

IV-10

ファジィ理論を用いた公園整備計画に関する研究

北見工業大学 正員 中岡良司

北見工業大学 正員 森 弘

北海道開発局開発土木研究所 正員 村上裕子

1. はじめに

都市の発展に伴い次第に自然環境が失われていく中において、公園緑地の確保は都市計画事業の主要な課題のひとつである。都市公園には、広域公園、運動公園、総合公園など大規模な公園から住区基幹公園と呼ばれる地区公園、近隣公園、児童公園までその目的と規模によって様々な種類があるが、住区基幹公園の整備においては、利用圏を現す誘致距離の概念が用いられている。しかしながら、一定の距離をもって、公園利用者と非利用者を区分することは現実の公園利用の実態を反映するものではない。一方、近年、次第にその応用範囲を広げているファジィ理論は、あいまいな現象を取り扱う理論であり、境界値を段階的に処理できるところに最大の特徴がある。制御システムでの有効性が実証されて以来、製造システム、交通システムそして社会科学へとその応用が進められている。そこで、本研究は、もっとも身近な公園である児童公園を対象に、その利用可能性をファジィ理論を用いて算出し、今後の公園整備計画の指針を得ようとするものである。

2. 児童公園の整備現況

都市公園法によれば、児童公園とは「もっぱら児童の利用に供することを目的とする公園で、誘致距離250mの範囲内で1か所当り面積0.25haを標準として配置する」ことになっている。児童公園は他の基幹公園に対して、規模は小さいながらも、誘致距離の短さから市民生活にもっとも密着した公園であり、その利用は幼児・児童に限定されることなく地域住民全般に及ぶ重要な公園と位置づけられる。

北海道の主要都市の児童公園の整備状況を比較したのが表-1および図-1である。本研究で調査研究の対象とした北見市は、箇所数で5.9（箇所/万人）、面積で1.9（㎡/人）と、道内においては苫小牧市に次ぐ高い整備水準にあり、児童公園の整備の面では深刻な問題を抱えている都市ではない。実際、後に示す誘致距離からみたサービス圏図では都市全体を児童公園が広範囲に覆っている。とはいえ、

表-1 道内主要都市の児童公園整備状況

都市名	人口	児童公園		1万人当	1人当
		箇所数	面積		
	千人	箇所	ha	所/1万人	㎡/人
札幌市	1515.3	745	161.10	4.9	1.1
旭川市	338.9	181	34.37	5.3	1.0
函館市	299.3	88	19.84	2.9	0.7
釧路市	209.8	112	30.29	5.3	1.4
小樽市	170.5	43	8.98	2.5	0.5
苫小牧市	155.0	145	33.35	9.4	2.2
帯広市	148.5	66	14.02	4.4	0.9
室蘭市	132.9	68	14.95	5.1	1.1
北見市	102.0	61	19.25	5.9	1.9
北海道	4780.2	2277	519.43	4.8	1.1

出典：「北海道の都市計画（資料編）」、北海道住宅都市部
都市計画課、昭和63年3月

注意：1) 人口は昭和62年3月31日現在の市街化区域内人口。
ただし、北見市は都市計画区域内人口。

2) 児童公園の箇所、面積は昭和62年3月31日現在において供用済みのもの。

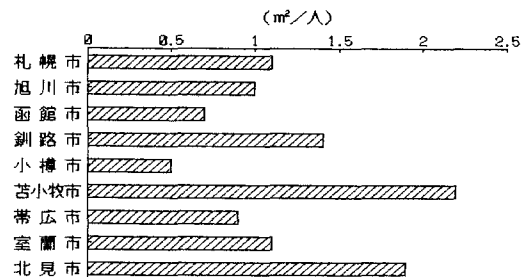


図-1 1人当り児童公園面積

A Study for Allocation Planning of Park with Fuzzy Set Theory

by Ryoji NAKAOKA, Hiroshi MORI and Yuuko MURAKAMI

同様に後述するが、公園の利用可能性は地域により大きな偏りもあるのである。

3. ファジ理論と誘致距離

ファジ理論とは、1965年にザデー (L.A.Zadeh、米) が提案した不確かさの1つの様相を扱う数学的理論である。わが国では、あいまい理論あるいは可能性理論と訳されている。しかし、ファジ理論は「あいまい」な現象や判断を対象とするのであって、その理論があいまいなわけではない。

