに当たり前品質を検討した結果、「路上の雪」、「凹凸(轍)がない」、「滑りにくい」は、これまで重点的に管理が行なわれてきた事実を踏まえ、重要度を上げた。

比較分析は、除雪には代替サービスがないため、比較対象は設定しなかった。いわゆる「自社の現状値」については、札幌市の平成14年の決算結果などをもとに値を定めた。セールスポイントは、当たり前品質に加え、今回の調査結果を反映し、「幅員確保」と「公共交通の遅れがない」と「排雪日時の検討」を加えた。企画品質は、札幌市の現状値に今回の調査の重要度とセールスポイントを反映させた値を使った。企画品質とセールスポイントは戦略に合わせて数値を選択でき、これらの値を変えると、品質表で得られる品質要素重要度も変化する。

(5) 冬期業務交通の品質表

図2は、企画品質を反映したウェイト変換後の要求品質と品質要素の品質表である。下の重要度が品質要素重要度で設計品質に反映されることになる。

品質要素重要度は、どの作業に重点を置いて除雪を計画すべきかを示す。「幅員」は顧客の声で重要度

が高いが、今回の結果では「拡幅除雪」の重要度が8.1、「運搬排雪」が8.0で一番ではない。むしろ他の品質要素である「交差点の滑り止め対策(8.2)」や「右折・左折車線の確保(9.9)」に力を入れた方が高い満足度を得られることを示している。

札幌市では既に幅員に道路除雪費の約40%(平成14年)を投入しているため、多少資源配分を増やしても満足度は容易には上がらないと推測される。また、利用者は「幅員が狭い」と言っているが、これは交通容量の低下を意味し、その対策としては交差点容量を改善する方が効率的である。フィンランドやノルウェーの除雪基準では1日以内の交差点からの雪山除去を定めており、交差点の雪山除去は交通容量確保に有効と考えられる。他に、右折・左折車線を確保して直進車をスムーズに流す、歩車分離信号によって歩行者が左折車を止めて発生する渋滞を防ぐ、などが交差点交通容量対策としてあげられる。

また、生活道路の排雪作業を企業業務多忙日である25日に実施しなければ、少なくとも今回の調査では不満が4件解消され、それには何のコストもかからない。

このように、札幌市の除雪は膨大な事業であるが、QFDは利用者の声を適切に事業に反映させ、さらに全体を見渡した効果的な計画検討を可能にする。

5. まとめ

本研究はQFDの利用で効率的な都市除雪事業の計画が可能であることを示した。今後、公共サービスの品質保証が重要性を増すが、QFDは品質保証を目的とした手法であることから除雪事業全体の品質保証にも有効と考えられる。品質保証には製品やサービスのパフォーマンス測定が不可欠で、本研究で提案するアウトカム指標の選択方法はQFDによる計画立案から得るものなので、除雪政策の評価と品質保証の適切な指標となると考えられる。

6. 参考文献.

- 1) 赤尾洋二:「品質展開入門」、日科技連出版社、1990.
- 2) 新藤久和:「統計的問題解決法」、日科技連出版社、2001.