

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成24年5月22日現在

研究機関番号：12501
 研究種目：挑戦的萌芽研究
 研究期間：2011
 課題番号：23656357
 研究課題名（和文） 高層・高密度住宅環境の視線に対する圧迫感・遮蔽感の計算理論と応用に関する研究
 研究課題名（英文） Calculation Method of Visual Openness in High-rise and High-dense Residential Environment
 研究代表者
 服部 岑生（HATTORI MINEKI）
 千葉大学・名誉教授
 研究者番号 40009527

研究成果の概要（和文）：超高層集合住宅の市街地環境において、高密度による圧迫感と建築の林立状態による遮蔽（閉鎖）感を、視線通過の確率論と天空率計測の理論を継承しイソビスタ理論を発展させ建築の個性性及び視界の方向性を計算可能にする。

研究成果の概要（英文）：We develop a Calculation Method of Visual Openness in High-rise and High-dense Residential Environment, using the previous Ogiso method and my theory of Isovista. We completed a practical method and tested its validity to a hi-rise and hi-dense super high rise housings.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	1,400,000	420,000	1,820,000

研究分野：建築計画

科研費の分科・細目：都市計画・建築計画

キーワード：超高層住宅、高密度性、開放性、イソビスタ理論

1. 研究開始当初の背景

(1) 小木曾による確率論の視線透過式が提案されてきたが、実際の建築工事や法制度に適合されてこなかった。

(2) 室内空間に適合される視線の閉鎖性を計算する手続きを提案した《イソビスタ》理論があるが、劇場ホールなどの室内の閉鎖性に適合された研究があった。1997 服部など

2. 研究の目的

(1) 従来入力不可であった視界内の個別の建築条件（位置・形態・高さ）と視点（方向・高さ）の変数を前提に視覚への影響を表す指標の概念定義を行う。

(2) 先行の視線通過の確率論と天空率計測の理論を継承しイソビスタ理論（服部1997）を発展させ建築の個性性及び視界の方向性を計

算可能にする、建築計画の段階で有効な圧迫感・遮蔽感の計算理論を定式化する。

(3) 視点として、地表のみならず住宅の上空にある居間などでの、視線透過式を構築する。

3. 研究の方法

(1) 小木曾の確率理論で視点から2π全方位の視界を計算に含む点を、人の眼が前方向πにのみ向いている点を着目する計算式に改善する。

(2) イソビスタ理論による対象物の凹凸の特徴を組み込むために、(1)で得た理論の近似式にCGソフトで計算されるシェードの白黒像の濃淡を組み込む改良をくわえて、検証する。

4. 研究成果

(1) 小木曾式の改良

① 圧迫性と遮蔽性などの理論的定義

圧迫と遮蔽の基本について、既往の先駆研究小木曾定彰 (1974) においては、観察者を中心にする 2π 全方向の視線について、建築物などの物体に衝突するまでの距離を視点の直上部から水平部まで $\pi/4$ にわたり積分することで定義される視線透過度としている。その前提で武井正昭 (1976) は視点の上部の半球における天空の開放度(天空率)を提案している。この考え方は、人の視線は前方向(例えば歩行者の歩行方向に対応する)に限定される点を考慮していないので、視点の方向別の視線透過度を問題にできない。

次にいずれの先行研究も、確率論を応用し建築形態を抽象化しているが、現実の都市の住宅・ビルの形態状況は複雑でその特徴に基づく指標を定義する必要がある。

② 計算の原理式とその確率的な計算式づくり

先行研究で提示されている原理式を、視線方向の人間の視界(例、水平方向 π 、垂直方向 $0 \sim \pi/4$ など)を限定し積分範囲を限定する。

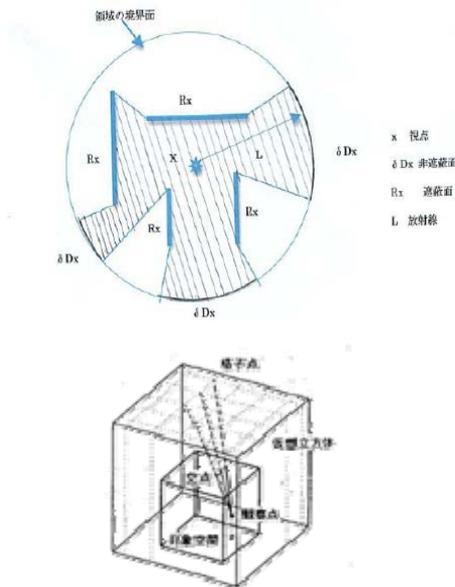
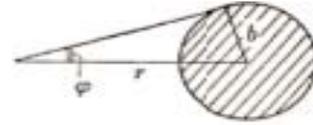