従来、数学の対象とされた不確かさは確率だけであった。ランダムネスという言葉に象徴されるように、確率的な不確かさはおもに事物の生起に関わるものである。たとえば、「明日雨が降る」とか「サイコロを振って3の目がでる」など、その適用は状態が明確な事象に限定されていた。これに対し、ファジ理論が対象とする不確かさはファジネスと呼ばれるものである。たとえば、「老人」、「気温が高い」、「小さな数」などの表現で示されるように一義的な区別がつけられない不確かさなのである。

ここで、公園の誘致距離をファジ理論の側面から検討してみよう。誘致距離とは、文字通り利用者を誘い出す距離であり公園の利用圏を意味している。誘致距離250mとは、図-2に示すように、その範囲内の者は距離に関係なく公園利用者であり、その範囲外の者は(わずか1m離れても)非利用者と見なされる。これは実際の公園利用者の実態に合っているだろうか。現実を図示するならば、たとえば図-3のようである。これが、まさにファジ理論で言うあいまいさを表現したものであり、このように現す集合をファジ集合という。

では、このようなファジ集合を複数考慮する場合の可能性はどう表現されるのであろうか。すなわち、図-4に示すようにAとBの公園があったとき、それらの公園を利用する可能性はどう定められるのであろうか。これは、ファジ演算という和集合であり、複数の集合の所属度の最大のものを選択するのである。図中の太線部分である。逆に、AかつBの公園を利用する可能性は図中の細線部分となる(積集合)。こうして、従来の画一的な誘致距離に対して、ファジ理論を適用することでより実際の利用を考慮した公園のサービス圏が設定される。その際、もっとも問題となるのが、利用可能性を示すメンバーシップ関数の設定である。

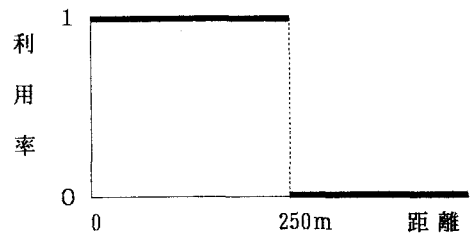


図-2 誘致距離による公園利用の概念

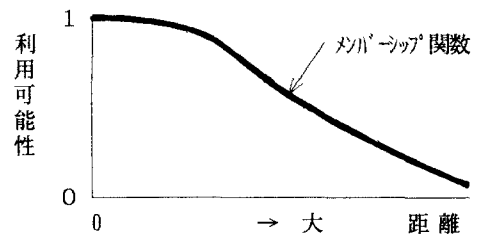


図-3 ファジ理論による公園利用の概念

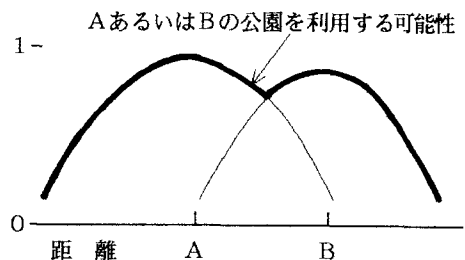


図-4 ファジ集合の和集合

4. 児童公園利用実態調査

ファジ理論というメンバーシップ関数はまったく個人の価値観で定めてよいものである。とはいえ、不特定多数の利用者を対象とする公園整備などの場合には、その設定により客観的な根拠が求められるのは当然である。そこで、本研究では利用者アンケートによりこの関数を求めることとした。

(1) 調査の概要

調査の目的は2つある。1つは、公園までの距離と利用程度の間関係を調査し上記のメンバーシップ関数を

定めることである。もう1つは、公園設備の利用状況および要望を調査し今後の公園整備の指針を得ることであり、併せて冬季利用の可能性を探ることである。

調査は4つの小学校区における3つの幼稚園と4つの小学校の低学年（1～3年生）に対して実施した。従って、回答者は4歳から9歳までの幼児および児童である。ただし、回答者が低年齢のため、調査票への記入は両親に依頼した。調査は1988年12月6日から22日にかけて実施し、1077票を回収した（回収率87％）。

調査方法としては、該当する小学校区を取り囲む地図を添付し自宅位置を記入してもらったマップ調査法を用いた。添付地図においては、空き地や団地内緑地と対象公園を区別するために、あらかじめ児童公園および「ちびっこ広場」（後述）を太線で囲ってある。調査票の一部を図-5に示す。

