

香美市上水道を対象とした原価管理支援システムの開発

— 施設の維持・管理支援機能の開発 —

1180488 明法寺 亮

高知工科大学マネジメント学部

1. 概要

今日、行政を取り巻く環境は、財政難に関わらず住民から求められるサービスの複雑・多様化などにより大変厳しいものとなっている。このような状況の中、行政の効率化を行うために、企業経営の考え方を取り入れた行政経営システムが強く要請されている。この行政経営システムを構築するために、坂本研究室として、香美市上水道事業を対象事例として、現状の業務活動を評価する原価管理支援システムを開発してきた(以降、先輩研究と呼ぶ)。しかし、先輩研究では施設の維持・管理を支援するシステムの開発が行われていなかった。そこで本研究では、施設の維持・管理を支援するシステムの概念設計を行い、それに基づきシステム開発を行う。そして、先輩システムと統合することを研究目的とする。

2. 背景

現在の行政は、財政難や住民から求められるサービス内容の複雑かつ多様化により、厳しい環境下にある。そのような状況下で、業務の効率化を達成するために、行政経営システムが強く求められている。そこで、坂本研究室としては香美市の上水道事業を対象として活動毎に原価を評価するシステムを開発してきた(原佳菜絵(2015))(美濃大地(2016))。先輩研究のシステムを活用して分析をすると、施設の維持・管理が問題となっていることが判明した。しかし、先輩研究のシステムには施設の維持・管理を支援する機能が未開発である。

3. 目的

本研究は、2章でも述べた通り、香美市の上水道事業を対象として施設の維持・管理を支援する機能を開発し、先輩研究のシステムと統合させることを研究目的とする。

4. 研究方法

本研究では、実際に役立つことを目指しているため、香美市の上水道事業の事例に基づき研究を行う。具体的には、職員の方へのヒアリング調査や、実際の職員の労働時間・給料等諸手当、施設の維持・管理に関するデータなどを頂き、現実の詳細なデータを踏まえて概念設計を行う。その概念設計に基づきシステム開発し、実データを使って検証を行う。また論文としては間に合わないが、実際に香美市の職員の方に開発したシステムを使用してもらい、評価して頂く予定である。

5. 先輩研究の概要

一般的に、行政体では上水道事業に対しての単価の計算は行われている。しかし、単価の計算からは、労務費・材料費・経費の費用構成が分かるのみであり、大半は人件費である。人件費は容易に削除できないため、業務改善を行うことは難しい。そこで、先輩研究では、活動毎に原価計算を行うことにより、各系列どの活動にどれほどの原価が掛っているのかを明らかにすることができるシステムを開発した。これにより、原価は非常に掛っているがその事業を遂行するに於いて、その活動が必要不可欠でないのであればその活動自体を行わない、つまり削除するといった方法で業務改善を検討することが可能となった。ここでいう原価とは、労務費・材料費・経費から構成されているものとする。

活動毎に原価計算を行う方法としては、活動基準原価計算 ABC (Activity Based Costing) (松川幸一(2004))(南学(2003)(2006))(櫻井通晴(2004))がある。しかし、ここでは活動の一般的な活動の定義はされていない。そこで先輩研究では、業務改善を達成することを念頭に置いて、「事業目的を達成するために必要な業務を、ある一つのアウトプットをもたらす一連の系列が明らかになるレベルまで分解したもの」と定義している。

この定義に基づき、香美市上水道事業を対象として、活動の概念を表すものをレベル0とし、より具体的な活動を表すものをレベ

ル1からレベル3までとして活動のレベル分けを行った。先輩研究では、レベル3を直接的な計算対象としている(図1)。

次に、実際にシステムを行政体組織に適応させるためには、行政体の特徴を考慮してシステム開発することが必要になってくる。まず1つ目は、費用が間接費となっている点を踏まえることである。そこで先輩研究では、費用は活動時間に比例すると仮定し、費用を活動時間で按分している。2つ目の特徴としては、人事異動があるということである。毎年のように職員の配置換えがあり、原価計算システムに於いて職員データは変動するものと考えられる。よって、その変化に対応できるシステムを構築するために先輩研究では、根本的なプログラムの変更を必要とせず、比較的容易なデータ変更のみで対応可能なデータ駆動型システムとして設計している。

一方、先輩研究では上述したように業務改善を目指している。そのため、ただ原価計算を行うだけでは不十分であり、診断し、業務改善案の提言を行うことが必要となる。この業務改善案の提言には、原価等の定量的情報と、事業戦略や目的等を含む定性的情報を踏まえた判断が必要である。しかし、定性的情報の処理はシステム化が非常に困難であるため、ユーザー側の判断に一任しなければならない。そこで先輩システムでは、ユーザーが判断するのに必要な定量

的情報の加工・整理を行い、様々なインターフェイスを駆使して、定量的情報を多角的にユーザーに提示することによって業務改善の支援を行う。

6. システム構成

先輩研究のシステム構成としては、大分すると4つのモジュールから構成されている(図2)。まず、ユーザーインターフェイスはユーザーと会話を行いデータや計算結果の表示等を行う。次に、データ管理モジュールは職員データ、会計データ、活動一覧、及び計算結果の4つのデータを管理するものである。そして、原価計算モジュールは各データに基づき原価計算を行い計算結果をファイル出力する。診断支援モジュールは計算結果を整理し、表示することで様々なグラフィック機能によって業務改善の支援を行う。

