

IV-20

GIS を利用した地域熱供給システムを熱源とする
 ロードヒーティング網計画の評価に関する研究

北海道大学大学院工学研究科 ○学生員 工藤 健一
 北海道大学大学院工学研究科 正員 加賀屋 誠一
 北海道大学大学院工学研究科 正員 萩原 亨

1、はじめに

冬の除排雪の作業は都市機能を確保する上で重要な作業であるが、ひとたび大雪が降れば道路交通は大渋滞し、都市の機能が長時間に渡って麻痺することもしばしばある。また表1に示すように、市民の行政に対するニーズとしても、特に強いのは除雪に関する要望である。

雪対策に関連してより大きな効果を期待できるものとして、北欧などで導入されている地域熱供給システムがあり、このシステムを用いると、従来型に比べて低廉な価格で融雪設備に必要な熱源を確保することができる。

本研究の目的は、地域熱供給システムにより可能となる広域に渡るロードヒーティング網を計画し、その評価を行うことである。その仮定の際に、GIS (Geographic Information System) を用いている点が本研究の特徴である。

表1 札幌市に対する市民のニーズ

	第一位	第二位	第三位
昭和50	物価対策	除雪	交通安全
56	除雪	老人福祉	災害対策
62	除雪	老人福祉	交通安全
平成元	除雪	高齢化対策	公害防止
3	除雪	高齢化対策	資源回収
6	除雪	高齢化対策	資源回収

2、地域熱供給システム

2-1 地域熱供給システム

地域熱供給システムとは、図1のように電気とともに温水を生産できる発電所である熱併給発電所を設置し、その温水を地域暖房として各家庭に配送し、さらにその廃熱をロードヒーティングや

融雪槽といった雪対策設備に流用するものである。また雪対策設備用の熱源としては、下水処理熱等の未利用エネルギー源も計画されている。こうした過程で熱を有効利用することにより、図2の例に見られるように、エネルギーロスを減少させることができ、地球温暖化の原因とされている炭酸ガスの生成を抑制することができる。

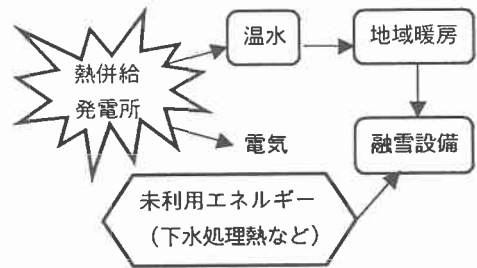


図1 地域熱供給システムの熱需給関係

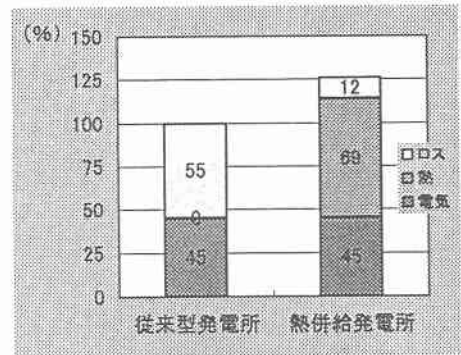


図2 地域熱供給システムの導入によるエネルギー効率向上事例 (デンマーク、エスピア発電所の比較)

Study on planning and evaluation of location of a road heating network based on co-generation system using GIS
 By Ken'ichi Kudou, Seiichi Kagaya, Toru Hagiwara

2-2 新北方型都市整備プラン概要

現在、(財)北海道地域総合振興機構を中心に新北方型都市整備プランが検討されている。札幌市において地域熱供給システムの導入を検討しているもので、本研究の基礎は、この計画に基づき石狩湾新港に熱供給発電所を一機設けて、電熱供給を行うというシステムであり、その詳細は次の通りである。

a) 温水供給エリア

- ・石狩（花川）、麻生、美香保、琴似、白石、平岸に設置される各サブステーションから半径約1.5kmの範囲内
- ・札幌都心に設置されるサブステーションから半径約2.0kmの範囲内

b) 融雪設備および都市施設への供給内容

- ・都心ゾーン（北5～南6、創成川～西4）の前面ロードヒーティング
- ・市内幹線道路（交通量20,000台/日以上）のロードヒーティング（延長約37km）
- ・主要な幹線道路の交差点部のロードヒーティング（197箇所）
- ・商店街の歩道ロードヒーティング（約55万㎡）
- ・大型融雪槽（4箇所）
- ・流雪溝（4箇所）
- ・小型融雪溝（10箇所）
- ・コミュニティドーム、温水プールなどへの熱供給（10箇所）
- ・無雪化公園（58箇所）