本調査では、さらに、利用公園の印象および今後の公園づくりへの要望も調べている。

（2）児童公園の利用状況および要望

まず、児童公園の一般的な利用状況および今後の公園づくりへの要望の結果を要約する。

a) 公園での遊び

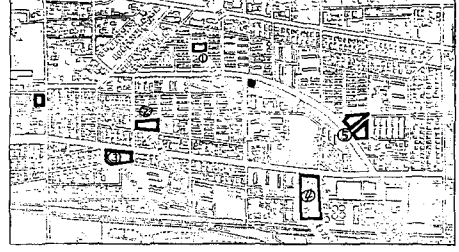
夏季および冬季の公園での子供たちの主な遊びの種類を表-2に示す。これは公園利用者の集計結果である。また、複数回答のため結果は反応パーセント（回答者数に対する回答個数の割合）で示している。公園利用者の季節の内訳は、夏季が全回答者（1077人）のうちの約58％であるのに対して、冬季では約26％まで低下している。

設置遊具を利用する遊びにおいては、夏季には約7割の子供たちがブランコを利用している。夏季、冬季ともにブランコと滑り台の利用が多いが、他の設問では遊具の数および種類への不満が強く、この結果は設置遊具が限られているために生じたものである。設置遊具を利用しない遊びでは、夏季はボール遊びとおにごっこに人気がある。冬季は雪合戦とサッカーがあげられたが、ともに低い数値であり一般性は認められない。

b) 公園づくりへの要望

今後の公園づくりへの要望は調査票では両親に回答を求めたが、ほぼ子供たちの要望が反映された結

地図の記入例
①、②・・・：遊びに行った事のある公園 ●：御自宅の所在地



2 夏の間（およそ6月～8月）の、お子様の公園や広場の利用についてお聞きします。

ア．最もよく利用する公園はどこですか。
1つだけ選んであなたが地図に記入した番号と利用する回数を週、または月単位でお答え下さい。

地図番号	利用の回数
1. 週に	回
2. 月に	回

・2番目に利用する公園はどこですか。

地図番号	利用の回数
1. 週に	回
2. 月に	回

・3番目に利用する公園はどこですか。

地図番号	利用の回数
1. 週に	回
2. 月に	回

・それ以外に利用する公園がありましたら、合わせて何回くらい利用するか右の表にご記入下さい。

利用の回数	
1. 週に	回
2. 月に	回

図-5 アンケート調査票（一部）

表-2 公園での遊び

（ ）内は回答者に対する反応パーセント

季節	回答者数	遊具を利用する遊び	遊具を利用しない遊び
夏	626人	1. ブランコ (69.8) 2. 滑り台 (40.3) 3. 鉄棒 (14.9) 4. 砂場 (13.7) 5. ジャグジー (11.3)	1. ボール遊び (47.8) 2. おにごっこ (25.2) 3. 砂遊び (9.1) 4. 自転車乗り (6.4) 5. なわとび (6.1)
冬	283人	1. ブランコ (11.7) 2. 滑り台 (6.7)	1. 雪合戦 (8.1) 2. サッカー (4.0)

表-3 公園づくりへの要望

回答者数：611人

希望事項	内 容
公園の広さ	1. 野球・サッカーができる程度 (48.9) 2. キャッチボールができる程度 (29.2) 3. ブランコ・滑り台がおける程度 (4.9) 4. その他 (3.8) ・ 広さにはこだわらない (13.2)
設置遊具 ()内は反応%	1. 冒険遊具 (82.6) 4. 砂場 (50.5) 2. 鉄棒 (54.3) 5. 滑り台 (49.7) 3. ブランコ (51.0) 6. 木製遊具 (47.0)
公園の設備 ()内は反応%	1. トイレ (81.3) 4. ベンチ (68.2) 2. 水のみ場 (77.2) 5. 芝生 (54.9) 3. ごみ箱 (75.4) 6. 電灯 (47.7)
公園までの距離	1. 歩いて5分程度の所 (56.6) 2. 家から見通せる所 (33.1) 3. 歩いて10分程度の所 (9.7)
冬の利用 ()内は反応%	1. そり・ミニスキーのできる山 (77.4) 2. 公園の除雪 (34.7) 3. 寒さを防ぐ場所 (17.8) 4. 遊べる状態の遊具 (15.4) 5. 木製遊具 (10.8)