図 イソピスタの概念-上2次元、下3次元
(イソピスタ量=2次元モデルの斜線部の面積)

小木曾式 (1974) の、視点の全周 2π を、視線方向 π に限定する理論展開を行う。

$$(1) 2\varphi = 2\pi \sin^{-1} \frac{b}{r}$$

視点



建物一つによって水平視線が妨げられる度合いは、 $\frac{2\varphi}{\pi}$ である。

$$(2) P_1 = 1 - \frac{2\varphi}{\pi} = 1 - \frac{2}{\pi} \sin^{-1} \frac{b}{r}$$

$$(3) P_1 = P_1 P_2 \cdots P_N$$

$$(4) \text{Log} P_1 = \text{Log} P_1 + \text{Log} P_2 + \cdots + \text{Log} P_N$$

N個の建物があるとすると、

$$(5) = N \text{Log} P_1$$

$$(6) \overline{\text{Log} P_1} = \frac{\int_{s_1}^{s_2} \text{Log} P_1 ds}{\int_{s_1}^{s_2} ds}$$

$$(7) \overline{\text{Log} P_1} = \frac{\int_{r_1}^{r_2} 2\pi r \text{Log} P_1 dr}{S_{12}}$$

$$= \frac{2\pi}{S_{12}} \int_{r_1}^{r_2} r \log \left(1 - \frac{2}{\pi} \sin^{-1} \frac{b}{r} \right) dr$$

視点から、面積帯 $s_1 \sim s_2$ 、距離 $r_1 \sim r_2$ の間にある建物について、対数平均視線遮断率を求める。

もし $\frac{b}{r}$ が小さければ、

$$\approx \frac{2\pi}{S_{12}} \int_{r_1}^{r_2} r \left(-\frac{2b}{\pi r} \right) dr$$

$$= \frac{-4}{S_{12}} \int_{r_1}^{r_2} b dr$$

$$(8) = \frac{-4b}{S_{12}} (r_2 - r_1)$$

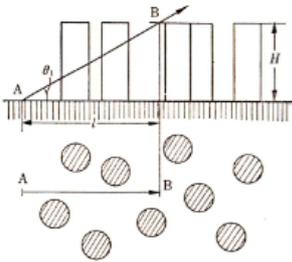
$$(9) N = \frac{S_{12}}{S_0}$$

$$(10) \text{Log} P_1 \approx \frac{S_{12}}{S_0} \cdot \frac{-4b}{S_{12}} (r_2 - r_1)$$

$$\approx \frac{-4b}{S_0} (r_2 - r_1)$$

$$(11) \text{Log} P_1 \approx \frac{-4b\pi}{S_0}$$

$$(12) P_1 = e^{-\frac{4Hl}{2r}}$$



視線を上方向 θ に向けた時の視線の透過距離を求める。

$$(13) l = H \cot \theta$$

$$(14) P_2 = e^{-\frac{4Hl \cot^2 \theta}{2r}}$$

ここで視線通過の強さの程度の考え方に、

- ・ 近い距離の建物の通過遮断の方が、遮断が強いという考え方を導入する。
- ・ 視点と建物までの距離 (r) による遮断の程度は、 $1/r^2$ により弱化すると当面仮定する。式 (12) から、導く。