本研究では、この先輩研究のシステム構成に維持・管理支援モジュールと、維持・管理データを開発し統合する。維持・管理支援モジュールは、維持・管理に関するデータに基づき、施設の過去の故障履歴を参考に、施設の修繕・取替にかかるトータル費用を計算し、ファイルに出力するものである。これによりユーザーの意思決定の支援を行う。

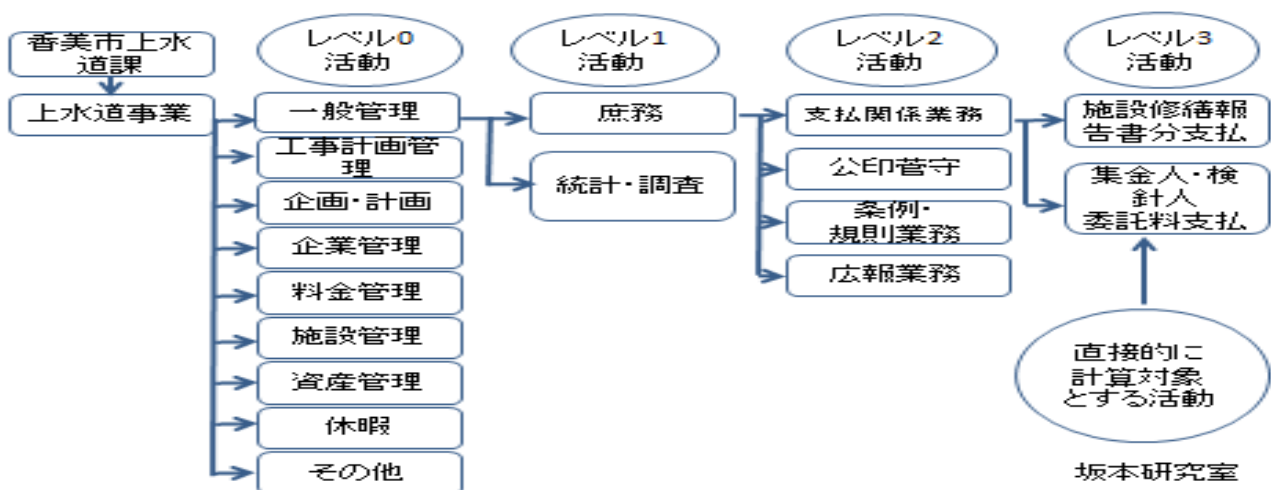


図1 活動のレベル分け

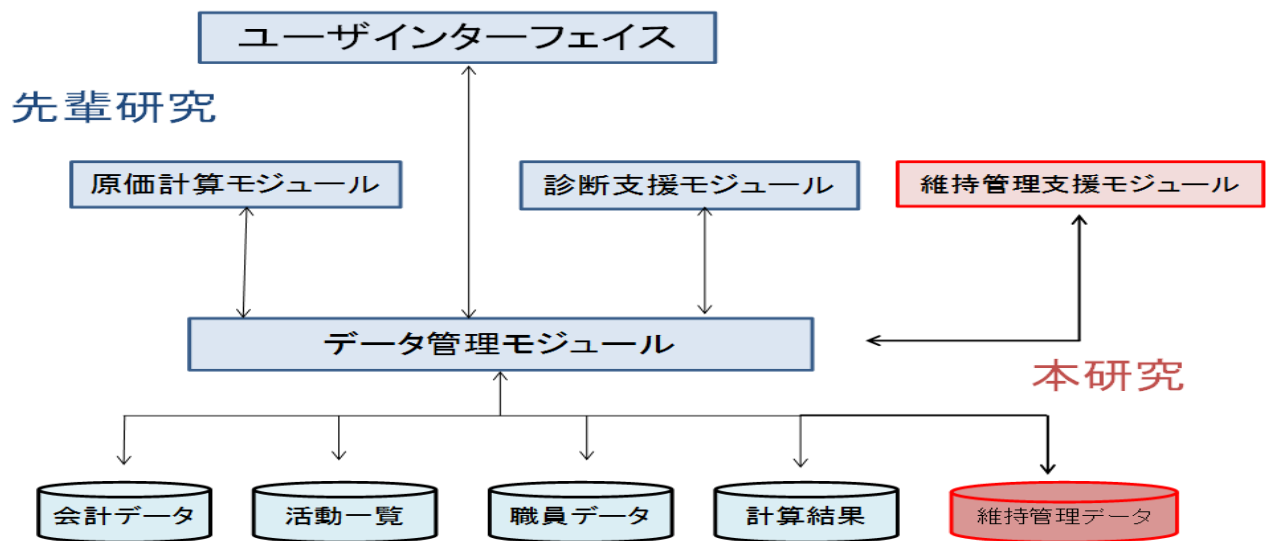


図2 システム構成

7. 先輩システムのフロー

先輩システムは、原価計算から業務改善案の提言までの一連の流れをシステム化している。そのフローについて以降、実行例を踏まえて論述する。

材料費や経費に関するデータが格納されている会計データ、及び職員名や労務費が格納されている職員データは、活動データが格納されている活動一覧と関連付けられている。その関連付けに基づきながら原価を求める。その計算の際には、行政に於いて費用が間接費となっている点を踏まえて、費用はその活動の労働時間に比例すると仮定する。具体的には以下の通りである。