果となっている。結果を表-3に示す。公園の広さに関しては、上記の遊びの種類からできるだけ広い公園にしてほしいという要望が強い。設置遊具では、近年、普及し始めた冒険遊具の設置を望む声が約8割にも及ぶ。冒険遊具とは、一般にブランコ、滑り台、登はん木などの複数の遊具を組み合わせ、冒険的要素を織り込んだ遊具であり木製の場合が多い。公園の設備では、通常設置されるトイレ、ベンチ、芝生、電灯の他に水のみ場、ごみ箱が加えられている。自宅から公園までの距離は、必ずしも間近なところではなく徒歩で5分程度の所という回答が多かった。これは、一般に用いられる成人の歩行速度（1km/約15分）から計算すると、距離にして約300m程度である。冬季の利用に関しては、そり・ミニスキーのできる山（築山：つきやま）の設置を望む声が約8割に及んだ。公園の除雪や遊具を遊べる状態に保つことは、管理運用上の問題でもあり実現は比較的容易であろう。

(3) 利用可能性のメンバーシップ関数

公園の利用可能性のメンバーシップ関数を求めるために、アンケート調査によって得られたマップと利用回数の回答から公園の利用程度と距離の関係を分析した。

自宅から公園までの距離は、地図の縮尺の関係から50m単位で測定し、回答者が利用すると答えた全公園に対して求めた。距離は直線距離を用いている。また、各公園の利用可能性は、その回答者の全公園利用回数に対する各公園の利用回数の割合とした。すなわち、ある児童が週に全部で10回公園に行くとして、特定の公園を3回利用した場合、その公園の利用可能性は30%としたわけである。

こうして得られた距離と利用可能性のデータは、2500㎡以上の児童公園と2500㎡未満の児童公園の2

種に大別し集約した。いま、2500㎡以上の公園における距離と利用可能性の関係を図示すると図-6の通りである。この関係を端的に示す傾向線としては、ターナー（Tanner）が都市の人口密度分布に使用した2次指数曲線が適当と考えられた。図-6の場合のモデル式は以下の通りである。

$$P = 100 \text{Exp}(-0.016X^2) \quad (\text{重相関係数}=0.69) \quad \text{但し、} P: \text{利用可能性}(\%), X: \text{距離}(\text{m})$$

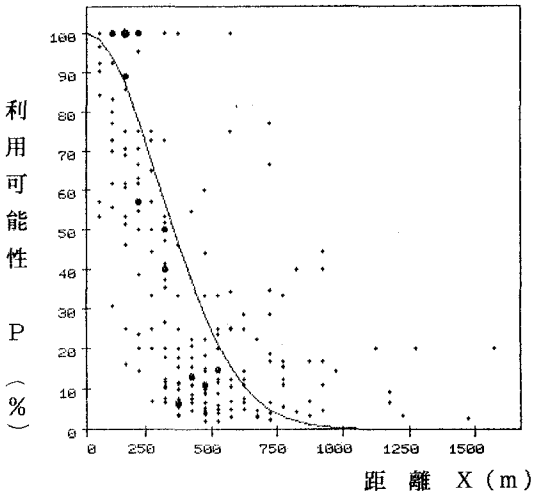


図-6 公園までの距離と利用可能性

5. 児童公園の利用可能性分布

本研究では、公園面積2500㎡以上と2500㎡未満の2種の児童公園の利用可能性曲線（メンバーシップ関数）を求めた。いま、これらに「ちびっこ広場」も加え図示したのが図-7である。ここで、「ちびっこ広場」とは宅地開発行為によって供出された公園引当地を幼児公園として整備したものであり、昭和63年10月現在、北見市の197箇所の公園引当地のうち36箇所がちびっこ広場として利用され