(a) 式 (12) の右辺 $e^{-\frac{4Hl}{2r}}$ の内項に $1/l^2$ を乗ずる。

(b) 距離 l にある視線の通過率は、

$$P_1 = e^{-\frac{4Hl}{2r}}$$

(c) 遮断率 Q_1 は、 $Q_1 = 1 - e^{-\frac{4Hl}{2r}}$ であるので、その遮断の強さ S_1 は、以下である。

$$S_1 = (1 - e^{-\frac{4Hl}{2r}}) / l^2$$

(d) 視点を中心とする遮断の力の集積は、以下である。

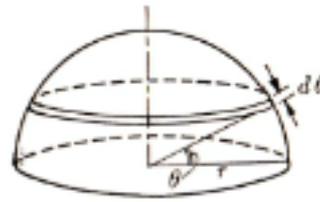
$$S = \int_{l_0}^M S_1 d l$$

$$= \int_{l_0}^M (1 - e^{-\frac{4Hl}{2r}}) / l^2 d l$$

$$= \int_{l_0}^M 1/l^2 d l - \int_{l_0}^M e^{-\frac{4Hl}{2r}} / l^2 d l$$

(d) 式は、一般的に解くことができないので、近似式を距離 l が $l_0 \sim 3 l_0$ の距離の建物

の遮断の力を計算して、以下の推論を行う。



さらに研究の後半では、建築物などの抽象化された形態に個別の特徴を組み入れるために、高さ別幅別の建築の分布確率を導入するように工夫する。確率的な工夫を進めるために、地域あるいはその前提にある土地利用制度の類型に対応する建築の個別条件の類型を探る作業を行うことを試みようとしたが完遂できなかった。

(2) イソビスタ理論の適用-シェーディング映像のデプスキュの応用

図1 対象住宅群



理論式を適用し検証する超高層集合住宅群を、東雲(東京、左CG)の住宅群とした。

① イソビスタ理論の応用と算定方法の工夫

イソビスタ理論は、図に示すように視点を取り巻く遮蔽物について、視点との距離を積分して得られる値である。イソビスタ理論の応用は、高層高密住宅環境の圧迫感・遮蔽感の程度を示す指標として有効であると考えられる。そこで、一般的な CAD ソフトで都市の高層・高密住宅環境の形態データを入力して観察者の視点からグレイのグラデュエーション透視図を作成する。陰影の表現であるグレイのグラデュエーションの明度は、同時に視点と対象との距離表現している。この明度に実態と比較によって得る係数を入れて積分することによって、求める方向のイソビスタ値を求めることができると考える。

② 写真実測値収集、理論値の計測のおよび心理アンケートとの比較検討

東京の高層・高密住宅環境で、カメラ撮影を行い視界の状態を計測する。併行して理論

計算を行うことや、CG ソフトによるイソビスタ値の計測を行う。

③フィードバック

上記結果を比較し、フィードバックを行い、理論式、算定方法などの改良を行う。

先の図 3 次元空間のイソビスタ計算のモデル（室内空間）観察点と仮想立方体の格子点を結ぶ視線ベクトルに遮蔽物がぶつかるかどうかを判別し、数値積分する方式がこれまでの簡便な方式である。

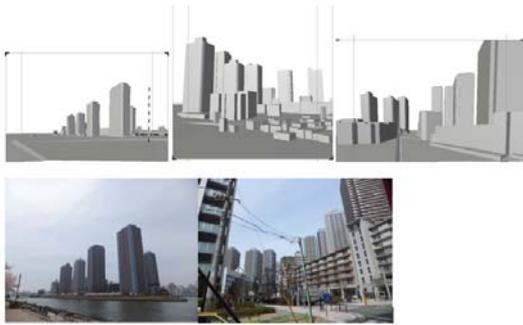


図2 上左からCG1,2,3、下左から写真4,5

④ 理論計算の近似解

そこで対象地の建物（超高層住宅）の平均的な幅と高さを設定する。高さは 35~45 階建てで実態報告では 100~130m である。基準階の延べ床面積は、約 900~1000m² であるので、計算の簡便さのために、高さ平均 h = 100, 建築面積 30×30 と置く。

対象地の建物の間隔は、視点として学校に近接する道路の中央点を取ると、全 7 棟へ水平距離は、100~300m の範囲である。詳細な条件を抽象化し、図のような配置図を想定する。

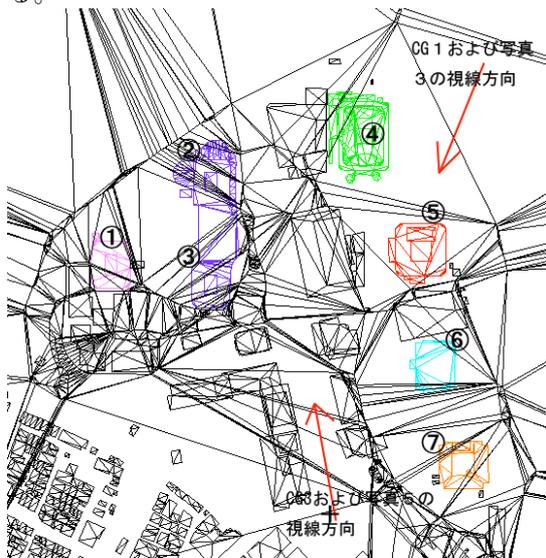


図3 対象住宅（色、番号つき）、視点（+）視線方向

CG 1、3の画像は、写真4、5にそれぞれ対応している。住宅①~⑦について、視点（+）のからの遮蔽率及び遮蔽の強さを計算する。ただし、小規模な建物の影響は、無視する。