- ・経費(材料費) = $\sum \text{経費(材料費)} \times (\text{その活動の労働時間} / \sum \text{経費(材料費)}) \times (\text{その活動の労働時間})$
- ・労務費 = $\sum \text{給料当初手当} \times (\text{その活動の労働時間} / \text{担当職員の全労働時間})$

一方、委託費はその労働時間が不明であるため以下のように関連付けられた活動に等しく振り分ける。

- ・委託費 = $\text{委託費} / \text{その委託費に関連付けられている活動の数}$

以上のような計算後、業務改善を行うためには原価的に問題となる活動を特定する必要がある。そこで、実際に香美市上水道事業のデータを使用して先輩システムを実行すると、活動ごとに原価計算が行われる。その後「問題活動抽出」ボタンを押すと上水道事業全体からトップダウン的に見て最も原価が高い系列が反転表示される(実際は赤くマーカーされている活動)(図3)。より詳しく説明すると、最も原価が高い系列の活動は、レベル0の中では「施設管理」、次にレベル1の中では「施設維持管理」、レベル2の中では「その他の施設維持管理業務」、レベル3の中では「施設点検」が反転表示されるということである。さらに「問題活動抽出」ボタンを押すと次々に原価が高い系列が反転表示される。このようなビジュアル機能によって問題点となる活動を特定することができる。

この機能より問題となる活動を特定した後は、その原因を分析する必要がある。そのため、任意の活動をクリックするとその指定した活動の原価の内訳が確認できる。例えば、図3のように施設点検をクリックするとその原価の内訳が表示され、これにより、なぜ原価が高くなっているのかその原因を費用的に分析することができる。

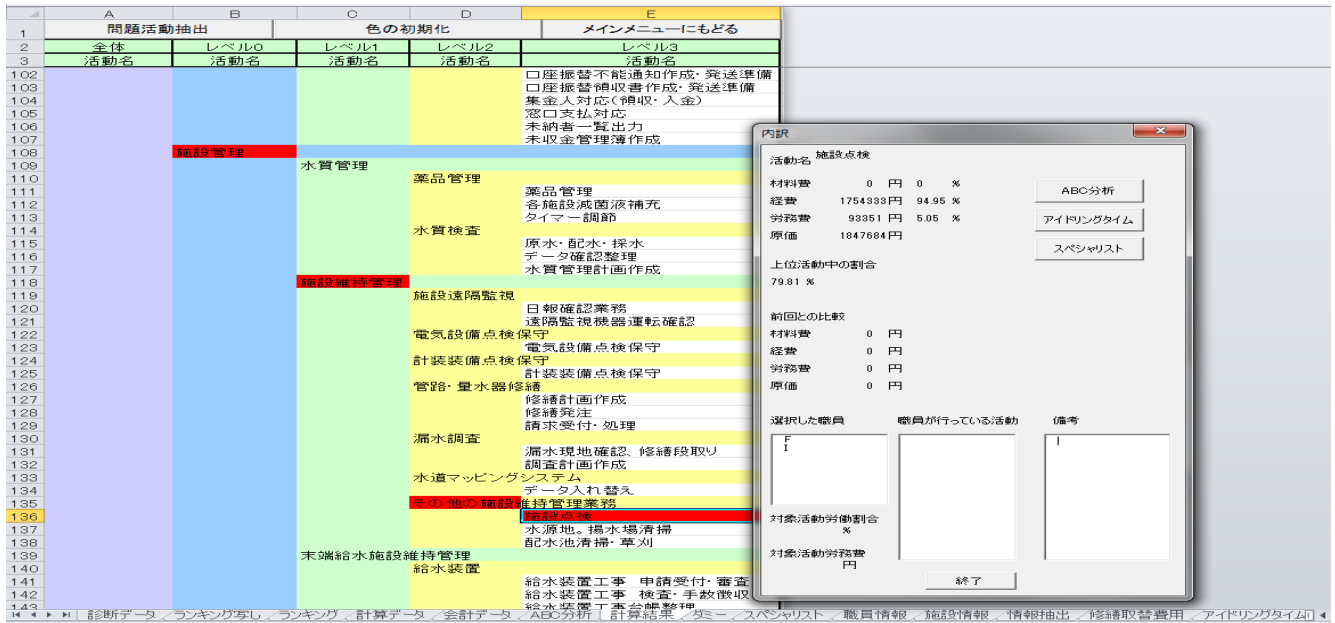


図3 問題活動の特定及び原因分析

図3の内訳では、経費と労務費に原価が高くなる原因があったとなっている。そこで以降では、経費と労務費に対する業務改善案の提言について説明する。

まず経費の場合は、その原因は計算式上①経費の合計金額が高いまたは②その活動の時間が長いことになる。ここで①の視点に立つとその費用を効果・効率的に管理することが必要になってくるため、ABC分析を行う(図4)。向かって左から2つ目までの棒グラフの合計費用をグループA、左から3つ目の棒グラフをグループB、左から4つ目以降の棒グラフの合計費用をグループCと分類し、重要度の高