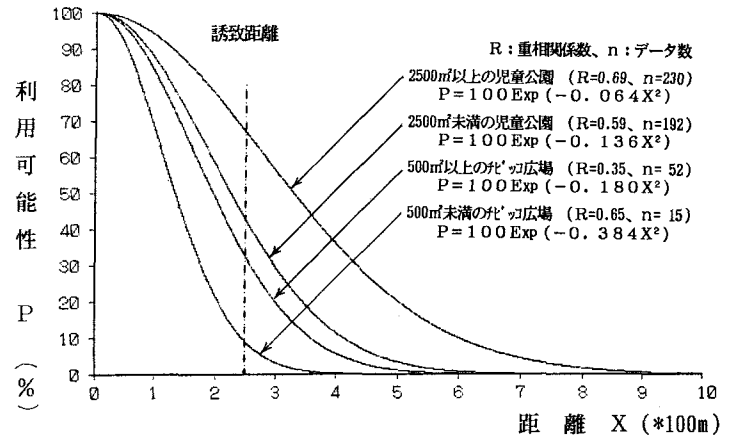
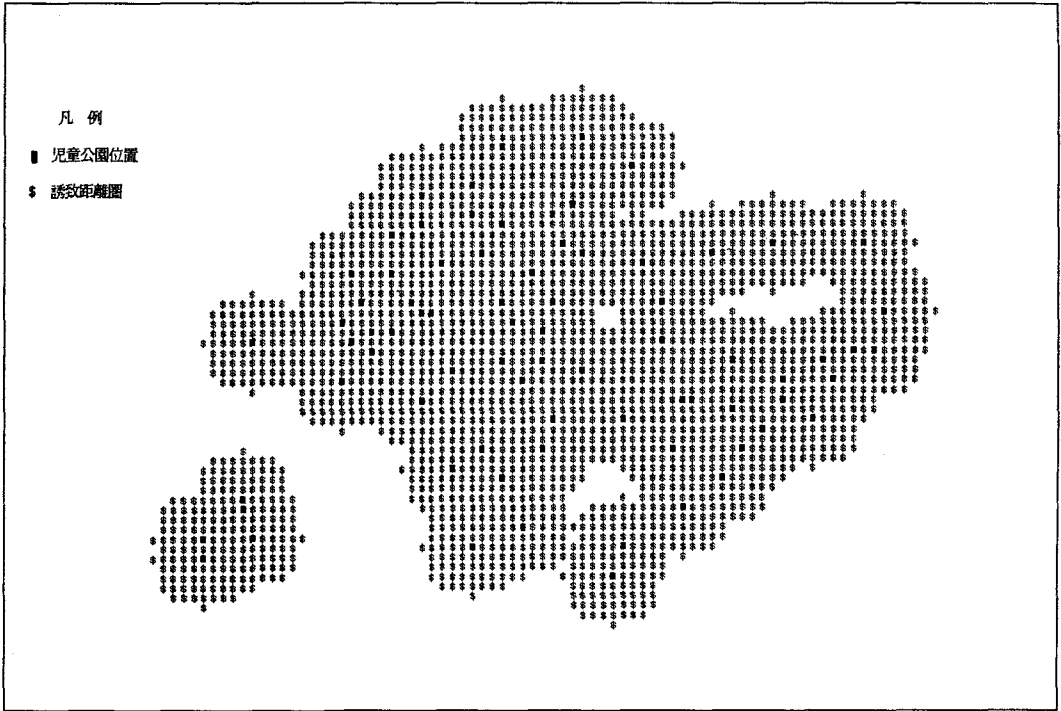
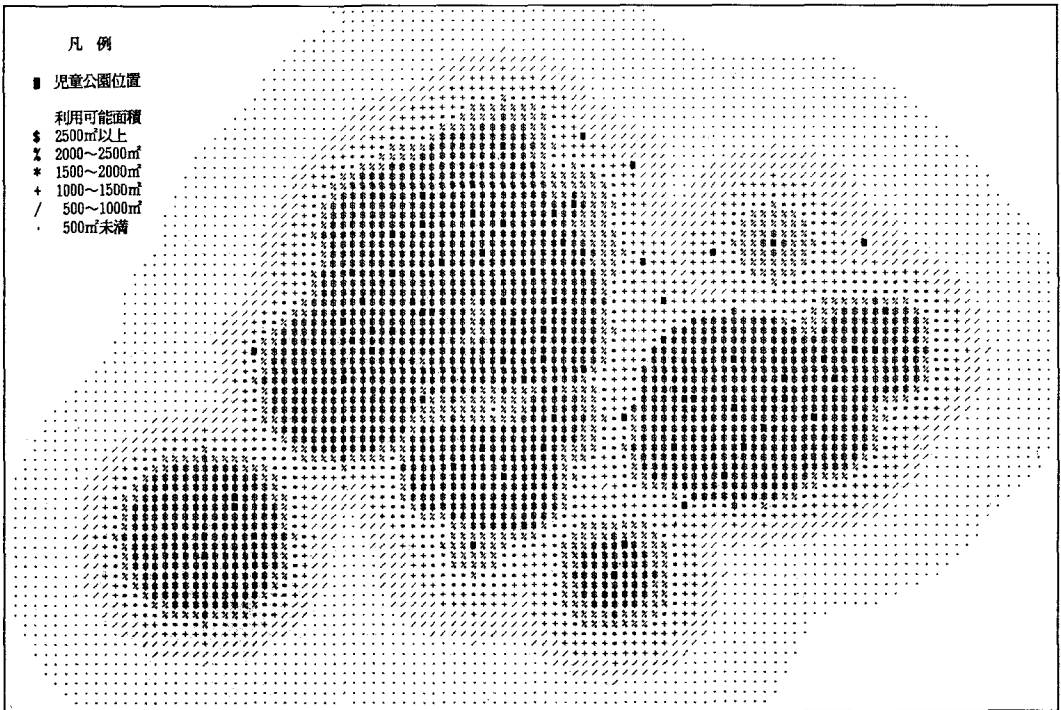