先の (d) から遮断率 Q_1 は、

$$(15) \quad Q_1 = 1 - e^{-\frac{4hl}{2l_0^2}}$$

である。

その遮断の強さ F_1 は、以下である。

$$F_1 = (1 - e^{-\frac{4hl}{2l_0^2}}) / l^2$$

対象住宅地では、視点から唯一の建物があるので、近似式は、

$$(16) \quad \approx (1 - e^{-\frac{4hl_0}{2l_0^2}}) / l_0^2$$

ここで、 l_0 は、視点から遮蔽に影響する高層建築が存在しない場所の距離である。その結果、 $S_0 = \pi l^2 / 2$

従って、

$$Q_1 = 1 - e^{-\frac{4hl}{2l_0^2}}$$

$$= 1 - e^{-\frac{2hl}{l_0^2}}$$

$$F_1 \approx (1 - e^{-\frac{4hl_0}{2l_0^2}}) / l_0^2$$

$$= (1 - e^{-\frac{2hl_0}{l_0^2}}) / l_0^2$$

同じく、視点を中心とする遮断の力の集積の3段階の近似解は、以下である。

$$F = \int_{l_0}^{\infty} 1/l^2 dl - \int_{l_0}^{\infty} e^{-\frac{4hl}{2l_0^2}} / l^2 dl$$

対象住宅地では、視点から唯一の建物があるので、近似式は、

$$\approx \int \left((1 - e^{-\frac{4hl}{2l_0^2}}) / l^2 \right)$$

⑤ CG画像の作成とイソビスタ量計測

対象住宅地の地形および建築のワイヤースケームデータは、市販の該当地域のデータを利用するCGソフトは、ベクター・ワークス (VW) を用いる。

下記の表の数値は、式 (15) , (16) から求めた。

表1 建物別高さ/幅、視点からの距離、遮蔽（理論値）、遮蔽（実測値）および遮蔽の強さ

（注：建物単位=m、遮蔽率=%、強さ= $10^6\%/m^2$ ）

建物	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
想定 高/幅	100 /30						
想定 距離	300	350	250	350	250	200	150
遮蔽 理論	11.6	9.6	14.4	9.6	14.4	17.3	22.5
遮蔽 実測	7.10	3.34	7.78	3.34	7.78	8.88	18.9
強さ	129	79	230	78	230	432	1000

必要な外生パラメーターは、視点位置情報、視心方向での景観CGである。図の1および3はその例である。視野を限定するために、VWのパラメーターとして、標準・広角のレンズ使用が必要で、 π の視野の理論値と比較するので広角を採用した。

そこで、CGから面積算定する住棟の遮蔽率、写真で遮蔽の面積を算定して得られる遮蔽率を比較する。さらに、先の展開した式(d)の遮断の力を近似計算して、併置する。

遮蔽（理論値）と遮蔽（実測）の比較は、傾向においてはおおむね適切、絶対値においては相対的に小値域で対応が不十分である。

(3) 結語

これで、概略計算方法と論理式を得たので、今後さらに感覚調査を行って数値計算を行い検証し、理論式の精度を向上し、特に強さの推測で超高層住宅地の景観の評価に有効な開発を行いたい。

5. 主な発表論文等

[学会発表] (計1件)

服部 岑生、鈴木雅之：大都市の超高層集合住宅の建築計画と関連する課題の研究、日本建築学会住宅系研究報告会論文集、査読有、第6巻、2011年、pp185-194

6. 研究組織

(1) 研究代表者

服部 岑生 (HATTORI MINEKI)

千葉大学・名誉教授

研究者番号：40009527

(2) 研究分担者

鈴木 雅之 (SUZUKI MASAYUKI)
千葉大学・キャンパス整備企画室・助教
研究者番号：9033416