い順にA→B→Cとする。また、向かって右の縦のグラフの単位は経費の累計を示す。この経費の累計より、経費の累計の7割はグループAが占めており、経費の累計の2割はグループB、あとの1割はグループCが占めていることが分かる。ここから、どのグループの費用が一番掛っているのか、どの費用を抑えればいいのか分析できる。しかし、それら費用の内訳の中で実際どの項目を如何にして改善するかは、そのシステム化が困難であるためユーザーが判断するものに止まる。以上の考え方は材料費についても同様である。

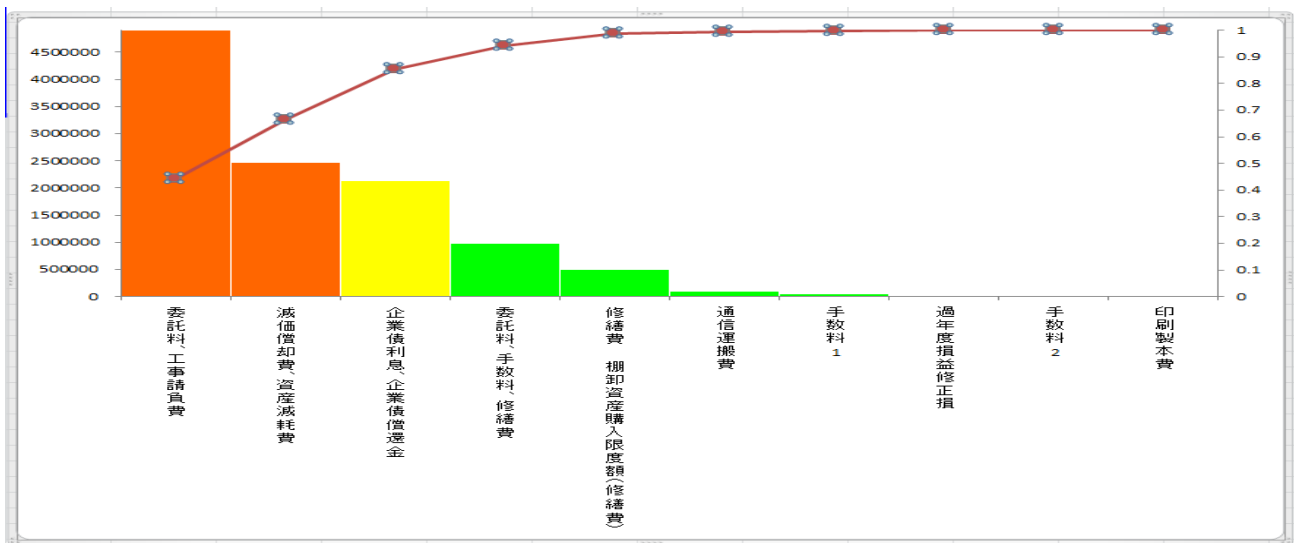


図4 ABC分析

次に労務費の場合は、その原因は計算式上(1)事業に対して職員数が多い、(2)その活動の労働時間が長い、(3)活動を行っている職員の給料等諸手当が高いと考えられる。しかし、(3)に関しては関与できないため、先輩研究では(1)(2)について分析を行う。原因(1)に関して分析する機能としてはアイドリング分析を開発し、職員の一日の実労働時間の内どれだけアイドリングタイムを摂っているのかをグラフ化した(図5)。アイドリング分析とは、事業に対して職員が多い場合は、アイドリングタイムつまり業務を行っていない時間が長くなるであろうという前提の下の機能である。図5の実行例で職員の労働時間の割合とアイドリングタイムの割合をしてみると、アイドリングタイムが一日のユーザー指定の基準値を超えている職員は、A・B・C・E・F・Jということが分かる。このことから事業に対して職員数が多いということが判明する。

原因(2)に関しては、ある活動を専門的に行うスペシャリストと、スペシャリスト間の連携をとり事業全体がスムーズに行われるようにする複数の活動を担当しているジェネラリストの分析機能を設け、分析を行った(図6)。図6のグラフは、ある1つの活動の労働時間が総労働時間に対して、ユーザー指定の基準値以上ならばスペシャリスト、ユーザー指定の基準値未満であればジェネラリストと判定される。職員Cのように少し濃い色で職員名が塗りつぶされているのがスペシャリスト(実際は赤色で塗りつぶされている)、職員Aのように薄い色で職員名が塗りつぶされているのがジェネラリストである(実際は青色に塗りつぶされている)。