図3 地域暖房イメージ図

先にも述べたが、本研究は地域熱供給システムを導入した上での広域ロードヒーティング網の計画および評価をするものである。よって、ロードヒーティング網の規模は、新北方型都市整備プランのものと同等のものとする（962,871㎡）。

3、ロードヒーティング網の計画と評価の手法

3-1 本研究の流れ

本研究のフローチャートを図4に示す。

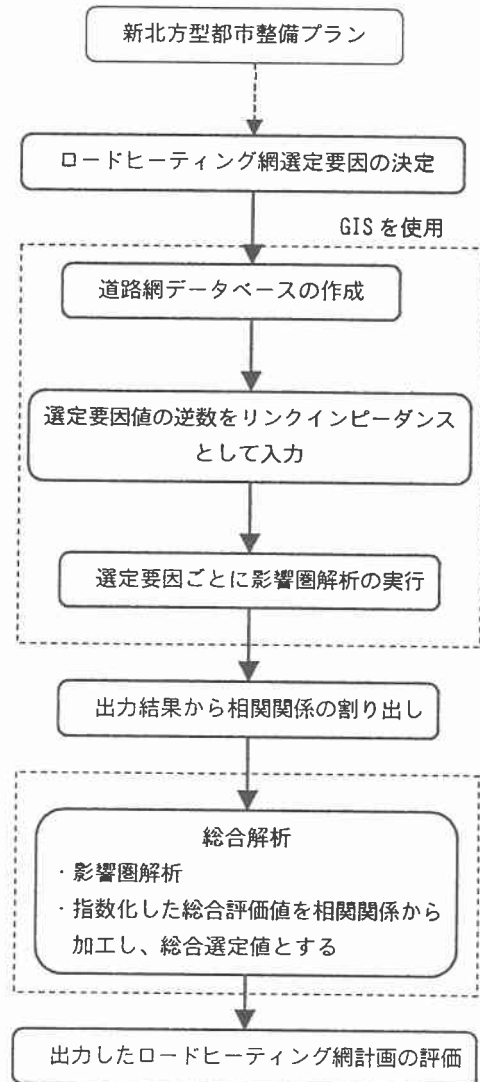


図4 本研究のフロー

3-2 ロードヒーティング網選定要因

ロードヒーティング網選定要因とは、ロードヒーティングを必要としている道路路線の属性情報のことであり、GIS のデータベースに数値として入力するものである。この数値が高い路線ほど、GIS での影響圏解析の際にネットワークが広がりやすい。選定要因の数値が高いほど、その路線にロードヒーティングが計画されやすいということである。本研究においては以下の6項目をロードヒーティング網選定要因としている。

◆ 交通量

交通量の多い路線は都市にとって重要な設備であることからの考慮事項。

◆ バス運行便数

積雪期には定時制が保てないため、サービスの向上を目指した考慮事項。

◆ 歩行者数

歩行者の多い路線は都市の主要な中心街区であることからの考慮事項。

◆ 旅行時間短縮便益

路面の良化により積雪期の移動時間が減少するが、その便益を金銭評価することは道路路線を計画する上でも重要な評価項目となっている。本研究においては53.12円/台・分という数値を用いて、ロードヒーティング網の整備の際に予想される便益を、各路線の単位長さあたりの数値をもって選定要因としている。

◆ 走行費用減少便益

自動車は走行速度が遅くなるほど燃費性能が落ち、整備費なども割高になることが過去の研究により判明している。よって本研究においてもそれを踏まえて選定要因の一つとしている。なお単位長さあたりの走行費用を、過去の研究から以下の回帰式を作成し計算している。

$$Y = 87.337X^{-0.3337}$$

X : 走行速度 (km/時)

Y : 走行費用 (円/km)

◆ 除雪費用減少便益

札幌市では、積雪の多少によって左右されるが、年間100億円ほどの除雪費用が毎年予

算に計上されている。広域にわたるロードヒーティング網を整備することにより、除雪費用の削減を見込むことができるため加えられた考慮事項。除雪費用の削減額は除雪水準によって異なる。なお参考資料として、表2、3に札幌市の車道除雪と運搬排雪にかんする除雪費用単価を以下に示す。

表2 車道除雪の単価 (金額単位: 千円)

道路種別	延長 (km)	予算割合	金額	1 km 当たり金額
主要幹線	91	2%	57,093	627
幹線道路	337	5%	142,732	379
補助幹線	764	15%	428,195	560
生活道路	3,738	80%	2,283,706	611
合計	-	100%	2,854,633	-

表3 運搬排雪の単価 (金額単位: 千円)