図-7 児童公園の利用可能性（メンバーシップ関数）



図－８ 誘致距離による児童公園のサービス分布



図－９ ファジィ理論による児童公園のサービス分布

ている。本研究では、これらのちびっこ広場を直接の分析の対象とはしていないが、公園の規模により利用可能性が大きく異なることを示した。誘致距離250mで比較するならば、2500㎡以上の児童公園では約70%の利用可能性があるのに対して、500㎡未満のちびっこ広場では約10%の利用可能性しか期待できない。

実際の公園のサービス量を算出するに当たっては、それぞれの児童公園の面積（A）に利用可能性（P）を掛けた利用可能面積（M）を求めファジィ演算を行った。

まず、従来の誘致距離の概念による北見市の児童公園のサービスの現況を図-8に示す。ここでは、実際の都市図を省略しているが、ほぼ北見市の市街地を網羅し十分な整備がなされているように見える。ただし、既に述べてきたように、誘致距離の概念では誘致距離の圏内では一律のサービスが為され圏外の利用者は想定していない。さらに、従来の整備指針は標準面積を示すにとどまり各公園の実際の規模を反映する要素は考慮されていない。

次に、図-9は本研究で開発したファジィ理論による児童公園の利用可能面積の分布である。従来のサービス分布と対応させるため、利用可能面積2500㎡以上を濃く表示している。ただし、この基準に明確な根拠があるわけではない。サービスレベルは住民の生活様式によって変化していくものである。要求レベルが向上するに連れ、整備すべき地域は当初広がっていくが、本研究の方法論では如何なる整備水準に対しても、ただちにそれに満たない地域を明確にすることが可能である。さて、図-8と図-9を比較するならば、一様に表現されていた児童公園のサービスが地域によって過不足している様子が良く分かる。これは、地域の実状をよりよく反映したものであり、今後、優先的に公園整備を進めるべき地域も明確となっている。さらに、計画している公園の位置と規模を与えると、その公園によって周辺地域の公園利用可能面積がどの程度向上するかを具体的な数値で事前にも知ることが可能である。

6. まとめ

本研究の成果および今後の研究課題をとりまとめると以下の通りである。

- ① 本研究は児童公園の整備基準のひとつである誘致距離に対して、ファジィ理論に基づく公園利用可能性を用いて公園サービスの実態をより現実的に把握するとともに、今後の整備基準として有効なことを示した。
- ② ファジィ理論のメンバーシップ関数の設定に関しては、マップ調査法を利用したアンケート調査を実施し、公園までの距離と利用程度の関係の一般的な傾向から求めた。その結果、公園利用の可能性は公園規模によって大きく異なることも明らかとなった。
- ③ 幼児・児童の公園利用の実態調査からは、夏季には公園でのボール遊びが盛んであること、冬季の公園利用者が著しく少ないことなどが明らかとなった。
- ④ 今後の公園づくりに関しては、冒険遊具の設置など具体的な要望が示された。また、冬季の公園利用については、そり・ミニスキーへの対応や除雪によって利用者の増加が見込まれる。
- ⑤ 今後は、公園サービスレベルの向上における公園引当（ちびっこ広場）の活用を図るとともに、公園整備と人口分布や土地利用データとの関係を分析していく予定である。

最後に、本研究の実施にあたり北見市都市計画課公園係からは公園台帳や関連資料の提供を受けた。また、児童公園利用実態調査に関しては、北見市教育委員会をはじめ小泉小学校、高栄小学校、北小学校、美山小学校、くるみ幼稚園、のぞみ幼稚園、高栄幼稚園の各校のご協力を得た。記して謝意を表します。

参考文献 1) 北海道の都市計画、北海道住宅都市部都市計画課、1988.3

2) 寺野寿郎・浅居喜代治・菅野道夫、ファジィシステム入門、オーム社、1987.4

3) 日本都市計画学会、都市計画マニュアル 第2巻 都市施設「5.公園緑地編」、ぎょうせい、1985.12