これらの機能より、定量的側面に過ぎないが事業に対する人員の規模や配置に関して定量的評価が可能となっている。

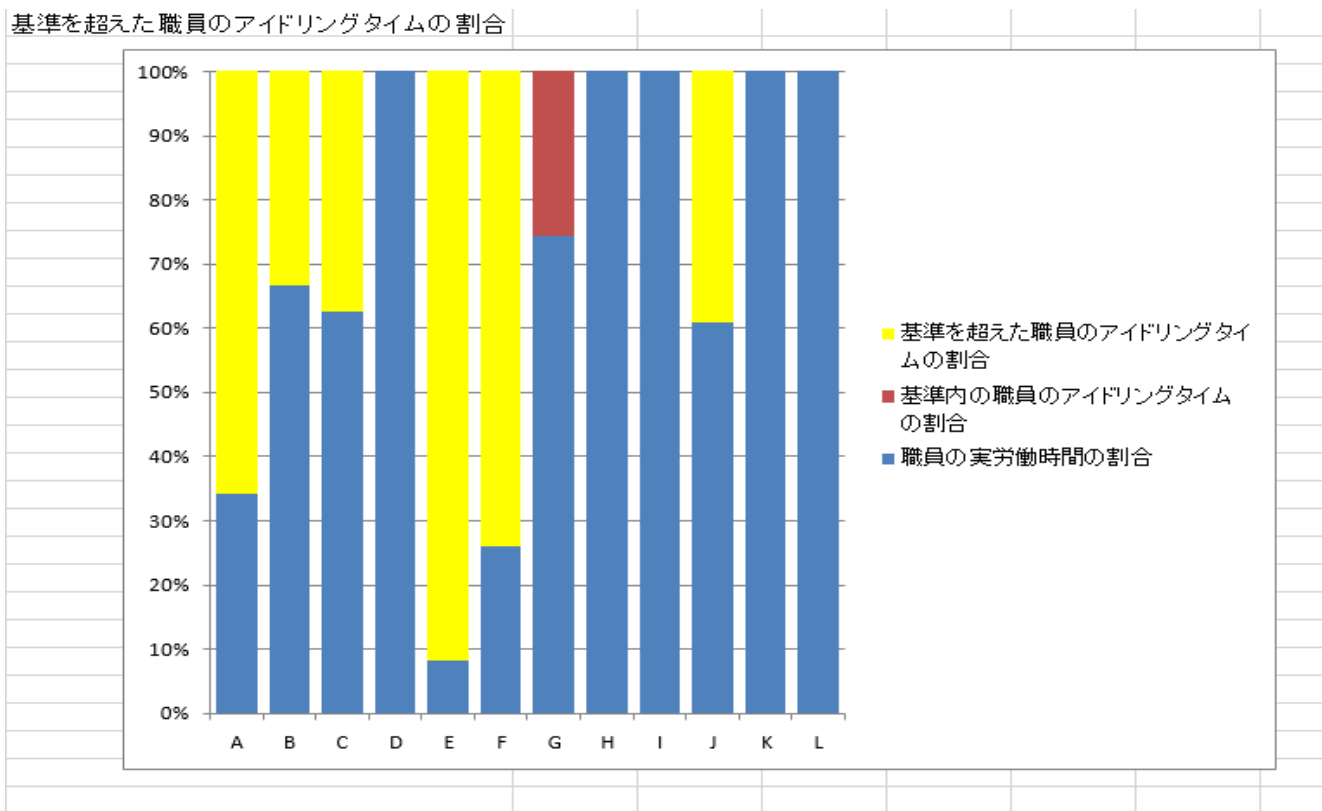


図5 アイドリング分析(注：A～L：職員)

A	一般管理	30,4878	B	一般管理	36,25	C	一般管理	0	D	一般管理	0	E	一般管理	0	F	一般管理	0
611720	企画計画	8,536585	585460	企画計画	2,1875	256420	企画計画	0	205120	企画計画	0	391920	企画計画	0	569560	企画計画	0
164	工事計画	3,04878	320	工事計画	0,625	301	工事計画	0	510	工事計画	0	39	工事計画	0	125	工事計画	57,6
	企業管理	16,46341		企業管理	7,5		企業管理	0		企業管理	0		企業管理	0		企業管理	0
	料金管理	2,439024		料金管理	24,0625		料金管理	0		料金管理	0		料金管理	0		料金管理	0
	施設管理	38,41463		施設管理	24,375		施設管理	100		施設管理	81,17647		施設管理	100		施設管理	42,4
	資産管理	0,609756		資産管理	0		資産管理	0		資産管理	0		資産管理	0		資産管理	0
	休暇	0		休暇	0		休暇	0		休暇	18,82353		休暇	0		休暇	0
	その他	0		その他	5		その他	0		その他	0		その他	0		その他	0

G	一般管理	0	H	一般管理	4,697959	I	一般管理	0	J	一般管理	0	K	一般管理	0,183486	L	一般管理	0,611621
563260	企画計画	0	308820	企画計画	0,040816	433140	企画計画	0	203140	企画計画	0	132000	企画計画	0	132000	企画計画	0
357	工事計画	0	1225	工事計画	0	1176	工事計画	0	292	工事計画	0	545	工事計画	0	981	工事計画	0
	企業管理	0		企業管理	31,59184		企業管理	0		企業管理	0		企業管理	0		企業管理	0
	料金管理	100		料金管理	45,30612		料金管理	9,098639		料金管理	19,86301		料金管理	55,59633		料金管理	78,49134
	施設管理	0		施設管理	9,142857		施設管理	80,35714		施設管理	80,13699		施設管理	26,6055		施設管理	11,11111
	資産管理	0		資産管理	2,693878		資産管理	8,928571		資産管理	0		資産管理	0		資産管理	0
	休暇	0		休暇	0		休暇	0		休暇	0		休暇	17,61468		休暇	9,785933
	その他	0		その他	0,326531		その他	0		その他	0		その他	0		その他	0