道路種別	延長 (km)	予算割合	金額	1 km 当たり金額
主要幹線	88.2	12%	469,954	5,328
幹線道路	355.7	38%	1,488,186	4,184
補助幹線	802.1	45%	1,762,326	2,197
生活道路	252	5%	195,814	777
合計	-	100%	3,916,280	-

3-3 GIS と影響圏解析

本研究ではGISを主要な解析手段として用い、その影響圏解析の機能を使用してロードヒーティング網の計画を行う。影響圏解析とは需要と供給の関係をネットワーク上で表現するものであり、本研究においては後述するセンターファイルがロードヒーティングの計画面積を供給し、各道路路線がそれを需要するという関係である。また、各路線に抵抗値(リンクインピーダンス)を与えることもでき、ロードヒーティング網選定要因の値の逆数を入力することにより、各路線の優先度を決定することができる。GISデータベースでの細かな設定を以下に紹介する。これらの設定をもとに、まずは選定要因ごとに影響圏解析を実行する。

<アーク(線)属性情報>

リンクインピーダンスとして選定要因の値の逆数を入力、リンクダイヤモンドとしてその路線の道路面積を入力。

<ノード(交点)属性情報>

ターンインピーダンスは0とする。

<センターファイル属性情報>

サブライ値をロードヒーティング計画面積(962,871 m²)とする。センターファイルを中心にネットワークが広がっていくため、センターファイルの位置が重要となる。

また、GISでの道路網データベースは図5のものであり、札幌市において幹線道路以上に位置付けられる路線を網羅している。

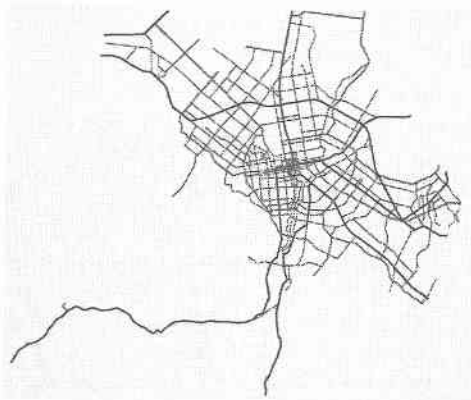


図5 道路網データベース図

選定要因ごとに影響圏解析を実行した後、その出力結果から各選定要因間の相関関係を把握し、総合解析を行うわけであるが、その重要な点は、いかに有効的に全ての選定要因を含めた総合評価値を作成できるかである。また最初の影響圏解析の結果が出力できていないため未確定部分が多いが、選定要因の値を指数化し、それを選定要因の重要度の違いにより重み付けをし、足し合わせて総合評価値にしようと考えている。

また、センターファイルの位置を変えたり分割したりするなどして影響圏解析を実行することにより、複数の計画案を作成することができるため、次に述べる評価の数値を基準に、ロードヒーティング網を計画する上で最適なセンターファイル位置を模索していくこととする。

3-4 評価

ロードヒーティング網計画の評価に関しては、以下の二つの項目を考慮している。

●金銭的評価

新設道路の評価手法として欠くことのできない評価方法となっており、本研究の広域ロードヒーティング網敷設の際にも適用していく。評価項目は以下の5つである。

- ・ 旅行時間短縮便益
- ・ 走行費用減少便益
- ・ 除雪費用減少便益
- ・ 交通(スリップ)事故減少便益
- ・ 歩行者転倒事故減少便益

旅行時間短縮便益と走行費用減少便益に関しては、従来の新設道路に関する評価として慣例のものであるが、残りの3つに関しては広域ロードヒーティング網を敷設すること、つまり路面の積雪やアイスバーンが消滅することから考えられた評価項目である。また、旅行時間短縮便益・走行費用減少便益・交通事故減少便益は交通量に比例して便益額が高く評価されるため、ロードヒーティング選定要因の中では交通量の重みが高いものと思われる。しかし、広域ロードヒーティング網の現実性を考えると、ロードヒーティングの建設費用が約390億円、維持管理費が年間約3億円(地域熱供給システムにより従来型の10/1)かかるため金銭的には厳しい結果となることが予想される。

●環境評価

自動車交通の高速化および交通容量の増大による渋滞の緩和により、自動車の排気ガスが抑制されることになる。この面も評価項目として広域ロードヒーティング網の有効性を計上していく。

4、おわりに

GISの新たな可能性を提言できたものとする。今後も有力な解析および計画立案の手段として、GISの活用法を模索していきたいと考えている。

参考文献

- ・ H8、(財)北海道地域総合振興機構『新北方型都市整備プラン』
- ・ H9、道路投資評価研究会『道路投資の社会経済評価』
- ・ H8、札幌市『札幌市除排雪作業マニュアル』