図6 スペシャリスト / ジェネラリスト分析(注: A~L: 職員名)

8. 本研究のシステム概念

本研究に際して、先輩研究の分析から香美市上水道事業の施設の維持・管理に問題があるということが分かった。この点は前例である安芸市でも同様である。そこで本研究では施設の維持・管理に着目して研究を行っていく。

8. 1. 先行研究

上水道施設の維持更新に関して、研究も種々行われている。その一つの方向として、施設や設備に関する研究がある。例えば、桐野と牧内の研究がある(桐野秀明, 牧内淑実(2008))。ここでは、上水道事業の中でも設備の維持・管理に着目して、維持・修理履歴をデータベース化することによってシステム化を図ろうとしている。

しかし、上水道施設の維持・管理に関するシステム化は未だ行われていない。

8. 2. 本システムの概念設計

香美市上水道事業では、戸板島水源地と、物部川による取水を行っている(図7)。本研究では、主な取水地である戸板島水源地周辺の施設を対象として、新たに点検、故障履歴データの整理を行った。香美市にインタビューを重ねた結果、施設の点検、修繕業務は委託点検業者に一任していることが判明した。しかし、最終的決定を下すのは、香美市である。よって本システムは、点検委託業者から香美市に修繕か取替の相談を受けた際に、その判断を支援するシステムとする(図8)。

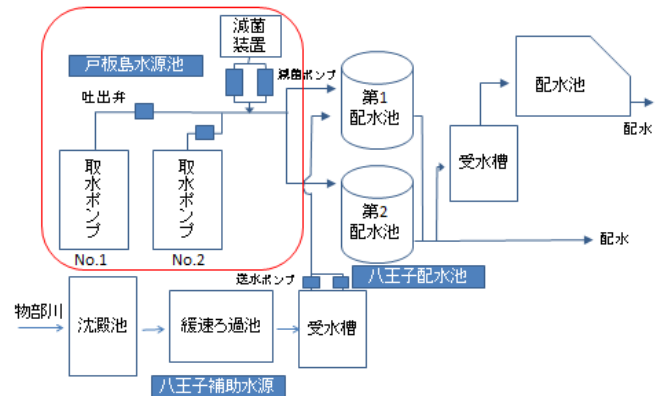


図7 戸板島水源地の位置付け

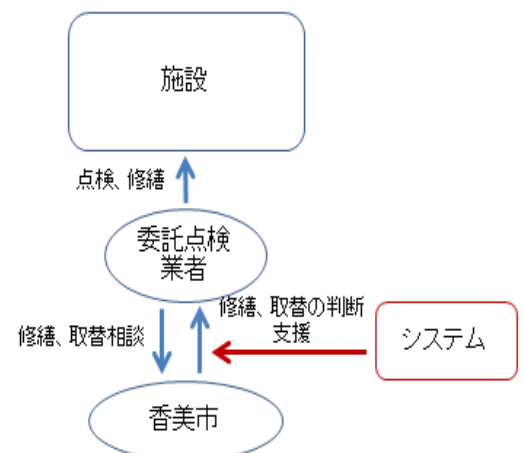


図8 本システムの位置付け

修繕は、目先の費用である今回の修繕費は低いが、将来的に故障が起こるリスクが高まると考えられる。そのため修繕を行う場合は、耐用期間までに予想される将来的な修繕費を現在価値に置き換え、加えたものとし、それをトータル修繕費と名付ける。この修繕の場合の耐用期間であるが、前回の取替から前々回の取替までの間の期間を耐用期間として定め、耐用期間までに予想される修繕費を過去の修繕履歴から導き出す。以上より本システムにおけるトータル修繕費の求め方は以下のように考えた。

(修繕を行う場合)

・トータル修繕費=今回修繕費

+ \sum 耐用期間中に予想される修繕費 / (1+利率[※])^{経過年数[※]}

※経過年数については耐用期間中に経過した年数を表す

※利率とは、市が抱えている起債の利率を使用する

(以降も同様の扱いとする)

一方、取替は今回の取替費用は高くなるが、将来的な故障のリスクは低くなる。しかし、取替を行う場合も耐用期間までに修繕が起こると予想されるため、耐用期間までに予想される将来的な修繕費を現在価値に置き換えて、今回の取替費用に加える。これをトータル取替費と名付ける。また取替の場合の耐用期間は、修繕の必要性が発生した現在から前回の取替までの間の期間を耐用期間と定め、その過去の耐用期間中に起こった修繕履歴から、予測される修繕費を導き出す。以上より本システムにおけるトータルの取替費の求め方は以下のように考えた、

(取替を行う場合)

・トータル取替費=今回取替費

+ \sum 耐用期間中に予想される修繕費 / (1+利率[※])^{経過年数[※]}

これらの計算式によって、トータル修繕費・トータル取替費を求める。これを踏まえて概念設計を行った(図9)。

そこでは、まず修繕の必要性が発生した施設を選択し、データベース上からその施設の過去の故障履歴を抽出してユーザーに施設が頻繁に壊れているかどうかをユーザーが判断する。頻繁に壊れているとユーザーが判断したならばシステムは取替を選択するものとする。一方、ユーザーが修繕を行うと判断した場合は、過去の耐用期間までの故障履歴があるのかわからないかをシステムが判断し、過去の故障履歴がないのであればシステムとして判断することができないためユーザーの判断に一任する。しかし故障履歴があるのであれば、上述で説明した考え方にに基づき、トータル修繕費とトータル取替費の2つの費用を計算する。計算後はトータル修繕費とトータル取替費を比較して、費用の低い方をシステムは推薦する。

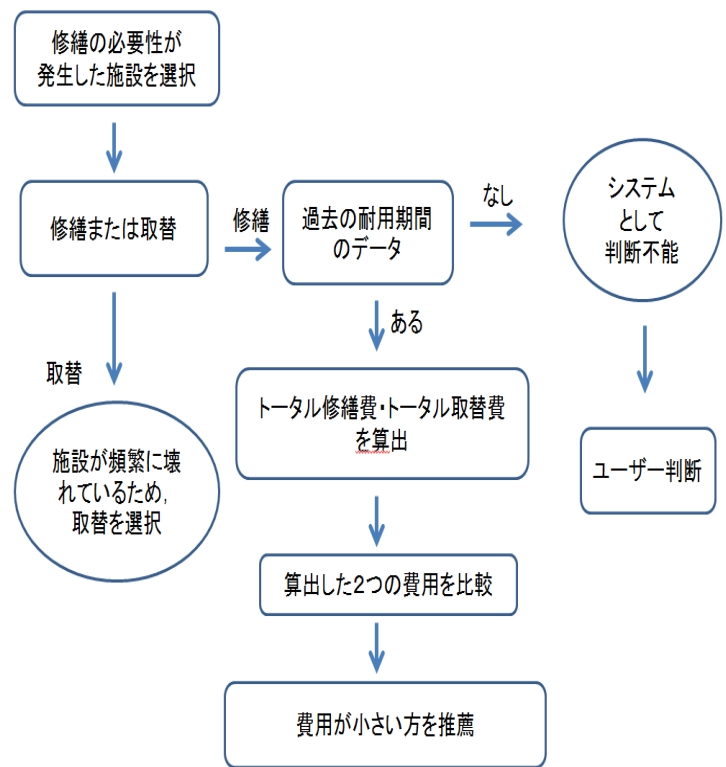


図9 概念設計

9. 本システムの実用例

実際に、香美市上水道事業の故障履歴のデータに基づいて本システムを実行する。今回は、実用例である「取水ポンプ No.1」の施設に修繕の必要性が発生した場合の費用について論述していく。上述でも説明したようにトータル修繕費、トータル取替費を求めるためには、未来で予測される修繕費を過去の故障履歴に基づき、現在価値に割り戻さなくてはならない。そのため図 10 を使って詳しく説明していく。

修繕を行う場合、未来で予測される修繕費は、過去の故障履歴である①直近の耐用期間の 14 年間で発生した 2005 年の「修繕」、2007 年の「修繕」、2012 年の「修繕」の 3 回分の修繕費用に基づいて求める。つまり、①直近の耐用期間の 14 年間に基づき、2014 年の「取替」から 14 年後の 2028 年の「取替」までに 3 回分の修繕が発生すると予測することができるということである。また①直近の耐用期間における修繕が発生する間隔についても同様に、2005 年の「修繕」は 2000 年の「取替」から 5 年後に発生し、2007 年の「修繕」は 2000 年の「取替」から 7 年後に発生した等、①直近の耐用期間内の修繕が発生する間隔についても過去の履歴に基づくとしている。そのため、現在の 2018 年で修繕の必要性が発生した場合には、2014 年の「取替」を基準として、5 年後の 2019 年、7 年後の 2021 年、12 年後の 2026 年に修繕の必要性が発生するということを予測することが

でき、2018 年から 2028 年までの間に 3 回分の修繕が発生すると判明する。そこで、この 3 回分の修繕費を現在価値に割り戻して、今回かかる修繕の費用と足し合わせることでトータル修繕費を導き出すことができる。なお今回かかる修繕の費用は 100,000 円とする。

一方、取替を行う場合、未来で予想される修繕費は、過去の故障履歴である②直近の耐用期間の 4 年間で発生した 2016 年の「修繕」の 1 回分の修繕費用に基づいて求める。つまり、②直近の耐用期間の 4 年間に基づき、現在の予定している 2018 年の「取替」から 4 年後の 2022 年の「取替」までに 1 回分の修繕が発生すると予測することができるということである。また②直近の耐用期間における修繕が発生する間隔についても同様に 2016 年の「修繕」は、2014 年の「取替」から 2 年後に発生しているとなっており、②直近の耐用期間内の修繕が発生する間隔についても過去の履歴に基づくとしている。そのため、現在の 2018 年で修繕の必要性が発生した場合には、現在を基準として、2 年後の 2020 年に修繕の必要性が発生すると予測することができ、2018 年から 2022 年までの間に 1 回分の修繕が発生すると判明する。そこで、この 1 回分の修繕費を現在価値に割り戻して、今回かかる取替の費用と足し合わせることでトータル取替費を導き出すことができる。なお今回かかる取替の費用は 350,000 円とする。

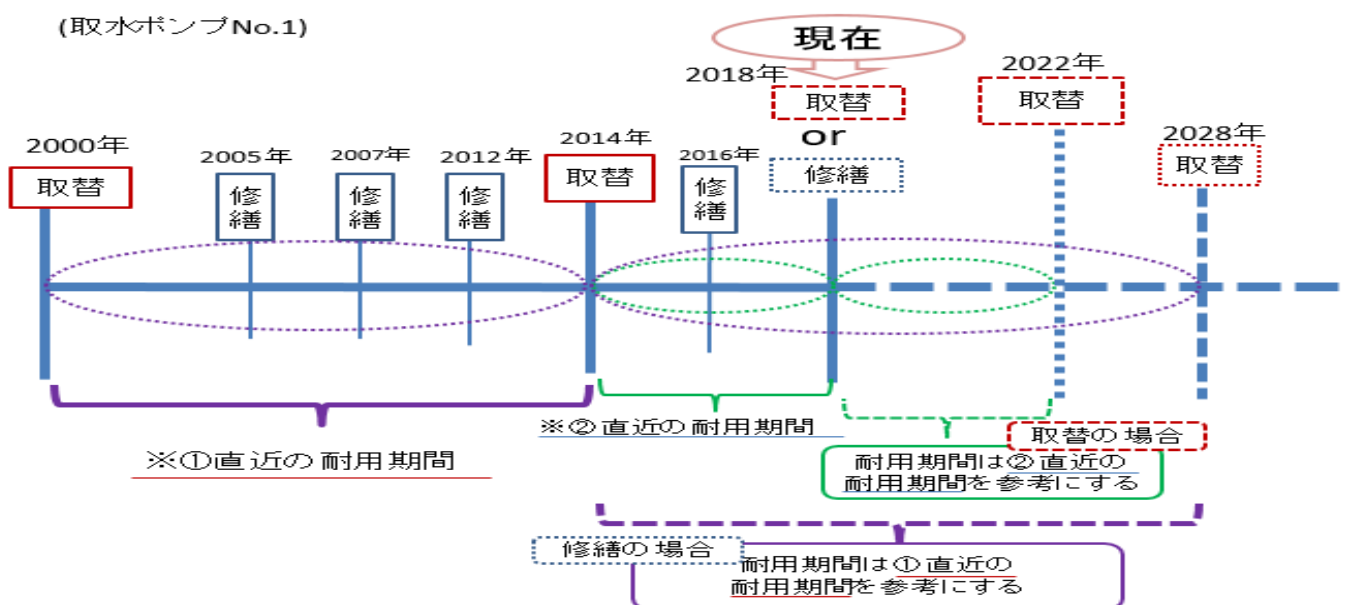


図 10 実用例「取水ポンプ No.1」の未来で予測される修繕費の求め方

以上から、「取水ポンプ No.1」のトータル修繕費とトータル取替費を求めることができる(図 11)。図 11 は実際に本システムがユーザーを支援するために表示するトータル修繕費とトータル取替費、その費用の内訳のフォームである。これより、本来、修繕の費用より取替の費用の方が大きくなるはずであるが、未来で予測される修繕費も含めて考えることによって今回の実行例のように、トータル修繕費がトータル取替費を上回る結果になるということも検証の結果、明らかとなった。

内訳3		
トータル修繕費は	478215	円
トータル取替費は	369606	円
(トータル修繕費の内訳)		
今回の修繕費用	100000	円
未来で予測される合計修繕費	378215	円
(トータル取替費の内訳)		
今回の取替費用	350000	円
未来で予測される合計修繕費	19606	円
比較		

図 11 各トータル費用とその内訳

10. 結論

本研究を通し以下のような成果が考えられる。

- ・上水道施設の維持・管理を支援する機能の概念設計をし、将来見込まれる費用を過去の故障履歴を基に導き出すシステムを開発した。まだプロトタイプではあるが、初めて施設の維持・管理を支援するシステムを開発した。

一方、今後の課題としては以下が考えられる。

- ・開発したシステムについての汎用性について検証する。
- ・実際に香美市の上水道事業の方にシステムを使用して頂き、評価して頂く。

謝辞

本論文を作成するにあたり香美市上下水道課様に多大なご協力を頂いた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- [1]原佳菜絵, (2015) ”行政経営における原価管理支援システムの開発～香美市上水事業を対象として～”, 高知工科大学マネジメント学部プロジェクト研究
- [2]美濃大地, (2016) ”行政経営のための原価管理支援システムの開発～香美市上水道事業を対象として～”, 高知工科大学マネジメント学部プロジェクト研究
- [3]松川幸一, (2004) ”「図解 ABC/ABM」, 東洋経済新報社
- [4]南学, (2006) 「実践自治体 ABC によるコスト削減～成果を出す行政経営～」, ぎょうせい
- [5]南学, (2003) 「行政経営改革自治体 ABC によるコスト把握」, ぎょうせい
- [6]櫻井通晴, (2004) 「ABC の基礎とケーススタディ」, 東洋経済新報社
- [7]桐野秀明, 牧内淑実, (2008) ”上水道運転維持における支援システムの活用”, 環境システム計測制御学会 13 巻 2/3 号, PP. 33-36